



21世纪高职高专规划教材·机电系列

机械工程材料

蒲永峰 梁耀能 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

机械工程材料

蒲永峰 梁耀能 编著

清华大学出版社

北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本教材系统地介绍了机械工程材料的基本知识,包括金属学及热处理,非金属材料、功能材料的基本组成原理、性能及其成形加工工艺方法和技术特点,并重点介绍了材料的应用。本教材结合几年来在高职教学中的实际经验编写,内容新颖、精炼,实践性、应用性强,同时强调先进性、创新性,这次编与将功能材料等知识首次编入此类教材。为方便教学和学生复习,每章均附有习题。

本书适合作为高职高专机电类专业的通用教材,也适合其他教育层次的机电类专业作为教材使用。同时可作为各行业专业技术人员的参考书。本教材参考学时为 60 学时。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程材料/蒲永峰,梁耀能编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2005.9

(21世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 7-81082-578-X

I. 机… II. ①蒲… ②梁… III. 机械制造材料-高等学校:技术学校-教材
IV. TH14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 080123 号

责任编辑:谭文芳 特邀编辑:林欣

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:19.75 字数:506千字

版次:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书号:ISBN 7-81082-578-X/TH·5

印数:1~4000册 定价:26.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

21 世纪高职高专规划教材·机电系列 编审委员会成员名单

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝 赵伟
韩瑞功 汪志达

委员 (按姓名笔画排序)

马辉	万志平	万振凯	王一曙	王永平
王建明	尤晓晔	丰继林	尹绍宏	左文忠
叶华	叶伟	叶建波	付晓光	付慧生
冯平安	江中	佟立本	刘炜	刘建民
刘晶	刘颖	曲建民	孙培民	邢素萍
华铨平	吕新平	陈国震	陈小东	陈月波
陈跃安	李长明	李可	李志奎	李琳
李源生	李群明	李静东	邱希春	沈才梁
宋维堂	汪繁	吴学毅	张文明	张权范
张宝忠	张家超	张琦	金忠伟	林长春
林文信	罗春红	苗长云	竺士蒙	周智仁
孟德欣	柏万里	宫国顺	柳炜	钮静
胡敬佩	姚策	赵英杰	高福成	贾建军
徐建俊	殷兆麟	唐健	黄斌	章春军
曹豫莪	程琪	韩广峰	韩其睿	韩劼
裘旭光	童爱红	谢婷	曾瑶辉	管致锦
熊锡义	潘玫玫	薛永三	操静涛	鞠洪尧

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全国范围内组织并成立了“21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用2~3年的时间出版各类高职高专教材200种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版，适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会
2005年1月

前 言

材料发展从低级到高级,从简单到复杂,从天然到加工、合成的历史,表明了人类历史文明进步的足迹(见表 0)。

表 0 人类使用材料的 7 个时代开始时间

公元前 10 万年	石器时代
公元前 3000 年	青铜器时代
公元前 1000 年	铁器时代
公元前后	水泥时代
1800 年	钢时代
1950 年	硅时代
1990 年	新材料时代

在工业化的进程中,金属特别是钢铁在工业生产中逐渐取代木材等材料,占据了主导地位。一个国家工业的发展水平曾经以钢铁产量作为重要标志。进入 21 世纪,科学技术的发展日新月异,现代工程领域使用的材料即将步入一个多元化的新时代——人工合成材料大发展,金属、非金属、高分子等各种材料与复合材料共存,新材料、新的加工方法不断涌现。

工程材料按成分特点分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料和复合材料。现代机械工程仍然以金属材料特别是钢铁为主要材料。据统计,20 世纪 90 年代机械制造业钢铁材料占 90%,有色金属占 5%。但近年来钢铁用量有下降的趋势,有色金属和其他材料用量逐渐上升。有色金属也称为非铁金属,其中的铝合金、钛合金、镁合金由于质轻、强度高、耐蚀和色泽美观等原因,应用越来越广泛。高分子材料在 20 世纪 80 年代至 90 年代产量增长了 1 倍多,在工程领域的应用越来越广泛。复合材料特别是高性能复合材料目前成本还较高,随着成本的降低,它的无比优越性会日益显现出来。

工程材料也可按性能特点分为结构材料和功能材料两大类。结构材料以力学性能为主,兼有一定的物理、化学性能;功能材料以特殊的物理、化学性能为主,如超导、激光、半导体、形状记忆和能量转换等材料。机械工程所应用的材料主要是结构材料。

本书主要研究结构材料中的金属材料,少量研究非金属材料,对功能材料只做一些简单介绍。对金属材料的研究主要集中在其组织结构、力学性能、加工成形和生产应用方面。

金属材料在工程上表现出来的力学性能(见第 2 章),是由金属内部的组织、结构所决定的。组织是指用肉眼和借助各种不同放大倍数的显微镜所观察到的金属材料内部的情景,包括晶粒大小、形状、种类及各种晶粒之间的相对数量和相对分布。结构是指原子集合体中各原子的具体组合方式。习惯上用放大几十倍的放大镜或用肉眼所观察到的组织,称为低倍组织或宏观组织;用放大 100~2000 倍的光学显微镜所观察到的组织,称为显微组织;用放大几千倍到几十万倍的电子显微镜所观察到的组织,称为电镜组织或精细组织。

不同化学成分的金属材料,性能迥然不同。例如低碳钢软而韧,高碳钢硬而脆。金相分析

表明,这是由于它们的组织不同所致。相同化学成分的金属材料,经过不同的加工过程,其性能也有很大差别。通过合理的加工方法来进一步提高金属材料的性能,是充分发挥金属材料潜力的重要方法之一。

现代机械工程材料大多以型材供货,例如圆钢、钢板、铝板、铝锭等。这些型材都通过一定的冷、热加工得来。机械冷加工和机械热加工是机械制造学科的两大大分支。机械冷加工主要是指利用切削的原理使工件成形而达到预定的设计要求的方法,这种方法能获得很高的精度和很低的粗糙度。机械热加工则是利用熔化、结晶、塑性变形、扩散、相变等各种物理化学变化使工件成形而达到预定的设计要求。从加工方法来说,热加工可分为铸造、塑性加工、焊接、热处理、表面改性等。由于热加工与材料的成形和力学性能变化密切相关,所以本书也简单介绍材料的热加工。

本书的学习任务是:学习金属学、工程材料及其热加工的理论基础,掌握材料的成分、组织结构、力学性能及其在热加工中的变化规律,学会正确选材和合理安排材料的加工工艺路线,了解工件的热成型方法,具备较系统的机械工程材料运用知识和热加工技术及设备知识。

本书的学习方法是:深入理解基本知识,广泛阅读应用实例,正确运用材料学知识,掌握材料选用方法。通过系统学习和实践环节,为后续专业课和将来实际工作打好基础。

本书编者结合多年来使用该类教材的经验和体会,充分考虑高职高专教育的办学特点,同时为学生在专业领域的长远发展着想,不但注意教材的理论性、系统性,更重视它的应用性、实践性。因此,本书的讲义试用和教材编写得到了广东省高职高专院校的广泛欢迎,成为他们离不开的好工具、好帮手。

本书主要由蒲永峰、梁耀能编写,余雪梅、李英、廖毅娟、李尚周参加了部分内容的编写,黄拿灿教授对全书做了主审。主编对参编者和主审的辛勤工作表示感谢。该书在编写过程中也参考了许多专家的编写成果,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中存在的缺点错误,敬请广大读者批评指正。

编者
2005年8月

目 录

第 1 章 金属的结构与结晶	1
1.1 金属的晶体结构	1
1.1.1 晶体与非晶体	1
1.1.2 晶体结构的基本概念	1
1.1.3 常见的金属晶格类型	3
1.2 金属的实际结构与晶体缺陷	4
1.2.1 多晶体结构	4
1.2.2 晶体缺陷	4
1.3 金属的结晶与铸锭	7
1.3.1 纯金属的结晶	8
1.3.2 晶粒大小对金属力学性能的影响	9
1.3.3 细化晶粒的措施	9
1.3.4 金属铸锭	10
习题	11
第 2 章 金属的塑性变形与再结晶	12
2.1 材料的力学性能指标	12
2.1.1 强度指标	12
2.1.2 塑性指标	14
2.1.3 硬度	15
2.1.4 冲击韧度	17
2.1.5 金属的疲劳强度	19
2.2 金属的塑性变形	21
2.2.1 单晶体的塑性变形	21
2.2.2 多晶体金属的塑性变形	23
2.3 塑性变形对组织和性能的影响	23
2.3.1 金属组织和结构的变化	23
2.3.2 残余内应力	25
2.3.3 加工硬化(形变强化)	25
2.4 回复与再结晶	26
2.4.1 回复	26
2.4.2 再结晶	27
2.4.3 晶粒长大	28
2.4.4 影响再结晶退火后晶粒大小的因素	29
2.5 金属的热加工	29

2.5.1	热加工的概念	29
2.5.2	热加工对金属组织与性能的影响	30
习题		32
第3章	合金的相结构与二元合金相图	33
3.1	合金的相结构	33
3.1.1	合金的基本概念	33
3.1.2	合金的相结构	33
3.2	匀晶相图	35
3.2.1	相图的建立	35
3.2.2	相图分析	35
3.2.3	合金的平衡结晶过程	36
3.2.4	杠杆定律	36
3.2.5	枝晶偏析	37
3.3	共晶相图	38
3.3.1	相图分析	38
3.3.2	典型合金的结晶过程	39
3.3.3	标注组织的共晶相图	41
3.4	合金的性能与相图的关系	42
3.4.1	合金的力学性能、物理性能与相图的关系	42
3.4.2	合金的工艺性能与相图的关系	43
习题		43
第4章	铁碳合金	45
4.1	铁碳合金的组元及基本相	45
4.1.1	纯铁	45
4.1.2	铁素体	45
4.1.3	奥氏体	46
4.1.4	渗碳体	47
4.2	Fe-Fe ₃ C 相图分析	47
4.2.1	相图中的点、线、区及其意义	47
4.2.2	包晶转变(水平线 HJB)	49
4.2.3	共晶转变(水平线 ECF)	49
4.2.4	共析转变(水平线 PSK)	49
4.3	铁碳合金的平衡结晶过程及组织	50
4.3.1	工业纯铁	50
4.3.2	共析钢	51
4.3.3	亚共析钢	52
4.3.4	过共析钢	53
4.3.5	共晶白口铁	54
4.3.6	亚共晶白口铁	55

4.3.7	过共晶白口铁	56
4.4	碳对铁碳合金平衡组织和性能的影响	58
4.4.1	碳的质量分数对平衡组织的影响	58
4.4.2	碳的质量分数对力学性能的影响	58
4.4.3	碳的质量分数对工艺性能的影响	59
4.5	碳钢	60
4.5.1	钢中的杂质元素及其影响	60
4.5.2	钢的分类	62
4.5.3	非合金钢的牌号和用途	64
	习题	66
第5章	钢的热处理	68
5.1	钢在加热时的组织转变	68
5.1.1	奥氏体的形成	69
5.1.2	奥氏体晶粒大小及其影响因素	70
5.2	钢在冷却时的组织转变	71
5.2.1	过冷奥氏体等温转变曲线	72
5.2.2	过冷奥氏体等温转变产物及转变过程	74
5.2.3	过冷奥氏体连续转变曲线	80
5.3	钢的退火与正火	81
5.3.1	退火	82
5.3.2	正火	84
5.4	钢的淬火	84
5.4.1	淬火加热温度的选择	84
5.4.2	淬火冷却介质	85
5.4.3	常用淬火方法	86
5.4.4	钢的淬透性	87
5.5	钢的回火	88
5.5.1	淬火钢在回火时的转变	89
5.5.2	回火种类及应用	91
5.5.3	回火脆性	92
5.6	钢的表面淬火	92
5.6.1	概述	92
5.6.2	感应加热表面淬火	93
5.7	钢的化学热处理	94
5.7.1	概述	94
5.7.2	钢的渗碳	95
5.7.3	钢的渗氮	97
5.7.4	钢的碳氮共渗	99
5.8	热处理新技术简介	100

5.8.1	真空热处理	100
5.8.2	可控气氛热处理	100
5.8.3	离子注入	101
5.8.4	激光热处理	101
	习题	102
第6章	合金钢	104
6.1	概述	104
6.1.1	钢中合金元素	104
6.1.2	合金钢的分类及编号方法	104
6.2	合金元素在钢中的作用	105
6.2.1	合金元素对钢中基本相的影响	105
6.2.2	合金元素对 Fe-Fe ₃ C 相图的影响	106
6.2.3	合金元素对热处理过程的影响	106
6.3	合金结构钢	108
6.3.1	工程结构钢	108
6.3.2	机械结构钢	111
6.4	轴承钢	119
6.4.1	工作条件及性能要求	119
6.4.2	化学成分	119
6.4.3	热处理特点	120
6.5	合金工具钢	121
6.5.1	刃具钢	121
6.5.2	模具钢	127
6.6	不锈钢和耐热钢	133
6.6.1	不锈钢	133
6.6.2	耐热钢	135
	习题	136
第7章	铸铁	137
7.1	概述	137
7.1.1	铸铁的石墨化过程	137
7.1.2	铸铁的分类	138
7.2	灰铸铁	139
7.2.1	灰铸铁的成分、组织和性能	139
7.2.2	灰铸铁的孕育(变质)处理	139
7.2.3	灰铸铁的牌号、性能及应用	140
7.2.4	灰铸铁的热处理	140
7.3	可锻铸铁	141
7.3.1	可锻铸铁的生产过程、成分、组织和性能	141
7.3.2	可锻铸铁的牌号及用途	142

7.4	球墨铸铁	143
7.4.1	球墨铸铁的成分、组织和性能	143
7.4.2	球墨铸铁的牌号和用途	143
7.4.3	球墨铸铁的热处理	144
7.5	蠕墨铸铁	145
7.5.1	蠕墨铸铁的成分、组织和性能	145
7.5.2	蠕墨铸铁的牌号和用途	145
7.6	特殊性能铸铁	145
7.6.1	耐热铸铁	145
7.6.2	耐磨铸铁	146
7.6.3	耐蚀铸铁	146
	习题	146
第8章	有色金属及其合金	147
8.1	铝及铝合金	147
8.1.1	工业纯铝	147
8.1.2	铝合金	148
8.1.3	铝合金热处理特点	152
8.2	铜及铜合金	153
8.2.1	纯铜	153
8.2.2	铜合金	153
8.3	轴承合金	157
8.3.1	对轴承合金的性能要求	157
8.3.2	轴承合金的组织	157
8.3.3	常用轴承合金	158
8.4	钛及钛合金	159
8.4.1	工业纯钛	159
8.4.2	钛合金	160
8.4.3	钛及钛合金的热处理	161
8.5	镁合金	161
8.6	粉末冶金	162
8.6.1	粉末冶金的分类	162
8.6.2	粉末冶金的生产工艺	162
8.6.3	粉末冶金的应用	162
	习题	163
第9章	非金属材料	165
9.1	高分子合成材料	165
9.1.1	常用塑料	165
9.1.2	合成橡胶	170
9.1.3	胶粘剂	171

9.2	陶瓷	174
9.2.1	陶瓷的分类	174
9.2.2	陶瓷的组织结构	174
9.2.3	陶瓷的性能	175
9.2.4	常用陶瓷材料	175
9.3	复合材料	176
9.3.1	复合材料的分类	177
9.3.2	复合材料的性能特点	177
9.3.3	复合材料的制造方法	178
9.3.4	常用复合材料的特点及用途	178
	习题	179
第 10 章	纳米材料与功能材料	180
10.1	纳米材料	180
10.1.1	纳米科学与技术	180
10.1.2	纳米材料的定义	181
10.1.3	纳米材料的结构和优异性能	181
10.1.4	纳米材料的制备	184
10.1.5	纳米材料的应用	185
10.2	超导材料	186
10.2.1	超导材料的分类及特点	186
10.2.2	超导材料的应用	188
10.3	贮氢合金	190
10.3.1	金属贮氢原理	190
10.3.2	贮氢合金分类	190
10.3.3	贮氢合金的应用	191
10.4	形状记忆合金	192
10.5	非晶态合金	193
	习题	194
第 11 章	铸造	195
11.1	概述	195
11.2	合金的铸造性能	196
11.2.1	合金的流动性	196
11.2.2	合金的收缩	196
11.3	砂型铸造	200
11.3.1	造型材料	201
11.3.2	造型方法的选择	203
11.4	铸造工艺设计	204
11.4.1	铸件结构设计的原则	204
11.4.2	铸造工艺方案的选择	211
11.5	特种铸造	217

11.5.1	金属型铸造	217
11.5.2	压力铸造	218
11.5.3	低压铸造	220
11.5.4	离心铸造	221
11.5.5	熔模铸造	222
习题		225
第 12 章	金属压力加工	227
12.1	概述	227
12.2	锻造加热和冷却	228
12.2.1	金属的加热	228
12.2.2	锻造温度范围	229
12.2.3	加热产生的缺陷及其防止方法	229
12.2.4	加热设备	230
12.2.5	锻后冷却	231
12.3	自由锻	231
12.3.1	空气锤	231
12.3.2	自由锻基本工序	232
12.3.3	自由锻件的结构工艺性	235
12.3.4	制定锻件的自由锻造工艺过程	236
12.3.5	自由锻的锻造缺陷	237
12.4	模锻	238
12.4.1	锤上模锻	238
12.4.2	胎模锻	240
12.4.3	特种模锻	241
12.5	冲压	243
12.5.1	板料冲压的基本工序	243
12.5.2	冲床及冲模	248
12.6	其他压力加工方法	251
12.6.1	挤压	251
12.6.2	轧制	252
12.6.3	拉拔	254
习题		255
第 13 章	焊接	256
13.1	焊接方法的本质及分类	256
13.1.1	焊接的定义	256
13.1.2	焊接过程的本质	256
13.1.3	焊接方法的分类	257
13.2	气焊及气割	257
13.2.1	气焊、气割的基本概念	257

13.2.2	气焊、气割的应用设备及工具	258
13.2.3	气焊用材料	259
13.2.4	气焊工艺	260
13.3	焊接电弧和弧焊电源	261
13.4	手工电弧焊	263
13.4.1	手工电弧焊原理	263
13.4.2	焊条	264
13.4.3	手工电弧焊的操作技术及规范参数的选择	266
13.5	埋弧焊	267
13.5.1	埋弧焊原理及特点	267
13.5.2	埋弧焊设备及材料	268
13.5.3	埋弧焊工艺	269
13.6	气体保护电弧焊	269
13.6.1	熔化极气体保护焊	269
13.6.2	非熔化极气体保护焊	271
13.7	电阻焊	272
13.7.1	点焊	273
13.7.2	缝焊	273
13.7.3	凸焊	274
13.7.4	对焊	274
13.8	钎焊	274
13.8.1	钎焊原理	274
13.8.2	钎焊分类	274
13.8.3	钎焊的接头形式	275
13.8.4	钎焊的应用	276
13.9	常用金属材料的焊接	276
13.9.1	金属材料的焊接性	276
13.9.2	碳素钢和低合金结构钢的焊接	277
13.9.3	不锈钢的焊接	278
13.9.4	铸铁的焊接	278
13.9.5	非铁金属的焊接	278
13.10	焊接接头及焊接结构基础	279
13.10.1	焊接接头的组织及性能	279
13.10.2	焊接应力与变形	280
13.10.3	焊接结构设计基础	282
	习题	285
第 14 章	机械零件的选材及工艺路线分析	286
14.1	零件选材的一般原则	286
14.1.1	实用性能原则	286

14.1.2	工艺性能原则	286
14.1.3	经济性原则	287
14.2	零件的失效与选材	287
14.2.1	失效的概念	287
14.2.2	失效的形式及分类	288
14.2.3	失效与材料的关系	289
14.2.4	失效的分析	289
14.2.5	不同失效形式的选材	290
14.3	热处理技术条件的标注	291
14.4	典型零件的选材及工艺分析	293
14.4.1	齿轮类零件	294
14.4.2	轴类零件	295
	习题	296
	参考文献	298

第 1 章 金属的结构与结晶

金属在机械工程材料中应用最广泛。不同成分的金属之所以表现出不同的力学性能，是由于其内部具有不同的组织结构。即使是成分相同的金属，当其由液态转变为固态的结晶条件不同时，所得到的内部组织也不同，从而也使金属表现出不同的力学性能。因此，要了解金属材料的特性，必须从本质上了解金属的组织结构及金属的结晶过程。

1.1 金属的晶体结构

1.1.1 晶体与非晶体

根据原子在物质内部排列方式的不同，通常可将固态物质分为晶体与非晶体两类。

晶体是指其组成微粒(原子或分子)呈规则排列的物质，它是固体物质中最多的一类。固态金属通常都是晶体。晶体具有一定的熔点(如铁的熔点为 1534°C ，铜的熔点为 1038°C 等)，晶体的性能具有各向异性的特点。

非晶体是指其组成微粒(原子或分子)呈无规则堆积在一起的物质。如玻璃、松香、沥青等。非晶体没有一定的熔点，它的性能在各个方向上是相同的，即具有各向同性的特点。

1.1.2 晶体结构的基本概念

1. 晶格

为了便于研究，我们把晶体内部原子近似看为刚性质点，晶体就可看作是由许多刚性质点按一定几何规律堆积成的，如图 1-1 所示。如果把组成晶体的刚性质点用假想的线条连接起来，则成为一个假想的空间格架，称为结晶格子(简称晶格)，如图 1-2 所示。

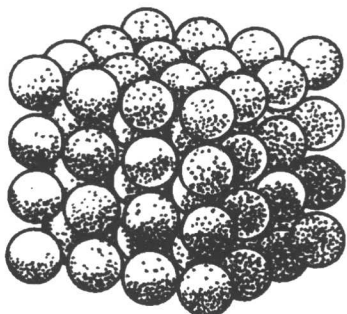


图 1-1 金属原子排列示意图

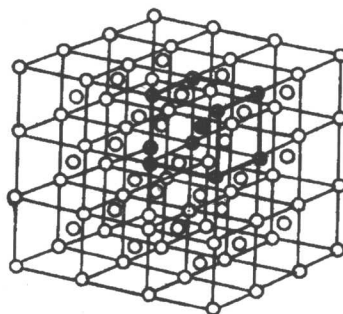


图 1-2 晶格示意图