

引用格式:王明琴.铜加工智能管控系统的应用集成[J].有色设备,2025,39(4):118-124.

WANG Mingshen. Application integration of intelligent control system for copper processing[J]. Nonferrous Metallurgical Equipment, 2025, 39(4): 118-124.

铜加工智能管控系统的应用集成

王明琴

(北京瑞太智联技术有限公司,北京 100083)

[摘要]制造业企业智能化进程参差不齐,最早建设的ERP系统已建成约30年,随着时间的推移,更多应用系统的建设,各系统交替使用给操作员的日常工作带来了巨大的压力。某铜箔公司目前已建成ERP、CRM、SCM、OA、PMS、SMS等诸多系统,且有AGV、WMS等在建智能化项目。为提升各系统协同性,提高日常工作效率、挖掘数据价值,彻底解决信息孤岛,铜箔公司建设智能管控系统,基于数据平台的数据处理、存储、共享能力,将企业现有系统进行整合,对其中冗余数据进行清理,为后续数字化建设打造良好数据基础。项目通过合理且有效的技术与策略对各现有系统进行集成,促进异构系统间信息交互及应用,有效提高数据资产准确性、及时性、完整性。实现了现场328台主生产设备、37台AGV、9台实验室检测设备、5套三方系统的数据集成。共采集20000余点实时数据、1000余点关系数据,减少现场手工记录单40余张,电子文档7套。

[关键词]铜加工;数字化车间;智能制造;生产管控系统;系统集成

[中图分类号] TF811 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-8884(2025)04-0118-07

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2025.04.015

0 引言

加工行业经历过从信息时代底座的数字化时代将文字、图像、声音通过采样、量化、编码手段转变为计算机可以识别、存储、加工的数据形式,其代表产品包括数字化仪表、视频监控识别等,到ERP、CRM等,通过现代技术手段对信息资源进行深度挖掘、统一管理、合理利用,实现信息有效传递、共享的信息化时代,再到以AGV、智能立库为代表的结合网络、大数据、人工智能具备自主决策和自适应能力的智能化时代。随着越来越多技术手段的融合,加工行业普遍面临信息孤岛、数出多源的问题,作业人员在保全产量、质量的同时,需要在多个系统中重复操作以维护数据的完整性。基于此,通过建设一体化生产管控平台及工业大数据平台,可对上层决策系统以及下层终端设备、仪器、仪表数据进行整合,将跨层级的主数据、业务数据等进行统一采集、存储、管理、分析及共享。

本文以某铜箔企业为例,阐述如何通过一体化

生产管控系统与工业大数据平台对企业现有信息系统、智能装备进行集成。企业现有集团公司建设的企业资源计划系统(ERP)、办公自动化系统(OA)、采购管理系统(PMS)、销售管理系统(SMS),并且同步新建企业内部智能搬运机器人(AGV)、自动烘箱、自动包装线、智能立库(WMS)、智能行车等智能装备。

1 建设目标

通过建设一体化生产管控系统连接铜箔公司设计、工艺、制造、计划、采购、销售全业务流程环节,建设适应公司当前的数字化、信息化水平的制造运营管理体系,涵盖产品设计开发、项目管理、数据管理、质量控制、生产计划实施、制造过程管控等内容,支撑制造体系的整体业务,提高公司的整体生产能力、产品质量控制和制造过程管控水平。

一体化生产管控系统建设目标如下。

1)实现建立统一、全面、集成、信息实时共享的管理信息平台。基于实时数据的生产调度及制造资

[收稿日期] 2025-03-11

[作者简介] 王明琴(1992—),男,北京市人,硕士,主要从事有色金属加工行业信息化系统设计实施工作。

源统一管理 with 合理配置。实现车间作业计划与调度的优化和动态管理,提高产品制造过程的透明化、均衡化和设备利用率,保证产品的制造周期。

2)实现数据统一管理。实现生产制造过程数据的统一管理,实现对生产设备运行参数、工况、物流和质量等信息的实时采集、集中监控可视化与闭环反馈,并支持企业的扩展应用。

3)实现过程质量数据控制。实现质量数据(包括加工过程中自动采集的实时数据、常规质量检验的现场数据或历史数据等多数据源)的统计过程控制,实时监控关键生产质量环节,分析制造过程的质量稳定性和工序能力,为产品质量改进并及时采取相应的措施提供重要依据。

4)实现信息流规划与全面动态集成。①生产过程闭环管理。实现产品数据、工艺数据、生产制造及管理数据的完整闭环和基于业务流程的动态共享,以及基于制造规划、作业调度与资源运控一体化流程中相关制造数据的联动。当产品和工艺数据发生变更时,支持制造流程的动态响应和更新。②准时生产。通过与 ERP 系统的集成与协同,形成支持中长期与现场实时级生产作业计划的推拉结合计划体系,支持对客户订单的快速响应和对生产异常的有效处理,支持准时生产等先进管理模式的应用。③全生命周期追溯管理。支持实现产品全生命周期

的生产和质量数据追溯和多视图查询,并可通过报表中心灵活制定各类分析统计报表,为企业管理者提供决策信息支持。④规范化管理。配合企业制订信息化管理系统的规范化管理流程和信息化岗位职责,形成信息化环境下生产管理与制造执行过程的规范化管理机制。

2 集成方案

2.1 一体化生产管控系统

一体化生产管控系统(图 1)由生产管控系统和工业数据平台组成,系统提供企业级集成能力,内嵌工作流引擎、工业数据平台访问引擎、消息服务和开发的 API 接口、微服务接口等,可实现与第三方应用系统的数据集成、服务集成、组织集成、用户集成、门户集成、任务集成、流程集成。一体化生产管控系统建设内容包括 MES 系统、工业大数据平台、车间三维可视化。本期项目建设的系统不能形成新的信息孤岛,必须与部分已建成或还在持续建设系统信息共享、数据联动,利用相应的适配器,实现应用集成、业务协同。应用集成借助搭建的智能工厂平台,将不同系统有机地集成到一个无缝的、并列的易于访问的单一系统中,并实现单点登录,进行业务处理和信息共享。

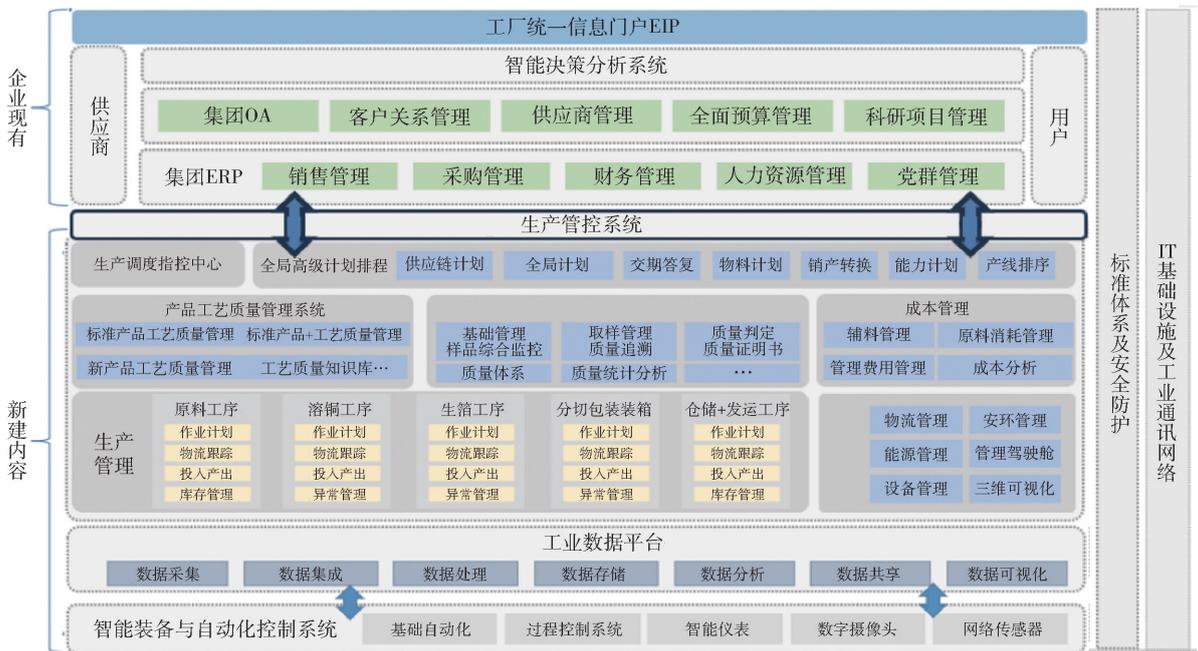


图 1 一体化生产管控系统架构

Fig. 1 Architecture diagram of integrated production control system

2.1.1 生产管控系统

生产管控系统包括工艺质量管理、高级计划排产、生产执行管理、全过程质量管理、成本管理、物流管理、能源管理、设备管理、三维可视化等,主要对执行层生产过程信息进行有效管理与汇总,形成各级统计数据及报表,并基于数据平台提供的数据对全厂信息进行整合展示。生产管控系统是整个信息化工厂建设的核心模块,通过集成生产计划、调度协同、现场操作管理、工艺点检、生产实绩收集、成本管理、能源管理和统计分析管理等业务,建立面向厂级管理层、车间管理层、业务管理部门、工段管理层和现场人员等不同角色的生产协同管理系统,提升现场生产业务协同和管控能力。

2.1.2 工业数据平台

工业数据平台通过数据采集、集成、处理、存储、分析等功能对企业数据进行共享及可视化展示。工业数据平台应包括工业数据库、数据计算与处理引擎、多渠道报警引擎、资产树管理引擎、人员树管理引擎、标准规范管理引擎、物料基础数据管理引擎、日志和安全访问管理工具、趋势分析工具、统计分析工具(支持对数据进行预处理算法、分类算法、回归、聚类、关联规则等,提供趋势预测、聚类分析、评分模型等;具有报表、查询、分析、仪表盘、企业报表等功能,与 Excel/WPS 无缝集成,内嵌工业数据库访问组件,直接与工业数据库对接,读取工业数据库中任意数据)、数据组态工具(提供 WEB 图形组态编辑器,内嵌工业数据库访问组件,实现工艺流程画面与数据的快速集成)、数据治理工具、接口配置工具(支持接口适配器信息配置、点位信息配置、消息队列、缓存配置、状态监控配置、持久化存储配置等)、日志配置、接口监控工具、接口适配器(涵盖 OPC、Modbus、IEC101/103/104/61850、MQTT、DLT645、T188、SQL、ODBC、DDE、RS232/485、ASC II 文本和 OLEDB 等协议的采集)相应功能。

2.2 系统集成

系统集成内容分为 3 部分,图 2 为生产管控系统数据流。

2.2.1 上层系统(ERP、销售管理系统、采购管理系统等)

1)ERP 是以管理会计为核心的信息系统,获取客户订单后通过识别和规划企业资源,完成加工和交付,最后得到客户付款。ERP 管理软件将企业内

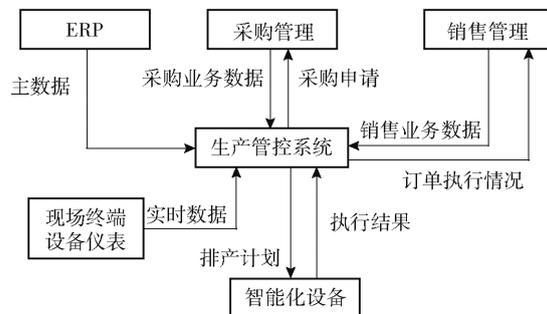


图 2 生产管控系统数据流

Fig. 2 Data flow of production control system

部所有资源整合在一起,对采购、生产、成本、库存、分销、运输、财务、人力资源等数据进行统一规划,从而达到最佳资源组合,取得最佳效益,使企业在日益加剧的市场竞争中寻找机遇。ERP 作为集团内控的重要手段,通过构建集团标准人力、硬件资源、组织架构等数据资产,能够实现各分子公司及部门间的数据实时共享,确保集团内数据的准确性与一致性^[1]。

2)销售管理系统是企业实现合同管理、提高工作效率、降低成本的重要工具,需要实现从合同签订、订单处理、成品库管理、财务结算等一系列流程的高度协同,以保证订单处理的及时性和准确性。销售管理系统的目的是有效掌握接单价格,控制销售订单的承接、审核过程并进行客户的债信管理以及交期控制以提高客户服务水平^[2]。不同于传统 ERP 中将业务流、财务流、工作流等条理清晰地分列出来进行分别管理,销售管理系统致力于流程推动的同时同步推进业务流、财务流、工作流的进程。

3)采购管理系统包含供应商关系管理、订单操作、采购成本核算、物流管理、仓储管理等多元化功能,能有效简化采购流程、提高采购流程透明度,从而大幅提高采购作业率,有效保证到货及时率,压缩采购成本提高现场生产效率,实现信息资源的统一管控与实时监控,进一步巩固企业的竞争优势^[3]。

生产管控系统针对以上 3 个上层系统的特殊优势,以数据集成的方式实现与上层系统的对接。考虑 ERP 作为集团主数据源头,从 ERP 系统对接组织架构、人员信息、结算周期、设备信息、客商信息、物料信息等基础数据,并在工业大数据平台中进行存储,以便铜箔公司后续其他信息系统获取及使用。采购管理系统集成采购相关业务数据,包括采购订

单、采购物流状态、采购出入库台账、原辅料及备品备件库实时数据,并结合现场执行情况根据订货点法提交原辅料及备品备件采购申请。销售管理系统提供销售业务数据,包括销售订单、订单明细信息、发货计划,并由生产管控系统反馈订单排产情况、订单执行情况、WMS 执行成品库出入库信息、发货情况。

2.2.2 智能化集成(智能烘箱、智能包装线、WMS、AGV)

智能制造作为工业 4.0 时代的核心技术,实现了信息技术、自动化技术以及制造技术的高度融合,目的是通过生产系统的高度互联实现高效、灵活且多变的产品生产。智能制造数字化项目在当前工业领域正呈现出迅猛的发展势头,通过智能制造与信息流结合不仅减少现场作业量,提高了生产效率,有效优化生产流程,从而大幅提升产品质量^[4-5]。铜箔公司自动化部分主要是现场智能装备:洁净车间内智能烘箱、智能包装线、AGV、WMS。其中,智能烘箱、智能包装线、AGV 为同一供应商,并提供现场生产使用的中控操作系统因此,生产管控系统未对现场洁净厂房内操作进行任务下发及质量判定以外的干预。具体业务流程如图 3 所示。

由 MES 系统获取销售管理订单及明细后进行订单排产并生成生产计划,下发生产任务单至现场,智能化中控系统通过现场操作终端 PDA 完成 AGV 物料转运调度及生产信息录入,完工后调度 AGV 将物料转运至线边库并同步线边库存储信息。MES 系统根据现场完工信息生成物料送检任务,并由质计部门完成质检及判定结果录入后,推送检验结果至中控系统作为后续任务开工前置条件。智能包装线完成最后一步工序操作后,提出入成品库申请,由 MES 系统校验成品检信息后反馈 WMS 系统入库确认信息,现场智能包装线运送物料至立库,并同步入库台账至 MES 系统。物料出库计划由销售管理结合发货计划生成,FQC 人员根据出库计划、成品库信息,在 MES 系统中完成组货操作,立库接收组货单完成出库操作后反馈执行结果至 MES 系统。其中,销售管理系统与 WMS 进行直接交互,由 MES 系统进行中转,确保铜箔公司内部系统由唯一出口统一对接集团层系统。

2.2.3 数字化设备及仪表(生箔机、分切机、数字电表)

由一体化生产管控系统提供的工业数据平台对

现场生产设备及数字仪表进行数据采集。工业数据平台是一个数据支撑平台,把企业底层的生产设备、仪表、数据监控系统中的离散数据进行有效整合,存储到实时/时序数据库中,再经过逻辑匹配和计算,与实际生产过程中的原料批次号、产品卷号、工艺等结合起来,通过定义的公共通讯接口,为铜箔公司内部各系统提供数据支撑。

3 集成实践效果

通过与 ERP 系统集成获取原辅料、材料备件、设备基础信息,并推送至采购平台,确保了铜箔公司与母公司之间基础数据的一致性,并且根据母公司 ERP 系统提供的设备折旧信息和人员工资信息完成铜箔公司作业成本核算。通过与销售管理系统集成,避免了订单重复录入的工作,母公司订单发生变更时,可动态调整铜箔公司现场排产、生产、发货。在接收到母公司发货计划后,FQC 结合生产管控系统的质量管理、成品库管理在生产管控系统中完成组货及审批操作后,自动推送至 WMS 实现成品自动出库。并根据实际出库结果反馈出库、发货情况至销售管理系统。通过与采购平台对接,实现原辅料、备品备件出入库台账及实时数据同步,现场操作员可根据库存情况按需申领,并可在生产管控平台中提起采购计划申请,经相关领导审批后自动同步至采购平台发起采购计划。

智能化部分集成实现了车间内单一系统使用,现场操作人员通过手持终端进行生产信息录入,并在完工时自动叫 AGV 车到指定机台完成上下卷操作。生产过程中设备运行信息由工业数据平台统一采集后反馈回手持终端,使现场作业组长及操作员可同时远程掌握多台设备当前运行情况,结合生产管控系统预警、告警信息推送,可以更加精准地掌握现场设备情况,有效避免设备故障、生产事故发生。

现场操作员使用移动端设备对生产记录及 AGV 叫车等进行操作,执行结果推送生产管理系统执行管理进行数据存储并结合设备数据采集结果实现生产过程设备运行参数跟踪及设备运行状态预警告警。

数字化设备的集成主要以数据采集形式体现,工业数据平台通过自身指标控制上下限对采集指标进行有效控制,并可通过智能化 PC 端系统或智能化手持终端实时查看,或接收异常指标报警信息。

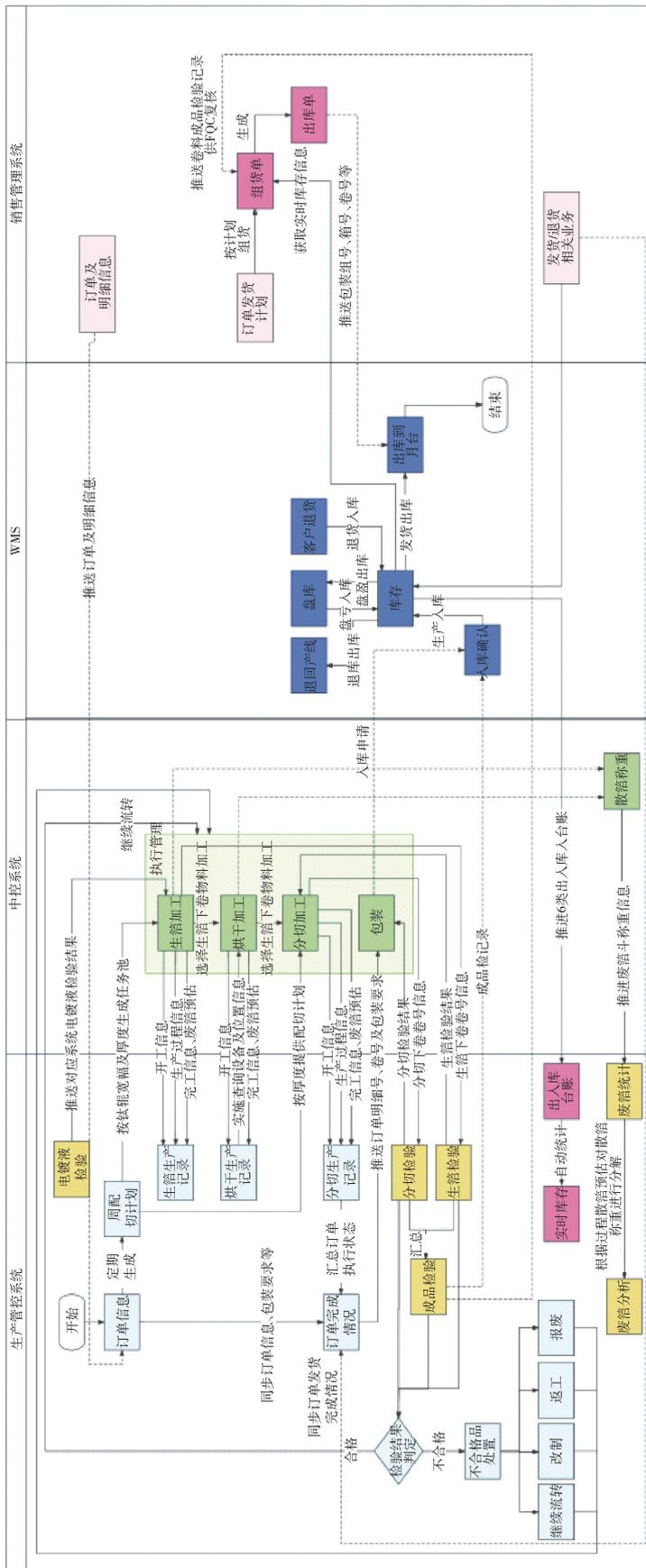


图3 铜箔公司各系统操作业务流程
Fig.3 Business processes for operating various systems in copper foil companies

数字化仪表集成以电表、水表为主,通过数据采集,结合智能化生产管控系统能源管理提供数据实时查询、周期数据统计、峰谷平用电分析等为领导层提供决策辅助,并避免了操作人员现场抄表的大量工作,确保能源数据高效、准确收集。

通过对现场设备及系统的集成,用户现场包括订单排期表、生产任务表、熔铜记录表、质量跟踪卡、组货单等 40 余张纸制表格及 7 套电子表格均实现线上流转,实现了现场 328 台主生产设备、37 台 AGV、9 台实验室检测设备、5 套三方系统的数据集成,共采集 20 000 余点实时数据、1 000 余点关系数据。铜箔公司操作人员减少了大量手工冗余,全部业务人员均通过操作单一系统实现自身相关全流程运转,有效提高了现场作业效率。各数据均由唯一数据源提供,确保现场数据数出同源,保证了数据准确性、可用性,最终由生产管控系统对现场生产、质量、能源等数据进行统一分析处理,形成指标趋势图及公司、车间、班组相关报表及图形可视化展示。

4 结语

针对加工行业信息化、智能化发展整体规划不足,建设时形成信息孤岛,各系统协同性不强,且出现数据维护冗余的情况。

铜箔智能管控系统建设项目将建设目标集中于信息集成、异构系统协同,系统集成结合用户需求,将不同的软、硬件产品或设备通过先进性技术进行整合,实现发展可拓展性、使用灵活性、操作可行性,

避免数据冗余、信息孤岛,有效改善企业业务流程,提高信息化整体水平,保持企业数据资产的一致性、有效应用,同时也为后续的信息技术扩容提供更加便捷、高效的使用性,在日常应用中为企业提供更加准确、可靠、高效的数据支持。

综上所述,一体化生产管控系统通过工业数据平台实现多个异构系统的数据集成,使铜箔公司能够跨系统、服务、应用实现数据交换、功能共享、协同作业。同时避免数据共享过程中可能出现的数据不一致问题,确保铜箔公司各数据来源的唯一性以及完整性。通过系统集成优化企业现有部分业务流程,提高各系统功能使用效率和灵活性。并为企业未来信息化智能化拓展打下坚实的数据基础,在后续应用过程中可以通过数据平台提供的 API 或支持的标准通讯协议继续扩充平台数据,并通过标准接口实现跨系统数据共享。

[参考文献]

- [1] 李永勇. 数字化转型下企业全流程 ERP 系统的应用与绩效研究——以 A 企业为例[J]. 投资与合作, 2025 (1): 154 - 156.
- [2] 徐妍, 王证群, 高展鹏, 等. 销售管理系统研究与设计[J]. 科技创新与应用, 2024(7): 134 - 137.
- [3] 陈国栋. 采购数字化管理系统设计策略[J]. 信息系统工程, 2024(7): 16 - 19.
- [4] 赵旻恣, 蔡婷. 智能制造数字化项目标准化管理[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2025(1): 4 - 7.
- [5] 李冬萍. 地下铜矿山智能化建设架构研究与应用[J]. 有色矿冶, 2023, 39(5): 58 - 61.

Application integration of intelligent control system for copper processing

WANG Mingshen

(Beijing RTlink Technology Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: The intelligent process of manufacturing enterprises varies greatly, and the earliest ERP system may have been built for 30 years. With the passage of time, the construction of more application systems and the alternating use of various systems have brought enormous pressure to the daily work of operators. A certain copper foil company has currently built many systems such as ERP, CRM, SCM, OA, PMS, SMS, etc., and has ongoing projects such as intelligence and WMS. In order to enhance the synergy of various systems, improve daily work efficiency, explore data value, and completely solve information

silos, copper foil company built an intelligent control system, which integrates the existing systems of the enterprise, cleans up redundant data, and creates a good data foundation for subsequent digital construction, based on the data processing, storage, and sharing capabilities of the data platform. The project integrates existing systems through reasonable and effective technologies and strategies, promotes information exchange and application between heterogeneous systems, and effectively improves the accuracy, timeliness, and completeness of data assets. Data integration of 328 main production equipment, 37 AGVs, 9 laboratory testing equipment, and 5 sets of third-party systems on site was realized. More than 20 000 real-time data points and over 1 000 relational data points were collected, reducing the need for more than 40 manual record sheets and 7 sets of electronic documents on site.

Keywords: copper processing; digital workshop; intelligent manufacturing; production control system; system integration ▲

敬告读者

为了加快稿件处理速度,缩短稿件出版周期,方便广大作者投稿及查询稿件处理情况。本刊开通由中国知网提供的“腾云”网络采编系统,作者投稿请注册并登录本刊主页上的“作者投稿系统”进行相关操作,网址 <https://yssb.cbpt.cnki.net/>。注册登录后可以向本刊投稿并查询稿件处理状态。请勿重复注册,否则可能导致您的信息查询不完整。

本刊文章数字版可在中国知网(<http://www.cnki.net>)、万方数据知识服务平台(<https://www.wanfang-data.com.cn/>)、维普网(<http://www.cqvip.com/>)下载使用。本刊从未委托任何单位或个人组稿或代收、代转稿件,作者咨询投稿事宜请拨打编辑部办公电话 010-63936591 联系。

《有色设备》编辑部