

中等专业学校教材

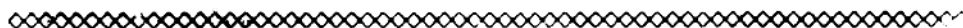


电 力 网

浙江水利水电学校 王以礼 主编



中等专业学校教材



电 力 网

浙江水利水电学校 王以礼 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书主要介绍35~110kV电力网电能输送和分配的基本知识。

全书共分10章,分别为:电力网和电力系统的基本概念,电力线路的基本结构,电气元件参数计算和等值电路,开式电力网的功率分布和电压计算,闭式电力网的功率分布和电压计算,电力网电能损耗和技术经济计算,电力网导线截面的选择,电力系统有功功率平衡及频率调整,电力系统无功功率平衡及电压调整及农村电力网规划等。

本书系水电类中等专业学校“水电站电力设备”专业教材,但也可供从事电力网运行、设计和管理等方面的专业工程技术人员参考。

中等专业学校教材

电 力 网

浙江水利水电学校 王以礼 主编

*

水利电力出版社出版

(北京 原河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 14.25印张 321千字

1992年6月第一版 1995年5月北京第二次印刷

印数09581—17620册

ISBN 7-120-01540-0/TM·417

定价 3.10 元

前 言

本书是根据1987年10月在广州市召开的水利部中等专业学校“水电站电力设备”专业教研会上通过的电力网课程教学大纲以及1988年10月在福建永安和1989年3月在杭州召开的会议上制订的电力网教材编写大纲编写而成。

全书共十章。浙江省水利水电学校王以礼编写第一、三、四、五章并任全书主编。福建省水利水电学校余光华编写第二、六、七章。四川省水利水电学校徐明清编写第八、九、十章。

本书承广东省水利水电学校潘家楠主审，在此表示深切感谢。

限于编者水平，错谬不当之处在所难免。恳请广大师生和读者批评指正。

编 者
1989.10.

目 录

前言

第一章 电力网和电力系统的基本概念	1
第一节 概述	1
第二节 电力系统发展概况	1
第三节 电功率的传输	2
第四节 动力系统及电力系统和电力网	7
第五节 电力系统的特点及对电力系统的基本要求	9
第六节 电力网的额定电压和各电压等级电力网的供电范围	13
第七节 电力网的接线方式	15
习题	17
第二章 电力线路的基本结构	18
第一节 概述	18
第二节 导线和避雷线	19
第三节 杆塔	22
第四节 导线在杆塔上的位置	24
第五节 绝缘子和金具	26
第六节 电缆线路	29
习题	30
第三章 电气元件参数和等值电路	31
第一节 电力架空线路的电气参数	31
第二节 电力架空线路的等值电路	37
第三节 电力变压器的等值电路及参数	40
习题	49
第四章 开式电力网的功率分布和电压计算	50
第一节 基本概念	50
第二节 电力网环节的功率平衡和电压计算	56
第三节 开式区域电力网的功率平衡和电压计算	62
第四节 开式地方电力网的功率平衡和电压计算	71
习题	76
第五章 闭式电力网的功率分布和电压计算	79
第一节 两端供电电力网的功率分布	79
第二节 多级电压闭式电力网的功率分布	87
第三节 闭式区域电力网的功率分布和电压计算	89
第四节 闭式地方电力网的功率分布和电压计算	96

第五节 复杂闭式电力网的功率分布	98
第六节 利用电子数字计算机进行电力网潮流计算	109
习题	128
第六章 电力网电能损耗和技术经济计算	131
第一节 概述	131
第二节 负荷曲线	132
第三节 用均方根电流法计算电力网电能损耗	135
第四节 用最大功率损耗时间计算电力网电能损耗	144
第五节 降低电力网电能损耗的措施	148
第六节 电力网的技术经济计算	154
习题	158
第七章 电力网导线截面的选择	159
第一节 按机械强度的要求导线最小允许截面	159
第二节 按发热条件的要求导线最小允许截面	159
第三节 按电晕损耗条件的要求导线最小允许截面	160
第四节 按经济电流密度选择导线截面	161
第五节 按允许电压损耗选择导线截面	162
第六节 简单闭式电力网导线截面的选择及导线截面选择方法综述	164
习题	167
第八章 电力系统有功功率平衡及频率调整	169
第一节 概述	169
第二节 负荷的频率静特性和发电机组的频率静特性	170
第三节 电力系统的频率调整	173
习题	174
第九章 电力系统无功功率平衡及电压调整	175
第一节 概述	175
第二节 电力系统的无功电源及无功功率平衡	177
第三节 用电设备的允许电压偏移及电压中枢点的调压方式	183
第四节 改变发电机端电压进行调压	184
第五节 改变变压器分接头进行调压	186
第六节 利用有载调压变压器调压	190
第七节 改变电力网的无功功率分布进行调压	191
第八节 改变电力网参数进行调压	194
第九节 各种调压措施比较	197
习题	199
第十章 农村电力网规划	201
第一节 概述	201
第二节 农村电力负荷及计算	202
第三节 农村电力网电压等级的选择及电力网的接线方式	209
第四节 农村变电所的合理布局和电气设备选择	211

第五节 无功功率平衡及无功功率补偿方案的确定	212
第六节 农村电力网规划方案的技术经济比较	213
第七节 农村电力网规划文件的编制	214
习题	215
附录 架空电力线路电抗和电纳计算公式推导	216
参考书目	221

第一章 电力网和电力系统的基本概念

第一节 概 述

现代化工业、农业、科学技术和国防及人民生活都与电力密切相关。为此，必须加强电力工业的建设，及适应国民经济不断增长的需要。

我国具有极其丰富的一次能源。水能资源的蕴藏量约为 6.8 亿 kW（其中可开发利用的约为 3.7 亿 kW），居世界首位；煤的蕴藏量居世界第二位；石油的产量为世界第七位；其它能源如潮汐能、风能、地热能、核能和太阳能都很丰富。这为我国电力工业的发展提供了良好的物质基础。

我国电力工业的发展方针是：①尽可能地多开发水电；②大力发展火电；③适当发展核电；④大力发展电网；⑤开发多种发电能源。

从世界各国经济发展的经验来看，国民经济每增长 1%，电力工业需增长 1.3%~1.5%。因此，工业发达国家几乎每 7~10 年（个别 5~6 年）发电装机容量就增加一倍。我国电力工业与发达国家相比仍有很大差距，每人年平均用电量仅为 400~500 kWh，在世界上 180 多个国家中处于第 112 位，单位电能的工农业产量还落后于先进国家，输电的电压等级和距离、系统容量及先进的技术等方面均落后于世界先进国家。因此，我们应充分利用我国丰富的能源资源，加速电力工业的建设，以适应全面开创社会主义现代化建设新局面的需要。

第二节 电力系统发展简况

1831 年法拉第发现电磁感应定律后，出现了交流发电机、直流发电机和直流电动机及输电。但当时输送的只是 100~400 V 的低压直流电，输送的距离很短，仅作照明用电。

1882 年第一次出现输电线路。法国科学家德普勒将 1500~2000 V 直流电从密斯巴噶水电站送到慕尼黑，距离为 57 km，输送功率约 2 kW。1883 年又出现了 6000 V、112 km、200 kW 的高压直流输电试验。随着输送功率和距离的增加，要求送电的电压不断提高，直流发电机和电动机遇到换向和绝缘的困难，促使人们注意交流电的应用。1885 年在制成单相变压器的基础上，实现了单相交流输电。1891 年在制成三相异步电动机、和三相变压器的基础上又实现了三相交流输电。

1891 年实现了 175 km、200 kW、15 kV 的三相交流输电。这一成就为现代化电力工业奠定了技术基础。三相交流制的优越性很快显示出来了，直流制很快被交流制代替，随着交流电力系统的不断扩大，系统中同步发电机并列运行的稳定性问题日益严重，交流电缆的输送容量又受到充电电流的限制。1960 年初可控硅换流技术出现以后，高压直流输电技

术得到进一步发展。目前,世界上最高线路电压已达1200kV,并继续向1500~2500kV发展,最远输送距离已超过1000km,最大系统容量已达2亿kW。直流输电电压已超过±500kV,输送距离为1450km,输送功率为192万kW。

我国从1882年上海建立第一个发电厂到1949年新中国成立,六十余年间电力工业发展非常缓慢。1949年全国发电设备总容量仅185万kW,年发电量仅43亿kWh,只东北地区有两个电力系统,总容量为72万kW。1957年第一个五年计划完成时,发电设备总容量增加至464万kW。1962年第二个五年计划完成时,又增加至1300万kW。1978年底,发电设备总容量为5211kW,年发电量为2565.5亿kWh。1987年底,发电设备总容量已达1亿kW,为1949年的54倍多,年发电量为4960亿kWh,为解放前的115倍多,居世界第六位。500kV的超高压输电线路总长5640km,其中已有2700km长的线路投入运行。目前,各省都有自己的电网,而且已经形成了跨省的大区域电力系统。高效率大容量30万kW水轮发电机组和60万kW汽轮发电机组已投入系统运行。电力系统调度已广泛采用电子计算机等先进技术。

我国的水利资源不但蕴藏量居世界之首,而且资源分布十分广泛,遍布全国各条河川,可供开发利用的中小型水电资源达7000万kW,为我国小水电事业的发展奠定了物质基础。解放前,我国仅兴建了26座总容量仅为2000kW的小型水电站,建国后小型水电站有很大发展。据1981年底统计,全国已兴建了85415座小型水电站,总的装机容量为757万kW,为1949年总装机容量的4倍多,年发电量为144亿kWh,为1949年发电量的3.3倍多,而且接入国家电力网的有3802座,容量占小水电总容量的26.4%,接入地方电力网的有3913座,容量为小水电总容量的35.6%。全国2277个县已有2/3的县办起了小水电,1/3县的能源主要来自小水电。许多县已建成了以小水电为主的地方电力网,为农村电气化奠定了基础。我国的小水电事业举世瞩目,处世界的领先地位。1983年初拟出100个县建成电气化县,它们的小水电资源都很丰富,将建成以小水电为主的地方电力网,为建设具有中国特色的电气化县提供物质保证。

第三节 电 功 率 的 传 输

一、两个网络间电功率的传输

在图1-1中,从网络A向网络B传输的电功率可以表示如下



$$p=ui$$

式中 u 、 i 为电压、电流的瞬时值。

提高电压 u 和增大电流 i 可增大两个网络间的传输功率 P , 但提高电压 u 将受到设备和线路的绝缘水平的限制; 增大电流 i 将受到导线所允许的最大电流密度 J_{max} 的限制。

图 1-1 两个网络间的功率传输

二、电功率传输的不同方案比较

电功率的传输可以采用不同的方案: ①两线直流; ②三线直流; ③交流单相两线; ④

交流单相三线；⑤交流两相三线及⑥交流三相四线等。下面对这几种方案进行比较，虽然图1-1中传输线只画了两条线，实际上也并不限于两条线，但所有方案所使用的导线材料应相同，且使用导线的总截面 s 应相等，各导线对地的电压不应超过其绝缘所允许的电压值。

方案①，两线直流如图1-2(a)所示，总的导线截面为 s ，每条导线的截面为 $\frac{s}{2}$ ，而线间电压为 u_0 ，则方案①传输的功率为 p ，

$$p_s = i u_s = \frac{1}{2} s J_{\max} u_0 = \frac{1}{2} p_s$$

式中 $p_s = s J_{\max} u_s$ ——导线的最大输送容量；

$J_{\max}$ ——导线的最大电流密度。

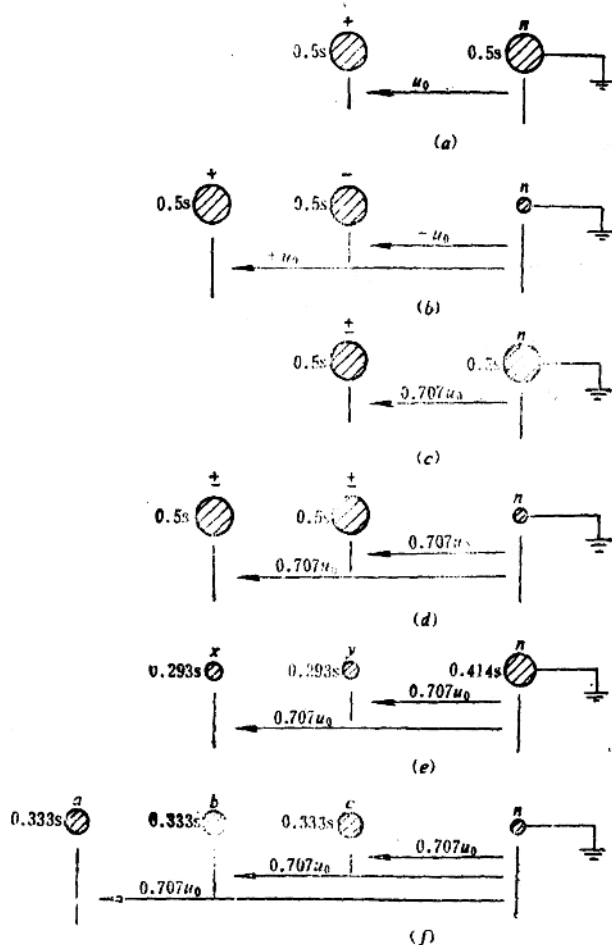


图 1-2 六种输电方案

(a)两线直流；(b)三线直流；(c)交流单相两线；(d)交流单相三线；
(e)交流两相三线；(f)交流三相四线

方案①输送的功率是导线最大输送容量的一半，其功率波形为恒定直流，如图1-3中直线 a' 所示。

方案②，三线直流如图1-2(b)所示，每条导线的截面仍为 $\frac{s}{2}$ ，正极对中性线的电压为 u_0 ，负极对中性线的电压为 $-u_0$ ，则传输功率为 p_0 。

$$p_0 = iu = \frac{1}{2}(sJ_{\max})[u_0 - (-u_0)] = 2\left(\frac{1}{2}sJ_{\max}\right)u_0 = p_0$$

显然方案②的传输容量较方案①的增大了一倍，达到导线最大输送容量值。早期的220V、110V直流系统曾采用这种方案，其功率波形为恒定直流，如图1-3中直线 b' 所示。

方案③，交流单相两线，如图1-2(c)所示，设正弦电压和电流表示为

$$u = U_m \cos \omega t$$

$$i = I_m \cos \omega t$$

则瞬时功率为

$$p_c = ui = U_m I_m \cos^2 \omega t = \frac{U_m I_m}{2} (1 + \cos 2\omega t)$$

而平均功率为

$$P_{p1} = \frac{U_m I_m}{2} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} = UI$$

式中 U 、 I 分别为电压、电流有效值。

如图1-2(c)所示，导线中所流过的最大电流可表达为 $I = 0.5sJ_{\max}$ 。

为了简单起见，设导线中的电流分布是均匀的。导线间绝缘所允许的最大电压 U_0 等于正弦电压的最大值 U_m ，而

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

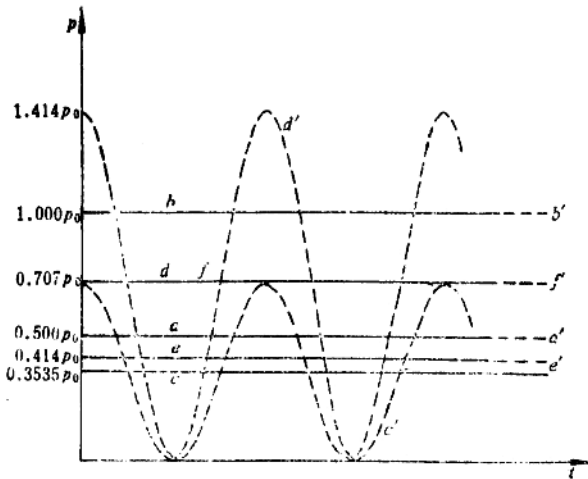


图 1-3 对应六种方案的传输功率及功率波形

因此，方案③所传输的功率为

$$P_c = U_I = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 0.58 J_{max} = 0.3535 J_{max} U_0 = 0.3535 p_0$$

即为导线最大输送容量的35.35%，其输送功率的波形如图1-3中的曲线c'所示。

方案④，交流单相三线，如图1-2(d)所示。显然其传输功率为方案③的两倍，即

$$P_d = 2p_c = 0.707p_0$$

虽然其传输功率为导线最大输送容量的70.7%，其功率的波形仍然是脉动的 如图1-3中曲线d'所示。

方案⑤，交流两相三线，如图1-2(e)所示，设两相电压和电流为

$$u_x = U_m \cos \omega t$$

$$i_x = I_m \cos \omega t$$

$$u_y = U_m \sin \omega t$$

$$i_y = I_m \sin \omega t$$

则瞬时功率为

$$p_t = u_x i_x + u_y i_y = U_m I_m (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = U_m I_m$$

显然，此时瞬时功率为常数，也就是平均功率 P_t ，平均功率为：

$$P_t = p_t = U_m I_m$$

此时最大允许的电压和电流为

$$U_m = U_0$$

$$I_m = J_{max} (0.2938) \sqrt{2}$$

则传输功率为

$$P_t = U_m I_m = U_0 J_{max} (0.2938) \sqrt{2} = 0.414 p_0$$

此时，传输功率的波形如图1-3中直线e'所示。

方案⑥，三相四线，如图1-2(f)所示，设相电压和相电流表示为

$$u_a = U_m \cos \omega t$$

$$u_b = U_m \cos(\omega t - 120^\circ)$$

$$u_c = U_m \cos(\omega t + 120^\circ)$$

$$i_a = I_m \cos \omega t$$

$$i_b = I_m \cos(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c = I_m \cos(\omega t + 120^\circ)$$

则功率的瞬时值为

$$\begin{aligned}
P_T &= u_a i_a + u_b i_b + u_c i_c \\
&= U_m I_m [\cos^2 \omega t + \cos^2 (\omega t - 120^\circ) + \cos^2 (\omega t + 120^\circ)] \\
&= U_m I_m \left[\frac{1 + \cos 2\omega t}{2} + \frac{1 + \cos 2(\omega t - 120^\circ)}{2} + \frac{1 + \cos 2(\omega t + 120^\circ)}{2} \right] \\
&= \frac{U_m I_m}{2} [3 + \cos 2\omega t + \cos 2(\omega t - 120^\circ) + \cos 2(\omega t + 120^\circ)] \\
&= \frac{3}{2} U_m I_m
\end{aligned}$$

显然，方案⑥传输的瞬时功率也是常数，此时传输功率的平均值为

$$P_T = P_T = \frac{3}{2} U_m I_m = 3 \frac{U_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 3UI$$

而允许的最大电压和电流为

$$U_m = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$$I_m = 0.333J_{max}$$

则传输功率为

$$P_T = 3 \frac{U_0}{\sqrt{2}} \cdot 0.333J_{max} = 0.707p_s$$

此时，传输功率的波形如图1-3中的直线f'所示。

三、结论

以上六种输电方案比较结果列于表1-1。由此可以得出如下结论。

表 1-1 六种输电方案比较

输电方案	输电方式	输送功率	输电方案	输电方式	输送功率
①	直 流	0.500p _s	④	交 流	0.707p _s
②	直 流	1.000p _s	⑤	交 流	0.414p _s
③	交 流	0.354p _s	⑥	交 流	0.707p _s

注 图1-3中输出的实线a~f为对应六种方案中输送功率。而虚线a'~f'为对应六种方案中输送功率波形。

1) 三相交流输电系统输送的功率恒定，其输电容量达0.707p_s。此外，三相发电和输电设备简单、价格低廉，易为人们所采纳。如果采用(n+1)相输电，不难得出其输电容量仍为0.707p_s，但其输电设备复杂且昂贵，为人们所拒绝。

2) 单相输电的功率具有脉动的特性，其输电容量为(0.3535~0.707)p_s，输送功率的脉动特性对原动机的工作状态不利，故一般不为人们所采纳。

3) 正负级直流输电具有最大的传输容量，为现代直流输电系统所采纳。

第四节 动力系统及电力系统和电力网

一、电力系统的初期状况

电力工业发展的初期,发电厂往往建设在用电地区附近,靠运输燃料(煤或油)发电,规模很小,而且孤立运行。随着生产发展,用电量的增加和各种能源(水能、煤、石油、潮汐和核能等)的开发以及各种能源可以方便地转换成电能,在产煤地区建立坑口电厂,将煤的热能直接转换成电能后输送到用户。这样较运输煤到用户后再转换成电能的经济效益高得多,而且可以减轻运输负担,减少城市环境污染。水利资源集中在江河流域、水位落差较大的地区,需要将水能转换成电能后输送给用户。

在从发电厂将电能输送给用户的过程中,电流在导线中将产生电压降落、功率损耗和电能损耗。减少电压降落,可以提高电能质量;减少功率损耗,可以提高电力设备的出力;减少电能损耗,可以提高供电的经济性。

三相功率及电流分别为下式

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} UI \cos \varphi \quad (\text{kW}) \\ I &= \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} \quad (\text{A}) \end{aligned} \quad (1-1)$$

则线路中的电压降落、有功功率损耗和电能损耗分别为:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \vec{U} &= \sqrt{3} IZ \times 10^{-3} \quad (\text{kV}) \\ \Delta P &= 3I^2 R \times 10^{-3} \quad (\text{kW}) \\ \Delta A &= \Delta Pt = 3I^2 R t \times 10^{-3} \quad (\text{kWh}) \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

(1-1)式和(1-2)式中

P ——输送的功率, kW;

U ——线电压, kV;

I ——线电流, A;

$\cos \varphi$ ——线路平均功率因数;

t ——时间, h;

Z ——线路阻抗, Ω ;

R ——线路电阻, Ω 。

从(1-1)式和(1-2)式可以清楚地看出,当输送的功率一定时,提高输电电压,可以减少线路中输送的电流,从而线路中的电压降落、功率损耗和电能损耗也相应减少。

因此,提高输电电压,可以降低发电成本,输送更多的电能。而且输送电压较高的线路,单位输送容量的造价也较低。所以,现在全世界各国都在不断地提高输电电压,大力发展超高压远距离输电,并向特高压输电方向发展。

二、动力系统及电力系统和电力网

发电厂中的发电机将来自各种能源的机械能转换成电能,通过升压变压器升压(55~

110kV)后,经输电线路输送到一次降压变电所,降压到较低一级电压(10~35kV),再输送到二次降压变电所,二次降压(10kV)后,用配电线路将电能送到用户的配电变压器和用电设备。这样,将在地理上分散的各种能源的发电厂中的发电机和用户的用电设备,用升压和降压变压器、输电、配电线路等联系起来的统一整体称为电力系统。如果扩大到还包括各种能源发电厂的动力部分(水的、热的)的系统,则称为动力系统。电力系统中除去发电机及用电设备部分后的整体,称之为电力网。电力网是组成电力系统或动力系统的主要部分。

图1-4表示一个简单的电力系统和电力网的示意图。

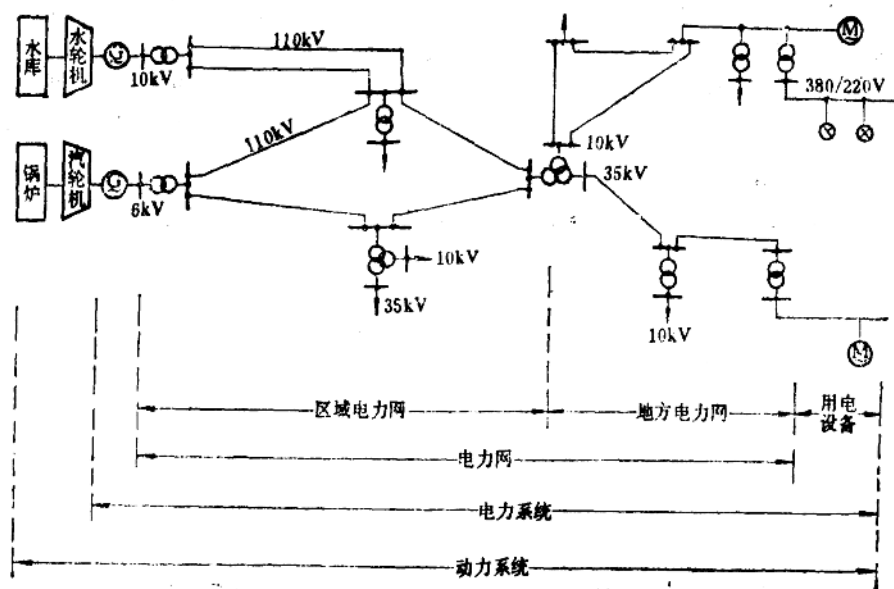


图 1-4 电力系统和电力网示意图

电能的生产、分配和使用实际上是不同形式能量的转换和传输。发电厂中的发电机将各种能源的机械能转换成电能,通过升压和降压变压器,输电、配电线路将电能送到用户的用电设备,而各种用电设备(电灯、电炉及电动机等)将电能转化为光能、热能和机械能等等。因此,可以将系统中各元件概括为如下两大类。

(1) 变换元件 它的作用是将一种形态的能量转换成另一种形态的能量,如水库、水轮机、锅炉、汽轮机、发电机、电动机、照明器、电热器等。

(2) 输送元件 它的作用是输送能量,如输电线路、升压变压器、馈电线路、降压变压器、配电线路、配电变压器及热力管路和水利管路等。

三、电力网分类

电力网是由各种电压的输配电线路及其两端变电所组成的。包含输电线路的电力网称为输电网络;包含配电线路的电力网称为配电网。

电力网按其本身结构方式又可分为开式电力网和闭式电力网。凡用户只能从单方向得

到供电的电力网称为开式电力网；凡用户可以从两个及两个以上方向得到供电的电力网称为闭式电力网。环形电力网和两端供电的电力网均属于闭式电力网。

电力网根据电压等级的高低又可分为低压、中压、高压、超高压和特高压五种。电压等级在1kV以下的电力网称为低压电力网；1kV到10kV的电力网称为中压电力网；高于10kV而低于330kV的电力网称为高压电力网；330kV到1000kV之间的电力网称为超高压电力网；1000kV及以上的电力网称为特高压电力网。

电力网按供电的范围和电压等级的高低可以分为地方电力网、区域电力网及超高压远距离输电电力网三种类型。地方电力网是指电压不超过35kV、输电距离在几十公里以内的电力网，主要是一般市区、工矿区和农村的配电网络。区域电力网则把范围较广地区的发电厂联系在一起，而且输电线路也较长，用户类型也较多。目前在我国，区域电力网主要是电压为110~220kV的电力网，基本上各省（区）都有。超高压远距离输电电力网主要由电压为330~500kV远距离输电线路所组成，它担负着将远区发电厂的功率输送到负荷中心的任务，同时还联系几个区域电力网以形成跨省（区）的甚至国与国之间的联合电力系统。

第五节 电力系统的特点及对电力系统的基本要求

一、电力系统的优点

各孤立运行的发电厂通过电力网连接起来形成并联运行的电力系统后，在技术经济上带来很多好处，归纳起来有以下几个方面。

1. 提高可靠性和电能质量

通常孤立运行的发电厂必须装设一定的备用容量（一般为系统总容量的10%~15%，且不小于一台最大机组的容量），以防止机组检修或事故时对用户供电的中断。如果形成电力系统，则备用机组台数较多，几台同时发生故障的机会很少；而且系统的容量增大后，个别机组故障时对系统的影响也较小，因此提高了供电的可靠性；形成电力系统后容量增大，则个别机组和负荷的变动不会引起电压和频率的显著变化，因而电能的质量也有所改善。

2. 合理利用能源，提高运行的经济性

各种能源的发电厂，如水力发电厂、火力发电厂、潮汐发电厂、热能站、核能发电厂等联合成电力系统并列运行，可以合理利用能源。例如，水利资源决定于河流的水文情况，而河流的天然流量与年降水量有关，受气候条件的影响。一般夏季为丰水期，冬季为枯水期。若水电站孤立运行，则形成冬季出力不足而夏季却要弃水，使水能资源不能得到充分利用。当水力发电厂并入电力系统后，夏季丰水期可以让水力发电厂尽量多发来电来减少火力发电厂所承担的负荷，从而节约燃料；而枯水季节则让水力发电厂担负尖峰负荷，火力发电厂担负基本负荷。火力发电厂之间，经常让高效率 and 运行指标低的机组多带负荷，而让低效率或烧劣质燃料的机组少带负荷。这样，既充分利用了水利资源，又降低了火力发电厂的煤耗；既降低了电能成本，又提高了运行的经济性。

核能发电厂的特点是基建投资大而运行费用低。核能发电厂既不受气候的影响,也不受燃料运输条件的限制,但其允许负荷波动小。因此,只有在联合电力系统中才有可能担负基本负荷。

3. 减少系统的总装机容量

由于不同地区间东西方向有时差,南北方向有季差以及负荷性质的不同,电力系统中高峰负荷出现的时间就不同。因此,系统的综合最大负荷常小于各个发电厂单独供电时各最大负荷的总和。各孤立发电厂所供负荷的特征愈不同,则系统综合最大负荷的降低将愈显著。由于系统综合最大负荷的降低,相应地可以减少系统中的总装机容量。

4. 便于安装大型机组

系统中发电机组的经济装机容量与电力系统总容量及负荷增长速度等因素有关。一般认为,100万kW以上的电力系统中最经济的机组单机容量为系统容量的6%~10%左右;1000万kW以上的电力系统中最经济的机组单机容量为系统容量的6%~10%左右;对于容量较小的电力系统,负荷增长较快时,最经济的机组单机容量为系统容量的20%左右。机组单机容量小于这个比例时则不经济,大于这个比例时会造成系统的运行和检修的困难。因此,电力系统的容量增大,按比例可以装设大容量的机组。大型机组每一千瓦设备的投资和生产每一度电能的燃料消耗及维护费用都比装设小机组便宜,因而可以节约基建投资,加快建设速度,降低成本和提高劳动生产率。

二、电能生产的特点

电能的生产、输送、分配和使用的过程有许多特点,现介绍如下。

1. 电能不能大量储存

电能的生产、输送、分配和消费是在同一时间完成的。在任何时刻发电厂所发出的功率必须等于用电设备所需要的功率(包括厂用电及各种功率损耗),始终保持平衡。电能不能大量储存是电能生产的最大特点。为了保证对用户不间断地供电,电力系统各组成部分必须紧密联系、互相协调、可靠工作。系统中无论哪一部分损坏,都将影响整体。规划设计时要求确保电力先行,否则其他工厂将无法建成和投产。

2. 电能生产与国民经济各部门和人民生活有着极密切的关系

由于电能可以方便地转换成其他各种形式的能量,便于大量生产、集中管理、远距离输送和自动控制,使用电能较使用其他能量有显著优点,因此各部门都广泛使用电能。现代化工业、农业、交通运输业等都用电作为动力来进行生产,人民日常生活中还广泛使用着各种电器。因此,电能供应的中断或不足,将影响各个部门的生产,造成人民生活的紊乱。

3. 过渡过程十分迅速

电是以光速传播的,所以运行情况发生变化所引起的电磁方面和机电方面的变化过程是十分迅速的。电力系统中的正常操作,如变压器、输电线路的投入或切除,用户用电设备(如电动机、电热器和照明器等)的投入或切除都是瞬时完成的。电力系统中的故障,如线路发生短路故障和并联的发电机失去稳定等过程也都是十分短暂的。因此,不论正常情况的操作和故障情况的切除,或将故障限制在一定范围内来迅速恢复供电所进行的一系