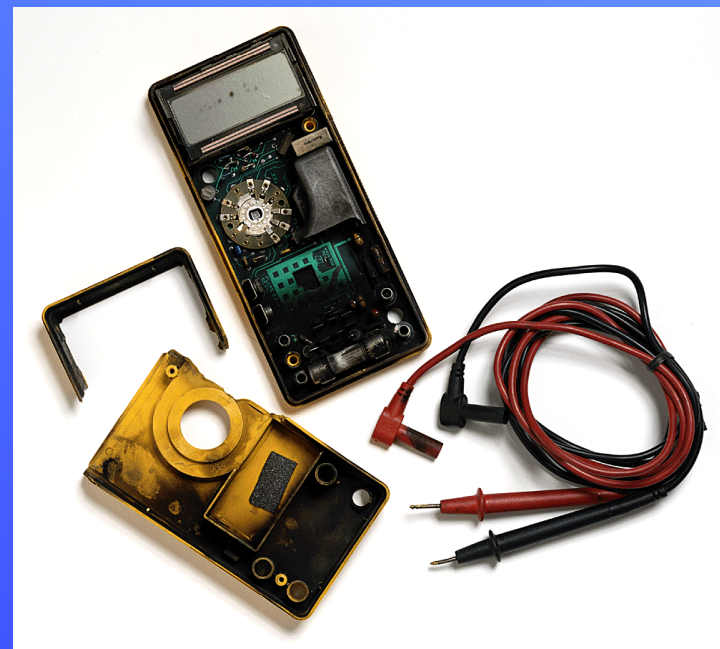


电气测量安全

FLUKE®



避免隐藏的危险
理解安全标准



本教育计划的目标



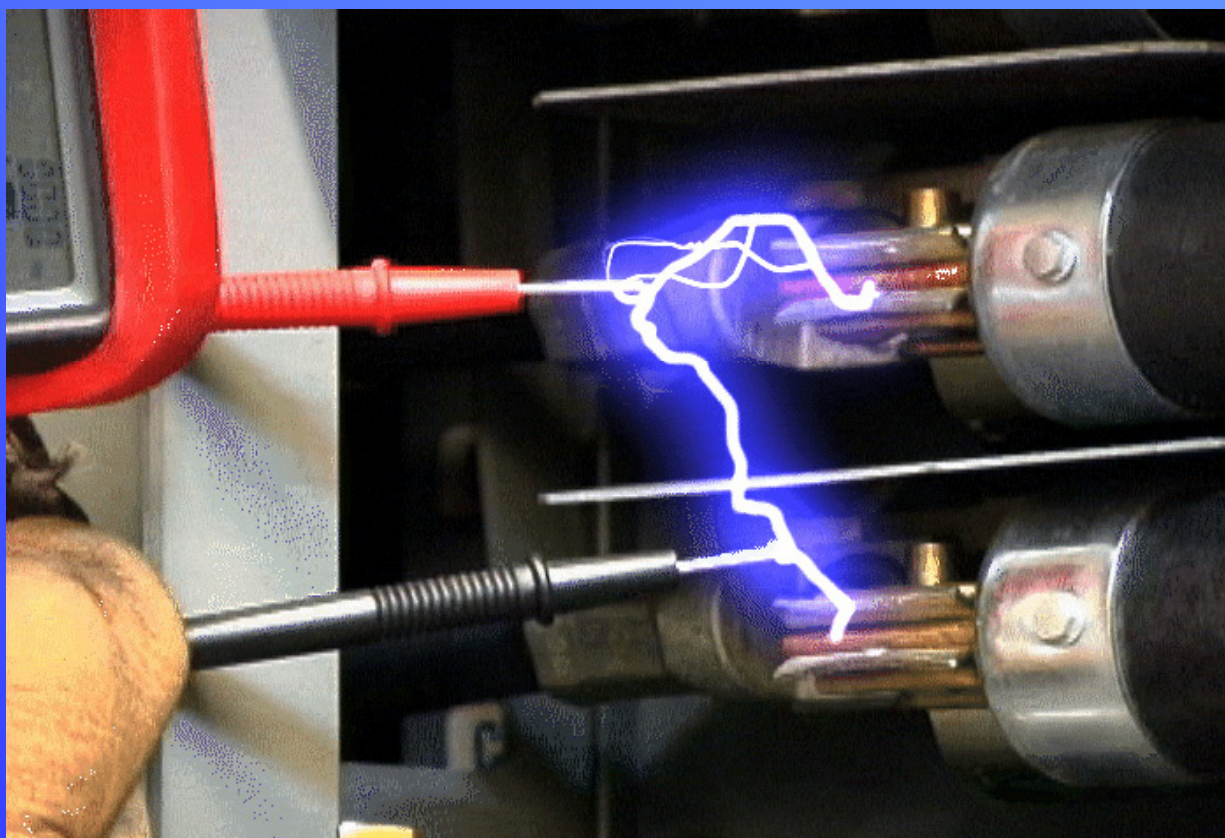
目标:

- 提高对电气测量危险的认识
- 了解适用于数字式万用表和测试仪的安全规范
- 了解四个装置测量类别
- 学习如何最大限度地降低和避免电气电气测量危险

提纲:

- 电能会给数字式万用表和您带来什么
- 常见安全危险
- 主要安全标准机构
- NFPA 和 IEC 安全标准
- 电弧爆炸
- 仪表安全检查
- 仪表安全检查要点

隐藏的危險 - 弧閃



什么是弧闪？



- 相间或相对地短路
- 通过空气发生。电离的空气（等离子体）是一个良好导体
- 持续时间非常短，不超过一秒
- 电弧故障电流开始时受上游导线和变压器中电阻的限制。在一个 480 Vac 电路中不到 1 欧姆



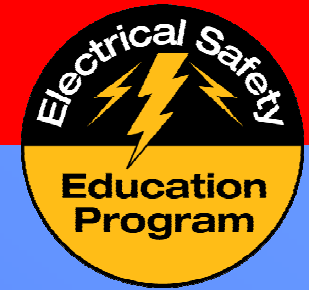
弧闪可产生什么结果？



- 人体和设备受损
 - 很多情况下可引起严重烧伤
 - 有时是致命的
 - 几乎总会将设备损坏
- 工业估计数字
 - 在美国，每天会发生 5 到 10 起弧闪事件



什么可引起弧闪？



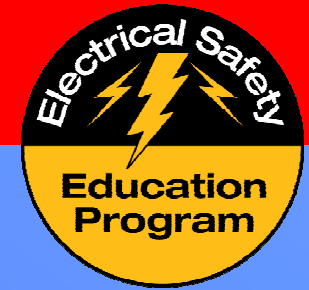
短路

- 装设断路器
 - 在带电母线上插入或移除断路器
- 手动工具将两相短接
 - 有经验的电工使用电缆切线钳切割带电电缆。切割钳的手柄与另外一相接触
- 测量工具的误用
 - 将串联电流表并联在两相之间
 - 使用一个无法承受全部电压的工具来测量带电电路的连续性

高电压瞬变

- 线路上的高尖峰电压将引起火花放电/电弧
 - 480 Vac 线路上的 8 kV 尖峰电压

误使用测量工具

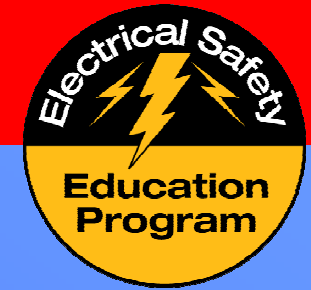


常见错误

- 将设置为串联电流表功能的仪表连接到电压源
 - 仪表上的电流模式几乎是短路状态
- 尝试在带电电路上测量电阻或连续性
 - 某些老式仪表无法处理电阻功能中的完整电压

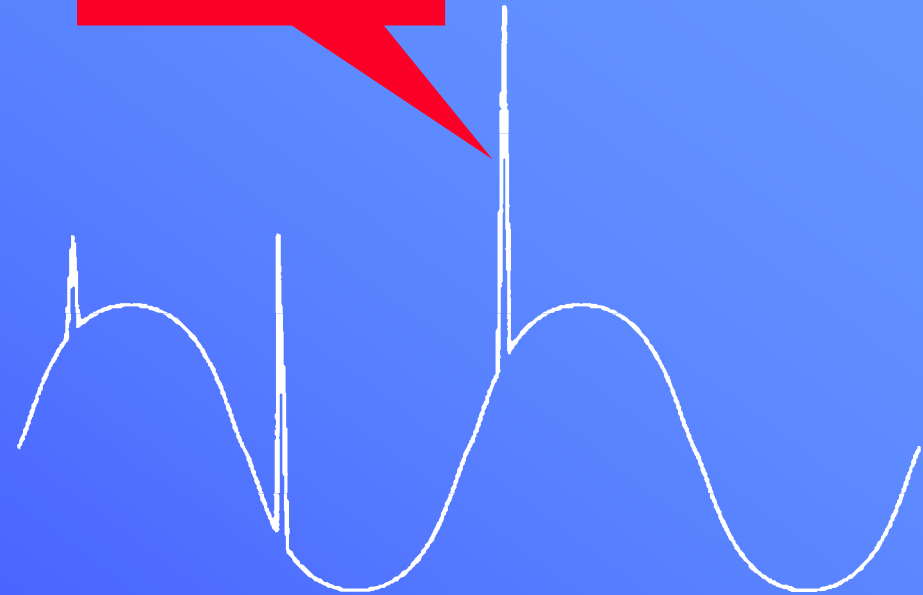


什么可引起尖峰电压？



- 高电压瞬变
 - 电机或其它感性负载的关断
 - 设备故障
 - 电力负载分断
 - 可调速驱动器
- 两条导线之间可能会产生火花。
- 如果火花是位于一条高能量线路上，则电路中的全部电流都会提供电弧。

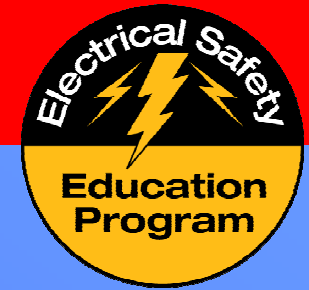
尖峰电压高达
8000 V



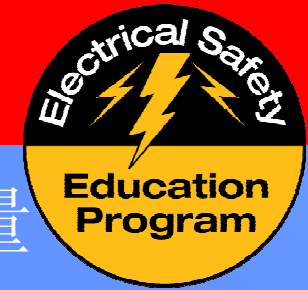
480 V rms, ± 678 V 峰值

手持式测试工具安全性

时间是如何浪费的 ...



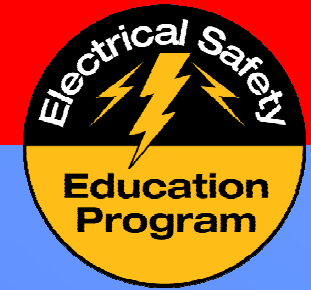
手持式测试工具安全性



在一个电源电路上使用不正确的仪表进行测量



手持式测试工具安全性



该电工的手部和胳膊受到严重烧伤。



常见数字式万用表/测试测试仪危险



- 来自瞬变（负载分断时的尖峰电压、雷电）的电弧

保护： 经过独立认证，
符合 CAT III-1000 V 或
CAT IV 600 V



- 在连续性或电阻测试中接触高电压

保护： 电阻测量中采取高达仪表电压等级的过载保护

- 测试线位于电流插孔中时测量电压

保护： 符合仪表电压等级的高容量熔断器
测试仪

使用不带电流插孔的仪表/

- 无意间接触带电部件而发生的触电

保护： 测试线采取双重绝缘，插孔凹入/插头带护罩，带手指护挡，CAT III 1000 V
。损坏后进行更换。

- 在电压高于额定电压时使用仪表或测试仪

保护： 使用优质的卡马合金电阻材料

常见数字式万用表安全危险



可以避免的三个常见错误

- 测试线位于电流插孔中时测量电压（相当于短路）！

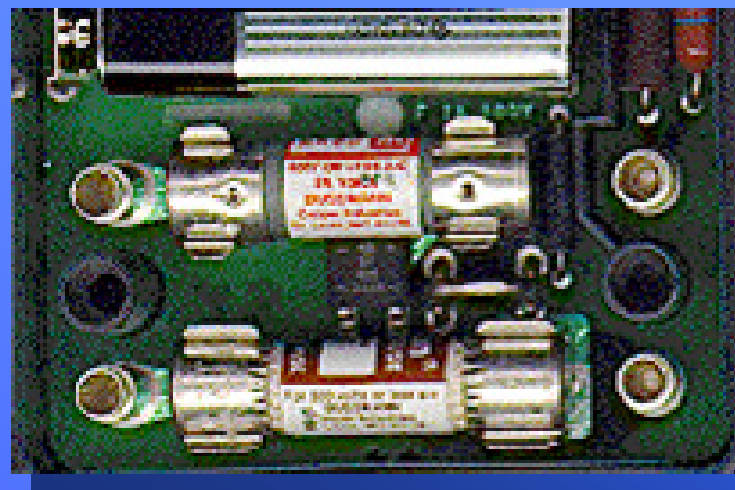
保护： 福禄克仪表中均使用高能量熔断器。

- 在电阻模式下与交流或直流电源接触。

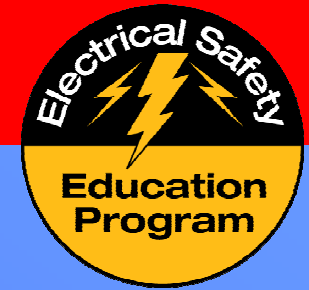
保护： 使用一种具有过载保护功能的仪表。各种功能都根据仪表的额定电压采取自保护。

- 在高于额定电压的电压下（即在中压电路上）使用仪表。

保护： 使用优质的卡马合金电阻材料



谁来制定安全标准？



- 美国职业安全与健康管理局 (OSHA)
 - 美国联邦法规汇编, 第 29 卷, 第 1910 部分, S 分部
- 美国国家防火协会 (NFPA)
 - NFPA 70E (适用于工作场所电气安全的标准)
 - NFPA 70 (美国国家电气规范)
- 美国国家标准协会 (ANSI)
 - ANSI/ISA S82.02 (测量、控制与实验室用途电气设备的安全要求)
- 电气和电子工程师协会 (IEEE)
 - IEEE 1584™-2002 (弧闪危险计算指南)
- 国际电工委员会 (IEC)
 - IEC 61010 (与 ANSI/ISA S82.02 和加拿大标准协会 (CSA) C22.2 No. 1010.1-92 相同)

美国国家防火协会



适用于工作场所电气安全的 NFPA 70E 标准：

测试仪表和附件

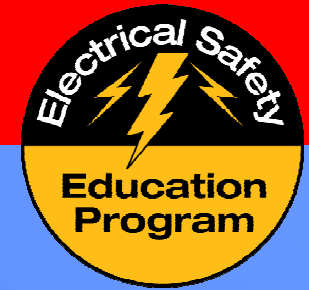
- 是人身防护用品 (PPE) 的一部分（第 250 条）。
- 安全等级应与它们所连接的电路和设备相符。*
- 应针对它们的使用环境及使用方式进行设计。*
- 应在每个班次中使用之前进行目视检查。有缺陷或已损坏的设备在重新使用之前必须进行维修与测试。*
- 应通过测试和检查对保护工具（包括电压测试指示器）的绝缘进行验证（第 250 条）。

* NFPA 70E-2004 110.9A

新的 ANSI/CSA/IEC 安全标准



国际电工委员会



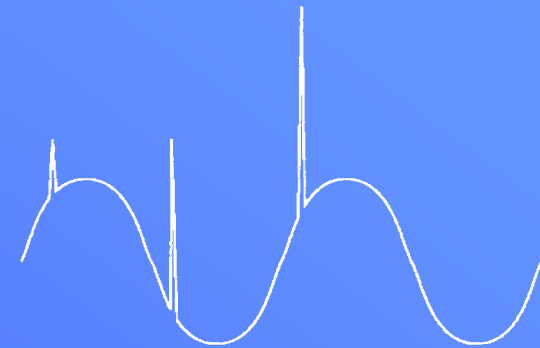
- IEC 61010 是适用于低压“测试、测量与控制设备”的标准。
- IEC 61010 针对“过电压冲击瞬变”（电压尖峰）所提供的保护大大加强。
- IEC 61010 成为以下标准的基础：
 - ANSI/ISA S82.02.01-1999（美国）
 - CAN C22.2 No. 1010.1-92（加拿大）
 - EN61010-1:1993（欧洲）

IEC 61010 标准中的主要概念

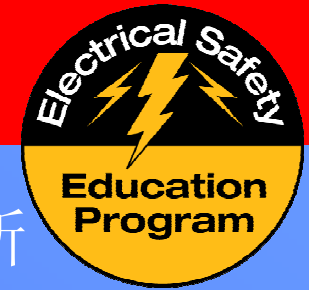


防护过电压瞬变

- 类别： CAT I 至 CAT IV
 - 瞬变所带来的极大危险存在于较高类别中，因为它们可能会引起电弧爆炸。
- 冲击试验： 不允许出现故障
 - 必须通过将规定次数的、具有规定峰值电压的瞬变施加到仪表上而对它们进行试验。
- 内部间隔： 增加
 - 间隙（穿过空气的距离）和
 - 爬电距离（表面距离）增加。

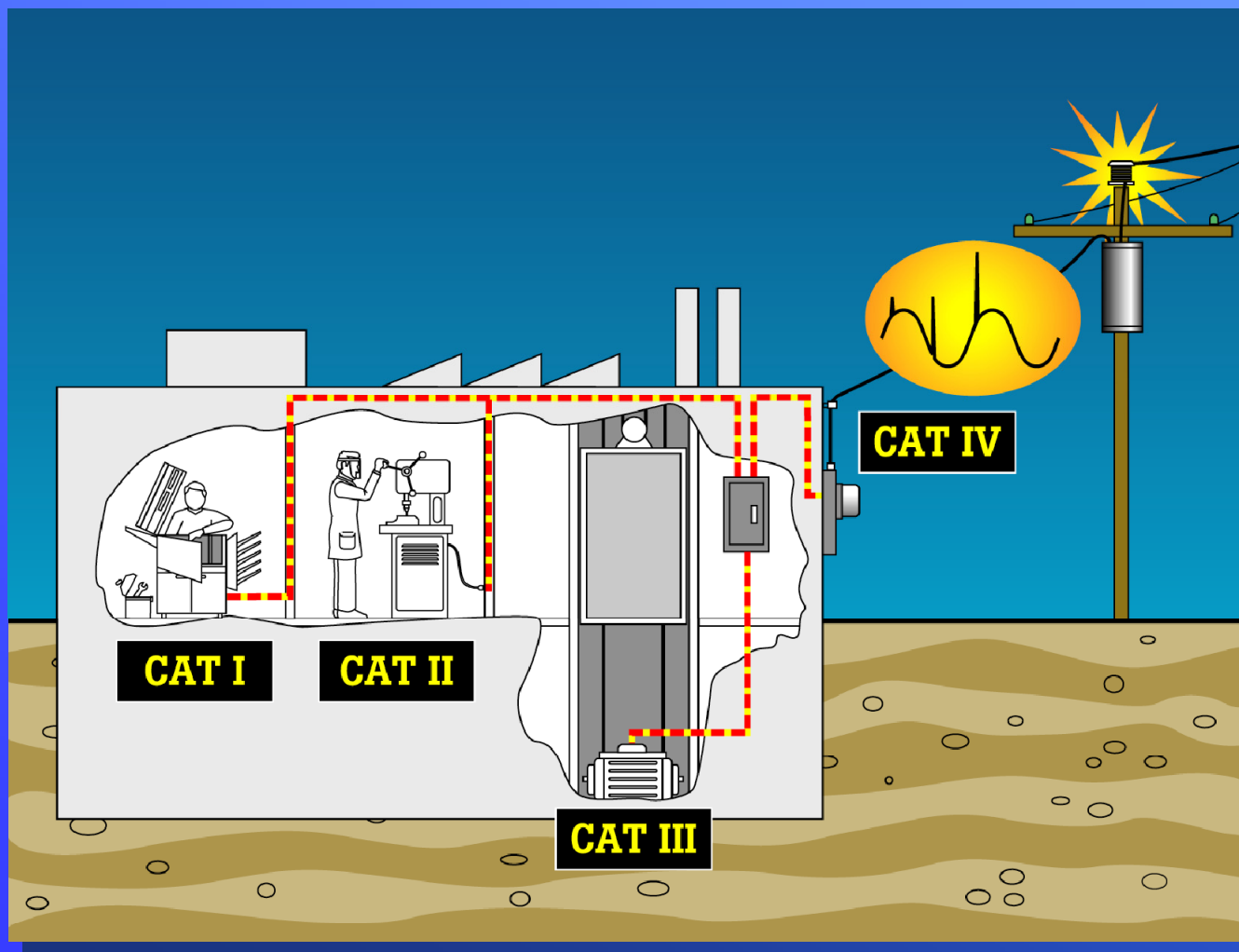


测量类别



- 冲击电压的高低和能量与位置有关。离电源越近，所产生的故障电流就越大，类别也越高。
- IEC 61010 定义了四个位置或类别：
 - CAT IV** “装置起始位置”
供电设备级以及任何引出的电缆线路
 - CAT III** 配电线缆，包括电网母线、馈线和分支电路；固定安装的负载
 - CAT II** 插座电路，插入式负载
 - CAT I** 被保护的电子电路

类别位置



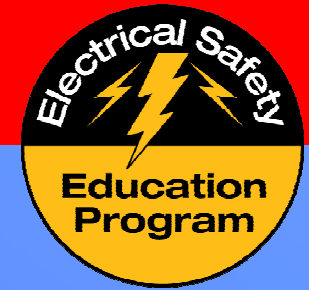
测量类别



考虑类别时的一般方法

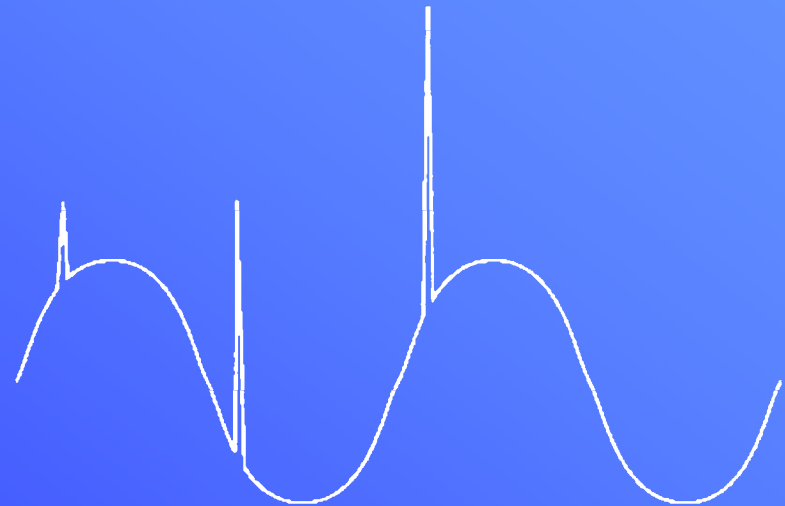
- 短路故障电流越大，类别越高。
 - 高能量瞬变更加危险，因为它们可引起电弧爆炸。
- 源阻抗越大，类别越低。
 - 随着瞬变从发生的位置向别处行进，它们会被系统阻抗所衰减。
- **TVSS**（瞬变电压电涌抑制）设备在配电盘处的规格比在插座处的规格要大（能量更高）。

确定真实耐压等级



在每个类别内：

- 指定了“工作电压”
(50、150、300、600、1000 V)。
- 较高电压值具有较高的抗瞬变能力。
- CAT IV 示例：
 - CAT IV – 600 V：8 kV 冲击
- CAT III 示例：
 - CAT III – 600 V：6 kV 冲击
 - CAT III – 1000 V：8 kV 冲击
- CAT II 示例：
 - CAT II – 600 V：4 kV 冲击
 - CAT II – 1000 V：6 kV 冲击



首先确定 CAT 类别，然后再确定电压



- 电压等级本身可能使人产生误解。
 - CAT III-1000 V (8 kV 瞬变) 比 CAT III-600 V (6 kV 瞬变) 更加安全
 - 但 CAT III-600 V 要比 CAT II-1000 V 安全
- 首先要知道工作环境的类别，然后再选择合适的电压等级。
- 如果您要测量电源电路，则应使用一块 CAT III-600 V 或 CAT IV 600 V/CAT III-1000 V 仪表。
 - 并使用 CAT IV 600 V/CAT III-1000 V 测试线和探头。

寻找 CAT III 或 CAT IV 标志



**CAT III-1000 V
CAT IV -600V**



**CAT IV-600 V
CAT III-1000 V**



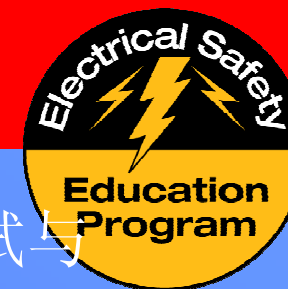
**CAT III-
600 V**

CAT III 的保护等级



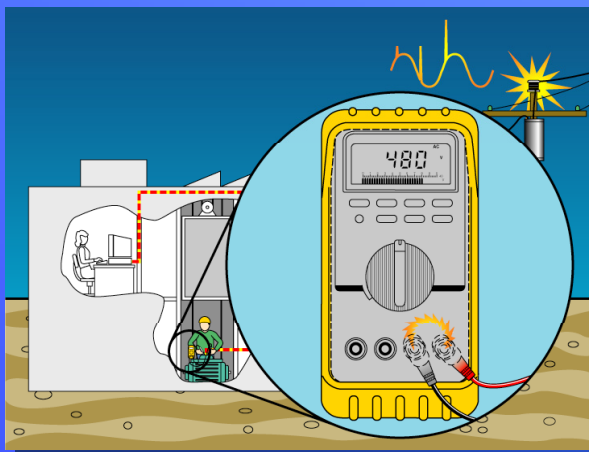
CAT	瞬变 (2 Ω 源)	熔断器和 过载等级	间隙 (空气)	爬电距离 (表面)
III-1000 V IV-600 V	8000 V	1000 V	16.0 mm	16.0 mm
III-600 V II-1000 V	6000 V	1000 V	11.5 mm	14.0 mm
II-600 V	6000 V	600 V	11.5 mm	11.5 mm

“经过认证”与“根据...标准而设计”

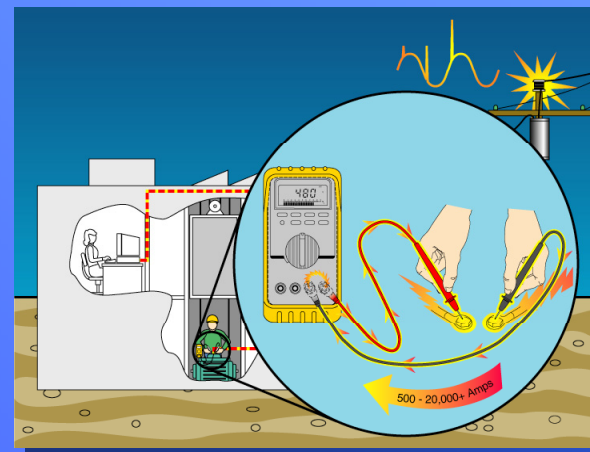


- IEC 负责制定标准，但不对满足标准的状况进行测试与检查。
- 厂商可以声明根据某一标准进行设计，而不经独立机构的认证。
- 若要获得 UL、CSA 或 TUV 认证，厂商必须通过认证机构对产品是否符合标准进行测试。
- 请在仪表上寻找认证机构的标志。

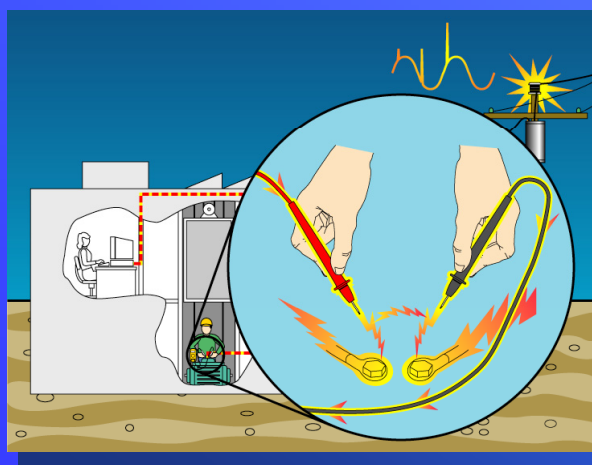




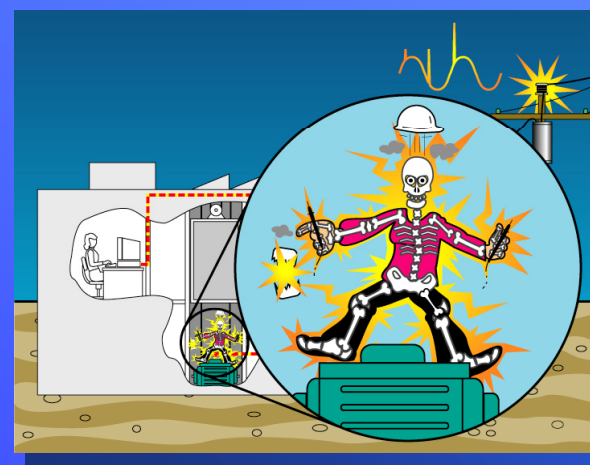
1. 仪表内部的闪络



2. 测试线中的故障电流

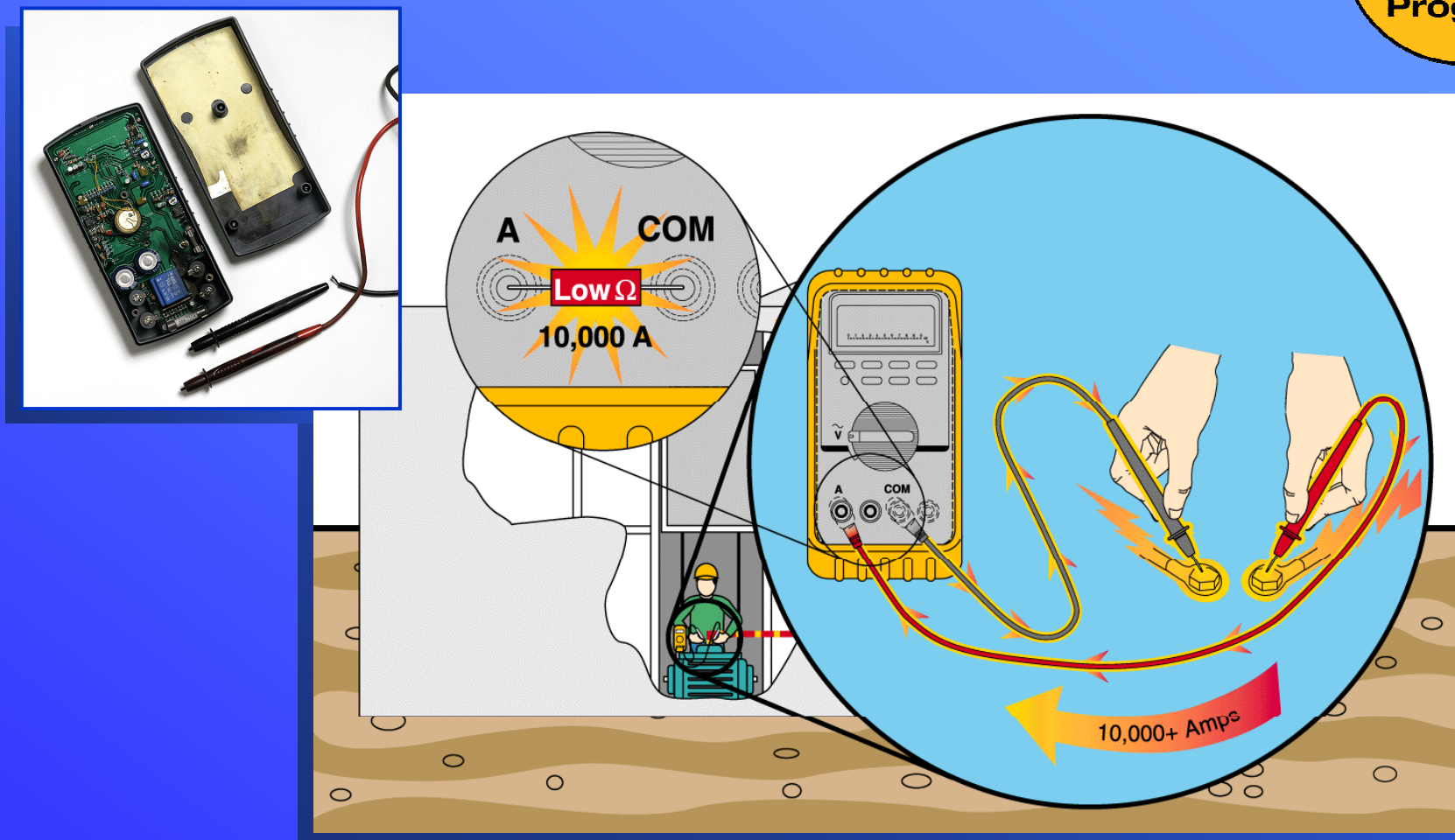


3. 端子处的电弧



4. 电弧爆炸

在电流表模式下误使用数字式万用表



最低要求是什么？

- 如果要测量电源电路，则需要使用一块 CAT III-600 V 或 CAT IV -600 V/CAT III-1000 V 仪表。
- 查看一下位于输入插孔附近的 CAT 类别和电压等级。
 - 单单是 CAT 类别或电压等级可能会使人产生误解。
- 寻找独立认证 - UL 3111。



**CAT IV-600 V
CAT III-1000 V**

最低要求是什么？



安全特性必须是内置的。

- 一个工业级仪表内 10 % - 15 % 的部件用于实现安全保护。
- 内置的保护功能可防止发生最常见的安全危险：
 - 高压瞬变和飞弧危险
 - 在连续性或电阻模式中接触高电压
 - 高完整性元件
 - 测试线插在电流插孔中进行电压测量
 - 高能量熔断器

所有功能的过载保护



1000 V 高能量
熔断器

CAT IV -600 V
CAT III -1000 V

旧仪表情况如何？



1997 年之前设计与生产的仪表和测试仪不符合电气规范。



最初的
Fluke 70 系列
未分级



较旧的 Fluke
70 系列 III
CAT II-600 V
分级不充分



新型 170 系列
CAT IV-600 V
CAT III-1000 V

较新的仪表具有附加特性与功能：

更大号的显示屏

背光照明

1000 Vac 能力

电容

频率

磁性挂钩

温度

直流准确度是以前的 3 倍

交流准确度是以前的 2 倍

最小值/最大值记录

探头支架

电池盖

仪表安全检查要点

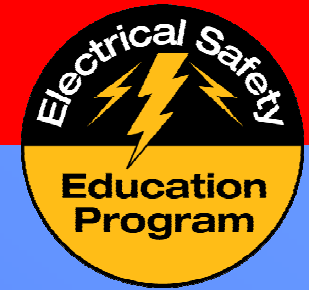


确保具有以下安全特性:

- 带熔断器保护的电流输入（高能量熔断器）
- 电阻测量功能具有过载保护
- 测试线带有护罩和手指护挡
- 凹入的输入插孔
- 符合最新安全标准
（CAT III-600 V 或 CAT IV 600 V/CAT III 1000）
并进行独立认证



仪表安全检查要点



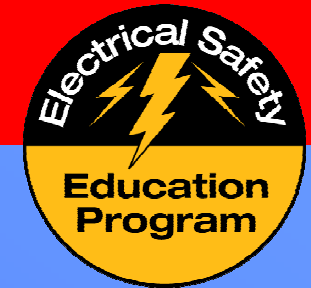
检查:

- 外壳有裂缝或沾有油污
- 输入插孔断裂

如果使用不当，任何仪表都是不安全的。

- 在额定值以内使用仪表。
- 使用适合对电源电路进行测量的仪表。
- 使用厂商批准使用的备用熔断器。

测试线安全检查要点



不要让测试线成为薄弱环节。

- CAT III-1000 V 或 CAT IV 600 V/
CAT III 1000 V 等级
- 双重绝缘
- 带护罩的连接器
- 使用专用探头和 PEE 材料来避免弧闪危险
- 手指护挡
- 绝缘未受损：没有熔化、切割、裂开或拉伸
- 接头：绝缘层未被从末端接头上拽开
- 探针：没有松动或折断（过短）



安全检查 — 导线电阻



测试线和探头

检查测试线电阻

第 1 步：将导线插到 V/Ω 和公共输入插孔中。

第 2 步：选择 Ω ，接触探针。良好导线的电阻为 $0.1 - 0.3 \Omega$ 。

如何检查单根测试线？

安全检查 - 熔断器



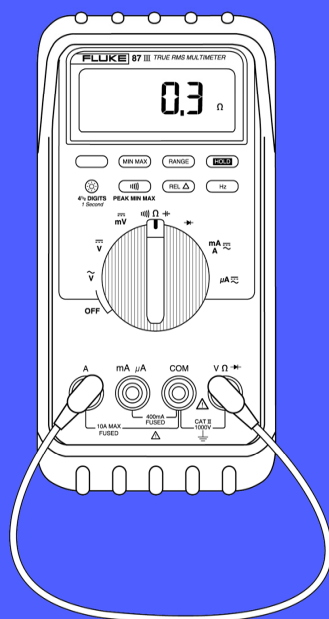
检查多数仪表上的仪表熔断器

第 1 步： 将测试线插到 V/Ω 输入插孔中。选择 Ω 。

第 2 步： 将探针插到 mA 输入插孔中。读取数值。

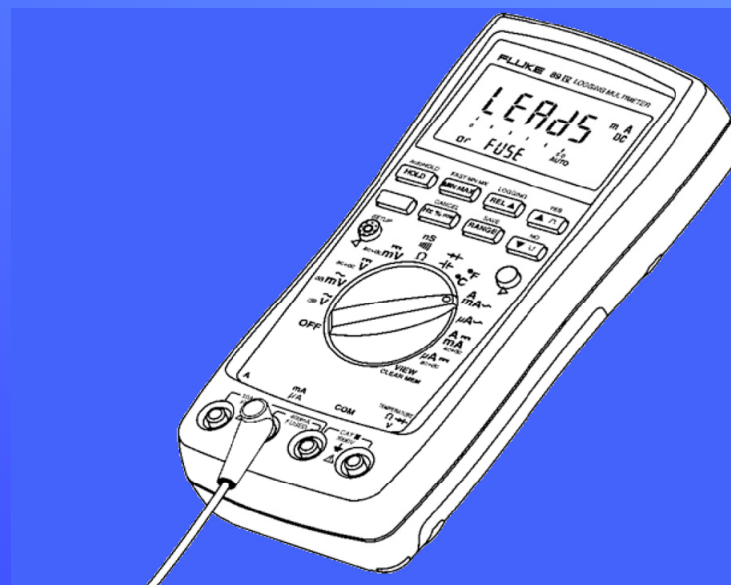
第 3 步： 将探针插到 A 输入插孔中。读取数值。

熔断器正常吗？ 对于一个断开的熔断器，读数将是多少？



©2004, 2007 Fluke Corporation

电气测量安全



(#)

安全检查



电压输入上的过载保护

测试线位于 V/ Ω 和公共输入插孔内：

第 1 步：选择 $\tilde{V}$ ，然后将探头插到一个带电插座中。

以下情况下，是否会将仪表损坏 ...

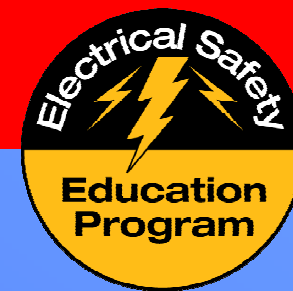
第 2 步：选择 $\overline{mV}$ 。

第 3 步：选择 Ω 。

第 4 步：选择 A。

对于任一功能，过载保护仅在不超过数字式万用表的额定电压时有效。

安全第一



安全练习包括（但不限于）以下方面：

- 工作时尽可能将电路断电。采取适当的上锁/挂牌措施。
- 使用经过良好维护的工具和适宜的安全用具。
 - 安全眼镜、绝缘工具、绝缘手套、弧闪防护服、绝缘垫等
- 不要单独一个人工作。
- 使用安全测量技术。
 - 总要首先连接接地导线，然后再连接火线。
 - 首先断开火线，然后断开接地导线。
- 使用三点测试方法。
 - 测试已知电路，测量目标电路，然后重新测试已知电路。

FLUKE®



Fluke Corporation

©2004, 2007 Fluke Corporation.

网址 : <http://www.fluke.com.cn>