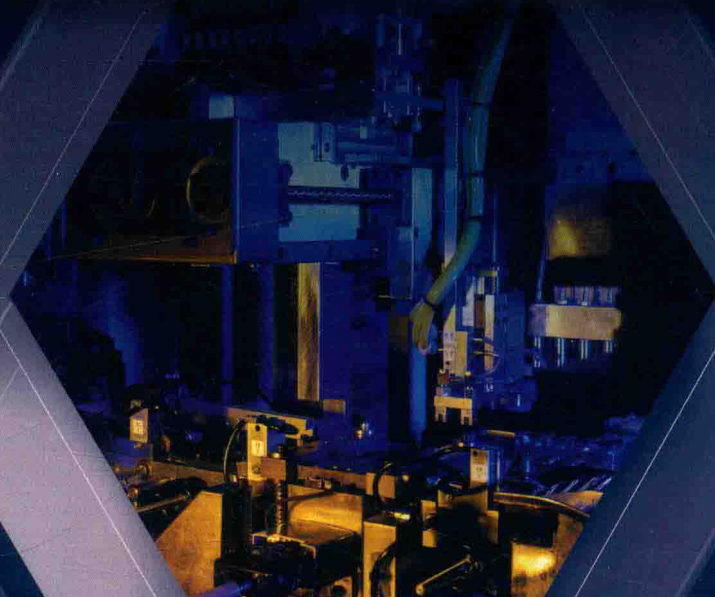


文根保 主编

复杂注塑模具 设计新方法及案例

FUZA ZHUSU MUJU
SHEJI XIN FANGFA JI ANLI



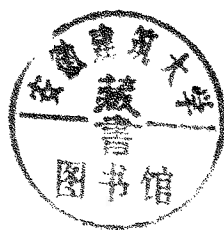
化学工业出版社

文根保 主编

复杂注塑模具

设计新方法及案例

FUZA ZHUSU MUJU
SHEJI XIN FANGFA JI ANLI



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂注塑模具设计新方法 & 案例 / 文根保主编. — 北京: 化学工业出版社, 2018. 7
ISBN 978-7-122-32130-5

I. ①复… II. ①文… III. ①注塑-塑料模具-设计
IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 096811 号

责任编辑: 贾娜
责任校对: 王静

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: 三河市延风印装有限公司

装订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$ 字数 564 千字 2018 年 8 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: 98.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

现代模具设计和制造由许多新技术组成。模具结构设计在众多模具技术中起主导作用。注塑模设计普遍被认为是所有模具设计中比较难的一种,其难度在于注塑模设计考虑的因素多,成型对象形状复杂且变化多,注塑材料在成型过程中要控制的因素多,所产生的缺陷也多。如何进行注塑模的设计?如何判断注塑模设计的正确性?应该有一整套的设计规律和程序,遵守了这些规律和程序,模具设计就能够成功。

注塑模结构是根据注塑件形状、尺寸、精度、塑料品种、性能、表面粗糙度和技术要求及注塑件上缺陷来确定的。笔者经过30多年摸索,在总结这些经验的基础上,提升出一种深层次注塑模设计新理论。所创建的理论包括:注塑件形体“六要素”分析、注塑模结构方案“三种可行性分析方法”和论证、注塑模最佳优化方案可行性分析和论证,注塑件缺陷预测分析的最终模具结构方案可行性分析和论证,以及注塑件上模具结构成型痕迹和成型加工痕迹及其痕迹技术。这些理论均为复杂注塑模结构设计的辩证方法论,用其可以制订复杂注塑模结构方案,设计模具结构并判断其合理性。

注塑件成型痕迹与痕迹技术,为解决注塑模和注塑件克隆、复制、修模和网络技术服务寻找到了—条新途径。注塑件缺陷预期分析CAE法和图解法及缺陷整治排除法和痕迹法,在国内首次提出制订模具结构方案与缺陷预期分析应同时进行的思路,并且指出缺陷应以预防为主、整治为辅的策略,为全面解决模具结构和根治注塑件上的缺陷提供了新方法和新技巧。

注塑模设计辩证方法论和注塑件缺陷综合整治方法论是一个完整的、连续的、循环的和系统的辩证方法论。这些理论为注塑模最佳优化结构方案的制订提供了理论依据和技术支撑,也为注塑模的设计提供了程序、路径和验证方法;还为解释许多模具的结构和成型现象提供了依据;为减少注塑模盲目设计和提高试模合格率提供了理论保证。

为了让读者更好地理解、掌握和运用该理论中的方法和技巧,本书前3章阐述了以上理论。第4章采用3个案例,说明注塑模结构成型痕迹与综合要素的应用;第5章采用4个案例,说明注塑模型孔、螺孔、障碍物、运动与干涉综合要素的应用;第6章采用5个案例,说明注塑模障碍物与批量综合要素的应用;第7章采用5个案例,说明注塑模障碍物、型孔、变形和外观综合要素的应用;第8章采用3个案例,说明最佳优化注塑模结构方案的应用;第9章采用3个案例,说明注塑模成型加工痕迹与型孔、障碍物综合要素的应用;第10章采用2个案例,说明注塑模形状、型孔和变形综合要素的应用。

本书由文根保主编,参与编写工作的还有:史文、文莉、卞坤、高俊丽、丁杰文、胡军、张佳、文根秀和蔡运莲。由于编者的水平所限,书中难免存在着不足之处,恳请读者们提出宝贵意见。我们愿意竭诚为读者服务并虚心接受批评指正,可发邮件与笔者联系。E-mail为:1024647478@qq.com。

编者

目录

CONTENTS

第1章 注塑件的形体“六要素”分析

1.1 注塑件形状与障碍物要素分析	1	案例	15
1.1.1 注塑件形体分析的“形状”要素	2	1.4 注塑件形体分析的运动与干涉要素	
1.1.2 注塑件形体分析的“障碍物”要素	2	分析	16
1.1.3 案例	9	1.4.1 注塑件形体运动要素的分析	16
1.2 注塑件上的孔槽与螺纹要素分析	10	1.4.2 注塑件形体运动与干涉要素的定义	17
1.2.1 注塑件正、背面上孔槽要素的分析	10	1.4.3 注塑件运动干涉要素的分析	17
1.2.2 注塑件沿周侧面孔槽与螺纹要素的分析	10	1.4.4 注塑件运动与干涉要素分析案例	18
1.2.3 注塑件孔槽与螺纹要素形体分析的关注要点	11	1.5 注塑件上的外观与缺陷要素分析	21
1.2.4 注塑件型孔与型槽形体要素分析实例	11	1.5.1 注塑件形体分析的外观要素	21
1.3 注塑件上的变形与错位要素分析	13	1.5.2 注塑件形体分析的缺陷要素	24
1.3.1 注塑件变形与错位要素的内涵	14	1.6 注塑件上的塑料与批量要素	24
1.3.2 决定变形与错位因素注塑件形体上的特征	14	1.6.1 注塑件形体分析的塑料要素	25
1.3.3 注塑件变形与错位要素的分析	14	1.6.2 注塑件形体分析的批量要素	29
1.3.4 注塑件“变形与错位”形体分析		1.7 注塑件形体“六要素”综合分析	32
		1.7.1 六要素与十二子要素的区分	32
		1.7.2 注塑件形体六要素综合分析图解法	32
		1.7.3 注塑件形体要素综合分析案例	32

第2章 注塑件上的成型痕迹及其应用

2.1 注塑件上的注塑模结构成型痕迹	35	2.2.2 熔接痕	40
2.1.1 分型面的痕迹	36	2.2.3 缩痕	40
2.1.2 浇口的痕迹	36	2.2.4 填充不足	41
2.1.3 抽芯的痕迹	37	2.2.5 银纹	41
2.1.4 脱模的痕迹	37	2.2.6 裂纹	41
2.1.5 活块和镶嵌的痕迹	38	2.2.7 喷射痕	42
2.1.6 其他类型的痕迹	38	2.2.8 波纹	42
2.2 注塑件上的成型加工痕迹	39	2.2.9 翘曲（变形）	42
2.2.1 流痕	40	2.2.10 变色	43

2.2.11 过热痕	43
2.2.12 气泡	43
2.3 注塑件注塑模结构成型痕迹技术与痕迹学	44
2.3.1 注塑件上模具结构成型痕迹与模具造型过程	44
2.3.2 注塑样件上模具结构成型痕迹的应用	45
2.3.3 注塑件上注塑模结构成型痕迹和注塑件形体六要素应用案例	45
2.4 注塑模最终结构方案与注塑件上	

缺陷痕迹综合整治技术	48
2.4.1 注塑件上缺陷痕迹的识别与分析	49
2.4.2 注塑件上缺陷痕迹的综合论治	49
2.4.3 注塑件缺陷综合整治方法的分类	50
2.4.4 注塑件上成型加工痕迹的应用	52
2.4.5 注塑模结构设计和注塑件缺陷整治网络服务	65
2.4.6 痕迹学	65

第3章 注塑模结构最佳优化和最终方案可行性分析与论证

3.1 注塑模结构方案常规可行性分析与论证	67
3.1.1 注塑模结构方案的常规（要素）可行性分析法的种类	68
3.1.2 注塑件上“形状与障碍体”要素的模具结构方案可行性分析法	68
3.1.3 注塑件上孔槽与螺纹要素的注塑模结构方案可行性分析法	73
3.1.4 注塑件上“变形与错位”要素的模具结构方案可行性分析法	81
3.1.5 注塑件上运动与干涉要素的模具结构方案可行性分析法	85
3.1.6 注塑件上“外观与缺陷”要素的模具结构方案可行性分析法	88
3.1.7 注塑件上塑料与批量要素的模具结构方案可行性分析法	93
3.2 注塑模结构方案综合可行性分析与论证	101

3.2.1 注塑模结构方案综合分析法	101
3.2.2 注塑模结构方案综合分析法案例	102
3.2.3 注塑模结构方案的论证方法	103
3.2.4 注塑件形体要素与注塑模结构痕迹相结合综合分析法的特点	105
3.3 注塑模结构最佳优化方案可行性分析与论证	105
3.3.1 注塑件形体“六要素”分析与注塑模结构方案分析	105
3.3.2 注塑模最佳优化方案论证的方法	105
3.3.3 注塑模最佳优化方案分析与论证的案例	106
3.4 注塑模最终结构方案的可行性分析	107
3.4.1 注塑件上缺陷的综合论治	108
3.4.2 注塑件综合缺陷的辩证论治	118

第4章 注塑模结构成型痕迹与综合要素的应用

4.1 豪华客车司机门锁手柄主体注塑模的设计	121
4.1.1 手柄主体的形体分析	122
4.1.2 手柄主体表面上痕迹的识读与分析	122
4.1.3 手柄主体注塑模结构方案可行性分析	125
4.1.4 注塑模的结构设计	127
4.1.5 注塑模的结构论证	128
4.2 面板注塑模设计	129

4.2.1 面板形体六要素分析与注塑模结构方案的分析	130
4.2.2 面板上注塑模具结构痕迹的识读与分析	131
4.2.3 注塑模结构方案的比较	131
4.2.4 注塑模结构方案的论证	132
4.2.5 面板注塑模的设计	133
4.3 后备厢锁主体部件注塑模结构方案的分析与论证	134
4.3.1 主体部件的资料和形体分析	135

4.3.2	主体部件形体六要素分析	135	4.3.5	主体部件的注塑模结构成型痕迹 对注塑模结构的验证	140
4.3.3	主体部件注塑模结构方案的 可行性分析	137	4.3.6	注塑模薄弱构件强度和刚性的 校核	141
4.3.4	主体部件注塑模结构和构件的 设计	138			

第5章 注塑模孔槽、螺孔、障碍物、运动与干涉综合要素的应用

5.1	外壳注塑模结构方案可行性分析与 设计之一	144	5.3.3	吸气管嘴注塑模结构设计	155
5.1.1	外壳的材料	145	5.4	带灯后备厢锁主体部件注塑模结构 方案可行性分析与论证	157
5.1.2	外壳的形体六要素分析	145	5.4.1	厢锁主体部件的资料与形体 分析	157
5.1.3	外壳注塑模结构方案可行性分析 之一	146	5.4.2	厢锁主体部件注塑模结构方案 可行性分析与机构设计	160
5.1.4	外壳注塑模结构设计之一	147	5.4.3	注塑模结构的设计	164
5.2	外壳注塑模结构方案可行性分析与 设计之二	151	5.4.4	注塑模结构方案的论证与薄弱 构件刚性和强度的校核	165
5.2.1	外壳抽芯机构的注塑模方案类型 分析	151	5.5	斜管接头注塑模结构设计	166
5.2.2	外壳注塑模结构方案可行性分析 之二	151	5.5.1	斜管接头形体分析	166
5.2.3	外壳注塑模结构设计之二	152	5.5.2	斜管接头注塑模结构方案可行性 分析	166
5.3	吸气管嘴注塑模设计	153	5.5.3	斜管接头注塑模相关机构的结构 分析与论证	167
5.3.1	吸气管嘴形体六要素分析	154	5.5.4	斜管接头注塑模结构设计	172
5.3.2	吸气管嘴注塑模结构方案分析 ..	154			

第6章 注塑模障碍物与批量综合要素的应用

6.1	连接环试制注塑模结构方案可行性 分析与设计	175	6.2.3	连接环低效注塑模结构设计	181
6.1.1	连接环形状和材料要素	175	6.3	连接环高效注塑模结构方案可行性 分析与设计	183
6.1.2	连接环形体分析	176	6.3.1	连接环高效注塑模结构方案可行性 分析	183
6.1.3	连接环试制注塑模结构方案可行性 分析	176	6.3.2	连接环高效注塑模结构设计	185
6.1.4	连接环试制注塑模结构设计	177	6.4	滑移端密封罩精密注塑模设计	185
6.2	连接环低效注塑模结构方案可行性 分析与设计	178	6.4.1	密封罩形体与工艺分析	186
6.2.1	连接环形体分析	179	6.4.2	注塑模结构方案分析与工作 过程	186
6.2.2	连接环低效注塑模结构方案可行性 分析	179	6.4.3	注塑模主要组件设计	188
			6.4.4	注塑模制造工艺	190

第7章 注塑模障碍物、型孔、变形和外观综合要素的应用

7.1	外光栅精密注塑模可行性分析与 设计	192	7.1.1	外光栅工作原理	192
			7.1.2	外光栅形体分析和技术要求	193

7.1.3	外光栅注塑模结构方案可行性分析	194	7.3.4	障碍体与注塑模的结构设计分析	206
7.1.4	外光栅精密注塑模设计	194	7.3.5	障碍体与抽芯机构的设计	208
7.2	内光栅精密注塑模可行性分析与设计	196	7.3.6	障碍体与脱模机构的设计	208
7.2.1	内光栅工作原理	196	7.3.7	分流管注塑模的结构设计	208
7.2.2	内光栅形体分析和技术要求	197	7.3.8	注塑模刚性和强度的计算	209
7.2.3	内光栅注塑模结构方案可行性分析	198	7.4	带螺纹孔的扇形三通接头注塑模结构设计	210
7.2.4	内光栅精密注塑模设计	199	7.4.1	扇形三通接头形体分析	210
7.3	分流管注塑模设计	200	7.4.2	扇形三通接头注塑模结构方案可行性分析	210
7.3.1	分流管的资料和形体分析	201	7.4.3	扇形三通接头注塑模相关机构的结构分析与论证	212
7.3.2	分流管注塑模的结构方案论证	202	7.4.4	扇形三通接头注塑模结构设计	215
7.3.3	注塑模的浇注系统分析和设计	205			

.....

第8章 注塑模结构最佳优化可行性方案的应用

.....

8.1	三通接头在注塑模中竖直摆放位置		模具设计	228	
	注塑模设计	217			
8.1.1	三通接头的材料和性能	217	8.3.1	侧立摆放的三通接头形体六要素分析	228
8.1.2	三通接头形体六要素分析	218	8.3.2	三通接头在注塑模中侧立摆放模具结构方案的分析	228
8.1.3	三通接头竖直方向摆放注塑模结构方案的可行性分析	218	8.3.3	三通接头侧立摆放位置注塑模设计	229
8.1.4	三通接头注塑模设计	219	8.3.4	三通接头注塑模最佳优化方案的分析	230
8.2	三通接头在注塑模中平卧摆放位置的模具设计	222	8.4	溢流管注塑模的设计	231
8.2.1	三通接头平卧摆放位置形体六要素分析	222	8.4.1	溢流管 UG 三维造型	231
8.2.2	三通接头在注塑模中平卧摆放位置模具结构方案的可行性分析	223	8.4.2	溢流管形体六要素分析	231
8.2.3	三通接头注塑模设计	224	8.4.3	溢流管注塑模结构方案可行性分析与设计	233
8.3	三通接头在注塑模中侧立摆放位置				

.....

第9章 注塑模成型加工痕迹与型孔、障碍体综合要素的应用

.....

9.1	外手柄注塑模最终结构分案分析与注塑模设计	242	9.2.3	外开手柄体上形体六要素的分析	251
9.1.1	外手柄上缺陷痕迹	242	9.2.4	外开手柄体注塑模的设计	252
9.1.2	外手柄上缺陷痕迹的整治	243	9.3	拉手缺陷痕迹预期分析	253
9.1.3	外手柄注塑模的设计	247	9.3.1	拉手缺陷痕迹	253
9.2	外开手柄体最终注塑模结构方案分析与模具设计	248	9.3.2	拉手上成型加工痕迹的整治	256
9.2.1	外开手柄体缺陷图解法分析	248	9.3.3	解决的办法	257
9.2.2	缺陷整治方案	250	9.3.4	图解法缺陷预测分析图的绘制	258

10.1 变位斜齿圆柱齿轮的克隆设计与计算	260	10.5.1 转换开关介绍	288
10.1.1 电动汽车玻璃升降器的结构和工作原理	261	10.5.2 转换开关大、小件形体分析和样件成型痕迹分析	288
10.1.2 对电动升降器传动构件的观察和测量	261	10.5.3 转换开关大、小件注塑模结构方案的制订与设计	290
10.1.3 汽车升降器传动件变位方法种类的选择	264	10.5.4 转换开关大、小件注塑模定、动型芯的加工	291
10.1.4 变位斜齿圆柱齿轮啮合的几何计算	265	10.6 克隆转换开关的变形和微缩痕的处理技术	294
10.1.5 左、右齿轮为变位斜齿圆柱齿轮传动的中心距已定时几何参数的计算	266	10.6.1 转换开关的大、小件技术要求的介绍	294
10.1.6 变位斜齿圆柱齿轮的设计	269	10.6.2 转换开关的用途和性能	295
10.2 变位蜗杆和变位蜗轮的克隆设计与计算	270	10.6.3 转换开关的变形、缩痕和银纹等缺陷的解决	297
10.2.1 样品的蜗杆和蜗轮与非变位蜗杆和蜗轮的对比	270	10.6.4 转换开关克隆件微缩痕的处置	298
10.2.2 蜗杆和蜗轮变位传动啮合种类的选择	271	10.7 克隆转换开关胶带的制作与粘接技术	300
10.2.3 变位蜗杆和变位蜗轮传动啮合的几何计算	272	10.7.1 聚碳酸酯粘接用胶	301
10.2.4 变位蜗杆和变位蜗轮传动几何尺寸的计算	272	10.7.2 聚碳酸酯粘接的工艺方法	302
10.2.5 变位蜗杆和变位蜗轮的设计	274	10.7.3 转换开关组件的粘接	303
10.3 变位斜齿轮和变位蜗轮注塑模的设计	275	10.8 克隆转换开关气密性与剪切力的试验	305
10.3.1 大变位斜齿圆柱齿轮注塑模的设计	276	10.8.1 成型转换开关的气密性试验	306
10.3.2 左、右变位斜齿圆柱齿轮（左、右变位蜗轮）注塑模的设计	278	10.8.2 粘接面抗剪力的试验	308
10.4 新型轿车电动玻璃升降器箱与盖注塑模设计	281	10.8.3 试验不合格品的修理	308
10.4.1 新型轿车电动玻璃升降器	281	10.9 克隆转换开关的测绘和主要尺寸的计算	308
10.4.2 齿轮箱和齿轮盖样件上注塑模结构痕迹分析	282	10.9.1 克隆转换开关材料的选定	309
10.4.3 齿轮箱和齿轮盖注塑模结构方案可行性分析	284	10.9.2 转换开关样件的测绘	309
10.4.4 齿轮箱和齿轮箱盖注塑模复制设计	286	10.9.3 转换开关主要尺寸配合性质、精度等级、几何公差、表面粗糙度和技术要求	311
10.5 转换开关大、小件超级精密注塑模克隆设计和制造	287	10.9.4 供应商图纸的更改	312
		10.9.5 转换开关克隆的研制过程	312
		10.10 克隆转换开关超级精度注塑模的修复	313
		10.10.1 注塑模存在的问题	313
		10.10.2 注塑模的修复方法	315
		10.10.3 大、小件定模型芯分型面和沿周型腔壁的修复	317
		10.11 转换开关微收缩特性影响超级	

精度孔加工的工艺方法.....		318	10.11.7	注塑件注塑成型加工的成型收缩		322	
10.11.1	塑料制品的收缩		319	10.11.8	工艺限制收缩对注塑件型孔精度的分析		323
10.11.2	自由收缩和限制收缩的定义 ...		320	10.11.9	塑料制件二次限制成型收缩的应用		324
10.11.3	注塑件成型收缩的表现形式 ...		320				
10.11.4	收缩率		320				
10.11.5	影响注塑件收缩率的因素		321				
10.11.6	注塑件精度的选用		321				

附录

附录 A	本书各种分析图中所用的符号	326	附录 B	注塑件成型时常见缺陷及分析	331
------	---------------------	-----	------	---------------------	-----

参考文献

第1章

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”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，如障碍体本身就是注塑件的一种形状，只是障碍体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A。

1.1 注塑件形状与障碍体要素分析

注塑件上的形状与障碍体要素，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，障碍体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。注塑模结构设计与注塑件的“形状”有关，更与注塑件上的“障碍体”有关。而注塑件上的

“障碍体”，是注塑件形状中对模具结构方案影响最大的因素。

1.1.1 注塑件形体分析的“形状”要素

由于注塑件在各种设备和装置中所起到作用和功能的不同，注塑件的形状、大小和精度是千变万化的。这样便造成了注塑件上“六要素”种类和数量的不同，从而造成了对注塑模结构方案的影响作用不同。如此，注塑模结构的设计也就不同。但是，注塑件形体“六要素”分析，是能够适用于所有注塑件的形体分析。

成型注塑件型腔和型芯的形状与注塑件的内外形状是相似的，由于任何物体都具有受热膨胀和遇冷却收缩的特性，注塑件冷却后一定会小于图纸要求的形状尺寸。为了满足塑料在受热膨胀时注塑件形状会增大的特性，对注塑模型腔与型芯的尺寸需要进行补偿计算，即需要对注塑模型腔与型芯尺寸放大塑料的收缩量。这样当塑料熔体在注塑模中冷却后，才能保证与注塑件图纸尺寸一致性。注塑件的形状和大小，主要是影响到注塑模型腔和型芯的形状、数量以及嵌件形式的选取；注塑模浇注系统形式、位置和尺寸的设置；注塑模模架形式与尺寸大小的选用；注塑模分型面、抽芯机构和注塑件脱模机构的选择。任何注塑件都是具有外形或内形要素，否则就不是具有实体的注塑件。

1.1.2 注塑件形体分析的“障碍体”要素

在注塑模结构设计之前，需要提取注塑件上存在的“障碍体”要素。然后，再针对所存在的“障碍体”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) “障碍体”的定义

“障碍体”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“障碍体”的不良影响，哪怕只有一处“障碍体”没有得到合理的处置都会导致模具的失败。“障碍体”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困难但又无比精彩的特点。

【例 1-1】圆球形注塑件选取不同分型面时，所产生注塑件“障碍体”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“障碍体”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“障碍体”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“障碍体”。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，制品脱模较困难。该例生动地说明了“障碍体”的存在，随着分型面选取位置的不同所产生的“障碍体”部位也不同，对制品在模具分型所产生的影响也不同。

(2) “障碍体”的种类

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

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

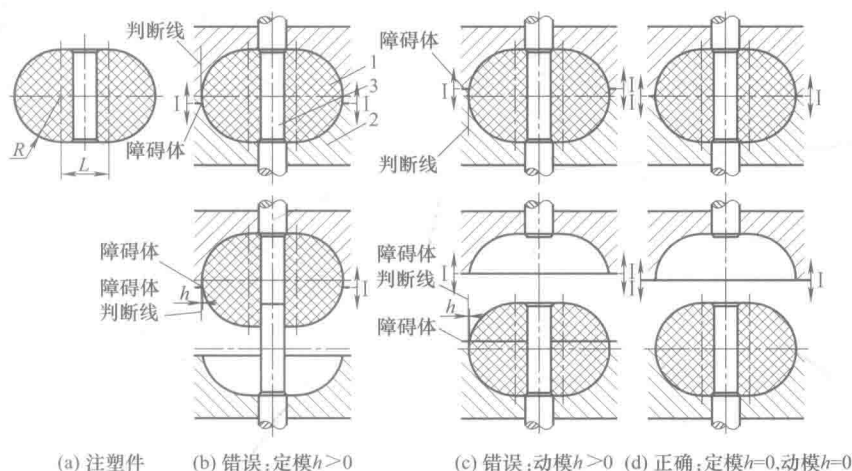


图 1-1 选取不同分型面所产生注塑件“障碍体”对脱模的影响

1—定模; 2—动模; 3—型芯; I—I—分型面; h —“障碍体”高度

【例 1-2】凸台、凹坑、内扣和内外弓形高“障碍体”，如图 1-2 所示。

a. 凸台形式“障碍体”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“障碍体”。

b. 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”。

c. 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”。

d. 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”。

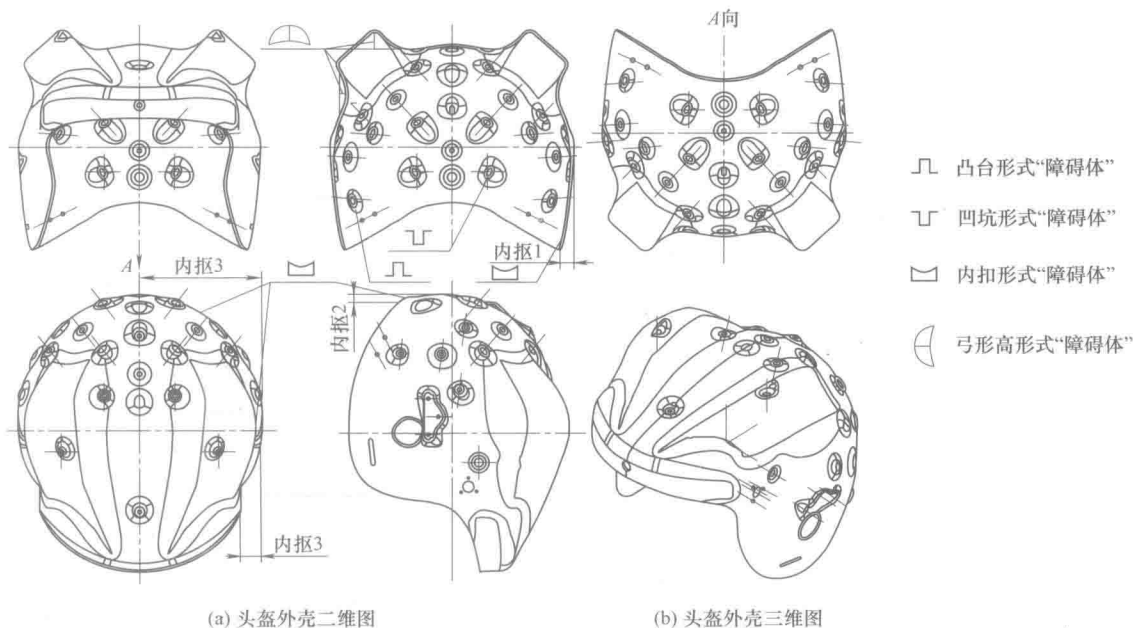


图 1-2 凸台、凹坑、内扣和内外弓形高“障碍体”

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。

a. 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。

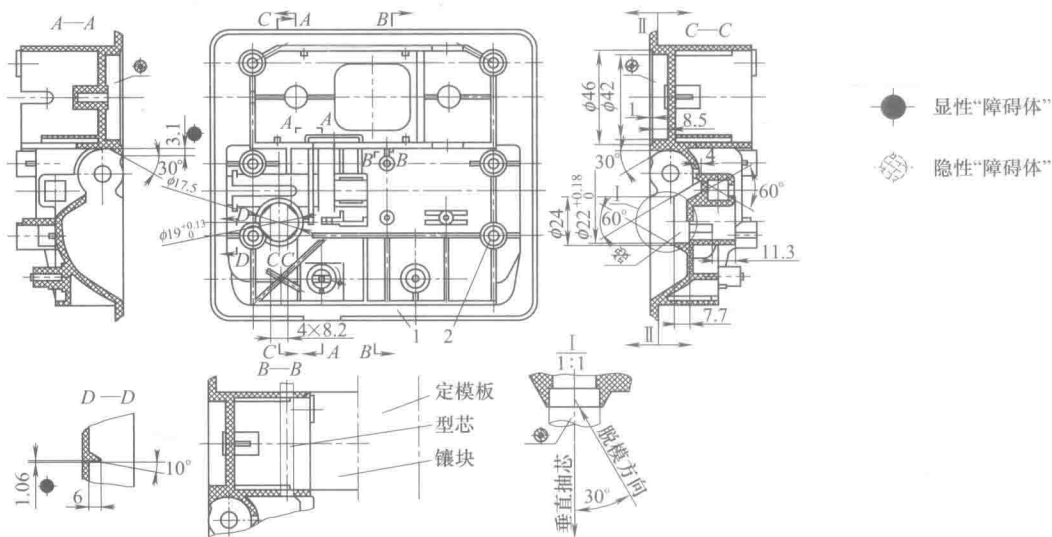


图 1-3 显性和隐性“障碍体”

1—手柄主体部件；2—圆螺母

b. 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。

a. 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。

b. 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。

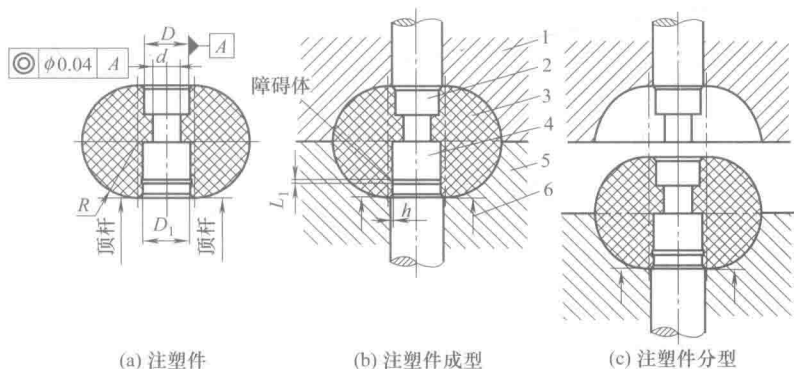


图1-4 有益“障碍体”

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”。

a. 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 $\phi 22^{+0.18}_0\text{mm}$ 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 $=6 \times \tan 10^\circ = 6 \times 0.176 = 1.056 \approx 1.06(\text{mm})$,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

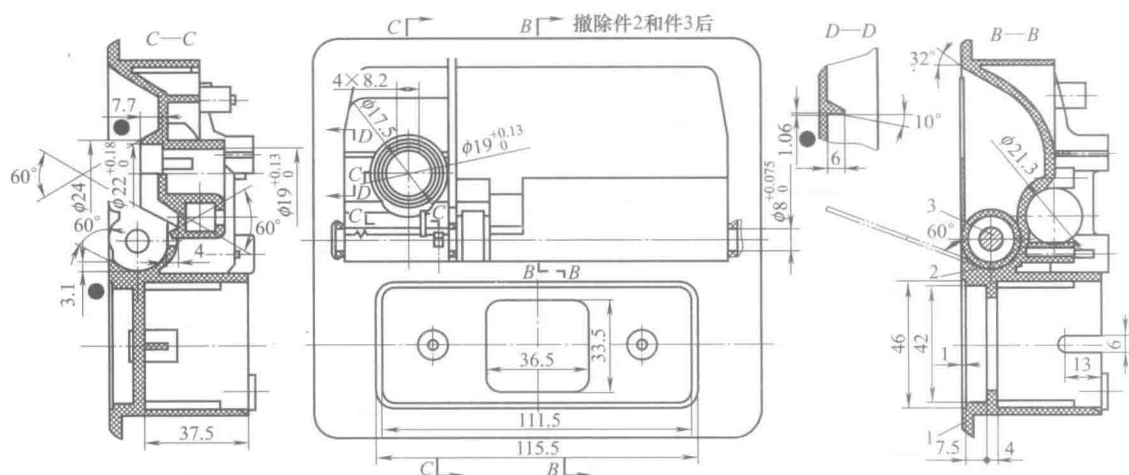


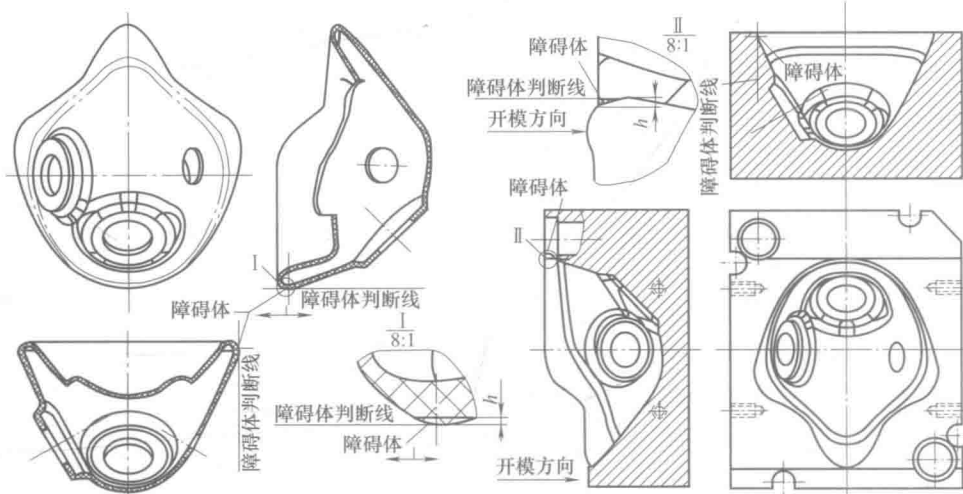
图 1-5 结构形式的“障碍体”

1—手柄主体；2—手柄盖；3—轴

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，更重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。

b. 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”。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



(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

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。

[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。

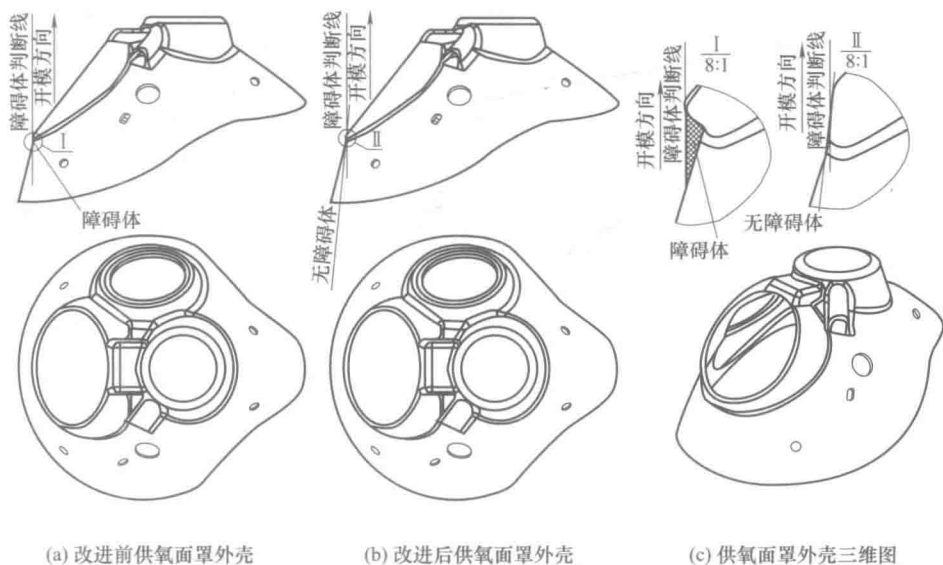


图 1-7 供氧面罩外壳上需要根治的“障碍体”分析

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、微型凸疤和皮纹类型“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。

a. 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。

b. 微型凸疤“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型凸疤“障碍体”。微型凸疤“障碍体”会影响模具的分型和制品的脱模。

c. 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