

DIANGONGXUE SHIYONGZHISHI

(第二册)



(联邦德国) A·D 鲍曼等著

电工学实用知识

中国劳动出版社

本书是翻译联邦德国《技术和手册出版有限公司》出版的职业培训教材，供第二汽车制造厂技工学校与联邦德国联合办学使用。全书共三册，第二册有两部分。第一部分电工学主要讲述了发电厂概况、动力机械、电机、变压器、变流器、传感器、执行元件、放大器、调节技术、控制、输电线路、电网与开关设备、照明技术、电的保护、天线、制冷技术、电气的供电设备、绝缘材料的击穿、电动机与工作机械的匹配等；第二部分电工实践主要讲述了事故预防、各种接线、各种仪表的测量和检验维护、故障诊断与维修准则、光源与照明线路、天线的结构、居室供暖与空调、洗衣机、甩干机、电灶和微波灶、旋转机械中的平衡、机械加工方法、连接技术和测量工具等。

本书对概念、定义等的叙述严谨、通俗、简要；叙述基础知识时结合大量实例和实物；图文并茂（图1000余幅），图例形象；书中有很多有用的性能数据，有些是很难得到的资料；特别注意叙述生产安全知识和防护技术。

本书适合技工学校师生和在职工人、工厂初、中级技术人员学习或参考。

Fachkenntnisse Elektrotechnik
Fachstufe 2 Energietechnik
Elektrotechnik Elektropraxis
Fachstufe für Industrie und Handwerk
4., durchgesehene Auflage
Baumann Betz Beuth Bruderreck Glass
Hoerner Huber Jordan Postl Schmidt
Waldeck Werner Wölsle Wunderlin
Verlag Handwerk und Technik G.m.b.H
Lademannbogen 135, 2000 Hamburg 63
1 9 8 2

电 工 学 实 用 知 识

(第二册)

第二汽车制造厂技工学校组织翻译

吉崇庆 译 傅佑同 校审

责任编辑 王栋梁

中国劳动出版社出版

(北京市和平里中街12号)

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 32.25印张 802千字

1990年3月北京第1版 1990年9月北京第1次印刷

印数：1—4500册

ISBN 7-5045-0486-6/TM·029(课) 定价：14.80元

说 明

联邦德国职业学校“双元制”教学计划，开设三门专业课即《专业理论》、《专业计算》、《专业制图》。我校自1985年引进了联邦德国职业学校“双元制”教学计划，除开设三门专业课外，并开设《语文》、《政治》、《体育》三门课。

《电工学》是联邦德国职业学校电工类《专业理论》教材，本书共三册，即：《电工学基础知识》、《电工学实用知识》(第一、二册)，其内容包括电工学，电工实践，材料学(电工常用材料)及电气机械。本书在培训专业技术人员、初级技术人员的过程中，既可作为教学的正式教材，也可作为个人专业进修的自学的教材。本教材适用的专业范围极为广泛，由于科学技术的发展，各行业都离不开“电”，因此学习本书都会有所裨益。本书以最基本的科学理论为导引线，以实物和实例进行对比，体现了综合运用各门科学理论解决实际问题的具体措施和思路。同时提出了标准化的各项规定及安全生产的注意事项。

本书编写的内容具有如下的重要特点：

1. 内容从最基本的概念开始，对所有的定理和专门名词定义，都以严谨、通俗、简单扼要的词句加以阐明，使学者便于理解和记忆；

2. 在解释基本概念的同时，借助于实例加以说明，使学者立刻把基本概念与他所熟习的常见事物联系起来，这样就不会使学者感到定理是枯燥的死教条，而是活生生有用的知识；

3. 对于物质世界的客观规律辅以图加以说明，使之紧密联系，极为重视联系实践，但又不单纯以经验为主；

4. 计算例题概念清楚，计算过程简单，例题的实用性强；

5. 在必要的部分列出全面的有用的性能数据，其中有许多是很难得的资料；

6. 本书各部分都极为重视生产安全及事故防护。

全书基本上是以“看图识字”的方法进行专业知识学习。分节细，每节都有思考题，可以自己检查自己的学习质量。

这是一套实用性很强，基本概念十分正确，清晰的专业书籍，学习本书它一定会使你获得巨大的收益。

本书在出版过程中，承蒙中国劳动出版社的大力支持，在此，我们衷心的感谢。由于我们水平有限，书中不妥之处是难免的，恳望读者批评指正。

第二汽车制造厂技工学校

高级讲师 高德凤

一九八九年十月三十一日

目 录

电 工 学

1. 动力经济与环境	1
2. 各类发电厂概述	5
3. 概述驱动发电机的动力机械	11
4. 电 机	15
5. 特殊结构的单相和三相变压器	30
6. 变流器	38
7. 测量值摄取器——传感器	44
8. 执行元件	51
9. 放大器	55
10. 数字技术导引	64
11. 调节技术	81
12. 控制机构	92
13. 无线电干扰	97
14. 静电学	104
15. 输电线路	110
16. 电力网络与开关设备	117
17. 光技术	120
18. 照明技术	127
19. 闪电与过电压保护	139
20. 天线技术	149
21. 电网调度技术	158
22. 制冷技术	164
23. 用电能产生热	171
24. 具有特殊性能的电机转速控制	183
25. 交流和三相绕组	196
26. 直流电枢绕组	204
27. 电气的备用供电设备	208
28. 电动机与工作机械的匹配	212
29. 三相电动机在改制时的运行性能	220
30. 小型变压器的计算	224
31. 绝缘材料的电击穿, 泄漏电流在电场中的绝缘层	232

电 工 实 践

1. 事故预防	239
2. 按VDE0100检验电气设备	246
3. 电机接线	258
4. 变压器的接线	275
5. 记录式测量仪表	281
6. 示波器的构造与作用方式	285
7. 用示波器测量	290
8. 数字测量	294
9. 非电量的电气测量	301
10. 放射性的测量	318
11. 控制设备的结构、检验、维护	323
12. 实践中的调节技术	329
13. 无线电干扰的实践	336
14. 故障诊断与维修准则	348
15. 技术报告	354
16. 电气安装系统	358
17. 灯	366
18. 光源与照明线路	388
19. 在住宅建设中电气设备的参考值	400
20. 有特殊危险的运行场所	406
21. 接地设备	414
22. 单个天线设备的结构	420
23. 公用天线装置的结构	425
24. 电气安装的仪表与工具	431
25. 电气的居室供暖与空调器	437
26. 电热水制备	445
27. 洗衣机、湿衣服甩干机、湿衣服烘干机、餐具冲洗机	454
28. 电灶、微波灶	464
29. 冰箱与冷柜	471
30. 在旋转机械中的不平衡	476
31. 起动器与调节器	480
32. 机械加工方法	485
33. 连接技术	497
34. 量具、量规、厚度规与专用工具	504

电 工 学

1. 动力经济与环境

动力经济的意义

只有能提供稳定的大量动力的条件下工业国家才有可能发展工业与技术。世界上在近期约12~20年内对动力的需求估计会增加一倍，这相当于每年平均增长6.25%。

在联邦德国目前此增长率为每年4~5%。

对动力需求要求增长更快些，这就使能量供应成为我们时代发展的重大课题。

与此相关的是动力供应不能单纯从技术的可实现性角度去考虑，而必须从世界范围理解社会责任出发，特别是对发展中国家，对于合理分配、储藏的开发以及环境的负担等这些同样令人关心的问题给予重视。

图1-1-1表明到2000年这段时间地球上一次能源需求发展预测。图1-1-2表明联邦德国在1980年前和按第二能源规划1985~2000年的情况。

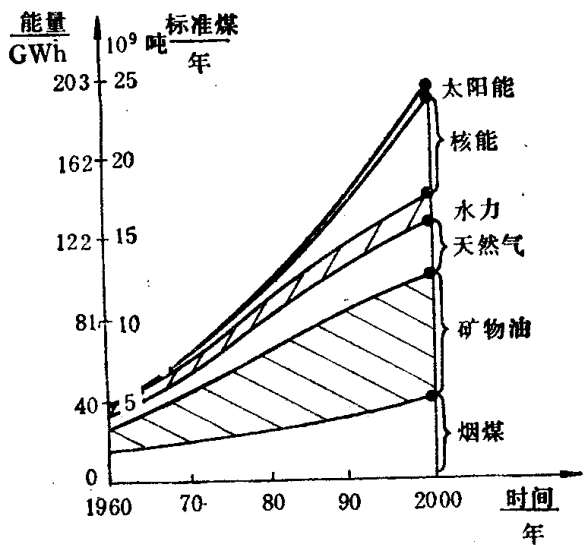


图1-1-1 到2000年地球上一次能源的发展

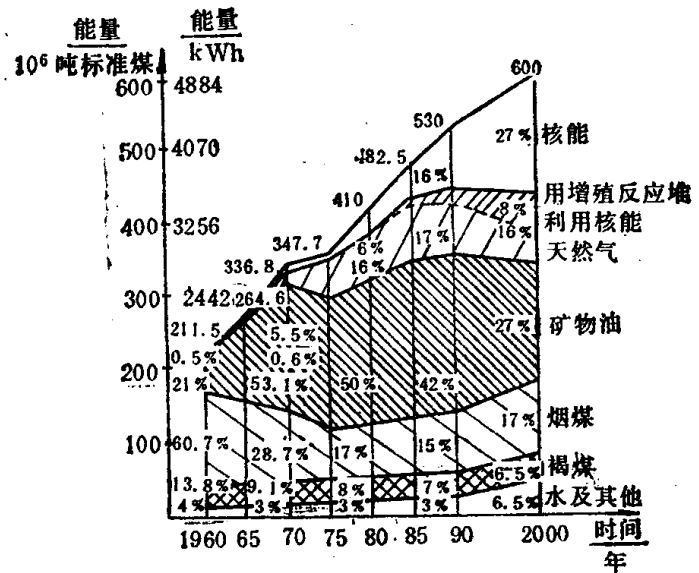


图1-1-2 到2000年联邦德国一次能源需求发展

由于这个预测是从当前的技术经济概念出发的，它是正确地表明今后的发展，它是抑制或在几年后变成错误的考虑，这是有争议的。

全人类合理形成的供能需要将对世界政局的稳定、对全体民众负责任的技术与可供原料的交流都有决定性的作用。

一次、二次、终端与实用能源(图1-1-3)

在一系统内含有的作功能力称为能源。

一次能源：从天然到实用靠这种能量载体提供的能量，例如烟煤、褐煤、石油、天然气、

核能、水与风、地热、太阳能与潮汐能等。

二次能源：由一次能源转化而得，如电、热网供热、汽油等。

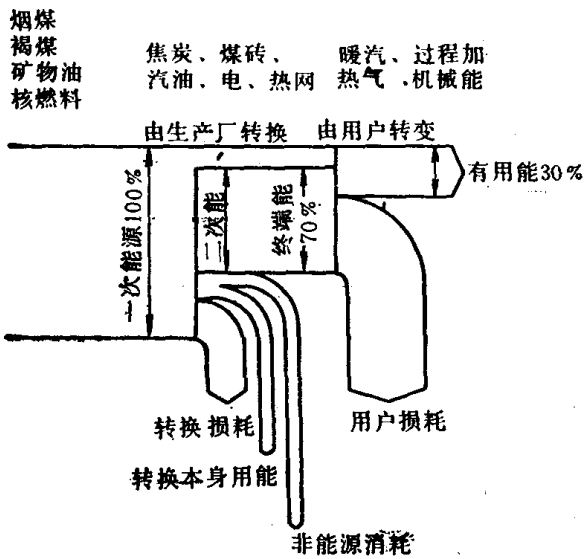


图1-1-3 以能源载体为原料的一次、二次、终端、实用能源的应用

表1-1-1为一些能源载体的能值。

表1-1-1 重要材料的能值

材 料 (kg或m ³)	能 值 (MJ)	能 值 (SKE)
标准煤	29.302	1
褐 煤	7.9	0.27
木柴平均值	14.7	0.50
石 油	42.3	1.44
轻质燃料油	42.7	1.46
汽 油	43.5	1.49
天然气	31.9	1.09
炼焦煤气平均值	16.1	0.55
天然铀在轻水反应堆中	400000	13650
浓缩铀在轻水反应堆中	1700000	58016
天然铀在增殖反应堆中	10200000	3480901

非再生的一次能源储量

有人估计在地球上一次能源储量为 $167200 \times 10^9 \text{ tSKE} \triangleq 4899294 \times 10^{18} \text{ J} \triangleq 1360915 \times 10^{12} \text{ kWh}$ 。

相形之下联邦德国的一次能源储量是很少的(表1-1-2)：

$$254.34 \times 10^9 \text{ tSKE} \triangleq 7452.67 \times 10^{18} \text{ J} \triangleq 2070 \times 10^{12} \text{ kWh}$$

再生性一次能源

再生能源属于“干净的能”，它向环境排放的有害放射物质与废物很少，属于这种能源的有：太阳能、风能、流水能、地热能、潮汐能。如果它们在技术上得以继续发展，到2000年可指望用这种能的状况如表1-1-3所示，至少可认为在2000年它们约占联邦德国所需总能源的8.5%。

表1-1-2 联邦德国的一次能源储量估计

材 料	标准煤值 10 ⁹ tSKE	能 值 10 ¹³ J	10 ¹² kWh
天然气	0.660	19.34	5.37
石油	0.250	7.32	2.03
烟煤与褐煤	245	7178	1993.88
铀在轻水反应堆中	0.140	4.1	1.138
用于增殖反应堆的铀	8.4	246.14	68.372

表1-1-3 联邦德国再生性能源的估计

能 源	理论上技术上 可能的一次能 源TWh/年	在2000年经济可 用的一次能源 TWh/年	%	理 论 上 占 地 量 km ²
太阳能收集器	250	30	1.2	1000(一两个家庭住宅与工业企业)
太阳能电池	100	—	—	1000(一两个家庭住宅与工业企业)
环境加温	440	36	1.5	10000(由土壤中取热)
风能	450	30	1.8	7000(在北海滨)
流水能	23	23	1.4	—
地热能				
热水	100	5	0.2	50(上莱茵井)
热岩石	300	0.6	0.02	250(联邦德国面积的0.1%)
波浪能	15	—	—	(250km北海岸)
潮汐能	4	—	—	250(北海滨)
植物能				
森林	50	10	0.4	72000(森林面积)
有机渣滓	20	10	0.4	30000(草地面积)
垃圾	70	35	1.5	
总 计	(1822)	(179.6)	(8.42)	就一次能源而言, 在2000年
	1800	180	8.5	600 × 10 ⁹ tSKE

8.5% \triangleq 51 × 10⁶tSKE \triangleq 1494.4 × 10¹⁸J \triangleq 415 × 10¹²kWh未来技术

煤、石油、煤气与水力等不同的一次能源载体的利用按照自然性质要求不同的工艺技术。

可支配的水力受很大局限，古生的一次能源载体煤、油、天然气又日趋短缺，这是一方面；另一方面对能源需求不断增长，就促进近年来加速发展新型的动力工程(表1-1-4)。

为此应在世界范围内对重大的经济材料的使用方面进行必要的科学技术的研究。

财政资助与技术能力大部分都花费在核能的研究、发展与扩建上，努力的结果产生了一系列反应堆类型。对于一些类型的反应堆发展已取得长足的进步，使之在目前已经对供能有所贡献，例如轻水反应堆、压水反应堆等(见第2章)。另外一些反应堆如所谓“快增殖”反应堆则仍处于考验阶段。曾经作为解决供能问题的一把钥匙的核能现在正遭到不只是外行人们的日益增多的批评。

批评的重点在于技术与社会政治方面没解决消耗燃料的安全保管问题、环境保护问题以及尽管在技术安全性方面花大力气但仍遗留有风险问题。

在地球上对取之不尽的太阳能的利用所做的努力，使国际上进行核聚变研究的热情降了下来。

聚变反应可望解决能源需求问题中所涉及的供能问题，关于这方面技术的实际可靠性与

表1-1-4 地球上长期的一次能源储量估计

能源	经济上可用的一次能源 10 ¹² tSKE	一次能源 10 ¹² kWh	能源变换器	对环境的影响
煤	8	65000	用新技术的煤热电站	占地 SO ₂ 有害 CO ₂ 对地球平均气温有害影响 细粉尘漂浮
核裂变	450	3662750	核反应堆, 占优势的是轻水反应堆与增殖反应堆	有害的核辐射 占地 长期裂变反应放射性侵袭, 高危险性
太阳	123	1001152	太阳能电站 (高技术, 尚未实现)	大量占地 可能影响气候
核聚变	1500	12209166	核聚变电站 (技术尚未实现)	占地 核辐射危害
地热		21170928	地热电站 (高技术、尚未实现)	占地 可能引起地震

可能产生的附加问题都是发展至今还没有定论的。

在核能与聚变能所提出的问题导致近年来人们增强了对再生能源的重视并相应增强了资助手段。

研究确已证明再生能源毕竟只能解决整个能源需求的一小部分。利用太阳能与风能动力工业也给环境带来负担。

[注] 核聚变指两轻核聚变为一较重的核。

节约用能

地球上有限的能量蕴藏要求合理地用能, 即在从一次能到终端能的转化环节要用最好的技术以求能耗损失最少。

每位专家都必须搞清楚在运行中怎样转化能量才可使损耗降低、效率提高, 从而有节约能源的可能。

节约用能就意味着充分利用了蕴藏的能。

给人以足够的能量供应是一种合乎人类尊严地生存的必要前提。

没有能量则诸如光、热、食物、衣着等基本需求都无从满足。因此能量供应问题不仅是技术问题而且也是社会的和经济政治的要求, 为了实现科学家、技术工作者和政治家的这个愿望, 要求他们具有高度的责任心。

测验您的知识

1. 请分辨一次能、二次能、终端能与可用能。
2. 人们用哪些单位去计量能量载体的能值?
3. 您怎样为节能做出贡献?

2. 各类发电厂概述

综 述

一个发电厂是一套庞大的技术设备，在其中将一种提供出的能或现成的储能转化成为电能(图1-2-1)。

在电厂所在地附近的现有的或便于提供的能量形式决定了电厂的类型。

靠能量转换产生所冀求的可进一步充分使用的可用能，它统称输出能(希腊、拉丁语，物质的技术上的做功能力)；在转换过程还会产生另一种形式的能(多为热能)，它不能直接取用，它涉及到能量损耗，通称能耗(希腊、拉丁语，不敏感的、缺乏活动能力的)。

输出能是可用能，能耗是不再可用的能。

一次能，如煤、石油、水、风、核能不可能无限制地提供使用，它们必须被合理地利用。

一个电厂在建造与运行时应该力求产生最多的输出能和最少的能耗。

还应注意以下观点：

环境的负荷应尽量小；

电厂建造与运行费用不可过高，以免使电能价格过于昂贵；

应保证对用户供电的高度安全；

设备应设计得宁静不讨人嫌；

每个技术设备若陈旧而不得不报废应可以花费合适的费用无危险地拆除。

水电站

在水电站中利用的是由重力作用所产生的机械作功能力。

原理：由于落差使水处于运动状态，这种形式的能(位能)转化为运动能(动能)，如此获得的水的动能被转化为电能(图1-2-2)。

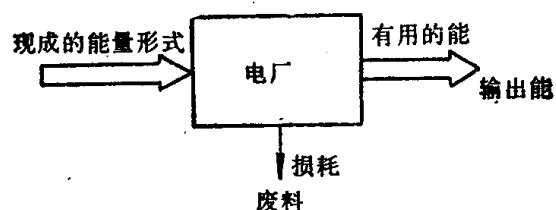


图1-2-1 一般对发电厂的系统考察



图1-2-2 对水电站的系统考察

流水电站

这类水电站设备建在天然的河流水流中。

河流在一年当中水流量是经常波动的，春季溶雪会造成高水量，夏季会使河流干涸，水电站应按平均水量考虑，也可短时在高水量下运行，但不经济。

此外还要为经常性的航运保留闸门，特别需要留有鱼通道。

流水电站设备可产生大致均衡的电流。

多余的过量的水可从开启溢洪闸泄过电站(图1-2-3, 1-2-4)。

流水电站总效率约85%， $\eta \approx 0.85$ 。

由地中海开始建于上莱茵河的一连串流水电站(图1-2-5)，图1-2-6(图略)为赛克英根莱

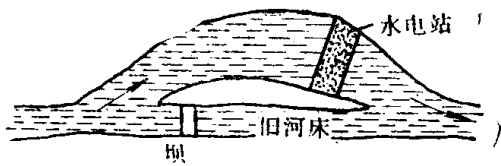


图1-2-3 在河流中的人造侧流电站设备

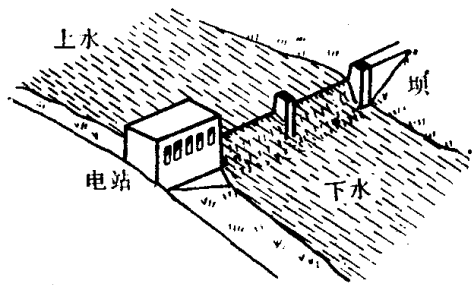


图1-2-4 直接在河流中的电站

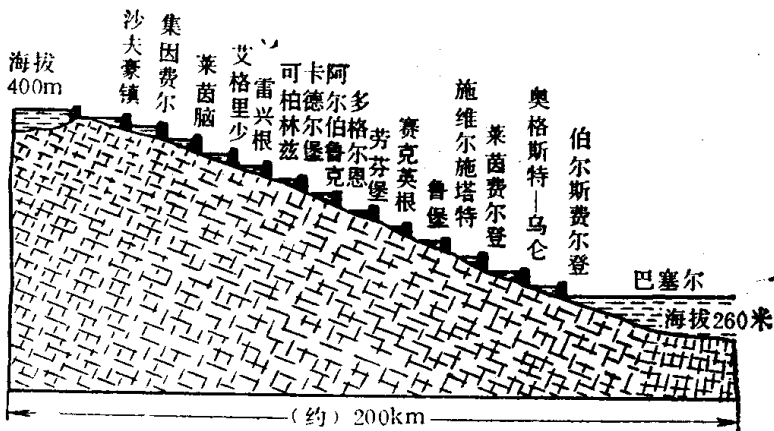


图1-2-5 在上莱茵河的一连串电站

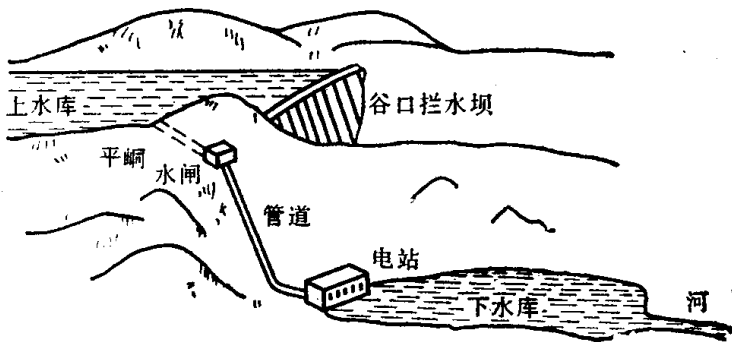


图1-2-7 蓄能电站设备

坝的蓄水库,图1-2-11(图略)表明从蓄水库到机房的导水管, 图1-2-10为带有高峰负载的日负荷曲线。

蓄能电站的效率约为80%, $\eta \approx 0.8$; 抽水蓄能电站则为75%, $\eta \approx 0.75$ 。

压力导水管与电站厂房不建在外面而建在山岩中则称之为空洞电站。

潮汐电站

大家都知道在潮汐的作用下世界海洋的海平面每天有两次涨落, 即涨潮与落潮, 这种由于月球造成的水面波动在特定的海岸潮高可达21米。

由于潮汐高水位与低水位间的高度差产生水量的能量被用作潮汐电站。

原理: 海湾河口用水坝封锁, 坝中装水轮机, 它可按两种流向工作(图1-2-12至1-2-14)。

这种电站的技术发展尚不完善, 由于这类装置的自然条件只存在于地球上为数不多的地区, 因此不能指望它对总的供能做出更大的贡献。

菌水电站。

蓄能电站

这类电站可建于水量小而落差大的地方。

在供发电使用前必须将水蓄在 水库中, 如蓄水坝内(图1-2-7) 存储。

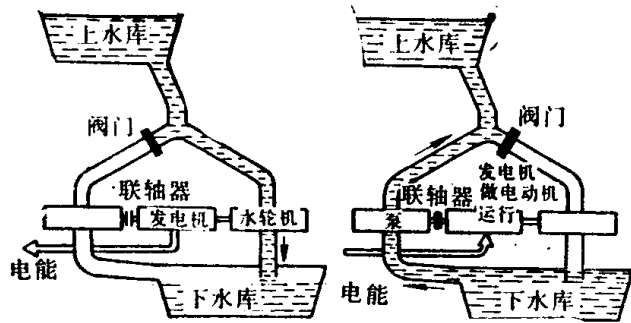
如在高山峡谷把其中流过的河 水用拦水坝隔断建成上水库, 被拦 住的水通过陡斜的导水管进入谷底 处装有水轮机和发电机的电站。

按照水库容量与可获得水量区 分为日、周、年蓄能电站。

抽水蓄能电站则将水在下水库 又汇集起来, 当电网低负荷时把水 抽到上水库中。

抽水蓄能电站可用以填补日常 的高峰负荷。

图1-2-8表示抽水蓄能电站的 工作方式, 图1-2-9(图略)为带水



发电运行 水泵运行
图1-2-8 抽水蓄能电站的工作方式

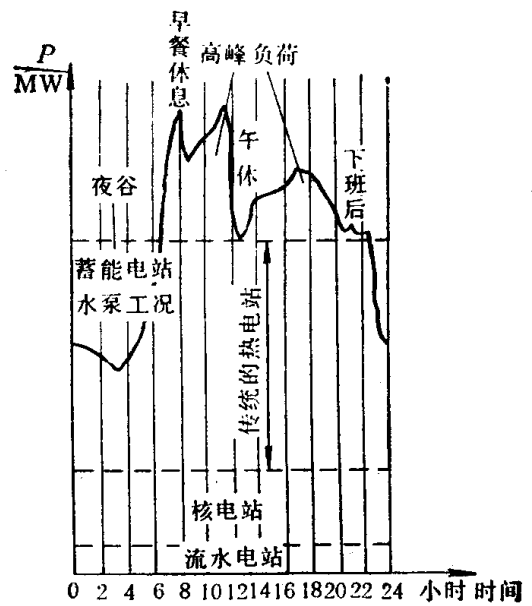


图1-2-10 日负荷曲线

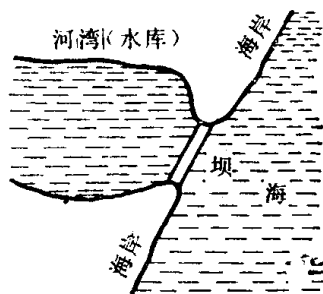


图1-2-12 潮汐电站装置

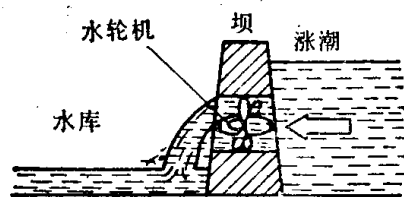


图1-2-13 涨潮时运行

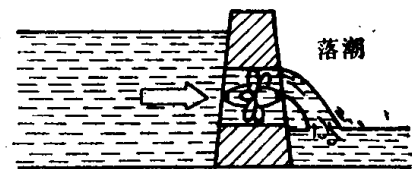


图1-2-14 落潮时运行

热电站

热电站是用燃料中藏能获取电能，也就是将热能转变为电能(图1-2-15)。

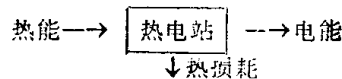


图1-2-15 对热电站的系统考察

热能不是立即供合理应用，而需经许多专门技术设备去开发(图1-2-16)。

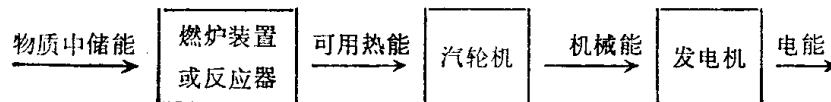


图1-2-16 热电站各组成部分系统图

汽轮机和发电机原理性结构在所有热电站都是类似的。

从中获取热能的燃料决定电站类型。

烧煤、天然气或油的装置是有区别的，核动力装置则从原子反应中产生电能。

用煤生产蒸气

燃煤电厂的厂址尽可能选在便于供煤又有足够水量的冷却水可用的地方，因此燃煤电厂常建在靠近大河边。图1-2-17(图略)表明一汽热电厂，它可用多种燃料。

在蒸气锅炉中把所供水加热、汽化并超常加热使达到所需的出口温度(新鲜蒸气温度)。现代新鲜蒸气温度达550℃, 压力达250bar。

此值受锅炉材料, 尤其是蒸气输送钢管的限制, 图1-2-18表示一烧煤锅炉的原理图。

通过倾斜的提升机将煤送进煤仓, 再从仓进入煤磨磨成煤粉, 煤中的潮气靠从一端通入热烟气消除之。用鼓风机把煤粉吹入燃烧室, 为使燃烧充分要准备充足的氧气, 氧是从供入新鲜空气中摄取。为改善效率, 空气需预热。

在由一些管道系统组成的加热锅炉中水被汽化, 再接到过热器中加温到约550℃, 此蒸气通往汽轮机。

在进入烟囱之前烟气先被过滤, 灰分在流体状态下从下面排出并在水槽中冷却, 这种颗粒状物可当作建筑材料进一步应用之。

对供水要求较高, 需净化掉带腐蚀性的物质、除钙、除气; 出于价格原因将汽轮机排出的汽经冷却塔液化重新通入锅炉。

汽轮机的工作方式见第3节。

用煤气或热油生产蒸气

建造锅炉房原理上与燃煤电站相同。当然这里是安装烧液体或气体燃料的燃烧器, 气与油混合燃烧的也常被采用。它不产生灰, 因而不必用除灰装置。当然, 烧重油先要加热以便能喷洒。

对烟气过滤器(见第14章举例)有大量要求, 特别是脱硫问题。

核能生产蒸气

所谓核动力电站(图1-2-19, 图略)不是从原子能直接转化为电能, 其过程许多环节中首先是产生热, 由热能再使热电站运行。

核电站通过原子反应使供水汽化加热, 此蒸气驱动汽轮机一如常规热电站。

原子反应过程有两类产生能量的方式, 即核裂变与核聚变。

核裂变由一个重原子产生两个较轻的原子(图1-2-20)。

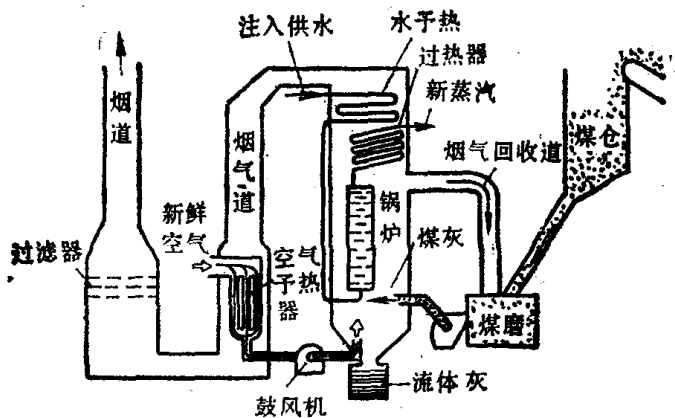


图1-2-18 烧煤粉的锅炉设备原理图

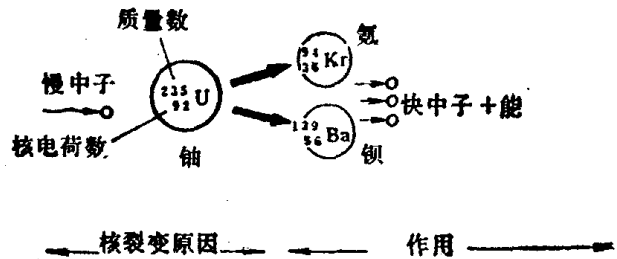


图1-2-20 核裂变原理

核聚变由两个轻原子组成一个重原子(图1-2-21)。

在两种过程中都是能量释放。图1-2-22表示单位质点能值与原子量的关系, 它表明只有重原子, 如铀, 才能通过裂变获取能量; 而聚变释能只有轻元素, 如氢方可。

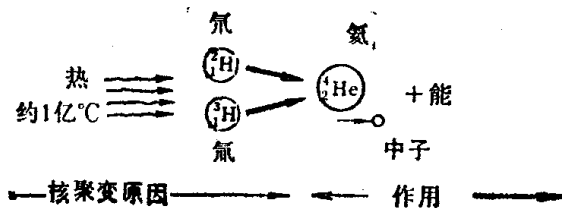


图1-2-21 核聚变原理

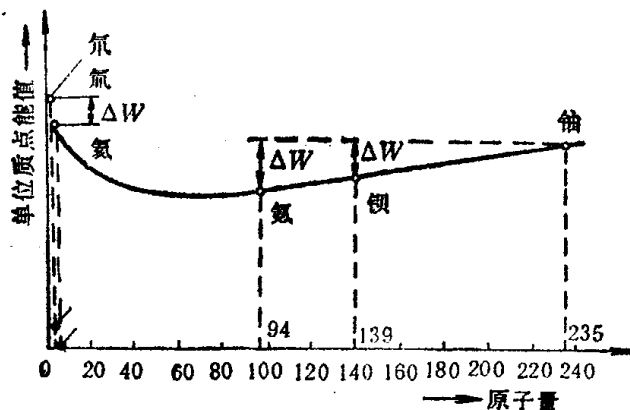


图1-2-22 单位质点能值与原子量的关系

核反应需要有激发能量导引，如气缸中汽油与空气混合体用火花点燃一样，对核聚变需要高达1亿度做“起动”温度，因此核聚变装置技术上至今还不能付诸实现。

铀核裂变在中子轰击下导致分裂，中子源随时可供使用。

由前图1-2-20，每个铀原子裂变释放出三个快中子，这些中子继续引导核裂变，造成一种连锁反应(图1-2-23)。

当然引起连锁反应需要一定的最小质量，即所谓在应用铀时的临界质量，球状纯铀235它大约为50公斤。

由于只有“慢”中子能引起核裂变，而裂变后会产生更多的“快”中子，因此需要将些快中子制动减速。

把快中子制动的物质被称为减速器，它是进一步裂变所必需的。

减速器材料用例如水与石墨。

在核电站容许连锁反应，对加热又不能无控制，因此采用控制棒插入反应堆，它在进一步裂变前拦阻吸收快中子(图1-2-24)。

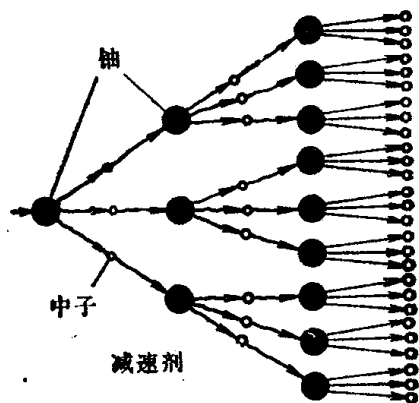


图1-2-23 无约束连锁反应原理

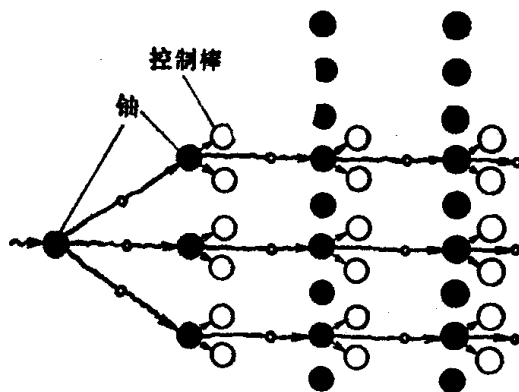


图1-2-24 用控制棒装置控制核裂变的原理

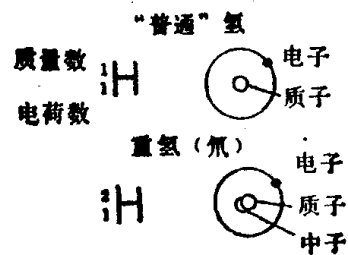


图1-2-25 氢同位素之间的区别

控制棒调节反应过程使核裂变持续下去。

核燃料需在反应堆中生产出来，冷却介质不直接与铀接触，为此目的将二氧化铀片装在焊好的约5米长的特种钢管中。

许多这样的燃料棒合并为燃料单元。

轻水反应堆(LWR)

在这种反应堆用轻水作减速剂。轻水是普通的水，即由氧与氢组成的，其中每个氢原子中只有一个质子在核中。重水则由核中含一个质子与一个中子的氢组成(图1-2-25)。

作为燃料用的二氧化铀蕴藏量为天然铀235的5倍左右。

它可有两种运行方式：

在沸水反应堆中轻水兼作减速器和传热介质应用，最简单的是用蒸气直接驱动汽轮机。

这些蒸气没有排除放射性成份，因此汽轮机必须被隔离在带防护的反应堆建筑物中(图1-2-26)。

压水反应堆是在反应堆内部容器中产生过压的水，它并不沸腾。水比汽能带更多的热量，其压力约150bar，水温达300℃，否则水将汽化。

为了将高温高压的水转化为蒸气形态用了热交换器，它也阻止了放射性物质延伸到第二回路中去(图1-2-27)。

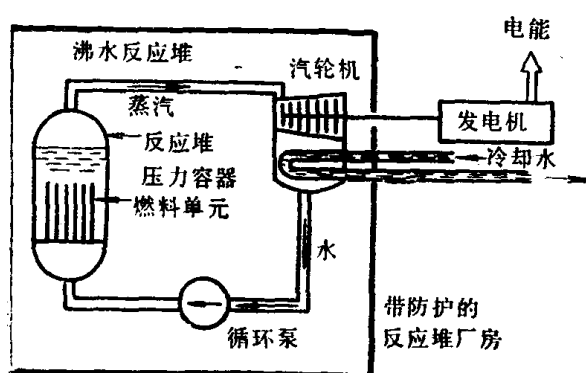


图1-2-26 沸水反应堆原理

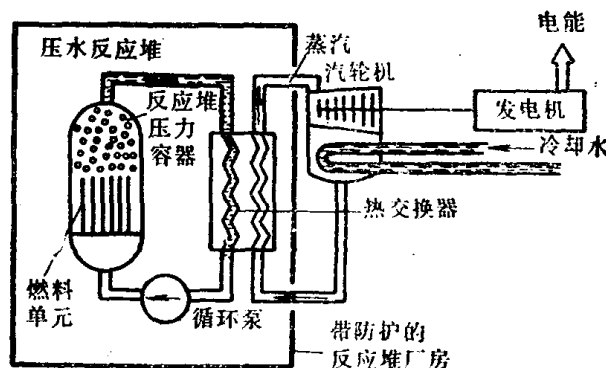


图1-2-27 压水反应堆原理

高温反应堆

在高温反应堆中燃料棒与冷却介质水之间不用很严格地隔绝，因此用燃料铀埋入石墨球中，用氦气作冷却介质。这种装置在530℃温度和180bar压力下运行(图1-2-28)。

快增殖反应堆

在运行中新的可裂变材料在反应堆中“增殖”。核燃料用铀 ^{235}Pu ，此外还用已有较丰富的铀238，在核反应中铀238产生相邻原子序号的可继续裂变的材料铀 ^{235}Pu 。

这种反应堆具有良好的热效率，当然这种反应堆内部具有高放射性，因而基于安全考虑其热能通过两套热交换器循环运行(图1-2-29)。

燃气轮机热电站

这种热电站用喷气发动机驱动，如喷气式飞机使用的一样。由喷气机产生的热气驱动汽轮机。这类燃气热电站可在几分钟内起至高速并带满负载，因而可用做高峰负荷发电站。

能量收益比较

考虑到效率并在良好的条件下(如余热利用等)由每公斤燃料可获得：

褐煤	2kWh电能
烟煤	7kWh电能

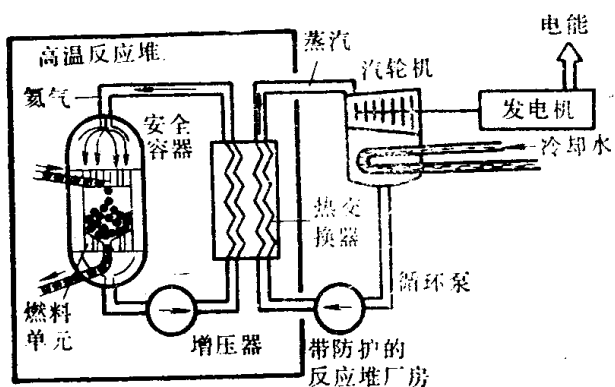


图1-2-28 高温反应堆原理

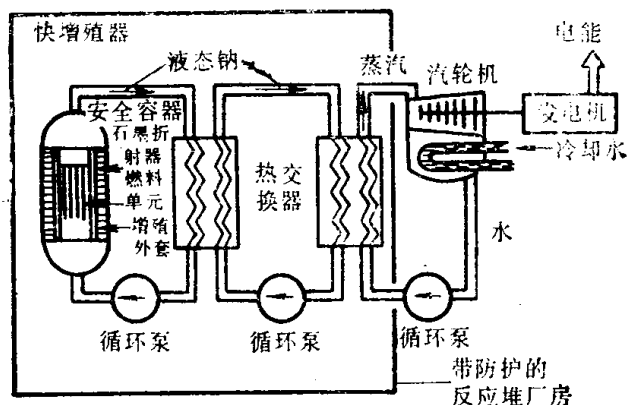


图1-2-29 快增殖反应堆原理

天然气	9kWh电能
石油	11kWh电能
铀(增殖反应堆)	24000000kWh电能

测验您的知识

1. 您能区分哪些生产电能的电厂类型?
2. 抽水蓄能电站起什么作用?
3. 叙述一种原子反应堆电站。

3. 概述驱动发电机的动力机械

综述

对驱动发电机的机械而言，它应能将电厂待用的能量品种转化成机械能，而且只有旋转运动一种型式，此转动能量称为旋转能。

在水电站利用水的动能，热电站用热能(图1-3-1)。

水电站驱动

几种结构为：

自由喷射或佩尔顿水轮机①；

螺旋式或法兰西斯水轮机②；

推力式或卡普兰水轮机③；

用哪一种水轮机取决于水落差和可支配的水流量：



图1-3-1 驱动机械的能量转换

水轮机种类	落差	水量
佩尔顿水轮机	100~2000m	小
法兰西斯水轮机	60~600m	中
卡普兰水轮机	2~60m	大

注：① 佩尔顿Pelton L. A, 美国工程师1829~1908。
 ② 法兰西斯Francis James, 英国工程师1815~1892。
 ③ 卡普兰Kaplan Viktor, 奥地利工程师1876~1934。

佩尔顿水轮机

它由带叶片的转轮组成，从喷嘴喷出的水柱打在一个叶片上(图1-3-2)。叶片为两个勺形的半盘，它接受水能，产生转矩，余水从侧面喷出(图1-3-3)。

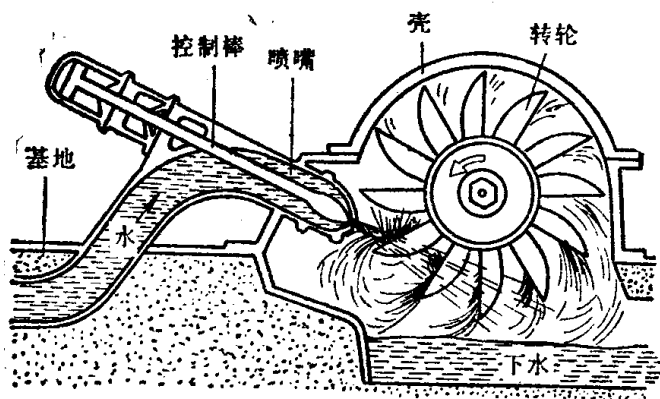


图1-3-2 佩尔顿水轮机原理

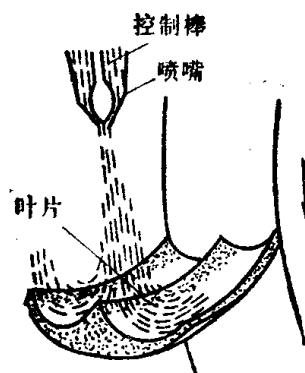


图1-3-3 在佩尔顿叶片上水改变方向原理图

为调节水流用一针阀可或多或少地堵塞喷嘴，由此相应地调整与转换电能相关的转矩和必需的水量。

根据现有水量用一个转轮也可以沿圆周分几个喷嘴驱动之。

在水触及叶片之前其位能充分转化为动能，从喷嘴流出后其静压不再变化。

法兰西斯水轮机

水首先经入口蜗壳再经带导叶的配流器流过，然后流过水轮机转轮。

水从四周侧面流入，改变方向并朝转轴方向脱离开水轮机(图1-3-4)。

水轮机由调节导叶而得以控制。由于只有一部分水位能在导叶旁转化为动能，水在过压下流到转轮上，长期过压会在整个转轮周围侵蚀，但对能量转换有利。

法兰西斯水轮机是过压水轮机。

流出的水用一管子导出，它的形状能起虹吸作用，通过此虹吸管使下游水位的波动不致影响导水。

图1-3-5表示立式水轮机设备原理图。近代的法兰西斯水轮机水平安装如图1-3-6(图略)。

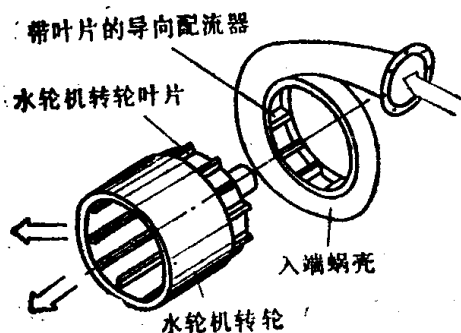


图1-3-4 法兰西斯水轮机原理

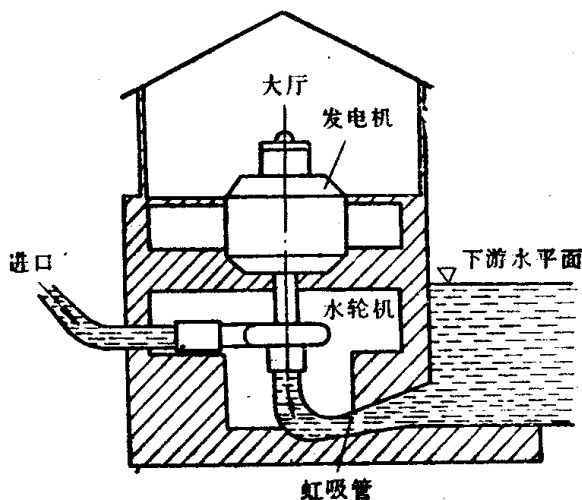


图1-3-5 垂直安装的法兰西斯水轮机设备