

模具制作

一点通

主 编 王金虎

副主编 吕兴昌 周根兴

培养实践型模具人才必备



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



模具制作一点通

主 编 王金虎
副主编 吕兴昌 周根兴
参 编 沈家捷 李 巍 朱彦湘
楼金广 施立波
主 审 徐志扬



机械工业出版社

本书是在调查、了解中职学校模具专业对注射模具加工知识的需求,以及师生对当前模具教学内容及方法的意见,并分析了社会岗位群的需求趋势,同时认真研究了国内外教材改革经验与体会的基础上编写的。本书对模具加工的教学内容与体系的改革进行了初步探索,提出了一些思路和方法,其目标是使模具教材能够适应培养面向 21 世纪建设模具人才的需要。

本书编写模式适合项目式教学,章节以实践项目为单位,结合模具设计与制造专业的特点,内容主要包括模具加工工艺制订、模具加工的工作准备、模具零件的加工中心加工、模具零件的钻孔加工、模具零件的特种加工、模具装配、模具的试模与修模等注射模加工专业知识的介绍与应用。

本书面向中职学校模具制造相关专业学生,讲授本书全部内容大约需用 250 学时,也可根据专业需要选讲其中部分内容;也适合模具制作技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具制作一点通/王金虎主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 6
ISBN 978-7-111-46794-6

I. ①模… II. ①王… III. ①模具-制造-中等专业学校-教材
IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 106080 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:李万宇 责任校对:陈延翔

封面设计:陈 沛 责任印制:李 洋

北京华正印刷有限公司印刷

2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 12.25 印张 · 228 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-46794-6

定价: 29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

网络服务

电话服务

策划编辑电话: (010) 88379732

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材根据模具设计与制造专业的特点，内容安排上以社会岗位群技术需求为主线，以实践项目为单位。根据中职学院模具专业课的要求，确定基础课和专业课的内容，结合实际需求，基础课和专业课同时讲授，基础课内容与相应实践课程内容相呼应。

全书具有如下特点：

1. 以项目为实例，理论与实际操作紧密结合，突出模具制造相关的基础知识，着重介绍模具的制造工艺，制造过程中的工装夹具，相应的材料与热处理知识及公差与技术测量基本知识。
2. 力求反映模具制造领域的新工艺、新技术、新产品、新材料及新动态，努力使其成为一部内容先进、具有很强指导意义的书籍。
3. 简化难点，突出重点，使之成为学习模具知识的“支撑点”，为深入学习模具制造、进一步提高技能奠定坚实的基础。

在编写过程中黄凯先生提供了全程的技术支持和指导，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请大家在使用中批评指正，以便进一步修订和完善。

编 者

目 录

前言

项目一 任务说明及材料确定	1
引言	1
1.1 项目任务书	1
1.1.1 项目名称	1
1.1.2 项目总体要求	1
1.1.3 项目阶段	2
1.1.4 综合实训结束时需提交的成果与资料	2
1.2 塑件结构工艺分析	3
1.2.1 材料的选用	3
1.2.2 脱模斜度	3
1.2.3 加强筋	3
1.2.4 塑件尺寸、公差与精度	3
1.2.5 壁厚	5
1.2.6 圆角	5
1.3 注射模的结构组成	6
1.3.1 型腔布局与分型面	7
1.3.2 浇注系统	8
1.3.3 冷却系统及温度调节系统的设计	13
1.3.4 成型零部件设计	14
1.3.5 合模导向与精定位机构设计	18
1.3.6 脱模推出机构设计	20
1.3.7 抽芯机构	21
1.4 模具材料和工艺性能概述	23
1.5 模具材料的分类	24
1.5.1 模具材料的发展趋势	24
1.5.2 塑料模具材料及热处理	25
1.5.3 模具表面硬化处理技术	27
1.6 名片盒模具钢材选用	29
1.7 名片盒模具模架的选用	31
1.7.1 模架概述及基本选用原则	31

1.7.2 模架爆炸图及结构说明	32
项目二 模具加工工艺制订	38
2.1 模具典型零件的加工工艺	38
2.1.1 注射模模架的加工	38
2.1.2 塑料模型腔的加工	39
2.2 模具加工工艺规程制订	40
2.2.1 模具的生产过程和工艺过程	40
2.2.2 模具工艺规程制订的原则和步骤	41
2.2.3 模具零件的工艺分析	42
2.2.4 毛坯的选择	43
2.2.5 定位基准的选择	44
2.2.6 零件工艺路线的拟订	45
2.2.7 加工余量的确定	45
2.2.8 工序尺寸及其公差确定	45
2.2.9 机床与工艺装备的选择	46
2.3 模具零件的机械加工精度	46
2.3.1 机械加工精度概述	46
2.3.2 影响加工精度的因素	47
2.3.3 提高零件加工精度的途径	48
2.4 模具零件的机械加工表面质量	49
2.4.1 模具零件的表面质量	49
2.4.2 机械加工表面质量对零件使用性能的影响	49
2.4.3 影响机械加工表面质量的因素及改善途径	50
2.5 模具常见加工方法	51
2.5.1 锻造	52
2.5.2 锯削	52
2.5.3 坐标镗削加工	52
2.5.4 铣削加工	53
2.5.5 磨削加工	56
2.5.6 线切割	61
2.5.7 放电加工	65
项目三 模具加工的工作准备	69
3.1 模具机械加工基础	69
3.1.1 外圆柱面的加工方法	69
3.1.2 平面的加工方法	70
3.1.3 孔和孔系的加工方法	71
3.1.4 模具精密机械加工	74
3.1.5 模具数控机床加工	76

3.2 模具光整加工与模具快速成型加工	77
3.2.1 模具光整加工	77
3.2.2 模具快速成型技术	82
3.3 项目制作加工计划	83
项目四 模具零件的加工中心加工	84
引言	84
4.1 加工中心示意图	84
4.1.1 立式加工中心	84
4.1.2 卧式加工中心	85
4.1.3 多轴加工中心	85
4.2 加工中心的结构及模具加工方法	86
4.2.1 立式加工中心	86
4.2.2 卧式加工中心	92
4.2.3 CNC 加工	95
4.3 加工成型镶件的主要步骤	98
4.3.1 项目的加工中心加工内容	99
4.3.2 模具加工流程	107
项目五 模具零件的钻孔加工	108
5.1 钻床	108
5.1.1 台式钻床	108
5.1.2 立式钻床	108
5.1.3 摇臂钻床	109
5.2 麻花钻	109
5.3 钻孔操作	110
5.3.1 钻头的装夹	110
5.3.2 工件的夹持	110
5.3.3 划线钻孔	112
5.4 钻床安全操作规程	112
5.5 项目的钻孔加工内容	113
5.5.1 定模板钻孔图样	113
5.5.2 动模板钻孔图样	113
5.5.3 推杆面板钻孔图样	113
5.5.4 动模座板钻孔图样	113
5.5.5 定模座板钻孔图样	113
项目六 模具零件的特种加工	119
6.1 模具电火花成形加工	119
6.1.1 电火花加工的工作原理	119
6.1.2 电火花加工必须具备的条件	119

6.1.3 电火花加工的特点	119
6.1.4 电火花成形加工机床	120
6.1.5 电火花加工在模具制造中的应用	120
6.2 模具电火花线切割加工	123
6.2.1 电火花线切割加工的工作原理、特点和应用	123
6.2.2 电火花线切割加工机床	124
6.2.3 电火花线切割数控程序编制	125
6.2.4 电火花线切割加工工艺	125
6.3 项目的电火花加工内容	127
6.3.1 定模镶件电火花加工内容	127
6.3.2 动模镶件电火花加工内容	127
6.4 项目的线切割加工内容	131
6.4.1 定模侧线切割加工内容	131
6.4.2 动模侧线切割加工内容	132
项目七 模具装配	135
7.1 概述	135
7.1.1 模具装配的内容和特点	135
7.1.2 模具装配精度的要求	136
7.1.3 模具装配的工艺方法及工艺过程	136
7.2 塑料成型模具的装配	141
7.2.1 塑料成型模具的装配工艺过程	141
7.2.2 塑料成型模具零部件的组装	142
7.2.3 塑料成型模具典型结构的装配	153
7.3 项目的模具装配内容	162
7.3.1 定模侧装配	162
7.3.2 动模侧装配	163
项目八 模具的试模与修模	164
引言	164
8.1 模具的试模与修模	164
8.2 注塑成型机的工作原理	165
8.3 注塑机的结构	165
8.3.1 卧式注塑机	165
8.3.2 立式注塑机	165
8.3.3 角式注塑机	166
8.3.4 多模转盘式注塑机	166
8.4 注塑机的操作	166
8.4.1 注塑机的动作程序	166
8.4.2 注塑机操作项目	166

8.4.3 注射工艺条件的控制	169
8.4.4 注射成型前的准备工作	171
8.5 注塑机操作过程注意事项	172
8.5.1 开机之前	172
8.5.2 操作过程中	173
8.5.3 工作结束时	173
8.6 注塑机生产操作规程	173
8.6.1 生产前的准备工作	173
8.6.2 投料生产	174
8.6.3 注塑机停止生产时操作顺序及工作要点	175
8.7 项目的注塑成型机的选择	176
8.7.1 注塑机的选用	176
8.7.2 锁模力校核	176
8.7.3 注射容量校核	177
8.8 注射成型各种缺陷的现象及解决方法 (通用)	178
8.8.1 龟裂	178
8.8.2 充填不足	179
8.8.3 皱折及麻面	179
8.8.4 缩坑	179
8.8.5 溢边	180
8.8.6 熔接痕	180
8.8.7 烧伤	180
8.8.8 银纹	181
8.8.9 喷流纹	181
8.8.10 翘曲、变形	181
8.8.11 气泡	182
8.8.12 白化	182
8.8.13 其他注射工艺不良缺陷以及成因	182
参考文献	185

项目一 任务说明及材料确定

引 言

为什么必须有一份工作任务书？

在模具制造商的所有工作流程中，按照顾客的需求做事是实现顾客对产品的质量、交货期、价格和服务满意的基础。从模具制造出来到它在客户处正常运转的过程中，进行全面的项目管理对产品开发是否成功也具有决定性的作用。整体思维和零缺陷战略是当前项目流程不可或缺的要求。企业与自负其责的模具配套厂紧密合作，是减少修模时间、减少模具和测量器具的运输以及实施零缺陷战略的重要因素，加工模具的厂商同时需负责使塑料产品达到所要求的质量标准。这就要求在模具制造时就要有质量要求，及时发现偏差，并直接实施整改措施。这一方法要求模具制造商与客户紧密协商。本任务书能够面向模具行业现状，从质保角度为学生描述目标和质量标准。

我们的目标是：

- 零缺陷的质量
- 遵守时间
- 整体的合作
- 简化流程
- 改进反应能力和灵活性

1.1 项目任务书

1.1.1 项目名称

项目名称是：名片盒注射模具制造综合实训。

1.1.2 项目总体要求

- 1) 产品符合质量要求（参考塑件图样）；
- 2) 时间为四周内完成试模；
- 3) 模具寿命不低于 10 万次；

- 4) 选用标准模架及相关标准件;
- 5) 模具结构合理, 操作安全, 维护方便。

1.1.3 项目阶段

项目阶段划分为计划制订阶段、计划保障阶段和实现阶段, 是指从项目开始、任务分配到试模生产的全过程。

1. 计划制订阶段

一旦宣布新项目起步, 即是方案开发阶段的开始。应尽早开始这一阶段以便在样品认可的准备阶段, 就能够获得宝贵的时间来制订检验方案。在这期间将收集制订检验方案所需的信息和技术资料, 包括有关零件装配、检验工具、零件匹配范围、总装零件方面的信息、样品认可方面已有的技术资料和工作准备方面的措施。在方案制订阶段, 必须确保模具制造有关小组与指导教师之间的信息交流。

2. 计划保障阶段

计划保障阶段是模具加工开始前的时间段。在这一阶段, 根据已有完整的设计数据, 加工小组开始订购模架、模具标准件、准备加工设备及刀具等, 保证后期的模具加工能够顺利进行。

3. 实现阶段

按照加工计划实施, 加工出符合要求的模具部件, 装配及试模。

1.1.4 综合实训结束时需提交的成果与资料

综合实训结束时, 需提交以下成果与资料:

- 1) 加工工艺设计;
- 2) 机械加工工艺过程卡;
- 3) 机械加工工序卡;
- 4) 工作零件数控加工程序;
- 5) 加工制造成果;
- 6) 模具装配流程图。

由教师以班级样品报告的形式, 对零件样品认可的结果(按检验方案进行的评价)进行记录。

每一份测量报告中都应有反映认可零件质量状态的分数(1分、3分或6分), 尺寸按照检验各项最差的分数或样品报告标准打分。当塑件做好后, 并且已有实验室材质检验结果和表面检验结果时, 由各项最差的分数决定首批样品认可的总分数。

检验内容为:

- 1) 尺寸检验;

- 2) 功能检验;
- 3) 实验室结果;
- 4) 表面检验结果。

1.2 塑件结构工艺分析

1.2.1 材料的选用

该塑件为名片盒,要求具有一定的强度、刚度、耐热和耐磨损等性能。

ABS 合成塑料以其具有很好的韧性(抗振性)、密封性,很高的机械强度,耐化学腐蚀,拿在手上很有质感的特点而受到人们的青睐。ABS 树脂的优点如下:

1) 有优越的耐冲击强度,特别是在低温有很好的冲击强度,而且热变形温度高。

2) 电性能、耐化学药品性、耐油性好,易电镀。

3) 加工适应性好,注射成型,挤出成型,模压成型等所有的加工方法都适用,而且尺寸稳定性好,耐碱性、耐应力开裂性也好。

根据以上特点以及经济因素,采用 ABS 塑料,规格性能如表 1-1 所示:

表 1-1 规格性能表

型号	R-102	密度	1.05g/cm ³
收缩率	0.005	溢边值	0.04
成型温度	200 ~ 240℃	干燥条件	80 ~ 90℃ 持续 2h

1.2.2 脱模斜度

设计脱模斜度的目的是便于塑件的脱模,避免在脱模过程中拉伤塑件表面,其大小取决于塑料的收缩率。脱模斜度的取向要根据塑件的内外型尺寸而定,如图 1-1 所示。塑件外形以型腔大端为准,尺寸要符合图样要求,斜度沿形状减小方向。要求开模后塑件留在型芯上,塑件内表面的脱模斜度应小于外表面的脱模斜度。根据 ABS 的性能,参考相关模具设计手册,型芯和型腔的脱模斜度取 1°。

1.2.3 加强筋

为了使塑件与底壳便于装配,并有一定的强度和刚度,同时又能避免因壁过厚而产生成型缺陷,在塑件内表面外侧增设了多处加强筋,如图 1-2 所示。

1.2.4 塑件尺寸、公差与精度

上壳长 $98.59^{+0.17}_{-0.17}$ mm, 宽 $64.3^{+0.13}_{-0.13}$ mm, 最高 $8.35^{+0.07}_{-0.07}$ mm, 其表面粗糙度值为 $Ra0.06\mu\text{m}$ 。

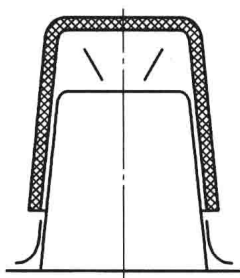


图 1-1 塑件的脱模斜度

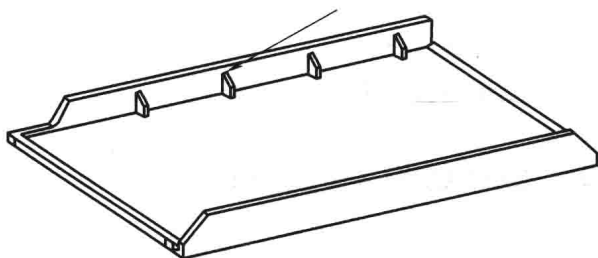


图 1-2 塑件的加强筋

下壳长 $100.6^{+0.17}_{-0.17}$ mm, 宽 $64.38^{+0.13}_{-0.13}$ mm, 最高 $10.56^{+0.07}_{-0.07}$ mm, 其表面粗糙度值为 $Ra0.06\mu\text{m}$ 。

影响塑件公差的主要因素是：模具制造误差及磨损误差，尤其是成型零件的制造和装配误差以及使用中的磨损、塑料收缩的波动、注射工艺条件的变化、塑件的形状和飞边厚度的波动、脱模斜度及成型后塑件的尺寸变化。该塑件选用尺寸公差等级为 MT2，公差采用 GB/T 14486—2008 《塑料模塑件尺寸公差》中的尺寸公差数值。

名片盒上、下盖如图 1-3、图 1-4 所示。

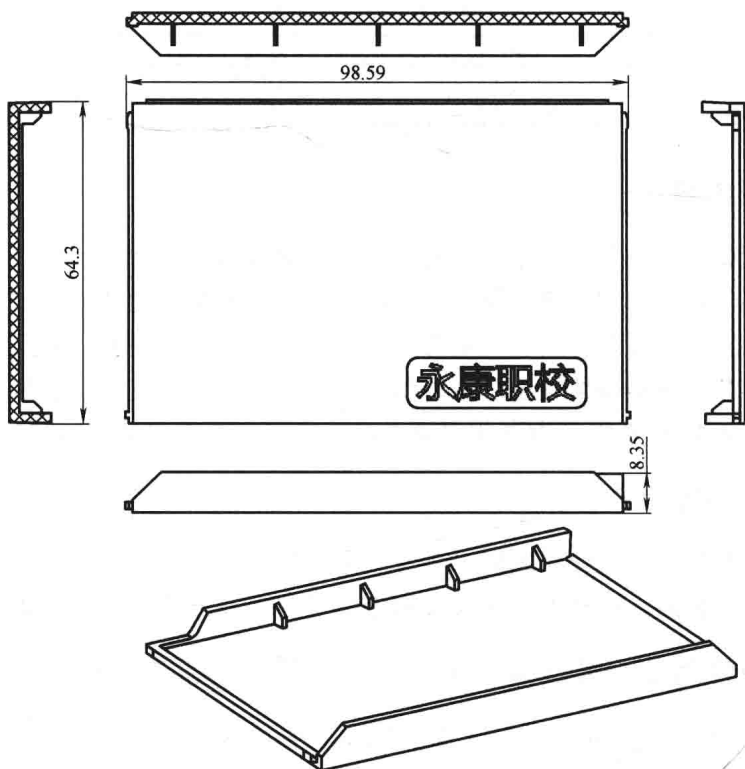


图 1-3 名片盒上盖

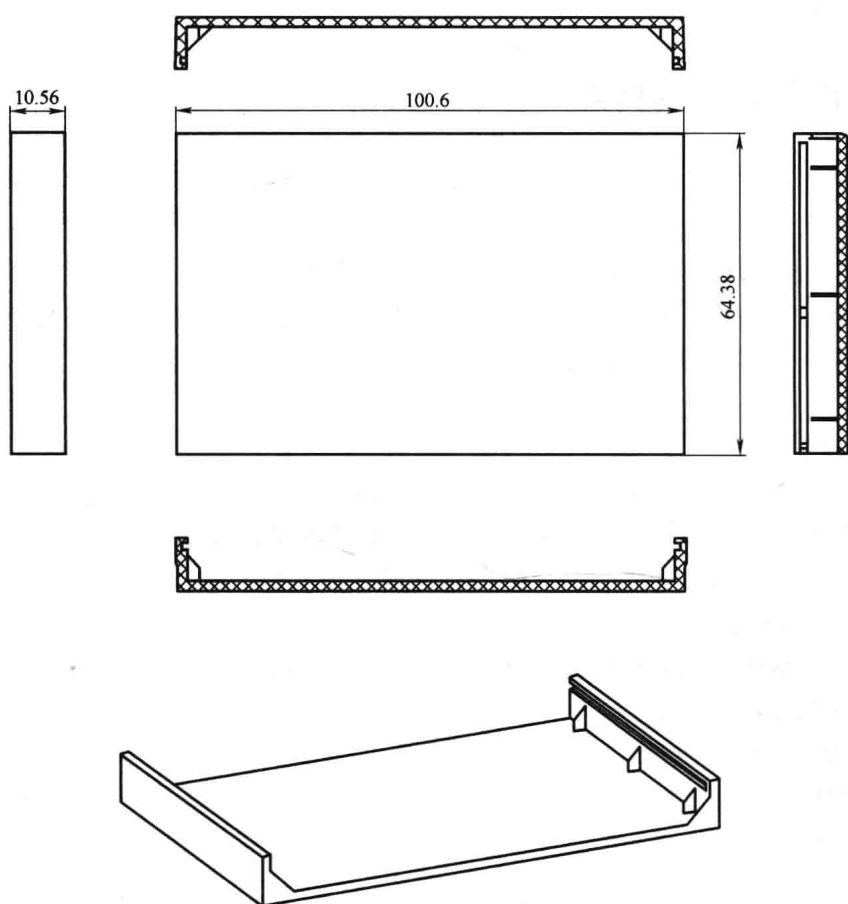


图 1-4 名片盒下盖

1.2.5 壁厚

由于产品的壁厚与熔体的流动长度、生产效率以及使用要求等有关，所以从成本和生产效率来看，产品壁厚过厚是不可取的，它不仅会增加制品的成本，而且会导致成型周期也较长，所得制品的收缩率明显增加。因此，产品壁厚均为 2mm，加强筋壁厚为 0.5mm。

1.2.6 圆角

将塑件所有表面的相交处或转角处都设计成圆弧过渡，以改善熔体的充模状态，改善产品强度，避免模具与塑件在加工与使用过程中的应力集中。一般， $R_{\text{外}} = 1.5t$ ， $R_{\text{内}} = R_{\text{外}}/2$ ， $R_{\text{外}}$ 为外表面圆角， $R_{\text{内}}$ 为内表面圆角， t 为壁厚。但此塑件要求外观工整，尽量避免较大的圆角，故确定塑件的圆角半径为 $R_{\text{外}} =$

0.3mm, $R_{\text{内}} = 0.25\text{mm}$ 。

1.3 注射模的结构组成

凡是注射模, 均可分为动模和定模两大部件。注射充模时动模和定模闭合, 构成型腔和浇注系统; 开模时动模和定模分离, 取出制件。定模安装在注射机的固定模板上, 动模则安装在注射机的移动模板上。根据模具上各个零件的不同功能来分类, 可将模具分解为以下几个系统或机构: 成型零件、浇注系统、导向与定位机构、脱模机构、侧向分型抽芯机构、温度调节系统、排气系统、其他零部件。

1. 成型零件

指构成型腔, 直接与熔体相接触并成型塑料制品的零件。通常有型腔、型芯、成型杆、成型环、镶件等零件。在动模和定模闭合后, 成型零件确定了塑件的内部和外部轮廓尺寸。

2. 浇注系统

将塑料熔体由注射机喷嘴引向型腔的流道称为浇注系统, 由主流道、分流道、浇口和冷料穴组成。

3. 导向与定位机构

为确保动模与定模闭合时, 能准确导向和定位对中, 通常分别在动模和定模上设置导柱和导套。精密注射模还须在主分型面上设置锥面定位。有时为保证脱模机构的准确运动和复位, 也设置导向零件。

4. 脱模机构

也称推出机构, 是指模具打开后, 将塑件从模具中推出的机构。

5. 侧向分型抽芯机构

带有侧凹或侧孔的塑件, 在被脱出模具之前, 必须先进行侧向分型或拔出(抽出)侧型芯, 如图 1-5 所示。

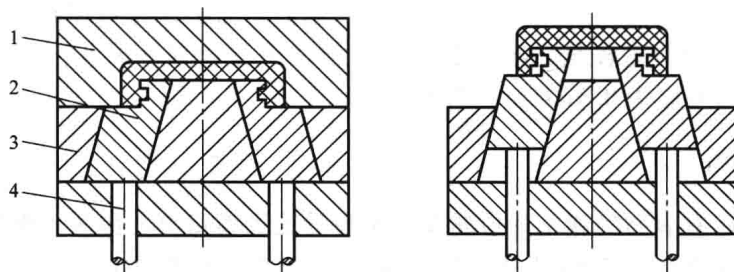


图 1-5 侧向分型抽芯机构

1—型腔 2—滑块型芯 3—型芯固定板 4—推杆

6. 温度调节系统

为了满足注射工艺对模具温度的要求,模具设有冷却或加热的温度调节系统。模具冷却一般在模板内开设冷却水道,加热则在模具内或周边安装点加热元件,有的注射模须配备模温自动调节装置。

7. 排气系统

为了在注射充模过程中将型腔内原有气体排出,常在分型面处开设排气槽。小型腔的排气量不大,可直接利用分型面排气,也可利用模具的顶杆或型芯与配合孔之间的间隙排气。大型注射模须预先设置专用排气槽。

1.3.1 型腔布局与分型面

1. 型腔数目

型腔数目的确定,应根据塑件的几何形状及尺寸、质量要求、批量大小、注射机能力、模具成本等要求来综合考虑。根据塑件质量要求,大型、中型、复杂塑件一般都采用单型腔注射模,而高精度塑件的型腔数原则上不超过4个,考虑到产品的一致性,本模具型腔数采用一模两腔,即名片盒上下盖在同一模具中注射完成。

2. 型腔布局

选择平衡式型腔布局,如图1-6所示。

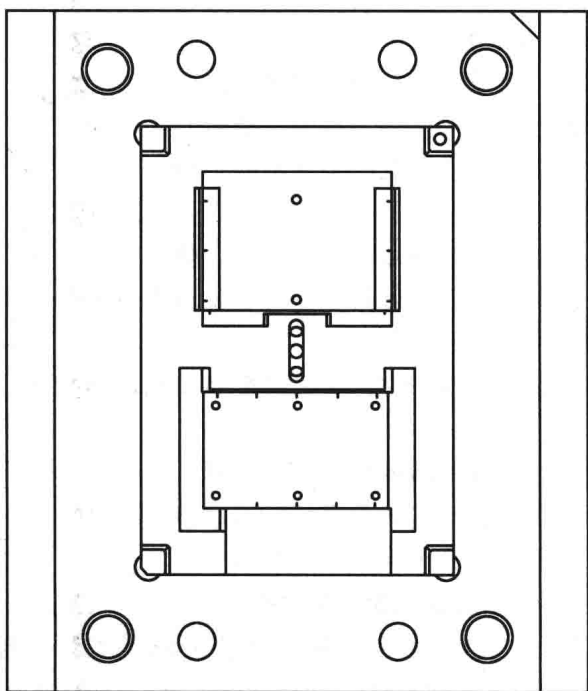


图 1-6 型腔布局图

3. 分型面

确定分型面时, 需要考虑的因素比较复杂。由于分型面受到塑件在模具中的成型位置、浇注系统设计、塑件的结构工艺性及精度、嵌件位置形状、推出方法、模具的制造、排气以及操作工艺等多种因素的影响, 因此在选择分型面时应综合分析比较, 从几种方案中优选出较为合理的方案。选择分型面时一般应遵循以下几项原则:

- 1) 分型面应选在塑件外形最大轮廓处。
- 2) 便于塑件顺利脱模, 尽量使塑件开模时留在动模一边。
- 3) 保证塑件的精度要求。
- 4) 满足塑件的外观质量要求。
- 5) 便于模具加工制造。
- 6) 对成型面积的影响。
- 7) 对排气效果的影响。
- 8) 对侧向抽芯的影响。

其中最重要的是第2) 和第5)、第8) 点。为了便于模具加工制造, 应尽量选择平直且易于加工的分型面。

1.3.2 浇注系统

浇注系统的设计加工原则:

- 1) 浇注系统的分流道一般在分型面上。
- 2) 尽量缩短流程, 以降低压力损失, 缩短充模时间。
- 3) 浇口位置的选择, 应避免产生湍流和涡流, 以及喷射和蛇形流动, 并有利于排气和补缩。
- 4) 避免高压熔体对型芯和嵌件产生冲击, 防止变形和位移。
- 5) 浇注系统凝料脱出方便可靠, 易与塑件分离或切除整修容易, 且外观无损伤。
- 6) 熔合缝位置必须合理安排, 必要时配置冷料穴或溢料槽, 尽量减少浇注系统的用料量。
- 7) 浇注系统应达到所需精度和表面粗糙度。

1. 主流道设计

(1) 直浇口式主流道

模具采用直浇口式主流道, 如图1-7所示。

主流道入口直径 d 应大于注射机喷嘴直径1mm左右。这样便于两者能同轴对准, 也使得主流道凝料能顺利脱出。所以项目中 d 取 $\phi 3.5\text{mm}$ 。

主流道入口的凹坑球面半径 R , 应该大于注射机喷嘴球头半径约2~3mm。反