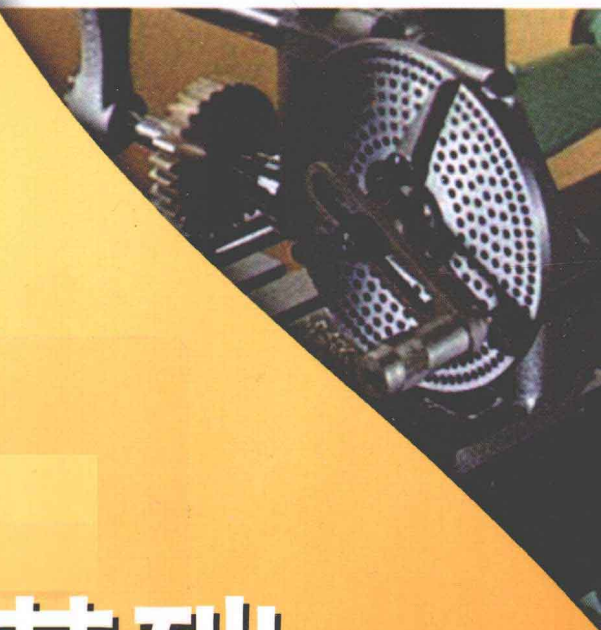




高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI



零件成型基础

LINGJIAN CHENGXING JICHU

张建军 主编



西南师范大学出版社
全国百佳图书出版单位 国家一级出版社



高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI



零件成型基础

LINGJIAN CHENGXING JICHU

张建军 主编

杨明金 郑应彬 张继祥 副主编



西南师范大学出版社
全国百佳图书出版单位 国家一级出版社

图书在版编目(CIP)数据

零件成型基础/张建军主编.——重庆:西南师范大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5621-4998-9

I. ①零… II. ①张… III. ①机械元件—成型—高等学校—教材 IV. ①TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 161038 号

零件成型基础

主 编 张建军

副主编 杨明金 郑应彬 张继祥

责任编辑:杨光明

封面设计:周娟 钟琛

出版、发行:西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编:400715

网址:www.xscbs.com)

印 刷:重庆荟文印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19

字 数:460千字

版 次:2010年8月第1版

印 次:2010年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5621-4998-9

定 价:32.00元

前言 QIAN YAN

本书根据普通高等院校机械制造基础及工程训练有关教学基本要求,结合编者对机械制造课程及工程训练教学研究与实践经验总结的基础上编写而成。

为激发学生的学习兴趣,培养学生勤于思考和创新的精神,本书围绕零件成型理论、零件成型工艺和零件成型装备,阐述与零件成型相关的基础理论和基本技能,深入浅出,突出重点,图文并茂,注重理论与实践、基础训练与创新训练相结合,并兼顾机械类和非机械类教学。对学生掌握机械制造学科知识有一定的帮助。

本书内容系统、精练,体现新材料、新工艺、新技术的应用,以扩大学生的视野,适应社会经济和科技发展的需要。本书可作本、专科学生机械制造工程训练和非机械类专业学生机械制造基础课程的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

本书主要内容有:第一篇 铸、锻、焊加工;第二篇 切削加工;第三篇 现代制造基础。总共 15 章。

本书由西南大学张建军任主编,由西南大学杨明金、郑应彬,重庆交通大学张继祥任副主编。其中,绪论、第 5、14 章由西南大学张建军编写,第 8、12、13 章由西南大学杨明金编写,第 3、11、15 章由西南大学郑应彬编写,第 2、4 章由西南大学代荣编写,第 1、10 章由西南大学陈红兵编写,第 6、7 章由重庆交通大学张继祥编写,第 9 章由重庆科技学院廖智勇编写。

本书在编写过程中,参考了有关教材、手册、资料,并得到有关同志的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2010 年 5 月

目 录 MU LU

绪论	001
0.1 机械制造过程	001
0.2 机械工程材料简介	002
0.3 机械制造技术发展趋势	005

第一篇 铸、锻、焊加工

第1章 铸 造	007
1.1 概述	007
1.2 砂型铸造	008
1.3 特种铸造方法	024
1.4 金属的熔炼、浇注、清理	029
1.5 铸件的缺陷分析	032
1.6 铸造新技术	035
第2章 锻 压	038
2.1 概述	038
2.2 金属的加热与锻件的冷却	039
2.3 自由锻造	041
2.4 模锻	047
2.5 板料冲压	048
2.6 其他锻压加工方法	050
第3章 焊 接	052
3.1 概述	052
3.2 手工电弧焊	054
3.3 气焊与气割	067
3.4 其他焊接工艺方法	076
3.5 焊接的质量检验与缺陷分析	083

第4章 非金属材料成型	086
4.1 概述	086
4.2 工程塑料的成型	087
4.3 其他非金属材料的成型	090

第二篇 切削加工

第5章 切削加工基础知识	092
5.1 概述	092
5.2 切削用量	095
5.3 金属切削刀具	096
5.4 金属切削过程及其控制	101
5.5 机床	108
5.6 机床夹具	112
5.7 常用量具	122
5.8 切削加工质量	128
第6章 钳工	135
6.1 概述	135
6.2 钳工常用设备和器具	136
6.3 划线	138
6.4 钳工切削加工及工具	143
6.5 钻孔、扩孔及铰孔	154
6.6 攻螺纹与套螺纹	160
6.7 刮削	162
6.8 钳工生产制作	164
6.9 装配	167
第7章 镗削加工	170
7.1 概述	170
7.2 镗床	170
7.3 镗削加工方法	172
7.4 镗削加工的工艺特点及应用	172
第8章 车削加工	174
8.1 概述	174



8.2 卧式车床	175
8.3 车刀	179
8.4 工件的安装及所用附件	182
8.5 车削加工	186
8.6 典型零件工艺分析	195
8.7 其他车床	196
 第9章 铣削加工	 200
9.1 概述	200
9.2 铣削加工基本知识	200
9.3 铣床	203
9.4 铣刀	206
9.5 铣削方法	207
9.6 铣削加工的主要特点及应用	209
 第10章 刨削加工	 211
10.1 概述	211
10.2 牛头刨床	213
10.3 刨刀及其安装方法	216
10.4 工件的装夹	217
10.5 刨削加工	219
10.6 其他刨床	220
 第11章 磨削加工	 223
11.1 概述	223
11.2 磨床	224
11.3 砂轮	226
11.4 磨削加工方法	230
 第12章 齿形加工	 234
12.1 概述	234
12.2 滚齿加工	236
12.3 插齿加工	238
12.4 其他齿形加工方法	239

第三篇 现代制造基础

第13章 数控加工	241
13.1 概述	241
13.2 数控编程	243
13.3 数控车	246
13.4 数控铣	252
13.5 加工中心	256
第14章 特种加工	259
14.1 概述	259
14.2 电火花加工	261
14.3 电解加工	269
14.4 超声波加工	270
14.5 激光加工	272
14.6 电子束加工	273
14.7 离子束加工	273
14.8 电铸加工	274
14.9 复合加工	275
第15章 其他现代制造技术	278
15.1 快速成型	278
15.2 柔性制造系统	284
15.3 成组技术	286
15.4 CAD/CAM/CAPP	288
参考文献	294



绪论

0.1 机械制造过程

制造业是所有与制造有关的行业的总体。机械制造业是制造业最主要的组成部分,它是为用户创造和提供机械产品的行业,包括了机械产品的开发、设计、制造、流通和售后服务全过程。

任何机器都是由若干单个零件组成的。对于简单零件可以直接用型材(如棒材或板材)加工成型;对于形状复杂的零件,则需要根据零件所要求的形状、尺寸及性能等因素,将材料经铸造或压力加工或焊接等工艺制造成毛坯,再由毛坯经切削加工制成所需零件,最后经组装形成机器。因此,机器制造过程可归纳为:设计→毛坯制造→机械加工→装配→机器调试→包装。

1. 毛坯制造

目前最常用的毛坯制造方法有:

(1)铸造 熔炼金属制造铸型,并将熔融金属浇入铸型,凝固后获得一定形状尺寸和性能的金属毛坯的成型方法。

(2)锻压 对坯料施加外力,使其产生塑性变形、改变尺寸、改变形状及改善性能,用以制造机械零件、工件或毛坯的成型加工方法。

(3)焊接 通过加热或加压,或两者并用,并且用或不用填充材料,使工件达到结合的一种毛坯加工方法。

(4)粉末冶金 以金属粉末(或掺入少量非金属粉末)为原料,经压制成型和烧结制成金属材料或零件的方法。

(5)毛坯的其他生产方法 是指将两种或更多的方法组合生产毛坯的加工方法,如铸造—焊接组合生产毛坯、锻造—焊接组合生产毛坯、机械加工,焊接组合生产毛坯等。例如,汽车车身就是利用冲模借助压力机的作用,对薄板料进行冲裁或进行成型获得所需制件,然后采用焊接方法加以连接。

不管采用哪种方法生产毛坯,毛坯的表面一般都较为粗糙,形状和尺寸都不精确,而且,在切削加工之前毛坯还必须留有多余的材料,即加工余量,以便进行后续的机械加工。

2. 机械加工

为了使零件达到精确的尺寸和符合质量要求的表面,需要将毛坯上的加工余量在金属切削机床上切掉。常用的切削方法有车、铣、刨、磨、钻和镗等。在加工过程中为了便于切削和保证其力学性能,某些工件还需安排一定热处理工序,并且在各加工工序之间



001

绪
论



还安排了检验工序,以保证工件在每道加工工序中的加工质量。

3. 装配

将毛坯加工成零件后,需要按设计的技术要求,用钳工或机械方法将零件进行组合,组装成部件或整机。

4. 机器调试

机器装配好后,需要经过试运转检验,观察其运转情况是否良好。经鉴定合格后,即可安装使用或包装进入市场。

0.2 机械工程材料简介

0.2.1 机械工程材料的分类

常用机械工程材料按化学组成可以分为以下类型:

(1)金属材料 包括钢铁材料(称为黑色金属),如钢、铸铁等;非铁金属材料(称为有色金属),如铜、铝、镁、钛及合金等。

(2)非金属材料 包括有机高分子材料,如塑料、合成纤维、合成橡胶等;无机非金属材料,如硅酸盐材料、工程陶瓷等。

(3)复合材料 包括纤维增强复合材料、粒子增强复合材料、层叠复合材料等。

0.2.2 金属材料简介

1. 金属材料的分类

金属是指具有良好的导电性和导热性,有一定的强度和塑性,并具有光泽等特性的物质,如铁、铜和铝等。金属材料是由金属元素或以金属为主要材料,并具有金属特性的工程材料。金属材料包括纯金属和合金两类。

纯金属在工业生产中虽然具有一定的用途,但是,由于它的强度、硬度一般都较低,而且冶炼困难,价格较高,因此在使用上受到很大的限制。目前在工业生产中广泛使用的是合金状态的金属材料。

合金是一种金属元素与其他金属元素或非金属元素结合组成的具有金属特性的物质。如普通黄铜是由铜和锌两种金属元素组成的合金,碳素钢是由铁和碳组成的合金。与纯金属相比,合金除具有更好的力学性能外,还可用调整组成元素之间比例的方法,以获得一系列性能各不相同的合金,从而满足不同的使用性能要求。

2. 金属材料的力学性能

机械零件在工作过程中要受到多种外力的作用,若作用力过大就会使零件产生不同程度的变形甚至造成破坏。所以,金属材料在外力作用下所显示与弹性和非弹性反应相关或涉及应力—应变关系的性能,称为金属材料的力学性能。表征金属材料力学性能的指标很多,常用的有以下几种:

(1)抗拉强度(σ_b) 金属材料在拉断前承受的最大拉应力称为抗拉强度,用 σ_b 表示。它表征材料在拉力作用下抵抗变形和断裂的能力,单位为 MPa 或 N/mm^2 。

(2)屈服强度(σ_s) 金属材料在拉伸过程中,变形增加而力不增加的现象称为屈服。



这时应力的最小值,称为屈服强度,常用 σ_s 表示。

对于无明显屈服现象的金属材料,一般测定其产生规定微量塑性变形所对应的应力作为屈服强度,称为条件屈服强度,如规定残余伸长0.2%的应力值,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

(3)塑性 塑性是指金属材料在断裂前产生变形的能力。一般用延伸率和断面收缩率来表征。延伸率是试样被拉断后其伸长量与原长度的百分比,用 δ 或 δ_5 表示;断面收缩率是指试样被拉断后缩颈处横截面的最大缩减量与原始横截面积的百分比,用 ψ 表示。延伸率和断面收缩率越大,说明材料的塑性越好。

(4)硬度 硬度是指材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。生产中常用来衡量材料硬度大小的指标有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度等。

布氏硬度常用于测试较软材料的硬度,如未经淬火硬化的钢件,其符号为HBS或HBW。

洛氏硬度分HRA、HRB、HRC,常用于测试较硬材料的硬度,其中HRC应用最广,用于各种刀具、淬火硬化的钢件等测试。

维氏硬度HV适用范围较宽,从极软的材料到极硬的材料都可以测量。

(5)冲击韧度 冲断金属材料试样时,试样缺口底部每单位横断面积上的冲击吸收功,称为冲击韧度。对于U形试样,用 a_{Ku} 表示;对于V形试样,用 a_{Kv} 表示,单位为J/cm²。冲击韧度值越大说明材料抗冲击性越好。

(6)疲劳强度 金属材料在循环应力作用下能经受无限多次循环,而不破坏的最大应力值,称为金属的疲劳强度。常用的疲劳强度指标为 σ_1 ,约为抗拉强度的1/2。

3. 金属材料的工艺性能

金属工艺性能是指金属材料在制造机械零件和工具的过程中,适应各种冷热加工的性能,或者说是金属材料采用某种加工方法制成成品的难易程度。包括铸造性能、锻压性能、焊接性能、热处理性能及切削加工性能等。

0.2.3 常用金属材料

1. 钢

(1)钢的分类

钢是指以铁为主要元素,含碳量(质量分数)在2.11%以下,并含有少量其他元素的铁碳合金。

钢的分类方法很多,常用的分类方法有以下几种:

①按化学成分分类有,碳素钢:低碳钢(含碳量 $<0.25\%$)、中碳钢(含碳量 $=0.25\% \sim 0.6\%$)、高碳钢(含碳量 $>0.6\%$);合金钢:低合金钢(合金总含量 $<5\%$)、中合金钢(合金总含量 $=5\% \sim 10\%$)、高合金钢(合金总含量 $>10\%$)。

②按用途分类有,结构钢:可分为工程结构钢和机器零件用钢;工具钢:用于制作各类工具,包括刃具钢、量具钢、模具钢;特殊性能钢:可分为不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。

③按质量分类有,普通钢: $\omega_s \leq 0.05\%$ 、 $\omega_p \leq 0.045\%$;优质钢, $\omega_s \leq 0.035\%$ 、 $\omega_p \leq 0.035\%$;高级优质钢, $\omega_s \leq 0.02\%$ 、 $\omega_p \leq 0.03\%$ 。其中 ω_s 、 ω_p 为硫、磷的质量分数。

(2)常用钢种及用途

随着钢中碳含量、合金元素的种类和含量不同,其力学性能也不相同。一般随着钢中碳含量的增加,钢的强度与硬度增高,塑性和韧性降低。合金元素对钢性能的影响比较复



杂。这里简要介绍结构钢、工具钢和特殊性能钢的性能和应用。常用钢种及用途见表 0-1。

表 0-1 常用钢种及用途

类别	牌号	说明	应用举例
碳素结构钢	Q235A	Q 为“屈”字汉语拼音首字母,后面数字为屈服强度(MPa),A 表示质量等级	螺钉、螺母、垫圈及各种型材等
优质碳素结构钢	08~25	前两位数字表示钢的平均含碳量,以 0.01% 为单位;后字母是合金元素符号,以 1% 为单位	冲压零件
	30~55		一般齿轮和轴类等
	60~70		弹簧等
合金结构钢	20CrMnTi		汽车齿轮等
	40Cr		轴类和齿轮等
碳素工具钢	T8、T8A	T 为“碳”字汉语拼音首字母,后面数字表示平均含碳量,以 0.1% 为单位,A 表示高级优质	冲头、錾子、手钳等
	T9、T10A		板牙、丝锥等
	T12、T12A		刮刀、锉刀、量具等
合金工具钢	9SiCr	字母是合金元素符号,以 1% 为单位	板牙、丝锥、铰刀等
	CrWMn		
	W18Cr4V		铣刀、拉刀、成型刀具
	Cr12		拉丝模、压印模、搓丝板及冷冲模冲头
	Cr12MoV		
	5CrMnMo		中、小型热锻模
其他合金钢	5CrNiMo		
	1Cr18Ni9Ti		不锈钢、汽轮机叶轮等
	60Si2Mn		汽车减震弹簧等
	GCr15		滚动轴承等

2. 铸铁

铸铁是指含碳量在 2.11%~6.69% 的铁碳合金,是应用广泛的一种铸造合金材料。一般情况下,铸铁的力学性能较钢低,但由于其具有良好的铸造性、耐磨性、消振性、切削加工性能、低的缺口敏感性以及生产工艺简单、成本低廉等特点,被广泛应用于机械制造中,如机床床身、导轨、轴承座、叉架、箱体等的制造。

常用铸铁的种类有灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、蠕墨铸铁、特殊性能(耐磨、耐热、耐蚀)铸铁等。运用最广的是灰铸铁,如 HT150、HT200 等。

3. 有色金属材料

有色金属材料中运用最广的是铝及铝合金、铜及铜合金。

(1) 铝及铝合金 纯铝主要用于熔炼铝合金,制造电线、电缆以及要求具有导热、耐腐蚀的器具等,常用牌号 1070、1060、1050 等。铝合金是在纯铝中加入铜、锌、镁等合金元素配制而成。铝合金除保持纯铝密度小、抗腐蚀性能好的特点外,还具有较高的力学性能,经热处理后铝合金的强度甚至可以和钢铁材料相媲美。用于制作各种型材、骨架、铆钉及日常生活用品的防锈铝合金 5A02、硬铝合金 2B11、2A11;用于航空工业的高强度硬铝 2A12、锻铝合金 2A70;用于飞机大梁、起落架的超硬铝合金 7A09;用于汽车摩托车工业的各类铸造铝合金。

(2) 铜及铜合金 纯铜又称紫铜,具有优良的导电导热性,工业中主要用作导体和配制合金,如 T1、T2、T3、T4 等。

黄铜是指以铜和锌为主的铜合金,其力学性能较好,用于制作散热、抗腐蚀等零件,如 H80、H62、HMn58-2。白铜是指以铜和镍为主的铜合金,主要用于制造精密机械零件、电器元件、装饰器件等。

青铜是指除黄铜和白铜以外的铜合金,含有锡、铝、硅、锰、铍、铅等元素。其中铜锡合金称为锡青铜,其他的称为无锡青铜,用于制作耐磨、抗蚀零件,如滑动轴承、齿轮、轴套等,如 QSn4-3、QBe2、QA15。

0.2.4 非金属材料简介

机械制造工程中使用的非金属材料主要有橡胶、工程塑料、陶瓷、胶粘剂及复合材料等,它们已经成为机械工程材料中不可缺少的重要组成部分。

1. 橡胶

橡胶是以高聚物为基础的高分子材料。具有弹性好、抗折、耐磨、可塑性和加工工艺性能好的优点,但易老化,耐热性和热稳定性差,耐碱不耐强酸,耐油、耐溶剂性能差等缺点。广泛用于制作轮胎、胶带、胶管、密封件等橡胶制品。

2. 塑料

塑料是以合成树脂为主要原料,加入各种改善性能的添加剂,在一定温度和压力的条件下,塑制成型的高分子材料。塑料是机械制造和日常生活中常用的一种非金属材料,种类很多,具有密度小、耐腐蚀、电绝缘性能好、透明度高、力学性能较高的特点。如聚氯乙烯(PVC)可代替铜、铝、不锈钢等,用于制作耐腐蚀设备和零件;尼龙(聚酰胺 PA)由于其疲劳强度和刚性较高、耐磨性好的特点,用于制作齿轮等传动件。

3. 陶瓷材料

陶瓷材料是无机非金属材料的统称,包括陶器、瓷器、玻璃、搪瓷、耐火材料等。陶瓷材料最突出的特点是其具有极好的耐热性能、绝缘性能和抗蚀性能。如三氧化二铝(刚玉)陶瓷材料可耐高温 1700℃,氯化硅和氮化硼陶瓷材料的硬度接近金刚石,是比硬质合金更优良的刀具材料。常用陶瓷材料分为两大类:一类是普通陶瓷,一类是特种陶瓷。它们广泛应用于日用品、建筑、电建、化工、冶金、机械、能源和尖端科学技术领域。

0.3 机械制造技术发展趋势

进入 21 世纪,机械制造技术正向自动化、柔性化、集成化、智能化、精密化和清洁化的方向发展。计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助装配工艺设计(CAAP)、快速成型(RP)等技术将在新产品设计方面得到更全面的应用和完善。高性能的计算机数控(CNC)机床、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)等将更好地适应多品种、小批量产品的高质、高效加工制造。强化切削用量(如超高速切削),高精度、高效切削机床与刀具,最佳切削参数的自动优选,自动快速换刀技术,刀具的高可靠性和在线监控技术,成组技术(GT),快速成型技术,自动装配技术等将得到进一步的发展和应用。各种精密、超精密加工技术;细微与纳米加工技术在微电子芯片、光子芯片制造,超



精密微型机器及仪器,微机电系统(MEMS)等尖端技术的应用。精密加工可以稳定地达到亚微米级精度,而扫描隧道显微(STM)加工和原子力显微(AFM)加工甚至可实现原子级的加工。绿色制造技术,其能源与原材料消耗少,所产生的废弃物少并尽可能回收利用,在产品的整个生命周期中对环境无害,使社会、环境、资源等可持续发展。精益生产(LP)、准时生产(JIT)、并行工程(CE)、敏捷制造(AM)等先进制造生产管理模式将主导新世纪的制造业。因此,21 世纪的机械制造业将是广泛采用先进生产模式、先进制造系统、先进制造技术和先进组织管理方式的全新的机械制造业。



第一篇 铸、锻、焊加工

ZHU DUAN HAN JIAGONG

第1章 铸造

教学基本要求

机械类:

1. 基本知识

(1) 熟悉铸造生产工艺过程、特点和应用。

(2) 了解型砂、芯砂、造型、造芯、合型、熔炼、浇注、落砂、清理及常见铸造缺陷;熟悉铸件分型面的选择;掌握手工两箱造型(整模、分模、挖砂、活块等)的特点及应用;了解三箱造型及刮板造型的特点和应用;了解机器造型的特点和应用。

(3) 了解常用特种铸造方法的特点和应用。

(4) 了解铸造生产安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

2. 基本技能

掌握手工两箱造型的操作技能,并能对铸件进行初步的工艺分析。

非机械类:

1. 了解铸造生产工艺过程、特点和应用。

2. 掌握砂型铸造工艺的主要内容;熟悉两箱造型的特点和应用;能独立完成简单铸件的两箱造型;了解常见铸造缺陷。

3. 了解常用特种铸造方法的特点和应用。

4. 了解铸造生产环境保护及安全技术。

1.1 概述

铸造是指将熔炼合格的液态金属注入预先准备好的铸型型腔里面,冷却凝固后获得与型腔形状完全一致的铸件的成型加工方法。铸造实质上是利用金属液的流动性能来实现成型,属于金属液态成型工艺。铸件一般尺寸精度不高,表面粗糙,达不到零件的要求,而要经过切削加工才能成为零件,故生产中常把铸件称为毛坯。

与其他成型加工方法相比,铸造具有以下特点:

(1) 适应性很广,几乎不受材料种类的限制,不受工件形状、尺寸和生产批量的限制,适合生产形状复杂、特别是具有复杂型腔的铸件。

(2) 铸件的形状、尺寸与零件相近,节省了大量的金属材料 and 切削加工工时。



007

第1章
铸造



(3)原材料来源广泛,价格低廉,还可回收利用废旧材料,节约了成本和资源。

(4)铸件的使用性能良好,尤其是减震性能、耐磨性能、切削性能等。

(5)铸造生产工艺复杂,生产周期长,劳动条件差,铸件质量不稳定且力学性能较差。

常用的铸造方法有砂型铸造和特种铸造两大类。其中,砂型铸造是应用最广泛的一种铸造方法。

由于铸件具有许多优点,所以它在一般机械设备中,约占整个机械设备重量的45%~90%。一辆汽车的铸件重量约占40%~60%,一台拖拉机的铸件重量约占70%,一台金属切削机床的铸件重量约占70%~80%,而重型机械、矿山机械、水力发电设备的铸件重量几乎占85%以上。在国民经济其他各部门中,也广泛使用各种各样的铸件。

铸造生产中常用的金属合金有:铸铁、铸钢和铸造有色金属。

铸铁中用得最广泛的是普通灰口铁,此外还有孕育铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁和合金铸铁等。灰口铁铸件常用于机械中的一般零件,特殊和较重要的铸件应由其他金属铸造。例如曲柄连杆,用球墨铸铁铸成。铸钢分为碳钢和合金钢。碳钢用于铸造承受工作负荷大的重要铸件;合金钢用于铸造特殊用途的铸件。例如,挖掘机的铲齿、球磨机的衬板等都用高锰钢铸成。有色金属分铜合金、铝合金和镁合金等。铜合金多用于铸造耐磨和耐蚀等铸件;铝合金和镁合金多用于铸造飞机零件。

根据造型方法,铸造可以分为砂型铸造和特种铸造两种。砂型铸造的铸型是用专门的造型材料(砂和黏土)制成的,它在浇铸一个铸件后就被毁掉。砂型铸造具有较大的灵活性,对不同的生产规模,不同的铸造合金都能适用,因此使用最为广泛。但砂型铸造也存在着一些缺点,如铸件表面粗糙度大和尺寸精度不高,机械加工余量大,铸件质量不易控制,一个铸型只能浇注一次、生产率低和占场地较大等。常见的特种铸造方法有金属型铸造、熔模精密铸造、离心铸造、压力铸造、低压铸造、壳型铸造和连续铸造等。这些方法主要从铸模、造型材料、造型工艺、浇注方法和铸件冷却凝固时受力情况等方面进行改进,以达到优质高产的目的。

1.2 砂型铸造

将熔炼好的金属液注入砂型中得到铸件的方法称为砂型铸造。砂型铸造是目前应用最广的一种铸造方法。它的优点是能用各种金属制出各种大小和形状的铸件,而且在单件小批生产或大量生产中均可应用。砂型铸造的主要生产工序有制造模样和芯盒、配制型(芯)砂、制造铸型和型芯(包括烘干、合箱)、熔炼金属、浇注、落砂、清理和检验等。图1-1是砂型铸造的一般流程。图1-2是飞轮的砂型铸造生产过程。

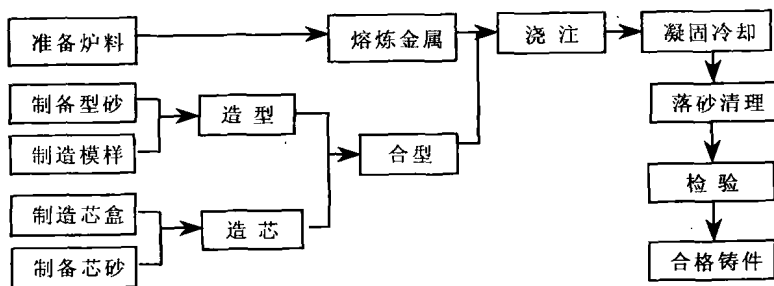


图 1-1 砂型铸造生产的基本流程

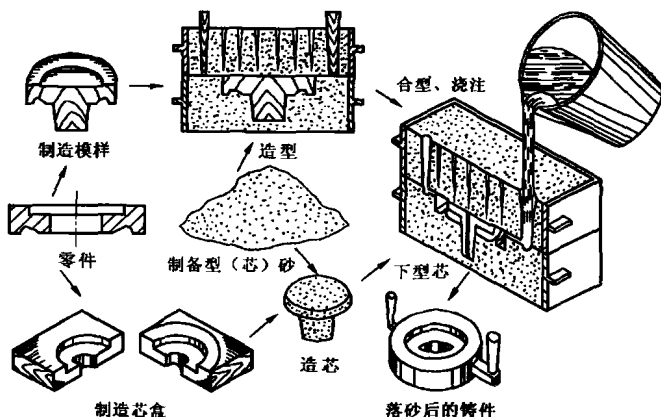


图 1-2 飞轮的砂型铸造生产过程

1.2.1 造型材料

砂型铸造的造型材料由原砂、黏结剂、附加物等按一定比例和制备工艺混合而成，它具有一定的物理性能，能够满足造型的需要。制造铸型的造型材料称为型砂，制造型芯的造型材料称为芯砂。型砂与芯砂的质量直接关系到铸件质量的好坏和成本的高低。

1. 型砂与芯砂的组成

1) 原砂

原砂是型(芯)砂的主要组成成分，符合一定要求的天然矿砂才能作为铸造用砂。天然硅砂资源丰富，价格便宜，是铸造生产中应用最广的原砂。原砂的主要成分为 SiO_2 ，熔点高达 1700°C 以上。二氧化硅的含量、砂粒的形状、大小和均匀度对砂的性能影响极大。高质量的原砂要求石英(SiO_2)含量较高，杂质少，粒度一般为 $50\sim 140$ 目。

2) 黏结剂

原砂砂粒之间没有黏结力而是松散的，不能够形成具有一定形状的整体。黏结剂的作用是将原砂砂粒黏结在一起，以便制造出具有一定塑性及强度的砂型。铸造用的黏结剂种类繁多，按其化学性质可以分为无机黏结剂(如黏土、水玻璃、水泥等)和有机黏结剂(如合成树脂、合脂类、植物油等)两大类。

(1)黏土 黏土是最常用的一种黏结剂，价格低廉，资源丰富，应用最广，分为普通黏土和膨润土。前者多用于干型(芯)砂，后者多用于湿型(芯)砂，主要用于制作砂型或要求不高的型芯。

(2)水玻璃 硅酸钠的水溶液，强度高，铸件精度高，劳动条件好，易于实现机械化生产，但易产生化学黏砂，退让性、溃散性较差，耐用性差，落砂清理困难，主要用于制作砂型或要求较高的型芯。

(3)有机黏结剂 常用的有合成树脂(呋喃和酚醛树脂)、合脂(合成脂肪酸残渣)及植物油黏结剂，其作为黏结剂的型(芯)砂具有硬化快，强度高，砂型(芯)尺寸精度高，表面质量好，退让性、溃散性好等优点。

按照黏结剂的不同，型砂可分为黏土砂、水玻璃砂、树脂砂、合脂砂、油砂等。图 1-3 为黏土砂组织示意图。

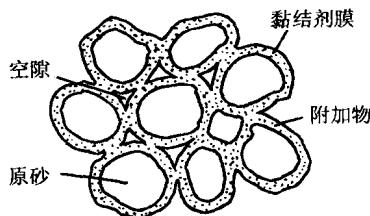


图 1-3 黏土砂组织示意图