

某湿法冶炼厂生产管控数字化升级

陈睿

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 数字化工厂是未来工厂建设的方向,通过构建工厂数字化管控体系,可以突破空间、系统和组织间隔,实现人、财、物、产、供的一体化协同,为生产和优化决策提供数据支撑。某湿法冶炼厂采用“1+1+N”智能工厂架构,结合云计算、大数据、物联网、人工智能等新兴技术进行生产管控数字化升级。本文介绍了数字化升级涉及的硬件和网络架构,以及软件的核心功能,并分析了数字化工程对工厂的应用效果及价值。数字化升级后,用户可以随时随地掌握生产情况,减少了繁琐的人工信息传递工作,工厂的生产过程管控效率显著提升。

[关键词] 生产数字化;智能工厂;MES;数字化工厂;工业大数据;数字化工厂

[中图分类号] TF355 [文献标志码] B [文章编号] 1008-5122(2022)06-0079-06

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2022.06.017

0 前言

当前,以数字化、网络化、智能化为特征的新一轮科技革命正在悄然兴起,以大数据、云计算、移动互联网等为代表的新一代信息技术不断成熟,数字化、智能化工厂管控的技术储备已经越来越完善^[1-2]。我国有色金属企业属于传统大规模生产制造型企业,具有生产大而不强、管控全而不精的特点,企业内部各类经营管理数据庞大繁杂,形成多条巨大的信息“云链”,仅依靠传统的数据提取、统计和分析,耗时费力、效率低下且统计口径不一,最终往往形成“信息孤岛”^[3]。

针对上述问题,工厂通过建立数字化管控平台,实现对底层设备以及自动化系统的感知,围绕生产管理中涉及的产量、质量、成本、安环等关键应用场景,提供多方面的数字化管理服务^[4]。本文围绕数字化工厂架构、系统硬件、网络架构以及核心软件功能等方面,详细介绍了某湿法冶炼厂数字化升级改造的主要内容,并对本次工厂数字化实践的成果进行总结与展望。

1 工厂基本情况

湿法冶炼厂的业务特征为原料多样性、过程复杂性以及输出稳定性。本文的数字化试点工厂主要工艺为钴镍原料经过破碎投料后,通过氧压和常压协同浸出及除杂后产出稳定的钴镍原液。工厂现场的控制系统包括两套艾默生的DeltaV系统、一套西门子的WinCC系统,以及少量其他厂商研发的系统,厂区内电能数据已全部接入PLC(可编程逻辑控制器)。除离散控制系统外,另有一套安环数据在线分析系统需要接入生产数字化平台,为生产管理人员提供尾气排放与吸收塔的运行状态等信息。由于厂区面积较大,各生产车间、检化验室、原料仓库及安环中心等部门管理相对独立,生产管理者在进行统一调度、生产决策过程中需要耗费大量的时间、精力从各部门获取生产信息,不仅决策的及时性难以保证,还存在生产数据上报过程中的人为疏漏风险。

本次数字化升级工程的目标是通过感知、监测、控制、整合、协同等多种智能方式,把生产工序信息与实体紧密融合,使生产设备管理与远程管控结合起来,提高生产线的基础自动化和数字化水平,推进“两化”深度融合^[5],建设智能高效、节能环保的湿法冶炼数字化智能工厂。

2 系统架构设计

2.1 湿法冶炼厂数字化架构

为了实现对离散生产数据的集中数字化管理,本项目采用了中国恩菲具有完全自主知识产权的

[收稿日期] 2022-07-14

[作者简介] 陈睿(1994—),男,硕士,助理工程师,主要从事数字化工厂设计及实施工作。

[引用格式] 陈睿.某湿法冶炼厂生产管控数字化升级[J].有色冶金节能,2022,38(6):79-84.

“1+1+N”智能工厂架构,结合云计算、大数据、物联网、人工智能等新兴技术,改变传统企业惯用的生产和组织管理体系及运营方式,实现高效、节能、绿色、环保、环境舒适的效果。数字化工厂整体架构如图1所示。

第1个“1”代表搭建集全要素数据平台、数字孪生平台、三维可视化平台三位一体的数据中台。第2个“1”代表建设集操控、管理及运营一体化的管控中心。“N”代表围绕数据中台,在周围形成丰富的N种智慧应用APP及智能操控终端。

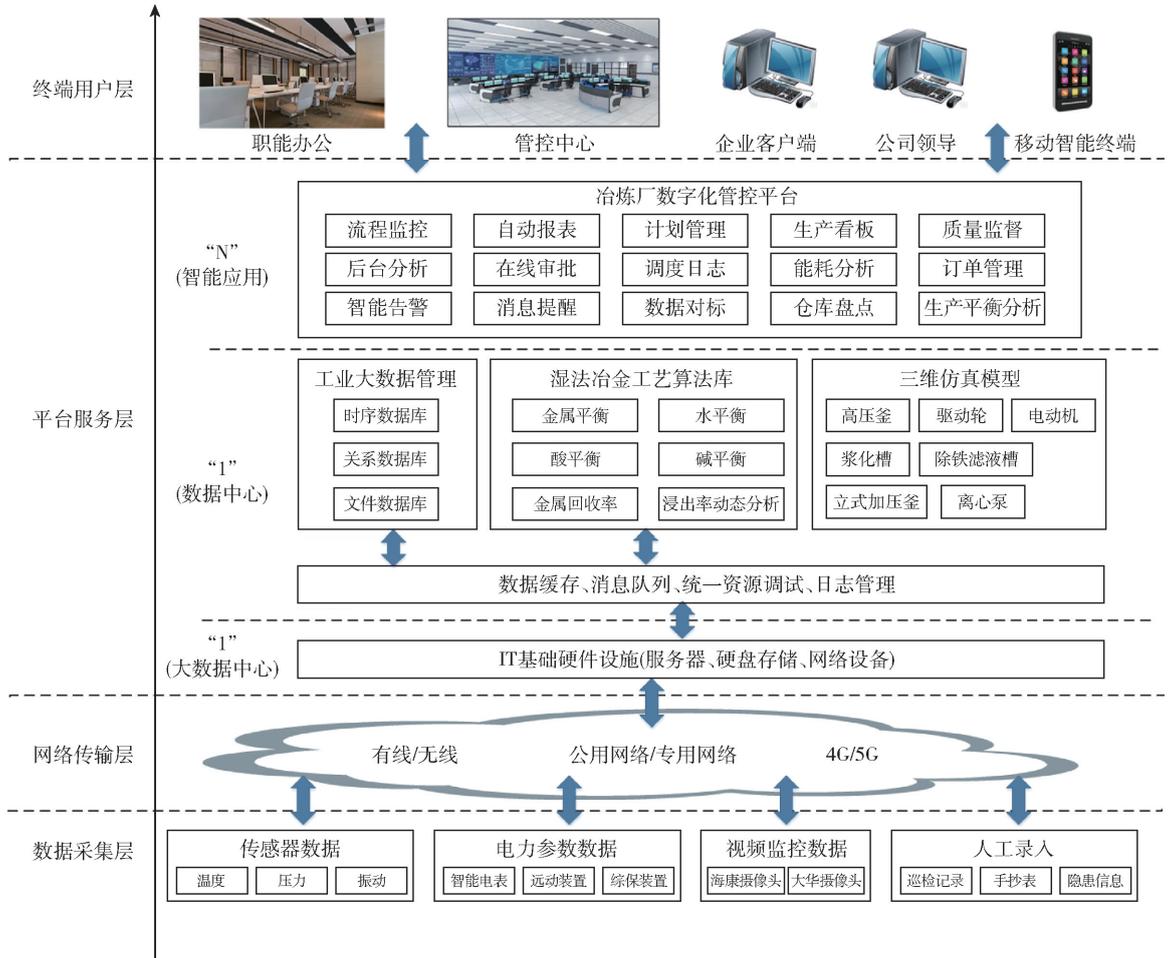


图1 数字化湿法冶炼厂整体架构

2.2 系统硬件概述

生产管控系统主要包括以下硬件:

1)实时历史数据服务器。实时历史服务器用于存储全厂的生产历史数据,并与系统中其他站点共享历史数据,采用集群技术实现服务器冗余功能。

2)Web服务器。用于部署对外发布的Web应用,具有快速的数据处理以及消息转发能力,生产管控系统内的客户端用户可以通过B/S模式访问。

3)过程处理功能站。功能站采用安全可靠的工业PC机或服务器作为数据库服务器的客户机,从数据库中获取过程信息进行分析、计算和显示,并将计算分析结果存入数据库,供其他客户机或系统

调用。

4)汇聚交换机。处理来自接入层设备的数据,并提供到应用层的上行链路,与接入层交换机相比,汇聚交换机具备更少的接口和更高的交换速率。

5)数据网关。支持底层工业控制设备到系统接入层的数据透传,支持各种工控协议解析,具有简单的数据处理能力。

2.3 系统网络架构

从生产管控系统的要求与应用角度出发,项目的网络系统在网络结构设计和网络设备选型上以能够实现下述功能为目标:

1)数据传输。即由现场的DCS控制系统、各车间变电站重要低压设备配置的多功能电表、废气在

线监测设备等向生产管控系统传输数据。

2) 数据缓存。生产管控系统的网络系统具有高度的可靠性,当网络上任一设备(包括接口计算机)和线路发生故障时,系统可利用历史数据库的数据采集器缓冲功能进行数据缓冲,切实有效地防止潜在的数据丢失,同时切除、修改或恢复投运,不影响其他设备的正常运行。

3) 实时刷新。生产管控系统的网络系统数据

传输效率高且稳定,DCS、PLC等系统到实时历史服务器的数据刷新时间小于5s;历史数据库的数据刷新速度为1s。

4) 系统安全。生产管控系统的网络应具有更高级别的网络安全策略,可对网络内的任意用户进行访客登录管理,对数据流向进行控制及隔离。

综上,采用如图2所示的网络结构和设备搭建系统平台,以达到网络平台需求。

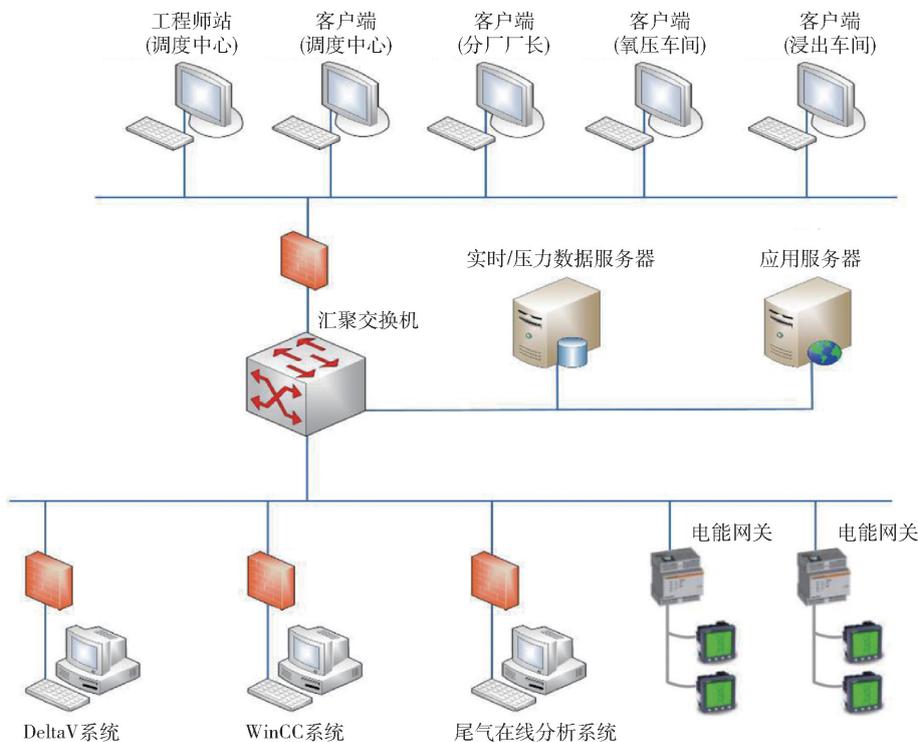


图2 系统网络架构图

整体硬件网络具有如下特点:

1) 高效性、高带宽。三层交换机在设计体系上采用背板线速交换体系构架,与传统的路由器相比,在数据包的转发性能上有了极大的提高,从而大大地提高了网络的性能;服务器、工作站到核心交换机均采用千兆光纤,接口服务器和工作站采用百兆以太网,为采集下层控制网络数据提供了一个高效的网络平台。

2) 安全性。生产管控系统在硬件上采用双核心交换机,可用率达到99.99%。双核心交换机在全球的局域网技术领域广泛采用,能够保证历史数据服务器系统的安全稳定运行,主从服务器自动切换。为了保证整个生产管控系统的安全性和保密性,采用硬件网络隔离设备以及软件安全监测的“双保险”机制,降低黑客入侵以及病毒感染的可能性。

3) 网络冗余与数据缓冲等可靠性机制。整个生产管控系统的网络应充分考虑网络及服务器的冗余性,保证系统数据的实时性及完整性。当系统的应用层发生故障时,数据接口机可利用实时/历史数据库的数据采集器缓冲功能,将涌入的生产实时数据暂存在缓存区,待系统恢复后再释放数据,避免应用层故障扩散至网络层。数据缓冲的时间可根据硬盘的空间大小及数据量而定,相关配置可通过软件自由配置,一般在接口服务器缓冲存储5天左右的历史数据,能切实有效防止潜在的数据丢失。

4) 易于管理和维护。网络核心设备都支持CLI、WEB、SNMP等多种管理方式,提供RJ45、RS232/485等多种连接方式,管理功能强大且容易操作。

5) 兼容性、可扩展性强。预备一定数量的网络接口,便于网络规模的扩展;提供多种网络接口(总

线、环网、星型网等),便于异种网络的接入。

3 软件核心功能设计

3.1 生产运行看板

生产运行看板主要通过定制化的窗口界面,根据不同管理维度需要对系统中的生产数据进行分析展现^[6]。日常生产中,管理人员只需浏览这些定制的生产运行看板,即可实时、准确地了解现场生产过程情况。当生产数据发生异常波动或现场设备出现停机后,管理人员可第一时间从这些生产运行跟踪看板中获取相应的关键信息。

生产运行跟踪看板展现的主要内容包括产、销、存对比曲线;电耗、煤耗、综合能耗曲线;工序级过程质量指标完成列表,各产线、系统过程控制指标月、年合格率累计值汇总;各班组、各系统月、年累计停机次数以及停机时常占比;原辅料库存量;生产计划完成情况等。

3.2 生产流程图

生产流程图功能可以展示选定的工段、工艺生产过程,重要生产单元的工艺运行状态等。生产流程监视包括装置、物流、设备号、位号、单位、实时数据和关键点动态曲线等信息的显示,包括分装置、分单元的工艺流程图监视,实现全方位的生产信息集中监视。监控整套装置或所有装置的关键工艺参数点,例如主要温度、流量、压力、液位、质量、计算统计点、能耗绩效指标、产量指标、负荷、重要设备的开停机状态等,集中以流程图或数据表格的形式显示。

传统自动控制系统基于 C/S 架构,通过 OPC-UA/DA 协议实现服务器端到客户端的数据通信^[2]。随着工业互联网技术的应用,基于 B/S 架构的生产流程图摆脱了原有系统架构仅支持单客户端访问且对操作系统环境有严格要求的局限性,实现了多用户、多终端同时访问^[7]。生产管理者不再需要往返于各个车间巡查生产实时情况,只需要打开手机或

者电脑,登陆网页,点击各车间各工段对应的流程图就可以快速掌握全厂生产状况。图 3 展示了控制系统所运用的分散式工业数据传输机制,图 4 为基于工业互联网的工业数据传输机制。

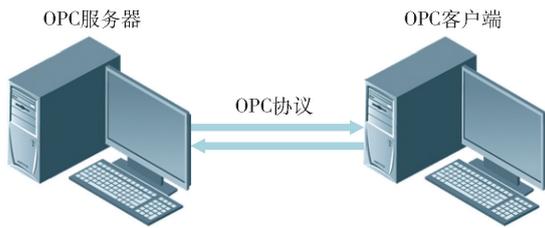


图 3 分散式控制系统数据传输机制

3.3 自动报表

在工厂的日常生产管理中,交接班日志、调度日报、车间生产日周月报等生产数据统计工作十分繁重且必不可少,关键的生产数据能够准确地反映工厂整个生产过程的运作,为生产管理人员提供一个数字化的工厂视图。通过生产数字化改造,系统可以按照设定周期自动采集底层设备、控制系统、PLC 等信息单元的实时数据,根据各级生产调度人员的需要进行汇总和统计,自动生成统计报表,供经过授权的系统用户查看。与传统的纸质报表相比,存储于数字化系统的数据具有更好的持久性,生产管理人员可以快速查阅过去一个月、一年,甚至多年的生产数据,方便实现对关键生产数据的同比、环比分析,同时也减少了生产调度人员的手工录入工作以及缩短数据上报时间,让生产者更专注于生产过程中的协调指挥与生产分析。

3.4 线上审批

针对报表审批流程长、数据传递过程繁琐的问题,设计了线上生产报表审批功能。系统为用户提供了在线编辑、提交、审批、复核以及流程节点查询功能,同时支持移动端操作,流程节点的责任人收到消息提醒后可以一键式处理待办任务。通过账号以及用户角色的权限控制,可以实现对“什么时间、什

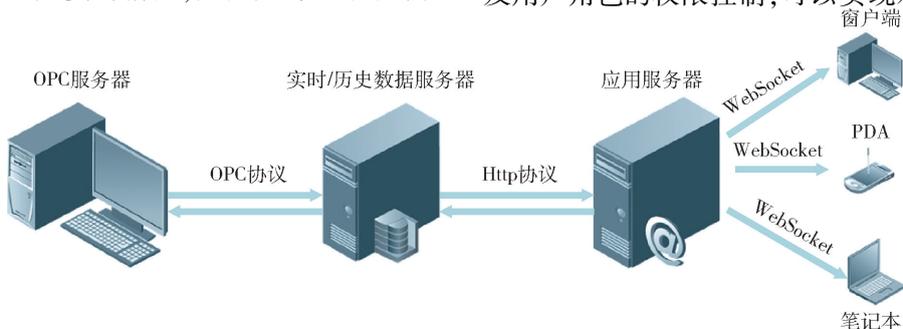


图 4 基于工业互联网的数据传输机制

么地点、谁可以访问什么内容、可以进行哪些操作”等一系列权限的精细化控制。在进行数字化升级之前,用户想要查看生产数据需逐级下达指令,然后等待生产线提交数据、汇总,往往到下班结束才能收到白班数据。数字化升级后,用户可在系统中直接下发生产填报任务,并在车间操作完成后查看到需要的数据。

3.5 后台告警

控制系统的告警功能是在客户端的应用程序中实现的,这也意味着当用户脱离控制系统客户端或者在进行其他操作时,难以及时对告警信息进行处理。因此在数字化改造过程中,在系统服务器端设计了告警规则以及消息推送机制,当发生告警事件时,服务器会推送告警信息至操作工的PC端以及移动终端上,并根据告警事件的严重程度选择推送至多个操作工甚至车间主任^[8]。每一次告警事件的处理,系统都会记录处理的过程以及耗费的时间,生产管理者可随时查看告警事件处理进度以及记录,并对处理人的操作有效性进行评估。此外,系统对不同种类的告警信息都进行了标识定义,对同类型且高频发生的告警事件以图表或统计数据的形式进行展现,供生产管理者参考。

4 应用效果及价值

经过本次数字化升级后,该湿法冶炼厂在生产管控层面实现了信息化管理,直观效果一方面体现在办公效率的提升,减少甚至取消了员工逐个抄表、手动录入数据的工作,系统后台的数据自动处理也避免了人为不确定性导致的错误;另一方面体现在管理效率的提升,工厂管理人员可以通过系统随时随地掌握一线的生产情况,发现问题及时通知相关人员处理,有效降低了生产异常波动对产线稳定运行的影响。项目实施完成后,工厂还获得了以下几方面收益。

1) 强化数据感知。通过不同协议的数据接口,使得原本存在于底层控制系统甚至逻辑处理单元的离散数据集中到生产管控平台,实现生产全过程的实时信息监控,自动生成工厂管理者关心的生产经营数据。

2) 精细化班组生产管理。系统以一个班为生产周期,动态监测周期中的物料消耗数据、关键控制参数、产品质量数据,生产管理人员可以快速进行班组间的横向对比分析,及时发现某班甚至某人的生

产操作问题,变被动为主动。

3) 生产调度优化。生产调度部门进行决策时需要综合考虑本月生产计划、产线处理能力以及仓储、物流等多方面信息,通过系统的协同能力,实现了不同职能、不同组织机构间的信息共享,使得生产调度人员可以更加高效地进行决策。

5 结束语

现如今信息技术高速发展,数字化、智能化是工厂未来发展的方向,也是企业精细化、透明化管理的核心内容。数字化改造工程不仅仅是硬件的改造以及软件功能的开发,更是对企业生产管理体系、员工工作习惯的改革。本次湿法冶炼厂数字化升级工作先后克服了工厂基础信息化水平低、工艺流程复杂、生产环境对检测数据准确性影响较大等一系列困难,取得一定成果。全面实现无纸化办公,提高工作人员工作效率,降低运维成本,同时通过提供管理体制创新、组织结构变革、工作流程再造、信息同步共享等信息化处理方式,实现集扁平化管理、大规模集控、无边界协同和大数据决策于一体的智慧管理平台。然而与智能制造的终极目标相比依然有相当的距离,冶炼厂生产原料的不稳定性以及生产过程的灵活性导致的生产管理需求变更对系统长期运行维护带来了较大的冲击,工厂的生产数字化改革仍有很长的路要走。

[参考文献]

- [1] 吴文君,姚海鹏,黄韬,等. 未来网络与工业互联网发展综述[J]. 北京工业大学学报, 2017, 43(2): 163 - 172.
- [2] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273 - 2284.
- [3] 郭佐宁,高赞,薛忠新,等. 张家岭选煤厂智能化建设架构设计研究[J]. 煤炭工程, 2018, 50(2): 37 - 39.
- [4] 赵春波,张海涛,周杰. 采矿数字化生产管控系统在乌山铜钼矿的综合应用[J]. 矿冶, 2019, 28(4): 30 - 37.
- [5] 张洁,吕佑龙,汪俊亮,等. 大数据驱动的纺织智能制造平台架构[J]. 纺织学报, 2017, 38(10): 159 - 165.
- [6] 罗凤,石宇强. 智能工厂MES关键技术研究[J]. 制造业自动化, 2017, 39(4): 45 - 49.
- [7] 岳维松,程楠,侯彦全. 离散型智能制造模式研究——基于海尔智能工厂[J]. 工业经济论坛, 2017, 4(1): 105 - 110.

[8] 杜宝瑞,王勃,赵璐,等. 航空智能工厂的基本特征与

框架体系[J]. 航空制造技术, 2015(8):26-31.

Digital Upgrade of Production Control in a Hydrometallurgical Plant

CHEN Rui

Abstract: Digital plant is the direction for future plant construction. A digital control system can transcend spatial, systematic and organizational divides in a plant, realize the integration and collaboration of human and financial resources, materials, production, and supply, and provide data support for production and optimization decisions. A hydrometallurgical plant adopted the “1 + 1 + N” intelligent plant architecture, and combined cloud computing, big data, the Internet of Things, artificial intelligence and other emerging technologies to conduct digital upgrading of production management and control. This paper introduced the hardware and network architecture involved in the digital upgrading, as well as the core functions of the software, and analyzed the application effect and value of the digital engineering to the factory. The digital upgrade provides users with mobile and real-time access to situations of the production line, cuts down on the manual transferring of information, and improves significantly the efficiency of the plant’s production process control.

Key words: production digitization; smart factory; MES; digital factory; industrial big data

(上接第 58 页)

[2] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第二版)(上)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

[3] 袁正明. 大型铜冶炼厂环境集烟系统的设计技术[J]. 有色冶金设计与研究,2007(5):28-30,40.

[4] 张殿印,王纯. 除尘工程设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2010.

[5] 中国有色金属工业协会. 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2015.

Design of Fugitive Offgas Collection System in Copper Smelting Plant

PEI Ze, REN Zhao-cheng

Abstract: The offgas produced in copper smelting process contains SO_2 and detrimental dust, which leads to poor working conditions in the smelting plant, posing occupational health hazards to workers there. The fugitive offgas collection system is critical in improving work conditions and reducing occupational disease hazards. Taking as an example the fugitive offgas collection system in a certain copper smelting plant, this paper introduced the design scheme of fugitive offgas collection system, the calculation method of the ventilation volume of the offgas hood and the air distribution scheme in the plant building. It also analyzed the problems in the operation of the fugitive offgas collection system through test data of the vent of the side-blowing furnace. Finally, it pointed out that to ensure working conditions requires both sound system design and standard field operation.

Key words: non-ferrous metallurgy; smelting plant; fugitive gas; ventilation system; air distribution; offgas discharge; SO_2