

文根保 主编

注塑模 优化设计

及成型缺陷解析

ZHUSUMU

YOUHUA SHEJI

JI CHENGXING QUEXIAN

JIEXI



化学工业出版社



注塑模

优化设计

及成型缺陷解析

文根保 主编

文根保 主编



化学工业出版社

北京 100085 电话 010-64011111 电邮

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑模优化设计及成型缺陷解析/文根保主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-122-30702-6

I. ①注… II. ①文… III. ①注塑-塑料模具-最优设计②注塑-塑料模具-成型-缺陷 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 238800 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 王素芹

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 452 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

由于塑料具有易成型,生产效率高,制造能耗低,生产成本低,化学稳定性优良,强度高,绝缘性良好和低介电损耗以及减摩、耐磨、减振和隔声等优良性能,故在轻工、农业、电子电器、国防、航空航天、交通运输、机械制造、仪器仪表、包装、日常生活用品等各方面的应用越来越广泛。塑料已替代部分金属、木材、皮革及其他无机材料进而发展成为国民经济中各个部门不可缺少的一类化学材料,并跻身传统材料之列。目前我国已成为世界上最大的塑料制品生产和消费国。

注塑制品是由注塑模和注射机加工出来的,注塑制品形状、尺寸和精度依靠注塑模加工得到,注塑模是生产注塑制品的重要工艺装备。注塑模设计是模具制造的源头,也是模具制造整个过程中最重要的环节,只有确保了注塑模设计的成功,才能利用现代模具材料、数字加工和热表处理等技术提高模具精度和加工效率,保证模具质量,延长模具寿命。

注塑模(含型腔模)的设计与制造需要解决三大问题:一是模具的结构设计,要解决注塑件(含成型件)的正确成型加工、抽芯和脱模及尺寸、精度与表面质量的问题;二是要解决注塑件(含成型件)的缺陷问题;三是要解决模具制造的问题。目前国内的注塑模设计理论,一般都会提到需要进行注塑件形体分析。但如何具体分析却很少有展开分析,更没有结构方案的可行性分析。从抽象的形体分析直接进入模具结构设计,容易产生注塑模设计无从下手的问题。同时,由于大多数现有理论没有将模具结构与缺陷有机联系起来,从而造成了顽固的缺陷需要反复试模修模的恶性循环。

本书围绕注塑模结构方案的制订和模具相关机构的选定、设计这两个方面进行阐述,介绍了经验性模具结构设计理论:注塑件“六要素”形体分析方法、注塑模结构方案“三种可行性分析”方法、注塑模结构最佳优化方案和最终方案可行性分析方法。注塑模结构方案是从注塑件形体的“形体与障碍体”“型孔与型槽”“变形与错位”“运动与干涉”“外观与缺陷”和“塑料与批量”要素分析入手,采用了针对解决要素的措施来制订出注塑模结构方案。方案制订采用了常规分析法、痕迹分析法和综合分析法三种分析方法,通过从注塑件形体分析过渡到模具结构方案的辩证论证,以制订出最佳优化注塑模结构方案。模具最终结构方案采用了CAE法和图解法分析缺陷,采用了排除法和痕迹法整治缺陷,确立了以预防为主、整治为辅的策略,通过对缺陷综合辩证论证和辩证施治,实现整治注塑件缺陷的目的。这些理论填补了注塑模设计理论的空缺。

本书除了介绍上述模具结构设计新概念、新理论以及技巧和方法之外,还重点介绍了注塑模组成、运动形式,注塑模动定模分型方法,注塑模浇注系统、注塑模抽芯机构、注塑模脱模机构、开模机构、限位机构、脱浇口料机构、复位机构和先复位机构的设计。将新颖注塑模设计理论和典型注塑模机构相结合,才能够设计出优质的注塑模结构。

本书由文根保主编,参与编写的人员还有:文莉、史文、丁杰文、胡君和张佳。本书内容是从多年注塑模设计经验中总结出的新规律、新技巧和新方法,希望能对从事注塑模设计、制造和教学的人员有所帮助。当然,这些理论还有很大拓展和充实的空间,欢迎同行能发展与深化该理论。

由于编者的水平所限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

第一节 注塑件形状与障碍物要素分析	1
一、注塑件形体分析的“形状”要素	2
二、注塑件形体分析的“障碍物”要素	2
三、案例	8
第二节 注塑件上的型孔与型槽要素分析	9
一、注塑件正、背面上型孔与型槽要素的分析	10
二、注塑件沿周侧面型孔与型槽要素及螺孔的分析	10
三、注塑件型孔与型槽要素形体分析的关注要点	11
四、成型注塑件四周水平的侧向螺孔或斜向螺孔的加工方案	11
五、注塑件的型孔与型槽形体要素分析的例题	12
第三节 注塑件上的变形与错位要素分析	14
一、注塑件变形与错位要素的内涵	15
二、决定变形与错位因素注塑件形体上的特征	15
三、注塑件变形与错位要素的分析	15
四、注塑件的“变形与错位”形体分析的案例	16
第四节 注塑件形体分析的运动与干涉要素分析	17
一、注塑件形体运动要素的分析	17
二、注塑件形体运动与干涉要素的分析	18
三、注塑件运动干涉要素的分析	18
四、注塑件运动与干涉要素的分析案例	19
第五节 注塑件上的“外观与缺陷”要素分析	21
一、注塑件形体分析的“外观”要素	22
二、注塑件形体分析的“缺陷”要素	24
第六节 注塑件上的“塑料与批量”要素	25
一、注塑件形体分析的“塑料”要素	26
二、注塑件形体分析的“批量”要素	29
第七节 注塑件形体“六要素”综合分析	32
一、六要素与十二子要素的区分	32
二、注塑件形体六要素综合分析图解法	33
三、注塑件形体要素综合分析案例	33

第一节 注塑件上的模具结构成型痕迹	36
一、分型面的痕迹	37
二、浇口的痕迹	37
三、抽芯的痕迹	38
四、脱模的痕迹	38
五、活块和镶嵌的痕迹	39
六、其他类型的痕迹	39
第二节 注塑件上的成型加工痕迹	40
一、流痕	41
二、熔接痕	41
三、缩痕	41
四、填充不足	42
五、银纹	42
六、裂纹	43
七、喷射痕	43
八、波纹	43
九、翘曲（变形）	43
十、变色	44
十一、过热痕	44
十二、气泡	45
第三节 注塑件模具结构成型痕迹技术与痕迹学	45
一、注塑件上模具结构成型痕迹与模具造型过程	46
二、注塑样件上模具结构成型痕迹的应用	46
三、注塑件上模具结构成型痕迹应用案例	47
第四节 注塑模最终结构方案与注塑件上缺陷痕迹综合整治技术	52
一、注塑件上缺陷痕迹的识别与分析	53
二、注塑件上缺陷痕迹的综合论治	53
三、注塑件缺陷综合整治方法的分类	53
四、注塑件上成型加工痕迹的应用	55
五、注塑模结构设计和注塑件缺陷整治网络服务	57
六、痕迹学	57

第一节 注塑模结构方案常规可行性分析与论证	59
一、注塑模结构方案的常规（要素）可行性分析法的种类	60
二、注塑件上“形状与障碍物”要素的模具结构方案可行性分析法	60
三、注塑件上“型孔与型槽”要素的模具结构方案可行性分析法	65
四、注塑件上“变形与错位”要素的模具结构方案可行性分析法	68
五、注塑件上“运动与干涉”要素的模具结构方案可行性分析法	72

六、注塑件上“外观与缺陷”要素的模具结构方案可行性分析法	75
七、注塑件上“塑料与批量”要素的模具结构方案可行性分析法	80
第二节 注塑模结构方案综合可行性分析与论证	85
一、注塑模结构方案综合分析法	86
二、注塑模结构方案的论证方法	86
三、注塑件形体要素与模具结构痕迹相结合的综合分析法案例	87
第三节 注塑模结构最佳优化方案可行性分析与论证	92
一、注塑件形体“六要素”分析与注塑模结构方案分析	92
二、注塑模最佳优化方案论证的方法	93
第四节 注塑模最终结构方案的可行性分析	93
一、注塑件上缺陷的综合论治	93
二、注塑件综合缺陷的辩证论治	96
第四章 注塑模的结构与运动形式 / 99	
第一节 注塑模的结构	99
一、注塑模的分类	99
二、注塑模结构的主要组成	100
三、注塑模的基本结构	100
四、注塑模的零件及其作用	101
五、注塑模的标准模架	102
第二节 注塑模的运动形式	103
一、分型运动	103
二、抽芯运动	103
三、脱模运动	106
四、先复位运动、复位运动和脱浇口运动	111
第五章 注塑模浇注系统设计 / 113	
第一节 注塑模浇注系统的结构	113
一、主流道的设计	114
二、浇口套的设计	114
三、主流道的种类、拉料杆及顶出系统的设计	114
四、分流道的设计	116
五、冷料穴和拉料杆的设计	118
第二节 浇口的设计	118
一、影响浇口设计的因素	118
二、浇口截面大小的确定	119
三、各类浇口形式及计算	121
四、多型腔注塑模浇口	123
第三节 无流道和热流道浇注系统的设计	125
一、应用无流道和热流道的塑料及其要求	125
二、无流道浇注系统的设计	126

第一节 模具的加热装置	128
一、不正常模温对注塑件质量的影响	128
二、模具加热的种类	129
三、加热量计算	129
第二节 模具冷却装置的设计	131
一、冷却水道设置的因素	131
二、冷却水道设置的原则	131
三、冷却水道的直径、间距和布置方式	132
四、型腔、型芯和侧向型芯上冷却水道的设计	132
五、模板上冷却水道的设计	134
六、温控系统	134

第七章 分型面的选择及分型机构 / 136

第一节 分型面的选择	136
一、分型面及其选择	136
二、选择分型面的要点	138
第二节 典型注塑件选择分型面的分析	139
一、注塑模分型面的选择原则和要点	140
二、注塑件选择分型面的分析	140
第三节 注塑模的二次分型和定位导向机构及其他构件	142
一、注塑模的二次分型机构	143
二、定位与导向机构	144
三、注塑模的其他机构	145
四、其他构件	147

第八章 侧向分型与抽芯机构的设计 / 151

第一节 侧向抽芯机构的分类	151
一、抽芯机构的分类方式	151
二、按抽芯的动力类型分类	152
三、按注塑件型孔的类型分类	153
四、按注塑件型孔的方向分类	154
五、按斜销的型式分类	156
六、按抽芯的先后顺序分类	156
七、按内、外抽芯分类	157
第二节 抽芯距的计算	160
一、抽芯距的设定	160
二、抽芯距的计算	160
三、弯销的滑块方孔尺寸的确定	162
四、侧向分型与抽芯机构设计要点与注意事项	162

第九章 脱模机构与脱螺纹机构的设计 / 166

第一节 脱模机构的设计	166
一、脱模机构的选用原则	166
二、常用脱模结构	167
三、定模脱模机构与定、动脱模机构	179
四、液压（气压）机械二次顶出	181
第二节 脱螺纹机构的设计	183
一、手动脱螺纹架	183
二、手动活块脱模机构	183
三、齿条与齿轮副脱螺纹机构	184
四、液压传动齿轮齿条脱螺纹机构	184
第三节 脱浇口机构的设计	184
一、浇口冷凝料拉料与脱料形式的设计	185
二、潜伏式脱落浇口冷凝料机构	187
三、点浇口脱模机构	188
第四节 复位和先复位机构的设计	191
一、复位机构	191
二、先复位机构	192

第十章 注塑模结构设计可行性分析的实例 / 195

第一节 箱锁主体部件注塑模结构方案可行性分析与设计	195
一、对象零件的资料和形体分析	195
二、主体部件注塑模结构方案可行性分析	196
三、注塑模结构的设计	201
四、注塑模结构方案的论证与薄弱构件刚度和强度的校核	202
第二节 分流管注塑模最佳优化结构方案分析和设计	203
一、分流管注塑模结构最佳优化方案可行性分析	203
二、分流管注塑模结构分析	206
三、分流管注塑模的结构设计	208
四、注塑模刚性和强度的计算	209
第三节 手柄主体注塑模结构克隆方案可行性分析与设计	209
一、手柄主体形体“六要素”分析	209
二、手柄主体表面上痕迹的识读与分析	210
三、手柄主体注塑模结构方案可行性分析	212
四、注塑模的结构设计	214
五、注塑模的结构论证	215
第四节 外手柄注塑模最终结构方案可行性分析与设计	215
一、外手柄上的缺陷痕迹	216
二、外手柄上缺陷分析	216
三、外手柄缺陷整治方案的图解法	218

四、外手柄注塑模的设计	219
第五节 各种批量连接环注塑模结构方案可行性分析与设计	220
一、连接环试制注塑模结构方案可行性分析与设计	220
二、连接环小批量注塑模结构方案可行性分析与设计	223
三、连接环大批量注塑模结构方案可行性分析与设计	226
第六节 外光栅精密注塑模可行性分析与设计	230
一、内外光栅工作原理	230
二、外光栅形体分析和技术要求	231
三、外光栅注塑模结构方案	232
四、外光栅注塑模设计	233
第七节 内光栅精密注塑模可行性分析与设计	234
一、内外光栅工作原理	234
二、内光栅形体分析和技术要求	234
三、外光栅注塑模结构方案	235
四、内光栅注塑模设计	237
第八节 外壳注塑模结构方案可行性分析与设计	238
一、外壳的形体“六要素”分析	238
二、外壳注塑模结构方案可行性分析	239
三、外壳注塑模设计	241
第九节 外开手柄体最终注塑模结构方案分析与模具设计	243
一、外开手柄体缺陷图解法分析	244
二、缺陷整治方案	245
三、“外开手柄体”注塑模的设计	246
第十节 拉手缺陷痕迹预期分析	247
一、拉手缺陷痕迹	248
二、注塑件上成型加工痕迹的整治	250
三、解决的办法	250
四、图解法缺陷预测分析图的绘制	252

附录 / 253

附录 A 各种模具运动分析图中的符号	253
附录 B 各种注塑件六要素分析图中的符号	253
附录 C 注塑模结构方案分析图中的符号	255
附录 D 注塑件物理量与缺陷分析图中的符号	257
附录 E 注塑件成型时常见缺陷及分析	258

参考文献 / 263

注塑件的形体“六要素”分析

注塑模结构方案是依据注塑件上影响模具结构方案的形体因素而确定的。这些形体因素包括：“形状与障碍物”“型孔与型槽”“变形与错位”“运动与干涉”“外观与缺陷”和“塑料与批量”六要素。实际上每种要素中又可分成两个子要素，如此，应该共有12个子要素。一种要素中的两种子要素，既有相似点又有所区别，如障碍物本身就是注塑件的一种形状，只是障碍物是阻碍模具构件运动和形体加工的形状，而形状仅是指注塑件内外的形状，这些形状不会影响模具构件的运动和形体加工。如型孔是指圆形或非圆形通孔与盲孔，而型槽是指非圆形盲孔。六要素不同程度地影响着注塑模结构方案及各种机构与构件的确定，因此，在注塑模设计之前必须要对注塑件进行形体的分析。注塑模设计依据着注塑件形体“六要素”分析，其他型腔模如压铸模、橡胶模、发泡模和复合材料成型模等也是通过成型件“六要素”分析才能过渡到模具结构方案的制订，最后才能进行模具的设计与造型。

注塑件的形体分析，通俗地讲就是从注塑件形体分析中提取六大要素中的所有要素。提取注塑件形体中的所有要素，要做到对而全的。因此，“六要素”分析是注塑模结构设计的依据和基础，也是注塑模结构设计的关键。只有将注塑件形体“六要素”分析到位了，注塑模的设计才能到位。所谓“六要素”分析到位，就是指注塑件提取的“六要素”必须是对和全的。试想一下，若注塑件的形体“六要素”分析存在缺失或出现了错误，还能有相应的解决影响模具结构方案的措施吗？没有必要的措施，模具的结构方案还能是完整和正确的吗？所以在注塑件设计正确的前提之下，注塑件形体“六要素”的分析就是决定模具结构正确与否的关键，故决不能轻视注塑件形体“六要素”的分析。如何提取注塑件形体的“六要素”，是具有一定的方法和技巧的。注塑件形体“六要素”分析图，是在注塑件零件图的基础上，根据分析的结果将注塑件形体“六要素”的符号标注在要素的位置上。注塑件形体“六要素”的符号，见附录。

第一节 注塑件形状与障碍物要素分析

注塑件上的形状与障碍物要素，是注塑件影响注塑模的主要因素。注塑件上的形状要素是决定模具型腔与型芯形状、精度、数量和模具大小的主要因素，障碍物要素是决定注塑模开闭模、抽芯和注塑件脱模运动的主要因素，也是影响模具型腔与型芯加工的主要因素。注塑模结构与注塑件的“形状”有关，更与注塑件上的“障碍物”有关。而注塑件上的“障碍物”，是注塑件形状中对模具结构方案影响最大的因素。

一、注塑件形体分析的“形状”要素

由于注塑件在设备中作用和功能不同,所以注塑件的形状、大小和精度是千变万化的。成型注塑件的型腔和型芯形状如与注塑件的形状相同,由于任何物体都具有受热膨胀冷却收缩的特性,故注塑件冷却一定小于图纸要求的尺寸。为了满足塑料在受热膨胀时注塑件形状会增大的特性,对模具型腔与型芯的尺寸需要放大塑料收缩量。这样当塑料在模具中冷却后,才能保证与注塑件图纸尺寸一致。注塑件的形状和大小,主要是影响到模具型腔和型芯的形状、数量以及嵌件形式的选取;模具浇注系统形式、位置和尺寸的设置;模具模架形式与尺寸大小的选用;模具分型面、抽芯机构和注塑件脱模机构的选择等。任何注塑件都是具有外形或内形要素的,否则就不是具有实体的注塑件。

二、注塑件形体分析的“障碍物”要素

注塑模结构设计时,需要对注塑件上所存在的“障碍物”要素进行提取。然后,再针对所存在的“障碍物”设置出解套的措施,即制订出相应的模具结构可行性方案,这便是模具结构可行性方案的分析与论证方法。

1. “障碍物”

“障碍物”是因制品结构需要存留在注塑件上的形体,也是通过注塑件复制在模具型面上的一种几何体。它能够阻碍注塑件的脱模运动、抽芯运动、开闭模运动,还能影响模具形体的加工。它们的存在可以从注塑件的图样、造型和实物中找到,如不能妥善采取合适的措施化解“障碍物”的不良影响,哪怕只有一处“障碍物”没有得到合理的处置都会导致模具的失败。“障碍物”在制品或模具型面中的存在是无可置疑的客观事实,是不以人的意志所转移的现实。它的存在无所不在且内容丰富多彩,这便造就了注塑模较其他类型模具结构设计时的困难及无比精彩的特色。

【例 1-1】圆球形注塑件选取不同分型面时,所产生注塑件“障碍物”对脱模的影响,如图 1-1 所示。圆球形注塑件,如图 1-1 (a) 所示。如图 1-1 (b) 所示,分型面 I—I 选取在水平中心线的下方,产生的“障碍物”使圆球形注塑件滞留在定模 1 的型腔中无法脱模;如图 1-1 (c) 所示,分型面 I—I 选取在水平中心线的上方,产生的“障碍物”使圆球形注塑件滞留在动模 2 的型腔中无法脱模;如图 1-1 (d) 所示,分型面 I—I 选取在水平中心线上,就不会产生“障碍物”。使得圆球形注塑件有可能滞留在动模 2 的型腔中,利用顶杆很容易将制品脱模。也可能滞留在定模 1 的型腔中,制件脱模较困难。该例生动地说明了“障碍物”的存在,随着分型面选取位置的不同所产生的“障碍物”部位也不同,对制品在模具分型所产生的影响也不同。

2. “障碍物”的种类

“障碍物”存在多种形式:有各种形状形式的“障碍物”;有观察分析难易程度形式的“障碍物”;有功能形式的“障碍物”;还有结构设计形式的“障碍物”。

(1) 以形状进行区分的“障碍物” 这主要是在注塑件设计时出现的“障碍物”,有凸台、凹坑、暗角、内扣和内外弓形高等形式的“障碍物”。

【例 1-2】凸台、凹坑、内扣和内外弓形高“障碍物”,如图 1-2 所示。
① 凸台形式“障碍物” 是在制品内外型面上存在着突出的圆形、方形和异形的几何体,这种突出的几何体称为凸台“障碍物”。

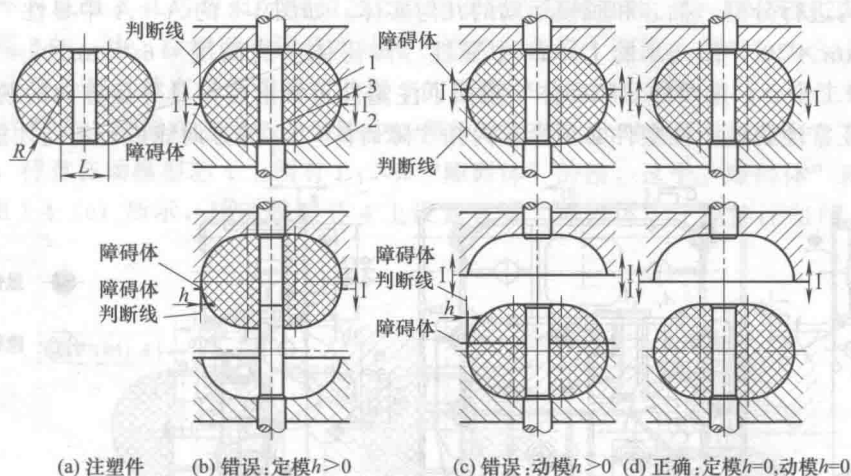


图 1-1 选取不同分型面所产生注塑件“障碍体”对脱模的影响

1—定模; 2—动模; 3—型芯; I—I—分型面; h —“障碍体”高度

② 凹坑形式“障碍体”是在制品内外型面上存在着内凹的圆形、方形和异形的几何体,这种内凹的几何体称为凹坑“障碍体”。

③ 内扣形式“障碍体”是在制品边缘型面上存在着内凹的几何体,这种内凹的几何体称为内扣“障碍体”。

④ 内外弓形高形式“障碍体”一般制品内外形为圆弧形式的型面,这种圆弧形式的型面的几何体称为内扣“障碍体”。

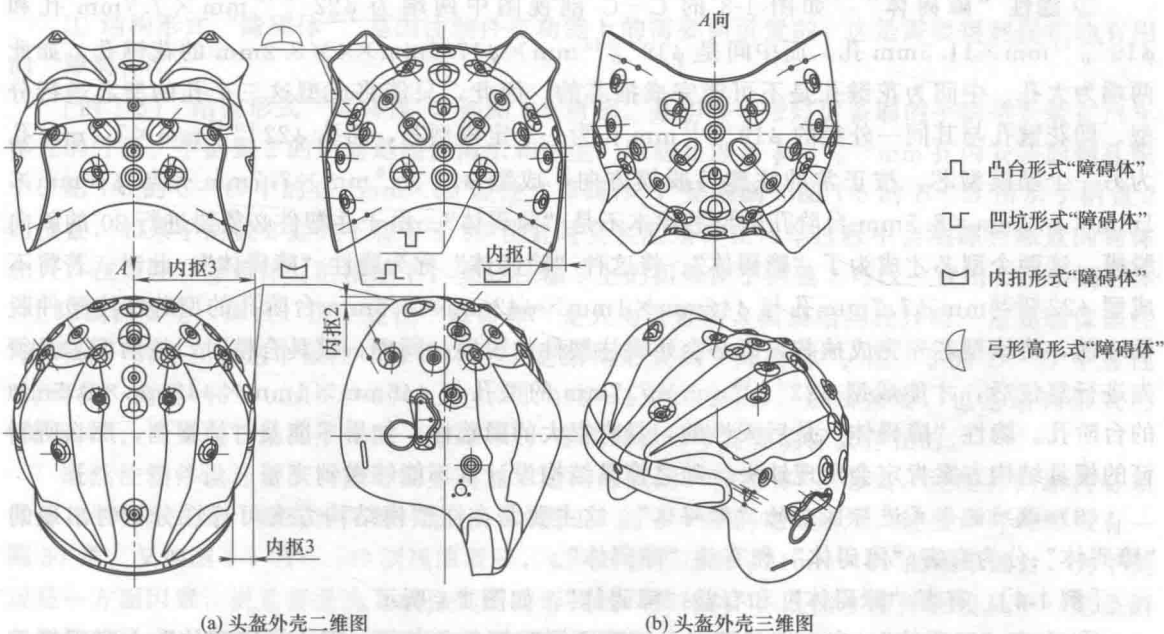


图 1-2 凸台、凹坑、内扣和内外弓形高“障碍体”

(2) 以观察分析难易程度形式进行区分的“障碍体”这主要是在注塑模结构方案可行性分析时出现的“障碍体”,有显性“障碍体”和隐性“障碍体”。

[例 1-3] 显性“障碍体”和隐性“障碍体”,如图 1-3 所示。

① 显性“障碍体”是在塑料制品二维图、三维造型和实物上能够很容易发现或分析出能

阻碍模具机构进行分型、抽芯和脱模运动的几何实体。如图 1-3 的 A—A 中显性“障碍体”的高度为 $3.1\text{mm} \times 30^\circ$ ，图 1-3 的 D—D 中显性“障碍体”的高度 $= 6 \times \tan 10^\circ = 6 \times 0.176 = 1.056 \approx 1.06$ (mm)。这两处“障碍体”阻挡了注塑件正常沿着模具分型方向的脱模，为了使注塑件能够正常地脱模，注塑件必须沿着内扣“障碍体” 30° 的方向线进行斜向才能够脱模。

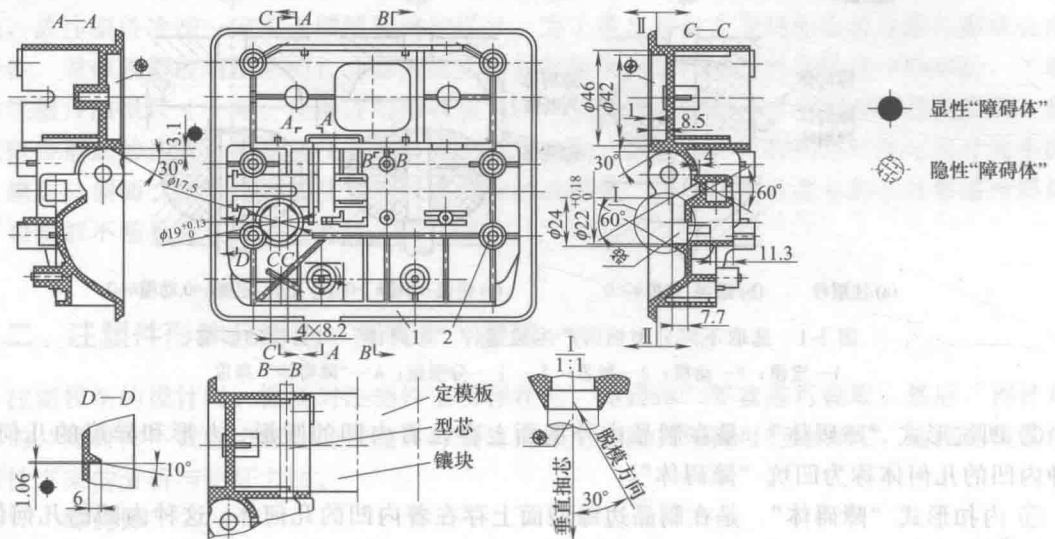


图 1-3 显性和隐性“障碍体”

1—手柄主体部件；2—圆螺母

② 隐性“障碍体” 如图 1-3 的 C—C 剖视图中两端为 $\phi 22^{+0.18}_0 \text{mm} \times 7.7\text{mm}$ 孔和 $\phi 19^{+0.13}_0 \text{mm} \times 11.3\text{mm}$ 孔，而中间是 $\phi 19^{+0.13}_0 \text{mm} \times \phi 17.5\text{mm} \times 4 \times 8.2\text{mm}$ 的花键孔，如此两端为大孔、中间为花键孔是不可能完成抽芯的。因此，只能将成型这三个孔的型芯进行分型，即花键孔与其同一外径的 $\phi 19^{+0.13}_0 \text{mm}$ 孔为一个定模型芯，而孔 $\phi 22^{+0.18}_0 \text{mm} \times 7.7\text{mm}$ 孔为另一个动模型芯。按正常的注塑件脱模方向，成型 $\phi 22^{+0.18}_0 \text{mm} \times 7.7\text{mm}$ 孔与 $\phi 46\text{mm} \times 1\text{mm} \times \phi 42\text{mm} \times 8.5\text{mm}$ 台阶孔的型芯原本不是“障碍体”。由于注塑件必须要进行 30° 的斜向脱模，这两个型芯才成为了“障碍体”。将这种“障碍体”称为隐性“障碍体”。此时，若将不成型 $\phi 22^{+0.18}_0 \text{mm} \times 7.7\text{mm}$ 孔与 $\phi 46\text{mm} \times 1\text{mm} \times \phi 42\text{mm} \times 8.5\text{mm}$ 台阶孔的型芯在注塑件脱模之前，将该型芯先完成抽芯，势必会妨碍注塑件的脱模。同理，模具合模时，该两型芯必须先进行复位后，才能成型 $\phi 22^{+0.18}_0 \text{mm} \times 7.7\text{mm}$ 的型孔与 $\phi 46\text{mm} \times 1\text{mm} \times \phi 42\text{mm} \times 8.5\text{mm}$ 的台阶孔。隐性“障碍体”是后天性的，具有很大的隐蔽性。如果不能及时捕捉到，那么所制订的模具结构方案肯定会出现缺失，随之模具结构设计就不能够做到完整。

(3) 以功能形式进行区分的“障碍体” 这主要是在注塑模结构方案可行性分析时出现的“障碍体”分为有害“障碍体”和有益“障碍体”。

【例 1-4】有害“障碍体”和有益“障碍体”，如图 1-4 所示。

① 有害“障碍体” 在一般的情况下“障碍体”都是有害的，因为“障碍体”会阻碍模具各种机构的运动，使模具无法进行正常的工作。当然只要针对化解这些“障碍体”的措施得当，就不会影响到模具正常的工作。

② 有益“障碍体” 是人为设置让注塑件能滞留在动模部分，以利于注塑件脱模的“障碍体”。通常“障碍体”存在着两面性，即有有害的一方面也存在有利的一方面。有益“障碍体”，如图 1-4 所示。如图 1-4 (a) 所示，由于孔 d 与孔 D 具有的同心度为 $\phi 0.04\text{mm}$ 。如图

1-4 (b) 所示, 成型 d 孔与 D 孔定模型芯 2 必须安装在定模 1 的一边, 而成型 D_1 孔动模型芯 4 必须在动模 5 的一边。注塑件 3 滞留在动模 5 型腔和定模 1 型腔的概率各为 50%, 如此, 注塑件 3 在动定模分型时就有可能滞留在动模 5 的型腔中, 这样有利于顶杆 6 将注塑件 3 顶脱模腔。如果是注塑件 3 滞留在定模 1 的型腔中, 便很难脱模。此时为了使注塑件 3 能滞留在动模 5 的型腔中, 特意在动模型芯 4 上制有 $L_1 \times h$ “障碍体”的槽, 这个“障碍体”就是有益“障碍体”。如图 1-4 (c) 所示, 因动模型芯 4 上设置有益“障碍体”才能使注塑件 100% 滞留在动模型腔中。

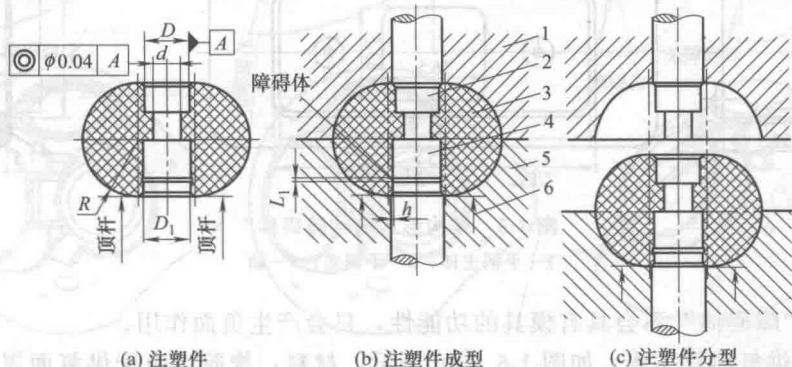


图 1-4 有益“障碍体”

1—定模; 2—定模型芯; 3—注塑件; 4—动模型芯; 5—动模; 6—顶杆

(4) 以结构设计形式进行区分的“障碍体” 这主要是在注塑件设计或造型时所产生的“障碍体”, 注塑件设计时存在着结构形式和差错形式失误的“障碍体”。

① 结构形式“障碍体” 是因注塑件在功能上的需要而设置的, 这是需要得到保护的有用的“障碍体”。

[例 1-5] 结构形式“障碍体”, 如图 1-5 所示。豪华客车带灯后备厢的手柄是安装在汽车车壳的外面。手柄盖 2 的用途是挡住雨水和沙尘, 以防止进入 $\phi 22^{+0.18}_0$ mm 孔内安装的锁孔眼中。图 1-5 的 C—C 中的 $3.1\text{mm} \times 60^\circ$ 显性“障碍体”, 是限制如图 1-5 的 B—B 所示手柄盖 2 的位置, 如果手柄盖 2 处大于和等于 90° 位置时会竖起来, 在行车过程中会刮擦到靠近的物体和人。在显性“障碍体”的限制下, 安装在轴 3 上的扭簧使手柄盖 2 可以一直闭合在手柄主体 1 上以确保安全。那么, 这个显性“障碍体”是人为设置的, 模具结构设计时一定要确保显性“障碍体”的存在, 这个显性“障碍体”就是结构形式的“障碍体”。图 1-5 的 D—D 中显性“障碍体”高度 $= 6 \times \tan 10^\circ = 6 \times 0.176 = 1.056 \approx 1.06$ (mm), 是加强筋, 也是结构形式的“障碍体”。可见对于结构形式的“障碍体”, 在模具设计中是要确保其存在的。

既然注塑件设计由于功能的需要设置了结构形式的“障碍体”, 那么, 注塑件的结构必须保持与结构形式的“障碍体”的一致性。如图 1-5 的 B—B 剖视图所示, 注塑件外缘沿周有一圈 30° 角, 又如图 1-5 的 C—C 剖视图所示, $4 \times 60^\circ$ 梯形槽和 $\phi 24\text{mm} \times 60^\circ$ 的锥形圆台, 为了美观是一方面因素, 更主要是为了确保其结构形式的“障碍体”, 既然注塑件在模具中一定是斜向脱模的形式, 这些设计可以保证注塑件顺利地脱模。如不是这样设计, 外缘沿周如是直角, 梯形槽如为直槽, $\phi 24\text{mm} \times 60^\circ$ 的锥形圆台如为圆柱台, 那么, 这三处几何体也就成为隐性“障碍体”而使注塑件无法脱模。这里也告诉注塑件设计人员一定要懂得模具的结构才能设计出好的注塑件。

② 差错形式“障碍体” 是在注塑件设计或造型时由于出现的差错或失误而产生的“障碍体”。差错形式“障碍体”会严重地影响模具机构的运动, 这是必须要彻底清除的“障碍体”。

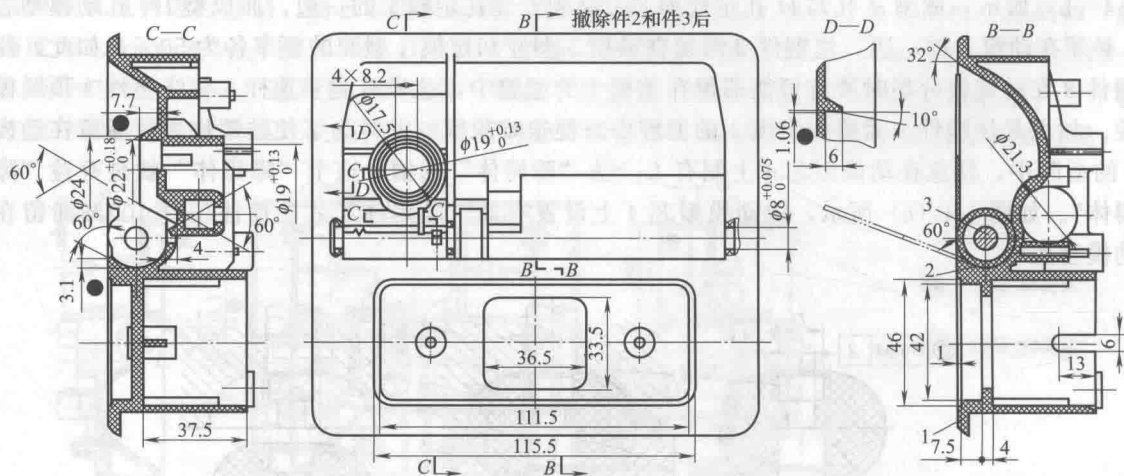
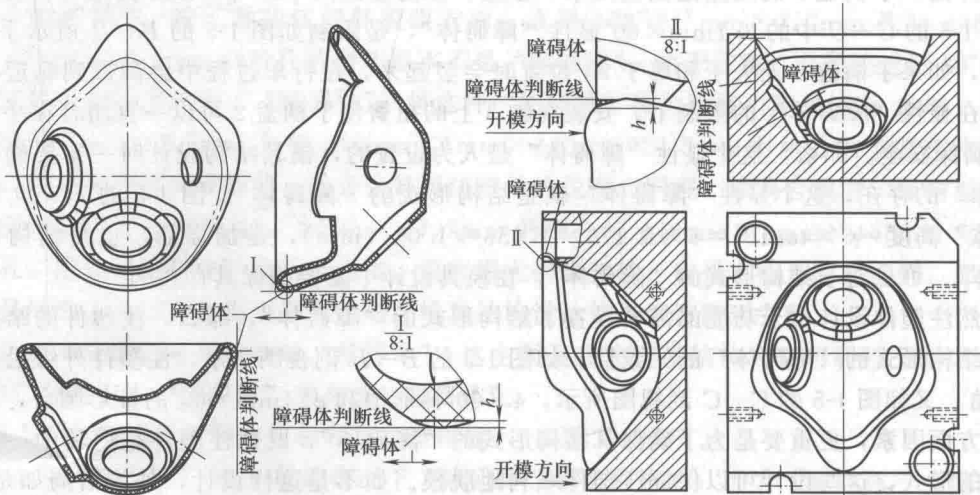


图 1-5 结构形式的“障碍体”
1—手柄主体；2—手柄盖；3—轴

并且差错形式“障碍体”不会具有模具的功能性，只会产生负面作用。

[例 1-6] 供氧面罩主体，如图 1-6（a）所示，材料：橡胶。由于供氧面罩主体造型，在凸凹形的转接处制作 R 时的不注意造成了差错形式的“障碍体”，如图 1-6（a）中Ⅰ放大图所示。这样就使得供氧面罩主体成型模下模的造型相应地产生差错形式的“障碍体”，如图 1-6（b）中Ⅱ放大图所示。成型模下模所出现的差错形式“障碍体”不仅会影响模具正常的开闭模运动和供氧面罩主体的脱模，还会在制品脱模时划破制品，甚至会影响到型腔的加工（指三轴加工中心）。模具是按制品造型进行加工的，可以在成型模型腔加工时清除，但清除模具型腔差错形式“障碍体”会使成型的制品与制品设计图产生偏差。所以，注塑件设计，特别是进行三维造型时一定要注意制品型面连接处出现的差错形式“障碍体”，发现了这种差错形式“障碍体”应立即作出处理。



(a) 供氧面罩主体上差错形式“障碍体”

(b) 供氧面罩主体成型模上差错形式“障碍体”

图 1-6 供氧面罩主体及其成型模下模的“障碍体”分析

[例 1-7] 供氧面罩外壳，如图 1-7（a）所示。材料：玻璃钢。由于供氧面罩外壳设计之前考虑不周，造成了供氧面罩外壳上存在着差错形式“障碍体”，影响到模具不能正常地开闭

模和供氧面罩外壳的脱模，如图 1-7 (a) 中 I 放大图所示。当然，凹模也可以采用拼装结构来让开“障碍体”。但为了简化凹模的结构，改进后的供氧面罩外壳，如图 1-7 (b) 中 II 放大图所示。消除了供氧面罩外壳上的“障碍体”，凹模便可采用整体的结构。

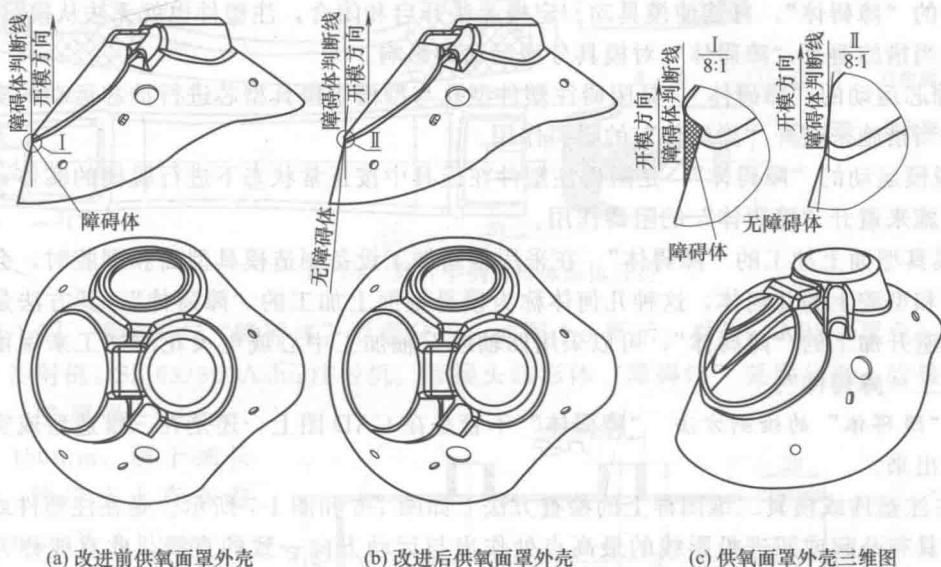


图 1-7 供氧面罩外壳上需要根治的“障碍体”分析

可见结构设计形式的“障碍体”是在注塑件设计和造型过程中所产生的，对于结构形式的“障碍体”模具结构设计应该给予保护，而对于差错形式的“障碍体”是在制品造型时需要去除的。要成为一名合格的注塑件设计员，就必须具备模具结构设计基本知识。

(5) 以成型加工形式进行区分的“障碍体” 模具结构在注塑件加工时遗留痕迹的凸凹痕、微形凸疤和皮纹类型“障碍体”，对模具的分型、抽芯和脱模运动都是有一定的影响，在模具结构和型面尺寸设计时也是需要加以注意的。

① 模具结构成型加工时凸凹痕“障碍体” 这是因为模具成型零部件加工时的精度过差和模具使用时间过长产生了磨损，导致模具配合面出现了间隙，注塑件加工时熔融的料流进入间隙冷硬后产生了凸凹痕“障碍体”。这种凸凹痕“障碍体”发展到一定程度时，也会对模具的分型、抽芯和脱模运动产生阻挡作用。

② 微形凸疤“障碍体” 可发性聚苯乙烯 (EPS) 在双层壁发泡模中蒸气室成型时，会在通入的蒸气孔中成型许多的微形凸疤“障碍体”。微形凸疤“障碍体”会影响模具的分型和制品的脱模。

③ 皮纹“障碍体” 有些注塑件为了增加注塑件表面的摩擦或为了美观，常需要在注塑件表面制成皮革纹、电火花纹和橘皮纹，这些纹实际就是许多细小呈凸凹形的“障碍体”。皮纹“障碍体”一般是利用皮纹所在面的斜度来避免对注塑件分型、抽芯和脱模运动的阻挡作用。如果所在面的斜度较小时，各种模具的运动会将具有皮纹的模具型面的皮纹磨平。

模具行业民间中有一种定义为“暗角”或“内扣”或“倒扣”的概念，名词过多不便统一。这种定义具有一定的局限性和狭隘性，许多模具的结构形式无法得到合理的解释。“障碍体”的定义是在继承上述概念的基础上深化和发展了该概念，不但能解释许多模具结构形式，还能更好制订解决各种“障碍体”的措施。

3. “障碍体”的判断和检查方法

“障碍体”在二维图样、三维造型和实体上都可以被检测出来，“障碍体”的高度可通过计算得出，也可在二维图样及三维造型上测量出来。