



面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

物流 **货物材料基础**

Wuliu
Huowu Cailiao Jichu

● 主 编 王建武
● 主 审 李选芒

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

物流货物材料基础

主 编 王建武

参 编 张翠花 姚永红 王红艳

主 审 李选芒

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

物流货物材料基础 / 王建武主编. —北京: 北京理工大学出版社,
2012. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 6418 - 1

I. ①物… II. ①王… III. ①物流 - 物资管理 - 高等学校 - 教材
IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 179677 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京正合鼎业印刷技术有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 333 千字

版 次 / 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑 / 陈莉华

印 数 / 1 ~ 2000 册

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 42.00 元

责任印制 / 王美丽

前 言

随着科学技术的突飞猛进和世界经济的持续发展,物流作为现代化经济的重要组成部分和工业化进程中最为经济合理的综合服务模式,正在全球范围内迅速发展,并已逐渐成为我国经济发展的重要产业和新的经济增长点。目前,我国各级政府部门和许多市场意识敏锐的企业,已把物流作为提升竞争能力和提高企业核心竞争力的重要手段。

与此同时,物流专业教育在全国范围内如火如荼地开展起来,各种用于物流专业教育的教材如雨后春笋般涌现出来。不可否认,这些教材对于物流专业教育起到了极大的促进作用,但是,目前我们正在进行高校教育的深化改革,“校企合作,工学结合”是高校教育改革的特点。在进行基于工作过程系统化的课程体系建设和任务驱动教学模式探索的过程中,我们深深感到,虽然目前物流教材很多,但是没有一套能与基于工作过程系统化课程改革和任务驱动教学模式相配套。编写适应课程改革的新型教材已经成为物流教育改革的重要建设项目,在这样的背景下,我们物流管理的一线教师与物流行业的企业专家一起,共同编写了这套适用于工作过程系统化课程体系和任务驱动教学模式的特色教材。

本书着重阐述了与物流有关的大宗生产性物资——产品材料的主要种类、基本特征、应用范围和识别方法,以及这类货物在采购、检验和保管方面的基本操作技能和注意事项。在编写过程中结合高校教育的特点,突出实用性和综合性,力求培养学生的实际应用能力,本书根据项目教学法来组织内容,按照典型物流仓储企业的真实作业流程设计教学项目。对于每一教学项目,以工作任务为主线来组织内容,将完成任务所必需的知识、技能构建于具体的项目中,让学生在完成具体项目过程中学会相应的知识和技能,掌握相应的操作技能和知识。本书既可作为高校物流专业的教学用书,也可作为继续教育、物流行业及相关行业从业人员的教材和研究参考书。

本书由王建武策划并担任主编,由李选芒副教授担任主审。编写具体分工为:项目一、项目二、项目三、项目七由王建武编写;项目四、项目五由张翠花编写;项目六由姚永红编写;项目八由王红艳编写。

在编写过程中，参考了大量的文献，引用了许多资料，得到了陕西省物流与采购联合会、中储咸阳分公司、陕西人人乐集团等企业的大力支持，在此表示衷心的感谢。

编 者

目 录

项目一 材料认知	(001)
任务一 材料的发展及分类	(001)
任务二 材料的微观组织认知	(008)
知识拓展	(017)
复习思考题	(023)
项目二 常见黑色金属材料的认知	(024)
任务一 铁碳合金状态图的应用	(024)
任务二 铁的认知	(033)
任务三 钢的认知	(046)
知识拓展	(094)
复习思考题	(098)
项目三 常见有色金属材料的认知	(100)
任务一 铜的认知	(100)
任务二 铝的认知	(110)
知识拓展	(118)
复习思考题	(122)
项目四 常见无机非金属材料的认知	(123)
任务一 陶瓷的认知	(123)
任务二 水泥的认知	(129)
任务三 混凝土的认知	(138)
任务四 玻璃的认知	(147)
知识拓展	(155)

复习思考题	(159)
项目五 常见有机高分子材料的认知	(161)
任务一 有机高分子材料的认知	(161)
任务二 塑料的认知	(171)
任务三 纤维的认知	(182)
任务四 橡胶的认知	(187)
知识拓展	(194)
复习思考题	(199)
项目六 金属材料的采购与使用	(201)
任务一 金属材料的性能认知	(201)
任务二 掌握金属材料的力学性能	(208)
任务三 了解金属材料的工艺性能	(218)
任务四 金属材料性能的改善	(219)
知识拓展	(231)
复习思考题	(234)
项目七 材料的验收	(236)
任务一 了解金属材料检验的标准	(236)
任务二 金属材料的检验	(241)
知识拓展	(251)
复习思考题	(254)
项目八 材料的储运保管	(256)
任务一 金属材料的储运保管	(256)
任务二 非金属材料的储运保管	(266)
知识拓展	(270)
复习思考题	(274)
参考文献	(276)

项目一

材料认知

【项目描述】

材料是人类赖以生存和发展的物质基础。社会的发展，归根到底是生产力的发展，人类文明的进步、人类历史的进程十分清楚地表明，新型材料的不断发现、开发和应用，总是首先成为生产面貌变革、生产力发展的巨大推动力。

中储咸阳物流中心是中储发展股份有限公司在陕西地区下设的分公司之一。依托通达全国的仓储实体网络，为各界客户提供全过程物流解决方案、组织区域性仓储、运输、配送、多式联运、国际货代、物流设计、质押融资、现货市场、内外贸易、加工制造、科技开发、电子商务等综合物流服务。

中储咸阳物流中心东风路钢材建材市场经营品种以钢材为主，以建筑材料、木材、塑料、机电产品、五金、玻璃等为辅，形成了“前店后库”的格局，其完善的物流服务保障，为广大生产厂商、零售商提供开展现货销售业务的场所和有利环境，是咸阳市最大的钢材集散地。

中储的业务主管和普通员工只有掌握了各种材料的基本知识，熟悉材料的发展、分类、结构和性能，才能为正确经营和管理材料打下基础。

【学习目标】

通过本项目的学习，使学生了解材料的发展历程与人类社会的关系，掌握材料的分类，明确材料在国民经济中的地位和作用，深层次地了解材料的显微组织和结构，为材料的采购、仓储、加工和销售打下坚实的基础。

【相关知识】

任务一 材料的发展及分类

材料是人类用于制造物品、器件、构件、机器或其他产品的那些物质。材料是物质，但不是所有物质都可以称为材料。如燃料和化学原料、工业化学品、食物和药物，一般都不算是材料。

材料是人类生存、社会发展、科技进步的坚实基础，是现代化革命的先导，是当代文明的三大支柱之一，20 世纪 70 年代，人们把信息、材料、能源作为社会文明的支柱。随着高新技术的兴起，又把新材料与信息技术、生物技术并列作

为新技术革命的重要标志。如今，材料已成为国民经济建设、国防建设和人民群众生活的重要组成部分。

20 世纪以来，科学技术发展的重要标志是核能、飞机、汽车、化工和电子计算机的发展。核能的开发利用始于放射性镭、钋等能源材料的发现，航空航天、军事工业的发展也无一不和其相关材料的发展紧密关联。

一、材料的发展历程

人类从猿人发展为现代人、发展到有文字记载的文明人的历史，可以说就是一部材料和技术的演变史。人与其他动物的显著标志之一是会制造和使用工具。也可以说，人类之所以在万物中脱颖而出，会利用材料来制造和使用工具是至关重要的。

在人类的发展史上，历史学家早就把人类对材料的认识和利用作为其发展阶段的标志，如石器时代、陶器时代、青铜器时代和铁器时代。

早在史前，原始人类在与自然界的抗争中开始学会了使用石器、骨器和木器来捕杀猎物，学会了利用动物的皮革、大自然的茅草和树皮来遮身、挡风遮雨，在用火过程中还学会了制造陶器。进而人类在寻找石器的过程中又逐渐认识了矿石，并在烧陶过程中发现并发展了冶炼术。人类从此由石器时代、陶器时代进入了青铜器时代、铁器时代。人类的智慧也从利用天然材料发展到按照自己需求来制备材料的新阶段。

早在一百万年以前，人类开始用天然的石头做工具，进行狩猎和生产，标志着人类进入旧石器时代。

大约一万年以前，人类知道对石头进行加工，使之成为精致的器皿或工具，从而进入新石器时代。

8 000 年前，中国就开始用蚕丝做衣服，4 500 年前，印度人开始种植棉花，这些都标志着人类使用材料促进文明进步。在新石器时代，人类已知道使用自然铜和天然金，但毕竟数量太少，分散细小，没有对人类社会产生重要影响。

在 8 000—9 000 年前，还处于新石器时代，人类已发明了用泥土成型，再火烧固化制作陶器。陶器可以盛水、煮食物。水在 100 ℃ 沸腾而保持恒温，烧煮食物的营养成分不但不被破坏，而且更易于消化吸收。人类的饮食生活习性由烧烤发展为蒸煮，生存状况彻底改观。因此，文学家认为陶器是人类最伟大的发明。

在烧制陶器过程中，人们偶然发现了金属铜和锡，从而使人类进入青铜时代，这是人类利用金属的开始，也是人类文明发展的重要里程碑。

中华民族在公元前 2 700 年已经开始使用青铜器了。至今已有约 5 000 年的历史，商周（公元前 17 世纪到公元前 3 世纪）进入了鼎盛时期，如河南安阳出土的重达 875 千克的鼎、湖北隋县的编钟、西安青铜车马都充分反映了当时中国

冶金技术水平和制造工艺的高超。

公元前14—公元前13世纪前,人类已开始用铁,3 000年前铁工具比青铜工具更为普遍,人类开始进入了铁器时代。中国出土的最早的人工冶铁制品大约出现在公元前9世纪。到春秋(公元前770—476年)末期,我国生铁技术有较大突破,遥遥领先于世界其他地区,如用生铁退火而制成韧性铸铁以及生铁炼钢技术的发明,促进了生产力的极大发展,对战国和秦汉农业、水利和军事的发展起到很大作用。

早在公元2世纪,中国的钢和丝绸已驰名罗马帝国。丝绸之路闻名世界,至今为人称道,它就是把中华民族发现、发展的丝绸材料和制品推向世界的见证。

公元前5世纪即春秋末期生铁技术已经在黄河、长江流域传播。这些技术于公元6—7世纪传入朝鲜半岛、日本和北欧,推动了整个世界文明的进步。

随着世界文明的进步,蒸汽机、电动机相继出现,这对金属材料提出了更高的要求,同时对钢铁冶金技术产生了更大的推动作用。

1854年和1864年先后发明了转炉和平炉炼钢,使世界钢产量有了快速发展,如1850年世界钢产量为6万吨,1890年达2 800万吨,这大大促进了机械制造、铁道交通及纺织工业的发展。随之电炉冶炼开始,不同类型的特殊钢相继问世,把人类带进了现代物质文明。在此前后,铜、铝也得到大量应用,而后镁、钛和很多稀有金属都相继被发现,从而使金属材料在整个20世纪占据了结构材料的主导地位。人类对铜器和铁器的应用,大大促进了社会的发展和进步。这一事实表明生产技术对社会生产力发展的巨大推动,使社会生产力起了革命性的变化,从而加速了人类社会发展的进程——把人类物质文明推向前进。因此,人类社会的发展和进步都是和材料的发展分不开的。如图1-1所示。



图1-1 材料的发展与人类社会

随着有机化学的发展,19世纪末期,西方科学家仿制中国丝绸发明了人造丝,这是人类改造自然材料的又一里程碑。20世纪初,各种人工合成的有机高分子材料相继问世。如1909年的酚醛树脂(电木),1920年的聚苯乙烯,1931年的聚氯乙烯及1941年的尼龙等,它们以性能优异、资源丰富、建设投资少、收效快而得到迅速发展。目前,世界三大有机合成材料(树脂、纤维和橡胶)年产量逾亿吨。而且有机材料的性能不断提高、附加值大幅度增加,特别是特种聚合物正向功能材料各个领域进军,显示出巨大的潜力。

陶瓷本来用作建筑材料、容器或装饰品等,由于其资源丰富、密度小、高硬度、耐腐蚀、膨胀系数小、耐高温、耐磨等特点,到了20世纪中叶,通过合成及其他制备方法,被做成各种类型的先进陶瓷。它的研究领域成为近几十年来材料中非常活跃的领域之一,有人甚至认为“新陶器时代”即将到来。但由于其脆性问题难以解决,且价格过高,作为结构材料没有得到如钢铁或高分子材料一样的广泛应用。

复合材料是20世纪后期发展起来的另一类材料。众所周知,人类很早就开始制造复合材料,如泥巴中混入碎麻或麦秆用以建造房屋,和钢筋水泥一样,是脆性材料和韧性材料的复合。近几十年来,利用树脂的易成型和金属韧性好,无机非金属的高模量、高强度、耐高温,做成了树脂基复合材料或金属基复合材料,前者已得到广泛应用,后者因其制作困难、价格高而受到一定限制。为了改善陶瓷的性能,也制成陶瓷基复合材料。碳是使用温度最高的材料(可达 $2\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$),为了克服其热震性能差,提高其力学性能而制出的碳-碳复合材料已广泛用于军工,并扩展到民用。

可以看出,自19世纪中叶现代炼钢技术出现以后,金属材料的重要性急剧增加,一直到20世纪中叶,由于人工合成有机材料、陶瓷材料及先进复合材料迅速发展,金属材料的重要性逐渐下降,但21世纪上半叶前,金属材料仍将占重要位置。

二、材料的分类

材料的种类繁多,按化学成分主要分为金属材料、有机高分子材料和无机非金属材料三类。它们鼎足而立,成为材料世界的三大家族,金属材料是最重要的。目前,无论从产量还是使用范围来衡量,它都居于首位。材料的分类如图1-2所示。

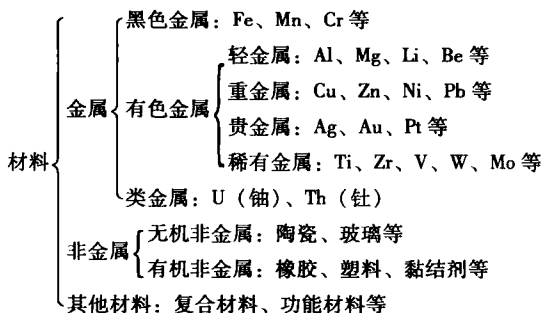


图 1-2 材料的分类

我国是世界上最早发现和使用金属材料的国家之一，早在公元前 16 世纪的商朝就已经开始使用青铜，商周时期不仅掌握了铸铜的冶炼技术，而且能根据不同用途配制不同成分的铜锡合金。1939 年在河南安阳武官村出土的司母戊鼎，重达 875 千克，是迄今世界最古老的大型青铜器。春秋战国时期，铁器也得到了广泛的应用，不但能冶铁、铸剑，而且开始利用淬火来提高刀剑的性能，说明当时已掌握了炼钢、锻造和热处理等技术。直到明代，我国金属材料的生产和使用在世界上都处于领先的地位。明代以后由于长期的封建统治和帝国主义的侵略，使我国生产力的发展受到了束缚，新中国成立后我国冶金工业得到了飞速的发展，1949 年生铁产量仅有 24.6 万吨，钢产量 5.8 万吨，到 2003 年钢铁产量已超过 2 亿吨，2004 年达到了 2.6 亿吨。并建成了首钢、鞍钢、宝钢、武钢、攀钢等一些现代化的钢铁工业基地。

自然界中所有的物质都是由元素的原子组成，在人类已发现的 107 种类元素中，有 89 种都是金属元素，如金、银、铜、铁、锡、铅、锌、铝等。一般来说金属都具有一定的特征，如特殊的光泽、良好的导电性、导热性、塑性等。凡是由金属元素或以金属元素为主而形成的，并具有一般金属特征的材料，统称金属材料。因此，金属材料既包括纯金属，也包括合金；既包括冶炼产品，也包括加工产品。所谓合金，是指由两种或两种以上金属元素或金属元素与非金属元素组成的具有金属特性的物质。

习惯上把金属材料分为黑色金属材料 and 有色金属材料两大类。黑色金属材料是指铁、铬、锰及其合金，如生铁、铁合金、钢和钢材；有色金属材料是指除黑色金属材料以外的所有金属及合金，如铜及铜合金、铝及铝合金、轴承合金、硬质合金等。有色金属及其合金的种类繁多，虽然它们的产量和使用量，不如黑色金属材料多，但它们却具有许多优良的特殊性能，如钛和钛合金的耐蚀性；铜和铝的导电、导热性；铅具有高的抗 X 射线和 γ 射线穿透的能力等。

金属材料在国民经济和人民生活有着极其重要的地位和作用，没有金属材料，就没有铁路、飞机、汽车、电动机、宇宙飞船等。所以金属材料是工业、农业、交通运输、国防现代化、科学技术、人民生活的重要物质基础。

在人类材料史中,继木器时代、石器时代之后,金属材料曾在相当长的一段时间居于辉煌地位,直到20世纪50年代,以钢为代表的金属材料仍居统治地位。随着科学技术的不断发展,无机非金属材料(尤其是特种陶瓷)、高分子相继出现。在此基础上,为使材料使用更安全和更具节能效果,人们又开发出了各种复合材料和新材料,这些材料与金属材料既相辅相成,又取长补短,共同成为促进人类文明发展的物质基础。

通常把除金属材料之外的一切材料统称为非金属材料。非金属材料按组成、结构特点可分为无机非金属材料 and 有机非金属材料两大类,两者复合或任意一种与金属材料复合即为复合材料。每一类又可分为若干种。

无机非金属材料主要包括陶瓷及新兴的功能陶瓷、玻璃及玻璃纤维、非金属矿物材料、水泥及其衍生物混凝土等。其中陶瓷是应用历史最悠久、应用最广泛的非金属材料。

有机非金属材料主要包括合成塑料、橡胶、纤维、涂料和胶黏剂及木材。

通常把分子量大于 10^4 ,即分子量超过1万的分子叫高分子,又叫高分子化合物。有的高分子化学组成较简单,由许多相同的结构单元重复连接而成。而有的高分子化学组成比较复杂,没有重复的结构单元,常用的人工合成高分子化合物都是由简单的低分子化合物为原料聚合而成的,这些低分子原料称单体,相应的高分子化合物则称为高聚物。由高聚物为基本组成成分的材料,叫高分子材料。大多数高分子材料,除基本组分为聚合物外,为了获得实用性能或改善其加工性能,一般还有各种添加剂。材料的组成及各成分之间的配比从根本上保证了制品的性能,而作为主要成分的高分子化合物对制品的性能起着主宰的作用。

复合材料由两种或两种以上不同原材料组成,它不仅能使原材料的性能得到充分的发挥,还能通过复合而得到单一材料所不具备的性能。按基体可分为金属基复合材料、有机高分子材料基复合材料和无机非金属材料基复合材料,按强化相可分为颗粒增强复合材料和纤维增强复合材料。

目前,非金属材料在国民经济中起着极为重要的作用。没有砂石、水泥、木材、玻璃及混凝土等无机非金属材料,现代建筑工程将无法进行;没有工程塑料、橡胶及纤维等有机非金属材料,现代工业将无法进行;具有优越性能的复合材料更为尖端科学技术的发展提供了有利的条件。一些性能优异的高分子材料的出现,使材料之王——钢铁的地位也受到严峻的挑战,有的甚至取而代之。总之,非金属材料已日益广泛地应用于社会生产和生活的各个领域,正在有力地改变着人类生产和生活的方方面面。没有非金属材料就没有大量性能各异的非金属产品,也就不能适应工业、农业、国防和科学技术的发展,同时也不能够满足人们不断增长的物质和文化生活的需要。

三、材料对人类社会的意义

材料既是人类社会进步的里程碑，又是社会现代化的物质基础与先导。在当今社会发展的今天，材料、能源、信息被认为是当代文明的三大支柱。人类社会发展的历史证明，材料是社会进步的物质基础与先导，而新材料更是现代文明社会的先导。

新材料的研制与开发对人类的文明起了举足轻重的作用。1906 年发明了电子管，从而出现了无线电技术、电视机、电子计算机；1948 年发明了半导体晶体管，导致了电子设备的小型化、轻量化、节能化以及成本的降低、可靠性的提高与寿命的延长；1958 年出现了集成电路，使计算机及各种电子设备发生一次飞跃。此后，集成电路的发展十分迅速，这就是以硅为主的半导体材料相应发展的结果。进入 20 世纪 90 年代，集成电路的集成度进一步提高，加工技术达到 $0.3\ \mu\text{m}$ 。这些都与硅单晶体的生长和硅片的加工技术密切相关，即对单晶纯度与缺陷的要求不断提高，单晶直径不断增加，晶片的加工精度和表面质量提高，从而使芯片成品率大为提高，而价格急剧降低。这就是硅材料研究与加工水平提高的直接结果，也是为什么计算机的功能愈来愈强，而价格却不断下降的重要原因。

1946 年，第一台计算机是由电子管制成的，信息处理速度每秒 10 万次，体积有几个房间大。而大家现在都熟悉的装有奔腾处理器的台式计算机，信息处理速度已达每秒上亿次，体积仅为世界第一台计算机的几十万分之一。现代计算机有了这样大的进步与发展，超大规模集成电路芯片是最大功臣。但没有电子材料的发展，特别是半导体材料的发展，这一切都是不可想象的。

从世界科技发展史看，重大的技术革新往往起始于材料的革新与开发。例如，20 世纪 50 年代镍基高温合金的出现，将材料使用温度由原来的约 $700\ ^\circ\text{C}$ 提高到 $900\ ^\circ\text{C}$ ，从而导致了超音速飞机问世；而高温陶瓷的出现则促进了表面温度高达 $1\ 000\ ^\circ\text{C}$ 的航天飞机的发展，如此等等。反过来，近、现代新技术（如原子能、计算机、集成电路、航天工业等）的发展又促进了新材料的研制。目前已涌现出了各种各样的新材料，以至于有人将这个时代称为精密陶瓷时代、电子材料时代、复合材料时代、塑料时代或合成材料时代等。

没有半导体材料的开发和工业化生产，是不可能当前的计算机技术和现代信息革命；没有现代的高温、高强度结构材料（高温合金、高温陶瓷），便没有今天的宇航科技；没有低损耗的光导纤维，便不会出现光信息的长距离传输，也没有当前的光通信，“信息高速公路”更是无从说起了。所以，材料既是一个独立的领域，同时又与几乎所有其他新兴产业密切相关，可以说没有相应的材料，任何一项新技术都难以实现，任何科学技术开发都难以成功。

任务二 材料的微观组织认知

一切固态物质按其原子排列的特征,可分为晶体和非晶体两种。它们最本质的区别,就是晶体物质的原子具有一定的排列规律,如金刚石、石墨及固态的金属。固态金属除去最新研制的非晶态金属外,都是晶体。而非晶体物质如玻璃、沥青、松香等,它们的原子排列则没有一定的规律。

一、金属晶体结构的一般知识

众所周知,一切物质都是由原子组成的,金属也不例外。金属的原子按照一定的规律排列起来,就构成了金属晶体。为了便于简化对问题的分析,假设晶体中的原子是静止在某一空间位置上的刚性小球,而不去考虑原子的结构与运动。这样,金属晶体即是由这些小球按一定的规律在空间紧密地排列而成的,如图1-3所示。

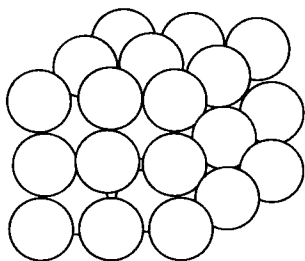


图1-3 晶体中金属原子的排列

(一) 晶格、晶胞、晶粒和晶界

1. 晶格

从静态出发,构成金属晶体的刚性小球紧密地堆砌在一起,我们可以把这些小球看作是一个个小质点,用假想的线段把这些小球中心连接起来,就形成了空间格架。这种假想的、抽象的、用于描述金属晶体原子排列规律的几何空间格架,称为晶格。晶格连线的交叉点称为结点,原子的平衡空间位置就在各个结点上,如图1-4所示。

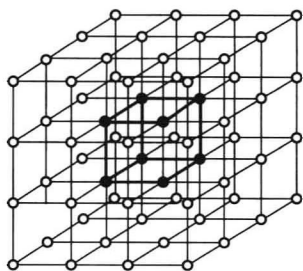


图 1-4 金属的晶格和晶胞

2. 晶胞

在晶格中，能够代表晶格特征的最小几何单元，称为晶胞，在研究晶体时，只需通过研究晶胞的特点，就可以找出金属晶体中的原子在空间的排列规律，(如图 1-4 中的粗黑框所示)。这样可认为整个晶格是由晶胞在空间重复堆积而成的。晶胞中原子排列的规律能完全代表整个晶格中原子排列的规律。

3. 晶粒和晶界

在晶格中，晶胞排列的位置和方向，简称位向。在一个完整的外形不规则的晶体中，晶胞的位向应该是一致的。换句话说，如果相互靠近的晶胞位向一致，就构成了一个完整的晶体。这种内部晶胞位向基本一致而外形不规则的小晶体，称为晶粒。晶粒与晶粒之间的交界面，称为晶界。如图 1-5 所示。

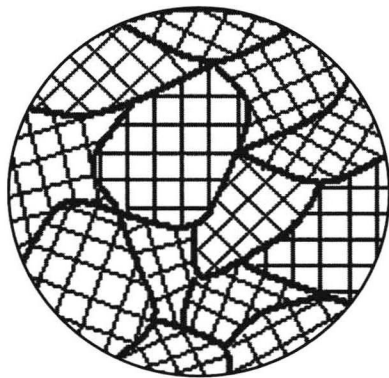


图 1-5 晶粒和晶界

在晶界上，原子排列是紊乱的，呈现不规则排列，把这种现象称为晶格畸变。晶格畸变在一定程度上增加了原子间的作用力，从宏观的角度看，使金属的抗力提高，即强度增加。

4. 晶粒大小对性能的影响

实际应用的金属都是由许多晶粒构成的，晶粒的大小对金属的性能影响很

大。通常希望获得细晶粒。因为晶粒越细，其晶界面积就越大，晶界上存在的晶格畸变越多，材料的变形抗力就越大。因而晶粒越细，金属强度、硬度就越高。另外，由于晶粒越细，单位体积内的晶粒数目越多，在相同变形量的情况下，变形可以分散在更多的晶粒中进行，每个晶粒变形量小而均匀，不易产生应力集中而断裂。再者，晶粒越细晶界的曲折越多，可以有效地阻碍裂纹的传播，使金属材料的塑性、韧性提高。

（二）常见的晶格类型

在已知的 80 多种金属元素中，除少数 10 几种金属具有复杂的晶体结构外，大多数金属都具有比较简单的晶体结构。常见晶格类型主要有以下 3 种。

1. 体心立方晶格

体心立方晶格的晶胞是一个立方体（正六面体），在立方体的 8 个顶角和中心，各有 1 个原子，如图 1-6 所示。具有这种晶格类型的金属有：912 ℃ 以下的铁，称为 α 铁、铬、钨、钼、钒等。

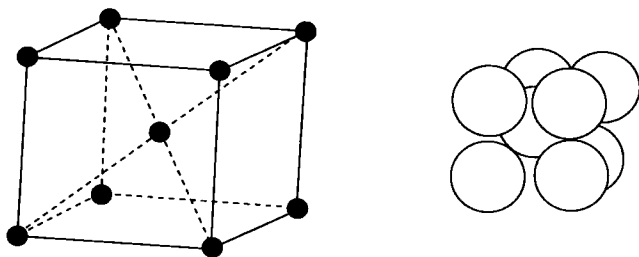


图 1-6 体心立方晶格、晶胞

2. 面心立方晶格

面心立方晶格的晶胞也是一个立方体，在立方体 8 个顶角和 6 个面的中心各排列 1 个原子，如图 1-7 所示。具有这种晶格类型的金属有：912 ℃ ~ 1 394 ℃ 范围内的铁，称为 γ 铁、铜、铝、铅、镍等。

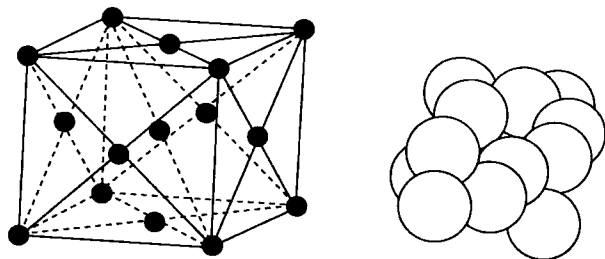


图 1-7 面心立方晶格、晶胞