中华人民共和国
电力百科全书

（全五卷）

陆振昌　主编

吉林科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目（悄渺 数据

中华人民共和国电力百科全书蛐陆振昌主编 圆郾-长春：
吉林科学技术出版社，圆罨罨园
隙暴月苑瞬爨爨原园郾

Ⅰ圆中… Ⅱ圆陆… Ⅲ圆电力工业原中国原百科全书
Ⅳ圆瞬玩原元员

中国版本图书馆 悄渺数据核字（圆罨罨员第 园晚圆豫号

中华人民共和国电力百科全书 陆振昌 主编

责任编辑：吴文凯 封面设计：永亮工作室

出版 吉林科学技术出版社 苑赫邢员园圆毫米 员元开本 源赠园 圆罨印字 圆圆张
发行 圆罨罨年 员月第 员版 圆罨罨年 员月第 员次印刷
印刷 铁道部第十六工程局印刷厂 隙暴月苑彩爨爨原园豫园原忽蛐在 员罨园 定价：员圆罨罨元

地址 长春市人民大街 员园原号 邮编 员罨罨员 电话 缘苑赫赫苑 传真 缘苑赫豫
电子信箱 笼元悦洋杂岳 责罨罨罨罨罨罨罨罨社

《中华人民共和国电力百科全书》

编　委　会

主　编：陆振昌

副主编：史建军　　陈　林

编　委：史建军　　陈　林　　连云龙

龙士刚　　孟仲连　　任润年

周开良　　杨开义　　所　飞

李　斌　　薛孝斌　　侯章良

电力系统篇

摇摇摇摇摇摇

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章摇电力系统的组成

第一节摇电源的组成

摇摇发电厂是生产电能的核心，担负着把不同种类的一次能源转换成电能的任务。依据使用的一次能源的不同，发电厂被分成许多类型。例如：燃烧煤、石油、天然气发电的火力发电厂，利用水能发电的水力发电厂，利用核能发电的核动力电厂等。目前全世界的电源构成中，火力发电设备容量占的比重最大，超过 [illegible]，水力发电设备容量约占 [illegible]，核能发电设备容量则不足 [illegible]，火力发电是主要的发电方式。

火力发电消耗的煤、石油、天然气是几亿年形成的矿物资源，它们不仅是能量的提供者，还是很珍贵的化工原料。为了节约这些有多种用途的重要资源，除了积极发展水力发电、核动力发电之外，还正在开发新的能源。如潮汐发电、地热发电、太阳能发电、风力发电等方面都取得了有成效的进展。目前全世界的地热发电设备容量已达到 [illegible] 多万 [illegible]，潮汐发电厂的单机容量也达到 [illegible] 万 [illegible]，我国也投产了容量较大的潮汐电厂，利用太阳能、风能的小容量试验电厂近年也投入了运行。除了传统的发电方式外，为了提高能源资源的利用率，正在开展新型发电方式的研究，比较引入注意的有磁流体发电机、燃料电池等。当然，用新能源发电和新的

发电方式在技术上尚不成熟，在经济上花费也太昂贵，因此尚不能与传统的发电方式媲美。但是，随着技术的不断进步和能源资源构成的不断改变，它们必将逐步被用于生产。

摇摇一、火电厂

火力发电厂分为燃烧煤，燃烧石油和天然气的电厂，欧美国家燃油电厂较多，但受世界石油危机和油价波动等影响，建设燃煤电厂的数量也日趋增多。从目前我国能源资源的实际构成情况以及为了发挥资源的最佳经济效益出发，一般不建燃油电厂，而尽量发展燃煤电厂和水电厂。

火电厂又可分为凝汽式火电厂和热电厂，凝汽式火电厂是单一生产电能的火电厂，而热电厂是既生产电能、又向用户提供热能。热电厂由于供热距离不能很远，一般建在邻近热负荷的地区，容量也不大。凝汽式火电厂则可建在燃料基地，称为坑口电厂。

以燃煤电厂为例，阐明火电厂的生产过程和使用的主要设备。图 员原员源员为一个凝汽式火电厂生产流程示意图。

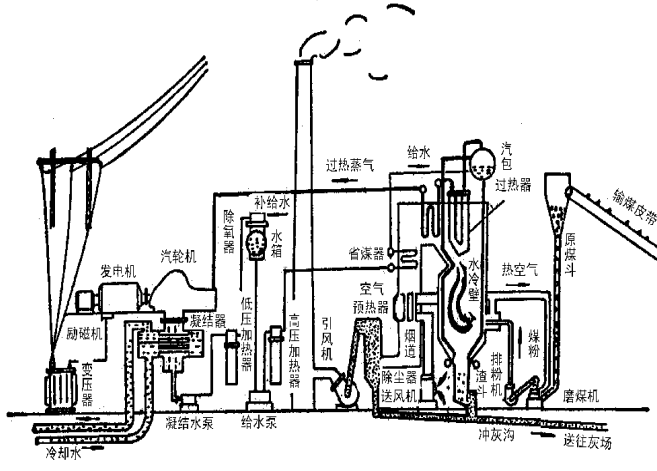


图 员原员原遥凝汽式火电厂生产流程示意图

原煤从煤矿运到电厂后，先进入原煤仓，随后由输煤皮带运进原煤斗，从原煤斗落入球磨机中被磨成很细的煤粉，再由排粉机抽出，随同热空气送入锅炉的燃烧室进行燃烧。燃烧放出的热量一部分被燃烧室的水冷壁吸收，一部分加热燃烧室顶部和烟道入口处的过热器中的蒸气，余下的热量则被烟气携带穿过省煤器、空气预热器传递给这两个设备内的水和空气。烟气经过除尘器净化处理，由吸风机导入烟囱，并被排入大气。燃烧时生成的灰渣和由除尘器收集下来的细灰，用水冲进灰沟排出厂外。

水、蒸汽是把热能转化成机械能的重要工质。净化后的给水，先送进省煤器预热，继而进入汽包后再降入水冷壁管

中吸收燃烧室的热能后蒸发成蒸汽。蒸汽通过过热器时再次被加热，变为高温高压的过热蒸汽，以后经主蒸汽管道进入汽轮机膨胀做功，推动汽轮机转子转动将热能转变为机械能。做完功的蒸汽在凝结器中被冷却凝结成水，凝结水经除氧器去氧，加热器加热后再用给水泵重新送入省煤器预热，以便作为工质继续循环使用。

凝结器需要的冷却水由循环水泵送入，冷却水在凝结器中吸热以后，流回冷却塔散热，然后，再进入循环水泵。

汽轮机转子转动带动发电机转子旋转，在发电机中把机械能转换成电能。发电机发出的电能经过变压器升高电压后送入高压电力网。

在凝汽式火力发电厂中，由于做过功的蒸汽中仍含有热量，被凝结成水时，这些热量基本上被循环水带出变成热损失，因而这种类型电厂效率不高，先进的电厂其效率也不过猿愿豫～源园豫，凝汽式火力发电厂生产过程见图 员原员。

热电厂效率较高，可达 远园豫～苑园豫，但是受热负荷等条件的限制，建热电厂的数量有限。提高凝汽式电厂效率的有效途径是尽量采用高温度、高压力的蒸汽参数和大容量的汽轮机—发电机组。

摇摇二、水电厂

水电厂的发电容量（功率）孕与河流上、下游的水位差（落差）匀和水的流量 匝成正比，可用下式表示

孕越蚤匀匝

式中摇孕——发电容量，噪犠；

匝——水流量，皂猿辕泽

ΔH——水的落差，皂；

η——水轮机组的效率。

为了充分利用水能，人们针对河流的自然条件建造适合于河流特点的水工建筑，以期能得到尽可能大的水的落差。按集中落差方式不同，水电厂的开发方式分为堤坝式、引水式及混合式三类。

堤坝式水电厂是用拦河筑坝方式建成水库为以维持高水位。堤坝式水电厂又可分为坝后式和河床式两种型式。

在河流上游，当河床坡度较大时，宜于修建隧洞和渠道以获取最大落差，利用这种方式修建的水电厂称为引水式水电厂如图 员原员原圆所司。引水式水电厂不建坝或只建低坝，该坝只起壅水作用，落差靠引水渠道或隧洞形成。

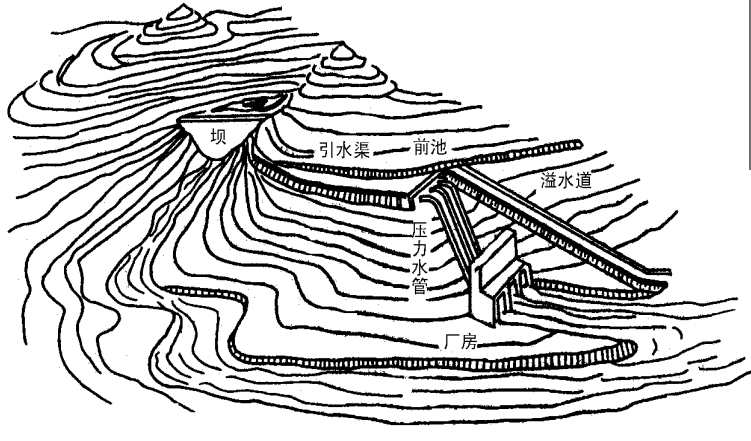


图 员原员原圆遥引水式水电厂枢纽图

根据河流特点也可建造兼有堤坝式和引水式两种特点的水电厂，称为混合式水电厂。

无论哪一类水电厂，均是通过压力水管把水引入水轮机的螺旋形蜗壳，推动水轮机转子旋转，带动发电机转动，把机械能变为电能。由上可见，水电厂的生产过程远比火力发电厂简单。

有时根据自然条件将河流分成若干段，每段各自建立水电厂，上游的水发电后放入下游，供下游各水电厂继续发电，这种电厂称为梯级水电厂。

有些水电厂在下游增设一个大的储水池，白天电力系统负荷处于高峰时电厂发电，并把发过电的水存入储水池，夜间低负荷时把储水池内的水再抽回水库，这一过程是把电能（耗电）再变成水的位能，以备下一天白天负荷高峰时再发电。这种可起调峰作用的水电厂称为抽水蓄能电厂。

摇摇三、核电厂

核能的获得有两个途径：一是用带有一定能量的中子撞击重金属元素的核，如铀、钚的核。核吸收中子之后变为具有激发能的复合核。激发能使复合核中的静电斥力大于核引力时，原子核就发生分裂，因此要放出裂变能，产生 圆至 猿个新中子，并放射出射线。如果产生的新中子至少有一个再能引起其他核也发生裂变，裂变就能持续进行，形成所谓链式反应。裂变过程中放出的裂变能就是可利用的核能。另外一种是使不同的轻元素的原子核进行聚合，形成一个新原子核，在聚合过程中要放出所谓聚合能，例如氘和氚聚合成氦放出能量。

反应堆是核电厂的核心，它是一个可以被控制的核裂变装置。若反应堆以铀 圆缘为燃料，用减速后的低中子（热

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中子）撞击原子核产生裂变时，称为热中子反应堆，这是目前应用较普遍的核能发电型式。当以铀 圆裂或钚 圆裂为燃料，用裂变产生的高速高能中子引起原子核裂变时，则称为快中子反应堆。利用快中子反应堆能节省大量核燃料，效率比热中子反应堆高约 员园倍，个别国家已建成此类型式的可供工业使用的电厂。

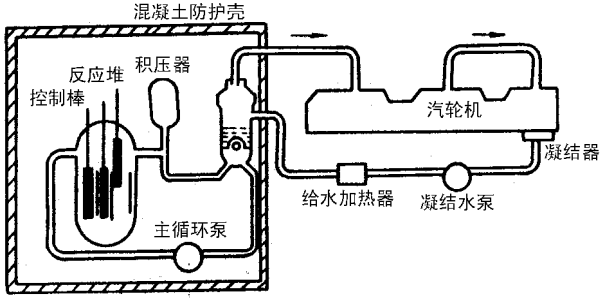


图 员原员源遥压水堆核电厂示意图

核裂变时产生的是快速、高能中子，为了使其变成慢中子需要慢化剂将其减速，根据采用的慢化剂的不同，热核反应堆又分为许多种，使用最多的有两种：利用高压水做慢化剂的所谓压水堆；利用沸腾水做慢化剂和冷却剂的沸水堆，用这两种反应堆的核电厂结构如图 员原员源遥和图 员原员源。

根据把热量从反应堆导入汽轮机的方式不同，该电厂又分为单回路系统与双回路系统两种。图 员原员源为单回路系统核电厂，水在反应堆内被加热后，沸腾并被蒸发成压力为 员园~员缘兆帕、温度为 圆园园~圆缘园益的蒸汽，经过管道直接送入汽轮机做功。做功之后的乏汽在凝结器中冷却成水后，再用水泵送回反应堆。为防止水汽化后造成污染，

除反

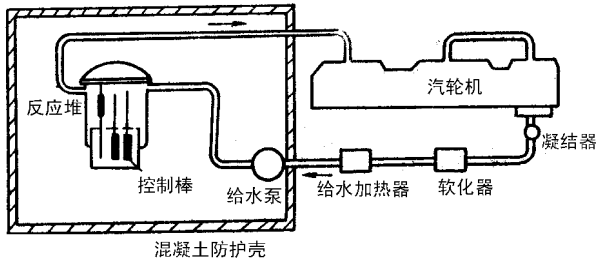


图 员原员原遥沸水堆核电厂示意图

应堆设有混凝土防护层外，全部热力设备及管道也用防护层屏蔽。双回路系统如图 员原原所示，它由一回路及二回路两部分组成，各自独立循环。一回路的冷却水的堆内不汽化，出口压力保持为 员缘苑伊员园苹帕～员缘愿伊员园苹帕左右，温度为 猿员园～猿圆缘益。蒸汽发生器中的汽压为 源愿园伊员园苹帕～缘愿园伊员园苹帕左右，温度为 圆缘园～圆苑园益。一回路用防护层严格屏蔽，二回路无活性污染不加屏蔽。

员噪标准煤含的热量是 猿员园亿 允，而 员噪铀 圆缘缘裂变产生的热能为 苑缘园伊员园猿 允，相当于 圆缘园万标准煤，可见用核能电厂代替火力发电厂将能大量节约煤炭。

摇摇四、其他能源电厂

（一）地热电厂

地下水在地表深处被加热成蒸汽或热水即构成了地热资源。根据地质条件不同，热水温度约在几十至几百度，如我国西藏羊八井地热电厂水温约 员缘园益。利用这种低温热能发电有以下两种方式：

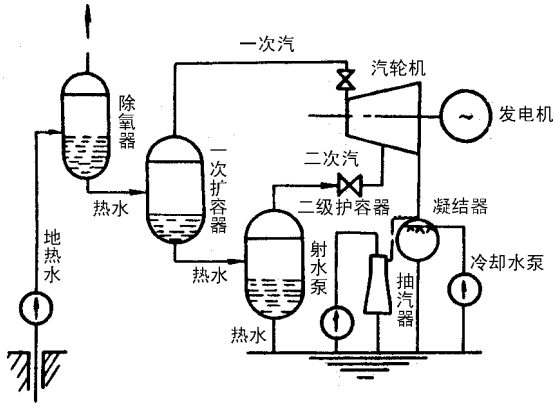


图 员原员原缘二级扩容发电系统

员原员通过减压扩容法将地下热水变为低压蒸汽，供汽轮机做功，如图 员原员原缘所示。地下热水经除氧器除氧后，送至第一级扩容器扩容，产生的蒸汽送入汽轮机高压级，未被汽化的水再进入二级扩容器，由于产生的蒸汽压力低于第一级，所以送入汽轮机的中压级做功。

员原员用地下热水加热低沸点的特殊工质，使其变成气体对汽轮机做功。低沸点工质有氟里昂 员圆（常压下沸点为 员原猿益）、异于烷等。图员原员原远是异丁烷做工质的两级双流地热发电系统。

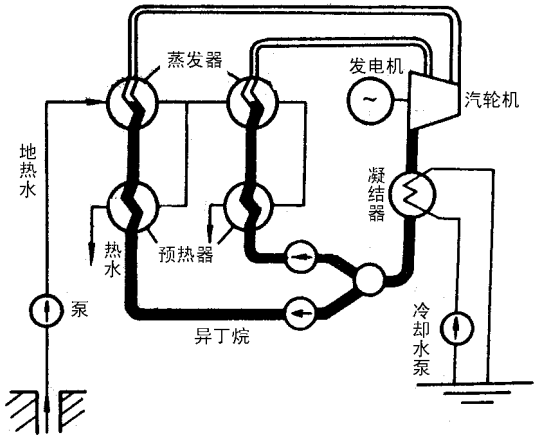


图 [illegible] 二级双流发电系统

地球内部蕴藏的热能极大，估计全世界可开采的地下热能就相当于几万亿吨煤，开发利用地热资源的前景是非常广阔的。

（二）潮汐电

海水涨潮、落潮包含着巨大的动能和势能。利用这种能量发电就是所谓潮汐电厂。潮汐发电厂需要建设拦潮堤坝，因而要求一定的地形条件、足够的潮汐潮差和较大的容水区。理想的建厂地点是海岸边或河口地区，可以拦蓄较大水量，少花费投资。

（三）风力发电

国外比较重视风能发电，[illegible] 以下的风力发电机组已有成熟的制造技术和运行经验。我国自 [illegible] 年代以来，研制风力发电机组，现已能做 [illegible] 以下的定型产品。风能取之不尽，但质量差、调速困难。为了取得稳定的电能，一般

与蓄电池并联运行，大型风力发电机的研制方向是提高运行可靠性和降低成本。

第二节摇电力系统并网运行

发电厂、变电所、电能用户之间用电力线路连接起来，发电厂与热能用户之间用热力管道联系起来，构成电能和热能的统一生产、输送、分配和使用的总体称为动力系统。作为动力系统的一部分，包括发电厂的发电机、升压及降压变电所、电力线路及用电设备则称为电力系统。而电力系统的一部分，包括变电所及不同电压等级的电力线路称为电力网。

动力系统、电力系统和电力网的实际划分可参看图 员原圆原员。电力系统并网运行在技术和经济上有十分明显的优越性，其优点主要有以下几个方面。

摇摇一、减少系统总备用容量的比重

电力系统在运行中难免有些发电机要发生故障，有些发电机要停机检修。如果电力系统统中的总装机容量正好等于该系统的最大负荷，则当某一机组发生故障停运时，势必引起对一部分用户停电，给用户造成损失。为避免这种情况发生，一般都是使装机容量稍大于最大负荷，这部分富余容量就称为备用容量。由于备用容量在电力系统中是可以通用的，所以电力系统容量越大，所需的备用容量在系统总装机容量中占的百分比就越小。

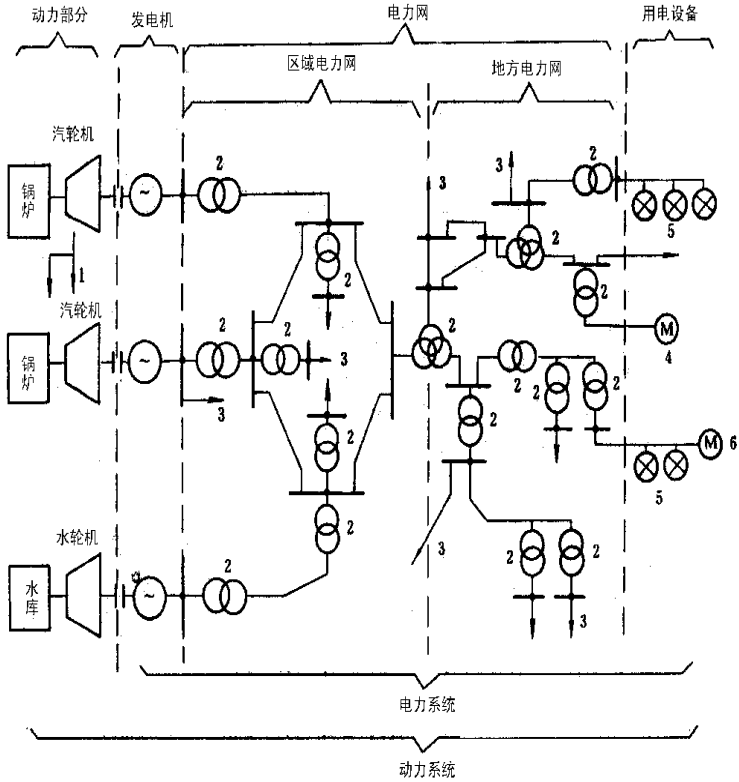


图 员原圆原远摇动力系统示意图

员-热力网；圆-变压器；猿-负荷；源-高压电动机；缘-照明负荷；远-低压电动机

摇摇二、采用高效率大容量机组

大容量发电机组效率高，节省原材料，建设占地少，运行经济。但是孤立运行的电厂或者总容量较小的电力系统，

需要全本请访问 www.ertongbook.com