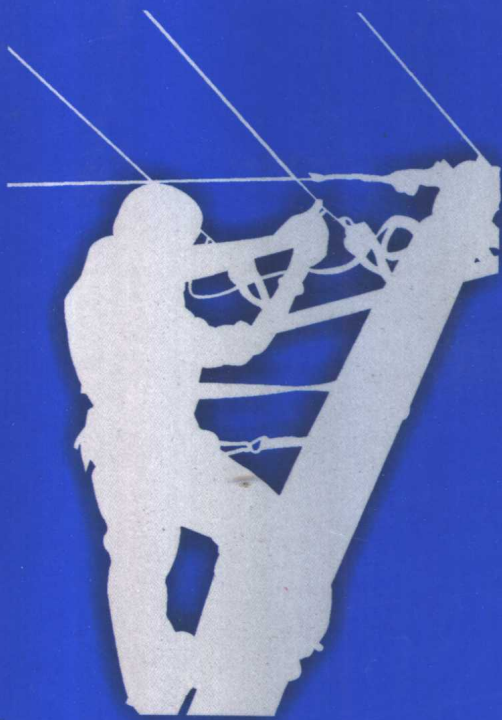


电工安全作业手册

王广仁 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电工安全作业手册

王广仁 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书紧密结合电工作业工作实际,有较强的针对性和实用性,全书以维护作业电工生命安全和维护供用电安全为主线可以说“一册在手,电工作业保安全”。书中收集大量图表及电工安全作业中的电气安全基本知识、基本规定、安全职责、安全作业要点。对一些有参考价值的数据也一一列出。主要内容有:电气安全基本知识;电气安全的基本要素;电气安全基本规定;电工安全作业工器具;电工安全作业措施;电工通用工作安全作业;外线电工安全作业;内线电工安全作业;低压运行电工安全作业;维修电工安全作业;建筑电工安全作业;电工习惯性违章的纠正与预防;电气防火与防爆;安全用电与触电急救。

本书可作为从事电气安装、运行、检修、维护和管理工作的,具有进网作业电工许可证,工业企业电工、农村低压电工、建筑电工、建筑安装电工、企业变电值班员、企业供用电人员、社会维修电工、乡镇供电营业所电工、乡镇电工和村电工等现场作业必备工具书。

图书在版编目(CIP)数据

电工安全作业手册/王广仁编. -北京:中国电力出版社, 2003.1

ISBN 7-5083-1278-3

I. 电… II. 王… III. 电工-安全技术-手册 IV. TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 088904 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 10.375 印张 281 千字

印数 0001—5000 册 定价 24.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



前 言

本手册以国家有关电工安全作业的规程规范为基础，以保证电工作业时的人身和设备安全为主线，讲述电工作业过程中所必需的安全知识和安全操作要点，主要内容包括：电气安全基本知识；电气安全的基本要素；电气安全基本规定；电工安全作业工器具；电工安全作业措施；电工通用工作安全作业；外线电工安全作业；内线电工安全作业；低压运行电工安全作业；维修电工安全作业；建筑电工安全作业；电工习惯性违章的预防和纠正；电气防火与防爆；安全用电与触电急救。

电工作业属于特种作业，对作业人员和周围的设施有重大危害因素，因此国家规定电工作业人员必须持证上岗，以便保证作业人员和周围的设施的安全，本手册就是为满足电工作业人员安全作业的需要而编写的，本手册的主要特点是：①内容新。本手册参考了最新出版的国家标准、行业标准和有关技术书籍。②针对性强。本手册针对电工作业实际突出安全要求，具体说明电工实际操作中的安全要点。③内容全面精炼。本手册内容包括电工作业的方方面面，以表格形式编写，便于电工在作业现场查找、使用。

本手册在编写过程中参考了电气安全方面的相关书籍和资料，对于这些书籍的作者和资料的提供者表示感谢。

由于编者水平有限，编写时间紧，书中难免有错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2002.10



目 录

前言

第一章 电气安全基本知识 1

第一节	电流对人体的伤害	1
第二节	触电形式	6
第三节	防止触电安全技术	9

第二章 电气安全的基本要素 16

第一节	绝缘	16
第二节	安全距离	23
第三节	载流量	46

第三章 电气安全基本规定 89

第一节	安全电压和安全电流	89
第二节	安全色和安全标示	90
第三节	标志和型式	111
第四节	电气设备触电防护方式	115
第五节	电器外壳防护等级	116
第六节	电力设施评级标准	117
第七节	电气事故分类	120
第八节	不安全状态与不安全行为	122
第九节	弱电线路等级	126

第四章 电工安全作业工器具

127

第一节 电工通用工具安全操作要点	127
第二节 电气安全用具安全操作要点	133
第三节 电气安全用具试验	141

第五章 电气安全作业措施

146

第一节 电气安全作业一般措施	146
第二节 变电所电气安全作业措施	147
第三节 线路电气安全作业措施	155

第六章 电工通用工作安全作业

160

第一节 一般作业	160
一、一般机械加工作业	160
二、喷灯作业	162
第二节 焊接作业	162
一、电焊作业	162
二、气焊作业	164
三、电烙铁作业	165
第三节 其他作业	166
一、起重作业	166
二、爆破压接作业	167
三、机动车运输	168
四、人工搬运器材	169
五、器材的堆放和保管	170

第七章 外线电工安全作业

172

第一节 线路施工作业	172
一、砍伐树木作业	172

二、杆塔基础施工作业	173
三、组立及拆除水泥杆作业	174
第二节 线路巡视作业	175
第三节 线路维护作业	176
一、带电杆塔上作业	176
二、绝缘子作业	176
三、放、紧线作业	177
四、外线测量作业	178

第八章 内线电工安全作业

179

第一节 内线安装作业	179
一、室内线路安装作业	179
二、照明灯安装作业	180
三、隔离开关、负荷开关、高压断路器安装作业	182
四、配电盘、开关柜就位与安装作业	182
五、电气二次接线安装作业	183
六、电缆线路施工作业	184
第二节 用电营业作业	186
一、装表接电作业	186
二、电能表现场校验作业	187
三、现场更换电能表作业	188
四、电气仪表试验作业	189
五、低压用电检查作业	190

第九章 变配电运行、检修安全作业

191

第一节 变配电运行作业	191
一、倒闸操作作业	191
二、配电室值班作业	192
三、验电、装设地线作业	193

四、电气测量作业	193
五、更换柱上开关作业	195
六、配变电站作业	195
第二节 变配电检修作业	197
一、变压器检修作业	197
二、开关设备检修作业	197

第十章 维修电工安全作业 200

第一节 维修电工通用作业	200
一、交流维修电工作业	200
二、直流维修电工作业	201
第二节 常用电气设备维护作业	202
一、房产部门电工大修作业	202
二、照明设备运行维护作业	202
三、电梯维护作业	210
四、电动机维护作业	212
五、家用电器安装使用作业	219
第三节 工业电气设备维修作业	221
一、电气设备通用作业	221
二、机床电器维护作业	222
三、电弧炉作业	225
四、电镀作业	226
五、蓄电池室作业	227

第十一章 建筑电工安全作业 228

第一节 施工现场用电设施作业	228
一、建筑施工现场临时用电作业	228
二、建筑施工现场供电电源设施作业	229
第二节 施工现场电气作业	230

一、建筑施工现场低压电气作业	230
二、建筑施工现场电动工具作业	232
三、建筑施工现场用电设备巡查作业	233
四、在建工程与外电路安全防护作业	234

第十二章 电工习惯性违章作业与纠正 235

第一节 电工习惯性违章的原因及预防	235
第二节 电工习惯性违章的表现及纠正	237

第十三章 电气防火与防爆 245

第一节 消防基本知识	245
第二节 电气火灾与爆炸	254
第三节 作业现场防火	258

第十四章 安全用电与触电急救 268

第一节 电力用户安全用电	268
第二节 家庭安全用电	270
第三节 触电急救	273
附录 A 电气安全技术名词术语	277
附录 B 电气操作票、工作票	280
附录 C 进网作业电工管理办法	285
附录 D 特种作业人员安全技术培训考核管理办法	290
附录 E 电工作业人员安全技术考核标准	295
附录 F 电工作业人员安全技术培训考核大纲	300
附录 G 中华人民共和国安全生产法	303
参考文献	322



第一章

电气安全基本知识

第一节 电流对人体的伤害

一、电击和电伤

电流对人体的伤害有电击和电伤两种情况。电击是指电流通过人体造成人体内部伤害，电流对呼吸、心脏及神经系统的伤害，使人出现痉挛、呼吸窒息、心颤、心跳骤停症状，严重时会造成死亡。电伤是指电对人体外部造成局部伤害，如电灼伤、电烙印和皮肤金属化等，电击和电伤的特征及危害如表 1-1 所示。

表 1-1 电击和电伤特征及危害

名 称		特 征	说明及危害
电 击		人体表面无显著伤痕，有时找不到电流出入人体的痕迹	与人体电阻的变化、通过人体的电流大小、电流种类、电流通过的持续时间、电流通过人体的路径、电流频率、电压高低以及人体的健康状况等因素有关
电 伤	电灼伤	人触电时，人体与带电体的接触不良就会有火花和电弧发生，由于电流的热效应造成皮肤的灼伤	皮肤发红、起泡及烧焦和组织破坏
	电烙印	由于电流的化学效应和机械效应引起，通常在人体和导电体有良好接触的情况下发生	皮肤表面留有圆形或椭圆形的肿块痕迹，颜色是灰色或淡黄色，并有明显的受伤边缘、皮肤硬化现象

续表

名 称	特 征	说明及危害
电 皮肤 金属化 伤	熔化和蒸发的金属微粒在电流的作用下渗入表面层, 皮肤的伤害部分形成粗糙坚硬的表面及皮肤呈特殊颜色	皮肤金属化是局部性的, 日久会逐渐脱落
间接伤害	因电击引起的次生人身伤害事故	如高空坠跌、物体打击、火灾烧伤等

在触电伤害中, 由于具体触电情况不同, 有时主要是电击对人体的伤害, 有时也可能是电击、电伤同时发生。触电伤害中, 绝大部分是由电击造成的。

二、影响电流对人体伤害程度的因素

1. 电流大小

电流作用下人体表现的特征如表 1-2 所示。

表 1-2 电流作用下人体表现的特征

电 流 (mA)	交流电 (50 ~ 60Hz)	直 流 电
0.6 ~ 1.5	手指开始感觉麻刺	无感觉
2 ~ 3	手指感觉强烈麻刺	无感觉
5 ~ 7	手指感觉肌肉痉挛	感到灼热和刺痛
8 ~ 10	手指关节与手掌感觉痛, 手已难于脱离电源, 但仍能脱离电源	灼热增加
20 ~ 25	手指感觉剧痛、迅速麻痹、不能摆脱电源, 呼吸困难	灼热更增, 手的肌肉开始痉挛
50 ~ 80	呼吸麻痹, 心室开始震颤	强烈灼痛, 手的肌肉痉挛, 呼吸困难
90 ~ 100	呼吸麻痹, 持续 3s 或更长时间后心脏麻痹或心房停止跳动	呼吸麻痹

续表

电 流 (mA)	交 流 电 (50 ~ 60Hz)	直 流 电
500 以上	延续 1s 以上有死亡危险	呼吸麻痹, 心室震颤, 停止跳动

通过人体电流大小与人体伤害程度的关系如表 1-3 所示。

表 1-3 通过人体电流大小与人体伤害程度的关系 mA

名 称	定 义	对成年男性		对成年女性
感知电流	引起人有感觉的最小电流	工 频	1.1	0.7
		直 流	5.2	3.5
摆脱电流	人体触电后能自主地摆脱电源的最大电流	工 频	16	10.5
		直 流	76	51
致命电流	在较短时间内危及生命的最小电流	工 频	30 ~ 50	
		直 流	1300 (0.3s)、50 (3s)	

2. 人体电阻

当人体触电时, 通过人体的电流与人体的电阻有关, 人体电阻越小, 通过人体的电流就越大, 就越危险。人体电阻随电压变化值如表 1-4 所示。

表 1-4 人体电阻随电压变化值

接触电压 (V)	12.5	31.3	62.5	125	220	250	380	500	1000
人体电阻 (Ω)	16500	11000	6240	3530	2222	2000	1417	1130	640

不同条件下人体的电阻如表 1-5 所示。

表 1-5 不同条件下的人体电阻

接触电压 (V)	人 体 电 阻 (Ω)			
	皮肤干燥	皮肤潮湿	皮肤湿润 ^①	皮肤浸入水中
10	7000	3500	1200	600

续表

接触电压 (V)	人 体 电 阻 (Ω)			
	皮肤干燥	皮肤潮湿	皮肤湿润 ^①	皮肤浸入水中
25	5000	2500	1000	500
50	4000	2000	875	440
100	3000	1500	770	375
250	1500	1000	650	325

① 皮肤湿润是指有水蒸气及特别潮湿场所中的皮肤。

3. 通电时间长短

通过人体的允许电流与持续时间关系如表 1-6 所示。

表 1-6 允许电流与持续时间关系

允许电流 (mA)	50	100	200	500	1000
持续时间 (s)	5.4	1.35	0.35	0.054	0.0135

4. 电流频率

不同频率的电流对人体的危害程度如表 1-7 所示。

表 1-7 不同频率的电流对人体的危害程度

电流频率 (Hz)	对人体的危害程度	电流频率 (Hz)	对人体的危害程度
10 ~ 25	有 50% 的死亡率	120	有 31% 的死亡率
50	有 95% 的死亡率	200	有 22% 的死亡率
50 ~ 100	有 45% 的死亡率	500	有 14% 的死亡率

5. 电压高低

不同电压对人体的影响如表 1-8 所示。

表 1-8 不同电压等级对人体的影响

电压 (V)	对人体的影响	电压 (V)	对人体的影响
20	湿手的安全界限	100 ~ 200	危险性急剧增大
30	干燥手的安全界限	200 ~ 3000	人生命发生危险
50	人生命无危险的界限	3000 以上	人体被带电体吸引

6. 电流途径

电流通过人体的途径不同，对人体的伤害程度也不同（见表1-9）。电流通过心脏会引起心室颤动，较大的电流还会使心脏停止跳动，两者都会使血液循环中断而导致死亡；电流通过中枢神经系统会引起中枢神经强烈失调而导致死亡。

表 1-9 电流通过人体的途径与流经心脏电流及比例数的关系

电流通过人体的途径	流经心脏电流及通过人体总电流的比例数（%）
从一只手到另一只手	3.3
从左手到脚	6.4
从右手到脚	3.7
从一只脚到另一只脚	0.4

7. 人体状况

人体本身的状况与触电对人体的伤害程度的关系如表1-10所示。

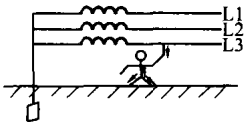
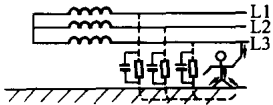
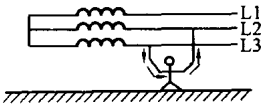
表 1-10 人体状况与触电对人体的伤害程度的关系

项 目	关 系
性别	女性对电的敏感性比男性的高，女性的感知电流和摆脱电流约比男性的低 1/3，因此在同等的触电电流下女性比男性更难以摆脱
年龄	在遭受电击后，小孩的伤害程度要比成年人重
健康状况	凡患有心脏病、神经系统疾病、肺病等严重疾病或体弱多病者，由于自身抵抗能力较差，故比健康人更易受电伤害
心理、精神状态	有无思想准备，对电的敏感程度是有差异的，酒醉、疲劳过度、心情欠佳等情况会增加触电伤害程度

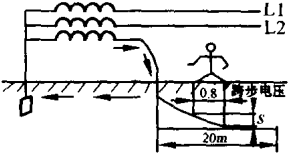
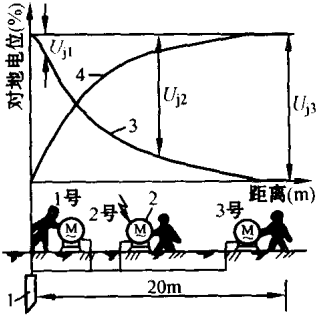
第二节 触 电 形 式

常见的触电形式如表 1-11 所示。

表 1-11 常见的触电形式

触电形式	触电情况及危险程度	图 示
单相触电 (变压器低压侧中性点直接接地)	电流从一根相线经过电气设备、人体再经大地流回中性点。这时加在人体的电压是相电压，其危险程度取决于人体与地面的接触电阻	
单相触电 (变压器低压侧中性点不接地)	(1) 在 1000V 以下，人碰到任何一相后，电流经电气设备，通过人体到另外两根相线对地绝缘电阻和分布电容而形成回路。如果绝缘良好，一般不会发生触电危险；如果绝缘很差，或者绝缘被破坏，就有触电危险 (2) 在 6~10kV，由于电压高，所以触电电流大，几乎是致命的，加上电弧灼伤，情况更严重	
两相触电	电流从一根相线经过人体流至另一根相线，在电流回路中只有人体电阻，在这种情况下，触电者即使穿上绝缘鞋或站在绝缘台上也起不了保护作用，所以两相触电是很危险的	

续表

触电形式	触电情况及危险程度	图 示
跨步电压触电	如输电线断线, 则电流经过接地体向大地作半环形流散, 并在接地点周围地面产生一个相当大的电场, 电场强度随离断线点距离的增加而减小 距断线点 1m 范围内, 约有 60% 的电压降; 距断线点 2 ~ 10m 范围内, 约有 24% 的电压降; 距断线点 11 ~ 20m 范围内, 约有 8% 的电压降	
接触电压触电	当电气设备因绝缘损坏而发生接地故障时, 如人体的两部分 (通常是手和脚) 同时触及漏电设备的外壳和地面, 人体两部分别处于不同的电位, 其间的电位差即为接触电压, 用 U_j 表示。右图所示的触电者手 (电压 U_1)、脚电压 U_2 之间的电位差 $U_j = U_1 - U_2$ 便是该触电者承受的接触电压。在电气安全技术中是以站立在离漏电设备水平方向 0.8m 的人, 手触及漏电设备外壳距地面 1.8m 处时, 其手与脚两点间的电位差为接触电压计算值。由于受接触电压作用而导致的触电现象称为接触电压触电 接触电压的大小, 随人体站立点的位置而异。人体距离接地极越远, 受到的接触电压越高, 如右图曲线 4 所示。当 2 号电动机碰壳时, 离接地极 (电流入地点) 远的 3 号电动机的接触电压比离接地极近的 1 号电动机的接触电压高, 即 $U_3 > U_1$, 这是因为三台电动机的外壳都等于接地极电位之故	 1—接地体; 2—漏电设备; 3—设备出现接地故障时, 接地体附近各点电位分布曲线; 4—人体距接地体位置不同时, 接触电压变化曲线

除表 1-11 所示触电形式以外，触电的其他形式及其危害程度如表 1-12 所示。

表 1-12 触电的其他形式及其危害程度

触电形式	触电情况及危害程度
感应电压触电	由于带电设备的电磁感应和静电感应作用，将会在附近停电设备上感应出一定的电位，其数值大小，决定于带电设备的电压、几何对称度、停电设备与带电设备的位置对称性以及两者的接近程度、平行距离等因素 在电气工作中，感应电压触电事故屡有发生，甚至可能造成死亡，尤其是随着系统电压的不断提高，感应电压触电的问题将更为突出 由于电力线路对通信等弱电线路的危险感应，还经常造成通信设备损坏，甚至使工作人员触电伤亡，因此也必须对此引起注意
剩余电荷触电	电气设备的相间和对地之间都存在着一一定的电容效应，当断开电源时，由于电容具有储存电荷的特点，因此在刚断开电源的停电设备上将保留一定的电荷，就是所谓的剩余电荷。此时如人体触及停电设备，就可能遭到剩余电荷的电击。设备的电容量越大，遭受电击的程度也越重。因此对未装地线而且有较大容量的被试设备，应先行放电再做试验 高压直流试验时，每告一段落或试验结束时，应将设备对地放电数次并短路接地。放电应三相逐相进行。对并联补偿的电力电容器，即使装有能自动进行放电的装置，工作前也还应逐相对地进行多次放电；对星形连接的电力电容器，还必须对中性点进行多次对地放电。另外，在开始工作前，将停电设备三相短路接地，也就可达到将剩余电荷泄放至大地的目的
静电危害	静电主要是由于不同物质互相摩擦产生的，摩擦速度愈高、距离愈长、压力愈大，摩擦产生的静电越多。另外产生静电的多少还和两种物质的性质有关 静电的危害主要是由于静电放电引起火灾或爆炸，但当静电大量积累产生很高的电压时，也会对人身造成伤害

