

新世纪机电工人技术手册系列

简明金属热处理工手册

JIANMING JINSHU RECHULIGONG SHOUC

【主 编】

范逸明

【编 著】

李海江 王春城



国防工业出版社

NATIONAL DEFENSE INDUSTRY PRESS

新世纪机电工人技术手册系列

简明金属热处理工手册

主编 范逸明
编著 李海江 王春城

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

简明金属热处理工手册 / 范逸明主编; 李海江, 王春城编
著. —北京: 国防工业出版社, 2006.3

(新世纪机电工人技术手册系列)

ISBN 7-118-04338-9

I. 简... II. ①范... ②李... ③王... III. 热处理 - 技
术培训 - 教材 IV. TG15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 004727 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

京南印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 10½ 字数 411 千字

2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 18.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行传真: (010)68411535

发行邮购: (010)68414474

发行业务: (010)68472764

前 言

为了适应技术工人岗位培训和提高操作技能水平的需要,本着加强理论基础,拓宽知识面,培养技术型、能力型的高素质人才的原则,编写了《新世纪机电工人技术手册系列》。本丛书立足于传统机械电子技术的基础知识和基本技能,结合最新的技术发展与行业要求、规范和标准,全面阐述了车工、电工、钳工、焊工、冷作钣金工和金属热处理工的常用技术。

丛书分为:简明车工手册、简明电工手册、简明钳工手册、简明焊工手册、简明冷作钣金工手册和简明金属热处理工手册。

丛书以具有高中文化水平,并具备相关基本技术知识的人员为对象,适用于车间现场工人、技工及技术人员,也可供大、中专和技工学校相关专业师生参考。

在编写的过程中,编者特别注意了以下几个方面的问题:

一、基于科学性

本丛书各个分册分别较详细地阐述了车工、电工、钳工、焊工、冷作钣金工和金属热处理工的相关基础知识,从科学的角度将这些基本技能,行业要求和规范等进行分析,使每一位读者能够对机械电子技术有一个新的层次上的认识,在工作中能够做到知其然,更知其所以然。

二、加强基础性

千里之行,始于足下,同样作为一名技术工人,不管是工作在农村,还是工作在高科技的车间厂房,都应该从一点一滴做起。只有很好地掌握了常用基本技能,才能够使自己具备过硬的操作技能,进而在实际的工作中,顺利完成各种任务。

三、侧重实用性

本丛书并不过分追求“新、奇、特”,目的是使机械电子技术能够同实践紧密地结合在一起。丛书各个分册不但对基础知识有详细的介绍,而且还十分注重实际应用中一些操作常识的阐述和讲解。

四、兼顾先进性

本丛书除了介绍传统电子技术的相关知识,考虑到技术工作者的实际需要,还收入了国外工业国家的相关工艺资料等体现时代特性的内容。

本丛书在编写前,编者对相应内容的深度、广度和体系的模块安排等进行了充分地讨论。在编写过程中,注重基本常识、基本技能和实际应用的知识,力求内容的层次性,由浅入深、循序渐进。同时降低内容的梯度,使读者在自学过程中掌握和加深对电子技术实用知识的理解,提高应用的能力。

为了能够提供给大家一个系统的、全面的机械电子技术实用书籍,为大家在实

际的工作中提供强有力的帮助,编者通过自己多年的实践和理论经验以及与众多技术工作者的讨论和请教,取得了实用有效的技术资料,在此向他们表示衷心的感谢。同时,在本书的编写过程中,也参考了网上部分资料的一些内容,在此也表示衷心的感谢。

由于编写水平有限,牵涉的知识面又广,本书的疏漏或者不足之处还恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 金属材料的基础知识	1
1.1 金属与晶体	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 金属的结晶过程	2
1.2 金属的晶体结构与金属的性能	3
1.2.1 金属的晶体结构	3
1.2.2 金属材料的力学性能	4
1.2.3 金属材料的物理性能	6
1.2.4 金属材料的工艺性能	7
1.3 铁与铁碳合金相图及应用	9
1.3.1 铁碳合金的基本组织	10
1.3.2 铁碳合金相图	11
1.3.3 铁碳合金相图的应用	14
1.4 金属的扩散和塑性变形	15
1.4.1 金属的扩散现象	15
1.4.2 金属的塑性变形	17
第二章 钢的热处理基础和基本工艺	19
2.1 钢的热处理工艺及其组织的转变	19
2.1.1 钢的退火	19
2.1.2 钢的正火	23
2.1.3 钢的淬火	23
2.1.4 钢的回火	37
2.1.5 钢热处理时组织的转变	42
2.1.6 钢的表面热处理	45
2.2 热处理产生的缺陷及补救措施	64
2.2.1 钢的淬火裂纹	64
2.2.2 残余内应力与变形	67
2.2.3 回火的缺陷	69
2.2.4 减小变形及防止裂纹的措施	71
2.3 钢的化学热处理	82
2.3.1 常用的化学热处理方法	82

2.3.2	化学热处理的基本过程	83
2.3.3	影响化学热处理的主要因素	84
2.3.4	钢的渗碳	86
2.3.5	钢的渗氮	95
2.3.6	钢的碳氮共渗	100
2.3.7	氮碳共渗	103
2.3.8	化学热处理的缺陷与检验	108
第三章	结构钢的热处理知识	114
3.1	调质钢的热处理	114
3.1.1	调质钢	114
3.1.2	调质钢的热处理工艺	117
3.2	轴承钢的热处理	119
3.2.1	轴承钢的类型和预处理	119
3.2.2	滚动轴承钢的热处理	121
3.2.3	渗碳轴承钢的热处理	124
3.3	弹簧钢的热处理	126
3.3.1	弹簧钢的概述	127
3.3.2	弹簧钢零件的热处理工艺	128
第四章	工具钢的热处理	132
4.1	高速钢的热处理	132
4.1.1	高速钢的热处理特点	132
4.1.2	高速钢的热处理工艺	133
4.2	模具的热处理	142
4.2.1	冷作模具的热处理	142
4.2.2	热作模具的热处理	145
4.2.3	塑料模具的热处理	148
4.2.4	控制和减少模具热处理变形的措施	152
4.3	量具钢的热处理	158
4.3.1	量具	158
4.3.2	量具用钢	158
4.3.3	量具的热处理	159
4.4	刀具钢的热处理	161
4.4.1	碳素工具钢的热处理	162
4.4.2	低合金刀具钢的热处理	167
第五章	真空热处理	171
5.1	真空的基本知识	171
5.2	真空在热处理中的应用	172

5.2.1	真空热处理的特点及影响因素	173
5.2.2	常用的真空热处理设备	174
5.2.3	真空热处理工艺	177
第六章	热处理设备的使用	181
6.1	常用的热处理设备	181
6.1.1	电阻炉	181
6.1.2	浴炉	186
6.1.3	燃料炉	197
6.1.4	可控气氛炉	198
6.2	常用的温度测量仪表	200
6.2.1	热电偶	200
6.2.2	热电阻	203
6.2.3	测温仪表	204
6.3	设备使用的安全知识	208
第七章	热处理零件举例和热处理产品的检测	210
7.1	齿轮的热处理	210
7.1.1	齿轮的钢材料	210
7.1.2	齿轮的热处理	212
7.2	主轴的热处理	213
7.2.1	主轴的钢材料	214
7.2.2	主轴的热处理	216
7.3	农机具零件的热处理	218
7.3.1	小农具的热处理	219
7.3.2	耕作机械的热处理	219
7.4	工具的热处理	221
7.4.1	合金工具钢的热处理	221
7.4.2	常用工具的热处理	223
7.4.3	工具的真空热处理	231
7.5	热处理产品的检测	232
7.5.1	热处理中常见的缺陷	232
7.5.2	热处理性能的检验	245
第八章	新型热处理技术的应用	258
8.1	新型热处理技术	258
8.2	计算机在热处理中的应用	261
附录 1	常用碳素结构钢临界温度和热处理工艺参数	268
附录 2	常用合金结构钢临界温度和热处理工艺参数	273
附录 3	常用弹簧钢临界温度和热处理工艺参数	282

附录 4 常用滚动轴承钢临界温度和热处理工艺参数	285
附录 5 碳素工具钢临界温度和热处理工艺参数	287
附录 6 常用合金工具钢临界温度和热处理工艺参数	289
附录 7 碳钢及合金钢硬度换算表	293
附录 8 低碳钢硬度与强度换算表	298
附录 9 黑色金属硬度和强度换算表	302
附录 10 碳素结构钢预备热处理工艺参数	312
附录 11 合金结构钢预备热处理工艺参数	314
附录 12 铸造铝合金的热处理工艺	318
附录 13 变形高温合金的热处理工艺	322
参考文献	326

第一章 金属材料的基础知识

1.1 金属与晶体

1.1.1 基本概念

1. 晶体、晶格和晶胞

在物质的结构中,原子、离子或分子按一定空间次序排列而成的固体称为晶体。它具有规则的外形、固定的熔点和各向异性,例如:雪花、食盐、石墨、金刚石等,所有的固体金属都属于晶体。相反,在物质结构中,原子呈无序状态排列的物质称为非晶体,例如:普通玻璃、树脂、松香、沥青等。

晶体内部原子的排列是有规律的,当外界温度改变时,原子排列的方式往往也会发生变化。为了更好的说明晶体中原子的排列规律,可把每个原子看成一个点,假想这些点通过线连接在一起,构成了空间格子,把这排列有序的空间格架称为晶格。某一晶格中各结点的位置是一定的,而通过结点所作的空间格架,则因直线的取向不同可以有多种形式。多个小的单元组成了晶格,把这小的几何单元称为晶胞。

2. 晶格的类型

通常晶格可分为体心立方晶格、面心立方晶格和密排立方晶格三类。

(1) 体心立方晶格

它的晶胞是一个立方体,八个顶角和立方体的中心各有一个原子。在晶胞的体对角线上,两个原子的中心距正好等于原子的半径。属于这种类型的金属有 α -Fe(铁)、Cr(铬)、W(钨)等。

(2) 面心立方晶格

它的晶胞也是一个立方体,在面心立方晶胞的八个顶角和六个面的中心各有一个原子。每个面的对角线上,原子之间是紧密联系的。属于这种类型的金属有 γ -Fe(铁)、Al(铝)、Cu(铜)、Ag(银)等。

(3) 密排立方晶格

它的晶胞是一个正的六方柱体,在柱体的每个顶角和上、下底面的中心各有一个原子,另外三个原子排列在柱体内,与上下底面的原子紧密接触。属于这种类型的金属一般有Mg(镁)、Zn(锌)等。

金属结晶在最后形成了许多互相接触而外形不规则的晶体,这些外形不规则而内部原子排列规则的小晶体称为晶粒。

每个小晶体是彼此间位向都不相同的,使它们相遇时不能合为一体,中间由一

层分界面隔开,这种晶粒与晶粒之间的界面称为晶界。

1.1.2 金属的结晶过程

金属的结晶是指原子从无序排列转变到有序排列的过程,也就是由原子不规则排列的液体逐步过渡到原子有序排列的晶体过程。

1. 冷却曲线

将金属熔化,然后以非常缓慢的冷却速度来冷却,记录下金属的温度随时间变化的数据,并将其绘于温度—时间直角坐标上,便可以得到纯金属的冷却曲线。如图 1-1 所示。

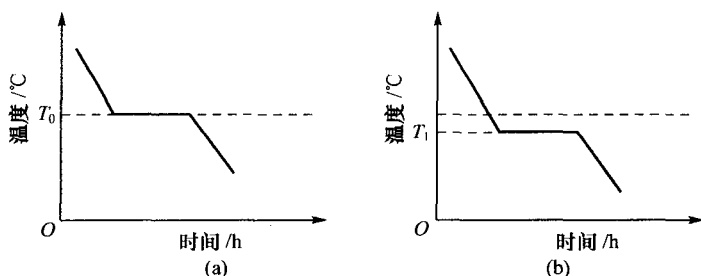


图 1-1 纯金属的冷却曲线
(a) 理论结晶温度; (b) 实际结晶温度。

从图 1-1 的冷却曲线可以看出,液体金属的温度随时间的延长而不断下降,当冷却到一定温度时,液体金属开始结晶。结晶过程中有能量的释放,放出的能量称为结晶潜热。

结晶过程中温度保持不变,在曲线上表现水平线段。结晶结束后,金属的温度随着时间的延长而继续下降,我们把这段水平线段所对应的温度(T_0)称之为金属的结晶温度,或者称为金属的理论结晶温度。

2. 过冷度

实际生产中,由于液态金属的冷却速度不是很慢,液态金属不在 T_0 处开始结晶,而是低于这一温度结晶,这种现象称为过冷现象。

理论结晶温度与实际结晶温度之差称为过冷度,过冷度不是一个恒定的值,它是与冷却速度的快慢有关系。冷却速度越快,实际结晶温度越低,过冷度也就越大;冷却速度非常缓慢时,与实际结晶温度几乎一致,此时过冷度趋于零。

3. 结晶过程

温度越高,原子运动速度越快,原子间的物理引力作用也就越弱,反之,原子间物理引力作用就越强。当液态金属冷却时,首先凝结成一些细小的晶体,随着温度的继续降低,在这些小的晶体周围,有序的形成新的晶体,直到液态金属全部凝结为晶体为止。

晶体逐渐凝结,在逐步长大的过程中,开始还能保持比较规则的外形,但是当彼此间互相接触时,就不能再自由地生长了。最后形成了很多互相接触的外形不规则的晶粒,在晶格方位不同的影响下,自然产生了晶界。

4. 晶粒的细化

晶粒的大小影响着金属的力学性能。室温下,较细的晶粒金属具有较高的强度、塑性和韧度。为了提高金属的力学性能,就要了解晶粒的细化。

金属的结晶过程中,晶核的产生和长大是两个基本的过程。晶核的形核率越大,长大的速度越小,则产生的晶粒越细小。因此可见,为了得到较细的晶粒,必须控制形核率和长大的速度。一般生产中,晶粒细化的方法有如下几种。

(1) 增大过冷度

形核率和长大速度同过冷度之间有着紧密的联系。从图 1-2 可看出,当过冷度增大时,金属液体的冷却速度加快,结晶能力增强,形核率也就大大的提高,而此时长大速度增加的较为缓慢,因此使得金属的晶粒得到了细化。

图 1-2 为形核率和长大速度同过冷度之间关系的示意图。

(2) 孕育时的处理

在铸造过程中增大过冷度,不再是细化晶粒的最好方法了,尤其是对于大型的铸件来说,要想获得大的过冷度是比较困难,且冷却速度过大通常会导致铸件产生了变形和开裂。因此,在铸造过程中,要在液态金属中加入一些细小的固态合金,也就是所谓的孕育剂,金属将沿着这些固体颗粒表面形核长大。

这些固体合金颗粒的加入,起到了增大形核率和阻碍晶粒长大的作用,达到了细化晶粒的目的,因此这种细化晶粒的方法就称为孕育时的处理。

(3) 附加振动

在金属结晶过程中,对金属液体采取附加机械振动、超声波振动或是电磁振动等方法后,使已经成长的晶粒因破碎而细化,同时破碎的晶粒可以起到晶核的作用,增大形核率。此外,晶粒的破碎也降低了晶粒的长大速度,使得晶粒得到细化。

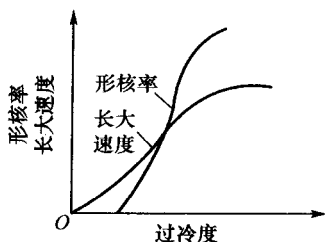


图 1-2 形核率和长大速度同过冷度之间的关系

1.2 金属的晶体结构与金属的性能

金属的晶体结构受结晶及其他加工条件的影响,与理论中的晶体结构有很大差别,它对金属各方面的性能影响很大,尤其是在塑性、强度、扩散等方面有着决定性的作用。

1.2.1 金属的晶体结构

晶体一般分为单晶体和多晶体,晶粒呈相同位向的晶体为单晶体,由许多晶粒

组成的晶体为多晶体。常见的金属大多数为多晶体,只有一些特殊的用途才制造单晶体。

金属材料在冶炼过程中,由于各方面因素的影响,使有序的原子排列方式发生变化,这种出现了不规则堆积、排列的现象称为晶体缺陷。

(1) 点缺陷

点缺陷是指长、宽、高尺寸都很小的一种缺陷。

在晶体结构中,少数的晶格间隙出现了多余的原子,也就是有的原子并未处在正常的晶格结点位置,而是处于晶格的间隙之中,这种处于间隙的原子便称其为间隙原子。它的出现会使周围晶格产生畸变。

(2) 线缺陷

线缺陷是指在晶体的某一平面上,沿着某一方向伸展呈线状分布的缺陷。

它的特点是某一个方向的尺寸很长,而另两个方向的尺寸很短。晶体中的各种位错现象促成了线缺陷,位错会使金属材料塑性变形。位错越多,材料的滑动过程越容易,材料的强度越高。

(3) 面缺陷

面缺陷是指在两个方向的尺寸很大,第三个方向的尺寸很小,呈面状分布的缺陷。在多晶体中,面处的原子排列是不规则的,因此面缺陷在金属材料中是普遍存在的。

生产中用的金属材料,无论是多晶体还是单晶体,或多或少都存在这样或那样的缺陷,这些缺陷会使金属晶格产生畸变,从而使金属性能有所改变。

如间隙原子数量越多,位错密度越大,金属的强度就会越高;在有腐蚀的环境里,表面易被腐蚀,当金属内部发生相变时,表面就容易形成晶核等。因此,这些缺陷对于金属在固态下的相变、热处理和金属性能,有着重要的影响。

1.2.2 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能符号、名称和含义见表 1-1。

表 1-1 金属材料的力学性能符号、名称和含义

名称	符号	单位	含 义
弹性模量	E	MPa	在金属的弹性范围内,外作用力和弹性变形成比例的增長,作用力与变形的比例系数称为弹性模量;弹性模量是依据引起物体单位变形时所需应力来取值的。在工程技术上,往往把它作为衡量材料刚度的指标; 弹性模量大,刚度也就大,也就是在一定作用力下,发生的弹性变形会小。对于要求弹性变形较小的零件,务必要选用弹性模量比较大的材料
切变模量	G	MPa	

(续)

名称	符号	单位	含 义		
屈服点	σ_s	MPa	金属受到载荷时,有了一定的变形,当不再增加载荷时,金属变形却继续增加,这种现象称为屈服。呈现屈服现象的金属材料、试样在试验过程中,力不增加(保持恒定)仍能继续伸长时的应力值称为屈服点		
抗拉强度	σ_b	MPa	指在拉力作用下,断裂前单位面积上所能承受的最大载荷。它是衡量金属材料强度的主要指标		
抗扭强度	τ_b	MPa	指在扭力作用下,断裂前单位面积上所能承受的最大载荷		
抗压强度	σ_{bc}	MPa	指在压力作用下,断裂前单位面积上所能承受的最大载荷		
规定非比例伸长应力	σ_p	MPa	试样标距部分的非比例伸长达到规定的原始标距百分比时的应力		
规定总伸长应力	σ_t	MPa	试样标距部分的总伸长达到规定的原始标距百分比时的应力		
规定残余伸长应力	σ_r	MPa	试样卸除拉伸力后,其标距部分的残余伸长达到规定的原始标距百分比时的应力		
洛氏硬度	符号		压头类型	总试验力 F	洛氏硬度范围
	HRA		金刚石圆锥	588.4N	20 ~ 88
	HRB		1.5875mm 钢球	980.7N	20 ~ 100
	HRC		金刚石圆锥	1.471kN	20 ~ 70
	HRD		金刚石圆锥	980.7kN	40 ~ 77
	HRE		3.175mm 钢球	980.7kN	70 ~ 100
	HRF		1.5875mm 钢球	588.4N	60 ~ 100
	HRG		1.5875mm 钢球	1.471kN	30 ~ 94
	HRH		3.175mm 钢球	588.4N	80 ~ 100
	HRK		3.175mm 钢球	1.471kN	40 ~ 100
维氏硬度	HV	MPa	用 49.03N ~ 980.7N 的载荷,将顶角为 136° 的金刚石四棱角锥体头压入金属的表面,用压痕的面积除载荷所得的商为维氏硬度值。维氏硬度计测得的压痕,轮廓清晰,数值比较准确		

(续)

名称	符号	单位	含 义
布氏硬度	HBS HBW	kgf/mm ²	用淬硬的小钢球,以相应的试验压力压入金属表面,经一定时间后,压痕面积除加在钢球上的载荷所得的商为布氏硬度数值
伸长率	δ	%	在外力作用下金属被拉断后,标距内总伸长长度同原来标距长度相比的百分数,称为伸长率
断面收缩率	ψ	%	在外力作用下金属被拉断后,横断面的缩小量与原横断面相比的百分数,称为断面收缩率
疲劳极限	$\sigma - l$ $\sigma - ln$	MPa	金属材料在变载荷的作用下,经过无限次应力循环而不致引起断裂的最大循环应力,称为疲劳极限。 $\sigma - l$ ——表示光滑试样的对称弯曲疲劳极限。 $\sigma - ln$ ——表示缺口试样的对称弯曲疲劳极限

1.2.3 金属材料的物理性能

金属材料的物理性能符号、名称和含义见表 1-2。

表 1-2 金属材料的物理性能符号、名称和含义

名称	符号	单位	含 义
密度	ρ	kg/cm ³	表示单位体积的质量
熔点	T_m	K、℃	材料由固态转变为液态时的熔化温度称为熔点
比热容	c	J/(kg·K)	单位质量的某种物质,在温度升高(或降低)1K(或 1℃)时,吸收(或放出)的热量
热导率	λ	W/(m·K)	在单位时间内,当沿着热流方向的单位长度上降低 1K(或 1℃)时,单位面积上允许导过的热量称为热导率
电阻率	ρ	$\Omega \cdot m$	金属材料在常温下(20℃)电阻值的大小
电导率	γ, k	S/m	表示导体导电能力的性能指标。电导率越大,材料的导电性能越好
磁导率	μ	H/m	是衡量磁性材料磁化难易程度的性能指标
磁感应强度	B	T	是表示磁场强度与方向特性的物理量
磁场强度	H	A/m	表示磁场中各点磁力大小和方向的物理量

(续)

名称	符号	单位	含 义
矫顽力	H_c	A/m	磁性材料经过磁化去磁后,磁感应强度并未消失,仍保留一定的磁感应强度,这种性质称为顽磁性。要想完全消除磁感应强度,必须加一个反向的磁场,直到磁感应强度消失
铁损	p	W/kg	单位质量的电机或变压器铁心材料,在交变磁场磁化下所消耗的功率,称为铁心损耗,简称为铁损
摩擦系数	f		相互接触的物体接触表面作相对移动时就会引起摩擦,引起摩擦的阻力称为摩擦力。摩擦力与施加在摩擦物体上的垂直载荷的比值,称为摩擦系数
磨损量	W, V	g、cm ³	它是衡量金属材料耐磨性能好坏的指标,金属材料经过一定时间或一定距离摩擦之后,用被磨去的质量或体积来表示。磨损量越小,材料的耐磨性越好
相对耐磨系数	ϵ		用来表示金属材料耐磨性相对好坏的一个指标。试验条件下,标准试样的磨损值与被测定材料的磨损值之比,是被试材料的相对耐磨系数。相对耐磨系数越大,材料的耐磨性越好

1.2.4 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能影响制造零件的工艺方法、成本和质量,是选用金属材料必须考虑的重要因素之一。它一般可分为:铸造性能、焊接性能、锻压性能和切削性能等。

1. 铸造性能

通常用于衡量金属材料铸造性能的名称和含义见表 1-3。

表 1-3 金属材料铸造性能的名称和含义

名称	单位	含 义
流动性	cm	用型砂制成一个螺旋形浇道,根据液态金属浇铸到铸型中所填充的螺旋长度,来确定其流动性。液态金属流动性的大小,主要与浇铸温度和化学成分有关。若流动性不好,铸型就不易被金属填满,导致废品

(续)

名称	单位	含 义
收缩率 (线收缩率、 体积收缩率)	%	铸件在浇铸完冷却过程中,冷却前后长度尺寸之差与所得尺寸的百分比来表示线收缩率;用浇铸时的体积和冷却后所得的体积之差与所得体积的百分比来表示体积收缩率。 收缩率是金属铸造时应尽量减少的,一般希望收缩率越小越好。 体积收缩影响铸件的缩孔、稀疏程度。线收缩影响铸件内应力的产生、产生裂纹的倾向和铸件的最后尺寸
偏析		铸件中化学元素和组织上不均匀的现象称为偏析。它会导致铸件各处力学性能不一致,降低铸件的质量

2. 焊接性能

焊接性能是指在一定的工艺条件下,对一定材料进行焊接的难易程度。它包括两个方面:

- 一是在一定工艺条件下焊接处产生缺陷(气孔、裂纹等)的程度,称为工艺焊接性;
- 二是指在一定工艺条件下焊接处符合使用要求的程度,称为使用焊接性。

3. 锻压性能

锻压性能是指在压力加工时,金属材料只是形状的改变,而不产生裂纹等破坏性能。一些金属材料在室温下具有较好的可锻性,例如:低碳钢、铝等。一些在高温下有较好的可锻性,例如:中碳钢等。另外一些材料例如:铸铁等,几乎没有可锻性。

4. 切削加工性能

切削加工性能是在切削加工精度、工件表面粗糙度和刀具寿命等因素相同的情况下,被选材料与标准材料(选 Y12)最大切削速度的比值。

各类金属材料的切削加工性能,按照相对的切削加工性能可分为 7 个级别,各个级别的性质和举例见表 1-4。

表 1-4 金属材料的切削加工性能级别和代表材料举例

性能 级别	材料的加工性质		以 Y12 为标 准材料的切 削率/(%)	材 料 举 例
1	很容易加 工的材料	一般有色金属	500 ~ 2000	镁合金
		材料	100 ~ 250	铸造铝合金、锻铝及铅黄铜等