

技 工 学 校 教 材

金 屬 工 艺 学

上 册

全国技工学校教材编审委员会编



机 械 工 业 出 版 社

技工学校教材
金 属 工 艺 学
上 册

全国技工学校教材编审委员会编



机械工业出版社

1959

出版者的話

这套全国統一的教材是根据中华人民共和国劳动部于1959年4月在上海所召开的全国技工学校工作會議上确定的二年制技工学校培訓目标、課程内容及課时分配等規定进行編写的。初稿由技工学校比較集中的十个省、市的劳动厅(局)組織各技工学校的教师編写而成，最后由劳动部会同第一机械工业部、冶金工业部、煤炭工业部、鉄道部等部門和第一机械工业部第四局等單位組成的全国技工学校教材編审委员会統一审定。

这套教材的主要特点是：1)內容比較完整 每本教材都是在总结技工学校过去的教学經驗基础上由各地与該課程有关教师集体編写的，选材慎重，內容比較丰富和全面；2)切合实际 內容比較切合我国实际情况，其中吸取了苏联技工教材的优点，另外还根据我国技工学校的教学特点增加了不少新的章节。

本書分上、下两册出版。上册包括金屬材料部分和鋼鉄冶煉两篇。

本書可作为二年制技工学校的教材。

NO. 3116

1959年10月第一版 1959年10月第一版第一次印刷

787×1092 $1/25$ 字数 171 千字 印張 8 $16/25$ 插頁 1 0,001—0,300 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(7) 0.69 元

前 言

在社会主义建設总路綫的光輝照耀下，和党的教育方針的指导下，全国技工学校的工作已有了迅速的發展与提高。随着生产建設与文化技术的不断發展，必須进一步改进技工学校的教学工作，提高教学質量，为国家培养更多、更好的技术工人。

当前，改进技工学校教学工作的重要一环，是修改与統一教材。1959年4月全国技工学校工作会议曾明确地提出：要爭取二、三年內逐步完成各門課程的全套教材的編写工作。去年各地技工学校，在党委领导下，曾組織教师并采取师生相結合的方法，先后編写了許多教材，为进一步提高教材質量和逐步統一教材工作提供了有利条件。

这次編写的統一教材共有24种，系由北京、上海、辽宁、湖北、湖南、河南、黑龙江、天津、西安、南昌等省、市的一些技工学校教师，分別在当地劳动厅（局）的組織下編写的，并且进行了第一次的审查工作。为了統一审訂这些教材，劳动部会同第一机械、冶金、煤炭、鉄道等部和第一机械部四局等單位又組織了全国技工学校教材編审委员会，于今年8月在北京做了第二次的审查修改。

这些教材是按照培养全面發展的技术工人，以中等技术水平和有助于学生毕业后的进一步提高的要求进行編审的。其中分为适用于招收初中毕业生在校学习二年与招收高小毕业生在校学习三年两种。目前，由于技工学校的教学計划与教学大綱尚未統一，为了便于各校选用，这次編写的教材的内容較多、份量較大，因此各校在选用时，应根据主管部門批准的教学計划与教学大綱，作必要的删减或增添。

这次編审教材工作，由于時間短促，缺乏經驗，錯誤之处在

所难免，希望有关同志提出意見，以便再作进一步修改。

最后，在这次編审教材的过程中，由于参加編审工作的教师以忘我劳动的热忱，發揮了冲天干劲，和有关的技工学校、劳动厅（局）、中央各工业部、特别是第一机械部四局的同志的大力支持，因而能够較順利地完成編审工作。对此，我們特致以謝意。

这本书是上海第一航空技工学校石紀福、哈尔滨第二航空技工学校王中濤、株州第一航校尹学海等同志編写的。另外，長辛店铁路技工学校代尊英、張宗記同志对本书的修改提出了意見并作了一些工作。初稿經編写的教师集体审查，最后由我会統一审定。

全国技工学校教材編审委员会

1959年8月25日北京

目 次

前言	3
緒論	9

上篇 金屬材料部分

第一章 金屬的性質	14
1. 金屬的物理性質	14
2. 金屬的化學性質	18
3. 金屬的機械性質	18
4. 金屬的工藝性質	36

復習題

第二章 鑄鐵	38
1. 化學成分對鑄鐵性質的影響	39
2. 灰口鑄鐵	40
3. 白口鑄鐵	45
4. 球墨鑄鐵	46
5. 土鐵的利用	47

復習題

第三章 碳素鋼	48
1. 碳素鋼的化學成分和組成	48
2. 化學成分對碳素鋼性質的影響	49
3. 碳素鋼的分類	51
4. 碳素結構鋼	52
5. 碳素工具鋼	57

復習題

第四章 金屬及合金的組織	59
1. 金屬的內部組織	59
2. 金屬的結晶過程	61
3. 金屬的塑性變形	65

4. 金屬組織的研究法	66
5. 合金的組織	70
6. 鉛錫平衡圖	72

復習題

第五章 鋼鐵的熱處理	76
------------------	----

1. 純鐵的冷卻曲綫	77
2. 鐵碳平衡圖	79
3. 加熱時奧氏體晶粒的成長	83
4. 奧氏體在連續冷卻時的轉變	84
5. 熱處理的設備	86
6. 碳素鋼的淬火	90
7. 回火	95
8. 退火	102
9. 正火(常化)	105
10. 表面淬火	105
11. 滲碳	107
12. 氮化	112
13. 氰化	113
14. 鉍化法	115
15. 灰口鑄鐵的熱處理	116
16. 白口鑄鐵的熱處理	117

復習題

第六章 合金鋼	120
---------------	-----

1. 合金元素對鋼性質的影響	120
2. 合金鋼的分類	124
3. 合金鋼的牌號	125
4. 合金結構鋼	126
5. 合金工具鋼	135
6. 高速鋼	137
7. 特殊用途的合金鋼	139

復習題

第七章 鋼鐵的火花鑒別法	145
--------------------	-----

1. 火花的名稱	145
----------------	-----

2. 火花鑒別法	149
----------------	-----

復習題

第八章 硬質合金	152
----------------	-----

1. 鑄造硬質合金	152
2. 粉末硬質合金	153

復習題

第九章 有色金屬	156
----------------	-----

1. 鋁	156
2. 鋁銅平衡圖	158
3. 鋁合金的分類	159
4. 熱處理能強化的形變鋁合金	160
5. 熱處理不能強化的形變鋁合金	168
6. 鑄造鋁合金	168
7. 鎂	171
8. 鎂合金	171
9. 鈦和鈦合金	174
10. 銅	175
11. 黃銅	177
12. 青銅	179
13. 減摩合金概述	183
14. 巴氏合金	184
15. 銅基軸承合金	185
16. 減摩灰口鑄鐵	186

復習題

第十章 金屬的腐蝕	187
-----------------	-----

1. 腐蝕發生的原因	188
2. 腐蝕的損壞形式	189
3. 金屬的防腐蝕方法	190

復習題

第十一章 塑料	193
---------------	-----

1. 塑料的組成成分	193
2. 塑料的制法	194
3. 塑料的種類	195

复習題

下篇 金屬工艺部分

第十二章 生鉄冶煉192

- 1. 煉鉄簡史199
- 2. 冶煉生鉄的原料200
- 3. 耐火材料202
- 4. 煉鉄爐的构造202
- 5. 煉鉄爐的冶煉过程204
- 6. 煉鉄爐的产品205

复習題

第十三章 鋼的冶煉207

- 1. 轉爐煉鋼208
- 2. 平爐煉鋼212
- 3. 电爐煉鋼215
- 4. 各种煉鋼法的比較216
- 5. 鋼錠的澆鑄217

复習題

緒 論

1 金屬工艺学的范围

金屬工艺学是研究金屬的性質、生产及其加工方法的一門科学。它由下列几部分组成：

金屬材料 是研究金屬性質、成分和組織間关系的一門科学。它包括下列几部分：

1) 黑色金屬：

生鉄。

鋼——碳素鋼、合金鋼。

2) 有色金屬：

鋁合金。

鎂合金。

鈦合金。

銅合金。

減摩合金。

热处理 是研究把金屬在固态下加热及冷却，以得到某一須要性質的科学。

金屬冶煉 是研究把矿石、廢料熔煉成金屬的科学。

鑄造 是研究把液体金屬澆注到鑄型內以得到某一制品的科学。

压力加工 是研究在一定条件下借外力的作用，以得到某一制品的科学。

焊接 是研究利用热或热和压力，把两部分或两部分以上的金屬接合起来的科学。

切削加工 是研究利用刀具去掉材料表面的多余金屬，以得

到某一制品的科学。

由上述可知，金屬工艺学是一門綜合性的实用科学。

2 我国在金屬工艺学方面的成就

古代的成就 金屬工艺学这門科学是历代劳动人民在經驗的积累基础上發展起来的。远在四千多年以前，就有禹鑄九鼎的傳說。在三千多年以前（殷商时代），有一个名叫司母戊的銅鼎，非常精美，重700公斤，現存于南京博物館，当时要鑄造这样精美的銅鼎，須在技术上解决：冶煉出銅、利用人工来达到1000℃左右的高溫和制出精美花紋等問題。在宋代和明代的著作中，对現代的精密鑄造法作了最早的論述。明朝永乐年間（五百年以前）鑄出的大鐘，重42吨，高7米，直徑3.7米，鐘的內外鑄出了三部佛經，計二十万言，現存于北京大鐘寺中。可見我国古代的冶煉和鑄造已达到了非常卓越地步。

在2000年以前（春秋末期）的周礼考工記中曾說：“六分其金而錫居其一，謂之鐘鼎之齐；五分其金而錫居其一，謂之斧斤之齐；四分其金而錫居其一，謂之戈戟之齐；三分其金而錫居其一，謂之六刃之齐；五分其金而錫居其二，謂之削杀矢之齐；金錫平；謂之凿燧之齐”。金就是銅，齐就是合金、在銅錫合金中，錫成分逐漸增加，硬度就逐漸增大，但也脆了，所以它的用途便由鐘鼎而斧斤而戈戟而六刃，而矢簇了。这說明当时人們已經能很好地利用合金了。

春秋时，鉄工具已被广泛使用。战国时，有“以冶鉄致富而富甲全国者”。战国时的干将与莫邪两支名劍，“用之切玉、如切泥焉”。也可以說明当时的鍛压的技术。

史記天官書中說：“火与水合为淬”。說文解字說：“淬，坚刀刃也”。可見我国早就有热处理了。

公元1668年，我国的切削加工就已經發展到：用旋轉直徑將近两丈的鑲片銑刀。来銑削天文仪的銅环了，为了精确，又經過

了磨削。这个天文仪，現存于北京。

以上事实，不胜枚举，这就充分说明了我国人民是勇敢、热爱劳动而智慧无穷的。

解放前后 由于数千年来的封建統治、近百年来帝国主义的侵略和反动派的殘酷剝削，严重的阻碍了我国生产力的發展，使我国在科学技术方面非常落后。解放后，在党的正确领导下，由于社会主义制度的优越性和苏联以及各社会主义国家兄弟般的无私援助，工人阶级和全国人民的忘我劳动，仅仅三年的时间就完成了国民經济的恢复工作，并且大大的超过了解放前的生产水平。以鋼鉄为例。

表 1 解放前后鋼鉄年产量比較表

名 称	1943年最高产量(万吨)		1952年年产量(万吨)
	包 括 东 北	不 包 括 东 北	
生 鉄	180	20	190
鋼	92.3	4	135

在党中央提出的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我国的建設事业正以史无前例的高速度向前發展。偉大的 1958 年的大跃进，使我国鋼产量由 1957 年 535 万吨一跃而为 1180 万吨，一年之間增产一倍，在世界鋼鉄史上写下了輝煌的一頁。而資本主义世界的鋼产量由 500 多万吨增加到 1000 多万吨，美国經過了 7 年，英国經過了 32 年，法国經過了 29 年。党的八届六中全会會議，为 1959 年提出了更加宏偉的跃进指标，全国人民正繼續以实干苦干巧干的精神，为实现 1959 年更大、更好更全面的跃进而努力！这是資本主义制度下所梦想不到的、在社会主义制度下創造出来的奇迹。在社会主义和資本主义和平竞赛中，社会主义必将胜过資本主义。

3 金屬在国民經济中的重要性

“金屬是我們工业底基础之基础[●]。”——斯大林語——

“沒有工业，便沒有巩固的国防，便沒有人民的福利，便沒有国家的富强[●]”。——毛澤东語——

总路綫指出了我国社会主义工业化的正确方向。

要努力發展工业，那就离不开金屬及金屬加工。在金屬冶煉，机床制造，飞机制造，汽車和拖拉机等工业部門，金屬材料是不可缺少的。如果加工方法不当，輕的是浪費工时，重的是报废甚至损坏机器發生危險。

4 学习金屬工艺学的目的

由工业落后的国家一跃而为工业先进的国家，不能依靠幻想，要經過一段艰难的过程。目前我国正在飞跃的进行着偉大的社会主义建設。諸如已投入生产的第一汽車制造厂；北京电子管厂，正在建設和即将投入生产的包头鋼鐵联合企业、武汉重型机器厂、武汉鋼鐵公司、以及数以千計的大、中、小型各种工矿企业，都需要成千上万的具有高度社会主义觉悟和文化技能的新型技术工人来投入这一偉大的社会主义建設行列，而工人技术学校，就承担了这一光荣而艰巨的培訓任务。

在东风压倒西风的形势下，社会主义陣营正以一日千里的速度前进，科学技术正在高度的水平上飞跃發展。作为一个新型的技术工人，不但須要一定的專業技术，还必須有广泛的科学知識。而金屬工艺学就是其中重要內容之一。这些科学对一个新型的技术工人，在先进的水平上掌握生产技术、提高生产率、降低成本、

● 斯大林“联共（布）中央在第十四次代表大会上的政治报告”。列宁、斯大林論社会主义經济建設上册，第572～573頁，解放社1950年6月三版。

● “論联合政府”。毛澤东选集第三卷第128頁，人民出版社1953年7月第二版北京第二次印刷。

改善加工方法、防止廢品、防止缺陷以及防止事故等，具有極其重要的意义。

所以學習本課程的目的是：了解材料的成分、性質和用途；了解金屬加工的基本方法；以达到初步合理的选用材料、合理的确定加工方法，并扩大知識範圍，为进一步的生产和提高打下基础。

上篇 金屬材料部分

第一章 金屬的性質

在102种化学元素中，金屬就有70多种，但往往因为儲藏、开采、冶煉、性質等的限制，在工业上能够广泛应用的工程用金屬却不多。本書将只討論工程用金屬。

金屬的特征是：具有良好的导电性和导热性，能够承受压力加工，具有特殊的光澤。

非金屬不具有上述性質。

据上所述，不仅是純金屬是金屬，而且也應該把合金划为金屬，因为合金也具有上述性質。

由于各种金屬制品的应用范围不同，就对金屬材料提出了不同的要求。例如，电綫需要有优良的导电性；刀具需要很高的硬度和耐磨性；飞机构件需要强度大，重量小。那么为了恰当的应用金屬，首先应当了解金屬有哪些性質。

金屬的性質有：物理性質、化学性質、机械性質和工艺性質。

1 金屬的物理性質

金屬对自然界各种物理現象如地心引力、溫度变化、电磁作用等所引起的反应叫金屬的物理性質。

金屬的物理性質有：比重、熔点、热膨脹性、导热性、导电性和磁性等。

比重 物体單位体积的重量叫比重。它可用下式表示：

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

式中 G ——物体的重量（克）。

V ——物体的体积 (厘米³)。

γ ——物体的比重 (克/厘米³)。

一些金屬的比重見表1-1。

同一金屬，因溫度的高低、成分的純雜和加工的方法不同，都可能影响它的比重。

在实际工作中，常用公式 $\gamma = \frac{G}{V}$ 来计算大型零件的重量。

熔点 物体从固体变为液体的溫度叫熔点。它的單位是℃。

一些金屬的熔点見表1-1。

每一种純金屬都有固定的熔点。

屬有难熔金屬有：鎢、鉬、鈦、鉻、釩等。在我国鎢和鉬的产量占世界第一位。它們是合金鋼中不可缺少的元素。

此外还有易熔金屬，如錫、鉛、鋅等。

熔点在金屬熔煉、鑄造、鍛壓和焊接等加工过程中非常重要。合金的熔点一般較純金屬低。

热膨脹 金屬受热要膨脹，冷却要收縮。不同金屬在受热时的膨脹也不同。

热膨脹的大小用綫膨脹系数和体膨脹系数表示。

綫膨脹系数是指1毫米長的金屬，当溫度升高1℃时所膨脹的長度。可用下式表示。

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t}$$

式中 α ——綫膨脹系数 (厘米/厘米℃)。

l_1 ——膨脹前的長度 (厘米)。

l_2 ——膨脹后的長度 (厘米)。

t ——升高的溫度 (℃)。

物体的体积膨脹，用体膨脹系数表示，体膨脹系数等于綫膨脹系数的三倍。

一些金屬的綫膨脹系数見表1-1。

在实际工作中，往往要考虑热膨脹系数，如鑄件体积的縮小，精密量具因溫度变化而引起的讀数誤差等。

例 車削一根長1000毫米的鋼棒時，結果溫度由10℃升高到30℃，求這時棒的長度。

〔解〕 由表1-1查得鋼的線膨脹系數是0.0000165，代入公式：

$$0.0000165 = \frac{l_2 - 1000}{1000(30 - 10)}$$

$$\begin{aligned} \therefore l_2 &= 0.0000165 \times 1000 \times 20 + 1000 = 0.33 + 1000 \\ &= 1000.33 \text{ 毫米。} \end{aligned}$$

鋼棒長度增加了0.33毫米，難怪鋼棒在兩頂針間有時會吱吱的叫。

導熱性 金屬在加熱或冷卻時傳遞熱量的能力叫導熱性。

比較金屬導熱性時，常採用導熱性最好的銀的導熱率為1，那麼銅的導熱率為0.9、鋁為0.5、鐵的為0.15、汞的為0.02等等。

金屬越純，導熱性越好；溫度的高低，對導熱性沒有顯著的變化；導熱性好的金屬導電性也好。

在使用金屬時，往往要考慮到導熱性。發動機上的滑油散熱器，就是用較純的銅來製造的。

導電性 金屬能傳遞電流的能力叫導電性。

導電性的好壞，用電阻系數表示。電阻系數越小，導電性就越好。

一米長和1平方毫米截面的物體所具有的電阻數（歐姆）叫電阻系數。其單位是 $\frac{\text{歐姆} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ 。

金屬越純，導電性越好；溫度升高則導電性降低；導電性好的金屬導熱性也好。

一些金屬的電阻系數見表1-1。

金屬是良好的導電體。銀最好、其次是銅和鋁。

在許多情況下，選用材料須要考慮它們的導電性，如電阻絲、導線等。

磁性 能被磁鐵吸引的性質叫磁性。具有顯著磁性的金屬叫鐵磁性金屬，如鐵、鈷、鎳。