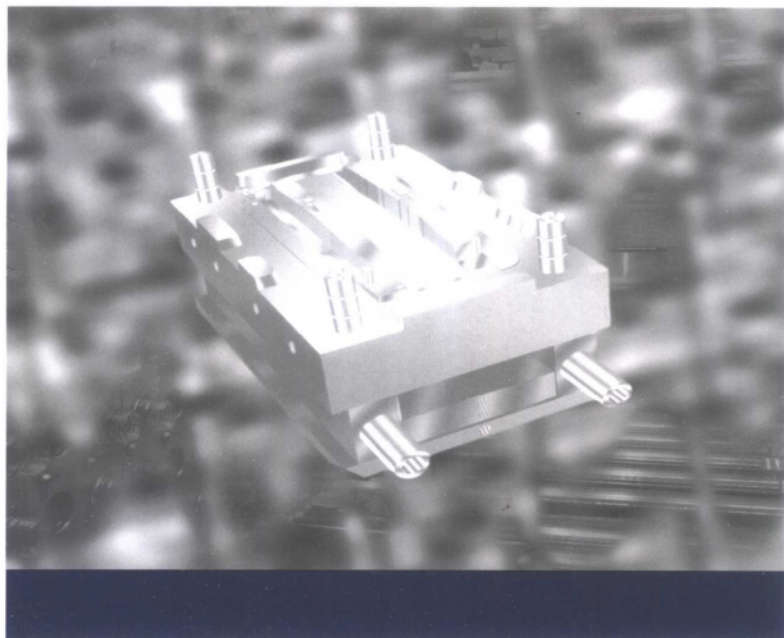


唐志玉 编著

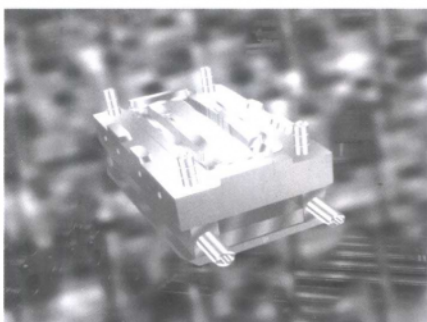
大型注塑模具设计 技术原理与应用



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心



大型注塑模具设计技术原理与应用

ISBN 7-5025-6018-1



9 787502 560188 >

ISBN 7-5025-6018-1/TQ · 2058 定价：40.00元

销售分类建议：化工/材料/树脂与塑料
机械/模具

大型注塑模具设计 技术原理与应用

唐志玉 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

大型注塑模具设计技术原理与应用/唐志玉编著.
北京:化学工业出版社,2004.8
ISBN 7-5025-6018-1

I. 大… II. 唐… III. 注塑-塑料模具 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 080196 号

**大型注塑模具设计
技术原理与应用**

唐志玉 编著

责任编辑:王苏平

文字编辑:余德华

责任校对:顾淑云 宋 玮

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)
发行电话:(010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16¼ 字数 400 千字
2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-6018-1/TQ·2058
定 价:40.00 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

对大型注塑模的关注，始于20世纪80年代。作为一名工科教师，常有机会去工厂指导学生实习或考察。发现最棘手的问题是新开发的大型注塑模往往难以达到预期效果，诸如电视机外壳脱模困难，甚至得不到完整的制品；浅周转箱制品易翘曲变形，而深腔形制品易碎裂；有的表面有肉眼可见的熔接痕，制品报废率居高不下；常需反复多次试模和修模，费时费力代价高，还难以获得满意的制品等。

考虑到大型注塑模与一般注塑模在尺寸、重量上的巨大差异，给制造、运输、安装、修模与使用带来诸多困难，造成其价格出奇的昂贵。因此，在设计大型注塑模时，必须有一套完整的、非一般的思考方法与理念。简单说来，从模具受力结构件来看，着重考虑的是刚度，而不是强度。就成型理念而言，是如何使熔料流体按快而有序的规律充满模腔各个深处和角落。就塑件质量和生产效率来说，是如何保持模体恒温，以及加快整个热交换过程。

根据这样的思考，写成了约10万字的开篇“试论大型注塑模设计理论基础”，被桂林《模具工业》杂志采用，分期连载。由此引起同行的广泛关注，先后应邀去四川省模协、河南洛阳工学院、电子学会工装专委会、南京模协、福州模协、无锡巨龙塑化有限公司、江南塑化公司、汕头大学机电工程系等进行了一系列的学术交流，获得了广泛的认同。1987年我的处女作《大型注塑模设计基础》问世。

正是在此背景下，有机会参与了黄河重型汽车JN162散热器罩大型注塑模设计实践的全过程，与人合作获得了机械工业技术发展基金会资助项目“塑料注塑浇注系统研究”，从而获得了无锡巨龙塑化公司，以汽车前后保险杠注塑模设计为例的“验证报告”，为本书内容起到“点睛”作用。同时也在全国一些专业刊物，如《塑料》、《工程塑料应用》、《中国塑料》、《四川塑料》、《模具工业》、《塑料工业》等上发表过一些专题研究报告，也为本书的完善起到了“借鉴”作用。

借本书出版之机，我要衷心感谢无锡巨龙塑化公司范广理高工、大连三鼎轻机模具厂边宏总工、南京化工学院张广文高工和华东理工大学徐佩弦教授，正是由于他们出色工作所提供的相关资料，才使得本书内容如此充实而丰富多彩。

本书也是对大型注塑模关注的一份总结，仅此奉献给模具界的朋友们！

四川大学高分子科学与工程学院

唐志玉

2004（甲申）年正春于成都

内 容 提 要

本书根据作者多年来的教学实践与科研成果编写而成。怎样才能使大型注塑模设计“一举成功”，而无需多次修模就能投入生产，以获得预期的效果呢？作者不仅从高聚物熔体流变学应用、模具受力构件刚度设计、模温控制及其影响因素等理论层面上做了完整而系统的解答，还从标准件选用、大型注塑模设计实例、造价估算和试模验收等实践环节对其进行了升华。全书内容丰富，取材翔实，为国内较为系统地论述大型注塑模设计的一本专著。

本书可供从事注塑模具设计与研究的工程技术人员参考，也可作为大、专院校有关高分子材料成型加工、模具专业的教学参考书。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 概述	1
1.1.1 设计特点	2
1.1.2 讨论范畴	5
1.2 注塑过程控制	6
1.2.1 注射压力	6
1.2.2 模腔压力	7
1.2.3 成型周期	7
1.2.4 压力温度图	8
1.2.5 开模取件	9
1.3 需考虑的问题	9
1.3.1 材料性质	9
1.3.2 涉及问题	9
1.3.3 注塑机规格	9
1.3.4 制品形状	10
1.3.5 塑件精度	11
1.4 设计程序	14
1.4.1 设计任务书	14
1.4.2 审核项目	14
1.5 注塑模结构	16
1.5.1 注塑模构成	17
1.5.2 注塑模分类	18
1.6 注塑模标准模架	22
1.6.1 中小型模架	22
1.6.2 大型模架	24
第 2 章 流变学设计	25
2.1 概述	25
2.1.1 设计方法	25
2.1.2 参数选择	25
2.1.3 浇注系统	28
2.2 浇口部位及其选择	31

2.2.1	避免产生缺陷	31
2.2.2	有利于流动、排气和补缩	32
2.2.3	增加熔接痕牢度	32
2.2.4	考虑取向方位	33
2.2.5	浇口数目与变形	35
2.2.6	防止型芯歪斜	35
2.3	浇口类型及其选择	38
2.3.1	选择依据	38
2.3.2	类型评述	39
2.4	浇注系统尺寸	45
2.4.1	普通流道系统	45
2.4.2	热流道系统	46
2.4.3	流道与浇口平衡	48
2.5	模腔压力	54
2.5.1	流道压力降	54
2.5.2	充模力	57
2.5.3	锁模力	61
2.6	设计实例	61

第3章 力学设计 66

3.1	概述	66
3.2	模腔设计	66
3.2.1	模腔构成形式	66
3.2.2	模腔数的确定	67
3.2.3	模腔的排布	70
3.2.4	分型面选择	71
3.2.5	排气隙考虑	74
3.3	模腔结构设计	76
3.3.1	凹模结构	77
3.3.2	凸模结构	78
3.3.3	镶拼结构	79
3.3.4	瓣合模结构	80
3.4	模腔尺寸	80
3.4.1	影响因素	80
3.4.2	尺寸计算	81
3.5	模腔力学设计	83
3.5.1	设计依据	83
3.5.2	圆形型腔	84
3.5.3	矩形型腔	87
3.6	脱模机构设计	97

3.6.1	脱模力	97
3.6.2	脱模方位判断	98
3.6.3	推出构件尺寸	102
3.7	脱螺纹机构设计	106
3.7.1	包紧力	107
3.7.2	扭矩	108
3.7.3	功率	108
3.8	抽芯机构设计	112
3.8.1	抽拔力	114
3.8.2	开模行程	115
3.8.3	斜导柱直径	118
第4章	传热学设计	123
4.1	概述	123
4.1.1	设计方法	123
4.1.2	模温与塑件质量	123
4.1.3	模温与生产效率	123
4.2	模具冷却	125
4.2.1	影响因素	125
4.2.2	冷却时间	128
4.2.3	冷却回路	130
4.2.4	回路布置	139
4.3	模具加热	143
4.3.1	意义与作用	143
4.3.2	保温与隔热	144
4.3.3	加热功率	147
4.3.4	加热装置	148
4.4	热管技术	149
4.4.1	热管特点	149
4.4.2	工作原理	149
4.4.3	热管应用	152
第5章	标准零件选用	155
5.1	概述	155
5.2	板类零件	155
5.2.1	模板尺寸系列	155
5.2.2	推板尺寸系列	156
5.3	导向零件	157
5.3.1	导柱	157
5.3.2	导套	158

5.3.3 应用实例	160
5.4 推出与复位零件	160
5.4.1 推杆	160
5.4.2 推管	164
5.4.3 复位杆	164
5.5 定位圈	165
5.5.1 标准型定位圈	165
5.5.2 特殊型定位圈	166
5.6 浇口套	167
5.6.1 标准型浇口套	167
5.6.2 特殊型浇口套	168
5.7 拉料杆	168
5.7.1 主流道拉料杆	168
5.7.2 分流道拉料杆	169
5.8 推出机构零件	170
5.8.1 推板导柱	170
5.8.2 限位钉	171
5.8.3 支承柱	171
5.8.4 垫块	171
5.9 侧抽芯零件	173
5.9.1 斜销	173
5.9.2 侧滑块	174
5.9.3 导滑槽	175
5.9.4 楔紧块	176
5.9.5 定位器	176
5.10 其他结构零件	177
5.11 冷却系统零件	178
5.12 吊装零件	186
第6章 设计实例	188
6.1 汽车散热罩注塑模设计	188
6.1.1 设计依据	188
6.1.2 结构设计	189
6.1.3 流变学设计	190
6.1.4 力学设计	191
6.1.5 传热学设计	193
6.1.6 实际效果	197
6.2 汽车前装饰罩注塑模设计	197
6.2.1 设计依据	197
6.2.2 结构设计	198

6.2.3	流变学设计	198
6.2.4	力学设计	200
6.2.5	冷却系统设计	200
6.2.6	实际效果	202
6.3	汽车前保险杠注塑模设计	203
6.3.1	设计依据	203
6.3.2	结构设计	203
6.3.3	流变学设计	204
6.3.4	实际效果	206
6.4	汽车后保险杠注塑模设计	207
6.4.1	设计依据	207
6.4.2	结构设计	208
6.4.3	流变学设计	208
6.4.4	实际效果	209
6.5	大型周转箱注塑模设计	209
6.5.1	设计依据	209
6.5.2	结构设计	210
6.5.3	流变学设计	210
6.5.4	传热学设计	212
6.6	电视机前框注塑模设计	213
6.6.1	结构设计	213
6.6.2	浇注系统设计	213
第7章	造价估算	214
7.1	概述	214
7.2	考虑因素	214
7.2.1	生产成本	214
7.2.2	供货周期	214
7.2.3	市场状况	214
7.2.4	技术含量	215
7.2.5	模具寿命	215
7.3	简易估算	215
7.3.1	经验估算法	215
7.3.2	材料系数法	216
7.3.3	类比法	216
7.4	详细计算	216
7.4.1	价格构成	216
7.4.2	计算方法	217
7.4.3	计算公式	217

第 8 章 试模与投产	224
8.1 概述	224
8.2 注塑机的选用	224
8.2.1 合模力的校核	224
8.2.2 注射容量的校核	225
8.2.3 顶出机构的校核	226
8.2.4 其他因素	227
8.2.5 空载试验	228
8.3 模具安装	229
8.3.1 模具检验	229
8.3.2 吊环螺钉	230
8.3.3 模具吊装	230
8.3.4 安装方位	231
8.3.5 模具紧固	231
8.3.6 合模机构的调整	231
8.3.7 空循环试验	233
8.3.8 配套件安装	233
8.3.9 模具预热	233
8.4 试模条件	234
8.4.1 塑料选用	234
8.4.2 工艺条件拟定	234
8.4.3 试模倾向性	239
8.4.4 缺陷分析与对策	244
8.5 试模结论	244
8.5.1 结构不尽合理	244
8.5.2 精度不符合要求	247
8.5.3 配套不完善	247
8.5.4 移交生产	248
参考文献	249

第 1 章 概 论

1.1 概述

模具技术的进步,不但关系到机械产品,还影响到化工、电子、仪表、汽车、家用电器等新产品新技术的开发和应用,特别是大型注塑模的设计与制造技术更为突出。在这些大型产品的开发和应用过程中,碰到的最大困难是模具设计问题多、制造周期长、成本费用高和使用寿命短。国外大型注塑模主要靠专业模具厂设计和制造,如德国的 LAPPLE (雪甫莱) 公司、HASCO (哈期考) 公司,美国的 DME 公司,日本的池上金型株式会社等,都是世界上有名的模具制造公司。池上金型株式会社专门生产 2~30t 的大型模具,雪甫莱公司生产的垃圾箱注塑模达 110t,为世界之最。但由于专利的限制和经营竞争的激烈,大型注塑模的设计技术彼此绝对保密,因而要想从国外获得这方面的任何资料,几乎是不可能的。在这种情况下研究和讨论如何提高我国大型注塑模的设计水平,其重要意义是不言而喻的。

众所周知,由于注塑成型能一次性完成外形复杂、尺寸准确或带有金属嵌件的高分子材料制品,且对各种高分子材料均有良好的适应性,所以近 30 年,特别是近 15 年来,该项技术得到了迅猛发展。为满足人们对汽车、洗衣机、电视机、电冰箱等日益增长的需要,世界各发达国家竞相生产大型注塑机。世界上拥有最大注塑机的国家,首先是法国 (SMTP-Billion 联合公司生产),其最大注塑容量为 $17.7 \times 10^4 \text{g}$ (390lb),锁模力为 100 000kN。其次是德国 (Batten-feld 公司)、美国 (Incoe 公司) 和意大利,其额定注塑量为 $10 \times 10^4 \text{g}$,锁模力为 50 000kN。日本名机制作所生产出了一次注塑量为 $9.6 \times 10^4 \text{g}$ 、锁模力为 50 000kN 的特大型注塑机。我国上海也制成了额定注塑量为 $3.2 \times 10^4 \text{g}$ 、锁模力为 40 000kN 的特大型注塑机。要使这些庞大的机器运转起来,生产出合格的大型制品,首先碰到的问题便是大型注塑模的设计与制造。由于大型注塑模的造价十分昂贵,其价格从几十万至几百万,甚至上千万元。因此,要求其设计、制造必须是“一举成功”,切忌返工,更不允许因设计不当而报废。那么怎样才能达到这样的要求呢?这就是本书所要讨论和研究的课题。

什么样的模具才算是大型注塑模呢?迄今尚无科学和肯定的定义。业界较为一致的看法是,当前还只能根据其所必须使用的注塑机级别来区分。按习惯可把国产注塑机系列划分为表 1-1 所列的 5 个等级。

表 1-1 国产注塑机级别的初步划分

序号	级 别	额定容量/cm ³	锁模力/kN
1	微型注塑机	<10	<300
2	小型注塑机	15、30、60、80、125、250	≤1 500
3	中型注塑机	350、500、1 000、2 000、3 000	≤6 500
4	大型注塑机	4 000、6 000、8 000、16 000、24 000	≥7 500
5	特大型注塑机	32 000、48 000、64 000、80 000、96 000	≥30 000

在国外，德国 K 型大型注塑机有三种型号，详见表 1-2。日本生产注塑机的厂家甚多，规格型号各异，叫法不一，但多以锁模力在 8 500kN、一次注塑容量在 3 000cm³ 以上者为大型注塑机。如日本三菱重工业株式会社有三个级别的锁模吨位和 9 种容量的大型注塑机，其规格型号见表 1-3。

表 1-2 德国 K 型大型注塑机的规格

序 号	注塑机型号	相似容量/cm ³	锁模力/kN
1	KuASY5000/630	≈4 000	6 300
2	KuASY9000/1000	≈7 000	10 000
3	KuASY16000/1600	≈10 000	16 000

表 1-3 日本三菱重工业株式会社大型注塑机的规格型号

注塑机型号	850MF			1250MF			1600MF		
	110	160	240	160	240	340	160	240	340
体积近似容量/cm ³	3 000	4 500	6 800	4 500	6 800	9 600	4 500	6 800	9 600
锁模力/kN	8 500			12 500			16 000		

由以上可知，一般来讲，锁模力在 6 300kN、额定注塑量在 3 000cm³ 以上的注塑机，所使用的模具属于大型注塑模之列。但在实际工业生产中，也有以模具质量来划分的（见表 1-4），常把模具质量在 2t 以上的注塑模称为大型注塑模。

表 1-4 按质量划分模具类型

模具类型	微 型	小 型	中 型	大 型	特 大 型
公称质量	<5kg	>5~100kg	>100~2 000kg	>2~30t	30t

1.1.1 设计特点

一般来说，大型注塑模设计程序和准则与中小型注塑模设计相比并无显著差别。只是在设计时力求考虑更周密、更仔细、更可靠、更全面，技术经济指标更合理。为此，大型注塑模设计必须满足以下设计特点。

1.1.1.1 受力构件刚性要求

在设计中小型注塑模时，其受力结构件多以校核强度为准，这无疑是正确的。但对于大型模具来说，这一要求就不够了，常因此而造成重大损失。因为强度合理的模具，在受到熔融塑料流体的高压作用时，仍有可能产生较大的弹性变形，模具型腔尺寸越大，其弹性变形量也越大。当注射完毕开模时，型腔内压力趋于零，型腔变形量消失，将塑件挟持于凹模内，致使脱模极其困难；即使能勉强脱模，但由于型腔的弹性变形致使塑件尺寸超差，而导致产品不合格；严重时还会溢料，甚至发生喷射伤人事故。

上述三种情况，在一些工厂里时有发生，造成较为严重的损失。究其原因，大多属于设计不当，未能按所允许的变形量计算凹模侧壁厚度所致。故大型注塑模型腔的刚性要求，尤为重要。

1.1.1.2 模腔组合性要求

在设计小型模具的凹模和凸模时，常可以设计成整体式，以使结构简单，制造不太难，这在一定程度上是可行的，因而也是合理的。但对于大型注塑模来说，整体式结构是难以实

现的。为了机械加工、研磨、抛光和热处理的方便，或为了节约贵重金属、减少精加工量，或为了构成较为复杂的成型腔等的需要，必须采用组合式的型腔结构。就形状复杂的制件而言，一般模具越大成型腔越复杂，其组合性的要求也就越迫切。但必须注意在采用组合式结构时，除了其刚性条件必须符合前述要求外，其组合方式还应予仔细考虑。例如图 1-1 所示的浅壳体塑件的大型注塑模组合式结构，采用四镶块拼合法，在注射时不会产生过大的弹性变形，又便于制造——机加工、热处理和抛光，且装拆修理十分方便，并具有一定的精度。只是在模具加工制造时，需要由相应的设备予以保证。又如图 1-2 所示的薄壁深腔壳体大型注塑模组合式结构，四壁除由四镶块拼合外，型腔外侧还形成一凸锥体与动模型腔外侧的凹锥紧密配合，起楔紧型腔作用。此举可使型腔四镶块在注射时不会过多胀大，并使其强度和刚度得到一定程度的保证。

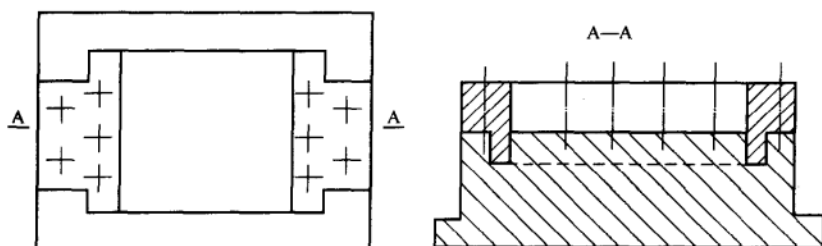


图 1-1 浅壳体塑件大型注塑模组合式结构

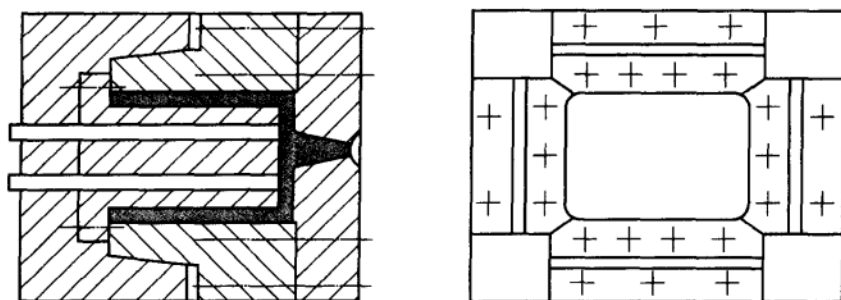


图 1-2 薄壁深腔壳体大型注塑模组合式结构

但有时仅从刚度考虑，用上述组合式结构就难以满足要求，这时可采用图 1-3 所示的双止口加强型组合式结构。为使大型注射模的体积变小，重量减轻，又能满足刚度要求，也可采用图 1-4 所示的在分型面上没有止口的矩形整体式型腔的加强结构。

1.1.1.3 脱出塑件的可靠性要求

对一副常用的注塑模来说，其脱模机构合理与否是衡量其设计质量的重要标志之一。一副优良的注塑模，对其脱模机构应有如下要求。

- (1) 在成型的每一周期中，当开模时脱模机构都能正确、可靠、快速地脱出制件。
- (2) 脱模机构本身要运动灵活，无卡滞现象发生。且其推出元件有足够的刚度和稳定性，以克服制件的脱模阻力。

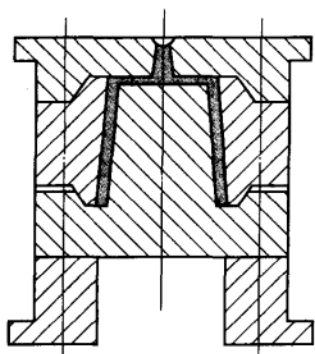


图 1-3 双止口加强型组合式结构

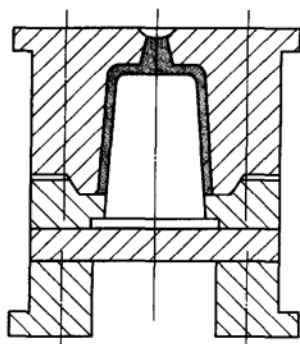


图 1-4 单止口的矩形整体式加强结构

(3) 推出元件要设在脱模阻力的合力中心，且与制件要有足够大的接触面积，以免在推出过程中发生偏斜或使制件变形或损坏。同时，推出元件要尽可能设在制件的隐蔽处，以免影响制品外观。

(4) 结构合理，操作方便。要尽可能利用注塑机的开模力进行操作，最好不用或少用人工控制。

在设计大型注塑模的脱模机构时，除考虑上述一般通则外，还有两点应予以特别注意。

第一，大型注塑模的推出板，一般相当重（数百公斤甚至几吨），单靠数根推杆和返推杆支承通常较为困难，往往由于自重而使推杆偏斜，产生卡滞现象。因此，在大型注塑模的推出机构中，必需设有刚度足够的、使推出板运动灵活的导向柱，此导向柱还可以对动模垫板起到支撑作用，可使其厚度大大减薄。

第二，大型塑件，由于尺寸很大，壁也就较厚，因而对其模具型芯所产生的包紧力就很大，其所需脱模力显著增加。因而应对其脱模阻力进行仔细计算，并以此对脱模机构的强度和刚度进行校核；同时应对脱模机构的设置方位进行选择。

1.1.1.4 成型腔排气性要求

从某种角度讲，注塑模也是一种置换装置。即塑料熔体进入模腔，同时置换出模腔内的空气，实际上模具内的空气并不局限在型腔之内，特别是三板式注塑模结构，不能忽视存在于浇道、分流道中的空气。此外，在熔融树脂里会产生微量分解的气体，随塑料的用量增加，从其中产生的气体也越多。

因此排气是模具设计中不可忽视的大问题。特别是大型模具的设计，对其排气要求特别严格。这是因为大型注射模的浇注系统和成型腔的体积都很大，其所积存的空气也就多；其次由于大型注塑模所成型的塑件大，一次注入型腔内的塑料熔体多，其所产生的水气，熔料微量分解的气体，挥发或化学反应生成的气体也就多。这些聚积在注塑系统和成型腔内的气体，如果在熔融流体的充模过程中，不能及时而迅速地排出模外，其危害性是很大的。

(1) 在制品上形成气泡、银丝、灰雾、接缝，使表面轮廓不清，甚至充模不满。

(2) 严重时在制品表面产生焦痕，导致产品报废。

(3) 降低充模速度，影响成型周期和制品质量。

(4) 形成断续注射，降低生产效率。

因此，大型注塑模的排气问题显得特别重要，除了利用分型面、型芯、推杆等间隙排气

外，尚需要另设专用排气隙，其设计原则如下。

(1) 排气隙位置 设在塑料熔体流动的末端或制品壁较薄的地方，且远离操作者的方向。

(2) 排气隙尺寸 其深度以易于排气而不溢料或溢料很少为准，具体数值由塑料熔体的黏度特性决定（可参照表 1-5 选取），其延续部分深度可增大 0.2~0.8mm。排气隙的宽度，根据制件大小，可选 5~25mm。此外，也可在距离型腔周围约 10mm 的距离处，加工一封闭的环形槽通向大气，其排气效果也很好。对于矩形型腔，在接触边的外侧设置凹下的排气槽。最好是在分型面的全部周边上进行排气，称之为全周排气槽，如图 1-5 所示。若认定气体最后汇集在熔体流动末端，则可在分型面上进行部分排气，称之为末端排气槽，如图 1-6 所示。

表 1-5 不产生飞边的排气隙

塑料名称	排气隙深度/mm	塑料名称	排气隙深度/mm
PE	0.02~0.04	ASA	0.03~0.05
PP	0.02~0.04	POM	0.02~0.04
PS	0.04~0.05	PA	0.02~0.04
SB	0.03~0.05	玻纤增强 PA	0.03~0.05
ABS	0.03~0.05	PBT	0.03~0.05
SAN	0.03~0.05	PC	0.05~0.08

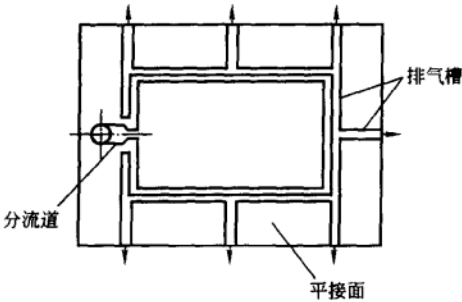


图 1-5 矩形制件的全周排气槽

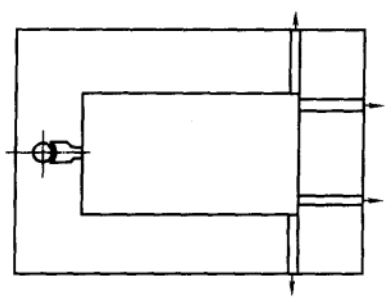


图 1-6 矩形制件流动末端排气槽

1.1.1.5 模温合理性要求

对大型注塑模来说，为达到塑件尺寸和性能的均匀一致，以及提高制品的合格率，往往在开车前需对模具加热，待生产正常进行一段时间后，当模温超过某一温度时，又需对模具进行冷却。这是因为大型模具的比表面积小，散热慢；加之熔融塑料进入模腔数量多，聚集热量也大。因此，同一副模具成型同一种塑料制品，既要有冷却系统，又要有加热装置。这就是大型注塑模对其温度的合理性要求。为达到此目的，通常需在模具成型腔周围设置流道系统。通入热水（或过热水）对模具进行加热；或通入冷却水以对模具进行冷却，从而达到对模温的合理控制。其所使用的冷却水温度不宜过低，一般以 10~18℃ 为宜。冷却水的流速以尽可能高为佳，最好使其保持稳定的湍流状态。

1.1.2 讨论范畴

实践表明，注塑模设计的优劣，对其制品的内在和外观质量以及生产效率和成本高低，