



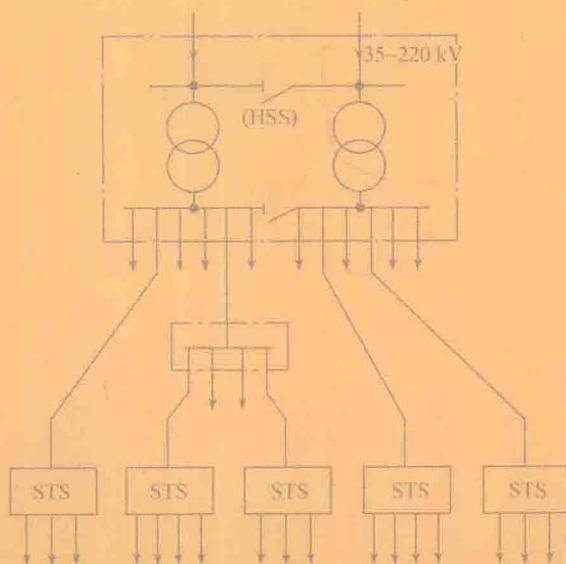
高职高专“十二五”规划教材

机电专业系列

供配电技术

GONGPEIDIAN JISHU

主编 冯柏群 蔡雯



南京大学出版社



高职高专“十二五”规划教材

机电专业系列

供配电技术

主 编 冯柏群 蔡 雯
副主编 孙慧峰 胡金华 王少华
参 编 刘昆磊 贾纯纯



南京大学出版社

内容简介

本书是高职高专机电类专业“十二五”规划教材之一,全书分为九个学习单元,每个单元分为1~5个学习任务,内容包括电力系统基础知识、负荷计算与短路电流、变电站电气设备运行维护、供电系统主接线和倒闸操作、电力线路及维护、继电保护、变电站二次回路、电气安全、防雷及接地、变电站综合自动化系统等知识。

本书适合电气自动化、机电一体化、机电技术、电气控制等专业作为供电类教材使用,也可供相关技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

供配电技术 / 冯柏群,蔡雯主编. — 南京:南京
大学出版社,2013.9

高职高专“十二五”规划教材. 机电专业系列

ISBN 978-7-305-11912-5

I. ①供… II. ①冯… ②蔡… III. ①供电—
高等职业教育—教材②配电系统—高等职业教育—教材
IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 177155 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出 版 人 左 健

丛 书 名 高职高专“十二五”规划教材·机电专业系列

书 名 供配电技术

主 编 冯柏群 蔡 雯

责任编辑 邱 丹 何永国 编辑热线 025-83596997

照 排 南京南琳图文制作有限公司

印 刷 南京人民印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 18 字数 450 千

版 次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-11912-5

定 价 36.00 元

发行热线 025-83594756 83686452

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

高职教育主要培养技术型、技能型人才,学生的学习要以就业为导向,教学过程应根据专业要求将理论与实践、知识与能力、课堂教学与现场应用相结合,引入现场新技术、新设备。本书的选材,在理论上简化了推导计算,以“够用为度”,突出“实践应用”,以培养学生分析问题、解决问题的能力,是一本“工、学”结合的教材。

本书共分为九个学习单元,每个单元根据教学安排又分若干个学习任务,每个学习任务后配有任务布置,安排学生针对本任务作出相应的学习要求,要求学生通过课外实践、网络、文献检索等途径提高学习能力。课后习题设计上,力求覆盖面广,形式多样。书中添加了特高压输电设备和 GIS 的相关知识,融入了我国供配电的最新技术。

全书内容包括供配电基础知识,负荷计算及短路电流的计算,电气设备的运行与维护,供电系统主接线及变电站倒闸操作,电力线路及运行维护,继电保护,二次回路,电气安全、变电所防雷及接地和综合自动化系统等内容。

本书由平顶山工业职业技术学院冯柏群、无锡商学院蔡雯担任主编,平顶山工业职业技术学院孙慧峰、三峡电力职业技术学院胡金华、湖南生物机电高等专科学校王少华担任副主编,参与教材编写的还有平顶山工业职业技术学院刘昆磊和贾纯纯。全书具体分工如下:冯柏群负责编写了第 3 单元,蔡雯负责编写了第 1、2 单元,孙慧峰负责编写了第 5 单元,胡金华负责编写了第 7 单元,王少华负责编写了第 8 单元,刘昆磊负责编写了第 4、9 单元,贾纯纯负责编写了第 6 单元。全书由冯柏群整理定稿。

由于编者水平有限,书中难免存在一些错误、疏漏之处,恳请读者批评指正,本书编写过程中参考许多文献,在此向所有作者致以诚挚的谢意!

编 者

2013 年 8 月

目 录

单元 1 供电基础知识	1
任务 1 电力系统的认识	1
任务 2 工厂变配电所简介	12
单元 2 负荷计算与短路电流	18
任务 1 负荷计算	18
任务 2 无功功率补偿	31
任务 3 短路电流概述	38
任务 4 短路电流的计算	44
任务 5 短路电流的效应	50
单元 3 变电站电气设备运行维护	53
任务 1 高压电气设备	53
任务 2 低压电气设备	69
任务 3 互感器	75
任务 4 电力变压器	84
任务 5 成套配电设备	94
单元 4 供电系统主接线和倒闸操作	103
任务 1 变电所主接线	103
任务 2 倒闸操作	118
单元 5 电力线路及维护	139
任务 1 电力线路	139
任务 2 架空线路的运行与维护	153
任务 3 电缆线路的运行和维护	160
单元 6 继电保护	166
任务 1 继电保护基础知识	166
任务 2 电网的过电流保护	177
任务 3 电力变压器保护	196
单元 7 变电站二次回路和自动装置	208
任务 1 变电所二次回路	208
任务 2 自动重合闸和备自投装置	221
单元 8 电气安全、防雷及接地	230
任务 1 电气安全	230
任务 2 大气过电压与防雷	235

任务3 电气设备的接地	250
单元9 变电站综合自动化系统	258
任务1 综合自动化基础知识	258
附 录	272
参考文献	281

单元1 供电基础知识

任务1 电力系统的认识

知识教学目标

1. 了解电力系统、电力网、动力系统等基本组成。
2. 了解供电系统的主要指标电压、频率等标准。
3. 熟悉典型工厂供配电系统的组成、结构和形式。
4. 了解高压和低压系统的中性点接地方式及适用条件。

能力培养目标

1. 能够对电力系统及工厂供配电系统有整体了解。
2. 会根据国家标准确定电力系统中的各设备及线路的额定电压。
3. 会根据相关规定确定电力系统中性点运行方式。

一、任务导入

电力系统是由发电、变电、输电、配电和用电等环节组成的电能生产与消费系统。它的功能是将自然界的一次能源通过发电动力装置(主要包括锅炉、汽轮机、发电机及电厂辅助生产系统等)转化成电能,再经输、变电系统及配电系统将电能供应到各负荷中心,通过各种设备再转换成动力、热、光等不同形式的能量,为地区经济和人民生活服务。

众所周知,电能是现代工业生产的主要能源和动力。电能的输送和分配既简单经济,又便于控制、调节和测量,有利于实现生产过程自动化,因此,电能在现代工业生产及整个国民经济生活中应用极为普遍广泛。

工厂供配电系统是电力系统的一部分,应该了解其组成部分、电压质量、中性点运行方式等相关的基本知识。

二、相关知识

(一) 电力系统的概念及组成

电力系统就是由发电、变电、输电、配电和用电设备等环节一起组成的统一整体。电能的生产、输送、分配和使用的全过程,实际上是同时进行的,即发电厂任何时刻生产的电能等

于该时刻用电设备消耗的电能与输送、分配中损耗的电能之和。

与电力系统相关联的还有“电力网络”和“动力系统”。电力网络或电网是指电力系统中,除发电机和用电设备之外的部分,即电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变配电所;动力系统是指电力系统加上发电厂的“动力部分”,所以“动力部分”包括水力发电厂的水库、水轮机,热力发电厂的锅炉、汽轮机、热力网和用电设备,以及核电厂的反应堆等等。

所以,电力网络是电力系统的一个组成部分,而电力系统又是动力系统的一个组成部分。动力系统、电力系统和电力网络三者的关系见图 1-1 所示。

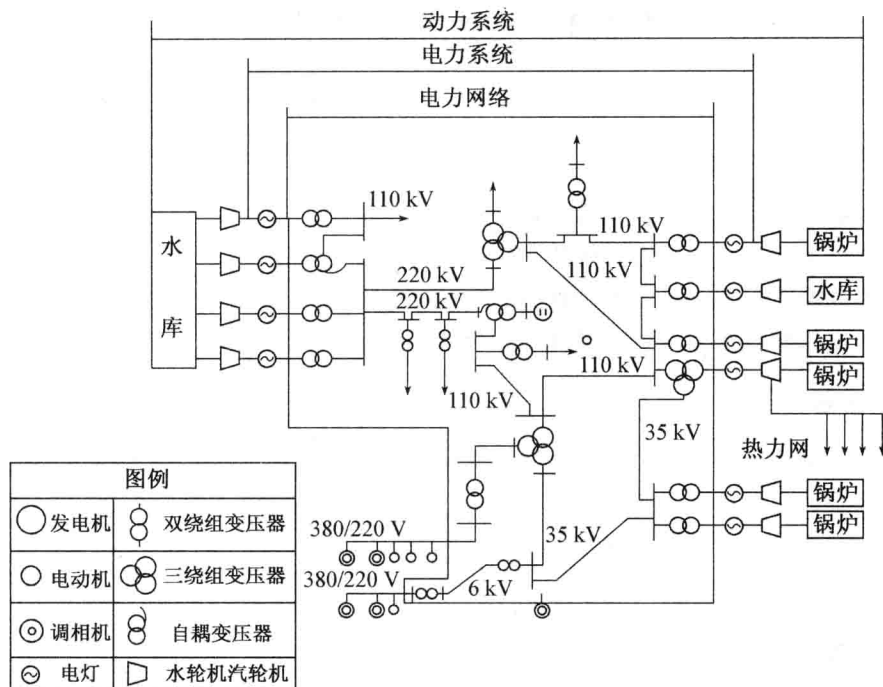


图 1-1 系统示意图

1. 电力系统的组成

电力系统实现了电能的生产、输送、分配和使用的整个过程,图 1-2 为电能从发电厂输送给用电设备的过程示意图,下面对电力系统的主要组成部分做简要介绍:

(1) 发电厂

发电厂是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能(二次能源)的工厂。发电厂有很多类型,按其所利用的能源不同,分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂以及风力、地热、太阳能、潮汐发电厂等类型。目前我国接入电力系统的发电厂最主要的有火力发电厂、水力发电厂,以及核能发电厂(又称核电站)。

① 火力发电厂,简称火电厂或火电站。它利用燃料的化学能来生产电能,其主要设备有锅炉、汽轮机、发电机。我国的火电厂以燃煤为主,其能量转换过程:化学能→热能→机械能→电能。

② 水力发电厂,简称水电厂或水电站。它用水流的位能来生产电能,主要由水库、水轮

机与发电机联轴,带动发电机转子一起转动发电。其能量转换过程:水流位能→机械能→电能。

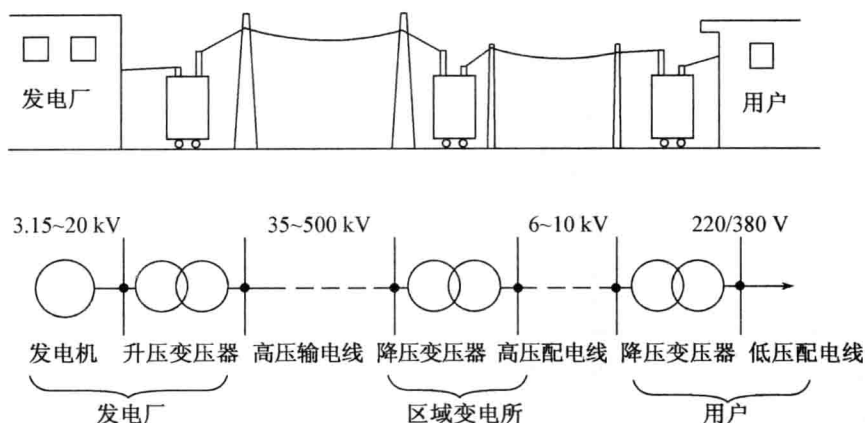


图 1-2 电力系统示意图

③ 核能发电厂,通常称为核电站。它主要利用原子核的裂变能来生产电能,其生产过程与火电厂基本相同,只是核反应堆(俗称原子锅炉)代替了燃煤锅炉,以少量的核燃料代替了煤炭。其能量转化过程:核裂变能→热能→机械能→电能。

④ 风力发电、地热发电、太阳能发电。风力发电是利用风力的动能来生产电能的,它应建在有丰富风力资源的地方。地热发电是利用地球内部蕴藏的大量的热能来生产电能的,它应建在有足够的热资源的地方。太阳能发电是利用太阳光能或者太阳热能来生产电能的,它应建在常年日照时间长的地方。

(2) 变/配电所

变电所的任务是接受电能、变换电压和分配电能,即受电—变压—配电。

配电所(又称开闭所)的任务是接受电能和分配电能,但不改变电压,即受电—配电。

变电所可分为升压变电所和降压变电所两大类:升压变电所一般建在发电厂,主要任务是将低电压变换为高电压;降压变电所一般建在靠近负荷中心的地点,主要任务是将高电压变换到一个合理的电压等级。降压变电所根据其在电力系统中的地位和作用不同,又分枢纽变电站、地区变电所和工业企业变电所等。

(3) 电力线路

电力线路的作用是输送电能,并把发电厂、变配电所和电能用户连接起来。

发电厂一般距电能用户均较远,所以需要多种不同电压等级的电力线路,将发电厂生产的电能源源不断地输送到各级电能用户。通常把电压在 35~1 000 kV 电力线路称为高压送电线路,而把 10 kV 及以下的电力线路称为配电线路。

表 1-1 列出了部分额定电压等级电力线路及与其相适应的输送功率和输送距离的经验数据。

表 1-1 各级电压线路的送电能力

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	$\leq 1\,000$	≤ 10
6	电缆线	$\leq 3\,000$	≤ 8
10	架空线	$\leq 2\,000$	5~20
10	电缆线	$\leq 5\,000$	≤ 10
35	架空线	2 000~10 000	20~50
66	架空线	3 500~30 000	30~100
110	架空线	10 000~50 000	50~150
220	架空线	100 000~500 000	200~300

通常采用以 1 000 V 为界限来划分高压和低压。1 000 V 及以下为低压,1 000 V~10 kV 为中压,10~330 kV 为高压,500~750 kV 及以上为超高压,1 000 kV 为特高压。

(4) 电能用户

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。用电设备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、生活需要的能量。

2. 供配电的基本要求

为了切实保证生产和生活用电的需要,并做好节能工作,供配电工作必须达到以下基本要求:

- (1) 安全。在电能的供应、分配和使用中,不应发生人身事故和设备事故。
- (2) 可靠。应满足电能用户对供电可靠性即连续供电的要求。
- (3) 优质。应满足电能用户对电压和频率等方面的质量要求。
- (4) 经济。应使供配电系统的投资少,运行费用低,并尽可能地节约电能和减少有色金属的消耗量。

此外,在供电工作中,应合理地处理局部和全局、当前和长远等关系,既要照顾局部和当前的利益,又要有全局观点,能顾全大局,适应发展。

3. 电力负荷的分级

按 GB 50052—2009 第 3.0.1 条规定,电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在对人身安全、经济损失上所造成的影响程度进行分级,电力负荷可分为三级,并应符合下列规定:

(1) 一级负荷

- ① 中断供电将造成人身伤亡时;
- ② 中断供电将在经济上造成重大损失时;
- ③ 中断供电将影响重要用电单位的正常工作。

在一级负荷中,当中断供电将造成重大设备损坏或发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷,以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷,应视为一级负荷中特别重要的负荷。

(2) 二级负荷

- ① 中断供电将在经济上造成较大损失时;

② 中断供电将影响较重要用电单位的正常工作。

(3) 不属于一级和二级负荷者应为三级负荷。

4. 各级负荷对供电的要求

(1) 一级负荷对供电电源的要求:一级负荷应由双重电源供电,当一路电源发生故障时,另一路电源不应同时受到损坏。

(2) 一级负荷中特别重要的负荷供电,应符合下列要求:

① 除应由双重电源供电外,应增设应急电源,严禁将其他负荷接入应急供电系统。

② 设备的供电电源的切换时间,应满足设备允许中断供电的要求。

(3) 下列电源可作为应急电源:

① 独立于正常电源的发电机组;

② 供电网络中独立于正常电源的专用的馈电线路;

③ 蓄电池;

④ 干电池。

(4) 应急电源应根据允许中断供电的时间选择,并应符合下列规定:

① 允许中断供电时间为15 s以上的供电,可选用快速自启动的发电机组;

② 自投装置的动作时间能满足允许中断供电时间的,可选用带有自动投入装置的独立于正常电源之外的专用馈电线路;

③ 允许中断供电时间为毫秒级的供电,可选用蓄电池静止型不间断供电装置或柴油机不间断供电装置;

④ 应急电源的供电时间,应按生产技术上要求的允许停车过程时间确定。

(5) 二级负荷的供电系统,宜由两回线路供电。在负荷较小或地区供电条件困难时,二级负荷可由一回6 kV及以上专用的架空线路供电。

5. 供电质量的主要指标

对工厂用户而言,衡量供电质量的主要指标是交流电的电压、频率和供电的可靠性。

(1) 电压

交流电的电压质量包括电压数值与波形两个方面,电压质量对各类用电设备的工作性能、使用寿命、安全及经济运行都有直接的影响。用电设备在其额定电压下工作,既能保证设备正常运行,又能获得最大的经济效益。一般供电电压不能超过额定电压的 $\pm 5\%$ 。

(2) 频率

我国电力系统的标称频率为50 Hz,GB/T 15945—2008《电能质量 电力系统频率偏差》中规定:电力系统正常运行条件下频率偏差限值为 ± 0.2 Hz,当系统容量较小时,偏差限值可放宽到 ± 0.5 Hz。频率偏差一般由发电厂进行调节。

(二) 工厂供配电系统概况

一般中型工厂供配电系统一般由总降压变电所(高压配电所)、高压配电线路、车间变电所、低压配电线路及用电设备组成。

中型工厂的电源进线电压一般为6~10 kV,电能先经高压配电所集中,再由高压配电线路将电能分送到各车间变电所,或由高压配电线路直接供给高压用电设备,车间变电所内装有电力变压器,将6~10 kV的高压降为一般低压用电设备所需的电压(如220/380 V),然后

由低压配电线路将电能分送给各用电设备使用。

下面分别介绍几种不同类型的供配电系统。

1. 一次变压的供配电系统

(1) 只有一个变电所的一次变压系统,如图 1-3 所示。对于用电设备组成较少的小型工厂或生活区,通常只设一个将 $6\sim 10\text{ kV}$ 电压降为 $380/220\text{ V}$ 电压的变电所,这种变电所通常称为车间变电所,图 1-3(a)所示为装有一台电力变压器的车间变电所,图 1-3(b)所示为装有两台电力变压器的车间变电所。

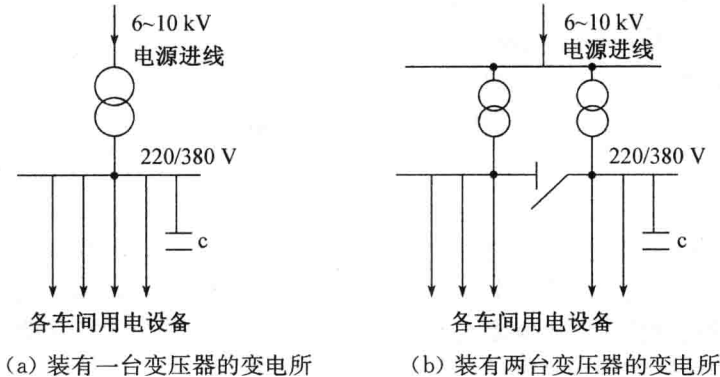


图 1-3 一次变压的供配电系统

(2) 拥有高压配电所的一次变压供配电系统,一般中小型工厂,多采用 $6\sim 10\text{ kV}$ 电源进线,经高压配电所将电能分配给各个车间变电所,由车间变电所再将 $6\sim 10\text{ kV}$ 电压降至 $380/220\text{ V}$,供低压用电设备使用;同时,高压用电设备直接由高压配电所的 $6\sim 10\text{ kV}$ 母线供电。

(3) 高压深入负荷中心的一次变压供配电系统。某些中小型工厂,如果本地电源电压为 35 kV ,且工厂的各种条件允许时,可直接采用 35 kV 作为配电电压,将 35 kV 线路直接引入靠近负荷中心的工厂车间变电所,再由车间变电所一次变压为 $380/220\text{ V}$,供低压用电设备使用。如图 1-4 所示的这种高压深入负荷中心的一次变压的供配电方式,可节省一级中间变压,从而简化了供配电系统,节约有色金属,降低电能损耗和电压损耗,提高了供电质

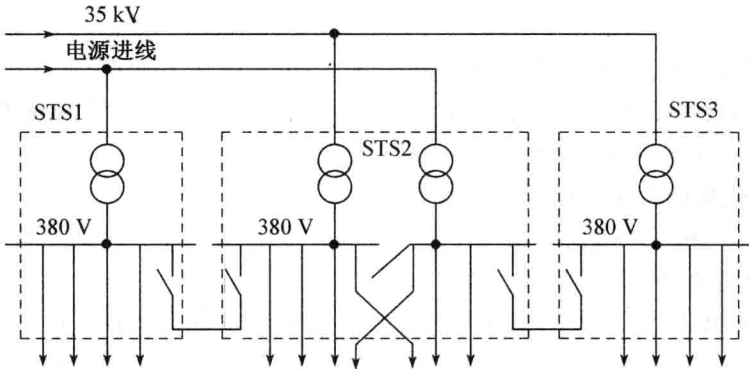


图 1-4 高压深入负荷中心的供配电系统

量,而且有利于工厂电力负荷的发展。

2. 二次变压的供配电系统

大型工厂和某些电力负荷较大的中型工厂,一般采用具有总降压变电所的二次变压供电系统。该供配电系统,一般采用 35 kV 及以上电压的电源进线,先经过工厂总降压变电所,将 35~220 kV 的电源电压降至 6~10 kV,然后经过高压配电线路将电能输送到各车间变电所,再将 6~10 kV 的电压降至 380/220 V,供低压用电设备使用;高压用电设备则直接由总降压变电所的 6~10 kV 母线供电。这种供配电方式称为二次变压的供配电方式,如图 1-5 所示。

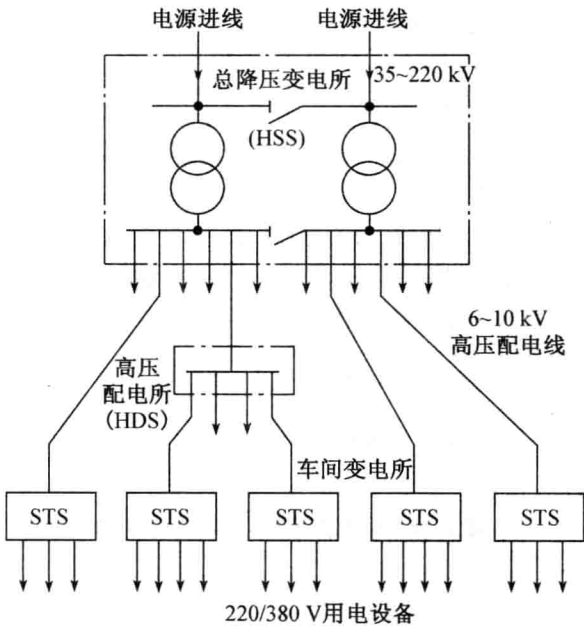


图 1-5 二次变压的供配电系统

(三) 电力系统的电压

电力系统中的所有电气设备,都是在一定的电压和频率下工作的。电气设备的额定频率和额定电压,是其正常工作且能获得最佳经济效益的频率和电压。

国家标准 GB/T 156—2007《标准电压》中规定,交流三相系统及相关设备的标称电压有 380 V、660 V、1 000 V、3 kV、6 kV、10 kV、35 kV、66 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV、750 kV 和 1 000 kV,以上数值均指线电压。

1. 发电机的额定电压

由于电力线路允许的电压损耗为 $\pm 5\%$,即整个线路允许有 10% 的电压损耗,因此,为了维护线路首端与末端平均电压的额定值,线路首端(电源端)电压应比线路额定电压高 5%,而发电机是接在线路首端的,所以规定发电机的额定电压高于同级线路额定电压 5%,用以补偿线路上的电压损耗,如图 1-6

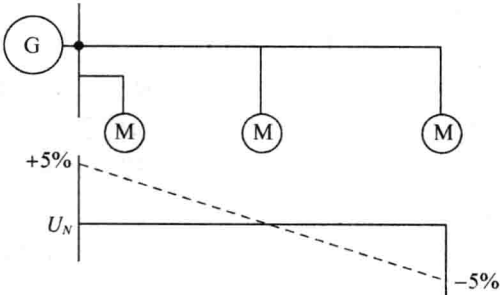


图 1-6 用电设备和发电机的额定电压说明

所示。

2. 电力变压器的额定电压

电力变压器一次绕组的额定电压有两种情况：

(1) 当电力变压器直接与发电机相连,如图 1-7 中的变压器 T1,则其一次绕组的额定电压应与发电机额定电压相同,即高于同级线路额定电压的 5%。

(2) 当变压器不与发电机相连,而是连接在线路上,如图 1-7 中的变压器 T2,则可将变压器看作是线路上的用电设备,因此,其一次绕组的额定电压应与线路额定电压相同。

变压器二次绕组的额定电压是指变压器一次绕组接上额定电压,而二次绕组开路时的电压,即空载电压。而变压器在满载运行时,二次绕组内约有 5% 的阻抗电压降。因此,分以下两种情况讨论:

① 如果变压器二次侧供电线路很长,则变压器二次绕组额定电压,一方面要考虑补偿变压器二次绕组本身 5% 的阻抗电压降,另一方面还要考虑变压器满载时输出的二次电压要满足线路首端应高于线路额定电压的 5%,以补偿线路上的电压损耗。所以,变压器二次绕组的额定电压要比线路额定电压高 10%,见图 1-7 中变压器 T1。

② 如果变压器二次侧供电线路不长,则变压器二次绕组的额定电压,只需高于其所接线路额定电压 5%,即仅考虑补偿变压器内部 5% 的阻抗电压降,见图 1-7 中变压器 T2。

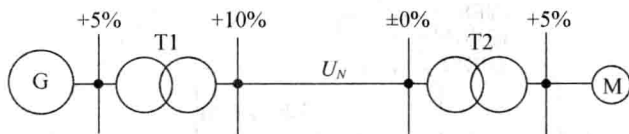


图 1-7 电力变压器的额定电压说明

3. 电压偏差及调整

(1) 电压偏差

电压偏差是指用电设备端电压 U 与用电设备额定电压 U_N 差值的百分数,即

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

电压偏差是由供电系统改变运行方式或电力负荷缓慢变化等因素引起的,其变化相当缓慢。我国规定,对于工厂供配电系统,正常运行情况下,用电设备端子处电压偏差允许值应符合下列要求:

- ① 电动机为 $\pm 5\%$;
- ② 照明:在一般工作场所为 $\pm 5\%$,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,可为 $+5\%$, -10% ;应急照明、道路照明和警卫照明等为 $+5\%$, -10% ;
- ③ 其他用电设备当无特殊规定时为 $\pm 5\%$ 。

(2) 电压调整

为了减小电压偏差,保证用电设备在最佳状态下运行,工厂供电系统必须采取相应的电压调整措施,即:

- ① 合理选择变压器的电压分接头或采用有载调压型变压器,使之在负荷变动的情况下

有效地调节电压,保证用电设备端电压的稳定;

- ② 合理地减少供电系统的阻抗,以降低电压损耗,从而缩小电压偏差范围;
- ③ 尽量使系统的三相负荷均衡,以减小电压偏差;
- ④ 合理地改变供电系统的运行方式,以调整电压偏差;
- ⑤ 采用无功功率补偿装置,提高功率因数,降低电压损耗,缩小电压偏差范围。

(四) 电力系统中性点运行方式

在三相交流电力系统中,作为供电电源的发电机和变压器的三相绕组为星形联结时,其中性点可有三种运行方式:中性点接地、中性点经阻抗(消弧线圈或电阻)接地和中性点不接地。中性点直接接地系统称为大电流接地电力系统;中性点经阻抗(消弧线圈或电阻)接地以及中性点不接地系统称为小电流接地系统。中性点运行方式的选择主要取决于单相接地时电气设备绝缘要求及供电的可靠性。图1-8中列出了常用的中性点运行方式。图中电容 C 为输电线路对地等效电容。

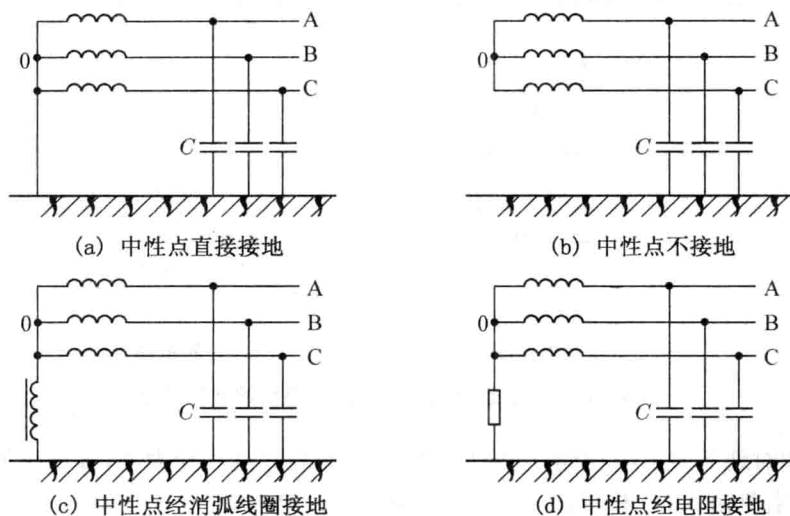


图1-8 电力系统中性点运行方式

1. 中性点直接接地的运行方式

如图1-9为电源中性点直接接地的电力系统发生单相接地时的电路图。

这种系统的单相接地,当发生一相对地绝缘破坏时,即构成单相短路,用符号 $k^{(1)}$ 表示。由于单相短路电流比正常负荷电流大得多,因此在系统发生单相短路时,保护装置动作,切除短路故障,使得系统其他非故障部分恢复正常运行。该方式运行下,非故障相对地电压不变,电气设备的绝缘水平可按相电压考虑,这对于110 kV及以上的超高压系统很有经济技术价值,因为高压电器特别是超高压电器,其绝缘问题是影响电器设计和制造的关键问题,电器绝缘要求的高低,直接影响着电器设备和电网对地绝缘的造价。因此,在我国110 kV及以上的电力系统通常采用中性点直接接地的运行方式。在380/220 V低压三相四线制供电系统中,由于相线对中性线(零线)的电压为相电压,这样既可用线电压又可用相电压向负荷供电。

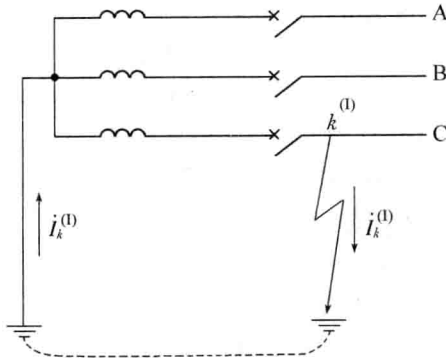


图 1-9 中性点直接接地在发生单相接地时的电路

2. 中性点不接地的电力系统

如图 1-10 是中性点不接地的电力系统在正常运行时的电路图和相量图。

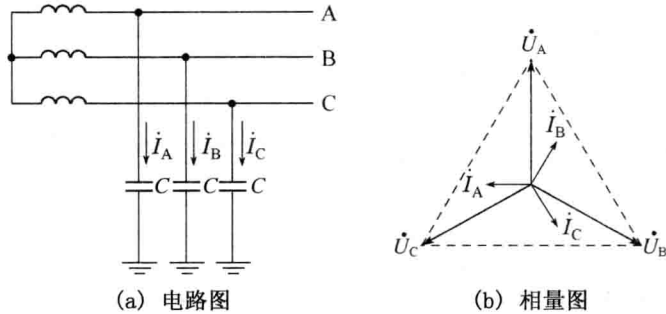


图 1-10 正常运行时的中性点不接地的电力系统

由于各相对地等效电容相同,三相对地电容电流对称且其和为零,各相对地电压为相电压,但是当发生单相(如 C 相)接地故障时,如图 1-11 所示。

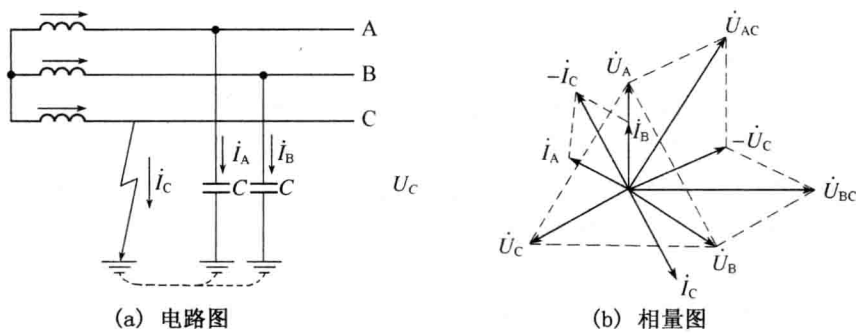


图 1-11 单相接地时的中性点不接地的电力系统

由相量图可知,这时,C 相的对地电压为零,A、B 相对地电压则分别为 $\dot{U}'_A = \dot{U}_A + (-\dot{U}_C) = \dot{U}_{AC}$, $\dot{U}'_B = \dot{U}_B + (-\dot{U}_C) = \dot{U}_{BC}$ 。由相量图可知,C 相接地时,完好的 A、B 两相对地

电压都由原来的相电压上升到线电压,即上升到原对地电压的 $\sqrt{3}$ 倍。C相接地时,系统的接地电流 $\dot{I}_C$ 应为A、B两相对地电容电流之和,即: $\dot{I}_C = -\dot{I}_A + \dot{I}_B$ 。因此, $I_C = 3I_{C_0}$ 。由以上分析可知,当中性点不接地的系统发生单相接地故障时,线间电压不变,而非故障相对地电压升高到原来相电压的 $\sqrt{3}$ 倍,故障相电容电流增大到原来的3倍。

当电源发生不完全接地故障时,故障相的对地电压值将大于零而小于相电压,而其他完好相的对地电压值则大于相电压而小于线电压,接地电容电流也小于 $3I_{C_0}$ 。

必须指出:当电源中性点不接地的系统发生单相接地时,三相用电设备的正常工作关系并未受到影响,因为线电压无论其相位和量值都未发生改变,因此三相设备仍能照常运行。但是,这种线路不允许在单相接地故障情况下长期运行,因为,如果再发生一相接地就形成了两相短路,短路电流很大,因此规定:单相接地连续运行时间不能超过2小时。

3. 中性点经消弧线圈接地

若单相接地电容电流超过规定值(6~10 kV 线路为 30 A, 35 kV 线路为 10 A),会产生稳定电弧致使电网出现暂态过电压,危及电器设备安全,这时应采用中性点经阻抗(消弧线圈或电阻)接地的运行方式。

目前,在我国电力系统中,110 kV 以上高压系统,为降低设备绝缘要求,多采用中性点直接接地运行方式;6~35 kV 中压系统中,为提高供电可靠性,首选中性点不接地运行方式,当接地电流不满足要求时,可采用中性点经阻抗(消弧线圈或电阻)接地的运行方式;低于1 kV 的低压配电系统中,考虑到单相负荷的使用,通常均为中性点直接接地的运行方式。

三、任务布置

1. 查阅国家标准 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》,了解负荷分级及供电要求、电源及供电系统、电压选择、低压配电四个部分的具体内容,以加深对本课程内容的理解 and 应用。

2. 试确定图 1-12 所示供电系统中变压器 T1 和线路 WL1, WL2 的额定电压。

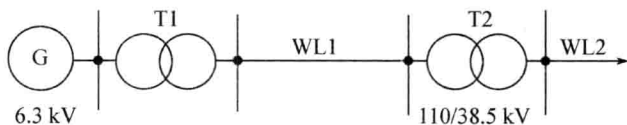


图 1-12

3. 试确定图 1-13 所示供电系统中发电机和所有变压器的额定电压。

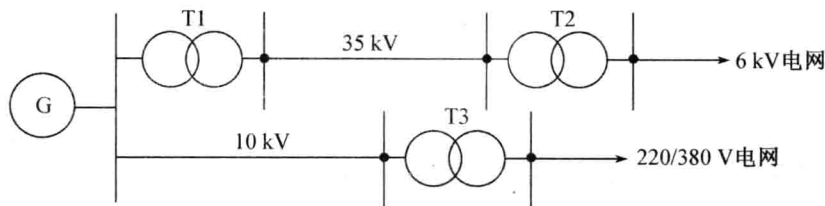


图 1-13