

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.04.015

厚壁聚丙烯管材塑料件的注塑工艺研究

付兴中¹, 张海东¹, 冯胜², 曲伟首²

[1. 山东北方现代化学工业有限公司, 济南 250033; 2. 中海石油(中国)有限公司天津分公司, 天津 300451]

摘要:通过改进厚壁聚丙烯(PP)管材塑料件的熔体温度、注塑压力、快速注射时间、慢速注射时间、冷却时间、模具温度、背压等注塑工艺条件,以减少塑料件气孔出现的几率。总结出这几个工艺条件影响因素大小,并确定了使厚壁PP管材内部出现气孔几率最小的最佳工艺参数:熔体温度为170℃,注塑压力为13 MPa,快速注射时间为0 s,慢速注射时间为120 s,冷却时间为120 s,模具温度为70℃,背压为1.5 MPa。在最佳工艺条件下,注塑的PP管材内部气孔出现的几率可降至2%左右。

关键词:聚丙烯; 工艺; 气孔; 收缩

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)04-0066-04

Injection Process Technics Research of Thick-Wall Polypropylene Plastic Pipes

Fu Xingzhong¹, Zhang Haidong¹, Feng Sheng², Qu Weishou²

[1. Shandong North Modern Chemistry Industry Co. Ltd., Jinan 250033, China;

2. CNOOC (China) Co. Ltd., Tianjin Branch, Tianjin 300451, China]

Abstract: In order to reduce internal porosity of thick-wall polypropylene plastic pipe, the injection molding processing conditions of the plastic pipes, such as the melt temperature, injection pressure, high-speed injection time, low-speed injection time, cooling time, mold temperature and back pressure were improved. The different effective factors among these conditions were summarized, and the best injection processing conditions for reducing the internal porosity furthest is melt temperature is 170 °C, injection pressure is 13 MPa, high-speed injection time is 0 s, low-speed injection time is 120 s, cooling time is 120 s, mold temperature is 70 °C, back pressure is 1.5 MPa. Under the best processing conditions, the internal porosity of the plastic pipe is as low as about 2%.

Keywords: polypropylene; technic; internal porosity; shrinkage

聚丙烯(PP)是一种综合性能优异的通用塑料,通常情况下,注塑成型的PP制品外形和结构不同,但壁厚一般都在3 mm左右,最大壁厚也不超过7 mm,其原因是这个范围的尺寸比较适合加工成型;随着现代工业及武器装备的发展,壁厚10 mm以上的PP制品被越来越多地应用到各个领域,但是由于PP塑料本身的收缩特性,壁厚越厚的制品,其内部出现气孔的几率也就越大,对注塑工艺的要求也就越高。气孔是塑料件内的中空现象,一般为圆球形,少部分为椭圆形,基本出现在制品壁厚的中间部位,大小不一,由于PP管材塑料件为半透明状,所以塑料件内的气孔直接影响到外观,且气孔处容易产生应力集中,对塑料件强度会产生很大影响,所以气孔是产品的严重缺陷。

塑料件中的气孔可分为两类:(1)真空气孔,此气孔是由于PP材料本身由高温至低温冷却过程中收缩形成的。(2)非真空气孔,此气孔是由于模具型

腔中的空气被流动的熔体包裹在内形成的,或者由材料本身含有的挥发性物质形成的^[1]。

笔者以PP管材为例,通过改进注塑工艺条件以减少出现气孔的几率,确定了使PP厚壁制品内部出现气孔几率最小的最佳工艺参数。该管材的壁厚是10 mm。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP: PPH-M-022型,北京燕山石油化学工业有限公司。

1.2 主要设备

注塑机: XS-ZY-1000A型,上海塑料机械厂;
烘箱: SG-50型,杭州恒力塑料机械有限公司;
模具: 自制;

联系人: 付兴中, 本科, 高级工程师, 从事工程塑料及树脂基复合材料领域的产品设计, 成型工艺及改性技术等

收稿日期: 2014-02-11

检验工装:自制。

1.3 基本工艺条件

将 PP 烘干,再用注塑机注射成塑料件,然后对塑料件进行检验,通过不断改进工艺条件,确定了使塑料件内部出现气孔几率最小的生产工艺参数。改进工艺参数前的基本工艺条件见表 1。

表 1 基本工艺条件

熔体温度 / °C	注塑压力 / MPa	快速注射时间 / s	慢速注射时间 / s	冷却时间 / s	模具温度 / °C	背压 / MPa
170	12	0	120	120	60	1

1.4 测试方法

在注塑机上用不同的工艺参数注塑成管材塑料件,将塑料件冷却至室温,将其套在带杆的 25 W 白炽灯上检测,观察并计算带气孔的塑料件占全部塑料件的百分数。

2 结果与讨论

2.1 熔体温度对塑料件内部出现气孔几率的影响

熔体温度对塑料件内部出现气孔几率的影响见表 2。

从表 2 可以看出,熔体温度在 170℃时,塑料件的外观较好,内部气孔出现几率较低,出现这种现象的原因为:当低于此温度时,熔体出现塑化不良,黏度增大,当高于此温度时,随着温度的升高,熔体高分子之间弹性团聚的趋势愈加明显,收缩率加大,同时材料本身会含有挥发性物质,熔体温度越高,挥发性气体产生的越多,故制品内部出现气孔的几率也明显提高^[2]。

表 2 熔体温度对塑料件内部气孔几率的影响

熔体温度 / °C	含气孔塑料件所占比例 / %	塑料件质量
150	7.8	塑化不良,内部分层
160	9.0	浇口端有云雾状
170	9.1	外观良好
180	12.8	外观良好
190	15.5	有轻微螺旋纹

注:其它工艺条件同表 1。

2.2 注塑压力对塑料件内部出现气孔几率的影响

注塑压力对塑料件内部出现气孔几率的影响见表 3。

从表 3 可以看出,随着注塑压力的增加,塑料件内部出现气孔的几率越来越小。这是因为压力越高,补入模腔的熔融料也就越多,由于气孔是由材料收缩形成的,补的料越多,收缩率也就越小,形成气孔的几率也就大大减少。压力增大到一定程度,容易造成涨模现象发生,导致产品从模腔中不易脱出,所以注塑压力也不能太高。

表 3 注塑压力对塑料件内部出现气孔几率的影响

注塑压力 / MPa	含气孔塑料件所占比例 / %	塑料件质量
10.0	12.2	外观良好
11.0	10.4	外观良好
12.0	9.8	外观良好
13.0	7.8	外观良好
14.0	—	塑料件无法脱模

注:其它工艺条件同表 1。

2.3 快速注射时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

快速注射时间对塑料件内部出现气孔几率的影响见表 4。从表 4 可以看出,快速注射时间越长,塑料件内部出现气孔的几率就越大。快速注射时间为 0 s 时,塑料件的外观良好。这是因为,模腔在进料过程中,模腔中的空气需要逐步排出,否则空气和熔体搅合在一起,就很容易在塑料件内部形成气孔。快速注射时间越长,模腔被熔料充满的时间就越短,此时,模腔中的空气从模具排气孔还没来得及完全排出,熔融料就充满了型腔,残留的空气就被挤压到了熔体中间而形成气孔,同时产生明显的熔体流动痕迹——螺旋纹。

表 4 快速注射时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

快速注射时间 / s	含气孔塑料件所占比例 / %	塑料件质量
0	7.8	外观良好
1	10.1	内有轻微螺旋纹
2	12.3	内有轻微螺旋纹
3	17.4	内有轻微螺旋纹

注:其它工艺条件同表 1。

2.4 慢速注射时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

慢速注射时间对塑料件内部出现气孔几率的影响见表 5。从表 5 可以看出,随着慢速注射时间的延长,塑料件内部气孔几率逐步降低。这是因为:熔体进入模腔后,逐步收缩,形成空隙,这就需要不断地补料,慢速注射时间越长,补的料也就越多,气孔形成几率也就越小,补料到一定时间,浇口完全凝固,此时无法再补进料,相反降低了生产效率^[2]。

表 5 慢速注射时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

慢速注射时间 / s	含气孔塑料件所占比例 / %	塑料件质量
80	13.6	外观良好
100	10.4	外观良好
120	8.2	外观良好
140	8.2	外观良好
160	8.21	外观良好

注:其它工艺条件同表 1。

2.5 冷却时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

冷却时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

见表6。从表6可看出,冷却时间在120 s时,塑料件内部气孔几率出现较小且脱模容易,低于这个时间,塑料件内部熔体尚未完全凝固,出模后,环境温度相对较低,使其冷却速度加快,从而加大收缩,造成气孔形成几率增大,多于这个时间,塑料件由于收缩越来越紧地包住模具型芯,形成脱模困难^[3]。

表6 冷却时间对塑料件内部出现气孔几率的影响

冷却时间/s	含气孔塑料件所占比例/%	塑料件质量
80	10.1	外观良好
100	9.3	外观良好
120	7.8	外观良好
140	7.7	脱模困难
160	7.7	脱模困难

注:其它工艺条件同表1。

2.6 模具温度对塑料件内部出现气孔几率的影响

模具温度对塑料件内部出现气孔几率的影响见表7。从表7可以看出,随着模具温度的升高,塑料件内部气孔出现几率越来越小,这是因为模具温度越高,塑料件外表面和内部的温度越接近,内部收缩和外部收缩越趋于一致,形成气孔的几率也就越小。但模具温度过高,塑料件表面和模具表面的摩擦也就越大,造成塑料件陷入凹模不易脱模^[4]。

表7 模具温度对塑料件内部出现气孔几率的影响

模具温度/℃	含气孔塑料件所占比例/%	脱模情况
40	14.3	脱模容易
60	9.7	脱模容易
70	7.4	脱模容易
80	—	脱模困难

注:其它工艺条件同表1。

2.7 背压对塑料件内部出现气孔几率的影响

背压对塑料件内部出现气孔几率的影响见表8。从表8可以看出,背压对塑料件内部出现气孔的几率影响较大。一般是背压越大,内部气孔出现几率越小。因为随着背压的升高,熔体在塑化过程中受到油缸中压力油的反作用力也就越大,熔体的密度也就越高,注塑出的塑料件也就越密实,形成气孔的几率也就越小,背压为1.5 MPa时,气孔出现几率最小,再升高背压,气孔出现几率不再变化,这是因为熔体密度无法再提高。相反如果再增加背压,螺杆回程就比较困难,影响了生产效率^[2]。

表8 背压对塑料件内部出现气孔几率的影响

背压/MPa	含气孔塑料件所占比例/%	螺杆回程情况
0	19	螺杆回程正常
0.5	14	螺杆回程正常
1.0	10	螺杆回程正常
1.5	7.2	螺杆回程正常
2.0	7.2	螺杆回程困难

注:其它工艺条件同表1。

2.8 工艺条件对塑料件内部出现气孔几率的影响

从以上试验可以看出,熔体温度、注塑压力、注射时间、冷却时间、模具温度、背压等对气孔的出现都有影响。综合以上试验结果,各种因素对塑料件出现气孔几率的影响大小见表9。

表9 各种工艺条件对塑料件出现气孔几率的影响排序

工艺条件	气孔出现几率范围/%	排序
背压	7.2~19	1
快速注射时间	7.8~17.4	2
熔体温度	7.8~15.5	3
模具温度	7.4~14.3	4
慢速注射时间	8.2~13.6	5
注塑压力	7.8~12.2	6
冷却时间	7.7~10.1	7

从表9可以看出,各因素对气孔出现几率的影响大小为:背压>快速注射时间>熔体温度>模具温度>慢速注射时间>注塑压力>冷却时间。

2.9 最佳工艺条件下塑料件内部出现气孔几率统计

综合以上分析,选择每个工艺条件的最佳参数来注射PP管材塑料件,工艺条件如表10所示。

表10 最佳工艺条件

熔体温度/℃	170
注塑压力/MPa	13
快速注射时间/s	0
慢速注射时间/s	120
冷却时间/s	120
模具温度/℃	70
背压/MPa	1.5

采用以上工艺条件生产的PP管材塑料件含气孔塑料件所占比例为2.1%。

3 结论

(1) 影响厚壁PP管材塑料件内部出现气孔的工艺因素较多,按照影响从大到小排列为:背压>快速注射时间>熔体温度>模具温度>慢速注射时间>注塑压力>冷却时间。

(2) 注塑该厚壁PP管材的最佳工艺条件为:熔体温度170℃,注塑压力13 MPa,快速注射时间0 s,慢速注射时间120 s,冷却时间120 s,模具温度70℃,背压1.5 MPa。

(3) 在最佳工艺条件下,注塑的PP管材塑料件内部出现气孔的几率可降至2%左右,由于气孔形成原因复杂,即使在最佳工艺条件下,也不能100%杜绝气孔的出现。

参考文献

- [1] 林师沛. 塑料配制与成型[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
Lin Shipai. Preparation and molding plastics[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.

- [2] 王兴天. 注塑成型技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
Wang Xingtian. Injection molding technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1999.
- [3] 吴培熙, 王祖玉, 张玉霞, 等. 塑料制品生产工艺手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.

- Wu Peixi, Wang Zuyu, Zhang Yuxia, et al. Plastic Product Manual Production Process[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1998.
- [4] 张治华. 塑料收缩性 [M]. 北京: 中国石油化工出版社, 1999.
Zhang Zhihua. Plastics Shrinkage[M]. Beijing: Chinese Petrochemical Press, 1999.

塑料购物袋国家标准将于 6 月 1 日前正式出台

日前, 国家标准委员会负责人表示, 塑料购物袋新国家标准将于 2014 年 6 月 1 日前正式出台, 此标准由国家塑料标准化委员会负责起草, 将是首部专门针对塑料购物袋的强制性国家标准。

塑料购物袋国家标准的部分内容为: 食品用塑料袋须在显眼位置注明“食品用”等字样, 并打上 QS 标识; 国家标准规定塑料袋的单面厚度不得低于 0.025 mm; 在尺寸方面, 长度和宽度的误差不得超过 2%, 外观应质地均匀、无皱褶、无污迹、无气泡; 塑料袋的印刷必须油墨均匀, 图案文字清晰完整, 套印准确, 误差不得大于 1 mm; 塑料购物袋须经外观、厚度、印刷质量等出厂检验, 整箱内须有合格证, 注明产品名称、商标、厂名、厂址、规格、标称内装物质量、生产日期、检验员等信息。而此前, 我国仅有《商品零售包装袋》国家推荐性标准 (GB/T 18893-2002), 针对以塑料、牛皮纸、白板纸为包装基材的包装袋, 而且此标准在 2006 年降级为包装行业的行业标准, 执行上力度不足。(慧聪网)

包装市场可降解塑料需求量 2023 年达 945 万 t

据史密瑟斯·派诺公司最新的调查报告显示, 在可再生和可降解趋势的推动下, 全球包装市场对可降解塑料的需求量将在 2023 年达到 945 万 t, 年均复合增长率高达 33%。这份名为《2023 年可降解包装市场预测》的报告对可降解包装市场未来十年的发展进行了深入分析, 其内容覆盖了终端使用市场、区域市场和供应商等多个方面, 同时也对这一领域的技术发展趋势进行了预测。

(1) 亚洲市场需求大幅上涨。

2013 年全球聚合材料的消费额已经超过了 6 500 亿美元, 其中北美和欧洲的市场份额分别只有不到 25%, 而亚洲 (包括日本) 的市场份额则达到了 40% 左右; 其它地区的市场份额为 13%。截至 2023 年, 亚洲对生物聚合材料的需求将达到全球总需求量的 34%, 而欧洲和北美在全球生物聚合材料市场上的份额将有所下降。

公众环保意识的增强和石化燃料及其衍生品价格的增长是促进生物塑料不断升温的两个主要因素。随着从石化产品中提炼出的传统聚合材料 (石油基聚合材料) 价格的持续增长, 生物塑料在全球包装领域中的接受度和增长率也有所上升。

(2) 生物材料渐受青睐。

随着可再生材料逐渐成为重要的原材料和能源, 生物转换工厂将加大对技术的投资和化工原料的生产, 其中有些原料将被加工为可降解聚合材料。据了解, 生物塑料正在得

到越来越多包装专业人士的青睐。正如前面所说的那样, 日益增高的能源成本和对环境可持续发展理念的重新认识将为生物塑料在市场上的成功奠定基础。

生物聚合材料大多用在包装和食品服务等领域, 主要用于包装打算一次性使用或送往垃圾填埋场或冲入大海的产品。这样一来, 生物降解性就成为了人们在选择包装材料时首先考虑的一个因素。这个问题多年来一直没有得到重视, 其主要原因是相对于普通材料, 生物塑料的价格要更高一些。但从史密瑟斯·派诺公司的报告来看, 生物产品作为一种可持续和可再生的原料, 已经在市场上站稳了脚跟, 它的未来将比人们想象得更加光明和美好。(环球聚氨酯网)

RTP 推出一款新型碳纤维增强热塑性复合材料

美国复合材料生产商 RTP 日前宣布, 公司已成功推出一款新型碳纤维增强热塑性复合材料。该复合材料采用世界顶尖级合成工艺生产而成, 在增强材料性能的同时保留了纤维的完整性。

RTP 公司将该新型碳纤维增强热塑性复合材料取名为“彻底高性能复合材料”。此款新型复合材料的树脂基体由聚醚醚酮、高性能聚邻苯二甲酰胺、聚苯硫醚以及聚醚酰亚胺多种树脂复合而成。

RTP 高性能材料业务部经理表示, 这一新型复合材料的问世对热塑性工程塑料行业而言具有里程碑式的意义。“彻底高性能复合材料”将耐高温聚合物与纤维增强型材料有机结合, 使新一代工程塑料的性能更加趋近于完美。

该新型复合材料不但具备工程塑料所需的高抗冲击性, 还继承了碳纤维低密度、耐腐蚀、易成型的优点。在组成成分中, 碳纤维的质量分数为 20%~40%。

RTP 方面称, 这一复合材料能够经受高温、高压等极地环境的考验, 其在航空、工业、医疗、汽车等领域的应用前景将十分可观。预计在不久的将来, 该材料将逐渐取代铝、锌、镁等金属。(慧聪网)

沃尔玛计划带动生产商加大采用再生塑料包装

在奥兰多举行的塑料回收会议上, 美国最大的零售商沃尔玛产品可持续性部门主管 Rob Kaplan 宣布, 希望能在包装中加大采用再生塑料, 至 2020 年达约 13.6 亿 kg。

同时, Rob Kaplan 指出, 目前沃尔玛正在调查其所售产品的包装中所含再生塑料的比例, 可能会根据相关信息调整 13.6 亿 kg 这一目标。

沃尔玛所售产品许多都采用塑料包装, 鉴于其强大的购买力, 如果在选择产品时倾向于含再生塑料的包装, 将能带动生产商在包装中加大对再生塑料的利用。(慧聪网)