

---

# AT3600

## 全自动变压器测试仪 用户手册



**Voltech**<sup>TM</sup>

©2000-2008 Voltech Instruments

Voltech Instruments are committed to a policy of continuous product development. Hence, product specification and the information given in this manual are subject to change without notice.

No part of this publication may be produced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by means electronic, mechanical photocopying, recording or otherwise without prior written permission of Voltech Instruments.

All rights reserved.

© 2000-2005 Voltech Instruments

Microsoft, Windows, and the Windows logo, are either registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries

# VOLTECH AT3600 用户手册

## 目录

### 1. 介绍

1.1. 介绍 .....	7
1.2. AT3600 特征简介 .....	11
1.3. 产品综述 .....	15

### 2. 开始

2.1. 介绍 .....	31
2.2. AT3600 的安装 .....	33
2.3. 快速教程 .....	41
2.4. 固件升级 .....	61

### 3. 测试程序编辑器

3.1. 介绍 .....	67
3.2. 原理图编辑 .....	70
3.3. 创建程序 .....	76
3.4. 测试编程 .....	111

### 4. 服务器软件使用

4.1. 介绍 .....	187
4.2. 测试程序处理 .....	189
4.3. 测试结果处理 .....	195

### 5. 测试治具

5.1. 介绍 .....	233
5.2. 测试治具系统的描述 .....	235
5.3. 开尔文 (Kelvin) 连接 .....	243
5.4. 附注 .....	245

# VOLTECH AT3600 用户手册

## 目录 – 续前页

<b>6. 前面板操作</b>	
6.1. 介绍 .....	249
6.2. 自检 .....	253
6.3. 执行模式 .....	256
6.4. 测试治具补偿 .....	269
6.5. 测试模式 .....	271
6.6. 程序模式 .....	278
<b>7. 测试与测试条件</b>	
7.1. 变压器测试 .....	285
<b>8. 规格</b>	
8.1. 规格 .....	361
8.2. 接口详述 .....	395
8.3. 环境条件 .....	405
8.4. EMC 承诺 .....	407
<b>9. 保修与服务</b>	
9.1. 保修信息 .....	411
<b>10. 安全系统</b>	
10.1. 安全系统 .....	417
10.2. 安全声明 .....	421
10.3. 典型安装 .....	423
10.4. 红外线安全系统的操作 .....	425
10.5. 构建安全治具 .....	429

# 第一章 - 介绍

## 目录

本章将介绍 AT3600 测试仪的安装和使用。

### 1.1 介绍

1.1.1. 如何使用手册.....	7
1.1.2. 常规安全介绍.....	8
1.1.3. 产品装箱单.....	9
1.1.4. AT 产品系列.....	10

### 1.2 AT3600 特征简介

.....	11
-------	----

### 1.3. 产品综述

.....	15
-------	----



## 1.1. 介绍

### 1.1.1. 用户手册使用说明

欢迎使用 Voltech AT3600 电子测试仪。请仔细阅读本手册的介绍章节，这将帮助您迅速而安全的设置您的测试仪。通过您对仪器的充分利用，能提高您的变压器和电感的质量，同时也能降低成本。



常用符号说明：

重要的安全信息。 为确保操作员安全，请阅读并理解所有安全信息。



重要信息。一般原理的解释或表示可以参考手册的其他部分。

在手册发布时，我们已经确认此手册的内容是正确和合理的。不过，**Voltech** 将保留在没有通知的前提下修改 **AT3600** 测试仪的操作和规格之内容的权利。由用户不恰当（包括疏忽或错误）的操作引起的仪器及其他损失，本公司不承担任何责任。

**Voltech AT3600** 受以下专利权保护：

美国：US5500598

英国：2261957B

欧洲：0621953B

## 1.1.2. 常规安全说明

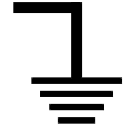


### 电击危险

请由专业人员在阅读和理解本手册后安装此设备。如有任何疑问，请咨询您的供应商。



**警告：** AT 系列测试仪必须使用安全可靠的接地。只能将电源线插入带有接地的电源插座中。在使用之前，请确保电源线是完好无损的。



请使用同一类型和等级的保险丝：**3.15AT**

只有了解电击危险性的专业人员才可以使用这个装置。



**警告：** AT3600 测试仪可能产生致命的电压。安全锁扣与 Voltech 认证的安全系统同时使用，可保证设备运行安全。为保证操作人员安全，安全锁扣必须始终与 Voltech 认证的安全系统正确的连接在一起。



### 电击危险

请由专业人员在阅读和理解本手册后安装此设备。如有任何疑问，请咨询您的供应商。



### 1.1.3. 产品装箱单

以下物品伴随于本手册一并提供：

1. AT3600 变压器测试仪
2. 电源线.
3. 包含编辑器和服务器安装文件和其它重要信息的光盘。
4. 9pin'D' – 9pin'D' F-F 线缆
5. 9pin'D' – 25pin'D' F-F 线缆
6. 25pin'D' – 25pin'D' F-F 线缆
7. AT 系列用户手册
8. 校准证明
9. Voltech 产品注册卡

若有任何物品遗失，请与你的供应商联系。注册您的产品注册卡可以确保您能持续接收最新的产品信息和应用信息。

### 1.1.4. AT3600 与 ATi

AT3600 是 Voltech 测试仪家族中的一员，可共享测试治具、电脑编辑软件和服务器软件。ATi 与 AT3600 可以使用同一服务器应用软件，并可以同时调用测试程序和记录测试结果。



AT3600

ATi

规格:	ATi	AT3600
20 路交换矩阵	✓	✓
电脑测试编辑器和测试数据服务器	✓	✓
测试治具系统	✓	✓
小信号测试（例如：电感，电容，线圈比率）	✓	✓
远程通信测试（例如：回波损耗，纵向平衡）	✓	✓
绝缘电阻	500V	7000V
耐压（交流）		5500V
耐压（直流）		7000V
层间绝缘测试		5000V
磁化电流和开路电压		270V
功率, Stress Wattage		✓
漏电流		✓
缓升高电平（交流）		5500V
缓升高电平（直流）		7000V

AT3600 可选配件：Voltech 的“AC Source Interface”配合合适的外接信号源可以使 AT3600 产生最高 600V，10A 的测试信号。



AT3600 支持超过 35 种不同的测试。请登陆我们的网站 [www.voltech.com](http://www.voltech.com) 查询新测试的详细内容。您可以购买升级软件，且大部分测试在几分钟内即可安装完毕。

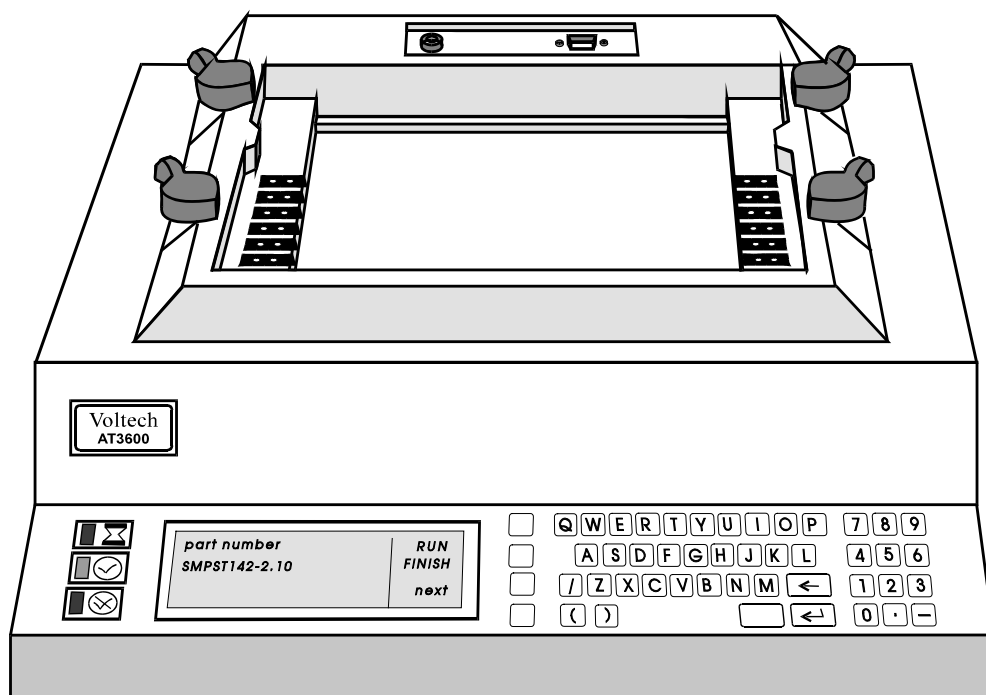
检查放置在手册封面内页的校准证明上的列表，可以确定哪一种测试可以在生产期间安装到你的测试仪上。

## 2. AT3600 特色汇总

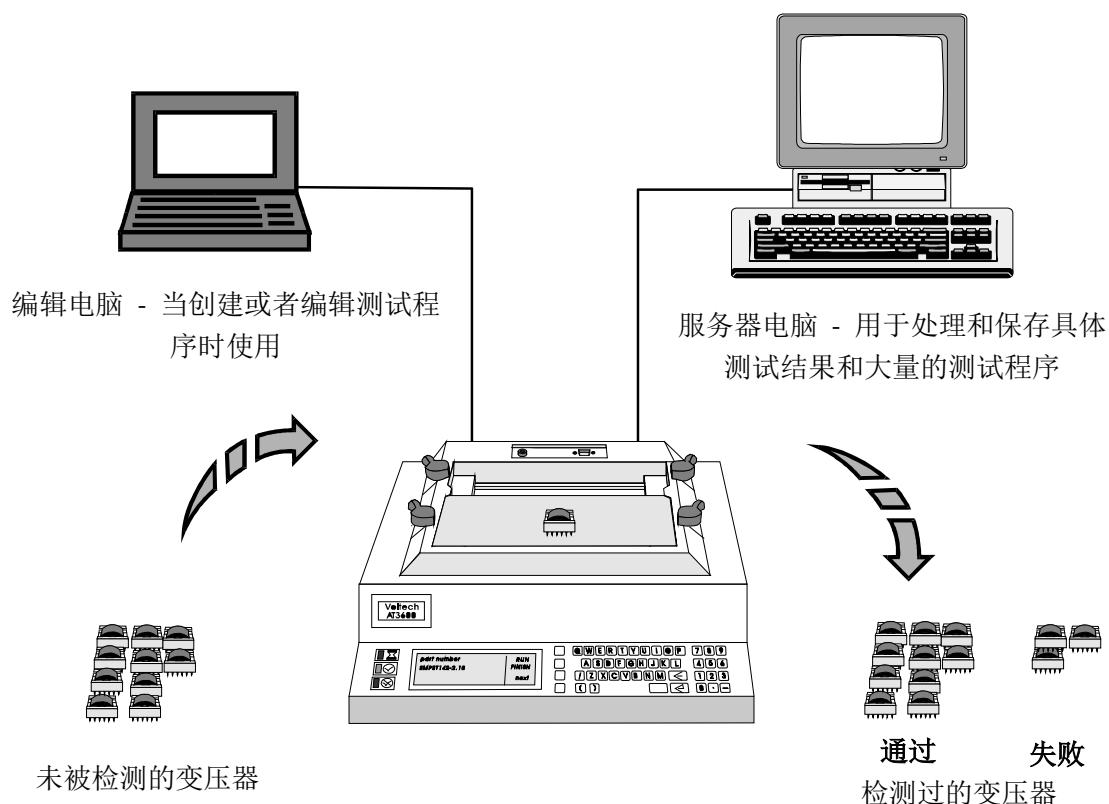
您的 AT3600 测试仪是一款针对变压器和电感进行快速，精确和可靠的测试的仪器。AT3600 可用于生产测试或进料检验测试。

同时，AT3600 是一台较复杂的仪器，可进行多种设置和使用。

因此，阅读这部分内容以及后面的产品简介是很重要的。这样有助于你了解 AT3600 的性能，并能帮助你在特定环境下充分利用你的仪器。



## 典型安装



## 创建测试程序

- 简单、易用，编辑软件基于 Windows 操作系统。(详见第三章)
- 不需要专业软件编程能力。
- 测试条件可手动输入，或由可以通过测试样板变压器自动选择。

## 程序存档管理

- 基于 Windows 操作系统的服务器软件可以使所有测试程序的管理变得很简单（详见第四章）。
- 也可选择将测试程序存储在 AT3600 中，可以进行独立测试操作。

## 操作

- 人工或者机器操作
- 条形码输入
- 脚踏开关输入
- 简单的通过/失败显示
- 安全-光控电源隔离，能有效防止操作人员受到高压伤害（详见第八与十章）。

## 结果

- 可从 AT 系列测试仪直接打印。
- 可通过服务器应用程序保存到磁盘上。
- 可以容易地把分析结果导出到其他 windows 应用程序中。

## AT 测量

多功能-各种不同类型的测试可以自动进行。可进行的测试正不断增加，常见测试形式有：

- 连续性
- 直流电阻
- 初级线圈电感（串联或并联）
- 品质因素
- 等效电阻（串联或并联）
- 漏电感
- 电容
- 匝数比和相位
- 带偏置电流的电感值（串联或并联）
- 绝缘电阻
- 磁化电流
- 开路电压

- 耐压（直流）
- 耐压（交流）
- 层间绝缘
- 缓升耐压（交流）
- 缓升耐压（直流）
- 模件升级 - 每个单一的测试相对于其他测试都是独立的，因此只需为测试仪购买需要用到的测试项目。另外增加的测试项目可以通过升级固件进行，请参阅第七章的 1.1 部分。
- 快速 - 可达到平均每秒 10 次测试，包括继电器矩阵的转换。
- 精确性 - 充分的可编程的信号源和高分辨率的智能数字测量。
- 可靠 - 所有的信号源、继电器矩阵开关、测量电路均有微处理器统一控制，确保协调一致。

## 概览

下一节将为您更加详细的介绍 AT3600 及其使用方法。建议您在正式使用仪器前阅读此章节。

## 1.3 AT3600 产品简介

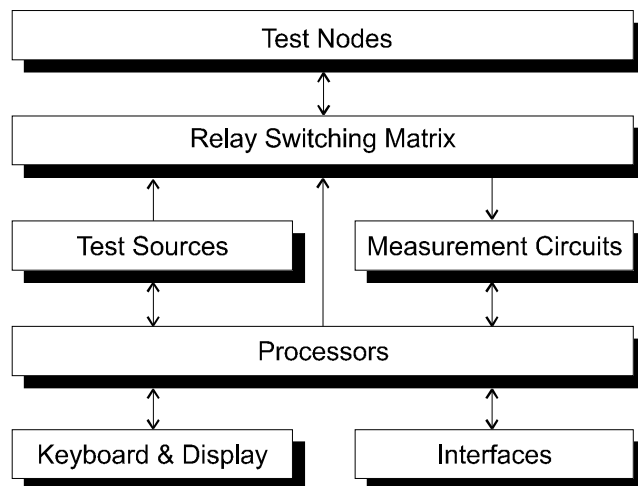
### 本节所涵盖的主题

- AT3600 测试仪的功能和特点。
- AT3600 的内部功能模块。
- 单个测试的执行过程。
- 介绍测试程序。
- 如何建立、存档以及在实际测试中的使用测试程序
- 测试治具
- 手动测试和自动测试的典型状况。
- 安全系统。

备注：此简介将对以上分类主题进行介绍以便您能尽快地了解本产品。若想进一步的了解各个主题详细内容，你可以阅读本手册后面的章节。

## 内部功能模块

AT3600 测试仪的内部功能分布如下图所示:



您不必为了使用 AT3600 产品而去明白每个模块的功能。如果您有兴趣，你可以阅读下面的阐述。

### Test Nodes (测试节点)

这些节点都是装有弹簧的 ATE 引脚。可以在测试仪的外表面看到。每个节点都有两个接触点，及电源管脚和测量管脚，形成开尔文对。

### Relay Switching Matrix (继电器开关矩阵)

继电器开关矩阵在测试过程中为测试节点链接测试所需要的测试信号源和测量电路。此矩阵是 AT 系列测试器的一个重要组成部分。它是由先进的高速、耐高压干簧继电器组成的。它不仅可以在耐压测试中承受 7000 伏的高压，而且在其他小电压和小电流测试中进行准确地切换。（在 AT1600 中使用的是低压继电器）。

继电器的开关由控制处理器精确控制，避免了产生跨电弧从而保证了继电器的使用寿命，使继电器能够承受数百万次的开关操作。

### Processors (处理器)

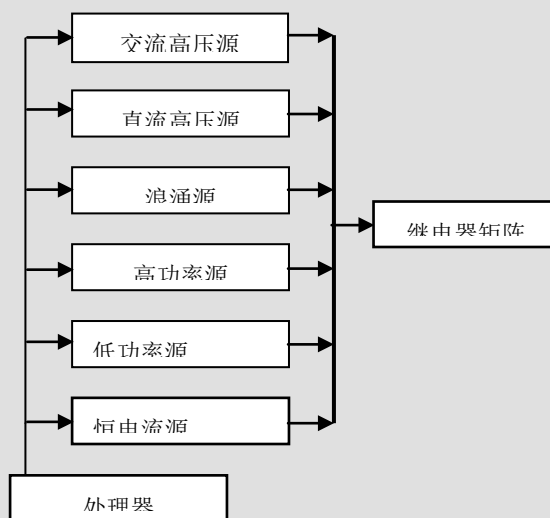
AT 系列测试仪是基于双处理器设计的:

一个标准的微处理器作为控制器，用于驱动继电器矩阵、键盘、显示器和其他各种接口。

一个快速的数字信号处理器，用来控制测试源和实现测量功能。



### Test Sources (测试源)



在 AT3600 中，有六种不同的测试信号源。

在每个测试的执行中，由处理器控制继电器矩阵选择接入测试的信号源。

### Measurement Circuits (测量电路)

AT3600 测试仪包含许多多变的测试电路，可以应用于以下的各种测试：

- 电压，测试范围：从小于 1mV 到大于 7000V，
  - 电流：从微安培到安培，
  - 直流电和谐波分析，
  - 均方值，平均值，瓦特数和视在功率的分析，
  - 瞬时俘获，
- 等等。

处理器将会选择相应的测试过程。

### Keyboard & Display (键盘和显示器)

测试器的面板的组成包括一个 LCD 液晶面板显示屏，3 个 LED 指示灯和一个薄膜式键盘组成。

为了达到多功能性和易用性，前置面板设置了 4 个功能键，位于显示器的右边。在操作过程中，显示屏的内容可以更改这些按键功能，这样操作员就可以及时得看到和选择相关的按键。

### Interfaces (接口)

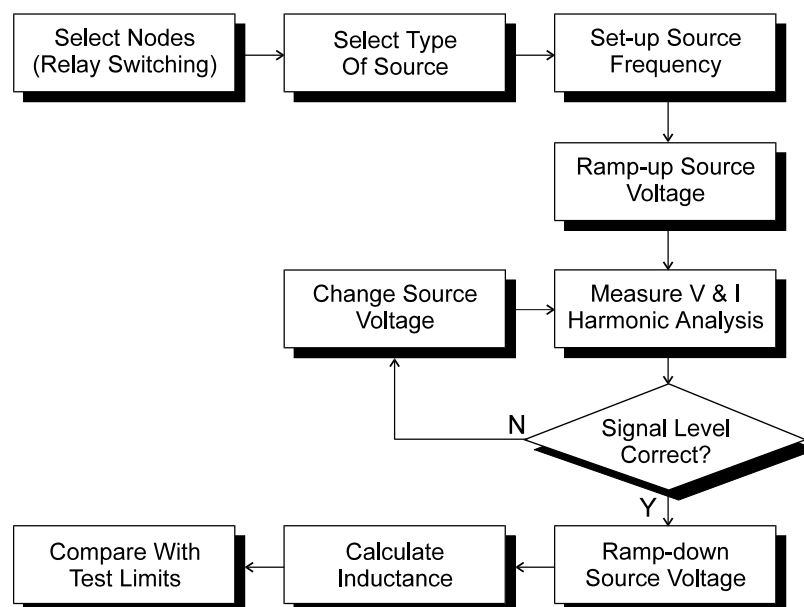
在后置面板上设有远程控制接口，条形码接口，辅助端口和服务器端口。在仪器上表面的顶部则有一个用户端口。

## AT3600 如何运行测试

因为您用我们专用的编辑软件配置每个测试，所以不是十分有必要去了解测试仪内部是如何具体执行的。不过，也许有些用户会对此比较感兴趣，因此这里将作一个扼要说明。

当测试程序载入测试仪，每个独立的测试会被编译成一个有序操作过程，包括之前功能板块图里罗列的要素。对于每个测试，各个功能模块的组合顺序是不一样的。某些情况下，它建立在前面和后面的测试基础上；但总体而言，它能最大限度的提高测量的速度和精确度。

举例来说，测量电感的顺序可以总结为如下图所示：



对于其他测试而言，顺序也许要更加复杂。

备注：在所选择的测试信号源通电前，所有的继电器已经完成切换动作；这将确保继电器没有电弧反应，从而延长继电器的使用寿命。

与一些 LCR 桥形相比，AT 系列测试仪可以选择调整测试源，从而为用户编程的提供测试条件。这将保证在同样的测试条件下，使用同样测试程序可以测试所有的变压器。

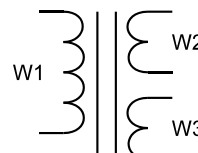
在测试结束的时候，测试信号源会自动的平缓下降到安全范围。在关闭测试信号源后，继电器可以安全地切换到下一个测试。

## 创建程序—编辑器

对于您的将被测试变压器来说，测试程序就是的简单的测试项目列表。显然每个变压器都有它们自己独立的的测试程序。举个例子：对于一个三线圈开关电源变压器的测试，可以用一个典型的程序表示如下：

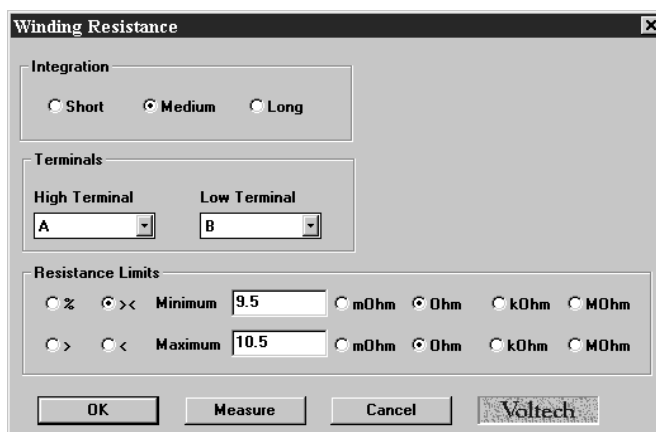
Program:

Resistance	W1
Resistance	W2
Resistance	W3
Inductance	W1
Turns Ratio	W1 to W2
Turns Ratio	W2 to W3
Hi-Pot	W1 to W2 + W3

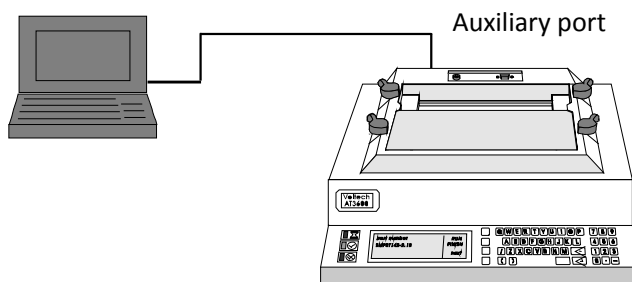


Part Number: SMPSE42-A

随 AT3600 测试仪一同提供的测试程序编辑器可让你简单而轻松的创建一个程序，即使您没有任何编程技能。测试程序要求的测试项目只需用鼠标点一下就可以从“available tests”的列表中选中。然后，所有的测试细节（比如变压器终端，测试条件，通过 / 失败限制）就会被要求填入到一个对话框中。



通常地，把测试仪的“Auxiliary port”同电脑的一个 COM 端口连接在一起，就可以使用编辑器了。



运行编辑器的 PC

然后，在编辑器的下拉菜单中选择把程序下载到测试仪上，就可以运行程序，对程序进行修改和评估了。

## 程序和结果的保存—服务器软件

之前介绍的编辑器软件，允许你创建并评估每个测试程序。它不能管理大量的有可能在日常“生产”中要求用到的测试程序。AT3600 将提供另一个 PC 应用程序来实现这个功能。

通常，服务器软件可以安装在 PC 上，此 PC 要求有较大磁盘空间，或者此 PC 可以通过网络访问大的磁盘空间。

服务器可以选择性的用于以下目的：

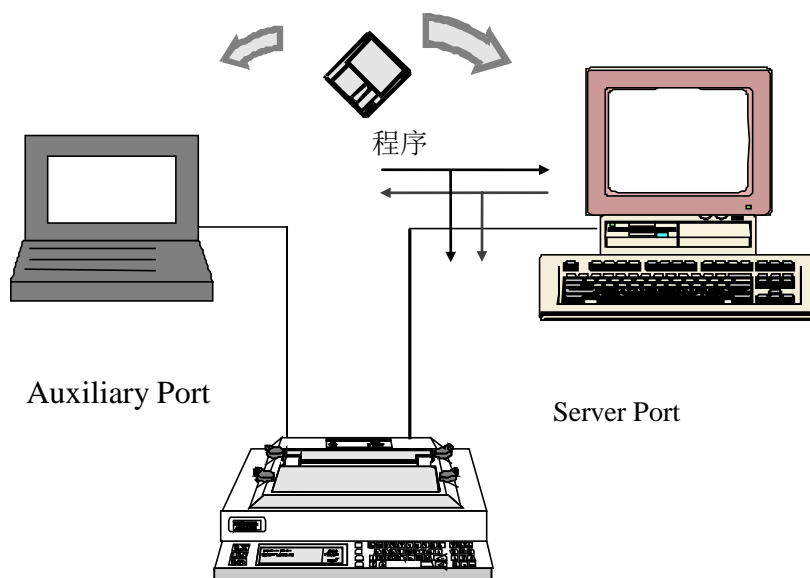
- 存储测试程序
- 存档测试结果

在测试仪后面板上有一个专门用于连接服务器软件的“Server”端口。

## 编辑器和服务器之间的程序相互传递

根据 PC 数量和使用频率，服务器和编辑器有几种安装和使用的方案：

标准安装

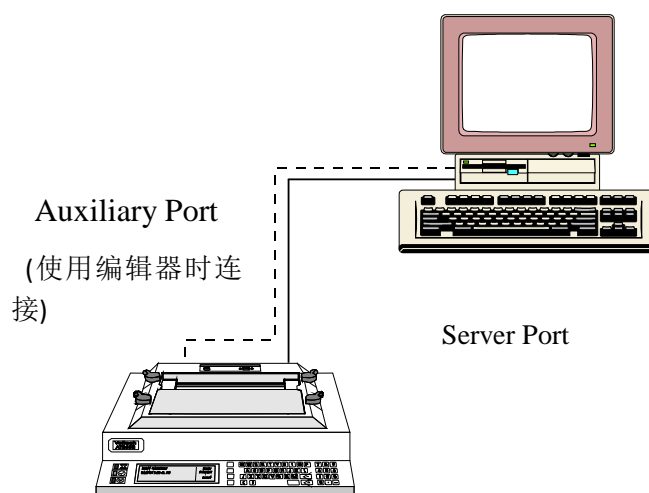


有三种方式可以把一个新的测试程序从编辑器传到服务器存档中：

- 通过测试仪
- 用软盘

- 通过电脑之间的网络连接，在编辑器中点“Save As (另存为)”然后把程序保存到服务器的目录中。

同时安装了编辑和服务器的 PC



有两种方式可以把一个新的测试程序从编辑器传到服务器存档中:

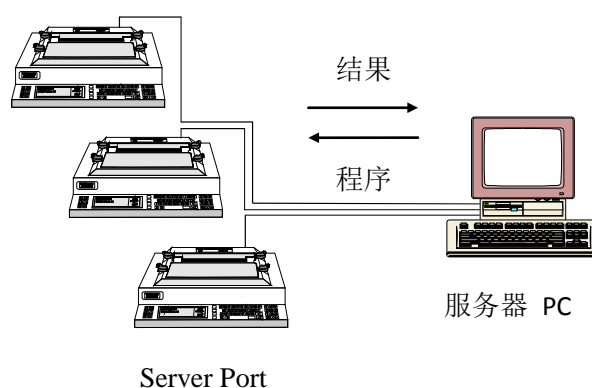
- 通过测试仪 (如果 Auxiliary Port 已连接)
- 直接在编辑器用“Save As (另存为)”把程序保存到服务器的目录中。

## 程序的执行

AT3600 与服务器的安装和使用有多种方法。

### 大型生产部门

在大型生产部门中，可以将多个测试仪连接在一个服务器 PC 上的方式，运行测试程序和保存测试结果:



### 优势

- 方便保存和管理大量的测试程序（例如大于 1000 个）。
- 容易保存和管理测试结果。
- 可以把结果导入到其他 Windows 应用程序中进行分析。
- 服务器 PC 可以放置在离测试区域较远处。例如，放在管理员的办公室，这样可以随时随地对结果进行分析。
- PC 最多可以同时连接 8 个 AT 系列的测试仪和相应的服务器。

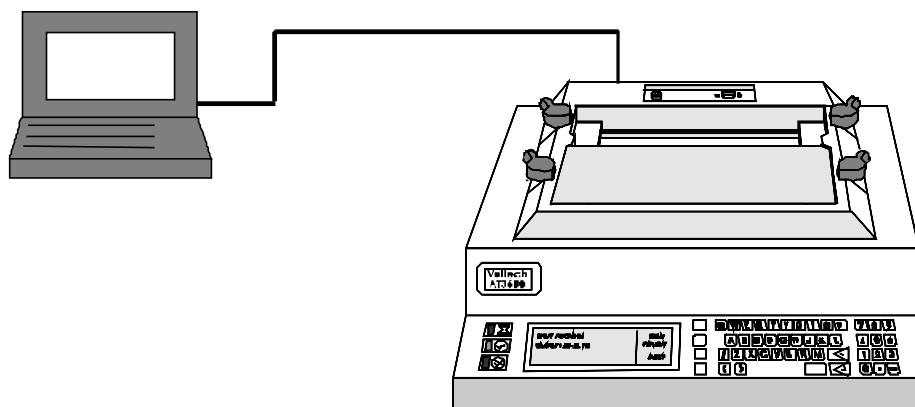
### 限制

- 服务器 PC 必须永久连接。这是为了让测试仪不间断的访问服务器，从而可以读取测试程序和保存测试结果。
- 当有新的程序需要编写和评估时，通常需要另外一台 PC（可以是便携式的）用来连接某台测试仪的“Auxiliary Port”。

### 小型生产部门

另外一种情况，对于小生产部门来讲，用单台 AT 系列测试仪和有限的或者临时性的访问一台 PC 要更合理些：

- 当要编写测试程序时，如图所示：连接 AT 和 PC（运行编辑器和服务软件）。
- 从服务器下载一组程序到 AT 上，可以保存在 AT3600 内存中。
- 移走 PC，从 AT 运行所有生产测试程序。



### 优势

- 只是偶尔需要用到 PC（可以是便携式的）以此可以编写测试程序并把他们载入 AT。
- 测试程序可以在没有 PC 的情况下直接在 AT 中执行。这在工作空间受限制的情况下具有很大优势。

### 限制

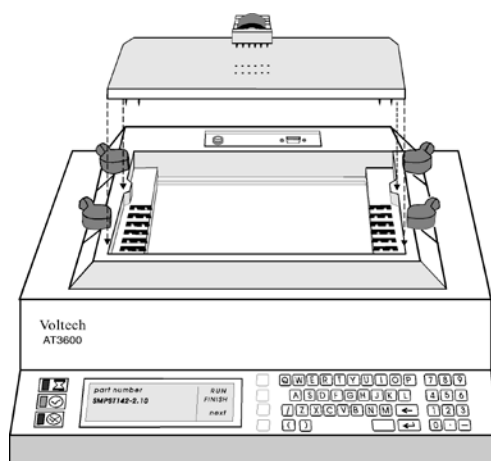
- 只适合少量的测试程序（譬如小于 50 个）。
- 测试结果不能被保存到磁盘中，也不能用其他 Windows 应用程序来分析。

## 测试治具

在生产中运行测试程序时，如何将待测变压器和 AT 系列测试仪的测试节点链接起来呢？

回答就是 AT 系列拥有自己的测试治具系统：

- 测试治具安装在测试仪上表面的“标准测试治具板”上
- 测试治具系统利用（Kelvin）开尔文连接来实现对电子器件的最佳测量。
- 测试治具系统能容纳不同类型的连接方式，如变压器的 PCB 式连接和飞线式连接。
- 一个测试治具可以测试安装在同一骨架上的所有变压器。



## 生产测试中 AT 系列测试仪的操作模式

AT3600 可以使用人工操作和自动操作两种生产模式。

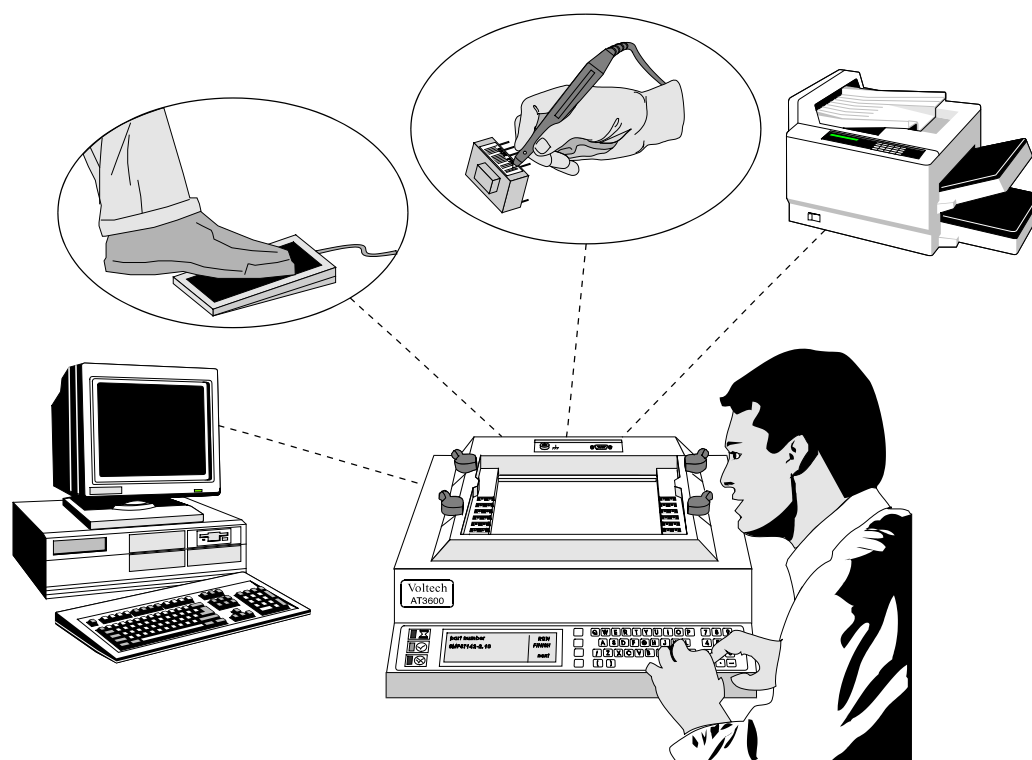
### 人工操作模式

在人工操作模式中，测试仪可以简单安置在操作员的工作台上。测试仪可以连接在 PC 服务器上，也可以像前面描述的那样单独使用。

操作说明:

- 在一个批次测试开始的时候，输入测试程序的名称和相应的必要信息，如批号。
- 数据的输入可通过键盘，也可通过连接在测试仪条形码端口的条形码阅读器。
- 附加输入的数据清单被保存在每个测试程序中，并且有可能都不一样。
- 更换合适的测试治具（如果和前一批次测试使用不同的测试治具）。
- 有些批次的测试可以使用同一测试治具，有些则不行。但测试治具的更换可以在几秒内完成。
- 插入第一个变压器到测试治具中，然后按“RUN（运行）”键。
- “运行开关”可以是前置面板上的一个按键，或者是一个附加开关。例如与测试仪后置面板的遥控端口相连接的脚踏开关。
- 在测试结束的时候，移走变压器，并根据显示器标明的“Pass（通过）”或“Fail（失败）”，将其放在不同的容器中。
- 可选择连接一台打印机到测试仪。这样，打印出来的测试结果可以存档备案，也可以贴在每一个测试过的变压器上。
- 可以设置测试数据的打印类型。可以打印全部测试数据，也可以只打印“Fail（失败）”测试数据。
- 重复这样的过程来测试待测的变压器。

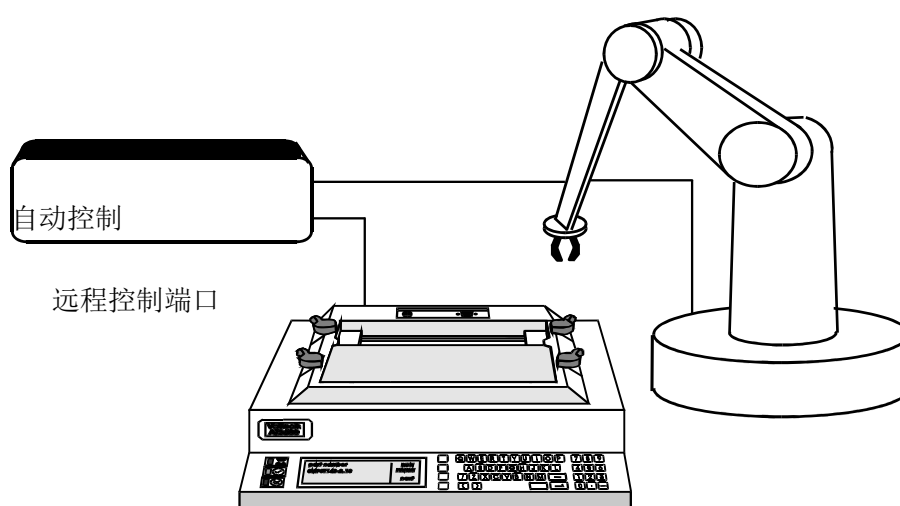




### 自动操作模式

在自动操作中，测试仪的远程控制接口可以为连接您的系统提供以下信号：

RUN (运行)	输入	PASS (通过)	输出
STOP (停止)	输入	FAIL (失败)	输出
BUSY (忙碌)	输出	BEEPER (报警器)	输出



再次重申，测试仪可以与服务器 PC 连接，也可以单独使用。

## 操作员的安全

AT3600 可能产生致使操作员受伤高电压测试信号。

AT3600 的设计包含了一个安装在后置面板上的安全锁扣。如果这个安全锁扣没有正确地连接好，您将无法进行高电压测试。

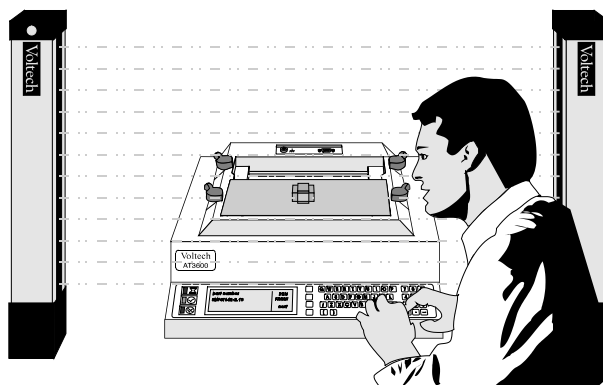
1. 对于低电压测试的情况，测试仪可以在没有任何安全锁扣的情况下工作。低电压测试包括：

- 导通性
- 线圈电阻
- 线圈电感（串联或并联）
- 质量因素
- 等效电阻（串联或并联）
- 漏电感
- 线圈间电容
- 匝数比

2. 对于人工操作模式，如果有高电压测试，建议使用安全系统。这可通过红外线安全窗帘型感应器来实现，且并不会降低测试生产率。

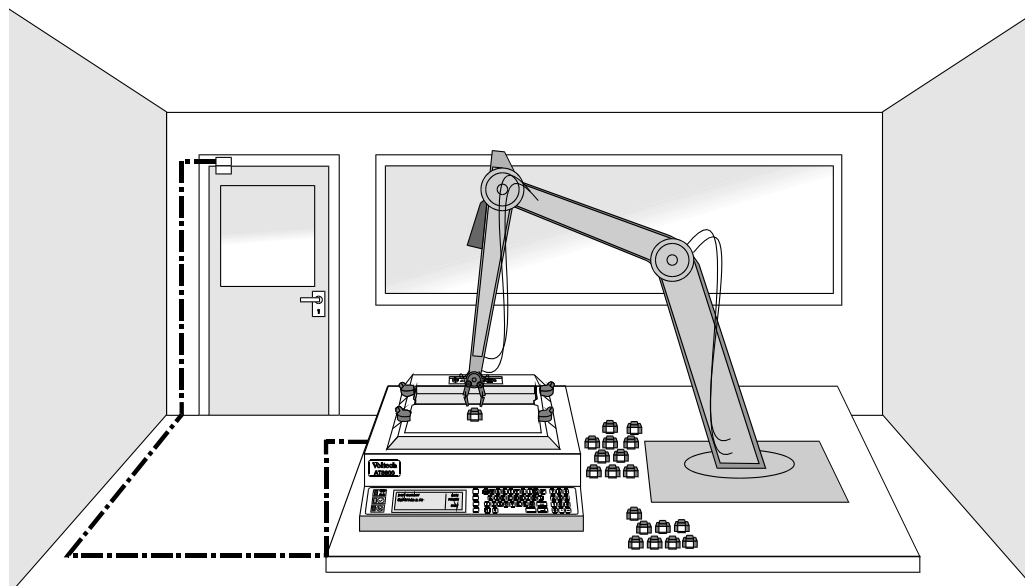
下面的一些测试会因为缺少安全系统而无法进行：

- 绝缘电阻
- 磁化电流
- 开路电压
- 耐压测试（直流）和（交流）
- 缓降耐压测试（直流）和（交流）



3. 另外，你可以自己构建一个建立在配有安全开关的机械隔离安全系统。

在自动操作模式中，安全系统可以是封闭式的，需在门上安装连动互锁装置。



## 接下来

在第二章中我们将介绍详细如何创建和使用程序，可以让你很快了解 AT3600 的大部分功能。



## 第二章 - 开始

### 目录

本章将帮助您了解并熟悉 AT3600 的安装过程，同时对 AT3600 及其相配套软件的基本知识有所掌握。

<b>2.1. 介绍</b>	<b>31</b>
<b>2.2. AT3600 的安装</b>	
2.2.1. AT3600 产品装箱单	33
2.2.2. 安装 AT3600 测试仪	33
2.2.3. 安装编辑器软件	35
2.2.4. 安装服务器软件	36
2.2.5. 服务器硬件连接	37
2.2.6. 服务器软件设置	38
<b>2.3. 快速教程</b>	
2.3.1. 快速教程	41
2.3.2. 快速教程-服务器软件	52
2.3.3. 测试仪中的程序运行	54
2.3.4. 附加主题	59
<b>2.4. 固件升级</b>	
	61



## 2.1. 介绍

欢迎使用 Voltech AT3600 变压器综合测试仪，以及相关的编辑器、服务器软件包。

在安装完成后：

- AT3600 将快速、准确并且可靠的在贵司的生产线或进料检验时测试出产品中问题的电子元器件。
- 编辑器软件可以使您轻松快速的创建测试程序，且不需任何特别的计算机编程知识。
- 服务器软件将为测试程序和测试结果提供一个的存储系统。

在这章中，您将了解：

- 如何安装测试仪。
- 如何设置编辑器和服务器软件。
- 如何创建和运行一个简单测试程序。
- 如何升级 AT 系列测试仪的固件。





## 2.2. AT3600 的安装

### 2.2.1. 产品装箱单

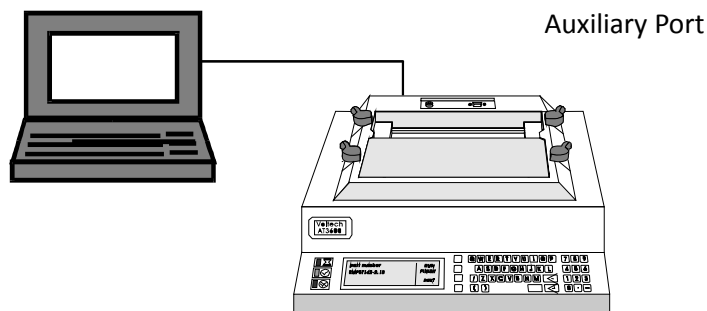
以下物品伴随于本手册一并提供：

1. AT3600 变压器测试仪
2. 电源线.
3. 包含编辑器和服务器安装文件和其它重要信息的光盘。
4. 9pin'D' – 9pin'D' F-F 线缆
5. 9pin'D' – 25pin'D' F-F 线缆
6. 25pin'D' – 25pin'D' F-F 线缆
7. AT 系列用户手册
8. 校准证明
9. Voltech 产品注册卡

若有任何物品遗失，请与你的供应商联系。注册您的产品注册卡可以确保您能持续接收最新的产品信息和应用信息。

### 2.2.2. 测试仪的安装

- 把测试仪安放在合适的使用位置
- 在决定具体的放置位置之前，您可以参考手册的第十章。它描述了一个保护操作员免受高电压危害的安全系统。此高电压有可能出现在测试过程中的器件上。
- 连接测试仪的“Auxiliary Port”和 PC 的空余 COM 端口。如图所示：



- 打开 PC 电源
- 确保测试仪的表面没有安置任何测试夹具，同时保证没有任何东西接触测试节点。然后连接测试仪的电源线，并打开电源开关。



必须保证电源线连接在带有安全接地的插座中。

不要在这个阶段连接安全锁。它将保护你的安全并防止 **AT3600** 产生伤害性电压。

为了充分运行带有高电压测试的测试仪，安全连锁必须正确的连接到 **Voltech** 认证的安全系统- 参见第八章和第十章。

### 2.2.3. 安装编辑器软件

连接测试仪的“Auxiliary Port”和 PC 的空余 COM 端口（如上图所示）。根据 PC 连接口的型号来选用电缆的类型。对于大多数 PC 来讲，一般用“9pin'D' – 9pin'D' F-F 线缆”。

打开 PC 电源

在尝试安装编辑器软件之前，请检查一下你的 PC 是否满足以下硬件要求：

<b>PC 处理器</b>	486 or 更好
<b>内存</b>	至少 4MB
<b>硬盘空间</b>	至少 2MB
<b>操作系统</b>	Windows 95 or 更高版本
<b>支持的屏幕分辨率</b>	640 x 480, 800 x 600 1024 x 768, 1280 x 1024

安装编辑器软件，请在你的 PC 光驱中插入 AT 系列光盘，并按照屏幕提示操作。

安装程序会创建默认的编辑器文件的放置目录：

**c:\Program Files\Voltech Instruments\Voltech AT Editor**

如果这个目录不存在，可以自己建立或者建立其它目录来放置文件。

如果你 PC 里面已经存在一个旧版本的编辑器软件，那么按照以上所述过程可以安装一个新版本。而你的所有程序都不会丢失。同样的编辑器程序适用于所有的 AT 系列测试仪（除了 AT3500 和 AT1000）。

## PC COM 端口配置

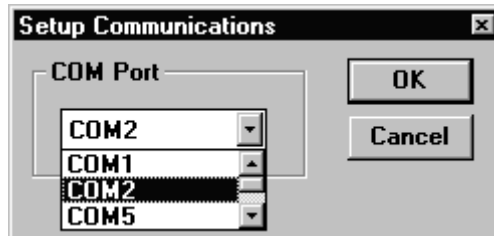
当编辑器软件安装完成，你将会看到在“Voltech Software”程序组里面有一个编辑器图标。双击桌面上的编辑器图标可以打开程序。

初始化配置所选用的 COM 端口：

1. 在最上端的“Setup”菜单里，选择“Communications”。



2. 在出现的对话框中，选择已经连接到测试仪的 PC 通信端口。



**警告：**如果所选用的“COM”端口已经被另一个 Windows 应用程序选用，将会出现一个错误信息。你需要选择其他端口。

### 2.2.4. 服务器软件的安装

请检查一下你的 PC 是否满足以下硬件要求

<b>PC 处理器</b>	486 or 更好
<b>内存</b>	至少 4MB
<b>硬盘空间</b>	至少 3MB

(备注：3MB 不包括要求保存程序或者测试结果的空间)

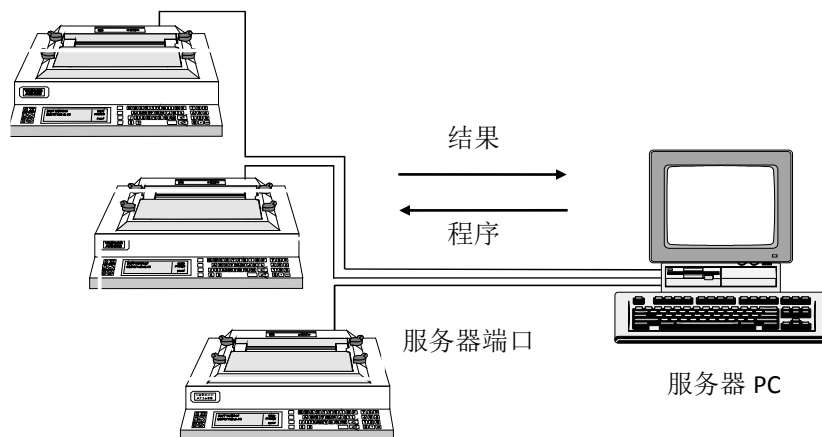
<b>操作系统</b>	Windows 95 or 更高版本
-------------	--------------------

安装服务器软件同安装编辑器软件的步骤一样。根据产品需要，服务器软件通常被安装在另一台 PC 上。如果你不想把测试结果保存在 AT3600 上而想用个重要程序来保存，那么服务器 PC 需要永久地与 AT3600 连接着。

## 2.2.5.服务器硬件连接

在一些应用中，你也许希望可以让服务器 PC 放置在离测试仪稍微远一点的地方，那么你需要一条比原装较长的电缆。第八章关于 AT 系列服务器端口接头的内容可以帮助你自己定制一根规定长度的电缆。

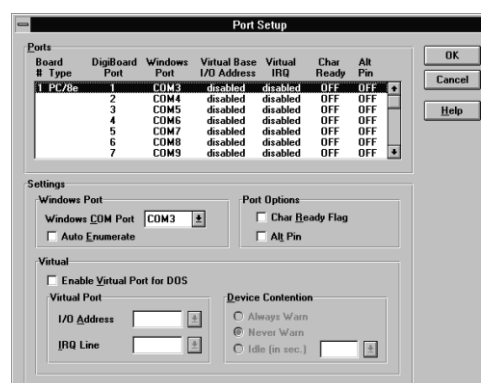
如果想在同一台服务器主机上使用更多的 AT 系列测试仪，那就需要一张智能 COM 端口扩展卡。服务器应用程序支持 DIGIBOARD XE - 8 通道设备。



在安装扩展卡前，请关闭 PC 并按扩展卡的说明进行操作。必须先安装所的扩展卡支持软件，然后再对服务器应用程序进行配置。

## PC COM 端口配置

在进一步处理前，首先通过微软操作系统的控制面板检查一下要求的 COM 端口有没有被 Windows 识别。



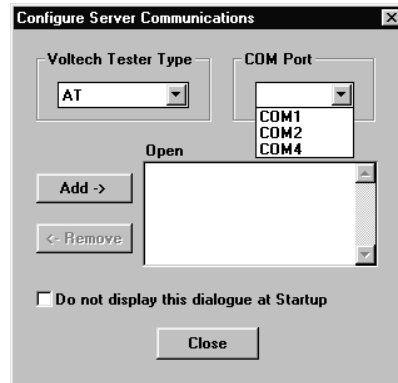
XE DIGIBOARD XE 的设置例子

## 2.2.6. 服务器软件的安装

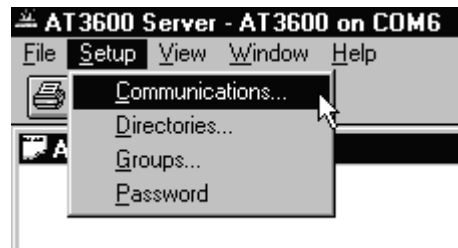
当服务器软件安装完成，你将会看到在“Voltech Software”程序组里面有一个服务器图标。双击桌面上的服务器图标可以打开程序。

在使用服务器软件之前，PC 的通信通道必须指派到每个连接的测试仪上。

在首次运行服务器软件时，会出现以下的对话框：



点击'Do not display this dialogue at Startup' 可以避免每次运行时都会出现此对话框。 当此选项被选中后，这个对话框可以通过点击“Setup”里的“Communications...”选项重新访问。



为每台 AT 系列测试仪分配一个特定的 COM 端口：

1. 在“COM Port”中选择已经连接到测试仪的通信端口，例如 COM1, COM2, COM4。
2. 点击 ADD 键，添加你的连接到已有的连接列表中。
3. 要在列表中移除一个现有连接，只要选中它然后点 REMOVE 键即可。

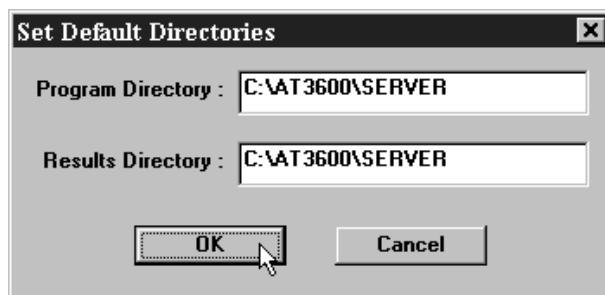


### 重要信息

你必须至少有一台 AT 系列测试仪可以使用服务器应用程序的程序传送功能或者显示实时结果功能。

服务器软件设置的最后一步包括确定文件的保存路径。

目录设置对话框会提示你一个当前的目录。如果你想命名你自己的程序和结果的保目录，你可以更改这些设置。



存档目录的路径可以在任何时候更改。路径设置对话框可以在 **SETUP** 的菜单栏里找到。



#### 重要信息

如果你改变出厂的默认设置，请记住服务器软件只会在指定的目录中查找测试程序和结果。





## 2.3. 开始快速教程

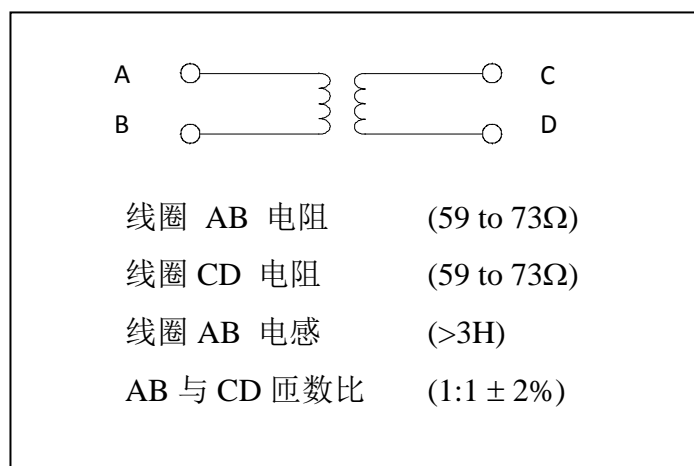
### 2.3.1 开始快速教程

在您安装 AT3600、编辑器和服务器软件之后，您可以根据此教程尝试创建实际应用程序。

本教程的目的是为了让您熟悉使用编辑器软件创建原理图和测试程序。只有在测试仪上已安装了您所需要的测试功能，您将要创建的程序才能运行。

### 创建二个线圈，四个接线端变压器的原理图

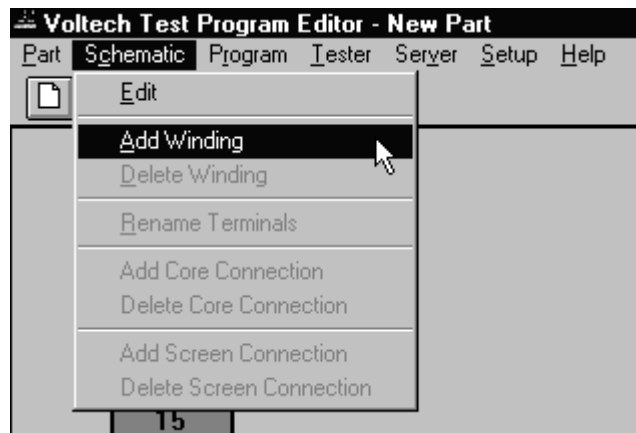
本教程介绍了如何设置测试仪测试一个变压器的方法，此变压器具有以下特性：



在正式创建前，请确认 AT 测试仪已经如第二章 2.2 部分描述的那样与编辑器 PC 连接了。

用鼠标左键双击编辑器图表打开程序。首先“画”一个被测试的变压器的图。

1. 单击顶端菜单的“Schematic”选项，然后选择“Add Winding”项。



你将会看到一个有两个接线端的线圈浮在鼠标指针之下。

2. 把线圈移到屏幕的左边，然后按鼠标左键。

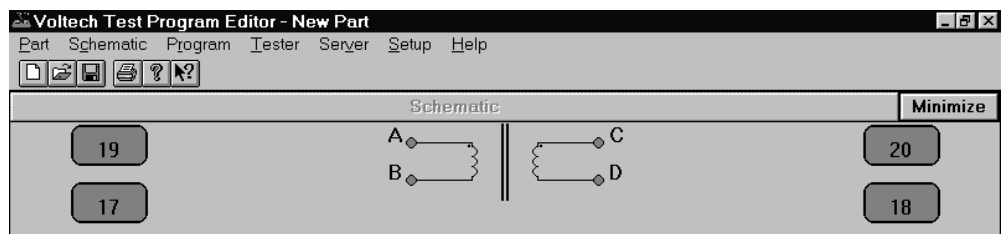
会出现一个对话框让你命名线圈的接线端。光标会出现在 Terminal 1 的输入框中。

在“Terminal 1”中输入名称（比如“A”）。

3. 按 TAB 键可以移到“Terminal 2”，输入第二个接线端的名称（比如“B”）。然后单击“OK”或者按回车键。

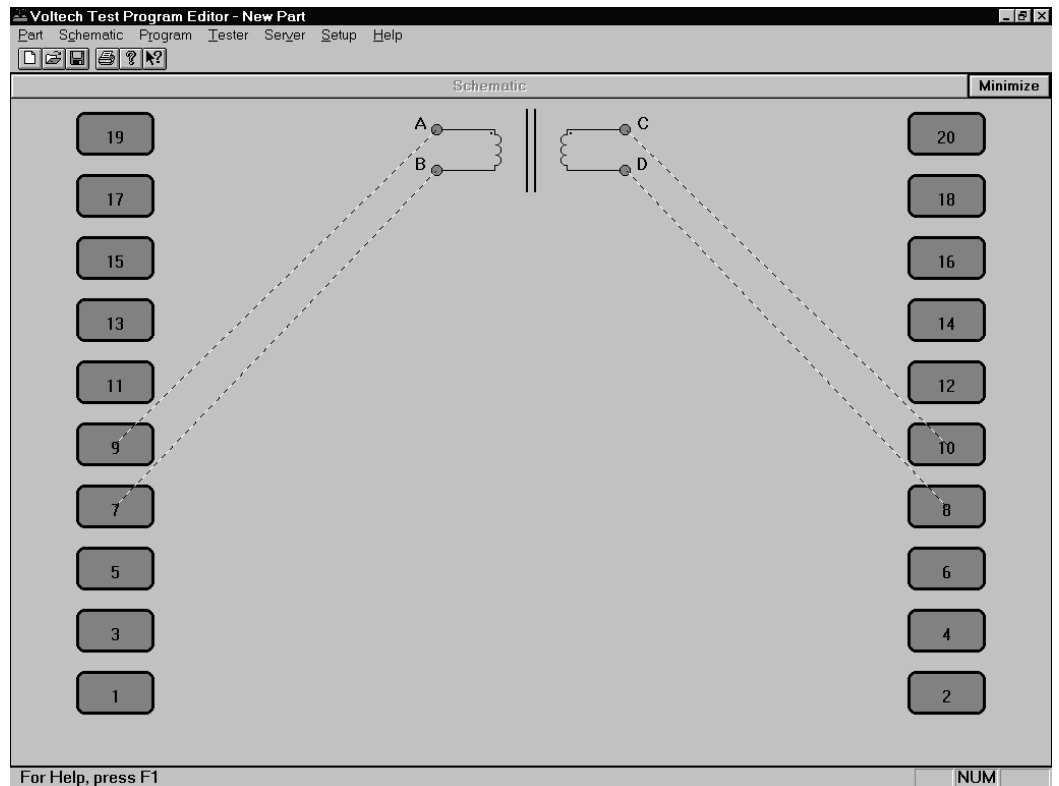
重复步骤 1-3 创建第二个线圈。

这次把线圈放在屏幕的右边，使其与第一个线圈构成镜像图，然后用不同的名称命名接线端（譬如“C”和“D”）。如下图所示：



现在你必须将线圈连接到测试仪的测试节点上。

把鼠标指针移到 A 接线端上，然后一直按住鼠标右键并把鼠标指针拖到节点 9 上，然后松开。这时在 A 端与节点 9 之间会有一条连线。重复这个过程连接 B 端和节点 7，C 端和节点 10，D 端和节点 8。完



成后如下图所示：

此时你已经创建了一个有 4 接线端变压器的示意图。

## 创建测试程序

创建变压器示意图后，你现在可以建立一个示例程序了，包括以下 4 个测试：

线圈 AB 电阻	(59 to 73Ω)
线圈 CD 电阻	(59 to 73Ω)
线圈 AB 电感	(>3H)
AB 与 CD 匝数比	(1:1 ± 2%)

(在实际生产中，一般都会测试变压器的这 4 个参数，再加上绝缘电阻（或者耐压测试）测试来检查线圈之间的隔离情况。在本次测试中没有涉及绝缘电阻测试，因为它要求使用安全锁。)

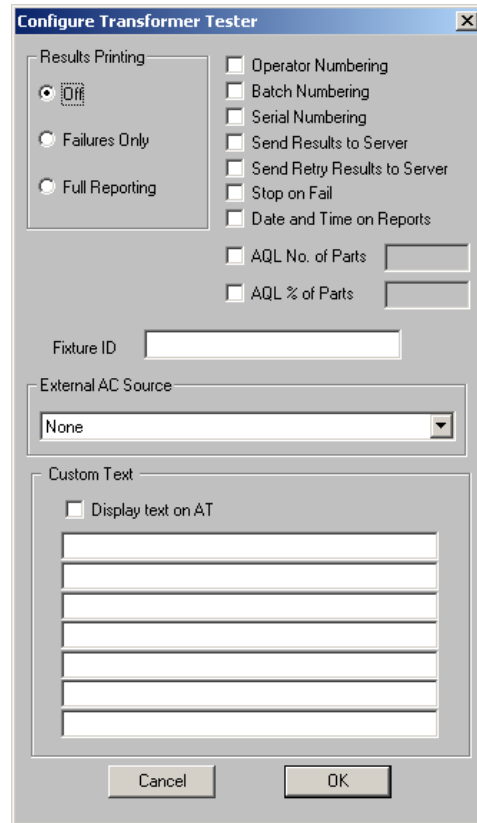
## 初始化设置程序选项

在菜单栏中依次选择：

**Program >**

**Options**

将会出现下面的对话框：



单击鼠标选择下面的选项：

‘Send Results to Server’

在 Fixture ID 栏，输入名称

‘UNIVERSAL’

然后点击“OK”或者按回车键接受设置并关闭对话框。

现在你可以创建程序：

从“Program”菜单里选择“Edit”选项：

屏幕将由三个窗口组成：

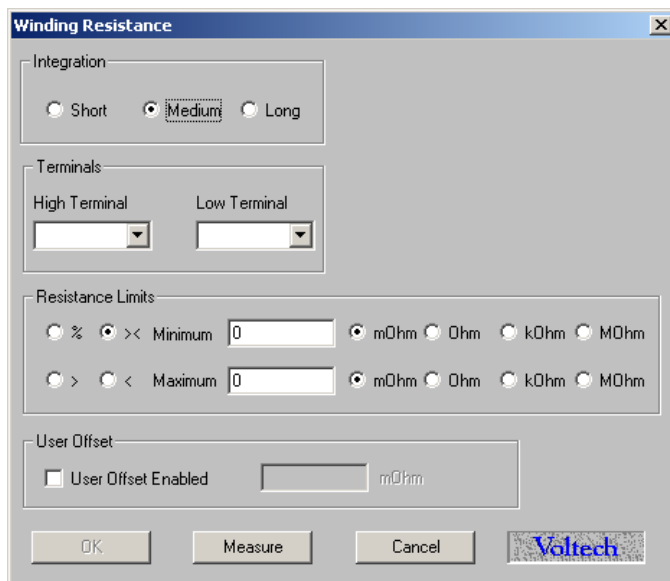
左上角 显示两个线圈的图表窗口

右 边 AT3600 的可用测试列表窗口(如果测试仪被连接，所有无效的测试会显示成灰色)

左下角 程序窗口，显示所有目前已编程的测试

双击鼠标左键，从“Available Tests”窗口选择“R Winding Resistance”。

将会出现下面的对话框：

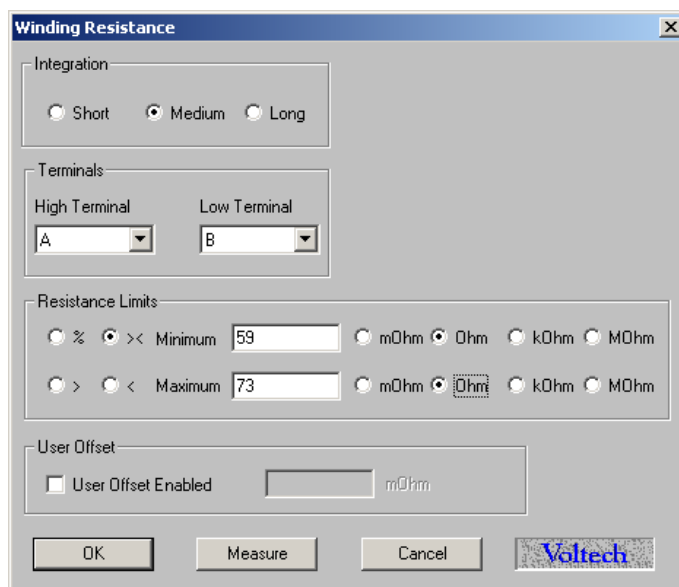


首先输入接线端名称。在 **High Terminal** 输入 A, 在 **Low Terminal** 输入 B。  
可以利用 **TAB** 键来选择填空栏。

接着输入电阻限制。有四中方式：

- % 单击此按钮然后输入一个名义上的带有容差的数值  
(譬如 66Ω 带 10% 容差)
- >< 单击此按钮输入 minimum (最小值) 和 maximum (最大值)  
(譬如 59Ω and 73Ω)
- > 单击次按钮只输入 minimum 最小值 (譬如 > 59Ω)
- < 单击次按钮只输入 maximum 最大值 (譬如 < 73Ω)

在这个例子中，我们将使用 “><”



(单击鼠标可以选择 “Ohm” 单位)

如果“User Offset Enabled”框被选中，可以在此输入一个数值。输入的数值（根据单位所示）会被添加到任何从测试仪返回的结果中。这个功能可以用来对测试治具的测量效果进行调整。一般用作对测试治具的补偿以获得正确的测试读数。

点击“OK”按钮。测试及其参数将会出现“Program”窗口。

```

1. Winding Resistance
-----
Integration: Medium
High Terminal: A           Low Terminal: B
User Offset: 0.0000 Ohms
Minimum Value: 59.000 Ohms   Maximum Value: 73.000 Ohms
  
```

然后双击鼠标左键，从“Available Tests”窗口选择“R Winding Resistance”。

在对话框中，输入第二个线圈的数据：

<b>Integration</b>	<b>(默认 - Medium)</b>
<b>High terminal</b>	<b>C</b>
<b>Low terminal</b>	<b>D</b>
<b>Minimum</b>	<b>59Ω</b>
<b>Maximum</b>	<b>73Ω</b>

点击“OK”按钮。测试及其参数将会出现“Program”窗口。

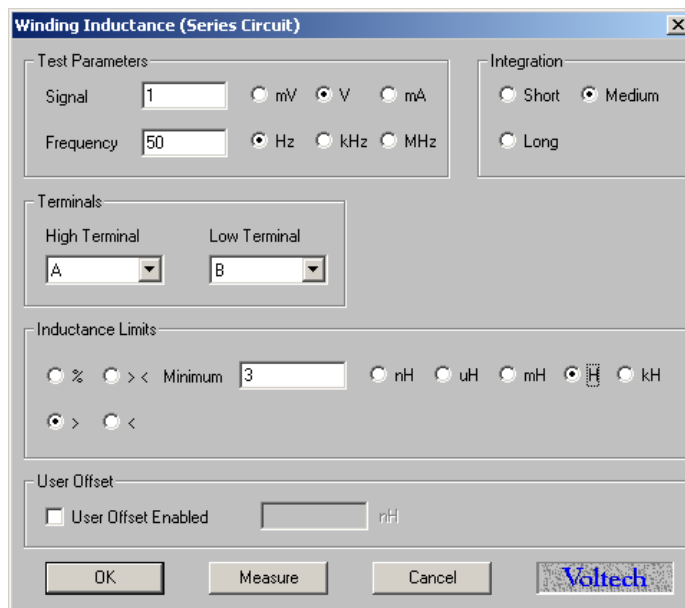
现在，双击鼠标左键，从“Available Tests”窗口中选择“LS Inductance (Series Circuit)”。

在对话框中输入电感测试所要求的数据：

<b>Signal</b>	<b>1V(单击鼠标可选择 V 单位)</b>
<b>Frequency</b>	<b>50Hz</b>
<b>Integration</b>	<b>(默认 - Medium)</b>
<b>High terminal</b>	<b>A</b>
<b>Low terminal</b>	<b>B</b>

点击“>”以选择最小值限制，然后输入：

**Minimum 3 H**



“ User Offset Enabled” 框与之前描述的功能一样，但注意单位是电感。点击“OK”按钮。测试及其参数将会出现“Program”窗口。最后，双击鼠标左键，从“Available Tests”选择“TR Turns Ratio”。在对话框中，输入匝数比测试所要求的数据：

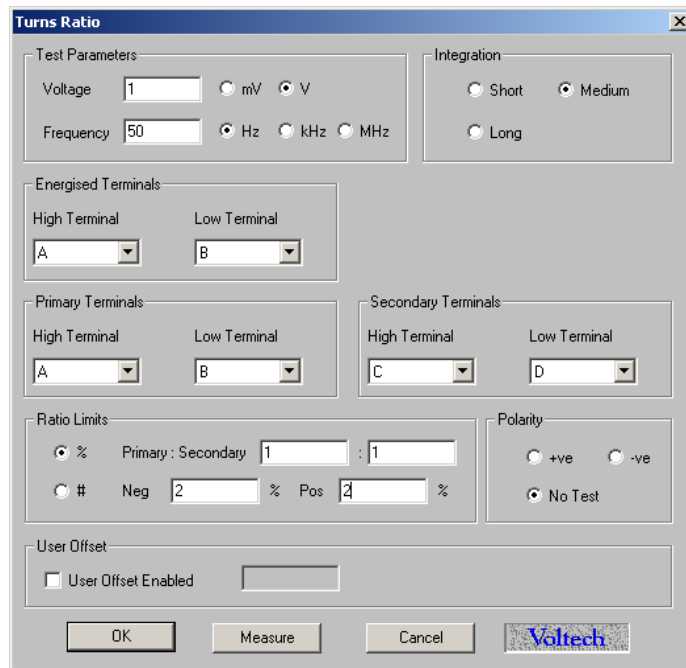
**Voltage**        **1 V**  
**Frequency**    **50 Hz**  
**Integration**    **(默认 - Medium)**

AT 测试初级线圈与次级线圈的匝数比；并存在在第三个“通电线圈（energized）”上应用测试电压的可能性。在这个例子中，初级线圈和通电线圈是一样的：

**Energized high terminal**    **A**  
**Energized low terminal**     **B**  
**Primary high terminal**       **A**  
**Primary low terminal**        **B**  
**Secondary high terminal**     **C**  
**Secondary low terminal**      **D**

使用默认的“%”限制，然后输入：

**Primary: Secondary**    **1:1**  
**Neg**                        **2%**  
**Pos**                        **2%**



“User Offset Enabled” 框与之前描述的功能一样，但注意是匝数比。

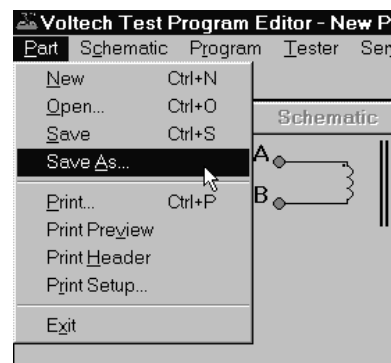
点击“OK”按钮。测试及其参数将会出现“Program”窗口。

左下角窗口应该包含了完整的程序。窗口上的滚动栏可以让你查看依次排列的程序是否正确。

必须先将测试程序保存，才能在 AT 中运行程序：

在菜单栏选择

**Part >**  
**Save As**

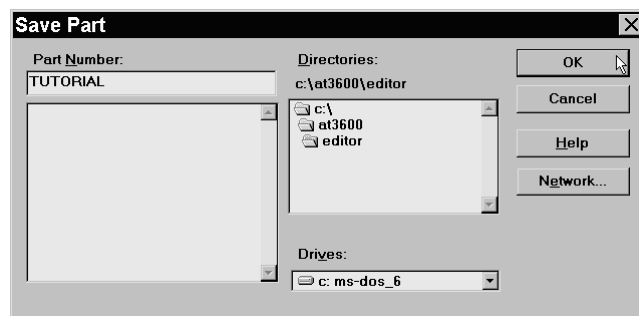


在对话框中输入

**TUTORIAL**

作为编号名。

点击 OK 按钮关闭对话框，测试程序则保存在了编辑器的默认目录中。





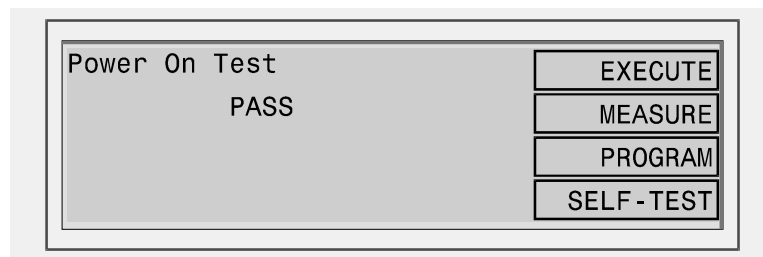
## 从编辑器中运行程序

在接下来的部分，我们将介绍了如何从编辑器运行测试程序。首先，你必须创建一个程序，您所用到的测试项目必须已安装在测试仪上。在安装安全锁系统之前，将无法运行下面的测试：交流耐压，直流耐压，绝缘电阻，峰值，功率损耗，感应电压（STRW），磁化电流，开路电压。

在创建了变压器图表和测试程序后，编辑器可以控制 AT3600 测试仪运行测试程序。

进一步处理前，请确认测试仪的 Auxiliary Port 与 PC 的 COM 端口之间的电缆连接正确，并保证 COM 端口已经在编辑器里面正确设置了（参见 2.2.5 页）。

确认电源上一节（参见 2.2.2 页）所述，前置面板显示如下图所示：

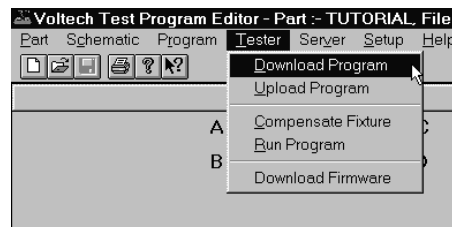


### 运行程序

1. 在顶部菜单栏上选择

**Tester >**

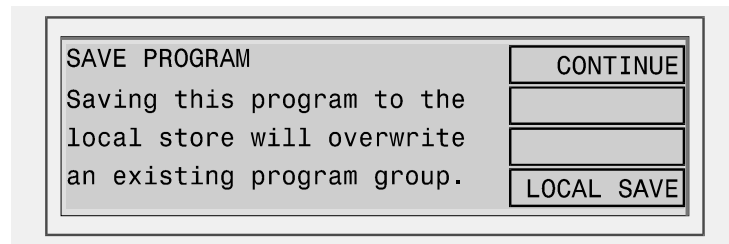
**Download Program**



编辑器会将测试程序下载到 AT3600。过一会，你将会看到提示下载成功的信息。

如果信息提示下载失败，请检查 COM 端口的连接并重新尝试。如果下载还是不成功，请重新启动你的 PC 再尝试。

前置面板将会显示：



可以通过“LOCAL SAVE”按钮把程序保存到 AT 测试仪中。参见 2.3.4 部分关于在变压器测试仪中运行程序的描述。

现在，可以从编辑器软件运行程序并且忽略 AT 显示。

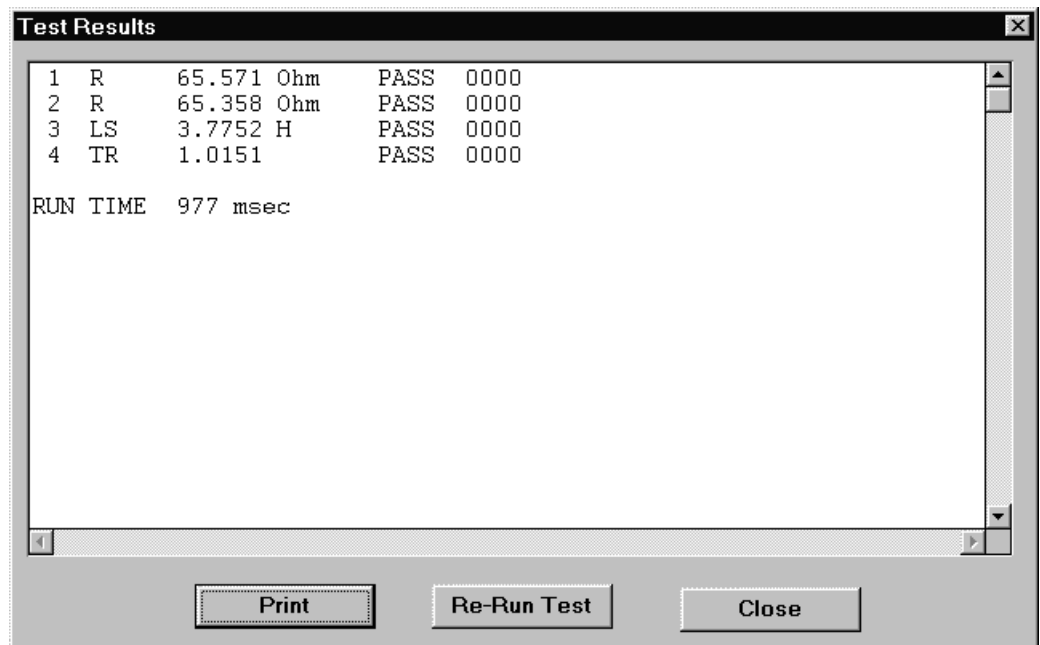
2. 从顶部菜单栏选择：

**Tester >**

**Run Program**

测试程序开始执行。

在测试程序执行结束时，你将看到一个包含测试结果的对话框。如果变压器是按照上面图表所示连接节点 7, 8, 9 和 10 的，那么结果可能会是：



如果没有放置变压器，那么结果没有任何意义，但是这会证明你已经成功安装了 **AT3600** 和 **Voltech AT** 编辑器软件。

结果窗口会有如下选项：

1. **Print** (打印结果)
2. **Re-run Test** (重新运行测试程序)
3. **Close** (关闭窗口)

关闭窗口会回到主菜单。

## 2.3.2 快速开始教程-服务器软件

### 传输程序到服务器软件

Voltech 为每台 AT3600 提供了服务器软件（Server Software）。它被用来处理和储存测试结果，尤其是处理大量不同的测试程序。

在我们使用编辑器软件创建、保存测试程序并运行测试程序-TUTORIAL 后，我们将在 AT 系列测试仪中再做一次，但这次是在服务器软件中。编辑器软件和服务器软件安装的路径决定了测试程序存档的位置。

### 编辑器软件和服务器软件安装在不同 PC 上

在很多情况下，编辑器软件和服务器软件可能安装在不同的 PC 上（参见 2.2.2 页）。这种情形下，AT3600 将用于转移测试程序。

进一步处理前，请确认所有下面的步骤已经设置完成：

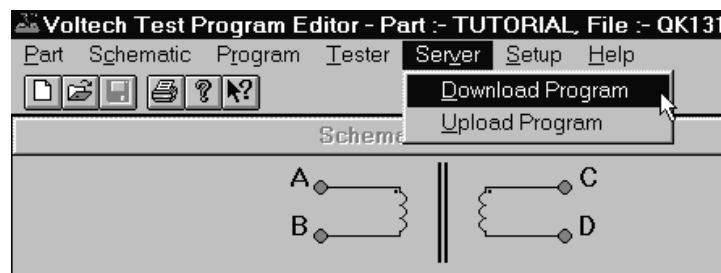
- 请确认测试仪的 Auxiliary Port 与所选 PC 的 COM 端口之间的电缆安装正确，并保证 COM 端口已经在编辑器软件里正确设置了（参见 2.2.5 页）。
- 请确认测试仪的 Server Port 与所选 PC 的 COM 端口之间的电缆安装正确，并保证 COM 端口已经在服务器软件里面正确设置了（参见 2.2.8 页）。
- 编辑器和服务器程序都已运行。
- 测试仪如之前描述的那样正确供电。

要传输程序，从顶部菜单栏中选择

Server >

Download Program

编辑器软件将通过 AT3600 把测试程序下载到服务器软件中。



过一会，你将会看到提示下载成功的信息

如果信息提示下载失败，请检查 COM 端口的连接并重新尝试。如果下载还是不成功，请重新启动你的 PC 再次尝试。

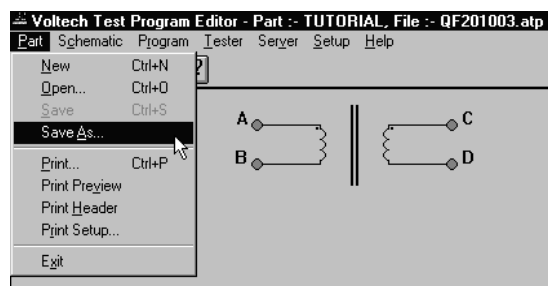
## 编辑器软件和服务器软件安装在一台PC上

如果服务器和编辑器软件安装中同一台 PC 上，最简单的传输测试程序的方式是用编辑器软件的“Save As (另存为)”菜单：

从主菜单选择

**Part >**

**Save As**

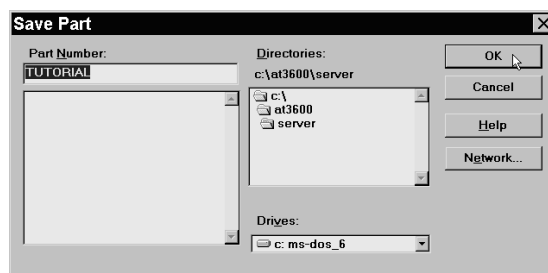


在对话框中输入

**TUTORIAL**

然后更改路径到专门保存测试程序的目录。当安装了服务器软件（参见 2.2.6），目录可以是

**C:\AT3600\SERVER**



单击 **OK** 按钮关闭对话框并把测试程序保存到服务器软件的测试程序目录中。

接下来的教程示例说明了在 AT3600 测试仪中运行服务器存档中的程序。在进行这个部分前，如果服务器和编辑器使用同一台 PC 上的相同 COM 端口，那就需要把 COM 端口从编辑器重新分配给服务器了。

- 关闭编辑器可以通过以下步骤：

**在主菜单栏中选择**

**Part >**

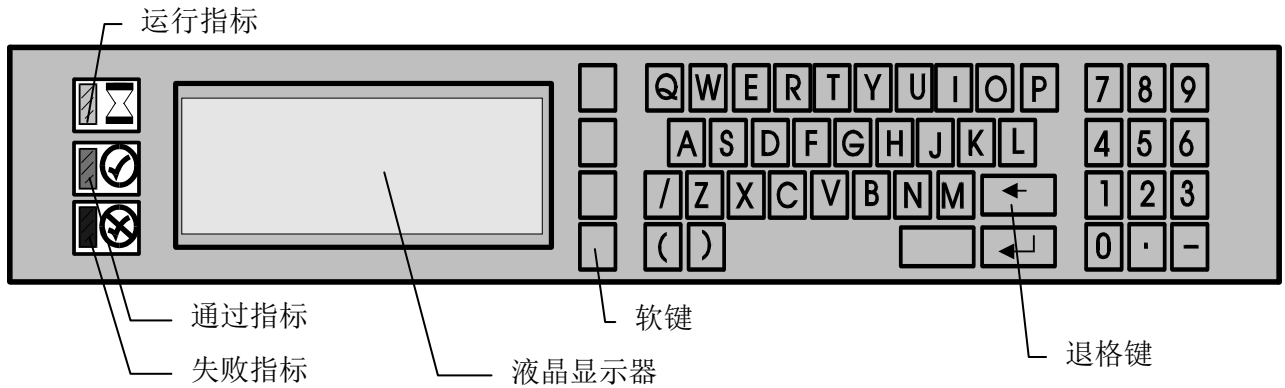
**Exit**

- 双击服务器图表打开程序
- 如同 2.2.8 所述配置 COM 端口
- 拔掉 AT 辅助端口与 PC 的 COM 端口之间的电缆。
- 连接 AT 服务器端口和 PC 的 COM 端口。2.3.3 Running A Program on the Tester

### 2.3.3 在测试仪上运行测试程序

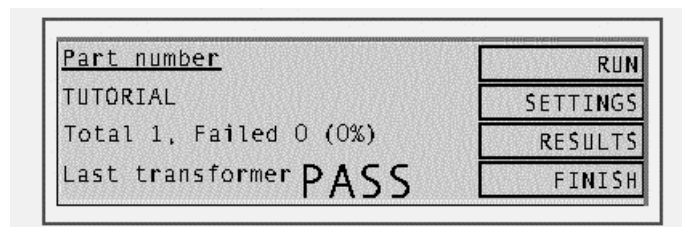
测试程序已经保存在服务器软件中，现在可以用与生产测试同样的方式在 AT3600 测试仪中运行测试程序了。（如果你不打算使用服务器软件，请参见 2.3.4 部分-附加主题）

在我们继续之前，有必要介绍一下测试仪前置面板的主要特征，这些将会在以后测试程序运行中用到：

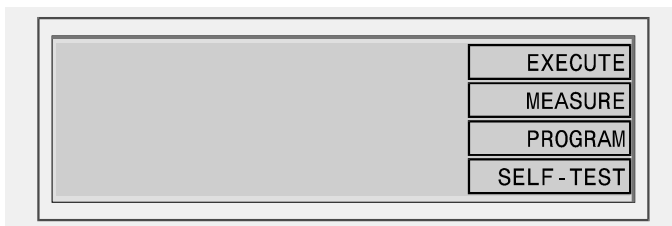


- 液晶显示器：提示并提供相关信息。
- 字母数字键盘：在变压器测试是输入诸如被测试的编号等文本数据（测试程序名称也可以）。
- 退格键：在数据录入时，可以更正输入错误。
- 软键：靠近 LCD 屏的四个软键可以根据测试仪操作的不同实现不同的功能。在 LCD 的右边会始终显示描述每个软键功能的文本框。
- 在进一步处理前，请确认服务器软件正在运行，并确认测试仪服务器端口和 PC 的 COM 端口之间的电缆连接正确，以及服务器软件中 COM 端口正确配置了（见第 2.2.8 页）。

这个时候，AT3600 测试仪必须仍然是开着的，而且显示器应当仍然显示了在编辑器运行测试程序时产生的关于“last transformer”的信息。如图所示：

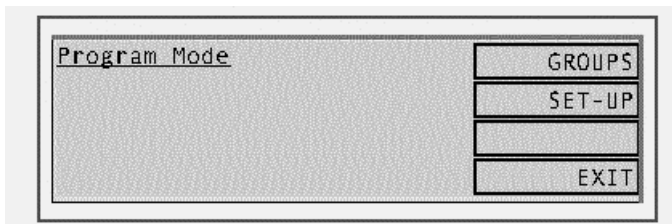


在运行新的测试程序前，通过“FINISH”软键返回到测试仪的主菜单（也就是从上往下数的第四个键）。

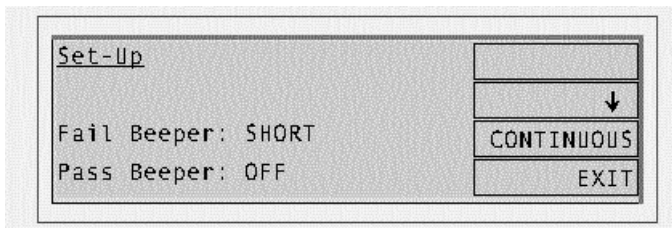


按照下面的顺序按键，确保 AT 测试仪的程序源配置为服务器软件。

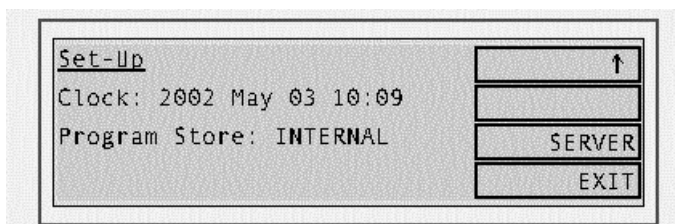
- 按 PROGRAM 软键，出现下面的显示：



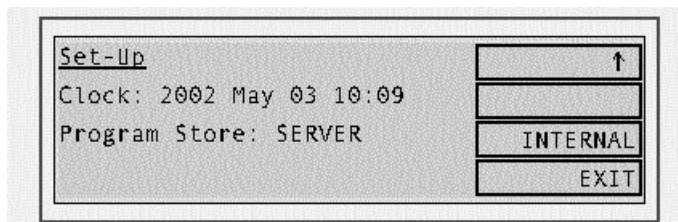
- 然后按 SET-UP 软键，出现下面的显示：



- 按↓软键，直到第三行出现“Program Store”字样：



- 如果如上图所示，初始应该是 INTERNAL，然后按软键 SERVER，则第三行会出现下图字样：



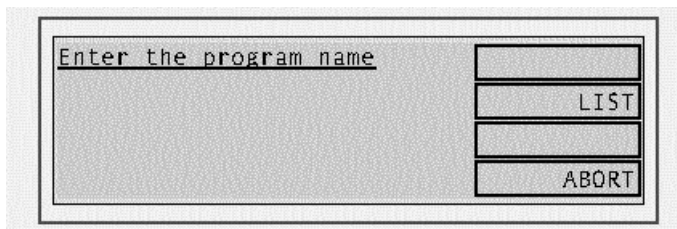
- 按 EXIT 返回到“Program Mode”。

- 在“Program Mode”显示页，再按 EXIT 键将返回到最初的显示屏幕（EXECUTE-MEASURE）

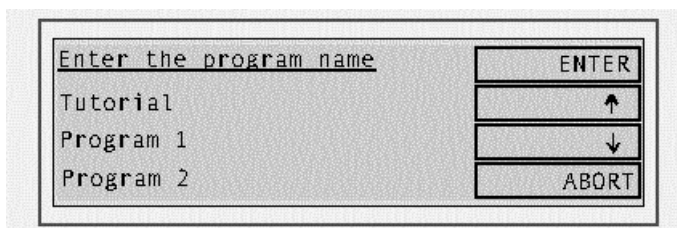


现在，按照下面的顺序按键来运行程序“TUTORIAL”：

- 按 EXECUTE，显示如下：





- 程序名称可以用键盘输入，也可以扫描条形码，或者从列表中选择。按 LIST 软键，可以看到服务器 PC 上的可用程序。如果几秒后没有出现程序列表，请检查一下服务器软件是否正在运行，



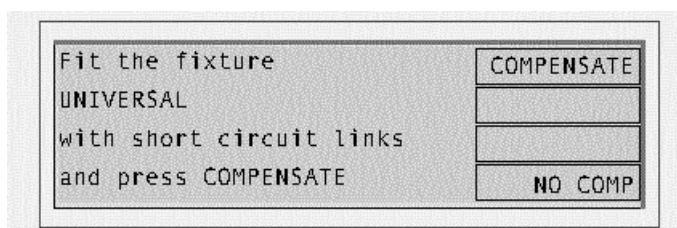
还有 COM 端

口和文件夹是否正确设置了。另外就是连接 AT3600 的服务器端口和 PC 的电缆是否正确连接了。



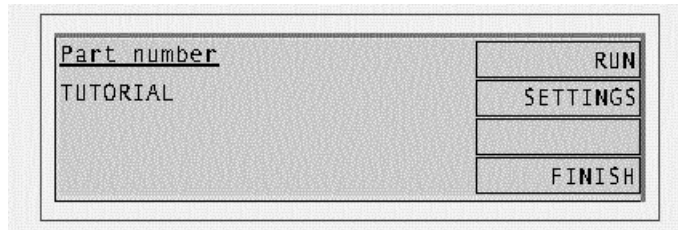
通过  和  键来选择程序，通过[ ] 或者 ENTER 软键来确定选择。

- 当下载成功完成，你将会看到一个提示安装测试治具的信息，如下图：



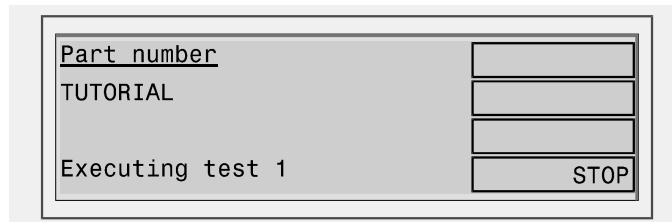


- 当测试治具已经安装好，且范例变压器不需要补偿，只需按 NO COMP 软键就会出现 RUN-FINISH 的显示页面：

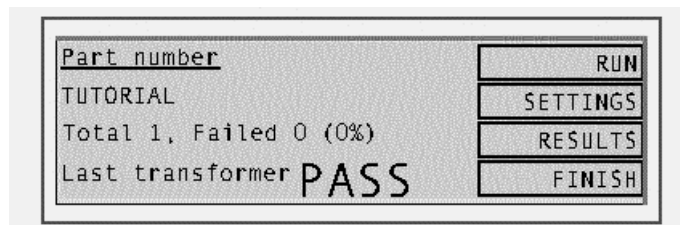


- 按 RUN 键开始运行测试程序

当测试程序正在运行时，RUN 指示器（在显示器左边的黄色 LED 灯）会亮。显示器会表示测试正在执行中。

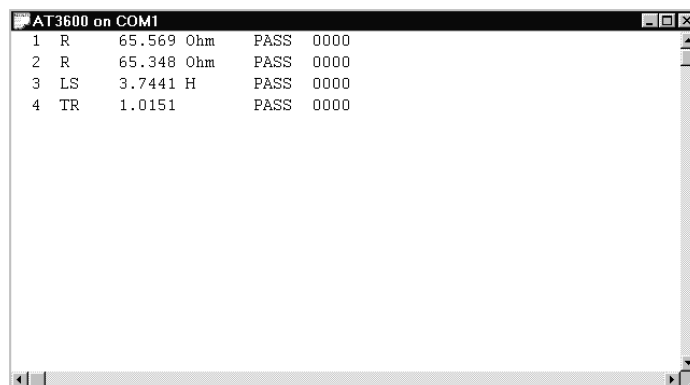


在测试程序执行结束的时候，PASS 指示器（显示器左边的绿色 LED 灯）应当会亮，如下图所示：

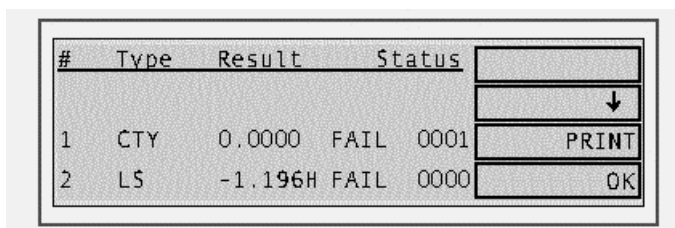


- 多按几次 RUN 键可以重复执行此测试程序。

在每个测试程序的运行结束，测试结果会被传到服务器软件上，并可以通过“On-line Monitor”的窗口查看。



可以在任何时候通过测试仪的前置面板的结果列表查看结果。只要在 RUN-FINISH 页面按 RESULTS 软键即可。



#	Type	Result	Status	
1	CTY	0.0000	FAIL	0001
2	LS	-1.196H	FAIL	0000

Control Panel:

- Down Arrow
- PRINT
- OK

结果列表屏显示了所有已完成的测试项目，并给出了测试编号，型号，通过或失败的数据以及错误代码（参见第三章错误代码）。可以通过 PRINT 软键来打印标准形式的结果。

- 在测试程序运行后，按 FINISH 软键可以返回到测试仪的最初显示页。

教程即将结束，这只是对 AT3600 的功能作了一些简单介绍。请您学习并浏览手册的剩余部分（或者使用 Windows 软件的在线帮助功能），使您能够最大程度的利用好您的变压器测试仪。

接下来的部分列举了更多的测试仪的功能。在你尝试创建实际应用于生产的程序前，可以加深你对测试仪的认识。

## 2.3.4 附加主题

### 1. 在测试仪内部保存程序

AT3600 的内部存储器可以保存测试程序。即使关闭了测试仪，测试程序一样可以被保存。只要测试程序被保存在测试仪里，测试仪可以在没有编辑器软件和服务器软件的情况下运行测试程序。

以这种方式操作测试仪，测试程序源必须设置成当地保存。



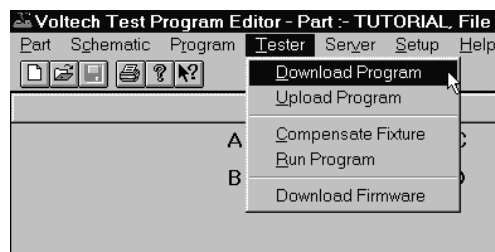
- 在测试仪上，在“Program mode”显示页面，按 SET-UP 键，把“Origin”改成“LOCAL”。

在 2.3.3 部分中有详细说明。

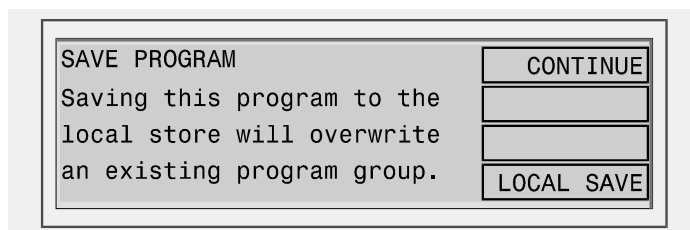
### 缺省服务器软件工作

通过 PC 编辑器可以将测试程序保存到 AT3600 测试仪中。

一旦程序通过编辑器输入并下载到测试仪中，



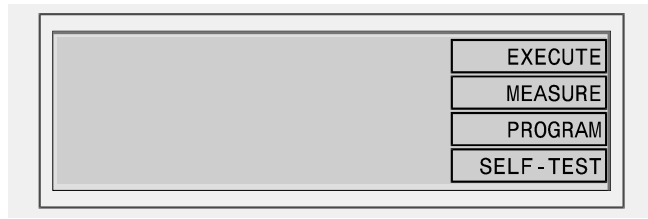
测试仪将会显示下图：



按 LOCAL SAVE 键，将 PC 编辑器下载的程序保存到测试仪的内部程序的存储器中。注意：任何之前保存在测试仪中的同名测试程序将会被覆盖。

现在，所有的 PC 连接可以移除了。

在任何时候，当您需要运行测试程序，只要返回到测试仪的主界面，按 EXECUTE 软键。



然后按 LIST 软键选择测试程序，再按 RUN 软键，接下来的操作就跟之前描述一样。

## 用服务器软件批量下载

服务器软件不但可以简单处理单个程序，而且可以建立程序组，一组程序可以一次性下载到测试仪中，然后可以在测试仪的内部存储器中调用单个测试程序。

在测试仪上执行完从服务器软件上载入的程序后，你或许希望下载一组程序，这样测试仪就可以被独立使用了：

- 通过服务器软件菜单建立一个有名字的程序组。（可以建立一个只含有前面提到的 TUTORIAL 一个程序的程序组）
- 保证服务器软件一直运行且像之前那样与测试仪连接。
- 在测试仪的“Program mode”界面，按 PROGRAMS 键然后输入已下载的组名。
- 这个时候，除非你希望在服务器上保存测试结果，否则服务器连接可以移走了。
- 在测试仪的最初的主界面，按 EXECUTE，然后输入组名，接下来的操作跟之前描述的都一样。

## 2. 结果分析

也许你希望可以另一个应用程序进一步分析传到服务器软件上的测试结果，请参照如下说明进行操作：

- 关掉服务器软件，这样你可以完全访问结果文档  
结果会被保存在服务器软件安装时建立的目录中（参见 2.2.6），文件名类似：  
**C2311096.ATR**  
其中“C2311096”是根据日期进行的编码，而“.ATR”是服务器软件用于保存测试结果的扩展名。
- 我们将通过第 4.3.13 页的介绍，把结果导入到 Excel 中。

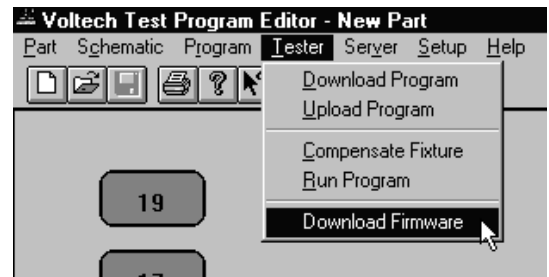
## 2.4. 固件升级

AT3600 的固件可以控制测试如何进行，哪种测试可用，接口（包括前置面板）如何运行。新版本的固件是周期性更新的，且电子版是免费的。最大程度地发挥 AT3600 的特性并最大程度地延长它的使用寿命，你应当即时安装可用的升级软件。请联系你的当地供应商或者登陆 Voltech 的网站 <http://www.voltech.com> 了解详细内容。升级的固件会被分配到叫做“AT36.ABS”的文档里。

如果你已经购买了新的测试，你将会得到一个“CUSTAT36.ABS”文件。这个文件包括了你所要求的测试和最新版本的固件。通常把文件保存到当地或者网络目录中“C:\Program Files\Voltech Instruments\Voltech AT Editor\”。

你有可能也会得到一个“BOOTAT36.ABS”文件。你必须把这个文件保存到同一个目录中。要升级，找出“.ABS”文件，然后双击。然后选择：

Tester >  
Download Firmware



固件升级将从现在开始。编辑器软件的屏幕会出现一系列的对话框来确认升级过程的每个阶段。下载一般需要大概 30 分钟。

如果在下载未完成前出现“ERROR”的对话框，请重复整个下载过程。如果错误一直存在，请联系你的 Voltech 分销商。

在下载结束的时候，测试仪会自动复位。接着你可以向以前那样继续使用测试仪，且可以立即享受新固件提供的诸多好处。

如果你还有一个“BOOTAT36.ABS”文件，那么测试仪会检查在 AT 里面的启动编码的版本并会进行自动更新。



**警告：**在升级的 7 分钟内，请不要关闭 AT 测试仪或者打断测试仪的通信。



## 第三章- 测试程序编辑器

### 目录

本章将会帮助你熟悉测试程序编辑器的操作与功能特点。

<b>3.1. 介绍</b>	<b>67</b>
<b>3.2. 原理图编辑</b>	
3.2.1. 增加线圈.....	70
3.2.2. 连接线圈接线端与测试节点 .....	70
3.2.3. 删除线圈.....	71
3.2.4. 重命名接线端.....	71
3.2.5. 增加接线端.....	72
3.2.6. 删除接线端.....	73
3.2.7. 增加铁心连接.....	73
3.2.8. 删除铁心连接.....	74
3.2.9. 增加屏幕连接.....	74
3.2.10. 删除屏幕连接.....	74
<b>3.3. 创建程序</b>	
3.3.1. 设置程序选项.....	76
3.3.1.1 简介.....	76
3.3.1.2 STOP ON FAIL(失败停).....	79
3.3.2. 程序编辑.....	81
3.3.3. 增加测试.....	83
3.3.4. 插入测试 .....	84
3.3.5. 修改测试.....	85
3.3.6. 删除测试.....	86
3.3.7. 测试参数 .....	87
3.3.8. 测试极限值.....	88
3.3.9. 使用测量按钮.....	92
3.3.10. 程序校验.. .....	99
3.3.11. 错误代码.....	101
3.3.12. 治具补偿.....	104
3.3.13. 编程提示和技巧.....	106

## 目录（续前一）

### 3.4. 测试编程

3.4.1. CTY- 连续性.....	111
3.4.2. R- 线圈电阻.....	112
3.4.3. RLS/RLP- 等效串并联电阻.....	113
3.4.4. LS/LP- 线圈电感.....	115
3.4.5. LSB/LPB- 偏电感.....	117
3.4.6. QL- 品质因数.....	119
3.4.7. D- 耗散因数.....	121
3.4.8. LL/LLO- 漏电感.....	123
3.4.9. C- 线圈间电容.....	125
3.4.10. TR- 匝数比.....	127
3.4.11. TRL- 电感测试下的匝数比.....	131
3.4.12. Z/ZB- 阻抗/带偏置的阻抗.....	133
3.4.13. L2- 电感匹配.....	135
3.4.14. C2- 电容匹配.....	136
3.4.15. GBAL- 通用纵向平衡.....	137
3.4.16. LBAL- 纵向平衡.....	139
3.4.17. ILOS- 插入损耗.....	141
3.4.18. RESP- 频率响应.....	142
3.4.19. RLOS- 回波损耗.....	143
3.4.20. ANGL- 阻抗相角.....	144
3.4.21. PHAS- 线圈间相位.....	146
3.4.22. TRIM- 平衡调整.....	148
3.4.23. OUT- 输出到用户端.....	149
3.4.24. IR- 绝缘电阻.....	145
3.4.25. HPDC - 耐压 (直流).....	151
3.4.26. HPAC- 耐压 (交流).....	152
3.4.27. SURG- 浪涌测试(脉冲).....	153
3.4.28. WATT-功率.....	155
3.4.29. WATX- 功率(扩展源).....	156
3.4.30. STRW- 压迫功率.....	157
3.4.31. STRX- 压迫功率(扩展源).....	158
3.4.32. MAGI- 磁化电流.....	159
3.4.33. MAGX- 磁化电流(扩展源).....	161
3.4.34. VOC- 开路电压.....	163
3.4.35. VOCX- 开路电压(扩展源).....	165
3.4.36. LVOC- 低压开路.....	167
3.4.37. ILK- 漏电流.....	169
3.4.38. LSBX- 带扩展偏置的电感(串联).....	171
3.4.39. LPBX- 带扩展偏置的电感(并联).....	173
3.4.40.ZBX- 带扩展偏置的阻抗.....	175



---

## 目录（续前二）

---

3.4.41.ACRT- 缓升耐压（交流） .....	<b>177</b>
3.4.42.DCRT- 缓升耐压（直流） .....	<b>179</b>
3.4.43.ACVB 击穿耐压（交流） .....	<b>180</b>
3.4.44.DCVB 击穿耐压（直流） .....	<b>182</b>



## 3.1. 介绍

### 欢迎使用 VOLTECH 测试程序编辑器。

使用编辑器能让您快捷地创建您的测试程序，而且不需要任何专业编程知识。

编辑器将帮助您熟悉相关测试程序的编程，并且帮助你消除编程中的错误。

测试程序编辑器的特性：

- 完全兼容微软（MS Windows）操作系统，并提供许多可视辅助工具来编制您所需的测试参数。
- 测试原理图可清楚地显示变压器管脚与测试仪节点之间的连接。这些都是测试程序的基础。
- 填写对话框可以让你熟悉每个测试程序中的每个测试步骤。
- 可运行编辑中的测试程序，测试结果会在屏幕上显示出来。
- 所有的测试程序和测试结果都可以保存在运行 AT 系列服务器软件的电脑中。
- 测试程序可以传输到指定的路径或软盘进行备份。
- 一个全文本菜单帮助系统。

通过测试程序编辑器提供的附加功能，可对您的 AT 系列测试仪固件进行升级。详细内容请参见第二章中的“固件升级”部分。



## 3.2. 编辑原理图

Voltech AT 系列的原理图编辑器可用原理图来显示测试治具架上待测变压器的结构。参考原理图，你可以建立自己的测试程序。

这章描述了如何利用 AT 系列的原理图编辑器来创建待测变压器原理图。

包括以下操作：

- 如何创建或者增加变压器线圈
- 如何连接线圈终端和测试节点
- 如何删除线圈
- 如何重命名线圈终端
- 如何增加线圈终端
- 如何删除线圈终端
- 如何增加磁芯连接
- 如何删除磁芯连接
- 如何增加屏蔽层连接
- 如何删除屏蔽层连接

### 3.2.1.增加变压器线圈

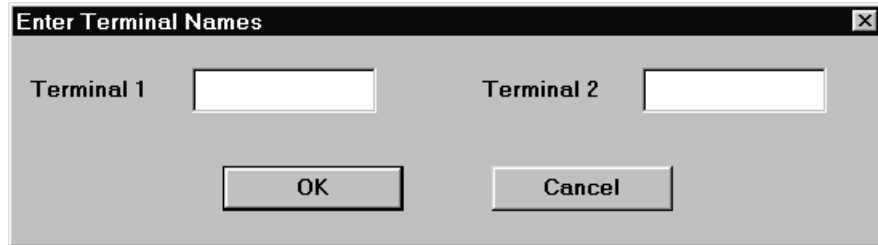
在操作界面中添加变压器线圈：

1. 选择菜单栏中的“Schematic”，然后点“Add Winding”
2. 把线圈放到操作界面中

这时屏幕上会出现一个与鼠标指针连在一起的线圈。你必须决定把线圈放在屏幕的哪一边。接着单击鼠标左键放置线圈。

3. 命名线圈终端：

当线圈放置完毕，会有一个对话框出现提示你命名线圈的两个终端。如下图：



可以通过 TAB 键移动光标到填充框或者用鼠标直接点击填充框。

当两端都命名结束后，按回车键或者点击对话框上的 OK 完成命名。

4. 要建立一个超过两个终端的线圈，请参阅本章 2.5 部分的“增加一个终端到现存线圈”。



**注意：**线圈终端名称的长度在 1-6 个字符之内，可以包括大写，或者 AT 系列键盘上除了空格以外的所有其他字符。

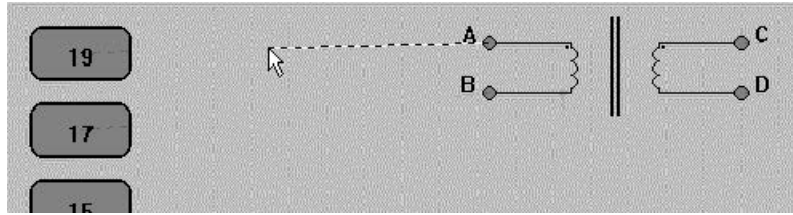
### 3.2.2.连接线圈终端和测试节点

步骤如下：

1. 用鼠标右键选择一个线圈终端
2. 按住右键不要松，拖住连线到所选的测试节点

当鼠标指针在测试节点之上时，松开右键。

反过来也一样，你可以从测试节点开始拖住连线到线圈终端。



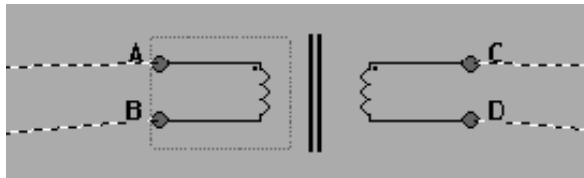
要更改连接，只要用鼠标右键提起一端，然后移到另一个测试节点或者变压器的线圈终端就行了。

同样地，要删掉一个连接可用鼠标右键点击那个连接点，然后移到空白处松开就行了。

### 3.2.3.删除线圈

步骤如下：

1. 把鼠标指针放到要选择的线圈上，然后单击左键。被选择的线圈会被围在一个虚线框内。如下图所示：
2. 从“Schematic”菜单中选择“Delete Winding”  
这样所选的线圈就被删掉了。



### 3.2.4.重命名线圈终端

步骤如下：

1. 单击左键 选择要重命名线圈终端
2. 从“Schematic”菜单中选择“Rename Terminals”



或者直接用 鼠标双击所选的线圈。

这时将会出现一个对话框。每个填充栏里有当前线圈终端的名字。

下面是更改名称的方式：

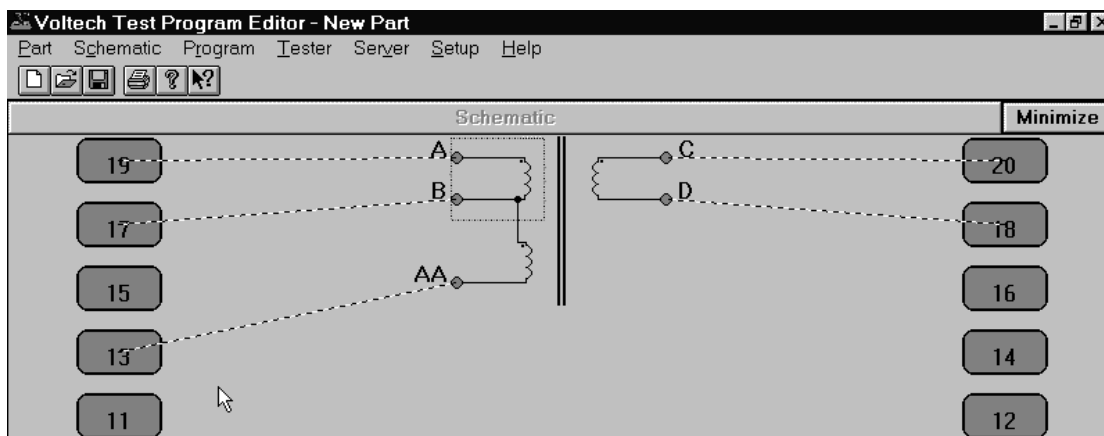
1. 用鼠标或者 TAB 键选择相关的线圈终端的填充栏，然后输入新名称
2. 接着按回车键或者点对话框上的 OK

这样，对话框消失，更改后的线圈终端的名称就显示在屏幕上。

### 3.2.5.增加一个线圈终端到现有的线圈

步骤如下：

1. 从“Schematic”菜单栏里选择“Add Winding”从而创建一个新线圈
2. 把新线圈放到要增加终端的线圈的同一侧

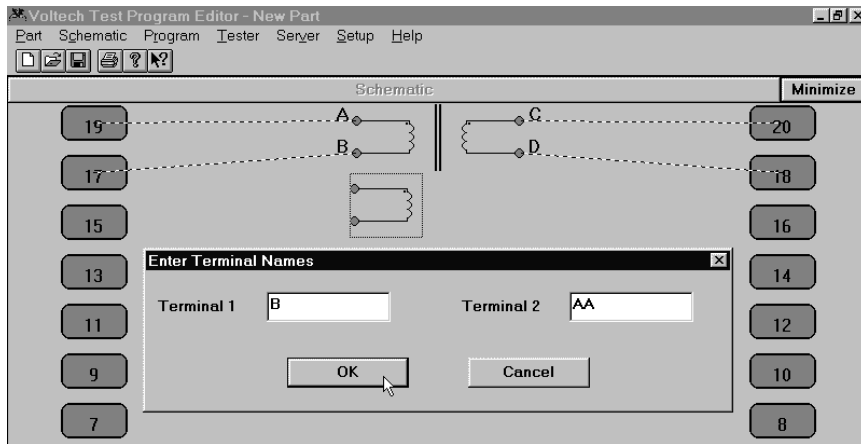


双击新增加的线圈，会出现一个对话框提示你输入线圈终端的名称。

3. 命名新线圈的其中一个终端与前面的线圈的一个终端同样的名称。如上图所示。
4. 按回车键或者点 OK。

此时，原理图将显示在一个终端接有两个线圈。如下图所示：





### 3.2.6. 从现存线圈上删除一个接线端

步骤如下：

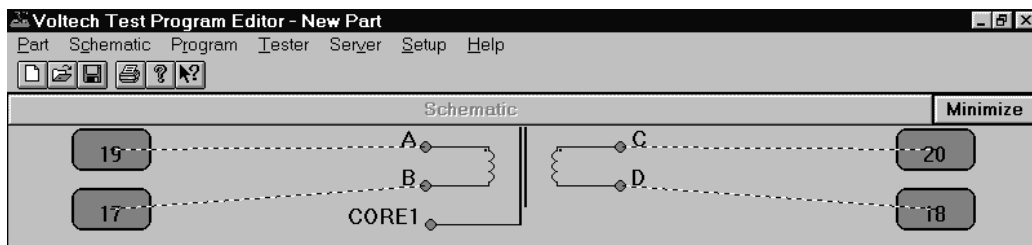
1. 单击鼠标左键选择你要删除的接线端
2. 从“Schematic”菜单栏里选择“Delete Winding”

线圈最底下的接线端就会被删掉，且跟这个接线端所有的连接也会同时被删掉。

### 3.2.7. 增加磁芯连接

步骤如下：

1. 从“Schematic”菜单栏里选择“Add Core Connection”



这时会从磁芯里引出一个连接端 (如图示 CORE1)。你可以增加一个磁芯到测试节点的连接。

### 3.2.8.删除磁芯连接

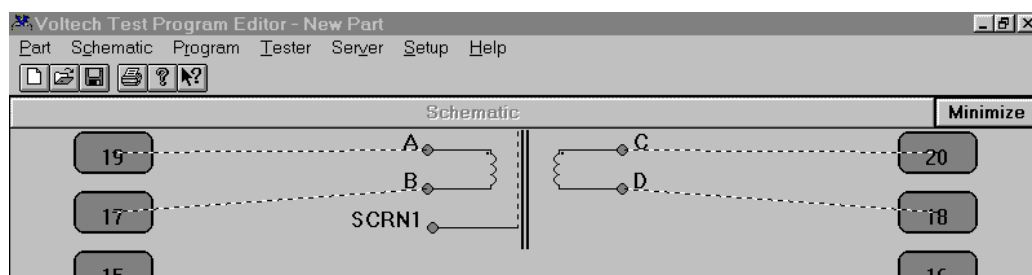
步骤如下:

1. 点击鼠标左键选择你要删除的磁芯引出的连接
2. 从“Schematic”菜单栏里选择“Delete Core Connection”  
从磁芯引出来的连接就被删掉了。

### 3.2.9.增加屏蔽层连接

步骤如下:

1. 从“Schematic”菜单栏里选择“Add Screen Connection”



会有一个屏幕连接出现在示意图中(如图示 SCRNI)。你可以增加一个屏蔽层与测试节点的连接。

### 3.2.10.删除屏蔽层连接

步骤如下:

1. 点击鼠标左键选择你要删除的屏蔽层连接
2. 从“Schematic”菜单栏里选择“Delete Screen Connection”  
屏蔽层连接就被删掉了。

## 3.3. 创建程序

第三部分介绍了使用 AT 系列编辑器软件创建测试程序的步骤。

在本章结尾，你应当学会如何

- 设置测试程序选项
- 在测试程序中增加测试项目
- 在测试程序中插入测试项目
- 修改现有的测试程序中的测试项目
- 删除测试项目
- 用“Measure”测量按钮创建测试参数
- 校验测试程序-包括测试治具的补偿。

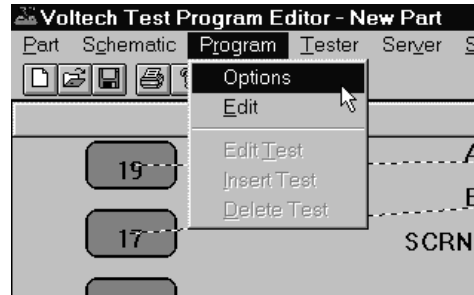
### 3.3.1. 设置测试程序选项

#### 3.3.1.1. 简介

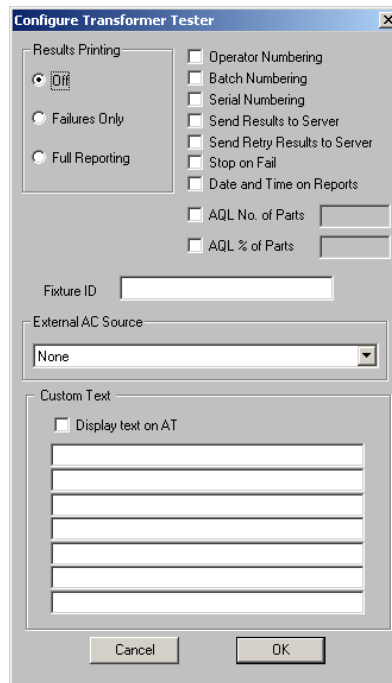
在变压器原理图创建好后，你应当先设置一下测试程序选项，在插入测试项目。

从主菜单栏，依次选择：

**Program >**  
**Options**



会出现下面的对话框：



你只需通过点击鼠标左键就可以轻松设置下面的任何一个选项：

#### \*Results Printing

打印测试结果，有以下几种方式：

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| <b>Off</b>            | 在测试执行过程中不打印结果。     |
| <b>Failures Only</b>  | 只打印测试失败的结果。        |
| <b>Full Reporting</b> | 打印每个被测试的变压器的所有测试结果 |

<b>Operator Numbering</b>	在程序执行过程中，操作员会被提示输入身份代码。所有结果都会有这个代码。
<b>Batch Numbering</b>	在程序执行过程中，操作员会被提示输入生产编号。这个编号会被附加到测试结果中。
<b>Serial Numbering</b>	在程序执行过程中，操作员会被提示给每个变压器输入一个序列号。这个数字会被加入到下一个变压器的测试结果中。
<b>*Send Results to Server</b>	如果你需要让测试仪把测量结果传回服务器电脑进行存档或者分析，请选这一项。
<b>*Send Retry Results to Server</b>	如果你想让服务器存储重新运行程序后新增的测量结果，比如通过 <b>STOP ON FAIL</b> 停止程序重新执行后的结果，可以选此项。
<b>Stop on Fail</b>	选这项可以得到最快的测试输出。在程序执行过程中，只有输出“pass”结果的变压器会被充分测试；测试失败的变压器会在最早的时候被拒绝测试。
<b>Date and Time on Reports</b>	选择此项可以在报告中添加时间和日期。

### **AQL (Acceptable Quality Level) (可接受的品质水平)**

这里批量生产测试时的设置，AQL 是允许在批量生产中出现的测试失败的水平。超过 AQL 表示批量生产过程存在质量问题，也可能是正在使用的原材料的质量不过关。AQL 监测是 Voltech 服务器软件的一个可选特性，它可以显示从多个 AT 测试仪传来的结果。当达到或者超过 AQL 时，服务器会提示一个警告。两种形式的 AQL 极限可能被同时采用。达到任何一种极限，服务器软件都会出现一个警告。

详细内容请查看手册的 AT 服务器软件部分。

**AQL No. of Parts**

这表示在批量生产中允许的失败数量，一旦超过则会有警告提示。当批量生产总量都差不多，或者期望很小甚至为零的缺陷时，这项被经常用到。

**AQL % of Parts**

这表示在批量生产中允许的失败比例，一旦超过会有警告提示。注意：这项功能只应用于有足够的被测试的产品使得百分比有意义的时候。例如，当设置 AQL % of Parts 为 1% 时，在有  $100/1=100$  个产品被测试之后，会有一个警告出现。

**Fixture ID**

最后，你可以输入一个测试治具的名称。固定架名称最长可以有 20 个字符长。你可以使用测试仪键盘上的任何一个字符：

A .. Z (只能大写) 0 1 2 3 4 5  
6 7 8 9 . - / ( ) 和 “space”

当测试程序在运行时，操作员会被提示安装这个名称的测试治具。这可以帮助你使用正确的测试治具。

注意：测试治具的名称不用跟程序（或产品）名一样。因为一个测试治具可以被大量不同的变压器共同使用。比如，一些些变压器管脚结构相同，但线圈却不一样，就要求不同的测试程序，但可以使用同一测试治具。

**External AC Source**

此选项允许使用外部交流电源产生测试信号。这使得功率和电压的可用范围得以扩展。外部电源必须通过一个 Voltech 交流源接口与测试仪相连接（请向您的供应商询问详细情况）。这项允许你选择并配置你将使用的扩展源的类型；详细内容请参看手册的“扩展交流源接口”部分。

如果你不需使用扩展源，一定要设置为“None”。这一点很重要。

### Custom Text

在编辑器中，你可以输入最多 7 行的文本。在测试程序被 AT 测试仪载入时，这个文本会在 AT 仪器的前面板中显示。

当你选择了所有要求的选项，然后点击 OK 键返回到主界面。

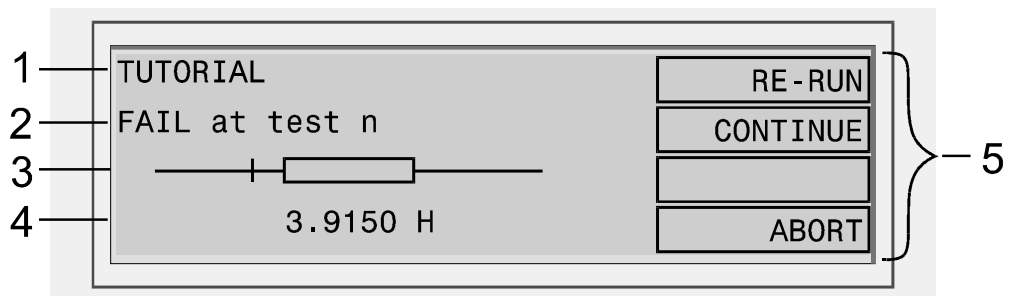
### 3.3.1.2. STOP ON FAIL （失败即停）

开启了这个功能，测试仪一旦检测到有测试项目测试失败时立即停止继续执行程序，而不是把所有测试项目都执行完在最后报告通过和失败。

这使用户可以快速的确定有问题的变压器并替换一个新的，从而加快测试速度。

当遇到一个失败，测试仪会显示警告画面并停止该程序。显示屏会提醒用户有测试失败，并注明超过了哪种限制。

下图显示了在电感测试中的一个例子：



1	产品名/编号
2	失败测试编号
3	对失败的图形化描述，对比标准值显示实测值： 条状格 - 表示测试设定的极限值 竖线 - 表示实测值。
4	具有适当单位的测量值，
5	可用软键功能

从这个显示来看，在你按了 **CONTINUE** 键后，测试仪将会执行剩余的测试项目，而这个变压器会被记录为失败。（如果有新的测试项目失败，那么会有和上图类似的显示来说明失败的测试情况。）

如果你想在一开始就拿掉测试失败的变压器，那么只要按 **ABORT** 键结束程序运行。此时会回到 **RUN-FINISH** 的界面。在这里，你可以重新开始下一个变压器的测试。

或者，你也可以用 **RE-RUN** 键。比如，失败很有可能是因为变压器插入了错误的测试治具。在这种情况下，程序会重新开始执行。如果是因为在开始的时候变压器被错误放置了，那么变压器一般会收到“pass”。

在你按过 **RE-RUN** 键后，测试仪会执行“重试”，测试结果会发送到服务器软件中。如果您没有开启“**Send Retry Results to Server**”这项功能，除了屏幕显示最后的测试结果外，不会有结果会被发送到服务器软件的测试结果文档中。例如，在前置显示器产生的通过或者失败的结果。

如果你想在服务器测试结果文档中查看每次重试之后的测试结果，你需要在使用编辑器创建程序的时候开启“**Send Retry Results to Server**”这一功能选项。这一功能能提供相关数据方便您提升您的生产过程和产量。

#### 注意：

1. 第三行显示的允许值的范围和实际测量值是成比例显示的。测量值在显示器范围内，用一个竖线（如图）来表示，如果超过显示器范围，会用箭头(< or >)来表示。
2. 在测试仪将测试结果返回到编辑器软件时，编辑器软件将会被“冻结”，直到按了相应的软键(**Re-run, Continue or Abort**)，否则编辑器软件不会工作。



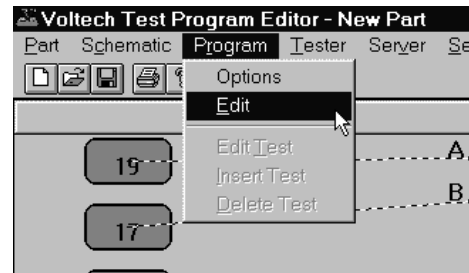
### 3.3.2. 程序编辑

在你完成了变压器原理图以及设置选项后，你可以开始创建实际的测试程序了。

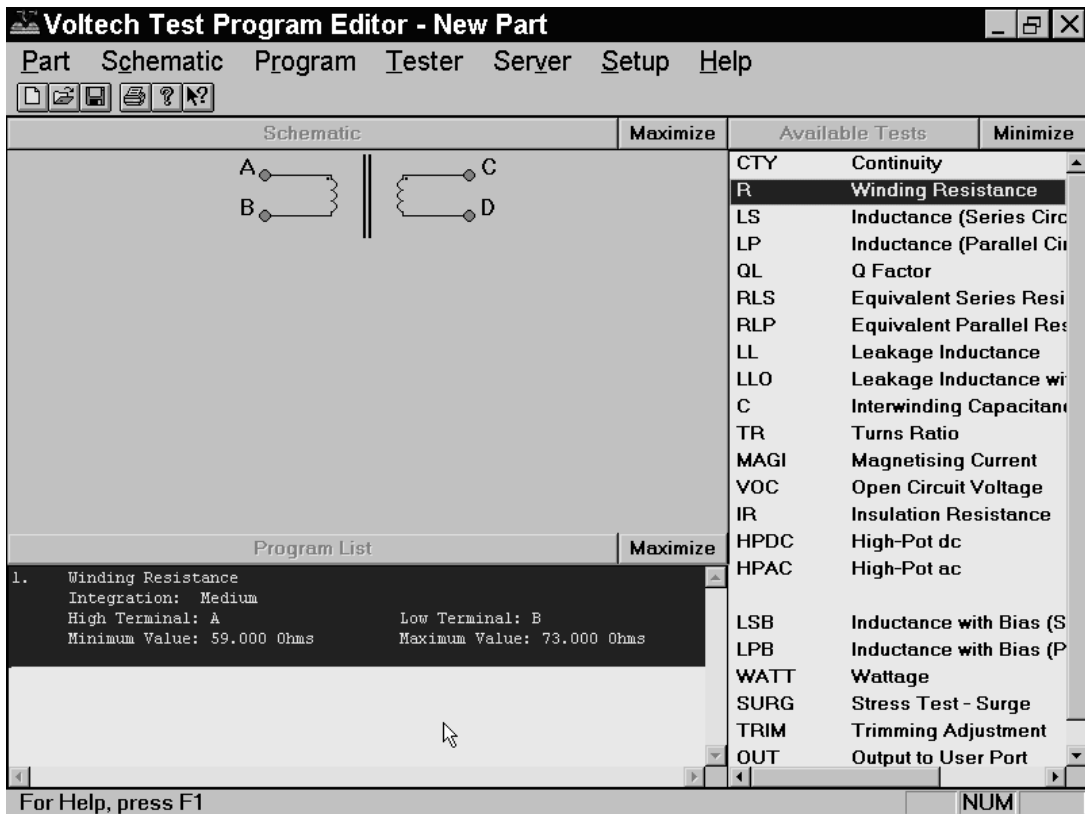
现在开始编辑测试程序，首先打开程序编辑器。

从主菜单，依次选择

**Program > Edit**



会出现一个分成三个区域的窗口：



左上区域： 一个没有任何连接的简易的变压器原理图。

这个窗口内容存储在内存中，但不能被修改。(如果你想更改原理图，只要选择“Schematic”中的“Edit”就可以了。)

左下区域: 程序窗口

这里是目前测试程序中的所有测试项目列表。

在通常情况下，一个新的程序，这个窗口最初是空的。

上面显示的是在“快速开始教程”里创建的测试电阻的程序。

右侧区域 可用测试窗口

这里列出所有可用来建立或者修正测试程序的测试项目。

现在，通过从“**Available Tests**”列表里选择测试项目添加到测试程序里，你就可以创建适合于变压器的测试程序了。接下来的部分会对这一过程进行详细描述。

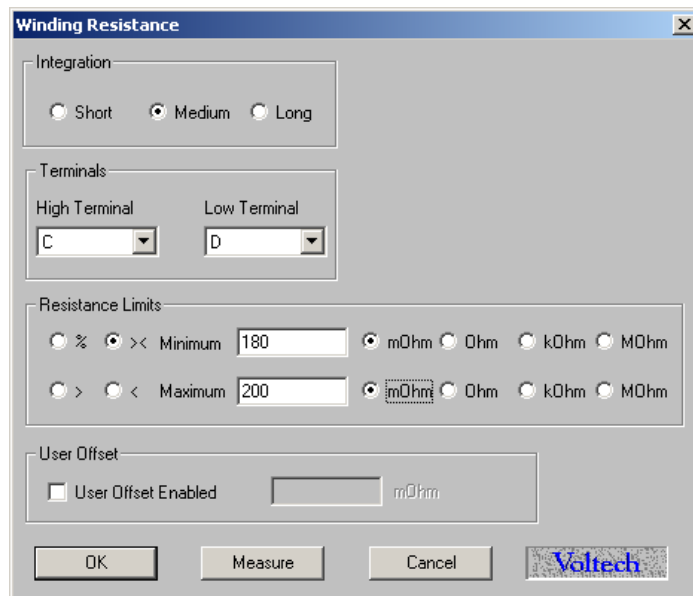
### 3.3.3. 增加测试项目

测试程序是从“Available Tests”中选择的一组测试项目列表。要创建一个新测试程序，只要把测试项目添加到“Program List”就行了。要添加一个测试项目，用鼠标选中“Available Tests”里的测试项目，然后双击鼠标左键测试项目。接着会出现一个对话框。你只要填写相应的测试参数，然后点 OK 即可。

例如，如果你想添加另一个“R Winding Resistance”测试到测试程序里，可以按下面的步骤进行：

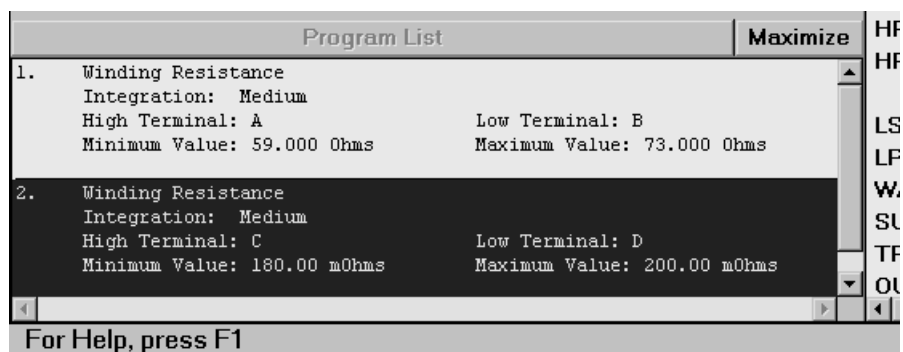
双击“Available Tests”里面的“R Winding Resistance”选项

填写对话框里面的测试参数



点击 OK。

这时，你会发现“R Winding Resistance”已经添加到“Program List”里面了，如下图所示：



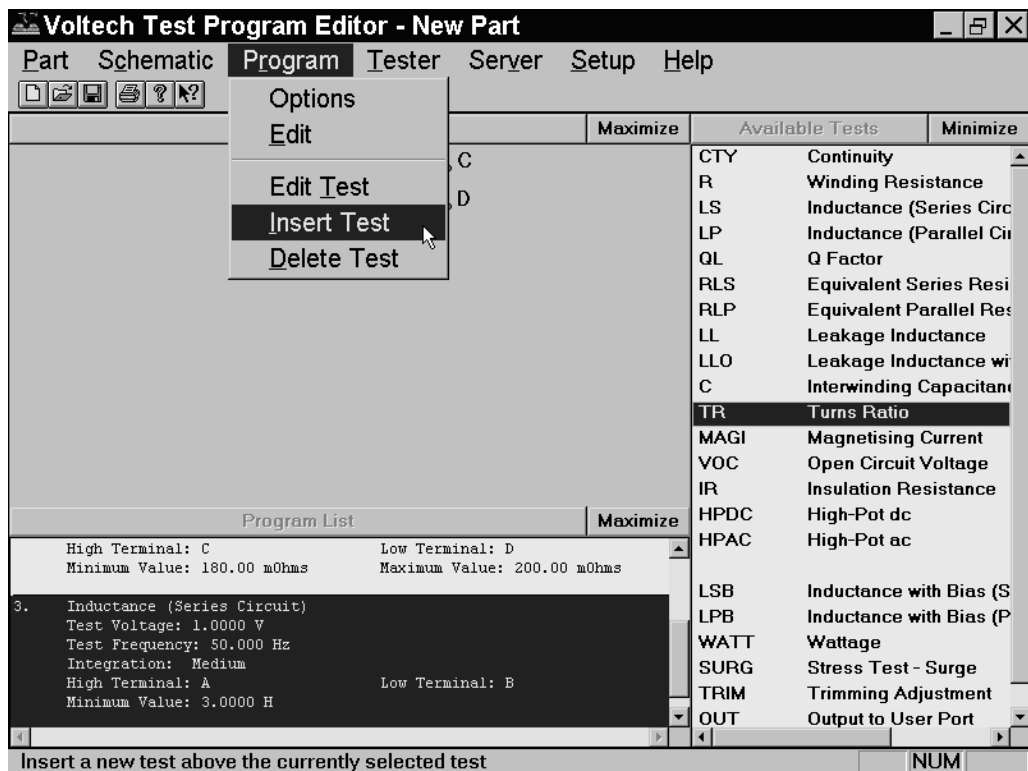
### 3.3.4. 插入测试项目

通常，在新建的测试程序中，您会按照执行的先后顺序依次添加测试项目。如果你想在程序后面再添加新的测试项目，那么您可以通过之前描述的“增加测试”的步骤来修改你的程序。

但是，如果你想在现有的测试程序中间插入一个新的测试项目，那就需要不同的方式来实现了，如下：

1. 在“Available Tests”窗口中，使用鼠标左键选中你要插入的测试项目。
2. 同样地，在“Program List”窗口中选中一个已经在列表里的测试项目。这会成为一个插入点，且新的测试项目会插在你选中的测试项目的前面。
3. 然后从菜单栏，依次选择

#### Program > Insert Test



在这个例子中，一个“Turns Ratio(匝数比)”会插到“Inductance(电感)”的测试前面(如上图所示)。

这时会出现一个关于你要插入的测试项目的对话框。

4. 输入相应的测试数据，然后点 OK。

这个时候，新的测试项目就已经被插入到“Program List”里了(如下图所示)。

2.	Winding Resistance		
	Integration: Medium		
	High Terminal: C	Low Terminal: D	
	Minimum Value: 180.00 mOhms	Maximum Value: 200.00 mOhms	
3.	Turns Ratio		
	Test Voltage: 1.0000 V		
	Test Frequency: 50.000 Hz		
	Integration: Medium		
	Terminals:		
	Energised High: A	Energised Low: B	
	Primary High: A	Primary Low: B	
	Secondary High: C	Secondary Low: D	
	Turns Ratio: 1:1		
	Minimum Error: -01.00%	Maximum Error: 01.00%	
4.	Inductance (Series Circuit)		
	Test Voltage: 1.0000 V		
	Test Frequency: 50.000 Hz		
	Integration: Medium		
	High Terminal: A	Low Terminal: B	
	Minimum Value: 3.0000 H		

### 3.3.5.修改测试项目

在创建新测试程序时，通常需要对一批变压器样品进行测试。这时，你也许会发现有些测试项目需要进行修改。一个典型的例子是，你需要更改测试项目的极限。

使用编辑器软件，可使修改测试项目变得非常简单。

1. 在“Program List”窗口中，双击你要修改的测试项目。这会重新打开测试项目的对话框。

2. 根据你的要求，更改对话框中的测试数据，然后点 OK。

这时，你会发现“Program List”中的测试已经修改了测试数据。

### 3.3.6. 删除测试项目

用编辑器软件删除一个测试项目也很简单。步骤如下：

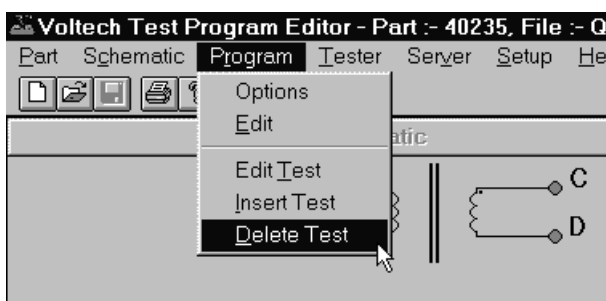
1. 在“Program List”窗口中，单击选择你想删除的测试项目

注意：请小心谨慎地选择你要删除的测试项目，因为编辑器软件会永久性的从测试程序中删掉这个测试项目。

2. 从菜单栏依次选择：

**Program >**

**Delete Test**

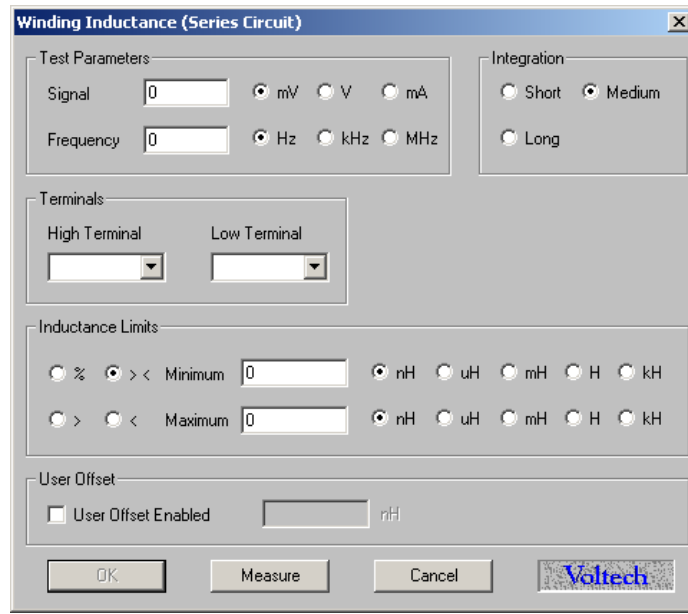


这样，测试项目就被删除了。

### 3.3.7. 测试参数

有些测试项目，诸如“R-Winding Resistance”测试 (在第三章快速开始教程有使用)，相对来讲比较简单，因为你不需要设置任何测试条件。但这并不常见。

常见的是类似“LS - Winding Inductance (Series Circuit)”测试项目，它需要设定测试“Signal”和“Frequency”两个参数



包括 LS 测试在内的许多测试项目，您可以通过以下两种方式输入“Test Parameters(测试参数)”：

一种是直接键入要求的数据；

另一种是使用 Measure(测量)按钮。

明显的，如果变压器的设计者已经规定了测试参数，那就直接输入规定的数值即可。如果你不能肯定输入什么样的数值，可以参考第七章(测试&测试条件)。

如果你使用 Measure(测量)按钮输入极限值(在本章 3.9 部分有描述)，你可以同时让 AT 系列测试仪也输入推荐的测试参数值。

在进行 LS 测试的时候，可以不在 Signal 和 Frequency 的填充栏里输入数值，而直接点击 Measure(测量)按钮。在按 Measure 按钮之前，不管你选中哪个单位“mV”或者“V”，那测试信号将会是一个电压信号。同样地，如果你选择“mA”，那测量信号就变成了电流信号。

**注意:** 不是所有的测试都允许测试仪自动选择测试参数, 像“MAGI - Magnetizing Current(磁化电流)” 就不行。你必须指定在测试的电压和频率。

在本章的第四部分(测试编程)将进行详细描述, 指明了哪些测试可以通过“Measure”输入测试参数的数值。

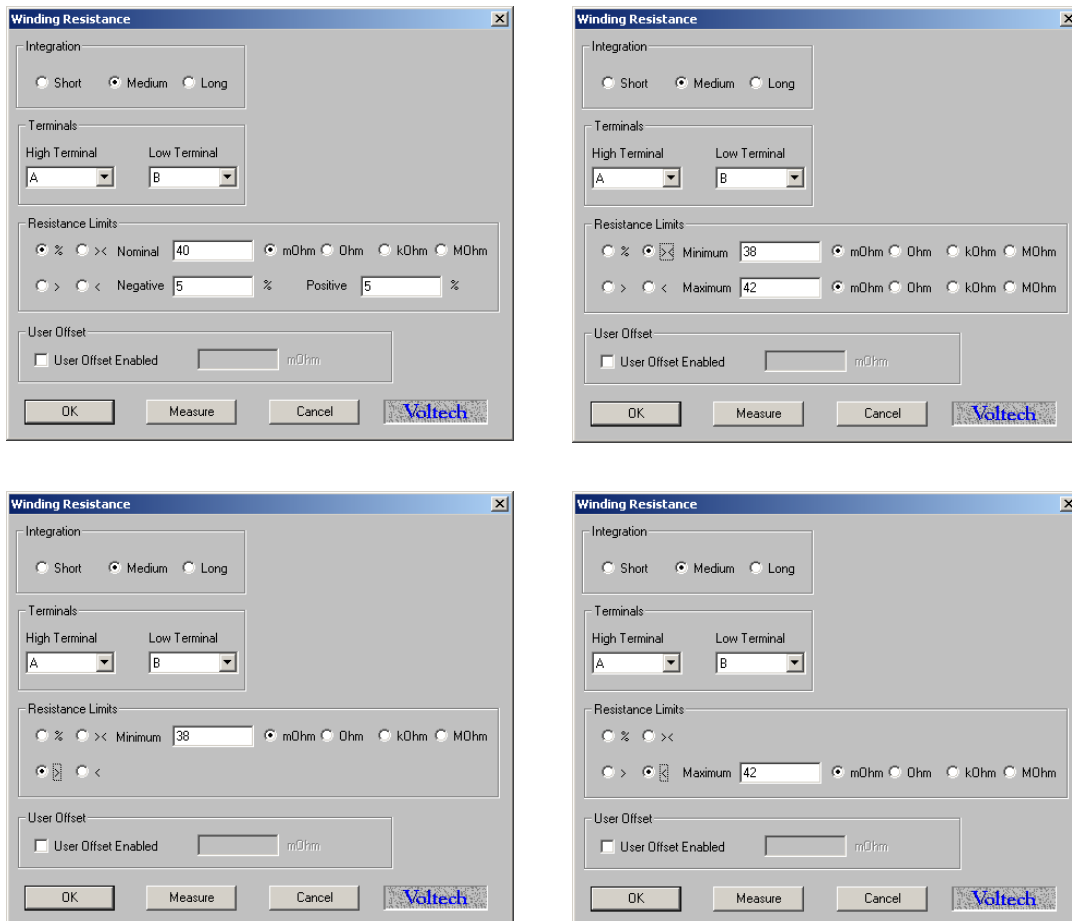
### 3.3.8. 测试极限值

在快速开始教程中(第二章第三部分), 介绍了四种方式可以输入“R - Winding Resistance” 测试的极限值。事实上大多数测试项目都有几种方式可以输入极限值。这样就使得每次配置都有很大的弹性, 从而满足生产测试的要求。

“R- Winding Resistance” 测试的四种极限值形式:

- %: 一个关于标称值的正负百分比
- > <: 最小值和最大值
- >: 只有最小值
- <: 只有最大值

相关对话框如下图所示:





大多数的测试变量都有四种形式的极限值。但也有一些变量没有，比如“IR - Insulation Resistance”就只有最小值是有效的，因为线圈间的绝缘情况良好就与电阻的最大值无关了。

只需点击%，><，> 或者<就可以选择相应的极限值形式。

在选定了一种形式之后，只需点击鼠标即可选择其他形式的极限值。

当改变了极限值的类型之后，测试仪也会相应的进行转换，转换情况可参照下表：

除了T R（匝数比）和T R 1（电感匝数比）其他测试极限的形式转换表

	转换	之前
%	$\text{nom} \leftarrow (\text{max} + \text{min}) / 2$ $ \text{neg\%}  \leftarrow (\text{nom} - \text{min}) / \text{nom}$ $\text{pos\%} \leftarrow (\text{max} - \text{nom}) / \text{nom}$ $\text{nom} \leftarrow \text{low} + 0.01\%$ $ \text{neg\%}  \leftarrow 0.01\%$ $\text{pos\%} \leftarrow 0.01\%$ $\text{nom} \leftarrow \text{upp} - 0.01\%$ $ \text{neg\%}  \leftarrow 0.01\%$ $\text{pos\%} \leftarrow 0.01\%$	 ><         
dB +/-	$\text{nom dB} \leftarrow (\text{max dB} + \text{min dB}) / 2$ $ \text{neg dB}  \leftarrow \text{nom dB} - \text{min dB}$  $\text{pos dB} \leftarrow \text{max dB} - \text{nom dB}$ $\text{nom dB} \leftarrow \text{low} + 0.01 \text{ dB}$ $ \text{neg dB}  \leftarrow 0.01 \text{ dB}$ $\text{pos dB} \leftarrow 0.01 \text{ dB}$ $\text{nom dB} \leftarrow \text{upp} - 0.01 \text{ dB}$ $ \text{neg dB}  \leftarrow 0.01 \text{ dB}$ $\text{pos dB} \leftarrow 0.01 \text{ dB}$	 ><         
><	$\text{min} \leftarrow \text{nom} -  \text{neg\%} $ $\text{max} \leftarrow \text{nom} + \text{pos\%}$ $\text{min} \leftarrow \text{nom dB} - \text{neg dB}$ $\text{max} \leftarrow \text{nom dB} + \text{pos dB}$ $\text{min} \leftarrow \text{low}$ $\text{max} \leftarrow \text{low} + 0.02\%$ $\text{min} \leftarrow \text{upp} - 0.02\%$  $\text{max} \leftarrow \text{upp}$	 %  dB +/-  >  <
>	$\text{low} \leftarrow \text{nom} -  \text{neg\%} $ $\text{low} \leftarrow \text{nom dB} - \text{neg dB}$ $\text{low} \leftarrow \text{min}$ $\text{low} \leftarrow \text{upp}$	 % dB +/- >< 

<	upp ← nom + pos%	%
	upp ← nom dB – neg dB	dB
	upp ← max	><
	upp ← low	>

附注:

nom dB = [ dB ] 极限的标称值

neg dB = [ dB ] 极限的负错误

pos dB = [ dB ] 极限的正错误

nom% = [ % ] 极限的标称值

neg% = [ % ] 负的百分比错误

pos% = [ % ] 正的百分比错误

min = [ > < ] 的最小值

max = [ > < ] 的最大值

low = [ > ] 的最小值

upp = [ < ] 的最大值

#### T R (匝数比) 和 T R 1 (电感间匝数比) 测试极限之间的转换

新的	转换	之前
% neg% pos%	pri ← #np sec ← #ns ← $(\delta np / \#np + \delta ns / \#ns)$ ← $(\delta np / \#np + \delta ns / \#ns)$	#
# $\delta np$ $\delta ns$	#np ← pri * K #ns ← sec * K ← #np * ( neg%  + pos%) / 4 ← #ns * ( neg%  + pos%) / 4	%

附注

pri = 主线圈比率数[ % ]的极限

sec = 副线圈比率数[ % ]的极限

neg% = [ % ] 负的百分比错误

pos% = [ % ] 正的百分比错误

#np = 主线圈匝数[ # ]的极限

#ns = 副线圈匝数[ # ]的极限

$\delta np$  = 主线圈匝数误差[ # ]的极限 (±)

$\delta ns$  = 副线圈匝数误差[ # ]的极限 (±)

K = 使得 #np and #ns 在 1 to 99999 范围内的系数

注意

1. 上面的表格可使你更容易了解形式转换过程, 但并不一定是精确的数学公式。

## 2. 表格中的一些变化是不可逆的:

比如, 当从“><” (有两个值) 转换到“>” (只有一个值) 时, 反过来就不能得到原来的数值了。

这是因为编辑器只保留了最新的极限值, 因此当转变到只有一个最小值的时候, 之前的最大值就被丢失了。

## 3. 当一个极限值 (如>) 转变到多极限值 (如><) 的时候, 转换的结果是新的最小值和最大值都与之前的数值一样。但事实上最小值和最大值不可能完全一样, 总会有一点点很小的区别。

### 3.3.9. MEASURE 测量按钮的使用

通过对快速入门教程 (第二章的第三部分) 的学习, 你或许会发现在关于“R - Winding Resistance”的对话框中有一个“Measure”按钮。

事实上, 在大多数测试的对话框中都有“Measure”这个按钮。这使得你在使用 AT3600 的过程中, 可以通过“Measure”数值测量更多关于样品变压器。

所有带有 Measure 这个按钮的测试项目都允许你进入在对话框, 输入测试极限值。

另外, 有些测试项目也可以利用“Measure”按钮来选择测试条件。在本章的第四部分“测试编程”将详细说明哪些测试可以利用“Measure”按钮输入测试参数值。

### 使用“MEASURE”按钮的硬件连接

在尝试使用“Measure”之前:

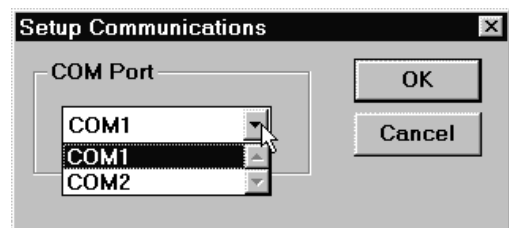
1. 请确认你已经连接了测试仪的“Auxiliary Port”辅助端口 (在后置面板上) 和 PC 合适的 COM 端口。(如果你的鼠标已经使用了 COM 端口 1, 那可以使用 COM 端口 2)
2. 设置 PC 上的 COM 端口。

从菜单上依次选择 select

Setup>  
Communications

在对话框里选择

要连接到测试仪上的 PC 通信端口。





**警告：**如果所选的“COM”端口已经被其他 Windows 程序占用了，会有错误信息提示。你需要选择其他的端口。

3. 使用合适的测试治具。
4. 如果你要在测试程序中添加短路补偿，那就需要一个样板变压器和短路接头。

## 在 LS 测试中使用“MEASURE”按钮的例子

LS - Winding Inductance (Series Circuit)是众多可以通过使用“Measure”按钮获得测试极限值（电压，频率）以及实际测量的测试之一。在接下来的例子中将对此进行详细说明。

首先在“Available Tests”中选择 LS - Winding Inductance (Series Circuit)。

在 LS 测试对话框中：

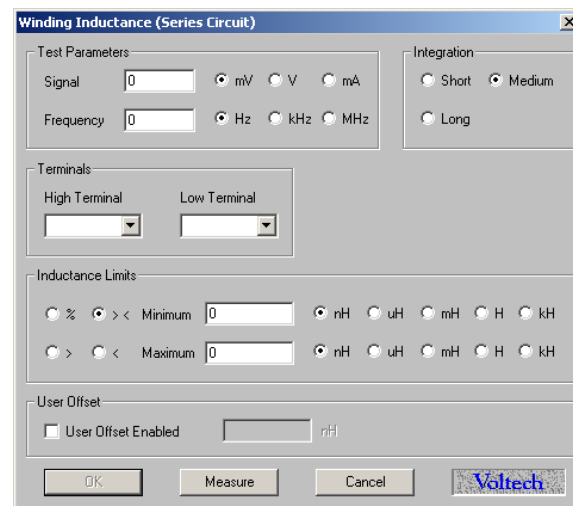
输入接线端的名称。

如果与默认的“Medium”设置不一样，请选择你要求的“integration”。在测试参数的选项中，留空“Signal”和“Frequency”编辑框。

使用编辑器可以输入测试仪所选择的测试信号电压。如果信号电压比较大，可以选择单位“V”。或者如果你想测试的信号是一个电流信号，只要选“mA”就行了。

最后，在对话框的下部分，选择相应的极限值形式。

这个时候，对话框应当如下图所示：



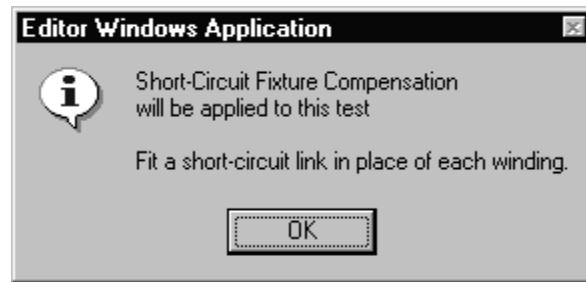
现在，使用鼠标点击“Measure”按钮。

因为在 LS 测试中可以应用测试治具的短路补偿，所以你会看到如下的信息提示：



如果电感值高的话，那补偿就没什么必要，选择“Measure without Fixture Compensation”然后点 OK 就行了。

如果你选择了“Compensate Fixture”，将会出现另外一个信息。一般来讲，这取决于测试是否要求短路或者断路补偿。在这个例子中，LS 测试要求短路补偿，所以会出现下面的对话框：

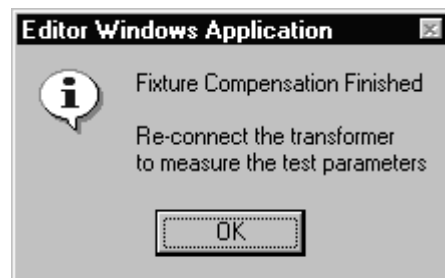


安装好要求的短路接头，然后点“OK”。

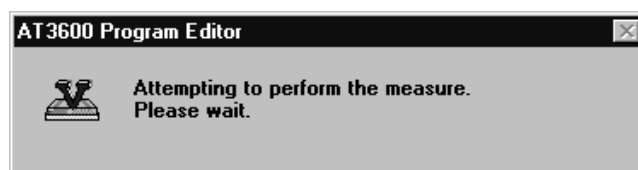
现在编辑器将指挥测试仪执行测试治具补偿功能(这里是 LS 测试)。测试仪会保存“zero”数值，并从下次返回的结果中减去这个值。

如果短路连接没有正确安装，你将会看到一个错误信息提示，让你重试或者取消补偿。

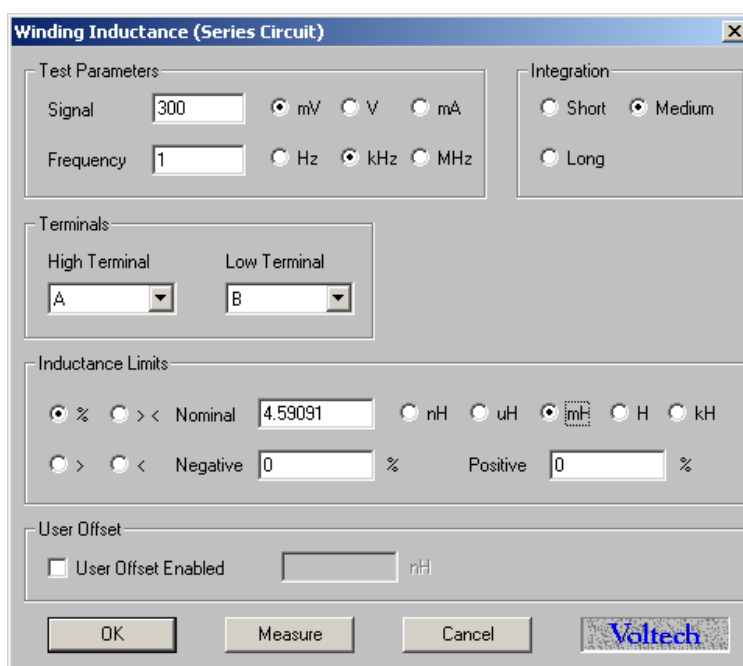
假如没有错误，当测试仪完成短路补偿的时候，编辑器会提示你移走短路连接并安装样品变压器。



点了“OK”之后，测试仪会进行测量，接着你会看到如下信息：



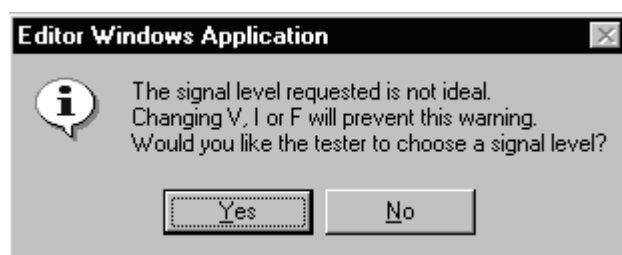
当测量结束之后，显示屏将返回到 LS 测试的对话框，上面有已经输入的测试信号，频率和标准电感值。



这个时候，只需输入要求的“Negative”和“Positive”百分比的极限值就行了。

如果你已经选择了固定的电压，电流或者频率，对于测试仪来说就不大可能可以进行测量。比如说，如果测试中线圈的交流阻抗只有  $0.1\Omega$ ，且频率已经确定而测试信号是  $5V$  的话，那么 AT 将不得不提供  $5V / 0.1\Omega = 50 \text{ Amps}$ !

你也将会看到类似以下的警告：



首先确定线圈正确连接到了测试节点上。

选择“**Yes**”，然后 AT 会选择合适的电压条件，你只需把这些数值输入到测试对话框中就行了。选择了“**No**”就没有条件会被选择。参阅第七章—合适的测试与测试条件值

## 自动获得测试参数的限制

正如之前所述，LS - Winding Inductance (Series Circuit)测试可以通过“**Measure**”自动获得测试电压（或电流）和频率。

同样地，你也许想要在使用“**Measure**”之前指定一个或者两个参数。这样的话，测试仪将尝试使用已经指定的参数，并仅仅输入你没有指定的参数值。

一般来讲，所有的测试参数都会（或必须）有限制。测试参数可以被指定，也可以被自动选择。

在 LS - Winding Inductance (Series Circuit)测试中，有效的组合可参照下表：

<b>Signal</b>	Specified voltage	Specified current	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Specified	Auto

（这种组合是不被允许的：指定电压（或者电流），要求 AT 找到频率。）

如果你输入了不被允许的组合，编辑器会在你点击了“**Measure**”之后显示一个警告，且如果你不纠正这个错误的话就不会进行任何测量。



## 不同类型的极限值的情况

在前面的例子中，你在点击“Measure”前，已选择了百分比类型的极限值。这种情况下，从测试仪得到的测量结果会被插入为标准值，并允许你为这个测试设定一个百分比的极限值，正负都可以。

如果你在选择“Measure”之前选择了其他类型的极限值形式，下面的表格列举了测量结果转换的方式：

极限值形式	转换
%	nom ← 结果  neg%  ← 没变化 pos% ← 没变化
dB	nom dB ← 结果  neg dB  ← 没变化 pos dB ← 没变化
><	min ← 结果- 0.01% max ← 结果 + 0.01%
>	low ← 结果
<	upp ← 结果
% for TR or TRL	pri ← 结果 sec ← 1  neg%  ← 没变化 pos% ← 没变化
# for TR or TRL	#np ← 结果* K #ns ← K ← 没变化 ← 没变化

如之前所述：

nom dB = [ dB ] 极限的标称值

neg dB = [ dB ] 极限的负错误

pos dB = [ dB ] 极限的正错误

nom% = [ % ] 极限的标称值

neg% = [ % ] 负的百分比错误

pos% = [ % ] 正的百分比错误

min = [ >< ] 的最小值

max = [ >< ] 的最大值

low = [ > ] 的最小值

upp = [ < ] 的最大值

对于 T R 或 T R L 测试来说:

pri = 主线圈比率数[ % ]的极限

sec = 副线圈比率数[ % ]的极限

neg% = [ % ]负的百分比错误

pos% = [ % ]正的百分比错误

#np = 主线圈匝数[ # ]的极限

#ns = 副线圈匝数[ # ]的极限

$\delta$ np = 主线圈匝数误差[ # ]的极限 (±)

$\delta$ ns = 副线圈匝数误差[ # ]的极限 (±)

K = 使得 #np and #ns 在 1 to 99999 范围内的系数

#### 注意:

1. 在上面的表格中, 只是为了让你更容易理解转换过程, 但并不是精确的数学公式。
2. 测量结果也可能被用作名义上的一个数值或者主要值。

对于 > 和 < 极限类型, 只要求一个数值, 所以测量结果一般就作为那个极限值。

对于 >< 极限类型, 要求测量两个数值, 基本上转换过程会把测量结果作为最小值和最大值。还是如同之前所述的, 最小值和最大值不可能完全一样, 总会有一点点很小的区别。

如果你更想使用 >< 极限类型, 且希望最小值和最大值有更大的范围 (比如±5%), 可参照以下方式:

首先选择 % 极限类型。

在返回结果之后, 设置“Negative 和 Positive”极限为 5%。

然后变到 “><” 形式, 在你喜欢的方式下观察极限值。

另一个可能情况是, 通过上个步骤可以找到最小值和最大值的近似值, 与测量值有 5% 的误差。然后通过四舍五入的方式得到最接近你想要的数值, 并作为实际测试的极限值。

### 3.3.10 程序测试校验

在通常的生产应用中，测试程序可以从服务器软件下载到 AT 系列测试仪中。这是一个安装在 PC 上的软件包，在第四章中会有详细描述。不过，在把程序传到服务器的存档之前，你始终需要在一个实际的变压器上运行这个测试程序来进行校验。

编辑器软件可以使你直接把程序下载到测试仪中，然后通过 PC 键盘执行程序。

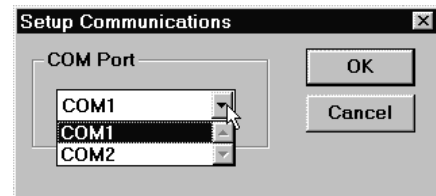
在你尝试运行测试程序前，请

1. 请确认你已经连接了测试仪的辅助（Auxiliary）端口（在后置面板上）和 PC 合适的 COM 端口。（如果你的鼠标已经使用了 COM 端口 1，那可以使用 COM 端口 2）
2. 设置 PC 上的 COM 端口。

从菜单栏依次选择：

**Setup>**

**Communications**



在对话框里选择要连接到测试仪上的 PC 通信端口。



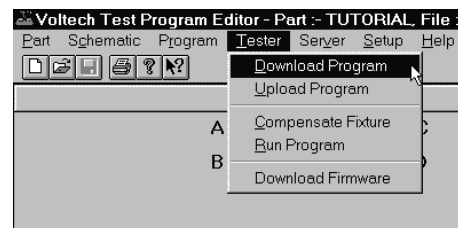
**警告：**如果所选的“COM”端口已经被其他 Windows 程序占用了，会有错误信息提示。你需要选择其他的端口。

3. 使用适合的测试治具并插入样品变压器。  
现在你可以下载并运行测试程序了。

4. 从菜单栏依次选择：

**Tester>**

**Download  
Program**



现在编辑器将把测试程序下载到测试仪上。几秒钟之后，你应该可以看到提示下载成功的信息。

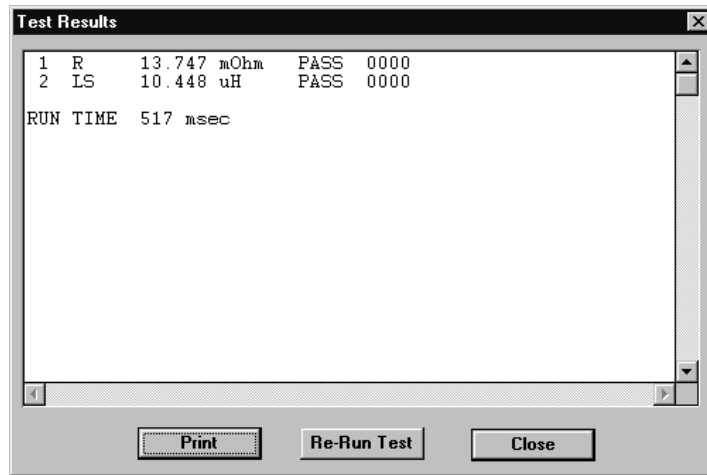
5. 然后再从菜单栏依次选择：

**Tester>**

**Run Program**

测试程序开始执行。

程序执行结束后，会出现包含测试结果的对话框，如下图所示：



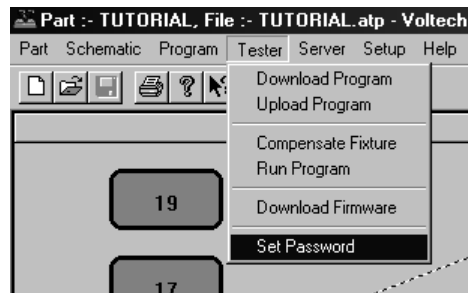
从测试结果中，你可以看出哪些测试项目有问题。返回到程序编辑器进行必要的修改，然后重新下载测试程序并执行修改过的版本。你可以重复这样的过程，直到你得到想要的测试程序，然后归档保存。

在每行测试结果的末尾通常都是零；任何其他代码都意味着在此项测试中有错误发生。

如果你想保护你的测试程序有，你可以为测试程序设置一个 AT password（密码）。

依次选择：

**Tester > Set Password**



下面的对话框允许设置 AT 密码。如果设置了密码，那么

无论是修改还是删除一个测试程序，都会要求输入密码。



**注意：**这个对话框允许重新设置密码。不需要旧密码。只需要输入新密码和验证密码就行了。

### 3.3.11 错误代码

Voltech AT 系列测试仪为操作员提供两种形式的错误检测操作：

- 一种是提供错误代码和电子声音的硬件综合测试，称为自测。简单来讲，有声音就表示测试到了错误。
- 在变压器测试过程中，返回一个错误代码来协助诊断是否使用了不正确的测试参数或者是接触不良导致了错误的发生。

通常，在测试元件、变压器或者运行自测的时候，电压和电流信号会持续地被产生，稳定，测量和消散。只要在这四个阶段中的任何一个阶段发生问题，就会产生一个唯一的错误并会被仪器显示出来。错误代码由一个 DSP（数字信号处理器）状态错误代码和 错误原因代码组成。

DSP 的 状态错误代码是由一个四位数字，表明有错误发生。每个代码代表一种错误（一个对错误的简单说明），如电流或者电压超载了。这可以帮助操作员诊断问题的原因。DSP 的状态错误代码可在自测失败时看到，也可在编辑器测试结果显示窗口中看到。

DSP 的错误原因代码是个一或两位的数字，显示在圆括号中。它解释产生四位 DSP 的状态错误代码的原因。同样地，这可以帮助操作员诊断出问题的原因。产生 DSP 错误原因代码只能在自测失败的时候看到。

操作员可以利用 DSP 状态错误代码来断定错误是因为使用了劣质的测试治具还是因为安装不正确。也或者会提示对相关的测试参数需要调整。

而对于更严重的错误，用户可以联系当地的 Voltech 技术支持部门，DSP 错误代码可以协助技术支持工程师更快地找出发生错误的原因。

#### 前面板的错误代码

当检测到故障时，第一部分是一个四位的十六进制数字，称为 DSP 状态错误代码。而第二部分（在圆括号中的）是一位或者两位的十六进制数，称为 DSP 错误原因代码。DSP 错误原因代码只在自检失败的时候显示。

在自检失败之后可以看到状态错误代码。要查看完整的错误代码，可在“FAIL”显示页面可按“Details”软键。

在屏幕中显示了两个代码：

第一个是四位数的 DSP 状态错误代码而第二个是在圆括号中的一位或者两位的产生 DSP 错误原因。

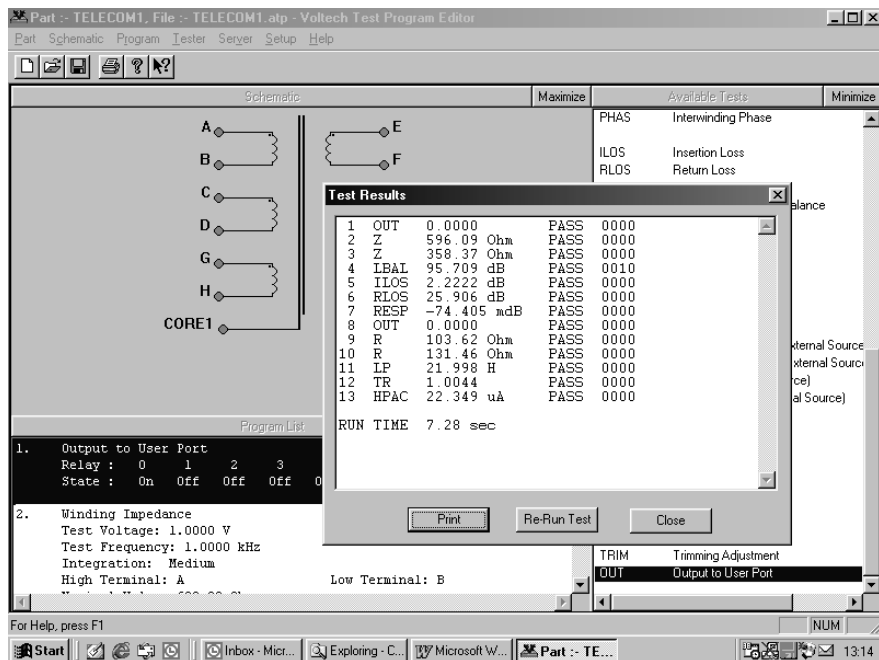
### 重要提示:

遇到任何自检失败的情况, 请立即联系 Voltech 的技术支持, 并同时提供以下信息:

- 序列号
- 完整的错误代码 (一个四位数和一个一位或者两位数)

## 编辑器错误代码

在使用编辑器软件下载和运行测试程序时, 状态错误代码同样可以在编辑器软件中显示。他们会被显示在每项测试结果的末尾。当使用编辑器的时候, 只有第一个四位错误代码会被显示。



看上图的“Test Results”对话框, 在第四个测试 LBAL 那一行包括了一个位错代码 0010。这个错误代码表示“测量没有及时设定好”。尽管测试通过了, 依然说明在测试的序列中有问题存在。在这个特殊例子中, 产生错误的原因是变压器的铁心连接不好。

下表给出的错误代码一般出现在在编辑器中, 在运行功能或者在服务器中查看在线结果的时候。根据这些错误代码可对修改测试程序提供一定的帮助。

错误代码是一个十六位的二进制代码, 用十六进制的符号显示在了表格的下部。错误代码表示了十六位代码的一位, 因此可以同时一个或者多个错误, 将会通过一个四位十六进制的代码显示出来。

举例来讲，如果在测试中同时发生了电压溢出（xxx1）和电流溢出（xxx2），那么错误代码会是\*0003\*（也就是 16 位的二进制错误代码的 0 位和 1 位要置位）。

如果一个测试是因为中断而失败，那么会有一个额外的代码附加到 12-15 位上，在表格中有进一步说明。

Hex 代码	错误
0000	测试通过
xxx1	电压超出范围
xxx2	电压超出范围
xxx4	缓升过程被中断，太多负载
xx2x	测试参数没有调整到要求的数值；负载上的测试参数不正确。
xx4x	缓降后有错误发生；电流没有及时衰退。
x1xx	电流限值失败（仅限于高压测试）；测试电流超过了预设的限值（仅限 AT3600）。
x2xx	电压施放失败；测试治具上仍有物体在保持充电（仅限 AT3600）
#4xx	中断导致测试失败（参见下表）
其中“#”表示中断失败的原因	
1	安全互锁中断，终止了测试；从安全互锁端口发生了中断信号。
3	高压中断，终止了测试；有跨弧放电发生，或者电流超过了 A T 的承受能力（可能发生在 HPAC, HPDC, ACRT, DCRT 和 IR 测试中）（仅限 AT3600）。
4	.一个 STOP 中断，终止了测试。
5	一个 8kV 中断，终止了测试，电压 > 8kV（仅限 AT3600）
7	温度过高中断，终止了测试；元件变得非常烫（仅限 AT3600）
8	辅助中断，终止了测试；这可能有附加到外接端口的设备造成。

### 3.3.12 测试治具补偿

对于在测量小数值的电阻，电感或者电容的时候，测试治具对测试结果的影响会增加很大。为了使你能够更精确的进行测量，AT 系列测试仪有一内置固件可以对此进行补偿。

如果要求进行测试治具补偿，请参照本章的 3.10 部分步骤 1, 2 和 4 进行操作。这样测试仪就连接并下载测试程序。

从菜单栏依次选择

**Tester**

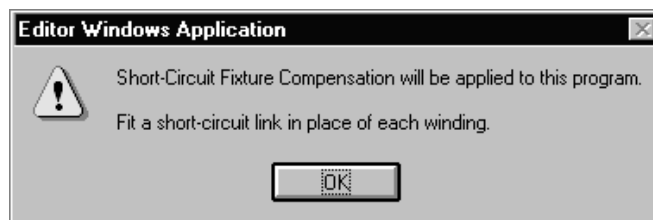
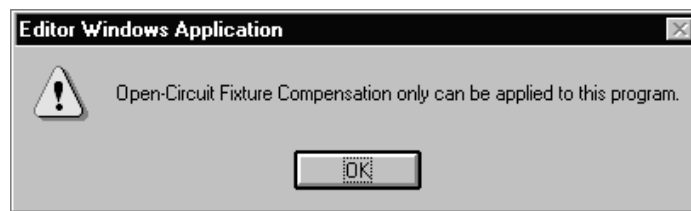
**Compensate Fixture**

如果你的程序不包含任何可以应用测试治具补偿的测试，将会出现下面的信息：



点“OK”可以回到主菜单界面，测试仪将不会做任何测量。

大多数测试程序包含至少一个测试项目可以应用测试治具补偿。这种情况下，你会看到两条信息中的其中一条：



这个时候你应当保证在测试仪上放置了适当的测试治具。第一条信息，很可能是测试治具空。



当测试程序至少包含了一个可以应用短路补偿的测试项目时，会出现第二个信息。因为测试程序也有可能包含要求开路补偿的测试，所以理想情况下你应当在测试治具中插上一个虚拟接头，这就使得所有的变压器线圈可被短路连接代替。

在点了“OK”按钮之后，测试仪会要求对你的测试程序进行补偿测量。

如果有错误被发现，比如没有安置短路连接，编辑器会提示相应的警告信息，并允许你重新尝试或者取消补偿。

当补偿测量成功完成之后，程序中每个测试的补偿值会被保存在测试仪中。任何随后的测量（像之前描述的那样—通过点击测试仪的 Run Program）会返回补偿结果到编辑器上。

如果你不确定是否需要补偿，只须简单地尝试一下。如果结果有重大变化，那就说明补偿是必须要的。

**切记：无论什么时候对程序进行修改，原先在测试中的补偿结果都将失效。**

**不管程序是否有变化，每次下载测试程序到 AT 系列测试仪的时候都要保证重新进行补偿。**

### 3.3.13. 编程提示和技巧

在创建一个测试程序的时候，有必要记住以下的一些要点：

#### 4. 首先要创建示意图

当你创建自己的测试程序的时候，应当按以下的顺序进行：

- a. 首先，创建原理图。
- b. 接着，设置程序选项。
- c. 最后，创建一组测试项目来组成一个测试程序。



**注意：**在你已经创建了测试列表之后对原理图进行了任何修改，都将导致有些测试会在不经意间被删掉了。例如删除了一个线圈或者一个接线端，和重命名一个接线端。

#### 5. 使用推荐的测试顺序

程序中所使用的实际测试都是根据变压器的型号和参数的数量来确定的。

不过，一般建议按照以下的顺序进行测试：

- a. 连续性  
*可以测试出放置错误的变压器和任何开路线圈。*
- b. 主线圈的电感或磁化电流  
*可以测试出有错的铁心材料和错误的主线圈的匝数。*
- c. 匝数比或者开路电压  
*可以测试出任何匝数有错的线圈。*
- d. 隔离测试，如绝缘电阻  
*可以测试出较差的互绕隔离而安全并不是一个问题。例如在两个副线圈之间。*
- e. 安全测试，如耐压。  
*可以测试出较差的互绕隔离；这次安全算是一个问题。例如在一个电源隔离变压器的主线圈和副线圈之间的电平*

在上面所列的情况中，b 和 c 建立在变压器的型号上：

对于工作频率超过 1kHz 的铁氧体芯变压器。最好是测量主线圈的电感和线圈间的匝数比。

对于工作频率为 50 或 60Hz 的铁芯变压器，一般都最好能测试铁心磁饱和，磁化电流和开路电压的测量

3. 尽可能广泛的使用测试极限。  
例如：如果你想测试线圈间的匝数比，而其中的一个线圈实际只有 10 匝，那么就可以指定极限为 $\pm 5\%$ （等效于 0.5 匝）
4. 利用“Measure”键  
对于很多测试来说，对话框包括一个标明了“Measure”的按钮。

如果测试仪连接到了 PC 上，且安置的相应的测试固定架上包括了一个样板变压器，那么点击“Measure”按钮后会提示测试仪测量实际的测试参数。结果会被返回到 PC 上，而编辑器会在极限值的对话框中插入一个标称值。

这经常是得到你想测试的几个参数数值的最好方法，而这些参数却没有出现在实际的变压器设计文件中。

5. 用户偏移  
在大多数情形下，如之前描述的补偿形式可以对所有测量中偏离的串并联阻抗产生的影响进行补偿，从而为测试中的产品提供精确的测量。  
如果补偿不能方便的体现或者在测量中要求有偏移且是因为其他一些原因，那么就要激活“User Offset”这项功能，然后输入数值从而添加到结果中。  
输入一个负值并从测量结果中减去这个值。  
调整过的结果（包括任何偏移）会被用于 PASS / FAIL 的判断，而结果会被打印出来或者保存到服务器软件中。
6. 最后，从编辑器中下载并运行程序，而在生产中使用这个程序前，要保证你已经得到了自己期待的结果。



## 3.4. 测试编程

本章节将更详尽的为您介绍如何为每一个测试添加测试变量。

在本章结束时，你将能够对以下的任何一个测试进行编程：

Test Type 测试种类	Test Type 测试种类
Continuity 连续性	Trimming Adjustment 平衡调整
Resistance (dc) 直流电阻	Output To User Port 输出到用户端
Resistance (ac), series or parallel 交流电阻，串联或并联	Insulation Resistance 绝缘电阻
Inductance, series or parallel circuit 电感，串联或并联	Hi-Pot (DC) 耐压（直流）
Inductance with Internal Bias 带内偏置的电感	Hi-Pot (AC) 耐压（交流）
Quality Factor 品质因素	Surge (Impulse) 浪涌（冲击）
Dissipation factor 耗散因素	Wattage 功率
Leakage Inductance 漏电感	Wattage (External Source) 功率（扩展源）
Inter-winding Capacitance 绕组间电容	Stress Wattage 压迫功率
Turns Ratio 匝数比	Stress Wattage (External Source) 压迫功率（扩展源）
Turns Ratio By Inductance 电感下的匝数比	Magnetizing Current 磁化电流
Impedance 阻抗	Mag. Current (External Source) 磁化电流（扩展源）
Impedance with Internal Bias 带内偏置的阻抗	Voltage Open Circuit 开路电压
Inductance Match 电感匹配	Voltage O/C (External Source) 开路电压（扩展源）
Capacitance Match 电容匹配	Low Voltage Open Circuit 低压开路

General Longitudinal Balance 通用纵向平衡	Leakage Current 漏电流
Longitudinal Balance 纵向平衡	Inductance with External Bias 带扩展偏置的电感（串联）
Insertion Loss 插入损耗	Impedance with External Bias 带扩展偏置的电感（并联）
Frequency Response 频率响应	Hi-Pot Ramp (AC) 缓降耐压（交流）
Return Loss 回波损耗	Hi-Pot Ramp (DC) 缓降耐压（直流）
Impedance Phase Angle 阻抗相角	Voltage Break Down (AC) 击穿电压（交流）
Inter Winding Phase Angle 线圈间相角	Voltage Break Down (DC) 击穿电压（直流）

**同样可见：**

第七章-“测试条件”可帮助你选择你想要的测试和测试信号条件。

**以及：**

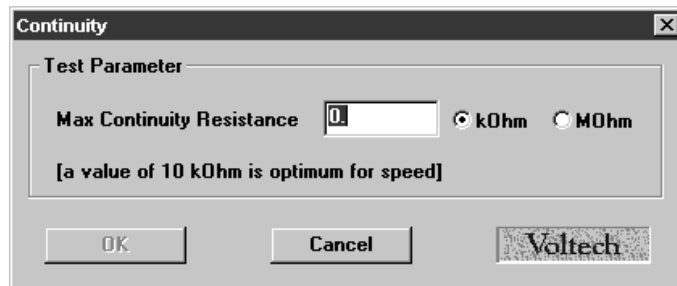
测试仪的测量模式同样可以用来决定一个新产品的标称值。参阅本章的 3.9 部分。

### 3.4.1. CTY – 连续性

连续性测试可作为测试程序的第一个测试项目，可以检测出变压器是否被正确插入到测试治具上。测试检测到每个线圈的电阻都一个小于指定极限值，相同的极限值适用于所有的线圈都有。

CTY 测试可以看成是另外一种形式的 R (Winding Resistance) 测试。CTY 测试的优势是执行速度快。在 R 测试中，每个线圈可单独设定极限值以确保正确。比如使用了正确标准的导线。

在“Available tests”窗口选择了“CTY - Continuity”，会出现下面的窗口：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入电阻的最大极限值

请记住只有一个极限值，且会被所有的线圈采用。

如果变压器的所有线圈的电阻都偏小，选择 10kΩ就可以了，可以最快的速度执行测试。

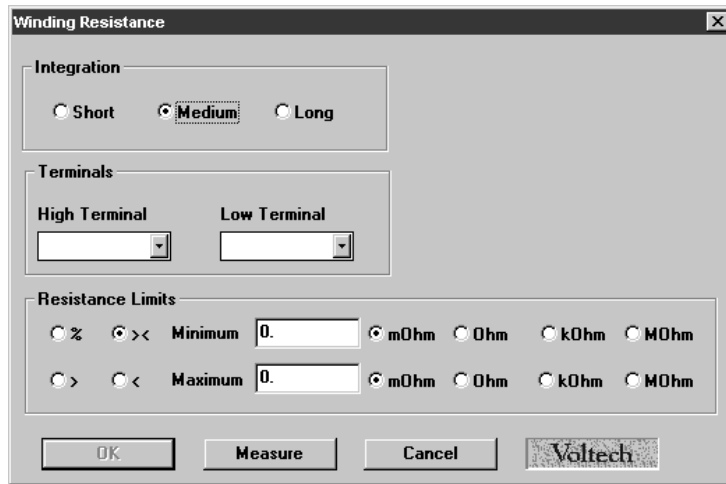
如果有任何一个线圈电阻超过 10kΩ，请选择一个更大的电阻最大值。

2. 点击“OK”，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.2. R - 线圈电阻

AT3600 通过一个直流测试信号，可以检测出所选线圈的电阻是否正确。仪器通过测量线圈的电流和电压，计算出线圈的电阻。

在“Available tests”窗口选择了“R Winding Resistance”，会出现下面的窗口：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 选择（鼠标点击）您需求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

2. 输入要测量电阻的接线端名称

下拉（鼠标点击向下的箭头）可用的接线端列表，点击您需要的接线端名称。

3. 选择（鼠标点击）你需求的极限值形式，并输入相应的数值。

    % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

    >< 输入最小值和最大值

    > 只输入一个最小值

    < 只输入一个最大值

注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮。

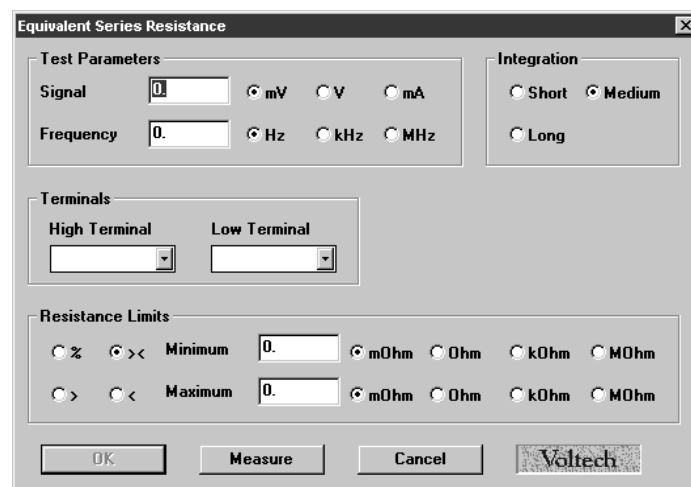
4. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。



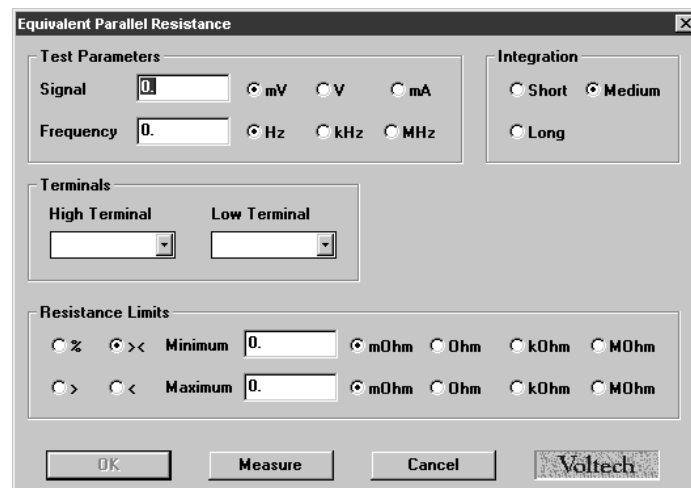
### 3.4.3. RLS OR RLP - 等效串联或并联电阻

可通过复阻抗的测量来获得等效串联或并联电阻。用一个交流电压通过指定的线圈，然后通过谐波分析来测量穿过线圈的电压和电流。用测得的电压除以电流可以得到一个复阻抗，即得到了等效串联或并联电阻。

从“Available Tests”窗口选择“RLS Equivalent Series Resistance”或者“RLP Equivalent Parallel Resistance”测试，会出现下面的对话框：



或者



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需要的信号和频率。

注意：选择“mV”或“V”则为电压信号，而选择“mA”则为电流信号。

（若有疑问，请参考第七章“测试条件”，列举了推荐的建立在线圈电感值基础上的测试条件）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

Signal Frequency	Specified voltage Specified	Specified current Specified	Auto Specified
---------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------

通常情况下，同一个线圈的等效电阻测试可以参照电感测试的方式进行。这两个测试使用相同的测试条件可以加快测试程序的执行速度。

2. 选择（鼠标点击）您需求“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入要测量电阻的接线端名称。通过对话框上的下拉菜单，为测试分别选择“High”和“Low”两个接线端。
4. 选择要求的极限值形式，并输入相应的数值。

    % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

    >< 输入最小值和最大值

    > 只输入一个最小值

    < 只输入一个最大值

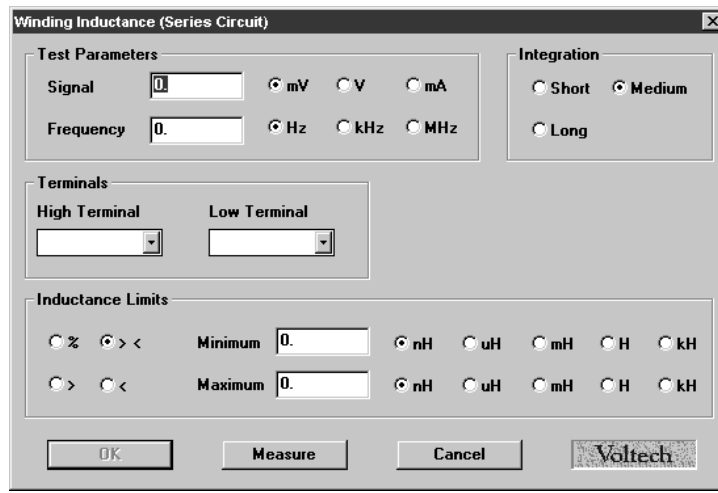
注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮。

5. 选择“OK” “OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

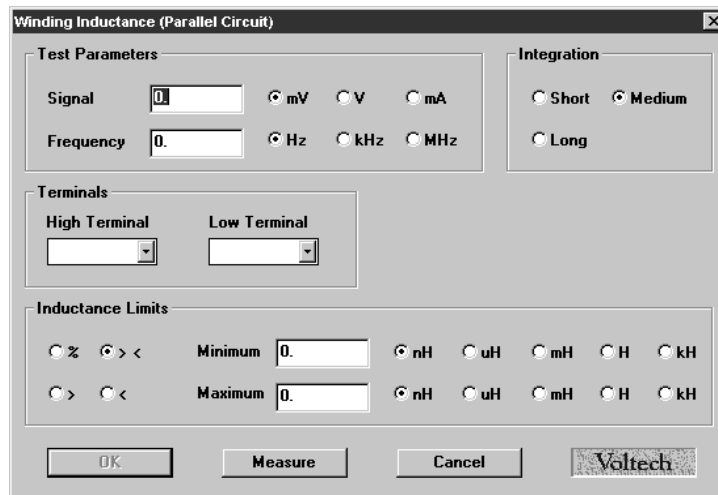
### 3.4.4. LS OR LP – 线圈电感（串联或并联电路）

变压器线圈的电感可利用串并联等效电路模式进行测试。用一个交流电压通过指定的线圈，然后通过谐波分析来测量穿过线圈的电压和电流。用测得的电压除以电流可以得到一个复阻抗，并得到了电感值。

从“Available Tests”窗口选择“RLS Equivalent Series Resistance”或者“RLP Equivalent Parallel Resistance”测试，会出现下面的对话框：



或者



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需的信号和频率。

注意：选择“mV”或“V”则为电压信号，而选择“mA”则为电流信号。

（若有疑问，请参考第七章“测试条件”，列举了推荐的建立在线圈电感值基础上的测试条件）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

<b>Signal</b>	Specified voltage	Specified current	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Specified	Auto

2. 选择（鼠标点击）您需求“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入要测量电阻的接线端名称。通过对话框上的下拉菜单，为测试分别选择“High”和“Low”两个接线端。

4. 选择（鼠标点击）要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

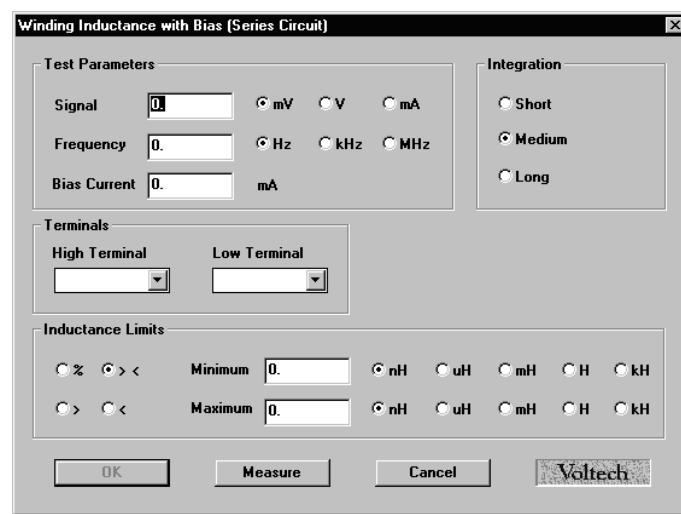
注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

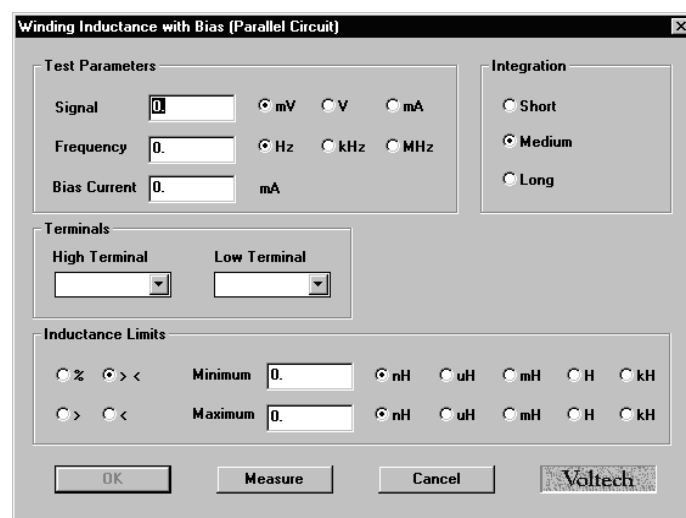
### 3.4.5. LSB OR LPB - 带偏置电流的电感（串联或并联电路）

当有偏置电流流过时，变压器线圈的电感可利用串并联等效电路模式进行测试。首先稳定产生偏置电流（直流）。然后用一交流电压穿过选定的线圈，通过谐波分析来测量穿过线圈的电压和电流。用测得的电压除以电流可以得到一个复阻抗，即得到了电感值。

从“Available Tests”窗口选择“LSB Inductance with Bias (Series Circuit)”或者“LPB Inductance with Bias (Parallel Circuit)”测试，会出现下面的对话框：



或者



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试要求的信号，频率和偏置电流。

注意：选择“mV”或“V”则为电压信号，而选择“mA”则为电流信号。

（若有疑问，请参考第七章“测试条件”，列举了推荐的建立在线圈电感值基础上的测试条件）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

<b>Signal Frequency</b>	Specified voltage Specified	Specified current Specified	Auto Specified	Auto Auto
-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------	--------------

2. 选择（鼠标点击）要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入要测量电阻的接线端名称。通过对话框上的下拉菜单，为测试分别选择“High”和“Low”两个接线端

4. 选择（鼠标点击）要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

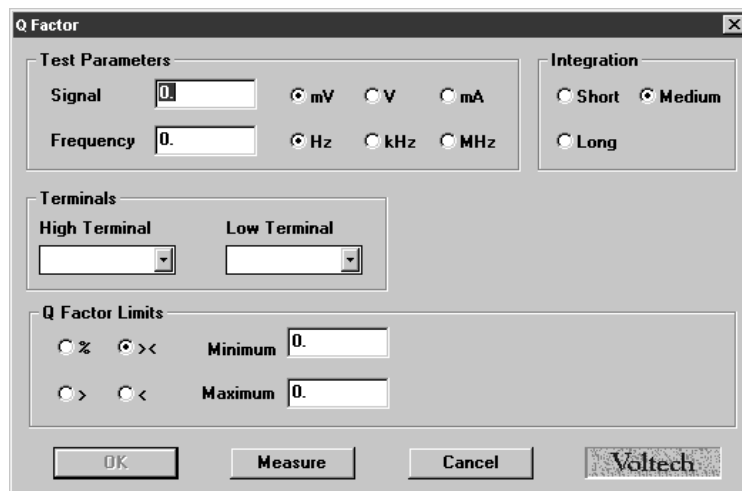
注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.6. QL - 品质因素

为了测试 Q，用一交流电压穿过选定的线圈，然后通过谐波分析来测量穿过线圈的电压和电流，用测得的电压除以电流可以得到一个复阻抗，从而可以计算得到 Q。

从“Available Tests”窗口选择“QL Q Factor”测试，会出现下面的对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

#### 1. 输入测试所需的信号，频率。

注意：选择“mV”或“V”则为电压信号，而选择“mA”则为电流信号。

（若有疑问，请参考第七章“测试条件”，列举了推荐的建立在线圈电感值基础上的测试条件）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

Signal	Specified voltage	Specified current	Auto
Frequency	Specified	Specified	Specified

通常情况下，同一个线圈的 Q factor 测试可以参照电感测试的方式进行。使用相同的测试条件可以加快程序的执行速度。

#### 2. 选择（鼠标点击）要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能

会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入要测量电阻的接线端名称。通过对话框上的下拉菜单，为测试分别选择“High”和“Low”两个接线端。
4. 选择(鼠标点击)要求的极限值形式，并输入相应的数值。
  - % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
  - >< 输入最小值和最大值
  - > 只输入一个最小值
  - < 只输入一个最大值

注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮。

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。



### 3.4.7. D – 耗散因素

为了测试耗散因素，用一交流电压需要穿过选定的线圈，然后通过谐波分析来测量穿过线圈的电压和电流，用测量的电压除以电流可以得到一个复阻抗，从而可以计算得到 D。

选择测试信号：

为了获得最佳的精度和性能，请选择使用电容的测试条件，在本章后面部分将会有详细说明。

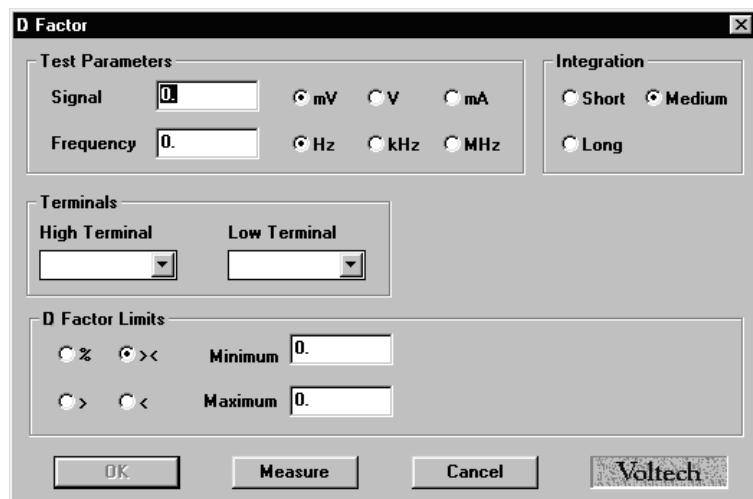
测试条件也可以通过下面的表格，自动由 AT3600 决定：

Signal Frequency	Specified voltage Specified	Specified current Specified	Auto Specified
---------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------

:

一个“指定的”信号是不能和“自动的”频率一起使用的。

使用 PC 测试编辑器进行编程：



选择合适的“integration”时间（通常是“Medium”），然后输入要测量的接线端。

如果你不确定怎么选择测试条件，请使用“measure”按钮（和一个样品一起）。

选择测试极限:

- % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
- >< 输入最小值和最大值
- > 只输入一个最小值
- < 只输入一个最大值

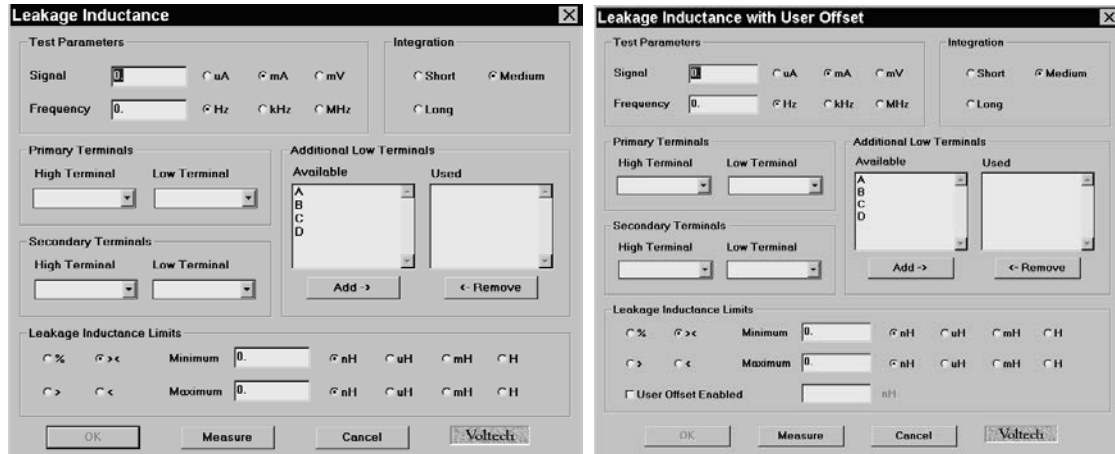
如果你不确定怎么确定标准值, 请使用“measure”按钮(和一个样品一起)。

通常情况下, **D** 是一个测试的最大值。一个典型的薄膜介质电容的耗散因素可能小于 0.01。因为 **D** 是一个两个阻抗的比值, 所以没有单位。

### 3.4.8. LL OR LLO - 漏电感

要测量当一个特殊变压器的漏电感，需要将所有的次级线圈短路，然后测量初级线圈的电感。

从“Available Tests”窗口中选择“LL Leakage Inductance”或“LLO Leakage Inductance with Offset”，会出现以下相应的对话框：



LL (Leakage Inductance)

LLO (Leakage Inductance with Offset)

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入要求测试信号和频率。

注意：选择“uA”或“mA”则为电流信号，而选择“mV”则为电压信号。

（如果你不能确定使用什么样的电压和频率，请参考第七章-“测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

<b>Signal</b>	Specified current	Specified voltage	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Specified	Auto

2. 选择（点击鼠标）要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择初级线圈的高低两个接线端进行通电。通过点击填充栏的向右箭头，你会得到一组可选的接线端。双击你需要的接线端就可以了。
4. 选择次级线圈的高低两个接线端。

在测试中，这些接线端将会被短路。因为只通过测试仪的继电器矩阵实现短路，其效果可能不十分完美，所以需要额外的测量来对这些接线端进行补偿。

5. 选择附加的低接线端。

这些接线头在测试期间也会被短接，但他们不会被用于补偿测量。

如果只有一个次级线圈被短路了，那就没有附加的低接线端了。如果有多个线圈被短路了，那么次级线圈接线端就选匝数最多线圈的接线端，其余线圈的接线端都作为附加的低接线端使用。

6. 选择(点击鼠标)要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮。

7. 如果需要选择“User Offset”（只有 LLO 测试需要），请输入一个数值。这个值会与测量值相加再到返回为测试的结果。

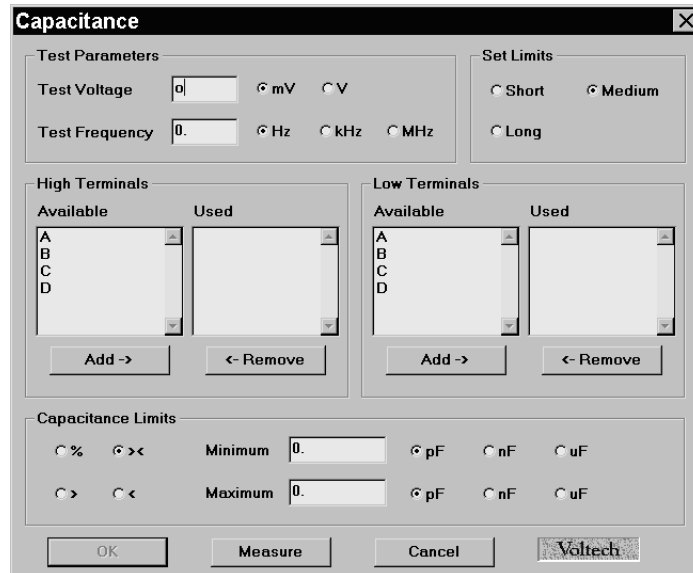
通常“User Offset”是不要求的。不过对测量比较小的漏电感（ $<1\mu\text{H}$ ）来讲，如果有很多附加的低接线端，测试治具补偿有可能不能完全去除所有的误差。LLO 测试提供了这个额外的功能。

8. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.9. C - 线圈间电容

AT3600 可以测试存在于线圈、屏蔽层和磁芯之间的电容。

从“Available Tests”中选择“C Interwinding Capacitance”，会给出下面的对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需的电压和频率。

（请参考第七章-“测试条件”，其中列举了推荐的测试条件中电容的不同数值。）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

<b>Voltage</b>	Specified	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Auto

2. 选择（点击鼠标）要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入高低接线端的名称。

从“Available”列表选择一个接线端，然后点击“Add >”按钮把它传到“Used”列表中。

4. 选择（鼠标点击）要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

注意：可参照 3.9 部分描述的那样使用“Measure”按钮。

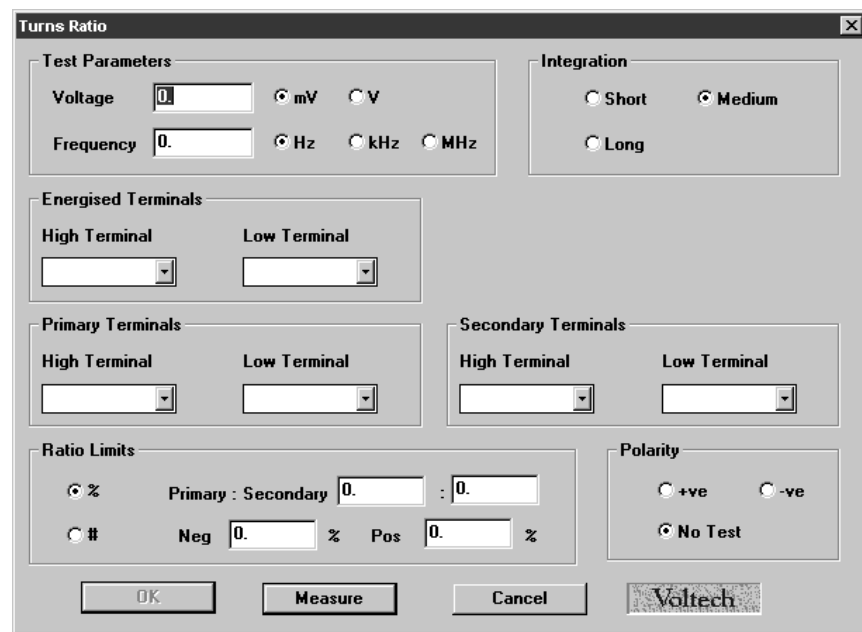
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.10. TR - 匝数比

你可以通过 AT3600 测试仪来测量任意线圈之间的匝数比。

为了测量匝数比，需要对其中一个线圈需要加载测试电压，我们称为此线圈通电线圈（Energised Terminals），然后使用谐波分析来同时测量两个线圈（一个可能是通电线圈）的电压，用测得两个的电压相除，得到比值。这个比值就是匝数比了。

从“available tests”窗口选择“TR Turns Ratio”，会出现下面的对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试需要的电压和电流（参考第七章-“测试条件”）。

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

<b>Voltage</b>	Specified	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Auto

2. 选择（鼠标点击）要求的“Integration”时间

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择通电线圈 (Energised Terminals) 的高低接线端进行充电。通过点击填充栏的向右箭头, 你会得到一组可选的接线端。双击你要的接线端就可以了。

通常选择匝数最多的线圈为通电线圈。有一个例外是有三个独立的线圈, 你希望其中两个线圈的匝数比为 1:1, 在这种情况下会让第三个线圈作为通电线圈, 即使它的匝数很少。

4. 同样地, 选择初级线圈和次级线圈的高低接线端。

在有两个线圈的变压器中, 选择匝数最大的那个线圈为初级线圈和通电线圈。

5. 选择 (鼠标点击) 比率 (%) 或匝数 (#) 的极限类型。

输入要求的极限值:

比率 (%)

输入一个标准比率值, 且带有正负百分比极限。

匝数 (#)

在匝数模式中, 你可以设置初次级线圈的上下限。接着测试仪会设置数比的极限, 并等于这两个误差之和匝, 譬如:

初级线圈    100 匝     $\pm 2$  匝

次级线圈    100 匝     $\pm 2$  匝

然后测试仪会按如下设置比率的极限:

上限 =  $104/100$       下限 =  $96/100$ .

如果你希望只设置一个线圈的极限, 你必须设定另一个线圈的极限为 0 。

同样要注意的是在这里也可以使用 “Measure” 按钮。

6. 如果需要, 可选择检测极性 (Polarity), 测试仪会检测的变压器匝数的极性。否则, 请选择 “No Test” 停用这个测试。
7. 选择 “OK” 后, 测试的规范会在 “Program” 窗口中显示。



## 选择测试极限类型

可按如下输入极限值：

### 1. 一个标准值+ 一个百分比的允许误差(%)

输入一个标准比例值，同时输入正负比例的极限值。

### 2. 绝对匝数 (#)

当极限被设为+/-绝对匝数，测试仪会把这些极限转换到%的形式，如下：

$$= \text{+/-} \left( \frac{\text{初级线圈极限}}{\text{初级线圈匝数}} + \frac{\text{次级线圈极限}}{\text{次级线圈匝数}} \right) \times 100\%$$

(一旦输入了绝对匝数“#”，通过点击编辑器对话框的“%”型极限，可以得到转换之后的准确值。)

举例来讲，典型的开关电源的变压器的匝数比就是 **200:10**。

通常情况下，此前测量电感可以确认初级线圈的匝数与磁芯是正确的。设定初级和次级线圈的绝对极限值为 **0** 会导致下面的情况：

标准比率: 200/10	=20
比率 + 1 sec turn	=18.18
比率 -1 sec turn	= 22.22

测试仪计算的极限 =  $(0/200 + 1/10) \times 100\% = \text{+/-} 10\%$

测试仪使用的等效比率极限：

上限= 22. 下限 = 18

这等于实际的比例，而在次级线圈有一匝误差。

简而言之，在任何电压匝数比测试中获得的电压并不完全与理论值  $N_p / N_s$  的计算结果相等。这是因为线圈的位置是与铁心相对的。

## 一般规则

当设定的匝数比率极限是以绝对值形式出现的时候，使用 **0.5** 匝的极限值且远远小于你想要检测的匝数。在这种情况下，设定主圈极限为 **0**，副圈极限为 **0.5**。这会导致产生等效极限值 **19** 和 **21**。这非常有利于检测 **1** 匝或更多匝数误差。

### 如果设定初级和次级线圈都是绝对极限值,那会发生什么情况呢?

如果你想要检测初级和次级线圈间 10 匝到 1 匝的误差,那么在上面的例子中可以设置为 91/2 (初级) and 1/2 (次级)。测试仪使用的等效比率极限值是: 21.95 和 18.05。扩大的极限允许初级与次级线圈存在 10 匝到 1 匝时的误差存在。

也就是允许 190:11 (17.27) 和 210:9 (23.33)

注意: 这些极限测试不会检测到次级线圈的 1 匝误差,这是因为你已经选择的极限允许在初级和次级线圈都可以存在误差,从而导致在绝对比率时存在更大允许误差。

### 怎样设置极限可以检测到初级线圈或者次级线圈的 1 匝误差?

首先要设置极限可以检测最小的可能误差。在匝数最大的线圈中,最小的误差数一般都是 1 匝。

在上面的例子中,设置绝对极限值为 0.5 匝(初级)和 0 匝(次级)。(记住是使用  $n-1/2$  的规则)

测试仪中使用的等效极限为:

20.05 和 19.95。

很明显这将在主线圈中检测到一个 1 匝误差,但因为存在物理性的误差,所以这些极限有可能会对一个普通正常的产品造成很大影响。这也是为什么要使用整合了电感和匝数比的测试,以此可以保证变压器组装正确。

极性测试可以选择为“(+)ve, (-)ve ”或者没有测试。要测量准确 互绕相位叫可以使用 PHAS 测试。

如果你不能肯定标准值,那你可以使用 PC 编辑器的 “measure” 按钮 (与一个样品一起)。

### 3.4.11. TRL - 匝数比（由电感）

TRL 测试是通过比较一对线圈之间的电感得到的。这与 TR 测试不一样。TR 测试是比较通电线圈的电压和次级线圈的感应电压。如果初级和次级线圈之间的耦合比较差，选择 TRL 测试比较好。

依次给每个线圈交替施加交流电压。在测量变压器上的交流电流和电压之后，可以计算出一个数阻抗，接着就可以计算出电感。初级线圈电感的均方根与次级线圈电感的均方根相除所得的结果便是匝数比（由电感）。

从“available tests”窗口选择“TRL Turns Ratio (from inductance)”，会出现下面的对话框：

1. 输入测试要求的电压和频率（参考第七章—“测试条件”）

同样，在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

<b>Voltage</b>	Specified	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Auto

2. 选择（点击鼠标）需求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择初级线圈和次级线圈的高、低接线端。（点击向下的箭头，将提供一个可供选择的接线端。单击你所需的接线端。）
4. 选择（点击鼠标）比率（%）或匝数（#）极限类型：

输入所需的极限值：

比率 (%)

输入一个标准比率值，且带有正负百分比极限。

匝数 (#)

在匝数模式中，你可以设置初级和次级线圈的上下限。接着测试仪会设置数比的极限，并等于这两个误差之和匝，譬如：

初级线圈    100 匝     $\pm 2$  匝

次级线圈    100 匝     $\pm 2$  匝

然后测试仪会按如下设置比率的极限：

上限= 104/100      下限 = 96/100.

如果你希望只设置一个线圈的极限，你必须设定另一个线圈的极限为 0 。

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

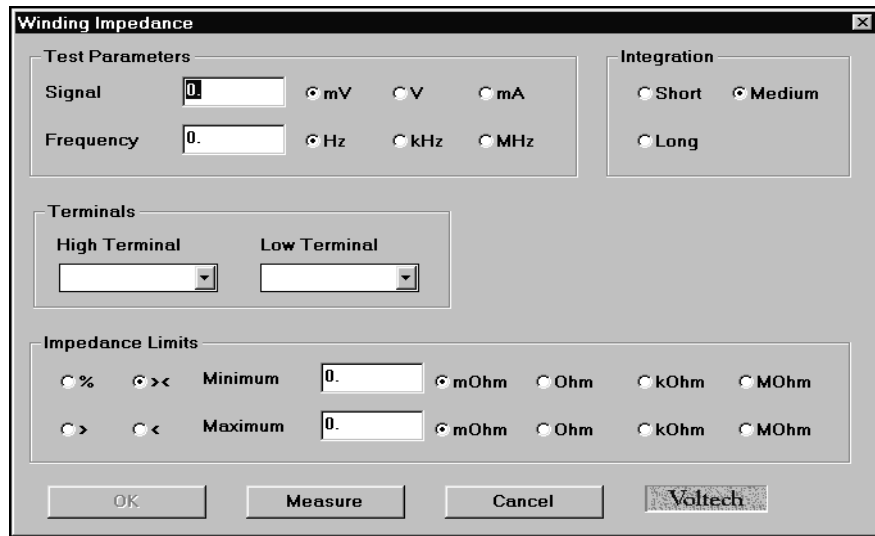
5. 如果需要，可选择检测极性 (Polarity)，测试仪会检测的变压器匝数的极性。否则，请选择“**No Test**”停用这个测试。
6. 选择“**OK**”后，测试的规范会在“**Program**”窗口中显示。

### 3.4.12. Z, ZB – 阻抗/带偏置电流的阻抗

线圈阻抗测试利用选定的电压（或电流）以及频率条件来测量线圈的阻抗。在测试中，交流电压会通过线圈，而通过测量电压和电流可以确定复阻抗。阻抗的幅度就是结果 Z。

这种测试一般应用于音频和通信变压器，可以检测变压器的输入输出阻抗。

在“available tests”中选择“Z Winding Impedance”，会出现下面的对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号的电压（或电流）值，以及测试频率。（若有疑问，请参考第七章“测试条件”。）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入接线端名称。参考接线端选择部分。

4. 设置阻抗极限类型

+/- 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

5. 对于带偏置电流的阻抗测试，你也需要选择一个直流偏置电流。
6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.13. L2 - 电感匹配

电感匹配测试可以计算两线圈之间的电感比率。通过测量复阻抗，来计算每个线圈的等效串联电感。

这种测试可应用于开关电源变压器，音频和通信变压器。它检查线圈是否配对。

从“available tests”选择“L2 Inductance Match”，会出现下面的对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试 X 和 Y 线圈测试信号所需求的电压（或电流）、频率。  
（若有疑问，请参考第七章 — “测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

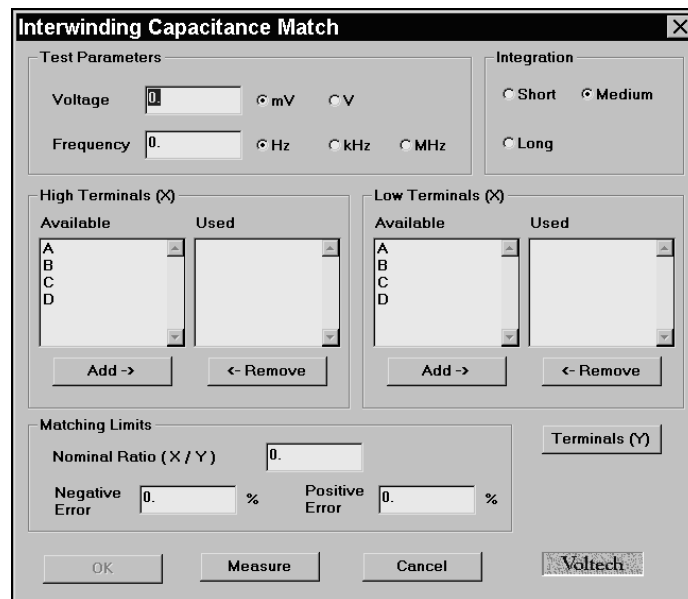
3. 输入需要测量电感的 X 线圈的接线端名称。
4. 输入需要测量电感的 Y 线圈的接线端名称。
5. 选择电感比率极限。
6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.14. C2 – 电容匹配

线圈间电容匹配测试可以计算两组线圈之间电容比率。在两个独立的线圈施加一个指定的交流电压，且通过测量线圈的电流和电压，可以得到一个复阻抗。这两组线圈的测量是依次进行的。

这种测试可应用于开关电源变压器，音频和通信变压器。它可以检测出线圈是否被安装在了骨架的正确位置。

从“available tests”选择“C2 Interwinding Capacitance Match”，会出现下面的对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需的电压和频率。  
(请参考第七章 – “测试条件”)
2. 选择要求的“Integration”时间。  
默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数(对于比较严格的极限值)，而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。
3. 选择需要测量电感的 X 线圈的高低接线端。
4. 选择“Terminals [Y]”，会出现新的对话框提示你设置第二线圈。
5. 设置极限值。
6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。



### 3.4.15. GBAL – 通用纵向平衡

通用纵向平衡测试的目的是测量连接到平衡线上的变压器的共模抑制比（CMRR）。通过两组测量施加在变压器上的电压和测量所得的电压来计算 CMRR。为了解决测量 CMRR 的三种标准测量方法的差异，GBAL 对话框有独立的两次测量 X 终端和 Y 终端。Voltech 推荐使用专用 LBAL 测试方法来进行这个测试。

这种测试可应用于音频和通信变压器，可以检测变压器的有效共模抑制比。

从“available tests”中选择“GBAL General Longitudinal Balance”，会出现下面的对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号的电压和频率参数。  
(请参考第七章—“测试条件”)

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入 X 测量的“energised”和“measured”接线端
4. 输入 Y 测量的“energised”和“measured”接线端

5. 如果需要选择“Optional 2nd Energised Hi”，就允许在“energised”高节点添加一个接线端连接。
6. 设置(X/Y)极限。
  - +/- 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
  - >< 输入最小值和最大值
  - > 只输入一个最小值
  - < 只输入一个最大值
7. 因为测试治具上的器件有可能改变测量读数，所以“Compensate for Test Fixture Scaling”可让测试对读数进行考虑。
8. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.16. LBAL – 纵向平衡

纵向平衡测试是 Voltech 推荐的测量 CMRR 的方式。通过两次对变压器上的电压和测量所得的电压测量来计算 CMRR。

这种测试可应用于音频和通信变压器，可以检测变压器的有效共模抑制比。

从“available tests”选择“LBAL Longitudinal Balance”，出现下面的对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号所需的电压和频率参数。

（请参考第七章—“测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入 Input 的“High Terminal”，“Low Terminal”和“Common Terminal”的名称。
4. 输入 Output 的“High Terminal”和“Low Terminal”的名称。
5. 设置纵向平衡极限。

+/- 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

- >< 输入最小值和最大值
  - > 只输入一个最小值
6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.17. ILOS – 插入损耗

插入损耗测试测量的是变压器传送到负载上的输出功率，与理论上的最大功率关系。在输入线圈施加一定的电压，且通过测量输入/输出电压可以测量损耗。这种测试可应用于音频和电信变压器，也可以检查变压器的实际损耗。

从“available tests”中选择“ILOS Insertion Loss”，会出现下面的对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

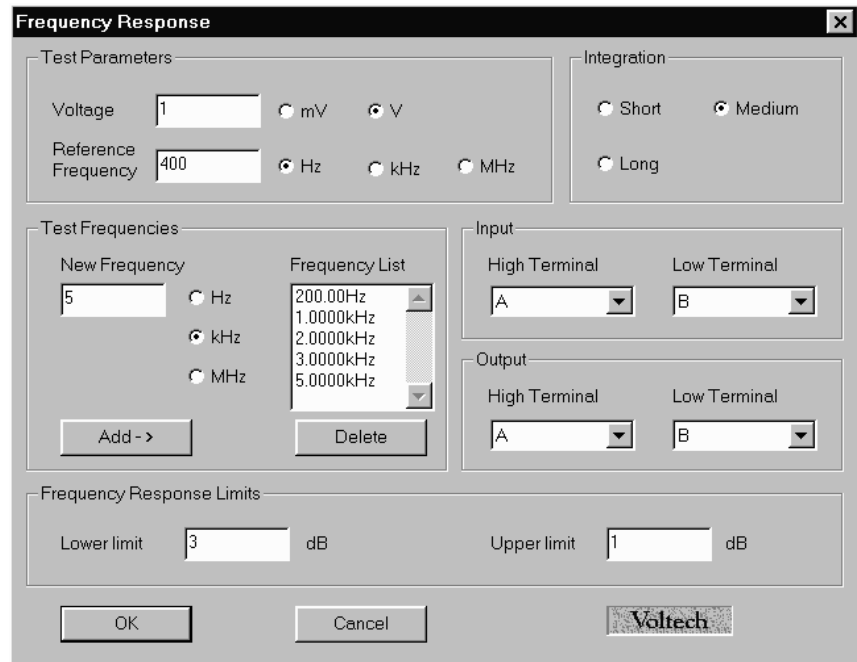
7. 输入测试信号所需的电压和频率参数。  
(请参考第七章—“测试条件”)  
同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。
8. 选择要求的“Integration”时间。  
默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数(对于比较严格的极限值)，而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。
9. 输入 Input 的“High Terminal”，“Low Terminal”的名称和源电阻值。
10. 输入 Output 的“High Terminal”，“Low Terminal”的名称和负载电阻值。
11. 设置插入损耗极限。
  - +/- 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
  - >< 输入最小值和最大值
  - > 只输入一个最小值
12. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.18. RESP – 频率响应

频率响应测试是用来检测变压器在一个指定频率范围内，功率损耗小于规定的极限范围。这种测试可应用于通信或音频变压器。

RESP 测试包括了许多插入损耗（ILOS）测试，且可在不同的频率反复测试。

从“available tests”中选择“RESP Frequency Response”，会出现下面的对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入基准测试信号的电压和频率参数。  
(请参考第七章 – “测试条件”)

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数(对于比较严格的极限值)，而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入 Input 的“High Terminal”和“Low Terminal”的名称。
4. 输入 Output 的“High Terminal”和“Low Terminal”的名称。
5. 通过“Add”添加要求的测试频率。参考第七章。
6. 设置频率响应极限。参考极限设置部分。
7. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.19. RLOS – 回波损耗

回波损耗测试可以测量变压器和有特定阻抗值的传输线之间的失配阻抗。通过测量得到的复阻抗和既定的阻抗值可以计算出回波损耗。

这种测试可应用于音频和通信变压器，也可以检测出变压器的实际输入阻抗。

从“available tests”中选择“RLOS Return Loss”，会出现以下对话框：

The screenshot shows a dialog box titled "Return Loss" with the following sections:

- Test Parameters:**
  - Voltage: 0. [ ] mV  V
  - Frequency: 0. [ ] Hz  kHz  MHz
- Integration:**
  - Short  Medium  Long
- Terminals:**
  - High Terminal: [ ]
  - Low Terminal: [ ]
- Reference Impedance:**
  - Real: 0. [ ] Ohms
  - Imaginary: 0. [ ] Ohms
- Return Loss Limits:**
  - +/-  >< Minimum: 0. [ ] dB
  - >  < Maximum: 0. [ ] dB

Buttons at the bottom: OK, Measure, Cancel, and a Volttech logo.

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号所需的电压和频率参数。

（请参考第七章—“测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入 Input 的“High Terminal”，“Low Terminal”的名称和源电阻值。

4. 设置回波损耗极限

+/- 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

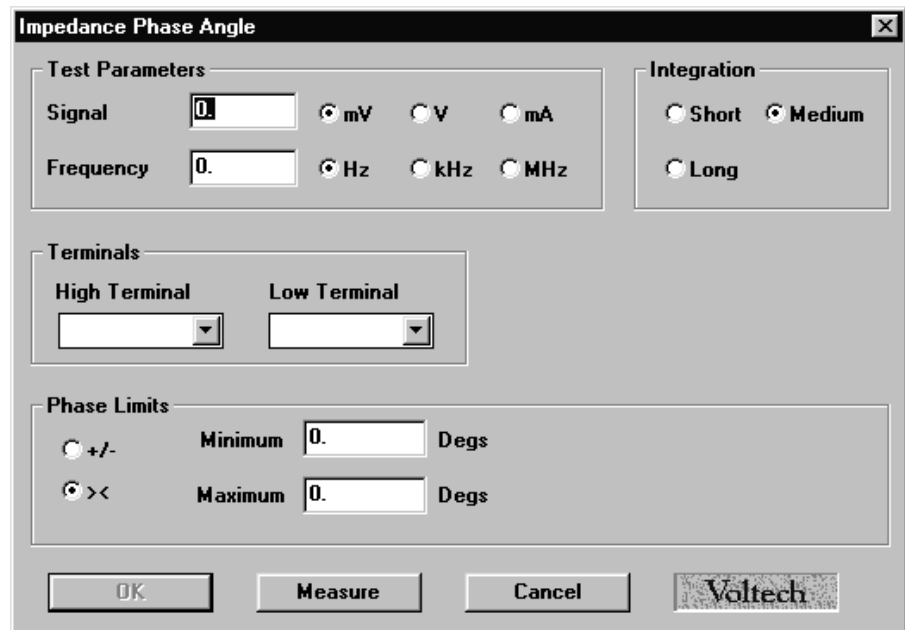
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.20. ANGL – 阻抗相角

基于指定的电压（或电流）以及频率条件，阻抗相角测试可以测量被选定的线圈的阻抗，然后报告等效阻抗相位。在线圈上施加了交流电压，且通过测量线圈上的电压和电流可以得到复阻抗。ANGL 就是复阻抗的相角，即电压与电流的相角。

这种测试通常应用于音频和通信变压器，与 Z（阻抗）测试一起可以检查变压器的输入输出阻抗。

从“available tests”中选择“ANGL Impedance Phase Angle”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号的电压（或电流）值和测试要求的频率。  
(请参考第七章—“测试条件”)

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

注意：当你在 ANGL 测试中使用“Measure”时一定要确定频率。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入接线端名称。参考接线端选择部分。
4. 输入相位角的极限。



对于相位测试来说，AT 返回的转换结果要求有最小极限。如果极限大于零 ( $>0$ )，那么返回的结果应在  $0^{\circ}$  到  $360^{\circ}$  之间。如果最小极限  $>-180^{\circ}$ ，那么返回的结果应在  $-180^{\circ}$  到  $180^{\circ}$  之间，否则返回的结果会在  $-360^{\circ}$  到  $0^{\circ}$  之间。这是为了保证结果的连续性和极限设置的简易性，不管检查哪里相位图。

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.21. PHAS – 线圈间相位测试

顾名思义，线圈间相位测试可以测试两线圈之间的相位。测试电压施加在一个线圈，且电压穿过其他两个线圈（其中有一个可能是驱动线圈）。通过计算初级和次级线圈测量电压之间的相位差可以得到线圈间相位。

除了工频变压器不常用外，这种测试广泛用于其他大多数类型的变压器。它可以检测线圈之间的相位是否正确。当配置了一条传输线时，线圈间相位测试是检定音频和电信变压器影响的最有效的方法。

从“available tests”中选择“PHAS Interwinding Phase”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号所需要的电压和频率。

（请参考第七章－“测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入通电线圈的接线端名称。输入进行 PHAS 测试的初级和次级线圈的接线端名称。

注意：其中任意一个线圈都可作为通电线圈。

4. 设置相位极限。

对于相位测试来说，AT 返回的转换结果要求有最小极限。如果极限大于零 ( $>0$ )，那么返回的结果应在  $0^{\circ}$  到  $360^{\circ}$  之间。如果最小极限  $>-180^{\circ}$ ，那么返回的结果应在  $-180^{\circ}$  到  $180^{\circ}$  之间，否则返回的结果会在  $-360^{\circ}$  到  $0^{\circ}$  之间。这是为了保证结果的连续性和极限设置的简易性，不管检查哪里相位图。

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.22. TRIM - 平衡调整

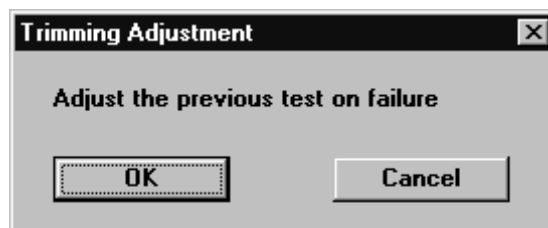
这项测试允许操作员在测试中就测试程序要设定好测试项目，对变压器进行实时的调整。

如果有需要对变压器的参数进行调整的测试项目，请在此测试项目后插入 TRIM 测试。如果此项目之前的测试结果为“PASS”，TRIM 测试将不进行工作，而测试程序会继续执行。如果此项目之前的结果是“FAIL”的，TRIM 测试就会工作并打开之前测试项目的 Measure 模式。这时操作员可以根据需要对变压器进行相应的调整。调整之后，需要重新运行程序项目，直到出现测试结果为“PASS”。

在一个测试程序中，只有以下的测试项目才可以进行 Trim 测试，如：

R, LS, LP, QL, RLS, RLP, LL, C, LSB, LPB

从“available tests”中选择“TRIM - Trimming Adjustment”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

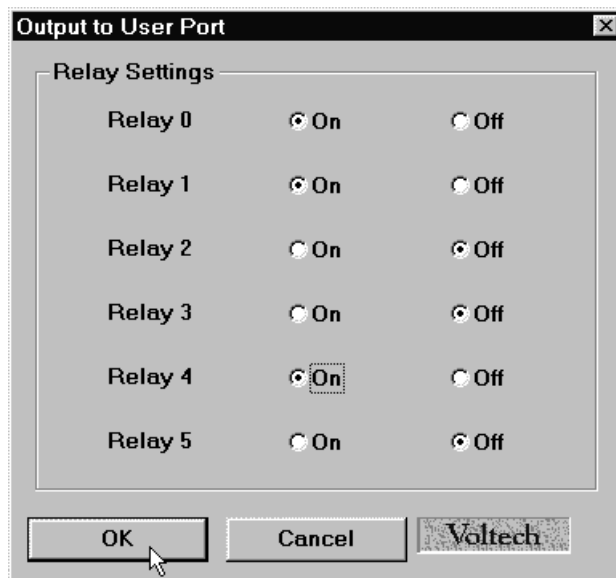
### 3.4.23. OUT – 输出到用户端

AT3600 的“User Port”口配有六个“Relay Driver”输出。OUT 测试允许对“User Port”的“Relay Driver”进行编程输出，作为测试程序的一部分执行额外的继电器切换。

例如：有两个独立的初级线圈的变压器。OUT 测试可以让两个初级线圈串联，从而获得两倍的工作电压。

又例如：让安装在测试治具上的额外电阻进行切换，可使变压器的测试程序获得一个有负载的次级线圈。

每个“Relay Driver（继电器驱动）”输出都可以设置成“on”或“off”（开或关）。如下所示：



一旦设定完成，点“OK”即可。

注意：

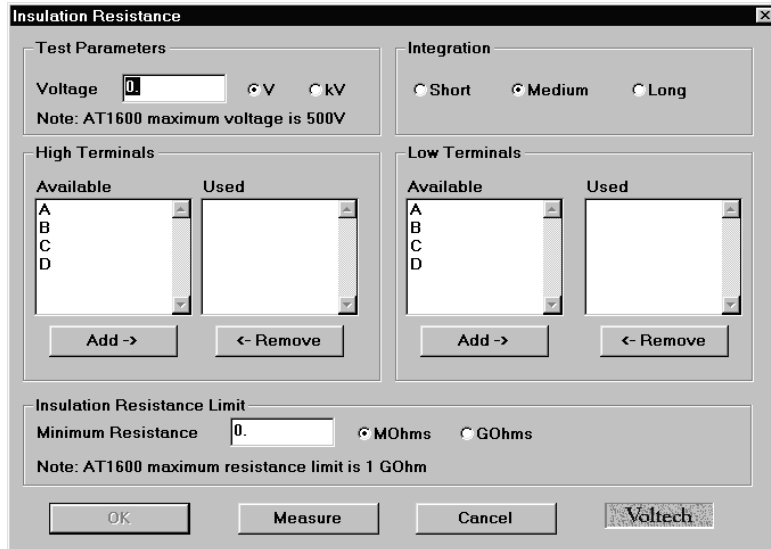
只有当测试仪碰到 OUT 测试的时候，才会对继电器驱动进行设置。所有的设置会一直保留，碰到另一个 OUT 测试。因此如果只是测试程序的一个部分要求设置，那就需要使用 OUT 测试，第一个打开相应的继电器驱动，第二个则把他们关掉。

详细内容请参阅继电器驱动的配置规格。

### 3.4.24. IR - 绝缘电阻

IR 测试可以测量任意多个线圈之间的绝缘电阻。用直流电压施加在两组线圈上，每个线圈都是被短路的。用测量得到的电压除以电流可以得到绝缘电阻。

从“available tests”中选择“IR - Insulation Resistance”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试电压

注意：“Measure”按钮不能被用来决定要求的测试电压。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数(对于比较严格的极限值)，而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 输入 High Terminals 和 Low Terminals 的名称

从“Available”列表中选择一個接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。

(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)

4. 在“Minimum Resistance”中输入绝缘电阻的最小值。

注意：通过测试电压与电阻最小值得到的测试电流必须要小于 1 mA。

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮。

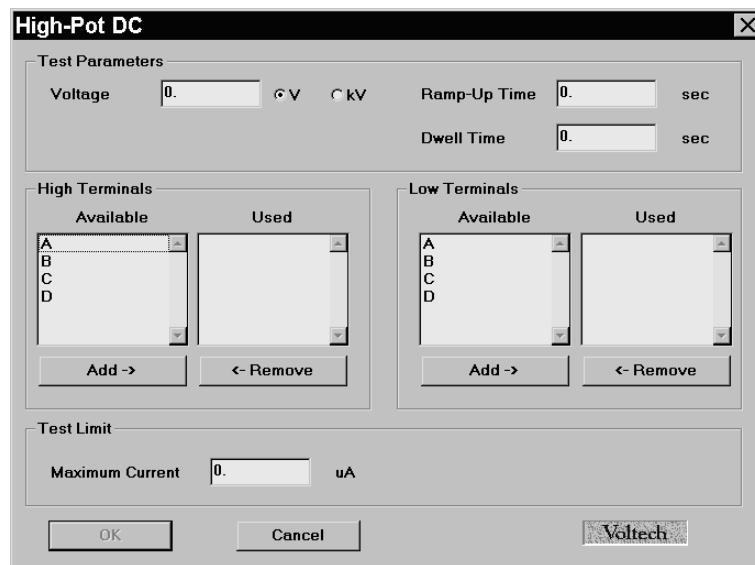
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.25. HPDC - 直流耐压（超高压）

直流耐压（超高压）测试是用来检测线圈之间、线圈与铁心之间以及屏蔽层之间的安全隔离情况。

在测试中，在两组线圈上施加直流电压，且每组线圈都一起被短路了。在电压的停延阶段测量电压和电流；如果测试电压不能维持，或者电流太大，就会记录为失败。

从“available tests”中选择“HPDC High-Pot dc”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试电压，缓升（ramp-up）时间和停延（dwell）时间。
2. 输入 High Terminals 和 Low Terminals 的名称。

从“Available”列表中选择一个接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。

(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)

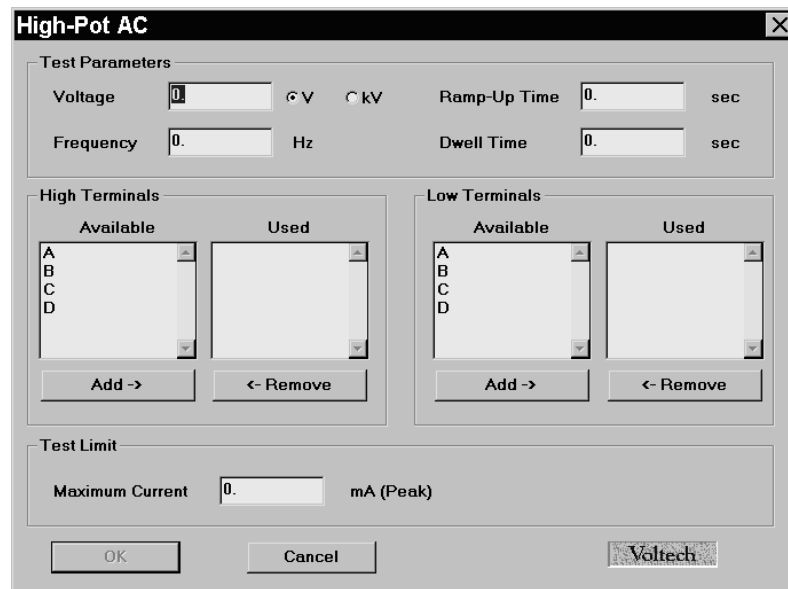
3. 在“maximum current”中输入允许的最大电流限值。
4. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.26. HPAC - 交流耐压（超高压）

交流耐压（超高压）测试是用来检测线圈之间、线圈与铁心之间以及屏蔽层之间的安全隔离情况。

在测试中，在两组线圈上施加交流电压，且每组线圈都一起被短路了。在电压的停延阶段测量电压和电流；如果测试电压不能维持，或者电流太大，就会记录为失败。

从“available tests”中选择“HPAC High-Pot ac”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

5. 输入测试电压，频率，缓升（ramp-up）时间和停延（dwell）时间。
6. 输入 High Terminals 和 Low Terminals 的名称。  
从“Available”列表中选择一个接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。  
(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)
7. 在“maximum current”中输入允许的最大电流限值。  
注意：电流是峰值，不是均方根值。
8. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。



### 3.4.27. SURG - 浪涌测试

## 警告

任何情况下，浪涌将逐步的输入到变压器的线圈，输出电压可以超过 7 K V

这项测试是通过大量的高电压脉冲（浪涌）来检测选定的线圈有无匝间短路。

每个脉冲都会产生一个瞬变的正弦波形，最后都会衰减为零。

在测试期间，测试仪测量瞬变波形下面的面积（在 Volt – seconds 之间）。在有问题的线圈中衰减会特别短，且测量的面积也会非常小。

从“available tests”中选择“SURG Stress Test - Surge”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入想要的测试电压
2. 输入一个标准线圈电感值或者选择 AUTO 模式。

当输入一个固定的电感值时，AT3600 会用它去估计频率和瞬变波形的持续时间，从而确定数字波形的采样率。

在 AUTO 模式下，测试了第一个样品之后，测试仪自动确定一个理想的采样率和周期。在测试新程序的时候，推荐使用 AUTO 模式。如果你把一个已经存在的测试程序从固定的峰值测试模式转换到 AUTO 模式，请注意在某些条件下测量结果会发生改变的。

注意：也可以在样品测量中使用“Measure”输入电感值。

### 3. 输入脉冲数。

如果只有一个脉冲，那么测试会较快执行完，但是会降低检测出问题可能性，尤其是匝间绝缘已坏但很小还不能引起完全短路的时候。多点脉冲也许可以更好的检测出绝缘的损坏情况。

### 4. 输入高低接线端名称。

### 5. 选择要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

理论上是很难预测面积的最小值和最大值的。

一个实用的方法是使用“Measure”按钮(参考本章 3.9 部分)：

测量一个已知是好的变压器的面积，记为  $A_G$ 。

在铁心上额外缠绕一匝线，两端短接，然后重新测量面积，记为  $A_F$ 。

如下设置极限：

最大面积 =  $3A_G / 2$

最小面积 =  $(A_G + A_F) / 2$

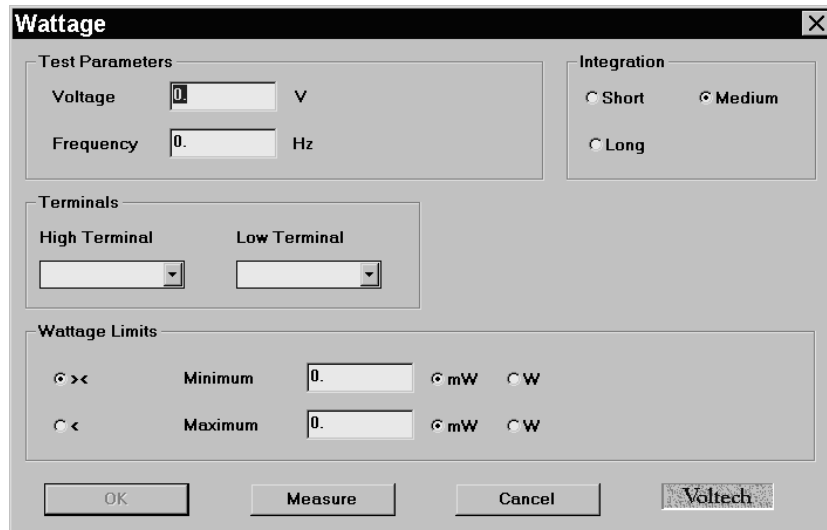
记住只能从一个变压器选择这些极限，而且在进行多次测试之后也许需要修正。

### 6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.28 WATT – 功率

功率测试是测量在没有负载的情况下，变压器的通电线圈的功率。通常情况下，对线圈施加设定的交流电压，然后测量其功率。在测试中，所有其他线圈要保持在开路状态。

从“available tests”中选择“WATT”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需的电压和频率
2. 选择高低接线端。  
在下拉列表中，用鼠标选择所需的接线端。
3. 在“Wattage”的“maximum”项输入最大功率值。
4. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

注意：“measure”按钮可用来“自动确定”瓦特数测试参数。

### 3.4.29. WATX – 功率（扩展源）

功率（扩展源）测试是测量通电线圈的功率，比如初级线圈。同时要保持其他线圈处于开路状态。用普通方式的来配置测试信号就可以测得通电变压器所需的功率。这需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的全部内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

使用 AT3600 内部发生器可以提供最大功率为 40W/270V 的电压信号。

从“available tests”中选择“WATX Wattage (External Source)”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入所需测试信号的电压和频率参数。
2. 选择要求的“Integration”时间。
3. 输入接线终端名称。
4. 输入功率的极限。可以使用“><”或者“<”。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

注意：“Measure”按钮可以用来确定一些典型的测试结果。

### 3.4.30. STRW – 压迫功率

压迫功率测试是检测在变压器的通电线圈的绝缘击穿情况。通常是初级线圈，且其他的线圈需要保持开路。这项测试要求两倍于平时的工作电压，而且要不间断地测量功率来确定测量期间的任何变化所引起的击穿情况。

这项测试适用于具有超小型工频和大型工频和一些 HF（高频）变压器。可以检测出匝间绝缘，磁性材料以及连接。

从“available tests”中选择“STRW Stress wattage”，会出现以下对话框：

The screenshot shows a dialog box titled "Stress Wattage". It is divided into three main sections:

- Test Parameters:** Contains three input fields. "Voltage" is set to 0 with a unit of V. "Frequency" is set to 0. with a unit of Hz. "Dwell Time" is set to 0. with a unit of sec.
- Terminals:** Contains two dropdown menus labeled "High Terminal" and "Low Terminal".
- Test Limit:** Contains one input field for "Maximum Power" set to 0. with a unit of W.

At the bottom of the dialog, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Voltech".

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试信号的电压和频率参数。  
(任何疑问，请参阅第七章的“测试条件”部分)
2. 选择你需要的停延“Dwell”时间。
3. 输入高低接线端名称。
4. 设置最大功率极限。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.31. STRX - 压迫功率（扩展源）

压迫功率（扩展源）测试可以检测在变压器的通电线圈的绝缘击穿情况。通常是初级线圈，且其他的线圈需要保持开路。这项测试采用了一个扩展交流源（通常是平时的工作电压和频率的两倍），测量了功率。

这需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的详细内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

从“available tests”中选择“STRX Stress Wattage (External Source)”，会出现以下对话框：

The screenshot shows a dialog box titled "Stress Wattage (External Source)". It contains the following fields and controls:

- Test Parameters:**
  - Voltage: 460 V
  - Dwell Time: 1 sec
  - Frequency: 100 Hz (selected), kHz
- Terminals:**
  - High Terminal: PRIHI
  - Low Terminal: PRILO
- Test Limit:**
  - Maximum Power: 85 W

Buttons at the bottom: OK, Cancel, and Voltech.

可按下面的步骤对测试进行编程：

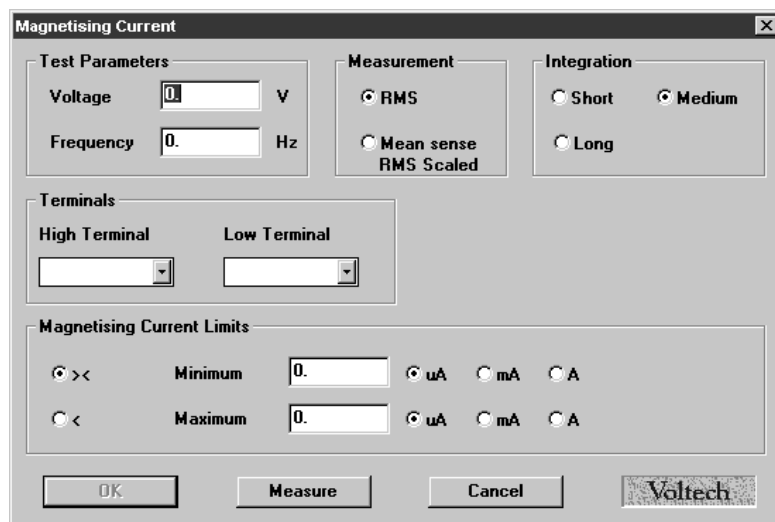
1. 输入测试信号的电压和频率参数。
2. 输入测试信号的停延“Dwell”时间。
3. 输入通电线圈的接线端名称。
4. 输入功率的极限。可以使用“><”或者“<”。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.32. MAGI - 磁化电流

磁化电流测试是在所选的线圈上使用一个交流测试电压，并测量产生的电流，就是磁化电流。

你可以通过编程使用一个均方根值(rms)或者平均值(mean-sense)的测量方式获得一个电流值。通常情况下选用 rms 测量方式，而当使用低成本的万用表时可以使用 mean-sense 测量方式。

从“available tests”中选择“MAGI Magnetizing Current”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试电压和频率（参考第七章的“测试条件”）  
注意：使用“Measure”并不能得到要求的测试参数。
2. 选择测量方式：RMS 或 Mean sense。（若有疑问，请参阅第七章）
3. 选择要求的“Integration”时间  
默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。
4. 输入高低接线端名称。
5. 选择要求的极限值形式，并输入相应的数值。  
>< 输入最小值和最大值  
< 只输入一个最大值

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮

6. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

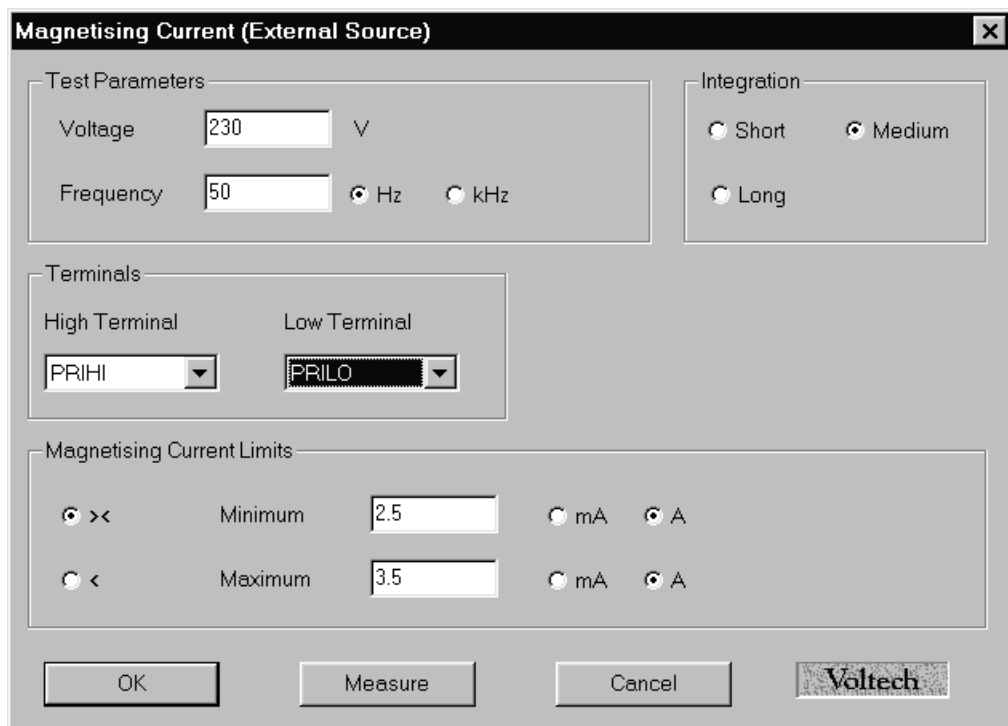


### 3.4.33. MAGX - 磁化电流（扩展源）

在所选的线圈上使用一个交流测试电压（来自扩展源）并测量流过线圈的电流。

这需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的详细内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

从“available tests”中选择“MAGX Magnetizing Current (External Source)”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入能运行测试的电压和频率。通常选用最高工作电压和最低工作频率。  
注意：使用“Measure”并不能得到要求的测试参数。
2. 选择要求的“Integration”时间  
默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。
3. 输入施加电压且测量了磁化电流的接线端名称，
4. 输入期望的磁化电流的取值范围。可以使用“><”或者“<”。

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

注意：“Measure”按钮可以用来确定一些典型的测试结果。

### 3.4.34. VOC - 开路电压

开路电压测试是指在选定的线圈（通常是初级线圈）上使用一个交流测试电压，并测量出另一个线圈上产生的电压。

在编测试程序时，你可以选择普通的交流（AC）测量方式，也可以选择直流（DC）测量方式；例如：在测试安装了整流二极管的变压器。

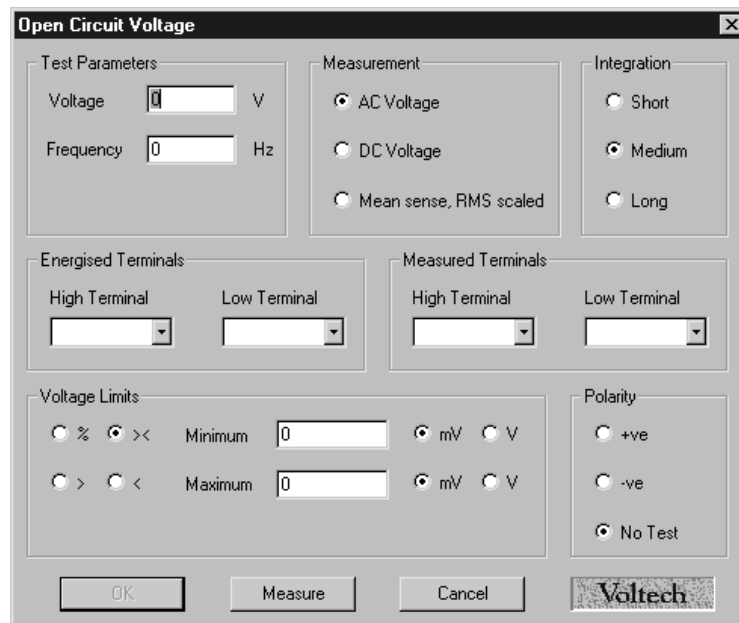
如果需要测试几个线圈，那么按照以下的方式可以获得更快的运行速度：

在测试程序的同一位置连续放置所有的开路电压（VOC）测试项目。

每次测试都使用同一个线圈作为通电线圈，使用同样的测试电压和频率

如果“磁化电流测试(MAGI)”使用相同的通电线圈、测试电压和频率，那么请将“MAGI 测试”放置在第一次开路电压测试之前。

从“Available tests”中选择“VOC Open Circuit Voltage”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试的电压和测试频率。

注意：使用“Measure”并不能得到要求的测试参数。

2. 选择相应的测量方式：AC Voltage, DC Voltage 或者 Mean sense, RMS scaled

3. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

4. 输入通电线圈（Energised Terminals）的接线端名称。
5. 类似地，输入测量线圈（Measured Terminals）的接线端名称。
6. 选择要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮

7. 选择合适的“Polarity”选项，或者选择“No Test”。（对于AC测量来说，使用正极性可以是被测的线圈与激励线圈的相位一样；使用负极性则会得到相对的相位。）

选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.35. VOCX – 开路电压（扩展源）

开路电压测试是指在选定的线圈（通常是初级线圈）上使用一个交流测试电压(由扩展源提供)，并测量出另一个线圈上产生的。

这需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的全部内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

从“Available tests”中选择“VOCX Open Circuit Voltage (External Source)”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需要的电压和频率。  
注意：使用“Measure”并不能得到要求的测试参数
2. 选择相应的测量方式：AC Voltage, DC Voltage 或者 Mean sense, RMS scaled
3. 选择要求的“Integration”时间  
默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”

会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

4. 输入通电线圈 (Energised Terminals) 的接线端名称和测量线圈 (Measured Terminals) 的接线端名称。
5. 设置电压极限。
  - % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
  - >< 输入最小值和最大值
  - > 只输入一个最小值
  - < 只输入一个最大值

同样要注意的是在这里也可以使用 “Measure” 按钮。

6. 这项测试含有极性测试。在这里，极性测试只输出两种结果：**Pass** 或 **Fail**。如果测试形式是 “Manual Source / Line Supply”，就不能使用极性测试了。（对于 AC 测量来说，使用正极性可以是被测的线圈与激励线圈的相位一样；使用负极性则会得到相对的相位）
7. 选择 “OK” 后，测试的规范会在 “Program” 窗口中显示。

### 3.4.36. LVOC – 低压开路

在变压器的初级线圈施加交流电压可以在次级线圈的产生一个交流电压。当施加了指定的测试信号时，LVOC 即测量产生的开路电压。

次级线圈的电压有可能与初级线圈电压同相，也有可能是反相的，这取决于线圈和线圈的接线端。

从“Available tests”中选择“LVOC Low Voltage Open Circuit”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入要求的测试信号。
2. 选择“integration”时间（通常是 medium）
3. 输入使用的接线端名称。
4. 通电(Energised)线圈接线端：施加测试信号的接线端。一般是匝数最多的线圈。
5. 初级线圈接线端“High”和“Low”：零相位参考接线端，通常与通电线圈的接线端是一样的。
6. 次级线圈接线端 High”和“Low”：初级和次级线圈的接线端之间的匝数比和极性会被测量。
7. 选择测试极限。
  - % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
  - >< 输入最小值和最大值
  - > 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

*如果你不确定标准值，请使用“measure”按钮（和一个样品一起）*

当输入绝对值为极限的时候，记得选择单位为 mV or V。

要尽可能的设置极限值与标准值相近，从而检测出错误。典型的允许误差是± 5%。



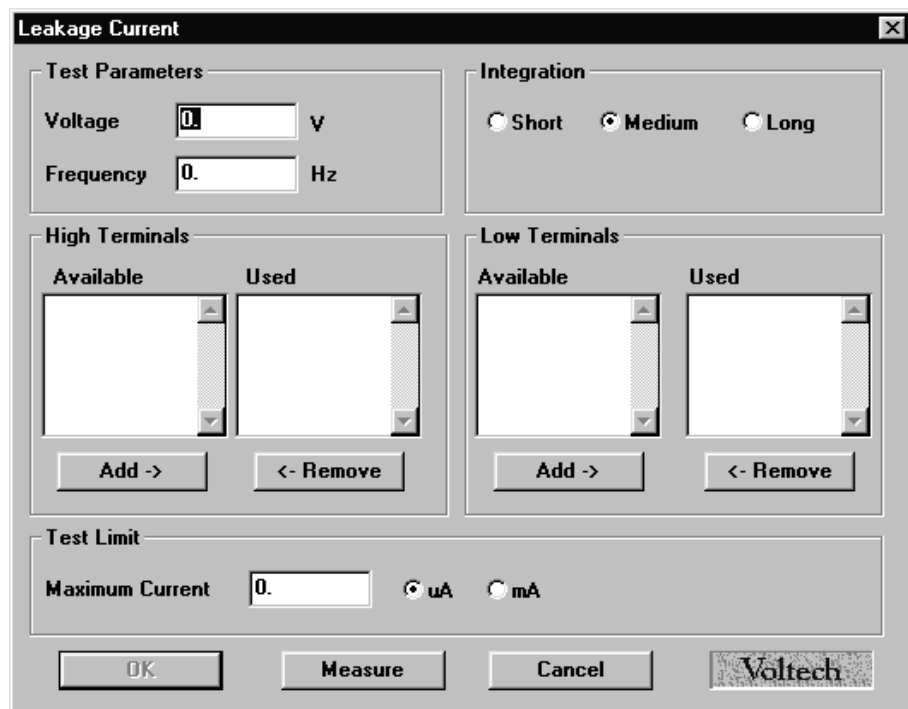
### 3.4.37. ILK – 漏电流

在某些应用领域中，主要是医疗器械，会有特殊的安全需求。要求测试变压器的漏电流。

漏电流测量的是在通常工作条件下，由线圈间的电容产生的流经初级和次级线圈之间的电流。在开关电源中，初级线圈电路与电源线直接连接，也可以把流经普通电线的电压可看作是一种对地普通信号。这个 AC 信号可能引起重要的漏电流。这个电流通过变压器最终流到了接地的副线圈上。

进行这项测试时，需要所有初级线圈接线端短接，所有次级线圈接线端和屏蔽层短接。

从“Available tests”中选择“ILK Leakage Current”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试要求的电压和频率。

注意：使用“Measure”并不能得到要求的测试参数。

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择相应的“High Terminals”和“Low Terminals”。  
从“Available”列表选择一个接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。  
(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)
4. 选择漏电流极限。对这项测试只有一个最大值极限。注意：你也许会利用“Measure”按钮找到流经的电流来设置极限，但在大多数情况下，电流极限是由你工作的安全标准决定的。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.38. LSBX – 带扩展偏置的电感（串联）

DC Bias	Measure Range	Test Voltage	Test Frequency	Basic Accuracy
0.1A to 250A	1nH 1MH	1mV to 5V	20Hz to 3MHz	0.2% @ Q>10

这项测试需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

要测量在扩展偏置电流流过的变压器线圈产生的电感，可以通过串联或并联等效电路获得。首先设置并稳定 DC 偏置电流，然后用交流电压施加在被选定的线圈；利用谐波分析求得线圈的电压和电流。用测量得到的电压除以电流可以得到一个复数阻抗，接着就可以计算得到电感了。

从“Available tests”中选择“LSBX Inductance with External Bias (Series Circuit)”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试要求的信号，频率和偏置电流。

选择“mV”或“V”则信号为电压信号，选择“mA”则信号为电流信号。（如有疑问，请参阅第七章“测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
<b>Signal</b>	Specified voltage	Specified current	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Specified	Auto
<b>Bias</b>	Specified	Specified	Specified	Specified

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择相应的接线端。

4. 选择要求的极限值形式，并输入相应的数值。

- % 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值
- >< 输入最小值和最大值
- > 只输入一个最小值
- < 只输入一个最大值。

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

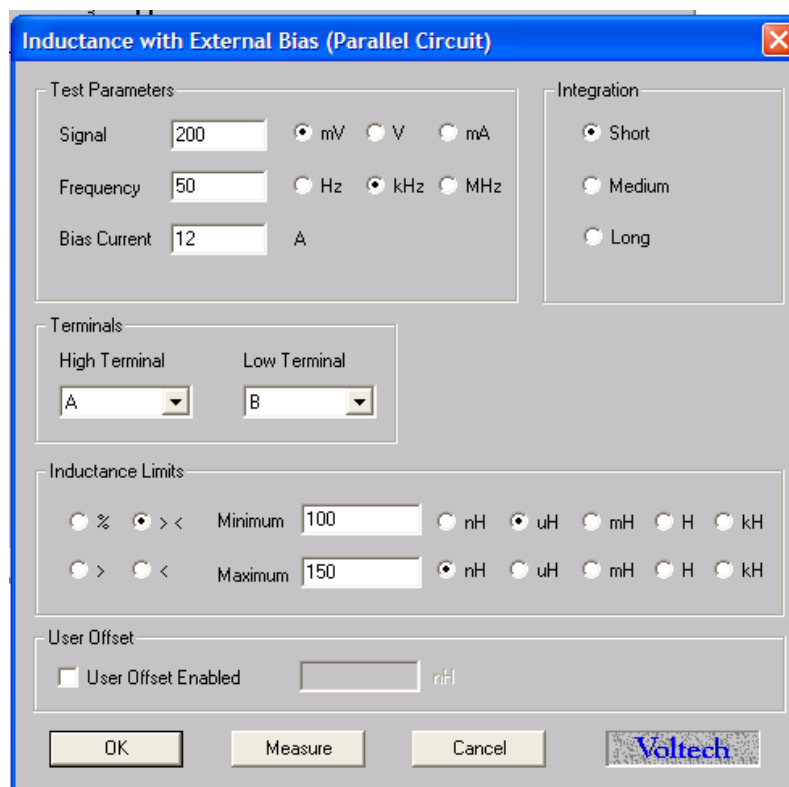
### 3.4.39. LPBX – 带扩展偏置的电感（并联）

DC Bias	Measure Range	Test Voltage	Test Frequency	Basic Accuracy
0.1A to 250A	1nH 1MH	1mV to 5V	20Hz to 3MHz	0.2% @ Q>10

这项测试需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

要测量在扩展偏置电流流过的变压器线圈产生的电感，可以通过串联或并联等效电路获得。首先设置并稳定 DC 偏置电流，然后用交流电压施加在被选定的线圈；利用谐波分析求得线圈的电压和电流。用测量得到的电压除以电流可以得到一个复数阻抗，接着就可以计算得到电感了。

从“Available tests”中选择“LPBX Inductance with External Bias (Parallel Circuit)”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试要求的信号，频率和偏置电流。

选择“mV”或“V”则信号为电压信号，选择“mA”则信号为电流信号。（如有疑问，请参阅第七章“测试条件”）

同样要注意的是在这里也可以使用“Measure”按钮，下面的表格列出了测试参数的规格：

	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
<b>Signal</b>	Specified voltage	Specified current	Auto	Auto
<b>Frequency</b>	Specified	Specified	Specified	Auto
<b>Bias</b>	Specified	Specified	Specified	Specified

2. 选择要求的“Integration”时间。

默认设置是“medium”。“long”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“short”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择相应的接线端。

4. 选择要求的极限值形式，并输入相应的数值。

% 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.40. ZBX - 带扩展偏置的阻抗

DC Bias	Measurement Range	Test Voltage	Test Frequency	Basic Accuracy
0.1A to 250A	1mΩ to 1MΩ	1mV to 5V	20Hz to 3MHz	0.2%

这项测试需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

测量选定线圈的 ZBX，是在选定的线圈施加带偏置的电流信号，然后测量其产生的阻抗。扩展偏置直流电流信号来源于 DC1000，交流信号来自 AT。

这项测试可以用于电感的测试，测量其电阻在偏置电流下的变化。

从“available tests”中选择“ZBX Impedance with External Bias”，会出现以下对话框：

可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入测试所需信号的电压（或电流）值和频率。

同样输入你需要的的偏置电流。

请注意这里可能可以使用“**Measure**”按钮。更多信息，请参考手册“测试程序编辑器”部分。

2. 选择要求的“**Integration**”时间。

默认设置是“**medium**”。“**long**”因为增加了测试时间所以可以给出更稳定的读数（对于比较严格的极限值），而“**short**”会在最高的速度进行测试，但可能会给出一个有轻微误差的读数。

3. 选择相应的接线端。

4. 选择阻抗极限。

+/- 输入一个标准值和作为正负百分比的极限值

>< 输入最小值和最大值

> 只输入一个最小值

< 只输入一个最大值

5. 选择“**OK**”后，测试的规范会在“**Program**”窗口中显示。

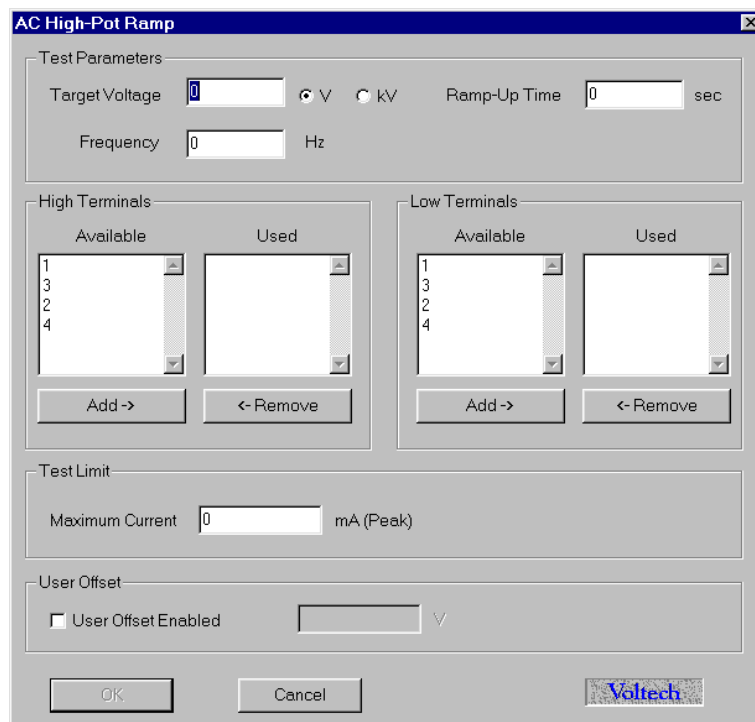


### 3.4.41. ACRT - 交流缓升耐压

交流缓升耐压测试可以检查线圈之间，线圈与铁心或屏蔽层之间的安全隔离情况。

在测试中，交流电压施加在两组线圈上，且每组线圈都被短接。在缓升时间内，电压会缓慢上升而电流被一直监测；如果测试电压不能维持，或者电流太大，就会记录一次失败。

从“Available tests”中选择“ACRT High-Pot Ramp”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入“target voltage”（目标电压），“test frequency”（测试频率）以及“ramp-up” time（上升时间）
2. 输入高低接线端的名称

从“Available”列表中选择一個接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。

(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)

3. 输入“maximum current”（最大电流值）

注意：电流是峰值，不是均方根值。

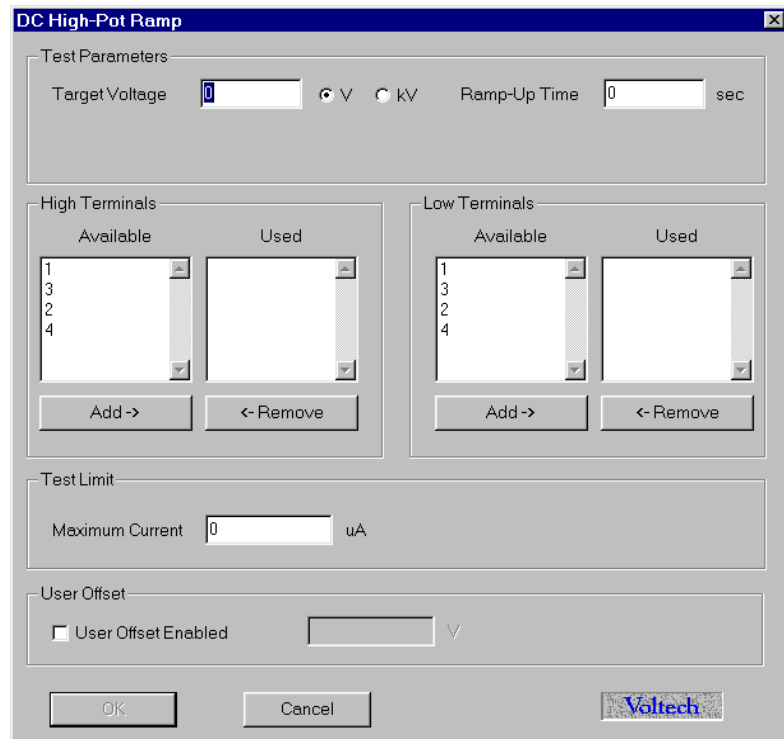
4. 如果有要求，启用“user offset”并输入电压值。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.42. DCRT - 直流缓升耐压

直流缓升耐压测试可以检查线圈之间，线圈与铁心或屏幕之间的安全隔离情况。

在测试中，直流电压施加在两组线圈上，且每组线圈都被短接。在缓升时间内，电压会缓升降而电流被一直监测；如果测试电压不能维持，或者电流太大，就会记录一次失败。

从“available tests”中选择“DCRT High-Pot Ramp”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入“target voltage”（目标电压），“ramp-up” time（上升时间）
2. 输入高低接线端的名称

从“Available”列表选择一个接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。

(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)

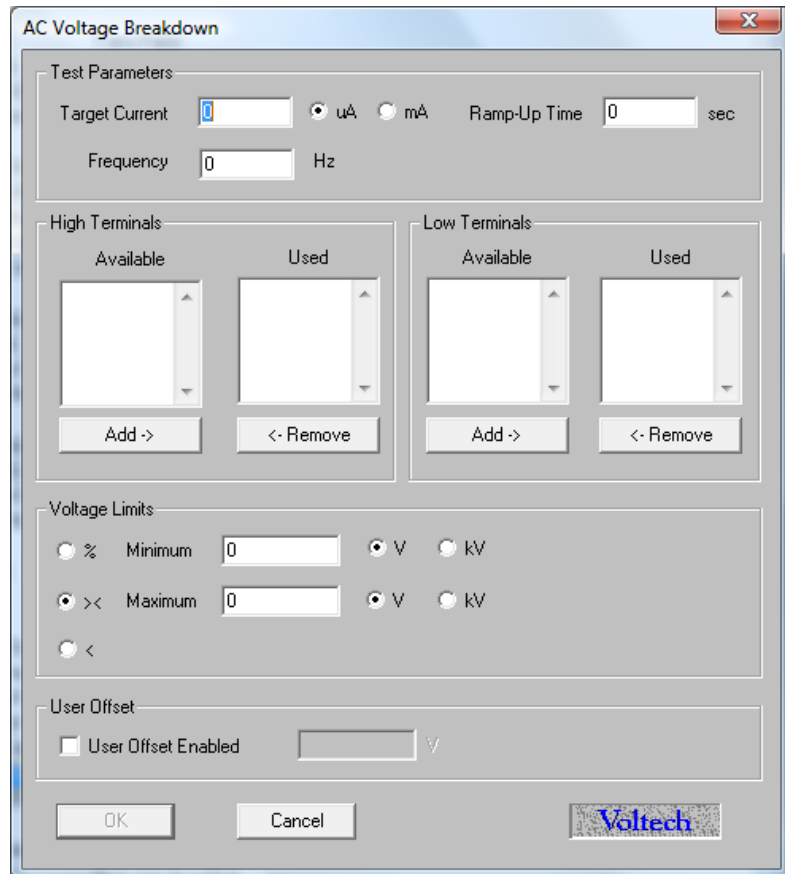
3. 输入“maximum current”（最大电流值）
4. 如果有要求，启用“user offset”并输入电压值。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.43. ACVB - 交流击穿耐压

此项测试可用于元器件的动作激活测试，如金属氧化物变阻器（MOV）。MOV 是现阶段交流电源系统中，用于保护变压器线圈瞬间过压的元件。

在测试中，MOV 上施加的交流电压缓升，对电流进行监测。如果测试电流消失，测试停止时的电压为击穿电压。如果击穿电压在允许范围内，则测试通过。如果击穿电压在允许范围以外，或者达到最高电压时仍有电流，则测试失败。

从“Available tests”中选择“AC Voltage Breakdown”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入“target voltage”（目标电压），“test frequency”（测试频率）以及“ramp-up” time（上升时间）
2. 输入高低接线端的名称

从“Available”列表中选择一個接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。

(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)

3. 输入“maximum current”（最大电流值）

注意：电流是峰值，不是均方根值。

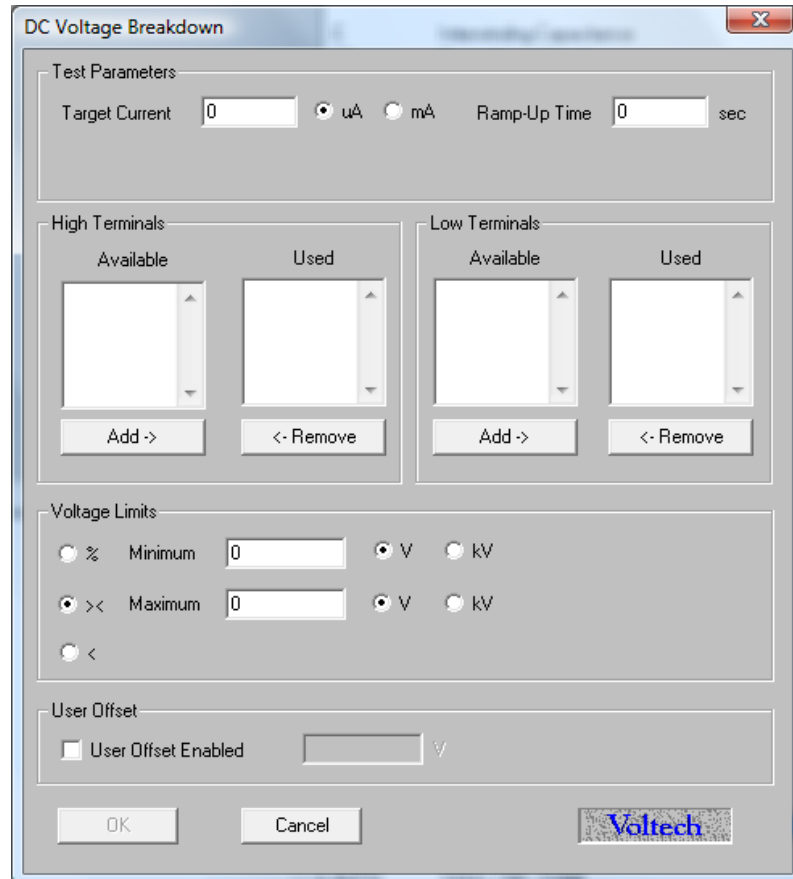
4. 如果有要求，启用“user offset”并输入电压值。
5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。

### 3.4.43. DCVB - 直流击穿耐压

此项测试可用于元器件的动作激活测试，如金属氧化物变阻器（MOV）。MOV 是现阶段交流电源系统中，用于保护变压器线圈瞬间过压的元件。

在测试中，MOV 上施加的直流电压缓升，对电流进行监测。如果测试电流消失，测试停止时的电压为击穿电压。如果击穿电压在允许范围内，则测试通过。如果击穿电压在允许范围以外，或者达到最高电压时仍有电流，则测试失败。

从“Available tests”中选择“AC Voltage Breakdown’”，会出现以下对话框：



可按下面的步骤对测试进行编程：

1. 输入“target voltage”（目标电压），“ramp-up” time（上升时间）

2. 输入高低接线端的名称

从“Available”列表选择一个接线端，然后点“Add >”把它传到“Used”列表中。

(如果选错了接线端，只要在“Used”列表中选中错误的接线端，然后点“< Remove”就行了。)

3. 输入“maximum current”（最大电流值）

4. 如果有要求，启用“user offset”并输入电压值。

5. 选择“OK”后，测试的规范会在“Program”窗口中显示。





## 第四章-服务器软件使用

### 目录

本章将帮助你熟悉服务器软件的操作和功能特点。

<b>4.1. 介绍</b>	<b>187</b>
<b>4.2. 测试程序处理</b>	
4.2.1. 存储测试程序.....	<b>189</b>
4.2.2. 查看测试程序.....	<b>191</b>
4.2.3. 保存程序的新副本.....	<b>192</b>
4.2.4. 删除测试程序.....	<b>193</b>
4.2.5. 创建测试程序组.....	<b>194</b>
<b>4.3. 测试结果处理</b>	
4.3.1. 接收测试结果.....	<b>195</b>
4.3.2. 结果显示和分析.....	<b>197</b>
4.3.2.1. 在线监测.....	<b>197</b>
4.3.2.2. 批量统计的在线分析.....	<b>198</b>
4.3.2.3. 利用数据库在线分析.....	<b>200</b>
4.3.2.4. 利用 OLE 在线分析.....	<b>217</b>
4.3.2.5. 离线分析.....	<b>226</b>



## 4.1. 介绍

AT 系列测试仪的服务器程序可看作是一种在线存储系统。

可处理两类数据：

- 测试程序
- 测试结果

由编辑器软件创建的测试程序可以上载到服务器软件的中央存储器中。这样，所有与服务器软件连接的测试仪就可以访问中央存储器了。从服务器调用测试程序，然后传送到测试仪并在测试仪中执行。

服务器软件的特性：

- MS Windows 风格的对话框和工具
- 能存储所有以前创建的测试程序
- 根据要求可把测试程序传到测试仪上
- 可以在编辑器软件之外查看 测试程序
- 数据库可以接收并存储测试结果以便离线分析。
- OLE 2 支持生产测试系统进行实时分析。

可以利用软盘备份测试程序或者在不同测试仪之间传输程序。

有关服务器软件的安装和设置，请参阅第二章。

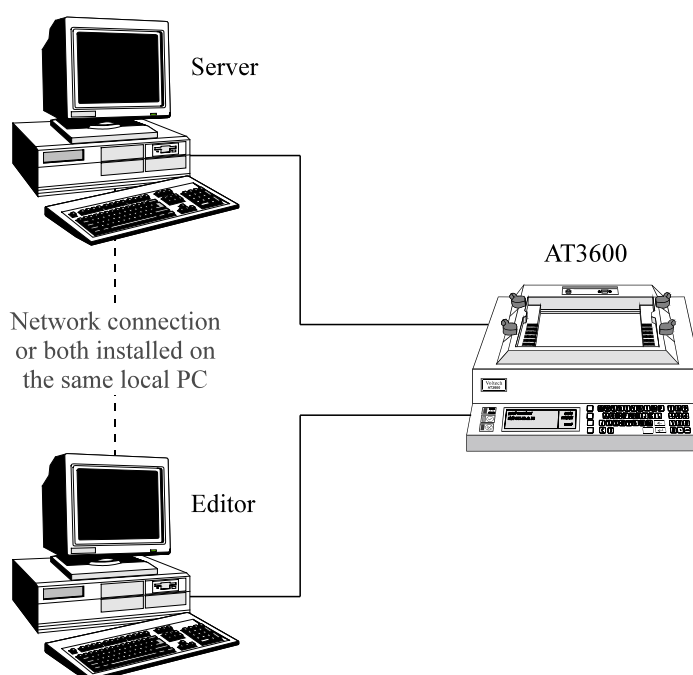


## 4.2. 测试程序处理

### 4.2.1. 存储测试程序

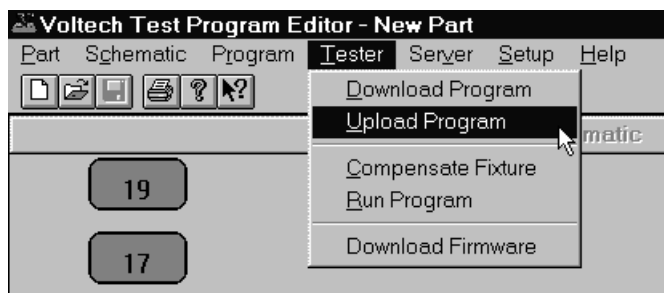
在使用编辑器软件创建测试程序之后，测试程序就可以被测试仪使用了。下面的图解说明了一台测试仪与两台 PC 之间可能的连接方案。

在测试程序下载或上传完成之前，必须把测试仪配置成服务器模式。参阅第二章的 2.3.3 部分。



有两种方式可以把程序传输到服务器软件的文件存储器中：

1. 从菜单栏，依次选择“Tester” - “Upload Program”。



这个操作可以把当前在编辑器软件中的测试程序传到服务器软件

中去。测试程序可通过测试仪的串口连接进行传输；而如果编辑器软件和服务器软件在同一台 PC 上的话，可以直接进行传输；而如果服务器 PC 有网络连接，就可以通过网络来传输文件了。

## 2. 利用软盘或者网络直接传输。

你可以直接把程序复制保存到服务器软件的程序目录中。



**重要提示：**如果复制过来的文件与原先在服务器里的文件重名，那么复制过来的文件会覆盖原来的文件。

## 4.2.2. 查看测试程序

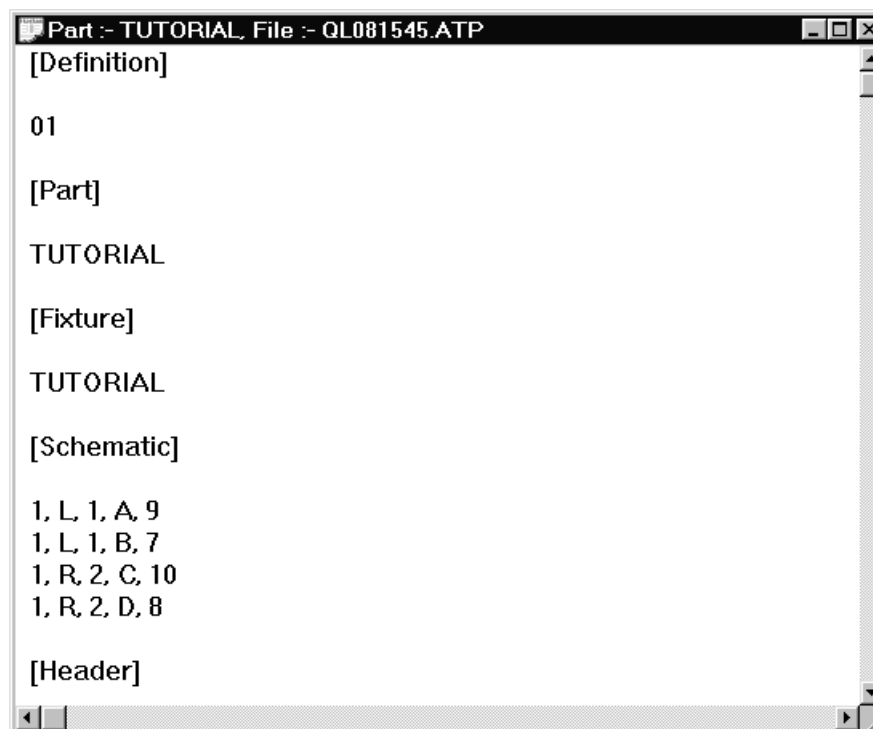
每个测试程序都有一个产品名称。要查看一个特定的程序，你需要知道这个测试程序的产品名称。从主菜单栏依次选择：

FILE-PART-OPEN，会出现下面的对话框。你可以从显示的列表中选择你要查看的产品，或者选择其他的驱动盘查看其他的产品。



当你选择了正确的产品后，点 OK。

这时你会看到一个新的对话框，列出了有关这个程序的信息。如下图所示：

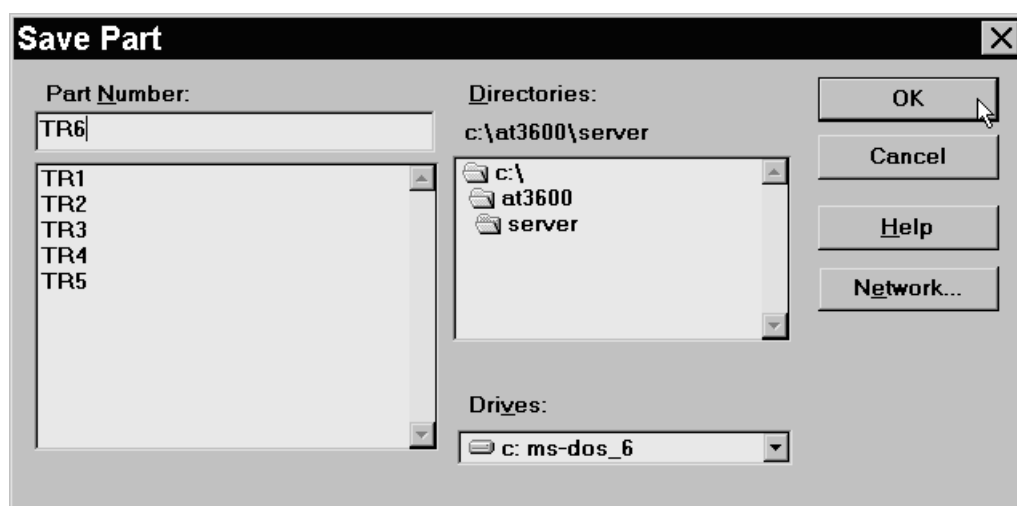


### 4.2.3. 保存程序的新副本

依次选择菜单栏上的“FILE” - “PART” - “SAVE AS”可以保存一个程序的新副本，当然需要有新的产品名称。

1. 打开要求的产品，然后依次选择“FILE”-“PART”-“SAVE AS”；
2. 在出现的对话框的“PART NUMBER”栏（如下图所示）输入新的产品名称，并选择相应的保存路径。
3. 然后点 OK 就行了。

这样，测试程序的新副本就保存好了，且有了规定的新的产品名称。



**重要提示：**请注意“SAVE AS”并不是重命名。原先的程序会仍然保存在你的程序目录中。



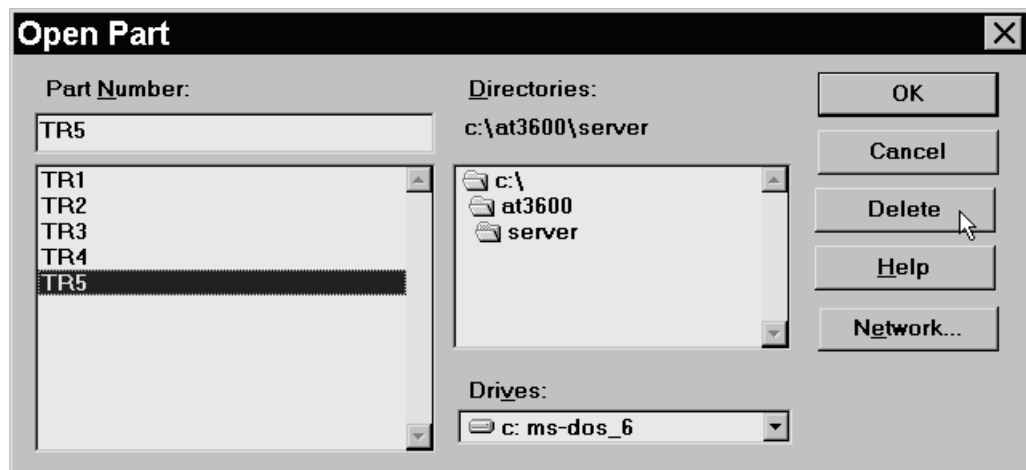
## 4.2.4. 删除测试程序

当服务器软件在 P C 硬盘上保存了测试程序后，DOS 文件名是与设定的产品名称有区别的。服务器软件使用了一种可以为每个产品编译一个唯一的文件名的算法。

当你打开“PART”，你看到的是产品名称，而不是文件名。所以，当你用微软操作系统的文件夹管理工具来查看服务器的程序目录时，是看不到任何有实际意义的程序的。

如果你要从服务器软件目录里删掉一个产品名称，只要选中那个产品名称，然后点“DELETE”就行了（如下图所示）。如果有密码保护的话，你还需要输入密码才能删除这个产品名称。

这时，测试程序就从目录里面删除了。



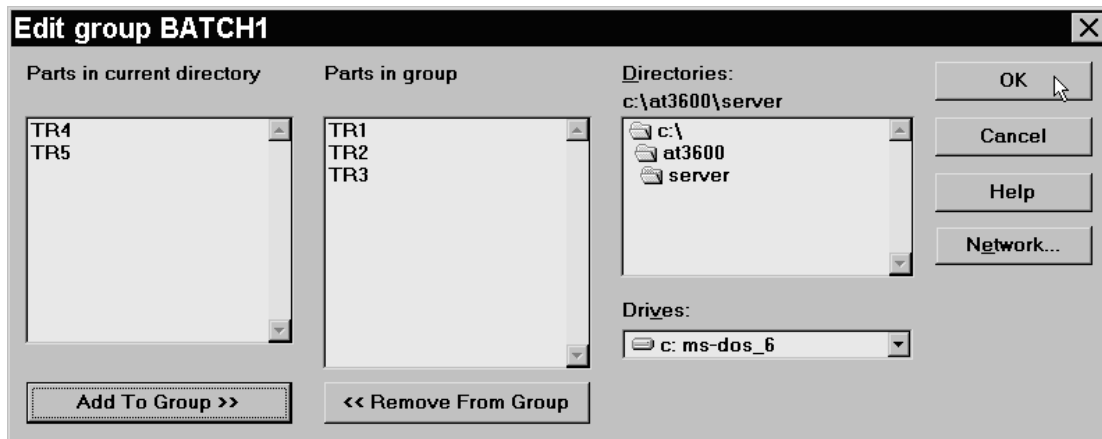
**重要提示：**一旦产品名称被删除了，是不能复原的。所以，在删除产品名称之前，建议你打开程序检查一下这个程序是不是要被删除的。

## 4.2.5. 创建测试程序组

为了方便起见，如果测试程序是在相近的时间内被使用，可以对它们进行编组。例如，可以同时测试基于同一骨架的变压器。

测试程序组在被定义之后就可以下载到测试仪上了。而且程序组中的任何一个测试程序都可以被测试仪使用。因为程序是保存在仪器的存储器上的，所以即使断电程序也不会丢失。

根据下面的对话框，可以对群组进行配置。依次选择“Setup” - “Groups”，会出现一个对话框提示你添加一个群组。点“Add Group”然后新的对话框中输入组名，比如“BATCH1”，点OK后就会出现下面的对话框。可以通过这个对话框对群组进行配置。



双击“Parts in current directory”列里面的产品名称可以把他们添加到“Parts in Group”里面。也可以通过“Add To Group”和“Remove From Group”进行相应的添加和删除操作。

当完成编组之后，在群组列表上就会出现你刚建立的组名。在测试仪要求时就能把群组传到测试仪上。详细内容请参阅第二章。



**重要信息：**编组并不会保存每个程序的新副本。小组中的产品名称只能作为一个参考。所以千万不要删除包含在群组里的程序，否则程序会丢失的，而且群组也不能正常工作了。

## 4.3. 测试结果处理

### 4.3.1. 接收测试结果

默认情况下，AT 系列测试仪是不会自动把测试结果传回服务器软件中的。只有当启用了“Send Results to Server”选项（参阅第二章的 2.3.1 部分），测试结果才会被传回到服务器软件中。

测试仪通过串型传输接口与服务器连接，传输测试程序和测试结果到服务器软件。测试结果处理是服务器程序的一项独立功能，与测试程序传输无关。即使连接服务器 PC 的测试仪不止一台，服务器程序仍可以处理所有的变压器测试结果，好比是中央服务器。

在一天内通过一个测试仪通道发送的结果，会被一起收集并保存到一个大的文件中。这个文件就称为批量结果文件。

每天打开一个通道都会产生一个批量结果文件。批量文件是保存在特定的结果目录中的，相关内容请参阅第二章的 2.2.6 部分。

按照下面的规则在 DOS 环境下建立批量结果文件名：

**c<n><dd><mm><yy>.atr**

注：

<b>n</b>	通道号码
<b>dd</b>	日
<b>mm</b>	月
<b>yy</b>	年

例子：

**c1250297.atr** (通道 1, 25-02-1997)

“**atr**”是服务器软件使用的一种文件扩展名，它表示已保存的测试结果文件。

下面的例子是一个批量结果文件的第一部分。

注意：DOS 文件名 (c6200697.atr) 和产品名称 “Part #” “2” 都被列在了文件中：

```
"VOLTECH AT3600 RESULTS FILE"
"Server Program Version: 2.1"
"Communication Channel: 6"
"AT3600 ID: 0571"
"AT3600 Software Version: 2.2"
"File name: C6200697.atr"
"Test Date: 20 Jun 1997"

"Part #","2"
"Fixture ID","TEST"
"Operator"
"Batch #"
"No Fixture Compensation"

"Result #","Serial #","Time","Pass/Fail","","001
R","","","","","002
","","","","","Minimum","Maximum","Reading","","Minimum
um","Maximum","R

1,","","10:44:20","Pass",",",59,73,6.776850E+01,"Pass",3,
,3.223899E+00,"P
2,","","10:44:23","Pass",",",59,73,6.776832E+01,"Pass",3,
,3.110549E+00,"P
3,","","10:44:24","Pass",",",59,73,6.776363E+01,"Pass",3,
,3.125640E+00,"P
4,","","10:44:26","Pass",",",59,73,6.777967E+01,"Pass",3,
,3.135034E+00,"P
5,","","10:44:27","Pass",",",59,73,6.777842E+01,"Pass",3,
,3.185198E+00,"P
6,","","10:44:29","Pass",",",59,73,6.778374E+01,"Pass",3,
,3.152627E+00,"P
```

...以及之后的每次测试结果，直到改变了批次或产品名就停了。如果结果窗口被关闭，那么与变压器测试仪的连接会丢失。在连接被移除之前会有一个警告提示。

## 4.3.2.结果显示和分析

四种方案可供你观察测试结果的数据：

- 在线监测
- 利用数据库在线分析
- 利用 OLE 在线分析
- 离线分析

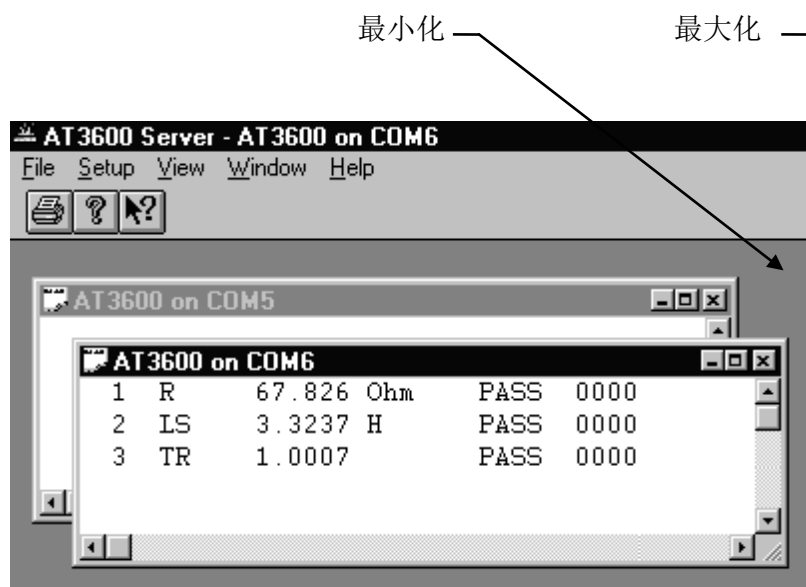
### 4.3.2.1.在线监测

每当有 AT 系列测试仪连接到服务器 PC 的 COM 端口时，服务器软件都会出现一个相关的结果监测窗口。

每个打开的通道也都会有一个相应的结果监测窗口。

从测试仪传来的测试结果在传到批量结果文件中之前，会在结果监测窗口中显示出来。而且在窗口中可以看到每个通道的最新结果。

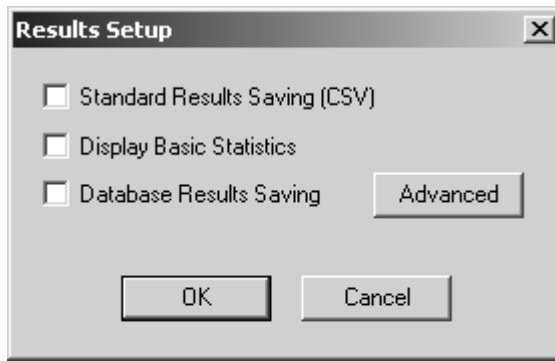
可以通过下图标示的图标最小化或者最大化结果窗口 (Windows95 and 98)



### 4.3.2.2.批量统计的在线分析

#### 设置批量统计

从菜单栏，依次选择：“Set-up” - “Results”，会出现下面的对话框：



选择“Display Basic Statistics”可把结果保存到数据库中。如果您需要使用这项特性，请先联系 Voltech 购买许可证。

所有格式的结果可同时被保存。

由每台与服务器软件连接的测试仪测试的一批变压器所产生的测试结果的总结，可通过基本的统计信息的形式在线显示出来。同样地，可以打开以前的测试结果，显示和打印统计信息。

ATi	Part Name	Operator	Batch			
1135	PART NUMBER					
<b>Last Part Pass</b>		<b>Tested</b> 37	<b>Transformer Serial No.</b>			
<b>PASS</b> 36	<b>FAIL</b> 1	<b>AQL</b> AQL Disabled				
<b>RE-TRIES</b> 0	<b>% FAIL</b> 2.703	<b>Last 10 Tx</b> 0 Failed				
Test	Min	Max	Last Result	FAILS	Polarity	PoIFAILS
1 CTY		10.000 kOhm	622.77 mOhm	1		
2 LS	1.1640 mH	1.2360 mH	1.1847 mH	0		
3 TR	2.6460	2.7540	2.7084	1	-	0

启用了显示批量统计信息功能后，显示窗口会自动弹出来。而对于连接到服务器软件的每台测试仪，都会显示下面的信息：

ATi（测试仪型号），serial number（序列号），part name（产品名称），operator（操作员）和 batch（批号）。

以及关于最后被测产品的“PASS”或“FAIL”情况，目前为止所有被测试产品的数量和最后被测产品的序列号。

通过或者失败的变压器数量，变压器的 AQL（Acceptable Quality Level 可接受的质量水平）状态。

重试的次数，目前为止的失败比率，以及最后 10 个被测变压器中失败的数量。

对于每个测试程序来讲，测试的极限，最后结果，每次测试累计的失败数量都包括在其中。

可通过菜单栏的一些选项导出结果或则打印结果。

## AQL

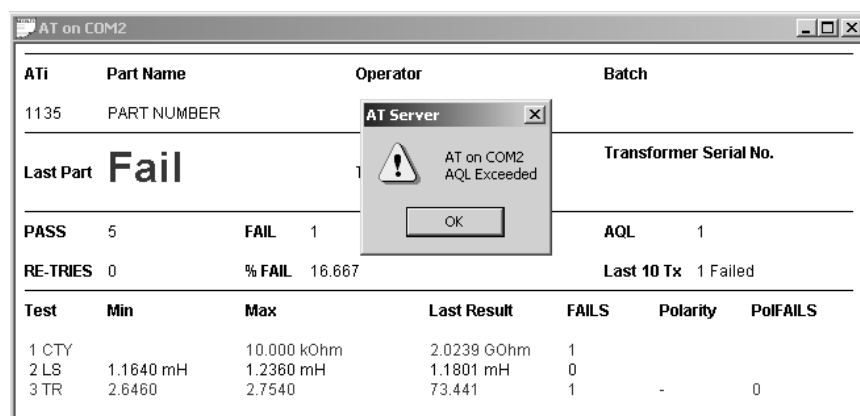
可通过编辑器软件为每个测试程序设置 AQL(可接受的质量水平)。AQL 是一批次测试所能接受的测试失败水平。超过 AQL 表示生产过程或者使用的材料质量有问题。AQL 监测是 Voltech PC 服务器软件的一种可选功能。如果达到或者超过了设定的 AQL 水平，服务器软件会提示一个警告信息。

“AQL No. of Parts”表示在批量生产中的失败数目，会有警告提示。当批量生产总量都差不多，或者期望很小甚至为零的缺陷时，会经常使用这一功能。

“AQL % of Parts”表示在批量生产中的失败比例，会有警告提示。注意：这项功能只应用于有足够的被测试的产品使得百分比有意义的时候。例如，当设置 AQL % of Parts 为 1%时，在有 100/1=100 个产品被测试之后，会有一个警告出现。

可以在同时使用两种形式的极限。达到其中任何一种极限都会引起一个警告信息。

当达到或者超过 AQL 水平时，服务器软件会显示如下警告信息：



点“OK”确认该警告。然后会有对话框进一步提示你可以取消此批次产品的警告。通常选择“No”，以保留 AQL 检查剩下的产品。当新的批次测试开始时，会根据 Voltech AT 编辑器软件输入的水平重新设置 AQL。

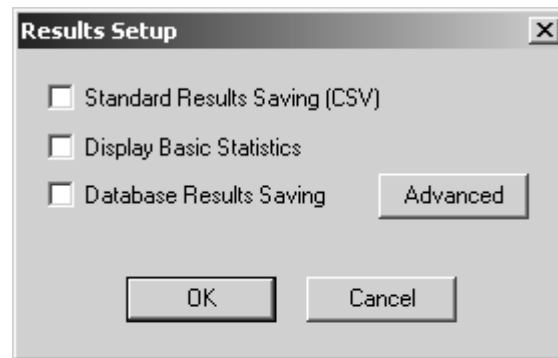
### 4.3.2.3.利用数据库在线分析

AT 服务器软件可以把测试结果保存在电子数据库中。这提供了一项非常强大且灵活的方法保存和分析在线或历史的测试结果。服务器软件使用标准的 Windows 方式（包括 OLE DB 和 ODBC）连接各种符合这些规范的数据库。

一旦将数据保存在数据库中，可利用数据库中的工具或者专业的软件工具（如 SPC - Statistical Process Control）进行分析。比如说，在实时状态下监测线圈电阻的变化趋势，以此可确定铜线是否存在缺陷。这样的话，你就可以在生产过程中及时修正错误，而不至于生产出的变压器都是因为缠绕了不好的铜线而无法使用的。

#### 设置数据库结果存储

从菜单栏依次选择“Setup” - “Results”，会出现下面的对话框：



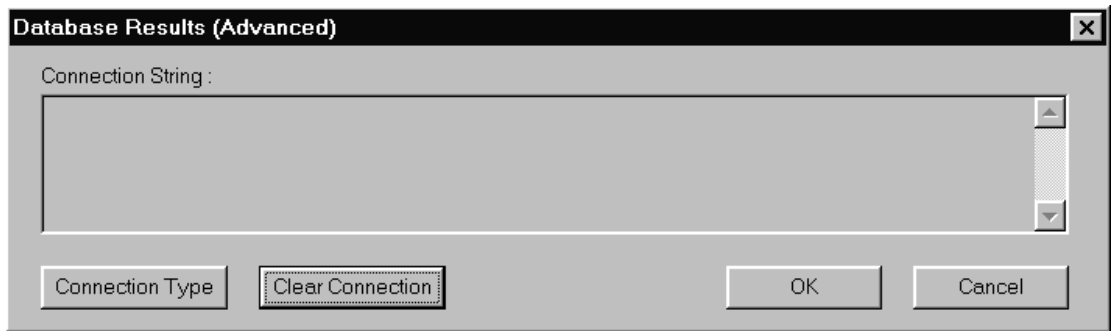
选择“Standard Results Saving'(CSV)”可以把结果保存到与电子数据表兼容的文件中。参阅 3.2.4。

选择“Database Results Saving”可以把结果保存到数据库中。只有先设置了与数据库的连接，才可以正确使用这个特性。

可以同时保存 CSV 和数据库格式的结果。



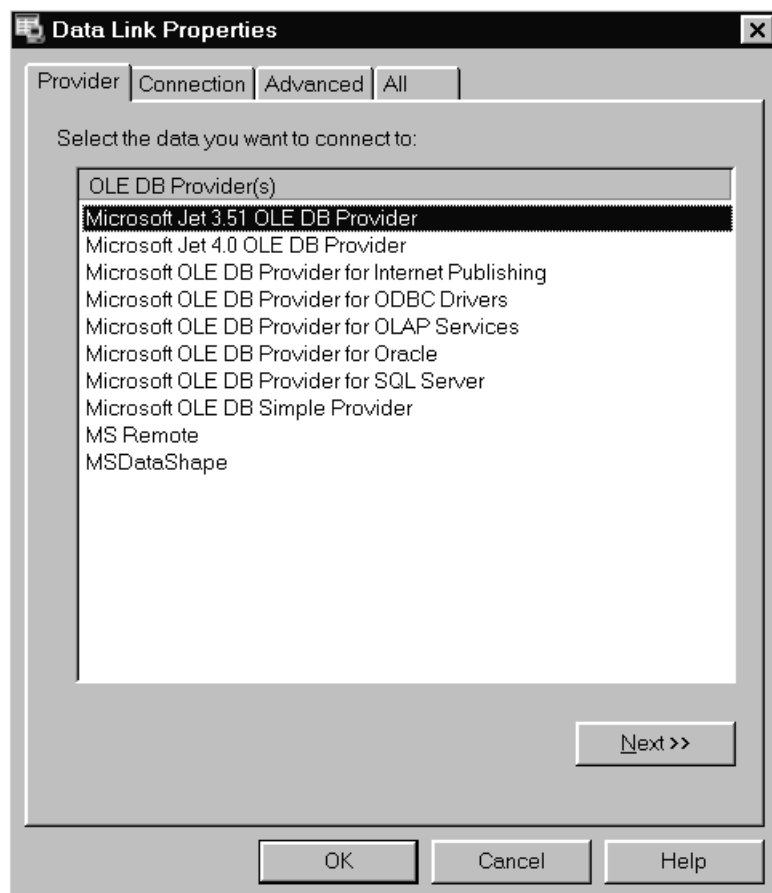
点“Advanced”可以设置数据库连接：



为了连接数据库，服务器软件会使用一个“connection string”（连接字符串）。这个连接字符串（在其他信息中）包含了支持软件的名字，数据库的名字和位置，有效的用户名和密码（如果要求的话）。你也许需要咨询数据库管理员或者网管来获得这些信息。

如果连接已经完成了，在对话框的窗口中可以看到这个连接。如果要删除一个已有的连接链，只需点“Clear Connection”就行了。

要设定一个新的连接，点“Connection Type”进行操作。



会出现一个“Data Link Properties”对话框（如上图所示）。你应当选择与你正在使用的数据库相应的支持软件。

安装服务器软件的 PC 已经安装了几种不同的数据库支持软件，可根据需要选择数据库。如果没有支持的数据库或数据库安装在另一台 PC，请向数据库管理员咨询情况。

典型的支持软件：

数据库类型	支持软件
Microsoft Access 97	Microsoft Jet 3.51
Microsoft Access 2000	Microsoft Jet 4.0
Oracle	Microsoft OLE DB Provider for Oracle
SQL Server	Microsoft OLE DB Provider for SQL Server

另外，可以利用 Microsoft OLE DB 的支持软件连接 ODBC 兼容数据库（包括 Microsoft Access）。

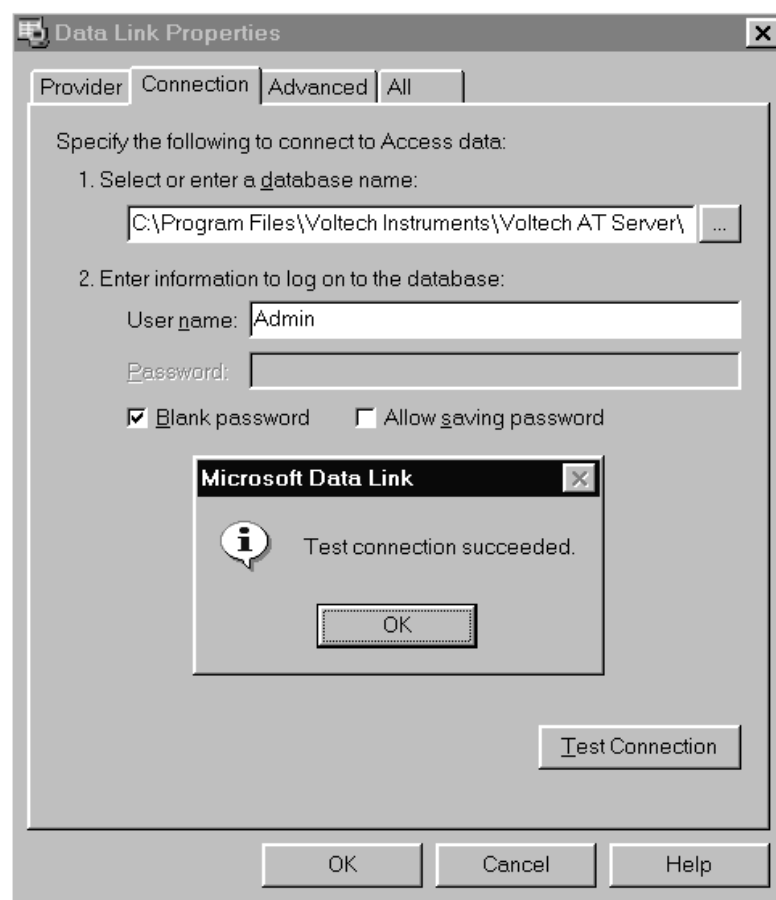
选择了正确的支持软件后，点击“Next”会出现下面的对话框：



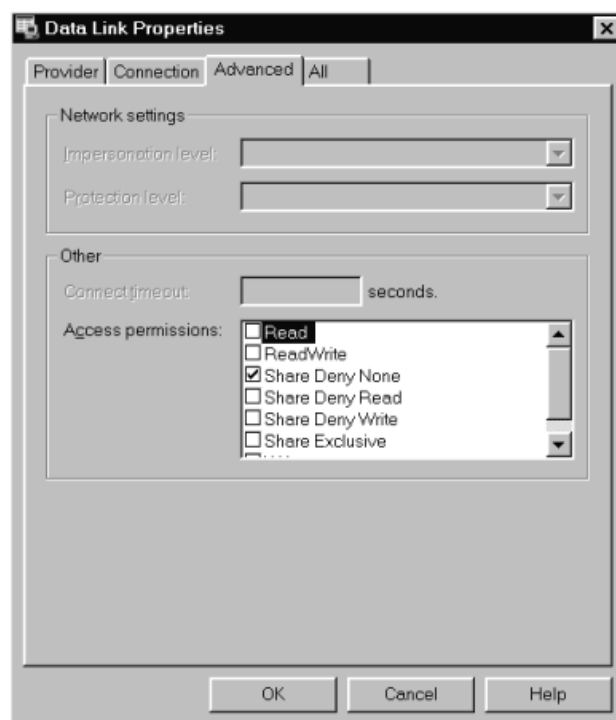
选择你即将使用的数据库。如果你想创建一个新的数据库保存测试结果，就请使用新的数据库。

默认的用户名是“Admin”，且有可能不需要密码。如果你需要特定的用户名和密码，请向管理员咨询。

当你点击了“Test Connection”项，你会看到类似下面的对话框：

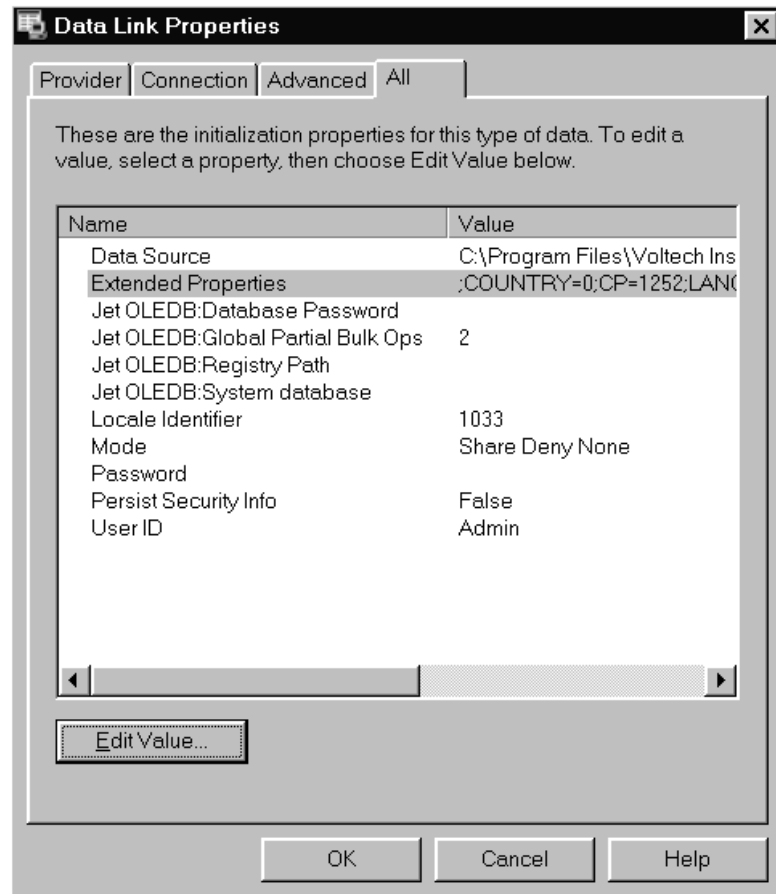


接下来，点“Test connection succeeded”对话框上的“OK”，然后选择“Advanced”项。会出现下面的对话框：



检查“Access permissions”是否是按要求选择的。默认情况下“Share Deny None”这一项会打勾，通常这是最佳设置。

在“All”选项下，可以查看所有的设置，且可以根据需要进行相应的调整。



点“OK”可以完成数据连接属性的设置。下面是一个典型的 AT 服务器软件的高级数据库结果（advanced database results）对话框：



点击“OK”结束对话框并返回。此时，如果数据库图标不存在，那么 AT 服务器软件会自动创建一个。

确定选择了“Database Results Saving”这一项，然后点击“OK”。不管什么时候打开一个结果窗口，结果都会被立即保存到所选的数据库中。

**数据库表格**

如果在选定的数据库中不存在类似下面的表格，服务器软件会自动创建表格，且会按照下面的格式来保存数据。

表格会保存所有与结果相关的信息(时间,日期,极限,操作员等)，而表格的结构是非常紧密有效的。

注意：新数据未必添加在表格的末尾，它可以出现在表格的任何一个位置。

<b>Table:</b>	<b>tblVoltechATUnitID</b>	
<b>Field</b>	<b>Format</b>	<b>Notes</b>
ATUnitID	Text (25)	Index ID
UnitType	Text (10)	AT3600, AT1600, ATi
UnitID	Text (10)	Unit Serial Number
FirmwareID	Text (10)	Unit Firmware Version

<b>Table:</b>	<b>tblVoltechResults</b>	
<b>Field</b>	<b>Format</b>	<b>Notes</b>
ResultID	Text (25)	Index ID
RunID	Text (25)	As tblVoltechRunID.RunID
TestID	Text (25)	As tblVoltechTestID.TestID
TestNo	Number (Long Integer)	Test number as in test program
OC_Comp	Text (5)	YES , NO , N/A Open Circuit Compensation status
SC_Comp	Text (5)	YES , NO , N/A Short Circuit Compensation status
Load_Comp	Text (5)	YES , NO , N/A Load Compensation (future development)
Result	Number (Single)	Actual test result
TestStatus	Text (5)	DSP Status for test
PassFail	Text (5)	PASS/FAIL Individual test pass or fail result
<b>Table:</b>	<b>tblVoltechRunID</b>	

<b>Field</b>	<b>Format</b>	<b>Notes</b>
RunID	Text (25)	Index ID
Date	Date/Time (Short Date)	Date of Test Run
Time	Date/Time (Long Time)	Time of Test Run
ATUnitID	Text (25)	As tblVoltechATUnitID.ATUnitID
PartID	Text (25)	Part name
FixtureID	Text (25)	Fixture name
OperatorID	Text (25)	Operator name
BatchID	Text (25)	Batch name
TransformerSerialNo	Text (25)	Transformer serial number
OverallResult	Text (10)	PASS/FAIL/RE-RUN/ABORT Overall test pass or fail result and Re-Run result.

<b>Table:</b>	<b>tblVoltechTestID</b>	
<b>Field</b>	<b>Format</b>	<b>Notes</b>
TestID	Text (25)	Index ID
TestMnemonic	Text (10)	Individual test mnemonic
TestUnits	Text (10)	Individual test units
CheckType	Text (5)	NONE/MIN/MAX/DIFF/POL Type of test limits (see *)
MinLimit	Number (Single)	Minimum limit for test (see *)
MaxLimit	Number (Single)	Maximum limit for test (see *)

---

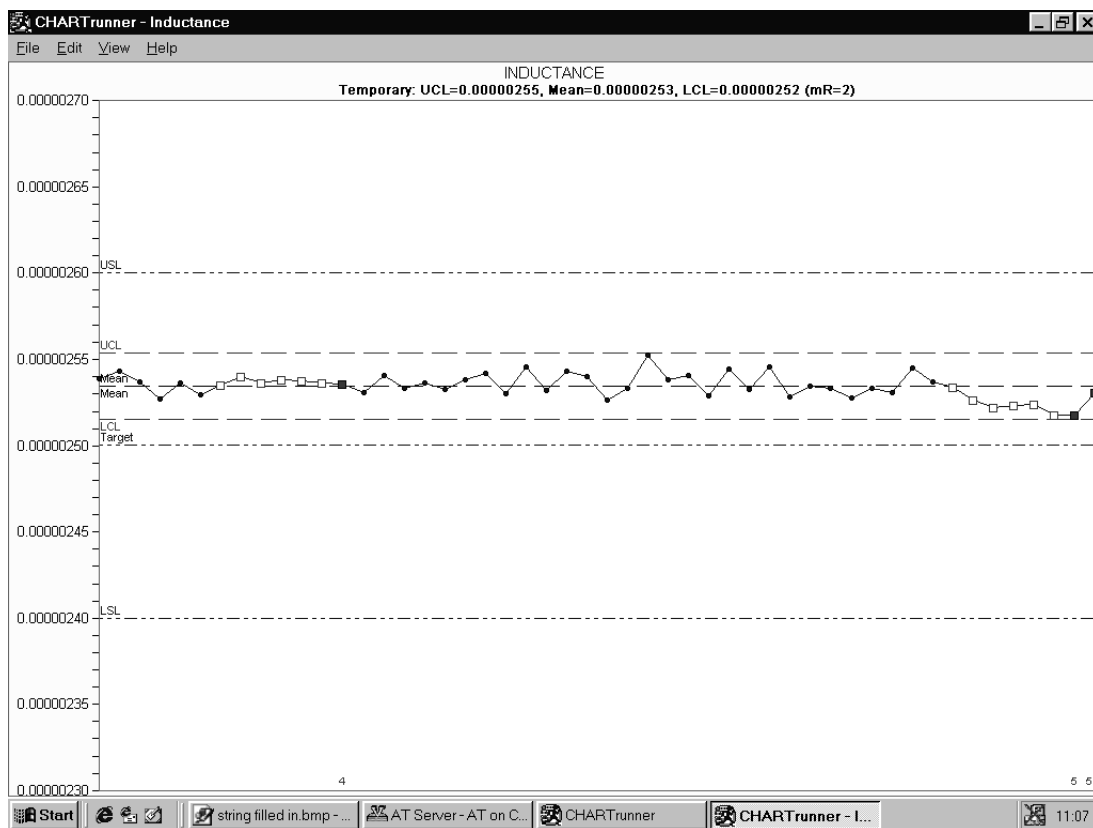
\* 注:

(CheckType = NONE)	没有最小或最大极限值, MinLimit = 0 and MaxLimit = 0
(CheckType = MIN)	只有最小极限值 MaxLimit = 0
(CheckType = MAX)	只有最大极限值 MinLimit = 0
(CheckType = DIFF)	最小和最大极限值都存在
(CheckType = POL)	极性测试 如果是正极性测试, 则 MinLimit = 0 , MaxLimit = 1 如果是负极性测试, 则 MinLimit = -1, MaxLimit = 0

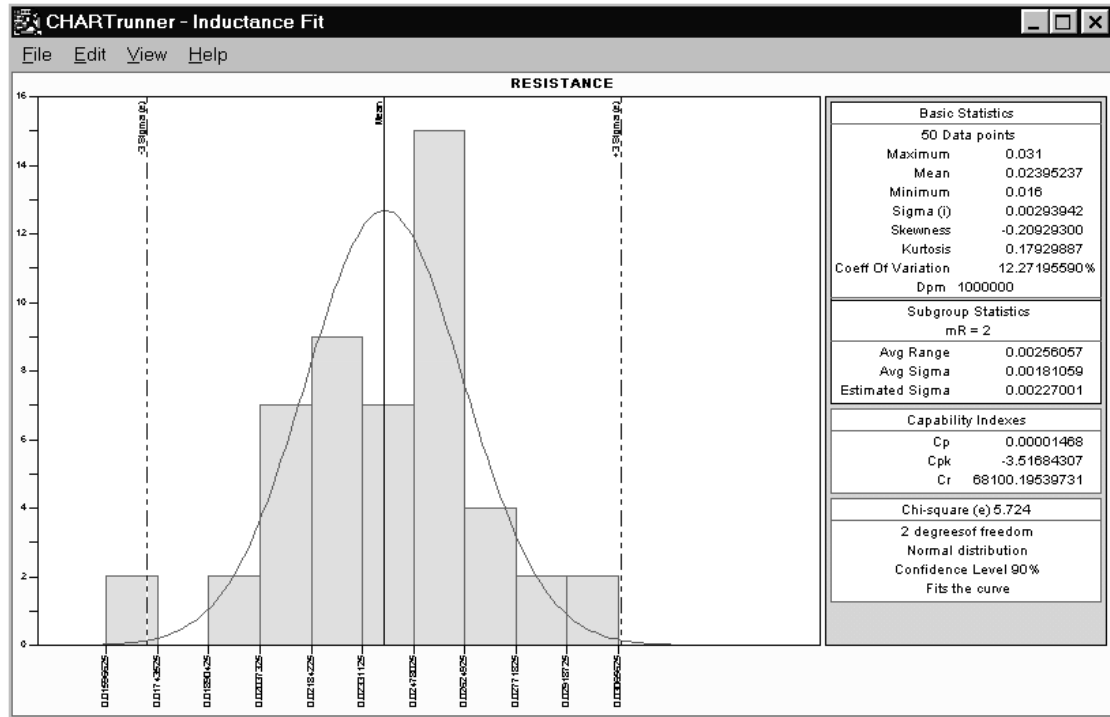


## 利用SPC/SQC软件进行图表分析

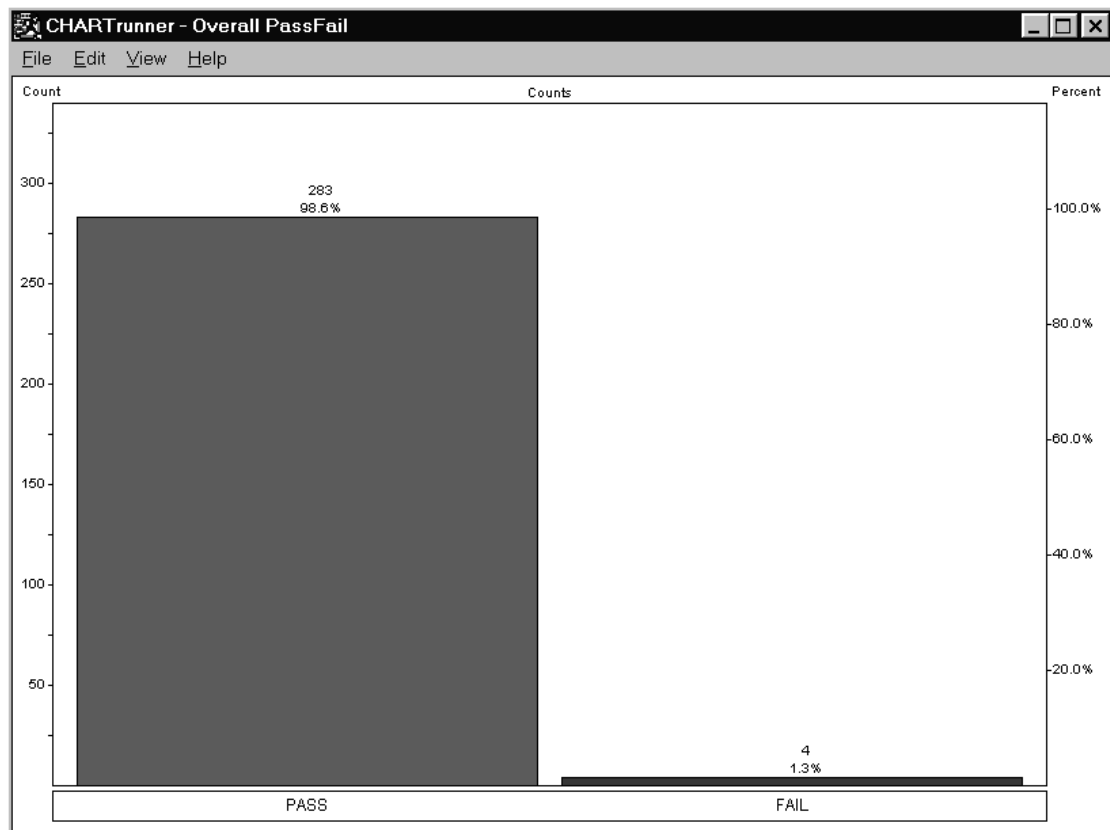
一旦 AT 服务器软件与数据库相连，可以通过第三方分析软件对相同的数据库进行在线或离线数据分析。这里列举的图表是利用 PQ Systems ChartRunner 创建的，也可以使用其他的图表分析程序。Voltech 不推荐使用太多种软件，尽量选择一款最能满足你要求的。



电感趋势分析



电阻分配分析

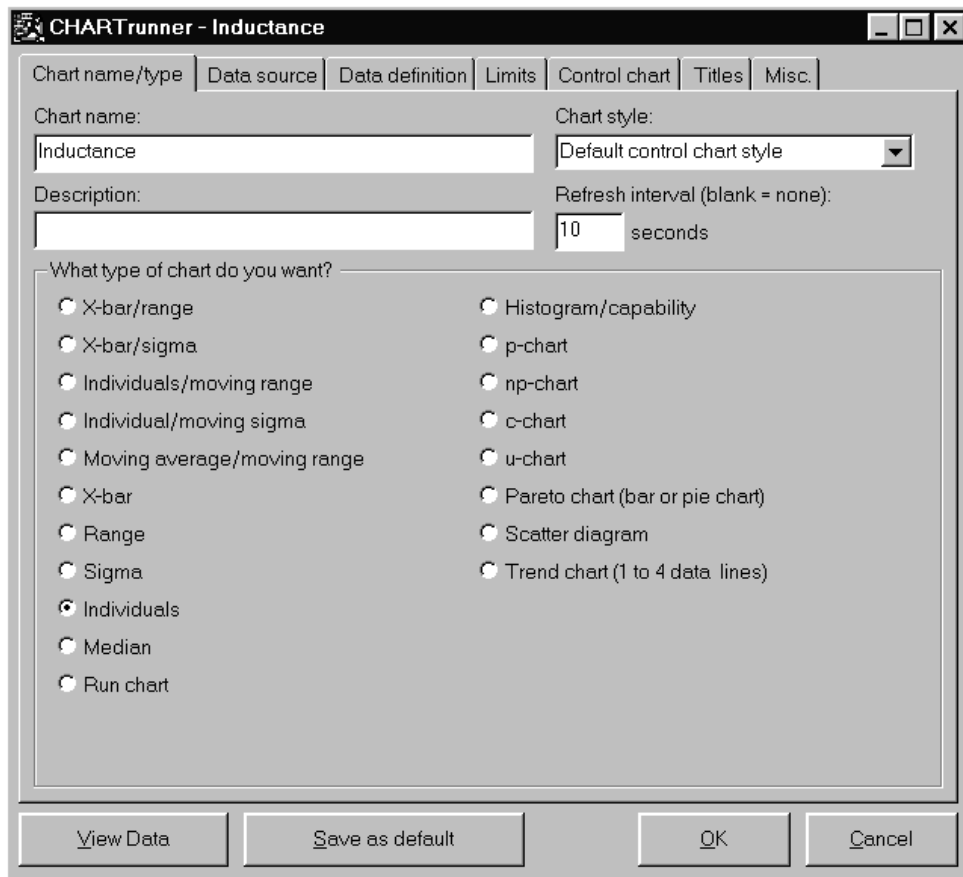


整个 Pass/Fail 分析

## CHARTRUNNER 数据库连接的范例

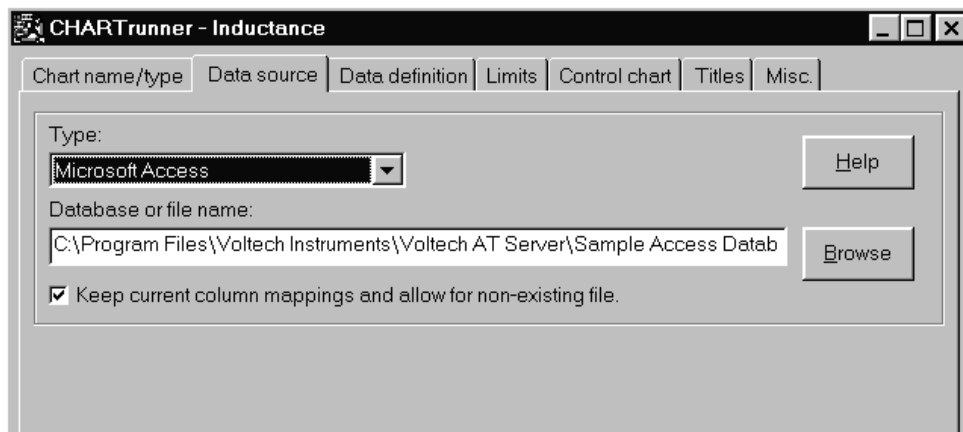
图表将显示电感测量值的变化趋势，且是以一种“Individuals（个体）”图表形式进行说明的。请参阅 ChartRunner 的帮助文件来了解如何设置控制极限，改变显示或者设置其他的图表类型。

在“ChartRunner”软件中，创建一个新图表。

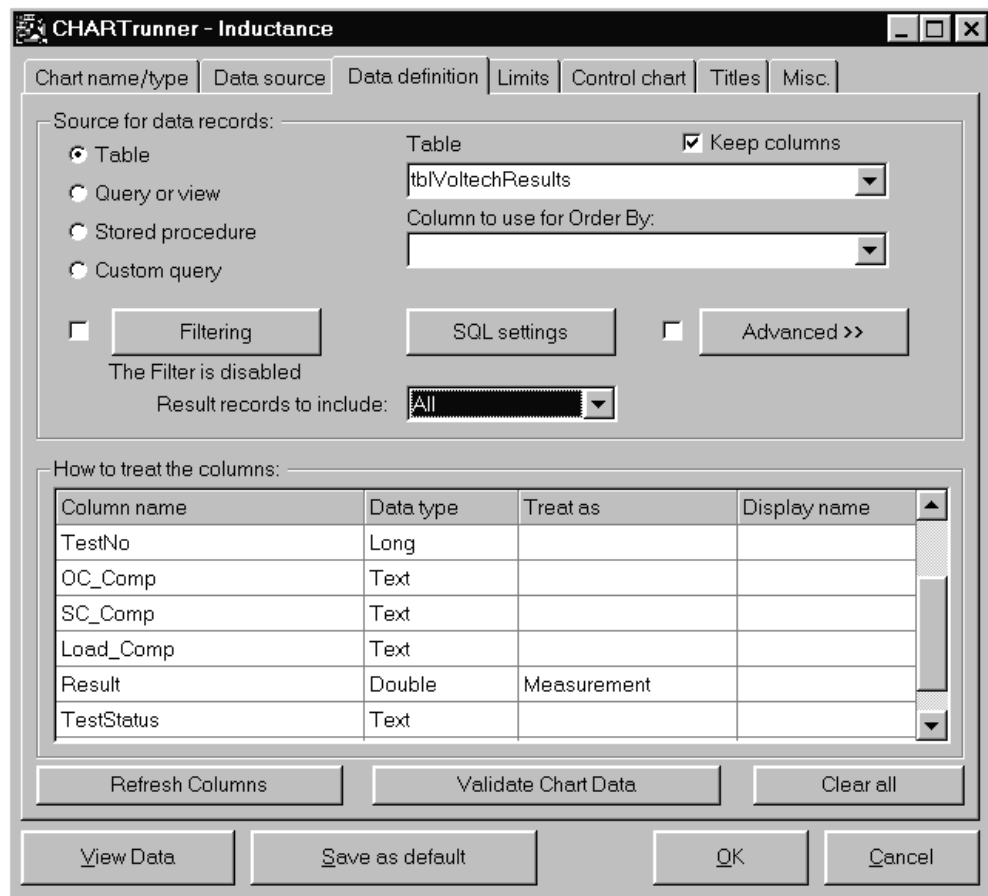


输入一个图表风格，刷新率（用于在线分析）和图表类型。

点击“Data Source”选择结果数据库：



在“Data Definition”选项下:



选择保留了你想要进行图表分析的数据的数据库表格。（你也可以选择一个已经写入数据库的“query”（查询）或自己填写一个“Custom Query”（自定义查询））。

在这个例子中,选择的数据库表格是“tbl\Voltechresults”,而“Result”表示测量(要选择这个,点击“How to treat the columns”栏里的“Result”项,然后在“Treat as”列中选择“Measurement”)。

接下来，点击“Filtering”项，为“TestNo = 2” (第二个测试)进行数据过滤。

Filter for selecting rows from data table

Select data where the date/time in THIS column:

Is Between: and:  Inclusive

AND (

TestNo = 2

) (Additional Conditions)

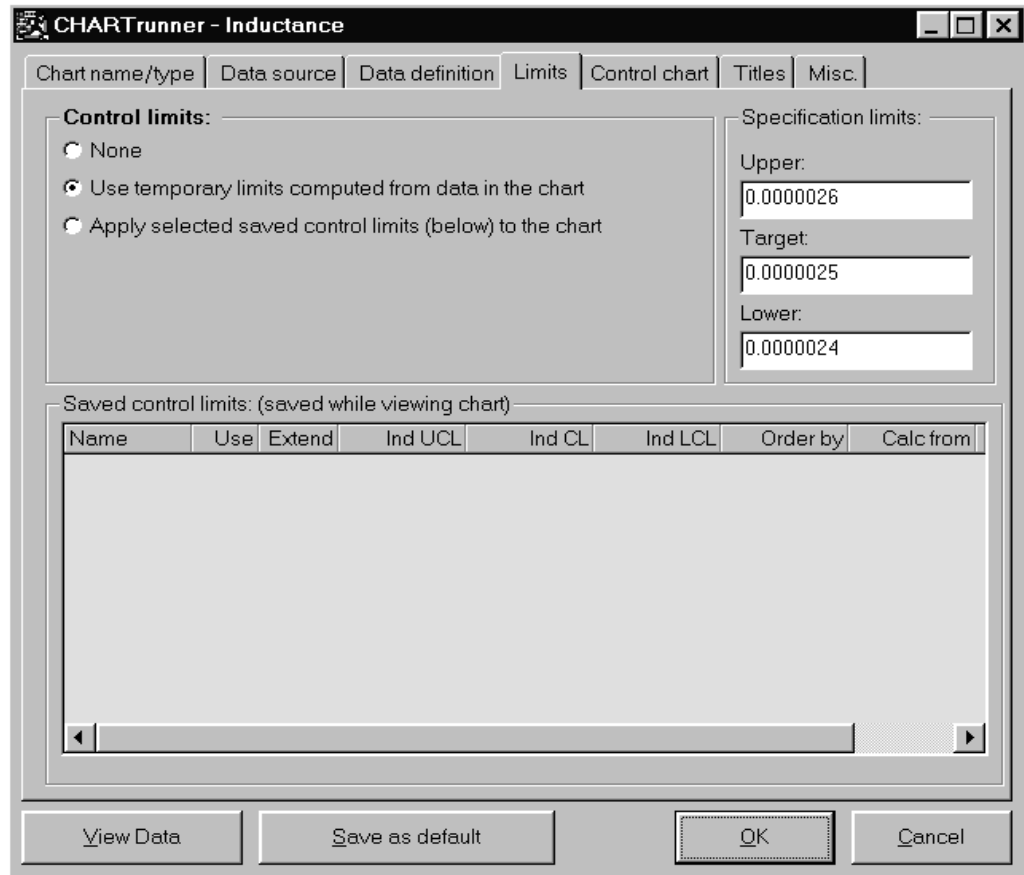
See WHERE clause

Additional Conditions:

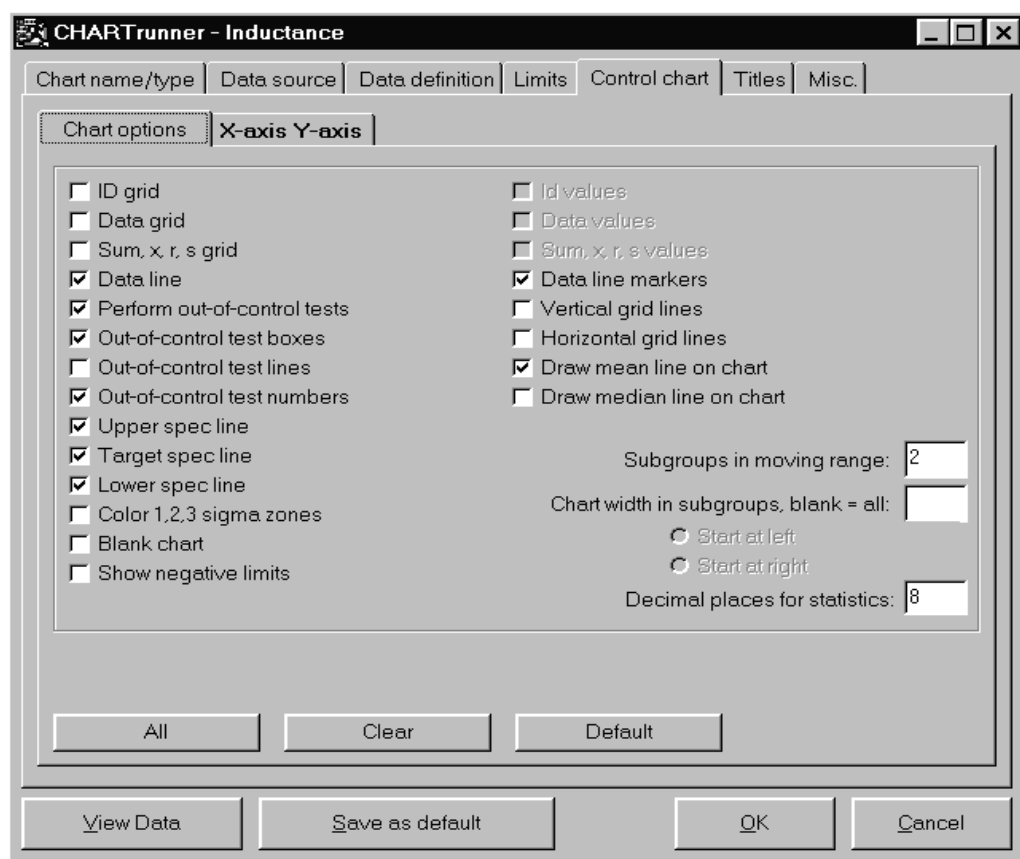
Help Clear all OK Cancel

这只选择了 AT 测试程序第二个测试的结果（是一个电感测试）。

接下来选择“Limits”项，然后输入相应的规格极限值，这些数值都会出现在图表上。ChartRunner 软件可以从数据中自动选择相应的控制极限。这是默认的推荐设置。



选择“Control Chart”项，可以更改显示选项（包括数轴调整）



选择“Titles”和“Misc”可以更改包括图表标题和尺寸在内的其他选项。

当完成设置后，点“OK”结束。双击图表定义可以显示图表了。

请参考你正在使用的分析软件的帮助系统进一步了解相关的建议和  
和信息，包括图表类型，连接，选项和统计分析等。

可在 PQSystems 的官方网站 [www.pqsystems.com](http://www.pqsystems.com) 下载 ChartRunner 免费试用版，或者向下面的部门索要免费试用版。

**United States**

PQ Systems Inc. Corporate Headquarters

Toll free: 1-800-777-3020

Phone: 937-885-2255

E-mail: [sales@pqsystems.com](mailto:sales@pqsystems.com)

**Europe**

PQ Systems Europe Ltd.

Phone: +44 1704 871465

E-mail: [sales@pqsys.demon.co.uk](mailto:sales@pqsys.demon.co.uk)

**Asia-Pacific**

PQ Systems Pty. Ltd.

Tel. (Australia) 03-9770-1960

E-mail: [sales@pqsystems.com.au](mailto:sales@pqsystems.com.au)



#### 4.3.2.4.利用 OLE 在线分析

Object Link Embedding (OLE, 对象连接与嵌入) 是基于微软 Windows 环境下的一种可用于在实时应用程序之间互传数据的软件。OLE2 是最新版本, 且服务器应用程序完全可以支持 OLE2。

嵌入式数据连接允许服务器收到的测试结果自动传到第二个应用程序中。这个应用程序可以是你自己的客户软件或者类似 Excel 的电子数据表。服务器的 OLE 命令语句允许你载入并执行测试程序。OLE 可用于分析和控制, 所以特别受喜欢利用软件控制 AT 的用户欢迎。

OLE 已经在服务器软件中设置好了, 可以随时使用。需要对你的客户端程序进行一下设置从而可以从服务器软件请求的数据。请参考你自己的程序手册来了解有关 OLE 设置的详细内容。



**重要提示:** 超过每秒十次的请求有可能导致数据损失或损坏。

注:

1. 自动对象称为 “**Server.Results**” (服务器结果)。
2. 自动化方法有:

**GetVariantResult** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

注: LPCSTR ComPort 是字符串 ComPort 的指针。

<b>ComPort</b>	=	“COM2”... “COM9”
	=	连接 AT 测试仪 (能输出要求的结果) 的端口
<b>TestNumber</b>	=	程序中测试的整数数字

如果返回的是一个浮点则表示结果测量的数值; 如果是零则表示没有结果是有用的。

这个指令返回的字符串说明了结果的成败性，如下：

<b>“INVALID COM PORT”</b>	没有发现有效通信端口
<b>“COM PORT IS NOT OPEN”</b>	要求的通信端口没有与测试仪连接
<b>“INVALID RESULT NUMBER”</b>	要求的结果超出了范围
<b>“NO RESULT”</b>	无有效数据

下面描述了更多关于 Voltech 服务器软件的 OLE 功能。他们使用了与“GetVariant Result”一样的指令格式。下面只是标出了功能的特别响应和返回值。

#### **NewDataAvailable (LPCSTR ComPort)**

根据新数据是否有效，返回 TRUE 或者 FALSE (Boolean 1 or 0)。如果返回值是真的 (TRUE)，那表示能通过 OLE 读回新数据；如果返回值是假的 (FALSE)，则表示自上次读过数据之后还没有新数据进来。

#### **GetPartID (LPCSTR ComPort)**

返回产品的名称

<b>“NO PART ID”</b>	没有发现有效的产品名称
---------------------	-------------

#### **GetFixtureID (LPCSTR ComPort)**

返回测试治具的名称

<b>“NO FIXTURE ID”</b>	没有发现有效的固定架名称
------------------------	--------------

#### **GetOperatorID (LPCSTR ComPort)**

返回操作员的名字

<b>“NO OPERATOR ID”</b>	没有发现有效的操作员名字
-------------------------	--------------

#### **GetBatchID (LPCSTR ComPort)**

返回批次号码

<b>“NO BATCH ID”</b>	没有发现有效的批次号码
----------------------	-------------

**GetFirmwareID (LPCSTR ComPort)**

返回固件的版本号

“NO FIRMWARE ID” 没有发现有效的固件版本号

**GetUnitID (LPCSTR ComPort)**

返回测试仪的序列号

“NO UNIT ID” 没有发现有效的序列号

**GetTransformerSerialNo (LPCSTR ComPort)**

返回变压器的序列号

“NO SERIAL NO” 没有发现有效的变压器序列号

**GetResultsFilename (LPCSTR ComPort)**

返回存储结果的文件名

“NO RESULTS FILE” 没发现有效的文件名（还没有结果？）

**GetResultPolarity (LPCSTR ComPort, short TestNumber)**

“NO POLARITY” 测试没有极性结果

“+” 正极性

“-“ 负极性

**GetPolarityPass (LPCSTR ComPort, short TestNumber)**

“NO POLARITY” 测试数是没有极性结果

“PASS” 极性结果通过

“FAIL” 极性结果失败

**GetTestPass (LPCSTR ComPort, short TestNumber)**

“PASS” 测试结果通过

“FAIL” 测试结果失败

**GetOverallPass (LPCSTR ComPort)**

“PASS”	所有的测试都通过了
“FAIL”	至少有一个测试失败了

### **GetNumberOfTests** (LPCSTR ComPort)

返回程序中的测试数量，返回值是一个短整数。有助于决定其他功能中的 TestNumber 的最大值。

### **GetMinLimit** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

返回 TestNumber 的最小极限，是一个浮值。

“NO LIMIT”      这个测试没有最小极限值

### **GetMaxLimit** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

返回 TestNumber 的最大极限，是一个浮值

“NO LIMIT”      这个测试没有最大极限值

### **GetTestStatus** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

返回测试的状态值，是一个四位十六进制的字符串(“####”)。

### **GetTestMnemonic** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

返回测试助记符，如 “LBAL” 。

### **GetTestUnits** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

返回测试单位，如 “Ohm” 。

### **GetCompensationStatus** (LPCSTR ComPort)

“NO COMPENSATION STATUS”      没有接收到补偿状态

“No Fixture Compensation”      没有测试治具补偿

“Fixture Compensation: successful”      补偿很好

“Fixture Compensation: fail” + ExtraString      补偿失败

### **GetUnitType**(LPCSTR ComPort)

返回仪器的型号，如“AT3600”，“AT1600” 或 “ATi”。

**GetResult** (LPCSTR ComPort, short TestNumber)

如果返回的是一个浮点则表示结果测量的数值；如果是零则表示没有结果是有用的

*这个功能是为了与旧版本的沃尔泰克 A T 服务器软件保持兼容性，但一般不推荐在新程序中使用。*

这部分介绍了一些功能可通过服务器软件来控制测试仪。这允许在应用中使用基本的仪器控制，这需要测试仪允许远程控制。有效的功能可以把程序载入到测试仪中，并且能运行或者停止程序。

**Variant LoadProgramToAT** (LPCSTR ComPort, LPCSTR ProgName)

“PROGRAM DOES NOT EXIST”	程序不在服务器程序文件夹种。
“INVALID PROGRAM”	无效程序
“LOADING”	当命令第一次被传到服务器软件中时会返回，且在载入结束后面每次被传送的时间也会被返回。
"LOADED"	成功载入程序。如果运行了“StopAT()”指令或者服务器软件在哪个 COM 端口上接收了结果，那么程序就不会被载入了。

**Variant RunProgramInAT** (LPCSTR ComPort)

“NO PROGRAM”	测试仪中没有程序在运行。
"SENT"	当程序开始运行，且在服务器软件接收到结果之前后来每次运行函数的时间也会被返回。
“DONE”	程序结束运行，且结果是有效的。如果是在返回这个值之后执行的函数，那么程序会重新运行一次。

**Variant StopAT** (LPCSTR ComPort)

“STOPPED”	不管正在运行什么测试，测试仪必须停止工作。
-----------	-----------------------

## 在线分析的范例

这部分描述的例子是有关如何在实时状态下，利用 OLE 把测量结果传到一个电子数据表中。

这里使用了 Microsoft Excel 97，而代码则是用 VB (Visual Basic) 写的。

在创建电子数据表之前，首先要设置测试仪和服务器软件：

- 先用编辑器创建一个包含五个测试项目的测试程序，其中第三个测试项目是测量线圈电阻。
- 启用“Send Results to Server”选项。
- 把测试程序保存在服务器软件正在使用的目录中。
- 确认服务器软件正在运行，并启用了与服务器软件连接的 COM 端口。
- 连接测试仪和装有服务器软件的 PC，并通过测试仪上的 PROGRAM - SET-UP 设置的 origin 为 SERVER。
- 然后按 EXECUTE 软健，并输入程序的名称
- 运行程序，并检查在线监测窗口显示的结果是否正确。

与此同时，在同一台 PC 上启用 Microsoft Excel 97 创建了一个空的电子数据表。

从 Excel 菜单栏依次选择：

Tools

Macro

Macros

输入“OLE\_Demo”，创建完成。

这时 Excel 会产生一个模块表，标为“模 1”。在“模 1”中输入下面的代码：

```
! *****  
*****  
'OLE_Demo Sub  
'  
'Procedure to demonstrate linking AT results into an Excel  
spreadsheet  
'in real time using OLE.  
'
```

```
'The procedure will read the third test in the program and put the
result
'into a cell on the third row of the spreadsheet.
'
'The procedure will do this for a total of 3 program runs, and then
exit.

Sub OLE_Demo()

    Dim objServerResult As Object
    Dim vntResult(1 To 99) As Variant

    Set objServerResult = CreateObject("Server.Results")

    nTest = 3
    nNumRuns = 3
    sComPort = "COM2"

    'Dummy read to clear any previous result
    vntResult(nTest) = objServerResult.GetVariantResult(sComPort,
nTest)

    MsgBox ("Press the RUN soft-key on the AT3600")

    For nRun = 1 To nNumRuns                'Get the results

        Do
            vntResult(nTest) =
objServerResult.GetVariantResult(sComPort, nTest)
        Loop Until (vntResult(nTest) <> "NO RESULT") And _
            (vntResult(nTest) <> "INVALID RESULT NUMBER")

        Cells(3, 5 + nRun) = vntResult(nTest)    'Put result in
spreadsheet

    Next nRun

    MsgBox ("Done")

End Sub
```

完成代码输入之后，返回到“Sheet 1”。

要运行代码，请依次选择

### Tools > Macro

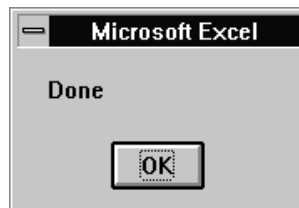
在对话框中选择宏“OLE\_Demo”，然后点“RUN”按钮。

这时代码开始运行。过一会儿，会出现第一个信息框，如下所示：



点击“OK”。当你已经按了测试仪上的软键“RUN”且看过第一个结果之后，信息框会自动消失。接着你可以看到第一次测试的结果已经输入到电子数据表的 F3 单元格中了。

继续按软键 RUN 直到第二个信息框出现，如下所示：



点击“OK”结束代码运行。

## 上面范例的附注

如果在代码运行过程中出现任何问题，按 ESC 暂停执行。这时会出现一个对话框，提示你可以直接退出程序或者通过单步运行调试程序，检查问题。

一旦结果被放置在单元格里，可使用 Excel 的一些功能进一步分析数据，或者用其他形式来反映数据。比如，你可以使用 Excel Chart Wizard 把结果制作成一张数据图。或者，你可以请参考 Microsoft Excel 的用户手册，在范例中添加新代码。



在前面的范例中，需要注意以下几点：

- `vntResult(1 To 99)`表示结果是多变的。这是因为 `GetVariantResult` 会根据有效的结果返回一个数字表示的数值，或者根据错误信息返回一个字符串
- 语句

```
Set objServerResult = CreateObject("Server.Results")
```

在 **Visual Basic** 中创建服务器结果自动化对象。

而读取结果时可使用下面的语句，

Do

```
    vntResult(nTest) = objServerResult.GetVariantResult(sComPort, nTest)
```

```
Loop Until (vntResult(nTest) <> "NO RESULT") And _  
          (vntResult(nTest) <> "INVALID RESULT NUMBER")
```

包括 “No Result” 和 “Invalid Result Number” 两种测试。

通常 `GetVariant` 会重复 “No Result” 的情况，直到有测量发生。下次执行会在有新结果传回到服务器软件种，这时 `GetVariant` 会读回实际的结果值。这将在服务器软件中设置一个标志表明数据已经被读取了，这样的话，在另一个结果传到服务器软件中之前，继续运行 `GetVariant` 语句的话就只会返回 “No Result”。

尽管在这个例子中测试数量 (= 3) 已经被固定了，“Invalid Result Number” 测试仍然包括在其中。这是因为可以在测试结果从测试仪传送到服务器软件的同时激活 `GetVariant`。依照 PC 的速度和其他参数，在传输中可能会有一小段时间的结果会被认为无效。循环中包括的这项测试会显示出这个错误。

另外，可以用函数 `NewDataAvailable` 代替 `GetVariantResult` 来决定新数据是否有效。通常在确定新数据有效之后，需要读取数据的多个参数时，推荐使用函数 `NewDataAvailable`。比如，`NewDataAvailable` 可循环执行，直到返回值是真的。而之前，其他任何 OLE 函数会被用来收集返回值，通过这些返回值可以判断是否所有的数据都有效。在使用了 `NewDataAvailable` 函数之后，也就没有必要再去检查 “INVALID RESULT NUMBER” 和 “NO RESULT” 的返回值了。

### 4.3.2.5. 离线分析

如果你对实时分析没什么要求，只想对过去的测试结果进行分析，那么你可以采用离线数据分析的方式。通过这样一种方式，就可以查看前天创建的结果文件了。

如之前所描述的，批量结果文件是以“\*. CSV”(Comma Separated Variable) 的格式保存的。

电子数据表是分析和管理测试数据的理想环境。差不多所有的电子数据表程序都能够导入一个 CSV 文件。

测试结果一旦被导入到电子数据表，就可以被用来画图，计算，编辑和打印。使用像 Microsoft Excel 这样的软件，可以设置宏来分类抽取相应的结果部分，计算并编译报告，最后可以把记录打印出来。

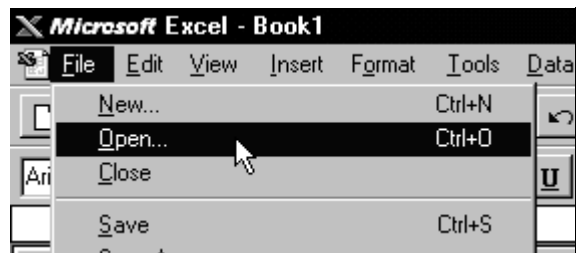
请参考你自己的应用程序的手册，了解关于导入和操纵数据的详细内容。

### 离线分析的范例

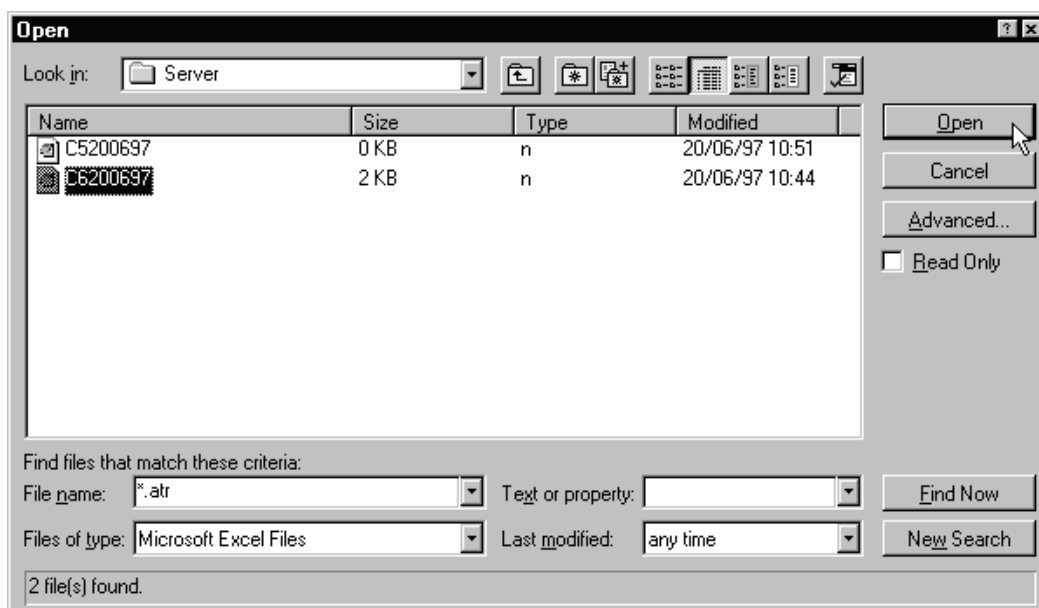
这里所用的电子数据表是 Microsoft Excel 97。

从 Excel 的菜单栏，依次选择

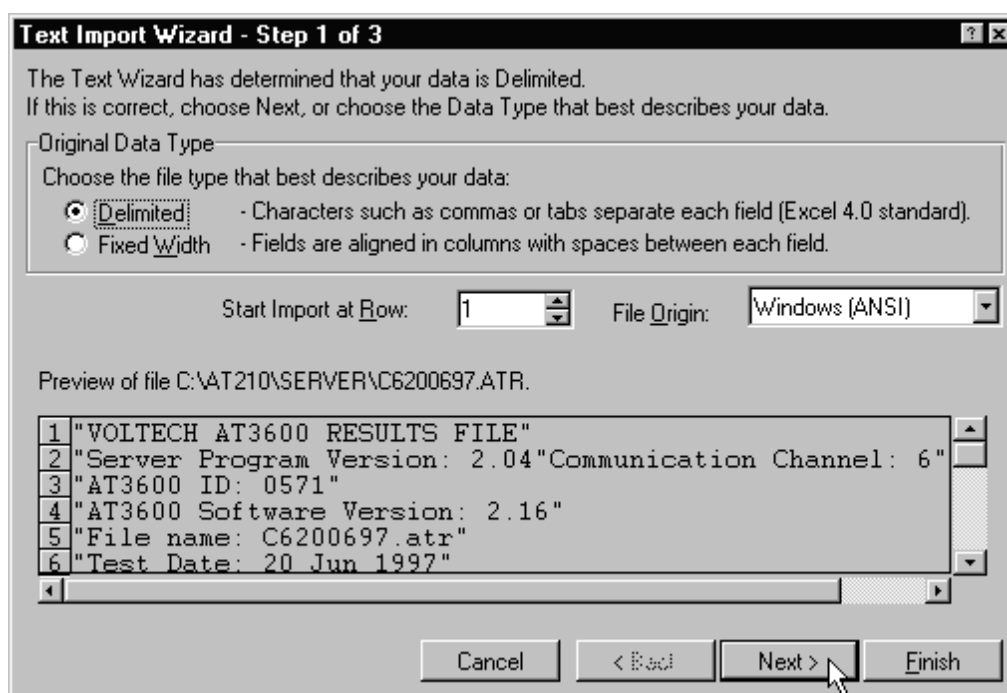
#### File > Open



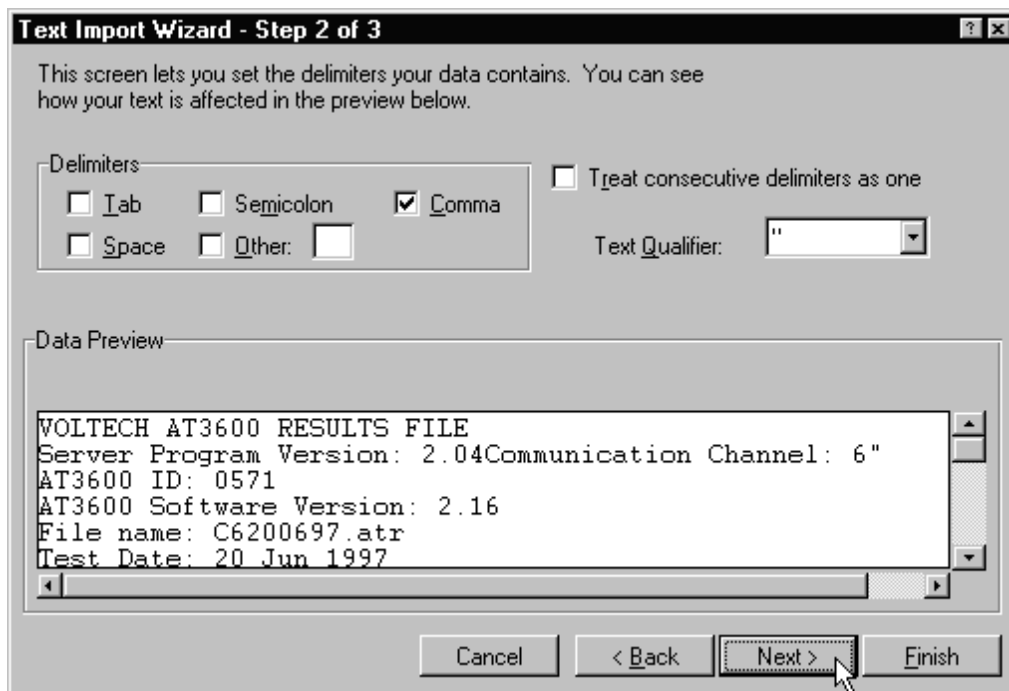
Excel 会引出一个打开文件的对话框。选择你想查看的结果文件，然后点“Open”。



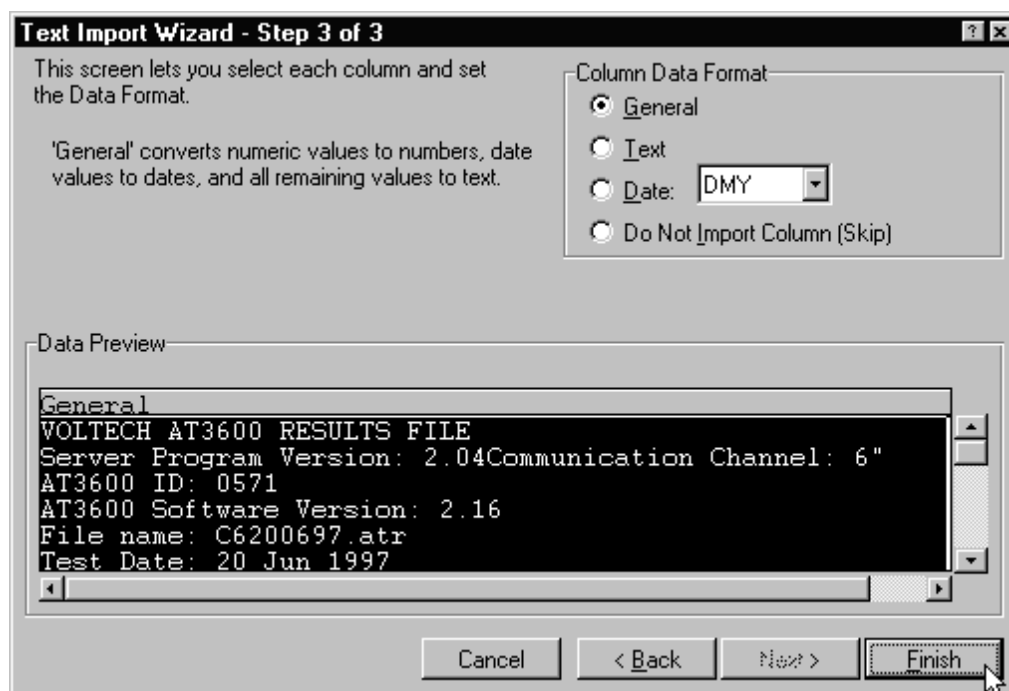
点完“Open”后，会出现“Text Import Wizard”对话框，如下图所示：



确定选择了“Delimited”项，然后点“Next >”到第二步。



在“Delimiters”的选项框中，确定只有“Comma”项被选定择了（如上图所示）。然后点“Next >”到第三步：



确认在“Column Data Format”选项选择了“General”，然后点“Finish”。

会显示如下图所示的结果：

VOLTECH AT3600 RESULTS FILE											
1	VOLTECH AT3600 RESULTS FILE										
2	Server Program Version: 2.04										
3	Communications Channel: 6										
4	AT3600 ID: 0571										
5	AT3600 Software Version: 2.16										
6	File name: C6200697.atr										
7	Test Date: 20 Jun 1997										
8											
9	Part #	2									
10	Fixture ID:	TEST									
11	Operator										
12	Batch #										
13	No Fixture Compensation										
14											
15											
16	Result #	Serial #	Time	Pass/Fail	001 R			002 LS			
17					Minimum	Maximum	Reading	Minimum	Maximum	Reading	
18											
19	1		10:44:20	Pass	59	73	6.78E+01	Pass	3	3.22E+01	
20	2		10:44:23	Pass	59	73	6.78E+01	Pass	3	3.11E+01	
21	3		10:44:24	Pass	59	73	6.78E+01	Pass	3	3.13E+01	
22	4		10:44:26	Pass	59	73	6.78E+01	Pass	3	3.14E+01	
23	5		10:44:27	Pass	59	73	6.78E+01	Pass	3	3.19E+01	
24	6		10:44:29	Pass	59	73	6.78E+01	Pass	3	3.15E+01	
25											
26											
27											

你也许需要调整电子数据表的单元格的大小来显示所有的数字。

利用电子数据表的一些自带功能，可以使用得到的数据通过画图，如条形图等方式直观的反映测试结果举例来讲，要画图，可以选择一系列数据，然后点击“Chart Wizard”按钮，就可以创建你要求的图示了。

请参考电子数据表的用户手册了解更多的相关信息。



## 第五章 – 测试治具

### 目录

本章将帮助你熟悉测试治具系统的使用。在每个测试治具工具包内，都提供了关于构建测试治具的详细说明和应用指南，可帮助你加深对测试治具系统的理解。

<b>5.1. 介绍</b>	<b>233</b>
5.2. 测试治具系统的描述	
5.2.1.描述	235
5.2.2.Voltech 提供的测试治具的零部件	241
<b>5.3. 开尔文 (KELVIN) 连接</b>	<b>243</b>
<b>5.4. 附注</b>	
5.3.1.谨防高压	245
5.3.2.开尔文 (Kelvin) 连接	246
5.3.3.机械故障	246
5.3.4.电线剥皮	246

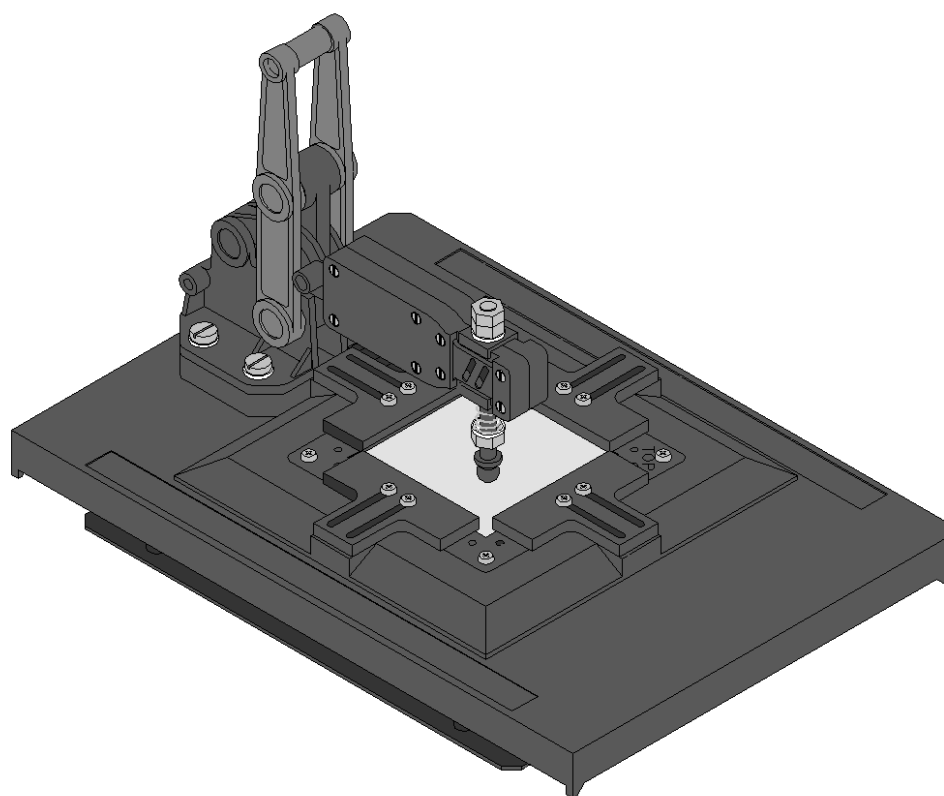




## 5.1. 介绍

AT 系列测试仪能够对各种各样的变压器提供非常全面的测试。只有根据变压器的类型构建相应的测试治具，就能充分地发挥它的性能。

测试治具安装在一块带有接触节点的治具面板上。测试治具面板经测试接触节点脚与测试仪相连；同时又方便变压器的快速、可靠和安全的插入、测试和移出，从而充分发挥测试仪高速测试的优点。



Voltech 认为构建完善的测试治具是非常重要的。因为好的测试治具可以使操作员的疲劳度降到最低点，确保最优化的可重复性，避免没有必要的浪费，从而提高测试仪的测试吞吐量。

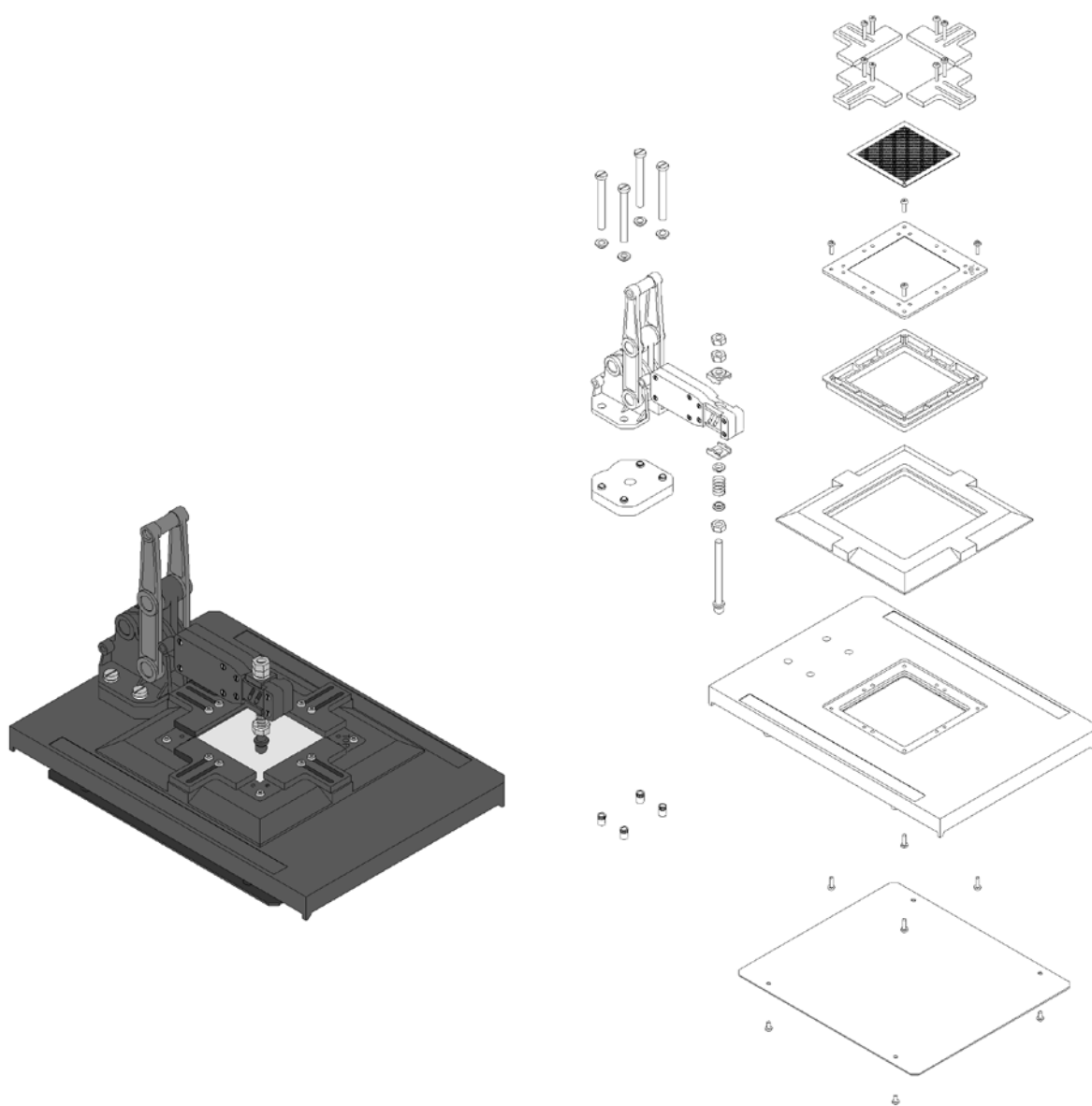


## 5.2. 测试治具系统的描述

### 5.2.1 描述

Voltech AT 系列测试治具系统可使你根据你的需求自如并灵活的使用测试治具。

所有的治具都安装在固定架面板上，那是一块空白的固定板。它和其他的部件都包含在治具套件包中。



## 应用

测试治具是连接变压器和测试仪之间的桥梁，具有以下一些特性：

尺寸：

引脚之间的最大面积为 **63.5** 平方毫米

待测变压器的最大高度为 **63.5** 毫米

最大连接矩阵为 **60** 平方毫米

连接类型：

表面贴装

管脚连接

刀形接触

飞线

间距：

1.27mm

1.962mm(0.156")

2.00mm

2.5mm

2.54mm (0.1")

3.81mm (0.15")

对于上面提到的应用仍有一些限制。比如说，刀片式的最小间距是由连接器的最小间距决定的。此外，尽管我们设有 **1.27mm** 的间距，那也只能是预见待测元件的间距是 **1.27mm** 的倍数。而间距仅仅为 **1.27mm** 的两个连接是没有的。

## 兼容的连接类型

开尔文 (Kelvin) 夹子

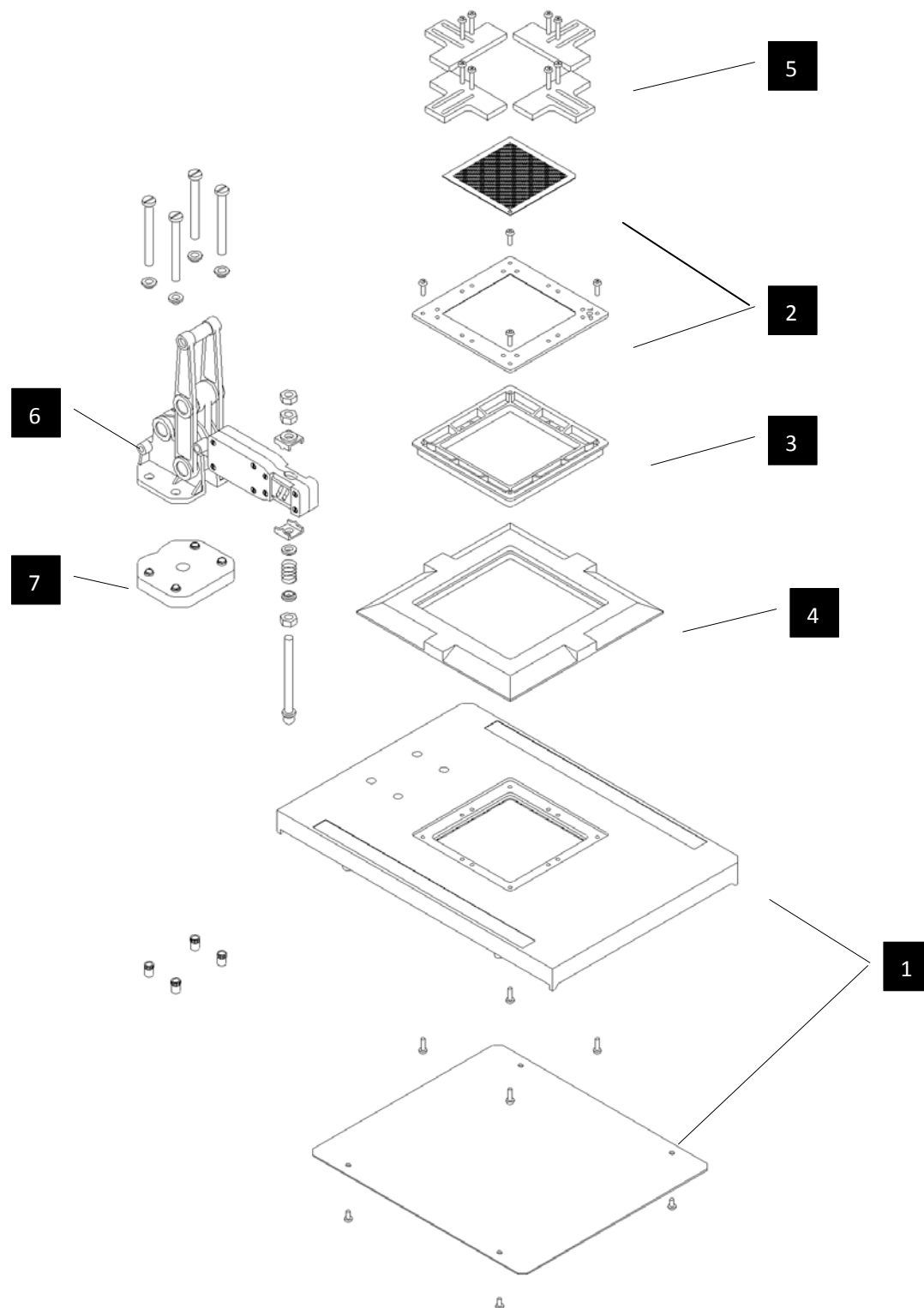
开尔文 (Kelvin) 刀片 (Automech 类型)

4mm 插槽

ATE 管脚类型 (Voltech 可以提供 ATE 管脚类型的列表。)

旋转式 面接触式 点接触式 杯式 冠式

### 组件



## 1.底座

底座要安装在变压器测试仪的顶部，具有下列一些特征：

- 安装有 40 个节点，可以连接 40 个在测试仪顶部的测试探针。
- 底部表面的模具刻痕可看作是钻孔导向的标志，易于打孔安装：安装通用的 4mm 安全插槽或者其他特定用途末端标杆。
- 为附带的测试夹提供钻孔和安装嵌件便利，无论是左手位或者右手位。
- 在底部留有狭槽，可以方便从节点间的布线。
- 四个固定脚可以保持盖板的平稳。底部的盖板是通过四个铆钉安装在固定底座的底面，防止接线遭到意外损坏。只需按一下就可以把盖板安装在固定架面板上的插槽中了。

固定底座是通过高压注射模塑的方式制造的，而制造材料适合焊接时的温度。另外需要注意的是，在使用中存在着高压危险。

## 2.接口板

接口板的中间部分是玻璃纤维板，四周是塑料装饰板。与导向架、探针盒紧密相连。在测试中，接口板测试治具的主体部分。

导向架有四组 2 x M3 的螺丝与接口板相连。接口板可以为测试部件提供最高达到 63.5 平方毫米的面积。在使用钻孔板时，接口板上为探针钻得超过 60 平方毫米的面积。

## 3.探针盒

探针盒安装在面框板和底座上面。外盒有 9 毫米厚，ATE 探针和 Kelvin（开尔文）管脚提供一个合适的空间。

探针盒由四个 M3 螺丝紧紧地安装在板上，而螺丝也同样锁牢了面板框。

## 4.面板框

面板框为探针盒和接口板提供了精确的安装位置。这个设计同样也支持导向架部分。

## 5. 导向架

导向架能使测试件快速、准确地安放在测试治具上。

导向架可以调整，以配合测试件的尺寸；并且可以根据需要堆叠或者反转。

可以移走导向架中的一部分，从而使它能够用于很小的测试件。上图中显示了四对导向架。

## 6. 夹钳

夹钳可以保持测试件的稳定，但需要另外购买。

夹钳顶头有一个滑动的导架，可以使垂直的夹杆旋转 90 度到水平位置。这样就使得侧面移动到测试部件的可能性降到了最低点。

夹钳头可以提供 2.9N/mm, 4.5N/mm 和 5.4N/mm 三种弹力的弹簧，从而允许不同型号的探针用于绕线器件的连接。

## 7. 高度调节块

通过堆叠高度调节块可以夹住最高达到 70 毫米的测试件，每一阶为 10 毫米。

## 8. 工装

为了能够正确地为探针盒和接口板进行钻孔，钻孔模板提供以下几种孔距：

1.27mm

2.00mm

2.50mm

2.54mm

3.81mm

可以用夹子把钻孔模板固定在合适的位置，就夹在接口板和探针盒边角洞里面。

你也可以利用固定架后面的区域。这样允许你安装其他的夹具，配件，喷墨打印机，或者条形码扫描器。

## 组装和布线



每个测试治具工具包里都提供一个全面的指南，以方便您定制测试治（请参阅本章的 **2.2** 部分）。



## 5.2.2 VOLTECH 可提供的测试治具零部件

### 1.测试治具托板

设计用于在 AT 系列测试仪上使用的测试治具，包括：

- 带盖底盘（包括 40 个节点）
- 测试件接口板
- 固定用螺丝螺帽

### 2.定制测试治具工具包

工具包含有用来建立你自己的测试治具的部件。有连接线，测试探针或夹子，以及钻孔模板。定制的测试治具工具包包括：

- 带盖底盘（包括 40 个节点）
- 测试件接口板
- 探针盒
- 面板框
- 导向架（12 个）
- 固定用螺丝螺帽

### 3.有40个插孔的测试治具

一块测试治具板子装有 40 个 4mm 的插孔，20 个红色（power），20 个黑色（sense）。插孔与底板的 40 个节点相连，而底板的 40 个节点则与测试仪的 40 个节点一一对应。

这种测试治具可以用于连接到已有的装置、飞线和夹子。在设计实验室中用于进一步开发测试程序或者测试产品。

### 4.夹钳

手动夹钳一般配有七个高度调节块和固定用螺丝螺帽。

### 5.工装安装

钻孔模板有很多种尺寸，详细内容请参阅 5.2.5 页。

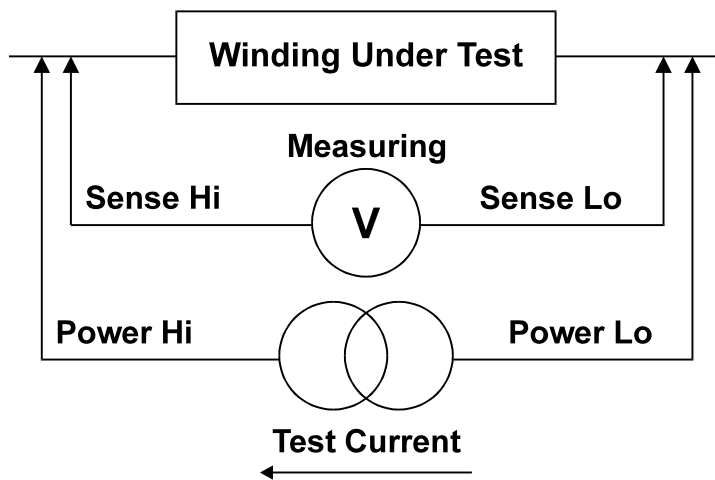


## 5.3. 开尔文 (KELVIN) 连接

在许多的测试中需要测试线圈电阻或者电感之类的变压器参数，这就必须要测量电阻抗。

通常，测量电阻抗的时候会让测试电流流过测试器件，然后测量其电压。电压比上电流得到的结果就是要求的电阻值。

在进行这样的测量时，一定要注意，最终的结果不能包括测量导线的电阻值。下面描述了一个接线系统，能够避免这样的问题。这就是使用了四条电线的开尔文 (Kelvin) 连接。



在上图中，测试电流通过两条“power”导线测量，而测试电压通过两条“sense”导线测量。

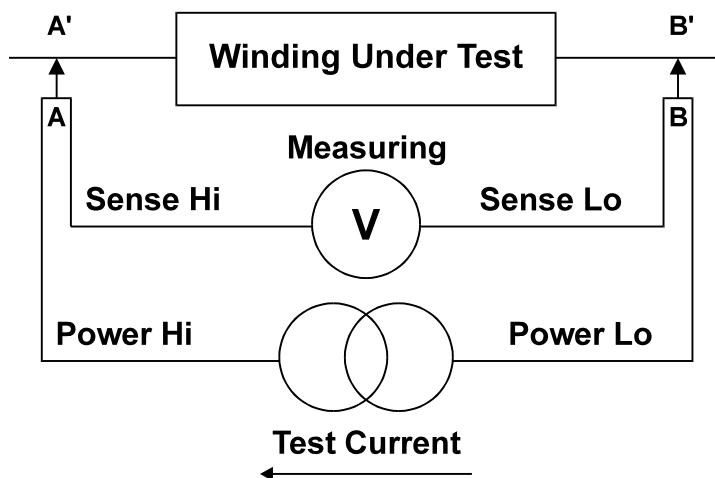
尽量使“sense”导线靠近测试中的设备，而任何因为穿过“power”导线的测试电流所额外产生的电压降是会被测量的。

因此，开尔文 (Kelvin) 连接能够提供最精确的电压值，从而可以得到最精确的线圈电阻。

理想情况下，可以用开尔文 (Kelvin) 连接去测量所有的电抗。不过，许多接线端并不支持四条电线能始终与测试器件主体保持一致。

鉴于这种情况，要单独使用接线端连接“power”线和“sense”线，而“common”线的长度（从“power”线和“sense”线的结交点开始，一直穿过接线端和器件导线到达器件主体的导线）应当尽可能保持最短。

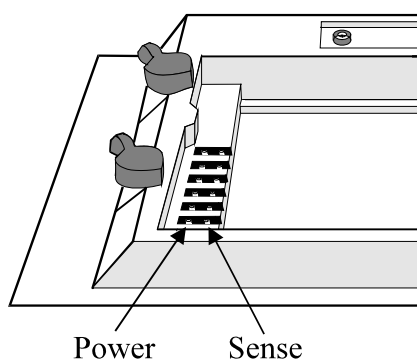
如图所示 AA' 和 BB' 就是 “common” 导线的长度。



AT 系列测试仪能提供所需的连接，从而充分发挥出开尔文测量的优势。

一个测试节点可以看作是一对连接，包含一个 “power” 接线端和一个 “sense” 接线端。

下图说明了如何确认节点接线端的功能：



**POWER** 接线端都在测试治具的外侧。

**SENSE** 接线端都在测试治具的内侧。



**重要提示：**一般建议在所有测试治具中都使用开尔文四线连接；对于线圈电阻值小于 1 欧姆的变压器来说使用开尔文连接是必备的选择。

## 5.4. 附注

在制作或者修改测试治具时请参考下面的附注。

### 5.4.1. 谨防高压

在测试中，AT3600 会产生最高达到 5 千伏的交流电压，所以在制作测试治具系统的时候，都要牢记这一点。

如果可能，把测试治具上相同高电压的节点都编在同一组。

举例来讲，在进行耐压测试时，把初级线圈编为一组，而次级线圈编为另一组。

在这种情况下（假设不受其他原因限制），测试管脚的最好布局应该是把所有初级线圈的测试节点放在固定架面板的一侧（比如在面板的左边使用节点 1, 3, 5, 7 等），把所有次级线圈的测试节点放在面板的另一侧（譬如节点 2, 4, 6 等）。

另外，如果你需要测试两个次级线圈之间的隔离情况，那么其中一个线圈可以使用小数字的节点（如 2, 4 和 6），而另外一个线圈则可以用大数字的节点（如 14, 16 和 18）。

当在 PCB 板上安装变压器，很明显管脚之间的间隔是由变压器本身决定的。如果有必要，在每个开尔文刀片和它最近的刀片之间放一个高压绝缘条，这是为了避免任何高压跨弧放电。

如果要为带飞线的变压器使用单独的接线端，需要确保在单独的接线端之间有足够大的间隙，从而允许你的程序使用高电压。要注意暴露在外的接线端的金属部分（带高电压），以及变压器导线的自由端，很有可能因为没有插好而弯曲碰到旁边的接线端。假设空气是干燥的，请确保接线端间每千伏电压至少 3 毫米的间隙；如果湿度很高的话，需要增大间隙。

在测试治具上的所有导线，鳄鱼夹和接头管脚，必须用绝缘材料盖住，而且所使用的绝缘材料必须经得起程序中用到得测试电压的冲击。他们必须越短越好，确保从一个“power-sense”端出来的导线不可以碰到和另一个“power-sense”端连接的裸露在外面的金属。

要尽量避免接线端或中心连接端有与测试治具的表面相连的金属暴露在外面（带高电压），因为这会导致漏电。如果一定要用这样的接线端，必须保证在金属片上没有尖端或者边角，还要保持表面绝对干净，并且至少保证每千伏 3 毫米的间隙。

## 5.4.2.开尔文（KELVIN）连接

确保测试治具的每个插孔与相应的“power”和“sense”接头管脚之间使用开尔文连接（例如独立的 power 和 sense 导线）

另外，在测量变压器非常小的电阻的时候，确保接线端始终通过开尔文连接和变压器的导线相连。

## 5.4.3.机械故障

请使用稳定耐用的接线端，插座或者探头。差的的机械连接会影响测量结果，最终会影响产品的质量和产量。

要经常清理测试治具和连接器，避免任何灰尘和变压器清漆的污染。不干净的测试治具会导致接触不良以及绝缘效果较差，从而降低产品的质量。

尽量为每种类型的绕线器件使用单独的测试治具，这样可以提高测试产量。

好的测试治具设计，以使测试器件的连接又快又容易。举例来讲，利用好本指导书可以保证不会放任何错组件。

## 5.4.4.电线剥皮

最重要的是要注意剥皮之后的单芯电线是否做了标记或者被损坏了，因为在使用的过程中电线会随时断裂。

## 第六章 – 前面板操作

### 目录

本章将指导通过集成的键盘和显示器完成对测试仪的操作。

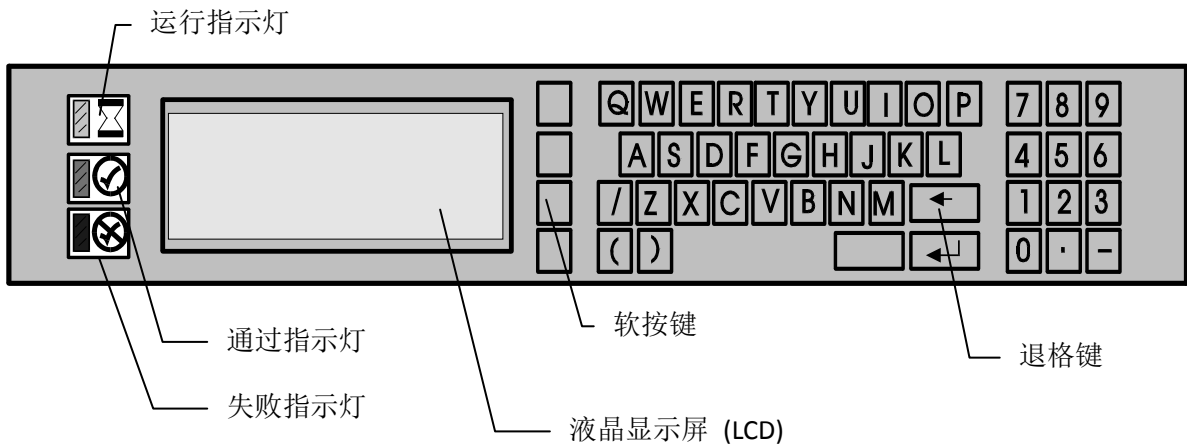
<b>6.1. 介绍</b>	
6.1.1. AT 系列前面板 .....	<b>249</b>
6.1.2. 其它数据输入.....	<b>250</b>
6.1.3. 开机自检 .....	<b>251</b>
<b>6.2 自检</b>	
.....	<b>253</b>
<b>6.3. 执行模式</b>	
6.3.1. 没有选项启用的执行模式.....	<b>256</b>
6.3.2. 有选项启用的执行模式.....	<b>261</b>
6.3.3. 失败停止.....	<b>266</b>
6.3.4. 调整 .....	<b>267</b>
<b>6.4 测试治具补偿</b>	
.....	<b>269</b>
<b>6.5. 测试模式</b>	
6.5.1. 测试模式的操作 .....	<b>271</b>
6.5.2. 前面板测试模式的错误信息 .....	<b>275</b>
<b>6.6. 程序模式</b>	
6.6.1. 设定.....	<b>278</b>
6.6.2. 程序 .....	<b>280</b>





## 6.1. 介绍

### 6.1.1. AT 系列前面板



AT 系列测试仪的前面板由薄膜式键盘和液晶显示屏。

主要有以下特点:

- |               |  |
|---------------|--|
| <b>液晶显示屏</b>  | 此液晶显示屏(LCD)是一个图形化面板，通常显示 4 行文字。在显示测试结果的同时为菜单系统中的数据项目提供提示。      |
| <b>运行指示灯</b>  | 运行指示灯是一个黄色 LED 灯。当测试仪忙碌时会点亮，如执行一个测试程序。                         |
| <b>通过指示灯</b>  | 通过指示灯是一个绿色 LED 灯。在执行完一个测试程序后，当结果是“通过”时会点亮。                     |
| <b>失败指示灯</b>  | 失败指示灯是一个红色 LED 灯。在执行完一个测试程序后，当结果是“失败”时会点亮。                     |
| <b>字母数字键盘</b> | 字母数字键盘可用于提供文本信息的输入，如被测变压器的编号（又如：测试程序名称）。                       |
| <b>退格键</b>    | 在输入文本的时候，“退格”键用于改正输入错误。  |
| <b>软键</b>     | 毗邻 LCD 的四个“软键”提供的功能随测试仪不同的操作状态而变化。任何时间每个软键的功能会显示在 LCD 右侧的文本框内。 |

说明：无论是通过前面板输入或是远程输入，测试仪只接受以上键盘显示的字符。所有字母字符为大写。

## 6.1.2. 其它数据输入

为提供最大的作业灵活性，在测试仪菜单系统特定的地方，可以使用其它方式输入数据，效果如同键盘输入：

### 脚动开关

测试仪背面的“**Remote Port**”可以连接到一个脚动开关，可以输入“**Run**”的功能。

在顶层菜单和执行模式下（查看后面），脚动开关可以替代按第一个（最上面）的软键。

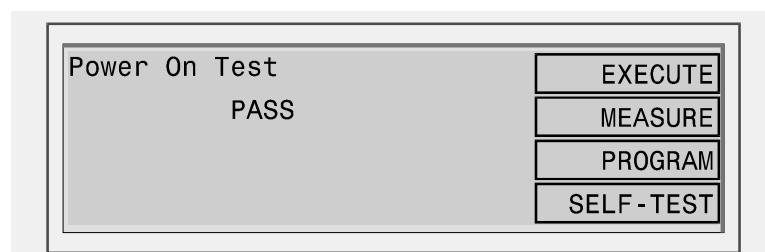
### 条形码输入

将条码阅读器连接到测试仪背面板的“**Barcode Port**”，可以用来输入文本信息，如测试程序名，或是变压器批号或序列号。

### 6.1.3. 接通电源

在 AT3600 测试仪电源打开时会执行通电自检，大概持续 10 秒。

在开机之后可以看到以下显示：



此时测试仪处于顶层菜单状态，可以使用“软键”选择四个主要功能：

- |           |  |
|-----------|--|
| <b>执行</b> | 在进行生产测试时运行程序使用。  |
| <b>测量</b> | 使测试仪工作类似于一台元件分析仪。就某类测试，在前面板上持续更新读数。                          |
| <b>程序</b> | 用于从电脑服务器端的“group download”下载测试程序到测试仪存储器，同时在测试仪上设置“Set-Up”选项。 |
| <b>自检</b> | 用于执行完全的自检。   |

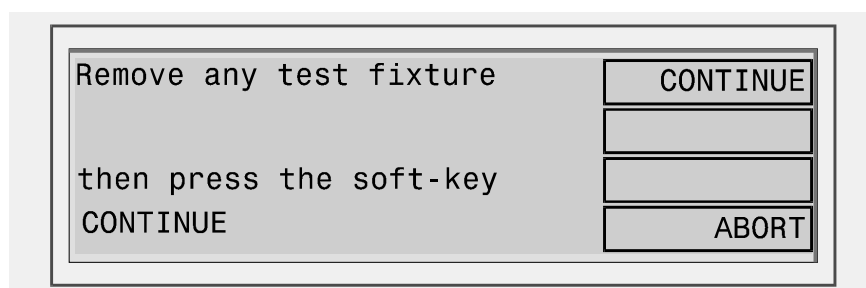
每个选项都会在下方的章节有详细的说明。



## 6.2. 自检

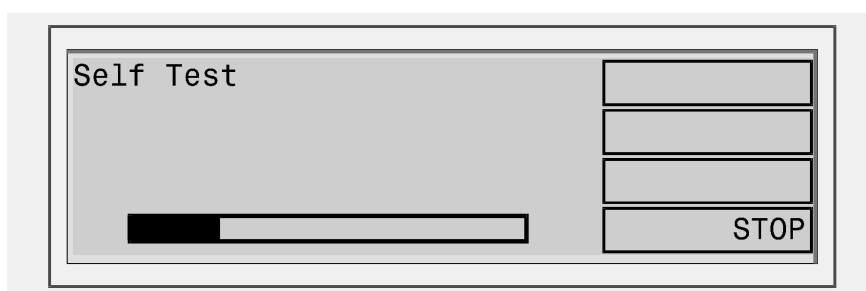
自检是测试仪进行一系列的检查以确保仪器的功能正常。

在任何时间，通过按顶层菜单的“自检”软键可以进行仪器自检。



在开始自检之前，请确认测试仪上方测试顶针没有任何其他接触。特别是移除所有测试治具和变压器。

在执行自检时，前面板显示器会显示横向进度条：



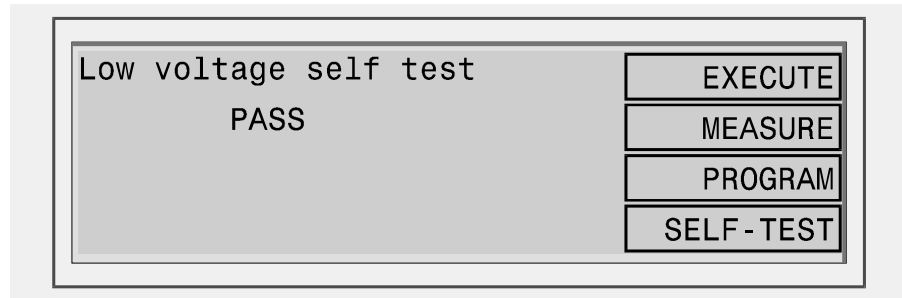
**警告：** - 如果安全锁扣被正确连接，测试仪将会执行完整的测试，包括高达 **7000V** 的高压测试。这些电压将会被送到测试仪上方的测试顶针上。

自检结束后，将会看到以下屏幕：



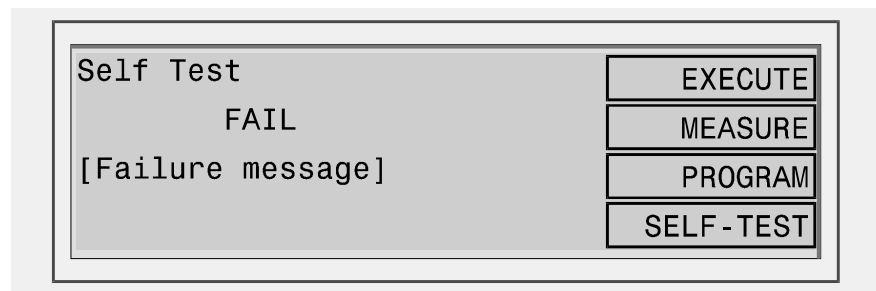
为确保操作员安全，高压源的检查将会在自检开始的 10 秒以后进行。

如果安全锁扣在此段时间没有连接，将不会产生高压或检查高压源，并在测试结束后，可以看到以下信息：



如果没有连接安全锁扣系统，仪器不能执行任何高压自检，因为此时高压源是被禁用的。

如果在自检的任何点有错误，将会看到类似如下的显示：



在下部的两行的显示信息与导致错误的原因有关。

如果测试仪持续发生错误，请记下错误信息并联系 Voltech 进行维修。

## 6.3. 执行模式

这是 AT3600 在进行变压器生产测试时的普通工作模式。

在尝试使用测试仪的执行模式之前，请确认以下步骤已执行：

- 已经为被测变压器的创建了测试程序。
- 以下二者任一

测试程序保存在服务器，服务器已连接到测试仪并在运行，同时测试仪设定使用服务器作为程序存储器。

或

测试程序已经下载到测试仪，并且测试仪设定为使用内部存储器作为程序存储器。



**提示：关于如何将测试仪设定为 LOCAL 或 PROGRAM，请查看第二章，2.3.3 节快速入门指导。**

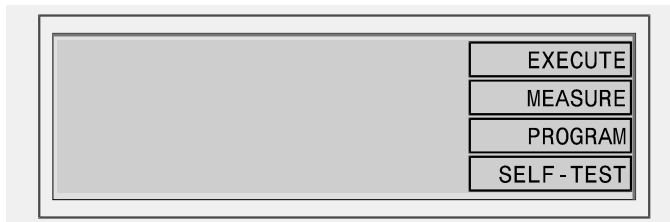
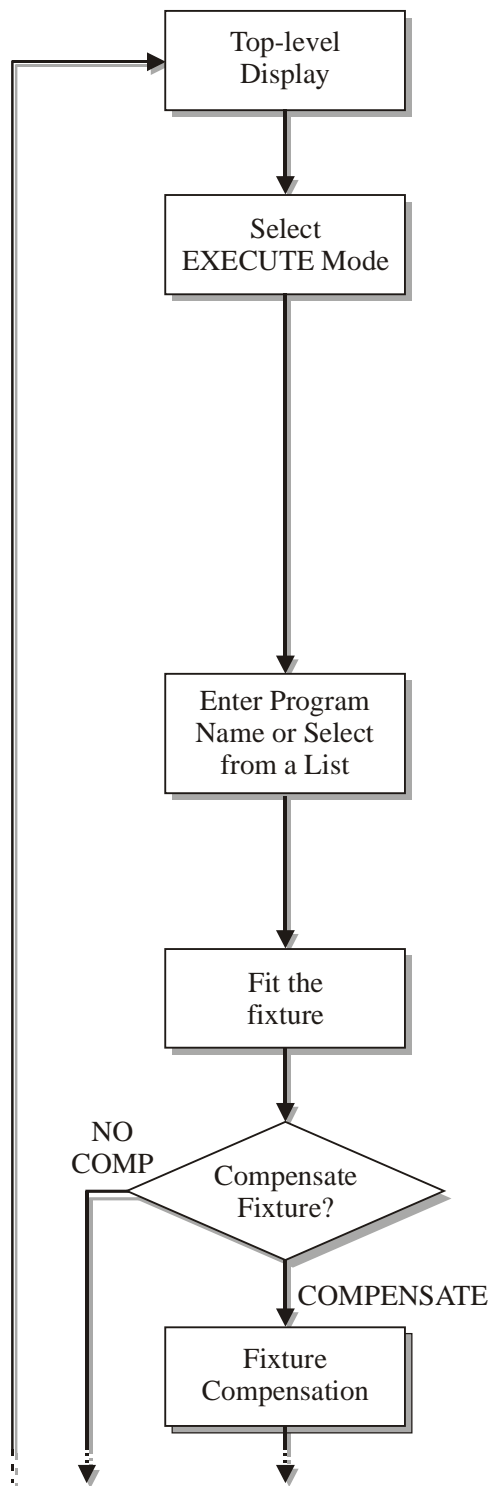
- 被测变压器的测试治具已经制作完成。

说明：如过有脚动开关接于测试仪的遥控端口，通常在执行模式下，按此开关的作用等同于按最上面的软键。

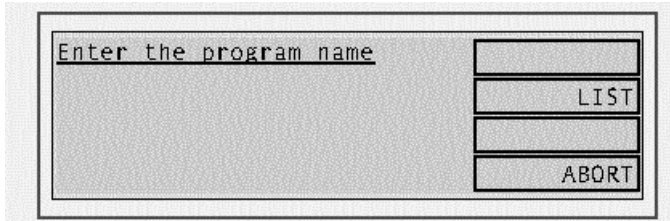
对于文本输入（如测试程序名或是被测变压器的序列号），可以选择使用条码阅读器，接于测试仪背面板的“Barcode Port”。

### 6.3.1. 没有选项启用的执行模式

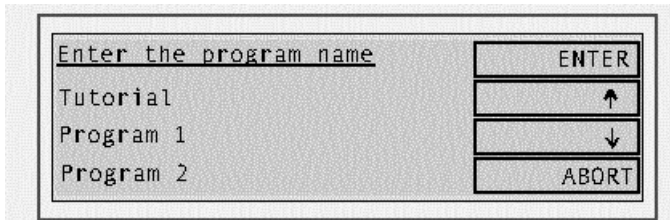
对于简单的测试程序（以下任何一个选项没有启用：批次号，操作人员号或是序列号），下面的流程图概括了执行模式的运作流程：



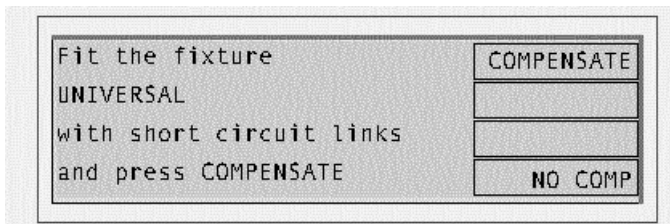
在顶层显示，按“执行（EXECUTE）”。



可通过键盘输入程序名，或通过输入条码或者从列表中选择。按软键“List”以查看程序列表，存在于电脑服务器或是AT3600的内部存储器上。(参阅 6.6.2 节)



使用 ↑ 和 ↓ 按键选择程序并按进入键 [ ]或是进入软键。

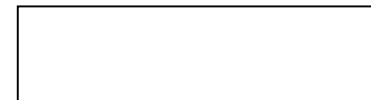
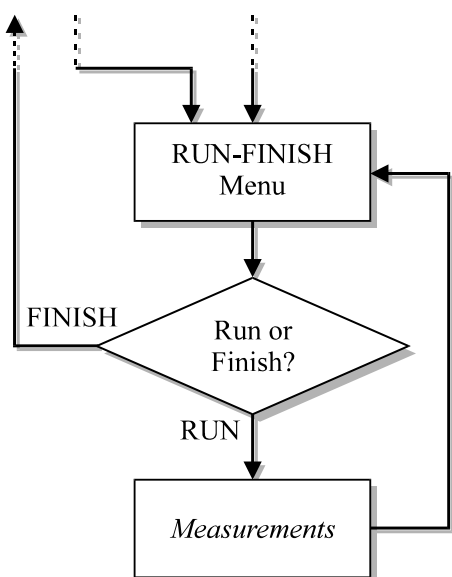


“UNIVERSAL”是“测试治具 ID”的名称，可以在编辑软件“程序选项”对话框中设定（参阅第三章）。

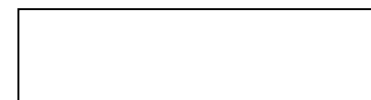
根据需要按“补偿（COMPENSATE）”或是“不补偿（NO COMP）”。

说明：对测试治具的补偿，接入所有线圈短路的变压器替代待测变压器。

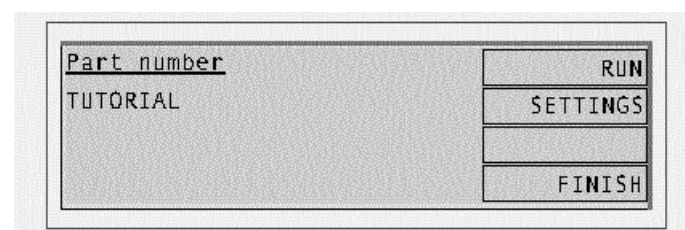




如果在此时失败指示灯被点亮，说明测试补偿过程有问题，检查治具和短路头的连接，然后重试治具补偿。



通过指示灯被点亮代表了补偿成功，移除短路连接并继续。



将待测零件放入测试治具并按“RUN”软键，或是脚动开关。

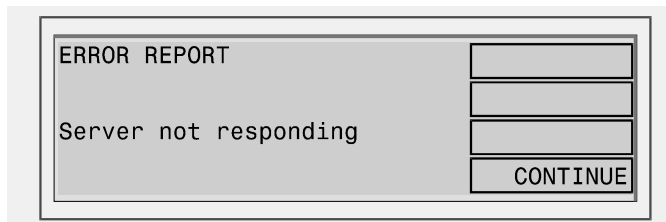
测试之后，移除零件并将其放入“通过”或是“失败”的箱中。

按此方法继续测试，直至这批零件都经过测试，然后按“FINISH”结束测试。

**说明：**

**1. 输入编号时的错误信息**

a) 使用服务器程序存储器（查阅本章 6.2 节）



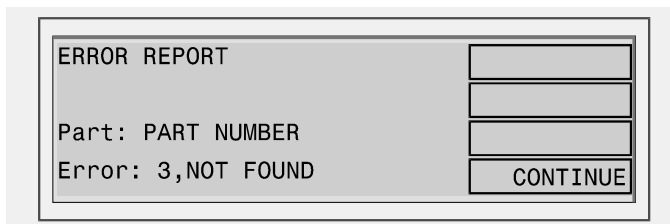
可能的原因：

错误的线缆： 从仪器的“Server Port”到电脑的线缆没有插好或断开。

通讯端口： 在服务器软件中通讯端口没有设置好。

服务器没运行： 可能是电脑没有开机，或是服务器软件不再运行。

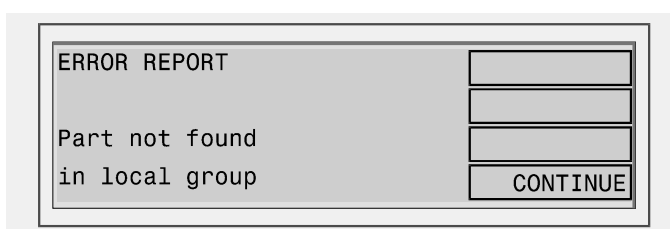
或者



原因:

服务器软件设定的测试软件路径中没有请求的程序编号。

b) 本地程序存储器(参阅第二章, 2.3.4 节)



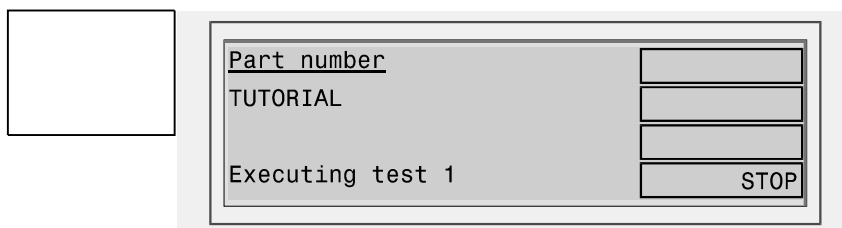
原因:

请求的测试程序编号不在下载到 AT 的程序组中。

对于所有以上的显示, 按“CONTINUE”软键将返回到顶层显示。

## 2. 测试进行时显示的说明信息

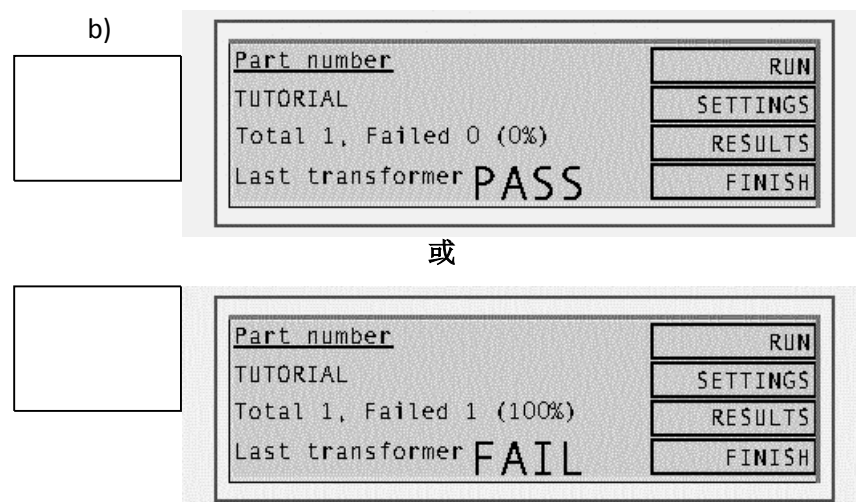
a)



“1”代表了正执行的测试项目在测试程序中的位置。

操作员可以在任何时候按“STOP”软键以中止测试。或者可以使用测试仪的远程端口输入停止信号, 例如, 接入一个紧急停止开关。

在测试过程中, 测试项目的数字将增加; 对于耐压和压迫功率测试, 测量到的实际测试电压也会在下面一行显示。



在前面一个零件测试结束后，会看到“RUN” - “FINISH”显示。

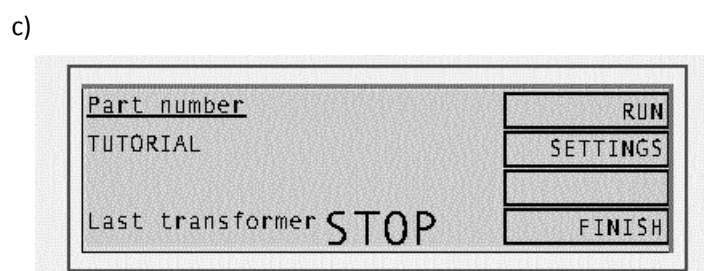
前面板上的LED（绿色=“通过”，红色=“失败”）和远程端口的输出都会说明前一个变压器的测试结果，据此将变压器放入相应的“通过”或“失败”箱。

如果开启相关功能，相应的测试结果将发送回服务器，并且可以在结果列表窗口中查看所有的测试结果；也可以通过前面板的“RESULTS”软键直接查看测试结果。（参阅以下）。

#	Type	Result	Status	
1	CTY	0.0000	FAIL	0001
2	LS	-1.196H	FAIL	0000

↓  
PRINT  
OK

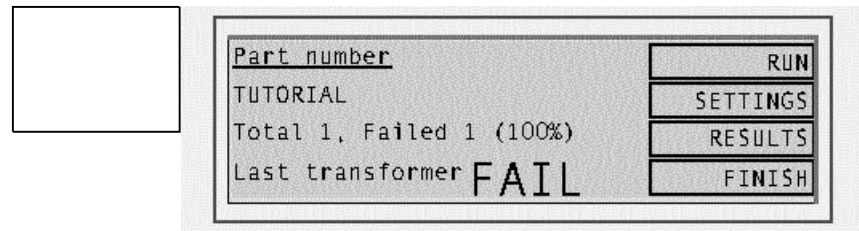
结果列表屏幕



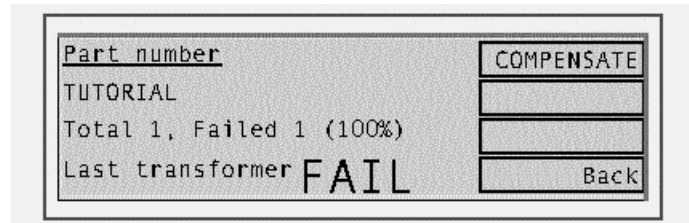
使用“STOP”软键或远程端口输入停止信号，在前一个零件测试结束后将会显示“RUN-FINISH”状态。

在此显示状态，所有LED将会关闭，并且没有结果送回给服务器。

### 3. 重新进行测试治具补偿



在任何时候如果需要重新进行测试治具补偿，在显示“RUN-FINISH”状态时，按“设定”以进行：



按“COMPENSATE”以重复进行测试治具补偿，或是按“Back”返回到“RUN-FINISH”显示状态。

### 6.3.2. 有选项启用的执行模式

如在第三章“测试程序编辑软件”所述，测试程序在创建是可以启用或禁用以下三个选项：

操作员名字

批次数

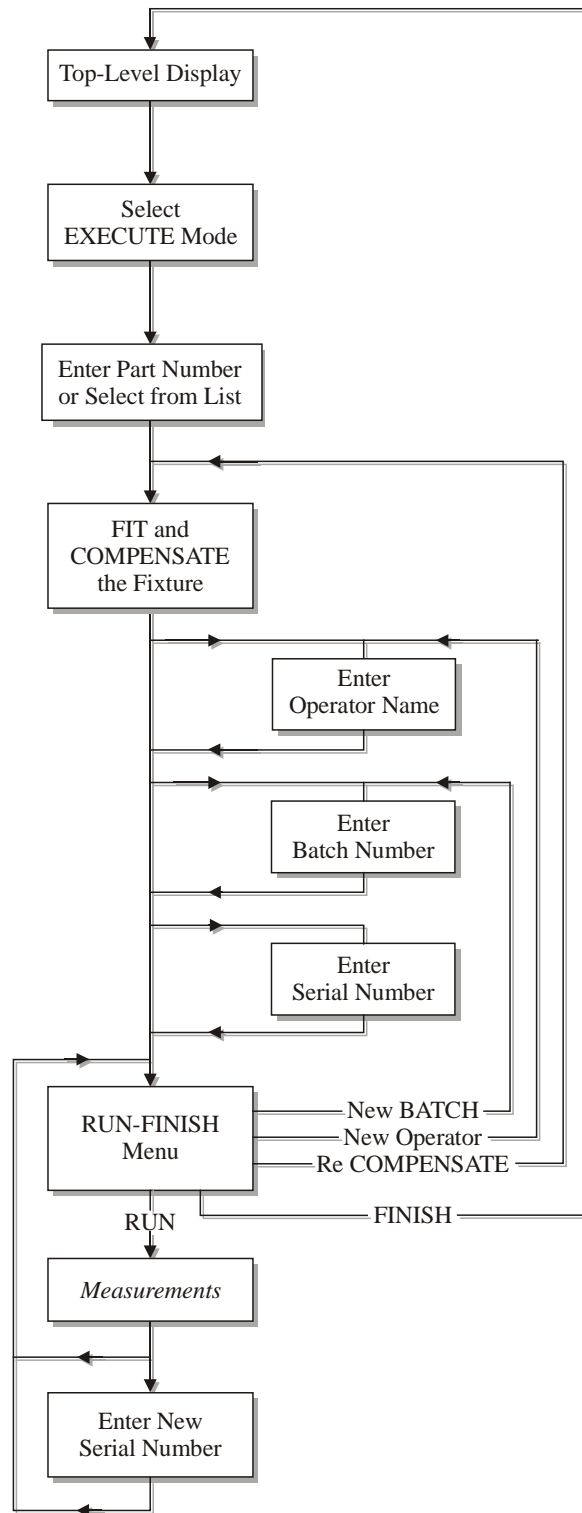
序列号

对于某个选项，如果启用了，由操作员输入的关于此项的数据将会随测试结果送回服务器。这些额外的数据可以按需使用，例如，可以记录于生产报告中。

需要注意的是这些选项是测试程序的一部分，而不是 AT 的全局设定，因此可以对每个不同的变压器设定不同的选项。

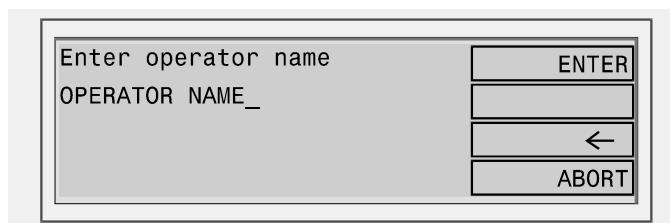
启用了上述的任何选项，当测试程序运行，在“Fit the Fixture”显示之后，“RUN-FINISH”状态显示之前，将会有额外的显示（取决于哪些选项被启用）。

下面的流程图概括了这些可能性:

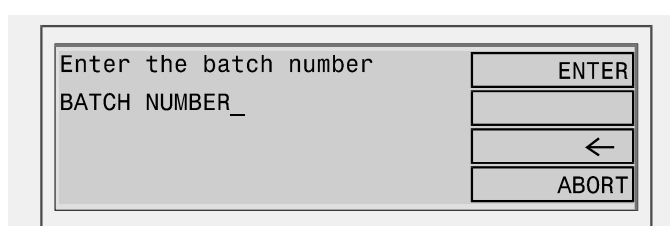


说明:

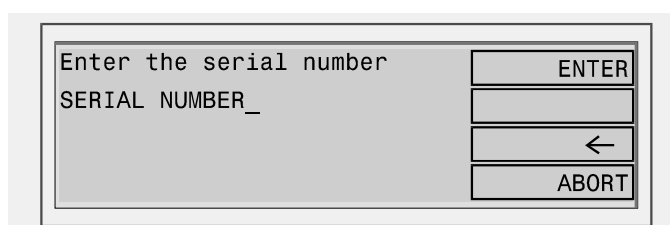
## 1. 在输入“PART NUMBER”后的额外显示



Enter operator name	ENTER
OPERATOR NAME_	
	←
	ABORT



Enter the batch number	ENTER
BATCH NUMBER_	
	←
	ABORT



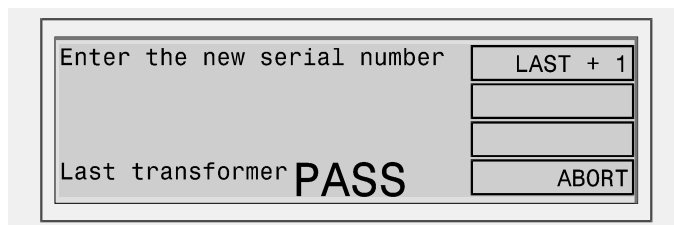
Enter the serial number	ENTER
SERIAL NUMBER_	
	←
	ABORT

在输入编号时:

- 可以使用键盘或是条码阅读器以输入操作员/批号/序列号，然后按“确认”键，即“ENTER”软键或是脚动开关。
- 光标软键(← →) 会出现，可以使用后退软键(←)以纠正错误。

## 2. 在第一个变压器测试之后输入序列号

在“序列号”项目启用时，当每个变压器都测试完成后，将会看到如下如下显示 (在第四行指示相应“Pass”，“Fail”或是“Stop”)：



如果在前一个产品测试结束后，接下来产品的序列号只是简单的按顺序增加，按“LAST+1”软键（或是脚动开关）。这将会自动输入下一个序列号并返回到“RUN-FINISH”状态显示。

说明：“LAST+1”仅会在序列号格式为如下时显示：

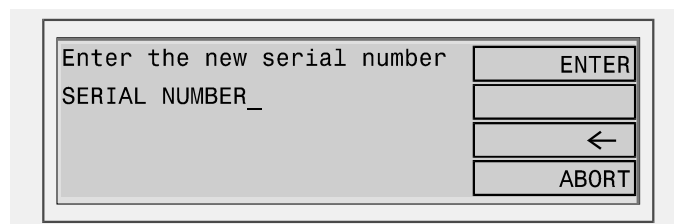
xxxAnnnn

“xxx”可以为任何字符，“A”是一个非数字字符，“nnnn”为全数字字符。

“xxx”和“nnnn”可以为任意长度，序列号总长度不能超过 20 个字符。

当“nnnn”全为 9 时（如 99），接下来的数字将会全显示为 0（如 00）；字符“xxxA”不会改变。

另外，如果下一个序列号并不紧随前一个，需要使用键盘（或是条码阅读器）输入一个新的数字。输入之后，将显示如下：



输入新数字之后，按“确认”键。通过“ENTER”软键或是脚动开关以返回“RUN-FINISH”状态显示。

(光标软键(← →)将会再出现，可以使用退格键(←)以纠正错误。)

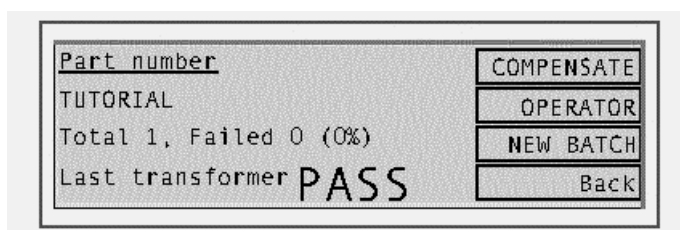


注意，按“ABOUT”软键也将返回到“RUN-FINISH”状态显示，但不会有序列号输入。如果接下来需要按“FINISH”软键可以选择此按键。(随后按“RUN”只会返回到“Enter the serial number”显示。)

### 3. 重新输入选项内容

在此选项启用时，在“RUN-FINISH”状态显示界面中的“SETTINGS”软键可以用来更改程序选项内容，如补偿，批次号或是操作员名字，而无需重新输入测试程序名。

例如，在“RUN-FINISH”显示界面需要更改批次号，按“SETTINGS”，然后“NEW BATCH”：

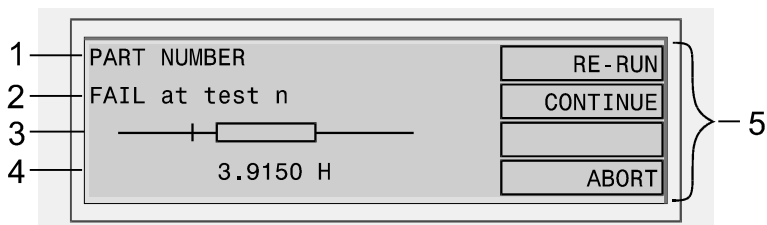
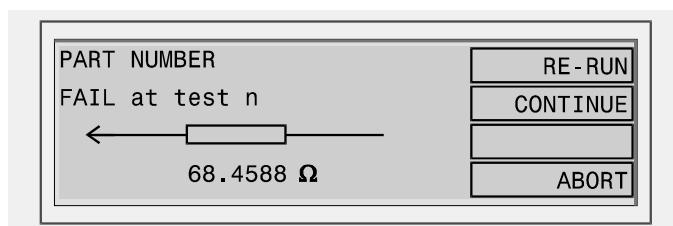


如需更改操作员名字，按“OPERATOR”软键。

### 6.3.3. 失败则停

“Stop on Fail”是另一个程序选项，在创建程序时可以启用或是禁用（参阅第三章-“测试程序编辑器”）。

当此项目启用时，任何测试项目的结果为“Fail”时，测试将会被中止。将会出现一个类似如下的显示：



1	编号名/ 数字。
2	失败测试数。
3	对失败的图形化描述，对比标准值显示实测值： 条状格 - 表示测试设定的极限值 竖线 - 表示实测值。(如果实测值远超出设定范围，会用箭头表示测试值的高或低 - 参阅以下说明。)
4	对于产品的实测值。
5	可用的功能软键。

说明：

第三行显示的允许值的范围和实际测量值是成比例显示的。测量值在显示器范围内，用一个竖线（如图）来表示，如果超过显示器范围，会用箭头(< or >)来表示。

通过按“ABOUT”软键以停止测试程序，可以让操作员在最早的时间放弃失败的零件以节约测试时间。（在程序选项中如“传送重试结果到服务器”被启用，“ABOUT”也将会报告给服务器，如果打印选项被设定，“ABOUT”结果也可以被打印。）

在按下“CONTINUE”软键后，会执行程序中剩下的测试。“失败则停”仍将起作用，随后任何测试的失败将会产生一个类似的显示。在测试结束后，此产品会被标识“Fail”。

按“RE-RUN”软键将从开始重新执行测试序列。

说明：通常在产品没有正确插入治具导致失败时，按“RE-RUN”。

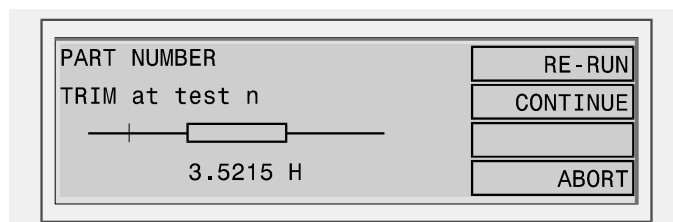
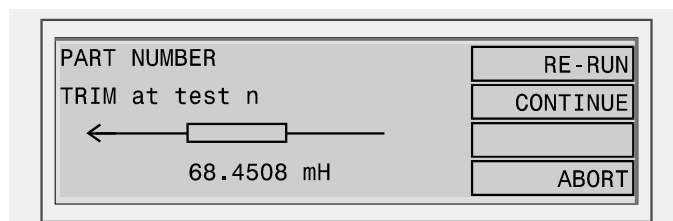
除非“传送重试结果到服务器”选项已被启用，否则将没有数据送回到服务器。因此，在修正错误后按重运行，好的变压器将报告“Pass”。

### 6.3.4. 调整

如果在测试程序包含有调整测试，执行模式类似于之前描述的“失败则停”选项：

如果在调整测试前的测试结果为“Pass”，那么在调整测试后程序将直接执行下一个测试项目。

如果在调整测试前的测试结果为“Fail”，那么前面板的显示类似于如下：



其与“失败则停”显示界面的主要区别在于第四行的读数会持续更新，以方便调整使测试结果在限值内。

按“ABOUT”软键停止测试，操作员可以丢弃那些经调整仍不能“Pass”的变压器。

在按“CONTINUE”软键之后，将会执行程序中剩下的测试项，在测试结束后，此产品测试将会标识“Fail”。

按“Re-RUN”软键将会从程序开始端重新执行测试程序。

说明： 在进行了必要的调整后，必须按“Re-RUN”以确保产品测试结果为“Pass”。

如果需要进一步的调整，可以任意次的执行“Re-RUN”。除非“传送重试结果到服务器”选项被启用，否则将不会有数据送回服务器，直到程序中的所有测试执行完成。



调整只能用于使用低电压的测试，在调整时不能连接安全锁扣。

所有的变压器都可能产生比测试电压高很多的电压。

在作调整时，注意不要触碰任何变压器的引脚，变压器的主体，或是任何治具上的金属物。最好是使用有一个很好绝缘手柄的调整工具。

每当对一组线圈加载测试信号时，最好总是注意测试变压器的线圈匝数比。十分高的电压可能在变压器的其他线圈中产生，如果电压超过 7kV,可能造成测试仪永久性损坏。

## 6.4. 测试治具补偿

AT3600 测试仪测试治具补偿相当于用一个零件的短路与开路对测试治具进行校正。它消除了由测试治具的零件本身导致的测试误差。通常为邻近导线间，接口间或是针脚间组合的并联电容，串联电阻和沿着导线的电感。

不是所有的测试程序要求测试治具补偿；而且对于一些只有高压测试的程序，不能进行测试治具补偿。如在第三章中建议的那样，最好是在开发测试并试运行测试程序时进行治具补偿。如果测试治具补偿会影响测试结果，那么在测试程序运行与生产测试时，必须进行治具补偿。

在生产测试中，为了获得最佳的测试精度，测试治具的补偿必需：

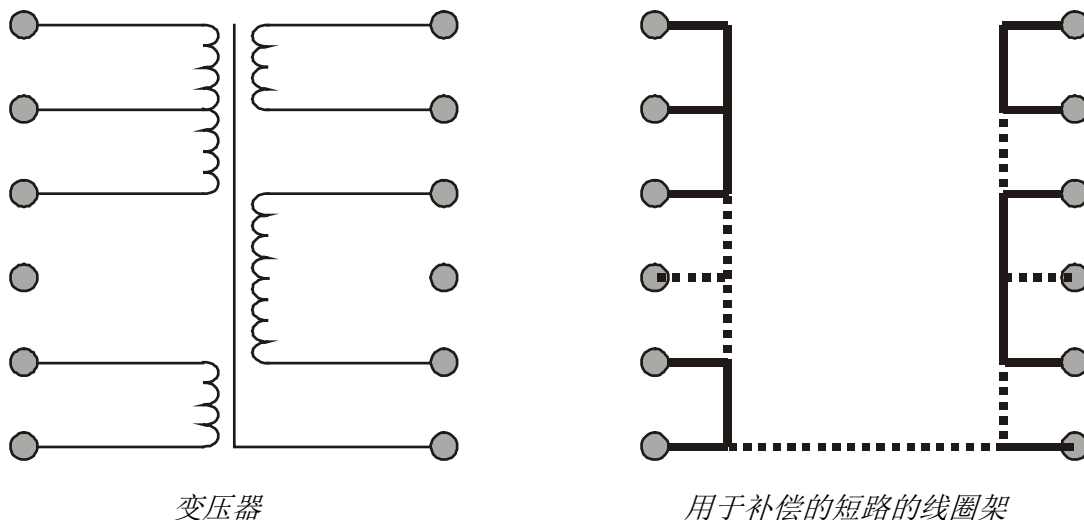
1. 在测试治具有任何变动时。
2. 每天的早晨或是工作开始时。
3. 任何时候有新的测试程序被下载并执行时。

在按下前面板上的“COMPENSATE”软键后，测试仪将会自动执行所有补偿测试并且在内部存储器中保存结果。补偿值将会用于每个变压器的测试结果。

对于补偿测试，首先用变压器骨架制作一个短路线圈替代变压器的原线圈：

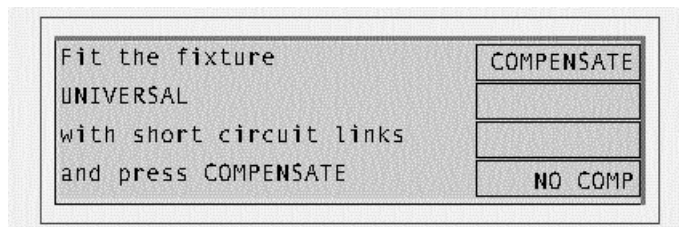
要制作一个短接线圈架，在空线圈架对应的针脚间焊上短线。不要使用一个含有线圈的线圈架，这将使开路补偿无效。

**在被测器件连接和断开前，请确保断开直流偏置电流。**



## 操作员指导

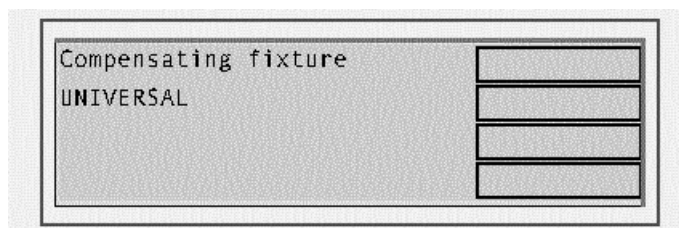
在输入程序名后，可以进行补偿，如下图的显示：



- 将短路的线圈架放入测试仪上的治具中。
- 按下“补偿”软键。

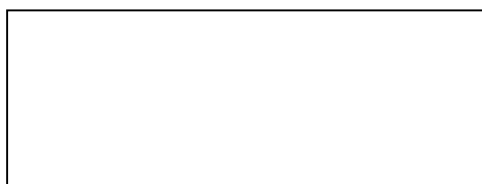
测试仪将执行短路和开路补偿测试。

在治具补偿进行时，将会简洁的显示：



测试仪然后会显示：

### 补偿测试通过或失败指示灯



如果补偿测试失败了，检查如下项目：

- 短接线路的连接(如果可能)。
- 治具的完整性。

然后重新尝试补偿测试。

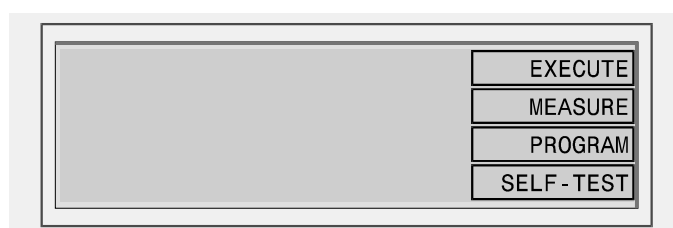
如果要需要的话，可以在执行测试程序时不进行治具补偿，但这可能会影响测试结果的准确性。是否需要进行治疗补偿，取决于待测变压器的类型以及治具的设计。

## 6.5. 测试模式

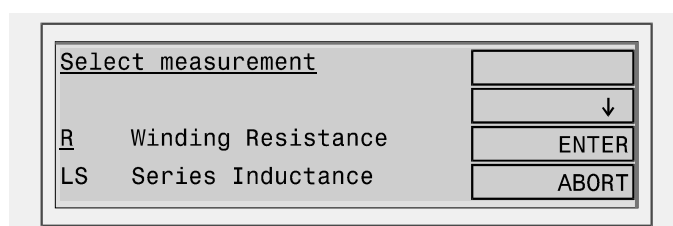
### 6.5.1. 测试模式的操作

在测试模式（MEASURE）下，AT3600 测试仪被设定类似于一个零件桥梁。其重复进行一个测试，并持续在前面板上显示更新的结果。

要进入测试（MEASURE）模式，在顶层显示界面按“MEASURE”软键：



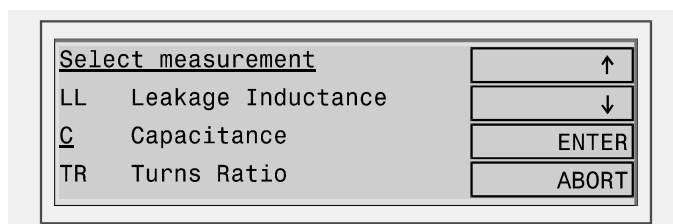
接下来的显示列出了可以使用测试模式的测试项目。



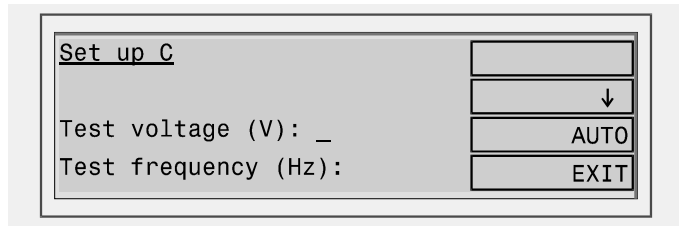
通过使用软键光标（↑ and ↓）或是输入一项测试的首字母，可以选择需要的测试。光标仅在可用时显示，因此 ↑ 光标在当前的屏幕显示测试列表顶层是不可见。

“ABOUT”软键可以用于使测试仪返回顶层菜单。

选定好测试后，如 ‘C Capacitance’，



按“ENTER”将会进入相关的设定显示界面：



设定显示界面的细节根据选择的测试不同而不同。对于电容测试，需要输入的参数列表为：测试电压，测试频率，积分，高电位端和低电位端。对于线圈阻值测试，此列表相对简单：积分，高电位端和低电位端。

某些测试，如线圈电感和电容，需要设定测试条件 – 测试电压和频率。如果这些是已知的，可以直接输入。

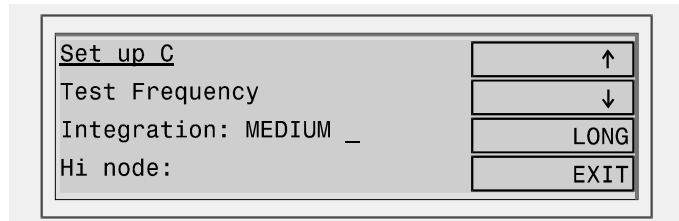
另外，对于某些测试，测试仪允许选择“自动”来设定测试条件。如果不确定使用什么电压和频率，可以选此功能。

需要注意的是参数组合的“自动”和“自定义”设定是限制的。在“C Capacitance”测试中，有效的组合如下：

<b>Voltage</b>	Auto	Auto	Specified
<b>Frequency</b>	Auto	Specified	Specified

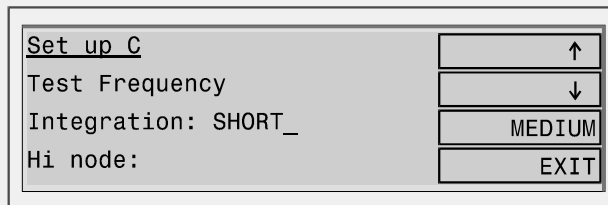
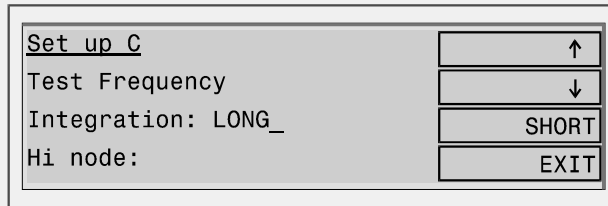
在设定列表中，总是第三行的参数是可变的，如以上显示的测试电压。

参数数据可以通过键盘输入（如输入数据为电压值），或是通过第三个软键来选择。例如使用第三个软件：为测试电压选择“**AUTO**”或“**SPECIFIED**”；和选择“**Integration**”：



在此特例汇总，“**Integration**”设定为“中等”，下一个可用的选择是“长”。重复按第三个软键将会循环所有可用的参数设定：

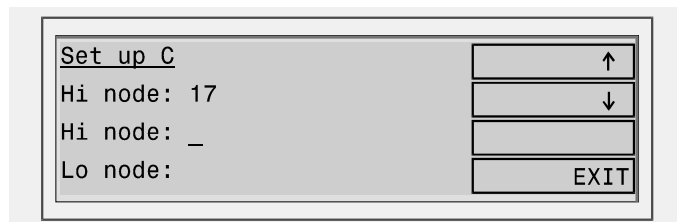




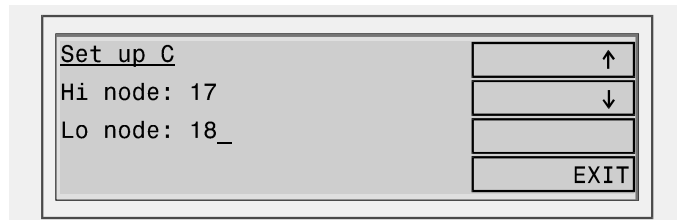
因为测试节点 (1 to 20) 在测试模式中会被使用, 测试节点编号可通过键盘的数字板输入。在每个节点编号输入之后, 进入到下一步使用光标 (↑ 或 ↓) 软键, 或是使用“ENTER”软键 (↵)。

如果购买的 AT1600 没有配置节点 11 到 20, 在输入 11 到 20 时显示屏将会显示节点 10。

对于简单的测试, 如线圈阻抗, 只输入一个高电位 (或低电位) 节点。然而, 对于“C Capacitance”测试, 高电位和低电位都有几个值, 显示屏将会显示:

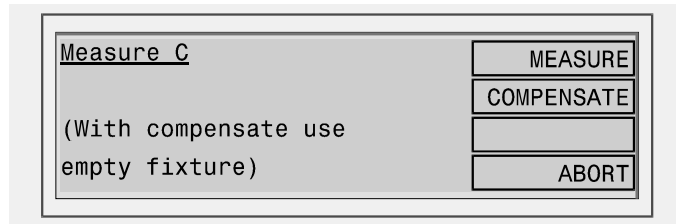


在输入更多数字时, 将会加到高电位触点的列表。当按进入键或是 ↓ 软键时而没有输入新的数字(如以上显示), 那么高电位组输入将结束, 显示将移到低电位触点:



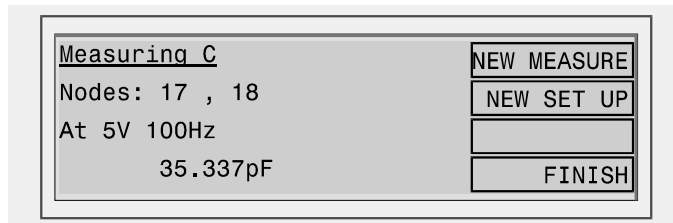
在为设定列表中的每个参数输入值之后, 按“EXIT”软键。

接下来的显示界面根据不同的测试而不同。对于“C Capacitance”测试，为：



如果您需要在测试中进行治具补偿，请确保治具为空，然后按“COMPENSATE”软键。当补偿结束时，显示界面将会返回到类似以上的界面，但没有“补偿”选项和信息。（有些测试是没有补偿选项；有些补偿测试，需要在治具上插入短路连接。）

按“MEASURE”软键将会开始测试。



测试将持续更新直到按下某个按键。

测试结果的显示有 5 个典型特征，以普通工程模式表示，以符号表示单位( $\Omega$ , F, H e 等), 并以普通的乘数来表示  $10^{-18}$  到  $10^{+18}$  (a, f, p, n,  $\mu$ , m, K, M, G, T, P 和 E)。

按“NEW MEASURE”将会回到之前的“Select measurement”显示界面。如希望测试不同的参数可以按此项。

如果希望对当前的测试简单的改变测试条件，对当前的测试按“NEW STEUP”软键以返回设定列表。

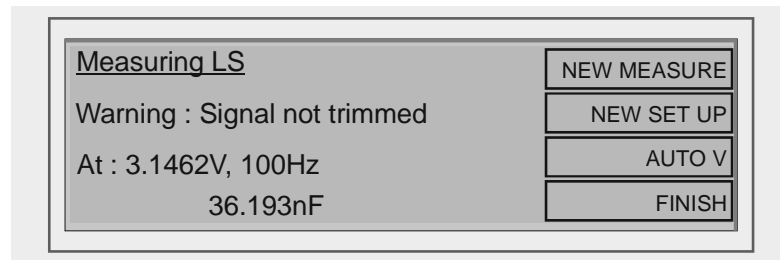
按“FINISH “返回”到顶层显示界面。

请参阅第七章。“测试与测试条件”以获得关于选择测试模式参数的帮助。

## 6.5.2 前面板测试模式的出错信息

前面板上显示的测试条件是实际送到 AT3600 测试节点的电压/电流和频率值。如果 AT3600 不能产生设定的电压或电流和频率等测试条件。例如，如果线圈的交流阻抗仅为  $0.1\Omega$ ，在设定的频率和设定的 5V 测试信号下，AT3600 需要提供  $5V / 0.1\Omega = 50 A!$

此时将会看到类似于此的警告：

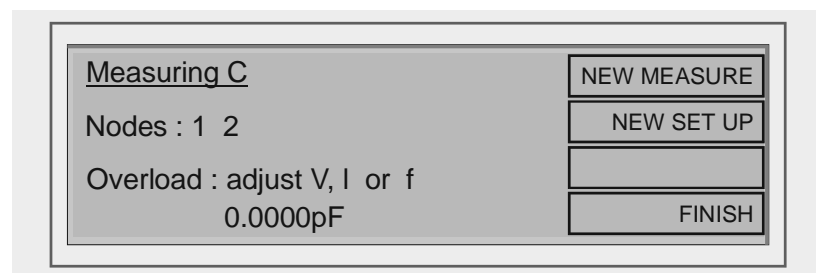


为了 AT 会继续准确测试，可以选择“**AUTO V**”，允许测试仪根据设定的频率来自动设定电压或电流。

对于仅漏感测试，将会显示“**AUTO A**”。

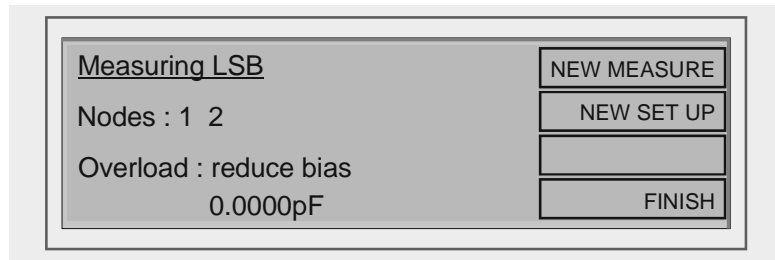
某些测试给不止一组线圈上电 (如 TRL 测试)，在此情况下，显示电压时，显示界面将会显示首先上电的触点，除非仅有第二组线圈有错误。

对于过载错误，将会看到一个类似如下的错误信息：



在此情况下，在“**NEW SET UP**”中选择“**AUTO**”条件，请参阅第七章，测试和测试条件。对于仅低电压或低功率测试，测试仪将会持续进行测试。

对于包含直流偏置的低功率测试，将会看到一下信息：

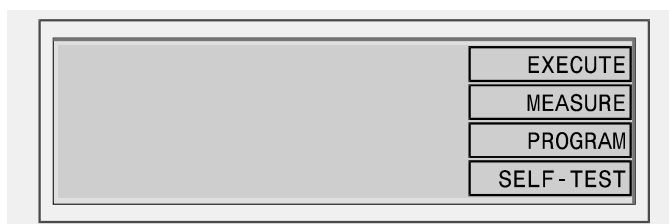


在此状态下，需要减少直流偏置值直到没有错误信息。

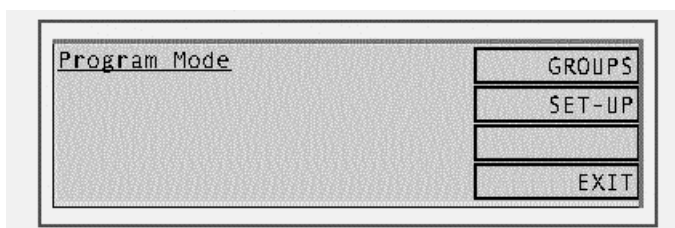
## 6.6. 程序模式

程序模式（PROGRAM）有两个主要功能：

- 改变测试仪的设定选项（包括关于服务器操作的设定）。
- 从电脑服务器下载一组测试程序到测试仪内部存储器。



要进入程序模式，从顶层菜单中按“PROGRAM”软键，改变显示界面如下：

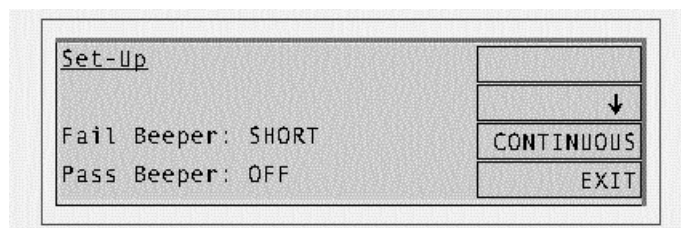


程序模式的两个主要功能显示界面上，每个都有其自己的软键。按“GROUPS”软键从服务器下载一组测试程序到测试仪内部存储器，或是按“SET-UP”软键以改变任何设定选项。

此时按“EXIT”测试仪将会返回到顶层显示界面。

## 6.6.1 设定

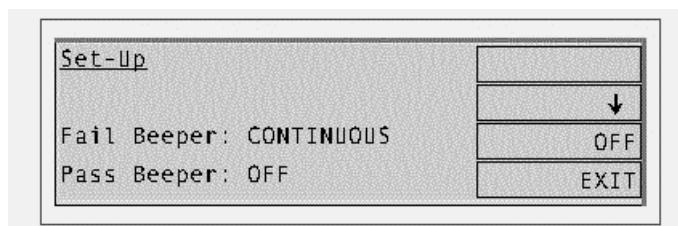
在“PROGRAM”模式下按“SET-UP”软键将会显示：



此显示界面在“SET-UP”标题下为一系列选项的开始。

如需修改一个选项：

- 按光标软键 (显示的 ↑ 和 ↓)，向上或向下滚动列表，以在第三行中选中需要修改的选项（以上例子为“失败蜂鸣器”）。
- 对于多数选项，按第三个软键以循环选择设定。在“失败蜂鸣器”例子中，为：

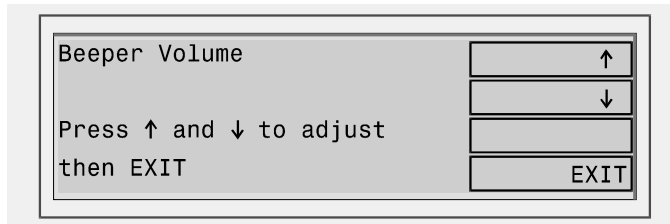


完整的选项如下所示：

失败蜂鸣器	短	持续	关闭
通过蜂鸣器	短	关闭	
按键反馈	点击	蜂鸣	
蜂鸣器音量	改变		
显示对比度	改变		
时钟: yyyy mmm dd hh:mm	+		
程序存储器	服务器	内部	

其中三个选项需要按不止第三个软键。

对于“蜂鸣器音量”，按软键“CHANGE”会进入一个额外的显示界面：



- 按 ↑ 和 ↓ 软键，直到蜂鸣器发出需要的音量，然后按“EXIT”软键以返回“SET-UP”列表。

对于“显示对比度”，额外的显示十分类似，同样为 ↑ 和 ↓ 软键，只是这里调整的是显示对比度。

对于“时钟”选项，有 5 个字段需要设定：

- 开始时光标会在第一个字段 - “yyyy” - 为年份。使用键盘输入需要的数字，然后按“ENTER”键 (↵)，或是 → 软键以移到下一个字段。
- 对于第二个字段 - “mmm” - 为月份，软键改变月份的名称。按相应的软键以选择月份。
- 剩下的字段 - “dd”，“hh”和“mm”（日期，小时和分钟）使用数字键盘同年份一样来设定。

通过复位设定选项到出厂默认设置：

在仪器启动时的普通信息显示下按键盘上的小数点（“.”）。这将会复位所有测试仪的选项为出厂默认设置，包括屏幕对比度和蜂鸣器音量，但不包括实时的时钟。

出厂默认设置为：

选项	默认设置
失败蜂鸣器	关闭
通过蜂鸣器	关闭
按键响应	点击
蜂鸣器音量	6
显示对比度	8
程序存储器	内部存储器

## 6.6.2. 程序

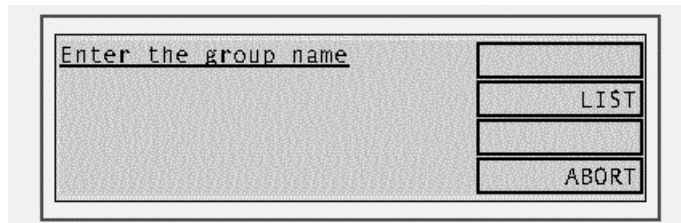
当测试仪设定使用本地程序存储器，在输入测试编号名之后，仪器将会在其自身的存储器的程序中搜索此程序名。如需存储测试程序，必须使用这里说明的“组下载（group download）”或是“测试仪下载（tester download）”下载方法。

### 使用服务器组下载

在尝试下载一组程序前：

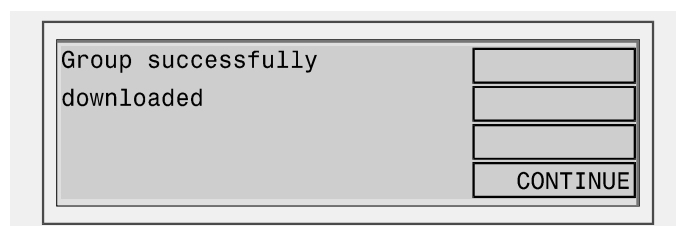
- 确认服务器软件正在电脑上运行，从测试仪“SERVER”端口到电脑服务器的导线已连接，服务器上的COM通讯端口已正确设定。
- 同时需要确认需要使用的组已在服务器中创建。（从服务器顶层菜单中，选择“设定”，“组”等...见第四章说明）

要下载一组程序，在测试仪的顶层显示界面按“PROGRAM”软键；然后在“程序模式”显示界面按“GROUP”软键。接下来的显示界面会提示在程序组中选择需要的程序名：



如同其它名称，组名称可以使用键盘输入，或使用连接于测试仪条码端口的条码阅读器输入，或从可用的组列表中选择。

在选择需要下载的组后，按“ENTER”软键（或 ↵ 键）将开始下载，几秒之后将会看到如下的显示：



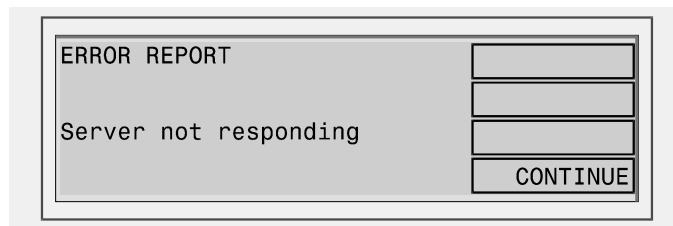


按“CONTINUE”以返回顶层显示界面。程序组此时已经下载到测试仪的内部存储器，可以断开与电脑服务器的连接。这些程序在断电后能继续保存，只有在下载其他组时才被覆盖。

## 出错信息

以下是可能出现的出错信息列表，在组下载过程中有错误时会出现，另外还有有关可能原因的建议。

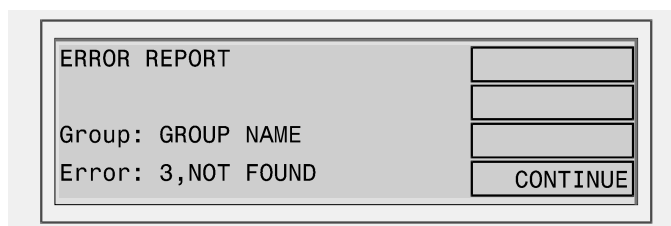
a)



可能原因:

- |          |  |
|----------|--|
| 线缆问题:    | 从测试仪 SERVER 端口到电脑服务器的导线断开, 或<br>是没有正确插入。 |
| 通讯端口:    | 在服务器软件中没有设定 COM 通讯端口。                    |
| 服务器不在运行: | 电脑服务器没有开机, 或是服务器软件没有运行。                  |

b)



原因:

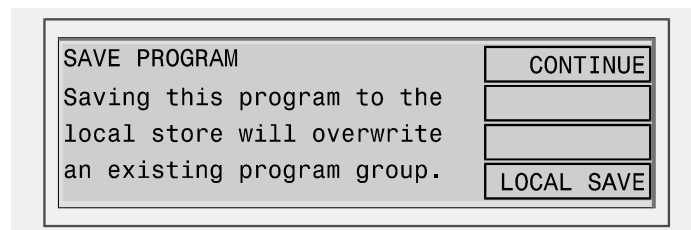
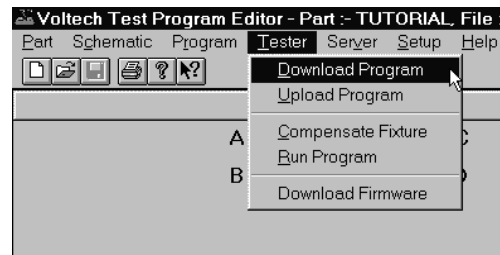
服务器软件中设定的测试程序的目录中没有请求的组名。

在所有以上显示界面，按“CONTINUE”软键将会返回到顶层显示界面。

## 使用编辑器进行测试仪下载

单个程序可以使用电脑编辑器软件存储到AT3600。

当测试程序被打开并通过编辑器软件下载到测试仪，测试仪将会显示：



按“LOCAL SAVE”键，从电脑编辑器软件下载的程序将保存于测试仪的本地程序存储器。需要注意的是所有之前保存于测试仪的程序都会丢失。

完成后，所有测试仪与电脑的连接可以移除。

## 第七章 – 测试与测试条件

### 目录

本章将指导选择合适测试项目以及相应的测试条件。

#### 7.1. 变压器测试

7.1.1. 测试应用 .....	285
7.1.2. CTY- 连接性 .....	289
7.1.3. R- 线圈电阻 .....	290
7.1.4. RLS /RLP- 等效电阻（串联或并联） .....	292
7.1.5. LS/LP- 电感（串联或并联） .....	293
7.1.6. LSB/LPB- 带偏置电流的电感（串联或并联）.....	296
7.1.7. QL- 品质因数 .....	297
7.1.8. D- 耗散因数 .....	298
7.1.9. LL/LLO- 漏电感 .....	300
7.1.10. C- 线圈间电容 .....	302
7.1.11. TR- 匝数比.....	305
7.1.12. TRL- 电感测试下的匝数比.....	308
7.1.13. Z/ZB- 阻抗/带偏置的阻抗.....	311
7.1.14. R2- 直流电阻匹配.....	312
7.1.15. L2- 电感匹配 .....	314
7.1.16. C2- 电容匹配 .....	317
7.1.17. GBAL- 通用纵向平衡 .....	319
7.1.18. LBAL- 纵向平衡 .....	322
7.1.19. ILOS- 插入损耗 .....	323
7.1.20. RESP- 频率响应 .....	324
7.1.21. RLOS- 回波损耗.....	325
7.1.22. ANGL- 阻抗相角 .....	326
7.1.23. PHAS- 线圈间相角 .....	327
7.1.24. TRIM- 平衡调整 .....	328
7.1.25. OUT- 输出到用户端.....	329
7.1.26. IR- 绝缘电阻 .....	330
7.1.27. HPDC- 耐压(直流).....	331
7.1.28. HPAC- 耐压(交流) .....	333
7.1.29. SURG- 浪涌测试 .....	335
7.1.30. WATT- 功率.....	337
7.1.31. WATX- 功率(扩展源) .....	338
7.1.32. STRW- 压迫功率.....	339

---

7.1.33. STRX- 压迫功率 (扩展源)	340
7.1.34. MAGI- 磁化电流	341
7.1.35. MAGX- 磁化电流 (扩展源)	343
7.1.36. VOC- 开路电压	345
7.1.37. VOCX- 开路电压 (扩展源)	347
7.1.38. LVOC- 低压开路	349
7.1.39. ILK- 漏电流	351
7.1.40. LSBX- 带扩展偏置的电感 (串联)	352
7.1.41. LPBX- 带扩展偏置的电感 (并联)	353
7.1.42. ZBX- 带扩展偏置的阻抗	354
7.1.43. ACRT- 缓升耐压 (交流)	355
7.1.44. DCRT- 缓升耐压 (直流)	356
7.1.45. ACVB- 击穿耐压 (交流)	357
7.1.46. DCVB- 击穿耐压 (直流)	358

## 7.1. 变压器测试

### 7.1.1. 测试应用

以下的表格概括了 AT3600 提供的测试项目并说明了测试项目使用的场所：

测试	说明	主要应用	所测线圈	测试目的
CTY	连接性	所有变压器		治具的正确安装
R	直流电阻	所有变压器	所有线圈	治具的正确安装 使用正确的铜线 测试端点的可靠性
LS	电感 (串联线路)	多数的变压器 但通常不是工频变 压器	通常为初级线圈	正确的初级线圈匝数 磁芯材料的正确使用 磁芯正确的安装
LP	电感 (并联线路)			
QL	品质因数			
RLS	等效串联电阻			磁芯材料的正确使用 磁芯正确的安装 检查短路的线圈
RLP	等效并联电阻			
D	耗散因数			
LL	漏电感	开关电源变压器 通讯变压器 其它适用的变压器	选定的线圈	检查线圈相对磁芯安 装于正 确的位置
LLO				
C	线圈间电容	高频变压器 隔离变压器		检查线圈位置 检查线圈间绝缘厚度
TR	匝数比与相位	多数的变压器 但通常不是工频变 压器	所有线圈	检查线圈正确的匝数 和相位
TRL	电感测试下的匝 数比	与匝数比相同，但 用于线圈间磁通量 小的变压器	所有线圈	检查线圈正确的匝数 和相位
MAGI	磁化电流	通常为工频变压器	一组线圈，通常为初 级线圈	正确的初级线圈匝数 正确的磁芯材料和正 确的安装
MAGX	磁化电流（外接 扩展源）			
VOC	开路电压		所有初级线圈以外 的线圈	正确的次级线圈匝数 和 正确的相位
VOCX	开路电压（外接 扩展源）			
LVOC	开路低电压			
IR	绝缘电阻	所有变压器	被选择的线圈之间	检查线圈的隔离 没有安全问题

测试	说明	主要应用	所测线圈	测试目的
HPDC	高压（直流）	所有变压器 尤其是用于安全隔离的变压器	选定线圈间（通常为初级线圈到次级线圈、磁芯和屏蔽层	高压安全隔离
HPAC	高压（交流）			
LSB	在偏置电流下的电感（串联）	正常工作环境有直流偏置电流的变压器	一组线圈	正确的当前线圈匝数 正确的磁芯材料以及正确的安装
LPB	在偏置电流下的电感（并联）			
WATT	功率	50Hz 铁芯变压器	一组线圈	正确的磁芯材料正确的安装
WATX	功率（外接扩展源）			
SURG	浪涌测试	所有变压器 尤其是使用细导线的	所选线圈	检查短路的线圈
TRIM	平衡调整	带有可调元件的变压器		调整变压器至设定的测试值
OUT	输出到用户端			AT 在测试程序中做外部切换
R2	直流电阻匹配	开关电源，音频与通信变压器	所有线圈	检查线圈间比值
L2	电感匹配	开关电源，音频与通信变压器	所有线圈	检查线圈间比值
C2	电容匹配	开关电源，音频与通信变压器	所有线圈	检查线圈在骨架上位置的正确性
GBAL	通用纵向平衡	音频与通信变压器	选定的线圈	检查共模抑制比
LBAL	纵向平衡	音频与通信变压器	选定的线圈	检查共模抑制比
ILOS	插入损耗	音频与通信变压器	选定的线圈	检查变压器中的衰减
RESP	频率响应	音频与通信变压器	选定的线圈	检查一个频带内的衰减
RLOS	回波损耗	音频与通信变压器	选定的线圈	检查变压器的回波损耗
Z	阻抗	音频与通信变压器	选定的线圈	检查确定频率下的阻抗
ZB	偏置下的阻抗	音频与通信变压器	选定的线圈	检查确定频率下的阻抗
STRW	压迫功率	工频和高压变压器	一组线圈（通常为初级线圈）	检查线圈内部的绝缘性，磁性材料和接触点
STRX	压迫功率（外接扩展源）			

测试	说明	主要应用	所测线圈	测试目的
ANGL	阻抗相角	音频与通信变压器	选定的线圈	检查线圈中电压对电流的移相
PHAS	线圈间相角	音频与通信变压器	选定的线圈	测试线圈的移相
ILK	漏电流	医疗应用	初级与次级线圈之间	以电容检查共模电流
LSBX*	带扩展偏置的电感（串联）	正常工作环境有直流偏置电流的变压器	选定的线圈	正确的当前线圈匝数 正确的磁芯材料以及 正确的安装
LPBX*	带扩展偏置的电感（并联）	正常工作环境有直流偏置电流的变压器	选定的线圈	正确的当前线圈匝数 正确的磁芯材料以及 正确的安装
ZBX*	带扩展偏置的阻抗	音频与通信变压器	选定的线圈	检查确定频率下的阻抗
ACRT	缓升耐压（交流）	所有的变压器，特别是用于安全绝缘的变压器	选定线圈间（通常为初级线圈到次级线圈、磁芯和屏蔽层）	高压安全绝缘
DCRT	缓升耐压（直流）			
ACVB	击穿耐压（交流）	安装有 MOV 的变压器	选定线圈间（通常为初级线圈到次级线圈、磁芯和屏蔽层）	高压安全绝缘
DCVB	击穿耐压（直流）			

带“\*”的测试项目需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

## 谐振频率

实际的电感元件不是完美的电感；伴随有杂散的电阻和电容。对于某些元件，尤其是低电感值的，杂散的电阻和电容对电感值的影响变得很显著。

$$X_L = 2\pi f_L \quad X_C = \frac{1}{2} \pi f_C$$

在达到足够高的频率后，容抗占主要地位，不能进行电感测试。在这些情况下，任何测试仪器会得到一个负的电感值并报告测试错误。当发现这些现象时，应该减小测试频率以避免问题的发生。

在感抗等于容抗的频率点 ( $X_L = X_C$ ) 就是所谓的元件的谐振频率 (SRF)。在此频率点, 阻抗的相角 (可以使用 ANGL 测试) 为零。为避免问题, 在频率足够低的条件下容抗是可以忽略的, 此时的相角为正并且接近 90 度。因此在测试程序的设计阶段, 可以使用 ANGL 测试来确定测试问题是否是因为测试频率接近元件的谐振频率而造成的。如果相角明显低于 90 度, 应考虑降低测试频率。

需要注意的是治具的杂散电容会加到元件的容值中, 并降低谐振频率。进行治具补偿将会去除治具杂散电容在电容测试中的影响, 但不能去除其在谐振频率测试中的影响。



## 7.1.2. CTY – 连接性

### 使用场所

连接性测试一般放置于测试程序的第一测试项目，以检查变压器是否正确的插入测试治具中。此测试检查每组线圈的电阻小于用户定义的限值，对所有的线圈使用同样的限值。

CTY 测试可替代单独线圈 R（线圈电阻）的测试。CTY 测试在执行速度上有优势；但是 R 测试可以对每组线圈设定各自的限值。可以识别制造缺陷，如使用了错误规格的铜线。

如果选择使用连接性测试，相对于进行每组线圈测试的一系列电阻测试会更快的执行完成。

### 定义测试极限值

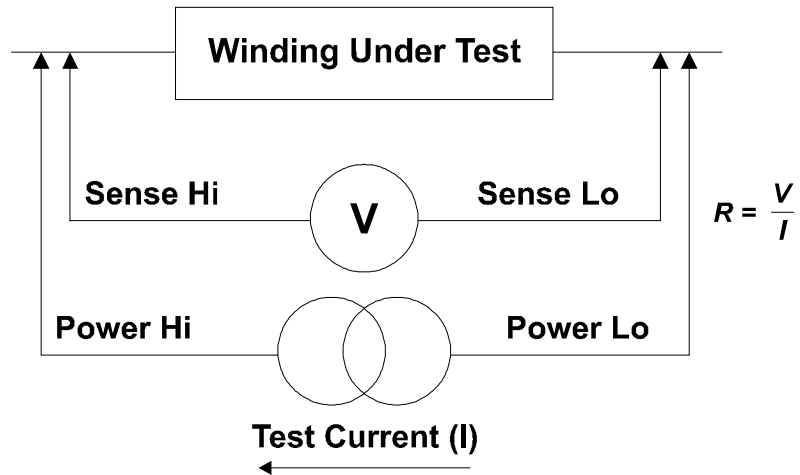
当定义测试极限值时，需要记住此极限值应用于所有线圈，所以选择的阻值必须高于所有线圈阻值的最大值。对于多数变压器，线圈电阻小于  $1\text{k}\Omega$ ，可以使用测试极限值  $10\text{k}\Omega$ ，这将以最快的速度完成测试。

### 7.1.3. R – 线圈电阻

#### 使用场所

对于任何型号的变压器，所有线圈的电阻测试通常在第一组测试中进行。检查铜线线径的准确性，确认在绕线过程中没有过度绷紧。此测试同时也确认了测试治具和变压器之间的连接的正确性。这对于接下来的使用开尔文连接的测试尤其重要，因为电阻测试将同时确认“Power”导线和“Sense”导线良好的电气连接。

要检查线圈电阻是否正确，测试仪提供一个固定的电流（直流）到待测的线圈。线圈两端的电压和通过的电流会被同时测量；使用电压除以电流将得到电阻值。



#### 定义测试极限值

**最大值 -** 尽可能的定义收紧定义的极限值以确保使用了正确的导线。

**最小值** 通常不是很重要 – 在可以确保没有因焊接问题导致的针脚短路下，可以设定任何值。

## 测试电流

测试电流的设定根据测试限值中定义的最大阻值：

最大阻值	<0.1Ω	<1Ω	<10Ω	<100Ω	<1kΩ	<10kΩ
测试电流	400mA	200mA	100mA	30mA	3mA	300μA

说明：大于 10kΩ下，使用固定电压 8.0V。

## 7.1.4. RLS 或 RLP – 串联或并联等效电阻

### 使用场所

串联或并联等效电阻测试与电感测试可以替代品质因数测试。

与品质因数测试一样，串联或并联等效电阻测试通常用于信号、脉冲和开关电源变压器，在正常条件下，B-H 曲线偏离较小，不超过线性区域。

等效电阻测试也是检测变压器线圈短路的一个方法。

### 测试条件

类似于测试电感和品质因数测试，要测试串联或并联等效电阻，测试仪提供一个交流电压到待测的线圈。然后使用谐波分析测试线圈两端的电压和通过的电流。用测得的电压除以电流得到一个复阻抗，然后通过计算得到串联或并联等效电阻。

如果在一个测试程序中，在同样测试条件（电压和频率）下，串联或并联等效电阻测试在串联或并联电感测试之后，且测试的是同一组线圈，那么前面测试的电感值会用于后面的电阻测试以节省程序执行时间。

测试信号的频率可以从 20Hz 到 1MHz，幅度可以从 1mV 到 5V。

通常在电感测试之后，会选择同样的测试测试条件来测量串联或并联等效电阻。如果在测等效电阻之前没有相关的电感测试，那么请按 7.1.8 页表中的说明，基于待测线圈的电感值，选择测试条件。

## 7.1.5. LS 或 LP – 电感(串联或并联线路)

### 使用场所

AT3600 提供两种可选的方法来确认变压器正确的组装，包括初级线圈和次级线圈匝数，磁芯材料的正确等级，还有正确的空气间隙。此项测试一般用于信号、脉冲或是开关电源变压器。这些变压器在正常的工作条件下，**B-H** 曲线的偏离较小，不超过线性区域。这些变压器通常要求测试的初级线圈电感和匝数比。

（对于工频变压器，设计工作于全范围的 **B-H** 曲线，包括非线性区域，推荐的方法是使用励磁电流测试初级线圈，其后对所有其它线圈使用开路电压测试。）

### 测试条件

要测试电感，测试仪在被测线圈两端提供交流电压；然后使用谐波分析测试线圈两端的电压和通过的电流。用测得的电压除以电流得到复阻抗，然后可计算得到电感。

测试信号的频率可以从 20Hz 到 1MHz，幅度从 1mV 到 5V。

因为正常工作条件下（包括几百伏的电压），此类变压器的 **B-H** 曲线可以默认为线性的。所以低电压时的电感值就能代表了变压器的电感值。

同时，电感值通常不会随频率改变而显著改变。虽然测试仪可以产生高频，但是需要小心使用高于几百 KHz 的测试频率。因为在较高频率时，由测试治具的杂散电感和电容所产生的误差会特别显著。使用测试治具补偿可以消除这些误差。

对于不同范围的初级线圈电感值测试，下表格列出相对应的推荐测试条件：

电感范围			推荐的测试信号	
			频率	电压
100nH	→	1uH	300KHz	10mV
1uH	→	10uH	100KHz	30mV
10uH	→	100uH	30KHz	50mV
100uH	→	1mH	10KHz	100mV
1mH	→	10mH	1KHz	100mV
10mH	→	100mH	100Hz	100mV
100mH	→	1H	100Hz	300mV
1H	→	10H	50Hz	1V
10H	→	100H	50Hz	5V
100H	→	1KH	50Hz	5V
1kH	→	10KH	20Hz	5V

### 电感测试的测试条件

在可能的条件下，此表可用于所有的电感测试。电感范围的选择基于待测线圈电感的估计最小值。

在选择测试条件时，还需要考虑以下潜在的问题：

#### A) 电流水平

对于电压上限值的选择，保证在最小电感时电流最大值在 50mA rms。

对于电压下限值的选择，上表中电压限制能保证电流不低于 3μA rms。在一些情况下，低电压时的电流可能使磁芯饱和。电压不能低于最低水平，以保证测试电流不至于太小而不能被感应测试到。

#### B) 谐振频率

在较低的频率，线圈间的电容远大于电感，通常忽略。然而，在很高的频率时，并不是如此，电容占据主要地位而电感无法测量。谐振频率是这两个区域间的切换点。通常要得到很好的电感测量效果，测试频率应低于变压器谐振频率的 20%。

通常大的电感值会有一个大的线圈间电容，因此会有一个较低的谐振频率。总之，选择较低的测试频率值，以最小化谐振频率带来的问题。

### c) 非线性电感

在通常情况下，电感测试的变压器的 B-H 特性是线性区域。

然而，如果测试工频变压器的电感值，其磁芯材料即使在低信号水平时也是非线性的，那么测试结果很大程度上取决于提供的测试信号。

在此情况下使用 AT3600 的测试结果与阻抗电桥或元件测试仪比较会有问题。这些阻抗电桥的测试信号通常由测试仪内部确定，一般为一个固定的频率，在同一个电压等级，并不能保证所有的电感值相同。

通常，如果阻抗电桥的实际测试条件可以确定，然后 AT 测试仪设定相同的测试条件，那么测试结果将会一致。（请参见关于不同等效电路的选择所造成的差异）

### d) 等效电路

电感总是作为复合阻抗的一部分来测试，测试结果以串联或是并联等效电路的形式来表示。需要注意的是，对于任何给定的线圈，两种等效线路的电感值不一定一样。这在定义测试极限值时需牢记。

## 7.1.6. LSB 或 LPB - 带偏置电流的电感（串联或并联线路）

### 使用场所

通过 LSB 和 LPB 测试，AT3600 提供两种方法来进一步确认变压器的正确组装，和正确的匝数，磁芯材料的正确等级以及正确的空气间隙。

本测试项目一般应用于测试一个或多个线圈中有大的直流电流通过的变压器。

### 测试条件

要测试带偏置的电感，测试仪首先提供设置好的的偏置电流到待测的线圈。完成后，提供交流电压到待测的线圈，然后使用谐波分析测量线圈的电压和流过的电流。用测得的电压除以谐波电流得到复阻抗，然后计算的电感。

偏置电流可以测试程序设定，从 10mA 到 400mA。（交流）测试信号的频率可以为 20Hz 到 1MHz，幅度为 1mV 到 5V。

通常，根据预估的电感值选择测试信号的频率和电压，使得到的测试电流小于偏置电流的 20%。

与普通的电感测试信号一样，推荐的测试信号参考 7.1.8 中给出的值。但是，如果推荐的信号会导致一个很高的电流，那么使用一个相对较小的测试电压。

通常不推荐以增加测试频率来减小测试电流，因为这会导致其它问题，如测试治具的寄生电感和电容，还有变压器自身的谐振频率。



## 7.1.7. QL – 品质因数

### 使用场所

品质因数测试在测试程序中通常跟随于初级线圈的电感测试。

如电感测试一样，品质因数测试通常用于信号、脉冲和开关电源变压器，在正常工作条件下，**B-H** 曲线失真很小的，从不超过线性区域。

品质因数测试是检验变压器中线圈短路的一个好方法。

### 测试条件

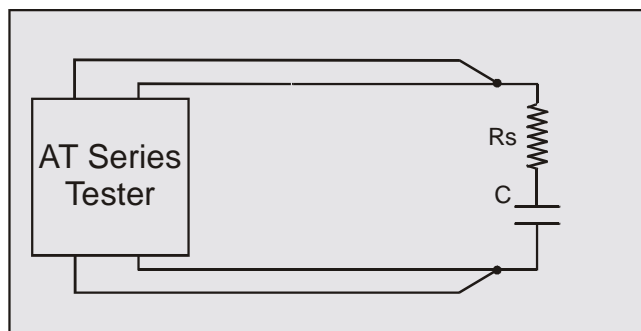
要测试品质因数，测试仪执行与电感测试几乎同样的步骤。仅有的差别在于测试结束后的计算：测得的电压除以电流得到复合阻抗，然后计算的品质因数。

测试信号的频率可以从 20Hz 到 1MHz，幅度从 1mV 到 5V。

通常在一个电感测试项目后，为品质因数测试选择同样的测试条件。如果品质因数测试之前没有相应的电感测试，那么其基于待测线圈的电感值，按 7.1.8 的表中详细信息选择测试条件。

## 7.1.8. D – 耗散因数

测试范围	测试电压	测试频率	基本精度
0.001 到 1000	1mV 到 5V	20Hz 到 3MHz	0.5%



参数‘D’是电容衰减最常用的测试。其类似于变压器线圈的 Q 值。

耗散因数 D 的定义如下公式：

$$D = \frac{R_s}{1/\omega C_s} \quad (\text{这里的 } \omega = 2\pi f)$$

对于给定的电容，等效的串联电阻越小，耗散因数的值越低，即电容越优秀。

### 使用场所

耗散因数测试通常用于各种电容。D 值测试可以帮助确定电容是否被正确的制造。

### 测试条件

要测试耗散因数，测试仪提供交流电压到选定的线圈，然后测试线圈的电压和流过的电流。使用谐波分析，测得的电压除以电流得到一个复阻抗，然后计算的耗散因数。

## 选择测试信号

为得到最佳的精度和性能，使用在后面章节为电容选择的测试条件。

测试条件也可以由 AT3600 按下表自动确定：

信号	自定义电压	自定义电流	自动
频率	自定义	自定义	自定义

需要注意的是“自定义”的信号不能匹配一个“自动”的频率。

## 7.1.9.LL 或 LLO - 漏电感

### 使用场所

漏电感在许多应用中是很重要。例如，在高频开关电源适配器的回波设计中，漏电感必须严格小于一个确定的值以确保正常工作。

### 测试条件

漏电感测试通过将所有次级线圈短路，测量初级线圈的电感。测试仪使用串联等效线路计算线圈的复阻抗，然后计算电感值。

在进行测试时，测试仪自动补偿短路的线圈、接触端和继电器的阻抗。

漏电感测试使用的测试电流范围在 20 $\mu$ A 到 100mA，频率从 20Hz 到 1Mhz。

基于预估的漏电感，请按下表选择一个合适的测试电流和频率：

漏磁电感范围			理想的测试信号	
			频率	电流
100nH	→	1 $\mu$ H	300kHz	50mA
1 $\mu$ H	→	10 $\mu$ H	100kHz	20mA
10 $\mu$ H	→	100 $\mu$ H	30kHz	10mA
100 $\mu$ H	→	1mH	10kHz	5mA
1mH	→	10mH	1kHz	5mA
10mH	→	100mH	100Hz	5mA
100mH	→	1H	100Hz	1mA
1H	→	10H	50Hz	500 $\mu$ A

*漏电感测试的测试条件*

**说明：** 因为漏电感测试是在次级线圈短路的条件下进行，小心选择测试信号以确保没有大电流流过。这对于匝数比高且短接线圈的匝数少的变压器尤其重要。

如果，例如初级线圈有 300 匝，次级线圈有 3 匝，在初级线圈端一个 10mA 的电流流过漏磁电感，那么在短接的次级线圈端将有 1A 的电流流过。

为了保护变压器线圈，在测试漏电感时，测试电流最大值限制为 50mA。

另外，在测试漏电感时，初级线圈电感测试中涉及的谐振频率问题也存在，因此尽可能使用低的测试频率。

### 用户调整（仅对 LLO）

这用于对 AT 测得的结果进行补偿，补偿值为用户定义的值。

即，

**返回的值 = 测得的结果 + 用户补偿值**

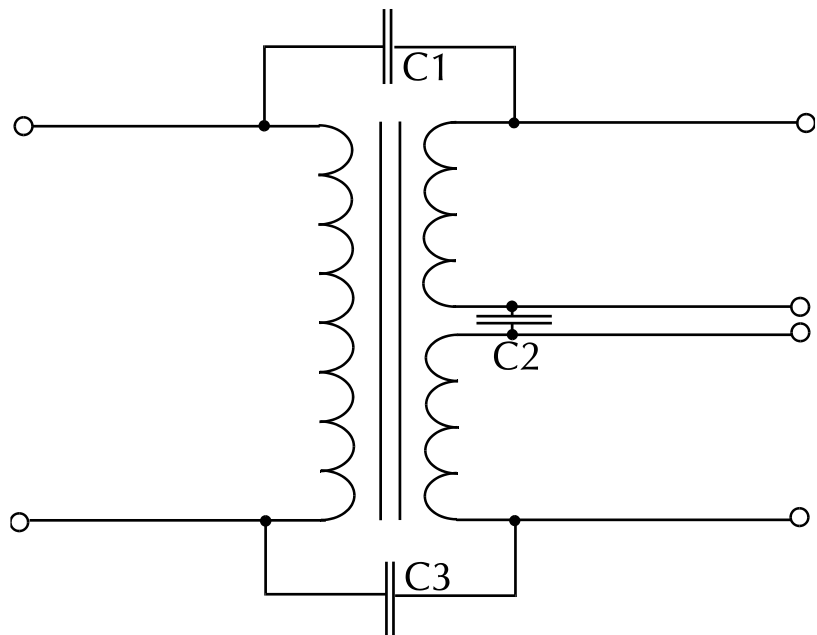
通常“User Offset”是不要求的。不过对测量比较小的漏电感(<1 $\mu$ H)来讲，如果有很多附加的低接线端，测试治具补偿有可能不能完全去除所有的误差。LLO 测试提供了这个额外的功能。

## 7.1.10. C – 线圈间电容

### 使用场所

变压器中电容的产生是由于相邻线圈导线间的电气耦合。通常来说，电容分布在线圈中的不同层之间、和一组线圈的外层与另一组线圈的内层之间。

虽然电容是分散的，通常以一个简单的等效线路来表示两组线圈间的电容。



音频、医疗和仪器用变压器，对于线圈间电容非常敏感。这些变压器对于初级和次级线圈的隔离要求很重要。线圈间电容对于开关模式变压器在线路中的应用也有很大的影响，例如，太大的电容在开关频繁时会产生大量的噪音并且影响到与次级线圈连接的敏感电路。

### 测试条件

要测试电容，测试仪施加交流电压到待测线圈间，通常每个线圈的所有端子都短接。然后测量线圈间的电压，和使用谐波分析获得电流。电压除以电流得到线圈间阻抗，然后计算得电容。

测试电压范围从 1mV 到 5V，频率从 20Hz 到 1MHz。

对于不同的电容，下表给出了推荐的测试条件：

电容范围			理想的测试信号	
			频率	电压
1pF	→	10pF	100KHz	5V
10pF	→	100pF	100KHz	5V
100pF	→	1nF	10KHz	5V
1nF	→	10nF	1KHz	5V
10nF	→	100nF	100Hz	5V

### 电容测试的测试条件

在选择测试条件时，需要考虑以下潜在问题：

#### A) 电流水平

对于大电容，尤其是在高频时，测试时流过的电流可能会很大；类似的，对于小电容在低频和低电压时，电流会很小。

在可能的情况下，应该使用以上表格推荐的测试信号以保证对流过的电流进行准确测量。

#### B) 非线性电容

通常来说，非线性对于变压器的杂散电容来讲不是一个问题，因此尽可能的使用大电压来测量电容。

#### C) 等效线路

与电感一样，电容是以复阻抗型式测量的，因此测试结果可以表示成串联或并联等效电路。

如在本章 1.5 节解释过的，并联和串联等效电感值并不总是一样。电容同样如此；并联和串联等效值通常是不一样的。

通常情况下，测试仪总是以并联等效电路的方式测量电容。



## 7.1.11. TR – 匝数比

### 使用场所

AT3600 提供两种基本的方法来确认变压器已正确组装、初级线圈和次级线圈匝数正确。

匝数比对于信号、脉冲和开关电源变压器是理想的测试项目，这些变压器在正常的工作条件下，**B-H** 曲线的偏离较小，不超过线性区域。

（对于工频变压器，设计工作与 **B-H** 曲线的完整区域，包括非线性区域，理想的方法是使用开路电压测试来检查每组线圈的正确匝数。）

很明显，匝数比测试不能得到线圈的实际线圈匝数，它仅是一组线圈与另一组线圈匝数的比例。因此在测试程序中至少应该测试其中有一组线圈的电感值，以确保实际的匝数与比例同样正确。

### 测试条件

要测试匝数比，测试电压施加到一组线圈上，为通电线圈，然后使用谐波分析测量另两组线圈的电压（其中一组可以是通电线圈）。匝数比由测得的电压相除而得，并对线圈的电阻进行补偿。

一般情况下，推荐选择有最多匝数的线圈作为通电线圈。有一种例外的情况，如果两组线圈的匝数比为准确的 **1: 1**。在此情况下，最好选第三组具有较少匝数的线圈为通电线圈，以确保所有测量误差对这两组线圈的影响是相等的。

对于施加在通电线圈上的测试信号，其频率范围从 **20Hz** 到 **1MHz**，幅度从 **1mV** 到 **5V**。

据通电线圈的电感值，推荐相对应的测试条件；在以下表格中假定通电线圈是有最多匝数的线圈：

通电线圈的电感值			理想的测试信号	
			频率	电压
100nH	→	1uH	300KHz	10mV
1uH	→	10uH	100KHz	30mV
10uH	→	100uH	30KHz	50mV
100uH	→	1mH	10KHz	100mV
1mH	→	10mH	1KHz	100mV
10mH	→	100mH	100Hz	100mV
100mH	→	1H	100Hz	300mV
1H	→	10H	50Hz	1V
10H	→	100H	50Hz	5V
100H	→	1KH	50Hz	5V
1KH	→	10KH	20Hz	5V

#### 匝数比测试的测试条件

**说明：** 测试信号是施加在初级线圈、或者是匝数最多的线圈。

但是，如果这样做导致最少匝数线圈预估的电压小于1mV，那么测试电压应该提高。

同时还可能需要提高测试频率，以确保通电线圈的电流不会太大。但通常来说，要尽量小幅的提高信号的频率，以避免在高频时杂散电容造成的问题。

## 成组匹配的重要性

在一些变压器的设计中，初级线圈与次级线圈的匝数比不如初级线圈间或次级线圈间匝数比重要。

在这情况下，为了进行最准确的测试，施加测试信号到初级线圈，然后测量初级线圈与一组次级线圈的匝数比。然后，保持初级线圈的通电，测量与另一个次级线圈间的匝数比。

相应的，给一组次级线圈通电（通常根据电感为一个不同的电压和/或是频率），然后测量与不同的初级线圈间的匝数比。

使用这个方法，以确保所有线圈在测试中都是平等的。

## 定义测试限值

当定义匝数比测试时，需要避免限值太紧，因此而导致测试困难。

例如，两个相等的线圈每个匝数为 10，比例为 1: 1。一圈的误差会产生比例的误差 10%或-10%（即 11: 10 或 10: 11），因此+5%和-5%的限值可以检测误差。

## 7.1.12. TRL – 电感测试下的匝数比

### 使用场所

AT3600 提供两种基本的方法来确认变压器已正确组装、初级线圈和次级线圈匝数正确。

匝数比对于信号、脉冲和开关电源变压器是理想的测试项目，这些变压器在正常的工作条件下，**B-H** 曲线的偏离较小，不超过线性区域。

当初级线圈与次级线圈的磁感较差时，最好通过电感测试匝数比。本测试测量初级线圈和次级线圈的电感，然后以测得的值计算匝数比。

（对于工频变压器，设计工作与 **B-H** 曲线的完整区域，包括非线性区域，理想的方法是使用开路电压测试来检查每组线圈的正确匝数。）

很明显，匝数比测试不能得到线圈的实际线圈匝数，它仅是一组线圈与另一组线圈匝数的比例。因此在测试程序中至少应该测试其中有一组线圈的电感值，以确保实际的匝数与比例同样正确。

### 测试条件

线圈的电感通常取决于磁芯/线圈的磁通密度。因为测试时，磁通密度取决于提供给通电线圈的信号，很重要的是两组线圈以同样的水平通电。这会保证电感的测试在磁芯的 **B-H** 曲线的同一区域上，以得到准确的比例。

### 设定测试参数

最简单的方法设定测试参数是使用“Measure”按钮。要这样做，编辑测试程序的电脑必须与测试仪的“Auxiliary”端口连接。另外有两种输入测试参数的方法：一种是设定初级线圈电压和频率，让编辑器设定次级线圈的电压，第二种方法是手动设定两个电压。

## 使用测量按钮设定测试参数

要这样做，编辑测试程序的电脑必须与测试仪的“**Auxiliary**”端口连接。选择测试时间，输入初级和次级线圈端子，然后点击“**Measure**”按钮。编辑器软件将会输入测试信号并显示得到的匝数比。设定此比例的百分比限值，然后点击‘OK’（点击‘OK’前可以选择极性测试）。

## 使用自动按钮设定次级电压

要这样必须知道初级线圈电感。

从对话框中为初级线圈选择测试电压和频率，然后输入到 TRL 测试的对话框中。输入匝数比，然后在次级线圈电压参数中按“**Auto**”按钮，测试进行时测试仪将会自动为次级线圈选择合适的测试电压。

## 手动设定初级和次级线圈匝数

要这样做需要知道初级和次级线圈的电感。

最好的测试条件是选择一个介于初级和次级线圈电感的电感值 ( $L_m$ )。

$$L_m = \sqrt{L_p \times L_s}$$

查看此电感的推荐测试信号。

输入此电感推荐的频率最为测试频率。

初级和次级电压可以根据以下来计算：

这里：

$L_m$  = 中间电感值

$L_p$  = 初级电感值

$L_s$  = 次级电感值

$V_p$  = 初级电压

$V_s$  = 次级电压

$V_m$  = 中间电压

$N_p$  = 初级匝数

$N_s$  = 次级匝数

$$V_s = V_m \sqrt{\frac{N_s}{N_p}} \quad V_p = V_m \sqrt{\frac{N_p}{N_s}}$$

如果计算  $V_s$  或  $V_p$  值大于 5V，应该设定 5V 作为测试信号。

如果计算  $V_s$  或  $V_p$  值小于 1mV，应该设定 1mV 作为测试信号。

中间电感值 ( $L_m$ )			理想的测试信号	
			频率	电压 ( $V_m$ )
100nH	→	1uH	300KHz	10mV
1uH	→	10uH	100KHz	30mV
10uH	→	100uH	30KHz	50mV
100uH	→	1mH	10KHz	100mV
1mH	→	10mH	1KHz	100mV
10mH	→	100mH	100Hz	100mV
100mH	→	1H	100Hz	300mV
1H	→	10H	50Hz	1V
10H	→	100H	50Hz	5V
100H	→	1KH	50Hz	5V
1KH	→	10KH	20Hz	5V

*通过电感测试测量匝数比的测试条件*

## 定义测试限值

当定义匝数比测试时，需要避免限值太紧，因此而导致测试困难。

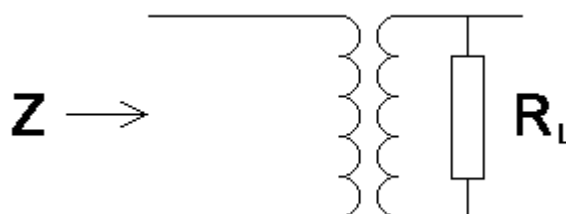
例如，两个相等的线圈每个匝数为 10，比例为 1: 1。一圈的误差会产生比例的误差 10%或-10%（即 11: 10 或 10: 11），因此+5%和-5%的限值可以检测误差。

### 7.1.13. Z, ZB – 阻抗，带偏置的阻抗

#### 使用场所

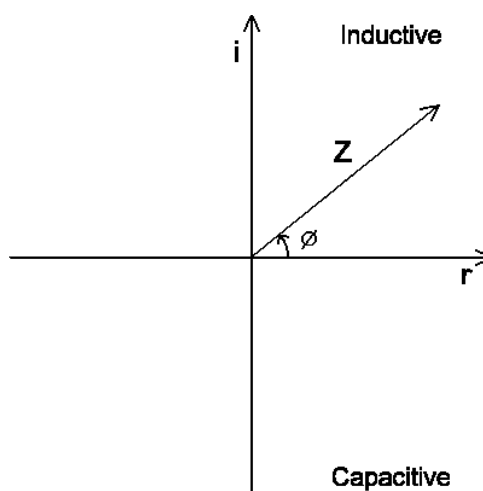
阻抗测试通过在变压器线圈上施加电压和频率来测量流过此线圈的电流，计算得到此线圈的阻抗。

#### 测试条件



假定治具有负载电阻，但在编辑器软件的原理图上不会显示。在 Z 测试之前必须插入 ‘OUT’ 测试来切换电路。（继电器矩阵用于插入或移除治具电阻，这个电阻没有包括在 Z 测试对话框中有两个原因：a) 会是对话框过于复杂，b) 并不总是需要 - 例如：测试治具有固定的电阻）。

测试电压施加到通电线圈，然后测量电压和电流。从测得的结果中计算得到阻抗。



## 7.1.14. R2 – 直流电阻匹配

### 使用场所

直流电阻匹配测试与普通的直流电阻测试（R）相比，更重要的是对不同线圈阻值的测量和匹配到设定的比例-常用于音频和通讯变压器。对于变压器的性能来讲，两个线圈电阻的匹配比线圈电阻的绝对值更重要。

### 测试条件

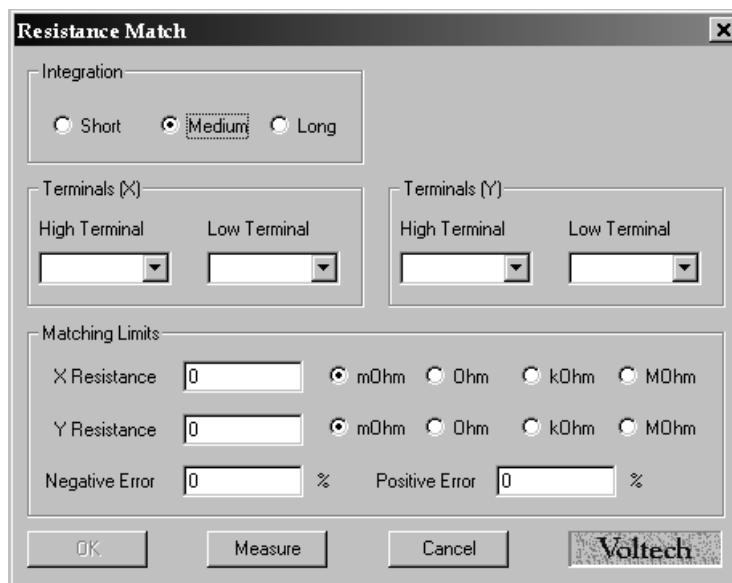
要测量直流电阻匹配，测试仪对两个线圈的直流电阻进行测量（参考 R 测试）然后比对两个结果。还要以比例的形式设定两个电阻匹配的极限值（如，1: 1 ± 5%）。

通过增加更多的直流电阻匹配测试到测试程序中，可以测试任何数量的直流电阻匹配。

### 选择测试条件

为了实现最好的精度和性能，按本章“线圈电阻”小节的提示为每个线圈选择测试条件。

### 电脑上测试程序编辑器编辑测试项目



- 选择需要的积分时间



- 输入待测的 X 电阻的端子名称。
- 输入待测的 Y 电阻的端子名称。
- 设定 X 和 Y 定义的电阻，然后设定正负百分比限值（%）。
- 选择 ‘OK’ 。测试的定义将会显示在测试程序的窗口。

*如果不确定如何选择测试条件，使用电脑编辑器 ‘测量’ 按钮（和一个样品）。*

## 选择测试限值

测试极限值为 X 和 Y 的电阻以及正负百分比极限值。

*如果不确定电阻值，使用电脑编辑器 ‘测量’ 按钮（和一个样品）。*

## 7.1.15. L2 – 电感匹配

### 使用场所

电感匹配测试是计算两组线圈的电感比率。会在每组线圈上通过复阻抗测试测量其等效串联电感。

此测试适用于开关电源变压器、音频和通讯变压器。检查线圈间的匹配。

### 测试条件

在测试电感匹配时，测试仪进行两个电感测试。首先仪器提供交流电压到第一组线圈；然后使用谐波分析测量电压和流过的电流；测得的电压除以电流得到一个复阻抗，计算得到其电感值。然后在第二组线圈上重复。电感匹配是第一组线圈与第二组线圈的电感比值。

测试信号的频率可以从 20Hz 到 1MHz，幅度从 1mV 到 5V。

通常，不需要在变压器正常工作的条件下测量电感，例如，其中几百伏的电压。这是因为 B-H 曲线在工作区域可以假定为线性的，所以在较低水平测量的电感代表了变压器使用时的电感值。

另外，通常假定电感值不会随频率显著的改变。因此，虽然测试仪可以提供高频测试信号，但是请小心使用高于几百 kHz 的频率。这是因为在高频状态下，由测试治具产生的杂散电感和电容会很明显。测试治具补偿可以消除这些误差。

以下表格是针对不同的预估平均电感，建议使用的测试条件：

平均电感 (几何平均值)			理想的测试信号	
			频率	电压
100nH	→	1uH	300KHz	10mV
1uH	→	10uH	100KHz	30mV
10uH	→	100uH	30KHz	50mV
100uH	→	1mH	10KHz	100mV
1mH	→	10mH	1KHz	100mV
10mH	→	100mH	100Hz	100mV
100mH	→	1H	100Hz	300mV
1H	→	10H	50Hz	1V
10H	→	100H	50Hz	5V
100H	→	1KH	50Hz	5V
1kH	→	10KH	20Hz	5V

电感匹配测试的测试条件

在可能的条件下，此表可用于所有的电感测试。电感范围的选择基于待测线圈电感的估计最小值。

在选择测试条件时，还需要考虑以下潜在的问题：

### A) 电流水平

对于电压上限值的选择，保证在最小电感时电流最大值在 100mA rms。

对于电压下限值的选择，上表中电压限制能保证电流不低于 3μA rms。在一些情况下，低电压时的电流可能使磁芯饱和。电压不能低于最低水平，以保证测试电流不至于太小而不能被感应测试到。

### B) 谐振频率

在较低的频率，线圈间的电容远大于电感，通常忽略。然而，在很高的频率时，并不是如此，电容占据主要地位而电感无法测量。谐振频率是这两个区域间的切换点。通常要得到很好的电感测量效果，测试频率应低于变压器谐振频率的 20%。

通常大的电感值会有一个大的线圈间电容，因此会有一个较低的谐振频率。总之，选择较低的测试频率值，以最小化谐振频率带来的问题。

### c) 非线性电感

在通常情况下，电感测试的变压器的 B-H 特性是线性区域。

然而，如果测试工频变压器的电感值，其磁芯材料即使在低信号水平时也是非线性的，那么测试结果很大程度上取决于提供的测试信号。

在此情况下使用 AT3600 的测试结果与阻抗电桥或元件测试仪比较会有问题。这些阻抗电桥的测试信号通常由测试仪内部确定，一般为一个固定的频率，在同一个电压等级，并不能保证所有的电感值相同。

通常，如果阻抗电桥的实际测试条件可以确定，然后 AT 测试仪设定相同的测试条件，那么测试结果将会一致。（请参见关于不同等效电路的选择所造成的差异）

### d) 等效线路

电感总是作为复合阻抗的一部分来测试，测试结果以串联或是并联等效电路的形式来表示。需要注意的是，对于任何给定的线圈，两种等效线路的电感值不一定一样。这在定义测试极限值时需牢记。

## 7.1.16. C2 – 电容匹配

### 使用场所

线圈电容匹配测试是计算两个测试线圈间的电容的比例。通过施加一个设定的交流电压到两组独立的线圈，然后测量两组线圈间的电压和电流以得到一个复阻抗，计算得到电容。这过程在两个测试线圈依次进行。

此测试适合开关电源、音频和通讯变压器。检查线圈在骨架上的安装位置是否正确。

### 测试条件

当计算电容匹配时，测试仪将执行两次电容测试。首先测试仪施加交流电压到第一组线圈间，通常每组线圈的所有端子都短接。然后使用谐波分析测量两组线圈间的电压和电流。电压除以电流得到跨线圈阻抗，然后计算得到电容。然后重复第二组线圈组。电容匹配就是第一组与第二组电容的比例。

测试电压可以从 1mV 到 5V，频率从 20Hz 到 1MHz。

以下的表格对于不同的平均电容值给出了对应的测试条件：

平均电容 (几何平均)			理想的测试信号	
			频率	电压
1pF	→	10pF	100KHz	5V
10pF	→	100pF	100KHz	5V
100pF	→	1nF	10KHz	5V
1nF	→	10nF	1KHz	5V
10nF	→	100nF	100Hz	5V

电容匹配测试的测试条件

选择测试条件时，需要考虑以下潜在的问题：

### A) 电流水平

对于大电容，尤其是在高频时，测试时流过的电流可能会很大；类似的，对于小电容在低频和低电压时，电流会很小。

在可能的情况下，应该使用以上表格推荐的测试信号以保证对流过的电流进行准确测量。

### B) 非线性电容

通常来说，非线性对于变压器的杂散电容来讲不是一个问题，因此尽可能的使用大电压来测量电容。

### C) 等效线路

与电感一样，电容是以复阻抗型式测量的，因此测试结果可以表示成串联或并联等效电路。

如在本章 1.5 节解释过的，并联和串联等效电感值并不总是一样。电容同样如此；并联和串联等效值通常是不一样的。

通常情况下，测试仪总是以并联等效电路的方式测量电容。

这样不会有什么问题，因为对于大多数变压器，两个值的差别是很小的，可以忽略的。

## 7.1.17. GBAL – 通用纵向平衡

### 使用场所

通用纵向平衡测试的测试目的是测试设计连接与平衡线路的变压器的共模抑制比的有效性。执行两个测试，每一次施加一个电压到变压器然后测量电压以计算 CMRR。为了覆盖三种测试 CMRR 的标准方法的差别，GBAL 对话框有一个 X 和 Y 的独立组，为第一个和第二个测试的可重复性。理想的测试方法是 LBAL 测试，这是一个由 Voltech 定义的独立测试。

本测试适合用于音频和通讯变压器，用于检查变压器的共模抑制比。

### 测试条件和类型

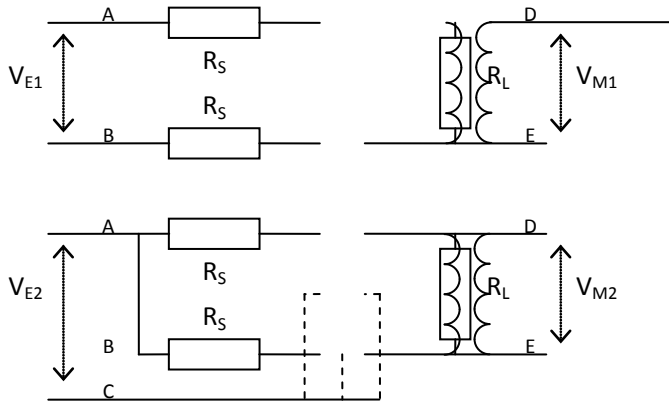
很遗憾，有几种公开的纵向平衡测试定义。它们各不相同，并且对于同一个变压器可能得到不同的结果。

为了方便用户选择各自理想的测试方法，GBAL 测试配置有极大的灵活性。因此其包含有两组独立的测试，用户可以自己编辑，测量结果是两个值的比例以 dB 表示。

### 操作

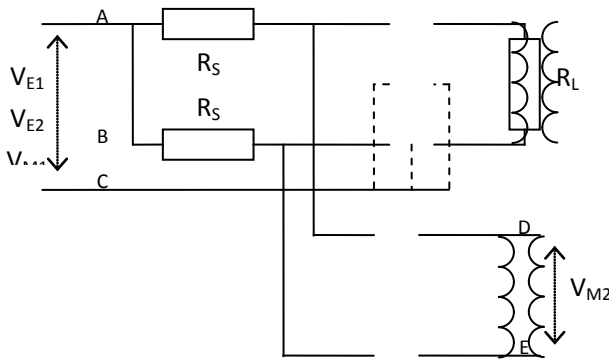
因为以上说明过的原因，测试有两个独立的由用户编辑的测量组成，每个测试有其“通电（energised）”和“测量（measured）”端子。这个方法由以下的三个标准方法来说明：

1. 理想的方法 (LBAL 测试方法, 许多变压器制造商都在使用)



测试					
		通电		测量	
		Hi	Lo	Hi	Lo
1		A	B	D	E
2		A+B	C	D	E

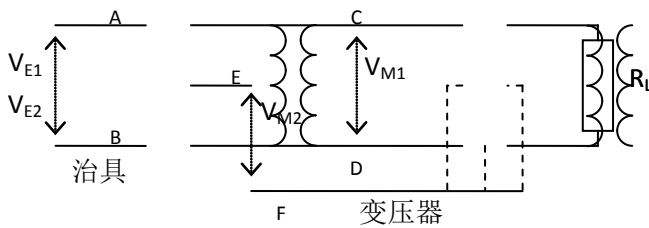
2. IEEE 455 方法 (在加拿大、欧洲使用)



变压器治具

测试					
		通电		测量	
		Hi	Lo	Hi	Lo
1		A+B	C	A	C
2		A+B	C	D	E

3. FCC 68.310 方法 (在美国使用)



测试					
		通电		测量	
		Hi	Lo	Hi	Lo
1		A	B	C	D
2		A	B	E	F



源与负载电阻（和 IEEE 与 FCC 方法中使用变压器治具）假定在治具上，但不会显示在编辑器软件的原理图上。它们必须通过在 GBAL 测试前的 ‘OUT’ 测试切换入线路。（继电器矩阵用于插入和移除电阻，电阻不在 GBAL 测试对话框中有两个原因：a) 这回使对话框太复杂，b) 不是总需要的-如有的治具有电阻固定在线路中）。

在两次测量完成后，纵向平衡通过两个结果的比值计算得到：

$$\text{GBAL} = 20 \log | V_{M1} / V_{M2} |$$

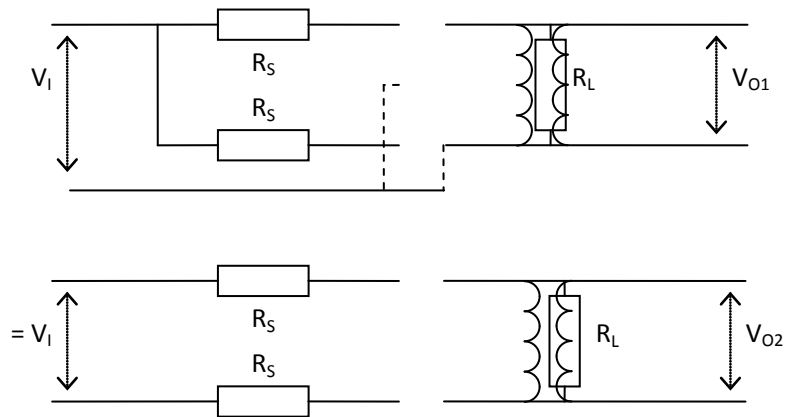
+ （可选） 治具补偿

## 7.1.18. LBAL – 纵向平衡

### 使用场所

纵向平衡测试是 Voltech 推荐的测试方法，用于测试连接到平衡线路的变压器的共模抑制比。执行两次测试，每次施加一个电压到变压器，然后测量电压以计算 CMRR。本测试适用于音频、通讯变压器，检查变压器的共模抑制比。

### 测试条件



$$LBAL = 20 \log | V_{O2} / V_{O1} |$$

源与负载电阻（和 IEEE 与 FCC 方法中使用变压器治具）假定在治具上，但不会显示在编辑器的原理图上。它们必须通过在 LBAL 测试前的‘OUT’测试切换入线路。（继电器阵列用于插入和移除电阻，电阻不在 LBAL 测试对话框中有两个原因：a）这会使对话框太复杂，b）并不总是必要的-如在测试治具已安装电阻在线路中）。

测试有两个测量组成：a)输入一个共模信号到公共的低点，可以是初级线圈的中点，次级线圈的中点，变压器磁芯或是线圈间的屏蔽层，b)以同样的输入作为差分信号。测量每一次输出的结果，纵向平衡通过计算两个输出的比例计算得到。

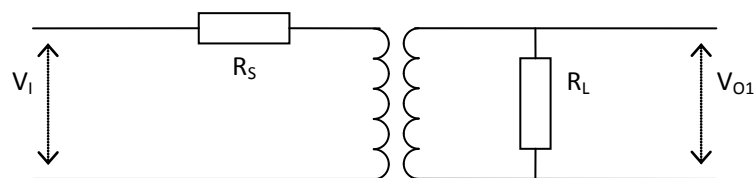
## 7.1.19. ILOS – 插入损耗

### 使用场所

插入损耗测试测量的变压器输出到负载的功率，相对于理论的最大功率。在输入线圈施加测试电压，然后测量输入和输出电压以计算损耗。

本测试适用于音频、通讯变压器，检查变压器在其应用中的实际损耗。

### 测试条件



$$ILOS = 10 \log (V_i^2 R_L / 4 V_o^2 R_s)$$

源与负载电阻假定在测试治具上，但不会显示在编辑器的原理图上。它们必须通过在 ILOS 测试前的 ‘OUT’ 测试切换入线路。（继电器阵列用于插入和移除电阻，电阻不再 ILOS 测试对话中有两个原因：a) 这会使对话框太复杂，b) 并不总是必要的-如在测试治具已安装电阻在线路中）。

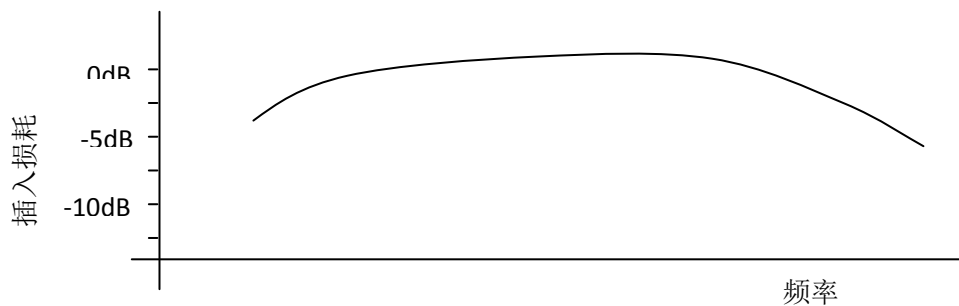
测试电压施加到输入线圈，测量输入和输出线圈的电压。从输入与输出的电压比，和电阻值（在测试的对话中定义），可以计算得到插入损耗。

## 7.1.20. RESP – 频率响应

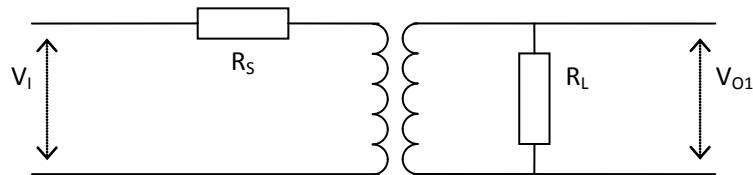
### 使用场所

频率响应测试，RESP，可以用于检查通讯或音频变压器在一个指定的频率范围内功率损耗小于指定的范围。

### 测试条件



RESP 测试由一系列反复的在不同频率范围的插入损耗(ILOS)测试组成。



测试治具上装载的电阻，在进行其它测试如电阻和电感测试时应切出电路。这可以通过在测试治具上安装继电器，然后使用‘OUT’测试在合适的点进行切换。

第一次 ILOS 测试，所在的频率范围通常是所测频率带宽的中间。测得的结果为 0dB 参考值。之后的 ILOS 测试在用户选择的频率范围执行，测试结果对比参看 dB 水平。

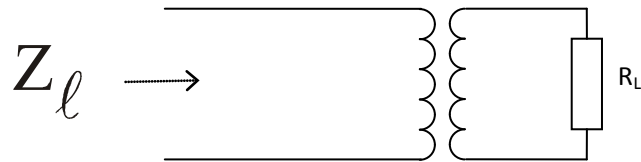
如果所有相关的 ILOS 测试结果在定义的限值内，即 RESP 测试结果就是相关的 ILOS 结果接近限值。如果有任何相关的 ILOS 测试结果超出定义的限值即 RESP 测试结果就是相关的 ILOS 测试结果超出了限值。

## 7.1.21. RLOS – 回波损耗

### 使用场所

回波损耗测试测量变压器阻抗与传输线在定义的阻抗的不匹配程度。RLOS 通过测量的复阻抗和定义的阻抗计算得到。本测试适合于音频、通讯变压器，检查变压器在应用中的输入阻抗。

### 测试条件



$$RLOS = 20 \log ( |Z_R + Z_l| / |Z_R - Z_l| )$$

负载电阻假定在测试治具上，但不会显示在编辑器的原理图上。它们必须通过在 RLOS 测试前的 ‘OUT’ 测试切换入线路。（继电器矩阵用于插入和移除电阻，电阻不再 RLOS 测试对话框中有两个原因：a) 这会使对话框太复杂，b) 不是总需要的-如有的治具有电阻固定在线路中）。

测试电压施加到输入线圈，测量其电压和电流。用计算得出的阻抗和参考的阻抗值（有用户在测试对话框中定义），计算得到回波损耗。

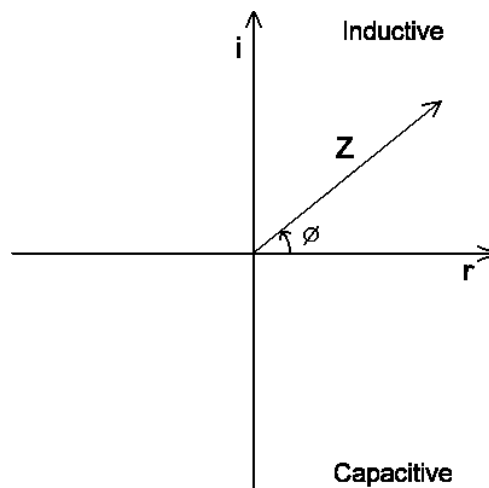
阻抗为复阻抗，这里：

$$Z_R = R_R + j X_R$$

$$Z_l = R_l + j X_l$$

## 7.1.22. ANGL – 阻抗相角

### 使用场所



阻抗相角测试测量阻抗矢量  $Z$  的相角  $\phi$ ，如相位图中所示。其代表了表示基波电流与基波电压的相位差。本测试用于音频和通讯变压器  $Z$  测试，检查变压器输入与输出的复阻抗。

### 测试条件

交流电压施加到待测线圈，复阻抗由测量得到的电压和电流计算得到。

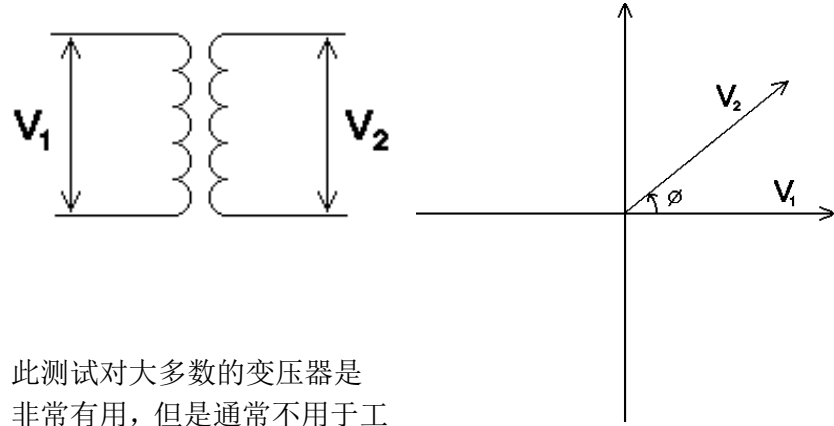
要设定测试电压或电流，需要知道线圈在待测频率的预估阻抗。可以通过‘Z’（阻抗）测试得到。

根据线圈的阻抗范围，从下表中选择测试电压或频率：

阻抗范围		测试电压	测试电流
1M $\Omega$	→ 100k $\Omega$	5V	-
100k $\Omega$	→ 10k $\Omega$	5V	30 $\mu$ A
10k $\Omega$	→ 1k $\Omega$	5V	300 $\mu$ A
1k $\Omega$	→ 100 $\Omega$	3V	3mA
100 $\Omega$	→ 10 $\Omega$	0.5V	10mA
10 $\Omega$	→ 1 $\Omega$	100mV	50mA
1 $\Omega$	→ 100m $\Omega$	10mV	50mA
100m $\Omega$	→ 10m $\Omega$	1mV	50mA
10m $\Omega$	→ 1m $\Omega$	-	50mA

## 7.1.23. PHAS – 线圈间相角

### 使用场所



此测试对大多数的变压器是非常有用，但是通常不用于工频率变压器的线圈间的相角测试。其最大的作用在于确定音频和通讯变压器放置于传输线中对相位的影响。

### 测试条件

如果您正从一个连接到测试仪“Auxiliary”端口的电脑来编辑测试程序，可以按以下方法输入测试条件。选择测试端子，输入测试频率，点击“Measure”按钮然后编辑器将会选择正确的电压和显示测量得到的相位角。然后可以使用测得的相位角作为基础设定极限值。

如果电脑没有连接到测试仪，可以从以下表格中选择测试电压。

**说明** 当选择通电线圈时，检查变压器中此线圈与任何线圈间有没有大的匝数比，因为这会导致测试中产生高压。如有这样的情况，请选择有最多匝数的线圈作为通电线圈。

通电线圈的阻抗		测试电压
1MΩ	→ 100kΩ	5V
100kΩ	→ 10kΩ	5V
10kΩ	→ 1kΩ	5V
1kΩ	→ 100Ω	3V
100Ω	→ 10Ω	0.5V
10Ω	→ 1Ω	100mV
1Ω	→ 100mΩ	10mV
100mΩ	→ 10mΩ	1mV

## 7.1.24. TRIM - 平衡调整

### 使用场所

TRIM 用于可调或是有可调元件的变压器，在测试中调整变压器相关参数到设定的值。

平衡调整测试在测试程序中的位置一般在可调值测试的后面。仅在变压器的前项测试失败后才会动作。

例如：要调整变压器的电感到指定的范围，那么 TRIM 测试紧随电感测试之后。

平衡调整可以用于所有小信号测试，如电阻，电感和电容。

不能针对高压测试做平衡调整，如 MAGI 和 HIPOT。

### 测试限值

TRIM 测试本身没有任何可定义的极限值，修正调整使用前面一项测试的极限值来执行。



## 7.1.25. OUT – 输出到用户端

### 使用场所

OUT 测试用于额外的切换（除了 AT 的节点），如果在测试程序中需要用到。

AT3600 的“User Port”口配有六个“Relay Driver”输出。OUT 测试允许对“User Port”的“Relay Driver”进行编程输出，作为测试程序的一部分执行额外的继电器切换。

例如：有两个独立的初级线圈的变压器。OUT 测试可以让两个初级线圈串联，从而获得两倍的工作电压。

又例如：让安装在测试治具上的额外电阻进行切换，可使变压器的测试程序获得一个有负载的次级线圈。

### 定义测试条件

#### 继电器驱动输出

每个继电器驱动输出（标号为 0-5）是一个集电极开路输出，可以按需要设定‘On’或是‘Off’：

**On = 连接到地 (0V)**

**Off = 开路 (悬空)**

注意：

只有当测试仪碰到 OUT 测试的时候，才会对继电器驱动进行设置。所有的设置会一直保留，碰到另一个 OUT 测试。因此如果只是测试程序的一个部分要求设置，那就需要使用 OUT 测试，第一个打开相应的继电器驱动，第二个则把他们关掉。

#### 12 伏电压引脚

用户端口（“User Port”）同时提供 12V 输出，为测试治具的继电器提供电源。

更多信息参阅第八章 – 规格。

## 7.1.26. IR – 绝缘电阻

### 使用场所

推荐对大多数变压器进行绝缘电阻检查测试。用以检查单个线圈、线圈与屏蔽层间绝缘的完整性。

IR 测试的线圈隔离是变压器的一部分功能，但不是安全的要求的一部分。安全方面理想的测试是耐压（超高压）测试。

所以，可用于两个初级线圈之间，或是两个次级线圈之间。

### 测试条件

要测试绝缘电阻，测试仪施加一个直流电压到两组线圈，任一组线圈的所有端子短接。每一组线圈可以包含任意多的线圈。

测量线圈间的电压和电流；电压除以电流得到绝缘电阻。

也可以设定测试仪在测试开始时在空的测试治具上执行补偿测试。这可以让测试仪除去治具在后续测量中的误差，以得到更准确的结果。

测试电压可以从 100V 到 7kV。（AT1600 为 500V）

然而通常执行测试的电压仅需高于线圈最高工作电压峰值的两倍。例如，要检查工频变压器的两个初级线圈的隔离，可能的工作电压在 240V，800V 将是一个合适的测试电压。

### 定义测试限值

虽然测试仪可测试的绝缘阻抗超过  $1\text{G}\Omega$ ，但是没有必要设定如此高的值来检查线圈的隔离性。

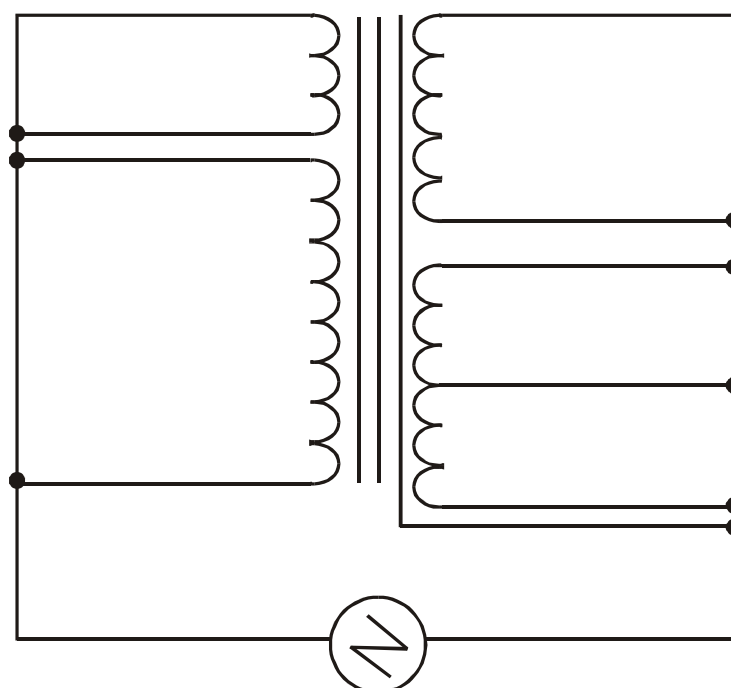
在许多情况下，设定一个较低的值将会加快测试的执行。通常， $100\text{M}\Omega$  可以适用于大多数的应用。

## 7.1.27. HPDC – 直流耐压(超高压)

### 使用场所

直流耐压（超高压）测试是用来检测线圈之间、线圈与铁心之间以及屏蔽层之间的安全隔离情况。通常工频变压器或是开关电源变压器中应用，其安全性很重要。

通常的测试是将所有初级线圈短接，所有次级线圈与屏蔽层短接。



### 定义测试

在测试中，在两组线圈上施加直流电压，且每组线圈都一起被短路了。在电压的停延阶段测量电压和电流；如果测试电压不能维持，或者电流太大，就会记录为失败。

在编辑测试程序时，需要选择电压（从 100V 到 7kVdc），电流触发水平（1 $\mu$ A 到 1mA），和上升时间以及持续时间，确保所有的项目符合变压器的规格。

许多变压器定义要求耐压测试的执行时间为 60 秒。虽然变压器必须设计和制造符合此要求，但是通常实际做法是减少生产测试的时间。

这可以参考 IEC 742，禁止生产测试持续时间 2 秒。虽然 IEC 742 没有要求，通常，实际做法是提高测试电压，减少 10% 的测试时间，以提供额外的安全。

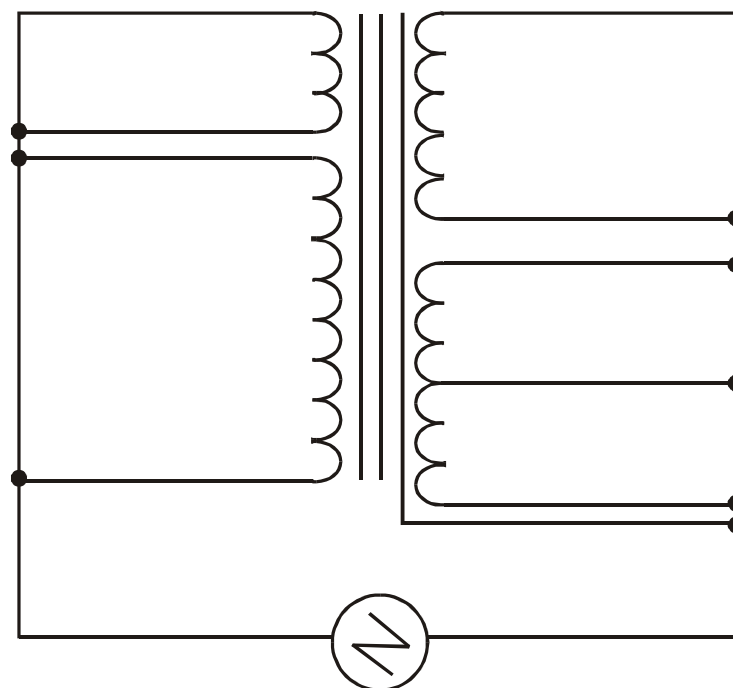
IEC742 已经被 IEC61558 所替代，后者定义生产测试时间为 1 秒。可以在 IEC 网站上查看详情 (<http://www.iec.ch>)。

## 7.1.28. HPAC – 交流耐压 (超高压)

### 使用场所

交流耐压（超高压）测试是用来检测线圈之间、线圈与铁心之间以及屏蔽层之间的安全隔离情况。通常工频变压器或是开关电源变压器中应用，其安全性很重要。

通常的测试是将所有初级线圈短接，所有次级线圈与屏蔽层短接。



### 定义测试

在测试中，在两组线圈上施加交流电压，且每组线圈都一起被短路了。在电压的停延阶段测量电压和电流；如果测试电压不能维持，或者电流太大，就会记录为失败。

在编辑测试程序是，可以选择电压（从 100V 到 5kV 有效值），频率（50Hz/60Hz 在任何电压，或是 1kHz 在一个较低的电压），电流触发水平（300 $\mu$ A 到 30mA 峰值），和上升时间以及持续时间，确保所有的项目符合变压器的规格。

许多变压器定义要求耐压测试的执行时间为 60 秒。虽然变压器必须设计和制造符合此要求，但是通常实际做法是减少生产测试的时间。

这可以参考 IEC 742，禁止生产测试持续时间 2 秒。虽然 IEC 742 没有要求，通常，实际做法是提高测试电压，减少 10% 的测试时间，以提供额外的安全。

IEC742 已经被 IEC61558 所替代，后者定义生产测试时间为 1 秒。可以在 IEC 网站上查看详情（<http://www.iec.ch>）。

在耐压测试时，功率是持续被检测的并且调整以提供正确的输出。如果设定的输出电压不能产生，测试仪将自动显示 ‘FAIL’，点亮红色指示灯，返回一个 ‘FAIL’ 到服务器（如果在使用）并听到警报声（如果已打开）。此方法符合 EN61558-1 (1998), UL1411, 5<sup>th</sup> 版和其它标准的生产要求。

## 特别说明:

在某些特定的测试条件下，测得的电流会高于允许的最小限值，这是由 AT3600 和所连接治具系统的造成的。HPAC 测试中 AT3600 产生的最大的寄生影响在每个点可以通过以下公式计算得到:

$$I_p = V*(4.614*10^{-10} + 9.1*10^{-11}*f)$$

**V** : 测试电压 ; **f** : 测试频率.

计算可得在 2.5KV @ 50Hz 时为 12.5uA.

## 7.1.29. SURG – 浪涌测试

### 使用场所

此测试用于检测一个线圈有无匝间的短路。可以用于任何变压器，但尤其适用于那些匝数很多且使用很细导线的变压器。

对于那些导线，漆层十分薄，容易被刮掉，增加铜线暴露的风险。在有些情况下，刮伤不会立刻导致短路，但会留下一些隐患最终导致失败。

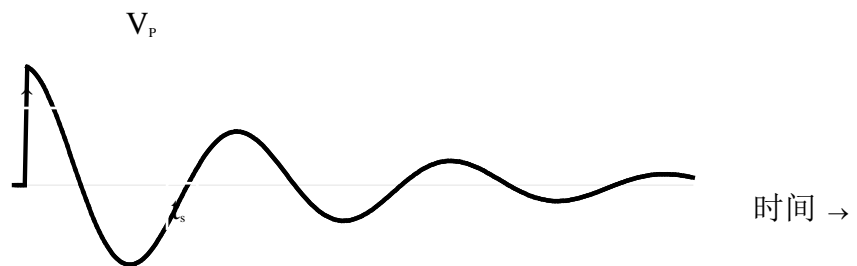
通过施加一个高于工作状态的电压到线圈，任何导线绝缘上的缺陷将会导致失败。

### 测试方法

每个 SURG 测试可以由一系列脉冲组成。

对于每个脉冲，AT3600 将给内部电容充电到设定的高电压。这些储存的电荷会在瞬间放到待测线圈中，并分析由此产生的瞬间电压。

放电将产生幅度会不断减小的正弦波。



这里  $t_s$  = 脉冲释放的时间

$V_p$  = 施放的峰值电压

在浪涌测试开始时，AT3600 会执行一个初始化以对变压器线圈的电容进行补偿。没有这个补偿，峰值电压会因为给线圈电容的充电而减小，而不能得到需要的值。

因此，完整的测试序列如下：

- 预备脉冲：** 测量  $V_p$  值，改变启动条件，弥补电荷共享效应。
- 脉冲 #1：** 再一次检查  $V_p$  值。如果与测试设定的一样，这就是测试序列的第一个脉冲，并且瞬间值会被分析。（如果不是，这会作为第二个预备脉冲，然后重复脉冲 #1。）
- ...: 重复脉冲，直到测试设定的数量。
- Impulse #n:** 再一次检查  $V_p$  值，每个脉冲序列的瞬间值都被分析。

## 瞬间值分析

在脉冲释放后的衰减周期，AT3600 同时测试电压幅度和瞬间值，以及衰减的时间。

一个好的变压器会有一个干净的和持续的瞬间值，有一个长衰减时间。一个变压器中有短路会有一个很大的阻尼响应，和一个较短的衰减时间。

执行的计算是计算衰减瞬间值在图形上下方的点的空间。（计算同时使用负峰值和正的峰值加到空间中。）在此区域，用伏-秒来测量，对于有短路的问题线圈，其值远小于正常值。

## 定义测试限值

从理论上讲，曲线下的“伏-秒”的区域是很能预计。

推荐的方法是使用测量模式（参阅第三章和第六章）以获得一些值。过程如下：

在一个已知好的变压器上测量此区域；视这个结果为区域  $A_G$ 。

包裹额外的一个单线圈在磁芯上，短接两端，从新测量此区域；视这个结果为区域  $A_F$ 。

按如下设定限值：

$$\text{最大区域} = 3A_G/2$$

$$\text{最小区域} = (A_G + A_F)/2$$

记住此极限值仅是从一个变压器得来，在经过更多的被测量后可能仍需要被修正。



## 7.1.30. WATT – 功率

### 使用场所

功率测试是测量在没有负载的情况下，变压器的通电线圈的功率。

功率测试是理想的检查铁芯的磁性和磁性连接的测试，尤其对工作在 50Hz 左右的铁芯变压器。

### 测试条件

在功率测试时，一个稳定的，用户设定的交流电压施加的线圈上。所有其它线圈在测试时保持开路。

AT3600 测量线圈的电压和电流，功率是同相位的电流与电压的乘积。

如果在测试程序中，WATT 测试在 VOC 或是 MAGI 测试之后，其有相同的测试条件（电压和频率），并且提供到同样的线圈，那么之前测试的测试结果将会继续使用，以节省程序执行时间。

测试信号的频率可以为 20Hz 到 1.5KHz，幅度从 1V 到 270V。

## 7.1.31. WATX - 功率 (扩展源)

### 使用场所

功率（扩展源）测试是测量通电线圈的功率，比如初级线圈。同时要保持其他线圈处于开路状态。用普通方式的来配置测试信号就可以测得通电变压器所需的功率。

此测试需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的详细内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

本测试适合于工率变压器（25-400Hz），检查变压器无负载时的损耗。

### 测试条件

在功率（扩展源）测试时，一个稳定的，用户指定的交流电压施加在线圈上。所有其它线圈在测试时保持开路。

AT3600 测量线圈的电压和电流，功率是同相位的电流与电压的乘积。

如果在程序中，WATT 测试在 VOC 或是 MAGI 测试之后，其有相同的测试条件（电压和频率），并且提供到同样的线圈，那么之前测试的测试结果将会继续使用，以节省程序执行时间。

测试信号的频率从 20Hz 到 5KHz，幅度从 5V 到 600V，依据使用的外接源。单个交流源的电流为有效值 10A。参考 WATT 测试，其使用 AT3600 内部源，可以提供交流 270V，功率 40W。

## 7.1.32. STRW – 压迫功率

### 使用场所

压迫功率测试是检测在变压器的通电线圈的绝缘击穿情况。通常是初级线圈，且其他的线圈需要保持开路。这项测试要求两倍于平时的工作电压，而且要不间断地测量功率来确定测量期间的任何变化所引起的击穿情况。

这项测试适用于具有超小型工频和大型工频和一些 HF（高频）变压器。可以检测出匝间绝缘，磁性材料以及连接。

### 测试条件

一个稳定的电压施加到待测线圈。同时测量电压的有效值和功率。如有必要，电压可以调整到用户定义的值，测试重复进行。测试重复多次直至停延“Dwell”时间过去，测试结果给出测得的功率。

通常，通电信号两倍于工作电压和频率，其目的是为了在导线漆包有潜在的缺陷的地方制造损坏点。此损坏点可以通过测得的功率的增加而检测到。

## 7.1.33. STRX – 压迫功率（扩展源）

### 使用场所

压迫功率（扩展源）测试通过线圈的通电功率测试变压器线圈的绝缘性，通常为初级线圈，其它线圈开路。本测试使用外接交流电源提供测试电压（通常两倍于普通工作电压和频率），然后测量功率。

这需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的详细内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

此测试适合大型工频率变压器和一些高频变压器。以高于普通工作电压的信号检查线圈内部的绝缘性，磁芯材料和连接。

### 测试条件

一个稳定的电压（由外接电源提供）施加到待测线圈。同时测量电压有效值和功率。如有必要，电压可以调整到用户定义的值，测试重复进行。测试重复多次直至停延“Dwell”时间过去，测试结果给出测得的功率。

此测试通过以下的方法检测线圈的绝缘性：

1. 通过增加的电压来给线圈隔离性加压（每圈电压都增加）。
2. 频率和电压成比例的增加以确保变压器的磁芯能经历与普通工作状态相同的电压和频率。-磁芯衰减保持不变。
3. 在电压和频率增加的测试中，功率显著的增加说明了线圈绝缘性有问题，而这个在普通工作条件下是不能检测到的。

测试信号的频率从 20Hz 到 5KHz，幅度从 5V 到 600V，依据使用的外接源。单个交流源的电流为有效值 10A。参考 WATT 测试，其使用 AT3600 内部源，可以提供交流 270V，功率 40W。

## 7.1.34. MAGI - 磁化电流

### 使用场所

AT3600 提供两种基本的方法以确认变压器是否正确的组装。正确的初级和次级线圈匝数，正确的磁芯材料等级以及正确的空气间隙。磁化电流和开路电压是工频变压器理想的测试，设计工作于 B-H 曲线的全区域，包括非线性区域。

（对于其它变压器，如脉冲变压器和用于开关电源的变压器，电感和线圈匝数比是理想的测试。）

### 测试条件

当测试磁化电流时，通常需要在测试中对初级线圈应用最高的工作电压和最低的工作频率。

对于初级线圈有分割的变压器，相对两个串联的线圈，可以将测试信号通电到初级线圈中的其中一组。预估的电流将大于单线圈，增加的比例与匝数比相关：

$$I_A = I_{AB} \times (N_{AB} / N_A)$$

在这里

$I_A$  = 测试线圈 A 的电流

$I_{AB}$  = 串联的线圈 A 和 B 的电流

$N_A$  = 线圈 A 的匝数

$N_{AB}$  = 串联的线圈 A 和 B 的匝数

（以上的公式可以写成两组线圈的电压比例，以替代匝数比。）

原则上，根据以上公式的电流极限值调整，可以使用任何线圈测量磁化电流，或是任何线圈的串联组合，因为电流-匝数用来测量变压器产生磁通密度水平与使用哪个线圈无关。

实际上，磁化电流波形在测试电压接通后可能有一个瞬时值。要得到可重复的正确结果，测试需要在瞬时值过后进行。另外，为提高测试速度，AT3600 使用一个开关序列来最小化瞬间效应。

## 定义测试极限值

AT3600 提供两种方法定义测试限值：

使用实际有效值测试

使用平均测试，对于正弦波来说与有效值成比例

通常使用的是有效值。

然而，有时可能需要使用第二种方法，如果你的测试极限值由普通万用表测试获得。

## 7.1.35. MAGX - 磁化电流（扩展源）

### 使用场所

AT3600 提供两种基本的方法以确认变压器是否正确的组装。正确的初级和次级线圈匝数，正确的磁芯材料等级以及正确的空气间隙。

磁化电流和开路电压是工频变压器理想的测试，设计工作于 B-H 曲线的全区域，包括非线性区域。

（对于其它变压器，如脉冲变压器和用于开关电源的变压器，电感和线圈匝数比是理想的测试。）

本版 MAGI 测试需要通过一个“Voltech AC Source Interface”与测试仪相连，为测试提供扩展信号源（详细情况请咨询你的供应商）。了解如何为 AT3600 配置的详细内容。请参阅“Voltech AC Source Interface”用户手册或编辑器帮助。

### 测试条件

当测试磁化电流时，通常需要在测试中对初级线圈应用最高的工作电压和最低的工作频率。

如变压器的初级线圈有分割，相对两个串联的线圈，可以将测试信号通电到初级线圈中的其中一组。预估的电流将大于单线圈，增加的比例与匝数比相关：

$$I_A = I_{AB} \times (N_{AB} / N_A)$$

在这里

$I_A$  = 测试线圈 A 的电流

$I_{AB}$  = 串联的线圈 A 和 B 的电流

$N_A$  = 线圈 A 的匝数

$N_{AB}$  = 串联的线圈 A 和 B 的匝数

（以上的公式可以写成两组线圈的电压比例，以替代匝数比。）

原则上，根据以上公式的电流极限值调整，可以使用任何线圈测量磁化电流，或是任何线圈的串联组合，因为电流-匝数用来测量变压器产生磁通密度水平与使用哪个线圈无关

实际上，磁化电流波形在测试电压接通后可能有一个瞬时值。要得到可重复的正确结果，测试需要在瞬时值过后进行。另外，为提高测试速度，AT3600 使用一个开关序列来最小化瞬间效应。

根据外接电源的类型，测试信号的频率可以从 20Hz 到 5KHz，幅度从 5V 到 600V。另外参阅 MAGI 测试，如果使用 AT3600 内部的信号发生器，可以提供的测试信号为交流 270V，功率 40W。



## 7.1.36. VOC - 开路电压

### 使用场所

AT3600 提供两种方法确定变压器组装的正确, 和正确的初级线圈、次级线圈的匝数。

开路电压测试对于工频变压器是理想的测试, 其设计工作于 B-H 曲线的全部区域, 包括非线性区域。

(对于其它变压器, 如脉冲变压器和用于开关电压的变压器, 匝数比是理想的测试。)

很明显, 一个开路电压测试并不能得出实际的线圈匝数, 仅是一组线圈与其它线圈的比例。因此需要一个磁化电流测试 (MAGI), 以确认实际的线圈匝数与比例同样正确。

### 测试条件

开路电压测试通过提供交流测试电压到一组线圈 (通常为初级线圈), 然后测试其它线圈产生的电压。

如果有几组线圈需要测试, 遵循以下几点可以加快程序执行:

将所有开路电压测试连续放置测试程序的一个位置。

每个测试使用同一组通电线圈, 使用相同的测试电压和频率。

如果有磁化电流测试 (MAGI), 其使用相同的通电线圈和相同的测试电压和频率, 将其放置于第一个开路电压测试之前。

### 定义测试限值

AT3600 提供三种方法定义测试极限值:

- 使用通常的交流 (有效值) 电压测试
- 使用整流 (平均值) 电压测试
- 使用直流 (平均值) 电压测试

通常使用交流（有效值）电压进行测试；但有时也会使用直流（平均值）电压或整流（平均值）电压测试，例如：待测变压器装有整流二极管。

**注意：**

**AT3600 能够测试装有整流二极管的变压器，但整流电路中不能包含电容器。**

在测试结束是，任何电容器中残余电压都有可能损坏 **AT3600** 的变压器矩阵。

要得到最好的精度，直流测试结果为一个通电周期的平均值。

另外，如果需要，VOC 测试还可以测试线圈的极性（或是相位）。

## 7.1.37. VOCX - 开路电压（扩展源）

### 使用场所

AT3600 提供两种方法确定变压器组装的正确, 和正确的初级线圈、次级线圈的匝数。

开路电压测试对于工频变压器是理想的测试, 其设计工作于 B-H 曲线的全部区域, 包括非线性区域。

（对于其它变压器, 如脉冲变压器和用于开关电压的变压器, 匝数比是理想的测试。）

很明显, 一个开路电压测试并不能得出实际的线圈匝数, 仅是一组线圈与其它线圈的比例。因此需要一个磁化电流测试 (MAGI) 或 (MAGX), 以确认实际的线圈匝数与比例同样正确。

此版开路电压测试需要通过一个 “Voltech AC Source Interface” 与测试仪相连, 为测试提供扩展信号源 (详细情况请咨询你的供应商)。了解如何为 AT3600 配置的详细内容。请参阅 “Voltech AC Source Interface” 用户手册或编辑器帮助。

### 测试条件

开路电压测试通过提供交流测试电压 (由外接信号源提供) 到一组线圈 (通常为初级线圈), 然后测试其它线圈产生的电压。

如果有几组线圈需要测试, 如果遵循以下几点测试程序将会执行的更快:

将所有开路电压测试(VOCX)在测试程序中连续放置于一处。

所有测试使用同一组通电线圈, 使用同样的测试电压和频率。

如果有磁化电流测试 (MAGX), 其使用同样的通电线圈和相同的测试电压和频率, 将其放置于第一个开路电压测试之前。

根据使用的外接信号源, 测试信号频率可以从 20Hz 到 5KHz, 幅度可以从 5V 到 600V。单个交流源接口界面的电流最大值为 10A rms。另外参阅 MAGI 测试, 如果使用 AT3600 内部的信号发生器, 可以提供的测试信号为交流 270V, 功率 40W。

## 定义测试限值

AT3600 提供三种方法定义测试极限值：

- 使用通常的交流（有效值）电压测试
- 使用整流（平均值）电压测试
- 使用直流（平均值）电压测试

通常使用交流（有效值）电压进行测试；但有时也会使用直流（平均值）电压或整流（平均值）电压测试，例如：待测变压器装有整流二极管。

**注意：**

**AT3600 能够测试装有整流二极管的变压器，但整流电路中不能包含电容器。**

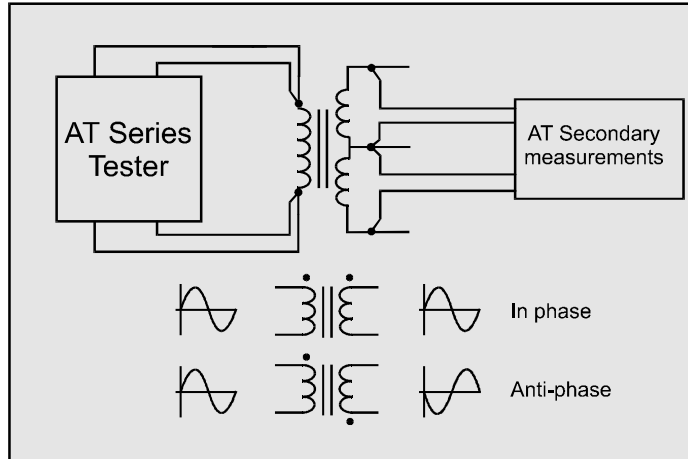
在测试结束是，任何电容器中残余电压都有可能损坏 **AT3600** 的变压器矩阵。

要得到最好的精度，直流测试结果为一个通电周期的平均值。

另外，如果需要，**VOC** 测试还可以测试线圈的极性（或是相位）。如果使用其它外接信号源，可能没有此功能。

## 7.1.38. LVOC – 低压开路

测试范围	测试电压	测试频率	基本精度
100 $\mu$ V 到 650V	1mV 到 5V	20Hz 到 3MHz	0.1%



### 使用场所

低电压测试用于确定线圈间的正确匝数比和线圈间的相位。本测试用于信号、脉冲和开关电源变压器，这些变压器在正常工作条件要求 **B-H** 曲线仅有较小失真的区域，从不超出线性区域。仅 AT3600 有高电压开路测试功能，能测试工作在此状态（达 270V，1kHz 和 2A）的工频变压器。参阅 **TR-匝数比测试**。

### 测试条件

进行低电压开路测试，测试信号施加于一组通电的线圈。测试另一组线圈的电压（也可以是通电的那组线圈）。低电压开路测试测量的是电压的均方根值，可以是交流电压也可以是直流电压。

建议选择拥有最多匝数的线圈作为通电线圈。

### 选择测试条件

理想的测试条件根据通电线圈的电感值；以下表格给出的值是假定通电线圈为最多匝数的线圈：

通电线圈的电感			理想的测试信号	
			频率	电压
100nH	→	1μH	300kHz	10mV
1uH	→	10μH	100kHz	30mV
10uH	→	100μH	30kHz	50mV
100uH	→	1mH	10kHz	100mV
1mH	→	10mH	1kHz	100mV
10mH	→	100mH	100Hz	100mV
100mH	→	1H	100Hz	300mV
1H	→	10H	50Hz	1V
10H	→	100H	50Hz	5V
100H	→	1kH	50Hz	5V
1kH	→	10kH	20Hz	5V

测试条件也可以根据以下表格的规范由 AT3600 自动确定：

电压	指定	自动	自动
频率	指定	指定	自动

需要注意的是一个“指定”的电压信号不能和“自动”的频率使用。

## 7.1.39. ILK – 漏电流

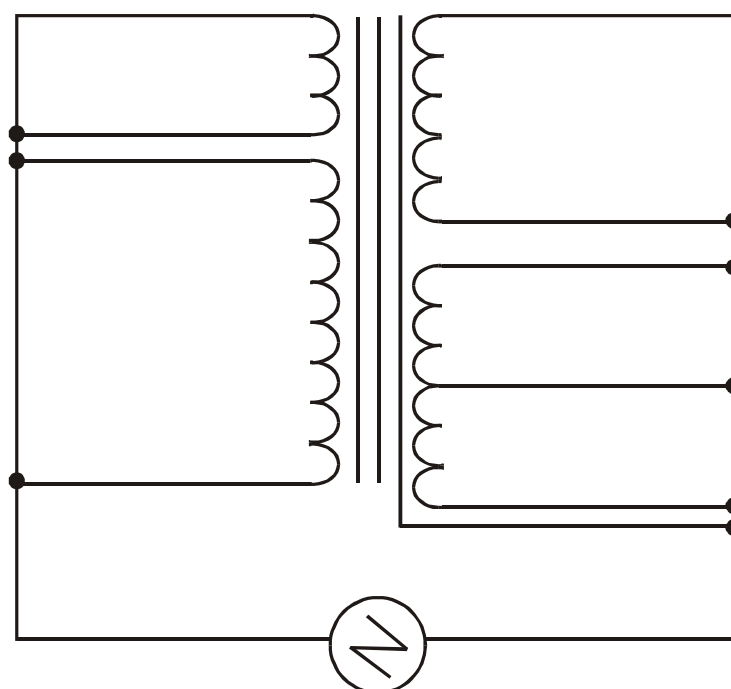
### 使用场所

在某些应用领域中，主要是医疗器械，会有特殊的安全需求。要求测试变压器的漏电流。

### 测试条件

进行这项测试时，需要所有初级线圈接线端短接，所有次级线圈接线端和屏蔽层短接。本测试通过给两个短路的点提供测试电压进行测试。

测试信号的电压和频率通常为变压器工作的电压和频率。



### 7.1.40. LSBX – 带扩展偏置的电感（串联）

DC Bias	Measure Range	Test Voltage	Test Frequency	Basic Accuracy
0.1A to 250A	1nH 1MH	1mV to 5V	20Hz to 3MHz	0.2% @ Q>10

这项测试需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

要测量在扩展偏置电流流过的变压器线圈产生的电感，可以通过串联或并联等效电路获得。首先设置并稳定 DC 偏置电流，然后用交流电压施加在被选定的线圈；利用谐波分析求得线圈的电压和电流。用测量得到的电压除以电流可以得到一个复数阻抗，接着就可以计算得到电感了。



### 7.1.41. LPBX – 带扩展偏置的电感（并联）

DC Bias	Measure Range	Test Voltage	Test Frequency	Basic Accuracy
0.1A to 250A	1nH 1MH	1mV to 5V	20Hz to 3MHz	0.2% @ Q>10

这项测试需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

要测量在扩展偏置电流流过的变压器线圈产生的电感，可以通过串联或并联等效电路获得。首先设置并稳定 DC 偏置电流，然后用交流电压施加在被选定的线圈；利用谐波分析求得线圈的电压和电流。用测量得到的电压除以电流可以得到一个复数阻抗，接着就可以计算得到电感了。

## 7.1.42. ZBX - 带扩展偏置的阻抗

DC Bias	Measurement Range	Test Voltage	Test Frequency	Basic Accuracy
0.1A to 250A	1mΩ to 1MΩ	1mV to 5V	20Hz to 3MHz	0.2%

这项测试需要用到一个或多个 Voltech DC1000 精密直流偏置电流源。详细情况请联系 Voltech 销售部。

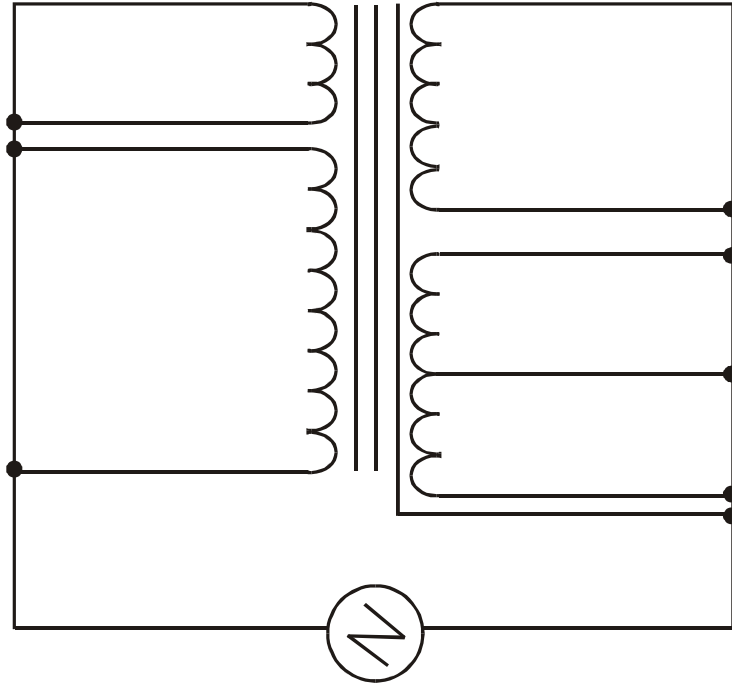
测量选定线圈的 ZBX，是在选定的线圈施加带偏置的电流信号，然后测量其产生的阻抗。扩展偏置直流电流信号来源于 DC1000，交流信号来自 AT。

这项测试可以用于电感的测试，测量其电阻在偏置电流下的变化。

### 7.1.43. ACRT - 交流缓升耐压

在注重安全的场合，缓升耐压测试（可以检查线圈之间，线圈与铁心或屏蔽层之间的安全隔离情况）经常被指定为工频电源变压器和开关电源变压器的测试项目。

这项测试需要将所有初级线圈接线端短接，所有次级线圈接线端和屏蔽层短接。



#### 测试条件

进行测试时，所有初级线圈接线端短接，所有的次级线圈接线端和屏蔽层短接，交流电压施加在两个短路的点上。在电压缓升期间，电压和电流被一直监测。

使用 AT3600 编程，您可以选择测试信号范围：电压（100V 到 5.5kVrms），频率（50Hz/60Hz,在全电压范围；或到 1kHz,在低电压），跳闸电流（10 $\mu$ A 到 5mApeak），缓降时间（1 到 30sec），以适应待测变压器的测试规范。

其目的是检查变压器线圈间、线圈与磁芯间、线圈与屏蔽层间的安全隔离情况。在用户设定的测试条件下监测电压和电流不超过设定的极限值。

其过程是缓慢的提升测试电压到设定值，在此期间监测电压和电流是否超过设定的极限值。

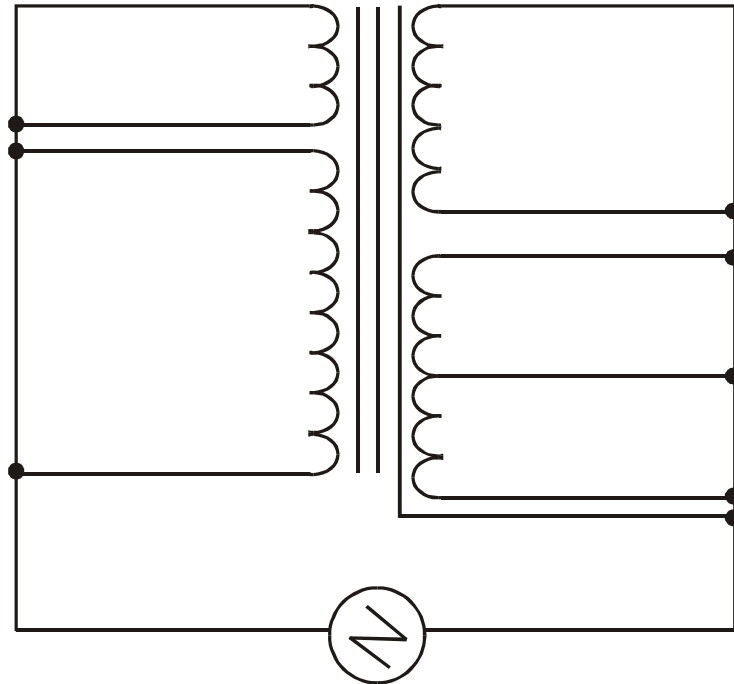
如果在电压达到设定值前，监测的最大电流小于设定值，测试通过。

如果在电压达到设定值前，监测的最大电流大于设定值，测试失败。

## 7.1.44. DCRT - 直流缓升耐压

在注重安全的场合，缓升耐压测试（可以检查线圈之间，线圈与铁心或屏蔽层之间的安全隔离情况）经常被指定为工频电源变压器和开关电源变压器的测试项目。

这项测试需要将所有初级线圈接线端短接，所有次级线圈接线端和屏蔽层短接。



### 测试条件

进行测试时，所有初级线圈接线端短接，所有的次级线圈接线端和屏蔽层短接，直流电压施加在两个短路的点上。在电压缓升期间，电压和电流被一直监测。

使用 AT3600 编程，您可以选择测试信号范围：电压（100V 到 7kVrms），跳闸电流（1 $\mu$ A 到 3mA），缓降时间（1 到 2sec），以适应待测变压器的测试规范。

其目的是检查变压器线圈间、线圈与磁芯间、线圈与屏蔽层间的安全隔离情况。在用户设定的测试条件下监测电压和电流不超过设定的极限值。

其过程是缓慢的提升测试电压到设定值，在此期间监测电压和电流是否超过设定的极限值。

如果在电压达到设定值前，监测的最大电流小于设定值，测试通过。

如果在电压达到设定值前，监测的最大电流大于设定值，测试失败。

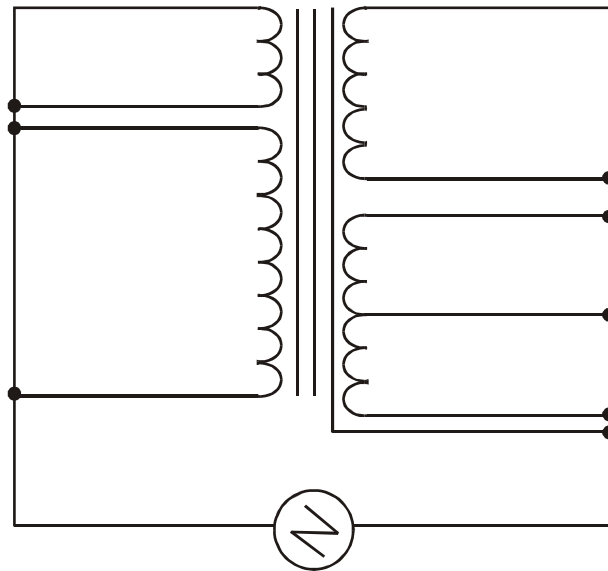
## 7.1.45. ACVB - 交流击穿电压

### 使用场所

此项测试可用于元器件的动作，如金属氧化物变阻器（MOV）。MOV 是现阶段交流电源系统中，用于保护变压器线圈瞬间过压的元件。

变阻器是一种非线性的半导体元件，在达到设定的击穿电压前，此元件对电路的影响很小。在电压达到设定的时，MOV 会控制电流，阻止电压上升到击穿值。MOV 只需要很小的能量（焦耳）就可以在击穿电压下瞬间消散掉过载的电压。

这项测试需要将所有初级线圈接线端短接，所有次级线圈接线端和屏蔽层短接。



### 测试条件

在测试中，MOV 上施加的交流电压缓升，对电流进行监测。如果测试电流消失，测试停止时的电压为击穿电压。如果击穿电压在允许范围内，则测试通过。如果击穿电压在允许范围以外，或者达到最高电压时仍有电流，则测试失败。电压会缓慢上升到指定最大值加 50V。

使用 AT3600 编程，您可以选择测试信号范围：电压（100V 到 5.5kVrms），频率（50Hz/60Hz,在全电压范围；或到 1kHz,在低电压），跳闸电流（10 $\mu$ A 到 5mApeak），缓降时间（1 到 30sec），以适应待测变压器的测试规范。

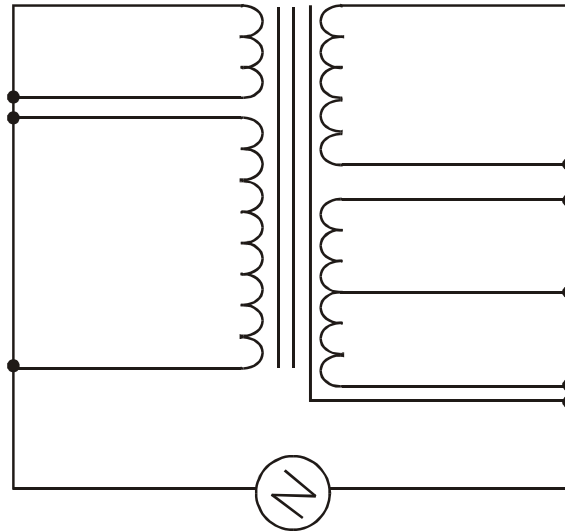
## 7.1.46. DCVB - 直流击穿电压

### 使用场所

此项测试可用于元器件的动作，如金属氧化物变阻器（MOV）。MOV 是现阶段交流电源系统中，用于保护变压器线圈瞬间过压的元件。

变阻器是一种非线性的半导体元件，在达到设定的击穿电压前，此元件对电路的影响很小。在电压达到设定的时，MOV 会控制电流，阻止电压上升到击穿值。MOV 只需要很小的能量（焦耳）就可以在击穿电压下瞬间消散掉过载的电压。

这项测试需要将所有初级线圈接线端短接，所有次级线圈接线端和屏蔽层短接。



### 测试条件

在测试中，MOV 上施加的交流电压缓升，对电流进行监测。如果测试电流消失，测试停止时的电压为击穿电压。如果击穿电压在允许范围内，则测试通过。如果击穿电压在允许范围以外，或者达到最高电压时仍有电流，则测试失败。电压会缓慢上升到指定最大值加 50V。

使用 AT3600 编程，您可以选择测试信号范围：电压（100V 到 7kV），跳闸电流（10 $\mu$ A 到 3mA），缓降时间（1 到 2sec），以适应待测变压器的测试规范。

## 第八章 – 规格

### 目录

本章将提供 AT3600 的所有规格以及技术资料。

#### 8.1.规格

8.1.1.规格概述 - 可用的测试项目.....	361
8.1.2.精度规格 - 可用的测试项目.....	364

#### 8.2.接口详述

8.2.1.条码端口 .....	395
8.2.2.服务器端口.....	396
8.2.3.辅助端口 .....	397
8.2.4.打印机端口.....	397
8.2.5.远程端口 .....	398
8.2.6.外围端口 .....	399
8.2.7.安全锁扣 .....	399
8.2.8.用户端口.....	402

#### 8.3.环境条件

.....	405
-------	-----

#### 8.4.EMC 承诺

8.4.1.合格声明.....	407
8.4.2.EMC 预防措施.....	408





## 8.1. 规格

### 8.1.1. 规格概述-可用测试项目

测试项目	用户输入的测试数据								$A_R^{(1)}$		
	测试范围	测试信号			测试频率 <sup>(4)</sup>						
<b>CTY</b>	连接性	10k $\Omega$	to	10M $\Omega$	n/a			n/a	n/a		
<b>R</b>	直流电阻	10 $\mu\Omega$	to	10M $\Omega$	n/a			n/a	0.1%		
<b>LS</b>	电感 (串联线路)	1nH	to	1MH	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
<b>LP</b>	电感 (并联线路)	1nH	to	1MH	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
<b>QL</b>	品质因数	0.001	to	1000	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.5%
<b>D</b>	耗散因数	0.001	to	1000	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.5%
<b>RLS</b>	等效串联电阻	10 $\mu\Omega$	to	10M $\Omega$	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
<b>RLP</b>	并联等效电路	10 $\mu\Omega$	to	10M $\Omega$	1V	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
<b>LL</b>	漏磁电感	1nH	to	1kH	20 $\mu$ A	to	100mA	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>LLO</b>	带偏置电流 漏磁电感	1nH	to	1kH	20 $\mu$ A	to	100mA	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>C</b>	线圈间电容	100fF	to	1mF	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>TR</b>	匝数比 与相位	1:100k	to	100k:1	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>TRL</b>	电感测试下的 匝数比	30:1	to	1:30	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>MAGI</b>	磁化电流	1 $\mu$ A	to	2A	1V	to	270V	20Hz	to	1.5kHz	0.1%
<b>MAGX</b>	磁化电流 (扩展源)	50mA	to	10A	5V	to	600V	20Hz	to	5kHz <sup>(2)</sup>	0.1%
<b>VOC</b>	开路电压	100 $\mu$ V	to	650V <sup>(3)</sup>	1V	to	270V	20Hz	to	1.5kHz	0.1%
<b>VOCX</b>	开路电压 (扩展源)	100 $\mu$ V	to	650V <sup>(3)</sup>	1V	to	600V	20Hz	to	5kHz <sup>(2)</sup>	0.1%
<b>LVOC</b>	开路低电压	100 $\mu$ V	to	650V <sup>(3)</sup>	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>IR</b>	绝缘电阻	1M $\Omega$	to	100G $\Omega$	100V	to	7KV	n/a		1%	

测试项目	用户输入的测试数据									$A_R^{(1)}$	
	测试范围	测试信号	测试频率 <sup>(4)</sup>								
<b>HPDC</b>	耐压 (直流)	1 $\mu$ A	to	3mA	100V	to	7KV	n/a		3.2%	
<b>HPAC</b>	耐压 (交流)	10 $\mu$ A	to	10mA <sup>(4)</sup>	100V	to	5KV	50Hz	to	1kHz	3.0%
<b>LSB</b>	在偏置电流下的电感 (串联) 直流偏置	1nH	to	1MH	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
					1mA	to	400mA				
<b>LPB</b>	在偏置电流下的电感 (并联) 直流偏置	1nH	to	1MH	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
					1mA	to	400mA				
<b>WATT</b>	功率	1mW	to	40W	1V	to	270V	20Hz	to	1500Hz	0.3%
<b>WATX</b>	功率 (扩展源)	1mW	to	6kW	5V	to	600V	20Hz	to	5kHz <sup>(2)</sup>	0.3%
<b>SURG</b>	浪涌测试	1mVs	to	1kVs	100V	to	5kV	n/a		3.0%	
<b>TRIM</b>	修正调整	n/a		n/a		n/a		n/a		n/a	
<b>STRW</b>	压迫功率	1mW	to	40W	1V	to	270V	20Hz	to	1500Hz	1%
<b>STRX</b>	压迫功率 (扩展源)	1mW	to	6kW	5V	to	600V	20Hz	to	5kHz <sup>(2)</sup>	1%
<b>R2</b>	直流电阻匹配	1:1000	to	1000:1	n/a		n/a		0.2%		
<b>L2</b>	电感匹配	1:1000	to	10000:1	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.1%
<b>C2</b>	线圈间电容匹配	1:1000	to	1000:1	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.2%
<b>GBAL</b>	通用纵向平衡	0dB	to	100dB	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.5dB
<b>LBAL</b>	纵向平衡	0dB	To	100dB	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.5dB
<b>ILOS</b>	插入损耗	-100dB	to	100dB	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.5dB
<b>RESP</b>	频率响应	-100dB	to	100dB	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	1.0dB
<b>RLOS</b>	回波损耗	-100dB	to	100dB	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.2%
<b>Z, ZB</b>	阻抗, 偏置下阻抗	1m $\Omega$	to	1M $\Omega$	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.2%
<b>OUT</b>	输出到用户端口	n/a		n/a		n/a		n/a		n/a	
<b>ANGL</b>	阻抗相角	-360°	to	360°	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05°

测试项目	用户输入的测试数据								$A_R^{(1)}$		
	测试范围	测试信号	测试频率 <sup>(4)</sup>								
<b>PHAS</b>	线圈间相位测试	-360°	to	360°	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05°
<b>ILK</b>	漏电流测试	1μA	to	10mA	1V	to	270V	20Hz	to	1kHz	0.5%
<b>LSBX</b>	在偏置电流下的电感（串联） 直流偏置	1nH	to	1MH	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
					1mA	to	400mA				
<b>LPBX</b>	在偏置电流下的电感（并联） 直流偏置	1nH	to	1MH	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.05%
					1mA	to	400mA				
<b>ZBX</b>	阻抗， 偏置下阻抗	1mΩ	to	1MΩ	1mV	to	5V	20Hz	to	3MHz	0.2%
<b>ACRT</b>	缓升耐压（交流）	10μA	to	5mA <sup>(4)</sup>	100V	to	5.5KV	50Hz	to	1kHz	3.0%
<b>DCRT</b>	缓升耐压（直流）	1μA	to	3mA	100V	to	7KV		n/a		3.2%
<b>ACVB</b>	击穿耐压（交流）	10μA	to	5mA <sup>(4)</sup>	100V	to	5.5KV	50Hz	to	1kHz	3.0%
<b>DCVB</b>	击穿耐压（直流）	10μA	to	3mA	100V	to	7KV		n/a		3.2%

说明:

- $A_R$  = 基本的相对精度（参考完整规格）。
- 依据外接电源类型。
- 交流测试为有效值 650V，或是直流测试 1000V。
- 峰值。
- 一些生产与 1999 年之前的仪器，最大带宽为 1MHz。咨询供应商获得详细信息。
- 使用时，偏置电流的精度为需求值的 +/-10%。

## 8.1.2. 精度规格 - 可用的测试

### R 测试

精度基于测量线圈电阻选择的测试条件，计算如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I$$

这里

$A_T$	总的精度 (%)
$A_R$	基本相关精度 (%)
$A_C$	校准精度 (%)
$A_V$	电压值修正 (%)
$A_I$	电流值修正 (%)

$A_R$  的值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$\begin{aligned}A_C &= 0.2\% \\A_V &= 0.03\% + (0.01\% / V_M) \\A_I &= 0.03\% + (0.01\% / I_M)\end{aligned}$$

这里

$V_M$	测得的电压 (V)
$I_M$	测得的电流 (A)

## LS, LP, RLS, RLP, LL, LLO 和 C 测试

精度基于测量阻抗参数的测试条件的选择，计算如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I + A_Q$$

这里

$A_T$	总的精度 (%)
$A_R$	基本相关精度 (%)
$A_C$	校准精度 (%)
$A_V$	电压值修正 (%)
$A_I$	电流值修正 (%)
$A_Q$	品质因数修正 (%)

$A_R$  在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数值如下。

$$A_C = 0.08\% + (0.00001\% \times F_M)$$

$$A_V = 0.08\% + (0.001\% / V_M)$$

$$A_I = 0.08\% + (0.0001\% / I_M)$$

$$A_Q = 0.08\% + (2\% / Q_M) \quad (\text{LS, LP, LL 和 C})$$

$$A_Q = 0.08\% + (2\% \times Q_M) \quad (\text{RLS 和 RLP})$$

这里

$F_M$	测试频率 (Hz)
$V_M$	测得的电压 (V)
$I_M$	测得的电流 (A)
$Q_M$	测量阻抗的品质因数

## QL 和 D 测试

测量品质因数和耗散因数的精度如下：

$$A_T = A_R + A_I + A_{QD}$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_R$  基本相关精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$A_{QD}$  Q 值或 D 值修正 (%)

$A_R$  在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下：

$$A_I = 0.08\% + (0.0001\%/I_M)$$

$$A_{QD} = 0.2\% \times (Q_M + (1/Q_M)) \text{ (Q 值)}$$

$$A_{QD} = 0.2\% \times (D_M + (1/D_M)) \text{ (D 值)}$$

这里：

$Q_M$  测量阻抗的品质因数

$D_M$  测量阻抗的耗散因数

$I_M$  测得的电流 (A)

## TR 测试

精度基于测量匝数比选择的测试条件，计算如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_{PV} + A_{SV} + A_N$$

这里

- $A_T$  总的精度(%)
- $A_R$  基本相关精度(%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_{PV}$  初级线圈电压值修正 (%)
- $A_{PS}$  次级线圈电压值修正 (%)
- $A_N$  匝数比修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下：

$$A_C = 0.1\% + (0.00003\% \times F_M)$$

$$A_{PV} = 0.1\% + (0.01\% / V_{PM})$$

$$A_{SV} = 0.1\% + (0.01\% / V_{SM})$$

$$A_N = 0.1\% + (0.1 / N_M)$$

这里

- $F_M$  测试频率(Hz)
- $V_{PM}$  初级线圈测得电压(V)
- $V_{SM}$  次级线圈测得电压 (V)
- $N_M$  测得匝数比 (初级 / 次级)

## TRL 测试

精度计算如下：

$$A_T = A_P + A_S$$

这里：

- $A_T$  总的精度 (%)。
- $A_P$  初级线圈测试精度 (%)。
- $A_S$  次级线圈测试精度 (%)。

要确定  $A_P$  和  $A_S$  的值，使用串联电感的精度规格。

## MAGI 测试

测试电压的精度如下：

$$A(V_{TEST}) = 1\%$$

测量磁化电流的精度如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_I$$

这里

- $A_T$  总的精度 (%)
- $A_R$  基本相关精度 (%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_I$  电流值修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下。

$$A_C = 0.03\% + (0.001\% \times F_M)$$

$$A_I = 0.03\% + (0.0001\% / I_M) + (2\% \times I_M)$$

这里

- $F_M$  测试频率(Hz)
- $I_M$  测得电流 (A)



## MAGX 测试（外接电源）

使用外接电源测量磁化电流的精度为：

$$A_T = A_R + A_C + A_I + A_{OFF} + A_{ESI} + A_{SRCE}$$

这里

$A_T$	总的精度 (%)
$A_R$	基本相关精度 (%)
$A_C$	校准精度 (%)
$A_I$	电流值修正 (%)
$A_{OFF}$	校零测试误差 (%)
$A_{ESI}$	电流测试中电源接口误差 (%)
$A_{SRCE}$	外接电源修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出

$A_C$	= 0.03% + (0.001 * $F_M$ )
$A_I$	= 0.03% + (0.0001 / $I_M$ ) + (2 * $I_M$ )
$A_{OFF}$	= (0.76% + (0.001 * $F_M$ )) * (0.3 / $I_M$ )
$A_{ESI}$	= 0.5%
$A_{SRCE}$	= 0.5% 对于手动/线性电源 = 0.0% 对于模拟/放大器和 AT 输出变压器
$F_M$	测试频率 (Hz)
$I_M$	测得电流 (A)

在一次 MAGX 测试中，AT3600 自动提供测试电压到待测产品，并检查电压的稳定性，待电压稳定后再记录测试结果。电压进入稳定的时间取决于使用的电源的特性以及待测产品的特性。

通常来说（尤其是‘可编程’电源和‘AT 输出变压器’），AT3600 会很快记录测试结果，在生产测试环境中一般小于 0.5 秒。

如果在提供电源后较长一段时间后再记录测试结果，由于产品自身发热的原因，读数会有较小的偏差。当使用不同电源或是较慢的测试系统时需要注意此影响。

## VOC 测试

测试开路电压的精度如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V$$

这里

- $A_T$  总的精度 (%)
- $A_R$  基本相关精度 (%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_V$  电压值修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$A_C = 0.03\% + (0.001\% \times F_M)$$

$$A_V = 0.03\% + (0.001\% / V_M)$$

这里

- $F_M$  测试频率 (Hz)
- $V_M$  测得电压(V)

## VOCX 测试（外接电源）

测试开路电压的精度如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_{SRCE}$$

这里

$A_T$	总的精度 (%)
$A_R$	基本相关精度 (%)
$A_C$	校准精度 (%)
$A_V$	电压值修正 (%)
$A_{SRCE}$	外接电源修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出

其它参数如下

$$A_C = 0.03\% + (0.001\% \times F_M)$$

$$A_V = 0.03\% + (0.001\% / V_M)$$

$$A_{SRCE} = 0.5\% \text{ 对于手动/线性电源}$$

$$= 0.0\% \text{ 对于模拟/放大器和 AT 输出变压器}$$

这里

$F_M$	测试频率(Hz)
$V_M$	测得电压 (V)

在一次 VOCX 测试中，AT3600 自动提供测试电压到待测产品，并检查电压的稳定性，待电压稳定后再记录测试结果。电压进入稳定的时间取决于使用的电源的特性以及待测产品的特性。

通常来说（尤其是‘可编程’电源和‘AT 输出变压器’），AT3600 会很快记录测试结果，在生产测试环境中一般小于 0.5 秒。

如果在提供电源后较长一段时间后再记录测试结果，由于产品自身发热的原因，读数会有较小的偏差。当使用不同电源或是较慢的测试系统时需要注意此影响。

## LVOC 测试

测试开路电压的精度如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_R$  基本相关精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_V$  电压值修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节给出。

其它参数值如下。

$$A_C = 0.03\% + 0.001\% \times F_M$$

$$A_V = 0.03\% + 0.001\% / V_M$$

这里

$F_M$  测试频率 (Hz)

$V_M$  测得电压 (V)

## IR 测试

精度基于绝缘电阻的测试条件，如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_I + A_Z$$

这里

- $A_T$  总的精度 (%)
- $A_R$  基本相关精度 (%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_I$  电流值修正 (%)
- $A_Z$  阻抗值修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下：

$$A_C = 0.03\%$$

$$A_I = 3.2\% + (0.000002\% / I_M)$$

$$A_Z = 0.5\% + (0.001\% \times Z_M)$$

这里

- $I_M$  测得电流 (A)
- $Z_M$  测得绝缘电阻值 (M $\Omega$ )

## HPDC 测试

测试电压精度如下：

$$A(V_{TEST}) = 3\%$$

峰值电流侦测精度如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_I$$

这里

$A_R$  基本相关精度 (%)

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$$A_C = 0.03\%$$

$$A_I = 0.00006\% / I_M$$

这里

$I_M$  测得电流(A)

## HPAC 测试

测试电压精度如下：

$$A(V_{TEST}) = 3\%$$

峰值电流侦测精度如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_I$$

这里

$A_R$  基本相关精度 (%)

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$$A_C = 0.03\%$$

$$A_I = 0.003\% / I_M$$

这里

$I_M$  测得电流 (A)

**特殊说明:**

在某些测试条件下，测得电流将高于最低限值，其原因因为 AT3600 以及连接的测试治具的寄生效应影响。在一次 HPAC 测试中，由 AT3600 每个结点产生的最大寄生影响可以通过以下计算得到：

$$I_p = V \cdot (4.614 \cdot 10^{-10} + 9.1 \cdot 10^{-11} \cdot f)$$

**V** = 测试电压,

**f** = 测试频率.

计算可得在 2.5KV @ 50Hz 时为 12.5uA。

## LSB 和 LPB 测试

在有偏置下测试电感的精度如下：

精度基于测试电感选择的测试条件，如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I + A_Q$$

这里

$A_T$	总的精度 (%)
$A_R$	基本相关精度 (%)
$A_C$	校准精度 (%)
$A_V$	电压值修正 (%)
$A_I$	电流值修正 (%)
$A_Q$	品质因数修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$A_C = 0.08\% + (0.00001\% \times F_M)$$

$$A_V = 0.08\% + (0.001\% / V_M)$$

$$A_I = 0.08\% + (0.0001\% / I_M) + (0.03\% \times (I_B / I_M))$$

$$A_Q = 0.08\% + (2\% / Q_M)$$

这里

$F_M$	测试频率 (Hz)
$V_M$	测得电压 (V)
$I_M$	测得电流 (A)
$Q_M$	测得阻抗的品质因数
$I_B$	偏置电流 (A)



## WATT 和 STRW 测试

测试电压精度如下:

$$A(V_{TEST}) = 2\%$$

瓦特测试精度如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I + A_P$$

这里

- $A_R$  基本相关精度 (%)
- $A_T$  总的精度 (%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_V$  电压值修正 (%)
- $A_I$  电流值修正 (%)
- $A_P$  功率因数修正 (%)

$$A_C = 0.01\% / (F_M + 0.01)$$

$$A_V = 0.05\% + (0.0001\% / V_M)$$

$$A_I = 0.05\% + (0.000002\% / I_M)$$

$$A_P = 1\% \times \left( \sqrt{(1 - PF^2)} / PF \right)$$

这里

- $F_M$  测试频率 (kHz)
- $V_M$  测得电压 (V)
- $I_M$  测得电流 (A)
- $PF$  负载的功率因数

$$PF = W / VA$$

这里

- $W$  测得瓦特 (W)
- $VA$  测试电压与励磁电流的成绩

## WATX 和 STRX 测试（外接信号源）

测试的精度如下：

$$A_T = A_{MAGX} + A_{VOCX} + A_P$$

这里：

$A_T$	总的精度 (%)
$A_{MAGX}$	电流测试的精度（参考 MAGX 规格） (%)
$A_{VOCX}$	电压测试的精度（参考 VOCX 规格） (%)
$A_P$	功率因数修正 (%)

且

$$A_P = (1 + 0.0007 * F_M) * (\sqrt{1 - PF^2} / PF)$$

这里

$PF$	负载的功率因数。（ $PF = W / VA$ ）
$F_M$	测试频率 (Hz)

当执行以上任何一个测试时，AT3600 自动提供测试电压到待测产品，并检查电压的稳定性，待电压稳定后再记录测试结果。电压进入稳定的时间取决于使用的电源的特性以及待测产品的特性。

通常来说（尤其是‘可编程’电源和‘AT 输出变压器’），AT3600 会很快记录测试结果，在生产测试环境中一般小于 0.5 秒。

如果在提供电源后较长一段时间后再记录测试结果，由于产品自身发热的原因，读数会有较小的偏差。当使用不同电源或是较慢的测试系统时需要注意此影响。

## SURG 测试

衰减的瞬时曲线下的“伏-秒”区域的精度基于选择的测试条件，如下：

$$A_T = A_R + A_C + A_V$$

这里

$A_R$  基本相关精度 (%)

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_V$  电压值修正 (%)

参数值如下.

$$A_C = 3\%$$

$$A_V = 2\% + (250\% / V_P) + (0.001\% \times V_P)$$

这里

$V_P$  瞬时电压的峰值 (V)

## L2, C2 和 R2 测试

精度基于两个电感或电容的测试精度，如下：

$$A_T = A_X + A_Y$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_X$  X 测试的精度(%)

$A_Y$  Y 测试的精度(%)

参考 LS, C 和 R 测试的精度说明来确定 X 和 Y 测试的精度。

## GBAL 测试

精度基于测试变压器纵向平衡选择的测试条件，如下：

$$A_T = A_R + 0.87(A_C + A_{VX} + A_{VY})$$

这里

$A_T$	总的精度 (dB)
$A_R$	基本相关精度 (dB)
$A_C$	校准修正
$A_{VX}$	X 测试电压值修正
$A_{VY}$	Y 测试电压值修正

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出

其它参数值如下。

$$A_C = 0.1 + (0.0000001\% \times F_M)$$

$$A_{VX} = (0.001 + \Delta V_{CMNX}) / V_{MX}$$

$$A_{VY} = (0.001 + \Delta V_{CMNY}) / V_{MY}$$

这里

$F_M$	测试频率 (Hz)
$V_{MX}$	X 测试测得电压 (V)
$V_{MY}$	Y 测试测得电压 (V)
$\Delta V_{CMNX}$	X 测试中共模电压的误差
$\Delta V_{CMNY}$	Y 测试中共模电压的误差

测试中共模电压的误差 ( $\Delta V_{CMNX}$  和  $\Delta V_{CMNY}$ ) 如下

$$\Delta V_{CMN} = \left( V_{CMN} * \sqrt{1 + 0.00000001 \times F_M^2} \right) / 398$$

这里

$V_{CMN}$  是测得的共模电压

## LBAL 和 ILOS 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + 0.87 (A_C + A_{VI} + A_{VO})$$

这里

- $A_T$  总的精度 (dB)
- $A_R$  基本相关精度 (dB)
- $A_C$  校准修正
- $A_{VI}$  输入电压值修正
- $A_{VO}$  输出电压修正

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$A_C = 0.1 + (0.0000001\% \times F_M)$$

$$A_{VI} = 0.001 / V_{MI}$$

$$A_{VO} = 0.001 / V_{MO}$$

这里

- $F_M$  测试频率 (Hz)
- $V_{MI}$  测得输入电压 (V)
- $V_{MO}$  测得输出电压 (V)

## RESP 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + 1.74 (A_C + A_{VI} + A_{VO})$$

这里

- $A_T$  总的精度 (dB)
- $A_R$  基本相关精度 (dB)
- $A_C$  校准修正
- $A_{VI}$  输入电压修正
- $A_{VO}$  输出电压修正

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数值如下.

$$A_C = 0.1 + (0.0000001\% \times F_M)$$

$$A_{VI} = 0.001 / V_{MI}$$

$$A_{VO} = 0.001 / V_{MO}$$

这里

- $F_M$  测试频率(Hz)
- $V_{MI}$  测得输入电压 (V)
- $V_{MO}$  测得输出电压 (V)

## RLOS 测试

精度如下:

$$A_T = 0.174 \times \frac{(Z_R \times Z)}{(Z_R^2 \times Z^2)} \times A_Z$$

这里

- $A_T$  总的精度 (dB)
- $A_Z$  Z 测试总的精度(%)
- Z 为  $V_M / I_M$
- $Z_R$  为  $\sqrt{Z_{real}^2 + Z_{imag}^2}$

这里

- $V_M$  测得电压 (V)
- $I_M$  测得电流 (A)
- $Z_{real}$  阻抗的实部 ( $\Omega$ )
- $Z_{imag}$  阻抗的虚部 ( $\Omega$ )

## Z 和 ZB 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I$$

这里

<i>A<sub>T</sub></i>	总的精度 (%)
<i>A<sub>R</sub></i>	基本相关精度 (%)
<i>A<sub>C</sub></i>	校准精度 (%)
<i>A<sub>V</sub></i>	电压值修正 (%)
<i>A<sub>I</sub></i>	电流值修正 (%)

*A<sub>R</sub>* 值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数值如下

$$\begin{aligned} A_C &= 0.08\% + (0.0000001\% \times FM) \\ A_V &= 0.08\% + (0.000003\% / VM) \\ A_I &= 0.08\% + (0.0000003\% / IM) + (0.03\% \times IB / IM) \end{aligned}$$

这里

<i>FM</i>	测试频率 (Hz)
<i>VM</i>	测得电压 (V)
<i>IM</i>	测得电流 (A)
<i>IB</i>	偏置电流 (A).



## ANGL 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I$$

这里

$A_T$	总的精度(°)
$A_R$	基本相关精度 (°)
$A_C$	校准精度 (°)
$A_V$	电压值修正 (°)
$A_I$	电流值修正 (°)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出.

其它参数如下.

$$A_C = 0.03 + (0.0000005\% \times F_M)$$

$$A_V = 0.03 + (0.000003\% / V_M)$$

$$A_I = 0.03 + (0.0000003\% / I_M)$$

这里

$F_M$	测试频率 (Hz)
$V_M$	测得电压 (V)
$I_M$	测得电流 (A)

## PHAS 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_N$$

这里

- $A_T$  总的精度 (°)
- $A_R$  基本相关精度 (°)
- $A_C$  校准精度 (°)
- $A_V$  电压值修正 (°)
- $A_N$  匝数比修正(°)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$A_C = 0.000005\% \times F_M$$
$$A_V = 0.002 ((1 / V_P) + (TR / V_P))$$
$$A_N = 0.05 ( | V_P - (V_P / TR) | )$$

这里

- $F_M$  测试频率 (Hz)
- $V_P$  初级线圈测得电压 (V)
- $TR$  初级线圈与次级线圈的匝数比

## ILK 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_I$$

这里

- $A_T$  总的精度 (%)
- $A_R$  基本相关精度 (%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_I$  电流值修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$A_C = 0.1\% + (0.0005\% \times F_M)$$
$$A_I = 0.1\% + (0.0000001\% / I_M)$$

这里

- $F_M$  测试频率 (Hz)
- $I_M$  测得电流(A)

## LSBX 和 LPBX 测试

带偏置电流的电感测试的精度为:

精度基于测试电感选择的测试条件，精度计算如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I + A_Q$$

这里

- $A_T$  总的精度 (%)
- $A_R$  基本相关精度 (%)
- $A_C$  校准精度 (%)
- $A_V$  电压值修正 (%)
- $A_I$  电流值修正 (%)
- $A_Q$  品质因数修正 (%)

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数如下

$$A_C = 0.08\% + (0.00001\% \times F_M)$$

$$A_V = 0.08\% + (0.001\% / V_M)$$

$$A_I = 0.08\% + (0.0001\% / I_M) + (0.03\% \times (I_B / I_M))$$

$$A_Q = 0.08\% + (2\% / Q_M)$$

这里

- $F_M$  测试频率 (Hz)
- $V_M$  测得电压 (V)
- $I_M$  测得电流 (A)
- $Q_M$  测得阻抗的品质因数
- $I_B$  偏置电流 (A)

## ZBX 测试

精度如下:

$$A_T = A_R + A_C + A_V + A_I$$

这里

<i>A<sub>T</sub></i>	总的精度 (%)
<i>A<sub>R</sub></i>	基本相关精度 (%)
<i>A<sub>C</sub></i>	校准精度 (%)
<i>A<sub>V</sub></i>	电压值修正 (%)
<i>A<sub>I</sub></i>	电流值修正 (%)

*A<sub>R</sub>* 值在本章 1.1 节的表格中给出。

其它参数值如下

$$\begin{aligned} A_C &= 0.08\% + (0.0000001\% \times FM) \\ A_V &= 0.08\% + (0.000003\% / VM) \\ A_I &= 0.08\% + (0.0000003\% / IM) + (0.03\% \times IB / IM) \end{aligned}$$

这里

<i>FM</i>	测试频率 (Hz)
<i>VM</i>	测得电压 (V)
<i>IM</i>	测得电流 (A)
<i>IB</i>	偏置电流 (A).

## ACRT 测试

测试电压精度如下:

$$A_T = A_R + A_V + A_C + A_I + A_{RNG}$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$A_V = 3\% + 10 / VM\%$

$A_C = 0.03\%$

$A_I = 0.003\% / IM$

$A_{RNG} = Range / VM \%$

这里

$IM$  最大测试电流 (A(rms.))

$VM$  实际电压(V(rms.)).

选择测试电压, 请在下列范围内尽可能选低的电压范围:

333V

1000V

3000V

10000V

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

### 特殊说明:

在某些测试条件下, 测得电流将高于最低限值, 其原因为 AT3600 以及连接的测试治具的寄生效应影响。在一次 HPAC 测试中, 由 AT3600 每个结点产生的最大寄生影响可以通过以下计算得到:

$$I_p = V * (4.614 * 10^{-10} + 9.1 * 10^{-11} * f)$$

$V$  = 测试电压,

$f$  = 测试频率.

计算可得在 2.5KV @ 50Hz 时为 12.5uA。

## DCRT 测试

测试电压精度如下:

$$A_T = A_R + A_V + A_C + A_I + A_{RNG}$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$$A_V = 3\% + 10 / V_M\%$$

$$A_C = 0.03\%$$

$$A_I = 0.003\% / I_M$$

$$A_{RNG} = Range / V_M\%$$

这里

$I_M$  最大测试电流 (A)

$V_M$  实际电压(V).

选择测试电压, 请在下列范围内尽可能选低的电压范围:

333V

1000V

3000V

10000V

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

## ACVB 测试

测试电压精度如下:

$$A(V_{TEST}) = 3\%$$

测试电流的精度如下:\

$$A_T = A_R + A_V + A_C + A_I + A_{RNG}$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$$A_V = 3\% + 10 / V_M \%$$

$$A_C = 0.03\%$$

$$A_I = 0.003\% / I_M$$

$$A_{RNG} = Range / V_M \%$$

这里

$I_M$  最大测试电流 (A(rms.))

$V_M$  实际电压(V(rms.)).

选择测试电压, 请在下列范围内尽可能选低的电压范围:

333V

1000V

3000V

10000V

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。



**特殊说明:**

在某些测试条件下，测得电流将高于最低限值，其原因为 AT3600 以及连接的测试治具的寄生效应影响。在一次 HPAC 测试中，由 AT3600 每个结点产生的最大寄生影响可以通过以下计算得到：

$$I_p = V \cdot (4.614 \cdot 10^{-10} + 9.1 \cdot 10^{-11} \cdot f)$$

V = 测试电压， f = 测试频率.

计算可得在 2.5KV @ 50Hz 时为 12.5uA。

## DCVB 测试

测试电压精度如下:

$$A(V_{TEST}) = 3\%$$

测试电流的精度如下:\

$$A_T = A_R + A_V + A_C + A_I + A_{RNG}$$

这里

$A_T$  总的精度 (%)

$A_C$  校准精度 (%)

$A_I$  电流值修正 (%)

$$A_V = 3\% + 10 / V_M \%$$

$$A_C = 0.03\%$$

$$A_I = 0.003\% / I_M$$

$$A_{RNG} = Range / V_M \%$$

这里

$I_M$  最大测试电流 (A)

$V_M$  实际电压(V).

选择测试电压, 请在下列范围内尽可能选低的电压范围:

333V

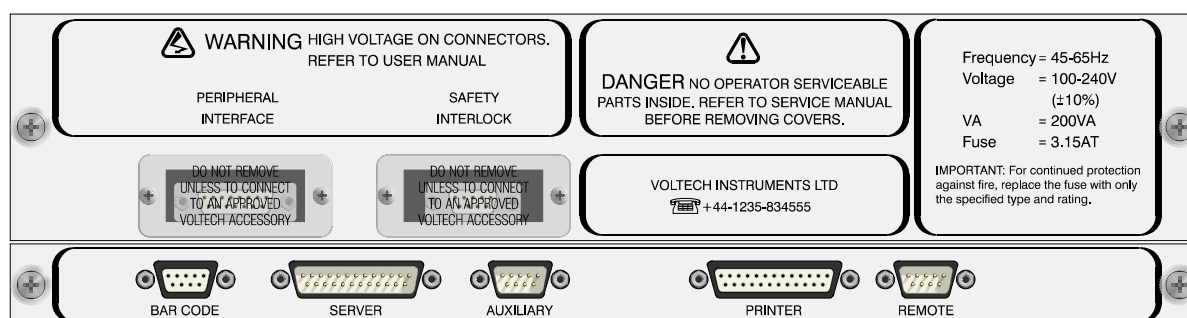
1000V

3000V

10000V

$A_R$  值在本章 1.1 节的表格中给出。

## 8.2. 接口详述



以下是在 AT3600 后面板的每个端口的说明：

### 8.2.1. BARCODE PORT - 条码端口

RS232 接口界面作为条码阅读器接口。

9 针、母座 D 型接口。

波特率: 19 200

奇偶校验: 无

停止位: 1

针	信号名称	针	信号名称
1	无连接	6	无连接
2	i/p RX	7	0V
3	o/p TX	8	无连接
4	无连接	9	+5V
5	无连接		

推荐用于 AT3600 的条码阅读器是 Hewlett Packard 的'Smart Wand'条码阅读器，可以从 Farnell Electronic Components 购买到

Hewlett-Packard 编号: HBSW-8300

HP ‘Smart Wand’ 条码阅读器可以直接连接到 AT3600 的条码端口；不需要额外的接口来转接 HBSW-8300。将条码阅读器插入端口，然后打开 AT3600。条码阅读器可以通过简单的扫描以下 3 个条码来完成配置。

19 200 波特率



0 位 奇偶校验 (无)



1 位停止位



## 8.2.2. SERVER PORT - 服务器端口

RS232 接口界面，用于连接运行“Voltech Server”服务器软件的电脑。

25 针、公座 D 型接口。

针	信号名称	针	信号名称
1	接地 (Earth)	6	无连接
2	i/p RX	7	0V
3	o/p TX	8	无连接
4	i/p CTS	...	
5	o/p RTS	25	无连接

### 8.2.3. AUXILIARY PORT - 辅助端口

RS232 接口界面，用于连接运行“Voltech Edit” 编辑器软件的电脑。

9 针、公座 D 型接口。

针	信号名称	针	信号名称
1	无连接	6	无连接
2	o/p TX	7	i/p CTS
3	i/p RX	8	o/p RTS
4	无连接	9	无连接
5	0V		

### 8.2.4. PRINTER PORT - 打印机口

标准并行打印机接口界面。

25 针、母座 D 型接口。

针	信号名称	针	信号名称
1	o/p !STROBE	11	i/p BUSY
2	o/p D0	12	i/p PE
3	o/p D1	13	No connection
4	o/p D2	14	o/p !AUTOFD
5	o/p D3	15	i/p !ERROR
6	o/p D4	16	o/p !INIT
7	o/p D5	17	o/p !SLCTIN
8	o/p D6	18	0V
9	o/p D7	...	
10	i/p !ACKNLG	25	0V

以 ! 开头的信号为低电平触发。

## 8.2.5. REMOTE PORT – 远程端口

TTL 兼容接口界面，用于各种外围设备（包括脚踏开关、遥控器和监视输出器）的连接。

9 针、公座 D 型接口。

针	信号名称	针	信号名称
1	o/p BEEP	6	o/p !BUSY / Bin0
2	o/p !PASS / Bin1	7	0V
3	i/p !RUN	8	0V
4	o/p !FAIL / BinStrb	9	i/p !STOP
5	+5V		

信号名称以“！”开头的为低电平触发。

### !RUN 输入 (针 3)

!RUN 输入以低电平触发，内部有电位拉高电阻。

在程序的执行中，其功能等于按前面板上的“RUN”按键。

如通过脚踏开关使用，将开关连接此针与 0V。

### !STOP 输入 (针 9)

!STOP 输入以低电平触发，内部有电位拉高电阻。

此输入信号的边沿触发停止测试仪的所有动作，关闭所有信号源。

如通过“紧急制动”开关使用，将开关连接此针与 0V。

### 状态输出 (PINS 2, 4 AND 6)

状态输出信号为标准的 5V 模拟信号。

在标准设定中，三个状态输出低电平触发，分别与前面板上的三个灯 – 运行，通过和失败对应。例如，其可以用于自动控制器或是储物箱选择器的状态输入。

## BEEP 输出 (PIN 1)

其为一个高电平输出，功能与内部蜂鸣器一样。

其通过程序的头选项来配置（查看本手册的编辑器章节）。

所有输出 (针 1, 2, 4 和 6) 有一颗  $1k\Omega$  的保护电阻，因此他们不能直接驱动大电流负载，如指示灯，或是储物箱选择继电器。连接到这些输出的设备最小输入电阻为  $10k\Omega$ 。

## 8.2.6. PERIPHERAL INTERFACE - 外围端口

仅用于连接 Voltech 专用配件。

## 8.2.7. SAFETY INTERLOCK - 安全锁扣

AT 系列安全锁扣设计用于 Voltech 安全系统，基于光感保护架的使用。此配件的详细资料可以从 Voltech 的分销商处得到。

可以按照下页中的描述，您可以用它接到您自己的安全系统。



### 电击危险

一旦锁扣接上后，AT 系列测试仪可以产生高电压，接触此高电压可导致生命危险。

用户始终有责任，按照当地的规定采取足够的安全措施进行测试操作。

如有任何疑问，请联系 Voltech 供应商以获取“认证的安全系统”的详细信息。

## 接口详细信息

9 针、母座 D 型接口。\*

针	信号名称	针	信号名称
1	无连接	6	0V
2	+18V	7	i/p HVIP
3	o/p HVOP	8	o/p LID1
4	o/p LID0	9	i/p LB1
5	i/p !LB0		

在安全锁扣接口上有三个线路。两个为数字控制线路，第三个为模拟高压线路。

在 AT 系列测试仪产生致命的危险电压之前所有的三个回路必须正确的连接。

在使用过程中任何一个回路断开，施加到待测变压器的高电压压会立刻降低，快速进入安全状态。

\*说明：一个小型的连接器外壳需要插入 AT3600 的插孔。如：McMurdo 51218-1

### HVOP 和 HVIP (PINS 3 和 7)

#### 危险电压

HVOP 是一个模拟电压输出，可以达到 400V。

HVIP 是一个相对的输入电压。AT 系列测试仪所有的高电压测试信号由此派生出来。

在安全状态下，HVOP 连接到 HVIP。

### LB0 和 LB1 (PINS 5 和 9)

这里有两个数字控制信号。

在安全状态下，!LB0 连接至 0v, LB1 电压拉高至 +4.5V 与 +5V 之间。

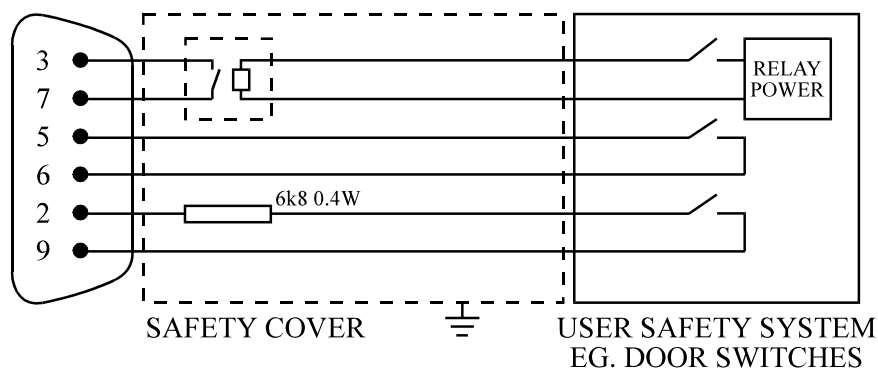
### LID0 和 LID1 (PINS 4 和 8)

这是 Voltech 安全系统使用的两个数字控制输出通道。



## 安全系统的连接

下图显示了基于安全锁扣接口提供信号的原理，方便您构建自己的安全系统。



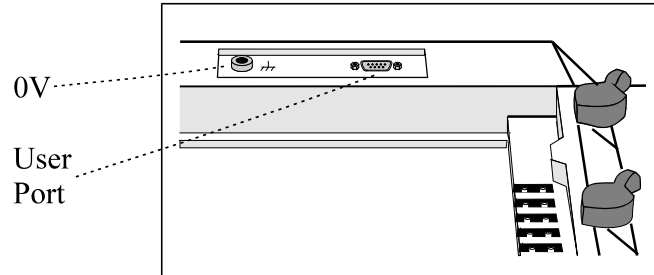
说明：安全系统必须包括如图所示的全部三个开关。如果有任何一个开关处于打开状态，测试仪将不会产生峰值高于 20V 的电压到测试结点。Pin3 与 7 的连接使用的继电器规格必须为 400V 2ARMS。继电器与测试仪安全锁扣距离必须小于 1.5 米。所有的安全系统的安全时间必须符合第十章的规格。



距离不要太长。  
不要试图通过这些安全锁扣  
传送市电(230/110V)

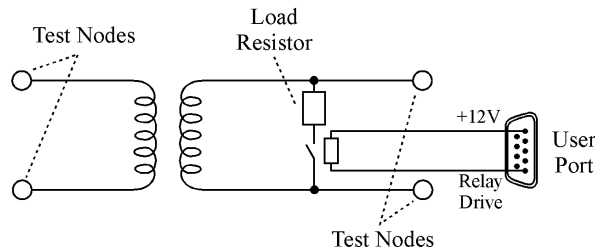
## 8.2.8. USER PORT - 用户端口

用户端口位于 AT 测试仪的顶部面板上，在测试治具板的上面。



此端口有六个开路继电器驱动输出，和两个 HC MOS 输入。

继电器驱动通过特定的测试项进行闭合或打开 (如. OUT 测试) 加入到测试程序中。例如，切换一个虚拟的负载带待测变压器的次级线圈，以便随后的测试能在有负载的条件下进行



### 注意高电压

在将继电器设计到测试治具中时，需要注意 AT3600 能产生很高的电压。



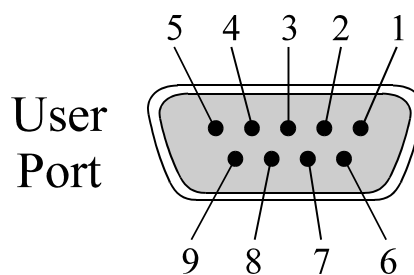
用户必须确保相关继电器以及相应的连接线能经受测试程序中产生的任何高电压。

尤其重要的是您需要确保没会有没有任何高压测试信号由用户端口进入到继电器线圈。这样的接触会导致测试仪的内部线路损坏。

如有任何疑问，请联系 Voltech 供应商获得关于在测试应用中如何使用继电器的建议。

## 接口详细信息

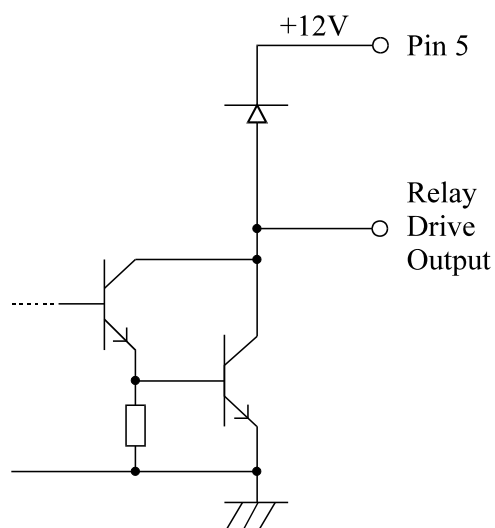
9 针、母座 D 型接口。



针	信号名称	针	信号名称
1	o/p 用户继电器驱动 0	6	o/p 用户继电器驱动 1
2	o/p 用户继电器驱动 2	7	o/p 用户继电器驱动 3
3	o/p 用户继电器驱动 4	8	o/p 用户继电器驱动 5
4	i/p 用户输入 0	9	i/p 用户输入 1
5	o/p +12V		

### 用户继电器驱动输出 (针 1, 2, 3, 6, 7 和 8)

所有的用户继电器输出有以下等效电路:



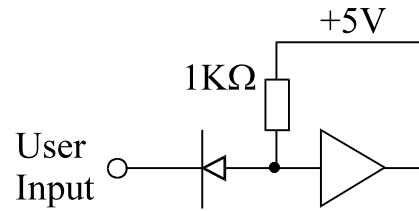
规格:

继电器线圈电阻:  $> 150\Omega$

最大输出电流: 每个驱动 80mA

## 用户输入 (针 4 和 9)

用户输入有以下等效线路:



规格:

最大输入电压:	+5V
最小输入电压:	0V
最小逻辑 1 输入:	4V
最大逻辑 0 输入:	0.25V

输入的 0 基准电压为 0V(ground), 在用户端口左边的 4mm 接口。

## 8.3. 环境条件

### 电源输入

IEC 3 针接口

90 - 265V 交流 50 或 60Hz @200VA

保险丝 3.15AT

### 绝缘强度

2kV 交流 50Hz 1 分钟， 电源输入口。 .

存放温度

-40° 到 +70°C

### 工作温度

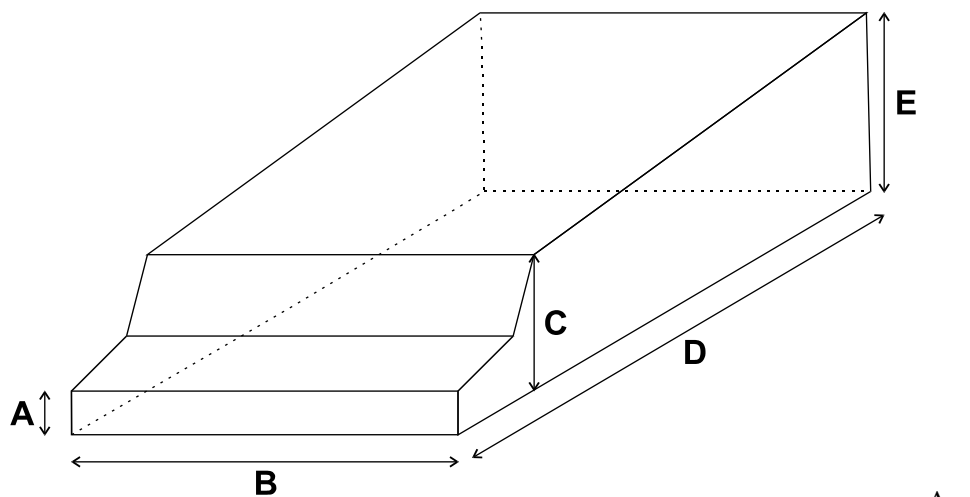
0° 到 40°C

### 湿度

10 到 90% RH 无冷凝

### 机构

重量：约为： 23kg



50mm	前边沿高度
B = 442mm	总宽度
C = 155mm	前高度
D = 545mm	总长度
E = 210mm	后边高度

A =



## 8.4. EMC 承诺

### 8.4.1. 一致性声明

DECLARATION OF CONFORMITY	
<b>Manufacturer's Name</b>	Voltech Instruments Ltd
<b>Manufacturer's Address</b>	65 Milton Park Abingdon, Oxon United Kingdom
<b>declares, that the product</b>	
<b>Product Name:</b>	Transformer Tester
<b>Model Number:</b>	AT3600
<b>conforms to the following Product Specifications</b>	
<b>Safety:</b>	BS EN 61010 (1993)
<b>EMC:</b>	BS EN 55022 (1995): Class A BS EN 50082-2 (1992)
<b>Supplementary Information:</b>	The product herewith complies with the requirements of the EMC Directives 89/336/EEC and 92/31/EEC and the Low Voltage Directive 73/23/EEC
Signed for on behalf of Voltech Instruments Ltd	 Martin Whitley, Quality Manager
Abingdon, United Kingdom, December 16, 1996	

## 8.4.2. EMC 注意事项

### 传导与射频发射

AT3600 符合 BS EN 55022 A 级标准.

### 抗干扰

AT3600 可能会受到电源线路的脉冲或是静电放电，这些可能破坏仪器的运作。

如发生这样的情况，按如下操作使 AT3600 回到正常运作状态：

- 1) 关闭电源开关
- 2) 等 5 秒
- 3) 打开电源开关



## 第九章 – 保修与服务

### 目录

本章将介绍 AT3600 变压器测试仪的保修，服务以及校准期限。

#### 9.1. 保修信息

9.1.1. 保修信息 .....	411
9.1.2. 服务与校准 .....	412
9.1.3. Voltech AT 校准系统.....	412



## 9.1. 保修信息

### 9.1.1. 售后保修约定

Voltech AT3600 针对材料和生产缺陷的保修期为 12 个月（从送货日起记）；或是一千万颗线圈零件测试，以先达到的期限为准。

电气切换继电器 针对材料和生产缺陷保修期为 12 个月（从送货日起记）；或是一千万颗线圈零件测试，以先达到的期限为准。

客户的仪器在这段时间发生问题，Voltech 将会：

1. 对于返回到授权的服务中心的仪器，经过 Voltech 的分析，免费维修或替换问题仪器。客户仅需负责将仪器寄出。

Voltech 将保留权益，如检测后明确的表明损坏由用户的不当操作造成。

在这种情况下 Voltech 是唯一的仲裁者。

2. Voltech 服务中心支付客户寄回仪器的运费。
3. 寄出仪器前会重新校准仪器。当然也会给出一份校准证书。

### 保修限制

上述保修不适用于未经授权的维修、勿操作，或是超范围使用仪器。没有其它明确或隐含的保修。

虽然在发行时十分审慎的准备了这些内容，但是 Voltech Instruments Ltd 不承担内容不准确的法律风险。Voltech Instruments Ltd 有设计和开发计划，可能改变产品规格，在有需要时保留更改权利以确保产品的最佳性能，恕不另行通知。

由于软件本身是复杂的，不可能完全没有错误，建议您验证你的工作。在任何情况下，Voltech Instruments Ltd 不对由于使用或不能使用的软件或文件造成直接，间接，特殊，附带或是相应的损坏负责。尤其是，Voltech Instruments Ltd 不责任和的收入损失、软件使用的损失、数据的丢失、第三方的替代软件的成本，或是其它类似的损失。在任何情况下，Voltech Instruments Ltd 的责任不超过许可费的数量。

## 9.1.2. 服务和校准

为确保您的 AT3600 测试仪的精度,应该每 12 个月进行校准检查。校准使用一个特殊的治具进行,治具在下一节说明。校准可以在 Voltech 授权的服务中心或是您自己的车间进行,如果您有所需的设备。

校准设施的和其它任何服务需求的详细信息,请联系供应商。Voltech 强烈推荐在需要服务时与您的供应商讨论需要的服务。可提供延长保修期和全面的服务协议。

## 9.1.3. VOLTECH AT 校准系统



- 校准 AT3600
- 最小化生产停机时间 – 不需要返回服务中心。
- 完全按规格校准测试仪 – 包括高压测试。
- 内置精密的电路和元件可以进行可靠的无误差的校准。
- 通过电脑软件控制进行半自动或全自动的校准。

Voltech 推荐 AT3600 每 12 个月校准一次以确保最佳的测试精度。校准系统是设计给 Voltech AT 测试仪的用户使用的,以及经常校准测试仪的第三方校准公司或是希望避免 AT 测试仪返回到 Voltech 服务中心而导致生产停线的用户。

- 完整的结果记录在电脑上。
- 打印正式的校准证书显示验证结果。
- 通过精确测量内置的标准电阻，电感和电容验证校准。  
(可以在任何时候进行验证)
- 验证电感和电容可以进行独立的校准可溯源到外部。

## 完整的校准系统:

- 校准治具放入测试仪顶部的正常位置 (图).
- 能够完整 运行软件的电脑(386 或更高有 4MB RAM 的配置)。  
需要客户自备 。
- 一台精密的数字多用表 (需要客户自备)。
- 一个可选的 IEEE488 电脑接口用于全自动校准 (需要客户自备)。

全自动校准	半自动校准
少于 30 分钟	大约 45 分钟
没有手动读数	大约 30 个表上的读数输入电脑
需要 IEEE488 接口 <i>NI PCII/IIA, IoTech GP488 和可 兼容 CEC</i>	需要普通的电脑串口 'COM' 接口
必需 HP3458A 8½ 数字 DMM	HP 3458A DMM 或类似的多用表

## 半自动校准使用的 DMM 的规格

Voltech 校准系统依靠使用的 DMM 的精度来实现测试仪公布的规格。使用的多用表必需能测量

AC 电压精度 0.04% @100Hz 和 3% @1MHz

DC 电压精度 0.003% @2V 和 0.005% @600V

DC 电阻使用四端连接，测量 500mΩ精度 0.05%，测量 750Ω精度 0.01%。

Keithly (吉时利) 2002 和 Datron Wavetek 1271(拥有高精度 AC 选项)是合适的替代多用表。

## 校准环境

校准应该在温度  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  下进行，相对湿度 10 到 90% 无冷凝。

## 第 10 章 – 安全系统

### 目录

---

本章将介绍 Voltech AT3600 变压器测试仪使用的安全防护系统。

<b>10.1. 安全系统</b>	
10.1.1.介绍 .....	417.
10.1.2. 建议的安全系统 .....	418
10.1.3.Voltech 安全锁扣电缆.....	419
<b>10.2. 安全声明</b>	
10.2.1. 操作员安全 .....	421
10.2.2.安全围护.....	421
<b>10.3. 典型安装</b>	
.....	423
<b>10.4. 红外线安全系统的操作</b>	
.....	425
<b>10.5. 构建安全治具</b>	
.....	429





## 10.1. 安全系统

### 10.1.1 介绍

AT 系列测试仪的许多测试项目可以产生危险的高电压，除非采取适当的安全措施，否则可能会导致作业员受伤。

考虑这一点，测试仪的后面板以及一些配件都设计有一个安全锁扣接口，这些在本用户手册中已有说明。

除非接口中的三个安全锁信号全部正确连接，否则测试仪将不会产生任何危险性的高电压。

你可能使用测试仪而不连接安全锁扣；但你将限制于仅使用低压测试。如果希望完整使用测试仪并使用那些需要的高压的测试，包括：

- 磁化电流
- 开路电压
- 绝缘电阻
- 耐压（直流）
- 功率
- 耐压（交流）
- 浪涌测试
- 缓升耐压（交流）
- 缓升耐压（直流）

你必须有一个安全系统来操作安全锁扣。

**注意：**当测试直流偏置电流下的变压器和电感时，也可能产生危险电压。在突然移出直流电流时，会产生高电压横跨测试元件。

因为测试仪工作的场所不同，任何定制安全系统的安装有很大差异。例如，在一个全自动生产线，测试仪可能置于一个封闭的区域，安全开关可装于门上。

对于手工生产，安全系统可基于一个物理屏障，例如，一个装有安全锁扣开关的“盖子”。然而，打开或闭合此屏障将降低测试速度，这将降低的生产吞吐量，显然是不能接受的。

## 10.1.2 建议的安全系统

为了获得最佳的安全性、易用性和测试速度，在日常生产测试中，Voltech 建议使用安全光幕系统作为与测试仪相连的安全系统。它将在测试仪前面放置红外线“光帘”。

当作业员将变压器放置于测试治具上，并缩回手。光帘可以在几十毫秒内产生安全状态的信号。然而，如果作业员在测试程序执行过程中试图接触变压器，安全系统会立刻打开安全锁扣（也是在几十毫秒内），使产生危险高压的测试项目不会被运行。

安全光幕系统附带连接线缆，使其与 AT3600 的连接更加方便、安全。此线缆已对“Banner”的安全光幕做了优化，也可以连接其他厂商的安全光幕。

要构建一个完整的安全系统，您将需要：

- Voltech 安全锁扣电缆（见下一节）
- Banner 的“Micro-Screen”安全光幕
  - 1 个 USCD-1T2 的金属盒控制器
  - 1 个 USE2424YI 黄色发射极，610mm 高、150mm 到 9m 范围
  - 1 个 USE2424YI 黄色接受极，610mm 高、150mm 到 9m 范围

来源：[www.banner.com](http://www.banner.com)

- 阻止进入工作区后面区域的方法

**注意：**Banner 的产品编码是 2004 年实施的。我们强烈建议您在购买前向您的安全系统供应商进行咨询。您还可以从其他许多的制造商处获得类似的安全系统。

### 10.1.3 VOLTECH 安全锁扣电缆

安全锁扣电缆是将 AT3600 和 Voltech 其他产品连接到安全系统的强大、快捷的方式。此电缆已对“Banner”的安全光幕做了优化，也可以连接其他厂商的安全光幕。



长度	1.75 米
构成	高品质的屏蔽电缆和终端
AT3600 连接端	薄型的 9 路 D 型插头
安全系统 连接端	带保护套的彩色导线。 20mm 的电缆接头, 确保电缆和光幕控制箱的连接。
Voltech 产品编码	250-022

### 工作原理

该电缆有 3 对彩色的导线。在 AT3600 运行高电压测试前，每对导线必须经由安全系统连接在一起。在测试过程中，如果有任意一对导线断开，AT3600 将即刻关闭所有正在产生的高电压。

此电缆有 3 对导线，以提供多个冗余来满足各种国际安全标准。

### 电缆原理图

功能	AT3600 9 针 D 型端		安全光帘 端	连接到安全系统
高压发生器的 主电流通过 3、7 引脚	3	---	黄色	安全系统的主电 源断开继电器(最 终开关设备)。如 果有 2 个串联的 继电器,用黑色的 线连接。
	7	---	蓝色	
	无连接		黑色	
	无连接		黑色	
二次逻辑控制	5	---	绿色	监视或辅助继电 器
	6	---	黑色	
二次开关装置。 (在 2 引脚装有 6K8 的电阻)	2	----	红色	二次控制单元
	9	----	白色	
屏蔽层	屏蔽层		无连接	

如果您要了解有关安全锁扣电缆的详细资料，请申请“**Safety Interlock Cable Installation Guide**”文件。Voltech 零件编号 98-078。

## 10.2. 安全声明

### 10.2.1. 操作员安全

用户有责任根据仪器使用地的安全指导和法律规定，确保 AT3600 及其相关安全系统的安装，维护和运行。Banner Micro-Screen (光帘) 仅能提供所需的完整的安全功能的一部分。AT3600 和光帘的安装必须由指定的、合格的安全人员进行。对所涉及的风险要进行全面的评估，并对人员进行操作和安全注意事项的培训。而且需要根据当地法规规定，安装进一步的安全设备以及 AT3600 和光帘。

当进行风险评估和提供作业员培训和说明时，应当指出：AT3600 第一个安全特征是前面板上的黄色指示灯。当 AT3600 进行测试时有可能产生危险电压，此灯会点亮。（外部显示设备也可以用于显示 AT3600 处于危险状态。查看本用户手册的‘远程端口 (Remote Port)’说明。）当黄色灯点亮时，操作员不要尝试触碰待测产品，或是进入安全围护。光帘提供了补充安全保护，以防止操作人员意外进入安全围护。

### 10.2.2. 安全围护

显然，任何安全系统都需要提供完整的“安全围护”，从所有方向阻止进入变压器测试的危险电压区域。很明显，红外线安全系统只能提供一个方向的安全围护-作业员面对的方向。

如果存在，操作员或其他人从其它方向或是测试仪的后面触碰待测变压器的危险，那么你必须也采取相应的防护措施，可以安装合适物理障碍。如，将测试仪放置于一个房间的角落，可以利用墙壁来阻止从其它方向和背面接触变压器。红外线安全系统的两个垂直柱通常放置于与物理障碍接触的位置，形成与墙壁一体的安全围护。

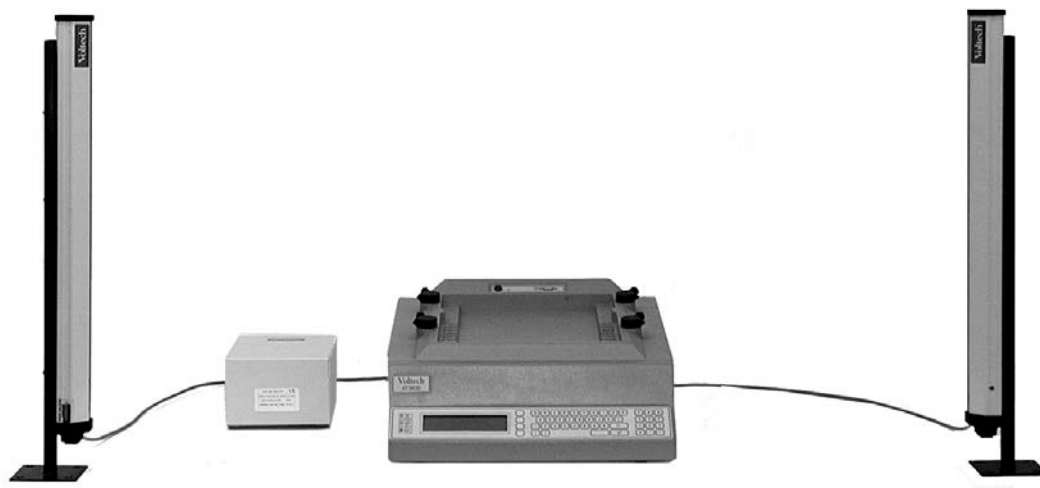
如果操作员有从上面接触待测变压器的风险，那么也需要采取进一步的预防措施，以提供物理屏障来防止这个问题。



## 10.3. 典型安装

此安全系统是使用一个红外线光帘作为一个屏障，此屏障介于操作员与带有高压的待测变压器之间。

典型的系统如下：



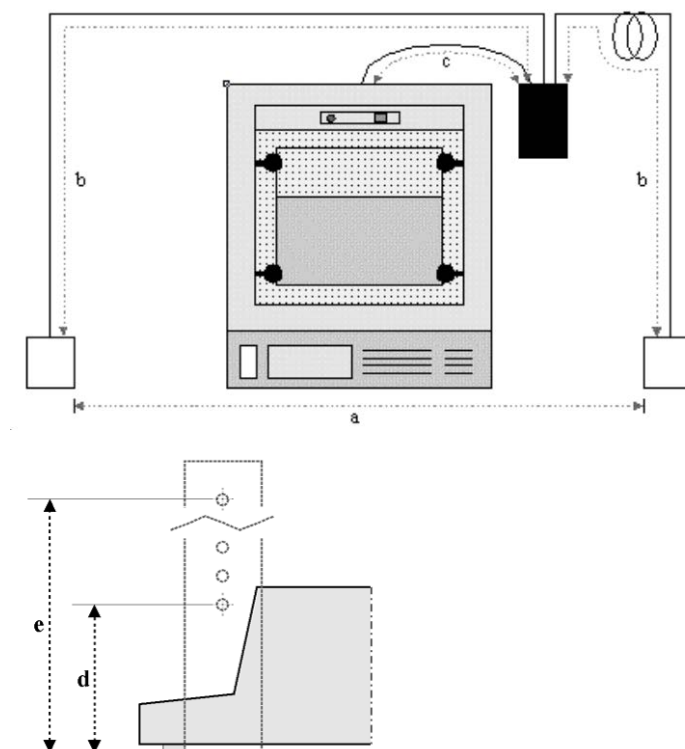
光帘被放置于测试仪的前面。其宽度远超出测试仪的宽度，以不妨碍作业员装载或取下待测变压器为准。

此红外线安全系统有三个独立的模块：

1. 一个垂直柱发射器或接收器，在光帘的左手边。
2. 一个垂直柱发射器或接收器，在光帘的右手边
3. 一个控制盒，包括电源线路，切换电路，与测试仪相连的接口。

每个模块间通过简单的多路线缆进行内部连接，易于安装。

下面显示了安装的计划图和侧面图：



尺寸如下：

- |    |                     |                 |
|----|---------------------|-----------------|
| a. | 光帘的宽度:              | 1.8m 至 2.0m     |
| b. | 控制盒与垂直柱之<br>间线缆的长度: | 2m              |
| c. | 控制盒到测试仪<br>之间的线缆长度: | 1.5m            |
| d. | 光帘的最短光束:            | 60mm 以上, 在工作表面  |
| e. | 光帘的最长光束:            | 630mm 以下, 在工作表面 |
| f. | 最大对象分辨:             | 18mm            |



## 10.4. 红外线安全系统的操作

### 注意:

本节介绍的各种操作和警告信息仅适用于安装了安全光帘的 AT3600。更详细的操作指示，请查看您的安全系统的附带文件。

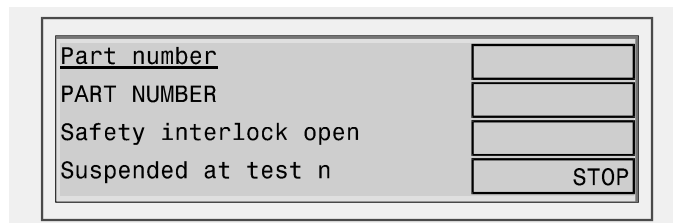
测试仪运行时，会在 4 个不同的点检查安全锁扣状态：

1. 在执行程序时运行一个高压测试项目
2. 对一个测试程序中的高压测试项目执行治具补偿
3. 在测量模式下运行一个高压测试
4. 在执行模式下，运行高压测试前执行治具补偿

如上一节题为“测试安全系统”的章节所述，安全检查在测量之前和期间都会进行。

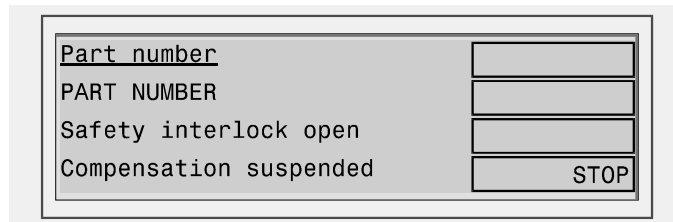
如果测试前安全系统显示光帘断开，测试仪会在前面板上显示以下 4 个“暂停（Suspended）”信息之一，具体内容取决于试图执行的上述的四种动作：

(a)

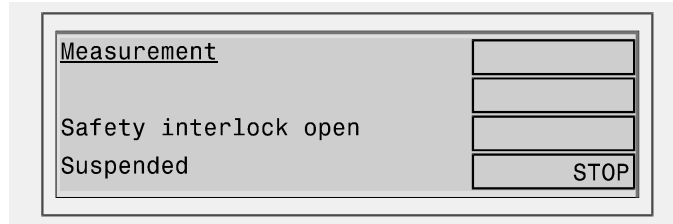


其中 ‘n’ 是使用危险源的测试序号

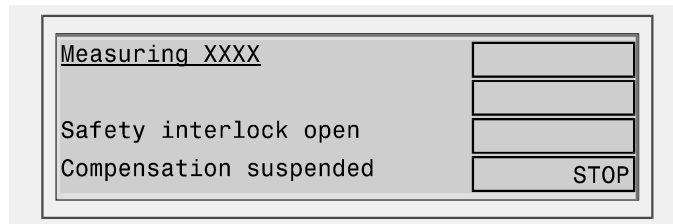
(b)



(c)



(d)

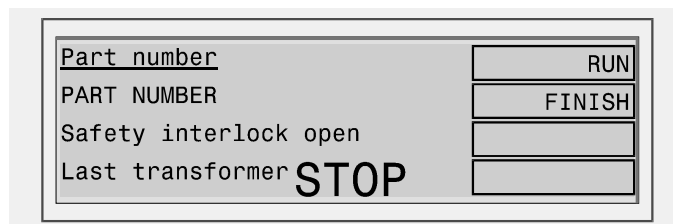


其中 'XXXX' 是相应的测试存储空间。

执行将会暂停在此点，直到安全系统指示可以安全进行后续的测试，测试程序将会正常进行测试。如果不想从此点继续，按“STOP”软按键将会停止测试执行并返回显示相应的高一级菜单选项。

如果在测量开始后，光帘被断开，那么测试将会停止，并且关闭高电压源。测试仪前面板将会显示一个信息包含“STOP”，还有其它的内容取决于尝试进行的操作，如下例：

(a)



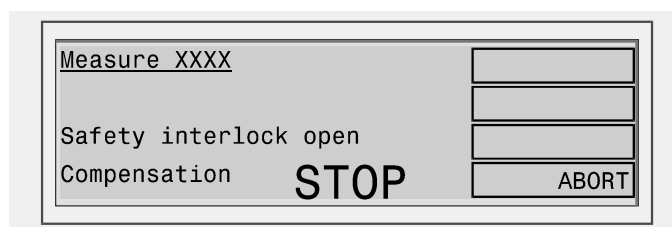
(b)



(c)



(d)



没有方法可以从此点恢复测量。对于程序执行，意味着整个程序需要从第一个测试开始重新执行；对于测试模式，需要重新输入测试。对于治具补偿，整个程序需要重新运行，或是（测试模式下）测试重新进行补偿。

注意在正常换取测试变压器时，副立柱会显示红色灯。这说明光帘的已经断开；它会在操作员手移走时自动复位并变成绿色。

当测试程序执行结束时，前面板指示灯显示红色（失败）或绿色(通过)，操作员可以换下一个变压器进行测试。



## 10.5. 构建安全治具

如上节所述，当安全系统的光帘被断开，测试仪会停止执行高压测试项目，并关闭危险电压，以保护操作员免受受到触电的危险。

这听起来是个简单的操作，但事实上并不是。首先，在立柱间有大量的信号以侦测红外线是否被断开；其次，控制盒需要将信号传给测试仪；第三，测试仪需要关闭测试信号源。最后一步需要很小心，因为如果有电流流过一组线圈的电感，并突然关闭，这不是创造一个安全状态，它很有可能产生一个危险的高反向电压。

显然这意味着，在光帘断开后，需要一定的时间关闭、并关闭潜在的危险电压。对于红外线安全系统，这个时间大约是 **50 毫秒**。

在设计测试治具时需要牢记这个时间，这是至关重要的。有必要将所有待测变压器上的高压点设定距离光帘足够远，以使操作员在打断光帘后的 **75 毫秒**内不能接触到待测变压器上的高压点。

注意，如果测试程序包含磁芯绝缘的高压测试，变压器上的高压点可能包括变压器主体、磁芯（还有端点）。

通常假定操作员手的移动速度为 **2 米/秒**。这意味着光帘光束到变压器危险点的距离至少为 **150 毫米**。

