

2025 年企业数字化绿色化协同转型发展

典
型
案
例
汇
编

全国工商联经济服务部
中央网信办信息化发展局
全国民营企业绿色低碳发展联盟

2025 年 7 月

目 录

百度公司“智能调度大脑”赋能数字化绿色化协同转型发展案例	3
京东公司物流数字化绿色化协同转型发展案例	9
中创时代大数据集团助力中小企业数字化绿色化协同转型发展案例	14
爱玛科技集团股份有限公司电动车制造数字化绿色化协同转型发展案例	20
天津大沽化工股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	30
荣程集团“软硬服一体化”数字化绿色化协同转型发展案例	39
远大阀门集团有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	45
山西祥睿能源有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	50
内蒙古伊利实业集团股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	55
抚顺新钢铁有限责任公司数字化绿色化协同转型发展案例	61
修正药业集团数字化绿色化协同转型发展案例	66
长春旭阳工业（集团）股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	73
中国五矿集团（黑龙江）石墨产业有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	80
宝山钢铁股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	86
国网上海市电力公司青浦供电公司数字化绿色化协同转型发展案例	92
上海易碳数字科技有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	100
联通（江苏）产业互联网有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	105
神彩科技股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	111
通鼎集团数智融合绿塑新生数字化绿色化协同转型发展案例	116
阿里云计算有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	121
天能集团股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	127
蒲惠智造科技股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	134
安徽迪佳玻璃科技有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	140
九牧集团数字化绿色化协同转型发展案例	146
江西广源化工有限责任公司数字化绿色化协同转型发展案例	151
济南科百数字农业技术有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	157
山东碳普惠信息科技发展集团“碳惠山东”数字化绿色化协同转型发展案例	162

特来电新能源股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	168
威海光威复合材料股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	175
牧原集团数字化绿色化协同转型发展案例	180
河南心连心化学工业集团股数字化绿色化协同转型发展案例	185
九州通医药集团股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	191
武汉城投集团数字化绿色化协同转型发展案例	201
三一集团有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	214
华自科技股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	219
温氏食品集团股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	224
肇庆德庆冠旭电子有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	229
润建股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	234
海兰云（海南）数据中心科技有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	239
中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	245
重庆美心（集团）有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	251
华融化学股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	256
四川金象赛瑞化工股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	263
贵州赤天化桐梓化工有限公司数字化绿色协同转型发展案例	268
云南曲靖呈钢钢铁（集团）有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	274
西藏巨龙铜业有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	278
陕西省暖通空调与制冷行业协会“双化协同”数字化绿色化协同转型发展案例	283
兰州兰石超合金新材料有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	291
银川威力传动技术股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	298
新疆晨光生物股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例	307

百度公司“智能调度大脑”赋能数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

百度是拥有强大互联网基础的领先 AI 公司，以“用科技让复杂的世界更简单”为使命，坚持技术创新，致力于“成为最懂用户，并能帮助人们成长的全球顶级高科技公司”。多年来，百度在深度学习、自然语言处理、语音、视觉等人工智能技术方面持续积累，大量技术成果应用于搜索引擎等产品。近 10 年百度在深度学习、大模型、自动驾驶、AI 芯片等领域持续投入，成为全球为数不多在“芯片—框架—模型—应用”四层全栈布局的人工智能公司。

二、“智能调度大脑”赋能数字化绿色化协同转型方案简介

作为一家领先的 AI 公司，百度高度重视数字化绿色化协同转型。在内部，我们不断强化自身数字化能力建设，实现资源的高效调配与业务流程升级优化。我们将数字化与绿色理念深度融入数据中心技术升级与日常管理中，不断采用新技术提升能源使用效率。在外部，百度将可持续发展与业务融合视为我们的下一个机遇。我们利用 AI 技术，为客户、产业及社会提供绿色产品与服务，不断赋能千行百业进行绿色转型。

百度关注到物流行业在过去五年实现了迅猛发展，但同时碳排放问题也日益严峻。根据国际环保组织绿色和平发布的相关报告，物流行业碳排放增加了超过 200%。为应对这一严峻挑战，赋能物流行业绿色转型，百度地图结合覆盖全国的物流地图和百度领先的人工智能技术，为快消、汽车、能源、化工等多个行业打造智能调度大脑，助力物流运输数字化、绿色化协同转型。智能调度大脑充分考虑货车的物理限制，如限高、限宽、限重、限轴重等要素，结合百度地图未来出行的交通预测大数据，实现了高效能路网计算、为多点配送场景实现了运筹优化。通过技术赋能，帮助物流运输平均里程节约超过 10%，不仅大幅降低运输成本，更有效减少了物流行业在运输过程中的碳排放，实现了经济与环境保护的双重效益。

三、取得的主要成效

智能调度大脑已规模化赋能快消、汽车、医药等 10 余个国民经济关键行业，成为物流业统筹绿色低碳转型与产业链安全可控的核心数字基础设施。成效聚焦三大协同维度：

（一）绿色化与供应链韧性深度协同

一是动态优化保障产业链安全。面对极端天气、交通管制等突发扰动，系统通过分钟级交通事件感知与动态调度，自动规避风险路段并生成备选路径，保障医药、能源、民生快消品等关键物资准时送达率显著提升。特别是在 2022 年上海新冠疫情期间，在百度地图内免费开放智能调度小程

序，支撑保供企业完成生活物资的城配调度，确保生活物资高效直达社区。

二是资源集约强化产业柔性。通过资源协同与智能拼单，提升重载里程，降低空驶率，有效提升突发订单的承接能力。在快消行业旺季，弹性调度区域闲置运力，保障峰值吞吐量显著提升，避免资源错配导致的供应链波动。

（二）绿色降碳与安全降险双向赋能

一是全局优化降低系统性风险。针对危化品运输的高风险、严监管特性，系统支持避让人口密集区、水源保护区及重要设施，减少高风险路段暴露时长，并结合智能装载算法提升车辆空间利用率 5%以上，压缩在途车辆规模，缓解交通枢纽拥堵压力，从源头降低事故风险。

二是绿色技术赋能安全转型。创新新能源车辆调度模块，为新能源车辆融合配送里程半径、工作时长等参数，配合充换电网络资源，有效缓解新能源车辆使用压力，降低里程焦虑，促进电动货车渗透率得到有效提升。

（三）产业级安全与绿色生态构建

一是强化重点产业链自主可控能力。汽车制造：支撑主机厂构建 JIT 弹性供应链，通过零部件 Milk-run 智能调度，保障生产线“低库存”安全运行；医药/冷链：建立多温区订单-车型动态匹配机制，满足疫苗、生鲜食品等高监管要求运输场景，保障民生安全；能源化工：通过安全路径优化与电子围栏预警，降低高危品运输风险等级，服务国家能源

安全保障。

二是强化国家战略能力支撑。深度参与交通运输部“交通强国”试点工程，支撑一汽物流等企业实现多式联运算法项目建设，实现铁水比例提升，有效促进节能减排。百度地图正在引领交通物流行业向更加智能、高效、环保的方向发展，为实现碳中和目标贡献力量。未来，百度地图将继续推动交通物流行业的数智化转型，助力中国物流行业走向更加绿色、可持续的未来。

四、应用场景及下一步举措

基于百度技术底蕴，智能调度大脑深度融合物流大模型与强化学习算法，显著提升路网计算效率与方案泛化能力，覆盖六大核心场景：一是干线运输，沿途串点路径优化，提升长距运输合理性；二是城市配送，满足万级点位大规模计算，实现高效能排单排线；三是多式联运，公铁水运输模式优选与衔接调度；四是运力调配，货车运力供需实时匹配与动态调拨；五是智能装载，车箱/集装箱/托盘三维可视化，提升空间利用率；六是人员排班，技能-工具-工时多约束均衡优化。通过深度适配汽车（覆盖：整车、零部件入厂、备品配件）、快消零售、危化品、即时配送等高复杂度场景，实现安全、绿色、效率三重突破。

百度将可持续发展与业务融合视为我们的下一个市场机遇。我们期待通过“智能调度大脑”这类绿色产品与服务，赋能我们的客户、合作伙伴共同实现数字化、绿色化转型，降低

运输过程中的碳排放。未来，百度将继续完善智能调度大脑系统的算法能力，持续提升平台稳定性，为用户提供更加准确、高效的物流路线规划服务。同时，我们将不断推动“智能调度大脑”在更多行业深度应用，助力构建绿色交通与低碳物流体系，结合《数字化绿色化协同转型发展实施指南》进一步为低碳绿色转型做出贡献。

五、存在问题和意见建议

（一）存在问题

一是数据融合与质量挑战：实现最优调度高度依赖全面、实时、准确的交通路况、车辆状态、货物信息及客户需求数据。当前，跨企业、跨平台数据的互联互通与质量保障仍面临挑战，可能影响调度系统的边界优化潜力。二是行业标准与规范待完善：物流业碳排放的精准计量、核算标准及绿色物流评价体系尚在建设中，对量化评估智能调度带来的减碳效益和横向对比带来一定困难。

（二）意见与建议

一是推动物流数据要素市场化与标准化。建议相关部门牵头，加快制定物流关键数据（脱敏后）的共享交换标准、接口规范与安全机制，促进数据要素合法合规流动，打破“信息孤岛”，释放数据价值，为智能调度等优化技术提供更肥沃的土壤。

二是建立健全绿色物流标准体系。呼吁加快制定并统一物流运输环节的碳排放核算方法学、监测标准和绿色物流企业/

园区评价指南。这将为客观评估技术创新（如智能调度）的绿色贡献提供权威依据，引导行业绿色投资和技术应用方向。

三是鼓励技术创新与试点示范。建议加大对物流领域“双化”协同关键技术（如智能调度算法、新能源车智能匹配、全程碳追踪）研发的支持力度，并设立更多示范工程，加速成熟解决方案的规模化复制推广。特别是支持多式联运、绿色货运配送等场景中智能调度与绿色化融合的探索。

四是加强政策协同与激励。建议在路权优先、财税优惠、绿色金融等方面，对积极应用智能调度等数字化手段实现显著减碳效果的企业给予更明确的政策激励，形成“技术降碳-政策认可-市场受益”的正向循环。

京东公司物流数字化绿色化协同转型发展

案例

一、企业简介

京东集团 2007 年开始自建物流，2017 年 4 月正式成立京东物流集团，2021 年 5 月，京东物流于香港联交所主板上市。京东物流是中国领先的技术驱动的供应链解决方案及物流服务商，以“技术驱动，引领全球高效流通和可持续发展”为使命，致力于成为全球最值得信赖的供应链基础设施服务商。

二、京东物流绿色包装实验室数字化绿色化协同转型简介

绿色包装实验室正式成立于 2023 年 1 月，成员 11 人，其中专家 1 名，资深工程师 5 名，高级工程师 4 人、工程师 1 人，打造数字化、智能化、绿色化供应链物流为创新目标的科研团队。围绕商品包装的细节场景，建立通用包装材料物理性能数据库、行业解决方案数据库，为行业降本增效提供理论研究和技术支持，推动降本增效、提升物流体验及客户满意度。致力于通过引进先进的供应链管理运作理念、技术及设备，持续提高供应链效率，推动包装材料数字化应用，引领物流行业规范化发展。核心研究方向如下：

（一）通用包装方案。包含纸箱、膜类、袋类、标签等，

优化企业及行业内运营标准，打通上下游包装材料最优供给与绿色减碳。

（二）行业包装方案。基于客户对商品在自然环境和作业环境的改善需求，京东物流包装实验室为上下游客户提供体验更好、包装更合理的解决方案，实现商品在供应链端到端储运过程中的科学包装。

（三）冷链包装方案。建立行业可量化的冷链包装解决方案，深入保温材料、蓄冷剂、冻结设备等领域的应用，以降低冷链全程包装成本为核心，建立行业可量化的冷链包装解决方案，为冷链产品端到端锁鲜制定科学合理的智能包装方案。

（四）包装标准研究。通过路谱研究、通用大数据、行业化安全检测等数据库的建立，实现京东物流的可量化物流标准建设，为行业标准、国家标准建设提供包装数据支撑。

三、取得的主要成效

京东物流绿色包装实验室针对包装实施全生命周期管理策略，遵循“5R”原则，以“减量、复用、降解”为核心，通过创新材料应用和工艺改进，精准化、实时化、可视化管控流转环节，提升包装使用效率，减少废弃物产生。

编制发布《京东绿色采购管理规定》《京东物流绿色包装规范制度》，积极推进包装操作简化，针对低损商品简化打包标准，减少包装层数，目前已有超过7万种商品实现了打包标准简化。

落实纸箱的回收利用，建立《二次纸箱回收使用管理规范》，设立专人专岗进行筛选与回收，2024 年实现二次纸箱回收再用次数超过 2.9 亿次，减少碳排放 2.8 万吨。

不断优化创新，减少原材料使用。开发 X 系列纸箱，单个纸箱原材料用量降低 5%-25%。2024 年，京东 X 系列纸箱年度减少碳排放量 1.2 万吨。项目也荣获了中国快递协会颁发的 2024 年度“绿色快递示范项目”称号。

优化快递袋，实现塑料原料用量减少 20%，年度可实现减碳 2 万吨；全面投放瘦身胶带，累计减少 1.3 万吨塑料胶带使用；推广使用全生物降解快递袋，已在全国多个城市投入使用超 2000 万个。

推动循环规模化试点应用，为替代一次性的泡沫箱冰袋，京东累计在 18 个城市规模化投放循环保温箱 96 万个，2023 年至 2024 年，循环使用次数超过 1.76 亿次，仅 2024 年一年，就减少碳排放量 7 万吨。

普遍推广二次纸箱回收再使用，通过耗材推荐等手段，并设立专人专岗进行筛选与回收，鼓励一线使用二次纸箱，年度实现二次纸箱回收再用次数超过 2.9 亿次。

减少碳排放 27,960 吨。对于无法直接使用的纸箱，也通过引入纸箱模切机，将废品纸箱二次裁切成可使用的小纸箱，实现了循环再利用。

包装绿色化需多方协同合作，京东于 2022 年发布了行业首个原厂直发包装认证标准，携手上下游合作伙伴推行原

发包装的环保包装模式，上万个商品 SKU 实现了出厂原包装的直发，已减少二次包装使用超过 10 亿个。

京东物流绿色包装实验室具有丰富的知识产权，包括发明专利 15 项、实用新型 27 项、外观设计 12 项、国家标准 5 项、行业标准 6 项和团体标准 4 项，合计 69 项，并获得了多项荣誉奖项，具体如下：

（1）2024 年度绿色快递示范案例“京东物流浙江公司纸箱二次裁切及回收项目”，中国快递协会，2024 年 8 月 28 日；

（2）2024 年度绿色快递示范案例“京东物流 X 系列纸箱项目”，中国快递协会，2024 年 8 月 28 日；

（3）获得保尔森可持续发展奖绿色创新优胜奖，2020 年 1 月；

（4）获得 WWF 世界自然基金会绿色转型开拓奖，2020 年 10 月。

四、应用场景及下一步举措

通过包装实验室研发的 X 系列纸箱、X 系类防水袋，已全国范围推广应用，有效的减低原材料用量 20%，实现年度减碳超 3 万吨。循环保温箱已在全国 18 个城市应用 96 万个，其中新箱通过技术升级，使用寿命提升一倍，可使用次数达到 300 次，年度循环使用 8,545 万次，实现减碳 7 万吨。进一步推广 40mm 瘦身胶带，当前已实现全面使用瘦身胶带。

在冷链保鲜方面进一步开发新型保鲜技术，推动保鲜能

力提升，取代一次性泡沫箱和冰袋。

在常温领域，采集运输环境数据，建立物流运输包装检测标准，联动上游品牌商推动原厂直发包装。

在包装设计与操作上，推动包装数智化能力建设，通过包装推荐，大数据算法等手段，提高一线包装执行准确性，并优化包装设计，降低包装空隙率，杜绝过度包装。

中创时代大数据集团助力中小企业数字化 绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

中创时代是为全国中小企业提供数字化转型服务，通过智能算法为用户提供数据开发、信息连接、AI 决策和智能推送，解决中小微企业数字化转型不会转、不能转、不敢转的问题，已与上百个地方政府合作，在国内外建立了 238 个数创空间、数字经济产业园和大数据应用中心，为全国多个地方政府提供大数据分析平台、建立数字化发展指标体系和智能推送大数据招商等服务。集团英文名 CCTC，喻意中国创新时代。

二、以智库、产业、平台、资本为依托助力中小企业数字化绿色化转型简介

中创时代是通过数字化转型起死回生的企业，中创时代通过数字化转型让很多企业起死回生。2008 年创建公司，曾经创造财富达到上亿资产，因缺乏相关经验和数字化观念，重大投资失败；2012 年负债几千万，生活生存困难；2014 年众筹创建“凯立达创投咖啡众创空间”通过数字化转型实现企业新的发展，2015 年面向全国布局，以智库、产业、平台、资本四大业务板块为依托，积极为中小民营企业提供创新创业创富、数字化绿色化转型服务。

（一）以智库服务为依托，助力中小企业数字化绿色化

转型。作为国家多个部委和中央内参调研点，多地政府及机构授牌的智库基地，中创时代起草国家相关政策建议草案、社情民意、建言专报等已达上百件。为多地建设“数字化发展指标体系”，提供大数据分析、大数据招商，定期发布各项指数报告，为各级政府提供各类经济指标和数据参考，为制定国家政策的参考依据。

（二）以产业园和数据中心建设为依托，服务中小企业实施数字化绿色化协同转型。已与上百个地方政府合作，已建立了 238 个中创时代数字经济产业园和大数据应用中心，建设数字经济示范基地项目，在全国多个省市巡回举办论坛。

（三）以平台服务为依托，为中小企业数字化绿色化转型提供便利可及的专业服务。中创时代数字化转型平台有 20 多个产品，覆盖 30 多个省市区，涵盖 40 多种大数据，突破 5000 多万用户，平台年交易额突破百亿。包含中创时代网、智能推送、智库、云园区、云招商、云项目、云商会、云论坛、云政策、云分析、云应用、云发布、云知产、社会调查、元宇宙、数字订单共享经济平台等。

（三）以资本为纽带，带动更多中小企业实施数字化绿色化转型。成立创业基金，为前沿创新项目进行投资，中小企业突出贡献进行市场化奖励，为政府解决招商难、落地难、兑现难。

三、取得的主要成效

集团平台目前拥有 1200 多项知识产权、57 个商标、26

个专利、6 个国家级众创空间孵化器、6 个国家级示范平台和基地、16 个国家高新技术企业，全国孵化面积累计 120 多万平方米、先后引进 10 多万家优秀入驻企业，为国家解决上百万就业人员。

建设中创时代数字经济赋能平台为全国中小企业提供数字化转型服务，解决企业不敢转、不会转、不能转的“卡脖子”难题。

建设了“云园区平台”打造楼宇“超市”，10 多万个传统产业园和商业楼宇搬入云端，把物理空间变成数字空间。利用大数据实现楼宇资产管理、服务外包、政策申报、智能租赁、智能注册、智能缴费、智能提醒、智能审批、智能报税、智能结算、智能监管、智能注销、智能统计。

建设了“智能推送平台”利用区块链技术，大数据分析，实现一秒钟精准推送，解决信息对称，让老板直接与老板谈，取代传统人工销售和机器人电话销售等方式，让信息精准发布，项目空中对接、线上签约、线下履约、数字赋能。

建设了“云招商平台”利用大数据精准发布项目、智能招商，汇聚全球项目，合理匹配资源，构建数字经济发展新生态。让项目进行标准化、云端化、国际化，解决跑断腿、说破嘴的传统招商模式。中创时代云招商平台上线，一个月为北京房山区招商 2000 多家企业，其中 1532 家企业立即落地注册，助力“六大房山”高质量发展。全国每月近 8 万多家企业通过中创时代云招商平台、云园区、云项目等，利用中创时代 AI 决策、智能推送，精准合作和落户全国各地，

中创时代数字经济赋能平台为全国中小企业提供数字化转型服务，年交易额突破上百亿。

完成了数字化发展相关课题和建议：国家发改委关于“数字经济健康发展”“元宇宙产业发展”“数字经济发展趋势”，国家税务总局“元宇宙产业发展政策支持”，北京市政府“北京市数字经济立法草案”建议，天津市数字化发展指标体系揭榜挂帅；北京市虚拟现实产业发展课题，中关村元宇宙产业规划课题，北京市科协的数字经济赋能平台，助推“数字科协”建设等。

下一步，中创时代将继续以服务中小企业数字化绿色化转型为依托，继续做好以下服务：

一是加快建设“数字经济赋能平台”，大力发展数字经济。以技术为核心，以产业为依托，以关键工程和重大项目为抓手，加快自主可控的数字化赋能平台建设，构建高效沟通渠道，强力整合优势资源，将政企双方不同需求实时精准智能推送，为政府、企业提供“数据分析+指数发布+战略规划+资源链接+项目落地+品牌塑造+价值提升”的综合体系服务。

二是加快建设数字经济示范基地，促进数字经济和实体经济深度融合。通过建设数字经济示范基地、数创空间，优化工业项目全流程管理系统，扩展云园区平台功能，逐步形成产业地图、大数据智能招商，实现政策、项目线上对接、发布、交易等全产业链综合智能服务，及业务协同场景综合项目管理体系。

三是加快建设数字经济应用场景,打造具有国际竞争力的数字产业集群。利用数字经济集聚园区,汇聚项目,匹配资源,打造数字经济产业基地示范项目,构建数字经济发展新生态。建设数字经济展示厅,坚持“创新引领、融合发展、场景赋能、改革驱动”发展原则,按照“整体统筹、区域聚焦、功能协同”思路,全面优化存量、做大增量。建设数字经济发布厅,数据分析指数发布,构建“一企引领、一地支撑、多点联动、全域协同”的数字经济发布基地空间格局。巡回举办数字经济高峰论坛,打造数字经济论坛展示舞台,传递最新动态,精准发布项目,线上线下同步招商。组建数字化智库,聚众贤、集众思、汇众智,研究公共策略和政策决策建议的思想智库。加快落地数字场景应用示范项目,推动实现技术开放、场景开放和数据开放,共同实现数字经济新模式、新业态、新方向。

四、应用场景及下一步举措

根据集团多年数字化发展的经验来看,中小企业量大面广基础薄弱,传统产业园孤岛效应明显,是数字化转型的重点和难点,为此集团投入大量资金,建设了中国首例-“中国.数字经济赋能平台”、“元宇宙产业服务平台”,构建高效智能管理渠道,强力整合优势资源,将政企双方不同需求实时精准智能推送,从企业租赁注册、评估规划、运营管理、系统上云、会议通知等环节提供全方位服务。打造中创时代智库,通过对全国数字技术、数字专家整合,形成数据聚合、信息开放、知识共享的数据资源中心,加大对企业数字化转型

型的指导。

五、存在问题和意见建议

中小企业数字化转型是产业数字化的难点，也是必须突破的关键点。受资金、技术、人才等方面的制约，中小企业数字化面临多重困难，主要是三个方面：

不会转：企业在吸纳数字化人才面临招不来、用不起、留不住的难题，严重缺少既熟悉业务又可以驾驭数字化应用设计的人才在全行业都属稀缺资源。同时目前市场上的数字化升级改造服务大多是提供通用型解决方案，无法满足中小企业个性化、一体化需求。

不愿转：中小企业自身技术水平不高，难以满足企业数字化平台的开发、部署、运营和维护需求，同时对数据缺乏有效采集，数据分析水平也难以满足生产流程优化、精准化营销、商业模式创新等需求。

不敢转：企业难以估算转型的预期收入，在数据分析方面难以坚持长期投入，会导致数据积累的中断，以及数据效益无法进一步体现，使中小企业面临严重的经济损失风险。

不能转：企业数字化转型升级是一项复杂的系统工程，在软硬件购买、系统运维、设备升级、人才培养等方面需要持续投入大量时间和资金，而大部分中小企业不具备这个实力。

爱玛科技集团股份有限公司电动车制造数 字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

爱玛科技集团股份有限公司于 1999 年成立，总部位于天津市，是一家 A 股上市民营企业。公司主要业务为电动自行车、电动摩托车和电动三轮车的研发、生产与销售。公司拥有 40 多家子公司的集团企业，员工规模超 10000 人。公司 2024 年营业收入 216 亿元，销量 1070 万台，研发投入 6.58 亿元。

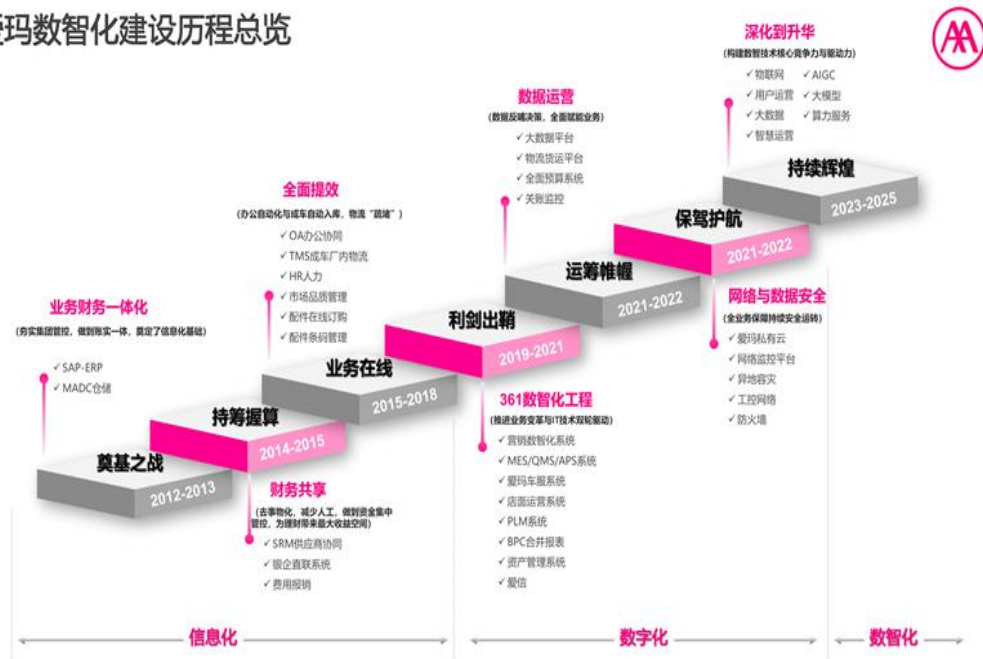
公司拥有较为完善的国家级检测中心，设备齐全、技术实力雄厚。公司持续在行业基础技术、前沿技术及产品创新方面加大投入，截至目前，爱玛已拥有专利超过 2000 项。

二、爱玛电动自行车制造数智化绿色化协同转型技术创新简介

1. 数智化转型的“三步走”战略

爱玛科技在数智化转型过程中，制定了“三步走”的战略目标：全面赋能业务、数智驱动运营、构建数智生态。为实现这一目标，公司不断投入研发资源，引进高端人才，推动技术创新与突破。目前，爱玛科技已在大数据、云计算、人工智能等领域取得了显著成果，为企业的绿色化转型提供了有力支撑。

爱玛数智化建设历程总览



2. 绿色技术的持续创新

在绿色技术方面，爱玛科技始终坚持自主研发与技术创新。公司建立了完善的研发体系与技术创新机制，鼓励员工积极参与技术研发与产品创新。通过不断的技术积累与突破，爱玛科技在电动两轮车领域取得了多项核心技术的自主知识产权。例如：在电机技术方面，公司实现了电机技术的突破并建立了自产电机工厂；自研自产高效凸极电机，采用更低的极对数以降低电机铁损，高速弱磁扩速能力的增强和弱磁电流的减小则有效降低了电机铜耗。目前凸极电机已获授权专利 2 篇，效率在长跑工况和爬坡工况下，普遍高出 1.5-3%。自研高效超静音面包型轮毂电机，采用专利面包形磁钢设计、不等气隙设计及独特胶水配方等创新技术和工艺，实现高效率、高品质及低噪音。

在控制器方面，自研蔚蓝控制器，采用了开放式软件架构、扭矩控制策略架构和三合一域控制集成系统，设置多种

驾驶模式，能够满足用户对多种使用场景的需求。

在电池方面，首创引擎 MAX 闪充技术，通过闪充充电器、二代抗衰石墨烯电池、专利充电口和安全电缆线四大配置升级，实现引擎 MAX6 再次升级变革，实现电动车的“充电 2 小时，畅行百公里”，整体技术处于国内领先水平。

3. 数智化与绿色化的深度融合

爱玛科技在推动数智化与绿色化深度融合方面取得了显著成效。公司利用大数据技术对市场趋势、用户需求进行精准分析与预测，为产品研发与市场营销提供有力支持。同时，公司还通过数智化手段优化生产流程、提高生产效率与产品质量。在绿色化方面，公司则将环保理念贯穿于整个生产与销售链条中，实现了从产品设计、原材料采购、生产制造到产品销售与回收的全生命周期绿色管理。

三、取得的主要成效

1. 绿色研发

公司高度重视产品绿色化，在研发阶段融入绿色理念，致力于打造低碳环保的产品。公司积极应用绿色新型材料和节能技术，结合对核心“三电”（电池、电机、电控）及车身设计的改良，实现产品的节能减排。

（1）节能高效的核心部件。采用更节能的电池、更高效的电机和控制器，对动力系统架构进行全面节能升级，提高续航里程，实现绿色三电。

在电动自行车的核心能源部件的开发中，不断研发更高效的电池技术，延长电池使用寿命，减少电池废弃物的产生。公司创新推出了爱玛引擎 MAX 聚核能量系统，结合低滚阻轮胎技术、抗衰石墨烯电池、流体动力降阻设计、整车 LED 节能灯组、SDS 专利智慧动力系统、CES 专利制动能量回收系统等七大核心技术革新升级，真正实现了“百公里·不充电”，填补了电动车行业续航技术的空白。此外，首创的引擎 MAX 闪充技术，通过闪充充电器、二代抗衰石墨烯电池、专利充电口和安全电缆线四大配置升级，实现了引擎 MAX6 的再次升级变革，使电动车“充电 2 小时，畅行百公里”，



技术处于国内领先水平。

（2）环保新型材料。采用高强度铝、镁合金，保证产品性能和安全下，减轻产品重量采用免喷涂材料，省去烤漆工艺，实现环保采用高强度工程塑料，“以塑代钢”，大量减少钢、铝等金属材料使用，保证性能的同时降低车身重量；

或通过 IMD23、OMD24 等绿色工艺代替烤漆，提升外观设计美观度并实现减排；或使用再生塑料用于车身内饰，可通过物理回收再造有价值的生产原料，实现资源可再生循环利用。此外，公司持续扩大环保水性漆料的研发投入，减少生产带来的挥发性有机物（VOCs）排放。

（3）创新智能设计。通过整合智能化和智联化技术，电动自行车大幅提升了安全性能，推动了产业链安全技术难题的解决。智能刹车、实时导航、智能头盔、电池管理、安全监控、行为预测及多数据融合等数字化功能的应用，不仅增强了电动自行车的安全性能，提升了骑行的便利性和舒适度，也提升了电动自行车的整体品质。

2、绿色生产

公司持续完善环境管理体系，遵循“预防为主、防治结合、综合利用”的宗旨，持续优化各生产基地的环境保护管理。2023 年排放管理情况达到废水、废气、噪声排放达标率 100%、危险废弃物合规处置率 100%、固体废弃物产生总量下降率 34.9%、重大环境违规事件 0 起。集团及旗下子公司 ISO14001 环境管理体系认证数量 8 家。绿色工厂认证面积 614,920.2 平方米。2024 年环保资金投入达到 901.3 万元。

公司不断加大环保投入，持续升级生产设备和工艺，并且逐步在生产中运用自动化机器，实现更高效更环保的产品制造。通过环保设备对生产运营过程中产生的废气、废水及固体废弃物进行专业化处理，减少对环境造成的负面影响。并智能化设备提高生产效率，减少能源消耗。利用大数据分

析，优化生产流程，减少不必要的物料浪费，实现精益生产。同时，公司对各生产基地的废气与废水在线实时监测并与地方生态环保部门联网，有效监测、管控排放物指标，避免破坏周边生态环境。

具体措施如下：

公司采用自动化激光切割机和自动扒胎机等智能制造设备代替手工作业，提升加工精确度的同时，减少废料产生，有效提高资源利用效率。

公司引入新型真空漆渣干化机，日处理量 4,000 千克。应用新设备后，干燥去水减量达 75% 以上，整个干燥过程在封闭真空状态下进行，产生的气体由专门的装置做环保处理以避免环境污染。此设备帮助生产基地大幅减少危废产生量和后续处理的能源消耗量，实现危废减量化。

公司所有生产基地的废气排放均符合当地排放标准。其中，天津基地采用先进的处理工艺“沸石浓缩 +RTO 燃烧”，处理后的废气符合天津地方排放标准（DB12/ 524-2020）对挥发性有机物（VOCs）排放低于 50 毫克每立方米的限制。

天津生产基地内建有 1 座处理能力为 500m³/d 的污水处理站用于处理含涂装废水等生产废水，处理工艺为“絮凝沉淀 + 微电解 + 芬顿 + 生物接触氧化”，出水达到《污水综合排放标准（DB12/356-2018）三级标准后由园区污水管网排入污水处理厂进一步处理。同时，厂区实行雨污分流，对污水及雨水管网进行了流向标识，生产废水、生活污水、雨水分开排放。

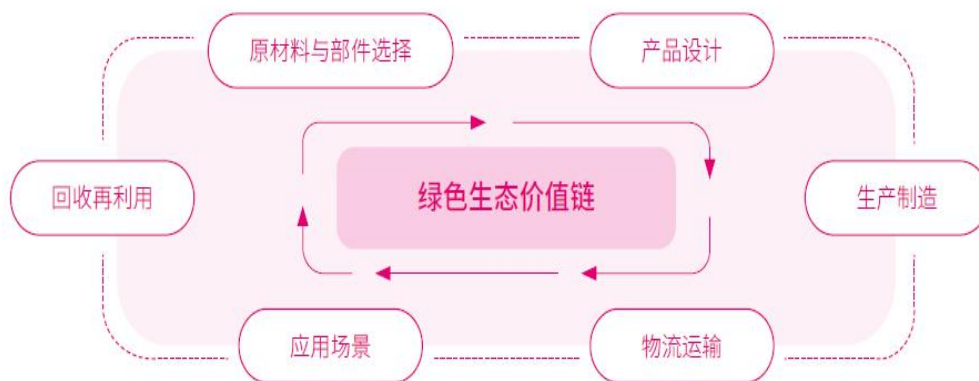
对于污水治理，公司针对生产端污水，公司对不同浓度的污水实施分阶段处理，有效地减少处理药剂使用，实现科学化管理生产污水。针对生活端废水，公司采取三级过滤沉淀处理举措，确保污水排放达标。2024 年，公司及各生产基地未发生排放违规事件。

公司通过不断创新和完善环境保护管理机制，结合实际推进节能减排、技术升级，实现高效能、低排放的绿色运营模式，并获得了环境管理体系认证。其中，全资子公司天津爱玛车业于 2023 年认定为“国家级绿色工厂”。

3. 绿色物流

爱玛科技不断提升智能物流核心数字能力，满足电动两轮车、电动三轮车产业链上下游多场景服务需求，提供从零部件采购端到整车客户端全价值链绿色物流服务。运用物联网、云计算、人工智能等技术优化运输路线，减少运输里程与次数，实现节能减排。通过建立智能排车系统，高效整合运力资源，精准匹配车辆与货物，从而提升运输效率，减少产品 - 仓库 - 门店运输过程中的碳排放。并通过产品结构设计优化，提高整车包装的装载率，提升物流装载量，逐步采用新能源车辆运输

推广“循环取货”模式，实行提货和送货集约化，提升运输车辆满载率，实现提效降本和绿色运输增加零部件厂商可循环包装使用占比，提升周转箱和周转筐的返退率和运输周转率，减少周转容器的耗用。



4. 绿色供应链

公司建立了完善的绿色供应链管理体系，从原材料采购、生产过程、物流运输到最终销售的每一个环节，都实施了严格的环保措施。通过这种方式，爱玛科技有效降低了整个供应链的碳排放，提高了资源的利用效率。此外，公司还与供应商紧密合作，共同开发环保材料和工艺，进一步推动了供应链的绿色化。

四、应用场景

爱玛电动车在数字化、绿色化和协同转型方面的应用场景主要体现在智能制造、绿色设计和用户服务三个方面。

1. 智能制造。爱玛电动车在智能制造方面走在行业前列。公司引入先进的自动化生产线和智能化管理系统，实现了生产过程的精准控制 and 高效协同。这种智能制造模式不仅提高了生产效率和产品质量，还显著降低了生产过程中的能耗和排放。通过智能制造的引领，爱玛科技正推动电动车产业向更加绿色、高效、智能的方向发展。

2. 绿色设计。在绿色设计方面，爱玛电动车注重环保材料的应用和轻量化车身设计。公司从高效能电机到智能电

池管理系统，从轻量化车身设计到环保材料的应用，每一项技术的革新都旨在提升电动车的能效比，减少能源消耗和碳排放。这种以技术创新为驱动的发展模式，不仅提升了爱玛电动车的市场竞争力，更为行业的低碳发展树立了标杆。

3. 用户服务。在用户服务方面，爱玛电动车通过数字化技术提供了便捷的用户体验。例如，爱玛某款智能电动车搭载了先进的自动驾驶系统和物联网技术，能够实现自主导航、自动避障、远程控制等功能。用户只需通过手机 APP 即可实现对车辆的实时监控和控制，大大提高了出行的便捷性和安全性。此外，爱玛还通过智慧云控系统提供无钥匙控车和智能防盗等功能，进一步提升了用户体验。

五、下一步举措

爱玛科技集团股份有限公司下一步将围绕数智化与绿色化协同转型，重点推进以下举措：一是升级智能制造体系，利用工业互联网和大数据优化生产流程，实现能耗精准管控；二是加速绿色产品创新，研发高性能电动两轮车及光伏充电等低碳技术；三是构建数字化供应链平台，通过全链路碳足迹追踪降低环节排放；四是完善循环经济网络，建立电池回收与梯次利用体系；五是制定数据驱动的碳中和路径，结合智能分析设定分阶段减排目标。通过技术融合与模式创新，推动企业运营效率与可持续发展能力同步提升。

六、存在问题和意见建议

（一）存在问题

技术融合不足：数字化与绿色化技术协同性较弱，如能

耗监测系统与生产智能化的数据联动不充分。

供应链碳管理短板：上游供应商绿色资质参差不齐回收体系待完善：锂电池回收网络覆盖不足，物流数字化水平低。

成本压力：绿色技术研发投入高，短期收益难平衡转型成本。

（二）意见建议

强化技术协同：搭建一体化数字管理平台，整合生产、能耗与碳排放数据，实现动态优化。

完善循环经济：由政府牵头、联合回收企业布局和建立智能回收网络，利用物联网提升电池溯源效率。

政策与资金联动：申请绿色信贷及政府补贴，鼓励绿色化发展。

天津大沽化工股份有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

天津大沽化工股份有限公司（简称“大沽化工”）隶属于天津渤海化工集团有限责任公司（BCIG），属化学原料和化学制品制造业，始建于1939年的天津大沽化工厂，伴随着新中国的成立走过风雨84年，见证并参与谱写中国化工史辉煌新篇章。大沽化工致力于追求卓越铸就民族化工品牌，发展成为国内领先、国际一流化工企业，现拥有行业领先的年产50万吨苯乙烯、40万吨ABS树脂、10万吨AS树脂生产装置。主营产品包括ABS树脂、苯乙烯、AS树脂、HRG胶粉等，品质优异，客户稳定，畅销海内外，“红三晶”商标被认定为中国驰名商标。

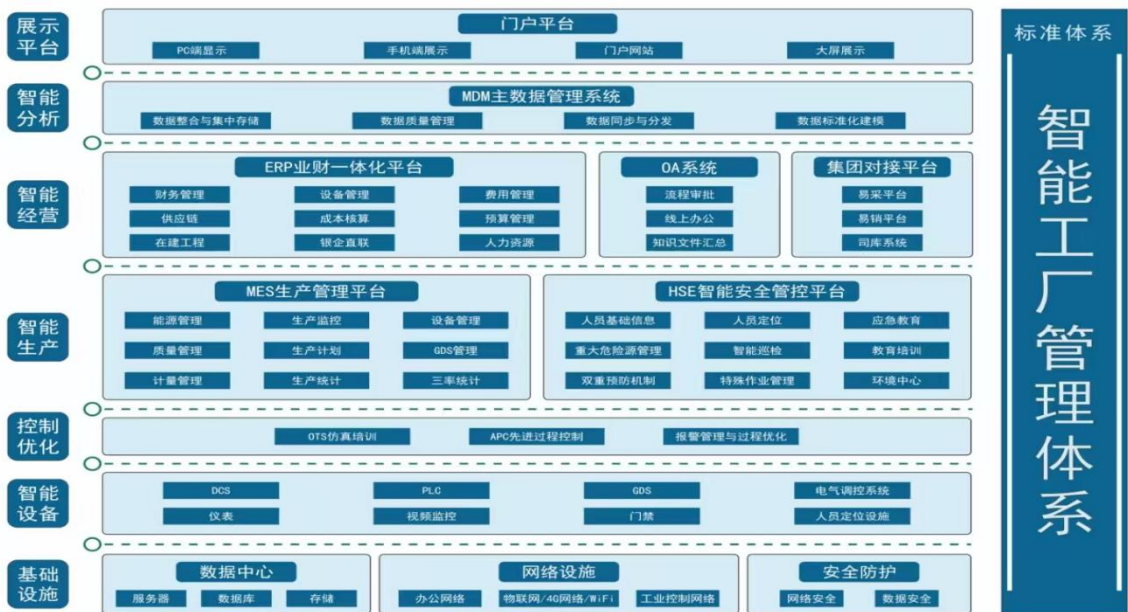
大沽化工先后荣获国家级绿色工厂、国家级高新技术企业，国家卓越级智能工厂、国家健康企业、天津市智能工厂、天津市先进级智能工厂等奖项和荣誉称号。

大沽化工一直致力于建设数字化、绿色化智能工厂和高质量发展的一流企业。大沽化工秉承“实业创新、厚德至臻”的主义核心价值观，精细管理，精益经营，获得“质量、环境、职业健康安全、能源、合规、社会责任、测量、信息安全、两化融合”九体系认证，研发专利51项，获得DCMM数据管理能力成熟度二级认证、CMMM智能制造能力成熟度二级

认证和 DTMM 数字化转型成熟度四级认证。

二、大沽化工数字化绿色化协同转型方案

大沽化工致力于追求卓越铸就民族化工品牌，发展成为国内领先、国际一流化工企业。大沽化工贯彻落实集团公司部署的数字化转型工作任务，深入推动数字技术与制造业的深度融合，积极采用物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新一代信息技术，以科学系统、前瞻引领、可操作性为原则，在结合企业自身特点、正确评估企业智能制造成熟度水平，认真研判企业内外部环境和发展趋势。确定建设总体实施架构包括 1 个基础支撑、2 个保障体系、3 大能力提升、4 个重要特征以及 4 个核心功能平台。



大沽化工智能工厂总体架构图

1 个基础支撑是指稳定安全的 OT 与 IT 基础设施及网络化自动化的智能制造设备，2 个保障体系包括企业九体系认证和智能工厂标准体系，打造“提高运营效率”“降低企业

成本”“增强核心竞争力”3大能力，建成自动化、数字化、智能化和绿色化四位一体的智能工厂。先后部署实施ERP运营管理平台、MES生产管理平台、HSE安全管控平台、MDM主数据管理平台和门户平台，建设成为以“4+1”体系的4个功能平台为核心，1个门户平台为中心，多平台深度交互，横向数据流通、纵向集成管控，实现优化管控结构、加强决策支持和提升企业核心竞争力，打造出集高端化、数字化、绿色化于一体的智能工厂。

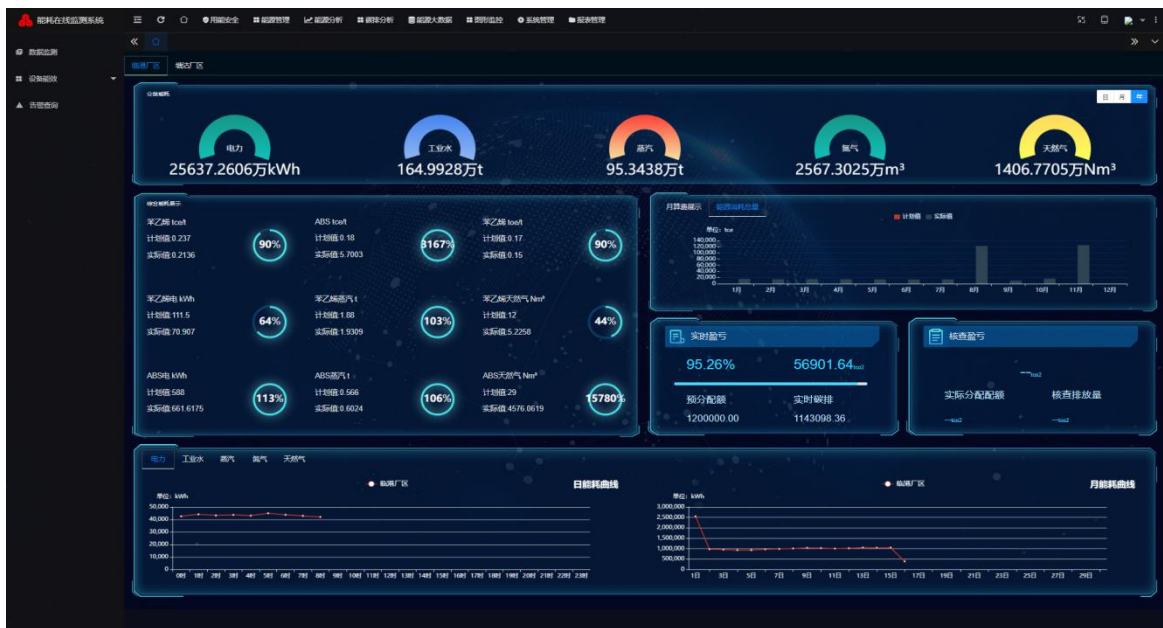
三、取得的主要成效

（一）能源管理

大沽化工搭建能源在线监测系统，包含能源管理、能源分析、图形监控、碳排分析等功能，可以实现各种能源输配、生产、使用的实时监控，重点工序和设备的实时诊断，重要单元和设备的运行状态监控，为生产和能源的整体平衡调度提供全息支撑。对电表、水表、氮气表、天然气、蒸汽表等智能计量仪表实现实时数据采集和监测。展示数据主要包括三相电压、三相电流、功率、功率因数、有功总电能、尖峰平谷电能、瞬时流量、累计流量、瞬时热量、累计热量、温度、压力等，可通过实时曲线的方式显示在监控画面中，并按照“分类、分层、分显、分环”的设计思想进行展示，支撑每月能耗结算，自动生产统计报表，基于系统中数据异常判断模型，出现异常数据提前报警，及时发现问题，杜绝事态扩大，对生产造成不良影响。



能耗在线监测系统主页面



MES 系统-能耗数据监测模块

能源在线监测系统与 MES 系统集成，水、电、蒸汽、天然气、氮气等能源数据上传至生产数据看板，为全厂生产调度、成本分析、生产管理等提供数据支撑。

解决的痛点问题：解决了能耗计量基础条件差，多以配电室监控系统结合人工抄表进行，模式相对滞后，无法对单

个设备、班组、车间、产品能耗及电能质量进行精细化统计问题。解决了仅了解各类能源总支出，各项详细支出、流转的走向、损耗等无法评判，流转过程的衰减对设备的影响、设备能耗成本优劣状况、设备维保运行成本等信息无法分析的问题。解决了预防措施弱，重点能耗设备、重点生产设备的运行状态及效率异常时反馈不及时，对空压系统、锅炉系统、制冷系统、变压器等二次能耗设备转换效率无法分析的问题。解决了过程无监管，能源采购-传输-使用过程形成管理盲区，对跑、冒、滴、漏的浪费无法控制的问题。

（二）环保管理

污染在线监测和风险预警场景基于 VOCs 在线监测系统、GDS 气体报警系统对重点污染物排放、有毒有害气体等进行实时监控，并将环保在线监测数据实时上传至 MES 系统，实现环保全过程实时监控和风险预测预警，打通数据孤岛、贯通数据链。

其中，GDS 气体报警系统集实时监控、预警处理、远程控制、设备管理于一体，通过网络连接实现数据传输和远程控制，现场布置了有毒气体报警器 308 台，可燃气体报警器 607 台，缺氧报警器 53 台，对有毒有害及可燃气体进行实时监控和异常报警，可有效保障人员和设备的安全，保障企业安全生产，减少污染物泄漏。

生产现场 13 处 VOCs 在线监测进行系统布置用于监测环境中的挥发性有机化合物（VOCs）和非甲烷总烃，能够实时

监测空气中的 VOCs 浓度，并提供详细的数据报告，帮助评估空气质量和污染源，具备高灵敏度和宽线性范围，以确保能够准确测量不同浓度的 VOCs。对现场废气流量、烟气温度、氨气压力、烟气流量，对现场总烃、甲烷、非甲烷总烃、苯、甲苯含量等环保数据进行实时监测。

（三）解决的痛点问题

传统人工巡检或离线监测无法实时捕捉气体泄漏、温度骤升、压力超限等突发危险，导致事故初期响应延迟，通过部署 GDS 系统，解决现场可燃、有毒气体的泄漏检测，降低火灾爆炸和中毒窒息的风险。搭载高效分析仪器（如气相色谱仪、在线质谱仪），实时监测反应物料成分、浓度、纯度等，数据同步至 DCS 系统，自动优化投料量、反应温度等参数，提升生产稳定性。在线分析小屋部署烟气在线监测仪器，实时分析 COD、氨氮、SO₂等指标，数据直连环保监管平台，超标时报警器自动触发企业内部预警，同步启动污染处理设备，解决污染排放计量难、污染管理粗放等问题。

四、应用场景

（一）能源管理

将用能安全作为首要的功能需求，通过实时数据监控、异常告警等功能保障现场能耗设备的运行安全，在用能安全基础之上通过能源管理模块提高能源使用效率，降低单品能耗，以能耗分析为工具控制能源指标，挖掘节能空间，杜绝能源使用中的跑、冒、滴、漏现象，减少能源浪费，最后通

过长时间尺度的数据挖掘以单一能源的能耗预测、多种能源介质的单品能耗优化等模型节能降耗，优化用能结构。

（二）环保管理

通过对厂区有组织排放的实时监测，结合厂区视频监控、车辆监管、门禁系统、能源消耗、三维数字地图等各类数据，有效掌握并科学分析有组织分布浓度、变化规律等，依据分析结果进行智能化、信息化、科学化的管控，为企业环保治理工作提供有力支撑。

五、下一步举措

（一）化工行业知识模型搭建

通过整合石油化工行业复杂多变的工艺知识，形成系统化的知识库，利用自然语言处理技术结合大量涵盖了化工生产过程中的各个环节的精标语料，基于 AI 算法进行模型训练，构建融合人工智能技术的石化行业智能制造知识模型及集成开发平台，为生产运行决策提供科学、精准的依据，对提升产品收率与质量，降低能源消耗与碳排放，实现生产过程的绿色化与高效化具有重要意义。

（二）工业 5G 专网建设

天津大沽化工在智能工厂场景规划和建设过程中，发现智能工厂应用场景需要对无线网络的传输速度、实时性、确定性、融合感知定位等提出了更高需求，天津大沽化工拟新建 5G 毫米波专网，以满足智能运维、一体化数据中台、数字孪生系统和机器人集控的等工业互联网。

（三）新型应用场景探索

通过智能 AI 机器人实现多维度，跨区域，多场景的智能安全管理。实现智能巡检+智能管理的多任务协同，完成安全管理人员，现场监护人员和巡检人员的多工种任务，保证一机多用的高效性。

六、存在问题和意见建议

（一）绿色转型与组织变革的双重挑战

随着企业向绿色化、数字化转型的推进，我们面临着组织架构和管理模式的深刻变革。这一变革不仅要求技术层面的升级，更需重塑企业文化，推动员工能力转型，并优化业务流程，以适应绿色生产的需求。同时，绿色转型意味着需要采用更环保、更高效的生产方式，这对现有组织架构和管理模式提出了全新要求，如何平衡转型过程中的稳定与变革，成为我们必须面对的一大难题。

（二）设备更新与绿色升级的紧迫性

大沽化工现役设备服役年限较长，尽管进行过局部更新，但距离实现全面绿色生产仍有较大差距。设备老化不仅影响生产效率，更增加了能耗和排放，与绿色化生产目标背道而驰。然而，设备更新过程中存在的空窗期对生产线影响巨大，如何在保证生产连续性的同时，完成设备的绿色升级，是我们亟待解决的问题。

（三）人员适应与绿色技能的提升

信息化系统的引入和绿色生产方式的推广，对员工的技

能提出了更高要求。外协人员和基层员工在面对全新信息化工作模式时，适应过程充满挑战。同时，绿色生产需要员工具备环保意识和绿色低碳能力，如何快速提升员工的绿色素养和技能水平，确保他们能够熟练掌握并应用绿色生产技术，成为我们绿色转型过程中的一大挑战。为此，建议加强员工培训，提升他们的绿色技能和环保意识，为绿色生产提供有力的人才保障。

荣程集团“软硬服一体化”数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

天津荣程祥泰投资控股集团有限公司（简称“荣程集团”），总部位于天津滨海新区，现已形成集团总部、钢铁集团、融诚物产集团、数字科技集团、新能科技集团和文化健康集团以及新智研究院、商学院“两院”为智库，产业基金、公益基金“两基金”为发展动能的“1+7”顶层布局。总资产 387 亿元，累计社会贡献 416 亿元、利税 285 亿元，公益慈善事业投入超 10 亿元，环保投入 66 亿元，近十年来研发投入 90 亿元，员工万余名，业务遍布国内 31 个省区市、特别行政区及 70 个国家和地区。2024 年营业收入 1350 亿元，位列中国企业 500 强 215 位，中国民营企业 500 强 79 位。集团曾获“全国文明单位”“中华慈善事业突出贡献奖”“全国绿色工厂”等多项荣誉。

二、荣程集团“软硬服一体化”数字化绿色化协同转型发展简介

在国家“十四五”数字经济规划与“双碳”目标战略指引下，荣程集团锚定数智化转型核心路径，推动数字化与绿色化双向赋能、深度融合，走出了一条独具特色的高质量发展道路。

“十三五”时期，荣程集团率先响应两化融合导向，从基础设施到业务系统完成全面数字化布局，成为工业数字化转型先锋，为后续发展夯实基础。进入“十四五”，集团紧跟国家战略，以“四个一”要求为行动准则，对标“推进新型工业化”部署，将数智化建设提升至战略核心地位。依托“数据驱动创新”理念，深度参与数据要素市场化改革，创新构建“智云、智数、智防、ERP平台”四柱体系，通过“软硬服一体化”解决方案，全方位赋能多领域数智化实践与产业升级。

在绿色发展进程中，集团凭借前期66亿元环保投入积累的技术优势，将数字化技术深度应用于节能减排领域。通过大数据分析优化能源管理、利用智能系统提升环保设备运行效率，推动生产全流程绿色升级，成功打造“全国绿色工厂”标杆。数字化与绿色化的协同发力，不仅实现了科技引领、绿色低碳的发展目标，更为行业转型升级提供了可复制、可推广的实践样板，为制造业数绿融合提供了典型示范。

三、主要成效

（一）数字化驱动运营效能跃升。依托“智云”平台实现集团100%数字化覆盖，五大业务板块数据共享壁垒全面破除，跨部门协同效率显著提升。业务流程审批通过数字化协同，平均耗时缩短30%，业务流转效率提升40%。“ERP经营管控平台”创新设计资金计划与付款一体化流程，优化53家公司资金配置，资金周转效率提升75%；全集团线上化费

用报销使处理时间缩减 2/3，释放财务人力聚焦战略分析。全平台化运维模式使运维成本降低 40%、响应速度提升 20%，构建起高效稳定的运营体系。

（二）数据智能重塑决策体系。“智数”平台于 2024 年落地 7 项关键数据看板与 35 项报表服务，为管理层提供实时业务洞察。2025 年上线自有 AI 智能平台，企业风险背调 AI 助手、执委会 AI 助手等工具深度参与决策流程。在项目投资场景中，AI 通过海量数据模拟推演，提供多方案风险收益预测，推动决策模式从经验驱动向数据智能驱动转型。

（三）信息安全筑牢转型根基。“智防”体系构建主备数据中心架构与两地三中心布局，自 2023 年投用后未发生重大信息安全事故。“一户通”工程实现用户身份统一管控，全平台化运维模式提升信息系统安全性，为数字化绿色化转型筑牢安全屏障。

（四）绿色制造实现全链突破。钢铁主业通过“长短流程结合”模式优化，吨钢综合能耗降 50%、水耗降 40%、碳排放减 48%，年降碳 106.08 万吨；运输环节清洁运输占比超 80%，二次能源发电比例突破 60%；产品结构中战略新兴材料占 36%、优特钢占 72%以上。数智化升级使铁区与物流系统年降碳 13.2 万吨，余热回收、废水零排放等举措打造“零碳工厂”样板。

（五）氢能产业构建绿色生态。荣程集团布局氢能全产业链，上游投运 12 座加氢站，制取绿氢 558 吨；中游建成

年产能 2000 套的氢燃料电池系统基地，参与生产 300 辆氢能重卡；下游投运 800 辆氢燃料电池汽车，运输货物 2738 万吨，减碳 3.66 万吨，超 110.8 亿条数据的氢能大数据平台，推动形成绿色低碳产业生态。

（六）绿色经贸赋能协同降碳。融诚物产重整后营收年均增长 60%，大宗商品经营量 8265 万吨，贸易覆盖 70 国、9600 余家客户。电子交易平台绿色产品占比 45%，推动铁水联运降低物流碳排放；搭建生产要素集成平台，探索碳足迹核算与“绿色溯源”体系，带动产业链协同减碳。

（七）数字技术深化绿色融合。荣程数科融宝支付交易规模超 1.75 万亿，矿业监管平台成为行业标杆，多式联运平台整合 26 万运力、运输效率提升 30%。通过整合“公铁水”联运数据、赋能氢能产业链，推动资源优化配置，探索碳数据资产化应用，实现数字技术与绿色发展深度融合。

四、应用场景及下一步举措

荣程集团以数字化赋能绿色发展，构建多领域标杆应用场景：办公场景依托“智云”平台实现 100%无纸化办公，业务审批效率提升 30%，年减少纸质消耗 30 吨，树立数字化办公绿色典范；生产制造环节通过数字孪生技术重构钢铁流程，吨钢能耗降 50%、碳排放减 48%，二次能源发电占比超 60%，成为工信部“绿色制造”数字化转型样板；供应链借助区块链技术实现 7 大品类交易数据上链，“公转铁”清洁运输占比超 80%，入选国家级供应链创新与应用试点；氢能

产业通过大数据平台整合全链条资源，累计减碳 3.66 万吨，形成“制储运加用”数绿融合示范模式，为行业提供可复制的协同转型场景方案。

持续强化集团层面数字化与绿色化协同战略布局，深化“智云、智数、智防”平台一体化应用，推动全业务板块数据资源整合与价值挖掘。加速氢能全产业链协同发展，拓展氢冶金、绿氢制备等创新场景，构建绿色低碳产业生态。完善数绿协同技术标准体系，强化跨板块资源协同与安全防护，持续提升数字化驱动绿色转型的集团级统筹能力，打造行业协同转型标杆范式。

五、存在问题和意见建议

（一）发展提升方向。荣程集团在数字化绿色化协同转型的创新实践中，仍有优化空间。在数智化协同深化层面，随着业务多元化发展，各板块数智化建设的进度与标准存在细微差异，一定程度上影响数据互通效率与全流程绿色生产的协同精度。数据安全防护体系建设需进一步强化，面对日益复杂的数字环境与产业数据增长趋势，现有防护机制在应对新型安全挑战时，可探索更前沿、更高效的解决方案。此外，在前沿技术产业化应用领域，尽管已在氢能、碳管理等领域取得突破，但部分创新成果从研发到规模化应用的周期仍需进一步缩短，以加速数字化与绿色化的深度融合进程。

（二）优化推进策略。为持续巩固转型成果，集团将从三方面深化布局。一是完善协同标准体系，加快制定覆盖全

集团的数字化绿色化协同技术标准，统一数据交互规范与业务流程，加强跨板块技术指导与资源协同，推动产业链上下游高效联动。二是升级数据安全防护，加大研发投入，引入先进加密、监测技术，构建动态化安全防护体系；定期开展安全演练与专业培训，提升全员数据安全意识与防护能力。三是加速技术成果转化，深化与高校、科研院所合作，组建联合攻关团队，聚焦氢冶金、碳数据资产化等关键领域，优化成果转化机制，打造更具引领性的数字化绿色化协同发展标杆。

远大阀门集团有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

远大阀门集团有限公司创立于 1994 年，总部位于河北省隆尧县，注册资金 2.3 亿元，下设 5 家国内分公司和 2 家海外子公司，占地面积 54 万平方米，员工 3500 余人。作为高中低压阀门制造领军企业，其产品涵盖 12 大类、200 多个系列、4000 多个规格，年生产能力 10 万余吨。公司拥有三个省级研发平台，获授权专利 159 项，荣获“国家级专精特新小巨人”“国家级绿色工厂”等多项荣誉，产品远销 40 多个国家和地区。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

公司以“数字化驱动绿色生产”为核心，构建“三平台一网络”协同体系。在生产端，部署智能精密铸造制壳系统，采用硅熔胶制壳工艺，结合六轴机器人、PLC 管控系统及恒温恒湿干燥线，实现制壳工序 100% 自动化，关键设备数控化率与联网率达 100%，从蜡模传输到型壳成型全流程数据可视化管理。

供应链端，搭建多组织产供销、人财物协同平台，以金蝶云平台为基础，集成 MRP、SCM、MES 等系统，通过物联网技术采集生产全流程数据，实现从订单到发货的端到端协同。引入“分账管理”模式，建立内部利润中心核算体系，

优化资源配置效率。

能源管理端，建成能耗在线监测系统，通过传感器与数据采集器实时监控水、电、气等能源消耗，结合大数据分析实现动态能耗分配与节能优化，单位产品综合能耗降低 15%。三大场景通过工业互联网平台互联互通，形成“数据驱动、智能决策、绿色生产”的协同转型模式。

三、取得的主要成效

（一）经济效益显著提升

生产效率跃升：智能制壳系统实现 24 小时连续生产，单班产能提升 20%，年产出模壳超 100 万串；产供销一体化平台使订单处理周期缩短 30%，库存周转率提升 25%，年降低仓储资金 1000 万元。



人力成本优化：通过自动化与数字化系统应用，生产现场数据统计、合同管理等岗位累计节约人力 85 人，年节约成本 425 万元。其中，智能制壳系统操作人员从 16 人减至 6 人，产供销平台减少销售客服、采购计划员 47 人。

质量成本下降：铸件合格率从 95.1% 提升至 96.3%，年减少质量损失 600 万元；产品不良率下降 10%，年降低成本

800 万元。

（二）绿色化转型成效突出

能源利用效率提升：能耗在线监测系统助力整体能耗降低 15%，资源综合利用率提升 10%，年节约标准煤 1.2 万吨。制壳工序通过恒温恒湿控制，减少能源浪费，单位产品能耗下降 5%。

低碳生产模式成型：智能制壳工艺减少粉尘排放 30%，干燥线节能设计降低能耗 12%，获评“中国绿色铸造企业”。能耗数据实时监测与分析，为碳足迹核算提供数据支撑，推动清洁生产。



（三）管理水平全面升级

运营成本持续下降：办公协同效率提升 30%，管理费用较 2021 年降低 5%；通过 BI 系统实现采购、生产、销售数据实时分析，决策效率提升 40%，年降低管理成本 300 万元。

供应链协同优化：供应商准时交付率提升 10%，订单准时交付率提升 5%，通过 SCM 系统实现与 120 家供应商的在线协同，缩短采购周期 15%。

四、应用场景

智能精密铸造制壳场景：采用六轴机器人与自动化干燥线，实现蜡模沾浆、淋砂全流程自动化，配合 PLC 总控系统，产品合格率达 99% 以上，适用于多品种、小批量阀门生产。



产供销一体化管理场景：依托金蝶云平台，整合采购、生产、销售数据，支持多组织利润中心核算，实现订单在线处理、库存动态监控，提升供应链响应速度。

能耗数据监测场景：部署智能传感器与数据分析平台，实时监控各车间能源消耗，生成能耗报表与节能建议，助力企业精益化能源管理。

源数据治理系统														
数据源管理	首页 实时治理 历史数据 数据血缘 数据质量 数据安全 数据资产 数据应用 数据工单 数据人工治理 数据管理 数据治理信息 数据工具包													
数据资产	数据源: 数据源 数据表: 数据表 数据类型: 数据类型 搜索													
数据血缘														
数据质量														
数据安全														
数据应用														
数据治理信息														
数据工具包														
序号	编号	数据源	数据表	所属用户	数据类型	数据表名	数据表名	产品名称	版本	数据源	数据表	数据表名	数据表名	操作
1	A1_Q1	数据源100	2021060	数据源100	否	电	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	操作
2	A1_Q2	数据源100	2021060	数据源100	否	电	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	操作
3	A1_Q3	数据源100	2021060	数据源100	否	电	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	操作
4	A2_Q1	数据源100	2021060	数据源100	否	电	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	操作
5	A2_Q2	数据源100	2021060	数据源100	否	电	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	操作
6	A2_Q3	数据源100	2021060	数据源100	否	电	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	数据源	操作

五、下一步举措

公司将推进“年加工 5 万吨精密阀门项目”建设，投资 12.4 亿元打造智能生产线与工厂。持续优化“5G+”工业互联网平台，集成生产集控、集采、集销功能，实现上下游数据互通。计划引入数字孪生技术优化工艺设计，扩大光伏等可再生能源使用比例，目标三年内单位产品能耗再降 10%，打造阀门行业数字化绿色化转型标杆。

六、存在问题和意见建议

（一）存在问题

技术集成挑战：老旧设备与新型数字化系统兼容性不足，边缘计算、数字孪生等技术深度应用存在瓶颈。

专业人才短缺：既懂工业互联网又熟悉绿色制造的复合型人才不足，基层员工数字化技能培训需求迫切。

资金投入压力：智能化改造前期投资大，中小企业融资渠道有限，制约技术升级进度。

（二）意见建议

加强政策扶持：建议政府设立专项补贴，对企业数字化绿色化改造项目按投资额给予 10%-20% 补贴，降低转型成本。

完善人才培养体系：推动校企合作开设“工业互联网+绿色制造”专业，定向培养复合型人才；组织行业培训，每年培育 100 名以上专业技术骨干。

搭建行业协同平台：由行业协会牵头建立数字化绿色化转型共享平台，整合技术资源与解决方案，推动共性技术攻关，目前已向 5 家上下游企业复制推广智能制壳模式。

山西祥睿能源有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

山西祥睿能源有限公司成立于 2018 年，是一家专注于能源数字化与低碳科技应用的生态型企业。公司以能碳产业数字化治理为己任，通过自主研发的“低碳云账户+虚拟电厂”关键数字技术，与德国、日本的能碳数字化顶尖机构(企业)链动，构建全球领先的“数字+科技+运营+金融”的国际化能碳生态服务体系。

公司在北京、山西设有双研发中心。是国内首批碳核查服务商之一，国内较大的电力交易商和负荷聚合商，国家认定的高新技术企业、专精特新企业。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

(一) 碳账户平台

1. 定襄碳账户

低碳云账户平台目前已在全国多地成功应用，尤其在忻州定襄法兰、阳泉郊区耐火等制造业专业镇，以及长治、大同、晋城等地的市级、县域级、园区级项目中提供了定制服务。为定襄法兰行业能耗强度整体降低 2.3%，累计节约用电约 3000 万度，相当于节约 1.2 万吨标煤，实现碳减排约 2.9 万吨。此外，平安银行在定襄开展绿色普惠金融试点，应用平台能碳数据，构建起新型绿色征信体系，300 余户企业绿

色信贷通过率超过 80%。

2. 精艺零碳工厂

创建能碳管理平台，将能源管理系统与 ERP、EAS 系统相结合，实现能碳数智化管理，做到发电、各工序用电的统计与调配、合理进行生产排产及生产智能化，增加绿电用量，节约能耗、减少碳排放。后续将面向能源站、各类用能系统的优化策略和算法；利用算法模型和对微电网的发电预测、负荷预测，实现光储充综合优化、用电需量管理。

3. 气候投融资服务体系

搭建全省气候投融资服务体系，汇集全省绿色转型项目，为其提供全链一体化绿色服务。通过建立一套绿色项目评估评价体系，遴选优质绿色项目入库，精准对接项目业主和投资者。设立气候投融资服务中心，提供全方位的绿色项目开发、技术支持以及金融支撑。成立气候投融资实验室专注于气候投融资产品的研发、气候投融资相关标准建立和发布等。设立气候投融资基金，将资金投向绿色项目领域。通过碳账户平台提供的数据分析和管理工作，实现了对气候投融资项目的精准管理，确保了资金的高效使用和项目的成功实施。

当前，建立了动态更新的长治市气候投融资项目库，制定了建设和运行规范，发布了入库申报指南，已动态更新 77 个项目，入驻 19 家金融机构，累计授信 168.1 亿元，为 42 个项目发放贷款 37.1 亿元，最低利率 2.4%

（二）新型电力系统服务

1. 绿电园区

绿电园区项目，一是基于风电光伏的开发，依托虚拟电厂+微电网+储能技术，打造高效灵活的新型智能电力服务体系，同时开展绿电直连、绿电交易及绿证交易服务，满足园区多元绿色需求；二是通过布局电碳智能终端，打造集碳量化服务、碳资产服务、碳金融服务、碳能力服务于一体的碳全链服务体系，发展企业碳管理，产品碳足迹，项目碳评价等服务生态；三是为可再生能源项目（如风电、光伏）提供国际认可的绿电溯源认证服务，实现绿电证书签发及跨境互认，支持中国企业通过欧盟可再生能源指令（RED II）等国际合规审查。目前已在山西综改区、运城经济开发区、邯郸市开发区等地开展绿电园区规划编制工作。

2. 绿色建筑

——长治医学院附属和济医院

采用分布式光伏发电+绿色建筑引领改造+绿色照明+智慧供暖+数字化能源管控平台的改造，节约能源费用 190 万元/年，实现碳排放总量下降 45.83%，减少 2173 吨 CO₂/年排放。

新建 1MW 光伏发电系统，实现年发电量 1896.0MWh。

配置 30kW/100kWh 的电池储能系统，预计每年可增加清洁能源自用 40MWh，实现碳排放降低 22.812tCO₂。

——长治滨湖文旅中心酒店

项目通过搭建数字化智慧能源管理平台、风光储一体化系统建设（包含垂直轴风力发电、光伏路灯、车棚光伏发电

和电池储能等方面)、电度计量系统、水表改造等关键技术,实现滨湖文旅中心智慧化升级、绿色转型和可持续发展。该项目荣获 2024“零碳中国优秀项目案例”,总投资 3645 万元,改造后实现节约能源费用 488 万元/年,碳排放总量下降 51.9%,减少 6043 吨/年 CO₂ 排放。

三、取得的主要成效

公司已经形成了一套电碳数字协同系统性解决方案,构建起更清洁、更省钱的智慧电力服务体系和更全面、更垂直的碳中和系统服务生态。在新型智慧电力系统服务方面,开展新型能源体系规划咨询、分布式光伏+储能投资、新型智能电力服务体系搭建、现货交易及辅助服务、绿电绿证交易服务、光储充一体化能源岛;在碳中和全链服务方面,开展双碳战略规划咨询、产品碳足迹报告及认证服务、碳核查、碳盘查、碳资产交易管理服务、CCER 开发运营服务、绿色信贷碳征信服务、绿色项目评估评价和气候投融资服务、绿色科技孵化推广服务、零碳场景运营服务、碳管理能力培训。

四、应用场景

聚合大量可控负荷资源,降低企业用电成本,参与电网调节,并融合建筑、园区、工业、交通等多场景,打造成为全国负荷聚合多元、容量最大的国有负荷资源聚合库。

五、下一步举措

公司的战略定位是通过售电、虚拟电厂、微电网、碳账户、能管提供“能源管理+碳排控制”全栈解决方案的智慧低碳园区综合商和通过 AI 驱动的能源优化咨询、绿电交易

服务，实现企业碳强度达标的企业绿色转型 AI 赋能平台。通过核心业务“现金流”（园区级虚拟电厂运营，光伏+储能+微电网 EPC、绿电交易代理）+增长业务（AI 碳监测平台-动态碳账本）的业务组合方式，以“园区+企业”低碳服务为核心，依托 AI 技术，打造“源-网-荷-储-碳”一体化智慧能源服务生态，2030 年实现科创板/创业板上市，具体发展规划如下图所示。



六、存在问题和意见建议

科技企业层面，一是建议我省对于科技企业高质量发展的具体政策要向民营企业适度倾斜，针对民营企业科技创新活动和参与重点重大科技项目给予专项支持政策；二是建议深入推进产学研和人才战略，借鉴华东华南等地区经验，研究制订相关政策，引导高校广泛推进校企合作。

能源与低碳行业层面，建议支持能源科技类和绿色低碳服务类企业、院校、团队等加入山西智慧能源产业园，形成产教融合集约化发展模式，聚力打造全省绿色低碳产业高地和绿色生态科普基地。

内蒙古伊利实业集团股份有限公司数字化 绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

伊利集团位居全球乳业五强,连续十一年亚洲乳业第一,是中国规模最大、产品品类最全的乳制品企业,也是在亚洲、欧洲、美洲、大洋洲等乳业发达地区实现产业布局的国际化企业。伊利集团旗下拥有丰富的产品体系,包括 液体乳、乳饮料、奶粉、酸奶、冷冻饮品、奶酪、乳脂、包装饮用水等。作为健康食品的提供者以及健康生活方式的倡导者,伊利根据不同人群的需求设有专业的产品品牌,为消费者提供更多营养又健康的美味选择。

二、全链减碳生态数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

1. 构建全链条数字化碳管理平台

构建中国首个综合性乳业碳管理运营平台,集成组织碳排放核算、产品碳足迹建模、供应商数据追溯、乳业碳排放因子库及大数据分析五大核心模块。基于核算标准,实现工厂、事业部、集团三级碳排放常态化核算,内置商用数据库与碳数据库,支撑范围三排放因子智能匹配,解决传统线下核算中范围三数据缺失难题。

2. 智能化技术融合应用

物联网技术: 依托乳业碳管理运营平台,构建了覆盖牧

场、工厂、物流等全产业链的物联网数据采集体系。

边缘计算技术：终端数据预处理与智能告警，通过嵌入式开发实现了算力的分散从而大幅提升了平台的支撑能力。

视觉算法与区块链：设备监测与数据存证，秒级计算和记录环境数据、能源数据，通过视觉算法监测生产设备能耗状态，结合区块链存证碳核查报告，确保数据不可篡改。

大数据技术：对于系统承载的海量数据，采用传统的计算方式进行数据处理难以满足业务管理的需要，系统采用了并行计算、分布式存储、智能分析等技术进行数据加工和利用。

三、取得的主要成效

1. 绿智驱动，全链减碳，数字化工具赋能减排管理，产业链协同减排成效显著

伊利通过搭建乳业全链条的数字化碳管理平台，利用物联网、区块链技术实时监测碳排放数据，整合动态更新的碳排放因子库，实现精准核算与分析，构建了全流程核算工具及体系，提升了核算效率、支持覆盖范围上下游的组织碳排放核算、开展多维度数据分析，挖掘核算数据价值。平台利用 AI 算法推荐碳排放因子，并通过“零碳联盟”连接 120 家产业链伙伴，推动数据共享与联合减排计划。同时，推出碳标签产品，引导低碳消费，形成市场倒逼机制。此外，全球首创“碳足迹+水足迹”协同管理模式，整合 ISO 14064 等国际标准，建立 ESG 价值核算体系，量化环境与社会效益。

截至 2024 年，伊利集团范围一和范围二排放总量同比

2023 年降低 13.27%，较公司碳达峰年（2012 年）降低 28.21%，已提前实现公司零碳未来计划中 2025 年较 2012 年碳排放总量减排 20% 的阶段性目标；2024 年单吨产品碳排放量同比 2023 年降低 10.99%，较公司碳达峰年（2012 年）降低 59.83%。2024 年公司绿电占比 25.37%，光伏总装机容量 63.75MW。带动 88% 供应商完成低碳转型，51 家企业加入“全球低水足迹倡议联盟”，“零碳联盟”成员增至 154 家。平台助力伊利获 MSCI ESG 评级 AA 级（中国乳企最高），连续 7 年行业社会责任指数第一，并入选联合国《企业碳中和路径图》全球农业食品业唯一案例，为中国乳业争取国际碳规则话语权。

2. 乳业数据库与行业赋能

LCA 工具助力乳业数据库沉淀。通过权威第三方认证机构背书的因子可沉淀形成乳业行业数据库，当数据库体量达到规模且更新有保障时，可对外发布行业数据库，彰显集团乳业行业龙头地位。

3. 国际影响

2022 年，伊利《乳制品行业全产业链低碳化转型技术及应用》项目入选联合国工业发展组织的 Global Call（全球绿色低碳技术与净零目标）全球 30 强案例，是入选案例的唯一中国乳企。



（左图）2024 年 11 月，国际标准化组织 ISO 的首部 ESG 标准在 COP29 正式发布，伊利集团作为中国食品行业唯一参编单位为首个 ESG 领域的 ISO 国际标准做出了贡献。

（右图）2025 年 5 月，伊利集团的“乳业全链条的数字化碳管理”案例入选国家数据局《数字化驱动生态文明发展的机理研究》课题报告。为发展中国家提供低碳转型范例，尤其是通过技术合作降低农业碳强度。

四、应用场景

1. 上游农牧环节低碳管理场景

部署智能监测设备，实时采集牧场碳排放数据，结合 IPCC 核算模型，优化奶牛饲养模式，推广“种养一体化”技

术,减少碳排放。

2. 生产加工环节绿色运营场景

伊利旗下 44 家“绿色工厂”和 5 家“零碳工厂”引入余热回收、光伏发电等技术,单吨产品碳排放降低 15.74%,并推动 26 家工厂完成光伏发电项目,装机规模达 63.75MW。此外,67 家供应商完成低碳转型,年度减碳 3.28 万吨。

3. 物流与包装环节减碳场景

伊利构建绿色运输网络,采用电动冷藏车和低碳路线规划,推广 FSC 认证包材和植物基梦幻盖,包装箱废纸浆回收利用率达 100%。

4. 消费者端低碳引导场景

伊利通过碳标签引导低碳消费,推出多款碳中和产品,并推出环保包装的“如木包装”纯牛奶和植物基一体盖牛奶,减少包装碳足迹。

5. 废弃物端零碳管理场景

伊利推广“废弃物零填埋认证”,截至 2024 年末,6 家工厂获得认证,并开发废弃物零填埋算法,推动零填埋绩效提升。

五、下一步举措

深入融合 AI 应用: AI 实时分析能耗数据、预测碳排放趋势并预警。整合数据建立评分模型,生成减排建议,带动上下游减排。结合设备与天气数据优化策略、算碳排、提供节能方案,降本增效。

开放的乳业碳排放因子库: 依托平台积累,收集乳业全

产业链碳数据,构建开放共享碳排放因子库,联合多方制定标准与机制,扩充因子数量,涵盖全流程关键环节,开放数据接口供行业企业查询下载,助力低碳发展。

六、存在问题和意见建议

技术赋能追溯效率: 开发供应商专属核算端口,支持其自主开展组织碳盘查与产品碳足迹核算,数据审核后自动同步至集团原料库。构建减碳准入标准、激励上下游合作伙伴减排减碳。

打造行业数据共享平台: 联合乳业上下游建立开放型原辅料碳数据库,供应商上传认证碳足迹数据可获积分,兑换行业培训资源,形成“数据共享 - 协同减排”良性循环。

构建碳积分生态: 推出碳惠小程序,消费者购买零碳产品累积碳积分,可兑换低碳产品及低碳权益,以创新引领行业可持续发展潮流,引领“0 碳牛奶”新风尚,倡导绿色消费。

场景化低碳教育: 利用 VR 展示乳制品全生命周期碳足迹,全国多数门店设置低碳科普互动屏,提升消费者对产品与碳排的具象认知。

ESG 数据可视化披露: 产品包装嵌入区块链溯源二维码,消费者扫码可查牧场到工厂全链条减排数据,同步接入“伊利可持续发展报告”移动端,实现“消费选择-碳影响-企业行动”闭环互动。

抚顺新钢铁有限责任公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

抚顺新钢铁有限责任公司始建于 1958 年，2005 年改制，成为一家由建龙集团控股的混合所有制企业，注册资本 10.5 亿元。自转制以来，累计实现利润 93.75 亿元、上缴税金 89.39 亿元、国有股分红 15.30 亿元。公司产品为螺纹钢，是国家免检和所有国家重点工程准入产品，主要应用在基建领域；“抚新”牌是东北区域建筑用钢龙头品牌和中国钢铁市场优秀品牌。通过自身战略布局，提升了企业综合竞争力，先后获得国家、省部级荣誉 20 余项。

二、数字化绿色化协同转型方案

公司制定数字化绿色化发展规划，包括目标和实施路线，并分别从业务、组织、技术三个方面规划数字化愿景、数字化蓝图，以及面临的挑战及应对策略。利用数据+精益的模式聚焦于数字化智能制造和钢铁全流程关键共性技术研发与商业化应用。

技术方面打破传统的数字化应用五层架构，通过数据的快速采集与多维度应用，实现数据价值发挥的最大化，自主研发新一代钢铁生产“Elastic Power”工业互联网平台，自主研发的工业大数据系统为平台提供物联接入、数据融合、数据治理、智能挖掘分析、可视化展示及快速开发等基

础服务，并能提供一站式数据建设和服务能力，实现数据的资产化、智能化和服务化。围绕钢铁生产流程关键环节，深度融合 5G、人工智能等数字技术与钢铁专业技术，基于能力开放平台、视觉平台，打造钢铁 AI 底座，提供智能检测、智能优化、智能预测应用，推动抚顺新钢铁生产绿色化、经营智能化。基于机器学习+物联网、无人设备、自动化等数智化技术，研发废钢自动验质、重量偏差快速检测仪、炉窑智能燃烧、高效物性自动检验、智能环保料场系统等项目。

内部培养数字化复合型人才能够快速适应业务需求的开发与迭代，减少后期系统升级与维护增加成本的风险。

三、取得的主要成效

自 2018 年以来，公司以“智能制造先行者”、“绿色发展的践行者”为导向，通过数字化、智能化、绿色化技术赋能，实现企业能源效率、资源效率和管理效率提升，在辽宁省首届全球工业互联网大会作主题演讲，以智造中心为载体的《一种融合业务、组织与冶金全流程的新一代集控中心》项目获得 2022 年冶金科学二等奖。打造“集中控制、冶金协同、专业融合”一体化管控模式，打破厂部级物理边界，实施从原料至产品制造流程的数字化管控模式，全面推行“一个中心管到底”，首次通过技术创新实现了冶金全流程生产组织的扁平化变革，102 个控制室整合为 1 个，操作岗位精简 37%，在数字化集调区域实现公司调度、5 座热风炉、3 台加热炉、3 台烧结机、3 座竖炉、3 座锅炉、5 座高炉产线、2 条轧钢产线、除尘、水冲渣、水泵、物流、计量、安

保等 31 道工序的数字化管理，提高了劳动生产效率，创新了生产组织模式。

建立自主开发团队，实现开发、迭代、运维高效化。公司通过数字化、智能化技术赋能，实现企业能源效率、资源效率和管理效率提升。企业吨钢综合能耗降低 15%。通过精干专业队伍，压缩离线岗位，开展定员优化，劳动效率提升 3%。

数字化的改造促进了绿色化的发展，实现了超低排放改造并通过公示，从根本上实现全工序排放达标，实施超低后全年排放二氧化硫、氮氧化物同比分别减少 1000 吨和 1400 吨，厂区及周边环境质量明显改观。为城市居民提供清洁供暖面积 1031 万 m^2 ，年供暖收入 1.2 亿元，3 个城区 17 台燃煤锅炉拆除及停运，余温余热自发电，自发电率达到 70%，售电收入每月 2000 万元，节约标煤 32 万吨， CO_2 减排 85 万吨。城市中水利用，降低了企业成本，有利于城市生态环境治理与改进。

通过数据的高效利用，推动企业对业务决策与运营优化的智能化。借助数据分析和挖掘技术，能够更准确地预测市场趋势和客户需求，制定更为科学的业务策略和运营计划。数据驱动的决策支持使得企业能够更快速地响应市场变化，抓住市场机遇，进一步提升企业的市场竞争力。通过实现数据的高效利用和智能化决策支持，企业能够更精准地控制生产成本、优化生产流程、提升生产效率，从而为企业创造更多的经济价值。数据治理的加强也促进了企业内部的团队协

作效率，提升了企业的整体运营效率。2024 年制造成本较行业水平低 102 元/吨，成本管控能力持续领先行业，营业收入 203 亿元，利润总额 5.35 亿元。社会效益方面，公司的数字化绿色化转型协同发展的典型应用场景已在集团内 14 家子公司开展复制与推广，同时依托自研的工业互联网平台带动上下游企业开展数字化绿色化转型。

四、应用场景

《数字化智慧高炉》建立数据模型，可提前 1 小时预测高炉炉热状态，吨铁燃料比降低 2~5 kg，获国家发改委绿色低碳重大专项奖励。

《炉前快分自动检验系统应用》降低钢样检测周期 43%，较德国巴登快 24%，为窄成份控制、合金成本优化提供支撑。

《节能环保管控平台》自动采集环保监测数据，将全厂生产、治理、监控监测、物流运输体系统一监控管理，实现对有组织排放、无组织排放、清洁运输的综合管理。

利用 5G 网络打通设备远程数据采集，围绕着主工序业务需求，开发 4 大类型系统。由智能手段替代人工操作。

五、下一步举措

未来，抚顺新钢铁围绕一体两翼，突出重点、稳步前行，在实现钢铁主业高质量发展的同时，持续推动废钢及供暖产业化突破。坚持把智能化绿色低碳发展作为生产经营的根本，增加绿电及清洁能源的使用，深入践行“智能制造的先行者”“绿色发展的践行者”战略。

推动传感使用的大面积覆盖，提高人工收集向自动采集

比例的转化，建设碳排放管理平台。提高业务人员提出需求的能力及分析问题、解决问题的能力，建立数字化能力培训体系。建立数据治理体系，数据统一口径，数出同源。

六、存在问题和意见建议

公司在数字化和绿色化转型协同发展的过程中，确实面临着巨大的机遇，但许多方面具有提升潜力却因各种因素制约而难以有效推进。

数智化方面：部分产线自动化程度低，数据采集基础薄弱，部署覆盖全流程的传感器网络、AI 模型开发成本极高。投资风险大，回报周期长且难以精确量化。并且企业内部缺乏既懂钢铁工艺又精通数字化的复合型高端人才。

绿色化方面：极致能效提升与深度节能改造，氢冶金技术尚未大规模商业化，在完成主要节能项目后，进一步挖掘能效的空间变小，所需技术改造更复杂、设备投资巨大。单位节能量的投资成本大幅上升，经济性变差。

要突破这些瓶颈，建议国家及地方在绿色低碳、数字化转型方面的专项资金加大支持力度；促成企业与高校、科研院所深度合作；强化数据治理，夯实数据基础。促进企业积极参与政策制定，确保政策落地兼顾民企承受力；在职业院校开设“钢铁双化协同”定向班，课程融合冶金工程、数据科学、碳管理三领域知识。

修正药业集团数字化绿色化协同转型发展

案例

一、企业简介

修正集团于 1995 年 5 月由董事长修涑贵先生创立，注册资金 8000 万元。截止 2024 年末，集团下辖 182 个全资和控股子公司，有员工 6.7 万人，集团党委下设 32 个党支部，580 余名的党员队伍，覆盖中国 31 个省、市、自治区。修正集团是一家大型现代化民营制药企业集团，旗下业务涵盖医药、健康等多个核心板块，拥有五个驰名商标（修正、通药、斯达舒、唯达宁、双效），形成了“十五个销售平台”、“四十家生产基地（含药品和保健品、食品）”的集群式发展格局。修正集团不断创新探索中药现代化，遵循“货真、量足、对症、得法”开展传统中药二次开发。修正集团深耕大健康科技研发领域，拥有国家级企业科技创新中心、国家级工程中心、博士后工作站，并在北京、沈阳、上海设有分支机构。

二、通化正源药业宝宝乐等固体制剂数字化生产线项目数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

通化正源药业是修正药业集团股份有限公司投资建设的新工厂，地点位于通化国家医药高新技术产业开发区经开环路 111 号，由通化正源药业全面实施“修正通化正源药业数字化制药与儿药宝宝乐等重大药物建设项目”，是修正药业集团落实创新驱动发展战略的重要举措，顺应中国制造的

发展潮流，凭借新技术与新装备，全力提升产业制造水准，积极推行标准化、数字化、智能化制药工程。项目总投资 7.36 亿元，占地面积约 28 万平方米，总建筑面积为 23 万平方米，主要建设了前处理车间、提取车间、制剂车间、质检化验楼等及其配套设施，新增主要生产设备 767 台。该项目建设期为 5 年，即 2016 年 9 月——2021 年 8 月，由于受三年疫情影响，项目实际竣工时间为 2024 年 3 月。当前，厂区建设已经竣工验收，新建的宝宝乐等固体制剂数字化生产线，是新厂区的重要组成部分与核心建设内容，具备先进的生产过程监测、参数信息采集以及产品质量管控等远程操作能力，为传统中药产品注入新活力，推动药品生产从中低端迈向中高端，极大地强化了企业的核心竞争力。作为修正药业集团股份有限公司出资建立的新型现代化制药企业，通化正源药业能够充分借助修正药业集团在医药行业的强大品牌影响力、丰富的市场经验和广泛的销售渠道，助力新项目尽快实现达产增效。

三、取得的主要成效

将高效节能制药装备应用于数字化车间，开发分布式控制系统（DCS），将单元工艺与装备进行集成，应用数据采集与监控系统（SCADA）、车间制造执行系统（MES），实现生产操作控制的信息传输交换无缝集成，建立符合药品生产管理规范（GMP）的产品质量保障体系，提高生产效率与管理水平。

（一）实现中药智能制造，提升产品质量。集成先进生

产装备，建立中药数字化生产线，通过在线检测、信号采集与传输、信号处理与反馈等 PAT 系统功能，实现生产过程的在线监测，与 DCS 实现联动控制，提高产品质量；数据采集与监视系统（SCADA），能够实现生产流程可视化、远程监控与故障诊断等功能，并建设实时数据库（包括工艺参数数据库、质量信息数据库等），实现生产过程一线数据的不可更改记录、存储、管理和分析，提高数据的完整性和可靠性；引入的 MES 系统，生产过程中采取电子签名、电子批记录、生产批报表的方式，提高产品质量的可追溯性；同时借助 MES 系统复核确认人工操作参数，最大限度减少操作偏差，满足制药企业的业务流程需求与合规性，进而提升企业生产质量管理水平；实现各生产控制、监控、管理和经营系统的综合集成，建立完善的药品生产全过程质量监控、管理和追溯系统，进一步提升产品质量。

（二）实现制造执行系统（MES）与企业资源计划（ERP）系统实现协同与集成。在自动化控制系统（DCS）和企业资源计划（ERP）系统的基础上，引入 MES 系统，并实现 MES 与 ERP 的系统集成和信息交互与共享，实现企业生产、经营、管理流程信息数据的交互与共享。建立以 MES 为核心的制造协同管理平台，实现生产进度、库存情况、工作进度和其它进出车间的操作管理相关信息流的无纸化管控与追溯，并对企业关键信息数据采用关联分析，为企业提供决策支持。

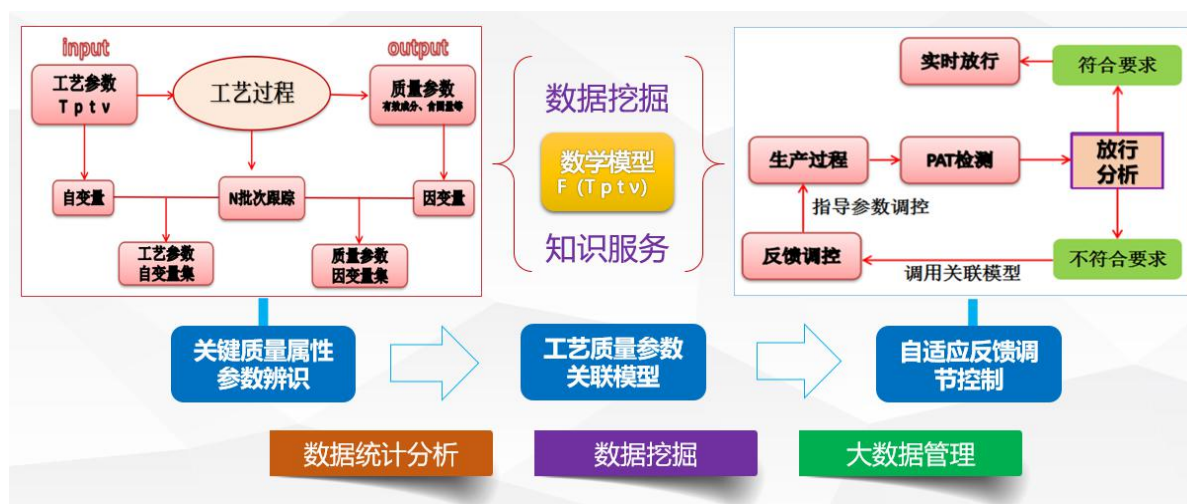
（三）推动各业务系统的信息化集成，建立现代化的经营管理体系。本项目实施，推动了企业各业务系统的信息化

系统集成，通过建立现代化经营管理体系，完善计划、生产、质量、设备、营销、供应链、财务、人力资源、安全等业务系统单项信息化应用，实现企业产、供、销核心业务的系统集成，通过系统系统集成，建立起现代化的企业经营管理体系。

（四）实现中药生产全生命周期的数字化管控和信息化管理。通过本项目的实施，实现中药生产全生命周期的数字化管控和信息化管理，关键工序生产数字化控制覆盖率达到95%，实现生产装备自动化率95%以上，数字化固体制剂生产线的关键工艺环节实现控制参数的在线检测和工艺质量监控。

四、应用场景

修正通化正源药业儿药宝宝乐等产品数字化制药车间项目从整体上进行智能化设计，包括底层的生产设备控制自动化控制、数据信息采集、生产管理的软件执行系统、企业资源计划 ERP、数据分析挖掘平台。整体规划架构分四层，包括设备层、数据采集层、制造执行层和业务管理层，包含数十套信息化系统。在制造执行层，通过 SCADA 数据库实现异构系统数据集成、数据存储、统计分析、分类展示等一系列功能。



通过 MES 系统实现配方管理、生产管理、物料管理、质量管理、电子批记录管理、设备管理、账号管理、报表管理、排产排程、仓库管理、信息显示、工艺参数、系统通讯、远程监控等功能。在资源计划层，通过 ERP 系统实现销售管理、采购管理、财务管理和成本核算等功能，通过 WMS 系统实现进货管理、库存管理、订单管理和配送管理等功能，通过 LIMS 系统实现样品管理、仪器管理、报告管理和统计分析等功能。通过数据通讯端口的开发，实现资源计划层和制造执行层之

间的数据交互，实现 ERP、WMS、LIMS 与 MES 的集成和 SCADA/PLC 与 MES 的集成，从而实现企业核心业务的（产、供、销）综合集成，建立现代化的经营管理体系。

五、下一步举措

将高效节能制药装备应用于数字化车间，开发分布式控制系统（DCS），将单元工艺与装备进行集成，应用数据采集与监控系统（SCADA）、车间制造执行系统（MES），实现生产操作控制的信息传输交换无缝集成，建立符合药品生产管理规范（GMP）的产品质量保障体系，提高生产效率与管理水平。

（1）实现中药智能制造，提升产品质量，实现各生产控制、监控、管理和经营系统的综合集成，建立完善的药品生产全过程质量监控、管理和追溯系统，进一步提升产品质量。

（2）实现制造执行系统（MES）与企业资源计划（ERP）系统实现协同与集成，建立以 MES 为核心的制造协同管理平台，实现生产进度、库存情况、工作进度和其它进出车间的操作管理相关信息流的无纸化管控与追溯，并对企业关键信息数据采用关联分析，为企业提供决策支持。

（3）推动各业务系统的信息化集成，建立现代化的经营管理体系，实现企业产、供、销核心业务的综合集成，通过系统综合集成，建立起现代化的企业经营管理体系。

（4）实现中药生产全生命周期的数字化管控和信息化管理，实现中药生产全生命周期的数字化管控和信息化管理，关键工序生产数字化控制覆盖率达到 95%，实现生产装

备自动化率 95%以上，数字化固体制剂生产线的关键工艺环节实现控制参数的在线检测和工艺质量监控。

六、存在问题和意见建议

中药工业作为传统产业，具有显著的中国特色和良好的发展前景，但行业的生产设备相对落后，自动化、数字化、智能化和质量控制水平偏低等问题还很突出，制约了其在全球医药市场的发展和应有的产业地位，作为中华五千年文化瑰宝，制药企业有责任进行传承与创新。项目通过先进的自动化控制和生产信息管理等技术应用，将有效提高中药产品质量和生产管理水平，以数字化赋能，实现中药制造业跨越式发展，将有力推动我国传统中药加快现代化、国际化的发展步伐。

目前中药生产过程自动化监测、控制等技术的研究处于快速发展阶段，但现实的中药生产多数仍以单元设备控制为主，物料、设备、工艺、质量等环节之间缺乏联动和系统控制，很多工段仍是人工操作，存在生产效率偏低、质量水平不高、产品稳定性较差等不足和问题。

长春旭阳工业（集团）股份有限公司数字化 绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

长春旭阳集团是国内汽车零部件产业头部企业，年产值超 70 亿元，总部位于长春 120 万平方米旭阳中法智能产业园。集团以汽车零部件为核心业务，同步拓展新材料、清洁能源及国际进出口领域，与一汽、奔驰、宝马等主流车企及佛吉亚、海斯坦普等国际巨头深度合作。依托长春总部+18 地 30 厂（园区）的全国性布局（覆盖沈阳、天津、成都、佛山等战略城市），形成辐射全国的制造与服务网络。拥有 35 家分子公司及 6000 余名员工，凭借智改数转与绿色协同发展模式，跻身中国机械 500 强，成为引领行业的全国性汽车产业集团。

二、旭阳集团数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

旭阳集团积极响应国家“双碳”战略与产业升级号召，自 2020 年起全面布局“数字化”与“绿色化”协同转型，以智能制造与数字技术为核心引擎，驱动集团高质量发展，构建绿色低碳新范式。

（一）智改数转：筑基智能运营新生态

战略引领，体系构建：结合吉林省“智改数转”政策，集团积极推动数字化战略，采用“自主研发+引入外脑”双

轮驱动模式，系统性部署覆盖全业务链的核心信息系统，积极推动旭阳集团数字化转型升级。

核心平台，深度应用：积极打造数字化赋能企业发展新模式，打造数据驱动的业务支撑和管理决策体系，在经营管理、生产运营、资源整合、技术架构、项目管理等领域助力企业降本增效。旭阳集团积极打造数字化 SAPERP 平台，实现研发协同、供应协同、产业链制造协同、采购协同、办公协同，实现管理效能的大幅提升。集团数字化转型成果得到了省市领导的高度认可，集团及旗下多家子公司被认定为吉林省“智改数转”示范企业。在吉林省汽车零部件行业数字化转型过程中发挥了示范带头作用。

搭建智慧园区平台。旭阳集团与中国电信长春公司合作在旭阳中法智能产业园建设智慧园区平台，通过智慧驾驶舱（智慧大脑）的展示平台和资源共享平台，强化园区管理创新，对各职能系统进行集中监视、控制和数据管理，进一步提升园区内部的管理能力，实现园区信息可视管理、综合安防多维防范、基础设施设备可视化运维等，使园区管理者、园区企业、员工形成一个紧密联系的整体，获得高效、协同、互动、整体的效益，为园区铸就一套超强的软实力。

（二）绿色创新：践行低碳发展新路径

聚焦能源，专业布局：建设“能源互联岛”项目。在旭阳中法智能产业园建设“能源互联岛”项目，以分布式能源系统解决方案，综合利用光伏发电、地源热泵、微风发电等清洁能源，通过多能互补、多能耦合、梯级利用，将可再生、

清洁及传统能源高效融合，以智能管控、专业运营模式，在能源供给、输送、消费和循环利用等方面实现数智化、低碳化、节约化。该项目的实施实现园区节能 40%以上。

三、取得的主要成效

（一）智改数转：构建智能制造新体系

1. 全链路数字化基座建成

通过 SAP ERP 系统在核心工业企业的全面覆盖，实现财务结算效率提升 50%、供应链协同周期缩短 30%，人力资源数字化覆盖率达 100%。

集团自主开发的 MES、OMS 系统在 3 家智能工厂全面部署，生产数据采集实时化率达 95%，工艺异常响应时间从小时级压缩至分钟级。

集团自研 PLM 系统推动研发周期平均缩短 25%，新产品上市速度提升 40%。

能源管理系统通过优化能源调度、减少弃光率、叠加光伏发电，综合能源利用率提升 10%。

2. 数字化车间/工厂深度建设

旭阳集团在智能制造领域构建了三层数字化工厂架构，在设备物联层、智能控制层、柔性制造层深入挖掘，关键工序数控率达 98%，预测性维护降低设备故障率 40%，物料周转效率提升 35%。形成“设备-产线-工厂”三级数字化体系，单位产能能耗下降 18%，人均产出提升 1.6 倍。通过 3 年的数字化建设，旭阳集团旗下旭阳佛吉亚毯业、旭阳汽车座椅、佛吉亚旭阳汽车座椅、旭阳模具等多家规上企业顺利完成数

字化车间/工厂的改造。

（二）绿色创新：打造低碳转型标杆

1. 清洁能源规模化应用

旭阳新能公司已累计完成 300 千瓦分布式光伏装机，年发电量 20 万度。覆盖旭阳中法智能产业园的 5 个核心工业厂区，屋顶资源利用率达 92%，年减排 CO₂ 9.81 吨。

2. 系统化能效提升

通过能源管理系统实现综合能效提升 15%；高耗能设备改造率 100%，年节约标煤 250 吨；工业废水循环利用率达 98%，固废资源化率突破 85%。

（三）双化协同：融合创新价值凸显

1. 数据驱动的绿色生产

搭建工业物联网平台，接入 1 万+终端设备；大数据分析优化光伏消纳策略，绿电自用率提升至 78%；智能排产系统降低设备空转率，年减少无效能耗 1.2 万度。

2. 智能制造绿色赋能

数字孪生工厂实现能耗模拟优化，新项目能效达标率 100%；AI 视觉检测替代人工质检，年减少废品损失 500 万元；智能仓储物流降低周转能耗 40%。

四、应用场景

（一）工业智能中枢构建

1. 全业务链信息系统集成：打通集团财务、供应链、生产数据孤岛，实现跨部门秒级协同。

2. 智能工厂动态优化：基于实时工艺数据自动调整设备

参数，减少产线波动损失。

（二）光伏生态链服务延伸

1. 厂域能源系统整合：将分布式光伏与储能设施联动，构建微电网智能调度体系。

2. 轻量化屋顶改造方案：开发适配不同厂房的快速安装技术，提升闲置资源利用率。

（三）碳流可视化治理

1. 产品碳标签溯源：从原材料采购到终端交付全链路碳足迹动态追踪。

2. 智能减碳闭环

构建能耗数字孪生体（虚拟电厂）：虚拟仿真高耗能设备运行，预演优化方案。

绿电柔性消纳：根据生产负荷波动自动切换光伏/市电供应比例，形成“智能制造中枢绿色能源网络碳流治理解决方案”三维场景矩阵，实现技术赋能向生态赋能的跨越。

五、下一步举措

（一）前沿技术深度融合

构建“工业元宇宙”平台，实现全价值链数字孪生协同研发 AI 碳中和决策引擎，动态优化全域碳排与能源调度。

（二）零碳产业链生态构建

打造光伏储能氢能多能互补体系，建设零碳示范产业园；推出供应链碳普惠平台，赋能中小企业碳资产开发。

（三）全球化标准输出

主导制定《制造业双化协同成熟度》国际标准；建立海

外数字绿色创新中心，输出技术解决方案。

（四）基础科研突破

联合顶尖机构攻关光伏新材料、工业智能体等关键技术；建设行业首条“智造绿能”集成验证产线，通过“技术深水区突破+生态级互联+全球化赋能”三维进阶，打造全球工业零碳转型核心引擎。

六、存在问题和意见建议

（一）现存问题

1. 技术生态协同不足

外部工业软件与自研系统接口尚未完全打通，存在数据兼容性瓶颈；跨领域技术融合深度不够（如 AI 与碳管理结合仅限基础场景）

2. 绿色转型成本压力

光伏储能系统投资回收周期超行业均值，影响中小企业复制意愿；氢能等前沿减碳技术产业化成本高，规模化应用受阻。

3. 产业链协同深度局限

碳足迹管理覆盖多家核心供应商，但中小配套企业参与率不足 30%；缺乏区域性绿电交易机制，制约清洁能源跨企业调配。

4. 国际化标准壁垒

自有碳核算标准与国际体系（如 CBAM）尚未完全互认；海外专利布局薄弱，核心技术出海遇认证障碍。

（二）突破建议

1. 构建开放技术中台

建立工业软件互操作标准，开发通用型 API 网关；设立跨企业数字绿色实验室，共建 AI 减碳算法库。

2. 创新绿色金融模式

推出"光伏+金融租赁"服务，降低合作企业初始投入；联合政府设立绿技创投基金，孵化钙钛矿等降本技术。

3. 深化生态级链接

搭建产业集群碳账本平台，实现中小供应商“碳效一键接入”；推动区域微电网交易机制，激活分布式绿电市场化流通。

4. 加速国际标准融合

主导建立双化协同国际认证联盟，推动中外标准互认；在 RCEP 区域建设技术验证基地，突破属地化准入壁垒。通过技术开源化、商业模式重构、生态机制创新三维突破，破解深水区转型瓶颈。

中国五矿集团（黑龙江）石墨产业有限公司

数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业介绍

中国五矿集团(黑龙江)石墨产业有限公司（以下简称五矿石墨）成立于2019年，公司立足保障国家资源安全，聚焦国家重大战略需求，始终坚持“以科技创新推进石墨产业创新的理念，以“构建世界一流绿色低碳石墨产业链”为目标，全力推进涵盖石墨资源储备、采矿、选矿、球形、高纯、负极材料及科技研发、生产、销售于一体的石墨高质化利用产业体系的建设，引领发展战略性新兴产业和未来产业，致力于成为世界级领先的天然石墨新材料产业公司。

二、数字化绿色化协同转型技术创新介绍

石墨是锂电池、储能、核工业、电子信息等战略性新兴产业和“新三样”不可或缺的关键原材料，被誉为“21世纪支撑高新技术发展的战略资源”，在国防安全和发展中的举足轻重地位，我国已将其列入“战略性矿产名单”和两用矿物名单，美国和欧盟等众多国家均将其列为关键矿产和战略性矿产，不断加强对石墨的资源控制和产业布局。特别是随着新能源汽车等战略性新兴产业的迅速发展，美国、欧盟、澳大利亚等国家对天然石墨资源的争夺已上升为国家战略。

五矿石墨下属云山石墨矿为全球资源量单体最大的

晶质石墨矿，经多年实践被高度认可为全球最适于制造锂电池负极材料的天然鳞片石墨原料，占据全球该领域 60%-70% 以上原料市场份额，对保障国家战略性矿产资源安全有着重要意义。公司围绕清洁能源转型、数字化基座、智能化生产、资源高质化利用等方面全力打造世界一流的绿色低碳智能矿山与智慧工厂，积极建设全国首个“以碳减碳、以碳治碳”的绿色零碳产业示范园，为石墨产业绿色发展、数智发展贡献积极力量，培育打造石墨产业的新质生产力。

公司根据云山石墨矿资源禀赋和建设条件，依托 5G+工业互联网、云计算、大数据、人工智能、新能源等高新技术，结合动态分级分区资源建模、采矿计划优化、矿石质量控制、采矿设备电气化和无人化升级、大数据生产运营分析、智能数据监测等系统，构建以数据驱动的面向“矿石流”“数据流”“能源流”的全流程智能化生产管控体系：

围绕“矿石流”，实现采、选、球、纯业务联动，打造精益生产石墨产业链；围绕“数据流”，搭建端-边-云技术架构，实现数据全生命周期智能管理；围绕“能源流”，优化能源结构，践行绿色低碳发展。

三、取得的主要成效

五矿石墨通过数字化绿色化协同转型和智能矿山、智能工厂建设，取得一系列显著的经济社会效益。

以云山石墨矿为主体的采矿工序通过数字化绿色化赋能智慧矿山建设，石墨资源回收率和开发利用水平得到显著提高。通过应用基于多源数据驱动的动态分级分区三维地质

建模和采矿优化系统，实现了矿山采矿贫化率控制在 3.8%；利用多目标非线性配矿技术使供矿综合平均品位均衡性、稳定性大幅提高；应用极寒条件下露天矿纯电动矿卡技术，实现单台矿卡年能源成本减少约 30%，年减排二氧化碳约 2000 吨；应用基于“数据流”“矿石流”“能源流”的露天矿生产全流程智能化管控体系，实现了矿山采矿效率提升 10%；应用 AI+视频监控系统、边坡监测系统等智能化系统，使企业本质安全水平不断提升。供矿品位均衡性、稳定性大幅提高，矿区安全管理进一步规范化流程化责任化，园区石墨精粉、球形石墨产量屡创新高，巩固了云山石墨矿在全球晶质石墨材料供应链中的主导地位。

以选矿、球形为主体的石墨精深加工工序通过数字化绿色化赋能智慧工厂建设，鳞片石墨、球形石墨的产量和品质显著提升。通过生产过程自动化改造，设备联网率达到 90% 以上，对设备运行参数进行实时采集和动态优化，使设备运行效率提升约 20%；通过采、选、球生产数据互联互通，优化工艺参数，实现产品不合格率下降 38%；应用基于 5G+物联网的能效管控系统，降低产品单位电耗和碳排放约 15%。一条负极材料精益生产石墨产业链正逐步形成。

有鉴于此，云山石墨矿已被认定为 2022 年黑龙江省智能矿山、2023 年黑龙江省绿色矿山，入选代表我国智能制造数字转型先进水平的工信部 2023 年建材工业智能制造数字转型典型案例，入选国家矿山安全监察局 2023 年数字矿山融合发展提升本质安全水平优秀案例，入选 2024 年国家矿

山安全局《智能化矿山数据融合共享规范》创新应用企业名单（全国非煤矿业企业仅 10 家），五矿石墨鳞片石墨生产车间被评为 2024 年黑龙江省数字化（智能）示范车间，打造了“双碳”战略背景下矿山绿色低碳智能发展的新典范。

四、应用场景

（一）围绕“矿石流”，实现采、选、球业务联动，打造精益生产石墨产业链

构建具有石墨特色的分级分区资源储量模型：在成矿规律研究技术上，建立了与石墨矿石后端选矿工艺密切相关的资源模型；建立适合矿山的基于多目标非线性的智能矿配矿技术：确保供应矿石的稳定性和适用性，提升矿石的综合利用效率；建立负极材料产业链精益生产模型：实时优化工艺参数，实现采、选、球生产的联动，打造负极材料精益生产石墨产业链。

（二）围绕“数据流”，搭建端-边-云技术架构，实现数据全生命周期智能管理

建立矿区 5G-MEC 专网，搭建数据传输“高速公路”；建立生产运营端-边-云架构平台：形成以数据为驱动的大数据分析与决策能力，逐步打造具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的智能化企业。

（三）围绕“能源流”，优化能源结构，践行绿色低碳发展

打造基于风光储一体化的“零碳”能源循环系统的工业广场：实现首个极寒环境下“电动矿卡+换电站”的绿色

运输模式；打造能效智能化管控系统，提升能源使用效率，降低生产成本：研发构建了面向水、电、煤、气等能源流的能效智能化管控系统，实现能源的监控监测与智能分析、用能精益化管理。

五、下一步举措

围绕“矿石流”“数据流”“能源流”的全流程智能化生产管控体系深化转型，重点推进三方面工作：一是技术升级层面，将拓展 AI 大模型在生产动态优化、能耗预测预警等核心场景的应用深度，构建覆盖石墨全产业链的数字孪生平台，强化数据驱动的智能决策能力，实现工艺参数自适应调优。二是强链、延链方面，推动负极材料精益生产链向高附加值领域突破，提升在全球新能源材料市场的竞争力。三是零碳生态构建层面，积极争取新能源政策支持，通过风光等新能源的引入，加大石墨产品生产过程中清洁能源使用占比，打造“零碳”或者“近零碳”绿色低碳矿山，打造绿色石墨产品链。同时，总结智能化矿山数据融合共享经验，牵头参与行业标准制定，形成可复制的五矿石墨模式。

六、存在问题和意见建议

当前五矿石墨数字化绿色化协同转型面临三方面挑战：一是数据价值挖掘不充分，矿山大模型系统有待进一步完善。生产、能源、设备系统间仍存在数据壁垒，跨业务实时协同分析能力不足；由于矿山生产时间短，数据的积累和训练不够，AI 模型的融合程度不充分，自适应调节能力有待进一步加强。二是矿山生产过程中清洁能源占比还较低，有待

进一步提高，做到真正的绿色生产、绿色产品。目前企业在通过风光等清洁能源建设和使用来降低生产成本、提高生产过程中绿电占比等方面还存在一定的政策瓶颈，希望国家能加大相关的政策支持，加大探索企业“风光等新能源直供+储能调峰”微电网模式，努力构建全矿域零碳能源体系；三是信息技术和新能源技术迭代更新快，企业自有人才队伍技术难以满足变化的需要，希望主管部门和行业协会多组织相关的技术论坛，并组织专家组对企业进行针对性的帮扶，及时解决企业困难。

宝山钢铁股份有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

宝山钢铁股份有限公司是现代化钢铁联合企业，在全球上市钢铁企业中粗钢产量排名第二、汽车板产量排名第一、硅钢产量排名第一，是全球碳钢品种最为齐全的钢铁企业之一。公司积极响应绿色低碳发展需求，持续开发应用先进制造和节能环保技术，研发和供应高强度、高能效、耐腐蚀、长寿命、高功能、轻量化的绿色低碳钢铁产品，广泛应用于新能源汽车、现代建筑与交通运输、电力高效输配、水核风光能源产业等多个领域，推动社会绿色低碳转型。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

宝山钢铁股份有限公司紧扣国家《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》“燃后 SO_2 排放浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ” 的严格要求，针对轧钢单元煤气燃前硫污染治理难题，构建了面向多基地、多路径的煤气精脱硫技术体系，实现从源头控制到末端治理的协同优化。

1. 煤气硫含量连续性软测量技术突破。创新融合烟气排放实时监测数据与煤气使用工况数据，通过计算混合煤气成分、过剩空气系数，以烟气 SO_2 排放浓度反算单种煤气含硫量，解决了人工取样检测耗时、在线监测困难的痛点，为脱硫工艺方案设计提供动态数据支撑。该技术可连续捕捉各源

端（焦炉煤气、高炉煤气）硫含量波动特征，较传统人工取样分析效率大幅度提升，并且具有零成本的优势，为脱硫工艺参数设计提供了科学量化依据，

2. 焦炉煤气水解法脱硫工艺革新。开发高活性协同水解催化剂，通过调控催化剂表面酸性位点分布，突破有机硫水解转化率瓶颈。设计焦炉煤气协同水解催化剂及联合制氢尾气分段水解脱硫工艺，将焦炉煤气按温度梯度分段水解，有机硫总脱除率达 75% 以上。创新性利用钢厂制氢解吸气作为预吸附塔反吹气源，每年可节约净气消耗 4000 万 m^3 ，将再生气引入自备电厂烟气脱硫系统，有效缓解预吸附塔气排污难题。结合煤气柜压力-流量联动控制技术，使精脱硫装置负荷随用气量自动调节。

3. 高炉煤气高效水解催化剂开发。开发温多效预处理剂，通过高岭土骨架支撑提升耐酸性能，解决高炉煤气中 HCl 等酸性成分抑制催化剂活性的问题。配套球状活性氧化铝基底的高效水解催化剂，添加钾钠碳酸盐及还原性金属化合物，提升低温活性和抗氧、抗硫性能，使高炉煤气有机硫水解效率大幅提升。

4. 焦炉煤气生物法精脱硫装备优化。改进气液接触和脱硫液分布装备，采用径向、轴向进气的脱硫塔气体分布装置，强化气液传质效果；再生槽设置高效耦合旋流装置，优化气泡粒度以利于细菌获氧；硫泡沫处理采用膜浓缩与隔膜板框压滤工艺，截留催化剂并缓解盐浓度富集。优化后 H_2S 脱除至 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，有机硫脱除率提升至 30%-50%。

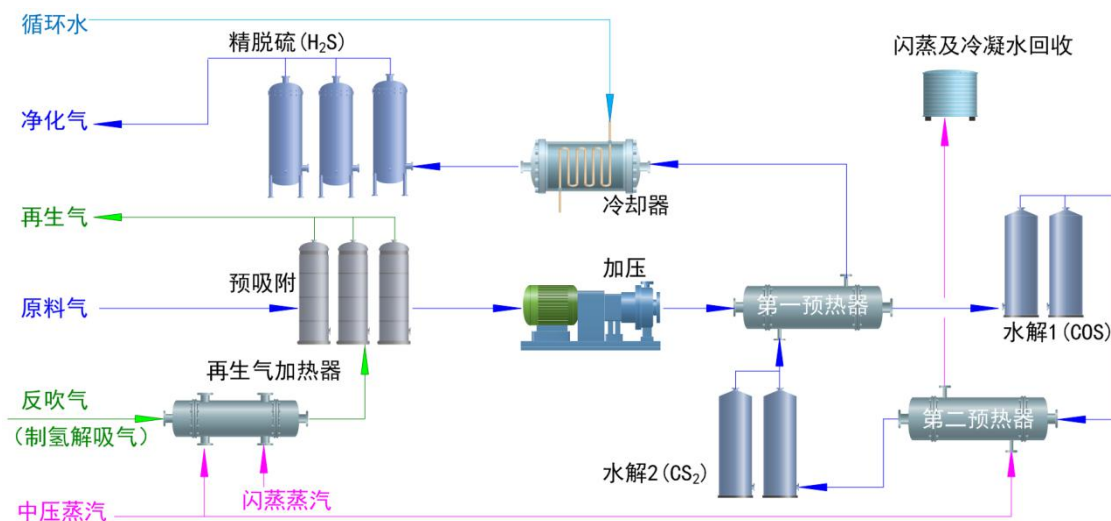


图 1 焦炉煤气水解法精脱硫主工艺流程

三、取得的主要成效

1. 煤气含硫量软测量技术。宝山基地总硫含量以人工取样分析与软测量数据在相同时段对比，二者总体接近，但软测量由于样本量占有绝对优势，可以反映出含硫量的波动范围。因此软测量被用于煤气脱硫路线分析和确定设计条件。

2. 宝山基地采用焦炉煤气水解催化剂及分段水解脱硫工艺，对 20 万 m^3/h 的焦炉煤气精脱硫，面向 39 座炉窑。按总硫入口 $900\text{mg}/\text{m}^3$ ，出口 $\leq 193\text{mg}/\text{m}^3$ （以 SO_2 计）设计。2022 年 9 月投运后：① 对 COG 有机硫/ COS / CS_2 /总硫脱除率达到 75%/95%/70%/84%以上。② 炉各烟气排口的 SO_2 浓度平均下降 50%以上，基本上低于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，达到超低排放要求，帮助宝山基地获上海市重污染天气应急减排清单企业绩效级企业。



图 2 宝山基地焦炉煤气精脱硫装置

青山基地采用了高炉煤气水解法精脱硫的技术路线，对 10 万 m^3/h 的高炉煤气精脱硫，面向轨梁线、新棒线。按脱硫装置入口高炉煤气总硫 $130\text{mg}/\text{m}^3$ 、出口总硫 $\leq 35\text{mg}/\text{m}^3$ （以 SO_2 计）设计。2023 年 8 月投运后，对总硫脱除率达到 80%/75% 以上，高炉煤气全硫稳定在 $35\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，达到超低排放要求，帮助获青山基地湖北省重污染天气应急减排清单企业绩效级企业。

梅山基地采用生物法对 12 万 m^3/h 的焦炉煤气精脱硫，覆盖 9 座轧钢炉窑。2022 年 10 月投运后：① 焦炉煤气硫化氢含量维持在 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，有机硫脱除效率在 30 ~ 50%；② 下游 9 个炉窑 SO_2 排放浓度从之前 40 ~ $70\text{mg}/\text{m}^3$ 大幅下降至 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。达到超低排放要求，帮助梅山基地通过全流程超低排放评估公示。

东山基地对未配置有脱硫的煤气用户提升转炉煤气比例。轧钢工序 SO₂ 最大排放浓度达到超低排放要求，帮助东山基地获广东省首家涉工业炉窑 A 级企业。

3. 项目成果获授权专利 10 件（其中发明专利 4 件），企业技术秘密 7 项。项目成果已在宝钢股份四大钢铁基地工程化应用，达到超低排放要求，并推广至马钢、韶钢、新余等钢铁企业，环保效益和社会效益显著。中国金属学会评价该项科技成果整体达到国际先进水平，其中煤气硫含量连续性软测量技术达到国际领先水平。

煤气源头硫污染治理和超低排放，能够减少 SO₂ 等污染物的排放，改善周边地区的空气质量，减少大气污染对人体健康的影响，体现企业的法律遵从意识和社会责任感，增强与政府、社会和消费者之间的信任关系。尽管改造项目需要一定的投资成本，但通过减少环境污染所导致的相关罚款和监管成本，以及提高企业形象所带来的市场竞争优势，最终可实现长期的经济效益。

四、应用场景

我国高度重视环保，超低排放标准比发达国家标准还要严格。本技术可根据企业燃料结构、煤气品质及前期环保治理情况，提供定制化源头硫污染治理方案，展现了高度的定制化和灵活性。如，对于焦炉煤气占比高、硫含量较高的长流程钢厂，可采用催化水解或生物脱硫等工艺；对于高炉煤气为主或硫含量较低的短流程钢厂，可采用低温水解工艺。适用于全国尚未实现超低排放目标的钢企，通过因厂制宜的

工程实施，帮助企业达成治理目标，具有广泛应用前景。

五、下一步举措

生态环境部《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》提出：“高炉煤气、焦炉煤气应实施精脱硫，实现源头控制”，实际上宝钢股份各基地并没有同时对两种煤气精脱硫。后续计划结合厂情特点，策划超低排放改造，开展双煤气协同脱硫技术研究，优化工艺集成与数字化管控，推动煤气精脱硫技术持续升级，为钢铁行业源头硫污染治理提供更完善的解决方案。

六、存在问题和意见建议

煤气含硫量与入炉煤硫含量正相关，精脱硫装置处理能力有限，若大量使用高硫煤降低焦炭成本，可能导致脱硫后煤气含硫量不达标。部分钢厂高炉煤气与焦炉煤气脱硫系统独立运行，存在催化剂重复投用、能耗叠加问题。

建议：燃料源头管控，企业应建立煤质硫含量预警机制，控制入炉煤硫含量，通过配煤优化降低煤气硫负荷，避免因高硫煤使用影响脱硫效果；工艺协同优化，推广高焦炉煤气脱硫模式，开发宽温域催化剂，适应煤气温度波动，提升系统协同效率，降低能耗与运行成本；政策支持引导，政府对采用源头硫管控的企业给予环保激励，推动建立行业技术交流平台，促进先进脱硫技术推广应用，助力钢铁行业绿色低碳转型。

国网上海市电力公司青浦供电公司数字化 绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

国网上海市电力公司青浦供电公司位于长三角生态绿色一体化发展示范区（青浦区），于 2010 年 1 月正式挂牌成立，承担着青浦区全境（总面积 668.49 平方公里）的电网规划、建设和供电服务任务。截至 2024 年底，公司拥有客户数 60.84 万户。公司下设 14 个部门、5 个供服中心、36 个班组，员工 428 人。2024 年，完成售电量 84.69 亿千瓦时，最高负荷 192.83 万千瓦，综合供电可靠率为 99.9889%，综合电压合格率 99.9970%，线损率 2.54%，经营业绩保持稳健。辖区内主要变电设备：1000 千伏变电站 1 座（练塘站），220 千伏变电站 6 座，110 千伏变电站 21 座，35 千伏变电站 39 座，35 千伏开关站 16 座，10 千伏开关 510 座，配电站 3041 座。全国文明单位，全国电力企业标准化良好行为 AAAAA 级企业，国网公司数字化转型综合示范单位。

二、国网上海市电力公司青浦供电公司数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

为落实长三角一体化国家战略，国网上海市电力公司先行先试，依托青浦供电公司开展长三角电力先行工作，取得了一定成效成果。但是面临着“碳达峰、碳中和”以及“新型数字基建”等国家战略的新形势，存在几个痛点：跨省电

网刚性隔绝，资源要素无法畅通流动；电力系统数据分布散，缺乏面向多元主体平台；国家战略目标急响应，数字转型迫在眉睫；用户应用场景种类多，服务需求不断升级等。

国网上海市电力公司青浦供电公司深入贯彻上海公司新要求、承接新挑战，通过长三角生态绿色一体化智慧能源应用系统的搭建，打造长三角“生态绿色”“一体化”“高质量”发展的“能源引擎”，积极推动构建新型电力系统，加快电网向能源互联网转型升级，形成了《长三角生态绿色一体化智慧能源应用生态构建及应用》数字化绿色化协同转型的典型案列。

长三角生态绿色一体化智慧能源应用系统作为长三角一体化国家战略背景下电力多元主体参与的应用系统应用示范，打破了电力数据孤岛，强化了能源服务品牌，优化了示范区电力营商环境，扎实推动长三角一体化电力先行建设不断取得成效。面对不同场景不同对象，平台充分利用电力物联网和大数据等技术优势，以数据中台为依托，通过多能数据融合和智能模型创新构建数据增值服务产品、能源全景感知体系、一体化业务监测管理应用，服务示范区政企精准决策和管理数字化转型。应用系统依靠智慧电眼、绿色电力、区域融合和综合能源等功能模块的建设，并以“能源脑-能源盾-能源针-能源圈”为切入点，持续深化。通过PC端和大屏两种应用交互模式实时展示，为电网企业、政府部门、用能客户、社会企业、供应商等提供全方位电网数字化、低碳化服务。

三、取得的主要成效

（一）建设情况

1. 构建能源全景图谱，助力绿色电力推广

秉承“绿色”、“生态”、“一体化”的理念，从能源供给消纳、绿色电力推广发展、能效评测提升等方面构建能源生态发展评估体系，提供能耗监测、供需分析、减排测算、多能统计等能力。



通过可视化用能展示平台，实现对示范区能耗的总体监测和类型细分观测，科学和精确地指导供电公司在电网“绿色低碳”方向应该开展的业务，支撑政府双碳行动、绿色能源发展。

2. 打造能源服务品牌，支撑政府科学决策

依托能源大数据资源和技术模型研发创新能力，基于人工智能技术挖掘电力数据价值，以“智慧电眼”为抓手，从经济增长、区域发展、社会信用、生态环境四个维度，设计10类对外服务的数据产品，以“数据、算力、算法”等“能源绣花针”的形式，解决政府政务、指挥决策、基层治理等

方面的问题，为政府、客户提供趋势预测和决策支持，推动政府治理数字化转型。



3. 打破数据业务孤岛，助力区域一体化融合

接入华东“调控云”，跨省打通电力“信息断头路”，实现三地潮流电系一张图，并实现电网运行数据共享共用，提升示范区的数据共享开放能力；开展供电服务互通、信息资源协同、示范区一网通办对接、协同机制构建等营商环境一体化提升工作，达到服务决策和一体化监测指挥，推动示范区供电服务同质同效，优质服务提升。

4. 建立长效协同机制，促进跨区域数字低碳管理。

青浦供电公司协同吴江、嘉善公司，通过建立虚拟组织并开展柔性化管理，内部员工之间共享资源、信息，真正实现了跨省跨区域的线上化、项目化合作沟通管理模式。区域内通过互联网渠道统一受理三地业务，提升了三地客户的跨区域业务办理效率，极大地节省客户业务办理成本。此外，通过数据分析智能应用，促进“青吴嘉”三地电网深度挖潜

和新能源参与的联合优化调度，最大化利用电网通道等资源，避免弃风弃光，提高新能源利用率，促进区域能源生产绿色升级，助力“碳达峰、碳中和”战略目标达成。

（二）成效分析

1. 打造能源数据服务品牌

从“电力看经济增长、电力看区域发展、电力看社会信用、电力看生态环境”四个领域，对示范区发展进行全景监测和精准画像，以双碳、绿色电力和综合能源为抓手，通过智能平台展示和应用，为政府、企业提供决策分析和数据治理服务支撑，为后续决策提供分析研判。2023 年案例获得长三角三省一市党委网信办“2023 年长三角数字化绿色化协同转型发展典型案例”。

2. 提供高效数据分析支撑

数据获取自内部电网数据，具有快捷、及时、关联性强、可分析性强等特点，易于进行统一部署、统筹分析。该应用系统建设成果《长三角一体化示范区全场景电力数字生态》2022 年获得“国网上海市电力公司数字化示范优秀成果奖”，2023 年荣获上海市质量协会质量技术进步成果优秀奖。

3. 指导企业能耗诊断

具备“理论研究深入、技术架构先进、业务场景多样、需求响应及时、数字转型领先”等优势，对电网客户进一步开展能耗分析、进行企业能耗诊断具有较好的指导意义。平台凭借能耗诊断优势在 2021 年获得“上海公司科技进步特别奖-基于技术预见和跨域融合的城市能源互联网关键技术

布局”，2024 年获得“上海市质量技术应用统计学会首届质量技术应用创新大赛三等奖”。

四、应用场景

1. 构建示范区全域能源全景图谱，实现三地区域数据融合。涵盖电网、光伏、供冷、供热等多种能源数据，实现对广泛能源类型数据的接入汇聚。

2. 提升一站式数据分析技术，支撑服务能力的快速输出。以产品设计与关键技术支撑长三角一体化示范区从业务分析到决策指挥的多层次供电服务，有效支撑外部数据服务和能力调用，为电力企业降本增效，助力服务政府治理科学决策。

3. 建立电力数字化成效体系，助力能源互联网生态建设。通过多方面指标（如建设进度、创新点、工作效率提升度）的分析，实现对青浦公司数字化电网建设任务的效益提升和成果展示，助力长三角一体化示范区以电为主的能源互联网生态建设。

4. 打造电力数字场景应用体系，推动区域数字化发展。以支撑长三角一体化示范区数字干线建设为目标，发挥电力大数据的优势，构建数字基建、数字经济、数字生活、数字治理、数字能源等区域数字场景应用体系，服务公司高质量发展和区域数字化发展目标落地。

五、下一步举措

未来，国网上海市电力公司青浦供电公司 will 结合前期成果，全方位开展相关研究，推进示范区更加“高质量”“一

体化”“数字化、绿色化”协同发展。

1. 加强三地区域数据融合，构建示范区全域能源全景图谱。涵盖电网、光伏、供冷、供热等多种能源数据，实现对广泛能源类型数据的接入汇聚。

2. 加强提升一站式数据分析技术，支撑服务能力的快速输出。以产品设计与关键技术支撑长三角一体化示范区从业务分析到决策指挥的多层次供电服务，有效支撑外部数据服务和能力调用，为电力企业降本增效，助力服务政府治理科学决策。

3. 加强建立电力数字化成效体系，助力能源互联网生态建设。通过多方面指标（如建设进度、创新点、工作效率提升度）的分析，实现对青浦公司数字化电网建设任务的效益提升和成果展示，助力长三角一体化示范区以电为主的能源互联网生态建设。

4. 加强打造电力数字场景应用体系，推动区域数字化发展。以支撑长三角一体化示范区数字干线建设为目标，发挥电力大数据的优势，构建数字基建、数字经济、数字生活、数字治理、数字能源等区域数字场景应用体系，服务公司高质量发展和区域数字化发展目标落地。

六、存在问题和意见建议

当前，长三角生态绿色一体化智慧能源应用生态构建及应用在以下三个方面还存在提升空间，一是数据流通方面，三地数据接口兼容性差，导致数据传输效率低，且缺乏有效的数据价值评估与挖掘机制，制约数据深度应用；二是系统

应用方面，随着新能源接入规模扩大、新型业务场景不断涌现，系统在功能模块拓展、业务流程适配方面灵活性不足，难以快速响应复杂多变的能源市场需求；三是技术层面，大数据分析、人工智能等技术在能源预测、负荷调控中的应用深度不足，难以满足复杂业务场景需求。针对上述问题，建议如下：

首先，加快制定统一的数据采集、存储和交换标准，开发适配性数据接口，提升数据流通效率和信息资源利用效率。

其次，采用微服务架构对智慧能源应用系统进行模块化改造，建立可复用的业务组件库，支持功能模块的快速迭代与新增场景的灵活部署，增强系统应对能源市场变化的能力。

最后，联合科研机构研发适用于复杂场景的大数据分析与人工智能算法，建立模型动态优化机制，提升能源预测与调度的精准性。提高对电网设备的实时监测与控制，推动新技术与能源业务的深度融合。

上海易碳数字科技有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

上海易碳数字科技有限公司（简称：易碳数科）创立于 2017 年，是一家专注于工业制造业碳排放数据量化云计算的互联网公司，致力于以工业软件应用模式为企业快速、高效、精准的产品碳足迹量化服务。公司自主研发的 jimuLCA 工业软件是唯一一款跟国际主流软件全面互认的中国软件，也是国际主流商业数据库认可的中国最大的碳足迹量化软件工具服务商。易碳数科的使命是“成为碳数据量化领域民族工业软件脊梁，让中国碳数据管理和碳足迹计算服务更专业”。

二、上海易碳数字科技有限公司数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

碳达峰目标与碳中和是党中央、国务院统筹国际国内两个大局作出的重大战略决策，影响深远，意义重大。而钢铁行业的碳管理及绿色化转型升级也随着 2024 年钢铁行业被纳入全国碳市场而变成刻不容缓的发展需求。

鞍钢集团自 2021 年起逐步发布碳达峰碳中和宣言及行动方案，于 2023 年建立了钢铁产品 LCA 计算系统，具备了基于行业标准对自身产品进行全生命周期评价与核算的能力。

为了持续迭代鞍钢低碳布局的“动态工程”，易碳数科在既有框架下，深化融合鞍钢数字化与绿色化发展，建设了鞍钢股份产品碳智慧管理平台。

易碳数科以鞍钢股份各生产管理信息化系统为数据源，抽取数据进入鞍山钢铁数据湖，在数据湖中对数据进行清洗、整合，形成产品碳智慧管理平台所需格式的数据。数据出湖后导入平台自动生成的计算模型进行产品碳足迹核算，计算结果自动形成碳标签，以产品出厂材料附件的形式，成为产品环境信息披露的关键部分在质保书中体现。

易碳数科在鞍钢集团产品碳智慧管理平台中同时开发部署了鞍钢 CBAM 计算模块，能够便捷快速的填报钢铁生产有关过程数据，自动计算并生成符合欧盟要求的 CBAM 信息收集表，同时还可以支持 CBAM 税额估算及成本预测，能够大幅降低企业 CBAM 填报和计算的难度。

三、取得的主要成效

易碳数科为鞍钢股份产品碳智慧管理平台的建设取得了以下主要成效：

（1）能够更加及时、准确的量化产品碳足迹数据，识别生产过程中各工序能源消耗情况以及碳排放占比情况，深入发掘降低空间，结合科学技术提升能源使用效率，降低能源消耗成本，促进产品碳足迹优化降低。

（2）可为每批次产品打上碳标签，积极主动应对下游用户需求，提高产品竞争力，为鞍钢集团树立绿色低碳品牌形象，促进绿色营销。

（3）平台将能够随着企业自动化、智能化水平的提高不断优化升级，由于平台运行中的数据、算法、模型均实现全面自动化，条件具备时可邀请权威第三方机构对系统整体进行验证。通过验证后，每个系统中计算得到的结果都将无需进行单独核证，就能具有较高的可信度。

（4）自 2023 年 10 月 1 日起已正式执行 CBAM，如果申报者在规定时间内未采取必要措施履行提交 CBAM 季度报告的义务，或未及时纠正错误或不完整的 CBAM 报告，将面临罚款。通过平台 CBAM 计算模块的开发，可及时按照 CBAM 要求完成上报，有效规避被处以罚款的风险。

（5）目前下游许多客户提出碳足迹披露要求，平台的建设运行可支持市场部门从容应对下游客户碳足迹信息披露要求，避免在市场经营活动中丢失销售订单所造成的经济损失。

（6）在当前国家积极推进双碳工作的背景下，有关部委鼓励企业和银行合作发行低碳转型绿色公司债券，上交所一直以来高度重视并积极推动资本市场绿色发展，为绿色低碳领域提供融资便利及低息债券。本项目在行业内的技术领先和低碳属性将有利于提升鞍钢在资本市场的吸引力。

平台的建设还能取得以下间接成效：

（1）产出更加精准的产品碳足迹数据，将能够支持更加精细的碳足迹数据分析，模拟计算减碳结果，支撑鞍钢集团低碳路径顶层设计。

通过更高频更精准的碳足迹数据，可以更直观的找到影

响碳足迹结果的关键要素，以支持技术人员从产品结构、能源结构、新技术应用、工艺改进、二次资源再利用、供应链等视角分析鞍钢集团减碳实施路径和技术应用，对不同技术、路径、产品结构等方案进行组合，并模拟计算不同组合的减碳结果，分析与评价其实施可行性及减碳效果。优化各类项目实施计划；实现数字化碳减排路线图的描绘，形成低碳发展规划方案和发展建议。

（2）推进产品全生命周期管理，协助产品低碳研发，推动绿色生产，制造低碳材料，降低社会资源消耗。

该项目以 LCA 全生命周期方法论为基础进行建设，支撑产品低碳研发。研发阶段，可以通过不同配方调制、不同技术工艺路线、不同能源结构来验证最终产品碳足迹的区别，进而提高了试验阶段的碳比对效率，支撑低碳研发的高效推广，以产品全生命周期理念推动全产业链上下游共同实现绿色低碳发展，体现钢铁行业对社会节能减排的贡献。

（3）该项目使集团技术人员对全生命周期碳足迹有更进一步的理解，从更加全面、更加详细的角度理解产品的生命周期降碳优化，助力产品生态设计。

（4）项目实施进一步凸显鞍钢集团在行业绿色低碳改进方面起到的积极作用，进一步提升鞍钢集团的商誉和在行业内的领先地位。

四、应用场景

易碳数科建设的鞍钢股份产品碳智慧管理平台采用自主可控技术，通过细分的明细工艺模型，自动构建大类产品、

明细产品的全生命周期碳足迹模型，实时完成碳足迹计算，并生成产品碳标签。此外还能通过 CBAM 计算模块，实现 CBAM 建模与计算，对出口产品碳排放强度进行计算，帮助企业完成碳关税申报，在钢铁行业内乃至其他工业制造业行业都具有推广价值。

五、下一步举措

在碳达峰目标年即将来临的下一个五年，易碳数科将持续投入研发，进一步优化产品和服务。

易碳数科将为控排企业参与碳排放权交易提供智能化的解决方案，借助 AI 大模型进行碳排放量预测和碳交易辅助决策，帮助企业合理控制履约成本，落实减排责任，优化内部管理。

易碳数科还将综合运用物联网、人工智能、区块链等技术，在进一步精细化管理企业碳数据的同时，提高企业产品设计阶段和供应链上下游采销过程中的碳数据管理能力，提供全链路智能优化的产品生态设计工具和便捷易用的供应链碳数据管理平台。

易碳数科还将继续加强本土碳足迹背景数据库的开发推广，不断完善扩充数据类别，优化提升数据质量，使我国制造业领域全生命周期碳数据核算更加精准，进一步推进我国碳数据量化领域的国际合作和互认。

联通（江苏）产业互联网有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

联通（江苏）产业互联网有限公司（简称江苏联通产互公司）是中国联通旗下的直属专业公司，公司积极贯彻江苏省“十四五”规划纲要，以“奋力建设数字化转型一流企业”为愿景，聚焦建设网络强国、数字中国主责，拓展联网通信、算网数智主业，坚持创新引领，全面挺进数字经济主航道。公司立足江苏、辐射长三角、面向全国，全面打造致力于服务政府和大客户的专家队伍，为政府企业数字化转型发展战略提供强有力的技术支撑。

二、绿色生态智创园管理平台数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

1. 建立园区绿色低碳服务体系。江阴周庄绿色生态智创园区是依据绿色低碳和生态可持续发展理念倾力打造的新型印染产业示范园区。



图 1 园区平台应用场景分布



图 2 系统架构

AI+源网荷储，搭建清洁能源站降低碳排，实现智慧微电网实时监测与控制，整合 AI 时序预测模型，实现削峰填谷、提升可再生能源消纳效率，降低综合用能成本。

AI+建筑节能，将供配电、供热、水循环等设备通过物联数采集中监视，接入多目标动态建模，实现需量管理与用能成本优化，生成协同控制策略，降低能耗。

AI+工业设备节能，利用强化学习算法分析生产设备能效特征、预测能耗趋势、测算节能降碳潜力，提供动态优化调节建议。

AIoT+环境监测，AIoT 技术整合智能分析，实时监测水质参数，精准推送预警和优化处理建议，提升环监效率。

2. 建立园区安全服务数字化服务体系。AIoT+安防管理，物业安防管理系统统一接入物联中台，利用 AIoT 技术实现人脸识别、行为分析、设备状态监测等，实现 7*24 高效监管、预警、处理，保障人员和设备安全、降低设备管理和运维成本。

3. 打造印染产业数字化服务体系。AI+行业服务，建立集约的产供贸管理等应用，整合知识库和 AI 智能体，为工艺迭代、产品优化、碳资产管理等提供专家级知识问答、汇报、建议，提升中小企运营管理水平。

三、取得的主要成效

（一）经济效益预估

成本降低方面：降低园区建筑平均能耗 28%，产线生产

节能 12%，降低园区年度碳排 15%，达到高效的节能减排，降低污染物排放，改善空气质量，提高水资源利用率，为园区及周边地区创造良好生态环境和可持续发展的自然条件。通过“源网荷储”优化控制运行，实现光伏本地消纳率 75%，降低了弃光成本，同时也减少了外购电成本。

收益增加方面：通过数据推动微平衡市场交易和内外两级购售电等机制能带来额外收益，一体化运营模式下微网的年收益比传统模式多 20%。

投资回报方面：用电采用燃气冷热电联产的就地发电，能覆盖全园区 95 % 的制冷和供热需求，预计三年便可收回投资。

辅助服务收益方面：引入先进产供贸管理体系和数字化平台，促进企业技术创新与管理升级，推动传统印染产业向绿色生态印染产业转型，拓宽线上渠道，提升企业市场竞争力和市场份额，带动产业升级发展。

（二）经济增速预估

绿色园区管理平台市场正处于高速增长期，2025 年市场规模预计达 1.8 万亿元，年复合增长率约 20%。政策驱动、技术升级和环保需求三大因素共同推动市场扩张，其中 AIoT 技术在园区中的渗透率提升尤为显著，2025 年市场规模将超 650 亿美元，复合年增长率达 39%。

（三）复制推广效益

该项目的复制推广效益显著。在安防方面，利用 AIoT

技术实现人脸识别、行为分析等功能，提升园区安全等级，该方案可助力其他园区加强安全管控。环境监测上，通过多维感知网络 and 智能分析，精准监测水质，为其他地区水环境治理提供借鉴。能源管理上，构建能源数据中台，优化源网荷储与绿电消纳，提升经济效益，有益于各类园区能源利用效率优化。建筑与工业节能、设备运维等功能，挖掘节能潜力、保障安全，能助力多领域园区实现绿色、安全、高效发展，具有广阔的推广应用价值。

四、应用场景

对标工信《工业企业和园区数字化能碳管理中心建设指南》工信厅节〔2025〕13号中的12个场景，包含：能耗查询、能源消费量和强度计算、能源消费分析与用能策略推荐、能效对标、能流分析、能效平衡与优化、用能与碳排放预算管理、碳排放核算、产品碳足迹核算、供应链碳管理、碳核查支撑、和碳资产管理。

五、下一步举措

一期待验收，基于一期运行的数据（至少半年），计算并分析园区的能效和碳排，针对高能耗设备、和高碳排单元进行重点的定制策略，针对印染行业的生产、加工工艺进行综合节能降碳的优化管理。

六、存在问题和意见建议

该项目一期重点做物联网基础设施，以及通用的软件平台，针对具体的中小企业（未入驻）的生产痛点、产品突破

和业务拓展的难点未做深入的考察和分析，难以达到理想化的建设目标。目前需要铺垫好 2 项重点工作：

（1）招商，园区需要有奖励、补助、和优惠政策吸引企业入驻；

（2）针对招商的范围，需要对企业进行画像研究，通过统一的标准模式分析企业痛点有哪些、园区能满足哪些、园区不能满足的如何寻找资源合作等。

神彩科技股份有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

神彩科技创立于 2006 年，是国家规划布局内重点软件企业。成立 19 年来，立足江苏、辐射全国，成为国内服务企业用户数最多、承建系统访问量最大、产品体系最完整的生态环境信息服务商。

始终秉持“数字驱动环境治理，科技赋能环保产业”的理念，专注于政府环境智慧监管和企业环保数字管理的建设。基于云计算、大数据、人工智能等新兴技术，为环境监管部门、化工园区提供全要素、多维度、智慧化的生态环境大数据解决方案。已服务于全国 17 个省、直辖市及自治区的环境部门，超 20 万家涉危废企业。

二、神彩科技数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介(500 字)

神彩科技通过构建危险废物全过程环境管理信息系统，实现危废产生、贮存、转移、处置全生命周期信息化管理。基于 DeepSeek-R1 模型探索涉废单位申报异常噪点识别分析与决策建议研究，通过危废焚烧处置机理模型与多维度数据碰撞分析相结合，推出危废监管与企业服务智能体，夯实危废知识语料图谱与中台支撑能力，实现危废全流程监管的实

时科学化分析、精准化预警和智能化调度。提升管理效率和精准度，推动固废污染防治数字化转型，为绿色生态文明建设添砖加瓦。

公司产品已服务全国 15 个省级行政区，危废转移联单电子化率超 90%，响应时间从小时级缩短至分钟级。协助全国推广“五即规范化”“一码贯通”危废监管模式，实现从产生到处置的全生命周期追溯，减少纸质流程 50%。某省试点中，异常事件识别率提升 70%。构建全国首个省级“无废城市”数字化平台，固废综合利用率提升 25%。

三、取得的主要成效

针对危险废物产生、贮存、运输、处理、处置全环节的信息化追溯及相关环境管理要求日益提高，探索基于物联网技术、GPS 技术、视频技术、移动终端技术、RFID、移动互联网等技术建立危废废物全过程智能化可追溯平台，通过各类信息化追溯技术的应用实现对危废废物的全流程、可视化、可追溯的管理。从各类形态危险废物（固态、半固态、液态等）产生、贮存、转移、利用处置等过程的 100%全覆盖智能化可追溯需求出发，分析危险废物“从摇篮到坟墓”全过程智能化可追溯管控的关键环节，研发集智能称重、二维码、射频识别、GPS、视频监控等于一体的危险废物全过程智能化可追溯技术，实现危险废物源头追溯、过程可查、末端可控。源头可溯，借助二维码的输入速度快、可靠性高、采集信息量大的特性，结合智能称重精准联网、灵活实用的

特性，实现危险废物产生、称重、贮存等关键行为数据自动化采集，保证申报源头数据的及时性和准确性。通过跟踪危废转移全过程，防范运输途中危险废物的非法倾倒风险。向经营单位提供生产管理云平台，实现经营台账的电子化记录，实时采集设备工况，便于管理部门掌握经营单位的实际运行情况。具体成效如下：

（1）建立基于 GIS 地图、物联网全面感知和智能视频等新兴技术的危险废物全过程智能跟踪管理体系，突破现阶段对危险废物的基础数据获取能力及数据共享机制；

（2）基于数据深度挖掘分析模型和算法，整合危险废物数据和智能化监控数据，对企业的申报数据、转移数据、视频抓拍、接收入库、处置台账等数据进行联机综合分析，实现危险废物申报数据合理性、危险物流向追溯动态评价、趋势预测分析等，降低固体废物环境风险；

（3）开发基于实现涉废企业贮存仓库、装卸货、出入厂、处置利用过程可视化的智能分析技术，对联单管理进行全面升级，让危险废物转移过程完全透明化。一旦发生危险废物非法倾倒等突发事件，最终实现全过程各环节追溯。

（4）提升基层危险废物管理人员对辖区内危险废物产生、贮存、转移和利用处置情况的管控能力，基于数据智能分析结果数据实现异常情况预警，实现危险废物管理由“事前审批管理”转向“事中事后过程监管”，由“被动式管理”逐步向“主动预防式管理”转变。

四、应用场景

1. 危废产生场景。企业通过系统生成电子标签，扫码记录危废产生信息，实现危废源头管理；政府部门实时掌握危废产生动态，精准监管危废产生企业，确保危废管理合规，保障环境安全。

2. 危废转移场景。通过电子标签进行一码追溯，实时跟踪危废转移轨迹，确保危废安全转移，提升转移环节监管效率。

3. 危废处置场景。处置企业通过系统记录危废处置信息，实现处置过程透明化，提升处置环节管理水平；政府部门基于系统数据，进行宏观趋势分析，优化危废处置资源配置，提升决策科学性。

五、下一步举措

1. 技术升级。持续投入研发，探索人工智能、感知设备、5G+等新技术在危废管理中的应用，推动技术升级；优化系统功能，提升用户体验，进一步提升危废管理信息化水平，满足市场需求。

2. 业务拓展。江苏省是工业覆盖行业最全的省份之一，通过业务化运营经充分积累经验。通过复制江苏经验向中西部推广，从面上推动危废规范化衔接，降低跨界危废环境风险；拓展危废管理相关行业应用，如一般工业固废、医疗危废等，复制危废管理模式。

3. 合作与交流。加强与高校、科研机构合作，推动技

术创新和成果转化，提升公司技术实力；开展国际合作，引进先进技术和管理经验，提升国际竞争力，拓展国际市场。

六、存在问题和意见建议

1. 存在问题。地方系统与国家平台数据标准不统一，影响跨域协同；中小企业数字化转型投入意愿低，需政策引导。同时物联网终端、区块链、人工智能等技术研发应用与调优训练成本较高，给企业带来额外成本。

2. 意见建议。落实生态文明企业主体责任要求，出台响应政策与补贴办法，对中小企业技术改造给予 30%资金支持。建立全国统一环保数据标准，强制地方平台与国家系统对接；开发轻量化 SaaS 服务，降低企业使用门槛；成立环保科技企业联盟，共享数据与解决方案，避免重复建设。

通鼎集团数智融合绿塑新生数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

通鼎集团有限公司是为国家信息通信与电力系统建设提供配套产品及解决方案的排头兵企业，在“通信网、交通网、能源网以及各类专网”领域实现四网融合，构建产业生态；在新一代信息技术、新型电力系统、绿色环保、新能源、新型储能、未来网络等国家战略性新兴产业和未来产业领域重点布局；连续 8 年获评中国企业 500 强，连续 18 年获评中国民营企业 500 强，集团实现营业收入超 600 亿元，是国家火炬计划重点高新技术企业、国家创新示范企业、国家知识产权示范企业、中国通信设备供应商 50 强、中国光纤光缆最具竞争力企业 10 强。

二、通鼎集团数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

双化协同转型：数智筑基与绿色创新的深度融合。通鼎集团积极响应国家“双碳”战略，以数字化技术赋能绿色化发展，构建覆盖研发、生产、管理全价值链的“双化协同”发展体系，核心举措聚焦智能制造与绿色技术两大维度：

（一）智能制造筑基，精准数据驱动效能跃升

1、5G 全连接工厂生态：实现产线设备、产品、环境实时互联与关键工序数据透明化，显著降低产品不良率，提升

质量管控水平。

2、产线智能进化工程：通过设备固化创新与结构优化，生产线运行效率提升至原有水平的 2 倍，单位能耗与生产成本大幅降低，年节约能耗成本超 2000 万元。

3、智能物料神经中枢：部署集中供料系统，减少人工依赖，提升供料精准度与效率，优化生产环境。

（二）绿色技术突破，硬核数据诠释低碳转型

通鼎集团在核心工艺环节取得多项突破性绿色技术创新：

1、材料革命：在光纤预制棒核心工艺中引入无氦拉丝技术，替代稀缺氦气资源，结合能源结构优化与数字化协同，显著降低生产能耗、提升效率。

2、工艺革命：全面推广 UV-LED 固化技术替代传统方案，大幅降低设备能耗，实现绿色、安全固化。

3、产品革命：行业首创在漏泄电缆中植入芯片，直接利用电缆传输的微弱电能工作，为智能监测提供免维护供电方案，有效降低系统复杂度与整体能耗。

三、取得的主要成效

通过“双化协同”转型，通鼎集团在多个维度取得国家级、行业首创性显著成果，树立了行业标杆。

（一）碳管理范式引领者。集团率先通过中国质量认证中心（CQC）严格审核，荣获行业首张产品碳足迹认证证书。此项突破填补了国内空白，标志着通鼎碳管理能力达到国内领先水平，为行业构建科学碳核算体系、推动全产业链低碳

转型提供了关键范本与实践经验。

（二）绿色制造体系缔造者。集团旗下多家子公司成功通过“国家绿色工厂”认证，在能源资源利用效率、清洁生产水平、环境排放控制、绿色管理体系等维度，均达到国家最高标准，成为行业绿色制造的典范。

（三）专精特新生态培育者。打造国家级“小巨人”企业矩阵，在关键领域突破技术封锁。通过创新要素的体系化培育，形成“技术攻关-成果转化-市场引领”的良性生态。集团旗下6家子公司凭借在细分领域的尖端技术、卓越创新能力和高成长性，获评国家级专精特新“小巨人”企业，成为集团“双化”技术落地与产业升级的核心引擎，覆盖轨道交通装备、通信设备等关键领域。

（四）产业标准体系构建者。集团凭借强大技术实力和产业影响力，高分通过国内光通信产业首个“光电缆国家高新技术企业产业标准化试点”项目。该试点肩负着探索建立引领行业高质量发展的先进标准体系、促进科技创新与标准融合、提升产业整体竞争力的重任，标志着通鼎在掌握行业话语权、引领产业规范化与绿色化发展上迈出历史性一步。

（五）知识产权价值转化者。集团持续强化研发投入与知识产权布局，创新成果转化效益显著。凭借在光通信、智能电网、新能源等领域的高价值专利组合及其对核心产品的强有力支撑，通鼎集团荣登苏州市“专利密集型产品”认定榜单首位。这不仅是对集团创新密度与转化效率的高度认可，更体现了其知识产权优势已有效转化为具有显著市场竞

争力的绿色、智能化产品，构筑了可持续发展的坚实技术保障。

（六）智能制造国家队领航者。通鼎集团以 5G 全连接工厂为核心载体，实现生产全流程数字化管控，关键工序不良率显著下降；基于自主搭建的工业互联网标杆工厂，打通“研发-生产-服务”全链条，推动订单响应效率大幅提升；同步建立“战略-能力-流程”一体化管理体系，成为同时斩获国家智能制造试点示范、国家制造业与互联网融合发展试点示范项目的行业标杆，奠定“智能制造国家队”领先地位。

四、应用场景

（一）智慧能源中枢系统

通过构建集团级能源管控平台，实时监测、分析各生产单元能耗数据，精准识别节能空间并自动优化用能策略，显著降低整体碳排放与用能成本。

（二）AI 本质安全体系

深度融合 AI 视觉识别与物联网技术，构建智能安全监管系统，自动识别人员违规行为，实现风险秒级预警与快速联动处置，全面提升生产本质安全水平。

五、下一步举措

1、打造零碳工厂标杆。通过构建“绿电+光伏+储能”的闭环能源体系，实现能源结构零碳化与运营成本集约化，为制造业零碳转型提供可复制的技术范式。

2、助推长三角绿色一体化。依托新加入的长三角生态绿色一体化发展示范区开发者联盟，协同区域资源推动跨域

标准互认，深度参与“光电产业碳足迹标识认证”项目，助力区域产业链低碳升级与协同发展。

六、存在问题和意见建议

（一）现存挑战

1、复合型人才结构性短缺：“双化”转型亟需精通工业互联网与绿色技术的跨界人才，但现有人才体系仍偏重单一领域。例如：能源管理岗位缺乏算法优化能力，导致光伏数据未能有效驱动产线调度；碳核算团队对供应链区块链技术认知不足，制约了全链条碳追溯的深度和广度。

2、区域产业生态协同不足：尽管已加入长三角开发者联盟，但区域内尚未形成高效联动的“技术研发-标准制定-市场应用”闭环生态，制约了“双化”协同效应的最大化。

（二）建议

1、创新人才引育机制。实施“人才基因重组”策略，通过跨领域培训、产学研联合项目、引进高端复合人才等方式，系统性破解能力断层问题。

2、构建开放协同生态。推动建立“长三角双化协同产业生态共同体”，联合政府、企业、高校及科研机构，共同搭建技术共享平台、推动标准互认互通、拓展绿色市场应用场景。通过生态化运营，助力通鼎从“技术先行者”升级为“规则制定者”与“生态赋能者”，充分释放“双化”转型的价值杠杆效应。

阿里云计算有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

阿里云成立于 2009 年，是中国最大、亚太领先的云服务提供商，全球市场份额第三，服务全球 200 多个国家/地区的 500 万客户，覆盖 80%中国科技企业和 65%国家级专精特新企业。在 AI 领域，其开源模型 Qwen 系列（最新 Qwen3 支持 119 种语言）多次登顶全球评测榜首，衍生模型超 10 万个，成为最受欢迎的开源大模型。公司累计获 7 项国家级科技奖项，包括 2017 年电子学会科技进步特等奖和 2023 年国家科技进步二等奖，并贡献超 3000 个开源项目，在全球设立 7 个研究中心，持续推动技术生态创新。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

阿里云提出 2030 年碳中和目标，数据中心通过“五大绿色”智算中心技术栈（绿色能源、绿色技术、绿色架构、绿色运维和绿色服务）打造可持续 AI，并结合 AI 云原生可持续数字基础设施 AI 应用框架“ARTIST”利用 AI 为可持续赋能，通过阿里云“超大规模智算中心精益运营”系统，实现了单位算力能耗和碳排降低 10%+的目标，为阿里巴巴集团全栈式 AI 能力保驾护航，为客户提供普惠绿色算力。阿里云依托数字技术创新，构建了覆盖软硬件研发、智能运维、

能源循环和绿电协同的全链条减碳体系，自建数据中心平均 PUE 值为 1.2。

在智能运维方面，建立管理平台并通过 AI 持续优化策略，应用后实现冷却能耗下降 5%-11%。在绿色低碳技术方面，通过异构计算平台、节能服务器架构、液冷技术及高性能电源等创新，提升数据中心性能和能效，降低能耗和碳排放。软硬件协同实现每 TB 数据运算功率降低 14%；主力研发的服务器系统散热能力提升 10%、散热能耗降低 30%以上；数字化平台“法拉第”和“能耗宝”实现资源全链路管理，赋能碳足迹追踪，通过数字技术为集团自身、伙伴、客户提供节能减排和碳管理服务，帮助企业实现碳中和及 ESG 管理目标。主力研发的高性能电源“巴拿马”10KV 交流输入的直流不间断电源技术入选国家工业和信息化领域节能降碳装备推荐目录（2024）。

在资源循环利用方面，张北数据中心在张北落地余热对市政供热项目，在 2023 年供暖期实现供热 1.467 万吉焦（相当与 617.8 吨标煤）；污水处理量 1.2 万吨，再利用水量达 50%。在绿色能源方面，统筹数据中心发展需求和新能源资源禀赋，科学规划布局，打造多层次绿电聚合供应体系。

三、取得的主要成效

阿里巴巴数据中心供给绿色算力，实现算力经济可持续发展。2024 财年，阿里云自建数据中心清洁电力使用比例 56.0%，处于国内同业领先地位，并带动租赁数据中心减排

55 万吨，其中 5 个租赁数据中心 100%使用清洁电力。根据第三方机构彭博新能源财经发布“中国绿电交易企业排行榜”，2021-2023 年阿里云连续三年上榜，蝉联科技企业榜首，2023 年，阿里集团绿电交易量为 16 亿千瓦时。中电联发布“2023 年中国绿色电力（绿证）消费 TOP100 企业”榜，阿里巴巴集团绿电消费总量位列全行业第七，科技行业第一，阿里云占集团绿电总量一半以上。

在产业端，企业的能耗主要产生在用电环节。阿里云通过帮助企业打造新型电力系统，发电侧、电网侧、用电侧的协同优化以及数字技术的深度赋能，帮助企业实现数字化绿色化协同转型。面对海量数据和复杂决策需求，先进的大数据平台与 AI 大模型成为关键支撑。阿里云基于通义开源项目，在发电、电网、用电各环节落地了多个数字化与智能化案例，通过数据驱动、智能优化、模型仿真等技术，满足企业经济型、高效性和低碳性三个方面核心诉求。通过数字化与 AI 技术正深度重构电力系统运行模式，从单点优化迈向全局协同，推动能源行业的高质量发展。在发电侧，帮助企业提升新能源运营效率与收益。如：与山东华润新能源合作采用“端到端”统一优化模型，提升新能源竞价上网能力，15 个场站运行 3 个月，月均收益增加 120 万元。与龙源电力合作覆盖 300 个风电场，构建统一数据平台和智能管理系统，优化资源调度与运维，提高风电机组利用率，显著降低运营成本。在电网侧，增强新能源消纳与智能调度。如：与浙江

绍兴电网合作，通过云上仿真与高频推演（每 15 分钟调控一次），提升新能源消纳率 30%，降低网损 5%、碳排放 20%，缓解专业人才不足问题。在用电侧，优化企业用能与储能收益。如：与某高能耗水泥厂合作，优化储荷用能策略，单厂电费降低 4.37%，年省近百万元；参与虚拟电厂市场，预计年增收 150 万元。与山西独立储能合作，优化充放电策略，电力现货市场收益提升 29%，150MW/300MWh 储能项目 10 个月增收 310 余万元。

四、应用场景

阿里云在数据中心建设中，8 大自建基地均位于国家算力枢纽范围内，其中张北、乌兰、嘉善、成都基地位于集群核心起步区。公司积极推动绿色能源应用，数据中心清洁电力使用比例达 80%，张北、乌兰基地充分利用当地可再生能源，成都使用水电，广东、江苏、浙江则结合核电及跨区域绿电。

在助力产业绿色减排方面，阿里云推出“能耗宝”服务，已帮助 2129 家中小企业实现平均 12% 的节能效果，覆盖制造业、零售、农业等 13 个行业，管理 IoT 设备 2.9 万台。其自主研发的高效电源技术“巴拿马”入选 2024 年国家节能降碳装备推荐目录，进一步推动行业低碳发展。

五、下一步举措

持续按照“技术提效·使用资源方式的转变-参与者生态”的三个支柱不断扩展和深化在减排行动上的努力，积极

推动绿色数据中心建设和运营。推动自 2030 年起，云计算电力 100%采用清洁能源，推动算电协同和绿电直连。进一步优化电力使用效率（PUE），通过精细化管理为每栋数据中心设定明确的 PUE 目标并持续跟踪。扩大智能算法运维策略的应用范围，覆盖更多数据中心，并构建统一的监控管理平台以确保调优效果和系统稳定性。同时，积极推广余热回收系统，探索将数据中心产生的余热用于供暖等用途，提升整体能源利用效率并创造附加经济价值。

六、存在问题和意见建议

一是扩大绿电外送通道建设，提升绿电发电设备的利用效率，优化输配电价分摊和上网标杆电价，探索建立合理平衡的绿电直供电价机制，从而降低绿电的综合发电成本。加快算电协同相关配套举措的落地实施，优先支持将 GPU 智算集群作为“源网荷储”、绿电直连等项目的负荷进行项目申报。通过探索扩大跨区跨省绿电规模、放开绿电交易点对点政策限制等来满足集群绿电需求。

二是建议实施“云优先”战略，充分发挥云计算平台规模及弹性优势，向上支持多种模型、向下兼容异构算力的技术体系，实现多模态模型在各类硬件环境上的高效运行，带动国产软硬件生态应用。

三是建议结合 AI+战略加速开源开放。在 AI+战略的推动下，开源开放在国产软硬件生态领域可展现出巨大的价值。在智算集群方面，加速构建全球化的软硬件开放协作平

台。在行业应用方面，鼓励在金融、能源、医疗、电力、电子政务等重要行业推进 AI+行动，以应用促生态，加速国产 AI 体系的商业化闭环。

四是建议以 Agent、API 等方式加速 AI 落地应用。推动 MCP（Model Context Protocol）作为统一标准，为 AI 开发者提供丰富的 MCP 服务及调试工具，并支持第三方平台集成和调用，通过开源开放的方式加速 Agent 及 AI 应用的创新和落地，已支持上架千余款热门的 MCP 服务。

天能集团股份有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

天能始创于 1986 年，从动力电池生产制造起步，致力于成为全球领先的绿色能源系统解决方案商，核心业务包括新能源电池系统、资源循环利用和现代服务业，是行业首家拥有“A、H”双上市品牌公司。在全国七省建有十七个生产基地，拥有 160 多家子公司、近 3 万名员工，2024 年主营产品国内排名第一，企业综合实力位居中国企业 500 强、中国民营企业 500 强。天能建成 8 个国家级、48 个省级创新平台，主导参与制订的国家行业标准 240 余项，获得专利 5400 余项。

二、基于数据驱动的动力电池全生命周期质量管理实践 数字化绿色化协同转型方案

（一）建立研发铅蓄电池产品全生命周期的评价体系

建立自主研发铅蓄电池产品全生命周期的评价体系，建立面向铅蓄电池产品全生命周期的绿色设计特色数据及评价库。

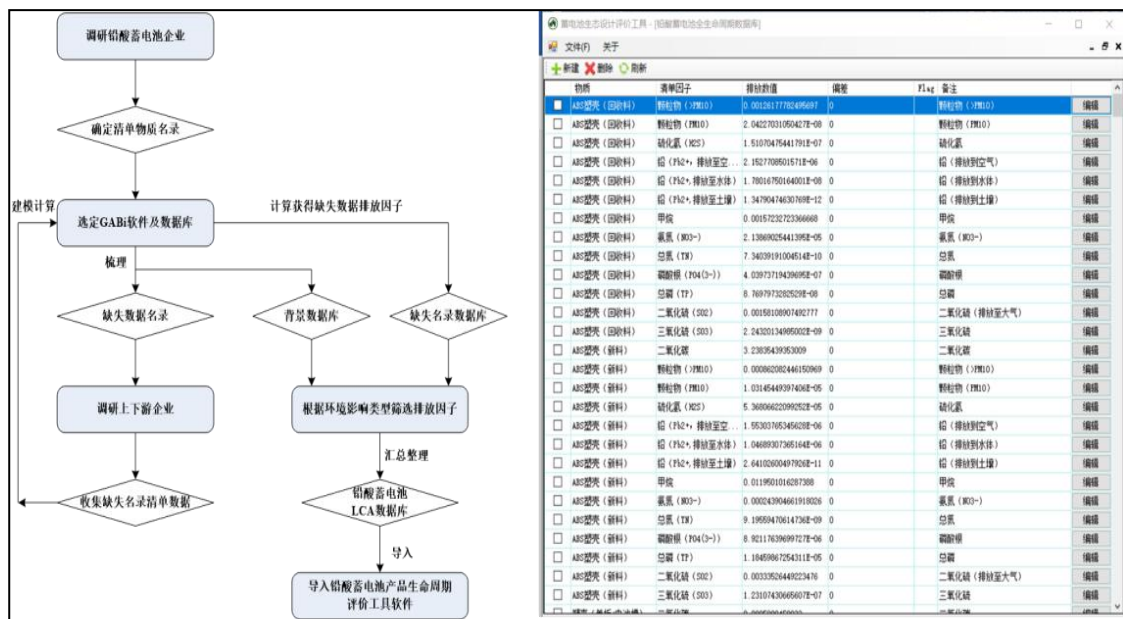


图 1 产品全生命周期评价数据库



图 2 铅蓄电池生命周期评价工具软件

（二）以数字化生产管控提升生产力

以数据为驱动，引入智能化生产管理系统，实现资源分配和状态管理、数据采集、质量管理等核心功能，推动数字化生产管控建设。工厂通过数字化通讯、智能化生产、设备状态监控等手段，实现生产管理透明化、精细化，提高产品质量，降低管理成本。



图 3 基于数据挖掘的 MES 关键参数优化决策过程

4. 多维全流程质量管理

建立质量数字化管理平台，全面管控原辅材料及制造核心工序的质量检测结果，对报检、取样、送样等各环节的过程和结果进行数字化全流程管控。建立质量送维解析系统，实现对生产过程中出现的质量问题进行在线登记录入、不良原因分析、报废管理汇总等，提升工作效率。

5. 互联网+回收的废旧电池循环制造

天能通过“互联网+回收”方式，建立行业级电池回收

综合服务平台，实现从电池出厂、流通、消费、回收到处置的全程规范化和精准化管理，做到“去向可追、数量可查、责任可究”。

三、取得的主要成效

天能集团作为新能源行业的领军企业，在数字化和绿色化方面不断探索创新，取得了显著的突破，为行业发展树立了标杆。

（一）数字化创新与突破

1. 智能制造引领行业变革。通过引入先进的自动化生产设备、机器人技术，确保电池生产的一致性和安全性。自主研发和搭建工业互联网平台，实现了生产过程的高度自动化、智能化和数字化，实现了设备的远程监控和维护，大大提高了设备的可靠性和可用性。

2. 大数据分析提升决策水平。通过建立大数据分析平台，收集和整合来自不同数据源的数据，包括生产设备数据、销售数据、客户反馈数据等，利用数据分析算法和模型，天能够准确预测市场需求、优化生产计划、及时发现设备故障隐患，提前进行维护和保养，降低设备故障率，提高生产效率，实现企业的高效运营。

3. 数字化营销拓展市场空间。天能积极探索数字化营销模式，天能搭建数字营销平台，以金融+科技形式共创能源产业新生态，实现互联网技术、金融与传统产业的深度融合，全面支撑营销业务创新和模式变革，以数据要素赋能新质生产力，助推产业转型升级。通过建立官方网站、微信公众号、微博等自媒体平台，天能及时发布企业动态、产品信息和行

业资讯。

（二）绿色化创新与突破

1. 绿色产品研发推动行业升级。推进基于 TQCSE（Time, Quality, Cost, Service, Enviornment）模型的生态化设计理念，构建基于 PLM 的产品全生命周期管理平台，搭建绿色设计特色数据库，应用数字化仿真协同设计与评价方法（LCA）优化产品设计。

2. 绿色生产打造可持续发展模式。在生产过程中，天能采用了先进的清洁生产技术和工艺，减少了污染物的排放和能源的消耗。例如，在电池生产过程中，天能采用了无铅化生产工艺，减少了铅污染；采用了废水循环利用技术，降低了水资源的消耗；采用了余热回收技术，提高了能源利用效率。同时，天能还加强了对生产过程的环境管理，建立了完善的环境管理体系和环境监测体系。

3. 绿色供应链建设促进产业协同发展。以绿色智造为方向，打造一链一圈创新全生命周期高质量发展模式，促进产业协同发展。“一链”是指绿色智造产业链。以绿色供应标准和生产者责任延伸制度为支撑，以资源节约、环境友好为导向，集采购、生产、营销、回收及物流于一体的综合体系，引领产业向绿色、高端、智能方向发展，荣获首批国家智能制造示范企业。“一圈”是指循环经济生态圈。参与全国废旧铅蓄电池回收体系建设，通过全国各地 30 万个营销网点，将废旧电池分散回收、集中处置、无害化再生利用，全面打造闭环式循环经济生态圈。

四、应用场景

本案例中所述数字化绿色化经验适用于新能源产业制造业企业。主要通过互联网平台建设，实现信息互通，资源共享，提高生产效率；智能化设备升级，实现全流程数字化管理；绿色目标与数字化深度融合，建立能源管理平台，利用区块链技术记录企业碳排放。

五、下一步举措

1. 加快创新发展模式。持续推动循环产业新模式、天畅物流新模式、数字营销新模式、产品新模式创新发展。推动销回一体，增强网络终端粘性，实现数据在线、可视，实现数字化全面升级。

2. 推动存量业务提效。一是持续迭代全渠道数字营销管理平台。实现共赢商进、销、存数据的透明化，定价返利等规则线上化。二是建设数据采集与能源管理平台。接入设备、水、电、气等多维度数据源，实现能源消耗的实时监控与数据分析，提升能源管理效能。

六、存在问题和意见建议

（一）存在问题

1. 数字化基础与绿色化目标协同不足。一是数据孤岛现象。生产、供应链、回收环节的数字化系统独立运行，导致碳排放数据难以全程追踪。二是能效优化滞后。部分工厂的物联网设备覆盖率不足，实时能耗数据缺失，难以通过 AI 算法动态调整生产参数。

2. 供应链绿色与数字化脱节。上游原材料（如锂、钴）的 ESG 数据采集不完善，区块链溯源仅覆盖 30% 供应商。下

游经销商碳足迹核算标准不统一，难以实现渠道碳中和目标。

（二）意见建议

1. 加快搭建绿色公共服务平台，重构绿色智造体系。

协同建设统一的线上绿色制造云服务平台，提供政策法规宣贯、信息交流传递、示范案例宣传、云资源中心、评价工作平台等线上服务，形成线上线下结合互补的服务体系，满足绿色制造体系构建的需求。

3. 加快数智化响应机制，重塑供应链绿色低碳体系。搭建碳资产管理信息系统，实现信息共享和资源耦合。建立能源与碳排放在线监测体系，打造端到端的碳排放追踪与报告系统。依托大数据等技术手段，搭建绿色回收与再利用的信息发布平台，实现废旧物资高效处置与循环利用。

蒲惠智造科技股份有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

蒲惠智造科技股份有限公司是脱胎于中国民营企业 500 强“西子联合”的国家级专精特新“小巨人”企业，专注传统离散制造中小企业数字化绿色化协同转型升级，实现多项“全国首个”创举。牵头制定了国内首个云化执行规范——《离散型制造执行过程云化规范》全套行业标准。获得工信部特色专业型工业互联网平台、浙江省重点工业互联网平台、浙江省第一批中小企业专业化服务机构等荣誉。公司还被全国工商联授予“绿色供应链专委会主任单位”。

2024 年 7 月 21 日《人民日报》头版专栏报道——《蒲惠智造推动数字化变革——以云技术助力制造业中小企业转型升级》，高度评价蒲惠助力数实融合和推进新型工业化的实践成果。

二、数字化绿色化协同转型方案

针对我国中小制造企业数字化绿色化协同转型的迫切需求，蒲惠提出了一套创新的解决方案。将云计算、大数据、人工智能、数字孪生等最新技术融入自主研发的“云化”工业软件中，为企业提供全方位的数据服务，推动管理模式从经验驱动向数据驱动的革命性转变，实现绿色化生产经营。

蒲惠的“云化”工业软件采用云端部署方式，企业无需采购服务器、搭建机房，大幅降低了初始投资成本，同时减少了硬件设备运行和维护所产生的碳排放。应用人工智能技术的智能工业软件能够全面捕捉企业生产运营全流程中的数据，并将其转化为反映企业生产经营状况的大数据。通过深度挖掘和分析这些大数据，系统能够快速识别并预警企业异常，有效预防“遗忘、未预见、延误、不知情、不负责、作弊”等潜在问题，提高企业数据管理能力和科学决策能力。企业的数据价值能够得到充分的发挥，助力企业加快形成了以数据为驱动力的新质生产力，推动制造业向高质量发展迈进。

三、取得的主要成效

（一）实施效果

蒲惠的创新实践在浙江绍兴、嘉兴、台州等多个地区成功落地，并已将这一成功经验扩展至广东、安徽、河南等省份，以点带面推动了全国范围内的中小制造企业及产业集群的数字化改造提升。这些企业实施后成效显著，许多成为了国家、省市数字化标杆。

以台州三门为例，蒲惠承接了台州三门的“三门县规模化推进制造业数字化改造项目”，为三门县中小制造业企业实施数字化改造。2023年7月，《浙江日报》新闻传播平台“潮新闻”报道“借助蒲惠智造研发的云化工业软件，该地区数字化改造企业平均生产效率提升15%，车间周转效率提

升 30%，管理效率提升 20%，数字赋能效果明显。”

（二）社会经济价值

1. 社会价值

蒲惠的解决方案不仅提升了企业的数据管理能力，还为国产工业软件的创新和竞争优势提供了有力支持，推动了国产工业软件的进一步发展和应用。

蒲惠还积极主导制定行业标准，推动了行业标准化进程，探索并建立了以“低成本、模块化、标准化”为核心的数字化赋能模式，为制造中小企业提供了低成本的改造升级路径，助力传统产业发展新质生产力。

2. 经济价值

蒲惠的解决方案实施后，显著优化了企业的管理模式，实现降本增效，为企业带来了实际的经济效益。

以平湖汽车零部件行业为例，根据平湖市经济和信息化局的应用证明显示“该行业的企业通过蒲惠的服务实现了生产制造的高效数字化管理，生产效率普遍提高了 20%，生产计划下发时间大幅缩短，统计效率提升了 60%，库存准确率提高了 35%，库存积压减少了 30%，整体实现了提质降本增效的目标，为 80 家企业累计创造了超过 9000 万元的经济效益。”

（三）对整个行业的示范引领作用

案例在推动制造业数字化绿色化转型方面起到了行业的示范和引领作用，其创新的理念、技术、模式和管理实践

为业界提供了参考。

1. 理念创新的典范。蒲惠通过整合企业关键业务管理系统，运用人工智能技术对收集到的各业务环节海量数据进行深度分析，预测潜在的管理风险，为企业提供了一个基于数据的施控机制，确保企业能够做出更加精准和前瞻性的决策，有效实现对企业运营的监督和控制。这一理念创新推动了企业决策模式的重大转变，使数据成为驱动决策的关键因素。

2. 技术创新的标杆。蒲惠率先将云计算、人工智能、大数据、数字孪生等先进技术引入工业软件领域，自主研发云化工业软件和工业大模型，批量化助力传统制造企业数字化改造，并进一步挖掘数据要素价值，推动企业实现精准化管控与决策。公司在离散制造云服务、工业人工智能领域的相关技术实现国产化替代，被中国工程院王耀南院士、杨华勇院士鉴定为“处于国际领先水平”。

3. 模式创新的榜样。蒲惠积极主导制定行业标准，探索形成了一条“低成本+模块化+标准引领”的数字化赋能服务模式，赋能制造业中小企业低成本转型升级。2023年6月3日，新华社报道蒲惠“迈出了按照行业标准对优势产业集群整建制实施产业数字化的重要一步”。这标志着蒲惠在产业集群数字化改造方面取得了显著进展，并为离散型企业的数字化转型提供了可复制、可推广的经验。该模式也获得了庐山副省长的批示。

4. 管理创新的先驱

蒲惠通过智能化 BI 配置和自定义看板，将关键数据可视化，极大地提高了数据的可读性和管理的便捷性。通过无代码平台可在前端敏捷开发功能，快速满足企业管理需求。同时，“人工智能痛觉平台”支持企业进行先导决策和主动问题发现，进一步优化了企业的管理模式。

四、应用场景

蒲惠的解决方案集成全栈式、模块化、通用性、高性价比的特点，广泛应用于制造业企业的核心业务环节，包括生产制造管理、供应商管理、客户关系管理、协同办公管理、设备管理、财务管理等应用场景，深度覆盖企业产、供、销、人、财、物全业务场景。

五、下一步举措

人工智能已成为推动我国新质生产力发展的核心引擎。蒲惠将进一步加大智能工业软件研发的投入，持续深化工业人工智能的应用场景，进一步提升数据处理能力和决策精准度。

六、存在问题和意见建议

现阶段，我国传统制造行业大部分中小企业数字化改造仍处于初始阶段。由于中小企业普遍存在的数字化意识不足、数字化基础薄弱、数字化能力欠缺等问题，增加了为企业提供数字化改造服务的难度。同时国产工业软件起步晚，部分企业对其认识不足，导致国产软件市场推广难度大。

为解决这些问题，建议政府有关部门加强对中小企业的数字化培训和宣传，通过现场观摩、交流研讨等方式组织活动沙龙，推动企业“看样学样”，提升企业负责人的数字化意识和对数字化改造的信心和决心。

此外，还建议政府有关部门加大对国产工业软件的宣传和推广力度。通过举办技术交流会、产品展示会等方式，提升企业对国产工业软件的品牌影响力。同时，鼓励企业优先选用国产工业软件，推动自主可控的国产工业软件在制造业中的应用。

安徽迪佳玻璃科技有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

安徽迪佳玻璃科技有限公司是安徽金冠玻璃有限责任公司为整体搬迁成立的企业。投资 3 亿元建设低碳环保、高效节能的“年产 8 万吨电熔炉日用玻璃器皿生产项目（金冠二期）”，项目代码：2309-340603-04-01-407713。主要建设内容：淘汰原金冠一期的天然气窑炉，更新 4 台电熔炉（每台日生产能力 60 吨），配套数字化玻璃器皿生产线、自动化配料系统、产品质量自动检验机、智能仓储仓库、3.5 兆瓦分布式光伏发电系统、辅助生产和公用工程等。

二、安徽迪佳玻璃科技有限公司数字化绿色化协同转型方案

1. 传统火焰加热炉更新为全电玻璃熔炉

电熔炉是低碳环保、高效节能的窑炉，符合国家新能源产业发展规划，符合地方经济发展规划。

原企业使用的为天然气蓄热式马蹄焰玻璃窑炉。加热方式为表面加热，辐射式加热，大量的热烟气会随着燃烧进入蓄热室进入烟道排放，热利用率 60%左右。

现企业转型后采用的玻璃电熔炉，加热方式为内部加热，其熔化原理为：高温的玻璃液由于内部碱金属离子及其导电离子的存在，其本身为电的导体，当通过特制钼电极向

玻璃液通电时，玻璃液本身由于焦耳效应会产生热量，以供应配合料熔化及玻璃液澄清所需的热量。节能效果优于火焰炉。全电熔炉熔化热效率高达 75%-85%。

2. 引入数字化生产系统（ERP 系统、MES 系统、WMS 系统）

（1）配置自动化生产线。通过引入全自动化生产线，实现从原材料到成品的全程机械化和自动化操作。减少人工干预，提高生产效率和产品一致性，确保生产过程的高效运行。

（2）实施数字化管理系统。部署先进的数字化管理系统，包括生产调度、库存管理、质量控制等模块。利用大数据分析和实时监控，优化生产流程，提升工厂整体运营效率和管理水平。

（3）整合智能物流系统。新建智能仓储和优化物流配送系统，实现原材料和成品的自动存储与快速调配。采用物联网技术，追踪和管理物料流动，降低库存成本，提高物流效率和透明度。

（4）构建信息化平台。建立企业级信息化管理平台，整合生产、销售、采购等各环节的信息资源。通过云计算和移动互联网技术，实现数据共享和业务协同，提升决策支持能力和市场响应速度。

3. 使用低碳绿色能源

（1）安徽省皖能公司建设的淮北市相山区电力源网荷储一体化示范性项目，项目按照“以荷定源”原则，通过源

网荷储一体化发展方式，利用沟渠建设光伏发电系统，以“安徽迪佳玻璃科技有限公司金冠二期-年产 8 万吨日用玻璃器皿生产项目”为用电负荷，建设新能源发电项目、储能设施及电网接入工程。

源网荷储一期项目预计年发电量约 5000 万度，主要供应金冠二期-年产 8 万吨日用玻璃器皿生产项目。

(2) 安徽迪佳玻璃科技有限公司与淮北晶合新能源有限公司已签订 3.5MW 屋面分布式光伏发电项目及 4.5MW/22.5MWh 采用室外集装箱加储罐式的全钒液流电池储能系统合同，目前屋面分布式光伏发电项目正在建设中。

三、取得的主要成效

1. 提升环保效果。玻璃电熔炉在正常运行过程中，通过电流焦耳效应进行玻璃液内部加热，无煤、重油等燃料的燃烧，故不存在上述燃料燃烧过程产生的硫氧化物、氮氧化物等废气。

原金冠一期项目已核准的总量指标为颗粒物：4.72t/a，SO₂：36.23t/a，NO_x：13.32t/a；迁建后金冠二期项目总量指标为颗粒物：2.829t/a，SO₂：0，NO_x：0；挥发性有机物：0.152t/a。

2. 增强能效水平

安徽迪佳玻璃科技有限公司项目工艺技术成熟、无淘汰落后设备，主要用能设备符合节能要求，通用用能设备符合节能要求。项目采用的节能措施节当量值标煤 88.38 吨，等价值标煤 209.83 吨，减排 349.97 吨二氧化碳，年节约

能源费用 57.53 万元，节能效果明显，经济效益显著。

金冠二期项目年产 8 万吨玻璃器皿，项目玻璃器皿单位产品能耗为 $26533.88 \times 1000 \div 80000 = 331.67 \text{kgce/t}$ 。优于《玻璃器皿单位产品能源消耗限额》QB/T5362-2019 中玻璃器皿单位产品能源消耗先进值。

项目熔化工序能耗为 $11512.13/80000 = 143.90 \text{kgce/t}$ ，优于《玻璃器皿单位产品能源消耗限额》QB/T5362-2019 中电窑炉熔化工序能耗限额先进值，项目能效水平属于行业先进水平。

根据安徽省发展和改革委员会安徽省发展改革委《关于安徽迪佳玻璃科技有限公司年产 8 万吨电熔炉日用玻璃器皿生产项目（金冠二期）节能报告的审查意见》皖发改能评〔2024〕98 号文件批复，改建后金冠二期项目的单位产品综合能耗为 0.325tce/t 。按照年产 8 万吨产能计算，年节能量 $= (0.458 - 0.325) \times 80000 = 10600 \text{tce}$ 。

3. 提高市场竞争。公司的产品定位是钠钙中高端日用品玻璃，市场需求量大，在目前国家环保政策的指引下，不符合标准的企业相继限产停产，整个玻璃行业的产能出现乏力的现象。

金冠二期项目是以技术进步、技术创新为根本，运用一系列国内、国际行业发展的先进技术，前端工艺装备对原有窑炉、设备工艺进行全方位升级，从根本上调整产品结构，提升产品品质，提高产品的钢化程度、耐磨度、美观性、多样性；深加工生产线的改造提升，主要体现在增加花色品种，

延长产品产业链，提高市场竞争力，提高销售价格，满足国际高端市场需求；大幅度提高产品的附加值与国际、国内产品市场竞争力，达到高效、节能降耗、清洁生产的目的。

4. 增加双重效益。安徽金冠玻璃有限责任公司主要投资项目为“安徽金冠玻璃有限责任公司搬迁改造工程（金冠一期）”，项目于2006年8月10日于淮北市相山区经济发展和改革委员会立项。自2008年以来，金冠一期年产量约4万吨日用玻璃器皿，年均产值约1.8亿元。

转型升级后的安徽迪佳玻璃科技有限公司年产8万吨电熔炉日用玻璃器皿生产项目经济效益良好，财务内部收益率达到34.37%（所得税后），所得税后财务净现值29820.61万元，投资回收期为4.62年（含建设期），年均纳税约5600万元。

金冠二期项目可直接带动就业410人，很大程度改善当地的就业形势，项目的建设符合淮北市“十四五”国民经济发展规划、相山经济开发区发展规划，项目新建窑炉生产模式规划为目前低碳环保、高效节能的电炉，打造低碳环保、高效节能的智能化工厂，这是企业实现转型升级、产品结构调整、进一步提高竞争力的重要举措，对未来实现高质量发展具有重要意义，因此当地政府对该项目持支持态度。

建设项目投产后不但能增强企业自身实力，转移农村剩余劳动力，在一定程度上进一步促进当地经济发展，缓解地区就业压力，有助于维护社会稳定，具有积极影响。

四、应用场景

安徽迪佳玻璃科技有限公司分别与安徽中科纪元软件科技有限公司签订了智能工厂委托建设合同、与合肥井松智能科技股份有限公司签订了智能立体仓储系统建设合同，由安徽中科纪元软件科技有限公司负责提供财务 ERP+生产管理 MOM+设备数采项目系统开发服务、调试、培训服务；由合肥井松智能科技股份有限公司负责成品自动化出入库、模具出入库运输等功能。

旨在通过工业互联网和数字化技术，实现从原材料采购到产品出库销售的全方位智能化升级。核心内容包括智能生产线布局、全生命周期数据管理和工业互联网融合。通过这些技术，企业可以实现订单周期缩短、不良率降低、能源利用率提升，推动生产从“规模驱动”向“效率驱动”跃升。

五、存在问题和意见建议

安徽迪佳玻璃科技有限公司数字化、绿色化协同转型升级发展建设正在进行中，目前存在的主要问题是企业员工缺乏数字化思维和技能、资金不足及相关政策支持力度不够等方面。

数字科技是企业转型升级的重要推动力，数字化绿色化协同发展是企业发展的必由之路。相信伴随着政府一系列政策措施、相关制度以及组织保障建立健全，数字化转型将助力企业快速成长和高质量发展。

九牧集团数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

九牧集团创立于 1990 年，是一家以数智卫浴为核心，集研发、制造、品牌、营销、服务于一体的全产业链、创新型、国际化的知名企业，现已发展成为“中国第一 世界前三”的全球卫浴领先品牌，品牌价值 1812.86 亿元，连续多年蝉联行业第一。九牧集团在全球设有 16 个研发中心和 15 家高端数智灯塔工厂，行业首创 5G 工厂、零碳 5G 灯塔工厂、全球首个绿色黑灯工厂。



九牧智能马桶绿色黑灯工厂

二、九牧集团数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

数智化、绿色化协同制造被视为加快制造强国建设进程的关键一环，是国家层面的重要战略选择，同时，原材料价

格波动、劳动力成本上升以及环保法规的日益严格也给企业带来了巨大的压力。

因此，推进工厂双化建设是国家对制造企业提出的要求，也是企业自身加快数字化优化转型、打造市场核心竞争力的内在需求，智能卫浴作为智能家居生态系统的一部分，随着科技的进步和消费者对生活质量要求的提高，亟需数智化转型升级，大力发展数字化制造。

九牧集团借力中国制造 2025 的时代趋势，借助各种相关的自动化与信息化技术，推动“5G+”深度融合应用，实现从“制”到“智”的华丽转变，致力于打造产品个性化，设计协同化，供应敏捷化，制造柔性化，服务主动化，决策智能化的数字化智能制造工厂，为智能卫浴行业创造出一个数字化工厂运行样本，形成良好的示范效应，全速领跑工业 4.0 时代，为全球同行做出提质增效、绿色低碳发展的数字化转型表率。

其中，九牧智能马桶绿色黑灯工厂通过自研 MES 系统、精密注塑设备联网、自动化机器人以及大数据模型分析等高级技术打造数字化注塑黑灯工厂，实现黑灯化、无人化制造，利用数智技术实现节能降碳。通过构建质量预测模型对工艺参数进行实时监控，结合模内视觉以及参数判定人工智能技术自动判断产品质量，当产品出现不良时，系统会发送指令给自动化机器人实现产品的自动不良品分拣，同时发送指令给注塑机或模温机调整，实现自动参数纠偏。再通过满框识别技术，自动呼叫智能 AGV 进行物料运输。

AGV 将通过智能系统自动寻找最优路线的算法，实现在工厂内的高效移动。构建全流程质量管控、远程运维等于一体的卫浴行业先进制造能力。

三、取得的主要成效及应用场景

九牧智能马桶绿色黑灯工厂将能耗监控、资源协调、精细化管理等作为重点管控指标，力求建成环境友好型、资源节约型绿色工厂。带动链上企业向绿色发展方向转型升级，提升供应链整体经济效率和社会效益。通过数字技术赋能后，单台马桶生产能耗下降 25%，综合生产效率提升 37%，每年可节约用水超 1 个杭州西湖水量，节约用电超 1 亿千瓦时，减排超 1.8 万吨，资源利用率提高 45%，减少 36 名人员投入，同时零部件良品率从 93%提升到 99.6%。

在技术创新与应用方面，九牧智能马桶绿色黑灯工厂建设了 5G 专网，提供大带宽、低时延、高可靠的网络能力，导入 5G+UPFMES、SAP、5G+AGV 物流仓储、5G+设备连接管理系统及 WMS、SRM、PLM 等系统集成到平台，构建统一的工业互联网。利用物联网技术和监控技术加强信息管理服务，通过 5G+MEC+天翼云的云网融合，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。实现 5G 数字工厂+集成先进制造系统整体解决方案的 5G 融合应用场景，推动企业转型升级，打造智能制造+物联网+绿色低碳制造智慧企业。

为各生产环节量身打造机器人，再将生产设备、物流设备与信息化系统进行融合，让机器与机器之间“交流互通”。

模内视觉结合机器人实现自动检测与分拣，通过实际的生产工艺参数与 MES 系统设定标准工艺参数比对，自动判定零件是否符合生产条件，符合则判为合格产品并进行 MES 报工，不符合则自动分拣到不良框。实现柔性生产的检测自动化、检测智能化，满足柔性化检测需求。中央供料系统基于条码管理，原米、料桶、料管系统管控，实现料的防呆校验，MES 对烘料温度监控记录；MES 终端、PDA、电子看板等执行原米加料信息协同，可实现精准上料、减少人员、实现质量追。数字孪生模拟技术的应用，将在虚拟智能立库环境中优化出入库流程，并通过模拟分析实现自动化优化和提前预警潜在问题。

在商业和社会经济价值上，九牧智能马桶绿色黑灯工厂凭借高效的生产能力和优质的产品品质，能够更快速地响应市场需求，满足消费者对高品质智能卫浴产品的需求，增强品牌影响力和竞争力。

同时，作为高端智能数字化产业的标杆，该案例的成功运营为卫浴行业树立了榜样，推动了整个行业的数字化转型升级。通过引入先进的生产设备和技术，提高了制造业的发展水平，促进了产业技术升级“提速换挡”，带动了行业及周边上下游产业链的发展，产生良好的社会及经济效益，助力区域经济高质量增收。此外，虽然自动化生产减少了直接从事生产的人工需求，但工厂的建设和运营仍然需要大量的管理和技术人员以及配套服务人员。这为当地创造了更多的就业机会，缓解了就业压力。

四、下一步举措、存在问题和意见建议

未来，九牧集团将秉承“为人居环境文明进步做出卓越贡献”使命，坚持“以用户体验为中心”的核心价值观，以“贡献者为荣”的企业精神，实施未来产业布局：分别是“未来智能”，提高家用机器人普及化，比如机器人马桶、机器人洗澡机、机器人化妆机等；“未来健康”，用科技守护全民健康，提供健康监测、尿检孕检、美容美妆等一系列服务；“未来空间”，用物联网、云计算、大数据、人工智能、5G和AI构建全屋数智新生态；“未来能源”，用科技催化资源产业生态高质量发展；“未来材料”，研发新材料、钻研新工艺、开发新技术。此外，九牧集团积极响应绿色发展号召，率先实施“双碳”行动计划，促进人、产品、环境的和谐发展，持续为全球用户创造美好家居生活新体验，践行企业社会责任。

江西广源化工有限责任公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

江西广源化工有限责任公司注册于 2003 年，位于永丰县工业园南区，是一家大型无机非金属粉体制造商。公司遵循“立足主业、做精做强、提升品牌、绿色发展”的经营战略，先后在江西永丰、广东连州、辽宁海城、四川雅安、河南南召、安徽青阳建立了六大粉体生产基地和三家下游产品企业，依托当地矿产资源高效生产碳酸钙、硅灰石、硫酸钡、滑石粉、氢氧化镁、功能母粒、人工彩砂、弹性体等系列产品，广泛应用于涂料、塑胶、胶黏剂、造纸、油墨等行业，形成了年产 500 万吨生产能力，年产值超过 30 亿元。公司碳酸钙生产及销售规模位列中国第一、亚洲第一、全球第三。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

公司以国家级绿色工厂建设为核心，构建全流程绿色制造体系，通过制度创新与技术升级双轮驱动，走出一条资源高效利用、环境友好发展的产业转型之路。在生产体系构建方面，公司实施《节水岗位责任制》，配套投资 740 万元建成大型水循环处理系统，实现工业废水零排放；投入超 1000 万元对碳酸钙生产线进行绿色改造，采用国内领先燃气工艺、高效变频电机替代传统燃煤设备，同步升级环保基础设施，从源头削减能耗与污染。

公司以年营收 4%以上的资金投入构建"基础研究-技术攻关-成果转化"创新链条，联合清华大学、南昌大学等高校突破行业技术瓶颈。在江西永丰藤田产业园投资 3.6 亿元建设的大理石尾矿综合利用项目，通过自主研发的湿法全陶瓷球磨工艺和气流涡流分级技术，将固废利用率提升至 70%以上，实现高附加值产品产出的典型示范效应，推动行业技术进步，助力永丰县打造“国家大宗固体废弃物综合利用基地”。

作为江西省数字化转型标杆“小灯塔”企业，公司紧扣供应链管理、品质管控及节能降耗等需求推进数字化改造，通过重点建设数字化供应链系统、生产质量管理体系、网络监控管理系统和能耗在线监测系统 4 大数字化系统，实现企业数智赋能、发展提档。

三、取得的主要成效

（一）节能量与能效提升

公司运用先进节水技术，配套投资 740 万元建立大型水循环综合处理系统，实现工业废水零排放，优化运行水重复利用，并实施重大节水技术改造工程，可年均节约 18 万吨用水，节约成本 36 万元。

投资 1000 余万元开展湿法研磨碳酸钙生产线转型升级，采用目前国内最先进的燃气工艺、高效变频节能电机等生产设备，更新淘汰传统的燃煤工艺、高能耗电机和部分陈旧落后的生产设备，以及配套更新相关环保设备和基础设施，生产效率提升了 25%，能耗和劳动力等生产成本降低了 12%。

（二）技术创新与循环经济

在尾矿利用领域，公司在永丰藤田新材料产业园投资3.6亿元建设的《综合利用大理石尾矿年产100万吨新型建筑装饰材料建设项目》，采用自主研发设计的大型湿法全陶瓷介质球磨工艺、卧式气流涡流精细分级等先进技术，可以克服传统大理石、石灰石尾矿固废处理产品细度、分级效率、二次污染、高能耗、高成本等问题，填补行业空白。其技术可以突破固废利用率70%左右的瓶颈，真正实现尾矿综合处置利用“吃干榨净”，该项目的实施预计可以减少碳排放11.685万吨/年。同时，项目可以在原矿开采替代、无机非金属原材料制备、植被修复、土壤修复、矿山治理等领域或产业链上节约大量资源和能源。

（三）数字化平台赋能

公司通过实施数字化改造，实现“进销存”、品质及能耗等环节的数字化运行管理，数据高效便捷归集传输，有效帮助公司管理团队第一时间掌握公司运营情况，并及时作出相应部署，推动企业运营质效提升。

一是建立建立数字化供应链系统。紧扣采购、物流、仓储、销售及财务等“进销存”环节，开发完善各环节数字化模块并实现数据打通，信息共享，顺利实现从采购订单、物流调度、库存管理以及销售情况等信息的全流程数字化管理，有力帮助公司管理团队及时掌握相关信息，协调调度问题化解，提升运营成效。

二是建立生产质量管理体系。针对产品质量检测不够及

时且数据无法实时共享的情况，开发建立生产质量管理体系，对整条生产线重要工序产品质量情况进行实时跟踪监控，发现异常及时预警，帮助相关管理人员及生产员工高效发现问题、解决问题，提升生产质效。

三是建立网络监控管理系统。公司整合所有监控设备，将环境、安防、消防、电力等设施实行在线监管和联动控制，具有支持实时视频流传输、声光报警和远程控制等功能，有效实现企业数字化管控。

四是建立能耗在线监测系统。根据公司为高能耗企业情况，开发了能耗在线监测系统，对公司生产设备能耗情况进行实时监测，并在线实时生成能耗报表。生产管理人员通过分析能耗报表，可更精准掌握企业设备运行情况，并更加合理安排生产计划，实现节能增效、绿色环保目标。

通过对数字化改造前后运营情况认真比对分析，数字化供应链系统投用后，仓储物料库存周转率提升 20%；生产质量管理体系投用后生产效率提升 15%，减少人力成本 30%；能耗在线监测系统投用后，综合能耗下降约 10%。

四、应用场景

1. 全流程绿色制造场景

（1）生产环节：在碳酸钙生产线中，通过燃气工艺替代燃煤、高效变频电机替换高能耗设备，结合水循环系统实现废水零排放，形成“原料-生产-排放”全链条闭环。

（2）固废利用场景：在永丰藤田产业园，利用大理石尾矿年产 100 万吨新型建材项目，通过湿法全陶瓷球磨工艺

将尾矿细度提升至超细粉体标准，生产高活性矿物掺合料、生态透水砖等产品，实现固废“吃干榨净”。

2. 数字化管控场景

聚焦生产智能化、管理精细化、质量可追溯化三大核心目标，通过智能装备升级、数字化管理平台搭建及数据深度应用，全面提升企业运营效率与产品质量，驱动企业运营效能跃升与产品品质升级。

（1）生产智能化：通过 YFM-318 亿丰磨 PLC 智能柜实现研磨工序全流程自动化控制，结合 DCS 系统对全厂生产设备数据集中监控，目标提升产能 15%，能耗降低 8%。

（2）管理精细化：依托用友 YS 系统打通 ERP、MES、SCM 模块，构建“产供销存”一体化数据平台，实现订单响应效率提升 30%，库存周转率提高 20%。

（3）质量可追溯化：建立基于 DCS 系统的工艺参数数据库，实现碳酸钙等产品批次质量全生命周期追溯，产品合格率目标达 99.5%以上。

五、下一步举措

公司将建立一个全面数字化的管理体系，实现生产、管理和营销等环节的智能化、自动化和高效化，显著提升企业的竞争力和创新能力。同时，打造成为全国无机非金属新材料行业的新标杆，通过发挥公司龙头企业的示范引领作用，为传统产业注入新活力，推动产业的转型升级和高质量发展，促进整个行业朝着更加进步和创新的方向发展，实现产业数字化的赋能效应。

六、存在问题和意见建议

1. 存在的问题

尾矿处理核心设备采购成本高，维护周期长；复合型人才匮乏，既懂生产工艺又熟悉数字化技术的“数字工匠”覆盖率不足 30%，制约智能装备深度应用。

2. 意见建议

实施“数字工匠”培养计划，与高校共建“智能制造学院”，定向培养同时掌握 PLC 控制、DCS 系统操作的复合型人才，目标 3 年内覆盖率提升至 50%。

济南科百数字农业技术有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

济南科百数字农业技术有限公司成立于 2018 年，园区占地面积 300 亩，已建成全国首个 5G 智慧农业产业园和基于 5G 的农业物联网的信物融合系统，系统与物联设备高度融合，进行数字栽培管理。已开发病虫害模型等农业数字模型 100 余个，数字产品输出全国 20 余个省份。

2020 年开始，着重对莱芜生姜数字化赋能，实现了莱芜生姜精准化种植的“提质增效”，实现生姜综合提质增产 30%。生姜数字模型和数字化栽培管理模式，已成功输出至山东潍坊、烟台等地。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

重点突破“感-联-知-用-融”技术体系，实现园区环境数据的多维度、高粒度和高密度的实时在线监测与存储分析；基于农业数据全生命周期保障技术重构数字化虚拟农业园区；利用农业时空数据语义融合和协同交互，实现对园区内运行的灌溉等温室设备的控制与精准栽培管理体系闭环。

搭建高适应性、可靠性、安全性的可持续迭代升级的开放性智能化园区管理系统，帮助用户降低园区管理成本，高效利用园区各种环境资源和设施设备，实现精准灌溉（节水 40%-50%）、精准施肥（节肥 30%-60%）、精准植保（节药 50%）、

智能管控（节省人工 90%）。大幅提高农业园区的经济效益和可持续发展能力。

基于 5G 农业物联网系统，开发和设计农业园区的数字孪生应用技术，打造数字农场。实现数字农场与物理农场的高度数字协同，为农业生产管理提供高效的数字化解决方案。

在农业数据感知与控制设备层，进行多源异构农业数据的综合感知和可信采集；在农业应用数据联接层，面向多种农业应用场景，提供轻量化数据、消息、服务、设备的集成能力；在农业数据与设备对象层，提供面向数据对象与设备对象的模型构建、模型映射、模型管理、业务编排、闭环控制等能力，支撑智能温室、水肥一体化、智能灌溉等典型智慧农业应用场景。

三、取得的主要成就

1. 经济效益：本项目属于乡村振兴项目，将改善农业基础设施，提升农业及相关产业发展水平。项目的建设还可带动项目周边区域其它资源的开发，可稳固农业的基础地位，为项目区可持续发展提供保障。本项目的建设对于莱芜区农业发展均具备良好的推动作用。本项目将通过数字化、规模化、标准化大幅降低准确监测、预测、控制作物生长环境的成本，大幅减少农作物投入品的使用量，显著降低生产管理对人工和传统经验的依赖程度，减少管理者劳动强度，提高工作效率和生产效率，明显提高作物品质和产量。

如果把相同的管理模式推广到其他地区，相当于再造数

千亩有效耕地。而数字化管理大幅降低了农业生产的复杂性、全面降低农业自然灾害和生物灾害造成的损失。对于农业投资者可以很好地保证其经济效益。

2. 社会效益：从社会效应方面来看，大力发展数字农业建设，通过专业化服务，能够逐步提升龙头农业企业的竞争力。数字农业的应用有利于促进农业的规模化、集约化、标准化生产，将有效地提升产品生产供应能力、质量安全水平，促进全产业链的提质升级、高效发展。

数字农业生产极大地突破了沟通和协作的时空障碍、模式约束和形式约束，推动平台经济、共享经济等新经济模式快速发展。数字技术大规模的推广应用将快速促进莱芜数字农业和数字经济的快速发展，农业可能是未来产生数据最多也可能是通过数据治理获得最高效益的产业发展赛道。来自农业种植和产业链的不同维度不同空间不同时间不同相位的数据之间的叠加、融合和转化，各个研究方向和领域的基础模型、应用模型、系统模型组装、生产、集成、应用、迭代、升级将催生产业数字超级工厂以及生产环境大数据算力、AI 生产和生产力输出中心，创造全新的数字产业链、商业战略资源融合协同创新中心和数字化产业集群。

四、应用场景

（1）农业生产精细化：智慧农业可以实现农业生产的全程监控和数据分析，帮助农民做出更加精准、科学的种植决策，从而提高农业生产的效率和效益。

（2）农产品质量安全追溯：通过智慧农业技术，可以

实现农产品的全程可追溯，确保食品安全。这对于保障消费者的健康权益具有重要意义。

（3）农业产业转型升级：智慧农业是推动农业产业转型升级的重要手段。通过数字化、智能化等手段，可以提高农业产业的附加值和竞争力，推动农业产业的可持续发展。

五、下一步举措

1. 基于大数据不断优化迭代和完善精准施肥灌溉决策

根据作物生长需求和土壤养分状况，通过土壤墒情监测和作物生长模型分析，自动调整灌溉量和施肥量，提高水肥利用效率，减少资源浪费。

2. 通过 AI 技术广泛使用增强病虫害智能诊断

通过图像识别技术和机器学习算法，实现对作物病虫害的智能诊断和预测。

3. 构建完整的农业大数据体系

构建完整的农业大数据体系，包括数据采集、存储、处理、分析和应用等环节。通过收集和分析大量的农业数据，为农业生产提供科学的决策支持。

六、存在问题和意见建议

（1）加强中小农户的数字化农业服务需求引导。智慧农业可以提供精准的数据支持，帮助农民实现科学种植、智能管理，从而提高产量和品质，增加收入。农民通过参与智慧农业项目学习智慧种植技术，可以降低农民的劳动强度，提高劳动效率。

（2）提升消费者对数字化绿色化农业的认可度。智慧

农业可以实现农产品的全程可追溯，确保食品安全。消费者可以通过手机等设备查询农产品的产地、生长过程、营养成分等信息，提升对农产品绿色生产的信任，从而做出更加健康、安全的消费选择。

（3）政府与农业部门推动数字化绿色化转型。智慧农业有助于提升农业产业的现代化水平，推动农业产业的转型升级。政府通过政策引导和资金支持，推动智慧农业的发展，通过数字化手段更好地管理农业资源，实现农业生产的绿色、低碳、可持续发展。

（4）加强农村信息基础设施建设，提高网络覆盖率和数据传输速度。

（5）推进农业大数据中心建设，实现农业数据的整合与共享。

山东碳普惠信息科技发展集团“碳惠山东”

数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

山东碳普惠信息科技发展集团有限公司是由济南产业发展投资集团发起成立的国有控股企业，在山东省委省政府大力支持下，按照省生态环境厅、省发改委联合印发的《山东省碳普惠体系建设工作方案》（鲁环发〔2023〕01号文）要求，利用先进数字技术，依据统一的“公民绿色行为碳减排量化标准”，在衣、食、住、行、购、用、游等多个生产生活领域保障好全省人民群众践行绿色、低碳、可持续的生产生活方式，保障好山东碳普惠体系的良性运转。

二、“碳惠山东”平台数字化绿色化协同转型技术简介

“碳惠山东”平台以“数字化”引领“绿色化”，以“绿色化”带动“数字化”，通过区块链存证追溯、大数据分析支撑决策，结合AI智能识别构建自动化核验体系，以技术创新驱动双化协同深度融合，为城市绿色转型提供数字化支撑。

平台自主研发，双轮驱动彰显创新实力。24项软件著作权、13项软件产品全部应用于“碳惠山东”平台建设，100%自主研发。技术上突破性运用区块链存证数据，确保真实性与可追溯性；模式上打造“个人碳账户”，实现“行为-积分

-权益”的闭环激励。以“区块链技术创新+碳普惠模式创新”双轮驱动，推动公众生活方式绿色转变。“区块链+双碳”深度融合，保障碳数据可信可追溯。平台融合“区块链+双碳”技术，通过账本记录碳普惠生态中减排行为、积分流向等，全流程校验确保数据真实可追溯；利用智能合约自动执行交易，避免人为干扰；借助匿名特性加密信息，保护隐私。AI智能识别技术应用，构建自动化核验体系。平台接入AI技术，构建“图像识别+规则引擎”审核体系，采用深度卷积神经网络等技术，实现用户行为的自动化核验，提升审核效率，降低运营成本。高可扩展与安全并重，满足大规模应用需求。平台按承载超5500万用户设计，采用微服务架构，支持300万用户并发访问并自动扩容。底层规范接口与多场景平台融合。采用专用加密技术保障数据传输安全，兼顾扩展性与安全性。

三、取得的主要成效

“碳惠山东”平台以“数字赋能，绿色引领”为建设理念，以强化碳数据为核心，以发展“低碳经济+数字经济”为主要目标，注重“技术+模式”2个创新驱动，主攻“政府端、企业端、社会端”三个发展方向。

1. 在政府端以数字技术推进“智慧大脑”系统建设，实现城市治理的绿色转变。一是响应国管局节约型机关建设工作，落实山东省公共机构碳普惠试点工作通知要求，打造“公共机构碳小惠”平台，开通单位碳账户、安装“碳惠小屋”、

实施低碳积分制度。为全部 123 家省直机关开通单位碳账户，目前共有 169 家公共机构开通，超 13900 名干部职工开通个人碳账户，有效发挥公共机构节能降碳的“关键少数”作用。二是开发碳汇项目、增加碳汇储备，实现生态价值转换，助力政府实现生态效益与经济增长双赢。为济南市开发 178 万吨林业碳汇，累计可实现碳汇收益 1.7 亿元；为威海市开发 4 千吨海洋碳汇，计入期实现价值 40 余万元；协助青海省开发农业碳票 1137 吨并成功发行。

2. 在企业端以数字技术推进企业碳账户、碳账本建立，促进生产方式的绿色转变。

一是协助全省纳入碳交易的超 300 家重点排放企业完成注册登记账户和交易账户开立工作，协助 154 家企业申请 CCER 账户开立，帮助近 30 家企业完成 500 多万吨 CCER 和碳配额交割，累计为企业节省资金过亿元。

二是为自愿减排企业用好碳数据、盘活碳资产、提高碳收益。打造新能源重卡智慧管控平台，接入 105 辆新能源重卡的充换电实时数据，累计减碳量超 1 万吨，为企业创造 50 余万元碳汇价值。随着企业规模壮大、车辆增加，预计每年可创造碳汇价值 300 余万元。

3. 在社会端以数字技术推进“普惠平台”建设，引领生活方式的绿色转变。

一是覆盖全省 16 地市，满足全省碳普惠发展需要。目前“碳惠山东”碳普惠平台碳账户数超 136 万个，累计社会

端减碳量超 8,757 吨，低碳行为数超 9,000 万人次，活跃度位居全国前列。

二是开发低碳应用场景、引导公众自觉践行。围绕衣、食、用、游、购等方面打造 21 项通用型和特色型低碳应用场景，把抽象的减碳行为具象化。

三是积极宣传绿色低碳理念。全国节能宣传周、六五世界环境日、全国生态日期间积极参与省、市主题宣传等大型活动，传播低碳理念、推动绿色发展。2024 年泉城马拉松的 1260 吨碳排放量通过平台 2000 多名个人用户捐赠碳减排量，最终实现全省首场大型赛事碳中和。

“碳惠山东”平台通过制度创新焕发了政策活力，通过技术创新焕发了市场活力，通过参与创新焕发了社会活力。

四、应用场景

碳普惠平台面向社会公众打造 20 项通用型绿色低碳应用场景。“绿色出行”包括步行（微信运动）、公交、高德出行、菠萝来电（电动车充电桩）。“低碳生活”包括碳惠小屋（废旧物资循环再利用）、光盘行动、随手关灯、绿色外卖、自带杯、自备购物袋等。“低碳政务”与“爱山东”互联互通。“碳中和”包括生态环境损害赔偿、碳汇库和大型活动碳中和。“低碳课堂”包括低碳问答和低碳视频。平台用户累积的个人碳积分可以在“碳惠商城”场景兑换各类品牌卡券、绿色食品、公益课程等在线商品。创新开发“低碳酒店”特色型绿色低碳应用场景。

五、下一步举措

一是构建碳普惠平台技术支撑体系。进一步完善碳普惠平台功能，与智慧城市应用及有关政务（企业）平台对接，在确保数据安全和用户隐私前提下实现用户低碳生产生活方式数据的动态采集与分析。

二是扩大碳普惠应用场景研究开发。加大碳普惠应用场景研究开发力度，建立覆盖衣、食、住、行、用、娱、乐、购等个人生活领域的碳减排评价规范和场景，为公众参与碳减排活动提供多元化的路径选择。

三是加大各类方法学项目开发研究。加大碳普惠重点方法学项目开发。着力开发公共出行、公益类减排项目等领域方法学，规范碳普惠核证减排量的核算。积极推进具有山东特色的农业碳汇、林业碳汇、湿地碳汇和海洋碳汇等碳普惠项目开发。

四是构建会员积分和碳减排量消纳闭环。充分发挥各类低碳、近零碳、碳中和试点的示范引领作用，鼓励试点单位优先使用碳普惠减排量抵销碳排放。创新生态环境损害赔偿机制，推动企业通过购买碳普惠减排量开展替代性修复。

六、存在问题和意见建议

1. 存在问题。一是碳普惠体系建设缺乏相关标准和管理办法。二是碳普惠场景建设不够完善。三是碳普惠方法学滞后。四是社会参与碳普惠的深度和广度相对较低。

2. 意见建议。一是完善碳普惠政策与管理体系。尽快制

定出台有关碳普惠发展的指导意见、碳减排量核算标准、交易规则等一系列政策文件，为碳普惠发展提供依据，提升碳普惠的科学性与权威性。二是提升公众认知与参与积极性。多层次推广公众教育与宣传。政府应设立专项资金，组织大规模的低碳宣传活动，确保碳普惠理念深入人心。三是加快碳普惠方法学的出台。涉及绿色低碳生活、资源循环利用、节能降碳项目等重点领域按照急用先行原则，可优先安排，重在“先行”。四是拓宽碳减排量消纳渠道。进一步推动大型活动碳中和落实到位，引导机关、事业单位和国有企业优先通过消纳碳普惠减排量实现大型活动碳中和。

特来电新能源股份有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业介绍

特来电是中国创业板第一股特锐德(300001)于2014年创立的公司，致力于成为中国最强最大充电网运营商。

新能源汽车的第一个时代电动化，关键在电池，充电是基础支撑。第二个时代是通过充电网将规模化电动汽车链接到大电网，构建起充电网-微电网-储能网-数据网深度融合的“新工业互联网”，是新能源和新交通双向融合的全新业态产业。

在新能源汽车的第二个时代，特来电利用技术、产品、平台、规模的领先优势，建成中国最大的充电网，深度链接电动汽车充放电，成为中国最大的聚合储能中心，虚拟电厂能源交易中心，充电金融交易中心，大数据交易中心，是支撑中国电动汽车规模化发展的核心企业，是国家当今拉动新能源汽车消费和新基建的主力军。

特来电的目标是：打造政府放心、客户满意的中国最强最大充电网生态运营商。

特来电的使命是：实现新能源车充新能源电，让尾气和雾霾远离人类。

二、特来电数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

特来电总部基地大楼占地14.33亩，建筑面积约4.3万

平方米，总高度 117 米，2023 年 5 月开工，2025 年 3 月整体竣工交付。项目集特锐德集团自主研发的科技创新成果为一身，属于“10+1”创新型产业体系中的绿色能源新兴产业，以“三网融合”（充电网、微电网、储能网）为核心，结合虚拟电厂技术与极速立体泊车系统，实现了能源自给、低碳运营与高效空间利用，是绿色能源产业的全新示范与首创新案例。

项目融合光伏、储能、汽车充放电、自动泊车、智慧办公等模块；利用物联网、云计算、大数据等技术，打造状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活的“零碳”数字建筑，创新配电侧源网荷储车互动机制，以聚合售电、调峰调频、碳交易等手段，通过数字化、网络化、智能化为园区用能赋能、赋值、赋智，助力绿色安全、泛在互联、高效互动、智能开放零碳建设，实现 100%绿能替代，建筑 100%安全，引领零碳建筑标准，通过前瞻技术的赋能，打造安全、舒适、绿色、智能的“好房子”。





三、取得的主要成效

1. 玻璃光伏：项目玻璃幕墙东西南三面使用碲化镉光伏玻璃，光伏装机 430kW，日发电量 1500 度，绿能替代 25%；
2. 电池储能：项目梯次电池装机 900kWh，每天两充两放，实现日储绿能 1500 度，绿能替代 25%。
3. 电车放电：地下智慧立体车库停泊 508 辆电车，日选取 300 辆电车，放电 3000 度，绿能替代 50%。
4. 超阶零碳：光伏 + 梯次储能 + 电车放电 = 25% + 25% + 50% = 100%（不取电网电）。
5. 虚拟电厂：光伏加储能加电动汽车充放电，构建园区级虚拟电厂；虚拟电厂聚合调度平台，实现资源聚合、调度响应、交易辅助等功能。向上对接电网调度，对指令进行分解下发；向下连接微网系统，聚合各主体单元参与需求响应，为微网资源参与电网需求响应、辅助服务、电力交易等提供桥梁和通道。
6. 数字楼宇：近 3 万个传感器实现楼宇全域感知，数

字化 IoT 平台取代人工实现大楼设备智慧管控，节省 40% 用能成本，围绕员工办公场景，数字赋能提高办公效率。

7. 极速立体泊车主要成效

（1）安全保障：特来电、特中和创新研发四重安全防护体系，全方位保障大规模电动汽车在地下车库的停车、充电消防安全。特中和与国家权威研究机构合作开展了大量的火灾实体实验，作为唯一民营企业深度参与了国家标准《汽车库、修车库、停车场设计防火规范（GB50067）》的修订工作。

（2）降低成本：研发的高精度叠垛车架，用钢量节省 60%，三层车架前后双身位高密度布置，相当于传统平面车库的 4 倍，用一层半空间满足项目的停车需求，节省 5000 万建造成本。

（3）极速泊车：采用“云-边-端”全栈智慧泊车技术架构，配合高铁轮轨搭配高精度齿轮齿条系统提高设备运行速度，单车存取时间缩短至 60 秒内，效率较传统设备提升 5 倍。

（4）舒适体验：依托“智慧视觉+AI”算法系统打造全域开敞的停车交互区，交互区宽度 1.5 倍于传统车位，停车体验舒适，兼容三吨以下乘用车，停车无忧。

（5）数字驱动：自主开发的“云瞳 AI”（STUPA-OS）控制架构，云端部署的车辆调度平台及边缘侧部署的“智慧视觉+AI”算法系统，实现了车辆的智能识别和数据的精准测量。大模型自主训练，实现自我迭代升级，与园区办公、医

疗康养、无人驾驶等不同场景的数据平台进行横向打通，为静态交通赋智，提高系统交通效率。

（6）底部充电：首创底部充电，充电机器人自动对准插枪，全自动充电，面向未来赋能无人驾驶产业，无人驾驶+无人泊车+无人充电，形成完整的“车路云图停充”产业闭环。

（7）极简维护：模块化设计与云端运维系统，车架系统全生命周期免维护，运维人力减少 70%，维护成本较传统智慧停车库降低 50%。

四、应用场景

特来电的数字化绿色化协同模式已在城市多元场景中实现规模化落地，形成“点-线-面”三位一体的应用生态。在零碳园区建设领域，该模式深度适配产业基地、总部办公区等场景，通过光伏幕墙、梯次储能与 V2G 车网互动构建能源自循环体系，使建筑运营完全脱离电网依赖，为工商业集群提供可复制的零碳解决方案。针对城市高密度停车痛点，极速立体泊车系统在医院、商圈等静态交通枢纽场景大显身手，其高密度叠垛设计使单位面积停车容量提升至传统平面车库的 4 倍（即提升 300% 车位密度），面向未来无人驾驶爆发的关键节点，立体泊车系统集成底部自动充电功能，实现“停车-充电”空间效率革命，为无人驾驶补能提供系统解决方案，帮助无人驾驶产业化落地。在能源网络层面，虚拟电厂技术于电力紧缺区域发挥关键调节作用，通过分钟级响应聚合分布式光伏、储能及电动汽车放电资源，灵活参与电

网调峰需求响应，有效缓解区域性供电压力。三类场景的有机联动，共同构筑起城市级“能源-空间-交通”协同转型的示范网络。

五、下一步举措

特来电将通过技术攻坚、模式复制与生态协同三轨并进，持续深化数字化绿色化转型布局。在技术研发层面，重点突破毫秒级响应的“光储充放”一体化电站，集成光伏发电、梯次储能、智能充电与 V2G 放电功能，大幅提升能源交互时效性，为电网提供瞬时调节能力。在模式推广层面，基于总部基地成功经验，计划在京津冀、长三角、粤港澳等 10 个省市级城市群复制“零碳建筑+立体静态交通”标准化方案，通过模块化设计实现快速部署，加速城市空间与能源系统协同升级。在生态构建层面，联合新能源车企、电网公司共建“车-桩-网”全域数据互通平台，打通车辆运行、充电行为与电网负荷数据链；同步探索充电碳积分金融化创新，将减排量转化为可交易的数字资产，构建“绿色行为-碳积分-金融价值”闭环生态。三位一体的战略布局，将推动特来电从技术提供商向城市级能源交通融合生态运营商跃升。

六、存在的问题及建议

（一）存在问题

1. 标准体系缺失，跨域协同受阻。V2G 充放电技术缺乏统一国家标准，虚拟电厂并网规范尚未明确，导致跨省调度存在政策壁垒。车企、电网、运营商数据接口不互通，制约负荷预测精度与响应效率。

2. 电网适应性不足，峰谷矛盾加剧。大规模电动汽车无序充电可能推高区域电网峰谷差二、系统性解决建议

（二）意见建议

1. 政策支持：构建激励与标准双轨机制

2. 财政金融支持：推动绿色金融专项贷款，对光储充项目提供 30%-50%初始投资补贴及所得税减免，缩短回收周期至 1.8 年内。

3. 国家标准制定：加速出台《V2G 并网技术规范》，明确充放电

4. 接口协议、安全阈值及跨省调度规则，为虚拟电厂参与电力交易铺平道路。

5. 技术协同：打通数据壁垒，优化电网交互

6. 共建数据平台：建立“车企-电网-运营商”三方数据共享平台，整合车辆电池状态、充电需求及电网负荷数据，通过 AI 算法提升负荷预测精度（如特来电充电两层防护体系已降低烧车事故 70%）。

7. 动态负荷管理：推广“电量优先/收益优先”双模式充放电策略，引导用户参与峰谷调节。

威海光威复合材料股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

威海光威复合材料股份有限公司成立于 1992 年，总资产 80.71 亿元，拥有员工 2236 人，于 2017 年在深圳证券交易所创业板上市，下辖威海拓展纤维有限公司等 8 家子公司，是山东省碳纤维产业链“链主”企业，同时也是国内主要的高性能碳纤维及复合材料研发生产基地。公司主持制订了《聚丙烯腈基碳纤维》《碳纤维预浸料》2 项国家标准，建有国家工程实验室、国家企业技术中心等 6 个国家级协同创新平台，荣获国家技术创新示范企业、国家级绿色工厂等称号。

二、威海光威复合材料股份有限公司数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

光威复材立足“高性能碳纤维”和“高端碳纤维复合材料”的高效、稳定和绿色生产，以智能工厂和绿色工厂建设为目标，促进企业数字化绿色化转型，实现高质量可持续发展。将现代管理理论、智能制造理论与最新信息化技术、自动化技术、网络通信技术、大数据、云计算等技术进行深度融合，已建成高强高模聚丙烯腈基碳纤维数字化控制中心和航空航天用高端碳纤维预浸料管理与监控中心，通过构建“MES+ERP+DCS+大数据”的核心系统，以“数字化+智能化”为核心，逐步进行智造实践，针对产品研发、生产监控、资

源调度、质量管控、产品服务板块进行系统解决，连接市场、研发、生产、存储各环节，实现产品的自动化排产调度、产品工艺的 AI 自动匹配和优化、产品质量的自动监控、能源消耗的自动统计分析及平衡、生产设备的自动化操作等智能化生产作业。通过建立健全绿色低碳和资源综合利用体制机制，建设绿色工厂及绿色供应链管理体系，加大节能减排和资源循环利用方面技术创新和项目建设，将原丝生产过程中的废丝和溶剂、碳化过程中的高温余热、复合材料生产过程中的固废进行回收，提高碳纤维全产业链（原丝-碳纤维-复合材料）全生命周期资源循环利用能力，加大光伏等绿色能源的利用率，减少碳排放。

三、取得的主要成效

1. 生产成本及管理成本的降低

通过生产报表管理系统实现无纸化办公，节约办公成本；通过自动采集设备运行数据、质量数据等，实现自动的统计分析，节约管理成本；通过自动化设备工作替代人工，通过温湿度自动记录、电能自动记录、设备运行状态自动采集等减少人工时间，节约人工成本；通过 MES 系统的实施运用，搭建一套数字化生产模型，并逐步将生产数据反馈给生产计划，节约人工成本；每年回收再生利用溶剂约 3 万吨、节约用水 1.8 万吨、节约用电 195 万千瓦时；以上措施每年累计节约成本 3.2 亿元以上。

2. 产品质量的显著提高

通过设备运行状态在线检测系统，实时检测设备状态并

及时调控，实现浓度、温度等参数的精确控制，及时发现设备告警，有效避免因设备异常造成的产品质量问题。低温炉、高温炉的温度波动由 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 缩小到 $\pm 5.0^{\circ}\text{C}$ 以内，石墨炉的温度波动由 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 缩小到 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内，高性能碳纤维的合格率提升 5%以上，高端碳纤维预浸料的不良品率降低至 0.5%以下。

3. 绿色化水平进一步提升

通过信息化系统的建设，实现了对产品全生产流程的能耗统计及数据分析，包括能源计量、能源平衡、能源对标和能源分析等，并通过节能改造、余热回收、低能效设备更新等措施，每年节省用电 195 万千瓦时；在车间屋顶、空余场地等可开发场所，大规模建设太阳能光伏电站，总装机容量 10.3MWP，每年平均产生清洁电力约 1200 万 kWh，整体使用可再生能源比例超过 10%，累计产生清洁电力 3639 万千瓦时，减少二氧化碳排放约 2.4 万吨。

4. 产品应用领域不断拓宽

随着数字化和绿色化转型的加快、公司产品质量的提高、新产品研发效率的提升，在巩固原有国防装备型号供应的基础上，公司研制的新型号高性能碳纤维逐步应用于新一代航空、航天、船舶、兵器等国防装备型号，有力的保障了国防装备发展所需，使公司逐步形成了覆盖领域广泛、覆盖终端完整、装备业务稳定成长的市场优势，也为公司碳纤维民品业务的发展奠定了坚实的基础，推动公司产品在国产大飞机、低空经济、商业航天以及包括氢能、风电、碳碳复材

在内的清洁能源等高端工业领域的应用，实现了高端装备与民用业务的协同健康发展。

5. 相关成果获得各级政府部门认可

公司获评了国家级绿色工厂、国家级绿色供应链管理企业、山东省资源综合利用先进单位、山东省绿色低碳高质量发展试点企业、山东省循环经济十大科技成果奖、山东省首批智能制造试点示范项目、山东省第一批“现代优势产业集群+人工智能”试点示范企业、山东省两化融合优秀企业、山东省数字经济“晨星工厂”等荣誉称号。

四、应用场景

1. 高性能碳纤维生产

围绕数字赋能碳纤维生产管理的需求，通过建设以 DCS 分布式控制系统实现了对碳纤维产品生产全自动控制过程，利用 MES 系统及 ERP 系统进行了协同管理，从而在分散控制的同时又进行了集中的协同和指挥功能，数字化应用于碳纤维生产全流程，包含物料管理、仓储管理、生产计划模块、销售管理、财务管理、生产过程控制等，实现了批量稳定地生产高强高模聚丙烯腈基碳纤维产品的自动控制能力。

2. 高端碳纤维预浸料生产

航空航天用高端碳纤维预浸料生产线由高精度预浸料涂胶设备与高精度预浸料复合设备组成，高精度预浸料涂胶设备涂胶钢轮温度由单独模温机控制，控制范围 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，且温度传感器能实时监控钢轮内部温度，确保温度指标在持续监控中，采用双辊刮延式涂胶方式能应对更多种类的树脂涂

胶，树脂含量精度可达 $\pm 1\%$ ；高精度预浸料复合设备整机生产预浸料面密度精度可达 $\pm 1\%$ ，每对钢轮配备单独模温机，工作区温度控制范围 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，且温度传感器能实时监控钢轮内部温度并显示，确保温度指标在持续监控中，设备配备X射线检测与疵点检测设备，能实时在线监测预浸料面密度与疵点信息。生产线对所有生产工艺参数进行监控，数据完全对接软件平台并进行实时采集，配备检测设备实时检测产品状态。

五、下一步举措

加强与国内重点碳纤维及复合材料产品研发机构、数字化系统服务提供商、绿色化改造服务提供商等进行合作，重点突破高性能碳纤维及复合材料高效制备技术、数字化系统及自动化装备集成技术、节能降碳技术和绿色环保技术等，进一步提高信息化、绿色化水平。

牧原集团数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

牧原集团始创于 1992 年，始终秉承“让人们吃上放心猪肉”的美好愿景，用科技赋能养猪产业，现已形成集饲料加工、生猪育种、生猪养殖、屠宰加工为一体的猪肉产业链。旗下牧原股份 2014 年上市，养猪业务遍及全国 24 省（区）105 市 219 县（区），2024 年出栏生猪 7160 万头。2019 年，布局屠宰业务，成立牧原肉食品有限公司，分布全国 11 省 22 市 26 县（区），投产 10 个屠宰厂，猪肉销售覆盖 20 省 67 市，2024 年屠宰生猪 1252 万头。

二、牧原集团数字化绿色化协同技术创新简介

牧原将环保与智能化作为高质量发展的两大抓手，从技术元点发力，业务底层突破，探索出一条高效、可持续的绿色发展道路。

在生猪养殖全过程中，结合生产场景的实际需求，引入大数据、5G、平台与云计算、物联网、人工智能、AI 等前沿技术，创新研发了智能环控、智能饲喂，智能巡检、智能声音监测等 5 大类 30 余种智能装备，实现智能化作业，从猪群住、吃、环境、健康管理等方面全面提升种猪育种和生猪养殖水平。通过开发应用物联网平台和大数据分析模型，搭建了覆盖全产业链各环节的智能化数字平台，实现养猪全场景数据高效管控，深度管理集团 300 多家子公司，14 万员工；200 多个饲料厂，1100 多个养猪场，10 个屠宰厂；平台已接

入 300 万套智能设备，实现日均超 10 亿条数据的采集和分析，精准到每头猪、每位员工、每台设备、每个猪舍，实现猪效、人效、物效同步提升。

同时，秉承绿色发展理念，将绿色低碳融入全产业链，构建覆盖种植、饲料、养殖、屠宰的全生命周期碳管理体系，以技术创新驱动资源高效利用，探索出一条“环境友好、资源节约、效益提升”的生猪养殖可持续发展路径，也实现了企业从传统养殖向数字化、智能化、绿色化养殖转变，推动猪肉产业向更高品质、更高效率、更绿色环保迈进。

三、取得的主要成效

通过研发应用智能化养殖设备，构建起规模化、标准化、数字化绿色化的全程智能化生产模式，有效解决猪场疫病防控难、环保要求高、生产和营效率低等难题。

智能猪舍，保障猪群健康：创新研发的智能空气过滤猪舍集新风过滤、精准通风、除臭灭菌于一体。进入猪舍的空气，经过 4 层过滤，病毒拦截率达 99.3%，猪舍空气质量接近 ICU 级别；精准通风让头均通风量降低 2/3，节约免费空气资源，减少废气排放；猪舍出风端对排出的臭气集中处理，经过降氨除臭后，可以消灭病菌病原，除臭灭菌率达 99% 以上，实现无臭气，不扰民，解决养殖臭气难题。同时氨气去除率 97.3%，大幅降低了氨排放，对减雾霾、减少温室气体排放效果显著；智能环控系统从猪的生长需求出发，实现对温度、湿度等环境的智能调节、精准控制，让猪舍不管是在零下 40° C 的东北还是零上 40° C 海南，都能够恒温恒湿，

四季如春，去环境偏差，打造高健康猪群。

智能饲喂，精准营养供给：可以根据猪只生长阶段，做到“精准日粮，一日一配方”，精确控制下料量。根据不同阶段的猪只采食量和营养需求，在系统后台程序中制定不同的营养配方和饲喂方案，通过智能混料、智能饲喂实现猪只的精准饲喂，降低饲料浪费，节约粮食资源。同时，系统自动采集采食量、饮水量等信息，对猪群健康进行监控和预警，实现智能化饲喂及数据管理。

智能监测，实施关注猪群健康：声音监控器实时采集单元内猪群声音，实现猪群咳嗽及早预警、辅助分析、精准治疗，低成本防控疫病。智能巡检机器集成可见光、红外、声音、气体检测等各类传感器，可24小时自动监测猪舍环境和猪只体征近二十项指标，构建生产过程中猪舍环境、生猪群体、姿态、形体以及体表特征的检测特征数据库，经过数据计算和分析模型，建立生产异常自动巡检报警系统，相当于一个高级兽医，代替人工进行健康监控，识别异常猪群，实现远程管理，提升猪群健康管理水平。

智慧农业，助农减投增收：一个养殖场就是一个肥料厂，牧原推广

“养殖-水肥还田-绿色农业”的种养模式，减少废水排放，推动可持续农业发展。研发应用粪水净化回用技术，养殖场的废水通过处理后进入内部养殖系统，在刷圈、洗消、降温、除臭等环节得到再利用，同时所有养殖场产生的粪水，经过固液分离和厌氧发酵成为了种植业的水肥，在牧原场区

周边的农田得到 100%资源化利用，既能代替化肥，又能补水抗旱。2024 年，牧原通过水肥，帮助农户节约农业灌溉用水 17,905 万立方米，助农增减投增收 13.53 亿元。

四、应用场景

牧原集团的数字化绿色化协同转型方案广泛应用于生猪养殖的各个环节。在养殖端，智能环控、智能巡检、空气过滤、无供热、水资源管理系统等技术广泛应用，提高生产效率，减少水、气、燃煤等自然资源及能源使用，降低温室气体排放，同时实现无臭气不扰民；在饲料生产端，智能饲喂追踪饲料效率，优化饲料配方，在节约资源的同时降低氮排放；在种植端，提高水肥利用效率，降低清水用量；这些数智化手段正在重新定义绿色养殖的标准。

五、下一步举措

下一步，牧原将持续构建全产业链的智能化应用最佳方案，实现最高效率、最大价值，还将用上具身智能机器人，把从业者从繁重的体力劳动和繁杂的脑力劳动中解放出来，让养猪成为一个体面的职业，受人尊重。

另一方面，将积极探索新的绿色技术和模式，以实现更多的节能减排目标。此外，搭建产业互联平台，在牧原应用产生价值的同时为同行、为行业对外输出好的业务、好的产品、好的价值，最终实现人好、猪好、行业好。

六、存在问题和意见建议

在数字经济时代，智能化已成为提升养殖业绿色发展的关键支撑，企业要把握数字化机遇，用科技创新重塑养殖业

的环保体系。

数字化转型过程中，数据安全和隐私保护面临挑战；另一方面，绿色化发展方面，面临着技术创新难度较大、投入成本较高等问题；此外，企业在推进数字化绿色化协同转型时，还需进一步加强与产业链上下游企业的协作，实现共同发展。

企业应加强对技术创新的保护，牧原在内部设立专人专职负责知识产权管理工作，同时增强员工知识产权保护意识，保护创新成果。截至 2024 年末，累计申请专利 2200 余项。

创新要务实，从业务出发，基于业务需求，解决实际问题，表现在工艺的改善、技术的提高，最后达成生产效率的提升，实现成本更低、产出更高、价值更大。同时，还要加强与高校、科研机构的合作，建立产学研合作机制，共同攻克技术难题，加速技术创新和成果转化，也要注重人才培养和引进，建立完善的人才激励机制，吸引和留住优秀人才。

河南心连心化学工业集团股数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

河南心连心化学工业集团股份有限公司始建于1969年，2009年在香港上市，现有河南、新疆、江西三大生产基地，总资产超300亿元，员工1万余人。

心连心集团主要经营尿素、复合肥及煤化工相关产品，尿素产销量行业第一。公司为国家高新技术企业，三个基地均为国家级“绿色工厂”，连续13年获“合成氨能效领跑者标杆企业”，秉承“自己艰苦奋斗满足别人需求”的企业之魂，坚持“以肥为基肥化并举”发展战略。

二、河南心连心化学工业集团股份有限公司数字化绿色化协同转型方案简介

河南心连心化学工业集团依托工业互联网平台，构建起以数据要素驱动的数字化绿色化协同转型体系。方案以水肥一体化运营平台、数字营销平台、数智农田管理平台为核心载体，深度融合5G、物联网、大数据及卫星遥感技术，形成“设备互联-数据互通-应用智能”的全链条赋能模式。在农业生产方面，部署智能水肥机、电动球阀等物联网设备，通过工业网关实现多源数据归一化采集，农户可通过手机APP远程操控施肥设备，结合测土配方与作物遥感数据生成个性

化施肥方案，实现每亩农田肥料利用率提升 15%以上。数智农田管理平台整合 3866 块地块、249.25 万亩农田数据，通过土壤肥力插值模型与作物长势分析，为农业生产提供精准决策支撑，带动亩产量提升。

在产业链协同层面，数字营销平台打通订单管理、客户服务与生产数据，实现肥料产品的精准供需匹配，结合智能物流系统的路径优化与资源调度，提升供应链响应效率。技术架构上融合 5G、物联网等新一代信息技术，将生产系统升级为现代煤气化工艺，单位产值能耗降低 24.7%，污染物排放下降 30%。

另外，方案通过工业数据要素赋能，不仅提升企业运营效益，还通过精准施肥减少农业面源污染，推动化肥产业向智能化、绿色化方向转型，实现经济效益与生态效益的协同提升。

三、取得的主要成效

河南心连心化学工业集团股份有限公司依托工业数据要素与数字化技术，在数字化绿色化协同转型中形成多维度量化成效，具体如下：

经济效益层面：实现全链条成本优化与效率提升。采购环节通过供应商管理平台与集采模式，采购成本同比降低 17%-22%；物流系统借助智能配载算法与路径优化，业务覆盖率达 85%，运作效率提升 40%以上，物流成本下降 35%，数据报表输出效率提升 95%；生产端通过工艺数据建模与设备

智能管控，单位产值能耗降低 24.7%，生产交付效率提升 61.9%。数字营销平台通过客户画像与精准推荐，精准的市场定位和营销手段以及产业链协同发展，支撑了 7 万吨的销量目标，增加了销售收入；农业大数据分析等增值服务提升了企业的附加值。

生产与管理智能化：实现全场景数据驱动运营。水肥一体化运营平台部署智能肥机 2372 台、电动球阀 1282 个、墒情站 4 个，配肥站 182 个，覆盖农田 249.25 万亩（分布在 28 个省、150 个市、310 个县）、农户超 1 万户，农户通过 APP 远程操控设备，施肥效率提升 3 倍，人工成本每亩降低 40-50 元；数智农田管理平台整合 2308 块地块数据，通过土壤肥力插值模型与作物长势遥感分析，提供测土配方方案 2.1 万份，累计测土超 45 万条，带动农田亩均增产 5%-8%；数字营销平台打通订单、物流与客户数据，订单处理效率提升 50%，库存周转率提高 30%，客户复购率提升至 68%。

绿色化转型：生产系统全面升级为现代煤气化工艺，煤炭转化效率从 84%提升至 99.7%，单位产品综合能耗下降 24.7%，年节能折标煤 10.5 万吨；实施布袋除尘与脱硝改造，氮氧化物年排放量减少 1500 吨，二氧化硫减排 3000 吨，污染物排放总量较“十三五”初期下降 60%以上。农田端通过测土配方施肥技术，减少化肥施用 10%以上，带动区域农业面源污染负荷降低 18%。

农业服务与产业协同：构建数字化服务体系。在全国布

局 96 家高效农业服务中心、3800 多个土壤分析化验室，年服务农户超 11000 户，形成“测土-配肥-施用”闭环服务。基于农田大数据开发的智能配肥系统，为不同作物生成个性化方案，其中棉花专用肥使亩增产 5%-8%，经济作物肥效提升显著。物流供应链通过数据共享，原料需求预测准确率达 90%，库存周转天数从 45 天缩短至 32 天，带动产业链协同效率提升 40%。

转型方案以工业数据要素为核心驱动力，不仅实现企业采购、生产、物流环节的效率革新，更通过农业数字化服务与绿色技术创新，推动化肥产业向“精准化生产、智能化服务、绿色化发展”转型，形成经济生态双赢效益，成为工业数据驱动传统产业升级的典型范式。

四、应用场景

工业数据助推营销转型场景，将 AI、物联网、大数据等技术与化肥产业链融合，构建智能平台。通过工业网关、分布式物联网架构采集处理数据，依托私有云存储处理，开发工业 APP，结合数据建模等工具，实现生产管理、施肥指导、物流优化及市场预测等功能，推动产业链协同。

场景整合土壤、作物等多类数据，以“数据采集-汇聚-流通-应用”为主线，通过三大平台为多元用户提供测土配肥、订单管理等服务，形成数字化运营模式。

五、下一步举措

心连心集团的数字化绿色化协同转型将持续加大技术

研发投入，深化与科研机构合作，探索更先进的洁净煤气化技术，进一步降低能耗与污染物排放。升级生产设备的智能化水平，引入更多智能控制系统，实现生产过程自动化精准调控。

在营销上，借助大数据、AI 完善数字化营销平台，洞察市场需求，精准推送产品。拓展产业链协同，与更多上下游企业打通数据链路，实现信息实时共享，提升供应链整体效率，全方位推动转型迈向新高度。

六、存在问题和意见建议

（一）存在问题

1、数据管理层面：工业设备协议繁杂且不兼容，需通过工业网关进行协议转换，数据采集难度大；设备故障、传输干扰等导致数据质量不稳定，核心设备存在手工填报数据的情况，影响准确性。

2、数据流通层面：企业间数据共享因竞争关系受限，缺乏有效流通渠道，产业链协同不足，数据价值挖掘不充分，应用场景集中于生产管理、物流配送等传统领域，智能农业、精准施肥等新兴场景开发不足。

3、技术能力层面：数据分析技术与人才储备不足，难以从海量数据中提取价值，决策支持精准度受数据实时性、完整性制约。

（二）意见建议

1、技术优化：统一数据采集标准，强化工业网关协议

转换能力，引入边缘计算提升数据实时处理效率；构建数据治理体系，完善清洗、标准化流程，保障数据质量。

2、生态协同：建立产业链数据共享机制，明确数据权属与流通规则，依托工业互联网平台打通生产、物流、农业服务全链条数据；联合科研机构开发智能农业、精准施肥等创新场景，拓展数据应用深度。

3、能力建设：加大数据分析人才培养与技术投入，结合 AI、大数据挖掘技术提升决策支持精准度，推动数字化转型从“场景级”向“领域级”升级。

九州通医药集团股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

九州通为科技驱动型的全链医药行业综合服务商，主营业务涵盖医药流通、医药 CSO、医药工业、医药新零售等业态，包括数字化医药分销与供应链业务、总代品牌推广业务、医药工业自产及 OEM 业务、新零售与万店加盟业务（C 端）、医疗健康（C 端）与技术增值服务、数字物流与供应链解决方案六大方面。

九州通是国内最大的民营医药商业企业，位列中国医药商业企业第四位，是行业内唯一获评全国十大“国家智能化仓储物流示范基地”的企业。九州通位列 2024 年《财富》“中国企业 500 强”第 165 位、2024 年“中国民营企业 500 强”第 55 位，并已连续 5 年获得上海证券交易所年度信息披露评价“A 等级”。

二、《九州通首营电子资料交换平台》数字化绿色化协同转型方案

依据医药行业 GSP 相关要求，每个公司均需针对首次合作的企业（首营企业）、首次引入的药品（首营品种）以及新开户的下游客户，在开展业务前提完成首营资料交换。传统方式是采用纸质资料进行交换，纸质资料存在接收不及时、保存不方便、人力成本大等弊端。推进首营资料电子交

换平台建设，利用数字服务能力，为企业达到降本增效的目标。

《九州通首营电子资料交换平台》是在符合药品行业正常业务流程的前提下，着力于减少企业负担，实现首营资料电子化交换及质量档案电子化存档，提升资料交换效率、降低运营成本的第三方服务平台，是国内一家医药专业化首营电子资料交换平台，加上北京天威诚信电子商务有限公司提供的经国家数字认证中心认证通过的电子签章服务，确保了广大用户安全、有效、便捷地使用平台。

首营电子资料交换平台基于 Java 语言构建，采用微服务架构，具备良好的扩展性与稳定性。系统支持与药九九、ERP 等外部系统集成，业务功能覆盖 CA 审批、资料交换、图像转换等首营全流程。服务间通过 Dubbo 协议实现高效远程调用，RabbitMQ 支持异步解耦通信，Nacos 作为配置中心，Zookeeper 作为注册中心，确保服务治理灵活可控。平台内置自研图像处理组件，支持 PDF 与图片等格式的复杂操作。配套运维体系提供统一接入、监控与持续交付能力，为平台稳定运行保驾护航。

平台一期：首营平台以电子资料交换为基础，实现九州通集团内共享，简化首营流程，从而提升运营效率。取得平台所需资质，使平台运营合规化；

平台二期：将首营电子资料交换平台与集团主数据、药九九平台全面打通，为实现首营电子资料集中管理管控铺路，实现合营品种的集团新品、公司新品申码自动化，主数

据自动下发业务码，ERP 免审核自动生成商品。

电子首营资料交换平台方	客户端	端口	PC		IOS/安卓	
		业务应用	企业/产品资料管理	质保协议管理	资料发送	
			电子签章	资料索取	本企业资料管理	
			意见反馈	常见问题答疑	消息中心	
		基础配置	子账户管理	角色管理	审核设置	
	管理端	业务应用	证照交换管理	首营资料设置	操作指南配置	
			客户注册查询	CA审核	用户反馈意见	
			平台公告维护	常见问题答疑	企业/产品资料管理	
		基础配置	字典项配置	权限分配	公司管理	
		业务应用	证照交换管理	首营资料设置	操作指南配置	

系统高效：自研图片处理组件，证照处理流程高度优化，资源利用率较行业同类系统提升 1 倍。

AI 智能识别：基于 AI 视觉模型提取证照信息，识别准确率较传统 OCR 方案提升 25%。

资料维护：企业、产品资料通过唯一标识自动关联，基础信息录入后，自动关联，使资料交换过程更便捷。

资料查询：支持多重检索条件进行查询，让查询过程省心省时省力。

存档留痕：所有交换信息全流程留痕存档，支持随时随地调阅查看。

到期提醒：企业、产品相关资质证照到期前平台有提醒功能，支持一键索取资料。

专属 APP：配套的 APP 软件，用户可随时随地查找资料、交换资料。

下载报告单：平台有下载报告单的功能，避免用户使用

多个系统。

三、取得的主要成效

当前首营资料电子交换平台已完成上线，通过首营资料平台审核后即可生码开展业务，提升效率 500%；

1. 提升成本效率

（1）提升人效：共享审核结果可以减少区域公司质管部门资料审核人员的工作量，提升人均效能，根据 2024 年的数据估算，全集团预估日均提效 192 小时。

（2）加速业务流程：集团内一家公司审核通过，其余公司免审，根据 2024 年的数据估算，预计每年全集团可减少 290 万张共性资料的重复审核，加速了首营审核效率。

2. 资料交换更方便：将原收取纸质资料改为电子资料，一次账号注册，实现后续所有资料快速交换，节省资料收取时间。

3. 业务赋能：生码前置：资料审核前置到平台，ERP 开户申请前主数据已生码，ERP 开户申请时可直接从主数据提取基础信息字段，补充业务信息字段后，即可发起开户申请，填写字段减少，为业务减负。

4. 资料关联应用：通过标准码将平台资料与主数据基础信息一一对应，标准码具有唯一性，在全集团范围内通用识别，为平台资料扩大应用场景打下基础。

5. 流程更顺畅：对接前，平台资料与 ERP 开户基础信息分别独立审核；对接后，在平台可同时审核资料与基础信息，审核通过后，在 ERP 开户时不用再审核基础字段的正确

性，流程更方便、顺畅。

6. 合规、使用安全取得合法资质、符合《电子签名法》、药品相关法律法规等。

7. 免费、节约成本：平台不收费，免费使用

（1）免费在平台建立企业自己的电子档案，永久储存，方便追溯；

（2）免费通过平台与九州通进行电子资料交换，节省复印、打印、装订、纸张、快递等各项开支。

8. 安全、防范风险

（1）电子档案不会遗失，杜绝迎检无资料的情况；

（2）电子资料查找方便，轻松迎检不慌乱。

9. 便捷、促进业务

（1）可快速实现资料交换，建立购销关系；

（2）与药九九平台深入对接，一份电子资料，全网通用，让用户更省心。

四、应用场景

根据《药品经营质量管理规范》（GSP）要求，首营电子资料交换平台是用于实现药品经营企业与上下游合作伙伴之间首营资料电子化交换、审核及管理的数字化系统。其应用场景围绕药品流通环节中的资质审核合规性、流程效率提升及风险管控展开，具体场景如下：

（一）首次合作资质审核场景

1. 药品生产企业与经营企业对接

药品批发企业首次从某生产企业采购药品时，生产企业通过首营电子平台提交《药品生产许可证》《GMP 证书》、药品批准文号批件、药品检验报告等电子资料，平台自动校验资料格式与完整性，批发企业审核人员在线完成资质真实性核验，确认无误后系统自动归档，形成首营品种档案。

2. 经营企业之间的首营合作

药品零售连锁企业向新的批发企业采购药品时，批发企业通过平台提交《药品经营许可证》《GSP 证书》、营业执照等资质，零售连锁总部审核通过后，系统自动将资质同步至各门店，避免重复提交与审核，满足 GSP 对“首营企业审核应统一管理”的要求。

（二）日常资料更新与有效期管理场景

1. 证照到期自动提醒与更新。企业资质（如许可证、GMP/GSP 证书）临近有效期时，平台自动向上下游企业发送预警通知，供应商通过平台上传更新后的电子证照，系统自动替换旧资料并标记更新时间，确保资料持续合规。例如，某企业《药品经营许可证》到期前 30 天，平台触发提醒，供应商上传新证后，采购企业系统实时同步，避免因资料过期导致经营风险。

2. 药品信息变更管理。药品生产企业变更药品规格、包装或生产工艺时，通过平台提交变更后的批准文件及说明，采购企业审核通过后，系统自动更新首营品种档案，确保库存药品信息与批件一致，避免因信息滞后导致的经营违规。

（三）跨区域经营与多主体协同场景

1. 连锁药店跨区域门店资质对接

连锁药店在异地开设门店时，总部通过首营电子平台将已审核的供应商资质批量推送至门店，门店直接调用电子资料完成采购首营审核，无需重复收集纸质文件。例如，某连锁企业在三省开设分店，通过平台实现总部与门店的资料共享，满足 GSP 对“分支机构应使用总部审核通过的首营资料”的要求。

2. 第三方物流与供应链协同

药品第三方物流企业为多家供应商和采购商提供仓储配送服务时，可通过平台获取上下游企业的资质电子档，确保配送药品的企业资质合规。平台自动关联物流订单与首营资料，实现“订单 - 资质 - 药品”的追溯闭环，符合 GSP 对“委托物流需审核委托方资质”的规定。

（四）监管合规与审计追溯场景

1. 监管部门在线查验与审计。药品监管部门可通过首营电子平台远程调取企业首营资料，核查资料的真实性与完整性。例如，在飞行检查中，监管人员通过平台实时查看企业与供应商的合作记录及资质审核流程，确保企业符合 GSP “首营审核流程可追溯”的要求，减少现场调阅纸质资料的耗时。

2. 企业内部质量审计。企业质量部门利用平台的数据分析功能，定期审计首营资料审核时效（如是否在 24 小时内

完成审核)、资料合格率(如资质缺漏率)等指标,生成审计报告,帮助企业优化审核流程,符合 GSP “质量体系内部审核” 的要求。

(五) 系统集成与数据互通场景

1. 与企业 ERP 系统对接。首营电子平台与企业 ERP 系统集成后,当首营资料审核通过时,系统自动将供应商及药品信息同步至 ERP,生成采购订单模板,避免重复录入数据。例如,某批发企业审核通过新供应商资质后,ERP 系统自动更新供应商档案,采购部门可直接调用资料创建采购计划,提升效率。

2. 跨平台数据交互。不同企业的首营电子平台通过标准化接口实现数据互通(如通过区块链技术存证),避免同一供应商向多家采购企业重复提交资料。例如,生产企业在 A 批发企业完成首营审核后,其电子资料可通过区块链授权给 B 零售企业,B 企业无需重新审核,直接调用链上资料,符合 GSP “首营资料可跨企业互认” 的趋势。

(六) 特殊药品与冷链药品管理场景

1. 麻精药品等特殊管理药品的资质审核。采购麻醉药品、精神药品时,供应商通过平台提交《麻醉药品和精神药品定点生产/经营许可证》、运输证明等特殊资质,平台设置多级审核流程(如质量部门、安全管理部门双重审核),并记录审核人员电子签名,确保符合 GSP 对 “特殊药品资质严格审核” 的要求。

2. 冷链药品运输资质对接。冷链药品供应商通过平台提交冷藏车、冷库的验证报告及温度监测系统资质，采购企业审核通过后，系统自动关联冷链运输订单，要求物流环节上传温度记录，实现“资质 - 运输 - 质量”的全程追溯，符合 GSP 对“冷链药品运输资质合规”的规定。

五、下一步举措

目前全集团范围内任意两家二级公司均审核通过后，其他公司收到该资料时，系统自动审核通过，个性证照由对应公司人工审核。待推广运用成熟后，再调整成一家公司审核通过后，其他公司收到该资料时，系统自动审核通过，个性证照由对应公司人工审核。

三级公司同步二级公司商品——资料通过首营平台自动发送与查收，不需人工操作。

集团内不同公司收到同一份资料——通过资料打标功能，可知晓集团内已审核的公司明细及审核结果，提高审核效率。

客户更新了资料——通过主数据广播功能，将最新资料自动发送给与之有合作的集团内公司，且只需一家公司审核。

六、存在的问题和意见建议

1. 同一份资料重复审核。依据 GSP 相关要求，每个公司均需针对首次合作的企业（首营企业）、首次引入的药品（首营品种）以及新开户的下游客户的资质资料进行审核，

存在重复劳动与资源浪费。

2、客户体验有待提升。集团虽然已经建立了首营标准化流程，但各区域公司的资料审核人员在审核过程中可能会因为个体评判标准差异，存在同一份资料在一个公司审核通过而在另一个公司审核不通过的问题，影响客户体验。

目前首营平台功能已完善且稳定，各区域公司在首营审核时存在的工作冗余，已具备了解决的基础，可进一步深化首营平台的应用，实现集团内资料审核结果共享，减少重复审核，以提升集团整体资料审核效率，降低运营成本，提升服务质量。

武汉城投集团数字化绿色化协同转型发展

案例

一、企业简介

武汉城投集团是全市最早成立的市属国有平台企业，锚定打造“国内一流城市综合运营服务商”的总体战略定位，聚焦水域经济、综合能源、城市建设、城市服务、会展运营、健康养老六大核心功能，承担全市：74%、500万吨/日的供水和80%、331万吨/日的生活污水处理；67%、319万户的天然气供应；累计实施城建项目1100余项并完成天兴洲大桥等一大批标志性工程；运维“十五桥一隧一站”80km路桥隧、44km管廊、37个公共停车场、2.88万停车泊位；总展览面积20万平方米、年承办展会60-70场次；2024年承担全省养老供应链平台建设试点任务并如期上线。

其中，供水业务，所属武汉市水务集团有限公司主要负责中心城区供水的建设、运营、管理，拥有自来水厂12座，供水管网17872公里，大型供水转压站24座，供水能力490万立方米/日，约占全市总能力的74%。供水范围涵盖主城区、东湖新技术开发区、武汉经济技术开发区、阳逻经济开发区、蔡甸城关及周边区域，延伸至东西湖、黄陂、江夏部分区域，供水面积约1877平方公里，服务人口约965万人。

排水业务，所属武汉控股市排水公司下辖9座污水处理厂和1座管网维护管理所，与武汉市水务局签订特许经营协

议，负责中心城区 72 座污水泵站，734 公里污水主干管网的运营维护，污水处理能力 321 万吨/日，约占中心城区的 82%，在全国大型城市排水行业中排名前列。“十三五”期间，市排水公司处理污水量 33 亿吨，COD 削减量 50.92 万吨，氨氮削减量 5.67 万吨。近 3 年，市排水公司处理污水量 28.44 亿吨，COD 削减量 49.27 万吨，氨氮削减量 5.21 万吨。

二、武汉城投集团数字化绿色化协同转型方案

（一）漏损治理数字化绿色化协同转型技术简介

武汉市公共供水管网漏损治理工作，深度融合数字化与绿色化理念，构建了“精准感知、智能分析、科学决策、高效执行”的协同转型体系，其技术创新主要体现在：

1. “分区计量+网格化管理”的精细化管控体系

创新性采用“自上而下构建一级分区计量+自下而上推进 DMA”相结合的分层实施路线。利用物联网技术大规模部署边界流量计、压力计、智能水表，构建覆盖全域的三级及以上计量分区网络，实现供水单元网格化、精细化管理，为漏损定位、水量平衡分析奠定坚实基础。

2. 基于水力模型的智能分析与预警

投入建设供水管网水力模型与在线水力模型系统。该模型集成 GIS、SCADA、营收等数据，具备管网运行状态实时分析、供水范围动态模拟、水质水龄评估、管网风险等级识别、爆管预警等核心功能。通过模型进行工况校核和预警分析，实现对管网运行状态的“数字孪生”式监控，提前预判高漏损风险区域，指导精准检漏和压力优化，变被动抢修为主动

防控。

3. 物联网驱动的智慧控压与调度

在压力敏感区域部署智能阀门，缩短关闸时间，减小影响范围；对水厂泵房及转压站实施变频改造，提升系统调压能力与能效。构建供水物联网智能管理平台，集成压力、流量、水质等多源数据，实现“测、控、管”一体化。平台支撑压力智能调度系统，基于实时需求和模型预测，优化水厂、泵站、阀门协同运行，在保障服务压力前提下最小化管网平均压力，实现节能降耗与漏损控制的双赢。

4. “数字孪生”赋能全流程管控

以水力模型和物联网平台为核心，构建覆盖“源头到龙头”的供水系统数字孪生。实现漏损定位效率提升、抢修响应时间缩短、设施运维智能化，显著提升管理效率和决策科学性。

5. 绿色化贯穿治理全链条

上述数字化技术的应用，其核心目标直接指向水资源节约，绿色化发展。通过精准定位漏点、快速修复、优化压力减少背景漏失，直接挽回水资源损失。压力优化降低泵站能耗；减少漏损意味着减少不必要的原水取用和净化处理能耗。对公益性用水实施“定点取水、计量收费”，有效减少免费用水量；创新合同节水模式引入社会力量；统一管理二次供水设施减少“最后一公里”漏损。

（二）龙王嘴再生水厂数字化绿色化协同转型技术简介

市排水公司下属龙王嘴污水处理厂位于东湖新技术开

发区，服务面积约 60.7km²，服务人口约 75 万人。今年，在该厂实施的国内首个 40 万吨级尾水再生利用工程——武汉南湖生态活水项目建成。该项目是我公司践行数字化绿色化协同转型发展的典型案例。

项目创新性地采用“高浓度复合粉末载体强化二级生物处理+两级反硝化生物滤池+高速气浮+紫外消毒”工艺链，将传统污水处理厂尾水由一级 A 标准提高至地表水 IV 类（湖、库）标准，“再生”尾水可以直接融入河湖生态系统之中，使得南湖的水质更加稳定地达到水质规划目标（IV 类），同时，湖中的沉水植物覆盖率也会逐步提升。

项目从施工到运营，每一滴水的“旅程”都被精准掌控。依托“互联网+大数据+云计算”技术，搭建起覆盖设计、施工、运维全周期的智慧管理平台，实现了治水流程的“透明化”和“智能化”。在建设过程中，通过 BIM（建筑信息模型）技术，将两级反硝化生物滤池、气浮池等 22 个核心设施在虚拟空间中“预演”施工方案，提前发现并规避管线碰撞、工序冲突等问题，使工期缩短 15%，并在施工现场布设多个物联网传感器，实时采集扬尘、噪声、能耗等数据，同步上传至“智慧工地”系统，一旦数值超标，平台自动预警。项目投用后，尾水处理的每一步都处于“云监管”之下，其流量、pH 值、总氮、总磷指标等关键参数，通过 5G 环网实时传输至中央控制系统，系统依托大数据模型动态调整核心工艺单元的曝气量、加药量等参数，借力精准曝气、精确加药系统，可以确保出水水质稳定达标。

三、取得的主要成效

（一）漏损治理数字化绿色化协同转型技术

通过系统推进数字化绿色化协同的漏损治理工作，武汉市取得了显著的经济、社会和环境效益。

1. 漏损率持续显著下降

2023 年 1-7 月，中心城区漏损率为 10.17%，2024 年综合漏损率降至 8.96%，较 2023 年同期持续下降，处于国内特大城市领先水平。

2. 能源消耗有效降低

管网压力优化和变频技术改造，显著降低了供水系统的运行电耗，减少漏损即减少了水厂处理这部分“无效水”的能耗，节水量折算的节能降碳效益显著。

3. 管理效能与服务品质提升

精细化管理：分区计量和 DMA 管理实现水量精细核算，为管理决策提供数据支撑。

效率提升：物联网平台、水力模型应用大幅提升漏损定位和抢修效率，缩短停水时间。

服务改善：压力调控优化减少了低压区投诉；智能水表改造提升抄表效率和用户体验；二次供水统管提升水质安全。2024 年水压投诉量呈现下降趋势（需持续观察）。

数据驱动：积累了海量管网运行数据，为智慧水务深化应用和科学规划奠定基础。

4. 体制机制创新与示范效应

在全国率先立法推动小区供水设施和二次供水统管。建

立了较完善的政府主导、企业主责、多部门协同的漏损治理长效机制。形成了“分区计量实施路线”、“DMA 建设维护管理”、“水力模型智慧管控”等可复制推广的典型经验。成立专业节水科技公司，推动节水技术集成与市场化应用。开展“对标一流”行动，聚焦漏损率等关键指标，推动管理提升。

（二）龙王嘴再生水厂数字化绿色化协同转型技术

武汉南湖生态活水项目尾水再生利用工程作为全球首例大规模极限脱氮除磷污水回用（再生利用）工程，荣获由全球水务行业权威的国际水务智库 GWI 发起 2025 全球水奖（Global Water Awards）“年度最佳污水回用项目（市政&工业）”，这也是湖北省市政行业首个获得绿色工业建筑最高等级认证的项目。

1. 活水再生，高标准尾水化身城市“第二水源”。

该项目创造性地采用高浓度复合粉末载体强化二级生物处理+两级反硝化生物滤池+气浮池+紫外消毒组合工艺，强化生物脱氮除磷效率，进而实现将污水处理厂尾水转化为全指标地表Ⅳ类标准的高品质再生水源注入南湖，将南湖水体更新时间由 275 天缩短至 60 天，湖水总磷 TP 浓度降低 50% 以上，水体透明度显著提高，有效改善南湖水动力及水环境质量。

2. 数字赋能，智慧大脑驱动绿色低碳新模式

智慧工地管理，助力施工节省工期约 10%，节省成本约 5%。通过精准曝气系统，优化鼓风机运行效率，提升溶解氧

控制水平，有效降低鼓风机组约 31.77%的电耗，并将生化段溶解氧 DO 控制在目标值 $\pm 0.5\text{mg/L}$ 范围内的占有率达到 99.70%，为实现稳定达标和优化运行提供有力支撑。利用大数据、云计算、BIM 和物联网技术，搭建智慧水厂系统+数字孪生模型，在统一平台上，将数据信息与服务资源进行综合的集成，大大提高了龙王嘴污水处理厂的运维管理水平和综合服务水平。经统计，精准曝气节省电耗约 15%，精准加药节省药耗约 25%，智慧水务系统节省人工约 50%。

四、应用场景

（一）漏损治理数字化绿色化协同转型技术

1. 供水管网水力模型应用场景

实时监控与预警：在线模型持续校核管网实际工况，实时分析运行状态，对异常压力、流量波动进行预警，提示潜在漏损或爆管风险区域。

风险识别与评估：分析管网脆弱性，识别高风险管段（如高龄、材质差、高压力波动区），指导优先改造和重点监测。

应急调度模拟：模拟爆管、水源切换等突发事件下的水力状况，优化关阀方案和应急调度策略，最大限度减小影响范围和停水时间。

规划设计与优化：评估新建或改造管网方案对系统水力条件的影响，优化管径选择、泵站选址和调度方案。

漏损智慧管控：结合夜间最小流量分析和 DMA 数据，辅助定位漏损区域，评估漏损治理措施效果。

2. 供水物联网平台应用场景

全域全要素监测：集成数十万台智能水表、流量计、压力计、水质仪等设备数据，实现“源头到龙头”水压、水量、水质的实时在线监测。

压力智能调度：基于实时监测数据和模型预测，动态调整水厂、泵站、阀门运行状态，实现压力分区分时精细化、智能化调控。

漏损监测与分析：平台内置漏损管理系统，通过 DMA 夜间最小流量分析、水量平衡分析、压力异常监测等手段，快速识别和定位漏损区域，并派单处置。

设施运维管理：远程监控设备运行状态（如智能水表、阀门），进行故障诊断和预测性维护。

“供水数字孪生”基础：汇聚全链条数据，构建动态更新的管网数字镜像，为各类智慧应用提供统一平台支撑。

（二）龙王嘴再生水厂数字化绿色化协同转型技术

1. 南湖生态活水项目尾水再生利用工程将稳定的清洁水源引入湖泊。通过提高水体流动性，加大水环境容量及自净能力，达到水环境进一步改善的效果。通过对不同补水点布设方式、不同的补水水质和水量等活水方案进行模拟计算，综合比选出最佳的生态活水方案，可为类似工程提供理论和数据支撑。

2. 可将龙王嘴厂高品质再生水厂用于再生水商用便民洗车项目，建设 24 小时无人自动洗车点，实现节能降耗，降低洗车单价，获得消费者青睐。该项目投资小，占地小，无需人工，同时电脑自动洗车效率高，优于传统洗车模式，

具有较强的市场竞争力。

五、下一步举措

（一）漏损治理数字化绿色化协同转型技术

1. 持续推进核心工程建设

完成平湖门、宋家岗转压站建设并投入运行，完成港东一水厂等剩余厂站变频改造。

2. 持续推进智能水表改造全覆盖

重点完成供水管网水力模型和供水物联网平台的深度开发、调试与全面上线应用，充分发挥其在智慧调度、漏损管控、风险预警中的核心作用。

3. 深化智慧化应用与数据赋能

强化水力模型和物联网平台的深度应用，将模型预警、分析结果直接指导日常运维和调度决策。利用积累的大数据，深化管网健康度评估、爆管预测、优化调度等 AI 应用场景。推进数字孪生平台与业务系统的深度融合。

4. 巩固长效机制与精细化管理

持续完善分区计量体系，优化 DMA 设置，提升 DMA 管理维护质量与数据应用水平。深化国企改革“对标一流”行动，持续优化内部管理流程和激励机制，提升劳动生产率。加强检漏队伍建设与技能培训，推广先进检漏技术和设备。

5. 强化资金保障与政策协同

积极争取中央预算内资金、超长期国债、省市财政补贴等上级资金支持。全力拓展多元化投融资渠道，破解资金瓶颈。

积极推动并落实水价调整政策，反映供水成本，保障企业可持续经营与再投资能力。

加强市级层面统筹协调，优化涉及路政、园林、交通等部门的行政审批流程，保障项目顺利实施。

6. 经验总结与推广

系统总结武汉市特大城市漏损治理“双化协同”的技术路径、管理经验和实施成效。

提炼可复制、可推广的“武汉模式”和标准规范，为全国其他城市提供借鉴。

（二）龙王嘴再生水厂数字化绿色化协同转型技术

1. 搭建 5G “无线+有线”的混合通信网络架构，通过与现有有线网络的深度融合，不仅保留有线网络的高稳定性与大数据传输优势，同时利用 5G 无线网络的快速部署与高灵活性，打造一个高效、智能的生产业务体系，提升整体生产效率，降低运营成本，实现远程监控与智能化管理，推动泵站进入智慧化新时代。

2. 充分发挥南湖生态活水项目尾水再生利用工程高品质再生水优势（地表水Ⅳ类标准），用于厂区日常路面扫洒、各工艺池冲洗、喷淋等，并进一步拓展外围再生水回用覆盖面。

六、存在的问题和意见建议

（一）存在问题

1. 漏损治理数字化绿色化协同转型技术

资金压力巨大：漏损治理是系统工程，需要持续巨额投

入（管网改造、智慧化建设等）。当前主要依赖企业自筹，而中心城区水价偏低且多年未调整，导致企业资产负债率高，后续融资困难，经营压力巨大，制约治理工作的深度和广度。

跨部门协调难度大：管网改造、设备安装等工程涉及占用道路、绿化迁移等，需协调城管、交管、园林等多个部门。行政审批流程复杂、周期长，是导致部分项目进度滞后的重要原因。

部分智慧化项目进度需加快：如供水物联网平台、水力模型的全面上线应用仍需时日，其深度赋能潜力有待完全释放。

老旧管网存量依然庞大：超过使用年限、材质落后或受损失修的管网规模巨大，更新改造任务长期而艰巨。

数据深度应用潜力待挖掘：海量监测数据的价值挖掘、AI模型的应用深度仍有提升空间。

2. 龙王嘴再生水厂数字化绿色化协同转型技术

缺乏系统性法规：目前再生水回用尚缺乏全面、系统的规章制度，如再生水的生产、使用、监管等，导致再生水回用在实际操作中缺乏明确的法律依据和规范。

标准不统一：再生水回用商业推广缺乏统一标准，对再生水回用要求标准不一，缺乏明确定价参考依据。

管网系统分离不足：再生水需独立管网输送，但老旧城区改造难度大，新建城区若未提前规划双管网，后期追加投资成本高昂。

（二）意见建议

1. 漏损治理数字化绿色化协同转型技术

1.1 恳请加大资金政策支持，恳请将漏损治理重点项目纳入中央预算内投资、超长期国债等支持范围。研究设立专项补贴或奖励资金，对成效显著地区和企业给予激励。指导并支持地方尽快启动并完成水价调整工作，建立科学合理、反映成本、激励节水的水价形成机制，保障供水企业可持续发展和持续投入能力。

优化项目审批协同机制

1.2 建议市级层面建立强有力的统筹协调机制，明确各相关部门职责，为漏损治理工程涉及的行政审批事项开辟“绿色通道”，简化流程，提高效率。

1.3 支持技术创新与标准制定，鼓励和支持在漏损监测预警、管网数字孪生、AI 应用等关键技术领域的研发与示范应用。支持武汉总结提炼其成功的技术路径和管理标准，并争取上升为地方或行业标准，促进经验全国推广。

1.4 强化数据共享与应用指导，推动供水企业与政府相关部门的数据共享，为城市规划建设提供支撑。组织专家对智慧水务平台的深度应用提供指导，挖掘数据价值。

2. 龙王嘴再生水厂数字化绿色化协同转型技术

2.1 分步推进重点领域

优先场景：火力发电（冷却水）、城市绿化、河道生态补水等低敏感领域；

2.2 创新政策工具推行“中水配额制”：对高耗水企业强

制要求一定比例中水使用；实施“阶梯水价+再生水补贴”：对使用再生水的用户降低污水处理费。

2.3 推广分布式处理模式（社区级再生水回用，减少管网依赖）。

2.4 增强社会信任。建立水质实时公开平台，邀请公众参与监督；

2.5 在再生水景观项目设置科普标识。

三一集团有限公司数字化绿色化协同转型 发展案例

一、企业简介

三一集团有限公司成立于 1989 年，是中国工程机械行业的领军企业，拥有三一重工、三一国际、三一重能三家上市公司，总资产超两千亿元。公司业务遍及全球 100 多个国家和地区，在国内外设有多个研发制造基地。2024 年，三一集团销售额达 1347 亿元，其中海外销售额 583 亿元，实现历史性跨越。

近年来，三一集团大力推进数字化、智能化转型，实施“全球化、数智化、低碳化”三大战略，成功打造多座“灯塔工厂”，入选国家级工业互联网平台，并连续多年上榜《全球工业互联网平台魔力象限报告》，为中国制造业高质量发展树立了标杆。

二、三一集团数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

三一集团以“全球化、数智化、低碳化”为核心战略，通过数字化与绿色化协同转型，推动企业高质量发展。首先，在智能制造体系构建方面，三一集团打造了“灯塔工厂+工业互联网”的数字化生产模式。通过应用制造运营管理平台（iMOM）、智能仓储系统（iWMS）等数字化系统，结合数字孪生、AI 机器人等前沿技术，实现了生产全流程的智能化管

控。这套系统不仅能自动优化生产排程，还能实时监测设备能耗，使生产效率提升 80%，单位制造成本降低 29%，同时实现万元产值能耗下降 12%的绿色效益。

其次，在新能源产品研发方面，三一建立了“三位一体”的技术创新体系。公司成立新能源技术委员会，统筹布局纯电动、混动和氢燃料三大技术路线，重点突破电池、电驱、电控等核心技术。目前已开发出电动挖掘机、搅拌车等 40 余款新能源产品，其中 SY215E 电动挖掘机应用双变技术、电回转技术等创新成果，能耗较行业降低 10%；iSEE 电动搅拌车搭载三级能量回收系统，能耗低至 1.4kWh/km。2024 年新能源产品销售额达 40.25 亿元，多款产品市占率行业领先。

第三，在运营管理优化方面，三一构建了数据驱动的绿色运营体系。通过工业互联网平台连接 105 万台设备，实时采集分析能耗数据，建立能效优化模型。例如应用数字孪生技术优化涂装工艺，年节省电量 46 万度；智能物流系统实现“一箱一码”管理，年减少柴油消耗 69 吨。同时，公司在 21 个生产基地部署光伏发电，清洁能源使用量达 7607 万千瓦时，占总能耗 13.8%，形成了从生产到产品的全链条绿色化管理模式。

三、取得的主要成效

三一集团通过数字化绿色化协同转型实现了经营质量的跨越式发展。

1. 智能制造水平达到国际领先。三一举集团之力实施数智化转型，在智能产品、智能制造、智能运营三大领域开

展了一系列卓有成效的工作，北京的桩机工厂、长沙的 18 号厂房、韶山的重能叶片工厂都已通过世界经济论坛权威认证，在全球重工行业达到领先水平，其中长沙 18 号工厂的人均产值增长 83%，设备综合效率提升 40%，实现了生产周期缩短 59%和订单准时交付率 100%的卓越运营表现，为全球制造业企业提供可借鉴的数智化发展方向。

2. 绿色转型取得突破性进展。三一集团在绿色制造领域实现重大突破，新能源产品销量突破 6200 台，多款电动产品市场占有率位居行业第一。通过技术创新，企业清洁能源使用比例达 13.8%，万元产值能耗降低 12%，碳排放减少 8%，其中喷漆工艺升级年节水 28 万吨，"两喷一烘"新工艺年节气 38 万立方米，展现了显著的环保效益。

3. 技术创新引领行业发展。企业累计获得 8977 项专利，2024 年新增 70 项低碳技术专利，持续保持行业领先地位。三一集团成功研发全球首台九桥 4000 吨起重机、SY215E 电动挖掘机等创新产品，其工业互联网平台连接 105 万台设备，使数据开发效率提升 30%，年降本达 1.5 亿元，充分彰显了技术创新实力。

4. 社会价值创造成效显著。三一集团的转型实践产生了广泛的社会影响，实现了供应商 ESG 审核 100%覆盖，并帮扶 22 家供应商完成绿色改造。企业积极参与行业标准建设，年减少碳排放约 32 万吨，同时累计投入超过 3.4 亿元用于公益事业，为行业可持续发展树立了典范，展现了龙头企业的责任担当。

四、应用场景

三一集团的数字化绿色化协同转型广泛应用于智能制造、新能源产品和全球服务网络。例如：

智能制造：18 号工厂通过数字孪生和 AI 机器人实现多品种混线生产，订单交付准时率达 100%。

绿色产品：电动搅拌车 iSEE 能耗低至 1.4kWh/km，续航提升 15%，广泛应用于城市建设。

全球运维：通过 MySANY 平台实现全球设备实时监控，服务响应效率提升 30%。

五、下一步举措

下一步，三一集团将持续深化数字化与绿色化协同转型，重点推进以下举措：在数字化方面，全面推广 AI 技术应用，加速“灯塔工厂”建设，实现生产全流程智能化升级，提升工业互联网平台的数据分析和决策能力；在绿色化方面，加大氢燃料技术研发投入，扩大新能源产品矩阵，推动 20 大低碳项目落地，进一步提升清洁能源使用比例；全球化布局上，强化海外研发中心功能，加快本土化生产和营销服务网络建设，力争海外收入占比突破 70%；同时，联合上下游合作伙伴共建绿色供应链体系，推广低碳工艺和环保材料应用，实现全产业链协同降碳。

六、存在问题和意见建议

三一集团在推进数字化绿色化协同转型过程中，面临的最突出问题是新能源工程机械产品的市场接受度不足，这主要体现在三个方面：首先，终端价格过高成为主要障碍，电

动工程机械的购置成本普遍比传统燃油设备高出 50%-80%，在价格敏感型市场尤其制约推广；其次，配套基础设施不完善，施工现场充电难、换电慢等问题直接影响作业效率；再次，客户对新技术可靠性的疑虑，特别是在极端工况下的性能表现尚待验证。针对这一问题，建议采取以下系统性解决方案：在产品端，应重点突破电池快换技术，开发模块化电源系统，通过“车电分离”模式降低购置门槛；在配套端，联合能源企业共建“移动式换电站+光伏储能”的混合供能网络，优先在产业园区、大型工地等封闭场景示范应用；在商业模式上，可探索“产品即服务”的运营模式，按作业量收费替代传统售卖；政策层面，建议推动将工程机械电动化纳入新基建补贴范围，并建立行业级的产品碳足迹核算体系，通过碳交易机制体现环境价值。

未来，三一集团将继续以数字化绿色化协同转型为路径，为中国制造业高质量发展和全球碳中和目标贡献力量。

华自科技股份有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

华自科技股份有限公司（300490.SZ）是联合国工业发展组织国际小水电中心控制设备制造基地、国家技术创新示范企业，业务覆盖水利水电、新能源、环保等领域，主要产品包括水利水电综合自动化系统、新能源及锂电装备、水处理装置等，迄今已为全球七十多个国家万余厂站提供产品及系统解决方案。公司依托国家级企业技术中心、博士后科研工作站、CNAS 实验室等国家级创新平台，拥有超百项发明专利，起草多项行业标准，获得国家及省级科技进步奖。

二、华自科技股份有限公司数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

华自科技秉承“智能创造价值，绿色承载未来”企业理念，构建“绿色低碳技术支撑的绿色制造体系+数字化 AI 技术支撑的智能运维服务体系”的双化协同转型体系，赋能数字化手段与绿色目标深度耦合，切实提升公司双化协同转型的创新能力与发展水平。

（一）绿色低碳技术支撑的绿色制造体系

基于多能物联技术及自研产品（如能量管理系统、协调控制器），以园区级微电网系统为载体，构建源网荷储一体化协同管控平台，打造基于绿色低碳技术的智能制造能源管

理体系。基于绿电能源就近有序消纳提升园区智能制造绿电比例，基于短期/超短期负荷预测、负荷分级管理实现生产计划优化调度，基于峰谷电价信号提升储能收益能力，基于负荷平滑及备用电源保证“迎峰度夏”“迎峰度冬”期间绿色制造体系的持续可靠供电。

（二）数字化 AI 技术支持的智能运维服务体系

以 AI 和大数据为核心，构建智能化运维服务平台，为多行业客户提供“监测-诊断-优化-运营”全生命周期服务。将大模型与行业模型、故障案例库深度融合，提供全时全方面解决方案检索；通过语言、视觉等多模态赋能，打造感知、分析、决策到行动的全流程应用链；支持本地与云端灵活部署，提供线上线下融合的闭环服务，满足用户个性化需求。

三、取得的主要成效

绿色低碳技术支撑的绿色制造体系和数字化 AI 技术支持的智能运维服务体系是公司双化协同转型的核心支撑，二者同构同源、协同共进，取得了显著成效。

（一）打造了湖南省首个兆瓦级园区微电网

在绿色低碳技术支撑的绿色制造体系方面，公司于 2019 年建成投运了含分布式光伏 500kW（屋顶、车棚、雨棚）、新型储能 500kW/1000kWh、交直流充电桩及能量管理系统的园区级绿色能源系统。近三年，就近消纳光伏绿电近 50 万 kWh/年、减少碳排放超 300 万吨/年，通过储能系统峰谷套利节约企业供电成本超 20 万元/年，基于智能能量管理提升企业综合能效 5%以上，在迎峰度夏、迎峰度冬有序用电及电网故

障停电期间有效保障了公司重要负荷、关键产线的正常运行。2024 年，研发了园区级源网荷储一体化云边协同管控平台，具备了跨域多园区源、网、荷、储可调节资源的能力聚合及聚合后参与区域需求响应能力。该平台基于云边协同响应、快速协调控制技术，实现“毫秒级”并离网切换、离网调压稳频、光储充荷与配电网协调互动及有序调度，削峰填谷、峰谷套利、动态增容、应急供电等功能效果显著。相关成果荣获国家工信部第二批智能光伏试点示范项目。

（二）研发了业内领先的智能运维服务平台

在数字化 AI 技术支撑的智能运维服务体系方面，公司基于行业长期耕耘积累，研发的智能电力运维服务平台通过信息化和智能化的深度融合，为公司主营业务客户提供运行报告并为客户提供远程监控、智能管理及代运维等多种服务，获评成为首批八个湖南省级工业互联网平台之一。该平台自投运以来，累计接入千余家水利水电、环保水务、工矿企业园区客户，帮助客户实现减员增效，并有效提升了公司产品售后的响应能力、服务效率。2020 年，公司荣获国家级绿色工厂、绿色制造系统解决方案供应商和国家技术创新示范企业。2022-2023 年，公司基于在数字化 AI 技术支撑的智能运维方面的工作成效，获批长沙市新一代人工智能开放创新平台建设。2024 年，华自科技打造“共工”水利水电行业智能运维大模型，为用户提供智能交互、智能感知、故障诊断、优化控制、智能生成、知识问答等服务，推动了运维模式从“被动响应”向“主动预防”再到“自主优化”的跃迁。

四、应用场景

绿色低碳技术支撑的绿色制造体系适用于工商业园区，基于智能能量管控，实现分布式清洁能源优先、足额利用，以及聚合地域分散、数量众多的分散式可调资源参与虚拟电厂，有效平衡电力供需，减少高峰负荷压力。

数字化 AI 技术支撑的智能运维服务体系适用于水利水电（水电站、泵站等）、环保水务（自来水、污水厂等）、工矿企业园区等，通过构建全场景、全过程、全要素的数字化智能运维服务体系，节约过程管控成本，提升智能运维成效。

五、下一步举措

华自科技将以“绿色设计筑基、创新引领驱动、协同推进赋能”三位一体模式深化双化协同发展。

（一）绿色设计筑基。将节能降碳理念融入智能微网设计过程，全方位支撑清洁能源的优先、足额、高效利用。

（二）创新引领驱动。探索人工智能等新技术在提升绿色能源利用效率以及智能运维服务能力方面的创新应用。

（三）协同推进赋能。积极发掘智能微网参与虚拟电厂、电力交易的收益模式，以及与此配套的智能运维服务。

六、存在问题和意见建议

（一）产业政策引导偏弱。在基于数字化与绿色化技术创新融合的产业政策引导方面存在不足，尤其是在能源业务的节能减碳、创汇增收方面需加强。建议积极跟进基于数字化与绿色化技术创新融合的相关产业政策，及时关注相关政策对绿色能源管理、智能运维服务的影响。

（二）标准体系尚不完善。当前公司和行业缺乏“双化协同”标准体系，难以在较广层面形成普遍的行动共识，难免会出现过程标准不统一、行动效果有偏差的情况。建议在国家、行业层面，分门别类地形成有关“双化协同”的标准体系，适时视需有序推进“双化协同”分级认证，做到有据可依、结果可评。

（三）复合人才比较短缺。既懂数字化技术又熟悉绿色化业务的跨领域、复合型人才比较短缺，制约“双化协同”的技术创新与成果升级。建议鼓励企业或组织通过内部挖掘、外部引进等多措并举方式，培育和壮大“双化协同”人才队伍，并通过项目引才、职称体系等多途径提升相关人才质量。

温氏食品集团股份有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

温氏食品集团股份有限公司创立于 1983 年，是中国领先的现代农牧企业集团，主营肉猪和肉鸡养殖，业务遍及全国 20 多个省市，2024 年营收达 1049.24 亿元。公司下设 387 家控股公司，合作农户约 4.3 万户，员工近 5 万人。温氏是全国最大黄羽鸡养殖企业，拥有完善的屠宰、冷链配送体系，推进“毛鲜联动”策略。公司建有多个国家级科研平台，研发团队超 1700 人，掌握核心育种与疫病防控技术，累计获科技奖百余项。2021 年起联手华为全面推进数字化转型，提升管理与效益。

二、项目简介

本项目聚焦畜牧养殖行业在数字化与绿色化转型中的核心难题，提出“有组织养殖”理念，研发并成功应用“基于知识与数据双驱动的有组织养殖智能服务平台”。平台由温氏股份联合华南农业大学、中山大学等多方协作开发，打通农户、农场与市场之间的信息壁垒，实现全流程、可持续的数字化协同管理。

平台集成四项关键技术：一是构建弹性安全的 SDN 网络，解决传统系统数据割裂和资源浪费问题；二是基于大数据与专家知识进行长周期、多品种养殖规划，提升供需匹配效率；

三是通过图像识别与行为监测技术，推动精准管理、减少资源浪费；四是搭建产销一体的智能推荐系统，实现差异化营销，提升农产品附加值。

平台已在温氏股份实施应用，服务 3 万余家养殖户，年化创造直接经济效益超 2.7 亿元，助力 4.59 万户家庭农场实现绿色增收。项目实现了数字化技术在农业绿色化生产与产业协同中的落地，成功入选中国信通院 2023 年数字化转型十大典型案例，是农业领域唯一获奖单位，具有显著示范与推广价值。

三、取得的主要成效

本项目面向畜牧养殖领域中供需预测困难、品种规划不合理、缺乏技术支撑等关键问题，依托“有组织养殖”理念，联合温氏股份、华南农业大学、中山大学等单位，研发了“基于知识与数据双驱动的有组织养殖智能服务平台”，并成功在温氏股份推广应用，显著提升了农户养殖效率与企业运营效益。

1. 显著的经济与社会成效

平台已服务温氏股份旗下 12000 多营销客户、近 3 万家养殖场（户），2023 年带动 4.59 万户合作农户实现养殖收益 107.91 亿元。系统上线以来，累计服务毛鸡投苗量达 15.52 亿只。基于该平台的短期投苗优化模型，温氏通过调整品种结构，单位毛利提升 0.11 元/只，年化经济价值超 7700 万元；精准营销系统提升客户实际购买率达 8.1%，外销销售额达 25.54 亿元，年化经济效益达 1.93 亿元。

2. 核心技术创新与突破

(1) SDN 网络技术革新：针对异构养殖系统数据融合难题，提出 SDN 数据穿透与规则同步方法，实现虚拟机与容器混合部署环境下的数据互通、安全隔离与统一管理，授权专利 4 项。

(2) 品种规划与预测模型：提出融合历史行为与专家知识的双驱动预测系统，构建区域图神经网络模型和知识感知异常检测模型，辅助农户精准识别市场需求、优化养殖结构。相关研究发表 SCI、CCF 高水平论文 5 篇，软件著作权 5 项。

(3) 养殖过程智能监测：研发图像重建识别与肉鸡多目标跟踪计数模型，实现个体识别与自动统计，解决遮挡、外观相似等难题，提升监控效率。牛脸识别 mAP 达 91%，肉鸡计数 GEH 达 0.12910，授权发明专利 2 项，软件著作权 3 项。

(4) 端到端产销推荐技术：融合显式与隐式反馈的协同过滤算法，结合用户画像与多视图聚类，实现精准营销与个性化推荐。用户偏好预测 AUC 达 0.8466，NMI 达 0.7254，ACC 达 0.7048，授权专利 3 项，软著 4 项。

3. 可复制可推广的技术体系

平台以云计算、大数据、人工智能为支撑，从品种选择、养殖技术到销售策略提供全流程智能支持。预测算法准确率达 0.6926，双向匹配召回率达 0.9477。项目入选中国信通院“2023 年高质量数字化转型十大典型案例”，为农业数字

化提供了标杆示范。

综上，本项目通过多项关键技术集成创新，构建了可持续、智能化、规模化的现代养殖服务体系，显著提升了农户收益、企业利润与行业效率，在推动农业数字化转型中发挥了积极引领作用。

四、应用场景

基于知识与数据双驱动的有组织养殖智能服务平台自2022年初在温氏食品集团股份有限公司的芜湖温氏畜牧有限公司、泰安温氏畜牧有限公司、漳州温氏农牧有限公司、宁乡广东温氏禽畜有限公司等单位实施应用，取得了显著经济效益。其中，该平台服务温氏股份12000多营销客户，服务养禽农户农场近30000家，涉及近300个销售毛鸡品种，该平台上线服务以来，投苗后上市总量累计达15.52亿只鸡。

五、下一步举措

项目将围绕“数字化绿色化协同深化”持续推进。一方面，扩大平台在多种畜种与更广区域的推广应用，构建区域级“智慧畜牧”生态网络，推动产业链上下游高效协同。另一方面，持续优化预测算法与监测模型，提升资源利用效率与碳排放监控能力，赋能精准绿色养殖。此外，计划探索与碳账户、绿色金融等体系对接，推动绿色价值量化与交易，促进农业可持续高质量发展，打造数字赋能、绿色驱动、产业协同的全国样板。

六、存在问题和建议

尽管本项目在推动畜牧养殖数字化与绿色化转型方面

取得了显著成效，但在推广应用过程中仍存在一些亟待解决的问题。一是区域发展不均衡，部分中小养殖场数字基础设施薄弱，数据采集与标准化难以实现，制约平台效果发挥。二是农业数据要素共享机制尚不完善，养殖数据涉及企业、农户和政府多方，缺乏统一的标准与共享机制，影响跨主体协同与智能化应用的深入推进。三是绿色化指标体系缺乏统一认定与量化手段，难以科学评估节能减排效益，限制绿色价值在金融等领域的转换和激励。

建议从三方面推动完善：一是加大对中小养殖户的数字基础设施与技能培训支持，缩小“数字鸿沟”；二是加快农业数据标准建设与共享平台构建，推动产业链数据互联互通；三是建立农业绿色低碳评价指标体系，探索与碳足迹、绿色信贷挂钩机制，推动农业绿色价值实现，为数字农业持续健康发展提供制度保障。

肇庆德庆冠旭电子有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

一、企业简介

肇庆德庆冠旭电子有限公司成立于 2021 年 2 月，为深圳市冠旭电子股份有限公司全资子公司，获得国家级高新技术企业认证。专注于智能耳机、智能音箱等产品的研发、制造和销售，拥有自主品牌 Cleer，建成肇庆市智能蓝牙耳机工程技术中心。作为广东省重点建设项目和肇庆市首个“零碳工厂”，公司打造智能声学终端生产基地。2023 年投产首年产值 6.7 亿元，2024 年产值突破 10 亿元，成为近年来德庆县 10 亿级工业企业，Cleer 品牌产品荣获德庆县政府质量奖。

二、冠旭电子公司数字化绿色化协同转型方案简介

公司以“智能制造系统降本+绿色能源体系减碳”为核心，实行如下四个数字化绿色化协同转型方案。

（一）生产制造系统升级

通过引进世界最先进的德国 SAP 数字智慧管理系统及 MES 管理系统，构建柔性生产线及智能硬件，实现研发设计、生产制造、供应链协同全链路数字化。依托数据采集与分析，推动智能化生产、网络化协同，完成制造系统全要素数字化升级。

（二）柔性制造模式

搭建MES生产执行系统，支持小批量定制订单与大规模订单的快速切换，交付周期缩短30%，满足市场多样化需求，增强企业市场响应能力。

（三）能碳管理平台部署

部署能碳管理平台，实时监测配电房、生产车间及高能耗设备的用电数据，通过优化设备启停策略，实现用电精细化管理与成本节约。

（四）绿色低碳数字体系

1. 绿电供应系统。厂区屋顶铺设4300 m²分布式光伏面板，年发电量91万千瓦时，覆盖15%生产用电，余电反哺电网，实现“自发自用+余电上网”模式，降低能源成本，减少碳排放。

2. 零碳产品全生命周期管理。通过统计原材料采购、生产、物流全流程碳排放数据，及购买绿电交易实现耳机全生命周期碳排放归零，全球首款零碳耳机Cleer ARC3通过碳足迹认证，提升产品市场竞争力。

3. 绿色工厂设计。采用天井式自然采光结构减少照明能耗，厂区绿化面积占比20%，立体种植灌木/乔木形成微型生态圈，获评“绿美生态建设示范点”，打造绿色生态工厂典范。

三、取得的主要成效

（一）经济效益

1. 产能倍增。2023年投产首年产值达6.7亿元，2024年突破10亿元，成为近年来德庆县10亿级工业企业，实现

产值爆发式增长，为地区经济发展注入强大动力。

2. 成本优化。自动化设备降低人工依赖，生产效率提升 10% 以上，产品退货率降低 5% 以上，单位产品成本下降 10%。

3. 市场突破。2024 年 Cleer 品牌产品的出口总金额对比 2023 年提升了 73%，在国际市场上的品牌知名度与市场份额不断扩大。

（二）生态效益

1. 绿美工厂建设。厂区植被覆盖率 65%，光伏发电年减碳量相当于种植 5 万棵树，打造为肇庆市内首个工业园区绿美示范样板，为地区生态建设提供可借鉴经验。

2. 零碳认证。全球首款零碳耳机 Cleer ARC3 通过 ISO 14067 碳足迹认证，每副耳机碳足迹排放总量：5.2086 kgCO₂e/台，碳足迹认证标识成为产品销售“绿色通行证”，树立行业绿色制造标杆，引领企业可持续发展。

（三）社会效益

1. “工农文旅”融合。2024 年 11 月，公司与德庆贡柑合作推出“认养一棵贡柑树，送一副耳机”活动，既促进贡柑产销、农业增收、文旅发展，又提升 Cleer 知名度，扩大企业社会影响力。

2025 年 6 月，Cleer 耳机联名肇庆市及德庆县景区文化 IP，让“声音”与“美景”相融，推动肇庆优质文旅资源与冠旭公司品牌产品相得益彰、有机融合。

2. 人才回流。已创造约 1000 个就业岗位，本地员工占比达 70%，肇庆市及周边技术院校“订单班”年输送人才 200

人次，促进人才返乡就业，缓解地区人才短缺问题。

四、应用场景

（一）能碳管理平台+柔性生产

部署能碳管理平台，实时监测车间及高能耗设备用电数据，优化设备启停策略，实现用电精细化管理，降低能源成本 15%。

（二）绿电系统+零碳产品

厂房屋顶铺设光伏面板（年发电 91 万度），实现“自发自用+余电上网”；同步建立产品全生命周期碳足迹管理体系，推动了全球首款零碳耳机通过认证。

（三）绿色设计与文旅融合

将零碳工厂生产出的零碳耳机，推出肇庆文旅联名耳机，通过数字化营销（直播、认养贡柑树送耳机活动）减少传统销售渠道碳排放，实现“工业+文旅”低碳融合。

五、下一步举措

（一）智能化产线深度改造

持续引入自动化 BT 测试设备、音频一体化测试设备、UI 智能测试设备等自动化测试设备，通过设备数据与 MES 系统实时交互，提升关键工序自动化率，降低不良品率，同时实现产品测试的追溯功能。

（二）能碳管理平台升级与增加储能

新增加储能设施，并在现有能碳管理平台中增加智能储能模块，结合光伏发电系统实现谷时储电、峰时放电，利用电价差降低用电成本。

（三）文旅智能耳机生态拓展

推出搭载“便捷导游导览系统”的智能耳机，通过GPS定位与景区数据联动，为肇庆星湖景区等旅游目的地提供智慧导游服务，这一创新将声学技术与文旅体验有机结合，开辟了“科技+文旅”的新业态。

六、存在问题和意见建议

（一）存在问题

1. 技术人才缺口。智能化生产设备的维保难度高，本地缺乏技术人员，维保依赖外地技术人员（主要为珠三角），增加了故障停机成本。

2. 能源与生产数据协同不足。能碳管理平台、MES系统数据未贯通，绿电调度与生产排产脱节，光伏仅覆盖15%用电需求；产品碳足迹依赖人工统计，缺乏实时追溯能力。

（二）意见建议

1. 共建设备交流平台。联合肇庆市周边电子企业的技术人员建立交流平台。

2. 校企合作培训。与肇庆市周边院校合作开设远程运维课程，培养本地技工。

3. 增加人才补贴。财政对县域企业中高端技术人员给予能吸引其落户的政策。

4. 建立统一数据中台。打通系统接口，开发绿电-生产动态匹配算法，提升光伏消纳率。

5. 能碳管理平台。与平台设计方合作，实现原材料到销售的碳排放数据自动核算，增强零碳认证公信力。

润建股份有限公司数字化绿色化协同转型 发展案例

一、企业简介

润建股份有限公司是广西本土培育的人工智能领域 A 股上市民营企业，入选中国软件企业百强、中国服务业企业 500 强。公司定位为行业领先的人工智能和算力服务商，自建五象云谷智算中心（已建成 5000P 规模算力集群），为 AI 大模型提供智算赋能；自研“曲尺”人工智能开放平台，为千行百业打造智能体应用。公司业务覆盖全国 29 个省/直辖市/自治区及东盟多个国家，致力于以专业的技术和服务推动行业人工智能的发展，2024 年营业收入超 92 亿元。

二、曲尺通信运维大模型赋能通信作业数智与绿色转型方案

曲尺通信运维大模型构建标准化、数字化、智能化作业现场管理平台。以业务流程标准化为基，对通信建设与维护作业进行标准化、数字化改造并融入 AI 大模型，实现全流程协同管理。系统借助 AI 算法智能规划与调度任务，整合分散工作为一次性全流程作业。AI 精准分析各环节需求，合理安排人员、设备及物资，避免重复上站，此举不仅大幅提升作业效率，更有效降低车辆使用频次与能耗，实现降本增效与绿色运营双重目标。曲尺通信运维大模型设计思路与技术创新点如下：

（一）全景规划

以业务流程标准化为基，借流程引擎驱动运转，融合人工智能、大数据等技术，构建全业务作业平台，实现生产作业标准化、数字化与智能化，提升作业管控水平及效率。

（二）作业全流程管理

聚焦工单及子工单全过程管理，结合订单全流程管理，覆盖质量、材料、资料、客户要求等多方面要求，支撑业务标准化与快流转。打通内部 ERP，结合 AI 大模型，联动数据、打通人、财、物专业支撑体系，提升一线生产效率。

（三）AI 赋能

基于曲尺通信运维大模型，实现作业进度智能监控、流程分析、资源调度，以及工单动态查询、知识问答、资料智能审核、预警定时通报、数据分析等 AI 场景，实现作业现场智能化管理。

三、取得的主要成效

（一）本案例技术成果已通过中央网信办大模型备案，筑牢绿色化发展基石

润建股份“曲尺通信运维大模型”于 2025 年 5 月 22 日通过中央网信办备案，是广西首个通过中央网信办备案的垂直行业模型，为深化中国—东盟数字经济合作注入新动能。

“曲尺通信运维大模型”积极响应国家绿色发展战略，通过智能化手段助力通信行业的绿色低碳发展。该模型在通信运维过程中，能够精准分析网络设备的能耗数据，识别高能耗环节，并提供针对性的优化建议。通过智能调度算法优

化网络设备的运行状态，降低不必要的能耗；通过预测性维护技术提前发现设备潜在故障，减少因设备故障导致的能源浪费和维修成本。

（二）标准化建设促作业流转，绿色化流程提升资源利用效能

通过系统方案落地实施，推动作业流程全面标准化，涵盖业务流程（准确率提升 20%）、资料、质量管控、安全管理等多维度标准化。在绿色化转型上，业务流程标准化减少了因流程繁琐造成的资源浪费，如纸张、电力等；资料标准化推动电子化办公，减少纸质资料使用，降低森林资源消耗；质量管控和安全管理标准化保障作业高效，减少返工和事故带来的资源损耗与环境影响。

（三）AI+通讯工程建设和运维专业指导知识库构建，一线作业人员获取专业指导知识效率提升

在绿色化理念指引下，持续积累 5000+案例经验优化知识图谱，借助自学习机制提升决策能力，探索自主研判处理通信运维问题，减少人工重复性研判带来的资源消耗。基于大模型的自然语言处理（NLP）能力实现精准问答，快速响应一线咨询，相比传统电话找人咨询时间，从平均 5 分钟大幅降至 10 秒，达到提高工作效率助力企业绿色化运营与发展目标。

（四）AI+作业资料智能处理，无纸化手段加速资料流转降耗

通过 OCR 识别技术和大模型的语义识别技术，对订单合

同、人员证件、证书、转级资料等作业资料的精准识别与自动填充，实现材料自动录入和审核，降低纸张使用与能源消耗，提升作业人员资料录入和审核效率，推动整体作业资料处理效率提升 40%。

四、应用场景

系统适用于通信工程建设、运维的作业现场全流程管理场景。本案例基于润建股份自研曲尺通信运维大模型的通信工程建设和运维业务作业现场全流程管理系统，以高度自定义快速配置的流程引擎为特点，满足不同场景的差异化需求。以订单项目为中心，结合订单全流程管理，覆盖质量、材料、资料、客户要求等管理要求，支撑业务标准化和快流转落地。

五、下一步举措

（一）优化曲尺通讯大模型训练

积累案例经验优化知识图谱，持续优化和训练曲尺通信大模型，进一步提升场景覆盖率以及知识问答的准确率。更好的支撑通信工程建设和运维场景作业现场管理 AI 应用场景的拓展和开发。

（二）增加 AI 应用场景

按作业现场管理岗位打造 AI 数字助理，增加 AI+施工现场安全管理、AI+ 订单结算、AI+ 现场资料整理、AI+ 隐患识别与上报等 AI 应用场景的实现。

（三）算法备案

通信运维大模型算法、通信运维文本生成算法已向中央

网信办提交备案申请，当前处于算法主体责任制度备案阶段，预计6月底前可通过备案。

六、存在的问题和意见建议

（一）存在的问题

尽管通过作业现场管理系统建设，推动了作业流程标准化建设，并基于曲尺通信运维大模型构建了一系列AI应用场景，在作业现场管理智能化方面取得不错的应用效果。但是系统推广应用的过程，也存在一线作业人员文化水平差异，对于系统使用接受的程度差异较大的问题。

（二）有关建议

进一步扩大AI技术的使用场景，利用AI大模型在自然语言理解、意图识别、推理判断分析等场景的能力，构建更加简单易用的操作终端，以数字助理的方式嵌入到一线生产过程，让一线作业人员通过自然语言对话的方式，即可完成数据获取和指令下发操作，增强系统的智能化程度，进一步降低系统使用门槛，使之更好的服务一线作业现场的管理。

海兰云（海南）数据中心科技有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

海兰云（海南）数据中心科技有限公司是全国首家海底数据中心基础设施和服务提供商，集研发、生产、制造和运营为一体的新型绿色数据中心高科技企业，开创了集约统筹用海用地的新模式。2022年，由海兰云公司负责建设的海南陵水海底数据中心集群示范项目投入运营，拉开海底数据中心商业化运营序幕。未来公司将聚焦长三角、珠三角、海南自贸岛等热点区域，与海上风电等新能源结合为企业提供更加绿色、低碳的数据中心解决方案。

二、海底数据中心数字化绿色化协同转型方案和技术创新简介

海底数据中心通过将服务器放置于海底密封的压力容器中，利用海水这种丰富的自然冷源对服务器工作过程中产生的热量进行散热，没有传统陆上数据中心的大量机械制冷设备，摒弃了制冷所需的辅助用电设备，实现节能降耗。

海底数据中心制冷系统的工作原理是：舱内风扇将服务器的热量带到舱内背板空调蒸发器上，蒸发器中的冷媒将热量带出舱外，在冷凝器端与海水进行热交换，冷凝器的冷媒和舱内冷媒形成回路。外部管路设置海水泵使冷凝器中海水循环流动，流动的海水将热量带出。

数据舱冷却采用机柜背板重力热管空调，制冷剂循环系统无压缩机、阀门等运动部件，背板空调双盘管设计接入不同冷凝器，提高系统可靠性。热管背板空调由海水直接与舱内空调换热，主要的耗电设备为海水泵及风机，与陆地数据中心相比，减少了冷却塔、各级水泵、制冷冷机等耗电设备，大大降低了能耗。

背板空调相较于房间级、列间空调，更靠近性发热源，风机能耗大大降低。空调出风温度即为环境温度，有效消除传统机房空调由于送风不均而造成局部热点可能。

空调系统全年海水自然冷却，整个系统几乎无淡水资源消耗，全年 WUE 约为 0。



海兰云海底数据中心架构图

三、取得的主要成效

1. 海南海底数据中心成功落地并高效运行。两年多来，海兰云完成三套海底数据舱模块的建设投产。每个数据舱部署 24 架 15kW 的高功率机柜，单舱功率 360kW。截至目前，

各系统运行良好，为客户业务提供了稳定的运行环境。海兰云已经与电信运营商、科研机构、互联网巨头等行业伙伴达成业务合同，以海底数据中心为数字底座，打造海底天翼云节点、“游戏出海”专有云、崖州湾先进计算中心同城灾备资源池、海底专属云、行业大模型、智慧建筑平台、海南海底智算中心等商业应用项目。

2. 树立数据中心行业省电、省水、省地新标杆。伴随 AI 时代的到来，数据中心的算力密度与日俱增，传统制冷技术难以满足散热需求。充分利用自然冷源，成为数据中心绿色发展的共识和趋势。海底数据中心利用海水实现自然冷却，集成重力热管、海水泵变频、空调群控等技术创新，运行 PUE 低至 1.1，较传统数据中心节能 30% 以上。由于无需蒸发散热，减少了冷却塔和冷水系统，淡水资源消耗为 0。此外，由于大部分设施位于海底，土地占地极少，仅有传统数据中心的十分之一。

3. 显著提高数据中心设备的可靠性。据统计，数据中心 50% 的故障是由氧化和灰尘导致的。而海底数据舱内充满惰性气体，给 IT 设备提供了一个恒湿、恒压、无氧、无尘的密闭环境，对服务器及相关设备十分友好，显著提高了数据中心的可靠性。运行以来，海南海底数据中心项目的服务器没有一台出现故障，大大降低运维工作量。此外，该项目运用全链路微结点智控技术，满足海底数据中心的远程维护、少维护、甚至免维护的需求。

四、应用场景

1. 沿海高需求城市核心计算：紧邻一线及发达沿海城市

部署，其低时延特性完美支撑金融高频交易、实时在线游戏、互动娱乐等高响应要求的业务，同时缓解城市土地资源占用压力。

2. AI 与超算密集型任务：海底数据中心高功率密度和高可靠性使其成为人工智能模型训练、科学计算、大数据分析等高功耗、高稳定性需求的理想平台。

3. 海洋经济与科研支撑：直接部署于近海，为海洋油气勘探、智慧港口、海洋环境监测等提供低时延边缘计算节点，就地处理海量数据。

4. 绿色能源驱动计算中心：天然适合与海上风电、光伏等清洁能源融合，结合其省电（PUE<1.1）和省水（零淡水冷却）优势，打造真正“零碳”数据中心，服务 ESG 目标。

5. 高安全等级数据灾备：海底的物理隔离、恒压无氧环境提供卓越的高安全性，是政府、金融等关键数据高规格灾备存储的安全堡垒。

五、下一步举措

1. 作为海南省首例海域立体分层出让项目，海南海底数据中心项目将充分利用海床、海体和海上空间开发培育海底数据中心、深水网箱养殖、海洋休闲旅游综合体、海上风电等新业态，打造海洋新技术产业集群。海底数据中心将聚合和培育海洋经济新业态，促进多领域交叉融合，为加快发展现代产业体系提供“蓝色新动能”。

2. 加快海底数据中心与海上风电融合开发，推动“海底数据中心+海上风电”示范项目落地，形成立体用海、共建共维、绿色低碳、算电协同的新模式。

六、存在问题和意见建议

海底数据中心与海洋清洁能源融合还处于探索阶段，落地过程中依然有不少挑战。建议进一步出台支持措施，为海底数据中心融合海上风电项目先行先试创造良好的政策条件。

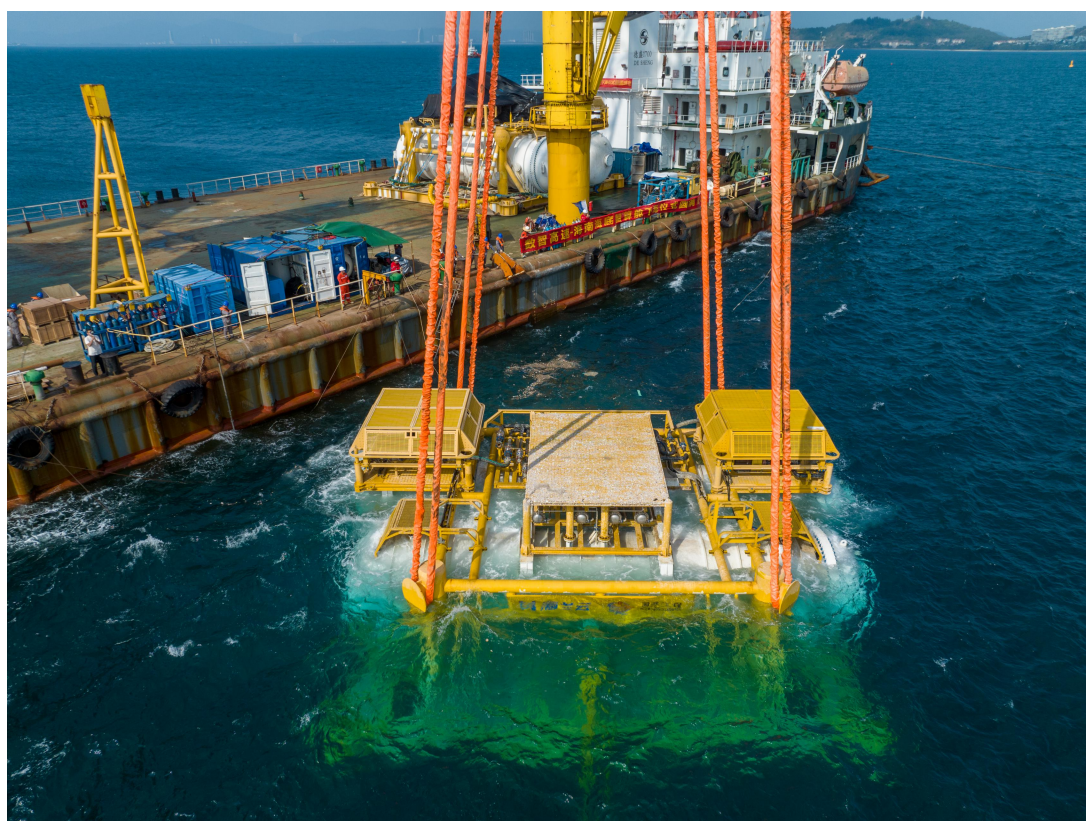
1. 加强海底数据中心总体规划和政策指引。目前政府出台的海底数据中心政策还比较少，而且缺乏配套实施细则。建议从海底数据中心的战略意义出发，将其纳入 2025 年各部委重点工作及十五五规划，加强顶层设计和部际协调，出台促进海底数据中心开发的指导意见，以重大项目、应用推广等形式，列入科技研发、节能减排、新型数据中心、海洋经济等相关政策，在用海用地、用能指标、人才建设、配套资金、产业协同、财政税收等多个方面，对海底数据中心项目予以支持。

2. 支持海底数据中心+海上风电示范项目建设。按照《绿色低碳先进技术示范工程实施方案》相关要求，我公司积极推进“海底数据中心+海洋清洁能源”示范项目建设。目前在海南已经完成三个海底数据舱模块部署，但该海域缺乏风力发电，希望有关部门能够协助海兰云完成在陵水海域建设海底数据中心配套的海上风力发的申请。

3. 推动海底数据中心在国防领域试验应用。海底数据中心可部署在 20-150 米水深的海底或湖底等水域。利用上层水面作为天然屏障，有着防人为侦查、防入侵、防攻击、隐蔽性高等方面的优势，支持分布式部署、移动部署和快速扩容。希望国家部委牵头推进军民融合示范，我公司可提供相

关技术方案以及运营保障，与国防科工科研机构对接需求，进行试验验证、产品试用以及规模化应用。

4. 设立海底数据中心技术研发专项。虽然海底数据中心海南示范项目已经成功落地，但我国海域辽阔，不同地区水文条件差异显著。建议国家相关部委牵头，召集海洋工程、清洁能源、海洋信息、典型用户等有关单位成立创新共同体，设立海底数据中心研发专项，针对典型海域条件，以及与海洋清洁能源协同发展等问题，开展技术攻关，打造海底数据中心技术创新高地，为相关海洋高技术产业发展提供创新动能。



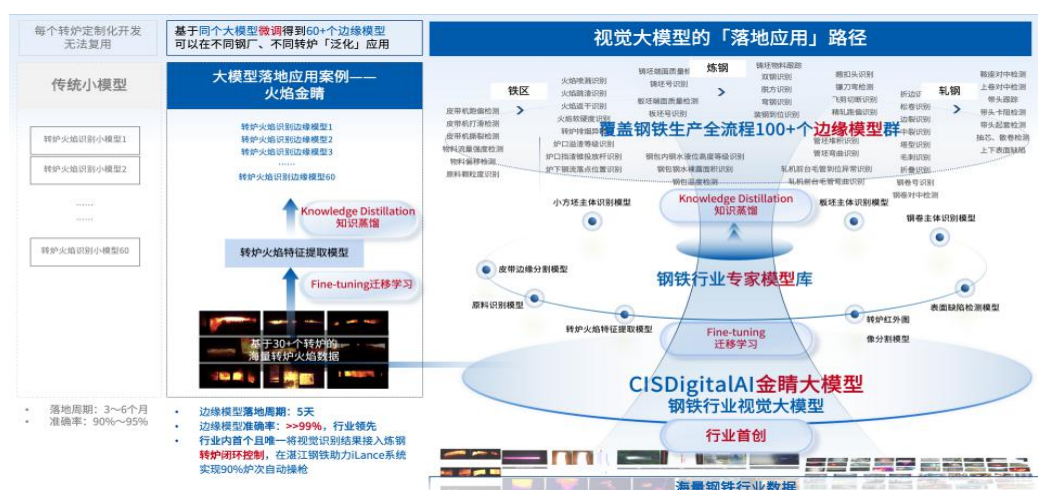
海南海底数据中心入海精彩瞬间

中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司数字化 绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司（简称“中冶赛迪信息”）成立于2010年，是中国五矿旗下智能化信息化板块引领企业，专注于智能制造、智慧城市、智慧政企等领域。拥有CMMI 五级、CS 四级、ISO 信息安全等多项认证；是国家鼓励重点软件企业、国家级“双跨”工业互联网平台企业、国家高新技术企业。相关科技成果获得多项国家级省部级奖项，累计拥有授权专利280余项、软件著作权800余项，参与国际标准、国家标准、行业标准30余项。

二、数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介



针对传统 AI 研发周期长、场景泛化能力不足等问题，推出首个钢铁行业视觉大模型“CISDigital-AI 金睛大模型”，并沿着“行业大模型-专家模型-边缘模型”的研发路

线，大幅提升模型的多场景应用能力、研发效率与新场景的部署效率（落地数据量需求降至原来的 2.5%，部署周期缩短至原来的 1/36），从而降低对设备、数据、算力的依赖，减少研发成本。

面对 AI 技术在实际落地中领域知识复用难、缺陷数据稀缺等问题，坚持“领域知识+数字技术”路线，构建钢铁行业超 2000 万条标注数据的专用高质量数据集。基于红外热成像、可见光图像、三维点云等技术类型，融合行业自有数据、开源数据与模拟数据，通过统一数据标准和结构化处理，提升数据整合利用效率。通过持续积累真实生产数据反哺模型迭代，推动数据集实现指数级增长，为全流程智能感知提供“可用、好用、管用”的数据底座。

针对钢铁生产环境恶劣、高速生产中异常工况复杂等挑战，构建“智能感知算法+智能硬件设备+业务分析系统”技术架构，打造软硬一体化设备，实现数据处理时延<150ms，满足钢铁生产高速运动场景下的实时检测需求（较传统中心计算速度提升一倍），平均识别准确率达 99%（较行业平均提升 1~4 个百分点），实现智能感知的高清、高精、低延迟识别。



三、取得的主要成效

（一）经济效益

本案例形成的机器视觉方案两年内已在海内外 40 余家钢厂部署超千套，合同额破亿，为企业带来显著的间接经济效益，如：转炉火焰识别：转炉炼钢环节，提供电信号辅助智慧转炉生产管控。在吹炼全程辅助调控，实现熔剂与合金添加优化、氧枪动态控制、冶炼终点参数预测。方案投用后，转炉关键技术经济指标持续改善，转炉周期缩短 2~3 分钟，一倒率达到 93%。此应用入选了“2022 年国家工信部工业互联网 APP 优秀解决方案名单”。



智能加药：通过整合钢铁、市政、造纸印染等多行业废水数据，利用全自研的水下图像采集装置识别水下矾花，并将结果接入自动化控制，实现药剂的精准投放，无需人工值守即可确保全年水质稳定高标准（月均 < 1 NTU 达标率 100%），药剂使用效率提升 30% 以上，水处理规模达 92.9 万 m³/d。

除尘智能管控：结合粉尘图像识别和风量智能分配模型，针对产尘点快速自动化收尘，提升除尘效率 15%~20%，降低系统能耗 10%~25%。已落地 2 个钢厂、9 套设备。

（二）社会效益

改善劳动环境，保护人员视力：通过大屏展示高清火焰图像，替代传统肉眼看火，降低工人视力损伤风险。



传统视窗作业



转炉火焰识别系统辅助作业

减少重复劳动，提升经验传承：通过替代人工巡检和异常报警，释放机械性工作，推动流程规范，助力企业高效培养新员工。

即时识别违章，保证生产安全：通过对人员行为、安全装备佩戴、作业环境的全天候全方位监控并声光告警，帮助企业及时定位精准地点、迅速响应紧急情况并纠正违规行为，降低事故风险，保障人员安全，减少生产中断及经济损失，稳定生产作业。

降低能源损耗，提高环保水平：本成果可作为视觉传感

器，辅助实现生产闭环控制，利用智能加药系统，减少药剂损耗，保证污水处理的稳定性，确保排出的废水质量达标；通过除尘智能管控系统，降低电力损耗，保证烟雾排放达标，持续促进企业高质量绿色低碳发展。

确保数据准确流转，促进信息高效管理：替代人工自动识别录入喷号信息，减少因人为错误（原错误率超过 12%）导致的数据不准确，保证生产数据的完整性、可追溯性，提高了数据处理速度和准确性，为构建无纸化工作环境奠定基础，便于长期信息存储与高效管理，提升整体生产质量管理水平。

四、应用场景

本案例主要聚焦于钢铁生产全流程，覆盖料场、炼钢、轧钢等环节，形成 24 个标准化应用场景，覆盖 100 余个生产点位，涵盖定位、识别、检测、测量等机器视觉应用领域，涉及生产监测、质量控制、能源管理、环境监控、安全防护等多个方面，实现从原料到成品的全流程智能感知。

五、下一步举措

本案例将持续深化 AI 技术与钢铁冶金工艺机理的融合，进一步探索智能纠偏、动态调速、精准干预等控制技术及机器人巡检等自动化设备，通过强化智能监测系统与自动控制技术的协同，实现“监测预警-智能决策-自动控制”的升级，构建全流程闭环控制体系。在市场推广方向，纵向拓展至俄罗斯、东南亚等海外地区，横向迁移至有色、矿山等行业，

推动跨行业低碳生产转型，全方位助力传统工业向数字化、绿色化转型升级。

六、存在问题和意见建议

当前钢铁行业数字化仍存在基础薄弱、智能化应用碎片化、机器视觉与工艺融合不足等问题。因此希望相关部门制定钢铁行业数字化与绿色化融合标准，设立双化协同转型专项基金，推动数据集成共享与行业大模型研发，加强人才培养，建立产学研用协同机制，突破技术瓶颈，加速机器视觉技术在钢铁行业的深度应用。

重庆美心（集团）有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

重庆美心（集团）创建于1989年，现已发展成为一家以门窗建材研发制造为主，投资涵盖地产物业、文旅康养、智能家居、国际贸易等多个领域的综合性集团企业，三十余年来服务家庭超千万，工程项目10万余个，布局销售网点超过4000家，出口四十多个国家和地区。连续多年荣膺“重庆市企业100强”、“重庆市民营企业100强”、“重庆市制造企业100强”称号，在门业制造领域，智能制造MES的引入成为产业升级的关键一步。美心公司在门业行业率先引入MES系统，门业企业借助MES系统，实现了生产智能化、管理精细化，提升了市场竞争力，迈向高质量发展的新征程。并以“门、窗建材业为主，多元反哺”的布局和融聚，面向未来，走向世界。

二、重庆美心（集团）数字化绿色化协同转型方案或技术创新简介

1. 节能空压机及控制系统的改造，改造前采单级喷油螺杆空压机，改造前空压机总功率1200KW，改造后采用双极永磁变频空压机，总功率930KW，因为使用了变频技术及自主研发的控制平台，年节约用电量120万度电，减排二氧化碳942吨；

2. 大型液压机液压系统改造，改造前传统异步电机+柱塞泵系统，空载耗电大、溢流阀持续泄压导致能量浪费，升级改造后采用伺服双联叶片泵系统，空载近乎零能耗、动态压力调节接近零能源浪费，节能率达 50%以上，年节电 57.7 万度，年减排二氧化碳 462 吨；

3. 自主研发的节能表面处理生产线改造，改造前产品表面处理是采用天然气燃烧炉加热风循环系统加热产品，该加热方式热量浪费大，改造后采用直燃式加热方式，热效率高，通过改造，单条流水线年节约天然气约 4 万方，减排二氧化碳 121.5 吨；

4. 自主研发的自动伺服冲切线代替传统的冲压机，改造前传统的冲压机是采用液压系统来控制设备对产品进行冲压，传统的液压系统空载时间长，浪费多，改造后采用自动伺服冲切，只有在做功的时间电机才会动作，节能率达到 70%，美心公司共有 10 条生产线，年节约用量 100.8 万度电，减排二氧化碳 804 吨生产线的改造。

三、取得的主要成效

1. 智能生产流水线的改造带来了显著变革。过去，传统生产线效率低下，产品品质参差不齐，难以满足多样化市场需求。如今，通过自主研发智能化设备与先进的生产管理系统，生产节拍大幅提升，单位时间内产出大幅增加，生产效率提高近 40%。同时，智能检测设备精准把控质量关，产品品质显著提升，次品率降低 0.1%，客户满意度显著提高。更重要的是，改造后的生产线实现了柔性化生产。企业能够

根据市场动态和客户个性化需求，迅速调整生产计划与产品规格，无需大规模设备更换或停产改造。这种灵活性不仅增强了企业的市场适应能力，还为企业开拓高端定制市场提供了有力支持。

2. 在门业制造中，表面处理线的改造成为企业转型升级的关键一步。通过引入先进的自动化设备与智能控制系统，生产节拍显著加快，原本复杂的工艺流程变得更加高效流畅，单位时间内的产品产出大幅提升。同时，改造后的设备采用节能技术，把原来使用天然气燃烧炉加热风炉循环系统的方式改造为直燃式的方式为产品加热，能源消耗大幅降低，为企业节省了可观的成本，单条生产线年减排二氧化碳达到 120 吨。在质量把控方面，精准的涂层控制与稳定的工艺参数，有效减少了产品色差问题，使产品外观更加均匀美观。这一系列优化，不仅提升了生产效率，还增强了产品的市场竞争力，为企业的可持续发展注入了强大动力。喷塑线、热转印线改造后提高了生产节拍及产品加热温度的均匀性，减少了产品色差。

3. 绿色厂区、绿色制造、绿色产品，这是美心集团围绕绿色降碳的“三绿”。

厂区绿化率 30%以上。园区里有 30 多种绿植，在不影响正常生产的情况下栽种植物，同时，还为员工们打造了厂区花园。不少市民也来到厂区“打卡”。

较高的绿化率能够让厂区保持良好生态，也为厂区装上了一层冬暖夏凉的“保护罩”，同时减缓了噪音向外扩散。

此外，厂区墙体的保温层更新，也让厂区内能耗大大降低。

此外，为了最大限度地降低厂区运转能耗，让绿色为企业赋能，美心集团没少下功夫——设置天井，加强对自然光线的利用率；合理布置高噪声设备，综合采取减振、隔声和消声等防治措施降噪；大楼的照明灯和水龙头是感应的，节能又环保；职工食堂，也采取了低能耗的烹饪组合

美心集团在保证产品功能、质量以及员工职业健康的前提下，优先选用绿色原料、工艺、技术和设备，实现了用地集约化、原料无害化、生产高效化、循环利用化和能源低碳化的目标。通过不断自主研发，对工艺进行优化升级，空压设备的耗能从 1200 千瓦缩减至 930 千瓦，节能成果明显。美心集团每年可节约 120 万度电，减排二氧化碳 942 吨。

“我们还在每一台空压设备上安装了传感器和流量计，实时监测生产设备的耗能情况，遇到设备老旧或者损坏而造成的能耗增高，也能够及时查找到原因，并进行修缮。打造绿色产品，是美心建厂以来一直秉持的初衷。利用木屑、竹子、麦梗等各种废旧纤维，经特殊工艺处理后模压而成板材，替代原有钢材、木材进行门扇开发，节约实木原材料保护环境。PVC 覆膜技术，则让门板的装饰从传统的喷漆环节中脱离出来，减少了气味等对产品的影响。而在门内，技术人员也将容易产生烟气的焊接技术变为物理的螺钉连接，真正实现产品的绿色升级。

美心集团被动式系统入户门在业内率先通过国家相关检测机构性能检

四、应用场景

将污水处理后再利用，对车间的能源消耗数据进行捕捉和记录，对设备改造升级为变频，降低噪音污染……绿色为美心门业生产插上了更加智能的翅膀。预计通过的绿色智能改造升级，我们将实现再节能 30%，减少碳排放 3756 吨，节省 1236 吨标准煤。企业外部环境及产线的绿色、节能方面均形成系统化打造模式。

五、下一步举措

在绿色制造、节能降碳上继续持续发力，一方面降低单位产品制造能耗，材料方面持续研发降碳绿色的替代材料。美心集团开展传统产业绿色改造升级，在“智慧+”“创新+”“绿色+”路线下，打造绿色工厂，让“含绿量”促进“含金量”。

六、存在问题和意见建议

绿色产品开发不足，除被动门、隔热窗等可将更多的绿色节能的门窗研发提上日程，让越来越多的美心绿色产品应用在人们的生活中。

华融化学股份有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

华融化学股份有限公司成立于 2000 年 9 月，是新希望集团旗下新希望化工投资有限公司控股子公司，2022 年成功登陆深交所创业板（301256.SZ）。公司致力于氢氧化钾的绿色循环利用，主要产品涵盖电子级、光伏级、试剂级、食品级等精细钾系列，是国内较早采用离子膜电解技术的企业，首创电子级低钠氢氧化钾成套技术，亦为全国少数具备 95% 含量固钾生产能力的企业之一。公司坚持数智化、绿色化转型，打造行业领先的数字化供应链与绿色工厂，单位能耗指标居全国前列，获评国家级绿色工厂，正积极打造“四川绿色智造”新名片。

二、智慧能源运营平台-数字化绿色化协同转型方案和技术创新简介

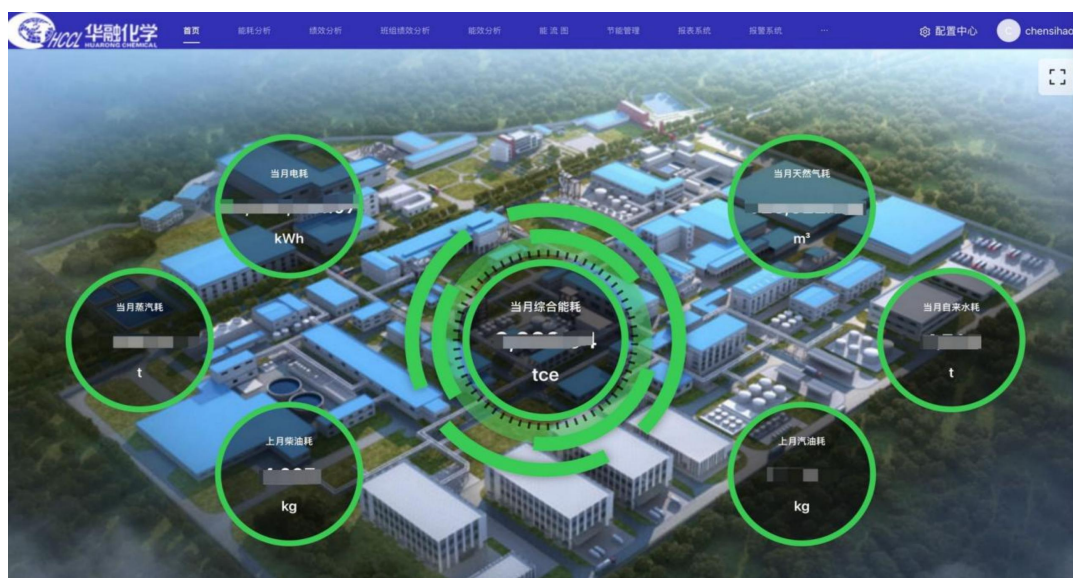
能源属于企业第二大成本、叠加“双碳”目标驱动的背景下，华融化学正加快推进数字化与绿色化协同转型，构建智慧能源运营平台已成为核心路径。该平台以“OT+IT 深度融合”为基础，贯通现场设备、工艺控制与管理系统数据，构建覆盖工段、产线、设备等多层级的能效可视化体系，逐步建立工厂级与产品级用能模型，实现能源流向与消耗结构的透明管理。

在此基础上，平台引入 AI 与工艺算法深度融合，基于“机理模型+能效建模”的技术路径，构建产量计算模型、钾产品温度-浓度-密度关联模型以及设备能效评估模型；结合工艺机理分析与机器学习算法，拟合关键工艺特征参数，构建线性与非线性优化模型，精确寻优工艺控制参数，推动实现能源效率最优的生产模式。同时，结合能源监测系统，对各工段、产线、设备的能耗进行实时跟踪与效率分析，支撑多级能源综合管理，挖掘节能潜力，实现持续节能。

在管理层面，重塑组织架构与运营流程，设立“能源运营”专职体系，推动节能责任由专人制向全员共担转变，建立制度化、流程化的节能文化，实现“人-机-流程”的协同控能降碳。



图一 能源管理方案



图二 能源管理系统

围绕 KPI 指标,构建以绩效为导向的能源管理闭环体系,按工艺单元、产线、设备、产品等多维度动态分解能效指标,实时监控运行趋势,驱动节能项目精准识别、动态跟踪和落地实施,形成可持续优化的能效提升机制。

通过平台化、智能化、可视化的技术体系,叠加数字化运营机制,助力企业实现从“粗放用能”向“精益能效”的跃迁,夯实可持续发展的绿色核心竞争力。

三、取得的主要成效

华融化学智慧能源运营平台践行"算得准、看得清、管得住"的建设理念,通过数字化与绿色化深度融合,取得了显著的转型成效。

1. 工艺优化升级,整体能耗下降

平台建设投入使用后,综合能耗下降 6%,单位产品 CO₂排放量降低 5.4%,绿色发展成效突出;能源异常告警实现全覆盖,涵盖数据、能耗、设备三大异常类型。构建工厂级

和产品级用能模型，在电解、合成、蒸发等关键工段部署智能优化算法，实现工艺参数自动调节。通过机器学习技术分析历史运行数据，寻找最佳工艺参数组合，实现工艺过程的智能化调控。建立完善的异常告警机制，实现提前 2-4 小时预警，推动管理模式从被动响应向主动预警转变。

2. AI 驱动精准计算，产量准确率达 98%

产量数据计算准确率达到 98%，设备能效数据计算准确率达到 99%；数据采集频率提升至分钟级，能源报表计算时间缩短至 5 秒内，决策实时性大幅提升。基于工艺机理与 AI 算法深度融合，彻底破解了氯碱行业产量实时计算这一技术难题，实现从人工经验到 AI 智能计算的根本转变。AI 驱动的智能算法不仅提升了计算精度，更重要的是解决了传统人工填报模式下数据缺乏准确性和时效性的问题，为生产改进和能源节约提供了准确可靠的数据基础，推动能源管理向智能化方向发展。

3. 人力成本降 50%，管理效率显著提升

能源运营人力成本下降 50%，管理效率显著提升；系统扩展性突破点位数量限制，支持多层级用能模型构建；系统集成能力全面增强，实现与设备管理、质量管理、数据采集系统协同运行。建立工厂-工段-班组三级绩效考核体系，通过能源驾驶舱、用量盘点表、统计台账等可视化管理工具，实现能源管理数字化。系统自动生成能源分析报告、识别节能机会点，使管理决策更加科学精准。

系统建立了完善的能源指标计算规则体系，通过产量计算模型（钾产品产量模型、氯氢产品产量模型）和设备能效模型的精准计算，为各类能源单耗指标提供了准确的数据基础。解决了缺乏系统化动态 KPI 考核指标的问题，实现了基于准确数据的能源效率量化评估。

4. 突破核心痛点，攻克行业难题

一是攻克了中间过程产品产量实时计算难题，实现了钾产品、氯氢产品中间过程产品的精准计算；二是改变了数据人工填报模式，大幅提升了数据准确性和时效性；三是建立了完善的数据分析体系和动态 KPI 考核指标；四是构建了完善的能耗报警和跟踪机制，实现了用能的有效优化；五是实现了能耗的横向对标及纵向对比，为持续改进提供了科学依据；六是沉淀了氯碱行业产品温度-浓度-密度关联模型，电解、合成、蒸发等关键工艺参数拟合模型，关键设备能效模型等行业模型。

四、应用场景

智慧能源运营平台凭借其精准化能效分析与智能化能耗诊断功能，在电解、电蒸发、合成、空压、循环水等高能耗工艺环节效果显著。该平台通过实时采集 OT 数据，积极开展能效诊断工作，并及时发出异常预警，同时进行负荷优化。借助先进的 AI 算法，平台能够实现负荷预测与调峰响应，动态调整能耗策略，从而有效降低单位产品电耗与碳排放。此外，平台还构建了全流程能效监测与智能调控体系，

节能降碳成效显著。

在氯碱化工行业等高耗能领域，智慧能源运营平台以及能源运营调控体系展现出较高的普适性与可复制性，为行业节能降碳提供了有力支持。

五、下一步举措

华融化学将聚焦碳管理深化，立足 ESG 发展理念，遵循工业和信息化部《工业企业和园区数字化能碳管理中心建设指南》的指导要求，结合华融现有智慧能源运营平台，建立华融能碳管理中心，实现对碳排放的精细化计量、精准化管控、智能化决策与可视化呈现，提升节能降碳管理能力，支撑能源利用效率提升和碳排放降低。同时推进精细钾、氯产品全生命周期碳足迹认证工作，增强产品在市场中的绿色竞争优势。

六、存在问题和意见建议

作为氯碱行业双化协同先行者，华融化学虽在能效管理上取得突破，但全行业转型升级仍面临三大共性挑战。首先数据孤岛割裂，难以行业整体协同，无法实现跨厂能效对标；其次技术推广受制于改造成本，AI 算法等前沿技术部署成本高，超出中小企业利润承载能力；最后碳价值链尚未贯通上下游：产业链碳足迹追溯需统一数据底座，但基础化工领域尚未建成区域性工业碳云平台。

针对上述问题，提出以下未来发展建议，首先建议联合行业协会制定能源计量数据采集规范，破除信息孤岛，推动

建立行业能效优化开源社区，促进管理经验共享。其次创新绿色技术普惠机制，将电解工艺 AI 算法纳入 "首台套政策" 补贴范畴，对中小企给予一定采购费用减免。最后建设区域碳协同基础设施，由政府主导建设专业化工碳链平台，整合电网/天然气数据赋能企业碳核算，支持企业精准核算碳排放；向产业链开放实时碳数据接口，助力区域低碳认证体系高效落地。

四川金象赛瑞化工股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

四川金象赛瑞化工股份有限公司成立于 2003 年 5 月，位于四川省眉山市，是国家高新技术企业，构建了以天然气为基础的合成氨—硝酸—硝铵—尿素—三聚氰胺—硝基复合肥全流程一体化绿色化工循环经济产业链。公司拥有国家级技术中心、博士后工作站、液体肥工程中心等多个创新平台，主导产品三聚氰胺被工信部评为“制造业单项冠军”产品。公司已取得“两化融合”“智能制造能力成熟度二级”“等保二级”等认证，入选 2025 年四川省工业领域设备更新和技术改造“智改数转”重点项目及先进智能工厂。

二、基于工业互联网和工业大数据的绿色化工循环经济产业精细化管理系统的数字化绿色化协同转型方案简介

公司围绕绿色化工循环经济的数字化、智能化转型，搭建了以工业互联网平台和工业大数据平台为核心的数字化绿色协同管控系统。技术架构采用“工业互联网平台+工业大数据平台+边缘云+企业自有云”，整合 ERP、MES、DCS、SIS、WMS、TMS、HSE 等业务系统，实现从采购、制造、仓储、销售到环保管理的全价值链数据流贯通。项目部署智能传感器和 DCS 系统，实时采集生产现场的温度、压力、流量等参数，

结合 AI 算法深度分析，实现工艺优化、设备故障预测、能耗评估和排放精准控制，打造全过程可视、可控、可优化的精细化智能管控体系。

公司建设的智能安全与环保管理系统集成 AI 预警模型与环境数据分析工具，强化废气、废水、固废的排放实时监测与治理优化，推动企业减碳目标与本质安全的协同实现。同时，通过搭建供应商协同平台和物流调度系统，实现从采购计划到物流执行的全过程信息共享和智能调度，显著提升供应链绿色化协同效率。此外，项目同步推进数据治理与工艺优化的深度融合，实现从装置运行到碳排放的精细模拟与动态调控，通过数据闭环机制落地排产优化、能耗预测、质量问题预警等应用，支撑企业绿色、高效、安全的生产运营目标。

三、取得的主要成效

（一）工业互联网平台和工业大数据平台建设。配合公司自主开发川金象数链平台，实现 ERP、MES、WMS、TMS、DCS、LIMS、HSE 等多个系统的数据集中治理和统一调度，建设企业级工业大数据平台，为生产、能源、环保、设备、安全、销售、财务等多个领域提供实时数据采集与智能决策支持，显著提升企业数据利用效率。

（二）全价值链数据流贯通。实现了从订单管理、采购执行、原料入库、计划排产、生产执行、质量检测到成品出库的全流程数据闭环贯通，数据共享率提升至 90%以上，大

幅提高了计划精准度和业务协同效率，支撑智能排产、精准采购、质量追溯等核心业务的高效运作。

（三）精细化生产管控。通过 MES 与 DCS 深度融合，实现生产现场数据实时可视、异常指标自动预警，现场操作人员减少 30%。通过 DCS 与 SIS 联动，实时监控生产过程，实现异常联锁保护，关键设备运行效率提升 20%以上，非计划停机率降低 35%。

（四）绿色制造能力提升。建立能源管理与碳排放实时监控系統，实施蒸汽、压缩空气、用电、废气等实时能效分析。项目实施后单位产品能耗降低 10.3%，碳排放减少 8.7%，环境治理达标率超过 98%，显著提高了企业绿色生产能力。

（五）智能供应链协同优化。通过 ERP 与 TMS 的系统对接，实现从订单处理到运输管理的全过程电子化、实时追踪和动态调度，货物流转效率提升 25%以上，全面提高物流绿色化水平。

（六）产业链协同创新模式构建。依托工业互联网平台，实现与上下游企业的数据互联互通，实时共享市场需求与供应链信息，推动周边企业同步开展数字化绿色化升级，初步形成区域产业链协同创新生态圈。

（七）经济与社会效益。项目落地后，预计年新增销售收入 1 亿元，利润 500 万元，税收 200 万元，新增就业岗位 56 个，大幅提升企业竞争力与社会影响力，推动区域经济绿色转型与可持续发展。

（八）数字化转型成效突出。获得两化融合管理体系认证、智能制造能力成熟度模型（二级认证）、等保二级认证；入选 2025 年四川省工业领域设备更新和技术改造“智改数转”项目和 2025 年度四川省先进智能工厂。

四、应用场景

本项目广泛应用于采购、制造、仓储、物流、销售、安全环保等化工企业全业务环节。通过智能传感器、DCS 系统和 MES 平台，实现采购订单智能跟踪、生产计划智能监控、仓储物流自动化调度、销售过程实时监测、质量精准追溯和安全环保监控的全面数字化升级。在合成氨—硝酸—硝铵—尿素—三聚氰胺—硝基复合肥全流程核心生产装置，系统实现连续化工艺优化控制、自动排产和能耗精细化管理，有效降低人工干预，全面提高生产效率与绿色化水平。

五、下一步举措

公司将持续深入推进数字化绿色转型，建设合成氨—硝酸—硝铵—尿素—三聚氰胺—硝基复合肥全流程的数字孪生工厂，深化智能排产、AI 能耗预测和碳足迹评估等技术的研发应用。进一步扩大工业互联网平台与上下游企业的数据协同规模，推动“企业群+平台+场景”的产业链协同创新模式落地，努力建设成为全国领先的绿色化工循环经济产业示范基地，形成更高层次的数字化绿色化协同发展新格局。

六、存在问题和意见建议

公司在推进数字化绿色转型过程中仍存在一些问题和

挑战：一是技术融合难度大，ERP、MES、DCS 等系统建设周期长、供应商多，数据融合和标准统一难度高，建议加强统一数据标准建设。二是边缘计算和网络通信能力不足，部分装置现场数据实时传输存在延迟，建议加快工业园区级的边缘节点与 5G 网络建设。三是产业链协同机制尚不完善，上下游企业数字化基础薄弱，协同意愿不足，建议出台专项扶持政策，鼓励产业链上下游企业共同推进数字化升级。四是高端复合型人才缺乏，建议政府和高校加强对化工领域数字化交叉学科建设和人才培养力度，为企业培养更多数字化转型骨干。

贵州赤天化桐梓化工有限公司数字化绿色 协同转型发展案例

一、企业简介

贵州赤天化桐梓化工有限公司是一家以煤为原料多层次深加工、综合利用不可再生能源的节能环保型可持续发展的新型煤化工企业。公司是高新技术企业、专精特新中小企业、“新型煤化工协调工作委员会”成员单位，也是省级企业技术中心和遵义市工程技术研究中心的依托单位，拥有 30 万吨/年甲醇、30 万吨/年合成氨、52 万吨/年尿素产能及 10 万吨/年复合肥产品，是贵州省内最大的氮肥生产企业，公司产品“赤”牌尿素曾获“国家质量金牌奖”、“中国名牌产品”、“国家免检产品”，尿素和复合肥均通过国家生态肥认证，并且复合肥产品获得贵州省绿色产品殊荣。

二、数字化绿色协同转型方案或技术创新简介

在数字化与绿色发展深度融合的时代背景下，公司以实现高效、安全、可持续发展为目标，围绕生产控制自动化、办公网络数字化、安全生产信息化及清洁绿色生产四大核心领域，系统性推进数字化绿色协同转型方案，以技术创新驱动企业高质量发展。

1. 生产控制自动化。生产过程控制自动化主要体现在

分散控制向集中总控系统升级改造，主要是在已有的 DCS 系统、紧急停车系统（ESD）、安全联锁系统（SIS）等智能制造控制系统的基础上，进行升级改造，实现各工段、各分散控制系统集中控制，使得过程控制更加安全和高效。并且，在控制系统升级改造同时，将防病毒网系统进行升级，使得网络通讯更加安全和稳定。

2. 办公网络数字化。围绕大宗物料管理与火车卸煤输煤流程，推进网络智能化改造。搭建大宗物料管理信息系统，整合物流、供应链、营销等模块，实现无人值守与数据深度融合；运用物联网技术升级火车卸煤输煤环节，优化运输流程，有效降低运营成本与能源消耗，提升办公效率与绿色效益。

3. 安全生产信息化。构建安全生产信息化平台，融合风险分级管控、隐患排查治理等核心功能，集成双重预防机制、特殊作业管理、设备预知维修、人员定位等模块。通过全流程监控与精准防控，强化企业安全主体责任落实，以数字化手段推动绿色可持续发展，为企业安全稳定运营提供坚实保障。

4、清洁绿色生产。通过不断地节能技术改造，提高煤炭资源化利用率，降低生产消耗和污染物排放，实现清洁绿色生产。

三、取得的主要成效

数字化建设为公司带来全方位变革，不仅显著提升生产

效率、实现节能降耗，更在保障员工安全、强化生产安全性方面发挥关键作用，具体体现如下。

数字化建设不仅仅是在生产上为公司提供便利，达到节能降耗、降本增效的作用，还使得公司员工安全得到更大的保障，生产的安全性和稳定性得到大幅提升。

1. 集中总控系统升级。升级后的集散系统能够实现压缩机组的启停控制、机组防喘振控制、辅助设备的控制、主要装置的联锁保护、紧急停车等功能。实现 DCS 控制系统在中控室统一监控、指挥、操作，提高工作效率、提高生产力、方便装置之间的沟通互联，确保全厂装置安全、可靠的运行，提升公司生产本质安全。公司原 DCS 防护系统已多年未更新，对 DCS 控制系统的防护存在较大的隐患，对公司 66 个操作站升级双冗余防护系统以后，杜绝 DCS 系统受到病毒攻击而无法保障生产装置操控，防止黑客攻击造成系统瘫痪事故的发生。

2. 数字化办公网络升级。智慧营销系统，通过 IC 卡及相应的管理设备和软件对车辆的派遣、货物运输、车辆过磅、质检化验、运费结算、物流管理系统、供应链管理系统、营销管理系统无人值守、数据融合等进行全面管理，有效规范物流管理流程、提升物料运输效率、规避运行漏洞，提高员工的工作效率，杜绝舞弊行为，降低企业的生产成本。智能化采制化系统，使得煤炭采购、抽样、制样及检验更加高效和公正。OA 无纸化办公及小 D 人力资源管理系统使得管理更

加节能和高效。火车卸煤输煤智能化建设成效斐然，通过优化煤场管理、提升转运速度，实现卸煤输煤能力显著增强。

3. 安全生产信息化系统。安全生产信息化建设涵盖安全作业许可证管理、智能巡检系统、人员定位系统，三大系统协同运作，实现对现场人员的高效安全管理。目前，安全生产信息化建设已基本完成。电子票“八大”特殊作业票证处于试运行与优化阶段，智能巡检模块在各工艺车间逐步调试，人员定位芯片安装工作稳步推进，已完成 2000 余个定位信标、10 个定位基站及定位服务器、工业安全隔离与信息交换机的部署。人员定位系统支持实时人员跟踪与轨迹查询，通过可视化界面集中展示。电子围栏功能可在厂区地图上灵活划定重点区域，设定生效时间与人数限制，一旦人员越界或区域人数超限，系统即刻自动报警，为员工安全保驾护航。电子作业票证管理则明确各级管理层职责，实现审批流程标准化、工作流程规范化。

4. 清洁绿色生产。对于“三废”处理，采用先进资源化治理措施。首先，废气通过送入锅炉燃烧处理后尾气与锅炉烟气，进行脱硝、脱硫后达标排放。其次，工艺废水作为气化磨煤制浆溶剂，送入气化炉中燃烧，废水中的有机物被转化为水煤气。最后，固废，例如煤气化煤渣，通过干燥后配入锅炉燃料煤中通过锅炉燃烧处理。对于，系统节能，将原本减压的高压蒸汽，改为背压发电，将放空的灰水低压闪蒸汽，通过 ORC 透平驱动发电机做功，不仅减少电能消耗，

而且降低能耗。通过资源化措施和节能措施，实现了绿色生产。

四、应用场景

集中总控系统深度应用于各化工生产车间、工段、装置及设备的连续生产场景，具备海量数据实时处理能力，因变量多元且系统可靠性、安全性突出，充分契合危险化学品生产行业的控制需求。

数字化办公网络中，大宗物料系统（智慧营销系统）与火车卸煤输煤系统应用广泛：前者覆盖人事、生产、营销、采购等领域，高效完成供应链及物流管理的数据收集、处理与汇总；后者优化煤场管理，显著提升转运效率。

安全生产信息化系统实现现场检修票证全流程跟踪管理，实时把控作业进度、内容及安全防护条件。人员定位系统与智能化巡检系统则分别通过实时监控现场人员分布及巡检情况，保障工厂作业安全与装置运行稳定。

五、下一步举措

现在公司已朝着数字化工厂的方向逐步迈进了，但离先进的数字化工厂的标准还有一定差距。后续在持续关注公司现有数字化系统的情况下，关注市场上的煤化工企业数字化建设方向，争取早日完成数字化工厂进程。例如，后续建设APC控制系统，提高锅炉运行效率；建立数字孪生系统，精准预测工艺生产状况趋势，及时调整相关工艺参数，确保安全生产的前提下，实现节能降耗的目的；利用AI系统模型

模拟系统运行工况，找到不同变量对应的系统控制的高效点，指导生产过程控制。

六、存在问题和意见建议

在化工企业数字化建设进程中，普遍面临三大核心难题。其一，数据整合存在障碍，各系统数据来源广泛且关联性差，独立运行模式导致数据联动、引用难以实现，严重制约数字化协同效能。其二，复合型人才短缺，企业人才结构单一，精通化工工艺与数字化技术的综合性人才稀缺，成为数字化建设的瓶颈。

为此，针对性提出解决方案。针对数据整合难题，企业可构建覆盖生产、运维全流程的工业互联平台，打破数据壁垒，但鉴于建设成本高昂，需政府出台政策扶持并提供资金支持。对于人才问题，企业应加大力度引进或培养既懂化工工艺又精通数字化技术的复合型人才，从技术部署到后续运维全程把控，推动企业数字化建设稳健发展。

云南曲靖呈钢钢铁（集团）有限公司数字化 绿色化协同转型发展案例

一、基本情况

云南曲靖呈钢钢铁（集团）有限公司（以下简称呈钢集团）成立于2004年，是一家集钢铁、焦化、煤矿、建材、能源资源回收利用、现代物流、供应链7个产业板块，累计投资超200亿元，职工6000余人，拥有12家子公司的大型综合企业集团。2023年实现工业产值207.7亿元，销售收入208.08亿元。2024年位居中国制造业民营企业500强第388位、云南民营企业100强第3位。先后荣获“全国钢铁工业先进集体”“高新技术企业”“云南省五一劳动奖状”等诸多荣誉称号。

二、典型经验做法

（一）以转型升级推动创新发展。积极落实钢铁行业供给侧结构性改革政策，主动淘汰落后产能，促进装备水平提升。2023年1月，投资86亿元钢铁转型升级项目正式投产运行，建设子项目19个。其中，240 m²烧结机采用了当今烧结领域最先进的工艺和技术，650双高棒生产线为中国首条意大利进口生产线，机械部分由意大利达涅利制造，电气自动化控制系统采用德国西门子技术。2024年投资10亿兴建智能化1250mm宽带钢生产线1条。属目前钢铁行业国际一流水平，实现了生产清洁化、装备智能化、工艺现代化、节

能低碳化、管理精益化，在云南省钢铁行业率先实现了超低排放目标。

（二）以质量品牌实现长远发展。始终把质量当作集团赖以生存的生命线，出台《呈钢集团质量管理标准》《呈钢集团化学检验标准》等 10 余项质量管理标准及《呈钢集团质量事故处理办法》《呈钢集团技术创新办法》等 20 余项质量管理制度，形成了一批以“万众一心创精品、千锤百炼出呈钢”“质量就是生命线”为主，极具呈钢集团特色的质量文化。“呈钢牌”产品在世界第二大水电站——白鹤滩水电站工程钢筋质量检测比对试验竞赛中荣获一等奖。2023 年，《以质量凝聚呈钢发展命脉》的企业质量文化成果，被中国企业联合会、中国企业家协会评为“2022-2023 年度全国企业文化优秀成果一等奖”。

（三）以低碳环保促进绿色发展。深入贯彻绿色发展理念，深度挖掘公司余热、余压、余气回收利用节能潜力，大力发展循环经济，钢（铁）渣固废资源 100%综合利用，废水“零排放”。通过加大绿色低碳投入，主要工序能耗达到国内标杆水平，实现“节能降碳、增产减污、绿色低碳”目标，成为云南省第一家实现超低排放的钢铁企业。2022 年、2023 年，先后被工信部评为国家级“绿色设计产品”“绿色工厂”，也是云南省第一家钢铁企业“绿色工厂”。

（四）以数字智造引领未来发展。呈钢集团在自动化、信息化、智能化上持续耕耘和投入，先后上线 ERP 管理系统、OA 办公系统、WMS 库存管理系统、TMS 物流管理系统等，初

步实现产、供、销、成本核算、办公自动化一体化管理。成立全资子公司——呈信信息技术有限公司，实现生产线智能化、自动化控制，推动信息化与自动化的“两化”融合。采用“1+1+N”（一个管理、一个平台、N个应用），建设工业互联网平台，围绕“数据”核心要素，构建工厂边缘级的数字化中心。

三、应用场景及取得的成效

（一）节能降耗成效明显。通过将余热、余压、余气回收综合利用发展循环经济，转化为电力后，年发电量达8亿度，使生产用自发电率达65%。年节约成本3亿多元。相当于减少二氧化碳排放约60万吨/年，可节约标煤约110万吨/年（等价值）。实现了环境效益、经济效益、社会效益双丰收。

（二）数据赋能企业发展。通过构建统一信息化平台和技术框架，解决了智能工厂云边端数据协同、数据汇聚、服务共享、操作集控痛点、难点、堵点等问题，打破了以往的信息孤岛，实现了数据同源、资源共享、信息互联及数据互通，支持工业生产和运营的信息化、智能化和自动化，实现从管理驱动向数据驱动转变。

（三）有效促进人才成长。通过教育培训、重点培养、师带徒模式、“135”模式、“双培养”机制、交流提升等手段，有效促进了企业各类人才成长。目前，企业设立了“一中心二室三站”劳模（职工）创新平台，培养各类技能人才300多名。享受国务院政府特殊津贴、荣获全国劳动模范1

人、全国优秀企业家 1 人、全国五一劳动奖章 1 人、全国优秀工会工作者 1 人，云南省高级技师 1 人、云岭技师 1 人、云南省技能工匠 1 人。

（四）创新激发企业活力。通过加快产品结构调整，呈钢集团共申报国家高科技项目 147 项，技术改造 462 项，开发换代产品 60 多种，获得发明专利 20 多项，实用新型专利 90 项，有效激发了企业发展活力，提升了企业竞争力。

四、下一步举措

未来，呈钢集团将着力构建以年产 300 万吨钢铁冶金为核心，以 200 万吨煤业、100 万吨焦化、150 万吨冶金固废利用和新兴建材研发生产、新能源开发回收利用、国内国际贸易、公铁联运智慧物流园为辅的现代化全产业链、全生态链的钢铁产业集群，努力为地方经济社会实现高质量跨越式发展贡献呈钢集团力量。

西藏巨龙铜业有限公司数字化绿色化协同 转型发展案例

一、企业简介

西藏巨龙铜业有限公司，成立于2006年12月，是一家以铜金属矿产资源勘查和开发为主的大型矿业公司。公司现有职工2148人，拥有2个采矿权和1个探矿权，巨龙铜矿是世界级超大型低品位斑岩型铜钼矿，矿区资源量累计铜金属量2829万吨（品位0.17%以上），钼金属量185万吨，银金属量16894吨。年产铜超16万吨，为我国最大采选规模铜金属矿山，2024年工业产值128亿元。

二、巨龙铜业数字化绿色化协同转型方案

西藏高海拔矿区，大型矿用工程机械的操作人员面临极端作业环境和操作难题，导致生产效率降低。同时，高海拔对人员身体素质要求高，导致企业招工难、留人难、用工成本高昂，需通过资源与环境数字化、装备智能化、生产可视化、信息化及决策科学化，构建新型智慧矿山模式，促进行业转型升级。因此，我们通过高海拔露天矿多工序智能开采协同作业关键技术开发和应用，统筹开采生产中远程钻机、远程电铲及无人驾驶运输智能化协同作业，实现采矿装备的智能化远程操控，减少人员现场工作时间，提升安全性和运营效率。同时，考虑采矿场地相对破碎站、选矿厂地理位置更高，无人驾驶车辆采用纯电矿卡，利用重载下坡的地

理优势，对矿卡电池进行充电实现部分的能量回收，同时破碎站与选矿厂高差 580 米，通过长下坡运输皮带发电，补充破碎站的用电电耗，降低破碎成本。

三、取得的主要成效

西藏巨龙铜业从矿山资源的全生命周期角度出发，建立地、测、采、选等功能于一体的矿山资源开发利用数字化系统，深度介入矿山生产运营的各个环节，全方位赋能矿山行业绿色转型，具体成效如下：

1. 矿卡无人驾驶。无人驾驶试点项目重点研究解决露天金属矿山复杂工况对无人驾驶可靠性、通用性带来的挑战，包含对无人驾驶系统元器件在高海拔地区的适用性、以及高原特殊环境带来的感知系统背景干扰规律，根据试点情况，提出推广应用建议。2022 年到 2024 年，西藏巨龙铜业经过 2 年多的探索试点，初步具备了无人驾驶系统在高原环境下的适应性、效率、运行方面的经验，建成了全球首个海拔最高的 5G 专网基站，以及西藏地区首个核心网下沉矿区（数据不出矿区）的双链路冗余的 5G 专网。结合知不拉铜多金属矿采剥自营计划，已购买无人化纯电矿卡 60 台，用于知不拉铜多金属矿采剥作业全无人化作业，投资金额约 9000 万元。同时，采用纯电矿卡，利用重载下坡可节省运输成本约 20%。

2. 穿孔智能化。随着信息化和智能化技术的高速发展，牙轮钻机“远程化”和“智能化”操作成为可能。本项目利用 5G 技术高速度、低时延、低功耗等特点，将高清视频、

智能传感器控制信号在牙轮钻机本地端和远程端实时传输，驾驶员可以在远程驾驶室实现“人机分离、远程操作、自动控制”的方式操作，目前已实现一人操控两台 YZ55D 牙轮钻的远程操控，结合知不拉铜多金属矿自营的项目进展，已购买 7 台远程操控的一体式潜孔钻机。

3. 电铲远程智能操控。电铲作为大型露天矿山的主要开采设备，在整个开采环节中占据着非常重要的位置。电铲 5G 远程遥控技术是采矿装备智能化发展道路上的重要技术验证节点，可以满足矿区对少人化、无人化作业的要求，目前已投入 700 万实现了两台 35 立电铲的远程操控，作业效率达到了人工效率的 85%。

4. 露天矿卡车智能调度系统。巨龙铜业露天矿卡车智能调度系统以“现场无人化、操控集约化、管理智慧化、时间效率最优化”为目标，在巨龙多金属露天采场拔 5500 米区域建设 5G 专网调度网络，综合运用计算机技术、现代通讯技术、全球卫星定位技术、系统工程最优化技术，建立了集三维地图定位、智能调度、安全运行、生产监控统计分析于一体的智能化调度管理系统。

5. 驾驶行为管控系统。巨龙铜业采区在用矿卡约 380 台，随着二期改扩建工程完工，作业车辆将进一步增加，驾驶员的不安全行为给采矿作业安全管理带来了较大的挑战。为此，巨龙铜业建立了基于 AI 人工智能技术的驾驶行为管控系统，实现对疲劳驾驶、分心驾驶等不安全行为进行管控，经分析，驾驶员疲劳驾驶百公里预警数从最初的 8.13 次下

降到最低 0.27 次，提升了运输作业安全管理水平。

6. 长下山皮带电控系统。巨龙铜业第一选厂 CV04 运输皮带总长 5.85km, 带速最高 7.2m/s, 高差 585 米, 运量 1 万吨/小时, 行业内三项世界第一。通过皮带机电控系统, 实现长皮带的自动运行、下山发电、故障保护等功能, 有效利用矿山下山势能发电, 年发电量约 3500 万千瓦时, 基本满足破碎工段的所有用电, 极大降低了矿石破碎和运输的能耗。

四、应用场景

当前, 整个矿山行业普遍存在招工难、留人难、用工成本攀升等问题, 尤其在西藏等高海拔恶劣环境下, 问题更为突出, 因此急需通过智能化采矿技术来缓解对产业工人的能力需求、同时通过先进的数字化技术充分提升矿产资源利用率、开采效率以及降低安全风险和降低人员劳动强度。因此, 本案例可应用于高海拔有色金属矿山智能开采场景, 通过资源与环境数字化、装备智能化技术, 结合绿色化的协同发展需要, 促进行业转型升级。

五、下一步举措

由于大型露天金属矿生产具有生产环节多、关联性强、设备种类多、机械化程度高等特点, 在智能化建设过程中面临着不同工序、不同设备之间的系统规划难、智能难、协同难等问题, 下一步将重点研发无人驾驶装备集群实时协同调度及动态交互协同作业技术, 统筹开采生产中远程钻机、远程电铲及无人驾驶运输智能化协同作业, 形成高海拔露天矿

多工序智能开采协同作业系统，实现露天矿全流程动态可控、工序精准协同、单体性能最优、全局效益最大目标。

六、存在问题和意见建议

1. 新的智能化、信息化技术、设备成本本身较高，但新技术上线带来的价值量化却比较困难，投入产出比没有量化的情况下，投资决策存在一定的困难。

2. 在装备的智能化方面、在线检测仪表的精度方面都还不能很好地满足现场实际需求，加之各矿山生产环境、工艺流程、使用设备、人员素质都不尽相同，导致智能化建设推进进度较慢。

3. 智能矿山的运维困难。智能矿山势必会应用大量先进的智能化、信息化技术、设备，导致的直接后果一是智能矿山建成后运维成本增加；二是虽然可以减少岗位作业人员、改善工作环境，但是专业的运维人员缺乏，会对智能矿山运维造成困难。

4. 5G 通信专网建设费用仍较高，效益一般的企业难以承担建设及后期运维产生的费用。

陕西省暖通空调与制冷行业协会“双化协同”数字化绿色化协同转型发展案例

一、协会简介

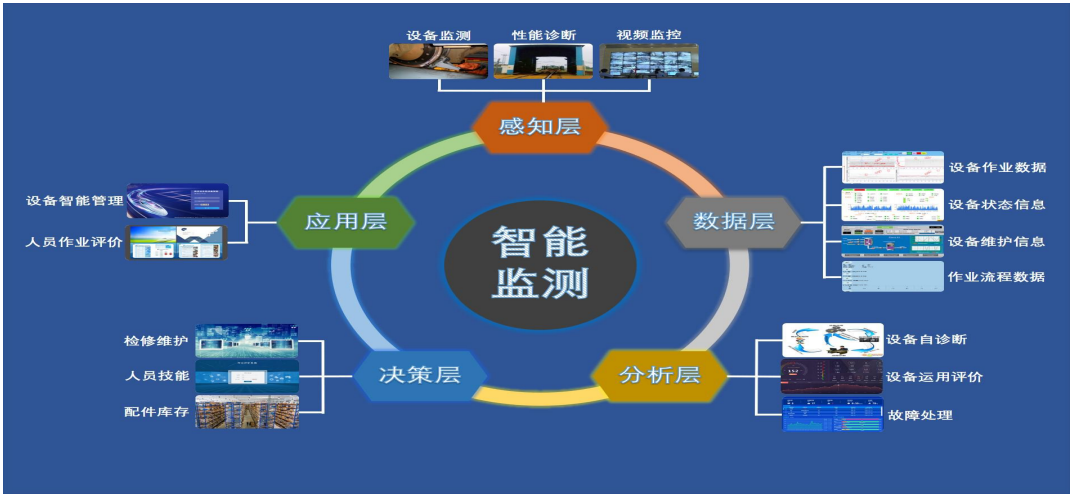
陕西省暖通空调与制冷行业协会是连接政府、企业与市场的桥梁。协会秉持规范行业、服务社会的宗旨，紧密围绕国家生态文明建设和网络强国战略，积极响应经济社会数字化转型与绿色低碳发展的要求。近年来，协会将推动行业“数字化绿色化协同转型”（双化协同）作为发展方向，依托协会检验检测机构平台，推动高能耗低能效暖通空调制冷设备的更新。通过政策宣导、标准建设、人才培养及承担党建引领产业链工业领域（节能环保）重点产业链和产业集群高质量发展专项行动等多维举措，引导并助力会员企业实现智能化升级与绿色发展，为陕西省乃至全国达成“双碳”目标贡献专业力量。

二、数字化绿色化协同转型方案与技术创新

1. 在智能制造领域，积极推动企业应用 MES/ERP/PLM 系统，以实现生产流程的优化；同时，采用数字孪生技术进行产品全生命周期管理，成功减少样机试制比例达 30% 以上，单位产品能耗降低 15%~25%。

2. 在智慧运维方面，广泛推广基于 IoT 和 AI 技术的能源管理平台，部署智能传感器网络以实现实时监测。通过算法优化，系统能耗降低 15%~30%，故障预警准确率提升至

85%以上。



3. 在技术创新层面，重点推进自然冷源智能控制、变频调速优化、余热回收监测等关键技术，积极探索太阳能制冷、相变储能等前沿应用，并推动低 GWP 制冷剂的替代进程。

4. 在数据应用方面，建立行业能效数据库，利用大数据分析识别最佳实践，为会员企业提供优化参考。目前，已积累超过三十余个项目的运行数据，形成了有效的对标体系。

通过组织技术研讨、标准制定及示范推广，有效加速了这些创新技术在全省暖通制冷行业的落地应用，显著提升了行业整体的能效水平和智能化程度。

三、取得的主要成效

在协会的积极引导和会员企业的共同努力下，陕西省暖通空调与制冷行业的“双化协同”转型取得了显著成效，主要体现在以下几个方面：

1. 行业能效水平显著提升，降碳成果突出

设备制造环节：核心会员制造企业通过智能化改造和绿色设计，单位产品平均生产能耗下降 15%-25%，材料利用率

提升 5%-10%，废品率显著降低。数字孪生技术的应用缩短了新产品研发周期约 30%，减少了物理样机试验带来的资源消耗。

系统运行环节：应用智慧运维平台的会员项目普遍实现系统运行能耗降低 15%-30%。典型案例：西安某大型数据中心采用 AI 优化的间接蒸发冷却+变频控制，年均 PUE 值降至 1.25 以下，较传统冷却方式节能 40%以上，树立了行业新标杆；咸阳某大型制药厂通过余热回收智能系统与冷水机组群控优化，全年节省蒸汽消耗约 2 万吨，减少碳排放超 5000 吨，实现能源利用率阶跃式提升；宝鸡某商业综合体应用智能 BEMS 系统，实现空调系统精细化分区分时控制，年节电超 200 万度，开创了个性化舒适与极致节能并存的新范式。

2. 智能化水平跨越式发展，运维模式革新

智能设备广泛应用：具备通讯接口、支持远程监控和控制的智能暖通设备（如变频冷水机组、智能风机盘管、联网阀门执行器）在新建和改造项目中的普及率大幅提升，为智慧运维奠定了基础。

智慧运维平台普及：超过 60%的中大型会员服务企业部署或应用了智慧运维平台，实现了从“被动抢修”到“主动预防”的转变。设备故障预警准确率提升至 85%以上，非计划停机时间减少 50%，运维效率提高 30%以上。

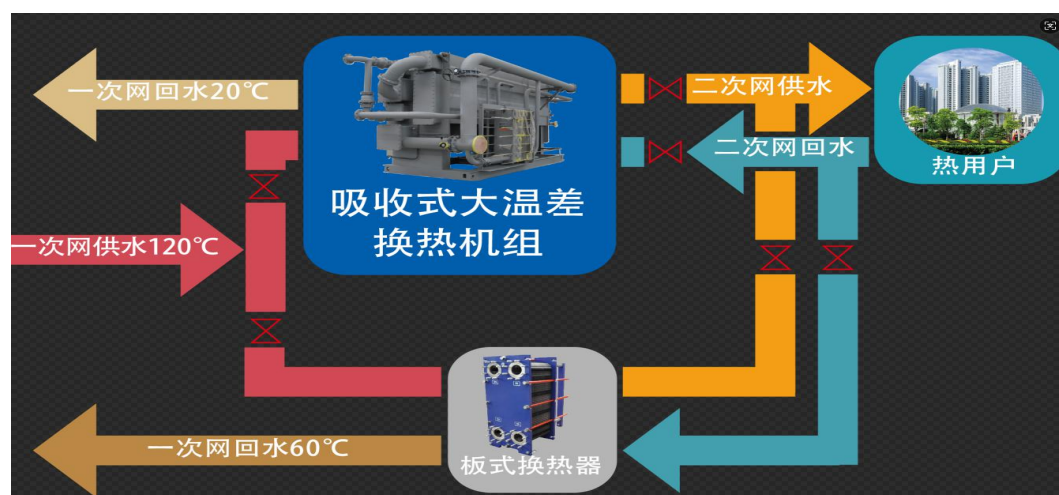
数据价值深度挖掘：基于运行数据的能效分析报告成为会员服务客户、提升价值的重要工具。通过数据对标，帮助用户清晰了解自身系统在行业中的能效位置，明确改进

方向，驱动用户能效管理从“对标”向“智能优化”跃迁。

3. 绿色技术应用规模扩大，产业结构优化

环保制冷剂替代加速：低 GWP 制冷剂（如 R32、R290、R1234ze 等）在新建项目和改造项目中的使用比例显著提高，特别是在冷水机组、热泵和家用空调领域。

高效节能技术成为主流：高效变频技术、热回收技术、自然冷源利用技术已成为行业标配。地源/水源/空气源热泵系统在陕西地区的应用规模快速增长，尤其在清洁供暖改造中发挥重要作用。太阳能驱动制冷等前沿技术的示范项目成功落地并具备推广潜力。



绿色服务模式兴起：基于节能效果保证（EPC）、合同能源管理（EMC）等模式的绿色服务业务在会员企业中蓬勃发展，将设备销售与长期能效服务结合，重构了产业链价值分配与信任机制。



4. 行业协同效应增强，示范引领作用显现

平台作用发挥：搭建技术交流平台有效促进会员和产学研间的合作，加速了“双化协同”优秀经验和解决方案的传播扩散。成功举办了多届聚焦智慧节能与绿色制冷的行业峰会及技术研讨会，有效促进了跨领域（IT、能源、材料）的技术融合创新。

标准规范建设：依托全国工商联标准化工作委员会平台，牵头主编并参编了多项关于智慧运维系统功能要求、绿色制冷设备评价、数据中心冷却能效的地方或团体标准，填补了区域空白，引领了行业发展方向，为行业的规范化和高质量发展提供了坚实依据。

实现智能冷热站群控与余热回收，某半导体厂节能 28%；数据中心应用 AI 优化冷却技术，某运营商年省电费超千万；公共建筑采用智能 BEMS 系统，西安某医院节能 22%；区域供暖推广智慧地源热泵，惠及多个社区。这些实践显著提升了能效水平，为行业绿色转型提供了示范样板。

五、下一步举措

1. 打造区域协同创新中心：联合政府、科研机构、龙头企业，共建集技术研发、成果转化、人才培养于一体的“双化协同”创新平台。

2. 强化标准与认证引领：加快制定“智慧运维平台数据接口规范”、“绿色低碳制冷系统评价标准”等关键标准，推动行业认证，提升市场准入门槛，打造成行业智能化绿色化水平的权威标志和市场通行证。

3. 深化标杆培育与推广：重点遴选和支持在中小企业转型、特定场景突破，打造“中小企业数字化转型样板间”和“老旧系统智能绿色重构典范”，提供可复制、可推广的轻量化跃迁路径。构建多层次示范体系，扩大影响力。

4. 构建人才赋能长效机制：升级培训课程，增设实战模拟与认证体系；推动高校设立相关交叉学科；建立行业专家库，提供持续技术咨询。

六、存在问题和意见建议

当前行业面临五大挑战：一是中小企业转型成本高、融资难；二是设备协议不统一导致数据孤岛，数据安全规范待完善；三是现行标准体系滞后于技术发展；四是暖通、数据、

能源管理的复合型人才紧缺；五是现有商业模式难以支撑长周期项目投资需求。这些问题制约着"双化协同"的深入推进，亟须通过政策支持、标准完善、人才培养和模式创新等多维度协同解决。

针对行业挑战，提出以下建议：1. 设立省级专项资金，加大财税金融支持；2. 制定数据安全规范，建立可信共享机制；3. 加快标准体系建设，完善认证制度；4. 推动高校学科建设，强化人才培养；5. 创新商业模式，发展绿色金融。协会将以习近平生态文明思想为指引，深化"双化协同"实践，推动行业数字化、智能化、绿色化转型，为陕西高质量发展贡献力量。

兰州兰石超合金新材料有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

兰州兰石超合金新材料有限公司，坐落于甘肃省兰州市，占地面积 14 万平方米，固定资产 7.81 亿元，在职员工 350 人。公司下设冶炼、锻件、国际事业部，拥有完备的金属材料冶炼、锻造、和机械加工生产线，是一家集材料研发、批量化生产和销售的材料供应商。公司拥有配套齐全的机电液一体化的锻造、热处理及机加工生产线。是国内首家研发石油钻采关键零部件提环、吊环的企业，也是国内唯一能够生产大型钻机提吊环的生产企业。

二、《天工开物·碳能枢项目》技术创新简介



图 1 能源管理数据大屏

该项目以“数字化绿色化协同”为核心，深度融合数字化技术与绿色化改造，聚焦有色金属/黑色金属熔炼、铸造、锻造、打磨等高污染、高耗能环节，实施两大创新举措：

1. 基于物联网技术的数字化能源与碳管理系统

边缘采集软硬件集成：项目基于自动化技术和物联网技术开发智能物联网关，可快速实现传感器、控制器、计量表等边缘设备的快速集成对接，并可灵活支持有线、4G、5G 多种网络传输形式。

实时监测与数据分析：采用自动化、信息化、物联网（IoT）和集中管理模式，监测企业电、水、燃气、蒸汽、压缩空气等各类能源的消耗。通过能源计划、能源监控、能源统计、能源消费分析、重点耗能设备管理、能源计量设备管理等多种手段，使管理者对企业的能源成本比重，发展趋势有准确的掌握。系统能够实时采集能源使用数据，并通过数据分析技术生成报告和图表，展示能源消耗趋势、峰谷用电情况等。这有助于用户了解能源使用模式，识别潜在的能源浪费问题。

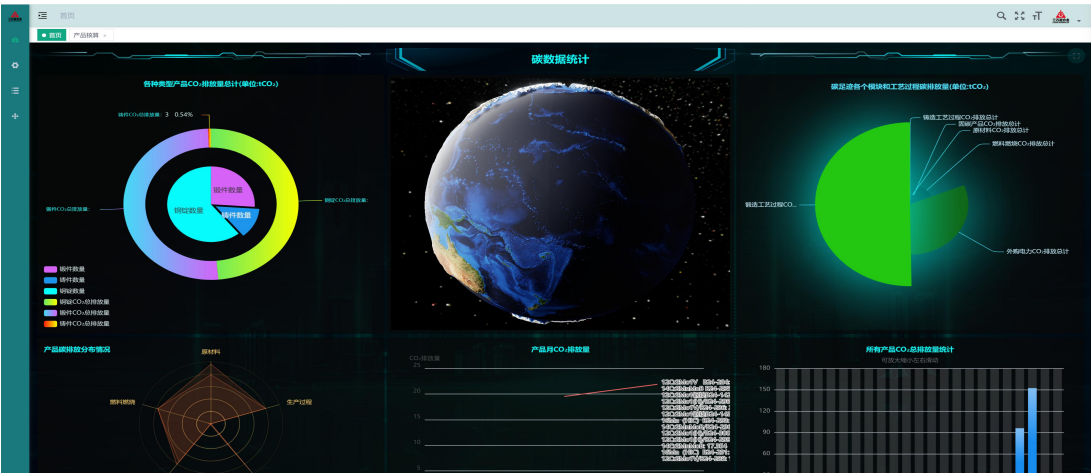


图 2 碳资产管理及追踪功能

碳资产管理应用及追踪：作为行业首创建立了碳排放智能核算模型，系统具备碳配额管理、碳资产交易/CCER 项目数据对接、碳核算、碳汇算、碳报告等业务功能模块，切合“双碳”相关要求，为企业能源管理提供了新的工具和手段。实现从原料到成品的全流程碳足迹追踪，自动生成碳排放报告。

2. 绿色化末端治理升级

颗粒物排放深度治理：针对有色金属/黑色金属熔炼、铸造、打磨等高污染环节，通过加装或改造使用高效布袋除尘+静电除尘复合设备，结合智能风量调控系统；通过粉尘浓度实时监测与闭环控制，确保颗粒物治理浓度稳定 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ （远低于国标 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ）。



图 3 颗粒物深度治理设备

尘-碳协同治理智能调控：传统除尘设备独立运行，能耗与碳排放未被量化监管，本项目通过构建“治理设备-能源消耗-碳排数据”联动模型，实时计算除尘系统单位风量能耗（ $\text{kWh}/1000\text{m}^3$ ）及碳排强度，基于生产负荷动态设定风

量（如熔炼低谷期自动降频 30%），实现除尘效率与碳减排协同优化，大幅提高系统综合能效。

三、取得的主要成效

（一）颗粒物深度减排成效创行业标杆。通过加装高效布袋-静电复合除尘设备及智能调控系统，成功将熔炼、铸造等高污染环节的颗粒物排放浓度从改造前 20-30mg/m³降至稳定 ≤10mg/m³ 的超低排放浓度，优于国家标准 20mg/m³ 限值的 50% 以上。年减排颗粒物总量达 86 吨，相当于减少约 520 万立方米污染气体排放，彻底消除环保处罚风险，改善车间无组织排放问题，显著提升厂区及周边空气质量。车间粉尘浓度下降 60%，保障职工职业健康安全；成为西北地区高端金属材料制造领域首个实现超低排放的示范生产线。

（二）能耗与碳排放强度双降。一是能源效率提升。基于物联网技术的数字化能源管理系统采用了先进的智能传感与智能量测技术、能源物联网技术、能源大数据与云计算技术、能源装备数字孪生技术等，实现了对工业企业能源管理的全面监控和优化。推动单位产品综合能耗下降 5%，年节电量 280 万度（相当于标煤 344 吨）；近三年年度万元产值综合能耗为 0.0715 吨标煤/万元、0.0623 吨标煤/万元、0.0484 吨标煤/万元，累计降幅达 32.3%。钛合金加热吨电耗数据由 1321.41KWH/T，压降至 1167.63KWH/T，冶炼吨钢水电耗压降 153.78KWH/T。二是碳排精准管控。通过深度对标国家标准，整合前沿技术构建全生命周期排放因子数据库，以先进算法突破传统核算瓶颈，实现从原料进厂到产品

出厂的全链条碳足迹追踪。系统创新采用可视化管理模式，生成标准化报告，为企业提供数据驱动的科学决策依据，推动管理模式升级。通过自动化核算降低人工误差与时间成本，碳排放核算效率从人工月报（误差>15%）升级为实时自动生成报告（误差<3%），以精准数据支撑企业优化减排路径，实现降本增效与碳减排目标双赢。

（三）行业推广应用。数字化能源与碳管理系统于2020年全面完成兰州新区兰石集团高端装备产业园能源管理系统部署和应用，包括重装公司、换热公司、铸锻公司、装备公司、重工公司、建设公司等分子公司水、电、气及重点设备数据采集、远程监控、分析和统计。2021年系统获华为鲲鹏技术认证，并在兰州电机、邯郸钢铁等多家企业及高校成功落地，经客户验收后稳定运行，验证了其技术可靠性与实用性。

“天工开物·碳能枢”项目通过“数绿融合”模式，实现了高污染生产环节的精准治污与碳效提升，为高端金属材料制造行业提供了可复制的双化协同路径。未来需进一步突破技术成本与标准瓶颈，强化政策产业联动，推动全行业绿色低碳转型。

四、应用场景

1. 核心应用场景：有色/黑色金属熔炼、铸造、锻造过程无组织排放控制。

2. 行业痛点：针对高浓度排放场景，传统除尘设备难以有效降低颗粒物排放浓度，除尘效率低，能源消耗高，碳排

放量高；

3. 创新解决方案：以“数字化绿色化协同”为核心，深度融合数字化技术与绿色化改造，在电弧炉、中频炉等关键点加装高效布袋-静电复合除尘设备并运用数字化能源管理系统，使颗粒物排放浓度降至稳定 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ，推动单位产品综合能耗下降 5%，年节电量 280 万度。

4. 适用扩展场景：数字化能源与碳管理系统适用于传统装备制造或化工行业，相较传统同类产品，该系统实现投资成本降低 $\geq 15\%$ 、人员投入减少 $\geq 30\%$ 、能源消耗降低 $\geq 20\%$ 的突破，通过实时数据分析告警精准定位“跑、冒、滴、漏”问题，提升能源利用效率。

五、下一步举措

持续迭代数字化能源与碳管理系统+高效除尘设备双化协调机制，打通数据壁垒，运用数字孪生、AI 算法优化高耗能环节运行参数，实现精准降碳。同时，拓展工业与公共机构应用场景，研发适配多领域的节能方案。此外，组建专项团队攻克技术瓶颈，完善转型考核体系，培育专业人才，通过数字化手段提升管理水平，推动企业提质增效，助力行业绿色低碳转型与高质量发展。

六、存在的问题和意见建议

存在问题的主要问题有：数据互通壁垒，部分老旧设备数据接口与物联网平台所需的接口不兼容，需定制化专用数据采集设备增加成本。碳核算标准不统一，国内细分合金材料（如高温合金）碳排放因子缺失，影响核算精度。技术改

造资金压力：除尘系统智能化改造单线投入超 1000 万元，对于企业投资资金压力较大。

建议在政策层面：呼吁地方政府设立“双化协同”技改专项补贴，对减排效果显著的项目给予投资补助；推动行业协会制定《高温合金材料碳核算方法与报告指南》，完善行业数据库。在技术层面：开发模块化低成本监测设备，降低中小企业数字化转型门槛，搭建区域性工业云平台，提供碳管理 SaaS 服务。

银川威力传动技术股份有限公司数字化绿色化协同转型发展案例

一、企业简介

银川威力传动（股票代码：300904）成立于 2003 年，专注风电专用减速器研发制造，2023 年 8 月登陆深交所创业板上市。作为国家高新技术企业，获评“国家两化融合管理体系贯标试点企业”“自治区工业互联网建设和应用试点示范项目”“自治区先进级智能工厂”“银川市‘上平台’标杆企业”等荣誉，拥有自治区级六大研发平台，通过 ISO9001、GL 认证及 APQP4Wind 会员资质。公司持有专利 202 项（发明专利 34 项）、软著 25 项，主导制定国标、行标等 12 项，累计承担中央引导地方科技发展专项 3 项，近年来承担宁夏回族自治区、银川市重大、重点和一般研发项目共计 27 项。

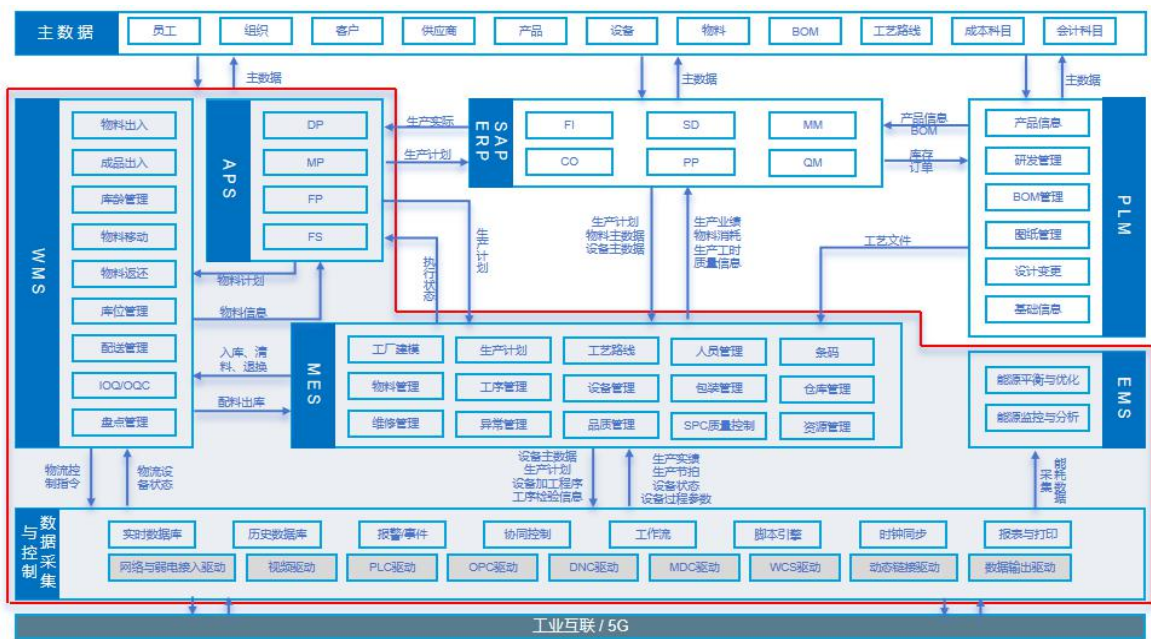


深耕高端精密传动领域二十余载，核心产品风电偏航、变桨减速器全球市场占有率稳居前三，公司产品线覆盖风

电、光热、新能源车等领域，以高精度、低噪音、长寿命特性打破进口垄断，行星齿轮减速器关键指标达国际先进水平，助力新能源装备国产化。

二、数字化绿色化协同转型技术创新简介

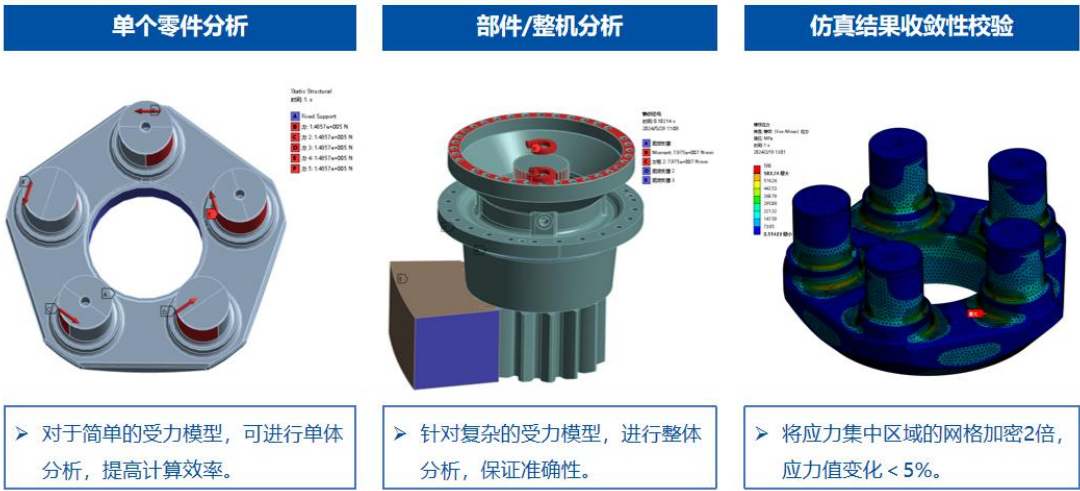
威力传动构建了“全流程渗透、全链条协同、全数据驱动”的数字化绿色化融合体系，涵盖精益改善、工艺流程再造、智能物流仓储、自动化提升、工厂物联网、信息化应用系统、建模仿真和数字孪生等建设内容，通过信息技术与制造业的深度融合，将离散型制造工厂内生产资源、要素、工艺、制造过程、经营管理、物流仓储等各环节高度协同，打造智能化工业互联网，构筑集成互联数字化协同平台，实现生产过程的全面数字化和智能化。



威力传动不仅将 APQP4Wind 标准融入 PLM 系统，集成了 CAD、CAE、CAM 等设计软件，融入 KISSsoft、ANSYS、UG 等三维软件的产品数字化研发设计，对产品进行强度校核，基

于 Kisssoft 进行齿轮设计优化，对其进行参数优化设计、建立三维模型和轮齿修形，还使用 MASTA 软件对产品进行全寿命周期虚拟试验仿真，运用静力学、疲劳仿真及整机仿真分析，形成了从概念设计到产品量产的全链条数字化研发能力，快速响应市场需求，缩短产品开发周期，提升产品竞争力。

使用ANSYS进行静力学仿真，优化仿真模型，保证计算过程高效、结果准确。



威力传动通过信息技术与制造业的深度融合，覆盖工厂建设、产品研发、工艺设计、计划调度、生产作业、质量管控、设备管理、仓储物流、能源管理、数字基建、模式创新 11 个智能制造环节的 19 个智能制造场景，全工厂实现 5G 网络全覆盖，对所有智能化设备进行联网及通讯，引入 AI 工具优化开发流程，部署数字孪生技术，实现从设备到园区的全维度数字化映射，提升生产协同能力。工厂运用 MES、SAP 系统构建智能排程，实现多工序联动排产与资源动态调配，增强生产柔性化能力，打造激光 + 视觉导航 AGV 小车厂区无人物流、WMS 智能仓储系统和可视化集控调度计划管控中心，

实现生产数据智能管理。

三、取得的主要成效

在高端风电减速器制造领域，威力传动积极推进与智能工厂的数字化绿色化融合，取得了一系列令人瞩目的成效。

1. 系统集成优化生产流程 。威力传动构建了完备的数字化系统体系，PLM、SAP、DNC、MES 及 WMS 和 AGV 的深度集成，让生产管理流程实现无缝对接。在产品研发阶段，PLM 系统助力研发团队对产品从设计到报废的全生命周期进行管理，使得研发周期大幅缩短，相较以往缩短了约 20%。例如，在新型风电偏航减速器的研发中，通过 PLM 系统实现了研发数据的实时共享与协同工作，不同部门能够及时沟通，提前识别并解决设计问题，有效加快了研发进程。生产环节中，SAP 与 MES 系统紧密协作，当市场订单信息通过 SAP 系统更新后，MES 系统能够迅速获取并据此调整生产计划，实现精准排产。这一高效协同使得订单交付准时率大幅提升，达到了 99% 以上，库存周转率也提升了 15%。同时，DNC 系统将工厂内所有智能化设备联网通讯，设备综合效率（OEE）提高了 12%，生产数据采集覆盖率更是高达 98%，为生产决策提供了全面、准确的数据支持。



2. 数据驱动提升管理决策水平 。借助数字化技术，威力传动实现了生产数据的深度挖掘与分析，通过对设备运行数据、生产工艺数据、质量检测数据等多维度数据的收集与分析，企业能够及时发现生产过程中的潜在问题，并进行精准优化。如利用大数据分析技术对设备故障数据进行分析，提前预测设备故障发生的可能性，安排预防性维护，有效减少了设备停机时间，保障了生产的连续性。在质量管控方面，基于数据分析建立的质量追溯体系，可快速定位产品质量问题的根源，实现对生产工艺的针对性改进，产品的一次合格率得到显著提升。

3. 能源管理与利用效率提升 。在绿色能源利用上，威力传动成果显著。工厂屋顶光伏电站的建成，通过绿电替代，项目年发电量 2730 万度，为企业节省电费 390 万元，用电成本直降 25%。减排 2.4 万吨 CO₂，相当于植树 130 万棵，直接贡献于宁夏回族自治区新能源产业规划。打造“屋顶光伏+智能工厂”联动模式，推动企业综合能耗强度下降 18%，通

过构建能耗动态优化模型，对工厂各生产环节的能源消耗进行实时监测与调控，进一步提高了能源利用效率，实现厂区的节费降碳，交出“环境账”与“经济账”双优的答卷，真正实现“让零碳更经济”。

4. 绿色工艺与可持续发展 。在生产工艺上，威力传动致力于绿色环保改进。以风电偏航减速器的多级齿轮组加工为例，通过工艺优化，原材料利用率从 70% 提升至 82%，单位产品能耗下降 18%。企业引入先进的切削加工技术，减少了加工过程中的废料产生；采用新型热处理工艺，在保证产品性能的同时降低了能源消耗。这些绿色工艺的应用，不仅降低了生产成本，还减少了对环境的负面影响，推动了企业的可持续发展。

威力传动在高端风电减速器制造与智能工厂数字化绿色化融合方面的实践，为企业带来了生产效率提升、成本降低、环境效益显著等多重优势，也为行业内其他企业的数字化绿色化转型提供了宝贵的借鉴经验。

四、应用场景

本案例深化新一代信息技术与风电减速器制造业融合，加快推动工业互联网建设，开拓未来智能制造新应用场景，贯穿研发、生产、物流、服务全链条。在智能生产调度中，MES 与 SAP 系统集成实现智能排产，5G 网络与数字孪生技术提升效率；无人物流与仓储通过 AGV 小车与 WMS 系统协同，减少能耗；全生命周期管理利用二维码与 CNAS 实验室验证，确保质量可控可溯源；绿色产品研发则依托 PLM 系统与仿真

分析，优化设计并解决行业难题。这些场景共同推动了离散型制造业和新能源风电行业的数字化绿色化转型。

五、下一步举措

威力传动率先在风电行业内实施数字化战略，实现了从产品设计、原材料采购、生产计划、生产制造到成品出库的全链条数字化管理。这一变革不仅显著提升了企业的运营效率和市场响应速度，成功实践为行业树立了数字化转型的标杆，激发了行业内上下游其他企业数字化转型和智能制造的热情和动力。

下一步，威力传动将持续深化高端风电减速器制造与智能工厂的数字化绿色化融合，重点推进风电增速器智慧工厂建设，聚焦大兆瓦机型研发，全力突破海上风电齿轮箱耐腐蚀、高载荷技术瓶颈，加速国产化替代进程；同时，逐步探索从“软件定义工厂”到“AI 神经网络智能工厂”的转变，逐步转型向“黑灯工厂”打造，利用 AI 和大数据技术建立工厂的数字化模型，包括设备、生产线、产品等各方面，实现，数据驱动决策、实时监控与预警，打造真实工厂与虚拟工厂融合应用；继续聚焦精细化发展，深化改革创新，联合科研机构开展绿色技术攻关研发，推动能源管理系统与生产管理系统的深度集成；此外，公司还将拓展全球市场，依托上海飞地研发中心加强国际技术合作，推动产品出口与全球化布局，并构建产业生态圈，联合上下游企业打造风电装备产业互联网平台，实现全链条协同。

六、存在的问题和意见建议

在高端风电减速器制造与智能工厂的数字化绿色化融合进程中，威力传动已取得一定成果，但也面临一些亟待解决的问题。

在数字化方面，虽然已构建 PLM、SAP、MES 及 WMS 等工业软件，打通生产管理流程，但不同系统间数据交互存在瓶颈。例如，当市场需求变化，销售部门通过 SAP 调整订单信息后，生产计划部门在 MES 中获取更新数据时，常出现延迟，影响排产计划的及时性。其次，随着无线及 5G 在工厂的广泛覆盖，数据传输量剧增，外部网络攻击风险加大。目前的网络安全防护体系在应对高级持续性威胁（APT）时，检测和防御能力略显不足，易造成生产数据泄露或系统瘫痪。此外，部分传统机械化和自动化装备缺乏数据采集、数字化控制接口，改造成本高昂，这增加了企业数字化改造的难度。从绿色化视角看，尽管威力传动通过建设屋顶光伏电站、引入储能系统等措施，在一定程度上降低了能耗，但生产设备和工艺仍有较大的绿色环保提升空间。

未来，威力传动将加大系统集成优化力度，组织专业技术团队，定期对数据交互接口进行评估和升级，采用标准化的数据接口规范，确保各系统数据实时、准确共享。同时，设立网络安全专项预算，引进国际先进的网络安全防护技术和专业服务团队，构建涵盖防火墙、入侵检测系统、数据加密、安全审计等多层级的网络安全防护体系，并定期进行安全漏洞扫描和模拟攻击测试，及时发现并修复潜在安全隐

患。在绿色化改进上，制定详细的设备更新计划，设定阶段性目标，在未来 3-5 年内逐步淘汰高能耗设备，引进先进的节能高效设备，如高速、高精度的五轴联动加工中心，既能提高生产效率，又能降低能耗。此外，组织内部技术专家和外部行业顾问，对生产工艺进行深度优化，利用数字化模拟技术，在设计阶段对工艺流程进行仿真分析，找出材料浪费的关键环节并加以改进，提高原材料利用率，实现绿色、高效生产。

新疆晨光生物股份有限公司数字化绿色化 协同转型发展案例

当前，棉籽精深加工行业面临双重挑战。一方面，自动化水平低，生产技术与装备改造不足，传统检测模式下蛋白产品质量稳定性仅能控制在 $\pm 1.2\%$ ，难以满足市场对65%以上高蛋白含量产品的需求；另一方面，能耗与排放指标落后，行业平均蒸汽消耗 $\geq 800\text{kg}/\text{吨棉籽}$ ，溶剂消耗 $\geq 15\text{kg}/\text{吨棉籽}$ ，绿色转型迫在眉睫。在此背景下，企业亟需通过数字化与绿色化协同创新，突破“高能耗、低效率、质量波动大”的发展瓶颈，构建行业领先的智能化绿色生产体系。

一、企业基本情况

新疆晨光生物科技股份有限公司是专注于棉籽精深加工的高新技术企业，整合多家子公司棉籽业务资源，年收购加工棉籽130多万吨。2024年公司产值达37亿元，主营业务收入36亿元，贡献税收5000万元，带动就业400余人。企业先后荣获国家专精特新“小巨人”、国家高新技术企业等多项荣誉，拥有124项国家专利技术，其中“棉籽综合利用关键技术创新及产业化”项目获河北省科技进步奖一等奖、中国轻工业联合会技术进步奖一等奖，2024年入选全国工商联“数字化转型”典型案例。

二、主要做法及成效

（一）数字化技术重构生产体系。一是全流程在线监测

网络搭建。将传统入库后检测前移至包装前实时监控，部署棉粕水分、残油、蛋白含量、棉酚等指标的近红外在线检测装置，数据通过 PLC 控制模块实时传输，动态调整蒸脱温度、溶剂配比等工艺参数，实现质量指标波动实时预警。例如，光籽残绒、仁中含壳等关键指标的在线监测，使原料质量把控效率提升 300%。二是工业自动化系统升级。硬件层面，将西门子 CPU 315-2 DP 升级为 CPU 1516-3 PN/DP，更换从站接口模块并采用以太网通讯，显著提升数据传输速率；软件层面，优化 WinCC 组态，分离 C 脚本与 VB 脚本功能，解决报警与操控冲突问题，同步部署 OPC 服务器 KEPServer，实现 PLC 与上位机稳定通讯，系统故障响应时间从 10 分钟缩短至 1 分钟内。三是智能装备集成应用。引入工业机器人负责物料转运与精准投料，通过自我学习功能优化工艺参数；采用 24 口工业级交换机构建数据中台，实现电机电流、温度、流量等参数的毫秒级采集。

（二）绿色化技术驱动节能降耗。一是能源梯级利用系统建设。开发蒸汽、电、溶剂平衡管理系统，实时监测各环节能耗数据，通过余热回收装置将浸出车间蒸汽冷凝水热能回用于预处理工序，年节约蒸汽消耗 22.1 万吨，相当于减少二氧化碳排放 13.26 万吨。二是清洁生产工艺改造。建立溶剂闭环回收系统，溶剂回收率提升至 99.5%，年减少挥发性有机物排放 80 吨；优化脱酚工艺，废水处理成本降低 40%，实现水资源循环利用率 85%以上。三是绿色管理平台搭建。自主开发智慧工厂管理系统，集成设备报修、养护、巡检功

能，通过备件预警降低设备空转能耗，设备综合效率提升25%，年减少非必要能耗支出约300万元。

（三）数字化绿色化协同机制构建。建立数据驱动决策体系，将WinCC过程值定时导出至Access数据库，设计“能耗—质量”关联分析报表，通过数据建模优化生产参数。例如，通过分析蛋白含量与蒸汽能耗的相关性，实现单位产品能耗下降36%的同时，质量稳定性提升至 $\pm 0.2\%$ 以内。实行全链条协同管控，打通从原料检测到成品出库的数字化链路，嵌入绿色指标（能耗、排放）监控模块，形成“检测—分析—调整—优化”的闭环管理。原料采购环节通过近红外检测数据匹配低能耗加工工艺，生产环节实时调整参数降低排放，物流环节优化路线减少运输能耗，实现全链条能耗与排放双下降。

三、取得的成效

（一）数字化转型成效。实现质量管控能力跃升，案例开发棉籽全链条指标近红外检测方法，建立光籽残绒、仁中含壳、蛋白含量等过程质量控制体系，在生产线引进“四点”近红外在线监测系统，实现脱酚棉籽蛋白生产前端工艺自动调节与后端反馈控制的全面联动，蛋白产品质量稳定性从 $\pm 1.2\%$ 精准控制到 $\pm 0.2\%$ 以内，达到行业领先水平。实现生产效率显著提升，采用德国西门子系列PLC控制器及智能机器人，建成新疆首个棉籽加工“黑灯工厂”，生产线人均生产效率提高200%，订单响应周期从72小时缩短至24小时，单位产能提升1.8倍。

（二）绿色化转型成效

年节约蒸汽、溶剂等能耗成本约 3200 万元，加工成本下降 32%，年增经济效益超 5000 万元。年减少二氧化碳排放 26.5 万吨，挥发性有机物排放下降 90%。预计在棉籽加工行业推广后，可带动全产业链单位能耗显著下降。本案例生产加工工艺及相应配套装备的创新，节能降耗效果显著：

案例实施前水平	本案例水平	国内外同行其他企业
蒸汽消耗 $\leq 470\text{kg/吨棉籽}$	蒸汽消耗 $\leq 300\text{kg/吨棉籽}$	蒸汽消耗 $\geq 800\text{kg/吨棉籽}$
溶剂消耗 $\leq 8\text{kg/吨棉籽}$	溶剂消耗 $\leq 1.5\text{kg/吨棉籽}$	溶剂消耗 $\geq 15\text{kg/吨棉籽}$
成本元 250/吨棉籽	成本 170 元/吨棉籽	成本 300 元/吨棉籽

四、经验启示

（一）技术创新是协同转型的核心驱动力。数字化技术深度渗透生产全链条，通过近红外在线监测、工业自动化系统升级及智能装备集成，实现从原料检测到成品出库的全流程数据实时监控与动态调整，打破传统生产“黑箱”模式。绿色技术与生产工艺深度融合，能源梯级利用、溶剂闭环回收等技术并非独立应用，而是与数字化监测系统联动，形成“数字化监控-绿色工艺优化”的闭环，实现能耗与排放的精准控制。

（二）数据驱动是打破管理割裂的关键纽带。构建“能耗-质量”关联分析模型，通过 WinCC 数据导出与 Access 数据库建模，将生产过程值与绿色指标联动分析，实现参数优

化的同时兼顾质量稳定性与节能目标，颠覆了传统“生产”与“环保”割裂的管理模式。全链条数字化管控赋能绿色决策，从原料采购到物流运输，嵌入绿色指标监控模块，形成“检测-分析-调整”的协同机制，证明全链条数据贯通是实现能耗与排放双下降的基础。

（三）渐进式改造是降低转型成本的有效路径。硬件与软件同步升级的“双线策略”，既避免“全盘推翻”的高成本，又通过软件优化解决系统冲突，实现“投资可控、效益递增”。从单点突破到体系化构建的递进模式，先通过在线监测、自动化升级等单点技术解决质量与效率痛点，再逐步整合为数据中台与智慧管理平台，最终形成“数字化绿色化协同技术模式”，为中小企业转型提供可复制的“低成本试错”路径。

（四）行业协同与标准化建设是推广的重要支撑。技术路径标准化输出，将“在线检测-智能调控-节能降耗”的技术逻辑提炼为标准化方案，可复制至西北农副产品加工等原料分散、能耗高的领域，预计带动棉籽加工行业全产业链单位能耗下降40%以上，体现了“示范一个、带动一片”的效应。政策与市场双轮驱动转型，借助国家“专精特新”“高新技术企业”等政策支持，同时响应市场对高蛋白产品与低碳生产的需求，形成“政策扶持-技术创新-市场认可”的正向循环，为传统产业升级提供可持续动力。