

高职高专电气自动化技术专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN DIANQI ZIDONGHUA JISHU ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



# 工厂供配电技术

何首贤 杨卫东 主 编  
谭积成 王道静 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

# 高职高专电气自动化技术专业

电路分析基础	赵红顺
电路与磁路	田玉丽
电工基础	李方园
电工基础习题集	付植桐
电工技术	李哲
维修电工技能实训	丁景红
电子技术简明教程	丁景红
模拟电子技术基础	张跃东
模拟电子技术及应用	孙惠芹
数字电子技术及应用	黄双成
计算机网络	侯伯民
单片机实用教程	燕居怀
单片机应用技术	韩莉
单片机控制技术	王琳
单片机原理及应用	唐育正
自动化专业英语	王诗军
电气自动化专业英语	吴春艳
自动控制原理	李方园
自动控制原理与系统	金沙
自动控制原理及系统仿真	刘玉娟
自动化综合实践	何学俊
PLC技术应用	燕居怀
PLC技术在典型任务中的应用	娄志清
电器控制与PLC技术应用(西门子)	赵君有
单片机原理及应用	刘保录
电力电子技术	姜秀英
电机与拖动	顾学群
电机与拖动	王诗军
传感器与自动检测技术	高宇
传感器与检测技术	常文平
过程控制与自动化仪表	何首贤
工厂供电技术	李树元
工厂供电技术	
工厂供配电技术	
电气设备控制与检修	

ISBN 978-7-5083-9899-0



9 787508 398990 >

定价: 32.80 元



高职高专电气自动化技术专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN DIANQI ZIDONGCHUA JISHU ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



# 工厂供配电技术

主 编 何首贤 杨卫东  
副主编 谭积成 王道静  
编 写 张风海 何东钢  
主 审 刘学军



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

## 内 容 提 要

本书为高职高专电气自动化技术专业规划教材。

全书理论和实践并重，加强了理论知识和实践技能的联系，理论知识保证够用为度，实践技能更注重针对性和应用性，深浅适中，内容全面，重点介绍工厂供配电系统的基本知识和理论、计算方法、运行和管理，反映工厂供配电领域的新产品和新技术。

本书共分 11 章，主要内容有工厂供配电系统和电力系统的基本知识，电力负荷计算，短路电流计算，工厂变配电所及一次系统，高低压电气设备的选择与校验，工厂电力线路，工厂供配电系统的继电保护，工厂变电所二次回路和自动装置，电气安全、防雷和接地，工厂电气照明，工厂供配电系统的运行和管理。每章都配以丰富的例题和小结，思考题与习题。

本书可作为高职高专电气自动化技术专业及电类相关专业的教材，也可作为应用型高等学校、函授大学电类专业的教学用书和从事供配电工作的工程技术人员学习用书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工厂供配电技术/何首贤、杨卫东主编. —北京：中国电力出版社，2010

高职高专电气自动化技术专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9899 - 0

I. ①工… II. ①何… ②杨… III. ①工厂—供电—高等学校：技术学校—教材 ②工厂—配电系统—高等学校：技术学校—教材 IV. ①TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 022066 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 494 千字

定价 32.80 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 高职高专电气自动化技术专业规划教材

## 编 委 会

主 任 吕景泉

副主任 狄建雄 凌艺春 谭有广 周乐挺 郝汉琪

秘书长 李兆春

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁学恭 马伯华 王 燕 王 薇 王永红

刘玉娟 刘玉梅 刘保录 孙成普 孙忠献

何 颖 何首贤 张 池 张永飞 张学亮

张跃东 李方园 陆锦军 陈 赵 姚永刚

姚庆文 郭 健 钱金法 常文平 韩 莉

# 前言

---

本书编写本着“理论够用，重在应用”的原则，重点介绍工厂供配电系统的基本知识和基本理论、计算方法、运行和管理，反映工厂供配电领域的新产品和新技术。在内容编排上，注重理论教学和工程实际相结合，力求做到重点突出，实践性强，每章有小结、思考题与习题。在叙述上力求做到深入浅出，结合例题进行讲解，便于学生学习和理解。通过学习使学生掌握工厂供配电系统的知识和理论，并具备供配电系统的运行、管理和工程设计能力，分析和解决问题的能力。为了便于学生熟悉常用设备的技术参数，书末还附有常用设备的主要技术数据。

本书共分 11 章，何首贤、杨卫东任主编，谭积成任副主编，刘学军主审。其中第 1 章、第 3 章、第 7 章、第 9 章、第 11 章由杨卫东编写，第 2 章、第 6 章、第 8 章由何首贤编写，第 4 章、第 5 章、第 10 章由谭积成编写。全书由何首贤负责统稿。

本书计划讲授 70 学时，由于各校教学时数不同，可根据教学需要进行增减。

感谢常州工学院唐志平教授，沈阳农业大学朴在林教授对本书提出的宝贵意见，在此向他们表示衷心地感谢！

限于编者水平，书中不妥和疏漏之处在所难免，欢迎批评指正，本人将不胜感激。

编者

2010 年 2 月

# 目 录

---

前言

第 1 章 概论	1
1.1 工厂供配电系统	1
1.2 电力系统的额定电压	4
1.3 电力系统的中性点运行方式	5
1.4 电能的质量指标	8
小结	8
思考题与习题	9
第 2 章 工厂电力负荷及其计算	10
2.1 电力负荷	10
2.2 负荷曲线	11
2.3 用电设备的设备容量	14
2.4 负荷计算的方法	15
2.5 功率损耗和电能损耗	22
2.6 全厂负荷计算	24
2.7 尖峰电流的计算	27
2.8 功率因数和无功功率补偿	28
小结	37
思考题与习题	38
第 3 章 短路电流计算	40
3.1 概述	40
3.2 无限大容量系统三相短路分析	41
3.3 无限大容量系统三相短路电流的计算	46
3.4 两相和单相短路电流计算	51
3.5 短路电流的效应	52
小结	55
思考题与习题	55
第 4 章 工厂变配电所及一次系统	58
4.1 概述	58
4.2 电弧的产生及灭弧方法	58



4.3	工厂变电所常用的高、低压电气设备	62
4.4	工厂变电所类型	94
4.5	变压器台数和容量的确定	96
4.6	变配电所主接线	101
4.7	工厂变电所的位置、布局 and 结构	106
	小结	111
	思考题与习题	112
<b>第 5 章</b>	<b>电气设备的选择</b>	114
5.1	电气设备选择的一般原则	114
5.2	高压开关电器的选择	115
5.3	互感器的选择	118
5.4	母线、支柱绝缘子和穿墙套管选择	120
5.5	高压开关柜选择	126
5.6	低压熔断器选择	127
5.7	低压断路器选择	129
	小结	132
	思考题与习题	132
<b>第 6 章</b>	<b>工厂电力线路</b>	134
6.1	工厂电力线路的接线方式	134
6.2	导线和电缆选择的一般原则	138
6.3	按允许载流量选择导线和电缆截面积	139
6.4	按允许电压损失选择导线和电缆的截面积	141
6.5	按经济电流密度选择导线和电缆的截面积	145
6.6	电力线路的结构和敷设	146
	小结	153
	思考题与习题	154
<b>第 7 章</b>	<b>工厂供配电系统的继电保护</b>	156
7.1	继电保护的基本知识	156
7.2	常用的保护继电器	158
7.3	工厂电力线路的继电保护	163
7.4	电力变压器的继电保护	174
7.5	高压电动机的继电保护	183
7.6	6~10kV 电容器的继电保护	185
7.7	配电系统微机保护	186
	小结	191
	思考题与习题	192

<b>第 8 章 工厂变电所二次回路和自动装置</b> .....	194
8.1 二次回路概述 .....	194
8.2 操作电源 .....	195
8.3 高压断路器控制回路 .....	198
8.4 中央信号回路 .....	203
8.5 测量和绝缘监察装置 .....	206
8.6 二次回路安装接线图 .....	208
8.7 自动重合闸装置 (ARD) .....	216
8.8 备用电源自动投入装置 (APD) .....	218
8.9 变电站综合自动化 .....	220
小结 .....	223
思考题与习题 .....	224
<b>第 9 章 电气安全、防雷和接地</b> .....	226
9.1 电气安全 .....	226
9.2 过电压和防雷 .....	232
9.3 电气装置的接地 .....	239
小结 .....	250
思考题与习题 .....	250
<b>第 10 章 工厂电气照明</b> .....	252
10.1 电气照明概述 .....	252
10.2 常用照明光源和灯具 .....	255
10.3 照度计算 .....	261
10.4 照明供电系统 .....	264
小结 .....	268
思考题与习题 .....	268
<b>第 11 章 工厂供配电系统的运行和管理</b> .....	270
11.1 节约电能 .....	270
11.2 电压调节 .....	275
11.3 变配电所运行和维护 .....	281
11.4 电力线路运行和维护 .....	286
小结 .....	288
思考题与习题 .....	289
附录 A 需要系数和二项式系数 .....	290
附录 B 并联电容器的技术参数 .....	291
附录 C S9 系列 6~10kV 级铜绕组低损耗电力变压器的技术参数 .....	292
附录 D 常用高压断路器的技术参数 .....	293

附录 E	常用高压隔离开关的技术参数	293
附录 F	常用高压熔断器的技术参数	294
附录 G	常用电流互感器的技术参数	295
附录 H	常用电压互感器的技术参数	295
附录 I	常用高压开关柜的技术参数	296
附录 J	常用低压断路器的技术参数	297
附录 K	常用低压熔断器的技术参数	299
附录 L	常用裸绞线和矩形母线允许载流量	300
附录 M	绝缘导线的允许载流量	301
附录 N	电力电缆的允许载流量	305
附录 O	导线机械强度最小截面积	307
附录 P	导线和电缆的电阻和电抗	308
附录 Q	电流继电器的技术参数	310
附录 R	接地技术参数	311
附录 S	照明技术参数	312
参考文献		315

## 概 论

### 1.1 工厂供配电系统

电能是清洁的二次能源，是现代工业生产的主要能源。电能的输送和分配便捷、经济；电能使用方便，易于转换为其他形式的能量（如机械能、光能、热能等）；电能的控制、测量和调度简便，利于实现生产过程自动化。因此，电能已广泛应用于国民经济、工业生产和人民生活的各个方面。绝大多数电能都由电力系统中发电厂提供，电力工业已成为我国实现现代化的基础，得到迅猛发展。到 2008 年底，我国发电机装机容量达 7.9 亿 kW，年发电量为 34 334 亿度，居世界第 2 位。工业用电量已占全部用电量的 50%~70%，也是电力系统的最大电能用户，工厂供配电系统的任务就是满足工厂所需电能的供应和分配。工厂所需的电能，绝大多数是由公共电力系统供给的，故在介绍工厂供配电系统之前，有必要了解相关电力系统的知识。

#### 1.1.1 电力系统

电力系统是由发电厂、变电所、电力线路和电能用户组成的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体。电能的生产、输送、分配和使用整个过程是在同一时间实现的。图 1-1 是电力系统示意图。

为了充分利用动力资源，降低发电成本，火力发电厂大都建在靠近一次能源的地区，水力发电厂建在水利资源丰富的远离城市的地方，核能发电厂厂址也受种种条件限制。因此，发电厂往往远离城市和电能用户，这就需要输送和分配电能，将发电厂发出的电能经过升压、输送、降压和分配，送到用户家中，如图 1-2 所示。

#### 1. 发电厂

发电厂将一次能源转换成电能。根据一次能源的不同，有火力发电厂、水力发电厂和核能发电厂，此外，还有风力发电厂、太阳能发电厂、地热发电厂和潮汐发电厂等。

火力发电厂将煤、天然气、石油的化学能转换为电能。我国火力发电厂燃料以煤炭为主，随着“西气东输”，将逐步扩大天然气燃料的比例。燃料在锅炉中充分燃烧，将锅炉中的水转换为高温高压蒸汽，蒸汽推动汽轮机转动，带动发电机旋转发出电能。

水力发电厂将水的位能转换成电能。水流驱动水轮机转动，带动发电机旋转发电。按提高水位的方法，水电厂有堤坝式水电厂、引水式水电厂和混合式水电厂三类。

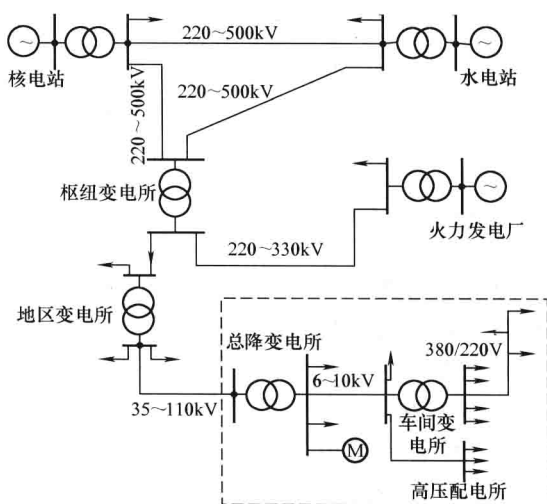


图 1-1 电力系统示意图

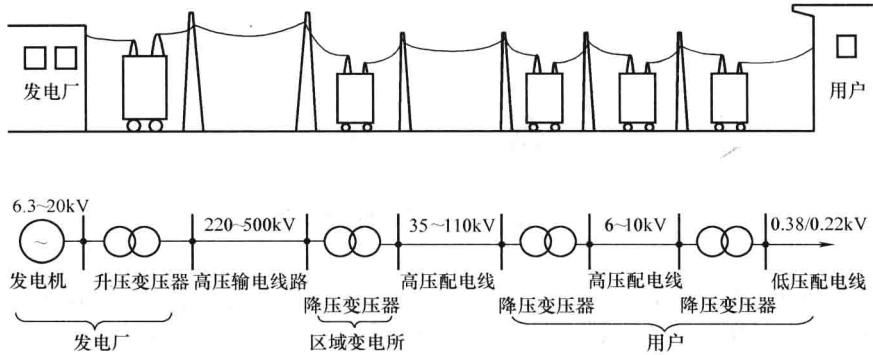


图 1-2 从发电厂到用户的发、输、变、配电过程

核能发电厂利用原子核的核能生产电能。核燃料在原子反应堆裂变释放核能，将水转换成高温高压的蒸汽，其生产过程与火电厂基本相同。

风力发电厂利用自然界风力带动风车叶片旋转，再通过增速机将旋转的速度提升来带动发电机发电。风力发电不需要燃料，也不会产生辐射或空气污染，因此，在全世界正在形成一股热潮。

## 2. 变电所

变电所的任务是接受电能，变换电压和分配电能。为了实现电能的远距离输送和将电能分配到用户，需将发电机电压进行多次电压变换，这个任务由变电所完成。变电所由电力变压器、配电装置和二次装置等构成。按变电所的性质和任务不同，可分为升压变电所和降压变电所：升压变电所一般建在发电厂，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，任务是将高电压变换到一个合理的电压等级。按变电所在电力系统中的地位 and 作用不同，又分为枢纽变电所、地区变电所和工厂变电所。

仅用于接受电能和分配电能的场所称为配电所，而仅用于将交流电流转换为直流电流或反之的电流变换场所称为换流站。

## 3. 电力线路

电力线路将发电厂、变电所和电能用户连接起来，完成输送电能和分配电能的任务。电力线路有各种不同的电压等级，通常将 220kV 及以上的电力线路称为输电线路，110kV 及以下的电力线路称为配电线路。配电线路又分为高压配电线路（110kV）、中压配电线路（35~6kV）和低压配电线路（380/220V），前者一般作为城市配电网骨架和特大型企业供电线路，中者为城市主要配网和大中型工厂供电线路，后者一般为城市和企业的低压配电网。

## 4. 电网

电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变电所称为电网，是电力系统中除发电厂和电能用户之外的部分。通常，电网往往以电压等级来区分，如 10kV 电网，实际上是指某一电压级的相互联系的整个电力线路。

电网可按电压高低和供电范围大小分为区域电网和地方电网。区域电网范围大，电压一般在 220kV 及以上；地方电网范围小，电压不超过 110kV，工厂供电系统就属于地方电网的一种。

## 5. 电能用户

所有消耗电能的用电设备或用电单位称为电能用户。电能用户按行业可分为工业用户、农业用户、市政商业用户和居民用户等。

### 1.1.2 工厂供配电系统

工厂供配电系统是电力系统的重要组成部分，也是电力系统的最大电能用户。它由总降压变电所、高压配电所、配电线路、车间变电所和用电设备组成。图 1-3 是工厂供配电系统结构框图。

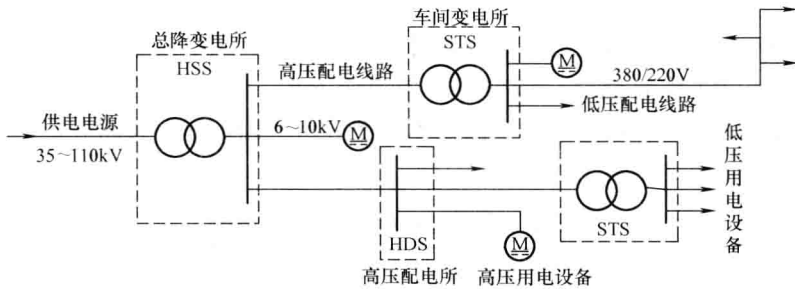


图 1-3 工厂供配电系统结构框图

总降压变电所是工厂电能供应的枢纽。它将  $35\sim 110\text{kV}$  的外部供电电源电压降为  $6\sim 10\text{kV}$  高压配电电压，供给高压配电所、车间变电所和高压用电设备。

高压配电所集中接受  $6\sim 10\text{kV}$  电压，再分配到附近各车间变电所和高压用电设备。一般负荷分散、厂区大的大型工厂设置高压配电所。

配电线路分为  $6\sim 10\text{kV}$  厂内高压配电线路和  $380/220\text{V}$  厂内低压配电线路。高压配电线路将总降压变电所与高压配电所、车间变电所和高压用电设备连接起来。低压配电线路将车间变电所的  $380/220\text{V}$  电压送各低压用电设备。

车间变电所将  $6\sim 10\text{kV}$  电压降为  $380/220\text{V}$  电压，供低压用电设备用。

用电设备按用途可分为动力用电设备、工艺用电设备、电热用电设备、试验用电设备和照明用电设备等。

对于某个具体工厂的供配电系统，可能上述各部分均有，也可能只有其中的几个部分，这主要取决于工厂电力负荷的大小和厂区的大小。不同工厂的供配电系统，不仅组成不完全相同，而且相同部分的构成也会有较大的差异。通常大型工厂都设总降压变电所，中小型工厂仅设全厂  $6\sim 10\text{kV}$  变电所或配电所，某些有特别重要负荷的工厂还自备发电机作为备用电源。

### 1.1.3 工厂供配电的要求和课程任务

供配电工作要很好地为企业生产和国民经济服务，应切实搞好安全用电、节约用电、计划用电工作，对于促进工业生产，降低产品成本，实现生产自动化和工业现代化有着十分重要的意义。工厂供配电的基本要求如下。

- (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。应满足用电设备对供电可靠性即供电连续性的要求。
- (3) 优质。应满足用电设备对电压和频率等供电质量的要求。
- (4) 经济。工厂供配电应尽量做到投资小，年运行费用低，尽可能减少有色金属消耗量

和电能损耗，提高电能利用率。

上述要求不但互相关联，而且往往互相制约和互相矛盾。因此考虑满足上述要求时，必须全面考虑、统筹兼顾，处理好当前与长远、局部与全局的关系。

本课程的任务主要讲述工厂配电系统电能供应和分配的基本知识和理论，使学生掌握工厂供配电系统的设计和计算方法，管理和运行技能，为学生今后从事供配电技术工作奠定基础。

## 1.2 电力系统的额定电压

电力系统的额定电压包括电力系统中各种发电、变电、用电设备的额定电压。额定电压是能使电气设备正常工作且能获得最佳经济效果的电压，它是国家根据国民经济发展的需要，电力工业的水平和发展趋势，经全面技术经济分析后确定的。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。

表 1-1 我国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	0.38	0.4	0.38	0.4
	0.66	0.69	0.66	0.69
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
	66	—	66	72.5
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
	500	—	500	550
750	—	750	825 (800)	

### 1.2.1 电网（线路）的额定电压

电网（线路）的额定电压等级是国家根据国民经济的发展需要和电力工业发展水平，经全面技术经济分析后确定的。它是确定其他电力设备额定电压的基本依据。

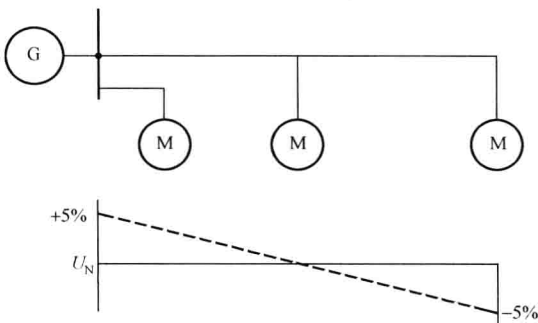


图 1-4 用电设备和发电机额定电压说明

### 1.2.2 用电设备的额定电压

当线路输送电力负荷时，要产生电压降，沿线路的电压分布通常是首端高于末端，如图 1-4 所示。因此，沿线各用电设备的端电压将不同，线路的额定电压实际上就是线路首末两端电压的平均值，为使各用电设备的电压偏移差异不大，用电设备的额

定电压与同级电网（线路）的额定电压相同。

### 1.2.3 发电机的额定电压

由于用电设备的电压偏移为 $\pm 5\%$ ，而线路的允许电压降为 $10\%$ ，这就要求线路首端电压为额定电压的 $105\%$ ，末端电压为额定电压的 $95\%$ 。因此，发电机的额定电压为线路额定电压的 $105\%$ 。

### 1.2.4 变压器的额定电压

#### 1. 变压器一次绕组的额定电压

变压器一次绕组接发电机，相当于用电设备。与发电机直接相连的升压变压器的一次绕组的额定电压应与发电机额定电压相同。连接在线路上的降压变压器的一次绕组的额定电压应与线路的额定电压相同，如图 1-5 所示。

#### 2. 变压器二次绕组的额定电压

变压器的二次绕组向负荷供电，相当于发电机。二次绕组电压应比线路的额定电压高 $5\%$ ，而变压器二次绕组额定电压是指空载时的电压，但在额定负荷下，变压器的电压降为 $5\%$ 。因此，为使正常运行时变压器二次绕组电压较线路的额定电压高 $5\%$ ，当线路较长（如 $35\text{kV}$ 及以上高压线路），变压器二次绕组的额定电压应比相连线路的额定电压高 $10\%$ ；当线路较短（直接向高低用电设备供电，如 $10\text{kV}$ 及以下线路），二次绕组的额定电压应比相连线路的额定电压高 $5\%$ ，如图 1-5 所示。

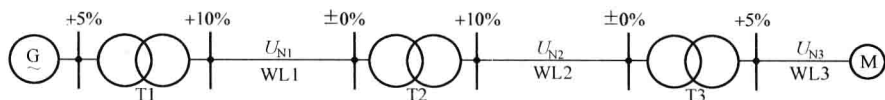


图 1-5 变压器额定电压说明

**【例 1-1】** 已知图 1-6 所示系统中线路的额定电压，试求发电机和变压器的额定电压。

**解** 发电机 G 的额定电压

$$U_{N.G} = 1.05U_{N.WL1} = 1.05 \times 6 = 6.3 \text{ kV}$$

变压器 T1 的额定电压

$$U_{N.T1} = U_{N.G} = 6.3 \text{ kV}$$

$$U_{2N.T2} = 1.1U_{N.WL2} = 1.1 \times 110 = 121 \text{ kV}$$

所以，T1 额定电压为  $121/6.3 \text{ kV}$ 。

变压器 T2 的额定电压

$$U_{N.T1} = U_{N.WL2} = 110 \text{ kV}$$

$$U_{2N.T2} = 1.05U_{N.WL3} = 1.05 \times 10 = 10.5 \text{ kV}$$

所以，T2 的额定电压为  $110/10.5\text{kV}$ 。

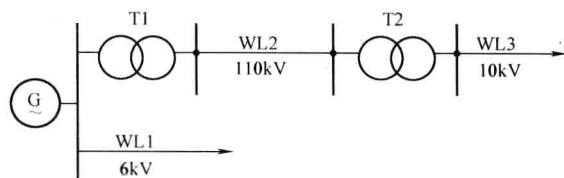


图 1-6 例 1-1 供电系统图

## 1.3 电力系统的中性点运行方式

三相交流电系统的中性点是指星形连接的变压器或发电机的中性点。中性点的运行方式有三种：中性点不接地系统，中性点经灭弧线圈接地系统和中性点直接接地系统。前两种为小接地电流系统，后一种为大接地电流系统。



我国 3~63kV 系统，一般采用中性点不接地运行方式。当 3~10kV 系统接地电流大于 30A；20~63kV 系统接地电流大于 10A 时，应采用中性点经灭弧线圈接地的运行方式。110kV 及以上系统和 1kV 以下低压系统采用中性点直接接地运行方式。

### 1.3.1 中性点不接地的电力系统

图 1-7 是中性点不接地电力系统示意图。三相导体沿线路全长有分布电容，为了方便分析，用一个集中电容  $C$  表示，并设三相对地电容相等。

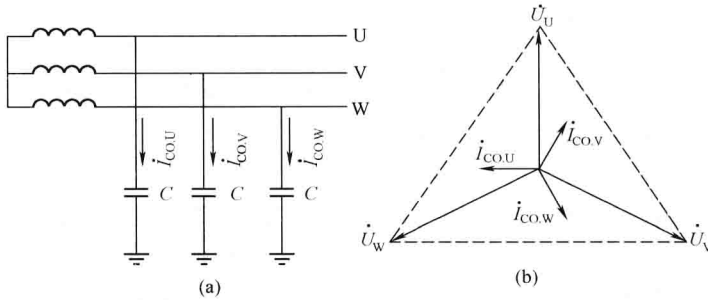


图 1-7 正常运行时的中性点不接地电力系统

(a) 电路图；(b) 相量图

系统正常运行时，各相对地电压对称，等于各相的相电压，中性点对地电压为 0，各相对地电容电流也对称，其电容电流的相量和为 0，相量图如图 1-7 (b) 所示。

系统发生单相接地时，如图 1-8 (a) 所示，接地相 (W 相) 对地电压为 0，非接地相对地电压升高为线电压 [ $\dot{U}'_U = \dot{U}_U + (-\dot{U}_W) = \dot{U}_{UW}$ ,  $\dot{U}'_V = \dot{U}_V + (-\dot{U}_W) = \dot{U}_{VW}$ ]，即等于相电压的  $\sqrt{3}$  倍。从而，接地相电容电流为 0，非接地相对地电容电流也增大  $\sqrt{3}$  倍。

W 相接地时，系统的接地电流  $\dot{I}_E$  (流过接地点的电容电流  $\dot{I}_C$ ) 应为 U、V 两相对地电容电流之和。取接地电流  $\dot{I}_E$  的正方向从相线到大地，如图 1-8 (b) 所示，因此

$$\dot{I}_E = -(\dot{I}_{CU} + \dot{I}_{CV}) \quad (1-1)$$

在数值上，由于  $I_E = \sqrt{3}I_{WU}$ ，而  $I_{WU} = U_U/X_C = \sqrt{3}U_U/X_C = \sqrt{3}I_{CO}$   
因此

$$I_E = 3I_{CO} \quad (1-2)$$

即单相接地的接地电流为正常运行时每相对地电容电流的 3 倍。

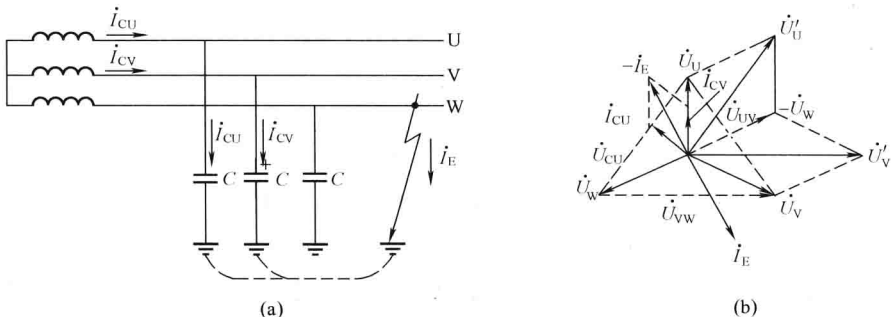


图 1-8 单相接地时的中性点不接地电力系统

(a) 电路图；(b) 相量图