

城乡热力发电厂

苏联 В.П.哈辛斯基 Н.С.日丹諾夫斯基

И.М.卡瓦廖夫著

徐 东 流译

水利电力出版社

В. П. ХАШИНСКИЙ Н. С. ЖДАНОВСКИЙ И. М. КОВАЛЕВ
СЕЛЬСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
СЕЛЬКОГИЗ МОСКВА 1953

城乡热力发电厂

根据苏联国立农业出版社1953年莫斯科版翻译

徐东流译

*

1150R242

水利电力出版社出版(北京西郊科摩路二里桥)

北京市书刊出版业营业许可出字第106号

水利电力出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本*3%印张*73千字

1958年7月北京第1版

1958年7月北京第1次印刷(0001—10,100册)

统一书号: 15143·961 定价(第10类)0.50元

出版者的話

“大中小相結合，六億人民辦電業”的口號，已經成為廣大人民的實際行動。人們正在鼓足干劲，利用一切可以利用的能源，爭取在最短期限內實現城鄉電氣化。

在缺乏水力資源的地方，熱力發電廠仍然是解決城鄉電氣化的主要方法。因此，出版一本介紹各種類型的城鄉熱力發電廠的書籍，就顯得非常必要了。

本書系根據蘇聯B.П.哈辛斯基所著“農村熱力發電廠”一書譯出。由於書中所述為100到1000瓩的發電廠，這種容量的發電廠在我国的條件下，不僅適用於鄉村，而且適用於大部分小城市，因此，我們把它改名為“城鄉熱力發電廠”，以便讓更多的讀者吸取本書的內容。

本書共分兩部分。第一部分介紹了城鄉熱力發電廠的各種類型，如蒸汽發電廠、內燃機發電廠和熱力發電廠；闡述了在各種不同條件下廠址的選擇和廠房的佈置；指出了發電廠的主要運行指標，負荷的變動，熱力發電廠的各種熱力系統，以及各種主要設備的構造和功用。書中還討論了如何利用燃料的氣化來產生石油，如何把燃燒液體燃料的內燃機改裝為煤氣發動機。

本書第二部分講述了城鄉熱力發電廠的各種電氣裝置，如發電機、變壓器、輸配電設備，以及各種接地和防雷裝置等等。

本書緒論部分主要是敘述偉大的十月革命勝利以後，蘇聯在實行農村電氣化方面走過的道路，以及所取得的成就。由於這部分內容對我國讀者來說，缺乏參考價值，因此在編輯過程中，已予刪去。

本書對從事於城鄉火力發電廠的建設和運行工作人員，以及縣、區、鄉的各級工業領導幹部，都具有很大的實用價值。

目 录

出版者的話

熱力发电厂的一般知識

什么是热发电厂和怎样建設热发电厂.....	(4)
热发电厂用的燃料和燃料供应.....	(10)
热发电厂的供水.....	(11)
热发电厂的設置地点和总体計劃.....	(13)
热发电厂的主要工作指标.....	(14)
热发电厂的負荷.....	(16)

蒸汽发电厂的汽力部分

蒸汽热发电厂的热力系統和设备.....	(19)
热发电厂的主要设备.....	(27)
热发电厂的輔助设备.....	(32)
热发电厂主厂房里的设备布置热发电厂的建厂条例和 安全技术.....	(38)

熱力发电厂的氣力部分

固体燃料的气化.....	(43)
发电厂气力部分的工作系統.....	(47)
发电厂气力部分的布置.....	(49)
燃用液体燃料的内燃机如何改用煤气.....	(53)
燃料.....	(54)
安全技术和防火措施.....	(55)

熱力发电厂的电气部分

发电机·····	(57)
变压器·····	(62)
低压电器·····	(65)
高压电器·····	(69)
測量装置·····	(75)
繼电器保护装置·····	(79)
农村热力发电厂的电气綫路图·····	(80)
发电厂的配电装置·····	(86)
热力发电厂的厂用电·····	(94)
接地和防雷·····	(96)
热力发电厂的建厂文件·····	(103)
安全技术·····	(104)

热力发电厂的一般知識

什么是热力发电厂和怎样建設热力发电厂

热力发电厂的主要部分 按照所安裝的設備的不同，热力发电厂分为汽力发电厂(也即借助水蒸汽工作的发电厂)和內燃机发电厂两种。內燃机发电厂可以借液体燃料来工作，也可以借气体燃料来工作。

在任何热力发电厂里，当燃燒燃料的时候，燃料的化学能轉变成热能，而热能再在所謂原动机(蒸汽机^①或內燃机)中轉变成动能。然后原动机轉动发电机，把动能轉变成电能。

因此，任何热力发电厂都是由以下两个部分組成：1)热力(汽力或气力)部分，也就是把燃料的能轉变为动能的設備；2)电气部分，在这一部分由发电机把动能轉变为电能。然后經過配电装置把电能从热力发电厂送往用电的地方。

蒸汽发电厂 此种发电厂是由鍋炉間和机器間組成的。在鍋炉間里裝有鍋炉，而在机器間里裝有蒸汽机和发电机。在蒸汽鍋炉的炉子里燃燒燃料而产生蒸汽，蒸汽沿着管子流入蒸汽机中。

在容量很小的发电厂里裝置**活塞式蒸汽机**。在蒸汽机中蒸汽的压力推动汽缸里的活塞老是往复地运动着。活塞的这种往复运动，借助于机器的特殊部分——連杆和曲柄——轉变成飞輪和机器主軸的旋轉运动，由机器的主軸带动发电机旋轉。在較大的热力发电厂里采用汽輪机，它是以很小的損

① 此处系泛指活塞式蒸汽机和汽輪机而言。——譯者

失来利用压缩着的蒸汽的能。在轉子——汽輪机的旋轉部分——上固定有一些特殊形状的輪叶。汽流冲击輪叶而以自己的压力推动轉子旋轉。因此在汽輪机中，蒸汽的热能立刻轉变成轉子旋轉运动的机械能。所以在汽輪机中沒有作往复运动的部分和必須把这一运动轉变成旋轉运动的部分。

在小容量的农村热力发电厂里往往采用移动式或固定式鍋駝机。鍋駝机的外貌与蒸汽機車相象。在鍋駝机中，与蒸汽機車一样，汽鍋带同炉子一起和活塞式蒸汽机合放在同一个公共的鋼架上(蒸汽机放在鍋炉上面)。移动式鍋駝机在工作时，将蒸汽排入大气中，因此它的經濟性很低。CK型固定式鍋駝机的經濟性較高，它的蒸汽机带有凝汽装置。鍋駝机的优点是基本設備費用低，維護簡單。鍋駝机佔据比較小的空間。应用鍋駝机时不需建造鍋炉間和鋪設蒸汽管路。

在容量大的場合(单台机器的容量大于1000瓩)多半采用汽輪机；在中等容量的場合(500~1000瓩)可以采用汽輪机，也可以采用活塞式蒸汽机；在容量小的場合(不到500瓩)采用鍋駝机。

蒸汽热力发电厂与內燃机发电厂相較，它有以下几个优点：1)在蒸汽热力发电厂里可以燃用任何一种燃料，也包括劣質固体燃料在內，並且在必要时可以从某一种燃料换用另一种燃料，而不需要复杂的改装；2)由蒸汽热力发电厂发出的电能成本通常远低于內燃机发电厂所发出的电能成本；3)蒸汽热力发电厂的运行期比較长，並且修理費用較小。

內燃机热力发电厂 在这种发电厂里装設这样一种原动机，直接在原动机的汽缸里燃燒液体燃料或气体燃料，而无須在鍋炉里生产蒸汽的中间过程。这种原动机叫做**內燃机**。煤气(或称瓦斯)和空气的混合气体在內燃机的汽缸里燃燒，

由此产生活塞的往复(直綫)运动,这一运动象在活塞式蒸汽机中一样,借助于連杆曲柄机构轉变成旋轉运动。

在农村热力发电厂里燃用液体燃料(汽油、煤油、索拉油^①等等)是不容許的,因为它是航空、船只、汽車运输、拖拉机、康拜因机等所必需的。所以在本書里不討論燃用液体燃料的内燃机发电厂。在运行中,以前建立的这种热力发电厂暂时还有相当大的数量。但是必須指出,所有这些发电厂都应当在尽可能短的期間内,由液体燃料改变为燃用由固体燃料得到的煤气,或者就用蒸汽设备来代替。

煤气发动机 一般借助于在本厂煤气发生设备中用气化固体燃料的方法得到的煤气来工作。至于在有天然可燃煤气从地球内部冒出的地方(西烏拉尔,波沃尔齐,北高加索),煤气发动机則借天然煤气来工作。这种发动机也可以燃用从高炉里出来的煤气。

内燃机发电厂与蒸汽机发电厂比較,它有以下一些优点:不需蒸汽鍋炉设备和烟囱,起劲快,水的消耗不多,工作时沒有烟。

它的缺点如下:过载不容許超过額定容量20%;負荷小时煤消耗量大大增加,經濟性降低;备用容量需要很大。

热电站 如果在热力发电厂里,把在机器中工作过的蒸汽(乏汽)加以凝結者,那末这种发电厂叫做**凝汽式发电厂**。

凝汽式发电厂的重大缺点之一是在发电厂里消耗的燃料的热量利用很不完全。图1很明显地表示出在現代蒸汽热力发电厂里热量利用情况。从图中可以看出,轉变成电能的热量是22%左右。这是意味着,在发电厂里燃料被生产上利用的

① 索拉油是蒸餾范围为 $300 \sim 400^{\circ}$ 的石油馏分。通常用作中等轉数的拖拉机和柴油机的燃料。——譯者

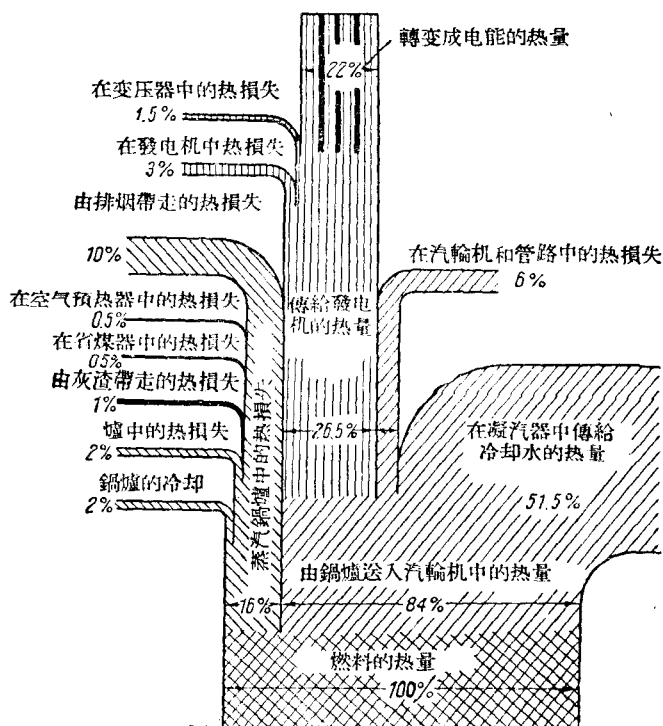


图 1 凝汽式热力发电厂的热平衡

只有22%。

其余的热量为不可避免的损失。最大的一部分热量（达到50~60%）是在凝結蒸汽原动机的乏汽时由冷却水带走而损失的。

在內燃机发电厂里大致也发生同样的情况。

所举的数字表明，提高热力发电厂的經濟性，特别是利用随冷却水损失的热量，这是具有多么重大的国民經济意义。用什么方法可以改善热力发电厂里热量（燃料）的利用

呢？

工业企业、农业及居民为生产和生活上的目的需要消耗大量的燃料。利用发电厂的“拋棄”的热量(或称废热)来满足生产和居民的热需要，就可以提高热力发电厂的經濟性。这种由同一热力設備对用户联合供应电能和热能的方法，可提高热量的利用，並降低电能生产的成本。

在联合生产电能和热能发电厂里，热量的有效利用率达到了50~70%。不仅供应用户以电能，而且供应热能作取暖或在任何生产装置中作加热用的热力发电厂，称为**供热式发电厂或热电站**。

按照用户的需要，用水蒸汽或热水作为传递热量的介质，后者乃是在热电站的专設加热器中用水蒸汽加热而得到的。通常为了这个月的需要利用若干在汽輪机里做了一部分工作的蒸汽。把电能生产和供热生产这样結合起来，可大大降低发电厂里非生产的热損失，因而可增大設備的經濟性和降低电能的成本。結果，由較大的热电站生产出来的电能可以不貴于由小的水力发电厂所生产出来的电能。此外，由热电站集中供应热水和蒸汽还有一点是有利的：这样一来，可以取消用户的小型取暖鍋炉設備，这些鍋炉設備的燃料利用率很低，並且往往是借远地輸入的燃料工作。建立了热电站，在企业 and 住宅里就不需要設置小型的鍋炉間，这就大大节省了投資額，减少了每年运行方面的費用，並可抽出大量为小型消費設備服务的工作人员。

在苏联农业生产过程是很大的热用户。在农业上热用于生产用房屋、暖房、养禽場、养蜂場、蜂王房及飼养場的兽医室等的取暖。飼料的准备、动物的洗刷、牛奶房、干酪制造房、种子、水果和草莓的烘干及其他生产过程要是不消耗大

量的热，就不可能完成。給診所、洗衣房、浴室、幼儿园、托儿所、学校供应热水，以及住宅的取暖等，都需要热量。

所有以上列举的各项热的需要，可以利用热电站的废热来加以满足。在大的集体农庄和苏维埃农庄里，由热电站供热可以将热力设备的经济性提高30~35%，有时甚至还要高。

此外，从防火措施的观点来看，集体农庄的热化，具有特别重要的意义。

在蒸汽热电站里装設背压式或中間抽汽式蒸汽原动机(蒸汽机和汽轮机)。

在背压式汽力设备中，全部乏汽都应当利用于需用热的地方，这一点在大多数情形中实际上是很难实现的。

中間抽气式蒸汽原动机是这样：通过原动机的汽流中有一部分蒸汽流向热用户，而其余蒸汽流入凝汽器中。

这种设备的优点是：随时可以为了用热抽取用户所需数量的蒸汽。其余蒸汽则用来生产电能，象在凝汽式原动机中一样。

在装設内燃机的热电站里，为了供热的目的，利用排出的气体。为此将原动机的排气导往热交换器中，排气在这里冷却，同时将通过热交换器的水加热。加热了的水用水泵送往热用户处去。

热力发电厂的总体佈置 在机器間里装設发电机和原动机。由发电机发出的电能沿着导綫流入配电装置中，配电装置包括以下两部分：1)操縱热力发电厂工作的设备；2)表征工作情况的各个量的测量设备。配电装置或者就布置在机器間里，或者布置在特設的房間里。在这里将电能送入母綫，再从母綫沿着架空綫路导入电力网而送往用户处去。发送高压电能的发电厂里，还有一个改变电能的阶段——升压变电

所，在这里把来自发电机的电能借助变压器而改变成电压较高的电能。变电所布置在发电厂厂房的附属建筑物里，或者布置在单独的房屋内，或者布置在室外。在蒸汽发电厂里，在机器间的旁边紧靠着锅炉间。

在装设煤气发动机的发电厂内，生产和净化可燃气体的煤气发生间紧置在机器间的旁边。

热力发电厂用的燃料和燃料供应

在热力发电厂里燃用当地燃料，就不用从外地运来燃料，这样可节省运输力。燃用劣质燃料可以将优质燃料节省下来，以供发展不可能采用劣质燃料的那些国民经济部门。

对于农业热力发电厂最有意义的是：褐煤、泥煤、农业生产的废物（亚麻皮、皮壳、稻草、麦秸）以及林业和木材加工业的废物。仅在大片森林地区，并且当地没有其他各种燃料时，方才容许采用木柴作为燃料。

劣质当地燃料是不宜运输的。因此热力发电厂必须建立在燃料开采地的直接附近。大多数当地燃料的开采季节性决定了农业热力发电厂的燃料储藏和燃料供应情况。

对开采具有季节性的燃料来说，储备的燃料长时期地保存在总贮煤场里。总贮煤场的容量应当保证热力发电厂在整个停止开采期内的燃料需用量。

除了总贮煤场以外，直接在热力发电厂的厂地上建立备用贮煤场，其储备的燃料量可以满足发电厂2~3昼夜的需要。平时热力发电厂是靠总贮煤场送来的燃料工作。在供应中断的时候，改用备用贮煤场里的燃料来供应发电厂。

在大型发电厂里，通常燃料从总贮煤场沿宽轨或狭轨铁

路运来。仅在特殊情况下才采用汽车来运输燃料，因为汽车运输费用很大。

送来的燃料直接在发电厂里燃用，仅在多余的时候才将过多的燃料送入消费仓库内。

在机械化的燃料工务中，在总贮煤场和消费仓库里装卸工作都是用移动式皮带运输机来完成的。

从备用贮煤场到热力发电厂的锅炉间里，用可倒翻的小斗车来输送燃料。用小斗车运来的燃料，随锅炉间内设备的不同，或者倒入炉子的装料斗中，或者送入专设在炉子上的燃料斗中。将燃料从小车转送入燃料斗中，这是借翻斗式提升机和皮带运输机来进行的。

热力发电厂的供水

一般知识 热力发电厂除了燃料以外，还需要大量的水。在蒸汽发电厂里水是为获得水蒸汽和在蒸汽原动机的凝汽器中凝结蒸汽所必需的。在内燃机发电厂里，水用来冷却内燃机。

有关热力发电厂的用水量，可用以下数字来表示：带有凝汽装置的固定式锅轮机，每匹马力每小时平均消耗 200~250 公斤水。由此推得，容量为 100 匹马力的小型发电厂，每昼夜需用水 480~600 公尺³ 左右。

天然水源未必能保证热力发电厂的用水量。在水不足的情况下，须建立专设的有时是复杂的供水系统，以便能多次利用同一容积的水。

最通行的供水系统有单流式和循环式两种。

单流式供水系统 用水泵从供水水源(通常是河流)中取水，送入发电厂中，就在这里用来冷却发动机；加热了的

水仍旧回入这一水源。单流供水系统仅适用于下列场合：发电厂位于河边，并且在水位最低的年份和季节内，河中水量超过发电厂用水量的数倍。

循环供水系统 在这个系统中，多次地利用同一数量的水。来自供水水源的水，流入蒸汽原动机的凝汽器中，在这里吸取被冷凝蒸汽的热量，而自身得到加热。加热了的水由水泵送入冷却装置中进行冷却，水在其中冷却后，再去完成这一循环。

为了冷却循环水，可利用天然的和人工的水库（湖、池塘、用坝阻住河水而建立的水库），冷水塔以及喷水池。

利用天然水库时，从冷却水源中用水泵把水送入发电厂里。加热了的水回入水库中，而回入的地方远离吸取的地方。水从回入点流到吸取点这一段路上，借助于水库表面的放热和部分蒸发而进行了冷却。如果河中水量不足，那末就须要建立人工水库。

在冷水塔中水的冷却过程示于图2。从蒸汽原动机的凝汽器中来的水，用水泵送入冷水塔的上部。在这里水分成细流，沿着洒水装置而流入冷却塔的底部，洒水装置是由木块和木板构成的，这时分散成细流的水，部分蒸发而冷却。此外，沿着竖井上升的空气流也促成了水的冷却。冷却了的水从水池中出来，用循环水泵重新送入凝汽器中。这种冷却塔叫做闭式冷水塔。

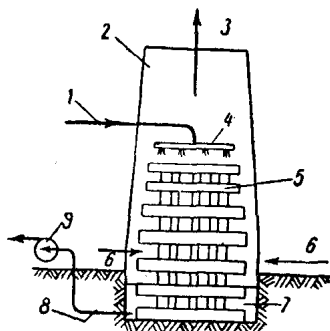


图2 冷却塔的示意图

1—被冷却的水；2—塔；3—热空气流出；4—分水装置；5—洒水装置；6—冷空气流入；7—水池；8—冷水；9—水泵。

除了冷水塔以外，也有采用噴水池来冷却水。在这种情形中，热水用水泵送入水池上面的管子系統中。管子将被冷却的水导入噴水管束中，在噴水管束上装有噴咀(图3)。水由噴咀噴到若干公尺高，然后象雨样地落入水池中。这里的冷却过程，象在冷水塔中一样，是依靠部分蒸发来进行的。由于成微滴形状的水，其表面很大，所以冷却效率很高。这种系統的缺点是被风带走的水量相当大。

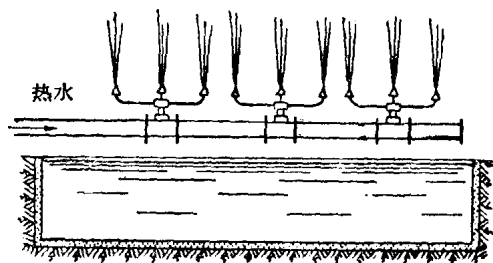


图 3 噴水池中水的冷却示意图

热力发电厂的設置地点和总体計劃

热力发电厂工作的同时，需要消耗大量的燃料和水。它生产出来的电能和热能，必須供給用戶。由此可見，为了縮短燃料輸送、供水管路、电力网及热网等的长度，最好把发电厂設置在燃料开采地、水源及用戶的附近。但是，实际上只有在很少的情形中，才能将热力发电厂設置得这样有利。所以在选择热力发电厂的設置地点时是这样考虑的，要使費用最大的綫路变得便宜；保証不会中断給发电厂供应水和燃料。

热电站必須尽量設置在离热用戶最近的地方，因为热輸送很远距离时会引起很大的热損失，同时在建立热网上要消

耗大量資金和材料。

对于只生产电能的发电厂来说，在选择設置地点时具有决定性意义的是供水問題。热力发电厂应当設置在这样的地点：在全年任何時間內，发电厂的供水問題完全得到保証，而不需要建造昂貴的建筑物。最好将热力发电厂設置在靠近水源的地方。

建造发电厂的場地应当处在不被淹沒的地段，並且其土質不需要在建造地基方面化費很大費用。場地的面积应当保証布置发电厂所有建筑物的可能。

在制訂热力发电厂的总体规划时，主厂房、烟囱、冷水塔、燃料仓库、貯灰場、变压器間及其他建筑物的布置，必須要考虑到主厂房和輔助建筑物将来的扩大，以及消防通路和防火裂口方面的消防监督要求。

热力发电厂的主要工作指标

为了鑑定热力发电厂及其工作，須要利用下列指标（系数）。

装机容量^① 装設在发电厂里的所有发电机的容量之和，叫做装机容量。在設備良好时装机容量即为可用容量，所謂可用容量就是指发电厂在給定時間內根据設備状态所能发出的容量。

联接容量 接在发电厂的电力网上的所有受电装置的功率之和，叫做联接容量。热力发电厂的負荷^②是指在一定时刻由发电机发出的功率。尖峰負荷是指在一定時間內（例如在一昼夜內）的最大負荷。

① 容量也称为功率。——譯者

② 負荷也称为負載。——譯者

有效生产电能 就是指从发电厂的母綫进入电力网的那一部分电能，它等于发电机所发出的电能减去本厂需用的电能(例如拖动燃料的送进机构和击碎机构、水泵；本厂的照明等等)。

热力发电厂的利用系数 就是指发电厂在一年内所生产的电能量与該厂如以厂內装設的所有发电机的全部功率、在一年所有8760小时内連續工作所能发出的电能量之比(小数或百分数)。与这个概念相类似的另一个概念——**热力发电厂的利用时数**，就是指发电厂在一年内所生产的电能量除以該厂的設備容量。

負荷系数(或发电厂的最大利用系数) 就是指热力发电厂在一年内所生产的电能量与該厂如在最大負荷下連續工作一年所有8760小时所发出的电能量之比。

永远不会发生这样的情况：电能用戶們同时使用全部联接容量。一般無論在一昼夜的各个小时内，和在全年的各个日期內，各种不同的負荷都不是重合的。由此推得，例如，如果在与发电厂联接的所有用戶那里，装置有电灯、电动机及电热設備，其总功率为500瓩，那末，这决不是說，为了满足这一需要，在热力发电厂里就必须装置总功率也为500瓩的若干发电机。需要的发电机总功率是比較小的。这种情况是用**同期系数**来考虑的，所謂同期系数就是指在一定时刻的負荷与連接发电厂的所有受电裝置的总功率之比。**異期系数(異性系数)**就是指在同一時間內来临的各类用戶的最大負荷之和与整个热力发电厂的最大負荷之比。发电厂的效率就是指从发电厂的母綫送出的电能量除以发电厂所消耗的燃料的热能量。