

新型硬质 PVC 管材的研制

苏修军

邹敏

(西安交通大学,西安 710049) (山东省潍坊商业学校,潍坊 261011)

摘要 从原材料的选择、性能及其对产品的影响论述了硬质聚氯乙烯管材的配方设计,从混合工艺、挤出成型工艺、定型工艺、牵引工艺等几个方面论述了硬质聚氯乙烯管材的生产工艺。同时提出了硬质聚氯乙烯管材生产中经常出现的异常现象及其形成原因和解决办法。

关键词 硬质 聚氯乙烯 管材 配方 工艺

塑料管材是塑料制品中的大宗产品,而硬质聚氯乙烯(PVC)管材的产量占整个塑料管材产量的55%以上。硬质PVC管材与金属管材、水泥管材等传统管材相比,具有密度小、易着色、不需涂装、耐腐蚀、热导率低、绝缘性能好、能耗低、流动阻力小、内壁不结垢、施工安装和维修方便等优点。由于硬质PVC管材在国内市场潜力很大,因而生产也急剧扩张,为此,笔者总结了多年从事塑料管材制造的经验,就硬质PVC管材配方、工艺的设计进行论述。

1 配方设计

硬质PVC管材的配方设计主要有3个方面的工作:确定稳定剂系统、润滑剂配合设计和加工改性剂的选用。此外,PVC树脂、填充剂、紫外线吸收剂、着色剂等原料的选用也直接影响产品的性能。

1.1 稳定剂系统的确定及用量

在硬质PVC管材生产中通常使用铅盐稳定剂、有机锡稳定剂、金属皂类稳定剂、稀土复合稳定剂等。铅盐稳定剂是这几种稳定剂中最经济的稳定剂体系,成型加工也最容易,它的热稳定性和润滑性都比有机锡和金属皂类稳定剂好,但有毒性。选择何种稳定剂体系的依据是生产成本、PVC管材性能和是否有法律法规限制,特别是环境保护和安全卫生方面的要求。如硬质PVC管材作上水管用,则不能使用有毒性的铅盐或镉盐系列稳定剂;若硬质PVC管材作电工套管用,则可选用最经济的铅盐稳定剂。

稳定剂的用量主要根据加工方式确定。如用双螺杆挤出机挤出时,PVC树脂受热过程较短,稳定剂用量比单螺杆挤出机挤出时要少。考虑稳定剂用量时还要留有充分余地,否则当加工温度选择不当、温度失控或意外停车时,会因稳定剂量不足而发生PVC分解。稳定剂用量通常在0.5~1份。

1.2 外润滑剂与稳定剂的匹配设计

外润滑剂的匹配设计主要是确定与不同稳定剂

匹配的外润滑剂的种类、用量和配合比例。

(1) 根据稳定剂选择与之匹配的外润滑剂

有机锡稳定剂 有机锡稳定剂与PVC树脂有较好的相容性,但有严重的粘附金属壁的倾向,与之匹配的最便宜的外润滑剂是以石蜡为主的石蜡-硬脂酸钙体系。

铅盐稳定剂 铅盐稳定剂与PVC树脂相容性差,仅附在PVC粒子表面,阻碍了PVC粒子间的融合,物料塑化后其熔体也不均匀,通常采用硬脂酸铅-硬脂酸钙外润滑剂与之匹配。

(2) 外润滑剂的用量

在一个体系中加入润滑剂的量,应该使物料在正常操作条件下能获得均匀塑化,并具有足够的流动性。如果调整外润滑剂用量仍不能满足物料加工的要求,则可以考虑添加少量的内润滑剂。

影响外润滑剂的因素很多,当使用高表面活性填充剂时,如超细碳酸钙和活性钙,由于其对润滑剂的吸收和吸附作用,需要增加外润滑剂的用量。当使用抗冲击增韧改性剂时,由于熔体粘度大,粘附到金属表面的可能性就大,往往需要增加外润滑剂的用量。当使用机械设备时,设备与物料接触表面积愈大需要加入的外润滑剂就愈多,所以用同一种设备挤出的薄壁管比同一规格的厚壁管所需的外润滑剂要多。当加工温度高时,熔体粘附金属表面的倾向大,所加入的外润滑剂就多。

1.3 加工改性剂的选用

目前用于硬质PVC管材的较好的加工改性剂是聚丙烯酸酯类(简称ACR)。ACR作为加工改性剂主要功能是促进树脂熔融、改善熔体流变性能。

1.4 PVC树脂

PVC树脂的粘度、挥发性、分子结构、粒度大小

和形状、稳定性及导电性能等对硬质 PVC 管材的质量有重要影响。为获得综合性能优良的硬质 PVC 管材,应选择适当分子量的树脂和合适的加工条件,使制品塑化度为 60% ~65%。

1.5 填充剂

选择适当的填充剂和填充量能使硬质 PVC 管材获得较高的冲击强度和断裂强度,并能降低成本。目前,国内硬质 PVC 管材用的填充剂主要是碳酸钙、沉淀碳酸钡、硫酸钡、陶土等。

1.6 紫外线吸收剂

PVC 受到紫外线照射时,会发生老化。在 PVC 中加入紫外线吸收剂可以吸收高能量的紫外线,并把此能量转化为无害的长波辐射出来,由此保护 PVC 不被破坏。硬质 PVC 管材常用的紫外线吸收剂有邻羟基二苯甲酮类、水杨酸酯类、三 类。

1.7 着色剂

着色剂不仅可以美化塑料管材的外观,而且兼有抗氧、耐热、耐光和稳定作用。硬质 PVC 管材常用的着色剂是颜料。主要品种有:

钛白粉 钛白粉即二氧化钛,在阳光下非常稳定,不溶于稀硫酸,耐热性好,着色遮盖力强,是白色颜料中最优良的品种。

炭黑 通常用的是槽法炭黑,它价廉、着色牢、遮盖力强、热稳定性好、耐光性好、无迁移性。炭黑可单独作为着色剂,也可配合其它着色剂调制成灰色或咖啡色。

酞箐蓝 酞箐蓝是一种有机颜料,为带有微红色的蓝色着色剂,其色泽鲜艳,耐热 5 级,耐光 7 ~8 级,无迁移性,遮盖力强。

1.8 配方实例

笔者根据生产硬质 PVC 管材的实际经验,给出配方实例,见表 1。

表 1 中配方 1 适合设备大修后或原料更换时试生产用,或调整配方时的原始配方。配方 2 是用疏松型 4 号(相当于 SG5) PVC 树脂时的参考配方。配方 3 是用紧密型 4 号(XJ-4) PVC 树脂生产 110 mm ×2.2 mm 硬质 PVC 管材的,质量符合 DIN 8062 标准要求。但使用 XJ-4 型 PVC 树脂时,工艺难掌握,产量减少,同时配方中稳定剂用量要增多,填充剂不能多加。

2 生产工艺

2.1 生产工艺流程

硬质 PVC 管材生产工艺流程见图 1。

表 1 生产硬质 PVC 管材的配方实例 份

组分	配方 1	配方 2	配方 3
PVC 树脂	100.0	100.0	100.0
三碱式硫酸铅	0.8	0.9	2.5
二碱式亚磷酸铅	0.6	0.7	1.5
硬脂酸铅	0.3	0.4	0.4
硬脂酸钙	0.2		
硬脂酸钡		0.3	0.3
硬脂酸	0.2	0.6	0.4
石蜡	0.2	0.5	0.3
PE 蜡		0.2	0.1
轻质碳酸钙	1.0	30.0	20.0
炭黑	适量	0.012	0.01

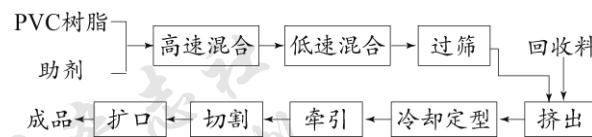


图 1 硬质 PVC 管材生产工艺流程图

硬质 PVC 管材生产工艺流程可分为 3 个过程:成型料准备过程(又称挤出前段),包括配比(原料、辅料的前处理、计量、输送)、混合(高速和低速)、过筛(成型粉料)或造粒(粒料);挤出成型过程;定型包装过程(又称挤出后段)。

2.2 生产工艺条件

(1) 混合工艺

目前绝大部分企业都是采用高速混合机(热混机)将原料进行混合,再用低速混合机(冷混机)将混合好的物料进行冷却。

在高速混合时,搅拌过程借外加热和剪切摩擦产生的热,逐渐使助剂渗入 PVC 树脂的空隙,一方面可使助剂在树脂中均匀分散,另一方面则使树脂半凝胶化,形成松散粉料。在 80 ~120℃时,PVC 树脂颗粒胀大,颗粒尺寸趋于均匀,同时考虑到温度在 100℃以上有利于物料中水蒸气蒸出,所以一般热混机的温度设在 100 ~120℃。为了让助剂充分地 与 PVC 微粒接触,减少填充剂对助剂的吸附作用,应该在加入 PVC 树脂后即启动热混机,再按如下顺序投料:稳定剂、各种加工助剂、色料、填充剂。在实际生产中,热混机启动后机内呈现微正压,故很难投入辅料,所以大都是将原辅料全都投入后再启动热混机。

热混机放出的混合料温度很高,需立即进行冷却,若散热不及时会引起物料分解和助剂挥发。冷混机的搅拌速度较低,其容积一般应为热混机的两

倍以上,在冷混过程中可消除高速混合过程的摩擦静电,可提高干混料的流动性和密度。冷混一般控制在料温 40℃左右时出料,排出的物料还应过筛,除去结块和粘熔料。

(2) 挤出成型工艺

挤出机螺杆分 3 个区段: 加料段(送料段)、熔化段(压缩段)、计量段(均化段),这三段相应的对物料组成了 3 个功能区: 固体输送区、物料塑化区、熔体输送区。要使挤出机的这 3 个功能区达到最佳工作状态,必须选取适当的配方、料筒温度、螺杆温度及螺杆转速。如果工艺条件选取不当,就会破坏 3 个功能区的分布,造成产量降低或塑化不良。

固体输送区的料筒温度一般控制在 100 ~ 140℃。若加料温度过高,会使固体输送区短于加料段长度,造成产量下降;若加料温度过低,使固体输送区延长,减少了塑化区和熔体输送区的长度,会引起塑化不良,影响产品质量。

物料塑化区的温度控制在 170 ~190℃。控制该段的真空度是一个重要的工艺指标,若真空度较低,会影响排气效果,导致管材中存有气泡,严重降低了管材的力学性能。为了使物料内部的气体容易逸出,应控制物料在该段塑化程度不能过高,同时还要经常清理排气管路以免阻塞。料筒真空度一般为 0.08 ~0.09 MPa。

熔体输送区的温度应略低一些,一般为 160 ~ 180℃。在该段提高螺杆转速、减小机头阻力及在塑化区提高压力都有利于输送速率的提高,对于 PVC 这样的热敏塑料,不应在此段停留时间过长,也不宜再从这段高剪切作用下取得热量。螺杆转速一般为 20 ~30 r/min。

机头是挤出制品成型的重要部件,它的作用是产生较高的熔体压力并使熔体成型为所需的形状。硬质 PVC 管材的挤出机头一般都是直线机头。各部分工艺参数分别为: 口模连接器温度 165℃,口模温度 170/170/165/180/190℃,熔体压力 250 MPa,熔体温度 195℃。

(3) 定型工艺

从机头口模挤出来的管状物要经过冷却,使它变硬而定型。定型一般用定径套进行外径定型和内径定型两种方式。其中外径定型结构较为简单,操作方便,我国普遍采用。外径定型的定径外套长度一般取其内径的 3 倍,定径套的内径应略大于(一般不超过 2 mm)管材外径的名义尺寸。管材的冷却

方法有水浸式冷却和喷淋式冷却,较常用的是喷淋式冷却。

(4) 牵引工艺

牵引装置的作用是给机头挤出的管材提供一定的牵引力和牵引速度,均匀地引出管材,并通过调节牵引速度调节管子的壁厚。牵引速度要求十分均匀,并能无级调速。牵引速度取决于挤出速度,一般牵引速度比挤出速度快 1% ~3%。

3 成型中常见异常现象及其形成原因和解决办法

在硬质 PVC 管材生产中,经常会遇到各种各样的异常现象,表 2 列出几种常见的异常现象及其形成原因和解决办法。在处理异常现象时,应根据具体情况,先调整最有可能的一个因素,待生产稳定后再改变其它因素,一般不要同时调整两个以上的因素。

表 2 硬质 PVC 管材生产中常见异常现象及其形成原因和解决办法

异常现象	形成原因	解决办法
内壁或外壁有块状物凸起(似气泡)	料中水分过大 料中混有杂质 机身温度过低 料筒输送段温度过高	粒料烘干,粉料再回搅 清除杂质 提高机身温度 降低输送段温度
外表面上有波纹或皱纹	口模四周温度不均 冷却水温度过高 定径套喷水量小,且不均匀 牵引速度不稳	检查口模电加热圈 降低水温或加大冷却水量 加大喷水量,清洗定径套 周边水喷头 调整牵引速度
内壁不平整	内壁不规则凹陷的原因是塑化不足 内壁则凸起“疙瘩”的原因是螺杆温度太高,转速太快 芯棒温度太低	提高主机温度,提高转速,促进塑化 降低主机温度和螺杆转速 提高芯棒温度
内壁有明显熔接痕	机头或芯棒温度太低 挤出速度太快,塑化不好 机头内熔体压力小 润滑剂用量过大 管壁过分离薄	提高机头或芯棒温度 降低挤出速度 修改机头结构 调整配方,特别是润滑剂 降低牵引速度,提高壁厚
外壁光泽差,半边亮、半边暗	口模温度过低 口模温度过高 口模内壁粘有析出物 定径套不光洁 定径套水温不合适	适当提高口模温度 适当降低口模温度 清理口模、除去析出物 清理定径套 调整定径套水流量
壁厚不均匀	物料塑化不均匀,引起出料不均匀 牵引速度不均匀,使得管径忽大忽小 物料部分分解,出料不均 机头温度不均,出料不均 真空不稳	调整温度使之塑化均匀 调整牵引速度 清除分解物,研磨死角 检查加热圈是否损坏 调整真空泵
弯曲	壁厚不均匀 机头四周温度不均 冷却时上下水温不一致 管材在水中位置不准	调整壁厚 检查电加热圈是否损坏 调整上下水喷量 调整管材在水中位置

续表 2

异常现象	形成原因	解决办法
发脆	机身塑化程度不够 螺杆转速太快 机头温度太低	调整主机温度,保证塑化 降低螺杆转速 调节机头电热圈,提高温度
	树脂粘度太高	选用粘度低的树脂
成型过程 中管材被 拉断	牵引速度太快 料中有杂质 混合料不合格	调整牵引速度 更换物料或清除杂质 检查混合工序或配方是否 正常

4 结论

(1) 在硬质 PVC 管材生产过程中,要严格控制配方和工艺,但配方、工艺不是一成不变的,要视具体情况适当调整,这样可以生产出满足不同场合要求的管材。

(2) 管材是否合格由质量指标来评价,质量指

标分外观质量和内在质量两种。外观质量要求是:表面光滑平整,无分流痕迹,断面泡孔致密均匀,尺寸符合公差要求。

管材内在质量主要测试以下指标:①维卡软化温度大于 79℃;拉伸屈服应力大于 40 MPa;扁平试验压至外径 1/2 无破裂,液压试验合格;②落锤冲击试验按 GB/T 6112 - 1985 进行,落锤 1.0 kg,从 1 000 mm 高度自由落下,制品不呈现裂纹、龟裂和破裂现象为合格;③二氯乙烯浸泡试验无发毛现象为合格。

参考文献

1 朱元庆,张维虎,屠筱薇.聚氯乙烯管材制造和应用.北京:化学工业出版社,2002.
2 林师沛.聚氯乙烯塑料配方.北京:化学工业出版社,2002.

DEVELOPMENT OF NEW RIGID PVC PIPE

Su Xiu jun

Zou Min

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China) (Weifang Commercial School of Shandong Province, Weifang 261011, China)

ABSTRACT The prescription design of the rigid PVC pipe is discussed from the choice and property of the raw materials and their influence on the product. The production technology of the rigid PVC pipe is also discussed in the aspects of the mixing technology, the extrusion, the stereotype and the drawing technologies. The abnormal phenomenon often existing in the production of the rigid PVC pipe, the reason and its solving method are put forward.

KEYWORDS rigid PVC, pipe, prescription, technology

纳米抗菌不锈钢塑料复合管投放市场

山西新超管业股份有限公司生产的一种新颖美观和带自洁功能的新型纳米抗菌不锈钢塑料复合管,最近投放市场。这种管材由纳米抗菌剂和有关抗菌载体配制后与热塑性塑料混合制成抗菌母粒,再与热塑性塑料和热溶胶挤出成型为内层塑料管,再在外层用不锈钢包覆,经焊接、打磨和抛光后制成,外形美观,颇具装饰效果,可用作室内供水、供气 and 供暖,特别是为纯净水和饮料食品行业的冷热供水提供了一种安全管材。这种管材的最大特点是广谱抗菌,经广东省微生物分析测试中心与陕西省疾病预防控制中心等部门检测,其对大肠杆菌和金黄色葡萄糖球菌等杀灭率在 97% 以上,且抗菌能力长效持久。

(中兴)

大口径塑料管发展迎来新机遇

在国家有关政策和规划的推动下,我国新型管材和管件的推广及应用近年来不断取得重大突破,一些产品和设备已实现了批量出口,而各种塑料管,尤其是大口径塑料管的需求,随着城市建设步伐的加快和南水北调工程的展开,也将迎来更大的发展机遇。

我国是一个水资源紧张的国家,污水回用是解决供水紧张的一条有效途径。国务院曾发文要求,到 2005 年,我国 50 万以上人口的城市污水处理率要达到 50%,到 2010 年所有

城市则不应低于 60%,而现在我国城市污水处理率仅为 20% 左右。造成这一局面的最主要原因是我国目前城市排水管网的建设远远落后于实际需要,并直接导致城市污水处理厂的污水处理能力无法充分发挥。而要使我国城镇集中处理污水达到预期目标,到 2010 年我国总共需要投资约 8000 亿元用于各种设施的建设,每年新增的塑料管道长度将超过 3000 km。

与此同时,我国地下水资源又经常会受到生活污水管道渗漏的影响,为此,各地在城市建设改造中,对老式的城市排水管道的改造更新工作也都在加紧进行,耐腐蚀、防渗漏、寿命长的排水管道的需求大大增加。在这种情况下,各种大口径塑料管以其质量轻、施工快速、输水能力强、抗震性好、综合造价低、使用范围广、寿命长等优点,受到各方的青睐,市场前景十分看好。

尽管大口径塑料管已成为市场新宠,但建设部的有关领导和业界专家提醒企业,不要片面追求管道的大口径,国内需求近 70% 的还是直径 500 ~800 mm 的塑料管,而且管径过大,还会在技术、应用、施工等方面产生一些新的难题。因此,我们发展大口径塑料管,还要加强科技研究开发的力度,并根据中国国情,进行技术经济分析,在加快城市建设和经济可持续发展的同时,促进塑料管应用市场的健康成长。

(中化)