



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

发供用电系统认识实习

袁卫华 林振喜 编



中国电力出版社

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

普通高等教育实验实训规划教材



电力技术类

发供用电系统认识实习

袁卫华 林振喜 编
刘宝贵 主审

大学图书馆
藏书章



中国电力出版社

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

内 容 提 要

本书是普通高等教育实验实训规划教材（电力技术类）。全书共分七章，主要包括：电力系统和供配电系统的概况，发电厂的电力生产过程，电力变压器的基本原理、结构及其运行维护和检修，工厂供电系统常用电气设备的结构及特点，二次回路、防雷、接地及电气安全。为了方便学习，每章后面有小结和复习题。

本教材适合于高职高专电气专业的学生在电厂或工厂认识实习中使用，也可应用于热动专业学生的电厂认识实习。

图书在版编目（CIP）数据

发供用电系统认识实习/袁卫华，林振喜编. —北京：中国电力出版社，2010.6

普通高等教育实验实训规划教材·电力技术类

ISBN 978 - 7 - 5123 - 0665 - 3

I. ①发… II. ①袁…②林… III. ①电力系统—高等学校—教材②供电—电力系统—高等学校—教材③配电系统—高等学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 134029 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 8 月第一版 2010 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.25 印张 193 千字

定价 13.50 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

前言

本书是普通高等教育实验实训规划教材（电力技术类），依据高职高专对认识实习课程的要求，结合高职高专教育培养目标而编写的。本课程的基本任务是通过课堂讲授和现场参观的方式使学生了解电力系统的基本知识，了解发电及中小型企业供、用电系统的基本概况，认识工厂变配电所的主要电气设备及作用；同时参观一些用电设备的实际工作情况，建立安全经济的用电意识，对所学专业建立基本的感性认识，为今后的理论课学习及从事技术工作奠定一定的基础。本课程的最大特点是理论与实践紧密联系，通过课堂讲解、多媒体教学以及工厂技术人员的现场讲解等多种方式，使学生们对发、供、用电等系统有一个较为清晰的印象，以激发学生学习专业课的兴趣和动力，明确和树立服务于企业，立足于社会的学习方向。

本教材适合于电气专业的学生在电厂或工厂认识实习中使用。教材编写过程中，注重加强理论知识和实践应用相结合的原则，理论知识以够用为度，实践技能注重针对性和应用性。为适应不同学生专业文化基础的需要，授课老师可酌情增减授课内容、调整知识深度。教材紧密接合发电及工厂企业用电系统实际，教学中力求课堂授课与现场参观内容相结合，做到工厂所见即学校所讲，使学生容易接受、广泛联想，为今后的专业课学习积累更多的知识悬念。读者通过本书的学习，既可以学习基本理论，也能掌握基本技能，同时还能了解和企业的新技术。

参观过程中带队的实习老师和现场的工程技术人员应切实加强安全教育和监督，严格课堂和现场管理，做到教学、生产两不误。

本书共分七章，首先介绍了电力系统的基本知识，接着讲述了电力变压器及工厂供电系统常用电气设备的结构及特点，并结合发供用电技术的发展，对相关的前沿技术作了简单介绍，拓展了读者的视野，最后介绍了二次回路、防雷、接地及电气安全。为了方便学习，每章后有小结和复习题。

参加本书编写的人员有：保定电力职业技术学院袁卫华（负责编写第一、二、六、七章），林振喜（负责编写第三、四、五章），全书由袁卫华统稿。在编写过程中，李军老师提出了许多宝贵的意见和建议，同时也借鉴了其他院校教材的部分内容，在此表示衷心的感谢。由于编者的水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2010年5月

目 录

前言

第一章 电力系统概述	1
第一节 电力系统概述	1
第二节 电力系统的额定电压	4
第三节 电力系统中性点运行方式	6
第四节 电力负荷	9
本章小结	10
复习题	11
第二章 发电厂概述	12
第一节 火力发电厂	12
第二节 水力发电厂	39
第三节 核电厂简介	41
本章小结	45
复习题	46
第三章 供配电系统及工厂供用电系统概述	47
第一节 供配电系统概述	47
第二节 变配电所的电气主接线	49
第三节 工厂供用电系统概述	52
第四节 工厂电力线路的结构和敷设	55
本章小结	61
复习题	62
第四章 变压器	63
第一节 变压器简述	63
第二节 变压器的工作原理及结构	65
第三节 变压器的运行维护和故障检修	68
本章小结	71
复习题	71
第五章 工厂变电所高低压配电设备	72
第一节 工厂供配电系统电气设备的分类	72
第二节 高压开关	73
第三节 高低压熔断器	80
第四节 互感器	86
第五节 避雷器	93
第六节 高低压成套配电装置	96

第七节 常用低压电器	97
本章小结.....	101
复习题.....	102
第六章 二次回路简介.....	104
第一节 二次回路的基本概念.....	104
第二节 常见二次回路介绍.....	105
本章小结.....	107
复习题.....	108
第七章 防雷、接地和电气安全.....	109
第一节 过电压与防雷.....	109
第二节 接地与接零.....	113
第三节 触电及其预防.....	115
本章小结.....	121
复习题.....	121
参考文献.....	123

第一章 电力系统概述

认识实习是学生接触专业知识的第一步,作为电气专业的学生,应该对所学专业有一个总体的印象。本章简要说明了电力系统的概念、组成、特点和要求,介绍了电力系统的额定电压、电力系统的中性点运行方式及电力负荷,能够帮助学生建立电力系统的整体框架,为电气专业的认识实习提供良好的开端。

第一节 电力系统概述

电能是现代人们生产和生活中的重要能源,它是一种清洁的二次能源。电能的输送和分配经济简单,便于控制、调节和测量,便于转换成其他形式的能量。电能在现代化工农业生产及国民生活中得到了广泛的应用。电力工业已成为我国国民经济的基础。

一、电力系统概述

由发电厂的电气设备、不同电压等级的电力网和电力用户的用电设备所组成的一个发电、变电、输电、配电和用电的整体,称为电力系统。电力系统加上发电厂的动力部分及其热能系统和热能用户,就构成了动力系统;如图1-1所示。

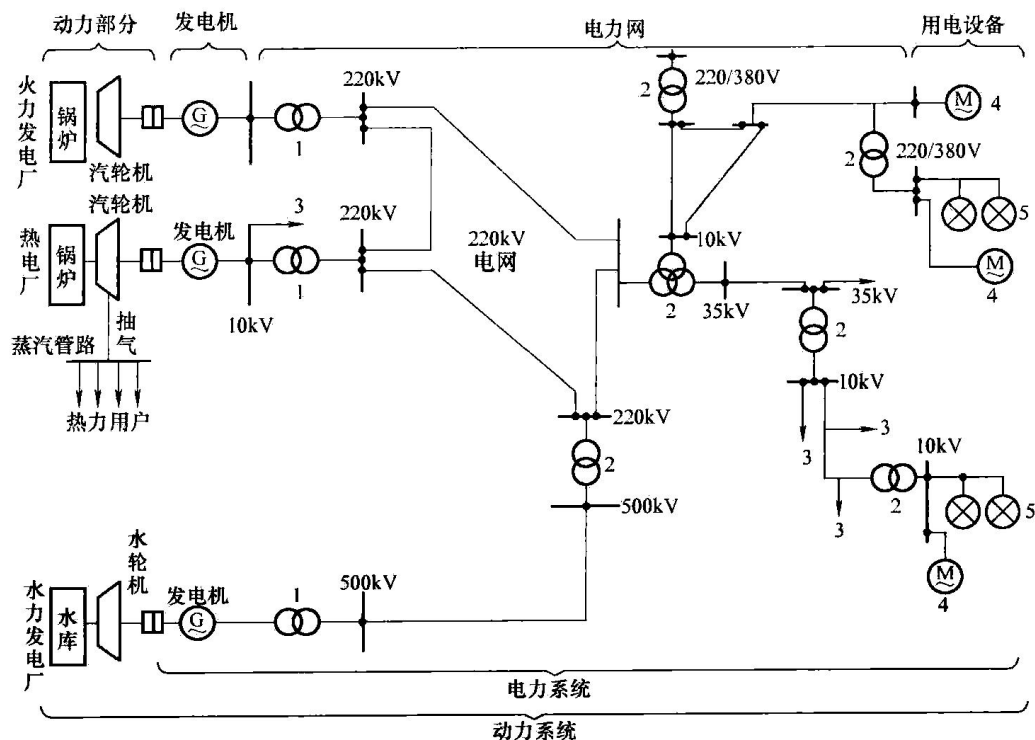


图 1-1 电力系统和电力网示意图

1—升压变压器; 2—降压变压器; 3—负荷; 4—电动机; 5—电灯

在各个发电厂、变电所和电力用户之间，用不同电压的电力线路将它们连接起来，这些不同电压的电力线路和变电所的组合就称为电力网。电力网往往按电压等级来区分，如10kV电力网、380/220V电力网等。

现在各国建立的电力系统越来越大，甚至建立了跨国的电力系统。建立大型电力系统，可以更经济合理地利用自然资源（首先是充分利用水力资源），减少电能损耗，降低发电成本，保证供电质量（即电压和频率合乎规范要求），并大大提高供电可靠性，有利于整个国民经济的发展。

为了经济合理地利用国家资源，发电厂一般建在煤炭或水力资源丰富的地方。这些地方往往距离用电负荷中心较远，所以必须进行大容量、远距离输电。但是，由于发电机发出的电压较低（一般为6.3~20.0kV），而对于大容量、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，而且还可以保证受电端的电压水平。因此，需要将发电机发出的电升压后再输送出去。

工厂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，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，称为并网发电。并网发电不但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。

电能的发出、升压、输送、降压和分配到用户的过程如图1-2所示。

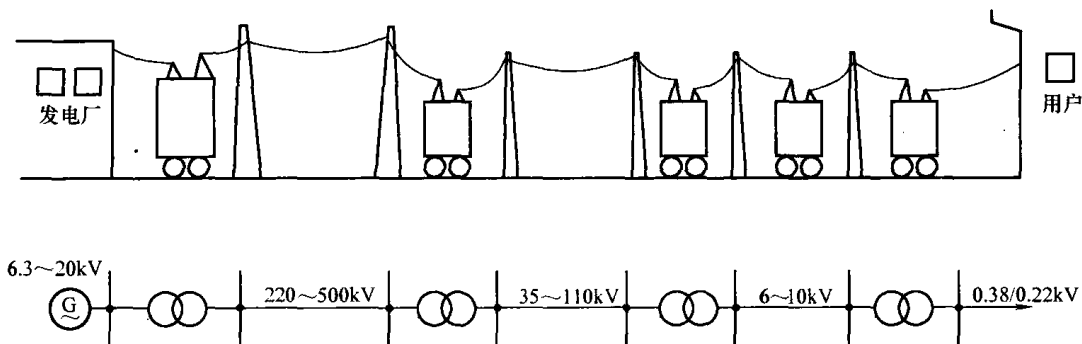


图1-2 电能的发出、升压、输送、降压和分配到用户的过程

1. 发电厂

发电厂的任务是将一次能源转换成电能。根据一次能源的不同，发电厂可以分为火力发电厂、水力发电厂、风能发电厂和核能发电厂等。

火力发电厂将煤、天然气、石油等的化学能转换成电能。我国火力发电厂燃料以煤炭为主。火力发电的原理是：燃料在锅炉中燃烧，将锅炉中的水转换成高温高压蒸汽，蒸汽推动汽轮机转动，带动发电机发出电能。

水力发电厂将水的势能转换成电能。水力发电的原理是：水从高处往下冲击水轮机转动，带动发电机旋转发出电能。

核能发电厂利用原子核能产生电能。核能发电的原理是：核燃料在原子反应堆中通过裂变释放核能，将水转换成高温高压的蒸汽，蒸汽推动汽轮机转动，带动发电机发出电能，其生产过程和火力发电厂基本相似。

随着科学技术的发展，新能源发电的方式逐步增多，例如：太阳能发电、地热能发电、风能发电、磁流体发电、海洋能发电、氢能发电和生物质能发电等。

2. 变电所

变电所的功能是接收电能、转换电压和分配电能。变电所由变压器、配电装置和二次装置等组成。按性质和任务不同，变电所可以分为升压变电所和降压变电所；按地位和作用不同，又可以分为枢纽变电所、中间变电所、地区变电所和终端变电所（用户变电所）。

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，完成电能的输送和分配。通常 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。

4. 电能用户

电能用户是指所有的用电设备或用电单位，可以分为工业用户、农业用户、商业用户和居民用户等。

二、电力系统运行特点

1. 同时性

电能的生产、输送、分配以及转换为其他形态能量的过程，几乎是同时进行的。电能不能储存。在电力系统运行中，发电、输电、用电这一过程是同时完成的。因此，电力系统在任何时刻电力均需维持平衡，即任何时刻系统中发电厂发出的功率必须等于该时刻用电设备消费的和输配电中损耗的功率之和，且该平衡值随时不断变化。

2. 整体性

由于电能不能大量储存，则由生产、输送、消费电能的各环节组成的电力系统是一个不可分割的整体，必须保持这一整体中各环节运行的连续性。

3. 快速性

电能的传输速度同于光速，因此，电力系统中任何一个元件（如发电机、变压器、电力线路、电动机和其他用电设备等）的投入或切除都在一瞬间完成；电能从一处送至另一处所需时间仅千分之几秒，乃至百万分之几秒；电力系统运行方式的改变也极为迅速。换句话说，始终处于运动状态的电力系统其过渡过程非常短促。所以，电能生产、输送、消费过程只能是高度自动化的过程，且要求的自动化程度也日益提高。

4. 实时性

在电能生产、输送、消费过程中，其工况改变十分迅速，为提高电力系统运行的安全性和保证良好的电能质量，对电能生产、输送、消费过程均需进行实时监视、调整和控制，以满足现代电力系统发展的要求。

5. 先行性

电力工业是国民经济发展的基础。电力系统的装机容量和发电量的增长速度应快于工业总产值及国民经济总产值的增长速度。

三、电力系统的基本要求

1. 安全

安全是电力生产的首要任务，在电力运行中不应发生人身事故和设备事故。

2. 可靠

电力系统运行要求保证供电的可靠性。这是因为供电的中断将使国民经济各部门生产停顿，引起人民生活混乱，还可能危及人身和设备的安全，造成较为严重甚至十分严重的后果。停电给国民经济造成的损失远远超过电力系统本身的损失。所以，电力系统必须保证对

用户可靠地持续供电。

3. 优质

电能质量包含频率质量、电压质量、波形质量 3 个方面。电力系统应满足电力用户对频率质量、电压质量、波形质量等多方面要求。

4. 经济

电能生产规模庞大，消耗的一次能源在国民经济一次能源耗量中占的比重很大（高于 1/2）；电能变换、输送和分配的过程中损耗的绝对值相当可观。为使系统运行维持经济性，必须降低发电成本，提高输送效率；规划设计时所选择的电源方案和网络结构方案必须经济合理，采用高效率发电设备；开展系统经济运行工作，按经济原则分配各发电厂有功负荷，使煤耗最低；充分利用水能，避免弃水；合理配置系统中的无功功率电源，以降低电能变换、输运和分配中的电能损耗等。

5. 环保

随着全球经济的不断发展，民众环保意识的增强，清洁能源越来越受到人们的重视。煤电在生产过程中排放的飞灰、灰渣、废水、氧化硫、氧化氮等物质将造成环境污染，尤为严重的是温室效应和酸雨，控制燃煤产生的污染物已成为十分紧迫的任务。当务之急是研究和利用应用于火电厂的洁净煤技术，以消除至少限制各种污染物的排放量。

水电是清洁能源，但是水电的开发对自然环境和生态系统的潜在性影响务必予以高度重视和进行科学论证，否则将会对生态环境带来不可估量的后患。

核电也是清洁能源，只要不发生严重的放射性外泄漏事故，就不会对环境造成污染危害。所以，应积极加快对先进反应堆、洁净核能系统等核电新技术的研究，以提高核能发电的安全性。

第二节 电力系统的额定电压

电力系统中的所有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。

1. 电网的额定电压

电网的额定电压等级是根据国民经济发展的需要和电力工业水平的提高，经过全面技术分析后确定的，它是确定电力设备额定电压的基本依据。

2. 用电设备的额定电压

用电设备的额定电压规定与电网的额定电压规定相同。

3. 发电机的额定电压

同一电压的线路一般允许的电压偏差为 $\pm 5\%$ ，即整个线路允许有 10% 的电压损耗，为了维持线路首末两端的电压平均值为额定值，线路首端电压较电网额定电压高 5%，如图 1-3 所示。发电机是接在线路首端的，因此规定发电机额定电压为所供电网额定电压的 105%。

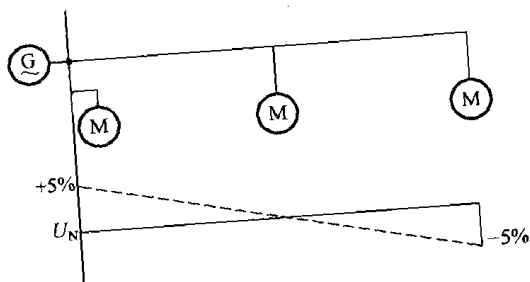


图 1-3 用电设备和发电机额定电压

4. 变压器的额定电压

(1) 电力变压器一次绕组额定电压。如果变压器直接与发电机相连,如图1-4所示的变压器T1,则一次绕组额定电压与发电机的额定电压相等,高于电网额定电压5%。如果变压器不与发电机直接相连,而在线路的其他位置,如图1-4所示的变压器T2,则变压器相当于用电设备,其一次绕组额定电压与供电电网额定电压相等。

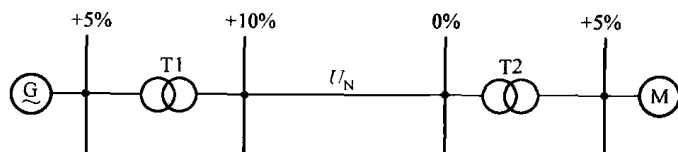


图 1-4 电力变压器额定电压

(2) 电力变压器二次绕组额定电压。电力变压器二次绕组的额定电压是指变压器在其一次绕组上施加额定电压时二次绕组的开路电压。当变压器满载运行时,其绕组内大约有 5% 的阻抗电压降,如供电线路不长,二次绕组的额定电压只需要高于二次侧电网额定电压的 5%,如图 1-4 所示的变压器 T2;如果供电线路较长(如高压电网),除了考虑 5% 的绕组压降外,还要考虑变压器二次绕组处于线路的首端,需要高于供电电网额定电压 5%,这种情况下,变压器的二次绕组额定电压高于二次侧电网额定电压 10%,如图 1-4 所示的变压器 T1。

【例 1-1】 已知如图 1-5 所示系统中线路的额定电压,试计算发电机和变压器的额定电压。

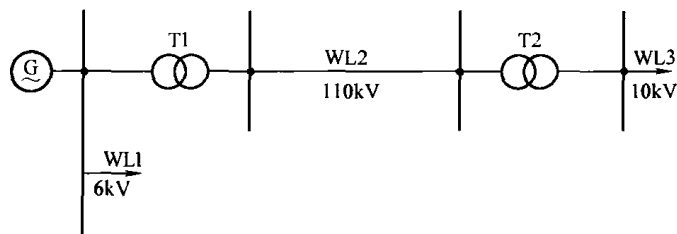


图 1-5 [例 1-1] 图

解: 发电机 G 的额定电压为

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

变压器 T1 的一次侧额定电压为

$$U_{1N,T1} = U_{N,G} = 6.3\text{kV}$$

变压器 T1 的二次侧额定电压为

$$U_{2N,T1} = 1.1U_{N,WL2} = 1.1 \times 110 = 121\text{kV}$$

因此,变压器 T1 的额定电压为 6.3/121kV。

变压器 T2 的一次侧额定电压为

$$U_{1N,T2} = U_{N,WL2} = 110\text{kV}$$

变压器 T2 的二次侧额定电压为

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

因此,变压器 T2 的额定电压为 110/10.5kV。

第三节 电力系统中性点运行方式

中性点是指星形连接的发电机或变压器的中性点。在三相供电系统中，作为供电电源的发电机和变压器，其中性点的运行方式决定着供电系统单相接地后的运行情况，关系到供电的可靠性、线路的保护方法及人身安全等重要问题。因此，正确选择供电系统中性点运行方式是供电工作的关键。中性点运行方式有大电流接地系统和小电流接地系统。大电流接地系统指中性点直接接地系统，小电流接地系统指中性点不接地、中性点经消弧线圈接地系统。

我国 3~60kV 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，应采用中性点经消弧线圈接地的运行方式；对于 110kV 及以上系统和 1kV 以下低压系统，应采用中性点直接接地运行方式。

一、中性点不接地系统

中性点不接地的运行方式，即电力系统的中性点不与大地直接相连的运行方式。

如图 1-6 (a) 所示为中性点不接地的三相交流供电系统。由于供电系统的三相导线与地之间存在着分布电容，因此在导线中引起了容性的附加电流。图中 C_U 、 C_V 、 C_W 分别表示各相导线的对地电容。在三相绝缘良好的情况下，三相导线的对地电容相等，可视为对称负载，所以此时中性点电位与大地电位相等，三相导线的对地电压分别等于三个相电压，并且对称。此时各相对地电容电流也是对称的，且超前对应相电压 90° ，其相量和为零，地中无容性电流流过，如图 1-6 (b) 所示。

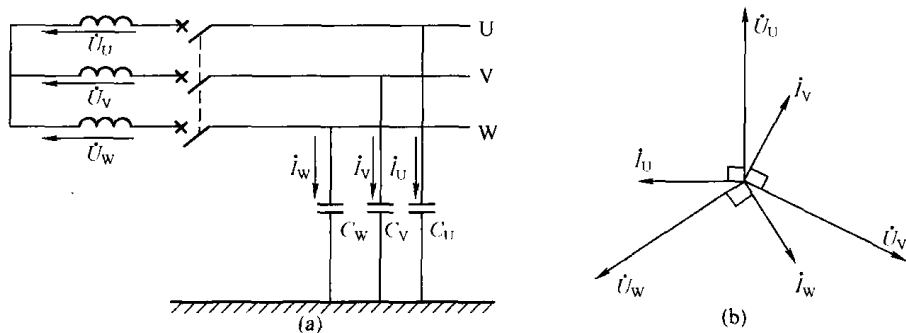


图 1-6 中性点不接地系统

(a) 电路图；(b) 相量图

当系统中任何一相绝缘损坏而接地时，各相对地电压和对地电容电流都要发生变化。设 W 相发生单相金属性接地（即对地阻抗为零），其对地电压为零，其他两非故障相对地电压增大到电网的线电压，即为正常情况的 $\sqrt{3}$ 倍。这时，非故障两相对地电容电流也随之增大为正常时的 $\sqrt{3}$ 倍，其相位超前于相应的线电压 ($\dot{U}_{UW}$ 、 $\dot{U}_{VW}$) 90° ，如图 1-7 所示。由相量分析可得出，接地点的接地电流 ($\dot{I}_E$) 是非故障两相对地电容电流的相量和，即为正常情况下每相对地电容电流的 3 倍，相位超前接地相的相电压 ($\dot{U}_W$) 90° 。

中性点不接地运行方式出现单相接地故障时，从图 1-7 (b) 可以看出，系统的线电压仍保持对称，用电设备的运行不受影响，可继续供电，这就提高了供电的可靠性。所以，为了减少因单相接地故障所造成的停电次数，提高供电的可靠性，我国 60kV 及以下的高压电

网均采用中性点不接地的运行方式。

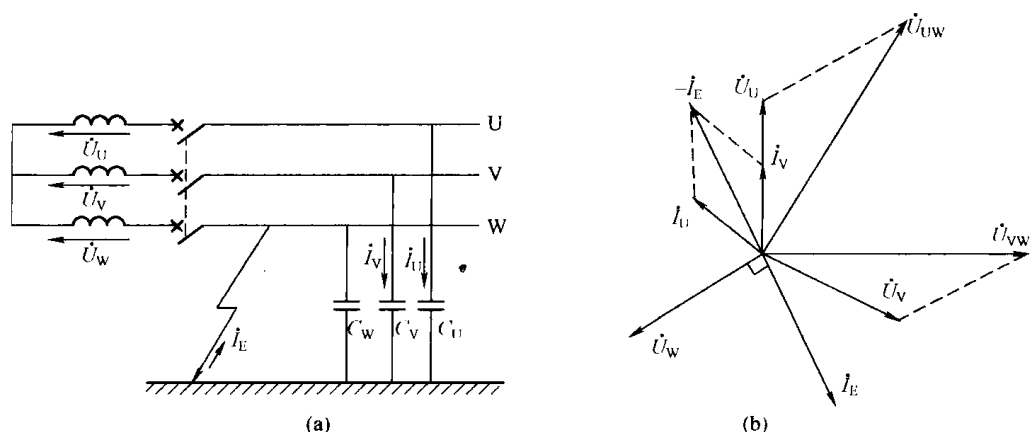


图 1-7 单相金属性接地时的中性点不接地系统
(a) 电路图；(b) 相量图

必须指出，中性点不接地系统单相接地时，另外两相对地电压升高到电网的线电压，易击穿绝缘薄弱处，造成严重的两相接地短路；此外，较大的单相接地短路电流会在接地点引起电弧，形成间歇电弧过电压，威胁电力系统的安全运行。因此，规定单相接地运行时间不应超过 2h。

为了保证运行安全，在中性点不接地系统中装有绝缘监视装置或接地保护装置，当发生单相接地故障时及时发出警报信号。此时，值班人员尽快查找并排除故障，经过 2h 后故障仍未消除时，应切除此故障线路；如有备用线路，应将负荷转移到备用线路上去。

此外，当接地电容电流超过一定限度（3~10kV 电网约为 30A，35kV 电网约为 10A）时，接地点会产生断续电弧。断续电弧将在电网的电感与接地电容构成的 L、C 振荡电路中产生谐振，在系统中产生过电压，其值可达正常电压的 3~4 倍，可能使绝缘薄弱处击穿，形成短路故障。为此，对接地电容电流超过一定限度的电网，不宜采用中性点不接地的运行方式。

二、中性点经消弧线圈接地系统

在中性点不接地系统中，当单相接地电容电流超过限度时，将产生断续电弧，从而在线路上可能产生过电压，因此必须采用中性点经消弧线圈接地的措施来减小接地电流，避免过电压的产生。中性点经消弧线圈接地方式，如图 1-8 所示。

消弧线圈是一个具有铁芯的电感线圈，线圈本身电阻很小，感抗却很大，可看成纯电感元件。其电感可通过改变线圈匝数或调节铁芯空气间隙的大小来调节。在正常情况下，三相系统对称，各相对地电压均为相电压且对称，此时中性点与大地电位相等，消弧线圈中无电流通过。当 W 相发生金属性接地时，中性点对地电压 $\dot{U}_0$ 与 $\dot{U}_W$ 大小相等，相位相反。此时在消弧线圈中有电流 $\dot{I}_0$ 通过，其相位滞后于 $\dot{U}_0$ 90°，并且与非接地相对地电容电流的相量和 $\dot{I}_U + \dot{I}_V$ 反相，所以在接地处互相补偿，使接地电流 ($\dot{I}_E = \dot{I}_U + \dot{I}_V + \dot{I}_0$) 减小。若消弧线圈的感抗调节合适，将使接地电流降到很小，达到不起弧的程度。

必须指出，中性点经消弧线圈接地系统和中性点不接地系统一样，当出现一相接地时，其他两相对地电压也为正常时对地电压的 $\sqrt{3}$ 倍。因此，单相接地运行时间同样不应超过 2h。

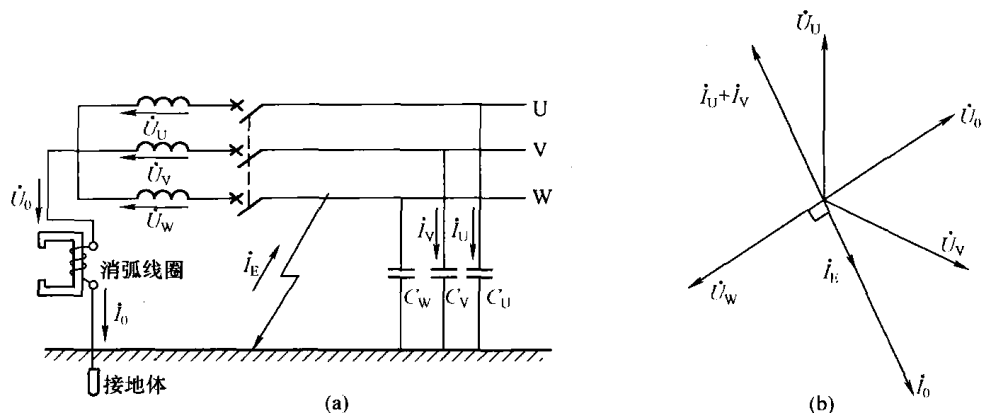


图 1-8 中性点经消弧线圈接地方式

(a) 电路图；(b) 相量图

中性点不接地运行和中性点经消弧线圈接地运行方式的接地电流都很小，所以称为小接地电流系统。

三、中性点直接接地系统

中性点直接接地的三相交流系统如图 1-9 所示。当发生单相接地时，其他两相对地电压并不升高，因此系统中电气设备的对地绝缘水平只需按相电压考虑。在 110kV 及以上电压等级的电网中，通常都采用中性点直接接地的运行方式。

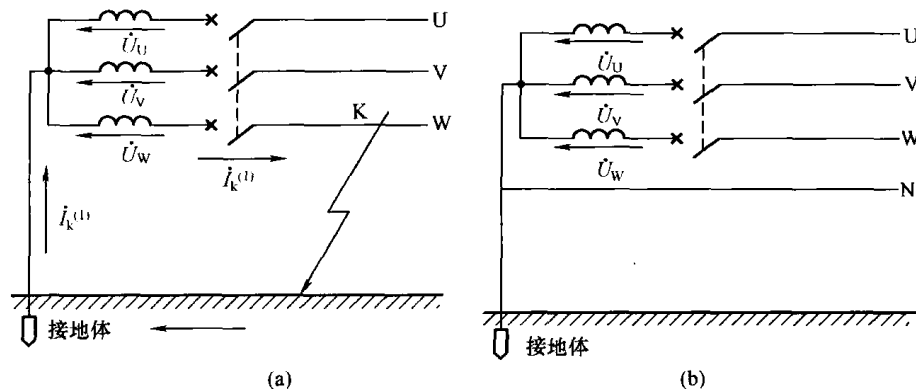


图 1-9 中性点直接接地的三相交流系统

(a) 三相三线制；(b) 三相四线制

当中性点直接接地系统发生单相接地时，故障相由接地点通过大地与中性点形成单相接地短路故障，这将产生很大的短路电流，故称为大接地电流系统。

当发生单相接地短路时，保护装置在适当电流的作用下动作，将接地故障线路切除。所以为了提高系统的供电可靠性，在中性点直接接地系统中广泛采用自动重合闸装置。根据运行经验，单相接地故障大多为暂时性的，当保护装置动作切除故障线路后，经过一定时间自动重合闸装置动作，将线路重新合闸。如果是暂时性故障，线路接通，恢复供电；如果是持续性故障，保护装置再次将故障线路切除。这样可减少停电次数，提高供电的可靠性。

对于 380/220V 低压动力与照明电网，也采用中性点直接接地的运行方式，并从中性点引出零线，构成三相四线制系统，以获得 380V 和 220V 两种电压，如图 1-9 (b) 所示。此处中性点接地是为了当变压器高、低压绕组绝缘损坏，高电压串入低压系统时，避免人体触及高电压，是降低人身接触电压几率的一项安全措施。

电力系统电源中性点的不同接地运行方式对电力系统的运行特别是在系统发生单相接地故障时有明显的影响，而且将影响系统二次侧的继电保护装置及监测仪表的选择与运行，因此有必要予以研究。

电力系统的中性点运行方式是一个涉及面很广的问题，它对于供电可靠性、过电压、绝缘的配合、短路电流、继电保护、系统的稳定性和对弱电系统的干扰等各个方面都有不同程度的影响，特别是对系统发生单相短路有明显的影响。因此，电力系统中性点的运行方式应该根据国家的有关规定，并依据实际情况而定。

第四节 电 力 负 荷

电力负荷有两个含义：一是指用电设备或用电单位（用户）；二是指用电设备或用户所消耗的电功率或电能。这里所讲的电力负荷指前者。

一、电力负荷的分类

1. 按供电可靠性要求分类

为了满足电力用户对供电可靠性的要求，并考虑中断供电在政治、经济上所造成的影响或损失，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地位不同，通常将电力负荷分为三类。

(1) 一类负荷。凡因为突然中断供电，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 30min，可能造成炼钢炉作废；对电解铝厂，停电超过 15min，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。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，如矿井中集中提煤设备、空压机及采区变电所，工厂的主要生产车间等。中、小型工厂企业的二类负荷一般由专用线路供电。对大型工厂企业的二类负荷，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。三类负荷是指除一类、二类负荷外的其他负荷。如工厂企业的附属车间及生活福利设施等。对三类用户供电一般采用单一回路方式，不考虑备用电源。根据需要，各负荷还可共用一条输电线路。

2. 按工作制分类

电力负荷按其工作制可以分为三类，即长时连续工作制负荷、短时工作制负荷、反复连续周期工作制负荷。

(1) 长时连续工作制负荷。长时连续工作制负荷是指长期连续运行的设备。其特点是负荷比较稳定，连续工作发热使其达到热平衡，其温度达到稳定温度，如通风机、空气压缩

机、水泵、提升机、机床电动机、电炉和照明灯等。

(2) 短时工作制负荷。短时工作制负荷是指工作时间短, 而停歇时间长的设备。其运行特点为工作时其温度达不到稳定温度, 停歇时其温度降到环境温度, 如机床上的某些辅助电动机(如进给电机)、小绞车等。

(3) 反复断续周期工作制负荷。反复断续周期工作制负荷是指周期性地时而工作、时而停歇的设备, 其工作周期一般不超过 10min。其特点是工作时温度达不到稳定温度, 停歇时其温度也达不到环境温度, 如电焊机和吊车电动机等。

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, 保证供电可靠是放在第一位的任务; 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。

二、各级负荷对供电电源的要求

1. 一类负荷对供电电源的要求

一类负荷属于重要负荷, 应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发生故障。一类负荷中特别重要的负荷, 除了要采用双电源供电外, 还需增设应急电源, 并严禁将其他负荷接入应急供电系统。

2. 二类负荷对供电电源的要求

二类负荷也属于重要负荷, 宜采用两回路供电, 供电变压器一般采用两台。

3. 三类负荷对供电电源的要求

三类负荷属于不重要负荷, 对供电电源没有特殊的要求。

本章小结

本章为电力系统的概述, 主要介绍了工厂企业对供电的要求、电力负荷的分类及各类负荷对供电可靠的要求、额定电压及电压的确定和中性点运行方式。

(1) 电力系统是指由发电厂、变电所、电力线路和用户组成的整体。

(2) 工厂企业要求供电可靠、安全、优质、经济合理。

(3) 工厂企业供电电源大多来自电力系统。工厂企业供电电压根据企业电源电压和企业用电设备电压、容量和供电距离而定。一般中型工厂和电力用户的工作电压允许在额定电压的 $\pm 5\%$ 范围内变动。我国规定了电力系统各环节(发电机、电力变压器、电力线路、用电设备)的额定电压。

(4) 中性点运行方式有三种: 中性点直接接地、中性点经消弧线圈接地和中性点不接地三种方式。电力系统中性点的运行方式应该根据国家的有关规定, 并依据实际情况而定。

(5) 电力负荷按供电可靠性要求分为以下三类:

1) 一类负荷: 大多为保安负荷, 要求有两个独立电源供电。

2) 二类负荷: 主要为生产负荷, 要求有两个电源, 但地位不太重要且两个电源供电有困难时也可用一条专用线路供电。

3) 三类负荷: 多为辅助性负荷和生活负荷, 保证电能够用即可。

电力负荷按工作制可分为长时连续工作制、短时工作制、反复断续周期工作制三类。

复 习 题

- 1-1 什么是电力系统？电力系统运行的特点有哪些？
- 1-2 发电机与变压器一次、二次额定电压是如何规定的？为什么要这样规定？
- 1-3 试确定图 1-10 所示供电系统中发电机 G 和变压器 T1、T2、T3 的额定电压。

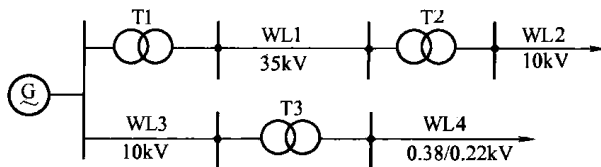


图 1-10 复习题 1-3 图

- 1-4 中性点运行方式有哪几种？各种运行方式有何优、缺点？各适用于什么场合？
- 1-5 小接地电流系统当发生一相接地时，各相对地电压和对地电流如何变化？试画出发生一相接地时的电压、电流相量图。
- 1-6 工厂企业电力负荷如何分类？各类负荷对供电可靠性有什么要求？