

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

建筑配电与设计

高满茹 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

建筑配电与设计

高满茹 编著
石萍萍 主审



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为高职高专“十五”规划教材。

本书内容主要包括建筑配电系统的负荷计算、配电线路的接线方式与导线选择、短路电流计算、变压器与备用电源、高低压配电电器的选择、变配电系统的基本保护、照明设计、防雷接地、电气制图的国家标准、建筑配电系统设计原则与内容、工程设计实例等。

本书内容丰富、覆盖面广，实用性强。

本书可作为高职高专智能建筑控制工程专业、楼宇自动化专业及其相关专业的教材，同时也可作为从事电气设计的工程技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

建筑配电与设计/高满茹主编. -北京：中国电力出版社，2003

高职高专“十五”规划教材

ISBN 7-5083-1720-3

I. 建… II. 高… III. 建筑-配电系统-高等学校：技术学校-教材 IV. TU852

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 068708 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>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 9 月第一版 2003 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 20.25 印张 468 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 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）



随着新世纪的到来,我国进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。新世纪新阶段的新任务,对我国高等职业教育提出了新要求。我国加入世界贸易组织和经济全球化迅速发展的新形势,也要求高等职业教育必须开创新局面。

高职高专教材建设是高等职业教育的重要组成部分,是一项极具重要意义的基础性工作,对高等职业教育培养目标的实现起着举足轻重的作用。为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,进一步推动高等职业教育的发展,加强高职高专教材建设,根据教育部关于通过多层次的教材建设,逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系的精神,中国电力教育协会会同中国高等职业技术教育研究会和中国电力出版社,组织有关专家对高职高专“十五”教材规划工作进行研究,在广泛征求各方面意见的基础上,制订了反映电力及相关行业特点、体现高等职业教育特色的高职高专“十五”教材规划。同时,为适应电力体制改革和电力高等职业教育发展的需要,中国电力教育协会筹备组建全国电力高等职业教育教材建设指导委员会,以便更好地推动新世纪电力高职高专教材的研究、规划与开发。

高职高专“十五”规划教材紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才开展编写工作。基础课程教材注重体现以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为教学重点;专业课程教材着重加强针对性和实用性。同时,“十五”规划教材不仅注重内容和体系的改革,还注重方法和手段的改革,以满足科技发展和生产实际的需求。此外,高职高专“十五”规划教材还着力推动高等职业教育人才培养模式改革,促进高等职业教育协调发展。相信通过我们的不断努力,一批内容新、体系新、方法新、手段新,在内容质量上和出版质量上有突破的高水平高职高专教材,很快就能陆续推出,力争尽快形成一纲多本、优化配套,适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的高职高专教育教材体系。

在高职高专“十五”教材规划的组织实施过程中,得到了教育部、国家电力公司、中国电力企业联合会、中国高等职业技术教育研究会、中国电力出版社、有关院校和广大教师的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

教材建设是一项长期而艰巨的任务,不可能一蹴而就,需要不断完善。因此,在教材的使用过程中,请大家随时提出宝贵的意见和建议,以便今后修订或增补。(联系方式:100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层 中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416222)

中国电力教育协会

二〇〇二年十二月



建筑配电系统设计是我国建筑勘察设计行业的一个重要组成部分。近年来，随着信息技术、计算控制技术、自动控制技术的发展及智能建筑的产生，使建筑配电系统的内涵和理念更加充实、广泛，相应的技术设备更新换代日益频繁，建筑配电系统发生了根本性的变化。本书正是在充分理解建筑配电系统的发展和建筑电气行业市场对人才需求变化的基础上编写的。

本书以《民用建筑电气设计规范》等国家标准和规范为依据，从建筑配电系统的基本知识和基本理论，到相关专业知识和建筑配电系统的工程设计作了较为全面的介绍。其中，基本理论主要包括：建筑配电系统的基本概念、电力负荷的计算方法、室内配电线路的接线方式与导线选择、短路电流的计算、变电站与备用电源、高低压配电电器的选择、变配电系统基本保护原理、照明设计与计算、防雷与接地的基本概念和基本方法等内容；工程设计主要包括：电气制图的国家标准与工程制图、建筑电气设计规范与设计原则的介绍与应用、电气图纸的计算机辅助设计、建筑电气设计举例等内容。本书介绍的电器产品及技术均为目前本行业国内外最新、最流行的。前九章可用于理论教学，后四章可结合技能培训的实践环节进行教学。

本书由石萍萍主审。在编写过程中还得到了北京市建筑设计研究院刘侃高级工程师、安兴梅高级工程师、王禹春高级工程师的大力支持与帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中缺点错误在所难免，请广大读者批评指正，以便进一步修改和提高，谨此表示感谢。

编 者

2003年6月



序 前言

第一章 变配电系统	1
第一节 变配电系统的概念	1
第二节 电力系统中性点接地方式	9
第三节 变配电系统的接线方式	13
习题	18
第二章 电力负荷计算	20
第一节 电力负荷计算的目的	20
第二节 电力负荷曲线及有关物理量概念	23
第三节 负荷计算	24
第四节 变配电系统总计算负荷的确定	32
第五节 无功功率补偿	34
第六节 尖峰电流的计算	41
习题	42
第三章 配电线路	43
第一节 室外线路常用导线和电缆的结构	43
第二节 低压配电线路常用导线、电缆型号及标注	47
第三节 民用建筑低压配电系统的配电要求和配电方式	49
第四节 配电线路导线截面选择的条件	53
第五节 低压动力线路导线截面的选择	54
第六节 低压照明线路导线截面选择	61
习题	63
第四章 短路电流分析及计算	65
第一节 短路的原因及作用	65
第二节 无限大容量电力系统发生三相短路时物理过程分析	66

第三节	三相短路电流计算	68
第四节	低压线路短路电流的计算	76
第五节	两相短路电流的计算	81
习题		81
第五章	变配电所与备用电源	83
第一节	民用建筑中的变配电所	83
第二节	电力变压器	88
第三节	自备应急柴油发电机组	93
第四节	不间断电源系统	98
第六章	配电电器	101
第一节	开关电器中的电弧理论简介	101
第二节	民用建筑中常用高压电器的种类与特性	104
第三节	民用建筑中常用低压电器的种类与特性	115
第四节	电压互感器与电流互感器	126
第五节	民用建筑中常用电气设备的选择与校验	127
第七章	变配电系统的保护	134
第一节	民用建筑变配电系统保护特点和要求	134
第二节	10kV 变配电系统的继电保护	136
第三节	低压供电线路的保护	144
第八章	民用建筑电气照明	149
第一节	照明技术的基本概念	149
第二节	民用建筑的照明方式和照明种类	153
第三节	民用建筑的照度标准	154
第四节	民用建筑常用电光源及其选择	157
第五节	民用建筑中照明灯具的选择、布置及安装	162
第六节	照度计算	165
第七节	照明节能	171
第九章	民用建筑的防雷与接地	175
第一节	雷电过电压的形成和形式	175
第二节	民用建筑防雷的基本方法	176
第三节	变电所与变压器的防雷	184
第四节	接地的基本概念	184

第十章 电气制图标准	190
第一节 电气制图常用国家标准简介	190
第二节 电气制图的基本概念	191
第三节 建筑平面图及图形符号	192
第四节 常用电气设备图形符号	194
第五节 建筑电气图	200
第十一章 建筑电气设计	204
第一节 建筑电气设计规范简介	204
第二节 建筑电气设计一般原则	205
第三节 建筑配电系统设计计算	212
第四节 建筑电气图纸设计	213
第五节 电气设备招标文件中技术标准的编制	222
第十二章 电气制图 CAD	231
第一节 电气制图 CAD 简介	231
第二节 图纸的基本设置	232
第三节 建筑图纸的调入与修改	236
第四节 基本绘图与块制作	239
第五节 电气平面图绘制	253
第六节 出图	261
第十三章 建筑电气设计举例	266
第一节 别墅建筑的电气设计（强电）	266
第二节 小型综合性建筑电气设计（强电）	277
参考文献	314

第一章



变 配 电 系 统

本章介绍变配电系统的基本概念。要求学生了解电力系统及变配电系统的组成及系统运行的基本要求；了解电力系统的运行方式；了解变配电系统的接线方式。

第一节 变配电系统的基本概念

人类的一切生产活动都是在以某种方式消费能量。人类从原始向文明的不断发展，也可以用人类对能量的获取、传输与应用的水平来衡量。由于自然界能量分布的相对分散和人类对能量使用上的相对集中，产生了对能量进行传输的需求。经过长期实践与探索，人类最终发现了电能传输这种最佳的能量传输方式。它不仅可以长距离传输，而且通过相应的装置，还可以在任何地点转换为任何其他形式的能量供人类消费。随着科学技术的不断发展，电能的生产、传输、变换和应用技术也在不断完善与提高。电能已经和人类的一切生产、生活紧密相关，一个国家电力工业水平的高低，在某种意义上讲，标志着这个国家人民生活水平的高低，标志着这个国家综合国力的强弱。

一、变配电系统的组成

电能的传输与转换在人们日常生活中发挥着非常重要的作用，特别是在科学技术飞速发展的今天，人们的工作、学习、娱乐等，生活都离不开电，那么，我们日常生活中所用的电是怎样生产、传输和被我们使用的呢？根据图 1-1 我们可以描述出这样一个系统：发电厂把各种形式的非电能量（例如：化学能、核能、太阳能、水的势能等）经过相应的装置变成动能后，再经过发电机变成电能，此时发电机输出电能的电压一般在 10kV 及以下。电能在生产之后根据用户消费需要，进行远距离传输。为了降低输电线路电能损耗，发电机输出电能要先经升压变压器将电压升高，再经过高压输电网络远距离输送到靠近用电负荷中心的区域变电所。在区域变电所经降压变压器将电压降至 35kV 或 10kV 后输送到用户（如工厂、宾馆、饭店等）的变配电所，再经过降压变压器将电压降至用电设备所需电压（如高压用电设备所需 3kV、6kV；低压用电设备所需的 220/380V），并根据用电设备实际配置情况，配置供电线路，最终用电设备将电能转换成人们所需要的机械能、光能、热能等进行消费。该系统可用图 1-2 所示的方块图描述。

图 1-2 为我们描述了电能从生产到消费的全过程。总结上述对系统的描述，我们给出下面两个定义（概念）：

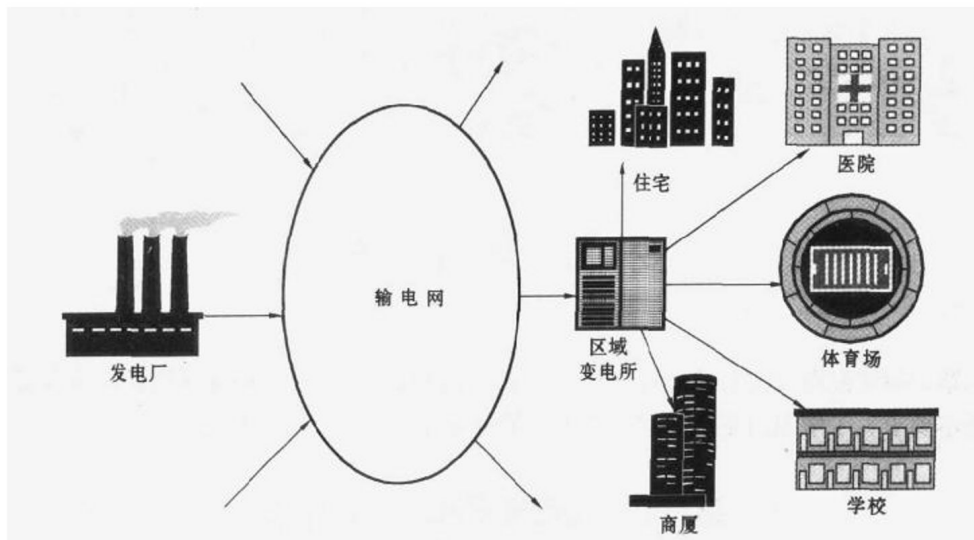


图 1-1 电力系统示意图



图 1-2 电力系统方框图

(1) 电力系统。它包括发电、变电（升压和降压）、输电、配电和用电五部分。这个系统实现了非电能量通过电能方式传输，最终可以在人们需要的地方，以人们希望的非电能量方式消耗的全过程。

(2) 变配电系统。它包括变电（降压）、配电（包括短距离输电）和用电三部分。这个系统实现的是电能按人们的需要，以非电能量形式消耗的过程。

本章主要研究、分析、介绍变配电系统。更确切地说，是 10kV 及以下电压等级系统的变电、配电和用电的过程。

二、变配电系统的电压

1. 变配电系统的额定电压

由《电工学》中所学的知识可以知道：

- (1) 电功率与电路的电压与电流的乘积成正比；
- (2) 电路导线的有功损耗与线路中流过的电流的平方与线路电阻的乘积成正比；
- (3) 电路导线的电压降与线路阻抗与流过线路的电流的乘积成正比。

由此我们可以看出，在变配电系统中，各种损耗与系统的电压有很大关系。一条输电线路，当线路导线的材料、截面、长度及敷设方式一定时，线路导线电阻基本为一定值。在线路导线传输的电功率不变的情况下，电压越高，流过线路导线的电流就越小，那么线路导线的有功损耗就越小；同样线路导线上的电压降也就越小。也就是说系统电压越高，传输电能

的效率就高。但由于发电机受到机械结构等因素的限制,最高输出电压为 10kV,这远不能满足远距离、大容量传输电能对系统电压的要求,因此在电力系统中,使用升压变压器,将发电机输出电能的电压升高到数百千伏以上,然后再通过相应电压等级的高压或超高压输电网络进行远距离、大容量的电能传输。但系统电压的提高,是以科学技术的发展为前提的,不是可以随意提高的。因此随着电力系统的不断发展,电力系统的电压也经历了一个由低到高的发展过程,这是造成电力系统中有不同电压等级输电网络的原因之一。另外输电网络电压等级的确定,与一个国家的经济发展以及相关政策有着直接的关系,因此世界各国电网电压不尽相同。我国国家标准规定的三相交流电网和电力设备的额定电压如表 1-1 所示。

表 1-1 我国三相交流电网和电力设备的额定电压

分类	电网和用电设备额定电压 (kV)	发电机额定电压 (kV)	电力变压器额定电压 (kV)	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.22	0.23	0.22	0.23
	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
	6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
	10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
	35	—	35	38.5
	63	—	63	69
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
	500	—	500	550

由表 1-1 可以看出,同一电压等级的电力设备,额定电压的数值,按电网、用电设备、发电机、变压器划分,是有所不同的。

对于电网的额定电压来说,它是一个国家根据本国电力工业的发展确定的。由于电流流过导线时会产生电压降,因此一条输电线路,其始端与末端的电压是不相同的。一般来讲,是始端电压高,末端电压低,这个差值的允许值大约是在额定电压的 10% 左右 (一般是 $\pm 5\%$),即线路的始端允许高于电网额定电压 5%,线路的末端允许低于电网额定电压 5%,如图 1-3 所示。

对用电设备来说,其额定电压不可能按使用点的实际电压来制造,而只能按供电电网的额定电压来制造。所以用电设备的额定电压规定与同等级电网的额定电压相同。

由于发电机是接在输电线路首端的,因此其额定电压规定高于同等级电网额定电压 5%,这是考虑线路首

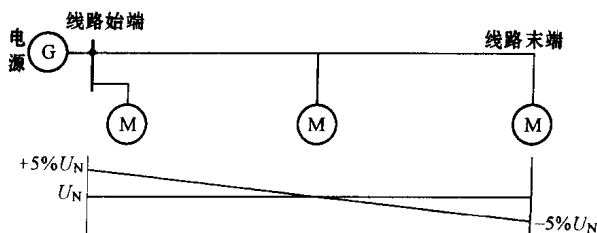


图 1-3 供电线路电压分布

U_N —电网额定电压

端电压高于额定电压 5%。

对于变压器来说,由于它是一种电磁能量转换的装置,其一次侧是消耗电能并将其转换为磁场能量,我们可以将其看作是用电设备;而二次侧是将磁场能量转换为电能,供负载使用,起到了电源的作用。因此,如果变压器的一次侧不是接发电机,而是接电网的话,它相当于用电设备,其额定电压与电网额定电压相同;如果变压器的一次侧接发电机,其额定电压应与发电机额定电压相同,即高于电网额定电压 5%。变压器二次侧的额定电压是指变压器一次侧加上额定电压而二次侧开路时的电压,即变压器的空载电压。考虑变压器满载时,其内部约有 5% 的阻抗压降,以及线路始端允许高于电网电压 5%,则变压器二次侧接电网时,其二次侧额定电压应比电网额定电压高 10%,如图 1-4 中 T1 一、二次侧电压;如果变压器二次侧接低压电网或直接接用电设备时,则变压器二次侧额定电压应高于电网额定电压 5%,如图 1-4 中 T2 的一、二次侧电压。

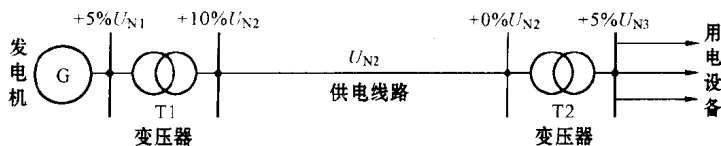


图 1-4 变压器的额定电压

2. 变配电系统额定电压的选择

前面已经讲过,输电网电压等级的确定,与一个国家的经济发展以及相关政策有关,但在选择实际变配电系统的电压等级时,应从用电量的大小、用电设备的特性、供电距离的长短、供电线路的回路数、用电单位的远景规划、当地已有电网现状和它的发展规划以及经济合理等方面综合比较确定。

在标准 JGJ/T16—1992《民用建筑电气设计规范》中对于民用建筑供配电系统电压的选择做出了明确的规定,即用电设备容量在 250kW 或需用变压器容量在 160kVA 以上者应以高压方式供电,配电电压宜采用 10kV,如 6kV 用电设备的总容量较大,选用 6kV 电压配电技术经济合理时,则应采用 6kV;用电设备容量在 250kW 或需用变压器容量在 160kVA 以下者应以低压方式供电,特殊情况也可以高压方式供电。低压配电电压应采用 220/380V。

不同电压等级的输电线路考虑各种损耗的影响,适合传输的电功率和最远输送距离是不同的。表 1-2 给出了其经验数值。

表 1-2 不同电压等级的输电线路适合传输的电功率和最远输送距离

线路电压 (kV)	线路结构	输送功率 (kW)	输送距离 (km)
0.38	架空线	≤ 100	≤ 0.25
0.38	电缆线	≤ 175	≤ 0.35
6	架空线	≤ 2000	3 ~ 10
6	电缆线	≤ 3000	≤ 8
10	架空线	≤ 3000	5 ~ 10
10	电缆线	≤ 5000	≤ 10

3. 变配电系统电压允许偏差

由前面的分析可知, 由于输电线路具有阻抗, 变压器作为电源也有内阻抗, 因此当用户用电量大小发生变化时, 这些阻抗上的压降也会随之变化, 从而引起供电线路上各点电压的变化, 实际电压与额定电压之间会产生偏差。国家标准中将实际电压与额定电压之差的百分数定义为电压偏差, 用下式来表示

$$\Delta U = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 ΔU ——电压偏差;

U_N ——电网额定电压;

U ——电网实际电压。

当电压偏差过大时, 会产生一系列问题。因此, 对不同电压等级的供电线路的允许电压偏差, 在标准 GB12325—1990《电能质量 供电电压允许偏差》中规定:

(1) 35kV 及以下供电电压正负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%。

(2) 10kV 及以下三相供电电压允许偏差为额定电压的 $\pm 7\%$ 。

(3) 220V 单相供电电压允许偏差为额定电压的 $+7\% \sim -10\%$ 。

在标准《民用建筑电气设计规范》中对不同用电设备供电电压偏差允许范围做出了相应规定:

(1) 一般电动机为 $\pm 5\%$ 。

(2) 电梯电动机为 $\pm 7\%$ 。

(3) 照明: 在一般工作场所为 $\pm 5\%$; 在视觉要求较高的室内场所为 $+5\%、-2.5\%$; 对于远离变电所的小面积一般工作场所, 难以满足上述要求时, 可以为 $+5\%、-10\%$; 应急照明、道路照明和警卫照明为 $+5\%、-10\%$ 。

(4) 其他用电设备当无特殊规定时为 $\pm 5\%$ 。

当电网电压偏差超过允许值时, 就应采取相应的措施对系统的电压进行调整。可以通过调整无载调压型变压器的电压分接头、调整无功补偿的功率、合理配置负载等方法来实现。

三、用电负荷的分类

连接在电网上的一切用电设备所需的功率, 称为用户的用电负荷。根据用电负荷对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上造成的影响或损失程度, 可将用电负荷分为三级。按标准《民用建筑电气设计规范》的规定, 这三级负荷为:

(1) 一级负荷:

1) 中断供电将造成人身伤亡者;

2) 中断供电将造成重大政治影响者;

3) 中断供电将造成重大经济损失者;

4) 中断供电将造成公共场所秩序严重混乱者。

对于某些特等建筑, 如重要的交通枢纽、重要的通信枢纽、国宾馆、国家级及承担重大国事活动的会堂、国家级大型体育中心, 以及经常用于重要国事活动的大量人员集中的公共场所的一级负荷, 为特别重要负荷。

中断供电将影响实时处理计算机及计算机网络正常工作或中断供电后将发生爆炸、火灾以及严重中毒的一级负荷亦为特别重要负荷。

(2) 二级负荷:

- 1) 中断供电将造成较大政治影响者;
- 2) 中断供电将造成较大经济损失者;
- 3) 中断供电将造成公共场所秩序混乱者。

(3) 三级负荷:

不属于一级和二级负荷的用电负荷。

表 1-3 列出了民用建筑中常用重要电力负荷的分级。

表 1-3 常用重要电力负荷级别

序号	建筑物名称	电 力 负 荷 名 称	负荷级	备 注
1	高层普通住宅	客梯、生活水泵电力、楼梯照明	二级	
2	高层宿舍	客梯、生活水泵电力、主要通道照明	二级	
3	重要办公建筑	客梯电力、主要办公室、会议室、总值班室、档案室和主要通道照明	一级	
4	部、省级主要建筑	客梯电力、主要办公室、会议室、总值班室、档案室和主要通道照明	二级	
5	高等学校教学楼	客梯电力、主要通道照明	二级	
6	一、二级旅馆	经营管理用及设备管理用电子计算机系统电源	一级*	
		宴会厅电声、新闻摄影、录像电源、宴会厅、餐厅、娱乐厅、高级客房、康乐设施、厨房及主要通道照明, 地下室污水泵、雨水泵电力, 厨房部分电力, 部分客梯电力	一级	
		其余客梯电力, 一般客房照明	二级	
7	科研院所重要实验室		一级	
8	市(地区)级及以上气象台	主要业务用电子计算机系统电源	一级*	
		气象雷达、电报及传真收发设备、卫星云图接收机及语言广播电源, 天气绘图及预报照明	一级	
		客梯电力	二级	
9	高等学校重要实验室		一级	
10	计算中心	主要业务用电子计算机系统电力	一级	
		客梯电力	二级	
11	大型博物馆、展览馆	防盗信号电源, 珍贵展品展室的照明	一级*	
		展览用电	二级	
12	甲等剧场	调光用电子计算机系统电源	一级*	
		舞台、贵宾室、演员化妆室照明, 舞台机械电力, 电声、广播及电视转播、新闻摄影电源	一级	

续表

序号	建筑物名称	电 力 负 荷 名 称	负荷级	备 注
13	甲等电影院		二级	
14	重要图书馆	检索用计算机系统电源	一级*	
		其他用电	二级	
15	省、自治区、直辖市及以上体育馆、体育场	计时记分用电子计算机系统电源	一级*	
		比赛厅(场)、主席台、贵宾室、接待室及广场照明, 电声、广播及电视转播、新闻摄影电源	一级	
16	县(区)级及以上医院	急诊部用房、监护病房、手术部、分娩室、婴儿室、血液病房的净化室、血液透析室、病理切片分析、CT扫描室、区域用中心血库、高压氧仓、加速器机房和治疗室及配血室的电力照明, 培养箱、冰箱、恒温箱的电源	一级	
		电子显微镜电源, 客梯电力	二级	
17	银行	主要业务用电子计算机系统电源, 防盗信号电源	一级*	
		客梯电力, 营业厅、门厅照明	二级	
18	大型百货商场	经营管理用电子计算机系统电源	一级*	
		营业厅、门厅照明	一级	
		自动扶梯、客梯电力	二级	
19	中型百货商场	营业厅、门厅照明, 客梯电力	二级	
20	广播电台	电子计算机系统电源	一级*	
		直接播出的语言播音室、控制室、微波设备及发射机房的电力和照明	一级	
		主要客梯电力, 楼道照明	二级	
21	电视台	电子计算机系统电源	一级*	
		直接播出的电视演播厅、中心机房、录像室、微波机房及发射机房的电力和照明	一级	
		洗印室、电视电影室、主要客梯电力, 楼道照明	二级	
22	火车站	特大型站和国境站的旅客站房、站台、天桥、地道的用电设备	一级	
23	民用机场	航行管制、导航、通信、气象、助航灯光系统的设备和台站; 边防、海关、安全检查设备; 航班预报设备; 三级以上油库; 为飞行及旅客服务的办公用房; 旅客活动场所的应急照明	一级*	
		候机楼、外航驻机场办事处、机场宾馆及旅客过夜用房、站坪照明、站坪机务用电	一级	
		其他用电	二级	

续表

序号	建筑物名称	电 力 负 荷 名 称	负荷级	备 注
24	水运客运站	通信枢纽、导航设备、收发讯台	一级	
		港口重要作业区，一等客运站用电	二级	
25	汽车客运站	一、二级站	二级	
26	市话局、电信枢纽、卫星地面站	载波机、微波机、长途电话交换机、市内电话交换机、文件传真机、会议电话、移动通信及卫星通信等通信设备的电源；载波机室、微波机室、交换机室、测量室、转接台室、传输室、电力室、电池室、文件传真机室、会议电话室、移动通信室、调度机室及卫星地面站的应急照明，工农业营业厅照明，用户电传机	一级	
		主要客梯电力，楼梯照明	二级	
27	冷库	大型冷库、有特殊要求的冷库的一台氨压缩机及其附属设备的电力，电梯电力，库内照明	二级	
28	监狱	警卫照明	一级	

注 表中带“*”号的一级负荷为特别重要负荷。

四、变配电系统运行的基本要求

变配电系统运行的基本要求，总结起来可以用“安全、可靠、优质、经济”八个字来概括，这也是变配电系统设计的最基本的出发点。

(1) 安全：在电能的供应、分配、使用中，不应发生人身伤亡事故和设备事故。

(2) 可靠：满足不同级别用电负荷对供电可靠性的要求。

(3) 优质：为用户提供符合电能质量指标要求的电能。电能的质量指标是由电压、频率、波形三个方面决定的。

1) 电压：系统在正常运行情况下用电设备端子处电压偏差不应超过国家规范所确定的允许值。一般情况下为 $\pm 5\%$ 。

2) 频率：一般用电设备要求频率的变化范围为 $-0.5 \sim +0.5\text{Hz}$ 。

3) 波形：要求系统输出波形为较严格的正弦波。

供电质量指标对于同类型的设备也可能有不同的要求，如表 1-4 所示的计算机供电电源的电能质量要求数值。

表 1-4 计算机供电电源的电能质量要求数值

级 别	A 级	B 级	C 级
项 目			
电压波动 (%)	$-5 \sim +5$	$-10 \sim +7$	$-10 \sim +10$
频率变化 (Hz)	$-0.05 \sim +0.05$	$-0.5 \sim +0.5$	$-1 \sim +1$
波形失真率 (%)	≤ 5	≤ 10	≤ 20

(4) 经济：变配电系统投资要少，运行费用要低，并尽可能节约电能和减少有色金属损耗。

第二节 电力系统中性点接地方式

所谓电力系统中性点接地方式，是指作为供电电源的发电机或变压器的中性点在系统正常运行时与大地之间的连接方式。其连接方式有三种：一是中性点不接地，二是中性点经阻抗接地，三是电源中性点直接接地。前两种连接方式构成的电力系统亦称为小接地电流系统，后一种连接方式构成的电力系统亦称为大接地电流系统。

我国 3~63kV 系统大多采用中性点不接地的运行方式，但当接地电流大于一定数值（3~10kV 电网中接地电流大于 30A，20kV 及以上电网中接地电流大于 10A）时，按规定采取电源中性点经消弧线圈接地方式。110kV 及以上的系统及 220/380V 的低压配电系统，一般采用电源中性点直接接地方式。

一、电源中性点不接地系统

图 1-5 是电源中性点不接地系统在正常运行时的电路图。图中电容 C 表示相对地电容，其上的电压是相对地的电压，其中流过的电流称为电容电流。电容电流与电压之间有图 1-6 所示的相量关系，其有效值为

$$I_{\omega} = \frac{U_U}{X_C} = \frac{U_V}{X_C} = \frac{U_W}{X_C} \quad (1-2)$$

式中 X_C ——电容 C 的容抗。

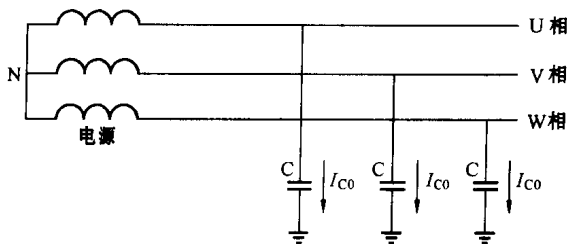


图 1-5 中性点不接地系统电路图

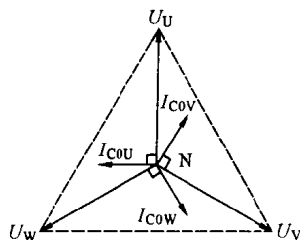


图 1-6 电压、电流相量图

中性点不接地，系统在正常运行时，三相电压是对称的，三相对地电容电流也是对称的。因此三相电容电流的相量和为零。此时每相对地的电压，就是其相电压。

当系统发生单相接地故障时（如图 1-7 所示的 W 相），电压、电流的相量图如图 1-8 所示。由此相量图我们可以得到如下结论：

- (1) 接地（故障）相（W 相）对地电压为零。
- (2) 电源中性点电压上升为相电压。