

CHANGYONGDIANQI

SHEBEI

CHANGYONGDIANQI

HSEBAI

CHANGYONGDIANQISHEBEI

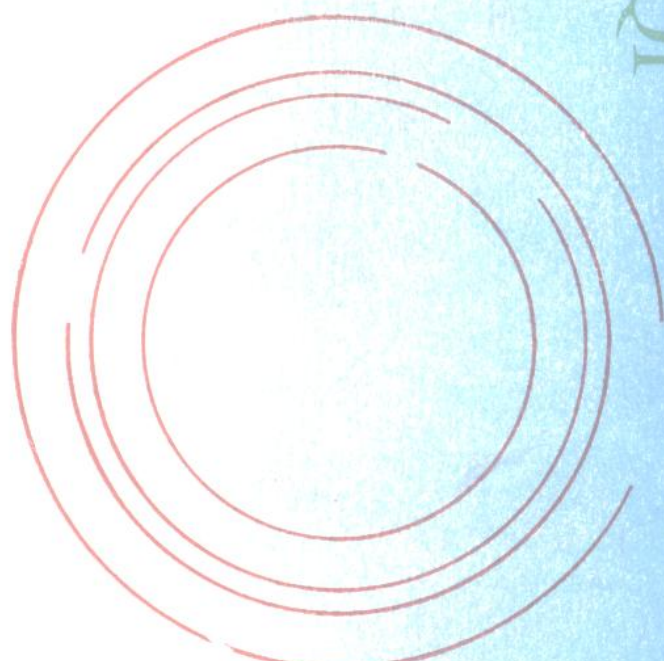
CHANGYONGDIANQISHEBEI

CHANGYONGDIANQI

天津科学技术出版社
常用电气设备

李德钜 编

常用电气设备



TM.64
L21

常用电气设备

李德钜 编

天津科学技术出版社

津新登字(90)143/最

责任编辑:丁文红

常用电气设备

李德钜 编

*

天津科学技术出版社出版

天津市张自忠路189号 邮编300020

河北省永清县第二印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 19 字数 461 000

1995年9月第1版

1995年9月第1次印刷

印数:1—3 500

ISBN 7-5308-1718-3

TB·22 定价:20.00元

内 容 提 要

本书重点介绍电力负荷分类和统计方法、电源容量的确定、电气主接线及常用高低压电气设备。本书注重理论联系实际,通俗易懂,实用性较强。全书共分五章,从发电厂的设计、建造所需电气设备到电气主接线、母线的安装及各种开关设备等,均为实际工程中所涉及的重点。本书还配备有大量例题。

本书可作为高等院校电气工程专业教材,也可作为发、供电部门、工矿企事业单位电气工程技术人员及初学者使用。

前 言

本书是根据部分高等院校电力工程专业教学大纲和实际工作需要编写的。目的是为了培养和提高电气工程技术水平提供实用的教材。在编写中,力求内容通俗易懂、阐述深入浅出、编排层次分明、计算方法实用。为了使用方便,本书还配有所需各种参数及适量例题。

全书共分五章。第一章发电厂、变电所及电力系统简介;第二章介绍负荷分类和统计方法及电源容量、台数的选择方法;第三章阐明主接线的确定原则,列述各种典型接线方案的优缺点,还较详细地阐述了低压电站实用的主接线和保证 I 级负荷不间断供电的自动切换方案,介绍了低压发电机并列运行的特殊问题——中线电源的限制;第四章介绍母线的选择,动、热稳定校验和安装方法;第五章介绍常用高、低压开关设备及其选择、校验方法,详细地阐述了国内外的灭弧理论和灭弧方法,并介绍了国内常用高低压开关电器的结构、原理、性能和调整、试验方法。为了提高运行维护能力,在附录中列举了常用开关电器的安装、调整、试验和维修方法及要求。书中还列有常用开关的主要性能参数,可兼做手册使用。

本书适用范围较广,可作为电力工程专业教材,也可作为发、供电部门、工矿企事业单位电气工程技术设计、施工、安装的参考书。

编 者

1994. 5.

目 录

第一章 发电厂、变电所及电力系统概述	(1)
§ 1-1 发电厂和变电所简介	(1)
§ 1-2 电力系统概述	(6)
§ 1-3 额定值	(9)
第二章 负荷计算	(13)
§ 2-1 用电设备的分类和性质	(13)
§ 2-2 负荷曲线	(15)
§ 2-3 负荷计算	(22)
第三章 电气主接线	(32)
§ 3-1 概述	(32)
§ 3-2 对主接线的基本要求	(35)
§ 3-3 单母线接线	(38)
§ 3-4 双母线接线	(41)
§ 3-5 发电厂的主接线	(47)
§ 3-6 降压变电所的主接线	(56)
§ 3-7 低压发电站的电气主接线	(62)
§ 3-8 主接线的技术经济比较	(71)
第四章 母线的选择及安装	(74)
§ 4-1 概述	(74)
§ 4-2 母线的选择	(75)
§ 4-3 在短路情况下母线稳定性的校验	(79)
§ 4-4 母线的加工和安装	(95)
第五章 开关设备	(109)
§ 5-1 断路器的一般问题	(109)
§ 5-2 断路器的接触连接	(114)
§ 5-3 电弧	(118)
§ 5-4 交流电弧的特性和熄灭的基本方法	(123)
§ 5-5 高压断路器的操作机构	(132)
§ 5-6 35kV 断路器	(143)
§ 5-7 10kV 断路器	(148)
§ 5-8 高压断路器的安装、调整、试验和检修	(155)
§ 5-9 隔离开关	(168)

§ 5-10 熔断器	(175)
§ 5-11 负荷开关	(186)
§ 5-12 高压开关电器的选择和校验	(189)
§ 5-13 刀开关	(195)
§ 5-14 组合开关	(203)
§ 5-15 接触器和起动器	(211)
§ 5-16 自动空气开关	(231)
§ 5-17 低压电器的选择和校验	(250)
附录一、关于粗同期时并车电抗器参数的计算	(267)
附录二、关于低压柴油发电机并联运行时的中线电流及其限制	(268)
附录三、载流导体间的电动力计算	(272)
附录四、35kV 油断路器的检修要求	(278)
附录五、10kV 油断路器的检修要求	(284)
附录六、高压断路器操作机构检修调试质量要求	(292)

第一章 发电厂、变电所及电力系统概述

§ 1-1 发电厂和变电所简介

一、发电厂和变电所的类型

发电厂是专门生产电的工厂。在不同类型的发电厂中,各种形式的能量(燃料的化学能、水能、风能、原子能等)被转换为电能,然后沿输电线路输送给各种不同负荷,以满足用户的需要。

发电厂根据所利用的能源不同而分为:火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂、地热发电厂等。

目前,电力系统中的发电厂主要是火力发电厂和水力发电厂。此外,原子能发电厂已在不少国家中逐渐兴建。至于风力、太阳能、地热等发电厂,因容量有限,至今在电力系统中所占比例甚小。

大型火力和水力发电厂常建于产煤基地、油田或水力资源丰富的地区。为把强大的电能送到远方的用户,并减少输电损耗,常在发电厂将电压经升压变压器升高,通过高压输电线路输送,在用户处设降压变压器,降压后供用户使用。

变电所按其用途可分为升压变电所、降压变电所和配电所;按其电压等级、供电范围可分为区域性变电所、地方变电所和用户变电所。

二、火力发电厂

在火力发电厂中主要用以发电的原料是煤、石油和天然气。煤,特别是优质煤是工业的重要原料,从燃料的经济利用出发,应尽量利用低质煤发电,同时还应大力开展燃煤的综合利用。根据热力原动机种类的不同,火力发电厂可分为:

1. 汽轮机发电厂

汽轮机发电厂又分为凝汽式和兼供热式(即热电厂)两种。

(1)凝汽式发电厂 燃烧煤粉的凝汽式发电厂的生产过程见图 1-1-1。块状煤从煤场经碎煤机压成碎块。碎煤运入磨煤机(球磨机)磨成煤粉并烘干。从磨煤机中出来的煤粉由风

所供给的空气沿管子运送到锅炉旁边的煤粉库。从煤粉库出来的煤粉由给粉器运送,并由鼓风机所供给的空气流经过喷雾器吹入锅炉的炉膛内。这些空气是煤粉燃烧所必需的,它预先还经过空气预热器,由锅炉排气加热,这样,既利用了排气的余热,又改善了煤粉的燃烧过程,增加了炉膛内的温度。燃烧后的烟气,经过空气预热器,由排风机送入烟囱排出。

进入锅炉的给水在进炉之前,先经过给水预热器,由汽轮机中间分段抽出来的蒸汽加热。

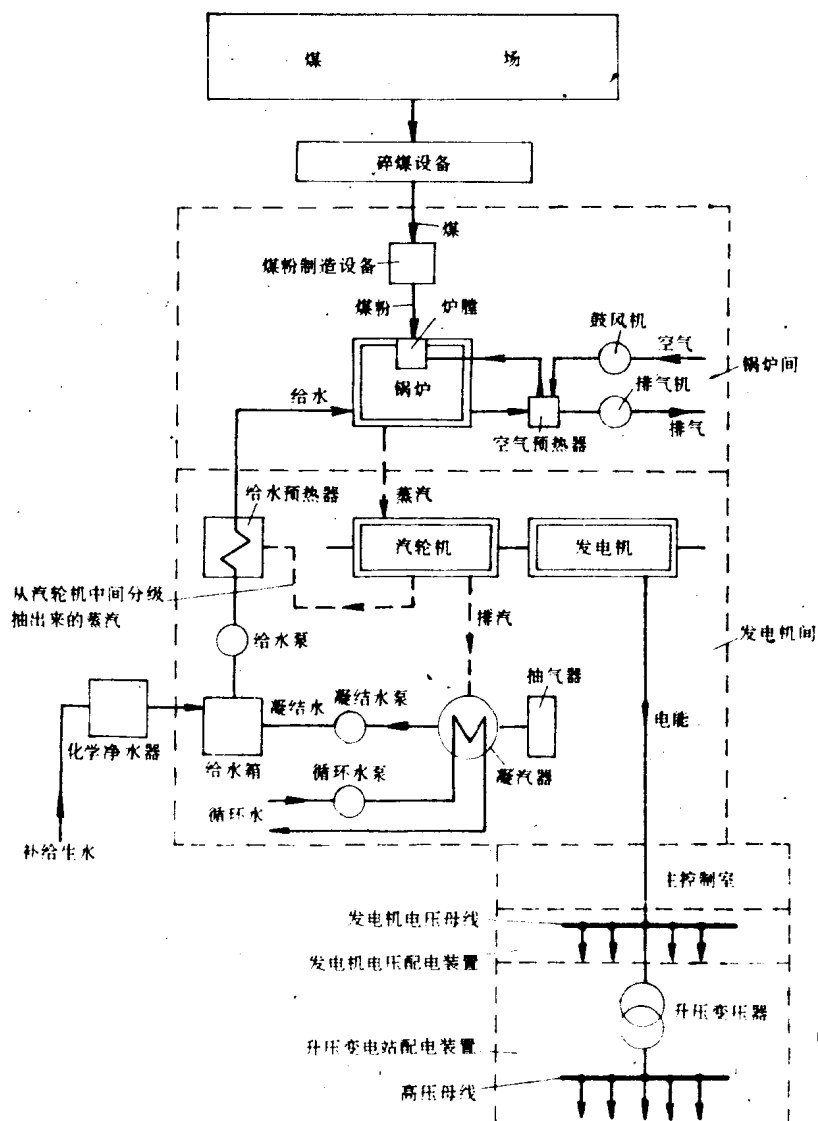


图 1-1-1 烧煤粉的凝汽式发电厂的生产过程简图

给水加热到 $150\sim 170^{\circ}\text{C}$ (具体视锅炉中的汽压而定), 使产生蒸汽所用的燃料减小。利用汽轮机中部分工作过的蒸汽给水加热, 能提高发电厂的效率。

在锅炉中产生的高温高压蒸气(如中压蒸气为 $4\times 10^6\text{Pa}$ 和 450°C , 高压蒸气大于 10^7Pa 和 500°C) 沿蒸汽管道进入汽轮机, 驱动汽轮机旋转。汽轮机的轴与发电机的轴相连, 从而带动发电机发电。

蒸汽在汽轮机内经过许多分级, 产生机械功, 其压力和温度逐渐减小。从汽轮机中最末一个分级出来的排气进入凝汽器, 在循环水的冷却作用下, 排气凝结。凝结水由凝结水泵压入给水箱, 再由给水泵送入锅炉。因此, 在汽轮机中, 锅炉给水、蒸汽和凝结水是不循环的。锅炉给水必须是经过化学处理的软水。当然, 在上述闭式循环中, 锅炉给水总会有一些损耗, 因而还

要补充一些经化学处理的洁净水。

发电机发出的电能送到发电机电压汇流母线上,分配给发电厂本身和电厂附近用户,多余的电能经升压变压器升高电压,通过高压输电线路送到电力系统或远方用户。

主控制室是监视、调度和集中控制整个发电厂运行状态的。

显然,凝汽式发电厂适宜于建在燃料产地、交通方便并临近水源的地方。凝汽式发电厂的总效率在采用高温高压蒸汽锅炉时能达 30%~40%。

(2)热电厂 某些部门(如化工、纺织、造纸等)在生产产品时,不仅需要消耗电能,而且也要消耗热能,此外,城市公用事业和居民取暖也需消耗热能。为了提高燃料利用率和提高凝汽式火电厂的效率,往往在用户附近修建热电厂。这种电厂不仅对用户供给电能,也供给热能。现代热电厂在供用户两种能量(电能和热能)后,最高可使总效率超过 60%。

图 1-1-2 为烧煤粉的热电厂的生产过程图。与凝汽式发电厂不同的是,蒸汽经过汽轮机的一部分分级、膨胀做功后,将一部分蒸汽从汽轮机的几个分级中抽出来,供给热力用户;一部分直接供给生产用的热力蒸汽;另一部分通过给水加热器生产供暖气和生产用的热水。

热电厂通常都建在用户附近,并主要用发电机电压(6~10kV)配电。为了送电给远方用户及与电网相连,热电厂中通常也有升压变电设备。

2. 内燃机发电厂

内燃机发电厂一般是为了供给建筑施工、地质勘探、农业、林业等用户用电。它的容量较小,通常为几百千瓦,大的为几千千瓦,多建在用户不可能由大型区域电厂供电地区,如矿山。对重要工程,它可作为地方电源破坏后投入的备用电站。

最常见的内燃机发电厂以柴油机作为原动机。此外,还有采用燃气轮机作为原动机的发电厂。燃气轮机是一种新型热力发动机,在国外,燃气轮机已广泛用于交通运输部门,在电力工业部门也开始采用。燃气轮机可以用重油作为燃料。这种发电机的特点是:结构紧凑、效率高、起动迅速、运行人员少等。但由于燃气轮机造价高,其发展也就受到一定限制。燃气轮机发电厂承担系统的尖峰负荷。因系统峰荷时运行时间不长,故经济性问题不突出。此外,由于燃气轮机起动迅速,可担任系统的事故及检修时的备用电源。

3. 磁流体发电

磁流体发电是 20 世纪 50 年代末出现的一种新型发电方式。它发电的原理如图 1-1-3 所示,是利用高温导电流体高速通过强磁场,切割磁力线,在电磁力的作用下正、负电荷在垂直于磁力线方向上定向运动;如果在此发电通道的两侧安置电极,与负载接通,气流中电荷的定向运动就形成了电流,这就是磁流体发电。

磁流体发电的导电流体可以是导电气体,也可以是导电液体,如水银、液态金属等。关键是要能导电,而且要求导电性能越高越好。在常温下,气体一般是不导电的,只有当温度达 6000℃ 以上时,才能导电。这时气体所有的原子都失掉了电子而成为自由电子和正离子组成的完全电离的等离子体。但是,将气体加热到 6000℃ 以上,以一般燃烧的方法是无法达到的;同时,现有的高温材料也是难以承受的。我们想办法使气体在不太高的燃烧温度下(不超过 3000℃)也具有一定的电导率。为了解决这个矛盾,把一些电离电位较低的碱金属元素,如铯、铷、钾、钠等加到高温燃气中去,这种物质称为“添加剂”或“种子”。由于这种碱金属元素的原子外层电子脱离原子核的引力所需的能量较小,在不很高的燃烧温度下就能电离,使燃气具有磁流体发电所需要的电导率(数值在 10~100Ω/m 范围内)。虽然这数值仅及铜电导率的十万分

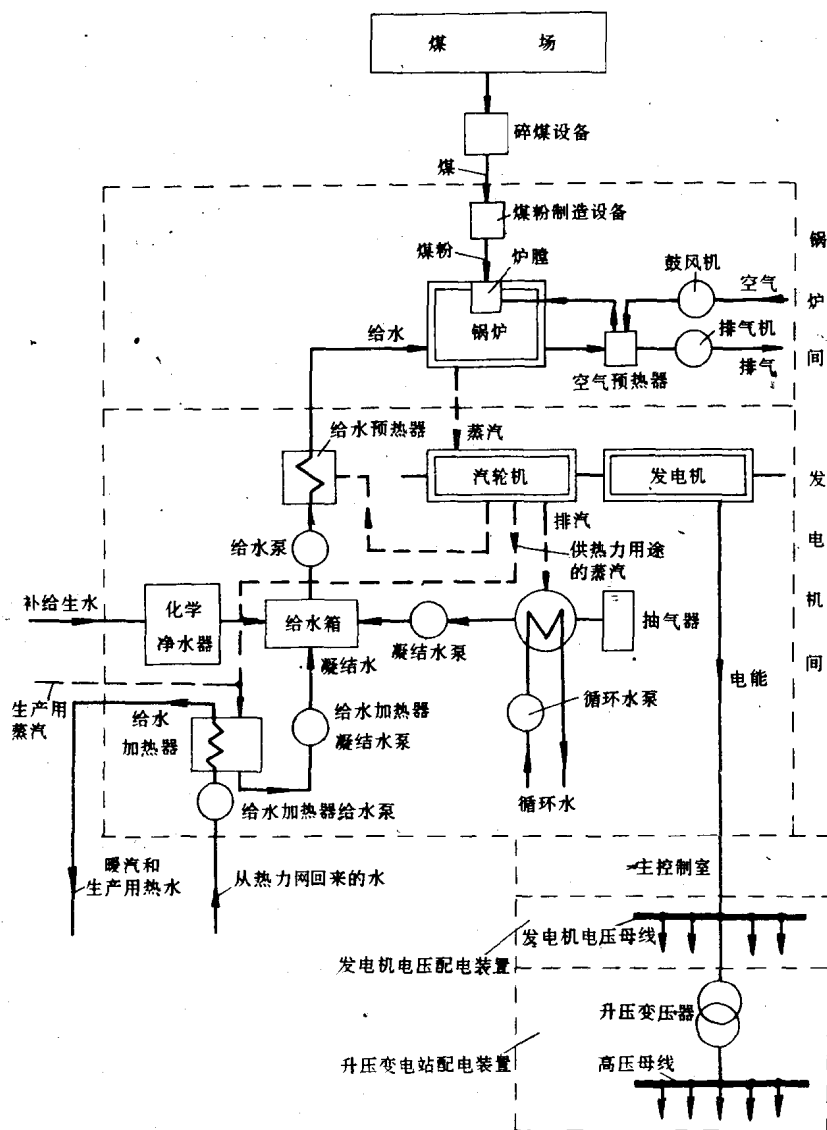


图 1-1-2 烧煤粉的热电厂的生产过程简图

之一到百万分之一,但对磁流体发电来讲,已是相当可观的了。

磁流体发电厂中,从发电通道排出的导电气流仍有很高的温度和能量,还可加以利用,因此,可以将磁流体发电作为火力发电站的前置装置,也就是说将磁流体发电的排气余热去加热给水,产生蒸汽,再由蒸汽驱动汽轮发电机组进行再次发电,而组成了磁流体-蒸汽动力联合发电。这样,电站的热效率可由 30%~40% 提高到 50%~60%。图 1-1-4 为磁流体-蒸汽动力联合发电的简单系统图。

磁流体发电是直接将热能转换成电能的,中间省略了机械能的转换过程,起动非常迅速,能在几秒钟内达到额定负荷(一般火力发电设备的起动时间需要若干个小时)。磁流体发电机的另一突出优点是其主要组成部件都是静止的,它不需要机械强度和加工精度很高的旋转机

械,也没有结构庞大的锅炉、辅助机械等设备。此外,碱金属添加剂极易和燃气中的硫生成硫化物,这就使排气中的硫含量大大减少,减少了污染。对燃烧过程中产生的一氧化氮,也可以通过一定的化学处理手段,使其浓缩,用于制造农用氮肥。

目前,磁流体发电仍处在试验阶段,还有许多问题需要继续研究(如高温耐火材料,强磁体,磁流体排气余热锅炉,逆变装置及添加剂回收装置等都有待进一步改进提高)。

三、水力发电厂

水电厂靠水力推动水轮机带动发电机发电。水电厂的容量与水头、流量或水库容积大小等有关。根据水力枢纽布置的不同,水电厂又可分为挡河坝式、引水道式、混合式及地下式等。水电厂的建设,一般不仅为了发电,而且还要满足其他综合利用水利事业(如防洪、灌溉、航运和渔业等)的要求,这种综合利用的水电厂在整个国民经济中所起的作用是很大的。

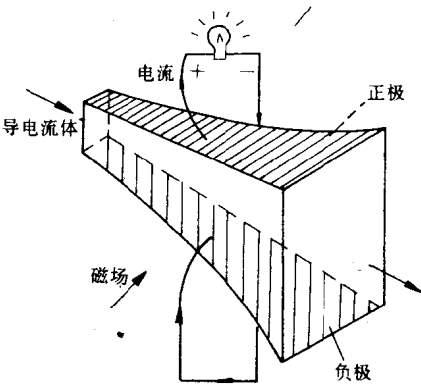


图 1-1-3 磁流体发电原理图

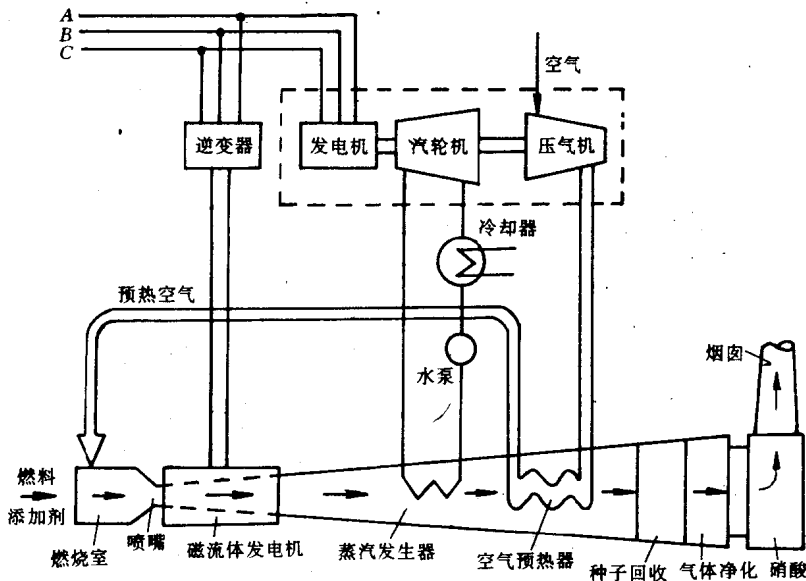


图 1-1-4 磁流体-蒸汽动力联合发电系统图

与火电厂相比,水电厂的生产过程较为简单,易于实现全盘自动化,检修工作量也较少,因此,所需运行人员较火电厂少得多。水电厂在运行中不消耗燃料,没有污染,运行费用也较火电厂少得多。但水电厂的造价较高,建设周期也较长。我国有丰富的水力资源,地形地质条件也较好,建设水电厂的条件极为优越。

由于水轮发电机组起动迅速,运转灵活,宜担任系统的尖峰负荷,也可作系统的事故备用。利用潮汐能发电的潮汐发电厂,也是水力发电厂中的一种。但目前一般容量有限,仍处在

试验研究阶段。

四、原子能发电厂

图 1-1-5 表示原子能发电厂生产过程的简况。

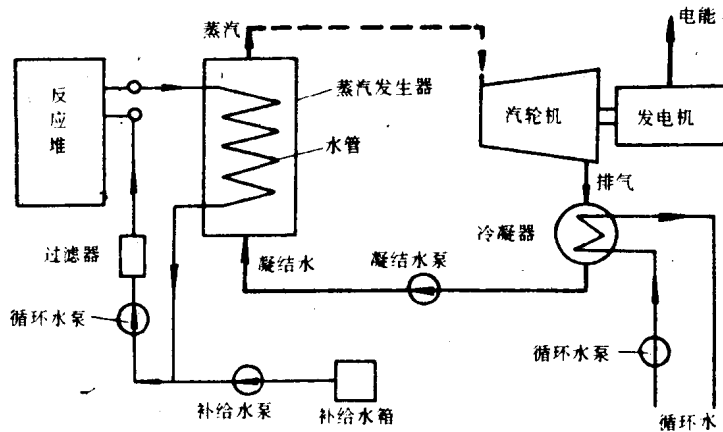


图 1-1-5 原子能发电厂生产过程简图

原子能发电厂与一般的火电厂在基本原理上是一致的，所不同的是在原子能发电厂中用原子核反应堆和蒸汽发生器代替了一般火电厂中的锅炉设备。原子能发电厂中的发电设备仍然是普通的汽轮发电机组。原子能发电厂的能源是原子核反应堆。在反应堆内，铀 U^{235} 在慢中子的撞击下(用石墨作为减速剂)，产生链式反应而使原子核分裂。原子核在分裂过程中产生了巨大的能量。

从图 1-1-5 中可以看出，在原子能发电厂中水的循环有两个独立回路。第一个回路由反应堆、蒸汽发生器内的水管和循环水泵所组成。在循环水泵的作用下，回路内不断循环着压力为 10^7Pa 而容积不变的蒸馏水。水经过反应堆被加热到 270°C ，然后进入蒸汽发生器。在蒸汽发生器内水将热能传给第二回路的蒸汽。过滤器是为了防止偶然的固体杂质落到反应堆内而装设的。水箱和水泵则是为了补充和更换第一回路内的水而装设的。第二回路由蒸汽发生器、汽轮机、凝汽器和给水泵所组成。在蒸汽发生器内产生了 $1.25 \times 10^6\text{Pa}$ 、 260°C 的蒸汽，随后蒸汽进入汽轮机做功。作完功的蒸汽再进入凝汽器。在凝汽器内蒸汽被由循环水泵所供给的循环水所冷却而凝结，最后由给水泵将凝汽器内的凝结水打回蒸汽发生器。

原子能发电厂所需要的原料极少。例如：一个 5000kW 的原子能发电厂在一昼夜间仅消耗 30 克铀；而与它同容量的凝汽式火电厂却要消耗 100~110 吨煤。

原子能发电厂可以建造为凝汽式的也可以建为兼供热式的。

§ 1-2 电力系统概述

一、电力网、电力系统和动力系统

为了提高供电的可靠性和经济性，目前普遍将许多发电厂用电力网连接起来并联工作。这些由发电机、配电装置、升压和降压变电所、电力线路及用户所组成的统一整体，称为电力系

统。所谓配电装置,就是用来接受和分配电能的电气装置,其中包括开关设备、保护电器、测量仪器、联接母线和其他辅助设备。

电力系统再加上发电厂的动力部分(火电厂的热力设备和水电厂的水力设备)和热能用户,称为动力系统。

电力系统中由各级电压的输配电线路和变电所组成的部分称为电力网。

二、电力系统简介

图 1-2-1 是一个电力系统的原理接线图。这个系统包括一个水电厂 A,一个热电厂 C,两个火电厂 D 和 E,以及一个小型地方火电厂 H。

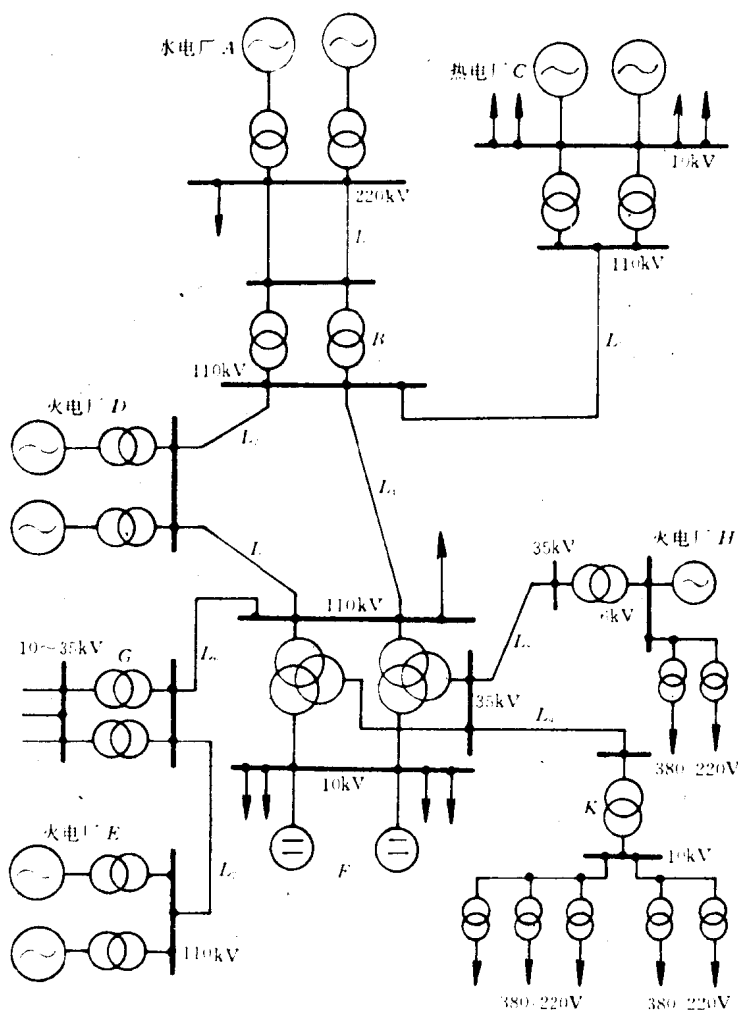


图 1-2-1 电力系统原理接线图

图中,水电厂 A 为建设在遥远地区的大型区域性发电厂,大量电能升压到 220kV 以后,利用双回高压输电线 L_1 送到大型区域性变电所 B,经降压与 110kV 系统相连;火电厂 D 直接接入 110kV 系统;火电厂 E 则由输电线路 L_6 和 L_7 经过变电所 G 和 F 的母线接到 110kV 系统。

110kV 系统由变电所 B、火电厂 D 和变电所 F 通过 110kV 的输电线路 L_2 、 L_3 和 L_4 构成

环形网络。环形网络的优点是便于各电源之间的电能互相支援,互为备用,而且任一输电线路发生故障断接时,不会破坏系统各主要元件间的联结。

热电厂 C 建在工业区附近,除发电外还向附近工矿企业供热。热电厂 C 多余的电能通过升压变压器送入系统。另外,当热电厂的发电机组检修电能不足时,也可以通过变压器从系统得到补充。如图中热电厂通过输电线路 L_5 经过变电所 B 的 110kV 母线与系统联络。要说明的是热电厂与系统联接的电压不一定是 110kV ,这与热电厂在系统中的位置、热电厂与系统间的传输功率大小和热电厂到最近的区域性变电所距离等有关,可以是 220 、 110 或 35kV 。

变电所 F 为一区域性变电所,具有三种电压等级,设有两台三绕组变压器。 110kV 电压用于与系统联络及馈电给远方用户; 35kV 电压用于馈电给较远距离的用户; 10kV 电压用于给变电所附近地区的供电。变电所 F 的 10kV 母线上装有两台调相机,用以供给本地地区的无功负荷,从而可以减少从发电厂 A 、 C 、 D 和 E 等送来的无功功率,以利减少线路损耗。

小型地方发电厂 H ,主要向附近 6kV 网络供电,同时经过升压变压器和线路 L_6 与 35kV 系统联接。

35kV 以下的线路图中仅画出一部分。 35kV 线路 L_7 送电至地方变电所 K ,将电压降至 10kV (或 6kV),然后以 10kV (或 6kV) 配电线路供给各用户。各用户经过降压变压器,将电压降为: $380/220\text{V}$,供各工矿企业及住宅等用电。

三、建立电力系统的优越性

各发电厂和变电所互相联络,建立统一的电力系统有很多优点:

第一、可以大大提高供电的可靠性。因为当一个发电厂发生故障时,它所带的负荷可以分配给其它发电厂。

第二、可以充分利用动力资源和充分发挥各类电厂的作用。例如,夏季是丰水期而用户用电较少,可由水电厂担任系统的基本负荷;冬季是枯水期,而用户用电较多,水电厂则担任系统的尖峰负荷,这样,既减少了火电厂的煤耗又提高了系统运行的经济性。同样,热电厂也只有并入系统才能实现经济运行。

第三、可以减少备用容量。例如,单独工作(孤立运行)的发电厂,为了代替损坏或检修机组的工作,必须装备用机组,建立系统后,就不必在每个发电厂中都装备用机组,只需要系统中有总的备用机组(或容量),这样也减少了设备的投资。

构成电力系统后也会带来缺点,主要是短路电流增大,同时也使继电保护复杂,不过,通过一定的措施,这些缺点并不难克服。

四、对电力系统运行的基本要求

电力系统的运行必须满足下列基本要求:

1. 保证完成国家的生产计划(发电量和热能供应),满足预定的最大负荷。
2. 保证供电的可靠性。
3. 保证电能的质量。即保证电力系统母线的频率和电压在规定的容许变动范围内(频率波动不得超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 、电压波动不得超过 $\pm 5\%$)。
4. 保证运行的经济性。
5. 保证运行人员和设备的安全。

电力系统是一个有机整体,系统中任何一个环节的运行情况发生改变或故障时,都会影响到整个系统的正常工作,因此,必须设置统一的调度机构掌握电力系统的合理运行,以保证完成上述基本要求。

§ 1-3 额 定 值

一、额定电压

发电机、变压器和用电设备的额定电压,是按其长期正常工作时具有最佳综合经济效益所规定的电压。从电气设备的制造、批量生产的可能性看,希望电压等级尽可能少些。从输电和配电的角度来看,因不同的容量和不同的输电距离有不同的电压,所以从输电线的经济性来说,最好电压等级定得多些,以便适应任一种负荷情况。但从整个电力系统来看,电压等级过多,不但使系统中设备的通用性降低,增加备用设备,而且增加了网络互相联系的困难和维护管理工作的复杂性。因此,应综合考虑各方面的因素,确定一定数量的额定电压等级。我国根据国民经济发展的需要、技术经济的合理性以及电机电器制造工业的水平等因素,综合权衡以后,规定的额定电压等级如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 额定电压等级表(kV)

电力网和用电设备的额定电压		发电机的额定电压		变压器的额定电压	
直 流	交 流	直 流	交 流	原 边	副 边
0.11		0.115			
0.22	0.22	0.23	0.23	0.22	0.23
	0.38		0.4	0.38	0.4
0.44		0.46			
	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	13.8*	
	(15)		15.75	15.75*	
			18	18*	
	(20)				
	35			35	38.5
	60			60	66
	110			110	121
	220			220	242
	330			330	363
	500			500	550

注:标“*”号电压用于接在发电机电压的变压器。

因电力网在运行中各点的(特别是两端的)实际电压不同,接在电力网不同部位的各元件(发电机、变压器和用电设备等)所承受的电压也不同。但为得到较好的综合经济效益,各种电

气设备均应运行在其额定电压附近。为此,在同一电压等级中,各个元件(发电机、变压器、电力网和用电设备)的额定电压数值也取得不同,以便相互配合。

二、电力网及用电设备的额定电压

我们先简单分析一下电力网中的电压变化情况,如图 1-3-1 所示。

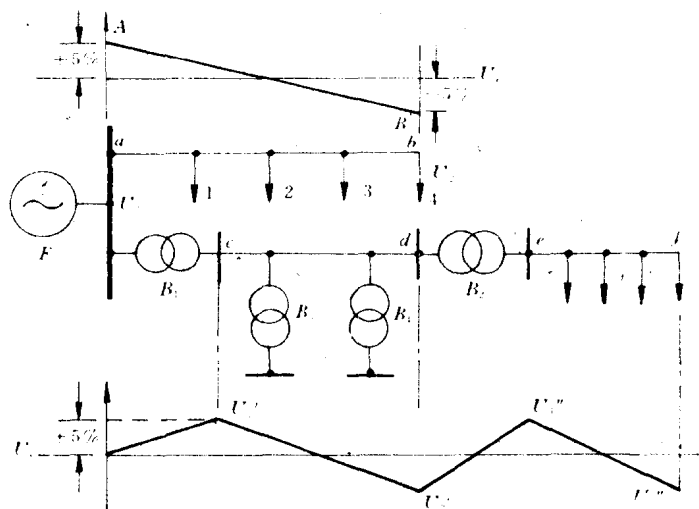


图 1-3-1 电力网中电压的变化

设供电给电力网的发电机 F 是在电压 U_1 下运行的。对于电力网 ab 部分,由于线路中有电压损耗,负荷 1~4 将承受不同的电压,线路始端电压 U_1 大于末端电压 U_2 。如果负荷分布均匀,则线路上的电压变化大致如斜直线 AB 所示。用电设备最理想的工作电压是额定电压。但是,用电设备的生产必须标准化,设备的额定电压不可能按上述斜直线上的变化的电压来制造,而且,电力网中各点电压将随负荷或运行方式的改变而变化,也不可能是恒定不变的。所以,用电设备的额定电压,只能力求接近于实际的工作电压。为了使所有用电设备的实际端电压与它的额定电压之差最小,显然,应该采取一个中间值。通常,采用该线路的始端电压和末端电压的算术平均值,即: $U_e = \frac{1}{2}(U_1 + U_2)$ 来作为用电设备的额定电压。这个电压也就是电力网的额定电压。故用电设备的额定电压等于电力网的额定电压。

一般用电设备的实际运行电压与其额定电压允许有 $\pm 5\%$ 的电压偏移,而电力网在设计时一般使电压损耗控制在 10% 左右,通常线路始端的电压高于额定电压约 5% ,即始端电压为额定值的 105% ,那么末端电压则不低于额定值的 95% ,从而保证用电设备的工作电压偏移不超过允许的范围($\pm 5\%$)。

我国用电设备和电力网的额定电压有: 0.22 、 0.38 、 (3) 、 6 、 10 、 35 、 (60) 、 110 、 220 、 330 、 500kV 等。

一般对城市和大工业企业等的供电,采用 6kV 、 10kV 或 35kV 网络。 110 、 220 、 330 和 500kV 等用于远距离输电。大功率电动机的额定电压采用 3kV 或 6kV 、 10kV 电压一般用于供电给 $1600 \sim 6300\text{kW}$ 的电动机,小功率电动机的额定电压用 380V 和 220V 。照明采用 $380/220\text{V}$ 三相四线制网络。电压为 110V 和 220V 直流网络,广泛用于发电厂和大、中型变电所中,