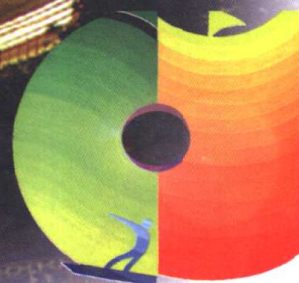


中等专业学校机电类专业统编教材

工矿企业供电

张学成 主编



中国矿业大学出版社

TM727.3
Z-874

中等专业学校机电类专业统编教材

工矿企业供电

张学成 主 编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是工科中等专业学校工业企业电气化、机电技术等专业和其它含电类专业工矿企业供电课程的教学用书。全书共分十一章,内容包括:工矿企业供电系统,负荷计算与变压器选择,对称与不对称短路电流的计算,工矿企业常用电气设备的选择计算,架空线路与电缆线路的结构、选择与敷设,继电保护装置的整定计算,工矿企业变电所的操作电源与二次回路,供用电安全技术,过电压保护,电气照明等内容。本书以 35(63) kV 工矿企业变电所和车间变电所的设计问题为主,并兼顾了供电系统的运行和设备的维护与管理等知识。

本书除作为中等专业学校的教材外,也可供有关工程技术人员参考使用。

中等专业学校机电类专业统编教材

工矿企业供电

张学成 主 编

责任编辑:高 专

中国矿业大学出版社 出版发行

新华书店经销 北京市兆成印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 19.25 插页 6 字数 456 千字

1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-81040-828-3/TM·15

定价:28.00 元

前 言

本书的编写细纲于 1997 年 4 月,在中国矿业大学出版社北京编辑部的主持下,根据国家教委和煤炭工业部颁布的电类专业教学计划及工矿企业供电课程的教学大纲,经 13 所工科中等专业学校集体讨论制定。

为了使學生有较宽的知识面,提高其在人才市场的竞争能力,本书是以工厂供电为主兼顾矿山供电的特殊性为原则编写的,以适应我国市场经济发展的需要。

本书根据注重能力培养与技能训练的 CBE 原则,结合工业企业电气化、机电技术、机电一体化等专业的培养目标,在内容编排上注重以培养学生供电设计基础能力为主,并兼顾供电系统的运行和设备维护与管理等知识的学习;在设备选型上尽量反映新技术和新设备,贯彻国家新的技术经济政策。书中的文字符号和图形符号全部采用国家新标准,计量单位也全部采用法定计量单位。

本书编写分工为:大同煤炭工业学校张学成编写绪论、第八章,北京煤炭工业学校刘光起编写第一章,阜新煤炭工业学校范兆庆编写第二章,抚顺煤炭工业学校孙文治编写第三章;重庆工程技术学校詹善兵编写第四章(1~4 节),徐州工业学校姜来东编写第四章(第 5 节),山西煤炭工业学校吴玲编写第五章,长治煤炭工业学校王会森编写第六章,石家庄煤炭工业学校刘淑艳编写第七章(1~2 节),海拉尔煤炭工业学校孙秀芬编写第七章(3~4 节),内蒙煤炭工业学校王建国编写第九章,陕西煤炭工业学校李快社编写第十章,杭州煤炭工业学校吴香华编写第十一章。本书由张学成任主编,负责全书总纂;吴香华、孙秀芬、孙文治任副主编。

全书由抚顺煤炭工业学校高级讲师佟浚澄和贵阳煤炭工业学校高级讲师张荫培主审。主审人以严谨的态度,认真审阅了全书,并提出了许多宝贵意见。大同矿务局、徐州矿务局和大同市建筑设计院等单位为本书的编写工作给予了大力的支持,在此一并表示诚挚的谢意。

限于编者水平,恳请使用本书的广大读者批评指正。

编 者

1997 年 12 月

目 录

绪论	1
本章小结及培养的能力与技能	6
复习题	6
第一章 工矿企业供电系统	7
第一节 概述	7
第二节 电网的种类	10
第三节 地面供电系统	14
第四节 矿山供电系统	19
本章小结及培养的能力与技能	29
复习题	30
第二章 负荷计算与变压器的选择	31
第一节 负荷计算	31
第二节 功率因数的提高	37
第三节 变压器的选择	40
本章小结及培养的能力与技能	50
复习题	51
第三章 短路电流	54
第一节 概述	54
第二节 短路电流的暂态过程	56
第三节 短路电流的计算	61
第四节 短路电流的效应	79
本章小结及培养的能力与技能	84
复习题	86
第四章 高低压电器	88
第一节 电弧	88
第二节 高低压开关	90
第三节 熔断器与互感器	97
第四节 成套配电装置	102
第五节 矿用电气设备	109
本章小结及培养的能力与技能	132
复习题	133
第五章 电气设备的选择	135
第一节 选择电气设备的一般原则	135
第二节 开关与熔断器的选择	136
第三节 互感器的选择	139
第四节 母线和绝缘子的选择	143
第五节 电抗器的选择	148

第六节 成套配电装置的选择	152
本章小结及培养的能力与技能	156
复习题	156
第六章 输电线路	158
第一节 架空线路	158
第二节 电缆线路	163
第三节 输电导线截面的选择	172
本章小结及培养的能力与技能	190
复习题	191
第七章 继电保护	193
第一节 概述	193
第二节 电网的过电流保护	202
第三节 电网的接地保护	213
第四节 电力变压器保护	216
本章小结及培养的能力与技能	223
复习题	225
第八章 变电所二次回路	227
第一节 操作电源	227
第二节 断路器的控制与信号回路	233
第三节 中央信号装置	236
本章小结及培养的能力与技能	240
复习题	241
第九章 供电安全技术	243
第一节 触电及其预防	243
第二节 低压电网的漏电保护	248
第三节 接地与接零	253
第四节 煤电钻综合保护装置	260
本章小结及培养的能力与技能	264
复习题	264
第十章 过电压保护	266
第一节 概述	266
第二节 避雷针和避雷线	267
第三节 避雷器	269
第四节 变电所的防雷保护	271
第五节 其它设施的防雷保护	273
第六节 电网的内部过电压及防护	275
本章小结及培养的能力与技能	276
复习题	277
第十一章 电气照明	278
第一节 电气照明技术的基本概念	278
第二节 电光源与照明灯具	280
第三节 照度标准和照度计算	287

第四节 照明供电系统及附属设备	292
本章小结及培养的能力与技能	299
复习题	299
主要参考文献	300

绪 论

一、有关本课程的说明

1. 本课程的重要性

电力工业是国民经济的一个重要部门,它为工业、农业、商业、交通运输、科学技术、国防建设和人民生活等诸方面提供能源。由于电能能够方便而经济地由其它形式的能量转换而得,又能简便而经济地转换成其它形式的能量供人们使用;电能的输送和分配既简单又经济,又便于控制、调节和测量,有利于实现生产过程的自动化。因此,电能已成为国民经济现代化的基础,成为现代生产和生活等国民经济各个领域不可替代的能源。

在工矿企业中无论是工业生产和居民生活,电能的应用极为广泛,一旦中断供电,可能造成人员伤亡、设备损坏、生产停顿、居民生活混乱。所以,搞好工矿企业供电工作对职工生活和企业生产的正常进行具有十分重要的意义。

供电是指电能的供应和分配。工矿企业供电课程就是研究如何安全可靠、经济合理、保质保量地保障工矿企业所需电能的供应和合理分配的问题。本课程作为工科类中等专业学校工业企业电气化和机电等电类专业学生的一门主要专业课,在该专业教育中具有相当重要的地位。

2. 本课程对职业技能培养的作用与地位

本课程是根据注重能力培养与技能训练的 CBE 原则,主要为完成供电设计能力的培养而设置的。CBE 是英文 Competency Based Education 的缩写,其原文的涵义是以能力培养为中心的教学体系。它是近年来西方国家较为流行的一种教育模式,我国于 1991 年引入。在短短几年中,CBE 教学体系在我国职业教育界得到了广泛的传播、学习和应用。CBE 教学体系是强调职业所需能力的确定、学习和运用,所以特别适用于职业技术教育,尤其是对具有职业技术教育性质的中等专业学校更为合适。

大同煤炭工业学校在 1995 年聘请长期从事现场工作的 10 位电气工程方面的专家,为电气技术人员确定了 10 项应具有的综合能力和 91 项单项能力。在此基础上开发了完成各项能力培养所需的课程,其中工矿企业供电课程,主要就是为了完成供电设计这一综合能力而开发的。供电设计这一综合能力中又包括了 13 项单项能力,见表 0-1 所示。

通过专家们的职业能力分析可看出,供电设计能力对从事电气工程工作的技术人员来说,是一项必须具备的重要的职业能力。供电工作的好坏,直接影响着工矿企业的安全生产和居民生活的正常进行,供电设计是否正确合理又是搞好企业供电工作的基础,供电设计在工矿企业中是一项经常性的工作,供电设计能力也是其它电气工作的基础,学好它学生毕业后即使不专门从事设计工作,也可触类旁通,搞好其它电气方面的工作。所以完成供电设计职业技能的培养,对工业企业电气化和机电等含电类专业的学生具有十分重要的意义。

3. 课程的性质与目的

本课程是根据注重能力培养和技能训练的 CBE 原则,对学生进行供电设计能力的培养和技能的训练,并为供电设备与系统的安全运行、维护检修和技术管理奠定一定的基础。本

课程在内容安排上是以供电设计为主线,并兼顾供电设备与系统安全运行、维护检修和技术管理等知识。

表 0-1 供电设计综合能力所包含的单项能力

综 合 能 力 供 电 设 计 3.00							
单项能力名称	能力编号	频度等级	难度等级	单项能力名称	能力编号	频度等级	难度等级
收集原始资料	3.01	2	2	确定漏电保护方案	3.08	2	3
确定供电电源	3.02	3	3	确定接地方案	3.09	2	3
确定供电方案	3.03	2	4	确定过电压防护措施	3.10	2	3
选择电气设备	3.04	2	4	确定设备布置方案	3.11	2	3
选择电线电缆	3.05	3	4	确定线路敷设方案	3.12	2	3
选择计算继电保护	3.06	3	4	分析技术经济指标	3.13	2	4
选择二次回路装置	3.07	2	4				

注:频度等级 1—从不;2—半年 1 次;3—每月 1 次或每季 1 次;4—每周 1 次或两周 1 次;5—一周 3 次或更多。

难度等级 1—简单只需少许培训;2—程度比较简单;3—具有若干步骤,但不太困难;4—具有很多步骤,较困难;5—非常复杂。

本课程作为工矿企业供电教材,采取了以工厂供电为主,工厂、矿山供电兼顾的原则。即以工厂供电贯穿全书,对于矿山供电方面具有特殊性的内容在书中也作了必要的阐述。

本课程在章节顺序上是按供电设计步骤的先后顺序排列的。其目的是改变过去那种纯粹的以帮助学生学习和掌握课堂教学内容而留作业的方法,让学生通过平时作业就能进行供电设计能力的培养训练,并使学生了解所学知识的重要性及用途,激发学生的学习兴趣。

通过本课程的学习和最后的实验、实习、设计等实践性教学环节的进行,使学生能够熟悉国家各项技术经济政策,掌握有关供电方面的规程、规定;能够正确地选择和使用供电设备,为维护和管理电气设备奠定良好的基础;能够正确合理地分析、设计和确定供电方案,选择、计算和整定、试验各类保护装置;能够正确合理地确定设备布置方案;能够对设计中的各种可行方案进行技术经济指标的分析和比较,确定最佳方案。通过本课程的学习,要求学生在搞懂有关供电基本理论和基本原则的基础上,学会供电设计的方法,学会如何运用所学知识解决供电设计、运行和管理工作中可能出现的一些实际问题;使学生具有工矿企业变电所初步设计和简单的施工设计能力,具有电气设备安装、测试、运行维护和常见故障分析处理的初步能力。

二、供电设计概述

1. 供电设计的内容与步骤

工矿企业供电设计的任务是把从电力系统接受的电能,合理地分配到各用电地点。设计的基本原则是在保证供电可靠、安全、质量好的前提下,以最经济和简单的方式合理地分配并充分利用电能。供电设计必须符合国家各项技术经济政策和有关规程、规范的规定,并尽量采用新技术。

供电设计通常分为扩大初步设计和施工设计两个阶段。如果设计任务紧迫,而且设计规模较小时,也可合并为一个阶段,直接进行施工设计。

工矿企业供电初步设计的内容和步骤大致如下:

- (1) 收集设计所需原始资料;
- (2) 进行负荷计算和功率因数补偿计算, 选择企业总降压变电所的变压器容量及台数;
- (3) 确定变电所的位置及供电电源, 与当地电力部门签定供用电协议;
- (4) 确定企业供电系统方案;
- (5) 计算短路电流;
- (6) 选择电气设备及线路、器材;
- (7) 继电保护、自动化装置及变电所二次线路设计;
- (8) 确定供电系统及变电所的布置;
- (9) 进行企业供电系统的防雷与接地设计;
- (10) 企业照明设计;
- (11) 编写设计说明书;
- (12) 编制设备材料清单及工程概算。

扩大初步设计完成后, 呈报领导部门及有关单位审批, 批准后即可进行施工图设计。施工图设计的内容和步骤大致如下:

- (1) 对批准的初步设计的有关资料和计算数据进行验证和修正, 取得精确的技术结论;
- (2) 绘制施工图纸;
- (3) 编制设备材料明细表;
- (4) 编制工程总预算。

2. 供电设计所需原始资料

1) 设计企业资料

(1) 企业的地理交通资料包括企业所处的地理位置、地形地貌、海拔高度、土壤土质、河流情况、洪水的最高水位和交通状况, 本企业周围其它企业和电源的分布情况;

(2) 企业的总平面图, 各车间厂房的平、剖面图;

(3) 企业内各生产和生活装备布置图, 用电设备应附有设备的名称、额定容量等详细的技术资料;

(4) 用电设备的生产环境特征, 如潮湿、灰尘、火灾或爆炸程度等;

(5) 用电设备对供电可靠性的要求。

2) 电源资料

(1) 电源的地理位置、地形和接线。了解附近能对本企业供电的发电厂、变电所的分布情况、接线情况; 了解本企业总变电所与其它各变电所的相互距离和地形情况; 了解电力系统的运行方式等情况。

(2) 短路参数和继电保护参数。收集同意供电的电源母线最大和最小运行方式下的短路容量、次暂态短路电流、稳态短路电流、单相接地电流等; 收集供电端的继电保护方式及动作电流和动作时限的整定值, 对本企业受电端的继电保护方式和时限配合的要求。

(3) 电力部门对本企业功率因数补偿水平的要求, 对电能计量仪表安装的要求。

(4) 收集当地电价及电费收取办法和奖罚规定等。

(5) 企业电源线路部分设计及施工的分工(一般由电力部门负责), 以及本企业应负担的投资额。

3) 其它资料

(1) 气象资料。收集年最高、最低平均温度,最热月平均温度与平均最高温度,架空线上的覆冰厚度、最大风速、风向、年平均雷暴日数等。

(2) 水文地质资料。收集地下水位、土壤冻结深度、土壤电阻率、地下 0.7~1 m 深处的土壤温度、湿度等。

(3) 本地区设备材料供应及运输情况。

(4) 本地区电气工程的技术经济指标。

三、供电设计方案的技术经济比较

供电设计中的某些工程项目可能有几种可行方案,为了确定出一种最经济合理的方案,常需要将几种方案进行技术经济的比较。在供电设计中常需要进行技术经济比较的工程项目有:电源系统方案、变电所位置方案、变压器容量及台数方案、变电所主结线及布置方案、电压等级及企业供电系统方案、车间供电方案、井下采区供电方案、企业照明系统供电方案等。通过方案比较,可选择一個在技术和经济上符合国家方针政策的比较合理的设计方案。

供电设计方案技术经济比较的内容一般应包括以下几个方面,对不同的工程项目可根据具体情况确定。

1. 技术比较的内容

(1) 供电的可靠性;

(2) 电能的质量;

(3) 安装、运行、操作、维护、检修、调度和管理等条件;

(4) 变电所、线路通道等占地情况;

(5) 施工条件、建设进度、分期建设的可能性与灵活性;

(6) 扩建和发展的可能性;

(7) 临时性工程的多少等。

2. 经济比较的内容

1) 基建投资费

包括电气、土建、设计、运输等一切建设中付出的资金。

2) 年运行费用

年运行费用按下式计算:

$$C_m = C_d + C_s + C_w + C_p + C_l \quad (0-1)$$

式中 C_m ——年运行费用,万元/年;

C_d ——年折旧费,万元/年;

$$C_d = K_d C_b$$

K_d ——折旧费率;

C_b ——基建投资费,万元;

C_s ——维护费,万元/年;

$$C_s = K_s C_b$$

K_s ——维护费率;

C_w ——投入运行后所需运行、维护及管理 etc 人员的工资总额,万元/年;

C_p ——年基本电价费,万元/年;

C_l ——年电能损耗费,万元/年。

计算年运行费用时,电力工程的年折旧费率和年维护费率见表 0-2 所示。

表 0-2 电力工程的年折旧费率和年维护费率

工 程 项 目 名 称	折旧费 %	维修费 %	总 数 %	备 注
变电所的变电设备	6	6	12	
变电所的配电设备	6	8	14	
变电所的控制设备	6	6	12	
木杆架空电力线路	8	4	12	
铁塔电力线路	3.5	1	4.5	
混凝土杆电力线路	3.5	1	4.5	
电力电缆线路	4.5	2.5	7	
3~10 kV 电力电容器	12	4	16	
380 V 电力电容器	10	4	14	
建筑物	3.5	—		砖石混合结构

我国对工业用电的收费采用二部电价制即基本电价加电度电价。其中基本电价又分为:按企业直接接用的安装容量计收和按企业最大需用负荷计收两种。具体采用哪种收费办法,需与电力部门协商后确定。

3) 折回年限法确定经济方案

经济比较的结果常出现基建投资少而年运行费用多或基建投资多而年运行费用少的情况,为此可用折回年限来衡量方案的经济性。折回年限为

$$Y_{ca} = \frac{C_{bI} - C_{bII}}{C_{mII} - C_{mI}} \quad (0-2)$$

式中 Y_{ca} ——折回年限的计算值,年;

C_{bI} 、 C_{bII} ——第一方案、第二方案的基建投资,万元;

C_{mI} 、 C_{mII} ——第一方案、第二方案的年运行费用,万元/年。

折回年限的基准值一般可取 3~5 年。当折回年限的计算值较基准值小时,应采用基建投资多的方案,这样多投资的部分可在不到 3~5 年内收回。当折回年限的计算值大于其基准值时,则应采用基建投资少的方案,这样有利于国家资金的周转和使用。

当多个方案进行比较时,可根据折回年限的基准值计算各方案的计算费用,以便于比较。各方案的计算费用可按下式计算

$$\left. \begin{aligned} C_{caI} &= \frac{C_{bI}}{Y_{da}} + C_{mI} \\ C_{caII} &= \frac{C_{bII}}{Y_{da}} + C_{mII} \\ &\dots \end{aligned} \right\} \quad (0-3)$$

式中 Y_{da} ——折回年限的基准值,年;

C_{ca} ——方案的计算费用,万元。

当某一方案的计算费用最小时,即为最经济的方案。

3. 有色金属消耗量的比较

有色金属指铜、铝、铅等金属。比较时可按铝:铜:铅=1:0.5:1.25折算成铝来比较。

在进行供电方案的技术经济比较时,还应考虑到由于方案的不同可能引起其它方面工程投资和运行费用的变化。例如厂区架空线路比电缆线路多占线路通道,使厂区面积增大,则各种管线、道路都将增长,其基建投资和运行费用需相应增加。因此,供电方案的比较不能仅局限于方案本身的比较,应考虑各种可能引起投资费用变化的因素进行全面地分析,才算是完整的方案比较。

本章小结及培养的能力与技能

一、本章小结

本章主要介绍了供电设计的内容与步骤、供电设计应收集的原始资料以及供电设计技术经济的比较方法等知识,又介绍了工矿企业供电课程的重要性及其对职业技能培养的作用与地位,还介绍了学完本课程和完成相应的能力训练后应达到的目标。

(1) 供电工作对企业的生产和生活都有着重大的影响,供电设计能力又是搞好供电工作所必备的职业能力和搞好其它电气工作的基础。学好本课程并完成有关供电方面的能力培养与技能训练,对工业企业电气化专业及其它含电类专业的学生来说是相当重要的。

(2) 供电设计通常分为扩大的初步设计和施工图设计两个阶段,供电设计中涉及到电力部门的项目必须与电力部门协商并签定供用电协议。对设计中的项目有多种方案时,必须进行技术经济比较后确定最佳方案。

(3) 供电设计所需的原始资料包括:设计企业的资料和电源的资料,当地的气象和水文地质资料及各工程项目的技术经济指标等。

(4) 在进行技术经济比较时,除了应注意方案本身技术经济指标的比较外,还应注意各种方案对其它设施技术经济指标的影响。

(5) 正确合理的设计取决于原始资料的完整性和准确性;取决于技术经济比较结果的正确性;取决于对国家技术经济政策的掌握程度;取决于设计人员的知识和能力水平。所以,每一个学生都应学好本课程并认真进行有关能力与技能的学习与训练。

二、本章培养的能力与技能

(1) 能够正确全面地收集设计所需的原始资料。

(2) 能够进行供电工程项目的技术经济比较。

复 习 题

- 0-1 为什么电能是现代生产和生活中不可替代的能源?
- 0-2 为什么供电工作在工矿企业具有相当重要的地位?
- 0-3 工矿企业供电设计的任务和基本原则是什么?
- 0-4 供电设计分哪几个设计阶段? 工矿企业供电设计的内容有哪些?
- 0-5 工矿企业供电设计应收集哪些原始资料? 供电工程一般需进行技术经济比较的项目有哪些?
- 0-6 供电设计方案技术经济比较的内容有哪些? 什么是折回年限? 用折回年限法如何确定经济方案?

第一章 工矿企业供电系统

第一节 概 述

一、供电的重要性及基本要求

电力是工矿企业生产的主要能源。对工矿企业进行可靠、安全、经济、合理地供电,对提高产品质量、提高经济效益及保证安全生产等方面都有十分重要的意义。为确保安全和正常生产的需要,工矿企业对供电提出以下基本要求:

1. 供电可靠

供电可靠就是要求供电不间断。供电中断时不仅会影响企业生产,而且可能损坏设备,甚至发生人身事故。例如工厂某些生产车间,一旦中断供电,将会产生大量废品,甚至造成重大事故。矿井井下含有瓦斯等有害气体,并有水不断涌出,一旦中断供电,可能使工作人员窒息死亡和引起瓦斯爆炸,矿井也有被水淹没的危险。因此,对工矿企业中的这类负荷,供电应绝对可靠。

2. 供电安全

供电安全就是在电能的分配、供应和使用过程中,不应发生人身触电事故和设备事故,也不致引起电火灾和爆炸事故。尤其是矿井井下,工作环境特殊,特别容易发生上述事故。因此,必须严格按照《煤矿安全规程》的有关规定执行,确保供电安全。

3. 供电质量

用电设备在额定值下运行性能最好。因此要求供电质量方面有稳定的频率和电压,电压和频率是衡量电能质量的重要指标。

供电频率由发电厂保证。对于额定频率为 50 Hz 的工业用交流电,其偏差不允许超过额定值 $\pm 0.2 \sim \pm 0.5$ Hz,即为额定频率的 $\pm 0.4\% \sim \pm 1\%$ 。

对于供电电压,送到用电设备的端电压与额定值总有一些偏差,此偏差值称为电压偏移,它是衡量供电质量的重要指标。各种用电设备,都能够适应一定范围内的电压偏移,但是如果电压偏移超过允许的范围,电气设备的运行情况将显著恶化,甚至损坏电气设备。例如加在照明灯两端的电压低于额定电压时,其光通量将大大降低;电压高于额定电压较多时,则大大降低其使用寿命。因此,工矿企业对一般工作场所的照明灯允许电压偏移范围为 $\pm 5\%$ (详见 GB 50034-92)。又如感应电动机,当电压降低时,电动机转矩急剧下降,使电动机起动困难,运行温度升高,加速了绝缘的老化,甚至烧毁电动机。因此,一般规定电动机允许电压偏移范围为 $\pm 5\%$ 。

4. 供电经济

供电经济一般考虑三个方面:尽量降低企业变电所与电网的基本建设投资;尽可能降低设备、材料及有色金属的消耗量;注意降低供电系统的电能损耗及维护费用。

此外,工矿企业还要求有足够的电能,这不仅要求电力系统或发电厂能提供充裕的电能,而且要求工矿企业供电系统的各项供电设施,具有足够的供电能力。

二、电力负荷的分类

为了满足电力用户对供电可靠性的要求,同时又考虑到供电的经济性,根据用电设备在企业中所处的重要地位不同,通常将电力负荷分为三类。

1. 一类负荷(一级负荷)

凡因突然中断供电,可能造成人身伤亡事故或重大设备损坏,给国民经济造成重大损失的或在政治上产生不良影响的负荷,均属一类负荷。如钢厂炼钢炉,若停电超过 30 min,可能造成炼钢炉报废;对电解铝厂,停电超过 15 min,电解槽就要遭到破坏;矿井的主通风设备一旦停电,可能导致瓦斯爆炸及矿井人身伤亡等重大事故。一类负荷中影响人身与设备安全的负荷又叫保安负荷。对一类负荷应由两个独立电源供电,对有特殊要求的一类负荷,两个独立电源应来自不同地点,以保证供电的绝对可靠。

2. 二类负荷(二级负荷)

凡因突然停电,造成大量减产或生产大量废品的负荷,属于二类负荷。如矿井集中提煤设备、空压机及采区变电所,工厂的主要生产车间等。对中小型工矿企业的二类负荷一般由专用线路供电。为了减少长时间停电的影响,供电设备应有一定数量的库存,以备及时更换。对大型工矿企业的二类负荷,也应有两个电源,两回路电源应尽量引自不同的变电所或母线段。

3. 三类负荷(三级负荷)

三类负荷是指除一类、二类负荷外的其它负荷。如工矿企业的附属车间及生活福利设施等。对三类用户一般供电采用单一回路供电方式,不考虑备用电源。根据需要各负荷还可共用一条输电线路。

对电力负荷分类的目的是为了便于合理地供电。对重要负荷,保证供电可靠为第一位,对次要负荷,应更多考虑供电的经济性。在电力系统运行中,一旦出现故障,需要停止部分负荷供电时,应根据具体情况,先切除三类负荷,有必要时切除二类负荷,以确保一类负荷的供电可靠性。

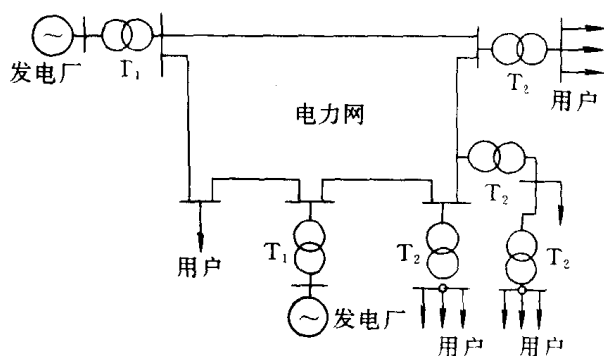


图 1-1 电力系统示意图

T₁—升压变压器;T₂—降压变压器

三、电力系统

电力系统是指由发电厂、各种电压等级的输电线路和升降压变电所组成的整体。图 1-1 是一个典型的电力系统。

为了经济合理地利用国家资源,发电厂一般建在煤炭或水利资源丰富的地方。这样往往距离用电负荷中心较远,所以必须进行大容量、远距离地输电。但是,由于发电厂发出的电压较低(一般为 3.15~15.75 kV),而大容量、远距离输电,采用高电压较为经济。因为采用高压输电不仅可节省有

色金属,降低线路的电能损耗,而且还可保证受电端的电压水平。这就要求将发电机发出的电压经升压变压器升压后再输送出去。

工矿企业用电设备的额定电压较低,为了将电力系统的高压电能降低为用户所需要的低压电能,需设置降压变电所(或称变电站),将电压降低后再输送出去。

电力系统中各发电厂之间以输电线路相连,称并网发电。并网发电不仅可提高供电的可靠性,同时还可以调节各发电厂的用电负荷,发挥供电的经济效益。

四、工矿企业电源

电源是指用户获得电能的来源。工矿企业电源多来自电力系统,只有在尚未建成电力系统的地区,才由地方发电厂或自备发电厂供电。

工矿企业一般都设有企业总变电所,其受电电压一般为6~35 kV(个别为63 kV),具有一类负荷的企业总变电所应有两个独立电源。当企业总变电所距电源近时,采用平行双回路供电方式;当相邻企业之间距离较近,而距电源较远时,一般由电源向其中两个企业总变电所各送一回路电源,各相邻企业总变电所之间设一回路联络线,形成环形供电网络。

五、供电电压等级

电气设备都是按照一定的标准电压设计和制造的,这个标准电压称为电气设备的额定电压。为了便于批量生产和统一供电,国家规定了标准的额定电压等级,见表1-1。

工矿企业供电电压的选择,取决于企业附近电源电压,用电设备电压、容量及供电距离。从供电经济性考虑,供电距离越远、输送功率越大,采用的电压等级越高。电压等级、输送功率及供电距离的大概范围见表1-2,供确定企业供电电压时参考。

表 1-1 国家标准额定电压

kV

电网和用电设备的额定电压			发电机的额定电压		变压器的额定电压			
直 流	三 相 交 流		交 流	三 相 交 流	交 流			
					三 相		单 相	
	线电压	相电压		线电压	原绕组	副绕组	原绕组	副绕组
0.11	—	—	0.115	—	—	—	—	—
—	0.127	—	—	(0.133)	(0.127)	(0.133)	(0.127)	(0.133)
0.22	0.22	0.127	0.23	0.23	0.22	(0.23)	0.22	0.23
—	0.38	0.22	—	0.40	0.38	0.4	0.38	—
0.44	—	—	—	—	—	—	—	—
—	3.0	—	—	3.15	3.0, 3.15 *	3.15, 3.3 *	—	—
—	6.0	—	—	6.3	6.0, 6.3 *	6.3, 6.6 *	—	—
—	10	—	—	10.5	10, 10.5 *	10.5, 11 *	—	—
—	35	—	—	—	35	38.5	—	—
—	63	—	—	—	63	66	—	—
—	110	—	—	—	110	121	—	—
—	154	—	—	—	154	169	—	—
—	220	—	—	—	220	242	—	—
—	330	—	—	—	330	363	—	—
—	500	—	—	—	500	550	—	—

注:1. 本表括号内的数字只用于井下或其它保安要求较高场所。

2. 目前我国煤矿井下电机车使用0.25 kV和0.55 kV电压,对应的变流所输出电压为0.275 kV和0.6 kV两种。
3. 露天煤矿工业用电机车,使用的直流电压尚有0.75 kV、1.5 kV电压,变流所输出电压为0.825 kV和1.65 kV两种。
4. 原绕组电压为3.15 kV、6.3 kV、10.5 kV的变压器,适用于直接接于发电机出线上。副绕组电压为3.3 kV、6.6 kV、11 kV的变压器,适用于供电半径大的场合。

表 1-2 电压等级、输送功率及输送距离大概范围

电压等级, kV	输送功率, kW	输送距离, km	电压等级, kV	输送功率, kW	输送距离, km
0.38	100 以下	0.6 以下	10	200~2000	6~20
0.66	100~150	0.6~1	35	1000~10000	20~70
3	100~1000	1~3	63	3500~30000	30~100
6	100~1200	4~15	110	10000~50000	50~150

第二节 电网的种类

一、电力网的分类

电力网是电力系统的重要组成部分。它由变电所及各种不同电压等级的输电线路组成。其任务是输送和分配电能。电力网可按以下几种方式分类:按电流种类不同,可分为交流电网和直流电网;按供电电压等级高低,可分成低压电网和(1200 V 及以下)高压电网(3 kV 及以上);按负荷性质,可分为照明电网和动力电网;按输电线路结构,可分为架空线路和电缆线路;按电网对地绝缘状态不同,可分为中性点接地系统和中性点对地绝缘系统。

二、电网的结线方式

电网的结线方式根据负荷对供电可靠性要求不同,可分为放射式电网、干线式电网及环式电网。

1. 放射式电网

放射式电网又分为单回路放射式电网和双回路放射式电网,如图 1-2 所示。放射式电网的主要优点是:供电线路相互独立,线路出现故障互不影响,供电可靠性高;继电保护简单,保护装置易于整定,且动作时间短。其主要缺点是:供电线路较多,在负荷不太大情况下,为了使导线截面满足机械强度及避免电晕的要求,将会造成有色金属的浪费。双回路放射式电网比单回路放射式电网供电可靠性高,但所用设备多 1 倍,投资大,适用于负荷大或孤立的重要用户。

2. 干线式电网

干线式电网又分为单回路干线式电网和双回路干线式电网,如图 1-3 所示。

干线式电网的主要优点是:供电线路总长度较短,造价较低,导线截面易于满足避免电晕和机械强度要求,可节省有色金属;电源的出线回路数少,节省供电设备,降低投资成本。

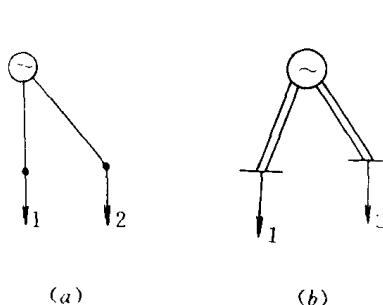


图 1-2 放射式电网

a—单回路放射式; b—双回路放射式

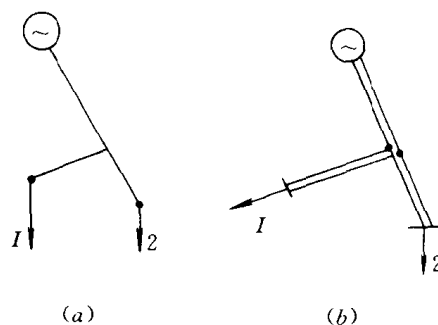


图 1-3 干线式电网

a—单回路干线式; b—双回路干线式