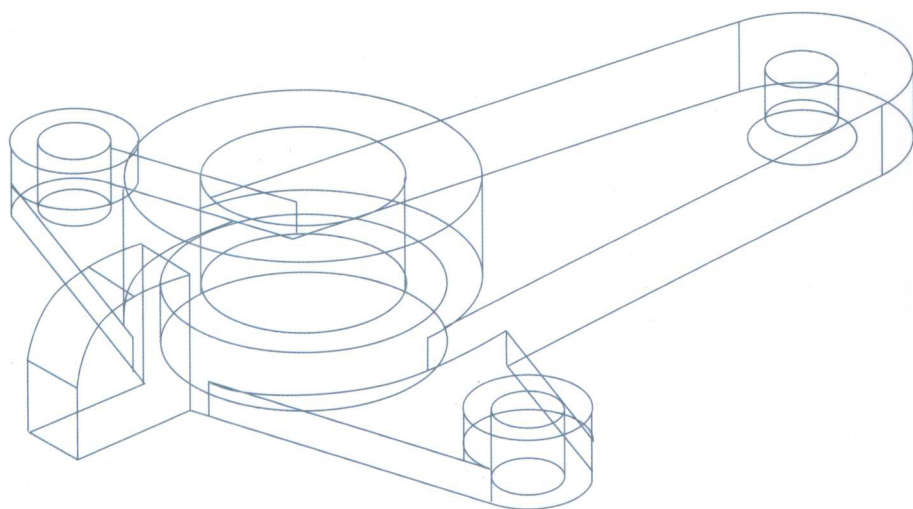


塑料加工机械与模具设计丛书

塑料模具设计指导

(第2版)

伍先明 张蓉 杨军 周志冰 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

塑料加工机械与模具设计丛书

塑料模具设计指导

(第2版)

伍先明 张蓉 杨军 周志冰 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共分3个部分。第一篇为塑料模具课程设计和毕业设计指导,以单分型面模、多分型模为例,着重介绍了一般模具设计的内容、方法和步骤,在所举实例中对机动抽芯、液压气动抽芯、机动推出、气动推出和普通流道、热流道等进行了介绍;第二篇主要介绍了2006年发布的模架国家标准、模具专用零件国家标准及一些模具行业自用零件标准。所选图例全是实例中图样,具有一定参考价值;第三篇介绍塑料模具设计常用标准及规范和设计题选。全书采用最新的国家标准和部委颁布标准。

本书可供高等工科院校材料成型及控制工程、机械类模具方向及高分子材料工程的本科学生进行塑料模具设计时使用,也可作高职、高专学生进行课程和毕业设计,同时还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计指导 / 伍先明等编著. —2版. —
北京:国防工业出版社,2010.4
(塑料加工机械与模具设计丛书)
ISBN 978-7-118-06782-8

I. ①塑... II. ①伍... III. ①塑料模具—设计 IV.
①TQ320.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第043309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100048)
腾飞印务有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15½ 字数 408 千字
2010年4月第2版第1次印刷 印数 1—5000册 定价 29.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

第2版前言

本书第1版自2006年出版以来,受到各类学校同行的认同,为众多高等院校所选用,先后重印6次,产生了良好的社会效益。

但是模具技术发展进步很快,尤其是热流道模具的设计和制造已相当普遍,理论教材限于篇幅不可能介绍得那么详细,即使普通模具的设计在近年来也出现了许多新结构,另外国家对模架标准和模具专用零件的标准也进行了修订和发布,为使实践教学能够跟上模具技术发展的步伐,对本书进行修订是非常必要的。这次修订工作体现在以下几个方面:

1. 设计实例由原来2个增加为3个,全部改成了新的实例,主要是增加了热流道模具的设计,引入了三维设计,加强了设计过程中的应力应变的理论分析和计算。实例中所选模具结构更具有典型性和代表性,更加贴近工程实际。

2. 在满足设计需要的前提下,对内容进行整理和精选,将模架和模具专用零件的国家标准用尽量少的篇幅作了比较详细的介绍。对模具厂用得很多的标准件而目前还未收入国家标准的专用零件也编入了书中,有利于学生设计时选用。

3. 设计指导部分的内容基本上按实际设计过程编写,并有一定的灵活性。

4. 实例中的AutoCAD零件图均按最新国家标准的要求来标注的,装配图的标注方式采用了两个样式,一个是完全按国家标准,另一个是按目前大多数工厂的标准(采用成组技术),便于学生对照参考。为使图样看得更清楚,配有电子文档可供下载。请与本书责任编辑王京涛联系:jtwang@ndip.cn

5. 除了机械传动中的轴承、齿轮、键及密封圈等未编入外,本书收录资料基本齐全和完整。所选编的30个设计题目,难易搭配,可供指导教师选用和参考。

本书受国防工业出版社的委托,在湖南省模具设计与制造学会组织下由湖南科技大学伍先明、湖南工学院张蓉、湖南工业职业技术学院杨军和湖南机电职业技术学院周志冰等老师编写,由湖南省模具设计与制造学会副理事长,湘潭大学模具教研室主任李应明副教授担任主审。

参加本书编写工作(包括编写、绘图、讨论及修改)的人员还有湖南大学王群,长沙学院胡冠煜,南华大学欧阳八生,长沙理工大学龙春光,湖南工学院刘先蓝,湖南理工职业技术学院胡建强、刘立薇,邵阳学院罗玉梅,湖南九凝职业技术学院李云义,黄石理工学院余冬蓉,湖南科技大学文泽军、刘厚才等。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2010年2月

目 录

第一篇 塑料模具课程设计和毕业设计指导

第1章 概述	1
1.1 塑料模具课程设计与毕业设计的目的	1
1.2 塑料模课程设计与毕业设计的内容	2
1.3 塑料模课程设计与毕业设计的步骤	3
1.4 设计中应注意的问题	3
第2章 塑料模具设计的内容	4
2.1 模具结构型式及注射机的初步确定	4
2.2 浇注系统的设计	9
2.3 成型零件的设计	22
2.4 脱模推出机构的设计	26
2.5 侧向分型与抽芯机构设计	29
2.6 模架的确定和标准件的选用	30
2.7 合模导向机构的设计	31
2.8 排气系统的设计	31
2.9 温度调节系统的设计	32
第3章 模具装配图的设计	33
3.1 概述	33
3.2 简单模具装配图的设计步骤和方法	33
3.3 多分型面模具装配图的设计特点	41
3.4 带有侧抽芯模具装配图的设计特点	45
3.5 旋转型腔模装配图的设计特点	50
第4章 零件工作图的设计	54
4.1 型芯(凸模)类零件工作图	54
4.2 型腔(凹模)类零件工作图	55
4.3 模板类零件工作图	56
4.4 模具零件材料的选择	57
第5章 编写设计计算说明书、设计总结及答辩	58
5.1 编写设计计算说明书	58

5.2	课程、毕业设计总结	59
5.3	课程、毕业设计的答辩	60
第6章	塑料模具设计说明书编写实例	61
6.1	塑料盖注射模设计	61
6.2	电器盒座注射模设计	75
6.3	储物箱注射模设计	111
第二篇 塑料模具零部件结构标准及参考图例		
第7章	注射模零部件结构尺寸及技术要求	140
7.1	塑料注射模模架	140
7.2	模架的选型	155
7.3	塑料注射模模架技术条件(GB/T12556—2006)	156
7.4	塑料注射模标准零件及技术要求	157
7.5	塑料注射模零件技术条件(GB/T4170—2006)	187
7.6	塑料注射模技术条件(GB/T12554—2006)	187
7.7	标准模架—推板导柱标准位置推荐尺寸	191
第8章	参考图例	193
8.1	装配图实例	193
8.2	零件工作图实例	193
第三篇 塑料模具设计常用资料及设计题选		
第9章	塑料模具设计及成型常用材料	207
9.1	模具设计常用材料	207
9.2	成型常用塑料	209
第10章	螺纹紧固件及联接尺寸	215
10.1	紧固件	215
10.2	螺钉(螺栓)安装和连接尺寸	217
第11章	公差配合、形位公差和表面粗糙度	219
11.1	公差与配合(摘自GB/T1800.2—2009)	219
11.2	形状和位置公差(摘自GB/T1182—2008)	224
11.3	表面粗糙度	227
第12章	弹簧及聚胺酯弹性体	228
12.1	圆柱压缩弹簧	228
12.2	强力弹簧	230

12.3	聚胺酯弹性体	231
第 13 章	注射成型机及注射成形工艺参数	233
13.1	注射成型机	233
13.2	常用塑料注射成型工艺参数	234
第 14 章	设计要求与题目	236
14.1	任务与要求	236
14.2	设计时间及进程安排	236
14.3	主要参考资料	236
14.4	设计题目	237

第一篇 塑料模具课程设计和毕业设计指导

第1章 概述

1.1 塑料模具课程设计与毕业设计的目的

在设计之前,学生已具备机械制图、公差与技术测量、机械原理及零件、模具材料及热处理、模具制造工艺、塑料塑件成型工艺及模具设计等方面必要的基础知识和专业知识,并经过金工和生产实习,做过注射成型实验、注射模结构拆装实验,在初步了解模具结构、注塑成型工艺和生产过程的情况下进行的。

1.1.1 塑料模具课程设计的目的

课程设计是塑料模具设计课程重要的综合性与实践性教学环节。课程设计的基本目的是:

(1)综合运用塑料模具设计、机械制图、公差与技术测量、机械原理及零件、模具材料及热处理、模具制造工艺等先修课程的知识,分析和解决塑料模具设计问题,进一步巩固、加深和拓宽所学的知识。

(2)通过设计实践,逐步树立正确的设计思想,增强创新意识和竞争意识,基本掌握塑料模具设计的一般规律,培养分析问题和解决问题的能力。

(3)通过计算、绘图和运用技术标准、规范、设计手册等有关设计资料,进行塑料模具设计全面的基本技能训练,为毕业设计打下一个良好的实践基础。

1.1.2 塑料模具毕业设计的目的

塑料模毕业设计是在课程设计的基础上,通过了毕业实习,在毕业之前进行的最后一个实践教学的训练环节。其目的是:

(1)提高学生技术资料的收集、整理、编译和运用能力,加强技术文件的撰写能力,使其语言文字在技术文件上的运用、疏理、归纳和总结得到一个全面的训练。

(2)综合运用所学过理论知识、生产实践和设计实践知识,进行难度较大的塑料模具设计的实践训练,从而全面培养学生独立分析问题和解决问题的能力,初步培养学生的创新意识和创新能力。

(3)初步掌握三维造型(绘图)软件、熟练掌握二维绘图软件在模具设计中的应用。进一步熟悉塑模设计中的各种专业零件标准,并能合理地运用于模具设计之中,能有效地简化模具结构和加快设计进程。

1.2 塑料模课程设计与毕业设计的内容

1.2.1 塑料模课程设计与毕业设计的课题

1. 塑料模课程设计

课程设计的题目按一人一题,老师给定形状比较简单或带有侧向凸、凹和孔的筒形、方形或异形塑件,要求学生根据批量、生产率和精度等要求,通过分析确定设计成单分型面或采用点浇口的多分型面、单型腔或多型腔的注射模一副。

2. 塑料模毕业设计

毕业设计是在课程设计基础上进行的,所以要求形状比较复杂且需要二次分型、推出或抽芯的注射模,根据塑件的复杂程度可以设计成单型腔和多型腔;其流道形式根据塑件批量和塑料种类可以设计成普通流道或热流道。要求模具结构合理,理论分析计算充分。

1.2.2 塑料模课程设计与毕业设计的内容

塑料模课程设计与毕业设计的内容大致相同,主要包括:塑件结构工艺性分析,成型工艺参数的确定,分型面设计,模具型腔数量的确定,型腔的排列和布局,注射成型机的选择。浇口位置的选择和流道的布置,模具工作零件的结构设计及理论计算,侧向分型与抽芯机构的设计,推出装置的设计,排气方式设计,模具总体尺寸的确定,选择模架,模具安装尺寸的校核,绘制模具装配图和零件图,编写和整理设计说明书等。

1.2.3 塑料模具设计的要求

(1)合理地选择模具结构,正确地确定模具成型零件的结构形状、尺寸及其技术要求。使所设计的模具制造工艺性良好,造价便宜。

(2)充分利用塑料成型优良的特点,尽量减少后加工。

(3)设计的模具应当能高效、优质、安全可靠的生产,且模具使用寿命长。

1.2.4 塑料模具设计工作量的要求

设计工作量应该根据每个学校自己制定的教学大纲来安排,其课程设计与毕业设计的时间不同,工作量也不相同,两个设计的工作量见表1-1。

表 1-1 塑料模课程设计与毕业设计的工作量

设计内容	课程设计	毕业设计
文献综述	—	一份(2~5页)
外文翻译(塑料模原文一篇)	—	一篇(≥3000汉字)
塑件图	1张	1张
装配图	1张	1张(A0图)
模具零件图	成型零件2张~3张	所有加工零件(包括改制零件)
零件加工工艺过程卡	1份	成型零件(2份~4份)
成型零件加工数控程序设计	—	1份
设计说明书	1份(18页~25页)	1份(正文≥40页)

1.3 塑料模课程设计与毕业设计的步骤

课程设计与毕业设计的一般进程和步骤见表1-2。

表1-2 课程设计步骤

设计准备	阅读设计任务书,明确设计任务,现场参观,实验室装拆模具,熟悉了解与设计相关的模具结构,阅读塑料模具设计指导书,准备设计资料、绘图用具或计算机
模具总体结构设计、理论分析与计算	塑件在模具中的成型位置,分型面和型腔数量的确定,浇注系统形式和浇口的位置选择和设计,成型零件的设计,脱模推出机构的设计,侧向分型与抽芯机构设计,合模导向机构的设计,排气系统和温度调节系统的设计,模架选择等
装配图的结构设计	初绘模具装配草图,各部分的结构设计,协调好各零部件之间的装配关系,最后完成装配工作图
成型零件工作图设计	绘制成型零件的工作图
编写设计说明书	整理和编写设计计算说明书
设计总结及答辩	进行设计总结,完成答辩准备工作

1.4 设计中应注意的问题

(1)塑料模具(课程、毕业)设计是在老师(或现场工程技术人员)指导下由学生独立完成的,也是对学生进行的一次较全面的工装设计训练。学生应明确设计任务,掌握设计进度,认真设计。每个阶段完成后要认真检查,提倡独立思考,有错误要认真修改,精益求精。

(2)塑料模具设计进程的各阶段是相互联系的。设计时,零部件的结构尺寸不是完全由计算确定的,还要考虑结构、工艺性、经济性以及标准化等要求。由于影响零部件结构尺寸的因素很多(如加热或冷却系统的设计和布置),随着设计的进展,考虑的问题会更全面、合理,故后阶段设计要对前阶段设计中的不合理结构尺寸进行必要的修改。所以设计要边计算、边绘图,反复修改,计算、设计和绘图交替进行。

(3)学习和善于利用前人所积累的宝贵设计经验和资料,可以加快设计进程,避免不必要的重复劳动,是提高设计质量的重要保证,也是创新的基础。然而,任何一项设计任务均可能有多种决策方案,应从具体情况出发,认真分析,既要合理地吸取,又不可盲目地照搬、照抄。

(4)在设计中贯彻标准化、系列化与通用化,可以保证互换性、降低成本、缩短设计周期,是模具设计中应遵循的原则之一,也是设计质量的一项评价指标。在设计中应熟悉和正确采用各种有关技术标准与规范,尽量采用标准件,并应注意一些尺寸需圆整为标准尺寸。同时,设计中应减少材料的品种和标准件的规格。

第2章 塑料模具设计的内容

塑料模具设计的内容是从接受设计任务后,就需对塑件图纸进行分析和消化,根据塑件的结构形状、使用性能、批量大小和精度高低,确定模具的分型面,型腔数量和排列方式,初步确定注射机型号和规格;选择浇注系统的形式和浇口的位置,并进行设计计算;对成型零件、合模导向机构、脱模推出机构、侧向分型与抽芯机构和温度调节系统进行理论计算和设计,为各个部分的零件设计、模架型号及尺寸的选择和装配图设计和绘制作准备。

2.1 模具结构型式及注射机的初步确定

2.1.1 塑件成型工艺的可行性分析

(1)接受设计任务(塑件工作图,若是实物零件,应绘制成二维工程图),在塑件工作图上应注明所用塑料的品种、批量大小、尺寸精度与技术条件,产品的功用及工作条件。

(2)对塑件图纸或提供的样品进行详细的分析和消化,注意检查以下项目:

- ①塑件尺寸精度及其图纸尺寸的正确性。
- ②脱模斜度是否合理。
- ③塑件壁厚及其均匀性。
- ④塑料种类及其收缩率。
- ⑤表面颜色及表面质量要求。

(3)了解该塑件材料的机械性能和物理性能,以及与注射成型工艺有关的参数。

(4)审核塑件的成型工艺性,讨论塑件的结构形状、壁厚、肋板、圆角、表面粗糙度、尺寸精度、表面修饰、脱模斜度和嵌件安置的可行性;如果塑件结构设计的成型工艺性不佳,可与设计者商榷,在不影响产品性能的前提下,由设计者对产品结构进行修改,以满足注塑成型工艺的需要。

(5)计算出塑件的体积和质量。

2.1.2 拟定模具结构型式

当塑件的结构和所用材料满足成型工艺的要求后,就需要考虑塑件的分型面位置,确定采用单型腔模还是多型腔模来进行生产,考虑采用何种流道系统,这样就可以初步确定模具的结构型式,为后续的设计计算提供了依据。

1. 分型面位置确定

模具上用来取出塑件和(或)浇注系统凝料可分离的接触表面称为分型面。在模具设计的初始阶段,首先应确定分型面的位置,然后才能确定模具的结构型式。分型面设计得是否合理,对塑件质量、工艺操作难易程度和模具复杂程度具有很大影响。分型面的形状一般为平直分型面,有时由于塑件的结构形状较为特殊,需采用倾斜分型面、曲面分型面、阶梯分型面和瓣合分型面等。有多个分型面时,为了便于看清模具的工作过程,应标出模具分型的先后顺序,如“Ⅰ”、“Ⅱ”、“Ⅲ”或“A”“B”“C”等。分型面的选择应注意以下几点。

(1)分型面应选在塑件的最大截面处。

(2)不影响塑件外观质量,尤其是对外观有明确要求的塑件,更应注意分型面对外观的影响。

(3)有利于保证塑件的精度要求。

(4)有利于模具加工,特别是型腔的加工。

(5)有利于浇注系统、排气系统、冷却系统的设置。

(6)便于塑件的脱模,尽量使塑件开模时留在动模一边(有的塑件需要定模推出的例外)。

(7)尽量减小塑件在合模平面上的投影面积,以减小所需锁模力。

(8)便于嵌件的安装。

(9)长型芯应置于开模方向。

2. 型腔数量的确定

与多型腔模相比,单型腔模具有以下优点:

(1)塑件的形状和尺寸精度始终一致。

(2)工艺参数易于控制。

(3)模具结构简单、紧凑,设计制造、维修大为简化。

因此,精度要求高的小型塑件和中大型塑件优先采用一模一腔的结构,对于精度要求不高的小型塑件(没有配合精度要求),形状简单,又是大批大量生产时,若采用多型腔模具可提供独特的优越条件,使生产效率大为提高。

但随着模具制造设备的数字化控制和电加工设备的逐渐普及,模具型腔的制造精度越来越高,在仪器仪表和各种家用电器中的机械传动塑料齿轮和一些比较精密的塑件中,也在广泛的采用着一模多腔注射成型,但一般不超过4腔。

总之,型腔数量的确定主要是根据塑件的质量、投影面积、几何形状(有无抽芯)、塑件精度、批量大小以及经济效益来确定,以上这些因素有时是互相制约的,在确定设计方案时,须进行协调,以保证满足其主要条件。

3. 型腔排列方式

型腔数量确定之后,就可进行型腔的排列,型腔排列应满足或基本满足在分型面上的压力平衡。型腔的排列涉及模具尺寸、浇注系统的设计、浇注系统的平衡、抽芯机构的设计、镶件及型芯的设计以及温度调节系统的设计。以上这些问题又与分型面及浇口的位置选择有关,所以在具体设计过程中,要进行必要的调整,以达到比较完善的设计结构。

4. 模具结构型式的确定

在型腔数量、排列布局确定以后,在流道系统、抽芯方式(动模抽芯还是定模抽芯)和脱模推出方式(一级推出还是二级推出,是脱模板推出还是简单推出)等初步确定之后,模具的结构形式就基本确定了,模具结构有如下几种形式。

1) 单型腔单分型面模具

中大型塑件或带有侧向分型与抽芯(几个方向分型或抽芯)、且抽芯滑块在动模的各类塑件和小型精密塑件采用此类结构。

2) 单型腔多分型面模具

塑件外观质量、尺寸精度要求高而采用点浇口时,或带有抽芯且滑块在定模时可采用此结构。

3) 多型腔单分型面或多型腔多分型面模具

尺寸精度要求一般的、生产批量较大的中小型塑件,可采用此类结构。

总之,在拟定模具结构型式时,要边计算、边绘草图来拟定模具的设计方案,至少要有两个方案进行分析比较,然后选择一个最佳方案。

2.1.3 注射机型号的确定

注射机型号主要是根据塑件的外形尺寸或型腔的数量和排列方式、质量大小来确定的,在确定模具结构型式及初步估算外形尺寸的前提下,设计人员应对模具所需塑料注射量,塑件在分型面上的投影面积、成型时需用的锁模力进行计算,然后初步确定注射机的型号。模具设计完以后的外形尺寸和开模距离要与注射机安装尺寸及开模行程相适应,如果两者不匹配,则模具无法安装使用。因此,必须对两者之间有关参数进行校核,并通过校核来最终确定注射机的型号或对模具作一定的修改。

1. 按预选型腔数来选择注射机(学校做设计)

(1) 模具所需塑料熔体注射量、注射压力。

$$m = nm_1 + m_2 \quad (2-1)$$

式中 m ——一副模具所需塑料的质量或体积(g 或 cm^3);

n ——初步选定的型腔数量;

m_1 ——单个塑件的质量或体积(g 或 cm^3);

m_2 ——浇注系统的质量或体积(g 或 cm^3)。

首先 m_2 是个未知值,若是流动性好的普通精度塑件,浇注系统凝料约为塑件质量或体积的 15% ~ 20% (多浇口多型腔时,注塑厂的统计资料)。若是流动性不太好、或者是精密塑件,据统计每个塑件所需浇注系统的质量或体积是塑件的 0.2 倍 ~ 1 倍。当塑料熔体黏度高,塑件愈小、壁愈薄,型腔越多又作平衡式布置时,浇注系统的质量或体积甚至还要大,而大型塑件采用直接浇口时,浇注系统质量相对很小,可忽略不计。在学校做设计时以 $0.6nm_1$ 作为预测估算,即:

$$m = 1.6nm_1 \quad (2-2)$$

(2) 塑件和流道凝料(包括浇口)在分型面上的投影面积及所需锁模力。

$$A = nA_1 + A_2 \quad (2-3)$$

$$F_m = (nA_1 + A_2)p_{\text{型}} \quad (2-4)$$

式中 A ——塑件及流道凝料在分型面上的投影面积(mm^2);

A_1 ——单个塑件在分型面上的投影面积(mm^2);

A_2 ——流道凝料(包括浇口)在分型面上的投影面积(mm^2);

F_m ——模具所需的锁模力(N);

$p_{\text{型}}$ ——塑料熔体对型腔的平均压力(MPa)。

流道凝料(包括浇口)在分型面上的投影面积 A_2 ,在模具设计前是未知值。根据多型腔模的统计分析,大致是每个塑件在分型面上投影面积 A_1 的 0.2 倍 ~ 0.5 倍,因此可用 $0.35 nA_1$ 来估算。成型时塑料熔体对型腔的平均压力,其大小一般是注射压力的 30% ~ 65%。部分塑料注射压力 p_0 见表 2-1,设计中常按表 2-2 中型腔压力进行估算。

(3) 选择注射机型号。根据上面计算得到的 m 和 F_m 值来选择一种注射机,注射机的最大注射量(额定注射量 G)和额定锁模力 F 应满足:

$$G \geq \frac{m}{\alpha} \quad (2-5)$$

式中 α ——注射系数,无定型塑料取 0.85,结晶型塑料取 0.75。

$$F > F_m \quad (2-6)$$

表 2-1 部分塑料所需的注射压力 p_0

单位:MPa

塑料	注射条件		
	厚壁件(易流动)	中等壁厚件	难流动的薄壁窄浇口件
聚乙烯	70 ~ 100	100 ~ 120	120 ~ 150
聚氯乙烯	100 ~ 120	120 ~ 150	> 150
聚苯乙烯	80 ~ 100	100 ~ 120	120 ~ 150
ABS	80 ~ 110	100 ~ 130	130 ~ 150
聚甲醛	85 ~ 100	100 ~ 120	120 ~ 150
聚酰胺	90 ~ 101	101 ~ 140	> 140
聚碳酸酯	100 ~ 120	120 ~ 150	> 150
有机玻璃	100 ~ 120	110 ~ 150	> 150

表 2-2 常用塑料注射成型时型腔平均压力

单位:MPa

塑件特点	$P_{型}$	举 例
容易成型塑件	25	PE、PP、PS 等壁厚均匀的日用品,容器类
一般塑件	30	在模温较高的情况下,成型薄壁容器类
中等黏度塑件及有精度要求的塑件	35	ABS、POM 等有精度要求的零件,如壳体类等
高黏度塑料及高精度、难充模塑料	40	高精度的机械零件,如齿轮、凸轮等

2. 按预选注射机来确定型腔数量(工厂做设计)

在工程实际中应根据本厂的设备条件,再根据注射机的性能参数(注射机的塑化速率、最大注射量及锁模力)、塑件精度等级(在模具中每增加一个型腔,塑件精度要降低 4%)来确定模具的型腔数量,有如下几种方法。

(1) 由注射机料筒塑化速率确定模具的型腔数量 n

$$n \leq \frac{KMt/3600 - m_2}{m_1} \quad (2-7)$$

式中 K ——注射机最大注射量的利用系数,一般取 0.8;

M ——注射机的额定塑化量(g/h 或 cm^3/h);

t ——成型周期(s);

m_2 ——浇注系统凝料所需塑料质量或体积(g 或 cm^3);

m_1 ——单个塑件的质量或体积(g 或 cm^3)。

(2) 按注射机的最大注射量确定型腔数量 n 。

$$n \leq \frac{KG - m_2}{m_1} \quad (2-8)$$

式中 G ——注射机允许的最大注射量(g 或 cm^3)。

其他符号意义同前。

(3) 按注射机的最大锁模力确定型腔数量 n 。

$$n \leq \frac{F - p_{型} A_2}{p_{型} A_1} \quad (2-9)$$

所有符号意义同前。

在工厂做设计时还应根据模具制造费用和塑件成型费用来确定型腔数量,还要根据塑件精

度确定型腔数量等。但在学校做设计时上述费用为未知数,精度为普通精度,所以这两项可以不予考虑。

按上述3种计算方法得到型腔数,取一个最小值作为模具设计的型腔数。

3. 校核注射机技术参数

在模具设计之初和选择注射机之后,这种注射机是否合适,还要对该机型的其他技术参数进行校核。

1) 注射压力的校核

该项工作是校核所选注塑机的额定压力 p 能否满足塑件成型时所需要的注射力 p_0 ,塑件成型时所需要的压力一般由塑料流动性、塑件结构和壁厚以及浇注系统类型等因素所决定,在生产实践中其值一般为70MPa~150MPa。设计中要求

$$p \geq k' p_0 \quad (2-10)$$

式中 k' ——注射压力安全系数,常取 $k' = 1.25 \sim 1.4$ 。

2) 锁模力的校核

锁模力是指注射机的锁模机构对模具所施加的最大夹紧力。当高压的塑料熔体充满型腔时,会沿锁模方向产生一个很大的胀型力。因此,注射机的锁模力必须大于该模的胀型力,即

$$F \geq K_0 A p_{\text{型}} \quad (2-11)$$

式中 $p_{\text{型}}$ ——型腔的平均计算压力,选用参看表2-2;

K_0 ——锁模力安全系数通常取 $K_0 = 1.1 \sim 1.2$ 。

3) 注射机安装模具部分相关尺寸的校核

不同型号的注射机其安装部位的形状和尺寸各不相同,由不同厂家生产的同一型号注射机某些安装尺寸也不完全相同,设计模具时应对所选注射机相关尺寸加以校核,以保证模具能顺利安装。需校核的主要内容有喷嘴尺寸、定位圈尺寸、模具的最大与最小厚度及安装螺钉孔等。

(1) 喷嘴尺寸。注射机喷嘴头一般为球面,模具主流道始端凹球面半径 SR 应与喷嘴球面半径 SR_0 相适应,即 $SR = SR_0 + (1 \sim 2) \text{mm}$ 。

(2) 定位圈尺寸。模具安装在注射机上必须使模具中心线与料筒、喷嘴的中心线相重合,定位圈与注射机固定模板上的定位孔呈间隙配合(H_8/e_8)。定位圈的高度,对小型模具为8mm~10mm,对大型模具为10mm~15mm。此外,对中小型模具一般只在定模座板上设置定位圈,对大型模具可在动、定模座板上同时设置定位圈,即定位圈与定位孔相适应。

(3) 模具厚度 H_m 也称模具闭合高度,必须满足

$$H_{\min} < H_m < H_{\max} \quad (2-12)$$

式中 $H_{\min}$ ——注射机允许的最小模厚,即动定模之间的最小开距;

$H_{\max}$ ——注射机允许的最大模厚。

(4) 模具长、宽尺寸与注射机拉杆间距离的关系。模具安装有两种方式,即从注射机上方直接吊入机内进行安装,或者先吊到侧面再由侧面推入机内安装,为安装方便,应使注射机拉杆内间距比模具尺寸 $\geq 10 \text{mm}$ 。

(5) 模具与注射机的安装关系 模具的安装固定形式有压板式与螺钉式两种。压板式安装灵活而被广泛采用,而螺钉式需模座上孔和模板上孔完全吻合,安装比较麻烦,但对于大型模具的安装,这种安装安全可靠。

4) 开模行程校核与推出机构的校核

开模行程是指从模具中取出塑件所需的最小开合距离,用 H 表示,它必须小于注射机移动模板的最大行程 S ,由于注射机的锁模机构不同,开模行程可按以下两种情况进行校核。

(1) 开模行程与模厚无关。这种情况主要是指锁模机构为液压—机械联合作用的注射机,其模板行程是由连杆机构的最大冲程所决定,而与模厚无关。

① 对于单分型面注射模,所需开模行程 H 为

$$H = H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \text{ mm} \leq S \quad (2-13)$$

式中 H_1 ——推出距离(脱模距离)(mm);

H_2 ——包括浇注系统凝料在内的塑件高度(mm)。

② 对双分型面注射模开模行程 H 为

$$H = H_1 + H_2 + a + (5 \sim 10) \text{ mm} \leq S \quad (2-14)$$

式中 a ——取出浇注系统凝料必须的长度(mm)。

(2) 开模行程与模具厚度有关

这种情况主要是全液压式锁模机构的注射机(如 XS-ZY-250)和机械锁模机构的直角式注射机(如 SYS-45、SYS-60 等)。其开模行程 H 应小于移动模板与固定模板之间的最大距离 S 减去模具厚度 H_m ,即

$$H \leq S - H_m \quad (2-15)$$

① 对于单分型面注射模

$$H_m \leq S - [H_1 + H_2 + (5 \sim 10)] \text{ mm} \quad (2-16)$$

② 对双分型面注射模

$$H_m \leq S - [H_1 + H_2 + a + (5 \sim 10)] \text{ mm} \quad (2-17)$$

(3) 模具有侧向抽芯时的开模行程校核。此时应考虑抽芯距离所增加的开模行程,为完成侧向抽芯距离 s 所需开模行程为 $H_{\text{侧}}$,当 $H_{\text{侧}} \leq H_1 + H_2$ 时,仍按式(2-13)~式(2-17)计算开模行程 H ;当 $H_{\text{侧}} > H_1 + H_2$ 时,其开模行程 H 为

$$H = H_{\text{侧}} + (5 \sim 10) \text{ mm} \leq S \quad (2-18)$$

(4) 推出行程的校核。各种型号注射机的推出装置和最大推出行程各不相同,设计模具时,塑件推出距离应与注射机推出行程相适应(应小于注射机最大推出行程)。

对所选注射机进行精确校核,要待模具的各个设计参数、结构尺寸全部确定之后才可进行。

2.2 浇注系统的设计

2.2.1 浇注系统设计的基本要点

浇注系统的作用,是将塑料熔体顺利地充满到型腔各处,以便获得外形轮廓清晰、内在质量优良的塑件。因此要求充模速度快而有序,压力损失小,热量散失少,排气条件好,浇注系统凝料易于与塑件分离或切除,且在塑件上留下浇口痕迹小。浇注系统一般由主流道、分流道、浇口和冷料穴组成。

在设计浇注系统时,首先是选择浇口的位置,浇口位置的选择恰当与否,将直接关系到塑件的成型质量及注射过程是否能顺利进行。浇口位置的选择应遵循以下原则:

(1) 设计浇注系统时,流道应尽量少弯折,表面粗糙度为 $R_a 0.8 \mu\text{m} \sim 1.6 \mu\text{m}$ 。

(2) 应考虑到模具是一模一腔还是一模多腔,浇注系统应按型腔布局设计,尽量与模具中心

线对称。

(3) 单型腔塑件投影面积较大时,在设计浇注系统时,应避免在模具的单面开设浇口,不然会造成注射时模具受力不均。

(4) 设计浇注系统时,应考虑去除浇口方便,修正浇口时在塑件上不留痕迹。

(5) 一模多腔时,应防止将大小悬殊的塑件放在同一副模具内。

(6) 在设计浇口时,避免塑料熔体直接冲击小直径型芯及嵌件,以免产生弯曲、折断或移位。

(7) 在满足成型排气良好的前提下,要选取最短的流程,这样可缩短填充时间。

(8) 能顺利地引导熔融的塑料填充各个部位,并在填充过程中不致产生熔体涡流、紊流现象,使型腔内的气体顺利排出模外。

(9) 在成批生产塑件时,在保证产品质量的前提下,要缩短冷却时间及成型周期。

(10) 因主流道处有收缩现象,若塑件在这个部位要求精度较高时,主流道应留有加工余量或修正余量。

(11) 浇口的位置应保证塑料熔体顺利流入型腔,即对着型腔中宽敞、厚壁部位。

(12) 尽量避免使塑件产生熔接痕,或使其熔接痕产生在塑件不重要的部位。

2.2.2 主流道设计

主流道是指连接注射机喷嘴与分流道的塑料熔体通道,是熔体注入模具最先经过的一段流道,其形状、大小会直接影响熔体的流动速度和注射时间。

1. 垂直式主流道的设计

(1) 主流道是一端与注射机喷嘴相接触,另一端与分流道相连的一段带有锥度的圆形流动通道。主流道小端尺寸 d 应与所选注射机喷嘴尺寸相适应,喷嘴尺寸要查阅所选注射机的使用说明书或设计手册。

主流道小端尺寸 $d = \text{注射机喷嘴尺寸} + (0.5 \sim 1) \text{ mm}$ 。

主流道长度 一般情况下 $L \leq 60 \text{ mm}$,在主流道过长时,可在浇口套挖出深凹坑,让喷嘴伸入到模具内。(见图 6-21)

主流道半锥角 α 一般在 $1^\circ \sim 2^\circ$ 范围内选取,对黏度大的塑料, α 可取 $1.5^\circ \sim 3^\circ$ 。

(2) 主流道衬套的形式。主流道小端入口处与注射机喷嘴反复接触,属易损件,对材料要求较严,因而模具主流道部分常设计成可拆卸更换的主流道衬套形式(俗称浇口套),以便有效的选用优质钢材单独进行加工和热处理,一般采用 45 钢,进行局部热处理,球面硬度达到 $(38 \sim 45) \text{ HRC}$ 。对于玻璃纤维增强或加有填料的塑料,衬套材料可采用 H13 或 Cr12MoV,热处理后硬度为 $(60 \sim 62) \text{ HRC}$ 。主流道衬套和定位圈设计成整体式用于小型模具,中大型模具设计成分体式。定位圈尺寸与注射机固定模板中定位孔尺寸相适应,在设计中应选用标准件。

(3) 主流道衬套的固定。请参教材及设计手册,图 2-1 可作参考。

(4) 主流道的剪切速率
$$\dot{\gamma} = \frac{3 \cdot 3q_v}{\pi R_n^3} \quad (2-19)$$

式中 $\dot{\gamma}$ ——主流道剪切速率,可在 $\dot{\gamma} = (5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3) \text{ s}^{-1}$ 左右的范围内取值;

R_n ——主流道平均半径(cm);

q_v ——模具的体积流量(cm^3/s),而 $q_v = V/t$;

V ——通过主流道熔体体积(cm^3);

t ——注射时间(s)。 t 可由表 2-3 查出。