

# 江苏省制造业智改数转网联 钢结构行业实施指南

江苏省工业和信息化厅  
二〇二五年



## 目录

一、背景与现状 .....	1
1、指南范围 .....	1
2、行业概述 .....	2
3、行业智改数转网联现状 .....	7
<b>二、目标与架构 .....</b>	<b>12</b>
1、总体目标 .....	12
2、实施架构 .....	12
<b>三、基础能力 .....</b>	<b>15</b>
1、网络基础设施能力建设 .....	15
2、数据采集能力建设 .....	16
3、信息系统能力建设 .....	18
4、信息安全能力建设 .....	20
四、环节与场景 .....	25
（一）生产全过程 .....	26
1、计划调度环节 .....	26
2、生产作业环节 .....	30
3、仓储物流环节 .....	35
4、设备管理环节 .....	37
5、质量管控环节 .....	40
6、安全管控环节 .....	43
7、能源管理环节 .....	45

8、 环保管控环节 .....	47
9、 工厂建设环节 .....	51
(二) 产品全生命周期 .....	55
10、 产品设计环节 .....	55
11、 工艺设计环节 .....	58
12、 营销管理环节 .....	61
13、 售后服务环节 .....	64
(三) 供应链全环节 .....	67
14、 供应链计划环节 .....	67
15、 供应链采购与交付环节 .....	70
16、 供应链服务环节 .....	73
五、 路径与方法 .....	77
1、 实施路径 .....	77
2、 相关政策 .....	79
六、 愿景与展望 .....	87
附件 1 人工智能典型应用场景 .....	91
附件 2 投入改造清单及图谱 .....	94
附件 3 典型案例 .....	105
附件 4 服务商目录 .....	135
附件 5 技术缩略语 .....	165
附件 6 江苏省制造业“智改数转网联”典型场景参考指引	167

# 一、背景与现状

## 1、指南范围

本实施指南是专为江苏省钢结构行业量身定制的综合性指导文件，适用于从事型钢、钢板、钢梁、钢柱、钢桁架等钢结构产品研发、设计、生产、加工、安装及维护的全产业链企业，无论企业规模大小，处于初创探索期，自动化、信息化尚处起步，还是已具规模，期望突破升级的阶段，均能以此为指引，助推企业精准、高效地实现智能化改造、数字化转型与网联化升级，塑造行业发展新优势。



图 1.1 钢结构产业链全景图

指南覆盖钢结构行业的核心业务流程，不仅涉及产品设计、工艺规划、质量保障体系构建、市场营销策略制定、客户服务与售后支持等前端与后端管理，还深入到工厂规划布

局、生产计划与调度优化、高效生产作业流程、智能化仓储与物流系统、设备维护管理、安全生产体系、能源高效利用、环境保护措施实施等中后端运营细节。此外，针对供应链管理的关键环节，如供应链计划制定、采购策略优化、产品交付流程管理以及供应链服务提升等方面，本指南亦提供了详尽的智能化改造与数字化转型实施策略与建议。相关企业可按照本指南的具体方法推进智能化改造数字化转型的实施工作。

## 2、行业概述

江苏钢结构行业发展源远流长，早在 20 世纪初便已萌芽。到了五六十年代，国家经济建设对基础设施的庞大需求，有力推动了钢结构的初步应用。改革开放后，行业迅速恢复并持续上扬。至 2019 年，江苏省钢结构行业已构建起较为完备的产业链体系，从上游的钢材生产，到中游的钢结构制造与施工，再到下游在各类建筑领域的广泛应用，各个环节相辅相成，支撑着行业稳健前行。

当下，江苏省拥有众多主要从事钢结构加工和安装的企业，数量多达 645 家，年生产能力约 1400 万吨，从业人数达 9 万人左右。这些企业不仅在数量上具备优势，在技术和管理水平方面同样展现出较强竞争力。在全国建筑钢结构行业 50 强榜单中，江苏有 7 家企业上榜，占比达 14%，位居全国前列。据中研普华研究院《2022-2026 年中国钢结构行

业全景调研与发展战略研究咨询报告》预测，2025年钢结构全行业总产量有望达到1.36亿吨，而江苏省钢结构产能已达2025年全国钢结构产量预期的10.8%，无愧为钢结构大省。

在产量与经济指标方面，2021年相较于2020年，江苏省钢结构产量增长约4.3%，产值增加6.8%，上缴税金增加2.4%，但人工成本上涨7.9%。2020年利润率为5.9%，2021年利润率为5.95%，企业盈利水平与2020年基本持平。彼时钢材价格上涨，人工成本持续攀升，江苏省钢结构企业虽在产量和产值上有所增长，但利润率却维持在较低水平，这严重制约了企业的持续发展。

步入2023-2024年，行业态势发生了新变化。2023年1-10月，江苏省钢材产量达13431.32万吨，在全国各省市中排名第二。2024年1-7月，江苏粗钢产量为7241.42万吨，依旧位居全国第二；1-10月，江苏粗钢产量达10021.21万吨，10月当月钢材产量为1363.16万吨。从产业发展趋势来看，在政策大力扶持与市场需求的驱动下，行业在技术创新、产业结构优化等方面不断迈进。

自2013年起，随着装配式建筑的加速推进，钢结构迎来全新发展契机。近年来，国家相继出台一系列支持装配式建筑发展的政策，尤其是《钢结构行业“十四五”规划及2035年远景目标》的发布，明确提出到2035年基本实现钢结构智能化建造。政策层面对于装配式钢结构建筑在公共建筑领

域的大力支持，有望显著增加该领域的市场需求。在此背景下，江苏省钢结构行业积极响应，不断加大在技术研发、智能制造等方面的投入，努力提升自身在全国乃至全球钢结构市场中的竞争力与影响力，以更好地顺应行业发展大势，把握新的发展机遇。

钢结构产业链大致分为上游原材料供应、中游制造与施工工程以及下游应用三个主要环节，每一环节都有其特定的企业类型和市场特点，形成了一个复杂的产业生态。

①上游原材料供应：这些企业主要包括宝钢股份、华菱钢铁、河钢股份、鞍钢股份、山东钢铁、马钢股份和首钢股份等钢材生产厂商，生产板材、卷材、型材和钢带等钢铁半成品，供给中游钢结构制造商。上游钢铁原材料的价格波动对钢结构行业的采购成本有直接影响。例如，2020年受经济复苏政策和市场需求恢复的影响，钢材价格有所上升，这直接增加了中游企业的生产成本。

②中游制造与施工工程：这些企业包括鸿路钢构、精工钢构、东南网架、富煌钢构、杭萧钢构和海波重科等。负责钢结构的设计、加工、安装和维护等服务。

中游钢结构制造：钢结构加工需要根据具体项目需求进行定制化制造，涉及下料、切割、制孔、组装与焊接等多个步骤。这些企业面临管理复杂、非标制造的挑战，小规模企业可以依靠细致的管理实现质量和成本控制，但大型企业则需应对规模扩张带来的管理难题。

③下游应用建筑领域：钢结构广

泛应用于厂房仓储、多高层建筑、场馆、电力桥梁等工业和建筑业。这些领域的需求变化直接决定了钢结构行业的发展状况。市场需求分布：钢结构在非住宅领域的应用较为广泛，如工业厂房、高层及超高层建筑等，但在住宅领域的应用相对较少，主要因造价高、隔音及防火性能欠缺等原因。

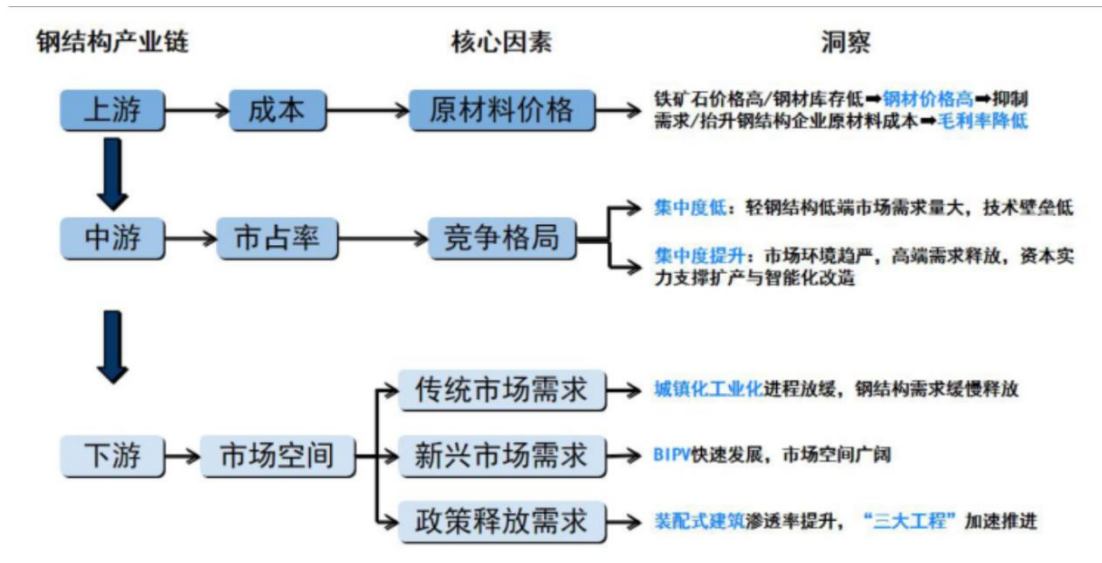


图 1.2 钢结构行业分析框架-基于产业链视角

### 行业竞争格局主要体现在以下两个关键方面：

市场集中度低，竞争态势激烈：当前钢结构市场竞争呈现白热化状态，市场集中度处于较低水平。2023 年，全国钢结构产量为 1.17 亿吨，而前五家上市公司的产量集中度仅为 7%，市场分散程度可见一斑。众多中小企业充斥市场，使得竞争环境愈发复杂。以鸿路钢构为例，尽管其在产量上独占鳌头，2023 年产量达 448.8 万吨，2024 年产量约 451.07 万吨，同比增长 0.51%，2024 年其年产能已达 600 万吨，规模居于行业首位，但仍难以改变市场整体分散的格局。

“强者恒强”趋势日益凸显：随着国家政策的持续调整以及环保监管的日益严苛，中小企业的生存空间遭受严重挤压。一方面，政策导向促使市场资源加速向龙头企业聚拢。另一方面，头部企业凭借自身雄厚实力，积极通过新建产能、优化费用结构以及大力投入技术创新等举措，不断提升自身盈利能力。以鸿路钢构为代表，2023年其累计新签销售合同额约297.12亿元，同比增长18.25%；2024年虽受整体市场环境的影响，累计新签销售合同额约282.98亿元，同比下降4.76%，但在产量上依旧保持增长态势。此外，其在智能化改造方面持续发力，利用工业互联网技术打通智能设备与信息化管理系统的连接，通过在切割、焊接、喷涂等核心环节引入智能设备，有效降低生产成本、提高生产效率与产品质量，进一步巩固了市场地位。可以预见，在未来的市场竞争中，“强者恒强”的趋势将愈发显著，中小企业若不积极寻求转型升级，将面临更为严峻的挑战。

区域特征主要体现在，钢结构行业呈现明显的区域性特征，经济发达地区的应用高于欠发达地区。上市企业分布也集中在安徽、江苏、浙江和山东等地，北京则拥有较多下游建筑代表性企业。

行业发展趋势主要体现在两点，一是装配式建筑推动钢结构行业快速发展。随着装配式建筑的推广，钢结构住宅建设迎来新的发展契机。装配式钢结构建筑具有施工周期短、

环境污染少、资源利用率高等优点，符合绿色建筑和可持续发展的政策导向，有望在未来继续扩大市场规模，成为行业增长的重要驱动力。二是智能制造转型加速行业升级。劳动密集型的钢结构企业正面临人口老龄化和劳动力减少的挑战，智能制造成为转型升级的必然选择。通过引入智能化制造技术，企业能够提高生产效率、降低生产成本、提升产品质量，推动传统制造业向“中国智造”方向发展，进一步增强产业竞争力。

### 3、行业智改数转网联现状

目前，依据江苏钢结构企业调研收集资料统计，江苏钢结构企业获得发明专利 80 件、实用新型专利 184 件，获得鲁班奖 17 项，国家优质工程奖 58 项、中国钢结构金奖 36 项、扬子杯 20 项、省级工法 20 项，获得国家科技奖 8 项、省级科技奖 13 项、市级科技奖 19 项，发表科技论文约 180 余篇。与上一年度相比，获国家优质工程奖增加了 40%，省级工法与上一年基本持平，专利数增加了 7.8%，发表科技论文增加了 2.9%，在技术创新方面进展突出。江苏省的钢结构技术水平在国内外都具有较高的声誉，这得益于江苏省在钢结构设计、加工、安装等方面的不断创新和实践，以及与国际先进技术的交流和合作。

在技术创新持续推进的同时，钢结构技术水平在多方面得到显著体现。设计创新上，现代钢结构设计高度依赖计算

机辅助工程（CAE）软件，能进行复杂结构分析与模拟，提升设计准确性和效率。建筑信息模型（BIM）技术广泛应用，实现钢结构设计、施工和管理的高度集成与可视化，提高项目管理精度和效率。制造工艺方面，激光切割、数控加工等先进工艺广泛应用于生产，提高产品制造精确度和生产效率；镀锌、涂层等表面处理技术不断优化，增强钢结构耐久性和防护性能。绿色建造成为行业重要发展方向，在全球可持续发展背景下，钢结构行业从设计到施工全流程致力于节能减排，钢结构材料可回收再利用的特性契合绿色建筑理念，推动建筑行业绿色发展。智能制造技术发展迅速，工业机器人和自动化装配线改变传统劳动密集型制造模式，降低成本、提升生产效率；物联网和大数据技术助力企业实现生产过程实时监控与管理，优化生产流程，加强质量控制。

近年来，政府积极推动钢铁行业数字化、智能化转型，发布《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》《工业互联网与钢铁行业融合应用参考指南(2021年)》等政策文件。发展目标要求到2025年，关键工序数控化率达到80%左右，生产设备数字化率达到55%，建设30家以上智能工厂。尽管钢结构智能制造取得显著进展，但全面推广和应用仍面临诸多挑战。

在市场发展方面，装配式建筑推广和城镇化进程加快，推动钢结构住宅市场规模持续扩大。国家政策支持 and 装配式

建筑广泛应用为钢结构行业提供发展动力，城市化进程中基础设施建设需求增加，钢结构在厂房仓储、多层建筑等领域应用愈发广泛，促进市场规模提升。根据中国钢结构协会发布的《钢结构行业“十四五”规划及 2035 年远景目标》，预计到 2025 年，全国钢结构用量将达到 1.4 亿吨，未来 5 年装配式建筑用钢结构复合增速超 40%，国内钢结构用量整体复合增速约 9.5%。

从产量数据来看，根据《江苏省钢结构发展蓝皮书》，2023 年我国钢结构产量约为 10140 万吨，与 2022 年的 10180 万吨相比，同比下降 0.4%，这一变化受市场需求、原材料价格和行业政策等多种因素影响。2024 年国内钢铁价格波动，也对钢结构产量产生影响。江苏省作为主要钢结构生产省份，钢结构加工量在全国各省市中排名前五。相较于 2022 年，全国钢结构总产量虽略有下降，但江苏省产量及增长率仍保持较高水平。2024 年，江苏省持续推动装配式建筑和智能制造发展，为钢结构行业带来新机遇和挑战。受国内外市场需求分化影响，国内部分市场需求减弱，但国外市场出口情况良好，稳定了江苏省钢结构产量。

当前，钢结构行业竞争激烈，集中度较为分散，2023 年我国前五家上市公司市占率不足 7%。随着人口红利逐渐消失，低成本劳动力稀缺，智能制造成为行业发展必然趋势。未来，钢结构行业有望在智能制造和绿色建筑推动下迎来更

广阔发展前景。企业需密切关注行业发展趋势，不断提升自身竞争力，以适应市场变化和 demand 增长。

近年来，我国制造业“智改数转”步入“快车道”，数字经济加快向制造业各领域渗透。同时，部分企业特别是中小企业仍面临着“不敢转”“不会转”“不能转”“不愿转”等突出问题。

“缺方案、不敢转”，尽管“智改数转”广受关注，但大量企业对“智改数转”的认识较为片面，缺乏清晰的战略目标和实践路径。“智改数转”客观上需要因“企”设计个性化方案，在没有适宜方案指引的情况下，企业“看不清”转型前景，难以估算转型的预期收益和潜在风险，难以适应转型过程中理念、战略、组织、流程、运营等全方位变革，试错成本较高，这是企业对“智改数转”持谨慎观望态度、不敢贸然尝试的重要原因。

“缺技术、不会转”，把数字技术同企业业务活动有机融合是成功转型的关键，这对企业的技术能力提出新要求。一方面，制造业企业普遍缺乏数字技术人才，无法熟练应用数字技术，不清楚从何入手。很多企业没有基于业务需求选择数字化工具，盲目跟风上新技术、新装备，转型成效不显著。另一方面，虽然市场上软件、大数据、云计算等服务商众多，但服务商良莠不齐，技术标准不统一，轻量化、低成本技术供给不足，企业选择难度较大。

“缺数据、不能转”，“智改数转”是企业数据资产不断积

累沉淀和开发应用的过程，数据资产是成功转型的重要依托。目前多数企业对数据的利用刚刚起步，数据资源散落在各业务系统中，互联互通难度大，形成“数据孤岛”，数据资产的潜在价值有待挖掘。因担心其技术、财务等商业机密数据安全，企业对数据上云存有顾虑。数据基础制度不健全、公共数据平台建设滞后导致全社会数据共享不畅，制约了数据价值释放。

“缺资金、不愿转”，“智改数转”涉及转型方案采购、数字化设备更新、数字系统建设、人员培训、运行维护等方面成本，中小企业数字化基础普遍较差，前期需要投入大量资金，给企业现金流带来较大压力，增加企业经营的不确定性。中小企业自有资金不足且融资能力较弱，对投资大、周期长、见效慢的“智改数转”方案动力不足，对人员、设备、信息系统等资源投入的意愿不强。

钢结构智改数转网联面临的痛点难点主要集中在中小企业的转型困难、技术人才与标准缺失以及数据与资金难题等方面。需通过完善管理机制、技术创新、人才培养、优化数据治理、资金支持，明确目标、选择合适的技术路径、建设基础设施、研发关键技术、落实应用场景、培养人才和塑造文化，企业可以逐步实现智能化和数字化转型，提升竞争力和可持续发展能力。

## 二、目标与架构

### 1、总体目标

根据《关于推进全省智能建造发展的指导意见》（苏建建管〔2024〕151号）要求，围绕行业发展瓶颈与核心需求，以提升企业核心竞争力、推动产业高质量发展为目标，到2030年，全面提升企业数字化、网络化、智能化水平，推动全行业实现转型升级。聚焦行业发展瓶颈与需求，以提升企业核心竞争力、推动产业高质量发展为宗旨，至2030年，助力企业显著增强数字化、网络化、智能化水平，实现全行业转型升级。具体目标包括：推动10家企业完成智能化改造数字化转型诊断评估与规划制定；培育3家省级以上智能化改造数字化转型示范企业与标杆项目；实现关键工序数控化率达90%、生产设备数字化率达90%；构建完善的行业工业互联网平台及标识解析体系，大幅提升产业链协同创新与资源配置效率，打造数据驱动、智能高效、绿色低碳、安全可靠的新型钢结构产业生态。

### 2、实施架构

构建全方位、多层次的智改数转网联实施架构，涵盖基础支撑层、核心业务层与创新应用层。

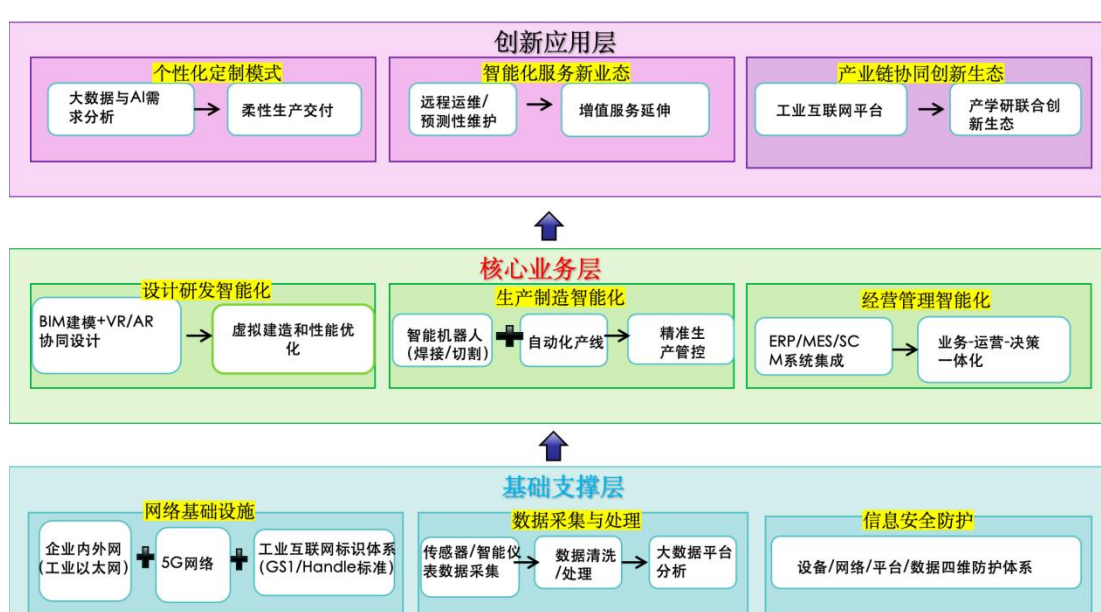


图 2.1 智改数转网联实施架构图

**基础支撑层：**夯实网络基础设施建设，包括企业内外网升级、5G 网络覆盖拓展、工业互联网标识解析体系构建等，实现设备互联、数据互通与信息互认；强化数据采集与处理能力，通过传感器、智能仪表等设备广泛部署及大数据技术应用，采集、清洗、存储、分析生产运营数据，为决策提供精准依据；完善信息安全防护体系，从设备、网络、平台、数据等多维度保障信息安全，筑牢企业发展“安全网”。

**核心业务层：**深度推进设计研发智能化，普及数字化设计软件，融合 BIM、虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等技术，实现协同设计、虚拟建造与性能模拟优化；提升生产制造自动化水平，引入智能焊接机器人、切割机器人、自动化生产线等装备，建设智能车间与工厂，推进生产过程精准管控与优化调度；加强经营管理信息化建设，集成 ERP、

MES、CRM、SCM 等系统，打破信息壁垒，实现业务流程一体化、运营管理精细化与决策科学化。

**创新应用层：**培育发展个性化定制模式，依托大数据与人工智能精准洞察客户需求，利用 IN-ASSEM 钢结构模拟预拼装软件集成 XSuperNEST 套料软件，实现产品个性化设计与柔性生产交付；拓展智能化服务新业态，基于工业互联网平台开展远程运维、状态监测、故障预测与智能诊断等服务，延长产业链、提升附加值；构建产业链协同创新生态，通过工业互联网平台汇聚产业链上下游企业及科研机构，实现资源共享、协同创新与联合攻关，攻克关键共性技术难题，提升产业整体创新能力与协同发展水平。

### 三、基础能力

#### 1、网络基础设施能力建设

##### (1) 企业内外网

为满足钢结构企业生产现场高实时性、大数据量传输需求，车间网络宜采用工业以太网或现场总线技术构建，确保设备间稳定可靠通信与精准控制指令传输。如 Profibus-DP 现场总线可实现控制器与现场设备毫秒级数据交互，保障焊接机器人、数控加工设备精准协同作业。企业办公区域则构建高速宽带网络，支撑日常办公管理软件流畅运行及与外部信息高效互通。

随着智能制造发展，积极引入工业无源光纤网络(PON)、工业 WiFi、5G 等新技术拓展网络能力边界。5G 网络以其低时延、高带宽、广连接特性，赋能远程设备操控、AGV 智能物流调度、高清视频质量监控等应用场景。例如，借助 5G 实现远程操控焊接机器人进行复杂焊接任务，操作时延控制在 30 毫秒内，提升特殊工况下生产效率与安全性；工业 WiFi 为车间移动终端设备提供便捷无线接入，助力现场生产数据实时采集上传与工单即时处理；PON 技术以其高带宽、长距离传输优势，为企业园区网络骨干链路提供可靠支撑，保障多业务并发传输稳定性与高效性。

##### (2) 标识解析

构建企业级标识解析体系，基于 GS1、Handle 等国际通

用标识标准及行业自定义标识规则，为钢结构产品、原材料、设备、工装等赋予唯一身份标识编码。通过二维码、套料码、RFID 标签等载体实现标识赋码，确保产品全生命周期信息精准关联与追溯。如在钢材原材料管理中，每批次钢材入库时粘贴 RFID 标签，标签编码关联其产地、规格、化学成分、力学性能等质量检验数据，生产领用及加工过程全程追踪，有效防控质量风险、提升质量管控精度与效率。

推动标识解析在供应链协同深度应用，实现企业与供应商、客户间标识数据共享互认。向上游，供应商依企业生产计划与物料需求标识精准配送原材料，企业收料时扫码快速入库并校验质量信息，大幅缩短采购周期、降低库存成本；向下游，产品交付客户后，客户可依产品标识追溯生产批次、工艺参数、质量检验报告等全生命周期信息，增强客户信任度与满意度。同时，积极对接行业公共标识解析平台，拓展标识数据跨企业、跨行业交互应用场景，提升企业供应链协同创新能力与产业生态话语权。

## 2、数据采集能力建设

### （1）“哑设备”改造

全面梳理企业生产现场“哑设备”清单，涵盖老旧加工设备、传统仓储货架、手工操作工装等未具备数据采集功能的设备。针对加工设备，在关键部位（如机床主轴、刀具系统、电气控制柜）加装传感器，采集设备运行状态参数（如转速、

温度、电流、振动幅值）、加工工艺参数（切削速度、进给量、切削深度）及故障报警信号；仓储货架安装位置传感器与重量传感器，实时监测物料存储位置与重量变化，实现库存自动盘点与补货预警；手工工装嵌入智能传感器模块，采集工装使用次数、受力状况、磨损程度数据，为工装维护更换提供精准依据。

传感器选型依设备特性与数据采集需求精准确定，确保采集数据准确性、可靠性与实时性。如高精度光纤振动传感器用于监测高速旋转设备振动状态，分辨率达  $50\mu\text{m/s}$ ；耐高温压力传感器实时测量热处理炉内压力变化，测量范围  $0\text{-}5\text{MPa}$ 、精度  $\pm 0.5\%\text{FS}$ ；智能 RFID 标签作为物料标识与数据采集载体，实现物料非接触式快速识别与信息读写，读取距离可达 5 米、数据存储容量 1024 字节。采集数据经标准化处理与协议转换，通过有线（如以太网、RS485 线缆）或无线（如 ZigBee、蓝牙、4G/5G 模组）通信方式传输至企业数据中心或边缘计算节点进行存储分析，为设备管理、生产调度、质量控制提供数据驱动决策依据，挖掘设备潜在价值、提升生产运营智能化水平。

## （2）智能设备联网

对企业既有智能生产设备（如自动化生产线、智能机器人、数控加工中心、智能仓储物流设备），强化其联网集成与数据交互能力。通过 PLC 或工控机通信接口（如以太网口、

串口)，采用 ModbusTCP、OPCUA 等通用工业通信协议实现设备联网接入企业网络。设备控制系统经配置与编程开发，开放数据采集接口与通信功能模块，确保设备运行数据、工艺参数、生产任务进度、故障报警信息等关键数据稳定上传至数据平台。如自动化焊接生产线 PLC 通过以太网与企业 MES 系统实时通信，上传焊接参数、焊缝质量数据、设备故障代码等关键信息；智能仓储物流设备（如 AGV、自动化立体仓库）借助工控机集成无线通信模块，依托 Wi-Fi 或 5G 网络将物料搬运任务执行进度、库存货位状态、设备电量电量等数据实时反馈至 WMS 系统，实现仓储物流智能化调度与可视化管理。同时，在数据归集环节，运用工业数据采集软件平台统一管理智能设备数据接口与通信协议，经数据清洗、转换、整合后存入企业大数据平台或实时数据库，为生产调度优化、设备预测性维护、质量分析改进等业务场景提供高价值数据支撑，驱动企业生产运营决策从经验驱动转向数据驱动，提升企业整体运营效能与市场竞争力。

### 3、信息系统能力建设

#### （1）企业资源规划管理系统

为钢结构企业集成财务、采购、生产、销售、库存、人力资源等核心业务模块，实现业务流程标准化、数据一体化管理与运营决策科学化。采购模块依据生产计划、库存水平精准生成采购订单、优化供应商选择与采购成本控制；生产

模块排程生产任务、监控生产进度、调配生产资源确保订单交付；销售模块管理客户订单、跟踪订单执行、分析销售数据助力市场策略优化；库存模块实时管控原材料、在制品、成品库存动态，优化库存结构、降低库存成本；财务模块集成账务处理、成本核算、资金管理与财务分析功能，提供精准财务报表与决策支持。通过 ERP 系统实施，打破部门信息壁垒，提升企业整体运营效率 30%以上、降低运营成本 15%、缩短订单交付周期 5-10 天，增强企业市场应变与盈利能力。

## （2）制造执行系统

在生产车间部署 MES 系统，聚焦生产现场执行管控。从 ERP 系统接收生产订单与工艺文件后，细化分解为车间作业计划与工序任务，精准派工至设备与人员；实时采集生产现场数据（设备工况、工艺参数、生产进度、质量数据），监控生产过程、追溯产品质量，遇质量问题实时预警并精准定位追溯根源；依据生产实绩反馈优化生产调度策略、动态调整设备负荷与生产节拍，实现生产过程透明化、精细化管理与柔性化生产响应能力提升。如某钢结构加工企业引入 MES 后，生产效率提升 25%、产品不良率降低至 25%、车间在制品库存降低 3-5%，有效提升车间生产管控水平与制造竞争力。

## （3）套料软件

于钢结构生产的材料准备阶段部署 XSuperNEST 套料软

件，主要针对钢材切割下料过程进行优化。导入钢结构零部件的二维图形及相关工艺参数后，利用智能算法进行高效排版套料，最大化利用钢材板材。该软件可根据不同板材规格、材质以及零部件的加工要求，快速生成最优的切割路径规划，同时精确计算材料利用率，并预估切割时间。在一家中型钢结构加工企业应用后，钢材利用率提高了 15%，切割效率提升了 30%，有效降低了材料成本和加工时间，增强了企业在钢结构材料利用方面的经济效益和市场竞争能力。

#### **（4）钢结构模拟预拼装软件**

在钢结构制造前期，引入钢结构模拟预拼装软件（IN-ASSEM）软件专注于钢结构的虚拟预拼装环节。从设计模型获取钢结构部件的三维数据后，精准构建虚拟拼装环境，模拟实际拼装过程。通过对各部件的尺寸、形状、连接节点等信息的精确分析，提前检测可能存在的拼装干涉问题，并精确计算安装偏差范围。在某大型钢结构建筑项目中，使用该软件后，现场拼装调整时间缩短了 40%，因拼装问题导致的返工率降低至 5% 以下，有效保障了项目进度和质量，显著提升了钢结构预拼装的准确性与效率，增强了企业在复杂钢结构项目中的施工把控能力。

### **4、信息安全能力建设**

#### **（1）设备安全**

强化设备访问控制，实施多因素身份认证机制（如密码、

指纹、动态口令组合)保障设备访问安全性,依据员工角色与工作需求精细分配设备操作权限,限制非法访问与越权操作。如关键数控加工设备仅限高级技师在授权时段内特定操作权限访问,杜绝误操作与恶意破坏风险。

定期设备漏洞扫描修复,运用专业漏洞扫描工具(如Nessus、OpenVAS)全面检测设备操作系统、软件应用、固件程序漏洞,及时更新安全补丁修复漏洞,防范黑客利用漏洞入侵篡改设备控制逻辑或窃取敏感数据。如每月定期扫描企业网络打印机、PLC设备漏洞并限时修复,保障设备运行稳定性与数据安全性,维护生产连续性与产品质量一致性。

## (2) 控制安全

构建工业控制系统网络隔离防护体系,采用物理隔离(如网闸)或逻辑隔离(如VLAN划分、防火墙访问控制策略)手段分离工业控制网络与企业办公网络、互联网,阻止外部网络攻击渗透扩散至工业控制核心区域。如车间生产设备控制系统所在网络VLAN与办公网络VLAN间设置严格访问控制策略,仅允许特定业务数据单向交互,阻断潜在恶意流量传播路径,保障生产过程免受外部干扰与恶意破坏。

部署工业入侵检测系统(IDS)/入侵防御系统(IPS)实时监控工业控制系统网络流量与操作行为,基于特征匹配、行为分析技术检测识别恶意攻击行为(如DDoS攻击、恶意代码注入、非法指令篡改)并及时阻断响应,确保控制系统

指令传输与执行合法性、准确性、完整性。如 IDS/IPS 系统监测到针对工业控制器疑似恶意扫描流量时，实时告警并依策略自动阻断可疑源 IP 访问，保障生产系统稳定运行与设备安全可控，降低生产中断风险与经济损失可能性。

### （3）网络安全

企业网络架构规划实施分层分区防护策略，核心网络层部署高性能防火墙、入侵检测系统，监控过滤内外网间流量；汇聚网络层采用虚拟专用网络（VPN）技术为远程办公、异地分支机构提供安全加密通信通道，保障数据传输保密性、完整性；接入网络层运用 802.1X 认证技术管控终端设备接入网络权限，阻止非法设备接入企业网络窃取敏感信息或发起攻击。如企业园区网边界防火墙设置精准访问控制策略，仅允许合法业务端口流量进出，日均拦截非法访问尝试 X 次以上；异地项目部通过 VPN 安全隧道访问企业核心资源，传输数据加密处理确保商业机密不泄露，有效防范网络窃听与中间人攻击风险。

无线网络安全保障上，企业 Wi-Fi 网络采用 WPA3 加密标准、隐藏 SSID 广播、设置 MAC 地址过滤、开启无线入侵检测功能强化防护。如生产车间无线 AP 启用 WPA3 加密与 MAC 地址白名单机制，仅授权移动终端接入，防止外部非法设备蹭网攻击；无线入侵检测系统实时监测无线信号覆盖区域异常活动（如非法 AP 接入、暴力破解密码攻击）及时

预警处置，确保企业无线网络稳定安全运行，支撑车间移动设备（如手持扫码枪、移动巡检终端）高效安全业务应用。

#### （4）平台安全

工业互联网平台建设运营遵循安全设计原则，采用微服务架构实现功能模块松耦合、服务自治与隔离，单个服务故障不影响平台整体运行稳定性；实施多租户安全隔离机制，运用容器化技术（如 Docker、Kubernetes）为不同租户构建独立运行环境与资源配额管理，确保租户数据与业务操作相互隔离、互不干扰，保障企业数据主权与业务运营独立性。如平台某租户遭受 DDoS 攻击时，容器化隔离机制限制攻击影响范围在该租户环境内，其他租户业务正常运行不受波及，维持平台整体服务可用性与可靠性，提升企业与租户对平台信任度与满意度。

平台数据存储安全上，采用分布式存储架构与加密技术保障数据存储可靠性与保密性。数据切片存储于多节点集群，节点故障时自动冗余恢复确保数据不丢失；数据写入存储时加密处理（如 AES 对称加密算法），访问读取时经授权密钥解密，保障数据全生命周期保密性，防止数据存储环节泄露风险，守护企业核心商业机密与用户隐私数据安全，支撑平台数据驱动业务创新发展与长期稳健运营。

#### （5）应用安全

企业应用系统开发遵循安全编码规范，进行代码安全审

查（如使用 Checkmarx、Fortify 工具），及时修复 SQL 注入、跨站脚本攻击（XSS）、缓冲区溢出等常见安全漏洞，提升应用自身安全性抵御外部攻击。如某企业 ERP 系统开发中经代码审查修复潜在 SQL 注入漏洞 43 处，避免黑客利用漏洞非法获取企业财务、生产数据或篡改业务数据，保障业务流程稳定与数据资产完整性。

应用身份认证与授权管理强化，采用单点登录（SSO）技术统一用户身份认证入口，结合多因素认证提升认证强度；依据用户角色、部门、权限级别精细配置应用功能模块访问权限，实现最小化授权原则，防止非法访问与越权操作。如某企业员工通过统一 SSO 门户登录各类业务应用，权限分配精准控制员工在 CRM 系统仅访问所属客户信息与业务操作权限范围，杜绝内部违规操作与数据滥用风险，提升企业运营管理规范性与安全性。

## （6）数据安全

数据分类分级管理是基础，依据数据敏感程度、价值重要性将企业数据分为核心机密级（如商业秘密配方、核心技术图纸、重大合同协议）、重要敏感级（如财务报表、客户订单详情、关键工艺参数）、一般公开级（如企业新闻资讯、产品宣传资料）三类分级保护。为各级数据定义访问主体、访问权限、加密要求、存储期限与销毁流程规范，确保数据全生命周期安全管控精准施策。如核心机密级数据仅限企业

高层与核心技术团队授权访问，存储加密传输、定期审计备份且介质销毁严格审批监督，防止数据泄露与不当使用造成企业重大损失与核心竞争力受损。

数据加密技术贯穿数据处理全流程，企业内部存储采用透明加密技术（如 EFS、DM-Crypt）对敏感文件加密存储，用户访问时系统自动解密，外部窃取存储介质无法获取明文数据；网络传输环节运用 SSL/TLS 协议加密通信信道（如企业网银支付、远程数据交互场景）保障数据传输保密性、完整性，防止数据中途窃取篡改；数据备份恢复策略优化，实施异地多版本备份方案（如每日全量备份与小时级增量备份至异地数据中心），灾难事件发生时快速恢复关键数据，保障业务连续性与数据可用性，降低数据丢失损失与业务中断风险，支撑企业稳健运营与持续发展。

#### **四、环节与场景**

钢结构行业作为传统建筑领域的重要组成部分，具有多品种、小批量、短交期、高精度和质量一致性要求高等特点。该行业的核心生产制造环节包括加工、装配、检测等，同时，企业可能更侧重于标准产品或定制化产品的生产。钢结构企业的竞争力来源于产品设计、工艺水平、产品质量、价格、需求响应等，而这些因素又受到原材料质量、设备精度、产品设计和生产工艺等知识经验积累、质量管控能力、生产效率和成本管控能力的影响。因此，钢结构行业的“智改数转网

联”，以设备管理和质量管控数字化为切入点，以产品设计和工艺设计智能化为着力点，以产品型谱和订单为牵引和主线，协同优化计划调度、生产作业、仓储物流等，全面提升企业竞争力，适应下游建筑企业的要求。通过数字化转型，钢结构企业能够提高生产效率，降低制造成本，缩短产品研制周期，实现绿色低碳发展，从而在激烈的市场竞争中保持领先地位。

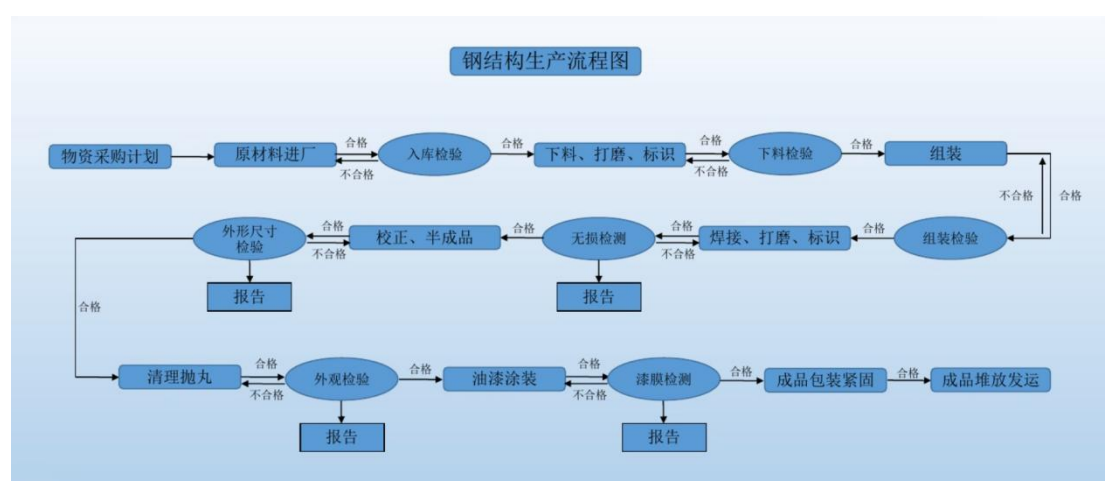


图 4.1 钢结构行业生产组织流程图

## (一) 生产全过程

### 1、计划调度环节

计划调度环节是钢结构生产的核心环节之一，它根据市场需求、企业产能、库存状况等多方面因素，合理安排生产任务、调配资源，以确保生产的高效有序进行，对提高劳动生产率和订单达成率起着关键作用。

#### (1) 存在的问题

目前，钢结构企业在计划调度方面存在诸多问题。市场

需求预测不够精准，多依赖主观经验和简单的数据分析，难以适应市场的快速变化。产能分析缺乏科学的方法和工具，无法准确评估设备和人员的实际生产能力。库存分析也不够深入，导致库存积压或缺货现象频发。计划排产往往凭借人工经验，未充分考虑各种约束条件，容易出现生产计划不合理的情况。资源调度缺乏动态性，面对订单变更、设备故障等突发状况，难以迅速做出有效调整。

## （2）改造场景

**生产计划优化：**构建集成市场需求预测、产能分析、库存分析等功能的企业资源管理系统。运用约束理论、寻优算法和专家系统等技术，依据采购提前期、安全库存和市场需求，实现生产计划的智能化、精准化制定，确保生产计划既满足市场需求，又能充分利用企业资源。

**车间智能排产：**引入高级计划排程系统（APS），集成调度机理建模、寻优算法等技术。综合考虑订单优先级、设备产能、物料供应、人员配置等多约束条件，以及生产过程中的动态扰动因素，如设备故障、订单变更等，实现车间排产的优化，提高生产效率和订单交付准时率。

**资源动态配置：**依托制造执行系统（MES），集成大数据、运筹优化、专家系统等技术。通过对生产现场数据的实时采集和分析，基于资源匹配和绩效优化的原则，进行精准派工，实现人力、设备、物料等制造资源的动态配置，提高

资源利用率。

### (3) 解决方案建议

企业可根据自身规模和需求，选择成熟的企业资源管理系统，如用友 U8、金蝶 K3 等，并进行定制化开发。在引入 APS 系统时，要充分考虑系统与企业现有系统的兼容性，同时邀请专业的实施团队进行指导。加强对 MES 系统的应用，确保生产现场数据的实时、准确采集，为资源动态配置提供可靠依据。此外，还应培养或引进具备计划调度专业知识和信息技术能力的复合型人才，以保障系统的有效运行。



### 图 4.3 调度指挥架构

某企业部署智能排产系统后，生产计划排程时间从原来人工排程的 3 天缩短至 2 小时，订单交付准时率提升至 95%。系统通过智能算法对设备产能、物料供应、工艺路线等 200 余项参数进行动态优化，构建起涵盖 5 大生产基地、12 条产线的数字孪生模型。系统上线首月即完成 3000 余份订单的智能排产，准确率高达 98.7%。

该企业调度指挥中心配置的 12 米曲面 LED 大屏实时显示各项目生产进度，通过 IoT 设备采集的 5000 多个数据点每分钟更新。系统特别开发了三维可视化模块，可分层查看钢结构厂房项目的构件加工状态、焊接工艺参数及涂装检验记录。当某大型厂房项目因钢板到货延迟导致生产进度偏差超 10% 时，系统自动触发三级预警机制：黄色预警推送至车间主任，橙色预警通知生产副总，红色预警直达总经理办公室，形成分级响应机制。

调度人员依据可视化数据驾驶舱精准调配资源，协调设计部门通过 PDM 系统加快关键构件图纸发放，使图纸审批周期从 72 小时压缩至 8 小时；采购部门依托系统生成的短缺物料清单，启动供应商协同平台实施紧急补货，成功将特殊规格 H 型钢的采购周期从 15 天缩短至 5 天。生产车间根据系统建议的优化方案调整工序优先级，通过设备联网模块远程切换加工任务，使某厂房项目主梁加工效率提升 40%。

在产业链协同方面，系统已对接 32 家核心供应商和 15 家物流服务商，实现需求预测共享和运输资源统筹。某次台风天气导致海运延误，系统提前 72 小时启动应急预案，自动匹配替代陆运方案并调整生产序列。通过数字化转型，该企业不仅将生产决策响应速度提升

10 倍，更建立起基于实时数据的智能决策体系，显著提升了市场竞争力和客户口碑。

## 2、生产作业环节

生产作业环节是将原材料转化为钢结构产品的关键过程，通过一系列的加工、装配等操作，实现产品的制造。该环节的效率和质量直接影响企业的生产效益和产品竞争力。

### （1）存在的问题

生产自动化水平参差不齐，部分钢结构企业关键生产环节（如切割、焊接、涂装）自动化设备应用不足、工艺落后，依赖大量人工操作，生产效率受限、质量稳定性差、劳动强度大、安全风险高；同时自动化设备间集成协同困难，未形成高效自动化生产线，整体生产效率提升缓慢。

工艺过程控制粗放，钢结构生产工艺复杂多变，现场生产作业对工艺参数执行监控不严格，多凭工人经验操作，工艺参数波动大、加工精度控制难，导致产品质量离散性大、一致性差；缺乏实时工艺优化调整机制，难以及时应对原材料性能变化、设备工况差异及质量波动问题，质量损失成本高。

人机协同效率低下，企业在自动化生产推进中未充分考量人机交互与协作优化，工人技能培训与自动化设备适配性不足，人机协作流程不畅、职责不清，导致设备闲置等待时间长、工人操作熟练度提升慢、生产效率与质量受制约，难

以发挥人机协同倍增效应。

## （2）改造场景

**产线柔性配置：**部署智能制造装备，如智能焊接机器人、数控加工中心等。应用模块化、成组和产线重构等技术，搭建柔性可重构产线。根据订单的不同需求和工况变化，快速调整产线的布局和生产流程，实现多种产品的自动化混线生产，提高生产的灵活性和适应性。

**精益生产管理：**应用六西格玛、5S 管理和定置管理等精益工具和方法，开展相关信息化系统建设。通过对生产过程中的数据进行采集和分析，实现对人、机、料等生产要素的精确管控，消除浪费，提高生产效率和产品质量。

**工艺动态优化：**部署智能制造装备，搭建生产过程全流程一体化管控平台。应用工艺机理分析、多尺度物性表征和流程建模、机器学习等技术，实时采集生产过程中的工艺参数和质量数据，动态优化调整工艺流程和参数，确保产品质量的稳定性和一致性。

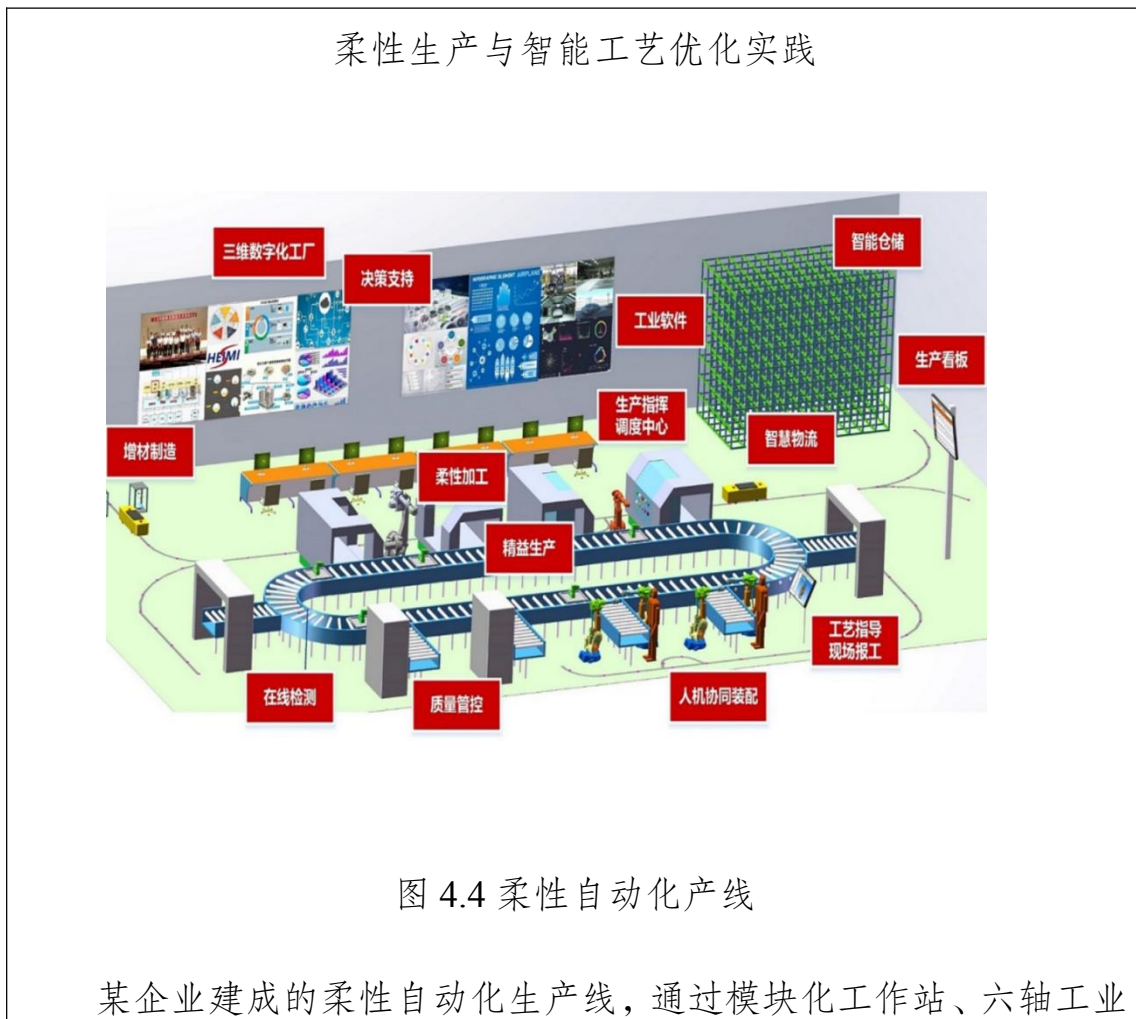
**智能协同作业：**部署智能制造装备，基于 5G、TSN（时间敏感网络）、边缘计算等技术建设生产现场设备控制系统。实现生产设备、检测装备、物流装备等的实时控制和高效协作，提高生产过程的协同性和整体效率。

**人机协同制造：**应用人工智能、AR/VR（虚拟现实/增强现实）、新型传感等技术，提高高档数控机床、工业机器人、

行业成套装备等智能制造装备与人员的交互、协作能力。实现加工、装配、分拣等生产作业的人、机自主协同，提高生产效率和产品质量，同时降低工人的劳动强度。

### （3）解决方案建议

加大对智能制造装备的投入，引进先进的生产设备和技  
术。与高校、科研机构合作，开展精益生产管理和工艺优化的  
研究与实践。加强对员工的培训，提高员工的技能水平和  
信息化素养，使其能够熟练操作智能制造装备，适应新的生  
产模式。建立完善的生产过程监控和质量管理体系，及时发  
现和解决生产过程中出现的问题。



机器人和 AGV 智能物流系统的协同运作，能够灵活应对桥梁构件、建筑桁架、工业设备支架等多元化钢结构产品的生产需求，实现多品种小批量的混线生产模式。

在工艺过程智能优化方面，企业构建了焊接工艺知识图谱，通过激光视觉传感系统实时采集熔池动态特征，结合深度神经网络算法对焊接电流、电压、速度等 12 项关键参数进行毫秒级动态补偿。某大跨度空间结构复杂节点焊缝经工艺优化后，超声波探伤合格率从 80% 跃升至 95%，等效于每千米焊缝减少返修点 120 处。通过建立焊材消耗数字孪生模型，实现焊丝用量精准预测，材料损耗率降低 20%，年节约高强焊材超 80 吨。柔性生产与智能工艺的融合使企业产品交付周期缩短 40%，工伤事故率下降 65%，成功斩获多个国家级重点工程项目订单。

## 基于 BIM 协同设计平台提升设计效率与质量

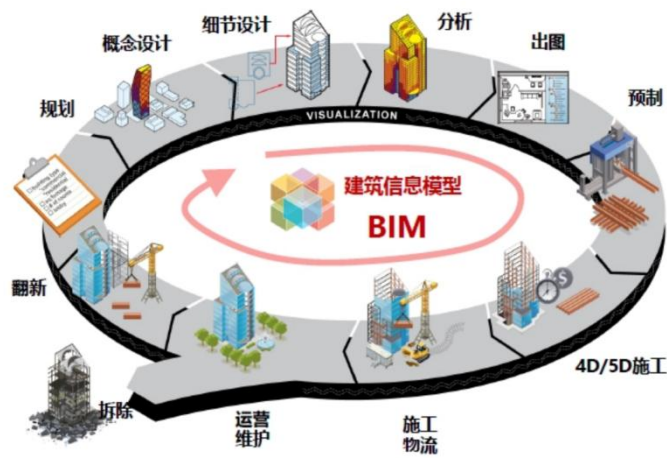


图 4.5 建筑信息模型

## BIM 协同平台的实现

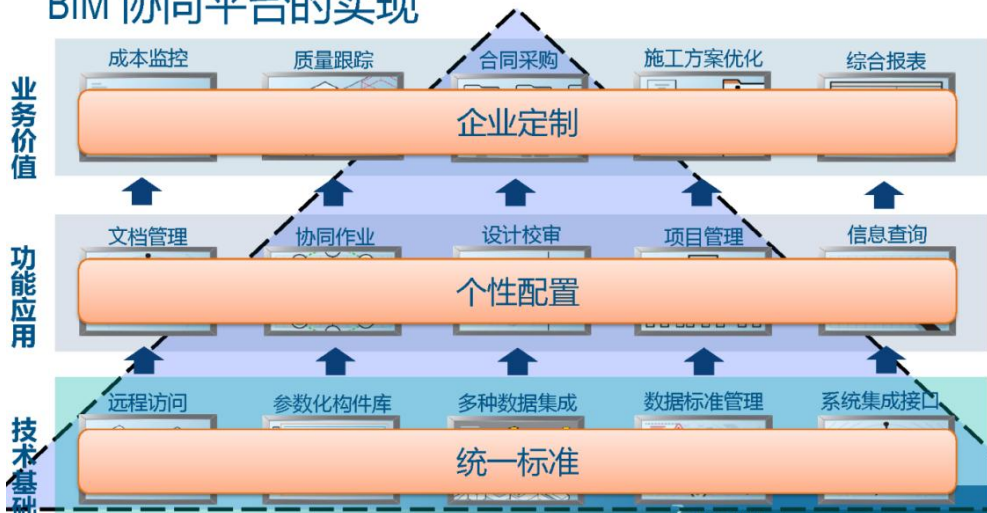


图 4.6 BIM 协同平台设计架构

该企业引入 BIM 协同设计平台，各专业设计师在共享三维模型中协同作业，如建筑设计师完成建筑模型搭建后，结构设计师可直接在模型上进行结构设计优化，机电设计师同步开展设备管线布置，通过实时碰撞检测及时发现并解决设计冲突，如梁柱节点处钢筋与管线碰撞问题，设计变更次数减少约 30%，设计周期缩短约 25%，项目整

体效率大幅提升。

### 3、仓储物流环节

仓储物流环节在钢结构行业中起着连接生产与销售的重要作用，它负责原材料、半成品和成品的存储、保管、运输和配送，对企业的生产连续性和成本控制有着重要影响。

#### （1）存在的问题

当前，钢结构企业的仓储物流环节存在信息化程度低、配送效率低、库存管理不合理等问题。仓储管理多依靠人工记录和操作，信息更新不及时，导致库存数据不准确，物料查找困难。配送计划和调度缺乏优化，物流路径不合理，配送效率低下，增加了运输成本。库存管理缺乏科学的方法，容易出现库存积压或缺货现象，占用大量资金。

#### （2）改造场景

**智能仓储：**建设智能仓储管理系统（WMS），应用条码、射频识别（RFID）、智能传感等技术。实现物料的自动入库（进厂）、盘库和出库（出厂），依据实际生产作业计划进行智能仓储管理，提高仓储作业效率和库存管理的准确性。

**精准配送：**集成智能仓储系统和智能物流装备，如自动导引车（AGV）、智能叉车等。应用实时定位、机器学习等技术，实现原材料、在制品、产成品流转全程跟踪，以及物流动态调度、自动配送和路径优化，提高配送效率，降低物

流成本。

### (3) 解决方案建议

企业应选用适合自身需求的智能仓储管理系统，并与企业的其他信息系统进行集成。引入智能物流装备，提高物流自动化水平。利用大数据分析技术，对物流数据进行挖掘和分析，优化配送计划和调度。建立供应商管理库存（VMI）等先进的库存管理模式，实现库存的合理控制。加强仓储物流人员的培训，提高其操作技能和信息化水平。

解决方案：WMS 智能仓储物流一体化转型

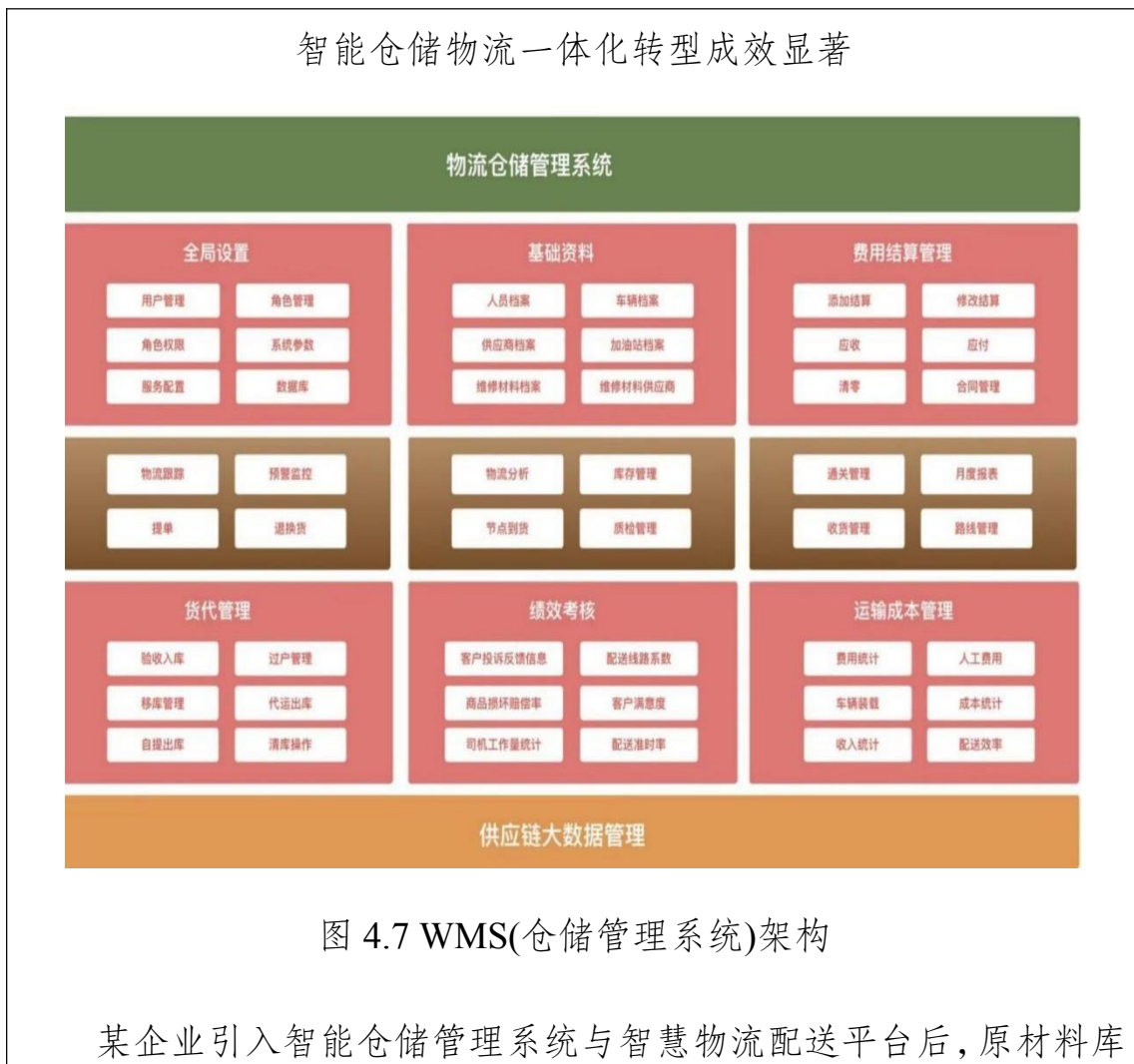


图 4.7 WMS(仓储管理系统)架构

某企业引入智能仓储管理系统与智慧物流配送平台后，原材料库

存盘点时间从原来的 3 天缩短至 1 小时，库存准确率高达 98%，物流配送准时率提升至 95%。以某大型项目为例，通过智能仓储物流系统优化物料配送计划与运输路线，成功避免因物料短缺导致的生产停滞 2 次，项目整体工期缩短 10%，运输成本降低约 15%，同时因物流信息透明化，客户满意度提升至 90%，为企业赢得更多市场订单与良好口碑，凸显智能仓储物流转型对企业运营效益与市场竞争力的强劲推动作用。

#### 4、设备管理环节

设备管理环节对于钢结构企业的生产至关重要，它负责设备的采购、安装、调试、使用、维护、维修和更新等工作，确保设备的正常运行，提高设备综合效率，降低运维成本。

##### （1）存在的问题

许多钢结构企业在设备管理方面存在设备运行监测不及时、故障诊断不准确、维护保养不科学等问题。设备运行状态的监测主要依靠人工巡检，无法实时掌握设备的运行状况，容易导致设备故障的发生。故障诊断多依赖人工经验，缺乏科学的诊断方法和工具，准确性和及时性不足。设备维护保养计划往往是固定的，没有根据设备的实际运行情况进行调整，导致维护保养效果不佳，运维成本较高。

##### （2）改造场景

在线运行监测：集成智能传感、5G、大数据分析等技术，

通过在设备关键部位安装传感器，实现自动巡检和在线运行监测。实时采集设备的运行参数，如温度、压力、振动等，通过大数据分析判定设备运行状态，开展性能分析和异常报警，及时发现设备潜在问题，提高设备运行效率。

设备故障诊断与预测：综合运用物联网、机器学习、故障机理分析等技术，建立故障诊断和预测模型。通过对设备运行数据的分析，预测故障失效模式，提前进行预防性维护，减少设备故障的发生，提高设备综合利用率。

设备运行优化：建设设备健康管理系统，基于模型对设备运行状态、工作环境等进行综合分析。根据分析结果调整优化设备运行参数，合理安排设备维护计划，提高设备运行效率，延长设备使用寿命。

### **(3) 解决方案建议**

对现有设备进行智能化改造，安装智能传感器和数据采集装置。选择合适的设备健康管理系统，确保系统能够准确地对设备进行监测、诊断和预测。建立设备故障数据库，为故障诊断和预测提供数据支持。加强设备管理人员的培训，使其掌握先进的设备管理技术和方法，能够熟练操作设备健康管理系统。

设备智能管理提升运维效能



图 4.8 设备全生命周期管理系统功能

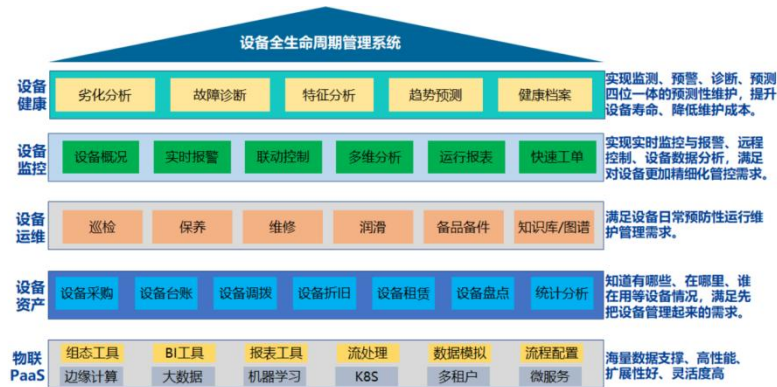


图 4.9 设备全生命周期管理系统架构

某企业部署设备全生命周期管理系统与智能健康监测体系后，设备台账完整率达 95%、数据准确率提升至 98%，为设备采购决策提供精准依据，新设备选型采购成本降低约 10%。通过智能健康监测提前 24 小时精准预警某关键加工设备轴承故障隐患，及时安排维修避免设备停机 3 天，减少经济损失 50 万元；预测性维护实施使设备年平均维修次数减少 2 次、维修成本降低 20%，设备综合利用率提升至 90%，有效提升企业设备管理精细化、智能化水平与生产运营稳定性。

## 5、质量管控环节

质量管控环节贯穿于钢结构产品的整个生命周期，从原材料采购到产品生产、装配、检测以及售后服务，对确保产品质量符合标准和客户要求起着关键作用。

### （1）存在的问题

质量数据采集与管理分散，质量检测数据多依赖人工纸质记录，数据采集效率低、准确性差、实时性不足，难以实现质量数据集中管理、追溯分析与深度挖掘利用，无法为质量改进提供有力支撑。

质量检测手段相对滞后，部分企业仍以传统人工检测为主，无损检测、自动化检测设备配备不足或应用不充分，检测精度与效率受限，难以及时发现产品内部缺陷与潜在质量隐患。

质量追溯体系不完善，钢结构产品生产环节多、工艺流程复杂，从原材料采购到成品交付各环节质量信息关联度低、追溯困难，一旦出现质量问题，溯源成本高、责任界定难，企业质量声誉与客户满意度受损。

### （2）改造场景

智能在线检测：部署智能检测装备，融合 5G、机器视觉、缺陷机理分析、物性和成分分析等技术。对产品质量进行在线检测、分析、评价和预测，实时监测产品质量，及时发现质量问题并进行预警，提高检测效率和准确性。

质量精准追溯：建设质量管理体系（QMS），集成 5G、区块链、标识解析等技术。采集并关联产品原料、设计、生产、使用等全流程质量数据，为每件产品赋予唯一的标识编码，实现全生命周期质量精准追溯，便于快速定位质量问题的根源，采取相应的改进措施。

产品质量优化：依托质量管理体系（QMS）和质量知识库，集成质量机理分析、质量数据分析等技术。对产品质量影响因素进行识别，分析预测产品缺陷，制定质量优化决策，持续改进产品质量。

### （3）解决方案建议

加大对智能检测装备的投入，引进先进的检测技术和设备。搭建质量管理体系，利用区块链技术确保质量数据的不可篡改和可追溯性。建立质量知识库，积累质量数据和分析经验，为质量优化提供支撑。加强质量管理人员的培训，提高其质量意识和数据分析能力。

基于物联网与大数据的质量管控体系建设

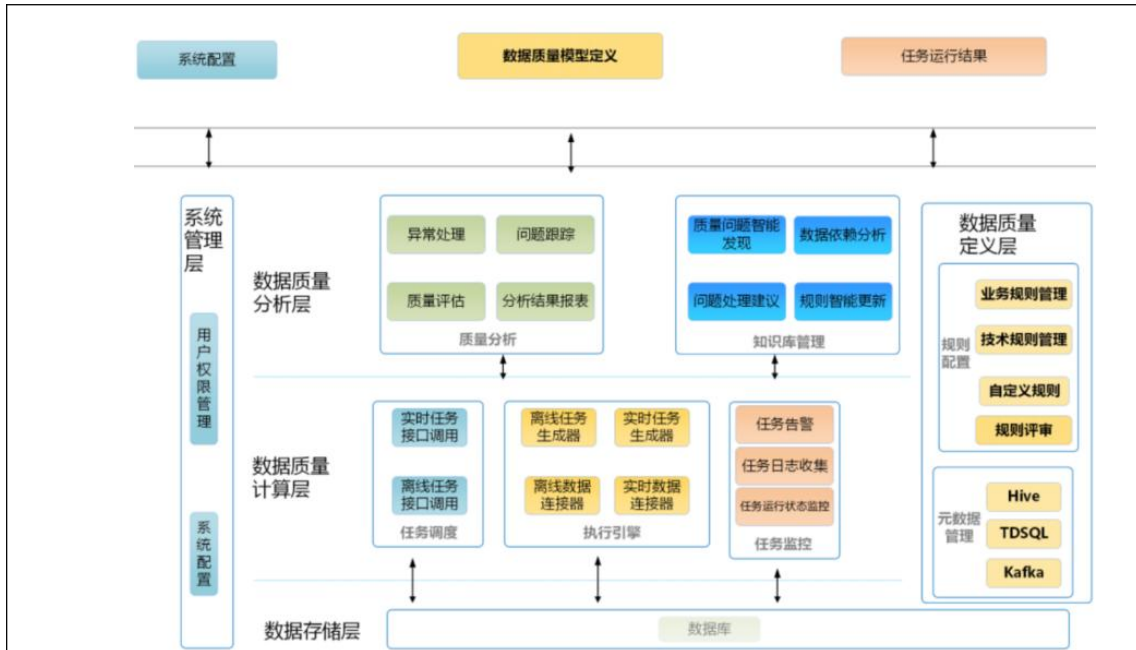


图 4.10 数据质量管理体系架构

对钢结构行业在质量管控环节存在的数据采集与管理分散、检测手段滞后、追溯体系不完善等问题，某企业采取了一系列数字化转型措施。该企业在生产线上部署了智能传感器和机器视觉检测设备，对钢结构构件加工全过程进行实时监测。在焊缝焊接环节，通过高精度机器视觉系统实时捕捉焊缝图像，利用先进的智能算法分析检测焊缝缺陷，检测精度达到  $10\mu\text{m}$ ，检测速度提升 5 倍。

同时，利用区块链技术构建了质量追溯平台，为每件产品生成唯一质量追溯码，实现原材料采购批次、加工工艺参数、质量检验报告等信息的全程追溯。通过这些措施，该企业能够实现质量问题的实时预警和快速定位，显著提升了检测效率和精度，保障了产品质量的稳定性。此外，通过大数据分析挖掘出某类构件加工精度受钢材批次影响的规律，优化了原材料采购管理，使得产品一次合格率提升至 98%，质量损失成本降低约 15%。

## 6、安全管控环节

安全管控环节是保障钢结构企业生产活动顺利进行的重要保障，它致力于识别和评估生产过程中的安全风险，采取有效的措施进行预防和控制，确保员工的生命安全和企业的财产安全。

### （1）存在的问题

钢结构生产过程中存在诸多安全风险，如高处作业、动火作业、机械伤害等。当前，企业在安全管控方面存在风险识别不全面、应急响应不及时等问题。安全风险识别主要依靠人工经验和简单的检查表，难以发现潜在的安全隐患。应急响应机制不完善，当发生安全事故时，无法迅速有效地进行处置，导致事故损失扩大。

### （2）改造场景

安全风险实时监测与应急处置：依托感知装置和安全生产管理系统，基于智能传感、机器视觉、特征分析、专家系统等技术，对危化品、危险环节等各类安全风险进行动态感知、精准识别。一旦发现安全风险，系统立即发出警报，并启动相应的应急处置预案，实现安全事件的快速响应和智能处置。

危险作业自动化：部署智能制造装备，集成智能传感、机器视觉、特种机器人、5G等技术，打造面向危险作业的自动化产线。通过自动化设备和机器人代替人工进行危险作

业，实现危险作业环节的少人化、无人化，降低安全事故的发生概率。

### (3) 解决方案建议

安装智能安全监测设备，构建完善的安全生产管理系统。制定详细的应急处置预案，并定期进行演练，提高员工的应急响应能力。加强对员工的安全培训，提高员工的安全意识和操作技能。在危险作业区域，优先采用自动化设备和机器人进行作业，减少人员暴露在危险环境中的机会。



疏散车间人员，较传统应急响应时间缩短约 50%，有效检验提升企业应急处置能力，实现安全生产从被动防御向主动防控、智能预警转变，为企业可持续发展保驾护航。

## 7、能源管理环节

能源管理环节旨在对钢结构企业生产过程中的能源消耗进行监测、分析和优化，以提高能源利用效率，降低单位产值综合能耗，实现企业的可持续发展。

### （1）存在的问题

部分钢结构企业在能源管理方面存在能源数据采集不全面、监测不及时、能源利用效率低等问题。能源计量器具配备不足或精度不高，无法准确采集能源消耗数据。对能源消耗的监测主要依靠人工抄表，数据获取不及时，难以进行实时分析和管。能源利用效率低，存在能源浪费现象，增加了企业的生产成本。

### （2）改造场景

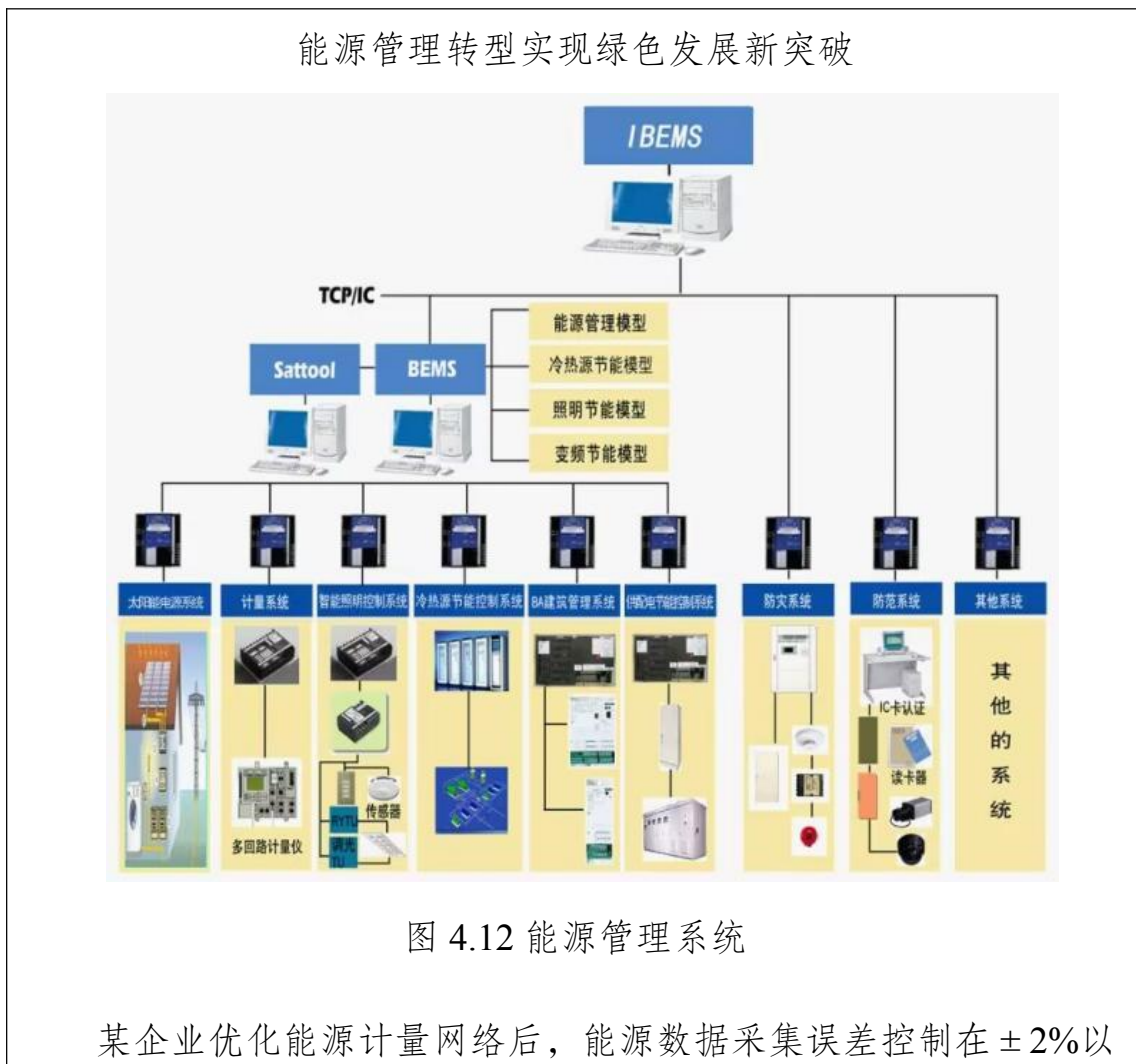
能耗数据监测：基于能源管理系统(EMS)，应用智能传感、大数据、5G 等技术，对企业生产过程中的全环节、全要素能耗数据进行采集、计量和可视化监测。实时掌握能源消耗情况，为能源管理提供准确的数据支持。

能效平衡与优化：应用能效优化机理分析、大数据和深度学习等技术，对能源消耗数据进行深入分析。通过优化设

备运行参数或工艺参数，实现关键设备、关键环节等能源综合平衡与优化调度，提高能源利用效率。

### (3) 解决方案建议

完善能源计量器具的配备，确保能源数据的准确采集。引入能源管理系统，实现能源数据的自动采集和实时监测。利用大数据分析技术，对能源消耗数据进行挖掘和分析，找出能源浪费的环节和原因，制定针对性的节能措施。加强对员工的节能培训，提高员工的节能意识，鼓励员工积极参与节能降耗工作。



内,精准定位能源消耗关键环节与高能耗设备。能源管理系统升级后,通过能效分析发现某生产线设备待机能耗过高问题,经智能优化控制调整设备运行模式与启停时间,月均节约电费 5 万元,单位产品能耗降低 10%。企业引入余热回收装置回收热处理工序余热预热助燃空气,提高能源利用效率约 15%,年节约天然气 5000 立方米;并在厂房屋顶安装太阳能光伏发电系统,年发电量达 100 万千瓦时,占企业总用电量 20%,折合减少标准煤消耗 200 吨、二氧化碳减排量 400 吨。

## 8、环保管控环节

环保管控环节是钢结构企业履行社会责任、实现可持续发展的必然要求,它主要负责对企业生产过程中产生的污染物进行监测、控制和治理,减少对环境的影响。

### (1) 存在的问题

环保监测体系不健全,部分钢结构企业环保监测设备配备不足、老化落后,监测因子覆盖不全、检测精度低,无法对废气(如焊接烟尘、喷漆废气)、废水(如表面处理废水、生活污水)、噪声、固体废弃物等污染物排放进行全面实时监测;监测数据人工记录处理效率低、易出错,数据质量难以保证,难以及时准确掌握企业污染物排放状况与环境影响态势,环保管理决策缺乏科学依据。

污染防治措施执行不力,企业虽制定污染防治措施与环保管理制度,但在实际生产中因环保意识淡薄、资金投入不

足、技术工艺落后等原因，污染防治设施运行不稳定、处理效果不佳、维护管理不到位，存在废气超标排放、废水违规排放、固体废弃物随意堆放处置等问题，环境污染风险高，易引发环保处罚与社会舆情危机，损害企业形象与社会声誉。

环保管理信息化水平低，传统环保管理多依赖人工纸质文件与手工统计分析，环保审批、监测、治理、应急等业务流程分散孤立、信息传递不畅、协同效率低下，缺乏统一集成的环保管理信息系统对企业环保工作进行全流程数字化管控与综合决策分析，难以实现环保管理精细化、科学化与高效化目标，无法满足日益严格的环保监管要求与企业可持续发展需求。

## （2）改造场景

智能化环保监测系统建设：构建智能化环保监测系统，集成先进的废气在线监测设备（如烟尘检测仪、VOCs检测仪）、废水在线监测设备（如COD检测仪、氨氮检测仪）、噪声监测仪、固废计量与成分分析仪等各类环境监测传感器与数据采集终端，实现对钢结构企业生产过程中各类污染物排放指标实时自动监测、数据远程传输与集中监控管理。系统具备数据实时显示、超标预警推送、历史数据查询分析、监测报告自动生成等功能，监测数据准确性可达98%以上、传输稳定性达99%以上，为企业环保管理提供及时准确数据支持与决策依据，确保污染物达标排放、降低环境违法风险。

绿色清洁生产技术应用与污染治理设施升级：推广应用绿色清洁生产技术与工艺，如采用高效焊接烟尘净化设备替代传统简易除尘装置，应用水性漆替代油性漆减少 VOCs 排放、优化表面处理工艺降低废水污染物产生量等；同时对现有污染治理设施进行智能化升级改造，引入自动化控制系统实现设备运行状态实时监控、故障自动诊断报警、处理工艺参数自动调整优化，提高污染治理设施运行稳定性、处理效率与可靠性，确保废气处理达标率达 95% 以上、废水回用率提升至 80% 以上、固体废弃物综合利用率提高 50% 以上，有效削减污染物排放量、提升企业环境绩效。

碳资产与废弃物管理：开发碳资产管理平台、废弃物料管理平台和行业成套装备，集成智能传感、物联网、区块链等技术。实现全流程的碳排放追踪、分析、核算和交易，以及废弃物处置和循环再利用全过程的监控、追溯，提高资源利用效率，减少环境污染。

### **（3）解决方案建议**

安装先进的环保监测设备，搭建环保管理平台，实现对污染物排放的实时监测和管理。加强对环保措施执行情况的监督和检查，确保环保措施的有效落实。与专业的环保机构合作，开发废弃物循环利用技术，提高废弃物的综合利用率。利用区块链技术，确保碳资产和废弃物管理数据的真实性和可追溯性。

## 智慧环保转型的绿色崛起之路

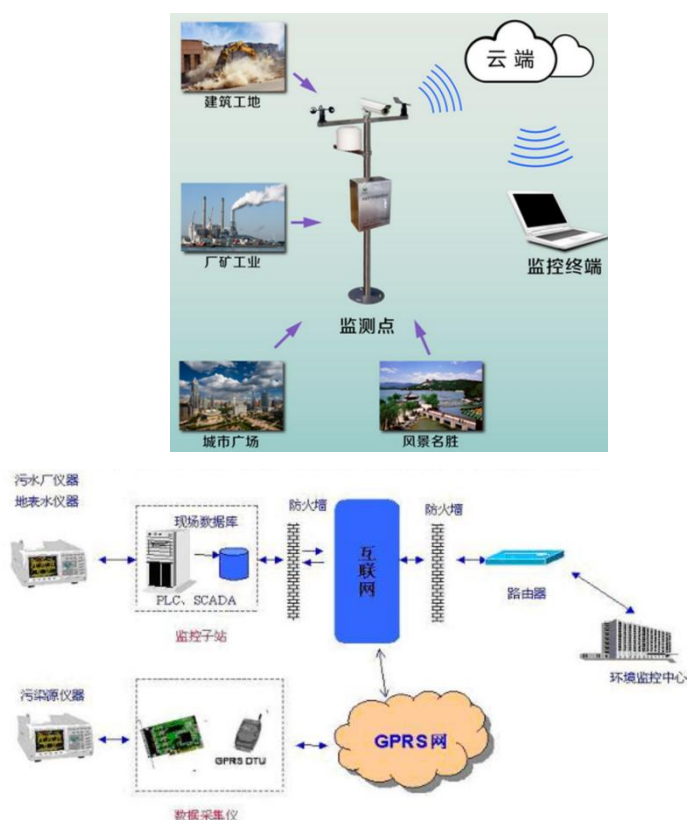


图 4.13 环境自动监测监控信息系统

企业建成智能化环保监测系统后，实时掌握污染物排放动态，如某时段焊接车间烟尘排放浓度接近限值时系统提前 10 分钟预警，及时调整除尘设备参数确保达标排放，月均废气超标排放次数降低 20%。在清洁生产技术应用方面，水性漆切换使 VOCs 排放量减少约 10 吨/年；污染治理设施升级后，废水处理 COD 浓度稳定控制在 50mg/L 以下，回用率提升至 70%，节约水资源成本 30 万元/年。环保管理信息平台助力企业高效办理环保审批手续 10 项、精准制定污染防治方案 5 个，因环保管理成效显著获政府环保奖励资金 50 万元、客户绿色订单增长 15%，实现经济效益与环境效益协同共进，重塑企业绿色形象与市场竞争优势。

## 9、工厂建设环节

工厂建设环节涉及工厂的规划、设计、施工和运维等多个阶段，对企业的生产运营效率、成本控制和可持续发展具有深远影响。一个合理规划和建设的工厂能够为企业的智能化生产提供良好的基础。

### (1) 存在的问题

工厂规划布局不合理，部分钢结构企业厂区功能分区模糊、物流路线迂回交叉、生产车间布局分散，物料搬运距离长、生产协同效率低、空间资源利用率不足，制约生产运营效率提升与企业规模化发展。

数字化设计应用不足，工厂建设前期缺乏数字化设计手段对厂区建筑、生产设施、公用工程及物流系统进行一体化规划设计与虚拟建模验证，导致设计方案可行性差、施工变更频繁、建设周期延长、投资成本增加，且难以满足企业未来发展柔性需求。

智能设施集成度低，车间内自动化生产设备、智能仓储物流设备、信息化管理系统孤立分散运行，设备间互联互通与系统集成融合困难，形成信息孤岛与自动化断点，无法发挥智能设施协同增效优势，生产运营整体智能化水平受限。

### (2) 改造场景

工厂数字化设计：应用工厂三维设计与仿真软件(CAX)，集成工厂信息模型、制造系统仿真、数字孪生和 AR/VR 等

技术。高效开展工厂规划、设计和仿真优化，实现数字化交付，提前发现设计问题，优化工厂布局和生产流程。

**数字孪生工厂建设：**应用建模仿真、多模型融合等技术，构建装备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生系统。通过物理世界和虚拟空间的实时映射，实现基于模型的数字化运行和维护，提高工厂运维管理的效率和准确性。

**工业技术软件化应用：**应用大数据、知识图谱、知识自动化等技术，将工业技术、工艺经验、制造知识和方法沉淀为数据和机理模型。进行数据化显性化，与先进制造装备相结合，建设知识库和模型库，开发各类新型工业软件，支撑业务创新。

**数字基础设施集成：**部署工业互联网、物联网、5G、千兆光网等新型网络基础设施，建设工业数据中心、智能计算中心、工业互联网平台以及网络、数据、功能等各类安全系统，完善支撑数字业务运行的信息基础设施。

**数据治理与流通：**应用云计算、大数据、隐私计算、区块链等技术，构建可信数据空间，实现企业内数据的有效治理和分析利用，推动企业间数据安全可信流通，充分释放数据价值。

### **（3）解决方案建议**

选用专业的工厂三维设计与仿真软件，培养或引进具备数字化设计能力的人才。在工厂建设过程中，充分考虑数字

孪生技术的应用，构建数字孪生模型。加强工业技术软件化的研发投入，与高校、科研机构合作开发新型工业软件。加大对数字基础设施的建设力度。

## 数字孪生工厂驱动智能升级

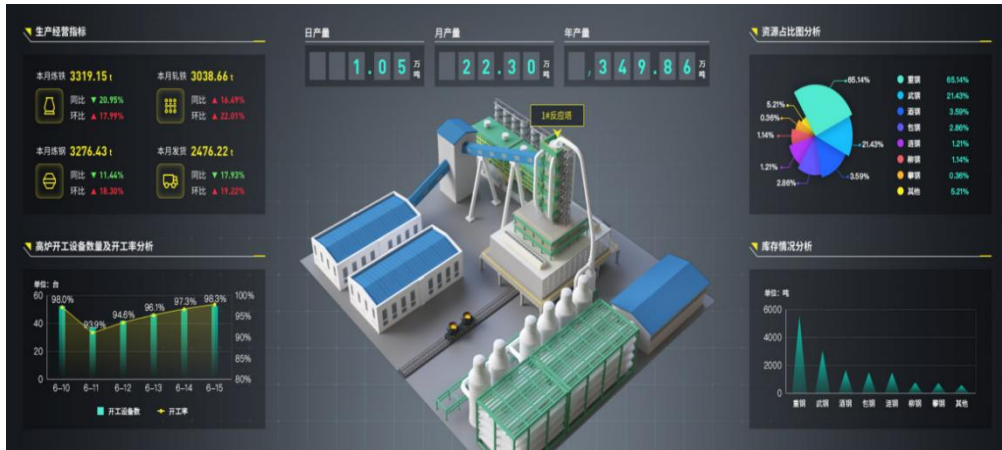


图 4.14 钢结构管理平台

在某钢结构制造公司中，因原有工厂规划布局不合理，功能分区模糊、物流路线迂回交叉、生产车间布局分散，严重制约了生产运营效率和企业规模化发展。此外，数字化设计应用不足，智能设施集成度低等问题也导致了设计方案可行性差、设备间难以互联互通等情况，影响了企业的智能化水平提升。

为解决这些问题，该公司决定开展数字孪生工厂建设项目。

在项目实施过程中，各专业设计师紧密配合，充分运用数字孪生技术。首先，运用数字孪生技术构建涵盖物理实体工厂全要素与全流程实时映射的虚拟模型，对工厂规划设计进行一体化考量。从建筑模型搭建开始，设计师借助虚拟模型进行仿真优化布局，提前模拟不同布局方案下的物流路径、空间利用等情况，避免了因布局不合理导致的物料搬运距离长等问题。在结构优化环节，通过虚拟模型对钢结构的力学性能、稳定性等进行模拟分析，在确保结构安全的前提下，优化材料使用，节省了成本。对于机电布置，也通过虚拟模型进行精准规划，各环节紧密衔接，项目整体效率显著提升。

项目完成投入运营后，数字孪生工厂持续助力企业提升生产运营水平。在生产阶段，数字孪生模型实时反映设备状态、生产进度、质

量数据，通过大数据分析和人工智能算法，能够预测设备故障、生产瓶颈。企业通过虚拟模型优化调度策略与工艺参数，实现了生产过程的最优控制。例如，当预测到某台关键设备即将出现故障时，系统提前安排维护计划，避免了设备突发停机对生产的影响；根据生产进度和质量数据，实时调整生产工艺参数，提升了产品质量。

同时，该公司打造的智能车间集成了自动化生产设备、智能仓储物流设备、工业机器人、智能传感器、制造执行系统（MES）、企业资源计划系统（ERP）等。通过数字孪生技术的整合，实现了生产设备联网控制、生产任务智能排程、物料自动配送、质量在线检测、设备故障预警与智能运维管理，提高了车间生产自动化、智能化、柔性化水平，使企业能够更快速地响应市场需求变化。

通过数字孪生工厂的建设，该企业在生产效率方面提升了 30%，成本降低了 20%，产品质量不合格率下降了 15%，在市场竞争中脱颖而出，为企业的可持续发展奠定了坚实基础。

## （二）产品全生命周期

### 10、产品设计环节

产品设计环节是钢结构产品从概念走向实体的起点，其设计质量、创新程度和设计效率直接影响产品在市场上的竞争力，决定着产品能否满足客户多样化需求以及企业的经济效益。

#### （1）存在的问题

当前钢结构产品设计环节问题较为突出。一方面，设计手段相对传统，部分企业仍依赖二维设计，对三维设计软件应用不熟练，功能挖掘不足，导致设计效率低下，难以展现

复杂结构的细节和特性。另一方面，设计协同性差，企业内部设计、工艺、生产部门之间以及与外部供应商、客户之间缺乏高效的协同平台和机制，信息传递不及时、不准确，版本管理混乱，频繁的设计变更不仅影响项目进度，还增加了成本。此外，设计知识经验传承困难，设计过程中的知识资产分散，没有有效的积累和传承体系，设计人员流动容易造成知识断层，制约设计创新。

## （2）改造场景

产品数字化研发与设计：应用设计、仿真软件和知识模型库，如基于 BIM（建筑信息模型）、CAD（计算机辅助设计）等软件搭建数字化协同设计环境。利用复杂建模、物性表征与分析、多目标优化等技术，开展产品设计、仿真与迭代优化。设计人员可在统一的三维模型中协同作业，实时共享和更新设计信息，通过碰撞检测等功能提前发现设计冲突，提高设计质量和效率。

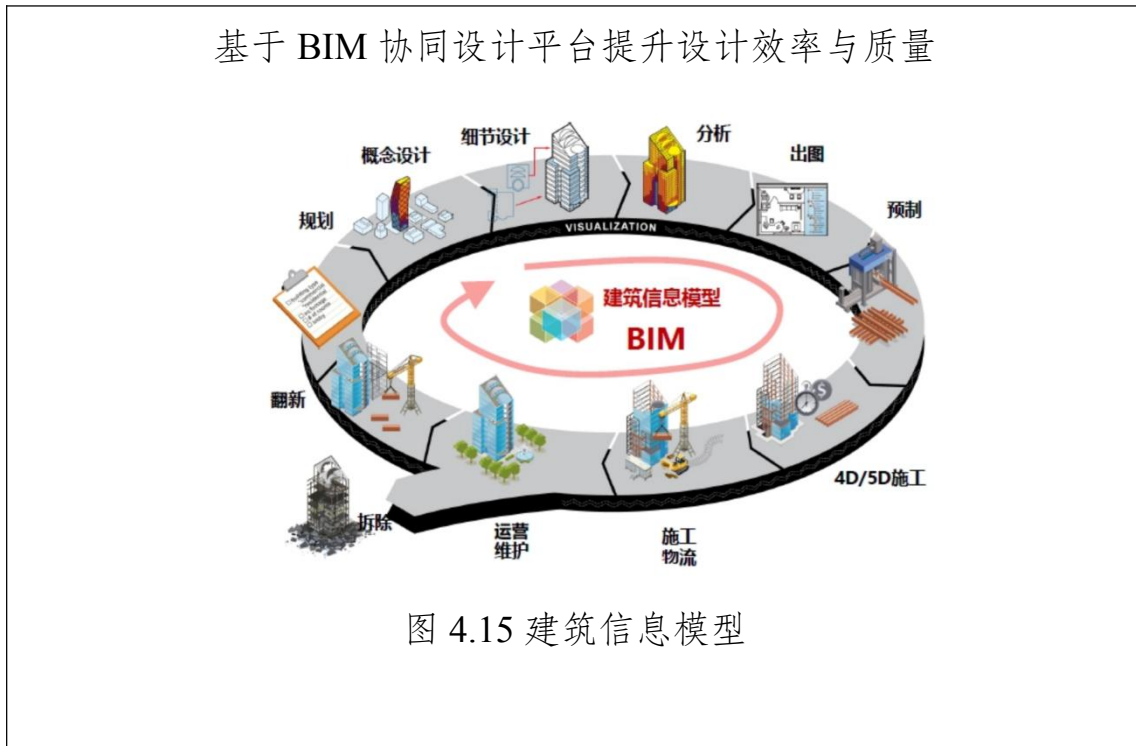
虚拟试验与调试：构建虚拟试验与调试环境，运用数字孪生、AR/VR（虚拟现实/增强现实）、知识图谱等技术，对钢结构产品的力学性能、施工过程进行全虚拟仿真或半实物半虚拟仿真。在设计阶段即可对产品的性能和可施工性进行全面测试和验证，减少物理样机制作和试验次数，降低研发成本，缩短产品上市周期。

数据驱动产品设计优化：集成产品设计、生产作业、售后服务等环节数据，结合人工智能、大数据等技术，探索创

成式设计。通过对大量数据的分析挖掘，持续迭代产品模型，驱动产品形态、功能和性能的优化创新，满足客户个性化需求。

### （3）解决方案建议

企业加大对设计软件和工具的投入，鼓励设计人员参加相关培训课程，提升三维设计软件的应用能力。引入专业的数字化协同设计平台，建立统一的设计标准和规范，加强设计团队之间的沟通与协作。搭建设计知识管理系统，对设计过程中的知识和经验进行分类整理、存储和共享，方便设计人员查询和借鉴。同时，积极探索与科研机构合作，开展前沿设计技术的研究和应用，提升企业的设计创新能力。



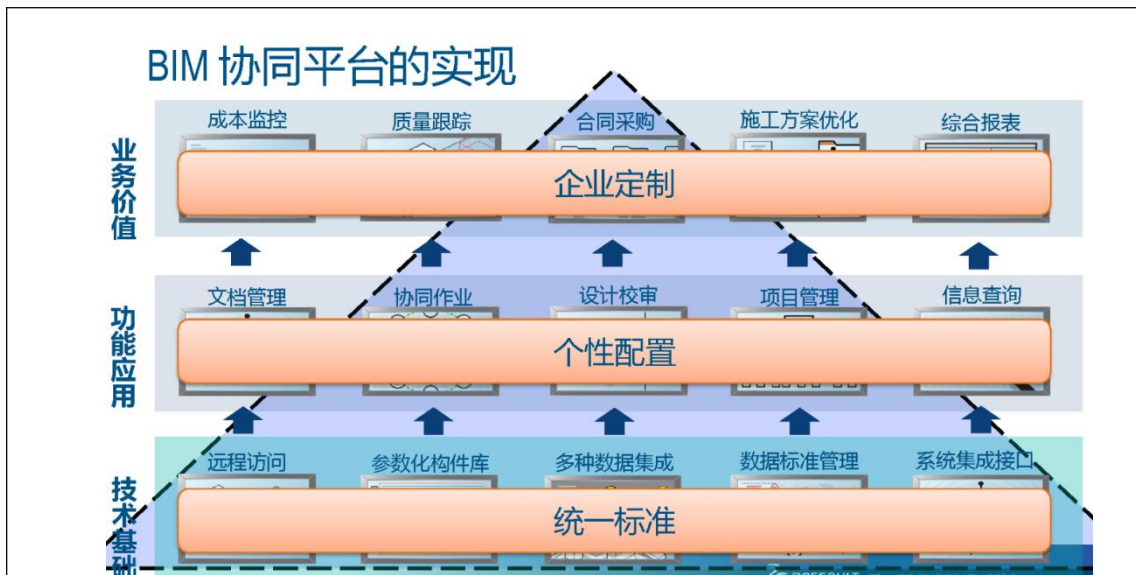


图 4.16 BIM 协同平台设计架构

该企业引入 BIM 协同设计平台，各专业设计师在共享三维模型中协同作业，如建筑设计师完成建筑模型搭建后，结构设计师可直接在模型上进行结构设计优化，机电设计师同步开展设备管线布置，通过实时碰撞检测及时发现并解决设计冲突，如梁柱节点处钢筋与管线碰撞问题，设计变更次数减少约 30%，设计周期缩短约 25%，项目整体效率大幅提升。

## 11、工艺设计环节

工艺设计环节承接产品设计，将设计方案转化为具体的生产制造工艺，其合理性和先进性直接影响产品的质量、生产效率和成本，是实现产品从设计到生产顺利过渡的关键环节。

## （1）存在的问题

钢结构工艺设计存在较多弊端。首先，过度依赖人工经验，缺乏科学精准的工艺计算与验证方法，工艺参数多凭经验确定，导致加工精度波动、质量不稳定，生产效率难以提升，还造成资源浪费。其次，工艺标准化程度低，企业内部工艺文件格式不统一、内容不规范，执行也不够严格，缺乏工艺优化改进的有效机制，难以形成标准化、规模化生产优势。最后，工艺设计与生产脱节，设计过程未充分考虑车间设备加工能力、生产现场实际条件以及上下游工艺的衔接，使得工艺方案在实际生产中难以顺利实施，频繁调整增加了生产成本和时间成本。

## （2）改造场景

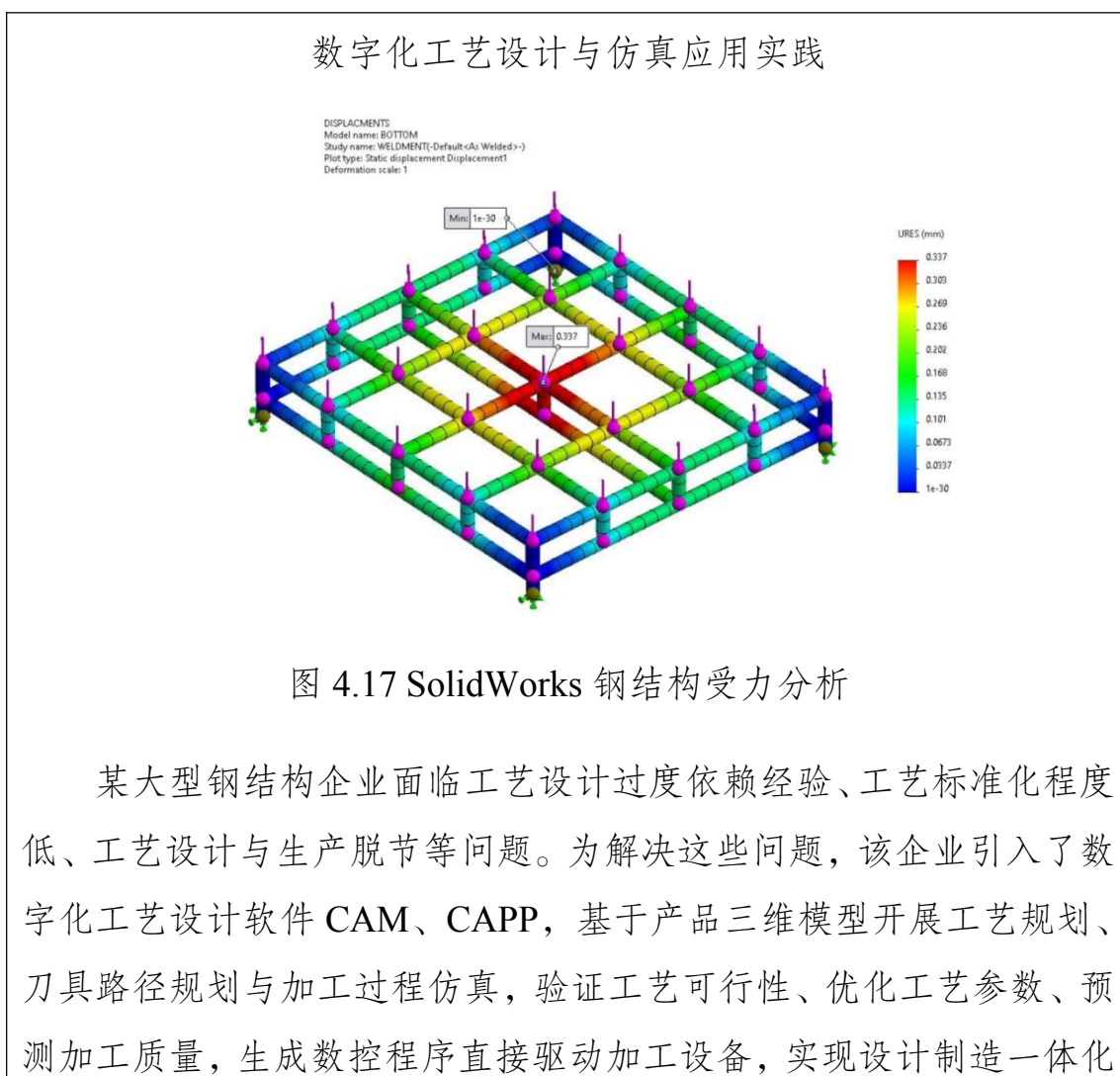
工艺数字化设计：应用工艺设计、仿真软件和工艺知识库，如 CAM（计算机辅助制造）、CAPP（计算机辅助工艺规划）等软件，基于机理建模、物性表征和数据分析技术，建立加工、装配、检测、物流等工艺模型。通过对工艺全过程的仿真，预测工艺设计缺陷，提前优化改进，确保工艺方案的可行性和可靠性。

可制造性设计：打通工艺设计、产品研发、生产作业等环节的数据通道，结合知识模型库，全面评价产品设计和工艺的可加工性、可装配性和可维护性等。在设计阶段及时发现并改进潜在问题，降低制造与维护成本，提高产品的整体

可制造性。

### (3) 解决方案建议

企业引入先进的工艺设计与仿真软件，并组织工艺人员进行培训，使其熟练掌握软件的使用方法。建立企业内部的工艺知识库，积累和共享工艺设计案例、经验数据和标准工艺等知识，为工艺设计提供有力支持。加强工艺设计部门与生产部门的沟通协作，在工艺设计过程中充分听取生产一线的意见和建议，确保工艺方案符合生产实际。同时，定期对工艺文件进行审核和优化，推动工艺标准化建设。



高效衔接。通过工艺知识管理系统、知识检索、智能推荐与数据分析挖掘,实现工艺知识快速重用与创新优化,提升工艺设计智能化水平。企业利用 CAM 软件进行数字化工艺设计与仿真,针对复杂钢结构节点,在软件中构建三维模型,精确规划切割路径、焊接参数及装配顺序,并进行加工过程仿真。通过仿真发现并修正焊接顺序不合理导致的变形问题,产品加工精度提升至 0.1mm 以内,生产效率提高约 20%,废品率降低约 10%,同时缩短新员工工艺培训周期约 30 天。

## 12、营销管理环节

营销管理环节负责钢结构企业产品的市场推广、销售以及客户关系维护,是企业连接市场、获取订单、实现经济效益的重要环节,对企业的市场份额和品牌影响力有着决定性作用。

### (1) 存在的问题

在营销管理方面,钢结构企业面临诸多挑战。市场需求洞察能力不足,市场调研手段传统,数据分析能力薄弱,难以及时准确地把握客户需求偏好、市场趋势变化以及竞争对手动态,导致产品同质化严重,无法精准定位目标客户,开发差异化产品的能力受限,市场竞争力下降。销售渠道拓展困难,过于依赖传统线下销售渠道,对线上电商平台、社交媒体等新兴渠道的开发利用不足,线上线下渠道融合不畅,难以形成协同效应,销售覆盖范围有限,客户获取成本高。

客户关系管理粗放，客户信息分散孤立，缺乏规范的管理体系和系统工具支持，对客户需求响应不及时，服务个性化程度低，客户满意度和忠诚度不高，客户流失风险较大。

## **（2）改造场景**

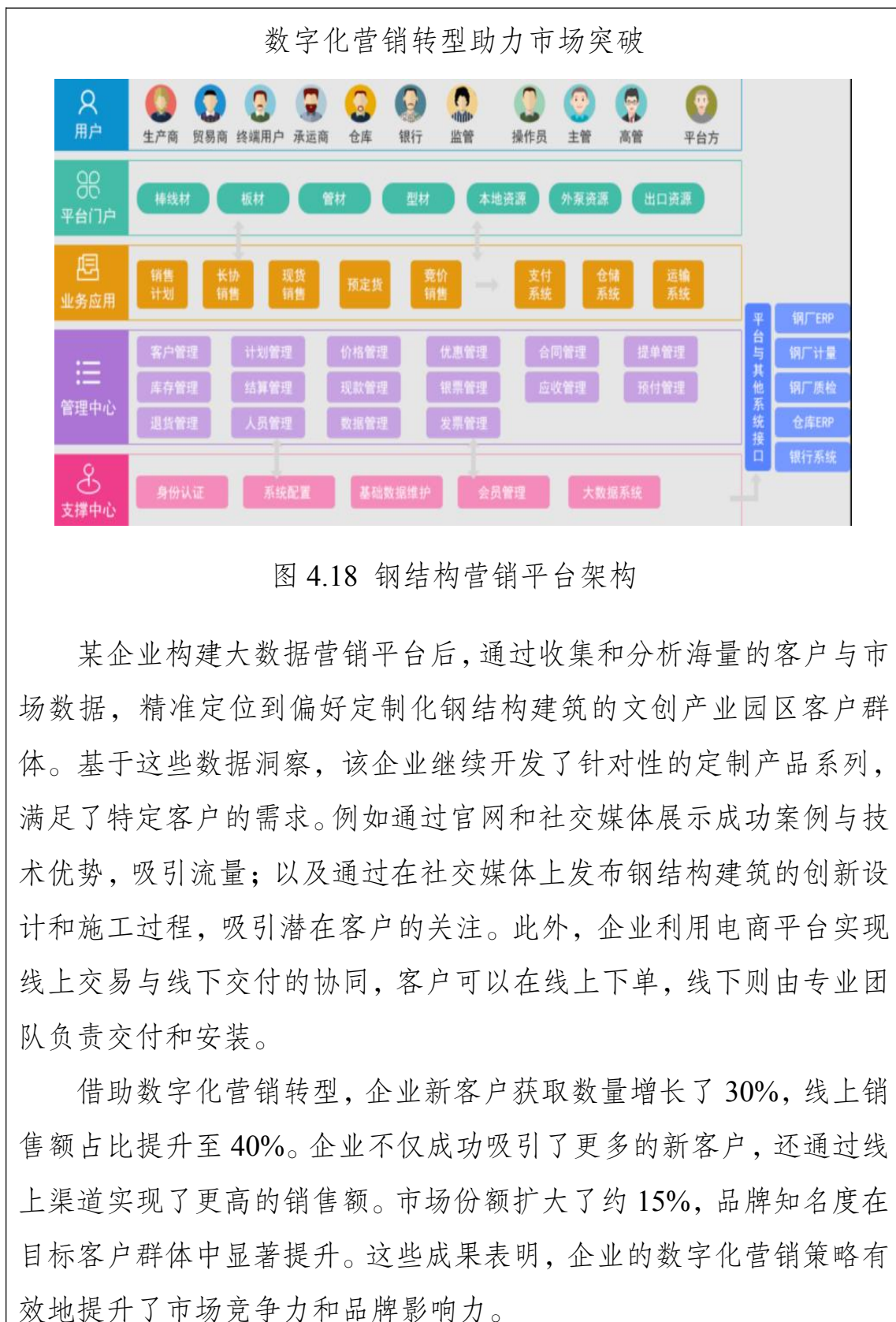
销售驱动业务优化：应用大数据、机器学习、知识图谱等技术，整合企业内部销售数据、客户反馈数据、市场调研数据以及外部行业数据、社交媒体数据等多源数据。构建用户画像和需求预测模型，深入分析客户需求和市场趋势，制定精准的销售计划，动态调整设计、采购、生产、物流等方案，实现以销售为驱动的企业业务协同优化。

大规模个性化定制：部署智能制造装备，依托产品模块化、生产柔性化等技术，以大批量生产的低成本、高质量和高效率提供定制化的产品和服务。通过与客户的深度沟通，快速响应客户个性化需求，实现从产品设计到生产交付的全流程定制化服务，提高客户满意度和市场竞争力。

## **（3）解决方案建议**

企业建立专业的市场数据分析团队，或与专业的数据分析机构合作，运用大数据分析工具深入挖掘市场数据价值。制定全面的数字化营销策略，加大对线上销售渠道的投入，搭建企业官方网站、电商平台，并利用社交媒体开展营销活动，实现线上线下渠道的有机融合。引入客户关系管理系统（CRM），整合客户信息，实现客户全生命周期管理，提高

客户服务质量和响应速度。同时，加强市场调研，定期收集客户反馈，持续优化产品和服务，满足客户多样化需求。



### 13、售后服务环节

售后服务环节是钢结构企业提升客户满意度、增强客户忠诚度、树立良好品牌形象的重要环节，对企业的长期发展和市场口碑有着深远影响。

#### （1）存在的问题

远程运维能力欠缺，钢结构建筑与设备分布广泛，传统售后运维依赖现场巡检与故障报修，缺乏远程实时监测、故障诊断预测及远程维护指导手段，响应及时性差、运维成本高，难以满足客户对快速恢复生产运营的需求。

服务资源协同低效，售后服务涉及多部门多专业人员，内部技术专家、维修人员、备件库存及外部供应商协同调度机制不畅、信息沟通滞后，资源配置不合理，导致服务效率低下、客户停机时间延长。

客户反馈处理滞后，客户反馈信息收集渠道单一分散，处理流程繁琐冗长，缺乏闭环管理机制与客户满意度跟踪评估，难以及时捕捉客户需求痛点、有效改进服务质量，易引发客户投诉与品牌形象受损。

#### （2）改造场景

基于物联网的远程运维服务：在钢结构产品关键部位安装传感器与智能终端，实时采集传输设备运行状态数据（如振动、温度、应力）至远程运维平台，利用大数据分析与人

工智能算法实现故障智能诊断预测、远程维护指导及预防性维护计划制定，通过远程协助客户解决部分问题或提前安排现场维修，降低运维成本、提高设备可靠性与运行效率，减少突发故障停机损失。

一体化售后服务协同平台：搭建涵盖客户反馈接入、工单智能派发、服务进度跟踪、备件库存管理、维修人员调度、质量评估回访等功能的一体化售后服务协同平台，实现售后服务全流程数字化管理与多部门协同作业，优化服务资源配置、提升服务响应速度与处理效率，确保客户反馈及时有效处理、服务质量持续改进提升，增强客户满意度与忠诚度。

### **（3）解决方案建议**

企业加大对远程运维技术的研发和投入，引入先进的智能传感设备和远程运维管理平台。优化售后服务组织架构，建立跨部门的协同工作机制，明确各部门和人员的职责，加强信息共享和沟通协调。完善客户反馈收集渠道，搭建统一的客户反馈平台，简化处理流程，建立客户满意度跟踪评估体系，根据客户反馈及时调整服务策略。同时，积极探索数据驱动的服务创新模式，挖掘售后服务中的潜在价值，提升企业的综合竞争力。

供应商远程运维与协同服务平台提升客户体验



图 4.19 三方对接远程维修平台

某企业针对其销售的大型钢结构桥梁设备，精心部署了一套物联网监测系统，该系统通过远程运维平台，能够实时、全面地监测桥梁结构的健康状况以及设备的运行参数。借助前沿的数据分析技术，该系统能够在关键部件出现疲劳损伤隐患前 7 天做出精准预测，并及时通过远程指导现场人员采取必要的加固措施，从而有效预防潜在事故的发生，确保桥梁的安全运行。

此外，该企业还充分利用智能算法对维护流程进行优化，进一步提升了维护效率。同时，企业还构建了一体化售后服务协同平台，该平台能够实现客户反馈问题的快速响应。一旦客户反馈问题，工单将在 15 分钟内智能派发给相关专业人员，维修团队则根据平台提供的备件库存信息，精准调配所需资源，确保快速响应客户需求。

这一系列数字化服务措施的实施，使得企业的平均维修时间缩短了 30%，客户满意度飙升至 95% 以上，客户重复购买率也实现了约 20% 的增长。通过物联网监测与协同服务平台的深度应用，企业不仅显著提升了服务效率与质量，更在市场中树立了良好的品牌形象与口碑，进一步巩固了其在行业内的领先地位，为企业的可持续发展奠定了坚实的基础。

### （三）供应链全环节

#### 14、供应链计划环节

供应链计划环节在钢结构企业的供应链管理中起着核心作用，它通过协调上下游企业的生产、仓储、物流等环节，实现资源的优化配置和高效利用，对提高供应商准时交付率、降低供应链成本、增强企业整体竞争力至关重要。

##### （1）存在的问题

钢结构行业供应链计划存在协同性差、计划优化能力弱和风险应对机制不完善等问题。企业之间信息沟通不畅，协作机制缺失，系统集成度低，导致供应链上下游企业计划协同困难，需求预测不准确，生产计划与采购计划脱节，库存积压或缺货现象频繁发生，延长了订单交付周期，增加了供应链运营成本，降低了客户满意度和市场响应敏捷性。多数企业供应链计划制定依赖人工经验和简单统计方法，缺乏先进的计划优化模型和算法工具，难以综合考虑订单优先级、生产能力、物料供应、运输配送、成本约束等多因素进行全局优化决策，导致供应链资源配置不合理，整体运营效率低下，经济效益不佳。面对市场需求波动、原材料价格涨跌、自然灾害、公共卫生事件等内外部不确定性风险，企业供应链风险管理意识淡薄，风险识别评估方法粗放，应急响应预案不完善，缺乏弹性供应链策略和风险共担协同机制，容易导致供应链中断或运营危机，削弱企业市场竞争力和抗风险

能力。

## **(2) 改造场景**

供应链计划协同优化：构建供应链协同计划平台，集成企业内部 ERP（企业资源计划）、MES（制造执行系统）、CRM（客户关系管理系统）与外部供应商管理系统（SRM）、物流管理系统（TMS）等信息系统，实现供应链上下游企业间信息实时共享、业务协同运作和计划动态协同优化。通过大数据分析 with 需求预测算法精准预测市场需求，依据订单优先级、生产交付周期、物料供应周期、运输时长等约束条件生成协同生产计划、采购计划和物流配送计划，并实时监控计划执行偏差，智能预警风险，自动协同调整计划，缩短订单交付周期，提升供应链协同效率和响应速度。

产供销一体化：通过人工智能、云计算等技术，打通销售、生产和采购系统的业务流、数据流，实现销售、生产和采购的协同优化。根据销售订单和市场需求预测，自动生成生产计划和采购计划，实现生产与销售的紧密衔接，以及采购与生产的精准匹配，减少库存积压，提高供应链整体效率。

## **(3) 解决方案建议**

企业选择适合自身业务特点的供应链协同计划平台，并与上下游企业共同参与平台建设和应用，确保信息的及时准确传递和共享。引入先进的计划优化软件，培养专业的供应链计划人才，运用科学的算法和模型进行供应链计划制定和

优化。建立健全供应链风险管理制度，加强风险识别、评估和预警能力，制定完善的应急响应预案，与供应商建立长期稳定的合作关系，共同应对供应链风险。同时，利用区块链技术提高供应链信息的透明度和可信度，增强供应链的稳定性和可追溯性。



90 天提前至 75 天，库存资金占用降低约 100 万元。智能计划优化决策系统助力企业优化供应链网络布局，运输成本降低 10%、仓储成本节约 50 万元/年；风险预警体系成功预警并应对某供应商因环保限产导致的原材料供应中断风险，通过启动备份供应商保障生产连续，避免经济损失 200 万元，实现供应链稳健高效运营与风险可控，为企业可持续发展筑牢根基。

## 15、供应链采购与交付环节

供应链采购与交付环节是钢结构企业供应链的重要组成部分，直接关系到企业的生产连续性、产品质量和客户满意度，对企业的成本控制和市场竞争力有着显著影响。

### （1）存在的问题

采购管理效率低下，钢结构企业采购流程繁琐冗长、审批环节多、采购周期长，采购部门与设计、生产、质量等部门协同不畅、信息传递失真滞后，常因采购计划不准确、技术要求沟通不清晰导致采购物料错漏、质量不符合要求、交货延迟等问题，影响生产进度与项目交付；采购成本管控粗放，缺乏精准采购成本分析预测与有效成本控制策略，采购价格谈判与供应商管理能力不足，难以获取最优采购价格与供应商服务，增加企业采购成本与运营负担。

供应商管理不善，企业供应商选择评价标准单一模糊、缺乏科学量化指标体系与动态评估机制，对供应商资质能力、

产品质量、交货信誉、技术创新等方面考察评估不全面深入，导致优质供应商引入不足、劣质供应商淘汰困难；供应商关系管理薄弱，合作深度广度有限，缺乏长期战略合作伙伴关系与协同创新机制，难以实现供应链整体价值共创与协同降本增效。

交付过程监控缺失，钢结构产品交付环节复杂、运输路途远、安装条件多变，企业对产品交付过程监控手段落后、信息反馈不及时、缺乏可视化跟踪管理，难以及时掌握产品运输状态、交付进度与安装调试情况，无法有效协调处理交付过程中的突发问题（如运输损坏、安装延误），降低客户满意度与企业信誉度。

## **（2）改造场景**

**供应链采购动态优化：**建设供应链管理系统(SCM)，集成寻优算法、知识图谱、5G 等技术，实现采购订单的精准跟踪、可视化监控和采购方案动态优化。通过与供应商的信息共享，实时掌握供应商的生产进度、库存情况和物流状态，根据企业生产需求和市场变化及时调整采购订单，确保物料按时供应，降低采购成本。

**供应链智能配送与动态优化：**依托运输管理系统，应用实时定位、人工智能等技术，实现运输配送全程跟踪和异常预警、装载能力和配送路径优化。为钢结构产品安装智能物流追踪器，实时上传产品位置、运输状态（如车速、震动、

温湿度)等信息,企业据此精准调度物流资源,及时处理交付异常问题,优化配送路线,提高交付效率,降低运输成本。

### (3) 解决方案建议

企业实施数字化采购转型,引入先进的供应链管理系统,优化采购流程,减少审批环节,加强采购部门与其他部门的信息共享和协同工作。建立供应商评估和管理体系,运用大数据分析供应商的产品质量、交货期、价格等指标,选择优质供应商,与之建立长期合作关系,共同开展成本控制和质量管理改进。利用物联网、GPS(全球定位系统)、GIS(地理信息系统)等技术,加强对产品交付过程的监控和管理,实现交付过程的可视化和智能化。同时,与物流企业建立战略合作伙伴关系,共同优化物流配送方案,提高物流服务质量。



体系优化，引入优质供应商 5 家、淘汰不合格供应商 3 家，某关键原材料采购价格降幅达 15%，质量合格率稳定在 98%以上。智能交付监控系统助力企业成功解决 10 起产品运输损坏与安装延误问题，如在某海外项目交付中，实时监控及时调整运输方案避免因恶劣天气造成的交付延迟 5 天，客户满意度提升至 95%，市场订单获取量增长 20%，以高效采购交付管理驱动企业高质量发展与市场拓展。

## 16、供应链服务环节

供应链服务环节围绕钢结构企业供应链上下游展开，通过整合各类资源，提供多样化的服务，旨在提升供应链整体价值，增强企业间的合作粘性，促进供应链的协同发展，是钢结构企业拓展业务领域、提升竞争力的重要方向。

### （1）存在的问题

部分钢结构企业服务理念滞后，仍以产品生产为中心，对供应链服务增值作用认识不足，投入资源少，缺乏以客户为中心的全生命周期服务理念和服务体系规划设计，难以满足客户多元化、个性化、一站式服务需求，客户体验不佳，客户流失风险高，限制了企业市场拓展和品牌提升空间。服务能力不足体现在企业在供应链前端的市场调研、产品选型咨询服务能力薄弱，无法为客户提供精准专业的技术建议和方案优化；中端的生产过程可视化监控、质量实时反馈服务不健全，客户难以了解订单生产进度和质量状况；后端的产品安装指导、运维检修、回收再利用服务体系不完善，服务

响应不及时，技术水平有限，服务网络覆盖窄，无法为客户提供高效优质的售后服务保障，削弱了企业市场竞争力和客户忠诚度。此外，面对市场需求快速变化和新技术新业态冲击，企业供应链服务创新动力不足，创新机制僵化，缺乏对智能制造、工业互联网、大数据、区块链等新技术在供应链服务领域的应用探索和模式创新实践，难以催生新服务增长点和竞争优势，无法适应产业升级和市场竞争新态势要求。

## （2）改造场景

**供应商数字化管理：**建立供应商管理系统(SRM)，集成大数据、知识图谱等技术，实现供应商数据管理以及基于数据分析的供应商评价、分级分类、供应商寻源、优选推荐。通过对供应商的全方位数据采集和分析，深入了解供应商的资质能力、产品质量、交货信誉、技术创新等方面情况，为企业选择优质供应商提供科学依据，加强与供应商的深度合作，实现供应链整体价值共创。

**供应链风险预警与弹性管控：**建立供应链管理系统，集成知识图谱、云计算等技术，开展供应链风险隐患识别、定位、预警和高效处置。实时监测市场环境、政策法规、自然因素、供应商经营状况、物流运输状态等多源风险信息，构建风险评估指标体系和预警模型，对供应链潜在风险进行精准识别、量化评估和分级预警。依据风险预警等级制定弹性供应链策略，如建立战略库存缓冲、多供应商备份、柔性生

产能力、应急物流通道等机制，确保供应链在面对突发风险时保持稳定连续运营、快速恢复正常状态，增强企业供应链韧性和抗风险能力。

### **（3）解决方案建议**

企业树立以客户为中心的服务理念，加大对供应链服务的资源投入，制定全面的服务体系规划。引入供应商管理系统，加强对供应商的数字化管理，定期对供应商进行评估和考核，优化供应商结构。利用大数据、云计算等技术建立供应链风险预警机制，制定完善的风险应对预案，并定期进行演练，提高企业应对风险的能力。鼓励企业内部创新，加强与科研机构、高校的合作，探索新技术在供应链服务领域的应用，开展服务模式创新实践，培育新的服务增长点。例如，利用区块链技术实现供应链信息的不可篡改和可追溯，增强供应链的信任度；借助大数据分析客户需求，提供个性化的供应链解决方案。同时，加强对供应链服务人才的培养和引进，提升服务团队的专业素养和创新能力，以适应不断变化的市场需求和竞争环境。

供应链服务转型创领卓越价值



图 4.22 供应链服务平台架构

企业创新供应链服务模式后，为某大型商业综合体项目提供定制化设计方案与全生命周期服务，从前期设计选型到后期运维保障全程紧密协同客户，助力项目提前 30 天开业运营，客户满意度高达 95%，赢得后续 5 个同类项目订单合作。依托工业互联网平台构建的服务生态，企业与 10 家供应商实现深度协同采购降本 10%、与 3 家物流商优化配送缩短交付周期 15%、获金融机构 500 万元融资支持保障项目顺利推进；智能服务技术应用使企业客服响应效率提升 2 倍、设备故障预测准确率达 91%、远程协助维修次数占比提升至 50%、营销投入产出比提高 3 倍，实现从产品供应商向服务解决方案提供商华丽转身，引领行业供应链服务创新发展新潮流，驱动企业迈向高质量可持续发展新征程。

## 五、路径与方法

### 1、实施路径

依据企业规模、发展阶段与技术基础差异，将钢结构企业智能化改造数字化转型网络化联接实施路径细分为三个层级，明确各层级能力子域建设优先级与关键任务，引导企业精准施策、有序推进。

**基础提升层（小型企业适用）：**此阶段聚焦网络基础设施建设与设备数字化改造核心任务。优先升级企业网络架构，实现 Wi-Fi 或 5G 网络覆盖关键生产区域，确保设备互联互通与数据稳定传输；开展设备数字化改造，为关键设备加装传感器与数据采集终端，实现设备运行状态实时监测、故障报警及基础数据采集；引入简易生产管理软件实现工单管理、生产进度跟踪与质量数据记录功能，提升企业基础数字化管理水平与设备管控能力，为后续升级奠定坚实数据与网络基础，此阶段计划投入资金 100 万元，预期在 6 个月内完成网络改造与关键设备数字化升级工作，初步实现生产运营数据可视化管理目标。

**集成应用层（中型企业适用）：**在基础提升的前提下，着重强化信息系统集成与协同优化。深度集成 ERP、MES、CRM、WMS 等基础常规软件以及 XSuperNEST 套料软件、IN-ASSEM 钢结构模拟预拼装软件等核心信息系统，消除信息孤岛，实现企业内部业务流程无缝衔接与数据实时共享交

互，提升运营管理效率与决策科学性；建设智能车间，引入自动化生产线、工业机器人、智能仓储物流设备等，提升生产自动化与智能化水平；开展质量管控数字化升级，构建基于大数据分析的质量管理系统，实现质量问题精准溯源、质量趋势预测预警与质量改进闭环管理；建立初步供应链协同机制，通过 SRM 与供应商实现采购协同、借助 TMS 优化物流配送协同，降低供应链运营成本、缩短订单交付周期。中型企业在此阶段预计投入资金 300 万元，耗时 12 个月，达成生产效率提升 15%、产品不良率降低至 3%、库存周转率提高 10%、订单交付准时率达 90% 的关键指标提升目标，塑造企业在市场中的差异化竞争优势。

**创新引领层（大型企业适用）：**大型企业以打造智能化工厂与构建产业生态为核心使命。构建数字孪生工厂，利用数字孪生技术实现物理工厂全方位实时映射与虚拟仿真优化，涵盖设计研发、生产制造、设备运维、能源管理、安全管控全流程全要素，精准预测设备故障、优化生产工艺、提升能源效率、强化安全防控，实现工厂运营最优决策与持续创新；深度融合大数据、人工智能、区块链、5G 等前沿技术，开发智能产品与服务，如智能钢结构建筑系统具备健康监测、自适应调控、远程运维功能，拓展企业盈利模式与市场空间；牵头构建钢结构产业互联网平台，整合产业链上下游企业、科研机构、金融机构等资源，实现产业链资源高效

配置、协同创新与生态共赢发展，引领行业技术变革与产业升级方向。此阶段大型企业规划投资 500 万元以上，历经 3 年战略布局与持续建设，达成企业数字化创新能力显著提升、产业生态聚集效应凸显、市场占有率提升 5% 以上、品牌价值增值 10% 以上的战略目标，塑造行业领军者地位与全球竞争新优势。

## 2、相关政策

### （1）诊断评估

**两化融合自评估：**依据《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（GB/T23020-2013），企业登录国家两化融合公共服务平台江苏省分平台（<https://jspg.cspiii.com>）开展自评估，精准洞察自身数字化水平、挖掘转型潜力与明确改进方向，为制定科学智改数转网联策略提供量化依据，依据评估结果精准匹配政策扶持与资源对接机遇，加速企业转型进程。

**智能制造能力成熟度评估：**企业借助智能制造数据资源公共服务平台（<https://www.c3mep.cn/>）实施智能制造能力成熟度自评估，对标国家标准《智能制造能力成熟度模型》（GB/T39116-2020）精准定位所处阶段，明晰与行业标杆差距，获取个性化能力提升路径与转型策略建议，提升智能制造实施精准度与成功率，增强企业智能化转型战略定力与执行力。

## （2）智能化改造

**智能化改造数字化转型服务资源池：**企业访问智能化改造数字化转型服务资源池（<https://www.eqiyun.cn/>），畅享海量资源对接服务。资源池汇聚智能装备制造、网络通信服务商、标识解析技术商、工业互联网集成商、信息安全服务商等七大类优质服务商，企业依需求精准筛选合作对象、获取前沿技术方案与产品服务；同时依托资源池丰富解决方案库，汲取行业成功经验与创新实践，加速企业智改数转网联落地实施、提升改造效能与质量。

**企业上云：**企业通过苏工服平台（[www.dxplat.com](http://www.dxplat.com)）积极拥抱“企业上云”战略，按需租赁或采购云服务商数字化转型工具与专业服务，将基础设施、业务系统、数据资源迁移部署至云端。依据自身规模与需求特质，中小微企业聚焦公有云通用型云化软件应用，降低转型成本、提升运营效率；工业基础扎实企业借助公有、私有、混合云融合架构实现工业设备深度联网上云、挖掘数据价值；龙头企业依托云平台创新数据+模型驱动模式，引领行业数字化创新变革，通过上云实践企业实现数据驱动业务创新、运营管理模式重塑与核心竞争力跃迁。

**工业互联网产业创新服务平台：**企业深度融入江苏省工业互联网产业创新服务平台（[www.caict-psoii.com](http://www.caict-psoii.com)），以产业监测数据精准把握行业动态趋势、捕捉前沿技术与市场机

遇；借领军企业培育渠道汇聚高端创新资源、提升技术创新与管理创新能力；凭应用推广桥梁加速新技术、新模式、新业态落地生根、开花结果，实现产业创新生态共建共享、协同发展，驱动企业创新发展内生动力澎湃、产业引领示范效应彰显。

**工业互联网公共服务平台：**企业踊跃登录江苏省工业互联网公共服务平台（<http://jsiips.asuncloud.com>），注册登录后开启全方位能力提升之旅。借企业画像精准剖析自身竞争优势与短板不足；依项目申报洞悉政策导向、精准锚定扶持方向；凭竞争力对标分析精准对标先进、明确追赶超越路径，实现企业在平台基础能力、服务能力、赋能能力、可持续发展能力维度全方位优化提升，筑牢企业可持续发展坚实根基、提升产业整体发展韧性与活力。

**工业信息安全防护星级企业培育：**企业踊跃投身工业信息安全防护星级企业培育工程，依循严谨流程规范（企业自评估-整改提升-现场核查）持续强化信息安全防护能力、提升安全防护等级。优先推荐信息化基础优、安全管理强企业参与培育，经省工信厅严格筛选评定安全防护星级企业并给予荣誉表彰与政策倾斜，为企业筑牢信息安全坚固防线、化解数字化转型安全风险隐患、保障企业稳健运营发展保驾护航。

**工业互联网标识解析二级节点：**工业互联网标识解析二

级节点建设遵循严谨流程稳步推进，先由行业龙头或联合企业精准定位建设主体，精心编制涵盖技术架构、运营规划、投资预算核心内容建设方案；后经专家严格评审、多轮审核完善；再与权威机构签订合作协议、系统部署调试、顶级节点对接联通及专业团队持续运营维护，确保标识解析体系稳定高效运行。二级节点为企业赋予精准产品身份标识、打破信息孤岛、实现数据跨域共享与业务协同创新，驱动产业链供应链协同管理、质量追溯、智能营销等新模式蓬勃发展，重塑产业生态格局。

### **（3）部省专项资金、试点示范**

**国家级专项资金：**工业和信息化部“工业互联网创新发展工程”项目年度招标盛事开启，项目聚焦服务器采购、工业互联网关键支撑平台搭建、产业链协同创新、安全保障强化、5G融合应用突破、标识解析体系建设等前沿领域，企业凭借领先技术方案、扎实项目基础、卓越创新能力参与竞争角逐。江苏域内企业紧密围绕项目招标要求，精准策划申报，积极争取中央财政专项资金支持，为企业前沿技术研发、关键设施建设、创新业务拓展注入强劲动力，加速企业技术创新迭代与产业高端跃升步伐。

**国家级试点示范：**工信部多类试点示范项目申报工作紧锣密鼓开展，企业敏锐捕捉政策机遇、深入研究申报指南，紧密围绕新一代信息技术与制造业融合发展主线，聚焦“数字

领航”企业引领、两化融合管理体系深化、特色工业互联网平台打造方向，踊跃申报工业互联网试点示范项目、平台创新领航案例、智能制造示范工厂及新型工业化产业示范基地等项目。获批企业将荣膺政策支持、荣誉表彰与资源集聚优势，成为行业创新标杆典范，引领产业数字化转型、智能化升级、高质量发展全新风尚，激发产业创新发展磅礴动能与集群效应。

**省级专项资金：**江苏省工信厅统筹布局制造强省建设专项资金项目，年度申报工作重磅开启。专项资金精准靶向智能化改造数字化转型关键领域、核心技术攻关突破、自主品牌培育壮大、绿色发展深度践行、产业支撑体系强化完善五大战略方向，企业依据自身发展战略规划、项目创新优势特色、资源配置需求痛点，精心筹备申报材料，经地方工信部门严格审核推荐、省级评审筛选，优中选优确定专项资金支持对象，为企业技术升级、产业转型、创新发展提供坚实资金保障与政策支撑，驱动产业创新发展新活力竞相迸发、产业发展新优势厚积薄发。

**省级标杆示范认定：**省工信厅年度省级标杆示范认定工作盛大启幕，企业依循《江苏省工业互联网标杆工厂建设指南》等标准规范，围绕基础技术卓越能力、制造系统高效集成、企业标杆示范引领、业态模式创新突破核心维度精心筹备申报材料、全力冲刺标杆荣誉。经材料评审、专家核查严

格筛选，脱颖而出的标杆示范企业将荣膺专项资金申报优先权、项目合作对接优先权、经验成果推广宣传权等政策优惠大礼包，成为行业发展领航先锋、创新驱动耀眼明星，引领产业发展新潮流、开创产业发展新局面。

### **部分政策参考：**

## **1) 智改数转示范企业奖励政策**

### **1.1) 省级政策文件**

《江苏省制造业“智改数转网联”示范企业申报奖励政策》

提供一次性奖励（省级示范企业 50 万元、市级 20 万-50 万元）、项目资助（最高 300 万元）、贷款贴息（省级年化 1%、市级叠加至 2%）、研发费用加计扣除等支持 14。

### **1.2) 市级政策文件**

《扬州市加快推进制造业智能化改造和数字化转型的实施意见》设立市级“智改数转”专项资金，每年不少于 1 亿元，用于支持企业智能化改造、数字化转型等 48。

## **2) 智能车间奖励政策**

### **2.1) 省级政策文件**

《江苏省示范智能车间申报指南》省级示范智能车间奖励 10 万-50 万元，国家级示范车间奖励最高 200 万元 29。

### **2.2) 地市政策文件**

苏州市：《苏州市制造业智能化改造数字化转型实施方

案》：省级示范车间奖励 50 万元，市级最高 20 万元 59。

《张家港市示范智能车间资助政策》：国家级车间资助 200 万元，省级 100 万元 25。

南京市：《南京市智能车间奖励政策》：省级示范车间奖励 10 万元，国家级 20 万元 25。

扬州市：《扬州经开区关于加快制造业智改数转网联的若干措施》：省级示范车间奖励 50 万元 89。

### **3) 智能工厂奖励政策**

#### **3.1) 省级政策文件**

《江苏省深化制造业智能化改造数字化转型网络化联接三年行动计划（2025-2027 年）》

基础级/先进级智能工厂按投入的 15%-20% 补助（最高 1000 万元），国家卓越级/领航级直接奖励 2000 万元 610。

#### **3.2) 地市政策文件**

苏州市：《苏州市制造业智能化改造数字化转型实施方案》：市级示范工厂奖励 100 万元 5。

南京市：《南京市智能工厂奖励政策》：首次获评省级示范工厂奖励 50 万元 510。

### **4) CMMM（智能制造能力成熟度）评估奖励**

#### **4.1) 省级政策文件**

《国家智能制造能力成熟度模型（GB/T39116）》作为全国贯标依据，江苏省各地配套财政支持 37。

## 4.2) 地市政府文件

无锡市：《惠山区关于加快推进新型工业化的政策意见》：五级奖励 100 万元，四级 80 万元 37。

《高新区关于深入推进数字化转型的政策意见》：五级奖励 200 万元，四级 100 万元 37。

苏州市：《苏州工业园区智改数转若干措施》：五级奖励 100 万元，四级 25 万元 37。

徐州市：《徐州市工业和信息产业转型升级专项资金申报通知》：五级奖励 200 万元，四级 100 万元 37。

## 5) 其他配套政策文件

### 5.1) 专项资金支持

《扬州市设立百亿元科创基金及“智改数转”专项资金的通知》每年至少 1 亿元支持企业智能化改造和数字化转型 48。

### 5.2) 工业互联网支持

《扬州经开区智改数转网联若干措施》

工业互联网平台最高奖励 150 万元，智能装备研制最高 100 万元

## 六、愿景与展望

在全球产业数字化转型的浪潮下，钢结构行业正处于变革的关键节点。江苏省作为建筑大省与钢结构强省，积极响应国家政策，凭借其雄厚的产业基础，在钢结构行业智改数转网联（智能化改造、数字化转型、网络化联结）的征程中奋勇前行，为行业发展绘制出一幅宏伟的蓝图。

### 1、愿景

#### （1）构建高度智能化的钢结构产业体系

以智能化为核心驱动力，全面革新钢结构的设计、生产、施工全流程。设计环节，借助人工智能辅助设计（AI-Aided Design）技术，实现从概念设计到详细图纸生成的自动化与智能化，大幅缩短设计周期，提升设计的精准度与创新性，满足多样化、个性化的建筑需求。生产环节，引入智能工厂模式，利用工业机器人、自动化生产线与智能仓储物流系统，达成生产过程的精准控制、高效协同与柔性制造，将生产效率提升 50% 以上，同时降低人力成本 30%。施工环节，运用智能施工设备与建筑信息模型（BIM）技术的深度融合，实现施工进度、质量、安全的实时监控与智能管理，减少施工误差至 1 毫米以内，确保项目按时交付率达到 98% 以上，打造零事故施工现场。

#### （2）打造数字化驱动的钢结构创新生态

建立全产业链数字化平台，整合上下游企业、高校、科

研机构等各方资源，形成开放共享、协同创新的数字化生态系统。通过大数据分析挖掘市场需求、优化产品结构、预测行业趋势，为企业决策提供精准依据。推动数字化研发创新，借助虚拟仿真技术对新产品、新工艺进行快速验证与优化，使新产品研发周期缩短 40%。利用区块链技术保障数据安全与交易可信，促进技术、人才、资金等创新要素的高效流动与合理配置，每年新增专利数量增长 30%，培育一批具有国际竞争力的创新型企业。

### **（3）实现钢结构行业的高效网络化联结**

依托 5G、物联网等网络技术，构建钢结构行业的全球供应链网络与产业协同平台。实现供应商、生产商、服务商之间的信息实时共享、业务无缝对接，将供应链响应速度提升 60%，降低库存成本 25%。加强企业间的网络化协作，开展跨区域、跨企业的联合项目，共同攻克技术难题、拓展市场空间，形成优势互补、互利共赢的产业发展格局。推动钢结构行业与其他相关行业的跨界融合，如与新能源、智能装备、绿色环保等产业深度合作，创造新的业务增长点与应用场景，拓展行业发展边界。

## **2、展望**

### **（1）“十四五”期间：夯实基础，初步转型**

严格落实“十四五”规划中对钢结构建筑占新建建筑面积比例达到 15%以上、新开工桥梁钢结构达到 10%左右的目标，

借助政策东风，为智改数转网联创造广阔应用空间。在这一阶段，推动规模以上钢结构企业完成智能化生产车间的初步建设，至少 50% 的企业引入自动化切割、焊接设备，实现生产过程的局部智能化。大力推广 BIM 技术在设计与施工中的应用，覆盖率达到 60%，通过 BIM 模型实现各参与方的协同工作与信息共享，有效减少设计变更与施工冲突。搭建行业基础数据库，整合产品标准、工艺参数、市场数据等信息，为数字化决策提供支撑。培育一批智改数转网联示范企业，总结经验并向全行业推广，初步构建起钢结构行业智改数转网联的发展框架。

## （2）“十五五”期间：深化应用，全面升级

随着“十五五”规划的推进，钢结构行业的智改数转网联将向纵深发展。实现全行业智能化生产的全面普及，企业生产效率在“十四五”基础上再提升 30%，产品质量稳定性显著增强，不良品率降低至 1% 以下。利用大数据与人工智能技术实现精准营销与个性化定制，满足客户多样化需求的订单比例达到 50% 以上。完善产业链数字化协同平台，实现上下游企业之间的深度协同，供应链成本降低 20%。加强行业网络安全保障体系建设，确保数据安全与企业信息安全。推动钢结构行业与新兴技术的深度融合，催生一批新的商业模式与业态，如钢结构建筑的数字化运维服务、基于物联网的钢结构产品远程监测与智能管理等，全面提升行业的核心竞争

力。

### **(3) 长期展望：引领全球，绿色智能**

从长远来看，江苏省钢结构行业凭借持续的智改数转网联投入，将在全球占据领先地位。成为全球钢结构行业智能化、数字化、网络化发展的引领者，制定国际通行的行业标准与技术规范。全面实现绿色智能发展，钢结构建筑在全生命周期内的碳排放降低 50%以上，充分利用可再生能源，打造零碳钢结构产业。通过智能化技术提升资源利用效率，钢材利用率达到 95%以上。不断拓展钢结构在高端装备制造、海洋工程、航空航天等新兴领域的应用，推动行业向高端化、多元化发展。加强国际合作与交流，输出中国技术与中国标准，提升中国钢结构行业在全球的影响力与话语权，为全球基础设施建设与可持续发展贡献中国力量。

## 附件 1 人工智能典型应用场景

### 1、智能焊接质量管控场景

在钢结构焊接生产环节，利用机器视觉与深度学习算法构建智能焊接质量管控系统。通过在焊接设备上安装高清工业相机，实时采集焊接过程中的焊缝图像及相关参数。深度学习模型对图像进行分析，精准识别焊缝缺陷（如气孔、裂纹、未熔合等），同时结合焊接参数监测数据，建立焊接质量评估体系。一旦检测到质量问题，系统立即发出警报并提供缺陷位置与类型信息，辅助工人及时调整焊接工艺或进行返工处理，显著提升焊接质量稳定性与产品合格率，降低次品率与质量损失成本。

### 2、智能排产与调度优化场景

基于人工智能的智能排产与调度优化系统整合企业 ERP、MES、XSuperNEST 套料软件、设备管理等多源数据，运用遗传算法、强化学习等技术，综合考虑订单优先级、设备产能、物料供应、人力资源及交货期等复杂约束条件，动态生成最优生产计划与调度方案。系统实时监控生产进度与设备状态，根据现场实际情况自动调整计划，有效应对订单变更、设备故障等突发状况，实现生产资源的高效配置与利用，缩短订单交付周期，提高设备利用率与生产效率，增强企业生产运营的敏捷性与竞争力。

### 3、智能虚拟预拼装与优化场景

在钢结构项目筹备阶段，深度融合人工智能技术的 IN-ASSEM 软件发挥核心作用。它首先从设计团队提供的各类设计软件（如 CAD、BIM 等）生成的模型中精准提取钢结构部件的三维数据，利用先进的图形处理算法和数据解析技术，快速构建高度拟真的虚拟拼装环境。在这个环境中，基于人工智能的碰撞检测算法对各部件进行全方位扫描分析，不仅能精确识别常规的几何干涉问题，还能通过机器学习模型对大量历史项目数据的学习，预判因部件制造公差、材料弹性变形等因素可能引发的潜在拼装冲突。同时，借助深度学习的回归分析能力，结合材料力学、结构力学原理，精确计算每个连接节点在不同工况下的安装偏差范围，并给出概率性的风险评估。

在项目执行过程中，现场施工人员通过移动终端或电脑终端实时接入该软件系统，将实际施工中的测量数据与虚拟模型中的理想数据进行比对分析。人工智能算法根据实时反馈数据迅速调整虚拟模型，模拟后续施工步骤，提前为施工人员提供精准的调整建议和施工指导。例如，当某个关键梁柱节点出现微小偏差时，系统能立即计算出最优的调整方案，如采用垫片调整、局部加热矫正或调整连接顺序等方法，并预测每种方案对整体结构稳定性和后续施工进度影响，帮助施工人员快速决策。

在某超高层钢结构地标建筑项目中，应用此智能虚拟预

拼装与优化系统后，现场拼装调整时间相比传统方式缩短了50%以上，因拼装问题导致的返工率降至3%以下，显著减少了施工延误和材料浪费，大幅提升了项目经济效益与质量安全水平，有力增强了企业在高端复杂钢结构项目市场中的核心竞争力与行业影响力，为钢结构建筑智能化施工树立了新标杆。

## 附件 2 投入改造清单及图谱

### 1、行业系统化场景图谱示意图

	A 研发设计环节	B 智能制造环节	C 现场拼装环节	D 运营管理环节	E 供应链环节
	<p>数字化协同研发</p> <p>工具链：BIM 软件、CAD 软件、BIM 协同设计平台、钢结构模拟预拼装软件、套料软件</p> <p>数据链：三维模型数据、设计规范、节点构造库、仿真分析数据、设计参数、设计变更记录、碰撞检测结果、材料利用率数据</p> <p>痛点问题：设计协同性差，信息传递不畅，设计变更频繁、知识传承困难、设计协同效率低、多专业模型兼容性差、复杂节点设计周期长、设计与制造数据脱节、工艺可行性验证不足</p>				
研发设计	<p><b>A1.1 数字化协同研发主场景</b></p> <p>工具软件：BIM 软件、CAD 软件</p> <p>数据要素：三维模型数据、设计参数</p> <p>知识模型：设计优化模型、碰撞检测模型</p> <p>人才技能：BIM 工程师、结构设计师</p> <p>痛点问题：设计效率低，协同性差，知识传承困难。</p>	<p><b>B1.1 智能工艺设计主场景</b></p> <p>工具软件：CAPP、焊接工艺仿真软件、钢结构模拟预拼装软件、套料软件</p> <p>数据要素：模块参数、设计规则库、工艺参数库、设备加工能力数据、材料损耗数据</p> <p>知识模型：模块化设计模型、设计规则库、焊接工艺知识模型、切割路径优化模型</p> <p>人才技能：模块化设计师、设计规则工程师</p> <p>痛点问题：设计标准化程度低，模块化设计应用不足、工艺参</p>	<p><b>C1.1 设计成果数字化管理主场景</b></p> <p>工具软件：在线协作平台、设计成果管理系统</p> <p>数据要素：设计成果、协作记录</p> <p>知识模型：共享流程模型、协作流程模型</p> <p>人才技能：在线协作专家、设计共享协调员</p> <p>痛点问题：设计成果共享困难，协作效率低。</p>	<p><b>D1.1 设计反馈整合主场景</b></p> <p>工具软件：客户反馈分析系统、设计改进软件</p> <p>数据要素：客户反馈、市场数据</p> <p>知识模型：反馈分析模型</p> <p>人才技能：市场分析师、客户服务代表</p> <p>痛点问题：客户反馈收集难，设计改进慢。</p>	<p><b>E1.1 知识库建设主场景</b></p> <p>工具软件：知识管理系统、文档共享平台</p> <p>数据要素：知识文档、案例库</p> <p>知识模型：知识分类模型</p> <p>人才技能：知识管理专员、信息架构师</p> <p>痛点问题：知识共享困难，重复工作多。</p>

			数优化依赖经验、非标构件加工效率低			
	细分场景	A1.2 基于 BIM 的协同设计细分场景 现状评级：中 痛点问题：设计协同性差，信息传递不畅，设计变更频繁，影响项目进度与成本。	B1.2 模块库应用细分场景 现状评级：低 痛点问题：模块化设计应用不足，设计标准化程度低、钢材利用率低、切割路径规划依赖人工。	C1.2 设计成果共享细分场景 现状评级：中 痛点问题：设计成果共享困难，协作效率低。	D1.2 客户反馈收集细分场景 现状评级：高 痛点问题：客户反馈收集难，设计改进慢。	E1.2 知识共享平台细分场景 现状评级：低 痛点问题：知识共享困难，重复工作多。
	<p>数字化协同制造</p> <p>工具链：自动化生产线、ERP、MES 系统、智能仓储设备、数控激光切割机、焊接机器人、智能涂装设备、AGV 物流车</p> <p>数据链：生产进度数据、质量数据、设备状态数据、维护记录、运行环境数据、工艺技术参数（切割功率/焊接电流）</p> <p>痛点问题：生产数据碎片化、设备故障预警滞后、质量不稳定，生产效率低，人工成本高、生产过程不透明，设备利用率低。</p>					
生产制造	主场景	A2.1 智能生产调度主场景 技术工具：ERP、MES 系统 数据要素：生产计划、资源状态知识模型、调度优化模型、资源分配模型 人才技能：生产调度员、计划优化师 痛点问题：生产计划粗放，调度效率低。	B2.1 生产过程可视化主场景 工具软件：MES 生产执行系统、套料软件、钢结构模拟预拼装软件 数据要素：设备运行状态数据、生产进度数据 知识模型：生产计划优化模型 人才技能：MES 系统管理员、生产调度员 痛点问题：生产过程不透明，设备利用率低。	C2.1 质量智能检测主场景 工具软件：在线检测系统、机器视觉检测软件 数据要素：质量检测数据、缺陷报告 知识模型：质量控制模型、缺陷识别模型 人才技能：质检员、质量分析师 痛点问题：质量控制难，缺陷率高，影响客户满意度。	D2.1 设备智能预测性维护主场景 工具软件：设备运维管理平台、预测性维护工具 数据要素：设备运行数据、维护记录 知识模型：设备效率模型、维护策略模型 人才技能：设备维护员、维护计划员 痛点问题：设备故障频发，维修响应不及时，运维成本高。	E2.1 能耗监测与安环监测主场景 工具软件：能耗监测系统、环境监测与管理系统 数据要素：能耗数据、环境参数 知识模型：能耗优化模型、环境影响评估模型 人才技能：能效管理师、环境监测员 痛点问题：能源浪费严

						重，环境影响大，需实现绿色低碳发展。
	细分场景	A2.2 柔性生产线重细分场景 现状评级：低 痛点问题：多品种小批量非标生产切换效率低、工装调整耗时。	B2.2 智能涂装作业细分场景 现状评级：中 痛点问题：漆膜厚度均匀性差、VOCs 排放超标。	C2.2 细分场景质量追溯 现状评级：低 痛点问题：质量数据不完整，追溯难度大，难以实现产品全生命周期的质量精准追溯和优化改进。	D2.2 细分场景维护计划 现状评级：中 痛点问题：维护不及时，设备故障多，影响生产连续性。	E2.2 细分场景能耗分析 现状评级：高 痛点问题：能源浪费严重，能效低，需优化能源使用效率和减少环境影响。
	<p>数字化协同服务</p> <p>工具链：远程运维平台、故障预测系统、物联网监测系统、远程监控平台、AR 维修辅助系统、物联网传感器、智能巡检机器人、大数据分析平台</p> <p>数据链：巡检数据、设备故障数据、维护记录、维护历史数据</p> <p>痛点问题：设备故障频发，维修响应不及时，运维成本高、运维数据碎片化、故障定位依赖人工经验、维护知识传承不足</p>					
运维服务	主场景	A3.1 远程设备运维服务主场景 工具软件：远程运维平台、故障预测系统 数据要素：设备实时运行数据、故障报警数据 知识模型：设备故障诊断模型、维护策略优化模型 人才技能：设备运维工程师、数据分析师 痛点问题：设备故障响应慢、运维数据未结构化	B3.1 智能巡检维护主场景 工具软件：智能巡检机器人系统、无损检测设备 数据要素：结构健康监测数据、缺陷检测数据 知识模型：钢结构损伤评估模型、巡检路径优化模型 人才技能：无损检测工程师、机器人操作员 痛点问题：高空/复杂环境巡检难度大、检测数据解读效率低	C3.1 运维知识管理主场景 工具软件：运维知识库系统、知识图谱平台 数据要素：历史维护案例、故障解决方案、专家经验 知识模型：运维知识图谱、故障解决方案推荐模型 人才技能：知识管理专员、运维专家 痛点问题：维护经验碎片化、新员工培训周期长	D3.1 预防性维护主场景 工具软件：维护管理软件、预测性维护工具 数据要素：维护计划、执行结果 知识模型：维护策略模型 人才技能：维护计划员、设备工程师 痛点问题：维护不及时，设备故障多。	E3.1 服务性能分析主场景 工具软件：性能分析工具、数据分析软件 数据要素：服务时间、客户反馈 知识模型：效率提升模型 人才技能：性能分析师、服务改进专家 痛点问题：服务效率低，客户不满。

	<p><b>A3.2 预测性维护细分场景</b> 现状评级：中 痛点问题：设备剩余寿命预测准确率 &lt; 60%、维护计划粗放。</p>	<p><b>B3.2 结构健康监测细分场景</b> 现状评级：中 痛点问题：监测点覆盖不全、数据传输延迟大。</p>	<p><b>C3.2 运维培训仿真细分场景</b> 现状评级：低 痛点问题：实操培训成本高、复杂场景模拟不足。</p>	<p><b>D3.2 服务成本优化细分场景</b> 现状评级：中 痛点问题：服务成本分摊不合理、盈利分析滞后。</p>	<p><b>E3.2 性能评估细分场景</b> 现状评级：中 痛点问题：服务效率低，客户不满。</p>
	<p>数字化协同管理 工具链：ERP 系统、MES 系统、OA 协同平台、CRM 系统、协同办公软件、经营管理系统、数据分析平台 数据链：运维数据、经营数据、管理数据、财务数据、人力资源数据 痛点问题：部门数据孤岛、决策依赖经验、经营数据分散、分析决策滞后、市场需求洞察不足，客户关系管理粗放，销售渠道拓展受限</p>				
经营管理	<p><b>A4.1 数字化营销与客户管理主场景</b> 工具软件：CRM 系统、大数据分析平台 数据要素：客户数据、市场调研数据 知识模型：客户需求预测模型、营销优化模型 人才技能：市场营销专家、数据分析师 痛点问题：客户需求处理效率低下。</p>	<p><b>B4.1 业务流程自动化主场景</b> 工具软件：业务流程管理软件 数据要素：流程步骤、执行时间 知识模型：自动化流程模型 人才技能：流程自动化专家、IT 支持 痛点问题：业务流程繁琐，效率低下。</p>	<p><b>C4.1 决策支持主场景</b> 工具软件：决策支持及数据分析系统 数据要素：业务数据、市场分析 知识模型：决策优化模型 人才技能：数据决策分析师、业务策略师 痛点问题：决策过于主观，数据分析不够准确。</p>	<p><b>D4.1 风险评估与缓解主场景</b> 工具软件：风险管理系统 数据要素：风险因素、历史案例 知识模型：风险评估模型 人才技能：风险管理师、合规专员 痛点问题：风险识别难，应对措施不足。</p>	<p><b>E4.1 绩效管理主场景</b> 工具软件：绩效管理系统 数据要素：绩效指标、评估结果 知识模型：绩效提升模型 人才技能：绩效管理师、改进协调员 痛点问题：绩效评估主观，改进措施不力。</p>
	<p><b>A4.2 大数据驱动的精准营销细分场景</b> 现状评级：中 痛点问题：客户需求响应不及时。</p>	<p><b>B4.2 自动化工具部署细分场景</b> 现状评级：低 痛点问题：业务自动化程度低</p>	<p><b>C4.2 决策模型应用细分场景</b> 现状评级：高 痛点问题：决策缺乏数据支持，风险高。</p>	<p><b>D4.2 风险监控细分场景</b> 现状评级：中 痛点问题：风险控制困难。</p>	<p><b>E4.2 绩效跟踪细分场景</b> 现状评级：高 痛点问题：绩效改进效果无法持续跟进</p>

<p>数字化供应链</p> <p>工具链：SRM 系统、TMS 物流系统、CRM 系统、供应链协同平台、数据分析工具</p> <p>数据链：供应链数据、库存数据、物流数据、经营数据</p> <p>痛点问题：供应链协同性差，计划优化能力弱，风险应对机制不完善、响应速度慢</p>						
供应链管理	主场景	<p><b>A5.1 供应商协同管理主场景</b></p> <p>工具软件：SRM 系统、供应商门户平台</p> <p>数据要素：供应链计划数据、供应商基本信息、绩效数据、产能数据</p> <p>知识模型：供应商评估模型、协同开发模型</p> <p>人才技能：供应链管理专家、数据分析师</p> <p>痛点问题：供应商信息不透明、协同开发不足。</p>	<p><b>B5.1 库存控制主场景</b></p> <p>工具软件：库存管理系统</p> <p>数据要素：库存量、需求预测</p> <p>知识模型：库存控制模型</p> <p>人才技能：库存分析师、供应链协调员</p> <p>痛点问题：库存控制难，资金占用大。</p>	<p><b>C5.1 物流流程改进主场景</b></p> <p>工具软件：物流规划软件</p> <p>数据要素：配送数据、路线信息</p> <p>知识模型：物流优化模型</p> <p>人才技能：物流规划师、配送优化师</p> <p>痛点问题：物流流程设计欠佳。</p>	<p><b>D5.1 供应链智能优化主场景</b></p> <p>工具软件：供应链智能优化平台、大数据分析工具</p> <p>数据要素：供应链全链条数据、市场需求数据、行业趋势数据</p> <p>知识模型：供应链网络优化模型、需求预测模型</p> <p>人才技能：供应链优化师、数据科学家</p> <p>痛点问题：供应链优化缺乏数据支撑、市场响应滞后</p>	<p><b>E5.1 需求预测主场景</b></p> <p>工具软件：需求预测软件、市场分析工具</p> <p>数据要素：历史需求、市场趋势</p> <p>知识模型：需求预测模型</p> <p>人才技能：需求分析师、市场预测师</p> <p>痛点问题：需求分析不准确</p>
	细分场景	<p><b>A5.2 供应商绩效跟踪细分场景</b></p> <p>现状评级：中</p> <p>痛点问题：供应商绩效不透明，协同难。</p>	<p><b>B5.2 库存水平分析细分场景</b></p> <p>现状评级：高</p> <p>痛点问题：库存分析能力差、无法及时调整库存水平。</p>	<p><b>C5.2 配送路线优化细分场景</b></p> <p>现状评级：低</p> <p>痛点问题：物流成本高，配送效率低。</p>	<p><b>D5.2 智能供应链计划优化细分场景</b></p> <p>现状评级：中</p> <p>痛点问题：供应链计划能力差。</p>	<p><b>E5.2 预测模型应用细分场景</b></p> <p>现状评级：中</p> <p>痛点问题：需求波动大，预测不准。</p>

## 2、行业智能化改造装备清单

适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/进口
切割加工	数控激光切割机	采用高功率激光发生器与精密数控运动平台，依据 CAD 图形数据快速精确切割钢材，具备自动排版优化功能，可最大限度提高材料利用率，切割精度可达 $\pm 0.1\text{mm}$ ，满足钢结构零部件高精度切割需求。	50-150	国产（如大族激光/进口（如德国通快集团）
坡口开设	坡口机器人	通过数控系统控制切割头角度与轨迹，可在钢材边缘加工出 V 型、X 型、Y 型等多种坡口形式，确保焊接接头精度，支持与 CAD/CAM 软件对接，自动生成坡口切割路径，切割效率比传统设备提升 30% 以上。	30-100	国产（如武汉华俄激光）/进口（如美国 Hypertherm）
装配	智能装配定位机器人	配备视觉识别系统与高精度伺服电机，可自动识别钢结构构件的装配位置与姿态，通过机械臂完成精准定位与临时固定，支持与 BIM 模型数据联动，实时校准装配偏差，适用于复杂节点的自动化装配，提高装配效率与精度。	60-150	国产（如广州数控）
焊接生产	智能焊接机器人	集成高精度运动控制系统、先进焊接电源与智能视觉传感器，实现自动化焊接作业，可根据预设焊接工艺参数与实时视觉反馈自主调整焊接路径、速度、电流电压等参数，确保焊缝质量稳定，提高焊接效率与精度，适用于多种钢结构焊接接头类型	30-100	国产（如埃夫特智能装备股份有限公司）
涂装	涂装机器人	搭载智能喷涂系统与环保回收装置，可根据钢结构件形状自动规划喷涂路径，实现油漆均匀喷涂，支持多自由度运动，适应复杂构件表面涂装，具备漆雾回收功能，减少环境污染，喷涂效率比人工提升 5-8 倍。	40-120	国产（如安徽埃夫特）/进口（如日本发那科）

物流	AGV(自动导引运输车)	配备激光导航或视觉导航系统，可在工厂内部自动规划路径，完成钢结构构件的运输与装卸，支持与MES系统对接，实时接收运输任务，实现物料流转自动化，减少人工搬运成本，提高物流效率。	10-30(单体)	国产(如新松机器人)/进口(如瑞典AGVAuto)
----	--------------	---	-----------	---------------------------

### 3、数字化转型数据要素清单

序号	场景	数据要素类型	描述
1	产品设计	三维模型数据	涵盖钢结构产品的详细三维几何模型，包括构件尺寸、形状、连接节点等信息，基于CAD、BIM等软件创建，是设计与制造的基础数据，用于虚拟装配、碰撞检测与性能模拟等环节，实现设计协同与优化。
2	工艺设计	工艺参数数据	包含钢结构加工过程中的切割参数(功率、速度、气体压力)、焊接参数(电流、电压、焊接速度)、涂装参数(涂料种类、喷涂压力、厚度)等，基于工艺知识库与试验数据形成，用于指导生产过程工艺控制与优化。
3	生产制造	设备运行数据	包含焊接设备、切割设备、加工机床等的运行参数(如转速、温度、压力、电流、振动等)、工作状态(开机、停机、故障等)与加工工艺数据(切削速度、进给量、焊接电流电压等)，通过传感器采集传输，为设备管理、工艺优化与生产调度提供依据。
4	质量	质量检测数据	包括钢结构构件的尺寸偏差、焊缝质量(无损检测结果)、涂层厚度、力学性能(拉伸、弯曲试验数据)等质量检测数据，通过三坐标测量仪、超声探伤仪等设备采集，用于质量追溯、缺陷分析与质量改进。

### 4、知识模型资源清单

序号	场景	知识模型	描述
----	----	------	----

1	产品设计	钢结构设计知识模型	整合钢结构设计规范（如 GB50017、AWS D1.1）、设计经验、典型节点构造等知识，基于大量工程案例与设计标准构建，提供参数化设计模板、节点选型建议与结构验算方法，辅助工程师快速完成钢结构方案设计与优化，确保设计符合规范要求与项目需求。
2	工艺设计	焊接工艺知识模型	整合焊接材料特性、焊接方法适用范围、焊接工艺参数优化经验、焊接缺陷成因与防治措施等知识，基于大量焊接工艺案例与试验数据构建，为焊接工艺设计、参数选择与质量控制提供智能决策支持，帮助工程师快速制定合理焊接工艺方案。
3	生产调度	生产计划优化模型	运用运筹学原理与机器学习算法，结合企业生产能力、设备性能、物料供应、订单需求等因素构建，通过对历史生产数据的学习训练，实现生产计划的智能排程与动态调整，优化资源配置，提高生产效率与交付准时率。
4	设备管理	设备故障预测模型	基于设备运行数据、故障历史记录与维护保养数据，利用深度学习、时间序列分析等技术建立，通过对设备健康状态的实时监测与分析，提前预测设备故障发生概率、类型与时间，为设备预防性维护提供依据，降低设备故障率与维修成本。
5	质量管控	质量分析与改进模型	融合质量检测数据、生产工艺数据与客户反馈信息，采用统计分析、数据挖掘与机器学习方法构建，识别质量波动规律、关键影响因素与潜在质量风险，为质量改进措施制定提供方向与量化依据，助力企业持续提升产品质量。
6	钢结构拼装	拼装模型	综合钢结构部件的几何特征、力学性能、连接方式等多维度数据，结合大量实际钢结构项目的拼装案例与经验反馈，利用空间分析、力学模拟和优化算法构建。该模型能够依据不同项目的设计要求和现场条件，智能生成最优的拼装顺序、定位策略和调整方案，精准预测拼装过程中的应力应变分布与变形趋势，有效避免拼装干涉和结构不稳定问题，显著提高钢结构拼装的精度、效率和质量可靠性，为复杂钢结构项目的现场施工提供关键技术指导与决策支持。
7	涂装	涂装工艺知识模型	整合涂料性能参数（干燥时间、附着力、耐候性）、涂装设备特性、涂装环境要求（温度、湿度）、涂装工艺参数（喷涂压力、距离、速度）等知识，基于涂装工艺试验数据与工程案例构建，为涂装工艺设计、涂料选型、涂层质量控制提供技术支持，确保涂装效果符合设计要求与防腐标准。

## 5、工具软件清单

序号	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
1	套料软件	在钢结构生产材料准备阶段发挥关键作用，导入钢结构零部件二维图形及工艺参数后，运用智能算法实现钢材切割下料过程优化。通过对不同板材规格、材质及零部件加工要求的综合分析，快速生成最优切割路径规划，精确计算材料利用率并预估切割时间，有效降低材料成本与加工时间，提升企业经济效益。	5-15(基础版本) /15-30(高级版本)	国产
2	钢结构模拟预拼装软件	专注于钢结构制造前期虚拟预拼装环节，从设计模型获取部件三维数据后构建虚拟环境模拟拼装。借助精确分析部件尺寸、形状、连接节点等信息，提前检测拼装干涉问题并计算安装偏差范围。在实际项目中可大幅缩短现场拼装调整时间、降低返工率，保障项目进度与质量，增强企业复杂项目施工把控能力。	8-20(基础功能) /20-50(高级功能含扩展分析模块)	国产
3	Photoshop	图像处理软件，用于钢结构产品宣传资料制作、设计效果图后期处理、外观缺陷图像分析辅助等，提供丰富的图像编辑、合成、特效处理工具，提升视觉展示效果与分析准确性。	0.5-2(订阅年费)	进口
4	MES 系统	制造执行系统，涵盖生产计划管理、生产调度、工艺管理、质量管理、设备管理、数据采集与分析等功能模块，实现生产现场的精细化管理与可视化监控，打通企业计划层与车间执行层信息壁垒，提升生产运营效率与决策科学性。	50-200(根据企业规模与功能模块定制)	国产
5	ANSYS Mechanical	通用有限元分析软件，在钢结构领域用于结构力学性能分析、热分析、流体动力学分析等，可模拟钢结构在不同工况下的应力应变分布、变形特征、稳定性与振动特性，为设计优化提供数值依据，确保结构安全可靠。	20-50(基础许可证) /50-200(高级功能许可证)	进口
6	Tekla Structures	专业钢结构 BIM 设计软件，支持 3D 建模、深化设计、图纸生成与材料清单编制，具备强大的钢结构节点设计与分析功能，可实现多专业协同设计与数据共享，广泛应用于大型复杂钢结构项目设计阶段。	10-30(基础模块) /30-100(高级功能模块)	进口

7	CAD	计算机辅助设计软件，用于钢结构二维图纸绘制、三维模型创建、节点大样设计等，具备强大的绘图工具与尺寸标注功能，支持与其他软件的数据交互，是钢结构设计与生产的基础工具软件。	产的基础工具软件。 0.5-5 (不同版本)	国产(如中望CAD)/进口(如AutoCAD)
8	MIDAS	有限元分析软件，专注于土木工程与钢结构领域，可进行结构静力分析、动力分析、稳定性分析、施工阶段分析等，提供便捷的建模工具与丰富的分析模块，适用于复杂钢结构体系的分析与设计。	10-30(基础模块) /30-80(高级功能模块)	进口
9	3DMAX	三维建模与动画制作软件，用于钢结构项目可视化展示、施工过程模拟、虚拟样板制作等，具备强大的三维建模、材质渲染与动画制作功能，可生成逼真的钢结构效果图像与施工动画，辅助项目沟通与方案汇报。	1-5(订阅年费)	进口

## 6、网络化联接设备清单

适用场景	设备名称	主要功能	投入区间(万元)	国产/进口
车间网络通信	工业以太网交换机	构建车间有线网络骨干，实现多台设备高速稳定数据传输与互联互通，支持多种工业以太网协议(如PROFINET、ETHERNET/IP等)，具备高可靠性、冗余备份与网络管理功能，保障车间生产数据通信实时性与准确性。	0.5-5(根据端口数量与性能配置)	国产(如华为技术有限公司,广东)/进口(如德国西门子公司)
远程数据传输	5G工业网关	集成5G通信模块与工业协议转换功能，将车间内设备数据通过5G网络传输至企业云平台或远程监控中心，实现设备远程监控、数据采集与远程控制指令下达，适用于对实时性与移动性要求较高的场景，拓展企业网络覆盖范围与数据交互能力。	3-10	国产(如中兴通讯股份有限公司,广东)/进口(如诺基亚通信公司)
无线设备接入	工业Wi-Fi接入点	为车间内移动设备(如手持终端、AGV、机器人等)提供无线局域网接入服务，支持高速数据传输与漫游功能，采用加密技术保障网络安全，与企业有线网络融合，实现车间网络全覆盖与灵活接入。	0.3-2(根据覆盖范围与性能)	国产(如新华三技术有限公司,浙江)/进口(如美国思科公司)

## 7、行业数字化转型人才技能清单

序号	人才技能类型	描述
1	智能制造工程师	掌握智能制造技术体系，包括工业机器人编程与调试、自动化生产线设计与集成、智能设备运维管理、工业互联网平台应用等技能，能够推动企业生产制造环节智能化升级改造，解决智能制造实施过程中的技术难题，提升生产效率与质量。
2	数据分析师	具备数据挖掘、数据分析、数据可视化技能，熟悉统计学方法与机器学习算法，能够从企业海量生产、运营、市场数据中提取有价值信息，为企业决策提供数据支持与优化建议，如市场需求预测、质量改进分析、生产效率提升策略制定等。
3	工业软件研发工程师	精通工业软件开发技术，如 CAD、MES、PLM、XSuperNEST 套料软件、IN-ASSEM 钢结构模拟预拼装软件、Photoshop、ANSYS Mechanical、Tekla Structures 等软件研发，熟悉钢结构行业业务流程与工业标准，能够根据企业需求定制开发工业软件功能模块，实现企业设计、生产、管理等业务流程信息化与智能化，提升企业数字化管理水平。
4	机器人操作工程师	掌握工业机器人（如焊接机器人、涂装机器人、装配机器人）的操作、编程与调试技能，熟悉机器人安全操作规程与维护保养知识，能够根据生产任务编写机器人程序，完成机器人系统的调试与运行，解决机器人运行过程中的常见故障，确保机器人高效稳定运行。

## 附件 3 典型案例

### 案例一：八方钢构集团智能工厂项目

#### 1.基本情况

八方钢构成立于 1999 年，是一家专注于钢结构应用的研发、设计、生产、安装的专业化集团公司。公司产品广泛应用于机场、高铁站、地铁站、大型场馆等领域，并出口至印尼、菲律宾等多个国家。公司曾主导制定两项国家标准，研发了国内首台钢构领域移动焊接机器人，年生产钢结构构件 10 万·吨。

#### 2.需求痛点

企业面临智能化设备精度不足、技术人才短缺、设计软件兼容性差、产业链协同效率低、供应链稳定性不足、市场竞争激烈、成本与价格压力大、数字化转型成本高、数据安全问题突出、节能减排压力大以及国际市场标准要求高的挑战。

#### 3.主要做法

数字化信息系统建设：引入金蝶云星空系统，实现采购、销售、库存的数字化管理。自主研发生产管理小程序，提升生产管理精细化水平。应用专业设计软件结合 BIM 技术，优化复杂项目设计。

智能化装备升级：引入移动焊接机器人和轨道焊接机器人，提高焊接效率和质量。开发“具身智能”焊接机器人，实现智能化焊接。



图 6.1 轨道式焊接机器人

技术创新与研发：联合科研机构开发新技术，推动高端化、智能化发展。实施 QC 改进，获得多项专利，提升技术实力。

产业链协同与生态建设：与中建集团等央企建立战略合作，形成产业链生态系统。推动上下游协同，提升整体效率。

#### 4. 价值成效

企业通过智能化转型实现生产效率提升、产品质量优化、竞争力增强及可持续发展：焊接效率提高 30%，生产计划执行率提升 25%，产品质量稳定性增强，一次合格率提高 20%。企业主导制定两项国家标准，显著提升品牌知名度。同时，降低工人劳动强度和安全风险，推动行业数字化转型。

## 案例二：江苏友发钢管有限公司

### 1.基本情况

江苏友发钢管有限公司是一家集科研、生产、销售于一体的专业大型钢管制造企业，专注于高频直缝焊接钢管、热浸镀锌钢管、方矩管、镀锌方矩管等管材产品的生产。其产品广泛应用于建筑、机械制造、汽车、家电、新能源等领域，销售网络不仅覆盖华东地区，还远销东南亚、欧美等国家和地区。凭借卓越的技术实力与创新能力，公司先后荣获国家级专精特新“小巨人”称号、国家高新技术企业、江苏省级高新技术企业研究开发中心等多项荣誉，彰显行业领先地位。

### 2.需求痛点

随着市场需求不断扩大，江苏友发钢管有限公司面临诸多挑战。传统设备效率低下，难以满足日益增长的生产需求；仓储管理存在瓶颈，导致货物存取不便、管理效率不高；质量管控不足，影响产品市场竞争力；数据应用能力薄弱，无法有效利用数据驱动企业决策与优化运营。

### 3.主要做法

**引进智能化设备：**公司引入 2200 纵剪线、F400 上料段、F400 主机等一系列智能化设备，其中工业机器人达 5 台。这些设备可自动按预设产品参数完成切割、焊接、轧辊等操作，显著提升生产效率与产品质量。

**建设智能仓储系统：**打造配备 F00 码垛机、AGV 小车

等高端物流装备的智能仓储系统，该系统分三层，实现仓库层高合理化、存取自动化、操作简便化、管理智能化。

应用友发智能管理系统：上线友发智能管理系统，实现设备联网运行状态监控，实时采集设备数据，涵盖财务管控、采购管理、质量管理等多项功能，为企业运营管理提供全面支持。

物联网与大数据应用：借助物联网技术实现设备互联互通，利用大数据分析预测销售趋势，提前调整库存，优化生产计划，提高资源利用效率。



图 6.2 营销管理-销售驱动业务优化

#### 4.价值成效

通过一系列项目实施，公司运营效率大幅提升。生产效率方面，智能化设备实现自动化生产，减少停机时间，产能显著提高；产品质量方面，不良率从 1.2%降至 0.87%，市场竞争力增强。在管理决策上，数据采集与分析助力管理层精

准决策，提升运营管理水平。经济效益显著增长，2023-2024年经济效益增长至984991.33万元，预计2025年达100亿元。此外，公司的成功经验为同行业提供了可借鉴的范本，有力推动了行业智能化发展进程。

## 案例三：江苏新蓝天钢结构有限公司

### 1.基本情况

江苏新蓝天钢结构有限公司是一家集设计、研发、销售、制造、安装于一体的大型钢结构企业，位于南京江宁开发区，注册资金 2 亿元，占地 470 亩，厂房面积 14.36 万平方米。公司拥有施工总承包一级资质、钢结构专业承包一级资质等多项资质，是国家级高新技术企业，通过 ISO9001、ISO14001、OHSAS18001 认证，资信等级 AAA。公司拥有 14 项国家专利、8 项省级工法，工程多次获得国家级、省级优质工程奖。

### 2.需求痛点

传统设计方式效率低且易出错，难以满足复杂钢结构项目需求；生产中材料利用率低，边角料浪费多，导致成本上升；现场拼装时，构件精度不足，拼装效率低，易出现错位和干涉问题；此外，设计、生产、施工各环节数据分散，协同效率低，信息传递不及时，影响整体运营效率。

### 3.主要做法

#### （1）智能设计场景

TeklaStructures 软件通过全流程数字化设计，实现从结构分析到项目管理的高效协同。其 3D 模型功能结合 BIM 深化设计，优化构件节点，减少施工返工；自动出图生成施工详图和材料清单，助力采购与生产。软件支持项目团队高效协作，降低沟通成本，并通过三维可视化复核兼容性，减少

施工冲突，有效提升设计精度与效率，降低材料浪费，推动建筑行业数字化发展。

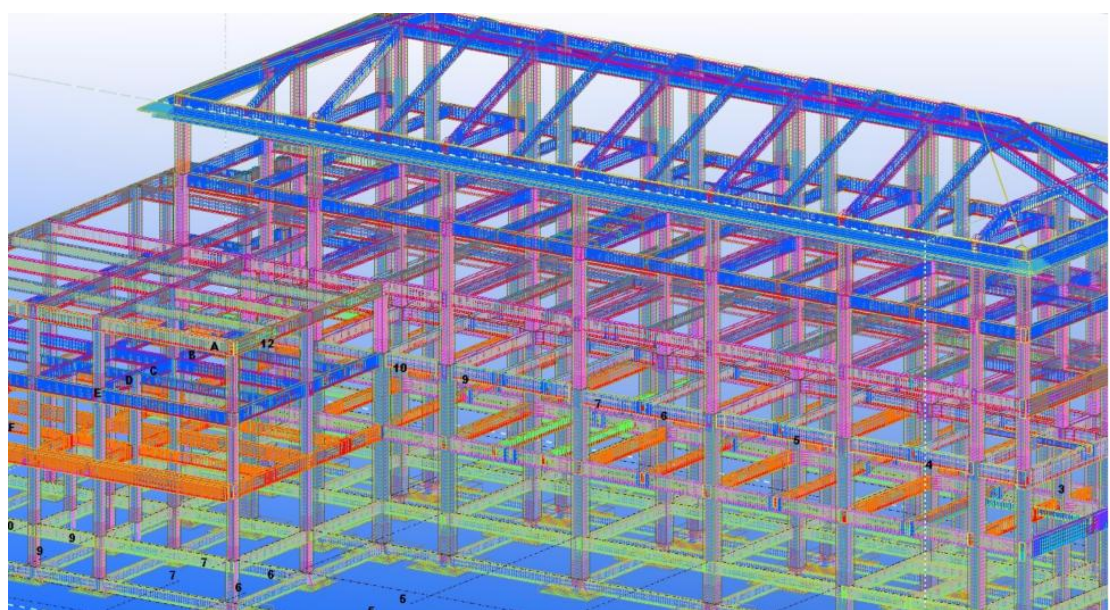
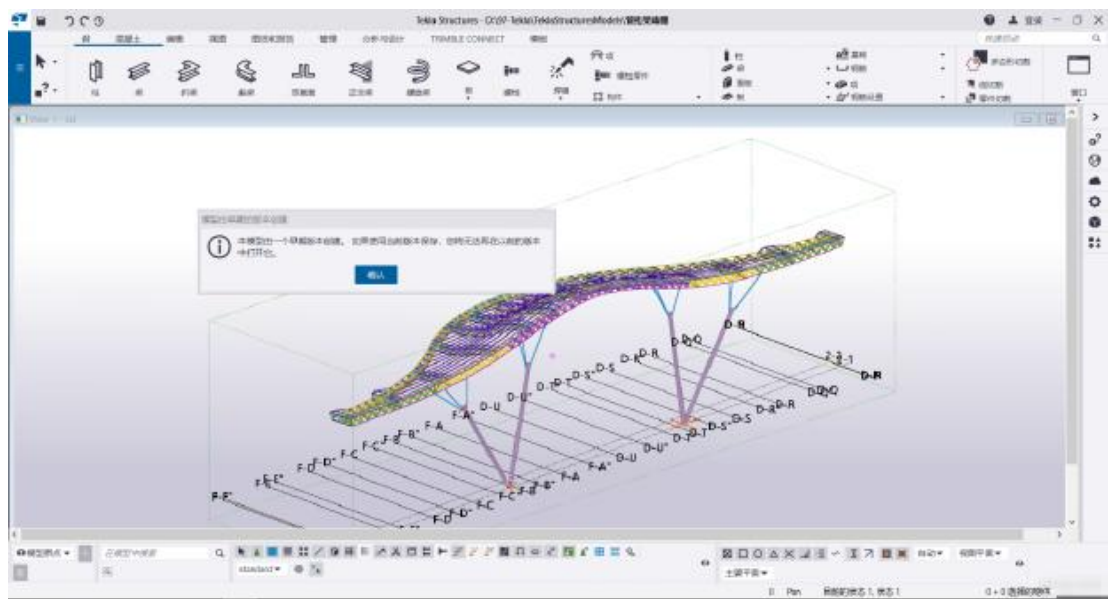


图 6.3 TeklaStructures 软件

## (2) 智能模拟预拼装场景

引入 IN-ASSEM 软件，实现了从设计、制造到安装的全流程数字化管理，显著提升了构件测量精度和拼装效率。通过高精度全站仪现场采集数据，并与设计模型进行对比分析，

确保构件制作的高精度。同时，利用虚拟预拼装技术，提前发现并解决拼装中的潜在问题，优化拼装工艺，减少人力物力浪费。这种数字化管理方式不仅提高了生产效率，还通过数据驱动的决策优化，推动了企业数字化转型。

### （3）智能套料场景

XSuperNEST 套料软件通过实现材料优化与智能套料功能，能够导入设计图纸并自动生成最优套料方案，支持多种排料模式，有效减少边角料浪费，从而提升材料利用率并降低生产成本。同时，该软件具备全流程任务管理能力，可与 ERP、MES 系统无缝对接，实现生产进度的实时监控与生产计划的优化调整。此外，软件还具备数据自动统计与追溯功能，能够自动采集生产数据，实现从原材料到成品的全程追溯，为企业的生产决策提供精准的数据支持。

## 4. 价值成效

江苏新蓝天钢结构有限公司通过智能化改造，实现设计精度与效率显著提升，设计周期缩短 30%-40%，材料浪费降低 10%-15%，生产效率提高 15%-30%，返工率大幅下降，产品合格率超 98%。智能设计、模拟预拼装和套料场景应用，助力设计施工无缝对接，增强项目可视化与可控性，推动数字化转型。协同优化与数据管理使沟通成本降低 20%-30%，缓解用工难题，数据驱动决策提升运营效率，树立行业标杆。

## 案例四：内蒙古包钢钢管有限公司

### 1.基本情况

内蒙古包钢钢管有限公司是一家集研发、生产、销售、运输及服务于一体的大型无缝钢管生产企业，位于内蒙古自治区包头市昆都仑区河西工业园区，注册资金 50 亿元人民币，占地广阔，厂房设施完备。公司拥有施工总承包一级资质、钢结构专业承包一级资质等多项资质，是国家级高新技术企业，通过 ISO9001、ISO14001、OHSAS18001 认证，资信等级 AAA。公司拥有 14 项国家专利、8 项省级工法，工程多次获得国家级、省级优质工程奖。

### 2.需求痛点

传统石油管加工方式存在诸多问题：人工操作多，劳动强度大，效率低且易出错；材料利用率低，边角料浪费多，导致成本上升；生产过程中数据分散，各环节协同效率低，信息传递不及时，影响整体运营效率；产品质量追溯性差，难以满足现代生产对质量控制的严格要求。

### 3.主要做法

#### （一）智能接箍线建设

内蒙古包钢钢管有限公司通过智能化改造，以 MES（制造执行系统）为核心构建大数据管理平台，集成接箍逐支跟踪系统、智能物流系统、无人化湿磁粉探伤系统以及 5G+机器人远程运维系统，实现了从订单到成品入库的全流程闭环

管理。在生产环节，公司采用模块化设计的切管扒皮单元，配备激光与气动打标机，确保产品信息标识清晰；镗孔与车丝单元通过机器人上下料和数控设备集成，减少人工干预，提升加工精度和效率。智能物流系统利用 AGV 小车实现物料自动运转，优化生产线整体运作。



图 6.4 智能监控与调度

在质量与数据管理方面，逐支跟踪系统通过条形码和二维码识别技术实现产品信息的可追溯性，确保质量控制；数字化检测设备实时监测工件质量，并将数据上传至 MES 系统，实现即时反馈与处理。

## （二）技术创新应用

通过智能化改造，利用 5G 技术的低延迟和高带宽特性，实现了机器人远程监控、诊断和维修。结合数字孪生技术，将机器人运行数据导入三维仿真软件，构建虚拟模型，辅助远程工程师进行调试和故障排查。同时，公司集成视频监控

系统与 MES 系统，实现生产过程的实时监控和调度，通过高清视频和数据分析优化生产计划。这些技术的应用显著缩短了设备停机时间，提高了运维效率，推动了生产管理的智能化升级

#### 4.价值成效

通过智能化改造，利用工业 AI 技术对石油管加工生产线进行升级，集成机器人、自动化检测和逐支跟踪系统，实现全流程闭环管理和柔性加工。改造降低了人工成本和劳动强度，提高了材料利用率，减少了边角料浪费，优化了资源配置和能源利用效率，降低了能耗和排放。其全球首创的智能接箍线填补了行业空白，树立了数字化转型标杆，为传统制造业升级提供了示范。

### 案例五：山东协进钢结构制造有限公司

#### 1.基本情况

山东协进钢结构制造有限公司专注于金属结构制造与建筑工程建设。公司具备一定规模，拥有专业的技术团队与生产设施，在行业内积累了一定客户资源，产品广泛应用于各类建筑项目。

#### 2.需求痛点

传统生产模式因高度依赖人工操作，面临生产效率低、难以满足市场需求、产品质量不稳定以及安全风险高等多重问题。

### 3.主要做法

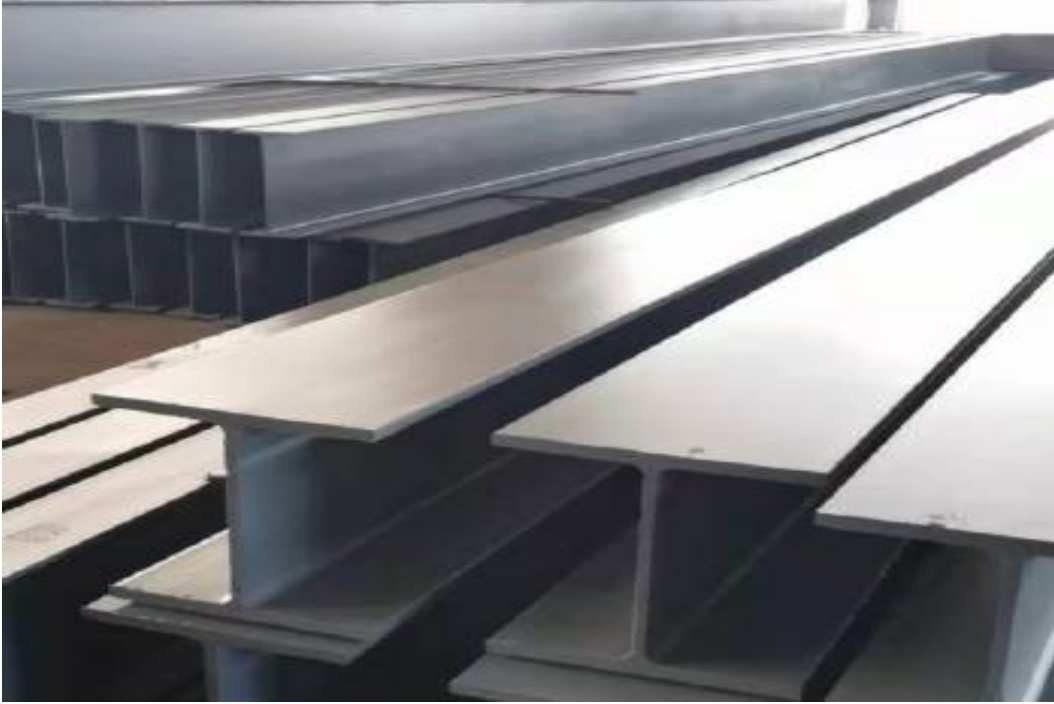


图 6.5 H 型钢产线

公司积极引进智能化生产线，率先引入全市首条数字化智能生产线，能够生产单根重达 5 吨的 H 型钢。这条生产线涵盖了智能板材分条机、智能激光切管机、智能喷漆烘干生产线等一系列先进设备，实现了从板材上线到成品下线的全流程自动化操作。同时，公司采用智能自动化 H 型钢、箱型柱、钢卷开平、激光切割、拼装焊接等先进工艺，大幅减少了人工干预，显著提高了生产精度与效率。在此基础上，公司对生产车间进行了全面的智能化改造，规范了区域划分，实现了设备配置的自动化和工艺流程的标准化。通过数字化技术，各生产环节被有机连接起来，形成了一个高效协同的自动化生产体系，真正打造了一个智能化的现代工厂。

#### 4.价值成效

全自动化生产通过智能化操作大幅提升了生产效率，例如切割 16 毫米厚的钢板，以往需 3 个师傅工作 8 小时，如今不到 1 小时即可完成。同时，智能化设备将加工标准控制在毫米级，有效保证了钢构产品质量的持续稳定，使产品不良率明显降低。此外，减少了人工直接参与重型钢材的搬运与操作，降低了生产作业时的风险，从而提高了安全系数。

## 案例六：五冶集团（成都）钢构科技有限公司

### 1.基本情况

五冶集团（成都）钢构科技有限公司凭借全产业链服务优势，在钢结构制造领域占据重要地位。公司拥有先进的研发能力与生产技术，产品应用于各类大型建筑项目，在超高层等钢结构领域具备较强竞争力。

### 2.需求痛点

传统钢结构生产方式面临效率低、质量管控难和生产过程不透明等问题，难以满足大规模订单需求。随着业务增长，这些问题愈发突出，影响生产管理和客户满意度。智能化改造通过引入自动化设备和信息化管理系统，提升生产效率、产品质量和管理透明度，优化生产调度，增强企业竞争力。

### 3.主要做法

为提升生产效率和产品质量，企业引入了 8 条配备 3D 视觉扫描传感技术的机器臂，能够精准捕捉钢结构细节，确保焊接质量。同时，配备 H 型钢自动化产线和卧式自动组立机等先进设备，进一步优化生产流程。

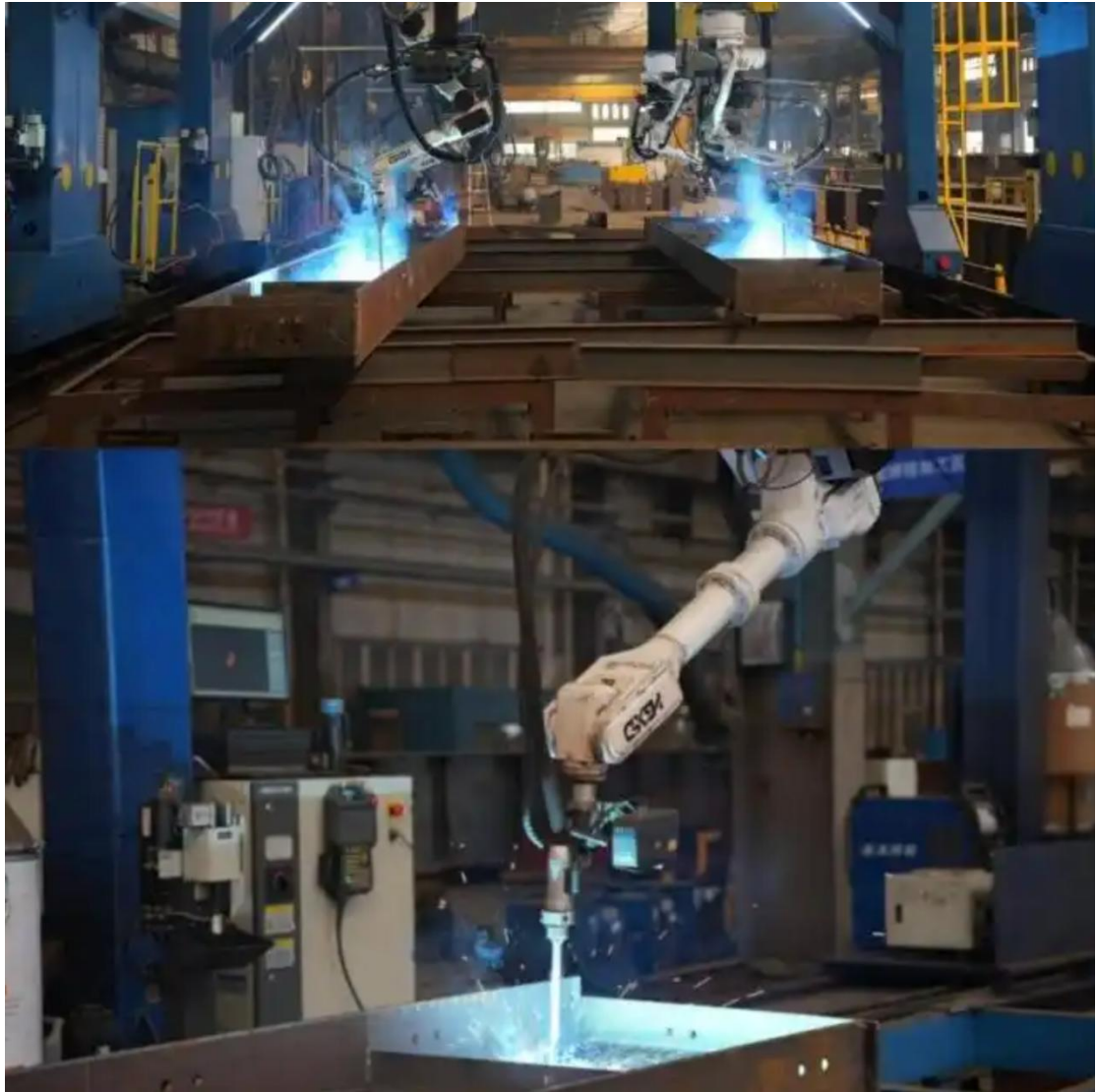


图 6.63D 视觉扫描传感技术的机器臂

此外，企业搭建了全生命周期管理平台 and 数字孪生系统，实现生产过程的透明化、可视化和精细化管理。通过数字孪生技术，企业可以实时监控生产进度、设备状态和质量数据，提前预测设备故障并优化生产策略。智慧管控平台则通过大数据分析和 AI 技术，实现资源的高效利用和生产调度的智能化。这些技术的应用不仅提高了生产效率和产品质量，还推动了企业向智能化、少人化方向发展。

#### 4. 价值成效

企业通过智能化升级，实现生产效率和质量大幅提升，标准型钢结构件生产效率提高，产品质量优化，竞争力显著增强。基地全面达产后，年产能达 16 万吨，成为集研发、中试、示范为一体的现代化工厂，为企业带来更大市场份额和经济效益。智慧管控平台使生产管理高效透明，降低生产成本，提升运营管理水平。

## 案例七：中建钢构股份有限公司

### 1.基本情况

中建钢构是国内知名的钢结构企业，在大型建筑钢结构、桥梁钢结构等领域成绩斐然。公司拥有众多大型生产基地，具备强大的生产制造能力，技术实力雄厚，参与了众多地标性建筑的建设。

### 2.需求痛点

质量管控分散，标准不统一：在钢结构生产过程中，各环节质量管控分散，不同工厂或部门采用的质检标准和流程不一致，导致质量参差不齐，难以保障整体质量水平。

数据采集滞后，决策缺乏依据：传统质检方式依赖人工记录和统计，数据采集滞后且易出错，无法及时准确地反映生产过程中的质量问题，管理层难以依据实时数据做出科学决策。

质量追溯困难，问题责任难界定：一旦出现质量问题，由于缺乏系统的追溯体系，难以快速准确地定位问题源头，

无法明确责任归属，不利于问题的及时解决和经验总结。

### 3.主要做法

为解决钢结构生产管理中的痛点，企业采取了以下优化措施：**构建一体化质量管理体系**：依托工业互联网平台，开发统一的质量管理模块，涵盖质检标准查询、材料取样、原材质检、构件检验、日常巡检等全流程质量管理功能，实现质量管控的标准化和规范化。

**数据实时采集与自动传输**：利用物联网技术，在生产设备和质检环节部署传感器，实时采集质量数据，如原材料的材质参数、构件的尺寸精度、检验结果等，并通过网络自动传输至质量管理体系，确保数据的及时性和准确性。

**建立质量追溯体系**：以钢结构“深化设计模型数据”为核心，贯穿工程全生命周期，为每个构件赋予唯一的标识编码，关联生产过程中的各项数据，实现从原材料采购到成品交付的全过程质量追溯。



图 6.7 制造管理驾驶舱

#### 4. 价值成效

**提升产品质量：**通过统一的质量管理标准和流程，以及实时的质量监控，有效减少了质量问题的发生，提高了钢结构产品的整体质量，增强了企业在市场中的竞争力。

**优化决策支持：**管理层能够实时获取准确的质量数据，通过数据分析和可视化展示，深入了解生产过程中的质量状况，为决策提供有力依据，实现精准管理和科学决策。

**强化质量追溯与责任界定：**完善的质量追溯体系使质量问题的责任界定更加清晰，能够快速定位问题源头并采取针对性措施，有效降低质量风险，同时也便于对相关责任人进行考核和管理。

### 案例八：陕西龙门钢铁有限责任公司

#### 1. 基本情况

陕西龙门钢铁有限责任公司是一家大型钢铁联合企业，在钢结构原材料生产方面具有重要地位。公司拥有完整的钢铁生产产业链，具备较强的生产规模和技术实力，产品广泛供应给钢结构制造企业及各类建筑工程。

#### 2. 需求痛点

一是能源消耗高，传统工艺能源利用效率低，导致成本高企且节能减排压力大；二是生产过程污染严重，废气、废水、废渣排放对环境的影响，大环保改造压力巨大；三是产品

质量不稳定，受原材料波动和工艺控制不精准影响，难以满足高端产品需求。

### 3.主要做法

通过实施能源管理系统升级，引入先进的能源管理系统，对生产过程中的能源消耗进行实时监测和分析，优化生产工艺、调整设备运行参数，实现能源的精细化管理和高效利用。同时，结合多能互补和储能技术，构建新型低碳多能互补能源体系，提升能源利用效率，降低能源成本。

在环保技术改造方面，企业需投入资金用于环保设施建设和技术升级，采用先进的脱硫、脱硝、除尘技术对废气进行深度处理，建设污水处理系统实现废水循环利用，并对废渣进行综合回收利用，减少污染物排放。此外，政策支持也为钢铁行业的绿色转型提供了动力，如贵州省推动钢铁行业超低排放改造和能效提升。



图 6.8 污水处理系统

在质量管控方面，建立基于大数据的质量管控平台，全面采集原材料质量、生产工艺参数及产品质量检测数据，通过建立质量模型实现对生产过程的精准控制，及时发现和解决质量问题，从而提高产品质量稳定性。这些措施不仅有助于钢铁企业应对当前的挑战，还能推动行业向绿色、智能、高效的方向发展。

#### 4. 价值成效

钢铁企业通过能源管理系统升级、环保技术改造和大数据质量管控平台建设，实现了能源消耗降低、环保水平提升和产品质量优化。单位产品综合能耗降低 10%-15%，有效降低成本，提高经济效益；污染物排放达到国家先进标准，环保形象显著提升，经营风险降低；产品质量稳定性增强，合

格率提升 5%-8%，高端市场竞争力进一步提高。这些措施推动了企业的绿色转型和可持续发展。

## 案例九：杭萧钢构股份有限公司

### 1.基本情况

杭萧钢构在钢结构行业历史悠久，是一家集设计、制造、安装于一体的大型钢结构企业。公司拥有丰富的项目经验，产品广泛应用于工业厂房、商业建筑、住宅等领域，在行业内具有较高知名度。

### 2.需求痛点

传统设计方式依赖人工绘图，设计周期长且易出错，难以快速响应客户需求。设计图纸转化为生产指令时，信息传递偏差导致生产返工，影响效率与质量。同时，市场竞争加剧，企业需创新产品与服务模式，满足客户多样化需求，以提升市场竞争力。

### 3.主要做法

在推动企业发展进程中，杭萧钢构股份有限公司积极作为。一方面，大力推广先进数字化设计软件，如 3D3S、TeklaStructures 等，借助这些软件实现钢结构设计的参数化与可视化，助力设计师快速创建模型并优化方案，显著提升设计效率与准确性。

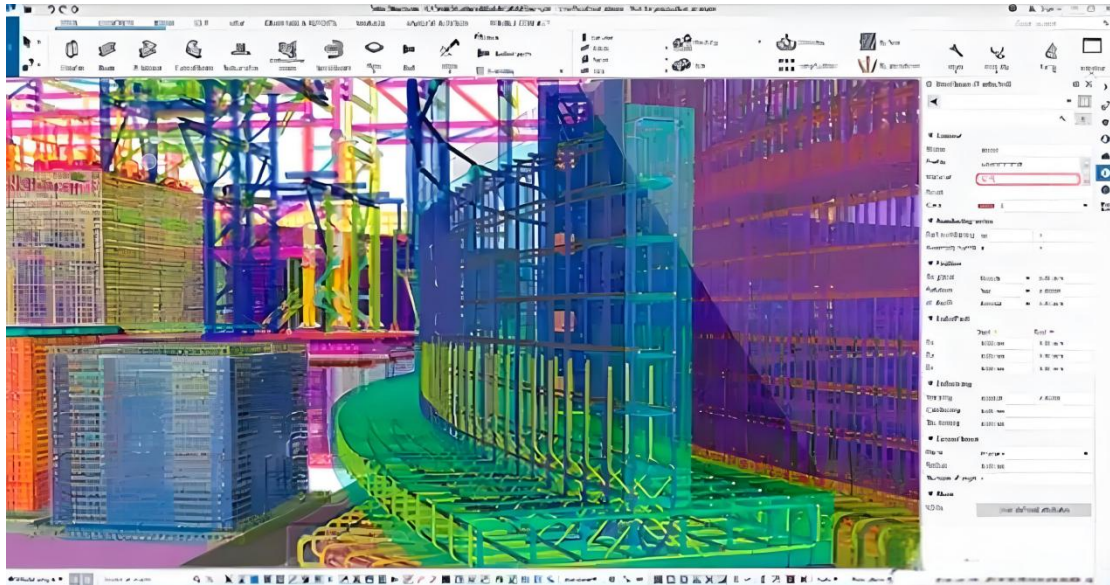


图 6.9teklastructures 建模软件



图 6.10 钢构行业 MES 生产管理软件

另一方面，着力建立设计与生产一体化系统，打通设计与生产环节的数据流通渠道，将设计软件与企业资源计划（ERP）系统、生产制造执行系统（MES）深度集成，使得设计图纸完成后能直接转化为生产数据，自动传输至生产车间，有效减少信息传递误差，大幅提高生产效率。此外，公

司还加大研发投入开展技术创新，积极开发新型钢结构产品与装配式建筑体系，同时为客户提供涵盖设计、生产到安装的一站式服务，以此满足客户多样化需求，进一步拓展市场份额。

#### 4.价值成效

企业通过数字化设计软件提升设计效率，缩短设计周期，快速响应客户需求，赢得更多市场机会；借助设计与生产一体化系统减少返工，提高生产效率和产品质量稳定性；通过技术创新与服务升级推出更具竞争力的产品和服务，扩大市场份额，提升品牌影响力，从而显著增强市场竞争力。

## 案例十：安徽鸿路钢结构（集团）股份有限公司

### 1.基本情况

鸿路钢构是国内规模较大的钢结构企业之一，专注于钢结构及相关产品的研发、设计、生产与销售。公司拥有多个现代化生产基地，产品广泛应用于工业建筑、公共建筑、住宅等领域，市场覆盖范围广。

### 2.需求痛点

企业面临订单处理效率低、生产监控不足和成本控制难三大痛点。订单量增加使传统处理方式流程繁琐、信息传递不及时，导致处理周期长、客户满意度下降。生产现场缺乏实时监控，设备、人员和进度难以掌握，影响计划执行。原材料价格波动、生产效率低、质量问题返工，使成本控制难度大，盈利能力受限。

### 3.主要做法

首先，通过实施 ERP 系统，企业能够整合采购、销售、生产、财务等业务流程，实现信息的集中管理与共享。ERP 系统通过自动化订单录入、实时库存监控和订单跟踪，大幅简化订单处理流程，减少人工干预，显著缩短订单处理周期，提升客户满意度。此外，ERP 系统还能优化供应链管理，实时监控库存状态，避免缺货或超卖现象，进一步提高订单处理的准确性和效率。

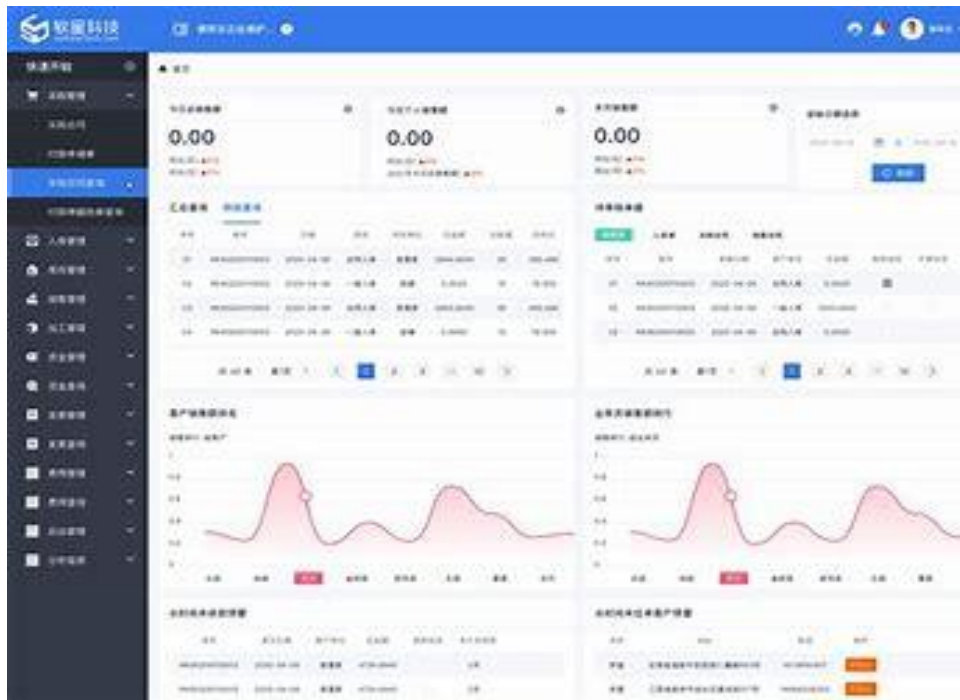


图 6.11 钢构行业 ERP 管理系统

其次，引入MES系统可以有效优化生产管理。通过在生产设备上安装传感器，MES系统能够实时采集设备运行和生产进度数据，实现生产过程的可视化管理。这不仅提高了生产计划的执行率，还提升了设备利用率和生产效率。同时，MES系统支持实时监控生产进度，及时发现偏差并调整计划，确保生产活动按计划顺利进行。

最后，企业可以运用大数据分析技术进行成本精细化管理。通过分析原材料采购价格、生产过程中的能耗和人工成本等数据，企业能够优化采购策略，降低原材料采购成本。同时，通过提高生产效率、减少废品率和优化能耗管理，企业能够有效控制成本，增强盈利能力

#### 4. 价值成效

企业借助 ERP 系统简化订单流程，实现自动化录入、实时库存监控和订单跟踪，大幅缩短处理周期，提升客户满意度。MES 系统则通过可视化管理优化生产计划执行，提高设备利用率和生产效率。同时，企业运用大数据分析进行成本精细化管理，优化原材料采购、降低能耗和废品率，有效控制成本，增强盈利能力。

## 案例十一：中建钢构江苏有限公司

### 1.基本情况

中建钢构江苏有限公司，是世界 500 强企业——中国建筑工程总公司下属的中建科工集团有限公司出资设立的大型现代化钢结构加工制造企业。产品定位为重钢产品体系，以生产建筑钢结构产品为主，产品覆盖房屋、厂房建造，桥梁、港机、能源等多个领域。充分依托“中国建筑”的品牌优势，中建钢构形成覆盖全国、辐射海外的生产营销网络，在国内同类企业中居于领先地位，为打造“中建钢构”品牌贡献力量。

### 2.需求痛点

生产效率提升需求：传统焊接工艺依赖人工操作，效率较低，难以满足大规模、高精度生产需求。

劳动强度与人力成本：焊接工作环境恶劣，劳动强度大，且熟练焊工短缺，人力成本高。

焊接质量一致性：人工焊接易受操作者技术水平影响，质量波动大，难以保证高合格率。

复杂构件焊接难度：建筑钢结构和工程机械等领域中，复杂构件和小空间焊接难度大，传统方法难以应对。

生产灵活性：多品种、小批量生产需求增加，传统焊接设备难以快速适应不同生产任务。

### 3.主要做法

### (1) 引入总成焊接机器人

中建钢构引入总成焊接机器人，主要用于 H 型钢加劲板、端头板等工件的焊接生产。该机器人具备“免试教”一键式自动焊接功能，能够高效完成大型构件的焊接任务，显著减少人工干预，提升生产自动化水平。同时，总成焊接机器人具备较强的适应性，可快速调整并适应不同规格的 H 型钢和加劲板的焊接需求，满足多品种、小批量的生产要求。通过高精度焊接控制，机器人确保了焊缝质量的稳定性和一致性，有效提升了产品合格率。



图 6.12 总成焊接机器人

## （2）协作焊接机器人

中建钢构引入协作焊接机器人，主要用于各类加劲板、钢板墙等复杂构件的焊接任务。该机器人凭借其灵活性和可移动性，能够轻松进入狭小空间，完成高难度焊接作业，解决了传统焊接设备在复杂场景中的局限性。此外，协作焊接机器人支持在不同工位间快速转运和部署，能够适应多场景、多任务的生产需求，显著提高了生产效率和灵活性。通过高效焊接和精准操作，协作焊接机器人在保证焊接质量的同时，进一步降低了劳动强度和生产成本。

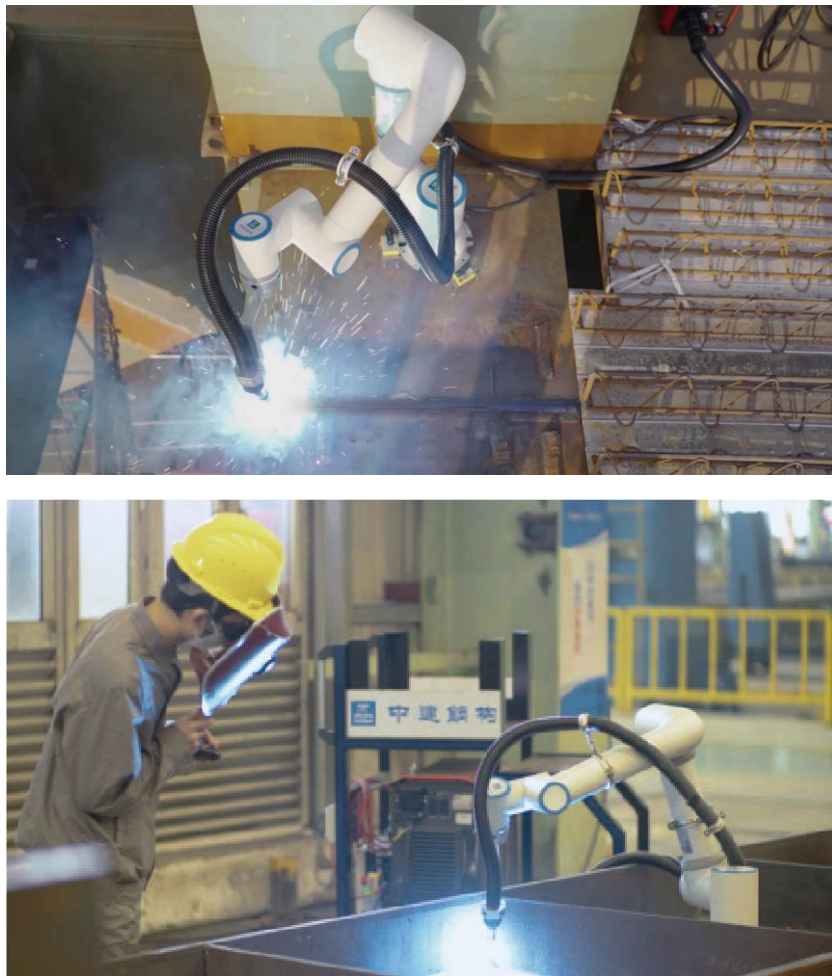


图 6.13 协作焊接机器人

### （3）智能化生产系统集成

将焊接机器人与生产管理系统（MES）集成，实现生产任务的自动分配和进度跟踪。通过焊接机器人与质量检测系统的联动，实时监控焊接质量，确保焊缝符合标准。同时利用物联网技术，采集焊接过程中的关键数据（如焊接速度、温度、电流等），通过数据分析优化焊接参数，提高生产效率和产品质量。

#### 4. 价值成效

生产效率显著提升：总成焊接机器人提升效率 62%，协作焊接机器人提升效率 42%，大幅缩短生产周期。

劳动强度大幅降低：总成焊接机器人降低劳动强度 80%，协作焊接机器人降低 70%，改善工作环境，减少人力依赖。

焊接质量显著提高：两种机器人一次合格率均高达 99.5%，确保产品质量一致性，减少返工和废品率。

生产成本有效控制：自动化焊接减少对熟练焊工的依赖，降低人力成本，同时减少材料浪费。

生产灵活性增强：协作焊接机器人适应多品种、小批量生产需求，快速响应市场变化。

## 附件 4 服务商目录

### 服务商目录

序号	名称	所在地	主营业务及优势
1	江苏中博信息技术研究院有限公司	南京	提供工业互联网平台开发、工业大数据分析、智能制造解决方案和信息化平台开发。核心产品包括中博工业互联网平台和智能工厂管理系统，支持设备联网、数据采集与分析，优化生产流程，提升生产效率和质量管控。 <a href="http://www.zbiti.com">http://www.zbiti.com</a>
3	华工赛百（江苏）智能科技有限公司	南京	提供工业互联网平台开发、智能工厂解决方案、钢结构数字化管理平台 and 系统集成与优化。核心产品包括 HG-SSDP 钢结构企业数字化平台和智能车间管理系统，支持全生命周期管理，优化生产流程，提升竞争力。 <a href="https://www.hgsb.com">https://www.hgsb.com</a>
4	江苏博睿智能科技有限公司	扬州	提供智能制造解决方案、钢结构数字化管理平台、工业互联网平台开发和系统集成与优化。核心产品包括博睿钢结构数字化平台和智能车间管理系统，支持生产过程智能化管理，提升生产效率和质量。 <a href="http://jszhitong.dayinmao.com">http://jszhitong.dayinmao.com</a>
5	江苏天泽信息产业股份有限公司	无锡	提供工业互联网平台开发、智能制造解决方案、系统集成与优化和数字化转型咨询服务。核心产品包括天泽工业互联网平台和智能工厂管理系统，支持生产过程智能化管理，优化能源使用效率。 <a href="https://www.tzxxcy.com">https://www.tzxxcy.com</a>
6	江苏海旭钢结构技术服务有限公司	徐州	提供钢结构设计与制造、建筑光伏一体化、项目施工与安装和技术与咨询服务。核心产品包括钢结构数字化设计平台和智能生产管理系统，支持绿色能源需求和精细化管理。 <a href="https://www.hxgt.com">https://www.hxgt.com</a>

7	江苏智通科技有限公司	苏州	提供智能制造解决方案、工业互联网平台开发、系统集成与优化和数字化转型咨询服务。核心产品包括智通工业互联网平台和智能工厂管理系统，支持生产过程智能化管理，提升生产效率和质量。 <a href="https://www.jszhitong.com">https://www.jszhitong.com</a>
8	江苏金恒信息科技股份有限公司	南京	提供工业互联网平台开发、智能制造解决方案、系统集成与优化和数字化转型咨询服务。核心产品包括钢铁行业一体化智慧运营平台和智能工厂管理系统，支持生产过程智能化管理，优化生产流程。 <a href="http://www.jhict.cn">http://www.jhict.cn</a>
9	蓝卓数字科技有限公司	广州	提供工业互联网平台开发、智能制造解决方案和系统集成与优化。核心产品包括 supOS 工业操作系统和智能工厂管理系统，支持生产过程智能化管理，提升生产效率和质量。 <a href="https://www.lanzhuo.com">https://www.lanzhuo.com</a>
10	中建钢构有限公司	江苏	提供钢结构设计与制造、智能工厂建设和数字化解决方案。核心产品包括重型 H 型钢智能制造生产线和钢结构全生命周期管理平台，支持生产过程智能化管理，提升生产效率和质量。 <a href="https://www.cscec-steel.com">https://www.cscec-steel.com</a>
11	树根互联科技有限公司	广州	提供工业互联网平台开发、智能制造解决方案和系统集成与优化。核心产品包括 ROOTCLOUD 根云平台 and 数字化转型解决方案，支持生产过程智能化管理，提升生产效率和质量。 <a href="https://www.rootcloud.com">https://www.rootcloud.com</a>
12	无锡龙宫智造科技有限公司	无锡	提供钢结构深化设计软件龙宫 STC，覆盖钢结构建筑 3D 建模、自动出图、生成清单、数据交换的全流程综合设计。拥有全自研高效稳定的工业级几何引擎，包括工业级图形渲染引擎和高精度数学几何引擎，可稳定处理复杂模型，确保技术自主可控与安全性；提供千余项功能覆盖深化设计全流程；具

			<p>备丰富的 BIM 数据支撑，高可靠性 BIM 引擎提供高效建模命令及丰富数据接口；有合理灵活的定价策略，配合优质的本地化技术支持；软件可处理百万级对象的大型模型，在资源占用、系统兼容性和运行稳定性方面达到国际一流水平。</p> <p><a href="https://www.loongcad.com/">https://www.loongcad.com/</a></p>
13	中国建筑科学研究院	北京	<p>PKPM 系列软件（如 STS、STPJ）是国内设计院使用最广泛的结构设计软件，涵盖门式钢架、钢框架、桁架等设计，符合中国规范，后处理节点设计全面，适合规则结构设计。其优势在于规范贴合度高，用户基数大，尤其适合门式钢架和多层钢框架设计</p> <p><a href="http://www.pkpm.cn">www.pkpm.cn</a></p>
14	太初云数字科技（山东）有限公司	山东	<p>基于计算机视觉及 3D 空间重建的钢构件焊接智能工作站、融合影像静态目标检测和动态序列分析的玻璃绝缘子缺陷检测平台等。多模态视觉融合算法：首创“2D+3D 误差补偿模型”，解决高反光表面点云缺失难题。实时点云处理：处理速度 8ms/帧（提升 525%），异形焊缝识别率达 94.5%。数字孪生虚拟调试：集成 RRT“路径规划引擎”，设备利用率提升至 89%。国产化成本 35.8 万元（达进口 80% 性能），投资回报率 214%（5 年周期）。</p>
15	北京林克曼数控技术股份有限公司	北京	<p>主营业务：提供国家火炬计划产品相贯线切割机、方管切割机、型钢切割机器人等钢结构生产切割设备，产品适用于钢构行业多种型材（H 钢、槽钢、工字钢、角钢等）切割，可选择生产线和单机工作模式，规格可定制。</p> <p>优势：“新三板”挂牌企业，拥有自主知识产权和质量体系认证；为众多知名企业（如中建钢构、中铁集团等近千家企业）提供产品服务，参与众多国家重点工程建设，在行业内较高知名度和良好口碑；设备自动化程度高，能解决企业用工紧缺、环保要求高等问题。</p> <p><a href="https://m.jc35.com/chanpin/2242939.html">https://m.jc35.com/chanpin/2242939.html</a></p>
16	沧州市	河北	<p>主营业务：主要生产“沧州欧谱”牌各类检测仪器，</p>

	欧谱检测仪器有限公司		<p>其中包括多种型号的钢结构探伤仪，如 OU5500 数字式超声波钢结构探伤仪等，还涉及测厚仪、覆层测厚仪等多种无损检测设备。</p> <p>优势：拥有 30 余人的研发技术团队，研发投入占比达 4%，研发实力较强；具备高柔性的制造加工能力，拥有 50 余台机械加工设备，能完成从下料到安装调试等一系列生产环节；提供技术咨询、设备选型、方案设计、设备调试与安装、设备维护等全过程专业服务。</p> <p><a href="https://www.gangjiegoutanshangyi.com/">https://www.gangjiegoutanshangyi.com/</a></p>
17	佛山市胜邦钢结构有限公司	广东佛山	<p>主营业务：集合营销、设计、研发、制造、施工为一体，专业承建钢结构建筑。拥有各类生产大型钢结构先进设备和生产线，可进行钢结构厂房设计等业务。</p> <p>优势：公司占地面积约 2 万 5 千平方米，生产设备先进；有十年以上钢构经验技术团队，能自主进行产品研发和设计；通过国际 ISO9001:2008 质量管理体系认证和 SGS 工厂体系认证，产品质量有保障；成功服务上千套钢结构案例，产品热销到 60 多个国家和地区。</p> <p>网址：<a href="http://www.sbshouses.com">http://www.sbshouses.com</a></p>

## （一）江苏中博信息技术研究院有限公司

### 1、发展情况

江苏中博信息技术研究院有限公司成立于 2015 年，是一家专注于工业互联网平台研发与应用的高新技术企业。公司致力于通过数字化技术推动制造业的智能化转型，已获得多项国家和省级科研项目支持，是江苏省工业互联网领域的重要力量。公司拥有一支由行业专家和资深技术工程师组成的团队，专注于工业大数据分析、智能制造解决方案和工业

互联网平台开发。公司以“赋能制造业智能化转型”为使命，通过技术创新和优质服务，帮助企业在数字化转型过程中实现降本增效、提升竞争力。公司已获得“江苏省工业互联网示范企业”“江苏省智能制造系统解决方案供应商”等多项荣誉，其产品和解决方案在多个行业得到广泛应用。

## 2、主营业务

工业互联网平台开发：为企业提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

工业大数据分析：通过数据分析帮助企业优化生产流程、提升生产效率和质量管控。

智能制造解决方案：提供从设备到管理的全方位数字化改造，优化生产流程，提升生产效率和质量。

信息化平台开发：开发企业资源规划（ERP）系统、生产执行系统（MES）等信息化平台，支持企业全流程信息化管理。

## 3、拳头产品

中博工业互联网平台：中博工业互联网平台是公司自主研发的核心产品，集成了先进的物联网、大数据、云计算和人工智能技术，旨在为企业提供全面的数字化转型解决方案。平台支持 Profibus-DP、ModbusTCP/IP、OPCUA 等多种工业协议，实现不同类型设备的无缝接入和数据实时采集。它提

供实时数据分析、历史数据分析和预测分析功能，内置多种数据分析模型，帮助企业优化生产流程。通过可视化界面展示生产数据和设备状态，支持自定义仪表盘，提升管理效率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。在应用场景方面，平台广泛适用于钢铁行业，优化高炉炼铁、热轧等关键生产环节，提升生产效率 15% 以上，降低能耗 10%；在机械制造行业，实现生产设备的远程监控和故障预警，减少设备停机时间 20%，提升设备利用率 18%；在电子行业，支持高精度设备的实时数据采集和分析，优化生产流程，提升产品质量合格率至 98% 以上。典型用户包括南钢集团，通过平台实现设备联网与数据驱动的生产管理优化，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%；以及江苏某机械制造企业，采用平台优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%。

智能工厂解决方案：智能工厂解决方案是公司针对制造业企业数字化转型需求推出的综合性解决方案，涵盖生产计划、设备管理、质量管控、能源管理等多个方面，帮助企业实现生产过程的智能化管理。方案中的智能生产调度系统优化生产计划与资源分配，支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。设备远程运维系统支持设备远程监控与故障预警，通过物联网技术实现设备状态

的实时监测，提前预警设备故障，减少设备停机时间。质量管控系统通过数据分析实现质量问题的实时预警和追溯，支持质量问题的自动记录和分析，帮助企业快速定位问题根源并采取改进措施。能源管理系统优化能源使用效率，降低生产成本，通过实时监测能源消耗，结合生产计划进行智能调度，确保能源的高效利用。在应用场景方面，智能工厂解决方案广泛适用于大型制造企业，实现生产过程的全面智能化管理，提升生产效率 20%以上，降低生产成本 15%；同时也适用于中小制造企业，提供轻量化的智能工厂解决方案，帮助企业快速实现数字化转型，提升竞争力。典型用户包括南钢集团，通过智能工厂解决方案实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%，产品质量合格率提升至 95%以上；以及江苏某机械制造企业，采用智能工厂解决方案优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%，客户满意度显著提高。

#### 4、优秀实施项目

为江苏省特种设备安全监督检验研究院建设“智慧特检平台”等。

### （二）南京华信藤仓光通信有限公司

#### 1、发展情况

南京华信藤仓光通信有限公司成立于 2001 年，专注于光纤通信技术与工业互联网融合应用。公司是行业领先的智

能制造服务商，致力于通过光纤传感器和工业物联网技术提升制造业的智能化水平。公司拥有多项自主知识产权，其光纤传感器技术在工业设备状态监测和故障预警方面处于行业领先地位。

## 2、主营业务

南京华信藤仓光通信有限公司主要面向电子制造、机械加工、汽车零部件、钢铁冶金等制造业领域，提供以下核心产品和服务：

**光纤通信系统集成：**专注于为制造业企业提供光纤通信系统的设计、安装和调试服务，支持高速、稳定的数据传输。公司提供的光纤通信系统能够满足工业环境中对数据传输的高要求，确保设备之间的实时通信和数据同步。通过采用先进的光纤技术和通信协议，系统具备高带宽、低延迟和抗干扰能力强的特点，适用于复杂工业场景下的设备联网和数据采集。

**工业物联网解决方案：**提供全面的工业物联网解决方案，帮助企业实现设备的远程监控与数据分析。解决方案包括光纤传感器网络的部署，用于工业设备的状态监测和故障预警。这些传感器网络能够实时采集设备运行数据，并通过 5G、工业以太网等通信技术将数据传输至云端或本地服务器。公司开发的工业物联网平台具备设备管理、数据可视化、故障预警等功能，支持企业对生产设备进行集中管理和智能运维。

智能制造系统开发：开发智能生产管理系统，优化生产流程，提升生产效率和质量管控。系统支持实时数据采集和分析，能够动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。通过与生产设备的深度集成，系统可以实现生产过程的自动化和智能化，减少人工干预，提高生产精度和效率。此外，公司还提供质量管控模块，通过数据分析实现质量问题的实时预警和追溯，帮助企业快速定位问题根源并采取改进措施。

设备远程运维服务：提供设备远程运维服务，支持企业对生产设备进行远程监控和故障诊断。通过光纤传感器网络和工业物联网平台，企业可以实时获取设备运行状态，提前预警潜在故障，减少设备停机时间。公司还提供远程技术支持和维护服务，帮助企业快速解决设备运行中的问题，降低运维成本。

### 3、拳头产品

光纤传感器网络：光纤传感器网络以其高精度和快速响应的特点，广泛应用于工业设备的状态监测和故障预警，能够实时采集设备运行数据并进行传输，有效预防设备故障的发生。在实际应用中，南京某电子企业通过部署光纤传感器网络，实现了设备状态的实时监测，故障响应时间缩短了50%，设备故障率降低了20%。

工业物联网平台：公司自主研发的工业物联网平台则支持设备的远程监控与数据分析，具备设备管理、数据可视化、

故障预警等功能，为企业提供了一个高效、智能的设备运维解决方案。这些产品和技术不仅提升了设备的运维效率，还通过数据分析帮助企业优化生产流程，提高生产效率和产品质量。江苏某汽车零部件企业则借助工业物联网平台优化了生产流程，生产效率提升了18%，生产成本降低了12%。这些成功案例充分展示了公司在光纤通信技术与工业互联网融合应用领域的强大实力和显著成效。

#### 4、优秀实施项目

为南京熊猫电子制造有限公司实施设备远程运维系统、为无锡奥博特机械制造有限公司集成光纤通信系统等。

### （三）华工赛百（江苏）智能科技有限公司

#### 1、发展情况

华工赛百（江苏）智能科技有限公司是华工科技旗下的智能制造解决方案提供商，成立于2012年，专注于为制造业企业提供数字化转型服务。公司结合先进的物联网、大数据和人工智能技术，致力于帮助传统制造业实现智能化升级。公司拥有一支由行业专家和资深技术工程师组成的团队，专注于智能工厂建设、数字化管理平台开发和系统集成优化。公司以“助力制造业数字化转型”为使命，通过技术创新和优质服务，帮助企业在数字化转型过程中实现降本增效、提升竞争力。公司已获得“江苏省智能制造示范企业”“江苏省工业互联网优秀解决方案供应商”等多项荣誉，其产品和解决方案

在多个行业得到广泛应用。

## 2、主营业务

工业互联网平台开发：提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

智能工厂解决方案：涵盖智能产线设计、生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

钢结构数字化管理平台：基于 BIM 技术和物联网，实现钢结构全生命周期的数字化管理，包括设计、制造、运输、安装等环节。

智能工厂解决方案：涵盖智能产线设计、生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

系统集成与优化：将 ERP、MES、PLM 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

## 3、拳头产品

**HG-SSDP 钢结构企业数字化平台**：华工赛百自主研发的核心产品，专为钢结构企业量身定制的数字化管理平台。该平台集成 BIM 技术和物联网，实现从项目设计、生产制造到运输安装的全生命周期管理。平台支持多种工业协议，确保不同类型设备的数据能够无缝接入和实时采集。通过实时数

据分析和可视化界面，企业可以实时监控生产进度、质量状态和设备运行情况，支持自定义仪表盘，提升管理效率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。在应用场景方面，平台广泛适用于钢结构制造企业，优化生产流程，提升生产效率 15% 以上，降低生产成本 10%；在运输和安装环节，通过实时监控和数据分析，减少运输损耗和安装时间，提升整体交付效率 20%。典型用户包括一冶钢构，通过平台实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%；以及上海临港重装备产业区，采用平台优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%。

智能车间管理系统：华工赛百推出的智能车间管理系统，集成生产计划、采购管理、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理。系统支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。设备远程运维系统支持设备远程监控与故障预警，通过物联网技术实现设备状态的实时监测，提前预警设备故障，减少设备停机时间。质量管控系统通过数据分析实现质量问题的实时预警和追溯，支持质量问题的自动记录和分析，帮助企业快速定位问题根源并采取改进措施。能源管理系统优化能源使用效率，降低生产成本，通过实时监测能源消耗，结合生产计划进行智能调度，确保能源的高效利用。在应用场景方面，智能车间管理

系统广泛适用于大型制造企业，实现生产过程的全面智能化管理，提升生产效率 20%以上，降低生产成本 15%；同时也适用于中小制造企业，提供轻量化的智能车间解决方案，帮助企业快速实现数字化转型，提升竞争力。典型用户包括一冶钢构，通过智能车间管理系统实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%，产品质量合格率提升至 95%以上；以及上海临港重装备产业区，采用智能车间管理系统优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%，客户满意度显著提高。

#### 4、优秀实施项目

为武汉一冶钢结构有限责任公司实施智能车间建设项目等。

### （四）江苏博睿智能科技有限公司

#### 1、发展情况

江苏博睿智能科技有限公司成立于 2018 年，是一家专注于智能制造和工业互联网解决方案的高科技企业。公司致力于通过数字化技术推动传统制造业的智能化转型，尤其在钢结构行业积累了丰富的经验。公司拥有一支由行业专家和资深技术工程师组成的团队，专注于智能工厂建设、数字化管理平台开发和系统集成优化。公司以“助力制造业数字化转型”为使命，通过技术创新和优质服务，帮助企业在数字化转型过程中实现降本增效、提升竞争力。公司已获得“江苏省智

能制造示范企业”“江苏省工业互联网优秀解决方案供应商”等多项荣誉，其产品和解决方案在多个行业得到广泛应用。

## 2、主营业务

**智能制造解决方案：**提供从智能产线设计到实施的全流程服务，涵盖生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

**钢结构数字化管理平台：**基于 **BIM** 技术和物联网，实现钢结构全生命周期的数字化管理，包括设计、制造、运输、安装等环节。

**工业互联网平台开发：**提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

**系统集成与优化：**将 **ERP**、**MES**、**PLM** 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

## 3、拳头产品

**博睿钢结构数字化平台：**江苏博睿智能科技有限公司自主研发的核心产品，专为钢结构企业量身定制的数字化管理平台。该平台集成 **BIM** 技术和物联网，实现从项目设计、生产制造到运输安装的全生命周期管理。平台支持多种工业协议，确保不同类型设备的数据能够无缝接入和实时采集。通过实时数据分析和可视化界面，企业可以实时监控生产进度、质量状态和设备运行情况，支持自定义仪表盘，提升管理效

率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。在应用场景方面，平台广泛适用于钢结构制造企业，优化生产流程，提升生产效率 15%以上，降低生产成本 10%；在运输和安装环节，通过实时监控和数据分析，减少运输损耗和安装时间，提升整体交付效率 20%。典型用户包括扬州宝桥，通过平台实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%。

智能车间管理系统：江苏博睿智能科技有限公司推出的智能车间管理系统，集成生产计划、采购管理、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理。系统支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。设备远程运维系统支持设备远程监控与故障预警，通过物联网技术实现设备状态的实时监测，提前预警设备故障，减少设备停机时间。质量管控系统通过数据分析实现质量问题的实时预警和追溯，支持质量问题的自动记录和分析，帮助企业快速定位问题根源并采取改进措施。能源管理系统优化能源使用效率，降低生产成本，通过实时监测能源消耗，结合生产计划进行智能调度，确保能源的高效利用。在应用场景方面，智能车间管理系统广泛适用于大型制造企业，实现生产过程的全面智能化管理，提升生产效率 20%以上，降低生产成本 15%；同时也适用于中小制造企业，提供轻量化的智

能车间解决方案，帮助企业快速实现数字化转型，提升竞争力。典型用户包括扬州宝桥，通过智能车间管理系统实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%，产品质量合格率提升至 95%以上。

#### 4、优秀实施项目

为扬州宝桥智能化项目提供钢结构数字全模型信息管理系统。

### （五）江苏天泽信息产业股份有限公司

#### 1、发展情况

江苏天泽信息产业股份有限公司成立于 2000 年，是一家专注于工业互联网、智能制造和数字化转型的高新技术企业。公司以推动制造业智能化升级为核心目标，致力于通过先进的信息技术和解决方案，帮助企业实现生产过程的自动化、智能化和高效化。公司拥有一支由行业专家和资深技术工程师组成的团队，专注于工业互联网平台开发、智能制造解决方案和系统集成优化。公司以“赋能制造业数字化转型”为使命，通过技术创新和优质服务，帮助企业在数字化转型过程中实现降本增效、提升竞争力。公司已获得“江苏省智能制造示范企业”“江苏省工业互联网优秀解决方案供应商”等多项荣誉，其产品和解决方案在多个行业得到广泛应用。

#### 2、主营业务

工业互联网平台开发：提供设备联网、数据采集与分析

的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

**智能制造解决方案：**涵盖智能产线设计、生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

**系统集成与优化：**将 ERP、MES、PLM 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

**数字化转型咨询服务：**为制造业企业提供数字化转型咨询服务，帮助企业制定转型战略，评估信息化水平，规划转型路径。

### 3、拳头产品

**天泽工业互联网平台：**江苏天泽信息产业股份有限公司自主研发的核心产品，集成了先进的物联网、大数据、云计算和人工智能技术，旨在为企业提供全面的数字化转型解决方案。平台支持 Profibus-DP、ModbusTCP/IP、OPCUA 等多种工业协议，实现不同类型设备的无缝接入和数据实时采集。通过实时数据分析和可视化界面，企业可以实时监控生产进度、质量状态和设备运行情况，支持自定义仪表盘，提升管理效率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。在应用场景方面，平台广泛适用于机械制造、电子、化工等行业，优化生产流程，提升生产效率 15%以上，降低生产成本 10%。

典型用户包括江苏沙钢集团，通过平台实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%；以及无锡威孚高科，采用平台优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%。

智能工厂管理系统：江苏天泽信息产业股份有限公司推出的智能工厂管理系统，集成生产计划、采购管理、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理。系统支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。设备远程运维系统支持设备远程监控与故障预警，通过物联网技术实现设备状态的实时监测，提前预警设备故障，减少设备停机时间。质量管控系统通过数据分析实现质量问题的实时预警和追溯，支持质量问题的自动记录和分析，帮助企业快速定位问题根源并采取改进措施。能源管理系统优化能源使用效率，降低生产成本，通过实时监测能源消耗，结合生产计划进行智能调度，确保能源的高效利用。在应用场景方面，智能工厂管理系统广泛适用于大型制造企业，实现生产过程的全面智能化管理，提升生产效率 20%以上，降低生产成本 15%；同时也适用于中小制造企业，提供轻量化的智能工厂解决方案，帮助企业快速实现数字化转型，提升竞争力。典型用户包括江苏沙钢集团，通过智能工厂管理系统实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%，产品质量合格率提升至 95%以上；以及无锡

威孚高科，采用智能工厂管理系统优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%，客户满意度显著提高。

#### 4、优秀实施项目

为江苏沙钢集团实施智能工厂管理系统项目。

### （六）江苏海旭钢结构技术服务有限公司

#### 1、发展情况

江苏海旭钢结构技术服务有限公司成立于 2020 年 10 月 26 日，位于江苏省徐州市，是一家集研发、设计、制造、安装于一体的大型全产业链钢结构公司。公司专注于钢结构及相关产品的设计与供应十余年，拥有完整、科学的管理体系，主要擅长各类异型件以及曲线造型的制作和安装。公司以“创新、优质、进步”为追求，致力于为客户提供高质量的钢结构解决方案。

#### 2、主营业务

**钢结构设计与制造：**提供钢结构、管桁架、网架以及高端金属围护系统的设计与制造服务。

**建筑光伏一体化（BIPV）：**专注于建筑光伏一体化的设计与施工，满足现代建筑的绿色能源需求。

**项目施工与安装：**承接工业厂房、智能产业园、大型综合体、垃圾焚烧发电厂、机场、办公楼等各类钢结构项目的施工与安装。

**技术与咨询服务：**为客户提供专业的技术咨询和售后服

务，确保项目的顺利实施和长期稳定运行。

### 3、拳头产品

钢结构数字化设计平台：基于先进的 BIM 技术和数字化工具，实现钢结构从设计到施工的全生命周期管理，提升设计效率和施工精度。

智能生产管理系统：集成生产计划、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理，优化生产流程，提升生产效率。

建筑光伏一体化解决方案：结合钢结构设计，提供高效的光伏系统集成方案，助力建筑实现节能减排和可持续发展。

### 4、优秀实施项目

为创维智能家电产业园一期项目提供钢结构设计与施工服务。

## （七）江苏智通科技有限公司

### 1、发展情况

江苏智通科技有限公司成立于 2015 年，位于江苏省苏州市，是一家专注于智能制造和工业互联网解决方案的高新技术企业。公司致力于通过数字化技术推动传统制造业的智能化转型，尤其在钢结构、机械制造和电子行业积累了丰富的经验。公司拥有一支由行业专家和资深技术工程师组成的团队，专注于智能工厂建设、数字化管理平台开发和系统集成优化。公司以“助力制造业数字化转型”为使命，通过技术

创新和优质服务，帮助企业在数字化转型过程中实现降本增效、提升竞争力。公司已获得“江苏省智能制造示范企业”“江苏省工业互联网优秀解决方案供应商”等多项荣誉，其产品和解决方案在多个行业得到广泛应用。

## 2、主营业务

**智能制造解决方案：**提供从智能产线设计到实施的全流程服务，涵盖生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

**工业互联网平台开发：**提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

**系统集成与优化：**将 ERP、MES、PLM 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

**数字化转型咨询服务：**为制造业企业提供数字化转型咨询服务，帮助企业制定转型战略，评估信息化水平，规划转型路径。

## 3、拳头产品

**智通工业互联网平台：**江苏智通科技有限公司自主研发的核心产品，集成了先进的物联网、大数据、云计算和人工智能技术，旨在为企业提供全面的数字化转型解决方案。平台支持 Profibus-DP、ModbusTCP/IP、OPCUA 等多种工业协议，实现不同类型设备的无缝接入和数据实时采集。通过实

时数据分析和可视化界面，企业可以实时监控生产进度、质量状态和设备运行情况，支持自定义仪表盘，提升管理效率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。在应用场景方面，平台广泛适用于机械制造、电子、化工等行业，优化生产流程，提升生产效率 15%以上，降低生产成本 10%。典型用户包括江苏常熟开关制造有限公司，通过平台实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%；以及苏州胜利精密制造科技股份有限公司，采用平台优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%。

智能工厂管理系统：江苏智通科技有限公司推出的智能工厂管理系统，集成生产计划、采购管理、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理。系统支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。设备远程运维系统支持设备远程监控与故障预警，通过物联网技术实现设备状态的实时监测，提前预警设备故障，减少设备停机时间。质量管控系统通过数据分析实现质量问题的实时预警和追溯，支持质量问题的自动记录和分析，帮助企业快速定位问题根源并采取改进措施。能源管理系统优化能源使用效率，降低生产成本，通过实时监测能源消耗，结合生产计划进行智能调度，确保能源的高效利用。在应用场景方面，智能工厂管理系统广泛适用于大型制造企业，实现生产过程

的全面智能化管理，提升生产效率 20%以上，降低生产成本 15%；同时也适用于中小制造企业，提供轻量化的智能工厂解决方案，帮助企业快速实现数字化转型，提升竞争力。典型用户包括江苏常熟开关制造有限公司，通过智能工厂管理系统实现生产过程的智能化管理，提升生产效率 25%，降低设备故障率 18%，产品质量合格率提升至 95%以上；以及苏州胜利精密制造科技股份有限公司，采用智能工厂管理系统优化生产流程，降低生产成本 15%，提升设备利用率 20%，客户满意度显著提高。

#### 4、优秀实施项目

为江苏常熟开关制造有限公司实施智能工厂管理系统项目。

### （八）江苏金恒信息科技股份有限公司

#### 1、发展情况

江苏金恒信息科技股份有限公司成立于 2010 年，位于江苏省南京市，是一家专注于智能制造和工业互联网解决方案的高新技术企业。公司以推动制造业智能化转型为核心目标，尤其在钢铁、机械制造和电子行业积累了丰富的经验。公司拥有一支由行业专家和资深技术工程师组成的团队，专注于工业互联网平台开发、智能制造解决方案和系统集成优化。公司以“助力制造业数字化转型”为使命，通过技术创新和优质服务，帮助企业在数字化转型过程中实现降本增效、

提升竞争力。公司已获得“江苏省智能制造示范企业”“江苏省工业互联网优秀解决方案供应商”等多项荣誉。

## 2、主营业务

工业互联网平台开发：提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

智能制造解决方案：涵盖智能产线设计、生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

系统集成与优化：将 ERP、MES、PLM 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

数字化转型咨询服务：为制造业企业提供数字化转型咨询服务，帮助企业制定转型战略，评估信息化水平，规划转型路径。

## 3、拳头产品

钢铁行业一体化智慧运营平台：江苏金恒信息科技股份有限公司自主研发的核心产品，集成了先进的物联网、大数据、云计算和人工智能技术，旨在为钢铁企业提供全面的数字化转型解决方案。平台支持 Profibus-DP、ModbusTCP/IP、OPCUA 等多种工业协议，实现不同类型设备的无缝接入和数据实时采集。通过实时数据分析和可视化界面，企业可以实时监控生产进度、质量状态和设备运行情况，支持自定义

仪表盘，提升管理效率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。

智能工厂管理系统：江苏金恒信息科技股份有限公司推出的智能工厂管理系统，集成生产计划、采购管理、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理。系统支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。设备远程运维系统支持设备远程监控与故障预警，通过物联网技术实现设备状态的实时监测，提前预警设备故障，减少设备停机时间。

#### 4、优秀实施项目

为南京钢铁股份有限公司实施“精品宽厚板材全流程智能制造示范工厂”项目。

### （九）蓝卓数字科技有限公司

#### 1、发展情况

蓝卓数字科技有限公司是一家专注于工业互联网平台和解决方案的提供商，是国内领先的工业操作系统研发企业。公司以推动制造业数字化转型为目标，致力于通过工业互联网技术帮助企业实现智能化生产和管理。蓝卓的核心产品 supOS 工业操作系统已在多个行业成功应用，帮助企业提升生产效率、降低运营成本，并实现绿色低碳发展。

#### 2、主营业务

工业互联网平台开发：提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

智能制造解决方案：涵盖智能产线设计、生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

系统集成与优化：将 ERP、MES、PLM 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

### 3、拳头产品

**supOS 工业操作系统**：蓝卓数字科技有限公司自主研发的核心产品，是国内领先的工业互联网平台。该平台支持多种工业协议，实现不同类型设备的无缝接入和数据实时采集。通过实时数据分析和可视化界面，企业可以实时监控生产进度、质量状态和设备运行情况，支持自定义仪表盘，提升管理效率。平台还具备完善的安全防护机制，支持多层网络隔离和数据加密传输，确保企业数据的安全性和保密性。

**智能工厂管理系统**：集成生产计划、采购管理、质量管控、设备运维等功能，支持企业精细化管理。系统支持实时数据采集和分析，动态调整生产计划，确保生产任务按时完成。

### 4、优秀实施项目

为江苏常熟开关制造有限公司实施智能工厂管理系统

项目。

## （十）中建钢构有限公司

### 1、发展情况

中建钢构有限公司是世界 500 强企业中国建筑股份有限公司的二级子公司，成立于 2005 年，总部位于深圳。公司专注于钢结构的研发、设计、制造和安装，是国内领先的钢结构企业之一。中建钢构在钢结构领域拥有深厚的技术积累和丰富的项目经验，尤其在智能工厂建设、智能制造生产线设计和实施方面表现突出。公司致力于通过数字化技术推动钢结构行业的智能化转型，提升生产效率和产品质量。

### 2、主营业务

**钢结构设计与制造：**提供从设计到制造的全流程服务，涵盖工业厂房、桥梁、高层建筑等钢结构项目。

**智能工厂建设：**设计和建设智能化生产线，提升生产过程的自动化和信息化水平。

**数字化解决方案：**提供基于 BIM 和物联网技术的数字化解决方案，实现构件全流程跟踪管理和生产过程的精细化管控。

**焊接机器人研发与生产：**设计与生产适用于钢结构行业的焊接机器人，解决大型构件焊接效率低、复杂构件焊接难度大、劳动强度高痛点。

### 3、拳头产品

重型 H 型钢智能制造生产线：中建钢构自主研发的重型 H 型钢智能制造生产线，是国内建筑钢结构行业首条此类生产线。该生产线实现了从原材料切割到成品组装的全流程自动化，生产效率较传统生产线提升 3 倍，材料损耗率显著降低。

钢结构全生命周期管理平台：基于 BIM 技术和物联网，实现从设计、制造到安装的全生命周期管理。平台支持实时数据采集和分析，提升管理效率和产品质量。

总成焊接机器人：总成焊接机器人用于 H 型钢加劲板、端头板等工件焊接，可实现大型构件的“免试教”一键式自动焊接，适用于建筑钢结构、工程机械、船舶等领域的焊接生产车间，实现多品种 H 型钢加劲板等精准焊接，并实现功效提升 62%、劳动强度降低 80%、一次合格率高达 99.5%。

协作焊接机器人：协作焊接机器人适用于各类加劲板、钢板墙等工作焊接，适用于建筑钢结构、工程机械，船只和压力容器等领域各类复杂构件及安小空间位置的高效灵活移动焊接，可在各类复杂场景中快速转运、灵活部署，并实现功效提升 42%、劳动强度降低 70%、一次合格率高达 99.5%。

#### 4、优秀实施项目

为中建钢构武汉厂建设桥梁智能产线项目。

### （十一）树根互联科技有限公司

#### 1、发展情况

树根互联科技有限公司成立于 2017 年，总部位于广州，是一家专注于工业互联网平台和智能制造解决方案的高科技企业。公司以推动制造业数字化转型为核心目标，尤其在工程机械、钢铁、机械制造等领域积累了丰富的经验。树根互联的核心产品 ROOTCLOUD 根云平台是国家级“跨行业跨领域工业互联网平台”，具有强大的技术实力和广泛的适用性。公司致力于通过数字化技术帮助企业实现生产过程的自动化、智能化和高效化，提升企业竞争力。

## 2、主营业务

工业互联网平台开发：提供设备联网、数据采集与分析的平台解决方案，支持企业实现生产过程的智能化管理。

智能制造解决方案：涵盖智能产线设计、生产管理、质量管控、设备运维等多个环节，助力企业实现绿色低碳和高效生产。

系统集成与优化：将 ERP、MES、PLM 等系统与企业现有信息化平台集成，打破“信息孤岛”，提升企业整体运营效率。

## 3、拳头产品

ROOTCLOUD 根云平台：树根互联的核心产品，能够覆盖 95% 主流工业控制器，支持超 1100 种工业协议解析，实现各类工业设备的一站式快速接入。平台基于工业边缘服务、工业互联网操作系统、工业 APP 三个层次的核心技术架构，

拥有工业边缘服务技术、工业操作系统内核技术、工业大数据引擎技术、工业数据智能模型技术、应用赋能开发技术和工业互联网安全技术等六大领先技术。通过这些技术，平台可与各类工业系统进行数据交换，实时处理高并发工业数据，预封装丰富的工业知识、工业机理模型和工业组件，快速构建组件式、订阅制的工业 APP，为机器制造商、设备使用者、政府监管部门等提供深度服务。

数字化转型解决方案：提供智能制造 IIoT 解决方案，帮助企业优化生产流程，提升生产效率和产品质量。

#### 4、优秀实施项目

为三一重工实施智能工厂管理系统项目。

## 附件 5 技术缩略语

序号	缩略语	全称	释义
1	ERP	EnterpriseResourcePlanni ng	企业资源计划系统，一种集成管理信息系统，用于管理企业的业务流程和资源。
2	MES	ManufacturingExecution System	制造执行系统，用于管理和监控生产过程的系统。
3	CRM	CustomerRelationshipMa nagement	客户关系管理系统，用于管理企业与客户之间的互动。
4	BIM	BuildingInformationMod eling	建筑信息模型，一种数字技术，用于设计、建造和管理建筑和基础设施。
5	IoT	InternetofThings	物联网，一种计算设备、机械、数字机器相互连接的系统，具有通用唯一标识码，且能通过网络传输数据，无需人与人的直接交互。
6	AI	ArtificialIntelligence	人工智能，模拟人类智能的计算机系统，能够执行学习、推理、解决问题等任务。
7	5G	5thGenerationMobileNet works	第五代移动通信技术，提供比4G更快的数据传输速度和更低的延迟。
8	CAD	Computer-AidedDesign	计算机辅助设计，使用计算机软件进行设计和绘图的技术。
9	CAE	Computer-AidedEngineer ing	计算机辅助工程，利用计算机软件进行工程分析和设计的方法。
10	PLM	ProductLifecycleManage ment	产品生命周期管理，管理产品从设计、生产到退役的整个生命周期。
11	VR	VirtualReality	虚拟现实，通过计算机生成的模拟环境，为用户提供沉浸式

			体验的技术。
12	AR	AugmentedReality	增强现实，将计算机生成的图像、声音或其他感觉信息叠加到真实世界的技术。

## 附件 6 江苏省制造业“智改数转网联”典型场景参考指引

智能制造场景是智能工厂的核心组成部分，是指面向制造过程各个环节，通过新一代信息技术、先进制造技术的深度融合，部署高档数控机床与工业机器人、增材制造装备、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备、行业成套装备等智能制造装备，集成相应的工艺、软件等，实现具备协同和自治特征、具有特定功能和实际应用的应用。根据“十三五”以来智能制造发展情况和企业实践，结合技术创新和融合应用发展趋势，凝练总结了 3 个方面 16 个环节的 45 个智能制造典型场景，为智能工厂及智慧供应链建设提供参考。

### 一、生产全过程

**1.计划调度环节。**通过市场需求预测、产能分析、库存分析、计划排产和资源调度等，提高劳动生产率和订单达成率，可参考以下场景：

**（1）生产计划优化。**构建企业资源管理系统，应用约束理论、寻优算法和专家系统等技术，实现基于采购提前期、安全库存和市场需求的生计划优化。

**（2）车间智能排产。**应用高级计划排程系统（APS），集成调度机理建模、寻优算法等技术，实现基于多约束和动态扰动条件下的车间排产优化。

**（3）资源动态配置。**依托制造执行系统（MES），集

成大数据、运筹优化、专家系统等技术，开展基于资源匹配、绩效优化的精准派工，实现人力、设备、物料等制造资源的动态配置。

**2.生产作业环节。**部署智能制造装备，通过资源动态配置、工艺过程优化、协同生产作业，提高劳动生产率、降低产值成本率，可参考以下场景：

**（4）产线柔性配置。**部署智能制造装备，应用模块化、成组和产线重构等技术，搭建柔性可重构产线，根据订单、工况等变化实现产线的快速调整和按需配置，实现多种产品自动化混线生产。

**（5）精益生产管理。**应用六西格玛、5S管理和定置管理等精益工具和方法，开展相关信息化系统建设，实现基于数据驱动的人、机、料等精确管控，提高效率，消除浪费。

**（6）工艺动态优化。**部署智能制造装备，搭建生产过程全流程一体化管控平台，应用工艺机理分析、多尺度物性表征和流程建模、机器学习等技术，动态优化调整工艺流程/参数。

**（7）先进过程控制。**部署智能制造装备，依托先进过程控制系统（APC），融合工艺机理分析、多尺度物性表征和建模、实时优化和预测控制等技术，实现精准、实时和闭环的过程控制。

**（8）智能协同作业。**部署智能制造装备，基于5G、TSN、

边缘计算等技术建设生产现场设备控制系统，实现生产设备、检测装备、物流装备等实时控制和高效协作。

**(9) 人机协同制造。**应用人工智能、AR/VR、新型传感等技术，提高高档数控机床、工业机器人、行业成套装备等智能制造装备与人员的交互、协作能力，实现加工、装配、分拣等生产作业的人、机自主协同。

**(10) 网络协同制造。**建立网络协同平台，推动企业间设计、生产、管理、服务等环节紧密连接，实现基于网络的跨企业、跨地域的业务并行协同和制造资源配置优化。

**3.仓储物流环节。**部署智能物流与仓储装备，通过配送计划和调度优化、自动化仓储、配送管理，提高库存周转率，降低库存成本，可参考以下场景：

**(11) 智能仓储。**建设智能仓储管理系统（WMS），应用条码、射频识别、智能传感等技术，依据实际生产作业计划，实现物料自动入库（进厂）、盘库和出库（出厂）。

**(12) 精准配送。**集成智能仓储系统和智能物流装备，应用实时定位、机器学习等技术，实现原材料、在制品、产成品流转全程跟踪，以及物流动态调度、自动配送和路径优化。

**4.设备管理环节。**部署智能传感与控制装备，通过设备运行监测、故障诊断和健康管理，提升设备综合效率，降低运维成本，可参考以下场景：

**(13) 在线运行监测。**集成智能传感、5G、大数据分析等技术，通过自动巡检、在线运行监测等方式，判定设备运行状态，开展性能分析和异常报警，提高设备运行效率。

**(14) 设备故障诊断与预测。**综合运用物联网、机器学习、故障机理分析等技术，建立故障诊断和预测模型，预测故障失效模式，开展预测性维护，提高设备综合利用率。

**(15) 设备运行优化。**建设设备健康管理系统，基于模型对设备运行状态、工作环境等进行综合分析，调整优化设备运行参数，提高运行效率，延长设备使用寿命。

**5.质量管控环节。**部署智能检测装备，通过在线检测、质量分析、质量追溯和闭环优化，提高产品合格率，降低质量损失率，可参考以下场景：

**(16) 智能在线检测。**部署智能检测装备，融合5G、机器视觉、缺陷机理分析、物性和成分分析等技术，开展产品质量在线检测、分析、评价和预测。

**(17) 质量精准追溯。**建设质量管理系统（QMS），集成5G、区块链、标识解析等技术，采集并关联产品原料、设计、生产、使用等全流程质量数据，实现全生命周期质量精准追溯。

**(18) 产品质量优化。**依托质量管理系统（QMS）和质量知识库，集成质量机理分析、质量数据分析等技术，进行产品质量影响因素识别、缺陷分析预测和质量优化决策。

**6.安全管控环节。**部署安全监控和应急装备，通过安全风险识别，应急响应联动，提升本质安全，降低损失工时事故率，可参考以下场景：

**(19)安全风险实时监测与应急处置。**依托感知装置和安全生产管理系统，基于智能传感、机器视觉、特征分析、专家系统等技术，动态感知、精准识别危化品、危险环节等各类风险，实现安全事件的快速响应和智能处置。

**(20)危险作业自动化。**部署智能制造装备，集成智能传感、机器视觉、特种机器人、5G等技术，打造面向危险作业的自动化产线，实现危险作业环节的少人化、无人化。

**7.能源管理环节。**部署能耗采集装置，通过能耗实时采集、监测，能耗数据分析与调度优化，提高能源利用率，降低单位产值综合能耗，可参考以下场景：

**(21)能耗数据监测。**基于能源管理系统(EMS)，应用智能传感、大数据、5G等技术，开展全环节、全要素能耗数据采集、计量和可视化监测。

**(22)能效平衡与优化。**应用能效优化机理分析、大数据和深度学习等技术，优化设备运行参数或工艺参数，实现关键设备、关键环节等能源综合平衡与优化调度。

**8.环保管控环节。**部署环保监测装置，通过排放采集与监控，排放分析与优化，降低污染物排放，减少单位产值碳排放量，可参考以下场景：

**(23) 污染监测与管控。**搭建环保管理平台，应用机器视觉、智能传感和大数据等技术，开展排放实时监测和污染源管理，实现全过程环保数据的采集、监控与分析优化。

**(24) 碳资产与废弃物管理。**开发碳资产管理平台、废弃物料管理平台和行业成套装备，集成智能传感、物联网、区块链等技术，实现全流程的碳排放追踪、分析、核算和交易以及废弃物处置和循环再利用全过程的监控、追溯。

**9.工厂建设环节。**依托数字基础设施，推动工业知识软件化，加快数据流通，通过工厂数字化建模、仿真、优化和运维，提升制造系统运行效率，降低运维成本，可参考以下场景：

**(25) 工厂数字化设计。**应用工厂三维设计与仿真软件（CAX），集成工厂信息模型、制造系统仿真、数字孪生和AR/VR等技术，高效开展工厂规划、设计和仿真优化，实现数字化交付。

**(26) 数字孪生工厂建设。**应用建模仿真、多模型融合等技术，构建装备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生系统，通过物理世界和虚拟空间的实时映射，实现基于模型的数字化运行和维护。

**(27) 工业技术软件化应用。**应用大数据、知识图谱、知识自动化等技术，将工业技术、工艺经验、制造知识和方法沉淀为数据和机理模型，进行数据化显性化，与先进制造

装备相结合，建设知识库和模型库，开发各类新型工业软件，支撑业务创新。

**（28）数字基础设施集成。**部署工业互联网、物联网、5G、千兆光网等新型网络基础设施，建设工业数据中心、智能计算中心、工业互联网平台以及网络、数据、功能等各类安全系统，完善支撑数字业务运行的信息基础设施。

**（29）数据治理与流通。**应用云计算、大数据、隐私计算、区块链等技术，构建可信数据空间，实现企业内数据的有效治理和分析利用，推动企业间数据安全可信流通，充分释放数据价值。

## 二、产品全生命周期

**10.产品设计环节。**通过设计建模、仿真优化和虚拟验证，实现数据和模型驱动的产品设计，缩短产品研制周期，提高新产品产值贡献率，可参考以下场景：

**（30）产品数字化研发与设计。**应用设计、仿真软件和知识模型库，基于复杂建模、物性表征与分析、多目标优化等技术，搭建数字化协同设计环境，开展产品、配方等设计、仿真与迭代优化。

**（31）虚拟试验与调试。**构建虚拟试验与调试环境，面向产品功能、性能、可靠性等方面，应用数字孪生、AR/VR、知识图谱等技术，通过全虚拟仿真或者半实物半虚拟仿真，开展产品调试和测试验证，缩短验证周期，降低研发成本。

**(32) 数据驱动产品设计优化。**集成产品设计、生产作业、售后服务等环节数据，结合人工智能、大数据等技术，探索创成式设计，持续迭代产品模型，驱动产品形态、功能和性能的优化创新。

**11.工艺设计环节。**通过工艺建模与虚拟制造验证，实现基于数字模型的工艺快速创新与验证，缩短工艺开发周期，降低生产成本，可参考以下场景：

**(33) 工艺数字化设计。**应用工艺设计、仿真软件和工艺知识库，基于机理建模、物性表征和数据分析技术，建立加工、装配、检测、物流等工艺模型，进行工艺全过程仿真，预测工艺设计缺陷并优化改进。

**(34) 可制造性设计。**打通工艺设计、产品研发、生产作业等环节数据，结合知识模型库，全面评价与及时改进产品设计、工艺的可加工性、可装配性和可维护性等，降低制造与维护成本。

**12.营销管理环节。**依托数字销售渠道，通过市场与客户数据分析，精准识别需求，优化销售策略，提高人均销售额，可参考以下场景：

**(35) 销售驱动业务优化。**应用大数据、机器学习、知识图谱等技术，构建用户画像和需求预测模型，制定精准销售计划，动态调整设计、采购、生产、物流等方案。

**(36) 大规模个性化定制。**部署智能制造装备，依托产

品模块化、生产柔性化等，以大批量生产的低成本、高质量和高效提供定制化的产品和服务。

**13.售后服务环节。**依托智能产品，通过运行数据采集、分析，开展产品健康监控、远程运维和维护，提高顾客的服务满意率，可参考以下场景：

**(37) 产品远程运维。**建立产品远程运维管理平台，集成智能传感、大数据和 5G 等技术，实现基于运行数据的产品远程运维、健康监控和预测性维护。

**(38) 主动客户服务。**建设客户关系管理系统(CRM)，集成大数据、知识图谱和自然语言处理等技术，实现客户需求分析、服务策略决策和主动式服务响应。

**(39) 数据驱动服务。**分析产品运行工况、维修保养、故障缺陷等数据，应用大数据、人工智能等技术，开拓专业服务、设备估值、融资租赁、资产处置等新业务，创造新价值。

### 三、供应链全环节

**14.供应链计划环节。**通过打通供应链上下游生产、仓储、物流等环节，开展供应链计划协同优化，提高供应商准时交付率，可参考以下场景：

**(40) 供应链计划协同优化。**应用大数据、人工智能等技术，结合市场需求预测和仓储、生产、物流等状态分析，实现采购计划、生产计划、配送计划的协同编制与同步更新。

**(41) 产供销一体化。**通过人工智能、云计算等技术，打通销售、生产和采购系统的业务流、数据流，实现销售、生产和采购的协同优化。

**15.供应链采购与交付环节。**通过供应链采购订单和交付物流的实时监控，提高供应商交付率，降低采购成本，可参考以下场景：

**(42) 供应链采购动态优化。**建设供应链管理系统(SCM)，集成寻优算法、知识图谱、5G等技术，实现采购订单的精准跟踪、可视化监控和采购方案动态优化。

**(43) 供应链智能配送与动态优化。**依托运输管理系统，应用实时定位、人工智能等技术，实现运输配送全程跟踪和异常预警、装载能力和配送路径优化。

**16.供应链服务环节。**通过供应链上下游数据采集与分析，精细化管理供应商，预测供应链风险并动态响应，确保订单交付，可参考以下场景：

**(44) 供应商数字化管理。**建立供应商管理系统(SRM)，集成大数据、知识图谱等技术，实现供应商数据管理以及基于数据分析的供应商评价、分级分类、供应商寻源、优选推荐。

**(45) 供应链风险预警与弹性管控。**建立供应链管理系统，集成知识图谱、云计算等技术，开展供应链风险隐患识别、定位、预警和高效处置。