



高等职业教育“十二五”规划教材
全国高职高专通信类专业规划教材

■ 陈永彬 闫海煜/主编

现代 通信电源

Modern Communication Power



免费提供电子课件
www.abook.cn



科学出版社

高等职业教育“十二五”规划教材

全国高职高专通信类专业规划教材

现代通信电源

陈永彬 闫海煜 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从实际应用角度出发,紧紧围绕提高通信供电可靠性和稳定性的要求,以通信电源系统的组成为框架,比较全面、系统地介绍了通信电源系统涉及的基本概念、相关技术与原理以及操作、管理、维护方法与规程。

全书共 9 章,主要内容包括通信电源系统概述、通信配电、整流与变换设备、蓄电池与油机、UPS、接地与防雷、通信电源集中监控系统,以及新型电源和新电源技术。书中每章都配有内容简介、重点、难点、小结和习题,从而便于教学和读者自学。

本书内容新颖、丰富、实用性强,可作为高职高专院校通信、电子信息类专业或其他相关专业的教材或教学参考书,也可作为通信工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信电源/陈永彬,闫海煜主编. —北京:科学出版社,2011
(高等职业教育“十二五”规划教材·全国高职高专通信类专业规划教材)
ISBN 978-7-03-031658-5

I. ①现… II. ①陈… ②闫… III. ①通信设备-电源-高等职业教育-教材 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 117441 号

责任编辑:孙露露 隼青龙 / 责任校对:柏连海
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

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>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2011 年 8 月第一次印刷 印张:18 1/2
印数:1—3 000 字数:415 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<骏杰>)

销售部电话:010-62142126 编辑部电话:010-62135763-8212

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

序 言

通信产业是国民经济的基础产业，是推动未来信息社会发展的先导性和战略性新兴产业，也是目前中国乃至世界发展最快的产业之一。通信技术的发展，对加速全球信息化的进程，推动国民经济发展和社会进步发挥着巨大的作用。

当前，通信产业面临着难得的发展机遇和全新的挑战，以 NGN、3G、LTE 等技术为代表的新兴通信技术的发展与应用，极大地促进了通信产业的发展，宽带化、智能化、个性化、媒体化、多功能化等是通信技术发展的新趋势。尤其是电信重组吹响了 3G 移动通信产业的号角，各大运营商对 3G 网络的大力兴建，促使通信类人才需求量急剧增加，特别是对于工程建设、设备生产、测试、网络运行与维护、网络优化等应用型人才需求的缺口进一步扩大。同时，随着 3G 应用的广泛拓展，其增值业务的开发和销售岗位所需人才也将持续增加，并将在今后一段时期内维持较高的水平。在通信行业对高素质技能型专业人才需求大幅度增长的同时，与产业增长相适应的人才储备却明显不足。综上所述，面对通信技术的快速发展，可以预见通信产业又将迎来高速发展期，同时也将进一步加剧通信专业人才的供应缺口以及通信行业人才的结构调整。

高等职业教育强调“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合发展道路”。服务社会、促进就业和提高社会对毕业生的满意度，是衡量高等职业教育是否成功的重要标准。坚持“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合发展道路”体现了高等职业教育的本质，是高等职业教育主动适应社会发展和可持续发展的必然选择。

2009 年 3 月，我们组织了全国 25 所设有通信类专业的高职高专院校，在北京召开了研讨会。与会人员在如何进行通信类专业的教学改革和课程改革以及教材建设等方面交换了意见，并决定以国家社会科学基金“十一五”规划（教育科学）“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”课题（BJA060049）的子课题“以就业为导向的高等职业教育通信类专业教学整体解决方案的研究”为平台，组织全国相关院校，对通信类专业的教学整体解决方案设计和教材建设进行系统研究。

随着课题研究工作的全面展开，2009 年 6 月，课题组在苏州工业园区职业技术学院召开了会议。会议强调要做好专业市场调研及社会需求分析，结合各个学院相关专业教学的实践，在深刻理解通信类专业——制造类、工程类、运行维护类和业务类四个专业方向的人才培养目标、就业岗位群体和人才培养规格的基础上，构建了各个专业方向的课程体系，并认真剖析了每门课程的性质、任务、课程类型、培养目标、知识能力结构、工作项目构成、学习情境等，制订了每门课程的课程标准，确定了以就业为导向的课程教材编写大纲，并决定开发立体化教材。全国有 25 所高等职业院校的 60 多位通信类专业教师、企业人员和行业代表参与了课题研究。

课题组成员以课题研究的成果为基础，对通信类专业系列教材的特色、定位、编写思路、课程标准和编写大纲进行了充分讨论与反复修改，确定首批启动 20 种教材的编写，并计划于 2010 年年底完成。有关图书主编、副主编和参编者由全国具有该门课程

丰富教学经验的专家、一线教师和部分企业人员担任。

本套教材是该课题成果的重要组成部分。教材的开发和编写汇聚了国内相关高职高专院校通信类专业优秀教师的教学经验和成果，并按照高等职业教育教学改革的精神，以职业能力培养为核心，通过校际交流、校企互动等途径进行了优质教学资源的最大整合和教材内容的重构，集中体现了专业教学过程与相关职业岗位工作过程的一致性。

本套教材的特点是，在强调内容实用性、典型性的同时，针对通信行业的技术特点和发展趋势，尽可能地把一些相关联的新技术、新工艺、新设备等介绍给读者，最大程度体现通信类专业“以就业为导向，能力为本位”的课程体系和教学内容改革成果，专业平台课程突出专业技能所需要的知识结构，并与实训项目相配合，专业核心课程则从通信项目实践中提炼出主要学习任务，以任务为导向，在完成任务的过程中学习和掌握相关的知识和技能，使原来抽象难懂的知识具体化、目的化，旨在培养实际应用能力。整套教材的编写内容衔接有序、图文并茂，内容安排上能满足高职高专院校通信类专业教学和职业岗位培训需求。

希望这些工作能够对通信类专业的课程改革有所帮助，更希望有更多的同仁对我们的工作提出意见和建议，为推动和实现通信类专业教学改革与发展做出应有的贡献。

全国高职高专通信类专业规划教材
编写指导委员会

前 言

通信电源是电信网络运行的心脏,通信供电直接影响着通信质量和通信可靠性。随着经济的发展和科技的进步,我国通信事业取得了飞速发展,网络规模变得庞大,设备种类繁多,通信设备对电源的要求越来越高。性能良好的通信供电设备和丰富有效的管理维护经验已成为电信运营商确保通信质量,争夺用户市场,赢得竞争优势的必要条件之一。

随着电子技术的发展,推动了新型电子元器件的产生,在通信电源方面涌现出了高频开关整流器和交流不间断电源等新型设备。为了确保供电可靠,在备用电源方面,阀控式密封铅酸蓄电池得到了广泛应用,新能源电池引起了业界广泛关注。同时,自动化无人值守油机发电机组得到了推广。为了确保供电可靠,提升电源管理维护水平,采用通信电源集中监控系统,从而使得通信局(站)及偏远区域的电源维护工作上了一个新台阶,极大地提高了维护人员的工作效率。因此,在当今信息时代,要确保通信网的安全、高效运行,赢得竞争优势,业界需要一大批电源设备工程师。

通信电源领域涉及知识面广、内容新,对从业人员提出了更高的要求。因此,熟悉通信电源系统的组成,了解通信设备供电的要求,明确现代通信电源系统中常用设备的基本原理和使用性能,掌握通信电源系统的设计、施工和管理维护方法,是电子、通信类专业学生学习的重要任务之一。掌握好通信电源知识和维护技能是现代社会对信息人才的基本要求。

本书共 9 章,第 1 章介绍了通信电源系统的组成、供电要求及安全用电知识;第 2 章介绍了交、直流供电系统的组成,典型设备及其维护方法,通信配电以及通信网电源工程设计;第 3 章介绍了整流与变换设备,重点阐述了高频开关整流器技术;第 4 章介绍了蓄电池的结构、工作原理、充放电特性以及蓄电池的使用与维护;第 5 章介绍了交流不间断电源设备;第 6 章介绍了油机发电机组;第 7 章介绍了通信接地与防雷;第 8 章介绍了通信电源集中监控系统;第 9 章介绍了新型电源和新电源技术。

作者在编写中注重选材、概念清楚、思路明晰,力求使本书内容丰富新颖、图文并茂、通俗易懂,具有系统性、先进性和实用性。

本书是作者在总结 20 余年从事通信维护实践和科研工作的基础上,结合多年教学、教改经验,并大量参阅了国内外相关文献,在原有讲稿的基础上编写而成。它既有国内外专家知识的浓缩,也包含作者多年专业知识的积累,希望能给读者带来一些启迪和帮助。为了便于教学和学习,在书中各章增设了内容提要、重点、难点和小结,有利于学生提纲挈领地学习和巩固所学知识。

本书的第1章、第8章由陈永彬编写；第2章、第3章由龚国友编写；第6章由荀月凤编写；第4章、第7章、第9章由闫海煜编写；第5章由汪娟编写。全书由陈永彬、闫海煜担任主编并审改，严三国高级工程师校核。

由于编者学识水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

全国高职高专通信类专业规划教材 编写指导委员会

顾 问：邓泽民

主 任：孙青华

副主任：陈必群 孙社文 张福强 刘良华 付 勤
李转年 赵丽欣

委 员：（以姓氏笔画为序）

王 魏	王瑞春	孔维功	艾艳锦	代才莉
朱晓红	任志勇	任德齐	刘 松	刘 威
刘 俊	刘 勇	齐 虹	闫海煜	孙小红
孙秀英	孙胜利	杨 柳	杨 俊	杨元挺
杨全会	李 云	李 红	李 莉	李 萍
李方健	何国荣	张 松	张玉平	张立中
张国勋	张重阳	张智群	陈永彬	林 勇
周 英	赵剑锋	胡昌杰	战需文	姚先友
耿 杰	贾 跃	夏西泉	卓秀钦	徐 亮
黄一平	曹 毅	崔雁松	彭旭祯	葛仁华
蒋正萍	程远东	曾晓宏	谢 华	谢斌生
赖 诚				

秘 书：孙露露

目 录

序言

前言

第 1 章 通信电源概述	1
1.1 通信电源系统的组成	2
1.1.1 交流供电系统	4
1.1.2 直流供电系统	6
1.1.3 接地系统	7
1.1.4 通信电源系统分类	9
1.2 通信电源供电要求	10
1.2.1 供电可靠性	10
1.2.2 供电质量	11
1.2.3 安全供电	12
1.2.4 现代通信设备对通信电源要求	12
1.3 通信电源的维护	16
1.3.1 通信电源维护工作的基本任务	16
1.3.2 实行三级维护体制	17
1.3.3 电源维护班组主要职责	18
1.3.4 电源设备维护人员职责	18
1.3.5 值班和交接班制度	19
1.3.6 电力室应建立的资料	20
1.3.7 设备器材管理	21
1.3.8 变流设备的维护	22
1.3.9 变配电设备的维护	22
本章小结	23
习题	24
第 2 章 通信配电	27
2.1 概述	28
2.2 交流高压供电系统	29
2.2.1 高压配电方式	29
2.2.2 交流高压供电系统的组成	31
2.2.3 高压变、配电设备简介	34
2.3 交流低压供电系统	37

2.3.1 交流低压配电	37
2.3.2 交流低压供电系统的组成	38
2.4 直流配电	40
2.4.1 直流电源配电方式	40
2.4.2 直流配电系统的供电方式	41
2.4.3 直流配电的作用和功能	45
2.4.4 典型直流配电屏原理	45
2.4.5 防止电池过放电的保护措施	47
本章小结	48
习题	49
第3章 整流与变换设备	53
3.1 概述	54
3.1.1 通信整流技术的发展	54
3.1.2 通信高频开关整流器的组成	55
3.2 高频开关整流器主要技术	59
3.2.1 高频开关元器件	59
3.2.2 具有共模电感的抗干扰滤波器	66
3.2.3 功率因数校正电路	68
3.2.4 功率转换电路	73
3.2.5 集成 PWM 控制器	76
3.2.6 通信用高频开关整流器主电路举例	76
3.2.7 均流电路	77
3.2.8 通信用高频开关整流器的若干技术指标	80
3.3 开关电源系统简介	82
3.3.1 开关电源系统简述	82
3.3.2 各单元功能	83
3.4 开关电源系统的故障处理与维护	85
本章小结	87
习题	88
第4章 蓄电池	91
4.1 通信蓄电池发展概述	92
4.1.1 蓄电池的分类	92
4.1.2 阀控式密封铅酸蓄电池	93
4.2 阀控式密封铅酸蓄电池的结构	98
4.3 阀控式密封铅酸蓄电池的基本原理	99
4.3.1 阀控式铅酸蓄电池电化反应原理	99

4.3.2 阀控式铅酸蓄电池氧循环原理.....	100
4.4 充放电特性.....	101
4.4.1 蓄电池的放电特性.....	101
4.4.2 电池的充电特性.....	102
4.5 阀控式密封铅酸蓄电池（VRLA）的使用与维护.....	103
4.5.1 阀控式密封铅酸蓄电池的安装.....	103
4.5.2 阀控式密封铅酸蓄电池的充放电.....	104
4.5.3 阀控式密封铅酸蓄电池的维护.....	106
本章小结.....	112
习题.....	112
第5章 交流不间断电源设备（UPS）.....	115
5.1 概述.....	116
5.2 UPS 的基本组成及工作原理.....	120
5.2.1 UPS 的基本组成.....	120
5.2.2 UPS 逆变工作原理与主要电路技术.....	123
5.3 UPS 操作.....	131
5.3.1 UPS 开机加载步骤.....	131
5.3.2 UPS 从正常运行到维护旁路的步骤.....	132
5.3.3 UPS 在维护旁路下的开机步骤.....	132
5.3.4 UPS 关机步骤.....	132
5.3.5 UPS 的复位.....	132
5.4 UPS 的使用和日常维护.....	133
5.4.1 UPS 的选用.....	133
5.4.2 UPS 日常维护与测试.....	135
5.4.3 UPS 常见故障及处理.....	138
本章小结.....	143
习题.....	143
第6章 油机发电机组.....	147
6.1 概述.....	148
6.1.1 油机发电机组的作用.....	148
6.1.2 油机发电机组的组成与分类.....	149
6.1.3 现代内燃机的发展情况.....	152
6.2 油机的总体构造.....	153
6.2.1 曲轴连杆机构.....	153
6.2.2 配气机构.....	157
6.2.3 燃料供给系统.....	159

6.2.4	润滑系统	160
6.2.5	冷却系统	161
6.2.6	点火系统	162
6.2.7	启动系统	162
6.3	油机发电机组的工作原理	163
6.3.1	油机工作原理	164
6.3.2	发电机工作原理	167
6.4	油机发电机组的使用与维护	172
6.4.1	油机发电机组维护的基本要求	172
6.4.2	通信局(站)内固定式油机发电机组的维护	172
6.4.3	移动式油机发电机组的维护	174
6.4.4	柴油发电机组的使用	174
6.4.5	柴油发电机组常见故障处理	175
	本章小结	187
	习题	188
第 7 章	通信接地与防雷	193
7.1	概述	194
7.1.1	接地系统的概念	194
7.1.2	接地系统应具备的功能	195
7.1.3	接地系统的组成	196
7.2	接地的作用及分类	197
7.2.1	接地的作用	197
7.2.2	接地的分类	199
7.3	接地系统	201
7.3.1	分设接地系统	202
7.3.2	联合接地系统	203
7.4	接地电阻	205
7.4.1	接地电阻组成	205
7.4.2	影响接地电阻的因素	205
7.4.3	人工降低接地电阻的方法	207
7.4.4	接地装置的埋设与接地电阻的测量	208
7.5	通信电源系统的防雷保护	212
7.5.1	雷电的形成和特征	212
7.5.2	雷电分类及危害	213
7.5.3	通信电源系统防雷保护原则	214
7.5.4	通信电源系统雷电防护及措施	215

本章小结	217
习题	217
第 8 章 通信电源集中监控系统	219
8.1 概述	220
8.1.1 集中监控系统产生的背景及意义	220
8.1.2 电源集中监控系统的功能结构	222
8.2 监控系统的监控内容及性能	228
8.2.1 电源集中监控系统的监控对象和内容	228
8.2.2 电源集中监控系统的性能	231
8.3 监控系统的组成和组网方案	233
8.3.1 监控系统的基本组成和工作过程	233
8.3.2 电源集中监控系统的结构	235
8.3.3 电源集中监控系统的传输与组网	236
8.3.4 集中监控系统的组网方案	241
8.3.5 远程实时图像监控系统	243
8.4 常见监控硬件	244
8.4.1 信号的测量与控制	244
8.4.2 传感器和变送器	245
8.4.3 执行器	249
8.4.4 监控模块	251
8.4.5 协议转换器	255
8.5 集中监控系统的使用和维护	256
8.5.1 电源集中监控系统的使用	256
8.5.2 电源监控系统的维护体系	257
8.5.3 故障处理流程	259
本章小结	262
习题	264
第 9 章 新型电源和新技术	269
9.1 太阳能电池	270
9.1.1 太阳能电池原理	270
9.1.2 太阳能电池基本性质	273
9.2 通信电源发展趋势	276
本章小结	278
习题	278
参考文献	280

通信电源系统组成及工作原理

第 1 章



通信电源概述

❖ 本章内容简介

本章从通信电源系统的组成出发，阐述了通信电源在通信系统中的地位，以及通信电源系统各部分的作用。主要内容有：通信电源系统的组成及各部分的主要作用，通信电源系统的发展趋势，电信系统对通信电源的供电要求以及安全用电知识，同时简要介绍了现代通信设备对电源的要求。

❖ 本章重点

本章重点是通信电源系统的组成，通信电源系统各组成部分的主要作用。

❖ 本章难点

本章难点是理解通信电源系统各功能模块的作用。

1.1

通信电源系统的组成

通信电源是向通信设备提供所需直流电或交流电的设备。我们知道，设计和评价一个通信系统，最重要的指标是它的有效性和可靠性。如果通信电源供电质量不佳，将会使通信质量下降甚至导致通信设备无法正常工作；如果通信电源供电中断，将会导致通信设备瘫痪。因此，通信电源是通信设备的“心脏”，它是保证通信系统有效性和可靠性的前提和基础。

1 通信电源设备和设施

通信电源设备和设施主要包括：交流市电引入线路、高低压局内变电站设备、油机发电机组、整流设备、蓄电池组、直流变换器（DC/DC）、交/直流配电设备、UPS 以及监控系统等。另外，在很多通信设备上还配有板上电源（power on board），即 DC/DC 变换。

2 通信配电

通信配电就是把上述的电源设备，组合成一个完整的供电系统，合理地进行控制、分配、输送，满足通信设备的需求。一个完整的通信配电系统，其组成如图 1.1 所示。

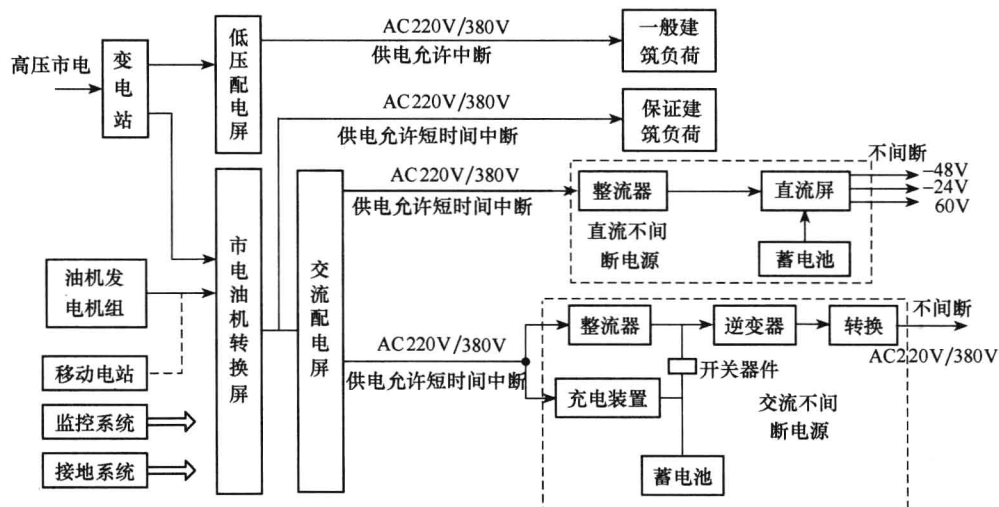


图 1.1 通信配电系统组成框图

相关知识

一般建筑负荷是指一般空调、一般照明以及其他备用发电机组不保证的负荷；保证建筑负荷是指通信用空调设备、保证照明、消防电梯和消防水泵等。

由于市电比油机发电、蓄电池等其他形式电能更可靠、经济、环保，所以市电是通信设备用电的主要能源。为了提高市电的可靠性，大型通信局（站）的电源一般采用高压电网供电。在大型交换中心或重要通信枢纽（局），为了进一步提高供电可靠性，在可能的情况下，可引入两路高压市电，并且由专线引入。一路主用，一路备用。

高压线路电能先经高压配电所（high-voltage distribution substation, HDS）集中，再由高压配电线路将电能分送到各变电所（shop transformer substation, STS），变电所将高压电变为低压电送给低压配电屏（含有计量、市电/油机发电转换、电容补偿、防雷、分配等功能），然后再由低压配电屏将电能分送给交流配电屏。也就是说通过这些变、配电设备，将高压市电（一般为 10kV）转为低压市电（三相 380V），然后给交、直流不间断电源设备、机房空调及建筑负荷提供交流电能。

通常，大中型电信局采用 10kV 高压市电，经电力变压器降为 380V/220V 低压电后，再供给整流器、不间断电源设备（UPS）、通信设备、空调设备和建筑用电设备等。小型电信局（站）则一般采用低压市电电源。

注意

在距离 10~35kV 导电部位 1m 以内工作时，应切断电源，并将变压器高、低压两侧断开，凡有电容的元件应先放电。

3 通信电源系统的组成

通信电源系统是对通信局（站）内各种通信设备及建筑负荷等提供用电的设备和系统的总称。该系统由交流供电系统、直流供电系统和接地系统组成。

一个完整的通信电源系统一般由交流配电单元、整流模块、直流配电单元、蓄电池组、监控模块和防雷接地系统 6 部分组成，如图 1.2 所示。

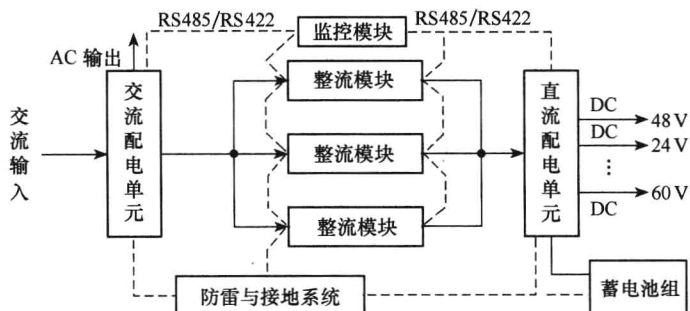


图 1.2 通信电源系统组成框图

1.1.1 交流供电系统

通信电源的交流供电系统由高压室、高压开关柜、降压电力变压器、低压交流配电屏、低压电容器屏、油机发电机组、UPS 和交流调压稳压设备及连接馈线等组成。

注意

高压室禁止无关人员进入，在危险处应设防护栏，并设置明显的告警牌，如“高压危险，不得靠近”等字样。

交流供电系统可以有 3 种交流电源：变电站供给的市电、油机发电机供给的自备交流电、UPS 供给的后备交流电。

(1) 高压开关柜

高压开关柜的主要功能，除了引入高压（一般 10kV）市电外，还能保护本局的设备和配线；防止本局的设备故障影响到外线设备；另外，它还有操作控制、监测电压和电流的功能。

高压开关柜内安装有高压隔离开关、高压真空断路器（或油断路器）、高压熔断器、高压仪用互感器和避雷器等元器件。

提示

高压开关柜中的高压熔断器用于对输电线路和变压器进行过流保护。在配备通信电源器材时，熔断器应有备用，不应使用额定电流不明或不合规定的熔断器。熔断器的温度应低于 80℃。

(2) 降压电力变压器

降压电力变压器是把 10kV 高压电源变换到 380/220V 低压的电源设备。电力变压器一般采用油浸式变压器，也有的采用有载调压变压器。近年来，由于干式电力变压器便于在机房大楼内安装，因此，也逐渐得到应用。

(3) 低压交流配电屏

低压交流配电屏的作用是输入市电，为各路交流负载分配电能。当市电中断或交流电压异常时（如：过压、欠压、缺相等），低压配电屏能自动发出相应的告警信号。

(4) 低压配电设备

低压配电设备将降压电力变压器输出的低电压电源或直接由市电引入的低电压电源进行配电，作市电的通断、切换控制和监测，并保护接到输出侧的各种交流负载。低压配电设备由低压开关、空气断路开关、熔断器、接触器、避雷器和监测用的各种交流电表等组成。