

BOPA 薄膜行业的产品自动包装的规划开发与应用

林贵川

(厦门长塑实业有限公司, 福建 厦门 361000)

摘要: BOPA 薄膜行业膜卷的包装特点介绍、人工打包现状及分析; BOPA 薄膜膜卷包装自动化的流程梳理、设备选型开发、人员配置; 实际应用的情况及未来的改善方向。

关键词: BOPA 薄膜; 包装特点; 包装问题; 自动包装开发; 规划实施

中图分类号: TQ330.721

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)03-0005-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.03.002

1 BOPA 薄膜行业膜卷的包装现状简介

1.1 包装方式介绍

BOPA 薄膜是生产各种复合包装材料的重要材料。BOPA 薄膜凭借其阻隔性能、耐磨性能、抗穿透性、优良的印刷性等方面的优势, 广泛应用于食品、日化、医药、消费电子、软包电池等众多领域中, 目前已成为继 BOPP、BOPET 薄膜之后应用比重第三大的薄膜包装材料。

目前 BOPA 薄膜行业的产品包装主要有纸箱包装, 夹板悬浮式包装两种类型。纸箱包装的大概包装方式为图 1 所示: 膜卷分切完成后包上铝塑膜; 在两头端面分别套上珍珠棉、木夹板、塞头, 打上两条打包带, 将膜卷悬空架起来; 最后套上纸箱、打带。悬浮包装方式为图 2 所示, 悬浮包装的前面步骤与纸箱包装一致, 只是将最后套纸箱的环节取消, 改成将膜卷通过卡扣叠起来码放。

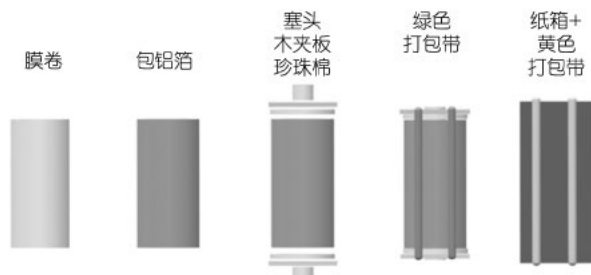


图 1 纸箱包装示意图

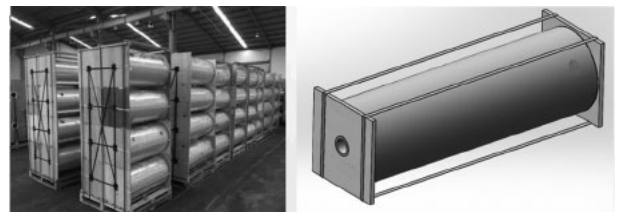


图 2 悬浮包装示意图

1.2 BOPA 膜卷包装流程介绍

目前的主流 BOPA 膜卷的包装流程分为两段, 一段是在分切房内完成, 一段是在包装区完成。两段之间用运膜车或者人工推车完成对接。

- (1) 分切房内, 每刀膜卷分切完成后, 从分切机下到接膜车上, 人工检查判定产品, 贴上电晕标签。
- (2) 用铝塑膜将膜卷打包, 保证膜卷与外界隔绝, 避免吸潮或者受污染。
- (3) 在膜卷外的铝塑膜贴上产品判定标签。
- (4) 人工推至运膜车上, 经物流通道运输到包装区。
- (5) 到包装区后, 人工依次将膜推至称重台。
- (6) 获取称重信息, 人工录入 ERP 系统, 进行后续产品标签打印。

作者简介: 林贵川 (1989-), 男, 中级工程师, 2011 年本科毕业于福州大学机械设计及其自动化专业, 从事双拉行业的产线规划筹建、项目管理、设备管理工作 10 余年。

(7) 人工将木夹板或者塑料板、塞头、珍珠棉等上到膜的两侧端面。

(8) 人工打两道塑钢带或者 pp 带。

(9) 如果是纸箱包装的, 则人工套上纸箱, 然后人工将套好的膜卷翻转 180°; 纸箱开口朝上, 胶带封箱; 如果是悬浮包装的, 则人工吊至栈板上, 使用 H 型扣进行堆叠码垛。

(10) 在产品铝塑膜表面 / 纸箱或者木夹板上贴产品标签。

(11) 推至打带机, 纸箱外侧打两条 pp 带。

(12) 人工将产品抬至对应栈板上码放 (30~200 kg 左右)。

1.3 BOPA 膜卷包装的主要问题

从上面的包装流程可以看出, 整个包装过程相对繁琐, 产品重量大。平均每个人 8 h 需要搬运 14 t 的产品, 是个重体力的工作。

目前主要有两个问题: 一是人员需求问题。膜线的单线产量越来越大, 对包装人员的数量需求越来越大, 效率要求越来越高; 另一方面, 包装人员招聘困难, 人员流动大, 新生代的员工没有人愿意干这种重体力的工作。二是流程操作问题。因为分切房送膜出来是成批出来, 顺序不定, 经常有贴错标签的问题。

目前已经有个别产线偶发因为包装人员短缺, 包装效率低下, 导致主线降速生产甚至停机。对于包装的优化提升, 显得迫在眉睫。

2 BOPA 薄膜膜卷包装自动化的规划开发

2.1 自动包装的流程梳理

以上介绍的这两种包装方式, 目前都为人工包装, 完全自动化实现较为困难, 需要投入较多的人力、物力、时间等成本, 回收周期非常长。究其原因, 主要有三个方面:

(1) 包装涉及的产品规格繁多, 对应的包材也是各种各样, 体现如下:

a. 薄膜厚度多样性, 收卷米数有 6 000, 12 000, 24 000 等, 造成直径规格有 310 mm, 370 mm, 390 mm, 420 mm, 510 mm, 720 mm;

b. 产品宽度规格范围广, 400~2 200 mm, 间隔 5 mm 就可能有一种规格, 纸箱规格种类繁多;

c. 产品重量大, 范围广, 从 32~500 kg。

(2) 包装过程中薄膜的防尘、防潮、防撞等要求,

使得包装步骤较为繁琐。

(3) 卷膜的包装流程、信息流传递问题, 要求包装过程中膜卷与排产单能够一一对应起来。

结合上述人工打包存在的问题点和产品包装本身的特点, 第一代自动包装首先要解决的是重体力和贴错标签的问题, 在此基础上, 在投入回收周期允许范围内尽可能的实现各项动作的自动化。因此我们重新梳理了包装的流程, 见图 3。

针对上面梳理完的流程, 我们所需要的设备主要是输送线, 包装线吊臂, 上板机, 压合装置、夹板机、打带机, 360° 翻转机构、封边机, 码垛机械手、90° 翻转机、过渡辊筒线等。示意总图如图 4 所示。

2.2.1 输送线

输送线包含双层倍速链输送线, 双层旋转台对接线, 端部升降机, 称重线。用于承接分切机的下膜, 传 3 区, 卷径测量、扫码读取信息、称重等功能, 设计参数如下:

(1) 考虑到膜卷的规格重量范围和实际操作场景, 输送线我们选择了重型双层倍速链, 承重 600 kg/m; 上层输送膜卷至打包区, 膜卷吊走之后, 下层托盘回传至分切工位, 循环使用。

(2) 输送节拍是 8 min 一个循环; 链条运行速度是 5 m/min, 工装板大概运行速度是 6~15 m/min。

(3) 旋转机构采用步进电机驱动中心齿轮盘形式。

(4) 托盘尺寸长 600~800 mm, 宽 600, 数量 30 个, 循环使用。

(5) 输送段末端设置膜卷二维码扫码, 读取膜卷的相关信息, 不良品将在称重工位剔除。同时设置了卷径测量、称重功能, 系统将膜卷的信息与实际重量信息传回 ERP 系统判定, 为后续贴标机提供信息。

2.2.2 包装线吊臂

包装吊臂包含 2 组主吊臂, 2 组吊装机构。用于抓取输送线上的膜卷到压合工位。

(1) 主夹臂采用桁架导轨式结构, XY 两轴运动采用伺服电机配合硬齿面斜齿轮齿条和直线滑轨。1 号吊臂产品数据来源于输送线的扫码和直径检测, 可以根据获得的产品信息做提前动作, 节约时间。2 号吊臂的动作数据来源于 1 号臂的数据。

(2) 吊装机构: 吊具采用丝杆模组加重力传感器, 识别产品长度, 伺服电机驱动两侧夹具进行宽度调节适配膜卷宽度。

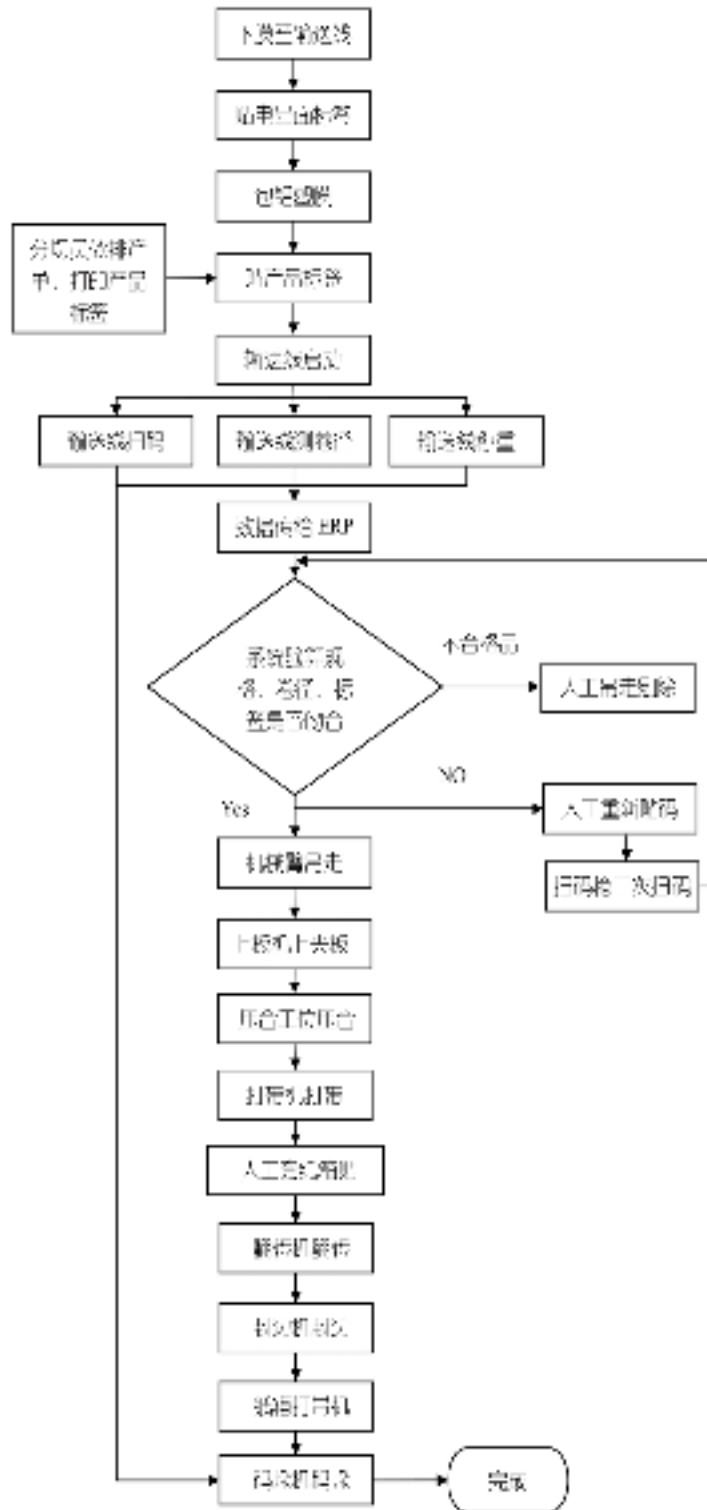


图3 包装流程图

2.2.3 上板机械手

上板机采用4轴轻载机械手，左右各一组。用于膜卷两侧夹板塞头等包材的上料。

(1) 机械手采用4轴机械手，夹具采用伺服电机

加丝杆模组，夹取塞头外圆，将塞头上至压合装置的气胀夹头。

(2) 上料位设置了5个位置，循环取用，便于人工及时补充包材。

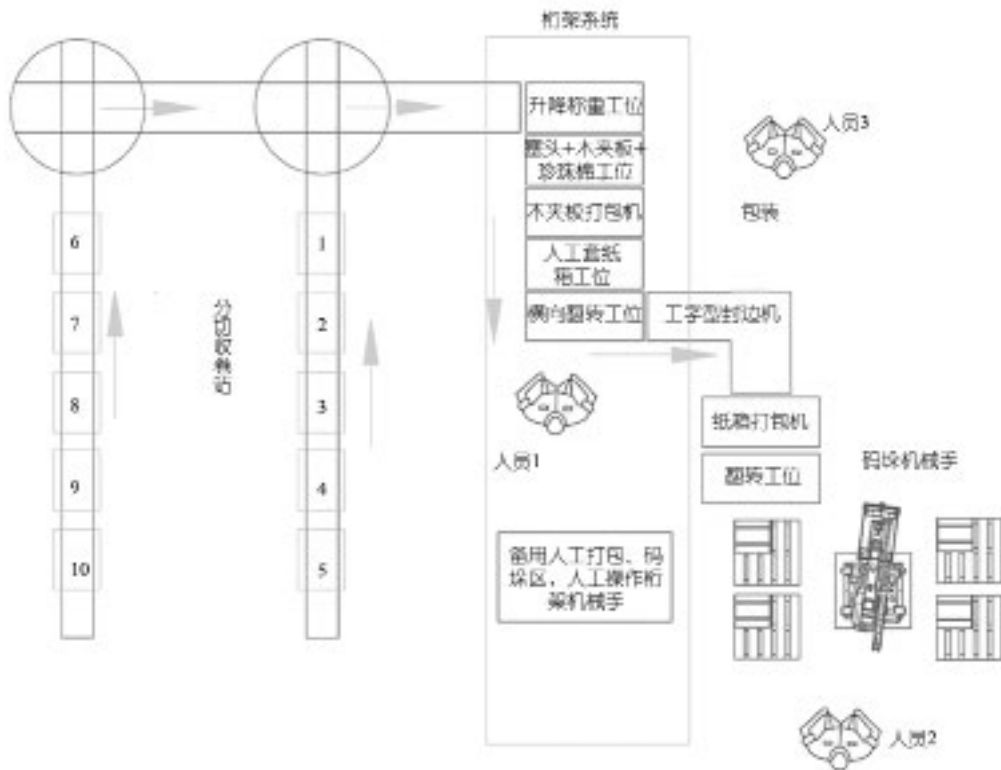


图4 输送包装设计平面图

2.2.4 压合装置

压合装置包含上板接收旋转架、气胀夹头，压合机构。用于接收夹板塞头等物料，然后压入膜卷的两端，完成夹板塞头的安装。

(1) 上板接收旋转架配置360°旋转功能及气胀夹头。转出外侧用来接收上板机械手的夹板塞头，转入将夹板塞头对准膜卷的纸管。

(2) 旋转架配置了上下升降的丝杆模组，用于自动调整气胀夹头的高度，匹配不同卷径的膜卷中心高度。

(3) 旋转架配置了左右移动夹紧功能，用于匹配不同宽幅的膜卷。

2.2.5 夹板机

夹板机包含夹板丝杆副，夹板导向架、辊筒台面。左右各一组。用于上完夹板的膜卷左右夹持扶正，避免膜卷在辊筒台面行走时，夹板脱落，造成膜卷损伤报废。

2.2.6 打带机

本次设计包含了两套打带机。第一台用于膜卷与夹板的固定打带，辊筒台面要求承重500 kg以上，辊筒台面需配置变频调速功能，方便与前后包装线的速

度保持同步。第二台用于纸箱外部打带，为侧打形式的打带机，利用包装线体的辊筒台面。

2.2.7 360° 翻转机构

360° 翻转机构包含翻转架，辊筒台面，压紧机构。用于将套完纸箱的膜卷翻转360°，将纸箱开口朝上，方便人工贴标和后续的封边机封边。

2.2.8 封边机

封边机包辊筒面、带顶升机构的链板输送带，封边机本体等。用于纸箱的“工”字封边。其中辊筒台面与360° 翻转机构对接，带顶升机构的输送带与封边机对接。这样设置可以更换的保护纸箱和台面不发生相对移动，损坏纸箱。

2.2.9 90° 翻转机构

90° 翻转机构包含翻转架，辊筒面。用于将纸箱翻转90°，便于码垛机的夹具抓取。

2.2.10 码垛机械手

码垛机械手采用4轴机械手，配置10个码放栈板位，承重300 kg，旋转半径3 500 mm左右。

2.3 自动包装的人员配置

按照图三的布局规划，我们配置了每个班组3个人，3班3倒的模式。1个人负责包材准备填充，一

个负责套纸箱，一个负责码垛区的产品入库。对比原来的人工包装方式，人员每个班次减少 3 个人，共计减少 9 个人。

3 实际应用的情况及未来的改善方向

目前，上述规划的包装线投入使用。总体来说，运行稳定，产能能够较好的满足分切的需求，平均包装时间为 1 粒膜 /min；人工配置 3 个人，满足整条输送包装线运行，完全消除了体力劳动；产品保护方面，使用近半年来，没有发现输送包装线损伤产品的案例。

在安装、调试、使用的过程中，我们发现了几个较为突出的问题，比如上位机与 ERP 之间的通讯经常掉线的问题；打带机的稳定性对于整个包装线的制约；码垛机械手的空间占用问题等。其中上位机与 ERP 的通讯问题，已经较好的解决。未来的包装线设计，我们将针对后两个问题重点关注。对于打带机，我们目前已经着手联合专业打带机的厂家开发一体式机芯，自动送带功能的打带机。对于码垛的形式，我们将会评估 XYZ 三轴的桁架式码垛系统，用于下一条生产线的配套。

Planning, development, and application of automatic packaging for BOPA film industry products

Lin Guichuan

(Xiamen Changsu Industrial Co. LTD., Xiamen 361000, Fujian, China)

Abstract: This article introduces the packaging characteristics and current situation of manual packaging of BOPA film rolls in the film industry. It also introduced the process of BOPA film roll packaging automation, equipment selection and development, personnel configuration, practical application, and future improvement directions.

Key words: BOPA film; packaging characteristics; packaging issues; automated packaging development; planning and implementation

(R-03)

郑州中远氨纶取得一项专利，可采用回收聚酯制备高弹性氨纶

Zhengzhou Zhongyuan Spandex has obtained a patent for the preparation of high elasticity spandex using recycled polyester

近日，国家知识产权局信息显示，郑州中远氨纶工程技术有限公司取得一项名为“一种回收聚酯制备高弹性氨纶的方法及制得的高弹性氨纶”的专利，授权公告号 CN 116043353 B，申请日期为 2023 年 2 月。

该发明提供了一种回收聚酯制备高弹性氨纶的方法及制得的高弹性氨纶，所述方法包括如下步骤：①使用 DMT 与分子量小于 200 的二元醇反应制得芳香族聚酯二元醇；②将步骤①制得的芳香族聚酯二元醇与二异氰酸酯反应，得到预聚物；③对预聚物扩链，得到聚氨酯聚合物；④将聚氨酯聚合物纺丝得到高弹性氨纶。其中，所述 DMT 可用聚酯回收制得。该发明中使用回收聚酯制备 DMT，无需将 DMT 转变成 PTA，直接用 DMT 与二元醇反应制备聚酯二元醇，使得芳香族聚酯二醇的反应条件变得温和的同时，节省将 DMT 转变为 PTA 的步骤，也利用了回收材料，生产过程更加环保。同时芳环的引入提高了氨纶的拉伸模量，使氨纶具备更好的弹性。

摘编自“金融界”

(R-03)