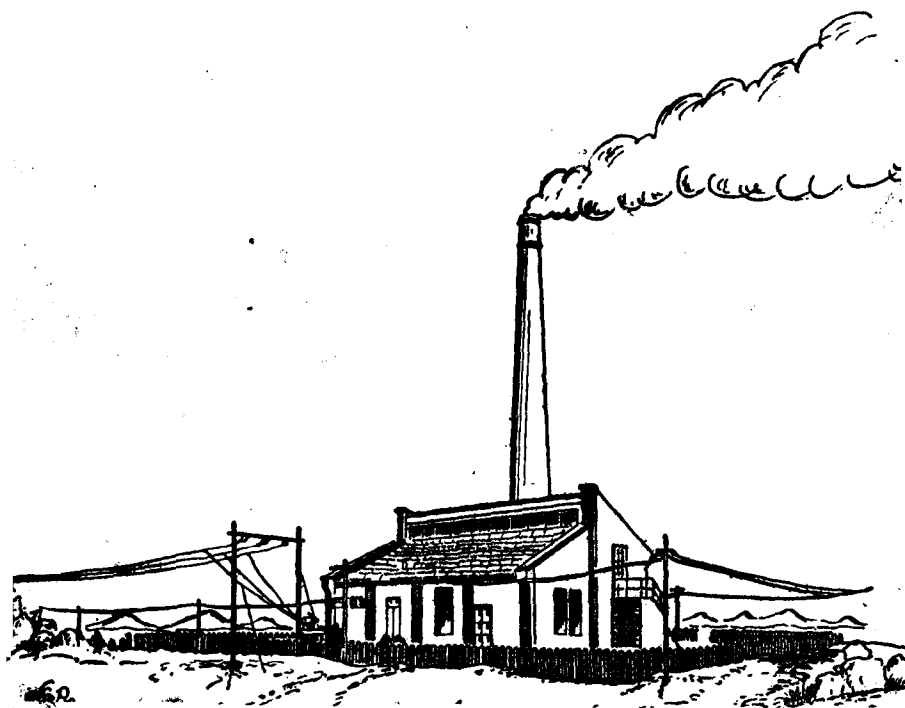


小型火力发电厂 设计知识

水利电力部西安电力设计院編



小型火力发电厂设计知识

水利电力部西安电力设计院编

*

水利电力部电力建设总局勘测设计处校订

1183Z81

水利电力出版社出版(北京西总布胡同二里路)

北京市书刊出版业营业登记证出字第106号

水利电力出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 3 $\frac{1}{2}$ 印张 * 78千字

1958年9月北京第1版

1958年9月北京第1次印刷(0001—17,000册)

统一书号: 15143·985 定价(第9类)0.42元

写在前面

为了贯彻鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线，依靠地方，依靠群众，做到全党办电，全民办电，更好地发展电力工业，加速全国电气化，我局特指定西安电力设计院编写了“小型火力发电厂建设知识”这本小册子，以期帮助各地特别是县、乡以下和农业合作社等单位能更加多快好省地建设起千千万万个小型火力发电厂，以满足日益增长着的工农业生产建设大跃进对电源供应的迫切需要。

这本小册子的内容，包括了规划和建设机组容量80到6,000瓩小型火力发电厂所必需的一些基本知识和参考资料，例如，如何规划和确定一个电厂的建设规模和容量，如何选择主要发电设备，如何选择发电厂厂址；在规划和建设发电厂的过程中应如何考虑并解决发电厂的燃料供应、水源取得以及电能和热能的输送等问题。书中还比较详细地叙述了小型火力发电厂的建设工作程序，建设所需的各项费用和定额，建设所需时间以及电厂所需人员配备等问题。因此，本书对所有县、乡以下各级领导人员和有关参与电气化规划和电厂建设的工作人员都有阅读和参考价值。同时，也考虑到电厂建设工作对上述人员来说过去是比较不熟悉的东西，因而在本书的编排和文字说明方面，都采用比较浅显和通俗的表达方式，中间还适当地附了一些实物插图，以便能更好地说明问题。

关于80到6,000瓩小型火力发电厂的具体设计技术和设计资料，我局各院专门编有11种小型火力发电厂成套典型设计施工图，由于篇幅有限，故在这本小册子里不作专门介绍。

最后，由于我们过去对小型发电厂，尤其是农村小型发电厂的建设和建设缺乏工作经验，加上对各地新的情况与有关电厂建

設資料和掌握得不够，因此，本書的內容可能缺点很多，不能很好地滿足地方电气事业建設需要，除希望讀者和有关方面能不断提出意見，以便再版时修正和补充外，并建議在具体运用时，注意結合当时当地条件，要因地因时制宜，灵活掌握，防止生搬硬套，以免造成工作損失。同时，这里所介紹的也只是目前的一些已有經驗，希望讀者不要受此束縛，一方面应吸取这些經驗，另一方面还需發揮創造精神，以便創造更好的經驗。

水利电力部电力建設总局

1958 年 7 月于北京

目 录

前言.....	1
第一章 发电厂的容量.....	4
第二章 小型火力发电厂的主要设备.....	14
第三章 发电厂厂址的选择和厂区的布置.....	26
第四章 燃料的供应与灰渣的清除.....	36
第五章 发电厂的供水.....	45
第六章 发电厂的供电.....	55
第七章 小型火力发电厂的建設費用与建設時間.....	69
第八章 建厂的一般程序、組織机构及人員配备.....	88

第一章 發電廠的容量

在編制建設發電廠規劃的時候，首先會碰到這樣一個問題——“需要建設多大的電廠？”這個問題必需要先解決了以後，才好接下去進行一系列的工作，例如設備的選擇、籌集資金、訂貨以及設計等等。確定發電廠規模，這是一項很重要的工作，因為它直接關係着電廠的投資，而且亦影響電廠建成以後常年運行的經濟性。電廠容量選得太大很顯然是浪費，很多資金白白地積壓在那兒，而且因為電廠經常在低負荷情況下運轉，經濟性就很差，所以發電成本也會相應地增加；同樣的，如果電廠容量選小了亦是不好的，電廠剛建成不久馬上就會形成供不應求的局面，影響供電質量差，甚至用戶經常被迫停電，這樣不但擾亂用戶的正常生產，而且亦影響用戶的積極性。在這一章里將簡單地介紹確定發電廠容量的某些主要原則、方法和步驟，這對編制規劃的同志說來確是一些必不可缺的知識。在這一章的最後還列舉了一兩個實例，供實際工作中的參考。

第1節 如何確定發電廠的容量

在介紹如何確定發電廠容量的方法和步驟之前，我們先應該對發電廠的生產過程有個初步的概念。顧名思義，“發電廠”就是生產“電能”的工廠，它是將原料中的能量轉變為電能，供給用戶使用。火力發電廠的原料主要是煤，即利用煤中間所含的熱能來發電。水力發電廠的原料就是河流中的水，利用水流的位能來發電。

發電廠和其他的工廠不同，它與用戶之間有着緊密的聯繫，電廠生產的電能通過輸電綫路直接送給用戶使用。電能的生產、傳輸和消費的全部過程几乎是同時進行的，這和其他任何工廠都不相同。比如我們在市場上買到的布，往往不是工廠剛生產出來

的，也許是好几年前的产品，其他各种工业，如粮食加工、机器设备的生产等亦都是一样的，它们的生产和消费之間沒有直接的联系。但是发电厂的情况就不同了，我們所用的“电”，不論是照明用电或是动力用电都是发电厂剛剛生产出来的产品，发电厂將原料中的能量轉变为电能，电能通过輸电綫傳送到用戶的用电設備，譬如推动馬达轉动或是点亮电灯，这一系列的过程都几乎是在同一時間內进行的，用戶的用电量一有变化，发电厂的电能生产亦將隨着改变。

发电厂的任务，是保証不間断地向用戶供电，滿足用戶的用电最大需要量。前面已經介紹过，发电厂的生产和消费之間有着緊密的联系，所以发电厂的容量必須根据用戶的用电情况来决定。用戶的用电量通常称为“电力負荷”，最大用电量称为“最高負荷”。发电厂的容量必需大于用戶的最高电力負荷，这是确定发电厂容量的主要原則。发电厂的容量或称为发电厂的出力，它們的含意是一样的。

电力負荷是表示用戶用电量的大小，它的單位通常用“瓩”或“馬力”来表示，这和发电厂容量的單位是相一致的，一般的小型发电厂的容量單位常用“馬力”表示，而新型的或容量比較大的发电厂的單位則都是用“瓩”表示，不論“瓩”或是“馬力”所代表的意思都是一样的，只是数值上的区别。利用下式可以將已知的馬力数化为瓩数，或是將已知的瓩数化为馬力数。它們之間的折換关系为

$$1 \text{ 瓩} = 1.34 \text{ 馬力} \quad \text{或} \quad 1 \text{ 馬力} = 0.746 \text{ 瓩} \quad (1)$$

例如某发电厂的容量为80瓩，利用上式 $80 \times 1.34 = 107$ 馬力，故相当于107馬力。

下面就开始討論电力負荷来源的問題。大家都知道，发电厂很少是單單为一个用戶服务的，而常常是有很多各种各样的用戶，譬如照明用戶，又有工厂用戶及农业灌溉用戶等等。因为各种用戶的用电数量，用电時間和特性都不相同，要想归納求出綜合的电力負荷往往比較困难。在这里預备介紹兩種計算負荷的

实用方法。

第一种方法是根据用户电力设备的铭牌容量来计算电力负荷。这种方法比较准确，但是必须进行详细的调查统计，故适用于用户的数量不多、性质简单及具有完善资料的情况。因为考虑各种用电设备不是同时使用，而且亦不是经常在满载情况下运转，例如升降机当提升时用电最大，而下坠时则可以不耗电力或仅耗极少量的电力。故综合的电力负荷应该根据统计的铭牌总容量打下一个折扣，亦即乘以“需用系数”求得用户的综合最高负荷。它们的关系如公式(2)所示。

$$P_{\max} = K \cdot \Sigma P_y \quad (2)$$

式中 $P_{\max}$ ——综合最高负荷，单位为瓩；

ΣP_y ——电力设备的铭牌总容量，单位为瓩；

K ——需用系数，一般对电力用户大而且多时取为0.5~0.6，对电力用户规模小，而且少时，可取大一些，例如0.7~0.8。

第二种方法是利用耗电定额来推算负荷。这种方法虽然准确性比较差，但是很实用，一般来讲，在编制建设发电厂规划的时候，我们还难以掌握用户的详细设备资料，尤其是一些小而分散的用户，如照明用户，它们的数量很多，而容量都很小，要进行详细的统计是不可能的，这种情况只有利用耗电定额来推算。工业用户的负荷亦同样可以利用耗电定额推算，可以根据工厂的性质、规模以及工厂机械化程度高低等情况，采用适当的耗电定额来估算负荷。有关耗电定额的资料和采用方法将在第2节中详细介绍。

下面就具体地介绍一下确定电厂容量的方法。目前工作中最常用的是列平衡表的方式，即是把电力的消耗和生产列在表中进行对照，这是一种比较简单明了的方法。先将各类电力负荷列入表中（参看表1-1）。合计以后乘以“同时系数”、“输电线路损耗系数”和“厂用电系数”等即得出发电厂的最高电力负荷。

厂用电系数就是表示由于发电厂要自用一部分发电量而增加

的发电负荷的比例数。它依靠发电厂的性质和机械化程度的高低而有所不同。对于中、小型凝汽式发电厂，厂用电系数可取为 $1.03 \sim 1.06$ ，也可表示为厂用电率约 $3 \sim 6\%$ ，而在小型柴油机或煤气机发电厂，因为厂用电很小，一般可以略去不计。

发电厂的总容量应该大于其所负担的总的最高负荷，并且应该有适当的富裕量。因为电厂特别是大、中型电厂一般建设的时间都比较长一些，而机组的使用时间很长，如汽轮机等都在 $20 \sim 30$ 年以上，也就是说机组装好之后不是任意可以更改或替换的。另外用户的负荷发展也多半是很快的，所以在决定发电厂的容量或规模时都应根据地区发展情况看得远一些，特别是在大跃进的形式下，电力建设一马当先，应比其它工业或农业都要先行一步，一般要看 $5 \sim 10$ 年的地区电力平衡和发展需要。对于地方或农村小型电厂，由于供电范围较小，电力负荷的变动和增长也要小一些，因此对电厂容量可以一般按 $3 \sim 5$ 年的电力负荷平衡来确定。当然，这不应看得太死，要随形势发展不断平衡而不断改进。在电厂容量规划方面能做到比用户负荷总是跑得远一些为最好。

确定电厂容量的具体步骤与方法可参考第3节中的实例。

表 1-1

电力平衡表

单位：瓩

项 目	1958年	1959年	1960年	备 注
电力消耗：				
××工厂				
××工厂				
××工厂				
.....				
照明用电				
农业用电				
合 计				
同时系数				
线损系数				
厂用电系数				
发电厂电力负荷				
电力生产：				
发电厂容量				

第2节 耗电定额

前面已經簡單地介紹过耗电定额的意义。大家知道，电力工业是其他各种工业的先驅，发电厂建成发电以后，其他的工厂才能够相繼地投入生产，所以电厂的建設应该比其他的工厂先走一步。但是因为发电厂的容量必須根据用户的电力負荷来确定，而建設电厂的时候又很难掌握用户用电情况和用电设备的詳細规范，为了解决这个问题，我們常利用耗电定额的方法来估計电力負荷，作为确定电厂容量的依据。

耗电定额的数字是根据現有工厂和市鎮照明的耗电情况总结以后編出来的，因为掌握的资料有限，所以提出的数字可能不全面甚至和实际情况的出入很大，仅供实际工作时的参考，在具体編制规划时，可以根据鄰近地区县市的同类工厂用电情况进行校核。

1. 照明用电定额

随着工农业大跃进，小市鎮和农村的生活水平將不断提高，对照明用电的要求也將日趨迫切，各地方紛紛提出建設小型水电厂或火电厂即是一例。照明用户的耗电定额因为生活水平高低不同而常有很大的变化，所以应该根据具体情况选用适当的定额。中小市鎮和乡村的照明用户耗电定额如表 1-2 所示。

表 1-2

乡村农户照明	小 市 鎮	大 市 鎮
	人口在 5 万人以下的	人口在 5 ~ 10 万人左右的
5 ~ 10 瓩/千戶	10 ~ 15 瓩/千戶	15 ~ 20 瓩/千戶

2. 工业用户耗电定额

自从工农业生产大跃进以来，各省、市、專区和县、乡干劲都很大，紛紛筹划建設工厂，例如每个專区和县都提出建立小型氮肥厂，还有粮食加工厂，制糖厂，农藥厂，造纸厂，鉄工厂……等等，这些工厂都需要电力，在筹划建設发电厂的时候我們就可

以根据这些工厂的规模，利用各种耗电定额来估算发电厂的建設規模。上列的許多种工厂，以氮肥厂的耗电量为最大，最近化学工业部氮肥設計院曾編制两种小型氮肥厂的典型設計，它的耗电定额如表 1-3 所示。氮肥厂的規模是按中間产品合成氨的年产量（吨）計算。

表 1-3

規 模	电 力 負 荷	供 电 电 压
2,000 吨	650 瓩	380 伏
10,000 吨	4,500 瓩	380~3,000 伏

其他各种工厂，因为規模的大小不一定，亦沒有典型設計，所以耗电定额按單位产量的耗电量計算，耗电量的單位为“度”（瓩-小时），根据工厂的計劃年产量乘以耗电定额求得全年的耗电量（度），然后按工厂的生产特性，分別除以最高負荷利用小时数求出电力最高負荷，一般三班制生产的工厂，最高負荷利用小时数可取用 4,000~6,000 小时，兩班制生产的工厂可取用 3,000~4,000 小时，一班制生产的工厂取用 1,500~2,000 小时。

下表所列为几种常用的耗电定额。

表 1-4

工 厂 分 类	單 位	耗电定额	利用小时	备 注
面 粉 厂	度 / 吨	40~60		
糧 食 加 工 厂				
榨 油 厂	度 / 吨	100~120	4,000	
酿 酒 厂	度 / 吨	30~50	4,000	
水 泥 厂	度 / 吨	80~90	6,000	
玻 璃 厂	度 / 箱	3~5	5,000	
耐火材料(机磚)	度 / 吨	20~50	3,000	
鋸 木 厂	度 / 公尺 ³	10~20	2,000	
制 糖 厂	度 / 吨	100~120	4,000	

3. 农业用电定额

农业发展纲要四十条提出以后，我国农业大跃进局面已经形成，广大农村掀起了轰轰烈烈的生产高潮，对动力——尤其是电力的需要日趋迫切，市镇小型发电站建成以后，农业用电必将是发电厂的主要用户之一。农业用电除照明外，绝大部分是用于抽水灌溉或雨季时的排涝。靠近山区取水条件比较差的地区，灌溉用电量比较大，而位于河流附近取水高度比较低的地区灌溉负荷则比较小，在编制规划时可按下列定额估算。

表 1-5

取 水 高 程	单 位	定 额	备 注
10公尺以下	亩 / 百亩	1~2	
10公尺~ 20公尺	亩 / 百亩	2~4	
20公尺~ 50公尺	亩 / 百亩	4~6	
50公尺~100公尺	亩 / 百亩	6~8	
100公尺~150公尺	亩 / 百亩	8~10	

采用耗电定额的方法来估算电力负荷，其准确性一般比较差，当然对编制规划的时候仍可以适用，因为要求不太严格，具体工作中若有条件根据用户的电力设备容量推算负荷，应该尽量采用，而用耗电定额来校核。

第3节 实 例

下面列举两个确定电厂容量的实例，供实际工作参考。

例1.某县经批准后决定建立一座综合性的工厂，同时进行粮食加工和榨油生产。其中机米车间计划月产机米 300 吨，系两班制生产；制粉车间计划月产面粉 120 吨，为三班制生产；榨油车间计划月产各种油料 26 吨，系三班制生产。计划建立发电车间以供应工厂所需要的动力。要求确定发电车间的容量。

工厂各车间的电力设备及铭牌容量经统计以后列入表 1-6。

表 1-6

車間名稱	電力設備名稱和規範	台 數	容量總計 馬	備 注
榨油車間	310公斤/小時榨油機	1	20	折換為瓩數，利用公式 (1) $72 \times 0.746 = 53.7$ 瓩
	520公斤/小時克皮機	1	10	
	330公斤/小時五軸滾	1	10	
	520公斤/小時吸風平篩	2	5	
	520公斤/小時圓篩	1	3	
	預 熱 鍋	1	10	
	提 升 機	6	5	
	螺旋輸送機	1	3	
	三 缸 泵	1	2	
	清 油 罐	1	2	
	鼓 風 機	1	2	
	合 計		72馬力	
磨粉車間	磨 粉 機	4	25	折換為瓩數為24.2瓩
	附 屬 設 備	1套	7.5	
	合 計		32.5馬力	
碾米車間	碾米機一套		30	折換為瓩數為22.4瓩
修理車間 和水泵房	水泵等設備		7	折換為瓩數為5.2瓩
總 計			141.5馬力	折換為瓩數為105.5瓩

用戶設備名牌總容量 $\Sigma P_y = 105.5$ 瓩。

需用系數 $K = 0.6$

利用公式(2): 最高負荷

$$P_{\max} = K \cdot \Sigma P_y = 0.6 \times 105.5 = 67 \text{ 瓩}$$

故發電車間容量可選定為80瓩。

例 2. 某縣為配合農業大躍進規劃，建立一座2,000噸規模的氮肥廠和其他工廠。為供應氮肥廠的電力，計劃建設發電廠，電廠建成後，除供應氮肥廠和縣城附近的工廠動力和城關的照明外，還計劃架設輸電綫向距離7公里的××鄉供電。要求確定發電廠容量。

根据该县规划，第二个五年计划期间计划建设的工厂项目如表 1-7 所示。

表 1-7

项目名称	建设性质	投入年限	规模	投资金额	备注
合成氨氮肥厂	新建	1958年	2,000吨/年		三班制生产
粮食加工厂	新建	1958年	20,000吨/年		两班制生产
面粉厂	新建	1959年	5,000吨/年		三班制生产
制糖厂	新建	1960年	1,000吨/年		两班制生产

县城人口据1953年选举前统计共计35,000人，城关区目前仍没有电力照明，居民普遍对照明的要求比较迫切，故计划在年底发电厂建成后开始供给一部分照明，计划到明年年底全城居民都能用电灯。

距县城6~7公里左右的××乡，因为取水比较困难，历年来经常因为干旱而歉收，农民对电力灌溉的要求非常迫切，全乡共计有六个合作社，耕地面积总计有5万亩，需要电力灌溉的耕地面积有3万亩，占60%左右，取水深度平均约为30公尺。

根据以上的规划资料，按耗电定额计算电力负荷。

工厂电力负荷如表 1-8 所示。

表 1-8

工厂名称	规模	耗电定额	最大负荷利用小时数	电力负荷, 瓩			备注
				1958年	1959年	1960年	
氮肥厂	2,000吨/年		5,000	650	650	650	参考表 1-3
粮食加工厂	20,000吨/年	10度/吨	3,000	70	70	70	参考表 1-4
面粉厂	5,000吨/年	60度/吨	5,000		60	60	参考表 1-4
制糖厂	1,000吨/年	120度/吨	4,000		30	30	参考表 1-4

县城照明负荷按耗电定额为 15 瓩/千户计算，每户人口平均

按 5 人計算，則全城照明負荷總計約為 100 瓩左右。1958 年底照明負荷按 60 瓩計算。

×× 鄉的灌溉負荷根據表 1-5 定額估算，每百畝按 4 瓩考慮，故電力灌溉面積為 3 萬畝時，所需的電力負荷計共 1,200 瓩。農家照明用電因為考慮與灌溉用電相互調劑，而且數量亦不多，故不計在內。

將上列負荷列入電力平衡表，如表 1-9 所示。

表 1-9 電力平衡表 單位：瓩

項 目	1958 年	1959 年	1960 年	備 注
電力消耗：				
氮 肥 廠	650	650	650	
糧食加工廠	70	70	70	
面粉廠		60	60	
制糖廠		30	30	
縣城生活照明	60	100	110	
×× 鄉農業用電	1,000	1,200	1,200	
電力負荷總計	1,780	2,110	2,120	
同時系數	0.8	0.8	0.8	
線損系數	1.05	1.05	1.05	
廠用電系數	1.05	1.05	1.05	
發電廠電力負荷	1,570	1,860	1,870	
電力生產：				
發電廠容量	2,000	2,000	2,000	

結論：根據電力平衡結果，發電廠規模可考慮為 2,000 瓩。唯在具體進行機組選擇時，還應考慮到運行一年中有停機進行大、小修理的問題，因為機器運行一段時間後，會發生結垢或管道閥門漏泄等情況，不停機檢修就影響安全運行，或汽耗加大，效率不好。要停機檢修，就必然影響到對工廠和農業用電的供應。因此，除非農業合作社自建小電廠，為充分運用資金或少花投資，可以在農閑季節停機進行修理外，對服務於小市鎮、縣城等的電廠如上所談系供應工廠用電，且負荷較大，要保證不間斷供電生產時，則在選擇機組設備時還需適當考慮檢修或事故備用容量。

第二章 小型火力发电厂的主要设备

第1节 小型火力发电厂的类型

小型火力发电厂可按所采用的设备分为下列各类：

1. 按性质可分为：

- (1) 单纯供给电力的发电厂；
- (2) 供给电力兼供热能蒸汽或热水的供热式发电厂。

2. 按装置原动机的型式分为：

- (1) 汽轮机发电厂；
- (2) 蒸汽机发电厂及锅驼机厂；
- (3) 内燃机发电厂（包括柴油机及煤气机）。

一、汽轮机发电厂：

汽轮机发电厂的主要设备为汽轮机和锅炉。

汽轮机：是现在发电厂中主要采用的设备，它的作用是将蒸汽的热能化为机械能。汽轮机的构造可分为定子和转子两个部分，在定子上装有喷嘴，在转子上装有叶片，蒸汽送入汽轮机经过喷嘴时压力降低，热能化成动能，使高速的蒸汽冲动转子，发生高速转动。转子轴的一端连接在交流发电机的转子上，因此发出交流电来，汽轮机的外形如图 2-1。

锅炉：锅炉的作用是要使水吸收大量的热能，产生有压力的蒸汽，它的原理和煮水的锅子相同，给水在锅炉内用燃料燃烧后加热，使温度升高，水达到沸腾变成蒸汽。再将此项蒸汽送入汽轮机，使汽轮机发生转动而发出电能，锅炉的外形如图 2-2。

在新型电厂的各种原动机中，以汽轮机厂为最普遍。这是由于汽轮机具有以下的各种优点：

汽轮机和发电机的联结可以用联轴器直接连接起来，汽轮发电机的转动具有高度的均匀性，在正常运行情形下，可使发电机平稳地并列运行。运行的故障比较少，热效率高，汽轮机的排汽和凝结水是清洁的，可以再用来作为锅炉的给水，如抽汽汽轮机

图2-1 凝汽式汽轮机

1—汽轮机；2—发电机；3—凝汽器；4—凝结水泵；5—冷却水管；6—蒸汽喷射式抽气器；7—过热蒸汽（新汽）管；8—凝结水管；9—凝结水再循环管；10—凝汽器空气抽出管；11—油箱；12—汽动油泵；13—汽轮机停机关（主汽阀）；14—汽轮机调速机构；15—汽轮机机壳；16—汽轮机的各个工作级；17—汽轮机排汽管；18—凝汽器板；19—凝汽器水管；20—凝水收集室；21—发电机的激磁机。

