

塑料制品加工实例丛书

塑料制品 注射成型实例

张玉龙 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



塑料制品加工实例丛书

塑料制品注射成型实例

主 编 张玉龙

副主编 齐贵亮 李长德 王喜梅



机械工业出版社

CHINA MACHINE PRESS

本书用 150 个生产实例重点介绍了各种注射成型塑料制品的选材、配方设计、成型设备、制备方法与工艺条件、制品性能与应用。其中通用塑料制品注射成型实例 71 例,工程塑料制品注射成型实例 58 例,热固性塑料制品注射成型实例 9 例,其他注射成型 12 例。

本书可供从事塑料成型加工的技术人员、工人,教学人员等阅读,也可作为技工参考教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料制品注射成型实例/张玉龙主编. —北京:
机械工业出版社, 2005.3

(塑料制品加工实例丛书)

ISBN 7-111-16155-6

I. 塑... II. 张... III. 注塑 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 012155 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:张秀恩(E-mail:xiuen@sina.com.cn)

封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军

北京原创阳光印业有限公司·新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·18.125 印张·536 千字

0 001—4 000 册

定价: 39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294

[Http://www.machineinfo.gov.cn/book/](http://www.machineinfo.gov.cn/book/)

封面防伪标均为盗版

塑料制品加工实例丛书

主 编：张玉龙

副主编：李长德 齐贵亮 王喜梅

编委(按姓氏笔画)：

王化银	王四清	王有存	王喜梅	王敏芳	王斯琴
王瑞君	邓 丽	艾克聪	付绍云	卢瑞乾	齐贵亮
齐晓声	刘志成	孙 亮	牟晋鹏	吴光宁	陈令森
陈瑞华	陈耀波	杜栓丽	李长德	李 军	李传清
李迎春	李 萍	李惠元	肖 冰	苏庆勋	杨艺竹
杨玉芬	杨理华	杨 耘	杨振强	宋志广	张玉龙
张旭东	张喜生	金川川	罗西友	庞丽萍	官周国
胡国胜	郝向阳	侯京陵	姬荣斌	赵中魁	贾兴华
秦绪浩	徐亚洲	康 勇	梁建培	程均漠	程映昭
韩 辉	董海斌	蔡江涛	蔡志勇	潘 辉	戴 新

前 言

随着国民经济的高速发展,我国的塑料成型加工技术得到了长足进步。塑料制品已成为工农业、文教卫生、国防建设和人们日常生活中不可缺少的制品。而且人们对塑料制品的需求愈来愈大,样式更新、质量完美、性能更佳、集观赏与实用价值更高的制品的不断涌现,反过来又影响了塑料成型技术的进步。

为满足塑料加工行业的发展需求,特别是满足中高级技术工人的迫切需求,推广塑料加工技术和普及塑料基础知识,我们组织编写了“塑料制品加工实例丛书”共六册。收集各种成型加工实例 769 例,其中《塑料制品注射成型实例》150 例、《塑料制品挤出成型实例》133 例、《橡塑制品压制成型实例》122 例、《塑料制品吹塑成型实例》112 例、《塑料制品低压成型实例》88 例和《塑料粒料制备实例》164 例。每一实例均按照选材与配方设计、成型设备、制备方法与工艺条件、制品性能及应用的格式编写。

此丛书紧密围绕生产实例,以实例为中心,操作技术为导线,由浅入深加以介绍,增大可操作性及仿效性。全书通俗易懂、图文并茂、实用性强。主要适用对象是具有中等文化程度的读者,特别是技术工人,更为欣慰的是即使不具备塑料专业知识的读者亦可读懂。相信此丛书的出版可为进一步提高塑料制品的质量档次、改善生产工艺、开发新产品,进而增强企业经济效益起到积极的作用。

本丛书适用于从事塑料成型加工的技术人员、工人,教学人员阅读,亦可作为技工参考教材。

由于水平有限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2004 年 9 月

目 录

前言

第 1 章 通用塑料制品	1
第 1 节 聚烯烃制品	1
例 1 聚乙烯衬套	1
例 2 聚乙烯热收缩异型套管	5
例 3 轴向逆流式塑料旋风管	6
例 4 大型高密度聚乙烯托盘	9
例 5 聚烯烃塑料周转箱	13
例 6 一次性食道支架推送器	14
例 7 聚烯烃头梳、皂盒与茶盘	18
例 8 聚乙烯泡沫凉鞋、拖鞋与布鞋鞋底	21
例 9 轿车保险杠	23
例 10 改性聚丙烯保险杠的多级注射成型	25
例 11 汽车转向盘	28
例 12 蓄电池槽	29
例 13 汽车风扇、风扇罩	31
例 14 汽车分电器盖	32
例 15 货车冷却风扇叶	34
例 16 云母/玻璃纤维混杂增强聚丙烯潜水泵叶轮	36
例 17 增强聚丙烯工业零部件	40
例 18 聚丙烯洗衣机用洗涤桶、脱水桶和底台	41
例 19 全自动洗衣机脱水桶底座的精密注射成型	44
例 20 PP 结构发泡平板	48
例 21 聚丙烯家具结构发泡注射成型	50
例 22 改性 PP 方椅	52
例 23 注射成型 PP 方椅	56
例 24 PP 方椅背靠	59
例 25 注射成型 PP 圆椅	63

例 26 改性 PP 桌面	66
例 27 改性 PP 桌腿	70
例 28 随弃式塑料注射器	74
例 29 医用一次性塑料注射器	77
例 30 塑料棋	80
例 31 羽毛球	81
第 2 节 聚氯乙烯(PVC)制品	82
例 32 改性硬质 PVC 管件、带轮和工程配件	82
例 33 硬质聚氯乙烯(PVC-U)管件多级注射成型	88
例 34 聚氯乙烯(PVC)阀门与管件	91
例 35 PVC 排水管件	95
例 36 R-PVC 无毒饮水管件	98
例 37 R-PVC 带胀口管件	102
例 38 PVC 煤矿井下用电缆挂钩	111
例 39 PVC 沙管	113
例 40 改性 PVC 收录机外壳与结构件	118
例 41 PVC 全塑凉鞋	124
例 42 PVC 矿工鞋和雨鞋	127
例 43 PVC 发泡凉鞋	130
例 44 PVC 仿革鞋	132
例 45 PVC 发泡拖鞋	134
例 46 PVC 发泡双色拖鞋	136
例 47 PVC 叉色靴	139
例 48 PVC 鞋底	143
例 49 用 PVC 回收料制备 PVC 泡沫鞋	153
第 3 节 聚苯乙烯制品	156
例 50 照相机塑料镜片	156
例 51 仪表外壳	159
例 52 耐高冲击聚苯乙烯电视机外壳	164
例 53 弹性体改性高冲击聚苯乙烯电视机前壳体	166
例 54 聚苯乙烯录音磁带盒	169
例 55 塑料宫颈细胞自采器	176
第 4 节 ABS 制品	178
例 56 ABS 大型薄壁制品	178

例 57	ABS/PVC 阻燃合金制品	183
例 58	8.89cm ABS 磁盘外壳	194
例 59	ABS 显示器前框	197
例 60	两用弹 ABS 手柄	202
例 61	一次性用静脉留置针	205
例 62	ABS 圆盒盖	208
例 63	精密塑件的多级注射成型	212
第 5 节	热塑性弹性体制品	217
例 64	SBS 旅游鞋	217
例 65	SBS 鞋底	221
例 66	SBS 防滑笔套	223
第 6 节	其他通用塑料制品	227
例 67	有机玻璃透镜	227
例 68	有机玻璃工艺品	231
例 69	AS 轴流风扇	235
例 70	散香塑料制品	240
例 71	结构发泡塑料制品的低压法注射成型	241
第 2 章	工程塑料制品	248
第 1 节	尼龙制品	248
例 72	干扰火箭弹用高强度尼龙 6 套筒	248
例 73	汽车接插器护套	251
例 74	阻燃抗静电增强尼龙 6 风机叶片	253
例 75	阻燃尼龙 6 电气配件	257
例 76	尼龙塞	261
例 77	尼龙 6 织布梭 I	263
例 78	尼龙 6 织布梭 II	269
例 79	聚乙烯改性尼龙 6 铁道轨枕	272
例 80	阻燃抗静电尼龙 6 柱靴	275
例 81	HDPE/尼龙 6 阻隔性容器	278
例 82	高硬度 FRPA66 汽车驾驶杆综合开关	281
例 83	玻璃纤维增强尼龙 66 联轴器内齿套	283
例 84	通风机用尼龙 66 叶片	286
例 85	玻璃纤维增强尼龙 66 复合材料轴承	290
例 86	增强增韧尼龙 66 铁路贫枕套管	292

例 87 旋动式人工流产器用尼龙 66 旋流环	296
例 88 尼龙 66 管材	299
例 89 尼龙 66 万向节衬套	305
例 90 汽车雨刮片塑料组件	306
例 91 高填充石墨尼龙 1010 旋转活塞	310
例 92 尼龙 1010 电池壳	315
例 93 轿车用尼龙 1010 泡沫塑料浮子	319
例 94 增韧尼龙织布梭	323
例 95 尼龙 610 阀杆螺母	327
例 96 尼龙 610(或 1010)油泵叶轮	335
第 2 节 聚碳酸酯(PC)制品	338
例 97 PC 手枪握把	338
例 98 PC 小模数齿轮	342
例 99 电线电缆用 PC 悬挂金具	354
例 100 PC 丝织纬管	355
例 101 PC 自动煮蛋器透用罩	361
例 102 PC 光盘	366
例 103 PC 液体磁罗盘壳体	372
例 104 PC 公路路标反光镜	375
例 105 桑塔纳 2000 型用 PC 组合仪表指针	378
例 106 PC 结构发泡制品(线路板抽屉)	382
第 3 节 聚甲醛(POM)制品	386
例 107 聚甲醛双齿轮	386
例 108 聚甲醛小模数齿数	389
例 109 小模数塑料齿轮的精密注射成型	393
例 110 风扇用精密 POM 齿轮	396
例 111 缝纫机用 POM 齿轮	401
例 112 聚甲醛石英钟机芯分轮片	404
例 113 汽车用聚甲醛万向节	406
例 114 磨床用聚甲醛液压筒套	413
例 115 碳纤维增强聚甲醛(CF/POM)复印机导电导辊	421
例 116 聚甲醛的精密注射成型(录音机滚轮和气筒)	424
第 4 节 热塑性聚酯制品	428
例 117 PET 瓶	428

例 118	玻璃纤维增强阻燃 PBT 电视机高压包绝缘件	435
例 119	PBT 干衣机绝热支架	438
例 120	PBT 电话交换机 K 系列微型模块	439
例 121	PBT/PC 共混料电话配线模块塑件	442
第 5 节	改性聚苯醚(PPO)制品	444
例 122	改性 PPO 轿车仪表前盖	444
例 123	改性 PPO 雷达天线绝缘环	445
第 6 节	聚砜类塑料制品	450
例 124	带有金属嵌件的聚砜制品的注射成型	450
例 125	聚砜砜电器部件	453
第 7 节	聚苯硫醚制品	457
例 126	PPS 微波炉转架	457
例 127	PPS 测井仪接插件和活塞垫片	461
第 8 节	其他工程塑料制品	465
例 128	改性聚醚醚酮(PEEK)复合材料齿轮	465
例 129	聚酰亚胺(PI)纳米复合材料轴承	470
第 3 章	热固性塑料制品	478
第 1 节	酚醛塑料制品	478
例 130	酚醛塑料电工制品	478
例 131	混杂纤维增强酚醛换向器	482
第 2 节	环氧塑料制品	485
例 132	环氧塑料中高压绝缘制品	485
例 133	电器产品的液态环氧注射封装	488
第 3 节	不饱和聚酯塑料制品	494
例 134	BMC 汽车制品	494
例 135	不饱和聚酯电工制品	501
第 4 节	其他热固性塑料制品	502
例 136	脲醛塑料电器部件	502
例 137	氨基塑料电工制品	507
例 138	聚氨酯发泡底旅游鞋、凉鞋、皮鞋	508
第 4 章	反应注射成型(RIM)和树脂传递模塑(RTM)	510
第 1 节	反应注射成型(RIM)制品	510
例 139	汽车用聚氨酯整皮泡沫塑料制品	510

例 140	汽车转向盘的反应注射成型	516
第 2 节	树脂传递模塑(RTM)工艺	519
例 141	汽车用防护罩 RTM 成型	519
例 142	赛车车架 RTM 成型	521
例 143	竹片仿形编织物增强不饱和聚酯船体的 RTM 工艺	524
例 144	玻璃钢检查井盖的 RTM 成型	529
例 145	薄壁加强结构复合材料特种包装箱体 RTM 成型	531
第 5 章	辅助注射成型	536
第 1 节	气体辅助注射成型	536
例 146	壳体制品的气体辅助注射成型	536
例 147	彩电外壳的气辅注射成型	542
例 148	富康轿车后车门杂物箱盖气辅注射成型	548
第 2 节	计算机辅助注射成型	552
例 149	捷达轿车阀体套计算机辅助注射成型	552
例 150	红旗轿车装饰板左右支柱计算机模拟注射成型	557
参考文献		563

第 1 章 通用塑料制品

第 1 节 聚烯烃制品

例 1 聚乙烯衬套

1. 选材

衬套是一结构简单、壁特别薄,料流流程较长的制品(见图 1-1)。所选用的原材料为低密度聚乙烯(LDPE)。

2. 模具

所用模具(见图 1-2)为环形进料,关键的配合尺寸比较严格,如导柱滑动部分按 $H3/j_{s3}$ 配合,导柱固定部分按 $H3/j_{s3}$ 配合,模芯与型腔较为严格对中。但加工出的产品均是单边缺料,且单边缺料位置呈现无规则变化。尽管在模具上和成型压力上做了改进,但还是无法解决,为此,做了较为深入研究,改进了成型工艺,由注射成型改为注射压缩成型方实现了产品完好率达 99% 以上的目标。

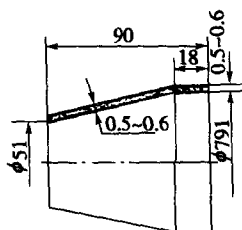


图 1-1 衬套

3. 制备工艺

(1) 工艺条件

料筒温度: 后部 140 ~ 160℃;

前部 170 ~ 200℃;

注射压力: 60 ~ 80MPa;

注射时间: 5 ~ 10s;

高压时间: 1 ~ 2s;

冷却时间: 5 ~ 10s;

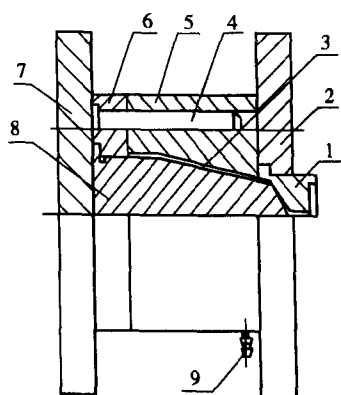


图 1-2 模具的一般结构形式

- 1—浇道 2—定模板 3—产品
4—导柱导套 5—型腔 6—固定板
7—动模板 8—型芯 9—水嘴

而剪切速率的提高,也有助于聚乙烯熔体粘度的下降。

根据聚合物表观粘度与温度和剪切速率的关系曲线(见图1-3和图1-4),发现有的聚合物的表观粘度对剪切速率的敏感程度比对温度的敏感程度要强,也就是剪切速率改变时,其表观粘度变化较大,而温度改变时,其表观粘度变化不很大。有的聚合物却正好相反。

聚乙烯的曲线斜率小,粘度随温度的变化率小,当温度在160℃以上时,要进一步降低聚乙烯表观粘度,采取继续升高温度的办法是意义不大的,从图1-3上可以直观地看到:温度已经上

成型周期: 20~30s。

(2) 工艺控制 针对衬套结构特点和注射成型单边缺料的情况进行了认真分析研究,认为缺料的主要原因是物料的流动性,特别是充模流动性不理想,必须降低其粘流态的表观粘度,才能使物料顺利充满型腔。

根据聚合物的流变学原理,当温度或剪切速率变化时,粘流态的聚合物粘度也相应地发生变化。具体地说,温度的提高有助于聚乙烯大分子链的热运动,使其粘度降低,

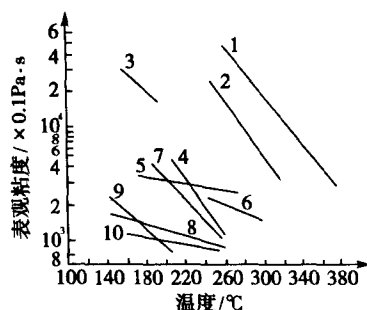


图 1-3 一些塑料表观粘度与温度的关系

- 1—聚砜 2—聚碳酸酯 3—未增塑聚氯乙烯
4—有机玻璃 5—高密度聚乙烯 6—尼龙
7—聚苯乙烯 8—低密度聚乙烯
9—增塑聚氯乙烯 10—聚丙烯
(剪切速率除未增塑聚氯乙烯为 403 s^{-1} 外,其余均为 1000 s^{-1})

升到250℃,但粘度下降并不明显;却可能导致聚乙烯发生降解而使产品质量降低。从图1-4中明显看到,聚乙烯的曲线较陡,当温度不变

的情况下,剪切速率只是稍有增加,粘度就大幅度地降低了。故此首先选择了有效地提高剪切速率,以便大幅度降低物料的粘度而生产出合格的产品。

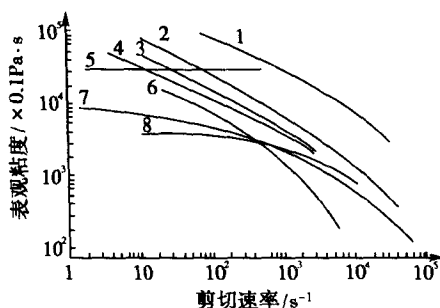


图 1-4 一些塑料表观粘度与剪切速率的关系

- 1—聚苯乙烯(230℃) 2—有机玻璃(200℃) 3—高密度聚乙烯(232℃)
4—低密度聚乙烯(235℃) 5—聚碳酸酯(288℃) 6—聚丙烯(230℃)
7—有机玻璃(250℃) 8—尼龙(280℃)

对于衬套这样一个特薄壁制品,加之料流流程又较长,当通过提高注射压力和注射速度而降低了粘度的粘流态物料一进入型腔时,就受到模具的冷却而定型。由于壁太薄,流程又长,最早进入型腔而处于流程前端的那部分熔融物料很快因冷却而失去流动性,由粘流态回到高弹态。这样就抵消了高速高压注射降低粘度的作用。物料形成了前端是高弹态,中部是高粘度的粘流态,后部(包括还未射入型腔的物料)是低粘度的粘流态的现象。当然后部物料在高压下一定会克服前端阻力,继续向前充模,结果是已回到高弹态的前端物料在哪个方位有薄弱环节(即未来得及完全由粘流态进入高弹态),就会在哪个方位被冲破,因此造成了产品单边充模、单边缺料现象。因为每次注射,后部物料能冲破的薄弱环节不可能在一个方位上,故而单边又呈无规律状态。

根据上面的分析研究,找到了能使粘流态的物料在充模的过程中一面充模一面产生并得到一个强大的剪切力,使物料保持粘度有降无增,当充模过程结束时,剪切力随之消失,模具继续冷却而使产品定型的方法。这就是采用的注射压缩成型法或称二次合模注射成型法。

注射压缩成型法的工艺过程和工艺条件是：首先慢速闭模，但模具不闭严，使模芯前端在型腔里留有一定空间，接着将熔融物料以正常压力和速度注入模腔空间里，然后再以全压快速闭模，将已注入模腔内的熔融物料挤满型腔（见图 1-5）。这样，在快速闭模动作过程中，模芯和模腔将物料挤满型腔的同时，产生强大的剪切力，物料在这个剪切力的作用下，粘度很快大幅度的降低，故能很顺利地充满型腔。合模后，剪切力随之立即消失，并不影响模具快速冷却定型。又由于物料的粘度低，不会在模具内产生足以使模芯和模腔间发生相对移动的横向作用力，因此产品壁厚各处均能达到产品要求而不会出现单边缺料现象。

4. 效果

1) 采用注射压缩成型法生产衬套，成品率达 99% 以上，每班可正常生产 1000 模左右。

2) 进一步简化了模具（见图 1-6），降低了模具制造难度和费用。

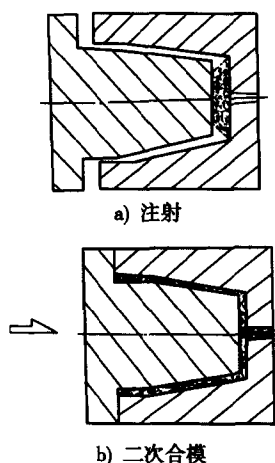


图 1-5 注射压缩成型法示意图

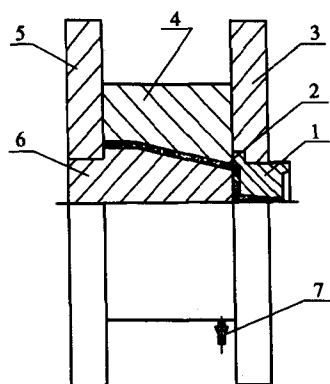


图 1-6 现在生产中使用的模具

1—浇道 2—产品 3—定模板 4—型腔
5—动模板 6—型芯 7—水嘴

3) 由于模具采用大流量水冷却，产品生产周期短而质量好。取消了推出板，避免了产品翻口变形。

例2 聚乙烯热收缩异型套管

聚乙烯热收缩套管经过成型、交联、加热扩张、冷却定型而成,因其具有特殊的“记忆效应”、优越的物理力学性能、施工方便、价格低廉等优点而得到广泛应用。目前广泛用于电线、电缆的连接及末端处理;电气设备及电器元件的绝缘保护;气、液管道连接处的保护等方面。聚乙烯热收缩直套管的在我国已有近20年的历史,交联方式已由自由基交联发展到辐射交联,且有自动化程度较高的专用扩张设备,生产工艺已日益成熟。但聚乙烯热收缩异型套管的生产还不太多,基于某些通信、野外电气设备等方面的实际需要,现对热收缩异型套管的生产工艺进行研究。

1. 主要原材料

电缆护套料,甘肃省天水聚乙烯电缆料厂;

热收缩阻燃料,以低密度聚乙烯(LDPE)和乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)为主要原料加复合阻燃剂、抗氧剂、润滑剂、交联剂、助交联剂等助剂。

2. 主要仪器和设备

开放式炼胶机,SK-160B型,上海橡胶机械厂;

压力成型机,SL-45T型,上海橡胶机械厂;

注塑成型机,XS-ZY250型,柳州塑料机械厂。

3. 注射成型工艺

以电缆护套料为原料,其注塑工艺流程见图1-7。

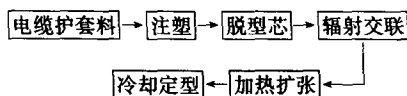


图1-7 注塑工艺流程图

注塑工艺条件

机筒温度:后段160~170℃;中段180~190℃;前段190~210℃;

喷嘴温度:175~195℃;模具温度30~60℃;

注塑压力:30~70MPa;

注塑时间:15~20s;保压时间:5~20s;冷却时间:5~20s。

为了使型芯能从制品上脱除,采用低熔点合金作型芯,低熔点合金

的组成如下: 铋 50%; 铅 26.7%; 锡 13.3%; 镉 10%。低熔点合金的熔点为 70℃。

将注塑制品加热至 70~75℃, 型芯熔融脱除, 得到异型套管, 再辐射交联, 辐射剂量为 6~15Mrad。

4. 注意事项

注塑具有生产效率高、自动化程度高等特点, 辐射交联则是热收缩材料的一种先进的交联方式, 所以注塑加辐射交联是研制热收缩异型套管的首选工艺, 但采用注塑工艺制造的热收缩异型套管加热后出现了收缩变形、表面起皱等缺陷。其原因是由于注塑的制品存在残余应力, 制品中各点处于不同的局部应力状态。在注塑过程中聚合物熔体受到剪切变形, 大分子由无规卷曲状态解开, 向流动方向有规排列, 进入温度较低的模具时熔体很快冷却到相变温度以下, 大分子没有足够的时间松弛和恢复到它原来的无规卷曲状态, 聚合物处于冻结取向状态, 由此而产生取向应力。另一方面熔体充模时在制品厚度方向上温度梯度很大, 先凝固的外层熔体会阻止后凝固的内层熔体的收缩, 结果在外层产生压应力(收缩应力), 内层产生拉应力(取向应力)。这二者导致注塑的制品存在内应力, 当制品再次受热时, 发生应力松弛作用, 导致制品收缩变形、表面粗糙。

总之该工艺制备的异型套管加热后收缩较为均匀, 可完全恢复至模制件的形状与尺寸, 且外观质量良好, 并已用于某军用雷达, 随雷达整机进行了各种环境试验, 试验表明该产品完全满足雷达的使用要求, 可取代进口产品。该产品现已进行批量生产。

例3 轴向逆流式塑料旋风管

轴向逆流式塑料旋风管(即 WJ725 塑料旋风管, 见图 1-8)是 20 世纪 80 年代研制成功的新型高效率旋风管, 由导流管和导流套两个零件组成, 主要用于军用车辆的空气滤清器。轴向逆流式旋风管是利用机械力(离心力)来捕集分离气流中的粉尘以收到滤清效果, 具有滤清效率高、质量轻、造价低廉、生产工艺简单、使用保养方便等特点, 是适于高含尘环境工作的最有效机械除尘元件之一。

1. 选材