

# 水泥包装自动插袋机的应用与示范

朱攀勇<sup>1</sup>, 付金强<sup>1</sup>, 燕怒<sup>2</sup>, 吴祖德<sup>1</sup>

(1.中国葛洲坝集团水泥有限公司, 武汉 430073;

2.武汉纺织大学 机械工程与自动化学院, 武汉 430073)

**摘要:** **目的** 为了适应新形势下国家对环境和劳动保护的新要求, 降低水泥包装过程中粉尘对人体伤害和职业病发病率, 实现水泥包装自动化。**方法** 研发一套生产效率高、成本低、新型环保的水泥自动插袋系统, 并进行实际工程示范应用。**结果** 通过 1 年试运行, 测得的数据显示插袋成功率稳定在 99%, 工作效率为 100 t/h, **结论** 改变了水泥行业传统式人工插袋的现状, 实现了水泥包装机自动插袋作业, 大幅减轻了工人劳动强度, 改善了工作环境, 自动插袋机工作效果良好, 有望取代人工装袋。

**关键词:** 水泥; 包装; 自动插袋系统; 应用示范

中图分类号: TB486 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)21-0168-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.21.030

## Application and Demonstration of Automatic Bag-insert Machine for Cement Packing

ZHU Pan-yong<sup>1</sup>, FU Jin-qiang<sup>1</sup>, YAN Nu<sup>2</sup>, WU Zu-de<sup>1</sup>

(1.China Gezhouba Group Cements Co., Ltd., Wuhan 430073, China;

2.Mechanical Engineering and Automation College of Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to adapt to the new request of labor protection and environmental protection under the new national situation, reduce the harm of dust on cement packing to worker's health, lower the morbidity of occupational diseases and achieve automatic packing of cement. An automatic bag-insert system for cement was developed and used actually for demonstration. After one year of test run, the success rate of bag-insert was 99% and the work efficiency was 100 t/h. It is concluded that it changes the traditional manual cement-bag inserting situation, achieves automatic bag-insert of cement packing, degreases the labor intensify, improves the work environment. The automatic bag-insert machine has good effect and is expected to replace manual cement-bag inserting.

**KEY WORDS:** cement; package; automatic bag-insert system; application & demonstration

水泥作为基础设施建设的基本原料, 是国家经济建设的重要生产资料<sup>[1-2]</sup>。目前我国水泥产量已超过全球总量的 60%<sup>[3]</sup>。水泥包装是水泥生产线上一个重要环节, 主要完成取袋、张袋、插袋、装料、封口、放袋等功能。国内水泥包装机本身的技术随着在国内市场的大量应用已有很大程度的提高, 回转式八嘴包装机和十嘴包装机已经成为包装车间的主流, 形成了一定的工业规模, 但是, 与包装机相互配套的设备却没有明显进步<sup>[4]</sup>, 我国 90% 以上的水泥厂的自动包装机采用人工插袋<sup>[5]</sup>, 而包装袋插袋环境、快速性与可

靠性是衡量包装系统优劣的重要标志。据统计我国每年接触水泥粉尘的人数约 20 万<sup>[6-7]</sup>, 空气中的水泥粉尘飘浮物对人体健康的危害极大<sup>[8]</sup>。这些污染物既可以引起包括肺癌在内的呼吸系统疾病, 或引起人体其他系统的疾病, 另外还有致畸变的作用, 对操作人员的身体健康造成很大伤害, 而且人工操作效率低下, 已远远不能适应新的要求<sup>[9]</sup>。大型水泥厂普遍开始研发或引进水泥包装自动插袋机, 2013 年中国科学院合肥物质科学研究院先进制造技术研究所“水泥包装自动插袋系统”项目取得技术突破, 突破了国产

收稿日期: 2018-05-07

基金项目: 湖北省教育厅优秀中青年科技创新团队计划 (T201607)

作者简介: 朱攀勇 (1990—), 男, 工程师, 主要研究方向为大型设备运维管理。

水泥旋转包装机在喷嘴分布不均条件下的精确定位、变速曲线控制、高速插袋等核心技术，实现了供袋、插袋的全流程自动化<sup>[10]</sup>。2014年6月，哈沃科技(天津)有限公司成功研发并在江西某水泥厂推行一款喷射式自动插袋机<sup>[8]</sup>，该设备对水泥袋质量要求较高，在国外推广应用发展较好，但基本不适用于国内使用线缝编织袋的水泥生产系统。2016年海螺集团积极推行“两化”建设主动落实“机械化换人、自动化减人”，试验和推广了《水泥包装栈台无人插袋全自动包装》相关项目<sup>[11]</sup>。2017年唐山任氏水泥设备股份有限公司推出摆臂式水泥袋自动插袋机<sup>[12]</sup>。2017年中国葛洲坝集团水泥有限公司开发一种机械手式插袋机，并在葛洲坝某水泥生产线成功应用，长期运转数据监测显示效果明显。

## 1 自动插袋机基本结构及工作原理

水泥自动插袋系统是一个由 PLC 编程式计算，含 20 个传感器，气动与电动复合式驱动的圆柱坐标型工业机器人<sup>[13-14]</sup>，它由插袋机本体和送袋输送机构成，插袋机本体包括悬臂机械手、工作台和转向机构。放袋工(原插袋工)将包装袋平整地放置在送袋输送机放袋工位上，要求袋子开口向送袋输送机朝下，见图 1。送袋输送机采用电机驱动链传动的方式运输包装袋，链条转向位置有袋输送光电传感器和袋输送位置传感器，袋输送光电传感器检测放袋工位上是否有包装袋；每一链节处均有一个可调节的金属块，当袋输送光电传感器感应到水泥袋时，链条停至袋输送位置传感器感应到的金属块的位置，见图 2。袋输送机链条停止，包装袋停至指定位置，袋转向机构转台旋转上升，将包装袋托起，回旋下降，将其放置到工作台输送零点，见图 3。袋转向机构上升高度及旋转角度可通过转台高、低限位传感器与转向限位传感器位置调节。随后工作台上同步带挡块推动包装袋继续向前运输至工作台上的预送袋位置，见图 4。同步带挡块由电机驱动链条传动。工作台正式工作位置无袋时，同步带挡块继续推动袋前行至正式工作位置，整形气缸调整包装袋位置，拾袋吸盘在拾袋气缸以及真空泵的作用下拾取吸起空袋，悬臂机械手运动至袋拾起的位置，夹带气缸工作，机械手吸盘打开，将包装袋夹起，并将开口吸开，送袋气缸工作，悬臂机械手将空袋准确送至料嘴上。若料嘴上接触感应传感器检测到料嘴上有包装袋，送袋气缸暂停，检测下一料嘴，料嘴上无包装袋时，送袋气缸工作。

## 2 插袋机安装调试

安装过程为基础建设与设备吊装、整机安装、机械手安装、工作台安装、袋转向机构安装、袋输送机



图 1 水泥袋放置方向  
Fig.1 Orientation of cement bag



图 2 链条停靠位置  
Fig.2 Stop position of chain



图 3 袋转向机构托放空袋  
Fig.3 Empty support bag of steering mechanism

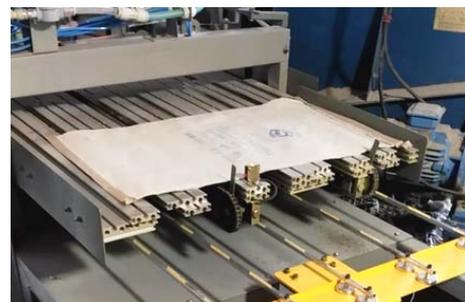


图 4 同步带挡块  
Fig.4 Block of synchronous belt

构安装，插袋机气管较多，且连接的电磁阀功能各异，采用割炬向一端吹气，另一端出气可确认是同一根气管，需多人合作完成。

调试步骤包括回路测试、参数设置、工作台检测、送袋伺服检测、回转伺服检测与定位、系统启动、供袋系统测试、连锁信号测试。参数设置要求插袋机机械臂转速与包机转速一致(见图 5)，转向时间及插

袋角度能确保机械手将包装袋准确插在包装机料嘴上。插袋机暂停启动后程序可以继续执行，插袋机停止重启后，程序需重新启动，插袋机工作台高度及袋输送链条需点击归零才可运行，见图6。



图5 系统参数设置界面

Fig.5 Interface for parameter setting of system



图6 插袋机工作台伺服检测界面

Fig.6 Interface for workbench servo detection of bag-insert machine

### 3 影响插袋机效率与准确率的因素

#### 3.1 包装机与插袋机系统稳定性

包装机与插袋机系统的稳定性是插袋成功的根本保障，如包装机转速与插袋机机械臂转速不一致、机械臂转向时间不合理、回转插袋角度偏差等无论包装机或插袋机伺服系统某一环节发生偏差均会导致插袋失败。

正常情况下，包装机每个料嘴旋转一周料嘴上的包装袋都会装满卸包，1#包机由于长期停机，且有大量的雨水进入，下料仓内水泥结块导致下料口下料速度非常慢。放空料仓内的水泥后，在下料仓底部切开一个口，用工具凿开结块，将其取出，清除了大量结块，将开口焊接好，继续装料放料，取出各个料嘴处小结块，结块清除后包装机工作效率得到了明显的改善。

#### 3.2 包装袋硬度、质量、开口尺寸、平整度

包装袋开口尺寸、硬度、缝纸情况、平整度等直

接影响插袋机工作的准确率。根据理论判断包装袋开口越大，机械手插袋失误率越低，因此认为开口越大越好，规定开口尺寸大于110 mm，后经长期试验发现开口尺寸过大，包装袋内水泥会出现跑灰现象，原本包装机旋转1周可掉包，开口加大后可能需要旋转多周才会掉包，影响插袋装包效率。将开口尺寸设定为(105±5) mm可以有效解决跑灰问题，同时保证了插袋误差控制在合理范围内。

缝纸包装袋头部高度较高，且突出的纸边易折叠，使得输送过程受阻，造成卡袋现象，去除包装袋纸边后，卡袋情况基本解决。人工插袋对水泥包装袋平整度要求较低，包装袋在运输与储存的过程中变形严重，不利于自动插袋机插袋。为了提高插袋准确率，减少设备故障，提高生产效率，将包装袋捆扎运输的方式更换为用集装箱或纸箱装运的方式，大幅度提高了插袋准确率。

人工插袋所用包装袋(50 kg)质量为70 g左右，包装袋质量太轻强度不够，在包装及输送过程中易发生炸袋破包问题。密度低硬度不足会使得插袋机送袋、整形等过程发生故障，包装袋成本约为0.01元/克，因此包装袋质量增加意味着成本上升，袋质量每增加1 g，每吨水泥生产成本增长0.2元。质量过大时不仅影响生产成本，插袋机开口吸盘将开口吸开至最佳状态也会有难度；在袋重控制在合理的范围内的情况下，尽量保证包装袋的强度与硬度是自动插袋机长期推广与发展的难题。经过反复试验探索将包装袋供货技术要求规定如下：线缝覆膜编织袋应符合GB 9774—2010《水泥包装袋》；袋开口折角长度为(105±5) mm；袋上下无纸边；线缝覆膜编织袋的出厂包装不得捆扎，采用纸箱包装运输或托盘整体运输储存。尺寸要求见图7。

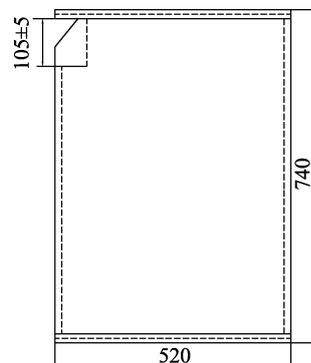


图7 包装袋尺寸要求

Fig.7 Size requirements of packages

#### 3.3 插袋机机械手动作方式及相关参数设置

悬臂机械手共包含悬臂旋转机构、拾袋机构、夹袋机构、开口机构、送袋机构五大运动机构，相对复

杂, 其中任一机构运动曲线出现偏差均可导致插袋失败。悬臂旋转机构可确保机械悬臂运动至包装机料嘴插袋位置; 拾袋机构将包装袋拾起且将开口控制在机械手夹袋最佳位置(同时与工作台高度、整形气缸位置、包装袋长度有关); 夹袋机构将包装袋夹取, 这一环节至关重要; 开口机构需要将袋子开口吸开至最理想状态, 这样插袋时可容许其它机构微小的位置偏差; 送袋机构在悬臂旋转机构开始运动后 1~2 s 开始工作, 机械手在悬臂机构旋转的同时其送袋机构直线前进、后退确保包装袋拾起、夹取、开口、插袋动作连续。

在系统准确插袋功能的前提下, 将此五大运动机构部分融合及结构优化可减少机械手状态对插袋准确率的影响。另外各类限位传感器的位置也影响着插袋准确率, 如悬臂限位开关, 只有合理的运动角度才能确保悬臂机械手运动至包装机料嘴插袋处以及回转到夹袋处。设备安装高度、相关参数设置等对插袋准确率均也有影响。

#### 4 应用示范情况

2017 年 6 月, 在某生产线 1# 包机上安装水泥自动插袋机, 在技术人员的指导下进行设备安装, 安装主要参数符合技术要求。电气技术员对设备进行了调试及试生产, 调试关键点控制符合技术要求, 首次实验, 水泥袋空插 100 条, 掉 1 条, 之后在水泥袋平整、开口合适的条件下多次进行空插试验, 掉袋数不超过 1 条, 插袋成功率超过 99%。7 月带料试生产及正式生产至今, 总记录插袋 10 840 t (216 800 袋), 插袋失败 19 512 次, 失败率为 0.09%, 总暂停次数为 18 716 次, 暂停频率为 0.09%, 插袋成功率稳定在 99% 左右。工作效率为 100 t/h (12 min/400 袋), 与人工插袋效率相同。

在原包装机功率不改变的情况下, 人工插袋与自动插袋对水泥装袋效率相同。在自动插袋机工作情况较好、效率较高的情况下还可适当调整提高包装机功率从而提高装袋效率。

原来 2 台八嘴包装机每个班需要 4 个插袋工人, 而配上 2 台自动插袋机后仅仅需要一个人就可以满足 2 台插袋机的放袋动作。一次可放袋 8~12 个, 劳动强度低, 可适度降低用工成本, 且可考虑在智能包装系统智能装车机研发后将包装外包调整为由岗位工负责, 经济效益可观。

#### 5 结语

水泥行业环保新标准越来越严, 水泥行业走向自动化、智能化已是大势所趋<sup>[15-17]</sup>, 该自动插袋机可以连续准确地给回转式水泥包装机插袋, 实现水泥包

装机自动插袋作业, 送袋装置、定位系统、转运机械臂和插袋机械手联动, 结构紧凑功能可靠; 实现了机构自动化插袋, 大大减轻了工人劳动强度, 改善了工作环境, 适应于水泥包装的自动插袋。近 1 年的试用数据显示, 自动插袋机工作效果良好, 有取代人工装袋的可能。

#### 参考文献:

- [1] 张继红. 发展绿色包装事业, 提高水泥包装质量[J]. 中国包装工业, 2002(29): 75—76.  
ZHANG Ji-hong. Develop the Green Package, Increase Quality of Cemen[J]. China Packaging Industry, 2002(29): 75—76.
- [2] 李支茂, 谌永祥, 李双跃, 等. 柔性水泥包装线控制系统的设计研究[J]. 机械设计与制造, 2016(1): 169—175.  
LI Zhi-mao, CHEN Yong-xiang, LI Shuang-yue, et al. The Control System Design and Research of Flexible Cement Packaging Line[J]. Machinery Design & Manufacture, 2016(1): 169—175.
- [3] 张耀华. 我国水泥行业现状分析及远景展望[J]. 中国水泥, 2014(5): 61—66.  
ZHANG Yao-hua. The Status Analysis and Prospect of the China's Cement Industry[J]. China Cement, 2014(5): 61—66.
- [4] 李莹, 秦超, 张伟. 水泥包装发运发展趋势的探讨[J]. 河南建材, 2017(4): 198—199.  
LI Ying, QIN Chao, ZHANG Wei. Discussion on the Development Trend of Cement Packaging[J]. Henan Building Materials, 2017(4): 198—199.
- [5] 罗扉, 王会良. 插袋机械手研制及其在工程领域应用的现状与前景[J]. 时代农机, 2016, 43(4): 36—37.  
LUO Fei, WANG Hui-liang. The Development of Sidekick Manipulator and Its Current Situation and Prospect in Engineering Application[J]. Times Agricultural Machinery, 2016, 43(3): 36—37.
- [6] 王禄龙. 袋装水泥车间粉尘扩散数值模拟研究[J]. 四川水泥, 2016(10): 7.  
WANG Lu-long. Numerical Simulation of Dust Diffusion in Cement Workshop[J]. Sichuan Cement, 2016(10): 7.
- [7] 马骏. 水泥生产中粉尘危害与防治[J]. 劳动保护, 2014(3): 24—26.  
MA Jun. Prevention and Cure for the Dust in Cement Production[J]. Labor Protection, 2014(3): 24—26.
- [8] 哈沃科技(天津)有限公司. 水泥包装技术成功经验—HEVER 自动插袋机[J]. 中国水泥, 2015(6): 95—96.  
Havertechologies (Tianjin) Co, Ltd. Successful Experience of the Technology for Cement Packaging-HEVER Bag-insert Machine for Cement[J]. China Cement, 2015(6): 95—96.
- [9] 徐卓然. 水泥插袋机插袋头装置的研究[J]. 科技与

- 企业, 2015(24): 192.
- XU Zhuo-ran. Research on the Pocket Head of the Bag-insert Machine for Cement[J]. Science & Technology and Enterprise, 2015(24): 192.
- [10] 先进制造所“水泥包装自动插袋系统”项目取得技术突破[J]. 硅酸盐通报, 2013(32): 622.
- Institute of Advanced Manufacturing Technology Made a Breakthrough on the 'Automatic Bag-insert System for Cement' Project[J]. Bulletin of The Chinese Ceramic Society, 2013(32): 622.
- [11] 左双龙. 浅析海螺集团积极推行“两化”建设主动落实“机械化换人、自动化减人”的举措[J]. 中国建材科技, 2016(3): 30—35.
- ZUO Shuang-long. Analysis of Anhui Conch Cement Co' Measures on Information & Industrialization & Mechanization[J]. China Building Materials Science & Technology, 2016: 30—35.
- [12] 梁腾月. 摆臂式水泥袋自动插袋机[J]. 中国水泥, 2017(4): 104—106.
- LIANG Teng-yue. Swinging Arm Type of the Bag-insert Machine for Cement[J]. China Cement, 2017(4): 104—106.
- [13] 陈新. 智能包装技术特点研究[J]. 包装工程, 2004, 25(3): 10—42.
- CHEN Xin. Research on Intelligent Packaging Technology Characteristics[J]. Packaging Engineering, 2004(25): 10—42.
- [14] 崇岚, 潘军辉, 熊鹏文. 智能包装技术的应用现状和发展前景[J]. 包装工程, 2017, 38(15): 149—154.
- CHONG Lan, PAN Jun-hui, XIONG Peng-wen. Development and Applications of Intelligent Packaging Technology[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(15): 149—154.
- [15] OTLES S. Intelligent Food Packaging[J]. Comprehensive Analytical Chemistry, 2016, 4(4): 377—387.
- [16] YAM K L. Intelligent Packaging to Enhance Food Safety and Quality[J]. Food Science, Technology and Nutrition, 2012(1): 137—152.
- [17] DUN Chen-lan. The Application of Intelligent Industrial Robotic Control System Based on PLC in Mechanical Automation[J]. Advanced Materials Research, 2013, 738: 272—275.