



電力工業技工學校教材試用本

材料學基礎

沈陽電力技工學校編

電力工業出版社

材 料 学 基 础

沈陽电力技工学校編

中华人民共和国电力工业部教育司推荐
作为电力工业技工学校教材试用本

电 力 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書內容包括：金屬材料的基本知識，黑色金屬材料、有色金屬材料、非金屬材料的成分、性能及在工業上的用途。書中內容淺顯，並附有插圖 109 幅。可以幫助電力技工學校的學生和機、爐專業的檢修工人獲得材料方面的基礎知識。

材 料 學 基 礎

沈陽電力技工學校編

458Z49

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業登記證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 6 $\frac{1}{4}$ 印張 * 113千字 * 定價(第9類)0.80元

1956年10月北京第1版

1956年10月北京第1次印刷(0001—20,100冊)

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，生產經驗也不豐富，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，很快地熟悉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”不但可供電力技工學校的學員學習，而且也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。

隨著國家電力工業的蓬勃發展，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做為“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，其中電氣科有蔡元宇、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、劉勛勛、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、饒學忠等同志。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、上海電力技工學校教師周基善、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。

此書參考了蘇聯奧斯大賓柯、基里洛夫合著，秦福鴻等合譯的“材料學”等十二本書，在這裡對著譯者表示感謝。

由於修訂時間短促，雖然修訂教材的同志們在主觀上盡了最大努力，但限於水平，因而不完善的地方無疑是存在的。我們誠懇的希望讀者提出批評和意見，以便再版時修正。

沈陽電力技工學校

1956 年 7 月

目 录

序 言

緒 論	5
第一章 金屬材料的基本知識	10
第一节 金屬材料的物理性質	10
第二节 金屬材料的化学性質	21
第三节 金屬材料的工艺性質	29
第四节 金屬材料的机械性質	38
第五节 金屬的結晶組織	63
第二章 黑色金屬材料	69
第一节 普通生鉄	69
第二节 特殊生鉄	78
第三节 碳鋼 (CT)	85
第四节 合金鋼	100
第五节 鋼鉄热处理	105
第六节 鋼鉄的火法鑑別法	124
第三章 有色金屬材料	140
第一节 銅及銅合金	141
第二节 輕合金	149
第三节 軸承合金	152
第四节 鋸接材料	157
第五节 易熔合金	163
第四章 非金屬材料	165

第一节	潤滑材料	135
第二节	研磨材料	173
第三节	耐火材料	178
第四节	保温材料	185
第五节	盤根、墊料	137
附 录		189

緒 論

在我們日常生活中，經常會碰到許多用具，比如：教室內的桌椅，屋子的門窗，建造房屋的磚瓦，吃飯用的傢具，等等。而這些用具，都是用不同的材料，經過加工製作而成的。所使用的材料，有的是金屬，有的是非金屬；隨着人類社會的發展，使用的用具日漸增多，需用的材料也更加廣泛。不僅僅是這樣，各種材料除了製造日常用具以外，在農業上、工業上、國防上及其他各種技術研究上，尤其顯得重要。因為隨着科學的進展，技術水平的不斷提高，使得製造機器、設備的零件構造更加複雜，對使用材料的質量要求也更加嚴格了。

只要我們看一看在電力工業上材料的應用情況，就能体会到它的重要。現在我們使用的電力，絕大部分是火力發電廠發出的；火力發電廠的簡單生產過程，主要是用煤燃燒，把水變成蒸汽（鍋爐車間），再用蒸汽的力量，推動汽輪機帶動發電機轉動（汽機車間）。發電機轉動發出的電，經過變壓器，送到廠外（電氣車間），也就是說火力發電廠主要是由這三個車間構成的（如圖1）。

無論是鍋爐上的汽包、汽水管道、爐膛、煙囪和風機，或者是汽機上的葉片、轉軸、水泵和閘門，也無論是電氣車間的轉子、導線、油缸和鐵架；都是用各種材料制

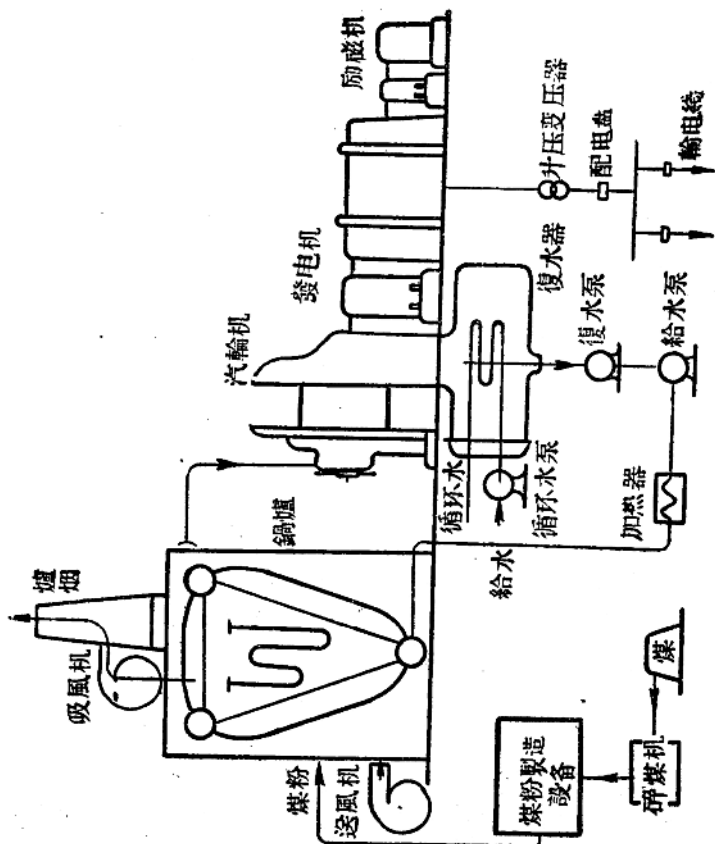
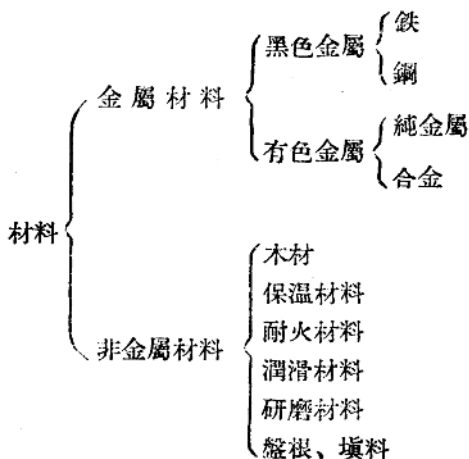


圖 1 火力发电厂生产系統示意圖

成的。

所以，建造一个电厂，材料的使用就是很重要的，在保证坚固耐久的原则下，材料选择的合理，使用的经济，就能够节省我们的开支，降低成本，使国家的资金用在其他的建设上去。所以掌握材料的性能，了解材料的成分，从而确定材料的用途，对每个人来说，都是很重要的。一个新型的技术工人，应该掌握现代化的机器，使它能正常的运行，要定期的检查，按时的修理；对于工程上所使用的材料，必须有一些基础知识和比较概括的了解，这对大家学习专业课程是有很大帮助的。

材料的使用范围很广，使用在工程上的材料，称为工程材料，也正是我们所要研究的；工程材料根据性质的不同，可以分为以下几类：



在工程上所常用到的材料是金属材料，因为金属材料比别的工程材料能承受更多的重量，而不会弯曲或折断；受到突然冲击时，也比别的材料坚强得多，又能抵抗空气的腐蚀，不像木材那样容易腐爛和变形，可以做成很多复杂形状的机件，还可以熔化浇鑄，焊接修补。而木材、石头等材料所制成的东西，一旦损坏了，就不能再用，只好扔掉。如果是金属材料做成的一座桥梁、一艘輪船或者是一部机器、一台鍋爐，可以把它坏了的部分割掉，再换上新的，经过焊接就能够繼續使用；损坏的比較严重时，还可以重新熔化，制造成新的成品；此外像傳导电流、能够磁化等性質，也都是其他非金属材料所没有具备的特性。

金属材料有着优越的性質，用途也比較广泛，所以，目前金属材料的开采、冶煉，仍佔着很重要的位置；可是，非金属材料，也有着特殊的性質，例如：不导电、不导热、不导磁等等，价格低廉，开采容易，儲量丰富；因此非金属材料也有它一定的用途。如：建造鍋爐用的磚牆，汽輪机下面的地基基础，导綫外面的一層絕緣材料等等，所以說在目前工業建設上，材料的使用还是很全面的，修建一个火力發電厂，不仅使用金属材料，而非金属材料也佔有一定的地位。

工程上所使用的材料，尤其是金属材料，多半都儲藏在地下，我国是一个地大物博、人口众多的国家，在地下蘊藏着大量丰富的物質資源，例如：湖南苗族自治區的汞矿，东北錦西的鉬矿，辽宁海城的鎂矿，丘陵的鉄矿，新疆維吾尔自治区和西藏的耐火土、玉石、石灰，云南的錦

矿和錫矿等，这些在世界上都佔有較重要的地位，每年都大量的开采，供給我国的經濟建設。在冶煉方面，由于解放后工人階級發揮了高度的積極性，恢复和發展了我国的金屬冶煉事業，尤其是鋼鐵工業；鞍山鋼鐵厂的生产量正在不断的提高，武汉、包头等地也正在積極的建設着，將來也是鋼鐵工業的中心地。在球墨鑄鐵的制造上和有色金屬的冶煉上，也都有新的成就，并以惊人的速度在向前发展。

工程材料能構成机器的本体，但是得到材料不是輕而易举的事，而是需要經過許多生产过程，是很多人劳动的成果，所以合理的使用材料，減少不必要的浪費，为国家积累更多的資金是很重要的，这就要求我們必須学好這門課程，以便將來在实际工作中更好的为国家的建設事業服务。

第一章 金屬材料的基本知識

第一节 金屬材料的物理性質

所謂金屬材料的物理性質，就是金屬材料本身具備的性能，它不隨金屬材料物質的變化而改變。

金屬的物理性質有：比重、可熔性、熱膨脹性、導熱性、導電性、導磁性等等。

各種金屬所具有的物理性質，往往是不一樣的，各種物理性質的測定，都有一定的單位，用它能斷定各種金屬材料所具有的物理性質的程度。

一、比 重

物質單位體積內所具有的重量叫做比重。

如果用 P 表示物質的重量， V 表示物質的體積， γ 表示物質的比重；根據比重的含義，可得下式：

$$\gamma = \frac{P}{V} \text{ (克/厘米}^3\text{)}.$$

由上式又可推导出：

$$P = \gamma \times V \text{ (克)}.$$

$$V = \frac{P}{\gamma} \text{ (厘米}^3\text{)}.$$

上面的三個公式都是從比重的含義導出的，在工程上

应用的范围很广。当选择制造零件用的金属时，比重具有很大的意义。比重的知识同样可以帮助解决一系列的实际问题。例如，不论用什么金属制成的零件都容易计算出它们的重量来。这样，假如零件不用铁制而用铝制的话，已知铁的比重等于 7.8，而铝等于 2.7，于是我们就可以得出这样一个结论：同样的零件，铝制的将要比铁制的轻三分之二。

又如：在没有称或尺的情况下，要想知道某金属材料重量或体积时，也可应用比重的公式来计算。

例 1

锅炉炉墙外表皮上的某一块铁板，因使用的時間較長而损坏，需更换一块新铁板，知此铁板长 200 厘米，宽 120 厘米，厚 0.6 厘米，若用起重机吊起时，起重机承受多大的重量？

解：

铁板的体积：

$$V = 200 \times 120 \times 0.6 = 14\,400 (\text{厘米}^3).$$

已知铁的比重 $\gamma = 7.2 (\text{克/厘米}^3)$ ，求铁板的重量。

$$P = \gamma \times V = 7.2 \times 14\,400 = 103\,680 \text{ 克} = 103\,680 (\text{千克}).$$

答：起重机吊起铁板时承受 103 680 千克的重量。

例 2

汽轮机的钢轴重 2 吨，求轴的体积是多少？

解：

已知钢的比重 $\gamma = 7.85 (\text{克/厘米}^3)$ ，求钢轴的体积。

$$V = \frac{P}{\gamma} = \frac{2\,000\,000}{7.85} = 25.4 (\text{厘米}^3).$$

答：此钢轴的体积是 25.4 厘米³。

各种金属及合金的比重，可参考表 1：

金屬及合金的物理性質

表 1

金 屬	比 重 (克/ 厘米 ³)	線膨脹係數	熔 點 °C	導 電 率 %	導 熱 率 卡/厘米 ² / 秒/°C/厘米 (0—100°C)	色 彩
鋁	2.7	0.00002313	660	57	0.435	錫 白
鎂	6.67	0.00001152	630	4	0.0442	銀 白
鋅	7.14	0.0000165	419	26.2	0.27	蒼 白
金	19.3	0.00001443	1063	71.8	0.74	黃
銀	10.5	0.00001971	961	100	1.006	白
鉛	6.7	0.0000084	1615	50	—	灰 白
銻	8.74	0.00001038	1490	16	—	鋼 灰
水 銀	13.6	0.0000182	-33.9	1.74	0.018	白
錫	7.31	0.0000267	232	15.8	0.153	銀 白
銻	9.76	0.00001346	271	1.38	0.0177	白
鎢	18.77	0.00000444	3350	30	0.35	鋼 灰
鈦	—	—	1800	—	—	暗 灰
鐵	7.85	0.00001182	1530	11—16.5	0.1387	灰 白
銅	8.9	0.0000165	1083	96	0.94	紅
鉛	11.4	0.00002924	327	7.94	0.083	蒼 灰
鎳	8.7	0.00001479	1452	15—18.4	0.139	白
白 金	21.5	0.00000899	1755	15—16.5	0.167	白
鉻	7.4	0.00002280	1230	50—34	—	白 灰
鎳	1.74	0.00002594	650	35	0.376	銀 白
鉍	10.2	0.00000501	2551	27	0.346	銀

續表 1

金 屬	比 重 (克/ 厘米 ³)	錢膨脹系数	熔 点 ℃	导 电 率 %	导 热 率 卡/厘米 ² / 秒/℃/厘米 (C-100c)	色 彩
鈇	5.5—5.9	—	1726	—	—	淡 灰
灰鑄鐵	7.2	0.0000108	1275	1.03—2.75	—	—
白鑄鐵	7.5	0.0000105	1135	1.03—2.75	—	—
鑄 鋼	7.85	0.0000126	1425	—	—	—
構造鋼	7.85	0.0000120	1475	—	—	—
黃 銅	8.63	0.0000189	945	20.6—23.6	—	—
青 銅	8.72	0.0000175	995	—	—	—

由表中可看出，常用金屬中以鎂為最輕，白金為最重；同種金屬的比重，往往因它含有雜質的多少，加工方式的不同，溫度變化的大小等原因，而有差別。

幾種主要金屬的比重，如圖 2 所示。



圖 2 幾種金屬的比重比較表

二、可 燃 性

溫度的高低，也就表示分子運動速度的大小，對於金

屬來說，当温度升高到某一数值时，即分子运动速度增加到某种程度时，金屬开始由固体轉变成成为液体，金屬具备的这种性能就称作可熔性。各种金屬由于成分不一样，内部的組織結構不同，所以由固体轉变成成为液体的温度也就不一样。有些金屬是容易溶化的，如：錫、鉛、鋅；而有些金屬是很难溶化的，如：鉄、鎳、鎢；金屬溶化的温度叫做熔点。

几种主要金屬的熔点($^{\circ}\text{C}$)如圖 3 所示。

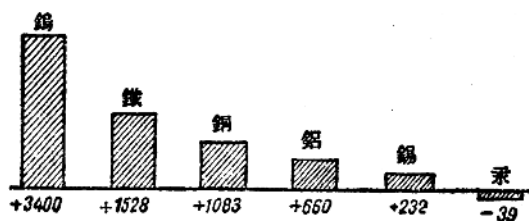


圖 3 几种金屬的熔点比較表

利用各种金屬熔点的不同，在工程建筑上，机器制造上，以及电力工業上，起着很大作用。比如：修建鍋爐时，一些鋼梁、鋼架等金屬結構的銲接，所用的銲接材料（銲条），需要有較低的熔点；又如：制造汽輪机的噴嘴和叶片时，因为有高温度的蒸汽和它接触，所以它所用的金屬需要有較高的熔点。

在实际应用上，有时为了滿足一些特殊場合对金屬熔点高或低的要求，不仅仅利用各个純金屬材料的熔点，也經常把几种金屬合在一起，以便得到較高或較低的熔点来适应工作上的要求。