

# 水床膜的研制

王林<sup>1</sup> 秦旭红<sup>2</sup> 雷淑英<sup>1</sup>

(1.大同方信塑胶有限责任公司,大同 037006; 2.济南方信集团,济南 250022)

**摘要** 以聚氯乙烯(PVC)为基体树脂,热塑性聚氨酯(PUR-T)为改性剂,配以适量的增塑剂、稳定剂、润滑剂、填充剂、着色剂等研制出水床膜,给出了水床膜的基本配方和生产工艺。采用此法生产的水床膜的拉伸强度为27.7 MPa,断裂伸长率为270%,低温伸长率为27%,直角撕裂强度为65.7 kN/m,尺寸变化率为4.7%,符合有关标准要求,并具有综合性能好、工艺简单、成本低廉等特点,试用效果良好。

**关键词** 聚氯乙烯 热塑性弹性体 水床膜 研制

水床是从韩国、日本等国家传入我国并在近几年流行起来的一种新型家具。它是采用水床膜经高频焊接而制成床垫,内部充以洁净的、含有防腐剂的自来水,再利用电脑自动温控系统来任意调节水温并自动恒温。水床温度控制范围一般为19~39℃。冬天加热,夏天则利用水的自然温度吸收人体热量,因此具有冬暖夏凉的特点。水床的软硬度可通过进水量的多少来调节。水床具有消除疲劳、改善睡眠、医疗保健、促进血液循环、提高生活情趣的功效,同时便于清洁卫生。目前生产水床膜使用的原材料主要有聚氯乙烯(PVC)、热塑性聚氨酯(PUR-T)、聚烯烃弹性体、天然橡胶等。笔者以PVC为基体树脂、PUR-T为改性剂,辅以增塑剂、稳定剂、润滑剂、填充剂、着色剂等研制出综合性能好、成本较低廉的水床膜。

## 1 水床膜配方设计

### 1.1 主要原材料的选择<sup>[1]</sup>

作为家具使用的水床膜应具有低毒、耐热、耐磨、耐油、耐有机溶剂、防水、防辐射、电气绝缘、耐酸碱,一定的拉伸强度、撕裂强度、冲击强度,以及耐老化性与阻燃性,还要有一定的耐寒性、柔软性等,以适应冬天低温环境。这些都是选材时应考虑的。

#### (1) PVC

PVC具有耐酸碱、阻燃自熄、耐磨、吸声、减振、强度较高等特性,且来源广泛,价格相对较低。其分子量大小对加工性能和制品性能影响极大,若平均分子量大,粘度就高,其力学强度、热稳定性和玻璃化转变温度( $T_g$ )就高,因而成型温度高;平均分子量小则反之。由于水床膜要求较高的强度和较低的渗透系数,其厚度较大,考虑到其加工难易程度,最终选用分子量适中、分子量分布较窄的进口PVC作为水床膜的基体树脂。

#### (2) 改性剂

PUR-T是一种兼具橡胶和热塑性塑料特性(在常温显示橡胶高弹性、高温下又能塑化成型)的高分子材料,其邵氏硬度A为60~98,具有良好的可分解性,3~5年自动降解,无毒性,属环保型新材料。其成型加工多样化,既可采用普通热塑性塑料的加工设备和工艺进行加工成型,也可进行热粘结、热压延或用粘合剂粘接,超声波、高频焊接。为了改善PVC的加工性,提高水床膜的综合性能,笔者选用一定量的PUR-T(牌号为TPU-90)作为PVC的改性剂。PUR-T与PVC具有良好的混溶性,很容易制成分散性良好的共混物。用PUR-T改性PVC虽然材料的拉伸强度和阻燃性有所降低,但断裂伸长率提高、冲击强度增大、硬度减小、弹性模量提高。因此,在确定PUR-T为改性剂的前提下,选定其用量对改性PVC及其水床膜的性能极为重要。

#### (3) 增塑剂

增塑剂的增塑机理是增塑剂分子插入到聚合物分子链之间,削弱聚合物分子间的引力,使聚合物分子链的活动性增强,以降低聚合物的结晶度,从而增加聚合物的可塑性、柔顺性和耐寒性;并使其 $T_g$ 、软化温度或粘流温度降低,粘度减小,流动性增加,大大改善聚合物的成型加工性能。PVC使用的增塑剂种类很多,分为主增塑剂、次增塑剂、辅增塑剂等。主增塑剂选用相容性好、光热稳定性好、挥发性小、耐低温、低毒的邻苯二甲酸二辛酯(DOP),辅增塑剂选用低温性能优良的己二酸二辛酯(DOA)、癸二酸二辛酯(DOS)、氯化石蜡,以降低制品的成本。

#### (4) 稳定剂

PVC在加工过程中会发生热降解,水床膜在成

型或储存、使用过程中也会在光、热、氧、射线、细菌和霉菌的作用下引起降解或交联并使其性能降低,以至于不能正常使用。为了阻缓或抑制这种现象,在配方中加入了耐热和耐候性好、成本低廉的液体钙锌、硬脂酸钡、硬脂酸锌作为水床膜的稳定剂。为防止水床膜在阳光、灯光或高能射线辐射下迅速发生老化,出现泛黄、变脆、龟裂、表面失去光泽等现象,还在配方中加入了紫外线吸收剂( UV - 9 ) , 它能强烈地吸收高能量的紫外线,再以热能的形式放出,从而使 PVC 材料受到保护。

(5) 润滑剂

为使水床膜表面光洁、美观,同时也为改进 PVC 熔体的流动性能,减少或避免对设备的粘附及摩擦作用,可在配方中加入一定量的润滑剂。润滑剂的用量一般小于 1%,使用不当,超过其相容限度时,容易在制品表面析出,出现“起霜”现象而影响 PVC 制品的外观,也影响 PVC 的塑化;若用量太少又起不到润滑作用。很多润滑剂不仅有润滑作用,而且有一定的稳定作用。经试验选定硬脂酸作为水床膜的润滑剂。

(6) 填充剂

为了提高水床膜的物理力学性能,降低成本,可在配方中加入适量的填充剂。填充剂与 PVC 大分子的作用是依靠次价力,二者的亲和性好,则结合力大;反之则结合力小。为了增强填充剂与 PVC 大分子间的结合力,可采用偶联剂对填充剂进行处理,然后再加入到 PVC 中。填充剂的加入会降低 PVC 的线膨胀系数和水床膜的成型收缩率,并能提高水床膜的耐热性、阻燃性和强度。填充剂的用量要适当,若用量过多会使水床膜的强度降低。通过试验最终选用白色、价廉、尺寸稳定性好的超细 CaCO<sub>3</sub>作为水床膜的填充剂。

(7) 着色剂

着色剂除能提高水床膜的外观,还具有改善水床膜耐候性和耐老化性、延长水床膜使用寿命的作用。为使水床膜的颜色美观大方、豪华,选用铝银粉作为水床膜的着色剂。

1.2 水床膜的基本配方

经过试验优化,确定水床膜的基本配方由 100 份 PVC、10 ~20 份 PUR-T( TPU - 90 )、30 ~40 份 DOP、5 ~10 份 DOA、5 ~8 份 DOS、3 ~5 份氯化石蜡、2 ~3 份液体钙锌、0.2 ~0.5 份硬酯酸钡、0.3 ~0.5 份紫外线吸收剂( UV - 9 )、0.2 ~0.5 份硬酯酸

锌、0.3 ~0.6 份硬脂酸、10 ~20 份超细 CaCO<sub>3</sub>及适量的铝银粉组成。

2 PVC 水床膜的制备

2.1 主要生产设备

使用整套台湾泓阳实业股份有限公司产的压延薄膜生产线,具体包括以下设备。

(1) 高速捏合机:500 L,转速 854/427 r/min,功率 90/60 kW;

(2) 万马力机:120 L,转速比 1 :1.176,功率 260 kW;

(3) 轧轮机 A: 660 mm ×2 300 mm,转速比 1 :1.18,功率 160 kW;

(4) 轧轮机 B: 600 mm ×2 000 mm,转速比 1 :1.18,功率 110 kW;

(5) 过滤机: 250 mm,长径比 1 5.45,功率 110 kW;

(6) 四辊压延机: 660 mm ×2 300 mm,倒 L 型,生产线速度 5 ~60 m/min,各辊电机单独传动;功率 290 kW;2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>辊设有拉回装置,3<sup>#</sup>辊设有轴交叉装置,4<sup>#</sup>辊设有反弯曲装置;

(7) 辅机:包括引取轮、压花轮、缓冷轮、冷却机、导引轮、切边机、卷取机,生产线速度 6 ~120 m/min。

2.2 生产工艺<sup>[2]</sup>

按确定的水床膜的配方配料后,经高速捏合机在 120℃下搅拌均匀,再经轧轮机 A、轧轮机 B 混炼、过滤机过滤,由压延机及辅机进行压延成型。以生产 0.65 mm ×1 850 mm 水床膜为例,各生产工序工艺条件见表 1、表 2。

表 1 轧轮机 A、轧轮机 B、过滤机工艺条件

| 项目   | 轧轮机 A | 轧轮机 B | 过滤机 |     |     |     |
|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|
|      |       |       | 一区  | 二区  | 三区  | 机头  |
| 温度/℃ | 165   | 168   | 155 | 160 | 163 | 168 |

表 2 压延机及辅机工艺条件

| 项目                           | 前轮   | 上轮   | 中轮   | 下轮   | 引出轮  | 压光轮  | 缓冷轮  | 冷却机  | 导引轮  | 卷取机  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 温度/℃                         | 178  | 180  | 181  | 183  | 182  | 20   | 20   | 20   |      |      |
| 速度/<br>m · min <sup>-1</sup> | 12.3 | 14.2 | 17.6 | 19.3 | 22.5 | 23.1 | 23.8 | 24.7 | 25.1 | 27.8 |

生产水床膜的工艺流程和生产线示意图如图 1、图 2 所示。

3 水床膜的性能及其检测结果

使用水床膜配方原料采用上述生产设备和工艺条件生产了水床膜,并对其进行了各项性能的检测。

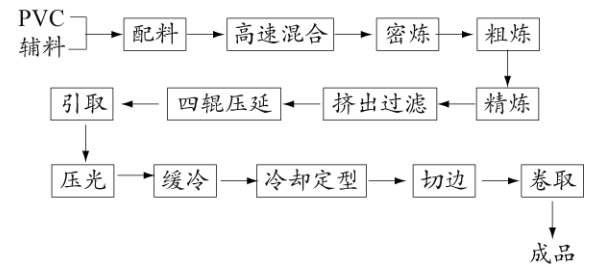


图1 水床膜压延生产工艺流程

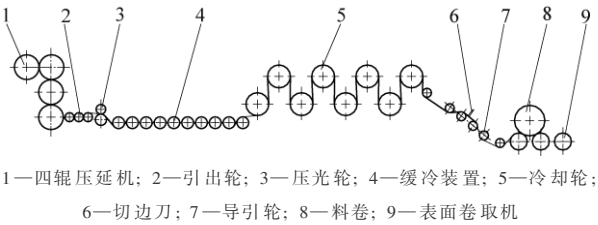


图2 水床膜压延生产线示意图

需要说明的是,由于目前我国对水床膜既没有国家标准也没有行业标准,只能参照 GB/T 3830 - 1994 《软聚氯乙烯压延薄膜和片材》及其相关标准进行检测<sup>[3]</sup>。所制水床膜的物理力学性能指标及其检测结果见表3;水床膜外观质量及其检测结果见表4。

表3 水床膜的物理力学性能指标及检测结果

| 项 目                                     | 测定标准              | 指 标                   | 检测结果                  |
|-----------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| 拉伸强度 /MPa(纵/横向)                         | GB/T 13022 - 1991 | ≥20/20                | 27.7 /24. 1           |
| 断裂伸长率/(% (纵/横向))                        | GB/T 13022 - 1991 | ≥240/240              | 270 /280              |
| 低温伸长率/(% (纵/横向))                        | HG2 - 163 - 1982  | ≥20/20                | 27 /27                |
| 直角撕裂强度 /<br>kN · m <sup>-1</sup> (纵/横向) | QB/T 1130 - 1991  | ≥40/40                | 65.7 /68. 6           |
| 尺寸变化率/(% (纵/横向))                        | GB/T 12027 - 1989 | ≤5/5                  | 4.7 /3. 2             |
| 加热损失率/%                                 | GB/T 3830 - 1994  | ≤3. 0                 | 1. 7                  |
| 水抽出物/%                                  | GB/T 3830 - 1994  | ≤0. 5                 | 0. 47                 |
| 耐静水压/MPa                                | GB/T 17642 - 1998 | ≥0. 5                 | 0. 5                  |
| 渗透系数 /cm · s <sup>-1</sup>              | GB/T 17642 - 1998 | ≤1 ×10 <sup>-11</sup> | <1 ×10 <sup>-11</sup> |

由表3、表4可以看出,所研制的水床膜的性能检测结果和外观检测结果均达到标准要求。

4 水床膜的应用

我公司研制的水床膜经有关水床生产厂家试用,效果良好。其压缩强度、载重能力已达到使用要求,整个床体载重能力达到1 000 kg 以上,出厂的产品在长时间(24 h 以上)检测条件下不漏气、更不漏水。该水床膜待省市有关部门通过质量鉴定后,即

表4 水床膜外观质量指标及检测结果

| 项 目                     | 指 标                                     | 检测结果                           |
|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| 色泽                      | 均匀                                      | 均匀                             |
| 花纹                      | 清晰、均匀                                   | 清晰、均匀                          |
| 发毛(包括冷疤 <sup>1)</sup> ) | 不明显                                     | 不明显                            |
| 气泡                      | 不明显                                     | 不明显                            |
| 喷霜 <sup>2)</sup>        | 不明显                                     | 不明显                            |
| 穿孔                      | 不允许                                     | 无穿孔                            |
| 永久性皱褶                   | 不允许                                     | 无永久性皱褶                         |
| 端面错位/mm                 | ≤20                                     | <20                            |
| 卷曲                      | 平整                                      | 平整                             |
| 黑点<br>杂质                | 许可量/个 · m <sup>-2</sup>                 | 0.3 ~0.8 mm, ≤25<br>>0.8 mm, 无 |
|                         | 分散度/个(100 mm ×<br>100 mm) <sup>-1</sup> | 0.3 ~0.8 mm, ≤6<br>无           |

注:1) 冷疤”指由于加工温度过低、塑化不良而造成的表面疤痕;

2) 喷霜”指因固体助剂的析出而在薄膜表面形成的云雾状缺陷。

将批量生产,可望产生较好的社会效益和经济效益。

5 结论

(1) 经过试验研究,确定的水床膜基本配方由100 份PVC、10 ~20 份PUR-T(TPU - 90)、30 ~40 份DOP、5 ~10 份DOA、5 ~8 份DOS、3 ~5 份氯化石蜡、2 ~3 份液体钙锌、0.2 ~0.5 份硬酯酸钡、0.3 ~0.5 份紫外线吸收剂(UV - 9)、0.2 ~0.5 份硬酯酸锌、0.3 ~0.6 份硬脂酸、10 ~20 份超细CaCO<sub>3</sub> 及适量的铝银粉组成。

(2) 所研制的水床膜的拉伸强度为27.7 MPa,断裂伸长率为270%,低温伸长率为27%,直角撕裂强度为65.7 kN/m,尺寸变化率为4.7%,符合有关标准要求,并具有综合性能优良、工艺简便、成本低廉等特点。

(3) 水床膜经有关水床厂试用,效果良好,可望取得良好的社会效益和经济效益。

参考文献

1 辛浩波.塑料合金及塑橡共混改性.北京:中国轻工业出版社,2000.  
2 北京市塑料工业公司.塑料成型工艺.北京:中国轻工业出版社,1993.  
3 全国塑料制品标准化技术委员会秘书处.实用塑料制品标准手册.北京:中国标准出版社,2003.

DEVELOPMENT OF WATER BED FILM

Wang Lin<sup>1</sup>, Qin Xuhong<sup>2</sup>, Lei Shuying<sup>1</sup>

(1. Datong Fangxin Plastics Co. Ltd., Datong 037006, China; 2. Jinan Fangxin Group Co. Ltd., Jinan 250022, China)

**ABSTRACT** The water bed film is developed by using PVC as matrix resin, PUR-T as modifier, and adding proper plasticizer, stabilizer, lubricant, filler, colorant, and so on. The basic formulation and production technology of the water bed film are introduced.

The tensile strength of the water bed film manufactured by this method is 27.7 MPa, breaking elongation is 270%, low temperature elongation is 27%, right-angled tear strength is 65.7 kN/m, and size variability is 4.7%. The water bed film meets the standard index and has good general property, simple technology and low cost. Its probabon effect is good.

**KEYWORDS** poly(vinyl chloride), thermoplastic polyurethane, water bed film, development

### 三大问题困扰国内 PP-R 管业

无规共聚聚丙烯 (PP-R) 相对于其它聚丙烯来说, 它具有更好的力学性能和耐热性, 是热水输送管的极佳选材。PP-R 管无毒卫生、安装方便、耐化学药品性能佳, 尤其是它具有良好的热熔接性能, 其连接处分子与分子完全融合在一起, 解决了长期困扰给水行业的管道连接处漏水问题, 因此得以广泛应用。目前我国有 30 多条 PP-R 管生产线, 年生产能力达到了 1.5 万 t。但在 PP-R 管一派繁荣的背后, 存在的问题也不容忽视。

#### (1) 原料不足阻碍行业发展

由于 PP-R 本身熔体流动速率 (MFR) 较低, 是目前聚丙烯产品生产难度最大的一种牌号。现在国内只有燕山石化、扬子石化等几家大企业可以生产, 远远不能满足管材生产厂家的需求, 而且在这一高档专用料领域, 原料大多依赖进口, 而进口原料加大了管材企业的生产成本。

#### (2) 标准滞后影响行业秩序

国家标准制定滞后。聚丙烯管材在我国的应用和开发是近几年才开始迅速增长, 尤其在热水管方面的应用才刚刚起步。PP-R 管的国家标准不久前才由中国国家标准化管理委员会下发了标准号。在国标没有正式颁布之前, 一些厂家有偷工减料现象, 有的甚至生产假冒 PP-R 管进入市场。一般用户难以分辨真假 PP-R 管, 致使形形色色的假冒伪劣产品以超低价格扰乱市场, 形成恶性竞争, 既严重危害着大大小小建筑工程的质量, 也严重威胁着正规生产企业的生存。

#### (3) 应用落后制约性能发挥

PP-R 管的应用技术也比较落后。PP-R 管自有其特性, 在安装施工中需要有专门的技术。然而到目前为止这方面的国家规范仍在制定中, PP-R 管应用技术研究薄弱, 施工技术配套能力差, 未形成成熟可行的施工方法, 致使虽有优质产品却因施工人员对其缺乏必要的知识, 还沿袭以往金属管道的施工方法, 无法发挥出 PP-R 管的技术经济性能。

当然这些前进过程中的问题终究会得到解决, 但这也需要采取切实有力的措施。尽快建立规范的国家标准, 加强对这一行业的监管, 调整产业结构, 提升 PP-R 管及其原料的技术含量, 使其在规范中健康发展, 这对于我国的 PP-R 管材行业无疑具有重要意义。

(姚耀富)

### 首条万吨级进口功能膜生产线投产

我国首条全自动电脑控制三层共挤复合功能膜生产线近日在河北宝硕集团一次试车成功, 正式投入生产。

该生产线采用美国 D-S 公司的最新设计, 代表着当今国际领先水平, 适于吹塑高透明功能膜, 具有自动风环及在线自动测厚系统, 可有效控制薄膜的均匀度; 4 组分自动计

量喂料系统, 可控制产品的功能性和加工精度; 带制冷装置的 IBC (内冷控制) 系统, 可控制产品的光学性能和宽度。该生产线年产量 1 万 t, 适合制作幅宽 8 ~ 12 m 的高档 (乙烯/乙酸乙烯酯) 共聚物 (E/VAC) 多功能薄膜。

(李权生)

### RPM 赤磷阻燃剂投放市场

中国蓝星晨光化工研究院工程塑料公司在国内首次研制成功的 RPM 赤磷阻燃母粒日前已投放市场, 目前生产规模已达 1000 t/a。这种 RPM 赤磷阻燃母粒的阻燃效率高, 与传统的卤素阻燃剂 (十溴二苯醚) 相比, 用 RPM 母粒阻燃的热塑性塑料具有低密度、高耐漏电痕迹指数、不起霜、不迁移、不腐蚀模具、对物理性能影响小、加工性能优异、密度小等优点。

据专家介绍, RPM 赤磷阻燃母粒应用范围十分广泛, 适用于环氧树脂、聚氨酯、不饱和聚酯等热固性树脂, PA6、PA66、PBT、PET、PC 等工程塑料及 PE、PP、E/VAC、E/AK 等通用塑料等。而且在使用中具有添加操作方便、安全, 无粉尘污染, 热稳定性好等特点。

(色通)

### 环氧树脂开始摆脱低迷市况

沉寂了许久的国内环氧树脂市场最近有了起色, 成交价逐步上扬, 开始摆脱低迷市况。中国环氧树脂行业在线公布的最新建议价普遍上调 1500 元以上/t。其中, 大宗产品 E-44/6101 为 20075 元/t, E-51/618 为 20600 元/t, WSR 601 为 20150 元/t, 0194/604 为 19930 元/t。

业内人士分析认为, 环氧树脂行情回升是理性走势, 今年以来该行业在绝大部分时间徘徊在微利边缘, 甚至一度处于亏损边缘。同时因受原料成本推动, 环氧氯丙烷目前价格已达 13500 元/t, 较年初上涨约 3500 元/t; 而双酚 A 则随着商务部公布的反倾销立案消息, 售价开始摆脱长期以来的极度疲软。

(雄伟)

### 环氧树脂家族又添新成员

湖南巴陵石化公司开发的“中温固化单组分环氧树脂胶”日前通过了技术鉴定。鉴定专家认为, 该产品技术具有新颖性、创新性。经国家有关质量监督检验机构检验和应用单位试用表明, 该产品性能优良, 达到了国内同类产品的先进水平。单组分环氧树脂具有较长的可使用时间和很好的整体综合性能, 被广泛用于加工印刷线路板、绝缘板、管棒、玻纤增强储罐、头盔、安全帽等领域。这种中温单组分环氧树脂在不降低固化性能的基础上降低了固化温度, 经用户试用表明, 产品质量、性能达到国外同类产品的水平。目前国内市场日益扩大, 我国该类产品主要依赖进口, 中温单组分环氧树脂的成功研发填补了我国在该领域的空白, 提高了环氧树脂的应用水平。

(谢辉)