

压铸锌合金铸锭生产线自动化改造

Automation Transformation of the Production Line for Die-casting Zinc Alloy Ingots

肖利民

Limin Xiao

韶关冶炼厂 中国·广东 韶关 512024

Shaoguan Smelter, Shaoguan, Guangdong, 512024, China

摘要: 针对原压铸合金铸锭生产线生产设备老化, 自动化水平落后, 人工劳动强度大, 生产效率低等问题, 韶关冶炼厂对其进行了自动化升级改造。升级后的生产线以西门子 S7-1500 为控制核心, 采用机器人等各种先进自动化设备, 实现了压铸合金铸锭生产线的集成自动化控制。

Abstract: In response to the problems of aging production equipment, outdated automation level, high manual labor intensity, and low production efficiency in the original die-casting alloy ingot production line, Shaoguan Smelter has carried out automation upgrading and transformation. The upgraded production line uses Siemens S7-1500 as the control core and adopts various advanced automation equipment such as robots to achieve integrated automation control of the die-casting alloy ingot production line.

关键词: 压铸合金; 铸锭生产线; 自动化升级改造; 机器人

Keywords: die casting alloy; ingot production line; automation upgrade and transformation; robot

DOI: 10.12346/etr.v5i6.8183

1 引言

中国精炼锌市场消费以锌合金为主要形式, 其中热镀锌合金约占比 60%, 压铸锌合金占比为 15%。压铸锌合金下游消费中日用五金、汽车五金配件、锁具、卫浴、玩具、拉链、电子产品等除内销外, 也与出口密不可分^[1]。韶关冶炼厂的压铸锌合金生产已经有多年的历史, 但是生产装备老化, 生产过程以人工操作为主, 生产效率低, 人工成本高。针对压铸锌合金铸锭生产线存在的诸多问题, 韶关冶炼厂对压铸锌合金生产线进行了自动化改造, 铸锭码垛机组可实现机器人自动刮渣、机器人自动码垛、锭垛自动打捆、自动称重、自动贴标等功能。

2 压铸锌合金铸锭生产线整体改造方案

2.1 原铸锭生产工艺流程

改造前的生产工艺流程为: 锌合金液流入铸锭机模具→前段人工刮渣→中段雾化喷淋冷却成型→后段机械打码→人工敲打模具, 使锭落入接锭线→人工搬运码垛→人工手动

打捆→叉车转运至仓库→人工称重贴标。可以看出整个生产线自动化程度极低, 基本都是人工操作, 劳动强度大, 生产效率低。

2.2 铸锭生产线改造功能需求

根据原压铸锌合金铸锭生产线的工艺流程, 结合生产车间的场地限制和实际需求, 对生产线的改造提出了如下要求: ①人工刮渣、人工搬运码垛改为机器人操作; ②铸锭机后段打码改为激光打码; ③接锭线设置剔废装置和控制箱; ④增设水冷线, 将脱模后的合金锭温度降至 60℃以下, 以便更好地实施在线码垛; ⑤增设锭垛输送线, 作为合金锭的码垛、打捆、称重、贴标的载体和输送工具; ⑥除铸锭机、刮渣机器人、码垛机器人、打捆机外, 其余部分由中央控制器集中控制运行, 正常运行时能独立完成铸锭生产线的自动生产, 中央控制系统可以监控机器人及打捆机的改造状态, 进行相应的交互指令通讯; ⑦自动打捆机、称重贴标部分应该有手动和自动模式, 生产线集中控制系统能屏蔽故障设备, 以免影响整个生产线的运行; ⑧在现场操作台和上位机

【作者简介】肖利民(1983-), 男, 中国湖南邵阳人, 本科, 工程师, 从事电气自动化的设计、调试、维护工作研究。

能实时监控铸锭生产线的运行状态,设置相关运行参数,查询报警信息等。

2.3 改造后的铸锭生产线流程

根据现场的设备布置及需求分析,改造后的铸锭生产线工艺流程为:锌合金液流入铸锭机模具→前段机器人刮渣→中段雾化喷淋冷却成型→后段激光打码→气锤敲打模具,使锭落入接锭线→水冷运输线→机器人码垛→打捆机自动打捆→自动称重贴标→锭垛转运下线。

3 改造后的生产线流程控制实现

3.1 铸锭单元

铸锭单元由于远离操作柜台,采取就地单独控制的方式。铸锭机机尾安装有控制箱,运行采用变频调速的方式,机头有远程电位器调速装置,便于调速使铸锭机运转速度与浇铸速度匹配。在铸锭线浇铸后第三块模具处安装一台刮渣机器人,机器人通过同步跟踪器实现与铸造机同步运行。锌合金刮渣机器人的末端刮板在切入锌合金熔液之后,在刮渣的过程中,刮板与锌合金熔液的夹角逐渐变小,另一个方向则由锌合金刮渣机器人依靠寻迹跟进的方式提供一个跟铸锭线一致的速度,确保刮渣的过程中平稳进行。待锌合金锭刮渣机器人将锌渣推送至模具后端时,执行上提操作,将刮板中的锌渣捞起,执行转运甩渣的动作^[2]。刮渣完成后的锌合金锭继续沿铸锭线输送方向运输,在铸锭线末端掉锭前安置一台分体式激光打码机,在锭模正上方进行打码作业。

3.2 水冷输送单元

锌合金锭经铸锭线输送至末端时,由接锭水冷线前端的落锭接锭装置接收,待锌合金锭平稳降落至接锭水冷线,由接锭水冷线传输至剔除装置区域。当锌合金锭经过接锭水冷线运输至剔除装置区域,由人工识别判断合格锭与不合格锭、废锭。当发现不合格锭或者废锭时,由人工按下剔除装置按钮,剔除装置升起,前端阻挡装置运行。不合格锭或废锭顺着剔除装置滚轮滚落回收桶。当锌合金锭经过剔除装置一段距离后,便进入冷却水槽进行冷却,保证锌合金锭外部的冷却成型。锌合金锭经冷却后,在底部阻挡装置的作用下停止前进,然后在两侧的整平装置的作用下进行整平。锌合金锭经整平后根据码垛工艺进行翻锭操作,如需要翻锭,则翻转装置内两侧的阻挡气缸将进行工作,阻挡锌合金锭前行,同时将锌合金锭进行翻转。完成前面工序的锌合金锭最后流转至接锭水冷线末端区域,在顶升前,两侧的整平气缸会再一次将锌锭整平,确保码垛机器人能正常码垛作业,随后顶升气缸将相应数量的锌合金锭顶起,等候码垛机器人的夹取作业。

3.3 码垛单元

锌合金锭经过末端整平装置整平后,底部顶升装置顶升。码垛机器人在收到“允许取料”信号后开始夹取,夹取物料后进入等待状态,同时向集中控制系统发出“取料完成”信

号;得到集中控制系统的“允许码垛”信号后,将合金锭码放在对应凉锭线上的位置。机器人按照机器人控制系统里面的设定程序完成码垛后,向中央控制系统发出“码垛完成”信号,每当锌合金垛整垛码放完成一次后,凉锭线便向后输送一个工位,开始新一轮码垛。

3.4 锭垛输送单元

码垛机器人锌合金锭码放到对应的位置上,码垛完成的锌合金垛由凉锭线输送至对应的打捆位置、称重位置及整垛贴标位置。完成锌合金垛的打捆、称重及贴标的工序。锌合金锭整垛经整垛贴标后由凉锭线继续输送至下一个垛位,在凉锭线末端的锌合金垛将通过人工操作吊车将其吊运下线。下面对自动打捆机、称重转运系统、自动贴标机进行简要介绍。

3.4.1 自动打捆机

打捆机选用德国捷锐全自动塑钢带打捆机,对运输到打捆位置的锌合金锭平行打捆4道。具体流程为:打捆机得到集中控制系统打捆指令后,机头下压至锭垛顶面,同时伸缩式带槽(穿剑)穿过锭垛底部,送带结构进行送带,环绕整个锭垛,机头对塑钢带进行拉紧、热熔、切断,机头和伸缩式带槽复位,并依次移动到下面三个位置进行打捆后,打捆机复位后完成整个打捆工作。打捆结束后,打捆机向集中控制系统发出打捆完成信号。

3.4.2 转运称重系统

自动称重机构主要由吊装机构、顶升机构、电子平台秤、砝码箱支撑台等组成。当锭垛输送机上的锭垛输送至称重工位时,由吊装机构往前移动到中间叉锭位,将锭垛类似叉车一样举升,再往后侧移动至电子平台秤上方,下放到锭垛支撑架上静止后,标准电子平台秤完成对锭垛的称量,并在仪表上显示净重,后续再将数据传输给贴标机。如果需要人工对平台秤进行校称时,此时锭垛输送机称重工位无锭垛,PLC控制吊装机构可以继续向前侧跨过锭垛输送机移动至砝码箱支撑台,吊装机构用与叉锭垛一样的方法将砝码放置在平台秤上进行校称,校称完成后吊装机构将砝码箱放回原处,方便快捷。

3.4.3 自动贴标机

自动贴标机主要由工业打标机、贴标机构、电脑及定制软件组成。自动贴标机能实时读取称重工位的数据,将当前称重重量传入电脑及定制软件中,并结合牌号、批号、捆号等相关信息生成产品在标签中。形成打印任务发送到打印机内,当锭垛输送机将称重完成的锭垛输送到贴标工位时,只要获得集中控制系统“允许贴标”信号,贴标机在具备打印任务的情况下,会自动打印标签,并通过贴标机构手臂贴合于产品上,贴合完成以后,贴标机会向集中控制系统“贴标完成”信号。贴标机还可以向产线发送打印机与贴标机故障信号,当发生故障时,贴标机蜂鸣器会持续作响,现场人员可及时到位了解情况并作相应处理。当故障排除,设备恢复

正常后，所有故障输出信号会自行消失。

4 改造后的生产线控制系统的硬件选型

分析生产设备工艺流程，得知控制系统共有开关量输入点 45 点，开关量输出点 48 点。控制柜中配置西门子的 1500PLC 存储程序，另配一个通信模块（CM PtP RS422/485 HF），一个步进驱动模块（TM PTO4）控制翻转步进电机和称重转伺服电机。由于生产线设备比较分散，为了方便就地/远程操作，减少控制线路敷设，选择了分布式 IO 模块，分别位于控制柜、现场操作柜、转运称重柜中，各 IO 模块采用工业以太网连接。IO 模块选用深圳华杰智控的输入模块 HJ3206，输出模块 HJ3207。控制柜、现场操作柜、转运称重柜中各配置了一块输入模块和一块输出模块。现场操作柜配置一块西门子 12 寸触摸屏，班组休息室配置一台上位机。

5 生产线控制系统软件实现

生产线控制系统软件程序开发包括系统硬件组态、编写控制程序、触摸屏组态监控画面、上位机组态监控画面，这些功能都用西门子全集成自动化软件博途 V16 开发完成^[3]。下面就系统硬件组态、控制程序和触摸屏监控画面组态进行分别介绍，由于上位机监控画面与触摸屏完全一致，在此不作介绍。

5.1 系统硬件组态

由于采用博途软件开发，输入模块 HJ3206、输出模块 HJ3207 作为第三方分布式 IO 模块不能被直接识别，需要先用自己的配置软件分配 IP 地址进行配置，生成 GSD 文件，然后导入博途软件中才能正常进行设备组态。

5.2 控制系统程序

控制程序采用模块化设计，包含主程序（OB1）、8 个

功能组：系统初始化、报警、输送线、凉锭线、称重转运线、电机水泵控制、机器人、Modbus RTU 通讯。翻转步进电机和称重转伺服电机需要在工艺对象里面做相应设置，然后才能在各程序模块中进行编程控制。各功能组内包含相应的 FB 块或者 FC 块，主程序调用相应的 FB 块或者 FC 块，实现完整的程序控制功能。完整的程序块见图 1。



图 1 控制系统程序块

5.3 触摸屏监控画面组态

触摸屏的程序设计根据对生产线的控制和操作要求，运行界面包含以下画面：主界面、IO 监视（包含控制柜、操作柜、转运柜 3 个子画面）、水泵控制、系统参数设置、电机参数设置、历史故障、诊断、用户管理、后台管理，画面通过下面的 F1~F10 切换。

如图 2 所示，“主界面”具有以下功能：①监控接锭线设备运行状态。②监控水冷线上设备运行状态，统计翻转块数，设置翻转锭面朝向，设置正反面检测功能。③监视码垛机器人的即时状态，监视垛盘信息。④监视垛运线上打捆机、转运称重设备、贴标机的工作状态及其各自工位上是否有锭垛存在；监视称重转伺服电机的实际位置和当前锭垛的重

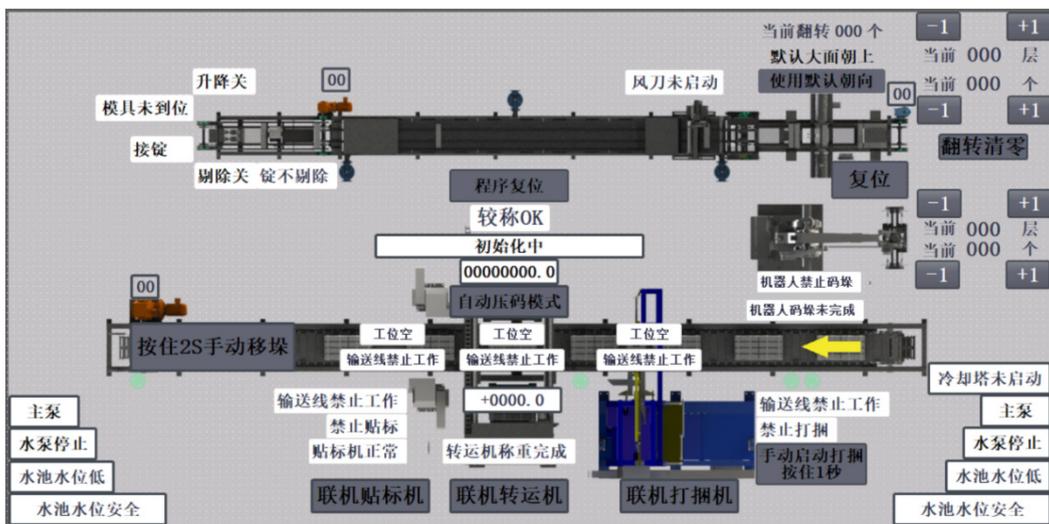


图 2 触摸屏主界面

量；当设备异常时，可以通过点击相应的联机按钮进行设备屏蔽，以免影响后续的生产；当本班铸锭任务完成后，如果垛运线上还有未完成打捆、称重、贴标的锭垛，可以通过点击“按住2S手动移垛”按钮，使锭垛依次通过打捆、称重、贴标工序。⑤监视冷却水循环系统的工作状态。“IO监视”画面可以实时监控各IO点的状态，可用于设备故障时故障点分析。“系统参数设置”画面可以设置系统中各种器件的动作时间，转运称重位上各种点位置设定。“电机参数设置”画面用于设置各种电机水泵的加减速时间、运行频率给定等参数。“历史故障”画面可以查看发生的各种报警记录。其中水泵控制、系统参数设置、电机参数设置、用户管理、后台管理等画面都需要输入具有管理权限的用户名和密码才能进行进入修改，防止影响系统的正常运行。

6 结语

韶关冶炼厂对压铸锌合金生产线进行自动化升级改造，升级后的生产线实现了压铸合金铸锭生产线的集成自动化控制。经过实际运行结果表明，控制系统运行稳定，显著降低了工人劳动强度，提高了压铸锌合金产品的质量，为韶冶打造“智慧工厂”的目标迈出了积极的一步。

参考文献

- [1] 冯君从.我国压铸锌合金的供应和需求[J].有色金属工业,2001(2):48.
- [2] 林国新.压铸合金铸锭生产线的改造 [J].中国设备工程,2020(4):195.
- [3] 崔坚,赵欣.SIMATIC S7-1500与TIA博途软件使用指南[M].2版.北京:机械工业出版社,2020.