

智能制造高质量发展视域下工业数字化转型 典型案例分析

——以云南省玉溪市为例

傅逸¹, 侯欢欢², 张承炜³, 周维玉², 王岩³, 苏亚丽^{3*}, 曹建津⁴

¹云南大学工商管理与旅游管理学院, 云南 昆明

²玉溪师范学院数理学院, 云南 玉溪

³玉溪师范学院工学院, 云南 玉溪

⁴云南群力建设工程有限公司, 云南 玉溪

收稿日期: 2024年12月9日; 录用日期: 2025年1月9日; 发布日期: 2025年1月26日

摘要

在当前我国以智能制造推进工业高质量发展的国家政策背景下, 本文以云南省玉溪市为例, 结合玉昆钢铁集团有限公司和玉溪大红山矿业有限公司两个具有代表性的工业产业数字化转型实践进行案例分析。结果表明: 通过数字化转型, 企业不仅能够实现生产过程的智能化、自动化和精益化, 提高产品质量和生产效率, 而且还能促进企业之间的协同创新和资源共享, 推动产业链的延伸和拓展, 从而形成更加完善的产业生态体系。

关键词

智能制造, 数字化转型, 玉溪, 典型案例

Analysis of Typical Cases of Industrial Digital Transformation from the Perspective of High-Quality Development of Intelligent Manufacturing

—Taking Yuxi City in Yunnan Province as an Example

Yi Fu¹, Huanhuan Hou², Chengwei Zhang³, Weiyu Zhou², Yan Wang³, Yali Su^{3*}, Jianjin Cao⁴

¹School of Business and Tourism Management, Yunnan University, Kunming Yunnan

²School of Mathematics and Physics, Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan

*通讯作者 Email: yxsyl@yxnu.edu.cn

文章引用: 傅逸, 侯欢欢, 张承炜, 周维玉, 王岩, 苏亚丽, 曹建津. 智能制造高质量发展视域下工业数字化转型典型案例分析[J]. 可持续发展, 2025, 15(1): 108-116. DOI: 10.12677/sd.2025.151014

³School of Engineering, Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan⁴Yunnan Qunli Construction Engineering Co., Ltd, Yuxi YunnanReceived: Dec. 9th, 2024; accepted: Jan. 9th, 2025; published: Jan. 26th, 2025

Abstract

Based on the policy background of high-quality development of Intelligent Manufacturing in China, this paper takes Yuxi City, Yunnan Province as an example, and analyzes two representative industrial digital transformation practices, Yukun iron and Steel Group Co., Ltd. and Yuxi Dahongshan Mining Co., Ltd. The results show that: through digital transformation, enterprises can not only realize intelligent, automated and lean production process, improve product quality and production efficiency, but also promote collaborative innovation and resource sharing among enterprises, promote the extension and expansion of the industrial chain, and form a more perfect industrial ecosystem.

Keywords

Smart Manufacturing, Digital Transformation, Yuxi, Typical Case

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

智能制造赋能工业数字化转型升级的作用机理主要体现在智能制造的发展为工业数字化转型升级提供内需支持、技术支持和产业政策的创新支持。从内需支持来看，智能制造的兴起带动了电子商务的发展，加快了互联网与消费的结合，提供了更多新型的知识消费、定制消费等平台以及创新消费模式，智能制造发展形成的市场与传统经济相比具备更大的内需弹性，能够刺激更多的消费投入，从而推动消费转型升级；为更好地支持智能制造的发展，我国正加大对新型基础设施的有效投资，加强设施建设，从而引导资源流向高新技术产业；智能制造的发展与新技术的应用形成相互促进的良性循环，能够提高供给质量，优化投资环境，有效扩大内需，从而推动工业数字化转型升级[1]。从技术支持来看，智能制造的发展加快了人工智能、互联网等新技术的更新迭代，为产业发展提供了更多平台，为传统行业提供了不断创新的发展机会，能够更好地提升产业生产率，加速科技成果转化为生产力，促使产业向数字化、智能化方向转变；智能制造的发展也催生出许多高新技术产业和新兴产业，推动信息技术变革，优化资源合理配置，为工业数字化转型升级提供契机。从创新支持来看，工业数字化转型升级离不开产业政策的支持和引导，智能制造的发展能够促使政府不断完善政策措施、创新产业政策，为工业数字化转型升级提供有利的政策环境；通过智能制造支持，将带来更加合理有效的政策创新，从而改善传统行业的竞争态势，不断提高工业效率和产业链风险管理能力；同时，智能制造的发展指引着产业发展的方向，带动产业政策不断调整，促使政府完善激励措施，支持新兴产业的集群化发展，为工业数字化转型升级提供有力保障[2]。

近年来，云南省玉溪市积极响应国家对工业数字化转型发展的号召，高度重视数字化转型的建设与发展，贯彻落实党中央、国务院关于数字化发展的决策部署，为产业数字化建设提供保障，采取了诸多有效措施，从智能制造推动金融支持、数字化转型推动工业科技提升、创新提升工业社会化服务水平三

大方面,在2023年全省开发区规模以上工业企业数字化转型能力评估中,玉溪市8个园区324户规模以上工业企业参与了数字化转型能力评估,重点行业企业数字化转型成效显著。同时,玉溪市累计完成“两化”融合贯标企业19家,全省排名第二。由此可见玉溪市工业数字化转型在云南省数字化建设中具有明显的典型性和代表性,研究玉溪市工业数字化的典型案例,有助于从中总结云南省现代化工业数字化转型发展存在的不足,为加快云南省工业产业数字化转型进程提供有力的理论和实践指导。

2. 典型案例 1: 云南省玉昆钢铁集团有限公司

玉昆钢铁集团成立于2000年,地址在玉溪市北城镇,注册资金26亿元,旗下有21家子公司,是集矿业、焦化、球团、烧结、炼铁、炼钢、轧钢、制氧、水泥、发电、物流为一体的规模化集团公司,拥有员工12,000余人,是获得“绿色产品认证”和“安全生产标准化二级企业”殊荣的钢铁企业。2020年被认定为“国家高新技术企业”和“市级企业技术中心”,位居2023中国民营企业制造业500强第351位,云南省非公企业100强第1位,云南省非公企业制造业20强第1位。为落实中央供给侧结构性改革,推进企业转型升级实现可持续发展,2018年底,玉昆钢铁集团有限公司作为云南省重要的钢铁生产企业,积极响应国家产业政策,根据《国务院关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》(国发6号)等文件精神通过实施产能置换升级改造项目暨建设“云南绿色钢城”,致力于推动数字产业化转型,以提升企业的竞争力和可持续发展能力、致力于成为集智能化、绿色化、4A景区型为一体的现代化花园式钢铁企业[3]。整个项目采用具有国内、国际先进水平的成熟生产工艺和技术装备,实现工艺现代化、设备大型化、生产集约化、资源能源循环化,通过采用先进的清洁生产工艺,达到国内同类企业先进水平,同时实现超低排放要求。此项目总投资212亿元、产值将达360亿元,规划用地面积1.2万亩,主要建设2台400 m²烧结机、1台360万t/a带式焙烧球团、2座1200 m³高炉、2座1250 m³高炉、3座100吨转炉、1座120吨转炉、2座LF精炼炉、2座单流薄板坯连铸机、4座7机7流方坯连铸机、8条轧钢线及与之相配套的铁前、钢轧、大公辅和相关环保设施。2015~2020年云南省玉溪钢铁集团玉昆钢铁有限公司生产及增速情况统计如图1~3所示。

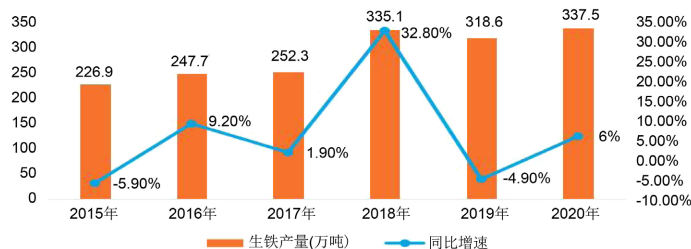


Figure 1. Statistics of pig iron production and growth rate of Yuxi Yukun Iron and Steel Co., Ltd. from 2015 to 2020

图 1. 2015~2020 年玉溪玉昆钢铁有限公司生铁产量及增速情况统计图

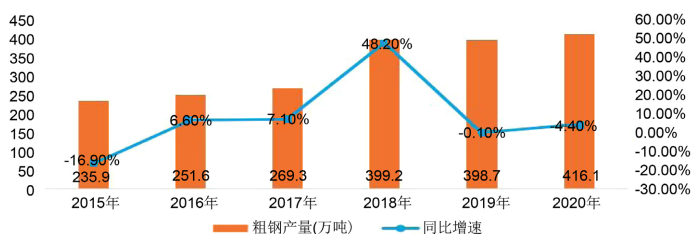


Figure 2. Statistical chart of crude steel production and growth rate of Yuxi Yukun Iron and Steel Co., Ltd. from 2015 to 2020

图 2. 2015~2020 年玉溪玉昆钢铁有限公司粗钢产量及增速情况统计图

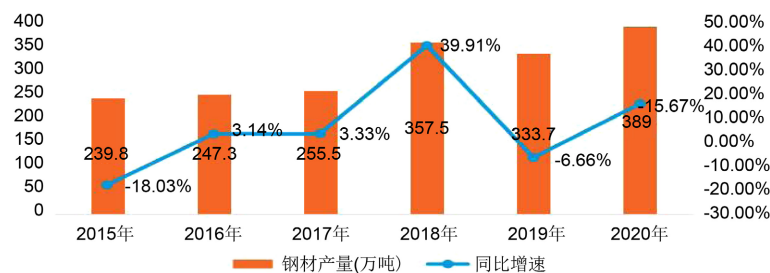


Figure 3. Statistical chart of steel production and growth rate of Yuxi Yukun Iron and Steel Co., Ltd. from 2015 to 2020
图 3. 2015~2020 年玉溪玉昆钢铁有限公司钢材产量及增速情况统计图

根据冶金工业信息中心数据显示[4]，由表 1 所示，从 2020 年 3 月至 2021 年 2 月云南省玉溪钢铁集团玉昆钢铁有限公司钢材、粗钢及生铁产量增长迅速。以 2021 年 2 月为例，其钢材产量为 28.1 万吨，同比增长 52.3%，粗钢产量为 29.1 万吨，同比增长 35.3%，生铁产量为 25.9 万吨，同比增长 54.4%；2021 年 1~2 月间，云南省玉溪钢铁集团玉昆钢铁有限公司钢材产量为 68.22 万吨，同比增长 74.8%，粗钢产量为 69.89 万吨，同比增长 47.3%，生铁产量为 60.95 万吨，同比增长 68.6%。2023 年前，项目为年产能达 515 万吨的现代化花园式钢铁企业，历时 27 个月，玉昆钢铁集团产能置换升级改造项目建设已基本完成，全面投产后可实现年炼铁产能 456 万吨，粗钢产能 515 万吨，年产值超 360 亿元，带动就业超 2 万人。通过以上数据可以看出，数字化转型不仅改变了企业的生产方式，还提升了企业的管理水平。通过数字化技术的应用，企业能够实现数据的实时采集、分析和利用，为决策提供科学依据。同时，数字化转型还推动了企业组织结构的优化和业务流程再造，提高企业的运营效率和市场响应速度。具体分析其数字化转型成效主要体现在以下三个方面：

Table 1. Production statistics of Yunnan Yuxi Iron and Steel Group Yukun Iron and Steel Co., Ltd. in 2020~2021
表 1. 2020~2021 年云南省玉溪钢铁集团玉昆钢铁有限公司生产情况统计表

时间	钢材产量(万吨)	粗钢产量(万吨)	生铁产量(万吨)
2020年3月	17.8	56.8	22.6
2020年4月	34.4	91.2	38.4
2020年5月	35.5	126.7	36.8
2020年6月	37.9	164.6	42.3
2020年7月	39.4	204.0	43.4
2020年8月	38.0	242.1	38.4
2020年9月	37.1	279.2	38.8
2020年10月	31.4	310.6	32.5
2020年11月	34.0	344.5	35.3
2020年12月	41.5	40.2	34.6
2021年1月	40.2	40.8	35.1
2021年2月	28.1	29.1	25.9

第一，装备大型化和智能化。项目建设以装备大型化和智能化升级为主线，高炉设备以 1200 立方米

和 1250 立方米为主装备,在设计上对标国际先进建设,整体实现工艺现代化、设备大型化、生产集约化、资源能源循环化目标,特别是引进国内首台套、国际上第三条达涅利 QSP 连铸连轧带钢生产线、西南地区首套达涅利高速线材生产线,填补了我省超薄、超厚、超宽连轧带钢的历史空白,是当今国际带钢生产的最高水平代表。玉昆钢铁集团选择达涅利作为其 QSP 高质量带钢生产线的供应商,并签署 QSP 高质量带钢生产线项目合同。玉昆 QSP 高质量带钢生产线项目是继首钢京唐 QSP-DUE 项目后,达涅利 QSP 技术在中国市场收获的又一重要项目。更值得一提的是,玉昆 QSP 采用双流铸机配置,建成后将成为世界上效率最高的 QSP 产线。项目采用双流铸机配置方案,在保证产量的同时,兼顾生产模式灵活性(无头,单块生产模式),且从品种上覆盖几乎市场上所有的产品需求。铸机采用达涅利第五代高拉速铸机,在保证双流高通钢量的同时,确保高的铸坯表面和内部质量。该项目采用双蓄热技术的隧道炉,得益于高拉速下铸坯的高入炉温度,短时间内实现铸坯厚度方向及宽度方向的温度均匀化,为轧制稳定性和提高带材产品的组织性能均匀性提供了良好的前提条件,同时大大减少炉子能耗和碳排放,降低氧化铁皮烧损。另外,该隧道炉提供了工作辊换辊时的缓冲,确保换辊时连铸机不停浇或避免别坯,大大提高了产线的金属收得率。轧机采用粗轧精轧分离布置方案,在实现热机轧制的同时,提供了精轧前再次除鳞,大大提高带材的表面质量。轧线配备先进的带钢度和板形控制手段,为市场提供高精度、高质量的带材产品。产线的电气自动化由达涅利自动化公司负责,配备达涅利自动化新一代一级 HiPAC 系统和过程控制系统,具有成熟性和先进性,达到国际领先水平。达涅利将同玉昆钢铁集团及其委托的工厂设计和施工单位通力配合,打造一个绿色、高效、智能的带钢生产样板工程,项目采用国内外最新冶炼技术,以新的观念、新的技术建立低能耗的能源循环利用的生产模式,通过能源循环利用、水资源循环利用,使各生产工序配套完整节能措施,加强余热、余能资源的循环利用,并加强能源管理,促进节能和提高能源利用效率。通过采用先进的清洁生产工艺,如 BPRT、烧结余热回收发电、余能回收、蓄热式燃烧技术、大型化、连续化的生产设备,吨钢综合能耗达到 536.9 kgce/t,吨钢新水耗达 2.75 m³/t,低于国家标准的吨钢综合能耗 545.27 kgce/t、吨钢新水耗 4.9 m³/t 的标准,固废综合利用率高达 100%,达到国内同类企业先进水平;同时执行超低排放标准,使二氧化硫、氮氧化物和颗粒物排放达 0.24 kg/t 钢、0.43 kg/t 钢、0.27 kg/t 钢;在工艺上,QSP-DUE 连铸连轧带钢生产线能耗低、排放小、生产效率高、质量稳定,比传统热轧带钢吨材电耗 105 kwh、燃气消耗 860 MJ/t,本项目吨材电耗只需 38 kwh,燃气消耗为 54 MJ/t,且比传统带钢能节约用水 30%。QSP 生产线如图 4 所示。



Figure 4. QSP production line

图 4. QSP 生产线

第二,产学研合作。云南省玉溪钢铁集团玉昆钢铁有限公司为充分发挥校企双方优势、推动校企合

作走深走实,进一步推进校企双方资源统筹与共享、技术创新与服务、人才交流与培养、学生就业与创业、文化传承与发展,培养了一大批技术技能人才,支撑和推动玉溪市经济加快转型发展,与玉溪市教育体育局和昆明理工大学冶金与能源工程学院等院校合作,加快人才培养和科技成果转化。玉昆钢铁集团与高校和科研机构的合作,涉及到数字化技术和创新研究的各个方面,最典型的的就是使用高性能计算和大数据分析来加速新材料和技术的开发。2024年玉溪市教育体育局与云南省玉溪玉昆钢铁集团有限公司签订战略合作框架协议[5]。

第三,科技创新。玉昆钢铁集团始终高度重视科技创新工作,在科技创新方面投入巨大,取得了一系列重大进步,提升了公司的效益。2018年,玉昆钢铁集团和管理创新、科技研发、技术改造、节能降耗等项目投入大量资金,产品质量持续改善,节能环保迈出了大步伐,科技创新成果不断涌现,投入产出效益明显。玉昆钢铁集团与钢铁研究总院华东分院共同创建玉昆钢铁研发中心,申报并建立省级研发平台,以钢铁生产线为依托,整合先进实用技术,开发具有特色的专用技术和产品,深入开展科研及创新能力建设。2023年10月,钢铁公司的玉昆钢铁产能置换升级改造炼铁总包项目BIM综合应用,斩获2023年全球基础设施数字化光辉大奖赛创始人荣耀奖。这也是玉昆钢铁集团自2021年获得光辉大奖后再次取得此项国际赛事荣誉。本届全球基础设施数字化光辉大奖赛中,51个国家的235个组织提交了300多个参赛项目,最终来自9个国家的15个优秀项目获得该项奖项,国内仅有两个项目获奖。玉昆炼铁项目利用BIM技术建立协同设计流程,打通了数据信息传递通路,解决了项目多源异构数据协作和复杂系统项目管理的难题。与此同时,应用点云激光扫描与施工进度管理结合,在项目中进行探索性整合,再结合设计量算,较好地实现了项目进度与成本的控制。

3. 典型案例2: 云南省玉溪大红山矿业有限公司

玉溪大红山矿业有限公司成立于2004年,注册地位于云南省玉溪市新平彝族傣族自治县戛洒镇小红山,拥有丰富的铁矿石资源,探明储量达到4.58亿吨,属于国内地下特大型铁矿山。其数字化转型体现在以下四个方面:

第一,技术创新和绿色环保。大红山矿业有限公司注重技术创新和绿色环保,致力于建设绿色环保矿山和数字化矿山,坚持资源节约和综合利用,发展循环经济。在技术创新方面,大红山铁矿取得了显著成就,包括获得国家科技进步二等奖的“复杂地形长距离铁精矿固液两相浆体输送关键技术及应用”等。公司还被评为“全国环境保护优秀企业”、“矿产资源节约与综合利用示范矿山”、“国家级绿色矿山试点单位”等。2023年玉溪大红山矿业有限公司入选全省数字化转型标杆企业。公司紧紧抓住“国家级企业技术中心”和“国家高新技术企业”的平台优势,围绕“安全、绿色、智慧、高效、可持续”的“五星矿山”建设目标,持续推动矿山绿色高质量转型发展[6]。

第二,采矿数字化。大红山矿业数字矿山由数字矿山、能源管控、智能采矿、智能选矿、安全管理和数据决策6大板块组成,集成29个子系统。作为国内一流的特大型地下矿山,大红山矿业公司要在高质量转型发展中保持竞争力,必须要加快矿山的智慧化、数字化转型。在机械化、自动化改造的基础上,大红山矿业公司投入3.2亿元,积极推进包含4个类别24个子项目的数字矿山建设,综合研究运用地质分析、自动化技术、云计算、物联网、虚拟现实等先进技术,感测、分析、整合矿山运行核心系统的各项关键信息,实现矿山采、选、充全过程的数字化、自动化、信息化与智慧化管控,使数字矿山系统成为企业新的核心竞争力,自立项以来,数字矿山项目已投资8837万元,单人劳动生产率提升至7614吨/年。通过数字化转型,大红山矿业公司大大提升了单人劳动生产率,已先后引进并建成井下无线通信系统、选矿自动控制系统、生产调度监测系统、地压监测系统、尾矿库监测系统、办公自动化系统、下井人员、车辆识别系统和矿区和生活区安保系统。地下矿洞无人驾驶电动铲运如图5所示。



Figure 5. Unmanned electric shovel in underground mine

图 5. 地下矿洞无人驾驶电动铲运

通过数字矿山建设的有序推进,大红山矿业公司安全生产环境也发生了翻天覆地的变化。自 2016 年以来,大红山矿业不断加快“机械化换人、自动化减人”的“两化推进、两化融合”步伐。先后投资购进 85 台(套)国内外先进的矿山机械化设备,井下掘进、中深孔、竖向施工、撬毛支护等生产环节已基本实现了机械化,铲运机、平巷有轨电机车等设备实现了智能化远程操作,大量置换一线工作面作业人员,全面提升生产效率,大幅提高安全管控水平。每天下井作业人员已从 2016 年的 2900 人次减少到 900 人次,安全生产管控得到全面提升。单人采矿劳动生产率提升至每年 7614 吨,原矿每小时处理量提高 38 吨,年节约输配电价超过 200 万元,生产效率和节能降耗得到全面提高。成为云南省“数字工业矿山数字化”的杰出代表,实现了从机械化换人、自动化减人到数字化少人、智能化无人的转型[7]。智能化管控中心如图 6 所示。

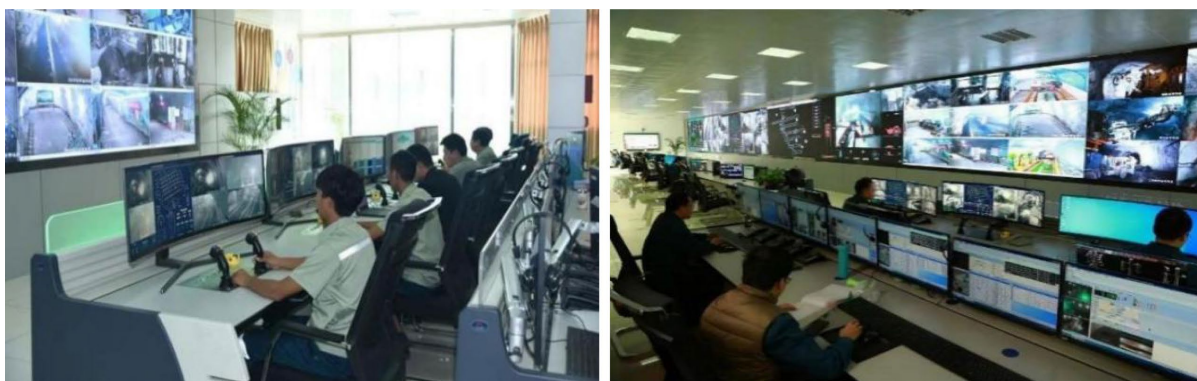


Figure 6. Intelligent control center

图 6. 智能化管控中心

第三,技术数字化。创新开采方式,提升资源利用效率,助力绿色矿山建设。大红山铁矿自成立以来,始终贯彻执行科技创新驱动战略,坚持以技术创新引领企业发展,2015 年率先获得国家级企业技术中心认定。大红山铁矿采用先进的采矿和选矿技术,如高分段、大间距无底柱分段崩落法,以及阶段磨矿、阶段选别的预先抛废再磨再选工艺。井下采掘中,大红山铁矿率先采用 30 米 × 20 米的高分段、大间距无底柱分段崩落法,同时引进先进的凿岩台车、铲装设备和旋回破碎系统,其井下运输环节所采用的有轨运输系统和长距离胶带运输系统均处于行业领先水平;选矿生产运用了阶段磨矿、阶段选别的预先抛废再磨再选工艺,运用磁选、重选、浮选等多种选矿方法,配置有大型半自磨机、塔磨机、高梯度磁选机、离心机、淘洗机和浮选机等大型高效节能设备,如图 7 所示。



Figure 7. Large-scale energy-saving equipment
图 7. 大型高效节能设备

高效节能设备不仅实现了资源综合回收利用的最大化，彻底改变了传统的人工操作方式所导致的接矿槽调节不及时和接矿槽位置不准确等问题。同时，为推进绿色矿山建设，大红山矿业有限公司还建设了长达 170 余公里的管道输送系统，最大高差 1500 余米、最大压力 22.44 兆帕的管道输送系统，生产的铁精矿从该管道源源不断地输送到昆钢公司冶金工厂，整个管道输送系统采用了五级(座)泵站加压，其复杂的敷设技术至今处于国际先进水平。与此同时，大红山矿业公司通过数字化手段，如智能化布电线生产线和工业互联网标识解析二级节点，实现了原料回收协同化、危废物流精准化、生产处理安全化、产品质量高效化，从而产生了显著的经济效益。

第四，安全操控智能化。大红山矿业目前开采的井下矿体规模大，形态多变且构成复杂，导致井下生产系统极为庞大，仅井下巷道总里程就逾 500 公里，每天在各个采区同时施工的作业面超 200 个。同时，作业面施工环境复杂、施工种类繁多，且具有高温、高湿、低照度、移动作业等特征。因此，解决传统人工钻井作业高危低效的困境已是矿业科技创新的大势所趋。大红山矿业公司秉承人民至上、生命至上的安全生产理念，于 2022 年底引进 CY-R40C 切割槽天井钻机，整个过程完全远程控制，让采矿模式变得更安全、更高效、更低碳，如图 8 所示。

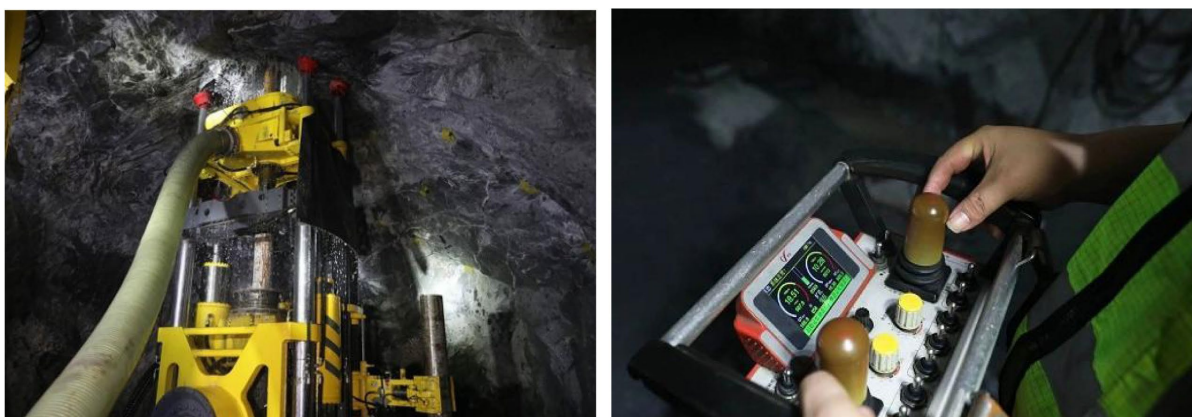


Figure 8. Remote control of CY-R40C cutting groove auger
图 8. 远程操控 CY-R40C 切割槽天井钻

面对大红山矿岩特有的硬度条件，天井钻机表现出了成井快、质量好的特点。成井速度约 8 米/天，相比原人工施工平均仅 2 米/天的速度提高了 4 倍。截至 2023 年 7 月，天井钻机已在井下铁矿区域施工

切割天井 11 条,总长度达到 229.44 米。其通过无线遥控的方式操作,摆脱了老式天井钻机使用现场的管线束缚,整个施工操控过程全部在天井外安全顶板下方进行操作,大幅提升安全本质化水平。

面对特大型地下矿山“三高一扰”(高地温、高地压、高深井、强扰动)难题,大红山矿业公司井下采矿建立了机械化设备、铲运机无人驾驶、智能化有轨运输、破碎胶带运输、井下联通 4G 通信和采矿智能化生产报表六大系统;井下生产管理建立了“井下安全七大监控系统”“车辆识别及井下交通管理系统”等,实现了对矿井通风、井下空气质量、人员及车辆、地压环境的信息化管控。

选矿生产依托一站式的“智能化综合管控中心”,实现了对粗破碎、半自磨机、球磨机等选别设备及尾矿充填的选矿生产工艺全流程实时管控;研发应用的磨矿综合控制选矿专家系统,降低磨矿综合能耗 20%左右,节能降耗效果显著;公司自主研发的浮选智能化系统引进了先进的泡沫影像分析技术,实现泡沫速率稳定性相对增加 30%以上,铜回收率提高 1.01%,通过绿色矿山、数字矿山和本质安全型矿山建设的不懈探索,大红山矿业公司建矿 20 年来,一直保持了较高的人均劳动生产率,实现了持续安全高效开采。

综上,通过以上典型案例分析,充分说明工业数字化转型推动了玉溪传统产业的升级和优化。通过数字化技术的应用,企业能够实现生产过程的智能化、自动化和精益化,提高产品质量和生产效率。同时,数字化转型还促进了企业之间的协同创新和资源共享,推动了产业链的延伸和拓展,形成了更加完善的产业生态体系。玉溪市作为云南省数字经济发展的先行区,其数字化转型成果在全省范围内具有示范和引领的作用。这些案例不仅展示了数字化转型的广阔前景和巨大潜力,也为云南省其他企业提供了可借鉴的宝贵经验和启示,为加快云南省工业现代化进程具有重大意义。

基金项目

云南省教育厅科学研究基金项目(2025J0862);大学生创新训练计划项目(S202411390009);玉溪市社科联项目(Yxsk437);云南省高等教育计算机教学研究会教学研究项目(云高计教 202316)。

参考文献

- [1] 刘瑛. 工业企业数字化转型的影响因素与绩效研究[D]:[博士学位论文]. 武汉: 中南财经大学, 2023.
- [2] 蔡祺祥. 基于免疫机制的多智能体制造系统自适应调控研究[D]:[博士学位论文]. 南京: 南京航空航天大学, 2020.
- [3] 刘鹏. 面向智能制造的闭环联动适应性调度方法研究[D]:[博士学位论文]. 上海: 同济大学, 2022.
- [4] 卫铭. 企业数字化转型信息披露与股价同步性[D]:[博士学位论文]. 太原: 山西财经大学, 2023.
- [5] 钟雨墨, 林芳. 中国制造业企业数字化转型分析[J]. 国际会计前沿, 2023, 12(4): 509-515.
- [6] 施炳展, 李建桐. 互联网是否促进了分工——来自中国制造业企业的证据[J]. 管理世界, 2020(4): 148-167.
- [7] 马赛, 李晨溪. 基于悖论管理视角的老字号企业数字化转型研究——以张弓酒业为例[J]. 中国软科学, 2020(4): 184-192.