

中央广播电视大学教学用书

工厂供电

(第二版)

黄纯华 葛少云 编著



天津大学出版社

中央广播电视大学教学用书

工厂供电

(第二版)

黄纯华 葛少云 编著

天津大学出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了工厂企业供配电系统设计和安全、经济运行的基本理论,以及工程实用的设计计算方法与运行维护的基本知识。

全书共分 10 章。主要包括:电力负荷计算、电气主接线、短路电流计算、电气设备工作原理、性能及选择方法、配电系统二次接线、主要电气设备的继电保护、节约电能与无功补偿的基本方法、电气设备防雷与接地、工厂照明。本次再版补充了与当今供配电系统的新技术和新设备有关的内容。各章末附有思考题和习题。

本书是中央广播电视大学电气工程类专业教材,也可作为高等工科院校、成人教育学院、职工大学及函授大学的电气与计算机工程类专业的教材,同时可供工矿企业和有关单位从事工厂配电系统设计、运行与管理的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工厂供电/黄纯华,葛少云编著. —天津:天津大学出版社, 2001.6

中央广播电视大学教学用书

ISBN 7-5618-1439-9

I. 工… II. ①黄…②葛… III. 工厂—配电系统—电
视大学—教学参考资料 IV. TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 22056 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨风和
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
邮 刷 天津大学印刷厂
经 销 全国各地新华书店
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 17
字 数 425 千
版 次 2001 年 6 月第 1 版
印 次 2001 年 6 月第 1 次
印 数 1—3 000
定 价 20.00 元

第二版前言

本书是根据中央广播电视大学(87)电校教字 001 号文件的要求,为电气工程类工业自动化专业编写的教材。自 1988 年 11 月第一版第一次发行以来,已 9 次重印,深受广大师生与社会读者欢迎。第二版是在《工厂供电》第一版基础上改编的,主要修订如下:

(1)根据过去的教学经验,在内容和体系上做了一些调整,使其更符合教学要求。各章在阐明物理概念、讲完理论部分后,即用实例说明,并附以习题和思考题,使学生能循序渐进,更牢固地掌握所学知识。

(2)针对现代供电系统的发展状况,增加了一些新内容、新技术,并根据新型电气设备的技术参数大量增改了原书附录的内容。

(3)全书图形和文字符号及计量单位按国家标准统一修订。

(4)由于教材篇幅所限,删减了部分章节,如原书第 11 章和第 12 章全部删去,并对其余各章删减了不重要的内容。

为满足教学和工厂企业供配电系统科研、设计和运行需要,本书与第一版相同,重点介绍供配电系统的基本知识、基本理论及工程实用设计计算方法和运行维护的常识等内容。在介绍中特别注意结合我国现行供配电系统设计与运行规范的有关规定,使之更符合工程实际。通过学习可使读者系统地掌握上述知识,并初步具有实际工程设计和运行的基本技能,以及独立分析和解决有关技术问题的能力。

考虑到广播电视大学的要求和授课特点,本书在内容编排上注重加强理论教学与工程应用的有机联系,力求做到少而精、新而实用、重点突出。在叙述上尽量深入浅出,多用实例进行解释,略去一些繁琐的理论推导和证明。为便于自学,书中所需的预备知识,在用到处多先进行复习和回顾,因此本书基本上自成体系。

《工厂供电》第一版共分 12 章,参加编写的有:天津大学刘维仲(4、6、7 章)、李渝生(11 章)和黄纯华(1、2、3、5、8、12 章),天津广播电视大学孙亦昌(9 章)和夏国平(10 章),由黄纯华对全书进行整理和统编。全书由天津大学王荣藩主审。

本书第二版共 10 章。参加编写的有天津大学葛少云副教授(第 5、7 章)和黄纯华教授(其余 8 章)。

在本书第二版编写过程中,得到不少单位和同行朋友的支持和帮助,并提供了大量的资料。天津大学刘美伦教授对本书编写提出很多宝贵的意见,在此,一并表示衷心感谢。

由于学识所限,书中如有不妥之处,敬请读者指正。

编者

2001 年 1 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1-1 电力系统的基本概念	(1)
1-2 工厂供配电系统的组成	(6)
1-3 工厂供配电设计的基本知识	(8)
思考题	(11)
习题	(11)
第 2 章 电力负荷计算	(12)
2-1 负荷计算目的与负荷分级	(12)
2-2 负荷曲线与计算负荷	(13)
2-3 计算负荷的实用计算方法	(18)
2-4 单相负荷计算	(27)
2-5 尖峰电流计算	(30)
2-6 功率损耗与电能损耗计算	(31)
2-7 全厂负荷计算	(35)
思考题	(37)
习题	(37)
第 3 章 工厂供配电系统一次接线	(39)
3-1 概述	(39)
3-2 变电所变压器台数和容量的选择	(40)
3-3 变配电所电气主接线	(44)
3-4 高压配电网络	(49)
3-5 电压偏移及改善措施	(52)
思考题	(62)
习题	(62)
第 4 章 短路电流及其效应的计算	(63)
4-1 短路类型及其发生的原因和危害	(63)
4-2 三相短路过程的简化分析	(64)
4-3 标幺值和电气元件阻抗标幺值的计算	(68)
4-4 无限大容量系统三相短路电流计算	(73)
4-5 两相短路电流的计算	(78)
4-6 短路电流计算示例	(78)
4-7 1 kV 以下低压电网中短路电流的计算	(81)
4-8 短路电流的效应	(84)
思考题	(87)
习题	(87)

第5章 电气设备及其选择	(88)
5-1 电弧的基本知识	(88)
5-2 导体和电器设备选择的一般规定	(93)
5-3 高压开关电器	(96)
5-4 互感器	(105)
5-5 母线、架空导线和电缆	(117)
5-6 高压绝缘子及穿墙套管	(120)
5-7 低压开关电器	(122)
思考题	(124)
习题	(124)
第6章 工厂供配电系统二次接线	(126)
6-1 工厂供配电系统二次接线原理图	(126)
6-2 断路器的控制回路	(130)
6-3 中央信号回路	(132)
6-4 测量仪表及其接线	(134)
思考题	(142)
习题	(142)
第7章 工厂供配电系统的继电保护	(143)
7-1 继电保护的基本知识	(143)
7-2 供电线路的继电保护	(146)
7-3 电力变压器的保护	(158)
7-4 配电系统的保护装置	(171)
7-5 工厂供电系统的备用电源自动投入装置(简称 BZT)	(180)
思考题	(183)
习题	(184)
第8章 防雷与接地	(186)
8-1 雷与防雷设备	(186)
8-2 架空线路的防雷保护	(195)
8-3 变电所(配电所)防雷保护	(196)
8-4 接地和接零	(198)
8-5 变电所接地装置及接地电阻计算	(203)
思考题	(207)
习题	(208)
第9章 工厂供配电系统的节能与无功补偿	(209)
9-1 节约用电的意义和途径	(209)
9-2 工厂用电的功率因数	(210)
9-3 功率因数的人工补偿	(213)
9-4 变压器的经济运行	(219)
9-5 电动机的合理使用	(222)

思考题.....	(227)
习题.....	(228)
第 10 章 工厂电气照明	(229)
10-1 电气照明的基本概念	(229)
10-2 电光源、照明器及照度标准	(232)
10-3 照明器的布置及照度计算	(237)
10-4 照明网络	(241)
思考题.....	(243)
习题.....	(243)
附录:部分电器设备的技术参数(供参考)	(244)

第 1 章 绪 论

要点 本章介绍电力系统的基本概念、额定电压、工厂供电的特点及组成、工厂供配电系统设计的主要内容和设计程序。本章是以下各章学习的引导。

1-1 电力系统的基本概念

电能属二次能源,是在发电厂中将一次能源(如煤、油、水能等)经过多次能量转换生成的。电能具有很多优点,如输送方便,易于集中和分散,可简便地转换为其他形式的能量,便于控制,有利于实现生产过程自动化,提高产品质量和经济效益等。因而,电力已成为现代工农业生产、商贸和居民生活不可缺少的能源。

由于工厂(或企业)所需要的电能绝大多数是由公共电力系统供给的,所以,本节简要介绍电力系统。

一、电力系统

电力系统是由发电厂、电力网和用电设备组成的统一整体。

电力网是电力系统的一部分。它包括变电所、配电所及各种电压等级的电力线路。

与电力系统相关联的还有动力系统。动力系统是电力系统和“动力部分”的总和。所谓“动力部分”,包括火力发电厂的锅炉、汽轮机、热力网和用热设备和水力发电厂的水库、水轮机以及原子能发电厂的核反应堆、蒸发器等。所以,电力系统是动力系统的一个组成部分。

图 1-1 示出电力系统、电力网和动力系统三者之间的关系。

电力系统的作用是由各个组成环节分别完成电能的生产、变换、输送、分配和消费等任务。现对这几个环节的基本概念说明如下。

1. 发电厂(或称发电站)

发电厂是将各种形式的能量转换为电能的特殊工厂。它的产品是电能。根据所利用一次能源的不同,发电厂分很多种类型。目前,我国接入电力系统的发电厂主要是火力发电厂、水力发电厂和原子能发电厂。现以火力发电厂为例简述生产过程。

火力发电厂利用燃料(煤、石油、天然气)的化学能生产电能。其主要设备有锅炉、汽轮机、发电机,如图 1-2 所示。燃料在炉膛内燃烧,将炉中(水冷壁、汽包)的水加热成高温高压的蒸汽,从而将燃料的化学能转换为蒸汽的热能;蒸汽经管道送入汽轮机推动其旋转,将蒸汽的热能转换成机械能;汽轮机与发电机联轴,带动发电机转子转动,发电机转子具有磁场,旋转的转子磁场切割发电机定子线圈,由于电磁感应作用,在定子线圈中产生感应电势,这样发电机将汽轮机的机械能转换成电能。这就是火力发电厂的简单的生产过程。

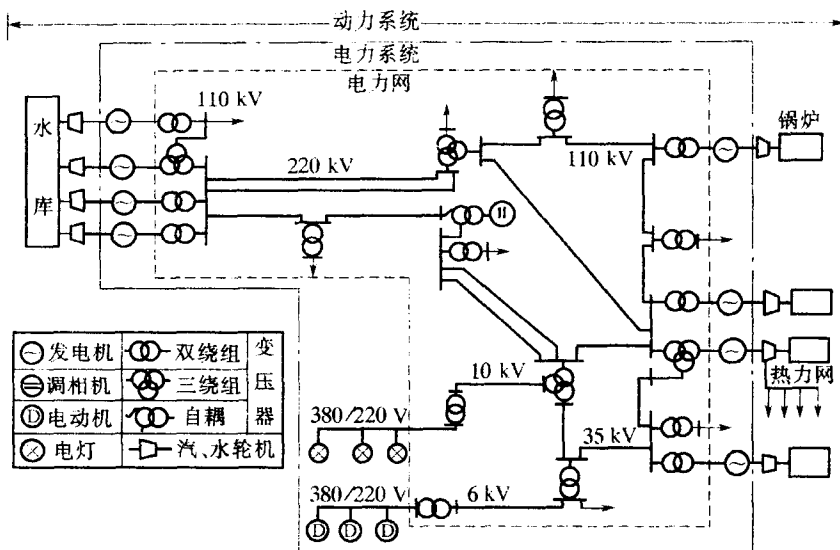
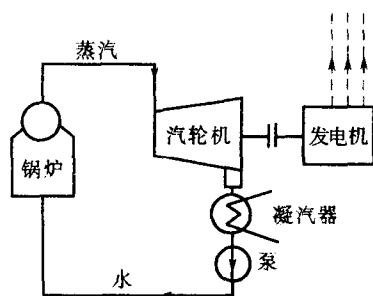


图 1-1 动力系统、电力系统和电力网示意图



化学能→热能→机械能→电能

图 1-2 火电厂过程示意图

水力发电厂利用水的位能生产电能。它主要由水库、水轮机和发电机组成。水库中的水经引水管道送入水轮机推动水轮机旋转,从而将水的位能转换成机械能;同理,水轮机与发电机联轴,带动发电机转子一起转动,旋转的转子磁场切割发电机定子,在定子线圈中产生感应电势,将水轮机旋转的机械能转换成电能,即由水的位能→机械能→电能。所以水电厂生产过程的核心仍然是完成能量转换。它是借助水工建筑物(如拦水坝)来汇集水量,集中水头,从而将水流中蕴藏的位能转换成电能。

原子能发电厂利用原子核的核能(原子核结构发生裂变所释放的能量)生产电能。它与火力发电厂生产过程相似,所不同的仅是以原子反应堆和蒸发器代替锅炉,以少量核燃料(如铀 235)代替大量的煤、石油或天然气(1 kg ^{235}U 裂变所释放的能量相当于 2 500 t 优质煤的能量)。

2. 变电所(或称变电站)

变电所是接受电能、变换电压和分配电能的场所。为了实现电能的经济输送和满足用电设备对供电质量的要求,需要对发电机的端电压进行多次变换(变电)。这项任务是由变电所完成的。变电所的主要设备有电力变压器、母线和开关设备等。根据变电所任务的不同,可将变电所分为升压变电所和降压变电所两大类。升压变电所的主要任务是将低电压变换为高电压,一般建在发电厂;降压变电所的主要任务是将高电压变换到一个合理的电压等级,一般建立在靠近负荷中心的地点。根据在电力系统中的地位和作用不同,降压变电所又分枢纽(或区域)变电所、地区变电所和工业企业变电所等。

只用来接受和分配电能而不承担变换电压任务的场所,称为配电所,多建于工厂内部。

用来将交流电流转换为直流电流,或将直流电流转换为交流电流的电能变换场所,常称为变流站。

3. 电力线路(分输电线和配电线)

电力线路是输送电能的通道。因为火力发电厂多建在燃料产地(即所谓的“坑口电站”),水力发电厂则建在水力资源丰富的地方,故大型发电厂距电能用户较远。所以需要各种不同电压等级的电力线路,作为把发电厂、变电所和电能用户联系起来的纽带,将发电厂生产的电能源源不断地输送到电能用户。

通常,电压为 220 kV 以上的电力线路称输电线,电压为 220 kV、110 kV 及以下电力线路,称为(高、中、低压)配电线路(表 1-1)。

4. 电能用户(又称电力负荷)

在电力系统中,一切消费电能的用电设备均称为电能用户。按用途用电设备可分为动力用电设备(如电动机等)、工艺用电设备(如电解、冶炼、电热处理等设备)、电热用电设备(电炉、干燥箱、空调等)、照明用电设备和试验用电设备等。它们分别将电能转换为机械能、热能和光能等不同形式的适于生产需要的能量。

二、电力系统运行的特点和要求

与其他工业生产相比,电力系统的运行具有以下明显的特点。

(1) 电能不能大量储存。电能的生产、输送、分配和消费,实际上是同时进行的。即在电力系统中,发电厂任何时刻生产的电能,必须等于同一时刻用电设备所消耗的电能与电力系统本身所消耗的电能之和。

(2) 电力系统暂态过程非常短促。发电机、变压器、电力线路和电动机等设备的投入和切除都是在一瞬间完成的。电能从一地点输送到另一地点所需的时间,仅千分之几秒甚至百万分之几秒。电力系统由一种运行状态到另一种运行状态的过渡过程也是非常短促的。

(3) 与国民经济各部门及人民日常生活有极为密切的关系。供电中断常带来严重的损失和后果。

根据这些特点,对电力系统(包括工厂供、配电系统)的设计与运行提出了严格的要求。基本要求如下。

1. 保证供电的可靠性

安全可靠是电力生产的首要任务。因为供电中断将导致生产停顿、生活混乱,甚至危及人身和设备安全,造成严重的经济和政治损失,所以电力系统的设计和运行必须满足供电可靠性的要求。

当电力系统中某一设备发生故障时,对用户供电不中断,或中断供电的几率少、影响范围小、停电时间短、造成的损失少,即称供电的可靠性高。工厂生产类别不同,对供电连续性的要求也不同。因而应根据系统和用户的要求,保证其必要的供电可靠性。

2. 保证良好的电能质量

电压和频率是标志电能质量的两个重要指标。我国规定:额定频率为 50 Hz,允许偏差 $\pm 0.2 \text{ Hz} \sim \pm 0.5 \text{ Hz}$;各级额定电压允许偏差一般为 $\pm 5\% U_n$ 。电压或频率超过允许偏差范围,不仅对设备的寿命和安全运行不利,还可造成产品减产或报废。所以电力系统在各种运行方式下都应满足用户对电能质量的要求。

3. 具有一定的灵活性和方便性

电力系统接线力求简单,并应能适应负荷变化的需要,灵活、简便、迅速地由一种运行状态转换到另一种运行状态,在转换过程中不易发生误操作;能保证正常维护和检修工作安全、方便地进行。

4. 应具有经济性

所谓经济性是指基建投资少、年运行费用低。在满足必要的技术要求的前提下,应力求经济。基建投资少和年运行费低应综合考虑。

5. 具有发展和扩建的可能性

为适应建设事业的发展,对电压等级、设备容量、安装场地等应留有一定的发展余地。

三、电力系统额定电压

额定电压,通常指电器设备铭牌上标出的线电压。电器设备都是按照指定的电压和频率设计制造的。这个指定的电压和频率称为电器设备的额定电压和额定频率。当电器设备在该电压和频率下运行时,能获得最佳的技术性能和经济效果。

为了成批生产和实现设备互换,各国都制定有标准系列的额定电压和额定频率。我国规定工业用标准额定频率为 50 Hz(俗称工频);国家标准规定,交流电力网和电力设备的额定电压等级较多,但考虑设备制造的标准化、系列化,电力系统额定电压等级不宜过多,具体规定如表 1-1 所示。频率能否维持不变主要取决于系统中有功功率的平衡,频率偏低,表示系统发出的有功功率不足,应设法增加发电机出力。系统电压主要取决于系统中无功功率的平衡,无功不足,则电压偏低,应增加发电机励磁。

1. 额定电压

由于三相功率 P 和线电压 U 、线电流 I 之间的关系为: $P = S \cos \varphi = \sqrt{3} UI \cos \varphi$,当负载性质不变时, $\cos \varphi$ 为常数,所以在输送功率一定时,输电电压愈高,输电电流则愈小,因而可减少线路上电能损失和电压损失,同时又可减小导线截面,节约有色金属。对于某一截面线路,当输电电压愈高时,则输送功率愈大,输送距离愈远。例如,采用 120 mm^2 截面的导线,当电压为 10 kV、输送距离为 10 km 时,输送功率约为 2 000 kW;当输电电压为 35 kV、输送距离为 35 km 时,输送功率可达 7 000 kW 左右。但是电压愈高,绝缘材料所需要的投资相应增加,因而对应一定输送功率和输送距离,均有一相应的技术经济上合理的输电电压。

表 1-1 我国交流电力网和电力设备的额定电压

类别	电力网和用电设备 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
低压配电网 (V)	220/127	230	220/127	230/133
	380/220	400	380/220	400/230
中压配电网 (kV)	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
	—	13.8, 15.75, 18, 20	13.8, 15.75, 18, 20	—
高压配电网 (kV)	35	—	35	38.5
	63	—	63	69
	110	—	110	121
	220	—	220	242
输电网 (kV)	330	—	330	363
	500	—	500	550
	750	—	750	—

从表 1-1 中数字看到,在同一电压等级下,各种设备的额定电压并不完全相等。为了使各种互相联接的电器设备都能运行在较有利的电压下,各种电器设备的额定电压之间应互相配合。

如图 1-3 所示,当经线路输送功率时,沿线路有电压损失,因而线路各点电压是不同的。距离电源愈远的点电压愈低,并且随输送功率的增大,电压损失也增大。图中电压 $U_1 > U_2 > U_3$ 。所谓电力线路的额定电压 U_n ,实际是线路始端和末端电压的平均值,并有如下规定。

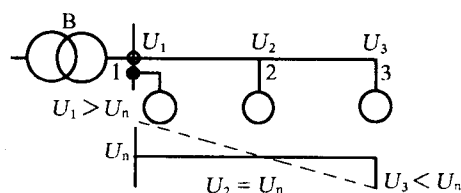


图 1-3 沿线路电压损失

(1) 电力线路的额定电压和用电设备的额定电压相等,称之为网络的额定电压,如 10 kV 网络等等。

(2) 发电机额定电压规定比电力线路额定电压高 5%。由于用电设备一般允许电压偏移为 $\pm 5\%$,沿线路电压损失一般为 10%,这就要求线路始端电压应比线路额定电压高 5%,以使末端电压比用电设备额定电压不低于 5%。发电机多接于电力线路始端,因此发电机额定电压需比电力线路额定电压高 5%。

(3) 变压器额定电压的规定略为复杂。根据变压器在电力系统中输送功率的方向,规定变压器接受功率一侧的绕组为一次绕组,输出功率一侧的绕组为二次绕组。一次绕组的作用相当于用电设备,额定电压与用电设备额定电压相等。但当变压器直接与发电机联接时,它的额定电压则与发电机的额定电压相等。变压器二次绕组的作用相当于电源设备,因此它的额定电压需较用电设备额定电压高 5%;又因变压器二次绕组额定电压定为变压器空载时的电压值,当变压器通过额定负荷时,变压器绕组本身电压损失约为 5%,所以欲使在正常运行时变压器二次绕组电压比用电设备高 5%,变压器二次绕组额定电压应规定比用电设备额定电压高出 10%,如图 1-4 所示。例如,用电设备额定电压为 10 kV,则供电变压器二次绕组额定电压应为 11 kV。但当变压器直接与用电设备相接时,线路电压损失可忽略不计,此时变压器

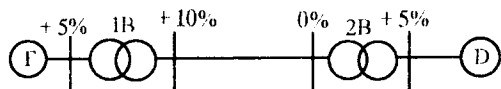


图 1-4 发电机、变压器和线路的额定电压

二次绕组额定电压可规定为比用电设备额定电压高 5%，如用电设备额定电压为 10 kV，则供电变压器二次绕组额定电压可为 10.5 kV。所以在选择变压器时，要特别注意电压的选取。

例 1-1 试指出如图 1-5 所示的供电网络中，变压器 1B 二次绕组、2B 一次绕组及线路 *cd* 段的额定电压。

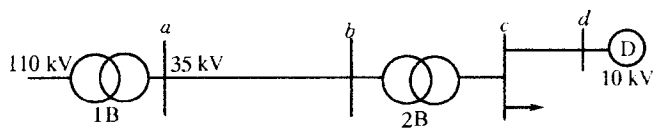


图 1-5

解：1B 二次绕组 U_{2n} 应为 $35 \text{ kV} + 10\% (35 \text{ kV}) = 38.5 \text{ kV}$

2B 一次绕组 U_{1n} 应等于线路 *ab* 段的额定电压 $U_{ab \cdot n}$ 即为 35 kV

线路 *cd* 段的 U_n 应等于用电设备额定电压，即为 10 kV。

2. 各种电压等级的适用范围

目前，我国电力系统中，330 kV 及以上电压等级多用于大电力系统的输电线；220 kV 及以下电压等级用于城、乡高压、中压及低压配电线路，110 kV、35 kV 亦用于大型工厂的内部配电网。一般工厂内部多采用 6 kV~10 kV 的高压配电电压，但从技术、经济综合比较来看，最好采用 10 kV。如果工厂拥有相当数量的 6 kV 用电设备，可考虑采用 6 kV 电压作为工厂配电电压。380/220 V 电压等级多作为工厂的低压配电电压。表 1-2 给出与额定电压等级相适应的输送功率和输送距离。

表 1-2 各种额定电压等级线路的输送功率和输送距离

额定电压(U_n) (kV)	输送功率(P) (kW)	输送距离 (km)
0.22	50 以下	0.15 以下
0.38	100 以下	0.6 以下
3	100~1 000	1~3
6	100~1 200	4~15
10	200~2 000	6~20
35	2 000~10 000	20~50
110	10 000~50 000	50~150
220	100 000~500 000	100~300

1-2 工厂供配电系统的组成

如前所述，工业用电量占电力系统总用电量的 70% 左右，是电力系统的最大电能用户。

工厂(或企业)内部接受、变换、分配和消费电能的总电路称为工厂(或企业)供配电系统。它是公共电力系统的一个重要组成部分。

由于工厂类型很多,且同一类型工厂的生产规模、自动化程度、用电设备布局等情况千变万化,所以工厂供配电系统也各不相同。从总体接线来看,工厂供配电系统可分为以下两个部分。

一、电源系统(外部系统)

电源系统也称外部供电系统,是指从外电源(公共电力系统)到工厂总降压变电所(或配电所)的供电线路,包括高压架空线路或电缆线路。对于大、中型工厂常采用 35 kV~110 kV 电压的架空线路供电,小型工厂多采用 6 kV~10 kV 电压的电缆线路供电。

二、变、配电系统(内部系统)

变、配电系统也称内部配电系统。现以图 1-6 为例,扼要说明一般大、中型工厂供配电系统的组成。

(1)总降压变电所。总降压变电所是工厂电能供应的枢纽。它由降压变压器、高压(35~110 kV)配电装置和低压(6~10 kV)配电装置等主要设备组成。所谓配电装置,是由母线、开关设备、保护电器、测量电器等组成的受电和配电的整体。总降压变电所的作用是将 35~110 kV 电源电压降为 6~10 kV 电压,再由 6~10 kV 配电装置分别将电能送到配电所、车间变电所或高压用电设备。

为了保证供电的可靠性,总降压变电所多设置两台降压变压器。

(2)配电所。对于大中型工厂,由于厂区大、负荷分散,常设置一个或一个以上的配电所。配电所的作用是在靠近负荷中心处集中接受 6~10 kV 电源供来的电能,并把电能重新分配,送至附近各个车间变电所或附近 6~10 kV 高压用电设备。所以它是厂内电能的中转站。

(3)车间变电所。一个生产厂房或车间,根据具体情况可设置一个或几个车间变电所。几个相邻且用电量都不大的车间,也可共用一个车间变电所。车间变电所的作用是将 6 kV~10 kV 的电源电压降至 380/220 V 电压,由 380/220 V 低压配电盘分送至各个低压用电设备。

(4)图中联接线分别为 6 kV~10 kV 高压配电线路和 380/220 V 低压配电线路。图中箭头表示功率传输方向。

应当指出,并非所有工厂都需要以上几个组成部分。如小型工厂可不设总降压变电所,仅设 6 kV~10 kV 总配电所即可。某些对国民经济很重要的工厂,还可增设自备发电厂作为备用电源等等,故应视具体情况而定。

一般来说,工厂变电所在电力系统中属终端降压变电所。

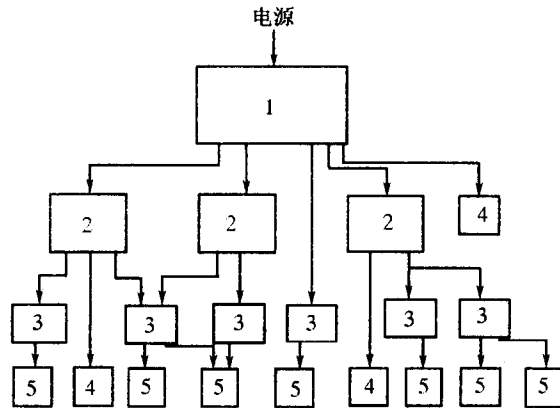


图 1-6 工厂供(配)电系统方块图

1—总降压变电所;2—中间配电所;3—车间变电所;
4—高压用电设备;5—低压用电设备

1-3 工厂供配电设计的基本知识

现代化工厂的设计是一门综合性技术,包括工艺设计、土建设计、给排水设计、暖通设计、动力及自动化设计、厂区运输及环保设计以及全厂供配电系统设计等多项任务。工厂供电设计是其中重要设计内容之一,应与多种专业设计密切配合,协同进行。

工厂供电设计,要求在满足国家有关技术经济政策和水利电力部颁发的各项规程规定的前提下,力争做到技术先进、安全可靠和经济合理。

新建工厂的供电设计一般分为扩大初步设计和施工图设计两个阶段。对于用电量大的大型工厂,在建厂可行性研究报告阶段,可增加工厂供电采用方案意见书;用电量较小的工厂,也可将两阶段设计合并为一个阶段进行。

一、扩大初步设计阶段

1. 设计目的

根据本厂生产特点和供电电源情况,通过技术经济论证,确定工厂供配电最优方案,提出全厂供电设备清单,并编制投资概算,报上级审批。

2. 设计主要内容

- (1) 按照工艺、公用设计所提供的资料,计算各车间及全厂的计算负荷和年用电量。
- (2) 根据车间环境和计算负荷的大小,选择车间变电所的位置及变压器容量和台数。
- (3) 根据工厂负荷对供电的要求和电力系统情况,与电业部门协商确定供电电源、供电电压及供电方式。
- (4) 选择总降压变电所(或总配电所)的位置及主变压器的容量和台数。
- (5) 选择总降压变电所(或总配电所)电气主接线和厂区高压配电方案。
- (6) 计算短路电流,选择主要电器设备和载流导体截面。
- (7) 选择主要设备(变压器、线路、高压电动机等)继电保护接线及供电系统自动化接线,并进行整定计算。
- (8) 确定提高功率因数的补偿措施。
- (9) 提出变电所和工厂建筑物的防雷措施,并进行接地装置设计计算。
- (10) 提出变电所二次接线及全厂照明系统原则性方案。
- (11) 列出所选设备、材料清单,并编制概算。

3. 设计成果

扩大初步设计资料应包括设计说明书、概算和必要的附图。

二、施工设计阶段

1. 设计目的

施工设计是在扩大初步设计经有关单位批准后进行的。它在扩大初步设计的基础上,完成各单项安装施工图及设备、材料明细表,并编制工程预算书和施工说明书。施工设计,是电气设备安装土建施工时所必需的技术资料。

2. 设计内容

- (1) 校正扩大初步设计的基础资料和设计计算数据。
- (2) 绘制各单项施工详图(包括布置、埋件、结构安装三部分)。
- (3) 绘制工程所需设备、材料明细表。
- (4) 编制设备订货清单(包括技术参数、规格和数量)和材料清单。
- (5) 编制工程预算书。

3. 设计成果

设计成果应包括施工详图、说明书和预算书。

为了适应当前国民经济发展的新形势,更好地协调供电、用电关系,确立正常的供、用电秩序,实现安全、经济、合理地使用电力,水利电力部经国家经委批准颁布了《全国供、用电规则》,并要求供电、用电双方密切配合,共同遵守该规则中的各项规定,处理好相互间的关系(详见1983年水利电力部颁布的《全国供、用电规则》的有关部分)。

三、工厂供配电系统设计程序

在设计工厂供配电系统时,须遵照以下程序进行。

1. 负荷调查

先要有全厂总平面图,标出主要负荷所在位置,并估算全厂总负荷。因为初期不大可能得到准确的负荷资料,故有些负荷(如照明等)可参照一般资料估算。

大部分工厂负荷是随工艺设备而变的,这些负荷资料须从工艺、设备设计者那里取得。由于工艺设计常常与电力设计同时进行,因而最初的资料常有变化。因此,不断地和其他专业设计方案配合是很重要的。

2. 电力负荷计算

全厂设备额定容量之和并不等于由供电系统供给的总容量。因为多数设备通常是在小于额定容量的条件下运行,并且有些是间歇运行的,所以实际由电源取得的功率要比全厂安装的设备额定功率小,因而存在如何计算工厂总的电力负荷和各车间的电力负荷问题。这个问题将在第二章介绍。

3. 确定供电电源、电压和供电线路

应根据全厂电力负荷需要量和对供电的要求,与供电部门协商解决本厂的供电电源和供电方案,必要时应进行技术经济比较,选出最合理的方案。该内容将在第3章中讨论。

4. 各级变电所(配电所)主接线选择设计

主接线设计包括选择变压器容量、台数和电气接线方式。要研究各种类型的电气接线方案,并根据工厂对供电可靠性的要求,经技术经济比较选出最合理的电气主接线。详细内容在第3章介绍。

5. 短路电流计算

短路电流计算包括确定电气主接线的运行方式、绘制等值网络图、计算各短路计算点的短路电流。第4章提供了详细的短路电流计算原则和方法。

6. 导线及电器设备选择

根据各种电器设备的选择条件选择高、低压电器设备及导线。详细选择计算方法在第5章中讨论。

7. 工厂内部配电系统设计

配电系统设计包括高压和低压配电系统的选择计算。在第3章中详细介绍选择计算方法。

8. 屋内、外电器设备布置

根据变电所的规模和全厂布局,确定变压器和电器设备的布置方案。

9. 继电保护和二次接线设计

此设计是确定供配电系统中各线路、变压器等元件的继电保护接线方式,以及控制、信号和测量等二次接线,并进行设备选择和整定计算。第6章和第7章将分别介绍。

10. 防雷保护和接地装置选择计算

在第8章中介绍。

11. 照明系统设计

在第10章中介绍。

12. 汇总全厂电气设备和材料总表,并编制订货清单

13. 编制工程概(预)算