

全国高职高专教育规划教材
任务驱动系列

建筑供配电及照明技术

齐向阳 主编



Building



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育规划教材

任务驱动系列

建筑供配电及照明技术

Jianzhu Gongpeidian ji Zhaoming Jishu

主编 齐向阳

参编 易 丹

徐 茜

黄天顺

刘志坚

都伊林

刘光辉

主审 陈 红



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书按照工作任务来编排内容,分三篇共九章。三篇分别是建筑供电电及照明系统的维护、施工及设计。每节课完成一个完整的工作任务,基本原理及知识边用边讲。内容力求涵盖建筑供配电及照明技术的知识和能力点,例如用电安全、防雷、节电等。注重讲述技术所依据的工程规范、标准,注重供配电及照明的监控系统,注重技术发展史。章节排序上由易到难,工作任务由小到大。在编排形式上,多用图表。

本书可作为楼宇智能化及其相关专业的教材,也可供从事建筑电气工程及相关专业的技术或管理人员阅读,还可以作为建筑电气技术的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑供配电及照明技术/齐向阳主编. —北京: 高等教育出版社, 2011.8

ISBN 978-7-04-032616-1

I. ①建… II. ①齐… III. ①房屋建筑设备-供电系统-高等职业教育-教材②房屋建筑设备-配电系统-高等职业教育-教材③房屋建筑设备-电气照明-高等职业教育-教材 IV. ①TU852②TU113.8
中国版本图书馆 CIP数据核字(2011)第126118号

策划编辑 牛旭东

责任编辑 牛旭东

封面设计 张雨薇

版式设计 王莹

插图绘制 尹莉

责任校对 王雨

责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京地质印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 11.5
字数 280千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版次 2011年8月第1版
印次 2011年8月第1次印刷
定价 19.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。
版权所有 侵权必究
物料号 32616-00

前 言

学习建筑供配电及照明技术时,面向的工作任务主要是建筑供配电及照明系统的维护、施工及设计。本书按照工作任务来编排内容,分三篇共九章,三篇分别是建筑供配电及照明系统的维护、施工及设计。

维护篇分为三章,分别为照明系统、供配电系统、高低压配电室的维护;施工篇也分为三章,分别是照明系统、供配电系统、高低压配电室的施工;而设计篇则按照建筑物种类来编排,分别是住宅、办公室、建筑外立面及施工工地的供配电及照明系统设计。内容这样安排便于不同职场的读者选择;另一方面,三个工作任务又不能截然分开,例如设计工程师需要了解维护及施工技术,维护、施工人员也需要看懂设计图等。

本书面向工作任务,以维护来说,某一次维护任务往往不是维护整个建筑物,而是维护该建筑物供配电及照明系统的某一部分,如漏电故障排查、照明监控系统运行维护等。以设计来说,某一次设计任务就是设计一个建筑物里完整的供配电及照明系统。本书便于读者灵活运用,例如可以依据设计篇里某一个建筑物的设计图纸及结果,完成施工或维护方案的编制,这样能充分发挥本书的作用。

本书每章分为若干节,每节课完成一个完整的工作任务,基本原理及知识边用边讲,这样便于读者直接、快速、明确地掌握完成工作任务所需的技能和知识。本书内容力求涵盖所有建筑供配电及照明技术的知识和能力点,例如用电安全、防雷、节电等,以避免按照工作任务编排容易带来知识体系不够完整的问题。

本书注重讲述技术所依据的工程规范、标准,注重供配电及照明的监控系统,注重技术发展史。章节安排上尽量由易到难,工作任务由小到大。在编排形式上,多用图表。

本书由深圳职业技术学院齐向阳担任主编。第一章、第四章由深圳职业技术学院齐向阳编写,第二章由河南职业技术学院黄天顺编写,第三章由深圳职业技术学院徐茜编写,第五章由徐州建筑职业技术学院刘志坚编写,第六章由浙江警官职业学院都伊林编写,第七章、第八章由深圳职业技术学院易丹编写,第九章由广东建设职业技术学院刘光辉编写。全书由深圳职业技术学院陈红教授主审。

限于编者知识和经验有限,书中难免有疏漏和不当之处,敬请各位读者、同行和专家批评指正,请联系 qxy@szpt.edu.cn。

编者

2011.05

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58582371/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060

反盗版举报邮箱：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法务部

邮政编码：100120

目 录

第一篇 建筑供配电及照明系统的维护 ... 1	习题 95
第一章 照明系统的维护 3	第三篇 建筑供配电及照明系统的设计 ... 97
1.1 建筑供配电及照明系统的构成 3	第七章 住宅供配电及照明系统的
1.2 漏电故障排查 9	设计 99
1.3 局部等电位联结改造 13	7.1 普通住宅供配电及照明系统的设计 ... 99
习题 18	7.2 别墅供配电及照明系统的设计 109
第二章 供配电系统的维护 19	7.3 高层住宅供配电及照明系统的设计 ... 122
2.1 接地装置故障检测 19	7.4 小区供配电系统的设计 132
2.2 电气火灾的防范 25	习题 137
2.3 供配电线路故障预防及排查 29	第八章 办公室智能照明及供配电监
习题 32	控系统设计 138
第三章 高低压配电室的运行维护 34	8.1 办公室智能照明系统设计 138
3.1 高压开关柜的运行维护 34	8.2 办公楼供配电监控系统设计 143
3.2 变压器的运行维护 37	习题 145
3.3 低压开关柜的运行维护 41	第九章 建筑夜景照明及施工现场用
3.4 应急电源的运行维护 45	电组织设计 146
习题 50	9.1 建筑夜景照明设计 146
第二篇 建筑供配电及照明系统的施工 ... 51	9.2 建筑施工现场用电组织设计 154
第四章 照明系统的施工 53	习题 163
4.1 照明灯具及开关的安装 53	附录一 本书用到的设备、元器件图形符
4.2 智能照明系统的安装及调试 57	号和文字符号 164
4.3 照明系统的节能改造 61	附录二 低压配电系统图 166
习题 64	附录三 竖向配电干线系统图 170
第五章 供配电系统的施工 65	附录四 BV 绝缘电线穿管时的持续载
5.1 配电箱的安装 65	流量 172
5.2 供配电系统的防雷施工 69	附录五 系数表 173
5.3 UPS 的选用及安装 72	附录六 带反射罩荧光灯单位面积安装
5.4 供配电系统的节能改造 75	功率 176
习题 79	附录七 民用建筑用电设备的 K_d 、 $\cos \varphi$ 、
第六章 高低压配电室的施工 80	$\tan \varphi$ 177
6.1 高压环网柜及其监控系统的安装 80	附录八 供配电与照明小幽默 178
6.2 变压器及其监控系统的安装 84	参考文献 179
6.3 低压开关柜及其监控系统的安装 87	
6.4 应急电源及其监控系统的安装 91	



第一篇

建筑供配电及照明系统的维护

建筑内供配电及用电设备占整个建筑投资的百分比越来越高,从早期的 10% 左右到目前的超过 50%。同时,供配电及照明监控系统也迅速发展起来,加上对用电安全、节电等的要求越来越高,就对建筑供配电及照明系统的运行维护提出了更高的要求。

本篇分三章来讲述,分别是建筑照明系统的维护、建筑供配电系统的维护及高低压配电室的维护。通常,把住宅、办公室等室内的用电归为照明用电系统;把高低压配电室到照明用电系统之间的配电及用电归为供配电系统,包括动力用电设备。

第一章 照明系统的维护

用电要做到“安全用电,节约用电,计划用电”,本章首先讲解建筑供配电及照明系统的构成,然后讲述安全用电。

1.1 建筑供配电及照明系统的构成

工作任务:在详细掌握建筑供配电及照明系统的各个组成部分之前,首先应了解该系统的总体构成。

1.1.1 基本知识

一、电力系统的组成

电力系统是由发电、变电、输电、配电和用电等环节组成的电能生产与消费系统,如图 1.1 所示。电力系统包括以下几个方面。

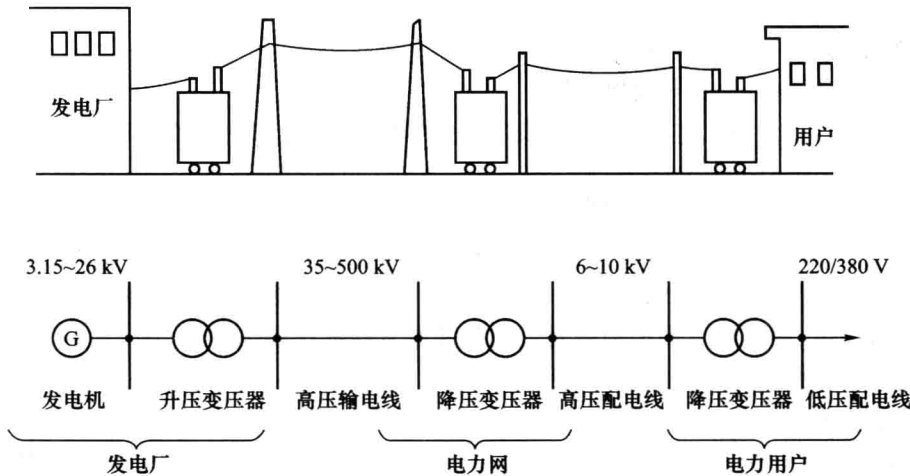


图 1.1 从发电厂到用户的过程

1. 发电厂

发电厂把自然界的一次能源通过发电动力装置(主要包括锅炉、汽轮机、发电机及电厂辅助生

产系统等)转化成电能。根据一次能源的不同,发电厂主要有水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂、燃气发电厂等,此外还有太阳能发电、风力发电、潮汐发电、地热发电等多种新型发电形式。

由于对环保的要求越来越高,以及石油、煤炭等能源供应的日趋紧张,因此发电方式的发展方向是:减少火力发电,增加水力发电、核能发电,大力发展新能源发电如风力发电、生物能发电等。

2. 电力网

电力网由变压器、电力线路等组成,起到变换、输送、分配电能的作用。

通常电力网的电压等级分为 0.22 kV, 0.38 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV, 330 kV, 500 kV 等。其中,额定电压 1 kV 及以上的电压通常称为高压。另外,通常把交流 36 V 以上的电压称为强电,而把 36 V 以下的电压称为弱电。

电力设备的用电电压一般是 380/220 V,也有一些场合用其他等级电压的,例如矿山设备会用到 660 V 电压。各国或地区使用的电压有所不同,例如美国使用 120 V/60 Hz,日本使用 100 V/50 Hz,欧洲使用 230 V/50 Hz。

3. 配电系统(电力用户)

配电系统是由多种配电设备组成的变换电压和直接向终端用户分配电能的系统,位于电力系统的末端。通常建筑供配电及照明系统指的就是配电系统。

二、建筑电气工程施工图简介

建筑电气工程施工图是用规定的或约定的方法、图形符号和文字符号画出的图纸,是施工的依据。本书涉及的电气设备、元器件图形符号和文字符号见附录一。

一个建筑的电气施工图有完整的一套图纸,其中平面图及系统图是最重要的一部分图纸。

平面图是表示设备、装置与线路平面布置的图纸,是进行电气安装的主要依据,它以建筑平面图为依据。

系统图是表现电气工程的供电方式、电能输送与分配控制关系和设备运行情况的图纸。从配电系统图中能够看到:

- ① 配电的规模。
- ② 各级控制关系、控制设备和保护设备。
- ③ 各路负荷用电容量及导线规格等。

系统图只表示各设备的连接关系,不表示设备的情况、具体安装位置和具体接线方法。

1.1.2 规范及标准要点解析

关于建筑供配电及照明系统的标准繁多,有国家标准,也有行业标准。众多标准中,有的针对工程设计,有的针对产品生产,有的针对施工安装,还有设计图样、安装图样等。

以后的章节中,将根据不同的内容对相应的规范及标准作要点解析。

这里先列举一些重要的规范标准。

一、工程设计方面

《供配电系统设计规范》(GB50052—2009)、《低压配电设计规范》(GB50054—1995)、《建筑照明设计标准》(GB50034—2004)和《民用建筑电气设计规范》(JGJ16—2008)(建设部颁布的建筑行业标准)。

除了以上列举的针对建筑供配电及照明整体的标准外,也有针对某一个子系统的标准,如:

《高层民用建筑设计防火规范》(GB50045—1995)(2005 年版)。

二、施工安装方面

《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303—2002)。

《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB13955—2005)。

三、产品制造方面

《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器》(GB16917.1—1997)。

四、国家标准图样

《民用建筑工程电气施工图设计深度图样》(04DX003)和《干式变压器安装》(99D201-2)。

1.1.3 某典型商住楼供配电及照明系统的组成

一、该商住楼供配电及照明系统组成示意图和心智图

图 1.2 所示为典型的高层建筑供配电及照明系统的主要组成示意图,从图中可以看出系统的组成以及其中各个设备的供配电关系及安放位置。

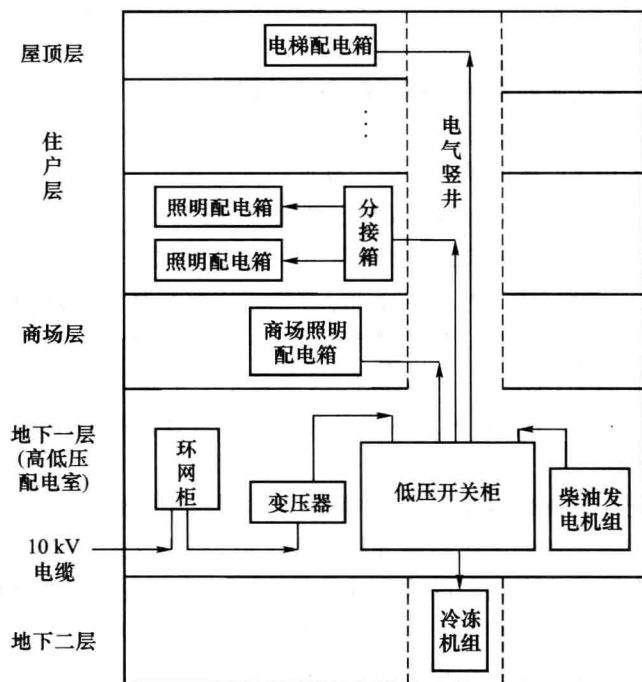


图 1.2 典型的高层建筑供配电及照明系统的主要组成示意图

为便于记忆和理解,这里用心智图表示建筑供配电及照明系统的组成,如图 1.3 所示。从图中可以看出建筑供配电及照明系统的构成及知识点。

一般的企业、住宅小区或大楼的供电电压是 10 kV,有的超大型企业和摩天大楼的用电容量特别大,需要 35 kV 的供电电压。

通常,高、低压配电柜及变压器、应急电源等位于建筑的高低压配电室内,分接配电箱位于各个楼层,照明配电箱位于住户或办公房间内。



图 1.3 用心智图表示建筑供配电及照明系统的组成

二、该商住楼供配电及照明系统的平面图和系统图

高低压配电室平面图如图 1.4 所示。

由供电局提供一路 10 kV 高压供电电缆。高低压配电室位于地下一层,其中高压环网柜(图 1.4 中左下角)、变压器(图 1.4 中 Tr1、Tr2)及低压开关柜(图 1.4 中左上角)位于一个房间。高压环网柜也可以设置在独立的房间。变压器须用隔离网隔开,也可以把变压器安放在独立的房间内。

另外,设置柴油发电机组(图 1.4 中右上角)并独立安放在高、低压配电室的隔壁房间内。

高压配电系统图如图 1.5 所示。从该系统图可以看出此高压环网柜分四个单元,两个馈电单元分别给两台变压器供电,电源(一)、电源(二)单元中一个是 10 kV 进线,另一个是 10 kV 出线。图 1.5 中,图形符号和文字符号表示的设备见附录一。其他细节在以后的章节中说明。

三、低压供配电系统

这里只对低压供配电系统作概略介绍,详细的平面图及系统图在以后章节讲述。

低压配电柜至各用电设备的配电线路先用电力电缆,沿托盘式(或梯式)电缆桥架至电气竖井,在竖井内引上,并在竖井内采用封闭式母线槽作为主干线向各楼层及用电设备供电。对于高层建筑,每几层(例如三层)引出插接式配电箱配电至电表箱,然后经电表箱配电至各用户配电箱。关于这部分的平面图和系统图在以后的章节中讲述。

四、照明系统

这里也只对照明系统作概略介绍。每个住房单元安装一个用户配电箱,也称作照明配电箱或终端配电箱。此外,还有公用照明及应急照明系统。

1.1.4 技术发展

一、建筑供配电及照明系统的发展趋势

随着科学技术的飞速发展以及人民生活水平的不断提高,用电设备种类不断增多,用电量不断增大,对供电可靠性的要求也越来越高。建筑供配电及照明系统正向着自动化、节能化、信息

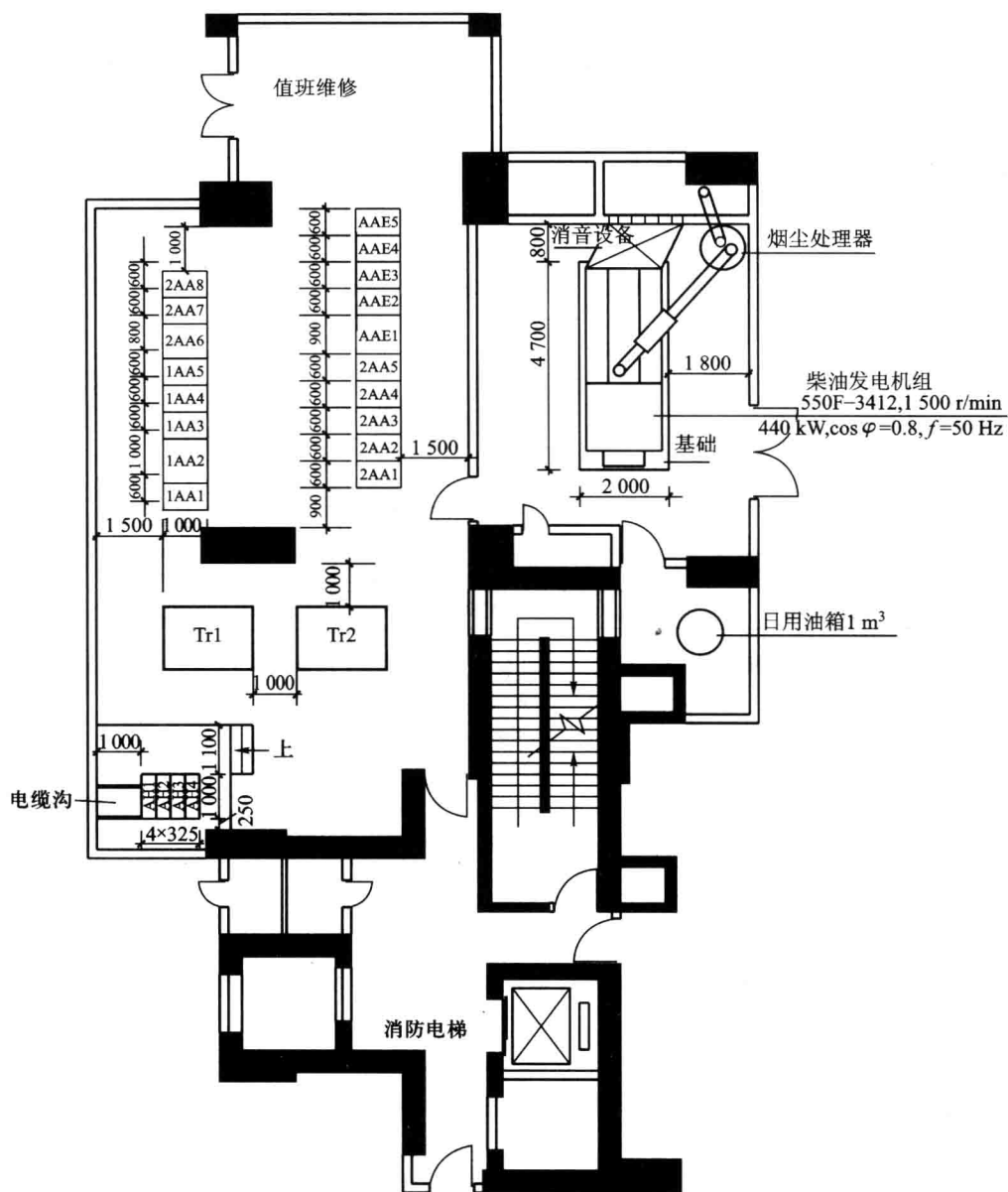


图 1.4 高低压配电室平面图

化和智能化方向发展。电气设备趋向小型化、易操作化、寿命长、免维护、可扩展,并且更加安全可靠。防止人身触电和火灾事故的措施更加完善。线路敷设方式更加灵活。供配电系统实现全面自动化。更加注重保护环境和节约能源,实现可持续发展。

二、智能电网简介

智能电网是以物理电网为基础,将先进的传感测量技术、通信技术、信息技术、计算机技术和

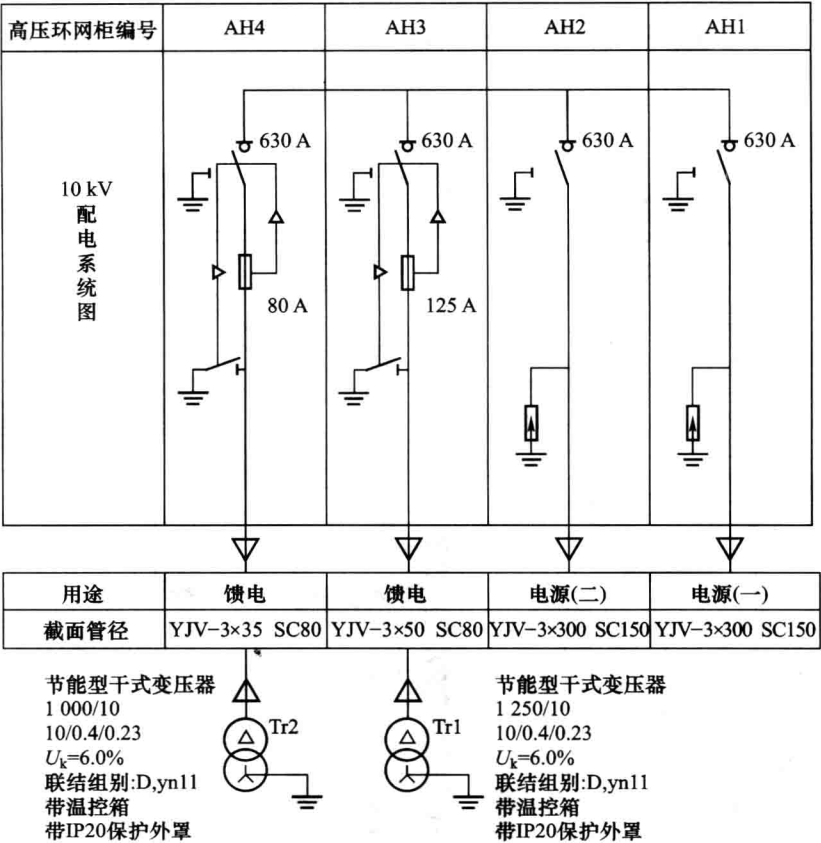


图 1.5 高压配电系统图

控制技术与物理电网高度集成而形成的新型电网。智能电网有七大特征：

(1) 自愈

有自愈能力的现代化电网可以发现并对电网的故障作出反应,快速解决,减少停电时间和经济损失。

(2) 互动

在现代化电网中,商业、工业和居民等能源消费者可以看到电费价格,有机会选择最合适自己的供电方案和电价。

(3) 安全

现代化的电网在建设时就考虑了其彻底的安全性。

(4) 提供满足 21 世纪需求的电能质量

现代化的电网不会有电压跌落、电压尖刺、扰动和中断等电能质量问题,满足数据中心、计算机、电子和自动化生产线的需求。

(5) 适应所有的电源种类和电能储存方式

现代化的电网允许即插即用连接任何电源,包括可再生能源和电能储存设备。

(6) 可市场化交易

现代化的电网支持持续的全国性交易,允许地方性与局部的革新。

(7) 优化电网资产,提高运营效率

现代化电网可以在已建成系统中提供更多的能量,而仅需建设少量新的基础设施,花费很少的运行维护成本。

1.2 漏电故障排查

工作任务:某房间内,住户发现电冰箱、电表箱和电暖气上均带电,天气潮湿时连地板都带电;同时发现,电热水器和电脑无故烧毁。请分析原因并采取措施。

1.2.1 基本知识

一、漏电及其危害

所谓漏电,就是线路的某一个地方因某种原因(风吹、雨打、日晒、受潮、碰压、划破、摩擦、腐蚀等)使电线的绝缘下降,导致线与线、线与地之间有部分电流通过。

漏电会造成人员伤亡、电气火灾和设备损坏等严重危害。

二、安全电压和安全电流

1. 安全电压

安全电压就是不致使人直接死亡或致残的电压,通常规定安全电压值为交流 36 V。

安全电压是分等级的,是为防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列。安全电压额定值的等级见表 1.1。当电气设备采用了超过 24 V 的安全电压时,必须采取防止人体直接接触带电体的保护措施。

表 1.1 安全电压额定值的等级

安全电压(交流有效值)/V		选用举例
额定值	空载上限值	
42	50	在有触电危险的场所使用的手持式电动工具等
36	43	在矿井、多导电粉尘的场所等地方使用的行灯等
24	29	可供某些人体可能偶然触及的带电体设备使用
12	15	
6	8	

安全电压是以人体允许电流与人体电阻的乘积为依据确定的。

人触电时,电流是造成伤害的直接因素,电流越大,伤害越严重。经验证明,通过人体的电流超过 50 mA 时,触电伤害会危及人的生命,并且触电人不容易自己脱离电源。人体的电阻一般在 800 ~ 10 000 Ω 之间。按 800 Ω 计算人体的电阻,通过 50 mA 的电流时,要在人体上加 40 V 的电压。因此,在一般情况下规定 36 V 以下的电压为安全电压。但应该注意的是,人体的电阻

在某些情况下会急剧下降,如工作场所非常潮湿或有腐蚀性气体;人流汗或被导电溶液溅湿;有导电灰尘等。这时 36 V 也并不是安全电压,而规定加在人体的电压不超过 12 V,所以 12 V 电压称为绝对安全电压。

2. 安全电流

安全电流是人体触电后的最大摆脱电流,规定值为 $30 \text{ mA} \cdot \text{s}$ 。触电死亡的直接原因不是由于电压,而是由于电流的缘故。图 1.6 所示是电流对人体影响的曲线图。

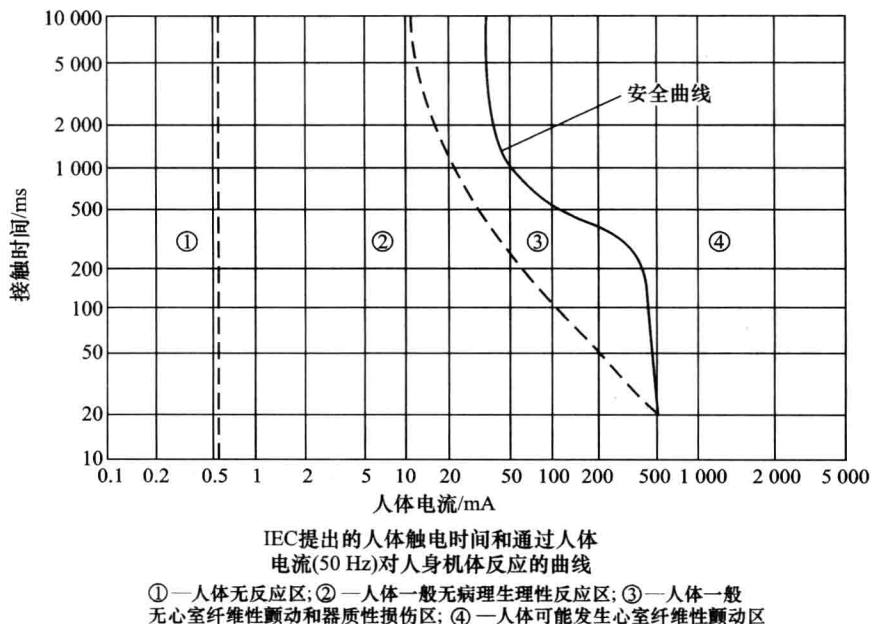


图 1.6 电流对人体影响的曲线图

3. 触电抢救原则

触电抢救原则为迅速、就地、准确、坚持。

迅速——争分夺秒使触电者脱离电源。

就地——必须在现场附近就地抢救,千万不要长途送往医院抢救,以免耽误抢救时间。

从触电时算起,5 min 以内及时抢救,救生率为 90% 左右;10 min 以内抢救,救生率为 60%;超过 15 min,希望甚微。

准确——人工呼吸法的动作必须准确。

坚持——只要有百分之一的希望就要尽百分之百的努力去抢救。

触电者死亡的几个特征:① 心跳、呼吸停止;② 瞳孔放大;③ 尸斑;④ 尸僵;⑤ 血管硬化。这 5 个特征只要 1~2 个未出现,就应以假死去抢救。

三、接地及等电位联结

接地及等电位联结在以后的章节中讲述。

四、剩余电流动作保护断路器

剩余电流动作保护断路器是带有剩余电流动作保护器的断路器。剩余电流动作保护器是检

测剩余电流,将剩余电流值与基准值比较,当剩余电流值超过基准值时使主电路断开的装置,简称 RCD。通常,提到 RCD,就是指剩余电流动作保护断路器。

剩余电流动作保护断路器原理图如图 1.7 所示。

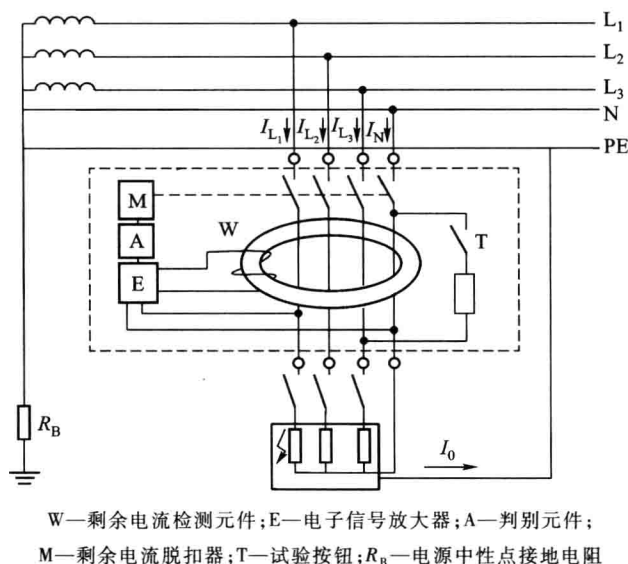


图 1.7 剩余电流动作保护断路器原理图

在正常情况下,电路中没有发生人身电击、设备漏电或接地故障时,剩余电流保护装置通过电流互感器一次侧电路的电流矢量和等于零,即

$$I_{L_1} + I_{L_2} + I_{L_3} + I_N = 0$$

则电流 I_{L_1} 、 I_{L_2} 、 I_{L_3} 和 I_N 在电流互感器中产生的磁通矢量和等于零,这样在电流互感器的二次线圈中没有感应电压输出,因此剩余电流保护装置保持正常供电。

当电路中发生人身电击、设备漏电或故障接地时,通过设备接地电阻有一个接地电流 I_0 流过,则通过互感器电流的矢量和不等于零,即

$$I_{L_1} + I_{L_2} + I_{L_3} + I_N \neq 0$$

这样,剩余电流互感器中产生磁通的矢量和也不等于零,互感器二次回路中有一个感应电压输出,此电压直接或通过电子信号放大器施加在脱扣线圈上,产生一个工作电流。二次回路的感应电压输出随着故障电流的增大而增大,当接地故障电流达到额定值时,脱扣线圈中的电流足以推动脱扣器动作,使主开关断开电路,或使报警装置发出报警信号。

剩余电流互感器二次回路输出信号比较小,一般小于 1 mW。因此,要直接推动剩余电流脱扣器动作,脱扣器需要很高的动作灵敏度,要求其动作功耗在 mW 级,这种剩余电流脱扣器一般采用释放式的电磁结构,结构复杂,工艺要求较高。互感器二次回路的输出信号也可以通过一个电子放大器施加到脱扣器上,这种情况下对脱扣器的灵敏度要求较低,可以采用拍合式的电磁铁或螺管电磁铁,结构简单,工艺要求较低。前者在执行剩余电流保护功能时不需要工作电源,一般称为动作特性与电源电压无关的剩余电流保护装置(也称电磁式剩余电流保护装置),后者称为动作特性与电源电压有关的剩余电流保护装置(也称电子式剩余电流保护装置)。