

Technology
实用技术


电气设备实用技术

电气设备 检测与试验

〔日〕（财）关东电气保安协会 主编

〔日〕 河野忠男 森田 洁 著

马 杰 译

 科学出版社
www.sciencep.com

电气设备实用技术

电气设备检测与试验

[日] (财)关东电气保安协会 主编

[日] 河野忠男 森田 浩 著
马 杰 译

科学出版社

北 京

图字：01-2008-4777号

内 容 简 介

本书为“电气设备实用技术”丛书之一。本书主要讲解电气设备的检测与试验：各种电气设备如高压变电、配电设备的分类，高压变电、配电设备的测试，高压电缆的测试，断路器的测试，电容的测试，避雷针的测试，以及主要测试仪器（如万用表、测电器、检相计、钳开电流钳、绝缘电阻表）的使用法。本书的特点是图文并茂，给出了大量的照片图，大大地提高了本书的参考阅读价值。

本书适合电工技术人员参考阅读，也可作为工科院校电气及其相关专业师生的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

电气设备检测与试验/（日）（财）关东电气保安协会主编；（日）河野忠男，森田洁著；马杰译. —北京：科学出版社，2009
（电气设备实用技术）

ISBN 918-7-03-024520-5

I. 电… II. ①关…②河…③森…④马… III. ①电气设备-检测
②电气设备-试验 IV. TM64

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第066647号

责任编辑：杨 凯 / 责任制作：董立颖 魏 谨

责任印制：赵德静 / 封面制作：郝晓燕

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

天 时 彩 色 印 刷 有 限 公 司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年6月第 一 版 开本：A5（890×1240）

2009年6月第一次印刷 印张：6 1/2

印数：1—5 000 字数：190 000

定价：25.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

前 言

电在现代社会中是重要的能源。象空气和水一样，无法想象一旦没有电人类将怎样生活。

各种产业虽然是用电大户，但在日常生活中还有照明或空调、冰箱、电视、电话、电梯、自动扶梯、给排水的水泵等都要用电。如果电脑、网络、手机等信息通信设备没有电就瘫痪了。可以说电是维持现代社会生活不可缺少的重要基石。

电是如此重要，所以电气设备的维护和检修不到位就会发生事故或故障，造成停电或发生火灾、触电事故。

特别是需要高压供电的工厂企业用电设备，一旦发生事故有时会波及电力公司的输电、变电及配电线路，造成社会大面积停电。因此工厂企业内部电气设备的维护和检修非常重要。

电虽然看不见，但利用安装在设备上的检测装置或电气技术人员携带各种测试仪器巡视检查，可以早期发现电气设备的异常情况而及时采取适当措施，消除隐患。

本书说明在设备的日常巡视检查、定期检查的现场测试工作中所使用的实际测量、试验方法，还介绍了各种测量仪器仪表的功能及基本使用方法。如果本书能对电气保安技术人员的工作有所帮助，能防止高压变电、配电设备发生事故，将深感欣慰。

(财)关东电气保安协会 专务理事

深山英房

目 录

1 章 高压变电、配电设备概要

1.1	电气设备的现场测试	2
1.2	各种电气设备	4
	电气设备保安体制的种类	6
	一般用电气工作物	7
	企业自用电气工作物	8
	高压变电、配电设备的形态分类	9
	高压变电、配电设备按变电、配电主断路器装置的保护方式分类 ..	13
	高压变电、配电设备使用的器件及功能	14
	高压变电、配电设备的构成	21
1.3	电气设备的维护和检查	22

2 章 现场测试实践

2.1	现场测试概要	28
2.2	高压变电、配电设备的测试	30
	高压变电、配电盘及低压变电、配电盘的测试	30
	绝缘电阻测试	32
	接地电阻测试	33
	用钳形接地电阻表测试接地电阻	34
	用超声波检测各种高压电气设备的局部放电	36
2.3	高压电缆的测试	38

	用E端子法测试绝缘电阻	38
	用G端子法测试绝缘电阻	40
	护套的绝缘电阻测试	42
	直流耐压试验	43
	直流漏电流测试	44
	用直流成分法测试	46
2.4	断路器的测试	52
	油断路器的绝缘电阻测试	52
	真空断路器的绝缘电阻测试	53
	动作时间测试	54
	真空度的简易测试	58
2.5	变压器的测试	60
	绝缘电阻测试	60
	局部放电测试	62
	噪音测试	63
	温度测试	64
	绝缘油的测试	66
	绝缘油的酸价测试	68
	绝缘油的简易酸价测试	70
2.6	电容的测试	72
	电容测试	72
	局部放电测试	74
	绝缘电阻测试	76
	温度测试	77
2.7	避雷器测试	78
	绝缘电阻测试	78
	漏电流测试	79
	接地电阻测试（波阻抗）	80
	用避雷器简易测试器测试	81
2.8	PAS 的测试	84

绝缘电阻测试	84
接地电阻测试	85
短路继电器试验	86
2.9 UGS 的自诊断功能	90
UGS的自诊断功能	90
2.10 保护继电器的试验	92
静止型过流继电器试验	92
欠压继电器试验	104
2.11 使用设备的测试	108
使用设备的绝缘电阻测试	108
使用设备的接地电阻测试	114
漏电断路器的测试	118
配线断路器的温度测试	124
配线断路器的老化诊断	125
各种使用设备的测试	126
用于电力管理的测试	130

3章 主要测试仪器的使用方法

3.1 主要测试仪器的使用方法及概要	144
3.2 万用表	146
万用表的种类	146
万用表的使用方法	147
3.3 测电器（笔）	150
测电器的种类	150
测电器的工作原理	151
测电器的使用方法	152
测电器的日常管理	153
3.4 检相计	154

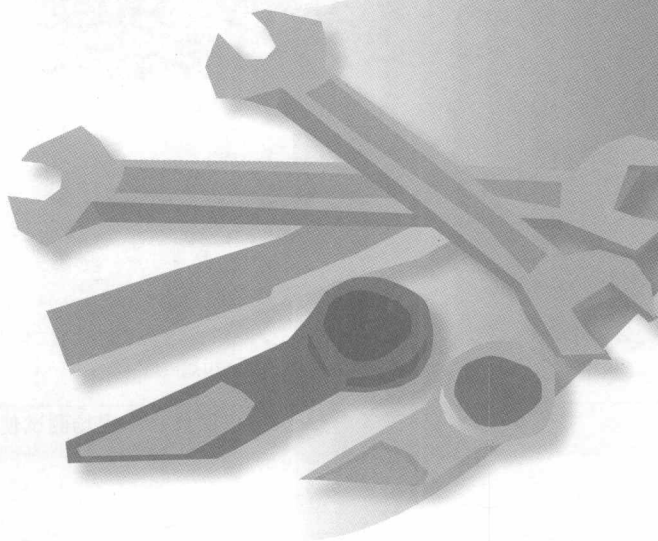
	检相计与简易检相计	154
	检相计的使用方法	155
3.5	钳形电流表	156
	钳形电流表的使用方法	156
	测试负载电流及漏电流	158
	使用钳形电流表的注意点	159
	测试高次谐波电流	160
3.6	绝缘电阻表	162
	绝缘电阻表的使用方法	162
	绝缘电阻的测试方法	163
	测试高压电路的绝缘电阻	165
	绝缘电阻表的额定电压及主要使用示例	166
	绝缘电阻表使用前的检查与精度管理	167
3.7	接地电阻表	168
	什么是接地电阻	168
	接地电阻测试器的种类	169
	用钳形接地电阻表测试接地电阻	170
	用直读式接地电阻表测试接地电阻	172
	接地电阻的容许值	173
3.8	简易式局部放电检测器	174
	局部放电的简易测试	174
	局部放电的机理	175
	测试局部放电的注意点	176
	用局部放电检测器检查设备	177
3.9	温度计	178
	温度的测试	178
	不同器件的最高容许温度	181
3.10	照度计	182
	什么是照度	182
	平均照度的计算方法	183

	用照度计测试照度	184
3.11	噪音计	186
	噪音的简易测试	186
	机器的噪音及音量测试示例	187
3.12	振动计	188
	振动的简易测试	188
3.13	高次谐波监测仪	190
	什么是高次谐波	190
	用高次谐波监测仪的测试示例	191
	测试高低压电路中电气设备的高次谐波	192

1

章

高压变电、配电 设备概要



1.1 电气设备的现场测试

日常巡视检查

是指在通常用电状态下从1日几次到3个月1次的频度。主要是使用目视方法或简易的检测器、装在设备上的测量器等进行巡视检查。

定期检查

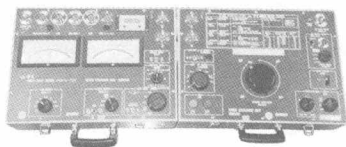
是以1~3年1次的周期，在电气设备停止运行后进行的测量和试验。

电是各种生产设备的原动力，而且使用在家庭或办公室、商业设施的照明、空调设备、厨房用具、办公室自动化机器等社会的所有领域。电是现代社会中不可缺少的重要能源。

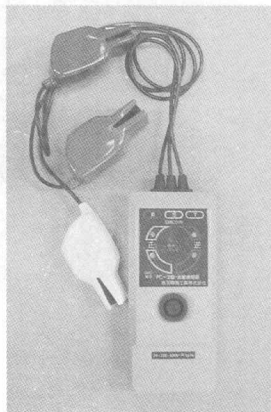
如此重要的电却不能看见也无法听到，因此为了监视电气设备的状态或控制运行要使用各种测量仪器仪表。此外为了日常巡视检查或定期检查设备状态还要使用各种测



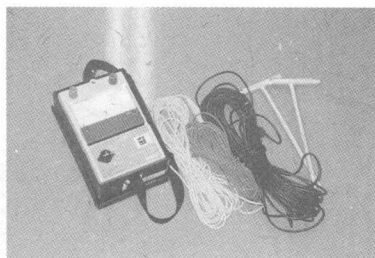
非接触式温度计



便携式继电器测试仪



检相计



接地电阻表



交直流两用测电器

照片1.1 现场测试使

试仪表或测试器（照片1.1）。

电气技术人员或电气设备管理者在用电的场所或发电厂、变电所、变电、配电设备等进行的测试工作叫做现场测试。现场测试一般使用便携式测试器去测量电压、电流、电阻、温度等，或检查电气设备、配线的性能指标是否在规定的范围内，或观察保护装置能否正常动作等。

以下配合大量照片，主要以便携式测试器或简易测试器在现场对电气设备巡视、检查、测试时的操作方法进行说明。

保护装置

当电气设备或配线发生故障或事故时能安全切断电路。

便携式测试器

小型、轻巧，便于搬运的测试装置。

简易测试器

比精密测量仪器的精度差些，但便于现场测试的简易型测试仪器。



数字式万用表



模拟式万用表



低压用绝缘电阻表



低压用测电器



噪音计



局部放电检测器（超声波）



钳形电流表

用的测量仪器仪表

1.2 各种电气设备

变电、配电

指从电力公司得到电力，得到电的交接点叫做变电、配点

合同电力

与电力公司有供电用电合同的电力。合同规模的大小决定了基本电费。

一般家庭、办公室、商店等使用低压电，是100V或200V。大规模的电气设备则把高压或超高压转换成低压的100V或200V后再使用。大型的电气设备如高压电动机有的也直接使用高压电。有些设备需要从35千伏以下的高压，例如从20千伏变电、配电的设备转换成400V以后使用。

根据电力的使用规模（合同电力），从电力公司购电电压区分见表1.1，实际使用的供电形态示例见图1.1。

电是在电力公司的发电厂（核能、火力、水力等）产生出来，变成500千伏、270千伏的高压（超高压），再经过输电线传送到消费地。

表1.1 电压的区分

区 分	电气事业法的定义	通常使用的电压
低 压	交流：600V以下 直流：750V以下	100V, 200V, 400V
高 压	交流：600V以上 7 000V以下 直流：750V以上 7 000V以下	6 600V
超高压	交流、直流均在7 000V以上	20 000V, 30 000V, 60 000V等

在消费地6万伏以上的高压（超高压）直接进入一些需要电力多的工厂或大楼，通过企业自用的超高压变电、配电设备降低成需要的电压使用。

超高压电也可以由电力公司变成6 600V的电压，沿着路边电线杆上的高压架空线或地下变电、配电线传输。一般家庭或商店需要的低压电则是通过装在电柱上，或在地面或地下的变压器变成100V、200V之后使用。

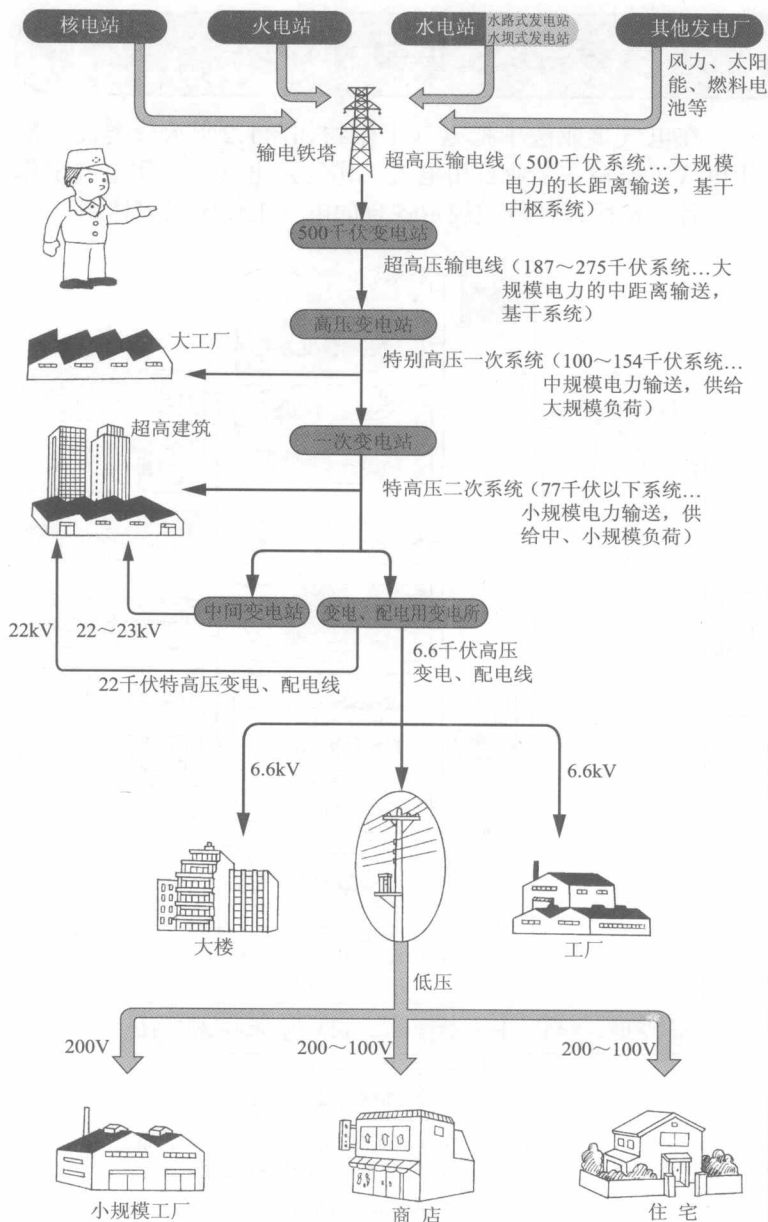


图1.1 供电的各种形式

中间变电站

将来自一次变电站的高压变到20~30千伏左右, 送到特高压用户。

变电、配用电的变电站

将一次变电站的高压变成6 600V后送到变电、配电线。将高压电送给用户的同时也利用连接变电、配电线的柱上变压器或地面(地下)变压器, 变换成100/200V的低压, 送到低压电用户。

电气设备保安体制的种类

一般用电气工作物

主要是使用低压电的住宅、商店、小工厂里的电气设备。

企业自用电气工作物

除一般用电气工作物和电气事业用电气工作物以外的电气工作物。主要是使用高压、特高压的电气设备。

电气事业用电气工作物

如电力公司等，对外部供电用的电气设备。

自主保安体制

电气事业法规定了事业用电气工作物要由设备的设置者选任的电气主任技术者制定保安规程，并负责电气设备的施工工程，维护及运行。叫做自主保安体制。

在电气事业法中把电气工作物如图1.2所示分类成一般用电气工作物、企业自用电气工作物及电气事业用电气工作物三种。按照每种分类规定各自的电气工作物保安体制。

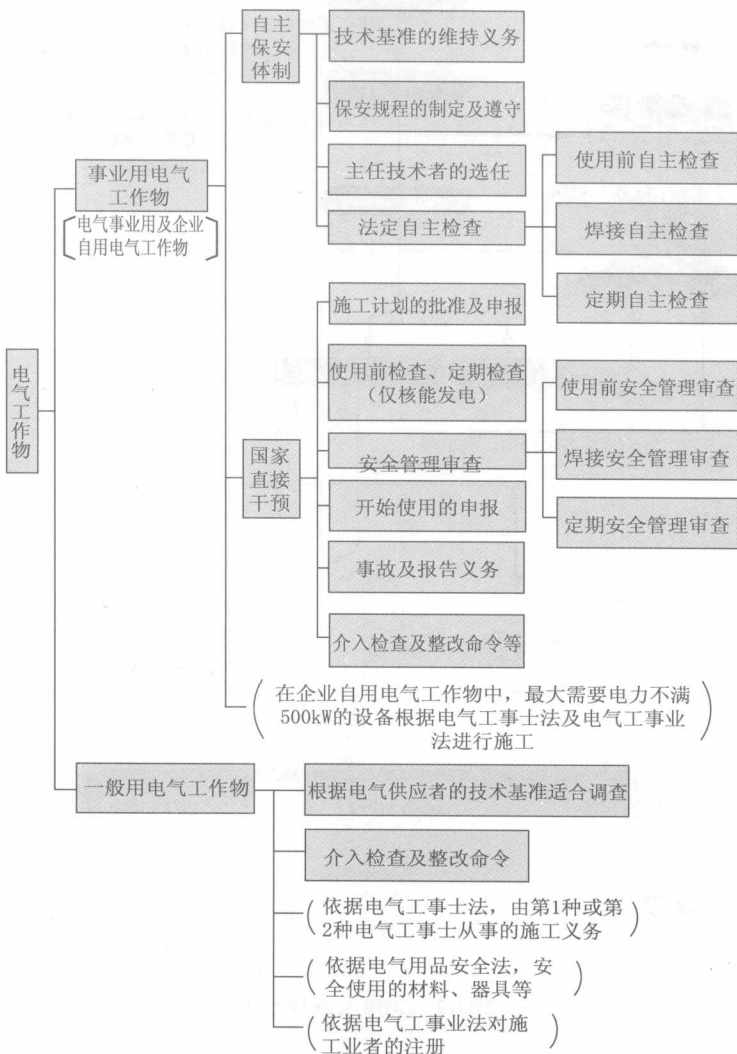


图1.2 电气工作物的保安体制

一般用电气工作物

一般用电气工作物是指从电力公司购买的低压电使用所需要的设备或小容量发电设备。主要是使用单相2线制，单相3线制100/200V，三相3线制200V。最近低压400V也有使用。

一般用电气工作物的定义如下：

- ① 变电、配电电压在600V以下的。
- ② 在与变电、配电场所同一管区内用电的。
- ③ 在管区内使用，不向区外送电的。
- ④ 没有大发电设备的。小规模发电设备是一般用电气工作物，具体规定如下：

- 输出不满20kW的太阳电池发电设备。
- 输出不满20kW的风力发电设备。
- 输出不满10kW的水力发电设备（带有水坝的除外）。
- 输出不满10kW的内燃机发电设备（汽油机或柴油机等）。
- 输出不满10kW的燃料电池发电设备（是固体高分子型，最高使用压力不超过0.1MPa的）。

⑤ 必须是在没有爆炸性或可燃性的场所（因涉及矿山、炸药的场所危险性高，即使是低压设备也作为企业自用设备）。

决定一般用电气工作物安全的主要规定如下，如图1.2所示：

① 电力公司有调查电气设备是否符合《电气设备的技术基准》（以下简称“电技”）安全要求的义务。

- 安装新设备或变更设备时的竣工调查。
- 每4年一次的定期调查。

上述两项的调查工作由电力公司或受电力公司委托的电气保安协会等注册调查机关进行（电气事业法）。

② 电气施工由电气工事士进行（电气工事士法）。

③ 经营电气工事业必须经过注册（电气工事业法）。

④ 配线及电器等必须使用安全的电气用品（电气用品安全法）。

单相3线制
100/200V

以位于3条
电线中间的中线
为中心，相位差
180°的100V交
流电，两端的电
压为200V。

燃料电池发电
设备

利用氢和氧结
合时产生电的原
理（电解的逆作
用）来发电的方
式。

低压室内电路

是指交流600V以下的电压（通常为100V、200V）的室内配线，使用电的机器用具，以及配线电器等。是在通常使用状态下有电的场所。

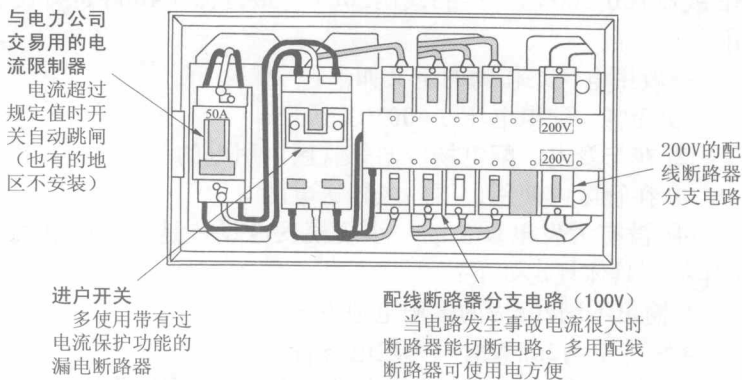
电气主任技术者

负责电气设备的施工、维护及运行有关监督和保安的人。企业自用电气工作物设置者有选派电气主任技术者的义务。

⑤ 官方（经济产业省、原子能安全及保安院）的介入检查或整改命令（电气事业法）。

图1.3是住宅中单相3线制100/200V分电盘的例子。

在低压室内电路中，规定了必须在靠近进口（内线规程定在8m以内）容易开关的地方设置开关。



这种家庭用的分电盘都密集装有进线口、分支电路用的过电流断路器等

图1.3 住宅用分电盘的例子

企业自用电气工作物

企业自用电气工作物大致可分成高压电气设备及特别高压电气设备，在此概要说明占企业自用电气设备大半的高压电气设备。

企业自用高压电气设备大部分是接受6 600V的电压，并将其变为100V或200V低压再使用的。把高压电变成低压电再送出的设备叫做高压变电、配电设备，一般可供应50~2 000kW的电力需要。

企业自用的电气设备与一般用电气设备不同，是自主保安。即电气事业法规定的自家的设备自家维护，因此为了保证安全必须做到以下事项：

① 关于选任电气主任技术者的工作，可将电气保安的业务委托给电气保安法人（电气保安协会等）或专门从事电气保安的个人技术者（电气管理技术者）。