

实用电工技术必读丛书

SHIYONGDIANGONG
JISHUBIDU
CONGSHU

工业企业

安全用电常识



人民出版社

实用电工技术必读丛书

工业企业安全用电常识

主 编	李 强		
副主编	刘世堂		
编 委	高雅君	梁 立	植劲松
	廉海霞	刘明勇	张 雨
	樊丽荣	蔡文琪	穆森骏

延边人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

工业企业安全用电常识/李强主编,刘世堂副主编. —延吉:延边人民出版社,2003.4

ISBN 7-80648-964-9

(实用电工技术必读丛书)

I.工... II.①李...②刘... III.工业企业-用电管理-安全技术 IV.TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 025802 号

·实用电工技术必读丛书·
工业企业安全用电常识

主 编:李 强

责任编辑:金河范

出 版:延边人民出版社

经 销:各地新华书店

印 刷:长春市东文印刷厂

开 本:850×1168 毫米 1/32

字 数:4200 千字

印 张:200

版 次:2003 年 6 月第 1 版

印 次:2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1-2000 册

书 号:ISBN 7-80648-964-9/TM·2

总定价:300.00 元(单册:20.00 元 共 15 册)

内 容 提 要

100 多年来,电能的运用不断普及,到了 20 世纪的今天,电能已深入到人类生活各个领域,成为国民经济的命脉。但是如果使用不当,也会造成触电、烧坏设备,甚至引起火灾等事故,给生产和生活造成巨大损失。因此,搞好安全用电十分重要。

本书从用电安全技术、低压电器的安全使用、电工仪表与测量、电气线路安全敷设、照明设施安全安装、变配电安全营运、电动机、静电及高频电磁场保护、工厂供电系统及其装置等方面分别详述了工业企业在电的使用与维修中应注意的安全问题。

本书文字简练易懂、内容通俗实用,适合工业企业用电部门主管及电工施工维修人员阅读。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中缺点与不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一章 用电安全技术	1
第一节 电流对人体的伤害	1
一、电流对人体伤害的类型	1
二、对人体作用电流的划分	3
三、影响触电伤害程度的因素	4
第二节 人体的安全电流和电压	6
一、人体的安全电流	6
二、人体的电阻无一定的数值	6
三、安全电压	7
第三节 触电急救	9
一、触电急救	9
二、人工呼吸法	11
三、人工胸外心脏挤压法	12
第四节 接地与接零	13
一、几个基本概念	13
二、保护接地和保护接零	16
三、保护接零的实际应用	20
第五节 漏电保护器	21
一、漏电保护器结构和原理	21
二、漏电保护器的分类和性能参数	22
三、使用要求	24
第六节 电气防火和电气爆炸	25
一、电气防火	25

三、安全运行	124
第三章 电工仪表与测量	126
第一节 基本知识	126
一、电工测量和测量方法	126
二、测量误差及其消除方法	128
三、仪表的误差和准确度	131
四、对仪表的主要技术要求	137
五、电工仪表的分类、标志和型号	139
第二节 数字式仪表	144
一、数字式电压基本表	144
二、数字式万用表	153
三、数字式频率表	165
第三节 电子仪器	168
一、通用示波器的组成和原理	168
二、通用示波器的使用	173
三、低频信号发生器	178
第四章 电气线路安全敷设	183
第一节 电线电缆的选择	183
一、电线电缆种类的选择	183
二、电线电缆截面的选择	185
第二节 架空线路的结构与敷设	189
一、架空线路的结构	189
二、架空线路的安全要求	190
第三节 电缆线路的结构与敷设	195
一、室外埋地电缆的要求	196
二、电缆架空架设的安全要求	196
第四节 室内外电气线路敷设	197
一、接户线和进户线	197

二、屋内外布线的简单设计	203
三、屋内外布线的施工	211
第五章 照明设施安全安装	222
第一节 照明方式和种类	222
一、照明方式	222
二、事故照明	223
三、照明种类	223
第二节 灯具、开关与插销	223
一、灯 具	223
二、开关、插销	230
第三节 接地装置安装与维修	231
一、电气设备的接地	231
二、接地体的安装	235
三、接地线的安装	237
四、接地电阻的检测	239
五、接地装置的检修	241
第六章 变配电安全营运	244
第一节 变压器的结构及工作原理	244
一、变压器的工作原理	244
二、变压器的构造、型号和技术指标	247
第二节 变压器的选择	251
一、变压器的铭牌	251
二、变压器容量的选择	253
第三节 变压器台	255
一、杆架式变台	255
二、地台式变台	258
三、落地式变台	261
第四节 变压器的保护装置	262

一、变压器的熔丝保护	262
二、变压器的防雷保护	267
第五节 变压器的运行	270
一、安全运行的要求	270
二、倒闸操作	275
三、巡视检查	281
四、安全检修	283
五、高压电气试验	290
第七章 电动机	293
第一节 三相异步电动机	293
一、三相异步电动机的构造	293
二、三相异步电动机的工作原理	295
三、三相异步电动机的技术指标	297
四、三相异步电动机的机械特性	299
五、三相异步电动机的选择、维修和安全使用	302
第二节 其他常用电动机	307
一、直流电动机	307
二、单相电动机	314
第八章 静电及高频电磁场防护	323
第一节 静电危害及防护	323
一、静电的产生	323
二、静电的危害	326
三、静电危害的防护	327
第二节 高频电磁场的危害与防护	328
一、电磁场对人体的危害	329
二、电磁场的防护措施	331
第九章 工厂供电系统及其装置	337
第一节 有关供电的基本知识	337

一、概 述	337
二、电能的产生、输送与分配	337
三、额定电压与频率	342
四、对供电系统的基本要求	344
五、电力负荷的划分	346
第二节 工厂供电系统	347
一、供电系统	347
二、变电所的一次接线	351
第三节 高压配电设备的构造、性能和作用原理	357
一、隔离开关	358
二、断 路 器	363
三、负荷开关	368
四、高压熔断器	370
五、高压开关板	373
第四节 低压配电设备	376
第五节 配电设备的运行、检修与试验	376
一、配电设备的运行与检修	376
二、配电设备的预防性试验	381
第六节 电气线路	383
一、架空电气线路	383
二、电缆线路	389
三、车间配电线路	393
第七节 过电压保护	397
一、过电压的产生	398
二、过电压的危害性及其防止对策	400
三、过电压保护装置的运行和维护	403

第一章 用电安全技术

第一节 电流对人体的伤害

随着社会生产的发展和科学技术的进步,电与人们的关系日益密切,但由于使用不当或违反了电气安全操作规程造成的电气事故对人们的危害也是相当严重的。除了电气火灾和爆炸危险还有电流对人体的伤害。

一、电流对人体伤害的类型

1. 电击

电击是电流对人体内部组织造成的伤害。仅 50mA 的工频电流即可使人遭到致命电击,神经系统受到电流强烈刺激,引起呼吸中枢衰竭,呼吸麻痹,严重时心室纤维性颤动,以致引起昏迷和死亡。

按照人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径,电击触电可分为三种情况:

(1) 单相触电

单相触电是指在地面上或其它接地导体上,人体某一部位触及一相带电体的触电事故。对于高电压,人体虽然没有触及,但因

超过了安全距离,高电压对人体产生电弧放电,也属于单相触电。

单相触电的危险程度与电网运行方式有关,一般情况下,接地电网的单相触电比不接地电网的危险性大。

(2)两相触电

两相触电是指人体两处同时触及两相带电体而发生的触电事故。

无论电网的中性点接地与否,其危险性都比较大。

(3)跨步电压触电

当电网或电气设备发生接地故障时,流入地中的电流在土壤中形成电位,地表面也形成以接地点为圆心的径向电位差分布。如果人行走时前后两脚间(一般按 0.8m 计算)电位差达到危险电压而造成触电,称为跨步电压触电。

漏电处地电位的分布如图 1-1 所示,人走到离接地点越近,跨步电压越高,危险性越大。一般在距接地点 20m 以外,可以认为地电位为零。

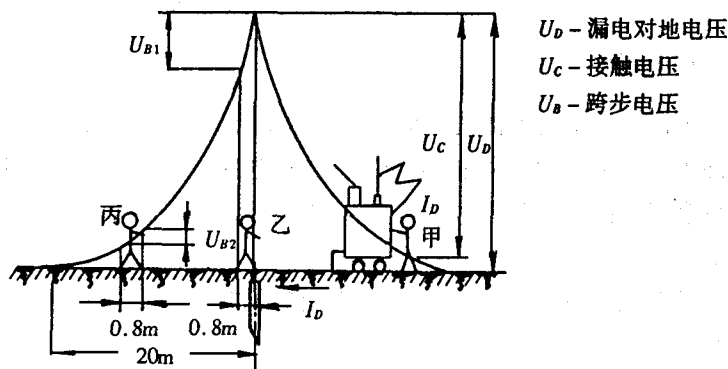


图 1-1 对地电压、接触电压和跨步电压示意图

在高压故障接地处,或有大电流流过接地装置附近,都可能出

现较高的跨步电压,因此要求在检查高压设备的接地故障时,室内不得接近接地故障点 4m 以内,室外不得接近故障点 8m 以内。若进入上述范围,工作人员必须穿绝缘靴。

2. 电伤

电伤是电流的热效应、化学效应、光效应或机械效应对人体造成的伤害。电伤会在人体上留下明显伤痕,有灼伤、电烙印和皮肤金属化三种。

电弧灼伤是由弧光放电引起的。比如低压系统带负荷(特别是感性负荷)拉裸露刀开关、错误操作造成的线路短路、人体与高压带电部位距离过近而放电,都会造成强烈弧光放电。电弧灼伤也能使人致命。

电烙印通常是在人体与带电体紧密接触时,由电流的化学效应和机械效应而引起的伤害。

皮肤金属化是由于电流熔化和蒸发的金属微粒渗入表皮所造成的伤害。

二、对人体作用电流的划分

对于工频交流电,按照通过人体的电流大小而使人体呈现不同的状态,可将电流划分为三级。

1. 感知电流

引起人的感觉的最小电流称感知电流。人接触这样的电流会有轻微麻感。实验表明,成年男性平均感知电流有效值约为1.1mA;成年女性约为0.7mA。

感知电流一般不会对人造成伤害,但是接触时间长,表皮被电

解而电流增大时,感觉增强,反应变大,可能造成坠落等间接事故。

2. 摆脱电流

电流超过感知电流并不断增大时,触电者会因肌肉收缩,发生痉挛而紧握带电体,不能自行摆脱电源。人触电后能自行摆脱电源的最大电流称为摆脱电流。一般成年男性平均摆脱电流为16mA,成年女性约为10.5mA。儿童较成年人小。

摆脱电流是人体可以忍受而一般不会造成危险的电流。若通过人体的电流超过摆脱电流且时间过长,会造成昏迷、窒息,甚至死亡。因此,人摆脱电源能力随着触电时间的延长而降低。

3. 致命电流

在较短时间内危及生命的电流,称为致命电流。电流达到50mA以上,就会引起心室颤动,有生命危险,100mA以上的电流,则足以致死。而接触30mA以下的电流通常不会有生命危险。

三、影响触电伤害程度的因素

触电的危险程度同很多因素有关,而这些因素是互相关联的,只要某种因素突出到相当程度,都会使触电者达到危险程度。

1. 电流的大小

一般通过人体的电流越大,人的生理反应越明显、越强烈,死亡危险性也越大。通过人体的电流强度取决于触电电压和人体电阻。人体电阻主要由表皮电阻和体内电阻构成,体内电阻一般较为稳定,约在500Ω左右,表皮电阻则与表皮湿度、粗糙程度、触电面积等有关。一般人体电阻在1kΩ~2kΩ之间。

2. 持续时间

通电时间越长,电击伤害程度越严重。因为电流通过人体时间越长,触电面要发热出汗,而且电流对人体组织有电解作用,使人体电阻降低,导致电流很快增加;另外,人的心脏每收缩扩张一次有0.1s的间歇,在这0.1s内,心脏对电流最敏感,若电流在这一瞬间通过心脏,即使电流较小,也会引起心脏颤动,造成危险。

3. 电流的途径

电流通过头部会使人立即昏迷,甚至死亡;电流通过脊髓,会导致半截肢体瘫痪;电流通过中枢神经,会引起中枢神经强烈失调,造成呼吸窒息而导致死亡。所以电流通过心脏、呼吸系统和中枢神经系统时,危险性最大。从外部来看,左手至脚的触电最危险,脚到脚的触电对心脏影响最小。

4. 电流频率

常用的50Hz~60Hz的工频交流电对人体的伤害最严重。低于20Hz时,危险性相对减小;2000Hz以上时死亡危险性降低,但容易引起皮肤灼伤。直流电危险性比交流电小很多。

5. 人体健康状况

触电伤害程度与人的身体状况有密切关系。除了人体电阻各有区别外,女性比男性对电流敏感性高;遭电击时小孩要比成年人严重;身体患心脏病、结核病、精神病、内分泌器官疾病或醉酒的人,由于抵抗能力差,触电后果更为严重。另外,对触电有心理准备的人,触电伤害轻。

第二节 人体的安全电流和电压

通过人体的电流强度决定于人体的电阻和触电时施加于人体上的电压。

一、人体的安全电流

凡是足以引起心室纤维性颤动的电流均为危险电流。在此强度以下的电流虽不足引起心室颤动,但能使触电者无法摆脱带电体,所以也应视为危险电流。因为影响人体对电流反应的因素较多,故对安全电流不宜机械地看为一个固定值。对于 50Hz 工频电流来讲,其强度在 15 ~ 20mA 以下,一般可被认为安全电流。

二、人体的电阻无一定的数值

往往由于皮肤表面干、湿状态不同而变化,甚至人的精神状态不同其电阻值也可不同。人体还是一个非线性元件。当接触的电压不同时,人体的电阻值也会发生变化(图 1-2)。

当加于人体两端的电压为 50V 时,电阻为 1.7kΩ。当接触电压为 500V,电阻仅 600Ω 左右。同时人体的阻抗不是一个纯电阻。还具有容抗和感抗的成分,但主要是以电阻为主,

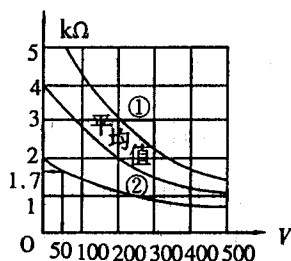


图 1-2 人体电阻(kΩ)

- ①—干燥时人体电阻
- ②—潮湿时人体电阻

一般常用图 1-3 来表示人体阻抗的等值图。

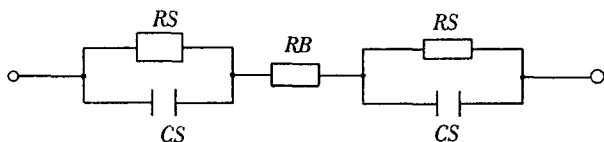


图 1-3 人体阻抗的等值图

RS—皮肤电阻；

CS—皮肤电容约 $20\text{PF}/\text{cm}^2$ ；

RB—人体内部电阻，约 500Ω

人体内部电阻为 500Ω ，其两侧串联皮肤电阻与皮肤电容并联回路，人体内部电阻与外界的接触电压无关，然而皮肤电阻极易变动汗腺分泌物会破坏绝缘，皮肤角质层在接触电压较高时或皮肤受潮时会遭击穿，这时皮肤电阻要降低到可忽略不计的程度。所以在最不利的情况下，人体电阻，只能以人体内部内阻值作为依据。

三、安全电压

造成触电死亡的直接原因是电流通过人体，并不是接触电压，但只要明确对人体的安全电流和实际的人体阻抗，即可规定安全电压。因人体的阻抗存在着个体之间的差异，而且不同环境条件下人体的电阻变化也很大，所以不同环境条件下人体的安全电压也不同。因此，对于各种环境条件下的安全电压，总是按最严格的电压条件和最低的人体电阻来考虑触电保护。表 1-1 是各种接触状态的安全电压，国际电工委员会亦规定有与此相同的数值。