



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
机电技术应用专业教学用书

供电技术

教育部机械职业教育教学指导委员会 组编
中国机械工业教育协会

张朝英 主编



GUIHUA JIAOCAI

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

gZ

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
机电技术应用专业教学用书

供 电 技 术

主编 张朝英
参编 路晋泰
姜 静
李光伟
主审 王世桥



机械工业出版社

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材。本书共十一章，分别为供电基本知识、电力负荷及其计算、短路电流及计算、电器设备的选用、变配电所及其一次系统、电力线路、供电系统的过电流保护及二次系统、电气安全知识、照明知识、节约用电、物业供电知识等。本书主要介绍工厂供电和物业场所供电。

本书可作为三、五年制高职高专电气工程自动化专业及相关专业的教学用书，也可做为工厂、企业及物业管理部门从事供电工作的技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

供电技术/张朝英主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.8
教育部职业教育与成人教育司推荐教材
ISBN 7-111-16971-9

I. 供... II. 张... III. 供电—高等学校: 技术学校—教材
IV. TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 080283 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王世刚、王玉鑫

责任编辑: 王玉鑫 版式设计: 冉晓华 责任校对: 张 媛

封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm ¹/₁₆ · 9.25 印张 · 223 千字

定价: 14.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

机电类高等职业技术教育教材建设 领导小组人员名单

顾问：郝广发

组长：杨黎明

成员：刘亚琴 李超群 惠新才 王世刚
姜立增 李向东 刘大康 鲍风雨
储克森 薛 涛

机电技术应用专业教材编审委员会

陈 昊 鲍风雨 王本轶 赵双全 吴先文
陈云明 张朝英 王世桥 邱 敏 夏奇兵
李怀甫 柴鹏飞 田 鸣 赵国增 夏 暎

前 言

本书主要供三、五年制高职高专电气工程自动化专业使用，共分十一章，包括供电基本知识、电力负荷及其计算、短路电流及计算、电器设备的选用、变配电所及其一次系统、电力线路、供电系统的过电流保护及二次系统、电气安全知识、照明知识、节约用电、物业供电知识。为使广大学生掌握知识，每章附有部分习题以备学生复习。

本书针对高职高专学生的特点，注重实用性，教学学时为 60 学时，含部分实训课时。

本书由烟台市技术学院张朝英主编，本书第一~八章由张朝英编写；第九章由烟台市技术学院路晋泰编写；第十章由海军航空工程学院姜静编写；第十一章由烟台市技术学院李光伟编写。本书由烟台市技术学院王世桥主审。

由于编者水平有限，本书不很完善，难免有疏忽之处，希望广大使用者批评指正，我们表示不胜感激。

编 者

目 录

前言	
第一章 供电基本知识	1
第一节 供电的有关知识	1
第二节 电力系统的电压	2
第三节 电力系统中性点的运行方式	4
第四节 供电设计的基本知识	9
习题一	10
第二章 电力负荷及其计算	11
第一节 电力负荷的相关知识	11
第二节 负荷曲线	12
第三节 负荷计算	14
第四节 工厂供电系统的功率损耗	19
第五节 工厂的计算负荷和年电能损耗量	21
第六节 尖峰电流的计算	25
习题二	26
第三章 短路电流及计算	27
第一节 短路的基本知识	27
第二节 无限大容量电力系统发生三相短路时的物理过程和物理量	28
第三节 短路电流的计算	31
第四节 两相和单相短路电流的计算	38
第五节 短路电流的效应和稳定度校验	39
习题三	44
第四章 电器设备的选用	45
第一节 电弧的产生及灭弧方法	45
第二节 电器设备的分类及选用的一般原则	48
第三节 高低压熔断器	49
第四节 高低压开关设备	51
第五节 电力变压器	54
第六节 仪用互感器	56
第七节 低压断路器与并联电容器	58
第八节 高低压电器装置	60
习题四	62
第五章 变配电所及其一次系统	63
第一节 变配电所的任务和类型	63
第二节 变配电所的主接线	64
第三节 变配电所的选址及布置	69
第四节 变配电所及一次系统的运行维护	71
习题五	73
第六章 电力线路	75
第一节 导线、电缆的选用	75
第二节 电力线路的基本知识	77
第三节 电力线路的运行维护	85
习题六	87
第七章 供电系统的过电流保护及二次系统	88
第一节 过电流保护的任务和要求	88
第二节 供电系统的继电保护	89
第三节 供电系统的二次回路	93
第四节 供电系统的自动装置	99
习题七	101
第八章 电气安全知识	102
第一节 安全用电常识	102
第二节 触电急救	105
第三节 保护接地与保护接零	107
第四节 过电压与防雷	111
习题八	114
第九章 照明知识	115
第一节 照明的基本知识	115
第二节 电光源及其选用	116
第三节 照明器的选用与布置	119
习题九	122
第十章 节约用电	123
第一节 节电知识	123
第二节 节电的一般措施	123
第三节 电力变压器的经济运行	125
习题十	128
第十一章 物业供电知识	129
第一节 物业供电系统的电源	129
第二节 物业的供电设计知识	132
习题十一	134
附录 A	135
参考文献	140

第一章 供电基本知识

第一节 供电的有关知识

一、供电的意义与要求

电能作为二次能源，能够方便而经济地从自然界本身所蕴藏的各种形式的一次能量（如水的位能、煤、石油、天然气的化学能、风能、潮汐能、核能等）转换而来。电能可容易且经济地进行传输，以及简便地转换成其他形式的能量（如机械能、光能、热能、化学能等）。电能是现代国民经济的命脉，是现代世界工业生产的主要能源和动力，现代工业生产电气化、自动化的实现大大增加产品的产量，提高产品的质量，提高劳动生产率，降低生产成本，减轻工人的劳动强度，改善工人的劳动条件。

电能已广泛应用到现代社会生产的各个领域和社会生活的各个方面，是反映一个国家现代化程度的主要指标之一。由此可见，电能的生产、传输、分配对发展现代经济的重要性，做好供电工作，对于节约能源、支援国家经济建设具有重要作用。因此，对电力系统包括供电系统的设计、施工安装、运行管理都提出了严格的要求，要保证供电的安全性、可靠性、经济性、连续性，确保良好的电能质量、运行灵活方便、以及发展与扩建的可能性。

二、电力系统及发电厂的有关知识

1. 电力系统

由各种电压的电力线路将一些发电厂、变电所和电力用户联系起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体，称为电力系统（如图 1-1 所示）。各级电压线路及其相联系的变配电所称为电力网，简称电网。电力系统加上动力部分（如水库、水轮机以及核能、发电厂的反应堆等）及热能系统和热能用户称为动力系统。现在各国非常注重建设大型电力系统，大型电力系统可以充分合理利用动力资源（如水电与火电互补），降低发电成本，提高供电可靠性，减少系统的设备容量，提高供电质量，便于发展大型机组。

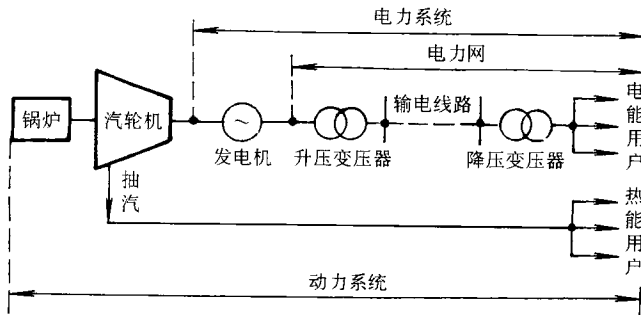


图 1-1 动力系统与电力系统、电力网关系示意图

2. 发电厂

发电厂又称发电站，是产生电能的工厂，即将自然界中其他形式的能源（一次能源）转化为电能（二次能源）的工厂。按其所利用的能源不同，分为水利发电厂、火力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂、潮汐发电厂等类型。

三、工厂供电系统的有关知识

工业企业内部供电系统由高压及低压配电线路、变电所（包括配电所）和用电设备组成。一般中型工厂的电源进线电压是 $6\sim 10\text{kV}$ 。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 $6\sim 10\text{kV}$ 的高压降为一般低压用电设备所需的电压（如 $220\text{V}/380\text{V}$ ），然后由低压配电线路将电能分送给各用电设备使用。图 1-2 所示是一个比较典型中型工厂低压配电网。

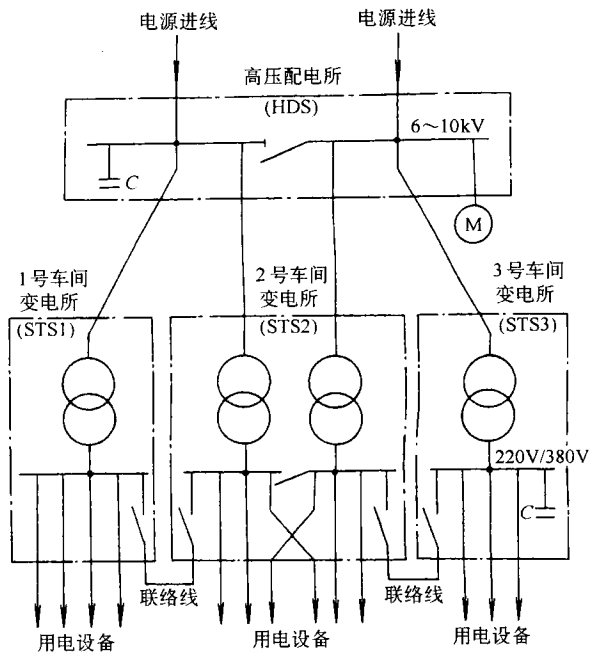


图 1-2 中型工厂供电系统的系统图

第二节 电力系统的电压

一、供电质量

供电质量是指电能质量与供电可靠性。电压和频率是衡量电力系统电能质量的两个基本参数。电器设备都有规定的工作电压和频率。在我国，一般交流电力设备的额定频率为 50Hz ，通称为“工频”，偏差一般为 $\pm 0.5\text{Hz}$ ，如果容量达到 3000MW 或以上时，偏差一般为 $\pm 0.2\text{Hz}$ 。频率的质量主要由发电部门保证。对于供电系统来说，提高电能质量主要是提高

电压质量。

二、电力系统的电压

我国三相交流电网和发电机的额定电压值见表 1-1。

表 1-1 三相交流电网和发电机的额定电压值

分 类	电力网和电气设备额定电压/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	0.22	0.23	0.22	0.23
	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高 压	3	3.15	3 及 3.15	3 及 3.15
	6	6.3	6 及 6.3	6 及 6.3
	10	10.5	10 及 10.5	10 及 10.5
	—	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	
	35	—	35	38.5
	63	—	63	69
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
	500	—	500	550
750	—	750	—	

电压质量除了通常所指的相对于额定电压的电压偏差外，还用电压波动与闪变、电压波形畸变等项指标来衡量。

1. 电压偏差

在某一时段内，电压幅值缓慢变化而偏离额定值的程度，以电压实际值与额定值之差 ΔU 或其百分值 $\Delta U\%$ 来表示，即

$$\Delta U = U - U_N \quad (1-1)$$

$$\Delta U\% = [(U - U_N) / U_N] \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 U ——检测点上电压实际值 (V)；

U_N ——检测点电网电压的额定值 (V)。

电压偏差的大小，主要决定于电力系统运行方式，线路阻抗以及有功与无功负荷的变化。

2. 电压波动和闪变

在某一时段内，电压急剧变化而偏离额定值的现象，称为电压波动。电压变化的速率大于每秒 1% 的，即为电压急剧变化。电压波动程度以电压在急剧变化过程中，相继出现的电压最大值与最小值之差或其百分比值来表示，即

$$\delta U = U_{\max} - U_{\min} \quad (1-3)$$

$$\text{或} \quad \delta U \% = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_N} \times 100 \% \quad (1-4)$$

式中 U_N ——额定电压 (V);

U_{\max} 、 U_{\min} ——某时段内电压波动的最大值与最小值 (V)。

周期性电压急剧变化引起电光源光通量急剧波动而造成人眼视觉不舒适的现象,称为闪变。通常用引起闪变刺激性程度的电压波动值——闪变电压限值 ΔU_1 或电压调幅波中不同频率的正弦波分量的方均根值等效为 10Hz 值的 1min 平均值——等效闪变值 ΔU_{10} 来表示。电力系统公共供电点,由冲击功率负荷产生的闪变电压应小于 ΔU_{10} 或 U_1 的允许值,否则将会出现闪变。

抑制电压波动和闪变的措施有:增加供电系统容量,即由大的电网来承担供电任务;提高供电电压等级;采用专用变压器和专线供电;改进生产工艺操作水平;采用快速响应的静止无功补偿装置等。

3. 电压正弦波畸变率

在理想状况下,电压波形应是正弦波,但由于电力系统中存在有大量非线性阻抗特性的供用电设备,使得实际的电压波形偏离正弦波,这种现象称为电压正弦波形畸变,通常用谐波来表征。电压波形畸变的程度用电压正弦波畸变率来衡量,也称电压谐波畸变率。以各次谐波电压的方均根值与基波电压有效值之比的百分数表示。

$$\text{THD}_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (U_n)^2}}{U_1} \times 100 \% \quad (1-5)$$

式中 U_n ——第 n 次谐波电压有效值 (V);

U_1 ——基波电压有效值 (V)。

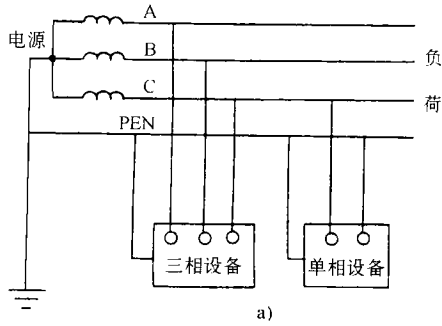
谐波的抑制措施主要有三相整流变压器采用 Y, d 或 D, y 的联结;增加整流变压器二次侧的相数;使各台整流变压器二次侧互有相角差;装设分流滤波器;选用 D, yn11 的联结组别的三相配电变压器及其他措施。

第三节 电力系统中性点的运行方式

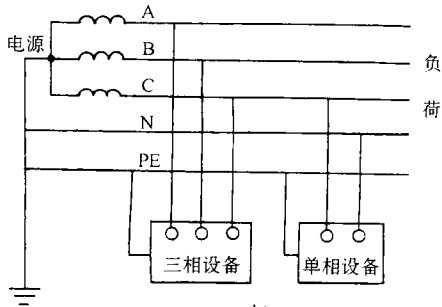
一、概述

电力系统的中性点接地方式有:不接地、经电阻接地、经消弧线圈接地、直接接地等几种。我国电力系统目前所采用的中性点的接地方式主要有三种,即不接地、经消弧线圈接地、直接接地。

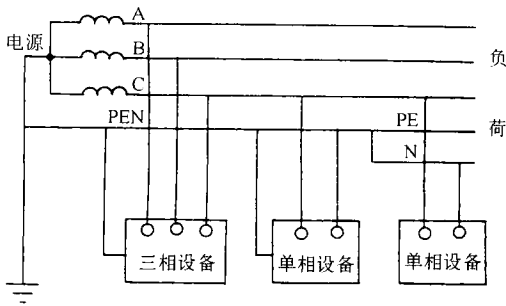
低压配电系统,按保护接地的型式不同,分为 TN 系统、TT 系统和 IT 系统。分别如图 1-3 ~ 图 1-5 所示。TN 系统和 TT 系统都是中性点直接接地系统,且都引有中性线,因此统称为三相四线制系统。其中, TN 系统中设备外露的可导电部分(如电动机、变压器的外壳,高压开关柜、低压配电屏的门及框架等)均采用与公共的保护线(PE 线)或保护中性线(PEN 线)相连接的方式。



a)



b)



c)

图 1-3 低压配电的 TN 系统

a) TN-C 系统 b) TN-S 系统 c) TN-C-S 系统

中性线 (N 线) 的功能, 一是用来接用额定电压为相电压的单相用电设备, 二是用来传导三相系统中的不平衡电流和单相电流, 三是减小负荷中性点的电位偏移。

保护线 (PE 线) 的功能, 是为保障人身安全、防止发生触电事故用的接地线。系统中所有设备的外露可导电部分 (指正常不带电压但故障情况下能带电压的易被触及的导电部分, 如金属外壳、金属构架等) 通过保护线 (PE 线) 接地, 可在设备发生接地故障时减小触电危险。

保护中性线 (PEN 线) 兼有中性线 (N 线) 和保护线 (PE 线) 的功能。这种保护中性线在我国通称为“零线”, 俗称“地线”。

TT 系统中的所有电气设备的外露可导电部分都经各自的 PE 线单独接地。

IT 系统中所有电气设备的外露可导电部分也都经各自的 PE 线单独接地, 但它与 TT 系统不同, 其电源中性点为不接地或经 1000Ω 阻抗接地, 而且通常不引出中性线。IT 系统属于三相三线制系统。

IT 系统在第一发生单相接地故障时, 只产生较小的单相故障电流, 但发生第二次接

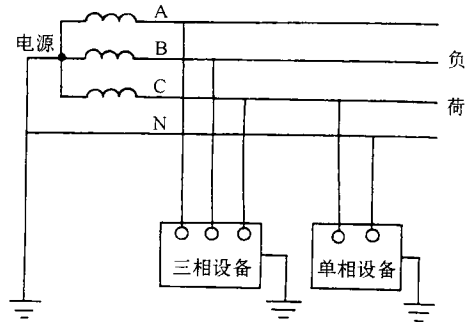


图 1-4 低压配电的 TT 系统

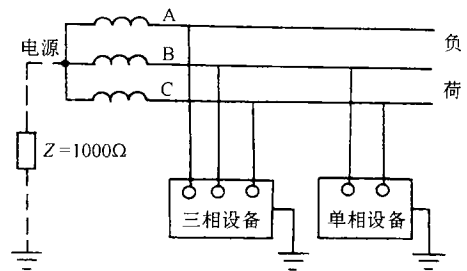


图 1-5 低压配电的 IT 系统

地故障时，将形成两相接地短路。

二、中性点不接地（绝缘）的三相系统

图 1-6 所示是一个中性点不接地的三相系统。由于输电线路与大地之间存在着电容，各相对地就有电容电流通过，其大小决定于线路对地的电压和对地的电容，为了分析方便各相对地电容用集中电容 C_A 、 C_B 、 C_C 表示，线间电容不予考虑。

1. 中性点不接地系统的正常运行

由于正常运行时各相对地的电压 \dot{U}_A 、 \dot{U}_B 、 \dot{U}_C 是对称的，各相对地电容电流的数值相等而相位相差 120° ，它们的相量和等于零，其相量图如图 1-6b 所示，地中没有电容电流通过，中性点对地电压为零 ($\dot{U}_0 = 0$)，即中性点与地电位一致。这时，中性点接地与否对各相对地电压没有任何影响。

2. 中性点不接地系统的单相接地

中性点不接地系统任何一相 (C 相) 接地时，如图 1-7 所示，此时，接地相对地电压为零 ($\dot{U}_{dc} = 0$)，接地相对地电容电流也是零 ($i_{cc} = 0$)，此时中性点电位不再是零了，对地产生电位。此时，不接地相 (A、B 相) 对地电压就是对 C 相的电压，即线电压 (\dot{U}_{dA} 、 \dot{U}_{dB})，如图 1-6b 所示。未接地的 A、B 两相对地电压升高到相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，即 A、B 两相的对地电压等于线电压。在中性点不接地的三相系

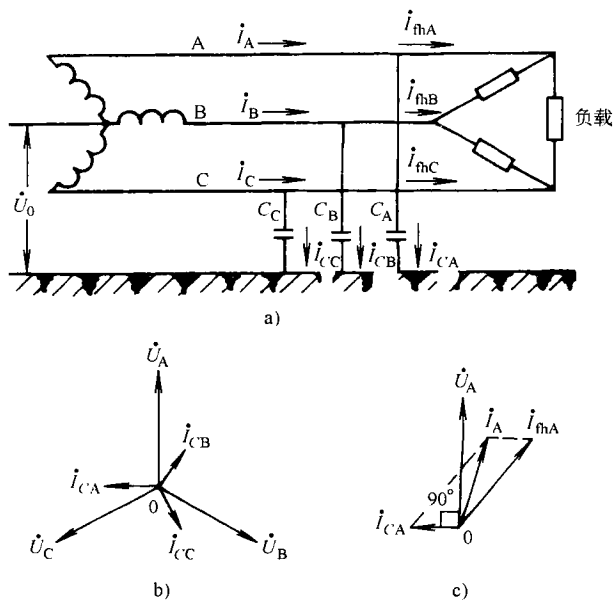


图 1-6 中性点不接地电力系统的正常工作状态

a) 接线图 b) 相量图
c) A 相相量图

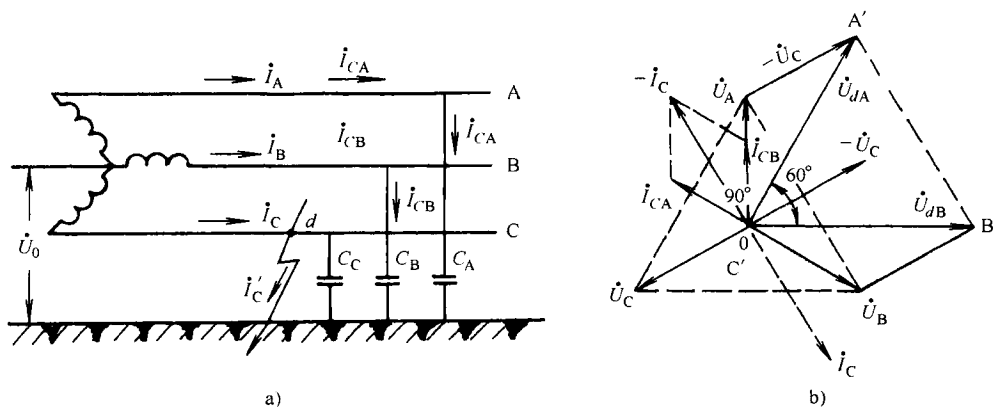


图 1-7 中性点不接地电力系统的单相接地状态

a) 接线图 b) 相量图

统中，当一相接地后，各相间的电压大小和相位没有变化，电压的对称性没有变化，因此这样的三相系统，一点接地后，还可继续运行一段时间。

单相接地时，通过接地点的电容电流为未接地时每一相对地电容电流的 3 倍。

综上所述，在中性点不接地的三相系统中，当一相发生接地时，结果如下：

1) 未接地的两相对地电压升高到相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，即等于线电压，所以，在这种系统中，相对地的绝缘水平应根据线电压来设计。

2) 各相间的电压大小和相位仍然不变，三相系统的平衡没有遭到破坏，因此可继续运行一段时间，这便是这种系统的最大优点，但不允许长期接地运行，尤其是发电机直接供电的电力系统，因为未接地相对地电压升高到线电压，一相接地运行时间过长可能造成两相短路。所以在这种系统中，一般应装设绝缘监视或接地保护装置。当发生单相接地时，应及时发出信号，使值班人员迅速采取措施，尽快消除故障。一相接地系统允许继续运行的时间最多不得超过 2h。

3) 接地点通过的电流为电容性的，其大小为原来相对地电容电流的 3 倍，这种电容电流不易熄灭，可能在接地点引起“弧光接地”，周期性地熄灭和重新发生电弧。“弧光接地”的持续间歇电弧较危险，可能引起线路的谐振现象而产生过电压，损坏电气设备或发展成为相间短路。在这种系统中，接地电流大于 5A 时，发电机、变压器和电动机都应装设接地保护装置。

三、中性点经消弧线圈接地的三相系统

前面所讲的中性点不接地的三相系统，发生单相接地故障时，虽然可以继续供电，但在单相接地故障电流较大，如 35kV 系统大于 10A，10kV 系统大于 30A 时，却不能继续供电。为了克服这个缺点，出现了经消弧线圈接地的方式。在 35kV 三相系统中，广泛采用中性点经消弧线圈接地的方式。

消弧线圈是一个具有铁心的可调电感线圈，装设在变压器或发电机的中性点。当发生单相接地故障时，可形成一个与接地电容电流大小接近相等而方向相反的电感电流，这个滞后电压 90° 的电感电流与超前电压的电容电流相互补偿，最后使流经接地处的电流变得很小直至等于零，从而消除了接地处的电弧以及由它所产生的危害。消弧线圈的名称就是这样来的。

图 1-8 表示中性点经消弧线圈接地的三相系统中发生单相接地时的电流路径和相量图。当发生单相（如 C 相 d 点）接地时，中性点电压 \dot{U}_0 将变为 $-\dot{U}_c$ ，这时消弧线圈处于相电压之下，忽略线圈电阻，消弧线圈内有一感性电流（滞后 \dot{U}_0 90° ），其数值为

$$I_L = \frac{U_c}{X_h} = \frac{U_c}{\omega L_h} \quad (1-6)$$

式中 L_h 和 X_h ——消弧圈的电感和电抗。

如图 1-7b 的相量图所示，当 C 相接地时，A 相和 B 相的电压升高到线电压，而 A 相和 B 相的对地电容电流 \dot{i}_{cA} 和 \dot{i}_{cB} 分别超前 U'_A 和 U'_B 90° 。从相量图中可以看出， \dot{i}_{cA} 和 \dot{i}_{cB} 所组成的总电容电流 \dot{i}'_c 将超前 \dot{U}_0 （即图中 $-U_c$ ） 90° ，电感电流 \dot{i}_L 与电容电流 \dot{i}'_c 正好相位相反，而且 I_L 也流经故障点，从而对单相接地所产生的电容电流实现了补偿。由于接地电流的减

小，电弧将自行熄灭，故障即消除。

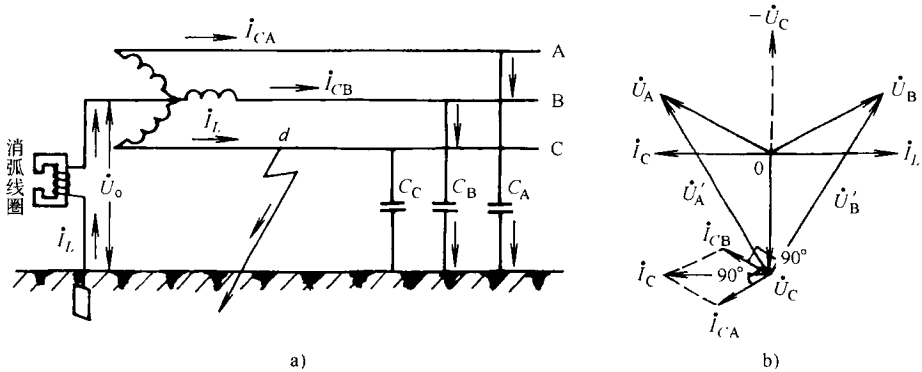


图 1-8 中性点经消弧线圈接地
a) 接线图 b) 相量图

四、中性点直接接地的三相系统

中性点直接接地的三相系统，也叫大电流接地系统，如图 1-9 所示。系统单相一点（如图中 d 点）接地时，通过接地点的短路电流 $I_d^{(1)}$ 很大，要烧坏电气设备。因此，发生接地故障后，电力网不能再继续运行供电，此时继电保护应瞬时动作，使开关跳闸，切除故障。

中性点直接接地电力网的主要优点是单相接地时中性点的电位接近于零，非故障相的对地电压接近于相电压，可以使电力网的绝缘水平的造价降低。目前，我国对 110kV 及以上的电力网都采用中性点直接接地。

对于不同电压等级的电力网的中性点接地方式的选择，可以归纳如下：

1) 220kV 及以上电压的电力网。采用中性点直接接地的方式。

2) 110 ~ 154kV 的电力网。在我国，原有的 154kV 电力网是经消弧线圈接地的，而 110kV 电力网则大部分采用直接接地的方式，小部分采用经消弧线圈接地的方式。

3) 20 ~ 60kV 的电力网。从供电可靠性出发，采用消弧线圈接地或不接地的方式。当单相接地电流大于 10A 时，可采用消弧线圈接地的方式。

4) 3 ~ 10kV 电力网。供电可靠性与故障后果是主要的考虑因素，一般采用中性点不接地方式，当电力网接地电容电流大于 30A 时，可采用经消弧线圈接地或经电阻接地的方式。

5) 1000V 以下的低压电力网。通用的 380V/220V 三相四线制电力网，从安全观点出发，采用中性点直接接地的方式，可以防止一相接地时出现超过 250V 的危险对地电压。在特殊场所，如爆炸危险场所或矿下，也有采用中性点不接地方式的，这时，一相或中性点应有击穿保险器，防止高压窜入低压所引起的危险。

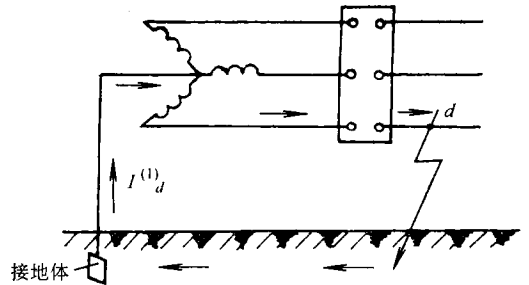


图 1-9 中性点直接接地系统

第四节 供电设计的基本知识

供电设计的质量直接影响到供电质量。为了保障供电的可靠性、先进性、经济性和安全性，作为从事供电工作的人员，有必要了解和掌握供电设计的有关知识，以便适应设计工作的需要。这里概略介绍供电设计的一般设计原则、设计内容及设计程序与要求。

一、一般设计原则

供用电设计必须遵循以下原则：

1) 严格遵守国家政策、法规和设计规范、标准，如国家环境保护、节约能源、节约有色金属等政策、法规，如《10kV及以下变电所设计规范》、《供配电系统设计规范》等。

2) 技术上安全可靠，经济上投资合理。技术指标主要包括供用电的安全性、可靠性、合理性，对用电设备（特别是高压用电设备）配电的适应性和发展的可能性；经济指标主要包括电气工程项目的初投资、年运行费用以及有色金属消耗量等。

3) 近期为主、考虑发展。应根据工程特点、规模和发展规划，正确处理近期建设与远期发展的关系，做到远近期结合，以近期为主，适当考虑扩建的可能性。

4) 全局出发、统筹兼顾。必须从全局出发，统筹兼顾，按照负荷性质、用电容量、工程特点和地区供电条件等，合理确定设计方案。

二、供电设计的内容

从设计模块分，可分为变配电所设计、配电线路设计及电气照明设计。

一般工程项目电气化设计的基本步骤为：

1) 收集有关资料进行负荷计算、功率因数补偿计算，选择主变压器，确定电气接线。

2) 进行短路计算及一次电气设备选择与校验。

3) 进行变配电所设计，配电线路、继电保护及二次回路系统设计，防雷电与接地设计及电气照明设计。

4) 进行计算书设计，说明书设计，准备设备材料清册及工程概（预）算，绘制各种电气图。

三、供电设计的程序与要求

大型设计从设计阶段分，一般分为初步设计、技术设计、施工图设计三个阶段。工厂供电设计，通常分为扩大初步设计和施工图设计两个阶段。如果设计任务紧迫，设计规模较小，经技术论证许可时，也可直接进行施工图设计。

1. 扩大初步设计

扩大初步设计的任务，主要是根据设计任务书的要求，进行负荷的统计计算，确定工厂的需电容量，选择工厂供电系统的原则性方案及主要设备，提出主要设备材料清单，并编制工程概算，报上级主管部门审批。因此，扩大初步设计资料应包括工厂供电系统的总体布置图、主电路图、平面布置图等图样及设计说明书和工程概算等。

2. 施工图设计

施工设计是在扩大初步设计经上级主管部门批准后，为满足安装施工要求而进行的技术设计，重点是绘制施工图，因此也称为施工图设计。施工设计须对初步设计的原则性方案进行全面的技术经济分析和必要的计算和修订，以使设计方案更加完善和精确，有助于安装施工图的绘制。安装施工图是进行安装施工所必需的全套图样资料。安装施工图应尽可能采用国家颁发的标准图样。

施工设计资料应包括施工说明书，各项工程的平、剖面图，各种设备的安装图，各种非标准件的安装图，设备与材料明细表以及工程预算等。施工设计由于是即将付诸安装施工的最后决定性设计，因此设计时更有必要深入现场调查研究，核实资料，精心设计，以确保工厂供电工程的质量。

习 题 一

- 1-1 工厂供电对工业生产有何重要作用？对工厂供电工作有哪些基本要求？
- 1-2 发电厂（又称发电站）按其所利用的能源不同分为哪些类型？
- 1-3 什么叫电力系统、动力系统和电力网？
- 1-4 我国规定的“工频”是多少？对其频率偏差有何规定？
- 1-5 衡量电能质量的两个基本参数是什么？什么是电压质量？
- 1-6 什么叫电压偏差？电压偏差主要决定于哪些因素？
- 1-7 什么叫电压波动？什么叫电压闪变？
- 1-8 工厂供电系统中有哪些抑制电压波动和闪变的措施？
- 1-9 有哪些抑制谐波的措施？
- 1-10 三相交流电力系统的电源中性点有哪些运行方式？
- 1-11 中性点不接地的电力系统在发生一相弧光接地时有什么危险？中性点经消弧线圈接地后如何消除单相接地故障点的电弧？

第二章 电力负荷及其计算

第一节 电力负荷的相关知识

一、电力负荷

1. 电力负荷的概念

电力负荷又称电力负载，一般情况下指电气设备和线路中通过的功率或电流。根据电功率或电流大小，可以分为轻负荷（轻载）、重负荷（重载）、空负荷（空载）、满负荷（满载）等。另外，它还有一层含义是指耗用电能的用电设备或用电单位（用户），如说重要负荷、不重要负荷、动力负荷、照明负荷等。

2. 电力负荷计算的内容

- 1) 确定计算负荷。包括有功计算负荷、无功计算负荷、视在计算负荷和计算电流的计算。
- 2) 确定一、二级负荷。据此确定备用电源或应急电源。
- 3) 确定季节性负荷。从经济运行条件出发，用于考虑变压器的台数和容量。
- 4) 确定年电能需要量。
- 5) 计算尖峰电流。用以校验继电保护、电压波动和选择保护电器。

二、电力负荷的分级及各级对供电电源的要求

为了可靠供电、安全用电、节约投资，按照电力负荷对可靠性的要求，及中断供电对人身安全、政治、经济上所造成的损失或影响的程度，国家标准 GB50052—1995《供配电系统设计规范》规定负荷分级如下：

(1) 符合下列情况之一时，应为一级负荷

- 1) 中断供电将造成人身伤亡的。
- 2) 中断供电将在政治上、经济上造成重大损失的。
- 3) 中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作。

在一级负荷中，当中断供电将发生中毒、爆炸和水灾等情况的负荷，以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷，应视为特别重要的负荷。

(2) 符合下列情况之一时，应为二级负荷

- 1) 中断供电将在政治、经济上造成较大损失的。
- 2) 中断供电将影响重要用电单位的正常工作。
- (3) 不属于一级和二级负荷者为三级负荷

各级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，如中断供电将造成十分严重的后果，因此要求由两个独立电源供电（当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到