

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.04.028

共挤成型技术的研究与应用进展

王卫东¹,冯刚¹,江平²

(1. 浙江工业职业技术学院,浙江绍兴 312000; 2. 舟山职业技术学院,浙江舟山 316000)

摘要:首先介绍了共挤成型工艺及其影响因素,并重点阐述了近些年来共挤成型技术包括复合薄膜共挤出、复合管材共挤出、塑料异型材共挤出的发展及应用,最后就共挤成型技术的发展前景进行了预测。

关键词:聚合物;共挤成型;研究现状;发展前景

中图分类号: TQ311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)04-0131-04

Research and Application Development of Co-extrusion Molding Technology

Wang Weidong¹, Feng Gang¹, Jiang Ping²

(1. Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China; 2. Zhoushan Polytechnic College, Zhoushan 316000, China)

Abstract: The co-extrusion molding process and its influencing factors were introduced firstly, and the development and application of the co-extrusion molding technology in recent years, including compounded film co-extrusion firstly, compounded tubular product co-extrusion, plastic profiles co-extrusion were summarized, finally the development and application prospects of the co-extrusion molding technology were forecasted.

Keywords: polymer; co-extrusion; research status; development prospect

近些年来,随着科学技术的发展,人们对挤出制品的质量和性能的要求越来越高。单一组分的聚合物制品在外观、功能等方面往往存在很多局限性,因此,需要在此基础上生产出各种多组分的复合材料制品。复合材料制品具有质轻、耐腐蚀、绝缘性好、美观等优良特性,已经越来越被广泛地应用于交通、建筑、医疗、日常生活等各个领域。共挤成型作为一种主要的复合材料制品成型加工技术,其最早产生于20世纪70年代^[1],通过采用两台或多台挤出机,将几种不同特性的聚合物材料粘结在一起,在一个机头中成型,从而得到复合材料制品。与传统复合成型工艺相比,共挤成型技术省去了复杂的成型工艺和涂层工艺,属于单步复合成型技术,其具有成型周期短、能量消耗低、制品种类多、环境污染少等优点,因此,共挤成型技术被广泛应用于复合薄膜、复合管材、塑料异型材等的生产中。共挤成型技术带动了整个塑料行业的发展,目前,其同拉伸、反应、发泡等成型技术一起被列为塑料加工成型技术发展趋势。我国作为世界主要的塑料制品生产大国之一,经过几十年的发展,在共挤成型技术的研究与应用方面也取得了一定的成就。为了更好地掌握共挤出技术的研究现状,笔者综述了共挤成型技术近些年的发展及应用,并就其发展前景进行了预测。

1 共挤成型工艺及其影响因素

1.1 共挤成型工艺

塑料制品从原材料到制品成型需要经历一系列的复杂

过程。目前,塑料成型的主要方法有:注塑成型、吹塑成型、挤出成型、模压成型等,其中挤出成型的使用最为广泛,挤出成型制品约占整个塑料制品的1/3以上。

共挤成型的工艺过程表现为:不同类型的原材料分别加入多台挤出机,进行塑化和熔融,接着使从不同挤出机过来的不同特性的熔融材料向同一个复合机头中输送,并在机头成型段挤出成型,再经冷却和定型,从而得到所需形状的复合材料制品。

与传统复合成型工艺相比,共挤成型的工艺具有如下特点:

(1) 共挤成型可以将各种不同特性的材料结合在一起,可以充分发挥各种材料的固有特性,生产出具有特殊用途的制品。其次,共挤成型周期短、能量消耗低。共挤成型属于单步复合成型工艺,其制品层间粘合较好,可以省去很多复杂的工艺流程,同时,共挤成型过程中不产生三废物质,环境污染少;(2) 共挤成型制品的种类多,使用范围广。结构不同的共挤出模可以生产出不同种类的复合制品。同时,不同颜色的材料进行共挤出,可以提高其外观质量,满足不同的需求。不同特质的材料进行共挤出,可以使一种制品兼有几种不同材料的优良特性^[2]。

联系人:王卫东,硕士,副教授,主要从事产品设计与制造、产品质量检验与分析研究工作

收稿日期:2014-01-20

1.2 共挤成型的影响因素

复合制品的应用已经相当广泛,随着新需求的不断发展,人们对复合制品性能和外观的要求越来越高。由于共挤成型采用两台或多台挤出机,将多种不同性能的材料一起加工,其挤出过程较为复杂,因此,要生产出质量高的复合制品,配方、设备、模具都需要达到最理想的状态。

(1) 共挤料配方。

比单挤出成型相比,共挤料配方要复杂得多。共挤成型需要将多种不同性能的材料一起加工,因此,在挤出过程中,需要考虑以下因素:①不同材料的相容性,共挤成型对物料的相容性有着很高的要求;②共挤物料的黏度比,同一流道中两种不同的熔融料共挤出时,共挤物料的黏度比将对界面形状会产生很大的影响;③原料的性质与作用,在共挤料配方时要对原料的强度、刚度、硬度等有足够的了解,才能够充分发挥其固有特性,使制品在性能上互补。

(2) 共挤模具温度。

共挤成型的一个突出特点就是采用多台挤出机,使两种或多种不同的物料熔体沿自己独立的流道流动,最后在挤出口模处汇合,因此,共挤模具对制品的形状及外观有着决定性的影响,模具温度决定着共挤层界面的平直度,为了获得平直的界面,需要口模的温度高于熔体的温度。与此同时,对于温差很大的不同塑料原料,要保证各层能够独立加热和温控。

(3) 共挤模具流道设计。

模具流道的设计是共挤模具设计的核心,共挤模具内的熔体多层流使模具流道的结构变得更加复杂。首先,要保证模具的主流道与共挤流道的对接;其次,要使不同的熔融料在共同流道中的压力损失一致;再次,机头中各个分流流道距离不应该太远,尽可能减少流道弯道,保证各层分层清晰均匀。

同时,共挤成型对冷却定型系统、控制系统等也有严格的要求。从以上的分析中可以看出,共挤成型是一个复杂的加工过程,成型过程中受多种因素的影响,要想生产出高质量的制品,需要各个组成部分的密切配合。

2 共挤成型技术的应用与研究现状

共挤成型技术已成为当前最先进的塑料成型加工方法之一,被广泛应用于复合薄膜、复合管材、塑料异型材等的生产中^[3-4]。

2.1 复合薄膜共挤出

多层复合薄膜具有热封性好、对氧和水气的阻隔性强、耐久性强、耐穿刺性高等优良特性,已经被广泛应用于包装、一次性输液袋和注射器等领域。通常,多层复合薄膜是由基材、阻隔材料、粘合剂构成。多层复合薄膜的主要生产方法

有:涂布法、层压法、共挤法等。其中共挤出复合法在多层复合薄膜的生产中占主要地位,具有广阔的发展前景。

复合薄膜共挤出通过采用两台或多台挤出机和一个复合机头,在一个机头中同时挤出成型。复合薄膜共挤出能够一步成型,生产周期短,可生产出超薄薄膜,同时由于各层间不使用粘合剂,所以复合薄膜共挤出更适用于奶制品、酱油、肉制品等食物的包装中。在很多工业发达国家共挤复合薄膜占整个塑料包装材料的40%左右。20世纪90年代初,我国开始引进多层共挤复合薄膜生产线,随着塑料行业的不断发展,我国的复合薄膜共挤成型技术已经处于逐渐成熟阶段。

高学文^[5]在分析多层共挤出复合薄膜应用现状的基础上,对聚偏二氯乙烯(PVDC)多层共挤出薄膜的特性、结构设计等进行了分析,并提出了PVDC-聚烯烃共挤出热成型存在的技术难题和相应的解决方法,对于PVDC薄膜的应用具有重要的意义。

苗立荣等^[6]研究了多层共挤出塑料薄膜的机头。详细分析了共挤出流延薄膜和共挤出吹塑薄膜的机头结构、特点等,在综述多层塑料薄膜共挤出机头发展现状的基础上,得出其机头厚度的控制精度有待提高,对于多层共挤出塑料薄膜机头的结构改进与发展具有重要的意义。

杜玉宝^[7]分析研究共挤薄膜的热收缩性和热封性能。以三层复合共挤聚乙烯薄膜作为实验材料,通过对其定性温度热收缩曲线和恒温时间收缩率曲线的测定,发现聚乙烯薄膜的热收缩温度曲线相同时,其在高速包装线上收缩现象不同;当热封温度和时间取较大值时,热封强度不一定高。

苗丹等^[8]在分析共挤吹塑薄膜发展现状的基础上,对其未来的发展方向进行了预测。得出共挤吹塑薄膜产量在不断增加、品种越来越多样化、厚度误差逐渐缩小、共挤层不断增多。

沈文祥^[9]从共挤出常用的原料、支撑层材料、阻隔层材料、粘结层材料等几方面对多层共挤复合膜的结构进行了研究,发现多层共挤复合膜具有改善薄膜后加工性能、降低复合膜的生产成本、改进薄膜质量等特点,对于多层共挤复合膜的生产和应用具有重要的指导价值。

张春华等^[10]从多层共挤薄膜的阻隔性、稳定性等特点出发,研究了多层共挤薄膜包装对液态乳品质的影响,指出多层共挤薄膜包装必然成为未来乳品包装行业发展的趋势,对于多层共挤薄膜的发展具有重要意义。

2.2 复合管材共挤出

与传统的钢管、混凝土管等相比,塑料管材具有成型周期短、质轻、成本低、耐腐蚀等优点。随着聚氯乙烯(PVC)的工业化生产,塑料管材的应用也越来越广泛,但与此同时,人

们对塑料管材的要求也越来越高,单一的塑料所制成的管材已不能满足工业化的需求。共挤出复合塑料管材就是适应这种需要发展起来的一种新型管材。

共挤出复合管材的品种很多,如铝塑复合管、铜塑复合管、芯层发泡复合管等,其中铝塑复合管是一种应用最为广泛多层共挤复合管材。铝塑复合管是一种由铝合金或铝与聚乙烯、热熔胶复合而成的管材,它具有耐压性强、耐腐蚀性、耐热性能好等优点。同时由于其成型工艺和设备比较复杂,所以生产成本也比较高。

20世纪90年代初,西方很多工业发达国家就开始了共挤出复合管材的商业化生产,我国也于20世纪90年代中期开始引进共挤出复合管材的相关生产技术,并在加工设备以及制造技术等方面取得一系列成就。目前,共挤出复合管材已广泛应用于饮用水管道、暖气管道等的生产中,具有广阔的发展前景。

张友新^[11]在分析共挤双层复合塑料管材成型原理和工艺条件的基础上,对共挤复合管材机头进行了优化设计,提出将带阻流和缓冲槽装置的组合式芯棒应用于共挤双层复合塑料管材机头,并结合具体的实验,得出带组合式芯棒共挤管材机头与普通挤出机管材机头相比存在明显优势。

梁晓明等^[12]对双机共挤芯层发泡PVC管材进行了研究,在研究双机共挤芯层发泡PVC管材生产工艺流程的基础上,分析了挤出成型工艺参数、原材料配方等对芯层发泡管材性能的影响。

李燕^[13]以共挤复合管材为研究对象,以ANSYS为研究工具,结合具体的实验过程和模拟计算,对共挤管材成型机头定型段的流速、压力等进行了分析,揭示了界面稳定性与工况条件之间的关系,转速的提高有利于改善界面的稳定性。

刘震等^[14]对铝塑复合管进行了详细的分析和研究,分析了铝塑复合管的物理力学性能、水利性能、耐腐蚀性能、耐温性和防老化性能等,并结合国内外铝塑复合管的研究概况,预测了其发展前景。

宫晓峰^[15]在分析塑料复合管材共挤出基本生产工艺和应用实例的基础上,对塑料复合管材共挤出机头进行了优化设计,提出了开发的基于Solid Edge的双层塑料管材共挤出机头CAD系统,对于提高复合管材共挤出的工作效率具有重要的意义。

2.3 塑料异型材共挤

塑料异型材是一种特殊的塑料制品,其广泛应用于建筑行业。随着经济的不断发展,塑料异型材行业对挤出技术提出了越来越高的要求。塑料异型材共挤成型将不同特性的聚合物材料挤到同一型材中,从而得到具有最佳性能或特

殊功能的制品。

根据共挤制品的成型状态的不同,塑料异型材共挤可以分为前共挤和后共挤两大类型。前共挤也可称为模内共挤,是指不同特性的材料在完全成型之前实现复合成型,前共挤属于单次成型工艺,其成型过程较为复杂,目前塑料异型材共挤大多采用前共挤成型技术;后共挤是指一种材料在另一种材料完全成型之后,才实现复合成型,与前共挤成型相比,后共挤更有利于废料回收,对于节省原料,保护环境具有巨大的作用。同时根据共挤材料特性的不同,塑料异型材共挤也可分为软硬共挤、废料共挤、彩色共挤等。

近年来,随着国内外挤出技术的不断发展,以及模具设计、原材料选用、挤出设备等技术的提高,共挤出技术也得到了快速发展,越来越广泛地应用在塑料异型材产品的生产中。但是,由于塑料异型材共挤技术较为复杂,目前国内对塑料异型材共挤技术的研究尚处于探索阶段。

王福彪等^[16]在研究塑料异型材双色共挤出成型的基础上,对PVC、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯塑料(ASA)3种不同的共挤层材料的特性和共挤出模具结构设计进行了详细分析。并结合具体的试验得出:ASA的性能最好;在塑料异型材双色共挤出过程中,加装一台共挤出机,可以降低生产成本。

刘斌等^[17]对塑料-塑料共挤出、塑料-非塑料共挤出两种不同的塑料异型材共挤进行了比较分析,重点研究了塑料异型材软硬共挤技术的研究现状与发展趋势,提出将CAE技术应用于软硬前共挤的成型模具的设计之中,对于塑料异型材共挤技术的发展具有重要的参考价值。

田波平等^[18]结合实际的生产过程,以螺丝刀双色透明塑料柄为例,对双色塑料异型材共挤成型的工艺参数、模具材料和结构等进行数据分析,并提出了其存在的问题,对于我国塑料双色共挤设备的国产化和技术改进具有重要的意义。

吴成胜等^[19]针对塑料异型材挤出生产中易产生废料这一问题,提出了再生料共挤成型技术在塑料异型材挤出生产中的应用。从模具设计与制造、成型工艺等方面对再生料共挤成型技术进行了分析,对于节能环保,提高生产效率具有重要的意义。

杨忠久^[20]分析了双色共挤型材共挤层外观质量的缺陷以及相应的处理方法,提出共挤层外观质量与共挤料的质量、定型模外的光洁度、主机的真空度等有着密切的关系。在挤出过程中,为了提高双色共挤型材共挤层外观质量,需加强对工艺参数的精确控制。

3 共挤成型技术的发展前景

从上述的分析中可以看出,经过最近几十年的发展,我

国在共挤出成型技术的研究方面取得了一系列的进展,目前,关于共挤出成型技术的研究主要集中在多层共挤出复合机头、共挤出成型工艺参数、共挤出界面的稳定性、CAD/CAE技术在共挤出成型的应用等方面。随着共挤出成型应用领域的进一步拓宽,对共挤出成型加工提出了各种新的挑战,也要求其技术和设备需进一步完善,从目前的形势看,共挤出成型技术具有以下发展趋势。

(1) 气体辅助与共挤出成型技术的结合。

气体辅助共挤出成型是将气体辅助挤出成型和共挤出成型有机结合的一种新技术^[21-22],是对传统共挤出成型技术的改进。气体辅助共挤出成型在传统的挤出机中增加气体辅助共挤出控制系统和气辅共挤出口模,在挤出过程中,在聚合物熔体与口模的模壁之间产生气垫膜层,从而使传统的非滑移粘着剪切口模共挤出方式转化为气垫完全滑移非粘着剪切口模共挤出方式^[23-24]。这样不仅能够降低挤出压力、减少能耗,而且能够减少翘曲变形、提高制品表面质量。因此,气体辅助共挤出成型将是未来共挤出成型技术的重要的发展方向。

(2) CAD/CAE技术在共挤出成型中的应用。

与传统的挤出成型相比,共挤出成型工艺和设备都比较复杂,在共挤出成型过程中采用计算机辅助设计(CAD)/计算机辅助工程(CAE)技术,建立适当的数学模型来模拟多层流动,完善共挤出机头的设计,这样不仅能够提高共挤出成型工艺参数的控制精度,实现高速化、集成化、精密化的发展方向,还可大大提高企业生产的效率和效益。因此,将CAD/CAE技术应用于共挤出成型中已经成为当今复合材料加工的必然趋势。

参考文献

- [1] 何建涛,等. 工程塑料应用,2013,41(6):43-46.
He Jiantao, et al. Engineering Plastics Application, 2013, 41(6):43-46.
- [2] 方义红,等. 工程塑料应用,2011,39(7):63-66.
Fang Yihong, et al. Engineering Plastics Application, 2011, 39(7):63-66.
- [3] 张敏,等. 高分子材料科学与工程,2012,28(1):176-179.
Zhang Min, et al. Polymer Material Science & Engineering, 2012, 28(1):176-179.
- [4] 张素凤,等. 中国造纸,2012,31(3):20-24.
Zhang Sufeng, et al. China Pulp & Paper, 2012, 31(3):20-24.
- [5] 高学文. 塑料包装,2007,17(4):33-39.
Gao Xuewen. Plastics Packaging, 2007, 17(4):33-39.
- [6] 苗立荣,等. 中国塑料,2010,24(2):11-20.
Miao Lirong, et al. China Plastics, 2010, 24(2):11-20.
- [7] 杜玉宝. 塑料包装,2007,17(2):42-44.
Du Yubao. Plastics Packaging, 2007, 17(2):42-44.
- [8] 苗丹,等. 塑料包装,2007,17(1):1-55.
Miao Dan, et al. Plastics Packaging, 2007, 17(1):1-55.
- [9] 沈文祥. 塑料包装,2012,22(6):17-19.
Shen Wenxiang. Plastics Packaging, 2012, 22(6):17-19.
- [10] 张春华,等. 黑龙江科技信息,2007(10):11.
Zhang Chunhua, et al. Heilongjiang Science & Technology Information, 2007(10):11.
- [11] 张友新. 塑料工业,2012,40(3):78-80.
Zhang Youxin. China Plastics Industry, 2012, 40(3):78-80.
- [12] 栾晓明,等. 中国塑料,1998(27):43-47.
Luan Xiaoming, et al. China Plastics, 1998(27):43-47.
- [13] 李燕. 模内复合共挤技术中环形口模定型段的流场模拟及界面稳定性的研究分析[D]. 北京:北京化工大学,2005:1-68.
Li Yan. Computer simulation of the flow and stability analysis of the interface in the annulus die land and co-extrusion[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2005:1-68.
- [14] 刘震,等. 现代塑料加工应用,2000,12(4):58-60.
Liu Zhen, et al. Modern Plastics Processing and Application, 2000, 12(4):58-60.
- [15] 宫晓峰. 塑料复合管材共挤机头计算机辅助设计系统研究[D]. 济南:山东大学,2006:1-69.
Gong Xiaofeng. Research on CAD system of the co-extrusion pipe extrusion die[D]. Jinan: Shandong University, 2006:1-69.
- [16] 王福彪,等. 工程塑料应用,2003,32(3):35-37.
Wang Fubiao, et al. Engineering Plastics Application, 2003, 32(3):35-37.
- [17] 刘斌,等. 塑料工业,2007,35(11):1-4.
Liu Bin, et al. China Plastics Industry, 2007, 35(11):1-4.
- [18] 田波平,等. 工程塑料应用,1996,24(5):13-15.
Tian Boping, et al. Engineering Plastics Application, 1996, 24(5):13-15.
- [19] 吴成胜,等. 化学建材,2000(4):17-18.
Wu Chengsheng, et al. Chemical Material for Construction, 2000(4):17-18.
- [20] 杨忠久. 新型建筑材料,2008(8):68-73.
Yang Zhongjiu. New Building Material, 2008(8):68-73.
- [21] 黄益宾. 聚合物气体辅助共挤成型的理论和实验研究[D]. 南昌:南昌大学,2011.
Huang Yibin. Theoretical and experimental study on polymer gas-assisted co-extrusion[D]. Nanchang: Nanchang University, 2011.
- [22] 黄益宾,等. 高分子材料科学与工程,2013,29(4):113-116.
Huang Yibin, et al. Polymer Material Science & Engineering, 2013, 29(4):113-116.
- [23] 邓小珍,等. 高分子材料科学与工程,2013,29(5):137-140.
Dong Xiaozhen, et al. Polymer Material Science & Engineering, 2013, 29(5):137-140.
- [24] 张友根. 湖南包装,2013(2):18-23.
Zhang Yougen. Hunan Packaging, 2013(2):18-23.