

防患于未然

——降低电气火灾风险的措施与 预防性检测



美国理想工业公司北京代表处

任长宁

2009. 8.

火灾

国之大事
死生之地
存亡之道
不可不察

电气火灾尤其是！



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

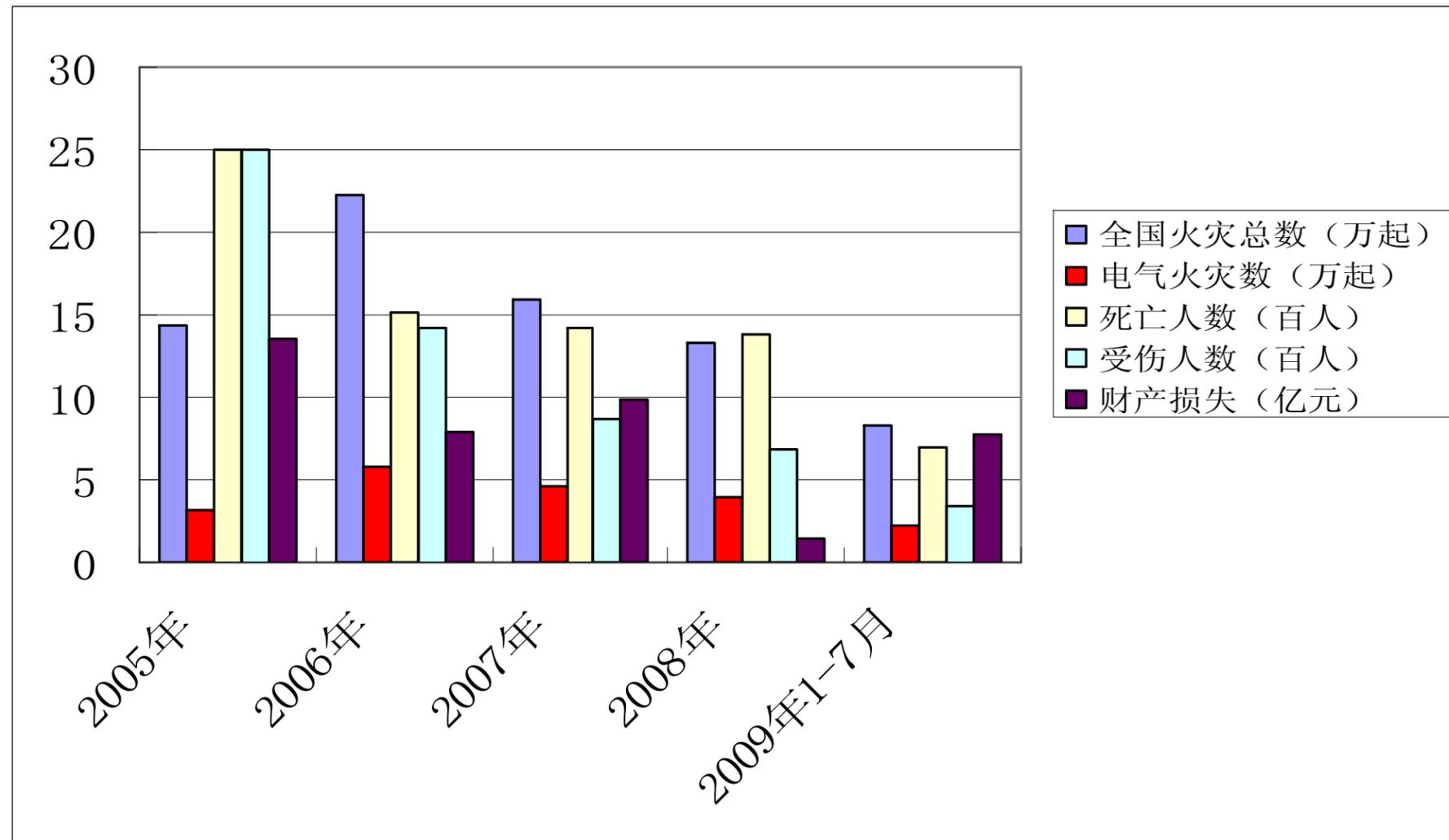
我国电气火灾现状



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

2005年以来历年全国火灾损失统计

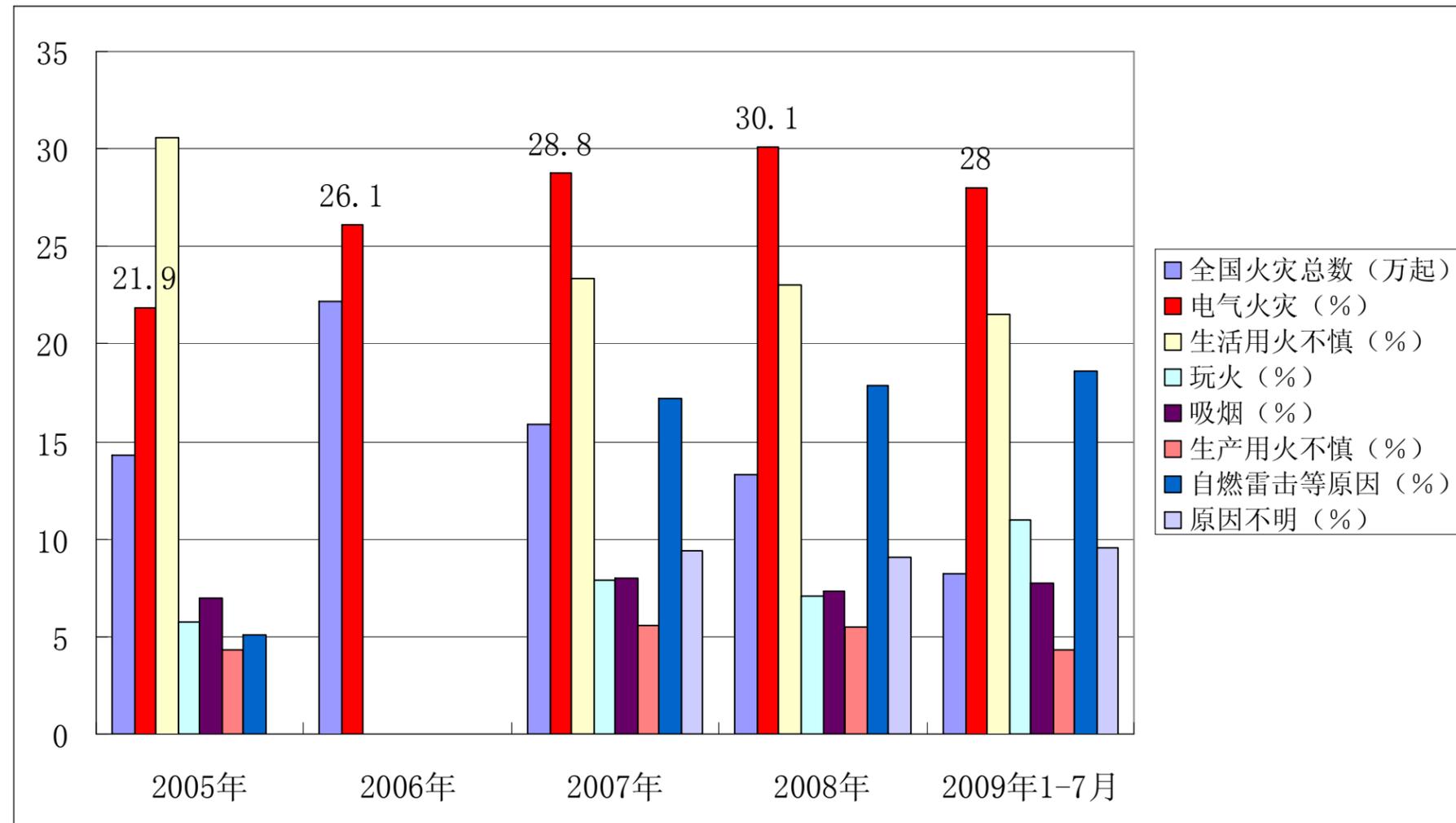
中国消防在线 www.119.china.com.cn



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

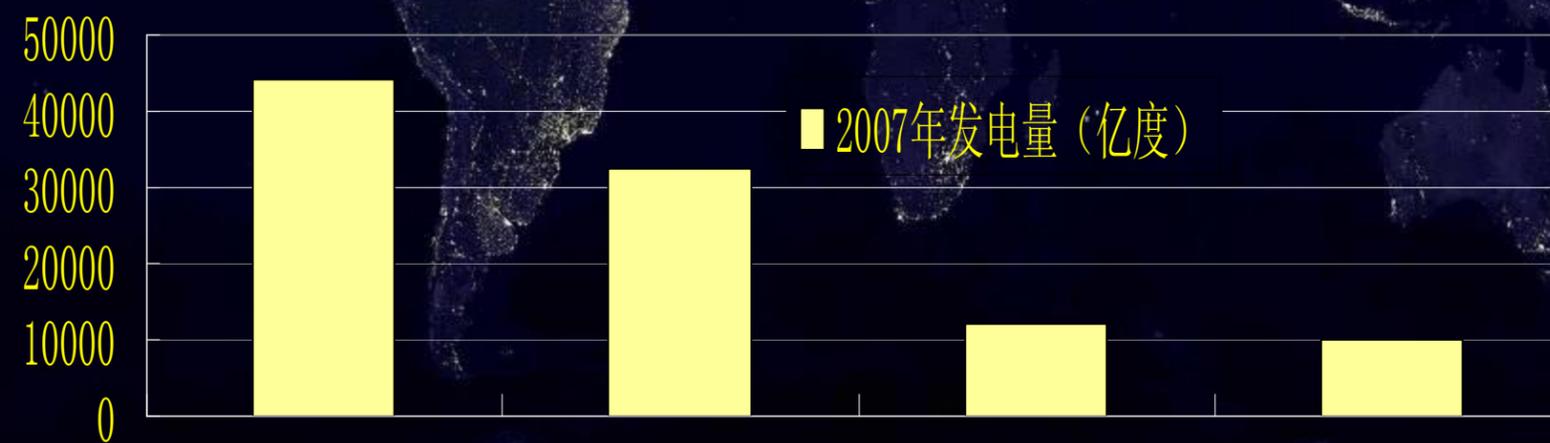
电气火灾比例持续增长 处于各类火灾之首



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

从灯光看用电量



Earth at Night
More information available at:
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap001127.html>

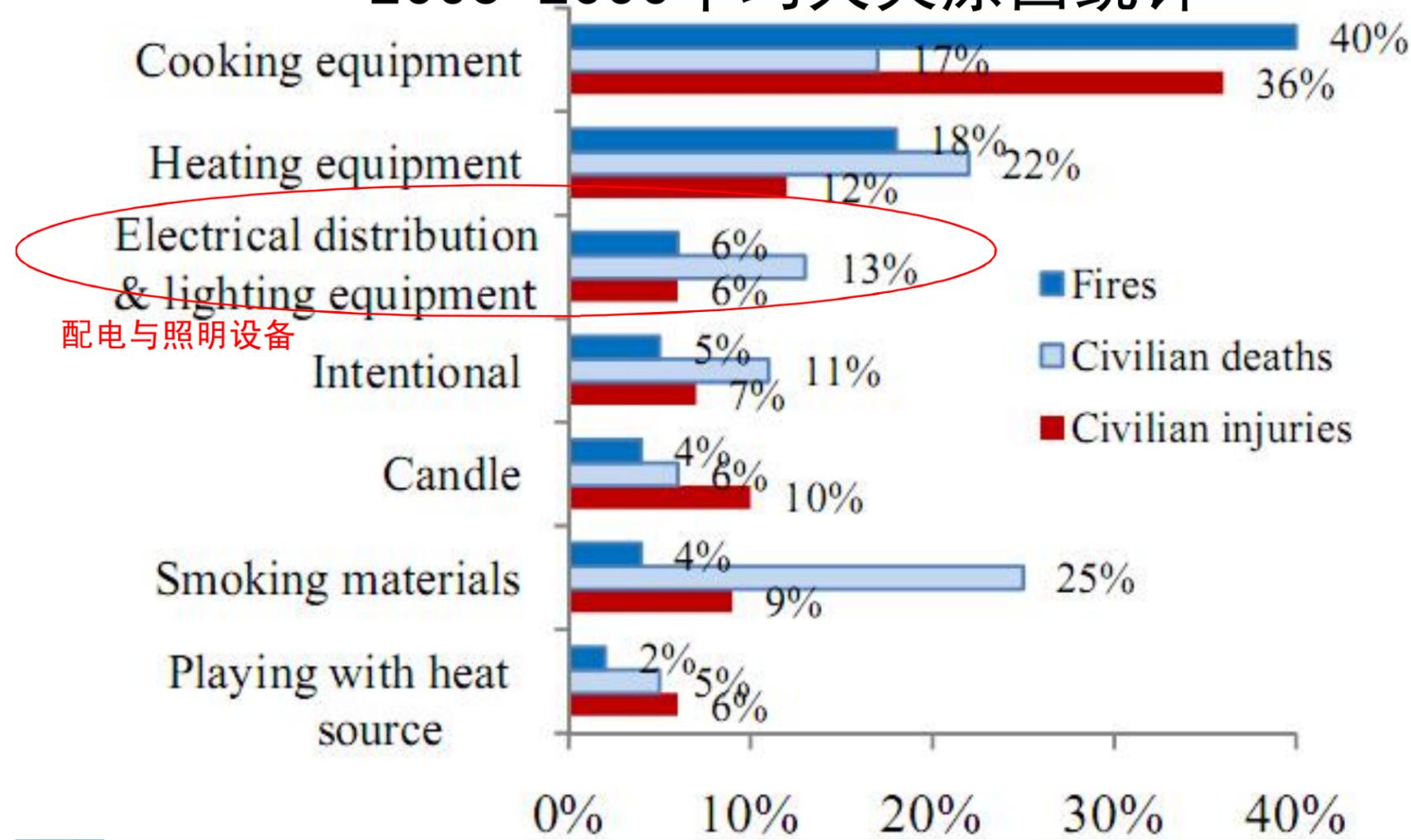
Astronomy Picture of the Day
2000 November 27
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>

美国电气火灾情况.....



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

美国国家消防协会 (NFPA) 2003-2006平均火灾原因统计



配电与照明设备

差距何在？

- 1 工程设计
- 2 施工材料
- 3 施工工艺
- 4 质量控制
- 5 验收检验

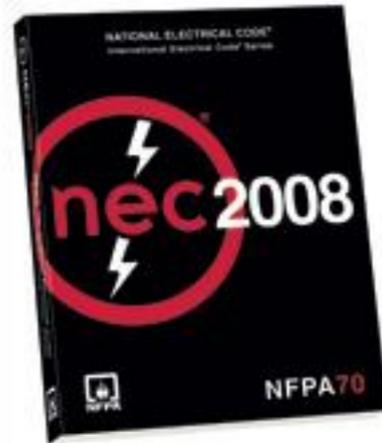


每一环节背后都有
“标准/规范”的支持



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

美国国家消防协会标准

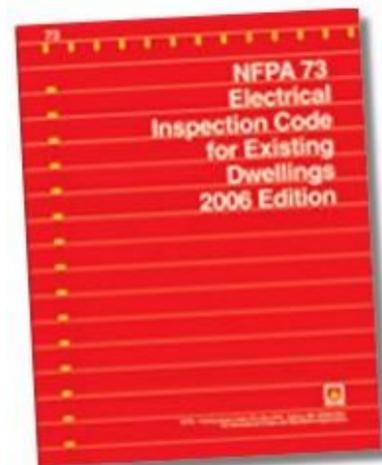


第70号：国家电气规范

NFPA70 National Electrical Code

自1897版开始, 每2~3年修订1次, 历经1899, 1901, 1903, 1904, 1905, 1907, 1909, 1911, 1913, 1915, 1918, 1920, 1923, 1925, 1926, 1928, 1930, 1931, 1933, 1935, 1937, 1940, 1942, 1943, 1947, 1949, 1951, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1962, 1965, 1968, 1971, 1975, 1978, 1981, 1984, 1987, 1990, 1993, 1996, 1999, 2002, 2005版本.

现行2008版是第51次修订, 长达822页。



第73号：已建民居电气检验规范

NFPA 73 Electrical Inspection Code for Existing Dwellings

1993年第一版, 历经1996, 2000版, 现行2006版



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

我国与电气安全有关的部分标准与规范

规范名称	页数
《GB/T 16895-2005 建筑物电气装置》（IEC60364译稿）2006?	38卷10个附件
《JGJ 16-2008 民用建筑电气设计规范》+ 条文说明	407+226
《GB50303-2002建筑电气工程施工质量验收规范》	136
《GB50254-96 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》	41
《GB50150-2006电气装置安装工程电气设备交接试验标准》	92
《GB13955-2005剩余电流动作保护装置安装和运行》	18
《GB50168-2006 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》	68
《GB50169-2006电气装置安装工程接地装置施工及验收规范	45
《GB50054-95低压配电设计规范》	36
《GB50052-95供配电系统设计规范》	63



IDEAL Test & Measurement

Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

专门为“电气防火”编制的 标准与规范

标准名称	页数
《GBXXXX-200X 建筑电气火灾预防技术要求和检测方法》	33
《DB64/T 496-2007 电气防火检测技术规程》（宁夏）	
《DB/T 1602-2007 电气防火检测技术规范》（甘肃）	
《DG/TJ 08-2048-2008 民用建筑电气防火设计规程》（上海）	
《DB51/325-2000 电气防火安全检测技术导则》（四川）	
《DB11/XXX-200X 北京市电气防火检测技术规范》（北京 代替2000版）	34



防范电气火灾 必须依据标准

准确检测 → 查明原因 → 采取措施



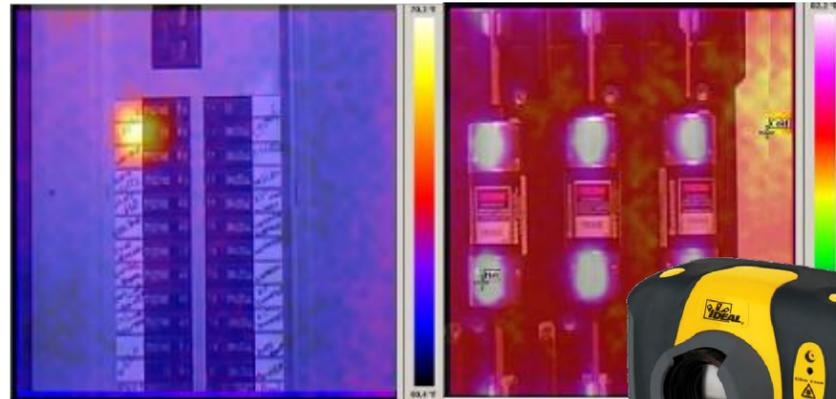
IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

视其所以，观其所由，察其所安。
火焉臿哉？火焉臿哉？



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

测试手段之一——红外测温技术



- 😊 快速、直观、准确
- 😬 不能覆盖整条线路
- 😬 检测时故障不一定出现
- 😬 视线可及，才能检测，
不适于隐蔽工程
- 😬 不知道**发热原因**



发热只是表象，根本原因是：

导体之间的电能释放

——短路、漏电、闪络、飞弧

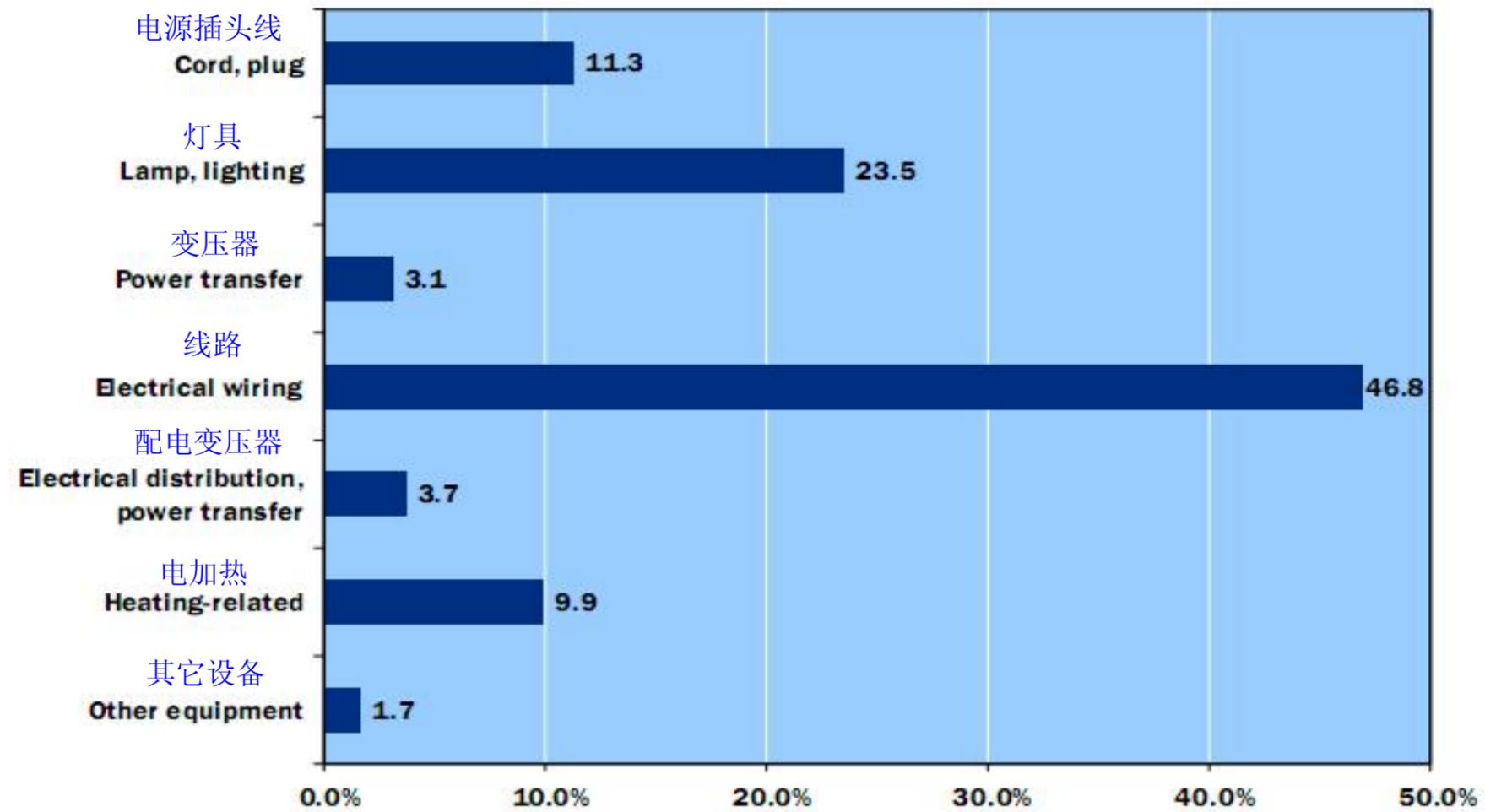
导体本身的电能损耗

——过载、高阻连接、谐波



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

美国国家消防数据中心 2003-2005 电气火灾原因统计



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

防范导体之间的电能释放

——短路、漏电、闪络、飞弧

防范方法1.确保介质绝缘强度

标准规定：

- 低压配电线路，相与相以及相对地之间的绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$
- 1 kV及以下电力电缆和控制电缆，用1000V绝缘测试仪测得绝缘电阻值不低于 $10M\Omega$

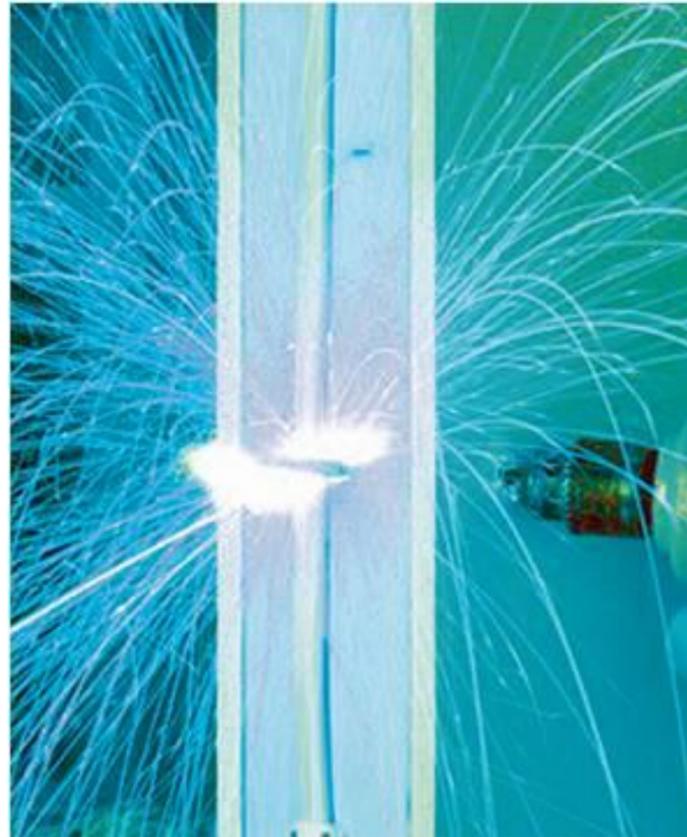


	61-795	61-797
测试电压	250/500/1000V	50/100/250/500/1000V
绝缘电阻	最大 $4G\Omega$	最大 $20G\Omega$



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com



😨 单纯的绝缘强度测试只能解决线路或设备“**一时一处**”是否安全的问题，无法作到“**时时监测**”“**时时保护**”



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

防范导体之间的电能释放

——短路、漏电、闪络、飞弧

防范方法2. 线路上加装保护装置

➤ 过载断路器

➤ 漏电保护器

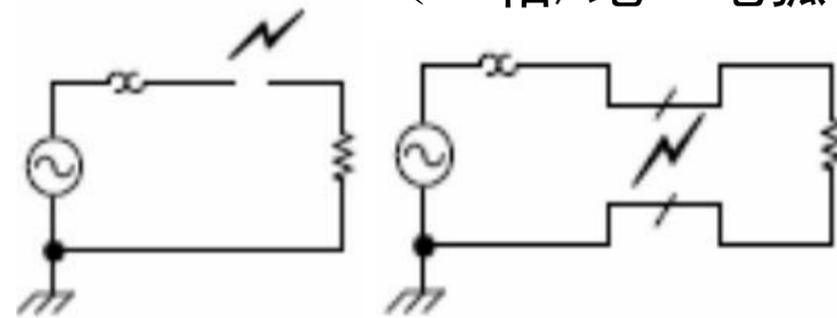
(剩余电流保护装置RCD/接地故障断路器GFCI)

➤ 电弧故障断路器(AFCI)



普通RCD不能对“相/零”间电弧起保护作用

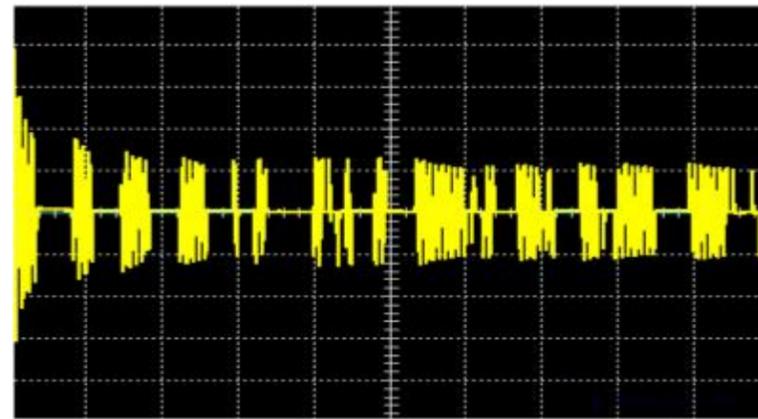
(“相/地”电弧有可能起保护作用)



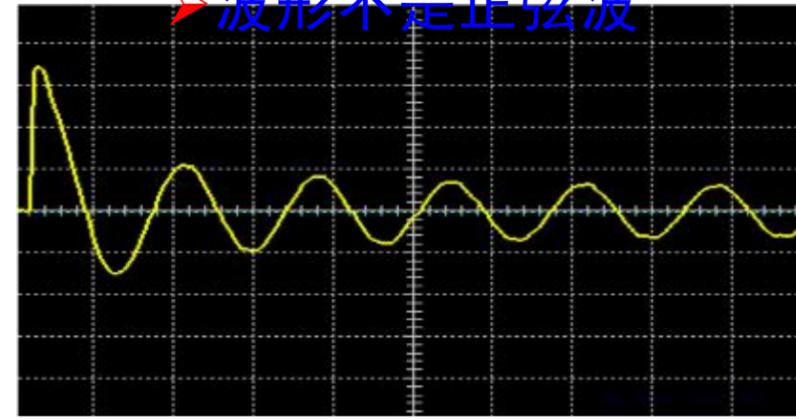
“相/零”间出现电弧时

➤ 剩余电流=0

➤ 波形不是正弦波



电弧波形



正常负载波形

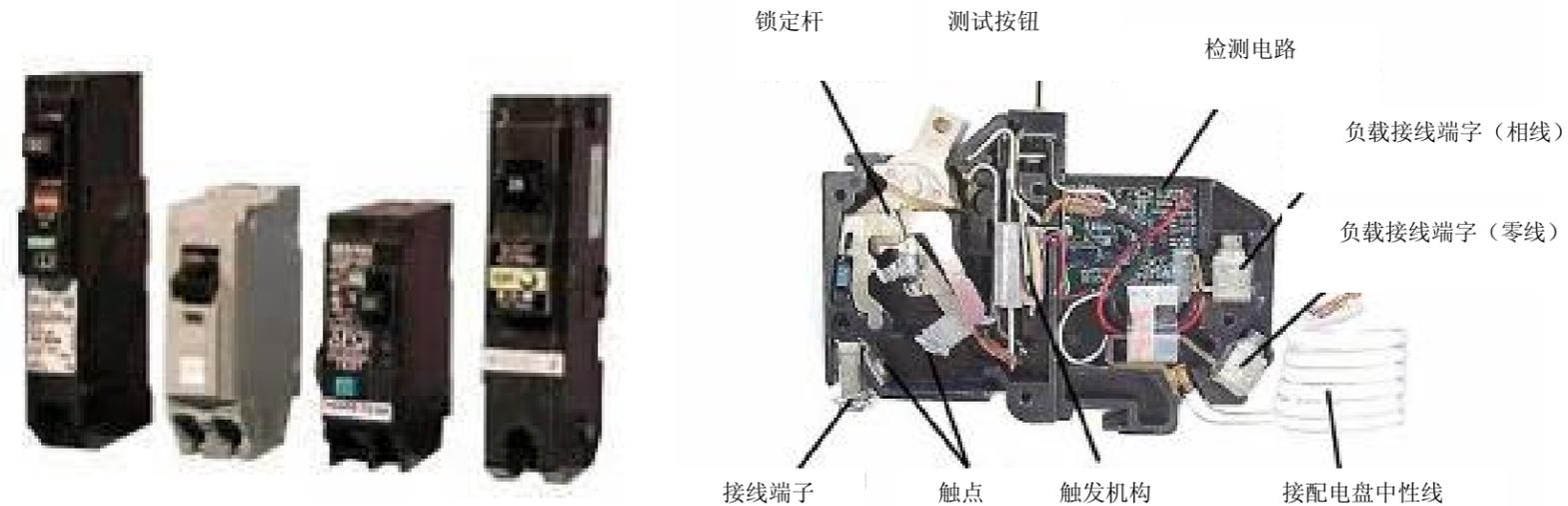


IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

电弧故障断路器(AFCI)

- AFCI 的安装与RCD相同，但触发条件不同，它通过监测电弧特有**波形**、**持续时间**、**频率**，实现对下游线路的长期监测与保护。



电弧故障断路器(AFCI)

- 美国《国家电气规范》1999版（210.12B）中最早提及此类装置；
- 2002版中规定，卧室中所有单相（120V）15A及20A回路都要安装AFCI；
- 2008版中进一步要求，在住宅所有（120V）15A及20A回路都要安装此类装置。
- 我国的工程规范中还没有类似规定！！



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

保护装置的现场验证



🤪 据统计，15%的RCD不能被正常触发

- UL认证机构要求**每月检查一次**；
- 《GB50254-96 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》5.0.2.4规定，“电流型漏电保护器安装后，除应检查接线无误外，还应**通过实验按钮检查**其动作性能，并应满足要求。”；
- 《GB13955-2005漏电保护器的安装和运行》7.3规定，“用于手持式电动工具和移动式电气设备和不连续使用的剩余电流保护装置应在**每次使用前进行试验**”。



仅凭测试按钮验证，存在**两点不足**：



➤ **不能确认**装置的触发电流和响应时间，是否满足指标要求；

➤ 装置本身能触发，**不代表**远离装置的插座或用电设备处发生故障时也能可靠触发。

例如：线路上有**高阻点**，漏电信号无法被保护装置检测到，此时即使装置本身正常也不能起到保护作用。

正确的验证方法（按IEC 60364-6:2006要求）

在RCD下游插座或设备处，仿真事故，现场测试。



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

防范导体本身的电能损耗

——过载、高阻连接、谐波

$$P = i^2 \cdot r$$

P—电能损耗

i—负载电流（谐波电流）

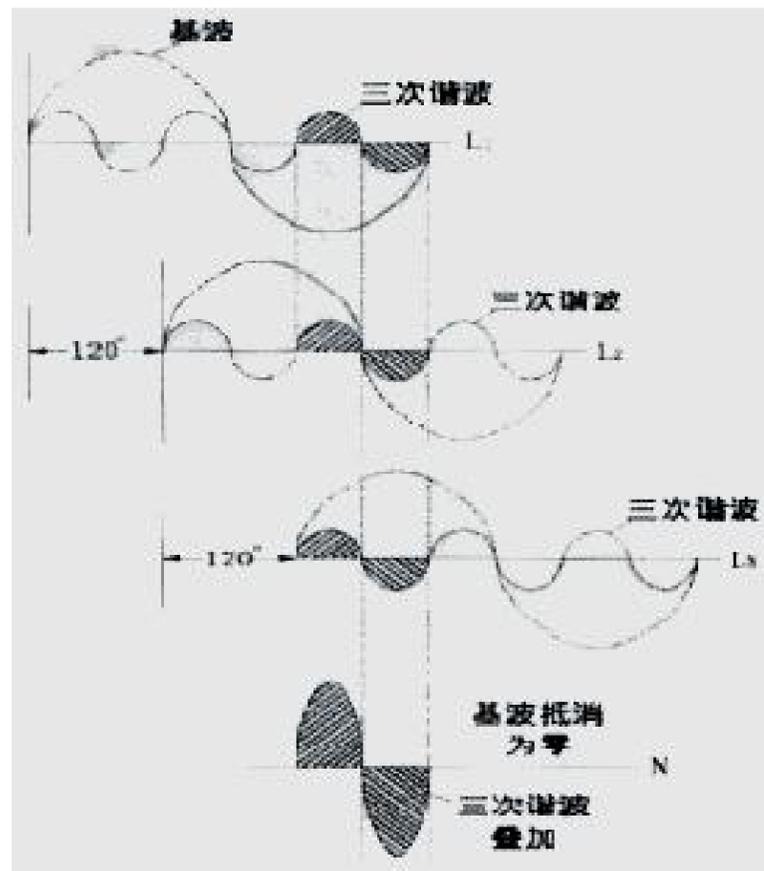
r—导体电阻

若想降低P，要么减小i，要么减小r。



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

谐波——易被忽视的火灾隐患



3倍次（3、6、9等次）谐波造成中性线过载

😲 谐波造成的过载保护，往往被**误判**为保护装置容量不够；更换大容量断路器，无异于“饮鸩止渴”给电气火灾埋下了隐患。

《GB50054-95低压配电设计规范》2.2.6规定，“在三相四线配电系统中，中性线的允许载流量不应小于线路中最大不平衡负荷电流，且应计入谐波电流的影响。”



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

谐波的检测1

波形系数，揭示谐波造成的波形畸变



IDEAL 61-324
万用表



谐波含量越多，
波形畸变越严重，
比值较 $\sqrt{2}$ 偏差越大。

波形	有效值 V_{rms}	峰值系数 CF
	$\frac{1}{\sqrt{2}} A \approx 0.707$	$\sqrt{2} \approx 1.414$
	A	1
	$\frac{1}{\sqrt{3}} A$	$\sqrt{3} \approx 1.732$
	$A\sqrt{D}$	$\frac{A}{\sqrt{AD}} = \frac{1}{\sqrt{D}}$



IDEAL Test & Measurement

Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

谐波的检测2

总谐波含量（**THD%**），揭示电能质量。



IDEAL 61-70x系列多功能钳表

- 《GB/T14549-93电能质量公用电网谐波》规定，低压系统的**THD%小于5%**为正常。
- ✓ THD小于5%时，绿色CP (Clean Power)灯亮
- ✓ 灯灭提示谐波超标



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

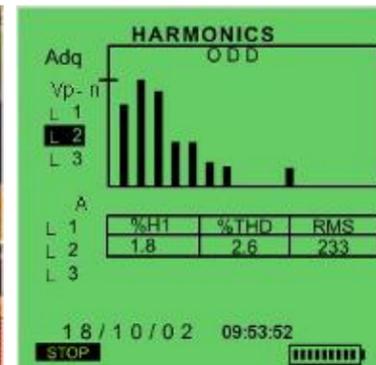
www.idealchina.cn www.idealindustries.com

谐波的检测3

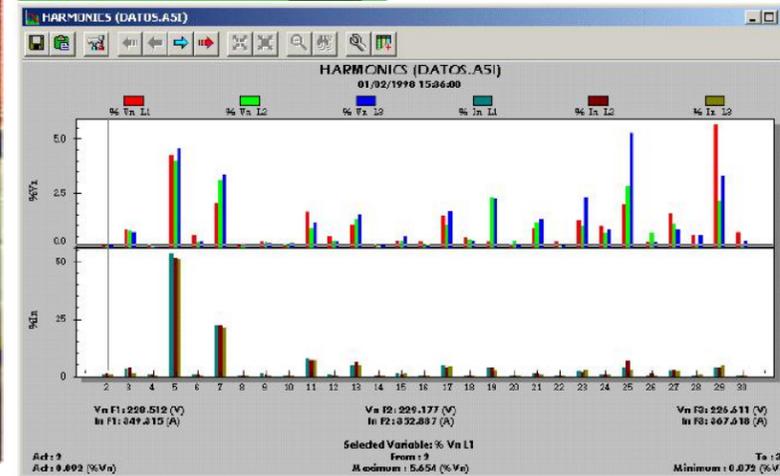
精准定量检测，深入分析与统计。



IDEAL 61-800系列
电能分析仪



50次谐波现场测试
与事后分析



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

降低线损的方法



IDEAL 双显
钳形电流表

$$P = i^2 \cdot r$$

无法降低“负载电流（谐波电流）”情况下，只能设法降低导体电阻 r



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

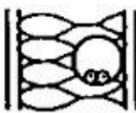
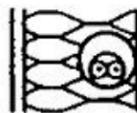
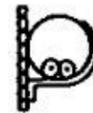
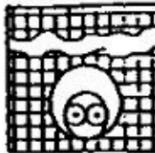
标准中对分支电路导体线径的要求

- 《JGJ16-2008民用建筑电气设计标准》“表7.4.2”规定：“固定敷设的电缆和绝缘电线，电力和照明线路，铜导线最小截面积为**1.5 mm²**”；
- 《GB50096-1999住宅设计规范》6.5.2要求，交流供电使用**2.5 mm²**导线。
- 《DB11/065北京市电气防火检测技术规范》
5.1.4.3：给可控硅调光或计算机供电的三相四线制配电线路，其N线或PEN线截面积不应小于相线截面的**两倍**。



GB/T 16895.15—2002 布线系统载流量

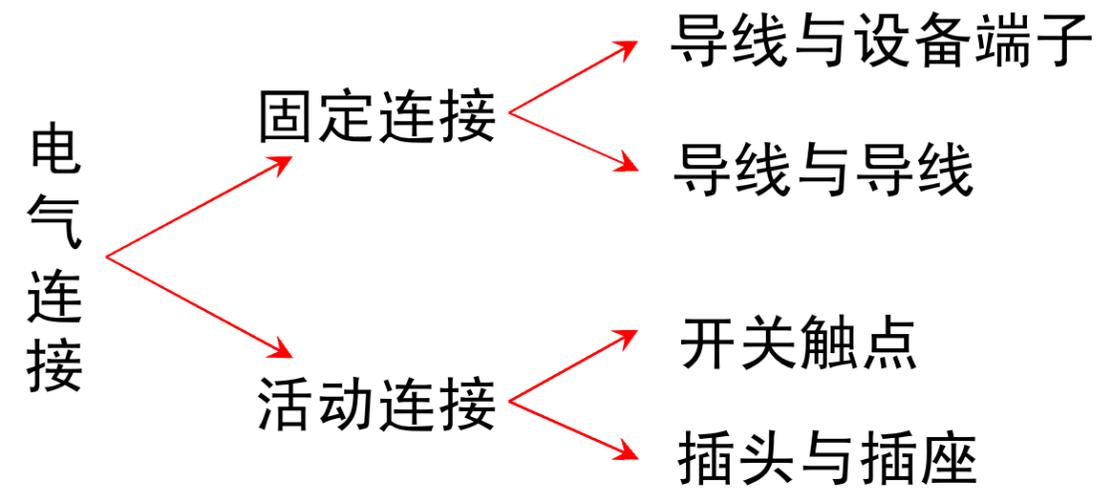
表 52-C1 表 52-B1 中敷设方式的载流量值(A)
 PVC 绝缘, 二根带负荷导体, 铜或铝
 导体温度: 70℃, 环境温度: 30℃(在空气中), 20℃(在地中)

导体标称 截面 mm ²	表 52-B1 的敷设方式					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1						
	2	3	4	5	6	7
铜						
1.5	14.5	14	17.5	16.5	19.5	22
2.5	19.5	18.5	24	23	27	29

单就载流量分析, 分支线路容量不小于3000VA
 线路上的电气火灾隐患另有原因



问题出在**连接环节**上



《GB50303-2002建筑电气工程施工质量验收规范》中
仅是导线与端子或设备的连接规范，而针对导线与导线，尤
其**细导线**（ 2.5mm^2 及以下）的接续，没有明确规定。





绝缘胶布

- 😊 价格低廉、使用简单
- 😬 黏附力不能持久；
- 😬 电气连接易松脱；
- 😬 不易检修；
- 😬 不防水、不防潮。



欧美国家采用的连接方法



- 1926年IDEAL公司的发明专利
- 使用历史超过80年
- 高可靠导线连接
- NEC认可的连接方式
- 通过UL安全认证
- 符合IEC60998-2规定



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

导线连接质量的检测

$$P = i^2 \cdot r = \Delta U \cdot i$$

检测:

导体电阻（阻抗）—— r

导体电压降—— ΔU

NEC 210.19A(1)PFN4 规定: (120V) 线路最大压降不超过**5%**

IEC60364-6 61.3.11(5-52 525) 规定: 不应大于额定电压的**4%**



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

电压偏差合格 并不意味着没有火灾危险

《GB/T 12325-2008供电电压偏差》

- 3.4规定：电压偏差是实际运行电压对系统标称电压的偏差相对值。
- 4.3规定：220 V单相供电电压偏差为标称系统电压的+7%~-10%；

《GB50052 供配电系统设计规范》

- 4.0.4规定：正常运行情况下，用电设备端子处电压允许值在+5%~-10%之间，一般为±5%；

例：

某220V线路，空载电压231V（偏差+5%），带10A负载后电压209V（偏差-5%），电压降=231-209=22V，线损=22V×10A=220W。安全否？？？



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

电气连接高阻点 造成的电气火灾



固定连接
导致过热



活动连接
导致过热



导线过载



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

全面满足 IEC 60364-6:2006 及相关国标要求的检测仪表



SureTest®交流电路分析仪 (61-164CN)

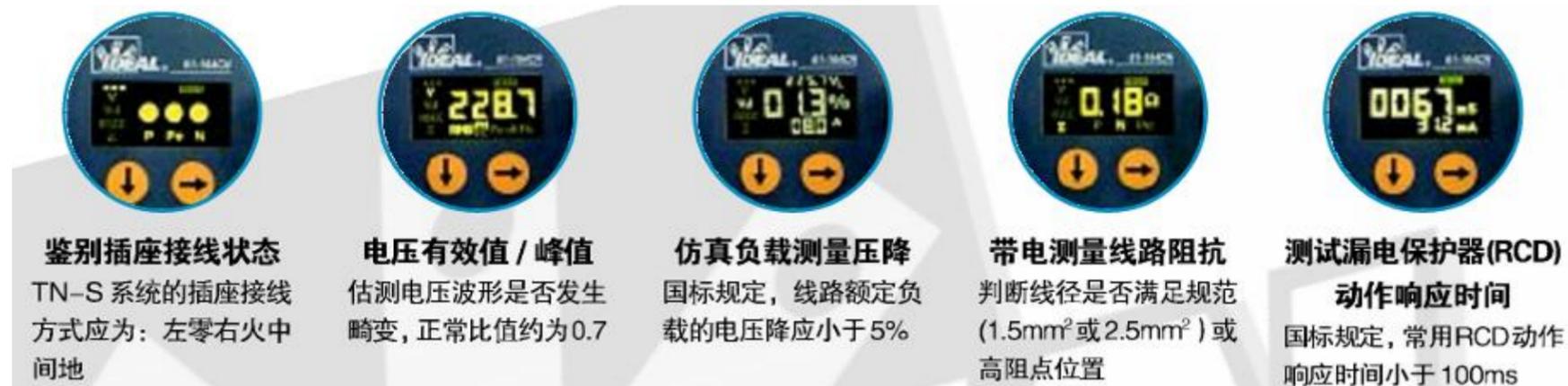
- 仿真5/8/10A测压降，预估线路带载能力
- 带电测试导线阻抗
- 测试漏电保护器（RCD）动作响应时间
- 测量相电压频率/峰值/有效值（评估波形系数）



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

快速获得国标规定指标

- 《GB/T16895-2002建筑物电气装置》（等同IEC60364）
- 《GB50503-2002建筑电气工程施工质量验收规范》
- 《JGJ16-2008民用建筑电气设计规范》
- 《GB50096-1999住宅设计规范》



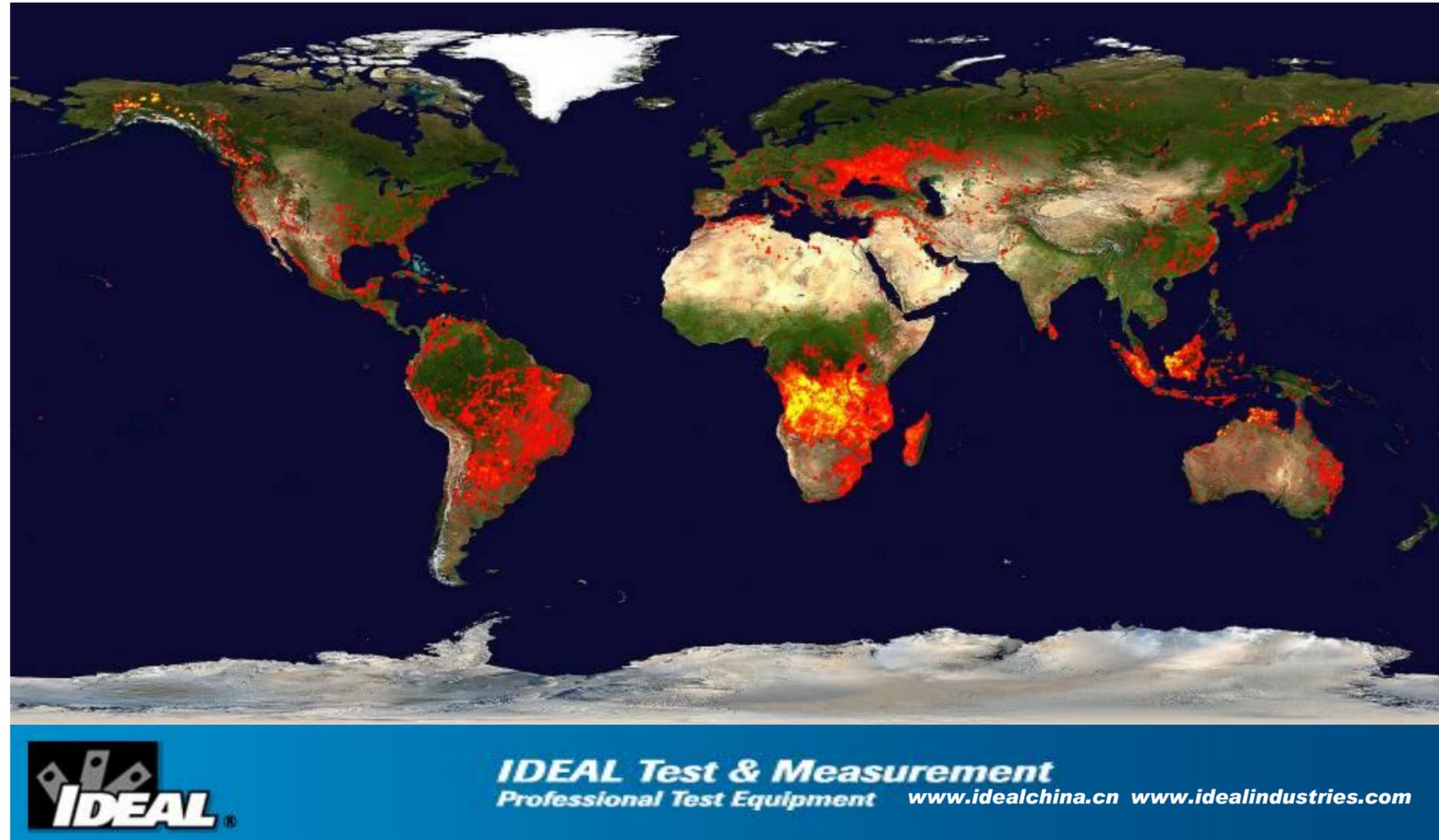
IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment

www.idealchina.cn www.idealindustries.com

全球火灾走势图（2009年8月）

分光辐射适度分辨率成像 (MODIS) 卫星图片

<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/firemaps/>



我所理解的 “消”与“防”的关系

“亡羊补牢”
与
“防患于未然”



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

消防工作的理想境界

百战百胜，非善之善者也；
不战而驱火患，善之善者也。

因为：

有效发现和扑救电气火灾，固然重要，但终究是亡羊补牢。

严格按照规范，施工、验收、维护电气工程，才能实现：

防火患于未燃！



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com

希望在会后得知:

- 1.相关标准何时颁布?
- 2.标准何时再次修订?
- 3.何时以及如何宣贯?

谢谢!



IDEAL Test & Measurement
Professional Test Equipment www.idealchina.cn www.idealindustries.com