

# 从硅烷交联聚乙烯管材设备配置看 MONOSIL 工艺的进步

侯登义<sup>1</sup>, 李厚德<sup>2</sup>

(1. 山东大学 材料学院, 山东 济南 250100; 2. 山东省建设科技协会, 山东 济南 250001)

**摘要** : 介绍了一步法和两步法交联聚乙烯管材生产的主要工艺特点及区别, 通过对 NEXTROM 专用设备和国产生产线的比较, 阐述了 MONOSIL 工艺中的几个关键环节。

**关键词**: 交联聚乙烯管材; 硅烷; 设备配置

中图分类号: TU532

文献标识码: B

文章编号: 1004-1672(2005)06-0026-02

硅烷交联聚乙烯管材是将聚乙烯树脂通过与硅烷接枝并成型, 再经化学交联制成的, 它以优良卫生性和综合机械物理性能成为传统金属管的换代产品, 已得到广泛的应用。硅烷交联聚乙烯(PE-X<sub>b</sub>)管材的生产技术有两种方法, 一种是由 DOW Corning (道康宁) 公司发明的两步法(Sioplas), 另一种为 NEXTROM (耐世隆) 公司和 BICC (英国绝缘电缆公司) 开发的一步法, 亦称 MONOSIL 法。两步法硅烷交联聚乙烯管材是将聚乙烯树脂、硅烷、引发剂和抗氧化剂、催化剂分别在挤出机中制备成甲乙两种组分母料, 然后将甲乙两种母料按一定比例混合后制成管材, 再进行水解交联。一步法是将所用的原材料如聚乙烯树脂、硅烷交联剂、抗氧化剂、催化剂、过氧化物引发剂等分别计量后, 在专用反应型挤出机中混配, 加热塑化, 接枝成型为硅烷接枝的聚乙烯管材, 再水解交联制成 PE-X<sub>b</sub> 管材。

## 1 挤出机

传统的单螺杆挤出机多为三段式设计, 其主要功能是使颗粒状或粉状塑料塑化、均化。在挤出过程中塑料经历了不同的物理状态, 但化学结构并没有发生任何变化。而硅烷交联聚乙烯管材生产过程中, 原料在挤出机中除经历上述物理过程外, 还要完成聚乙烯-硅烷接枝反应, 传统的三段式单螺杆挤出机显然不能完全适应反应挤出成型的要求。

普通三段式挤出机用于硅烷交联聚乙烯管材生产, 存在的问题主要是: 物料的停留时间分布过宽, 以及物料完全熔融区相对长度较短, 同时还存在固体输送段对固液混合体系的输送效率低等问题。为此, 耐世隆生产线配置带屏障型混炼元件的四段式单螺杆反应挤出机, 这种挤出机的螺杆是反应型螺

杆, 即在均化段后设一反应段, 其主要功能是使均化段输送来的熔体减压, 完成接枝反应并均匀地向前输送。聚乙烯-硅烷体系随着接枝率的提高, 熔体黏度明显增大, 在反应段进行减压, 有助于降低熔体的剪切速率, 防止熔体过度剪切生热造成热降解。采用四段式单螺杆反应挤出机可以明显延长熔融物料的停留时间, 在相同的反应条件下挤出产量比三段普通挤出机提高 60% 左右。



图1 反应型螺杆结构

图1是反应型螺杆的结构图。螺杆设计加料段、熔融段、均化段和反应段, 前三段结构设计与传统三段式螺杆相似, 但压缩比取值范围较宽。反应段设在均化段之后, 反应段的主要功能是使均化段输送过来的熔体减压, 完成接枝反应并均匀地向前输送<sup>[1]</sup>。熔体停留时间与反应段长度成正比, 为增加熔体的停留时间, 应使反应段具有一定的长度。通过特殊设计的螺杆和机筒, 在预混段增加混炼元件、均化段的双螺棱结构以及纵向料筒沟槽等, 确保挤出、反应的稳定性。其特点是: 高挤出量、低熔融温度、挤出量稳定、扭矩大、对物料的改进和变化具有更高的适应性、压力分布均匀等<sup>[2]</sup>。挤出机机头采用了过滤式机头, 这种机头有一关键的核心部件——过滤网板, 在挤出时, 熔融物料从主机通过星状分布的多个小孔分成多股料流, 实现了较为理想的均化效果。

## 2 原料干燥计量系统

潮湿的聚乙烯树脂会导致产品预交联及外观缺

陷,因此PE-X<sub>0</sub>管材的加工工艺对PE树脂的潮湿度要求极为苛刻。所以,仅用普通的料斗式干燥器显然达不到此要求,而NEXTROM线配备了带有空气除湿装置的原料干燥系统。该系统主要由带有加热装置的干燥空气发生器和锥型干燥筒组成,由发生器产生的洁净热空气从干燥筒底部进入干燥筒,并可根据原料的多少设定不同的干燥效率。带走潮气的干燥空气通过封闭循环系统回到发生器除湿后又进入另一干燥周期。

NEXTROM公司的原料计量系统配有高精度电子称,其固体、液体分别计量,精度达到了2%。

### 3 硅烷加入方式

国产生产线的硅烷加入方法,主要是在挤出机外把硅烷、引发剂、催化剂等按一定配比机械混合后,再与PE树脂等混合搅拌,最后加入料斗挤出。采用此种方法,硅烷易吸潮水解变质,且产品质量极不稳定。NEXTROM线的硅烷加入采用的是专用硅烷装置注入技术,见图2。它是把专用复配硅烷通过密闭系统直接喷射到挤出机的加料段,在加料段有一高速搅拌器,它使PE树脂、液态硅烷高度混合均匀,然后在反应型螺杆的剪切下前移挤出成型。这种方法的优点是:硅烷计量准确,硅烷不和空气接触,保证了产品性能的稳定。

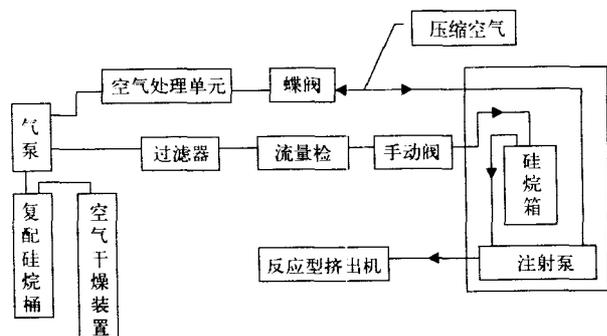


图2 硅烷注入流程

### 4 真空定径和冷却装置

定径装置采用片状组合式定径套,该结构特别适用于小口径、高速挤出的PE-X管材生产。片状定径装置由多层薄铜片组成,中间有定径圆孔,外侧由支撑柱固定。薄铜片之间的距离按以下规则分布:沿定径管材的导入方向,距离逐渐增加,越靠近导入端,铜片之间的距离越小,以防止还处于塑化状态的未定型管材在铜片之间积存和挤压。随着管材表面硬层的形成,铜片间的距离逐渐加大。

NEXTROM生产线配备的CB63-4m真空定径槽具有2段真空段,总有效长度为4m。它具备:

强有力的冷却能力,稳定的真空度,高效的水温水位控制系统,长期的防腐蚀性性能。

在真空定径装置之后,管材还需要进一步冷却,典型MONOSIL工艺采用的是浸浴式冷却装置,该装置具有一长度为16m的不锈钢冷却水槽,内通低温软化水,同时能控制液位的平衡。

### 5 在线测量与控制

NEXTROM生产线采用“光电摄相法”的非接触外径测量技术用于在线测量与控制产品的外径大小。这种技术的基础组成是双轴向测径仪,即由双轴向测量头、支架组成在线“光卡尺”实现测量功能。其测量精度高、动态测量误差小,采用这种技术,可以实现远程监控的目的,如测量结果上、下超差时发出报警信号给主机操作人员。根据面板显示数据,操作人员可以做出工艺参数上的调整。

### 6 生产速度和周期

生产速度和周期是衡量生产线性能的重要指标之一,NEXTROM生产线大大提高了生产效率,以常规尺寸20×1.9管材生产为例,国产生产设备的线速度为3~5m/min,NEXTROM的线速度可达25m/min,同时,其生产周期更是比国产设备高出许多,一般国产设备在连续生产24h后就要清理螺杆,NEXTROM生产线的连续生产周期可以达到5~6天。就产品规格来讲,大部分国产设备能生产的最大尺寸多为32,而NEXTROM可以生产出63规格的PEX管材。

随着一步法技术在我国普遍推广,精良的加工设备已成为管材生产厂家获得市场的最有效竞争手段,越来越多的设备厂商和管材厂家也逐渐意识到了生产装备的重要性,都在积极提高装备水平,近年来,有许多国内设备厂商相继采用了较为先进的设计技术,推出了不少高水平的一步法PE-X管材生产线,这无疑给我国的交联聚乙烯管材行业注入了一股新的力量。

### 参考文献:

- [1] 吴大鸣,等.特种塑料管材[M].北京:中国轻工业出版社,2000,25-77.
- [2] 金可中.一步法硅烷交联聚乙烯管生产线技术[J].化学建材,2000,(3):16-17.

收稿日期:2005-07-06

作者简介:侯登义,工程师,从事PEX管材的研究工作。联系地址:(250001)济南市经六路三里庄17号山东建设科技协会,电话:(0531)83180912