

安全工程系列便携手册

电气安全便携手册

《电气安全便携手册》编写组 编

www.golden-book.com

机械工业出版社

本书详细介绍了各种电气设备的安全使用、安装要求、常见故障处理及电气工作的安全措施、电气安全生产管理等内容，叙述简明，具有极强的可操作性。

本书可供电气安全监管人员、电气防火管理人员及电气专业工程技术人员等参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气安全便携手册/《电气安全便携手册》编写组编. —北京: 机械工业出版社, 2006.8

(安全工程系列便携手册)

ISBN 7-111-19600-7

I. 电... II. 电... III. 电气设备—安全技术—手册
IV. TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 080555 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号·邮政编码 100037)
责任编辑: 何文军 版式设计: 冉晓华 责任校对: 唐海燕
封面设计: 姚 毅 责任印制:

印刷厂印刷

2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

119mm × 165mm 6.0625 印张·2 插页·203 千字

0 001— 册

定价: 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线电话 (010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

《电气安全便携手册》

编 写 人 员

主编 石敬炜

参编 任大海 曲 鹏 杨大伟
许佳华 张明成 谭桂兰
白雅君 王 琳 王荣祥
王 鹏 朱 宝 索 强

出版说明

随着我国社会经济的持续发展和人民生活水平的日益提高，国家、社会、企业和公众对安全文化质量的要求也在与时俱进，这就要求我们必须研究新情况，解决新问题。

所谓“人命关天，国运所系”，尊重人权是大众追求的时代文明，也是安全文化的真谛。完善的安全法规和管理制度、必备的安全知识，是预防和减少事故发生的重要措施。国家有关部门颁布实施了众多法律、法规，如《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国民用爆炸品管理条例》、《危险化学品安全管理条例》、《矿山安全条例》、《电力监管条例》等等，这对我国安全文化的建设和发展起到了规范和指导性的作用。在这种形势下，如何提高企业安全管理人员的能力、对企业职工进行安全知识培训、营造“关注安全，关爱生命”的舆论氛围显得尤为重要。为了满足这种需求，我们组织人员编写了这套携带方便、简明实用的《安全工程系列便携手册》丛书。

本系列图书包括以下分册：

机械安全便携手册

电气安全便携手册

防火防爆安全便携手册

建筑施工特种设备安全便携手册

矿山通风便携手册

矿山采掘安全便携手册

建筑工程施工机械安全便携手册

建筑施工安全技术措施便携手册

矿山爆破便携手册

危险化学品安全便携手册

本系列图书在编写过程中参阅了许多相关文献资料，在此向有关作者表示衷心的感谢！由于编者水平所限，难免存在疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正，以便再版时改进。

编 者

2006 年 3 月

前 言

安全生产是我国的一项基本国策，是保证经济建设持续、稳定、协调发展和社会安定的基本条件，也是社会文明进步的重要标志。作为安全生产中的一个重要的组成部分，电气安全关系到人们的生命安全、财产安全，所以说搞好电气安全生产具有十分重要的意义。

为了配合国家的有关法律、法规，实现电气安全生产，搞好企业安全生产管理工作，加强电气工作者的安全思想意识，提高其技术水平，我们编写了本书。

本书详细介绍了各种电气设备的安全使用、安装要求、常见故障处理及电气工作的安全措施、电气安全生产管理等内容，逻辑清楚，语言简明，具有极强的可操作性。可供电气安全监管人员、电气防火管理人员及电气专业工程技术人员等参考和使用。

由于水平有限，难免存在疏漏和不足之处，恳请

广大专家和读者批评指正，以便再版时改进。

编 者
2006 年 4 月

www.golden-book.com

目 录

出版说明

前言

1	电气安全基本要素	1
1.1	电气安全相关术语	1
1.1.1	基本概念	1
1.1.2	基本要素	6
1.1.3	基本措施	10
1.2	间距	19
1.3	安全标志	22
2	电气安全工器具	26
2.1	绝缘棒	26
2.2	绝缘夹钳	27
2.3	绝缘手套	28
2.4	绝缘靴（鞋）	29
2.5	绝缘站台、绝缘垫和绝缘毯	29
2.6	验电器	30

2.7	电气安全工器具的工作要求	31
2.8	几种常用绝缘安全工器具试验标准及 登高工器具试验标准	31
3	电气设备安全	38
3.1	变配电站安全	38
3.2	电动机安全	41
3.3	高压开关设备安全	42
3.3.1	高压断路器安全	42
3.3.2	高压隔离开关安全	57
3.3.3	高压负荷开关安全	60
3.4	低压开关使用安全	62
3.4.1	刀开关	62
3.4.2	开启式负荷开关	63
3.4.3	铁壳开关	64
3.4.4	组合开关	65
3.4.5	低压断路器	67
3.4.6	低压开关的爆炸、火灾预防	69
3.5	互感器安全	70
3.5.1	概述	70
3.5.2	电流互感器安全	71
3.5.3	电压互感器安全	78
3.5.4	互感器安装注意事项	83

3.5.5	互感器交接试验	85
3.5.6	互感器常见故障处理	87
3.5.7	互感器的运行维护	88
3.6	电力电容器安全	90
3.6.1	电力系统无功补偿概念	90
3.6.2	电力电容器补偿容量确定	94
3.6.3	电力电容器常见故障及处理	97
3.6.4	电力电容器运行维护	98
3.6.5	电力电容器安装要求	101
3.7	起重机电气设备安全	105
3.8	电焊机使用安全	109
4	照明灯具安全使用	110
4.1	白炽灯及其安全使用	110
4.2	卤钨灯及其安全使用	113
4.3	荧光灯及其安全使用	114
4.4	高压汞灯及其安全使用	117
4.5	高压钠灯及其安全使用	120
4.6	金属卤化物灯及其安全使用	121
4.7	混光灯及其安全使用	123
4.8	照明灯具悬挂高度要求	125
4.9	照明灯具装置安装要求	126

5 电气工作安全措施	131
5.1 保证安全的组织措施	131
5.1.1 工作票制度	131
5.1.2 工作许可制度	152
5.1.3 工作监护制度	152
5.1.4 工作间断、转移和终结制度	153
5.2 保证安全的技术措施	155
5.2.1 停电	155
5.2.2 验电	156
5.2.3 接地	157
5.2.4 悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）	158
5.3 低压带电工作的安全措施	159
5.4 保证变配电所安全运行的组织措施	161
5.4.1 交接班制度	162
5.4.2 巡回检查制度	164
5.4.3 设备定期试验轮换制度	165
6 电气事故及安全防护	166
6.1 触电事故及安全防护	166
6.1.1 电击、电伤及电流对人体的作用	166
6.1.2 触电事故预防技术	168
6.2 雷击事故及安全防护	184
6.2.1 雷电的种类及危害	184

6.2.2 防雷技术	186
6.3 静电事故及安全防护	189
6.3.1 静电的特性及危害	189
6.3.2 防静电措施	191
6.4 电磁辐射事故及安全防护	193
6.4.1 电磁辐射概要	193
6.4.2 电磁辐射防护	194
7 电气防火防爆安全技术	196
7.1 引燃源	197
7.1.1 电气引燃源	197
7.1.2 非电气引燃源	200
7.2 危险物质和危险环境	201
7.2.1 危险物质	201
7.2.2 危险环境	202
7.3 防火防爆技术	203
7.3.1 综合防火防爆技术	203
7.3.2 电气防爆	204
8 触电急救	208
8.1 脱离电源	208
8.2 迅速诊断	210
8.3 心肺复苏	211
8.4 抢救过程中的再判定	215

8.5	抢救过程中触电伤员的移动与转院	216
8.6	触电伤员好转后处理	216
8.7	杆上或高处触电急救	217
8.8	外伤处理	218
9	安全生产管理	220
9.1	概述	220
9.2	安全生产责任制	221
9.2.1	企业领导的安全职责	222
9.2.2	企业的安全管理人员主要职责	224
9.2.3	企业的每个职工在安全生产方面职责	225
9.2.4	企业电气工作人员的职责和条件	225
9.3	安全生产监督	230
9.3.1	企业安全监督机构职责	231
9.3.2	企业安全监督人员的职权	232
9.4	日常安全管理工作	233
9.5	危险性预测	238
9.5.1	危险性预测的步骤	238
9.5.2	变配电所危险性预测及防范、控制 措施示例	239
9.6	安全性评价	249
9.6.1	编制安全检查表的注意事项	251
9.6.2	安全检查表示例	251

附录	255
附录 A 中华人民共和国安全生产法	255
附录 B 中华人民共和国电力法	282
附录 C 中华人民共和国电力供应与使用 条例	299
附录 D 国务院关于特大安全事故行政责任 追究的规定	311
附录 E 电力安全生产监管办法	319
附录 F 低压电器常见故障及处理	325
附录 G 按环境选择导线、电缆及其敷设 方式	332
附录 H 三相异步电动机常见故障及处理	334
附录 I 国家电网公司安全生产工作规定	339
参考文献	371

1 电气安全基本要素

1.1 电气安全相关术语

1.1.1 基本概念

表 1-1 相关术语

术 语	含 义
保安性 (fail-safe)	为防止产品本身的危险故障而设计的性能
正常状态 (normal condition)	所有用于防止危险的设施均无损坏的状态
电气事故 (electric accident)	由电流、电磁场、雷电、静电和某些电路故障等直接或间接造成建筑设施、电气设备毁坏、人、动物伤亡，以及引起火灾和爆炸等后果的事件
触电电击 (electric shock)	电流通过人体或动物体而引起的病理、生理效应
电磁场伤害 (injury due to electromagnetic field)	人体在电磁场作用下吸收能量受到的伤害

(续)

术 语	含 义
破坏性放电介质击穿 (disruptive discharge dielectric breakdown)	固体、液体、气体介质及其组合介质在高电压作用下, 介质强度丧失的现象。破坏性放电时, 电极间的电压迅速下降到零或接近于零
短路 (short circuit)	通过比较小的电阻或阻抗, 偶然地或有意地对于一个电路中在正常情况下处于不同电压下的两点或几点之间进行的连接
绝缘故障 (insulation fault)	绝缘电阻的不正常下降
接地故障 (earth fault)	由于导体与地连接或对地绝缘电阻变得小于规定值而引起的故障
过电流 (overcurrent)	超过额定电流的电流
过电压 (overvoltage)	超过额定电压的电压
过负载 (overload)	超过额定负载的负载
导电部分 (conductive part)	能导电, 但不一定承载工作电流的部分

(续)

术 语	含 义
带电部分 (live part)	<p>正常使用时被通电的导体或导电部分，它包括中性导体，但按惯例，不包括保护中性导体（PEN 导体）</p> <p>注：此术语不一定意味着触电危险</p>
外露导电部分 (exposed conductive part)	<p>电气设备能被触及的导电部分。它在正常时不带电，但在故障情况下可能带电</p> <p>注：在故障情况下，通过外露导电部分才能带电的电气设备的导电部分不被认为是外露导电部分</p>
外部导电部分 (extraneous conductive part)	<p>不是电气装置组成部分且易引入电位（通常是地电位）的导电部分</p>
同时可触及部分 (simultaneously accessible parts)	<p>人能同时触及的导体或导电部分，或在某些场所中动物能同时触及的导体或导电部分</p> <p>注：同时可触及部分可以是：</p> <ul style="list-style-type: none">① 带电部分② 外露导电部分③ 外部导电部分④ 保护导体⑤ 接地极
直接接触 (direct contact)	<p>人或动物与带电部分的接触</p>

(续)

术 语	含 义
间接接触 (indirect contact)	人或动物与故障情况下变为带电的外露导电部分的接触
接触电压 (touch voltage)	<p>绝缘损坏时,同时可触及部分之间出现的电压</p> <p>注:① 按惯例,此术语仅用在与间接接触保护有关的方面</p> <p>② 在某些情况下,接触电压值可能受到触及这些部分的人的阻抗的明显影响</p>
跨步电压 (step voltage)	人站立在有电流流过的大地上,加于两足之间的电压
安全特低电压 [safety extra-low voltage (SELV)]	用安全隔离变压器或具有独立绕组的变流器与供电干线隔离开的电路中,导体之间或任何一个导体与地之间有效值不超过50 V的交流电压
对地电压 (voltage to earth)	带电体与大地之间的电位差(大地电位为零)
对地过电压 (overvoltage to earth)	高于正常对地峰值电压(对应于最高系统电压),以峰值电压表示的对地电压
触电电流 (shock current)	通过人体或动物体并有可能引起病理、生理效应特征的电流

(续)

术 语	含 义
感知（电流）阈值 (threshold of perception current)	在给定条件下，电流通过人体，可引起任何感觉的最小电流值
摆脱（电流）阈值 (threshold of let-go current)	在给定条件下，手握着电极的人能够摆脱的最大电流值
致颤（电流）阈值 (threshold of ventricular fibrillation current)	在给定条件下，引起心室纤维性颤动的最小电流值
故障电流 (fault current)	由绝缘损坏或绝缘被短接而造成的电流
（电路的）过载电流 [overload current (of a circuit)]	在没有电气故障情况下电路中发生的过电流
短路电流 (short-circuit current)	在电路中，由于故障而造成短路时所产生的过电流
残余电流 (residual current)	在电气装置的一点上流经电路中全部带电导体的电流瞬时值的代数和
人体总阻抗 (total impedance of the human body)	人的体内阻抗与皮肤阻抗的矢量和

(续)

术 语	含 义
安全阻抗 (safety impedance)	连接于带电部分和可触及的导电部分之间的阻抗，其值可在设备正常使用和可能发生故障的情况下，把电流限制在安全值以内，并在设备的整个寿命期间保持其可靠性
耐故障能力 (fault withstand ability)	电气装置承受规定的电气故障电流的作用而不超出规定的损坏程度的能力
不安全温度 (unsafe temperature)	可能引起燃烧和（或）可能使操作者进行无意识的危险动作的温度

1.1.2 基本要素

表 1-2 相关要素

术 语	含 义
绝缘（性能） [insulation (property)]	导体绝缘后所获得的全部性能
绝缘（材料） [insulation (material)]	所有用于使器件绝缘的材料
绝缘结构 (insulation system)	一种或几种绝缘材料的组合。根据电气设备的特点和尺寸要求，将它与导体部件设计成为一个整体，用以隔绝有电位差的导电部分 注：一台电气设备中允许有几种不同的绝缘结构

(续)

术 语	含 义
基本绝缘 (basic insulation)	带电部分上对防触电起基本保护作用的绝缘
附加绝缘 (supplementary insulation)	为了在基本绝缘损坏的情况下防止触电而在基本绝缘之外使用的独立绝缘
双重绝缘 (double insulation)	同时具有基本绝缘和附加绝缘的绝缘
加强绝缘 (reinforced insulation)	相当于双重绝缘保护程度的单独绝缘结构
绝缘电阻 (insulation resistance)	用绝缘材料隔开的两个导体之间，在规定条件下的电阻
介质强度 (dielectric strenght)	材料所能承受而不致遭到破坏的最高电场强度
介质强度试验 (dielectric test)	在绝缘上施加规定的电压以检验其是否符合制造厂所规定的电路额定绝缘电压的短时试验
泄漏电流 (leakage current)	在没有故障的情况下，流入大地或电路中外 部导电部分的电流 注：此电流可以包括有由于有意使用电容器而引起的容性分量
介电损耗 (dielectric loss)	电介质从时变场中吸收，并以热的形式耗散的功率

(续)

术 语	含 义
损耗角 (在正弦波的情况下) [loss angle (under sinusoidal condition)]	有功功率与无功功率绝对值之比的正切角
品质因数 (quality factor)	无功功率的绝对值与有功功率的比
外壳 (enclosure)	对设备受到某些外界影响和任何方向的直接接触起防护作用的部件
防护罩 (protective cover)	为防止意外接触可能发生危险的部件所提供的外壳的一部分或挡板
遮拦 (barrier)	对任何经常接近的方向的直接接触起防护作用的部件
阻挡物 (obstacle)	防止无意识的直接接触，但不防止有意识的直接接触的部件
电气间隙 (clearance)	两导电部分间的最短直线距离
保护间隙 (protective gap)	带电部分与地之间用以限制可能发生最大过电压的间隙
爬电距离 (creepage distance)	在两个导电部分之间沿绝缘材料表面的最短距离 曾称：漏电距离

(续)

术 语	含 义
<p>隔离 (to isolate)</p>	<p>(1) 使一个器件或电路与另外的器件或电路完全断开</p> <p>(2) (用隔开的办法) 提供一种规定的防护等级以隔开任何带电的电路</p>
<p>安全距离 (safe distance)</p>	<p>为了防止人体触及或接近带电体, 防止车辆或其他物体碰撞或接近带电体等造成的危险, 在其间所需保持的一定空间距离</p>
<p>伸臂范围 (arm's reach)</p>	<p>从一个人经常站立或走动的表面上任何一点算起, 到他在不需要帮助的情况下, 任何方向手所能达到的界限为止的范围</p>
<p>(导体的)(连续) 载流量 [(continuous) current-carrying capacity (of a conductor)]</p>	<p>在规定条件下, 导体能够连续承载而不致使其稳定温度超过规定值的最大电流</p>
<p>安全标志 (safety marking)</p>	<p>由安全色、几何图形、图形符号和文字构成的标志, 用以表达特定的安全信息</p>
<p>补充标志 (supplementary marking)</p>	<p>必须与安全标志同时使用, 对安全标志进行文字说明的标志</p>
<p>安全色 (safety colour)</p>	<p>表达安全信息的颜色, 如表示禁止、警告、指令、提示等</p>

1.1.3 基本措施

表 1-3 相关措施

术 语	含 义
TN 系统 (TN system)	<p>电源系统有一点直接接地，负载设备的外露导电部分通过保护导体连接到此接地点的系统。根据中性导体和保护导体的布置，TN 系统的型式有以下三种：</p> <p>(1) TN-S 系统 在整个系统中有分开的中性导体和保护导体</p> <p>(2) TN-C-S 系统 系统中一部分中性导体和保护导体的功能合在一根导体上</p> <p>(3) TN-C 系统 在整个系统中，中性导体和保护导体的功能合在一根导体上</p> <p>注：第一个字母 T 表示电源系统的一点直接接地；第二个字母 N 表示设备的外露导电部分与电源系统接地点直接电气连接；字母 S 表示中性导体和保护导体是分开的；字母 C 表示中性导体和保护导体的功能合在一根导体上</p>
TT 系统 (TT system)	<p>电源系统有一点直接接地，设备外露导电部分的接地与电源系统的接地电气上无关的系统</p> <p>注：第一个字母 T 表示电源系统的一点直接接地；第二个字母 T 表示设备外露导电部分的接地与电源系统的接地电气上无关</p>

(续)

术 语	含 义
IT 系统 (IT system)	<p>电源系统的带电部分不接地或通过阻抗接地，电气设备的外露导电部分接地的系统</p> <p>注：第一个字母 I 表示电源系统所有带电部分不接地或一点通过阻抗接地</p> <p>第二个字母 T 表示设备外露导电部分的接地与电源系统的接地电气上无关</p>
中性点有效接地系统 (system with effectively earthed neutral)	<p>中性点直接接地或经一低值阻抗接地的系统。通常其零序电抗与正序电抗的比值小于或等于 3，即 $X_0/X_1 \leq 3$，零序电阻与正序电抗的比值小于或等于 1，$R_0/X_1 \leq 1$。本系统也可称为大接地电流系统</p>
中性点非有效接地系统 (system with non-effectively earthed neutral)	<p>中性点不接地，或经高值阻抗接地或谐振接地的系统。通常本系统的零序电抗与正序电抗的比值大于 3，即 $X_0/X_1 > 3$，零序电阻与正序电抗的比值大于 1，即 $R_0/X_1 > 1$。本系统也可称为小接地电流系统</p>
检修接地 (inspection earthing)	<p>在检修设备和线路时，切断电源，临时将检修的设备和线路的导电部分与大地连接起来，以防触电事故的接地</p>
工作接地 (working earthing)	<p>为了电路或设备达到运行要求的接地，如变压器低压中性点的接地</p>

(续)

术 语	含 义
保护接地 (protective earthing)	把在故障情况下可能出现危险的的对地电压的导电部分同大地紧密地连接起来的接地
重复接地 (iterative earth)	保护中性导体上一处或多处通过接地装置与地再次连接的接地
故障接地 (fault earthing)	导体与大地的意外连接。当连接的阻抗小到可以忽略时，这种连接叫做“完全接地”
接地电阻 (resistance of an earthed conductor-earthing resistance)	被接地体与地下零电位面的接地极之间接地引线电阻、接地极电阻、接地极与土壤之间的过渡电阻和土壤的溢流电阻之和
接地故障因数 (factor of earth fault)	在一定的系统结构下，接地故障时（系统中任一点的一相或多相接地故障），三相系统中的某选定点（一般指设备安装点）完好相的对地最高工频电压与无故障时该选定点对地工频电压有效值之比
接地故障电流 (earth fault current)	流向大地的故障电流
接地短路电流 (earth short circuit current)	系统接地致使系统发生短路的接地电流
过（电）流保护 (overcurrent protection)	电流超过预定值时，使保护装置动作的一种保护方式

(续)

术 语	含 义
过(电)压保护 (overvoltage protection)	电压超过预定值时,使电源断开或使受控设备电压降低的一种保护方式
断相保护 (open-phase protection)	依靠多相电路的一相导线中电流的消失而断开被保护设备或依靠多相系统的一相或几相失压来防止将电源施加到被保护设备上的一种保护方式
等电位连接 (equipotential bonding)	各个外露导电部分和外部导电部分的电位实质上相等的电气连接
防尘 (dust-protected)	防止灰尘进入外壳的量达到对电气产品产生有害影响的防护
防溅 (protected against splashing)	防止任何方向的溅水进入外壳的水量达到对电气产品产生有害影响的防护
防滴 (protected against dropping water)	防止垂直的滴水进入外壳的水量达到对电气产品产生有害影响的防护
防浸水 (protected against the effects of immersion)	当电气产品在规定的压力和时间下浸在水中时,能防止进入其外壳的水量达到对产品产生有害影响的防护

(续)

术 语	含 义
防潜水 (protected against submersion)	<p>当电气产品按制造厂规定的条件长期潜水时, 不允许水进入其内部的防护</p> <p>注: 对某些类型的电气产品, “防潜水”的含义是: 可以允许水进入其内部, 但不应达到有害程度</p>
安全电路和装置 (safety circuit and device)	<p>为防止在不正常和意外运行时危及人、动物和损坏设备而设计的电路和装置</p>
0 类设备 (class 0 equipment)	<p>依靠基本绝缘进行防触电保护, 即在易接近的导电部分 (如果有的话) 和设备固定布线中的保护导体之间没有连接措施, 在基本绝缘损坏的情况下便依赖于周围环境进行防护的设备</p>
I 类设备 (class I equipment)	<p>不仅依靠基本绝缘进行防触电保护, 而且还包括一个附加的安全措施, 即把易触及的导电部分连接到设备固定布线中的保护 (接地) 导体上, 使易触及导电部分在基本绝缘失效时, 也不会成为带电部分的设备</p>
II 类设备 (class II equipment)	<p>不仅依靠基本绝缘进行防触电保护, 而且还包括附加的安全措施 (例如双重绝缘或加强绝缘), 但对保护接地或依赖设备条件未作规定的设备</p>

(续)

术 语	含 义
Ⅲ类设备 (class Ⅲ equipment)	依靠安全特低电压供电进行防触电保护，并且在其中产生的电压不会高于安全特低电压的设备
过（电）流保护装置 (overcurrent protective device)	由于过电流而使电路中电源断开的一种装置
(机械式开关装置的) 脱扣器 [release (of a mechanical switching device)]	用来释放保持机构而使开关断开或闭合的，与机械式开关在机械上连接在一起的器件
保护继电器 (protective relay)	可以单独组成保护装置，也可以与其他量度继电器相结合组成保护装置的一种量度断电器。保护继电器反应被保护对象的异常情况，按预定要求动作，发出警报信号或切除故障
(单相中性点) 接地电抗器 [(single - phase neutral) earthing reactor]	连接在变压器中性点与地之间的电抗器，用于在系统发生故障时限制线对地电流
接地电路 (earthed circuit)	有一点或几点永久接地的导体的组合

(续)

术 语	含 义
接地开关 (earthing switch)	用于电路接地部分的机械式开关,它能在一定时间内承载非正常条件下的电流(例如短路电流),但不要求它承载正常电路条件下的电流 注:接地开关可具有短路接通容量
接地导体 (earthing conductor)	将主接地端子或主接地排与接地极连接的保护导体
主接地端子, 主接地排 (main earthing terminal, main earthing bar)	将保护导体,包括等电位连接导体和工作接地的导体(如果有的话)与接地装置连接的端子或接地排
漏电断路器 (residual current circuit-breaker)	电路中漏电电流超过预定值时能自动动作的开关
联锁机构 (interlocking device)	在一个开关电器或部件之间,为保证开关电器或其部件按规定的次序动作或防止误动作而设计的机械连接机构
灭弧装置 (arc-control device)	围绕着机械式开关的弧触头,用以限制电弧并帮助电弧熄灭的装置

(续)

术 语	含 义
安全隔离变压器 (safety isolating transformer)	通过至少相当于双重绝缘或加强绝缘的绝缘使输入绕组与输出绕组在电气上分开的变压器。这种变压器是为以安全特低电压向配电电路、电器或其他设备供电而设计的
断路器 (circuit-breaker)	能接通、承载和分断正常电路条件下的电流，也能在所规定的非正常电路条件（例如短路）下接通、承载一定时间和分断电流的机械式开关
熔断器 (fuse)	当电流超过规定值一定时间后，以它本身产生的热量使熔体熔化而分断电路的电路
避雷器 (surge arrester lightning arrester)	保护电气设备免受瞬态过电压的危害，限制续流的持续时间和幅值的一种装置
保护电容器 (capacitor for voltage protection)	接于电力线路与地之间，用以抑制冲击过电压的电容器
安全开关 (safety switch)	在接近带电部分之前断开电源的器件
保护电路 (protective circuit)	以保护为目的的特殊电路或控制电路的一部分

(续)

术 语	含 义
限流电路 (limited current circuit)	在正常条件和在某种可能的故障条件下，其所流过的电流都不会发生危险的电路
保护用电流 (电压) 互感器 [protective current (voltage) transformer]	传递一种信息供给保护装置和控制装置以电流(电压)的互感器
绝缘监视和报警装置 (insulation monitoring and warnign device)	对地绝缘电阻下降时发出信号的装置
保护导体 (protective conductor)	<p>某些防触电保护措施所要求的用来与下列任一部分作电气连接的导体</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 外露导电部分 (2) 外部导电部分 (3) 主接地端子 (4) 接地极 (5) 电源接地点或人工中性点 <p>注：中性导体以符号 PE 表示</p>
中性导体 (neutral conductor)	<p>与系统中性点连接并能起传输电能作用的导体</p> <p>注：中性导体以符号 N 表示</p>

(续)

术 语	含 义
保护中性 导体 PEN 导体 (PEN conductor)	具有中性导体和保护导体两种功能的接地导体 注：缩写字母 PEN 是由保护导体的符号 PE 和中性导体的符号 N 组合而成的
等电位连接导体 (equipotential bonding conductor)	为确保等电位连接而使用的保护导体

1.2 间距

间距又称安全距离，它是指为了防止触电事故或短路事故而规定的带电体之间、带电体与地及其他设施之间必须保持的最小空间距离。间距的大小，主要是根据带电体电压高低、带电体设备状况及安装方式确定，在技术规程中作出了明确规定。凡从事电气设计、电气安装、电气运行维护及检修等工作的电气工作人员，都必须严格遵守。本手册在各章节中结合内容摘录了有关规程规定的各种间距，供读者在工作执行中参考。

按 DL408—1991 《电业安全操作规程（发电厂和

变电所电气部分))》和《国家电网公司电力安全工作规程(变电站和发电厂电气部分))》(试行)(2005年)中规定,设备不停电时的安全距离见表1-4。

表 1-4 设备不停电时的安全距离

电压等级/kV	安全距离/m	电压等级/kV	安全距离/m
10 及以下 (13.8)	0.70	220	3.00
20 ~ 35	1.00	330	4.00
60 ~ 110	1.50	500	5.00

DL408—1991《电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分))》和《国家电网公司电力安全工作规程(变电站和发电厂电气部分))》(试行)(2005年)中规定、检修工作时,工作人员工作中正常活动范围与带电设备的安全距离见表1-5。

表 1-5 工作人员工作中正常活动范围与带电设备的安全距离

电压等级 /kV	10 及以下 (13.8)	20.35 35	63 (66) 110	220	330	500
安全距离/m	0.35	0.60	1.50	3.00	4.00	5.00

如果设备与检修工作人员在工作中正常活动范围的距离小于表1-5的规定,则检修工作中该设备必须停电。

如果设备与检修工作人员在工作中正常活动范围的距离虽大于表 1-5 规定，但小于表 1-4 规定，则检修工作中应采用绝缘挡板、安全遮栏措施，否则该设备也必须停电。

《国家电网公司电力安全工作规程（变电站和发电厂电气部分）》（试行）（2005 年）中规定，车辆（包括装载物）外廓至无遮栏带电部分之间的安全距离见表 1-6。

表 1-6 车辆（包括装载物）外廓至无遮栏带电部分之间的安全距离

电压等级/kV	35	63 (66)	110	220	330	500
安全距离/m	1.15	1.40	1.65 (1.75)	2.55	3.25	4.55

注：括号内数字为 110kV 中性点不接地系统所使用。

《国家电网公司电力安全工作规程（变电站和发电厂电气部分）》（试行）（2005 年）中还规定：使用携带型火炉或喷灯时，火焰与带电部分的距离：电压在 10kV 及以下者，不得小于 1.5m；电压在 10kV 以上者，不得小于 3.0m。不得在带电导线、带电设备、变压器、油断路器（开关）附近以及在电缆夹层、隧道、沟洞内对火炉或喷灯加油及点火等。工作中都必须严格遵守。

1.3 安全标志

安全标志是指为了防止人们触及或过分接近带电体而触电，防止工作人员在工作中发生误判断、误操作而发生事故，在有触电危险的场所及容易产生误判断、误操作的地方和存在不安全因素的现场设置的文字或图形标志，是保证安全的重要技术措施之一。

常用的安全标志如下：

1. 安全色标

我国安全色标的含义基本上与国际安全色标标准相同。安全色标的含义见表 1-7。

表 1-7 安全色标的含义

色标	含 义	举 例
红色	禁止、停止、消防	停止按钮、灭火器、仪表运行极限
黄色	注意、警告	“当心触电”、“注意安全”
绿色	安全、通过、允许、工作	如“在此工作”、“已接地”
黑色	警告	多用于文字、图形、符号
蓝色	强制执行	“必须戴安全帽”

2. 导体色标

裸母线及电缆芯线的相色或极性标志见表 1-8。

表 1-8 导体色标

类 别	导 体 名 称	旧	新
交流电路	L1	黄	黄
	L2	绿	绿
	L3	红	红
	N	黑	淡蓝
直流电路	正极	赭	棕
	负极	蓝	蓝
安全用接地线		黑	绿/黄双色线*

* 按国际标准和我国标准，在任何情况下，绿/黄双色线只能用作保护接地或保护接零线。但在日本及西欧一些国家采用单一绿色线作为保护接地（零）线，我国出口这些国家的产品也是如此。使用这类产品时，必须注意仔细查阅使用说明书或用万用表判别之，以免接错线造成触电。

3. 安全标示牌

根据用途，安全标示牌分警告、提示、允许、禁止等类型，悬挂在规定的场所。常用的标示牌规格及悬挂场所见表 1-9。

表 1-9 标示牌式样

名 称	悬 挂 处	式 样		
		尺寸/ (mm × mm)	颜色	字样
禁止合 闸, 有人 工作!	一经合闸即可 送电到施工设备 的断路器 (开 关) 和隔离开关 (刀闸) 操作把 手上	200 × 160 和 80 × 65	白底, 红色圆 形斜杠, 黑色禁 止标志符号	黑字
禁止合 闸, 线路 有 人 工 作!	线路断路器 (开关) 和隔离 开关 (刀闸) 把 手上	200 × 160 和 80 × 65	白底, 红色圆 形斜杠, 黑色禁 止标志符号	黑字
禁止分 闸!	接地刀闸与检 修设备之间的断 路器 (开关) 操 作把手上	200 × 160 和 80 × 65	白底, 红色圆 形斜杠, 黑色禁 止标志符号	黑字
在此工 作!	工作地点或检 修设备上	250 × 250 和 80 × 80	衬底为绿色, 中有直径 200mm 和 65mm 白圆圈	黑字, 写于白 圆圈中

(续)

名 称	悬 挂 处	式 样		
		尺寸/ (mm × mm)	颜色	字样
止 步, 高 压 危 险!	施工地点临近带电设备的遮栏上; 室外工作地点的围栏上; 禁止通行的过道上; 高压试验地点; 室外构架上; 工作地点临近带电设备的横梁上	300 × 240 和 200 × 160	白底, 黑色正三角形及标志符号, 衬底为黄色	黑字
从此上 下!	工作人员可以上下的铁架、爬梯上	250 × 250	衬底为绿色, 中有直径 200mm 白圆圈	黑字, 写于白圆圈中
从此进 出!	室外工作地点围栏的出入口处	250 × 250	衬底为绿色, 中有直径 200mm 白圆圈	黑字, 写于白圆圈中
禁止攀 登, 高压 危险!	高压配电装置构架的爬梯上, 变压器、电抗器等设备的爬梯上	500 × 400 和 200 × 160	白底, 红色圆形斜杠, 黑色禁止标志符号	黑字

注: 在计算机操作系统图上断路器(开关)和隔离开关(刀闸)的操作处所设置的“禁止合闸, 有人工作!”、“禁止合闸, 线路有人工作!”和“禁止分闸”的标记可参照上表中有关标示牌的式样。

2 电气安全工器具

2.1 绝缘棒

绝缘棒又称绝缘杆、操作杆，其结构如图 2-1 所示。

绝缘棒主要用来断开或闭合高压隔离开关（刀闸）、跌落式熔断器，安装和拆除携带型接地线，以及进行带电测量和试验等工作。

绝缘棒由工作、绝缘和握手三部分构成（见图 2-1）。工作部分一般用金属制成，其长度在满足工作需要的前提下，应尽量缩短，一般为 5~8cm，以避免由于过长而在操作时引起相间或接地短路。绝缘和握手部分由护环隔开，它们是用浸过绝缘漆的木材、硬塑料、胶木制成，其长度的最小尺寸可根据电压等级和使用场所的不同而确定，如表 2-1 所示。

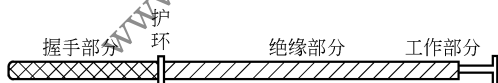


图 2-1 绝缘棒

表 2-1 绝缘棒的最小长度

额定电压 /kV	户内使用		户外使用	
	绝缘部分长度	握手部分长度	绝缘部分长度	握手部分长度
10 及以下	0.70	0.30	1.10	0.40
35 及以下	1.10	0.40	1.40	0.60

绝缘棒使用时操作人员的手应放在握手部分，不能超过护环，同时要戴绝缘手套、穿绝缘靴（鞋）。使用绝缘棒时绝缘棒禁止装接地线。绝缘棒使用完后，应垂直悬挂在专用的架上，以防止其弯曲。绝缘棒每年要进行一次绝缘试验，保证绝缘棒完好。

2.2 绝缘夹钳

绝缘夹钳主要用于 35kV 及以下的电气设备上装拆熔断器等工作。其结构如图 2-2 所示。



图 2-2 绝缘夹钳

绝缘夹钳由工作钳口、绝缘和握手三部分组成。各部分所用材料与绝缘棒相同。绝缘夹钳的钳口必须

要保证能夹紧熔断器。

使用绝缘夹钳的安全注意事项如下：

- 1) 夹熔断器时，操作人员的头部不可超过握手部分，并应戴防护目镜、绝缘手套，穿绝缘靴（鞋）或站在绝缘台（垫）上。
- 2) 操作人员手握绝缘夹钳时要保持平衡和精神集中。
- 3) 绝缘夹钳的定期试验周期为每年一次。

2.3 绝缘手套

绝缘手套是用特种橡胶制成的。它是辅助安全用具，不能直接接触高压电。

使用绝缘手套的安全注意事项如下：

- 1) 使用前应检查有无漏气或裂口等。
- 2) 戴绝缘手套时应将外衣袖口放入手套的伸长部分。
- 3) 绝缘手套不得挪作他用。普通的医疗、化验用的手套不能代替绝缘手套。
- 4) 绝缘手套用后应擦净凉干，撒上一些滑石粉，以免粘连，然后放在通风、阴凉的柜子里。

2.4 绝缘靴（鞋）

绝缘靴（鞋）是在任何电压等级的电气设备上工作时用来与地保持绝缘的辅助安全用具，也是防护跨步电压的基本安全工具。它是用特种橡胶制成的。

使用绝缘靴（鞋）的安全注意事项如下：

1) 绝缘靴（鞋）要放在柜子里，并应与其他工具分开放置。

2) 绝缘靴（鞋）每半年定期试验一次。

2.5 绝缘站台、绝缘垫和绝缘毯

绝缘站台用干燥的木板或木条制成，站台四角用绝缘瓷瓶做台脚。绝缘站台定期试验周期为三年一次。试验标准不分使用电压等级，一律加交流电压40kV，持续时间为2min。在试验过程中若发现有跳火情况或试验结束除去电压后，用手摸试瓷瓶有发热情况，则为不合格。

绝缘垫和绝缘毯都是用特种橡胶制成，表面有防滑槽纹，其厚度不应小于5mm。

绝缘垫（毯）一般铺设在高、低压开关柜前，作

为固定的辅助安全用具。

2.6 验电器

验电器分为高压和低压两种。低压验电器又称验电笔，主要用途是检查低压电气设备或线路是否带有电压。高压验电器用于测量高压电气设备或线路上是否带有电压（包括感应电压）。

使用高压验电器的安全注意事项如下：

1) 高压验电器现在形式较多，使用时应严格按照产品使用说明书要求正确使用。

2) 验电时应戴绝缘手套，并使用与被测设备相应电压等级的验电器。验电前后，应在有电的设备上或线路上进行试验，以检验所使用的验电器是否良好。

使用低压验电器的安全注意事项如下：

验电时，验电笔的笔尖金属体触及被测电气设备上，手握笔尾（手要触及笔尾金属体）。如果被测电气设备或线路有电，则在验电笔的小窗孔中可以看到氖管发光。其他形式的验电笔使用要严格按照产品说明书要求操作。

2.7 电气安全工器具的工作要求

所有电气安全工器具都要按规定进行定期试验和检查，对不符合要求的电气安全工器具应及时更换，以保证使用时的安全和可靠。

电气安全工器具的技术性能必须符合规定，选用电气安全工器具必须符合工作电压，必须符合电气安全工作制度的有关规定。

电气安全工器具要妥善保管放置，做到整齐清楚。电气安全工器具不准作其他用具使用。

2.8 几种常用绝缘安全工器具试验标准及登高工器具试验标准

电气安全工器具使用前应进行外观检查，表面应无裂纹、划痕、毛刺、孔洞、断裂等外伤，且应清洁无脏污。

电气安全绝缘工器具的试验间隔不应过长。表 2-2 列出了几种常用绝缘安全工器具的试验项目、周期和要求。表 2-3 列出了登高工器具的试验标准。

表 2-2 绝缘安全工器具试验项目、周期和要求

序号	器具	项目	周期	要 求				说 明
1	电容型验电器	A. 起动电压试验	1 年	起动电压值不高于额定电压的 40%，不低于额定电压的 15%				试验时接触电极应与试验电极相接触
		B. 工频耐压试验	1 年	额定电压 /kV	试验长度 /m	工频耐压 /kV		
						1min	5min	
				10	0.7	45	—	
				35	0.9	95	—	
				63	1.0	175	—	
				110	1.3	220	—	
				220	2.1	440	—	
				330	3.2	—	380	
				500	4.1	—	580	
2	携带型短路接地线	A. 成组直流电阻试验	不超过 5 年	在各接线鼻之间测量直流电阻，对于 25mm ² ，35mm ² ，50mm ² ，70mm ² ，95mm ² ，120mm ² 的各种截面，平均每米的电阻值应分别小于 0.79mΩ，0.56mΩ，0.40mΩ，0.28mΩ，0.21mΩ，0.16mΩ				同一批次抽样，不少于 2 条，接线鼻与软导线压接的应做该试验

(续)

序号	器具	项目	周期	要 求				说 明
2	携带型短路接地线	B. 操作棒的工频耐压试验	4 年	额定电压 /kV	试验长度 /m	工频耐压 /kV		试验电压加在护环与紧固头之间
						1min	5min	
				10	—	45	—	
				35	—	95	—	
				63	—	175	—	
				110	—	220	—	
				220	—	440	—	
				330	—	—	380	
				500	—	—	580	
3	个人保安线	成组直流电阻试验	不超过 5 年	在各接线鼻之间测量直流电阻, 对于 10mm ² , 16mm ² , 25mm ² 各种截面, 平均每米的电阻值应小于 1.98mΩ, 1.24mΩ, 0.79mΩ				同一批次抽样, 不少于两条
4	绝缘杆	工频耐压试验	1 年	额定电压 /kV	试验长度 /m	工频耐压 /kV		
						1min	5min	
				10	0.7	45	—	
				35	0.9	95	—	
				63	1.0	175	—	
				110	1.3	220	—	
				220	2.1	440	—	
				330	3.2	—	380	
				500	4.1	—	580	

(续)

序号	器具	项目	周期	要 求			说 明
5	核相器	A. 连接导线绝缘强度试验	必要时	额定电压 /kV	工频耐压 /kV	持续时间 /min	浸在电阻率 小于 $100\Omega\cdot\text{m}$ 水中
				10	8	5	
				35	28	5	
		B. 绝缘部分工频耐压试验	1 年	额定电压 /kV	试验长度 /m	工频耐压 /kV	持续时间 /min
				10	0.7	45	1
				35	0.9	95	1
		C. 电阻管泄漏电流试验	半年	额定电压 /kV	工频耐压 /kV	持续时间 /min	泄漏电流 /mA
				10	10	1	≤ 2
				35	35	1	≤ 2
		D. 动作电压试验	1 年	最低动作电压应达 0.25 倍额定电压			
6	绝缘罩	工频耐压试验	1 年	额定电压 /kV	工频耐压 /kV	时间 /min	
				6 ~ 10	30	1	
				35	80	1	

(续)

序号	器具	项目	周期	要 求			说 明
7	绝缘隔板	A. 表面 工频耐压 试验	1 年	额定电压 /kV	工频耐压 /kV	持续时间 /min	电极间距离 300mm
				6 ~ 35	60	1	
		B. 工频 耐压试验	1 年	额定电压 /kV	工频耐压 /kV	持续时间 /min	
				6 ~ 10	30	1	
				35	80	1	
8	绝缘胶垫	工频耐 压试验	1 年	电压 等级	工频耐压 /kV	持续时间 /min	使用于带电 设备区域
				高压	15	1	
				低压	3.5	1	
9	绝缘靴	工频耐 压试验	半年	工频耐压 /kV	持续时间 /min	泄漏电流 /mA	
				25	1	≤10	
10	绝缘手套	工频耐 压试验	半年	电压 等级	工频 耐压 /kV	持续 时间 /min	泄漏 电流 /mA
				高压	8	1	≤9
				低压	2.5	1	≤2.5

(续)

序号	器具	项目	周期	要 求	说 明
11	导电鞋	直流电阻试验	穿用不超过200h	电阻值小于 100k Ω	

注：接地线如用于各电源侧和有可能倒送电的各侧均已停电、接地的线路时，其操作棒预防性试验的工频耐压可只做 10kV 级，且试验周期可延长到不超过 5 年一次。

表 2-3 登高工器具试验标准表

序号	名称	项目	周期	要 求			说 明
1	安全带	静负荷 试验	1 年	种类	试验静 拉力 /N	载荷 时间 /min	牛皮带试验 周期为半年
				围杆带	2205	5	
				围杆绳	2205	5	
				护腰带	1470	5	
				安全绳	2205	5	
2	安全帽	冲击性 能试验	按规 定期限	受冲击力小于 4900N			使用寿命： 从制造之日起， 塑料帽 ≤ 2.5 年，玻璃钢帽 ≤3.5 年
		耐穿刺 性能试验	按规 定期限	钢锥不接触头模 表面			

(续)

序号	名称	项目	周期	要 求	说 明
3	脚扣	静负荷 试验	1 年	施加 1176N 静压力，持续时间为 5min	
4	升降板	静负荷 试验	半年	施加 2205N 静压力，持续时间为 5min	
5	竹 (木) 梯	静负荷 试验	半年	施加 1765N 静压力，持续时间为 5min	