

智能型捏炼机胶片 / 小药自动称重投料系统

刘金一, 殷文山

(青岛群金恒智能装备科技有限公司, 山东 青岛 266000)

摘要: 橡胶制品企业在混炼胶生产中, 一般根据产品配方和工艺特性, 以及先后顺序, 将炼胶分为一段 (本文称 A 段) 和二段 (本文称 B 段)。A 胶出来之后裁切成规则的胶片, 再进入 B 胶混炼, 加入促进剂等小药进行炼胶。目前在 B 炼所需的胶片和小药进行计量和输送投入密炼机时, 基本都是人工操作或者辅助操作, 这种方式自动化程度低、生产效率低、危险系数高、出错率高、影响胶品质, 同时设备噪音 / 环境都对人体有损害。

智能型捏炼机胶片 / 小药自动称重投料系统, 解决了上述问题和弊端, 淘汰落后产能, 增加了效益, 对于橡胶制品企业是一种由优先考虑的设备和升级选择。

关键词: 胶片 / 小药; 自动称重投料; 经济效益; 升级转型

中图分类号: TQ330.492

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)02-0022-06

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.02.006

1 客户需求和研发背景

2022 年我公司接到贵州某大型橡胶制品企业客户的需求和咨询, 目前他们公司在 A 段胶和 B 段胶连续生产方面存在问题, 二者不能无间隙对接, 导致生产断层, 前后工序任务不能统一安排和监控, B 炼在胶片 / 小药称重和投料都是人工, 效率低、出错率高。

在经过前期与客户多次充分沟通交流、现场勘测和模拟、反复调研, 我公司凭借多年配料经验和非标技术开发能力, 立即组织项目立项和开发工作, 经过 2 年时间, 最终交付客户使用, 并获得客户满意认可。

2 功能和系统组成

智能型捏炼机胶片 / 小药自动称重投料系统, 主要功能是用于胶片的称重 (检重) 和自动投入到密炼机; 小药的称重 (检重) 和自动投入到密炼机。前序与 AVG 对接, 接收 AGV 送来的 A 炼胶片, 后序与密炼机对接, 按照密炼工艺和步骤自动投入胶片和小药。

2.1 系统结构图

系统结构图详见图 1。

2.2 工作流程

AGV 小车将 A 段胶片长距离运送到检重皮带秤位置, 二者准确对接到位后, 将胶片输送到皮带秤上,

重量复检合格后, 胶片进入到垂直提升机内, 经过提升、减速、定位后到达上层密炼机进料高度, 先进入备料皮带机, 再进入投料皮带机, 待密炼机投料门打开后, 将胶片准确投入密炼机混炼室内部, 各个到位均有信号检测判断。将配置好的小药放到检量秤上复核, 重量合格并条码扫描信息正确后, 投入到料斗提升机中, 每一个料斗盛装一个配方的小料, 每斗小料依次前进投入密炼机, 再经过备料秤复检合格后向下通过顺料筒进入密炼机混炼室内部, 详见图 2。

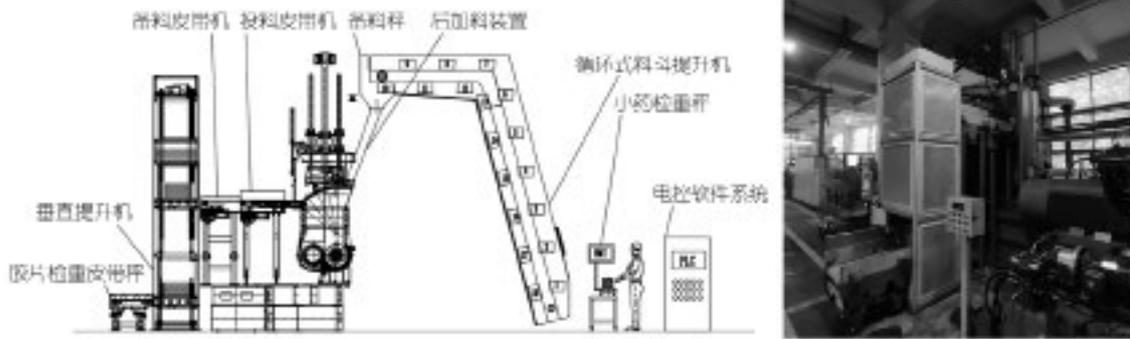
2.3 性能参数

性能参数详见表 1。

表 1 性能参数

性能指标	参数	备注
胶片检重精度	±50 g	
显示精度	1 g	.xxx
小药检重精度	±2 g	
输送投料效率	±50 s/批	密炼周期 4 min
生产方式	配方软件, MES 系统	触摸屏界面
操作工人	1 人	兼顾胶料 + 小药 + 密炼
小药备料	1~9 种	连续分批投料
粉尘排放	≤ 5 mg/m ³	符合国家标准
噪声等级	≤ 70 dB	符合国家标准
配方存储	无限制	

作者简介: 刘金一 (1982-), 男, 高级工程师, 长期从事橡胶智能装备、粉体工程研发设计和项目管理工作, 发表论文十余篇。



1—胶片称重皮带秤；2—垂直提升机；3—备料皮带机；4—投料皮带机；5—小药检重秤；6—循环式料斗提升机；7—备料秤；8—后加料装置；9—电控软件系统
图1 系统结构

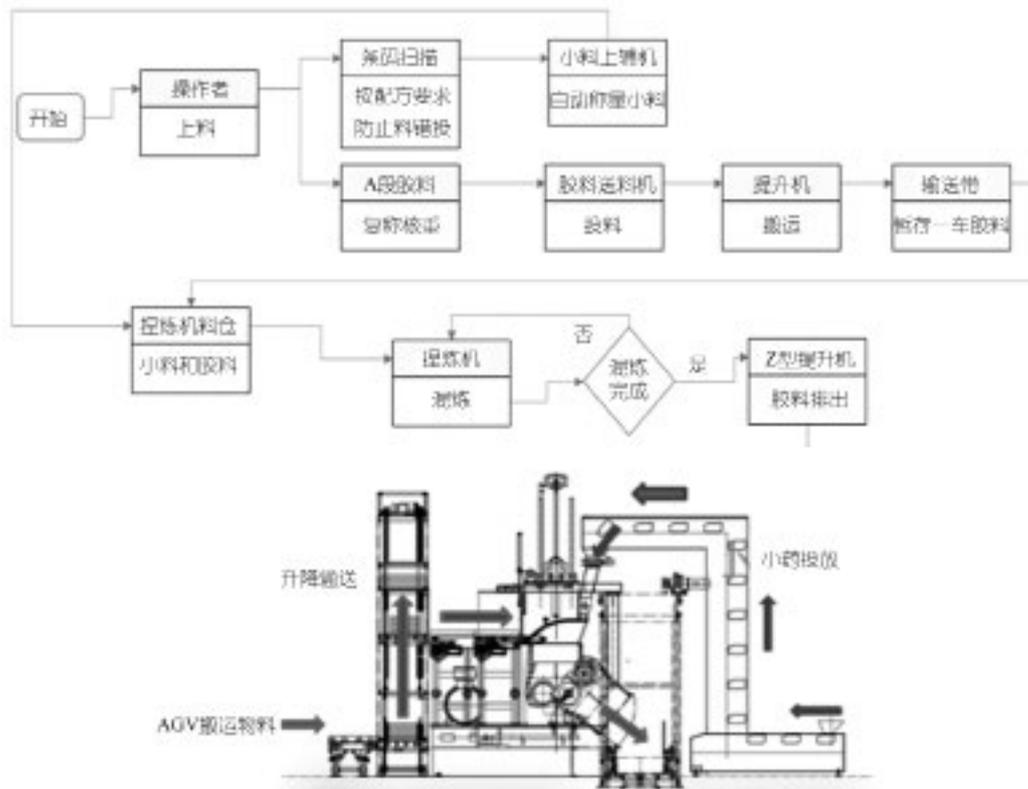


图2 工作流程

2.4 主要部件简介

2.4.1 胶料皮带秤

根据程序设定，将炼胶所需的胶料按照上位机设定的重量误差进行称量。秤架为碳钢型材模块结构，胶料的输送通过减速机驱动皮带实现。四只称重模块转换称重信号。胶料秤前后端装有光电开关，检测胶片位置；两侧有不锈钢挡板。与AGV对接位置误差 $\pm 5\text{ mm}$ ，详见图3。

2.4.2 垂直提升机

从胶料皮带秤上输送过来的胶片块进入提升机输送带上暂存，定位准确后，将胶块从低处提升到高处（捏炼机投料口高度），皮带托盘在滑轨上运行，由减速机驱动，分为高、中、低三个位置检测，最高端和最低端有极限限位开关。实现胶片的“Z”型运输，即水平、竖直、水平，详见图4。

2.4.3 备料/投料皮带机

胶片块从提升机上自动运行到输送带上，按程序自动送入捏炼机。机架为钢结构，两侧护板为不锈钢



图3 胶料皮带秤



图4 垂直提升机

结构，薄型无接头皮带，电机减速机驱动，前后端部装光电开关。投料皮带机前端为可伸缩结构，在密炼机投料门打开后伸入混料室内部将物料完整送入，避免胶片在密炼机口卡住。每条输送带均可容纳一个胶块的位置，捏炼机每批次分两次投料，也可满足一次投料，详见图5。



图5 备料/投料皮带机

2.4.4 循环式料斗提升机

适合小块状、颗粒状、不易破碎粉料的提升输送。该提升机用于将小药粒料进行定向输送，间歇式送料，其结构是在封闭的壳体内，通过悬挂固定在链条上的圆形装料斗进行变方向输送，能够倾斜向上-水平组合，实现方向和高度输送。全封闭、无泄漏、无污染、粉料无破碎。在底部起始端为人工投料处，投料处料斗外侧有自动盖门，根据生产或程序设定人工将粒料准确完全的投送到装料斗内，料斗向前按照工位运行，上层料斗均为水平斗口朝上，装好粉料后向密炼机方向运行，下层料斗倒置，斗口朝下，全部卸料完毕。在卸料处下方为备料斗装有气动阀门控制投料，在人工投料、卸料处及备料斗均有传感器检测料斗内物料是否有无，检测料斗到位情况，根据炼胶工艺要求自动输送、自动投料，详见图6。



图6 循环式料斗提升机

2.4.5 电控软件系统

通过PLC下达指令给现场元件，执行相关动作，并将状态信息和执行结果反馈给上位机。本项目由第三方MES系统作为主控，称量投料系统接受主控下达的配方生产任务，并与上下游设备实现对接和联动控制，各个不同功能的设备之间互相通信，实时动态反馈，实现生产管理、状态监控、数据收集、汇总分析、防呆可追溯等功能，从而真正达到整线一体化自动化生产。由电控柜、触摸屏、程序/组态软件等组成，触摸屏界面如图7，MES系统管控图8。

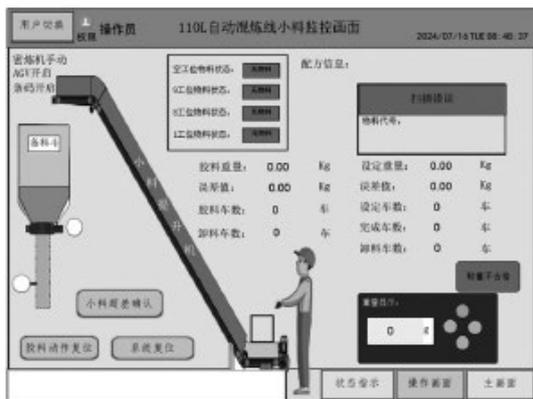


图7 电控软件系统

3 系统特点和效益

(1) 胶片和小药再进入密炼机之前均有复检重量环节，根据系统设置的误差进行判断，避免错误投料。

(2) 物料的输送方向为水平-垂直维度，大大减少了输送距离和占用空间，输送速度均为变频可调，快、中、慢三档，实现最短时间和最佳定位。

(3) 皮带机前端是可伸缩结构，专为捏炼机投料门设计，胶片会完全投入到密炼机混炼室内部，投料结束后自动缩回，解决了捏炼机投料口卡胶问题。

(4) 小药投料输送机一次可以备料9车，而且可以缺料情况随机补料，小药在封闭空间里运送，无粉尘外漏，无间断连续循环输送。根据程序设置自动运

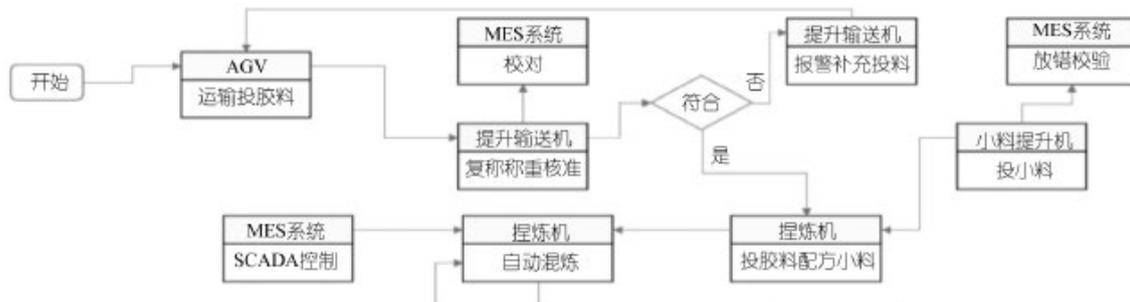


图8 MES系统

行，该设备在捏炼机投料方面属于国内首创。

(5) 缺料、超差、失联、掉线、元件故障、错位、联动故障、配方等异常情况，系统都会自行判断并给出报警提示，在触摸屏上显示所有信息，故障判断一目了然，可视化、智能化程度高。

(6) 与传统生产线比较，详见表2。

表2 新线与传统线比较

序号	关键点	自动系统	传统
1	质量	按照软件配方自动运行，各个车次之间无差异，质量均一稳定，无人因素	依靠工人经验、能力、技术、生理心理等，受情绪影响，质量不稳定
2	效率	是传统生产线效率的2~4倍	效率提升空间小
3	人力	1人，节省50%	2人
4	劳动强度	是传统生产线的30%	人工搬运、投料
5	环境污染	封闭运输投料，无粉尘泄露	粉尘泄露
6	故障率	整线联动监控和故障报警，界面显示	人工判断，繁琐、故障高
7	回报周期	2年	

(7) 此设备不仅提高产品质量，降本增效，改造了落后的生产模式，还具有较大社会效益。自动化程度高，取消了人工炼胶工艺，采用设备自动投料炼胶，

降低了工人的劳动强度，工人与机器隔离，远离噪音污染及炼胶过程的高温 and 烟尘危害，身体健康有了保障，而且杜绝重型设备带来的安全隐患，整个车间在规划布局、自动化、安全环保方面得到极大提升。

4 中小橡胶制品厂配料设备升级转型方案

随着以人工智能为代表的新工业革命席卷而来，各大中型橡胶企业都要进行升级换代，淘汰落后的生产方式，在质量、外观、效率、环保、自动化方面进行布局考虑，尤其是企业负责人的理念要首先转变，走一条绿色可持续发展的道路。

中小橡胶制品企业生产规模较小，一般只有1~2条密炼生产线，多数为翻斗式捏炼机，甚至还有一些在用开炼机炼胶，其在设备认知、产线规划、投资、技术水平、管理、设备维护、人员素质等方面都处于比较低的水平，这些因素也制约着企业的生存发展。结合实际项目设备经验，我们提出适合这类企业的一些方案模型，给企业主和同行提供参考：

(1) 炭黑、钙粉等大料：实现自动输送、自动称量和投料。适合布置在厂房高度 6 m 单层和 9 m 两层空间内，主要推荐重力式螺旋输送和负压吸送式上辅机，结构均为紧凑型，料仓容积、输送称量速度、精度、附加设备要与具体密炼机和产品要求配套，图 9。

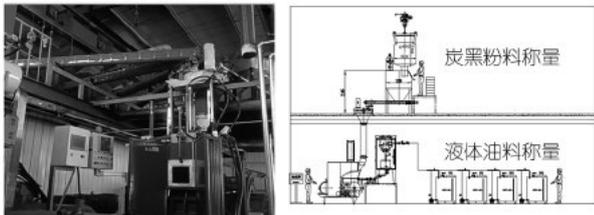


图 9 大料自动输送称量、投料

(2) 厂房高度较低，无法分为高低层次配置的情况，在结合密炼机效率和人工劳动强度情况下，推荐用半自动上辅机，自动储存称量，人工套袋投料，见图 10。



图 10 离线半自动

(3) 液体油料称量采用料斗秤 + 油泵注油或者计量泵直接注油两种方式，见图 11。



图 11 液体油料称量

(4) 胶片称量和胶块称量投料：采用皮带秤和伸入式皮带机，见图 12。



图 12 胶料称量投料

(5) 小料称量配料主要根据物料种类数和配料量

大小来配置。小料配料系统均为自动配料方式，人工或半自动基本淘汰。

种类较少型：圆周布局，1~3 台电子秤，见图 13。



图 13 圆周自动配料和给袋式自动配料

种类较多型：矩形布局，多秤群控同时称量，见图 14。



图 14 矩形多工位自动配料

以上设备都在实际工厂中进行了生产运行和实践，效果很好，既满足了小型橡胶厂对自动化生产的设备需求，又符合客户资金投入档次、工人技术能力和素质，简单操作、易上手，是升级转型和扩展新线的最佳选择。

5 结论

炼胶所需的胶料、粉料、油料、小药均应通过自动化设备进行配料和投料，这是行业发展的必然趋势。机械是载体，而智能化要通过 PLC、网络、软件、MES、ERP 等信息化措施来实现。本文通过介绍智能型捏炼机胶片 / 小药自动称重投料系统的成功研发，引申到中小橡胶企业在设备升级中应该的考量项目，希望对行业同仁有一定的启发和借鉴意义。

Automatic weighing and feeding system for rubber sheet/ additives in intelligent kneading machines

Liu Jinyi, Yin Wenshan

(Qingdao Qunjinheng Intelligent Equipment Technology Co. LTD., Qingdao 266000, Shandong, China)

Abstract: Rubber product enterprises generally divide rubber mixing into one stage (referred to as stage A in this article) and two stages (referred to as stage B in this article) based on product formula and process characteristics, as well as the order of production. After rubber compound A comes out, it is cut into regular rubber sheet, and then mixed into rubber compound B, adding additives such as accelerator for mixing. At present, when the rubber sheet and additives needed by rubber compound B are measured and transported to the internal mixer, they are basically manual or auxiliary operations. This method has low automation, low production efficiency, high risk factor, high error rate, and affects the quality of rubber. At the same time, the noise/environment of the equipment is harmful to human health. The intelligent kneader rubber sheet/additive automatic weighing and feeding system has solved the above problems and drawbacks, eliminated backward production capacity, and increased benefits. It is a priority equipment and upgrading option for rubber products enterprises.

Key words: rubber sheet/additive; automatic weighing and feeding; economic performance; upgrade and transformation

(R-03)

玲珑轮胎数智化工厂入围工信部两项重要名单 Linglong Tire Intelligent Factory has been shortlisted for two important lists by the Ministry of Industry and Information Technology

近期，玲珑轮胎数智化工厂再次入围工信部两项重要榜单，其中，“基于人工智能的玲珑大数据平台”入围工信部人工智能赋能新型工业化典型应用案例名单；“高端轮胎全流程数据驱动智能工厂”入围工信部卓越级智能工厂（第一批）项目名单。

玲珑加快数字化、智能化工厂建设，全面推进自动化、无人化、数字化、智能化工厂建设，以研发管理 PLM/TDM、供应链管理 SRM/WMS/TMS、智能工厂 MES/SCM/EAMS、销售/售后/服务系统 CRM/EDI、质量管理体系 QMS、企业资源管理 SAP、组织保障、管理支持 BPM/BI、自动排产系统 APS 八大系统为框架支撑，结合 AGV 自动小车、自动输送线等智能化物流运输及立体库的建设，全面提升工厂感知能力。

公司通过建设大数据云平台，完成各制造基地信息系统的接入和数据集成，通过对业务数据深入挖掘，建立业务专题分析，借助大数据、机器学习、人工智能等技术的融合，提供事前预警、事中问题处理决策、事后问题分析总结的能力，辅助管理者进行更加科学的决策，提升管理者认知边界和洞察深度，实现轮胎设计、生产、管理、物流和营销等环节的信息采集、共享、分析、决策一体化，提高生产效率、降低生产成本、提高产品质量、提升客户满意度。

玲珑轮胎数智化工厂连续多次入选工信部重要名单，为轮胎行业的数智化转型树立了新的标杆，对促进企业活跃度提升与产业结构升级具有重要意义。

传统制造业数智化转型是发展新质生产力的必然选择。未来，公司将持续运用工业互联网、大数据、边缘计算、AI 等技术，实现各类业务系统从研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等环节的数字化、网络化、智能化，优化生产流程与质量控制，打造精益管理模式和智能制造工厂，提升制造能力，提高产品质量！

摘编自“玲珑轮胎”

(R-03)