

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.04.011

防火铝塑复合板芯层挤出成型工艺研究

何振鹏, 张国强, 贾朝阳

(甘肃省聚合物配混成套技术及装备工程技术研究中心, 兰州 730060)

摘要: 结合防火铝塑复合板芯层挤出工艺的技术难点, 对其设备的关键部分进行了介绍。将该设备用于高填充 (氢氧化铝填充比为 70%) 聚乙烯防火铝塑板芯层板材的挤出成型, 对其工艺进行了研究。结果表明, 该套设备的能耗及原料成本较低, 具有良好的推广前景。

关键词: 阻燃铝塑板芯层; 板材挤出; 同向双螺杆挤出机; 熔体泵

中图分类号: TQ320.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)04-0043-04

Research of Extrusion Process for the Core of Flame Retardant Aluminum / Plastics Plate

He Zhenpeng, Zhang Guoqiang, Jia Zhaoyang

(Gansu Research Center of Polymer Compounding Modification Technology & Equipment Engineering, Lanzhou 730060, China)

Abstract : Based on the extruding process difficulties of the core of flame retardant aluminum / plastics plate, the key parts of equipment were introduced. The extruding and molding equipment was applied to the highly filled polyethylene flame retardant aluminum / plastics plate (aluminum hydroxide filling ratio is 70wt%). The technology in this processing line was studied. The results show that by using the equipment, the energy consumption and the cost of raw material are lower than the traditional machines, thus has a bright prospect of expansion.

Keywords : the core of flame retardant aluminum / plastics plate ; sheet extrusion ; twin screw extruder ; melt pump

铝塑复合板是一种以塑料为芯材, 外贴铝板并在表面施加装饰性或保护性涂层的三层复合式对称性结构板材, 它具有外观高雅、美观时尚、质轻环保、施工方便等优点, 被认为是现代幕墙装饰的新型高档装饰材料, 发展前景看好。近 10 年来, 铝塑复合板作为一种新兴的重要装饰材料而受到建筑装饰行业的极大重视, 主要应用于机场、车站、地铁、体育场馆、商场、办公楼、高档文化娱乐中心等公共场所。

随着消防安全意识的加强和建筑物尤其是高层建筑消防标准的提高, 独具防火环保和资源节约优势的新型防火铝塑复合板应运而生。目前, 防火铝塑复合板主要采用高填充无卤阻燃聚烯烃芯层材料 (以下简称阻燃料), 其芯层材料中无机阻燃剂的添加量要求达到 70% 以上, 而大量无机阻燃剂的加入对防火铝塑复合板的挤出生产带来了很大的加工难度^[1]。

为了解决防火板的加工难题, 目前国际上主要采用以下工艺路线: 先制备无卤阻燃改性 PE 专用料, 再由单螺杆挤出机与熔体泵和板材模头挤出成型, 最后进行铝皮的热贴复合^[2]。该工艺流程主要存在着以下缺点: (1) 树脂经过了两次塑化及熔融过

程, 会降低板材的理化性能, 影响物料的流动性, 并且使产品的能耗较高。(2) 无机阻燃剂受热时间长, 加工过程中容易分解, 会降低防火板阻燃性能。

针对上述工艺的缺点, 设计了同向双螺杆挤出机与熔体泵和片材模具的生产线, 将阻燃料的生产设备和片材的挤出设备合二为一, 完成了国内首套自主设计制造的阻燃铝塑复合板材成套装备。

在该工艺流程中, 根据防火铝塑复合板芯层的配比要求, 线性低密度聚乙烯 (PE-LLD) 与乙烯 - 乙酸乙酯塑料 (EVAC) 和裁边料经过真空上料机由原料箱进入料仓内, 通过颗粒料失重秤加入同向双螺杆挤出机中; 氢氧化铝粉末经过粉料压送系统进入料仓内, 通过粉料失重秤加入侧喂料机后进入同向双螺杆挤出机中。物料经双螺杆挤出机熔融、塑化、混炼、排气后进入熔体泵中, 经过熔体泵建压和稳定挤出, 再由板材挤出模具挤出, 后经覆膜、牵引、冷却、裁边、收卷至成品。笔者主要介绍防火铝塑复合板芯层挤出生产线从上料系统至板材挤出模头的设备设计及其操作工艺。

联系人: 何振鹏, 工程师, 主要从事塑料成型设备及工艺研究

收稿日期: 2013-02-06

1 防火铝塑复合板芯层挤出成型设备关键部分

与传统的高填充塑料的造粒设备相比,用于防火铝塑复合板芯层挤出的设备主要存在着以下几个技术难点,结合这些技术难题进行了关键设备的设计开发。

1.1 无机阻燃剂的输送和计量

由于芯层材料中氢氧化铝的添加量在 70% 以上,在生产过程中的使用量很大,并且在输送过程中要将气体净化后排放,另外需要按照物料的配比进行氢氧化铝粉末的计量加料。因此根据氢氧化铝的物性,选择了正压输送系统和粉末失重秤。

正压输送系统主要应用在远距离和输送量较大的粉末物料的输送。主要包括了以下部分:不锈钢粉料压送罐、物料进出控制阀、分配器、物料储料仓、吨袋支撑平台、管路及控制系统等,其具体结构组成如图 1 所示。

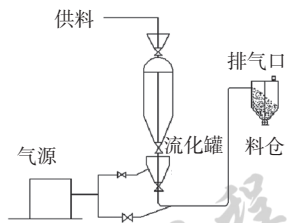


图 1 氢氧化铝粉末压送系统结构示意图

净化含尘气体选择了脉冲反吹气流式布袋除尘器,这种除尘器主要靠安装在滤布上部的滤嘴,周期地喷射出瞬间的压缩空气,使反方向的气流作用于滤布,将灰尘吹落,达到除尘目的。

为了保证氢氧化铝粉末加料量的准确和稳定,采用了啮合型双螺杆型式喂料螺杆,该喂料螺杆具有加料准确和稳定的特点;在料斗上部安装了低速的垂直搅拌;底部球形料斗内采用了特殊桨叶的小搅拌,可以有效防止料斗底部物料的堆积;以上搅拌型式有效地防止了粉末的架桥。通过该结构型式的喂料机配合电气控制系统,可以保证喂料精度在 $\pm 1\%$ 以内。该套失重秤确保了粉末加料工序的稳定和准确。

1.2 配混挤出用同向双螺杆挤出机

在该工艺路线中,PE-LLD 和 EVAC 需要在挤出机中完成塑化和熔融,并与氢氧化铝粉末完成混炼和熔体输送等众多过程,因此配混用双螺杆挤出机存在着以下几个难点:(1)树脂与高比例的无机粉体必须要混炼均匀,才能确保芯层板材的质量。(2)由于在该工艺流程中,氢氧化铝填充比至少在 70%

以上,并且当物料温度超过 190°C 时,氢氧化铝开始分解脱水。因此就需要确定合理的长径比和选择合理的螺杆组合。(3)由于氢氧化铝的添加量很大,同时考虑到受热历程不能过长,需要确定合理的加料方式。

结合以上难点,确定了以下的机组配置:选用长径比为 48 的双螺杆挤出机,共 12 节筒体。第 1 节为加料筒体,第 4,7 节均为氢氧化铝粉末喂入与自然排气筒体,第 11 节为真空排气筒体,其余为闭合筒体,同时选用了合理的螺杆组合。

1.3 控制系统

在防火板的整个生产流程中,除了混炼挤出系统外,还有板材成型辅机系统,各个环节的设备多,系统控制点较多。为了保证挤出过程的稳定性,采用了挤出过程 PLC 控制系统和收卷恒张力控制系统。主要采用泵前压力反馈控制总喂料量的方式,来确保后续收卷的稳定运行。

2 防火铝塑复合板芯层挤出成型工艺

在防火铝塑复合板芯层的挤出生产过程中,除了合理的结构设计之外,基料的选择、操作温度的设定、螺杆组合的确定、双螺杆挤出机和熔体泵转速的匹配、失重式计量喂料系统的运行稳定性都将对芯层稳定挤出带来明显的影响。

2.1 基料的合理选择

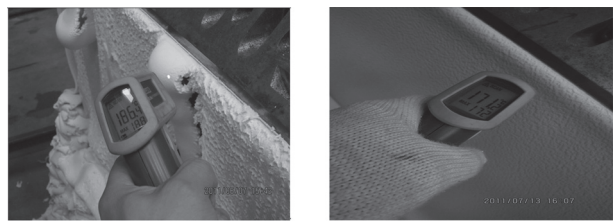
为了满足物料配比中氢氧化铝的填充比在 70% 以上的工艺要求,在整个机组的工艺调试阶段,先后选用了不同熔体流动速率(MFR)的 PE-LLD 进行了挤出试验,试验数据记录如表 1 所示。其中 1[#] 材料牌号为 DFDA7042,扬子石化生产, MFR 为 $2.0\text{ g}/10\text{ min}$; 2[#] 材料牌号为 LL6101XR,埃克森美孚化工生产, MFR 为 $20\text{ g}/10\text{ min}$ 。主要进行了开车阀和熔体泵(未安装模具)中物料温度和状态对比测试,并进行了填充比由 60% 逐渐增至 70% 的模具出料状态对比,如图 2 所示。

表 1 不同 MFR 的 PE-LLD 的泵前、出泵料温对比 $^{\circ}\text{C}$

材料类别	泵前料温		出泵料温		喂料口
	外层	芯层	外层	芯层	
1 [#]	165 ~ 170	175 ~ 180	173 ~ 178	177 ~ 182	1 [#] 侧
	170 ~ 175	180 ~ 185	176 ~ 181	180 ~ 185	2 [#] 侧
2 [#]	155 ~ 160	165 ~ 170	163 ~ 168	168 ~ 173	1 [#] 侧
	160 ~ 165	170 ~ 175	166 ~ 171	173 ~ 178	2 [#] 侧

通过试验可以发现:选用同样的工艺参数下,低 MFR 的 PE-LLD 在挤出过程中,物料温度较高,同时填充比增加至 66%,模头出料不稳定,局部成

流延状,流速不均匀,导致难以正常挤出。高 MFR 的 PE-LLD 在挤出过程中,可以发现物料混炼挤出过程中温升缓和,挤出更加稳定。这是由于高 MFR 的树脂具有良好的加工流动性,黏度较低,在混炼过程中更能使填料均匀分散在基体树脂中,能够更容易对填料进行充分地包覆、润湿、粘结,能确保填充体系混炼均匀,保持温度的均匀和流动性能的稳定。所以最终确定选用了牌号 LL6101XR 的 PE-LLD(MFR 为 20 g/10 min,熔点 123℃)。



a—填充比为 66% 的 1[#] 试样; b—填充比为 70% 的 2[#] 试样
图 2 氢氧化铝填充比增加时不同 MFR 的 PE-LLD 挤出实例对比

2.2 操作温度的设定

机组的工艺温度控制区段划分示意图如图 3 所示,挤出温度参数如表 2 所示。双螺杆挤出机筒体、开车阀、熔体泵和模具的温度设置有一定的梯度。由于 PE-LLD 和 EVAC 的熔点较低,为了保证后续的侧喂料中加入的大量粉体能够被树脂浸润混合,完成混炼过程,因此将树脂塑化熔融的第 2~4 区温度设定较高;大量粉体与树脂的混炼过程中,由于体系黏度增大并持续承受剪切,熔体温度将逐渐升高,需要对这些区段进行冷却,因此将后续第 5~12 区温度降低;作为熔体通道的开车阀,设定温度要基本接近挤出机混炼后的温度,对熔体进行保温,保证熔体能够顺利流动;对于承担熔体计量输送并稳定挤出的熔体泵,由于模具流道的阻力,物料通过熔体泵时将产生较高的压力,熔体内部存在着较大的温升;同时为了防止较低的温度将会增加熔体泵的负荷,因此将温度设定在高于开车阀 10℃ 左右;为了保证熔体在模具中能够稳定流动,只需对熔体进行保温,温度的设定要接近过泵后的熔体温度。

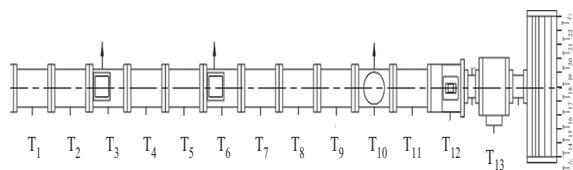


图 3 温控区段示意图

表 2 高填充防火铝塑板芯层挤出温度参数表

区段	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
温度/℃	165	160	155	130	115	105	105	105	105	105	105	110
区段	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T _左	T _右
温度/℃	125	160	160	160	160	160	160	160	160	160	165	165

2.3 螺杆组合

通过现场调试,设计了螺杆组合,共 12 节筒体。该工艺要求中,在确保产量的前提下,必须保证物料经过第 4 节筒体处时呈半塑化状态,因此在第 3 和 4 节筒体处设计了 1 组剪切区;同时要保证氢氧化铝粉末的添加比至少为 70% 以上,并且能够排出粉末中夹杂的大量气体,因此在第 5 和 6 节、第 8 和 9 节筒体处各设计了 2 组剪切区和相应的粉末输送区;为了保证大量的氢氧化铝粉填充的熔体能够混炼均匀,并能够完成真空排气,确保制品的质量,因此在第 10 与 11 节筒体设计了啮合块与反螺纹元件的组合型式;经过混炼、排气后的熔体由第 12 节筒体处的小导程输送元件输送至熔体泵的入口处。该组合能确保机组在要求产量下,高填充氢氧化铝粉末的熔体能满足要求,取得良好的效果。

2.4 双螺杆挤出机和熔体泵转速的匹配

在开车过程中,应该注意双螺杆挤出机和熔体泵转速的匹配。通常情况下,同向双螺杆挤出机的转速与物料的混炼效果有如下关系:随着螺杆转速的提高,物料受到的剪切增强,可以改善混合效果;但是螺杆结构确定后,转速的提高将会缩短物料的停留时间,加大熔体的温升,可能会影响物料的性能。因此对于该物料配方,选用了适中的螺杆转速,即在 120~150 r/min 以内。

由于齿轮泵具有良好的自吸作用,对熔体的入口压力没有苛刻的需求。但如果转速过高,将导致入口压力过低,使熔体没有足够的时间来充满旋转的齿谷,由此产生的负压将明显影响泵的容积效率和稳压效果,并产生气穴现象,加大齿轮泵的磨耗,影响其实用寿命;同时使熔体剪切受热加剧,温升过高,容易造成物料分解;而熔体泵转速过低,能量效率急剧下降^[3]。经过调试发现,在选用合适的螺杆转速后,熔体泵的转速以控制泵前压力的平均数在 1.5 MPa 左右。

2.5 喂料量波动对泵前、泵后压力的影响

通常情况下,双螺杆挤出机的熔体输送计量段都采用了中小导程的螺纹元件。采用计量加料方式,主机转速恒定的情况下,熔体在这些元件的螺槽

区和啮合区内的正流、逆流和漏流影响挤出机的实际挤出量。对于常规的聚合物熔体,该区段螺槽内熔体的体积(即在螺槽内的填充程度)是基本一致的,因此常规聚合物熔体的挤出压力比较稳定,波动范围较小。但是对于填充体系,真空排气室下方的180/180螺纹元件内成片状的熔体并非常规的连续等体积的熔体。由于其特殊的流动特性,在该区段的螺槽内熔体的体积是变化的,主要体现在泵前压力的波动范围较大。另外对于该类高填充物料,熔体流动过程中若存在死角或阻碍,会引起局部物料升温分解,导致熔体流动不稳定,因此不能使用稳定熔体流动的多孔板等部件。

针对该现象,为了保证芯层板材挤出的稳定性,就必须确保机组各个系统运行稳定。参考调试过程中记录的螺杆转速、泵速、总喂料量、泵前压力和泵后压力的曲线图5,可以发现泵前压力与总喂料量的波动较明显,其余各个参数较稳定。通过分析可以得到如下结论:

(1) 熔体泵的稳压作用明显,可以有效地隔离高填充体系流动特性带来的挤出波动。在调试过程中,改变螺杆转速或改变熔体泵的转速都可以随时提高或降低其数值的大小。泵的入口压力除了随着螺杆转速和泵速的改变而改变外,还常常会受到上游设备各种不稳定因素的影响,如加料的波动、螺杆转速的脉动等。因此在泵正常的运行情况下,无论泵的入口压力如何变化,只要保持泵的转速不变,对泵的出口压力影响不大。

(2) 泵前压力主要受总喂料量波动的影响。在实际挤出生产过程中,工艺温度和螺杆转速不变化时,喂料量的波动将成为影响挤出压力的主要因素。主要因为粉料失重秤存在着一定的计量波动,喂料量的变化导致了填充比例的变化,引起熔体黏度和温度均匀性的变化,因此将会带来入口压力的波动。

(3) 经过调试,发现泵前压力波动范围在0.3~

3 MPa,泵后压力波动范围在1 MPa以内,基本上能保证挤出板材的稳定性,避免恒张力牵引后出现的宽度变化等问题。

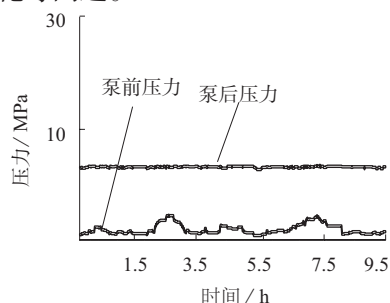


图5 工艺参数运行曲线图

3 结论

该套机组完成了直接由树脂原料和阻燃剂进行共混挤出成型铝塑板芯材的成套技术开发,实现了防火铝塑复合板材工艺的创新,提供了一种更加节能的生产技术。

防火铝塑复合板材生产线的市场需求是很大的。因此该技术产品将凭借技术优势,进行防火铝塑复合板材生产线的推广和改造,会迅速占领国内市场,市场前景看好。

参考文献

- [1] 王小妹,廖剑波. 无卤阻燃高填充防火铝塑复合板的挤板工艺探讨[J]. 塑料工业,2010,38(增刊1):82-84.
Wang Xiaohong, Liao Jianbo. Extrusion process of halogen-free flame-retardant high-filled APCP sheet[J]. Plastics Industry, 2010, 38(sup1):82-84.
- [2] 王小红,剪建政,肖顺秋,等. 防火铝塑板用无卤阻燃聚乙烯芯材的研制[J]. 塑料工业,2002,30(1):45-47.
Wang Xiaohong, Jian Jianzheng, Xiao Shunqiu, et al. Development of halogen-free flame-retardant PE for fire retardant aluminum-plastics panel[J]. Plastics Industry, 2002, 30(1):45-47.
- [3] 邓建江. 熔体齿轮泵在TSSJ40双螺杆挤出机中的工程应用设计[D]. 成都:四川大学,2003:10-11.
Deng Jianjiang. Engineering application design of gear pump used in TSSJ40 twin-screw extruder[D]. Chengdu: Sichuan University, 2003:10-11.

年产30万t塑料新材料项目落户四川南充

日前,南充市顺庆区人民政府与鑫达控股(香港)有限公司在北京南宁大厦举行鑫达30万t塑料新材料生产项目签约仪式,标志着总投资23亿元人民币的鑫达新材料项目成功落户顺庆。

鑫达集团是中国改性塑料新材料生产企业的翘楚,在哈尔滨拥有三大改性塑料新材料生产基地,年总产能达40万t,其产品被广泛用于宝马、奥迪、大众等汽车品牌的内饰件、外饰件及功能件,满足汽车领域85%以上的塑料零部件的认

证要求。

据介绍,鑫达30万t塑料新材料生产项目对公司发展具有重要意义。目前,公司布局在哈尔滨的年产40万t塑料新材料生产基地,其产品在东北、华北市场保持了较高的市场占有率。布局在南充的年产30万t塑料新材料生产基地建成后,将进一步覆盖西南、华东、华南、华中等市场区域,将形成一个亚洲顶级的高品质改性塑料新材料生产基地。项目达产后,将实现年销售收入50亿元人民币以上。

(慧聪网)