

FLUKE

福禄克智慧之旅

# 智月慧宝典I



# 感谢我们的智慧宝典作者

(按姓氏拼音字母顺序排列)

程晨，邓海金，郭亮，何卓树，黄秀清，贺韬，贾东亚，刘德增，刘群，  
李俊，李守军，李铎，罗实，苗壮，彭建文，彭洁，潘亦欣，潘明，秦宏华，  
钱峰，单鹏，宋学全，沈建祥，吴家宝，王金平，王文，徐秀红，  
俞喆，张显武，张晓强，赵辉，周生，朱华敏，张道宽 等。



# 福禄克—— 值得信赖 全球共识

福禄克（FLUKE），精密、紧凑、专业电子测试工具的全球领导者，美国 500 强福迪威（FORTIVE）集团下属全资子公司，旗下拥有福禄克主品牌及计量校准、医疗测试、自动化测试、网络测试等多个子品牌，从工业控制系统的安装调试到过程仪表的校验维护，从实验室精密测量到计算机网络的故障诊断，福禄克的产品正在帮助各行各业的业务高效运转和不断发展，并以精准、耐用、安全、创新、便携、易操作等特点取胜于市场，备受用户赞誉。



NOM

FCC



# 安全 SAFEST



CMII



IC



**安全：从不妥协的产品安全性 福禄克对产品的安全性从不妥协，对安全事故采取“零容忍”态度，用户的安全是福禄克发展的信条和生命。**

福禄克坚持用最好的材料制造最好的产品。如使用价格昂贵的含石英砂灭弧陶瓷保险丝或密胺保险丝作为仪表的心脏，高品质的外壳作为绝缘保护材料，增加材料、牺牲产品尺寸以保证最长安全距离等等，确保每一块仪表的安全使用。基于对客户安全的考虑，福禄克为各个工业领域提供的优质测试盒检测故障的产品都严格按照测量等级设计达标。福禄克以国际电工委员会标准为基准，提供用户优质产品！

福禄克产品在明显位置都清楚地标明了工具适用的安全类别。请根据实际工作环境选择适合的工具，以更好地保障您的安全！



# 耐用 RUGGED

耐用：极致追求 细节成就耐用 福禄克仪表耐用的优秀性能，是众多细节全方位塑就的成果。每一件福禄克工具在产品规划、工艺、应用领域等方面都追求极致，以精湛的技术和苛刻的细节要求，成就坚固耐用的福禄克品质。

从产品设计到制造工艺，福禄克致力于提高产品的机械强度和环境耐受性；福禄克研发的每一款产品都必须通过 80 项左右的测试项目（根据产品不同，数量或有增减），之后才能进行量产。更重要的是，测试过程中的很多指标要求都远高于行业标准或国家标准，以体现“我们的客户有权利获得物超所值的产品和服务”这一核心价值观。

# 精 准 ACCURATE

**精准：**福禄克定义“精准” 福禄克拥有全球顶级的实验室和研发机构，能再设计源头把好精准第一关。

同时，福禄克的耐受性测试也以“严苛”而著称，以最大限度的降低环境冷热潮湿变化对仪表“动态”精准度的影响。福禄克的检测标准已经被纳入国际标准。福禄克公司生产的计量校准产品被广泛应用于全球各地的标准实验室中，包含国家级计量机构。这些机构需要提供强大的技术支持，要求仪器设备具有最高精度等级、最佳性能和可靠性。从产品、标准对市场认可，福禄克已成为精准测量的代名词，以追求卓越的技术创新态度，勇做工业领域测试测量精准的领航人。





易用  
**INTUITIVE**



易用：人性化 智能化 令工作更轻松福禄克产品拥有极强大的内在创新技术，以客户体验为本的产品软性设计理念，完满达成客户的实际使用需求。

# 目录

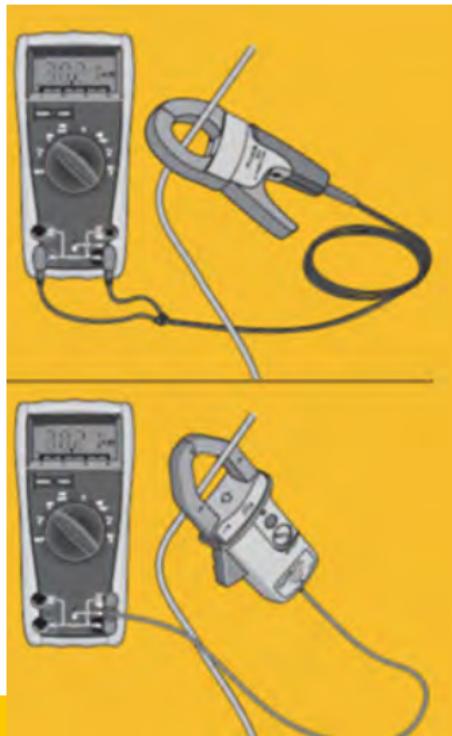
万用表 .....	1
测温仪 .....	58
钳表 .....	71
绝缘 / 接地电阻测试仪 .....	85
红外热像仪 .....	100
示波表示波器 .....	134
过程校准及检测工具 .....	143
电能质量 .....	153
其他 .....	167



万用表

## 如何使用 Fluke 数字 万用表来进行大电流 测量呢？

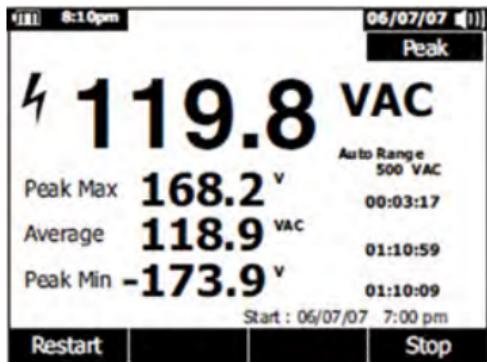
如果您已经拥有了福禄克数字万用表，那么您可以 使用交流或交直流电流钳附件来扩展万用表电流测量能力至几百或上千安培。（如图）互感器式电流探头（如 Fluke i400）会按比例缩小被测电流。数字式万用表针对测量的每安培显示 1mA. 霍尔效应探头（如 Fluke i1010）可安全测量交流或直流大电流，按比例缩小被测电流并将其转换为电压，数字式万用表针对每安培显示 1mV;



# 测量非正弦信号， 您选对万用表了吗？

测量脉冲，畸变信号，变频信号，方波等非正弦信号时要获得精确的测量值，您需要选择一款带有真有效值 (True-Rms) 测量标记的数字万用表，如福禄克 F115C/F116C/F117C。这是因为，普通的万用表采用平均响应测量原理，仅能够针对纯正正弦波进行准确测量，对于其它非正弦波的测量无法适用。





## 利用 Fluke F-289C 的峰值最小 / 最大值 (Peak Min/Max) 功能实现捕捉毫秒级瞬时信号！

要捕获毫秒级的快速瞬时信号，您可以使用福禄克高级纪录型万用表 F-289C 中的峰值最大 / 最小值功能，该功能可以帮助您不在现场时或者无法兼顾设备操作时自动记录读数。峰值最大最小值记录的响应时间短至 **250us**，使用该功能可以准确地测量瞬态值。

# 如何选择最适合工作环境的测试线？

测试线在绝缘、柔性、长度以及电压和电流等级等几个方面有所不同。实际应用中需要考虑各个方面，选择出最适合工作环境的测试线类型。其中测试线的绝缘特性取决于绝缘材料：一般有两种，**PVC** 或硅橡胶。**PVC** 测试线的价格较低，适合在温和的测试环境中使用（如在实验室中或工作台上）；而硅橡胶导线则可在低温环境中保持其柔性，在高温环境中不会燃烧或熔化，是在寒冷天气中或在高温设备周围工作时的最佳选择。福禄克万用表的测试线绝大多数采用了硅橡胶作为绝缘材料。





## 利用数字万用表中相对值 (REL: Relative Measurement) 测量功能消除线阻影响

当我们使用万用表测量电阻时，任何一对测试线都会产生一定线阻，要精确测量，我们需要提前测试线阻，然后测试完毕后手动减除。实际上万用表中的 **REL** 相对值测试功能可以帮助我们自动的消除线阻影响，开启该功能后会自动记取这个值并显示零，同时在任何一次测量中会自动减去这个值，从而得到更真实的阻值。

# 教你简单方法快速判断 万用表中的保险丝是否 损坏

检查电流输入端的保险丝通常你需要打开表壳，取出保险丝，使用通断功能来测试它们是否处于良好状态；我们所要谈的是无需打开机壳测试保险丝的好坏。所有的万用表都具有一个公共端子和另外的电流输入端子；这个公共端被其他所有输入端子共享。所以，如果我将我的万用表切换至欧姆功能，从电压欧姆端子跨接至电流输入端子，我将测量的是这个保险丝并且看到它的连通状况，从而判断它的好坏。





## 你知道数字万用表能测量温度吗？

福禄克的很多万用表都集成了温度测量功能，即，将标配或选配的热电偶插头插入仪表中并选择相应温标即可测量温度。通常有两种实现方法，第一，直接选择温度测量；另外一种你需要先将热偶插头插入电压 - 欧姆端子，并将仪表设置为毫伏档，一般你可以看到一个温度计图形的图标，按压相应功能键，则可以启动温度测量功能。

# 你了解数字万用表使用中的常见错误吗？

在使用万用表的过程中，以下几种情况为常见错误，需要特别关注并注意避免：

1. 测试线插在电流插孔中时与交流电源接触测量电压
2. 在电阻模式下与交流电源接触测量电压
3. 暴露于瞬变高压
4. 超出最大输入限制（电压和电流）





## 进行电气测试时，聪明人的不明智之举之一

用廉价保险丝来更换原来仪器的保险丝。如果你的数字式万用表 (**DMM**) 符合其标识的电气安全标准，那么该保险丝就应该是具有特殊安全性的熔丝，可以保证在发生严重过载之前快速断开以保证仪器和人身安全。当您需要更换数字式万用表的熔丝时，一定要使用符合安全规范并允许使用的熔丝。

## 进行电气测试时，聪明人的不明智之举之二

使用一段金属丝或金属片来取代保险丝。在手头找不到富余的熔丝时，这似乎是一个快速解决办法，但这样的熔丝可能会带来严重安全问题。





## 进行电气测试时，聪明人的不明智之举之三

针对进行的工作使用不适当的工具。使用适合要完成的工作的数字式万用表十分重要。第一，要确保数字万用表（或其他测试工具）拥有适合所进行的每项测试场合的正确 **CAT**（电气安全）等级，即使是一整天都要因此换用不同的数字式万用表；第二，要确保数字万用表的最大连续工作电压符合实际测试需要。

## 进行电气测试时，聪明人的不明智之举之四

测量带电线路。要尽可能将线路断电。如果必需要测量带电线路，请一定使用正确的绝缘工具，佩戴护耳用具、安全眼镜、防电弧面罩和绝缘手套，摘掉手表或其它首饰，站在绝缘垫上，并穿上阻燃工作服（而不是平常的工作服）。



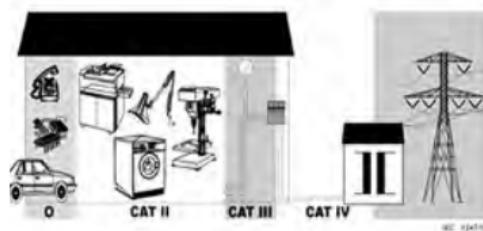


## 进行电气测试时，聪明人的不明智之举之五

忽视测试线。测试线是保证数字式万用表安全的一个重要方面。确保测试线也具有适合相应工作的 **CAT** 电气安全等级；并使用具有双重绝缘（硅胶材料）、防护式输入连接器、手指护挡和防滑表面的测试线。

## 进行电气测试时，聪明人的不明智之举之六

用双手同时执行测试。切不可这样！在测量带电线时，要记住一个诀窍：将一只手放在衣袋中。这样就很难形成一条穿过前胸和心脏的闭合回路。尽可能将万用表悬挂起来或放下，避免将万用表拿在手中，这样会最大程度降低暴露于瞬变电压的危险。当然，在危险性较高的测量中，应采取额外措施来降低危害和电弧闪络风险。这些额外措施包括使用国家电气规程规定的防护用具（如防护手套、防护服和护目镜）来提供电弧防护。





## 数字万用表能测量压力吗？

是的，如果您是在过程工业中工作，则可能需要检查机器控制线路的压力或真空是否在参数范围内。通过向数字式万用表添加一个压力模块附件，则可实现使用该万用表进行压力和真空测量。压力模块具有各种压力范围，从很低（不到 1 psi）到极高（10,000 psi），并且还在准确度上有所不同。福禄克 PV350 压力 - 真空模块即可以帮助使用者扩展数字万用表的压力测量能力。

# 如何测试可调速驱动器 (ASD) 产生的脉宽调制 (PWM) 交流信号呢？

忽视测试线。测试线是保证数字式万用表安全的一个重要方面。确保测试线也具有适合相应工作的 CAT 电气安全等级；并使用具有双重绝缘（硅胶材料）、防护式输入连接器、手指护挡和防滑表面的测试线。





使用万用表测量时，  
是不是所有档位都有保  
护呢？如果档位错误会  
损坏万用表？

福禄克万用表电流档的保护是由保险丝来保护，电压档由于可以检测 1000V 高压并且有  $10M\Omega$  内阻，不会烧毁，而电阻档位是没有保护的，原因是电阻档内部是个电压激励源，输出电压，通过检测流过被测电阻的电流从而检测被测电阻，所以说，如果一旦用电阻档测电压，则是两个电压源对冲，有可能烧毁万用表的电阻档位。

# 如何让一台普通万用表 具备温度测量功能？

福禄克万用表加配 80TK 热电偶适配器即可实现在万用表上测量温度。0.1 °C 可转换为 200mV，1 °C 转换 2V，通过计算电压值，可以推导出温度值。





## 为什么用万用表检测变频器输出电压，检测结果可能不准确？

一般万用表很难检测到交流信号中的毛刺信号，原因是万用表检测是在某一时间点的数值，而万用表在进行数模转换时，采样点可能不是毛刺尖峰时刻，所以无法在测试结果中反应该波形信号是否有毛刺，而一般示波器检测是连续波形检测，同时过采样可以捕获最大值最小值，从而显示出毛刺信号。

# 如何使用 Fluke 287/289 万用表在线记录测量数 据？

通过 Fluke FVF 软件自带的数据线，将 Fluke 287/289 万用表与电脑连接，启动 Fluke FVF 软件，即可在线记录 Fluke 287/289 数据。需要注意的是，Fluke 287/289 最快记录间隔为 1 秒，记录的数据导入电脑时会有延迟，但是可以将记录的数据存储在电脑中，无需占用 Fluke 287/289 内存，并且可以生成数据报告。请在测量前，确认 Fluke 287/289 关闭休眠功能，电量充足。



# 万用表测量电压正常，但测量电流和电阻时偏差较大是什么原因？

万用表在测电压的时候正常，但是测电流和电阻出现比较大的误差，万用表经校准已经证明精度达标，这种情况可以分析的出问题出在万用表表笔。很可能是表笔内部铜线部分折断，更换表笔可以解决。注意事项：不规范的万用表表笔收纳（缠绕）更容易损坏表笔，使用完理顺即可。

# 为什么我的万用表打到毫伏档位不能归零？而且数字不断跳变？

这是因为数字万用表的输入阻抗较高，一般在兆欧（**M Ohm**）级别以上，对电压源驱动能力很强，表笔开路的情况下，在较小的电压档位如直流毫伏档 **mVDC**，交流毫伏档 **mVAC**，周围环境的电磁波所产生的感应电压很容易被万用表检测到，显示不为零，这是正常的！但如果将万用表棒短接形成回路，则万用表读数就应该归零。



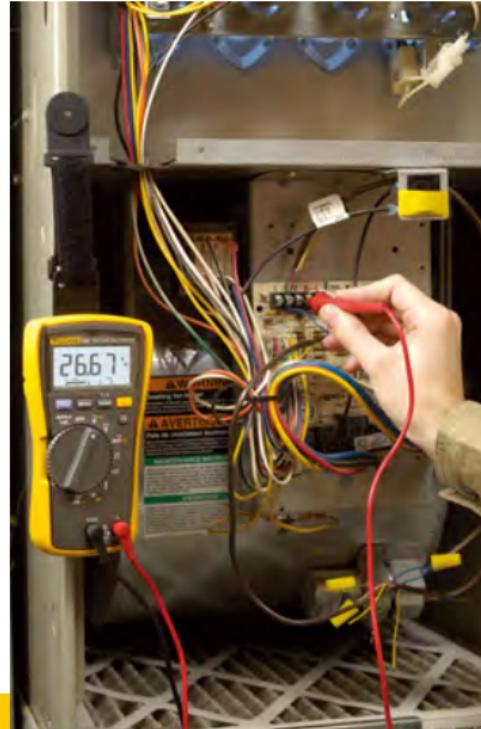


## 短接电阻档位表笔， 显示为负值的原因？

通常是因为空气潮湿，转盘上涂抹的凡士林里面水分含量增大。导致短接电阻档表笔是测量值显示为负值。解决的方法可以是：把转盘上的凡士林完全擦掉，重新涂抹就能解决问题。或者等天气干燥了，数值可以自己恢复的。

万用表或钳表在测量频率的时候，通常能测量最低频率是多少？测量占空比时候的范围是多少？

一般而言在技术指标精度的标识里，通常频率精度指标适用于量程的 5% 或 10% 以上，也就是说在 5% 或 10% 以下进行测量，准确度会受到较大影响，具体影响值以及量程起始值根据不同的型号产品是不一样的！如果要测量非正弦波形，首先必须选择一款真有效值测量仪表；其次，关于占空比的测试范围，一般 1% 至 99% 均可。





## 怎么样快速检测万用表保险丝好坏？

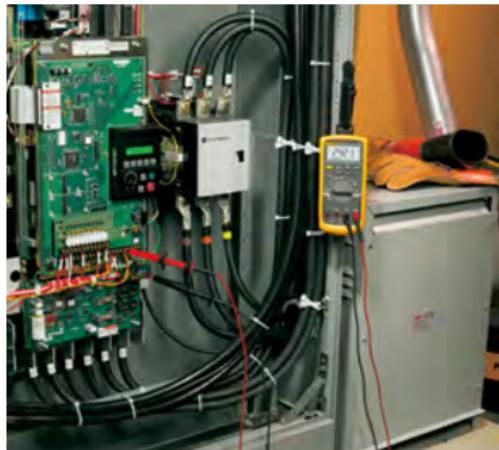
把两根表笔一根插电阻档，一根插电流档位，把表盘转到电阻档位，短接表笔。如果显示 **OL** 则证明保险丝已经熔断。正常情况万用表安培档内阻小于  $1\Omega$ ，毫安微安档位内阻  $10k\Omega$ 。

# 万用表测量电阻时输出电流是多少？会烧坏元件？

1. 万用表测量电阻的原理是：通过输出微小电流，测量被测电阻两端电压降，通过欧姆定律计算出被测电阻阻值。不同型号万用表及不同电阻测量量程所用测量电流是不一样的，以 Fluke 289 为例：5KΩ 以下量程：1mA，50KΩ 量程：100uA，500KΩ 量程：10 uA，5MΩ 量程：1uA，50MΩ，500MΩ 量程：0.35 uA，50Ω 小电阻测量功能档：10mA
2. 超过 10mA 的电流会造成被测的电子设备烧坏，而万用表的最大测试电流是 10mA，所以不会造成元器件的损坏。



# 仪表误差的计算方法



误差值 =  $\pm$  (读数误差  $\times$  读数 + 量程误差  $\times$  该读数下的分辨率)。

读数误差：即“测量读数的百分比”。例如，电压测量精度为读数的  $\pm 1\%$ ，含义为：对于 100.0V 的电压测量显示读数，其电压真实值在 99.0V 至 101.0V 之间。

数字式测量仪表的技术规格中，除读数精度指标外，一般还加一个数字误差范围 (**digits**)。该数字表明了在测量显示读数的最后一位上可能存在的最大误差范围。例如，精度表述为  $\pm(1\%+2\text{digits})$ ，对于 100.0V 的测量显示读数，其电压真实值将在 98.8V 至 101.2V 之间。

真实值范围应该是：真实值 = 仪表读数  $\pm$  (读数误差  $\times$  读数 + 量程误差  $\times$  该读数下的分辨率)

# 使用万用表测量高电压时， 选用高压探头应注意什么？

1. 以 Fluke 80K 高压探头为例，选择和使用时应该注意以下三点：Fluke 80K 系列产品安全等级为 **CAT I**，只适合用在高压低能量的设备上。常见有：离子发生器、离子加速器、高压电容等。对于 **CAT II**、**CAT III** 或 **CAT IV** 场合，是不能选用的，否则存在严重的安全隐患；
2. 配合 Fluke 80K 系列产品使用的万用表输入阻抗应该为  $10M\Omega$ ，如果大于  $10M\Omega$  应该并联一定值的电阻测量，如果 小于  $10M\Omega$ ，应该乘以一个修正系数才能得出正确值，否则存在很大误差。福禄克万用表输入阻抗都是  $10M\Omega$ 。
3. 使用时候先将接地端接好再测电压，断开的时候后断开接地端。





## 万用表的使用的注意事项

1. 在使用万用表之前，应先进行“机械调零”，即在没有被测电量时，使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。
2. 在使用万用表过程中，不能用手去接触表笔的金属部分，这样一方面可以保证测量的准确，另一方面也可以保证人身安全。
3. 在测量某一电量时，不能在测量的同时换档，尤其是在测量高电压或大电流时。否则会使万用表毁坏。如需换挡，应先断开表笔，换挡后再去测量。
4. 万用表在使用时，注意避免外界磁场对万用表的影响。
5. 用表使用完，应将转换开关置于交流电压的最大挡。如果长期不使用还应将万用表内部的电池取出，以免电池腐蚀表内其它器件。

# 在非接触的情况下，如何用万用表判断电路总是否有电压？

Fluke 117C 数字万用表独具的非接触电压检测功能可以实现在不接触的情况下，可以检测线路中是否有电压。具体操作方式：将 Fluke 117C 数字万用表的转盘拨到 VoltAlert 档位，上部靠近电路时，如果电路中有电压，则会发出声响并点亮提示灯。共有两种灵敏度设置可选。“Lo”（低敏）设置可用于齐平安装的壁式插座、配电盘、齐平安装的工业插座及各种电源线。“Hi”（高敏）设置则可用于检测其它类型的隐藏式电源接线器，插座上的交流电压以及电压为 24 V 以内的裸线，它们的实际交流电压都隐藏在接线器里面。





## 电工不带万用表， 一个电笔也能做很多

用一个电笔，你也能测试出很多故障。电笔主要是测试带电体，不过可以靠着经验来判断很多故障的。简单来说：

1. 单相设备无法启动，直接用电笔测量其接线两端，两端都不带电，说明开关之类的前端控制有故障，或者说直接就没电。
2. 两端均带电：说明有短路情况，需要进一步检查。
3. 一端带电一端不带电，可是还不能用：故障就是设备本身，可能需要更换设备。

# 如何查找电源线的断点？

当一根电源线中出现断点时，传统的方法是用万用表电阻挡一段一段地寻找电线的断点，如果电源线较长，这样做很浪费时间。利用数字万用表的感应特性可以很快地寻找到电源线的断开点。先用电阻挡判断出是哪一根电缆芯线发生断路。然后将发生断路的芯线的一头接到 **AC220V** 的电源上，随后将万用表打到交流电压挡的位置上，黑表笔悬空，红表笔笔尖沿线路轻轻滑动，这时表上若显示有几伏或零点几伏（因电缆的不同而不同）的电压，如果移动到某一位置时表上的显示值突然降低很多，记下这一位置：一般情况下。断点可能在这一位置的前方 **10~20cm** 之间的地方。





作者 刘群

## 如何检测耳机质量好坏？

耳机是常用的电声转换器件，可以用万用表检测质量好坏。检测时，万用表置于小量程电阻挡或自动挡，两只表笔不分正负断续接触耳机插头上的两个接点，耳机中应发出声音声音越大越清脆越好，无声说明耳机损坏。如果声音较小或不清晰，说明耳机质量较差。

作者 彭洁

## 用万用表测喇叭、耳机、动圈式话筒

用万用表测喇叭、耳机、动圈式话筒：用  $1\Omega$  档，任一表笔接一端，另一表笔点触另一端，正常时会发出清脆响量的“哒”声。如果不响，则是线圈断了，如果响声小而尖，则是有擦圈问题，也不能用。

# 如何用万用表检测 USB 端口好坏？

**USB** 端口有 **4** 个引脚，其中分别是 **5V** 电压输出，**2** 个信号脚，**1** 个地。测量的时候不需要接通电源，只测量电阻值黑表笔接地，红表笔去测量 **USB** 端口内 **4** 个引脚阻值。其中 **2** 个阻值一样的是信号脚（不同的设备可能阻值不一样），**5V** 的引脚和信号脚不一样，地的引脚测量则是短路。如果一个设备 **USB** 接口有问题，测量的时候，可能阻值无穷大断路，也可能阻值不一样信号输出输入有问题，还有就是全部短路（这个少见）。**usb** 端口电脑无法识别一般比较常见于稳压二极管或芯片损坏了，测量的电阻值一般是断路。

# 电池不耐用，如何检测电池的好坏？

家里两节相同的电池，测量开路端电压均为 **1.5V**，可以通过测量电池内阻的方法来检测电池的电量。首先测量电池的开路电压，再在电池上接一个负载（如小灯珠），电池的电压会下降，测量电压。开路电压与带载电压的差值除以带载工作的电流，可以粗略计算出电池的内阻，内阻越大的电池其电量越小。

# 如何判别 220v 市电的相线与零线？

选择数字万用表的交流电压档（自动挡或者 700V），黑表笔悬空，红表笔去接触被测试线，如果显示值有几十伏的电压，说明红表笔所接触的是市电的相线；显示值为 0V 左右，说明红表笔所接触的是市电的零线。（家里的插座用 Fluke 17B 测试，相线为 19V，零线为 0.3V）



## 家用电器的绝缘情况好不好如何检测？

用电器使用久后，会产生老化，有可能出现漏电的情况。为了保证使用安全，需要检测家用电器的绝缘情况。不加电时检测：万用表置于电阻挡（自动挡或者  $R*10k$ ），两表笔不分正、负，一只表笔接电器的外壳等金属部件，另一只表笔接电器电源插头上的铜片（接地线的铜片除外），万用表显示阻值应为无穷大。再进行加电检测，检测时万用表置于交流电压挡，黑表笔悬空，红表笔去接触家用电器的外壳等金属部件，如果显示为“0”说明被测家用电器绝缘情况良好；显示值在 15V 以上，说明被测家用电器已漏电，绝缘情况不良，应及时检修。

# 如何用万用表检测电容元件的好坏？

将数字万用表拨至蜂鸣器档，用两支表笔分别接触被测电容的两个引脚，应能听到一阵短促的蜂鸣声，随即声音停止，同时显示溢出符号“1”。测试刚开始时，仪表对电容的充电电流较大，相当于通路，所以蜂鸣器发声。随着电容两端电压不断升高，充电电流迅速减小，最后使蜂鸣器停止发声。再将两支表笔对调测量一次，蜂鸣器应再发声，最终显示溢出符号“1”，说明被测电容基本正常。测试时，如果蜂鸣器一直发声，说明电容内部已经短路；若反复对调表笔量，蜂鸣器始终不响，仪表总显示为“1”，则说明被测电容内部断路或容量消失。





## 测量电阻的好习惯

电路断电后，测量电阻前，两个表笔对在一起，直到万用表显示稳定且接近 0 欧姆，以检测表笔导通正常。当然做任何其他测量前，都应该用蜂鸣当检测一下表笔导通情况。另外，在测量电阻尤其是小阻值的时候，一定要注意避免手指接触到表笔头，以免影响测量结果。

作者 彭洁

## 数字万用表测量二极管的注意事项

数字万用表在路测二极管、三极管、稳压管好坏：因为在实际电路中，三极管的偏置电阻或二极管、稳压管的周边电阻一般都比较大，大都在几百几千欧姆以上，这样，我们就可以用万用表的 **Rx10Ω** 或 **Rx1Ω** 档来在路测量 PN 结的好坏。

作者 秦宏华

## 小电阻测量的技巧

在测量小电阻阻值时，应先把万用表的表笔短接测量出万用表的测量误差，然后再测量小电阻，  
 $\text{测量值} - \text{测量误差值} = \text{小电阻的真实值}$ 。

## 指针式万用表和数字万用表测二极管的区别

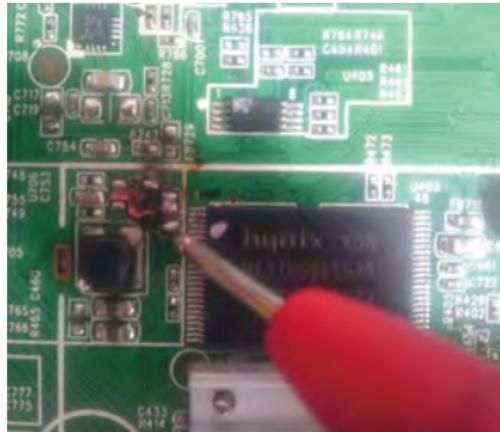
用指针式万用表和数字万用表测二极管，发现都处于导通状态，但红黑表笔接二极管的正负极不一样。数字表的红表笔是正极，黑表笔是负极。指针表刚好相反。不管是哪种表，如果测二极管时，先测一次，交换两根表笔再测一次，两次测量中，一次阻值很大一次阻值很小，基本说明该二极管是好的。两次都大（断路）或者两次都小（击穿），说明是坏的。

# Fluke 表笔笔套的作用

购买了福禄克万用表，随机赠送的两个笔帽不知有何用，在此告诉大家，千万别把这么好的配件扔了。经过我的思考，对我的用处如下：1. 由于万用表笔露出的探针长度比较长，如果测量像电路板这样小的电容电阻腿，表笔很容易同时接触这些管脚而造成短路，套上这个笔帽，使得表笔露出很少，不影响测试反而更安全。



# 如何查找穿孔断点及贴片电容是否漏电？



一块液晶电视主板经常烧毁 **5V to 1.8V** 降压芯片，第一次维修发现基板已经烧出一个坑，降压芯片的散热地线已经起皮，其中一只脚位的铜皮也不见了。使用福禄克 万用表的通断档迅速找到基板穿孔断点。换上元件后试机输出电压比较稳定。交付没几天却重复出现故障。测试 **5V** 输入正常，输出仅为 **1V** 还不稳定，难道是负载有问题？断开输出脚电压立即正常。这种情况只能以先简后繁的原则检修。查输出的那几个贴片电容，果不其然，其中一只很小的容量居然能到 **MF** 的级别，用风枪加热该电容，万用表立即显示溢出状态。

# Fluke 17B 万用表显示值不为零时如何进行测量？

由于 Fluke 17B 数字万用表有相对值测量模式即 REL 这个按键，按下 REL 这个按键，进入相对值测量模式即可。例如：17B 万用表测电容时在开路情况下不为零，只要在测量电容的时候，按下 REL 这个按键，显示值会归零，再测量时会把这个开路情况下不为零的值减下去，测出的值就是你所测的实际电容值了。





## 如何用万用表判别小电源变压器的好坏？

1. 用万用表的电阻档，可以测量变压器的线包是否断线，也可以粗略测试线包与铁芯是不是短路。
2. 经粗测后，可以将变压器接上电源试试，测试电压是否正常。如接入交流电源后，变压器很快发热烫手，表示有匝间短路。
3. 在次级开路（空载）情况下，变压器的初级空载电流应该较小（这与变压器的容量有关），越小表示铁芯的质量越好。最好还要用兆欧表配合，测量绝缘。

# 如何使用 Fluke 数字万用表进行高电压测量？

如果您已经拥有了福禄克数字万用表，那么您可以使用福禄克高压探头附件来拓展您万用表的直流或交流峰值电压测量范围，使您的万用表也能测高压，扩展电压测量能力至上千伏。福禄克高压探头有 **80K-6**, **80K-15** 和 **80K-40** 三种，它由两个金属膜电阻构成 **1000:1** 的高输入阻抗的分压器，将电压测量能力分别扩展至 **6kV**, **15kV** 和 **40kV**，减少了被测线路的负载并可获得最佳的准确度。高强塑料外壳保证操作人员的安全。注意：一般来说，这种探头不宜用在强电高压场合和三相电路。适用于电视机与各种终端显示器的制造和修理。



## 万用表测试电流方法（一）

使用万用表测量电流时，必须要注意最重要的一点，不要把测量电流方法和测量电压方法弄混，因为好多新手把测量电流方法和测量电压方法一样，直接把表笔并联进电路，这样如果你的万用表是杂牌表的话，保险管烧了，电流挡分流器中分流电阻肯定烧了，如果是数字表的话，弄不好连表也得坏掉。但是如果是比较好的万用表的话，如果用电流挡失误测量电压，这个电压信号会被电流挡保护电路，双向限幅二极管钳位在 **0.7V** 从而来保护电流挡分流器。再次强调，测量电压方法是将万用表打到电压挡，然后将红表笔插入 **VΩ** 孔，黑表笔插入 **COM** 孔。

## 万用表测试电流方法（二）

测量电流的时候，根据被测电流大小不同，选择插孔，如果测量小电流就要将红表笔插入 **mA** 孔，黑表笔插入 **COM** 孔。将红黑表笔串进线路中测量电流，如果测量出来显示“1”说明过量程，则要增大量程测量，**mA** 孔一般会设置一个 **200mA** 的保险管，测量大电流的时候要将红表笔插入 **10A** 或 **20A** 孔黑表笔插入 **COM** 孔，**10A** 孔或 **20A** 孔一般不设计保险，测量大电流的时候，一定要注意时间，正确测量时间应该是在 **10-15S**，如果长时间测量的话，由于电流挡康铜或锰铜分流电阻，过热引起阻值变化，引起测量误差。





## 对刚停电或试验的可能带电设备进行测量前，应充分放电

事例：1、某人在对一交联电缆馈出线路接线送电前，因兆欧表正被其它人使用，故先使万用表粗测电缆对地及相间电阻，同于电缆之前进行过直流泄漏电流试验。试验完后接地线就已拆除。当表笔接触到电缆时，出现电火花，万用表损坏。所幸未发生人身伤害。因此，在刚停电或进行过试验的设备上工作或用万用表进行测量前，应当进行充分的放电，以保证人身及设备表计的安全。

# 如何使用万用表 判断二极管好坏？

测量二极管的时候要使用二极管档，数字表二极管档  $V\Omega$  和 COM 孔的开路电压为 2.8V 左右，将红表笔插入  $V\Omega$  孔，黑表笔插入 COM 孔，将红表笔接二极管正极，黑表笔接负极，测量出正向电阻值，反之测量二极管的反向电阻值，因为在数字表里红表笔接触内部电池正极带正电，而黑表笔接触内部电池负极，带负电，正好跟指针表相反，在指针表里电阻挡红表笔接触内部电池负极，黑表笔接触内部电池正极。如果正向电阻值为 300-600  $\Omega$  反向电阻值上 1000  $\Omega$ ，则说明管子是好的，如果正反向电阻值均为 “1” 说明管子开路，如果正反向电阻值均为 001 说明管子击穿，如果正反向电阻值差不多，则说明管子质量差。





## 正确使用万用表避免事故及安全事故的发生

通过几个小的事例说明正确使用万用表的重要性及一些注意事项。1、误用电流 10A 档测量交流电压致使 6kV 变配电站失电 在一次 6kV 开关柜保护装置调试时，使用万用表测量 PT 二次电压，由于未检查万用表档位及测量线插孔位置，当时表笔插在 10A 插孔内，造成 PT 二次短路，PT 二次总空开跳闸，母联备自投装置误判一侧母线失电，当时负荷相当小，负荷电流未达到检流闭锁门槛值，备自投动作。造成部份 400V 用电设备失电。可见，错误使用万用表不仅可能造成仪表损坏，更可能造成对被测设备的损害，甚至是相当严重的后果，建议每次使用完后将万用表转到 OFF，且取下测试表笔。每次使用表均应检查表是否正常及档位等。

# 如何检测配电柜前端断路器跳的原因

配电柜前端断路器跳开，用福禄克万用表 F179 测量控制回路是否损坏，判断没问题后，用福禄克钳形电流表 F376 测量回路电流正常、用福禄克 62 型红外线测温仪测量个接触点发热正常，走到设备跟前，用电子听诊器听听轴承部位是否有异常。然后测量炉子的外包看看是否有异常高温，说明内部保温材料有局部脱落了，最后拿着一氧化碳测量仪，确认没有报警。





## Fluke 15B+ 万用表直流毫安档如何检测遥控器好坏？

首先准备直流电源，万用表，家用遥控器，把电源正负极连接到遥控器电源接口上，注意别接反，在其中一根电源线上串入万用表，注意红表笔应插在 **mA uA** 孔内，黑表笔插在 **COM** 公用孔内，转换档位置交直流 **mA** 档，观察万用表显示，要是全是零没有数值变化，按一下任意键电流显示很大逐渐减小到零，然后在按住显示 **5.82-7.61mA** 之间波动，说明遥控器发射信号正常，当然遥控器品牌不一样电流也不一样，但是静止下的遥控器肯定没有电流显示，只有去操作才会显示电流。

# 万用表使用的一些体会

1. 使用前一定要注意档位、量程：别拿电阻档去测电压之类的；以前用的是老式指针万用表，一不小心就很容易把万用表损坏，现在的万用表都很先进了，但是还是要事先知道被测物的大概参数才去进行测量
2. 测量前看看表笔有没有插错：我试过使用前没有注意，没发现表笔插在电流孔了，然后拿去测电阻压降，幸亏当时测试的是低压小信号器件，不然就很危险了。
3. 平时要注意保养吧，要爱惜它，长时间不用，就把表笔拿下来，收好，放好。





## 设置 Fluke 15B 交流电压 隐藏的 mV 档

Fluke 15B 直流电压有 **mV** 和 **V** 两档，而交流电压测量只有 **V** 一档，所以我们一般以为交流电压没有 **mV** 档，并且 15B 使用时一般多默认在自动量程，打在交流电压上时，最小显示的分辨力是 **0.001V**，所以测量交流 **mV** 电压时会不准确。如果测量交流 **mV** 电压我们应该在交流电压下选择手动量程，按几下后就能设置出 15B 隐藏的 **mV** 档，分辨力能到 **0.1mV**，从而提高交流 **mV** 电压的测量准确性。

# Fluke 17B+ 万用表在单片机检测中的应用

目前单片机广泛应用于国民经济建设和日常生活中的许多领域，成为测控技术现代化不可缺少的重要工具。用 17B+ 对周期波频率的测量，根据周波的频率可快速对单片机的工作状态进行快速简单判断，这对于单片机输出周波频率的测量带来了极大的方便。本例最大测量频率为 255Hz，适当调整程序后的最大频率可为 89S02 主频的 1/12，但在保证测量精度的前提下最大测量频率宜安排在主频的 1/100 以下。上述程序的最大频率为 255Hz，由于单片机在响应中断的时候有 2—6 个机器周期，按最大误差计算， $6-2=4$  个机器周期，这样的精度完全能满足现场检测的需要。





测温仪

# 使用红外测温仪不知道发射率怎么办？

现在大家都知道使用红外测温仪，调准发射率很重要，但是怎么才能知道目标物体的发射率呢？一般网上可以查到公认的常用物质发射率，包含金属和非金属。但是如果没有找到对应的，有 2 个办法供参考：

- 1、给被测目标贴上黑色胶布，人为将目标发射率改为 **0.95**。
- 2、先用接触式测温仪测量温度，然后调节红外测温仪的发射率，使之与接触式测温仪的读数一致，即可得到目标物体的发射率。





## 红外测温仪第三方检测之： **CMC**

**CMC** 是制造计量器具许可证标志，是 **China Metrology Certification** 的英文缩写，意为中国制造计量器具许可证。该标志表明：计量器具制造企业具备生产能力计量器具的能力，所生产的计量器具准确度和可靠性等指标符合法制要求。什么样的用户需要 **CMC**？那些需要受到当地计量部门强制年检、对产品品质有较高要求的用户，需要购买具有 **CMC** 认证的测温仪。

## 红外测温仪第三方检测之： 激光安全

激光安全是选择红外测温仪时必须考量的一项安全指标。目前，我国根据激光产品对人体的伤害程度，划分为从 **CLASS I**（无损害）到 **CLASS IV** 四个安全等级。对于红外测温仪的要求是至少满足二级安全标准，即低能量级激光级别（激光功率不大于 1 毫瓦）不同测温仪激光安全性的差异来源：激光发射元器件质量



## 红外测温仪第三方检测之： 电磁干扰

由于红外测温仪多用于工业现场的测试，会遇到各种类型的电磁干扰，如各类无线电发射设备、电力设备、电子设备等等，即便是我们的日常生活中，也时刻存在电磁干扰，如手机等。因此，抗电磁干扰能力强是优秀红外测温仪的必备性能。

不同测温仪抗电磁干扰能力的差异来源：电路设计的稳定性



## 红外测温仪第三方检测之： 重复性

红外测温仪的典型应用是设备的日常巡检，因此要求仪器有很好的重复精度，即对着同一个目标温度，隔天、隔周甚至隔月测量，应该得到基本相同的测量结果。方法是对同一个目标，每间隔一分钟，取得一个测量读数，每款产品各测量 12 次，并将得到的数据进行了分析计算，得出各自的标准偏差和最大偏差值。

不同测温仪重复性的差异来源：元器件 + 光路电路设计





## 红外测温仪第三方检测之： 光学分辨率

采用《红外温度计计量检测规范》要求的做光学分辨率 **(D:S)** 的测试。判断相同 **D:S** 的产品在读数漂移程度上的漂移的大小。不同测温仪光学分辨率标定质量的差异来源：元器件 + 光路电路设计

## 红外测温仪第三方检测之： 距离适宜性

D:S 相同，远距离测量小目标物体的能力是否不同？

方法：以 60cm 为中心，用在其他距离得到的读数分别减去在 60cm 的到的读数，得出其他距离相对 60cm 距离的偏差，从而得到如下各点偏差。不同测温仪距离适应性的差异来源：内部光学元件的质量和光路设计的优劣





## 红外测温仪第三方检测之： 热冲击恢复

现在正值盛夏，红外测温仪作为精密仪器，能否抵御热浪的冲击呢？在炎热的夏天，巡检人员在室内外测量，需要先等待红外测温仪与现场温度比较接近再进行测量，这叫做热冲击恢复。福禄克测温仪传承老雷泰 30 年的散热、传热研发经验，测试数据表明抗热冲击良好，读数仅在精度范围内跳动。

## 红外测温仪第三方检测之： 高湿度耐受

红外测温仪在使用中，还会遭遇湿度变化的挑战，一台好的仪器应该能适应不同的湿度环境，或者说湿度的变化不应给测量带来较大的影响。





## 红外测温仪第三方检测之： 抗摔打

手持无包装的仪器，分别由 1 米高度进行一系列不同角度的连续自由落体下落测试，随后检查仪器的机械部件及测试能力是否受到影响。

## Fluke 62Max+ 红外测温仪的双旋转激光器有什么用？

一般红外测温仪都是打出激光点，作为指示告知被测范围，而红外测温的原理是被测圆面积内的平均温度，如果圆面积内有多个温度点，或是被测圆面积超过被测物体，则有可能测温不准，这时候使用双激光的红外测温仪，就可以准确知道被测圆面积的范围大小，以防测温范围过大，导致的温度不准，漏点等问题。





## 红外测温仪的测量值 经常比世界温度偏低？

红外测温仪在测量温度时候发射率是一个很重要的参数。物体的红外辐射的发射能力称为发射率，用数字表示发射本领就是发射率  $\epsilon$ 。发射率无量纲，为某一物体发射的红外辐射量与相同温度的黑体红外辐射发射量之比。显然，物体的发射率都小于 1。在测量不同材质的被测物温度时，需要调整对应的发射率以获得准确的读数。



钳 表



## 新的钳形表，测量电脑的电源线为什么电流一直为零？

钳形表测量电流时应该夹住单芯测量，钳形表通过感应导体周围的磁场而计算出电流，如果火线和零线一起测量，两根线的磁场方向抵消，所以测出的电流一直为零。

理论上交流电流是没有方向性的，所以钳形表测量交流电流时不用关注测量方向是吗？

不是，钳形表钳头处标注的方向在测量直流时是电流的方向，在测量交流时是供电开关指向用电设备的方向。





## 使用平均响应钳形表和真有效值钳形表测量出来的数据相差很大，为什么？

如果两台表测量数据相差很大说明被测信号存在严重畸变，或者测量的根本不是正弦波信号。平均响应原理的钳形表测量的是平均值然后乘以正弦波的波形因数修正到有效值，而真有效值的钳形表直接测量有效值。

## INRUSH 浪涌电流功能 如何使用？

在断电情况下，将钳形表夹住被测电缆，打到正确档位，按下 **INRUSH** 按钮，然后送电既可以测得启动电流值。此功能一般用来测量电机或其他感性负载的启动电流。





## 381 的低通滤波功能如何开启？在什么时候能用到低通滤波功能？

381 是内置的低通滤波功能，此功能自动工作一般用来测量变频器的输出的 **PWM** 信号，在测量时可以滤除高频部分，直接测量基波信号。

## 当被测量的电缆电流比较小时，在不更换钳形表时如何提高测量精度？

可将被测电缆绕几圈后在测量，测得电流和除以圈数，可以适当提高测量的精度。





## 在使用 771 测量 4-20mA 信号时和实际值 相差很多怎么回事？

在测量 4-20mA 时应该先将钳口靠近被测电缆，按 Zero 健归零，然后再正常测量即可。

## 如何测量电机启动时的瞬间启动电流？

使用 Fluke 319 钳形表可以轻松测量电机启动时候的瞬间启动电流。Fluke 319 带有浪涌电流检测功能，可以检测 100 毫秒内的浪涌电流，但是需要注意的是，浪涌电流在 100 毫秒以内的一次启动电流可以检测，如果是大型电机，有可能是二次启动，则无法测量，这种时候就需要用示波表连接电流钳检测二次启动电流。





## 为什么大量程钳表 不适合测量小电流？

使用钳表测量电流时候，不建议用大量程钳表检测小电流，因为大量程，灵敏度会比较差，如果使用大量程钳表检测小量程，误差较大，例如用 1000A 的钳表检测 10A 以内电流，误差较大，建议使用有小量程档位的钳表如 Fluke317/319，有 40A 电流量程，可用于检测小电流，同时小量程档位，灵敏度比大量程高。

# 钳表为什么会出现 测量不了频率的情况？

以 Fluke 381 钳表为例，测量频率用钳口或者柔性电流环来测量，测量需要被测线路的电流达到一定的数值， $5\text{-}10\text{Hz}$  触发电平  $\geq 10\text{A}$ ;  $10\text{-}100\text{Hz} \geq 5\text{A}$ ;  $100\text{-}500\text{Hz} \geq 10\text{A}$ 。电流小于以上触发数值都无法准确测量频率。





## 用钳表是否可以准确测量 低于 40A 的小电流？

通常情况下，大量程钳表不适合测量小电流。福禄克有专业测量小电流的交直流钳表 Fluke 342，电流自动量程 4A/40A，分辨率 1mA/10mA，精度 1.3%+5 字。

## 利用钳型电流表判断电流互感器的变比

假如正在使用的电流互感器名牌脱落，或不清楚，那么我们如何了解一、二次测之间的变比是多少？如果拆下来测试，费时费事，而且还耽误使用。此时可以利用钳型电流表分别测量出电流互感器的一、二次侧的电流值，便可以判断出电流互感器的变比是多少。



## 用 Fluke 317 钳形表测 量手机待机漏电电流



很多朋友发现，进过水，摔过的手机电池越来越不耐用，其实我们可以自己先测量下是否是手机的故障，准备可调直流电源，手机一般是 **3.7-4.2v** 电压。将钳形表转换至小电流量程 **40A** 交直流档位，按转换键置直流 **DC**，按下 **ZERO** 键，归零。将钳形电流表夹一根电源线测量手机启动工作电流，显示直流 **0.19A**，工作正常，按下电源锁屏键，屏幕黑，正常待机电流应该非常小基本看不出来，但此款手机显示 **0.06A** 则说明手机存在漏电现象。



绝缘 接地电阻测试仪



## 1508 电阻测量和万用表 电阻测量有区别吗？

有，万用表测量的是直流电阻，1508 的电阻档为接地耦合电阻，测量时驱动电流为安培（200mA）级交流。

# 为什么有时实际输出电压 和对于档位上的电压不一 致并且小的多？

1508 短路电流为 1mA，如果绝缘电阻值小于 1000 倍档位电压值时，实际的输出电压为绝缘电阻值 \*1mA。





## 为什么测量电压时不能自动分辨交直流电压？

只有使用 **TP165X** 表笔时才能自动分辨交直流电压。

在 **1000V** 输出电压时，  
如果两支表笔碰到一起，  
是不是会有危险？

不会，两支表笔不小心碰到一起，输出电压小于 **1V**。

# 温度对绝缘电阻的影响有多大？

温度的改变，会使绝缘电阻以指数曲线的函数关系随之该表。温度每上升 **10°C**，绝缘电阻值降低一倍；温度每下降 **10°C**，绝缘电阻值增大一倍（粗略估计）。也就是说如果在 **40°C**下测得点绝缘电阻是 **1MΩ**，在 **20°C**下测得的绝缘电阻大概是 **4MΩ**。





## 为什么使用极化指数（PI） 和介质吸收比（DAR）？

这类测试方法的最大优势在于，环境温度对测量结果没有影响，只要在测量过程中环境温度没有发生急剧的变化，测量结果就不需要修正。另外这种方法即使在没有历史记录的情况下，也可以判断绝缘的好坏。尽管如此，建议在定期的预防性维护计划中，应该记录实际测得的绝缘电阻值以备日后参考。**PI=R10 分钟 /R1 分钟**  
**DAR=R60s/R15s**

# 如果被测量绝缘电阻阻值 较大时，如何保证测量的 准确性？

绝缘电阻测试时，如果被测量绝缘电阻阻值较大，建议使用屏蔽导线。因为绝缘电阻测试的被测电阻很大，测量电压固定，通过导体的电流相对很小，很容易受到外界影响，使用屏蔽导线测试，同时建议在测试时除两支表笔外，增加接地线，以防击穿，安全保护，同时测试线不建议缠绕，可以降低测试误差。





## 接地测试方法有哪几种？

接地电阻测试，主要是为了设备和楼宇电气安全。一般来说，接地测试方法主要为无辅助极测试和有辅助极测试，其中无辅助极测试由于不需要打地桩，比较方便，但是无辅助极测试需要被测设备与接地线形成回路，如果无法形成回路，则无法测量被测设备接地阻值。

# 为什么用 F1587 测试时会出现大于符号？

数字式绝缘表的测试原理是通过对设备加载电压测试漏电流来计算出绝缘阻值。当绝缘状况良好时，测得的漏电流数值小于测试仪器能感应的最小值时，会出现大于符号。可以在设备可承受的耐压极限范围内，调高测试电压





## F1630 钳形接地环路电阻测试仪使用时需要注意什么？

接地电阻的构成包括接地极电极电阻、接触电阻和大地电阻。需要在有接地环路的情况下才能使用钳形接地电阻测试仪。如果没有接地环路，需要像传统接地方法一下安装接地极。否则测试的电阻值并不是接地电阻

# 在使用绝缘测试仪时为何 仪器实际测量输出的测试 电压会高于设置的电压？

因为补偿测试导线以及线路的电压损耗，所以实际输出电压会略高于设置电压





## 测量绝缘电阻时，为什么绝缘电阻读数一直在变？

测量时存在三种电流。

- 1, 电容电流, 实验的加压瞬间, 电容充电电流即对被测绝缘材料的电容量充电, 这个瞬间电流开始时相对较大, 但如被测材料充电完毕后, 会以 指数曲线速度快速衰减接近于零。一般在几秒或十几秒后, 电容电流相对于总电流来说, 可以忽略不计。
- 2, 吸收电流, 是绝缘材料分子, 在外加电场的效应下, 重新调整排列所需要的额外能量。吸收电流的衰减速度与电容电流相比来说, 要慢很多, 有时需要几分钟才能降到接近于零的数值。
- 3, 泄漏电流, 也叫电导电流, 表征绝缘材料的质量特征, 在实验的过程中是保持恒定的。

在测试时，输出电压未达到设置的测试电压，而且相去甚远是什么情况？

绝缘测试需要对设备加载直流高压，如果设备绝缘已老化，数字式的绝缘测试仪能在检测到漏电流较大时会自动停止加压，能让您的设备免受击穿的危险，也保护您的人身安全。

如果设备不能断电，  
如何测试绝缘？

可以使用漏电流钳表进行测试





## 绝缘电阻测试仪测试时输出高压，如何操作最安全？

1. 尽可能不要带电操作
2. 遵循锁定 / 标定的工作流程。如果不能施行该流程，要随时谨记：操作电路可能带电
3. 带电操作时：请使用防护设备及绝缘工具穿着防护服、防护镜及绝缘手套。不要佩戴手表或其它首饰，确保站立在绝缘毯之上
4. 带电测量电压时，请事先在不带电的到线上扣上接地线夹，测试完毕后，先断电再解开接地线夹
5. 尽可能悬挂或搁置电表。避免手持电表，减少电表与人体的接触
6. 使用三点测试法，检查电路是否带电时尤需如此。首先，测试带电电路；然后，测试目标电路；之后再次测试带电电路。这样可以确保您的电表在测量前后均正常工作

# 绝缘阻抗测试注意事项

1. 请不要将绝缘测试仪和带电导体或带电设备相连，确保遵守生产商的使用说明；
2. 请使用开式保险丝、开关和电路断路器关闭被测设备；
3. 请把支路导体、接地导体和其它与待测设备相连的设备断开；
4. 请确保测试前后断开导体电容。
5. 某些设备可能具有放电功能；
6. 请检查不带电线路中的保险丝、开关和断路器是否存在泄漏电流。泄漏电流可能造成矛盾或错误的测试读数；
7. 请不要在含有危险或爆炸性气体的环境中使用绝缘测试仪，如果绝缘性能被破坏，仪器可能产生电弧；
8. 连接测试导线时，请戴上绝缘的橡皮手套





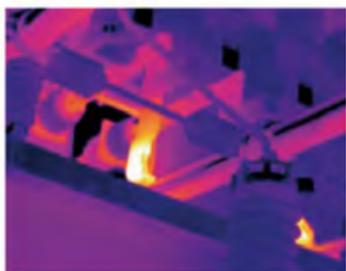
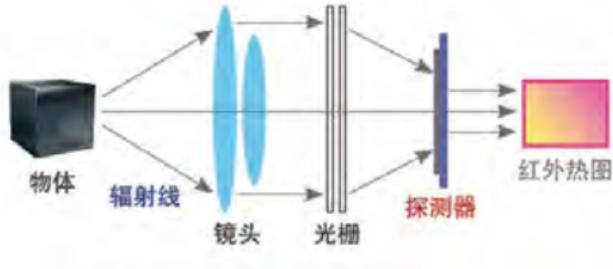
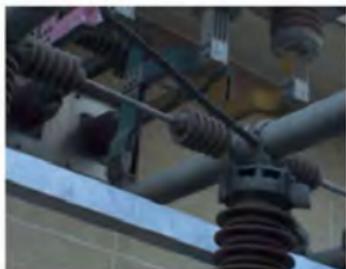
红外热像仪

# 红外热像仪的基本构造 是怎么样的？

包括 5 大部分：

1. 红外镜头：接收和汇聚被测物体发射的红外辐射；
2. 红外探测器组件：将热辐射型号变成电信号；
3. 电子组件：对电信号进行处理；
4. 显示组件：将电信号转变成可见光图像；
5. 软件：处理采集到的温度数据，转换成温度读数和图像。



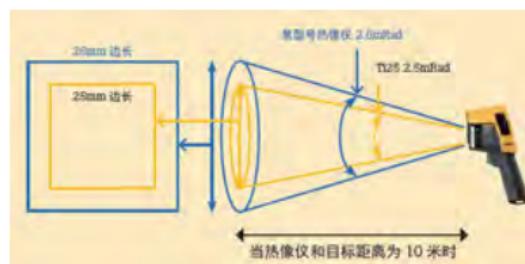


## 什么是红外热像仪？

被动接收被测目标发出的红外辐射（热量），并将这种热量转化为带有温度数据的可视化图像的设备（所有高于绝对零度  $-273^{\circ}\text{C}$  的物体都会发出红外辐射）。

# 什么是 IFOV ? 为什么 IFOV 越小越好 ?

在单位测试距离下，红外热像仪每个像素能够检测的最小目标（面积），以 mRad 为单位，是一个主要由像素和所选镜头角度所决定的综合性能参数，是热像仪处理空间细节能力的技术指标。单位距离相同时，IFOV 越小，单个像素所能检测的面积越小，单位测量面积上由更多的像素所组成，图像呈现的细节越多，成像越清晰。



# 为什么热像仪会测温会出现不准的情况？

当测温不准时，可首先检查是否是不正确的操作引起：

1. 是否对焦准确：红外可见光融合模式中的画中画，为准确调焦提供了方便的判断依据。准确调焦，红外与可见光部分完全吻合，如左图示意。未准确调焦，红外与可见光部分有错位现象，如右图示意。
2. 是否正确设置热像仪参数：发射率，背景温度补，透射率。

# 在使用热像仪前是否需要预热环节？

所有热像仪都需要足够的预热时间才能获得准确的温度测量结果和最佳图像质量，预热时间通常随型号和环境条件变化。尽管热像仪可在 3 ~ 5 分钟内基本完成预热，但如果需要获得最准确的温度测量结果，最好至少等待 10 分钟以上。当在温度差异较大的环境之间移动时，可能需要更多预热时间。





## 热像仪有哪些红外镜头可以选择？各自应用于哪些领域我需要购买吗？

一般有标准、广角、长焦三种红外镜头。长焦镜头用于远距离拍摄；广角镜头用于更大的取景范围拍摄，也可以被用来在微距（10cm 内）拍摄检测小物体温度。**Fluke Ti55FT、Ti50FT** 可通过更换镜头来安装选配镜头；锐智系列（**Ti400/300/200**）和睿鉴系列（**Ti32/29/27**）可通过在标准镜头上加装广角或长焦镜头，来满足远距离或者近物测量的需要。对于大部分日常应用，**Fluke** 热像仪的标准镜头已经足够。

## 热像仪的精度范围是多少？

红外热像仪依照国家标准，其精度为读数的  $\pm 2\%$  或  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，取大值。如果检测中需要更高的精度，可以将该红外热像仪送到省级计量单位，出具校准证书，在校准证书中有准确温度和热像仪检测温度的对照表，从表中可以对热像仪的检测准确性进行进一步的修正。



# 什么是发射率？不同材料的发射率有什么特点？它对我的检测有什么影响？



发射率  $\epsilon$  代表物体向外发射红外辐射的能力。每种物体的发射率都是一个小于 1 的常数。非金属和金属材料的发射率有很大差异：

大多数非金属材料（如塑料、油漆、皮革、纸张等）发射率较高，相同材质、不同颜色的目标的发射率非常接近，误差通常不超过测量精度范围；部分表面光亮的非金属材料发射率较低（如瓷砖、玻璃等）。金属材料的发射率一般都小于 0.5，并受到下列因素的影响：材料、表面光洁度、表面颜色。实际检测中，设置合适的发射率，可以使热像仪将采集的被测物体红外辐射换算成准确的表面温度，减少或避免误差。

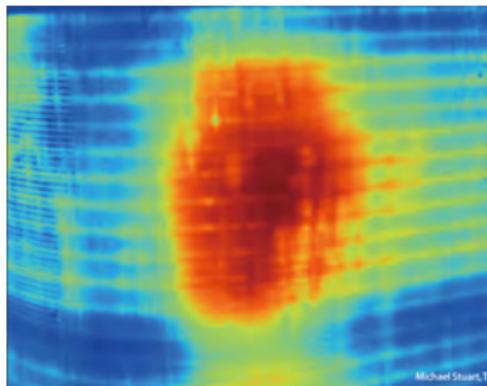
# 测量金属，反光等低发射率物体的简单办法之一

绝缘胶带法：将一块绝缘胶带（建议使用 3M 电气绝缘胶带，牌号 1712，黑色：发射率 0.93）紧密贴于被测物体表面（无气泡或褶皱），并保持足够时间使被测目标表面与胶带温度相同。通过调整红外热像仪发射率，使被测材料表面的温度与贴有绝缘胶带表面温度相同或接近，此时的发射率即为被测材料物体正确的发射率。

适用场合：此种方法适用于被测目标相对比较大，温度较低（小于 80°C），要求测试后不改变原目标表面状况的场合，例如各种散热模块，光洁芯片（较大）表面，金属表面等。



## 测量金属，反光等低发射率物体的简单办法之二



喷漆法：将漆（丙烯酸树脂，建议使用保赐利自动喷漆，黑色；发射率：**0.97**）均匀喷涂薄层覆盖住被测目标表面，保持足够时间使被测目标表面与涂层温度相同。然后通过调整红外热像仪发射率，直到没有喷漆的表面温度与喷漆表面温度相同或接近，此时的发射率即为目标物体正确的发射率。

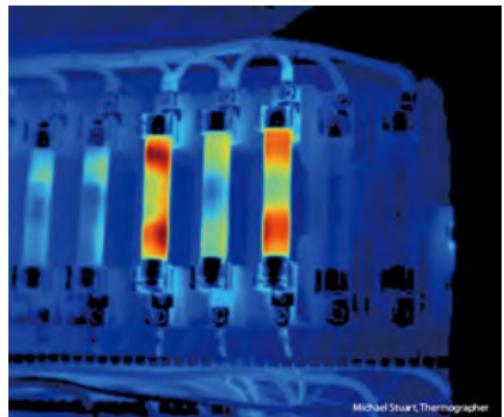
适用场合：此种方法适用于温度较高的被测目标或尺寸较小的被测目标，可以接受被测物体表面状况被改变的场合，例如设备维护场合下的管道、阀门等静设备；制造业中，较小的芯片表面、管脚、不规则的散热片、电容器顶端、LED 芯片（表面镀银）。同时要给客户说明，喷涂后的目标可能无法擦拭干净。

## 测量金属，反光等低发射率物体的简单办法之三

涂抹法：用水性白板笔（建议使用晨光水性白板笔，牌号**MG -2160**，黑色，发射率：**0.95**）均匀的涂抹在被测物体表面，保持足够时间使被测目标表面与涂抹面达到温度相同。然后通过调整红外热像仪发射率，直到没有涂抹的表面温度与涂抹表面温度相同或接近，此时的发射率即为目标物体正确的发射率。

适用场合：此方法适用于不允许改变物体表面状态（涂抹后可擦去），同时形状不适合进行胶带粘贴的目标，涂抹法可针对较小的目标进行，但目标表面温度不宜超过**100°C**。注意白板笔不能是油性笔，如果误用油性笔，涂面干后很难擦去。





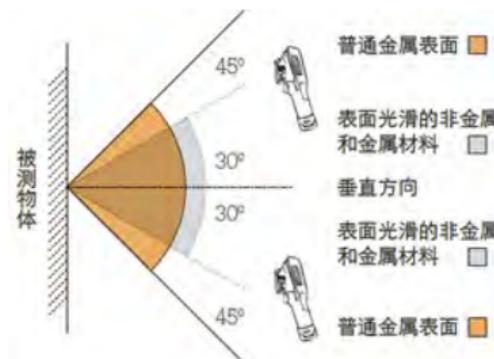
## 测量金属，反光等低发射率物体的简单办法之四

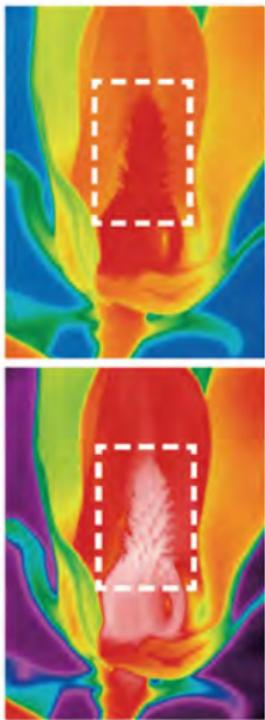
**接触温度计法：**用接触式温度计，如热电偶、热电阻等直接测量物体表面温度，然后通过调整红外热像仪发射率，直到热像仪所测得的表面温度与接触式温度计测得的表面温度相同或接近，此时的发射率即为目标物体正确的发射率。

**适用场合：**需注意现场是否允许进行表面接触测温（特别是带电、运动等现场）。

# 对于不同发射率的物体， 我在检测时需要注意拍摄 角度吗？

对于表面粗糙的材料，在满足目标尺寸的情况下，红外热像的拍摄角度没有限制；对于表面光滑的非金属（如：玻璃、瓷砖等）和金属材料，拍摄角度不宜超过垂直方向 30 度，以免光亮表面反射干扰能量。普通金属表面的拍摄角度可放宽到不超过垂直方向 45 度。





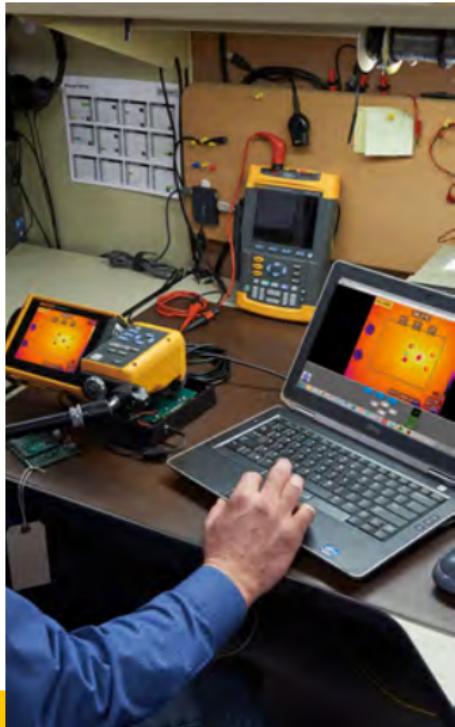
## 为什么需要进行背景温度补偿?

发射率较低的被测物体会反射来自附近的物体的能量，这部分额外的反射能量会被添加到被测物体自身辐射的能量中，这部分能量如果不被剔除，将使测量读数不准确。因此我们需要根据现场环境温度情况修正“背景温度补偿”等参数来消除这部分干扰。

# 在什么情况下需要调整透射率？如何调整？

物体所发出的红外辐射在穿过大气到达热像仪镜头前，会受到大气中气体分子（水蒸汽等）和微粒（尘埃、雪、冰晶等）的吸收与散射而发生衰减。如果不采取校正措施，测量温度读数将随距离增大而减小。因此我们用“透射率”这一参数来调整，在通常情况下，透射率设置为 100%，以下情况需要注意调整热像仪的“透射率”参数设置：1) 若热像仪前有红外窗口：需要根据红外窗口的衰减特性设置相应的透射率。2) 若空气中存在肉眼可见的烟雾和水汽：可以先在近距离检测一个温度稳定的发热目标，然后在烟雾和水汽中再次检测，从而获得两个温度值，而后在仪器中修正透射率（或发射率），使这两个温度一致。





## 热像仪的仪器工作温度有什么需要注意？可以在 0°C 以下检测或充电吗？

一般热像仪可在 -10~50°C 范围内工作；但当环境温度在 0°C 以下，建议开机半小时后达到充分预热再进行检测，连续室外检测时间不超过 20 分钟。避免在过冷或过热的地方充电，以免减弱电池的蓄电能力。

# 现场环境下雨，是否会影响准确测量？

下雨本身对测量精度影响不大，但被测物体表面附着的水滴可能造成热量的异常流失，使测量温度不能准确反映物体的正常表面温度。同时，下雨环境对仪器本身也可能造成损坏，故不建议在雨天进行直接测量。





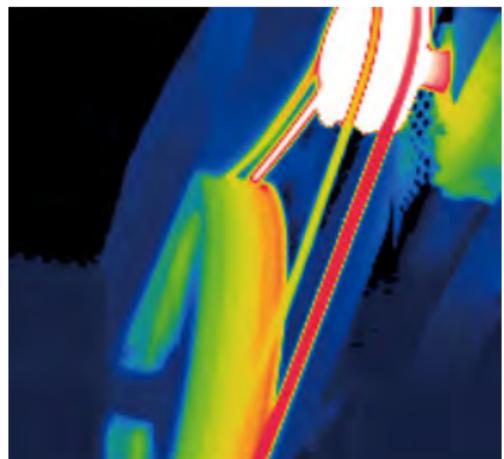
## 现场环境存在大风，是否会影响准确测量？

大风对准确检测影响很大，按电力行业红外热像诊断标准，被测目标的风速不应高于 5 米 / 秒。若现场风速高于此标准，会导致被测物体散热过快，使测量温度偏低。

对于狭窄空间内的目标检测，能否用镜子反射被测物辐射来进行检测？

镜子对红外能量反射率不高，建议使用抛光金属来进行反射，在检测时还需要精确调整反射角度。





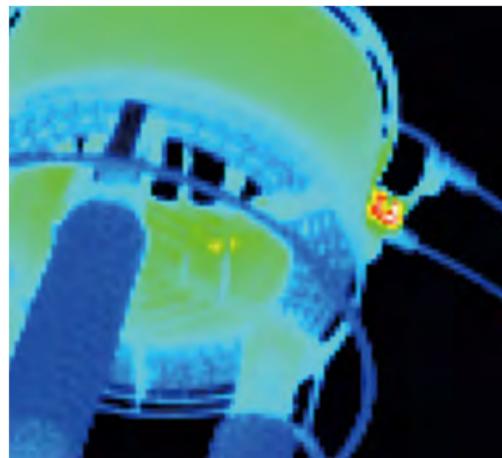
## 热像仪能否对运动中的设备进行检测？对被测物体的运动速率是否有限制？

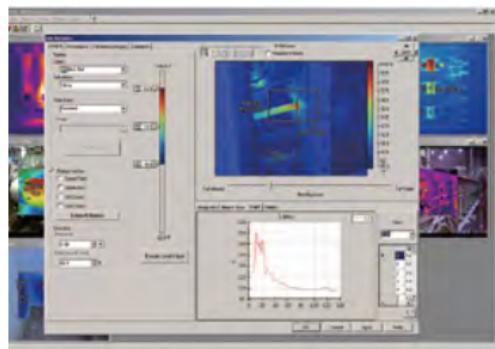
这取决于被测物体相对于热像仪的运动速率，如果被测物体的运动速率小于 **20 公里 / 小时**，可以用 **9Hz** 及以下帧频的热像仪。如果高于 **20 公里 / 小时**，就需要购买 **60Hz** 帧频热像仪，该款仪器需要做特别许可申请。

# 是不是在夜间进行检测， 可以避免太阳反射的影响， 检测效果更好？

在绝大多数应用中，日间检测与夜间检测并没有明显的效果区别。**Fluke** 热像仪和自带的热分析软件都可以通过调整背景温度补偿、设置发射率等方法抵消掉大部分环境温度干扰。

有些特殊的行业应用，为追求更快的检测效果，会采用夜间检测方法，例如建筑渗漏检测在夜间进行的话，环境温度比较稳定，更容易识别建筑物因积水、空鼓等造成的微小温差。





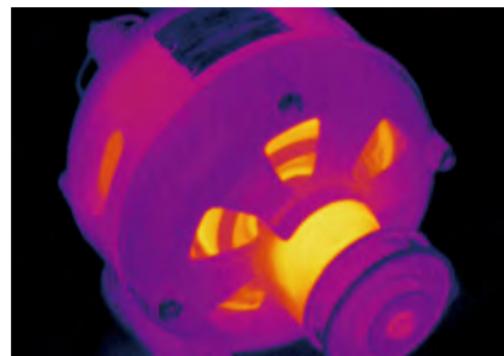
## 如何快速的获取温度分布曲线图？

在所拍摄的热图上画任意一条线，通过 SmartView® 热分析软件的后台分析可以显示出线上各点的位置及温度的对应关系曲线。

# 拍摄图像的红外热图与可见光图不重合，是什么原因？如何弥补？

有两种情况会导致该问题发生：

1. 对焦不准；
2. 拍摄距离过近 - 每台红外热像仪都有红外和可见光两种最小聚焦距离（分别对应红外镜头和可见光镜头）。只有拍摄距离同时大于 2 种镜头的最小对焦距离情况下，红外与可见光图像才能达到完全融合，而近距离拍摄很可能会有图片错位的情况。当您发现红外热像图与可见光图不重合时，可使用 SmartView® 软件的图像编辑，通过移动可见光图位置来消除其与红外图的偏差。





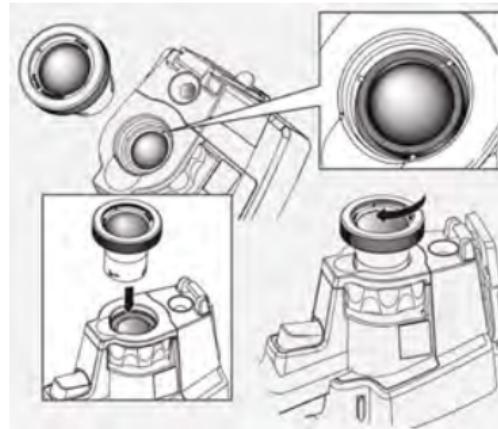
## 红外热像仪是否需要定期校正？如果需要的话，主要校正哪些参数？

在正常使用的条件下，建议每 2 年进行一次温度准确性检测，根据客户需要，主要校正重复率、准确度等，以及根据用户现场需求的其他项目。校验需要通过黑体炉来进行，若用户自己有黑体炉，可以自行校验，若无此条件，可以返回 Fluke 北京维修站。需要说明的是，您的使用习惯、使用环境或执行标准都可能会要求更短的校准周期。

# 红外热像仪镜头的清洁和保养有哪些注意事项？

为了避免损坏热像仪，建议按以下步骤清洁和保养您的热像仪：  
镜头和显示屏的清洁：

1. 首先使用气吹工具清除大的颗粒和灰尘，然后用布擦拭。
2. 使用镜头专用的非腐蚀性溶液、或是温和的稀释肥皂溶液（绝对不要使用溶剂），用软棉布略微沾湿（不要将布浸入液体中），轻轻擦拭镜头。
3. 使用干净的电脑监视器清洁布轻轻擦拭显示屏。机身清洁和保存：使用干净、略湿的软布轻轻擦拭热像仪机身。如有需要，可用水加少量温和肥皂配成的溶液将布浸湿。当清洁完成后，请尽快盖上镜头盖，并放入携带箱内保存。





## 为什么热像仪会发出“咔咔”声？什么是自动校准？

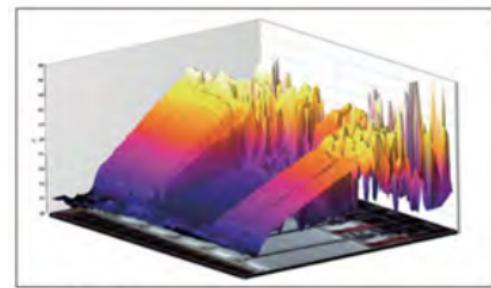
仪器内部发出“咔咔”声是热像仪自动校准引起的，通常发生在

1. 热像仪快速移动；
2. 刚开机。

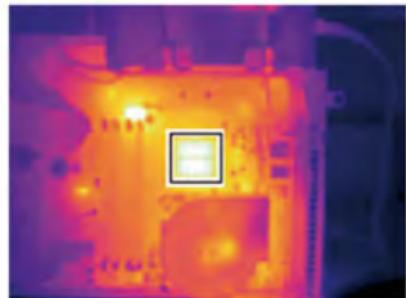
自校原因：热像仪会根据环境温度变化，自动调整以抵消该变化对探测器准确性的影响，该过程一般持续2~3秒，屏幕出现停滞并显示“正在校准”。

# Fluke 热像仪的热分析软件有什么特点？要付费购买吗？

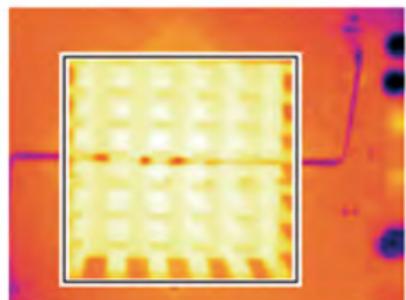
Fluke 的 SmartView® 是功能强大的专业热分析软件，可进行热图温度数据导出、图片修改及多种可灵活修改的报告模版。该软件随 Fluke 热像仪附赠、无使用权限制，并可终身免费升级，并且与旧版本兼容。



3D-IR™ 全面查看



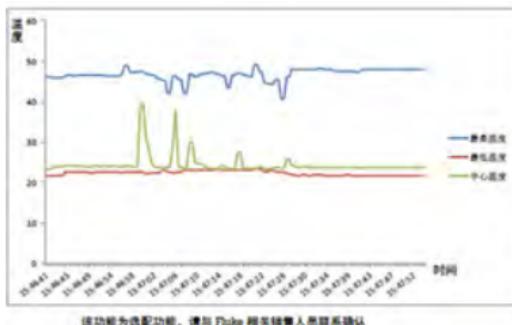
## Fluke 热像仪能检测的最小目标尺寸是多少？



目前 Fluke 热像仪中，睿鉴系列中的 Ti32 结合广角镜头，微距拍摄( $\leq 10\text{cm}$ )，可以测得最小直径  $0.07\text{mm}$  的物体，如芯片管脚。

# 如何进行连续监测来获得温度趋势图？

锐智系列热像仪带有标准 USB 接口，可将显示屏的实时视频信号输入计算机，在 SmartView®（热像仪标准配置）软件上进行播放；通过趋势分析软件，可将视频信号中的高低温自动捕捉点和中心点温度进行数字化保存，保存的内容为温度值和时间，并建立趋势分析曲线图：横坐标为时间、纵坐标为温度。



## 可以用红外热像仪检测 物体内部的温度吗？

由于红外热像仪只能检测被测物体的表面温度，所以再使用红外热像仪检测物体内部温度时，首先需要被测物体的外壳有较好的导热性，其次，内部发热源距离外壳较近，热信号可以无损的传导到外壳上。如果内部热源距离外壳较远，或是外壳导热性不好，想要准确使用热像仪来检测内部温度，比较困难，这种情况，建议使用多点接触式测温仪器。

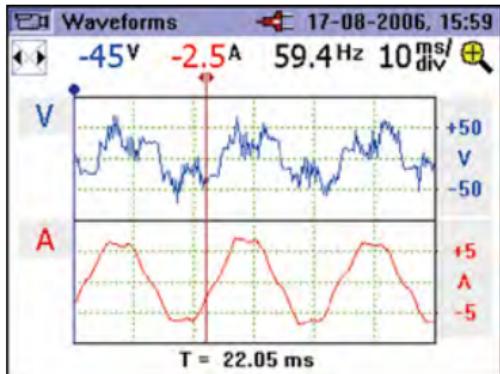


# 红外测温仪适合用来检测 低压配电柜的温度吗？

低压配电柜的温度检测，一般建议使用红外热像仪，原因是红外点温仪测温时是检测被测圆面积内的平均温度，如果有两个或多个温度值则会被平均。而热像仪是检测面温的，只要有温度差，就会在照片中显示出来，而并不是只显示某个值。在进行温度巡检的时候，如果只拿红外点温仪，发热的问题点又小，不易察觉到，而使用热像就可以避免这种疏漏。



# 为什么我的热像仪拍摄的图片只有可见光没红外图像？



福禄克 Ti55FT、Ti27、Ti29、Ti32、TIX 系列红外热像仪可以进行温度（颜色）报警功能有些情况下只显示可见光图像。颜色报警通过有选择地将可见光图像与红外图像的部分融合在一起，突出显示目标对象区域：启用报警功能后，在不超过报警温度时，显示为全可见光；若超过设定温度，超过部分用颜色标识（不同调色板的报警颜色不同）；颜色报警在全屏和画中画视图中均可用，且可以代替等温线功能。若要一直都有红外图像显示，关闭（颜色）报警即可。

## 红外热像仪存放时的相 关注意事项。

热像仪使用完后需要注意合理存放，因为热像仪的镜头元件由锗水晶制成，容易打碎、擦伤和破裂，热像仪的液晶显示屏（LCD）也容易收到挤压而损坏。为了保护您的热像仪，不使用热像仪时，请重新盖上镜头盖并将热像仪小心存放。

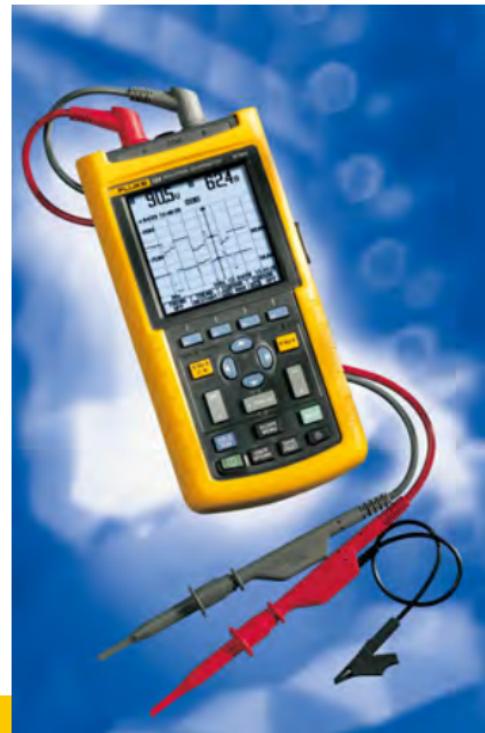


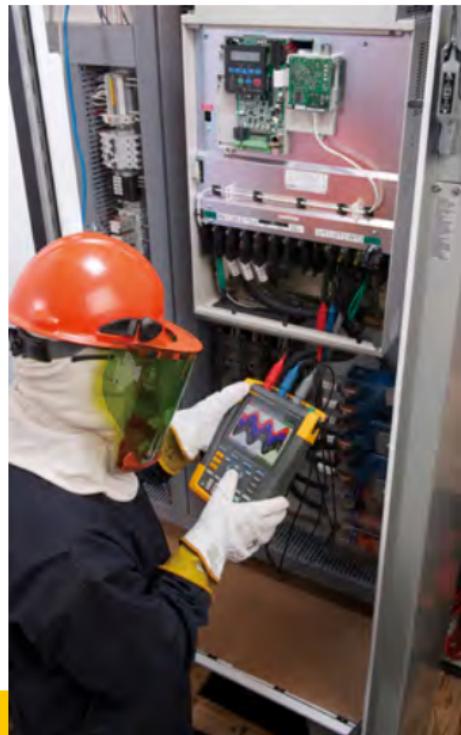


示波表 / 示波器

## 如何使用福禄克示波表进行公共电压测试？

取出示波表的红色和灰色探头，接入到示波表上端的红色和灰色探头，然后连接探头到系统，探头中有一个黑色的小夹子是接地线需要进行接地





## 万用表和示波器的不同点。

示波器的主要作用是测试一段时间之内电信号的趋势变化，具有高采样率的特性，万用表更多的是测试某一时刻电信号的工具

# 为什么对变频设备的输出 万用表的数字和示波器的 数字不同

变频设备利用 **IGBT** 开关的开合来进行频率的切换，万用表的 **RMS** 显示由于采样率的原因得到数值是不准确的，一般我们采用 **V<sub>pwm</sub>** 来表示变频输出电压，在示波表中选择显示，**V<sub>pwm</sub>** 可以准确的得到变频输出的电压和波形



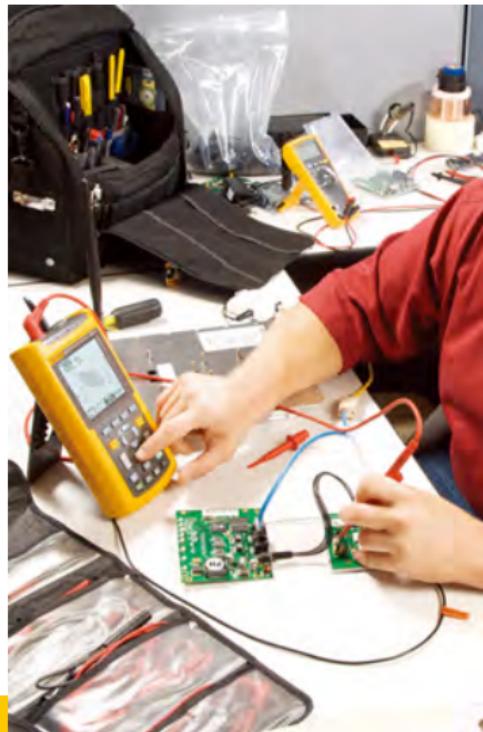


## Fluke 示波表可以测多大的电压？

福禄克示波表标准配置的探头 **VPS410 10:1** 探头可以测试 **1000V** 交直流电压，如果需要测试更好的电压可以选择 **VPS420 100:1** 探头可以测试 **2000V** 交直流电压，同时产品可以耐受 **7000V** 的瞬时电压冲击，所以不需要担心产品被击穿了

# Fluke 示波表的记录功能是怎么实现的？

福禄克示波表有两种记录模式，趋势记录主要是对电参数进行低采样长时间的记录，可以获得数据曲线最长可以采样 2 周，波形记录模式可以提供高采样短时间的波形记录，可以最高进行 **40M/S** 的数据记录





## 示波表产品的校准周期 是多久？如何校准？

一般示波表产品的校准周期为一年，实际情况中示波表的精度飘逸并不严重，不是强制检验的客户可以三年为一个周期进行检验。机器的左下有一个小的自动校准口提供给客户进行还原和校准，校准报告可以联系当地的计量机构提供。

## 示波表进行频域测试。

190 示波表具有简单的频域测试，可以在菜单中选择 FFT 功能进行频域的测试

## 怎么更换 Fluke 190 产品所用的电池？

190 示波表的背面有 2 个一字小孔，可以通过扭转这两个小孔卸载电池保护盖，取出电池进行更换





## 通过波形判断网络质量。

通过观看波形，如果波形越接近方波，说明网络质量越好，如果波形的抖动越多，抖动的幅值越大，说明网络干扰越大，质量越不稳定。且 A 线测出的网络电压幅值理论要求在 4~6V 之间，否则说明网络的信号衰减比较厉害。导致网络波形不规则的原因很多，比如电磁干扰就是最大的祸首，所以当你发现波形的形状不理想时，一般重点检查 EMC 的电磁兼容，比如接地、屏蔽、有无远离干扰源等。导致波形的电压等级偏低的原因相对要少些，一般可能由于网络长度过长，或是某些网络设备接口不标注，或是首尾端终端电阻未置或掉电。



过程校准及检测工具



## 过程校准仪表怎么在 0-20mA 和 4-20mA 之 间来回切换？

关闭仪表，按住 RANGE 按键，启动仪器两秒后就完成档位切换。

## 如何检测流量计发出的频率或脉冲信号？

将脉冲（频率）回路中串接电阻，F725S 等多功能校准器表针跨接在电阻两侧即可实现流量计脉冲（频率）测量校准





## Hart 过程校验仪与 Hart 手操器功能有何不同？

**Hart** 过程校验仪主要是提供标准温度模拟信号、压力模拟信号等基于相应的计量检定规程对现场仪表进行校准及修正，而 **Hart** 手操器的主要作用是对现场仪表进行参数配置，其自身没有标准的压力信号源、温度信号源等功能。

## 压力变送器的校准所遵循的是那个计量检定规程？

- 1、表压及绝压校准基于 **JJG882**；
- 2、精压校准基于 **JJG860**；两个计量检定规程都明确定义了压力校准器的整体测量准确度是被校变送器的 **3-4 倍以上**





## 检验温度探头的方法。

在检验温度探头时，建议同时校准温度变送器及检测温度探头（热偶或热阻探头），主要有两种方式：1）使用标准温度干井炉和标准测温仪，对温度探头进行检测。2）使用比对的方法对温度探头经行检测。具体方法是，用一根标准温度探头和备检温度探头同时测温，通过比对的方式检验被测探头偏差。

## 压力（温度）开关的校准通常会对哪几个参数作检测和记录？

压力（温度）开关的触发值，压力（温度）开关的恢复值，以及压力（温度）开关的死区值

## 文档化过程校准器可以记录校准的哪些信息？

可以存储并记录 **20** 台现场压力变送器或者温度变送器的位号信息、型号信息、序列号信息、操作员名称、操作日期、修正前及修正后的校准测量值、误差比对值等等



## 什么样的检修维护才可以实现对现场本安防爆仪表的检修维护？

通常，对安装于现场的本安型防爆仪表进行检修及维护时，与其完成电路对接的检修工具也必须是本安型的，必须有 **ATEX, FM, CSA, NEPSI** 等本安防爆认证

## 如何保护电动泵压力校准器及气动泵压力校准器在负压操作时泵体不受杂质污染？

可以在校准器的泵体与变送器的连接处连接一支过滤器，将负压操作时倒吸过来的杂质滤出，并定期对过滤器作清洗

# 过程校准仪毫安信号无法输出，屏幕数值一直在闪的原因？

过程仪表在输出电流时候外部需要形成回路，当没有外部回路或者外部回路阻值过大，仪表输出负载超上限，导致无法正常输出毫安信号。解决办法是短接输出表笔，就能正常输出毫安信号。





## 二合一过程校准器的重要性。

**Fluke 754** 过程校准器同时具备信号源及手抄器功能，是标准的二合一过程校准器。**Fluke 754** 的信号源的输出精度及测量精度均要高于常见的被校变送器的输入精度及输出精度，同时可以修改被校变送器，具有手抄器的功能，可以及时修改被校变送器中上的误差，例如归零、**4-20** 毫安微调功能。



电能质量

## 罗氏电流线圈（柔性电流探头）的工作原理

罗氏线圈（**Rogowski Coil**），全称罗哥夫斯基线圈，由于罗氏线圈不含铁芯，也称空心线圈。

罗氏线圈是一个均匀缠绕在非铁磁性材料上的环形线圈。输出信号是电流对时间的微分。通过一个对输出的电压信号进行积分的电路，就可以真实还原输入电流。该线圈具有电流可实时测量、响应速度快、不会饱和、几乎没有相位误差的特点，故其可应用于大电流的测试场合。配合积分器提供的香蕉形插头、BNC接头，能够方便接入电能质量分析仪、示波表和万用表等测量仪器。



## 霍尔效应电流传感器（交直流两用）的工作原理

霍尔电流传感器是利用霍尔器件为核心敏感元件用于隔离检测电流的模块化产品，它的工作原理是霍尔磁平衡式的。当电流流过一根长的直导线时，在导线周围产生磁场，磁场的大小与流过导线的电流大小成正比，这一磁场可以通过软磁材料来聚集，然后用霍尔器件进行检测，由于磁场的变化与霍尔器件的输出电压信号有良好的线形关系，因此可利用霍尔器件测得电压输出信号，直接反应出导线中的电流大小。一般霍尔电流传感器交直流都可以进行准确测量。

# 供配电系统的电能质量测试遵循那些国家标准？



谐波遵循: **GB/T 14549-1993** 《电能质量 公用电网谐波》和 **GB/T 24337-2009** 《电能质量 公用电网间谐波》   三相不平衡遵循: **GB/T 15543-2008** 《电能质量 三相电压不平衡》   闪变遵循: **GB/T 12326-2000** 《电能质量 电压波动和闪变》   电压偏差遵循: **GB/T 12325-2003** 《电能质量 供电电压允许偏差》   频率偏差遵循: **4.GB/T 15945-2008** 《电能质量 电力系统频率偏差》 仪器测量方法遵循: 《**GB/T 17626.30-2012** 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法》 (等同于 **IEC 61000-4-30 Ed.2**)

# 企业最关心的电能质量问题有哪些？

1. 谐波：谐波频率为基波频率的整数倍，幅值以方均根值表示。一般检测 0 到 50 次谐波。现在一般以 **THD**( 谐波总畸变率 ) 和各次谐波分量值来判定谐波含量的大小。谐波容易造成电气安全问题。
2. 电压暂降：电压暂降是指在工频下，电压的有效值短时间内下降，然后在很短的时间内恢复正常。典型的电压暂降值为额定电压的 90%~1%，持续时间为 0.5 个周期到 1 分钟。电压暂降会使得设备突然停机 / 崩机。



## 谐波产生的原因以及可能导致的危害

原因：非线性的整流负载导致谐波电流的产生。而非线性负载谐波电流又导致了谐波电压的产生。而容易产生谐波的设备有变频器、LED 照明灯、电弧炉、UPS 等。危害：可能导致继电保护、安全自动装置拒动或误动作；增大了电力输配电线路的线路损耗；降低电力设备的利用率，使电气设备（如电机、变压器等）过载运行，缩短使用寿命；可能引发谐振现象，导致电容器等损坏。

## 谐波和电压暂降都有哪些 治理解决方案？

谐波治理解决方案：无源滤波器、有源滤波器

电压暂降治理解决方案：**UPS** 不间断电源、**DVR** 电压暂降保

护器、**AVC** 快速电压调节器



## 电能质量测试中最需要注意的环节有哪些？

1. 仪器设置的接线方式必须与被测系统实际接线方式一致，否则导致测试数据错误。
2. 仪器设置的额定电压必须与接线方式和配电系统实际额定电压对应，否则会导致电压事件无法准确记录，如接线选择三相四线星型，则额定电压选择相电压，如接线方式选择三相三角形，则额定电压选择线电压。
3. 电压相序须与电流相序一致。
4. 电流测试中，电流探头上的箭头方向须与被测导体中电流流过的方向一致。



## 什么是电能质量问题？ 及其产生的根源？

电能质量 (Power Quality) 即电力系统中电能的质量。其可以定义为：导致用电设备故障或不能正常工作的电压、电流或频率的偏差。理想的电能应该是完美对称的正弦波。一些因素会使波形偏离对称正弦，由此便产生了电能质量问题，如配电系统短路、变频器等非线性负载运行、雷击。

## 哪些电能质量指标需要我们关心

从严格意义上讲，衡量电能质量的主要指标有电压、频率和波形。具体来说，包括了频率偏差、电压偏差、电压波动与闪变、三相不平衡、瞬变、谐波、电压暂降 / 暂升 / 中断等。





## Fluke 有哪些 电能质量分析仪符合 IEC 61000-4-30 Ed.2 A 级标准？

F1760 专家级电能质量分析仪、F435II 高级电能质量分析仪、F437II 高级电能质量分析仪

# 有时工厂的熔断器保险丝突然被烧断，到底是什么引起的？

有时工厂的熔断器保险丝会突然被烧断，导致电容器烧毁，继电器保护会无故自动保护，用电设备自动误操作等，很有可能是谐波引起的。一般变频器、电弧炉、**UPS**等都会产生谐波，谐波会增大电力输配电线路的线路损耗，降低电力设备的利用率，使电气设备过载运行，缩短使用寿命；可能引发谐振现象，导致电容器等损坏。福禄克电能质量测试工具，可以检测 50 次以内的谐波电压电流信号，更直观的看到电路中的谐波问题。



## 电能质量检测时，检测谐波时需要注意哪些事项？

一般在有大型设备启动的时候会产生大量谐波，进行电能质量检测时，建议使用记录模式。需要注意两点：

1. 由于电能质量分析仪的记录空间有限，不建议同时记录多个数值，或是长时间间隔记录数据。
2. 记录间隔设置较短时间，这样更容易捕捉瞬间大型设备启动时候的谐波发生。

# 利用红外热像仪及电能质量分析仪排查电路发热

首先用热像仪检测低压配电柜或是电气柜排线的发热情况，如果被测接线母排或三相接线端中一项温度过高，则说明有可能会有潜在隐患。这时，使用电能质量测试仪，首先检查温度过高线缆上是否用电设备过多，用电量过大，如果用电设备过多，肯能会导致三相不平衡，产生不必要的电能浪费，可以适当的平均三相用电设备，如果用电设备比较均衡，则需要检测接线端子除是否有氧化层或是接线是否良好，如果接触不良，会导致接触点电阻过大，一样会产生大量热量。以上检测都没有问题后，如果被测母排，接线处温度依旧过高，请检查线路中的谐波情况，因为不必要的谐波会产生大量的热量，同时无法做功，并且浪费电能。





## 电能质量分析仪 Fluke 435II 和热成像仪 Ti27

做光伏发电，自然少不了电能质量分析仪，而且 435II 可以测试光伏逆变器的效率，不过测量效率时需要再购买一个直流钳，我们购买的是 Fluke i1010。使用免费的软件可以把测量的数据下载到电脑里并分析，可以直接生成报告，也可以生成 excel 文件后挑选有用的数据。热成像仪就更是高大上了，像是特种兵里的红外瞄准器的功能，热谱图尽收眼底。做大功率的逆变器，发热点是至关重要的，以前看不见摸不着的高温点，使用热成像一目了然，而且可以配合相关软件把数据和图片进行分析并生成报告。还有示波表 F190-204 也方便携带和使用。总之非常好的仪器设备，指导我们产品质量不断的完善。



| 其他

## 为什么测试时屏幕上不显示数值？

可能是保险丝在上一次的测试中烧坏了。可以把两根表笔短接，如果屏幕上内阻显示由“OL”变成“----”说明保险丝完好，如果一直保持“OL”状态说明保险丝损坏，需要更换。



# 叶轮式、热敏式、差压式风速计有什么区别？

热敏风速计一般用于暖通空调的检测，特点是使用方便检测快速，但是要求被测风速有一定的温度范围，不可过低或过高，同时被测环境必须为暖通空调管道。差压式风速计同样适用于暖通空调管道，与热敏的区别是，差压风速计不仅可以测风速，还可以测量不同环境内的风压，同时可以根据管道大小计算出风量。叶轮式风速计对于测量环境没有限制，室外或是非管道内都可测量，但是叶轮式风速计反应较慢，需要在叶轮匀速转动时候数值才准确。



## 检测蓄电池纹波的重要性

因为纹波属于交流信号，如果纹波过大，会损耗直流线路中的设备寿命，同时造成电路中的仪器设备发热。蓄电池检测，通常检测电池内阻和电量，但是如果蓄电池性能降低后，在输出直流电压时会产生纹波，使用福禄克蓄电池内阻测试仪，不仅可以检测蓄电池内阻，同时检测蓄电池输出电压中的纹波。

# Fluke 9170 干式计量炉 计量检测时务必注意环温 **23°C**

它提供了接近恒温槽的性能，但是却不需要昂贵的恒温槽液体。干式计量炉达到预定温度点并且稳定的时间比恒温槽快 5 到 10 倍，这样可节省技术人员工作时间，提高检定速度。它的便携性使其能够到现场进行校准的工作，从而解决了恒温槽在运输上的困难。这里强调一下，在计量检测使用时注意说明书强调的环境温度 **23°C** 最佳。高温低温都会对升降温速度和准确度产生一些影响。保持环境温度 **23°C** 最可靠！同时注意高低温操作使用完，养成好习惯，不要及时放入箱中，设置常温 **25°C** 左右再断电收回。避免低温和高温散热片不能及时进行热交换导致仪器和箱体折寿！试问，如果这个产品也能做成 **WIFI** 功能想必是极好的！





## 如何寻找墙内线缆断点？

**Fluke 2042** 电缆探测仪，追踪隐藏在墙壁中的线路、定位电缆中的断裂点和短路、将电气引出线和断路器相关联，以及跟踪地下电缆，让你迅速找出故障。是电工的好帮手！

# Fluke NETWORKS 网络 监测设备

我们有一套设备使用的是 MVB 线缆进行数据信息通讯传输。在使用中，经常发生通讯故障情况。针对此问题，我们尝试了不少方法，如更换设备零部件、通讯数据监测等方法，为此也花费了不少人力物力，但始终没有能够对故障情况进行定性是设备故障或是线缆故障。偶然的机会接触到了 FLUKE Networks DTX-1200 这台仪器。该仪器可以对网络通讯线，如 MVB\IP 线缆等进行线缆的连接情况、屏蔽情况、阻值情况进行测试分析。最终依靠该仪器，我们发现我们的设备通讯线缆阻值存在偏大情况，影响了通讯网络的传输质量及稳定性。



## 关注我们



福禄克  
微信服务号



福禄克  
天猫旗舰店



福禄克  
官方微博



福禄克招聘  
微信订阅号

## 福禄克产品事业部微信号



福禄克工业组  
微信订阅号



福禄克红外热像仪  
微信订阅号



福禄克店面  
微信订阅号

