



電力工業技工學校教材試用本

發電廠的電氣設備

沈陽電力技工學校編

電力工業出版社

發電厂的电气設備

沈陽電力技工學校編

中華人民共和國電力工業部教育司推薦
作為電力工業技工學校教材試用本

內 容 提 要

本書是为电力技工学校编写的教材試用本，内容包括火力发电中的各主要设备和生产过程，电弧熄灭原理、开关触头、断路器、刀形开关、接触器、电磁起动器、保险器、高压开关等。

本書配以大量插图，叙述詳尽，同时还介绍了中国所产各种电气设备型录规范，便于查用。每章的后面有复习題，便于讀者独立思考，因此可以作为火力发电厂中培訓工人的教材，并且适合于具有初中文化水平而缺乏电的專業知識正在向科学选軍的干部和老工人等自修之用。

發 电 厂 的 电 气 設 备

沈陽电力技工学校編

517D192

电力工業出版社出版 (北京府右街 26 号)

北京市書刊出版登記證出字第082号

北京市印刷一厂排印

新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 8 $\frac{1}{2}$ 印張 * 145 千字 * 定价(第10类)1.00元

1957年 6 月北京第 1 版

1957年 6 月北京第 1 次印刷(00001—5,700册)

序 言

“電力工業技工學校教材試用本”原是沈陽電力技工學校 1955 年的教材，內包括鍋爐、汽機、電氣三個專業（每一專業分運行和檢修兩班）的 22 種教材。沈陽電力技工學校編寫這套教材是以本校的教學計劃和教學大綱為根據，這個教學計劃和教學大綱是參照蘇聯技工學校的教學計劃和教學大綱制定，經電力工業部審查批准的。

由於電力技工學校的學員大都是初中程度的青年，他們都不懂技術，生活經驗也不豐富，因此在編寫這套教材時，盡量使內容淺顯，說理簡明，通俗易懂，並且避免了一些複雜公式的煩瑣推演和證明。另外，因為這些學員在校畢業以後，經過現場短期的實習，就要投入生產，擔負火力發電廠的運行或檢修工作，所以教材的內容就特別注意到貫徹法規和規程，結合現場實際的需要，並在必要的地方作了淺近的解釋，目的是使學員到達現場以後，很快地熟習生產過程並掌握操作技術。因此，“電力工業技工學校教材試用本”不僅可供電力技工學校的學員學習，而且也可作為各發電廠培訓技術工人的教材，還可作為工人進修的讀物。

隨著國家電力工業蓬勃發展，電力技工學校和現場培訓工作也在迅速地前進。根據客觀需要，電力工業出版社

和沈陽電力技工學校共同研究，決定將1955年的教材修訂出版。這套教材經中華人民共和國電力工業部教育司推薦作為“電力工業技工學校教材試用本”。

參加編寫和修訂這套教材的教師是很多的，其中有電氣科的蔡元宇、吳修法、徐康吉、魏蔭蓀、施致中、王熹德等同志；汽機科有周禮惠、劉勤勛、樓維時、于學富、郁善同、康文秀、林虔、齊恩海等同志；鍋爐科有李力夫、余立培、孫向方、蔣世澂、董樹文、劉少青、郭新民、王景龍、張印、孫吉星、王慶翰等同志；基礎技術科有李天璞、程與權、杜金祥、吳淑華、李恒章、樊學忠、尙世芳等同志。在修訂過程中重慶電力技工學校張盛榮同志協助編寫汽機專業熱工學教材，重慶、上海二校教師周基善、蔡紹勤、胡駿之等同志對修訂教材提出了許多寶貴的建議，並校對了部分教材，特此對他們表示感謝。

編寫本書曾參考“發電廠和變電所的電氣部分”、“發電廠和配電站的電氣設備”、“電工學基礎”等書，現亦謹此向著譯者致謝。

修訂教材的同志們雖然在主觀上盡了最大的努力，但由於修訂時間短促和時間所限，因而不完善的地方無疑是存在的，我們誠懇地希望讀者提出意見和批評，以便再版時修正。

沈陽電力技工學校

1956年5月

目 录

序言

第一章 火力发电厂的热力设备	7
第 1 节 电力与国家工业化	7
第 2 节 火力发电厂的生产过程	9
第 3 节 燃料运输	12
第 4 节 锅炉设备	19
第 5 节 汽轮机	25
第 6 节 火力发电厂的设备布置	42
第二章 电弧原理与开关设备的触头	45
第 1 节 电弧的形成与消灭	45
第 2 节 开关设备的触头	49
第三章 断路器	57
第 1 节 概述	57
第 2 节 户内断路器	59
第 3 节 户外断路器	62
第 4 节 断路器的操作机构	69
第四章 刀形开关、接触器和磁起动器	73
第 1 节 刀形开关和换接开关的构造	73
第 2 节 刀形开关的分类及应用	74
第 3 节 接触器	77
第 4 节 磁起动器	77
第五章 保险器	80
第 1 节 保险器概述	80

第 2 节	低压保險器	84
第 3 节	高压保險器	86
第 4 节	保險器的选择与应用	90
第六章	电力开关	92
第 1 节	电力开关概述及其定額	92
第 2 节	多油式油开关	94
第 3 节	少油式油开关(貧油断路器)	103
第 4 节	压缩空气开关(空气断路器)	117
第 5 节	油开关的操作机构	121
第 6 节	油开关的操作回路	134
第七章	电力系统	138
第 1 节	电力網概念	138
第 2 节	額定电压等級	141
第 3 节	发电厂母綫系統	144
第八章	电抗器	158
第 1 节	电抗器的作用及运用	158
第 2 节	电抗器的構造及分类	160
第九章	系統中性点工作状态及消弧綫圈	164
第 1 节	中性点不接地的三相系統	164
第 2 节	中性点直接接地的三相系統	166
第 3 节	消弧綫圈工作原理	166
第 4 节	消弧綫圈的構造和連接	169
第 5 节	中性点经过消弧綫圈接地的三相系統	170
第十章	发电厂照明	171
第 1 节	照明概念和白熾灯	171
第 2 节	光照器	174
第 3 节	工作照明、事故照明和保安照明	177

第十一章 蓄電池	185
第 1 節 蓄電池概述	185
第 2 節 蓄電池原理和構造	186
第 3 節 鉛蓄電池的特性	191
第 4 節 鉛蓄電池的充電類別	198
第 5 節 蓄電池的放電	202
第 6 節 比重調整	203
第 7 節 蓄電池室	204
第 8 節 充電設備及其結構	204
第 9 節 蓄電池故障及處理	211
第 10 節 蓄電池常見的幾種主要故障修理法	211
第 11 節 蓄電池的日常檢查及修理範圍	217
第十二章 整流器	218
第 1 節 整流器的概述	218
第 2 節 氧化銅整流器	219
第 3 節 硒整流器	223
第 4 節 玻璃水銀整流器	225
第十三章 過電壓概念	231
第 1 節 概述	231
第 2 節 大氣過電壓	231
第 3 節 發電廠和變電所的防雷措施	235
第十四章 避雷器	236
第 1 節 概述	236
第 2 節 蘇聯出品 PBC 閘型避雷器	240
第 3 節 丸型氧化膜避雷器	244
第 4 節 管型避雷器	245
第十五章 配電裝置	248

第 1 节 概述	248
第 2 节 戶内配电装置	249
第 3 节 成套配电装置	251
第 4 节 戶外配电装置	254
第十六章 保安接地	255
第 1 节 概述	255
第 2 节 保护接地的必要	256
第 3 节 工作接地	258
第 4 节 接地網	259
附录 电气現用名称对照表	260

第一章 火力發電廠的熱力設備

第 1 节 電力與國家工業化

1. 電力的優越性

人類最早完全依靠自己的體力來進行生產，經過若干年以後才逐漸的會利用畜力、風力、水力以至蒸汽和電力。電力為大規模生產創造了良好的條件，它的特殊優點有：

- (1) 容易轉變成其他的能，如熱能、機械能、光能、化學能等；
- (2) 輸送方便；
- (3) 便于分散使用；
- (4) 傳送迅速；
- (5) 管理控制簡便。

2. 電力是發展工業的基礎

由於電力具有許多優點，所以能被普遍地應用到各種工業生產上去，同時也為各種工程所使用。例如一個年產 300 萬噸的鋼鐵聯合企業就要使用十幾萬瓩的電力，一個年產三萬輛汽車的工廠要用兩萬瓩以上的電力。

我們知道一瓩電力工作二十四小時就相當於三十個人做一天工作（八小時），一台十萬瓩的發電機就代替 300 萬人做工。一瓩電力工作一小時可以供工業生產出 $\frac{1}{6}$ 匹布或 $\frac{1}{2}$

袋面粉，供十个 100 瓦灯泡亮一小时。所以在工业中广泛地使用电力进行生产，便能提高劳动生产率，扩大工业规模。随着电力工业的高度发展将使城乡间的区别消灭，改善人民物质与文化生活等方面创造可能的条件。列宁曾說：“共产主义就是苏维埃政权加全国电气化”。

3. 我国的电力工业

帝国主义为了对我国掠夺上的便利，于 1882 年在上海設置了第一个发电厂。其后各帝国主义在我国各大城市建立发电厂，壟断经营。我国自己经营的发电厂是在 1906 年建设的“北京电灯公司”。到第二次世界大战前的 1936 年，我国自己投资的发电设备容量只有三十几万瓩，在这三十年中间平均每年只增加一万瓩。

解放以后，电業回到人民手中，在党和政府的领导、苏联专家的热心帮助和全体职工积极努力下从事电業的恢复、建设与生产等工作。从下面五年的发展就可以了解电業工作方面上漲的程度。

年 度	1950 年	1951 年	1952 年	1953 年	1954 年
發 电 量 %	100	130.03	164.91	208.45	237.17

我国煤的儲藏量已查明的就有 4400 亿吨以上，如果以现在每度电用 0.63 公斤煤，全部煤可供 300 万瓩火力发电设备用 3000 年以上（按每年利用 4544 小时計算）。現調查出的水力资源約有一亿五千万瓩，因此我国电業的發

展有着良好的条件。

按照第一个五年计划，五年内增加的发电能力是 205 万瓩。在 1952 年我国年发电量为 726 000 万度；到 1957 年的年发电量是 1 590 000 万度，增长约 1.2 倍。所以五年内我国的电力工业将有很大的发展，要完成五年计划必须有足够的电力方面的建设、运行与检修人员。在五年计划中不但需要新建发电厂，同时还需要维持与改善旧有的发电厂，这两重任务是同等重要的。

以往在电力工业方面出现了刘英源、刘德珍等工业劳动模范。随着五年计划的进行将会出现更多的先进技术人员和劳动模范。我们应该努力学习，完成我们的学习任务，因为完成学习任务就是完成五年计划的具体行动；我们应该学习劳动模范的工作态度和刻苦钻研的精神。他们是我们的榜样，是我们努力的方向。

第 2 节 火力发电厂的生产过程

火力发电厂是把燃料燃烧，利用燃料燃烧时发生的热量使锅炉的水变成高压高温度的蒸汽，然后利用蒸汽的冲力和胀力在汽机里产生转动的机械能力，带动发电机发电。

如图 1 表示凝汽式汽轮机发电厂（汽轮机全部乏汽经凝汽器凝结成水）的生产过程。

此种发电厂的主要部分如下：（1）燃料供应机构；（2）锅炉分场；（3）汽机分场；（4）电气分场。

将煤自煤堆经碎煤机碎成小块后送入煤粉制造设备。

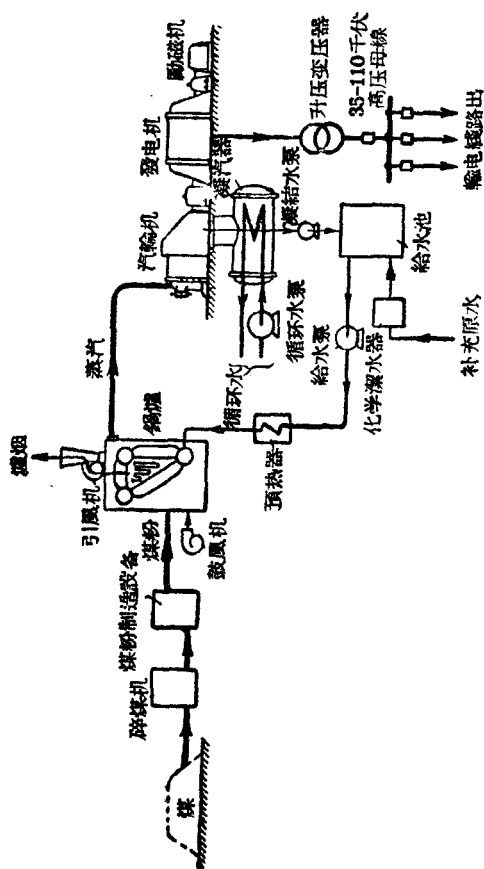


圖 1 煤粉燃式汽輪發電厂生产过程圖

煤制成煤粉后噴入鍋爐的爐膛，爐膛中温度因为有燃燒着的煤粉，因此能使新煤粉燃燒。若沒有燃燒着的煤粉，則可另用其他燃燒着的燃料以便使新煤粉燃燒。

鼓風机將供給煤粉燃燒所需要的空气。引風机把燃燒

所生的气体从鍋爐的烟道里吸出并排出烟筒以外。

水从鍋爐中受热变成蒸汽，通入汽輪机作工后，經凝汽器冷凝成水后回到鍋爐。損失的水量用軟化了的 水补充。

凝汽器冷凝乏汽的水經冷却水池或冷却水塔循环；損失的水由普通水补給。

汽輪机的机械能使同一軸的發电机产生电能。

因为發电厂大多离开电能用戶相当远，所以發出的电能要用变压器升高电压(35 仟伏、110 仟伏 及其以上的高压)。高电压的电由高压輸电綫路傳輸至用戶，可以远达数十甚至数百公里以外。

在凝汽式發电厂里，当蒸汽凝結为水时，有大量的热被循环水帶走而損失了。因此这种發电厂的效率較小，約为 16—18%，就是只有 16—18% 的燃料热量变为电能，而其余 75—72% 的燃料热量就損失掉了(为爐烟和循环水所帶走)。

为了提高發电厂的效率，經汽輪机內所排出的蒸汽，可以送給其他工厂，供生产的机器利用，或用它来加热于水，以供我們的日常生活中住宅取暖、浴室、洗衣房等处之用。除了供給用戶电能外，还能供給蒸汽或热水等热能的發电厂，叫做热电厂。

因为热能与电能不同，它不能傳送至远距离，所以热电厂通常都建造在热力用戶的附近。

热电厂的生产过程，从供应燃料起，直到蒸汽进入汽輪机为止，和凝汽式發电厂相同。兩者的区别是从汽輪机

設備開始。熱電廠的汽輪機中部排出的蒸汽有些被送往生產部門，有些被送往暖汽鍋爐。暖汽鍋爐是一種設備，在其中用蒸汽把水加熱，再送往住宅的暖氣裝置。剩餘蒸汽，通過汽輪機的其餘各級，完成了機械工作，最後便進入凝汽器。

從汽輪機中部排出的蒸汽量，是根據熱力用戶對於蒸汽及熱水的需要而定的。

這樣的工作方式，使隨循環水損失的熱量減少，因而現代熱電廠的效率在40%以上。

熱電廠所產生的電能，基本上是以發電機電壓配電的（6及10千伏），因為熱電廠的位置是鄰近用戶的。為了熱電廠與電力系統聯繫，並供應遠處用戶起見，已添設35千伏以上的昇壓變電所。

火力發電廠就是包括完成上述任務的工廠，它包括燃料運輸、鍋爐、汽輪機和發電機等重要設備。除發電機等在電機學課程中講述外其他設備在下列各節中分別介紹。我們了解發電廠的生產過程是為了更好的了解電氣部分的檢修目的與檢修要求。

第 3 節 燃 料 運 輸

1. 燃料及輸煤設備

凡是自然界可以大量開采的可燃物質，通稱為燃料。在各種燃料中，由於煤的儲藏量最多，開采較易，故煤的應用仍佔燃料中的第一位。根據煤的炭化程度的不同，除炭化程度最低之泥煤外，可以分為褐煤、瀝青煤、無煙煤

等几种，普通均叫做煤。燃料的质量首先是由其单位热量来决定的，即燃烧1公斤的燃料所能产生的热量（以大卡路里为单位）。

火力发电厂的经费开支以燃料费为最大，平均约佔总开支的55%，对于烧泥煤的电厂为61—67%，对于烧当地产煤的电厂为31—42%，由此可见，降低煤的消耗对电力成本的降低是有着决定性的意义。

同时，燃烧当地燃料可节省巨额运费，使用劣质燃料可节省优质燃料以供应其他部门的需要，故电厂燃烧当地劣质燃料有着巨大的经济意义及政治意义；因为只有在社会主义体系的国家中，才能制定燃烧当地劣质燃料的政策，以照顾整个国家的需要与最大利益。

我国目前的发电厂一般是燃烧褐煤及瀝青煤，并在燃烧劣质煤方面取得了很大的成绩。

煤既然是电厂取得能量的源泉，所以煤消耗量是很大的，一个容量为24 000瓩的燃煤发电厂，每天平均的煤耗量达300—400吨，若为100 000瓩容量的发电厂，平均每天消耗量可达1500吨以上。

对于这样大量煤的消耗，若单纯使用人力搬运这自然是不可能也是不合理的，为了提高工作效率，减轻体力劳动及保证煤的可靠供应，故必须尽可能使煤的运输及贮存工作机械化，应用各种有效的机械化设备。

运煤及贮煤设施随电厂大小，煤的种类及当地条件而各有不同，一般有如下几种：

(1) 铁道与車輛：铁道通常为宽軌，車輛載重量为

25、30及60吨，最好用自卸車輛。窄軌应用于泥煤运输，車輛載重量可达10吨。为称量用煤重量，鉄道上可裝設一地磅秤。

(2)卸煤棚或卸煤場：通常是用于自卸車輛，在此处將运进电厂的煤卸下。为縮短卸煤及停車時間，卸煤棚的大小可同时能进行6至8个車皮的卸車工作。

(3)厂內供煤设备：自卸煤处將煤运至鍋爐房貯煤槽之間的设备有裝卸机、配煤槽、皮帶运煤机、戽斗吊煤机、直昇吊車、碎煤机、电磁分离器、自动量煤器及棧桥等等。

裝卸机的作用是將煤从卸煤处运至配煤槽或碎煤机。目前我国現有的从旧社会接收过来的发电厂，特别是較小的电厂，許多还应用人力及手推車来代替裝卸机。

配煤槽的作用是將煤分配到皮帶运煤机的皮帶上或戽斗吊煤机的戽斗中。

皮帶运煤机、戽斗吊煤机及直昇吊車均为將煤运至鍋爐房貯煤槽的运煤设备处，其中皮帶运煤机因为在运行上可靠，所以是大中型厂最常用的运煤机。它安設于很長的棧桥中及鍋爐房的貯煤槽上，將配煤槽放下的煤，运到碎煤机及將軋碎后的煤运至鍋爐房貯煤槽等。由低处向高处运时，皮帶的坡度随煤种及煤塊的大小而不同，一般的角度为 12° 到 20° 。

碎煤机的作用是將大塊煤軋碎以便于制造煤粉或直接供鍋爐燃燒。普通应用的碎煤机有錘式、圓滾式及平板式三种。