

全国中等物资学校试用教材

金属材料

上册

TG14
V214.8

物资出版社

全国中等物资学校试用教材

金 属 材 料

上 册

1979/12

物 资 出 版 社



B 151430

金属材料
上册

物资出版社出版

北京海淀区北下关印刷厂印刷

北京市新华书店发行

开本: $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32}$ 印张: $6 \cdot \frac{1}{2}$ 字数: 162千字

1982年5月第1版 1984年7月第2次印刷

印数: 22,000~37,000册

书号: 4254·024 定价: 0.80元

编写说明

本书是为物资学校编写的试用教材，亦可供在职干部培训班选择使用，也可作为物资部门有关业务人员自学的参考读物。

本书分上下两册，上册主要内容为基本知识及生铁、铜等部分；下册主要内容为钢材、有色金属材料及金属材料技术管理知识。

本书的编写大纲是经上海物资学校、南京物资学校、安徽物资学校、浙江物资学校、云南物资学校、天津物资学校、武汉技校、北京经济学院物资管理系的老师讨论制订的。由熊中实、安玉若、仇毓同志编写，顾乐琴等同志审改，国家物资总局金属局教材编审小组审查，国家物资局教材编审委员会审定。

本书在编写过程中，得到有关单位的大力支持与帮助，在此表示感谢。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，缺点和错误在所难免，希望读者批评指正，尤其希望各物资学校教师提出宝贵意见。本书拟试用一段时间，听取各方面意见后，再作修改。

全国中等物资学校试用教材
《金属材料》编写组
1982年5月

目 录

序言.....	(1)
---------	-------

第一章 金属材料的性能

§ 1—1 金属材料的物理性能.....	(5)
§ 1—2 金属材料的化学性能.....	(8)
§ 1—3 金属材料的机械性能.....	(9)
§ 1—4 金属材料的工艺性能.....	(25)

第二章 金属的组织结构

§ 2—1 金属的原子结构.....	(31)
§ 2—2 金属的晶体结构.....	(33)
一、 晶体结构的一般知识.....	(33)
二、 金属材料的晶格类型.....	(34)
三、 多晶体的性能特点.....	(36)
§ 2—3 金属的结晶.....	(40)
一、 金属的结晶温度和过冷度.....	(40)
二、 金属结晶的一般过程.....	(42)
三、 冷却速度、变质处理对金属结晶后晶粒大小的影响.....	(43)
四、 金属的同素异构转变.....	(44)
§ 2—4 合金的相结构.....	(46)
一、 合金中的相及其性能特点.....	(46)
二、 合金的相结构和内部组织与性能的关系.....	(52)

第三章 铁碳合金

§ 3—1 铁碳合金平衡组织的组成物·····	(54)
§ 3—2 铁碳合金状态图·····	(56)
一、铁碳合金状态图的建立·····	(56)
二、铁碳合金状态图分析·····	(57)
§ 3—3 典型铁碳合金的结晶过程·····	(61)
§ 3—4 平衡状态下铁碳合金的性能·····	(68)
§ 3—5 合金元素对铁碳状态图的影响·····	(70)

第四章 冶金质量对钢性能的影响

§ 4—1 炼铁·····	(74)
一、炼铁的主要原料·····	(74)
二、炼铁的主要设备·····	(80)
三、炼铁过程及原理·····	(82)
四、炼铁生产的主要技术经济指标·····	(84)
§ 4—2 炼钢·····	(85)
一、炼钢的基本原理·····	(85)
二、炼钢炉和炼钢方法·····	(86)
三、铸锭和连续铸钢·····	(91)
四、炼钢生产的主要技术经济指标·····	(94)
§ 4—3 冶金质量对钢性能的影响·····	(95)
一、化学成分对钢性能的影响·····	(95)
二、不同炼钢方法对钢性能的影响·····	(101)
三、脱氧程度对钢性能的影响·····	(102)

第五章 压力加工对钢性能的影响

§ 5—1 冷压力加工对钢性能的影响·····	(105)
§ 5—2 冷压力加工后的金属在加热时的变化	

.....	(109)
§ 5—3 热压力加工对钢性能的影响.....	(113)
§ 5—4 冷、热压力加工的比较.....	(116)
第六章 热处理对钢性能的影响	
§ 6—1 热处理的概念.....	(120)
§ 6—2 钢在加热时的转变.....	(121)
一、 钢在加热时的组织转变.....	(121)
二、 奥氏体晶粒度对钢性能的影响.....	(122)
三、 加热缺陷对钢性能的影响.....	(123)
§ 6—3 钢在冷却时的转变.....	(124)
一、 奥氏体的等温转变.....	(125)
二、 奥氏体连续冷却时的转变.....	(129)
§ 6—4 钢的热处理方法.....	(131)
一、 钢的基本热处理.....	(131)
二、 钢的热处理性能.....	(138)
三、 钢的表面热处理.....	(140)
第七章 生铁、铁合金和铸铁	
§ 7—1 生铁.....	(145)
一、 生铁的成分和性质.....	(145)
二、 生铁的种类.....	(146)
§ 7—2 铁合金.....	(151)
一、 铁合金的牌号.....	(152)
二、 常用铁合金.....	(154)
三、 铁合金的数量换算和计价.....	(159)
§ 7—3 铸铁.....	(161)
一、 铸铁的种类.....	(162)

二、	铸铁的性能特点	(163)
三、	影响铸铁组织和性能的因素	(164)
四、	常用铸铁	(166)
五、	铸铁管	(174)

第八章 钢

§ 8—1	钢的分类及牌号表示方法	(178)
一、	钢的分类	(178)
二、	钢号表示方法	(180)
§ 8—2	普通结构钢	(186)
一、	普通碳素结构钢	(187)
二、	低合金结构钢	(194)
§ 8—3	优质结构钢	(200)
一、	优质碳素结构钢	(200)
二、	合金结构钢	(202)
三、	特定用途的优质结构钢	(209)
§ 8—4	工具钢	(215)
一、	概述	(215)
二、	碳素工具钢	(218)
三、	合金工具钢	(220)
四、	高速工具钢	(223)
§ 8—5	特殊钢	(227)
一、	不锈钢耐酸钢	(228)
二、	耐热钢	(237)
§ 8—6	其它特殊性能钢	(245)
一、	电热合金	(245)
二、	磁性材料	(249)

§ 8—7 铸钢.....	(255)
一、 碳素铸钢.....	(256)
二、 合金铸钢.....	(257)
三、 高锰耐磨钢.....	(261)

序 言

在人类已经发现的107种元素中，有89种是金属。在日常生活中，我们接触到的金、银、铜、铁、锡、铝、镁、铅、锌、汞等都是金属。一般来说，金属都具有特殊的金属光泽，并且具有良好的导电、导热性，良好的塑性及加工工艺性能。由两种或两种以上的金属元素，或者金属元素与非金属元素所组成的具有金属性质的物质叫做合金，如钢是铁和碳的合金；黄铜是铜和锌的合金等。金属材料泛指各种金属及其制品，既包括纯金属，也包括合金；既包括冶炼产品，也包括加工产品。

金属材料分为黑色金属材料和有色金属材料两大类。

黑色金属材料是指铁、铬、锰及它们的合金，如生铁、钢和铁合金；有色金属材料是指黑色金属材料以外的所有金属和合金，如铜、铝、锡、铅、锌以及黄铜、青铜、白铜、防锈铝、硬铝、轴承合金等。

金属材料在国民经济和人民日常生活中有着极其重要的地位和作用。各种机床、农业机械、矿山机械、金属冶炼设备、石油化工设备、电力设备、交通运输工具以及其它工业用的机械和设备都离不开金属材料；宇宙航行、原子能工业等尖端技术还需要大量具有特殊性能（如：耐高温、轻质）的金属材料；人民日常生活衣、食、住、行也都离不开金属材料。而且，随着国民经济的发展，还要求生产出更多更好的金属材料。可见，金属材料是发展国民经济、实现四个现

代化、满足人民生活需要，不断提高物质生活水平不可缺少的重要物资。

我国是世界上最早使用金属材料的国家之一，远在三千多年前的商、殷时代，就开始使用青铜，当时不仅掌握了铸铜的冶炼技术，还能根据不同的用途配制不同成分的铜锡合金，并且总结了符合于现代金属学的理论文献，如“周礼考工”有如下的记载：“金（铜）有六齐，六分其金，而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金，而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金，而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金，而锡居二，谓之削杀矢之齐；金锡半，谓之鉴燧之齐。”二千多年前的周、秦时期，不但能冶铁、铸剑，而且开始使用淬火处理来提高刀剑性能。直到明代，我国金属材料的生产和使用都还在世界上处于领先的地位。以后由于封建社会制度的压迫及帝国主义的侵略，严重地束缚了我国生产力的发展，使我国金属材料的生产和使用落后了。到1891年，我国才建设起第一个近代的铜铁厂——汉阳铁工厂，当时年产量只有八千五百吨。1643年是解放前钢铁生产最高的年份，才年产生铁一百八十多万吨、铜九十多万吨，而且，其中绝大部分是日本占领下的东北生产的。到解放前夕的1949年，全国生铁产量仅有二十四五六千吨、钢产量十五万八千吨，根本谈不上有自己的金属材料工业体系。

解放后我国的工业与科学技术得到了迅速的发展，冶金工业也蓬勃地发展起来了，已初步建成了独立、完整的钢铁和有色金属工业体系。在金属材料的加工工艺、测试技术和合理使用等方面都积累了许多经验，还结合我国资源情况，

研制成功了许多新品种的金属材料，已形成适合我国资源特点的金属材料体系。但由于文化大革命和“四人帮”的干扰破坏，使冶金工业出现了“十年徘徊”的状况。粉碎“四人帮”，为我国国民经济的发展扫清了道路，全国各条战线正在为实现四个现代化而努力奋斗，随着国民经济的发展，金属材料的品种、规格、质量、数量也必须得到更大的发展。

《金属材料》这本书，是为全国中等物资学校供销管理专业侧重金属班而编写的教材。它主要讲述金属材料管理工作中的有关技术知识。

本教材共分十四章。

第一～六章为基本知识，其中第一、二章讲述金属材料的性能及指标；组织结构及其对性能的影响；第三～六章讲述了铁碳合金以及冶金过程、压力加工、热处理对钢性能的影响。

第七～十一章为常用金属材料。讲述常用金属材料的分类、牌号、性能、质量要求、合理使用和节约代用等方面的知识。其中第七～九章为黑色金属材料；第十、十一章为有色金属材料。

第十二、十三章为金属材料的检验、防锈、合理使用和节约。介绍了冶金产品标准、检验项目、腐蚀原因及防锈方法、合理使用、代用、废金属回收等方面的知识。

第十四章为进口金属材料，主要介绍进口金属材料的一般知识及检验问题。

学习本教材，除了课堂讲授外，还应安排必要的有关金属材料生产、使用方面的参观或现场教学；有条件的学校应

安排金属材料性能和内部组织方面的实验，此外还应通过安排作业、课堂练习，训练查阅和使用产品标准等工具资料的技能。

第一章 金属材料的性能

金属材料在国民经济中所以获得广泛的应用，是因为它们具有许多优异的性能。金属材料品种繁多，性能不一，要做到合理地分配、供应，节约使用以及保管好它们，都必须了解它们的性能和常用的性能指标。金属材料的性能包括物理性能、化学性能、机械性能和工艺性能等。

§1—1 金属材料的物理性能

金属材料的物理性能包括比重、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等。

一、比重

严格的定义是指物质与同体积水（4°C时）的重量比，故它是一个没有单位的物理量。但习惯上，都是把物质单位体积的重量称为比重。符号为 γ 。单位为克重/厘米³。

金属材料的比重，直接关系到由它所制成的零件或结构的重量或紧凑程度。航空制造业、人造卫星以及高速运转的零部件都要求尽可能的减轻自重，这样就需要选用比重小、强度高的材料，铝合金、钛合金等就是因为比重小、强度高而被广泛应用的。在物资管理工作中还经常需要根据金属材料的比重计算其重量，因此，比重是个很有用的指标。

对于粉末产品，以松装比重来衡量单位体积的重量。松装比重是指按标准规定的方法所测得的粉末松装时单位体积的重量。单位为克重/厘米³。

二、熔点

金属由固态开始熔化为液态时的温度叫做熔点，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。反之，由液态凝固成固态时的温度叫做凝固点。从理论上说，同一种金属的熔点和凝固点相同，不同的金属熔点差别很大，如钨的熔点高达 3380°C ，而汞则为 -39°C 。

合金材料的熔化（或凝固）与纯金属不同，它不是在恒温下，而是在一个温度区间内进行的（共晶合金除外），这个温度区间就是合金的固相点到液相点（固相点、液相点的含义见第三章）。习惯上称固相点为熔点，称液相点为流点，这个温度区间称之为该合金的熔流点。

熔点的高低与金属的应用关系很大，例如保险丝、印刷合金等大多采用以铅、锡等配制的低熔点合金；而电灯丝、加热元件等则大多由熔点很高的钨、钼及其合金制造。

三、热膨胀性

物体受热时，一般体积都要胀大，体积胀大的特性称为热膨胀性。通常用线膨胀系数表示。所谓线膨胀系数，是在指定的温度范围内，每当温度升降 1°C ，其单位长度胀缩的长度，单位为 $\text{mm}/\text{mm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 。为了保持高度精确性，精密仪器和精密机床的零件就要求采用线膨胀系数小的材料来制造。在异种金属焊接时，也要考虑它们的热膨胀性是否接近，否则会因膨胀不等而使零件变形或损坏。

四、导电性

金属具有传导电流的能力这一性能，叫做导电性。衡量金属材料导电性能的指标是导电率。用符号 σ 表示，单位为米/欧姆·毫米²或1/欧姆·厘米。导电率 $\sigma = \frac{1}{\rho}$ ， ρ ：电阻率。导电率愈高，则材料的导电性能愈好。银的导电性最好，

其次是铜和铝。合金的导电性一般比纯金属差。材料的导电性愈好，则电流通过时电能的损失愈少，所以做导体材料多采用铜和铝，反之，材料的导电性差，则电流通过时会产生很大的热量，所以加热炉的电热元件，如电阻丝、电阻带等，都采用铬镍合金，铁铬铝合金等高电阻材料。

金属材料的电阻率随温度变化而变化，衡量这种性能的指标叫做电阻温度系数。材料的电阻温度系数愈大，则在温度变化时电阻率变化愈大。对于变阻器及标准电阻等来说，电阻温度系数是否适合是选材时考虑的重要因素。

五、导热性

金属具有传导热量的能力这一性能叫做导热性。用导热系数来衡量导热性的好坏。导热系数以物体内部维持单位温度梯度时，在单位时间内流经垂直于热流方向的单位面积上的热量表示。符号为 λ 。单位为卡/厘米²·度·秒。

金属的导热性愈差，在加热或冷却时零件表面和内部的温差就愈大，由此而产生的内应力就愈大，就愈易发生裂纹。反之，导热性好的金属就不容易发生这类情况。另外，导热性好的金属（如铜和铝及其合金）容易散热，通常用来制造散热器、热交换器等零部件。

六、磁性

金属材料能被磁场吸引或磁化的性能叫做磁性，也叫做电磁性能。根据磁性可把金属分为：铁磁性的，即在外加磁场中能强烈地被磁化的，如铁、镍、钴及其合金都是铁磁性金属；顺磁性的，即在外加磁场中只能微弱地被磁化的，如锰、铝、铬、钨等都是顺磁性金属；逆磁性的，即能抗拒或削弱外加磁场磁化作用的，如铜、铅、锌、锡等都是逆磁性

金属。通常说的磁性材料指的是铁磁性金属材料，而弱磁性或无磁性金属材料指的是顺磁性和逆磁性金属材料。

磁性也是选用金属材料的重要依据。例如变压器、电机、测量仪表等中的铁芯，都是用电工纯铁、硅钢片等磁性材料制造的；罗盘盒、仪表壳等要求不易磁化或能避免电磁场干扰的零件，都是用铜、铝等无磁性金属材料制造的。

§1—2 金属材料的化学性能

金属材料与周围介质发生化学或电化学反应而引起的破坏现象，叫做金属的腐蚀。

根据腐蚀条件不同金属材料的化学性能分别叫做耐腐蚀性、抗氧化性等。

一、耐腐蚀性（抗蚀性）

耐腐蚀性是指金属材料抵抗周围各种腐蚀介质侵蚀的能力。腐蚀介质包括大气、水蒸气、有害气体、酸、碱、盐等。习惯上也常把耐硫酸、硝酸等强腐蚀介质腐蚀的能力另称为耐酸性。

二、抗氧化性

抗氧化性是指金属材料在高温下，抵抗氧化腐蚀的能力。

不同的使用条件要求金属材料具有不同的耐腐蚀能力；与硫酸、硝酸等强腐蚀介质接触的零件、构件，如化工设备中的输酸管道等，必须具有耐酸性；在高温下工作的零件、构件，如内燃机阀门、加热炉炉门等，必须具有良好的抗氧化性。另一方面，同一种金属材料在不同的腐蚀介质中具有不同的耐腐蚀能力。因此，必须根据使用条件和材料特点全