

PVC-U 发泡型材的制备

韩培儒 赵金龙

(北汽福田汽车股份有限公司,北京 101117)

摘要 介绍硬质聚氯乙烯(PVC-U)发泡型材的性能特点、发泡成型机理及生产工艺流程等。讨论了PVC-U发泡型材的配方设计及重点工艺参数的控制要点,提出对成型设备的性能要求。制备了宽180 mm、厚12 mm的PVC-U发泡板材,其外观、截面、翘曲、尺寸极限偏差及力学性能等指标均达到QB/T 2463.2-1999标准要求。

关键词 硬质聚氯乙烯 发泡型材 成型原理 生产工艺

硬质聚氯乙烯(PVC-U)发泡型材又称为“合成木材”,它不仅具有类似于天然木材的特点,而且具有许多天然木材所不具备的优异性能,例如它具有较低的密度($0.5 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$),极低的导热系数,良好的隔音、阻燃及耐化学药品性等性能。PVC-U发泡型材的加工性能良好,表面可加工成类似木质的装饰花纹,无需油漆。PVC-U发泡板材被广泛应用于汽车、轮船等交通工具的内饰板、隔离板,居室的吊顶、隔断屏风,各种简易结构的轻质墙体材料,施工现场的混凝土建筑模板等。在目前我国重点鼓励和发展化学建材产业的形势下,PVC-U发泡型材具有非常广阔的市场发展潜力。笔者现介绍PVC-U发泡型材的配方设计、挤出成型设备、工艺参数控制及应用,并指出按上述条件制备的PVC-U发泡板材达到了国家标准要求。

1 发泡成型机理^[1]

在实际工业生产过程中,PVC-U发泡型材主要是利用化学发泡剂高温分解逸出的气体在熔体中发泡而成型,整个发泡过程可以分为气泡核的形成、气泡的增长和发泡体的稳定成型等3个阶段。

(1) 气泡核的形成 根据“热点成核机理”,要形成气泡核,熔体必须具备大量的热点和过饱和气体2个条件。因此,只有控制好发泡剂的数量,使得在熔体中出现大量的过饱和气体和均匀分布的气泡核,才能得到泡孔均匀细密的优质发泡体。

(2) 气泡的增长 气泡核形成以后,温度的升高导致气泡受热膨胀,气泡的孔径不断扩大;同时,当两个直径大小不同的气泡靠近时,压差的存在使得气体从小气泡扩散到大气泡而使气泡合并;另外,发泡剂继续生成大量的气泡,这些气泡在压力环境下又不断地溶入熔体。因此使得气泡的孔径和数量得到增长,同时也使得塑料发泡体不断胀大。

(3) 发泡体的稳定成型 气泡的持续生成和增

长会导致气泡壁膜减薄甚至会造成泡体破裂,致使整个发泡体系不稳定而影响制品质量。为解决这个问题,可加入丙烯酸酯类共聚物(ACR)作为表面活性剂来降低表面张力,提高熔体强度;或者对发泡体系施压并冷却定型,PVC-U发泡型材的制备就是采用这种方法。

2 配方设计要点^[2]

PVC-U发泡型材的主要组分有PVC、发泡剂、稳定剂、改性剂、填充剂等。

(1) PVC 无论是利用乳液法、悬浮法还是本体法合成的PVC都可以用来生产发泡体。针对PVC-U发泡型材的使用性能要求,需综合考虑制品的尺寸稳定性、外观质量、力学性能、成本及成型工艺等因素,一般采用中等相对分子质量的PVC。

(2) 发泡剂 在生产中对PVC-U发泡型材使用的发泡剂的要求是分解温度应与PVC熔融温度接近并较稳定;单位质量的发气量大且分解气体无可燃性、腐蚀性和毒性;分解时放热量不大且分解后残余物无色、无嗅、无毒,不影响PVC的性能且能与PVC熔体具有良好的相容性;价格低廉并能够稳定储存。目前常用的是偶氮二甲酰胺(AC)发泡剂。

(3) 稳定剂 常用的稳定剂有铅盐类、有机锡类、稀土类及金属皂类等,可以根据实际情况自行选用。但应考虑利用稳定剂来降低AC发泡剂的分解温度、调节发泡速率时的损耗,因此其用量要比生产普通未发泡的PVC-U型材稍多些。

(4) 改性剂 改性剂的主要作用是提高PVC-U混合料的熔体强度,抑制过大泡孔的形成,改善泡孔的结构和熔体的流动性,同时提高物料的塑化速率,缩短塑化时间。目前大多采用ACR改性剂。

(5) 润滑剂 常用的润滑剂有硬脂酸、石蜡及

氧化聚乙烯蜡等。硬脂酸可以减少熔体的内摩擦力;石蜡及氧化聚乙烯蜡可以降低熔体与加工设备表面的粘附性,但用量大时会影响物料的塑化时间。

(6) 填充剂 填充剂的主要作用是改善熔体的流动性、提高制品的力学性能、降低制品成本等。另外,填充剂还要起形成气泡核的成核剂的作用。这类物质主要有金属氧化物、硅酸盐类及活性碳酸钙等,根据发泡体密度要求,用量一般不超过 10 份。

3 生产工艺流程

生产 PVC-U 发泡型材主要采用锥形双螺杆挤出成型工艺,其生产流程见图 1。

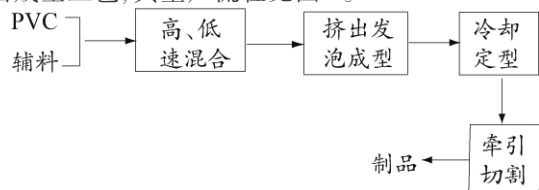


图 1 PVC-U 发泡型材的生产工艺流程图

4 对挤出设备的要求^[3]

PVC-U 发泡型材挤出设备由挤出机、机头、冷却定型台、牵引切割机和集料装置等 5 部分组成。由于 PVC-U 发泡型材生产技术复杂,对设备的要求也较高。

(1) 挤出机 用 PVC 混合料直接挤出 PVC-U 发泡型材时,一般采用双螺杆挤出机挤出的效果比较好,其基本要求是:①挤出机传动系统的动力要足够大,以满足输送高粘度、高弹性发泡熔体的要求。②挤出机螺杆的压缩比为 2~3,以便产生足够的熔体料压,防止熔体在机筒内提前发泡。③挤出机螺杆的长径比(L/D)为 22~28 较好,混炼能力要强,以便 PVC 粉料与各种填料均匀混合并充分塑化。由于配方中的填充剂加大了对挤出机的磨损,因此要求挤出机的螺杆、机筒的耐磨性要好。④由于发泡剂 AC 分解后的固体残渣和升华物中有强腐蚀性的三聚氰酸(氰尿酸),因而要求挤出机螺杆、机筒的耐腐蚀性要好。⑤由于发泡熔体对温度比较敏感,要求挤出机的温控系统精度要高。

(2) 机头 挤出机机头即口模成型部分是 PVC-U 发泡型材成型的关键部分。对机头的基本要求是:①机头各流道设计合理、流速均匀,不应有死角,机头出口区的阻力要小,模内壁应光滑。②机头可进行温度调节,温度波动小。③机头的强度、刚性要高,能承受高压且压力可调,防止熔体提前发泡。④具有耐腐蚀、耐磨损性能。

(3) 冷却定型台 冷却定型台冷却定型性能的好坏将决定其结皮层和发泡层的厚度、尺寸稳定性及最终性能。其基本要求:①由于发泡体传热性能低,要将发泡体冷却并迅速定型,必须具备足够的冷却定型能力,现一般配备 3 台 5.5 kW 的真空泵,生产宽幅板材一般要求 5 台以上。②冷却定型台内表面应光滑,表面粗糙度为 Ra 0.8 μm 以上。③考虑到发泡体的收缩,定型部分尺寸应留出一定的收缩量。

(4) 牵引切割机 牵引切割机的性能好坏对制品的密度、泡孔结构和出料的均匀性都有很大影响。其基本要求是:①由于发泡熔体出口阻力大,其牵引力应比一般异型材的牵引力大,最小牵引力应为 30 kN。②由于 PVC-U 发泡型材表面是发泡层,可压缩,刚性差,因此牵引设备的接触压力不宜过大。③具备无级变速调节功能,以适应加工不同规格型材所需的牵引速率,目前大多采用变频器调节牵引速率,牵引速率在 0.1~5 m/min 范围内可调。④切割部分要实现对制品的准确计长,现在一般用行程开关或光电开关进行控制。⑤切割速率和锯片进给速率要可调,确保平缓切割,保证截面质量,降低切割噪音。

(5) 集料装置 PVC-U 发泡型材的集料装置和一般型材生产线相同。目前有一些自动化程度较高的装置,可以实现对制品的自动码放与输送。

5 重点工艺控制

PVC-U 发泡型材的成型工艺是可控发泡工艺(即塞路卡法)。其基本成型原理是:用特殊结构来控制挤出发泡的膨胀速率,用逐步扩大空间来控制熔体压力减小的速率,并由熔体外表面与温度低于物料软化温度的模壁表面接触而定型。因此,在 PVC-U 发泡型材的成型过程中,要重点做好发泡工艺的控制。

(1) 混料温度 混料温度一般控制在 125℃ 左右。如果温度过高,会导致 PVC 分解;如果温度过低,会导致物料不易塑化,制品性能下降。放料温度应控制在 40℃ 以下。如放料温度过高,混合料在放置的过程中不能迅速散热,导致混合料吸收空气中的水分而受潮泛黄。另外,在控制混料温度的同时还应当注意控制混料时间,若混料时间不够也会影响物料的预塑化。

(2) 挤出温度 PVC-U 发泡型材对挤出温度要求很苛刻,挤出温度过高会引起材料的发泡过大,甚

至根本无法成型,导致物料分解,机头糊料;如挤出温度过低,又往往会塑化不良,型材表面会出现收缩痕,导致型材性能降低。加料段温度也不宜过高,如温度过高,则会导致发泡剂提前发泡分解,或物料架桥,下料不顺。法兰段的温度和机头温度决定制品的密度、力学性能及外观。如法兰段和机头温度过高时,会造成泡孔破裂、表面粗糙、强度偏低、机头糊料甚至根本不能成型;而温度偏低时,易导致表面不平、塑化不良。为了使主机产生一定的压力,使发泡均匀,故要求机头温度应稍低于机筒末段的温度。机头的温度应均匀一致。否则容易造成壁厚不均、型材弯曲。

(3) 冷却水温 PVC-U 发泡型材表面结皮,使它的内部热量不易散发,故冷却水温应较低,一般设定在 15℃左右。如水温过高,会使型材冷却不够,表面温度高、硬度低,牵引时会被压得凸凹不平。另外,为达到发泡层表面结皮的目的,在口模的外面加一冷却套,可促进型材表面结皮,增加型材的表面硬度和强度。冷却套中的冷却油流量的大小也会影响型材表面的质量。如流量太小,会使型材表面较软,有时会出现不规则的翻皮现象;而流量太大,有时也会导致型材表面出现收缩痕。

(4) 主机转速和牵引速率 开机时,主机转速要慢,以免挤出机内压力太大,损伤设备。当物料被挤出机头后,视压力的大小逐渐加大转速。在其它工艺参数相同的条件下,主机转速过高往往会使制品密度过大,牵引机拉不动型材,导致真空定型套堵料;主机转速过低又会导致型材表面不平、尺寸偏小,造成型材无法使用。

PVC-U 发泡型材生产线的牵引压力一般为 0.1 MPa。调试时一般采取固定牵引速率,调节主机转速的大小来调整型材的饱满程度。牵引速率太高会导致型材壁厚变薄、型材尺寸变小;而牵引速率太低则会导致堵料,生产效率不高。

6 发泡板材的制备

(1) 配方及工艺参数 采用中等规格锥形双螺杆挤出机(45 或 55 机型)挤出 PVC-U 发泡板材(宽 180 mm、厚 12 mm)。表 1、表 2 分别列出 PVC-U 发

泡板材的配方及成型工艺参数。正常生产时,主机转速一般为 10 ~15 r/min,喂料电机转速为 15 ~25 r/min,输出转矩约为 60%。

表 1 PVC-U 发泡板材的配方

组分	添加量 /kg	组分	添加量 /kg
PVC	100	活性 CaCO ₃	10
稳定剂	4 ~6	钛白粉	2 ~3
发泡剂	0.5 ~0.9	PE 蜡	0.04 ~0.07
ACR	3 ~5	着色剂	适量

表 2 PVC-U 发泡板材的成型工艺参数

项 目	机 筒					螺杆 芯温	机 头			
	一区	二区	三区	四区	过渡体		一区	二区	三区	四区
温度 /℃	170	166	165	163	169	115	168	168	168	168

(2) 主要性能指标 将所制备的 PVC-U 发泡板材按 QB/T 2463.2 - 1999 进行相关性能测试。其外观、截面、翘曲、尺寸极限偏差、对角线差值等项目均达到标准要求,其力学性能检测结果及指标列于表 3。由表 3 可以看出,制备的 PVC-U 发泡板材的力学性能指标均达到标准要求。

表 3 PVC-U 发泡板材的力学性能检测结果及指标

项 目	指标	检测结果	检验依据
表观密度 / kg · m ⁻³	≤800	700	GB/T 6343 - 1995
邵氏硬度(邵 D)	≥55	62	GB 2411 - 1989
拉伸强度 / MPa	≥10	18.65	GB/T 1040 - 1992
断裂伸长率 / %	≥10	32.92	GB/T 1040 - 1992
简支梁缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²	≥12	33.18	GB/T 1043 - 1993
维卡软化点 /℃	≥70	78.70	GB/T 1633 - 2000
吸水率 / %	≤1.0	0.73	GB/T 1034 - 1998
弯曲弹性模量 / MPa	≥600	1665.65	GB/T 9341 - 2000
弯曲强度 / MPa	≥20	34.93	GB/T 9341 - 2000
最大应力 / MPa	≥20	37.16	GB/T 9341 - 2000

7 结语

PVC-U 发泡型材是 PVC-U 异型材挤出领域的一个新的研究热点,其性能优异,市场潜力巨大。为保证 PVC-U 发泡型材的质量,必须综合考虑其配方设计、成型设备及工艺参数等因素。

参 考 文 献

1 吴舜英,徐敬一.泡沫塑料成型.北京:化学工业出版社,1992.
2 刘晓明.硬聚氯乙烯改性及加工.北京:中国轻工业出版社,1998.
3 周达飞,唐颂超.高分子材料成型加工.北京:中国轻工业出版社,2002.

PREPARATION OF PVC-U FOAMED PROFILE

Han Peiru, Zhao Jinlong

(Beiqi Foton Motor Co. Ltd., Beijing 101117, China)

ABSTRACT The performance, characteristic, foaming mechanism and production process of PVC-U foamed profile were intro-

duced. The formulation design and the controlling keystone of main technology parameter for PVC-U foamed profile were discussed, and the capability demand to the molding equipment was given. The PVC-U foamed profile with 180 mm wide and 12 mm thick was made, and the appearance, section, warpage, the limit deviation of the dimension and mechanical property of the profile all meet the requirements of QB/T 2463.2-1999.

KEYWORDS PVC-U, foamed profile, molding principle, production process

伊士曼新型增塑剂确保玩具安全

塑料玩具中增塑剂的毒性已引起了越来越多人的关注。伊士曼公司新推出的 Eastman 168 增塑剂由于不含邻苯二甲酸盐有害物质,一问世便受到了市场的广泛欢迎。

据了解,这种新型增塑剂无毒,不含仿雌激素和抗雄激素物质,不致癌物质,不会引起过氧化物酶体增殖。对于那些正在寻找其它增塑剂用来生产可以放在嘴里的儿童玩具厂商来说,Eastman 168 增塑剂是风险最低的选择,是简单易行的增塑剂替代品。这种增塑剂符合法规要求的最高标准,其无毒特性让众多玩具制造商和消费者感到放心。

大量的毒性及应用测试表明,Eastman 168 是那些希望产品性能优良,并符合欧洲新法规要求的玩具制造商的首选。该增塑剂不需要再次配置,降低了因二次配置的错误导致昂贵的产品召回和顾客投诉产生的风险。由于具有较低的初粘性和卓越的粘度稳定性与可加工性,因此该塑剂可以满足高速的制模生产效率和循环周期要求,并且能保证表面厚度一致。此外,该增塑剂还具有抗肥皂水分解的能力,能适应极低的温度。

(中化)

南亚塑胶与美国 PPG 共建全球最大玻纤基地

为打造完备的环氧印刷线路板生产基地,南亚塑胶公司日前携手美国化工巨头 PPG 公司建设全球最大玻纤生产基地,该项目总投资 1.2 亿美元,将在昆山建设 7 万 t/a 世界最大的玻纤窑。早在 2003 年 9 月,PPG 与南亚塑胶就各出资 50% 成立了 PPG 玻璃纤维(昆山)有限公司,该公司规划建设 4 座玻纤窑,目前已投产的第 1 座窑年产能 3 万 t,总投资达 1 亿美元,第 3 座玻纤窑将在 2008~2009 年间投产,产品主要供南亚塑胶使用。目前,南亚塑胶已在昆山建起了一个完整生产基地,其中包括刚刚竣工投产的 13 万 t/a 环氧树脂装置。据中国环氧树脂行业协会介绍,南亚塑胶同时还对两座老装置进行更新改造,使总产能超过了 30 万 t/a,成为继 Hexion、陶氏化学公司之后的世界环氧树脂市场第三强。

(代)

墨科学家研究泡沫塑料循环利用新方法

墨西哥国立自治大学化学研究所正在研究一种解决“白色污染”的新方法,该方法可利用一种水溶剂把废弃的聚苯乙烯泡沫塑料恢复到原始球珠状态。

该研究项目负责人介绍说,将收集来的聚苯乙烯泡沫塑料溶解到一种可反复利用的溶剂中,将得到的混合溶液滴入水中,溶解在其中的聚苯乙烯泡沫塑料便会再次聚合成为一颗颗干净而易于分离的原始球珠,这些球珠可被重新制作成泡沫塑料制品。他指出,目前世界上主要用“熔融造粒法”

回收泡沫塑料,即高温将其熔解后拉压成丝状物,然后再切割成再生塑料球珠,但是这种再生球珠的使用性能明显比新生球珠差,而用这种被称为“析出沉淀法”的新方法所得到的球珠同经过发泡处理后的新生球珠在性能上完全一样,并且可以立刻用于压模生产。他强调,回收泡沫塑料还有其它一些重要环节,但关键在于将废弃的泡沫塑料还原成压模前的原始球珠状态。目前该项研究已进入提取实验的最后阶段,接下来该研究所将建立一个小型实验工厂,验证该回收方法的实际操作性和测定生产参数,以便进行下一步的商业推广。泡沫塑料因其良好的热塑性能和化学稳定性成为广泛应用的包装、减震材料,但因为其不可降解而对自然环境造成极大破坏,如何将之回收再利用已经成为各国科学家研究的热门课题。

(塑机网)

国际塑料模具巨头掀起投资中国热

国际模具巨头芬兰贝尔罗斯公司投资建设的深圳模具制造厂不久前正式投入使用,该厂完全按照欧美标准建造,首期投入 6 000 万元人民币,主要为电信、保健、电子和汽车等行业提供高端模具产品,同时具备测试及验证能力。日前在浙江黄岩举办的中国模具基地产业升级论坛上,有关专家提醒,洋模具巨头加速进军中国市场的新一轮战役已经发动,本土模具工业因“先天不足”而危机凸显。在与洋模具巨头的“近身竞争”中,本土模具工业亟须加快技术品牌升级。有关部门统计资料显示,去年以来工业发达国家的模具企业向我国转移呈加速趋势。去年 5 月,日本排名第一的汽车模具制造商富士工业技术株式会社与三井物产株式会社共同组建的三井富士汽车模具有限公司在山东烟台正式签约落户;美国科尔亚洲公司与我国东风汽车模具公司合资建立武汉东风科尔模具标准件有限公司,科尔亚洲公司占 63% 股份。去年 7 月,日本从事模具生产的 AB 公司首次与我国台湾地区个人电脑外围设备厂商同赴上海设厂,生产鼠标及移动电话模具产品。欧盟、韩国、新加坡的模具企业也密集组团来我国考察,寻求进驻区域和合作伙伴。“模具制造是一切制造之首,被誉为‘工业之母’。在电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80% 的零部件都要依靠模具成型。”中国社会科学院工业经济研究所王钦博士分析说,目前世界制造业生产基地加速向我国转移,我国制造业又正迈入向高端升级发展阶段,对优质精密的模具需求将不断上升。发达国家模具巨头继 20 世纪 90 年代中期外资模具进入中国之后再掀投资热潮,目的正是为了抢占先机,将使我国本土模具工业面临国外先进技术和高品质产品的“近身挑战”,国内企业生存空间将受到挤压。

(巴网)