

高职高专制冷与空调专业教材

制冷装置制造工艺

李玉春 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

高职高专制冷与空调专业教材

制冷装置制造工艺

李玉春 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷装置制造工艺/李玉春编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003. 2
高职高专制冷与空调专业教材
ISBN 7-115-11096-4

I. 制… II. 李… III. 制冷装置—机械制造工艺—高等学校: 技术学校—教材
IV. TB65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 007937 号

内 容 提 要

本书讲述了机加工技术、冲压成型技术及塑料成型技术等制冷产品制造加工中常用的技术, 还对焊接、冲压、喷涂技术以及常用制冷装置的装配工艺进行了介绍, 帮助读者了解并掌握制冷装置的常用制造加工技术。

本书可以作为高职高专院校空调制冷专业的专用课程教材, 也可作为从事制冷工程技术工作的人员和广大制冷设备维修工的学习参考用书。

高职高专制冷与空调专业教材 制冷装置制造工艺

◆ 编 著 李玉春
责任编辑 张 鹏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129264
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.75
字数: 426 千字 2003 年 2 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2003 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11096-4/TN · 2051

定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

《高职高专制冷与空调专业教材》

编 委 会

主 任： 陈 礼

委 员： 李玉春 郑兆志 龙建佑

余华明 朱 勇 杨晓翔

常新中 王 宏 付 里

黄云云

前 言

经过近十多年国内经济的快速发展，我国经济水平稳步提高，人们对生活质量提出了更高的要求，这使得以前很“奢侈”的消费品开始普及起来，其中，就有家用空调和冰箱。这类消费需求的大幅增长一方面促进了制冷行业生产制造水平的提高，最有说服力的是大量进口的高、精加工设备（如压缩机、换热器的加工设备）装备已应用到制冷行业产业链的各个节点上，另一方面，也使得制冷行业成了资本注意力的焦点，大量的外资在中国各地的空调制造、冰箱制造、压缩机加工、控制器研发等各个领域发挥着不可忽视的技术促进、经营提升作用，从而使得这个行业永葆生机和活力。

作为制冷专业的学生，仅仅掌握狭义的制冷技术是远不能适应今后企业的生产制造技术工作的。学习制冷产品的制造加工技术，既可拓宽知识面，又有助于学生在一个更高的层面上对制冷技术及制冷产品进行总体了解和把握。

本书是在自编讲义的基础上编写而成的，以传统的机加工技术、新兴的冲压成型，塑料成型技术为主要内容，兼顾焊接、喷涂技术，基本涵盖了制冷产品主要的加工过程的工艺技术。

本书第一、二、三章由龙建佑编写，其余部分由李玉春编写。

由于编者学识有限，同时也限于编写素材的来源不够丰富，书中的错误在所难免，也可能部分内容不够详尽，欢迎各位同行、读者批评指正。

编 者

2002年11月

丛书前言

高等职业技术教育旨在培养生产、建设、服务、管理第一线的高等技术应用型专门人才。这种人才的显著特点是具有较强的综合多种知识和技能解决现场实际问题的能力。针对这一总体培养目标，高职教育的专业教学大都在人才知识、能力和素质分析的基础上，经过优化组合重新构建了科学适用的、有别于传统本科教育的教学内容和课程体系，与此相适应的教材建设就显得十分重要。

为了适应高职教育的发展和制冷与空调专业教学的需要，顺德职业技术学院陈礼教授组织编写了该专业系列教材，包括《家用空调器原理及其安装维修技术》、《电冰箱原理及其维修技术》、《制冷流体机械》、《中央空调》、《冷库及冷藏技术》、《制冷装置制造工艺》以及《制冷与空调专业英语》，力求突出高职教育特色与专业内涵有机结合的特色。

本套教材在内容的选取上注重了理论与实践的结合，基本理论、基本概念、基本方法与技术应用能力培养的结合，简化了部分繁琐的理论推导，突出了对知识的理解和应用。在内容编排上进行了优化组合，力求体现教学的科学性、自然适应性、可接受性、连贯性和循序渐进性。为了保证教材的先进性，对制冷与空调专业的最新科技成果，新技术、新材料、新工艺也进行了前瞻性的介绍。

本套教材的编写工作得到了顺德职业技术学院和兄弟院校许多老师的支持、鼓励和帮助，在此表示诚挚的谢意。

本套教材不仅可以作为教材使用，对工程技术人员也有较大的参考价值。由于编者水平所限，谬误疏漏之处在所难免，敬请批评指正。

目 录

第一章 常用金属材料及其加工特性	1
第一节 常用金属材料.....	1
第二节 热处理工艺.....	7
第三节 金属的铸造特性	11
第二章 机械加工工艺	15
第一节 机械加工工艺常识	15
第二节 金属切削加工特性	19
第三节 常用机床及加工方法	21
第四节 工件的安装	26
第五节 工艺过程分析	38
第六节 加工精度分析	43
第七节 表面质量分析	48
第三章 装配工艺	53
第一节 基本概念及装配工艺性	53
第二节 装配方法	56
第三节 生产物料组织	62
第四章 压缩机的机械加工	64
第一节 制冷压缩机概述	64
第二节 曲轴加工技术	72
第三节 连杆加工技术	78
第四节 活塞加工技术	82
第五节 机体加工技术	87
第六节 其他类型压缩机主要零件加工技术	90
第五章 压缩机装配	99
第一节 概述	99
第二节 装配过程.....	101
第三节 检验.....	106
第六章 冲压成型	110
第一节 概述.....	110

第二节	金属塑性加工基础	111
第三节	冲压工序分类	115
第四节	冲裁技术	117
第五节	拉伸技术	125
第六节	板料弯曲技术	132
第七节	管料弯曲技术	138
第八节	成型技术	141
第七章	塑料成型技术	147
第一节	塑料特性基础	147
第二节	常用塑料、成型预处理、制件后处理	150
第三节	塑料成型常用方法	158
第四节	热成型技术	160
第五节	注塑成型技术	165
第六节	泡沫塑料成型技术	171
第八章	焊接技术	182
第一节	手工电弧焊技术	182
第二节	埋弧焊技术	185
第三节	氩弧焊技术	189
第四节	钎焊技术	192
第五节	焊接检验技术	194
第九章	涂装技术	198
第一节	涂料与涂装	198
第二节	涂装前表面处理	200
第三节	电泳涂装技术	204
第四节	静电涂装技术	211
第五节	粉末涂装技术	216
第六节	固化成膜	221
第七节	涂层检验	223
第十章	换热器制造技术	227
第一节	概述	227
第二节	翅片管式换热器工艺技术	228
第三节	冰箱常用换热器工艺技术	232
第四节	壳管式换热器工艺技术	235

第十一章	小型制冷装置装配工艺	240
第一节	小型家用制冷装置装配工艺.....	240
第二节	与装配相关零件的设计思路.....	242
第十二章	工艺设计与工艺管理	246
第一节	企业技术体系.....	246
第二节	工艺设计.....	248
第三节	工装夹具设计.....	255
第四节	工序控制设计.....	258
第五节	现场工艺管理.....	263
第六节	制冷装置工艺设计作业.....	266

第一章 常用金属材料及其加工特性

金属具有良好的导电性、导热性、延展性，具有光泽度，特别是具有较好的机械性能，因此常用于各种机械零件中。

机械性能是指在各种外力的作用下，材料所对应表现出来的各种性能的总称，包括强度、塑性、硬度、韧性以及疲劳强度等，这些性能参数表示材料抵抗各种外力的能力。

第一节 常用金属材料

机械制造中最常用的金属材料是钢和铸铁，其次是有色金属。

工业上把钢（包括碳素钢和合金钢）与铸铁称为黑色金属，其他金属及合金称为有色金属，主要有：铝和铝合金，铜和铜合金，轴承合金和硬质合金。

一、有色金属

1. 纯铝

纯铝为银白色，熔点为 660°C ，密度 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，导电性、导热性好，强度、硬度低，切削加工性好。工业纯铝牌号从 L1~L7。L1 纯度最高。由于强度太低，纯铝不适用于作结构性零件。

2. 铝合金

在铝中加入铜、锰、硅、镁等元素就成为铝合金，铝合金具有相当强度。铝合金根据加工方法不同，可分为普通铝合金和铸造铝合金两大类。普通铝合金具有良好塑性，适于压力加工。普通铝合金牌号以“L”打头，如“LF**”（防锈铝合金，主要含锰镁元素）、“LY**”（硬铝合金，主要含铜、镁）、“LD**”（锻铝合金，主要含镁、硅、铜等）、“LC**”（超硬铝合金，主要含铜、镁、锌等）；铸造铝合金塑性差，只用于成型铸造。铸造铝合金以“ZL***”来表示。上述“*”表示一位数字。铝合金常用于日用产品，也可用于航空航天器的结构零件。

3. 纯铜

纯铜又称为紫铜，密度 $8.9\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点为 1083°C ，具有很好的导电性、导热性和优良的塑性，耐腐蚀，但强度不高，主要用作导电材料和导热材料。工业纯铜牌号从 T1~T4，T1 纯度最高。

4. 铜合金

在铜中加入锌、锡、镍、铅、铝等可得到铜合金。铜合金可以分为黄铜、青铜两大类。

黄铜是铜锌合金，具有很好的塑性、流动性，可辗压和铸造，常用于耐腐蚀的结构件，如法兰、支架、阀门。黄铜的牌号以“H**”表示，两位数“**”表示铜含量（百分数），此外铸造黄铜用“ZH**”表示；青铜的减磨性、耐腐蚀性较黄铜好，青铜牌号以“Q”打头，后跟其他元素以及表示含其他金属含量（百分数）的数字。

二、铸铁

铸铁是含碳量大于2.11%的铁碳合金，但是在含碳量超过6.69%时，脆性极大，已无任何实用价值。除此之外，还含有硅、锰、磷、硫等，铸铁大量用于制造机器设备。铸铁件在汽车、机床、农机中应用最多，通常在重量上占到50%以上。与钢相比，铸铁的抗拉强度、塑性、韧性比较差，但它具有价格低、铸造性、切削性、耐磨性、减震性好等许多优良特性。铸铁有许多种，根据铁中石墨形态的不同，可分为白口铸铁、灰口铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁。

1. 白口铸铁

这类铸铁中碳大多数以 Fe_3C 的形式存在，断口呈白色，硬度高，脆性大，很难加工，主要用作炼钢或制造可锻铸铁的原料。

2. 灰口铸铁

铸铁中碳大多以片状石墨形式存在，断口呈暗灰色。切削性，减震耐磨性好。牌号以“HT***”表示，“***”表示其抗拉强度最低值。有时为了提高灰口铸铁强度，可在过热铁水中加变质剂（如硅铁合金），以细化晶粒，提高强度，此时称变质铸铁，也叫孕育铸铁。

3. 球墨铸铁

铸铁中碳大多以球状石墨存在，故称球墨铸铁。其力学性能远超过灰口铸铁。牌号以“QT***—**”表示，“***”表示抗拉强度最低值，“**”表示伸长率最低值。

4. 可锻铸铁

由白口铸铁经高温石墨化退火制得。牌号以“KTH***—**”表示，“***—**”含义同球墨铸铁。

表1-1、表1-2和表1-3是常用铸铁的牌号、性能及用途。

表 1-1 灰铸铁的牌号、力学性能及用途

牌 号	铸件壁厚 (mm)	抗拉强度 σ_b (MPa) 不小于	应用举例
HT100	10~20	100	低负荷和不重要的零件，如盖、外罩、手轮、支架、重锤等
HT150	<20	150	承受中等负荷的零件，如汽轮机泵体、轴承箱、工作台、底座、刀架等
HT200 HT250	10~20	200 250	承受较大负荷的零件，如汽缸、齿轮、油缸、阀壳、轮、床身、活塞、刹车轮、联轴器、轴承座等
HT300 HT350	10~20	300 350	承受高负荷的重要零件，如齿轮、凸轮、车床卡盘床和压力机的机身、床身、高压液压筒、滑阀壳体等

表 1-2

球墨铸铁的牌号、力学性能及用途

牌 号	抗拉强度 σ_b (MPa) 不小于	屈服强度 σ_s (MPa) 不小于	伸长率 δ (%) 不小于	应用举例
QT400-15	400	250	15	阀体; 汽车、内燃机车零件; 机床零件
QT450-10	450	310	10	
QT500-7	500	320	7	机油泵齿轮; 机车、车辆轴瓦
QT700-2	700	420	2	5~400HP 柴油机曲轴、凸轮轴; 汽缸体、汽缸套; 活塞环; 部分磨床、铣床、车床的主轴等
QT800-2	800	480		
QT900-2	900	600	2	汽车的螺旋伞齿轮、拖拉机减速齿轮; 柴油机凸轮轴

表 1-3

可锻铸铁的牌号、力学性能及用途

类 别	牌 号	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 δ (%)	应用举例
		不小于		
黑心可锻铸铁	KTH300-06	300	6	汽车、拖拉机的后桥外壳、转向机构、弹簧钢板支座等; 机床上用的扳手; 低压阀门、管接头和农具等
	KTH330-08	330	8	
	KTH350-10	350	10	
	KTH370-12	370	12	
珠光体可锻铸铁	KTZ450-06	450	6	曲轴、连杆、齿轮、凸轮轴、摇臂、活塞环等
	KTZ550-04	550	4	
	KTZ650-02	650	2	
	KTZ700-02	700	2	

三、碳素钢

含碳量在 0.02%~2.11% 范围内的铁碳合金称为碳素钢。但含碳量超过 1.5% 时, 力学性能和加工性能很差, 一般不用。碳素钢机械性能良好, 价格适中, 因而在机械工程中被广泛采用。

通常按含碳量的多少, 将碳素钢分为三类:

低碳钢: 含碳量 < 0.25%

中碳钢: 含碳量在 0.25%~0.6% 之间

高碳钢: 含碳量 > 0.6%

低碳钢的强度低, 但塑性和可焊性较好。中碳钢有较高的强度, 但塑性和可焊性较差。若经过热处理, 则强度和硬度可以有显著提高。高碳钢的塑性和可焊性很差, 但热处理后会有很高的强度和硬度。图 1-1 所示为含碳量和钢的力学性能的关系。

碳素钢除了按含碳量来划分以外, 还可以按用途分为四类: 普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、铸钢和碳素工具钢。

(1) 普通碳素结构钢

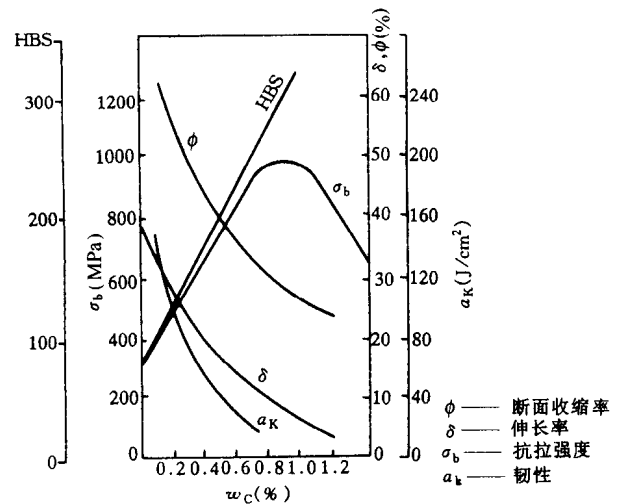


图 1-1 含碳量对钢的力学性能的影响

大部分用于工程结构，少部分用于机械零件。这类钢的钢号主要是以其力学性能中的屈服点命名，命名方法：Q+最小 σ_s 值-等级符号+脱氧程度。其中等级分A、B、C、D，D级质量最好。脱氧程度用F（沸腾钢）、b（半镇静钢）、z（镇静钢）来表示，z级表示脱氧完全。例：Q235-Ab表示钢材属普通碳素钢， $\sigma_s \geq 235\text{MPa}$ ，质量等级A，半镇静钢。

除用钢号来表示普通碳素钢外，还可以满足不同的技术条件来分类：甲类钢（A1，A2，A3，……）是按照机械性能的高低来划分的，A1机械性能最低，见表1-4；乙类钢（B1，B2，B3，……）是按照化学成分来划分的；丙类钢（C1，C2，C3，……）是把机械性能和化学成分结合起来的一种划分方法。

表 1-4 普通碳素结构钢的机械性能 (GB700-79)

序号	钢号		屈服强度 σ_s (MPa) 不小于			σ_b (MPa)	伸长率 δ (%) 不小于	
	甲类钢	乙类钢	按尺寸分组				σ_6	σ_{10}
			1组	2组	3组			
1	A1					314~392	33	28
2	A2	C2	216	196	186	333~412	31	26
3	A3	C3	235	225	216	372~461	26	22
4	A4	C4	255	245	235	412~510	24	20
5	A5	C5	274	265	255	490~608	20	16
6	A6		304	294	294	588~706	15	12
7	A7					686	10	8

(2) 优质碳素结构钢

优质碳素钢含硫、磷较低，冶炼控制较严。用来制造较重要的零件，一般经过热处理以提高力学性能，扩大应用范围。钢号用两位数来表示含碳量（以万分之一为单位），如20钢表示钢的含碳量为0.2%，如果含锰量较高，还须在数字后面加“Mn”。

(3) 铸钢

通常的钢材都是用炼钢所浇铸的钢锭经轧制而成。而铸钢是冶炼后直接铸造成型的钢材，流动性较一般钢好（比铸铁差），用于制造形状复杂、力学性能要求高的零件。铸钢牌号用“ZG”来表示，对于工程用铸钢后面的数字表示屈服强度——最低抗拉强度；对于铸造用铸钢，后面的数字表示的是含碳量（以万分之一为单位）。如“ZG270-500”表示屈服强度为270MPa，最低抗拉强度为500MPa的工程用铸钢。

(4) 碳素工具钢

用来制造各种工具，如锤子，冲头，锯条，丝锥，锉刀等。碳素工具钢牌号用T表示，后面的数字表示含碳量（以千分之一为单位），后面跟“A”属优质钢。如“T12A”，表示含碳量为1.2%的优质碳素工具钢。

表1-5、表1-6是一些碳素钢的性能及用途。

表 1-5 常用钢铁材料的机械性能

牌 号	强度极限 σ_B (MPa) 不小于	屈服极限 σ_b (MPa) 不小于	伸长率 δ (%) 不小于	硬 度		
				HB (正火、回火)	HRC (表面淬火)	
普通碳素钢、优质碳素钢	A3	410~470	230~240	26	126~159	—
	20	400	220	24	103~156	—
	35	520	270	18	149~187	35~45

续表

牌 号	强度极限 σ_b (MPa) 不小于	屈服极限 σ_s (MPa) 不小于	伸长率 σ (%) 不小于	硬 度		
				HB (正火、回火)	HRC (表面淬火)	
普通碳素 钢、优质 碳素钢	45	600	300	15	170~217	40~50
	55	660	330	12	187~229	45~55
铸 钢	ZG35	500	280	16	≥ 143	40~45
	ZG45	580	320	12	≥ 153	40~50
	ZG42SiMn	600	380	12	168~217	45~53
合金结构钢	35SiMn	800	520	15	229~286 (调质)	45~55
	40Cr	750	550	15	241~286 (调质)	48~55
	42SiMn	800	520	15	229~286 (调质)	45~55
	* 20CrMnTi	1 100	850	10		56~62 (渗碳)
** 98CrMoAlA	1 000	850	14		HV>850 (氯化)	
球墨铸铁	QT400-17	400	250	17	<197	—
	QT500-5	500	350	5	147~241	—
	QT600-2	600	420	2	229~302	—
灰铸铁		抗拉强度极限 σ_B (MPa) 不小于	抗弯强度极限 σ_s (MPa) 不小于	抗压强度极限 σ_s (MPa) 不小于	硬度 HB	
	HT200	200	400	750	170~241	
	HT250	250	470	1 000	187~241	
	HT300	300	540	1 100	187~255	

注：在普通碳素钢、优质碳素钢和合金结构钢中，* 为毛坯直径 $d \leq 15\text{mm}$ 时的数据，** 为毛坯直径 $d \leq 30\text{mm}$ 的数据，其余都是毛坯直径 $d \leq 100\text{mm}$ 的数据。

表 1-6 碳素工具钢的牌号、热处理性能及用途

牌 号	热 处 理					用 途 举 例
	淬 火			回 火		
	温度 (°C)	介质	硬度 (HRC)	温度 (°C)	硬度 (HRC)	
T7 T7A	789~800	水	60~63	180~200	60~62	制造承受振动、冲击及需要在适当硬度下具有较大韧性的工具，如镊子、打铁用模、各种锤子、木工工具、石砧（软岩石用）等
T8 T8A	760~780	水	60~63	180~200	60~62	制造承受振动及需要足够韧性而具有较高硬度的各种工具，如简单模型、冲头、剪切金属用剪刀、木工工具、煤矿用镊等
T9 T9A	760~780	水	62~64	180~200	60~62	制造具有一定硬度及韧性的冲头、冲模、木工工具、鑿岩石用镊子等
T10 T10A	760~780	水油	62~64	180~200	60~62	制造不受振动及锋利刃口上有少许韧性的工具，如刨刀、拉丝模、冷冲模、手锯锯条、硬岩石用砧子等
T12 T12A	760~780	水油	62~64	180~200	60~62	制造不受振动及需要极高硬度和耐磨性的各种工具，如丝锥、锋利的外科刀具、锉刀、刮刀等

四、合金钢

合金钢的分类方法很多，按合金元素含量可以分为：低合金钢，中合金钢，高合金钢；按合金元

素种类可以分为：铬钢，锰钢，钒钢等；按用途可以分为：合金结构钢，合金工具钢，特殊性能钢。

(1) 合金结构钢

牌号用两位数（含碳量，万分数）+元素符号+数字（元素含量百分数，小于1.5%时，省略数字）如60Si2Mn表示含碳量0.6%，含硅量2%，含锰量小于1.5%的合金结构钢。用于重要工程构件和零件，如齿轮，轴，梁。

(2) 合金工具钢

牌号与合金结构钢相似，只是含碳量用千分数表示，大于1.0%时不标出，如9Mn2V表示含碳量为0.9%，含锰量为2%，含钒量小于1.5%的合金工具钢。用于各种工具和切削刀具，模具，量具。

(3) 特殊性能钢

牌号与合金工具钢同，有的会在最前面加上用途，如“G”表示滚动轴承用钢。

表1-7、表1-8是各种合金钢的牌号、性能及用途。

表1-7 合金结构钢的牌号、热处理性能及用途

钢号	热 处 理			力 学 性 能				用 途
	淬火(°C)	回火(°C)	毛坯尺寸(mm)	σ_b (MPa) 不小于	σ_s (MPa) 不小于	δ (%) 不小于	ϕ (%) 不小于	
40MnB	850油	500水、油	25	1000	800	10	45	代40Cr钢作转向节、半轴、花键轴等
40MnVB	850油	500水、油	25	1000	800	10	45	可代替40Cr及部分代替40CrNi作重要零件，也可代替38CrSi作重要销钉
40Cr	850油	500水、油	25	1000	800	9	45	作重要调质件，如轴类、连杆螺栓、进气阀和重要齿轮等
38CrSi	900油	600水、油	25	1000	850	12	50	作载荷大的轴类件及车辆上的重要调质件
30CrMnSi	880油	520水、油	25	1100	900	10	45	高强度钢，作高速载荷砂轮轴、车辆内外摩擦片等

表1-8 合金工具钢的牌号、热处理性能及用途

类别	牌 号	热 处 理					应用举例
		淬 火			回 火		
		淬火加热温度(°C)	冷却介质	硬度(HRC)	回火温度(°C)	硬度(HRC)	
低合金刀具钢	9Mn2V	780~810	油	≥ 62	150~200	60~62	小冲模、冲模及剪刀、冷压模、雕刻模、料模、各种变形小的量规、样板、丝锥、扳牙、铰刀等
	9SiCr	860~880	油	≥ 62	180~200	60~62	扳牙、丝锥、钻头、铰刀、齿轮铣刀、冷冲模、冷轧辊等
	Cr	830~860	油	≥ 62	150~170	61~63	切削工具如车刀、刮刀、铰刀等，测量工具如样板等，凸轮销、偏心轮、冷轧辊等
	CrW5	800~820	水	≥ 65	150~160	64~65	慢速度切削硬金属用的刀具如铣刀、车刀、刨刀等；高压力工件用的刻刀等
	CrMn	840~860	油	≥ 62	130~140	62~65	各种量规与量块等
	CrWMn	820~840	油	≥ 62	140~160	62~65	扳牙、拉刀、量规、形状复杂高精度的冲模等

续表

类别	牌 号	热 处 理					应用举例
		淬 火			回 火		
		淬火加热 温度 (°C)	冷却 介质	硬度 (HRC)	回火温度 (°C)	硬度 (HRC)	
高速钢	W18Cr4V	1200~1280	油	≥63	550~570	63~66	制造一般高速切削用车刀、刨刀、钻头、铣刀等
	9W13Cr4V	1230~1260	油	≥63	570~580	67.5	在切削不锈钢及其他硬或韧的材料时,可显著提高刀具寿命与被加工零件的表面精度
	W6Mo5Cr4V2	1220~1240	油	≥63	550~570	63~66	制造要求耐磨性和韧性很好配合的高速切削刀具,如丝锥、钻头;并适于采用轧制、扭制热变形加工成型等工艺来制造钻头刀具
	W6Mo5Cr4V3	1220~1240	油	≥63	550~570	>65	制造要求耐磨性和热硬性较高的,耐磨性和韧性较好配合的,形状较为复杂的刀具,如拉刀、铣刀等

五、金属材料选用的基本原则

在满足条件的情况下,应尽量采用价格便宜材料,表 1-9 是关于一些材料价格的大体比较;同时在设计过程中,应尽量利用热处理的方法而不是采用昂贵的材料来提高其性能。这要求设计者在材料、工艺方面须有广泛的知识,同时选材时还要兼顾采购及库存管理等因素。

表 1-9 各种金属材料相对价格表

材 料	种 类 规 格	相 对 价 格
热轧圆钢	普通碳素钢 A3 ($\phi 33\sim 42$)	1
	优质碳素钢 ($\phi 29\sim 50$)	1.5~1.8
	合金结构钢 ($\phi 29\sim 50$)	1.7~2.5
	滚动轴承钢 ($\phi 29\sim 50$)	3
	合金工具钢 ($\phi 29\sim 50$)	3~20
	4Cr9Si2 耐热钢 ($\phi 29\sim 50$)	5
铸铁	灰铸铁铸件	0.85
	碳素钢铸件	1.7
	铜合金、铝合金铸件	8~10

第二节 热处理工艺

金属热处理是将工件放在一定的介质中加热、保温和冷却,通过改变金属材料表面或内部组织结构来控制其性能的工艺方法。金属热处理是现代机械制造中十分重要的一环。

要改善钢铁材料的性能,可以借助以下两个主要方法:一是调整钢的化学成分,即合金化的方法;另一个是通过改变其内部组织,从而改变其性能的热处理方法。

一、合金化

1. 合金的特性

合金不仅具备纯金属的基本特性,还具有优良的机械性能和特殊的物理化学性能。因此,合

金的应用比纯金属广泛得多，机械制造中使用的金属绝大多数都是合金。如碳钢、合金钢、铸铁、黄铜、青铜等。合金是一种金属元素与另一种或几种元素，通过熔化或其他方法结合而成的具有金属特性的物质。组成合金的最基本元素的物质叫组元。如铁、碳、硅、 Fe_3C 等铁碳合金。

2. 铁碳合金的基本组织

铁碳合金是以铁和碳为基本组元的二元合金。其成分以含碳量的百分数来表示。铁碳合金的组织随成分、温度的不同而变化。但归根到底有铁素体、奥氏体、渗碳体、珠光体和莱氏体五种基本组织。

(1) 铁素体：碳溶于 α -Fe 中所形成的间隙固溶体（即碳原子渗入到铁元素体心立方的间隙中）称铁素体（以“F”表示），这是体心立方的晶格结构，如图 1-2 (a) 所示。常温下，铁素体的最大含碳量为 8PPm。727℃时，为 0.0218%。铁素体塑性、韧性好，但强度、硬度低。

(2) 奥氏体：碳溶于 γ -Fe 所形成的间隙固溶体称奥氏体（以“A”表示），这是面心立方的晶格结构，如图 1-2 (b) 所示。奥氏体含碳量在 1148℃时为 2.11%。在 727℃时为 0.77%。奥氏体是热处理过程中的一个重要组织，特点是塑性好，强度和硬度低。钢的热轧和锻造就是把钢加热到奥氏体状态进行的。

(3) 渗碳体：渗碳体是铁和碳以一定比例化合而成的亚稳定金属化合物，其分子式为 Fe_3C 。含碳量为 6.69%，在一定条件下它会分解。渗碳体具有复杂的结构，很硬很脆，没有塑性。通过不同的热处理方法，可以改变渗碳体在铁碳合金的形态、大小、多少，从而改变材料的性能。

(4) 珠光体：珠光体是铁素体和渗碳体组成的机械混合物，它是在平衡条件下含碳量为 0.77%的奥氏体在 727℃共析转变的产物（以“P”表示）。

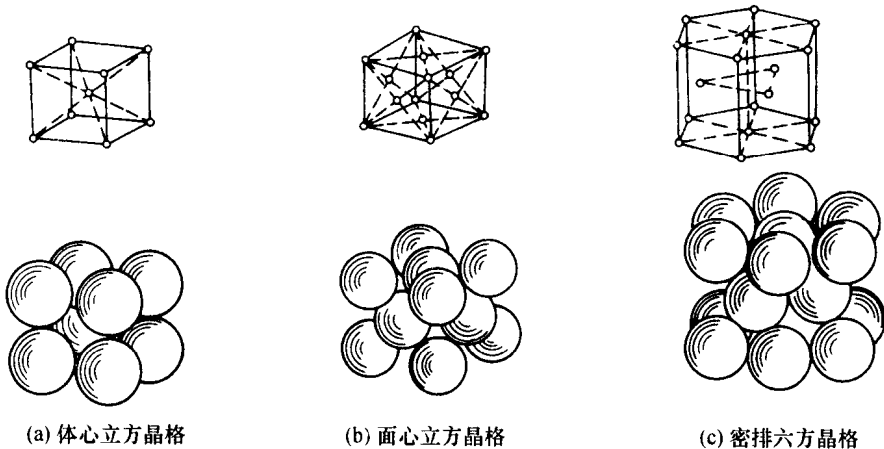
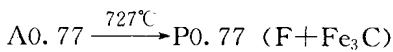


图 1-2 常见晶格类型



通常珠光体呈片层状，其强度、硬度较铁素体高，但塑性韧性较差。

(5) 莱氏体：莱氏体是机械混合物，是含碳量为 4.3% 的铁碳合金共晶反应所得到的共晶体（727℃以上莱氏体用 L_d 表示，727℃以下用 L'_d 表示），其强度比珠光体高，但脆性却比珠光体大。