

基于DCS的自动灌装码拆垛循环控制系统设计

段文军, 张悦, 岳翠萍, 徐志刚, 冯巍

(北京航天斯达科技有限公司, 北京 100076)

摘要: **目的** 升级改进高岭土熟料的半自动生产流程。**方法** 按照其生产工艺过程, 基于DCS的控制方式设计由5个工位组成的全自动高岭土灌装码拆垛循环控制系统, 包括空匣钵自动输送系统、生料高岭土自动灌装系统、高岭土包装物匣钵机器人码垛系统、匣钵垛高温烧制系统、成品垛自动机器人拆垛系统、成品高岭土自动回收料系统等。**结果** 实现了高岭土生产过程的全自动化, 减少了工人直接接触高温和粉尘环境的机会。**结论** 自动循环控制系统运行稳定可靠, 减轻了工人的劳动强度, 提高了生产效率。

关键词: 高岭土灌装; 机器人码垛; 机器人拆垛

中图分类号: TB486+.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)17-0072-04

Design of Automatic Filling-packaging-unstacking Cycle Control System Based on DCS

DUAN Wen-jun, ZHANG Yue, YUE Cui-ping, XU Zhi-gang, FENG Wei

(Beijing Aerostandard Star Technology Co., Ltd., Beijing 100076, China)

ABSTRACT: The aim of this study was to upgrade and improve the semi-automatic production process of kaolin grog. According to the production process, an automatic kaolin grog filling-packaging-unstacking cycle control system consisting of five steps was designed based on DCS control mode, including automatic conveying system of empty sagger, automatic filling system of raw kaolin, automatic robot palletizing system for kaolin packaging saggars, high-temperature sintering system for sagger piles, automatic robot unstacking system for product piles, and automatic recovery system for kaolin product. As a result, the full automation of kaolin production process was realized, and the direct exposure of workers to high temperature and dust environment was reduced. In conclusion, the automatic cycle control system was stable and reliable, and it reduced the labor intensity, improved the production efficiency.

KEY WORDS: kaolin filling; robot palletizing; robot unstacking

在高岭土熟料生产过程中, 主要是采用将生料高岭土放入高温烧制窑中高温煅烧而成, 工艺过程主要分为空匣钵输送、生料灌装、包装物匣钵码垛、生料垛高温煅烧、成品垛拆垛、匣钵搅拌及成品料回收等。目前国内用于高岭土的高温烧制前灌装、码垛, 以及烧制后成品的拆垛和成品回收多是半自动或人工手工操作, 人工劳动强度大, 而且效率较低。高岭土的生产工艺主要有生料高岭土的灌装、高岭土包装物匣钵的码垛、入烧制窑高温烧制、成品匣钵拆垛以及成

品高岭土的回收。在高温和固体粉尘的生产环境下, 不适宜人工或半自动的生产方式。采用DCS控制系统方式将生产的各个过程全部实现自动化控制, 高岭土的空钵输送、灌装、码垛、拆垛、搅拌回收等全采用自动控制系统, 以减少高温粉尘恶劣生产环境人工的直接参与, 提高生产速度和效率。

1 高岭土熟料生产的工艺过程

高岭土熟料生产的全自动生产包装工艺, 主要包

收稿日期: 2014-12-26

作者简介: 段文军(1981—), 男, 北京人, 硕士, 北京航天斯达科技有限公司工程师, 主要研究方向为电控设计。

括:空匣钵输送、生料高岭土灌装、高岭土包装物匣钵的机器人码垛、匣钵垛高温烧制、成品垛自动机器人拆垛、成品高岭土自动回收料等过程。按照其工艺过程设计了全自动包装生产线。

具体生产线组成按照功能划分为空钵输送工位、灌装工位、码垛工位、烧制工位、拆垛工位、搅拌回收料工位等。空钵输送工位由多段输送匣钵的线体组成,起始端和卸料工位对接,卸料后的空钵进入空钵输送工位,末端和灌装工位对接。灌装工位的4个生料灌装通道并排安装,前端对接空钵输送线体,线体分为两道、两道分为四道分别供给4个灌装头空匣钵,灌装头后安装压平器,4个灌装通道最后并成一道输出灌装完成的匣钵。码垛工位由码垛机器人、机器人抓手、匣钵输送线体及匣钵盖输送线体组成,匣钵输送线体的前端对接灌装后输送线体,末端为机器人抓取匣钵位置区,匣钵盖输送线体的前端对接拆垛工位卸盖输送线体,末端为机器人抓取盖位置区。烧制工位由高温烧制窑、匣钵垛输送小车以及环形轨道组成,匣钵垛输送小车在环形轨道上运行,可以进入高温烧制窑里,到达拆垛工位和码垛工位。拆垛工位由拆垛机器人、机器人抓手、成品匣钵输送线体及匣钵盖输送线体组成,成品匣钵输送线体的前段为拆垛时成品匣钵放置区,末端对接搅拌工位输送线体前段,匣钵盖输送线体的前段对接码垛工位匣钵盖输送线体,末端为拆垛时匣钵盖放置区。搅拌卸料工位由成品输送线体、搅拌器、成品卸料装置及搅拌卸料空钵输送线体组成,成品输送线体前端对接拆垛工位的成

品匣钵输送线体,末端连接搅拌器,搅拌器将高岭土高温烧结的结块搅碎,成品卸料装置将成品高岭土经负压管道回收,搅拌卸料工位的空钵输送线体对接空钵输送工位的输送线体,将经成品回收后的匣钵输送至空钵输送工位。

2 控制系统设计

2.1 系统的总体方案

DCS即集散型控制系统,又称分布式控制系统(Distributed Control System)。它是基于计算机技术、控制技术、通讯技术和图形显示技术(CRT)等4C技术,通过某种通信网络将分布在工业现场(附近)的现场控制站、检测站和操作控制中心的操作管理站、控制管理站及工程师站等连接起来,共同完成分散控制和集中操作、管理和综合控制的系统。

控制系统采用集散控制系统DCS的方式,操作管理站负责全部高岭土的生产管理和运行监控,各个现场控制子站分别控制相应工位的生产过程,每个子站同时也配有触摸屏,方便进行单独控制和故障处理。主从站间采用RS-485进行通信,各个控制子站接收主站的控制命令,并做出响应,码垛工位控制子站和高温烧制控制子站、高温烧制控制子站和拆垛工位控制子站间的通信为简单数字开关量通信。控制系统的总体方案见图2。

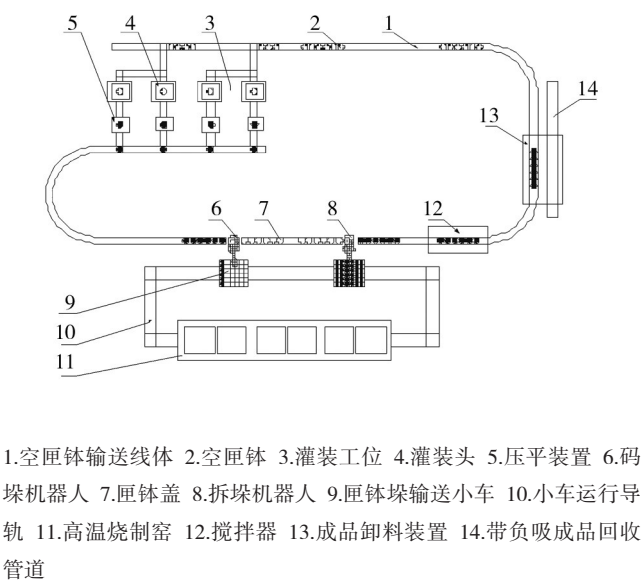


图1 高岭土包装循环生产过程
Fig.1 Structure diagram of gaolin packaging cycling production process

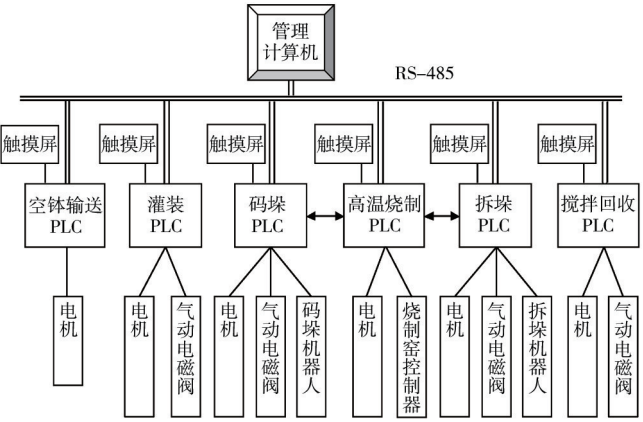


图2 控制系统方案
Fig.2 Program diagram of the control system

2.2 硬件组成

控制系统采用集散控制系统DCS的方式,系统的集中操作管理装置使用工业计算机PC,分散过程控制装置使用PLC,按照生产过程的工艺流程分为6个现

场过程控制站,通信接口设备采用RS-485进行通信。PC机主要进行整个生产过程的控制、监控,各个现场过程控制站按生产功能分别控制空钵输送工位、灌装工位、码垛工位、烧制工位、拆垛工位、搅拌卸料工位等,现场过程控制站接受PC机的控制命令,并进行生产状态反馈。操作管理站使用抗干扰能力强的工业PC机,采用组态软件进行编程作为主站,对整个生产过程进行操作与状态监控。各个控制子站控制单元采用西门子S7-200PLC,执行单元主要有电机、气缸、ABB机器人等。

空钵输送子站主要控制多个输送电机,将成品回收后的空匣钵再次编组输送至灌装工位。灌装控制子站主要控制电机和气缸,完成空匣钵的分道编组、灌装高岭土、灌装完成后将冒尖的土压平及最后并道输出给码垛工位等流程。码垛控制子站主要控制电机、气缸,并与码垛机器人进行通信,完成匣钵及匣钵盖编组,自动码放到输送小车上的垛盘上。高温烧制控制子站主要控制输送小车电机与烧制窑控制系统的通信,完成码垛工位输送的匣钵垛进入高温烧制窑内进行高温煅烧,及烧制后成品垛盘输送至拆垛工位。拆垛控制子站主要控制电机、气缸并与拆垛机器人进行通信,完成成品匣钵垛的拆放工作。搅拌回收控制子站主要控制电机及气缸,完成成品匣钵烧结块的搅拌、成品高岭土的回收工作,及回收后空匣钵的输出。

2.3 软件设计

上位机的程序设计主要包括操作界面和监控界面的设计以及通信程序编写,各个控制子站软件设计全部采用模块化结构设计,软件设计主要分为手动控制和自动控制,根据各个子站的功能分为:空钵输送控制系统、灌装控制系统、码垛控制系统、高温烧制控制系统、拆垛控制系统、搅拌回收控制系统等。各个控制系统控制构架见图3。

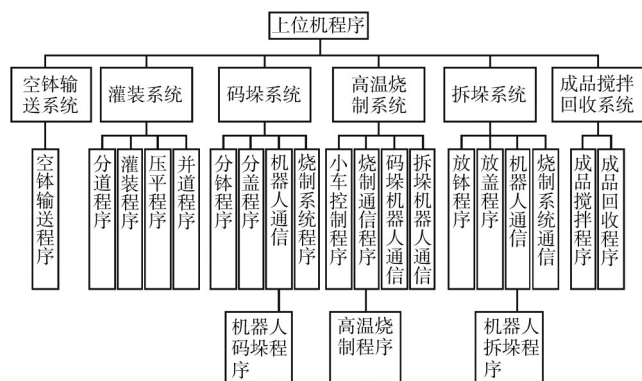


图3 软件结构框架

Fig.3 Framework diagram of the software structure

3 结语

该全自动高岭土熟料生产循环系统实现了高岭土生产包装的全自动化,主要包括生料灌装、包装物匣钵码垛、生料垛高温煅烧、成品垛拆垛、匣钵搅拌及成品料回收等环节,尤其是机器人码垛和拆垛工位更是将生产强度最大的2个工位实现了高速自动化。生产线的实际运行状态良好,运行稳定,代替了原来人工操作过程,不仅降低了劳动强度,而且提高了生产效率。

参考文献:

- [1] 石兆军. DCS控制系统在缓释肥生产中的应用[J]. 磷肥与复肥, 2012, 27(4): 81—82.
SHI Zhao-jun. Application of DCS Control System to Slow Release Fertilizer Production[J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2012, 27(4): 81—82.
- [2] 刘素红. 锌焙烧工艺中DCS控制系统的设计和应用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2006.
LIU Su-hong. The Design and Application Study of DCS Control System in the Roasting Technology for Zink Smelting [D]. Chongqing: Chongqing University, 2006.
- [3] 周梅. 基于菱镁板生产线的DCS控制系统研究与设计[D]. 上海: 华东大学, 2014.
ZHOU Mei. DCS Control System Research Based on Magnesite Plate Production Line[D]. Shanghai: East China University, 2014.
- [4] 尹章伟. 包装机械[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
YIN Zhang-wei. Packaging Machine[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2002.
- [5] 张聪. 自动化食品包装机[M]. 广东: 广东科技出版社, 2003.
ZHANG Cong. The Automatic Food Packaging Machine[M]. Guangdong: Guangdong Science and Technology Publishing House, 2003.
- [6] 顾春禄, 贾姝娟. 基于PLC的煤矿排水系统的自动控制系统设计[J]. 煤矿机械, 2014, 35(2): 180—181.
GU Chun-lu, JIA Zhu-juan. Design of Automatic Control System in Coal Mine Drainage System Based on PLC[J]. Coal Mine Machinery, 2014, 35(2): 180—181.
- [7] 李文友, 胡振泉, 叶保华. 高精度桶装液体灌装生产线的研制[J]. 包装与食品机械, 2005, 23(4): 4—6.
LI Wen-you, HU Zhen-quan, YE Bao-hua. The Development of Precision Barreled Filling Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2005, 23(4): 4—6.
- [8] 姚琛波. 制氢装置DCS控制系统设计[D]. 上海: 华东理工大学, 2014.

- YAO Chen-bo. The Engineering Practice and Design of the Hydrogen Plant DCS Control System[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2014.
- [9] 余新昉. 大容量高精度全自动灌装设备的研制[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(2): 58—61.
- YU Xin-yang. Development of Large-capacity High-precision Automatic Filling Equipment[J]. Packaging and Food Machine, 2012, 30(2): 58—61.
- [10] 薛孝锋. 容积式伺服灌装生产线: 中国, CN103332641A[P]. 2013-10-02.
- XUE Xiao-feng. Servo Volumetric Filling Machine: China, CN103332641A[P]. 2013-10-02.
- [11] 郑友林. 一种灌装机: 中国, CN103332309A[P]. 2013-10-02.
- ZHEN You-lin. A Filling Machine: China, CN103332309A[P]. 2013-10-02.
- [12] 周振雄, 徐玉娇. 全自动六线同步灌装控制系统设计[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2012(5): 32—35.
- ZHOU Zhen-xiong, XU Yu-jiao. Automatic Six-wire Synchronous Filling Machine Control System Design[J]. Journal of Beihua University (Natural Science Edition), 2012(5): 32—35.
- [13] 王冬梅. 啤酒灌装生产线自动控制系统研究与开发[D]. 西安: 西安理工大学, 2001.
- WANG Dong-mei. Beer Filling Production Line Automatic Control Systems Research and Development[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2001.
- [14] 孙茂泉, 严伟跃. 称重式液体灌装机控制系统[J]. 轻工机械, 2007(6): 324—328.
- SUN Mao-quan, YAN Wei-yue. The Control System of Weighting Liquid Filling Machine[J]. Light Industry Machinery, 2007(6): 324—328.
- [15] 冯清华. 伺服电机运动控制器的研制[D]. 西安: 西安理工大学, 2004.
- FENG Qing-hua. The Development of the Servo Motor Motion Controller[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2004.

(上接第51页)

- 度影响的实验研究[J]. 包装工程, 2009, 30(8): 1—3.
- YANG Chuan-min, MENG Xian-wen, WANG Xin-yu, et al. Experimental Study on the Effects of Temperature, Humidity and Size of Corrugated Carton on Stack Strength[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8): 1—3.
- [6] 付云岗, 郭彦峰, 许文才, 等. 不同温湿度条件下双瓦楞纸板力学性能的试验研究[J]. 包装工程, 2008, 29(4): 51—53.
- FU Yun-gang, GUO Yan-feng, XU Wen-cai, et al. Study on Mechanical Properties of Double-wall Corrugated Paperboard under Different Relative Humidity[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 51—53.
- [7] 郭娟, 张进, 李然. 环境湿度对瓦楞纸箱寿命的影响[J]. 包装工程, 2007, 28(12): 101—103.
- GUO Juan, ZHANG Jin, LI Ran. Influence of Environmental Humidity on Life-span of Corrugated Case[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(12): 101—103.
- [8] GB/T 450—2008, 纸和纸板试样的采取及试样纵横向、正反面的测定[S].
- GB/T 450—2008, Paper and Board—sampling for Testing and Identification of Machine and Cross Direction, Wire Side and Felt Side[S].
- [9] GB/T 10739—2002, 纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件[S].
- GB/T 10739—2002, Paper, Board and Pulps—standard Atmosphere for Conditioning and Testing[S].
- [10] GB/T 6548—2011, 瓦楞纸板粘合强度的测定[S].
- GB/T 6548—2011, Determination of Ply Adhesive Strength for Corrugated Fiberboard[S].
- [11] GB/T 6546—1998, 瓦楞纸板边压强度的测定法[S].
- GB/T 6546—1998, Corrugated Fiberboard—determination of Edgewise Crush Resistance[S].
- [12] GB/T 6545—1998, 瓦楞纸板耐破强度的测定法[S].
- GB/T 6545—1998, Corrugated Fiberboard—determination of Bursting Strength[S].
- [13] 杜伟民. 纸和纸板施胶剂的研究进展[J]. 造纸化学品, 2009, 21(3): 34—39.
- DU Wei-min. Research Progress of Sizing Agent of Paper and Paperboard[J]. Paper Chemicals, 2009, 21(3): 34—39.
- [14] 彭慧. 壳聚糖类防油剂对食品包装纸的抗油脂作用[D]. 无锡: 江南大学, 2013.
- PENG Hui. Study on Oil and Grease Resistance of Chitosan Oil Repellent in Preparation of Food Packaging Paper[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013.
- [15] 刘喜生. 包装材料学[M]. 长春: 吉林大学出版社, 1997.
- LIU Xi-sheng. Packaging Material[M]. Changchun: Jilin University Press, 1997.