

塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程

中空吹塑

王艳芳 何震海 郝连东 编



化学工业出版社

· 北京 ·

**《塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程》
编写委员会**

主 任： 赵丽梅

副主任： 何震海

委 员： 赵丽梅 何震海 陈青葵 王艳芳
常红梅 郝连东 卢金重 史兆侠

前言

中国塑料工业经过长期的奋斗,已面向全球开放,形成门类较齐全的工业体系,成为与钢材、水泥、木材并驾齐驱的基础材料产业。塑料作为一种新型材料,其使用领域已远远超越上述三种材料。中国目前已步入世界塑料制造大国行列,中国的塑料企业已具备一定的实力参与国际竞争,面向未来,形势喜人。为了适应塑料工业建设发展的需要,企业需要加快培养塑料工业后备的技术工人,因此,建设一支以在职中、高级技术工人为主体,技术结构比较合理,具有较高政治、文化、技术素质的工人队伍的任务迫在眉睫。为了便于做好技术工人技能鉴定的培训工作,弥补塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教材的空白,化学工业出版社组织编写了《塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程》系列丛书。具体包括《塑料制品成型基础知识》、《挤出成型》、《注塑成型》、《中空吹塑》和《压延及其它特殊成型》。

在编写的过程中参考中国石化集团公司颁布的《塑料制品成型制作工技能鉴定培训工人技术等级标准》,在该标准中的初、中、高级工人应知应会的要求基础上,增加了成型设备、新技术、新工艺、新材料、设备维护保养、劳动保护与安全生产等知识。

《中空吹塑》是《塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程》之一,介绍了中空吹塑制品的设计、种类及用途,以及中空吹塑用聚合物及助剂;阐述了吹塑成型的基本理论;挤出吹塑的全过程以及挤出吹塑的设备及工艺方法;注射吹塑的全过程以及注射吹塑的设备及工艺方法;多层共挤出吹塑的全过程以及多层共挤出吹塑的设备及工艺方法;拉伸吹塑的全过程以及拉伸吹塑的设备及工艺方法;最后介绍了几种典型中空吹塑制品的工艺方法和成型设备。

全书共分7章,其中第1章、第2章由何震海编写,第3~6章由王艳芳编写,第7章由郝连东编写。全书由王艳芳统稿,赵丽梅审稿。

本书适用于塑料制品成型制作工技能鉴定培训和在职的初、中、高级技术工人的岗位培训,可以作为中、高职院校、技工学校塑料工艺专业教材,也可以作为具有初中以上文化程度的技术工人的自学教材。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2006年5月

化学工业出版社图书推荐

为配合企业对仪表技术工人进行职业技能鉴定及培训,根据国家有关部门职业技能鉴定标准,结合企业技术工人的现状,现推荐化学工业出版社出版的一批培训教材。

《化工工人岗位培训读本	乙烯生产工》	18.00 元
《化工工人岗位培训读本	磷肥生产工》	25.00 元
《化工工人岗位培训读本	合成橡胶生产工》	28.00 元
《化工工人岗位培训读本	硝酸铵生产工》	15.00 元
《化工工人岗位培训读本	合成氨生产工》	26.00 元
《化工工人岗位培训读本	聚酯生产工》	18.00 元
《职业技能鉴定培训教程	油品储运操作工 (初级)》	23.00 元
《职业技能鉴定培训教程	油品储运操作工 (中级)》	23.00 元
《职业技能鉴定培训教程	油品储运操作工 (高级)》	26.00 元
《职业技能鉴定培训教程	固体包装工》	33.00 元
《催化裂化装置培训教程 (中级 高级)》		38.00 元
《催化裂化装置培训教程 (技师 高级技师)》		50.00 元
《氨气提尿素生产工艺培训教材》		62.00 元
《生产现场伤害与急救》		23.00 元
《工伤认定与待遇给付实例剖析》		29.00 元
《企业班组管理攻略》		28.00 元

要了解以上图书的内容简介和详细目录,请浏览我们网站:
<http://www.cip.com.cn>

各大书店均有销售 也欢迎直接向出版社邮购 (邮费为书价的 10%)

地址: (100029) 北京市朝阳区惠新里 3 号 化学工业出版社
邮购: 010-64918013, 64982530 编辑: 010-64929961 (赵丽霞)
营销: 010-64982532 (段志兵)

目录

第1章 概述	1
1.1 中空吹塑制品的分类与应用	1
1.1.1 包装容器	1
1.1.2 工业配件	4
1.2 吹塑制品的结构设计	10
1.2.1 制品外形	10
1.2.2 制品颈部	10
1.2.3 容器底部	10
1.3 容器的性能	12
1.3.1 容器的纵向强度	12
1.3.2 刚度	13
1.3.3 热灌装能力	13
1.3.4 耐瘪陷能力	13
1.4 吹塑用聚合物及助剂	13
1.4.1 吹塑用聚合物的种类	13
1.4.2 聚合物结构与吹塑制品性能关系	14
1.4.3 吹塑用添加剂	19
思考与练习	22
第2章 吹塑成型的基本理论	23
2.1 型坯的膨胀与垂伸	23
2.1.1 型坯膨胀的研究方法	23
2.1.2 型坯膨胀的测量方法	24
2.1.3 型坯膨胀与时间的关系	25
2.1.4 机头结构对型坯膨胀的影响	26
2.1.5 聚合物性能对型坯膨胀的影响	28
2.1.6 挤出条件对型坯膨胀的影响	30
2.1.7 型坯的垂伸	31
2.2 型坯的熔体破裂与褶皱	32
2.2.1 熔体破裂	32
2.2.2 型坯的褶皱	33

思考与练习	34
第3章 挤出吹塑	35
3.1 挤出吹塑的全过程	35
3.1.1 连续挤出吹塑	35
3.1.2 间歇挤出吹塑	37
3.2 挤出机	40
3.2.1 挤出机性能评价指标	40
3.2.2 螺杆	41
3.2.3 行星挤出机	56
3.2.4 开槽进料挤出机	57
3.3 型坯机头	65
3.3.1 中心入料式机头	65
3.3.2 侧向入料式机头	66
3.3.3 储料式机头	68
3.3.4 机头口模与芯棒的设计	69
3.3.5 型坯壁厚的调节	71
3.4 型坯的吹胀	74
3.4.1 压缩空气的注入	74
3.4.2 吹胀气压与进气孔径	75
3.5 吹塑模具	77
3.5.1 模具结构与特点	77
3.5.2 模具材料	78
3.5.3 模具型腔	80
3.5.4 模具底部嵌块	82
3.5.5 模具颈部嵌块	83
3.5.6 模具排气	86
3.5.7 模具内部制品壁厚的自动测量	90
3.5.8 模具制造与装配	91
3.5.9 典型的模具结构	92
3.6 合模装置	93
3.7 挤出制品的冷却	94

3.7.1	吹塑模具冷却的分析	95
3.7.2	吹塑制品的冷却方法	99
3.8	挤出吹塑机的操作规程	110
3.8.1	开车操作	110
3.8.2	停车操作	110
3.8.3	设备的维护保养	110
3.8.4	安全生产注意事项	112
	思考与练习	113
第4章	注射吹塑	114
4.1	注射吹塑过程	114
4.2	注射吹塑设备	117
4.2.1	注射系统	117
4.2.2	型坯模具	119
4.2.3	吹塑模具	123
4.2.4	模架	125
4.2.5	脱模装置	126
4.2.6	注射吹塑机的技术参数	127
4.3	注射吹塑容器的生产	127
4.3.1	二工位注射吹塑	127
4.3.2	三工位注射吹塑	128
4.3.3	四工位注射吹塑	129
4.3.4	注射吹塑成型工艺	130
4.4	注射吹塑操作规程	132
4.4.1	开车操作	132
4.4.2	停车操作	132
4.4.3	设备的维护保养	132
4.4.4	安全生产注意事项	133
	思考与练习	133
第5章	多层共挤出吹塑	134
5.1	共挤出吹塑及应用	134
5.2	共挤出吹塑制品复合结构及组成	135

5.2.1	基层	137
5.2.2	功能层	137
5.2.3	黏合层	137
5.3	共挤吹塑用聚合物	137
5.3.1	基层聚合物	137
5.3.2	功能层聚合物	138
5.3.3	黏合层聚合物	141
5.4	共挤出吹塑设备	142
5.4.1	挤出系统	142
5.4.2	共挤出机头	143
5.4.3	共挤设备技术参数	146
5.4.4	吹塑模具	147
5.5	各种用途的共挤出吹塑容器及复合结构	147
5.5.1	食品与饮料包装容器	147
5.5.2	药品与化妆品包装瓶	148
5.5.3	化学剂包装容器	148
5.6	共挤吹塑操作规程	150
5.6.1	开车操作	150
5.6.2	停车操作	150
5.6.3	设备的维护保养	150
5.6.4	安全生产注意事项	150
	思考与练习	150
第6章	拉伸吹塑	151
6.1	拉伸吹塑成型的方式	151
6.1.1	一步法和二步法的比较	151
6.1.2	挤出拉伸吹塑	152
6.1.3	注射拉伸吹塑	153
6.2	拉伸吹塑所用的聚合物	156
6.3	拉伸吹塑的成型工艺	156
6.3.1	拉伸温度	157
6.3.2	拉伸应变速率与冷却速率	158

6.3.3	拉伸比	158
6.3.4	型坯的设计	160
6.3.5	耐热 PET 瓶的制作	161
6.3.6	拉伸吹塑容器生产常见故障及排除方法	163
6.4	拉伸吹塑成型设备	164
6.4.1	一步法挤拉吹设备	164
6.4.2	一步法注拉吹成型设备	165
6.4.3	两步法注拉吹设备	165
6.4.4	模具	168
6.5	拉伸吹塑的操作规程	168
6.5.1	开车操作	168
6.5.2	停车操作	170
6.5.3	设备的维护保养	171
6.5.4	安全生产注意事项	171
	思考与练习	172
第 7 章	典型中空吹塑制品	173
7.1	聚乙烯包装桶	173
7.1.1	聚乙烯包装桶用原料	173
7.1.2	HDPE 桶的主要性能	173
7.1.3	成型设备	174
7.1.4	HDPE 桶的成型工艺	175
7.1.5	HDPE 桶的质量检查	177
7.2	硬聚氯乙烯透明瓶	178
7.2.1	硬聚氯乙烯透明瓶用原料	178
7.2.2	硬聚氯乙烯瓶的性能及应用	178
7.2.3	成型设备	179
7.2.4	硬聚氯乙烯透明瓶的成型工艺	182
7.3	聚酯瓶	184
7.3.1	聚酯瓶用原料	184
7.3.2	PET 瓶的性能	184
7.3.3	成型设备	185

7.3.4	PET 瓶的成型工艺	186
7.3.5	PET 瓶的质量检查	189
7.4	聚碳酸酯纯水瓶	192
7.4.1	纯水瓶用料	192
7.4.2	成型设备	193
7.4.3	PC 瓶的成型工艺	194
7.5	聚乙烯药瓶	196
7.5.1	聚乙烯瓶用原料	196
7.5.2	成型设备	197
7.5.3	型坯的设计	197
7.5.4	PE 药瓶的成型工艺	198
7.5.5	PE 药瓶的质量检查	199
7.6	塑料容器的盖	200
	思考与练习	204
	中空吹塑技能鉴定考试模拟试题 (一)	205
	中空吹塑技能鉴定考试模拟试题 (一) 参考答案	208
	中空吹塑技能鉴定考试模拟试题 (二)	211
	中空吹塑技能鉴定考试模拟试题 (二) 参考答案	213
	参考文献	216

1.1 中空吹塑制品的分类与应用

1.1.1 包装容器

吹塑可成型多种形状、各种容积的容器。

塑料容器具有安全、质轻、耐冲击、耐腐蚀、设计灵活性较大、颜色吸引人、方便、成本较低、成型过程消耗的能量低等优点。塑料容器主要用于包装或运输食品、饮料、化学剂、药品、日用品、化妆品与润滑油等。

1.1.1.1 各种物品的包装容器

食品与饮料行业是塑料容器的最大市场。这类容器（包括单层与多层）主要由聚烯烃、PET 或 PVC 通过挤出吹塑、拉伸吹塑、注射吹塑或共挤出吹塑来成型。例如，牛奶瓶优选 MFR（熔体流动速率）为 $0.7\text{g}/10\text{min}$ 、密度为 $0.964\sim 0.966\text{g}/\text{cm}^3$ 的 HDPE 均聚物通过挤出吹塑来成型。

O_2 会使食品降解、变味，失去水分或吸收湿气会改变液态食品的稠度，含 CO_2 饮料（如碳酸饮料）对 CO_2 保存性与对 O_2 阻渗性均有严格要求。有些食品要求容器具有耐有机溶剂与耐油等性能，许多对 O_2 敏感的食品要热灌装或经蒸煮处理。因此，食品包装容器应具有良好的阻渗性能。此外，要经受在室温下至少 1.5m 高度的坠落冲击测试。

表 1-1 列出了几种食品对阻渗性与包装容器的要求。

表 1-1 几种食品的阻渗性与包装要求

食 品 类 型	主要的阻 渗要求	要求的储 存期/a	对包装容器的要求	
			灌 装 要 求	透 明 性
低酸食品	气体/香味/湿气	>2.0	蒸煮(120°C)	不透明
高酸食品	气体/香味	$0.5\sim 2.0$	热灌装/巴氏消毒($80\sim 100^\circ\text{C}$)	透明
果酱、果子冻	气体/香味	$0.5\sim 2.0$	热灌装/巴氏消毒($80\sim 100^\circ\text{C}$)	透明
花生油	气体/香味	$0.5\sim 1.0$	热灌装($30\sim 35^\circ\text{C}$)	透明
调味品	气体/香味	$0.5\sim 1.0$	热灌装/巴氏消毒($80\sim 100^\circ\text{C}$)	接触透明/透明
腌汁	气体/香味	$0.5\sim 1.0$	热灌装/巴氏消毒($80\sim 100^\circ\text{C}$)	透明

随着饮食习惯的改变与食品交易方法的发展,对防止食品发生物理、化学与微生物破坏的包装有更高的要求。例如,采用热灌装或消毒处理,可延长食品(例如牛奶)、饮料(例如果汁)与某些药品的储存期。为此,推出了可在 $77\sim 100^{\circ}\text{C}$ 下热灌装或做巴氏消毒处理及可在 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ 、 0.1MPa 内压下蒸煮 $20\sim 90\text{min}$ 的耐热性塑料容器。还可吹塑用于盛食品置于微波炉或冷藏箱内的塑料容器。

碳酸饮料大量用注射拉伸吹塑的 PETP 瓶包装。酒类饮料(啤酒、葡萄酒等)可用 PETP 瓶(由注射拉伸吹塑成型)、少量用 PVC 瓶(由挤出吹塑或拉伸吹塑成型)包装,例如 1.75L PET 酒瓶的质量为 $85\sim 95\text{g}$ 。但酒由 PVC 瓶包装时味道会有改变。啤酒易于因氧化(一种不可逆、复杂的现象)而变质,要避免外界氧气透过瓶壁进入瓶内,还要防止啤酒所含 CO_2 的损失。因此,要求 PET 瓶有良好的阻渗性能,这可通过表面涂覆、共混料-拉伸-吹塑或多层注射-拉伸-吹塑等措施来实现。多数啤酒要在 60°C 、 0.75MPa 下进行巴氏消毒处理几分钟,这要求 PET 瓶在这样的条件下尺寸不能有明显的变化。

塑料容器的耐冲击、耐腐蚀等特性使其适于包装化学剂(包括日用化学品及工业与农用化学剂),以代替玻璃容器与金属罐。这类容器的吹塑主要采用 HDPE,也可采用 PVC 或 PAN(聚丙烯腈)。为提高 HDPE 容器阻化学剂的渗透性,可采用氟化/磺化处理、层状掺混或多层共挤出吹塑等方法。工业与农业用化学剂的包装容器要求较高,要经受在 -20°C 下至少 2m 高度的坠落冲击测试;在 40°C 下,承受至少 0.25MPa 内压时堆积至最小 3m 高度而不弯曲,在 28d (天)的试验时间内不发生变形。因此,要求容器有高的力学性能。

防冻液包装瓶要求有高的耐环境应力开裂性能,可采用 MFR 为 $0.3\text{g}/10\text{min}$ 、密度为 $0.955\text{g}/\text{cm}^3$ 的 HDPE 通过挤出吹塑来成型。

药品包装瓶可用 MFR 为 $0.7\text{g}/10\text{min}$ 的 HDPE 均聚或 MFR 为 $0.3\text{g}/10\text{min}$ 的 HDPE 共聚物通过挤出吹塑来成型,也可由 PS 通过注射吹塑来成型。多层吹塑瓶已用于包装药品。

饮用水包装瓶可由 HDPE、PVC 或 PETP 等吹塑而成。

1.1.1.2 大容积储桶、储罐

包装容器的容积多数只有几升。采用挤出吹塑可成型大容积容器,其中较常见的是高分子量聚乙烯(HMWHPE)挤出吹塑的大容积($20\sim 220\text{L}$)桶,正逐步取代金属桶,用于储存、运输化学剂。

220L 闭口 L 环大桶是德国 Mauser 公司与 BASF 公司于 1977 年首次联合开发的。这种大桶由挤出吹塑的闭口桶体与注塑成型的 L 环构成。桶体的上、下两端开设有实心 L 形凹槽,上端面开设两个灌注孔(内螺纹直径分别为

50.8mm 与 19.05mm)。L 环套在桶体的上、下端凹槽内，可加固大桶两端棱边，同时便于装卸。220L 桶的直径为 598mm，高度为 900mm，质量为 9.5kg（普通用途）或 10.5kg（用于盛装危险品或要求堆码高度达 4 个桶高），标准颜色为蓝色。

全塑大桶主要有下述优点：

- ① 可确保运输的安全性，适于公路、铁路、海洋与空中运输；
- ② 使用时操作方便，可起重、堆砌、滚动；
- ③ 国际通用性好，取得了许多国家和国际组织的认可；
- ④ 用碱或清洗剂清洗后可重复使用（平均为 15~30 次，而钢桶仅为 4~6 次）；

⑤ 尺寸稳定性、抗震性好，不易破碎，质量小；

⑥ 耐化学剂性好，不生锈，不会污染盛装的化学品。

L 环大桶可盛装各种危险与非危险化学剂。例如，在 60℃ 下盛装浓度为 98% 的乙酸、98% 的甲酸、13% 的次氯酸、70% 的硫酸与 25% 的硝酸以及浓盐酸、各种醇类、无机盐类、防冻液、洗涤剂与动植物油都是绝对安全的。将盛满 -40℃ 冷冻液的 L 环大桶从 1.8m 高处垂直跌落至水泥地面上也不会破裂。

目前已可由 HDPE 挤出吹塑成 10⁴L 或更大的储罐。

1.1.1.3 可折叠容器

图 1-1 所示的可折叠容器可由挤出吹塑来成型。这类容器在储存或运输时折叠后可减小占地面积达 85% (a)、75% (b) 或 50% (c)。图 1-2 示出了可折叠容器的折叠原理。

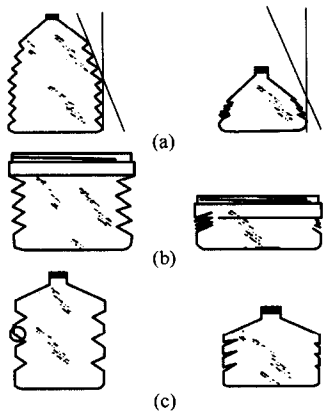


图 1-1 三种可折叠容器

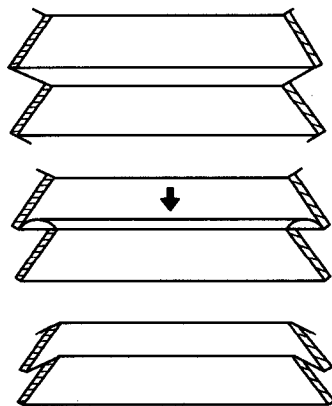


图 1-2 可折叠容器的折叠原理

1.1.2 工业配件

吹塑工业制件的应用增长速率较大，尤其在汽车制造领域。

1.1.2.1 汽车零部件

汽车以节能、高速、美观、舒适、安全、环保和低成本为主要发展方向。塑料的使用是实现此方向的关键，也是汽车生产技术水平高低的重要标志。每辆汽车塑料的用量是衡量汽车生产技术水平标志之一。据德国汽车工业协会的报告，2001年，德国平均每辆轿车使用塑料115kg，约占其车重的12.5%；而日本近年来轿车的塑料量也逐年增加，2001年达到106kg，平均占车重的13%。美国一份关于塑料用于汽车制造业的研究报告显示，20世纪90年代汽车制造业消耗塑料总量增加45万吨，至2000年每年消耗塑料量达167万吨，这可取代334万吨钢。其中用吹塑与压缩模塑成型的塑料件将增加100%，用反应注塑成型生产的塑料件增加67%，注塑制件增加29%。

2004年，我国汽车生产共消耗合成树脂约36万吨，其中PP约9.4万吨，PE约2.5万吨。2004年我国汽车保有量2742万辆，按4%的社会维修量计算，2004年维修消耗合成树脂7.7万吨，消耗PP2.0万吨。由于PE主要用于汽车油箱，更换较少，维修量可忽略不计。则2004年国内汽车业共消耗PP11.4万吨，PE2.5万吨。

表1-2列出了中空吹塑的各种汽车配件及其采用的聚合物。

表1-2 吹塑的各种汽车配件及其采用的聚合物

类 别	配 件 名 称	所 用 聚 合 物
外部构件	保险杠 扰流板 挡泥板与各种防护板 门板 顶板	HMWPP,矿物填充 PP,GFPP, ABS/PPE,PPE/PA,PPE/HIPS 弹性体改性 PBTP/PC
内部构件	仪表板 座椅及其头枕 靠手 遮光板 扬声器壳体 车门内衬 地板 装饰板	PP HDPE 改性 PPE PVC

续表

类 别	配 件 名 称	所 用 聚 合 物
箱罐体	燃油箱 液压油储罐 转动装置与制动装置的油储罐 冷却液回收罐 洗涤剂储罐 散热器溢流罐 空气过滤器壳体 共鸣器 油罐内的浮标	UHMWHDPE PA6 PP LDPE POM
管件	燃料输送管 散热管	UHMWHDPE HDPE,PP
通风管	发动机的进气管、排气管 冷却气管 空气过滤气管 共鸣器连接管 空调器连接管 除霜器与除雾器连接管	PP,GFPP PA,GFPA PPE/HIPS ASA,ASA/PC 热塑性弹性体
套管	防护套管与消震罩	热塑性弹性体

对用于吹塑汽车配件所用塑料，下列性能要求较高：

- ① 力学性能（强度、刚度与冲击韧性等）；
- ② 阻燃性；
- ③ 耐润滑性、燃油、脂肪、化学剂、紫外线与气候老化性能；
- ④ 连续使用温度；
- ⑤ 尺寸稳定性；
- ⑥ 收缩率低；
- ⑦ 制件表面的可喷涂性能；
- ⑧ 对可视制件，还有表面性能（光泽度、粗糙度）的要求（A级表面）。

下面着重介绍几种主要的吹塑汽车配件。

（1）燃油箱

德国在 20 世纪 60 年代就开始少量地开发、生产汽车用塑料燃油箱。目前欧洲、美国与日本等国的汽车已较多地采用塑料燃油箱，我国也开始生产塑料燃油箱。

塑料燃油箱由 HMWHDPE 通过挤出吹塑来生产。与钢燃油箱相比，塑料

燃油箱具有下述优点:

- ① 重量一般轻 40%~50%;
- ② 设计灵活性较大,可有效利用汽车内的“死角”,增加燃油箱的体积;
- ③ 生产成本较低,废料少,所有零件可在生产过程中集为一体;
- ④ 塑料燃油箱吹塑模具的研制周期约为钢燃油箱模具的 1/3;
- ⑤ 汽车发生事故时危险性较小(因为 HDPE 的传热性很低,且着火时会软化,燃油可在大气压力下流出,不会像钢燃油箱那样发生爆炸);
- ⑥ 力学性能(尤其是冲击韧性)可满足相应的要求;
- ⑦ 耐腐蚀性高(钢燃油箱易被燃油尤其是含乙醇的燃油腐蚀而降低阻渗性能,故其内表面要镀覆耐腐蚀性合金);
- ⑧ 使用寿命较长。

HDPE 燃料箱的缺点是阻止燃料油内有效成分渗透的性能低,故要采取措施解决。

(2) 管件

图 1-3 示出了汽车发动机内部的构件,可见其包括进气管、排气管与冷却管等。这类管件多呈立体弯曲形,要求两端与中间有柔韧性,以方便装拆,吸收发动机的振动。由图 1-4 可见,一般汽车上采用的通气管与中间冷却器管由多件构成,装配工序多,从而成本高。而采用顺序共挤出吹塑与弯曲吹塑成型的这类管件(图 1-5),设计灵活性明显较大,可大大减少小零件数与装配工序数(表 1-3),提高管件的整体性,减小漏气、漏水的可能性,还可降低管件的重量。

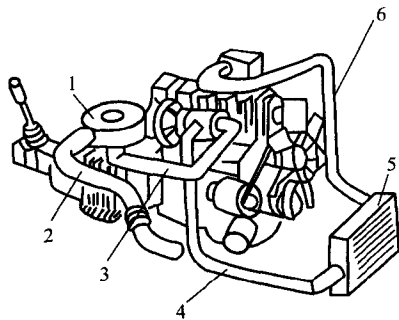


图 1-3 汽车发动机的内部构件

1—过滤器；2—进气管；3—排气管；
4, 6—中间冷却器管；5—中间冷却器

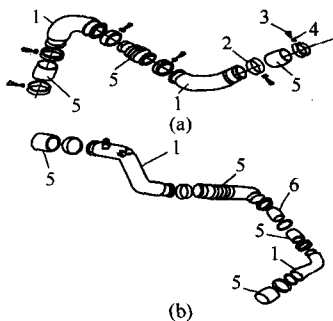


图 1-4 一般汽车上通气管 (a) 与
中间冷却器管 (b) 的构成

1—管件体；2—螺母；3—螺钉；4—垫圈；
5—橡胶件；6—金属连接件

表 1-3 汽车通气管的零件数与装配工序数

零件名称	一般通气管		吹塑通气管	
	零件数	装配工序数	零件数	装配工序数
管件体	2	0	1	2
橡胶体	3	6	0	0
螺母	6	6	2	2
螺钉	6	6	2	2
垫圈	6	6	2	2
合计	23	24	7	8

汽车内空调器的连接管、农业机械发动机内的连接管也可采用图 1-5 所示的结构。

硬-软-硬结构的立体弯曲中波纹状软段的内部结构：硬段可由 PP 成型，提供结构完整性，并使管件与其它构件紧配；波纹状软段可由橡胶改性 PP 或热塑性弹性体（例如聚烯烃类热塑性弹性体）成型，使管件较易于拆装，并具有吸震、收缩、耐热膨胀特性。

图 1-6 所示的立体弯曲管则为两头软、中部硬的结构。管件各段还可做成具有不同的耐热性、耐磨性或不同颜色。由 PP 吹塑的发泡管件还具有隔声功能。采用共挤出吹塑可成型复合结构为发泡 PP/实心 PP 的两层通气管，其中内发泡 PP 层的密度为 0.42g/cm^3 （降低 55%）。

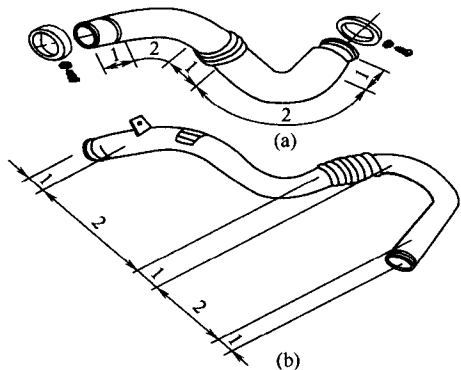


图 1-5 吹塑的通气管 (a) 与中间冷却器管 (b)
1—软质段；2—硬质段

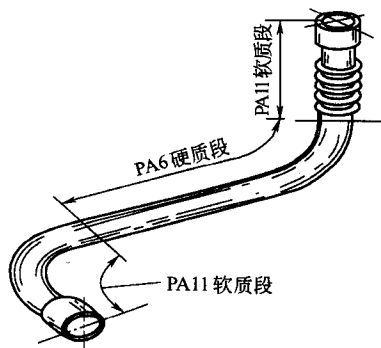


图 1-6 软-硬-软结构的立体弯曲管