

DAQ970A 用户指南

# Keysight 数据采集系统



声明 .....	6
版权声明 .....	6
手册文档号 .....	6
版本 .....	6
发布者 .....	6
软件修订版 .....	6
担保 .....	7
技术许可 .....	7
限制性权限声明 .....	7
废弃电子电气设备 (WEEE) .....	7
符合性声明 .....	7
安全和法规信息 .....	8
安全注意事项 .....	8
安全符号和法规标记 .....	10
韩国 A 类 EMC 声明 .....	12
安全和 EMC 要求 .....	13
环境条件 .....	13
1 仪器简介 .....	16
仪器概览 .....	17
前面板概览 .....	18
仪器信号器 .....	19
后面板概览 .....	20
插件模块概览 .....	21
尺寸图 .....	22
远程接口配置 .....	23
Keysight IO Libraries Suite .....	23
LAN 设置 .....	23
LAN 服务 .....	29
设置为默认值 .....	30
LAN 重置 .....	30
Web 界面 .....	30
关于 IP 地址和点号的详细信息 .....	30
USB 设置 .....	30
技术连接详细信息 .....	32
LAN 配置过程 .....	33
固件更新 .....	35
联系 Keysight Technologies .....	36
2 快速入门 .....	37
准备要使用的仪器 .....	38
模块线路连接和安装 .....	39
连接电源和 I/O 电缆 .....	42
打开仪器 .....	42
开机自检 .....	42
关闭仪器 .....	42
使用内置帮助系统 .....	43
查看帮助主题列表 .....	43
查看前面板键的帮助信息 .....	44
查看仪器信息 .....	44
调整提手 .....	45
在机架中安装仪器 .....	46
Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件 .....	48

BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件许可 .....	48
<b>3 特征与功能 .....</b>	<b>49</b>
<b>系统概述 .....</b>	<b>51</b>
数据采集系统概述 .....	51
信号发送和切换 .....	54
测量输入 .....	56
扫描 .....	57
使用外部仪器扫描 .....	58
多功能模块 .....	59
控制输出 .....	60
<b>前面板菜单参考 .....</b>	<b>64</b>
<b>[Scan] 键 .....</b>	<b>66</b>
<b>[Monitor] 菜单 .....</b>	<b>67</b>
数字 .....	67
条形仪表 .....	68
趋势图 .....	69
直方图 .....	70
<b>[Home] 菜单 .....</b>	<b>72</b>
应变偏移 .....	72
警报输出 .....	74
帮助 .....	75
用户设置 .....	75
<b>[View] 菜单 .....</b>	<b>78</b>
查看已扫描存储器读数(List、Trend Chart、Histogram、Statistics) .....	78
查看警报队列 .....	82
查看错误队列 .....	82
查看继电器循环数 .....	83
<b>[Channel] 菜单概述 .....</b>	<b>84</b>
<b>多路复用模块上的测量 .....</b>	<b>85</b>
温度 .....	86
应变 .....	92
直流电压 .....	103
交流电压 .....	105
直流电流 .....	107
电阻 .....	109
频率和周期 .....	111
二极管 .....	112
电容 .....	113
<b>DAQM907A 多功能模块 - 概述 .....</b>	<b>113</b>
数字 I/O (DIO) 通道(通道 01 和 02) .....	114
积算器通道 .....	117
DAC 输出和感测通道(通道 04 到 07) .....	118
<b>被计算通道 .....</b>	<b>120</b>
基本数学运算 .....	120
第五阶多项式 .....	121
统计 .....	122
<b>使用外部仪器扫描 .....</b>	<b>125</b>
<b>为通道添加标签 .....</b>	<b>126</b>
<b>[Interval] 菜单 .....</b>	<b>126</b>
选择触发源 .....	126
选择输出触发源极性 .....	127
指定扫描过程中的扫描次数 .....	128

<b>[Math] 菜单</b> .....	<b>129</b>
mX+b 标定 .....	129
% 标定 .....	130
dBm 标定 .....	130
dB 标定 .....	130
<b>[Copy] 菜单</b> .....	<b>132</b>
从单个通道复制/粘贴到单个通道(一对一) .....	132
从单个通道复制/粘贴到多个通道(一对多) .....	133
从多个通道复制/粘贴到多个通道(多对多) .....	134
<b>[Alarm] 菜单</b> .....	<b>136</b>
配置多路复用模块上的警报限制 .....	136
配置多功能模块上的警报限制 .....	137
警报限值指示 .....	138
<b>[Utility] 菜单</b> .....	<b>140</b>
自检 .....	140
自动校准 .....	140
校准 .....	141
安全 .....	142
管理 .....	143
<b>[Module] 菜单</b> .....	<b>144</b>
模块扫描列表概述 .....	144
执行模块重置 .....	144
模块标记 .....	145
<b>[Save Recall] 菜单</b> .....	<b>146</b>
管理文件 .....	146
保存 .....	148
调用 .....	150
设置为默认值 .....	150
出厂重置 .....	151
记录到 USB .....	151
<b>Web 界面</b> .....	<b>154</b>
“Home”页面 .....	154
“Control Instrument”页面 .....	155
“Configure LAN”页面 .....	156
<b>模块概述</b> .....	<b>157</b>
DAQM900A 20 通道 FET 多路复用模块 .....	158
DAQM901A 20 通道衔铁式多路复用模块 .....	159
DAQM902A 16 通道舌簧式多路复用模块 .....	160
DAQM903A 20 通道制动器/通用开关模块 .....	161
DAQM904A 4x8 双线矩阵开关 .....	162
DAQM905A 1:4 双射频多路复用(50 欧姆)模块 .....	163
DAQM907A 多功能模块 .....	164
DAQM908A 40 通道单端多路复用器 .....	166
<b>4 测量教程</b> .....	<b>167</b>
<b>系统电缆和连接</b> .....	<b>168</b>
电缆规格 .....	168
接地技术 .....	170
屏蔽技术 .....	171
高电平信号和低电平信号的分隔 .....	171
系统电缆误差源 .....	171
<b>测量的基本知识</b> .....	<b>175</b>
内部 DMM .....	175

温度测量 .....	176
直流电压测量 .....	184
交流电压测量 .....	187
电流测量 .....	192
电阻测量 .....	193
应变仪测量 .....	195
频率和周期测量 .....	197
电容测量 .....	199
<b>低电平信号的多路复用和切换 .....</b>	<b>200</b>
单线(单端)多路复用器 .....	200
双线多路复用器 .....	201
四线多路复用器 .....	201
信号发送和多路复用 .....	202
多路复用和切换中的误差源 .....	203
<b>制动器和通用开关 .....</b>	<b>204</b>
<b>矩阵切换 .....</b>	<b>206</b>
<b>RF 信号多路复用 .....</b>	<b>208</b>
<b>多功能模块 .....</b>	<b>210</b>
数字输入 .....	210
数字输出 .....	212
使用外部上拉电阻 .....	213
驱动外部开关 .....	213
积算器 .....	214
积算器误差 .....	215
模拟输出 (DAC) .....	215
<b>继电器的使用寿命和预防性维护 .....</b>	<b>217</b>

声明

## 声明

### 版权声明

© Keysight Technologies, 2018

根据美国和国际版权法，未经 Keysight Technologies 事先允许和书面同意，不得以任何形式或通过任何方式(包括电子存储和检索或翻译为其他国家或地区的语言)复制本手册中的任何内容。

### 手册文档号

DAQ97-90007

### 版本

第 1 版，2018 年 11 月 1 日

### 发布者

Keysight Technologies  
Bayan Lepas Free Industrial Zone  
11900 Bayan Lepas, Penang  
Malaysia

### 软件修订版

可从 [www.keysight.com/find/DAQ970Afirmware](http://www.keysight.com/find/DAQ970Afirmware) 上获得最新的固件。

可从 [www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals](http://www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals) 上获得最新的产品文档。

本产品中的部分软件依据《通用公用许可证版本 2》(“GPLv2”)条款许可。可在 [www.keysight.com/find/GPLV2](http://www.keysight.com/find/GPLV2) 上找到许可证文本和源代码。

本产品使用 Microsoft Windows CE。Keysight 强烈建议所有基于 Windows 的、与 Windows CE 仪器相连的计算机均使用最新防病毒软件。有关详细信息，请访问 [www.keysight.com/find/DAQ970A](http://www.keysight.com/find/DAQ970A)。

## 担保

本档中包含的材料“按原样”提供，在以后的版本中如有更改，恕不另行通知。此外，在适用法律允许的最大范围内，Keysight 不承诺与本手册及其包含的任何信息相关的任何明示或暗示的保证，包括但不限于对适销性和特定用途适用性的暗示担保。对于因提供、使用或运用本档或其包含的任何信息所导致的错误或者意外或必然损害，Keysight 概不负责。如果 Keysight 和用户另有书面协议，并且其中的某些担保条款涉及了本档中与这些条款冲突的资料，则以此协议中的担保条款为准。

## 技术许可

本档中描述的硬件和/或软件仅在得到许可的情况下提供并且只能根据此类许可的条款进行使用或复制。

## 限制性权限声明

如果软件在美国政府的项目原始合同和转包合同中使用，则所交付并许可使用的软件是 DFAR 252.227-7014(1995 年 6 月)中定义的“商用计算机软件”，或 FAR 2.101(a)中定义的“商用品”，或 FAR 52.227-19(1987 年 6 月)或任何同等机构法规或合同条款中定义的“限制性计算机软件”。使用、复制或公布本软件受 Keysight Technologies 标准商用许可条款的限制，非国防部 (DOD) 机构和美国政府机构所受限制以 FAR 52.227-19(c)(1-2)(1987 年 6 月)中定义的“限制性权限”为准。美国政府用户所受限制以 FAR 52.227-14(1987 年 6 月)或 DFAR 252.227-7015 (b)(2)(1995 年 11 月)中定义的“限制性权限”为准，其中的条款适用于任何技术数据。

## 废弃电子电气设备 (WEEE)

本产品符合欧洲 WEEE 指令市场营销要求。贴附于产品上的标签(请见下方)指示，不得将本电气/电子产品丢弃在家庭垃圾中。

产品类别：根据欧洲 WEEE 指令附件 1 中说明的设备类型，将本产品归为“监测和控制仪器”产品类别。切勿丢弃在家庭垃圾中。

要退回不需要的产品，请与当地的 Keysight 办事处联系，或访问 <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml> 以了解详细信息。



## 符合性声明

可以从 Web 上下载本产品以及其他 Keysight 产品的符合性声明。请转到 <https://regulations.about.keysight.com/DoC/default.htm>，随后可以按产品型号进行搜索，查找最新的符合性声明。

## 安全和法规信息

### 安全注意事项

在本仪器的操作、服务和维修的各个阶段中，必须遵循下面的常规安全预防措施。如果未遵循这些预防措施或本手册其他部分给出的特定警告，则会违反有关仪器的设计、制造和预期用途方面的安全标准，并且可能会导致受到电击或伤害。Keysight Technologies 对客户不遵守这些要求的行为不承担任何责任。

**警告****接通电源之前**

验证是否已采取所有安全预防措施。在接通电源之前进行设备的所有连接。

**仪器接地**

本产品带有保护性接地端子。要尽量减小电击的危险，必须通过接地电源线将仪器连接到交流电源，将接地导线牢固地连接到保护性(接地)导体的电气接地线(安全接地)。如果断开保护性接地端子的连接，将导致潜在电击危险，从而造成人身伤害。

**通电和断电之前**

在为仪器通电之前，请确保连接到模块的所有信号源都已关闭。在仪器通电之后打开信号源。在仪器断电之前关闭信号源。

**切勿卸下仪器外壳**

只有合格的、经过维修培训且了解潜在危险的人员才能卸下仪器外壳。在卸下仪器外壳之前，务必断开电源线和所有外部电路的连接。

**模块外壳**

在端子接线之后且在插入主机之前，务必更换模块外壳。

**切勿在易爆环境中操作**

切勿在有可燃气体或烟雾的环境中操作仪器。

**切勿改装仪器**

切勿在本产品上安装替代零部件或进行任何未经授权的改装。请将产品退还 Keysight 销售与维修处进行维修，以确保安全功能部件得到维护。

**测量的电压不能高于额定电压**

各个模块上标明的最大电压如下所示：

- a) DAQM900A: 120 Vrms
- b) DAQM901A、DAQM902A、DAQM903A、DAQM904A 和 DAQM908A: 300 Vrms
- c) DAQM905A 和 DAQM907A: 42 Vpk

**切勿将任何模块通道连接到电源**

仪器的测量类别列为 CAT“其他”，端子不得直接连接到电源。

**交流电源线**

要断开仪器电源，请拔下交流电源线。确保能够随时够到电源线，允许从交流电源断开连接。仅使用 Keysight 针对在特定某个国家/地区使用而指定的电源线或具有等效额定值的电源线。

**自检**

在测量任何危险电压或电流之前，从远程接口运行 \*TST? 查询并读取结果，以验证仪器是否正常工作。\*TST? 查询是一个自检过程，如果仪器通过自检，返回 +0；如果仪器自检失败，返回 +1。您也可以通过按 [Utility] > Self Test > Quick Test 从前面板执行此查询。如果此自检失败，请先确保仪器已得到修理并通过自检，然后再继续。

**如果发生损坏**

仪器一旦出现损坏或故障迹象，应立即停止操作并防止意外操作，等待合格的维修人员进行修理。

**小心**

这是一种设计灵敏的测量仪器，当暴露在周围的连续电磁环境中时，可能会有一些性能损失。测量注意事项 - 在输入到 DAQ970A 之前，使用屏蔽或扭绞线缆，并使用共模扼流圈、铁氧体夹和阻尼电阻器。

**清洁**

为防止电击，在清洁前将仪器与交流电源断开。请使用稍稍用水沾湿的柔软无绒布清洁仪器的外部。切勿使用清洁剂或溶剂。请勿清洁仪器内部。如果需要，请与 Keysight Technologies 销售与维修处联系，让其安排正确的清洁过程，以确保安全功能部件和性能得到维护。

**注意**

将带有铁氧体磁芯的 USB 电缆连接到仪器后面板上的 USB 端口。

安全符号和法规标记

符号	说明
	交流电 (AC)。
	保护性接地端子。
	接地端子。
	小心，有危险(请参阅本手册，了解具体的“警告”或“小心”信息)。
	框架或机箱(接地)端子。
	仪器电缆锁。
	该产品带有 ACMA RCM 标记，表示符合澳大利亚/新西兰的相关法规。要获得制造商针对该仪器发布的澳大利亚符合性声明的副本，请与当地的 Keysight Technologies 销售代表联系。
	此符号表示在所示的时间段内，危险或有毒物质不会在正常使用中泄漏或造成损坏。该产品的使用寿命为四十年。
 <b>ICES/NMB-001 ISM GRP 1-A</b>	CE 标记是欧洲共同体的注册商标。此 CE 标记表示产品符合所有相关的欧洲法律规定。 ICES/NMB-001 - 该 ISM 设备符合加拿大 ICES-001 规定。 <i>Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</i> ISM GRP 1-A - 这是“工业科学和医疗 (ISM) 1 组 A 类”产品。

符号	说明
	<p>CSA 标记是加拿大标准协会的注册商标，“C”和“US”下标表示仪器经分别认证，符合适用的加拿大和美国标准。</p>
	<p>此符号是韩国 A 类 EMC 声明，产品标识代码为“MSIP-REM-Kst-GM16412”。</p> <p>MSIP - 广播与通信设备的标识。</p> <p>REM - 基本认证信息的标识。</p> <p>Kst - 申请人信息的标识。</p> <p>GM16412 - 产品标识。</p> <p>这是适用于专业用途和户外电磁环境的 A 类仪器。</p>
	<p>该“警告”标志表示存在危险。提醒用户注意程序、做法等，如果不正确地执行或不遵守此类操作规程，则可能导致人身伤害。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行“警告”标志所指示的任何操作。</p>
	<p>该“小心”标志表示存在危险。提醒用户注意操作程序等，如果不正确地执行或不遵守此类操作规程，则可能导致产品部分或全部损坏或毁坏。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行“小心”标志所指示的任何操作。</p>
	<p>该“注意”标志表示重要信息。提醒用户注意有必要强调的程序、做法、条件等。</p>

安全和法规信息

## 韩国 A 类 EMC 声明

用户须知信息:

本仪器已经过合规性评估，可在商业环境下使用。在居住环境下，本设备可能会引起无线电干扰。

本 EMC 声明仅适用于在商业环境下使用的该设备。

### 사용자 안내문

이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.

사용자 안내문은 "업무용 방송통신기자재"에만 적용한다.

## 安全和 EMC 要求

本仪器设计为符合以下安全和 EMC 要求：

### 安全合规性

- IEC 61010-1:2010/EN 61010-1:2010； IEC 61010-2-030:2010/EN61010-2-030:2010
- 加拿大：CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-12； CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030-12
- 美国：ANSI/UL Std.No. 61010-1:2012； ANSI/UL Std. No. 61010-2-030:2012

### EMC 合规性

- IEC 61326-1:2012/EN 61326-1:2013
- 加拿大：ICES/NMB-001:2006
- 澳大利亚/新西兰：AS/NZS CISPR 11:2011
- 韩国 RRA 声明 2016-24

## 环境条件

Keysight DAQ970A 设计为仅允许在室内以及低凝结区域使用。下表显示了此仪器的一般环境要求。

环境条件	要求
温度	操作条件：0 °C 至 55 °C 存储条件：-40 °C 至 70 °C
湿度	操作条件：在 40 °C 时最高为 80% RH(无凝结)，在 55 °C 时以线性方式递减到 50% RH(无凝结) 存储条件：在 55 °C 时最高为 50% RH(无凝结)
海拔高度	最高 3000 米
污染度	2





# 1 仪器简介

仪器概览

前面板概览

仪器信号器

后面板概览

插件模块概览

尺寸图

远程接口配置

LAN 配置过程

固件更新

联系 **Keysight Technologies**

本章介绍 DAQ970A 的概况和基本功能。

## 仪器概览

DAQ970A 将精密的测量功能和灵活的信号连接功能集为一体，适用于您的生产和开发测试系统。三个模块插槽内置于仪器后面，可以允许数据采集或切换模块的任何组合。该仪器同时具备 USB 数据记录和数据采集功能，是满足您目前及未来测试需求的多用途解决方案。

### 轻松显示、保存和记录您的测量结果

- 提供菜单驱动的直观用户界面，实现高可用性。
- 配备高分辨率彩色显示屏，可显示直方图、趋势图、仪表和数字视图。
- LAN 和 USB 接口均支持。
- 拖放，无驱动 USB 连接。

### 便捷的数据记录功能

- 直接测量温度(热电偶、RTD 和热敏电阻)、应变、直流电压、交流电压、双线和四线电阻、频率、周期、二极管、电容、直流电流和交流电流。
- 获得专利的计量学级性能，可用作所有测量的基础。
- 间隔扫描功能，可以存储多达 100,000 个加盖时间戳的读数。
- 独立的通道配置，可以为每个通道配置独立的功能、测量标定和警报限制。
- 带有旋钮光标定位键盘的直观用户界面，通过软键(屏幕视图内的菜单键)和硬键(仪器正面的菜单键)均可输入数据。
- 带有防滑支脚的便携式耐用机箱。
- 可从 [www.keysight.com/find/benchvue](http://www.keysight.com/find/benchvue) 上下载适用于 Microsoft® Windows® 的 BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件。

### 灵活的数据采集/切换功能

- 每台仪器提供多达 60 个通道(120 个单端通道)。
- 单通道中的读取速率超过 5,000 个读数/秒，扫描速率高达 450 个通道/秒。
- 可以选择多路复用、矩阵、通用 C 型切换、RF 切换、数字 I/O、积算、DAC 输出和 DAC 回读函数。
- 内置 Web 界面，可通过 Web 浏览器监视和控制仪器。

### 编程语言

- 与 SCPI(可编程仪器的标准命令)编程语言兼容。

## 1 仪器简介

### 前面板概览



标签	说明
1	USB 端口
2	通电/待机开关与 LED 指示灯
3	显示屏
4	软键
5	测量操作菜单(用于控制测量的启动)
6	测量配置菜单(用于设置测量的参数)
7	旋钮
8	光标定位键盘

### 前面板键

#### 注意

当仪器在远程模式下时(由 **RMT** 信号器指示), 按 **Save Recall** 键可使仪器返回本地控制模式。

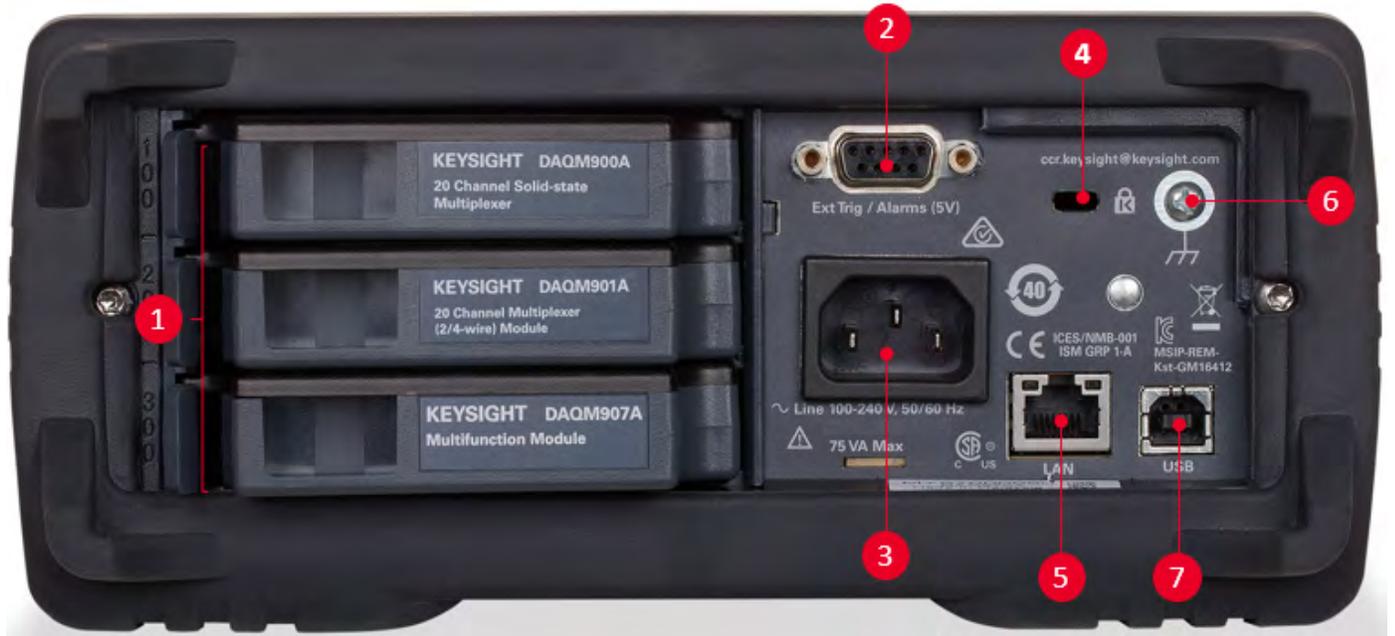
## 仪器信号器

下表显示了 DAQ970A 上提供的各种信号器。当满足相应的条件时，这些信号器将显示在显示屏的顶部。

信号器	说明
	<ul style="list-style-type: none"> <li>已启用监视模式。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALARM - 警报队列中存在警报。</li> <li>H1234L - 出现了高警报或低警报条件。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>已禁用内部 DMM。当 DMM 处于关闭状态时，针对外部扫描时间间隔对仪器进行了配置。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>达到 100,000 个读数时，读数存储器溢出。新读数将覆盖最早的读数。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>USB 驱动器已插入前面板上的 USB 主机端口。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>仪器在远程模式下(远程接口)。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>错误队列中存在错误。按 [View] &gt; Errors 可查看错误的列表。</li> </ul>

## 1 仪器简介

### 后面板概览



标签	说明
1	插槽标识符(100、200 和 300)
2	外部触发输入、警报输出、通道高级输入和通道关闭输出
3	交流电源输入
4	仪器电缆锁
5	LAN 接口连接器
6	机箱接地螺钉
7	USB 接口连接器

## 插件模块概览

DAQ970A 提供了全套的插件模块选件，以提供优质的测量、切换和控制功能。有关更多详细信息，请参见 [模块概述](#)。

DAQ970A 支持的模块包括：

- DAQM900A 20 通道 FET 多路复用模块
- DAQM901A 20 通道衔铁式多路复用模块
- DAQM902A 16 通道舌簧式多路复用模块
- DAQM903A 20 通道制动器/通用开关模块
- DAQM904A 4x8 双线矩阵开关模块
- DAQM905A 1:4 双射频多路复用(50 欧姆)模块
- DAQM907A 多功能模块
- DAQM908A 40 通道单端多路复用模块

### 注意

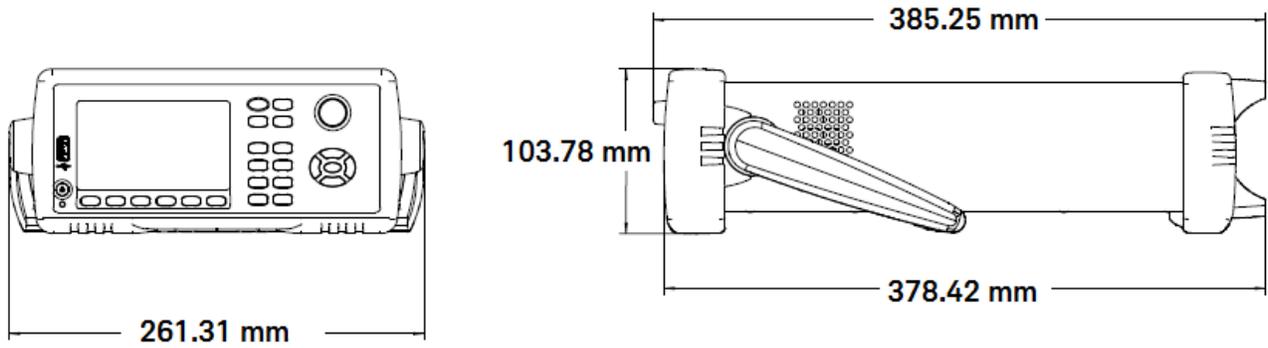
有关所有受支持的模块的完整规格，请参阅位于 <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-3168EN.pdf> 的产品数据表。

---

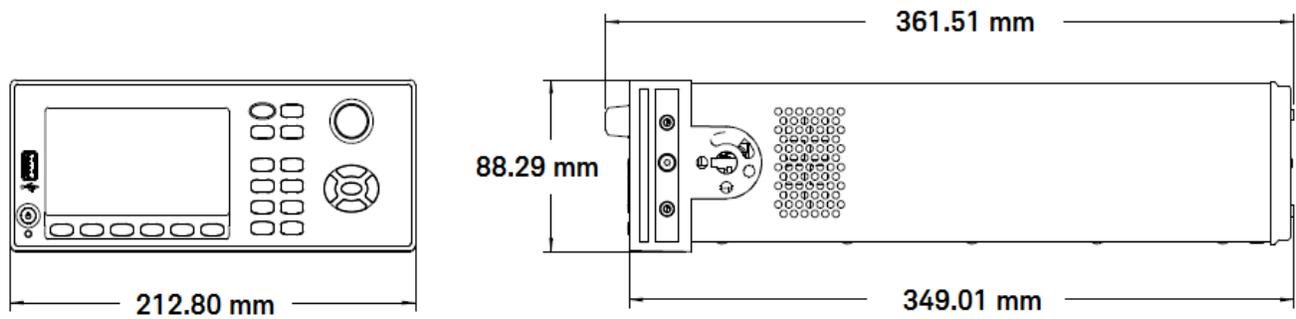
## 1 仪器简介

### 尺寸图

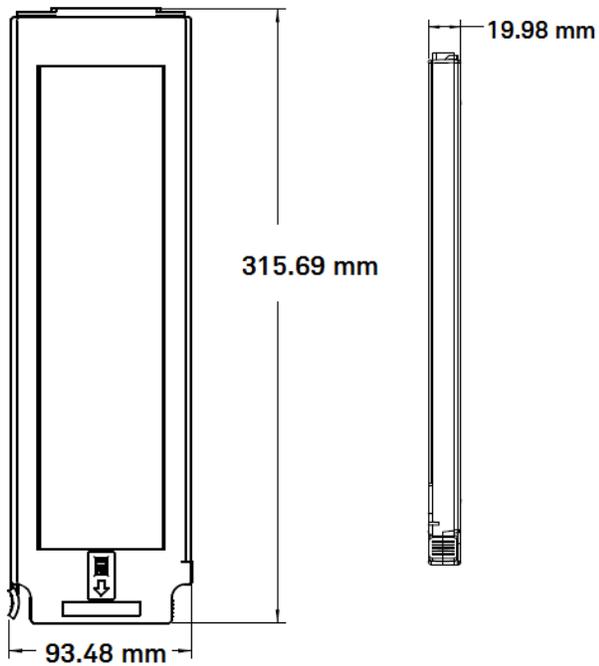
工作台尺寸:



机架尺寸:



模块尺寸:



## 远程接口配置

### 警告

#### 远程操作

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

### 注意

如果启用了安全模式，必须使用正确的安全代码对仪器解锁，才能执行其中的许多操作。有关更多信息，请参见 [安全](#)。

DAQ970A 支持通过两种接口进行远程接口通信：LAN 和 USB。仪器出厂时，这两种接口在开机时都处于“活动”状态。

- **LAN 接口：**默认情况下，DHCP(动态主机配置协议，此协议用于为网络设备分配 IP 地址)处于打开状态，这样就启用了通过 LAN 的通信。借助动态寻址功能，每次连接到网络时，设备可以有不同的 IP 地址。有关更多信息，请参见 [LAN 设置](#)。
- **USB 接口：**使用后面板 USB 接口连接器可通过您的 PC 与仪器进行通信。有关更多信息，请参见 [USB 设置](#)。

## Keysight IO Libraries Suite

### 注意

在继续远程接口配置之前，请确保安装 [Keysight IO Libraries Suite](#)。

Keysight IO Libraries Suite 是免费仪器控制软件的集合，可自动发现仪器，并允许您通过 LAN 和 USB 接口控制仪器。有关更多信息或要下载 IO Libraries，请转到 [www.keysight.com/find/iosuite](http://www.keysight.com/find/iosuite)。

## LAN 设置

以下各节介绍主要的前面板 LAN 配置功能，包括适用的 SCPI 命令。有关所有 LAN 配置命令，请参见《DAQ970A 编程指南》中的“SYSTem 子系统 - 远程接口配置命令”。

### 注意

有些 LAN 设置要求您关闭再打开电源以激活它们。如果是这样，仪器会短暂地显示一条消息。所以，在更改 LAN 设置时，请仔细查看显示屏。

## 启用或禁用 LAN 接口

前面板	远程接口
按 [Home] > User Settings > I/O > LAN 将软键设置为打开或关闭	SYSTem:COMMunicate:ENABle {OFF   ON}, LAN

## 查看 LAN 状态、MAC 地址和当前的 LAN 配置设置

启用 LAN 接口后，您可以从前面板上查看 LAN 状态、MAC 地址和当前的 LAN 配置设置。LAN 状态可能不同于前面板配置菜单设置，这取决于网络配置。如果两者的设置不同，是因为网络已自动分配自己的设置。如果仪器进入远程模式，则会禁用所有 LAN 更改，并且显示屏将转到其他屏幕。如果 LAN 重新启动，则“Re-selecting with LAN Settings”页面将显示新的设置。

## 1 仪器简介

前面板	远程接口
按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings	(无)

### 修改设置

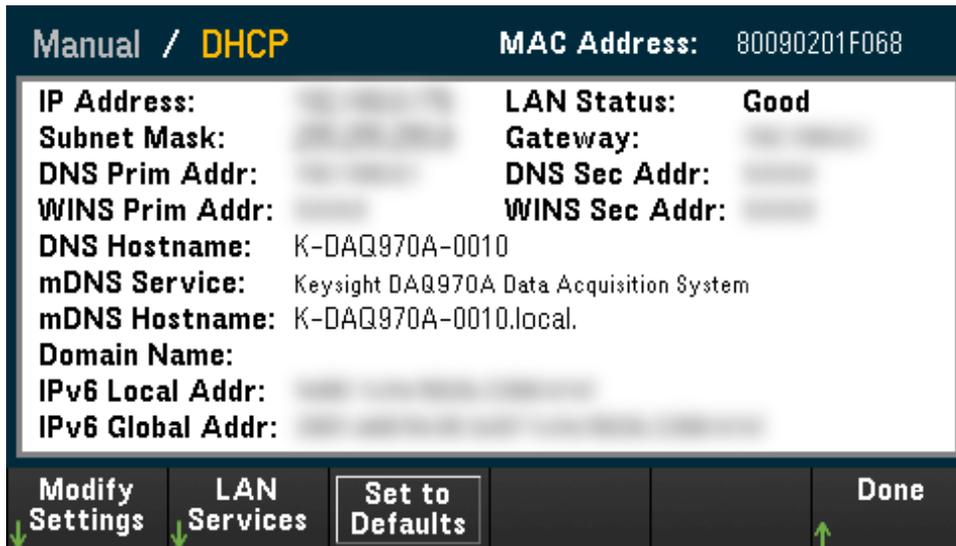
在出厂时，仪器的预配置设置应在大多数 LAN 环境中有效。要手动配置 LAN 设置，请执行以下操作：

#### Manual/DHCP

DHCP 可自动为 LAN 设备分配动态 IP 地址。这通常是配置 LAN 的最简单的方法。这是非易失性设置；不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设(SYSTEM:PRESet 命令)而改变。启用 DHCP 将会禁用 Manual 设置，反之亦然。

前面板	远程接口
按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:DHCP {OFF ON}

要启用 DHCP，请执行以下操作：



步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 DHCP。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:DHCP ON
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:UPDate

要禁用 DHCP，请执行以下操作：

**Manual / DHCP** MAC Address: 80090201F068

<b>IP Address:</b>	169.254. 9. 70	<b>LAN Status:</b>	Good
<b>Subnet Mask:</b>		<b>Gateway:</b>	
<b>DNS Prim Addr:</b>		<b>DNS Sec Addr:</b>	
<b>WINS Prim Addr:</b>		<b>WINS Sec Addr:</b>	
<b>DNS Hostname:</b>	K-DAQ970A-0010		
<b>mDNS Service:</b>	Keysight DAQ970A Data Acquisition System		
<b>mDNS Hostname:</b>	K-DAQ970A-0010.local.		
<b>Domain Name:</b>			
<b>IPv6 Local Addr:</b>			
<b>IPv6 Global Addr:</b>			

<b>Manual DHCP</b>	<b>Host Name</b>	<b>IP Address</b>	<b>Subnet Mask</b>	<b>Done</b>	<b>More</b> 1 of 3
<b>Gateway</b>	<b>Primary DNS</b>	<b>Second DNS</b>		<b>Done</b>	<b>More</b> 2 of 3
<b>Primary WINS</b>	<b>Second WINS</b>	<b>Service mDNS</b>		<b>Done</b>	<b>More</b> 3 of 3

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 Manual。	SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP OFF
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

主机名

IP 地址

子网掩码

网关

主要和辅助 DNS

主要和辅助 WINS

服务 mDNS

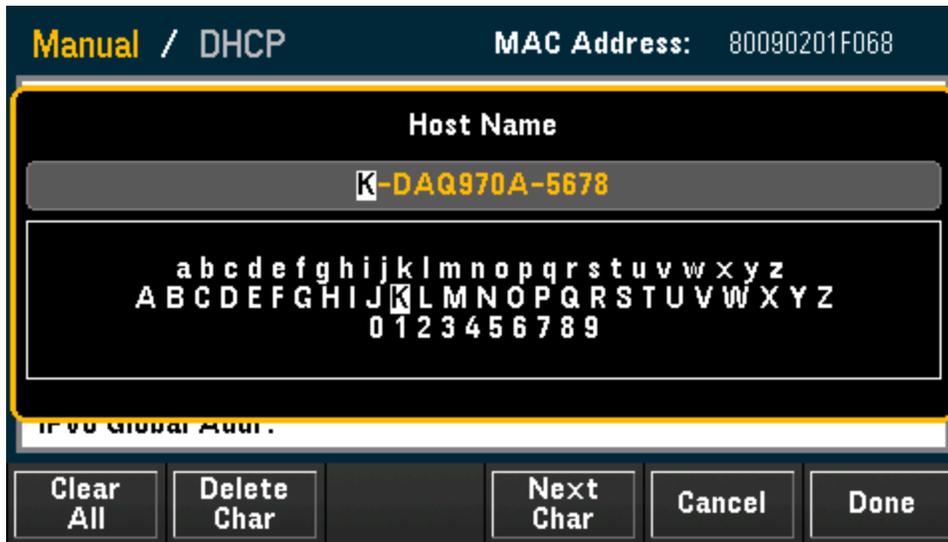
主机名

主机名是转换为 IP 地址的域名的主机部分。

## 1 仪器简介

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 Manual，并按 Host Name 以输入主机名。	SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

每个仪器都附带有默认主机名，其格式如下：**K-型号-序列号**，其中**型号**是指仪器的 7 个字符的型号(例如 DAQ970A)，**序列号**是指设备顶部标签上 10 个字符的仪器序列号的后 5 个字符(例如，如果序列号为 MY12345678，则此处为 5678)。



- 仪器在出厂时都分配有一个唯一的主机名，但您可以更改该名称。该主机名在 LAN 上必须是唯一的。
- 此名称必须以字母开头，其他字符可以是大写或小写字母、数字或短划线“-”。
- 这是非易失性设置；不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设(SYSTem:PRESet 命令)而改变。

## IP 地址

您可以为仪器输入一个以点号表示的四字节整数形式的静态 IP 地址。每个字节为一个不带前置 0 的十进制值(例如，169.254.2.20)。有关更多详细信息，请参阅[关于 IP 地址和点号的详细信息](#)。

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 Manual，并按 IP Address 以设置所需的 IP 地址。	SYSTem:COMMunicate:LAN:IPAddress
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- 如果 DHCP 处于打开状态，它将尝试为仪器分配 IP 地址。如果分配失败，Auto-IP 将尝试为仪器分配 IP 地址。
- 请与您的 LAN 管理员联系，以获取 IP 地址。
- 这是非易失性设置：不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设 (SYSTEM:PRESet 命令)而改变。

## 子网掩码

通过子网划分功能，LAN 管理员可将网络分割以简化管理并使网络流量最小化。子网掩码指示出用于指示子网的主机地址部分。

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 <b>Manual</b> ，并按 <b>Subnet Mask</b> 以设置所需的子网掩码地址。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:SMASK
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:UPDate

- 请与您的 LAN 管理员联系，以获取 IP 地址。
- 这是非易失性设置：不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设 (SYSTEM:PRESet 命令)而改变。

## 网关

网关是一种用于连接网络的网络设备。默认网关设置是仪器的 IP 地址。

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 <b>Manual</b> ，并按菜单的第二个页面中的 <b>Gateway</b> 以设置所需的网关地址。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:GATEway
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTEM:COMMunicate:LAN:UPDate

- 当 DHCP 处于启用状态(出厂默认设置)时，请勿设置网关地址。
- 请与您的 LAN 管理员联系，以获取 IP 地址。
- 这是非易失性设置：不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设 (SYSTEM:PRESet 命令)而改变。

## 主要和辅助 DNS

DNS(域名服务)是一项将域名转换为 IP 地址的 Internet 服务。DNS 服务器地址是执行此项服务的服务器的 IP 地址。

## 1 仪器简介

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 Manual，并按菜单的第二个页面中的 Primary DNS 或 Second DNS 以设置所需的网关地址。	SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[[1 2]] 注意：[[1 2]] 语法指示主要 (1) 或辅助 (2) DNS 服务器地址的类型。
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- 通常，DHCP 可搜索 DNS 地址信息；只有在 DHCP 未在使用中或不起作用时，才需要更改。
- 请与您的 LAN 管理员联系，以获取 IP 地址。
- 这是非易失性设置；不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设(SYSTem:PRESet 命令)而改变。

### 主要和辅助 WINS

WINS(Windows Internet 名称系统)使 Windows 能够识别 TCP/IP 网络上的 NetBIOS 系统。

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 Manual，并按菜单的第三个页面中的 Primary WINS 或 Second WINS 以设置所需的网关地址。	SYSTem:COMMunicate:LAN:WINS[[1 2]] 注意：[[1 2]] 语法指示主要 (1) 和辅助 (2) WINS 服务器地址的类型。
2	如果更改此参数，必须按 [Done] > [Apply Changes]，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- 通常，DHCP 可搜索 WINS 地址信息；只有在 DHCP 未在使用中或不起作用时，才需要更改。
- 请与您的 LAN 管理员联系，以获取 IP 地址。
- 这是非易失性设置；不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设(SYSTem:PRESet 命令)而改变。

### 服务 mDNS

mDNS(多播域名服务)是一项使用选定的命名服务注册的 Internet 服务。

步骤	前面板	远程接口
1	按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Modify Settings。 将第一个软键设置为 Manual，并按菜单的第三个页面中的 Service mDNS 以设置所需的网关地址。	LXI:MDNS:SNAME:DESired

步骤	前面板	远程接口
2	如果更改此参数，必须按 <b>[Done]</b> > <b>[Done]</b> > <b>[Apply Changes]</b> ，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

每个仪器都附带有默认服务名称，其格式如下：

Keysight Technologies\_<型号>\_- 序列号

其中“型号”是指仪器的 7 个字符的型号 (DAQ970A) 和产品名称(数据采集系统)，“序列号”是指设备顶部标签上 10 个字符的仪器序列号的后 5 个字符(例如，如果序列号为 MY12345678，则此处为 45678)。

- 仪器在出厂时都分配有一个唯一的 mDNS 服务名称，但您可以更改该名称。该 mDNS 服务名称在 LAN 上必须是唯一的。
- 此名称必须以字母开头，其他字符可以是大写或小写字母、数字或短划线“-”。
- 这是非易失性设置；不会因关闭再打开仪器电源、出厂重置(\*RST 命令)或仪器预设 (SYSTem:PRESet 命令)而改变。

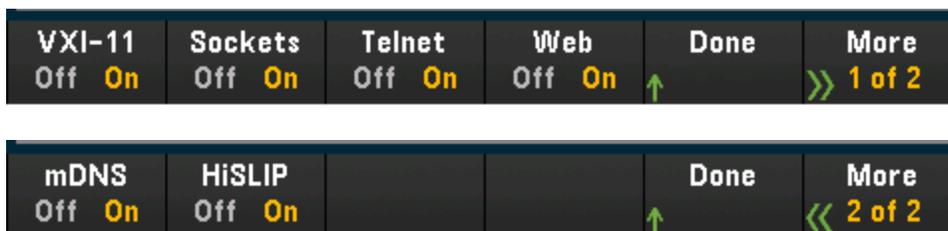
## LAN 重新启动

如果对上述 LAN 设置进行任何修改，都会在按 **Apply Changes** 后重新启动 LAN。此功能将使用所有当前的 LAN 设置重新启动网络。LAN 重新启动不会清除 Web 界面密码。

远程接口：LXI:REStart

## LAN 服务

在仪器上启用 (On) 或禁用 (Off) LAN 服务。



步骤	前面板	远程接口
1	按 <b>[Home]</b> > <b>User Settings</b> > <b>I/O</b> > <b>LAN Settings</b> > <b>LAN Services</b> 按 <b>On</b> 以启用每项设置，或按 <b>Off</b> 以禁用每项设置。	(无)
2	如果更改此参数，必须按 <b>[Done]</b> > <b>[Apply Changes]</b> ，才能使更改生效。	SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

- 有关 VXI-11、套接字和 HiSLIP 协议的信息，请参阅 **Keysight IO Libraries** 帮助。

## 1 仪器简介

- Telnet - 仪器的 Telnet 端口为 5024。通过输入以下命令，可以在 Telnet 连接上打开 SCPI 会话：telnet *IP address* 5024
- Web - 从仪器的 Web 界面中启用或禁用仪器编程。
- mDNS - mDNS 服务适用于未安装传统 DNS 服务器的网络。关闭再打开电源或重置 LAN 始终会启用 mDNS。

## 设置为默认值

此功能可将 LAN 设置重置为各自的出厂默认值。

前面板	远程接口
按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings > Set to Defaults	(无)

## LAN 重置

使用其当前设置重置 LAN，并启用 DHCP 模式和 mDNS 服务。LAN 重置还会清除任何用户定义的 Web 用户界面 (Web UI) 密码。

前面板	远程接口
按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Reset	LXI:RESet

## Web 界面

DAQ970A 包含内置 Web 界面，可通过 Web 浏览器进行远程仪器访问和 LAN 控制。有关更多详细信息，请参阅 [Web 界面](#)。

## 关于 IP 地址和点号的详细信息

使用点号地址(即“nnn.nnn.nnn.nnn”，其中“nnn”是 0 到 255 之间的字节值)时必须小心，因为大多数 PC Web 软件会将带有前置 0 的字节值解析成八进制(基数 8)数。例如，“192.168.020.011”实际上相当于十进制的“192.168.16.9”，因为以八进制表示的“.020”被解析成“16”，“.011”被解析成“9”。为避免混淆，字节值应只使用 0 到 255 之间的十进制值，且不带前置 0。

## USB 设置

USB Settings 可以配置前面板 USB(存储)和后面板 USB(连接)连接器。



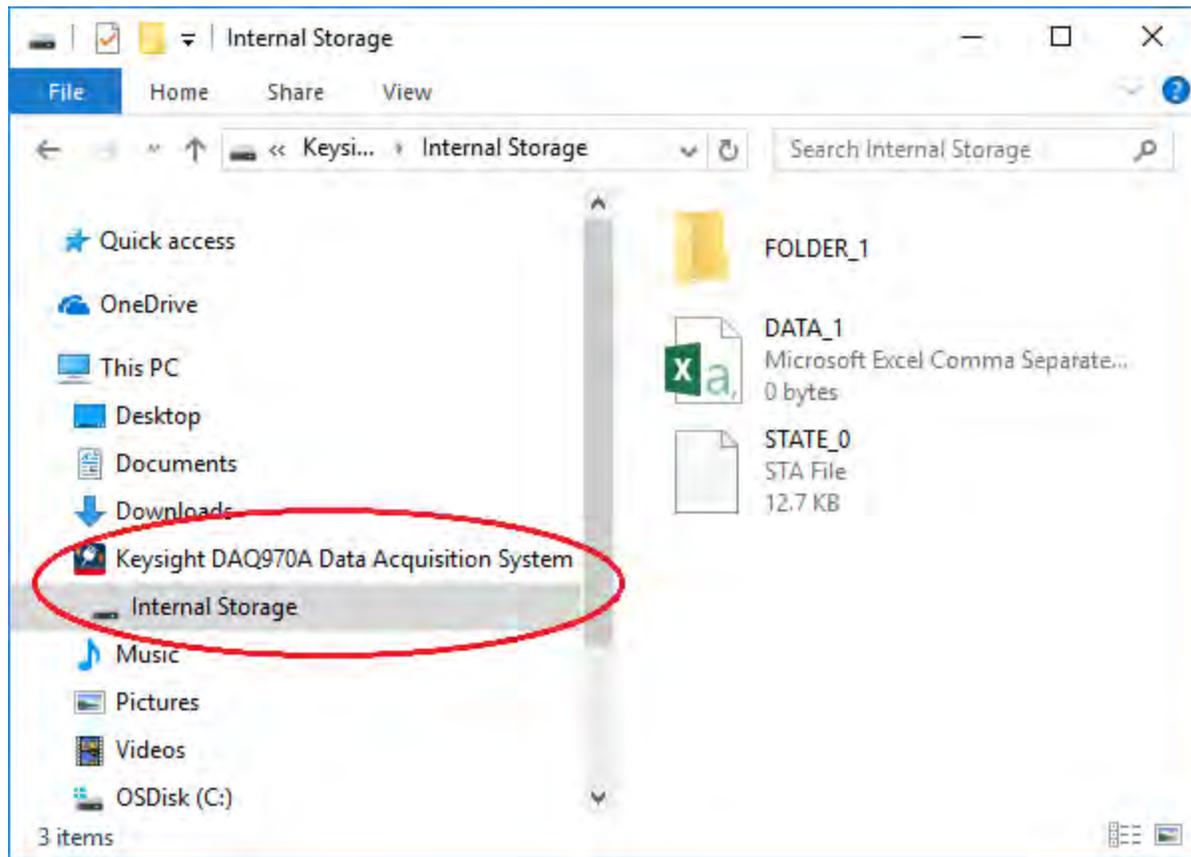
前面板	远程接口
按 [Home] > User Settings > I/O > USB Settings	SYSTem:COMMunicate:ENABLE {OFF   ON}, USB

## USB SCPI

USB SCPI 可以在后面板上启用 (On) 或禁用 (Off) 仪器的 USB 控制端口。更改接口状态后，必须关闭再打开仪器电源，才能使更改生效。禁用后，无法在 Keysight IO Libraries Connection Expert 实用程序中配置接口。

### 轻松文件访问(“File Access”软键)

借助**轻松文件访问**功能，您可以轻松地在仪器和您的 PC 之间传输文件。只需将仪器上的后面板 USB 控制端口连接到您的 PC 上的 USB 端口，然后使用您的 PC 上显示的窗口将文件从仪器复制到您的 PC。



您可以使用您的 PC 的标准文件管理功能将文件从仪器复制到您的 PC。

#### 注意

要在通过 USB 接口 (USB SCPI) 使用 SCPI 对仪器进行远程编程的同时使用轻松文件访问功能，必须在您的 PC 上安装 Keysight IO Libraries Suite 16.3 或更高版本。您可以访问以下网址下载最新版本：

[www.keysight.com/find/iosuite](http://www.keysight.com/find/iosuite)。

要在运行 Windows XP 操作系统的 PC 上使用轻松文件访问功能，请确保您安装了 Microsoft Windows Media Player 11 for Windows XP SP1，或者正在使用 Microsoft Windows XP SP2、SP3 或更高版本的 Windows 系统。您可以访问以下网址下载此软件：

[www.microsoft.com/en-us/- download/details.aspx?id=8163](http://www.microsoft.com/en-us/- download/details.aspx?id=8163)。

### Show USB ID

显示 VISA 编程应用程序中使用的 USB 地址字符串。

## 1 仪器简介

### 技术连接详细信息

在大多数情况下，您可以通过 IO Libraries Suite 或 Web 接口轻松地连接到仪器。在某些情况下，了解下列信息可能有所帮助。

接口	详细信息
LAN	VISA 字符串：TCPIP0::<IP 地址>::inst0::INSTR 示例：TCPIP0::192.168.10.2::inst0::INSTR
Web 界面	端口号 80，URL http://<IP 地址>/
USB	USB ID 的格式为 USB0::<供应商 ID>::<产品 ID>::<序列号>::0::INSTR 示例：USB0::0x2A8D::0x0902::MY55160003::0::INSTR

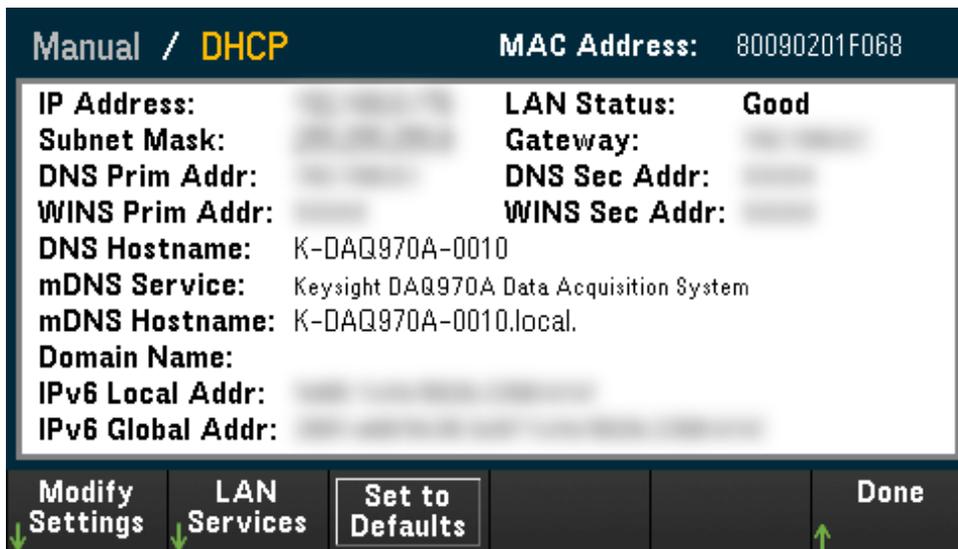
## LAN 配置过程

您可能需要设置几个参数以使用 LAN 接口来建立网络通信。主要是需要建立一个 IP 地址。在使用 LAN 接口建立通信的过程中，您可能需要与您的网络管理员联系以获取帮助。

### 注意

如果启用了安全模式，必须使用正确的安全代码对仪器解锁，才能执行其中的许多操作。有关更多信息，请参见[安全](#)。

1. 按 [Home] > User Settings > I/O > LAN Settings。
2. 您可以选择 **Modify Settings** 以更改 LAN 设置，选择 **LAN Services** 以在仪器上启用 (On) 或禁用 (Off) LAN 服务，或选择 **Set to Defaults** 以将 LAN 设置恢复为出厂默认设置。



3. 要更改设置，请按 **Modify Settings**。要访问此屏幕上的大多数项目，请使用第一个软键从 DHCP 切换到 **Manual**。在 DHCP 打开的情况下，在您将仪器与网络进行连接时，IP 地址将由 DHCP(动态主机配置协议)自动设置，前提是已找到 DHCP 服务器，且该服务器能够进行此设置。如果需要，DHCP 还会自动处理子网掩码、网关地址、DNS、WINS 和域名。这通常是为您的仪器建立 LAN 通信的最简单的方法；您需要做的就是使 DHCP 保持打开状态。有关详细信息，请与您的 LAN 管理员联系。

#### 4. 建立“IP 设置”。

如果未使用 DHCP(第一个软键设置为 **Manual**)，则必须建立 IP 设置，包括 IP 地址，可能还会有一个子网掩码和网关地址。IP Address 和 Subnet Mask 软键在主屏幕上。按 **More** 可配置其他设置。

请向您的网络管理员询问要使用的 IP 地址、子网掩码和网关。所有 IP 地址都采用点号分隔的形式“nnn.nnn.nnn.nnn”，其中的每个“nnn”均为 0 到 255 之间的字节值。您可以使用旋钮或前面板箭头键输入一个新的 IP 地址。**不要输入前置 0。**

## 1 仪器简介

### 5. 配置“DNS 设置”(可选)。

DNS(域名服务)是一项将域名转换为 IP 地址的 Internet 服务。请询问您的网络管理员是否正在使用 DNS, 如果正在使用, 请询问使用的主机名、域名及 DNS 服务器地址。

- a. 设置“主机名”。按 **Host Name** 并输入主机名。主机名是转换为 IP 地址的域名的主机部分。使用前面板箭头键选择并更改字符, 以字符串的形式输入主机名。主机名中可以包含字母、数字和短划线("-)。
- b. 设置“DNS 服务器”地址。在 LAN 配置屏幕中, 按 **More** 以转到第二组软键(共三组)。

输入 **Primary DNS** 和 **Second DNS**。有关详细信息, 请与您的网络管理员联系。

## 固件更新

**小心**

在更新期间，请勿关闭仪器。

1. 按 [Home] > Help > About 以确定当前安装的固件修订版。
2. 转到 [www.keysight.com/find/DAQ970Afirmware](http://www.keysight.com/find/DAQ970Afirmware) 以查找最新的固件修订版。如果该修订版与您仪器上安装的修订版匹配，则不需要继续执行此过程。否则，请下载固件更新实用程序和固件的 ZIP 文件。详细的固件说明在下载页面上的“固件更新实用程序说明”中。
3. 解压缩 ZIP 文件，并使用固件更新实用程序来准备运行包含更新固件的 USB 驱动器。
4. 将 USB 驱动器连接到仪器前面板，然后按 [Utility] > Admin > Firmware Update 更新此固件。如果启用了安全模式，请在安装固件之前使用安全代码为仪器解锁。

**重要提示：**为了从远程更新仪器固件，\*IDN? 响应中的型号必须与实际仪器型号相符。如果已将仪器的 \*IDN? 响应更改为其他仪器，则在尝试从远程更新固件时，您会看到以下错误：“The instrument is not supported by this firmware file”。要更新固件，可以使用前面板操作过程更新，也可以从远程更新，使用 SYSTem:PERSonA:MODel 将 \*IDN? 设置为与实际型号相符，更新固件，然后再次使用 SYSTem:PERSonA:MODel，将 \*IDN? 响应设置为其他型号。

## 1 仪器简介

### 联系 Keysight Technologies



您可以联系 Keysight Technologies 以获取保修、服务或技术支持。

美国：(800) 829-4444

欧洲：31 20 547 2111

日本：0120-421-345

访问 [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist) 以联系 Keysight 世界各地办事处，或联系您的 Keysight Technologies 代表。

## 2 快速入门

准备要使用的仪器

模块线路连接和安装

连接电源和 I/O 电缆

使用内置帮助系统

调整提手

在机架中安装仪器

Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件

## 2 快速入门

### 准备要使用的仪器

验证是否已收到以下物品。如果缺少某项物品，请联系离您最近的 Keysight 销售处或 Keysight 授权经销商。

- 电源线(适用于目的地所在国家/地区)
- 校准证书(可选)
- 补充文档包
- USB 2.0 电缆
- 一个 J 型热电偶和一把平口螺丝刀
- Keysight IO Libraries Suite 软件 CD

可从 [www.keysight.com/find/benchvue](http://www.keysight.com/find/benchvue) 上下载 Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件。

您订购的所有插件模块均以单独的货运包装箱形式提供。订购 DAQM905A 1:4 双射频多路复用器 (50 欧姆) 模块时，还会提供一个附加电缆套件 (50 欧姆)。

可从 [www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals](http://www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals) 上获得最新的产品文档。

## 模块线路连接和安装

### 警告

为防止电击，请仅使用额定值达到施加于任何通道的最高电压的电线。

在卸下模块外壳之前，请关闭连接到模块的外部设备的所有电源。

当任何通道连接到危险的电压源时，应将模块中的所有通道视为存在危险。

当任何通道连接到危险的电压源时，模块中所有通道线路的额定值应达到施加的最高电压。

当任何通道连接到危险的电压源时，连接到模块上其他任何通道的热电偶应具有额定值达到最高电压的绝缘材料，或者添加额外的绝缘材料以使额定值达到最高电压，并且应使用额定值达到施加的最高电压的导热膏或导热带与导电零件隔离。

当接受测试的设备连接到信号源时，切勿安装、移动或卸下任何热电偶。

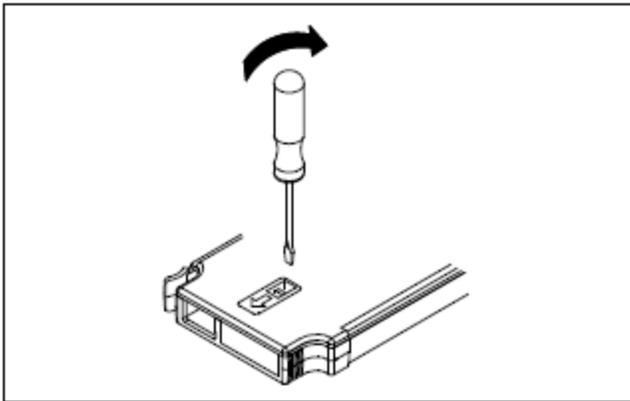
当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

### 小心

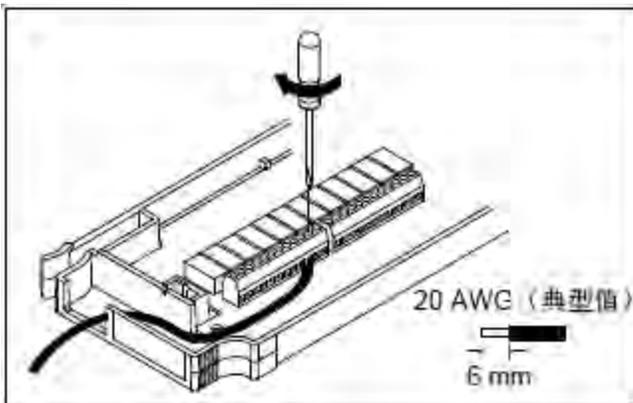
在通电期间，从后面板上安装或卸载模块的任何操作都会重新引导仪器。

要将接线连接到模块并安装到仪器的后面板，请按照下方所示的五个步骤进行操作：

1. 使用平头螺丝刀向前推，使外壳与模块分离。

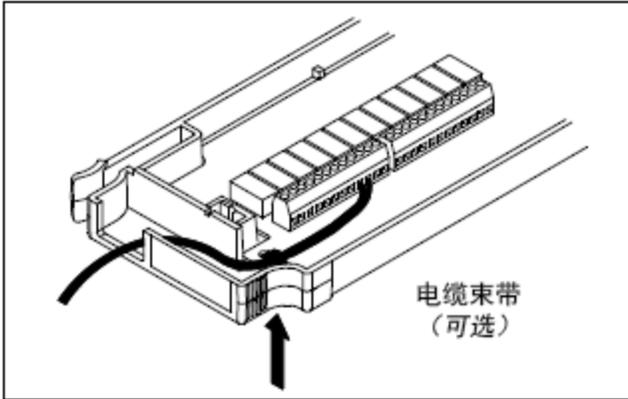


2. 将接线连接到螺丝刀。

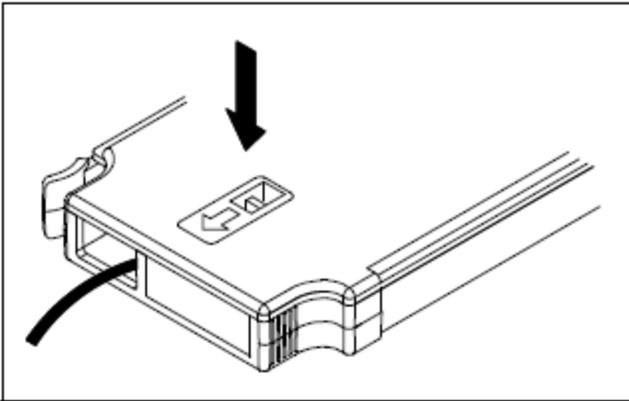


## 2 快速入门

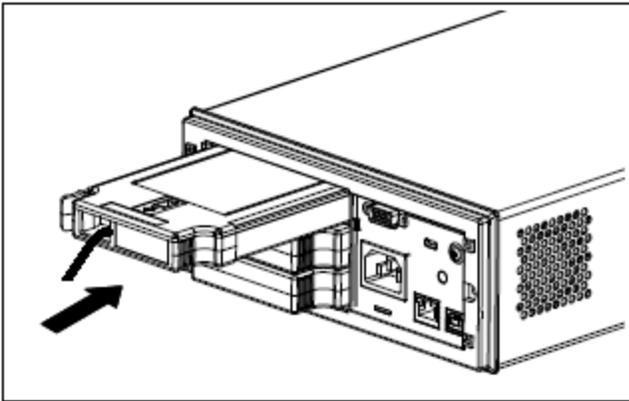
3. 使接线穿过电缆护套。



4. 重新装上模块外壳。

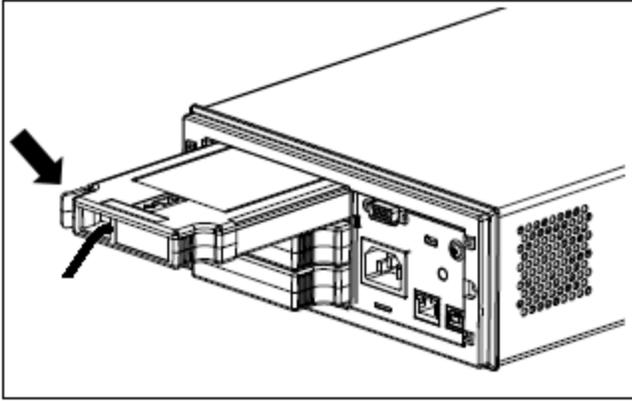


5. 将模块安装到仪器中(在后面板上)。



### 卸载模块

要拔下或更换任何模块，请将位于模块左后方的夹子向内推，然后从后面板上将其拉出。



## 2 快速入门

### 连接电源和 I/O 电缆

#### 打开仪器

在接通仪器的电源之前，请确保所有信号源都已关闭。在仪器通电之后打开信号源。在仪器断电之前关闭信号源。根据需要，连接电源线与 LAN 或 USB 电缆。按前面板上的 **On/Standby** 开关。请注意，此开关仅用于待机目的。要切断仪器的电源，请拔下电源线。如果仪器未打开，请验证电源线是否已牢固连接。

下表显示了在仪器通电时显示的 LED 颜色对应的各种状态：

LED 颜色	仪器状态
LED 熄灭	未连接交流电源。
LED 为琥珀色	仪器已连接交流电源并且在待机模式下。
LED 为绿色	仪器已打开。

#### 开机自检

打开后，仪器会运行开机自检，并且会显示一条关于如何获取帮助的消息，以及当前的 IP 地址。当仪器在所有测量通道都已关闭的情况下执行开机自检时，前面板显示屏将短促地亮起。如果开机自检失败，则屏幕上会显示错误信号器 **ERR**。有关 SCPI 错误代码和错误消息的更多信息，请参见《DAQ970A 编程指南》中的“SCPI 错误消息”。

#### 注意

全面自检的内容比通电时自检的内容更多。有关仪器全面自检过程的更多信息，请参见《DAQ970A 维修指南》。

在启用了自动调整量程的情况下，仪器的默认测量函数是直流电压 (DCV)。

#### 关闭仪器

按住 **On/Standby** 开关大约半秒。这样可防止由于碰到电源开关而意外关闭仪器。

#### 注意

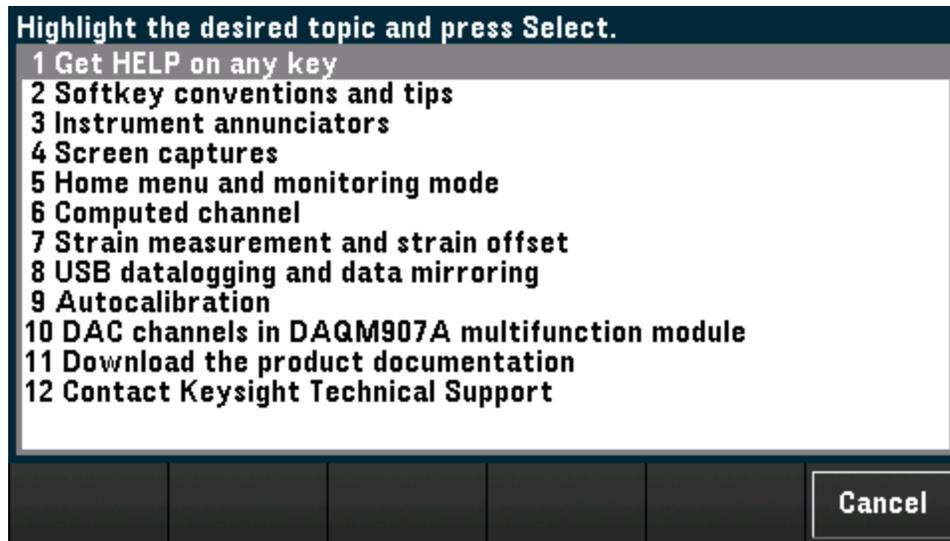
如果通过切断电源关闭仪器(不建议这样做)，重新接通电源后，仪器会立即打开。无需再次按 **On/Standby** 开关。

## 使用内置帮助系统

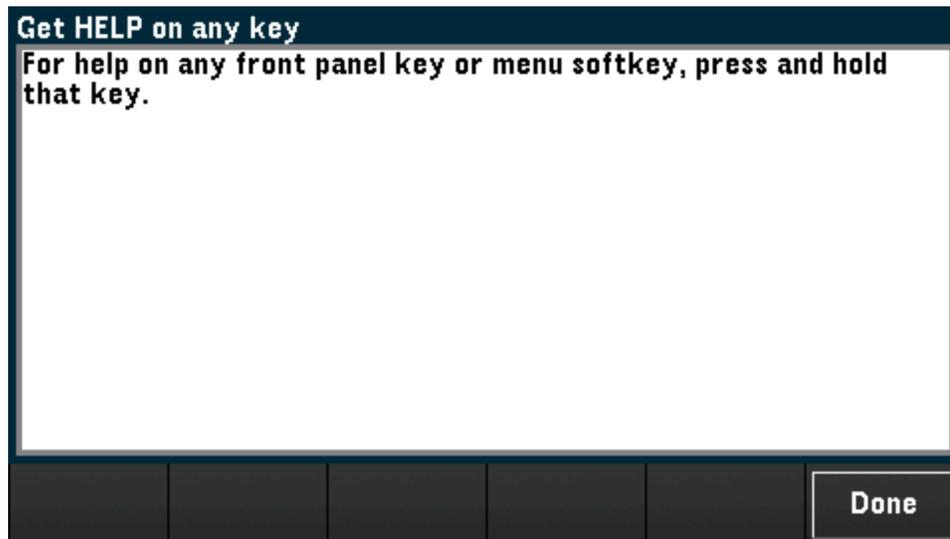
内置帮助系统可提供有关任何前面板键或菜单软键的上下文相关帮助。它还提供帮助主题列表，可帮助您了解仪器。所有消息、上下文相关帮助和帮助主题均以选定语言显示。菜单软键标签未翻译。

### 查看帮助主题列表

按 [Home] > Help > Help Topics 可查看帮助主题列表。使用旋钮或前面板箭头键可突出显示所需主题，按 [Select] 可查看帮助内容。



在本例中，我们选择了 1 Get HELP on any key。系统将显示以下帮助主题：

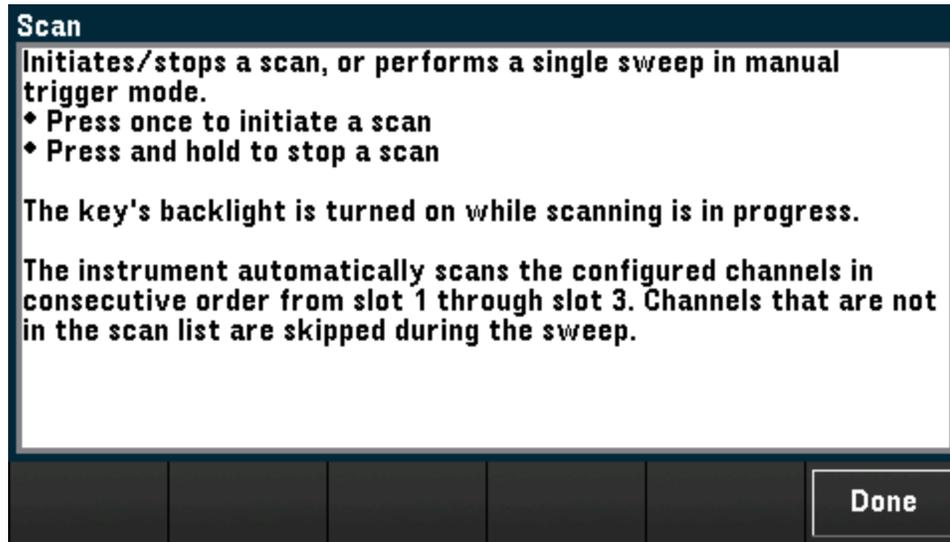


按 Done 可退出帮助。

## 2 快速入门

### 查看前面板键的帮助信息

按住任意前面板键或软键(如 [Scan])可获取上下文相关帮助。如果消息包含的信息超出显示屏的显示范围，可使用旋钮或前面板箭头键加载上一页/下一页。



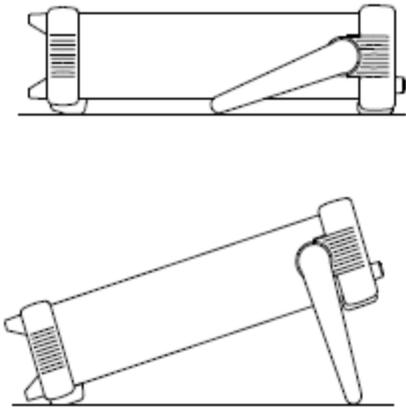
按 Done 可退出帮助。

### 查看仪器信息

按 [Home] > Help > About 可查看仪器信息，如产品序列号、IP 地址(连接到 LAN 接口时)和当前安装的固件修订版。按 Done 可退出。

## 调整提手

提手有三种位置(如下图所示)。要调整提手的位置，抓住提手的两侧向外拉，然后旋转提手。



工作台上查看位置



手提位置

## 2 快速入门

### 在机架中安装仪器

您可以通过订购机架安装套件(部件号如下所示), 将仪器安装在标准的 19 英寸机架机柜中。每个机架安装套件都附带说明和安装硬件。所有相同尺寸的 Keysight System II 仪器均可在机架上安装在 DAQ970A 旁边。

#### 小心

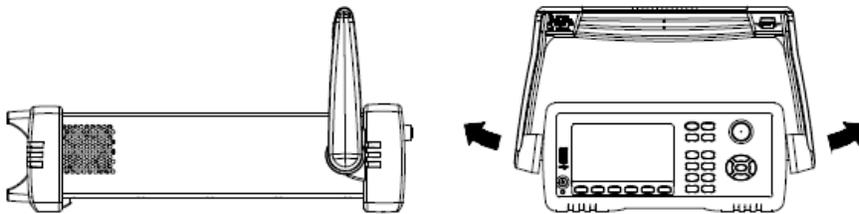
为了防止过热, 请不要阻挡进出仪器的气流。需要在仪器的后面、侧面和底部留出足够的空隙, 以保证内部空气流通。

#### 注意

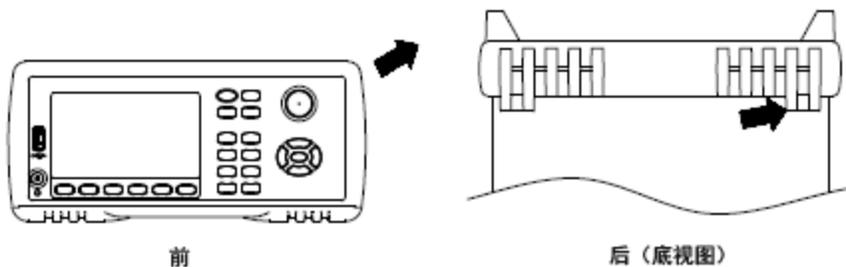
在机架上安装仪器之前, 应卸下提手和前后橡胶减震垫。

#### 卸下提手和减震垫

要卸下提手, 请将其旋转至垂直位置并向外拉提手末端。

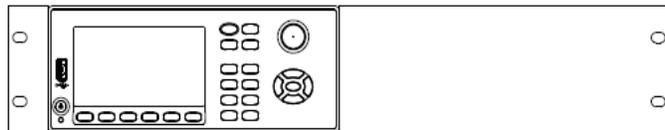


要卸下前后橡胶减震垫, 请拉住一角, 然后将其滑出。



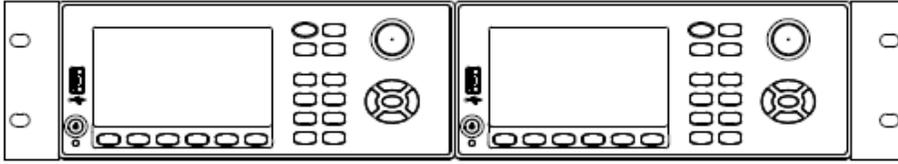
#### 在机架上安装单个仪器

要在机架上安装单个仪器, 请订购适配器套件(部件号: DAQA190A-FG)。



### 在机架上并排安装仪器

要在机架上并排安装两台仪器，请订购锁链套件(部件号：DAQA194A-FG)和法兰套件(部件号：DAQA191A-FG)。务必使用机架机柜内的支撑滑轨。

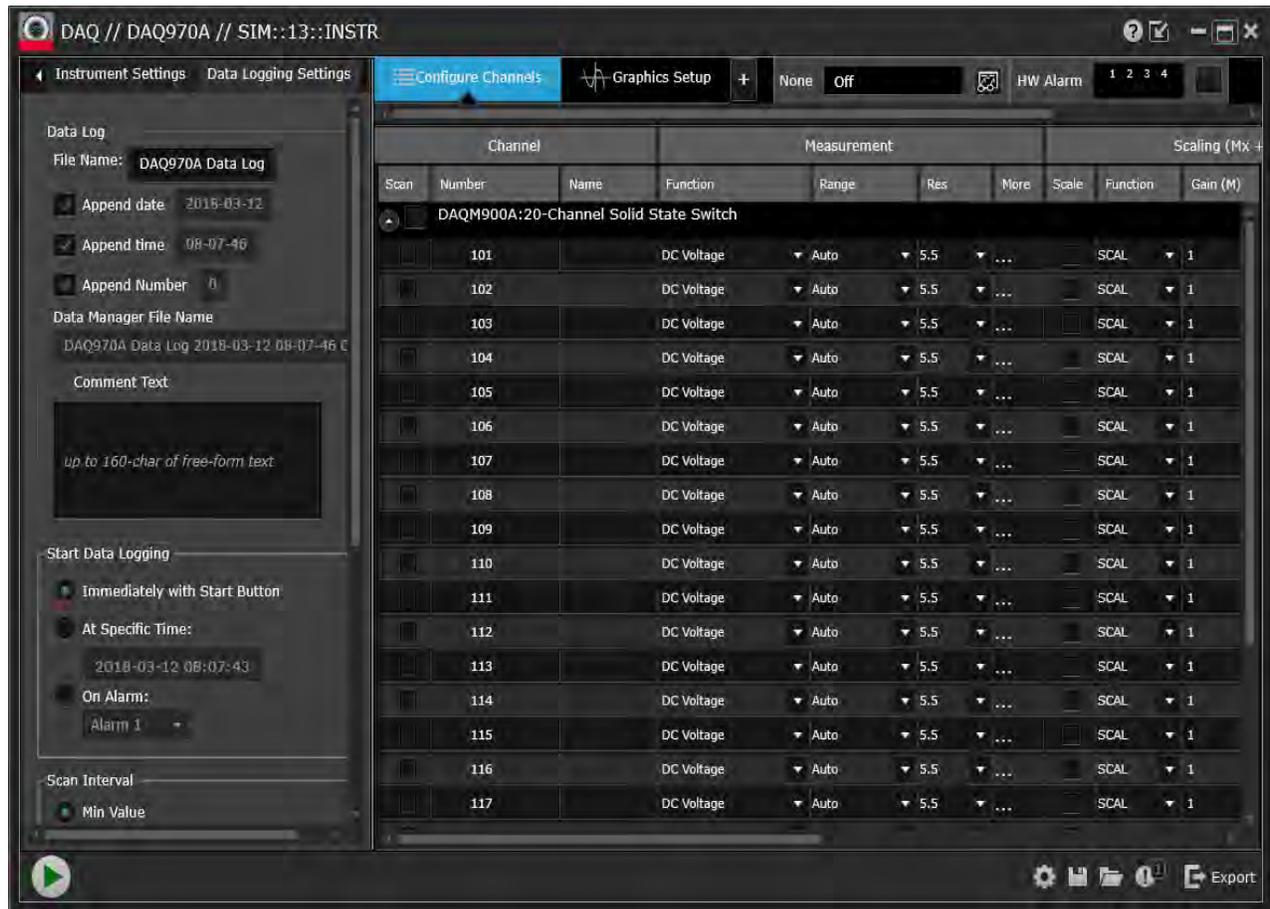


## 2 快速入门

### Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件

Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件是一款基于 Windows 的应用程序，利用该应用程序，可以轻松地将使用仪器和 PC 来收集和分析测量数据。使用此软件可以设置测试、采集和存档测量数据，以及执行测量数据的实时显示和分析结果。可从 [www.keysight.com/find/benchvue](http://www.keysight.com/find/benchvue) 上下载 Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件。

应用程序主屏幕：



### BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件许可

要在 30 天的免费试用期内评估 BenchVue 应用程序，请转到 **BenchVue Application** 视图，单击一次所需的应用程序，然后单击“Start Trial”按钮 – 试用期基于剩余的 *日历日* 天数。试用期结束后，您需要购买该应用程序的软件许可证。Keysight 的灵活许可选项允许您选择最符合自身软件需求的许可证类型和许可期限。有关购买和安装软件许可证的更多信息，请参见 Keysight BenchVue 数据采集 (DAQ) 软件帮助中的 *BenchVue 软件许可选项*。

# 3 特征与功能

系统概述

前面板菜单参考

[Scan] 键

[Monitor] 菜单

[Home] 菜单

[View] 菜单

[Channel] 菜单

[Interval] 菜单

[Math] 菜单

[Copy] 菜单

[Alarm] 菜单

[Utility] 菜单

[Module] 菜单

[Save Recall] 菜单

Web 界面

模块概述

### 3 特征与功能

## 系统概述

本节概述了基于计算机的系统，并对数据采集系统的部件进行了说明。

### 数据采集系统概述

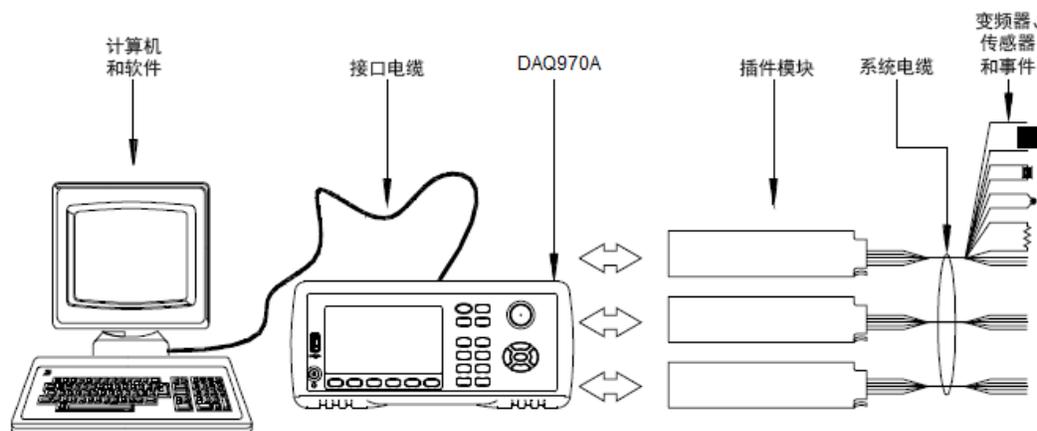
#### 信号发送和切换

#### 测量输入

#### 控制输出

### 数据采集系统概述

您可以将 Keysight DAQ970A 作为一台独立的仪器进行使用，但在许多应用情况下，需要利用内置的 PC 连接功能。下面所示为典型的数据采集系统：



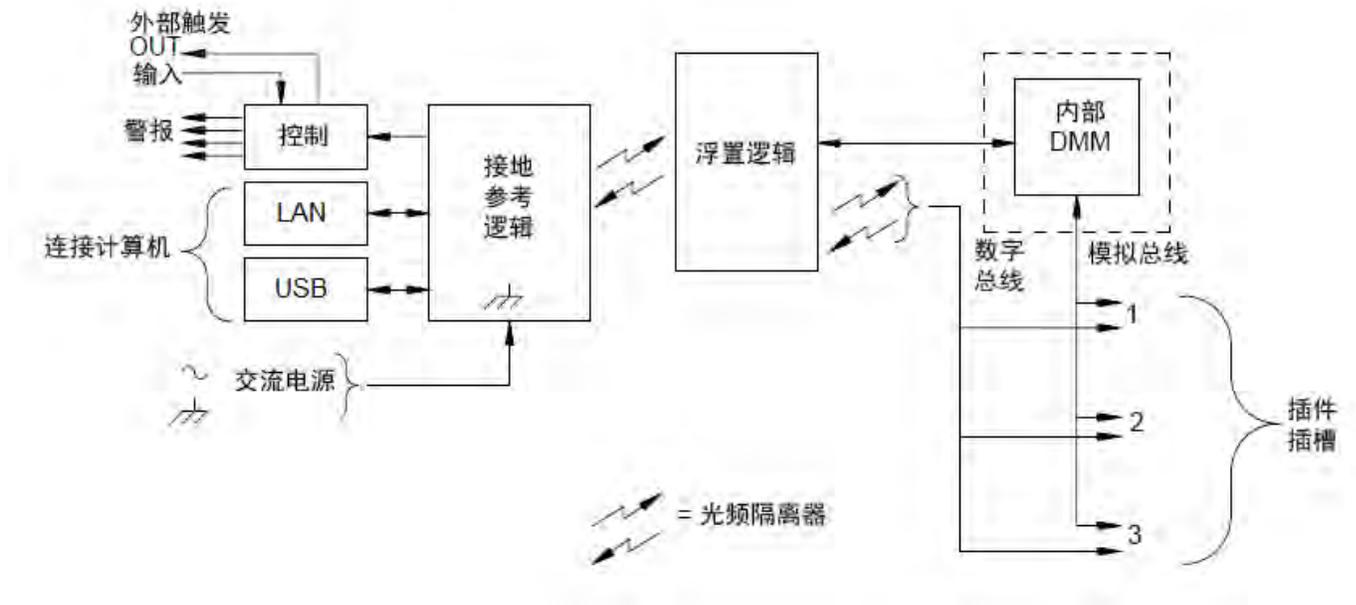
该配置具有以下优点：

- 您可以使用 DAQ970A 执行数据存储、数据缩减、数学计算和以及转换为工程单位。可以使用 PC 轻松地执行配置和数据演示。
- 您可以从嘈杂的 PC 环境中卸除模拟信号和测量传感器，断开它们与 PC 的电缆连接以及接地电缆连接。
- 在执行其他在 PC 上操作的任务时，可以使用一台 PC 监控多台仪器和多个测量点。

### DAQ970A 逻辑电路

如下所示，DAQ970A 的逻辑电路分为两部分：接地参考部分和浮置部分。为了确保测量的准确性和可重复性，这两部分相互隔离。有关接地回路的进一步详细信息，请参阅[因接地回路导致的噪声](#)。

### 3 特征与功能



接地参考电路和浮置电路通过光频隔离数据链路相互进行通信。接地参考部分与浮置部分进行通信，以便连接到 PC。DAQ970A 附有 LAN 和 USB 接口连接。

接地参考部分还提供了四条硬件警报输出线和外部触发线。可以使用报警输出线触发外部报警指示灯、报警器或将一个 TTL 兼容的脉冲发送到控制系统。

浮置部分包含主系统处理器，并控制该仪器的所有基本功能。在这一部分中，仪器将与插件模块进行通信、扫描键盘、控制前面板显示并控制内部 DMM。此外，浮置部分还执行测量标定、监控报警状况、将变频器测量数据转换为工程单位、为已扫描的测量数据加盖时间戳，并将数据保存在非易失性存储器中。

#### 插件模块

DAQ970A 提供全套的插件模块选件，为您提供优质的测量、切换和控制功能。插件模块通过内部隔离数字总线与浮置逻辑模块进行通信。多路复用器模块还通过内部模拟总线连接到内部 DMM。每个模块都有自己的微处理器，可为主机处理器卸载以及最大程度地减少背板通信以加快吞吐速度。有关详细信息，请参阅 [模块概述](#)。

模块编号	常见用途
<b>测量输入</b>	
DAQM900A	使用内部 DMM 扫描和直接测量温度、电压、电阻、频率和电流(仅限 DAQM901A)。
DAQM901A	
DAQM902A	
DAQM907A	数字输入和事件计数。
DAQM908A	使用内部 DMM 扫描和直接测量温度、电压和电阻。
<b>信号发送</b>	
DAQM900A	不适用
DAQM901A	将信号多路传输到外部仪器或从外部仪器接收多路传输信号。
DAQM902A	不适用

模块编号	常见用途
DAQM904A	32 交叉点矩阵切换。
DAQM905A	50 Ω 高频应用 (<2 GHz)。
DAQM908A	不适用
<b>控制输出</b>	
DAQM903A	使用 Form C (SPDT) 开关执行通用切换和控制。
DAQM907A	数字输出和电压 (DAC) 输出。

## 系统电缆

插件模块包含螺旋式接线器，使您可以轻松连接系统电缆。使用何种类型的电缆将信号、变频器 and 传感器连接到模块对于能否成功测量至关重要。有些变频器类型(如热电偶)对于连接的电缆类型具有非常具体的要求。选择线规和绝缘质量时，请务必考虑使用环境。绝缘线通常由 PVC 或 PTFE 等材料制成。下表列出了几种常见的电缆类型及其典型用途。

**注意** 有关绝缘线及其用途的详细信息，请参阅“[系统电缆和连接](#)”。

电缆类型	常见用途	备注
热电偶延长导线	测量热电偶。	适用于特定的热电偶类型。此外，还可用于屏蔽电缆以便增强抗噪功能。
双绞线、屏蔽双绞线	测量输入、电压输出、切换和计数。	低频测量输入最常使用的电缆。双绞线可减少共模噪声。屏蔽双绞线还具有额外的抗噪功能。
屏蔽同轴电缆、双屏蔽同轴电缆	切换 VHF 信号。	发送高频信号时最常使用的电缆。适用于特定电阻值(50 Ω 或 75 Ω)。具有出色的抗噪功能。双屏蔽电缆可以加强通道间的隔离防护。要求使用特殊的连接器。
扁平带状电缆、双绞线带状电缆	数字输入/输出	通常与大量终端接连接器组合使用。这些电缆的抗噪能力较差。

## 变频器和传感器

变频器和传感器可将物理量转换为电量。该仪器将测量电量，并在之后将测量结果转换为工程单位。例如，测量热电偶时，该仪器将测量直流电压，并采用数学方式将其转换为以 °C、°F 或 K 为单位的相应温度。

测量	典型的变频器类型	典型的变频器输出
温度	热电偶	0 mV 至 80 mV
	RTD	从 5 Ω 至 500 Ω 的双线电阻或四线电阻
	热敏电阻	从 10 Ω 至 1MΩ 的双线电阻
电压	固态	±10 DVC
电流	旋转类型	4 mA 至 20 mA
	热敏类型	

### 3 特征与功能

测量	典型的变频器类型	典型的变频器输出
应变	电阻元件	从 10Ω 至 10kΩ 的四线电阻
事件	限制开关 光频计数器 旋转编码器	0V 或 5V 脉冲序列
数字	系统状态	TTL 兼容的电平

#### 报警限值

DAQ970A 提供了四种警报输出，您可以对其进行配置，以便在扫描过程中某通道上的读数超过指定限值时向您发出报警。可在扫描列表中为任何配置的通道分配一个高限值、一个低限值或者这两个值。您可以为四种可用警报(编号为 1 到 4)中的任何一种分配多个通道。例如，您可以将仪器配置为当通道 103、205 或 320 中的任何一个超过限制值时在报警 1 上生成报警。

也可以将报警分配给多功能模块上的通道。例如，在数字输入通道上探测到特定位码型或位码型更改时，又或者在积算器通道上达到特定计数时生成报警。使用多功能模块后，无需将通道加入扫描列表，即可生成警报。

#### 信号发送和切换

DAQ970A 附带的插件模块具有切换功能，可为测试系统提供灵活性和可扩展性。使用切换插件模块，可以在测试系统中接收和发送信号，并可多路传输到内部 DMM 或外部仪器。

继电器是一种易于出现磨损故障的机电设备。它的使用寿命或发生故障前的实际操作次数取决于它的使用方式 - 承受的负载、切换频率和环境。DAQ970A 继电器维护系统将自动对该仪器中每个继电器的循环进行计数，并将总数存储在每个切换模块中的非易失性存储器中。使用此功能，可以跟踪继电器的故障，并预测系统维护要求。

#### 切换拓扑

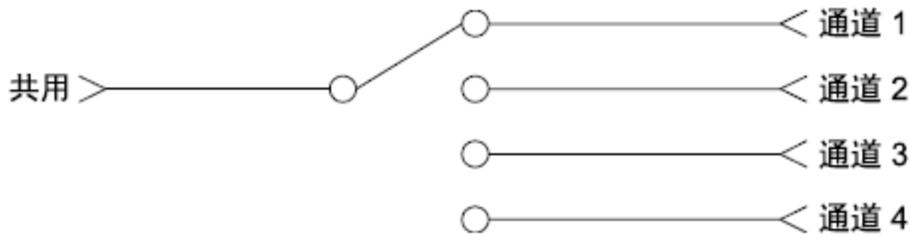
在不同的应用情况下，多个切换插件模块可与不同的拓扑配合工作：

切换拓扑	插件模块
多路复用器	DAQM900A、DAQM901A、DAQM902A、DAQM905A、DAQM908A
矩阵	DAQM904A
Form C(单刀双掷)	DAQM903A

以下各部分内容对上述每个切换拓扑进行了说明。

#### 多路复用器切换

使用多路复用器，可以将多个通道中的某一个连接到共用通道(每次连接一个通道)。下图所示为简单的 4 对 1 多路复用器。多路复用器和测量设备(如内部 DMM)组合使用即会创建扫描仪。有关扫描的详细信息，请参阅“[扫描](#)”。

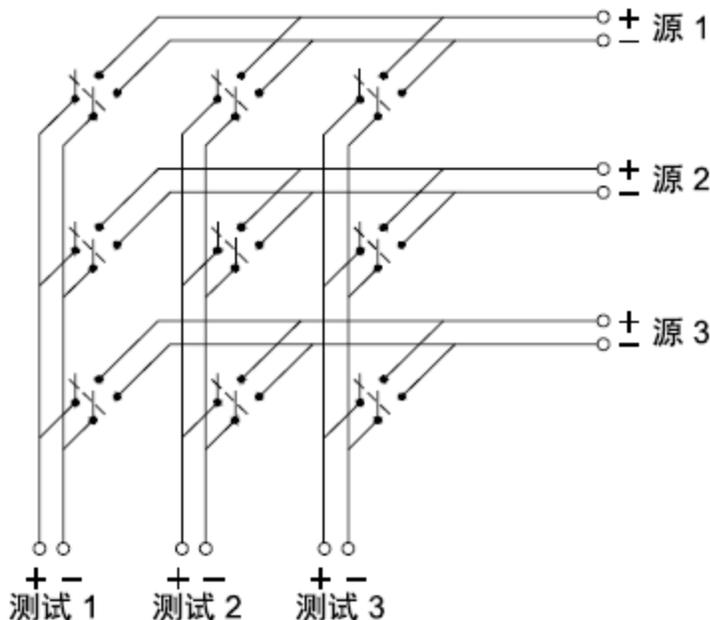


多路复用器可分为以下几种类型：

多路复用器类型	常见用途
单线(单端)	适用于共用 LO 测量数据。有关详细信息，请参阅“ <a href="#">单线(单端)多路复用器</a> ”。
双线	适用于浮置测量数据。有关详细信息，请参阅“ <a href="#">双线多路复用器</a> ”。
四线	适用于电阻和 RTD 测量数据。有关详细信息，请参阅“ <a href="#">四线多路复用器</a> ”。
RF 信号	适用于高达 2.8 GHz 的切换频率的超高频 (VHF)。有关详细信息，请参阅“ <a href="#">RF 信号复用</a> ”。

### 矩阵切换

矩阵开关将多个输入连接到多个输出，因此，其切换功能比多路复用器更加灵活。矩阵仅可用于切换低频信号(低于 10 MHz)。矩阵以行列形式排列。例如，简单的 3×3 矩阵可用于将三个源连接到三个测试点(如下所示)：

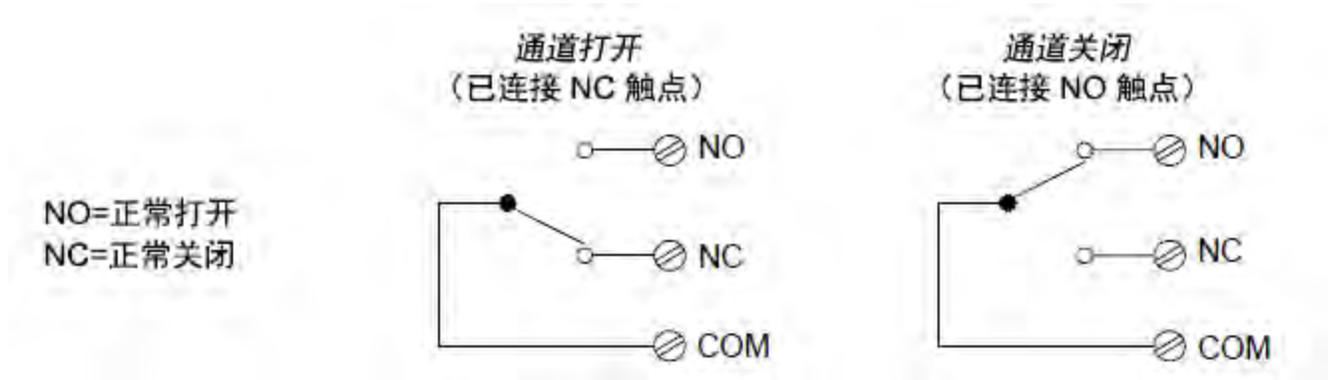


任一信号源均可连接到任一测试输入。请注意，在使用矩阵时，确保这些连接不会造成危险状况或意外状况。

### 3 特征与功能

#### Form C (SPDT) 切换

DAQM903A 包含 20 个 Form C 开关(也称为单刀双掷)。您可以使用 Form C 开关发送信号，但 Form C 开关通常用来控制外部设备。



#### 测量输入

您可在 DAQ970A 的多路复用器通道上使用 DMM(内部或外部均可)创建扫描。在扫描期间，仪器每次将 DMM 连接到已配置的多路复用器通道时，都会在每个通道上进行测量。

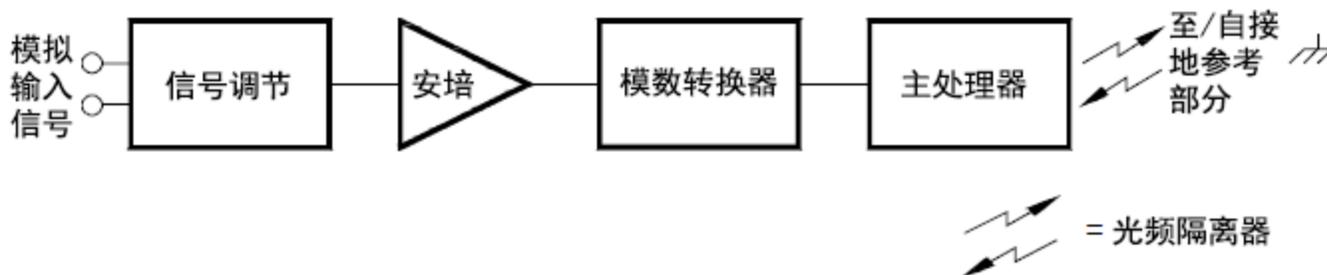
还可以将仪器可“读取”的任何通道加入到扫描中，包括多路复用器通道的温度、电压、电阻、电流、频率或周期测量的任意组合。扫描还会包括读取数字端口、通过感测通道读取或读取多功能模块上的积算器计数。

#### 内部 DMM

变频器或传感器将所测量的物理量转换为可由内部 DMM 测量的电子信号。内部 DMM 提供了以下功能来完成这些测量：

- 温度(热电偶、RTD 和热敏电阻)
- 电压(最高为 300 V 的直流电压和交流电压)
- 电阻(最高为 1GΩ 的双线和四线电阻)
- 电流(最高为 1 A 的直流电和交流电)
- 频率和周期(最高为 300 kHz)

内部 DMM 提供了一个通用输入前端，无需额外进行外部信号调节，即可测量各种变频器类型。内部 DMM 包括信号调节、放大(或衰减)和高分辨率(最高为 22 位)模拟至数字转换器。下面所示为内部 DMM 的简化示意图：



### 信号调节、范围调整和放大

模拟输入信号将以多路传输形式发送到内部 DMM 的信号调节部分中，该部分通常包括切换电路、范围调整电路和放大电路。如果输入信号为直流电压，则信号调节器将由衰减器(适用于高输入电压)和直流电放大器(适用于低输入电压)组成。如果输入信号为交流电压，则该仪器会使用转换器将交流电信号转换为等效的直流电值(真正的 RMS 值)。该仪器通过向未知电阻提供已知直流电流并测量电阻器中的直流电压降来测量电阻。输入信号切换和范围调整电路连同放大器电路一起将输入转换为直流电压，该电压值处于内部 DMM 模拟至数字转换器 (ADC) 的测量范围内。

您可以使用自动范围调整允许仪器自动选择测量范围，也可以使用手动范围调整来选择固定的测量范围。自动调整十分方便，这是因为该仪器将根据输入信号自动为每个测量选择要使用的范围。若要以最快的速度执行扫描操作，请为每个测量使用手动范围调整(由于仪器必须进行范围选择，因此自动范围调整会花费额外的时间)。

### 模拟至数字转换 (ADC)

ADC 从信号调节电路中提取预先标定的直流电压，并将其转换为数字数据，以便在前面板中输出和显示。ADC 管理一些最基本的测量特征。这些特征包括测量分辨率、读取速度和抑制散杂噪声的功能。目前，市场上出现了多种模拟至数字转换技术，但主要可分为两大类型：集成式和非集成式。集成式模拟至数字转换技术测量既定时间间隔内的平均输入值，因此可以抑制多种噪声源。非集成式模拟至数字转换技术则以较短时间间隔内的瞬时输入和噪声值为样本进行操作。内部 DMM 采用集成式 ADC 技术。

### 主处理器

主处理器位于浮置逻辑部分，用来控制输入信号调节、范围调整和 ADC。主处理器可以从接地参考逻辑部分接收命令并将测量结果发送到接地参考逻辑部分。在扫描和控制操作期间，主处理器将同步测量。主处理器使用多任务操作系统来管理不同的系统资源和需求。

主处理器还可校准测量结果、执行  $Mx+B$  标定、监控警报状况、将变频器测量数据转换为工程单位、为已扫描的测量数据加盖时间戳，以及将数据存储在非易失性存储器中。

### 扫描

您可在本仪器的多路复用器通道上使用 DMM(内部或外部均可)创建扫描。在扫描期间，仪器每次将 DMM 连接到已配置的多路复用器通道时，都会在每个通道上进行测量。

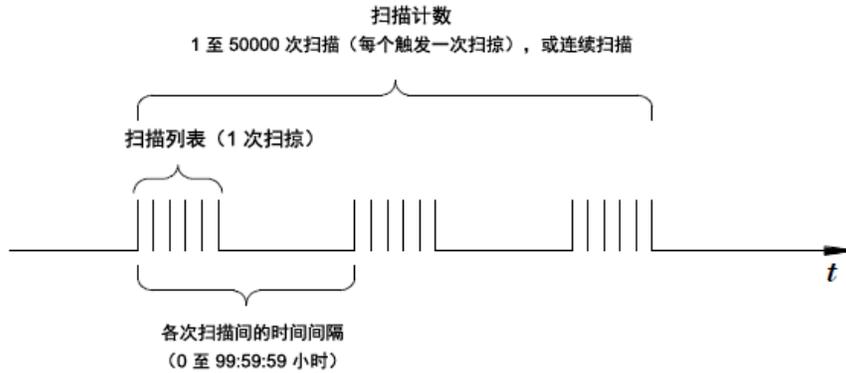
您启动扫描前，必须建立一个扫描列表以包含所有想要的多路复用器或数字通道。未包含在扫描列表中的通道在扫描过程中将被忽略。该仪器将按升序顺序(从插槽 1 至 3)自动扫描通道列表。测量只能在扫描过程中进行，并且只测量扫描列表中列出的通道。

### 3 特征与功能

在扫描期间，您最多可在非易失性存储器中存储 100,000 个读数。仪器只在扫描过程中存储读数，并对所有读数自动添加时间戳。每次开始新扫描时，该仪器均会清除上一次扫描存储在内存中的所有读数。因此，当前存储在存储器中的所有读数都是来自最近的一次扫描。

您可以配置将控制每次扫描开始的事件或动作(扫描是指按照扫描列表完成一次扫描)：

如下所示，您可以将该仪器的内部定时器设置为以特定的时间间隔自动扫描。您还可以设置对扫描列表中各通道执行扫描所间隔的时间。



在前面板中重复按 **[Scan]**，可以手动控制扫描。

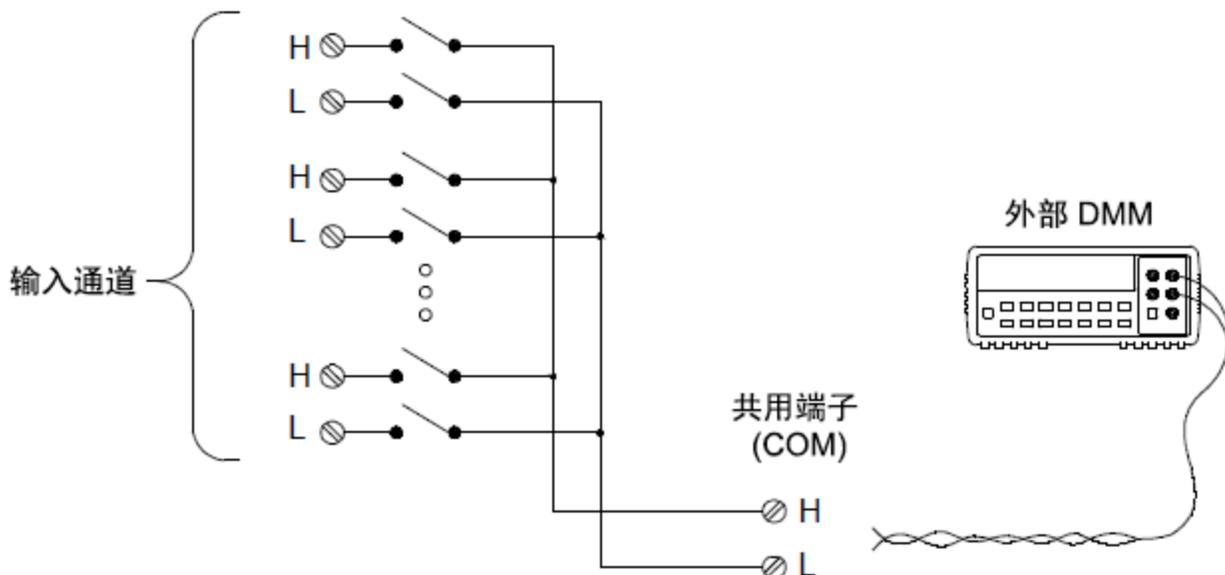
可以通过从远程接口发送软件命令来启动扫描。

可以在收到外部 TTL 兼容的触发脉冲时启动扫描。

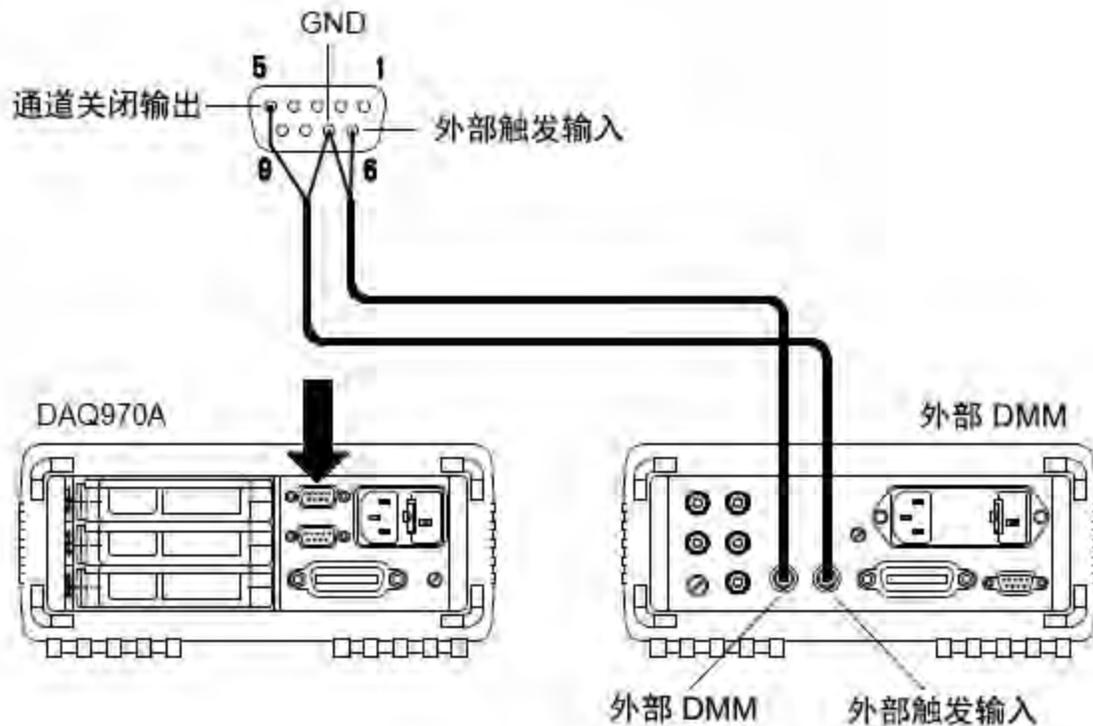
可以在受监控通道中记录了警报状况时启动扫描。

### 使用外部仪器扫描

您可以使用 DAQ970A 进行信号路由或应用控制。如果已安装多路复用器插件模块，则可结合使用 DAQ970A 和外部仪器来执行扫描。您可以将外部仪器(如 DMM)连接到多路复用器 COM 端子。



为了控制使用外部仪器扫描，提供了两条控制线。如果 DAQ970A 和外部仪器配置正确，您可以在这两台仪器之间同步扫描序列。



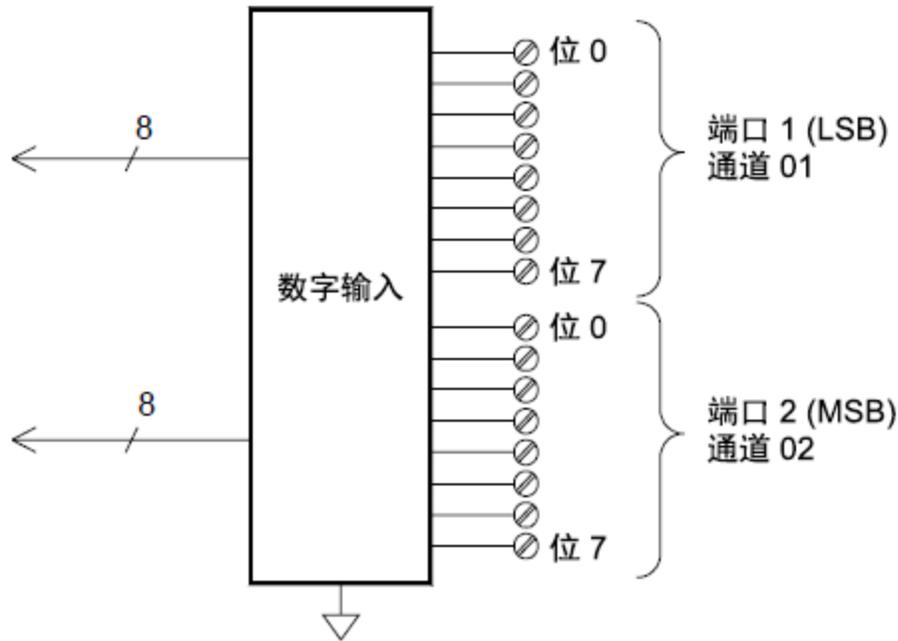
## 多功能模块

多功能模块 (DAQM907A) 为系统额外添加了两个测量输入功能：数字输入和事件积算。

此外，多功能模块还提供了一个双电压输出 (DAC)。有关更多详细信息，请参阅“[变频器 and 传感器](#)”。

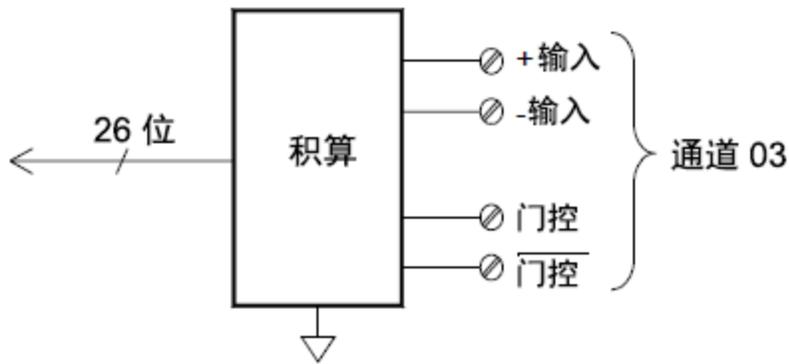
### 数字输入

多功能模块具有两个非隔离的 8 位输入/输出端口，可用来读取数字码型。您可以在端口上读取位的活动状态，也可以对扫描进行配置，使其包括数字读取。每个端口在模块中都有单独的通道号，并且都包含 8 位。您可以将两个端口组合在一起，读取 16 位字。



### 积算器

多功能模块提供了一个 26 位的积算器，该积算器能够以 100 kHz 的速率进行脉冲计数。您可以手动读取积算器计数，也可以对扫描进行配置，使其读取计数。



可以配置积算器来计算输入信号的上升沿或下降沿。

最大计数为 67,108,863 ( $2^{26}-1$ )。在达到最大允许的值之后，计数回滚到“0”。

您可以对积算器进行配置，使其在不影响计数的前提下进行读取，或者在不丢失任何计数的情况下，将计数重置为零。

### 控制输出

除了信号发送和测量之外，您还可以使用 DAQ970A 来提供简单的控制输出。例如，您可以使用制动器模块或数字输出通道控制外部高功率继电器。

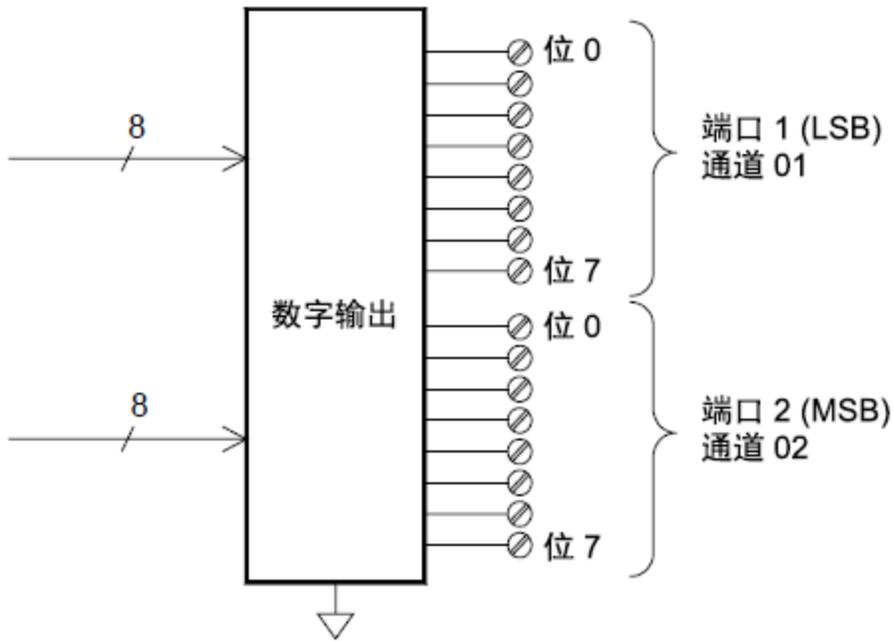
## 多功能模块

多功能模块 (DAQM907A) 为系统额外增加了两个控制输出功能：数字输出和电压 (DAC) 输出。

多功能模块还提供了数字输入和事件积算器功能。有关更多详细信息，请参阅“多功能模块”。

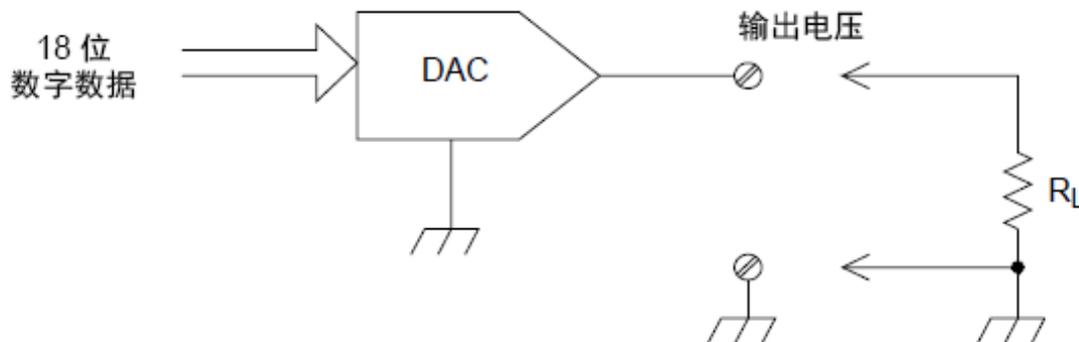
### 数字输出

多功能模块具有两个非隔离的 8 位输入/输出端口，可用来输出数字码型。每个端口在模块中都有单独的通道号，并且都包含 8 位。您可以将两个端口组合在一起，输出 16 位字。



### 电压 (DAC) 输出

多功能模块提供了两种模拟输出，能够使用 18 位分辨率输出介于  $\pm 12\text{V}$  之间的校准电压。每个 DAC(数字至模拟转换器)通道均可用作其他设备的模拟输入控制的可编程电压源。下面所示为简化的示意图：



### 3 特征与功能

您可以将输出电压设置为  $\pm 12\text{ VDC}$  之间的任意值(以  $100\ \mu\text{V}$  作为阶跃)。每个 DAC 均接地参考, 且无法浮置。每个 DAC 通道在输出电压模式期间均可提供最大为  $15\ \text{mA}$  的电流。您也可以将 DAC 设置为恒定电流模式, 以输出介于  $\pm 24\ \text{mA}$  之间的任意值(以  $0.2\ \mu\text{A}$  作为阶跃)。

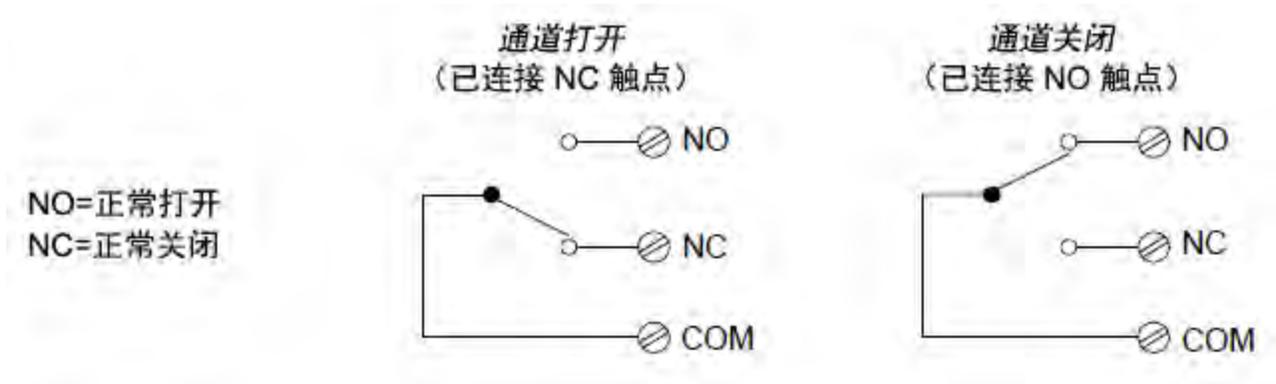
每个 DAC 通道均可提供最大为  $24\ \text{mA}$  的电流。

#### 注意

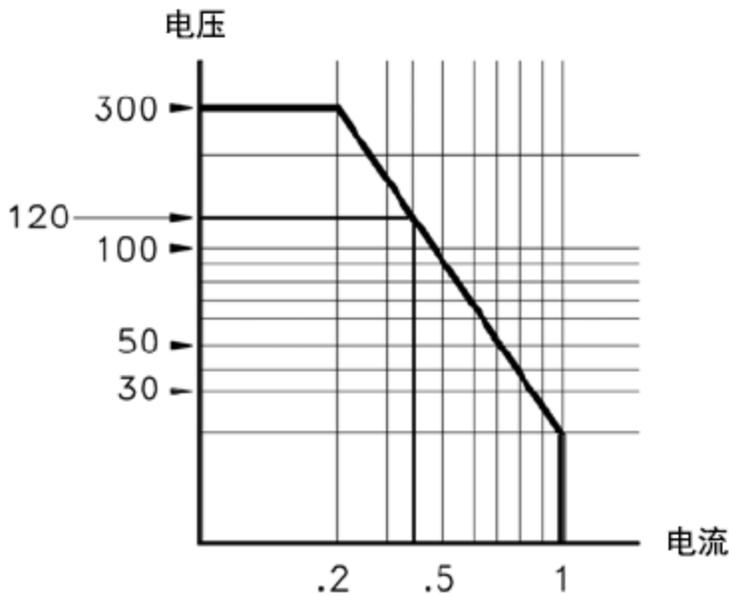
您必须将每个插槽(两个 DAC 通道)的输出电流限制为  $40\ \text{mA}$ 。

### 制动器/通用开关

由于 DAQM903A 制动器经常用来控制外部电源设备, 因此您可将它视为控制输出。制动器提供 20 个独立的、隔离的 Form C (SPDT) 开关。



每个通道可切换高达  $300\ \text{V}$ (均方根)的直流电或交流电。每个开关还可切换最高  $1\ \text{A}$ (均方根)的直流电或交流电, 电流功率最高  $50\ \text{W}$ 。例如, 使用  $120\ \text{V}$  电压时, 可切换的最大电流为  $0.45\ \text{A}$ (如下所示):



对于应用控制功能的情况, 制动器具有以下优势:

比数字输出通道提供更高的额定电压和额定功率。制动器开关还可用来控制电源设备。

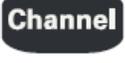
但是，当与高功率设备一起使用时，请避免开关承受过高的电容和电感负载，这一点至关重要，可确保最大限度地延长继电器使用寿命。

有关衰减器的详细信息，请参阅[使用衰减器](#)。

### 3 特征与功能

## 前面板菜单参考

下表汇总了前面板键和菜单结构。

键	说明
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 启动/停止扫描，或在手动触发模式下执行单次扫描。</li><li>• 按一次可启动扫描，按住可停止扫描。</li><li>• 当正在进行扫描时，此键的背光灯会打开。</li><li>• 仪器将按连续顺序(从插槽 1 至 3)自动扫描已配置的通道。扫描过程中，该仪器将跳过未在扫描列表中的通道。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 监视通道的测量数据，这对于排除仪器故障以及观察重要信号很有用。</li><li>• 您可以选择采用数字、条形仪表、趋势图和直方图格式来查看监视测量数据。</li><li>• 启用监视功能时，该键的背光会亮起。监视信号器也会显示，执行监视测量时，采样信号器将闪烁。</li><li>• 要停止监视模式并返回“Home”菜单页面，请在“Monitor”菜单页面上再次按此键。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 测量应变通道上的偏移。</li><li>• 您可以配置四条警报输出硬件线。</li><li>• 以选定的本地语言显示仪器信息和帮助主题列表。</li><li>• 配置各种用户首选项。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 查看扫描的存储器读数。</li><li>• 查看警报队列。</li><li>• 查看错误队列。</li><li>• 查看继电器循环次数。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 为通道添加标签。</li><li>• 关闭或打开切换通道上的开关。</li><li>• 选择测量函数。</li><li>• 选择测量量程或自动调整量程。</li><li>• 选择积分时间。</li><li>• 配置高级测量功能。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 配置开始每次扫描的触发源或扫描的时间间隔，以及扫描过程中的扫描次数。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 配置当前通道上的测量标定(<math>mX+b</math>、%、dBm 或 dB)。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 将测量配置从选定的通道复制到其他通道。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 配置选定通道上的警报。本仪器中有四种可配置的警报。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 自检。</li><li>• 校准。</li><li>• 自动校准。</li><li>• 仪器安全 (NISPOM)。</li><li>• 固件更新。</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 模块的扫描列表的概述。</li><li>• 执行模块重置。</li><li>• 为模块添加标签。</li></ul>

键	说明
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 保存和调用仪器状态文件(扩展名为 .sta)和首选项文件(扩展名为 .prf)。</li><li>• 文件管理。</li><li>• 保存趋势图或直方图中的读数。</li><li>• 捕获和保存屏幕图像。</li><li>• 仪器出厂重置和系统预设。</li><li>• 将数据记录到前面板上的 USB 驱动器。</li><li>• 当仪器在远程模式下时，使仪器返回本地控制模式。</li></ul>

### 3 特征与功能

#### [Scan] 键

按前面板上的 [Scan] 键可启动或停止扫描，或者在选择手动触发模式时执行单次扫描。

按 [Scan] 一次可启动一个扫描。

仪器将按连续顺序(从插槽 1 至 3)自动扫描已配置的通道。扫描过程中，该仪器将跳过未在扫描列表中的通道。正在进行扫描时，[Scan] 键的背光会亮起。

按住 [Scan] 2 秒钟以上可停止扫描。扫描终止时会显示“Scan stopped”。

按 [Module] > Scan List 可查看模块上包含在扫描列表中的可用通道。有关 Scan List 软键的详细信息，请参阅 [Module] 菜单。有关如何将通道包含在扫描列表中(使用 In Scan 软键)的详细信息，请参阅 [Channel] 菜单。有关在选择手动触发模式时如何使用 [Scan] 键的详细信息，另请参阅 [Interval] 菜单。

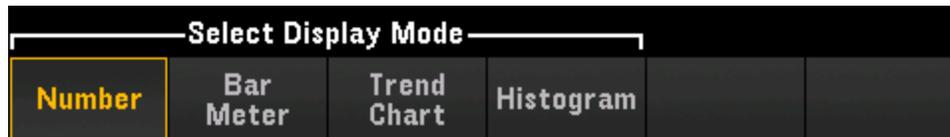
## [Monitor] 菜单

在扫描期间，通过按 **[Monitor]** 键可以监视选定通道上的测量数据。启用监视功能时，该键的背光会亮起。监视信号器也会显示，执行监视测量时，采样信号器将闪烁。

您可以查看扫描列表中所有通道的监视数据，但已计算通道(通道 401 至 420)除外。只有在扫描时才可以监视已计算通道，此时将仅显示最近一次扫描的读数。您也可以查看 DAQM907A 数字 I/O 和积算器通道上的监视数据，即使它们不在扫描列表中也是如此。

扫描空闲时或者在扫描的两次扫描之间，系统会重复执行监视测量。要停止监视模式并返回到“Home”菜单页，请再次按“Monitor”菜单页上的 **[Monitor]** 键。

在“Monitor”菜单页中，按 **Display** 选择如下所示的显示模式：



数字

条形仪表

趋势图

直方图

### 数字

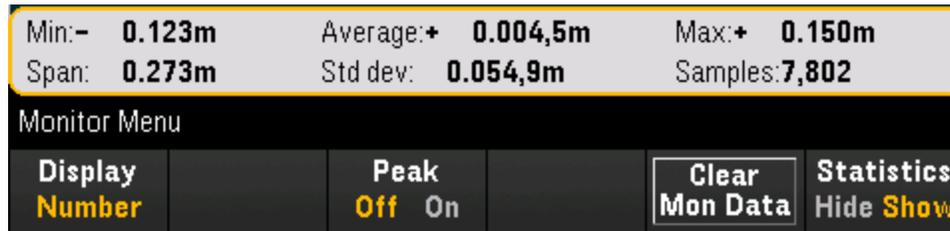
将读数显示为数字。



按 **Peak** 可启用 (On) 或禁用 (Off) 在测量间隙内采集的“最小值”、“最大值”和“峰峰”的测量值。启用后，将显示 **Clear Peaks** 软键。按此软键可清除峰峰函数的累积历史记录，从而重置峰值读数。此设置也适用于条形仪表。

### 3 特征与功能

按 **Statistics** 可选择隐藏或显示监视通道的测量统计信息。打开监视模式、更改监视通道或更改监视通道的配置时，监视通道统计信息会清除。按 **Clear Mon Data** 软键可清除有关监视通道的统计信息、趋势图和直方图。此设置也适用于 **条形仪表**、**趋势图**和**直方图**。



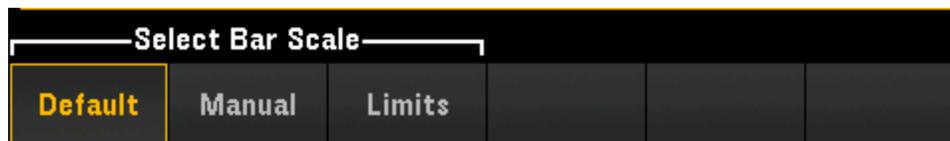
### 条形仪表

条形仪表在标准数字显示下边添加了一个移动条。



Peak 和 Statistics 软键像在 **数字** 显示中一样工作。

Scale 软键指定仪表标定的确定方式。



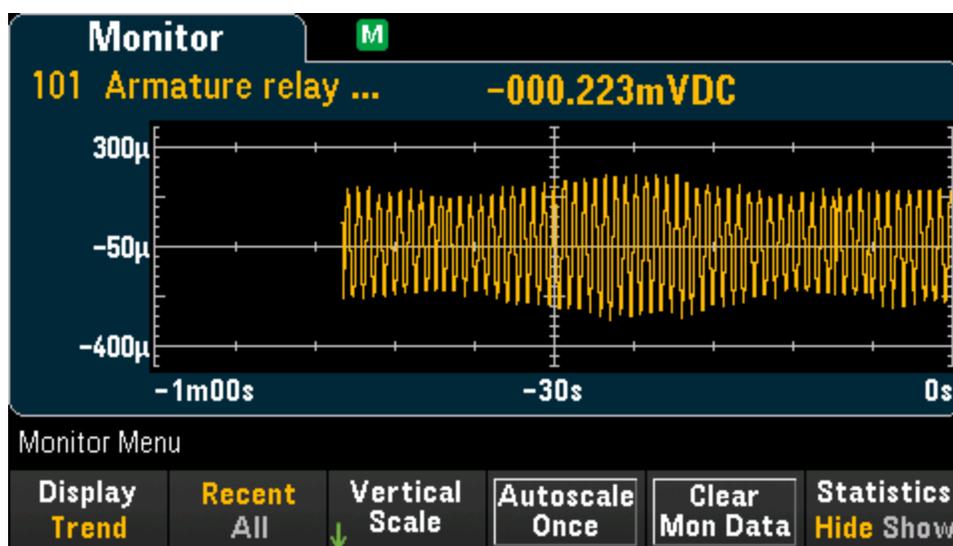
- Default 将标定设置为测量范围。
- Manual 允许您将标定配置为 High 和 Low 值，或者配置为以 Center 值为中心的 Span。例如，也可以将一个从  $-500\ \Omega$  Low 值到  $1000\ \Omega$  High 值的标定指定为 Span 为  $1500\ \Omega$  的  $250\ \Omega$  Center 值。



- Limits 将标定设置为报警限值。请注意，仅当通过按前面板上的 [Alarm] 键在选定通道上配置报警时，此软键才可用。

## 趋势图

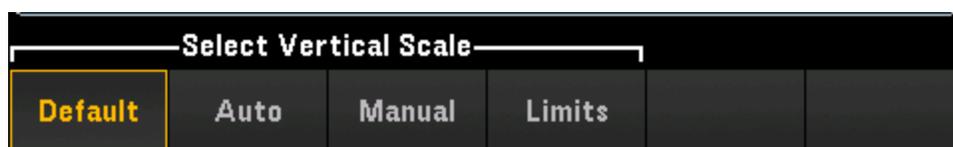
在“连续”测量模式下，趋势图显示数据随时间变化的趋势。数据收集并显示在像素列中，如下所示：



Statistics 软键像在数字显示中一样工作。

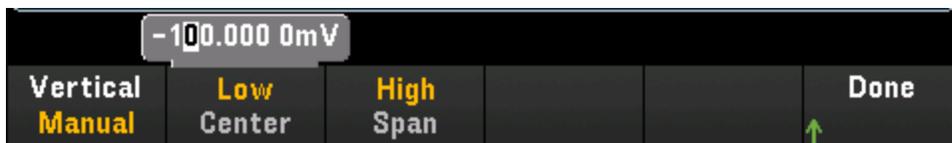
Recent/All 软键指定趋势图中是显示所有测量结果 (All) 还是仅显示最新的测量结果 (Recent)。两个选择都不会清除读数存储器。在“All”模式下，趋势图显示获取的所有读数，构建顺序从左至右。显示屏填满之后，显示屏左侧的数据会压缩，因为新数据在显示屏的右侧添加。在“Recent”模式下，趋势图显示指定时间内获取的数据。

Vertical Scale 软键指定当前垂直标定的确定方式。



### 3 特征与功能

- Default** 将标定设置为测量范围。
- Auto** 可以自动调节标定来适应当前显示在屏幕上的线。
- Manual** 允许您将标定配置为 **High** 和 **Low** 值，或者配置为以 **Center** 值为中心的 **Span**。例如，从 0 V **Low** 值到 5 V **High** 值的标定相当于 2.5 V 的 **Center** 以及 5 V 的 **Span**。

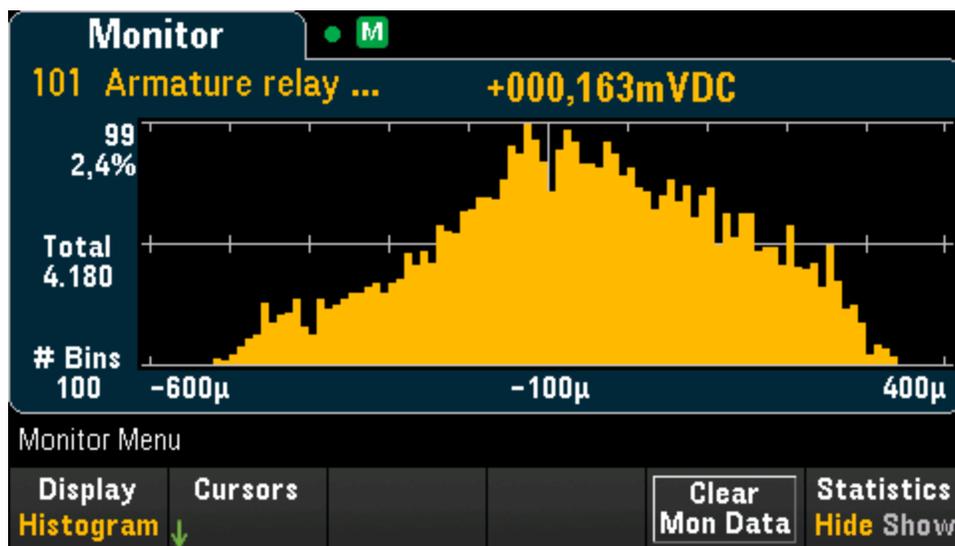


- Limits** 将标定设置为报警限值。请注意，仅当通过按前面板上的 **[Alarm]** 键在选定通道上配置报警时，此软键才可用。

按 **Autoscale Once** 软键可根据屏幕上显示的已扫描存储器读数，自动一次性标定趋势图垂直轴。这也会将垂直标定模式设置为“Manual”。

### 直方图

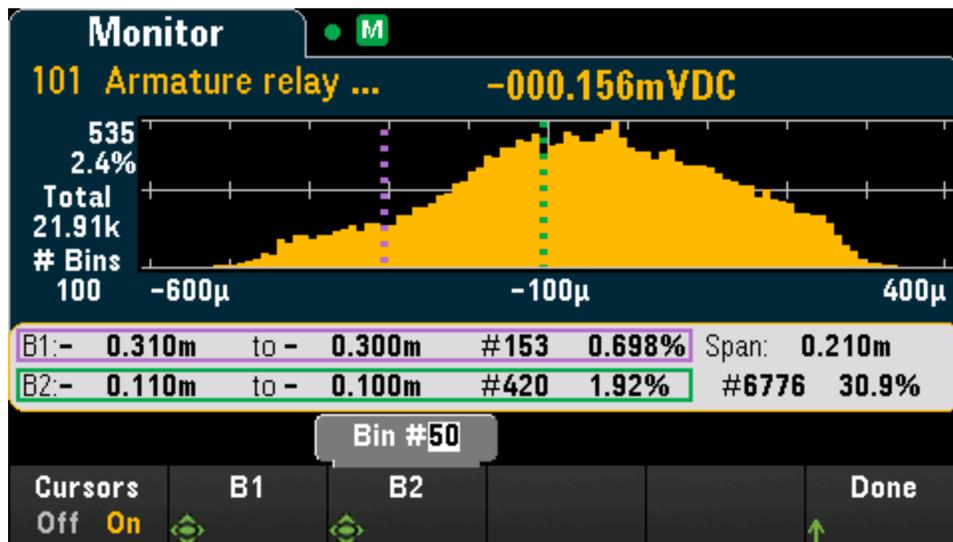
直方图通过以图形方式表示测量数据的分布来显示测量数据。数据分组在以直方图显示中的竖条表示的各个柱形中。



**Statistics** 软键像在数字显示中一样工作。

按 **Cursors** 软键可显示直方图光标。直方图中的光标以柱形编号来指定，用于显示这些柱形所涵盖的值范围、总计数和总数百分比。此外，还会显示两个光标柱形之间所涵盖的测量范围、总计数和总数百分比。

在下图中，光标 B1(紫色垂直线)位于柱形编号 30 处，光标 B2(绿色垂直线)位于柱形编号 50 处(柱形编号显示在 B2 软键上方)。光标 B1 和 B2 的柱形信息分别显示在紫色和绿色框中。例如，B1 框的信息在下图中为：



- 0.310m to 0.300m - 此柱形的 DCV 测量值范围。
- #153 - 此柱形中的样本数。
- 0.698% - 此柱形中样本总数的百分比。

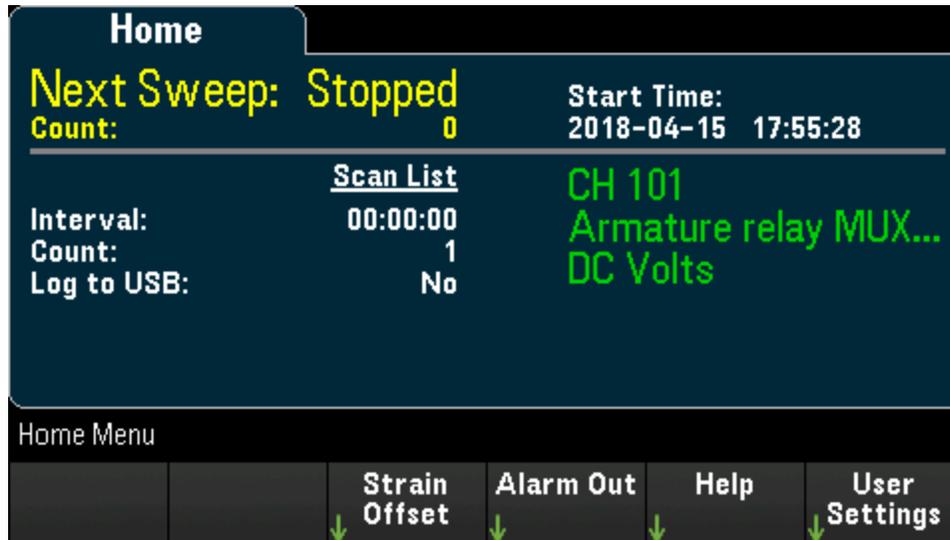
B1 和 B2 光标之间的数据(包括 B1 和 B2 柱形中的数据)显示在紫色和绿色框的右侧。在上图中:

- Span: 0.210m - B1 至 B2 所涵盖的测量范围。
- #6776 - B1 至 B2 的样本数。
- 30.9% - B1 至 B2 的样本总数的百分比。

### 3 特征与功能

#### [Home] 菜单

在“Home”菜单页面中，您可以看到当前扫描操作的概览：扫掠计数、触发源、下次扫掠时间、扫描开始日期和时间、选定通道的测量函数，以及是否启用了将数据记录到 USB 驱动器的功能。监视模式停止后，仪器将返回此“Home”菜单页面。



测量应变通道上的偏移

配置四条警报输出硬件线

显示仪器信息和帮助主题

配置各种用户首选项

#### 应变偏移

##### 注意

对于 DAQM900A、DAQM901A、DAQM902A 和 DAQM908A 多路复用模块，只有在针对应变测量配置了通道(方法是按 **[Channel]** > **Measure**，然后选择 **STRAIN**)后，此软键才可用。有关详细信息，请参见 [应变](#)。

应变偏移也称为“无应变值”。您可以选择要在其上测量偏移值的一个或多个通道。在计算测量结果时，应变公式将自动使用此偏移值。

Unstrained			
Check	Channel	Offset	Units
	101 Armature relay MUX Channel	+0.000 000	VDC
	102 Armature relay MUX Channel	+0.000 000	VDC
	103 Armature relay MUX Channel	+0.000 000	VDC
	104 Armature relay MUX Channel	+0.000 000	VDC
Current Page: 1/1			
Select		Select All	
		Done	

要配置应变偏移，请执行以下操作：

1. 在 **Select** 软键中，使用旋钮或前面板箭头键在突出显示的通道上启用要执行的应变偏移测量。当前选定的通道带有“X”标记。再次按此软键可在突出显示的通道上禁用偏移测量。按此软键将启用 **Measure Now** 和 **Clear Offsets** 软键。

Unstrained			
Check	Channel	Offset	Units
[x]	101 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
	102 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[x]	103 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
	104 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC

2. 按 **Select All** 可在列出的所有通道上启用偏移测量。再次按此软键可在列出的所有通道上禁用偏移测量。

Unstrained			
Check	Channel	Offset	Units
[x]	101 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[x]	102 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[x]	103 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC
[x]	104 Armature relay MUX Channel	+0.0000	mVDC

### 3 特征与功能

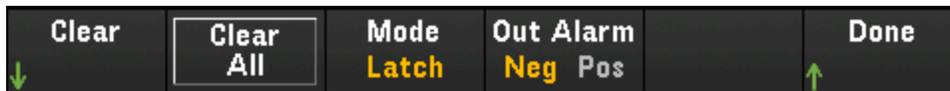
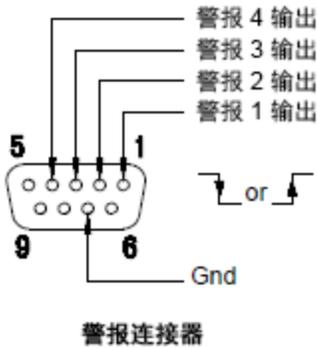
3. 按 **Measure Now** 可立即测量选定通道上的偏移值。偏移读数将显示在屏幕上，如下所示：

Unstrained			
Check	Channel	Offset	Units
[x]	101 Armature relay MUX Channel	+827.0444	mVDC
[x]	102 Armature relay MUX Channel	+826.7458	mVDC
[x]	103 Armature relay MUX Channel	+825.8469	mVDC
[x]	104 Armature relay MUX Channel	+822.6777	mVDC

4. 如果希望立即清除选定通道上的应变偏移值(使其恢复为 0)，请按 **Clear Offsets** 软键。

### 警报输出

您可以配置四条警报输出硬件线。后面板外部触发/警报连接器上有四个 TTL 兼容警报输出。您可以使用这些硬件输出来触发外部警报灯和警报器，或将 TTL 兼容脉冲发送到控制系统。您可以将警报分配给配置的任何通道，并且可以将多个通道分配给同一个警报号。每条警报输出线代表分配给该警报号的所有通道的逻辑“或”(任何关联通道上的警报都会向该输出线发送脉冲)。



**Clear** - 清除指定警报输出线(警报 1 到 4)的状态。

**Clear All** - 清除全部四条警报输出线的状态。

**Mode** - 选择全部四条警报输出线的输出模式。

- Latch** - 在通道的读数达到限值时确认警报输出，并且保持确认状态，直到您手动将其清除、开始新的扫描或关闭再打开仪器电源为止。
- Track** - 在通道的读数达到限值时确认警报输出，只有后续读数一直超出限值，才会保持确认状态。当读数回到限值以内时，系统会自动清除输出。

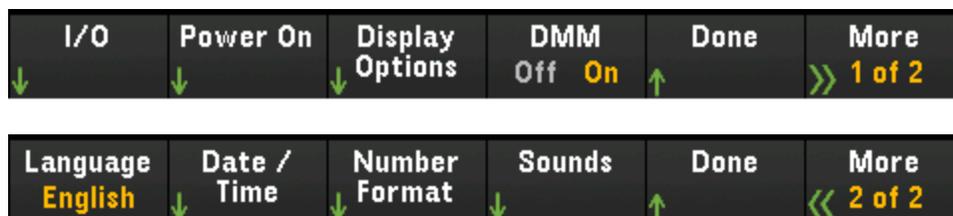
**Out Alarm** - 配置全部四条警报输出线的电平，它用来指示警报，值为 0 V(TTL 兼容低电平)或 3.3 V(TTL 兼容高电平)。按此软键可控制来自警报输出的脉冲的斜率。

## 帮助

以选定的本地语言显示仪器信息和帮助主题列表。有关详细信息，请参见 [使用内置帮助系统](#)。

## 用户设置

配置用来控制用户如何与仪器交互的用户首选项。这些设置保存在非易失性存储器中，并且可以保存在首选项 (.prf) 文件中。



### I/O

#### 通电

#### 显示选项

#### DMM 开/关

#### 语言

#### 日期/时间

#### 数字格式

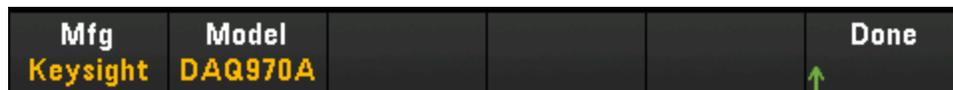
#### 声音

### I/O

配置通过 LAN 和 USB 接口进行远程操作时的 I/O 参数。



SCPI ID 可确定由标识查询(\*IDN? 命令)返回的制造商和型号。序列号和版本信息不受影响。使用此设置可避免更改制造商或型号已经过验证的现有测试系统代码，并最大限度地提高对 Keysight 34970A 和 34972A 的向后兼容性。



默认设置将返回“Keysight Technologies”后跟型号“DAQ970A”。有关更多信息，请参见《Keysight DAQ970A 编程指南》中的 \*IDN? 和 SYSTem:PERSONa 子系统命令。

**重要提示：** 为了从远程更新仪器固件，\*IDN? 响应中的型号必须与实际仪器型号相符。如果已将仪器的 \*IDN? 响应更改为其他仪器，则在尝试从远程更新固件时，您会看到以下错误：The instrument is not supported by this firmware file. 要更新固件，可以使用前面板操作过程更新，也可以从远程更

### 3 特征与功能

新，使用 SYSTem:PERSonA:MODEl 将 \*IDN? 设置为与实际型号相符，更新固件，然后再次使用 SYSTem:PERSonA:MODEl，将 \*IDN? 响应设置为其他型号。

有关其余软键设置，请参阅以下链接。

- [LAN 开/关](#)
- [LAN 设置](#)
- [LAN 重置](#)
- [USB 设置](#)

### 通电

配置仪器的通电状态和通电消息。



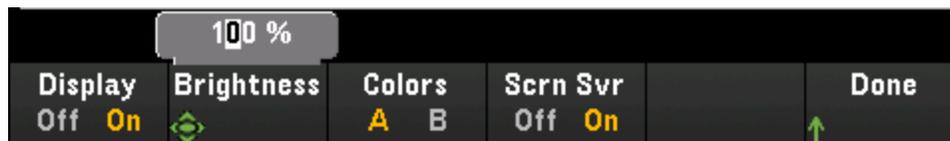
Power On 用于选择开机时加载的状态。这可能是用仪器电源开关断电时的状态 (Last)、用户选择的状态文件 (User Defined) 或出厂默认状态 (Factory Defaults)。

Power On Message 用于设置在仪器开机以及在您按 [Home] > Help > About 时显示的消息。使用旋钮或前面板箭头键和 [Select] 键来选择字母。然后，按 Done 以退出并保存消息。当您打开仪器或按 [Home] > Help > About 时，会显示该消息，如下所示。



### 显示选项

Display Options 用于配置显示。



您可以启用或禁用显示、调整亮度(10% 到 100%)、选择一种颜色方案，以及启用或禁用屏幕保护程序。如果您关闭了显示，按前面板上的任意键可再次打开显示。默认情况下，屏幕保护程序可在显示屏长时间不活动时调暗显示屏，从而延长显示屏使用寿命。只能从前面板上禁用此屏幕保护程序。在电源关闭再打开时、仪器重置 (\*RST) 后或在返回本地(前面板)操作时，会启用显示。按 [Local] 键([Save Recall] 键)可返回本地状态。

### DMM 开/关

启用或禁用内部 DMM。  信号器将在禁用内部 DMM 后显示。

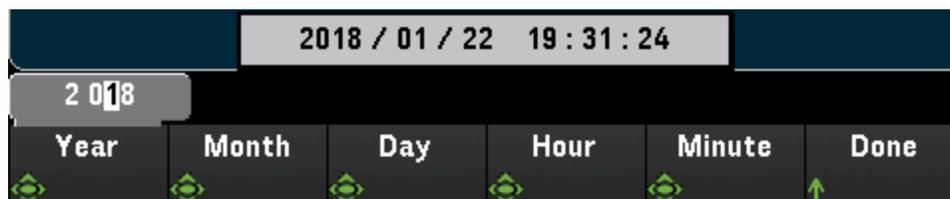
### 语言

选择本地语言以供前面板使用。

所有消息、上下文相关帮助和帮助主题均以选定语言显示。菜单软键标签未翻译。

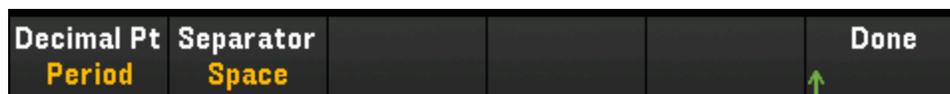
### 日期/时间

设置实时时钟的日期和时间(采用 24 小时格式)。实时时钟不会根据时区的变化或夏令时自动调整。首次收到仪器时，请务必设置日期和时间。使用旋钮或前面板箭头键设置年、月、日、小时和分钟。



### 数字格式

Number Format 用于指定前面板上数字的显示方式：12,345.6 或 12.345,6。也可能存在其他显示方式。例如，您可以使用空格作为分隔符。



### 声音

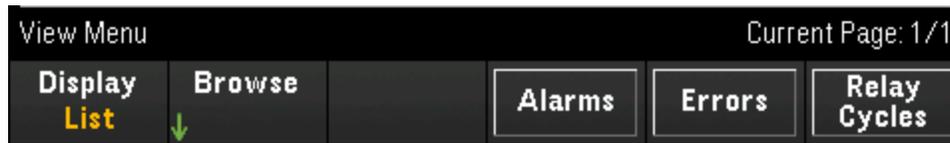
启用或禁用在从前面板或远程接口生成错误时听到的提示音 (Beeper)，或在按键时听到的咔哒声 (Key Click)。



### 3 特征与功能

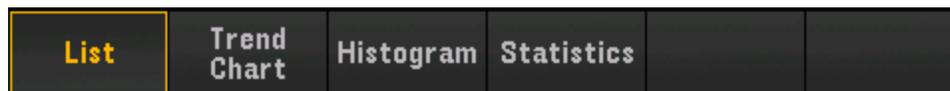
#### [View] 菜单

按前面板上的 [View] 可查看扫描期间或监视模式下选定通道上的已扫描存储器读数、警报队列、错误队列和继电器循环数。



#### 查看已扫描存储器读数(List、Trend Chart、Histogram、Statistics)

在 View 菜单页中，按 Display 选择如下所示的显示模式：



列表

趋势图

直方图

统计

列表

以列表格式显示已扫描存储器读数。按 **Browse** 可显示从扫描之初 (First Page) 或最近一次扫描 (Last Sweep) 开始的读数。使用旋钮或前面板箭头键可查看后续页面上的列表；使用向右/向左箭头键可将读数移至或返回到最后一页/第一页。

Date	Time	Channel	Reading
16/4/2018	14:25:05.753	101 Armature relay...	248.04 μVDC
16/4/2018	14:25:05.805	102 Armature relay...	-1.80 mVDC
16/4/2018	14:25:05.858	103 Armature relay...	-1.81 mVDC
16/4/2018	14:25:05.910	104 Armature relay...	-1.10 mVDC
16/4/2018	14:25:05.978	101 Armature relay...	212.45 μVDC
16/4/2018	14:25:06.031	102 Armature relay...	-1.07 mVDC
16/4/2018	14:25:06.083	103 Armature relay...	-1.57 mVDC
16/4/2018	14:25:06.135	104 Armature relay...	-1.22 mVDC

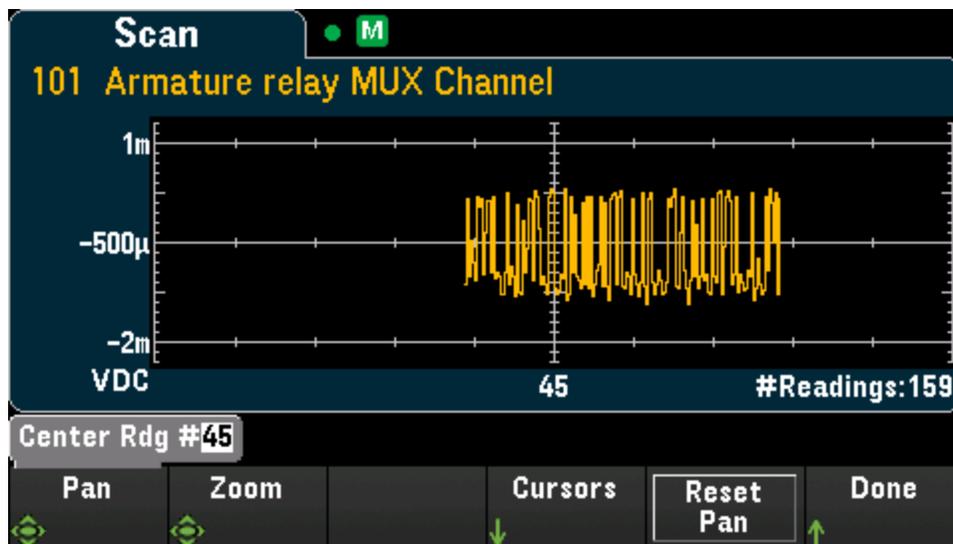
趋势图

以趋势图格式显示已扫描存储器读数。按 **Settings** 可配置趋势图。使用旋钮或前面板箭头键查看已配置的不同通道上的设置。**Vertical Scale** 和 **Autoscale Once** 软键的作用与在 **[Monitor] > Display > Trend Chart** 显示中相同。

按 **Advanced** 可显示高级设置：

**Pan** - 选择在屏幕中心显示存储器中的哪个读数。使用旋钮或向上/向右箭头键可增加显示的读数数量，使图形数据左移。使用旋钮或向下/向左箭头键可减少显示的读数数量，使图形数据右移。

按下并松开箭头键可将光标移动一个显示像素。按住箭头键可让光标以 20 像素的增量移动。每个像素所代表的读数数量取决于缩放百分比。



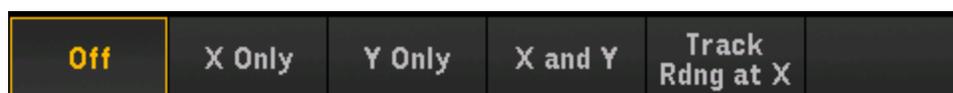
**Zoom** - 设置水平轴缩放百分比。按 **Zoom** 并使用旋钮或向上/向下箭头键可选择缩放量(以百分比表示)。100% 为最大缩放量，每个显示像素列最多显示一个读数。显示宽度为 400 像素。可供选择的缩放百分比有 0.02%、0.05%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、5%、10%、20%、50%、100%、200%、500% 或 1000%。

**提示：** 缩放到 1000% 一次只能平移一个读数。选择读数后，您可以根据需要减小缩放以查看周围信号。

**Cursors** - 在趋势图上显示和控制 X1、X2、Y1、Y2 以及跟踪光标(以线条显示)。

X 光标是沿样本或时间轴的垂直线。使用向上或向右箭头键可将光标向右移动；使用向下或向左箭头键可将光标向左移动。按下并松开箭头键可将光标移动一个显示像素。按住箭头键可让光标以 10 像素的增量移动。Y 光标是沿测量(振幅)轴的水平线，以选定测量(DCV 或 DCI)的单位表示。使用向左和/或向右箭头键可选择在 Y1 或 Y2 软键上方显示的振幅数字。然后，您可以使用向上或向下箭头键递增/递减该数字，并让光标按此量上移或下移。光标 X1 和 Y1 为蓝紫色；光标 X2 和 Y2 为绿色。

按 **Cursors > Cursors** 可显示选项：



**Off** - 禁用显示的光标。

**X Only** - 仅显示 X1 和 X2 光标。在此模式下，可使用以下软键：

### 3 特征与功能

- X1 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 X1 光标。
- X2 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 X2 光标。
- $\Delta X$  Lock - 如果为 On, 则在移动光标时, X 光标都与该光标保持固定的距离。

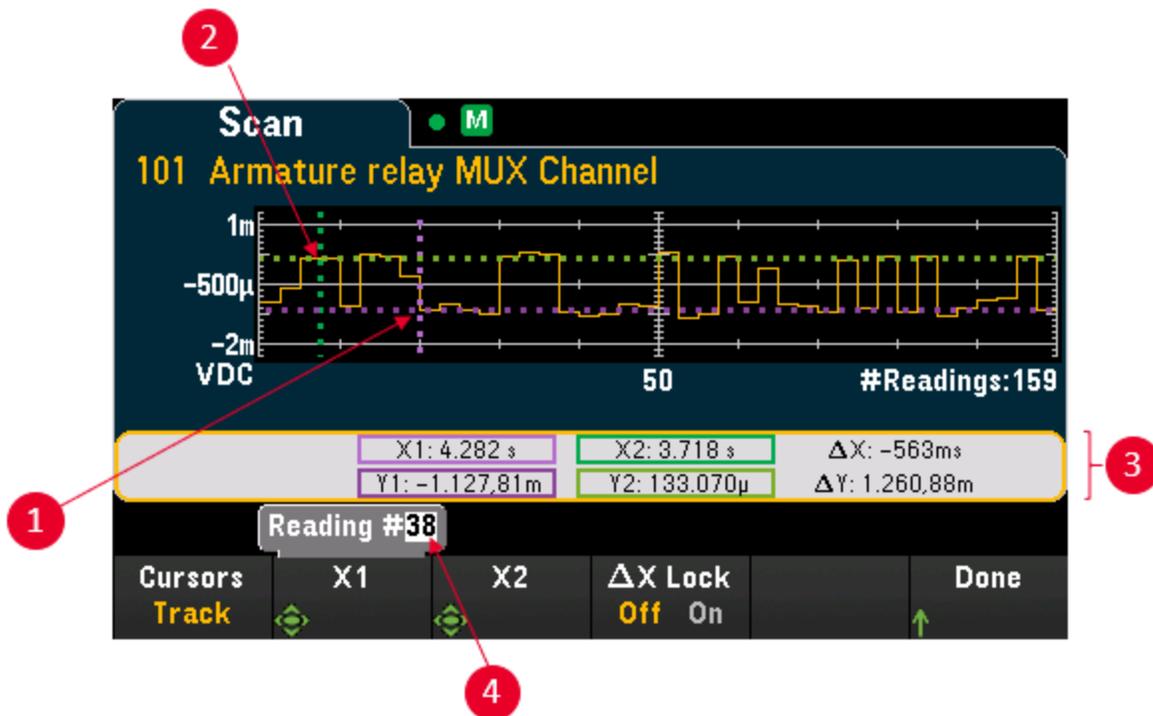
Y Only - 仅显示 Y1 和 Y2 光标。在此模式下, 可使用以下软键:

- Y1 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 Y1 光标。
- Y2 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 Y2 光标。
- $\Delta Y$  Lock - 如果为 On, 则在移动任一光标时, X 光标都与该光标保持固定的距离。
- Place Yn on Screen - 按 Y1 或 Y2 之后按此软键可将光标设置为某个, 从而使其也显示在值趋势图中。

X and Y - 显示 X1、X2、Y1 和 Y2 光标。在此模式下, 可使用以下软键:

- X1 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 X1 光标。
- X2 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 X2 光标。
- Y1 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 Y1 光标。
- Y2 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 Y2 光标。

Track Rdnng at X - 使用 X1 和 X2 软键按读数编号选择两个读数, 以显示每个读数的 X(时间)和 Y(振幅)值以及 X 变化量和 Y 变化量值。



- (1) Y1 光标跟踪 X1 光标位置。
- (2) Y2 光标跟踪 X2 光标位置。
- (3) 光标时间和振幅信息  $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 。
- (4) 按 X1 或 X2 可显示读数编号。

在 Track Rdnng at X 模式下, 可使用以下软键:

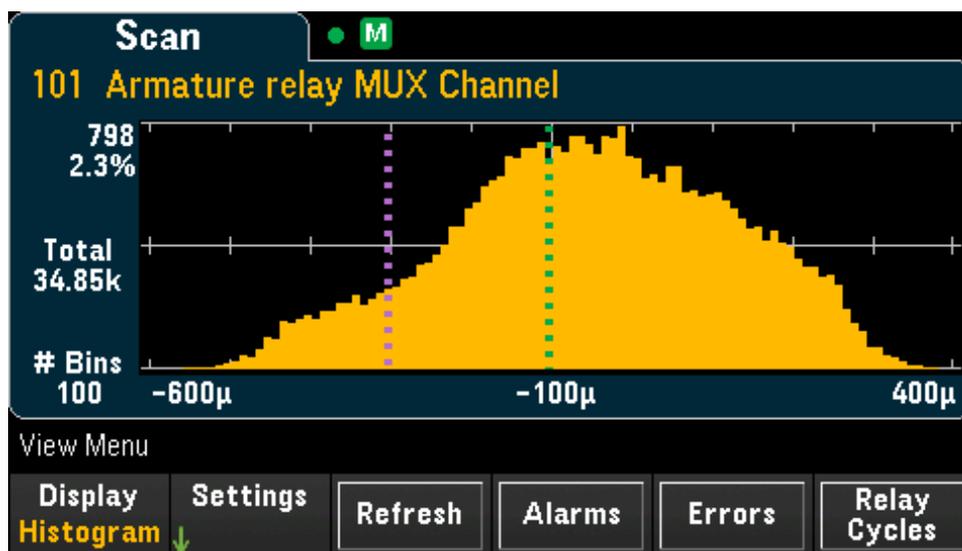
- X1 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 X1 光标。
- X2 - 使用旋钮或前面板箭头键控制 X2 光标。
- $\Delta X$  Lock - 如果为 On, 则在移动光标时, X 光标都与该光标保持固定的距离。

**提示:** 要用屏幕截图记录 X 和 Y 数据以及 X 和 Y 数据的变化量, 请创建 Web UI 的屏幕截图, 而不是前面板屏幕截图实用程序。

按 **Reset Pan** 可将平移(中心读数)设置为“0”。

## 直方图

以直方图格式显示已扫描存储器读数。按 **Settings** 可配置直方图。**Cursors** 软键的作用与在 **[Monitor] > Display > Histogram** 显示中相同。按 **Refresh** 可重新计算直方图, 包括任何新读数。



## 统计

以统计信息格式(Maximum、Minimum、Peak to Peak、Average 和 Standard Deviation)显示选定通道的已扫描存储器读数。在 **Statistics** 之间切换可显示每个通道的统计信息, 在 **Pk Times** 之间切换可显示每个通道的最小和最大峰值读数的出现时间。

Scan Stats <span style="color: green;">M</span>					
Ch	Max	Min	Pk-Pk	Average	StdDev
101	23.94	23.94	0.00	23.942	0.000

View Menu Current Page: 1/1

Display Statistics Alarms Errors Relay Cycles  
Statistics Pk Times

### 查看警报队列

在 View 菜单页中，按 **Alarms** 可显示警报队列中的前 20 个警报，包括读数和时戳。仅当通过按前面板上的 **[Alarm]** 键在选定通道上配置了警报限值时，才能查看此警报队列。警报信号器

**ALARM H1234L** 将显示如下。在下面的警报队列中，显示具有 Low 限值的 Alarm 1 是在通道 102 上配置的。有关详细信息，请参阅 **Alarm 菜单**。

Alarms <span style="color: green;">M</span> <span style="color: red;">ALARM 1 L</span>						
Channel	Alarm	Limit	Reading	Unit	Date	Time
102	1	Low	-1.41621935E-04	VDC	18/4/2018	20:54:32.714
102	1	Low	-1.38771104E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.578
102	1	Low	-9.38015413E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.730
102	1	Low	+3.06395378E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.842
102	1	Low	-7.09742005E-03	VDC	18/4/2018	20:54:35.954
102	1	Low	-1.30701412E-03	VDC	18/4/2018	20:54:36.065
102	1	Low	-2.84301436E-03	VDC	18/4/2018	20:54:36.186
102	1	Low	+7.47653462E-04	VDC	18/4/2018	20:54:36.298

### 查看错误队列

在 View 菜单页中，按 **Errors** 最多可在错误队列中显示 20 个错误。当您读取错误后，错误信号器 **ERR** 将会清空。

当前面板 Error 信号器 (ERR) 亮起时，表示已检测到一个或多个命令语法、执行或硬件错误。仪器的错误队列中最多只能保存 20 个错误记录。

错误按先进先出 (FIFO) 的顺序检索。返回的第一个错误是已保存的第一个错误。读取错误后会将其清空。读取队列中的所有错误后，ERR 信号器将会关闭，而且错误将会清除。每次产生错误时，该仪器将发出一次蜂鸣声。

如果产生的错误超过了 20 个，保存在队列中的最后一个错误(最近错误)会被替换为“Error queue overflow”。在从队列中删除错误之前，无法继续存储更多的错误。如果在读取错误队列时没有出现错误，仪器将发出“No error”作为响应。

### 查看继电器循环数

在 View 菜单页中，按 **Relay Cycles** 可显示选定模块上所有继电器的循环数。每个模块会对每个继电器的闭合进行计数，并将计数保存在模块上的非易失性存储器中。下图显示 DAQM901A 多路复用器模块上所有继电器的循环数。

Channel	User Cycles
101 Armature relay MUX Channel	3011
102 Armature relay MUX Channel	2413
103 Armature relay MUX Channel	1123
104 Armature relay MUX Channel	1101
105 Armature relay MUX Channel	1061
106 Armature relay MUX Channel	1047
107 Armature relay MUX Channel	793
108 Armature relay MUX Channel	225

[Channel] 菜单概述

## [Channel] 菜单概述

多路复用模块上的测量

DAQM907A 多功能模块

被计算通道

使用外部仪器扫描

为通道添加标签

## 多路复用模块上的测量

Keysight DAQ970A 凭借多路复用模块支持多种常见的测量函数。在后面板上安装有任何多路复用模块的情况下，按 [Module] 并使用旋钮或前面板箭头键可导航到所需的多路复用模块中。

您可以通过按 [Channel] > Measure 来配置选定通道上的测量函数。如果选择 Off，将在当前选定通道中禁用测量函数。选定通道上的扫描列表中不会显示任何测量函数。默认测量函数将设置为直流电压。

下表显示了多路复用模块支持的各种测量函数的概述。单击各个链接可查看各个配置步骤的详细信息。

测量函数	DAQ970A 多路复用模块			
	DAQM900A	DAQM901A	DAQM902A	DAQM908A
温度 - 热电偶	√	√	√	
温度 - RTD		√	√	√ <sup>[2]</sup>
温度 - 热敏电阻		√	√	√ <sup>[2]</sup>
应变 - 电桥	√	√	√	√
应变 - 直接		√	√	√ <sup>[2]</sup>
直流电压	√	√	√	√
交流电压	√	√	√	√
直流电流		√ <sup>[1]</sup>		
交流电流		√ <sup>[1]</sup>		
电阻	√	√	√	√ <sup>[2]</sup>
频率	√	√	√	√
周期	√	√	√	√
二极管		√	√	√
电容		√	√	√

注意：

[1] 仅限通道 21 和 22。

[2] 仅限双线测量。DAQM908A 多路复用模块不支持四线测量。

## 温度

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行温度测量。温度测量要求使用温度变频器探头。支持的探头如下所示：

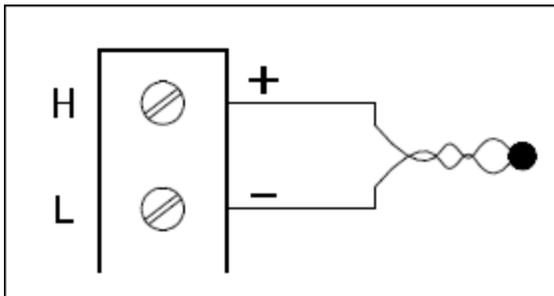
热电偶

双线或四线热敏电阻

双线或四线 RTD

### 热电偶

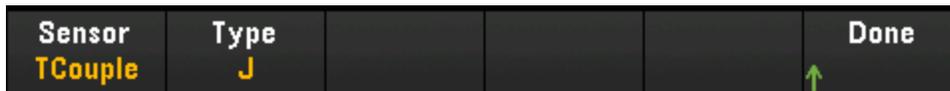
1. 将热电偶连接到模块的接线柱。



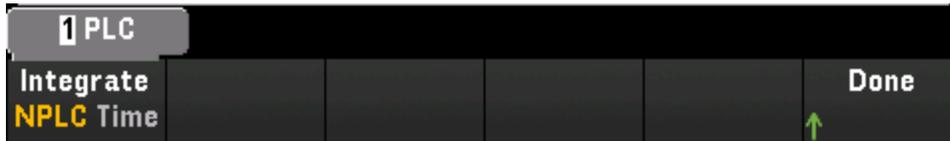
2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 TEMP。



3. 按 Units 软键以将温度测量单位指定为 °C(摄氏度)、°F(华氏度)或 K(开氏度)。您可在仪器及同一模块的不同通道上混用不同的温度单位。
4. 按 Sensor Settings > Sensor，将使用的变频器探头类型指定为 TCouple，然后按 Type 软键以选择热电偶的类型。支持的类型包括 J(默认值)、K、E、T、N、R、B 和 S。



5. 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。

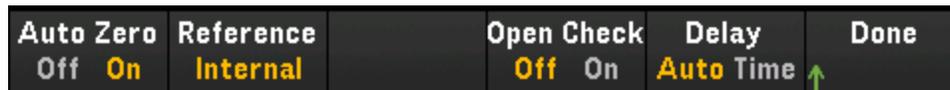


**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

### 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

**Reference** - 热电偶测量要求指定参考结温度。您可以输入已知的固定参考结温度(通常用于外部参考结)、使用模块的内部测量温度作为参考结温度，或者使用外部热敏电阻或 RTD 测量。将参考结源选为 **Internal**、**External** 或 **Fixed**。

**Open Check** - 启用 (On) 或禁用 (Off) 热电偶检查功能，该功能可验证热电偶是否已正确连接以供测量之用。启用该功能后，仪器会在各个温度条件下执行电阻测量，以检查是否存在开路。如果检测到开路，结果将显示为“+Overload”。如果不执行此检查，开路的测量可能会产生接近零的电压读数，从而导致温度读数无效。

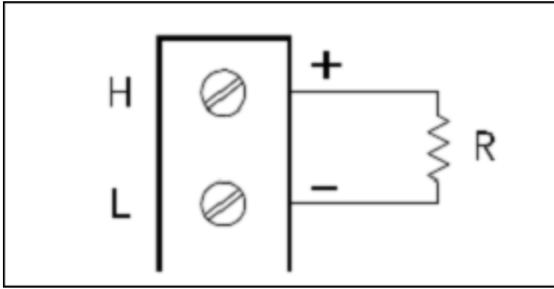
**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

### 双线和四线热敏电阻

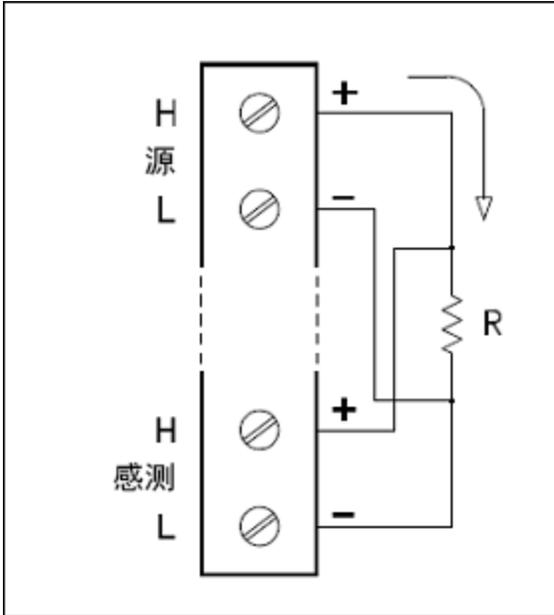
1. 将热敏电阻连接到模块的接线柱。

**双线热敏电阻：**

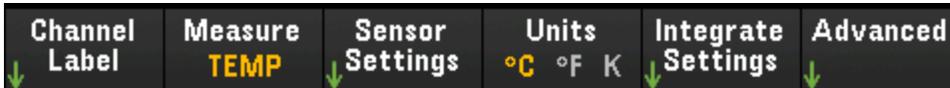
[Channel] 菜单概述



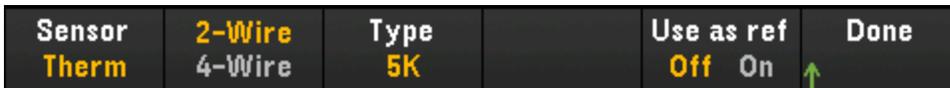
四线热敏电阻:



- 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 TEMP。

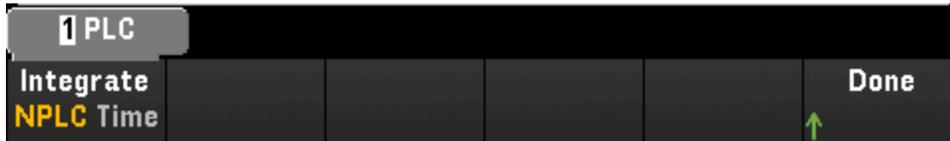


- 按 Units 软键以将温度测量单位指定为 °C(摄氏度)、°F(华氏度)或 K(开氏度)。您可在仪器及同一模块的不同通道上混用不同的温度单位。
- 按 Sensor Settings > Sensor，将使用的变频器探头类型指定为 2-wire 或 4-wire 热敏电阻，然后按 Type 软键以选择热敏电阻的类型。支持的类型包括 2.2K、5K(默认值)和 10K。



- 按 Use as ref 以允许 (On) 或禁止 (Off) 当前选定的通道用作指定外部参考源的后续热电偶测量的参考通道。

6. 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

### 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

**Low Power** - 选择低功率电阻测量。这样所得的电流较小，从而使得接受测试的电阻的功耗较低且自加热效应较轻。通常，这是进行标准电阻测量时所得电流的大约 1/10。每个测量量程所得的近似电流将显示在电阻范围软键的底部，例如：(~ 1 mA)。

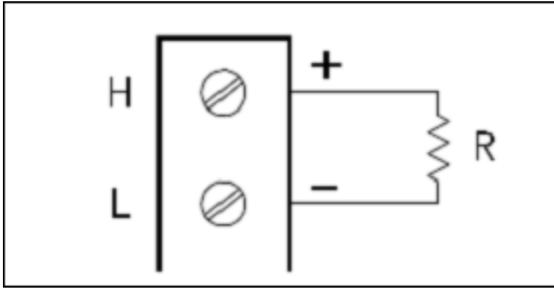
**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

### 双线和四线 RTD

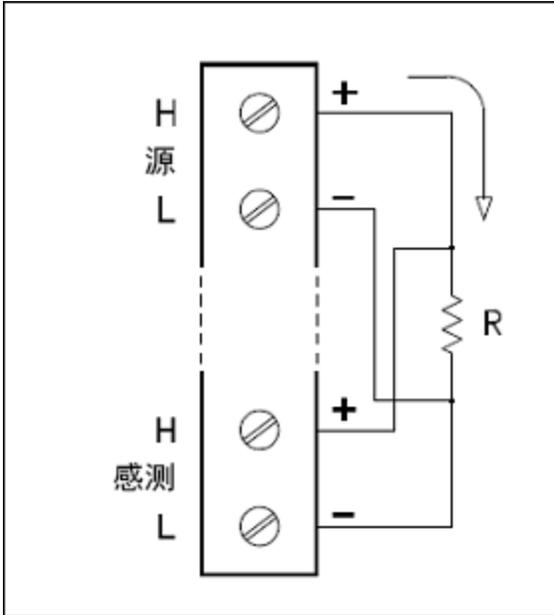
1. 将 RTD 连接到模块的接线柱。

#### 双线 RTD:

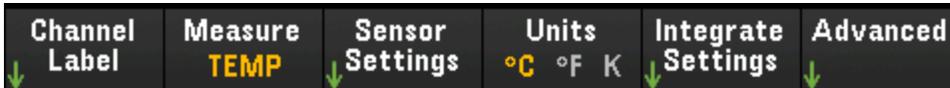
[Channel] 菜单概述



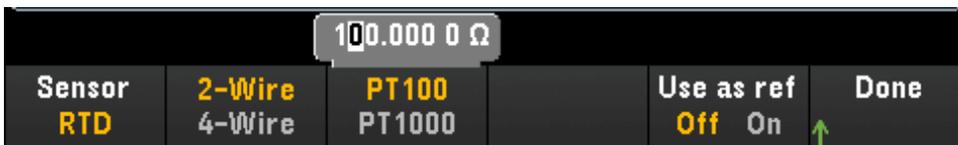
四线 RTD:



- 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 TEMP。

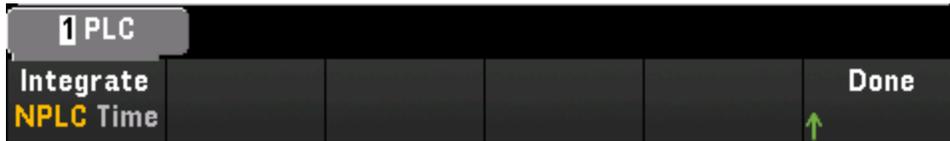


- 按 **Units** 软键以将温度测量单位指定为 °C(摄氏度)、°F(华氏度)或 K(开氏度)。您可在仪器及同一模块的不同通道上混用不同的温度单位。
- 按 **Sensor Settings > Sensor**，将使用的变频器探头类型指定为 **2-wire** 或 **4-wire** RTD。然后，将标称电阻  $R_0$  选为 **PT100** (100  $\Omega$ ) 或 **PT1000** (1000  $\Omega$ )。  $R_0$  是 0°C 时的 RTD 标称电阻。



- 按 **Use as ref** 以允许 (On) 或禁止 (Off) 当前选定的通道用作指定外部参考源的后续热电偶测量的参考通道。

6. 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

### 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

**Offset Compensation** - 偏移补偿可消除被测电路中的小直流电压造成的影响。方法是进行两次电阻测量，一次将电流源设置为正常值，另一次将电流源设置为较低的值，测量后取其差值。

**Low Power** - 选择低功率电阻测量。这样所得的电流较小，从而使得接受测试的电阻的功耗较低且自加热效应较轻。通常，这是进行标准电阻测量时所得电流的大约 1/10。每个测量量程所得的近似电流将显示在电阻范围软键的底部，例如：(~ 1 mA)。

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

## [Channel] 菜单概述

### 应变

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行应变测量。如果对某一主体施加力，则该主体将变形。每单位长度的变形称为应变 ( $\epsilon$ )。应变可以是指拉伸应变 (+) 或压缩应变 (-)。

DAQ970A 支持两种类型的应变测量：

#### 电桥配置

##### 直接电阻法

在所有应变通道中配置应变测量函数后，按 [Home] > Strain Offset 以进行测量，或指定将在执行应变转换之前从应变测量值中减去的无应变偏移。

##### 应变偏移

#### 电桥配置

##### 弯曲布置中的全桥和半桥

##### 泊松布置中的全桥和半桥

##### 弯曲泊松布置中的全桥

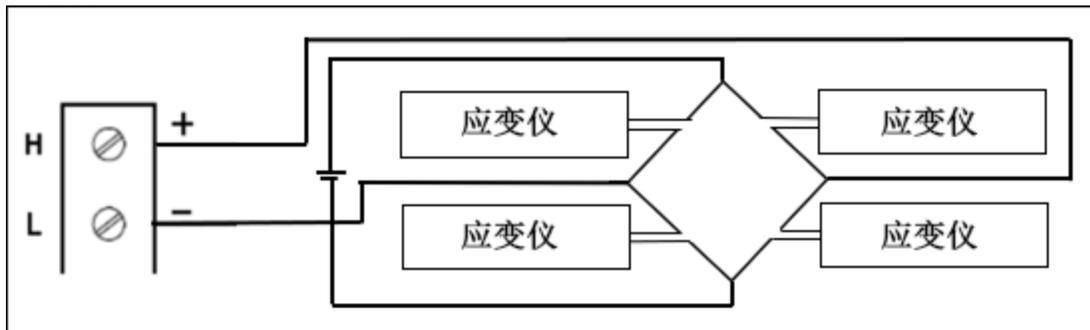
##### 四分之一桥布置

##### 弯曲布置中的全桥和半桥

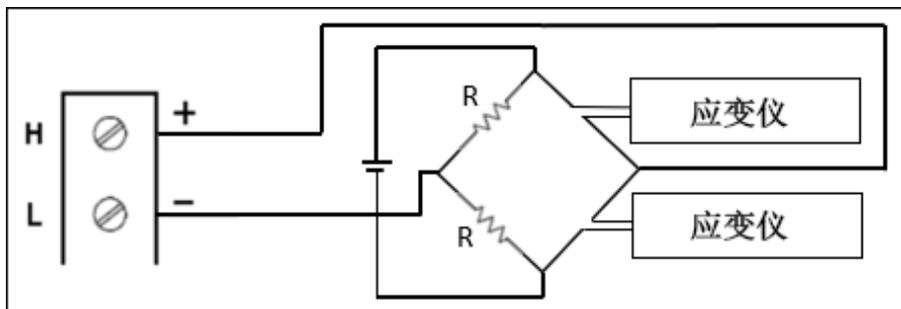
本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行全弯桥和半弯桥应变仪测量。

1. 将桥配置源连接到模块的接线柱。

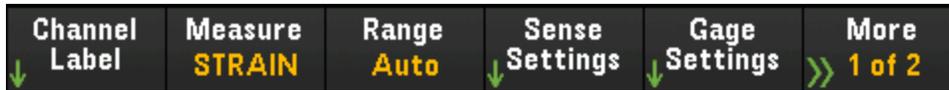
#### 全弯桥：



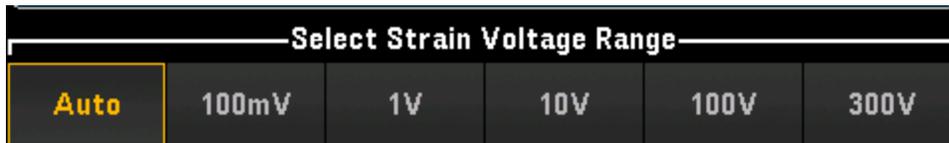
#### 半弯桥：



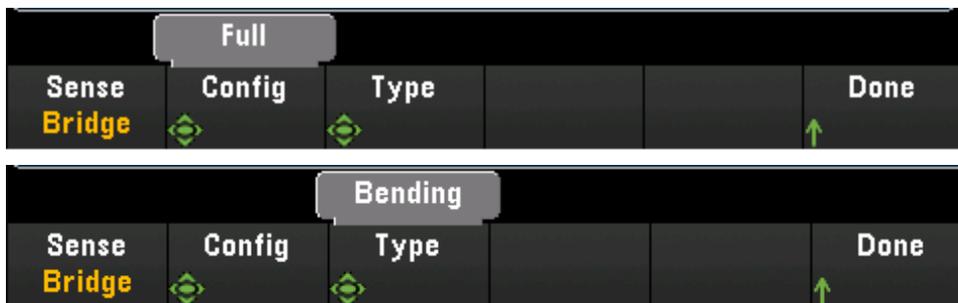
2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 STRAIN。



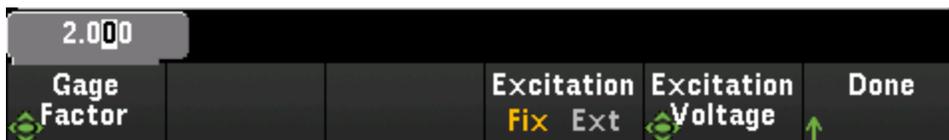
3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。



4. 按 Sense Settings > Sense，将应变测量方法指定为弯曲布置中的全桥和半桥。



5. 按 Gage Settings，并使用旋钮或前面板箭头键指定各种应变仪设置。



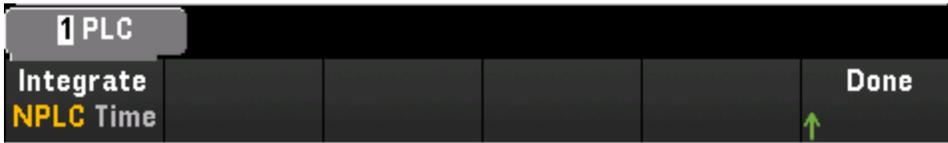
**Gage Factor** - 灵敏系数是指电阻的微小变化与沿应变仪轴的长度的微小变化(应变)之比。值越大，应变仪越灵敏。灵敏系数是一个无量纲量。典型值约为 2。

应变电桥转换需要使用外部电桥激励的电压。对于此电压，您可以将一个多路复用通道专用于测量激励电压，也可以指定已知的固定电压值。固定 (**Fix**) - 由“Excitation Voltage”软键指定的固定值将用于应变转换。外部 (**Ext**) - 启用的参考通道上的 DCV 测量将用于指定外部激励电压源的后续应变电桥测量。请注意，外部 DCV 参考通道的编号必须比应变通道的编号低。

**Excitation Voltage** - 使用旋钮或前面板箭头键指定由外部电压源施加于电桥的固定激励电压。此值将用于转换选定通道上的应变电桥测量。

## [Channel] 菜单概述

- 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。

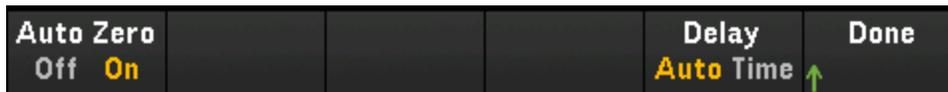


**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

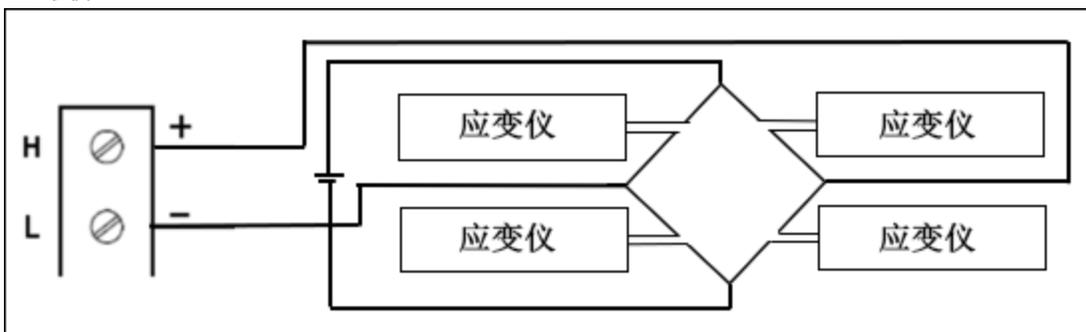
**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

## 铂松布置中的全桥和半桥

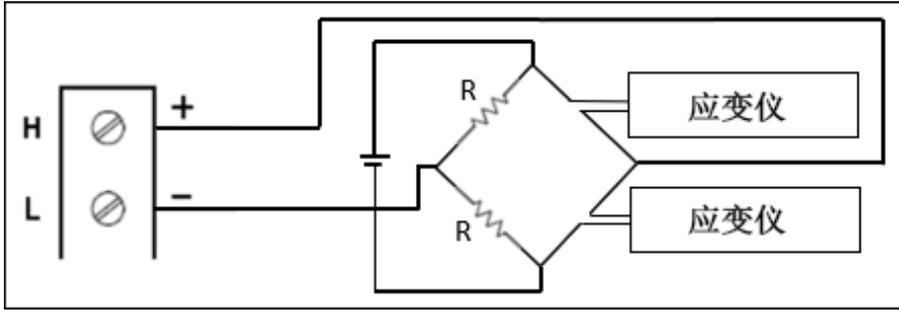
本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行全铂松桥和半铂松桥应变仪测量。

- 将桥配置源连接到模块的接线柱。

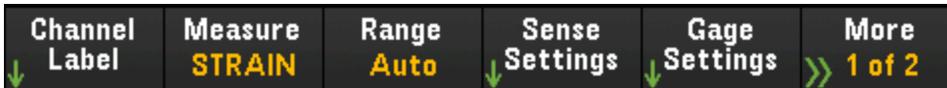
### 全弯桥：



### 半弯桥：



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 STRAIN。



3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。

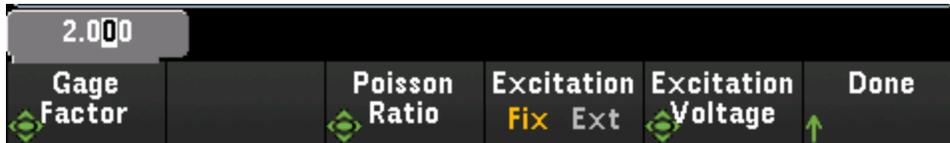


4. 按 Sense Settings > Sense，将应变测量方法指定为泊松布置中的全桥和半桥。



## [Channel] 菜单概述

- 按 **Gage Settings**，并使用旋钮或前面板箭头键指定各种应变仪设置。



**Gage Factor** - 灵敏系数是指电阻的微小变化与沿应变仪轴的长度的微小变化(应变)之比。值越大，应变仪越灵敏。灵敏系数是一个无量纲量。典型值约为 2。

**Poisson Ratio** - 指定应变仪的泊松比。泊松比定义为横向应变与纵向应变之比的负值。

应变电桥转换需要使用外部电桥激励的电压。对于此电压，您可以将一个多路复用通道专用于测量激励电压，也可以指定已知的固定电压值。固定 (**Fix**) - 由“Excitation Voltage”软键指定的固定值将用于应变转换。外部 (**Ext**) - 启用的参考通道上的 DCV 测量将用于指定外部激励电压源的后续应变电桥测量。请注意，外部 DCV 参考通道的编号必须比应变通道的编号低。

**Excitation Voltage** - 使用旋钮或前面板箭头键指定由外部电压源施加于电桥的固定激励电压。此值将用于转换选定通道上的应变电桥测量。

- 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (**NPLC**) 还是直接以秒为单位 (**Time**) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。

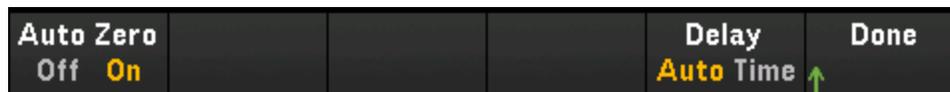


**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (**On**) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (**Off**) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

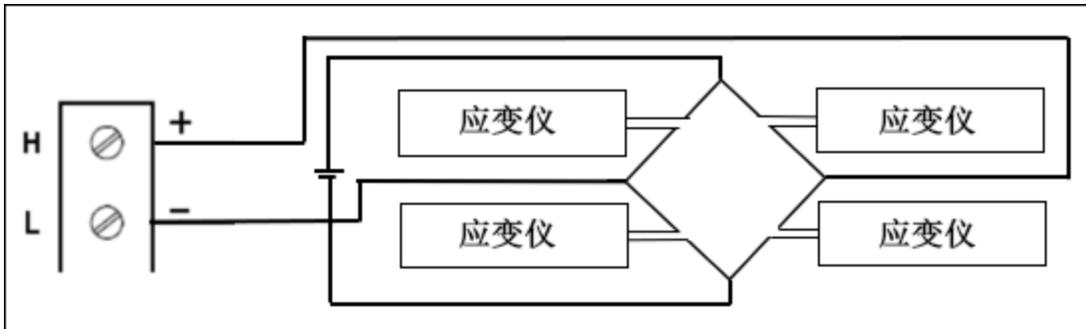
**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

### 弯曲泊松布置中的全桥

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行全弯曲泊松桥应变仪测量。

1. 将桥配置源连接到模块的接线柱。

#### 全弯桥：



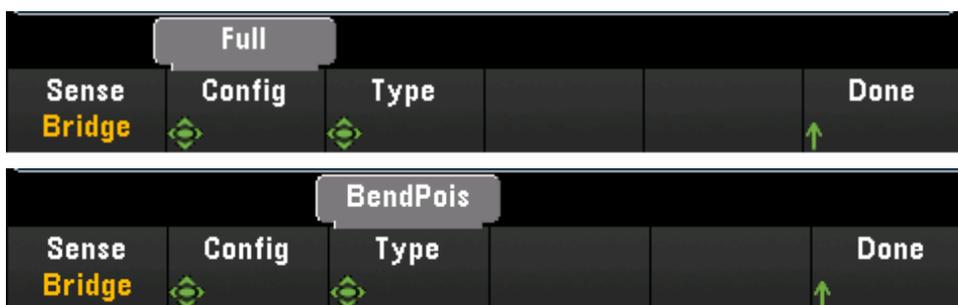
2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 STRAIN。



3. 按 **Range**，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。**Auto**(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。

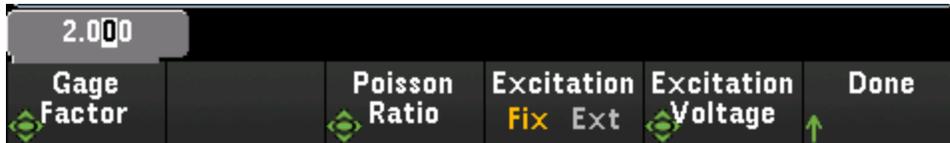


4. 按 **Sense Settings > Sense**，将应变测量方法指定为弯曲泊松布置中的全桥。



## [Channel] 菜单概述

- 按 **Gage Settings**，并使用旋钮或前面板箭头键指定各种应变仪设置。



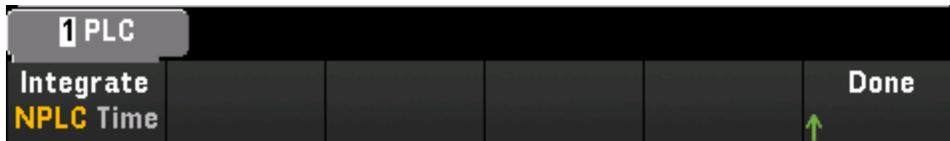
**Gage Factor** - 灵敏系数是指电阻的微小变化与沿应变仪轴的长度的微小变化(应变)之比。值越大，应变仪越灵敏。灵敏系数是一个无量纲量。典型值约为 2。

**Poisson Ratio** - 指定应变仪的泊松比。泊松比定义为横向应变与纵向应变之比的负值。

应变电桥转换需要使用外部电桥激励的电压。对于此电压，您可以将一个多路复用通道专用于测量激励电压，也可以指定已知的固定电压值。固定 (**Fix**) - 由“Excitation Voltage”软键指定的固定值将用于应变转换。外部 (**Ext**) - 启用的参考通道上的 DCV 测量将用于指定外部激励电压源的后续应变电桥测量。请注意，外部 DCV 参考通道的编号必须比应变通道的编号低。

**Excitation Voltage** - 使用旋钮或前面板箭头键指定由外部电压源施加于电桥的固定激励电压。此值将用于转换选定通道上的应变电桥测量。

- 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (**NPLC**) 还是直接以秒为单位 (**Time**) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



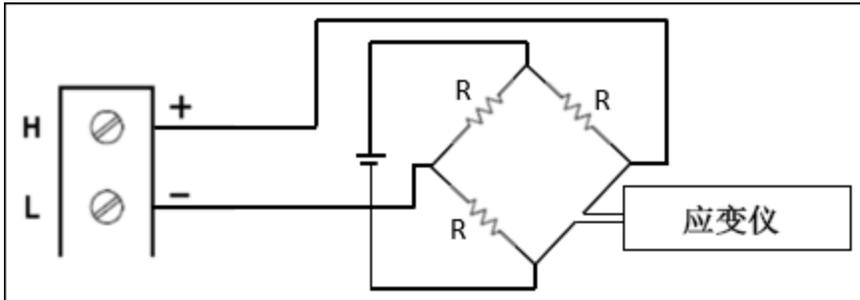
**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (**On**) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (**Off**) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

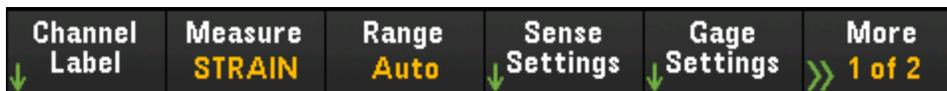
#### 四分之一桥布置

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行四分之一桥应变仪测量。

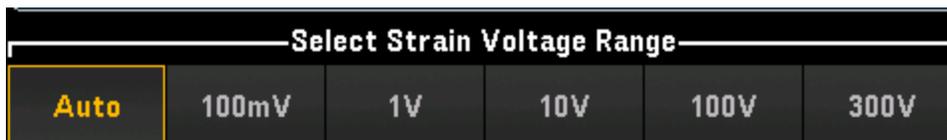
1. 将桥配置源连接到模块的接线柱。



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 STRAIN。



3. 按 **Range**，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。**Auto**(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。

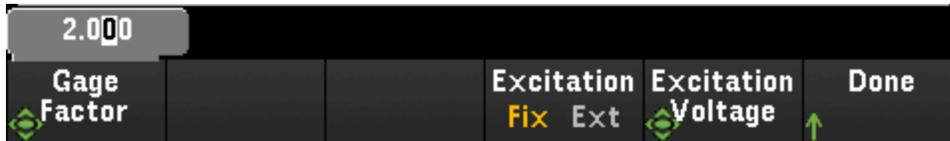


4. 按 **Sense Settings > Sense**，将应变测量方法指定为四分之一桥布置。



## [Channel] 菜单概述

- 按 **Gage Settings**，并使用旋钮或前面板箭头键指定各种应变仪设置。

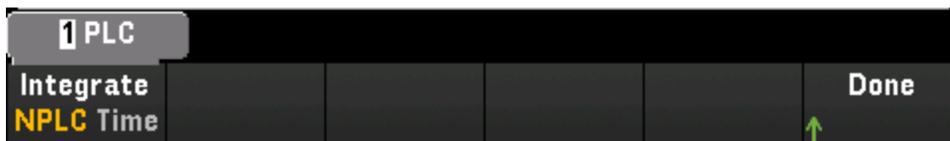


**Gage Factor** - 灵敏系数是指电阻的微小变化与沿应变仪轴的长度的微小变化(应变)之比。值越大，应变仪越灵敏。灵敏系数是一个无量纲量。典型值约为 2。

应变电桥转换需要使用外部电桥激励的电压。对于此电压，您可以将一个多路复用通道专用于测量激励电压，也可以指定已知的固定电压值。固定 (**Fix**) - 由“Excitation Voltage”软键指定的固定值将用于应变转换。外部 (**Ext**) - 启用的参考通道上的 DCV 测量将用于指定外部激励电压源的后续应变电桥测量。请注意，外部 DCV 参考通道的编号必须比应变通道的编号低。

**Excitation Voltage** - 使用旋钮或前面板箭头键指定由外部电压源施加于电桥的固定激励电压。此值将用于转换选定通道上的应变电桥测量。

- 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器

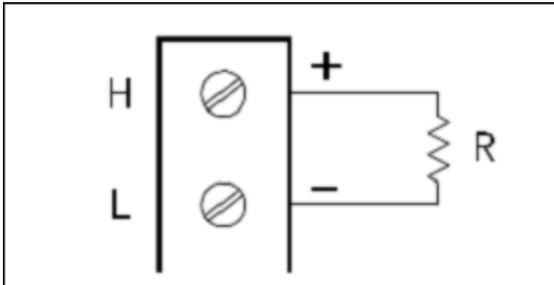
稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

### 直接电阻法

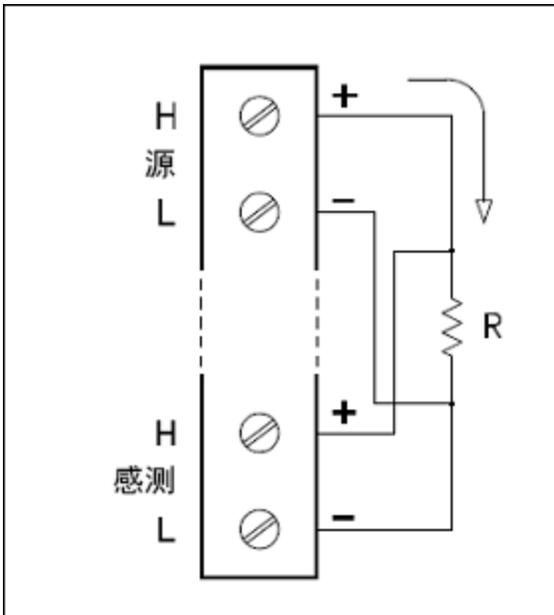
本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行双线和四线直接应变仪测量。双线直接电阻和四线直接电阻的测量配置相同，以下说明讲解了如何配置双线电阻测量。

1. 将直接电阻源连接到模块的接线柱。

#### 双线直接应变：



#### 四线直接应变：



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 STRAIN。

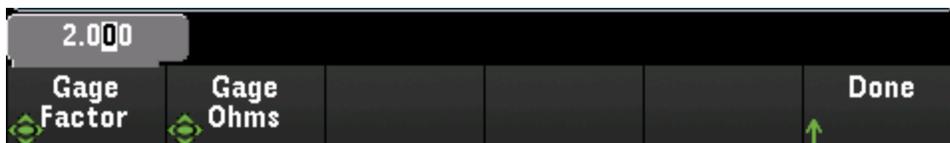


3. 按 Sense Settings > Sense，将应变测量方法指定为双线或四线直接应变。



## [Channel] 菜单概述

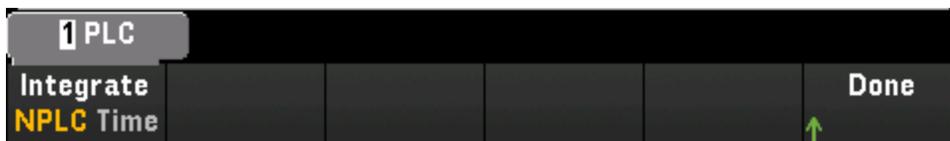
- 按 **Gage Settings**，并使用旋钮或前面板箭头键指定各种应变仪设置。



**Gage Factor** - 灵敏系数是指电阻的微小变化与沿应变仪轴的长度的微小变化(应变)之比。值越大，应变仪越灵敏。灵敏系数是一个无量纲量。典型值约为 2。

**Gage Ohms** - 要用于转换选定通道上的直接应变测量的应变仪电阻。

- 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

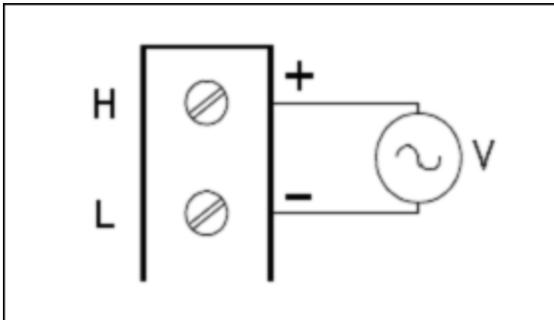
**Offset Compensation** - 偏移补偿可消除被测电路中的小直流电压造成的影响。方法是进行两次电阻测量，一次将电流源设置为正常值，另一次将电流源设置为较低的值，测量后取其差值。

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

## 直流电压

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行直流电压测量。

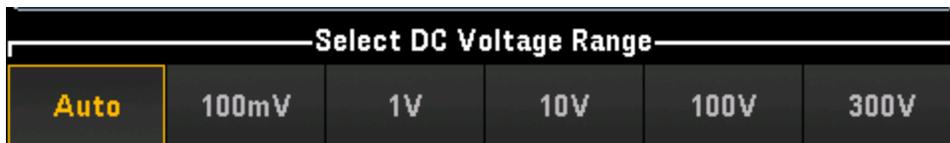
1. 将电压源连接到模块的接线柱。



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 DCV。



3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。



4. 按 Integrate Settings 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 Advanced 以配置测量的高级设置。

## [Channel] 菜单概述

<b>Auto Zero</b> Off <b>On</b>	<b>Input Z</b> <b>10M</b> Auto		<b>Delay</b> <b>Auto</b> Time ↑	<b>Done</b>
-----------------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	-------------

**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (**On**) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (**Off**) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

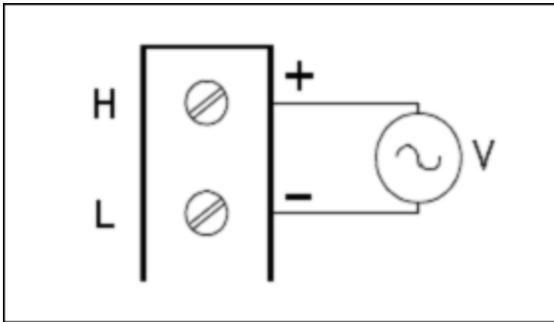
**Input Z** - 指定测量端子输入阻抗，可以是 10 M $\Omega$  (**10 M**) 或高阻抗 (**Auto**)。在“Auto”模式下，将为 100 mV、1 V 和 10 V 量程选择高阻抗 (>10 G $\Omega$ )，而为 100 V 和 300 V 量程选择 10 M $\Omega$ 。在大多数情况下，10 M $\Omega$  足够高，无法加载大多数电路，但也足够低，使读数适合高阻抗电路。它还会导致读数所含的噪声低于高阻抗选项，此选项适用于 10 M $\Omega$  负载很重的情况。

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

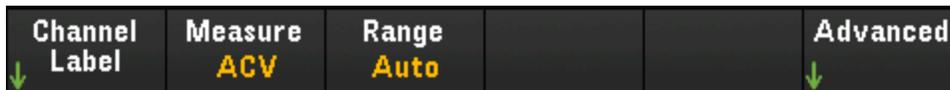
## 交流电压

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行交流电压测量。

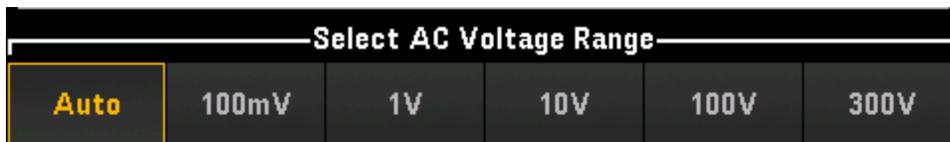
1. 将交流电压源连接到模块的接线柱。



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 ACV。

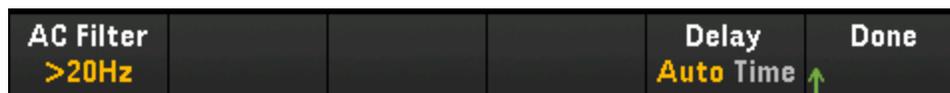


3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。



## 高级设置

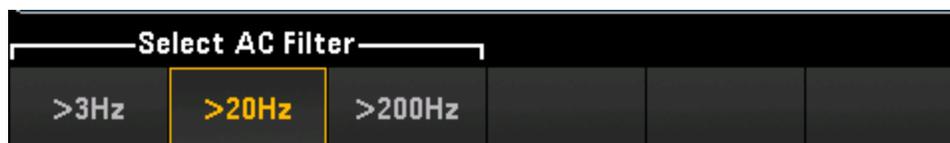
按 Advanced 以配置测量的高级设置。



**AC Filter** - 指定要使用的交流电滤波器。该仪器使用三种不同的交流电滤波器，可让您优化低频精度或者在输入信号幅度发生变化后更快地达到交流电稳定状态。

这三种滤波器的频率分别为 3 Hz、20 Hz 和 200 Hz，您通常应该选择频率小于您所测量信号的频率的最高频率滤波器，因为滤波器的频率越高，测量的速度就越快。例如，测量频率介于 20 Hz 和 200 Hz 之间的信号时，应该使用 20 Hz 的滤波器。

如果测量速度不是问题，那么选择频率更低的滤波器可能会使得测量时更安静，具体取决于您要测量的信号。



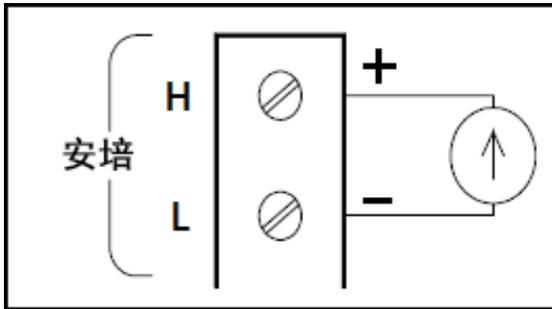
## [Channel] 菜单概述

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

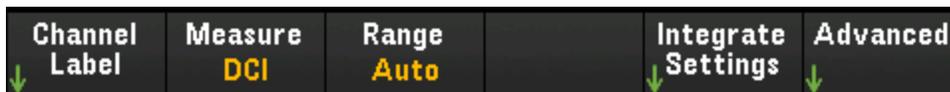
## 直流电流

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行直流电流测量。

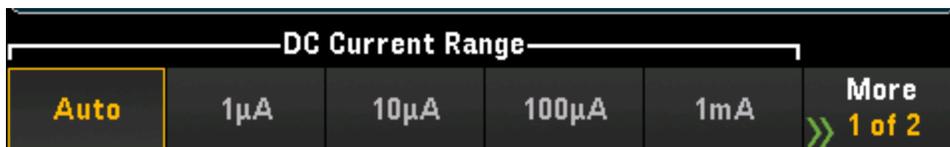
1. 将直流电流源连接到模块的接线柱。



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 DCI。



3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。



4. 按 Integrate Settings 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



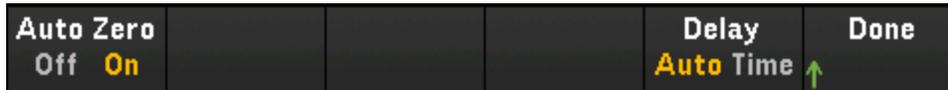
**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 Advanced 以配置测量的高级设置。

## [Channel] 菜单概述



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (**On**) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (**Off**) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

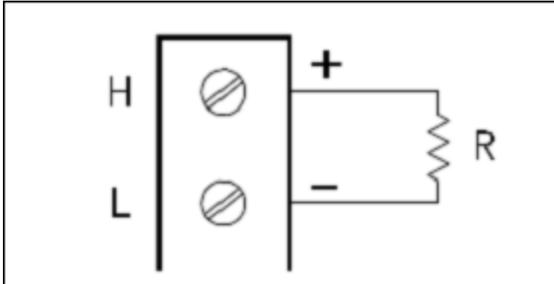
**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

## 电阻

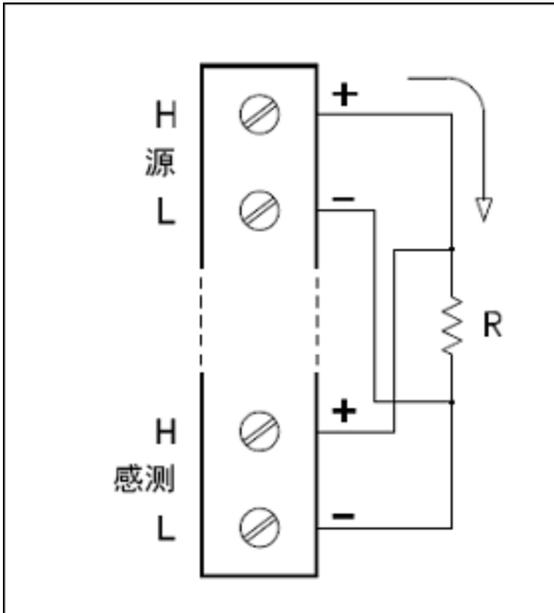
本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行双线和四线测量。双线电阻和四线电阻的测量配置相同，以下说明讲解了如何配置双线电阻测量。

1. 将电阻源连接到模块的接线柱。

### 双线电阻：



### 四线电阻：



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 OHMS 或 OHMS 4W。

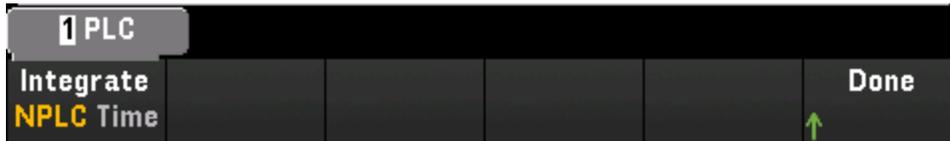
Channel Label	Measure OHMS	Range Auto	Integrate Settings	Advanced
------------------	-----------------	---------------	-----------------------	----------

3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。

Select Ohms Range					
Auto	100Ω (~1mA)	1kΩ (~1mA)	10kΩ (~100μA)	100kΩ (~10μA)	More 1 of 2

## [Channel] 菜单概述

- 按 **Integrate Settings** 软键以选择是以电源线路周期数的形式 (NPLC) 还是直接以秒为单位 (Time) 指定测量积分时间。只有 1、2、10、20、100 和 200 个 PLC 才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率，但测量速度最慢。。



**NPLC** - 将积分时间设置为 0.02、0.06、0.2、1、2、10、20、100 和 200 个电源线路周期 (PLC)。只有 1 个 PLC 及更长的时间才能实现常模(工频噪声)抑制。如果选择 100 或 200 个 PLC，可实现最佳噪声抑制和分辨率。

**Time** - 直接设置积分时间(以秒为单位)。

## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**Auto Zero** - 自动调零可提供最准确的测量结果，但需要更多的测量时间才能执行零测量。在启用自动调零 (On) 的情况下，每次测量之后，仪器都会在内部测量偏移。然后，它会从前面的读数中减去该测量值。这样可防止仪器输入电路上存在的偏移电压影响测量准确度。在禁用自动调零 (Off) 的情况下，仪器会测量一次偏移，然后从所有后续测量中减去该偏移。每当您更改函数、量程或积分时间时，仪器都会进行一次新的偏移测量。(四线测量没有自动调零设置。)

**Offset Compensation** - 偏移补偿可消除被测电路中的小直流电压造成的影响。方法是进行两次电阻测量，一次将电流源设置为正常值，另一次将电流源设置为较低的值，测量后取其差值。

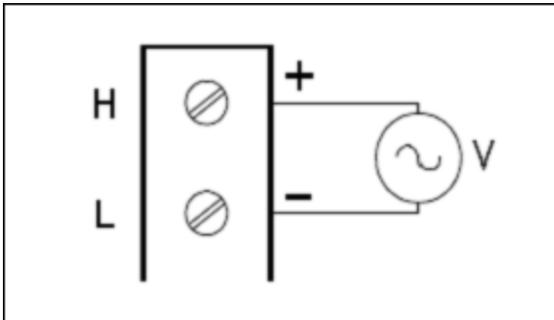
**Low Power** - 选择低功率电阻测量。这样所得的电流较小，从而使得接受测试的电阻的功耗较低且自加热效应较轻。通常，这是进行标准电阻测量时所得电流的大约 1/10。每个测量量程所得的近似电流将显示在电阻范围软键的底部，例如：(~ 1 mA)。

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

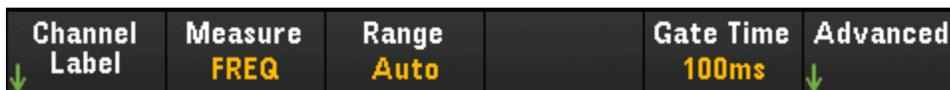
## 频率和周期

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行频率和周期测量。

1. 将交流源连接到模块的接线柱。



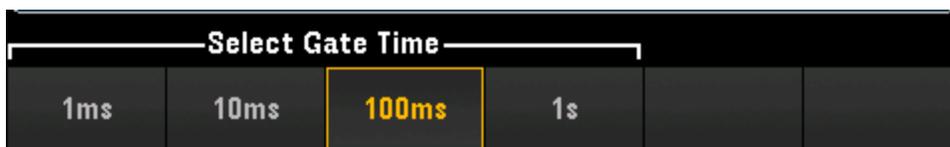
2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 **FREQ** 或 **PERIOD**。



3. 按 **Range**，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。**Auto**(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。

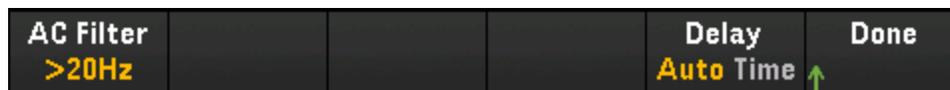


4. 按 **Gate Time** 以将测量的间隙(积分时间)指定为“1 ms”、“10 ms”、“100 ms”或“1 s”。



## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。



**AC Filter** - 指定要使用的交流电滤波器。该仪器使用三种不同的交流电滤波器，可让您优化低频精度或者在输入信号幅度发生变化后更快地达到交流电稳定状态。

这三种滤波器的频率分别为 3 Hz、20 Hz 和 200 Hz，您通常应该选择频率小于您所测量信号的频率的最高频率滤波器，因为滤波器的频率越高，测量的速度就越快。例如，测量频率介于 20 Hz 和 200 Hz 之间的信号时，应该使用 20 Hz 的滤波器。

## [Channel] 菜单概述

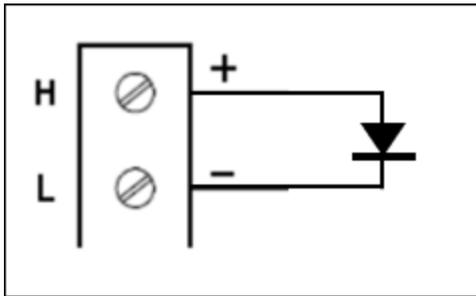
如果测量速度不是问题，那么选择频率更低的滤波器可能会使得测量时更安静，具体取决于您要测量的信号。

**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

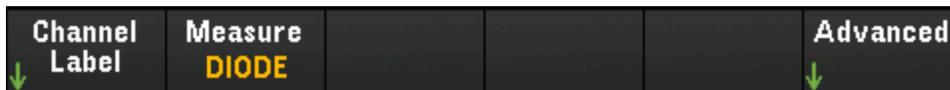
## 二极管

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行二极管测试。

1. 将二极管源连接到模块的接线柱。

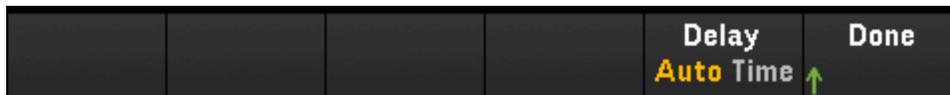


2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 DIODE。



## 高级设置

按 **Advanced** 以配置测量的高级设置。

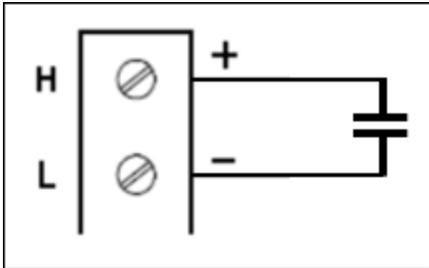


**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

## 电容

本节介绍如何配置选定的通道以便从前面板进行电容测量。

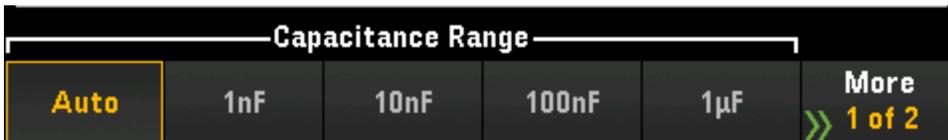
1. 将电容源连接到模块的接线柱。



2. 按 [Channel] > Measure，然后从选择菜单中选择 CAP。

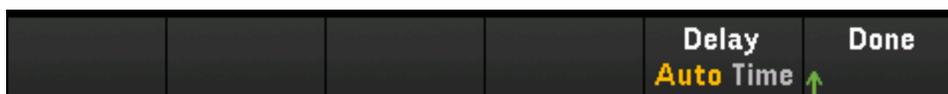


3. 按 Range，并使用旋钮或前面板箭头键指定测量量程。Auto(自动调整量程)将根据输入自动选择测量的量程。与手动量程相比，自动调整量程比较方便，但会导致测量速度较慢。自动调整量程可向上调整到当前量程的 120%，向下调整到当前量程的 10% 以下。



## 高级设置

按 Advanced 以配置测量的高级设置。



**Delay** - 选择将自动选择还是手动选择扫描列表中的通道之间的延迟。如果选择 **Auto**，仪器将根据测量函数、量程、积分时间和交流电滤波器设置自动确定通道延迟。如果选择 **Time**，除由继电器稳定时间导致的任何隐性延迟之外，还会在继电器闭合与每个通道上的实际测量之间插入指定的延迟(以秒为单位的时间)。

## DAQM907A 多功能模块 - 概述

DAQM907A 多功能模块中共有 7 个通道。

通道编号	通道标签
01	8 位数字 I/O 通道
02	8 位数字 I/O 通道

## [Channel] 菜单概述

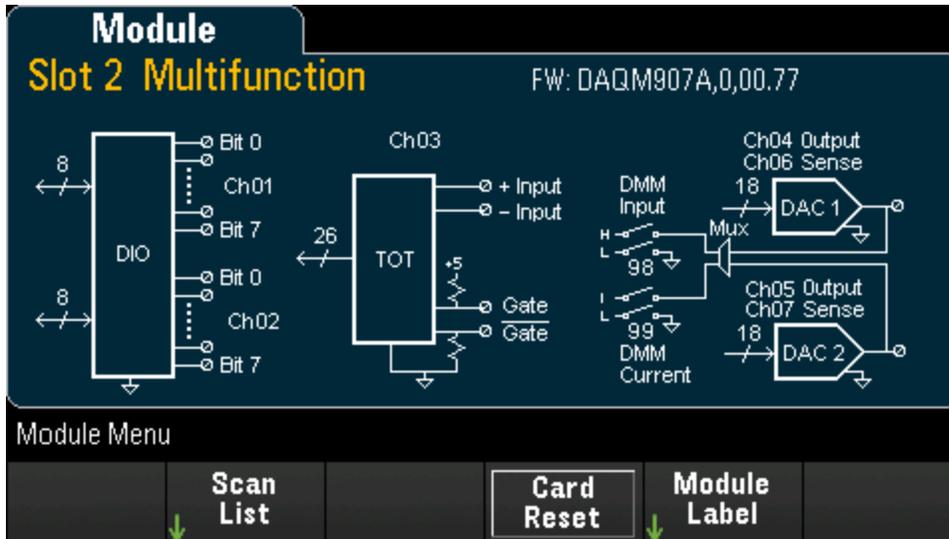
通道编号	通道标签
03	积算器通道
04	DAC 输出通道
05	DAC 输出通道
06	DAC 输出感测通道
07	DAC 输出感测通道

## 数字 I/O (DIO) 通道(通道 01 和 02)

DAQM907A 多功能模块具有两个非隔离的 8 位输入/输出端口，可用来读取数字码型。您可以在端口上读取位的活动状态，也可以对扫描进行配置，使其包括数字读取。

### 配置 DIO 通道

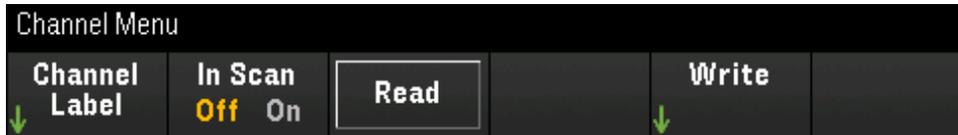
- 按 [Module] 并使用旋钮或前面板箭头键选择包含多功能模块的插槽。



- 按 [Channel] 并使用旋钮或前面板箭头键选择 DIO 通道(通道 01 和 02)。



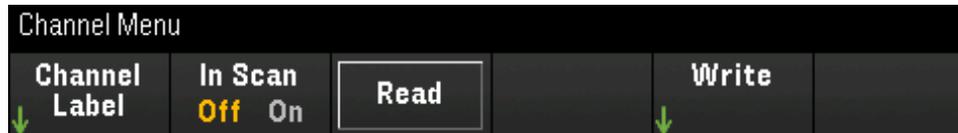
3. 按 **In Scan** 以指定在扫描列表中包含 (On) 还是排除 (Off) DIO 通道。



- **Read** - 选择 **Read** 以直接从数字输入端口读取位码型。
- **Write** - 选择 **Write** 以指定位码型并使其输出到指定的端口。

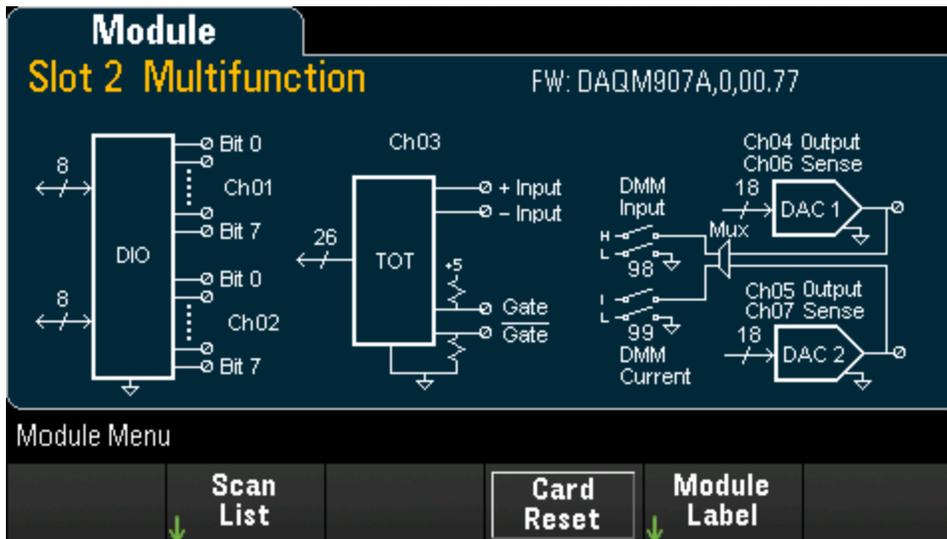
### 读取数字输入端口

按 **Read** 以将 DIO 方向定义为“Input”。



### 写入到数字输出端口

1. 按 **[Module]** 并使用旋钮或前面板箭头键选择包含多功能模块的插槽。



## [Channel] 菜单概述

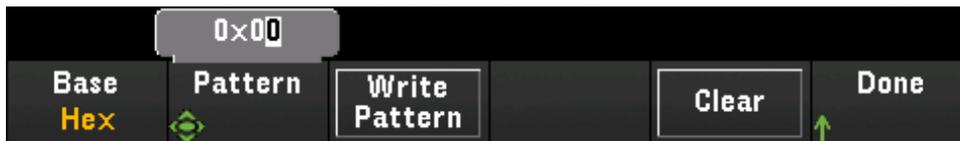
- 按 [Channel] 并使用旋钮或前面板箭头键选择 DIO 通道(通道 01 和 02)。



- 按 Write > Base 并使用旋钮或前面板箭头键以选择使用的数字进制(Hex、Binary 或 Decimal), 然后按 Pattern 以定义选定进制的每个输出码型。



- 按 Write Pattern 以在选定的数字输出端口上输出位码型。DIO 方向将设置为“Output”。



- 按 Clear 以将输出码型设置为“0”。



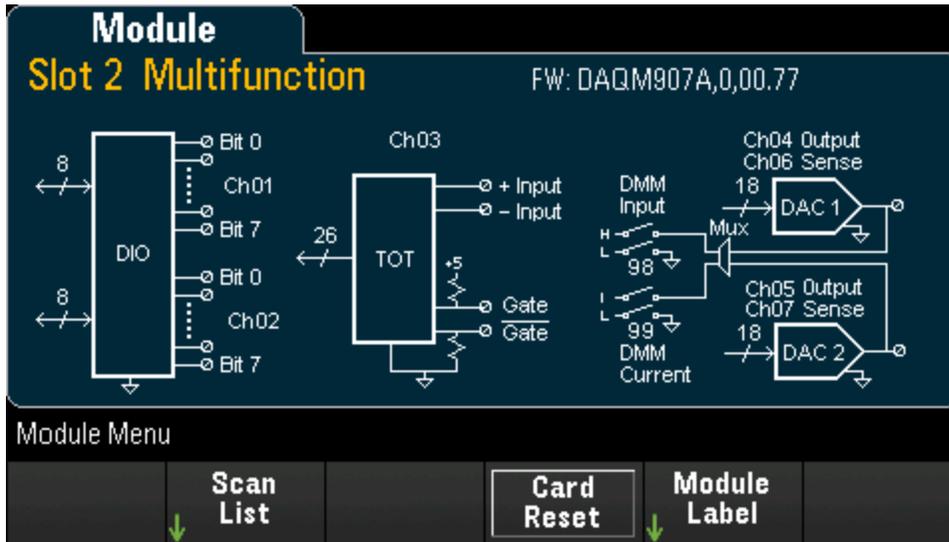
## 积算器通道

DAQM907A 多功能模块具有一个 26 位积算器，该积算器可按 100 kHz 的速率对 TTL 兼容脉冲计数。积算器通道的编号为“s03”，其中 s 表示插槽号。积算器通道标记为通道 03。

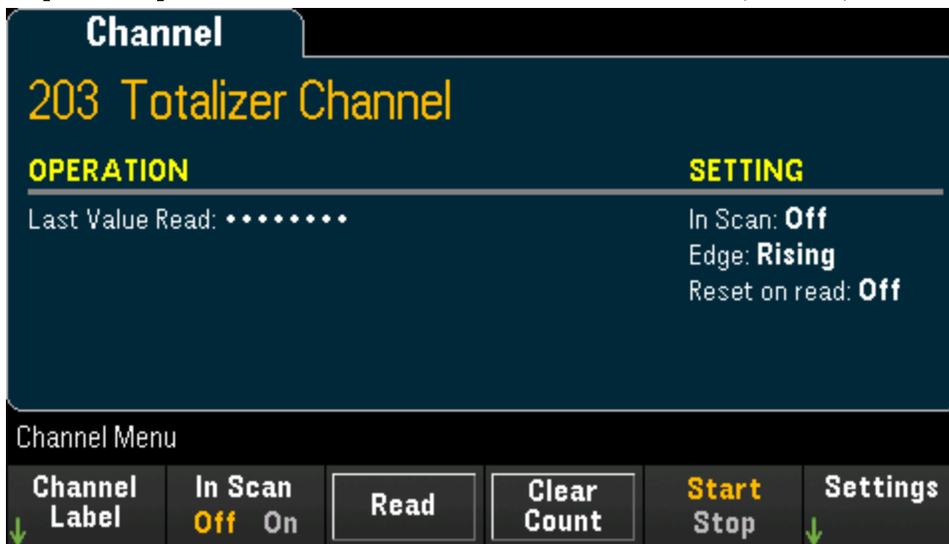
您可以手动读取积算器计数，也可以对扫描进行配置，使其读取计数。

要配置多功能模块中的积算器通道，请执行以下操作：

1. 按 [Module] 并使用旋钮或前面板箭头键选择包含 DAQM907A 多功能模块的插槽。



2. 按 [Channel] 并使用旋钮或前面板箭头键选择积算器通道(通道 03)。

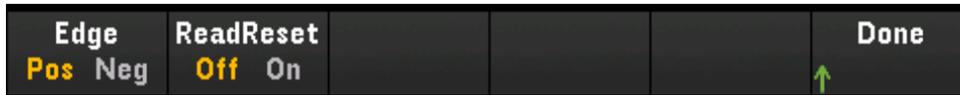


3. 按 In Scan 以指定在扫描列表中包含 (On) 还是排除 (Off) 积算器通道。



## [Channel] 菜单概述

- 按 **Settings > Edge** 以指定积算器通道应在输入信号的上升沿 (Pos) 还是下降沿 (Neg) 上计数, 然后按 **ReadReset** 以指定积算器计数在读取时应自动重置 (On) 还是自动重置 (Off)。



- 按 **Read** 以读取积算器计数。



每次按 **Read** 时, 仪器将读取一次计数。显示屏上的计数不会自动更新。

- 按 **Clear Count** 以将积算器计数重置为“0”。
- 按 **Start** 以开始在当前积算器通道上计数, 或按 **Stop** 以停止在当前积算器通道上计数。

## DAC 输出和感测通道(通道 04 到 07)

DAQM907A 多功能模块具有两个 DAC 输出通道(通道 04 和 05)和两个 DAC 输出感测通道(通道 06 和 07)。可扫描这些通道中的任何一个。

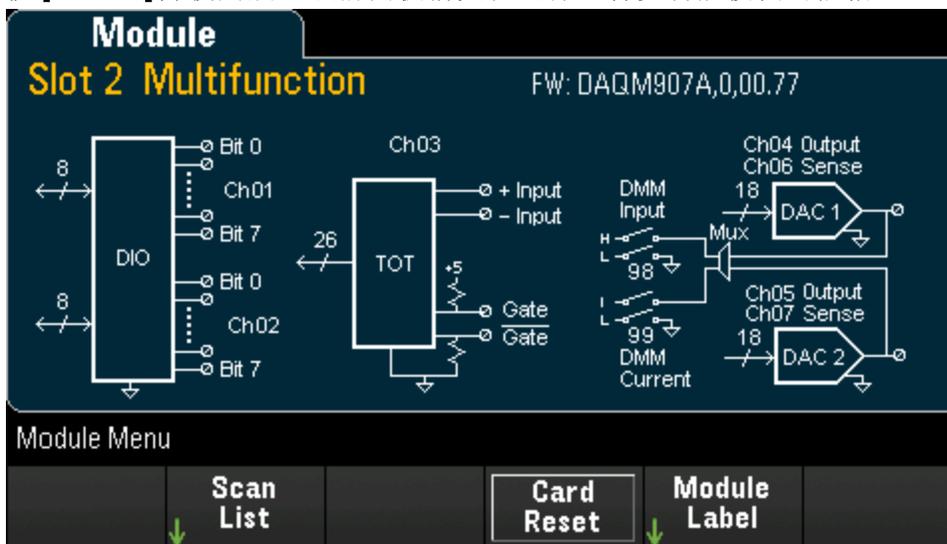
对于 DAC 输出通道, 不进行任何实际输出测量, 扫描的值将为编程的输出值(电压或电流)。

DAC 输出感测通道将根据相应 DAC 输出通道的输出模式进行互补(电压或电流)测量:

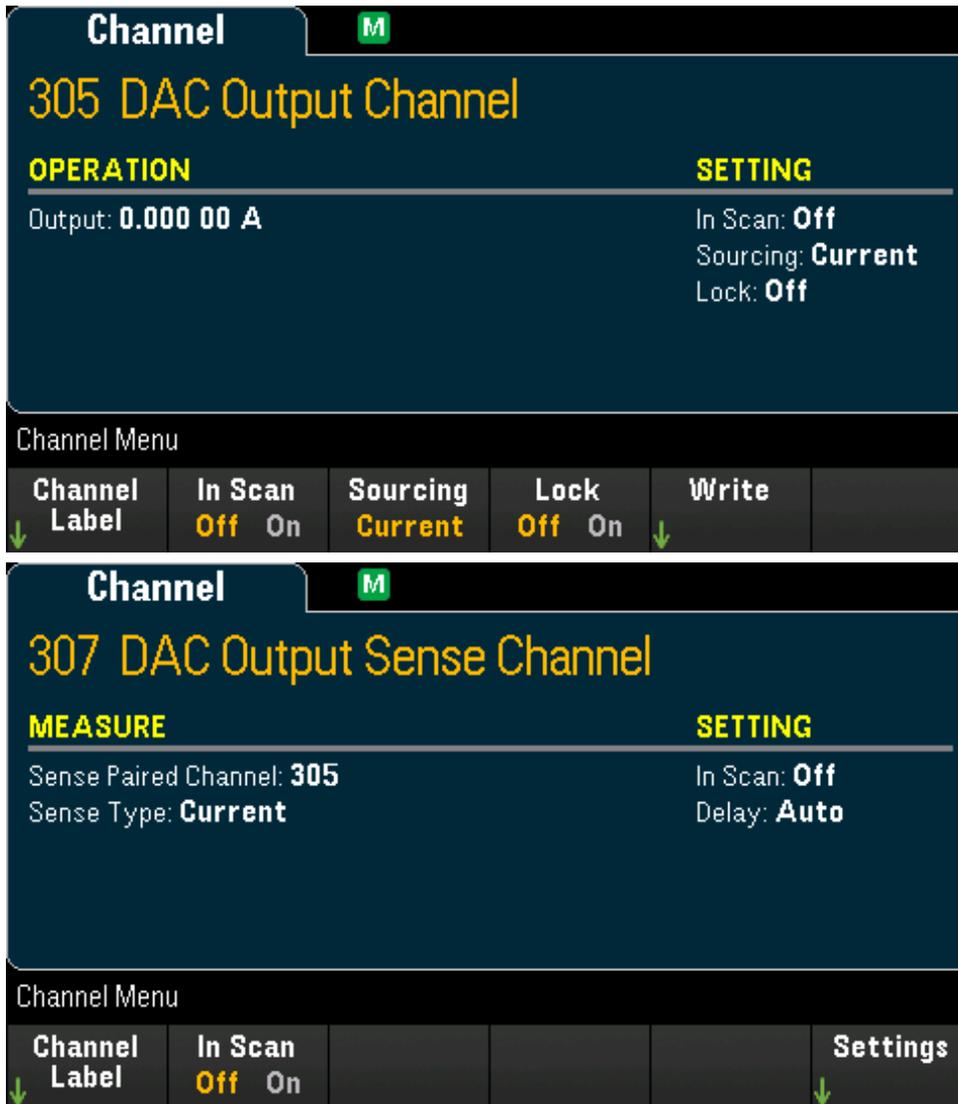
- 通道 06 将根据通道 04 中设置的输出模式进行测量。
- 通道 07 将根据通道 05 中设置的输出模式进行测量。

如果将 DAC 输出通道 04 设置为电压模式, 则相应的 DAC 感测通道 06 将测量电流。如果将该输出通道设置为电流模式, 则相应的感测通道将测量电压。

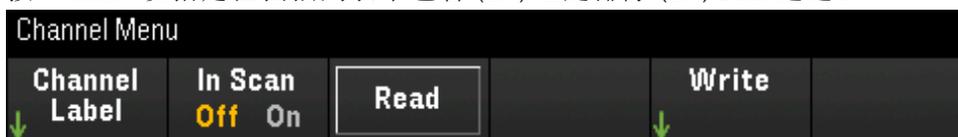
- 按 **[Module]** 并使用旋钮或前面板箭头键选择包含多功能模块的插槽。



- 按 [Channel] 并使用旋钮或前面板箭头键选择 DAC 输出通道(通道 04 和 05)或 DAC 感测通道(通道 06 和 07)。



- 按 **In Scan** 以指定在扫描列表中包含 (On) 还是排除 (Off) DAC 通道。



不会在此通道上进行任何实际测量，“测量值”将为编程的 DAC 输出值。

- 按 **Sourcing** 以将 DAC 输出通道中的输出模式设置为 **Voltage** 或 **Current**。
- 启用 **Lock (On)** 以锁定 DAC 输出通道模式，或禁用 **Lock (Off)** 以禁用锁定 DAC 输出通道模式的功能。
- 按 **Write > Output** 以设置输出电压/电流电平，然后按 **Write Output** 以从选定的 DAC 输出通道输出电压/电流。

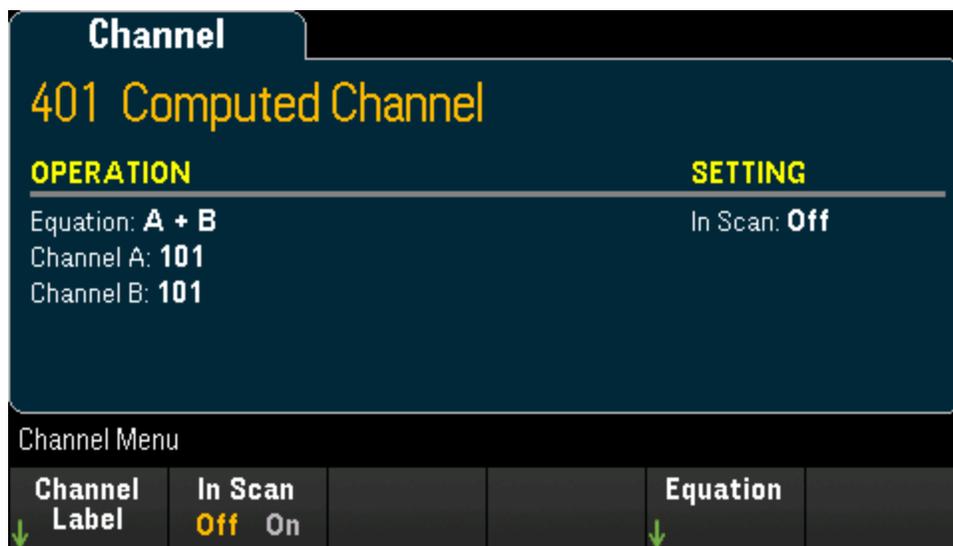
## 被计算通道

被计算通道可对来自测量通道或其他被计算通道的读数执行数学运算。要进行配置，请按 **Channel** 并使用旋钮或向右箭头键选择一个被计算通道(通道 401 到 420)。

### 注意

必须先配置测量通道，然后再在被计算通道中执行数学运算。

监视被计算通道的功能仅在扫描期间可用，并且将仅显示来自最近一次扫描的读数。



按 **In Scan** 可指定被计算通道是包含在扫描列表中 (On)，还是从扫描列表中排除 (Off)。按 **Equation** 可指定要用于被计算通道的方程。可供选择的方程可以分为三大类：

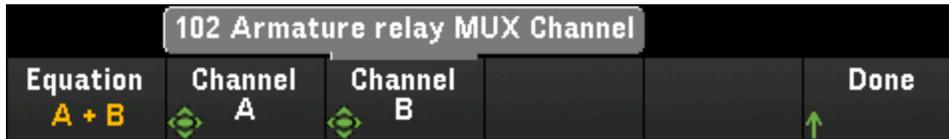
## 基本数学运算

下表显示了支持的基本数学运算与各自的软键标签。

运算	软键标签
加	A+B
减	A-B
乘	A*B
除	A/B
倒数	1/A
幂	A <sup>2</sup>
平方根	Sqrt(A)

例如，要从测量通道(通道 101 和 102)到被计算通道(通道 401)执行加法运算，请执行以下操作：

1. 按 **Equation > A+B**，并使用旋钮或前面板箭头键将 **Channel A** 软键指定给通道 101，将 **Channel B** 软键指定给通道 102。



- 按一次 [Scan] 键以启动扫描。您可以通过按 [View] 键来查看扫描的存储器读数。从通道 101 和 102 到通道 401 的加法运算将如下所示，这些通道的读数存在以下关系：

通道 401 = 通道 101 + 通道 102

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	11:36:51.664	101 Armature relay...	-148.32	μVDC
17/4/2018	11:36:51.816	102 Armature relay...	-159.01	μVDC
17/4/2018	11:36:51.822	401 Computed Cha...	-307.33	μ

- 针对其余基本数学运算(减、乘等)重复上述步骤。如果希望从单个操作数通道中计算，请将“Channel A”和“Channel B”软键设置为同一通道。计算的读数将为来自选定通道自身的加法读数的结果。例如：

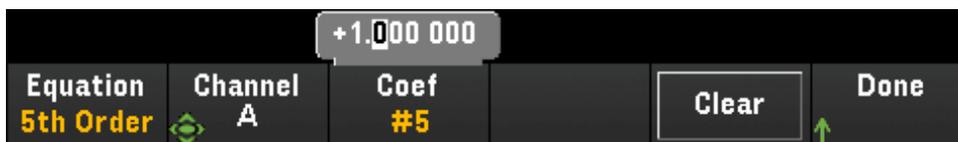
通道 401 = 通道 101 + 通道 101

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	18:21:48.186	101 Armature relay...	-50.556	μVDC
17/4/2018	18:21:48.186	401 Computed Cha...	-101.11	μ

## 第五阶多项式

要从操作数通道(通道 101)到被计算通道(通道 401)执行此运算，请执行以下操作：

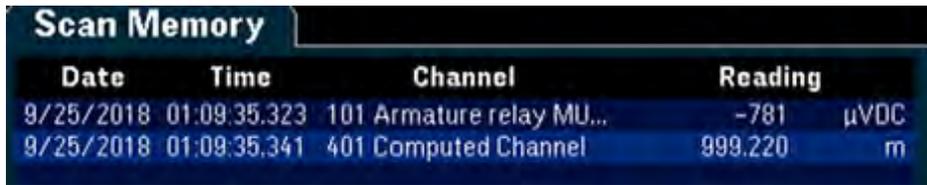
- 按 Equation > 5th Order，并使用旋钮或前面板箭头键将 Channel A 软键指定给通道 101。



- 按 Coef 以在系数阶次(Coef #5、Coef #4、Coef #3、Coef #2、Coef #1 和 Coef #0)之间循环。指定每个系数阶次的系数参数。

## [Channel] 菜单概述

- 按一次 [Scan] 键以启动扫描。您可以通过按 [View] 键来查看扫描的存储器读数。第 5 阶多项式的结果将如下所示：



Date	Time	Channel	Reading
9/25/2018	01:09:35.323	101 Armature relay MU...	-781 $\mu$ VDC
9/25/2018	01:09:35.341	401 Computed Channel	999.220 m

## 统计

下表显示了支持的统计运算与各自的软键标签。对于统计运算，(list) 表示计算中的一组操作数通道。

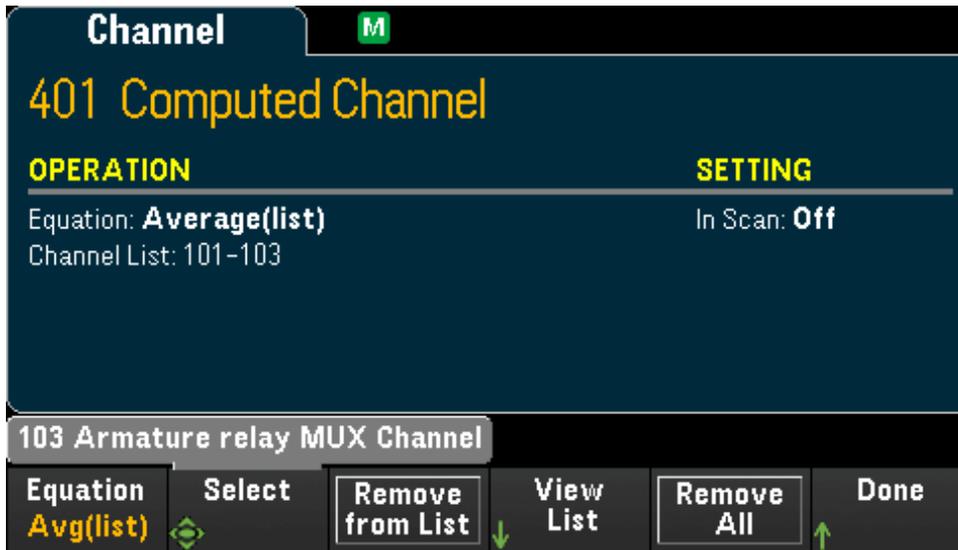
运算	软键标签	说明
平均值	Avg(list)	从操作数通道的列表返回平均读数，其中： 平均读数 = 所有读数的总和 / 选定的操作数通道数
最大值	Max(list)	从操作数通道的列表返回最大读数
最小值	Min(list)	从操作数通道的列表返回最小读数
标准差	SDev(list)	从操作数通道的列表返回标准差读数

例如，要从测量通道(通道 101 到 103)到被计算通道(通道 401)执行求平均值运算，请执行以下操作：

- 按 Equation > Avg(list)，并使用旋钮或前面板箭头键在 **Select** 软键中选择操作数通道，然后按 **Add to List** 以将选定的操作数通道添加到操作数通道列表。重复按此软键可将后续操作数通道添加到操作数通道列表。



2. 当添加的操作数通道数达到上限时，将显示 **Remove from List** 软键。按此键可从操作数通道列表中移除上一个选定的操作数通道。



3. 按 **View List** 可显示可用测量通道的列表。当前选定的操作数通道带有“X”标记。按 **Clear** 可从操作数通道列表中移除所有选定的操作数通道。

Check	Channel	In Scan
[x]	101 Armature relay MUX Channel	Yes
[x]	102 Armature relay MUX Channel	Yes
[x]	103 Armature relay MUX Channel	Yes

4. 按一次 **[Scan]** 键以启动扫描。您可以通过按 **[View]** 键来查看扫描的存储器读数。求平均值运算的结果将如下所示：

通道 401 =(通道 101 + 102 + 103)/3

Date	Time	Channel	Reading
17/4/2018	12:25:47.944	101 Armature relay...	-941,53 μVDC
17/4/2018	12:25:47.996	102 Armature relay...	-1,214.8 mVDC
17/4/2018	12:25:48.048	103 Armature relay...	-1,391.3 mVDC
17/4/2018	12:25:48.049	401 Computed Cha...	-1,182.5 m

**注意：** 此处显示的数字格式为：逗号作为小数点分隔符，并将千位分隔符设置为“On”，即在每三位数之间插入一个句点。有关详细信息，请参见 **数字格式**。

您还可以将被计算通道作为操作数通道包含在被计算通道列表中。例如，要将上例中的被计算通道 401 包含到其他被计算通道(通道 402)中，请执行以下操作：

## [Channel] 菜单概述

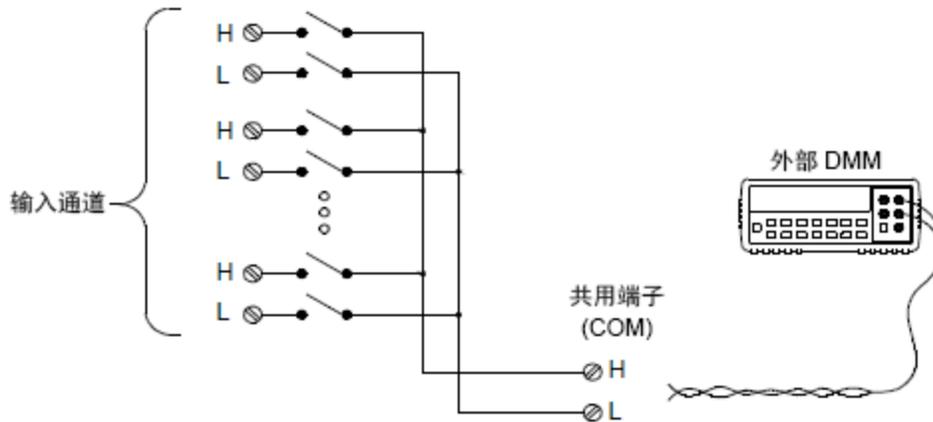
1. 重复上述第 1 步到第 4 步。
2. 按 **[Channel]**，并使用旋钮或前面板箭头键设置要包含到通道 402 中的通道。按 **In Scan**，启用此软键以将通道 402 包含在扫描列表中。然后按 **Equation > Avg(list)**，并使用旋钮或前面板箭头键将 **Channel A** 软键指定给通道 101，将 **Channel B** 软键指定给被计算通道 401。
3. 按一次 **[Scan]** 键以启动扫描。您可以通过按 **[View]** 键来查看扫描的存储器读数。求平均值运算的结果将如下所示：

通道 402 =(通道 101 + 102 + 103 + 401)/4

Date	Time	Channel	Reading	
17/4/2018	12:43:47.090	101 Armature relay...	-1,303.0	mVDC
17/4/2018	12:43:47.142	102 Armature relay...	-1,221.3	mVDC
17/4/2018	12:43:47.195	103 Armature relay...	-1,146.8	mVDC
17/4/2018	12:43:47.195	401 Computed Cha...	-1,223.7	m
17/4/2018	12:43:47.195	402 Computed Cha...	-1,223.7	m

## 使用外部仪器扫描

在此配置中，您可以使用 DAQ970A 来发送信号或控制应用程序。如果已安装多路复用器插件模块，则可结合使用 DAQ970A 和外部仪器来执行扫描。您可以将外部仪器(如 DMM)连接到多路复用器 COM 端子。



为了控制使用外部仪器扫描，提供了两条控制线。如果 DAQ970A 和外部仪器配置正确，您可以在这两台仪器之间同步扫描序列。

在此配置中，您必须设置扫描列表，使其包含所有需要的多路复用器或多功能通道。在扫描过程中，会跳过未包含在扫描列表中的通道。仪器将按升序(从插槽 100 到插槽 300)自动扫描通道列表。

对于外部控制的扫描，您必须通过按 **[Home]** > **User Settings** > **DMM Off** 来禁用内部 DMM。由于禁用了内部 DMM，因此多路复用器通道中的读数将不会存储在内部读数存储器中。

必须建立外部连接，才能在 DAQ970A 与外部仪器之间同步扫描序列。当继电器闭合并稳定下来后(包括通道延迟)，DAQ970A 必须通知外部仪器。DAQ970A 会从后面板连接器的针脚 5 上输出通道关闭脉冲。当外部仪器完成测量并准备前进至扫描列表中的下一个通道时，该仪器必须通知 DAQ970A，以此作为响应。DAQ970A 会接受外部触发输入线(针脚 6)上的通道前进信号。

您可以配置事件或操作，使其控制每次开始扫描整个扫描列表中的所有通道(扫描是指将整个扫描列表中的所有通道扫过一遍)。如果禁用了 DMM，则默认的扫描时间间隔源为“Auto”(立即)。有关更多信息，请参阅“扫描时间间隔”。您可以配置事件或操作，使其通知 DAQ970A 前进至扫描列表中的下一个通道。请注意，通道前进源与扫描时间间隔共享相同的源。但是，如果您尝试将通道前进源设置为扫描时间间隔所使用的同一源，则会生成错误。

您可以指定仪器将扫描整个扫描列表中的所有通道的次数。完成指定的扫描次数后，扫描将停止。

外部控制的扫描还可以包括多功能模块上数字端口的读取或积算器计数的读取。当通道前进到达第一个数字通道时，仪器将扫描该插槽中的所有数字通道，并将读数存储在读数存储器中(只需要一个通道前进信号)。

您可以配置通道列表以进行四线外部扫描。启用该配置后，仪器会自动将通道  $n$  与通道  $n+10$  配对。

## 为通道添加标签

按 **Channel Label** 软键可为当前选定的通道指定标签。使用旋钮或前面板箭头键可在显示屏中输入字符。请注意，仅允许为模块标签最多输入 10 个字符，包括字母、数字和特殊字符。要恢复为默认通道标签，请按 **Channel Label > Clear All > Done**。此设置适用于安装的所有模块，以及被计算通道。



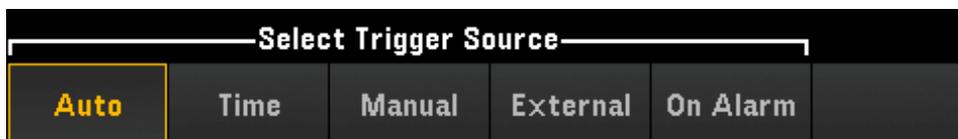
## [Interval] 菜单

按前面板上的 **[Interval]** 键可配置开始每次扫掠的触发源，以及扫描过程中的扫掠次数。

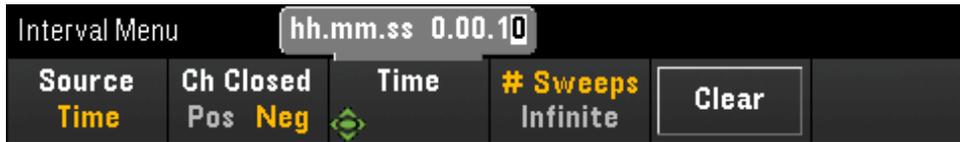


## 选择触发源

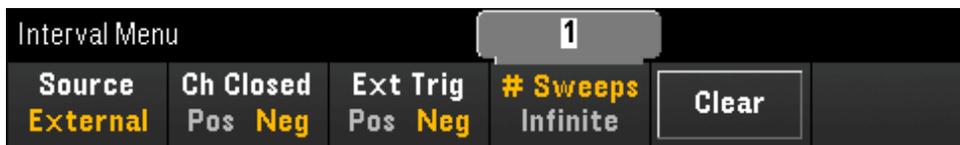
按 **Source** 软键可选择开始扫掠的触发源。扫掠是指将整个扫描列表中的所有通道扫过一遍。



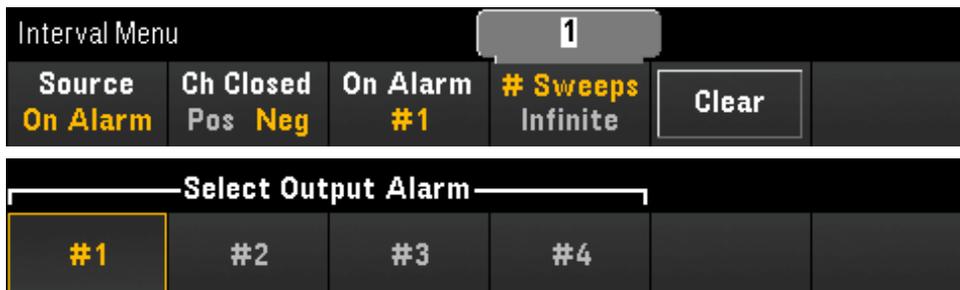
- Auto** - 选择立即触发。扫描开始后，将自动开始每次扫描。
- Time** - 设置仪器的内部定时器以按特定的时间间隔自动开始扫描。选择此触发源，然后按 **Time** 软键，以配置 0 到 100:00:00 小时之间的时间间隔。



- Manual** - 选择手动触发。按一次前面板上的 **[Scan]** 键即可开始扫描。
- External** - 在从后面板上的外部触发/警报连接器接收外部 TTL 兼容触发脉冲时开始扫描。选择此触发源，然后按 **Ext Trig** 软键，以将外部触发信号的极性指定为上升沿 (Pos) 或下降沿 (Neg)。



- On Alarm** - 当在监视通道或者 DIO 或积算器通道上扫描期间检测到警报条件时开始扫描。选择此触发源，然后按 **On Alarm** 软键，以指定将使用四种警报中的哪一种来报告选定通道上的警报条件。



## 选择输出触发源极性

按 **Ch Closed** 软键以选择上升沿 (Pos) 或下降沿 (Neg) 作为后面板外部触发/警报连接器上的通道关闭信号。



输出触发源(通道关闭信号)在内部扫描和外部扫描期间的工作方式不同:

- 对于内部扫描(启用了内部 DMM)，在扫描结束时生成触发源，而不是在扫描开始时生成。
- 对于外部扫描(禁用了内部 DMM)，在每个通道关闭时生成触发源，并且触发源可用于触发外部 DMM 上的测量。

## 指定扫描过程中的扫掠次数

指定仪器将扫掠整个扫描列表中的所有通道的次数 (**# Sweeps**) 或连续扫掠 (**Infinite**)。

- a. **# Sweeps** - 指定扫描开始后仪器将扫掠整个扫描列表中的所有通道的次数(扫掠 1 次到 1,000,000 次)。按 **Clear** 可将扫掠计数设置为“1”。
- b. **Infinite** - 将扫描设置为无限期地持续下去，直到使用前面板 **[Scan]** 键手动停止、发送 SCPI“ABORT”命令，或者从远程端口发送“Device Clear”消息为止。

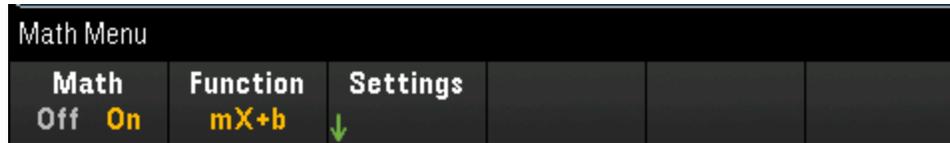
仪器在读数存储器中最多可以存储 100,000 个读数，达到此数量后，将显示 **MEM** 信号器，指示读数存储器溢出。任何新读数都将覆盖保存的第一个(即最早的)读数，始终会保留最新读数。

## [Math] 菜单

**注意**

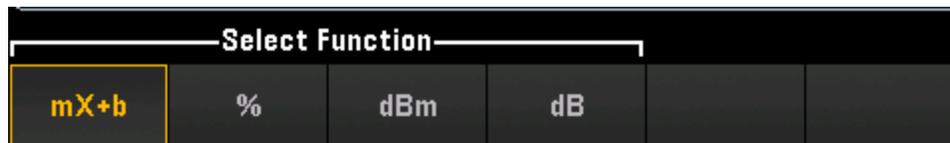
在应用任何标定值之前，必须配置此通道。

在 Math 菜单页中，按 **Math** 软键可启用或禁用测量标定。

**注意**

更改测量函数(例如，从 DCV 更改为 ACV)后，Math 设置为 Off。更改测量函数后，必须重新启用 Math。

按 **Function** 软键可在选定通道上选择标定函数。dBm 和 dB 函数仅适用于配置为测量直流或交流电压的通道。



选择标定函数并按 **Settings** 软键可执行各种标定设置。选定通道的标定值存储在非易失性存储器中。

## mX+b 标定

利用 mX+b 标定函数，可以通过偏移操作执行线性标定，具体方法是将增益 (m) 和偏移 (b) 值应用于扫描期间所选通道的所有读数。要进行配置，请将标定函数选为 mX+b，然后按 **Settings** 打开配置菜单。



按 **User Units > User Units Off/On** 可显示 (On) 或关闭 (Off) 用户定义的测量单位。选择 **On** 将显示 Edit Units 软键所定义的单位；选择 **Off** 将显示默认单位 (VDC)。

按 **User Units > Edit Units** 可指定最多包含三个字符的字符串，该字符串将显示在标准测量单位处。这些单位随后用于输入各种仪器设置，如限值和图形标定。

按 **Default Units** 可将单位恢复为选定测量类型的默认单位。例如，如果您将选定通道配置为温度测量，按此软键将恢复为默认单位 °C。

按 **Measure Offset** 可立即测量偏移并保存该偏移值供后续测量使用。

按 **Clear Offset** 可将偏移值清除为 0。

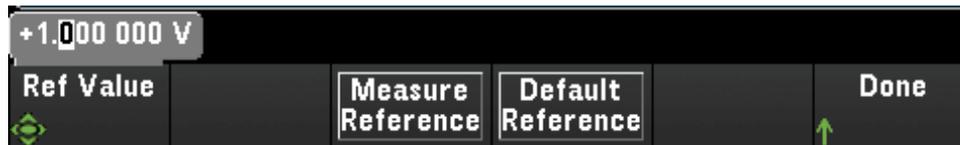
## [Channel] 菜单概述

### % 标定

% 执行百分比更改运算。结果是以百分比的形式表示读数与参考值之间的差别：

$$\text{结果} = \frac{\text{读数} - \text{参考}}{\text{参考}} \times 100$$

要进行配置，请将标定函数选为 %，然后按 **Settings** 打开配置菜单。



按 **Measure Reference** 可立即测量参考并保存该参考值供后续测量使用，或者按 **Ref Value** 指定参考值。

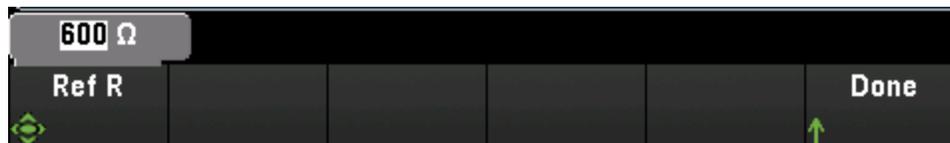
按 **Default Reference** 可将参考值恢复为其出厂默认设置。

### dBm 标定

选择 dBm 标定作为当前测量函数。结果是计算为参考电阻(使用 **Ref R** 软键指定)提供的功率(相对于 1 毫瓦)。

$$\text{dBm} = 10 \times \log_{10}(\text{读数}^2 / \text{参考电阻} / 1 \text{ mW})$$

要进行配置，请将标定函数选为 dBm，然后按 **Settings** 打开配置菜单。



参考电阻值 (Ref R) 可以是 50、75、93、110、124、125、135、150、250、300、500、600(默认值)、800、900、1000、1200 或 8000 Ω。按 **Ref R** 可指定用于将电压测量结果转化为 dBm 的参考电阻值。

### dB 标定

选择 dB 标定作为当前测量函数。结果是输入信号与存储的 dB 相对参考值之间的差(二者均换算成 dBm)：

$$\text{dB} = \text{以 dBm 为单位的测量结果} - \text{以 dBm 为单位的参考值}$$

要进行配置，请将标定函数选为 dB，然后按 **Settings** 打开配置菜单。



参考值可以是转换为 dBm 的测量结果(Measure RefValue 软键), 您也可以指定参考值(dB RefValue 软键)。

按 **Clear dB Ref** 可清除 dB 测量的参考值。

## [Copy] 菜单

### 注意

在执行此功能之前，源通道(要从其复制配置的通道)必须包含在扫描列表中。

复制/粘贴操作仅适用于具有相似测量函数的通道(例如，从 DCV 到 DCV)；其中，起始通道和结束通道来自相似的模块插槽。

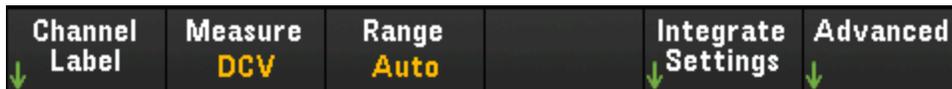
按前面板上的 [Copy] 键可将测量配置从选定的通道复制到其他通道。使用此功能，您可以轻松地与同一测量配置多个通道。将配置从一个通道复制到另一个通道后，其他配置信息(如测量函数、标定函数、警报配置和高级测量配置)会自动复制到其他通道。

三个选项可用：

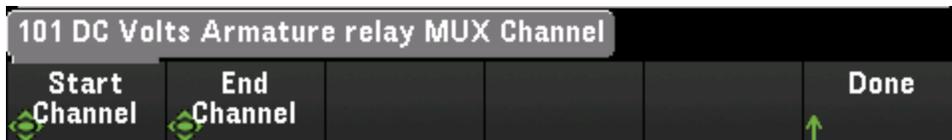
### 从单个通道复制/粘贴到单个通道(一对一)

例如，要将测量配置从通道 01 复制/粘贴到通道 02，请执行以下操作：

1. 按 [Channel]，并使用旋钮或前面板箭头键将通道 01 配置为 DCV(自动调整量程)。



2. 按 [Copy] > Source Chan(s)。Start Channel 和 End Channel 都会随选定的通道 01 一起显示，因为除了此通道之外，没有其他任何配置的源通道。按 Done 以退出此菜单。



3. 按 Dest.Chan(s) 以选择要粘贴到的目标通道。仪器将自动选择后续通道作为默认目标通道。在本例中，使用旋钮或前面板箭头键将 Start Channel 和 End Channel 均确定为通道 02。按 Done 以继续。



4. 按 **Copy Now**。系统会将通道 01 的测量配置复制到通道 02。操作完成时，将显示“COMPLETE”消息。按 **Copy Now** 以将相同的配置反复地复制到选定的新通道(通道 03、通道 04 等)。



### 从单个通道复制/粘贴到多个通道(一对多)

例如，要将测量配置从通道 01 复制/粘贴到通道 02 和 03，请执行以下操作：

- 按 **[Channel]**，并使用旋钮或前面板箭头键将通道 01 配置为 DCV(自动调整量程)。
- 按 **[Copy] > Source Chan(s)**。Start Channel 和 End Channel 都会随选定的通道 01 一起显示，因为除了此通道之外，没有其他任何配置的源通道。按 **Done** 以退出此菜单。
- 按 **Dest.Chan(s)** 以选择要粘贴到的目标通道。仪器将自动选择后续通道作为默认目标通道。在本例中，使用旋钮或前面板箭头键将 **Start Channel** 确定为通道 02，而将 **End Channel** 确定为通道 03。按 **Done** 以继续。

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 102
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 103
1 CH SELECTED	2 CH SELECTED

## [Channel] 菜单概述

- 按 **Copy Now**。系统会将通道 01 的测量配置同时复制到通道 02 和 03。操作完成时，将显示“COMPLETE”消息。按 **Copy Now** 以将相同的配置反复地复制到选定的新通道(通道 04、通道 05 等)。



## 从多个通道复制/粘贴到多个通道(多对多)

例如，要将测量配置从通道 01 到 04 复制/粘贴到通道 05 到 08，请执行以下操作：

- 按 **[Channel]**，并使用旋钮或前面板箭头键将源通道配置如下：
  - 通道 01(DCV，自动调整量程)
  - 通道 02(ACV，量程为 100 mV)
  - 通道 03(双线电阻，量程为 100  $\Omega$ )
  - 通道 04(四线电阻，量程为 1 k $\Omega$ )
- 按 **[Copy] > Source Chan(s)**。使用旋钮或前面板箭头键将 **Start Channel** 确定为通道 01，而将 **End Channel** 确定为通道 04。按 **Done** 以退出此菜单。

3. 按 **Dest.Chan(s)** 以选择要粘贴到的目标通道。仪器将自动选择后续通道作为默认目标通道。在本例中，使用旋钮或前面板箭头键将 **Start Channel** 确定为通道 05。

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 105
CH 104 Armature relay MUX Channel	CH 108
4 CH SELECTED	4 CH SELECTED

“End Channel”软键在此选项中不可用，仪器将根据  $N$  个选定的源通道，自动向接下来  $N$  个后续目标通道执行复制/粘贴操作。例如，如果将“Start Channel”设置为通道 06，则选定的目标通道将为通道 06 到 09。按 **Done** 以继续。

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 106
CH 104 Armature relay MUX Channel	CH 109
4 CH SELECTED	4 CH SELECTED

4. 按 **Copy Now**。系统会将通道 01 到 04 的测量配置复制到通道 05 到 08。操作完成时，将显示“4 of 4 Channels Copied”消息。按 **Copy Now** 以将相同的配置反复地复制到选定的新通道(通道 09 到 11 等)。

**Copy**

**Configuration Summary**

SOURCE CHAN(S)	DEST. CHAN(S)
CH 101 Armature relay MUX Channel	CH 109
CH 104 Armature relay MUX Channel	CH 111
4 CH SELECTED	3 CH SELECTED

**4 of 4 Channels Copied**

Copy Menu

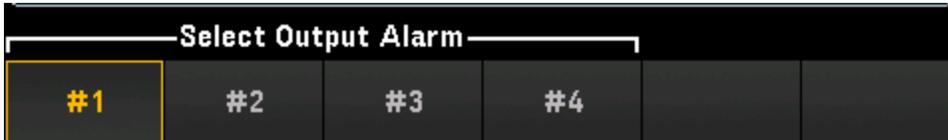
Source Chan(s)	Dest. Chan(s)			<b>Copy Now</b>
----------------	---------------	--	--	-----------------

## [Alarm] 菜单

按前面板上的 [Alarm] 键可配置选定通道上的警报。本仪器中有四种可配置的警报。必须先配置通道，然后再设置任何警报限制。如果更改测量配置，则系统会关闭警报并清除限值。如果打算在某个通道上使用**标定函数**，而该通道也会使用警报，请务必先配置标定值。

### 配置多路复用模块上的警报限制

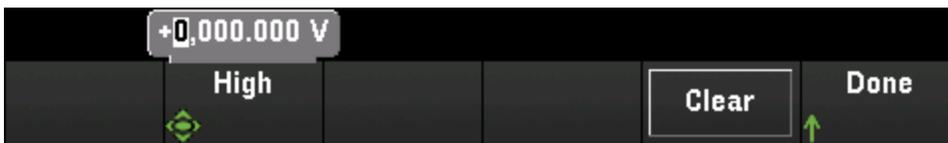
1. 在“Alarm”菜单页面中，按 **Output** 以选择将使用四种警报中的哪一种来报告选定通道上的警报条件。您可以为四种可用警报(编号为 1 到 4)中的任何一种分配多个通道。



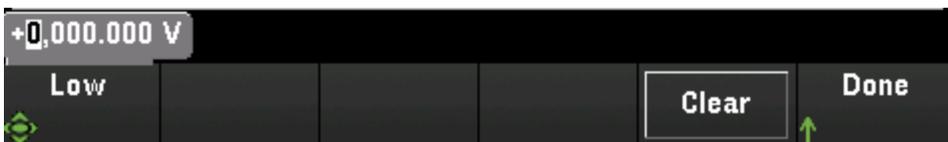
2. 按 **Alarm** 以禁用 (Off) 或指定警报限制(高、低或两者)，然后按 **Set Limits** 以确定限值。当扫描的读数或监视读数超过指定的限制时，仪器将生成警报。
  - a. 高 + 低  
要进行配置，请将限制类型选为 **High + Low**，并按 **Set Limits** 以将限制指定为上限值和下限值，或指定为中间值，中间值两端具有一个跨度。



- b. 高  
要进行配置，请将限制类型选为 **High**，并按 **Set Limits** 以指定上限值。上限值必须总是大于或等于下限值。



- c. 低  
要进行配置，请将限制类型选为 **Low**，并按 **Set Limits** 以指定下限值。下限值必须总是小于或等于上限值。



3. 按 **Clear** 以使限值恢复为默认值“0”。

- 按 [Scan] 以启动扫描并将读数保存在读数存储器中。如果在扫描某个通道时该通道上发生警报，则在获取读数时，该通道的警报状态会保存在读数存储器中。每次开始新扫描时，仪器都会清除上一次扫描存储在读数存储器中的所有读数(包括警报数据)。
- 生成警报时，这些警报还会记录在与读数存储器分开的警报队列中。按 [View] > Alarms 以显示警报队列。

## 配置多功能模块上的警报限制

您可以对 DAQM907A 多功能模块进行配置，使其当在数字 I/O 通道(通道 01 和 02)上检测出特定位码型或位码型更改时或者在积算器通道(通道 03)上达到特定计数时生成警报。

### 配置数字 I/O 通道上的警报

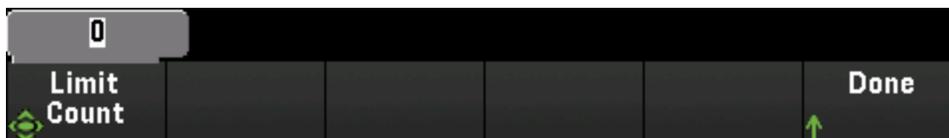
- 在多功能模块插槽上，按 [Alarm] 并选择数字 I/O 通道。
- 按 Set Pattern > Pattern，并使用旋钮或前面板箭头键设置数字屏蔽数据以进行 8 位数字码型比较。



- 通过按 Set to all 0's、Set to all 1's 或 Set to all X's 软键，将每个位设置为“0”、“1”或“X”。设置为“X”的位会从数字码型比较中排除。
- 按 Fail On 以对选定的通道进行配置，使其在特定的 8 位码型读数等于或不等于数字数据读数时生成警报。

### 配置积算器通道上的警报

- 在多功能模块插槽上，按 [Alarm] 并选择积算器通道。
- 按 Set Limits > Limit Count 以指定限制计数。在扫描期间达到特定的计数时，将生成警报。



## 警报限值指示

显示屏使用颜色指示限值和超出限值。

### 数字

鲜红的颜色(如下所示)指示所显示的测量值超出了限值。



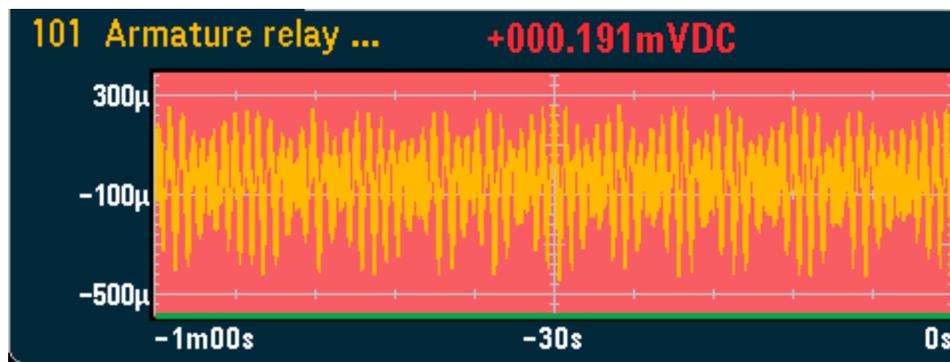
### 条形仪表

条形仪表(如下所示)使用同样的颜色方案。下面的示例展示了超出限值的情况。FAIL 一词指示已超出限值。



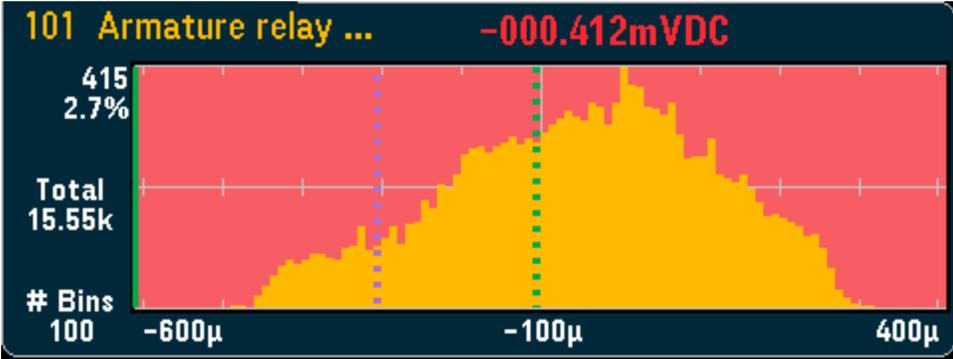
### 趋势图

趋势图(如下所示)使用同样的颜色方案。下面的示例展示了超出限值的情况。

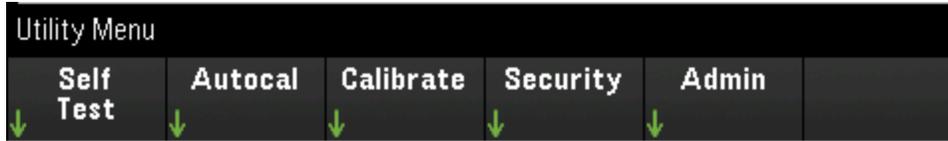


### 直方图

直方图(如下所示)使用同样的颜色方案。下面的示例展示了超出限值的情况。



## [Utility] 菜单



### 自检

自动校准(仅限内部 DMM 和 DAQM907A 模块)

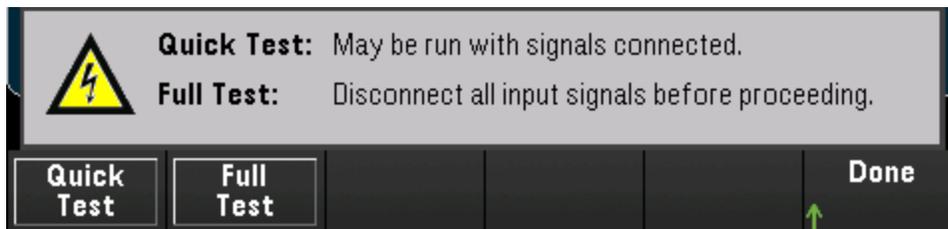
### 校准

仪器安全 (NISPOM)

管理 - 固件更新

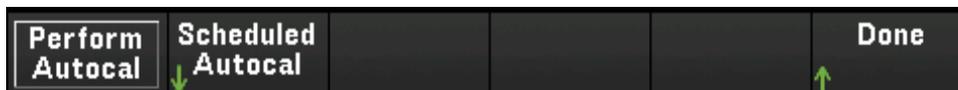
## 自检

Self-Test 可验证仪器操作是否正常。有关自检过程的详细信息，请参阅《Keysight DAQ970A 服务指南》。

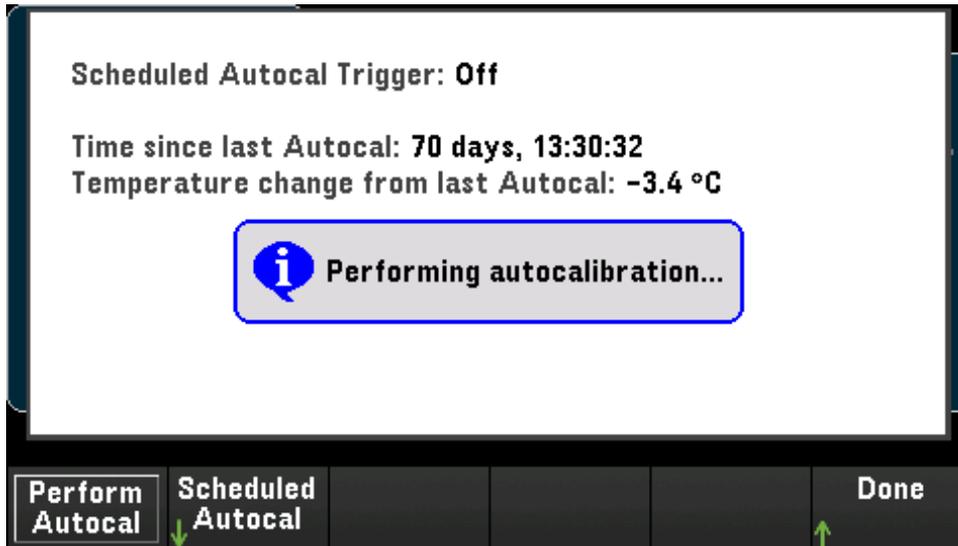


## 自动校准

自动校准可补偿因时间和温度变化所导致的内部 DMM 或 DAQ970A 模块的内部漂移。这有助于消除误差，从而提高性能。在此 DAQ970A 模块中，自动校准的作用对象是内部 DMM 以及 DAQM907A 多功能模块上的 DAC 输出和感测通道(通道 04 至 07)。

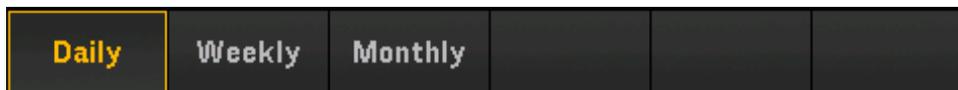


自动校准只需几秒钟就能完成。要立即开始自动校准，请按 **Perform Autocal** 软键，此时会显示下面的屏幕：



### 计划自动校准

您也可以安排仪器根据选定的时间间隔自动执行自动校准。要使用此功能，请按 **Scheduled Autocal > Schedule > On**。将时间间隔指定为“Daily”、“Weekly”或“Monthly”。使用旋钮或前面板箭头键选择开始时间。



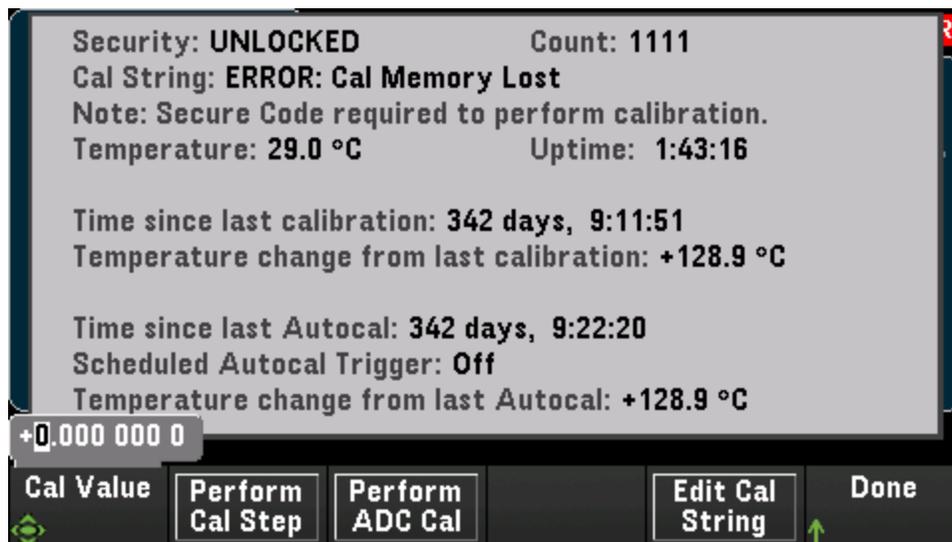
**Daily** - 将每天的自动校准计划为在一天的特定时间(小时和分钟)开始。

**Weekly** - 将每周的自动校准计划为在每周的指定星期几和时间(小时和分钟)开始。

**Monthly** - 将每月的自动校准计划为在每月的指定日期和时间(小时和分钟)开始。

### 校准

通过 Calibrate，可以访问仪器校准过程。有关更多详细信息，请参阅《Keysight DAQ970A 服务指南》。



## 安全

**Security** 显示当前仪器安全状态，并让您锁定或解锁仪器，或输入新的安全代码。必须解锁仪器才能执行校准、更新固件或更改安全代码。

如果启用了“Secure Mode”，这会显示仪器 I/O 设置的概览并且可以访问 NISPOM Sanitize 功能和 I/O 配置。必须解锁仪器才能执行 NISPOM Sanitize 或者启用或禁用 I/O。执行需要安全代码的任何操作时，“Secure Count”都会递增。



**New Code** - 按此软键可输入用于解锁仪器安全性的新安全代码。该代码必须以字母开头，最多可以包含 12 个字母、数字或下划线字符。

**LOCK** - 使用当前安全代码锁定仪器安全性。出厂时，安全代码设置为“DAQ970A”。

**Secure** - 启用 (On) 或禁用 (Off) 仪器安全性。设为 On 时，将显示 **NISPOM Sanitize** 软键，必须解锁安全性才能更改 I/O 启用情况和配置。除了校准常量外，**NISPOM Sanitize** 还可以清理用户可以接

触到的所有仪器存储器，并重新启动仪器。这符合《美国国家工业安全计划操作手册》(NISPOM) 第 8 章的要求。设为 Off 时，可以在不解锁安全性的情况下更改 I/O。

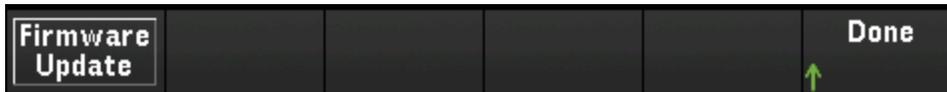
**小心**

**NISPOM Sanitize** 软键和 **SYSTem:SECurity:IMMEdiate** 命令是等效的。二者均适用于必须遵守 NISPOM 的客户，如军事承包商。

此功能将破坏用户定义的所有状态信息、测量数据以及用户定义的 I/O 设置(如 IP 地址)。不建议将此功能用于常规应用程序，因为可能会导致数据意外丢失。

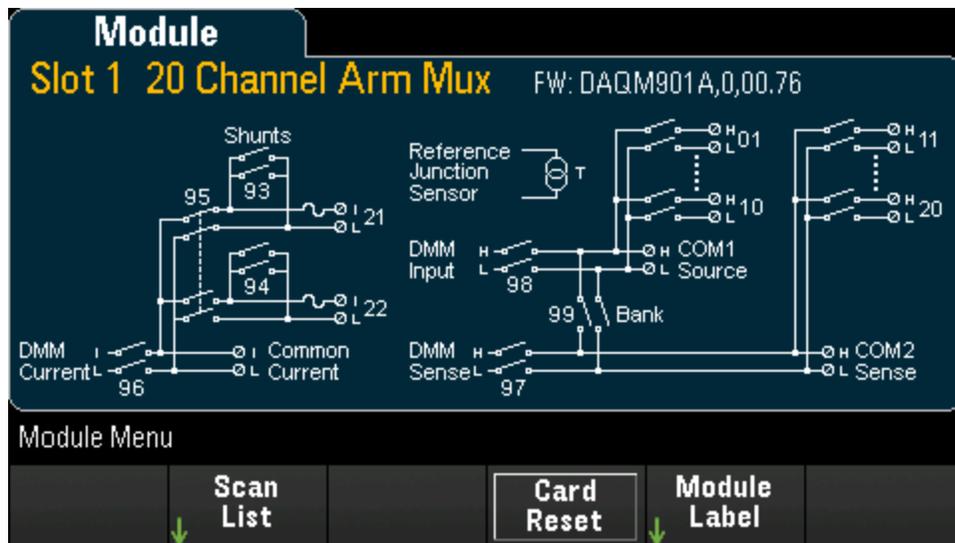
## 管理

按 **Firmware Update** 可以将仪器固件更新为新版本。请参阅 [固件更新](#) 了解详细信息。



[Channel] 菜单概述

[Module] 菜单



### 模块扫描列表概述

按 **Scan List** 软键可查看模块上包含在扫描列表中的可用通道 (Scan Status = ON)。如果通道列表超过一页，请按向上/向下箭头键查看其他页。按 **Remove From Scan** 软键可关闭模块上所有通道的测量，并从扫描列表中删除这些通道。

The screenshot shows the 'Scan Status' menu with a table of channels and their scan status. The table has two columns: 'Channel' and 'Scan Status'. Below the table, it says 'Current Page: 1/3' and has buttons for 'Remove From Scan' and 'Done'. A green arrow points up from 'Done'.

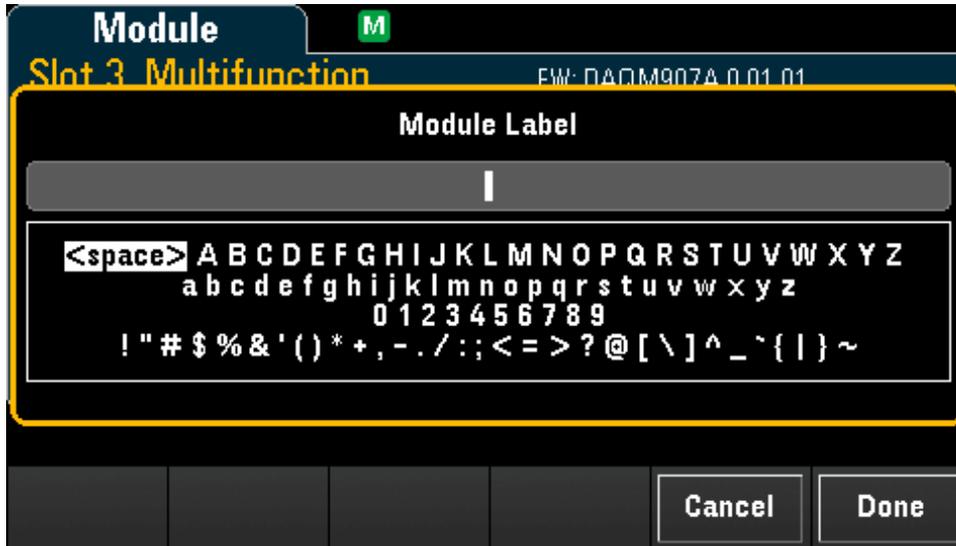
Channel	Scan Status
101 Armature relay MUX Channel	ON
102 Armature relay MUX Channel	OFF
103 Armature relay MUX Channel	ON
104 Armature relay MUX Channel	ON
105 Armature relay MUX Channel	OFF
106 Armature relay MUX Channel	OFF
107 Armature relay MUX Channel	OFF
108 Armature relay MUX Channel	OFF

### 执行模块重置

向模块发送 **Card Reset**。这会打开模块上的所有通道。在多功能模块上，此操作还会将数字 I/O 端口配置为输入，并将 DAC 输出设置为电压模式(如果未锁定)、输出级别设置为 0。

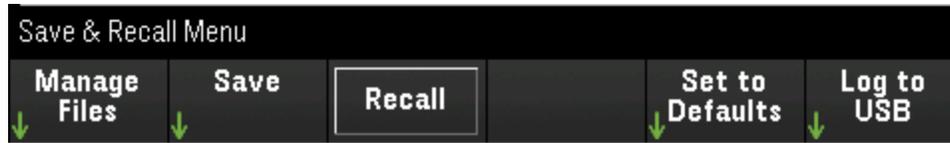
## 模块标记

按 **Module Label** 软键可为当前选定的模块指定标签。使用旋钮或前面板箭头键可在显示屏中输入字符。请注意，仅允许为模块标签最多输入 10 个字符，包括字母、数字和特殊字符。要返回到默认模块标签，请按 **Module Label > Clear All > Done**。



[Channel] 菜单概述

## [Save Recall] 菜单



文件管理

保存状态/首选项、读数和屏幕截图

调用以前保存的状态文件或首选项文件

将选定设置恢复为其预设值

将数据记录到前面板上的 USB 驱动器

### 管理文件

您可以通过 **Manage Files** 软键在仪器的内部闪存或与前面板连接的 USB 驱动器中创建、复制、删除和重命名文件和文件夹。这是默认选项，如下所示。



Action

Browse

Copy Path

Perform Copy

Action

Action 可指定要执行的文件或文件夹操作。



**Delete** - 要删除文件或文件夹，请按 **Delete**，并按 **Browse** 浏览到要删除的文件或文件夹。按 **Select** > **Perform Delete** > **Done**。

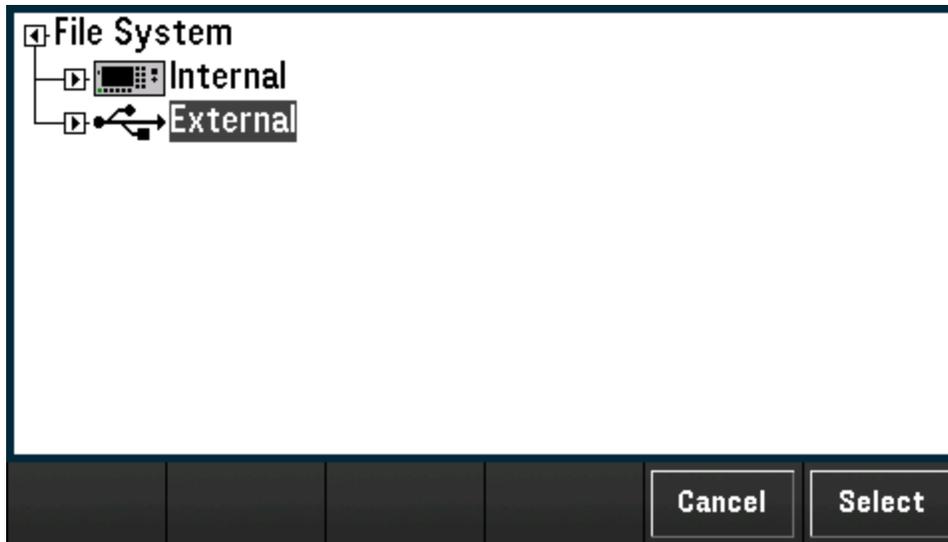
**Folder** - 要创建文件夹，请按 **Folder** 并按 **Browse** 浏览到文件夹的内部或外部位置，按 **File Name**，输入文件夹名称，然后按 **Done**。按 **Create Folder** > **Done**。

**Copy** - 要复制文件或文件夹，请按 **Copy**。按 **Browse** 浏览到要复制的文件或文件夹，然后按 **Select**。按 **Copy Path**，然后选择要复制的内部或外部路径。按 **Perform Copy** > **Done**。

**Rename** - 要重命名文件或文件夹，请按 **Rename**。按 **Browse** 浏览到要重命名的文件或文件夹，然后按 **Select**。按 **New Name**，输入新名称，然后按 **Done**。按 **Perform Rename** > **Done**。

Browse

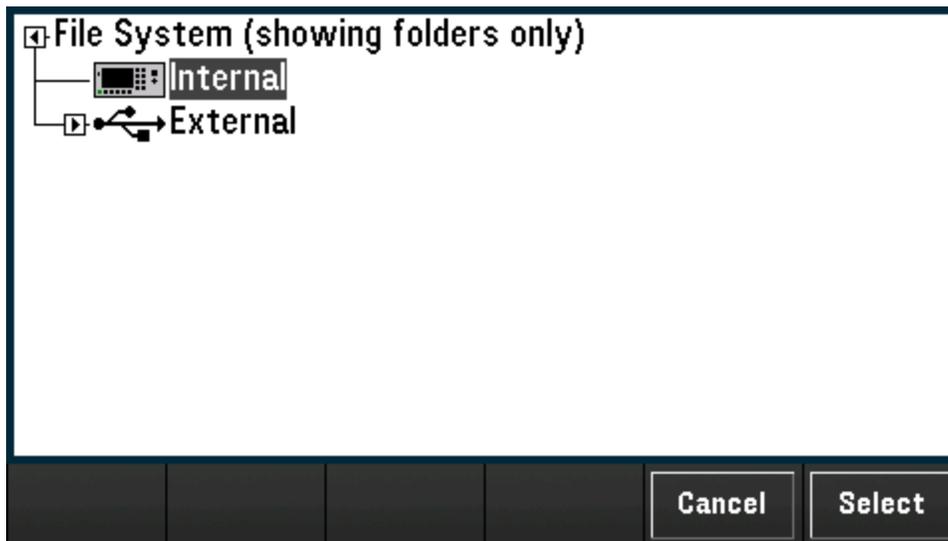
**Browse** 用于选择要对其执行操作的文件或文件夹。



使用旋钮、前面板箭头键和 **[Select]** 导航列表，然后按 **Select** 或 **Cancel** 退出浏览窗口。使用左右箭头键可收起或展开文件夹以隐藏或显示其中的文件。

#### Copy Path

**Copy Path** 用于选择要复制的内部或外部文件夹路径。



使用旋钮、前面板箭头键和 **[Select]** 导航列表，然后按 **Select** 或 **Cancel** 退出浏览窗口。使用左右箭头键可收起或展开文件夹。

#### Perform Copy

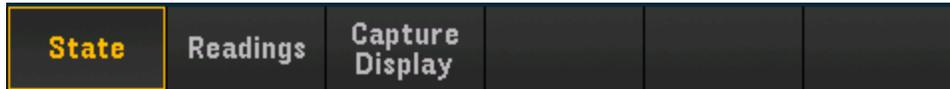
**Perform Copy** 用于将选定文件或文件夹复制到新位置。

## 保存

您可以通过 **Save** 软键创建用于保存仪器状态或用户首选项的文件夹和文件，此外，还可以捕获和保存屏幕图像。

### Action

选择要执行的文件夹或文件操作。



**State** - 保存当前仪器状态。状态文件可以使用任何名称，但扩展名始终为 .sta。使用 SCPI(\*SAV 命令)保存的仪器状态以文件名 STATE\_0.sta 至 STATE\_4.sta 保存。

要进行保存，请按 **State** 并按 **Browse** 浏览到文件夹的内部或外部位置，依次按 **Select** 和 **File Name**，输入文件名称，然后按 **Done**。选择 **State/Preference** 对指定文件执行 **Save State/Save Preference** 操作。



**Readings** - 保存趋势图或直方图中的读数。

要进行保存，请按 **Readings** 并按 **Browse** 浏览到文件夹的内部或外部位置，依次按 **Select** 和 **File Name**，输入文件名称，然后按 **Done**。按 **Separator** 软键指定用于分隔每行所含信息的字符 (Comma、Tab 或 Semicolon)。完成后，按 **Save Readings** 将用于创建趋势图或直方图的读数保存到指定的路径和文件中。



**Capture Display** - 捕获显示屏上的图像。

要进行保存，请按 **Capture Display** 并按 **Browse** 浏览到文件夹的内部或外部位置，依次按 **Select** 和 **File Name**，输入文件名称，然后按 **Done**。为已捕获屏幕的文件格式选择 **.bmp** 扩展名(位图文件格式)或 **.png** 扩展名(可移植网络图形格式)，然后按 **Save Screen** 以指定的文件和格式保存屏幕。所捕获的内容为按 **[Save Recall]** 键时的显示状态。



### Browse

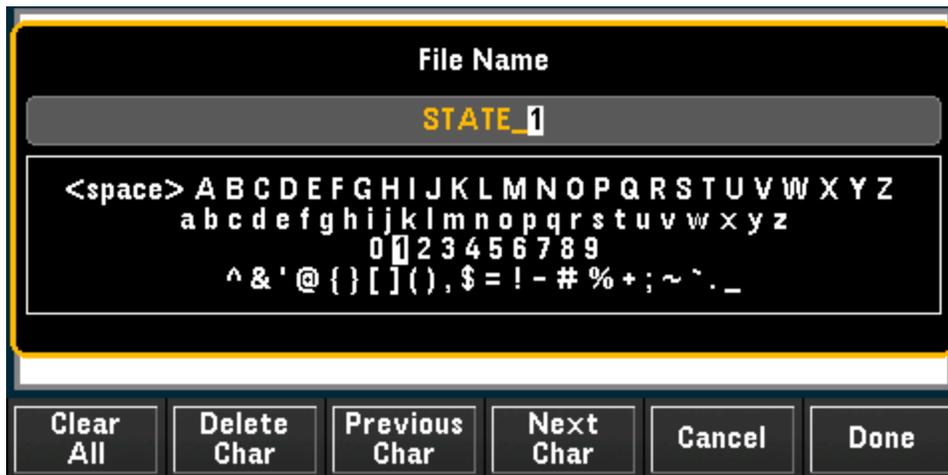
打开浏览器找到内部闪存和外部 USB 存储器。



使用旋钮或前面板箭头键导航列表，然后按 **Select** 或 **Cancel** 退出浏览窗口。使用左右箭头键可收起或展开文件夹以隐藏或显示其中的文件。

### File Name

为选定操作设置文件夹或文件名。要指定文件夹或文件名，使用旋钮或前面板箭头键选择所需的字符。然后按 **Select** 转到下一个字符。字符输入完毕后，按 **Done**。

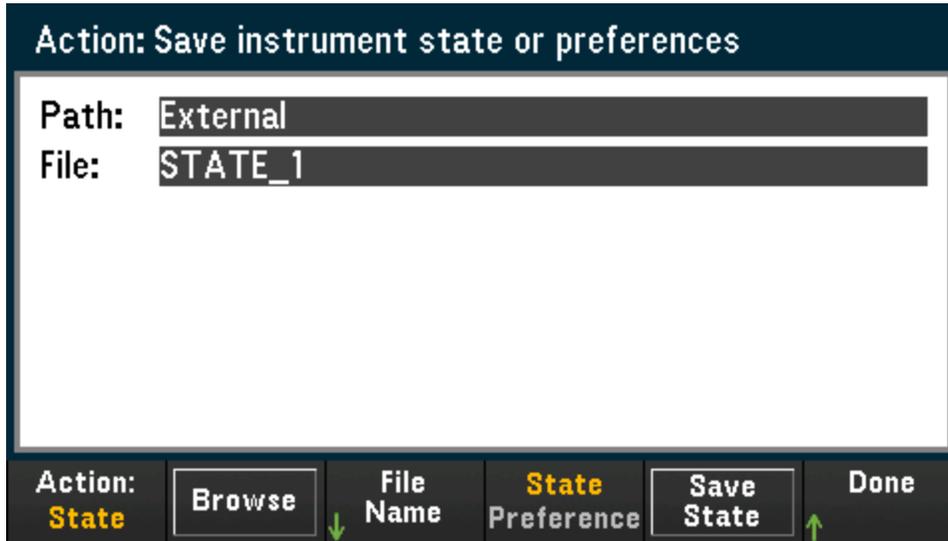


### State/Preference

按 **State/Preference** 可选择要保存的设置是仪器状态设置还是用户首选项。然后，按下一个软键上的 **Save State/Save Preference** 以将当前状态或用户首选项保存到选定的路径和文件名，并向文件名中添加 **.sta** 或 **.prf** 扩展名。

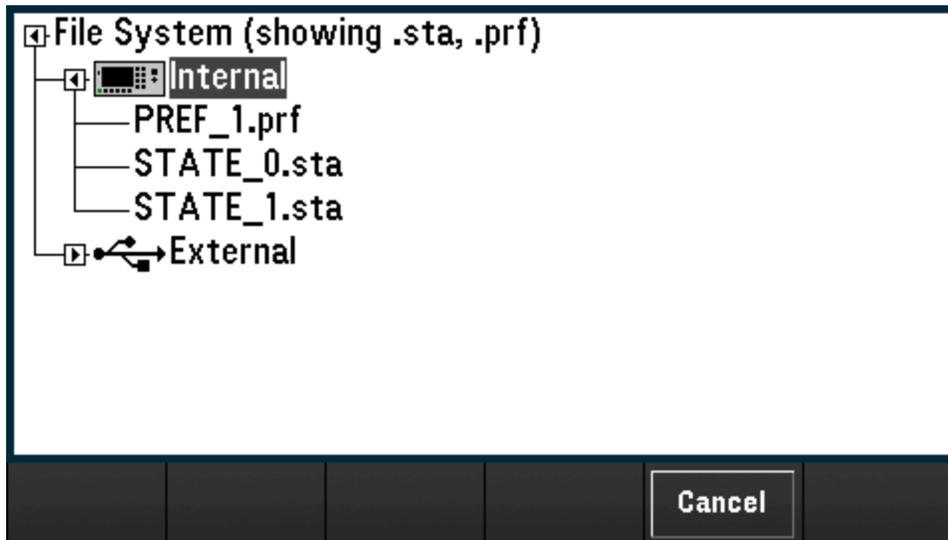
**State** - 保存测量配置，包括通道配置和扫描设置。

**Preference** - 保存与仪器相关的非易失性设置，包括用户首选项和 I/O 设置。



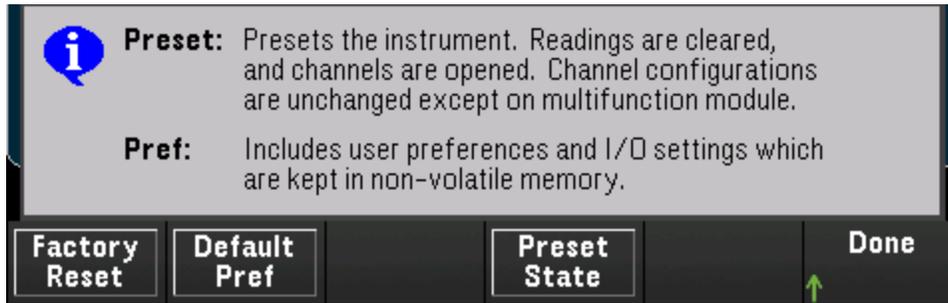
## 调用

您可以通过 **Recall** 软键调用以前保存的状态文件(扩展名为 .sta)或首选项文件(扩展名为 .prf)。使用旋钮或前面板箭头键浏览到内部闪存 (Internal) 或 USB 驱动器 (External) 上的文件。使用右箭头键可展开文件夹。按 **Select** 调用选定的文件。



## 设置为默认值

您可以通过 **Set to Defaults** 软键将选定设置恢复为其出厂默认设置和预设值。



## 出厂重置

将仪器重置为出厂配置。此软键不会影响以前保存的任何仪器状态或 I/O 设置，如 IP 地址。

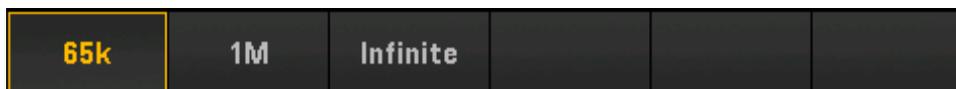
## 记录到 USB

您可以通过 **Log to USB** 软键将扫描的存储器读数记录到与前面板 USB 主机端口相连的 USB 驱动器。只要连接 USB 驱动器，USB 信号器便会显示。



**Logging On/Off** - 启用 (On) 或禁用 (Off) 将扫描的存储器读数记录到与前面板 USB 主机端口相连的 USB 驱动器。启用 USB 数据记录时，读数将保存至 USB 驱动器中的文件。但是，重新开机后，读数不会还原到读数存储器。

**# Rows** - 指定将写入到每个数据记录文件中的行限值(扫描数据的最大行数)。您可以从三个选项中进行选择：**65k**(每个数据记录文件的限值为每个文件 65,536 行)、**1M**(每个数据记录文件的限值为每个文件 1,048,576 行)，或 **Infinite**(限值是文件系统所允许的字节数(最多 4 GB)或可用存储空间)。



**Separator** - 指定用于分隔每行所含信息的字符(Comma、Tab 或 Semicolon)。

## 文件夹和文件结构

### 文件夹说明

保存的每个扫描都将存储在采用以下格式命名的顶级文件夹中：

**/DAQ970A/[instrument\_SN]/[yyyymmdd\_hhmmssmmm]**

方括号 ([ ]) 实际上不是目录名称的一部分，yyyymmdd\_hhmmssmmm 是时间戳，表示扫描开始的近似时间。格式为年 (yyyy)、月 (mm)、日 (dd)、下划线 (\_)、时 (hh)、分 (mm)、秒 (ss) 和毫秒 (mmm)。

例如，名为

**/DAQ970A/MY00012345/20181127\_134523123**

## [Channel] 菜单概述

的文件夹表示：仪器编号 MY00012345 中的扫描大约于 2018 年 11 月 27 日下午 1:45 (13:45) 之后 23.123 秒开始进行。

### 文件说明

上述顶级文件夹包含两种文件类型。第一种是采用以下格式命名的文件：

#### config.csv

这是记录此扫描的仪器配置的文本文件。时间戳如上所述。此文件以可读格式列出仪器的配置。

除了 config.csv 文件之外，您还会看到用以下格式命名的一个或多个数据文件：

#### dat#####.csv

如果使用命令 `MMEMory:FORMat:READing:RLIMit OFF`，则所有数据都将存储在一个名为 dat00001.csv 的文件中。

您可以发出命令 `MMEMory:FORMat:READing:RLIMit ON`，将这些数据限制为每个文件扫描 64K - 1 (65,535) 次。在这种情况下，扫描将存储在名为 dat00001.csv、dat00002.csv 和 dat00003.csv 等的多个文件中。这对于将数据导入电子表格或其他数据分析软件来说十分有用。注意，如果您将扩展名从 csv 更改为 txt，某些电子表格或数据分析软件导入数据可能更容易。如果软件未正确导入文件，请尝试更改数据文件中的扩展名。

### 数据文件的内容

只有对于扫描列表中的通道，该仪器才支持记录到数据文件中。可能的通道如下表所示。请注意：s 表示插槽号，为 1、2 或 3。

例如，DAQM901A 模块支持的通道可能包括 101-120、201-220 或 301-320。

模块	说明	通道
DAQM900A	20 通道 FET 多路复用器	s01-s20
DAQM901A	20 通道双线电枢多路复用器	s01-s20
DAQM902A	16 通道双线簧片多路复用器	s01-s16
DAQM907A	双通道 DIO 输入	s01-s02
DAQM907A	单通道积算器、4 通道 DAC	s03、s04-s07
DAQM908A	40 通道单线电枢多路复用器	s01-s40

所有 USB 数据文件的格式都与 Keysight BenchLink Data Logger 在默认情况下生成的数据文件的格式相似。默认的字段分隔符为逗号，但您可以使用 **Seperator** 软键指定其他分隔符。

样例文件如下所示。

扫描编号	时间	通道 201 (VDC)	通道 202 (VDC)
1	11/27/2018 08:07:12:237	0.36823663	1.23895216
2	11/27/2018 08:07:13:237	0.62819233	0.98372939
3	11/27/2018 08:07:14:237	0.38238212	0.39382906
4	11/27/2018 08:07:15:237	0.46773299	0.55543345
5	11/27/2018 08:07:16:237	1.32323567	0.21213335

- 标题行中显示了通道号和相关单位。
- 如果行限制功能已启用，且数据溢出至多个文件中，则扫描将从上一个文件中停止的位置开始继续编号。因此，第二个数据文件中的第一个扫描将从编号 65,536 开始，而第三个数据文件中的第一个扫描将从编号 131,071 开始，依此类推。

## [Channel] 菜单概述

## Web 界面

Keysight DAQ970A 数据采集系统包含内置 Web 界面，可通过 Web 浏览器监视和控制仪器。

用于访问 Web 界面的两个可用选项如下：

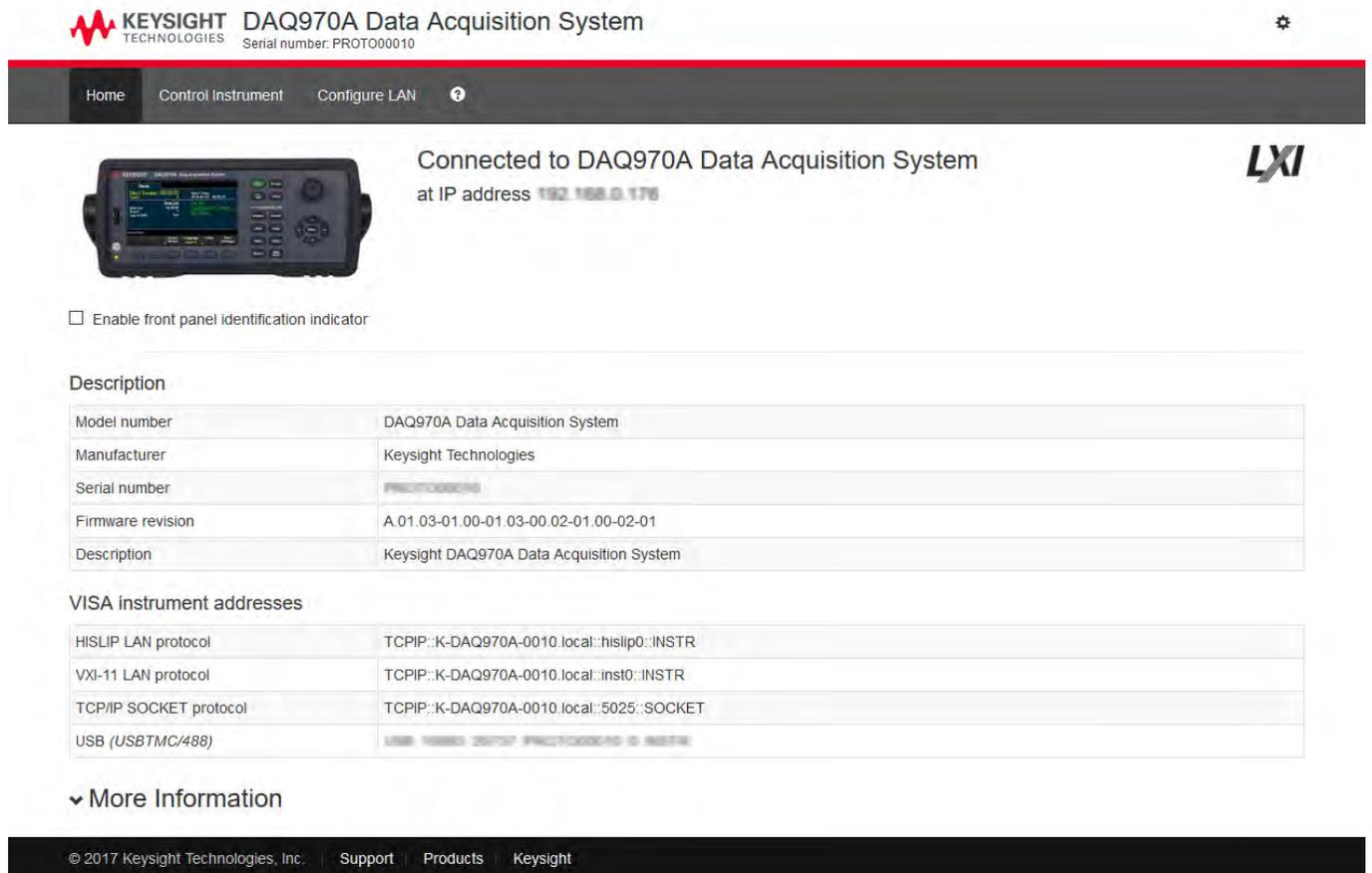
- **LAN 接口：**将仪器连接到 LAN 接口，然后在 PC 的 Web 浏览器顶部的地址栏中输入仪器的 IP 地址。
- **Keysight IO Libraries Suite：**在 Connection Expert 中选择仪器，然后单击“Web UI”按钮。在继续远程接口配置之前，请确保安装 Keysight IO Libraries Suite。

### 注意

下面是显示在 Web 界面窗口顶部的各个 Web 界面选项卡的大体概述。使用 Web 界面时，打开一个特定的选项卡，然后单击帮助按钮 ，可查看该选项卡的帮助内容。

## “Home”页面

“Home”页面显示仪器的基本信息。单击 **More Information** 或 **Less Information** 可切换 LAN 详细信息和 LXI 合规性信息的显示。要更改此页面上显示的任何信息，请使用“Control Instrument”页面。



KEYSIGHT TECHNOLOGIES DAQ970A Data Acquisition System  
Serial number: PROTO00010

Home Control Instrument Configure LAN ?

Connected to DAQ970A Data Acquisition System  
at IP address 192.168.0.176

Enable front panel identification indicator

Description

Model number	DAQ970A Data Acquisition System
Manufacturer	Keysight Technologies
Serial number	PROTO00010
Firmware revision	A 01.03-01.00-01.03-00.02-01.00-02-01
Description	Keysight DAQ970A Data Acquisition System

VISA instrument addresses

HISLIP LAN protocol	TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::hislip0::INSTR
VXI-11 LAN protocol	TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::inst0::INSTR
TCPIP SOCKET protocol	TCPIP::K-DAQ970A-0010.local::5025::SOCKET
USB (USBTMC/488)	USB 192680 26707 PROTO00010 0 INSTR

More Information

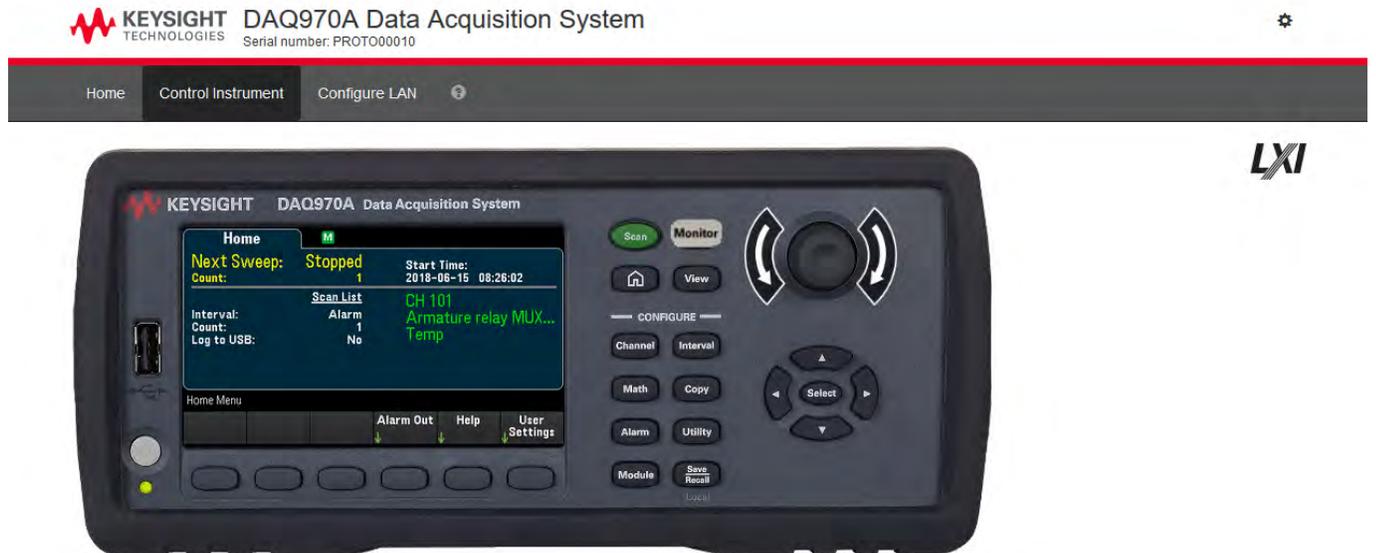
© 2017 Keysight Technologies, Inc. | Support | Products | Keysight

选中“Enable front panel identification indicator”复选框可启用能够标识 DAQ970A 的视觉指示器。例如，这样可帮助您在机架中实际找到相应的仪器。

指示器的位置和类型可能会有所不同。常见的指示器包括 LED、屏幕上的消息或对话框中显示的消息。

取消选中该复选框可关闭指示器。

## “Control Instrument”页面



**KEYSIGHT DAQ970A Data Acquisition System**  
Serial number: PROTO00010

Home Control Instrument Configure LAN

**KEYSIGHT DAQ970A Data Acquisition System**

Home M  
Next Sweep: Stopped Start Time: 2018-08-15 08:26:02  
Count: 1  
Scan List  
Interval: Alarm CH 101 Armature relay MUX...  
Count: 1 Temp  
Log to USB: No

Home Menu Alarm Out Help User Settings

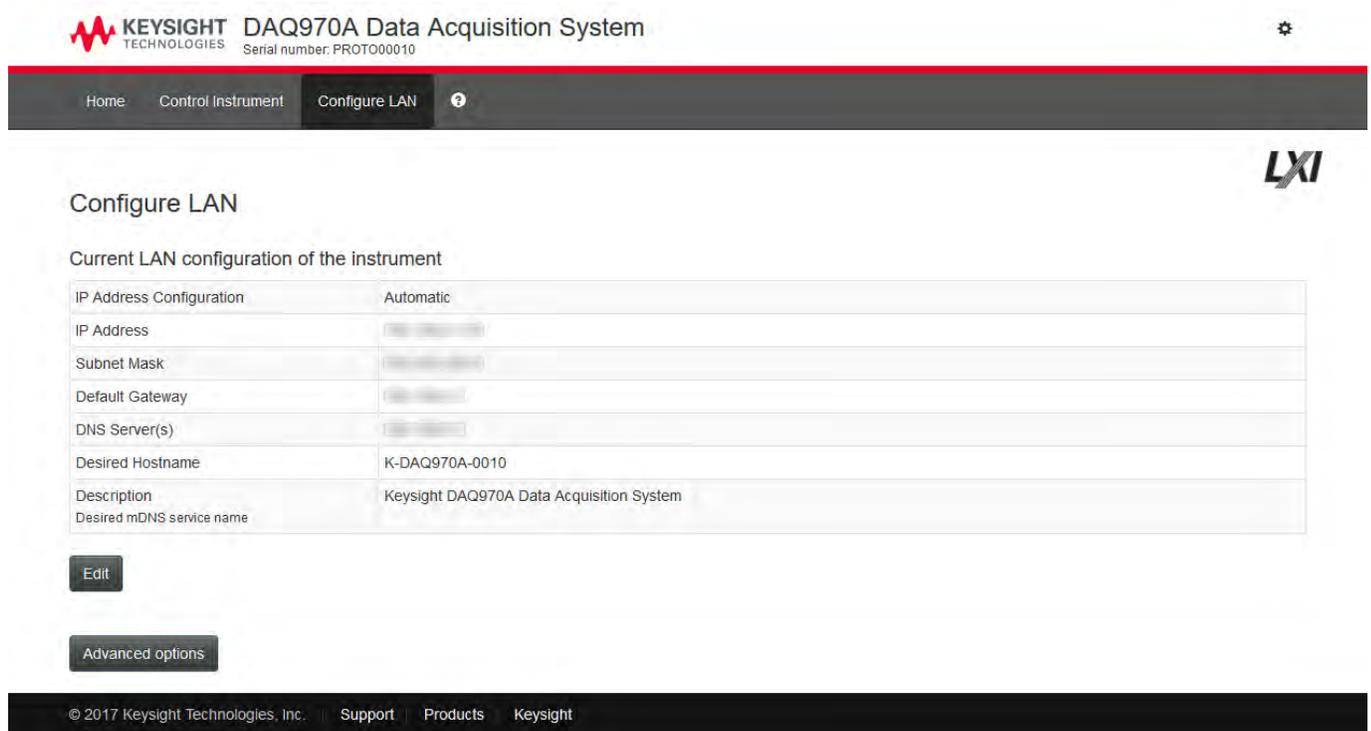
Scan Monitor View  
CONFIGURE  
Channel Interval  
Math Copy  
Alarm Utility  
Module Save Recall

**Note:**

- Power Button is not accessible from this remote control interface

© 2017 Keysight Technologies, Inc. Support Products Keysight

## “Configure LAN”页面

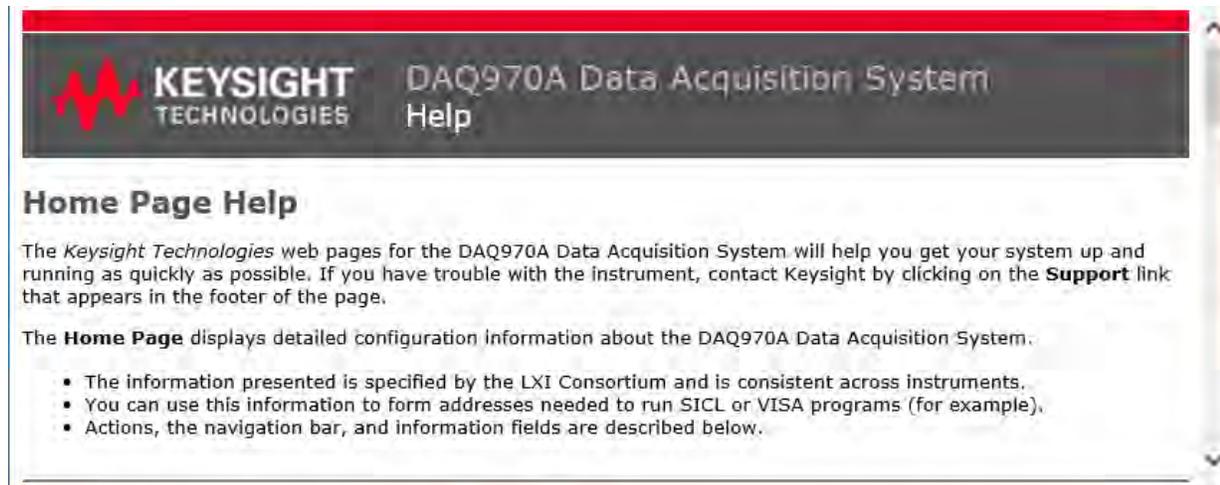


单击 **Edit** 按钮可编辑网络配置页面。完成后，单击 **Apply Changes** 以接受新的设置，或单击 **Cancel** 以忽略所做的更改。

单击 **Advanced options** 按钮可重置网络配置选项。

## “Help”页面

提供了上述各个选项卡的帮助。例如：



## 模块概述

本节提供了每个插件模块的说明，其中包括简化示意图和框图。另外还提供了连线记录表，以便您更轻松地记录每个模块的接线配置。

DAQM900A 20 通道 FET 多路复用模块

DAQM901A 20 通道衔铁式多路复用模块

DAQM902A 16 通道舌簧式多路复用模块

DAQM903A 20 通道制动器/通用开关模块

DAQM904A 4x8 双线矩阵开关模块

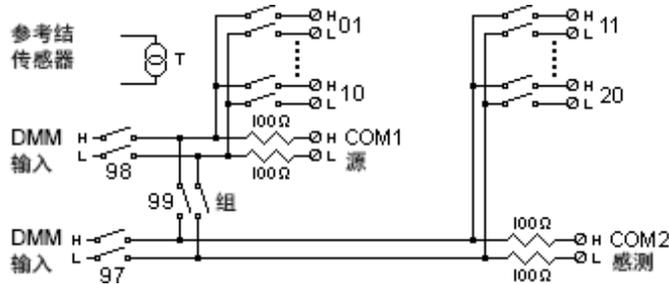
DAQM905A 1:4 双射频多路复用(50 欧姆)模块

DAQM907A 多功能模块

DAQM908A 40 通道单端多路复用器模块

## DAQM900A 20 通道 FET 多路复用模块

此模块分为两组，每组 10 个双线通道。所有 20 个通道均可切换 HI 和 LO 输入，因此可为内部 DMM 或外部仪器提供完全隔离的输入。在 4 线电阻测量期间，组 A 中的通道(通道 n)会自动与组 B 中的通道(通道 n+10)配对，以提供源和感测连接。该模块具有内置的热电偶参考连接，可以在测量热电偶时最大程度地减少因热敏梯度产生的误差。



### 警告

#### 防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

#### 谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

#### 小心危险电压

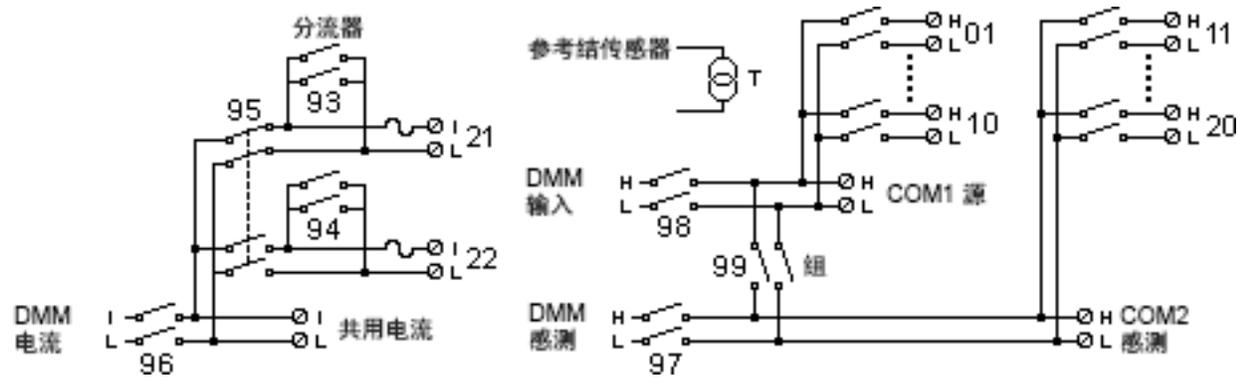
当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热电偶，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热电偶。

#### 环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

## DAQM901A 20 通道衔铁式多路复用模块

此模块分为两组，每组 10 个双线通道。该模块还另有两个保险丝通道(共 22 个通道)，以便使用内部 DMM(不需要外部并联电阻器)直接测量校准的直流电流或交流电流。所有 22 个通道均可切换 HI 和 LO 输入，因此可为内部 DMM 或外部仪器提供完全隔离的输入。在 4 线电阻测量期间，组 A 中的通道(通道 n)会自动与组 B 中的通道(通道 n+10)配对，以提供源和感测连接。该模块具有内置的热电偶参考连接，可以在测量热电偶时最大程度地减少因热敏梯度产生的误差。



### 注意

一次仅可将通道 21 和通道 22 中的某一个通道连接到内部 DMM 和/或 COM；连接其中一个通道时，将关闭另一通道(因此会将输入“1”短接到“LO”)。

### 警告

#### 防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

#### 谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

#### 小心危险电压

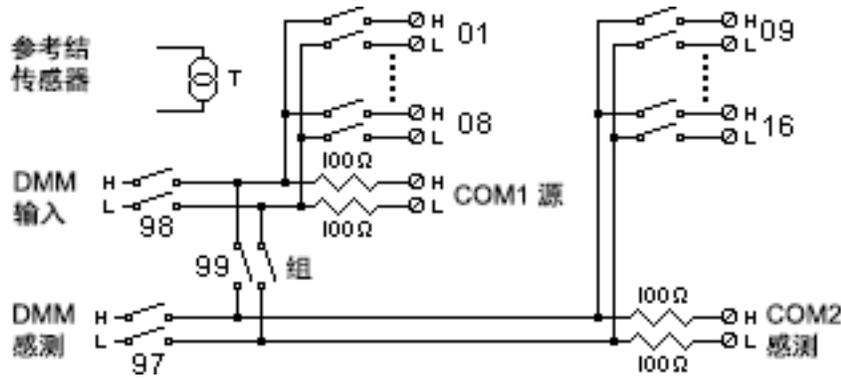
当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热电偶，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热电偶。

#### 环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

## DAQM902A 16 通道舌簧式多路复用模块

此模块分为两组，每组 8 个双线通道。此模块适用于自动化测试期间要求高速扫描和高吞吐量的应用环境。所有 16 个通道均可切换 HI 和 LO 输入，因此可为内部 DMM 或外部仪器提供完全隔离的输入。在 4 线电阻测量期间，组 A 中的通道(通道 n)会自动与组 B 中的通道(通道 n+8)配对，以提供源和感测连接。该模块具有内置的热电偶参考连接，可以在测量热电偶时最大程度地减少因热敏梯度产生的误差。



### 注意

在此模块上进行电流测量将需要使用外部并联电阻器。

### 警告

防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

小心危险电压

当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热电偶，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热电偶。

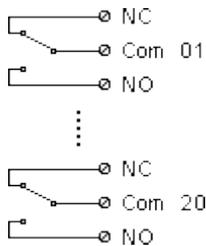
环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

## DAQM903A 20 通道制动器/通用开关模块

此模块包括 20 个独立的 SPDT (Form C) 锁存继电器。此模块可将 300 V 电压和 1 A 电流 (50 W 最大切换功率) 切换到测试设备或用于启动外部设备。该模块中的接线柱支持分别访问 20 个开关的“常开”触点、“常闭”触点和“共用”触点。此模块不连接到内部 DMM。此模块适用于需要非复用信号的高完整性触点或优质连接的应用环境。

接线柱附近提供了模拟板区域，支持您实施自定义电路 (如简单的滤波器、缓冲器和分压器)。模拟板区域提供了必要的空间来供您插入自己的组件，但是，该区域没有电路板跟踪功能。您必须添加自己的电路和信号发送。



### 注意

在此模块上，您可以同时关闭多个通道。

通道 CLOSE 和 OPEN 命令可控制“常开”(NO) 与每个通道中 COM 触点的连接状态。例如，CLOSE 201 会将“常开”触点连接到通道 01 上的 COM 触点。

### 警告

防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

小心危险电压

当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热电偶，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热电偶。

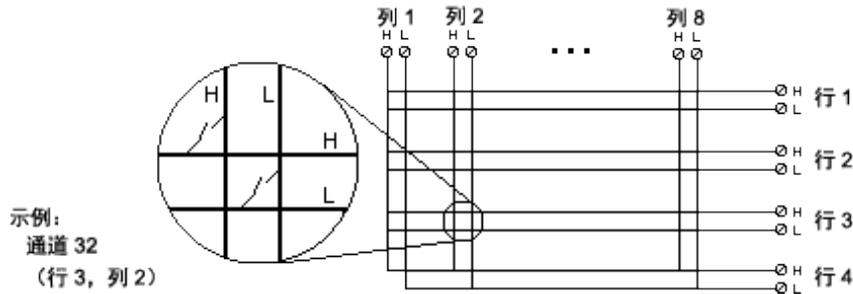
环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

## DAQM904A 4x8 双线矩阵开关

此模块包含 32 个双线交点(按 4 行 x 8 列配置的形式排列)。您可以在多个模块之间连接行和列，构建更大的矩阵(如 8x8 和 4x16 矩阵)，单台主机中最多可有 96 个交叉点。此模块适用于同时将多台仪器连接到测试设备中的多个点，或者任何输入和输出的组合。

此模块不连接到内部 DMM。每个交叉点继电器都有自己唯一的表示行和列的通道标签。例如，通道 32 表示行 3 和列 2 之间的交点连接，如下所示：



### 注意

在此模块上，您可以同时关闭多个通道。

### 警告

#### 防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

#### 谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

#### 小心危险电压

当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热电偶，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热电偶。

#### 环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的环境健康与安全(EHS)实践来限制访问。

## DAQM905A 1:4 双射频多路复用(50 欧姆)模块

这些模块由两个独立的 4 对 1 多路复用器组成，为高频信号和脉冲信号提供宽带切换功能。每个组中的通道按“树形”结构排列，可提供高隔离度和低 VSWR。这两个模块有一个共用接地，均具有低串扰和出色的插入损耗性能。要创建更大的 RF 多路复用器，可以层叠多个组。

此模块不连接到内部 DMM。您可以将信号直接连接到随此模块一起提供的板载 SMB 连接器或 SMB 到 BNC 电缆。



### 注意

在这些模块上，一次只能关闭一个组中的一个通道；关闭一个组中的一个通道将会打开以前关闭的通道。每个组中总是有一个通道连接到 COM。

此模块仅响应 CLOSE 命令(不会响应 OPEN 命令)。要打开通道，请将 CLOSE 命令发送给同一组中的其他通道。

### 警告

#### 防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

#### 谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

#### 小心危险电压

当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热电偶，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热电偶。

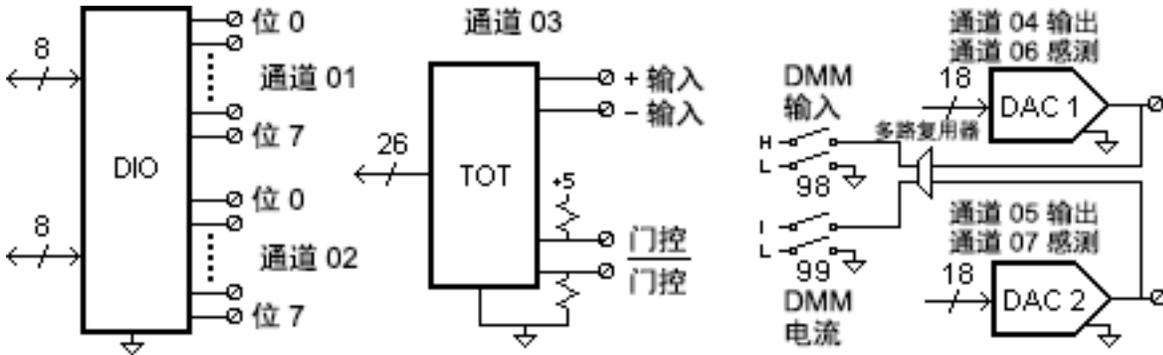
#### 环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

## DAQM907A 多功能模块

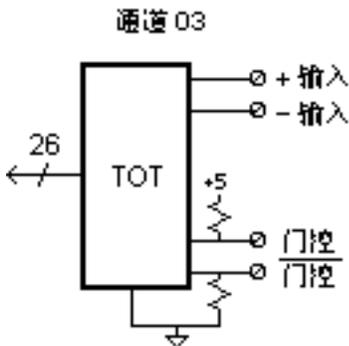
此模块包含两个 8 位的数字输入/输出端口、一个 100 kHz 的积算器和两个  $\pm 12\text{V}$  的模拟输出 (DAC)。要实现更大的灵活性,您可以在扫描期间读取数字输入和积算器计数。此模块用来感测状态和控制外部设备(如螺线管、功率继电器和微波开关)。

### 数字输入/输出 (DIO)



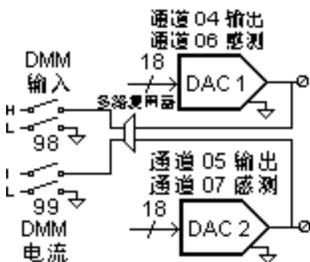
DIO 由支持 TTL 兼容输入和输出的两个 8 位端口组成。开漏输出最多可下降到 400 mA。从前面板中,您一次只能从一个 8 位输入端口读取数据。从远程接口中,仅当两个端口均未包含在扫描列表中时,您才可以同时将两个端口读取为 16 位字。

### 积算输入



26 位积算器可以按 100 kHz 速率对脉冲进行计数。可以配置积算器来计算输入信号的上升沿或下降沿。如果对“G”端子应用 TTL 高信号,则将启用计数。如果应用低信号,则将禁用计数。如果对“ $\bar{G}$ ”端子应用 TTL 兼容的低信号,则将启用计数。如果应用高信号,则将禁用计数。积算器仅在两个终端都启用时才计数。将积算阈值跳线移到“AC”位置,可检测电压为 0V 时的变化状况。将跳线移到“TTL”位置(出厂设置),可以检测电压为 TTL 阈值水平时的变化状况。

### 模拟输出 (DAC) 输出和感测



两个模拟输出(通道 04 和 05)和感测(通道 06 和 07)都能输出校准电压或电流(采用 18 位分辨率)。您必须将每个插槽(两个 DAC 通道)的总 DAC 输出电流限制为 40 mA。下表显示 DAC 在电流模式和电压模式下的输出值:

模式	电流	电压
电流模式	± 24 mA	± 12 V
电压模式	± 15 mA	± 12 V

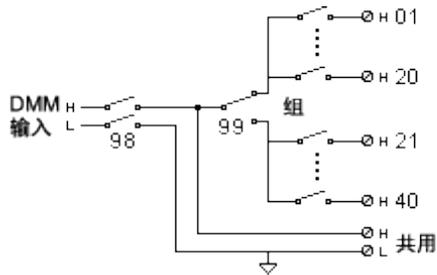
### 警告

防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

## DAQM908A 40 通道单端多路复用器

此模块分为两个组，每个组包含 20 个通道。所有 40 个通道均仅切换 HI，并为该模块提供一个共用的 LO。此模块适用于需要单线输入和共用 LO 的高密度切换的应用环境。



### 注意

一次只能关闭一个通道；关闭一个通道将会打开以前关闭的通道。

此模块无法用来直接测量电流，也不可进行任何四线测量。

### 警告

#### 防止电击

要防止电击，请仅使用已经过评定可用于任何通道中最高电压的导线。在卸下模块外壳之前，请关闭所有电源，以便将外部设备连接到该模块。

#### 谨慎使用多个信号

为了避免多个信号源可能连接在一起，建议在复用两个或多个源时，应将其连接在单独的模块或同一模块的不同组上。

#### 小心危险电压

当任何通道连接到危险电压源时，应将模块中的所有通道均视为危险通道，而且模块中的所有通道缆线均应经过评定可用于所施加的最大电压。对于连接到模块上任何其他通道的热敏电阻，其应带有或已额外附加根据最大电压确定的绝缘层，且应使用根据所施加的最大电压确定的导热膏或胶带与导电部件隔离。当测试设备连接到电源时，请勿安装、移动或卸下任何热敏电阻。

#### 环境健康与安全

当任何通道连接到危险的电压源时，都应监管接受测试的仪器和设备，按照当地的 EHS 实践来限制访问。

# 4 测量教程

系统电缆和连接

测量的基本知识

低电平信号的多路复用和切换

制动器和通用开关

矩阵切换

RF 信号多路复用

多功能模块

继电器的使用寿命和预防性维护

本章介绍了如何减少会影响测量结果的误差。此外，还介绍了许多其他信息，以帮助您更好地了解 DAQ970A 如何进行测量以及怎样做才能获得最佳测量结果。

### 系统电缆和连接

本节介绍了如何减少因系统电缆而导致的测量误差。通过为系统选择正确的电缆和接地方法，可以减少或消除许多系统电缆误差。

电缆规格

接地技术

屏蔽技术

高电平信号和低电平信号的分隔

系统电缆误差源

#### 电缆规格

市场上有许多通用电缆和定制电缆供您选择。以下因素会影响您选择的电缆类型。

- 信号要求 - 如电压、频率、准确性和测量速度。
- 互连要求 - 如电线规格、电缆长度和电缆布线。
- 维护要求 - 如中间连接器、电缆终端、电缆护套、电缆长度和电缆布线。

您可以通过不同的方式指定电缆。请确保检查您要使用的电缆类型的以下规格。

- 额定阻抗(绝缘电阻)- 因输入信号频率的不同而有所不同。检查高低之间、通道之间以及高(或低)到屏蔽之间的电缆布置。高频 RF 应用对电缆阻抗具有严格的要求。
- 绝缘体承受电压 - 必须足够高，以适合具体应用环境。

#### 警告

为了避免电击或设备损坏，请将系统中的所有通道与最高电位隔离。建议使用额定绝缘电压至少为 600 V 的导线。

---

- 电缆电阻 - 因线规和电缆长度的不同而有所不同。请尽可能使用最大的线规，并尝试尽可能缩短电缆长度，以便最大程度地减少电缆电阻。下表列出了多种线规的铜线的典型电缆电阻(铜线的温度系数为 0.35%/°C)。

AWG	Ω/英尺(2根导线, 25 °C 时)
14	5 mΩ
16	10 mΩ
18	15 mΩ
20 <sup>[1]</sup>	20 mΩ
22	30 mΩ
24	50 mΩ

[1] 对于 DAQ970A 插件模块中的螺钉端子，建议使用此导线规格。

- 电缆电容 - 因绝缘类型、电缆长度和电缆屏蔽的不同而有所不同。应尽可能缩短电缆长度，以便最大程度地减少电缆电容。在某些情况下，可以使用低电容电缆。

下表列出了典型的电缆规格。

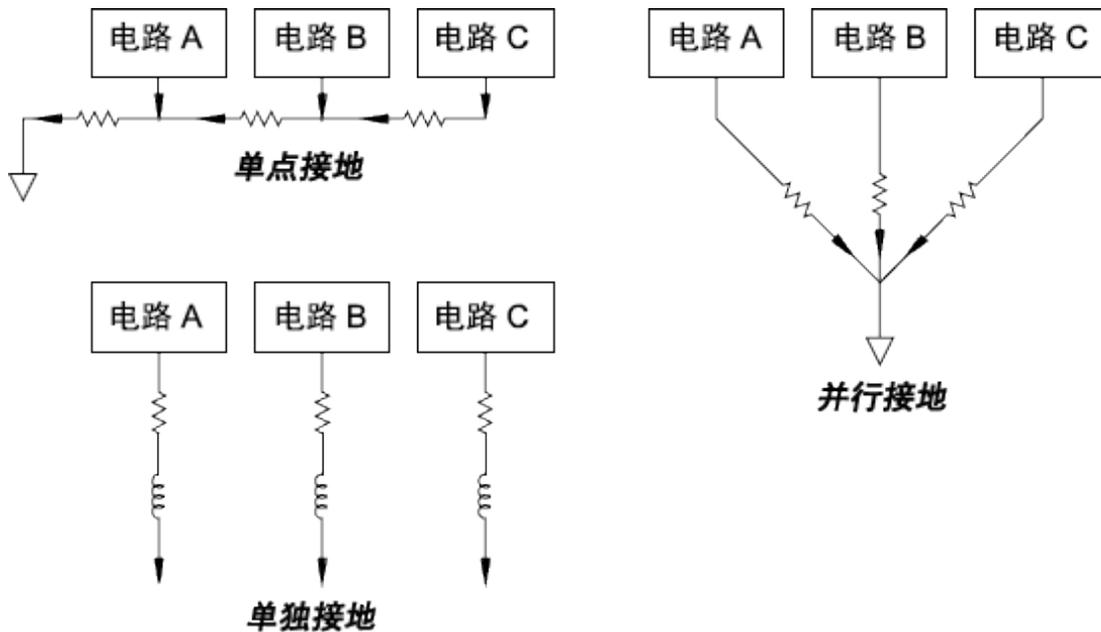
电缆类型	额定阻抗	电容	衰减
双绞线	1 MHz 时 100 Ω	10 至 20 pF/英尺	最高为 1 dB/100 英尺(当频率为 1 MHz 时)
屏蔽双绞线	1 MHz 时 100 Ω	10 至 20 pF/英尺	最高为 1 dB/100 英尺(当频率为 1 MHz 时)
同轴电缆	100 MHz 时 50 Ω 或 75 Ω	15 至 25 pF/英尺	最高为 6 dB/100 英尺(当频率为 100 MHz 时)
双绞线带状电缆	1 MHz 时 100 Ω	15 至 20 pF/英尺	最高为 1 dB/100 英尺(当频率为 1 MHz 时)

## 接地技术

接地的目的是避免接地回路，并最大程度地减少噪音。大部分系统至少应具备三条单独的接地回路。

1. 一条接地回路用于信号。您可能还需要在高电平信号、低电平信号和数字信号之间提供单独的信号接地回路。
2. 第二条接地回路用于产生噪音的硬件(如继电器、电动机和高功率设备)。
3. 一条接地回路用于产生噪音的硬件(如继电器、电动机和高功率设备)。

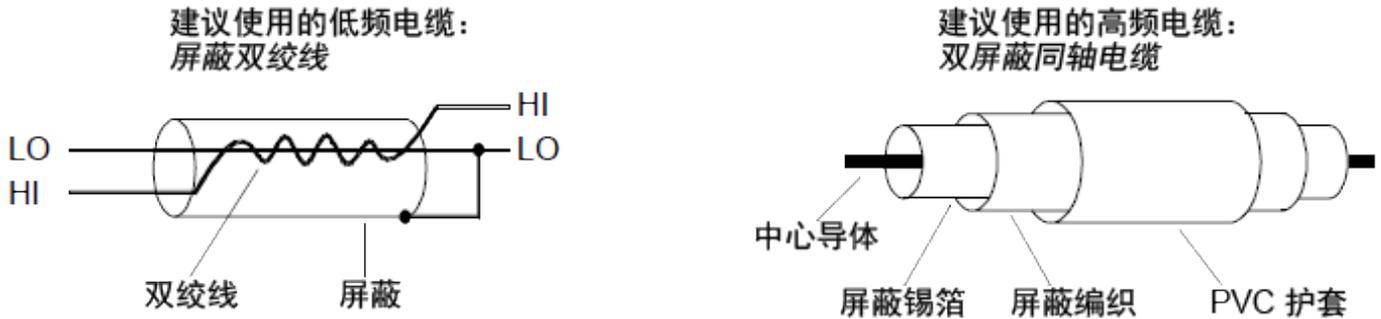
一般情况下，对于低于 1 MHz 的频率或低电平信号，请使用单点接地(请参见下图)。并行接地性能卓越，但成本较高，且比较难以接线。如果使用单点接地便以足够，则最关键的点(即：电平要求最低的点和/或对测量精确度要求最高的点)应位于主接地点附近。如果频率高于 10 MHz，请使用单独的接地系统。如果信号频率在 1 MHz 和 10 MHz 之间，且最长的接地回路始终小于波长的 1/20，则可使用单点系统。在所有情况下，均应最大程度地减少回路的电阻和电感。



## 屏蔽技术

要屏蔽噪音，必须解决电容(电子)和电感(磁性)耦合问题。围绕导体添加接地屏蔽可以非常有效地解决电容耦合问题。在切换网络中，此屏蔽通常表现为同轴电缆和连接器的形式。如果频率超过 100 MHz，建议使用双屏蔽同轴电缆，以最大程度地增加屏蔽效果。

缩小回路区域是最有效的屏蔽磁性耦合的方法。如果频率低于数十万赫兹，则可使用双绞线来解决磁性耦合问题。使用屏蔽双绞线可以屏蔽磁性和电容拾音器。在频率低于 1 MHz 的情况下，要最大程度地增强保护，请确保该屏蔽双绞线不是信号导体之一。



## 高电平信号和低电平信号的分隔

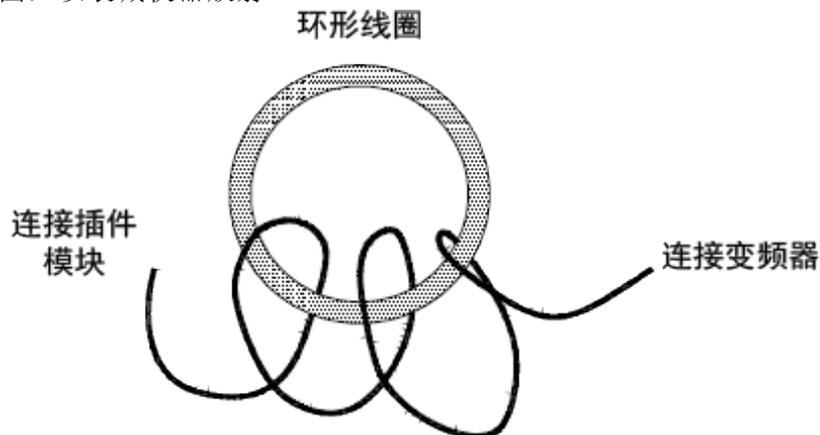
对于电平超过 20:1 的信号，应尽可能予以物理分隔。您应检查整个信号路径，其中包括电缆和相邻连接。所有未使用的线均应接地(或连接到 LO)，并放置在两条敏感信号路径之间。将导线连接到模块中的螺钉端子时，请确保在相邻通道中连接类似功能。

## 系统电缆误差源

### 无线频率干扰

大多数电压测量仪器在大型高频信号中均有可能产生读数错误。高频信号源可能包括附近的无线和电视发送器、计算机显示器和移动电话。高频能量还有可能通过系统电缆耦合到内部 DMM。要降低干扰，请尽量最大程度地避免系统电缆暴露在高频 RF 源之下。

如果您的应用环境对该仪器发出的 RF1 放射非常敏感，请在系统电缆中使用如下所示的共模扼流圈，以衰减仪器放射。



## 4 测量教程

### 热敏 EMF 误差

热电电压是低电平 DC 电压测量中最常见的误差源。当您在不同温度条件下使用异质金属进行电路连接时，将产生热电压。金属与金属之间的连接会形成热电偶，从而产生电压，该电压与接线温差成比例。您应采取必要的预防措施，最大程度地减少低电平电压测量中的热电偶电压和温差。在铜线与铜线之间使用压接方式，可以形成最佳连接。下表显示了异质金属之间连接时常见的热电压。

铜线连接到	约 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
铜	<0.3
金	0.5
银	0.5
黄铜	3
铍铜	5
铝	5
科瓦铁镍钴合金或合金 42	40
硅	500
氧化铜	1000
镉锡焊料	0.2
铈引线焊接线	5

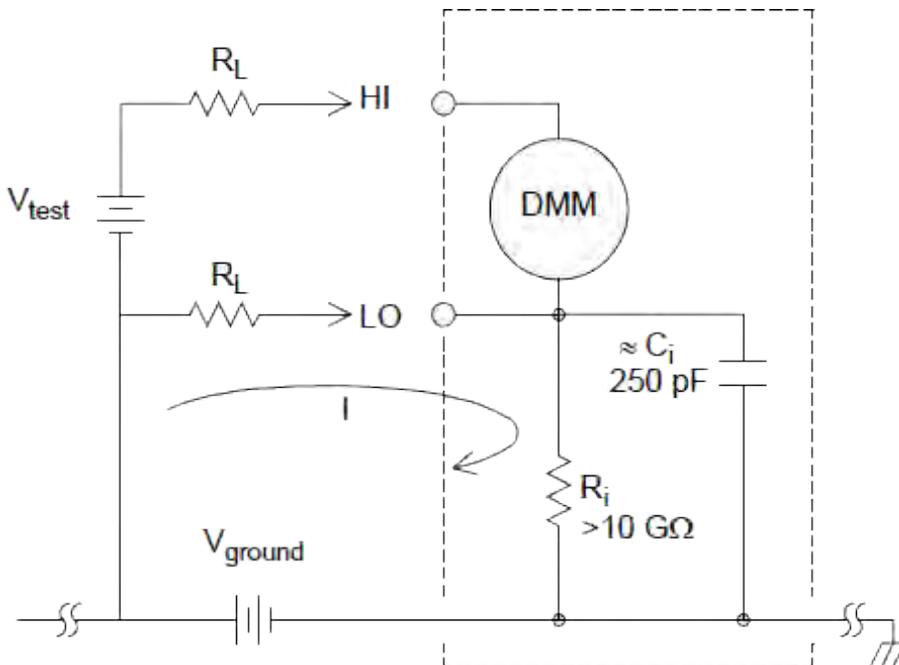
### 因磁场导致的噪音

如果您正在磁场附近进行测量，则应采取预防措施，避免测量连接中产生电压。在固定磁场中移动输入连接导线，或者变动磁场本身都有可能会产生电压。如果在地球磁场中移动没有任何屏蔽且保护不周的输入导线，则会产生几毫伏的电压。如果交流电源线周围的磁场发生变化，则也会产生高达几百毫伏的电压。在存在较强电流的导体附近工作时应特别小心。

如有可能，电缆布线应远离磁场。电动机、发电机、电视机和计算机显示器的周围通常存在磁场。另外，在磁场附近进行操作时，请确保输入导线含有适当的电缆护套，并已牢固系住。请使用双绞线连接到该仪器以缩小噪音拾取回路面积，或者尽可能使导线更靠近。

### 接地环产生的噪音

测量电路中的电压时，如果内部 DMM 和被测设备同时参考共同的接地线，则将形成接地回路。如下所示，两个接地参考点之间的任何电压差 ( $V_{\text{接地}}$ ) 都将导致电流流经 LO 测量引线，从而导致测量电压会额外加上误差电压 ( $V_L$ )。



## 4 测量教程

其中：

$R_L$  = 引线电阻

$R_i$  = DMM 绝缘电阻

$C_i$  = DMM 绝缘电容

$V_{\text{接地}}$  = 接地噪音电压

I = 因以下电压导致的电流：
$$V_{\text{接地}} = \frac{V_{\text{接地}}}{R_L + Z}$$

$Z \approx Z_{ci} = \frac{1}{2\pi f C} \approx 10 \text{ M}\Omega$  频率为：50 或 60 Hz

$V_L = I \times R_L$

要最大程度地减少接地回路误差，请执行以下操作：

如果  $V_{\text{接地}}$  是直流电压，则使  $R_L$  保持小于  $R_i$ 。

如果  $V_{\text{接地}}$  是交流电压，则使  $R_L$  保持小于  $Z$ ，且将 DMM 的积分时间设置为 1 PLC 或更长。

### 低电平交流电的测量误差

测量低于 100 mV 的交流电压时，请注意，这类测量特别容易因受外界噪音源影响而产生误差。暴露在外的测试引线将用作天线，内部 DMM 将测量收到的信号。包括电源线在内的整个测量回路构成了一个环形天线。环形天线中的循环电流在通过与该仪器输入串联的任何阻抗时将产生误差电压。为此，您应通过屏蔽电缆在该仪器中应用低电平交流电压。此外，您还应将屏蔽电缆连接到输入的 LO 端子中。

请确保最大程度地缩小无法避免的任何接地回路的面积。高阻抗源比低阻抗源更容易拾取到噪音。您可以将电容器与该仪器的输入端子并联，从而降低源的高频阻抗。您可能必须先做实验，才能为具体应用环境确定正确的电容值。

大多数外部噪音与输入信号无关。您可按如下方式确定误差：

测量的电压  $= \sqrt{V_{in}^2 + \text{噪音}^2}$

相关的噪音尽管很少，但危害特别大。相关的噪音将始终直接加到输入信号中。通常，如果测量的低电平信号与本地电源线频率相同，则易于产生此误差。

在同一模块中切换高电平和低电平信号时，您应倍加小心。高电平的充电电压可能会放电到低电平通道中。建议您使用两种不同的模块，或者利用未使用的接地通道，将高电平信号与低电平信号分开。

## 测量的基本知识

本节介绍 DAQ970A 如何进行测量，并说明与这些测量相关的最常见的误差源。

### 内部 DMM

温度测量

直流电压测量

交流电压测量

电流测量

电阻测量

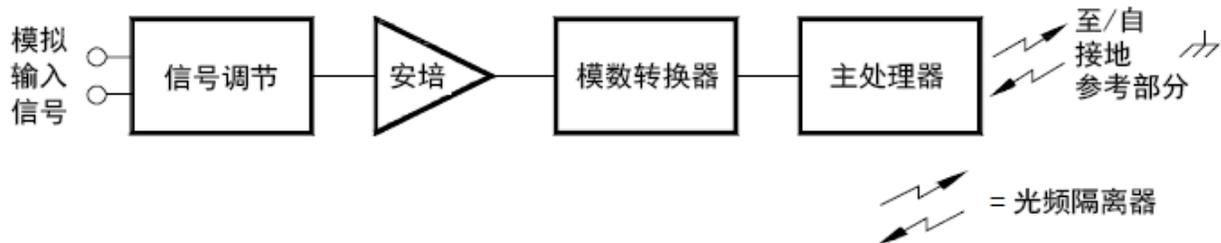
应变仪测量

频率和周期测量

电容测量

### 内部 DMM

内部 DMM 提供了一个通用输入前端，无需额外进行外部信号调节，即可测量各种变频器类型。内部 DMM 包括信号调节、放大(或衰减)和高分辨率(最高为 22 位)模拟至数字转换器。下面所示为内部 DMM 的简化示意图。



内部 DMM 可以直接完成以下类型的测量。本章的以下各节将分别介绍每种测量类型。

- 温度(热电偶、双线和四线 RTD、双线和四线热敏电阻)
- 电压(最高为 300 V 的直流电压和交流电压)
- 电阻(最高为 1 GΩ 的双线和四线电阻)
- 电流(最高为 1 A 的直流电和交流电)
- 频率和周期(最高为 300 kHz)
- 应变(桥接和直连方法)

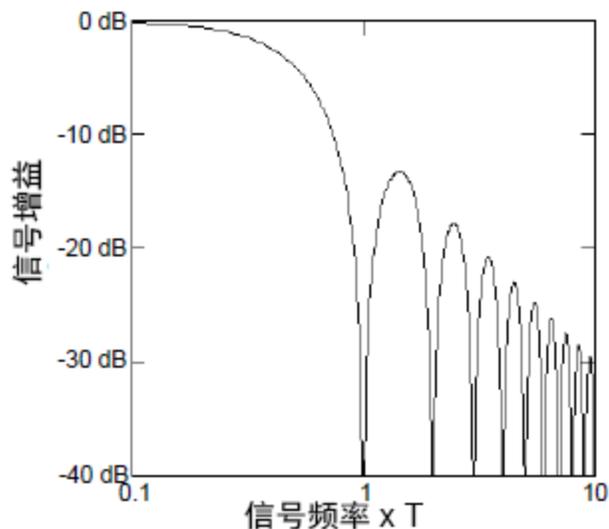
### 抑制电源线噪音电压

积分模数 (A/D) 转换器有一个很好的特征，即：能够抑制寄生信号。积分技术将抑制输入中的直流电信号内出现电源线相关噪音。这称为常模抑制或 NMR。当内部 DMM 通过在固定周期内对输入

## 4 测量教程

进行“积分”来测量输入的平均值时，即实现常模噪音抑制。如果将积分时间设置为寄生输入的电源线循环 (PLC) 的整数，则这些误差(及其谐波)的平均数约为零。

当您对内部 DMM 通电时，它将测量电源线频率 (50 Hz 或 60 Hz)，并使用此测量值确定积分时间。下图显示了对于不同的 A/D 积分时间设置，使用直流电压函数测量的交流电信号的衰减情况。请注意，在  $1/T$  的倍数处，信号频率的衰减很大。



## 温度测量

通常，温度变频器测量是指该仪器内部的软件转换例程将电阻或电压测量值转换为等效温度的过程。该数学转换以不同变频器的特定属性为基础。下面显示了每种变频器的数学转换精度(其中不包括变频器精度)。

变频器	转换精度
热电偶	0.05 °C
RTD	0.02 °C
热敏电阻	0.05 °C

温度测量的相关误差包含本章其他部分中为直流电压和电阻测量列出的所有误差。在温度测量中，最大的误差源通常是变频器本身。

您的测量要求将有助于您确定要使用哪种类型的温度变频器。每种变频器都有特定的温度范围、精度和成本。下表总结了每种变频器的一些典型规格。使用此信息可帮助您为具体应用环境选择变频器。变频器制造商可为您提供特定变频器的精确规格。

参数	热电偶	RTD	热敏电阻
温度范围	-210 °C 至 1820 °C	-200 °C 至 850 °C	-80 °C 至 150 °C
测量类型	电压	双线或四线电阻	双线或四线电阻
变频器灵敏度	6 $\mu$ V/°C 至 60 $\mu$ V/°C	$\approx R_0 \times 0.004$ °C	$\approx 400$ $\Omega$ /°C
探头精度	0.5 °C 至 5 °C	0.01 °C 至 0.1 °C	0.1 °C 至 1 °C

参数	热电偶	RTD	热敏电阻
成本(单位: 美元)	1 美元/英尺	20 至 100 美元/英尺	10 至 100 美元/英尺
耐用性	坚实耐用	容易损坏	容易损坏

## RTD 测量

RTD 由金属(通常是指铂)制成, 能够采用已知的精确方式随着温度的变化而改变电阻。内部 DMM 将测量 RTD 的电阻, 并稍后计算等效温度。

RTD 具有温度变频器的最高稳定性。RTD 的输出还呈现非常强的线性。因此, RTD 是高精度和长期测量的理想之选。DAQ970A 支持  $\alpha = 0.00385$  (DIN / IEC 751)(通过使用 ITS-90 软件转换)的 RTD。“PT100”是一个特殊标签, 有时用来指  $\alpha = 0.00385$  和  $R_0 = 100 \Omega$  的 RTD。

RTD 的电阻在  $0^\circ\text{C}$  时为额定值, 也称为  $R_0$ 。DAQ970A 可测量  $R_0$  值为  $100 \Omega \pm 1\%$  至  $1000 \Omega \pm 1\%$  的 RTD。

可以使用双线或四线测量法来测量 RTD。使用四线法测量小电阻获得的结果最精确。使用四线法测量时, 连接线电阻会被自动忽略。

## 热敏电阻测量

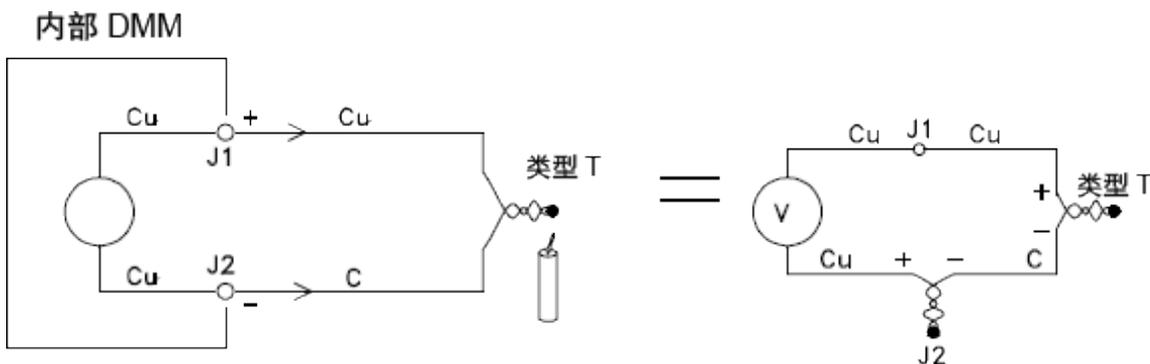
热敏电阻由电阻不会随温度变化而呈线性变化的材料制成。内部 DMM 将测量热敏电阻的电阻, 并稍后计算等效温度。

热敏电阻比热电偶或 RTD 具有更高的灵敏度。因此, 测量变化不大的温度时, 热敏电阻将是理想之选。但是, 热敏电阻表现出极强的非线性, 特别是在高温时尤其如此。如果温度低于  $100^\circ\text{C}$ , 其功能最佳。

由于热敏电阻具有较高的电阻, 因此可以使用双线测量方法进行测量。内部 DMM 支持  $2.2 \text{ k}\Omega$  (44004)、 $5 \text{ k}\Omega$  (44007) 和  $10 \text{ k}\Omega$  (44006) 热敏电阻。DAQ970A 所使用的热敏电阻转换例程遵循《1990 年国际温标》(ITS-90)。

## 热电偶测量

热电偶将温度转换为电压。如果将两根由异质金属制成的导线连接在一起, 则会产生电压。电压是热电偶导线中的连接温度和金属类型的函数。由于许多异质金属的温度特征已广为人知, 因此可以将产生的电压转换为连接的温度。例如, T 型热电偶(由铜和康铜导线组成)的电压测量可能如下所示:



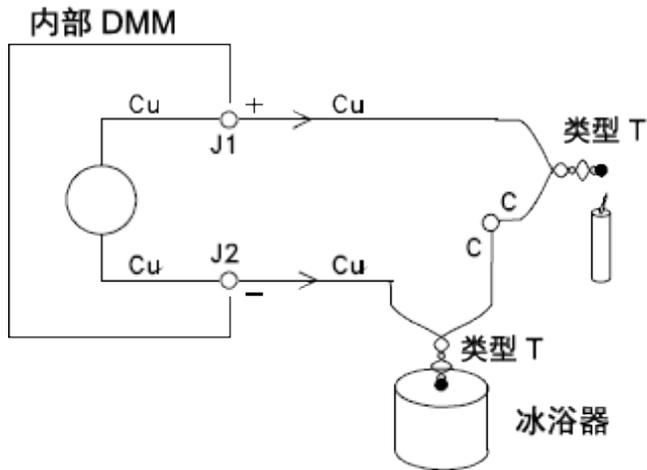
但请注意: 康铜 (C) 引线连接到内部 DMM 的铜 (Cu) 输入端子时, 热电偶导线和内部 DMM 之间的连

#### 4 测量教程

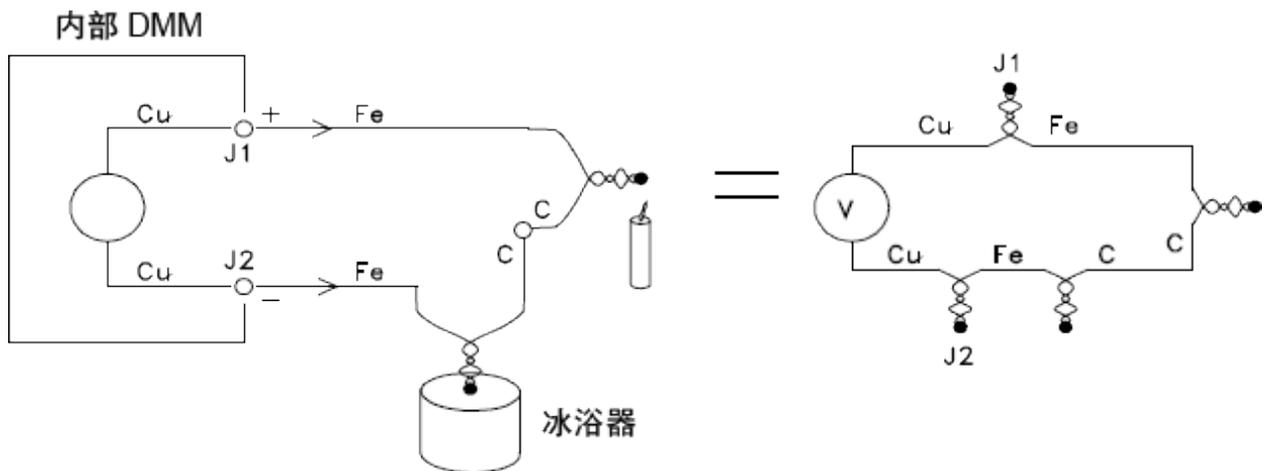
接将产生另一意外热电偶。由另一热电偶产生的电压将影响 T 型热电偶的电压测量。

如果已知在 J2(LO 输入端子)中形成的热电偶的温度，则可计算 T 型热电偶的温度。执行此操作的方法之一是将两个 T 型热电偶连接在一起，以便在内部 DMM 的输入端子中仅形成铜到铜的连接，并且以已知温度放置第二个热电偶。

冰浴器可用来形成已知的参考温度 (0 °C)。已知参考温度和热电偶类型之后，便可计算测量热电偶的温度。

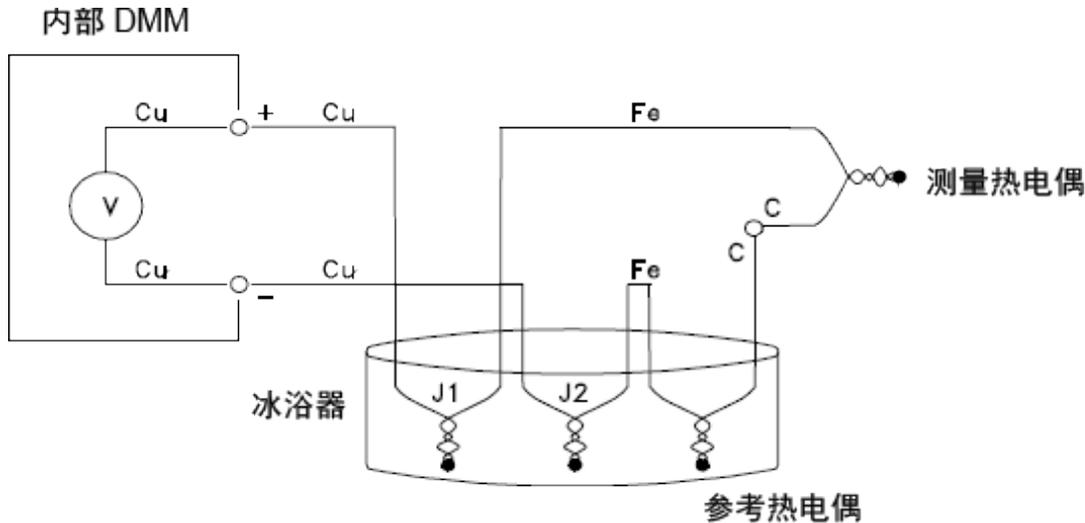


由于某一根导线(铜线)与内部 DMM 的输入端子所用的金属相同，因此仅会出现 T 型热电偶。如果使用其他类型的热电偶，则将额外形成两种热电偶。例如，我们一起来看看与 J 型热电偶(铁与康铜)的连接：

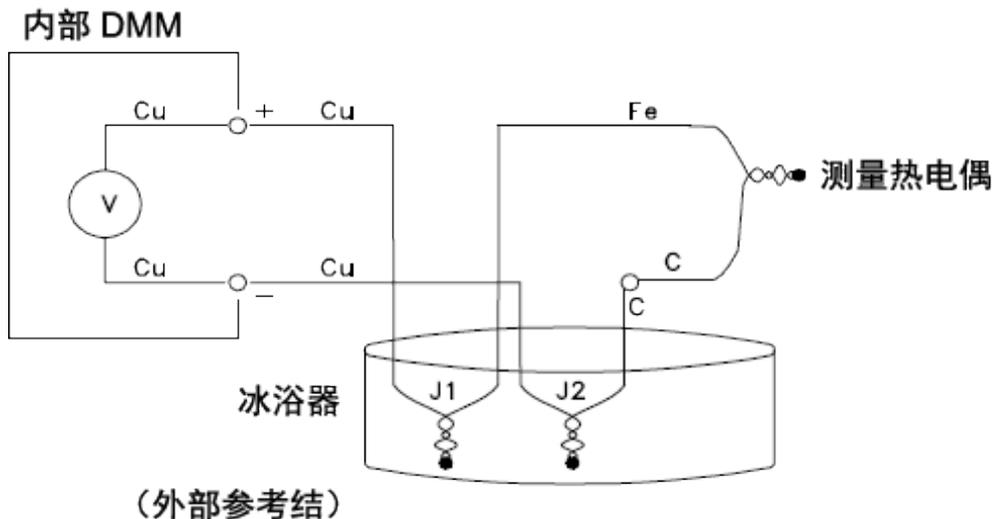


在此图中，铁 (Fe) 引线已连接到内部 DMM 的铜 (Cu) 输入端子，因此额外形成了两种热电偶。由于这两种连接将产生反向电压，因此，其影响将会彼此抵消。但是，如果输入端子没有处于相同的温度，则测量中将会产生误差。

要使测量更精确，您应延长内部 DMM 的铜测试引线，使之更靠近测量所在位置，并使与热电偶的连接线处于相同的温度。



此电路将提供精确的温度测量值。但是，要两次连接热电偶，并将所有连接保持在已知温度，这并不是很方便。《中间导体定律》没有对额外连接提出要求。这条久经验证的定律规定：如果在相同的温度下进行连接，则插入两种异质金属之间的第三种金属(在此示例中为铁 (Fe))将不会影响输出电压。无需参考热电偶，连接变得更轻松。



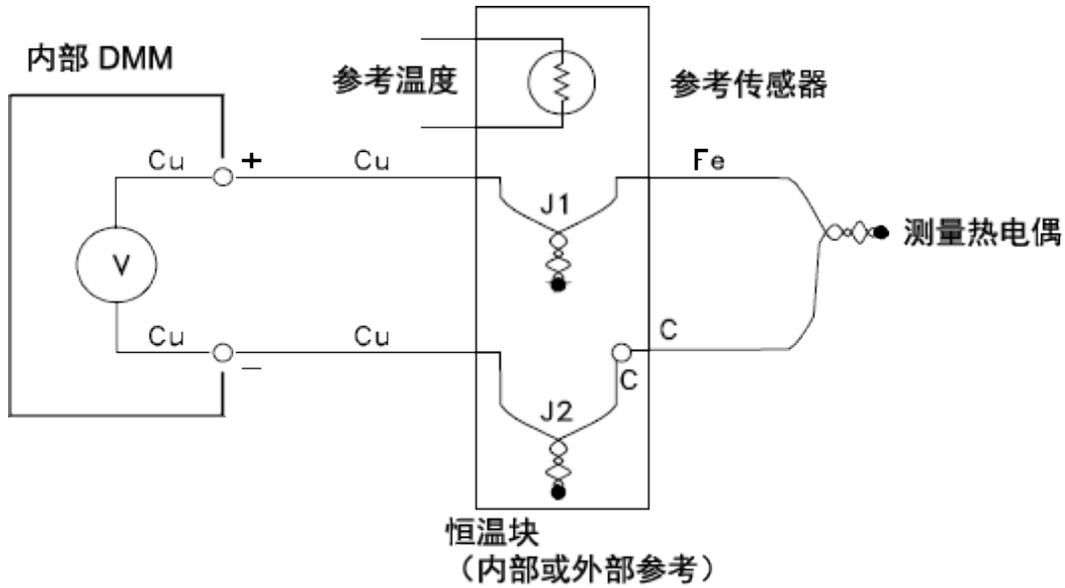
此电路是实现精确热电偶连接的最佳解决方案。

但是，在某些测量情况下，如果无需冰浴器(或任何其他固定的外部参考)，则会非常理想。为此，请使用恒温块来进行连接。恒温块是一种电绝缘体，也是很好的传热导体。现在，恒温块会将 J1 和 J2 中额外产生的热电偶保持在相同的温度。

已知恒温块的温度之后，便可以进行精确的温度测量。将温度传感器安装到恒温块中，即可测量

#### 4 测量教程

其温度。



热电偶具有许多不同的类型。具体类型由单个字母指定。下表列出了最常用的热电偶类型，以及每种类型的一些主要特征。

#### 注意

DAQ970A 所使用的热电偶转换例程遵循《1990 年国际温标》(ITS-90)。

## 热电偶类型:

T/C 类型	正 (+) 引线	负 (-) 引线	温度范围	探头精度	备注
B 美国 英国 DIN 日本 法国	铂 - 30% 铑 灰色 不适用 红色 红色 不适用	铂 - 60% 铑 红色 不适用 灰色 灰色 不适用	250 °C - 1820 °C	±0.5 °C	高温。 请注意污染。 请不要插入金属管中。
E 美国 英国 DIN 日本 法国	镍铬 紫色 褐色 红色 红色 黄色	康铜 红色 蓝色 黑色 白色 蓝色	-200 °C - 1000 °C	±1 °C - 1.7 °C	输出电压最高。 分辨率最高。
J 美国 英国 DIN 日本 法国	铁 白色 黄色 红色 红色 黄色	康铜 红色 蓝色 蓝色 白色 黑色	-210 °C - 1200 °C	±1.1 °C - 2.2 °C	适用于真空惰性环境。 价格最低。 建议不要在低温环境下使用。
K 美国 英国 DIN 日本 法国	镍铬 黄色 褐色 红色 红色 黄色	镍铝 红色 蓝色 绿色 白色 紫色	-200 °C - 1370 °C	±1.1 °C - 2.2 °C	适用于氧化环境。 当温度超过 8°C 时，具有较好的线性。
N 美国 英国 DIN 日本 法国	镍铬硅 橙色 不适用 不适用 不适用 不适用	镍硅 红色 不适用 不适用 不适用 不适用	-200 °C - 1300 °C	±1.1 °C - 2.2 °C	在温度较高的环境下，比 K 类型的稳定性要好。
R 美国 英国 DIN 日本 法国	铂 - 13% 铑 黑色 白色 红色 红色 黄色	铑 红色 蓝色 白色 白色 绿色	-50 °C - 1760 °C	±0.6 °C - 1.5 °C	较高温度。 请注意污染。 请不要插入金属管中。
S 美国 英国 DIN 日本 法国	铂 - 10% 铑 黑色 白色 红色 红色 黄色	铂 红色 蓝色 白色 白色 绿色	-50 °C - 1760 °C	±0.6 °C - 1.5 °C	低误差和高稳定性。 高温。 请注意污染。 请不要插入

## 4 测量教程

T/C 类型	正 (+) 引线	负 (-) 引线	温度范围	探头精度	备注
T	铜	康铜	-200 °C - 400 °C	±0.5 °C - 1 °C	耐潮。
美国	蓝色	红色			含一根铜引线。
英国	白色	蓝色			低温环境中使
DIN	红色	褐色			用。
日本	红色	白色			
法国	黄色	蓝色			

### 注意

康铜 = 铜镍合金；镍铬硅 = 镍铬硅合金；镍硅 = 镍硅镁合金；N/A = 不适用

## 热电偶测量中的误差源

### 参考连接误差

热电偶通常是采用定位焊接或低温焊接方式连接两条导线而产生的。低温焊接在连接中会引入第三种金属。如果热电偶的两端均处于相同的温度，则第三种金属几乎不会产生影响。

商业热电偶是使用电容放电技术来焊接的。此技术可用来防止连接附近的热电偶导线过热，还可用来防止焊接气体和空气扩散到热电偶导线中。

劣质的定位或低温焊接连接还可能会导致热电偶测量中产生误差。通过校验热电偶的电阻，可以检测出断开的热电偶连接。如果电阻测量值大于 5 kΩ，则通常表示热电偶存在缺陷。DAQ970A 提供了一款内置的自动热电偶校验功能。如果您启用了此功能，则此仪器会在每次热电偶测量之后测量通道电阻，以确保连接正确。

## 扩散误差

热电偶导线中的扩散是指更改导线本身合金类型的过程。在实践过程中，大气颗粒物可能会扩散到金属中。导线合金中的这些变化将导致测量过程中电压出现少许变动。如果导线暴露在高温下，或者使导线受到物理应力(如拉伸或振动)，则会产生扩散。

由于热电偶仍会对温度变动做出响应，并给出大体正确的结果，因此很难检测出因扩散导致的温度误差。通常，扩散在温度测量中所造成的影响表现为漂移。

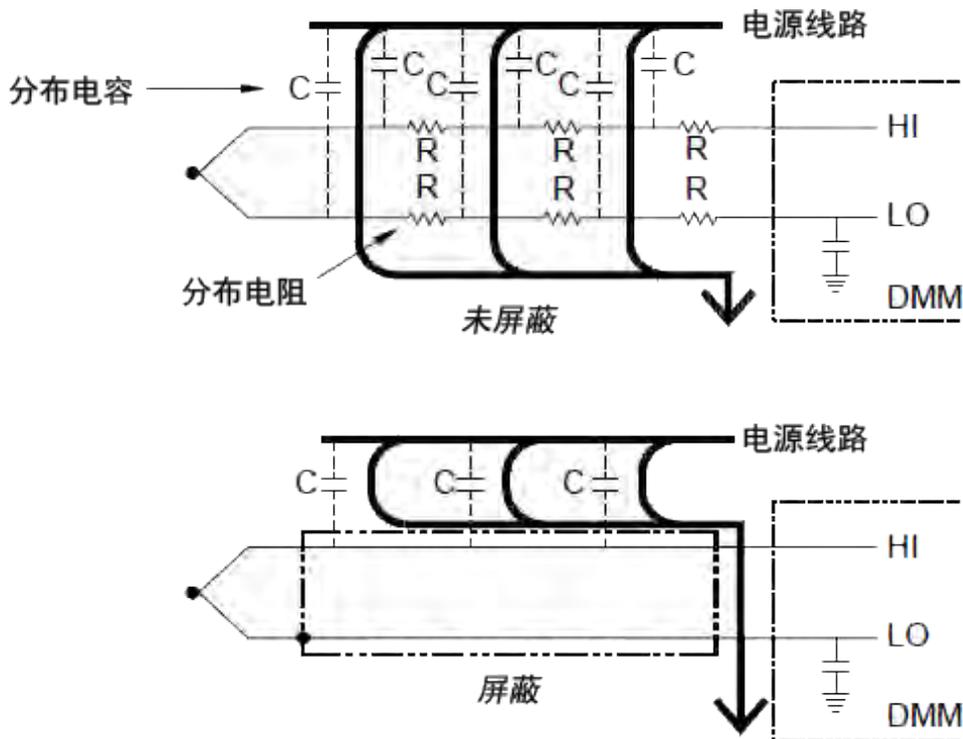
即使更换产生扩散误差的热电偶，也不会解决此问题。延长导线和连接都会产生扩散。需要针对极端温度或物理应力的信号检查整个测量路径。如有可能，应使延长导线中的温度梯度尽量保持最小。

## 分路阻抗

高温或大气腐蚀均可降低热电偶导线和延长导线的绝缘性能。其表现形式为出现与热电偶连接并联的电阻。在使用小规格导线且导线串联电阻较高的系统中，这一点尤为明显。

## 屏蔽

屏蔽可以降低共模噪音对热电偶测量的影响。共模噪音是由电源线和电动机等噪音源产生的。该噪音通过分布电容耦合到未屏蔽的热电偶导线中。由于产生的电流将通过内部 DMM 接地，因此热电偶导线的分布电阻将产生电压误差。通过将屏蔽添加到热电偶导线中，可以将共模噪音分路到接地中，并可保留测量功能。



共模噪音可严重影响内部 DMM。通常，热电偶输出将产生几毫伏的电压，几毫伏的共模噪音电压也会导致内部 DMM 的输入过载。

## 4 测量教程

### 计算误差

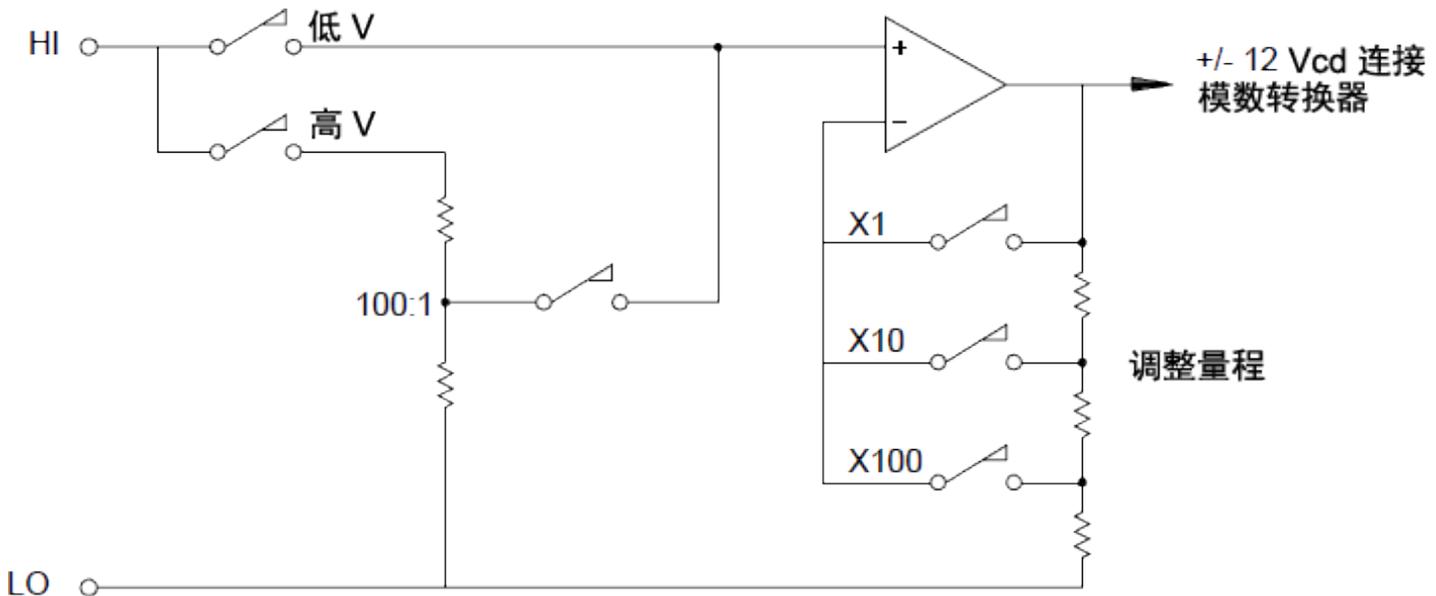
将热电偶电压转换为温度时，不可避免地存在误差。与热电偶误差、导线连接误差和参考连接误差相比，这些计算误差通常都非常小。

### 直流电压测量

要进行有效的直流电测量，则要求在执行模拟至数字转换之前使用“前端”对输入进行调整。信号调节将增加输入电阻、放大弱信号并衰减大信号，以生成一系列测量范围。

#### 直流电测量的信号调节

直流电压测量的输入信号调节包括放大和衰减信号。下面所示为内部 DMM 的简化输入示意图：



如果输入电压小于 12 VDC，则低 V 开关将闭合，并将输入信号直接应用到输入放大器中。如果输入电压较高，则高 V 开关将闭合，且信号在应用到输入放大器中之前将按 100:1 衰减。如果将输入放大器增益设置为三个值(x1、x10 或 x100)中的某一个值，则可为模拟至数字转换器产生范围为  $\pm 12$  VDC 的信号。

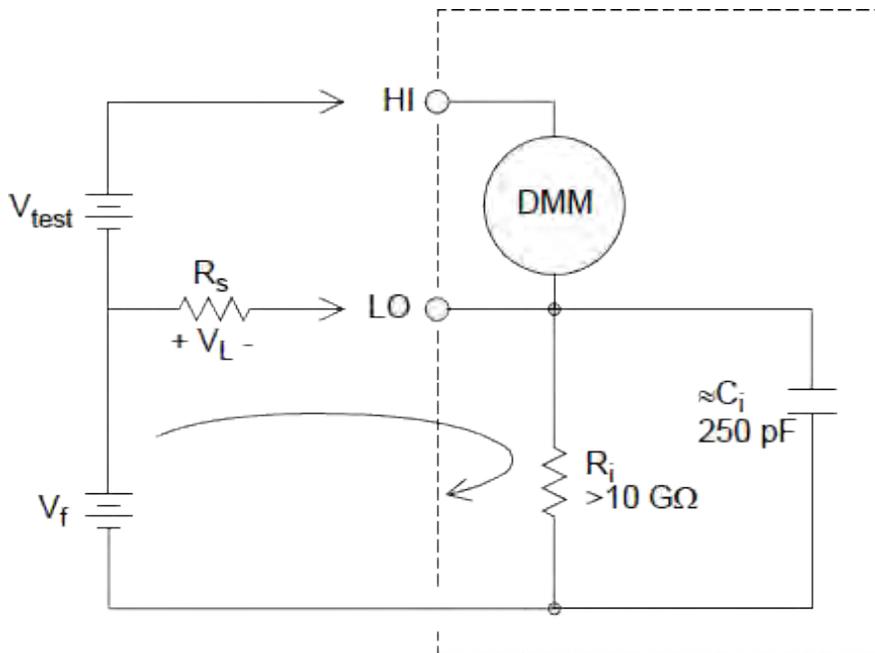
对于较低的电压范围，内部 DMM 的输入电阻实质上就是输入放大器的输入电阻。输入放大器使用低偏压电流(低于 50 pA)的 FET 输入级，产生超过 10 G $\Omega$  的输入电阻。在 100V 和 300V 输入范围中，输入电阻是由 100:1 分压器的总电阻确定的。如果连续闭合高 V 开关，您还可将输入电阻设置为 10 M $\Omega$ 。

## 直流电压测量中的误差源

### 共模抑制

理想情况下，内部 DMM 与参考接地的电路完全隔离。但是，输入 LO 端子和接地之间仍然存在有限的电阻和电容。如下所示，如果输入端子均由参考接地的信号 ( $V_f$ ) 驱动，则电流将流经  $R_s$ ，并将形成电压降  $V_L$ ：

产生的任何电压 ( $V_L$ ) 都将显示为内部 DMM 的输入。由于  $R_s$  的值接近零，因此误差也接近零。此外，如果  $V_f$  处于电源线频率 (50 Hz 或 60 Hz)，则通过将内部 DMM 的积分时间设置 1 PLC 或更大值，可以大大降低噪音。



其中：

$V_f$  = 共模浮动电压

$R_s$  = LO 引线电阻

$R_i$  = 绝缘电阻

$C_i$  = 绝缘电容

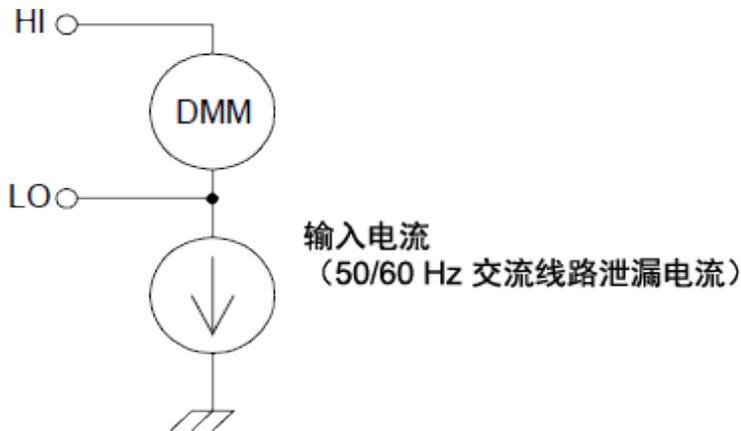
$Z_i = R_i + C_i$  的并联电阻

$$\text{误差 } (V_L) = \frac{V_f \times R_s}{R_s + Z_i}$$

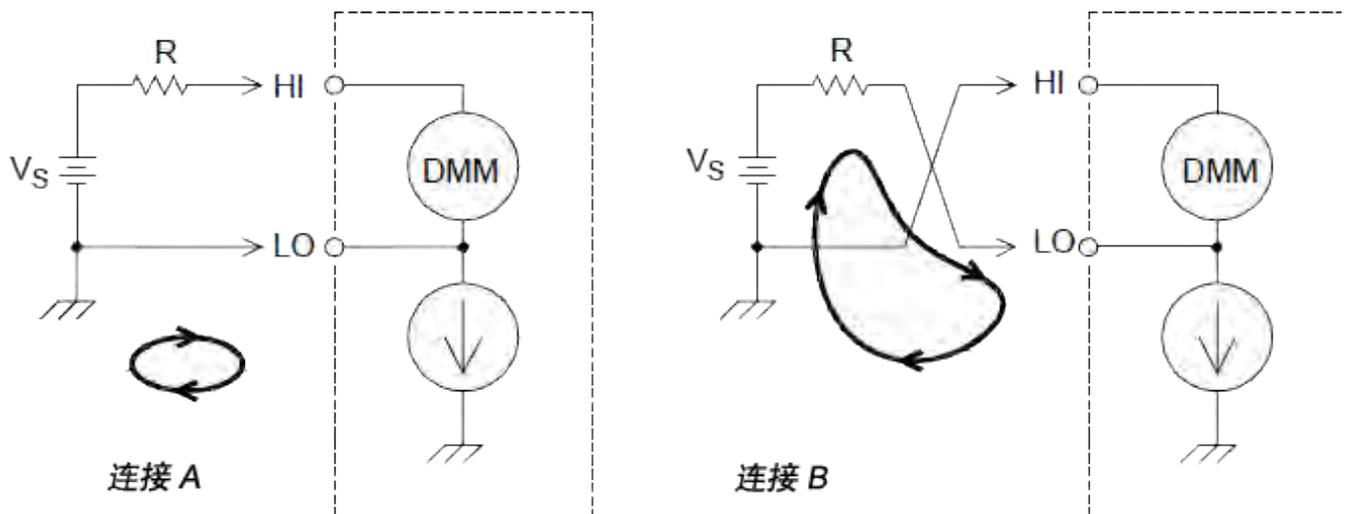
## 4 测量教程

### 因输入电流导致的噪音

仪器电源变压器中的剩余电容将导致小电流从内部 DMM 的 LO 端子流至接地。“输入电流”的频率是指电源线频率，或者也可能是指电源线频率的谐波。输入电流取决于电源线配置和频率。下面所示为简化的电路示意图：



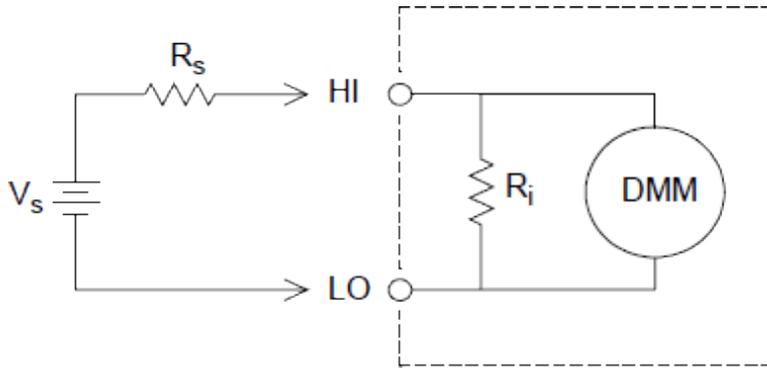
在连接图 A(如下所示)中，输入电流是从连接到内部 DMM 的 LO 端子的电路所产生的每个连接流出的。此配置不会为测量带来任何噪音。但是，在连接图 B 中，由于输入电流将流经电阻器 R，因此会为测量带来噪音。在连接图 B 中，如果 R 值增大，则噪音问题将会更严重。



如果将内部 DMM 的积分时间设置为 1 PLC 或更长，则可大幅度降低因输入电流而产生的测量噪音。

### 因输入电阻导致的负载误差

当被测设备 (DUT) 的电阻占到该仪器本身输入电阻的一定百分比时，将产生测量负载误差。以下示意图显示了此误差的来源：



其中：

$V_s$  = 理想的 DUT 电压

$R_s$  = DUT 源电阻

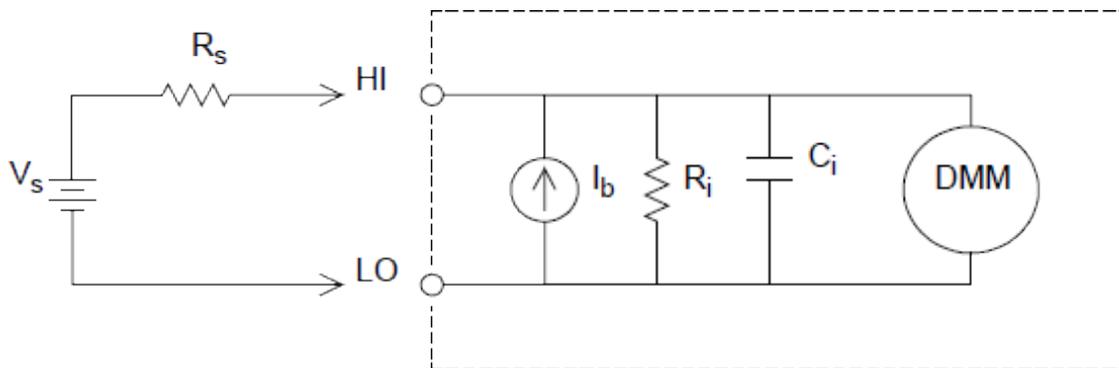
$R_i$  = 输入电阻(10 M $\Omega$  或 >10 G $\Omega$ )

$$\text{误差 (\%)} = \frac{-100 \times R_s}{R_s + R_i}$$

要最大程度地减少负载误差，请根据需要将 DMM 的直流电输入电阻设置为大于 10 G $\Omega$  的值。

### 因输入偏压电流导致的负载误差

内部 DMM 的输入电路中所使用的半导体设备包含较少的泄露电流，这些电流称为偏压电流。输入偏压电流将导致内部 DMM 的输入端子中产生负载误差。温度每上升 10  $^{\circ}\text{C}$ ，泄露电流大约增加一倍，因此温度越高，该问题将越明显。



其中：

$I_b$  = DMM 偏压电流

$R_s$  = DUT 源电阻

$R_i$  = 输入电阻(10 M $\Omega$  或 >10 G $\Omega$ )

$C_i$  = DMM 输入电容

$$\text{误差 (V)} = I_b \times R_s$$

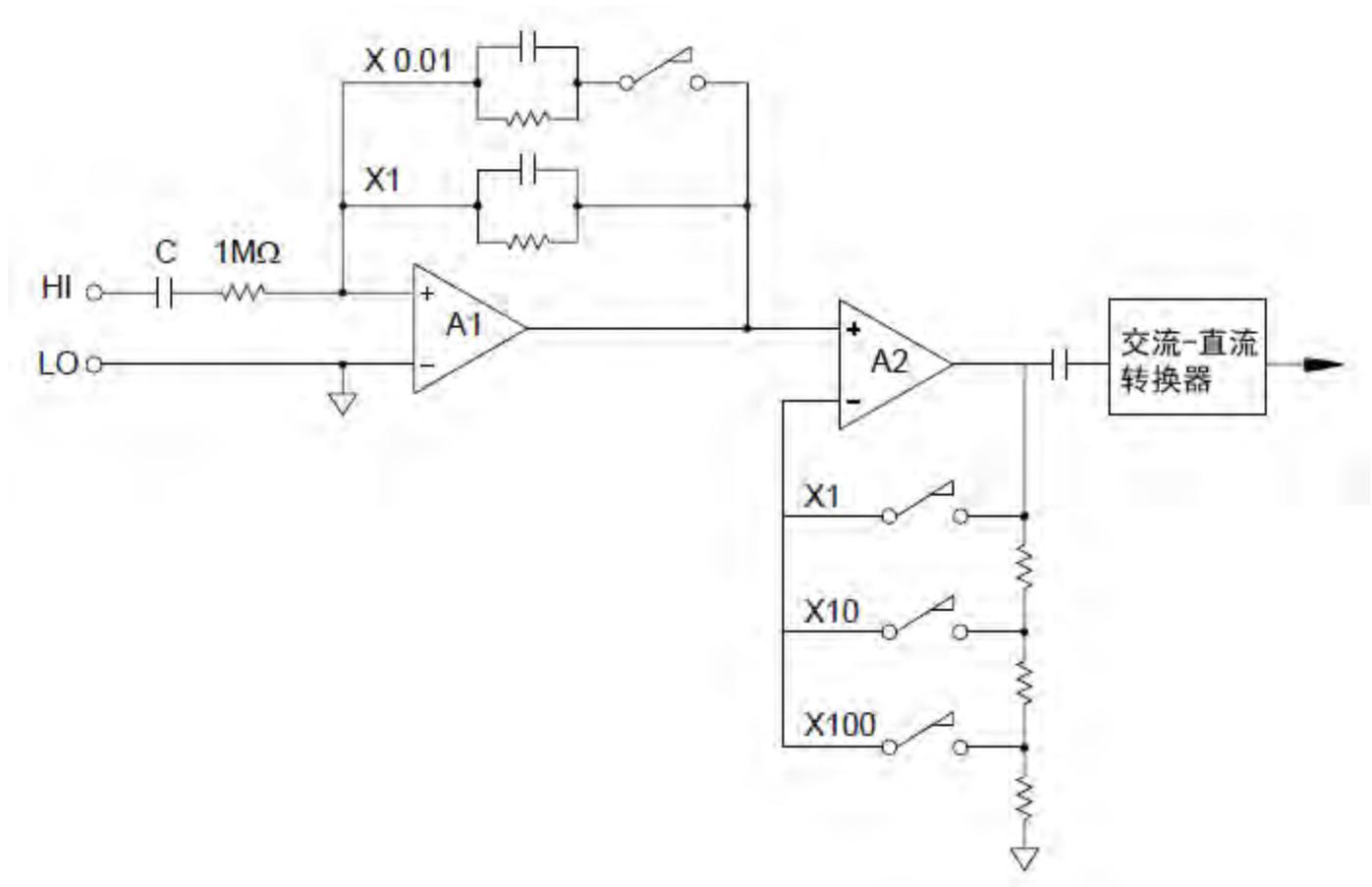
### 交流电压测量

交流电“前端”的主要目的是将交流电压输入更改为可由 ADC 测量的直流电压。

#### 交流电测量的信号调节

## 4 测量教程

交流电压测量的输入信号调节包括放大和衰减信号。输入耦合电容器(C)将阻止输入信号的直流电部分，以便仅测量交流电分量。范围调整包括组合第一阶段放大器中的信号衰减和第二阶段放大器中的增益。

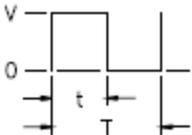


第一阶段采用一个高输入电阻 ( $1\text{ M}\Omega$ ) 的可切换补偿衰减器。第二阶段放大可变增益信号，将交流电转换器的输入调整为满刻度电平。衰减器和放大器阶段中的任何剩余直流电偏移都将被电容器阻止。

与上述项类似的交流电压前端也可用来测量交流电流。分路电阻器将交流电流转换为稍后可测量的交流电压。该仪器将切换电流分路，以提供可选的交流电流范围。

### 真 RMS 交流电测量

真 RMS 响应万用表可测量应用电压的“传热”电位。与“平均响应”测量不同，真 RMS 测量可用来确定电阻器中所消耗的功率。功率与测量的真 RMS 电压的平方成比例，与波形无关。校准平均响应交流电万用表后，其读数与只有正弦波输入的真 RMS 万用表相同。对于其他波形，平均响应万用表将显示如下所示的重大误差：

波形	波峰因数 (C.F.)	AC RMS	AC+DC RMS	平均响应误差
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$	经校准, 无错误
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$	-3.9%
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$	-46% for C.F. = 4

内部 DMM 的交流电压和交流电流功能可测量交流电耦合真 RMS 值。这与上面所示的交流电 + 直流电真 RMS 值不同。仅测量输入波形的交流电分量的“传热值”(直流电已被阻止)。对于正弦波、三角波和方波, 由于这些波形均不会产生直流电偏移, 因此交流电值与交流电 + 直流电的值相等。非对称波形(如脉冲序列)则包含由交流电耦合真 RMS 测量所阻止的直流电压。

如果在直流电存在较大偏移的环境中测量较小的交流电信号, 则交流电耦合真 RMS 测量无疑是理想之选。例如, 测量直流电源中出现的交流电纹波通常属于这种情况。但是, 在某些情况下, 您可能需要知道交流电 + 直流电的真 RMS 值。如下所示, 您可以通过组合直流电测量结果和交流电测量结果来确定此值: 为了获得最佳的交流电抑制效果, 您应当使用至少 10 个电源线路周期的积分时间来执行直流电测量。

$$AC + DC = \sqrt{AC^2 + DC^2}$$

### 进行高速交流电测量

内部 DMM 的交流电压和交流电流功能支持三种低频滤波器。使用这些滤波器, 您可以在不降低频率精度的前提下加快扫描速度。快速滤波器在 0.12 秒内稳定, 对于高于 200 Hz 的测量十分有用。中速滤波器在 1 秒内稳定, 对于高于 20 Hz 的测量十分有用。低速滤波器在 7 秒内稳定, 对于高于 3 Hz 的测量十分有用。

通过采取少量预防措施, 您能够以每秒高达 100 次读取的速度执行交流电测量(使用手动范围调整可消除自动范围调整的延迟)。通过将预编程通道的稳定延迟设置为零, 每个滤波器每秒可支持多达 100 个通道。但是, 由于滤波器尚未完全稳定, 因此测量可能不会十分精确。如果在扫描时采样与采样之间的电平存在非常大的差异, 则中速滤波器 (20 Hz) 的速度将稳定在 1 次读取/秒, 快速滤波器 (200 Hz) 的速度将稳定在 10 次读取/秒。

如果采样与采样之间的电平基本类似, 则每次新读取几乎无需稳定时间。在此特定条件下, 中速滤波器 (20 Hz) 将以 5 次读取/秒的速度提供精简的精确结果, 快速滤波器 (200 Hz) 将以 50 次读取/秒的速度提供精简的精确结果。如果采样与采样之间的直流电平具有差异, 则可能额外需要时间才能稳定。

内部 DMM 的直流电隔离电路的稳定时间固定为 0.2 秒。仅当采样与采样之间的直流电偏移电平存在差异时, 此稳定时间才会影响测量精度。如果扫描系统需要最高测量速度, 则您可能需要将外

## 4 测量教程

部直流电隔离电路添加到直流电压较大的通道中。此种电路非常简单，可以只包含一个电阻器和一个电容器。

交流电滤波器	通道延迟	稳定时间
200 Hz(快速)	自动	0.12 秒
20 Hz(中速)	自动	1 秒
3 Hz(低速)	自动	7 秒
200 Hz(快速)	0	0.02 秒
20 Hz(中速)	0	0.2 秒
3 Hz(低速)	0	1.5 秒

直流电隔离稳定时间(1 倍常数)= 0.2 秒。

### 交流电压测量中的误差源

与直流电压测量相关的许多误差同样也适用于交流电压测量。本节介绍了交流电压测量中所特有的其他误差。

#### 波峰因数误差(非正弦输入)

常见的错误说法是“由于内部 DMM 是真 RMS，因此其正弦波精度规格将适用于所有波形。”实际上，输入信号的形状可严重影响测量精度。描述信号波形的常见方法是采用波峰因数。波峰因数是峰值与波形 RMS 值的比率。

通常，波峰因数越大，高频谐波中所含的能量就越大。所有万用表都会产生与波峰因数相关的测量误差。请注意：如果使用低速交流电滤波器，则低于 100 Hz 的输入信号将不会产生波峰因素误差。

您可以按如下方式估算因信号波峰因数导致的测量误差：

$$\text{总误差} = \text{误差}_{\text{正弦}} + \text{误差}_{\text{波峰因数}} + \text{误差}_{\text{带宽}}$$

其中：

$\text{误差}_{\text{正弦}}$  = DMM 的正弦波精度

$\text{误差}_{\text{波峰因数}}$  = DMM 的波峰因数

$\text{误差}_{\text{带宽}}$  = 按如下方式估算得出的带宽误差：

$$\text{误差}_{\text{带宽}} = \frac{-C.F.^2 \times F}{4\pi \times BW}$$

其中：

C.F.= 信号波峰因数

F= 基本输入信号频率

BW = DMM 的 -3 dB 带宽(对于 DAQ970A，此值为 1 MHz)

#### 示例：计算测量误差

某脉冲序列输入的波峰因数为 3，基本频率为 20 kHz，请计算其近似测量误差。内部 DMM 设置为 1 V 范围。在本例中，请按第 8 章所示，将 90 天精度规格采用  $\pm$  形式(读数的 0.05% + 范围的 0.04%)。

$$\text{误差}_{\text{正弦}} = \pm(0.05\% + 0.04\%) = \pm 0.09\%$$

误差波峰因数 = 0.15%

$$\text{误差}_{\text{带宽}} = \frac{-3^2 \times 20000}{4 \times 3.14159 \times 1000000} * 100 = 1.4\%$$

总误差 = 0.09% + 0.15% + 1.4% = 1.6%

### 交流电负载误差

在交流电压函数中，与 150 pF 电容并联时，内部 DMM 的输入将产生 1 MΩ 的电阻。您用来将信号连接到该仪器的电缆还会产生其他电容和负载。下表显示了不同频率下的近似输入电阻。

输入频率	输入电阻
100 Hz	700 kΩ
1 kHz	600 kΩ
10 kHz	100 kΩ
100 kHz	10 kΩ

对于低频：

$$\text{误差} (\%) = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ M}\Omega}$$

因高频而额外产生的误差：

$$\text{误差} (\%) = 100 \times \left[ \frac{1}{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})^2} - 1 \right]$$

其中：

F = 输入频率

R<sub>s</sub> = 源电阻

C<sub>in</sub> = 输入电容 (150 pF) + 电缆电容

测量高频交流电信号时，请使用低电容电缆。

### 低电平交流电的测量误差

测量低于 100 mV 的交流电压时，请注意，这类测量特别容易因受外界噪音源影响而产生误差。暴露在外的测试引线将用作天线，内部 DMM 将测量收到的信号。包括电源线在内的整个测量回路构成了一个环形天线。环形天线中的循环电流在通过与该仪器输入串联的任何阻抗时将产生误差电压。为此，您应通过屏蔽电缆在该仪器中应用低电平交流电压。此外，您还应将屏蔽电缆连接到输入的 LO 端子中。

请确保最大程度地缩小无法避免的任何接地回路的面积。高阻抗源比低阻抗源更容易拾取到噪音。您可以将电容器与该仪器的输入端子并联，从而降低源的高频阻抗。您可能必须先做实验，才能为具体应用环境确定正确的电容值。

大多数外部噪音与输入信号无关。您可按如下方式确定误差：

$$\text{测量的电压} = \sqrt{V_{in}^2 + \text{噪音}^2}$$

相关的噪音尽管很少，但危害特别大。相关的噪音将始终直接加到输入信号中。通常，如果测量的低电平信号与本地电源线频率相同，则易于产生此误差。

## 4 测量教程

在同一模块中切换高电平和低电平信号时，您应倍加小心。高电平的充电电压可能会放电到低电平通道中。建议您使用两种不同的模块，或者利用未使用的接地通道，将高电平信号与低电平信号分开。

### 低于满刻度的测量

如果内部 DMM 位于所选范围的满刻度，则可进行最精确的交流电测量。当仪器处于满刻度的 10 % 和 120 % 之间时，将执行自动范围调整。这样，您可以在该仪器处于某个范围满刻度以及下一更大范围满刻度的 10% 时测量某些输入。请注意：这两种情况下的测量精度将存在非常明显的差异。若要实现最高精度，则应使用手动范围调整为测量选择尽可能最小的范围。

### 温度系数和过载误差

当您选择其他函数或范围时，内部 DMM 将使用交流电测量技术，该技术可定期测量并消除内部偏移电压。在过载情况下，如果手动将范围调整为新范围，则所选范围的内部偏移测量值的准确程度将会下降。通常情况下，可能会额外产生 0.01% 的范围误差。直到进行下一次定期消除(通常间隔 15 分钟)时，这一额外产生的误差才会消除。

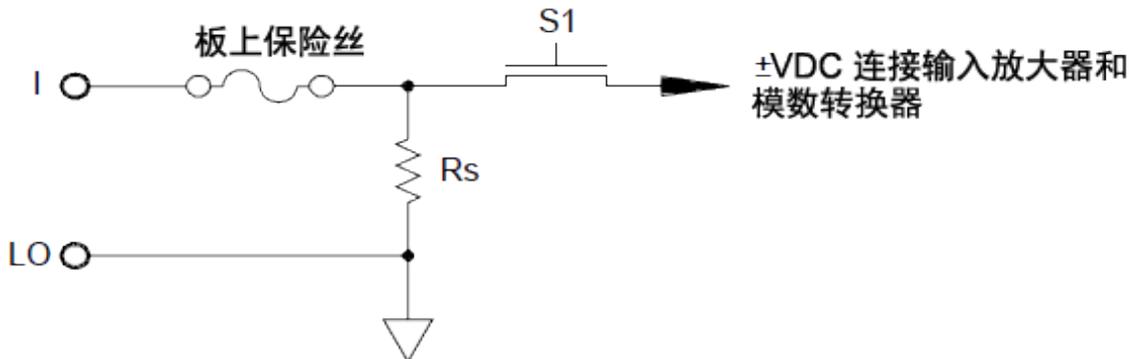
## 电流测量

### 注意

只有 DAQM901A 多路复用器模块支持电流测量。

安培表可以感测流经其输入连接中的电流 - 大约相当于输入端子之间的短路。安培表必须与要测量的电路或设备串联，这样电流才可以流经万用表和测试电路。

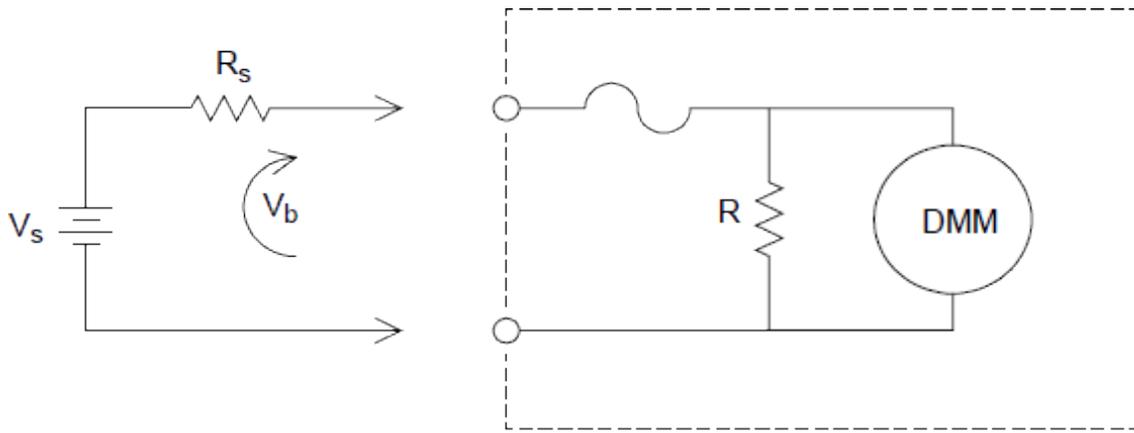
在以下示意图中，电阻器  $R_S$  连接两个输入端子，这样，电路中将生成与输入电流成比例的电压降。若要最大程度地降低该仪器的负载电压或 IR 电压降，请选择尽可能低的  $R_S$  值。此电压降将由内部 DMM 感测，并调整为完成测量所需的适当电流值(请参见下一页中的说明)。



交流电流的测量与直流电流的测量十分相似。电流至电压传感器的输出是由交流电伏特表测量的。输入端子直接耦合(交流电 + 直流电耦合)到分路，从而使内部 DMM 在测试电路中保持直流电的连续性。测量交流电流时，应格外谨慎。负载电压(负载)因频率和输入电感的不同而有所不同，往往会导致测试电路中出现意外情况。

### 直流电流测量中的误差源

在测量电流时，如果将内部 DMM 串联到测试电路中，则会产生测量误差。这种误差是由于 DMM 的串联负载电压引起的。如下所示，内部 DMM 的导线电阻和电流分路电阻将产生电压：



其中：

$V_s$  = 源电压

$R_s$  = 源电阻

$V_b$  = 电流分路电阻

$$\text{误差 (\%)} = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

### 交流电流测量中的误差源

在直流电流中出现的负载电压误差也同样会在交流电流测量中出现。但是，内部 DMM 的串联电感和测量连接为交流电流带来的负载电压更大。负载电压随输入频率的增加而增加。执行电流测量时，有些电路可能会因内部 DMM 的串联电感和测量连接而出现振荡。

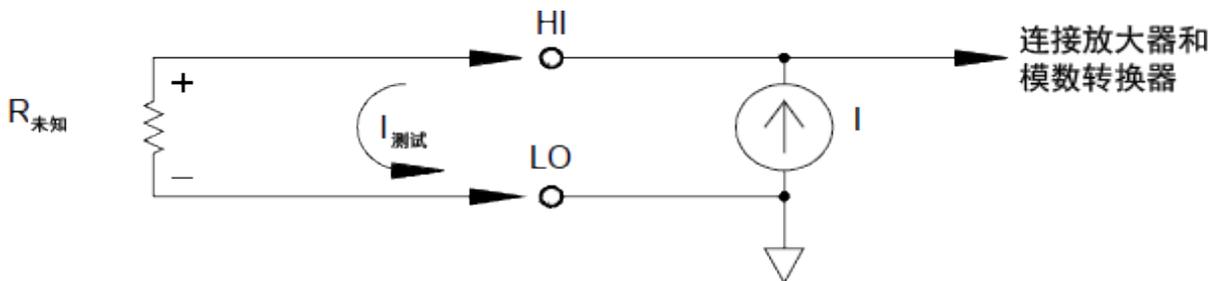
### 电阻测量

#### 注意

只有 DAQM900A、DAQM901A、DAQM902A 和 DAQM908A 多路复用器模块支持双线电阻测量。

只有 DAQM900A、DAQM901A 和 DAQM902A 多路复用器模块支持四线电阻测量。

欧姆计可测量与其输入相连的设备或电路的直流电阻。该仪器通过向未知电阻提供已知直流电流，并测量直流电压降来测量电阻。



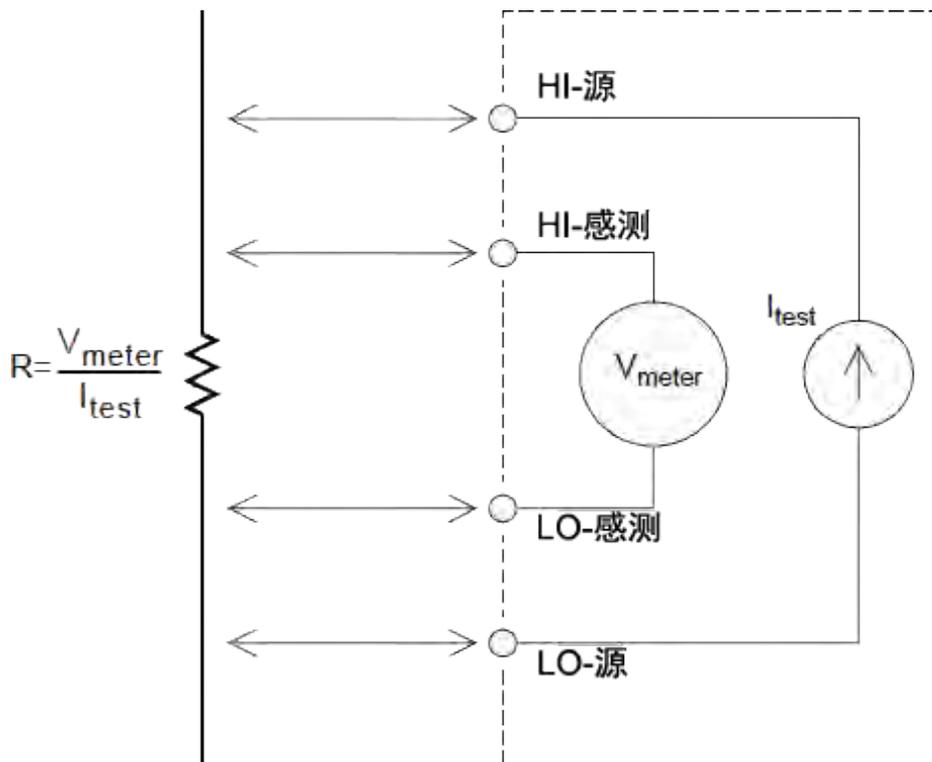
内部 DMM 提供了两种测量电阻的方法：双线电阻和四线电阻。在这两种方法中，测试电流都从输入高端子流向被测电阻器。对于双线电阻，所测量的电阻器中的电压降是由内部 DMM 感测的。因此，测试引线的电阻也会被测量。对于四线电阻，需要使用独立“感应”连接。由于没有电流流过感应引线，这些引线中的电阻不会造成测量误差。

## 四线电阻测量

四线电阻方法是最精确的测量小电阻的方法。使用此方法可自动去除测试引线、多路复用器以及触点的电阻。通常，如果在自动测试的应用环境中，内部 DMM 和被测设备之间存在较长的电缆、输入连接和多路复用器，则往往使用四线电阻方法。

下页中的示意图显示了四线电阻测量的建议连接方式。恒定电流源将强制电流  $I$  流经未知的电阻  $R$ ，从而产生可由直流电压前端测量的电压。然后，便可使用欧姆定律计算未知电阻。

在引线电阻可能会变得非常大而且较为波动的系统中，以及在电缆非常长的自动测试应用环境中，通常使用四线电阻方法。四线电阻方法具有较为明显的缺点，即：它所需的开关数和电缆数是双线方法的两倍。四线电阻方法几乎专门用来测量任何应用环境中出现的较低电阻值(特别是低于  $10\ \Omega$  的值)，以及用来满足高精度要求(如 RTD 温度变频器)。



## 偏移补偿

系统中大多数连接使用的材料都会由于不同金属间的接触(热电偶效应)或电化学电池而产生小的直流电压。这些直流电压也增加了电阻测量的误差。偏移补偿测量功能用于在存在小的直流电压的条件下测量电阻。

偏移补偿在连接到内部通道的电路上进行两个测量。第一个测量是传统的电阻测量。第二个测量与之类似，不同之处在于内部 DMM 的测试电流源被关闭(实际上是一个正常的直流电压测量)。第二个测量值在定标结果之前被从第一个测量值中减去，因此可提供更准确的电阻测量。

偏移补偿可用于双线或四线电阻测量(但不适用于 RTD 或热敏电阻测量)。在测量函数发生更改或恢复出厂设置(\*RST 命令)之后，DAQ970A 将禁用偏移补偿。仪器预设(SYSTEM:PRESet 命令)或卡复位(SYSTEM:CPON 命令)不会改变设置。

如果被测电阻器不能迅速响应电流变化，偏移补偿不会提高测量准确度。具有非常大的电感或大并联电容的电阻器即属于此类。在这两种情况下，可增大通道延迟参数以在接通或关闭电流源后留出有更长的稳定时间，也可以关闭偏移补偿。

## 电阻测量中的误差源

### 外部电压

系统电缆或连接中存在的任何电压都会影响电阻测量。通过使用偏移补偿(如上一节所述)，可以消除这些电压产生的部分影响。

### 稳定时间造成的影响

内部 DMM 能够插入自动测量稳定延迟。这些延迟可满足电缆和设备的组合电容小于 200 pF 的电阻测量。这对于电阻值在 100 kΩ 以上的测量尤其重要。由于受 RC 时间常数的影响，稳定时间可能会比较长。有些精密电阻器和多功能校准器使用电阻值较高的大型并联电容(1000 pF 到 0.1 μF)来过滤内部电路产生的噪音电流。在电缆和其他设备中，由于绝缘体吸收(渗透)的影响，非理想电容的稳定时间比仅受 RC 时间常数影响时的预期稳定时间长很多。仪器将在初次连接或更改范围之后进行稳定时，或者在使用偏移补偿时，对误差进行测量。在这些情况下，您可能需要在测量之前增加通道延迟时间。

### 高电阻的测量误差

测量较大电阻时，由于绝缘电阻和表面清洁度，可能会出现较大误差。您应采取必要的预防措施，使较大电阻系统保持清洁状态。因吸收绝缘材料和“脏污”表面膜中的湿气，测试引线和固定设置易于漏电。与 PTFE 绝缘体 ( $10^{13} \Omega$ ) 相比，尼龙和聚氯乙烯绝缘体相对较差 ( $10^9 \Omega$ )。在潮湿环境下测量 1 MΩ 电阻时，由尼龙或聚氯乙烯绝缘体所导致的漏电很容易产生 0.1% 的误差。下表列出了几种常见的绝缘材料及其典型电阻。

绝缘材料	电阻范围	吸湿
PTFE	1 TΩ 到 1 PΩ	N
尼龙	1 GΩ 到 10 TΩ	Y
PVC	10 GΩ 到 10 TΩ	Y
聚苯乙烯	100 GΩ 到 1 PΩ	N
陶瓷	1 GΩ 到 1 PΩ	N
玻璃环氧树脂(FR-4、G-10)	1 GΩ 到 10 TΩ	Y
酚醛树脂、纸	10 MΩ 到 10 GΩ	Y

N = 否；Y = 是

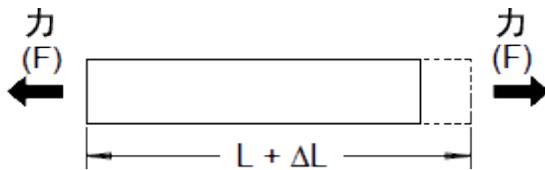
## 应变仪测量

您可以使用四线电阻测量和标定来测量应变仪。

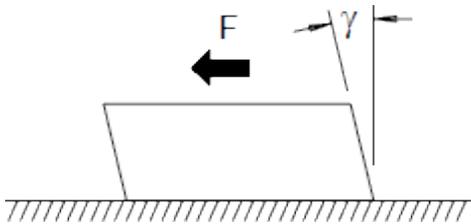
如果对某一主体施加力，则该主体将变形。每单位长度的变形称为应变 ( $\epsilon$ )。应变可以是指拉伸应变 (+) 或压缩应变 (-)。实际应变值往往都非常小(对于大部分金属，此值通常小于 0.005 英寸/英寸)，通常以微应变 ( $\mu\epsilon$ ) 为单位表示。下面显示了三种常见的应变测量：

**法向应变 ( $\epsilon$ )** 是指沿着应用力轴测量到的变形值，其中， $\epsilon = \Delta L/L$ 。

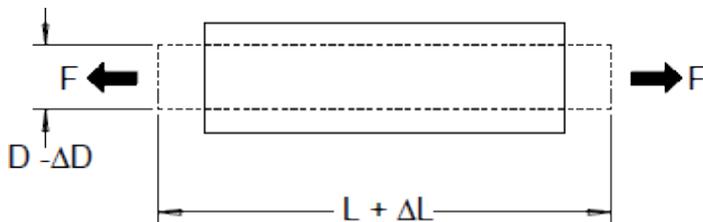
## 4 测量教程



**剪应变 ( $\gamma$ )** 是指测量到的主体角变形值，约等于并行处于未变形状态的两个线段之间的角度改变量所形成的角的正切值。



**泊松应变 ( $\nu$ )** 测量材料的属性，也称为泊松比。泊松比是指对主体施加纵向拉力时，横向与纵向法向应变之比的负值。其中， $\nu = -\epsilon_t / \epsilon$ ， $\epsilon_t = \Delta D / D$ ， $\epsilon = \Delta L / L$

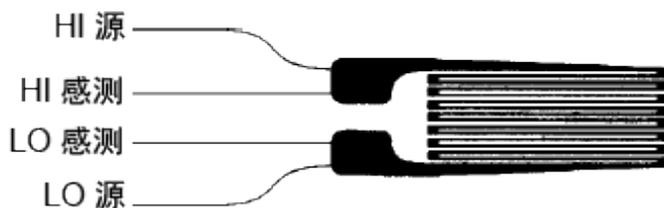


**应力**，应力是指用来将材料的实际负载与其承载能力进行比较的一种术语。材料中的应力 ( $\sigma$ ) 无法直接测量，必须通过材料属性和可测量的量(如应变和力)来计算。

**应变传感器**，金属锡箔电阻应变仪是迄今为止使用最广泛的应变测量传感器。它由焊接到薄绝缘层(粘连衬背)的薄金属锡箔网格组成。锡箔的电阻随应变的变化而呈线性变化。测试主体中的应变等于锡箔的已加压电阻与未加压电阻之比： $\epsilon = \Delta R / R$ 。

**灵敏系数 (GF)**，是指应变仪的灵敏度，它是以分数表示的每个应变的电阻变化测量值： $GF = (\Delta R / R) / \epsilon$ 。对于设备来说，灵敏系数越高，则所应用的每个应变所导致的电阻变化也越大。

应变仪因元素的数量和配置不同而多种多样。最常见的元素是如下所示的单应变仪。多元素应变仪也称为玫瑰眼，用来测量不同方向的应变分量。两元素 ( $90^\circ$ ) 和三元素 ( $45^\circ$  或  $60^\circ$ ) 配置最为常见。



**应变仪的常见用途**，应变仪可用来感测多种物理参数。应变仪主要是一种感测力的设备。通过测量因已知应用力而导致的测试主体变形，进而得出与应用力成比例的电阻变化，可以间接测量出力的大小。通过力的测量，可以测量出许多其他物理量。应变仪的常见应用包括重量、压力、电流和电平的测量。

**进行应变仪测量**，惠斯通电桥通常用来支持具有低灵敏度测量功能的仪器，以便测量应变测量中出现的少量电阻变化情况。具有高分辨率电阻测量功能的仪器(如 DAQ970A 的内部 DMM)可以直接采用高精度方式线性测量较小的电阻变化情况。测量应变仪时，您还应使用四线电阻方法，以消除系统电缆误差。

最初未加压的应变仪电阻测量将用作参考 ( $R_0$ ) 测量，根据此测量，可以测量应变 ( $\Delta R / R_0$ )。为了获得最佳结果，您应先将应变仪安装到测试主体中，然后执行此参考测量。下表针对常见的灵敏系数和未加压的应变仪电阻值显示了与  $1 \mu\epsilon$  应变相对应的电阻变化值。

应变	GF	$R_0$	$\Delta R$	DMM 灵敏度
$1 \mu\epsilon$	2.0	120 $\Omega$	0.24 m $\Omega$	0.1 m $\Omega$ (0.4 $\mu\epsilon$ )
$1 \mu\epsilon$	2.0	350 $\Omega$	0.70 m $\Omega$	1.0 m $\Omega$ (1.4 $\mu\epsilon$ )
$1 \mu\epsilon$	2.0	1000 $\Omega$	2.0 m $\Omega$	1.0 m $\Omega$ (0.5 $\mu\epsilon$ )

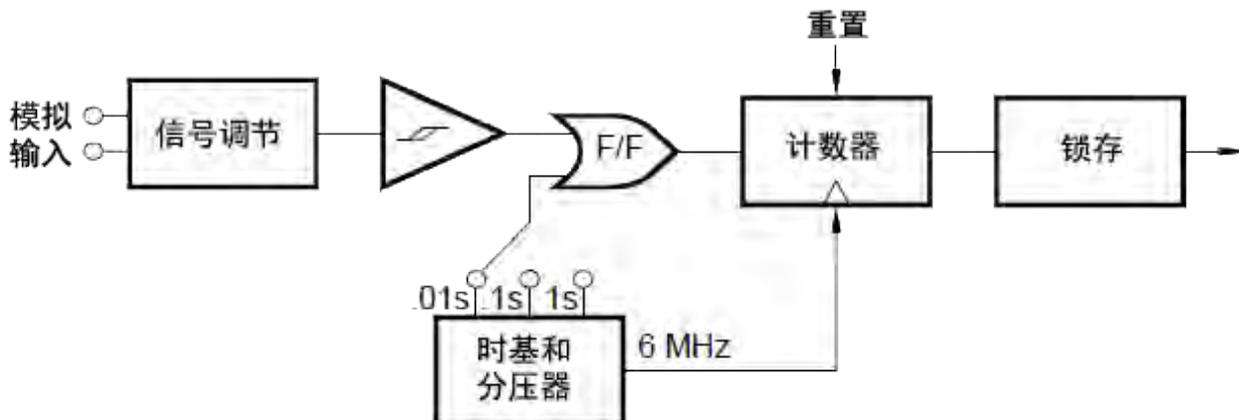
通过将测量标定函数 ( $mX+b$ ) 用于以下所示等式，您可以在 DAQ970A 前面板显示屏中直接显示应变结果。您可以使用自定义测量单元以“ $\mu\epsilon$ ”(微应变)为单位直接显示读数。根据实际计算值，该仪器将自动添加微(“ $\mu$ ”)前缀。

$$M = \frac{1}{GF \times R_0} B = -\frac{1}{GF}$$

**温度影响**，由于测量的应变和应变仪温度变化，应变仪的电阻元件将导致电阻变化  $\Delta R$ 。这将导致意外出现“明显的”应变变化。您可以使用另一相似类型的应变仪来检测温度的变化情况，从而消除此误差源。您应尽可能在第一个应变仪附近并与其成  $90^\circ$  的角度安装第二个应变仪，从而对局部温度变化情况做出响应，并抑制应变变化。从第二个应变仪中减去测量值，即可消除任何意外的应变误差。

## 频率和周期测量

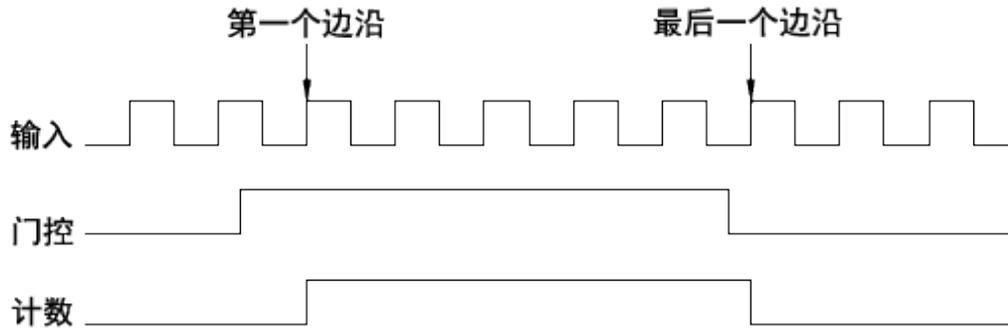
内部 DMM 使用倒数计数技术测量频率和周期。使用此方法可生成任何输入频率的固定测量分辨率。内部 DMM 的交流电压测量部分将为频率和周期的测量调节输入信号。



#### 4 测量教程

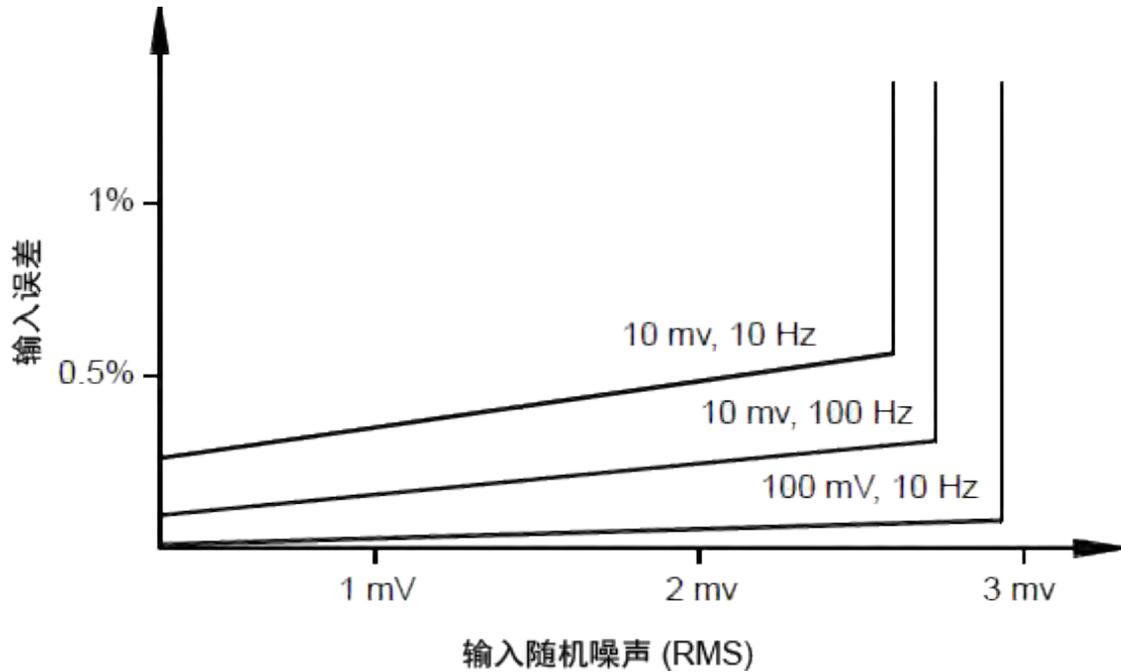
时基将会分开，以提供门控信号。门控信号将与输入信号组合在一起，以启用计数器。当计数器处于“打开”状态时，将对 6 MHz 的时基信号计数。在每个门控周期结束时，总计数将会锁定，结果将除以已知的时基频率，从而确定输入频率。在下一个门控周期开始之前，计数器将重置。测量的分辨率与时基(而不是与输入频率)密切相关。这将加快测量速度(特别是在低频时)。

倒数计数器具有一个明显的优点，即：无论输入频率为多少，均会显示固定数字位数。借助倒数计数器，您可以使用门控时间来调整分辨率的数字位数。如果 1 秒门控的分辨率为六位数，则 0.1 秒门控的分辨率将为五位数字，依此类推。



## 频率和周期测量中的误差源

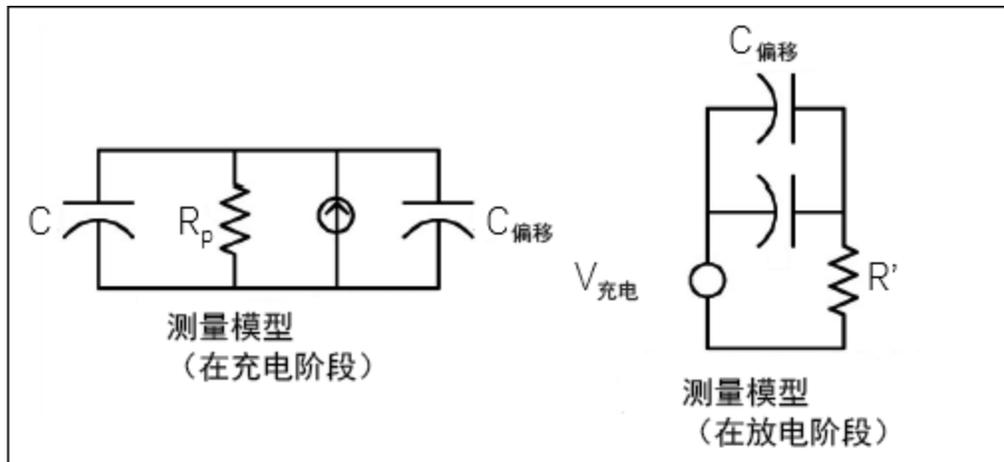
内部 DMM 的交流电压测量部分负责调节输入信号。所有频率计数器都容易在测量低压、低频信号时出错。测量“低”信号时，内部噪音和外部噪音的拾取所造成的影响都很关键。误差与频率成反比。如果您尝试在直流电偏移电压更改之后测量输入的频率(或周期)，则也会产生测量误差。在进行频率测量之前，您必须允许内部 DMM 的输入直流隔离电容器完全稳定。



如果拾取的外部噪音变得非常大，足以超过测量电路的滞后作用，则频率函数可能会实际变得无法使用。外部屏蔽和低通滤波可能会对此有所帮助。

## 电容测量

DAQ970A 对电容进行测量的方式是：用已知电流对电容充电，然后用电阻使其放电，具体如下所示：



## 4 测量教程

通过计算“短孔径”时间 (Dt) 内出现的电压变化量 (DV) 来计算电容。此项测量在发生指数上升期间的两个不同时间段上重复进行。算法从这四个点获取数据，通过对这些“短孔径”期间的指数上升进行线性分析，计算出准确的电容值。

该测量周期由两个部分组成：充电阶段(如图所示)和放电阶段。由于测量路径上使用的是一个 100 k $\Omega$  的保护变阻器，因此放电阶段的时间常数较大。此时间常数在所得到的读取速率(测量时间)上发挥着重要作用。递增时间(或“采样时间”)以及“短孔径”宽度会随范围而变化，以便最大程度减小噪音并提高读数精度。要获得最高精度，请使用开路探头进行零 Null 测量，以使测试引线的电容为 Null，然后将此探头连接到待测电容器上。

### 电容测量注意事项

如果电容器的耗散因子或其他不理想特性的值较大，将会影响电容测量。对于耗散因子较大的电容器，使用万用表测量的值与使用一些其他 LCR 仪表的单频方法测量的值之间可能会出现偏差。在不同的频率下，单频方法也会出现较大的偏差。例如，对于有些价格低廉的换值电容箱来说，使用万用表测量的电容值与使用 LCR 仪表的单频方法测量的同一电容值之间差不多会有 5% 的偏差。在不同的频率下，LCR 仪表也会显示不同的值。

时间常数(介电吸收率)较大的电容器会延长测量稳定时间，需要几秒钟才能稳定。首次连接电容器或者进行测量的延迟时间发生变化时，便会出现这种情况。通常，在稳定时间方面，高质量的薄膜电容器最短，电解电容器最长，陶瓷电容器介于二者之间。

## 低电平信号的多路复用和切换

低电平多路复用器可分为以下几种类型：单线、双线和四线。本章的以下各节将分别介绍每种类型的多路复用器。DAQ970A 已附带提供以下低电平多路复用器模块。

DAQM900A 20 通道 FET 多路复用器

DAQM901A 20 通道电枢多路复用器

DAQM902A 16 通道簧片多路复用器

DAQM908A 40 通道单端多路复用器

多路复用器用作 DMM 输入通道有一个非常重要的特性，即：一次仅可连接一个通道。例如，使用多路复用器模块和内部 DMM 时，可以在通道 1 中配置电压测量，在通道 2 中配置温度测量。该仪器首先将关闭通道 1 的继电器并进行电压测量，接着打开该继电器并转至通道 2(称为“先断后合”切换)。

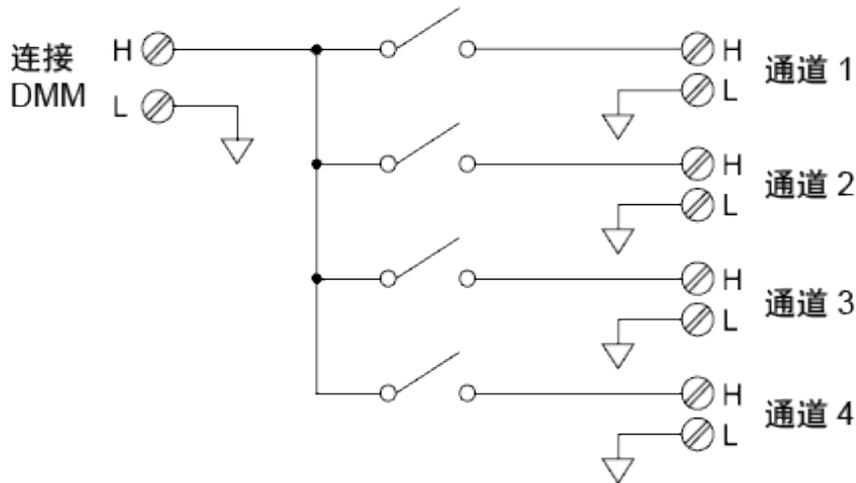
DAQ970A 附带提供的其他低电平切换模块包括：

DAQM903A 20 通道制动器

DAQM904A 4 $\times$ 8 双线矩阵

### 单线(单端)多路复用器

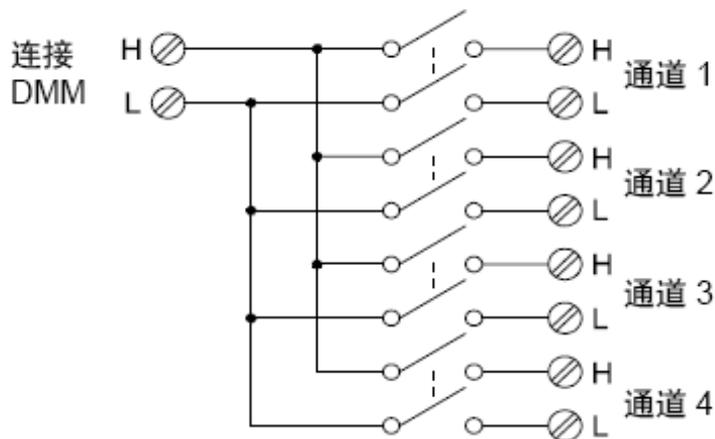
在 DAQM908A 多路复用器中，所有 40 个通道均仅切换 HI 输入，并为该模块提供一个共用的 LO。此外，该模块还为热电偶测量提供了热电偶参考连接。

**注意**

一次只能关闭一个通道；关闭一个通道将会打开以前关闭的通道。

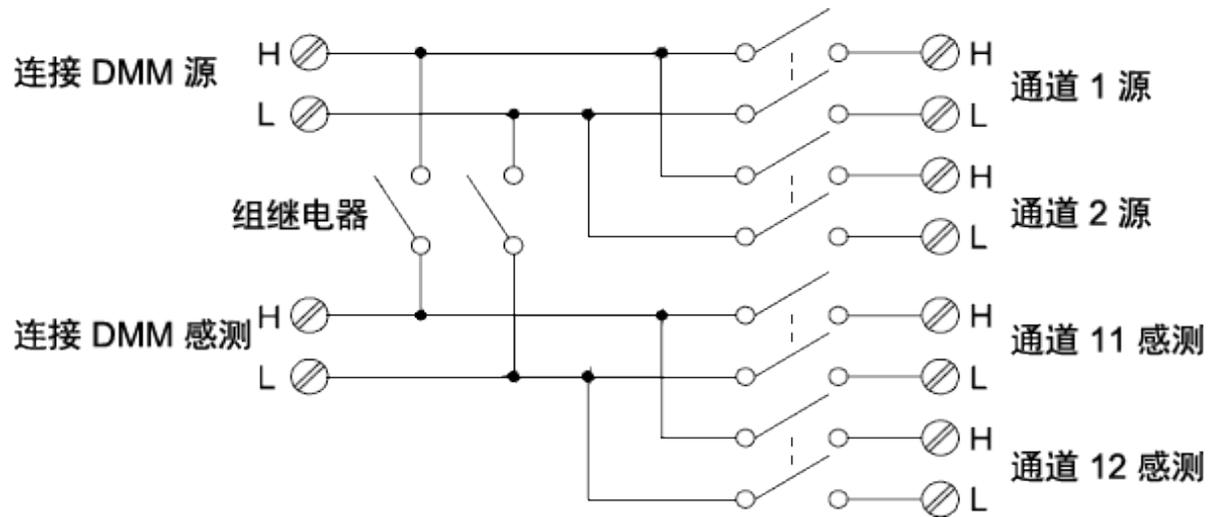
**双线多路复用器**

DAQM900A、DAQM901A 和 DAQM902A 多路复用器可切换 HI 和 LO 输入，从而为内部 DMM 或外部仪器提供完全隔离的输入。这些模块还为热电偶测量提供热电偶参考连接。

**四线多路复用器**

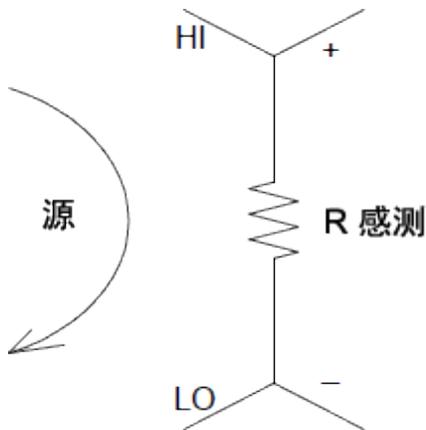
使用 DAQM900A、DAQM901A 和 DAQM902A 多路复用器，可以进行四线电阻测量。对于四线电阻测量，通过打开组继电器，可以将通道分为两个独立的组。

对于四线电阻测量，该仪器会自动将通道  $n$  和通道  $n+10$  (DAQM901A) 或  $n+8$  (DAQM902A) 配对，以便提供源和感测连接。例如，将源连接到通道 2 中的 HI 和 LO 端子，并将感测连接到通道 12 中的 HI 和 LO 端子。



**注意** 如果将任何通道配置为扫描列表的一部分，您无法关闭多个通道；关闭一个通道将会打开以前关闭的通道。

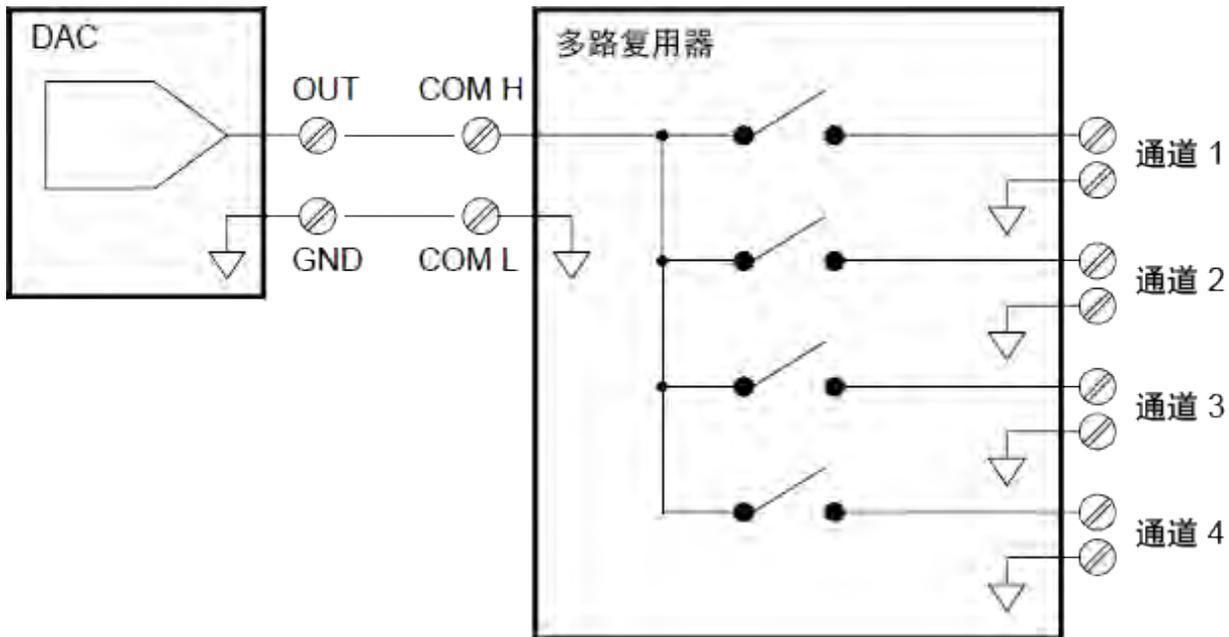
进行四线电阻测量时，测试电流将从 HI 端子经过源连接流向被测电阻器。要消除测试引线的电阻，请使用一组单独的感测连接，如下所示：



### 信号发送和多路复用

使用单机(未扫描或连接到内部 DMM)发送信号时，可以同时关闭 DAQM901A 和 DAQM902A 多路复用器中的多个通道。您必须注意此操作不会产生危险状况(例如，将两个电源连在一起)。

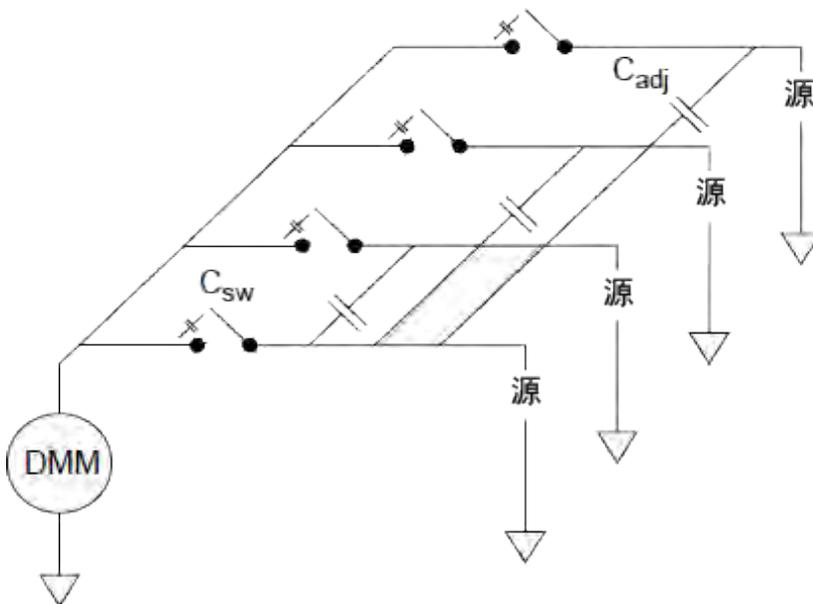
请注意，多路复用器没有方向。例如，您可以使用含有源(如 DAC)的多路复用器将单一源连接到多个测试点，如下所示：



### 多路复用和切换中的误差源

通过驱动电路、开关热敏 EMF 或在信号路径之间耦合，可以耦合开关内的噪声。此外，噪声还可在网络外部生成，并导入或耦合到开关中。尽管整个系统中都存在噪声问题，但在切换时噪声将变得尤为突出。切换网络包含许多高度集中的信号，可以扩大误差。大多数电子噪声问题均由接地和屏蔽不当引起。

噪声可在切换系统中的物理相邻通道之间进行电容耦合。噪声也可在开关触点本身 ( $C_{sw}$ ) 之间或相邻电缆 ( $C_{adj}$ ) 之间耦合。

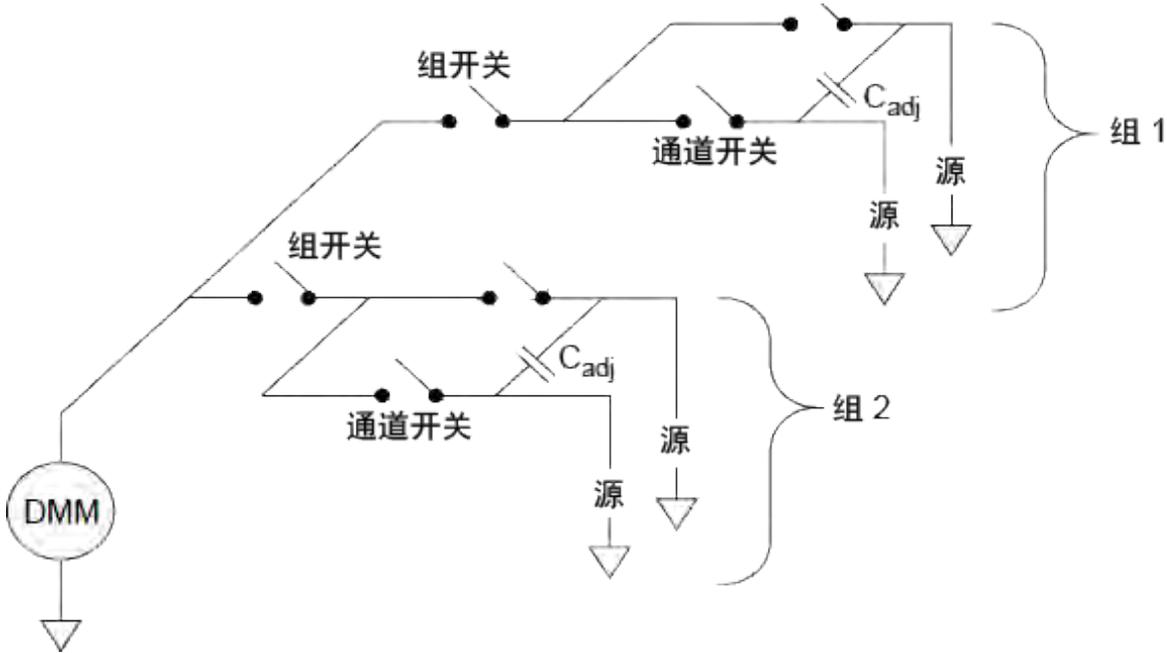


电容噪声耦合是面积和邻近度的函数。降低噪声耦合的简单方法是以物理方式将开关和电缆彼此分开。但是，这可能并不适用于所有的应用环境。

## 4 测量教程

还有一种解决方法是将大振幅信号和小振幅信号彼此分开，并将类似信号组合到一起(高电压信号、低电压信号、模拟信号和数字信号)。应尽可能使用两个单独的开关模块：一个用于高电平信号，一个低电平信号。如果您要使用单个模块来切换混合信号，请在各组之间留出一个未使用的接地通道。此外，将该模块中任何未使用的通道接地。

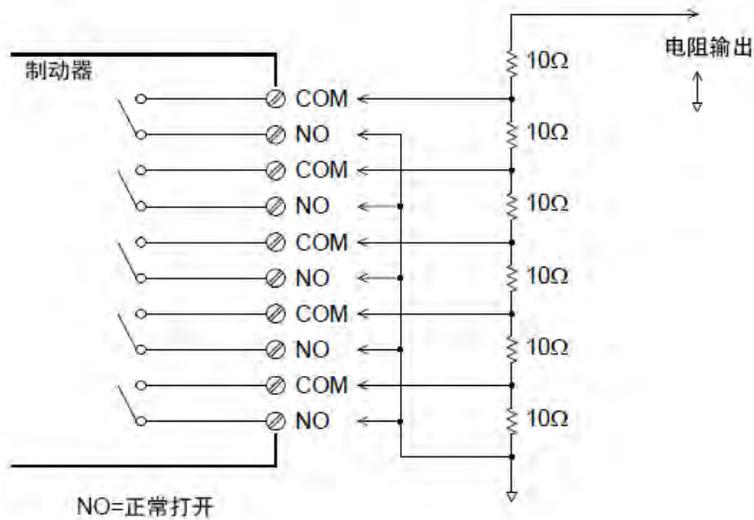
DAQM901A 和 DAQM902A 多路复用器额外附带提供了一个继电器，称为组开关或者树开关，该开关将有助于降低通道之间的噪声 ( $C_{adj}$ )。多路复用器通道可分为两组。组开关将各通道组彼此隔离，从而从隔离组中有效消除任何相邻的并联电容。在扫描期间，该仪器将自动控制组开关。



模块	组 1	组 2
DAQM900A	通道 1 至通道 10	通道 11 至通道 20
DAQM901A	通道 1 至通道 10	通道 11 至通道 20
DAQM902A	通道 1 至通道 8	通道 9 至通道 16
DAQM908A	通道 1 至通道 20	通道 21 至通道 40

## 制动器 and 通用开关

DAQM903A 制动器具有 20 个独立的隔离 SPDT(单刀双掷)或 Form C 开关。此模块提供简单的开关切换功能，可用于控制电源设备或自定义切换应用环境。例如，您可以使用制动器构建如下所示的简单梯形电阻。

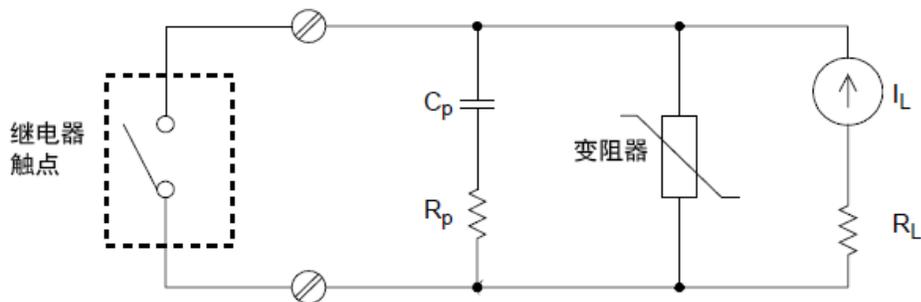


在上述示意图中，如果所有制动器通道都打开(未连接到 COM)，则电阻将为  $60\ \Omega$ 。请注意：如果制动器通道打开(如上所示)，则常闭触点(上图未显示)将连接到 COM。通过关闭模块中的相应通道，可以选择  $10\ \Omega$  到  $50\ \Omega$  的值。

### 缓冲电路

每次继电器触点断开或闭合时，触点之间都会出现电击穿或电弧现象。这种现象将产生高频噪声辐射、电压和电流浪涌，并且会对继电器触点造成物理损坏。

DAQM903A 中提供了模拟板区域来支持您实施自定义电路(如简单的滤波器、缓冲器和分压器)。模拟板区域提供了必要的空间来供您插入自己的组件，但是，该区域没有电路板跟踪功能。您可以构建这些网络，在为无功负载接通交流电源线时提供触点保护。尽管您可以使用许多类型的触点保护网络，但本节仅介绍 RC 网络和变阻器。



### RC 保护网络

设计 RC 保护网络时，可以选择保护电阻  $R_p$  作为两个电阻值之间的折衷值。 $R_p$  的最小值由可接受的最大继电器触点电流 ( $I_{\text{最大}}$ ) 确定。对于 DAQM903A，允许的最大继电器电流 ( $I_{\text{最大}}$ ) 为 1 A 直流电或交流电(均方根)。因此， $R_p$  的最小值为  $V/I_0$ ，其中， $V$  是电源电压的峰值。

$$R_p = \frac{V}{I_{\text{最大}}} = \frac{V}{2}$$

通常， $R_p$  的最大值已设置为等于负载电阻  $R_L$ 。因此， $R_p$  的范围如下：

$$\frac{V}{I_{\text{最大}}} < R_p < R_L$$

## 4 测量教程

请注意：电路中电流的实际值 ( $I_o$ ) 由以下等式确定：

$$I_o = \frac{V}{R_L}$$

其中， $V$  是源电压的峰值， $R_L$  是负载的电阻。 $I_o$  的值将用来确定保护电容器的值 ( $C_p$ )。

确定保护网络电容器的值 ( $C_p$ ) 时，您必须考虑多种因素。首先，电路总电容 ( $C_{tot}$ ) 必须使流经断开的继电器触点的峰值电压不超过  $300 V_{rms}$ 。计算允许的最小电路电容的等式为：

$$C_{tot} \geq (I_o/300)^2 \times L$$

其中， $L$  是负载的电感， $I_o$  是之前计算得出的电流值。

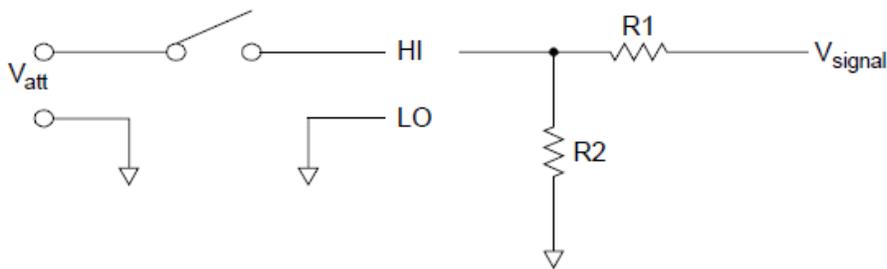
电路总电容 ( $C$ ) 实际上是指导线电容与保护网络电容器的电容 ( $C_p$ ) 之和。因此， $C_p$  的最小值应为电路总电容值 ( $C$ )。请注意： $C_p$  的实际值应远远大于计算得出的  $C$  值。

### 使用变阻器

使用变阻器可以加大继电器触点的绝对电压限值。变阻器适用于各种额定电压和额定电压钳能量。当电路达到变阻器的额定电压之后，变阻器的电阻将迅速下降。变阻器可为 RC 网络提供补充，特别是当所需电容 ( $C_p$ ) 太大时，变阻器尤其有用。

### 使用衰减器

DAQM903A 电路板提供了一些配置，可用于安装简单的衰减器或滤波器网络。衰减器由两个充当分压器的电阻器组成。下面所示为典型的衰减器电路示意图。



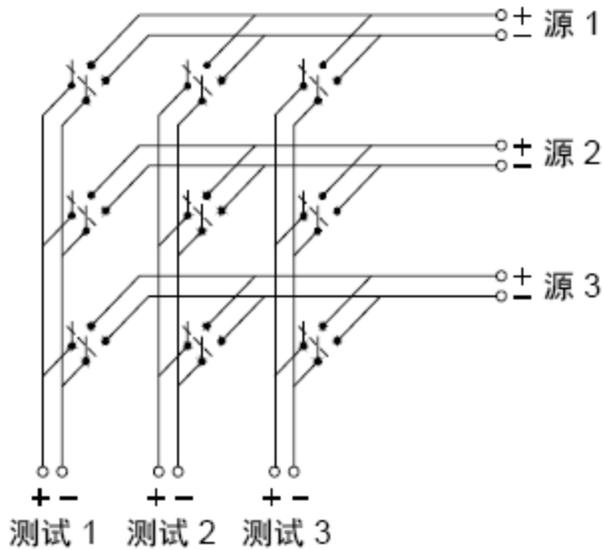
要选择衰减器组件，请使用以下等式：

$$V_{att} = V_{signal} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

分路组件的典型用法是与 4 至 20 mA 的变频器配合使用。您可以在  $R_2$  位置安装一个  $50 \Omega$ 、 $\pm 1\%$ 、0.5 瓦的电阻器。产生的电压降(流经电阻器的变频器电流)可由内部 DMM 测量得出。因此， $50 \Omega$  的电阻器会将 4 至 20 mA 的电流转换为 0.2 至 1 的电压信号。

## 矩阵切换

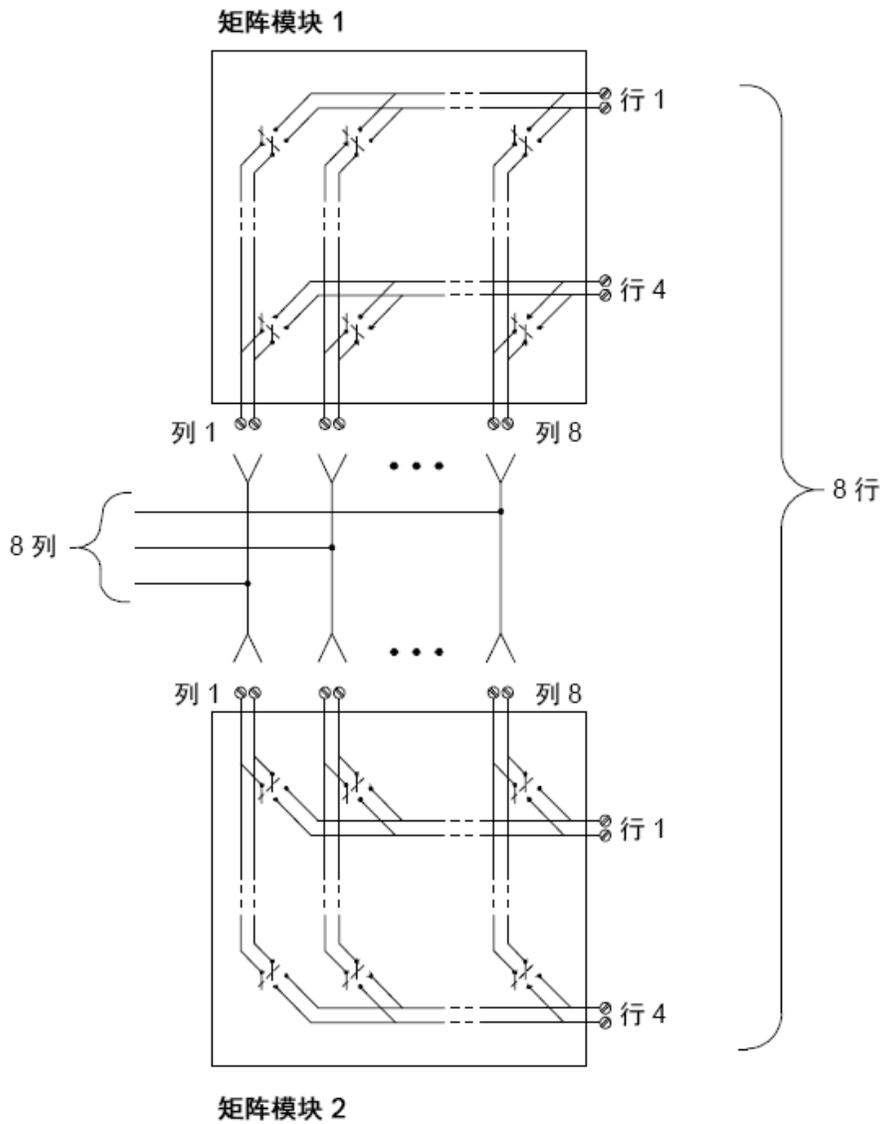
矩阵开关将多个输入连接到多个输出，因此，其切换功能比多路复用器更加灵活。矩阵仅可用于切换低频信号(低于 10 MHz)。矩阵以行列形式排列。例如，简单的  $3 \times 3$  矩阵可用于将三个源连接到三个测试点，如下所示：



任一信号源均可连接到任一测试输入。请注意，使用矩阵可以同时连接多个源。请确保这些连接不会造成危险状况或意外状况，这一点十分重要。

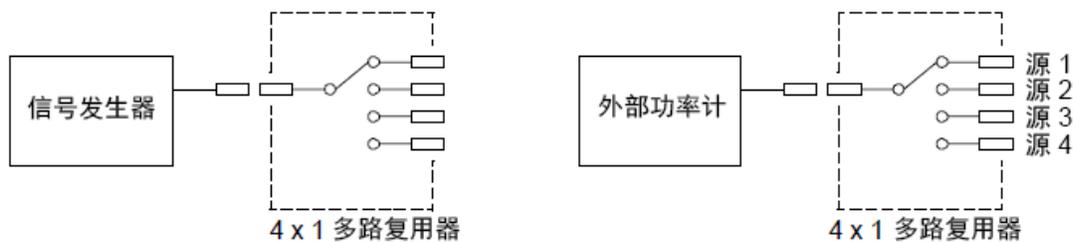
### 组合矩阵

您可以组合两个或更多个矩阵开关，以提供更加复杂的切换功能。例如，DAQM904A 提供了一个 4 行 x 8 列的矩阵。您可以将其中两个模块组合为 4 行 x 16 列的矩阵或是 8 行 x 8 列的矩阵。下面所示为 8x8 矩阵：

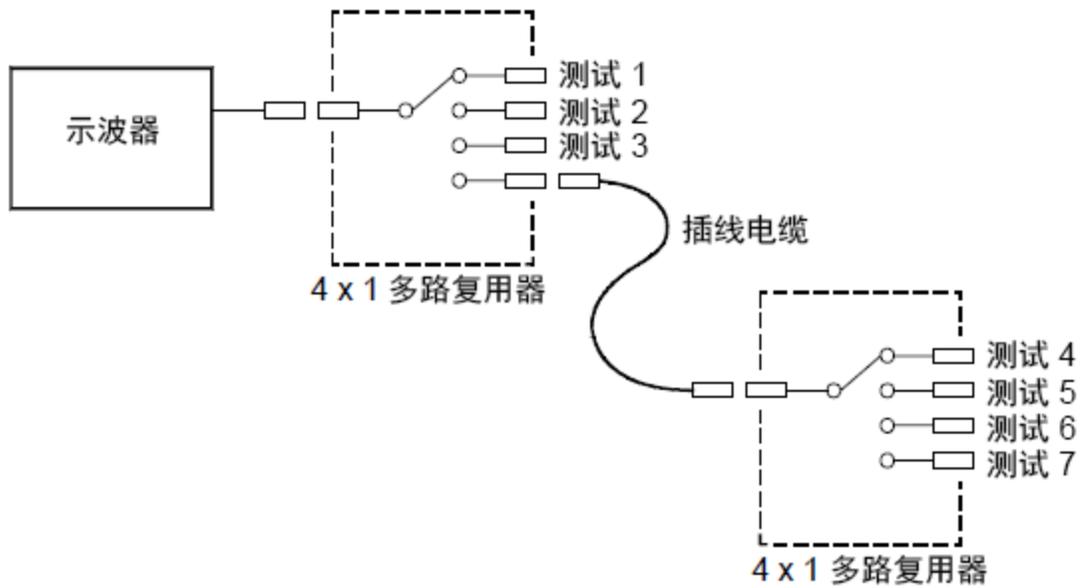


## RF 信号多路复用

RF 多路复用器是一种特殊的多路复用器。此类多路复用器使用特殊组件在所切换的信号线中保持 50Ω 的阻抗。在测试系统中，这些开关通常用来将测试信号从信号源中发送到被测设备。开关是双向的。以下示意图显示了测试系统中的两个 4 对 1 通道的 RF 多路复用器示例。



通过使用插线电缆，您可以扩展 RF 多路复用器的功能，以便提供其他测试输入或输出。例如，您可以将两个 4 对 1 多路复用器组合在一起，形成 7 对 1 多路复用器，如下所示：



在 DAQM905A (50  $\Omega$ ) 的 RF 多路复用器中，一次只能关闭一个组中的一个通道。关闭一个组中的一个通道将会打开以前关闭的通道。这些模块仅响应 CLOSE 命令(不会响应 OPEN 命令)。要打开通道，请将 CLOSE 命令发送给同一组中的其他通道。请注意，DAQM905A 模块不会自动终止打开的通道。

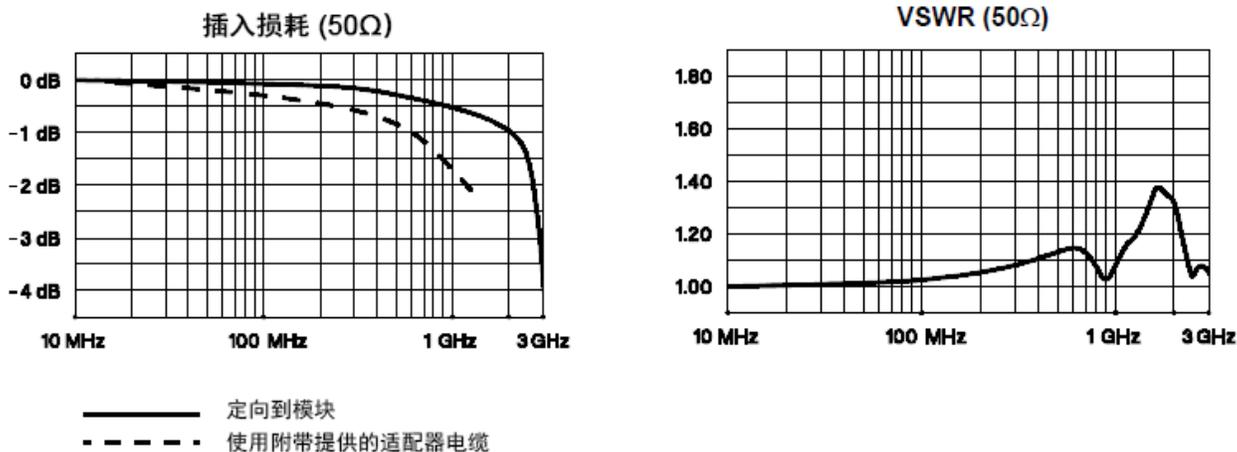
## 4 测量教程

### RF 切换中的误差源

阻抗不符可能会导致 RF 多路复用系统中出现各种误差。这些误差可能会导致波形失真、电压过高或电压不足的状况。

要最大程度地减少 RF 阻抗不符，请执行以下操作：

- 为电路阻抗 (50 Ω) 使用正确的电缆和连接器。请确保所有引线和信号路径均已正确端接。引线的末端接部分可能会在 RF 频率下出现近区短路。
- 请确保所有引线和信号路径均已正确端接。引线的末端接部分可能会在 RF 频率下出现近区短路。

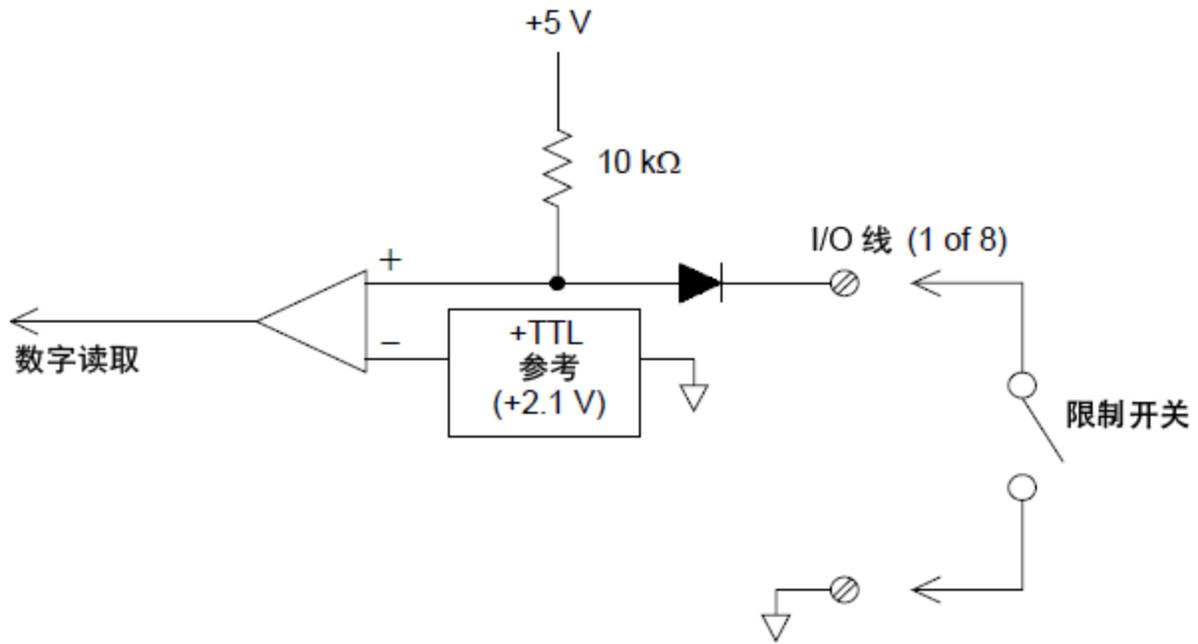


## 多功能模块

### 数字输入

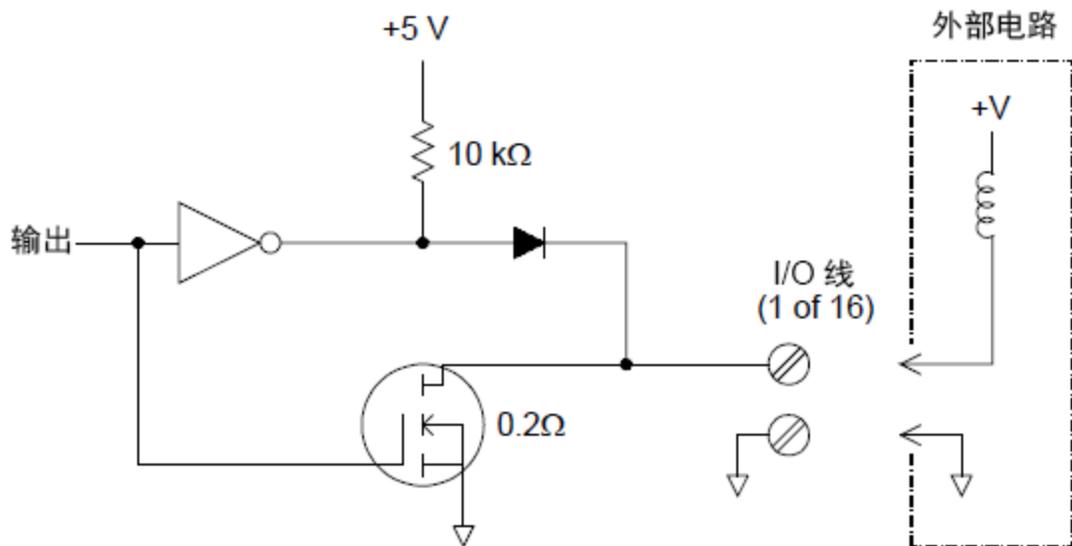
DAQM907A 模块具有两个非隔离的 8 位输入/输出端口，可用来读取数字码型。

- 您可以在端口上读取位的活动状态，也可以对扫描进行配置，使其包括数字读取。
- 可设置在输入通道上检测到特定位码型或位码型更改时生成警报。无需将通道加入扫描列表，即可生成警报。
- 内部的 +5V 上拉电路支持您使用数字输入来检测类似于微开关或限位开关的触点闭合。断开的输入将浮动至 +5V，并将为“1”。接地短路输入将为“0”。下面显示了一个触点闭合检测通道的示例：



## 数字输出

DAQM907A 模块具有两个非隔离的 8 位输入/输出端口，可用来输出数字码型。您可以将两个端口组合在一起，输出 16 位字。下面所示为单一输出位的简化示意图：



- 每个输出位能够直接驱动多达 10 个 TTL 负载(小于 1 mA)。每个端口的缓冲区均用来通过二极管从内部 +5 V 电源中驱动高输出。当电流为 1 mA 时，额定驱动最小值为 +2.4 V。
- 每个输出位同时还是一个处于活动状态的电流池，能够从外部电源中输入高达 400 mA 的电流。FET 用来输入电流，其额定“打开”电阻为 0.2 Ω。
- 对于非 TTL 逻辑，您必须提供外部上拉电阻。下一节将介绍上拉电阻的计算方式。
- 如果与外部电源和上拉电阻一起使用，则外部电源必须大于 +5 VDC，并小于 +42 VDC。

## 使用外部上拉电阻

一般情况下，仅当需要将输出设置为大于 TTL 电平的“高”值时，才需要外部上拉电阻。例如，若使用 +12V 的外部电源，请按如下所示计算外部上拉电阻器的值：

$$V_{CC} = 12 \text{ VDC}$$

$$I_{\text{最大值}} = I_{\text{输出低电平}} \times \text{安全因数} = 1 \text{ mA} \times 0.5 + 0.5 \text{ mA}$$

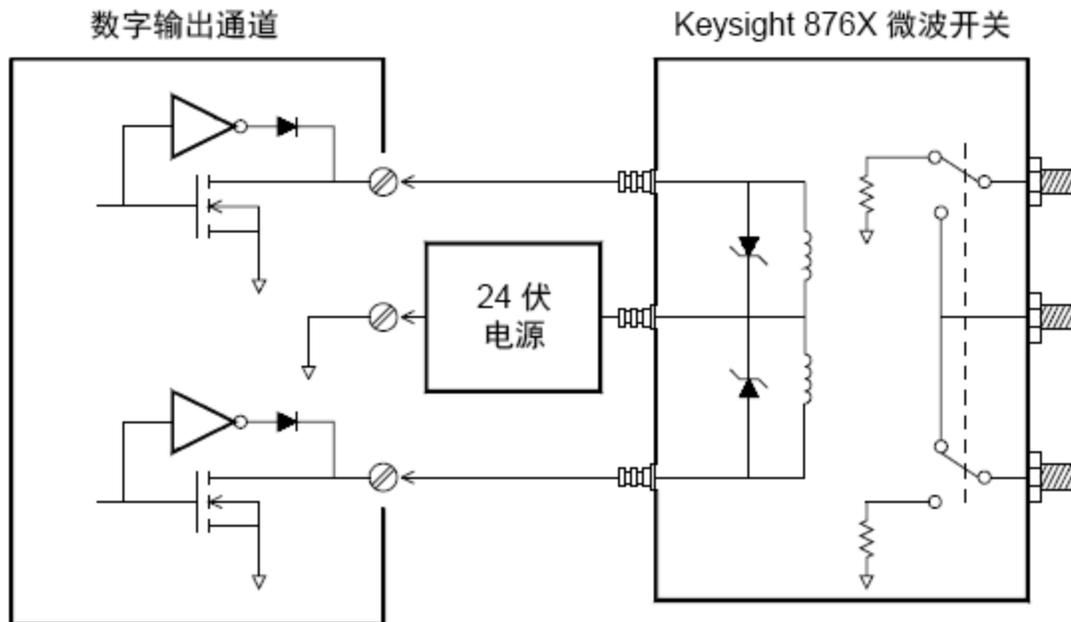
$$R = \frac{V_{CC}}{I_{\text{最大}}} = \frac{12}{0.0005} = 24 \text{ k}\Omega$$

外部 24 kΩ 上拉电阻器的逻辑“高”电平值的计算公式如下：

$$V_{\text{高}} = V_{CC} \times \frac{R_{\text{外部}}}{R_{\text{外部}} + R_{\text{外部}}} = 12 \times \frac{24 \text{ k}\Omega}{24 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = 8.47 \text{ VDC}$$

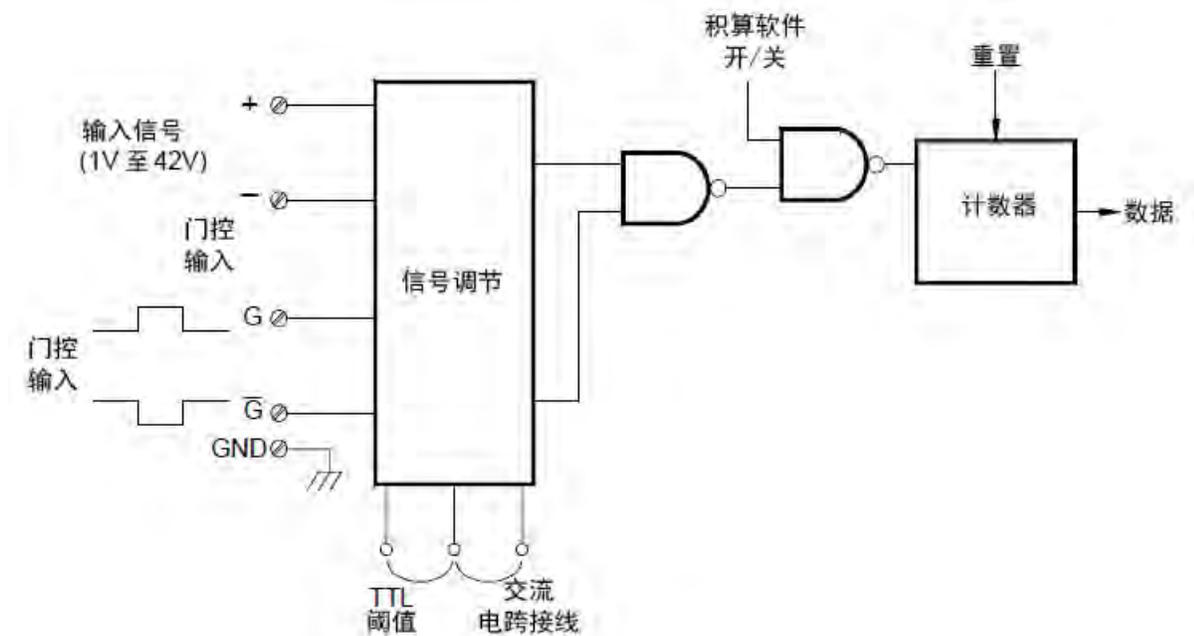
## 驱动外部开关

您可以使用两个数字输出通道来控制外部开关。例如，您可以使用外部电源和两个数字输出通道来驱动 Keysight 876X 微波开关系列。通过将适当的输出位设置为低 (0)，可以更改 2 对 1 多路复用器的状态。



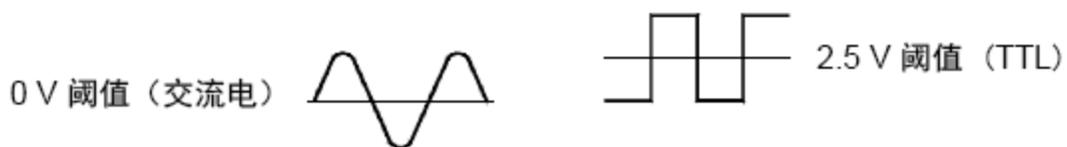
## 积算器

DAQM907A 模块提供了一个 26 位的积算器，该积算器能够以 100 kHz 的速率进行脉冲计数。您可以手动读取积算器计数，也可以对扫描进行配置，使其读取计数。



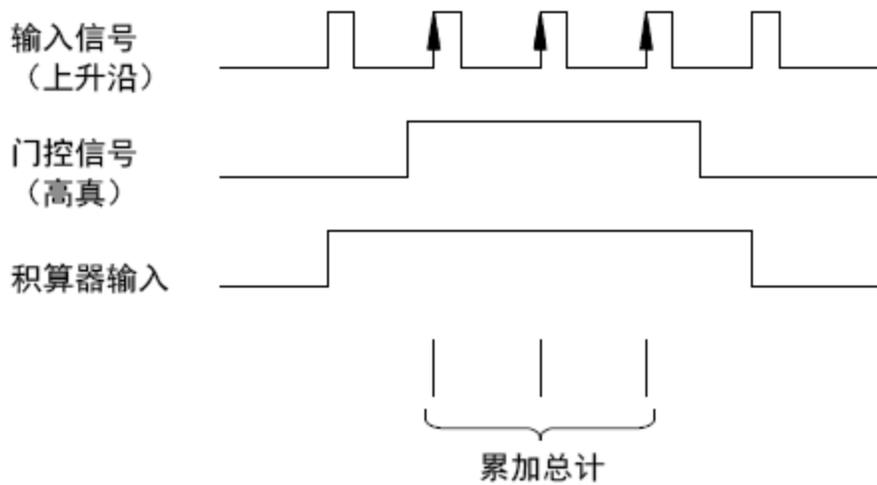
可以配置积算器来计算输入信号的上升沿或下降沿。

使用模块中标记为“积算阈值”的硬件跳线，可以控制检测沿所使用的阈值。将跳线移动到“AC”位置，可检测到与 0 伏比较的变化。将此跳线移动到“TTL”位置(出厂设置)可检测到与 TTL 阈值水平比较的变化。



最大计数为 67,108,863 ( $2^{26}-1$ )。在达到最大允许的值之后，计数回滚到“0”。

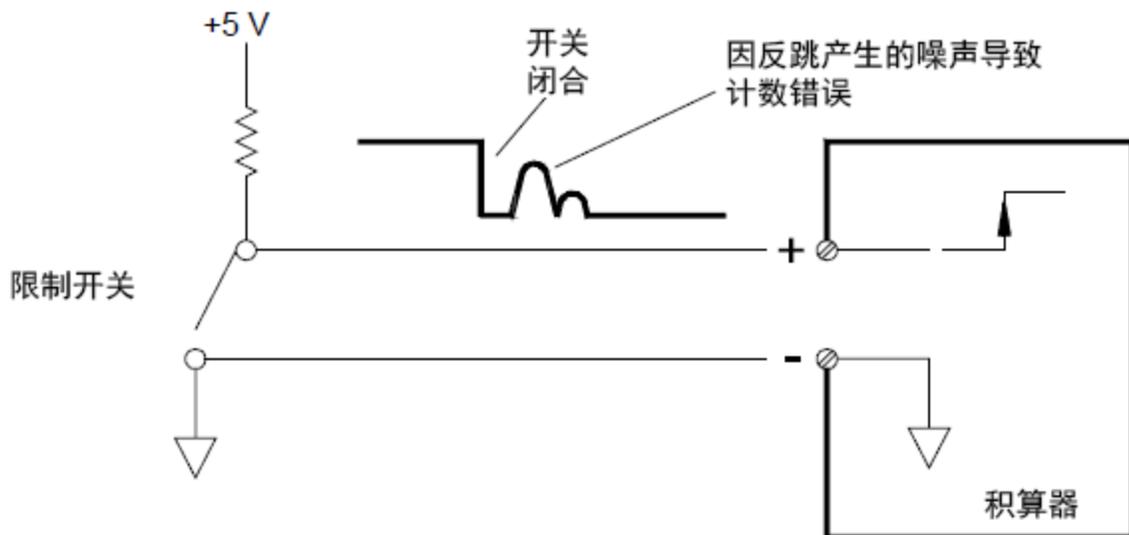
通过提供门控信号(模块上的  $G$  和  $\bar{G}$  端子)，可以控制积算器何时实际记录计数。应用到“G”端子的 TTL 高信号可以启用计数功能，低信号会禁用计数功能。应用到“ $\bar{G}$ ”端子的 TTL 低信号可以启用计数功能，高信号会禁用计数功能。积算器仅在两个终端都启用时才计数。您可以使用 G 端子和/或  $\bar{G}$  端子。在门控未连接时，门控端子会进入启用状态，以便有效地创建“始终门控”条件。



### 积算器误差

积算器输入中的噪声是一个大问题，在上升速度缓慢的信号中尤其如此。此噪声将导致出现错误指示(指出阈值交叉)。有关详细信息，请参见[系统电缆和连接](#)。

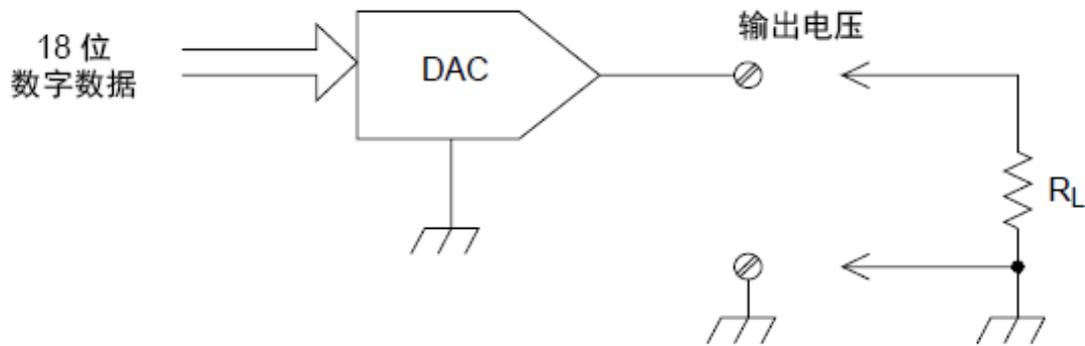
外部开关中的触点反跳可能会导致计数错误。所有机械开关在打开和关闭时都会反跳。请使用外部电容器来过滤触点反跳。



### 模拟输出 (DAC)

DAQM907A 模块提供了两种模拟输出和和感测，能够使用 18 位分辨率输出校准电压或电流。

每个 DAC(数字至模拟转换器)通道均可用作其他设备的模拟输入的可编程电压或电流源。



您可以将输出电压设置为 +12 VDC 至 -12 VDC 之间的任意值(以 0.1 mV 作为阶跃)。每个 DAC 均接地参考，且无法浮置。

每个 DAC 通道均可提供最大为 15 mA 的电流。

### 注意

您必须将每个插槽(两个 DAC 通道)的总 DAC 输出电流限制为 40 mA。

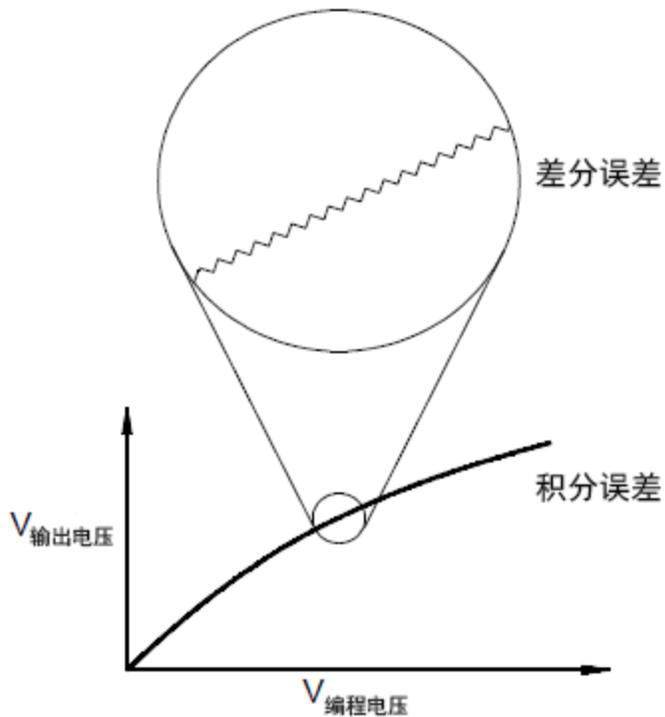
要保持额定输出精度，该负载(以上示意图中显示的  $R_L$ )必须大于 1 k $\Omega$ 。

### DAC 误差

DAC 的输出因温度的不同而有所不同。要提高精度，应尽可能在接近 DAC 校准温度的稳定温度下操作该仪器；如果温度偏离校准温度较多，应执行自动校准以便重新校准 DAC。

DAC 的输出还会产生两种其他误差：差分误差和积分误差。

误差类型	说明
差分误差	指可能的最小电压变化。 DAC 输出不是线性输出，但它将随着电压设定的逐渐增加(或减少)而发生阶跃变化。阶跃为 100 $\mu$ V。
积分误差	指指定的电压与 DAC 中的实际输出电压之间的差异。



## 继电器的使用寿命和预防性维护

DAQ970A继电器维护系统将自动对该仪器中每个继电器的循环进行计数，并将总计数存储在每个切换模块的非易失性存储器中。使用此功能，可以跟踪继电器的故障，并预测系统维护需求。

继电器是一种易于出现磨损故障的机电设备。它的使用寿命或发生故障前的实际操作次数取决于它的使用方式，包括承受的负载、切换频率和环境。

您可以使用本节中显示的图形，针对具体的应用环境估算继电器的使用寿命。此外，本节还提供了其他背景信息，帮助您更好地了解继电器的磨损机理。通常，继电器的使用寿命主要取决于所切换的信号以及所执行的测量类型。

- 对常见信号电平执行切换时，继电器的使用寿命为 1,000,000 至 10,000,000 次操作。
- 执行高功率切换 (> 25% 额定) 或高压切换 (> 100 V) 时，继电器的使用寿命为 100,000 至 1,000,000 次操作。
- 执行低电压切换 (< 25% 额定) 和低电流切换 (< 10 mA) 时，继电器的使用寿命为 10,000,000 次操作。
- 在 RF 切换应用环境中，由于对恒定电阻提出了更为苛刻的要求 (通常低于 0.2  $\Omega$ )，因此继电器的使用寿命通常不超过 1,000,000 次操作。

下表分别针对不同切换速度显示了达到指定切换操作次数所需的时间。

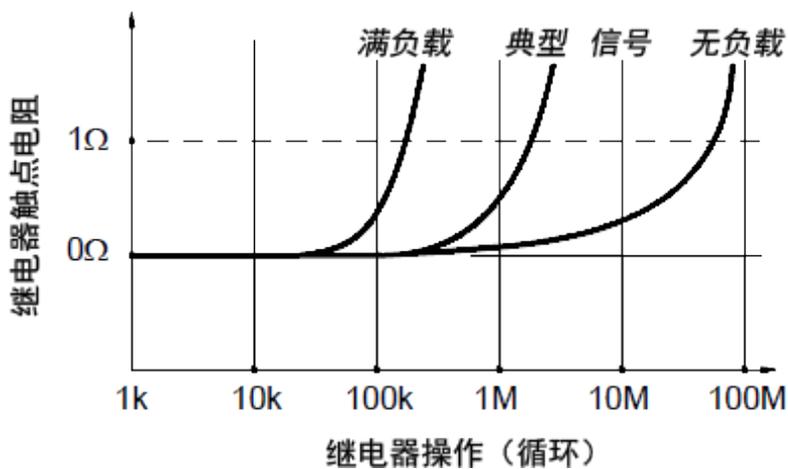
## 4 测量教程

连续切换速度	切换操作次数		
	100,000 次	1,000,000	10,000,000
1 次/小时	12 年	不适用	不适用
1 次/分钟	10 周	2 年	不适用
1 次/秒	1 天	12 天	4 个月
10 次/秒	3 小时	1 天	12 天

### 继电器的使用寿命

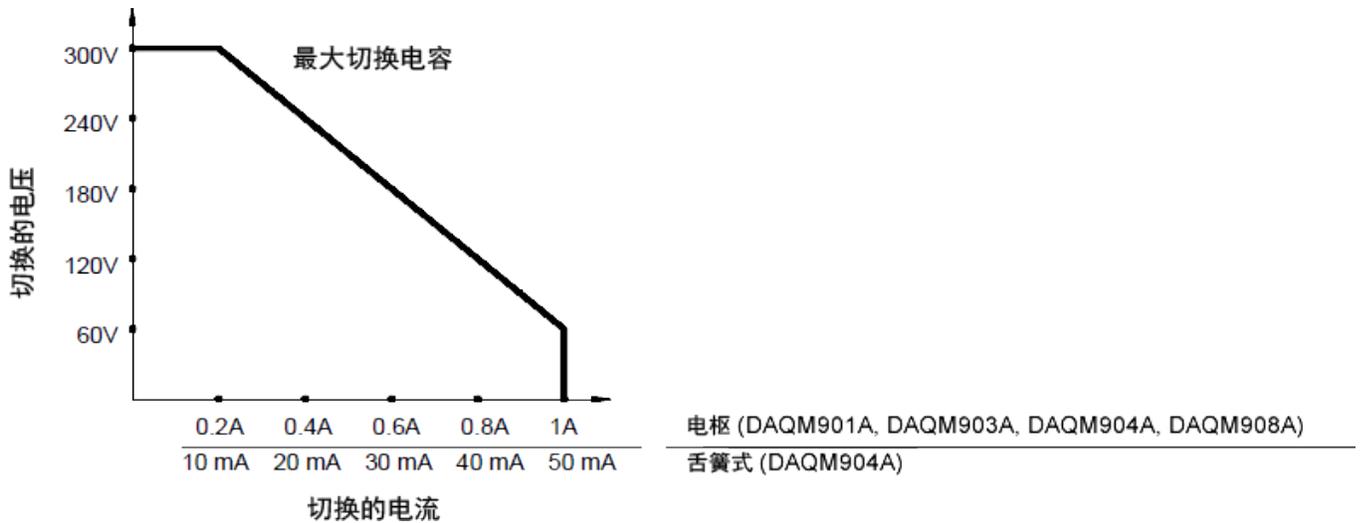
随着继电器的使用，触点开始磨损，闭合触点的电阻增加。继电器的初始触点电阻通常为 50 mΩ (外加引线电阻)。当触点电阻超过其初始值的 20 至 50 倍时，触点电阻将变得极不稳定，很可能需要更换该继电器。对于大多数应用环境，应更换触点电阻大于 1 Ω 的继电器。下图显示了 DAQ970A 切换模块中使用的继电器的触点电阻的常见特征。

继电器通常的使用寿命



### 继电器负载

对于大多数应用环境，继电器切换的负载是影响继电器使用寿命的最重要因素。如下图所示，通过切换低电源，可以最大程度地延长继电器的使用寿命。当切换的功率增加时，继电器的使用寿命将会缩短。



### 切换频率

继电器触点在切换大功率时将会变热。继电器的引线和主体负责散热。如果将切换频率增加到接近其最大值，则继电器在下一个循环之前无法完全散热。结果导致触点温度上升，继电器的使用寿命缩短。

### 更换策略

为了对切换模块中的继电器进行预防维护，基本上可以使用两种策略。具体选择何种策略，取决于您的具体应用环境、系统中继电器故障导致的后果，以及继电器在测量会话过程中的循环次数。

第一种策略：在每个继电器出现故障或变得不稳定之后根据需要予以更换。如果仅在模块的一些继电器中切换较高的负载，此策略将您的理想之选。此策略的缺点是：如果不同继电器在不同的时间到期，此策略不便于连续更换继电器。

第二种策略是：更换模块中的所有继电器，或者仅在继电器将近到期时购买新模块。如果模块中的所有继电器都切换类似的负载，则此策略最为适用。如果多个继电器在相对较短的时间内出现故障，则可能表示其他切换类似负载的继电器中也即将出现故障。此策略的不足之处在于：虽然能够降低实际使用期间发生故障的风险，但却将一些可能仍然能用的继电器也更换掉了。

### 注意

对于上述切换频率和更换策略，可以使用 DAQ970A 继电器维护系统来跟踪，甚至预测继电器故障。



本信息如有更改，恕不另行通知。

© Keysight Technologies 2018

第 1 版，2018 年 11 月 1 日

马来西亚印刷



DAQ97-90007

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)