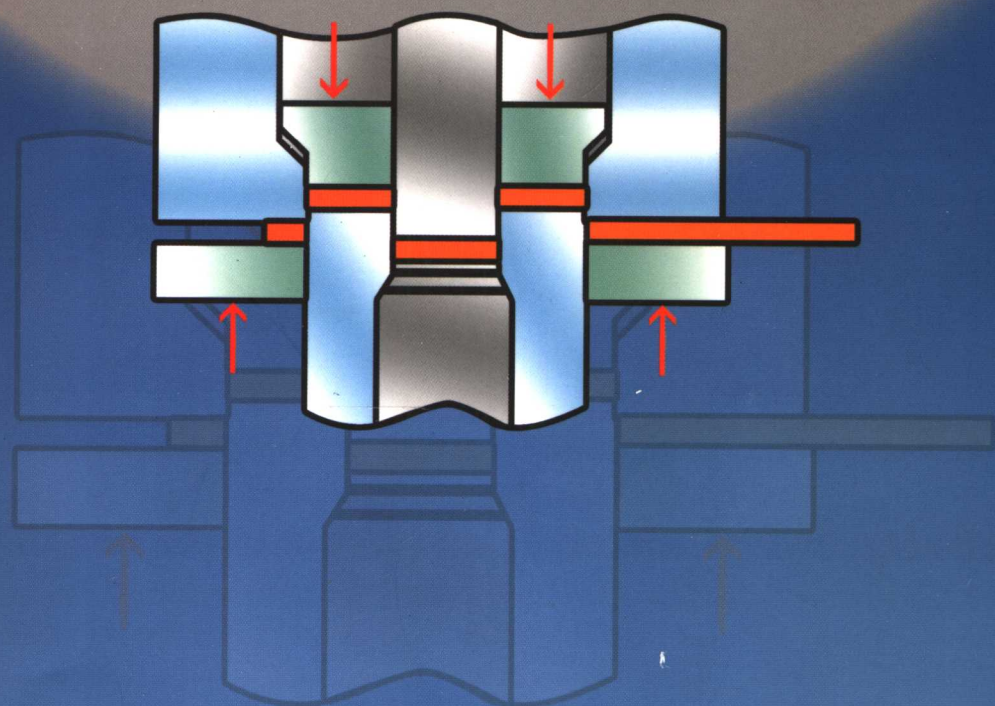


材料成形模具设计

张国志 赵宪明 刘晓涛 胡火生 编著



東北大學出版社
Northeastern University Press

材料成形模具设计

张国志 赵宪明 刘晓涛 胡火生 编著

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 张国志 赵宪明 刘晓涛 胡火生 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

材料成形模具设计 / 张国志, 赵宪明, 刘晓涛, 胡火生编著. — 沈阳: 东北大学出版社, 2006.6

ISBN 7-81102-276-1

I. 材… II. 张… III. 工程材料—成型—模具—设计 IV. TG762

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 072634 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳农业大学印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 16

字 数: 420 千字

出版时间: 2006 年 6 月第 1 版

印刷时间: 2006 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑: 李毓兴

特邀编辑: 李 艳

封面设计: 唐敏智

责任校对: 念 慈

责任出版: 杨华宁

定 价: 30.00 元

作者简介



张国志，东北大学材料加工工程学科教授，男，1953年4月生，辽宁省阜新县人。1977年毕业于东北工学院（现东北大学）铸造工艺及设备专业，1980年获工学硕士学位。主要研究方向为铸造合金及凝固技术。在《金属学报》、《中国有色金属学报》、《铸造》和《Journal of Materials science》等国内外学术刊物上发表论文40余篇。现任东北大学材料成形及控制工程研究所所长；辽宁省铸造学会副理事长。



赵宪明，东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室教授，男，1965年6月生，辽宁省桓仁县人。1987年毕业于哈尔滨工业大学锻压工艺与设备专业，1992年于哈尔滨工业大学获工学硕士学位，1995年于哈尔滨工业大学获得博士学位。主要从事轧制过程新技术开发和材料成形过程的模拟与过程控制等方面的研究。发表论文30余篇。

作者简介



胡火生，东北大学材料加工工程学科副教授，男，1944年3月生，江西省余干县人。1966年毕业于江西工学院铸造工艺及设备专业，1980年东北大学研究生毕业，获工学硕士学位。为本科生和研究生讲授过“金属凝固理论与技术”、“特种铸造”、“铸件形成理论基础”等课程。研究方向为铸造合金及凝固技术。主要著作有《铸造实用手册》、《材料科学基础》和《圣泉铸造手册》等。发表论文20余篇。



刘晓涛，东北大学材料电磁过程教育部重点实验室副教授，男，1972年12月生，辽宁省辽阳市人。1995年毕业于东北大学金属压力加工专业，获得学士学位，1998获硕士学位，2004年获博士学位。讲授的课程有：“金属塑性加工”、“挤压与拉拔工艺学”和“挤压拉拔模具设计”等。参加编写多媒体教学课件《冶金工程多媒体教学系统——铜加工》。主要从事材料电磁过程方面的研究，作为项目负责人承担过国家自然科学基金、省自然科学基金等项目。发表论文30余篇，2005年获辽宁省优秀博士论文。

目 录

第 1 章 模具基础知识	1
1.1 模具及其分类	1
1.2 模具制造的特点	2
1.3 模具的生产过程	3
1.4 模具生产的发展趋势	4
1.5 模具技术水平的评估	6
第 2 章 铸造金属型设计	7
2.1 金属型铸件的工艺分析	7
2.2 铸件的浇口和冒口设计.....	10
2.3 金属型型体设计.....	16
2.4 金属型中芯子的设计.....	19
2.5 金属型的排气.....	22
2.6 金属型的定位及导向.....	23
2.7 金属型的锁紧机构.....	24
2.8 铸件顶出机构.....	25
2.9 金属型的加热和冷却装置.....	26
2.10 金属型材料的选择	27
第 3 章 压铸型设计	28
3.1 压铸型的结构.....	28
3.2 压铸型设计的基本原则.....	29
3.3 设计步骤及主要内容.....	29
3.4 分型面的确定.....	30
3.5 成形零件的设计.....	31
3.6 浇注及排溢系统设计.....	36
3.7 压铸型的冷却.....	46
3.8 抽芯机构.....	47
3.9 推出机构.....	54
3.10 压铸型材料选择	60
第 4 章 挤压模具设计基础	62
4.1 概 述.....	62
4.2 挤压模具设计的基本要素.....	68

4.3 棒材模具设计	73
第5章 型材挤压模具设计	78
5.1 普通型材模具设计	78
5.2 舌形模设计	90
5.3 分流组合模设计	96
5.4 平面叉架模设计	103
5.5 宽展模设计	104
5.6 导流模设计	107
第6章 拉拔模具设计	110
6.1 棒材、线材拉拔模具设计	110
6.2 管材拉拔模具设计	112
6.3 型材拉拔模具设计	121
第7章 锻模设计	124
7.1 概 述	124
7.2 锤用锻模	124
7.3 热模锻压力机用锻模	147
7.4 螺旋压力机用锻模	154
7.5 平锻机用锻模	159
7.6 自由锻锤上模锻及胎模锻锻模	164
7.7 锻模材料	166
7.8 锻模设计实例	168
第8章 冲模结构与设计	178
8.1 概 述	178
8.2 冲裁模结构设计	181
8.3 弯曲模设计	209
8.4 拉深模设计	218
8.5 冲压模具材料	232
第9章 模具 CAD/CAM	236
9.1 锻模 CAD/CAM	236
9.2 冲模 CAD/CAM	239
9.3 挤压拉拔模 CAD/CAM	248
参考文献	251
后 记	252

第1章 模具基础知识

1.1 模具及其分类

1.1.1 模具的用途

在工业生产中，用各种压力机和装在压力机上的专用工具，通过压力把金属或非金属材料制出所需形状的零件或制品，这种专用工具统称为模具。

模具是工业生产中应用极为广泛的主要工艺装备。采用模具生产零部件，具有生产效率高、质量好、成本低、节省能源和原材料等一系列优点，已经成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向。现代工业品的发展和技术水平的提高，在很大程度上取决于模具工业的发展水平。模具工业对国民经济和社会发展，将会起到越来越重要的作用。在机械制造、轻工、汽车、电器、电机及仪器仪表等行业，有 60% 的零部件需用模具加工，模具生产费用占产品成本的 30% 左右。螺钉、螺母、垫圈等标准紧固件，没有模具就无法大批量生产。此外，工程塑料、粉末冶金、橡胶、建材、金属铸造、玻璃成形等工艺也都需要模具来完成大批量生产。同时，模具也是发展和实现少切削和无切削技术不可缺少的工具。

模具生产直接影响生产效率和新产品开发的速度。如果模具供应不及时，很可能造成停产；模具精度不高，产品质量就得不到保证；模具结构及生产工艺落后，产品产量就难以提高。许多现代工业的发展和水平的提高，很大程度上取决于模具工业发展的水平。模具设计和制造技术的水平直接影响到工业产品的发展，也是衡量一个国家工业水平高低的重要标志之一。

1.1.2 模具的类型

在工业生产中，模具的种类很多，按材料在模具中成形的特点，主要分为冷冲模和型腔模两大类，见图 1-1。

1.1.3 模具的组成

每一套冲模必须形成一个完整的独立体，其结构由各种不同零部件组合而成。根据每个零部件的作用、要求，冷冲模主要由工艺性零件和结构性零件两大类组成。

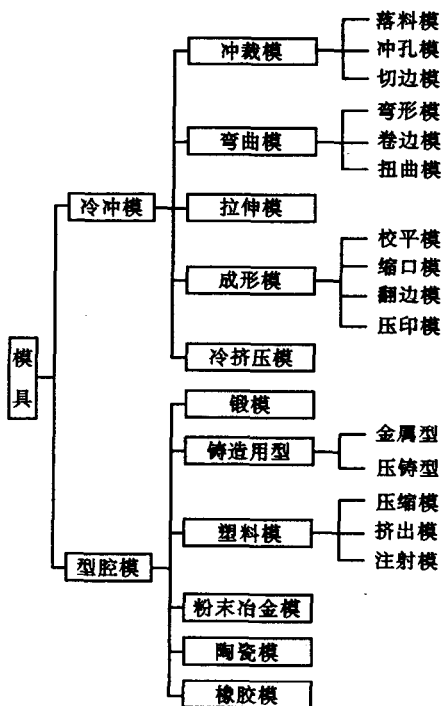


图 1-1 模具的分类

(1) 工艺性零件: 直接完成冲压工序, 与材料或冲压件发生直接接触的零件。如成形零件(凸模、凹模、凸凹模)、定位零件、压卸料零件等。

(2) 结构性零件: 在模具中起安装、组合、导向作用的零件, 如支撑零件(上下模座、凸凹模固定板)、导向零件(导向杆、导向套)及紧固零件等。

1.1.4 模具的成形特点

(1) 冷冲模的成形特点。

在常温下, 把金属或非金属材料放入模具内, 通过压力机和安装在压力机上的模具对板料施加压力, 使板料发生分离或变形成所需的零件, 这类模具称为冷冲模。

(2) 型腔模的成形特点。

把经过加热或熔化的金属或非金属材料, 通过压力送入模具型腔内, 待冷却后, 按型腔表面形状形成所需的零件, 这类模具称为型腔模, 型腔模主要包括锻模、塑料模、液态金属成形用的金属型、压铸型、粉末冶金压型等。

1.1.5 利用模具加工制品的优点

利用模具加工制品与零件, 主要有以下优点:

- (1) 生产效率高, 适合大批量生产;
- (2) 节省原材料, 材料利用率高;
- (3) 操作工艺简单, 不需要操作者有较高的水平和技艺;
- (4) 能制造出用其他加工方法难以加工的、形状复杂的制品;
- (5) 制品精度高, 尺寸稳定, 有良好的互换性;
- (6) 制品一般不需要再进一步加工, 可一次成形;
- (7) 容易实现生产的自动化或半自动化;
- (8) 加工成本比较低。

但由于模具本身多为单件生产, 型面复杂, 精度要求高, 加工难度大, 生产周期长, 因而模具制做费用较高, 不宜用于单件及小批量制品的生产, 只适合于生产批量较大的制品。

1.2 模具制造的特点

1.2.1 模具生产方式的选择

零件批量较小的模具, 一般采用单件生产及配制的方式制造。零件批量较大的模具制造, 可以采用成套性生产。即根据模具标准化、系列化设计, 使模具坯料成套供应。模具各部件的备料、锻、铣、刨、磨等工序均由专人负责。而各部件的精加工、热处理、电加工等则由模具钳工自己管理, 最后由钳工整修成形并按装配图装配、调试, 直到生产出合格的制品。这样生产出来的模具部件通用性及互换性较好, 模具生产周期短, 质量稳定。如果同一种零件制品需要多个模具来完成, 在加工和调整模具时, 应保持前后的连续性。

1.2.2 模具生产的工艺特征

一套模具通常可以生产出数十万件制品, 但模具本身的生产规模只能是单件生产, 其生

产工艺特征为:

(1) 模具零件的毛坯制造一般采用木模、手工造型、砂型铸造或自由锻造加工而成, 毛坯精度低, 加工余量较大。

(2) 模具零件除采用车床、万能铣床、内外圆磨床、平面磨床加工外, 还需要高效、精密的专用加工设备, 如仿型刨床、电火花穿孔机床、线切割加工机床、成形磨削机床、电解加工机床等。

(3) 模具零件的加工一般多采用通用夹具, 由划线和试切法来保证尺寸精度, 为了降低成本, 很少采用专用夹具。

(4) 一般模具广泛采用配合加工方法, 对于精密模具应考虑工作部分的互换性。

(5) 模具生产专业厂一般都实现了零部件和工艺技术及其管理的标准化、通用化、系列化, 把单件生产转化为批量生产的方式。

1.2.3 制造模具的特点

(1) 模具在制造过程中, 同一道工序, 往往内容较多, 所以生产效率低。

(2) 模具制造对工人的技术等级要求较高。

(3) 模具在加工中, 某些工作部分的尺寸及位置必须经过试验才能确定。

(4) 装配后的模具, 均需试模和调整。

(5) 模具生产周期一般较长, 成本较高。

1.3 模具的生产过程

模具的生产过程主要包括模具设计、模具制造工艺规程的制定、生产准备、模具毛坯制造、模具零件的加工和热处理、模具的装配、模具调试及模具的检验与包装等。

1.3.1 模具设计

模具设计是模具生产过程中最关键的工作。模具设计图一般包括模具结构总图、模具零部件图, 并标有技术要求, 如零件材料、热处理要求等。模具设计图确定之后, 就成为生产的法规性文件, 无论是模具原材料的准备、生产工艺的制定、模具的装配与验收, 都按模具设计图的要求进行。

1.3.2 制定工艺规程

工艺规程是指按模具设计图, 由工艺人员制定出整个模具或零部件制造工艺过程和操作办法, 一般用表格形式制定出文件下发到各生产部门。由于模具生产一般是单件生产, 因此模具加工工艺规程常采用工艺过程卡片形式。工艺过程卡片是以工序为单位, 简要说明模具或零部件加工、装配过程的一种工艺文件, 是进行技术准备、组织生产的依据。

1.3.3 模具零部件生产

按零部件生产工艺规程或工艺卡片组织零部件的生产, 利用机械加工、电加工和其他工艺方法, 制造出符合设计图纸要求的零部件。

1.3.4 模具装配

按规定的技术要求, 将加工合格的零部件进行组合与连接, 装配成符合模具设计结构总图要求的模具。

1.3.5 试模与调整

将装配好的模具, 在规定的压机上进行试模, 边试边调整, 直到生产出合格的制品为止。

1.3.6 模具的基本要求

模具制造及调试后, 应满足以下基本要求:

(1) 能正确而顺利地安装在成形加工机械设备上, 包括模具的闭合高度、安装槽(孔)尺寸、顶杆和模板尺寸等。

(2) 模具经使用后, 能生产出合格的产品, 产品的形状和尺寸精度等均应符合图纸上的技术要求。

(3) 模具的技术状态应保持良好。各零部件间的配合关系应始终处于良好运行状态, 使用、安装、操作、维修应方便。

(4) 模具应具有一定使用寿命。

(5) 模具的成本应低廉。

1.4 模具生产的发展趋势

1.4.1 发展精密、高效、长寿命模具

对于精密或超精密制件, 不同时期有不同的要求。例如尺寸公差, 国外在 20 世纪 60 年代把 0.01mm 公差的制件称为精密件, 70 年代为 0.001mm, 80 年代为 0.0001mm。现在一些精密件制造公差要求很小。如光纤连接器直径公差要求小于 $\pm 1\mu\text{m}$, 轴斜度小于 $2\mu\text{m}$ 。一些大型棱镜的形状误差小于 $\pm 1\mu\text{m}$, 表面粗糙度为 $0.01\mu\text{m}$ 。激光盘的记录面的粗糙度要达到镜面加工的水平 $0.01\sim 0.02\mu\text{m}$, 这要求模具的表面粗糙度要达到 $0.01\mu\text{m}$ 以下。

高精度模具在结构上多数采用拼嵌或全拼结构, 这要求模具零件加工精度、互换性均大为提高。精密冲模最有代表性的是各种拼嵌结构的多工位级进模, 尤其是电子集成块引线框架级进模, 其工件料薄, 凸凹模间隙非常小, 对于这类模具应该采用高刚度精密导向、定位、卸料以及防震等结构。选择高耐磨、耐粘附的模具材料, 高精度送料机构。

高效模具主要是成形机床一次成形生产的制品数量。为此, 大量采用多工位级进模。例如生产电子产品中的接插件、端子零件的级进模高达 20 至 30 个工位甚至 50 个工位。微调电位器簧片模具为多达 10 排的多工位级进模。此外, 还发展了具有多种功能的模具, 不仅完成各种冲压, 而且还可以完成叠装、计数、铆接等功能, 从模具生产出来的是成批组件。

长寿命模具对于高效生产是很必要的。例如中速冲床的行程次数是 $300\sim 400$ 次/min, 每班要生产 14 万~20 万件冲压件, 只有用高耐磨硬质合金冲模才适用。影响模具寿命的因素有模具结构、模具材料性能、热处理和表面处理技术、加工设备和加工技术等。提高模具寿

命要采取综合措施。

1.4.2 模具的高效、精密、数控自动化加工技术

现代模具加工技术的主要特点是：从过去的劳动密集，主要依靠钳工技巧，发展到更多依靠各种高效自动化机床加工，70%~90%的零件是靠加工保证精度，直接装配的。从一般的车铣刨磨机床加工，发展至采用各种数控机床和加工中心进行模具零件的加工。从一般的机加工方法，发展至采用机电结合的数控电火花成形、数控电火花线切割以及各种特殊加工技术相结合。例如电铸成形、精密铸造成形、粉末冶金成形、激光加工等。

1.4.3 发展简易模具技术

工业生产中有70%是多品种小批量生产，开发适应这种生产方式的模具技术越来越引起人们的重视。这种生产方式要求模具在满足工件质量的前提下，降低成本，缩短制造周期，能快速更换。

简易模具通常采用的有低熔点合金、铝合金、锌基合金、铍铜合金、甚至塑料等材料制做模具。国外研究了一种增强塑料制造注塑模的型腔及型芯，其主要成分为在塑料中加碳纤维和专用填料，其导热性接近铝，而耐磨性比铝好。成本相当于铝的一半，制模周期为3~4周。这种模具除不适用于添加玻璃纤维的塑料成形外，能生产数万件注塑零件，已应用于医药、计算机等行业所需的零件。此外，还开发了用铝红柱石、铁粉、不锈钢纤维和硅酯乙醇混合剂，经震动浇注并烧结压制成型的模具，适合于小批量生产塑料件。

1.4.4 发展专业化生产

专业化生产方式是现代工业生产的重要特征之一。国外工业先进国家模具专业化程度已达75%以上。美国和日本的模具厂80%是10人以下，90%是20人以下的“小而专”的企业，一个模具厂只生产一种模具。这种小企业易于管理，容易提高质量和效率。

标准化是实现模具专业化生产的基本前提，也是系统提高整个模具行业生产技术和经济效益的重要手段，国际上工业发达国家都非常重视模具标准化，20世纪50年代初就着手制定模具标准。现在国外模具标准化生产程度达80%，标准件品种多，规格全，全部商品化，供货及时。

1.4.5 相关技术的共同提高

要提高模具制造精度和效率，并相应地降低成本，首先应抓住的是模具加工技术本身。与加工关系最密切的是模具设计。如果不采用模具计算机辅助设计，提高设计速度和质量，就不能有效缩短模具加工周期。另外，设计模具时必须考虑采用能充分发挥加工设备功能的模具结构形式。例如要充分发挥磨削加工的作用，则必须设计出合理的镶拼结构。

采用模具标准件以加快模具制造速度是行之有效的方法。在引入CAD/CAM等计算机辅助设计系统时，对模具标准化又提出了新的要求。除零件标准化之外，还有组合标准化，设计参数标准化，加工标准化等。

1.5 模具技术水平的评估

1.5.1 模具技术水平的评估原则

模具技术水平的高低, 最终表现在模具制造周期、模具的使用寿命、模具精度、模具制造成本和模具的标准化等方面。

(1) 模具制造周期。

模具的制造周期反映模具生产技术水平和管理水平。应设法缩短模具制造周期。目前, 为了缩短模具制造周期, 采用计算机辅助设计模具的方法及数控机床加工技术, 可使模具制造周期缩短 60% 以上。

(2) 模具寿命。

提高模具使用寿命是一项综合性技术问题。除正确选用模具材料提高模具寿命外, 还应在模具结构设计、制造工艺方法、调试设备、热处理工艺、模具使用时的润滑条件、冷却方式及使用设备的精度和维护保养、坯料状况等各方面加以改进和提高。

(3) 模具精度。

模具精度可分为零件所需的精度(即成形凸模与凹模、型腔的精度)和发挥模具效能所需的精度, 如平面的平行度、垂直度、定位及导向配合等精度。加工精度受加工方法、加工设备自身精度的限制。通常所讲的模具精度主要指成形的凸、凹模及型腔尺寸精度。

(4) 模具制造成本。

模具成本越低, 表明模具技术水平越高。除了合理选择模具材料外, 还要力求降低加工工时, 节约各项开支。

(5) 模具标准化程度。

模具标准化是专业化生产的重要措施, 也是提高劳动生产率、提高产品质量和提高管理水平的重要措施。不断扩大模具标准化范围, 组织专业化生产, 以充分满足用户需要, 使模具像商品一样在市场上自由选购和销售。

1.5.2 提高模具技术水平的措施

提高模具技术水平的措施主要包括以下几方面:

(1) 经常对模具设计人员、工艺人员、生产技术工人的水平和能力、模具的品种及数量、模具质量及寿命、成本、精度、标准化程度与先进国家和地区进行对比分析, 找出差距, 提出改进措施。

(2) 不断研制新的模具结构、新材料、新工艺及新设备。

(3) 合理组织和调整生产体系, 加强经营管理水平。

(4) 大力开展模具标准化及系列化生产。

(5) 加强人员培训和技术交流。

(6) 坚持对外开放, 引进先进技术和设备。

第2章 铸造金属型设计

2.1 金属型铸件的工艺分析

2.1.1 金属型铸件的结构分析

根据金属型铸造工艺的特点,为了保证铸件质量,简化金属型结构,充分发挥其技术经济效益,在设计金属型之前,必须对铸件的结构进行工艺分析,制定合理的铸造工艺。金属型铸件结构工艺性的好坏,是发挥金属型铸造优点的先决条件。

图 2-1(a)所示铸件,背部有深 7mm 的凹部,用金属型铸造时,阻碍收缩,在拐角处易产生裂纹。将其改成图 2-1(b)所示的结构,就可消除收缩阻力,从而保证铸件质量。

图 2-1(c)所示铸件,内腔大、出口小,只能用砂芯形成,工序复杂,4 个 $\phi 18\text{mm}$ 长孔只能用机械加工形成,而且该处壁较厚,容易产生缩松。在不影响铸件使用的前提下,可以改成图 2-1(d)所示结构,其工艺性就大为改善。内腔可用金属芯形成,工序简单,又可避免疏松,而且 4 个 $\phi 18\text{mm}$ 孔可以直接铸造,节约加工工时,质量也能保证。可见对金属型铸件的结构进行工艺分析,使其结构尽量合理,是十分必要的。合理的金属型铸件结构应遵守下列原则。

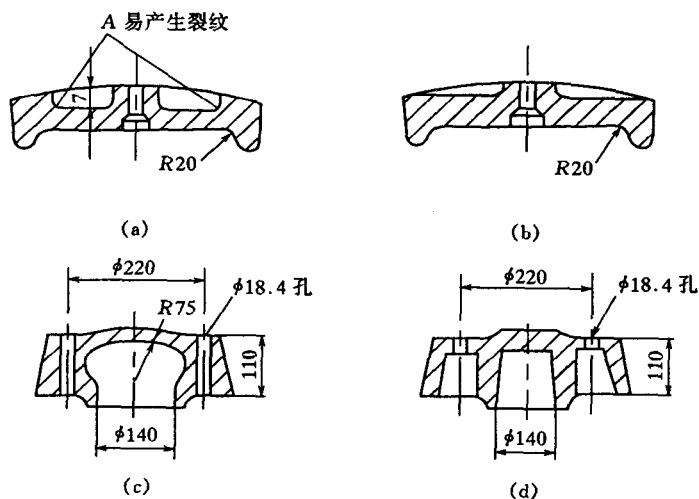


图 2-1 金属型铸件工艺性对比

(1) 铸件结构不应太复杂,不得阻碍出型,妨碍收缩,尽量避免有阻碍开型和收缩的凹凸块,因为金属型无退让性和溃散性,铸件结构一定要保证能顺利出型。

(2) 零件的壁厚应力求均匀,壁厚差不能太大,以免造成各部分温差悬殊,引起铸件局部缩松和变形甚至开裂。零件上两壁相交或断面变化处都应做成圆角。

(3) 零件上不应有内部大而出口小的孔腔, 如图 2-1(c), 否则会使金属型芯复杂化, 甚至要采用泥芯。能铸出的最小孔有所限制, 见表 2-1, 更小的孔, 除非特殊需要, 一般不铸出。

表 2-1 金属型铸件允许的最小孔径

铸造合金	孔的最小直径/mm	相应最大孔深/mm	
		不通孔	通 孔
镁合金	5	10	20
铝合金	6	15	25
铜合金	10	15	20

(4) 为了防止浇不足而产生废品, 铸件的最小壁厚应有一定限制, 根据铸件尺寸和合金种类, 一般不小于表 2-2 所给的最小壁厚, 铝、镁合金的最适宜壁厚是 4~7mm。

表 2-2 金属型铸件允许的最小壁厚

铸件尺寸/mm	最小壁厚/mm				
	铝硅合金	铝镁和镁合金	铜合金	灰铸铁	铸 钢
50×50	2.2	3	2.5	3	5
100×100	2.5	3	3	3	8
225×225	3	4	3.5	4	10
350×350	4	5	4	5	12

(5) 零件上应具有与开型拔芯方向一致的斜度, 以便于拔芯和开型。如果零件本身不具有斜度, 铸件设计时都要加上一定的斜度。

假如零件的形状、结构使金属型的结构过分复杂, 工艺上有较大困难或铸件质量不能保证时, 应经铸件用户同意简化零件或修改零件的局部结构, 如图 2-1(a)、(b), 提高其铸造工艺性。

2.1.2 铸件在金属型中的浇注位置

浇注位置是制订铸造工艺和设计金属型结构的重要环节, 对铸件质量和金属型结构有很大影响。浇注位置的选择, 应与铸件的分型面、浇冒口、型芯的性质和数量、型腔的通气等问题综合考虑。应保证铸件的冶金质量好, 形状和尺寸准确, 金属型结构较简单, 操作方便。确定铸件在金属型中浇注位置的一般

原则如下:

(1) 保证铸件能自下而上地顺序凝固, 把最厚大的部分放在上部, 以便在该处设置冒口, 见图 2-2(a), 以保证获得组织致密的铸件。

(2) 圆筒形、盆形、端盖形和箱形等铸件, 其对称轴或对称面应垂直放置, 使其底部或厚大法兰向上, 见图 2-2 (b)。这样铸件质量均匀, 铸型结构紧凑合理。但两端有法兰的细长圆筒形铸件, 可水平放置, 以便两端安设冒口, 见图 2-2 (c)。

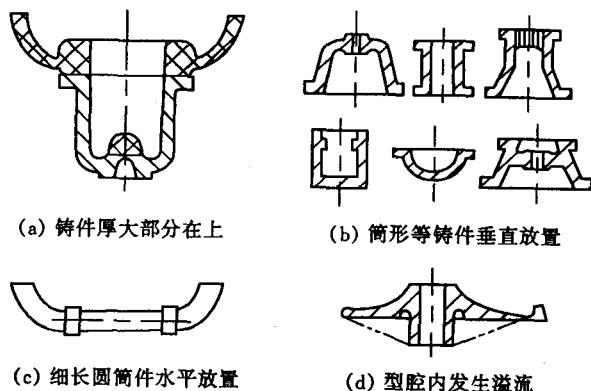


图 2-2 铸件在金属型中的浇注位置

(3) 应使铸型结构简单, 分型方便, 铸件出型容易。

(4) 型芯数目应尽量减小, 安放方便, 稳定, 而且易于出型, 大的金属型芯垂直放置, 拔芯时上下运动; 较大的砂芯尽可能安装定位在底板上。

(5) 铸件的主要加工面或重要工作面, 应向下放置, 因下部较密实, 夹渣气孔少。

(6) 铸件上的大平面以及大型铸件的薄壁部分, 应力求垂直放置。否则, 沿较大水平面流动的几股金属液流会很快冷却, 并包上一层氧化膜, 铸件容易形成冷隔或浇不足。

(7) 金属液流入型腔时应不致冲刷砂芯, 在型腔内不产生落差大的溢流现象, 见图 2-2(d), 否则容易形成二次氧化夹渣和气孔、冷隔。

2.1.3 铸件分型面的选择

金属型铸件分型面的选择, 原则上与砂型铸造一样, 但应注意结合金属型铸造的特点, 着重考虑以下几点。

(1) 为简化金属型结构, 提高铸件精度, 对形状较简单的铸件最好都布置在半型内, 或大部分布置在半型内。

(2) 最好采用垂直或互相垂直的分型面, 这样有利于采用良好形式的浇注系统和安设冒口, 有利于排除型腔中的气体。金属型操作方便, 易于机械化。

(3) 分型面的数目应尽量少, 最好是平面分型, 这样便于金属型的加工和检查尺寸, 两半型能准确地吻合, 铸件精度高。

(4) 分型面不得选在加工基准面上。

(5) 尽量避免曲面分型, 减少拆卸件及活块数量。因曲面分型及采用活块不仅使金属型制造复杂, 寿命缩短, 而且降低生产率。

一个铸件经常有几种可选的分型面形式。如图 2-3 所示为铸造轮状铸件时的两种分型面可选方案。图 2-3(a) 为垂直分型面, 开合型过程容易实现机械化。浇冒口系统可直接由金属型形成, 取出铸件也容易。但中间砂芯安放不便, 容易歪斜, 且在轮毂部位不能设置冒口。图 2-3(b) 为水平分型面, 其优缺点与垂直分型相反。

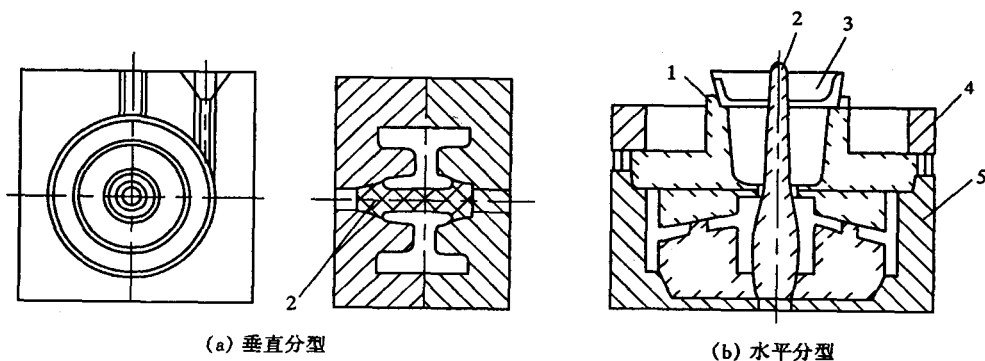


图 2-3 金属型铸件分型面选择方案

1—冒口; 2—中央型芯; 3—浇口杯; 4—上半型; 5—下半型

(6) 在金属型上设置顶出铸件机构时, 要考虑开型时使铸件停留在装有顶出机构的半型内。为此, 应使铸件在这半型内有较大的接触面积或将铸造斜度做得小一些, 使铸件与型腔表面之间有一定的摩擦力, 可使铸件留在这半型中。

2.1.4 金属型铸件的工艺参数

(1) 线收缩率。金属型铸件的线收缩不仅与合金的线收缩有关,还与铸件结构、铸件在金属型中收缩受阻的情况、铸件出型温度、金属型受热后的膨胀及尺寸变化等因素有关。其线收缩率 L 可用式(2-1)表示

$$L = K[\xi - (t_K \alpha_K)] \quad (2-1)$$

式中 ξ ——铸造合金的线收缩率;

K ——阻碍铸件的收缩系数;

t_K ——金属型的工作温度;

α_K ——金属型材料的线膨胀系数。

由于受阻情况复杂, K 值难以确定,故生产中 L 值多采用经验数据。金属型铸造时,各种常用合金的线收缩率见表 2-3。

表 2-3 金属型铸造时各种常用合金的线收缩率

合金牌号	ZL-102	ZL-101	ZL-203								
	ZL-104	ZL-105	ZL-103	ZL-301	ZM-5	锡青铜	磷青铜	铝青铜	硅黄铜	铸铁	铸钢
				ZL-303							
收缩率/%	0.5~1.0	0.7~1.1	1.0~1.25	1.0~1.3	1.0~1.2	1.3~1.5	1.44	1.8~2.4	2.2	0.8~1.0	1.8~2.5

为简化设计计算,对小型铝合金铸件,线收缩率常取为 1%,对大型铸件则要考虑不同牌号以及各部分的不同收缩率。

(2) 铸造斜度。为顺利取出金属型芯和铸件,在铸件的出芯和出型方向应取适当斜度,各种不同合金铸件的铸造斜度见表 2-4。一般在加工面上取正斜度,在非加工面上取正负斜度。

表 2-4 各种常用合金的铸造斜度

合金种类	铝合金	镁合金	铜合金	铸 铁	铸 钢
表面位置					
铸件外表面	30'~1°	45'~1°30'	45'~1°30'	>1°	10'~1°30'
铸件内表面	45'~2°	1°~2°30'	1°~2°30'	>2°	>2°

(3) 加工余量。金属型铸件精度一般比砂型铸件高,所以加工余量可较小,一般在 0.5~4mm 之间。

2.2 铸件的浇口和冒口设计

2.2.1 浇注系统的结构类型

由于金属型材料和结构的特点,其浇注系统和砂型相比有如下差别:

(1) 金属型的冷却速度大,型腔上下部分金属液的温差比砂型的要大得多;故金属液充填型腔要快,浇注时间要短,即浇注系统断面要大。

(2) 金属型多用垂直分型面,便于采用效果好、形状复杂的直浇道(如蛇形、鹅颈形直浇道)和倾斜直浇道。