



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

建筑供配电系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 杨其富

中国建筑工业出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

建筑供配电系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 杨其富

主审 邱海霞 陈光德

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑供配电系统安装/本教材编审委员会组织编写.
杨其富主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业
教育技能型紧缺人才教学用书 (建筑设备专业)

ISBN 978-7-112-08606-1

I. 建... II. ①本...②杨... III. ①房屋建
筑设备-供电-设备安装-专业学校-教材②房屋建筑设备-
配电系统-设备安装-专业学校-教材 IV. TU852

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 115640 号

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

建筑供配电系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 杨其富

主审 邱海霞 陈光德

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市铁成印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15 $\frac{3}{4}$ 字数: 382 千字

2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-08606-1

(15270)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐教材，主要介绍建筑供电系统中的电气设备、线路及装置的安装。全书共分四个单元，主要内容包括：10kV变电所、电力变压器、交流异步电动机、高低压开关及配电柜、配电箱、电工测量仪表、室内配线、电缆敷设、架空线路、防雷接地装置等安装施工方法。

本书可作为中等职业教育技能型人才培养培训教材，也可供相关专业工程技术人员参考。

* * *

责任编辑：齐庆梅 牛 松

责任设计：赵明霞

责任校对：张树梅 王雪竹

本教材编审委员会名单

主 任：汤万龙

副主任：杜 渐 张建成

委 员：（按拼音排序）

陈光德	范松康	范维浩	高绍远	侯晓云	李静彬
李 莲	梁嘉强	刘复欣	刘 君	邱海霞	孙志杰
唐学华	王根虎	王光遐	王林根	王志伟	文桂萍
邢国清	邢玉林	薛树平	杨其富	余 宁	张 清
张毅敏	张忠旭				

出 版 说 明

为深入贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》精神，2004年10月，教育部、建设部联合印发了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》，确定在建筑（市政）施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业领域实施中等职业学校技能型紧缺人才培养培训工程，全国有94所中等职业学校、702个主要合作企业被列为示范性培养培训基地，通过构建校企合作培养培训人才的机制，优化教学与实训过程，探索新的办学模式。这项培养培训工程的实施，充分体现了教育部、建设部大力推进职业教育改革和发展的办学理念，有利于职业学校从建设行业人才市场的实际需要出发，以素质为基础，以能力为本位，以就业为导向，加快培养建设行业一线迫切需要的技能型人才。

为配合技能型紧缺人才培养培训工程的实施，满足教学急需，中国建筑工业出版社在跟踪“中等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”（以下简称“方案”）的编审过程中，广泛征求有关专家对配套教材建设的意见，并与方案起草人以及建设部中等职业学校专业指导委员会共同组织编写了中等职业教育建筑（市政）施工、建筑装饰、建筑设备、建筑智能化四个专业的技能型紧缺人才教学用书。

在组织编写过程中我们始终坚持优质、适用的原则。首先强调编审人员的工程背景，在组织编审力量时不仅要求学校的编写人员要有工程经历，而且为每本教材选定的两位审稿专家中有一位来自企业，从而使得教材内容更为符合职业教育的要求。编写内容是按照“方案”要求，弱化理论阐述，重点介绍工程一线所需要的知识和技能，内容精炼，符合建筑行业标准及职业技能的要求。同时采用项目教学法的编写形式，强化实训内容，以提高学生的技能水平。

我们希望这四个专业的教学用书对有关院校实施技能型紧缺人才的培养具有一定的指导作用。同时，也希望各校在使用本套书的过程中，有何意见及建议及时反馈给我们，联系方式：中国建筑工业出版社教材中心（E-mail: jiaocai@cabp.com.cn）。

中国建筑工业出版社
2006年6月

前 言

《建筑供电系统安装》一书是为在工程建设行业从事建筑电气设备安装工程施工的人员编写的培训教材。

在编写过程中，既有专业知识的简要介绍，又强化了操作技能的训练，全书以建筑供电工程施工现场岗位工作的实际需要为出发点，最大化地突出操作的实用性、内容的先进性，尽可能反映工程现场供电工程施工中的新技术、新方法、新设备和新材料。

本书由杨其富主编，王美蓉、鲁力任副主编，参加本书编写的人员有凌胜菊、徐立杰、李红军、张春颖、张燕等。

本书在编写过程中，得到有关部门的同行专家、学者的大力支持和帮助，为此谨一并表示由衷的感谢。

书中不足处甚至错误和遗缺在所难免，欢迎读者及同行专家不吝批评指正。

目 录

单元 1 建筑供配电系统	1
课题 1 供配电系统与电力负荷	1
课题 2 电力负荷的计算	7
课题 3 10kV 变电所的主接线与结构形式	13
课题 4 建筑供配电电气设计施工图	25
实训课题 阅读建筑供配电设计施工图	40
思考题与习题	49
单元 2 建筑供配电系统主要电气设备安装	50
课题 1 电力变压器安装	50
课题 2 高低压开关安装	75
课题 3 高、低压铝母线（排）与配电屏（柜）安装	94
课题 4 互感器与测量仪表的安装接线	104
课题 5 交流电动机与控制电器安装	113
课题 6 低压配电箱及插座安装	134
实训课题 1 三相油浸式电力变压器吊芯检查	139
实训课题 2 供配电系统二次设备及回路的检查、调整与试验	141
思考题与习题	145
单元 3 建筑供配电系统电气线路安装	147
课题 1 导线与电气线路敷设	147
课题 2 建、构筑物内电气线路敷设方法	158
课题 3 电缆敷设	176
课题 4 架空供配电线路工程施工	194
实训课题 1 低压全塑电力电缆终端头制作	216
实训课题 2 槽板配线	217
思考题与习题	219
单元 4 防雷接地工程施工与安全用电	221
课题 1 建、构筑物的防雷接地装置	221
课题 2 安全用电	235
实训课题 测量某建筑物防雷接地装置的接地电阻值	241
思考题与习题	243
参考文献	244

单元 1 建筑供配电系统

知识点：本单元主要介绍建筑供配电系统 10kV 变电所的组成、供电质量与电源电压、电力负荷及其计算和建筑供配电设计施工图等。

教学目标：通过本单元课程的教学实践，学员能看懂建筑电气工程设计施工图，依据设计施工图纸，能正确地计算出各分项工程量。

课题 1 供配电系统与电力负荷

1.1 供配电系统

1.1.1 供配电系统的组成

供配电系统是指电能（或称电力）的生产、输送、分配到使用所构成的电路，它是由各种电压的电力线路，将各种发电厂（水电厂、热电厂等）、变电所和电力用户联系起来的发电、输电、变电、配电和用电的整体。供配电系统的组成如图 1-1 所示。

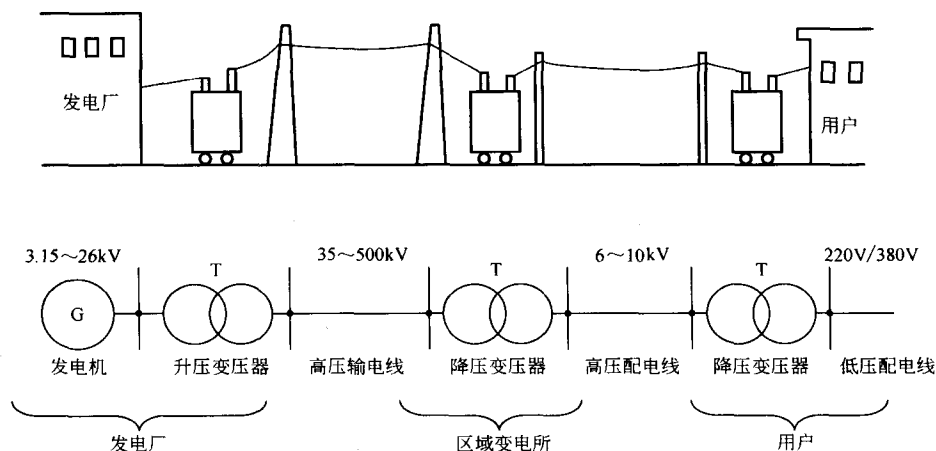


图 1-1 供配电系统示意图

从图 1-1 可知，供配电系统是由发电厂、区域变电所、电力线路和用户四部分构成。发电厂是生产电能的工厂，但发电厂大多建在远离用电负荷的地方，为了减少输电线路上的损失，因此发电厂发出的电压一般要经升压变压器将电压升高到 35~500kV，经高压送电线路（架空线路）输送到用户端，而用户端的受电变压器的一次电压通常采用 6~10kV 电压，为此，升压输送的电能又要经降压变压器把电压降至 6~10kV 供用户变压器，再经低压配电线路送到用户的各用电设备。

把电压升高或降低并向外输送的场所叫变电所。变电所是发电厂（站）和用户之间不可缺少的中间环节，按变压器的性质和作用分为升压变电所和降压变电所两种。我们把电力系统中的各级电压线路和与其联系的变电所，称为“电力网”，简称“电网”。但习惯上，电网或系统往往是按电压等级来划分，如说 10kV 电网或 10kV 系统，是指 10kV 的整个线路。

1.1.2 电力系统的额定电压

(1) 三相电网和电力设备额定电压

电力系统中的所有电气设备，都规定有一定的工作电压（即额定电压），我国规定的三相交流电网和电力设备的额定电压，见表 1-1。

三相交流电网和电力设备的额定电压 (kV) 表 1-1

分类	电网和用电设备 额定电压	发电机额定电压	电力变压器额定电压	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.38	0.40	0.38	0.40
高压	3	3.15	3,3.15	3.15,3.3
	6	6.3	6,6.3	6.3,6.6
	10	10.5	10,10.5	10.5,11
	—	13.8,15.75,18, 20,22,24,26	13.8,15.75,18, 20,22,24,26	—
	35	—	35	38.5
	60	—	60	66
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
	500	—	500	550

注：电网的额定电压：电网的额定电压等级是国家根据国民经济发展的需要及电力工业的水平，经全面的技术经济分析后确定的。它是确定各类电力设备额定电压的基本依据。

(2) 用电设备的额定电压

由于用电设备运行时要在线路中产生电压损失（电压降），因而造成线路上各点的电压略有不同。但是成批生产的用电设备，其额定电压不可能按使用地点的实际电压来制造，而只能按线路首端与末端的平均电压（即电网的额定电压）来制造。所以用电设备的额定电压规定与供电电网的额定电压相同。

(3) 发电机的额定电压

由于同一电压的线路一般允许的电压偏差为 $\pm 5\%$ ，即整个线路允许有 10% 的电压损耗，为了维持线路首端与末端的平均电压在额定值，故处于线路首端的发电机的额定电压应高于电网额定电压 5%。

(4) 电力变压器的额定电压

1) 电力变压器一次绕组的额定电压：若变压器直接与发电机相连接，则其一次绕组额定电压应与发电机的额定电压相同，即高于电网额定电压 5%；若变压器不与发电机直接相连接，而是连接在线路的其他部位，则应将变压器视为线路上的用电设备，其一次绕组的额定电压与供电电网额定电压相同。

2) 电力变压器二次绕组的额定电压：若变压器二次侧的供电线路较长（如大容量的

高压电网), 则变压器二次绕组额定电压既要考虑补偿绕组本身 5% 的电压降, 还要考虑变压器满载时输出的电压仍要高于二次侧电网额定电压的 5%, 所以这种情况的变压器二次绕组额定电压应高于二次侧电网额定电压 10%; 若变压器二次侧的供电线路不长 (如为低压电网), 则变压器二次绕组的额定电压, 只需高于二次侧电网额定电压 5%。

按电压的高低, 把 1kV 以下的电压称为低压, 1~330kV 的电压称为高压, 330kV 以上至 1000kV 的电压称为超高压, 1000kV 以上的电压称为特高压。

1.1.3 电能的质量指标

电压的偏差、频率的偏差与供电连续可靠是表征电能质量的基本指标。

电气设备在其额定电压和频率下工作时, 其经济效果最好。如交流电动机, 若电压偏高, 随转矩增大, 电流也增大, 温升增加, 将使绝缘严重受损, 缩短使用寿命; 若电压偏低, 电动机的转矩将按电压的二次方急剧减小, 而在负载转矩要求一定的条件下, 绕组电流必然增大, 并使绝缘受损, 缩短使用寿命。若电源频率偏高或偏低, 也将严重影响电动机的转矩和使用寿命。

(1) 电压偏差

电压偏差是由于系统运行方式改变及负荷缓慢变化而引起的, 用电设备的电压偏差 Δu , 是以设备端电压 u (实际值) 与设备额定电压 u_N 的差值的百分数来表示, 即

$$\Delta u \% = \frac{u - u_N}{u_N} \times 100 \% \quad (1-1)$$

(2) 频率偏差

我国采用的工业频率 (简称“工频”) 为 50Hz, 频率偏差范围一般规定为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

需要说明的是, 电压质量不只是额定电压的偏高或偏低的问题, 还包括电压波动以及电压波形是否含有高次谐波成分 (即波形畸变)。

在正常运行情况下, 用电设备端子处电压偏差的允许值一般不超过 $\pm 5\%$ 。

1.1.4 电力系统中性点运行方式

电力系统中的电源 (如发电机、变压器) 的中性点运行方式有中性点不接地、中性点经阻抗接地和中性点直接接地三种运行方式。电源中性点的不同运行方式, 对电力系统的运行 (特别是在发生单相接地故障时) 有明显的影响, 还影响到电力系统二次侧的继电保护装置的正常运行。

低压配电系统, 按保护接地的形式, 分为 TN 系统、TT 系统和 IT 系统。TN 系统和 TT 系统都是中性点直接接地系统, 且都引出有中性线 (N 线), 因此又称为“三相四线制系统”。

TN 系统中的设备外露可导电部分均采取与公共的保护线 (PE 线) 或保护中性线 (PEN 线) 相连接的保护方式, 如图 1-2 所示; TT 系统中的设备外露可导电部分则采取经各自的 PE 线直接接地的保护方式, 如图 1-3 所示; IT 系统的中性点不接地或经阻抗接地, 且通常不引出中性线, 一般为三相三线制系统, 其中设备的外露可导电部分, 与 TT 系统一样, 也是经各自的 PE 线直接接地, 如图 1-4 所示。

(1) 中性点不接地的电力系统

图 1-5 是中性点不接地的电力系统在正常运行时的电路图。图中电容器 C 表示相与地之间的分布电容。

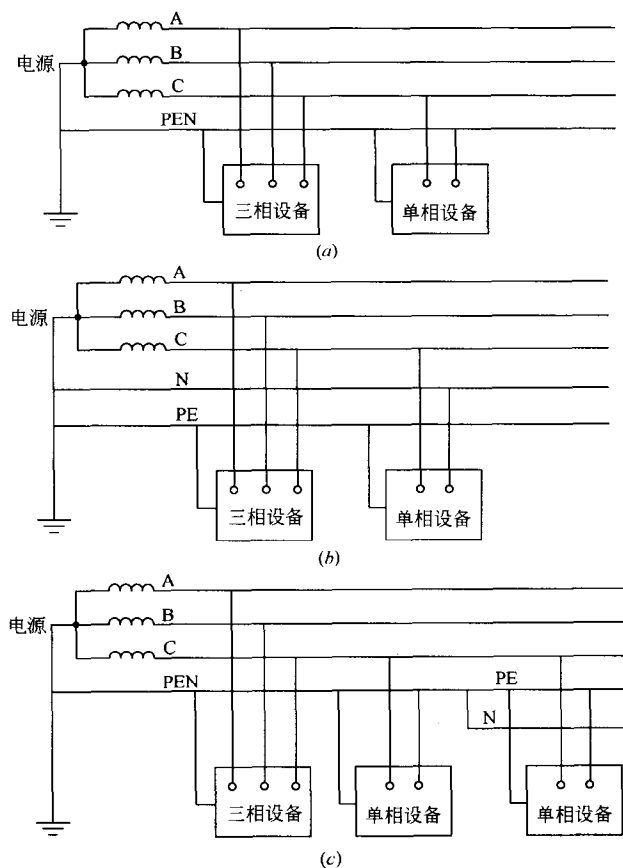


图 1-2 TN 系统中设备的接地
(a) TN-C 系统；(b) TN-S 系统；(c) TN-C-S 系统

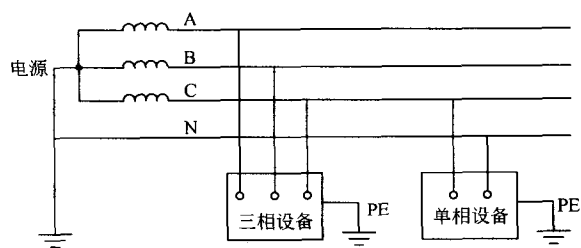


图 1-3 TT 系统中设备的接地

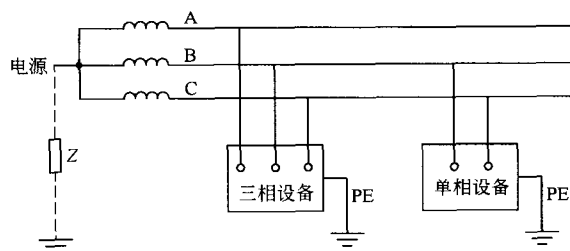


图 1-4 IT 系统中设备的接地

系统正常运行时，三个相的相电压 $\dot{U}_A$ 、 $\dot{U}_B$ 、 $\dot{U}_C$ 是对称的，三个相的对地电容电流 $I_{C0,A}$ 、 $I_{C0,B}$ 、 $I_{C0,C}$ 也是对称的，因此三个相的电容电流相量和为零，没有电流在地中流过。每相对地电压就是相电压。

系统发生一相接地时，如 C 相接地，如图 1-6 所示。这时 C 相（故障相）对地电压为零，而非故障相 A、B 两相的对地电压升高为原对地电压的 $\sqrt{3}$ 倍，系统中单相接地电容电流 I_C 为正常运行时每相对地电容电流的 3 倍。

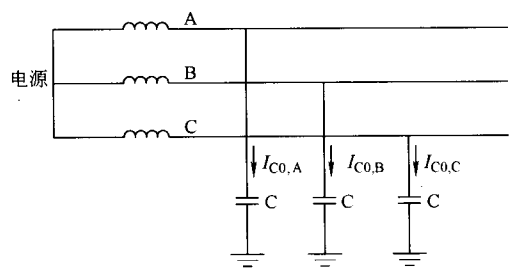


图 1-5 正常运行时中性点不接地的电力系统

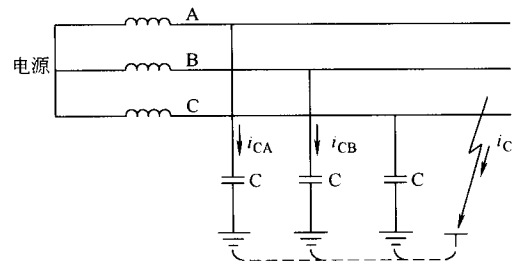


图 1-6 单相接地时的中性点不接地的电力系统

中性点不接地的电力系统中发生一相接地故障时，系统的三个线电压未发生变化，因此，系统中的所有设备仍能照常运行。但如果另一相又发生接地故障，则形成两相接地短路，将产生很大的短路电流，损坏线路及设备，这是不允许的。因此，我国有关规程规定：中性点不接地的电力系统发生单相接地故障时，可允许暂时运行 2h，但必须通过系统中装设的单相接地保护或绝缘监察装置发出报警信号，以提醒值班人员注意，要求运行维护人员立即采取措施，消除接地故障。经过 2h 后，单相接地故障尚未消除时，就应切除此故障线路，以免故障扩大。

(2) 中性点经消弧线圈接地的电力系统

在中性点不接地的电力系统中，若接地电容电流较大，接地点将产生断续电弧，可使线路发生电压谐振，使线路上出现过电压，线路上绝缘薄弱点的绝缘击穿。为避免一相接地时接地点出现断续电弧，按规定单相接地电容电流大于 30A（3~10kV）时，系统的中性点必须采用经消弧线圈接地的运行方式。

图 1-7 为中性点经消弧线圈接地的电力系统一相接地时的电路图。

如图 1-7 所示，当系统发生一相接地时，通过接地点的电流为电容电流 I_C 与流过消弧线圈的电感电流 I_L 之和，根据电工学知识可知， I_C 超前 $\dot{U}_C 90^\circ$ ， I_L 滞后电压 $\dot{U}_C 90^\circ$ ，因此， I_C 与 I_L 在接地点相互补偿，使接地点电流补偿到最小，电弧就不会发生。

在中性点经消弧线圈接地的系统中，与中性点不接地的系统一样，在发生单相接地故障时三个线电压不变，系统可运行 2h，但系统要发出报警信号，以便采取措施，排除故障。

(3) 中性点直接接地的电力系统

图 1-8 为中性点直接接地的电力系统一相接地时的电路图。这种系统发生单相接地时会造成单相短路，其单相短路电流比线路的正常电流大许多倍，使线路上的断路器自动跳闸或使熔断器熔断，从而将短路故障部分排除。

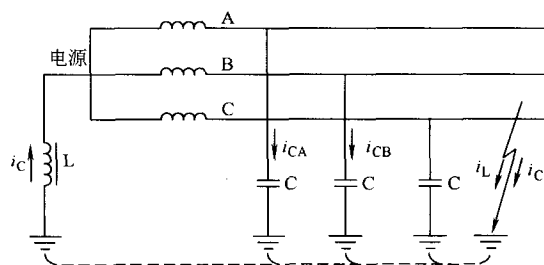


图 1-7 单相接地时的中性点经消弧
线圈接地的电力系统

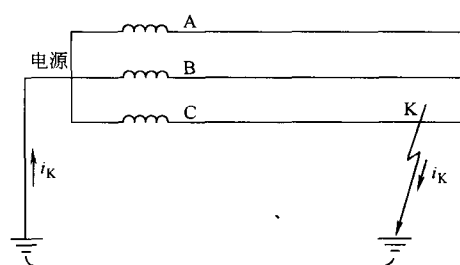


图 1-8 单相接地时的中性点直接接
地的电力系统

中性点直接接地的系统发生一相接地时，其他两相对地电压不会升高。

1.2 电力负荷的分级与供电要求

1.2.1 电力负荷的分级

在供电系统中，电力负荷有两个含义：一是指用电设备或用电单位（用户），另一是指用电设备或用电单位所消耗的功率或电流。按用电设备的重要性和中断供电在社会和经济上所造成的损失和影响，将负荷分为三级：

(1) 一级负荷

一级负荷为突然中断供电时，将引起人身伤亡或重大设备损坏，或给国民经济带来重大损失，或引起公共场所秩序严重混乱的电力负荷。

一级负荷属重要的电力负荷，在一级负荷中，当中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及不允许中断供电的特别重要场所的电力负荷，应视为特别重要的负荷。

(2) 二级负荷

二级负荷为中断供电时，将引起主要设备损坏、产品的大量报废或大量减产的电力负荷。

(3) 三级负荷

不属于一级和二级的负荷为三级负荷。三级负荷属一般性负荷。

1.2.2 各级电力负荷对供电电源的要求

(1) 一级负荷对供电电源的要求

一级负荷属于重要负荷，如果中断供电，则后果十分严重，因此，要求由两个电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源应不受到损坏。

对一级负荷中特别重要的负荷，除要求有上述两个电源外，还要求增设应急电源。为保证对特别重要负荷的供电，严禁将其他负荷接入应急供电系统。常用的应急电源有独立于正常电源的发电机组、干电池、蓄电池，以及供电系统中有效地独立于正常电源的专供线路。

(2) 二级负荷对供电电源的要求

二级负荷也属于重要负荷，但与一级负荷相比，中断供电对它所造成的后果没有那么严重。然而二级负荷包括的范围又比一级负荷广，因此对于二级负荷，要求做到当发生电力变压器故障或电力线路常见故障时不致中断供电，或中断后能迅速恢复供电。通常要求

两回路供电, 供电变压器也应有两台, 但两台不一定是独立电源。只有当负荷较小或当地供电条件困难时, 才允许由一回路 6kV 及以上的专用架空线供电。当供电线路从配电所引出, 采用电缆段时, 要求必须采用两根电缆, 每根电缆要能承受全部二级负荷。

(3) 三级负荷对供电电源的要求

三级负荷属于一般负荷, 对供配电电源无特殊要求。

课题 2 电力负荷的计算

电力负荷的计算就是要计算出用电设备或用户所耗用的电功率或电流。以建设工程现场用电为例, 介绍电力负荷的计算方法。

施工现场用电量有两大部分: 一是建筑施工现场的动力设备用电, 二是照明设备用电。用电量就是这两部分的负荷总和。负荷的大小不但是选择变压器容量的依据, 而且是选择供配电线路导线截面、控制和保护电器的依据。负荷的计算是否正确, 直接影响到变压器、导线截面和保护电器的选择是否合理, 关系到供电系统是否经济合理、能否可靠安全地运行。

负荷计算的方法有需要系数法和估算法 (施工现场常采用此法)。

2.1 需要系数法

设备的额定容量是设备在额定条件下输出的最大功率, 但用电设备实际上不一定同时运行, 那些在运行的设备也不一定是满负荷的, 同时由于设备本身、配电线路等均有功率损耗, 所以不能把所有设备的容量作一个简单的加法来确定总负荷。考虑到以上因素, 根据实际检测比较, 得出需要系数 K_x , 用于负荷计算。表 1-2 列出了部分建筑工程用电设备的需要系数和功率因数。

2.1.1 用电设备功率的确定

在进行负荷计算时, 首先需要将各用电设备按性质分成不同的设备组, 然后确定设备组功率。用电设备的额定功率 P_N 是指设备铭牌上的数据, 而对于不同负载持续率下的额定功率, 应换算为统一负载持续率下的有功功率, 再按负荷分类计算。

(1) 连续工作制电动机的设备功率等于额定功率, 即:

$$P_s = P_N \quad (1-2)$$

(2) 短时或周期工作制电动机的设备功率是指将额定功率换算到统一负载持续率下的有功功率, 即换算到负载持续率 $\epsilon = 25\%$ 时的有功功率, 则:

$$P_s = P_N \sqrt{\frac{\epsilon_N}{0.25}} = 2P_N \sqrt{\epsilon_N} \quad (1-3)$$

当 $\epsilon_N = 25\%$, $P_s = P_N$ 。式中, P_N 为电动机的额定功率, kW; ϵ_N 为电动机额定负载持续率; P_s 为用电设备的设备功率, kW。

(3) 电焊机的设备功率需换算到负载持续率为 100% 时的有功功率, 即:

$$P_s = S_N \sqrt{\epsilon_N} \cos\varphi \quad (1-4)$$

式中, S_N 为电焊机的额定容量, kVA; $\cos\varphi$ 为电焊机的功率因数。

部分建筑工程用电设备的需要系数和功率因数

表 1-2

序号	用电设备名称	需要系数 K_x	功率因素 $\cos\varphi$
1	大批生产热加工电动机	0.3~0.35	0.65
2	大批生产冷加工电动机	0.18~0.25	0.5
3	小批生产热加工电动机	0.25~0.3	0.6
4	小批生产冷加工电动机	0.16~0.2	0.5
5	生产用通风机	0.7~0.75	0.8~0.85
6	卫生用通风机	0.65~0.7	0.8
7	单头焊接变压器	0.35	0.35
8	卷扬机	0.3	0.65
9	起重机、掘土机、升降机	0.25	0.6
10	吊车电葫芦	0.25	0.5
11	混凝土及砂浆搅拌机	0.65	0.6
12	锤式破碎机	0.7	0.75
13	振捣器	0.7	0.7
14	球磨机、筛砂机、碾砂机和洗砂机、电动打夯机	0.75	0.8
15	工业企业建筑室内照明	0.85~0.95	
16	仓库	0.65~0.75	
17	滤灰机	0.75	0.65
18	塔式起重机	0.7	0.65
19	室外照明	1	1

(4) 电气照明设备功率:

1) 白炽灯的设备功率等于灯泡额定功率, 即:

$$P_s = P_N \quad (1-5)$$

2) 气体放电光源的设备功率为灯管额定功率加上镇流器的功率损耗, 即:

$$\text{荧光灯:} \quad P_s = 1.2 P_N \quad (1-6)$$

$$\text{高压钠灯、镝灯:} \quad P_s = 1.08 P_N \quad (1-7)$$

(5) 单相设备功率的确定: 单相用电设备应尽可能均衡地分配到三相电网上, 使各相计算负荷尽量接近。当三相负荷与单相负荷同时存在时, 首先将单相负荷换算到等效三相负荷, 再与三相负荷相加, 其等效方法如下:

1) 只有单相负荷时, 等效三相负荷取最大相负荷的 3 倍。即:

$$P_s = 3 P_N \quad (1-8)$$

2) 只有线间负荷时, 将各组间负荷相加, 选取较大两相进行计算。例如, $P_{AB} \geq P_{BC} \geq P_{CA}$ 时, 则:

$$P_s = \sqrt{3} P_{AB} + (3 - \sqrt{3}) P_{BC} = 1.73 P_{AB} + 1.27 P_{BC} \quad (1-9)$$

当 $P_{AB} = P_{BC}$ 时, $P_s = 3 P_{AB}$ 。当只有 P_{AB} 时, $P_s = \sqrt{3} P_{AB}$ 。

式中, P_{AB} 、 P_{BC} 、 P_{CA} 是接于 AB、BC、CA 的线间负荷。

一般当多台单相用电设备功率小于计算范围内三相负荷设备功率的 15% 时, 按三相平衡负荷计算, 不必换算。

2.1.2 负荷计算

(1) 用电设备组的计算负荷及计算电流:

有功功率: $P_{js}=K_{\Sigma} \cdot \Sigma P_s$ (1-10)

无功功率: $Q_{js}=P_{js} \tan \varphi$ (1-11)

视在功率: $S_{js}=\sqrt{P_{js}^2+Q_{js}^2}$ (1-12)

计算电流: $I_{js}=\frac{S_{js}}{\sqrt{3}u_N}$ (1-13)

式中 P_{js} ——为计算有功功率 (kW);
 Q_{js} ——为计算无功功率 (kVar);
 S_{js} ——为计算负荷, kVA; I_{js} 为计算电流 (A);
 K_x ——为需要系数, 查表 1-2;
 K_{Σ} ——为同时系数, 查表 1-3。

施工现场用电设备的同时系数和功率因数参考值 表 1-3

用电设备名称	数 量	同时系数 K_{Σ}	功率因数 $\cos \varphi$
电动机	10 台以下	0.7	0.68
	11~30 台	0.6	0.65
	30 台以上	0.5	0.60
电焊机	10 台以下	0.6	交、直流电焊机分别为 0.45、0.89
	10 台以上	0.5	交、直流电焊机分别为 0.40、0.87
照明电器		0.7~1.0	1.0

(2) 配电干线或变电所的计算负荷:

有功功率: $P_{\Sigma js}=K_{\Sigma} \Sigma P_{js}=K_{\Sigma} \Sigma (K_x P_s)$ (1-14)

无功功率: $Q_{\Sigma js}=K_{\Sigma} \Sigma (P_{js} \tan \varphi)$ (1-15)

视在功率: $S_{\Sigma js}=\sqrt{P_{\Sigma js}^2+Q_{\Sigma js}^2}$ (1-16)

【例 1-1】 某建筑施工工地用电设备状况如下所示:

- | | | | | | |
|------------|-----|-------|------|-----|-----------------|
| 1. 塔吊: | 1 台 | 32kW | 380V | 3 相 | $\epsilon=25\%$ |
| 2. 混凝土搅拌机: | 3 台 | 11kW | 380V | 3 相 | |
| 3. 升降机: | 1 台 | 18kW | 380V | 3 相 | $\epsilon=25\%$ |
| 4. 砂浆搅拌机: | 2 台 | 4.5kW | 380V | 3 相 | |
| 5. 电焊机: | 4 台 | 22kW | 380V | 3 相 | $\epsilon=65\%$ |
| 6. 照明设备: | | 10kW | 220V | 1 相 | |
| 7. 其他预留: | | 10kW | 380V | 3 相 | |

求该建筑施工工地的计算负荷。

【解】 (1) 用电设备的设备功率确定