

金属 加工工艺及 工装设计

黄如林 汪群 主编



化学工业出版社
教材出版中心

TG
42

金属加工工艺及工装设计

黄如林 汪 群 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

金属加工工艺及工装设计/黄如林, 汪群主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 2

ISBN 7-5025-8216-9

I. 金… II. ①黄…②汪… III. ①金属加工-工艺
②金属加工-设计 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 006618 号

金属加工工艺及工装设计

黄如林 汪 群 主编

责任编辑: 程树珍 陈 丽

文字编辑: 张燕文

责任校对: 凌亚男

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 458 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8216-9

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

机械制造技术课程设计是在学生学完了机械制造技术、机械制造装备设计等课程,进行了生产实习之后,进行的一个重要的实践性教学环节。其主要目的是让学生把所学的工艺理论和实践知识,在实际的工艺、夹具设计中综合地加以运用,进而得到巩固、加深和发展,提高学生分析和解决生产实际问题的能力,为以后搞好毕业设计和从事相关的技术工作奠定扎实的基础。通过机械制造技术课程设计,学生应在下述几方面得到锻炼。

① 能熟练地运用机械制造技术课程及其他有关课程中的基本理论,以及在生产实习中学到的实践知识,正确地分析和解决一个零件在加工中的定位、夹紧以及工艺路线的合理拟订等问题,从而保证零件制造的质量、生产率和经济性。

② 通过夹具设计,进一步提高学生的结构设计能力,能够根据被加工零件的加工要求,设计出高效、省力,既经济合理又能保证加工质量的夹具。

③ 进一步提高计算、制图能力,能比较熟练地查阅和使用各种技术资料,如有关国家标准、手册、图册、规范等。

④ 在设计过程中培养学生严谨的工作作风和独立工作的能力。

为此,我们编写了这本《金属加工工艺及工装设计》,作为机械类学生的辅助教材——课程设计指导书。本书也可供机械制造工厂的工艺人员参考。

本书包括:铸造工艺设计、锻造工艺设计、焊接工艺设计、机械加工工艺设计、机床夹具设计五章,以及附录部分(机械制造技术课程设计指导、机械制造技术课程设计实例、夹具设计图例、课程设计选题图例)。

在编写本书时,我们根据自己从事教学工作多年的经验,从满足学生需求的角度选择和安排内容,力求做到好用(学生进行课程设计时,按照设计的步骤,进行到哪一步,相关的资料就在眼前;老师在指导课程设计时,有足够的题目可供参考)、够用(完成课程设计,不需要借助于许多其他的设计手册和参考书)、实用(除了供本课程设计参考使用外,还可供其他课程设计、毕业设计参考,学生毕业之后从事机械制造方面的工作,它也可作为一本经常用到的工具书)。

限于篇幅,许多教科书上已有的知识我们不再重复,而是提示读者去查阅这些教材;有许多资料不能罗列其中,我们也指明了查找这些资料的渠道(如设计手册的名称)。由于学生进行机械制造技术课程设计时,所选毛坯绝大多数是铸件或自由锻件,所以,我们编写了铸造工艺设计和锻造工艺设计,对焊接工艺设计作了简单介绍,以满足部分读者的需求。铸造工艺设计中,本书只介绍了砂型铸造的工艺规程设计,没有涉及特种铸造。锻造工艺设计中,本书详细介绍了自由锻造的工艺规程设计,对模型锻造的工艺规程设计只作了扼要介

绍。考虑到学生进行机械制造技术课程设计时，一般只设计机械加工工艺规程和机床夹具，我们仅编写了机械加工工艺设计和机床夹具设计，而没有涉及金属切削机床设计和金属切削刀具设计。读者如果有这方面的需求，可查阅《金属切削机床设计手册》和《金属切削刀具设计手册》。

在编写本书时，我们尽量采用最新国家标准（包括名词术语）。有一些机床，虽然是旧标准，但生产中仍然大量使用，我们也采用了一些。

解决生产中的问题，办法往往不是唯一的。在不同的生产条件下，最好的解决办法可能是不同的。本书提供的机械加工工艺设计实例和机床夹具设计实例，以及附录中的机床夹具图例都来自相关企业，但未必适应各种生产条件，请读者注意。

在编写本书时，我们参考、引用了许多其他教材、工具书的资料。在此，谨向这些教材、工具书的作者表示诚挚的谢意！

本书由黄如林、汪群、邵建萍、袁艳玲、沈爱红、王跃进编写，由黄如林、汪群任主编。刘新佳、王海彦、许菊若也帮助做了许多工作，在此，谨向他们表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，对于本书不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2005. 10

内 容 摘 要

本书包括铸造工艺设计、锻造工艺设计、焊接工艺设计、机械加工工艺设计、机床夹具设计五章，以及附录部分（机械制造技术课程设计指导、机械制造技术课程设计实例、夹具设计图例、课程设计选题图例）。

本书从满足学生需求的角度选择和安排内容，力求好用（学生进行课程设计时，按照设计的步骤，进行到哪一步，相关的资料就在眼前；老师在指导课程设计时，也有足够的设计题目可供选择）、够用（完成课程设计，不需要借助于许多其他的设计手册和参考书）、实用（除了供本课程设计参考使用外，还可供其他课程设计、毕业设计参考。学生毕业之后从事机械制造方面的工作，它也是一本经常要用的工具书）。本书采用最新国家标准（包括名词术语）。

本书是机械类学生的辅助教材——机械制造技术课程设计指导书，也可供机械制造工厂的工艺人员参考。

目 录

1 铸造工艺设计	1
1.1 铸造工艺规程设计的内容和步骤	1
1.2 铸造方法的选择	2
1.3 铸造工艺图的绘制	4
1.3.1 机械加工余量的确定	5
1.3.2 铸造孔的最小尺寸、铸件的最小壁厚、铸造斜度、铸造圆角的确定	7
1.3.3 铸造工艺余量	9
1.3.4 铸造收缩率	10
1.3.5 芯和芯头的设计	12
1.4 铸造毛坯图	14
1.4.1 铸造毛坯图的内容	14
1.4.2 铸造毛坯图例	14
1.5 浇注系统的设计	14
1.6 冷铁尺寸和其他参数的确定	16
1.7 铸造工艺图的惯用符号	17
1.8 铸造工艺设计实例	20
1.8.1 支架	20
1.8.2 固定钳身	21
1.8.3 车床刀架转盘	22
1.8.4 汽缸套	24
1.8.5 C6140 车床进给箱	25
2 锻造工艺设计	29
2.1 自由锻工艺规程设计的内容和步骤	29
2.1.1 自由锻件图的绘制	29
2.1.2 确定坯料的质量和尺寸	45
2.1.3 锻造工序方案的拟定	50
2.1.4 锻造设备与工具的选择	52
2.1.5 确定火次、加热和锻后冷却及热处理规范	53
2.1.6 确定锻件类别和编制工时定额	53
2.1.7 填写工艺卡片	56
2.1.8 编制自由锻造工艺规程实例	56
2.2 模锻件图	61
2.2.1 模锻件图绘制时应考虑的问题	61
2.2.2 模锻件图的绘制规则	62
3 焊接工艺设计	63
3.1 选择焊接方法	63
3.2 确定坯料的形状、尺寸和下料方法	63

3.3 确定焊接接头、坡口形式和坡口边缘的加工方法	63
3.3.1 焊接接头	63
3.3.2 坡口形式	65
3.3.3 坡口边缘的加工方法	67
3.4 选择装配与焊接顺序	67
3.5 选择焊接规范	68
3.5.1 焊条牌号	68
3.5.2 焊条直径	69
3.5.3 焊接电流	69
3.5.4 焊接层数	70
3.5.5 电弧电压	70
3.5.6 焊接速度	70
3.6 焊缝代号及其标注方法	71
4 机械加工工艺设计	74
4.1 对零件进行工艺分析	74
4.2 选择零件的毛坯、绘制毛坯图	75
4.2.1 选择毛坯应考虑的因素	75
4.2.2 毛坯的制造方法与工艺特点	76
4.2.3 确定毛坯的形状、尺寸及公差	77
4.3 拟定零件的机械加工工艺路线	77
4.3.1 定位基准的选择	77
4.3.2 零件表面加工方法的选择	77
4.3.3 零件各表面加工顺序的确定	84
4.3.4 工序的组合	85
4.4 工序设计	85
4.4.1 确定工序余量、工序尺寸及公差	85
4.4.2 选择机床设备及工艺装备	91
4.4.3 确定切削用量	95
4.4.4 确定时间定额	125
4.5 填写机械加工工艺过程卡片及工序卡片	127
4.6 产品工艺方案的技术经济分析	127
5 机床夹具设计	128
5.1 调研分析、收集有关资料	128
5.2 确定夹具的设计方案、绘制夹具结构草图	128
5.2.1 确定工件的定位方案	129
5.2.2 确定夹具的夹紧方案	150
5.2.3 确定刀具的导向对刀或导引方式	164
5.2.4 确定夹具其他组成部分的结构方案	181
5.2.5 确定夹具总体结构、协调各装置、绘制夹具结构草图	191
5.3 方案审查	191
5.3.1 必要的加工精度计算、分析	191
5.4 绘制夹具总装配图	201

5.4.1 夹具的结构工艺性	202
5.4.2 夹具装配图上的标注	213
5.5 绘制夹具零件图	222
5.6 夹具技术经济效果分析	222
附录1 机械制造技术课程设计指导	223
附录2 机械制造技术课程设计实例	225
附录3 夹具设计图例	244
附录4 课程设计选题图例	252
参考文献	266

1 铸造工艺设计

用文字、表格及图样说明铸造工艺的要求、方法、工艺规范，以及所用材料和规格的技术文件，称为铸造工艺规程。它是直接指导生产的技术文件，也是技术准备、生产管理和制定进度计划的依据。

1.1 铸造工艺规程设计的内容和步骤

由于铸件的生产任务、技术要求和生产条件的不同，铸造工艺规程设计的内容和需要的技术文件也不同。对于不太重要的单件小批量生产的铸件，工艺设计比较简单，如只确定铸件在铸型中的浇注位置、铸型分型面、浇冒口系统等方案，仅绘制铸造工艺图和填写工艺卡片，即可投入生产；而对于技术要求较高的单件生产的重要铸件和大批量生产的铸件，除上述内容和文件外，还要设计出模样、模板、芯盒、砂箱等各种工艺装备，另外还需要绘制铸件图、铸型装配图及模样、模板、芯盒、砂箱、下芯夹具、检验量具等工艺装备图，在有些情况下，还要规定造型（芯）材料和金属材料的要求、铸件热处理工艺及铸件验收标准等。

铸造工艺规程设计的步骤一般是先绘制铸造工艺图，再根据具体要求决定是否绘制铸件图、铸型装配图、填写工艺卡片以及绘制各种工艺装备图。绘制铸造工艺图的步骤一般是：对零件结构的铸造工艺性进行分析→根据铸件的特点，确定铸造方法→选择铸型种类和造型、造芯方法→确定铸件的浇注位置和铸型分型面（包括模样的分模面）→砂芯设计→定出机械加工余量，表示铸出孔、槽和不铸出孔、槽→选取铸造斜度，对不能起模的突出部分绘出活块→选取铸造收缩率，给出工艺补正量和模样分型负数→设计冒口和浇注系统→绘出试块、冷铁和铸筋。表 1-1 详细列出了铸造工艺设计的项目和一般程序，可供参考。

表 1-1 铸造工艺设计的项目和一般程序

项 目	内 容	用途及应用范围	设计程序
1. 铸造工艺图	在零件图上用各种工艺符号表示出：机械加工余量，收缩率，浇注位置，分型面，浇注系统，砂芯形状、数量及芯头大小，内外冷铁及铸筋等	制造模样和模板、生产准备、清理和验收工作的依据。成批、大量生产和机器造型中，有的工厂将浇注系统画在模板图上	①产品零件图纸的铸造工艺分析 ②选择铸造方法 ③选择铸型种类和造型、造芯方法 ④确定浇注位置和分型面 ⑤砂芯设计 ⑥确定机械加工余量 ⑦确定铸造斜度，画出活块 ⑧确定收缩率、工艺补正量，模样分型负数 ⑨确定冒口及浇注系统、试块、冷铁和铸筋
2. 铸件图	把经过铸造工艺过程后，改变了零件形状、尺寸的地方（如加工了加工余量，拔模斜度等），都反映在铸件图上	铸件验收和机械加工的依据，大量和成批生产的铸件或重要件用	⑩在完成铸造工艺图的基础上画铸件图
3. 模样图或模板图	模样的材料及结构尺寸等，模样在底板上的安装方法，模样和浇注系统在底板上的布置，底板结构、材料等	制造模样、模板及模板装配的依据	⑪模样或模板设计

续表

项 目	内 容	用途及应用范围	设 计 程 序
4. 芯盒图	芯盒的材料和结构, 芯盒的紧固和定位方式等	制造芯盒的依据	⑫画芯盒装配图
5. 砂箱图	砂箱的材料、结构、紧固和定位方式等	制造砂箱的依据	⑬砂箱设计, 画砂箱图
6. 铸型装配图(合箱图)	表示出铸件浇注位置、砂芯数量、固定和安装次序、浇冒口、冷铁布置、砂箱结构和尺寸大小, 可画 1~2 个剖面图及下箱俯视图	生产准备、合箱、检验、工艺调整的依据, 成批及大量生产、生产重要铸件或大型铸件时有一定用处	⑭在完成砂箱设计后画出
7. 铸造工艺卡片	说明造型、造芯、浇注、开箱清理等工艺操作过程及要求	生产的重要依据, 根据批量大小填写必要的内容, 有的工厂把它直接印在铸造工艺图的背面, 使用时较方便	⑮综合整个设计内容

1.2 铸造方法的选择

合理选择铸造方法主要考虑下列因素。

① 零件的使用性能 零件所承受的载荷情况及其所处的工作环境(如温度、压力、气态或液态介质的性质等)对铸件尺寸精度和表面粗糙度的要求。

② 零件的铸造工艺性能 零件所采用的材料的铸造性能(合金的流动性、收缩率以及形成气孔、缩孔、缩松、裂纹和偏析、氧化等缺陷的倾向)和零件的结构特点(如零件的重量、轮廓尺寸、形状复杂程度以及铸件各部分的壁厚差、不加工壁厚的最小厚度和孔径等)。

③ 合理的经济性 是各种铸造方法生产费用的比较和成品零件生产总费用的综合比较。在合理选择铸造方法时, 后者是起决定作用的。

正确选择铸造方法的原则应该是: 根据生产量的大小和各厂设备、技术的实际条件, 结合各种铸造方法的基本工艺特点, 在首先保证零件技术要求的前提下, 选择工艺简便、质量稳定和成本低廉的铸造方法(参见表 1-2 和表 1-3)。

表 1-2 各种铸造方法特性的比较

铸造方法	生产规模	铸造合金	铸件大小	尺寸精度 (GB/T 6414—1999)	特 点	应用举例
砂型铸造	单件 成批 大量	全部	大 中 小	CT10~CT13	铸造合金种类、铸件的大小和重量不受限制, 生产机动性大, 生产准备时间短, 受产品变更的影响小。铸件尺寸精度低, 表面粗糙, 形成气孔和缩松的倾向较大, 内部质量较差, 毛坯金属利用率可达 60%, 劳动强度大, 生产条件差	应用最广泛
金属型铸造	成批 大量	全部	中 小	CT7~CT9	铸件内部组织致密, 力学性能较高, 单位面积的产量高。零件的大小、形状复杂程度和生产批量有一定限制, 单件或少量生产时, 一般不选用	用于泵体、泵盖、壳体、盖子、支架、轮毂、轮缘、减速箱体、汽缸头等中、小型铝、镁合金铸件
壳型铸造	成批 大量	全部	中 小	CT7~CT10	铸件尺寸精度高, 表面粗糙度 R_a 较小。易于实现生产过程的机械化和自动化, 节省车间生产面积	目前多用于形成泵、壳体、轮毂等铸件的内腔

续表

铸造方法	生产规模	铸造合金	铸件大小	尺寸精度 (GB/T 6414—1999)	特 点	应用举例
压力铸造	成批大量	主要用于有色金属	中小	CT4~CT7	铸件尺寸精度最高,表面粗糙度 R_a 最小。能压铸形状较复杂的薄壁铸件和带有细致花纹、标记及螺纹的铸件。毛坯金属利用率可达 95%。在一定壁厚(小于 6mm)范围内能提高零件的力学、耐磨和耐腐蚀性能,还可将镶嵌件直接压铸在铸件的基础部分上,提高零件这部分的特殊性能(如耐磨、绝缘等性能)。生产率最高。铸件形状、大小、产量有一定限制,如铸件过大或单件、小批生产不宜采用。压铸零件厚处的内部质量较差,在高温下工作或需要热处理提高强度的零件不宜选用	广泛用于各种仪器、仪表、电器和附件等薄壁的有色合金零件
熔模铸造	单件小批 成批大量	全部	中小	CT5~CT7	铸件尺寸精度高,表面质量好,可大大减少或省去机械加工余量,或仅留磨削、抛光余量 0.3~0.7mm,使毛坯金属利用率达 90%~95%。因受模料和型壳强度等限制,故零件重量和轮廓尺寸不能过大。由于生产周期长、工序多,影响铸件质量的因素多,因此对生产、技术管理要求较高	用于难加工的高温、高强度等合金铸件,如涡轮导向、工作叶片,以及形状复杂的小型合金钢铸件,如小挂钩、支架
低压铸造	成批大量	有色金属	大中小	CT7~CT9	在低压气体作用下充型和结晶,浇注平稳,铸件内部组织比较致密,成品率高,浇注系统结构较简单,一般不需要大冒口,液态合金的利用率可达 95%。容易实现铸造过程的机械化和自动化,金属或非金属铸型均可采用。过大的或壁厚相差较悬殊的零件不宜选用	用于形状复杂和薄壁的铝、镁合金铸件,如汽缸盖、活塞、框架和机匣等零件
离心铸造	成批大量	全部	大中小	CT7~CT9	铸件内部组织致密,力学性能高,可以不用浇冒口,减少液态合金的消耗,可制造双金属的衬套和不需要型芯铸出旋转体铸件的内圆孔。不适于易产生偏析的合金,铸件内表面质量差,机械加工余量大	用于涨圈和衬套的整铸毛坯及刹车钢圈、涡轮外环等圆筒形铜合金铸件及铁合金铸件

表 1-3 各种铸造方法的经济特性

铸造方法	零件大外形尺寸 /mm	零件形状	在生产条件下应用铸造方法的经济合理性		
			单件	成批	大批
砂型铸造	100 以下	简单	+	—	—
		中等复杂程度	+	—	—
		复杂	+	+	+
	100~400	简单	+	—	—
		中等复杂程度	+	—	—
		复杂	+	+	+
	400~1000	简单	+	—	—
		中等复杂程度	+	+	+
		复杂	+	+	+
	1000~3000	简单	+	+	+
		中等复杂程度	+	+	+
		复杂	+	+	+

续表

铸造方法	零件大外形尺寸 /mm	零件形状	在生产条件下应用铸造方法的经济合理性		
			单件	成批	大批
金属型 铸造	100 以下	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	—	—
	100~400	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	—	—
	400~1000	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	—	—
熔模 铸造	100 以下	简单	+	+	—
		中等复杂程度	+	+	+
		复杂	+	+	+
	100 以上	简单	+	+	—
		中等复杂程度	+	+	+
		复杂	+	+	+
压力 铸造	100 以下	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	+	+
	100~400	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	+	+
	400 以上	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	—	+
		复杂	—	—	—
壳型 铸造	100 以下	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	—	—
		复杂	—	—	—
	100~400	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	—	—
	400 以上	简单	—	+	+
		中等复杂程度	—	+	+
		复杂	—	—	—

注：“+”表示该方法适用，“—”表示该方法不适用。

1.3 铸造工艺图的绘制

可以参照《材料成型技术基础》或《金属工艺学》等教材对铸件进行结构工艺性分析、确定铸造方法、选择铸型种类和造型与造芯方法、确定铸件的浇注位置和铸型分型面（包括模样的分模面）、设计砂芯。《铸工工艺学》、《铸造工艺学》、《机械加工工艺设计手册》等书籍的内容更丰富、详实。本书只介绍工艺参数的选择。工艺参数包括机械加工余量、铸造斜度、铸造收缩率、工艺补正量、模样分型负数和铸造圆角等。它们对铸件尺寸精度都有影响。

1.3.1 机械加工余量的确定

铸件上的机械加工余量是铸件上要用机械加工的方法切去的金属层厚度。加工余量不足,会使铸件因加工表面上残存黑皮和表层缺陷而报废;加工余量太大,会增加机械加工的工作量,且浪费金属材料,从而增加了生产成本,有时还会因截面变厚,热节变大,使铸件晶粒粗大,力学性能降低。机械加工余量的大小取决于铸造合金的种类、铸件的生产类型(它决定了铸件的铸造方法、造型方法)、铸件的最大尺寸和加工部位、铸件的浇注位置等。铸件的机械加工余量可以近似地按下式计算。

$$e=CA_{\max}^{0.2}A^{0.15}$$

式中 e ——机械加工余量, mm;
 $A_{\max}$ ——铸件的最大尺寸, mm;
 A ——加工表面的基本尺寸, mm;
 C ——系数(表 1-4)。

表 1-4 计算铸件加工余量的系数 C

浇注时位置	铸 铁 件			铸 钢 件		
	大批大量生产	中批生产	小批单件生产	大批大量生产	中批生产	小批单件生产
顶面	0.65	0.75	0.85	0.8	0.95	1.0
底面及侧面	0.45	0.55	0.65	0.6	0.75	0.8

铸件的机械加工余量也可以用查表的方法确定。铸件切削加工余量等级常常和铸件尺寸公差等级配套确定。铸件尺寸公差的代号用字母 CT 表示。尺寸公差等级分为 16 级。单件和小批量生产的铸件尺寸公差等级见表 1-5。成批和大量生产的铸件尺寸公差等级见表 1-6。铸件切削加工余量的代号用字母 MA 表示。切削加工余量等级由精到粗分为 A、B、C、D、E、F、G、H、J 共 9 个等级。单件和小批量生产的铸件加工余量等级按表 1-7 选取。成批和大量生产的铸件加工余量等级按表 1-8 选取。当铸件尺寸公差等级和加工余量等级确定后,铸件的加工余量数值应按有加工要求的表面上最大基本尺寸和该表面距它的加工基准间尺寸中较大的尺寸所在范围,从表 1-9 中选取。对于表中某一确定的铸件尺寸公差等级、砂型铸造铸件的顶面(相对于浇注位置而言)的加工余量等级,比底面、侧面的加工余量等级降一级选用。例如,铸件尺寸公差等级为 CT10 级,底面、侧面的加工余量等级 MA 为 G 级,则顶面的加工余量等级 MA 应为 H 级。砂型铸造孔的加工余量等级可采用与顶面相同的等级。在铸件图上或技术文件中应标注加工余量等级。例如,标注 CT10MAH/G,表示铸件尺寸公差等级为 10,顶面的加工余量等级为 H(标注在斜线之上),底面、侧面的加工余量等级 MA 为 G(标注在斜线之下)。

表 1-5 单件和小批量生产的铸件尺寸公差等级(摘自 GB/T 6414—1999)

造型材料	公 差 等 级 CT					
	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	轻金属合金
干、湿型砂	13~15	13~15	13~15	13~15	13~15	11~13
自硬砂	12~14	11~13	11~13	11~13	10~12	10~12

注:公差等级适用于大于 25mm 的铸件基本尺寸,对于小于或等于 25mm 的铸件基本尺寸,通常采用较精密的公差等级,即铸件基本尺寸小于或等于 10mm 时,其公差等级提高 3 级,铸件基本尺寸大于 10mm 至 16mm 时,其公差等级提高 2 级,铸件基本尺寸大于 16mm 至 25mm 时,其公差等级提高 1 级。

表 1-6 成批和大量生产的铸件尺寸公差等级 (摘自 GB/T 6414—1999)

造型材料	公差等级 CT					
	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	轻金属合金
干、湿型砂	11~13	11~13	11~13	11~13	10~12	9~11
自硬砂	8~10	8~10	8~10	8~10	8~10	7~9

注：公差等级适用于大于 25mm 的铸件基本尺寸，对于小于或等于 25mm 的铸件基本尺寸，通常采用较精密的公差等级，即铸件基本尺寸小于或等于 10mm 时，其公差等级提高 3 级，铸件基本尺寸大于 10mm 至 16mm 时，其公差等级提高 2 级，铸件基本尺寸大于 16mm 至 25mm 时，其公差等级提高 1 级。

表 1-7 单件和小批量生产与铸件尺寸公差等级配套使用的加工余量等级 (摘自 GB/T 6414—1999)

造型材料	CT/MA(公差等级/加工余量等级)					
	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	轻金属合金
干、湿型砂	13~15/J	13~15/H	13~15/H	13~15/H	13~15/H	11~13/H
自硬砂	12~14/J	11~13/H	11~13/H	11~13/H	10~12/H	10~12/H

表 1-8 成批和大量生产与铸件尺寸公差等级配套使用的加工余量等级 (摘自 GB/T 6414—1999)

造型材料	CT/MA(公差等级/加工余量等级)					
	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	轻金属合金
干、湿型砂	13~15/J	13~15/H	13~15/H	13~15/H	13~15/H	11~13/H
自硬砂	12~14/H	11~13/G	11~13/G	11~13/G	10~12/G	10~12/G

表 1-9 铸件的切削加工余量 (摘自 GB/T 6414—1999)

CT		8		9		10		11		12		13		14		15	
MA		G	H	G	H	G	H	G	H	G	H	J	G	H	J	H	J
基本数值 /mm		加工余量数值/mm															
大于	至																
—	100	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	5.0	6.0	6.0	6.5	7.5	7.5	8.5
		2.0	2.5	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.0	3.5	4.5	4.0	4.5	5.0	5.0	6.0
100	160	3.0	4.0	3.5	4.5	4.0	5.0	4.5	5.5	5.5	6.5	7.5	7.0	8.0	9.0	9.0	10
		2.5	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.5	4.5	4.0	5.0	6.0	4.5	5.5	6.5	6.0	7.0
160	250	4.0	5.0	4.5	5.5	5.0	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0	9.5	8.5	9.5	11	11	13
		3.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0	4.5	5.5	5.0	6.0	7.5	6.0	7.0	8.5	7.5	9.0
250	400	5.0	6.5	5.5	7.0	6.0	7.5	7.0	8.5	8.0	9.0	11	9.5	11	13	13	15
		4.5	6.0	4.5	6.0	5.5	6.5	5.5	7.0	6.0	7.5	9.0	6.5	8.0	10	9.0	11
400	630	5.5	7.5	6.0	7.5	6.5	8.5	7.5	9.5	9.0	11	14	11	13	16	15	18
		5.0	7.0	5.0	7.0	5.5	7.5	6.0	8.0	6.5	8.5	11	7.5	9.5	12	11	13
630	1000	6.5	8.5	7.0	9.0	8.0	10	9.0	11	11	13	16	13	15	18	17	20
		6.0	8.0	6.0	8.0	6.5	8.5	7.0	9.0	8.0	10	13	9.0	11	14	12	15

注：表中每栏有两个数值，上面的是单侧加工的加工余量，下面的是双侧加工时每侧的加工余量。

铸件的机械加工余量还可以用经验法确定。表 1-10 为某厂灰铸铁的机械加工余量参考值。

表 1-10 灰铸铁件的加工余量

铸件最大尺寸 /mm	铸件最大加工余量/mm					
	大量生产		成批生产		单件生产	
	简单	复杂	简单	复杂	简单	复杂
100 以下	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0
101~200	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0
201~300	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0	6.0
301~500	3.0	4.0	4.0	6.0	6.0	8.0
501~800	3.0	5.0	5.0	7.0	7.0	9.0
801~1200	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0	10.0

确定铸件的加工余量后，计算出铸件的基本尺寸，再根据铸件的尺寸公差等级，从表 1-11 中查出铸件的尺寸公差数值。

表 1-11 铸件的尺寸公差数值 (摘自 GB/T 6414—1999) mm

基本尺寸		尺寸公差等级 CT													
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	10	0.18	0.26	0.36	0.52	0.74	1.0	1.5	2.0	2.8	4.2	—	—	—	—
10	16	0.20	0.28	0.38	0.54	0.78	1.1	1.6	2.2	3.0	4.4	—	—	—	—
16	25	0.22	0.30	0.42	0.58	0.82	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6	8	10	12
25	40	0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7	9	11	14
40	63	0.26	0.36	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8	10	12	16
63	100	0.28	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.0	9	11	14	18
100	160	0.30	0.44	0.62	0.88	1.2	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10	12	16	20
160	250	0.34	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	11	14	18	22
250	400	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.2	9.0	12	16	20	25
400	630	—	0.64	0.90	1.2	1.8	2.6	3.6	5.0	7.0	10	14	18	22	28
630	1000	—	—	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	6.0	8.0	11	16	20	25	32

注：1. CT1 和 CT2 没有规定的公差值，是为将来可能要求更精密的公差保留的。

2. CT13~CT16 小于或等于 16mm 的铸件基本尺寸，其公差值需单独标准，可提高 2~3 级。

3. 壁厚尺寸公差可降一级选用，即图样上的一般尺寸公差为 CT10，则壁厚尺寸公差为 CT11。

4. 铸件尺寸公差带应对称分布，即公差的一半取正值，另一半取负值，但有特殊要求时，也可以采用非对称分布，并应在图样上注明或在技术文件中规定。

5. 对铸件倾斜的部位，其尺寸公差应沿着倾斜面对称标注，公差值也按铸件的基本尺寸从表中选取。

1.3.2 铸造孔的最小尺寸、铸件的最小壁厚、铸造斜度、铸造圆角的确定

(1) 铸造孔的最小尺寸

铸件上小的孔、槽一般不宜铸出，留待加工反而更经济。建议灰铸铁的最小铸孔为：单件生产时 30~50mm，成批生产时 15~30mm，大量生产时 12~15mm。建议铸钢件的最小铸孔为：单件生产时 60mm，成批生产时 30~50mm，大量生产时 20~40mm。

(2) 铸件的最小壁厚

各种铸造方法的铸件最小壁厚见表 1-12，铸件较适宜的壁厚见表 1-13，铸件壁（或筋）间的最小距离及其高度见表 1-14。

表 1-12 各种铸造方法的铸件最小壁厚

铸件	最小壁厚/mm															
表面积 /cm ²	砂型铸造			金属型铸造			壳型铸造				压力铸造					熔模 铸造
	铝硅 合金	ZM-5 ZL-201 ZL-301	铸铁	铝硅 合金	ZM-5 ZL-201 ZL-301	铸铁	铝镁 合金	铜 合金	铸铁	钢	铝锡 合金	锌 合金	镁 合金	铝 合金	铜 合金	钢
25 以下	2	3	2	2	3	2.5	2	2	2	2	0.6	0.8	1.3	1	1.5	1.2
25~100	2.5	3.5	2.5	2.5	3	3	2	2	2	2	0.7	1	1.8	1.5	2	1.6
100~225	3	4	3	3	4	3.5	2.5	3	2.5	4	1.1	1.5	2.5	2	2	2.2
225~400	3.5	4.5	4	4	5	4	3	3.5	3	4	1.5	2	3	2.5	3	3
400~1000	4	5	5	4	6	4.5	4	4	4	5	—	—	4	4	3.5	—
1000~1600	5	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1600 以上	6	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 1-13 铸件较适宜的壁厚

铸造方法	合金种类	适宜的壁厚/mm
砂型铸造	铝、镁	4~10
金属型铸造	铝、镁	4~7
压力铸造	锌	1.5~4
	铝、镁	1.5~5
	铜	1.5~5
熔模铸造	钢	2~8

表 1-14 铸件壁（或筋）间的最小距离及其高度

铸造方法	壁(或筋)间的最小距离/mm	壁(或筋)的高度与壁(或筋)间距离的比值	
		位于上铸型的壁	位于下铸型的壁
不带型芯的砂型铸造	10	1 : 2	1 : 1
带型芯的砂型及壳型铸造	8	—	10 : 1
金属型铸造	4	—	6 : 1
压力铸造	4	—	5 : 1
熔模铸造	有色合金 3/钢 4	—	4 : 1

(3) 铸造斜度

为了使模样（或芯）易于从砂型（或芯盒）中取出（砂型铸造），或者从铸型中取出铸件（金属型铸造），铸件垂直分型面的表面上需有铸造斜度（砂型铸造中也称拔模斜度）。铸造斜度可以用不同的方法形成，如图 1-1 所示。

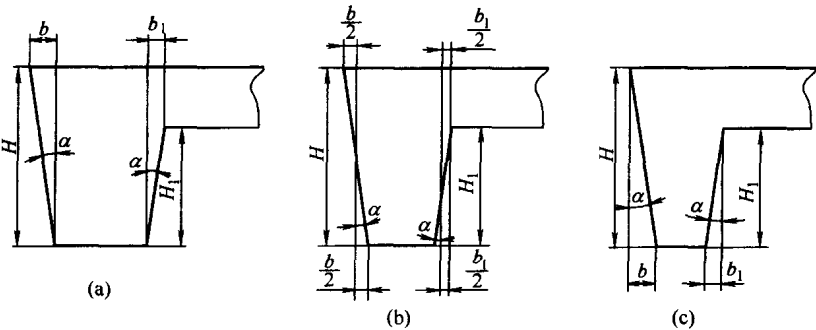


图 1-1 铸造斜度的形式

图 1-1 (a) 所示的方法是以壁的下端为基点，向上逐渐增大壁厚形成斜度。这样的结果是增大了铸件的壁厚，适用于薄壁和受力零件，以及高度不大的零件，也是常采用的一种形式。图 1-1 (b) 所示的方法是以壁的中部为基点，以上部增大壁厚和下部减小壁厚的方法形成斜度，常用于壁较高的零件。图 1-1 (c) 所示的方法是以壁的上端为基点，向下逐渐减小壁厚形成斜度。这样会减小铸件的壁厚，适用于厚壁零件，应用较少。

铸造斜度的大小取决于立壁的高度、造型方法、模样材料等因素，通常为 $15' \sim 3^\circ$ ，可按下列原则确定：金属的收缩阻力大时，斜度应大；收缩量大和熔点高的合金，斜度应大；铸件需要拔模部分的尺寸小时，斜度应大；铸件上待加工表面的斜度数值可以大一些，在一般情况下，各面斜度的数值应尽可能一致，以便于制造模具及造型；对于非加工表面，如因设计要求不能采用合理的铸造斜度时，可以采用表 1-15 中的数据。

(4) 铸造圆角

铸件壁部连接处的内转角应有铸造圆角，其半径数值可按表 1-16 中的计算公式计算出来。热裂性较大的合金取较大的系数。算出数值后，选用靠近的机器制造的标准数据，即