

江苏省制造业智改数转网联 光纤光缆行业实施指南

江苏省工业和信息化厅
二〇二五年

目 录

一、 背景与现状	12
1、 指南范围	12
2、 光纤光缆行业概述	13
2.1 全国光纤光缆行业现状	13
2.2 我省光纤光缆行业现状	13
3、 行业智改数转网联现状	14
二、 目标与架构	15
1 、 总体目标	15
2 、 实施架构	16
三、 基础能力	18
1、 网络基础设施能力建设	18
2、 数据采集能力建设	20
3、 信息系统能力建设	21
4、 信息安全能力建设	22
四、 环节与场景	23
1、 光棒制造	23
(1) 技术	24
(2) 资源	31

(3) 制造	37
2、 光纤制造	60
(1) 技术	61
(2) 资源	65
(3) 制造	69
3、 光缆制造	87
(1) 技术	88
(2) 资源	95
(3) 制造	100
五、 路径方法	131
1、 实施路径	131
2、 相关政策	132
2.1 诊断评估	132
2.2 智能化改造	136
2.3 部省专项资金、试点示范	142
2.4 重要供需对接活动	145
2.5 中小企业扶持政策	149
六、 愿景与展望	153
1、 光纤光缆行业智能化改造数字化转型未来发展趋势和要 求	153
2、 未来新技术应用场景	154

附件 1：人工智能典型应用场景	161
附件 2：投入改造清单及图谱	165
附件 3：典型案例	183
案例一：江苏亨通光电股份有限公司	183
(1) 企业基本情况：	183
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	184
(3) 实施前后的对比及成效：	186
案例二：江苏亨通光导新材料有限公司	186
(1) 企业基本情况：	186
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	186
(3) 实施前后的对比及成效：	188
案例三：江苏中天科技股份有限公司	189
(1) 企业基本情况：	189
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	190
(3) 实施前后的对比及成效：	191
案例四：江苏亨通光纤科技公司	191
(1) 企业基本情况：	191
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	193
(3) 实施前后的对比及成效：	194
案例五：江苏永鼎股份有限公司	194
(1) 企业基本情况：	194

(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	195
(3) 实施前后的对比及成效：	196
案例六：通鼎互联信息股份有限公司	196
(1) 企业基本情况：	196
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	197
(3) 数智赋能，生产与运营管控能力显著提升： .	198
案例七：江苏华脉光电科技有限公司	198
(1) 企业基本情况：	198
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	199
(3) 数智赋能，生产与运营管控能力显著提升： .	200
案例八：江苏通光电子线缆股份有限公司	201
(1) 企业基本情况：	201
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	202
(3) 数智赋能，生产与运营管控能力显著提升： .	203
案例九：江苏长飞中利光纤光缆有限公司	204
(1) 企业基本情况：	204
(2) 实施智能化改造和数字化转型的主要做法： .	205
(3) 实施前后的对比及成效：	206
附件 4：服务商目录	206
附件 5：技术缩略语	212
附件 6：江苏省制造业“智改数转网联”典型场景	214

一、 生产全过程	215
1. 计划调度环节。	215
2. 生产作业环节。	215
3. 仓储物流环节。	217
4. 设备管理环节。	217
5. 质量管控环节。	218
6. 安全管控环节。	218
7. 能源管理环节。	219
8. 环保管控环节。	219
9. 工厂建设环节。	220
二、 产品全生命周期	221
10. 产品设计环节。	221
11. 工艺设计环节。	222
12. 营销管理环节。	222
13. 售后服务环节。	223
三、 供应链全环节	223
14. 供应链计划环节。	223
15. 供应链采购与交付环节。	224
16. 供应链服务环节。	224

图表目录

图 1 光纤光缆行业智能化改造和数字化转型总体架构图	17
图 2 网络主体架构图	25
图 3 动力监控平台效果图	26
图 4 多平台数据集成	28
图 5 集控数据中心网络安全模型	30
图 6 桁架机器人模型	33
图 7 网络主体架构示意图	35
图 8 OT 网络与 IT 网络集成示意图	36
图 9 IT 基础架构拓扑图	37
图 10 OptiFiber 拟合软件	38
图 11 工艺设计流程图	39
图 12 ERP 采购流程	41
图 13 SRM 供应商管理系统	41
图 14 集中监控系统总体架构示意图	43
图 15 MES 系统	45
图 16 工艺配方管理系统智能给定模型	46
图 17 设备管理系统设备台账结构树	48
图 18 设备管理系统设备故障分析	50
图 19 设备管理系统状态监控	51
图 20 气体监测系统架构图	53

图 21 物流调度系统流程示意图	56
图 22 能源管理系统平台图示	58
图 23 能源管理系统网络构架图	59
图 24 信息化系统有机融合示意图	62
图 26 数据中心网络安全模型	65
图 27 自动码垛系统流程图	67
图 28 自动码垛系统应用	67
图 29 光纤工厂网络主体架构示意图	69
图 30 光纤产品设计示意图	70
图 31 光纤工艺仿真设计示意图	71
图 32 光纤数字化采购平台	73
图 33 订单排产	75
图 34 工艺控制	76
图 35 生产计划	76
图 36 存货管理	77
图 37 智能在线检测系统	79
图 38 设备集控网络平台	82
图 39 安全监测系统	83
图 40 智能拣货系统	85
图 41 水电气能源监控与分析界面平台	86
图 42 配电能源监控与信息共享界面	87

图 43 供水能源监控与信息共享界面	87
图 44 数字孪生工厂	89
图 45 紧套工序可视化	90
图 46 工厂数字化设计架构	93
图 47 网络安全建设	95
图 48 套塑工序可视化	96
图 49 工业网络架构	98
图 50 工厂 5G 网络部署	99
图 51 光缆产品设计系统	101
图 52 工艺文档模板	103
图 53 工艺设计文档	103
图 54 工艺参数基础知识库	104
图 55 产线工艺下发界面	105
图 56 采购系统	107
图 57 物料维护	109
图 58 工厂排程	110
图 59 订单排程甘特图	110
图 60 工序检验	112
图 61 CPK 可视化平台	113
图 62 原材料检测	114
图 63 产品追溯	114

图 64 系统架构	116
图 65 设备台账	117
图 66 运维信息查询	118
图 67 知识库查询	119
图 68 故障分析	119
图 69 工厂环境管理系统	121
图 70 智能立库演示	123
图 71 5G 智能桁架	124
图 72 WMS 采购订单查询	125
图 73 交货订单查询	125
图 74 有功电量监测	127
图 75 电压/电流/频率监测	127
图 76 设备单耗	128
图 77 电度电费	129
图 78 安全故障分析	129
图 79 能源设备状态监测	130
图 80 能耗预测	130
图 81 两化融合自评估指标体系	133
图 82 两化融合贯标流程	134
图 83 智能制造能力成熟度模型	135
图 84 DCMM 评估流程	136

图 85 智能化改造数字化转型服务资源池	137
图 86 苏工服平台	138
图 87 企业上云星级	138
图 89 江苏省工业互联网公共服务平台	139
图 90 江苏省工业和信息化厅旗舰店	144
图 91 江苏省中小企业公共服务平台	151
图 92 中小企业数字化转型公共服务平台	152

一、背景与现状

1、指南范围

为贯彻落实《江苏省制造业智能化改造和数字化转型三年行动计划（2022-2024）》，促进我省光纤光缆企业“智改数转”高质量发展，特编撰本实施指南。本文件主要阐述企业智能化改造数字化转型的总体目标、系统架构及实施路径，同时对生产主要环境及场景给出建设性方案，供光纤光缆企业在智能化改造数字化转型的实践过程中参考。光纤光缆行业是一个技术密集型行业，技术创新是行业发展的核心驱动力。本指南主要以光棒、光纤、光缆生产企业为代表，供光纤光缆企业参考。

本指南主要聚焦于光棒、光纤、光缆生产等领域，利用 5G、物联网、工业互联网、人工智能、大数据等新一代信息技术，整合设备数据资源，汇聚各个业务方向的数据，打破生产业务传统流程、产业链上下游信息壁垒，实现协同采购、协同制造、协同销售、协同配送等。推进数字化与生产业务全面融合，以工业互联网平台为支撑，清楚掌握生产流程、优化生产过程、提高生产过程的可控性、减少人工干预、实时正确地采集生产过程数据，基于科学的算法和统计分析，科学地制定生产决策，实现数字化转型，构建高效节能、安全环保的数字化全连接工厂。

2、光纤光缆行业概述

2.1 全国光纤光缆行业现状

光纤光缆是信息传输的主要载体，具有传输速率高、带宽大、损耗低、抗干扰性强等特点，是数字经济发展核心基础设施。2022年全年我国数字经济规模达到50.2万亿元，占GDP比重提升至41.5%。随着数字经济的快速发展，对于高速大容量的数据传输和存储的需求日益增长，特别是在5G、数据中心和等项目的推动下，光纤光缆市场迎来了快速的扩张。

5G是新一代移动通信技术，具有高速率、低时延、大连接等特点，能够支撑各种垂直行业的应用场景。截至2023年5月底，我国已累计建成5G基站284.4万个，覆盖全国所有地级市。2023年，我国将继续加快5G网络建设和优化，推动5G在工业互联网、智慧城市、车联网等领域的深度融合。2023年全年我国5G网络建设将消耗约1.2亿芯公里的光纤光缆。

数据中心是数字经济的核心基础设施，是互联网、云计算、大数据等服务的载体。随着人工智能、物联网等技术的发展，数据中心面临着规模扩张和性能提升的双重需求。据中国信通院预测，2023年我国数据中心服务器总量将达到1400万台，同比增长12.9%。数据中心内部和外部的连接都需要使用大量的光纤光缆和光模块。2023年我国数据中心将消耗约1.1亿芯公里的光纤光缆。

2.2 我省光纤光缆行业现状

江苏省光纤光缆行业历经多年的发展，整体在全国处于领先地

位，已经形成了较为完整的产业链和集聚效应，在全国光纤光缆产业链中发挥着积极的作用。江苏省光纤光缆行业市场规模较大，光纤光缆企业年产能力约为 2 亿芯公里，约占全国产能的 43%。

江苏省光纤光缆企业较为集中，主要分布在苏州、南通、南京、泰州、常州等地。其中，苏州市是江苏省光纤光缆的主要生产基地之一，规模较大。江苏省内拥有江苏亨通光电股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司等知名企业，这些企业拥有强大的生产和研发实力，不断推出创新性和领先性的产品，与以美国康宁、荷兰飞利浦为代表的跨国企业以及华为、中兴通讯等通信设备厂商进行竞争。

江苏省政府对光纤光缆行业给予大力支持，出台了一系列政策措施，为该行业的发展提供了良好的环境。例如，江苏省政府出台的《关于加快推进基础设施投资建设的若干措施》提出，要加快建设高速泛在、集成互联安全高效的新型数字基础设施，其中包括加快推进全光网建设、优化完善传输骨干网等举措。此外，江苏省政府还设立了多个创新平台和科技基金，以推动光纤光缆技术的研发和应用。

3、行业智改数转网联现状

光纤光缆行业发展体系完备，光棒及光纤是光缆行业中的主体。光纤预制棒是光纤光缆产业链中附加值最高的一环，也是光纤工艺中最重要的部分；中游企业主要是光纤生产，通过光纤预制棒拉丝加工制造光纤，包括了使用涂料以及拉丝等；

下游则以光缆生产为主，主要是对光纤进行护套成缆处理，并最终销售给应用端客户，形成了从光棒到光缆系统生产的完整产业链。

江苏光纤光缆行业具有良好的“智改数转”基础，智能制造能力平均发展水平在国内处于领先地位。随着市场需求的扩大，光纤光缆制造企业的产值规模不断攀升，国内龙头企业生产管理水平、信息技术应用水平、自动化设备改造水平相对较高，已具备各类信息化系统。

行业大部分企业信息系统基础建设已经完成。行业龙头企业通常已具备多层级信息系统，包括工厂级信息系统 ERP、车间级信息系统 MES、物流信息系统 WMS 等，信息化系统覆盖技术、资源、制造等能力要素。

光纤光缆行业中各类信息化系统通过软件接口等方式已实现基本数据流的互通，可以进行主要业务数据交互。具备基本数据采集、信息处理功能，在数据反馈控制的管理功能方面有进一步完善空间，能进行基本数据分析，数据的深度挖掘及机理模型建设需进行进一步探索。

二、目标与架构

1、总体目标

智能化改造数字化转型是实现行业转型升级的过程与手段。我省光纤光缆行业智能化改造数字化转型的总体目标立足于企业发展现状，基于新一代信息技术和先进制造技术，以光纤、

光棒、光缆制造流程和制造空间为实施载体，以数字化贯通全制造过程，以关键制造环节智能化为核心，以工业互联网为支撑，通过流程再造、业务优化、智能装备、智能管控、过程透明的集成应用，缩短研发周期、提高生产效率、降低运营成本、提升产品质量、减少资源消耗，打造我省光纤光缆行业智能化改造与数字化转型的生产新模式。

光纤光缆制造企业在推进智改数转过程中，应深化信息技术（IT）与操作技术（OT）的融合，积极探索并应用前沿技术，夯实数字化基础建设，开展生产和经营的精益管理，务实推进，在提升基础管理水平的基础上高效、稳健地推进智改数转，真正取得实效，打造出行业标杆以及世界灯塔企业。

2、实施架构

智能化改造数字化转型是企业提质增效、抢占发展制高点的关键之举，也是制造业转型升级、实现高质量发展的必由之路。光纤光缆行业“智改数转”的总体架构包括智能赋能技术、智能服务、智慧供应链、智能工厂、智能装备、工业网络六大模块。总体结构如图 1 所示。

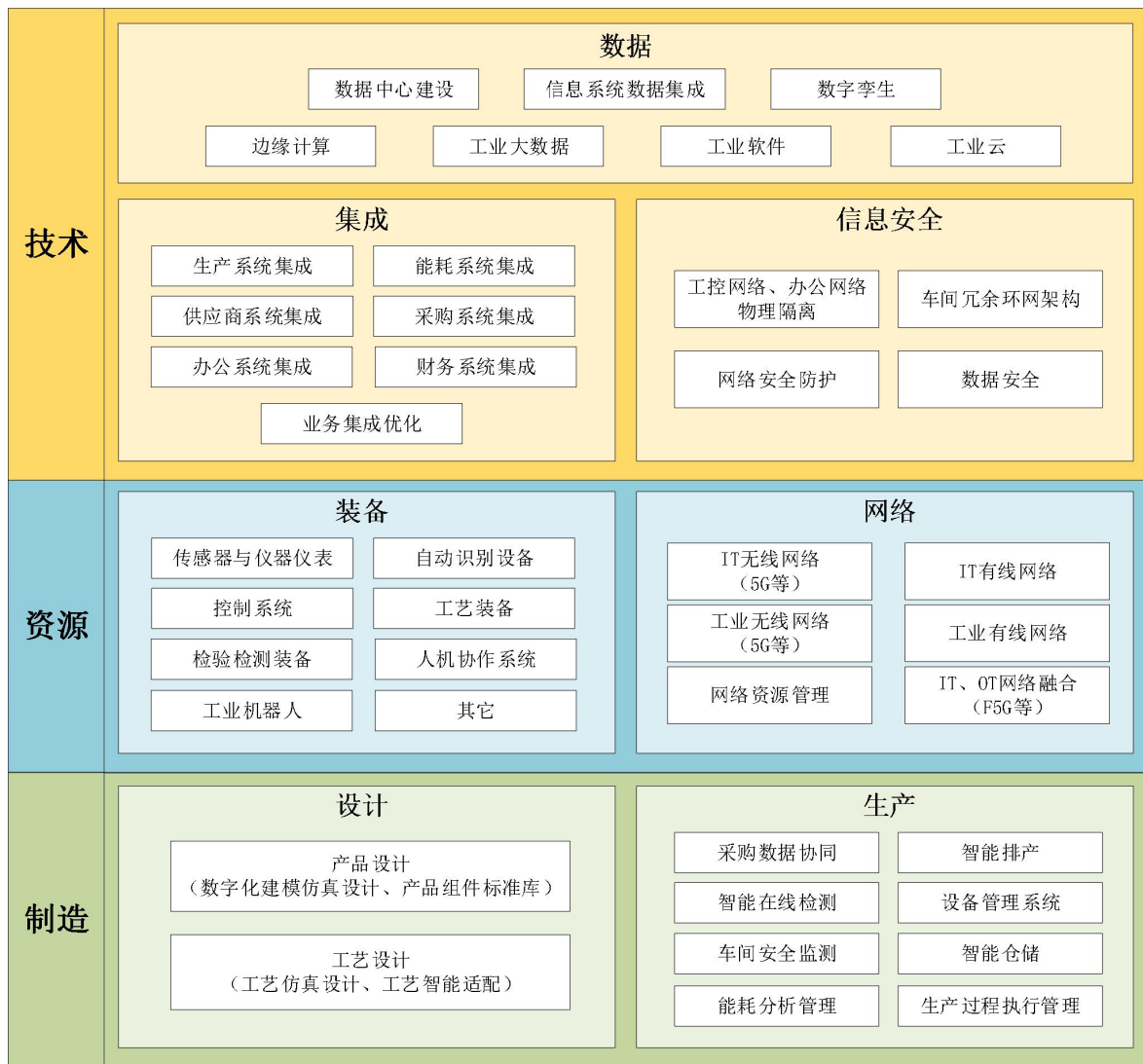


图 1 光纤光缆行业智能化改造和数字化转型总体架构图

架构基于国家智能制造标准体系，从智能化改造和数字化转型的生命周期维度和系统层级维度，通过人工智能、工业大数据、工业软件、工业云、边缘计算、数字孪生等技术进行智能赋能，

将 APS、MES、WMS 等系统集成，底层设备进行智能化改造及工业网络接入，数据通过 SCADA 系统传至工业互联网平台，

实现数字化全数据连通，业务数字化流转。

通过 SCADA 系统实现智能装备、智能仓储物流设备端的双向数据通讯，实时采集生产过程数据，并通过系统集成，为工业互联网平台、MES 系统提供基础数据。MES 系统对工厂内所有制造过程进行管控，包括生产制造基础数据管理、作业计划管理、生产车间现场管理、生产物料管理、质量管理、工作中心/设备管理、工具工装管理、生产过程控制、底层数据集成分析、上层数据集成分解等环节。MES 系统与 ERP、WMS、数据采集系统、集控系统集成，实现及时协调与实时控制，保障生产过程稳定运行，完成高效生产与智能分析。ERP、CRM、SRM、PLM 等多个系统流程和数据的达成深度集成，通过 ERP 进行企业资源管理，将客户关系管理、供应商管理、制造执行管理和办公自动化系统集成于一体，实现订单在线获取、供应链平台共享，智能制造、客户与生产实时匹配。

江苏省光纤光缆行业智能化改造数字化转型建议按照《智能制造能力成熟度模型》（GB/T 39116-2020）规定的智能制造能力成熟度模型的构成、成熟度等级、能力要素和成熟度要求开展。该标准适用于制造企业、智能制造系统解决方案供应商和第三方开展智能制造能力的差距识别、方案规划和改进提升。

三、基础能力

1、网络基础设施能力建设

基础级：

办公网络覆盖，具备以太网组网；主要工序区域实现工业以太网覆盖。

标杆级：

满足基础级要求。全工厂实现工业以太网覆盖。办公网络具备全千兆光纤组网，核心设备实现冗余备份，接入网络实现双链路。在核心层部署新一代核心设备，使用 VRRP 技术，实现多台设备协同工作、不间断维护。支持工业以太网协议，实时性达到毫秒级，最大网络重构时间小于 300ms；无线快速切换支持 IPCF 框架，最大切换时间 50ms 内；工业以太网冗余环网的结构，主干环网上的链路发生故障，通过快速生成树协议可快速切换至冗余链路路径以保证网络通畅；建立工业控制网络、生产网络和办公网络的防护措施，包括不限于网络安全隔离、授权访问等手段；网络具有远程配置功能，具备带宽、规模、关键节点的扩展和升级功能；网络应能够保障关键业务数据传输的完整性。

引领级：

满足标杆级要求。建立分布式工业控制网络，基于软件定义网络（SDN）的敏捷网络，实现网络资源优化配置。将 PLC 等工业设备通过 5G 网关以 5G 无线方式连接到控制网络，5G 无线接入网。基于 5G 工业网络组网，通过 SA 组网+MEC 边缘计算方式，在确保数据安全的基础上提高处理效率、降低网络时延，满足工业场景需要。采用 F5G 全光网络，运用 PON 光

通信技术，采用 OLT 设备、分光器、ONU 设备构建全光网络，实现 TYPE B 保护，实现一用一备，保证网络的连续性和可靠性。以工业互联网标识解析全要素平台为异构数据互联提供支撑，实现企业内部 PLC / MES / CRM / SRM / SCADA / OA 等系统的高效连通，支持生产流程高质量运行。

2、数据采集能力建设

基础级：

采集业务活动所需要的数据；基于经验开展数据分析。

标杆级：

满足基础级要求。基于二维码,条形码，RFID,PLC 等，实现数据采集。基于信息系统数据和人工经验开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求。实现数据及分析结果在部门内在线共享。以 PLC 集群控制自动化产线。关键工序产线配备工控机、触摸屏、PDA 等数字化设备，设备包含 RJ45、RS232、RS485 等接口，并支持 OPC/OPC UA、MODBUS、PROFIBUS 等主流通信协议。

引领级：

满足标杆级要求。采用传感技术，实现制造关键环节数据的自动采集；建立统一的数据编码，数据交换格式和规则等，整合数据资源，支持跨部门的业务协调；实现数据及分析结果的跨部门在线共享；建立企业级的统一数据中心；建立常用数

据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析；采用大数据技术，应用各类型算法模型，预测制造环节状态，为制造活动提供优化建议和决策支持；关键工序设备具有数据管理、模拟加工、图形化编程等人机交互功能。通过定制化研发实现光缆行业领先的智能装备集群布局工厂模式。同时自研设备三维化模型，集成设备实时运行参数，实现设备与模型间的信息实时互联。光缆关键工序挤塑温度通过 CPK 大数据建模实现关键质量指标预测性维护，基于工艺标准温度，实时采集生产过程中的实际温度，进行算法分析。光缆关键工序通过大数据分析平台实现生产设备数据实时监测分析、异常预警。装备远程监控、上抛故障代码，通过系统中的故障诊断规则，系统实现远程诊断并通知推送。

3、信息系统能力建设

基础级：

建设部署 MES、ERP、OA 等系统，满足基础业务数字化需求。

标杆级：

满足基础级要求。建设部署 MES、OA、SRM、CRM、ERP 等系统。依托 ERP 系统，协同 SRM、CRM、MES、OA 等管理系统，利用 PLC 数据采集，支撑数据抓取，实现客户信息、订单信息、生产过程信息、设备运行状态、来料批次信息等数据的点、链、网实时追溯。

引领级：

满足标杆级要求。建设 ERP、MES、CRM、SRM、TMS、SCADA 六大信息化系统，构建决策支持系统，通过数据分析和可视化工具，利用人工智能等技术，为决策提供支持和洞察。将企业关系管理方案、供应商管理、客户关系管理、制造执行管理和办公自动化系统集于一体，实现订单在线获取、供应链平台共享，实现智能制造、客户与生产实时匹配的效果，提升企业智能制造协同能力。

4、信息安全能力建设

基础级：

应制定信息安全管理规范，并有效执行。应成立信息安全小组。

标杆级：

满足基础级要求。定期对关键工业控制系统开展信息安全风险评估，在工业主机上安装正规工业防毒软件，在工业主机进行安全配置和补丁管理。

引领级：

满足标杆级要求。建立工业控制网络、生产网络和办公网络的防护措施，包括不限于网络安全隔离、授权访问等手段，搭建完整的工业控制系统信息安全管理体系统。工业互联网与办公网络通过工业网闸实现物理隔离，保证工业互联网物理上的独立性和安全性，重点工控设备部署工业防火墙，保证业务

实时流转数据安全。根据网络功能划分办公网、监控网和工控网。

办公网络划分为：核心层、汇聚层和接入层；

工控网络划分为：核心层和接入层；

办公网和工控网之间由网闸实现物理隔离；

办公网与互联网由防火墙作为物理边界；

四、环节与场景

1、光棒制造

光棒全称为光纤预制棒,是光纤光缆生产链的最上游产品。光棒的生产制造过程包括原材料入库、芯棒生产、芯棒测试、芯棒加工、光棒生产、光棒包装、光棒入库等环节,这些环节的智能化改造和数字化转型离不开工业互联网的赋能效应。

目前,光棒制造企业在技术、资源、制造环节,基本实现设备、系统之间的互联互通,初步实现网络化集成,实现核心业务在工厂、企业范围内的数据共享。但在数字技术及网络技术的广泛应用上还存在不足,数据模型的建立及通过模型对大数据分析实现精准预测的应用还需进一步完善。光棒制造企业应围绕创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展等关键环节,提升生产管理、设备管理、供应链管理、安环管理、能源管理、质量管理等环节的数字化水平,向全流程智能化方向加速转型。

（1）技术

1.1.1 数据

（1）存在问题

传统数据中心分散式架构硬件利用率较低：传统的数据中心 IT 设备建设，采用分散式架构，服务器与存储分离，在当时技术条件下，此方案可最大程度保证数据安全性，但应用可靠性和网络可用性差。随着虚拟化、容器、SDS 等新技术的广泛应用，数据中心除数据高可用外，还需具备应用高可用、网络高可用、高 IO 性能等优质特性。

（2）改造场景

数字居中心建设：数据机房建设方案根据所规划的机房面积，采用“微模块”设计方案，将机柜集中存放后封闭，只留出维护通道，用于工程师日常维护和精密空调提供冷量和湿度的空间，便于确认最大可存放的机柜数量。基于机柜数量确定 UPS 的功率、电池容量、精密空调需要提供的冷量。另外，因为整个机柜群呈封闭状态，精密空调需要控制温湿度的空间较小，空调功率要求大幅减低，未来使用时的能耗大幅减低。

(3) 解决方案

数据中心建设

1.数据机房建设结合空间、供电、冷量等平衡配置。

主体网络架构遵循经典的三层架构方式，分为管理层（核心交互机）、汇聚层（二层交换机）、接入层（支持 TCP 和 RS485 等多种协议），管理层和汇聚层直接通过光信号连接，接入层通过千兆网（六类网线）连接。

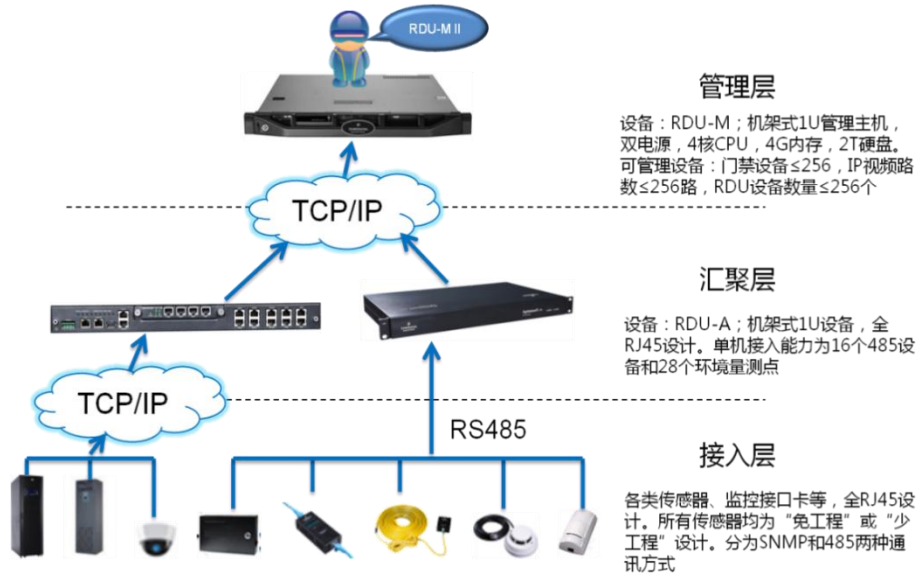


图 2 网络主体架构图

部署机房动力环境监控的智能管理系统，提供包括设备、环境、状态等多种类型的告警通知，提供一体化的 Web（World Wide Web 全球广域网）页面访问功能。实现温湿度、漏水、门磁、智能风扇、UPS、空调等信息的实时监控。动力监控平台效果图如下：



图 3 动力监控平台效果图

此方案较传统方式操作灵活易于扩展，且整体方案稳定性好，后期维护、监控方便。综合来看，投入成品较传统方案差别小，可能反而略有下降。

2. 采用基于“超融合”的私有云方案。

采用超融合软件硬件架构搭建数据中心信息基础架构。融入闪存，可纵向横向扩展，软件定义，云启用及安全可信等技术要素，构建现代数据中心。应用装置融合计算和存储资源，能够同时满足应用对计算和存储资源的需求。

该架构可以从小规模开始建设，随应用规模的扩大线性在线扩展集群，极具灵活性。采用市场主流的 Vmware 虚拟化及软件定义存储解决方案，安全可靠，易于使用。

1.1.2 集成

(1) 存在问题

检测数据难以全面收集：光棒行业由于柔性化生产，工艺流程复杂，检测数据难以全面收集，质量影响因素极多，设备监测手段、质量寻因方法、新品工艺优化模型等在光棒生产全流程中还未做到全面覆盖，智能管控技术还有较大改善空间。

制造系统复杂，业务融合难：多源异构数据类型导致通讯效率低，数据平台管理困难，所采集海量制造过程数据难以用于制造过程优化、控制和决策。各系统之间业务流程融合较难。

(2) 改造场景

系统集成：企业中各类系统中的数据，通过 ETL、数据 API 等方式接入平台；依托工业互联网标识解析二级节点，将企业内相关的软件、硬件系统进行有机融合，实现数据互通互联及业务集成。确保集成后整体及各子系统之间可以有机协调地工作。实现系统及服务可对接、可迁移，企业各个系统之间能完成各类数据的安全、稳定传输，达成与下游企业、所在园区及其他监管部门等进行数据的交换、汇聚和共享，沉淀企业数据资产，实现数据的集中集成及全生命周期的管控。最终实现各业务模块之间的数据交互、数据融合。

(3) 解决方案

系统集成

将不同层级、业务类型的流程在不同子信息系统中分散管理。每套系

统维护方便、数据量可控、性能优势明显、系统结构简洁、后台业务逻辑清晰、扩展性强，且即便某系统出现故障也不影响其他系统的正常使用，随公司的不断发展信息化建设也便于同步提升。

各子系统互连互通，形成整体。通过点对点接口和开源 ESB 平进行对接，彻底消除了“信息孤岛”的问题。在设计时明确了各系统的分工，以 MES 系统为主，通过 MES 贯通上游系统和下游系统的业务流程，而 ERP 主要负责财务管理和基础数据下发，集控系统负责智能装备的集中控制与设备数据收集，因此在做系统间对接时因接口定义明确，实现难度大幅降低；又由于各系统以实现自身业务为主，各系统间耦合度极低，实现了较理想的“高内聚、低耦合”的设计模式，因此当某子系统进行系统升级时，可基本消除对互连接口的影响。

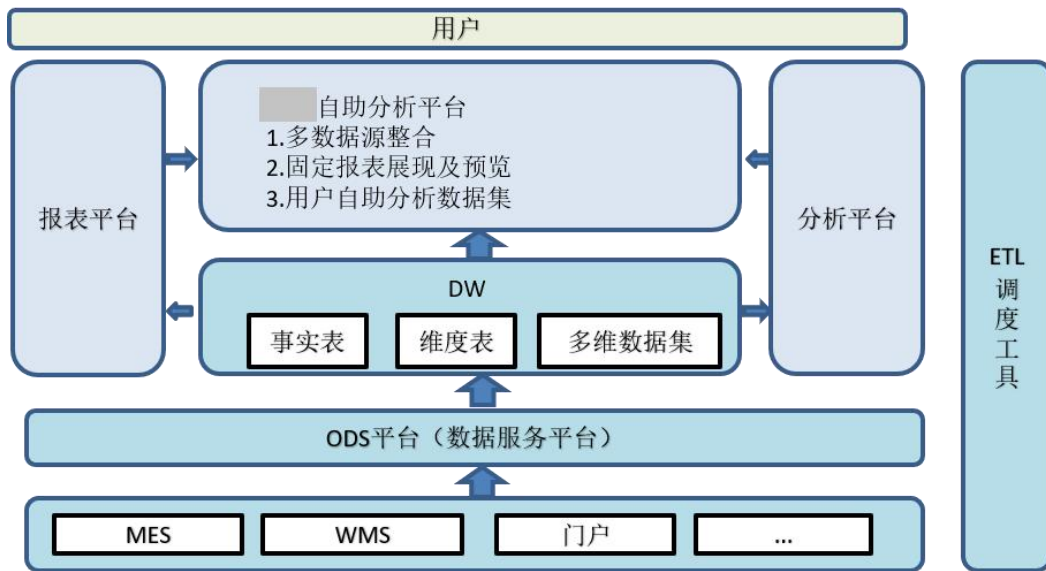


图 4 多平台数据集成

1.1.3 信息安全

(1) 存在问题

办公网、生产网安全防护难：国际对于网络安全的发展十分重视，工业环网与办公网络的交互需要兼顾两者的网络特点以及信息安全。不同网络间对网络的稳定性、安全性、实时性要求不同，在实现两种网络的无缝对接上，存在较多不可控因素。

(2) 改造场景

网络安全防护：数据中心建设的同时，部署对设备设施方面的网络安全防护，将集控中心、工控网和管理网之间的网关处部署防火墙，防范外网及管理网非法链接入侵，并管控工控网络、办公网及服务器网络、集控区域的正常数据连接。

(3) 解决方案

网络安全防护

在网络中部署网络检测系统，数据、其它网络上可以获得的信息以及计算机系统中若干关键点的信息，检查网络或系统中是否存在违反安全策略的行为和被攻击的迹象。在工控网的工控机中部署主机防护系统，通过“白名单”技术实现了成熟的运行控制模式，能够实时检测发现和阻止各种主机威胁，对系统关键资源进行防护。在管理网部分部署准入系统，对于设备访问网络就需要得到管控，通过网络准入系统，可以管控接入的设备，从而保障公司内部网络的安全。借助准入系统可以以网络身份识别为基础、网络准入控制为手段、安全管理为核心、建立完整的终端安全管理

体系。在办公网和集控控制区以及服务器区部署不同的防毒系统，交叉扫描系统和网络中的病毒，集控数据中心网络安全模型如图所示：

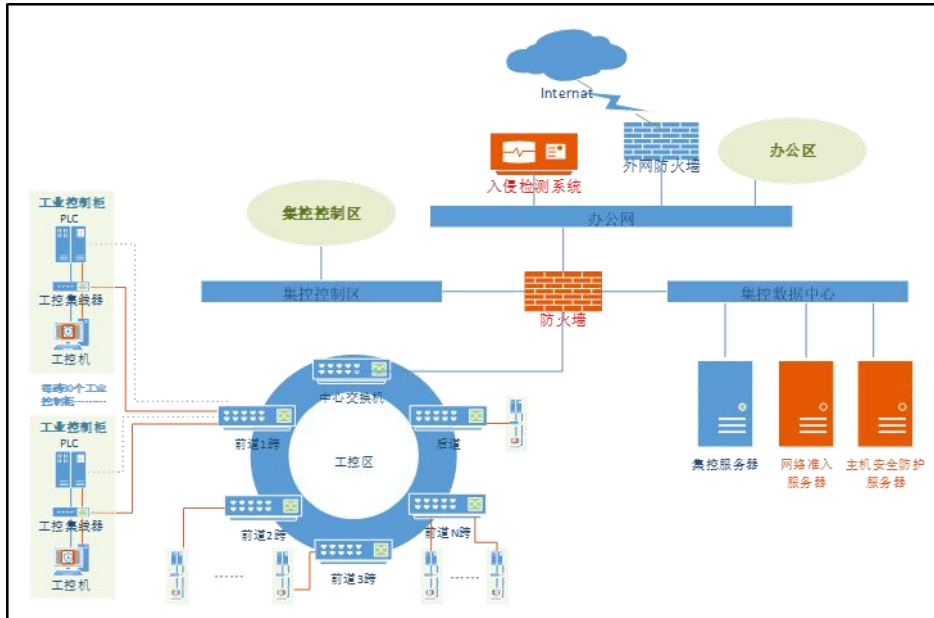


图 5 集控数据中心网络安全模型

办公网络架构遵循经典的三层架构方式，采用星型网络架构，通过 ACL、QOS 策略进行逻辑隔离，控制访问。工控网络独立组网，采用高可用的车间冗余环网架构，办公网和工控网之间的网关处部署工业防火墙系统、IDS 入侵检测系统等多重防护手段相结合，实现多方位的工控网关安全防护，防范外网及办公网非法链接入侵，并管控工控网络的对办公网及服务器网络的正常数据连接。

通过工业环网与办公网络独立组网，实现工业数据与办公数据相隔离，两个网络之间互不干扰，保障网络带宽、访问效率以及数据安全。同时通过三层路由实现两个网络互通，并在边界部署安全设备，在保证两个网络无缝对接的同时，保障网络安全。

（2）资源

1.2.1 装备

（1）存在问题

光棒自动化装备的研发与应用通过近二十年的发展，在部分领域已逐步赶超国际领先水平，传统的光纤预制棒技术过去主要掌握在美国日本等国的少数几家企业手中，国内光纤预制棒核心技术装备以及生产工艺虽逐步追赶上美、日等发达国家，但仍有部分产品的关键核心技术与高端装备制备技术，如光纤预制棒的自动化物流装备转运技术等低于其他国家，这种现象制约了我国光通信行业智能制造的高速发展。

光纤预制棒的自动化物流装备转运技术需要提升和完善：光棒产品物流协同上存在改善空间，由于光棒产品的特殊性，物流系统与集控的自动调度系统协调配合度要求高，桁架系统需高精度定位，数据回传集控系统实时性要求高，技术实现难度大，各工序间物流的转运依然存在人工参与现象，光纤预制棒半成品及成品转运过程需种发生刮伤碰伤严重影响了产品的质量甚至会产品报废，大尺寸光纤预制棒的自动化物流装备转运技术仍需要进一步提升和完善。

（2）改造场景

自动化技术应用：运用传感技术、计算机技术、通信技术的应用研究，采用数据采集系统、视觉影像、伺服系统、桁架机器人、气动系统、传动装备等应用，开发光棒制造的大型自

自动化装备集群。

重载物流装备技术应用：在保证产品流转稳定、增加光纤预制棒尺寸、减轻人工生产强度的需求下，采用智能机械手转运光棒技术，解决光棒在生产过程中不同工序之间流转的问题。通过桁架重载物流技术的应用，降低员工劳动强度，提高各工序之间产品的流转效率，提升设备利用率与生产效率。同时，借助于集中监控系统实现桁架物流系统的自动调度，使得生产计划安排更加合理有效，物流体系更加智能，为企业智能化建设打下良好的基础。

（3）解决方案

自动化技术应用

应用工业以太网总线、智能传感器、PLC(Programmable Logic Controller 可编程逻辑控制器)、视觉系统、伺服系统、桁车机器人、无线通讯 AP(Wireless Access Point 无线访问接入点)等安全可控核心智能制造装备的创新应用，研制集信息化和自动化的智能制造系统，实现流程型数字化车间的订单、生产、质量、仓储等环节的无缝链接，实现 SRM、MES 等的互连互通，打造出一体化的生产管理新模式。

工厂设备以工业以太网为主网络，各区域配备无线 AP，通过工业以太网交换机，将信息传输到工厂集控中心，集控中心与外网（办公网络）互通信息，通过 SRM 系统、MES 系统的数据分析，根据各流程生产状态进行资源调配和命令传达。全流程自动化设备均配备可数据交换的以太网口，当前任务进度的实时信息均将被采集到集控中心，方便管理者随时对

物料的配送、人员工作安排进行管理。同时将产品的检测数据通过工业以太网保存至服务器，便于产品质量的追踪与分析。

重载物流装备技术应用

鉴于产品的重量（50-300kg）和长度（2-4m）的特殊性，通过桁架机器人的应用，采用滑轨供电、无线 AP 通讯、扫码定位等技术，实现精确定位和平稳运输，并通过集控中心判断各流程设备的状态，自动调配桁架机械手对产品进行转运。同时，借助集中监控系统实现桁架物流系统的自动调度，使得生产计划安排更加合理有效，物流体系更加智能，为企业智能化建设奠定良好基础。桁架系统通过 PLC、伺服控制系统、无线 AP、定位二维码、滑轨供电、视频监控等系统的应用，使桁架机器人实现精准定位、挂取棒、快速转运等功能。

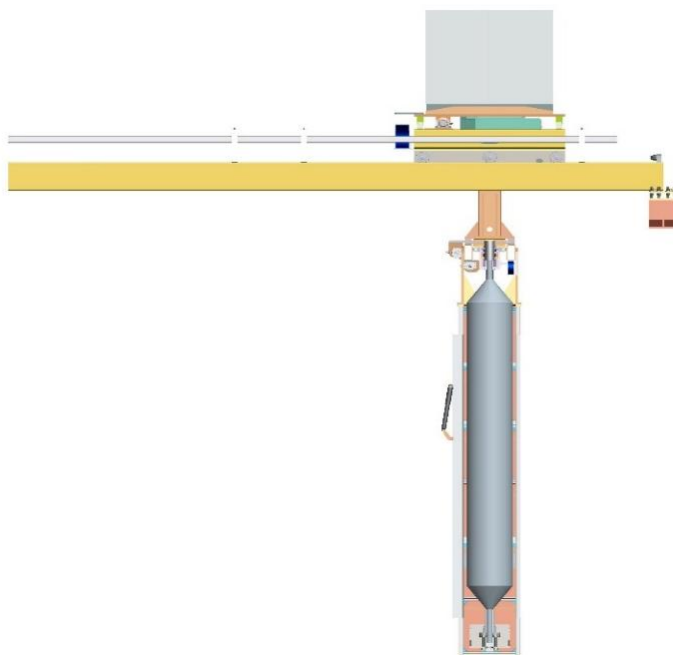


图 6 桁架机器人模型

1.2.2 网络

(1) 存在问题

设备互联难：光棒企业生产现场装备种类、数量多，各类装备的信息化程度差异大，系统之间相互独立，对外通讯协议标准不统一，设备设施不具备联网全覆盖条件，生产现场实时数据采集难度大。

网络建设基础薄弱：传统的制造型企业网络基础薄弱，不能支撑企业信息化建设的要求，难以实现系统的高度集成。

(2) 改造场景

设备互联：统一各种控制系统的对外通讯协议标准，降低数据采集难度，在控制系统与信息系统网络之间加装物理单向隔离网闸，防止信息系统对控制系统产生干扰和影响。在现场仪表和设备采集方面，采用现场总线、以太网、物联网和分布式控制系统等信息技术和控制系统，采集现场设备设施实时数据。这些实时数据，可存储于企业数据中心，用于大数据的分析和应用。

网络建设：工厂内部数字化、网络化、智能化及其与外部数据交换需求逐步增加，需要建设符合工厂实际工业应用的互联网架构体系。从工业视角看，工业互联网主要表现为从生产系统到商业系统的智能化，由内及外，生产系统自身通过采用信息通信技术，实现机器之间、机器与系统、企业上下游之间

实时连接与智能交互，并带动商业活动优化。其业务需求包括面向工业体系各个层级的优化，如泛在感知、实时监测、精准控制、数据集成、运营优化、供应链协同、需求匹配、服务增值等业务需求。

(3) 解决方案

设备互联

从工业视角看，工业互联网主要表现为从生产系统到商业系统的智能化，由内及外，生产系统自身通过采用信息通信技术，实现机器之间、机器与系统、企业上下游之间实时连接与智能交互，并带动商业活动优化。其业务需求包括面向工业体系各个层级的优化，如泛在感知、实时监测、精准控制、数据集成、运营优化、供应链协同、需求匹配、服务增值等业务需求。光棒制造属于工业制造企业，互联主体主要包括在制品、智能装备、工厂控制系统、工业互联网应用等。网络主体架构示意图如下：

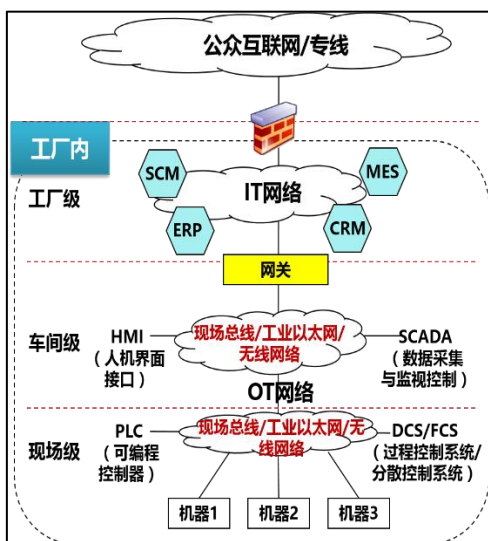


图 7 网络主体架构示意图

通过建设高可用的车间冗余环网，为设备的集中控制提供稳定可靠、

高速响应的通信基础。同时借助于信息化集中监控系统的搭架实现底层智能设备的互联互通,对设备底层数据可以方便快捷的进行实时监测与数据下发。在工业网络建成的基础上,进一步将集中监控系统与车间MES系统进行数据集成,打通MES与底层设备之间的连接通路,实现高效智能的订单排产、工艺调整,大幅提升现有车间的运营管理效率。

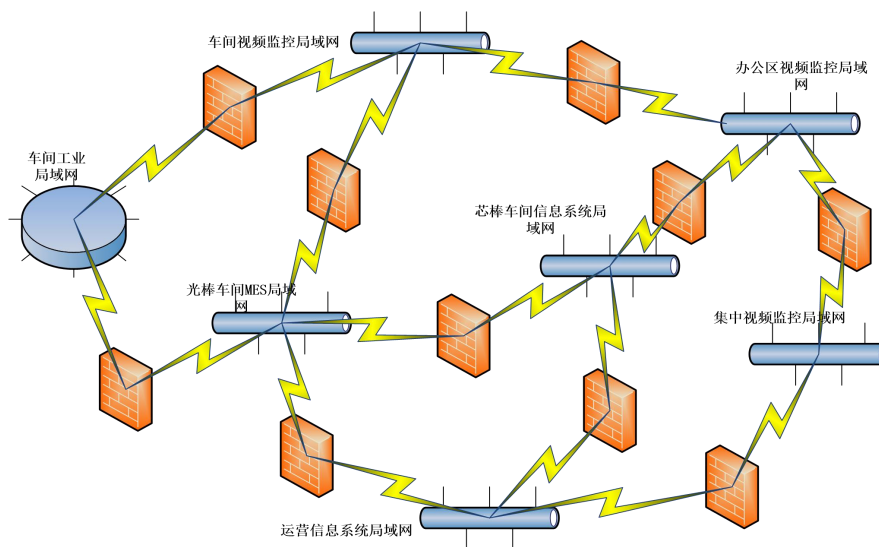


图 8 OT 网络与 IT 网络集成示意图

网络建设

通过搭建覆盖全公司的 OT、IT 网络，结合数据中心、ERP、SRM、CRM、移动终端等系统的建设，实现工业全系统的互联互通，通过 ESB 接口将各业务系统进行集成，采用 BI 商业智能决策平台进行大数据分析，为公司提供基础运营数据，实现经营、管理和决策的智能分析。采用一系列超融合软件硬件架构搭建数据中心信息基础架构。融入闪存，可纵向横向扩展，软件定义，云启用及安全可信等技术要素，构建现代数据中心。应用装置融合计算和存储资源，能够同时满足应用对计算和存储资源的需

求。IT 基础架构拓扑图如下：

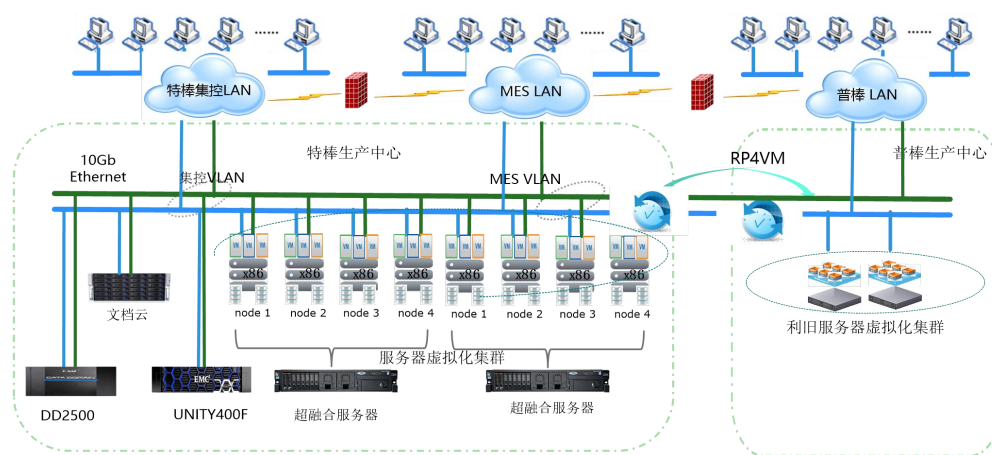


图 9 IT 基础架构拓扑图

(3) 制造

1.3.1 设计

1.3.1.1 产品设计

(1) 存在问题

光棒产品设计占用人工资源大：现有光棒参数需要通过人工实验测量，通过试错来优化光棒制造过程的方法缓慢、昂贵且不可靠。并且一些重要的光棒参数，例如总群速度色散和有效非线性系数，需要占用大空间测量。

(2) 改造场景

光棒产品数字化设计：利用光棒产品设计系统，通过导入和分析实际光纤样品的折射率分布，来补充和扩展真实实验室设备的光纤表征能力。

(3) 解决方案

光棒产品数字化设计系统

基于产品组件的标准库，运用 OptiFiber 软件拟合剖面进而设计剖面结构，预测光学参数等变化趋势，计算芯棒生产所需参数目标，实现产品参数化、模块化设计，便于安排芯棒生产。本套系统还可以对生产完成的芯棒数据采集，进而方便生产时选择合适的芯棒。

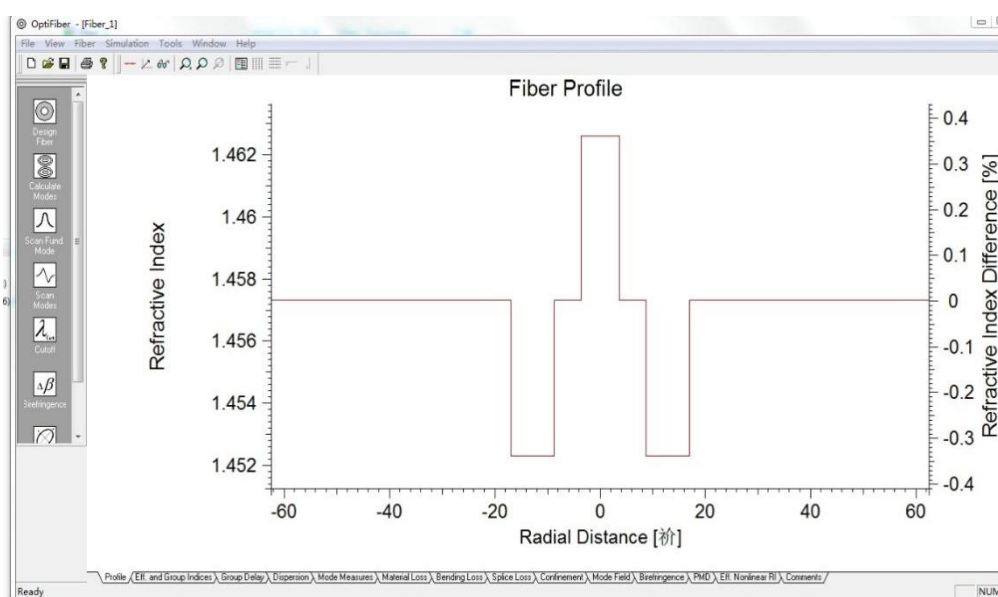


图 10 OptiFiber 拟合软件

1.3.1.2 工艺设计

(1) 存在问题

光棒工艺设计对环境要求高：光棒制造对温度、湿度等环境条件需求度高。并且工艺参数需要人工核对，容易因参数不一致导致产生质量问题。

(2) 改造场景

光棒数字化工艺设计。工艺设计与产品设计的信息交互、

并行协同。设计了工艺执行与产品信息交互系统，工艺参数下发设备终端，设备终端上传产品信息，实现工艺变动与产品变化的闭环跟踪。

(3) 解决方案

光棒数字化工艺设计

光棒工艺设计系统能够对工艺设计开发过程中产生的工艺标准化文件进行管理，本系统实现工艺标准文件发布电子化、信息共享、版本迭代、权限控制和电子审批功能。通过将工艺文件电子化，实现发布、审批、版本更新、权限控制等功能，保证工艺文件执行准确性和及时性。并且本系统可实时查阅、调用工艺流程内容和参数，进行系统分析，为工艺规划、设计提供数据参考，方便关键工艺环节仿真与迭代优化。

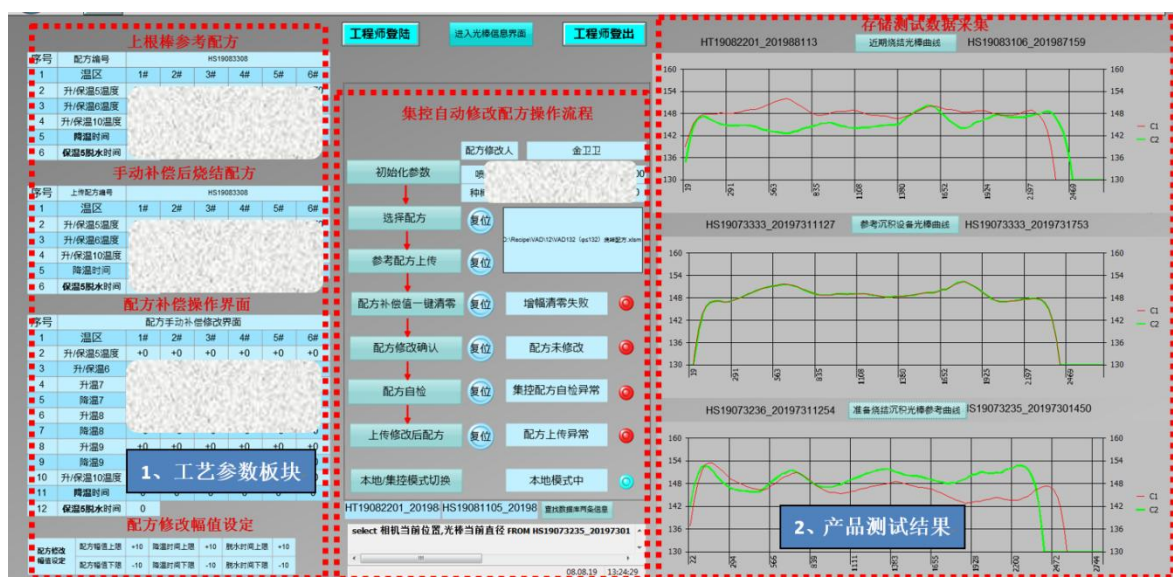


图 11 工艺设计流程图

1.3.2 生产

1.3.2.1 采购

(1) 存在问题

采购透明度低：采购需求不准确，主要依靠人为经验进行补货，未能与需求部门实现供需协同。采购进度不透明，缺乏有效的采购追踪、跟催和预警手段，需求部门无法实时了解采购进度。

(2) 改造场景

采购数字化：通过 ERP 系统对采购流程进行管控，并利用 SRM 系统将管理延伸到供应商端。建立 MRP 与再订货点等计划方式，建立物资需求模型，提高采购准确度；以 ERP 流程管理为依托，简化并规范采购流程并执行线上审批，提高执行效率；利用 ERP 报表功能，实现报表的实时更新，进而实时展现采购进度情况；利用 ERP 的报表功能与数据分析功能，将供应商每笔订单的执行情况、质量情况、时效情况进行收集，为供应商绩效评价提供数据支撑。

(3) 解决方案

采购数字化

建立 ERP 系统，通过采购管理模组建立标准化采购流程。对接收到的采购需求任务、采购申请、采购订单、采购到货、采购入库等各个环节实现在线管理，通过采购进度等报表的实时更新采购信息，通过数据分析，将供应商每笔订单的执行情况、质量情况、时效情况进行收集，

为供应商绩效评价提供数据支撑。



图 12 ERP 采购流程

建立 SRM 系统，实现采购部门对于供应商的管理，包括对供应商了解、选择、开发、适用与控制等全过程管理，提高采购效率。



图 13 SRM 供应商管理系统

1.3.2.2 计划与调度

(1) 存在问题

生产数据采集后的分析应用不够深入：目前各企业可以通

过 ERP 系统和 MES 系统，自动下达排产计划、生产指令等，但在自动排产系统开发和应用上以及系统自适应调整与调度上面还存在优化空间。

（2）改造场景

生产过程集中监控：将 ERP 系统生产订单安排信息和 MES 系统从 PLC 上获得的设备实时数据集中到一起展示，可直观的体现设备运行是否正常，生产安排是否饱和，是否均衡。机台显示屏，用于展示本机台的操作人员、作用安排、完成进度、工艺要求和工艺投料。

（3）解决方案

生产过程集中监控

光棒集中监控系统对车间内所有设备、物流站点、能源站点、报警监控点进行联网，通过集控系统实现车间设备运行状态的实时监控、产品工艺参数的自动下发、设备数据计算服务、桁架物流系统的自动调度、车间报警监控点状况实时查看等功能。并与 MES 系统集成，通过各种信息数据的处理与分析，达到降低管理成本、提高设备产能与生产效率、优化生产计划安排的目的。同时，为公司的决策提供数据依据，增强企业的可持续竞争力。



图 14 集中监控系统总体架构示意图

集控实现对工厂内所有设备联网，并对工厂内所有设备运行情况进行集中高效的远程监控，减少现场管理人员，降低人力成本，提高管理效率。通过对设备的远程监控，可以实现工厂内同类型设备参数的集中统一批量化的修改，提升设备维护效率。

1.3.2.3 生产作业

(1) 存在问题

生产过程管理难：由于光棒产品本身的特点，在生产过程中，产品的流转很大程度上依赖于半自动化设备，由人工操作桁架设备完成产品在不同工序之间的流转。半自动化加人工操作的模式，降低了员工劳动强度，但是人为因素的干预影响生产的流转效率，降低设备利用率，导致生产效率的降低。同时，半自动的流转模式，在产品信息流转上仍然需要人工进行信息的重复录入，无法实现产品信息的自动流转，同样不利于工厂

信息化的推进。传统由人工参与的流转方式，随着人力成本的上升，也会带来生产成本的增加。

工艺配方管理信息化水平需进一步提升：传统生产方式下，单台设备信息相对孤立，在生产制造之前需要人工进行工艺参数的手动设定。在工艺参数较多的情况下，参数设定耗时耗力。同时，工艺参数设定的准确性很大程度上也依赖于操作工的素质与对待工作的态度，增加了产品质量的不确定因素。

（2）改造场景

生产过程管理：引入制造执行系统 MES，建立以排产到班组机台的车间作业计划为主线，实现材料及产品的棒号流转管理及批次追溯、实现计件工资的自动核算、实现质量管理和设备管理、实现设备运行相关数据的采集和分析，合理利用系统打造提速增效的管理模式平台，以系统管理减低操作人员无效劳动，提高其生产效率。

工艺配方管理：为提高质量、配棒效率及芯棒库存准确性，利用仪表采集和智能化手段、产品损耗收集等，建立一套能够完成配棒、库存批次属性管理及与其相关的工艺管理、测试标准管理、工艺系数管理的全流程质量优化工艺配方管理系统。

（3）解决方案

生产过程管理

集控系统可实现自动对设备底层数据进行远程采集，保存至相应数据库或形成表格保存。且由于 MES 与集控系统的高度融合，采集的数据可

通过有效的接口将信息上传至 MES 系统。这就实现了现场数据的自动采集，大幅减少了管理人员在数据采集上耗费的时间，同时也提高了数据的准确性与可靠性，提升了现场的管理效率。

利用 M2M 技术，产线（包括生产设备）与 MES 系统实现集成联网，基于 MES 系统采集生产过程数据，包括工序设备的运行状态、产品规格型号、加工参数（电流、电压、速度、牵引力转速等）、趋势图（实时、历史）；产线设备的点巡检、故障率、开机率统计、预防性维护保养等工作都已纳入信息化；利用 MES 系统的联网功能，以及 MES 系统与 ERP 系统的集成，实现车间层与管理层的协同，将采集到的数据进行分析处理，以供决策分析。

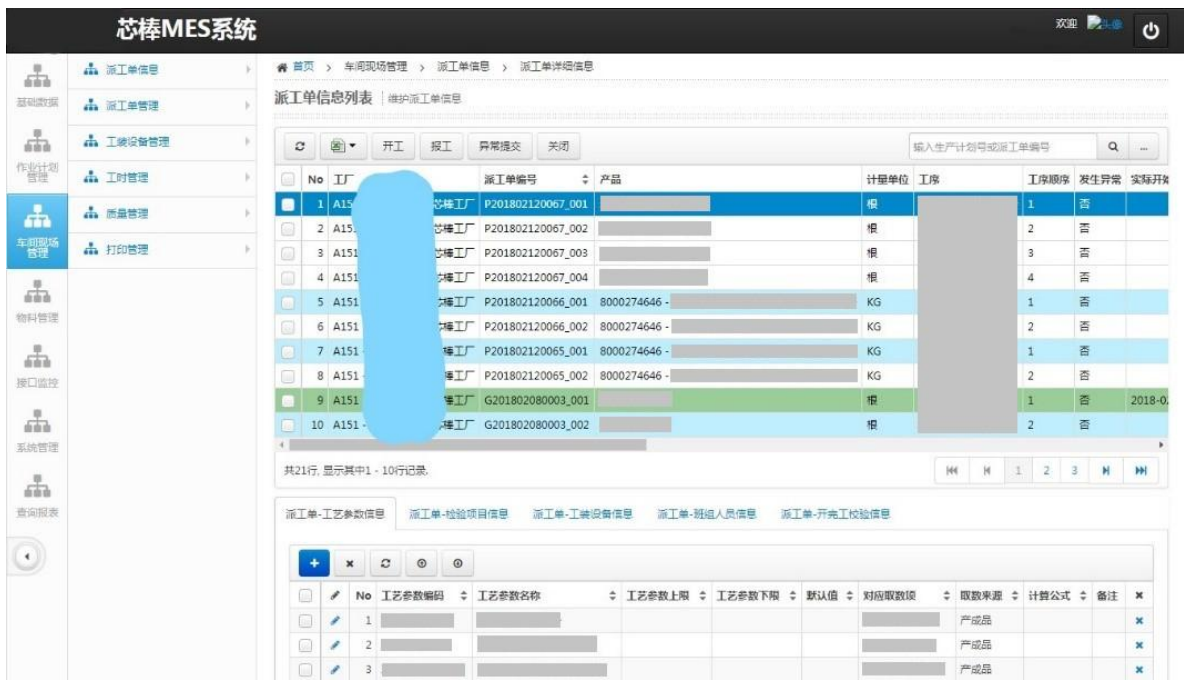


图 15 MES 系统
工艺配方管理

工艺配方管理系统分为产品测试数据采集管理、工艺配方信息管理及

产品质量信息管理三大模块。产品测试数据采集管理包括：基础参数配置模块、仪表采集测试模块、自动化模块。工艺配方信息管理包括：配棒模块、调式项目模块。产品质量信息管理包括：产品损耗收集模块、异常处理模块、发料管理模块，为产品质量的稳定及产品市场竞争力提供了有力的保障。总体系统架构如图所示：

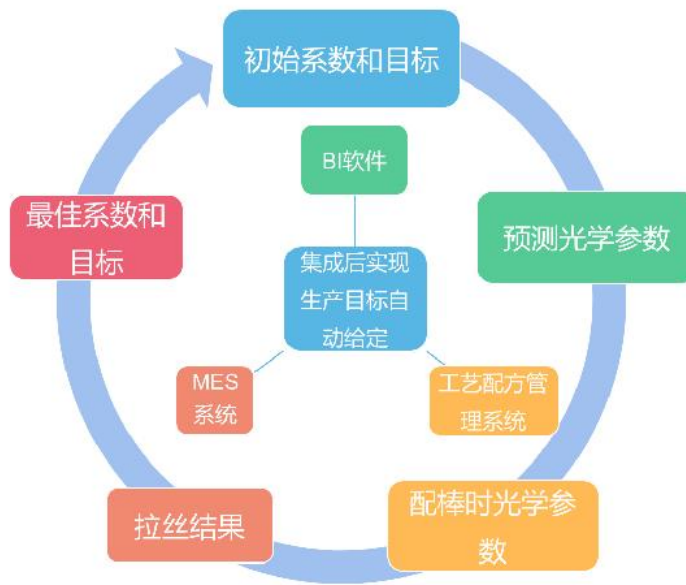


图 16 工艺配方管理系统智能给定模型

工艺配方管理系统支持对有风险的产品进行项目的隔离和控制，支持对产品损耗信息的收集并提供对质量数据进行数据分析；并且与业务系统实现接口的对接，为业务的正常运转提供支持，为产品研发及生产提供正确的工艺指导。

1.3.2.4 设备管理

（1）存在问题

设备台账信息化管理存在改善空间：光棒行业大部分企业在设备管理过程中均有自己的信息化手段来实现设备台账的管

理，但仍存在线上加线下管理方式共存，部分设备信息依靠纸质单据，追溯管理困难，运维成本较大。

设备运行管理信息化水平需进一步提升：设备运行状态监控、设备点巡检、保养等信息化管理缺乏统一、可量化的标准，存在部分信息通过目测判断，执行效率、准确性、工作质量、效率难以统计，不便于管理考核。报修等工单执行情况依靠人工催单，效率低下。定期维护保养也无到期提醒，靠查询纸质记录或者经验判断。

设备状态实时监测全方位覆盖：生产现场设备数量庞大，设备巡检人员少，很难做到全面覆盖，巡检质量和人员到位率无法保证；由于光棒设备和工艺的复杂性，企业容易做到设备的简单报警，但对早期的智能预警难以实现。

（2）改造场景

设备台账管理：建立设备管理系统，统一维护设备资产档案信息，形成设备履历，形成设备运维知识库，为后期设备运维提供借鉴。

设备运行管理：通过设备管理系统的扩展，覆盖设备的运行记录和设备定期维护管理，实现对设备运行的跟踪，健全设备运行管理制度。结合工业大数据建立故障综合分析诊断系统，深化设备管理，辅助开展故障分析，提高各级设备技术人员对故障的统计分析能力。

设备状态监控：与 PLC、智能自检、设备在线监测等系统

对接，在设备管理系统中实现即时查看设备关键参数的监控数据，查看某类设备的运行状态、运行参数。并依托智能化、自动化管控等技术，自动与监督标准范围要求对标，给出异常报警提示。

(3) 解决方案

设备档案管理

设备管理系统开发时规划设备档案管理模块，采用结构树（公司-车间-产线-设备-部件）的形式全面系统的管理所有设备。结构树中的任何分支都能直观地表现出设备与其母设备及子设备的从属关系，为使用人员查找设备提供了极大的便利。而且可以整合不同级别的设备管理指标（如花费时间、成本、平均故障间隔时间等）。

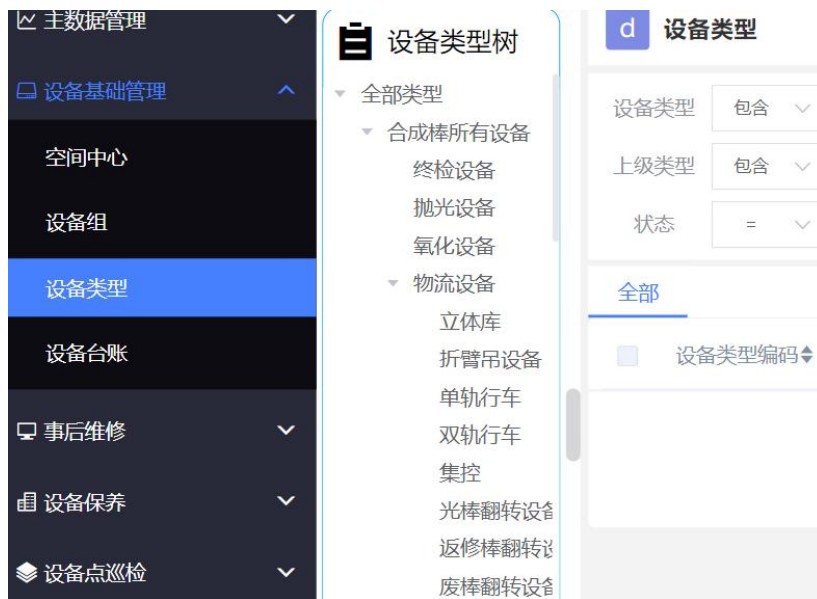


图 17 设备管理系统设备台账结构树

系统可录入设备基础数据（设备制造商、设备型号、设备序列号、物料清单、供应商、投运时间、采购合同等）、设备资料附件（设备图

纸、安装说明书、设备图片、软件等以及版本管理)、设备运行数据(设备巡检维护记录、实时运行数据)、设备知识库(故障代码、维护指导、故障原因及解决),在设备生命周期中均可以查找与之相关的设备信息。

企业需查看某设备的详细信息时,通过扫描设备二维码、条码或输入设备编码,快速从设备管理系统中获取相关的设备档案信息,包括设备名称、设备位号、规格型号、生产厂家、出厂编号、操作参数、文档资料等静态数据信息,以及设备运行、维护、检修、故障、诊断、监测等动态。

设备运行管理

设备停工时需要查看设备的总运行时长、检修后运行时长等设备运行记录信息,对设备运行中的数据、设备的开、停机时间、停机原因、故障时间、使用状态、运行状况评估等进行记录和分析,并将所有停工情况上报园区,并能形成设备完好率、故障率、设备可利用率等指标,便于对设备进行评估分析。设备的定期维护保养也可根据预置的执行周期进行到期提醒。

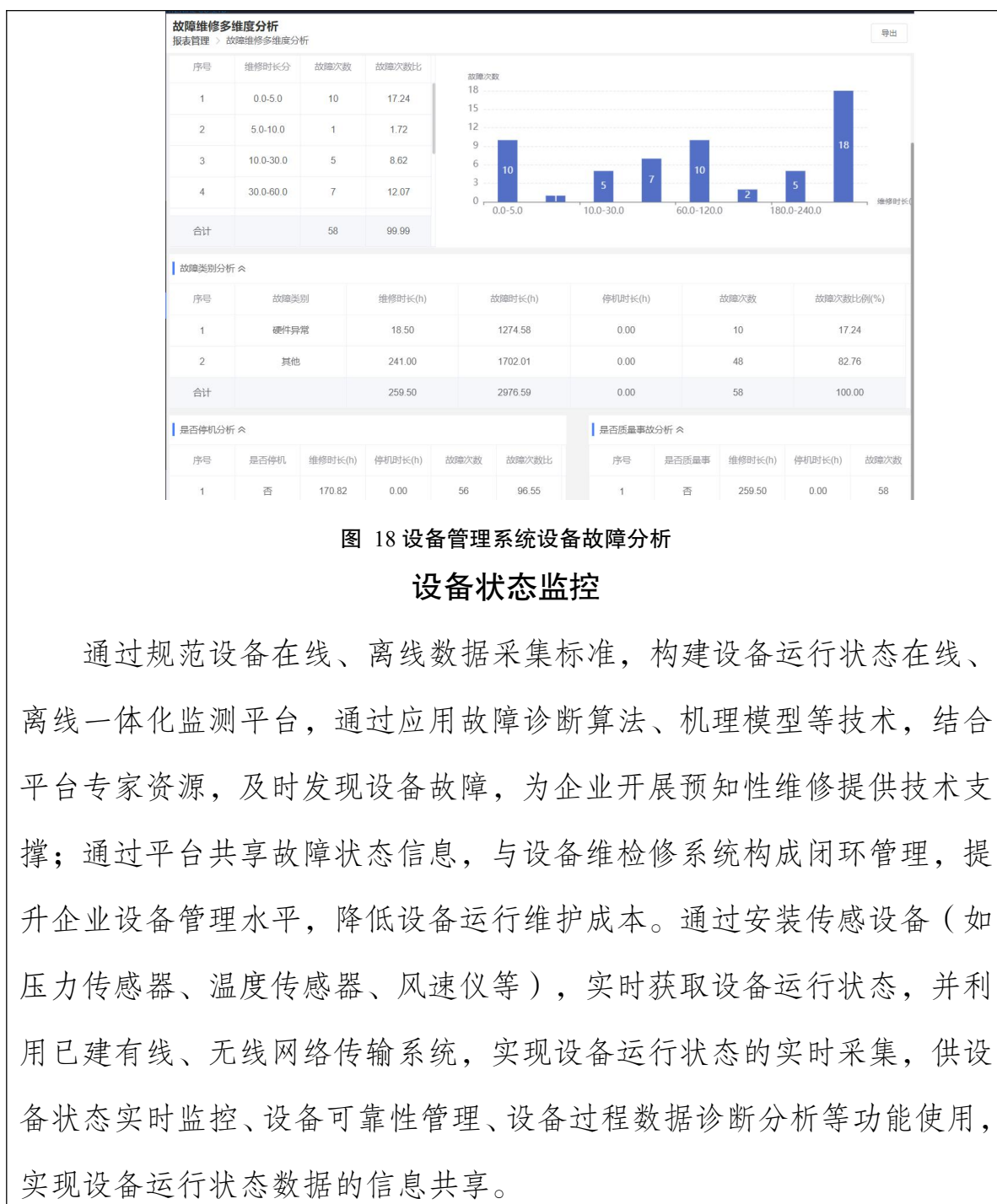


图 18 设备管理系统设备故障分析

设备状态监控

通过规范设备在线、离线数据采集标准，构建设备运行状态在线、离线一体化监测平台，通过应用故障诊断算法、机理模型等技术，结合平台专家资源，及时发现设备故障，为企业开展预知性维修提供技术支撑；通过平台共享故障状态信息，与设备维检修系统构成闭环管理，提升企业设备管理水平，降低设备运行维护成本。通过安装传感设备（如压力传感器、温度传感器、风速仪等），实时获取设备运行状态，并利用已建有线、无线网络传输系统，实现设备运行状态的实时采集，供设备状态实时监控、设备可靠性管理、设备过程数据诊断分析等功能使用，实现设备运行状态数据的信息共享。

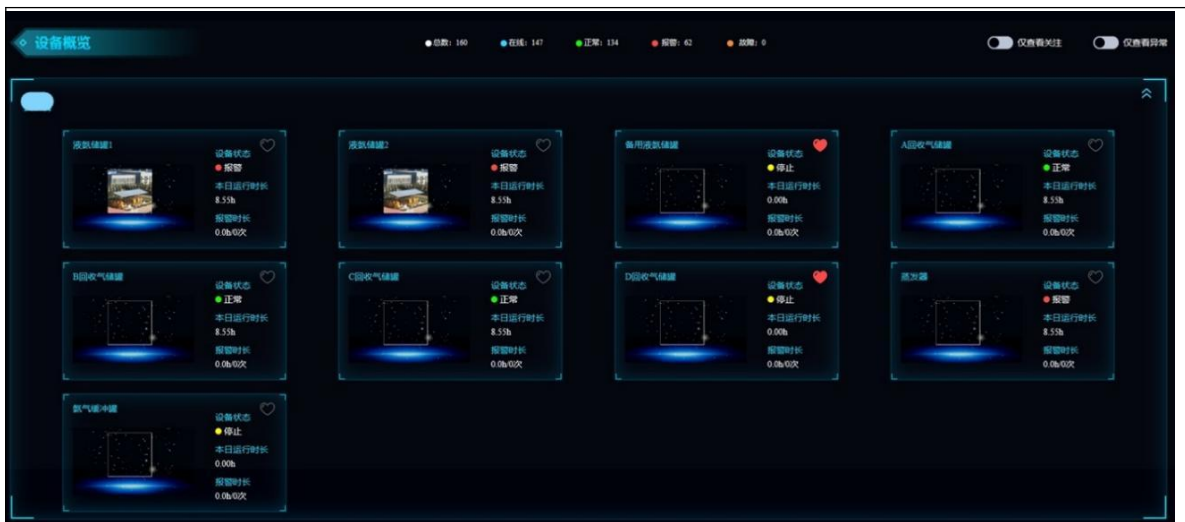


图 19 设备管理系统状态监控

1.3.2.5 安全环保

(1) 存在问题

特种气体实时监控及预警功能需进一步完善：光棒制造过程因工艺不同，使用的气体原料不同，传统工艺涉及氢气、氧气、氯气、丙烷、四氯化硅、四氯化锗等多种原料，对于过程压力、流量异常以及泄露等信息无法全面实时有效监测，预警及时性有待提高。

生产环境检测及预警有改善空间：光棒制造过程对废水、废气、固废等环保相关参数的实时值，无法全面实时有效监测，并进行及时预警。

(2) 改造场景

特种气体监控：将工业互联网、物联网、AI 智能分析等先进技术应用到重大危险源监督管理业务中，通过感知数据的统

一集中管理，对企业重大危险源的存储、生产工艺进行风险监测预警，包含压力、温度等信息，对可燃有毒气体进行实时监测预警。

环境监控：对环保相关制度的发布、版本更新等进行数字化管理，建设污染源在线监测监控设施、污染治理设施用电监控和视频监控、污染源在线远程质控系统，采用工业互联网、物联网、移动 APP 等先进技术，对废水、废气等固定污染源以及固废进行实时监控预警。

（3）解决方案

特种气体监控

搭建气体监测系统，系统基于 DCS 架构设计，分布于各测点的监测子站全自动运行，对厂区排放进行实时监测并记录数据的变化，通过专用的通讯系统，将监测数据上传至远程的监控中心和服务器，从而实现远程监控功能。监控中心也可以直接同各子站进行通讯以获取数据。

气体监测单元由高灵敏度探测器、PLC 控制器以及报警器组成。探测器实时检测空气中有害气体的浓度，并将浓度值转化为电信号传送给 PLC 控制器。控制器将电信号量化为浓度值，当浓度值超过预设值则系统发出报警。

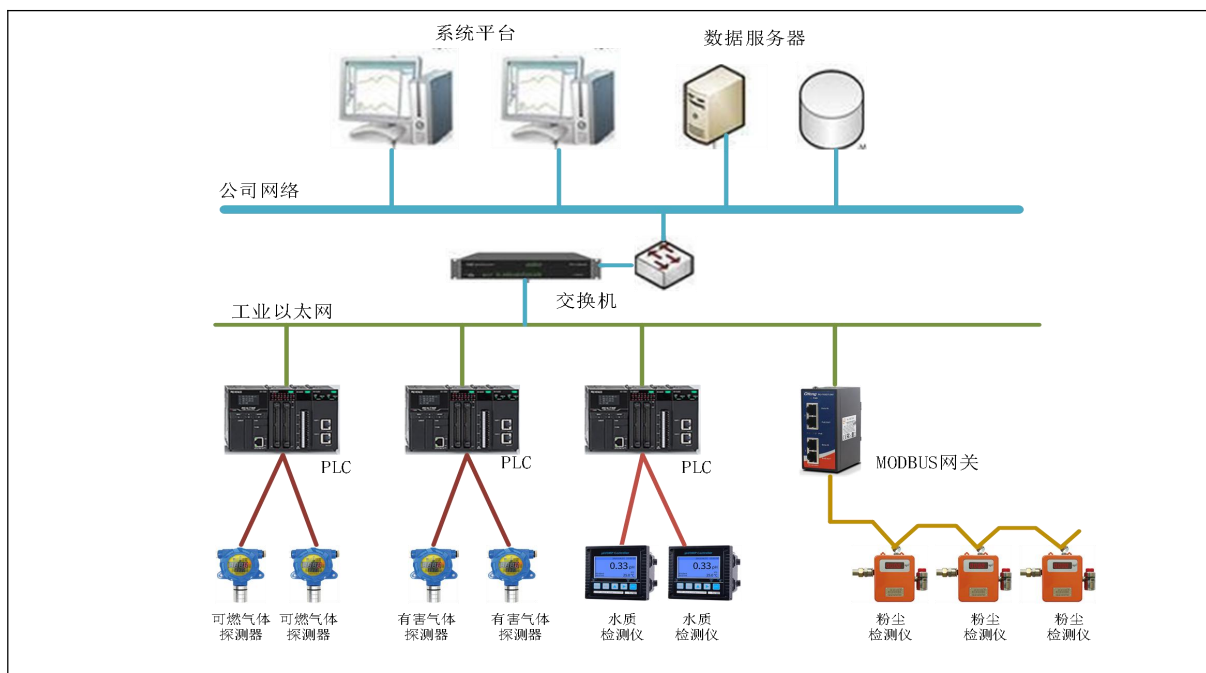


图 20 气体监测系统架构图

环境监控

搭建烟气在线自动监测系统，可对烟气监控点实现实时的在线监测，统一收集、整理、保存和分析在线监测数据，实时反映烟气排污情况及污染处理设施运行情况。系统由前端监控系统、数据传输系统、烟气监测中心平台等组成，包含的主要功能有监测点管理、在线监测、监测数据统计、自动报警及报警事件处理、各监测因子的实时数据显示、监控点的在线监测历史数据的查询等。

搭建水质监测系统，将探头、仪表分布于工厂各个处理单元以及排放口，系统由 PLC 控制系统统一进行控制；各仪表数据经 RS232/485 接口由数采工控设备进行统一数据采集和处理，系统数据采用以太网传输模式，可远程实时对水处理状况以及排放况进行监视。一旦出现处理或排放超标情况，系统可立即报警，人员可在最短时间内定位异常点并采取应对措施。

同时具备对车间温湿度、静压、洁净度等环境指标的自动监测功能；从而完成能源环境的优化调度和管理，实现功能安全、供能效率、提高工作效率、降低能耗，进而达到降低产品成本的目的。

1.3.2.6 仓储管理

(1) 存在问题

过程产品运输功能需进一步完善：光棒工厂产品存在重量重和长度长的特殊性，早期使用人工小车和助力机械手转运，生产物流环节流转效率较低，并且产品信息无法在不同设备之间自动流转，已不能满足智能化工程全自动物流的需求，各家公司也都在尝试开发一种适用于光棒产品运输的桁架机器人，实际上只有在工厂建设之初就设计预留实现桁架机器人自动运输的厂房条件，才方便项目实施，老厂区则需要耗费大量资源去改造，以到达自动物流的目的。

(2) 改造场景

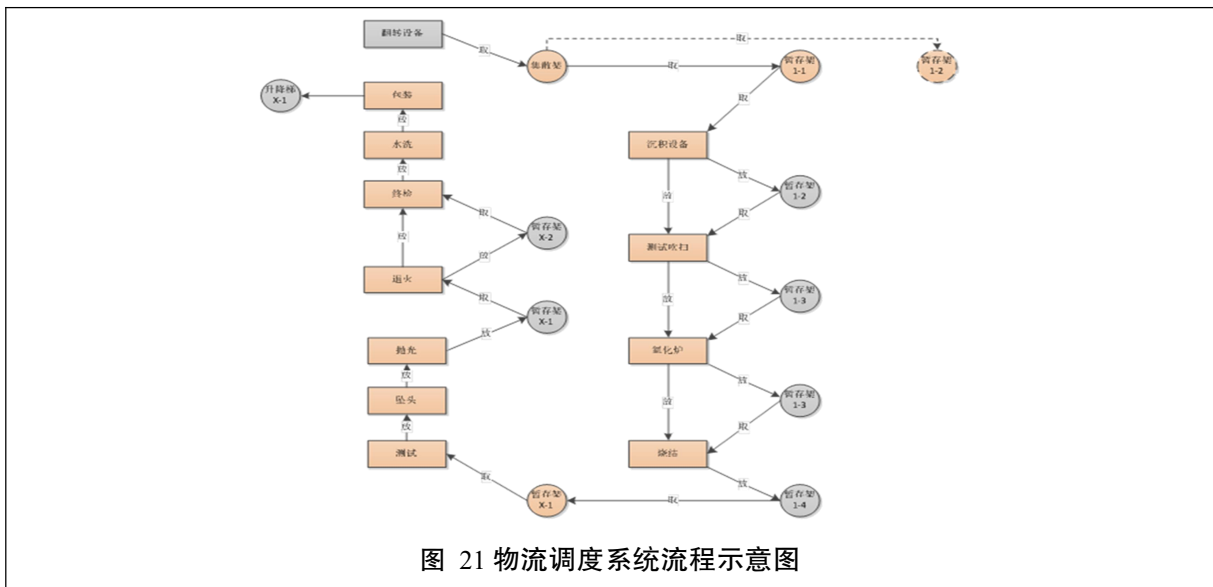
过程产品自动化运输：设计适用于光棒运输的桁架系统，解决光棒在生产过程中不同工序之间流转的问题。桁架系统物流的实现，可降低员工的劳动强度，提高各工序之间产品的流转效率，提升设备利用率与生产效率。同时，借助于集中监控系统实现桁架物流系统的自动调度，可使生产计划安排更加合理有效，物流体系更加智能，为企业智能化建设打下良好基础。

(3) 解决方案

过程产品自动化运输

结合光棒厂房特点，开发设计桁架物流系统，桁架机器人采用滑轨供电、无线 AP 通讯、扫码定位等技术，实现精确定位和平稳运输，并通过集控中心判断各流程设备的状态，自动调配桁架机器人对产品进行转运。

自动桁架系统与集控配合实现高效的物流系统。桁架系统在接收到由集控调度给出的起始、结束站点信号后，开始进行独立的自动取棒、放棒过程。桁架机器人通过导轨上的二维码实现桁架位置的精准定位，并通过升降托棒装置实现光棒的自动取放动作。在完成取棒动作之后，桁架系统反馈取棒成功信号给集控，集控系统对起始站点进行产品编号的解绑、对桁架系统进行产品编号的绑定，完成产品由起始站点移栽到桁架设备上的信息流转。同样，在完成放棒动作之后，反馈放棒完成信号到集控系统，由集控对桁架系统进行产品分离，同时完成产品与结束站点的绑定，实现产品到目标站点的信息流转。如此，产品通过桁架系统取棒、放棒的两个动作便实现了从起始站点至结束站点的流转，并在集控系统中对整个执行过程进行了流转过程数据的记录，实现了产品流转过程的高度自动化与信息化。



1.3.2.7 能源管理

(1) 存在问题

能耗数据采集率低：能源管理数据自动采集率普遍较低，未对每个车间、工作班组以及主要耗能设备等进行实时监控，对数据准确性有影响，临时用能未纳入有效管控范围。

能耗异常点定位难：当能耗异常时，无法快速定位异常点，未实现异常数据的及时报警。

能耗统计分析匮乏：企业各种能源的详细使用情况无法直观展现，对于能耗弱点不能及时发现，满足不了企业能源节能减排目的。

能耗缺乏预测分析：对于能耗预测无专业化的分析工具，无法及时预警预测问题的发送，对指导企业生产起不了促进作用。

(2) 改造场景

能耗数据自动采集：建立和加强能源计量的精细化管理，实现企业能源管理所需信号的数据采集分析。

能耗异常自动报警：通过能源在线监测报警 APP 的建设，实现能源站点的无人值守。

能耗实时统计分析：利用能源管理 APP 和大数据分析，为管理人员提供分析依据，同时为其进行科学的能源调度提供决策支持。

能耗预测分析：根据生产计划和生产装置的工况，通过人工智能和大数据技术，实现对未来一段时间内能源供需状况进行预测，为调度人员提供决策支持。

(3) 解决方案

能源管理系统

能源管理是利用信息和系统优化技术，实时监控企业各种能源的详细信息使用情况，为节能降耗提供直观科学的依据，帮助企业查找能耗弱点，促进企业管理水平的进一步提高，实现能源优化利用，打通全厂系统之间的能源数据壁垒，基于产、供、耗等大数据进行专业化分析，及时预警预测问题的发生，为领导科学决策提供数据支持，达到能源使用合理，控制浪费，节能减排目的。

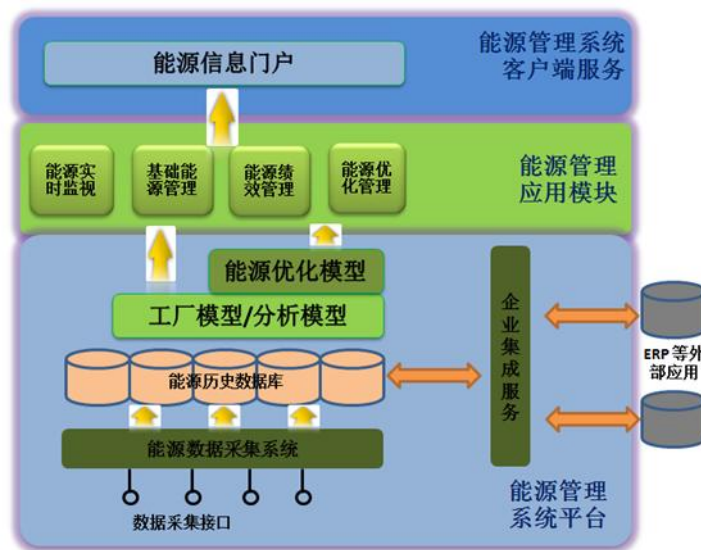


图 22 能源管理系统平台图示

能源管理的建设，实现本质安全、绿色环保、合规管理，提高效益与效率，在能源管理领域，着力提升感知、受控、智能、优化、高效的运行能力，实现企业生产经营节能减排，促进企业健康稳定发展。

能耗数据自动采集

实现能源数据的采集，进行自动或者人工计量汇总及校正，有效提高数据处理的准确性，实现全厂能耗精细化管理。

建立企业能源管理制度，通过 5G、智能流量计（智能电表、智能水表）、DCS 系统等信息技术手段，对主要能源如：水、电、天然气、等的产生、消耗点进行实时采集数据。对重点高能耗的设备、系统进行动态运行监控。

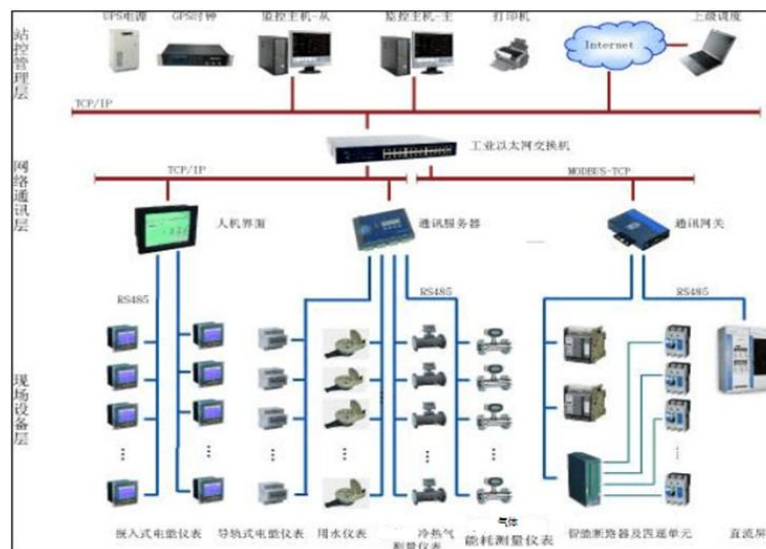


图 23 能源管理系统网络构架图

能耗异常自动报警

企业在对全厂能源网络的监控过程中，当有异常发生时，及时报警提示，并将相关的异常信息及时推送至岗位责任人。结合报警数据的趋势分析、数据回放等操作，及时处理报警信息，实施能源应急调度策略，确保能源供应的安全稳定，保障生产的有序进行，提升企业能耗管理模式、丰富管理经验。

能耗实时统计分析

对全厂关键设备进行重点耗能设备分析建模，并依据能源诊断模型，评价主要耗能设备的实时能效状况，也能分析任意历史时间段的设备能效，依托知识库，对能耗偏差原因进行分析，并给出控制对策的优化建议。

通过对能耗数据进行统计与分析，制定合理的能耗评价指标。对能源输送、存储、转化、使用等各环节进行全面监控,实现能源数据与其他系统的数据共享，打通全厂系统之间的能源数据壁垒，基于产、供、耗等大

数据进行专业化分析，为领导科学决策提供数据支持。

能耗预测分析

企业制定检修计划、生产排程或者发送非计划停产等信息时，可以根据设备的当前状态及相关计划信息，实现对能源的动态预测和能源平衡管理。通过能源的动态预测，实时给出一段时间内各主要装置能耗状况，发现全厂能源生产和利用过程存在的优化机会，自动生成优化方案（包含的具体措施及预估效果），方便调度人员和生产装置人员及时掌握装。

2、光纤制造

光棒在拉丝工序被拉制成光纤，在筛选工序进行定制化筛选。在检测工序，先经过氙气处理，再采用先进的自动化检测设备进行检测，最终入库。在各功能过程中，采用信息化的跟踪系统，对光纤的数据从头到尾进行跟踪，保证了光纤数据的可视化。通过智能化装备的生产，信息化的管理，保证了光纤的质量。

光纤拉丝生产运行速度快，质量指标数量多且要求高。在生产过程中对设备稳定性要求高，不同光纤产品不同订单切换频繁，过程质量数据存储量大，且需实现精准溯源。光纤生产企业智能化改造数字化转型应重点关注质量管控、计划调度、生产作业、设备管理、能源管理等环节。

(1) 技术

2.1.1 数据

(1) 存在问题

数据管理系统有待完善：多源异构数据类型导致通讯效率较低，数据平台管理难度较大，所采集海量制造过程数据难以用于制造过程优化、控制和决策。信息化各子系统虽然互通，也有少数的跨系统数据传输、对接，但没有形成整体系统体系，没有充分利用数据优势进行整体的分析并以此形成决策数据。

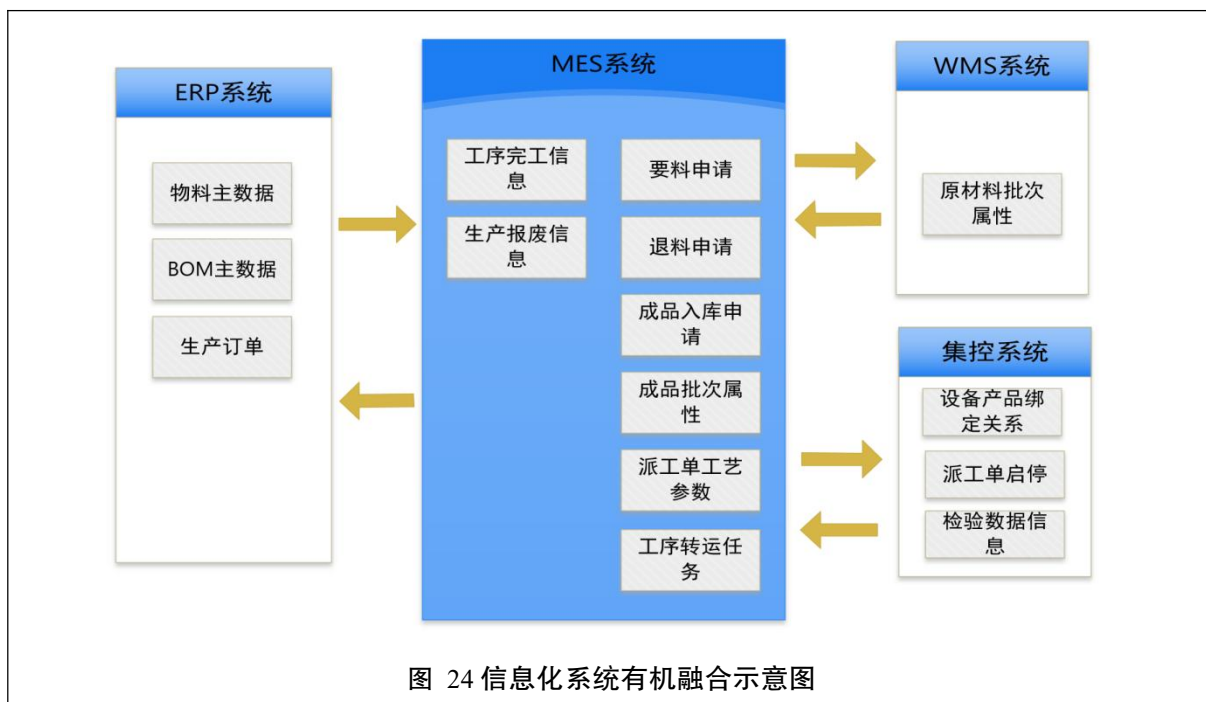
(2) 改造场景

信息系统有机融合：企业中各类系统中的数据，通过 ETL、数据 API 等方式接入平台；依托工业互联网以及大数据平台，将企业内相关的设备系统、信息系统进行有机融合，实现数据互通互联及数据集成。确保集成后整体及各子系统之间可以有机协调地工作。实现系统及服务可对接、可迁移，企业各个系统之间能完成各类数据的安全、稳定传输。

(3) 解决方案

信息系统有机融合

在设计时明确了各系统的分工，以 MES 系统为主，通过 MES 贯通上游系统和下游系统的业务流程，而 ERP 主要负责财务管理和基础数据下发，集控系统负责智能装备的集中控制与设备数据收集，因此在做系统间对接时因接口定义明确，实现难度大幅降低。



2.1.2 集成

(1) 存在问题

各系统之间业务流程融合较难：企业制造系统复杂，业务流程繁多，业务整合较难。企业各系统互通、整合、集成度需进一步提升，以保障数据的安全、稳定传输。

(2) 改造场景

系统集成：同时可以与下游企业、所在园区及其他监管部门等进行数据的交换、汇聚和共享，沉淀企业数据资产，实现数据的集中集成及全生命周期的管控。最终实现各业务模块之间的数据交互、数据融合。

由于各系统以实现自身业务为主，各系统间耦合度极低，实现了较理想的“高内聚、低耦合”的设计模式。

(3) 解决方案

管理信息化和运营数据化

管理信息化：研发了适用于光纤制造的MES系统、集中监控、能源管理系统、工艺配方管理系统，实现了从智能装备底层实时反馈制造进度信息、工艺配方、质量信息、运行信息、能耗信息等生产全过程信息，实现了光纤生产管理的信息化。

运营数据化：应用了工业互联网（OT、IT网络、数据中心、CRM系统、ERP系统、SRM系统）等信息系统手段，通过ESB接口将各业务系统进行集成，采用BI商业智能决策平台进行大数据分析，为公司提供集成运营数据，实现经营、管理和决策的智能分析。

2.1.3 信息安全

(1) 存在问题

信息化安全防控：工业化与信息化的深度融合使得互联网与工业控制系统相结合，改变了传统工业控制系统封闭的环境。在享受互联网便利的同时，信息网络和工业领域也同样开始面临互联网的安全威胁。恶意软件，计算机病毒、木马、蠕虫等恶意软件带来的安全问题；区域边界安全问题，厂区与厂区之间，厂区内部办公网与工控网之间，内部生产控制系统之间未划分安全区域；无有效访问控制策略；对网络中的威胁缺乏审计感知能力。计算环境安全问题，网操作站、工程师站等缺乏必要的主机安全防护措施缺乏有效的恶意代码防范手段。

(2) 改造场景

信息化安全防控：制造企业工业环网与办公网络的交互需要兼顾两者的网络特点以及信息安全。不同网络间对网络的稳定性、安全性、实时性要求不同，如何实现两种网络的无缝对接，存在较多不可控因数。通过工业环网与办公网络独立组网，实现工业数据与办公数据相隔离，两个网络之间互不干扰，保障网络带宽、访问效率以及数据安全。同时通过三层路由实现两个网络互通，并在边界部署安全设备，在保证两个网络无缝对接的同时，保障网络安全。

(3) 解决方案

信息化安全防控

数据中心的已部署的网络安全防护设备设施方面，将集控中心、工控网和管理网之间的网关处部署了防火墙，防范外网及管理网非法链接入侵，并管控工控网络、办公网及服务器网络、集控区域的正常数据连接。

①在网络中部署了网络检测系统，数据、其它网络上可以获得的信息以及计算机系统中若干关键点的信息，检查网络或系统中是否存在违反安全策略的行为和被攻击的迹象。

②在工控网的工控机中部署了主机防护系统，通过“白名单”技术实现了成熟的运行控制模式，能够实时检测发现和阻止各种主机威胁，对系统关键资源进行防护。

③在管理网部分部署了准入系统，对于设备访问网络就需要得

到管控，通过网络准入系统，可以管控接入的设备，从而保障公司内部网络的安全。

④借助准入系统可以以网络身份识别为基础、网络准入控制为手段、安全管理为核心、建立完整的终端安全管理体系。

⑤在办公网和集控控制区以及服务器区部署了两套不同的防毒系统，交叉扫描系统和网络中的病毒。

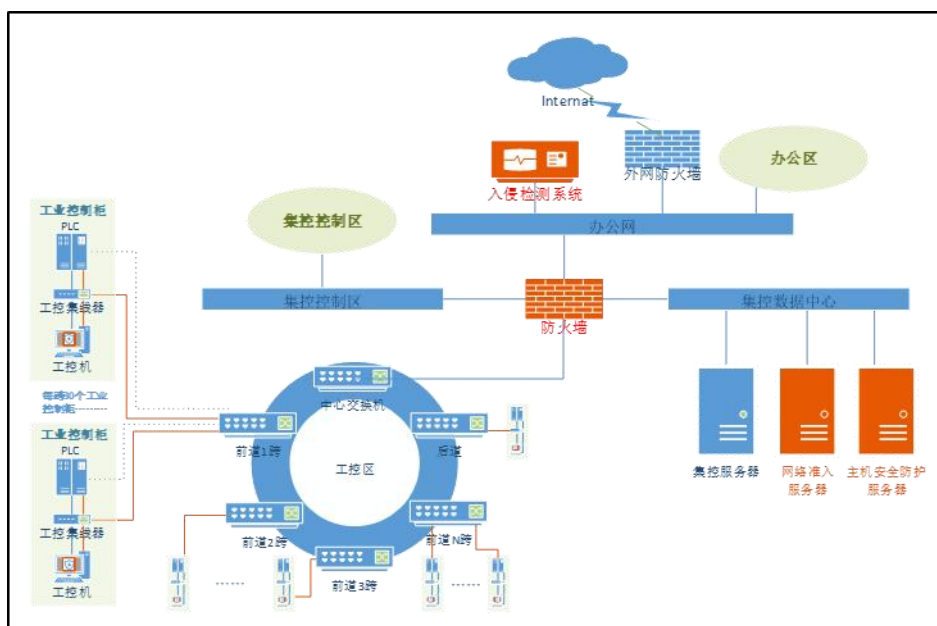


图 25 数据中心网络安全模型

（2）资源

2.2.1 装备

（1）存在问题

装备自动化、智能化水平有待提升：随着光纤行业竞争的愈发激烈，现有装备自动化、智能化水平已不能满足行业发展

需要，进一步提升装备自动化、智能化水平可有效提升光纤生产效率，降低光纤制造成本。

（2）改造场景

集中监控系统：在光纤制造车间，综合利用自动控制技术、计算机及网络技术实现光纤制造装备效率提升，实现生产全过程的监测和控制，提高产品质量和生产效率。建立设备集中监控系统，不断改造生产设备如生产线自动报警等，为智能制造系统提供底层数据支持，并进行智能化改造、数字化转型，打造高水平智能车间。

（3）解决方案

生产效率提升改造

中央监控平台建设：每个拉丝车间通过各种检测探头，通过以太网的连接，最终在中央监控平台上面进行显示，同时按照设定的上下限；通过 PLC 控制，实现光纤拉丝车间环境和安全智能监控，通过安装远程监测仪表，实现异地在线对各设备能源信息情况进行监测，并且借助系统的软件功能实现数据曲线记录，原因分析查询等功能，提高了设备运转效率和生产效率。

机械手应用：挑盘发运分拣系统建设项目，通过光纤装箱码垛自动化，光纤自动装箱，条码自动扫描，自动挑盘和立体仓库的建设，实现光纤从测试以后的全程信息化和自动化。

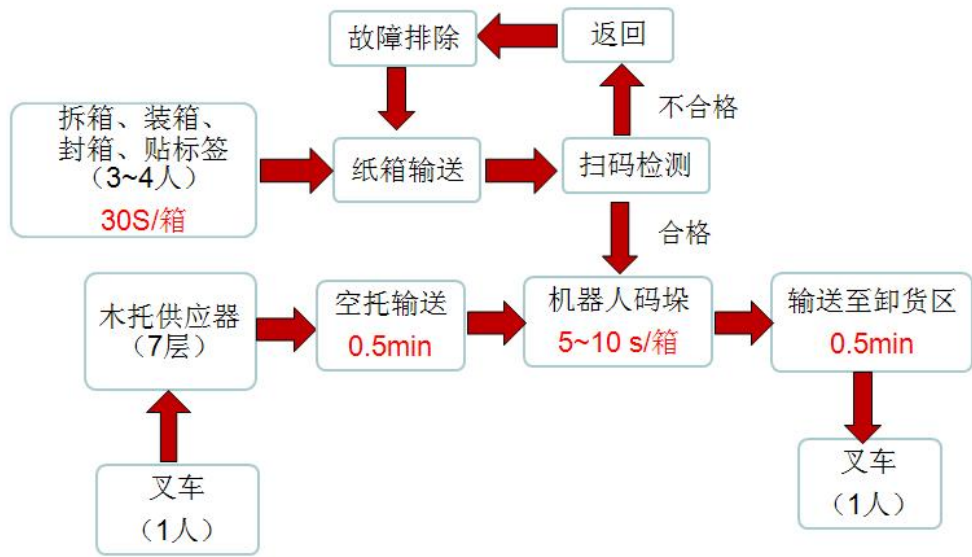


图 26 自动码垛系统流程图



图 27 自动码垛系统应用

2.2.2 网络

(1) 存在问题

设备互联难度较大：光纤企业生产装备种类多、数量多，差异大，系统之间相互独立，对外通讯协议标准各不相同，设备互联难度相对较大，生产设备集成度需要进一步提升。

网络建设基础需要进一步完善：制造型企业现场在工厂运行的情况下网络实施条件较弱，难以实现系统的高度集成，需要进一步完善。

(2) 改造场景

设备互联：统一各种控制系统的对外通讯协议标准，降低数据采集难度。在现场仪表和设备采集方面，采用现场总线、以太网、物联网和分布式控制系统等信息技术和控制系统，采集现场设备设施实时数据。

网络建设：工厂内部数字化、网络化、智能化及其与外部数据交换需求逐步增加，需要建设符合工厂实际工业应用的互联网架构体系。从工业视角看，工业互联网主要表现为从生产系统到商业系统的智能化，由内及外，生产系统自身通过采用信息通信技术，实现机器之间、机器与系统、企业上下游之间实时连接与智能交互，并带动商业活动优化。

(3) 解决方案

网络架构建设

其业务需求包括面向工业体系各个层级的优化，如泛在感知、

实时监测、精准控制、数据集成、运营优化、供应链协同、需求匹配、服务增值等业务需求。光纤制造企业互联主体主要有：在制品、智能装备、工厂控制系统、工业互联网应用等。光纤工厂网络主体架构示意图如下：

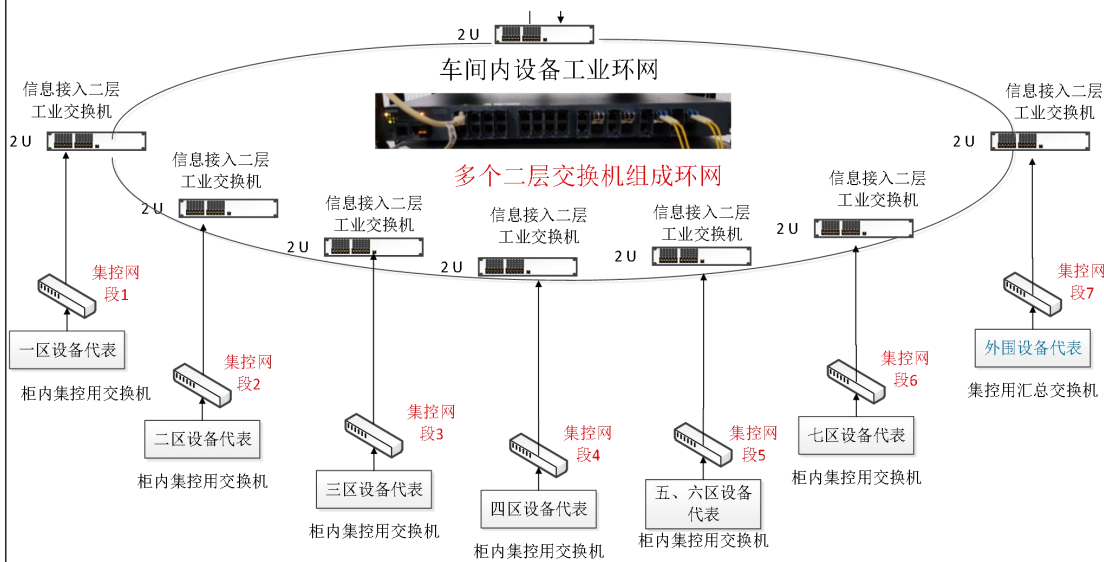


图 28 光纤工厂网络主体架构示意图

通过建设高可用的车间网络，为设备的集中控制提供稳定可靠、高速响应的通信基础。同时借助于信息化集中监控系统的搭架实现底层智能设备的互联互通，对设备底层数据可以方便快捷的进行实时监测与数据下发。

(3) 制造

2.3.1 设计

2.3.1.1 产品设计

(1) 存在问题

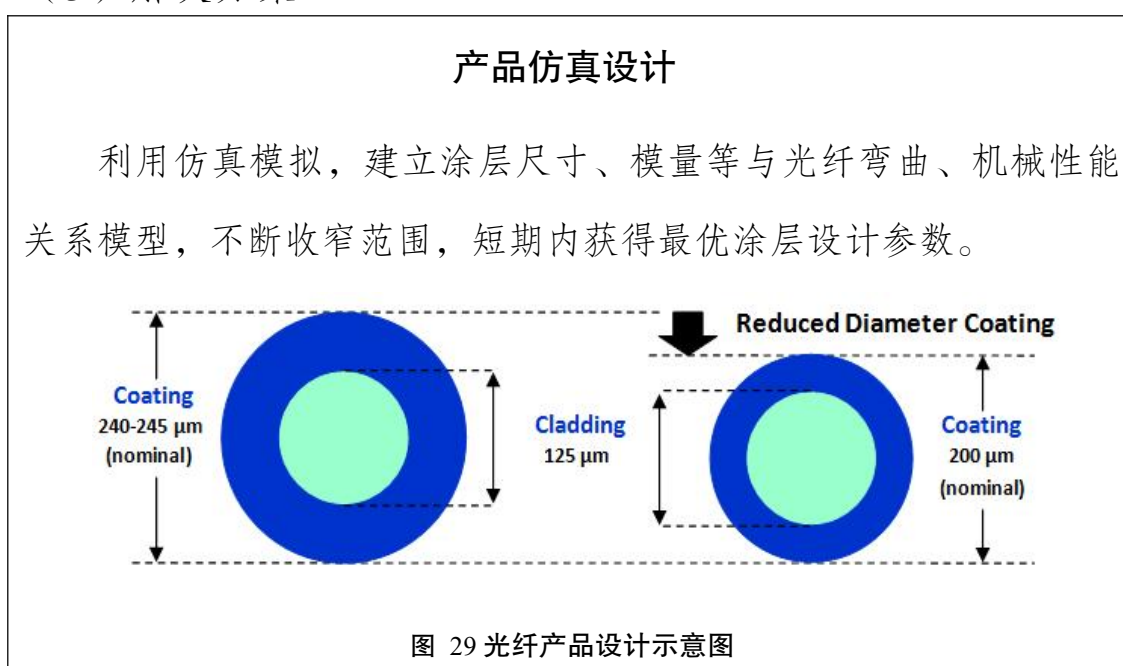
产品设计成本高：原有光纤涂层尺寸设计主要依靠实际拉

丝结果进行反向验证，产品设计需根据实际生产情况重复验证优化，设计周期长，开发成本高。

(2) 改造场景

产品仿真设计：光纤直径由光纤涂覆系统控制，现将光纤尺寸后端控制调整为前段仿真设计，可有效提升光纤产品性能。

(3) 解决方案



2.3.1.2 工艺设计

(1) 存在问题

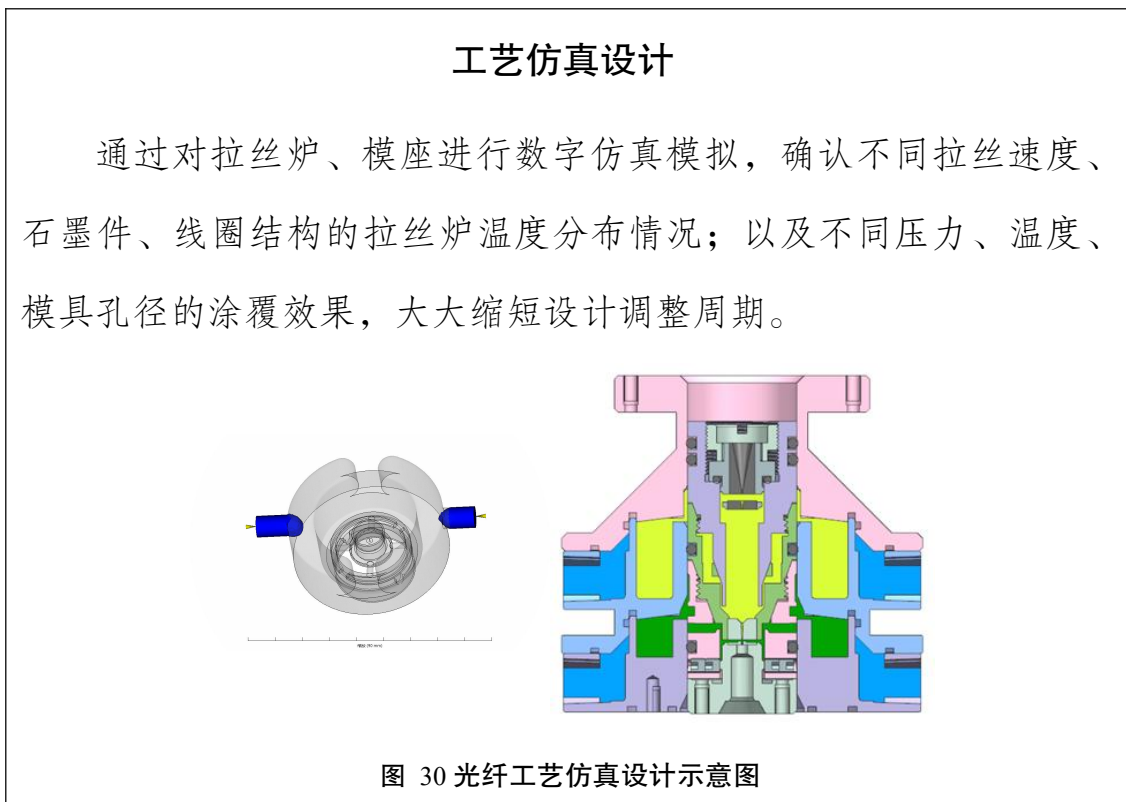
传统工艺设计验证复杂且周期长:光纤拉丝控制参数数量繁多，拉丝工艺较为复杂，原有光纤拉丝工艺主要依赖技术人员经验和反复试验摸索，光纤工艺设计如涂覆温度、压力、拉丝速度、拉丝温度等均需要进行验证，通过上线验证参数多，

调整复杂且验证周期长。

(2) 改造场景

工艺仿真设计：针对现有光纤拉丝工艺开发，利用数字仿真软件对光棒熔融过程及光纤涂覆过程进行模拟分析，选择最优理论工艺配方，再经过实际拉丝验证优化。

(3) 解决方案



2.3.2 生产

2.3.2.1 采购

(1) 存在问题

业务执行效率需进一步提升：光纤制造企业采购业务品类多、杂，传统手动、纸质采购工作方式存在效率低、成本高、

采购风险大、耗时耗力问题。各家企业基本已上线信息化平台，平台流程需进一步完善，执行效率需进一步提升。

(2) 改造场景

数字化采购平台：利用软件系统和互联网技术去纸质化、手动化，通过信息技术和数字化工具将传统的手动、纸质化的采购过程采购过程进行自动化和电子化。这种方法简化采购流程，提高效率，并带来更好的可视性和数据分析能力。

(3) 解决方案

数字化采购平台

建立数字化采购平台，实现电子采购平台及电子采购平台采购同时实现从”采购申请-采购寻源-采购比价-合同签订-订单跟踪-产品入场检验-账务核对-发票报账-供应商绩效考核”全采购流程线上管理。

- GY001-劳保用品采购申请流程
- GY002-在建工程采购申请流程
- GY003-备品备件采购申请流程
- GY004-办公用品采购申请流程
- GY005-固定资产采购申请流程
- GY008-费用化(不建采购订单)采购申请流程
- GY009-研发费用采购申请流程



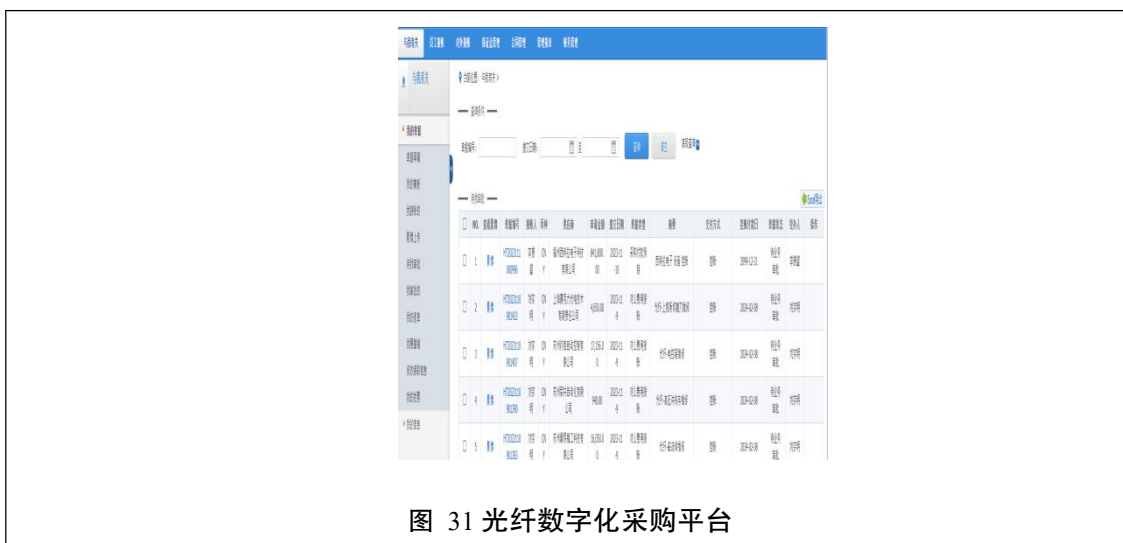


图 31 光纤数字化采购平台

2.3.2.2 计划与调度

(1) 存在问题

智能排产：订单排产涉及多方面考虑，包括产能、设备状态、产出质量等，测算过程复杂且耗时，人工测算容易出现偏差，无法实现最优生产安排。传统的生产监控存在滞后，工艺控制和进度跟踪容易导致生产偏差和订单超产风险。

生产计划优化：生产计划存在波动和插单情况，紧急调整导致产能不足或交付延迟。频繁的计划调整可能导致物料断供、物料积压及存货滞留等风险。信息输出通过邮件完成，缺乏连贯性，易导致生产执行偏差。

(2) 改造场景

智能排产：

① 订单排产：根据订单需求计划，依据生产能力、订单数量、订单交期、产线现生产情况等约束条件，运用智能排产算法实现一键排产，自动生成最优生产条线及订单生产周期。

②生产监控：通过系统实时监控生产完成量，自动匹配目标量，保持 24h 监控，系统判断生产量不足且将引起订单无法按期交付时，自动生成预警，推送给相关责任人。

③工艺控制：智能匹配订单需求，符合量不及预期且将引起订单无法按期交付时，自动生成预警，推送给相关责任人，结合订单指标需求情况，重新进行生产工艺调整，保障高符合率产品的产出。

④进度跟踪：集成各平台数据，形成生产进度表，便于掌握生产进度并及时调整订单安排。

生产计划优化：

①计划下达：结合产线性能，划定品类分区生产，针对高价值类产品、特殊生产工艺类产品，在下达生产计划时，以本周周期内需求为基础，叠加下周周期需求量，保持均量生产，以适应波动需求。

②物料供应：制定以销定产，以产定采规定，按生产计划制定原材料需求计划，同步针对影响生产类关键物料制定安全存量系统管理。

③存货管理：通过系统自动测算符合当前需求指标的库存存量，并做库存冻结，作为该订单的存量，后期专用于该订单发货，减少生产计划下达量。

④信息输出：在邮件下发生产计划同时，增加系统报表功能开发，便于生产计划的整理及追溯。

(3) 解决方案

智能排产

①订单排产：记录各条线运行状态、可生产类型、产线速度、产线生产成本等基础信息，结合 WMS 系统库存冻结功能、订单评审功能，输入待下订单信息，通过一键排产功能，生成质量最优生产方案、成本最低生产方案、在产订单影响最小生产方案三种方案，实现最优订单生产安排，使产线发挥最高效能。

方案选择	成本最优	质量最优	影响最小
订单ID	90574db4-7aaa-4048-9f8a-a7c16f69c1cf	90574db4-7aaa-4048-9f8a-a7c16f69c1cf	90574db4-7aaa-4048-9f8a-a7c16f69c1cf
* 条线	23:27:29	37:27	31:34
日入库符合量			
条线目前生产详情			
* 交期	2023-09-30	2023-09-30	2023-09-30
预计完成日期	自 2023-09-21	自 2023-09-28	自 2023-09-28
	获取方案 采用	获取方案 采用	获取方案 采用

图 32 订单排产

②生产监控：根据订单数量，系统测算待生产量，形成计划目标量，与 MES 系统集成，监控实际拉丝量，保持 24h 监控，生产量不足且将引起订单无法按期交付时，自动生成预警，推送给相关责任人。

③工艺控制：通过 WMS 系统订单评审模块，抓取订单符合率情况，形成目标符合率，同步 MES 系统检测数据、WMS 系统订单符合量，监控实际订单符合率，符合量不及预期且将引起订单无法按期交付时，自动生成预警，推送给相关责任人。

总数量	每日数量	优先排序	产品类型	交期	已完成数	标段	需求等级	客户名称
15000	1000	2	G657A2	2023-08-31	0	50.4	A	A2-A-23
5000	1000	1	G652D	2023-08-27	0	50.4	A	D-A-84
30000	2000	1	G657A2	2023-09-30	0	50.4	A	A2-A-22
50000	1500	1	G652D	2023-09-20	4000	50.4	SL	D-SL-10
50000	2000	1	G657A1	2023-08-31	0	50.4	A	A1-A-03

图 33 工艺控制

④进度跟踪：开发报表，自动集成各平台订单完成数据，在网页端进行展示，掌握订单生产进度。

生产计划优化

①计划下达：不同类别光纤，按生产工艺如涂覆裸纤要求、特殊长度、海纤陆纤等不同要求，结合各区产线性能，分类定区生产，同时高价值类、特殊工艺生产类产品叠加两个周期需求进行测算生产量，下达生产计划。

炉型	大小直径类型	是否软光端	是否Mini	是否有保温炉	是否在绕棒	是否合成棒	是否藤仓棒
OVD1	150	是	是	否	否	否	否
OVD1	150	是	是	否	否	否	否
OVD1	150	否	否	否	否	否	否
OVD1	150	是	是	否	否	否	否
OVD1	150	是	否	否	否	否	否

图 34 生产计划

②物料供应：在系统中维护关键物料安全库存，保持低量水平以满足插单/紧急订单的供应。同时通过系统实时监控物料存货情况，低于安全库存时，发出预警，提醒结合生产计划情况评估采购，避免因物料缺失影

响生产计划的下达。

③存货管理：生产计划下达前，通过 WMS 系统，自动测算当前库存中（扣除订单生产库存），符合待下订单指标的存量，并一键完成库存冻结，后期仅可专用于该订单发货。

<input type="checkbox"/>	冻结编号	工厂	锁定内容	优先顺序	类别	总数量
10	<input type="checkbox"/> IFN230416887	A011	A1-A-03	14	G657A1	65000
11	<input type="checkbox"/> IFN230416882	A011	A1-A-12	8	G657A1	15000
12	<input type="checkbox"/> IFN230619890	A011	D-A-61	1	G652D	240000
13	<input type="checkbox"/> IFN230406875	A011	49.9	2	G657A2	360000
14	<input type="checkbox"/> IFN230416881	A011	A2-A-26	7	G657A2	12000
15	<input type="checkbox"/> IFN230416883	A011	A1-A-01	9	G657A1	8500
16	<input type="checkbox"/> IFN230416885	A011	D-A-61	12	G652D	93528

图 35 存货管理

④信息输出：开发订单信息化管控报表，将每次计划进行汇总输出，由网页端进行展示。

2.3.2.3 生产作业

(1) 存在问题

质量追溯困难：光纤生产过程中，拉丝工序会生成光纤大盘、中转盘，筛选工序将光纤大盘和中转盘转换成光纤小盘。针对光纤大盘、中转盘，检测工序进行过程检验，即大盘检验流程。针对光纤小盘，则进行常规小盘检验流程，涉及数十个参数指标，小盘测试数据异常时需返工分切，之前测试数据通过纸质文件保存，返工分切意见由员工手动计算分切位置给到

下个工序，不利于存档及问题追溯。

质量数据利用性差：检测需要录入大量数据，部分数据是前面工序已经录入过的数据，包括从原材料环节、销售环节和生产环节关联的数据。检测记录存在多条时，查询出来的检测结果会有多条，数据利用性差，对产品的检测分析会带来困扰。合格证打印每次发货前根据客户要求，由检测人员在系统内手工选择合格证打印模板，或者选择系统外的文档模板手工打印，耗时耗力，且很容易出错。

（2）改造场景

智能在线检测：测试数据自动采集到系统中，所有参数测试完毕之后，指定文件夹生成一个测试文件，便于审核追溯，由测试工序审核入库。如果此盘光纤有某个技术参数不合格，系统会自动给出返工分切意见，并拒绝对本盘光纤继续进行测试，以防止不合格产品流入下一道工序，保证了产品测试数据的准确性。

质量精准追溯：从光纤预制棒开始，到光纤产品成品出库，整个生产流程中仅有一个唯一的身份编号，便于在质量管理体系中进行追溯。编号除用英文字母和阿拉伯数字表示外，还有与之对应的条码标签，用条码机读取数据，免去手工抄写，这样不仅大大减少了人为失误，也保证了生产效率和产品质量。建立光纤生产管理 MES 系统，在原辅料供应、生产管理、仓储物流等环节采用智能化技术设备实时记录产品信息情况。通

过产品档案对每个批次产品进行生产过程和使用物料的追溯，确保光纤全生命周期的质量。

(3) 解决方案

智能在线检测

在 MES 系统内设置了光纤的技术规格，生产线上的测试设备均同系统联网。生产检验过程中，实现了光纤产品测试数据的自动采集，超标产品的自动甄别，产品技术信息和生产管理控制信息的无缝集成。

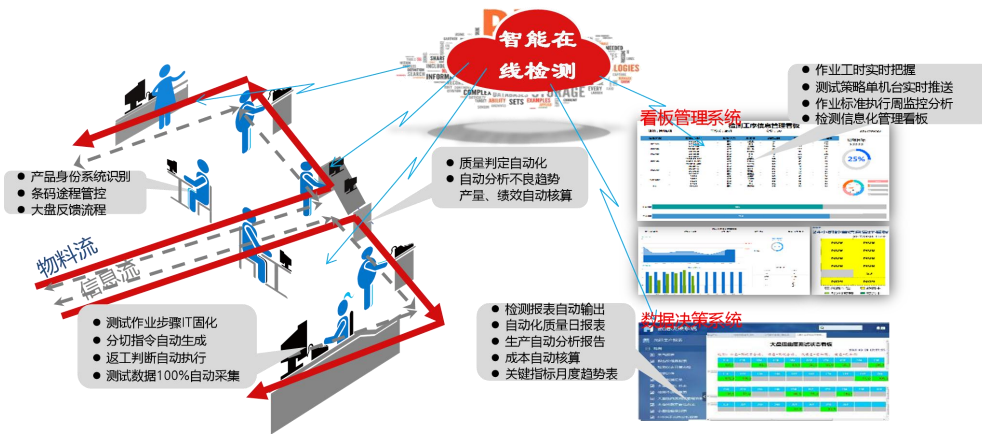


图 36 智能在线检测系统

光纤性能指标测试配备了行业内一流的测试仪表（PK 和 PE），可全流程对光纤约 40 多个指标进行现场测试，实现产品质量在线自动检测、自动记录及报警情况，产品质量信息实时上传信息系统情况。同时又结合现场测试需求，通过对仪表程序的二次开发和优化，实现了智能化测试标准。该智能化检测程序仅通过盘号就能给出相应的测试方法，这种方便快捷的测试程序为生产大大提升了效率的同时还保证了测试的准确性。

质量精准追溯

通过 WMS 系统、ERP 系统、MES 系统的全面运行，搭建产品全生命

周期的质量信息追溯平台，对制造原材料及关键辅材进行全过程管理，实现全流程光纤产品检测数据的实时监控，及产品生产环节追溯与销售流向追溯等功能。

产品采用条形码记录系统，产品的生产信息、检测信息、质量信息、发货信息等都记录在特有的条形码中，在任何一个工序，通过扫描盘具上特定的条形码即可获得其所有信息。另外，可通过输入盘号的方式，在系统中进行远程的查询、隔离、发货等操作，实现远程控制。通过产品档案对每个批次产品进行生产过程和使用物料的追溯，应用数据挖掘、性能监控、物联网智能终端等技术设备情况，对产品运行状态远程监控、远程诊断和故障自动分析处理。

2.3.2.4 设备管理

(1) 存在问题

现场设备管理难度大:企业生产现场的设备种类数量繁多，设备使用的计量仪表数据采集功能，相关传感器覆盖需进一步提升，以提升设备运行状态监测数据的完善性，设备稳定运行保障度需进一步提升。部分企业车间生产设备未搭建集控平台，各生产机台需单机管理，需分散配置大量人力，现场设备管理难度大。

设备故障诊断与预测效率低:由于设备运行状态数据缺乏，部分设备故障无法提前进行预警，及时进行诊断，设备故障检修依赖维修人员个人经验能力，维修滞后且维修效率低下。

(2) 改造场景

在线运行监测：通过大量传感器布设或使用带数据采集功能的计量仪表，实现产线设备运行状态实时监测。开发集中控制平台实现车间各产线设备链接，集中控制管理。

设备故障诊断与预测：针对产线设备运行状态实时监测数据，设置合理的报警阈值，可实现设备故障提前预警，及时诊断。

(3) 解决方案

在线运行监测

通过大量传感器、计量仪表等应用，实时监测光纤产品质量和生产设备运行状态，并设定报警阈值，实现产线在线运行监测。另外将整个车间的生产线通过网络设备全部进行联网，搭建集中控制网络平台。集中监控系统上位机采用 Intouch 组态软件，Intouch 与 PLC 间采用 DAserver 进行通讯，与传统的 OPC 通讯方式相比，DAserver 不需要使用第三方软件，直接与 PLC 进行通讯，更加快速、稳定。Intouch 与 SQL 数据库进行连接，产生的数据保存在远程计算机中，PTS 可随时调用 SQL 数据库，实现数据的实时互换，实现产线集中在线运行检测。

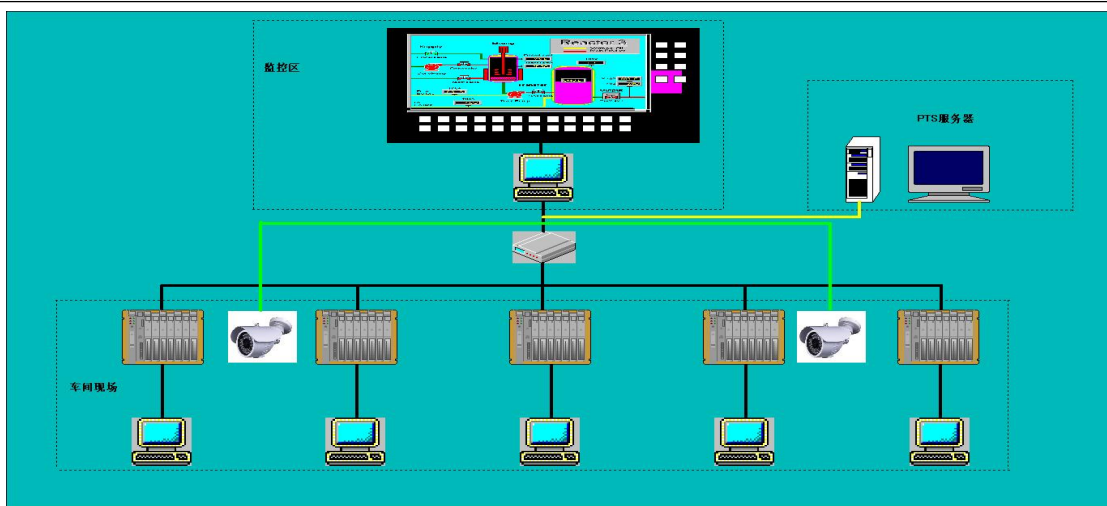


图 37 设备集控网络平台
设备故障诊断与预测

通过大量传感器、计量仪表等应用，实现了大量设备运行状态数据的实时监测，如振动量、循环水温、气体流量、位置变化、管道压力温度等，基于大量历史数据设置合适的报警阈值，可实现设备故障提前预警，及时识别故障，实现维修人员及时维修处理并提升维修效率。

2.3.2.5 安全环保

(1) 存在问题

安全管理薄弱：安全生产永远是光纤制造业的主旋律，原有安全主要依赖公司领导及安全管理部门督促监管，制定完善安全管理制度并加强培训，智能化或数字化技术手段应用相对缺乏。

(2) 改造场景

安全监测系统：在光纤制造现场，采用技术手段加强对生产安全以及环境的在线监测，建立安全监测系统，有效提升安

全管理能力。

(3) 解决方案



2.3.2.6 仓储管理

(1) 存在问题

人工拣货人员能力要求高：随光纤产能扩大，日产出光纤

量增加，同时结合客户发货要求变化，每日拣货种类达数十种之多，对员工的拣货能力要求高。

人工拣货准确度低：光纤以批次号进行管理，存储库位以单盘光纤为一个库位，使存储库位密集，存在大量库位，员工拣货过程中，容易造成挑盘走错道，挑错库位等风险。

人工操作时效性差，影响包装时间：光纤处于日进日出状态，每日上架入库到包装出货时间要求在 8 小时内，则员工在包装操作环节上作业效率要求更高，而员工以新老交叉，员工的拣货效率差异直接影响整体包装流水线节奏，拖慢包装时间。

（2）改造场景

智能拣货：引入电子标签，将仓储 WMS 系统与电子标签连接，形成智能亮灯系统，通过灯控管理指引人员拣货，降低人员对库位的熟悉及提升拣货的效率。

（3）解决方案

智能拣货

引入电子标签，每库位增加电子标签，并建立库位与标签之间对应关系；电子标签与 WMS 系统数据信息链接；结合销售发货需求，建立挑盘数据，通过 WMS 系统产生拣货单，利用电子标签连接 WMS 系统导入智能拣货模块，实现通道库位电子标签闪烁，指引人员按亮灯进行快速拣货。



图 39 智能拣货系统

2.3.2.7 能源管理

(1) 存在问题

能耗数据采集管理难：部分设备年数较长没有数据监控附件，无法做到数据实时记录和查询，数据整理和管理较难，存在易错、易丢失，难查找的情况，部分能耗数据记录无法实时上传外围设备监控中心。

能源设备数据采集分析能力需进一步完善：部分能源设备在实时监控过程中能做到异常报警，不能满足大范围的数据采集需求。存在数据采集效率不高、信息偶发性错误、能耗异常处理滞后等风险。

(2) 改造场景

能耗数据监测：通过安装远程监测设备，可实现对光纤工厂内各生产设备能源损耗情况实时监测，通过软件记录能耗曲

线图，查询异常损耗原因，还可对车间能源使用进行优化处理，实现异地在线对各设备能源信息情况进行监测，并且借助系统的软件功能实现数据曲线记录，原因分析查询等功能，提高了公司的能源使用效率。

能效平衡与优化：依据主生产计划制定对应的能源消耗计划，对能耗进行精细化管理。通过监控系统平台实时监控高耗能设备设施，一旦发现能耗高或者低进行及时检查和检修，及时止损，避免能源浪费现象。

(3) 解决方案

能耗数据监测

通过构建能源管理系统，对高能耗设备的能源消耗进行监测和管理，主要包括供电测量仪表的设计、传输网络的设计、管理平台应用的设计。通过合理能源管理，加强工业节能，提升企业在行业中的核心竞争力。



图 40 水电气能源监控与分析界面平台

能效平衡与优化

要求厂区节能降耗需要建设用能单位能耗在线监测系统，健全能源计

利于生产管理，导致生产效率低下、质量不稳定以及生产周期较长等问题。

光缆行业数字化改造主要涉及质量管控、工艺设计、工厂建设、计划与调度、生产作业、仓储配送、物流、设备管理等环节，通过数字化改造可提高光缆的生产效率和产能利用率，降低了生产成本。并且能及时发现和处理质量问题，降低次品率，提高产品质量。

（1）技术

3.1.1 数据

（1）存在问题

信息系统界面可视化效果单一：行业企业一般都已经具备生产过程监控的相关信息化系统，但部分企业仍存在系统界面单一，数据显示实体关联性较弱，在管理整个数字化企业定位到具体维度时不方便，多采用二维可视化界面等问题。各个系统平台之间数据关系复杂，各类应用系统在发展和使用中面临系统离散、系统缺失和系统僵化等问题，无法实现系统沉浸式管理。

（2）改造场景

数字孪生工厂建设：在各类垂直场景和子系统应用之上，建立横向连接，结合空间数据与系统数据，连接人、设备、系统和数据，满足运营决策、应急调度、日常管理需求。通过

应用 3D 数字孪生技术，通过 5G 网关，结合各类 5G 标识终端对着色、套塑、成缆、护套等工序生产中的各项生产数据进行采集、显示、分析、诊断、维护、控制及优化管理，最终实现生产车间的集中化控制，智能工厂的柔性化生产。

（3）解决方案

数字孪生工厂建设

数据采集：通过 SCADA 系统、5G 网关、PLC 及传感器等实现着色、套塑、成缆、护套等工序设备端生产设备、生产过程、生产工艺、生产质量等实时数据的采集，数据将用于建立数字孪生的基础。

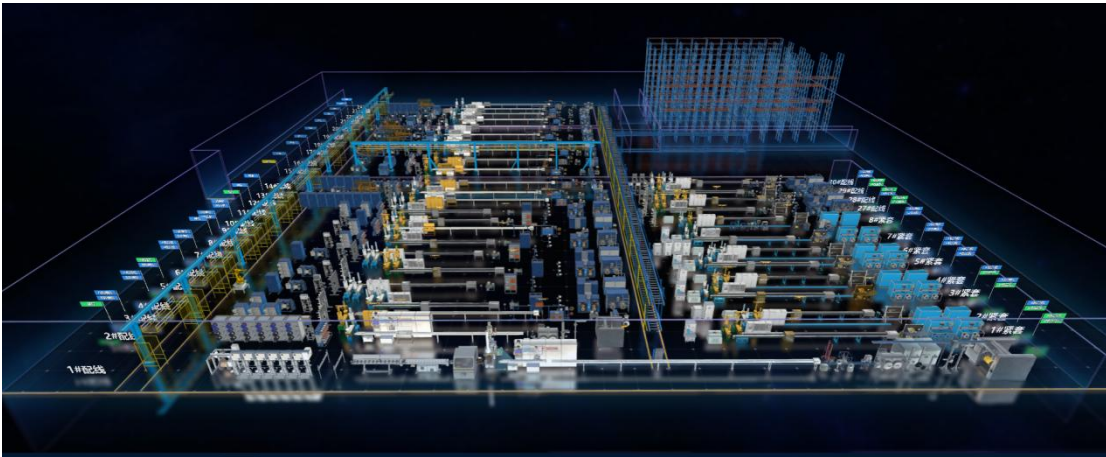


图 43 数字孪生工厂

数据处理与集成：通过工业互联网标识解析全要素集成平台进行标识解析，通过应用平台进行解析后数据的处理和集成，包括数据清洗、数据整合、数据校准等步骤，确保数据的准确性和一致性。

建模与仿真：基于采集到的数据，建立实际工厂设备、设备部件、工艺、质量的数字模型。如 CPK 分析模型、工艺知识模型、设备故障模型等。

实时数据同步：将实际物理对象或系统与数字模型进行实时数据同步。通过 SCADA 系统采集实时数据，并将实时数据反馈到数字模型中，以保持模型与实际状态的一致性。

可视化与交互：为了有效利用 3D 数字孪生，通过 3D 建模技术，搭建与实物映射一致的数字可视化模型，对车间着色、套塑、成缆和护套工序等工序生产过程的运行状况及参数进行集中化的监控，在主画面中对已采集生产的关键运行参数以看板的方式进行展示。通过数字孪生实时追踪订单的所有生产过程，当采集的参数值与标准值不符时触发报警，在监控界面上实时显示。使生产、管理人员能够直观地观察和操作数字孪生模型。

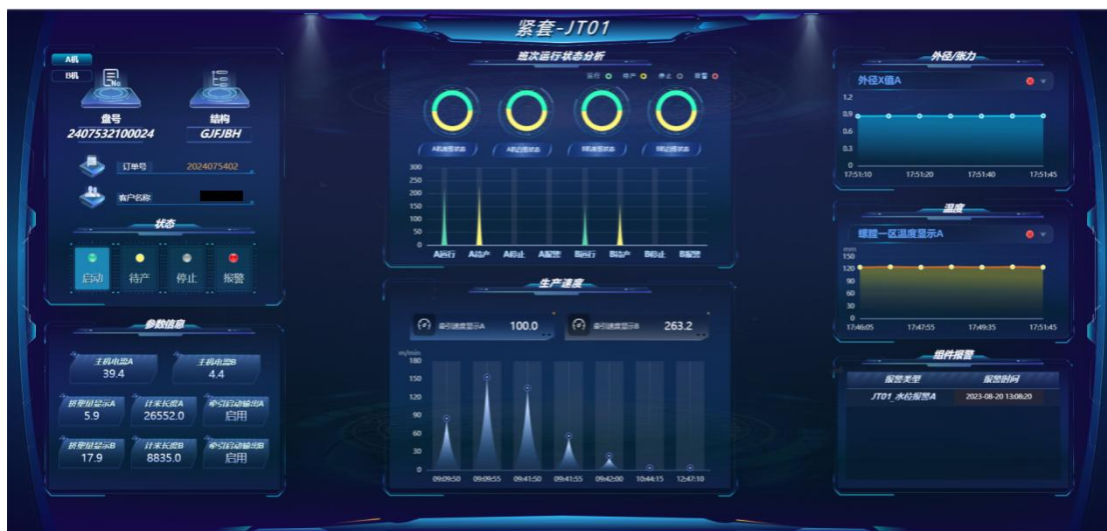


图 44 紧套工序可视化

分析与优化：利用数字孪生模型进行数据分析和优化。通过对模型进行模拟和测试，可以评估生产过程、工艺设计或设备维护等方面不同参数和策略的效果，优化工厂生产过程、发现生产线瓶颈、优化工艺，减

少闲置时间。

解决问题、成效和价值：

数字孪生工厂建设通过物联网、大数据等技术，实时采集并整合工厂内的各类数据，构建一个真实而动态的数字模型。将工厂的生产线、设备、等方面进行统一展示和管理，有效解决了信息孤岛和数据分散的问题。通过实时监测生产设备的运行状态、生产数据、组件报警等关键数据，以及对生产过程的实景模拟和对比，预警潜在故障，方便采取相应的措施进行调整和改进，确保生产线的稳定运行，优化生产流程，减少生产浪费，提高生产效率及产品质量。

3.1.2 集成

(1) 存在问题

全流程全业务数据集成未全覆盖：光缆制造过程涉及着色、套塑、成缆、护套等多个工序，大部分企业具备 ERP、MES、WMS、PLM 等多个信息化系统，主要业务流进行了数据集成，但由于系统种类较多、业务流较多、数据复杂多样，目前大部分企业打通了主业务流，未实现全流程全业务流互通。

(2) 改造场景

工厂数字化设计：利用 SCADA 上传生产数据，实现生产数据管理优化生产流程，减少人工操作和错误，从而提高生产效率和产量。实现采购、研发设计、生产运营、物流发货、服务等全业务流程的数字化、智能化建设。并且以 MES 为核心，基

于仓储管理系统与制造执行系统集成，WMS 实现半自动或自动出入库管理。

(3) 解决方案

工厂数字化设计

设备层展示光缆生产设备、中转物流设备与各类传感器、信息识别器之间的互联关系、信息的传输方式，以及基本的组成部分。

单元层结构中，光缆生产过程按照功能的不同可分为生产设备与物流设备，而在生产设备中又分为室内光缆与室外光缆两个类型。其中，室外光缆的常规工序包含：着色工序、套塑工序、成缆工序、护套工序等；室内光缆的常规工序可分为：紧套工序、配线工序等；物流设备包含立体仓库、输送线等。

车间层将亨通光电工厂所有车间 SCADA 系统连接在一起，实现整个工厂所有信息的采集与监控，并通过网络结构相互之间形成冗余。

企业层亨通光电以 ERP 系统为核心的交互方式。整个生产过程依托 ERP 系统，通过车间层的 MES 系统软件接口，获取生产过程的各类实时信息，再由 ERP 系统通过收集的各类信息进行生产过程中各类资源的调配。

协同层，光缆生产需求按单生产，因此在光缆的整个生产过程中，通过 CRM，SRM 系统对外需要外部供应商与客户信息，对内需要协调内部生产资源协调。

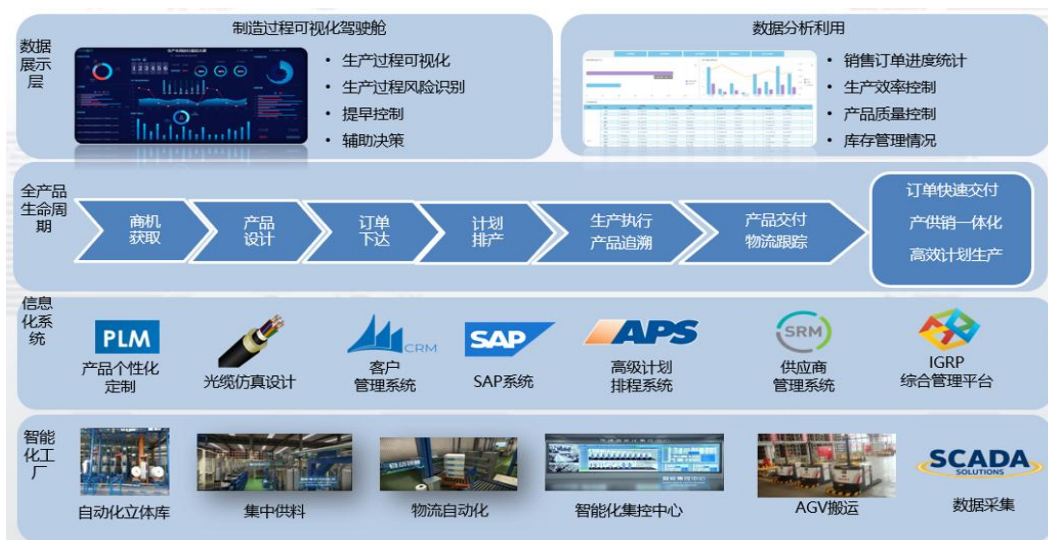


图 45 工厂数字化设计架构

实施 ERP、MES、CRM、SRM、TMS、OA、MES、APS、PM、PLM 等多个系统，实现各大系统间流程和数据的深度集成。将客户关系管理、供应商管理、制造执行管理和办公自动化系统集于一体，实现订单在线获取、供应链平台共享，智能制造、客户与生产实时匹配，提升数字化协同能力。

解决问题、成效和价值：

工厂数字化设计实现全流程全业务数据集成，通过将各系统的数据进行集成和整合，实现数据的互联互通，消除信息孤岛，提高数据的可用性和利用率。并通过数据清洗、转换和标准化等手段，确保了数据的一致性和准确性。解决了信息孤岛、数据不一致性、供应链协同优化以及智能制造等方面的问题。有助于企业基于准确的数据进行决策，提高生产效率和产品质量，节约用人成本。

3.1.3 信息安全

(1) 存在问题

工业网络容易受到外部攻击：通过互联网入侵工业控制系统，从而传播病毒、网络钓鱼等。被攻击会导致工控系统瘫痪、设备数据被篡改、生产停工等严重后果。

(2) 改造场景

网络安全建设：在工业主机进行安全配置和补丁管理，对 USB 接口管控，关闭防火墙高危共享端口、远程桌面等频繁被利用的端口等，并通过 WSUS 下发补丁。

(3) 解决方案

网络安全建设

主体网络架构遵循经典的三层架构方式，办公网络和生产网络都部署于 IT 网络内，采用星型网络架构，办公网络和生产网络通过 ACL、QOS 策略进行逻辑隔离，控制访问。IT 网络建有网络准入系统，验证终端设备，连接到公司局域网的终端设备只有通过身份认证后才能连接至公司的信息系统及网络。核心交换机部署有 IRF2 虚拟化堆叠，健壮主干网络冗余性，保障关键业务传输完整性。所有网络设备均通过 SSH 加密协议或 WEB，实现远程配置。

工控网络独立组网，采用高可用的车间冗余环网架构，IT 网和工控网之间的网关处部署工业防火墙系统、IDS 入侵检测系统等相结合集成，实现多方位的工控网关安全防护，防范外网及办公网非法链接入侵，并管控工控网络的对办公网及服务器网络的正常数据连接。

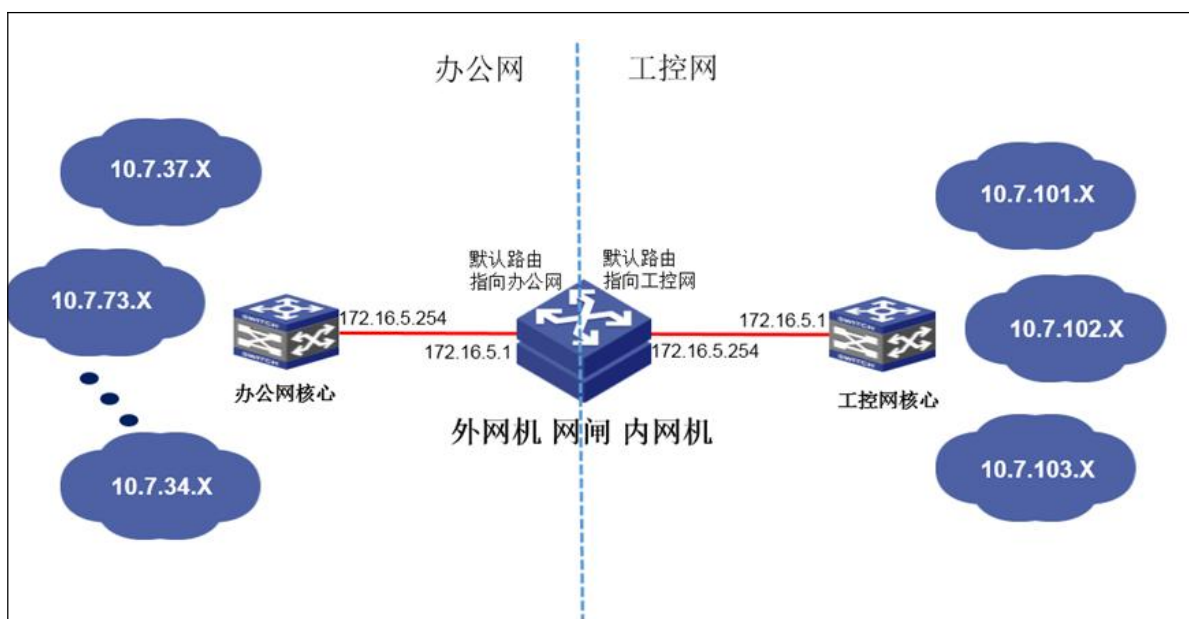


图 46 网络安全建设

解决问题、成效和价值：

网络安全建设通过数据加密、权限控制、防火墙、入侵检测等手段，确保企业数据在存储、传输和处理过程中的安全性和完整性，有效防止数据泄露和非法访问。并通过部署工业防火墙、工业隔离网闸、入侵检测系统等设备，对非法及异常访问行为进行拦截阻断，保障网络边界安全，防范恶意软件的入侵和传播。降低网络安全风险，通过预防事故的发生，为企业节省因事故导致的直接和间接成本。

(2) 资源

3.2.1 装备

1) 存在问题

生产设备过程管理效率较低：光缆生产通常存在较多生产设备，生产设备工作时产生海量数据，需要通过人工整理汇总，大量消耗人力，浪费工作时间。

2) 改造场景

生产设备远程监测：通过设备标识，将着色、套塑、成缆和护套等工序的生产数据上传远程监测平台，使数据可视化，更方便对生产数据监控和整理。

3) 解决方案

生产设备远程监测

采用标识串联对车间着色、套塑、成缆和护套等工序生产过程的运行状况进行集中化的监控。在主画面中可对已采集生产的关键运行参数以看板的方式进行展示。生产状态以工序进行区分并用较明显的方式显示。其中着色工序、并带工序运行状态为启动、停止、报警，套塑工序、成缆工序、护套工序运行状态为生产、待产、报警、停机。展示数据包括生产速度、设备温区温度、挤塑电流等。并且设备报警时在平台对应的报警位置显示报警状态和报警信息，通过单击主监控画面的单台设备，可进入单台设备的详细运行参数及状态的监控画面。



图 47 套塑工序可视化

解决问题、成效和价值：

通过生产设备远程监测,实时了解生产设备的使用情况和生产线的运行状态,从而合理调配资源,提高资源利用率。利用远程监测对生产过程进行远程观察和管理,节约了用人成本,提高了设备问题处理时效性,提升了管理效率。

3.2.2 网络

(1) 存在问题

光缆行业生产需要高度定制化：生产设备位置需要随订单变动，由于生产数据通过网线传输，生产设备切换位置，网线也需要跟随移动，需要大量时间进而影响生产效率。

(2) 改造场景

工厂网络建设：建立工业网络环网结构，同时与办公网络隔离。采用 5G 共享 MEC 数据流不落地的园区网络部署方式，覆盖生产制造、运营管理、运维服务等核心生产环节。

(3) 解决方案

基础网络建设

光缆行业基础网络包含办公网络与工控网络。办公网络需要具备全千兆光纤组网，核心设备实现冗余备份，接入网络实现双链路。在核心层部署新一代核心设备，使用 VRRP 技术，实现多台设备协同工作、不间断维护。工控网络需要全厂区实现工业以太网覆盖、工业无线网络覆盖。支持工业以太网协议,实时性达到毫秒级,最大网络重构时间小于 300ms。

无线快速切换支持 IPCF 框架，最大切换时间 50ms 内。并配以工业以太冗余环网的结构，如果主干环网上的链路发生故障，通过快速生成树协议可快速切换至冗余链路路径以保证网络通畅。

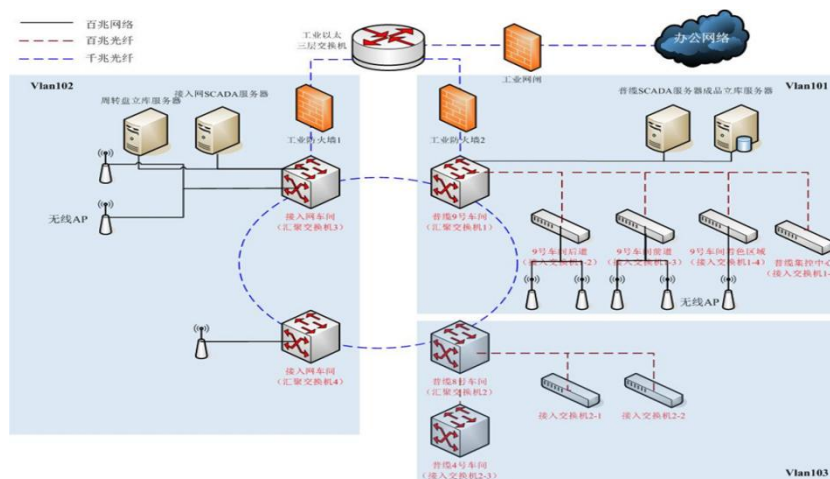


图 48 工业网络架构

全光应用技术

通过 F5G 全光网络技术提升车间的网络实用性，搭建工厂级及车间级网络车间。F5G 网络支持高达对称 10Gbps 的上下行速率，提供更快的数据传输速度，满足工业互联网和数据中心互联等场景对高速网络的需求。F5G 网络能够在减少数据传输的时间延迟的同时，提高网络响应速度，应用于实时性要求较高的场景。网络采用 PON 方案，实现双线冗余，即使一条线路出现故障，也可以自动切换到备用线路，保证网络的连续性和可靠性。相较于传统的有线网络，F5G 网络的建设成本较低且周期短，可以快速部署并进行维护，减少因网络故障带来的停工时间和损失。

5G 连接技术

依托 5G 网络技术，结合 IPV6、工业标识解析等技术，采用 5G 共享

MEC 数据流不落地的园区网络部署方式，采用可主动标识上传网关，覆盖生产制造、运营管理、运维服务等核心生产环节。利用 5G 高带宽低、时延的特性，以排产到班组机台的车间作业计划为主线，实现材料及产品的单盘号流转管理及批次追溯、实现计件工资的自动核算、实现质量管理和设备管理、实现设备运行相关数据的采集和分析。利用 200+PLC 和传感器通过 5G 便捷接入、快速组网和业务稳定运行，通过 5G 对生产设备运行状态和工艺参数实时采集和分析，提前预知设备的异常状态，最小化设备停机的可能。最终实现需求个性化、产品设计模块化、生产柔性化、管理透明化、系统平台化等功能，有效支撑企业数字化转型。

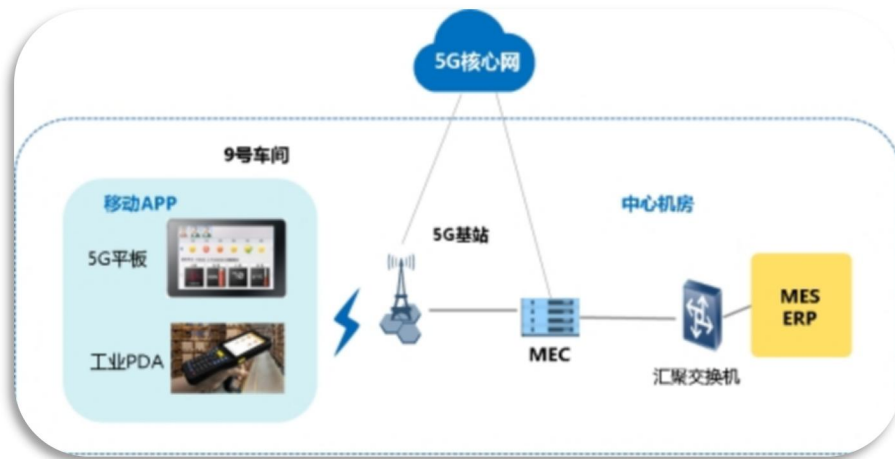


图 49 工厂 5G 网络部署

解决问题、成效和价值：

为企业数转智改提供基础。实现工厂内机器、物品、生产线、信息管理系统和人等生产要素的广泛互联，并通过人、机、物的全面互联，对各类数据进行采集、传输、分析，形成全新的生产制造体系，充分发挥制造装备、工艺和材料的潜能。实现企业内部的信息共享和协同办公，降低企

业的运营成本。支撑企业实现生产过程的自动化和智能化,提高生产效率。

(3) 制造

3.3.1 设计

3.3.1.1 产品设计

(1) 存在问题

设计改动频繁：光缆产品需要高度定制化，样品模板和设计需要频繁改动，以及产品强度、性能需要多次测试，消耗大量人力和物料成本。

(2) 改造场景

光缆辅助设计系统：利用光缆产品组件的标准库，套用预存产品设计模板，并在系统中模拟测试产品性能及强度，使产品设计方便快捷。

(3) 解决方案

光缆辅助设计系统

光缆辅助设计系统集成设计与计算于一体,在系统中建立光缆产品组件的标准库及典型产品设计知识库,产品设计时即可进行匹配和引用,智能快速完成通用光缆产品设计,简化光缆的设计数据管理及计算快速绘制CAD结构图。提供光缆结构类型,材料以及标准规范,根据光缆结构图一键生成结构尺寸表、物料用量表、性能参数表。进行载流量的计算并生成计算书。

在系统中通过将光缆中所涉及到的原材料进行化学组分分析、组分间交互作用解析等分析,同时进行燃烧模拟建模,实现原材料对光缆阻燃性

能的测试，使得在设计光缆时能够提供充分的设计依据。并将产品的设计信息、生产信息、检验信息、运维信息等集成于产品的数字化模型中，实现基于模型的产品数据归档管理。

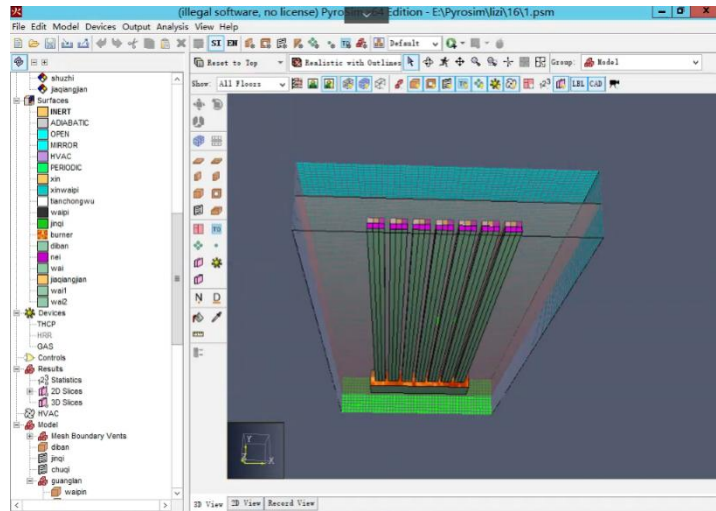


图 50 光缆产品设计系统

解决问题、成效和价值：

光缆辅助设计系统能够根据用户需求和现场条件，优化光缆的设计方案，提高光缆的耐用性和使用寿命。提高光缆设计质量、缩短产品开发周期、降低产品成本。以及优化光缆的生产流程，提高生产效率，缩短研发周期，降低产品制造过程中浪费。

3.3.1.2 工艺设计

(1) 存在问题

原材料品种繁多，难以通过信息化实现复杂的工艺设计：光纤光缆产品与市场结合紧密，产品将直接面向客户，具有高性能、高安全性的消费需求，要求有很强的市场应变机制。应

用原材料品种繁多，选用不同材料将会直接影响到光纤光缆产品的相关性能。

(2) 改造场景

工艺数字化设计：基于基础工艺参数知识库的工艺数字化设计，建立工艺设计管理功能，实现工艺设计文档的结构化管理，同时通过校验、审核提高工艺设计的准确性，做到有据可查。另外建立工艺基础知识库，对于不同的产品，根据产品要求、设备性能等资源，生成不同工艺参数信息并上传系统中，生产时系统系统可根据产品结构自动匹配生产工艺信息并下发到设备中，保障生产工艺快速、准确。

(3) 解决方案

工艺数字化设计

在 MES 系统中建立工艺文档设计功能，首先建立工艺文档标准模板，通过产品分类、特性等要求，按照产品标准设计建立不同版本的设计模板，在新订单下达后，设计人员可按照产品要求，选择对应的模板进行快速设计。

识的录入、维护都做了校对、审核的权限管理，同时每次更新都会记录历史版本用于追溯、对比分析，确保工艺基础知识库的准确性和有效性。

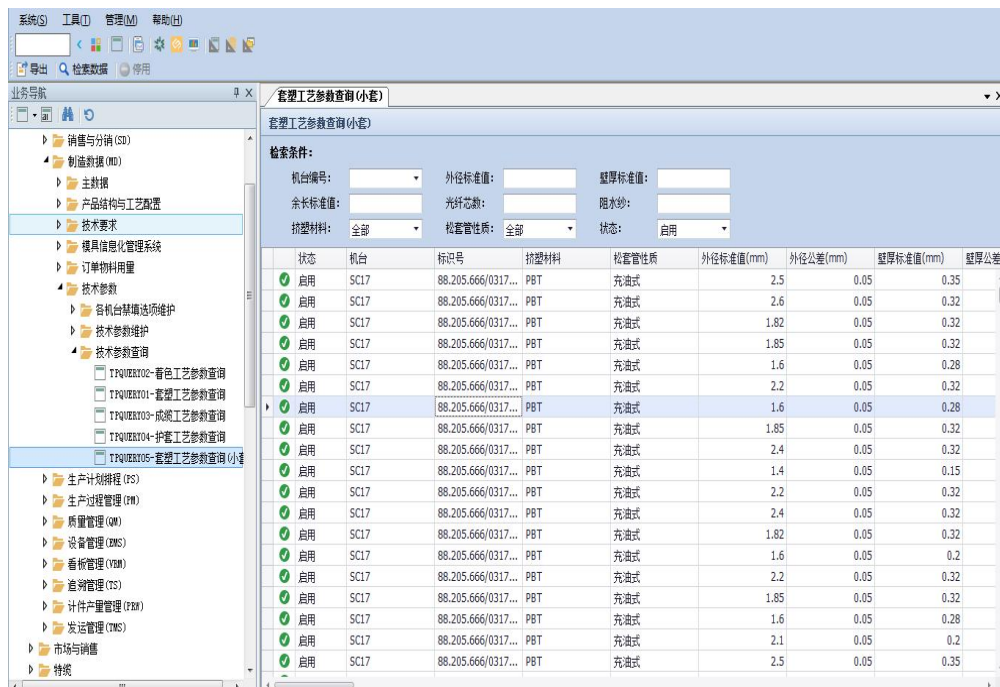


图 53 工艺参数基础知识库

产品在 MES 系统中进行开工时，会根据订单规格信息，从基础知识库中匹配对应的工艺信息，然后将取到的信息通过接口同步到 SCADA 数采服务器，再发送到机台上。通过参数下发到机台后，可将产品的温度、速度等信息直接下发到机台上，其他扎纱张力、排线节距等信息会显示在机台界面上，方便员工快速查询产品工艺生产参数信息。

生产技术要求										工艺参数				
料号	规格材料	PBT			总长公差	公差式	300.0	物料重量 (kg)	0.0	收线张力 (N)	10.0			
外径公差	外径公差 (mm)	2.00	壁厚公差 (mm)	0.20	全长公差 (mm)	0.30	43.5	物料重量系数	0.0	收线张力 (N)	10.0			
壁厚公差	壁厚公差 (mm)	0.05	壁厚公差 (mm)	0.02	全长公差 (mm)	0.30	5.6	物料重量系数	100.0	收线张力 (N)	9.0			
工模模具							物料重量 (kg)	0.0	物料重量系数	23.0	收线张力 (N)	10.0		
规格	模宽 (mm)	0.20	模宽 (mm)	模宽 (mm)	模宽入口 (mm)	1.40	物料重量 (kg)	14.0	物料重量系数	0.0	收线张力 (N)	11.0		
	模宽 (mm)	4.20			模宽出口 (mm)	1.70	物料重量 (kg)	9.0	物料重量系数	0.0	收线张力 (N)	10.0		
规格	模宽 (mm)	2.50	模宽 (mm)	模宽 (mm)	过线针管 (mm)	0.05	物料重量 (kg)	3.0	物料重量系数	0.0	收线张力 (N)	9.0		
					过线针管 (mm)	0.05	其他注意事项							
工艺温度控制														
原料温度 (°C)	190.0													
料筒温度 (°C)	料筒1	料筒2	料筒3	料筒4	料筒5	料筒6	料筒7	料筒8	料筒9	料筒10	料筒11			
料筒1	245.0	245.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0			
料筒2	250.0	250.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0			
料筒3	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0			
料筒4	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0	255.0			

图 54 产线工艺智能适配界面

基础知识库中匹配对应的工艺信息，然后将取到的信息通过接口同步到 SCADA 数采服务器，再发送到机台上。通过参数下发到机台后，可将产品的温度、速度等信息直接下发到机台上，其他扎纱张力、排线节距等信息会显示在机台界面上，方便员工快速查询产品工艺生产参数信息。

解决问题、成效和价值：

基于基础工艺参数知识库的工艺数字化设计，建立工艺设计管理功能，实现工艺设计文档的结构化管理，同时通过校验、审核提高工艺设计的准确性，做到有据可查。解决了原材料品种繁多，导致员工需要查询不同工艺参数信息，工作效率低下的问题。并通过对工艺参数进行优化，减少材料浪费、降低能源消耗，并提高设备的利用率。实现贯通销售、研发、工艺、制造、仓储物流等全要素信息流与业务流。实现着色、套塑、成缆、护套生产过程自动调用工艺配方，标识产品智能化生产，提升生产人员工

作效率，降低产品不良品率，减少质量事故损失。

3.3.2 生产

3.3.2.1 采购

(1) 存在问题

供应链库存管理困难：供应链库存种类较多，库存水平难以控制，与供应商对接信息不及时，增加了采购的不及时与不确定性，提高了采购成本。

(2) 改造场景

采购数字协同：将 MES 与 SRM 系统相关联，在订单、生产进度、质量、发货计划、到库等环节 B2B 协同，通过订单、交货、生产、质量等数据的实时交互，打通数据接口，最终实现材料供应的业务贯通。

(3) 解决方案

采购数字协同

基于采购执行、生产消耗和库存等数据，建立采购模型，SRM 信息记录直接传 MES（物料对到供应商周期内的采购信息记录），由 MES 计算标期内的采购周期、最小批量取值（采购周期= \sum 供应商中标比例* 供应商的采购周期；最小批量=物料对应的供应商中最小的批量值）。

SRM 向 MES 传递信息包括：标期区间、物料、供应商、配额比例、最小采购批量、采购周期。通过采集以上信息可实现供应商开发、采购寻源过程的可视化管理，实现正式供应商的集中管理。并且实现对供应商门户、供应商准入、采购寻源、采购比价、招投标管理、竞价、采购合同管理，以及支撑这些业务的基础数据管理和系统基础设置管理。

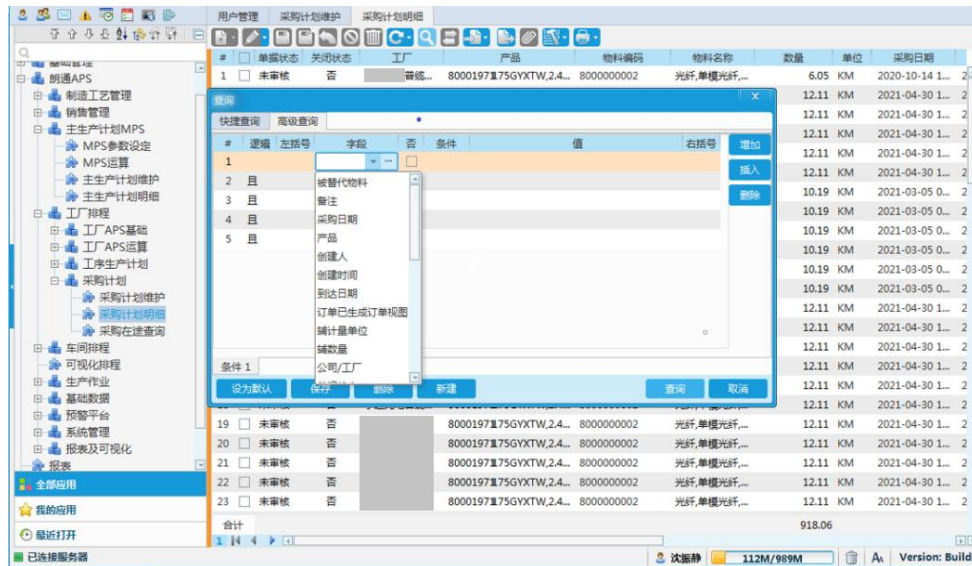


图 55 采购系统

解决问题、成效和价值：

采购系统提供了实时、透明的采购信息，使企业可以全面了解采购订

单的执行情况、采购单价的变化趋势等关键信息。解决了采购信息不透明、供应商管理困难等问题。通过数字化方式提高采购协作和沟通效果，避免了传统采购流程中因信息报告不准确、时间不同步等导致的各种问题。采购系统实现自动化采购流程，并与其他系统集成，降低用人成本，提高采购到货及时率。

3.3.2.2 计划与调度

(1) 存在问题

工厂排产需要投入较多人力成本：传统的 MES 计划排产仅能满足基本的排产需求，对于大量个性化定制的需求，无法通过系统有效地将产能、库存信息、工艺路线相结合，特殊情况下无法做到快速成组，需要投入较多人力成本。

(2) 改造场景

工厂智能排产：建立 APS 高级排程系统，与 MES 系统进行集成，将销售订单经过评审后同步至 APS 系统，在 APS 系统中根据订单生成主生产计划。根据制造 BOM、设备产能、交货周期、物料库存、在库采购订单等关键因素，通过工厂排程生成各工序的排产计划，同时再通过车间排程，将各工序的

计划分解成日计划，以此指导各部门人员进行排产、生产。

(3) 解决方案

基于 APS 系统的工厂智能排产

搭建 APS 高级排程系统，首先建立关键因素基础数据维护功能，将影响排产的设备、物料、安全库存、工艺路线等信息录入 APS 系统，通过维护的基础数据以及订单的交货周期、BOM 等要素开展生产能力运算。

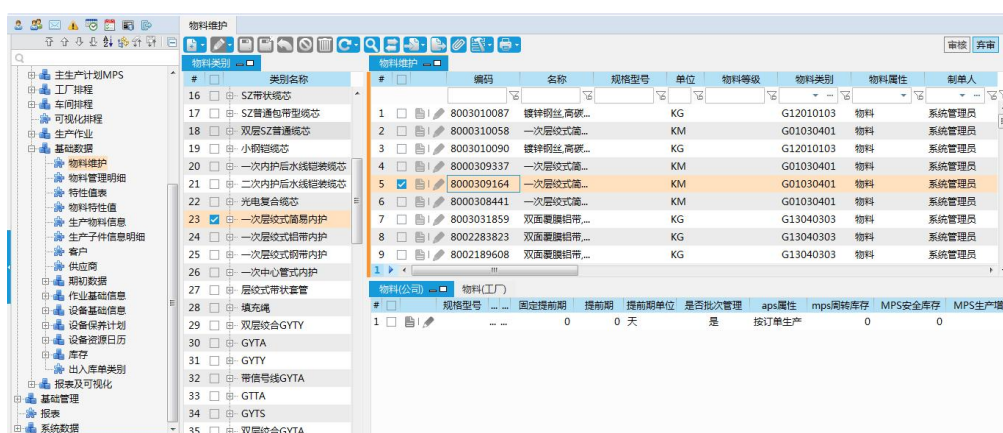


图 56 物料维护

APS 系统获取销售订单信息后,考虑上道工序库存及已经下达工单情况、原材料情况、人工工组情况、设备情况等因素,先通过工厂排程生产车间计划,再通过车间生产计划作为车间排程的源头,根据预设的车间排程的参数,按照各车间/工作中心进行自动排程。根据运算的结果生成机台生产计划,红色标识,表示无法完成。

#	关闭状态	状态	提交	锁定	工厂	工序	制单日期	制单人	来源	计划部门
1	否	未审核	否	否		套缝工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
2	否	未审核	否	否		二次成缝	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
3	否	未审核	否	否		加强件工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
4	否	未审核	否	否		内护工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
5	否	未审核	否	否		成缝工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
6	否	未审核	否	否		着色工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
7	否	未审核	否	否		并带工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
8	否	未审核	是	否		外护工序	2023-09-05 14:26	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
9	否	未审核	否	否		套缝工序	2023-09-04 21:47	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
10	否	未审核	否	否		成缝工序	2023-09-04 21:47	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
11	否	未审核	否	否		着色工序	2023-09-04 21:47	施亚芳	计划自动生成	订单交付部
12	否	未审核	是	否		外护工序	2023-09-04 21:47	施亚芳	计划自动生成	订单交付部

图 57 工厂排程

生成生产工单后，当单个工序出现异常时自动预警，并通过系统自动进行工序优化，同时也允许人工调整，如生成生产工单时，可查询到设备状态、模具状态、订单占用状态等，利用设备管理的资源日历，有针对性的调整计划安排，快速响应车间异常，提高排产效率。

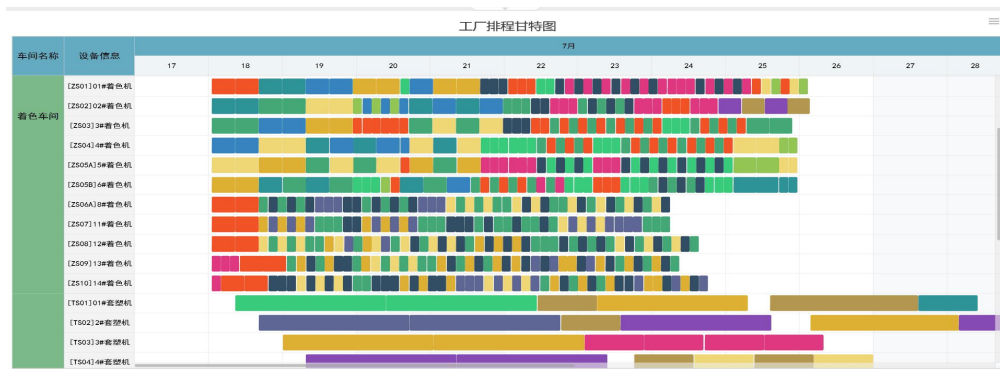


图 58 订单排程甘特图

解决问题、成效和价值：

智能排产 APS 系统，结合 MES 生产管理系统，解决人工排产效率低、设备资源利用率低、物料计划与生产计划脱节、生产计划执行率低、库存积压等相关问题，提升准时交付率，提高设备有效利用率，降低在制品库存。

3.3.2.3 生产作业

(1) 存在问题

产品质量全面深入管控难：光缆行业在质量管控时，针对原材料供应的不稳定导致光缆制造过程中材料质量波动，难以确保一致的质量水平。并且光缆原材料具有不稳定性，容易产生质量波动，难以进行在线监测，有时可能无法第一时间发现并响应质量问题，造成因质量问题的成本损耗。

质量数据难以精准追溯：质量追溯过程中，产品信息与原材料需进行录入、绑定信息，且质量检测信息各模块相对独立，需要统一的平台进行核查，通过统一的质量管理平台进行产品盘号快速、准确追溯。

(2) 改造场景

智能在线检测：在 MES 系统建立原材料及过程检验功能，同时建立数字化检测设备，通过 MES 系统及检测设备的智能化集成，实现从研发、采购、生产、销售等整个生命周期各个方面的检验数据的录入、采集。

质量精准追溯：MES 系统搭建开工模块，通过产品开工时系统记录使用的原材料批次号，并在入库后将相关产品信息上传标识解析平台，基于大数据分析，提升产品质量，实现生产过程中原材料、半成品和成品的质量信息可追溯。

(3) 解决方案

智能在线检测

在 MES 系统中建立各工序过程检验，各道工序生产完成后，都需要进行质量检测，在系统中创建检验单，完成创建后系统自动带出相关的产品生产信息如盘号、原材料、客户等信息，检测时根据相关订单产品要求及检测标准进行质量审核，并进行判定，若判定合格则进行入库并流入下一道工序，若判定不合格，则需要质量小组进行不合格判定，分析不合格原因并制定处理措施。

检验单号	检验类型	是否入库	是否漏检	物料盘号	物理盘号	物料信息	检验标准	芯数	套管外径(mm)
PLY230905000432	WGY	已出库	是	2409003800012	217	层绞式普通套管,2.4,6,8...	GD81/BQ-0007A	6	2.45
PLY230905000447	WGY	入库		2405518100922	470	中心管式普通套管,2,6,8...	GD81/BQ-0007A	6	2.0
PLY230905000205	WGY	已出库		2408058100231	096	层绞式普通套管,2,8,12...	GD81/BQ-0007A	12	2.84
PLY230905000224	WGY	入库		2408550500056	463	中心管式普通套管,1,7,1...	GD81/BQ-0007A	12	1.72
PLY230905000328	WGY	入库		2408553600044	1122	层绞式普通套管,2,4,12...	GD81/BQ-0007A	12	2.38
PLY230905000330	WGY	已出库	是	2409003800003	450	层绞式普通套管,2,4,6,8...	GD81/BQ-0007A	6	2.44
PLY230905000201	WGY	已出库	是	2409003800001	515	层绞式普通套管,2,4,6,8...	GD81/BQ-0007A	6	2.45
PLY230905000242	WGY	入库		2409003400020	475	层绞式普通套管,1.85,6...	GD81/BQ-0007A	6	1.84
PLY230905000449	WGY	入库		2312504500203	376	层绞式普通套管,1.8,4,8...	GD81/BQ-0007A	4	1.8
PLY230905000502	WGY	入库		2312504500202	626	层绞式普通套管,1.8,4,8...	GD81/BQ-0007A	4	1.82
PLY230905000336	WGY	入库		2409003400003	070	层绞式普通套管,1.85,6...	GD81/BO-0007A	6	1.84

光纤序号	光纤盘号	带号	套管颜色	光纤颜色	检验结果	1550衰减系数(dB/...
1	AD12851-99-01	1		蓝	✓	0.185
2	AD12851-52-01	1		橙	✓	0.186
3	AD12851-20-01	1		绿	✓	0.193
4	AD12851-37-01	1		棕	✓	0.186
5	AD12851-75-01	1		灰	✓	0.185
6	AD12851-11-01	1		白	✓	0.196
7	AD12851-296-01	1		红	✓	0.192

图 59 工序检验

通过成缆节距检测仪、表面缺陷检测仪、在线张力监控、CPK 大数据可视化平台等检测设备、系统，实现生产过程中关键工序指标的数据采集，并进行自动分析检测，针对异常情况进行趋势分析及预警。



图 60 CPK 可视化平台
质量精准追溯

在 MES 系统中建立原材料抽检功能，制定检测标准，原材料到货后，由仓库在系统中进行来料登记，登记时需录入原材料批次号、数量、厂家自检报告等，检测人员接收到材料信息后，按照制定的检测标准进行样品抽检，检测完毕后根据检测结果系统自动判定是否合格，若不合格将进行二次抽检，若二次抽检仍不合格，将进行材料退货，保证原材料质量合规性。



图 61 原材料检测

产品生产过程中，录入使用的原材料批次，产品完工入库后通过MES系统上传标识解析平台，用户通过扫描成品二维码标签，可以追溯到各工序半成品的盘号及原材料信息，通过原材料批次号可追溯原材料的质检情况，实现产品质量的精准追溯。



图 62 产品追溯

解决问题、成效和价值：

质量在线监测通过实时监测生产线上的产品质量,及时发现并解决质量问题,优化生产流程,降低生产成本,有效减少不良品的产生。质量追溯系统确保原材料来源可追溯,协助管理人员快速查清原材料质量问题并采取改进措施。提升产品质量,优化生产流程、工艺,提高原材料质量合规性,降低质量管理成本。

3.3.2.4 设备管理

(1) 存在问题

设备管理难度大: 光缆行业龙头及部分企业在设备管理过程中通常通过各类设备管理系统进行对设备的有效管理,但由于装备智能化程度的局限性,自动化程度不像汽车等全流程型企业,数据源获取、追溯管理困难,数据维护和管理较难、运维成本较大。

设备运维分析执行效率低: 设备点巡检、保养缺乏统一、可量化的标准,过程中通过目测,执行效率、准确性、工作质量、效率难以统计,不便于管理考核。报修等工单执行情况依靠人工催单,定期维护保养也无到期提醒,靠查询纸质记录或者经验判断。

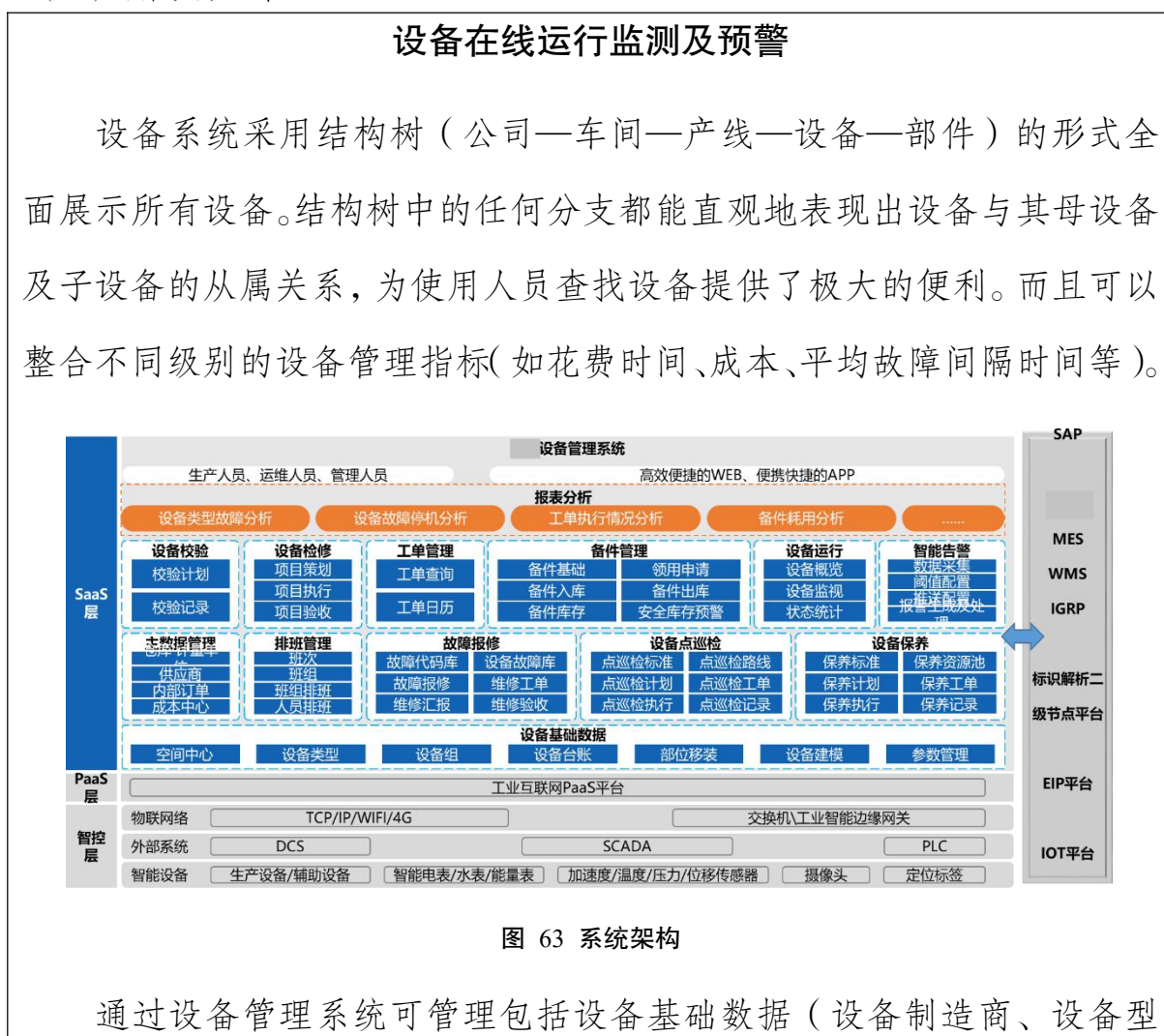
(2) 改造场景

设备在线运行监测及预警: 通过数据实时采集,实现对生产设备关键数据、指标数据、运行状态的实时监测,并通过设备运行管理模块,对设备运行过程中的异常进行预警,进行设

备可视化实时监视、报警管理。

设备运维分析：设备系统中通过设备树结构台账、设备报修及维修管理、设备周期性和临时性保养管理、设备点巡管理、设备校验管理、设备标识码管理、设备实时在线监视等。可基于 iOS 系统的移动终端 APP 及安卓系统移动终端 APP, 通过扫描二维码，实现设备状态巡检、维护工单、设备报修、备件申领、报表查看、消息推送等功能。

(3) 解决方案



号、设备序列号、物料清单、供应商、投运时间、采购合同等）、设备资料附件（设备图纸、安装说明书、设备图片、软件等以及版本管理）、设备运行数据（设备巡检维护记录、实时运行数据）、设备知识库（故障代码、维护指导、故障原因及解决），在设备生命周期中均可以查找与之相关的设备信息。并且可定义各种设备维护工作（设备巡检、设备定期保养、设备大修、设备校验），系统自动生成每日维护工单及报表。将设备巡检记录、设备维护记录、设备实时运行数据、耗材更换周期、重要部件的更换记录等信息进行分析，自动生成维护工单。

设备序号	所属工厂	设备部编码	设备名称	规格型号	ABC分类	设备用途分类	设备类型	设备组	使用状态	设备用途	安装位置	操作
88.205.666/A00 0A00101065	常州输入网单 业联工厂	GD-SC-PX084	32#配线	65机	A类	生产制造设备类	配线产线	配线	使用中	外护	13#车间	🔍 📄 🔄
88.205.666/A00 0A00101088	常州输入网单 业联工厂	GD-SC-PX099	38#配线	90机	A类	生产制造设备类	配线产线	配线	使用中	外护	4#车间	🔍 📄 🔄
88.205.666/A00 0A00101087	常州输入网单 业联工厂	GD-SC-PX098	37#配线	90机	A类	生产制造设备类	配线产线	配线	使用中	外护	4#车间	🔍 📄 🔄
88.205.666/A00 0A00201100003	常州工厂	GD-SC-SZ019	19#成磁	成磁机	B类	生产制造设备类	成磁产线 (海外)		使用中	成磁	9#车间	🔍 📄 🔄
88.205.666/A00 0A00101023	常州输入网单 业联工厂	GD-SC-PX001	1#配线	60机	A类	生产制造设备类	配线产线	配线	使用中	外护	3#车间	🔍 📄 🔄
88.205.666/A00 0A00201095	常州工厂	GD-SC-SH038	38#护卷	护卷机	B类	生产制造设备类	护卷产线	护卷	使用中	护卷	8#车间	🔍 📄 🔄
88.205.666/A00 0A00201017	常州工厂	GD-SC-CL010	10#着色	单头着色	B类	生产制造设备类	着色产线	着色	使用中	着色	9#车间	🔍 📄 🔄

图 64 设备台账
设备运维分析

通过设备管理系统对关键设备或核心设备建立数字工位，实时监控设备运行状况。当数据超过运行标准的标准值时，系统便可及时触发报警并形成维护工单。并且还具有开机预判宕机风险功能，降低生产线宕机的风险和频率。根据不同类型的工作（如检修、巡检、保养、改进、故障报修等），还可以简单方便的创建工单，并对工单的提报、接受、安排、确



图 66 知识库查询

通过与 WMS 系统交互，检索备件库存、供应商、位置等信息，并将备件消耗自动关联至设备、形成设备和备件的双向关联并支持交叉查询。并支持对备件库存的按条件查询和统计，并支持报表导出。还可以对设备管理系统中的数据进行统计分析，监控设备管理情况，形成各种分析报表，包括人员维修次数工时，设备维修次数，备件用量，设备平均故障修复实际 MTTR，设备平均故障间隔 MTBF，设备利用率、设备稼动率和设备完好率。

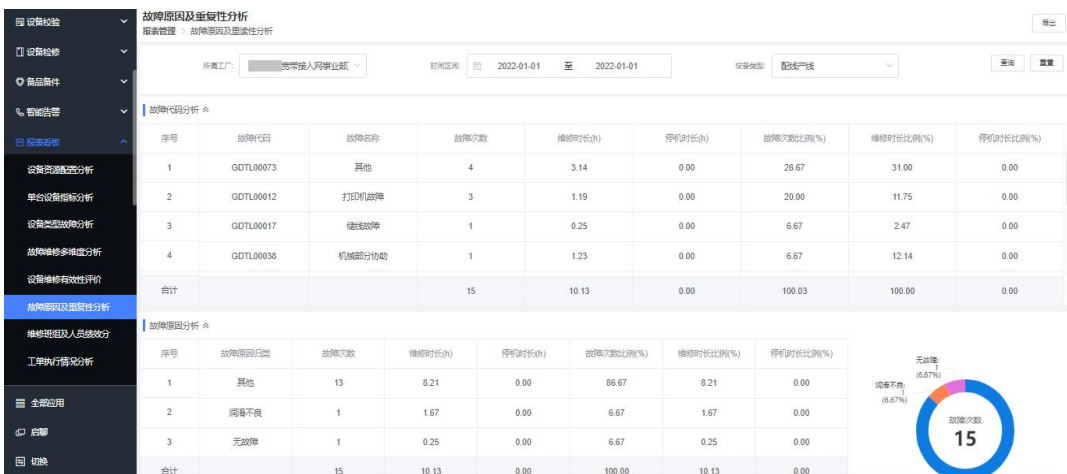


图 67 故障分析

解决问题、成效和价值：

通过对设备的实时监控和数据分析，及时发现设备的潜在问题，制定针对性的维护计划，降低了维护难度，解决数据源获取、追溯管理困难，数据维护和管理较难、运维成本较大等问题。通过设备知识库提升设备专业技术人员能力水平，降低设备维修成本，提高设备利用率，优化设备资源配置。

3.3.2.5 安全环保

(1) 存在问题

生产环境数据获取困难：光缆行业生产过程中，设备通常会在高温状态下运行，温度、湿度、废气等实时工况数据获取困难，异常报警不易及时感知。

(2) 改造场景

环境监控：将工业互联网、物联网等先进技术应用到温湿度以及废气监督管理业务中，通过感知数据的统一集中管理，对企业生产工艺进行风险监测预警。

(3) 解决方案

环境监控

工厂环境管理通过环境实时监测系统，实现独立温湿度监控或远程温湿度监控和生产废气进行监测。主要包括温湿度监测系统和废气监测系统。

温、湿度实时监测系统能同时对大面积的多点温度、湿度、焦油与多粉尘的恶劣监测环境进行监测，通过环境实时监测系统将车间温度全年控

制在 23 度、湿度控制在 40%~60%、对外正压控制为 10pa，并确保温湿度控制在精确范围内。

废气监测系统能够连续监测有组织环境空气中的 VOCs、HCL 等气体。并将数据传输到云端服务器上进行数据存储与分析，输出打印曲线、图形、数据等多种形式的报表。

环境监测系统通过温湿度传感器以及气体监测装置对车间内各区域废气进行实时监控，一旦出现温湿度偏差或废气超标即出现报警、系统立即自动调整。



图 68 工厂环境管理系统

解决问题、成效和价值：

环境监控系统实现对工厂运行环境的安全健康监测和预测分析，助力企业提升安全管理信息化、智能化水平，实时获取工厂环境数据并设置预警机制，及时发现异常情况并采取措施，从而及时发现并处理潜在的安全问题，避免潜在的安全风险。减少污染排放，降低环保成本。

3.3.2.6 仓储管理

(1) 存在问题

仓储信息管理难：目前虽然光缆行业大部分企业已构建了仓储自动化物流装备及系统，但由于成品盘具多样化，在原料、半成品、成品仓储流转过程中，仍依赖部分人工操作，仓储信息管理难。

库位人工管理需要优化：仓储入储、倒垛、出库计划以人工在系统制定为主，可进行进一步优化，提升效率。由于老厂房库存位置和货架布局局限性，导致空间浪费和不必要的成本增加。

(2) 改造场景

智能仓储：搭建智能立体仓储系统、WMS 系统，为半成品、成品盘具增加标识，实现一物一码的统一标准化管理，采用智能化立体仓库、自动传输线、平面立体库，通过算法通过实际库存、半成品、订单紧急程度、发货时间等现实约束条件，对库存管理进行充分优化，通过对每个盘号的标识码进行分析，给出接近最优解的仓库库位管理方案和存储出入库方案，并且通过机器人（臂）扫描盘具标识号进行上下架，保持存货和半成品的有序疏通，精准配送，提升发货效率。

(3) 解决方案

智能仓储

搭建智能立体仓储系统，结合机械技术、计算机软工技术、电气

通讯技术、标识解析等技术，对产品流动信息进行追溯。系统包括智能立体库货架、高速堆垛机、托盘输送线、分拣设备等组成。全套系统集成货架、巷道堆垛机系统及巷道设备（天轨、地轨、滑触线）、输送系统、计算机调度监控系统(WCS)、仓库管理系统(WMS)、SCADA、MES、中控大屏和托盘等。以堆垛机和货架实现布电线多层集中存放，智能化库存记录管理，通过输送线、和拣选设备，实现生产完成的满盘物料入库、空盘出库及发货时的拣选及回库等功能。整个物流仓储过程实现少人化和无人化操作，根据实时信息产生标识号，通过对标识号的跟踪、追溯，提高效率同时避免操作错误。

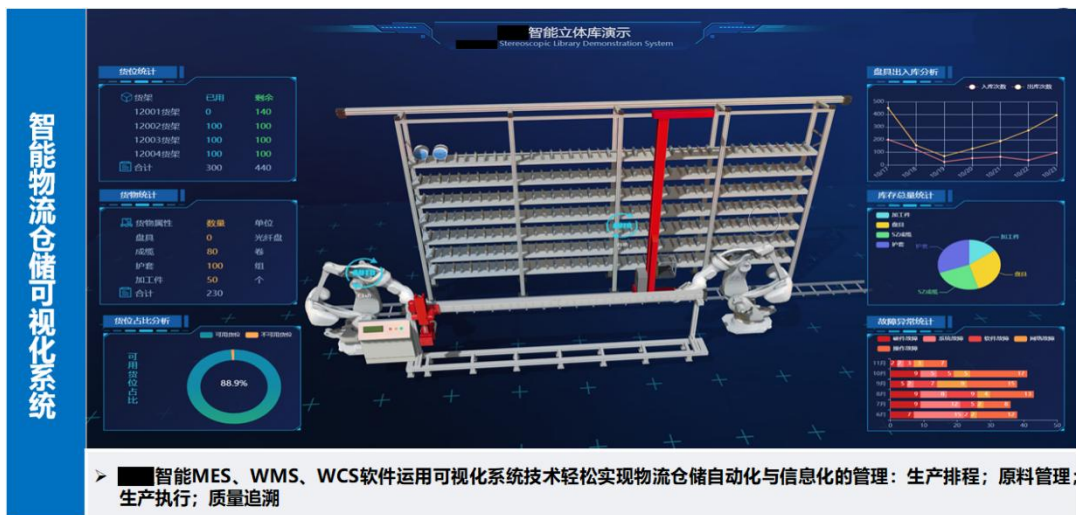


图 69 智能立库演示

使用 5G 桁架运送半成品盘，利用 5G 低延迟高速度的特性，快速响应抓取盘具、运送盘具，实现高空立体机动，全方位无遮挡，高效智能化仓储。地面机柜的主控 PLC 与桁架 PLC，通过 5G 接入，点对点通信，实现桁架运输功能稳定无线运行。



图 70 5G 智能桁架

使用 WMS 仓储管理系统实现物流仓储自动化与信息化的管理：生产排程、原料管理、生产执行、质量追溯。通过生产设备、桁架联网，工控系统与 WMS 的集成，实现桁架与产品、WMS、设备状态信息实时互联，通过标识信息自动判定流转目的地，解决了配送异常导致待料频率高，制造周期长的问题。解决出入库自动化水平低、作业效率低、人工搬运物料作业效率低、配送问题导致待料停机，设备 OEE 低的问题。

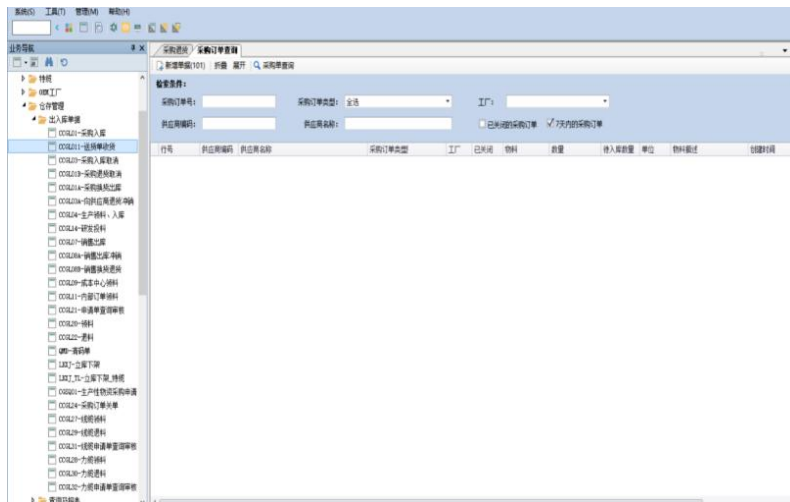


图 71 WMS 采购订单查询

利用自动物流技术，结合标识技术应用，开发完成企业内部立体仓库，赋予每个盘号标识号，降低厂区半成品及成品运输调度时间，提高资源利用率。建立集中管理中心，通过 SCADA 服务端对每个标识号的生产线效率、产量、合格率、速度等重要指标进行分析，并将这些数据形成数据报表，最终为 WMS 系统提供底层数据。

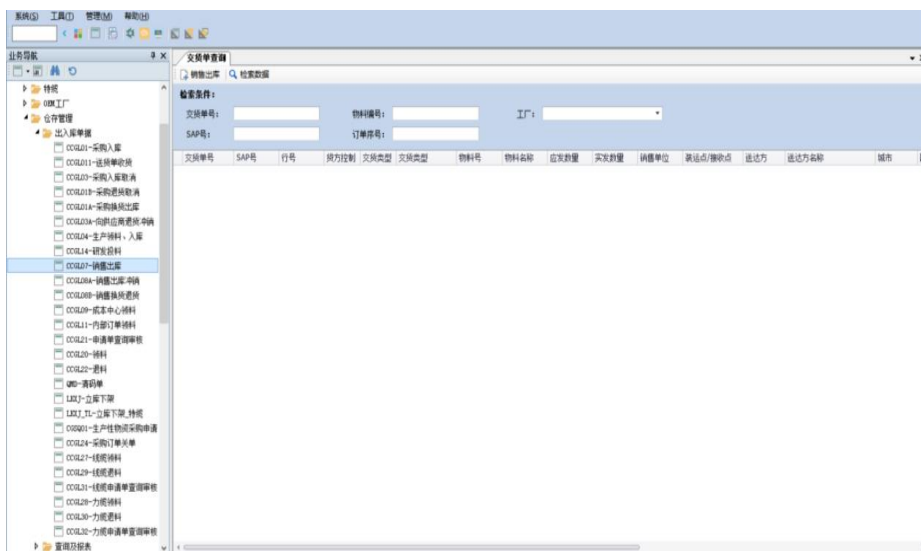


图 72 交货订单查询

解决问题、成效和价值：

智能仓储系统能够更精准地预测需求，解决人工操作、搬运费时费力问题。优化货物存放位置，从而减少积压库存，提高库存周转率。自动化和智能化的仓储系统减少了人工操作，降低了人力成本，节省仓储搬运人工时间，提升半成品、成品出入库效率。

3.3.2.7 能源管理

(1) 存在问题

能耗数据采集监测难：光缆行业由于车间分布广、配电设备多、产线多、计量电表水表分布广泛，安装位置分散，大部分以实现自动数据采集。存在少部分人工数据统计，耗费较大劳动力，且手抄数据易出错，易漏抄，数据抄表后分析整理繁琐，报表等需手动计算生成，影响企业的能耗管理工作效率。

(2) 改造场景

能耗实时监测：能耗实时数据通过图表、图形和仪表盘等形式，可视化的展示，能耗预警，使管理人员可以快速了解能源实时情况、使用趋势、超标情况。

能耗统计分析：能耗数据以每分钟、每小时、每天、每月保存，并获取各机台、各产品的生产产量数据，算出每天每台产线每个品类的能耗情况、单耗情况，并做横向分析对比，为后续节能降耗数据提供有利的数据分析。

能耗预测分析：通过人工智能和大数据技术，实现对未来一段时间内能耗预测，为调度人员提供决策支持。

(3) 解决方案

能耗实时监测

在所有用电设备和用水点安装智能电表、水表等计量单元，通过 4G、5G 信号或其他通讯方式，实现能耗数据实时采集。

根据电表采集的各项用电数据，包括各参数在不同时间段的变化趋

势、报表统计，掌握用电的基本情况。统计并记录电表六类负荷数据，生成描述电力负荷随时间变动的情况的曲线，反映用电的特点和规律。统计冻结电量和尖、峰、平、谷时段的用电关系，生成统计报表。并按不同时间段展示电表示值报表，时段电量统计报表，每日同时段电量报表，相位角/电网频率报表。实现能源的整体监测统计，帮助管理人员全面了解用电情况，更好管理用电需求。

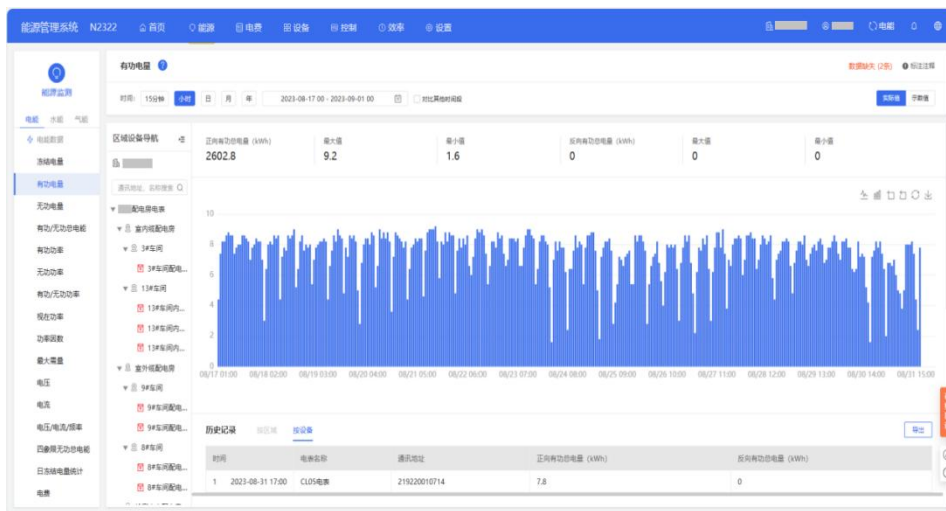


图 73 有功电量监测



图 74 电压/电流/频率监测

能耗统计分析

系统计算基本电费，统计和分析各时段的电费和用电关系，提供决策依据。计算无功罚款的费用，为无功治理提供成本依据。方便企业对用电决策，制定能源消耗优化策略，从而降低能源成本。

统计部门用电、生产线各班次生产的用电量，为班次用能计划制订与生产调度、班次时间调整等提供数据支持。

系统自动计算并显示单品能耗曲线和数据，单耗的趋势变化，为成本核算和生产调整提供依据。

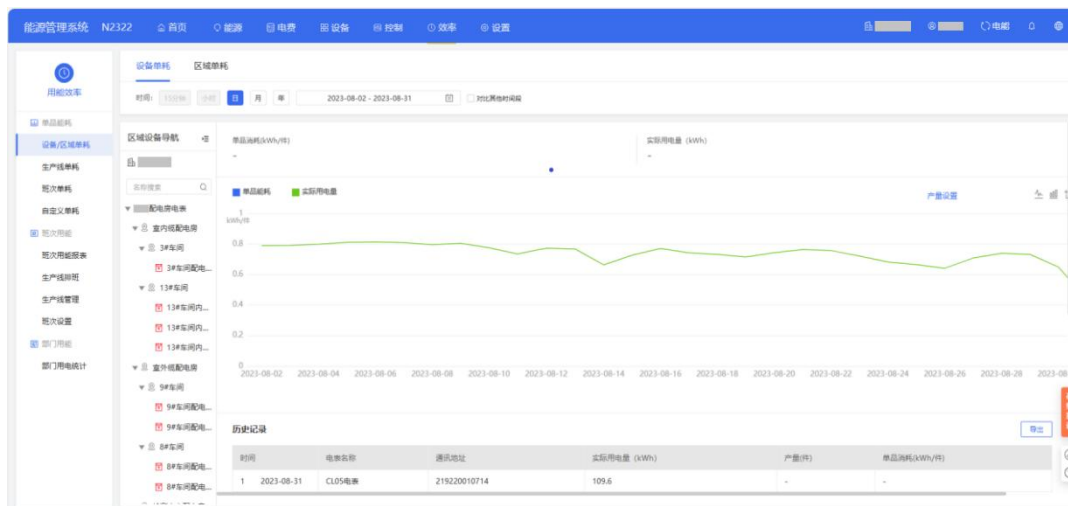


图 75 设备单耗

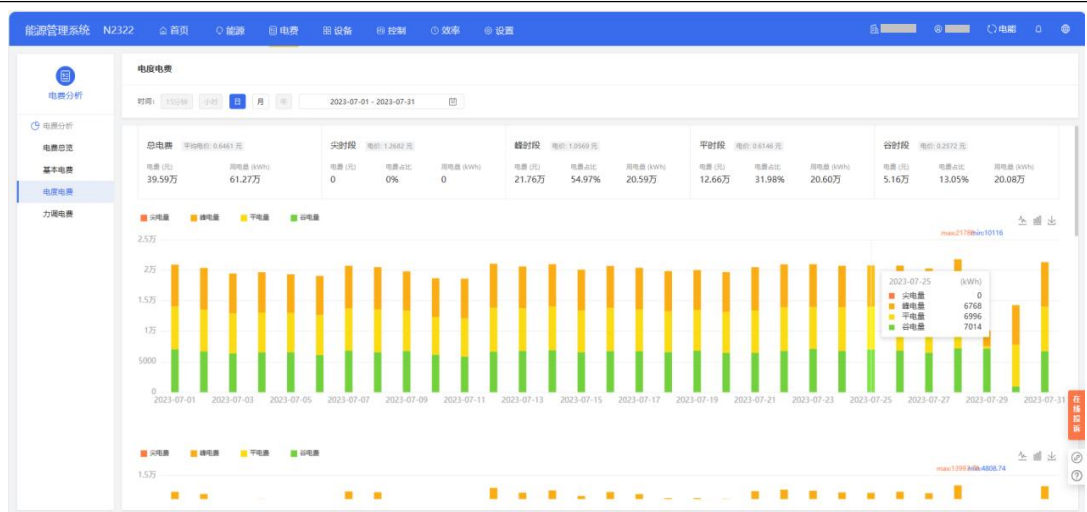


图 76 电度电费

展现电压、电流、功率偏高可能带来的故障因素的统计记录，用于分析设备的安全运行环境，温度辅助功能需要额外增加温度传感器。通过设置状态参数，监测的设备运行、停机、待机、超负荷状态，模拟设备的运行情况，为耗能分析提供支撑。统计线损率，并生成报表，可与指定时间段进行线损率数据对比，找出线损大的节点，减少损失。记录电表、水表、气表不同类型的预警事件，可及时查看或监视设备运行，避免故障发生。



图 77 安全故障分析

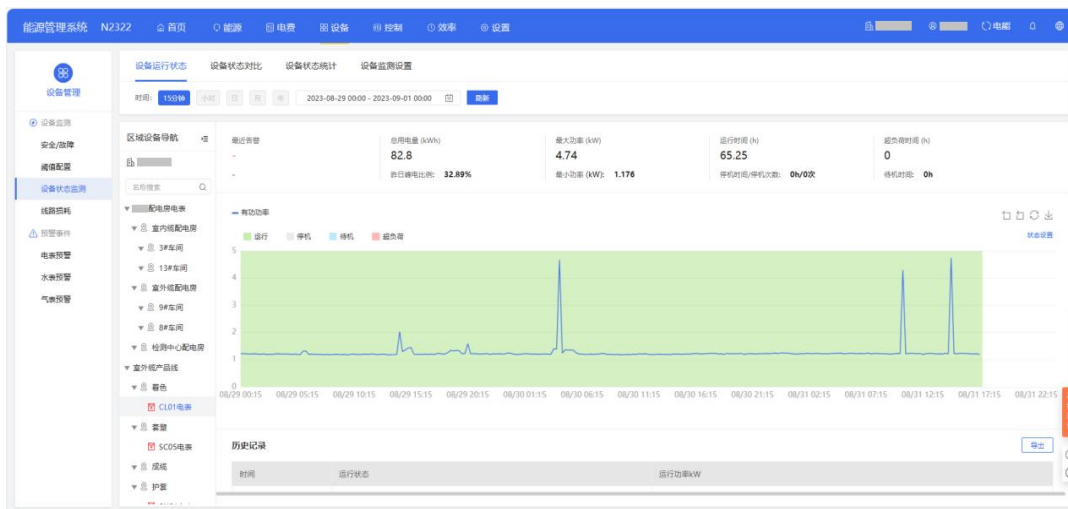


图 78 能源设备状态监测
能耗预测分析

通过实时采集各种关键数据，如压力、温度、电流、转速等，通过网络连接传输到监测平台，确保实时的数据更新。采集到的数据存储在监测平台的数据库后，对这些数据进行处理、清洗和整理，预测空压机下阶段的用气能耗比，再对数据实时分析，生成能耗比分析预测，提前做出决策。



图 79 能耗预测

解决问题、成效和价值：

解决人工统计能耗数据耗费大量劳动力,且手抄数据易出错,易漏抄,数据抄表后分析整理繁琐的问题。实现能源精细化管理,降低用人成本,降低芯公里、皮长单耗,降低综合能耗,提升生产能源利用率。

五、路径方法

1、实施路径

推进“智改数转”，应当在企业内部建立正确的认识。通过在制造工艺、生产流程、质量管理、设备维护和能耗管理等具体场景中深入推进智能化改造和数字化转型工作，以实现生产现场优化、生产管理优化、经营管理优化、产品全流程优化、资产全流程优化、商业全流程优化等目标。

第一，做好总体规划。企业要想推进智改数转取得实效，应当通过智改数转现状评估、业务流程和工艺流程梳理、需求调研与诊断、整体规划及落地实施等步骤，画出清晰的智改数转路线图，然后稳步推进规划的各项具体项目，注重制定明确的项目目标，评估是否达到预期。

第二，积极通过先进制造技术与新一代信息技术进行改造升级。近年来，各种智能化、数字化新技术发展如火如荼，光纤企业需加快这些新技术如数字孪生、工业大数据、5G等技术与光纤生产的结合应用，寻找专业合作伙伴一同实施开发。

第三，实现管理提升与流程优化，用精益思想持续改进。智改数转覆盖企业全价值链，是一个极其复杂的系统工程，不

能一蹴而就；推进智改数转需要规划、IT、自动化、精益推进等部门通力合作；不同企业推进智改数转的差异很大。明确推进智改数转的核心目的是帮助企业通过实现降本增效、节能减耗、提升产品附加值、缩短产品上市周期、满足客户个性化需求，以及向服务要效益等途径，提升企业核心竞争力和盈利能力。推进“智改数转”决不能搞“面子工程”。

第四，人才是企业智改数转的成功之本。在智改数转时代下，单一技术能力已经很难适应现代技术的发展，技术人才，尤其是高端技术人才除了要具备智改数转通用知识体系外、还需要具备知识和技术的融合能力、以智改数转的手段推动业务发展的前瞻能力、以及能突破原有思维跨界寻求解决方案的创新能力。企业需要创建一个培育企业内部人才的个性化机制，让人才得到更有层次感和更有方向性的指引。

2、相关政策

2.1 诊断评估

2.1.1 两化融合自评估

基于《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（国家标准 GB/T 23020），利用国家两化融合公共服务平台江苏省分平台，开展两化融合及数字化转型重点指标自评估，从而客观掌握企业自身数字化水平基本情况，登录网址为 <https://jspg.cspiii.com/>。



图 80 两化融合自评指标体系

国家工业信息安全发展研究中心每年 10 月完成全国及各省的两化融合发展水平及评估报告，12 月完成江苏省各设区市两化融合及数字化转型重点指标评估报告，以及各地组织参评工作情况报告。

2.1.2 两化融合管理体系贯标

两化融合管理体系系列标准是推动企业数字化转型的国家标准，主要致力于为企业数字化转型提供从发现问题到解决问题的全程服务，解决具体执行过程中方法工具支持、解决方案实施、管理机制落地、成效跟踪优化等问题。

系列标准包括：

- 《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（GB/T 23020-2013）
- 《信息化和工业化融合管理体系 基础和术语》（GB/T 23000-2017）

- 《信息化和工业化融合管理体系 要求》（GB/T 23001-2017）
- 《数字化转型 参考架构》（TAITRE 10001-2020）
- 《数字化转型 价值效益参考模型》（TAITRE 10002-2020）
- 《数字化转型 新型能力体系建设指南》（TAITRE 20001-2020）
- 《两化融合管理体系 新型能力分级要求》（TAITRE 10003-2020）

贯标流程如下图：

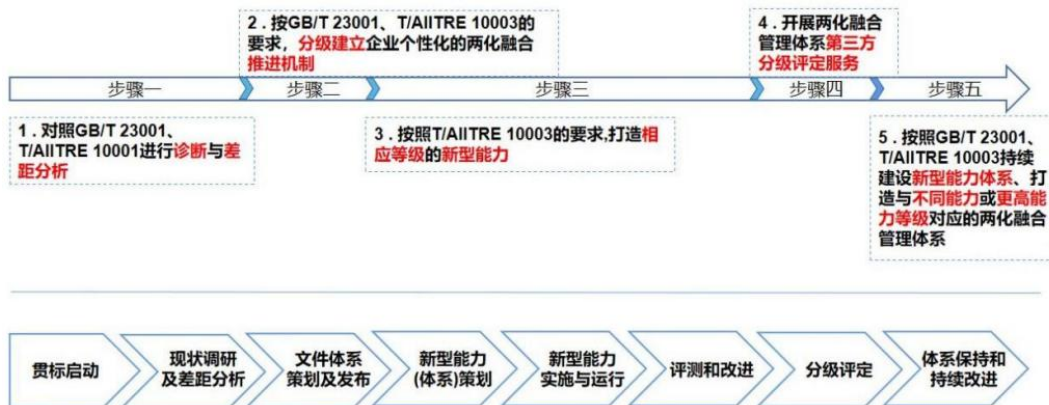


图 81 两化融合贯标流程

企业登录网址：<https://jspg.cspiii.com/login>，贯标方式包括三种，一是自行贯标，适合工业化与信息化基础较好，有前期贯标基础和人才的示范企业。二是委托第三方贯标服务机构指导开展贯标，适合于工业化与信息化基础比较薄弱、信息化人才匮乏、初始投入有限、初次贯标企业，特别是中小规模的企业。三是课题研究式贯标，对大型的集团企业，可以将不同级

别的分级贯标建设作为研究课题，联合联盟、咨询机构或评定机构进行课题研究，待研究成果成熟后再在下属单位进行成果转化推广。

2.1.3 智能制造能力成熟度评估

《智能制造能力成熟度模型》（GB/T 39116-2020）规定了智能制造能力成熟度模型的构成、成熟度等级、能力要素和成熟度要求。该标准适用于制造企业、智能制造系统解决方案供应商和第三方开展智能制造能力的差距识别、方案规划和改进提升。

企业可以通过智能制造数据资源公共服务平台开展智能制造能力成熟度自评估（<https://www.c3mep.cn/home>）。通过自评估可判定企业智能制造整体水平，帮助企业识别当前智能制造发展现状，提供与同行业同地区企业对比分析报告。

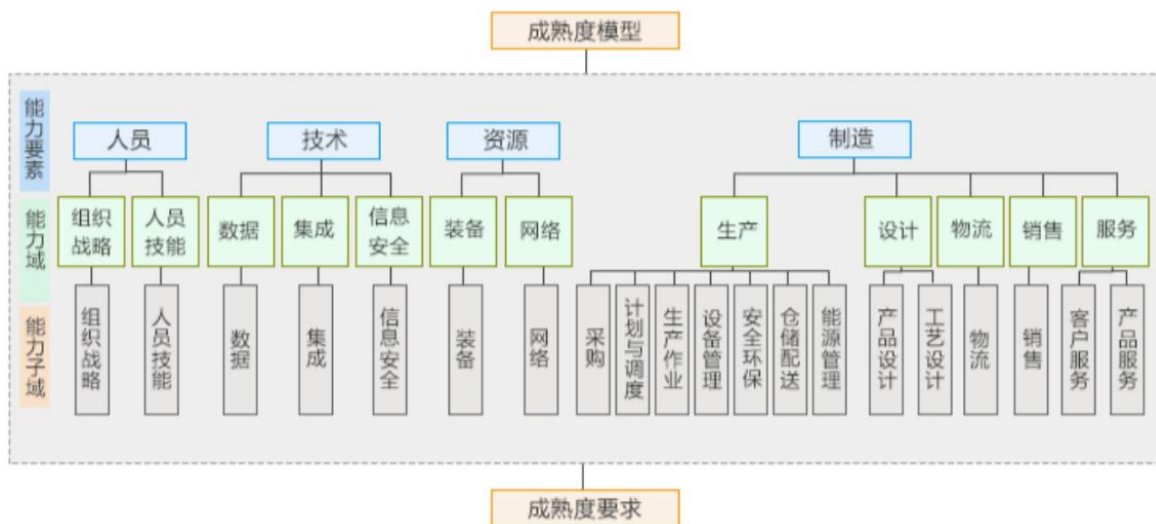


图 82 智能制造能力成熟度模型

2.1.4 数据管理能力成熟度评估（DCMM）

DCMM（Data ManaGement Capability Maturity Assessment Model，数据管理能力成熟度评估模型）是我国首个数据管理领域国家标准，将组织内部数据能力划分为八个重要组成部分，描述了每个组成部分的定义、功能、目标和标准。该标准适用于信息系统的建设单位，应用单位等进行数据管理时候的规划，设计和评估。也可以作为针对信息系统建设状况的指导、监督和检查的依据。DCMM 评估网址：<http://www.dcm.org.cn/>。

企业首先进行在线自评，后提交 DCMM 评估申请，由评估机构进行 DCMM 评估。评估流程如下图：

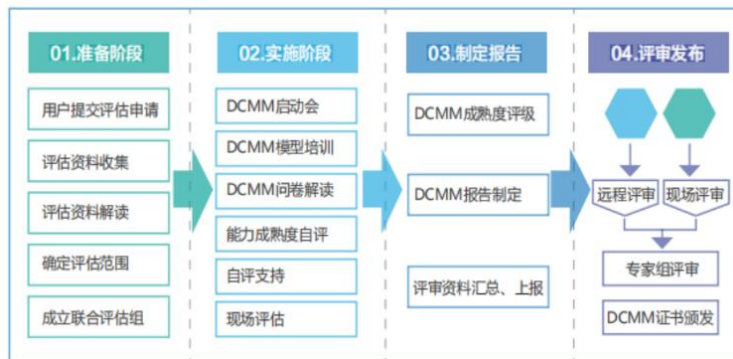


图 83 DCMM 评估流程

2.2 智能化改造

2.2.1 智能化改造数字化转型服务资源池

智能化改造数字化转型服务资源池，是集聚制造业智能化改造和数字化转型服务商的平台（<https://www.eqiyun.cn/>），促进企业与服务商之间的供需对接。服务资源汇聚七大类服务商：智能装备服务商、网络服务商、标识服务商、工业互联网融合

应用服务商、系统解决方案服务商、工业信息安全服务商、生产性服务业供应商。服务商在资源池开设店铺展示产品，制造企业可以高效获取服务商信息和服务能力。

资源池同时汇聚智能化改造数字化转型解决方案，面向企业“减存”、“增效”、“降本”、“提质”，提供丰富的解决方案供企业参考和对接服务商。



图 84 智能化改造数字化转型服务资源池

2.2.2 企业上云

“企业上云”是指企业通过向云服务商租（购）数字化转型工具和服务，将企业的基础设施、设备、系统、业务、平台等部署到云端，利用网络便捷地获取计算、存储、数据、应用等资源或设计、生产、物流、销售、服务等专业能力；业务上云和设备上云是江苏省企业上云工作开展的重点方向。

企业可以访问苏工服平台 www.dxplat.com，查询江苏省工业互联网服务资源池和江苏省重点工业互联网平台。苏工服平台汇聚了 392 家技术实力雄厚、服务能力优秀的工业互联网机构，和 127 家省重点工业互联网平台，企业可以从中择优选取

服务商，享受架构规划、方案设计、资源交付等服务。



图 85 苏工服平台

江苏省工信厅每年开展“星级上云”企业评定工作。上云企业按照不同建设目标和要求，根据上云实践、上云内容、上云成效等多个方面，评定企业上云的星级。2023 年度星级上云评定工作发布于省工信厅网站，《关于组织开展 2023 年度第二批省星级上云企业创建工作的通知》。

	三星级上云	四星级上云	五星级上云
面向对象	中小微企业	工业基础较好的企业	龙头企业
部署模型	公有云	公有、私有、混合云	公有、私有、混合云
关注重点	各类场景云化软件的开发和应用	工业设备的联网上云	数据+模型的创新应用
作用	引导企业通过购买公有云服务，以较低的成本实现基础云服务应用，实现普遍性、通用性的数据和业务上云，加深企业对上云的认识。	鼓励工业设备接入云端，结合边缘侧对数据处理和分析，获得云端设备服务，提升上云质量。	为行业提供标杆和模板，发挥龙头企业在行业中的示范带头作用。

图 86 企业上云星级

2.2.3 江苏省工业互联网公共服务平台

江苏省工业互联网公共服务平台旨在引导全省工业互联网平台良性发展，持续提升工业互联网创新能力，强化平台体系建设，统一国家级平台和省级平台间评价指标体系，助力全省

平台企业精准化发展。企业可以访问江苏省工业互联网公共服务平台 <http://jsiips.asuncloud.com> 查询省内平台相关荣誉信息。进行注册登录后，企业可使用企业画像、项目申报、竞争力对标分析等功能。通过完善平台信息实时查看平台区域、行业内的排名情况以及与对标企业的分析情况，了解自身在平台基础能力、平台服务能力、平台赋能能力、平台可持续发展能力等方面的优劣势，对平台发展具有指导性作用。

江苏省工业互联网公共服务平台通过滚动遴选省内五星平台企业，进一步提升省级平台的“点线面”辐射能力，依托江苏省制造业产业优势加强协同联动，持续强化示范引领。



图 87 江苏省工业互联网公共服务平台

2.2.4 工业信息安全防护星级企业培育

培育工作通过检测评估、咨询诊断和整改提升等流程，提升企业安全防护能力，帮助企业实现星级达标（工控安全防护基础建设级或平台安全防护基本级及以上等级）或星级提升。

培育工作优先在各类信息化基础较好的工业企业和工业互

联网平台企业中遴选。积极鼓励近年以来获得国家、省、市工信部门认定的各类信息化基础较好的工业企业和工业互联网平台企业参加培育工作。企业需进行的流程有：

(1)企业自评估。各设区市工信局组织企业在江苏省工业信息安全公共服务平台 ([https:// www.jsgyaq.com](https://www.jsgyaq.com)) 注册账号并填报企业基础信息，各设区市工信局组织本地区的自评估咨询服务机构，指导企业开展自评估相关工作。

(2)整改提升。服务机构对完成自评估的企业开展线上核查评估，并根据企业自评估安全防护状况给出整改建议。企业根据整改建议进行对标整改，企业整改后将整改情况从平台提交。

(3)现场核查。结合企业自评估和机构线上核查评估情况，省工信厅指定专业服务机构对重点企业开展现场评估，为企业提供专业诊断服务并帮助提升。

省工信厅将根据线上核查评估和现场抽查评估结果，确定安全防护星级企业名单。

2.2.5 工业互联网标识解析二级节点

工业互联网标识通过一系列规范编码赋予标识对象唯一的“数字身份证”，通过解析系统实现跨国家、跨地域、跨行业、跨企业的信息互联互通。

建设流程分为七步：

(1)确认建设主体。标识解析二级节点建设主体一般为行

业龙头企业，或关联企业组建的联合体。

(2) 明确建设方案。建设方案包含三个核心部分：一是节点平台技术架构与部署方案；二是节点平台运营计划（标识产品和业务是什么，标识应用怎么拓展、对谁提供服务）；三是节点平台投入计划（有明确的投入计划保障平台能够持续运行和运营）。

(3) 专家评审。申请人将申请材料提交至省工信厅，评审委员会对申请材料进行初步评审，审查内容包括对申请表、建设方案、业务规划方案、网络安全保障方案、服务承诺书等文件的资格性及符合性审查，审查通过的提交至工信部进行详细评审。

(4) 签订协议。省工信厅及工信部评审通过后，申请人和中国信息通信研究院签订二级节点建设协议。

(5) 部署实施。签订二级节点项目建设实施合同，进行系统部署和调试。在基础环境确定的情况下，实施系统部署大约需要 2~3 周时间。

(6) 对接顶级节点。系统部署后，启动顶级节点的对接程序，根据顶级节点的要求进行系统测试和考察，完成系统对接和资源权限的开通。

(7) 持续运营。标识解析二级节点的重要任务是保障标识节点平台的稳定性与可用性，推动行业企业接入和应用标识，需专门团队持续运营。

2.3 部省专项资金、试点示范

2.3.1 国家级专项资金

自 2017 年我国大力推进工业互联网创新发展以来,工业和信息化部每年发布“工业互联网创新发展工程”项目,于中招国际招标有限公司(www.cntcitic.com.cn)公开招标,项目资金来源为中央财政资金,招标人为工业和信息化部主管司局。2023 年“工业互联网创新发展工程”项目为物联网基础安全接入监测平台项目。

投标人的专项申报项目基本情况表须经省工信厅盖章推荐,投标人注册地、项目主要建设内容所在地均应在江苏省内。

2.3.2 国家级试点示范

为推进企业数字化转型,加快培育基于工业互联网平台的新模式新业态,贯彻落实国家区域重大战略,工信部每年组织多类试点示范项目。企业编写申报材料报送省工信厅,由省工信厅推荐报送工信部。

(1)新一代信息技术与制造业融合发展试点示范项目。围绕深化新一代信息技术与制造业融合发展,聚焦“数字领航”企业、两化融合管理体系贯标、特色专业型工业互联网平台等方向,遴选一批试点示范项目,探索形成可复制、可推广的新业态和新模式,为制造业数字化转型注入新动能。《工业和信息化部办公厅关于组织开展 2023 年新一代信息技术与制造业融合发展示范申报工作的通知》发布于工信部网站。

(2) 工业互联网试点示范。围绕工厂类、载体类、园区类、网络类、平台类、安全类 6 类 22 个方向，遴选一批工业互联网试点示范项目。《工业和信息化部办公厅关于组织开展 2023 年工业互联网试点示范项目申报工作的通知》发布于工信部网站。

(3) 智能制造示范工厂。遴选一批智能制造优秀场景，以揭榜挂帅方式建设一批智能制造示范工厂，树立一批各行业、各领域的排头兵，推进智能制造高质量发展。《关于开展 2023 年度智能制造试点示范行动的通知》发布于工信部网站。

2.3.3 省级专项资金

江苏省工信厅每年统筹工业和信息产业转型升级专项资金项目，2022 年 10 月于省工信厅网站发布《关于组织 2023 年度江苏省工业和信息产业转型升级专项资金项目申报入库的通知》，专项资金重点支持五大方向：智能化改造数字化转型、关键核心技术（装备）工程化攻关、自主品牌企业培育、绿色化改造提升、产业支撑体系建设。

项目申报采取网上申报（江苏省工业和信息化厅旗舰店：<http://www.jszwfw.gov.cn/col/col140127/index.html>），进入“江苏省工业和信息产业转型升级专项资金项目库管理系统”上传相关申报材料，由各设区市、县（市）工信部门审核本地区项目材料并推荐报送至省工信厅。



图 88 江苏省工业和信息化厅旗舰店

2.3.4 省级标杆示范认定

为加快推动江苏省制造业高质量发展，省工信厅每年认定各类标杆示范项目，由企业撰写申报材料，各设区市工信局推荐上报，省工信厅组织材料评审和专家核查，遴选出一批标杆示范企业。

（1）“互联网+先进制造业”特色产业基地。围绕 16 个先进制造业集群，聚焦先进制造领域的特色，推进工业互联网建设发展，实现新一代信息技术与制造业深度融合，着重在工业互联网平台赋能应用、园区企业数字化转型、创新生态构建、全产业链优化升级等方面形成示范效应，在推动“互联网+先进制造业”发展方面形成可复制可推广的经验。《关于组织开展 2023 年度省“互联网+先进制造业”特色产业基地申报工作的通知》发布于省工信厅网站。

(2) 智能制造示范车间。为引导企业加大智能化改造投入力度，切实提升企业智能制造水平，企业对照智能制造示范车间申报条件进行自我评价，填报智能制造示范车间申请表，并按要求提供能够反映企业智能车间建设情况的视频资料。《关于做好 2023 年省级智能制造示范车间申报工作的通知》发布于省工信厅网站。

(3) 智能制造示范工厂。重点围绕我省先进制造业集群和优势产业链建设，支持企业应用自主创新产品、技术、装备、软件等建设省智能制造示范工厂，提升制造业发展质量、效益和本质安全水平。申报企业需具有良好的智能制造基础，通过智能制造数据资源公共服务平台（<https://www.c3mep.cn/>）开展智能制造能力成熟度自评估，达到国家标准《智能制造能力成熟度模型》（GB/T 39116-2020）二级及以上。《关于开展 2023 年江苏省智能制造示范工厂申报工作的通知》发布于省工信厅网站。

2.4 重要供需对接活动

2.4.1 世界智能制造大会

2023 世界智能制造大会以“数智赋能 链通未来”为主题，将于南京市举行，延续“线上线下相结合”的办会模式，举办开闭幕式、专场活动、分论坛、云展会、第二届全国智能制造创新大赛等系列活动等。届时智能制造领域的国内外知名专家、国家级智库负责人、领军企业代表等将出席大会并作精彩演讲。

“云上展览会”将于开幕式上精彩亮相，共设置集成服务、智能装备、工业软件、工业互联网平台、网络基础设施、产业生态等6个展区，并搭建了“智能化改造、数字化转型”专区，全面展示智能制造领域企业、产品、人才、资本、应用场景，同时，本次“云上展”与中国科协“科创中国”平台合作，进行数据资源共享，搭建产学研供需精准对接机制，打造智能制造技术、设备、成果展示交易综合平台。

大会分论坛共设置“加快系统创新”“深化推广应用”“加强自主供给”以及“夯实基础支撑”4大板块、14场专题论坛，将邀请国内外知名学者、业界专家、政府代表等各界嘉宾，聚焦行业热点、深化产业交流，共寻转型创新发展之路。

2.4.2 国际软件产品和信息服务交易博览会（软博会）

2023中国（南京）国际软件产品和信息服务交易博览会由江苏省工业和信息化厅、南京市人民政府主办，是国内领先的集新品发布、产品交易、行业交流、项目对接等功能于一体的综合性软件行业专业盛会，以“软件赋能 数智转型”为主题，设“线下展”和“云上展”，重点聚焦信息技术应用创新、信息安全、未来产业、产业数字化等关键领域，通过新技术新产品展览、论坛研讨、商务洽谈等系列活动，搭建软件和信息服务企业与企业用户之间的交流合作平台，推动新一代信息技术与实体经济深度融合。线下展规模26000平米，“云上展”将吸引超过1500家企业参与线上展示。本届软博会还特邀宁夏回族自治

治区继续作为伙伴地区参加展览。

通过连续十七年的举办，南京国际软件产品和服务交易博览会累计参展商 15000 多家、参展国家和地区 90 多个、参观人次超过 110 多万人次，已成为软件产业创新和对外开放的重要平台、国内软件行业的“风向标”。

2.4.3 工业互联网大会

2023 年工业互联网大会由工业和信息化部、江苏省人民政府主办，于 2023 年 6 月在苏州开幕。本次大会共举办 40 场会议、论坛及特色活动，包括大会开幕式、高峰对话、高端论坛、主题论坛、学术大会、成果发布会、工业互联网战略咨询专家委员会会议、联盟理事大会和会员大会等会议、论坛活动，以及工业互联网看苏州主题夜话和企业深度行活动、工业互联网思想风暴、我为企业办实事供需对接、工业互联网企业路演等特色活动。各项活动专业性强、嘉宾层次高、国内外影响力大，并通过多种形式的一系列专场活动充分展现工业互联网领域专家创新思想、产业实践成效、未来发展趋势等，并充分体现江苏、苏州、吴中等工业互联网特色。

2.4.4 两化融合暨数字化转型大会

第三届两化融合暨数字化转型大会于 2023 年 3 月在苏州召开，工业互联网产业联盟自 2016 年 2 月 1 日成立至今，已发展成为工业互联网领域全球最大的产业生态载体，汇聚工业制造企业、工业解决方案提供商、信息通信业、安全等多领域 2000

余家先进企业和科研机构，形成了“16+14+X”组织架构。在工业和信息化部指导下，联盟依托各工作组和特设组，与联盟成员单位共同努力，先后从工业互联网顶层设计、技术研发、标准研制、测试床、产业实践、国际合作等多方面开展工作，发布了100余份白皮书、66项联盟标准，在研标准170余项，遴选出74个测试床、225个应用案例、105个解决方案、21个实验室、13个实训基地，开展了公共服务平台、工业互联网大会、展览、竞赛活动等推动产业探索实践，为工业互联网蓬勃发展奠定基础。

2.4.5 “i创杯”互联网创新创业大赛

“i创杯”互联网创新创业大赛设立于2015年，是由江苏省工信厅主办，专注于互联网领域的最高规格赛事之一。2023年，第八届“i创杯”以“经济科技融合发展，产业创新双链协同”为主题，吸引了来自全国30个省级行政区域的1155个项目报名，涵盖大数据、云计算、物联网、区块链等各类前沿领域。经过激烈角逐，“汽车线控系统关键零部件的研发及产业化”获得特等奖，“新能源智能重卡一体化物流新生态”“拓攻无人机”“手机摄像机压电马达项目”获得一等奖，“Desty东南亚社交电商工具平台”“基于微型传感器阵列和微流体芯片的在线水质检测预警系统”“一种无人化矿区和农场智能自动作业机械控制系统”“高精度微型中远距离激光测距仪”“阿瑞斯智能CIS相机”获得二等奖。

“i 创杯”互联网创新创业大赛致力于发现和培育基于互联网的新技术、新产品、新模式和新业态，七届以来，参赛项目数量连续 5 年破千，累计已有全国 30 个省级行政区的 7398 个项目报名，在全国 20 个城市举办了 200 场巡回路演。累计有 300 多家创服机构、200 余家投资机构的 600 位投资人参与的赛事的各个环节，前六届 596 个决赛项目中，共有 201 个项目获得融资，融资总额达 105.3 亿元。

2.5 中小企业扶持政策

2.5.1 省级专精特新中小企业申报认定

专精特新中小企业认定是全国范围内对创新型中小企业的重要扶持政策。《关于组织开展 2023 年度省级专精特新中小企业申报认定和 2020 年度省级专精特新企业复核工作的通知》发布于省工信厅网站。

申报企业须为中小企业，在江苏境内注册，具有独立法人资格，经营和信用状况良好，纳入“江苏省千企升级平台”培育库的在库企业，且经各设区市公告并报省工信厅备案的创新型中小企业。

企业申报及审核流程为：

(1) 企业申报。申报采取线上填报与线下报送相结合的方式。进入“江苏省中小企业公共服务平台—江苏省千企升级平台”（<https://www.smejs.cn/qqapply.aspx>），按照“专精特新中小企业认定申报”步骤和要求填报《江苏省专精特新中小企业

申报书》。

(2) 审核推荐。各设区市工信部门对照条件对企业申报材料进行初审，重点审核企业规模、产品市场占有率、独立法人地位以及有无环境、质量、安全等方面违法记录等。

(3) 审核认定。省工信厅将按程序组织对各地推荐申报的企业进行形式审查、专家评审等综合性审核后，择优确定认定企业名单。认定结果将在省工信厅门户网站进行公示公告，有效期为3年。

2.5.2 中小企业上市培育

江苏省工信厅每年组织开展多场省重点产业链优质中小企业上市培育活动。活动内容丰富，主要包括：

(1) 专家讲解资本市场形势，包括发行监管政策解读、新三板政策解读、科创板审核要点解读及案例分析；

(2) 拟上市企业操作实务，包括改制辅导及全流程解读、股权激励实务；

(3) 标杆企业走访；

(4) 企业其他融资策略分析，包括路演模拟、案例分析。

中小企业可以访问江苏省中小企业公共服务平台 (<https://www.smejs.cn/>)，点击“融资服务”——“想上市”。平台将发布活动通知和活动新闻。



图 89 江苏省中小企业公共服务平台

2.5.3 中小企业数字化转型公共服务平台

中小企业数字化转型公共服务平台依托国家工业互联网大数据中心建设，基于工信部发布的《中小企业数字化转型指南》和《中小企业数字化水平评测指标（2022年版）》（详见工信部网站）开展线上评测（以上版本2023年继续延用），为中小企业数字化转型自评估提供科学工具，支撑专精特新中小企业培育遴选工作，推动实现中小企业数字化转型服务、政府管理职能赋能和行业评估评测相结合。网址 <http://caii-sme.indusforce.com/#/home>。

通过线上平台评测，企业可以掌握自身数字化发展水平，评测结果将作为《优质中小企业梯度培育管理暂行办法》（工信部企业〔2022〕63号）中“专精特新中小企业认定标准”第5个评价指标“数字化水平”的评价依据。企业还可在平台查

看数字化转型案例集，包括政府推进模式案例、“链式”转型典型案例等。



图 90 中小企业数字化转型公共服务平台

2.5.4 中小企业数字化转型城市试点

通过开展城市试点，支持地方政府综合施策，探索形成中小企业数字化转型的方法路径、市场机制和典型模式。具体来说，试点城市将梳理一批数字化转型细分行业，打造一批数字化转型“小灯塔”企业，培育一批优质的数字化服务商，开发集成一批“小快轻准”（小型化、快速化、轻量化、精准化）的数字化解决方案和产品。通过试点城市的示范带动、看样学样、复制推广，引导和推动广大中小企业加快数字化转型，全面提升中小企业数字化水平，促进数字经济和实体经济深度融合。

详细参考《关于开展中小企业数字化转型城市试点工作的通知》

（财建〔2023〕117号）。网址（https://www.gov.cn/zhengce/hengceku/202306/content_6886368.htm）。

六、愿景与展望

1、光纤光缆行业智能化改造数字化转型未来发展趋势和要求

光纤光缆企业智能化改造数字化转型未来发展趋势将体现在激活原有业务、增加新生动力两个方面，即原有业务的数字化升级和数字业务的商业化输出。

（1）业务数字化提升光纤光缆企业运营效能

第一阶段需要达成如下目标状态，生产层面高度自动化下的集中管控和调度，营销与销售层面客户画像及价值分析辅助分级管理、差异化营销及服务匹配，采购供应链层面统一需求和预测计划、重复任务实现自动化，研发层面实现精细化工艺和共性技术的统一管理、以数字化仿真工具降低研发成本，后台管理层面实现机制完善、职能共享、流程标准统一。第二阶段要在生产层面实现无人工厂、数字孪生生产透明、全面柔性生产，市场营销与销售能够以数据辅助实现精准营销及定制化服务，采购供应链可实现产业间协同计划及柔性供应链，研发层面能够以数字孪生实现研发设计与生产销售协同，优化研发效果，后台管理达成职能大共享协同。第三阶段能够在生产层面以 AI 驱动智慧工厂，市场营销与销售能够需求智能识别、主动服务，采购供应链实现预测模型进一步优化形成自主决策

能力，研发方面以 AI 进一步发掘产品工艺研发机会并提升研发效率，后台管理职能构建全行业共享服务中心。

（2）数字业务化创造新生商业模式

智能制造带动制造企业从产品生产向服务输出衍生，并催生五类商业模式。第一，规模化定制模式，在数字化和模块化基础上直接面向客户建立数据模型，实现个性化定制生产。第二，产品+服务商业模式，围绕客户需求提供产品+服务的整体解决方案。第三，平台化商业模式，以提供多种软件服务和搭建生态系统为核心，搭建产业互联网时代垂直领域的开源技术平台或工业品经济平台。第四，知识产权模式，通过专利战略形成技术壁垒占领市场，并以此获取丰厚利润，收入来源包括专利授权许可费、专利与产品组合的解决方案（如产品使用方案咨询）、技术转让。第五，数据驱动模式，将企业和行业内外数据沉淀，形成数据产品直接变现，或提炼形成行业洞见，输出产品或咨询服务，如定价细分或者客制化。

2、未来新技术应用场景

（1）区块链应用场景

以智能合约为技术基础的分布式智能生产网络：在分布式智能生产网络中，每一个生产单元都通过调用既有的智能合约范式，以极低的门槛将自己的产品连入不同的产业链当中，给自己的产品和整个产业链都在虚拟世界里构建出一个“数字化双胞胎”。消费者付费的一瞬间，该商品整个生产链条的智能

合约被触发，商品所有部件的生产商根据智能合约范式被全部确定，相关的所有生产单元临时组成一个快速响应的生产系统，链上执行的智能合约连接到各生产单元自身内部的中心化数字生产系统里，快速执行生产指令，完成生产过程。生产完成的商品，通过接入物流智能合约范式的物流企业，直接送到消费者手中，完成从生产到物流的全定制化。各类生产服务机构，银行、担保机构、检测机构等等，通过各自的智能合约范式与生产单元相连，为其提供相应的清算、担保、检测等等服务。

基于区块链技术的供应链金融：区块链具备的数据可追溯、不可篡改、智能合约自动执行等技术特点，使其在金融领域有天然的结合能力，对于产业金融而言，区块链技术能够增强供应链上下游业务数据可信度，通过链上可拆分的电子凭证实现资金的流转融通，解决多级供应商融资难、资金短缺等问题，打通信息流、物流和资金流，实现供应链全流程可信化、数字化和智能化。

供应链防伪溯源管理：通过云计算、区块链、物联网等数字化创新技术，实现供应链集成服务中原材料、部件和产品的全流程防伪溯源，使整个供应链集成服务系统更加透明、效率更高。首先利用二维码、RFID等物联网技术，实现每一个产品的识别与追溯，全面掌握产品供应链流向；其次依托物联网+区块链技术，实现标签信息与实物一一对应的牢固关系；最后使用区块链技术，保证追溯的信息无法随意篡改，实现信息

层面的防伪。

知识产权、品牌等无形资产上链实现价值化：随着无形资产的价值越来越大，在商业交往中的重要性日益突出，如何给无形资产计价并参与企业利润的分配成为关键。区块链能将知识产权、行业洞见、品牌等无形资产数据化、有形化，一方面可以实现点对点的无形资产授权使用或买卖，市场供需关系和企业经营情况也会决定无形资产的定价，另一方面可以对无形资产点对点交易记录做智能加密处理，形成智能合约避免无形资产模仿或者盗用。

（2）人工智能应用场景

高级分析驱动智能生产：其一，人工智能优化设备运行，机械臂、运输载具等通过搭载机器学习算法、路径自动规划等模块，实现对不同工作环境和加工对象的动态适应，提高设备操作的精度和复杂度。其二，人机智能化交互，应用语音识别、机器视觉等技术，打造人性化、定制化、高效化的人机交互模式，提升控制装备在复杂工作环境的感知和反馈能力。其三，生产协同化运作，利用人工智能技术将人机合作场景转变成学习系统，持续优化运行参数，为操作员提供最优的生产环境。其四，预测性维护，利用机器学习方法拟合设备运行复杂非线性关系，提升预测的准确率，降低运维成本与故障率。其五，生产工艺优化，依托深度学习绕过机理障碍，通过挖掘数据隐藏特征间的抽象关系建立模型，并找出最优参数组合，创造真

实收益。

仿真和优化驱动智能研发：一方面，利用人工智能缩短研发周期，根据既定目标和约束利用算法探索各种可能的解决方案。首先，研发人员设定目标及各种参数（材料、制造方法、成本限制等）输入到软件中，然后软件探索解决方案的所有可能排列，并快速生成备选方案，最后运用机器学习来测试和学习每次迭代的效果。另一方面，利用人工智能实现虚拟仿真和模型的优化迭代，例如在数字研发方面，利用各类工艺虚拟技术，结合生产过程的运营、质量等优化模型不断进行迭代、优化。

实时透明、动态决策智能供应链：主要应用场景包括配送管理、需求预测两大场景，第一，配送管理优化，基于人工智能技术，能够更快速地实现产品出入库和高效的仓库货架规划，各种类型的全自动流水线、自动分拨，让每个物料都有最优路径，最短时间送达。第二，需求管理与预测，以人工智能技术整合内部销售数据、客户画像、产品生命周期追踪、竞争情报、市场趋势分析等数据，从而可以对客户需求进行预测，让供应链人员对生产、库存和物流能力进行合理规划。

数据与认知算法帮助智能决策：第一，构建以机器学习、深度学习为核心的数据算法体系，综合利用大数据分析、机器学习和智能控制等算法，通过仿真和推理解决已知的工业问题。第二，通过搭建以知识图谱、专家系统为代表的认知算法体系，

解决机理未知或模糊的工业问题。第三，帮助企业战略决策，利用人工智能拟合工业场景中的非线性复杂关系，提取非结构化数据构建知识图谱和专家系统，为企业提供战略方案选择。

（3）5G 应用场景

5G 可以提升生产的远程造作和可控性，智能工厂应用场景包括，第一，场外物流追踪与配送，一方面对商品进行场外的实时追踪监控，确保整个配送环节最优化，另一方面更高速稳定的 5G 网络可以显著提升实时精准定位能力，确保配送的准确性与及时性，降低人工成本。第二，远程监控与调试，通过 5G 对不同区域和工厂的设备一起状态进行实时监控，实现故障预警，进行远程调控。第三，大范围调度管理，利用 5G 对厂区等占地较大的区域，支持货物和运输设备本身的大区域智能调度。第四，多工厂联动，多家工厂之间全面数据互联，打破信息孤岛，实现不同工厂间、不同设备间的数据交互链接。第五，远程作业，通过 VR 和远程触觉感知技术设备，遥控工业机器人在现场进行故障诊断，修复与作业，降低维护成本。

此外，第五代移动通信技术与云计算、人工智能等基础技术相互结合，可构建或优化大量通用技术，通用技术与垂直行业场景的结合，可形成一个应用平台，对接终端用户。5G+云计算可以基于不同重点需求灵活分配计算资源，5G+人工智能可以基于深度学习的神经网络算法，协助解决复杂问题，5G+AR/VR 以人与设备信息交互技术增强设备使用体验，5G+

控制技术通过指令对物体进行精准控制，5G+视觉技术对高清视频图像进行采集、处理、传输和分析，5G+传感技术对光、点、温度、湿度等多种环境特征进行感知和信息收集，5G+边缘计算在数据源头提供网络、计算、存储等计算资源。

（4）VR、AR 应用场景

质量管理：一方面，配合 AR 的眼镜和平板电脑，可以来检查第三方供应商设备质量；另一方面，AR 技术可以用于指导工人操作，将 AR 辅助工具与工业相机和大功率投影仪相结合，直接在工作面上显示基本信息，由此产生的数字画布，使工人能够按照要求的顺序和步骤进行操作。

设备组装、检查和维护：设备检测方面，维护人员利用 AR 覆盖显示来查看机器状况，以便在人工介入解决之前检测到问题。巡检维护方面，通过与工厂生产 IoT 设备、MES 系统互联，可视化获取设备运转、检测数据，并反馈检测结果，实时记录过程，问责溯源，规范巡检流程。工人培训方面，打造无处不在的 AR 虚拟教练，服务培训指导、训练考核、操作辅助等场景，可实现可视化、场景化、可交互的工业培训指导。

安全管理：通过 AR 智能眼镜第一视角记录工作人员的作业流程、操作步骤等，通过智能分析系统可监测是否符合安全规范，提升作业规范性。此外，使用 VR 技术还可实现对危险环境的远程监控，如利用三维模拟图像虚拟再现生产场景，并通过支持 AR 的平板电脑部署维护工作，使得工厂能够顺利执

行安全标准，减少人员伤亡。

专家支持与远程协作：使用 AR 和 VR 解决方案的远程协助，使不同地区的人员能够协同工作，以便于快速排除故障和解决问题。通过物联网和支持语音的 AR 眼镜，作业人员可通过 AR 眼镜第一视角把现场情况同步给业务专家，国外的技术问题可以通过与中国的工程师合作来解决，多方远程会商，诊断定位问题，并指导现场作业人员排查潜在故障点，实现远程协作。此外，具有视觉和触觉功能的 AR，可用于远程操作机器人，工程师能够沉浸在现场环境中，然后控制机器人进行操作。

智能仓储：利用 AR 技术和前端传感器可以实现更有效地标记、编码和货流管理，使得货运处理过程变得更加系统化，从而实现了精准的拾取和运输。

附件 1：人工智能典型应用场景

1、工业大数据成本分析

基于生产过程数据、财务数据、工艺数据海量数据等，建立大数据成本分析模型，实现实时成本分析。实现透明化管理，让管理者实时掌握生产状况，也让现场管理人员快速获取异常信息，做出合理安排与调整；实时反映公司的管理能力、质量水平、成本管控，各模块快速响应，问题纠偏。

订单成本分析：

材料成本从“月度人工分析”升级为“系统实时分析”；实时预警推送订单成本偏差，快速精准的进行原因分析及问题改善；单位人工费用、电费对比，月度异常浮动直观获取；对人员安排、机台安排的合理性分析，为制造成本降低提供数据支撑。

产品成本分析：

根据产品结构，自动核算当月单位制造费用和单位材料费用；实时对比同结构不同客户的单位制造成本差异，为商务报价提供依据；

工序成本分析：

实时展现各工序机台稼动状况、订单饱和度、计划安排合理性；自动获取各工序质量一次合格率、最终合格率；

机台成本分析：

能耗采集细化至机台，异常能耗快速定位；实时展示浪费

成本，清晰识别浪费机台；主动区分浪费类型，实时追溯分析改进。

2、配电房智能巡检

AI 视觉识别技术基于深度学习算法，通过训练模型来识别和分析图像中的目标物体、状态或异常。与高清摄像头、红外热成像仪、传感器等设备相结合，实时采集配电房内的视频、图像和温度等数据，并进行智能分析。实现对非配电房人员进出配电房区域进行预警、抓拍，进出留痕；配电房环境温湿度监测和预警等环境监测、配电房三相交流电运行温度监测预警。

设备状态识别及智能预警：对采集到的图像和数据进行智能分析，自动识别设备异常状态，如设备损坏、线缆裸露、温度异常升高等。一旦发现异常情况，立即触发告警机制，通过远程通知等方式及时告知运维人员。

环境监测及智能预警：使用环境传感器实时监测配电房内的气体浓度、温度、湿度等环境参数，确保环境安全。当环境参数超出正常范围时，自动触发告警，防止因环境问题导致的设备故障或安全事故。

智能巡检任务管理：通过智能巡检管理平台，设定巡检路线、巡检频次和巡检内容，实现巡检任务的自动化管理。巡检过程中，系统可自动记录巡检轨迹、巡检时间和巡检结果，生成巡检报告，便于后续分析和追溯。

3. AI 视觉引导智能机械臂应用

采用 AI 图像引导技术，通过视觉定位自动抓取盘具并准确放置于放线架对应位置，AI 视觉引导智能机械臂的工作原理主要包括图像采集、图像预处理、特征提取、目标识别与定位、手眼标定以及路径规划与执行等步骤。

图像采集：通过高分辨率的工业相机捕捉工作区域内的场景，确保获取高质量的图像。

图像预处理：对采集到的原始图像进行去噪、平滑、灰度化或色彩空间转换等处理，提高后续处理的准确性。

特征提取：利用算法提取目标物体的关键特征，如边缘、轮廓、纹理、颜色、形状等。

目标识别与定位：通过模式识别、模板匹配、机器学习分类器或深度神经网络等方法识别目标，并计算其在图像坐标系中的精确位置及姿态信息。

手眼标定：确定相机坐标系与机械手基坐标系之间的精确几何关系，将图像坐标系下的目标位置信息转换为机械手能理解的笛卡尔坐标系下的位置和姿态。

路径规划与执行：规划最优或可行的路径，指导机械手到达目标点进行的操作，如抓取、移动、放置或装配目标物体。

AI 视觉引导智能机械臂应用通过解决了人工搬运盘具工作繁重的问题。

4. AI 机器视觉云化质检

采用先进的光学视觉在线检测仪，利用 5G 传输图像数据，

通过 AI 人工智能图像识别算法，代替传统人眼，光缆经过封闭的黑箱后，箱体内射线经过光缆表面再反射回接收板，系统计算时间差分辨表面缺陷，一旦发现缺陷自动向生产人员报警。通过云端管理模型训练快速识别光缆表面缺陷并对缺陷集中监控和数据分析，解决人工无法识别光缆表面缺陷问题。

5. 自动监磅场景：

采用 AI 图像识别技术，车辆过磅过程基于系统自动抓取相关数据并进行对比分析，实现对监控的车辆全貌、车牌号码、地磅重量显示监控照片进行采集，通过送货单扫描到系统，与实际称重情况进行对比分析。可自动识别读取称重磅数并对比分析计算数值差异，解决了人工监磅耗费大量人力、无法进行数据追溯的问题。

6. 生产过程问题 AI 处理反馈

应用 AI 语言类模型，基于“文心一言”大模型、NLP（自然语言处理）服务，通过大模型、NLP 进行内用应用改造大幅提高系统效率，构建高质量知识图谱。通过引入 AI 技术实现基于 NLP 的自然语言处理由机器人自动收集分析用户提交的非结构化数据：如图片、问题描述等信息，并自动进行问题整改责任判定及整改通知，并跟踪落实整改情况，可有效提高处理效率。以问答的形式收集反馈数据形成问题知识库，实现设备故障快速分析，解决重复性故障处理效率低下的问题。

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

		数据环节	集成环节	信息安全环节	装备环节	网络环节	设计环节	生产环节
生产制造	主场景	主场景： 数字孪生工厂建设 工具软件： CAD、VisualStudio 数据要素： 装备技术、设备、部件、模具、工厂、车间、设备生产关键参数 知识模型： 设备模型、数采模型、生产追溯模型 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（人工智能工程师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 工厂中各个系统平台之间数据关系复杂，各类应用系统在发展和使用中面临系统离散、系统缺失和系统僵化的问题	主场景： 工厂数字化设计 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： 装备技术、设备、部件、工厂、车间 知识模型： 设备模型、数采模型 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 由于系统种类较多、业务流较多、数据复杂多样，目前大部分企业打通了主业务流，未实现全流程全业务流互通	主场景： 网络安全建设 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： IE技术 知识模型： 人员模型、设备模型 人才技能： 信息通信网络运行管理员、网络与信息安全管理员 痛点问题： 通过互联网入侵工业控制系统，从而传播病毒、网络钓鱼等。被攻击会导致工控系统瘫痪、设备数据被篡改、生产停工等严重后果。	主场景： 生产设备远程监测 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： 装备技术、设备、部件、模具、工厂、车间 知识模型： 设备模型、数采模型 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（人工智能工程师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 光缆生产通常存在较多生产设备，生产设备工作时产生海量数据，需要通过人工整理汇总，大量消耗人力，浪费时间。	主场景： 基础网络建设 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： IE技术 知识模型： 人员模型、设备模型 人才技能： IT工程师（网络安全专家）、IT工程师（网络运维） 痛点问题： 生产设备位置需要随订单变动，由于生产数据通过网线传输，生产设备切换位置，网线也需要跟随移动，需要大量时间进而影响生产效率。		主场景： 工厂智能排产 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： 装备技术、设备、部件、工厂、车间 知识模型： 设备模型、数采模型、工厂、车间 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 对于大量个性化定制的需求，无法通过系统有效地将产能、库存信息、工艺路线相结合，特殊情况下无法做到快速成组，需要投入较多人力成本
	分场景							主场景： 环境监控 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： 装备技术、设备、部件、工厂、车间、温度 知识模型： 设备模型、数采模型、工厂、车间 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 光缆行业生产过程中，设备通常会在高温状态下运行，温度、湿度、废气等实时工况数据获取困难，异常报警不易及时感知。
	分场景							

		数据环节	集成环节	信息安全环节	装备环节	网络环节	设计环节	生产环节
仓储管理	主场景							<p>主场景：智能仓储</p> <p>工具软件：VisualStudio、SQLServer</p> <p>数据要素：装备技术、设备、部件、工厂、车间</p> <p>知识模型：设备模型、数采模型、工厂、车间</p> <p>人才技能：系统工程师（数据分析师）、软件工程师（软件开发）</p> <p>痛点问题：由于成品盘具多样化，在原料、半成品、成品仓储流转过程中，仍依赖部分人工操作，仓储信息管理难。</p>
质量检测	主场景							<p>主场景：智能在线检测</p> <p>工具软件：VisualStudio、SQLServer</p> <p>数据要素：质量技术、原材料、所属工序检验</p> <p>知识模型：设备模型、数采模型、车间</p> <p>人才技能：软件工程师（软件开发）</p> <p>痛点问题：光缆原材料具有不稳定性，容易产生质量波动，难以进行在线监测</p>
设备管理	主场景							<p>主场景：设备在线运行监测及预警</p> <p>工具软件：VisualStudio、SQLServer</p> <p>数据要素：装备技术、设备、部件、工厂、车间</p> <p>知识模型：设备模型、数采模型、工厂、车间</p> <p>人才技能：系统工程师（数据分析师）、软件工程师（软件开发）</p> <p>痛点问题：数据源获取、追溯管理困难，数据维护和管理较难、运维成本较大。</p>
	分场景							<p>分场景：设备运维分析</p> <p>工具软件：VisualStudio、SQLServer</p> <p>数据要素：装备技术、设备、部件、工厂、车间</p> <p>知识模型：设备模型、数采模型、工厂、车间</p> <p>人才技能：系统工程师（数据分析师）、软件工程师（软件开发）</p> <p>痛点问题：设备点巡检、保养缺乏统一、可量化的标准，过程中通过目测，执行效率、准确性、工作质量、效率难以统计，不便于管理考核。</p>

		数据环节	集成环节	信息安全环节	装备环节	网络环节	设计环节	生产环节
研发设计	主场景						主场景： 光缆辅助设计系统 数据要素： 产品技术、设备、部件、模具 知识模型： 设备模型 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（人工智能工程师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 光缆产品需要高度定制化，样品模板和设计需要频繁改动，以及产品强度、性能需要多次测试，消耗大量人力和物料成本。	
	分场景						分场景： 工艺数字化设计 数据要素： 产品技术、设备、部件、模具、设备生产关键参数 知识模型： 设备模型 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（人工智能工程师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 应用原材料品种繁多，选用不同材料将会直接影响到光纤光缆产品的相关性能。	
供应链管理	主场景							主场景： 采购数字协同 工具软件： VisualStudio、SQLServer 数据要素： 产品技术、原材料 知识模型： 设备模型、数采模型 人才技能： 系统工程师（数据分析师）、软件工程师（人工智能工程师）、软件工程师（软件开发） 痛点问题： 供应链库存种类较多，库存水平难以控制，与供应商对接信息不及时，增加了采购的不及时与不确定性，提高了采购成本。

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
通用	PLC	生产设备控制	3	进口
车间智能排产	护套自动排线	生产设备	230	国产(苏州)
车间智能排产	室内缆自动排线	生产设备	70	国产(苏州)
智能仓储	成品盘立体库	生产设备	220	国产(沈阳)
智能仓储	桁架机器人	半成品运送	200	国产(苏州)
智能在线检测	缺陷检测仪	光缆缺陷检测	205.8	国产(上海)
车间智能排产	AI视觉引导机器人	半成品运送	52	国产(苏州)

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	人机协同制造	IE 技术	建立工业网络环网结构，同时与办公网络隔离。采用 5G 共享 MEC 数据流不落地的园区网络部署方式，覆盖生产制造、运营管理、运维服务等核心生产环节。
2	污染监测与管控	安全环保	部署环保监测装置，通过排放采集与监控，排放分析与优化
3	产品数字化研发与设计	产品技术	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，缩短产品研发周期
4	智能在线检测	质量技术	部署智能检测装备，融合 5G、机器视觉、缺陷机理分析等技

			术，开展产品质量在线检测、分析
5	在线运行监测	装备技术	通过数据实时采集，实现对生产设备关键数据、指标数据、运行状态的实时监测，并通过设备运行管理模块，对设备运行过程中的异常进行预警，进行设备可视化实时监视、报警管理
6	工厂数字化设计	工厂	实现采购、研发设计、生产运营、物流发货、服务等全业务流程的数字化、智能化建设。并且以 MES 为核心，基于仓储管理系统与制造执行系统集成， WMS 实现半自动或自动出入库管理。
7	数字基础设施集成	车间	利用 SCADA 上传生产数据，实现生产数据管理优化生产流程，

			减少人工操作和错误，从而提高生产效率和产量。
8	数字基础设施集成	设备	在 MES 系统建立原材料及过程检验功能，同时建立数字化检测设备，通过 MES 系统及检测设备的智能化集成，实现从研发、采购、生产、销售等整个生命周期各个方面的检验数据的录入、采集。
9		部件	
10		模具	
11	能耗数据监测	设备用电量	能耗实时数据通过图表、图形和仪表盘等形式，可视化的展示，能耗预警，使管理人员可以快速了解能源实时情况、使用趋势、超标情况。
12		设备电流	
13		设备电压	
14	数字孪生工厂建设	设备生产关键参数	在各类垂直场景和子系统应用之上，建立横向连接，结合空间

			数据与系统数据，连接人、设备、系统和数据，满足运营决策、应急调度、日常管理 等需求。
15	数字基础设施集成	所属工序	利用 SCADA 上传生产数据，实现生产管理优化生产流程，减少人工操作和错误，从而提高生产效率和产量。实现采购、研发设计、生产运营、物流发货、服务等全业务流程的数字化、智能化建设。
16	质量精准追溯	原材料	MES 系统搭建完工模块，通过产品开工时系统记录使用的原材料批次号，并在入库后将相关产品信息上传标识解析平台，基于大数据分析，提升产品质量，实现生

			产过程中原材料、半成品和成品的质量信息可追溯。
17	智能仓储	备品备件	搭建智能立体仓储系统、WMS 系统，为半成品、成品盘具增加标识，实现一物一码的统一标准化管理
18	智能在线检测	所属工序检验	部署智能检测装备，融合 5G、机器视觉、缺陷机理分析、等技术，开展产品质量在线检测、分析
19	污染监测与管控	温度	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。

20	产品质量优化	检验项目	MES 系统搭建开完工模块，通过产品开工时系统记录使用的原材料批次号，并在入库后将相关产品信息上传标识解析平台，基于大数据分析，提升产品质量，实现生产过程中原材料、半成品和成品的质量信息可追溯。
21		检验标准	
22		检验规程	

4、知识模型资源清单

序号	场景	知识模型	描述
1	资源动态配置	人员模型	接入生产管理系统的数据库接口，用于管理和监控生产人员的个人信息。这个模型存储了员工的基本信息，如姓名、工号、组织代码等。不仅能够集中管理生产人员的个人信息，而且可以接入生产管理系统，整合和分析生产数据，帮助企业更好地规划和决策人力资源管理，提高生产效

			率，降低管理成本。
2	在线运行监测	设备模型	详细记录了每台设备的基本信息，如设备编号、责任人、使用部门、管理分类等，接入了生产管理系统。设备模型的主要作用是提供全面的设备信息，帮助企业和工厂实现设备的有效管理。通过设备模型，管理者可以及时了解设备的状态和维护需求，提前发现并解决潜在问题，确保设备的稳定运行和生产线的持续生产。
3	智能仓储	原材料模型	接入仓储系统和供应链系统，用来管控生产所需原材料信息。这个模型记录了原材料的基础信息，包括物料编码、物料描述、单位、数量、库龄等。主要向企业提供了原材料的库存情况，帮助企业实现库存优化、降低采购风险和提高了生产效率。
4	产品质量优化	检验标准模型	接入生产管理系统，用来管控现场的质量检验指导。主要接入了检验的标准、项目、指标等信息。

			<p>检验标准模型的作用是确保质量检验在现场能够按照统一、规范的标准进行,保证了产品质量的一致性和稳定性。帮助企业提高生产效率,降低质量成本。</p>
5	智能仓储	送货单模型	<p>接入仓储系统,用来指导现场的收货工作。包含了送货单的基本信息,如送货单号、供应商、物料号、物料名称等。为现场收货人员提供实时的指导,确保货物的准确、快速接收。同时,它还能够将收货过程中的数据反馈给仓储系统,为库存管理和决策提供数据支持。提高了收货效率和准确性,同时也为仓储管理和决策提供了有力的数据依据。</p>
6	生产计划优化	数采模型	<p>接入 SCADA 数据采集系统,用来统一记录现场智能仪表的数据采集数据。主要包括测量单位、测量值、标准值、安装地点等信息。数采模型将这些数据整合并存储在数据库中,以便后续的数据分析和处理。帮助企业进</p>

			行生产过程的数据分析和优化,为企业的生产过程监控和优化提供了有力的支持。
7	精益生产管理	工装模具模型	接入仓储系统和生产管理系统,用来统一管控现场工装模具的制作和管理。主要包括模具状态、模具名称、模具物料号、模具数量等基础信息。通过这个模型,操作人员可以快速获取工装模具的详细信息,以便进行制作、调度、使用和维护等操作。帮助企业进行工装模具的优化管理和成本控制,提高了生产效率并降低了管理成本。
8	资源动态配置	工艺知识模型	通过构建工艺知识模型,下单产品自动获取适配对应基于工业互联网全连接标识的工艺,自动下发至设备 PLC 进行生产,实现着色生产过程自动调用工艺配方,标识产品智能化生产。
9	质量精准追溯	生产追溯模型	接入生产管理系统,统一管理现场的半成品和成品的生产追溯信息。主要包括盘号、销售订单

			<p>号、序号、物料编号、物料名称、开工时间、完工时间、盘具规格等信息。主要作用是记录和追踪半成品和成品的生产过程信息,以确保产品的质量和来源的可追溯性。对每个生产环节进行详细记录,并将相关信息进行关联和存储。通过生产追溯模型,可以实现生产过程的透明化和可视化。操作人员可以快速查询产品的生产历史和来源信息。此外,生产追溯模型还可以提供数据分析报告,帮助企业进行生产过程的优化和改进。</p>
10	质量精准追溯	质量追溯模型	<p>接入生产管理系统,用来记录质量检验生成的检验记录,方便随时进行产品的质量追溯工作。主要包括产品物料盘号、缆号、客户名称、物料名称、光纤长度、衰减数据等信息。主要作用是记录和管理质量检验过程中生成的检验记录,方便进行产品的质量追溯。它能够记录产品的生产</p>

			过程信息、质量检验信息等，并将这些信息关联起来，实现产品质量的可追溯性。这有助于操作人员及时发现问题并进行处理，提高产品质量水平。帮助企业提高产品质量水平和管理效率。
11	在线运行监测	生产装备参数 CPK 预测模型	通过设计开发数据筛选处理模块，对采集的数据进行筛选处理并存入工业互联网标识解析企业节点，通过系统算法模块设计开发，最终根据光缆生产特点和带标识的参数特性构建 CPK 预测模型。实现光缆设备性能 CPK 分析与预测。
12	能耗数据监测	压缩空气使用预测模型	通过分析集成平台中空压机流量、能耗、温度、湿度等标识参数，构建气泵预测分析模型，预测未来一段时间的空压机单耗，预测未来一段时间空压机的供气量，预估的能源需求量及耗能成本，优化空压机耗能管理。

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	浩辰 CAD	计算机辅助设计和制图	40	国产（苏州）
2	Step7	PLC 编程软件	10	进口
3	博图	PLC 编程软件	3.6	进口
4	SQLServer	数据库软件	7	进口
5	Visual Studio	编程软件	7.7	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
通用	5G 网关	设备网络连接	80	国产（苏州）
工业全光网络	OLT	信号的调制、解调、复用和传输	5.5	国产（苏州）
工业全	ONU	将接收到的	1.1	国产（苏

光网络		光信号转换为电信号,并将其传输给用户设备		州)
工业全光网络	分光器	实现光网络系统中光信号的耦合、分支及分配等	0.08	国产(苏州)

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	智能制成熟度评估师	智能制造设计、评估专家
2	数字化转型顾问	以 5G+工业互联网智能化、数字化整体建设方案为特色的数字化转型顾问。
3	信息通信网络运行管理员	网络运维、通讯测试等
4	网络与信息安全管理员	网络安全管理
5	系统工程师(数据分析师)	收集、分析和解释数据,以提供业务决策支持。
6	系统工程师(系统设计师)	负责系统规划、设计。
7	软件工程师(人工智能工程师)	研发和应用人工智能技术,如机器学习和深度学习,以

		解决实际问题。
8	软件工程师（软件开发）	编写、测试和维护软件应用、网站和系统。
9	IT 工程师（网络安全专家）	保护数字资产和信息安全，预防网络攻击和数据泄露。
10	IT 工程师（网络运维）	网络运维，保障网络可靠性、稳定性。
11	项目经理	在数字项目中负责规划、执行和监督项目的进展。

附件 3：典型案例

案例一：江苏亨通光电股份有限公司

（1）企业基本情况：

江苏亨通光电股份有限公司（以下简称亨通光电）成立于 1993 年，中国光纤光网、智能电网、大数据物联网、新能源新材料等领域的国家创新型企业，全球光纤通信前 3 强，全球海缆系统前 3 强，全球线缆最具竞争力前 3 强。亨通光电拥有完整的光电线缆产业群：自主知识产权的“光棒-光纤-光缆”光通信产业链。公司产业布局全国 15 个省，在苏州拥有三座高科技产业园（光通信科技园、国际海洋产业园、光电线缆产业园）。创建 11 家海外研发产业基地及 40 多家营销技术服务公司，业务覆盖 150 多个国家和地区，亨通光纤网络的全球市场占有率超 15%，承建了大批

海洋光网工程，是中国唯一具备与国际巨头竞争，拥有端到端深海通信系统承建及服务的企业，是全球信息与能源互联解决方案服务商。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

数字化转型设计标准：设备层展示光缆生产设备、中转物流设备与各类传感器、信息识别器之间的互联关系、信息的传输方式，以及基本的组成部分。车间层通过 SCADA 系统实现整个工厂所有信息的采集与监控。企业层依托 ERP 系统，通过收集的各类信息进行生产过程中各类资源的调配。协同层，光缆生产需求接单生产，因此在光缆的整个生产过程中，通过 CRM，SRM 系统对外需要外部供应商与客户信息，对内需要协调内部生产资源协调。

工艺流程及智能装备集群布局：智能工厂的整体布局根据工艺流程进行合理设计，注重工序之间产品的智能物流规划。智能化生产控制包含中央控制室、VIS 系统的应用；生产过程管控（MES）包含计划排程、执行过程调度、质量自动检测；智能化仓储及物流包含自动化立体仓储；智能化设备及生产线集群包含智能化生产设备。应用工业以太网总线、智能传感器、PLC、TIA 博途全集成自动化软件、伺服系统、桁车机器人、无线通讯 AP 等安全可控核心智能制造装备的创新应用，研制集信息化和自动化的智能制造系统，实现流程型数字化车间的订单、生产、质量、仓储等环节的无缝链接。成品立体库桁架机械手采用

滑轨供电、无线 AP 通讯、扫码定位等技术，实现精确定位和平稳运输，并通过集控中心判断各流程设备的状态，自动调配桁架机械手对产品进行转运。工厂的自动检测设备与多个工序相结合，采用 VIS 系统，实现对产品轴向直径分布和扎纱节距、表面缺陷的测算。通过大量传感器的使用对出入库信息进行采集与校验，并配有相应的管理软件提高库位的使用效率。旨在建成能够实现产品自动出、入库，可进行高效管理的信息化仓储管理系统。

光电在 PLM 系统推进总与 IPD 研发体系结合，参照 IPD 研发模式定义了产品研究的总体框架。以产品数据管理、图文档管理、过程管理和统一的标准规范体系为基础，集成相关应用工具和信息系统，实现在研发项目过程中产品研发全过程的数字化协同。通过 SCADA 收集和储存所有机台的实时数据，结合生产线的在线测量设备，通过对每盘光缆的在线检测数据存储、快速分析和自动判定，可直接生成关键光缆关键特性的制程检测结果并自动导入 MES 系统形成检测记录，极大的提升了检测效率。MES 系统对工厂内所有制造过程进行管控，完成与 ERP、WMS、数据采集系统、集控系统集成，能够做到及时协调与实时控制，保障生产过程稳定运行，实现高效生产与智能分析。并建立销售订单协同系统，用于提前安排产品生产计划，平衡产品生产能力，包括生产、出库处理等。共享各原材料检测数据，便于产品生产的组配。

（3）实施前后的对比及成效：

企业生产能源利用率提升 10.3%，企业运营成本降低 15%，产品不良率降低 25%；产品研发周期将缩短 30%，关键设备数控化率和关键设备联网率达到 100%，设备 OEE 提升 12%；订单准时交付率提升 1.3%，订单完成周期缩短 8%，物流成本占比企业运营降低 16%。

案例二：江苏亨通光导新材料有限公司

（1）企业基本情况：

江苏亨通光导新材料有限公司，是主营业务为光通信产业链上游核心基础材料光纤预制棒的研发、生产与销售的国家高新技术企业。目前已实现绿色有机硅光纤预制棒产能 2400 吨以上，国内市场占有率第一。公司具有优异的盈利能力，2022 年实现营业收入 15.65 亿元，利润总额 4.88 亿元，税金 1.98 亿元。

公司是国内唯一拥有全套自主知识产权的光纤预制棒制造企业。始终坚持自主研发的路线，建立了专用设备开发机制，开发了光棒的全套装备。有机硅绿色光纤预制棒在全国细分市场占有率高达 34%，多年位居全国第一，全球前二。公司累计申请专利 104 项，其中发明专利 64 项，实用新型专利 40 项，已获得科技成果 46 项（已授权发明专利 16 项）。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

基础技术：工厂建有完善的通信网络架构，生产、检

测设备采用现场总线、以太网、物联网、分布式控制系统等信息技术和控制系统进行数据联网的合计数占智能化、自动化设备总量的 94.47%，实现各环节的全面互联互通；工厂已建设成全千兆三层内部网络和两个企业数据中心，在防盗、防灾和冗余备份等方面达到较高的安全等级，拥有 100M 电信光纤互联网接入，购买爱数云软件，构建基于 http 协议的“云”服务平台，并配备硬件防火墙、网络准入系统、互联网安全审计等安全设备提高网络安全。

制造系统优化：通过信息化（MES、ERP、CRM、SRM、OA 等系统与集成统一）管理，利用 M2M 技术，对生产设备运行状态实时监控、故障自动报警和诊断分析；整个工艺过程，以二维码作为实现柔性制造的信息载体，在进入每道工序之前，都会有相应的在线扫码枪对其进行自动扫描，追溯产品制造过程中的全流程信息；配备消防监测系统、能耗监测系统、有害气体监测系统及温湿度智能监测等系统，确保光棒生产的集约化和精细化管理，最大限度降低生产成本和提高产品交付率。

产品全流程优化：通过对设备、产品的开发设计，实现产品设计自动化，缩短产品研发周期；在自主开发设备的同时也借助软件进行 3D 模拟仿真，将设备设计的技术指标结合仿真进行验证，提高设备研发的成功率。

资产全流程优化：利用 M2M 技术将产线与 MES 系统实现集成联网，基于 MES 系统采集生产过程数据，包括

工序设备的运行状态、产品规格型号、加工参数、趋势图，且利用 MES 与 ERP 的集成，实现实时数据采集，建立工厂资产运行优化及故障预测机制。

智能化生产：联合国内智能设备开发团队，开发智能化的工业设备，保证了生产、物流、仓储等全过程的生产自动智能化；开发智能化检测、探测、工艺配方管理系统等实现产品生产过程参数智能优化。

（3）实施前后的对比及成效：

通过智能化设备的导入、信息化系统的集成运用，在生产过程标准化上面取得了长足性的进步，消除了以前人员作业时间长、搬运速度慢、仓储操作复杂等情况，单位生产效率、低价值公摊生产时间大量减少，生产效率提升 31.4%。通过导入大数据及工业互联网等高水平经营信息化系统，能及时给出各类相关成本单耗大数据作为制定有效改善措施的依据，降低工厂单位运营成本 27.76%。通过研发大尺寸自动化设备，减少无价值公摊生产时间，标准化设备生产搬运模式，减少大量生产与搬运、搬运与搬运、搬运与仓储间的无效等待、周转等时间，产品研发周期下降 34.1%。通过智能设备、BI 软件、MES 及工艺配方管理系统的相互集成，实现了客户端质量数据的实时抓取，大数据自动分析，生成用于指导光棒中芯棒的生产系数和目标，完成工艺系数和目标的不断自我修正，提高了工艺参数的匹配性与准确率，从而降低了产品质量风险，使产品

不良率降低 59.36%。开发能源管理系统，实现能源管控数字化，可进行能源消耗实时监测、能源调度集中管理、能耗报表及时统计、能源数据深度挖掘，从而对能耗设备的异常耗能情况进行及时诊断，调整用能大户能源分配策略，升级高能耗区域设备及调整高能耗区域设备参数，达到了提高能源利用率的目的，能源利用率提升 20.8%。

案例三：江苏中天科技股份有限公司

（1）企业基本情况：

中天科技起步于 1992 年，以光纤通信起家，现在，中天科技已经形成信息通信、智能电网、新能源、海洋系统、新材料等多元产业格局。中天科技依靠精细制造和科技创新，产品技术水平部分与国际“并行”甚至“领跑”。作为我国光电传输领域的龙头企业之一，中天科技 1995 年起承担国家火炬项目，1997 年被国家科技部和中国科学院评为国家重点高新技术企业，现已跻身中国企业 500 强、国家创新型试点企业、金牌上市公司、中国战略性新兴产业领军企业百强、中国光通信最具综合竞争力 10 强、全球海缆最具竞争力企业 10 强。产品荣膺中国名牌，商标被认定为中国驰名商标。

中天科技专注于制造业，经过十余年的信息化、自动化建设，已经在企业运营、生产管理、运行优化与过程控制等方面具备了较好基础。以 5G+工业互联网平台为基础，通过 ASUN 工业互联网平台，实现厂区智能化应用，具有

较强的实用性，已在信息通信、海洋装备两大产业线共计7个工厂规模应用，并向集团其他产业线及上下游企业复制推广。

以5G+工业互联网平台为基础，建立线缆行业数据互联互通标准体系，促进核心企业整合供应链上下游，推动行业生产协同和数字协同生态圈，将中天科技“5G+工业互联网平台”融合应用方案向周边生产制造企业复制推广，构建成熟的商业运营服务模式。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

5G 专网建设：依托中天科技5G企业专网，在中天厂区以5G宏站为基础，新增AAU（Active Antenna Unit，有源天线单元）三套，5G BBU（Building Base band Unite，室内基带处理单元）一套，并在车间内部辅以信号放大器对车间5G网络优化。车间内部设备互联以上述5G网络为基础，并在设备侧布局5G模组，实现机台-MES（manufacturing execution system，制造执行系统）系统-云平台互联。

智能数据采集：为实现产线设备数据实时采集，解决边缘数据采集网关对接、数据传输问题，通过搭建5G专网，部署边缘智能采集网关，将产线设备数据实时采集上传至统一平台，实现故障告警、预测性维护等定制化功能，并通过大数据分析指导工艺优化。软件实施内容包括MES调度-机台互联，以及云平台展示连接。

厂区智能物流：结合标识解析创新应用，各厂区仓库出入库扫码设备通过 5G 改造或 CPE（Customer Premise Equipment，客户终端设备）转换方式，通过 5G 网络，实现出入库智能化。

对自研 AGV 小车进行内置 5G 模组改造，通过将视觉 AI 与激光融合，实现高精度障碍识别躲避，实现自动路线规划。

（3）实施前后的对比及成效：

与中国电信南通分公司合作，投资 2000 余万元，以“精益生产”模式打造了仓储物流、集中供料、视觉识别及孪生集成等多个场景，达成了产能提升 30%、内部空间利用率提升 40%、搬运浪费减少 20%、质量管理提升 15% 的目标，项目年效益达 1000 余万元，将“智改数转”实实在在转化成了企业效益。

案例四：江苏亨通光纤科技公司

（1）企业基本情况：

亨通光纤成立于 2002 年，位于江苏省苏州市吴江经济技术开发区，是一家集光纤研发、制造、销售、服务于一体的高新技术企业。作为亨通集团“棒→纤→缆”整个光通信产业链的重要枢纽，公司主要从事单模以及多类特种光纤等产品的研发生产及销售。产品涵盖 100G 通信系列光纤、400G 通信系列光纤、5G 接入网系列光纤、海洋系列光纤、特种系列光纤等。通过不断开发新装备、新工艺、

新产品，融合世界优秀企业在产品制造工艺、质量控制、生产流程管理的优势，获得 2023 年全球光纤光缆竞争力前三强，2023 年中国电子元器件百强企业、中国企业 500 强、中国民营企业 100 强，是光纤制造行业的领军企业。

作为主流的光纤制造厂家，公司单体基地生产能力超 5000 万芯公里，全球单体规模化光纤生产能力第一。公司十分注重技术研究的开发投入，充分调研市场需求，依托自建的江苏省企业技术中心、江苏省新型光纤工程技术研究中心、江苏省特种光纤与传感技术工程研究中心和苏州市新型光纤重点实验室等研发机构，并与东南大学、苏州大学、天津大学等国内多家高校在前沿产品技术方面开展产学研合作，先后开发了具有自主知识产权的超低损耗系列单模光纤、超低损耗超大有效面积系列单模光纤、特种系列光纤等技术领先的光纤产品。同时，开发了超长预制棒拉丝工艺、不降温换产工艺、超高速拉丝工艺等领先工艺。产品性能优异、质量稳定，得到广大客户的一致认可，是中国移动、中国联通、中国电信等国内网络运营商的主力供应商，国内市场占有率 25%，全球市场占有率 15%，多次荣获国内外行业质量、诚信供应商等荣誉。

公司加快推动工厂智能化、生产精益化、管理信息化建设，已建成省级示范智能车间，突破企业现有管理瓶颈、实现企业内部的有效沟通与资源有效配置。2023 年公司荣获世界经济论坛“灯塔工厂”，通信行业领域内唯一一家

获评。此外，公司荣获国家级 5G 工厂、国家级绿色工厂、国家知识产权优势企业、江苏省智能示范车间、工业强基工程一条龙应用计划示范企业等称号。在科技奖励方面，公司多次荣获江苏省科学技术奖、中国电子元件行业协会科学技术奖、中国光学工程学会科学技术奖、中国通信学会科学技术奖，展现了公司的科研水平和技术创新能力。在质量奖方面，公司荣获江苏省质量信用 AA 级企业、苏州市质量奖。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

亨通光纤凭借其前沿的设计系统，深度融合仿真技术，开创了光纤通信领域的新篇章。该系统不仅加速了设计流程，通过直观的可视化协同创新，大幅缩短了工艺工程师的线下核定时间与小批量试制周期，更显著提升了设计精度。结合数字孪生技术模拟生产环境，实现光纤盘远程自动换盘，展现了智能制造的无限潜力。

智能化转型贯穿亨通光纤的每一个角落。依托 5G 技术与 AI 算法，设备故障诊断实现秒级响应，提前预警并即时提供解决方案，效率与准确性并存。而 5G 网络的赋能，则让远程操控如临其境，高清视频与实时数据让决策更加精准高效。在车间内部，智能终端与工业摄像头的协同作业，实现了光纤预分拣与智能理货的自动化，极大提升了物流效率。厂区内，5G 模组加持的无人叉车，凭借激光语义导航技术，无需改造环境即可高效作业，改变了传

统仓储搬运模式。

（3）实施前后的对比及成效：

亨通光纤采用 5G 网络，实现产线的快速切换，提升效率 40%以上。结合自动化，生产效率提升 30%，实现设备的快速换产，订单交付及时率提升 20%。利用工业互联网平台建立预制棒智能检测线，缺陷检出率达 95%以上，并通过光纤自动化测试线，实现了光纤盘的自动上盘、下盘和双向测试，使测试效率提升了 30%。在厂区内加装 5G 模组，激光语义导航的无人叉车，提高仓储搬运效率 20%。

案例五：江苏永鼎股份有限公司

（1）企业基本情况：

江苏永鼎股份有限公司系永鼎集团旗下核心企业，创建于 1994 年，于 1997 年 9 月在上海证券交易所荣誉上市，是中国光缆行业首家民营上市公司。涵盖光纤光缆、电线电缆、特种光电缆、光器件、通信器件及设备、通信大数据及工程服务、系统集成方案提供等通信全产业链覆盖的业界领先企业之一。

在经济全球化和“一带一路”战略实施大背景下，在“中国制造 2025”“工业强基”等实施规划的引领下，永鼎股份率先致力于海外工程、汽车产业、超导产业的创新发展，已形成了以通信科技产业为核心，多产业齐头并进的产业格局。旗下拥有数十家控股、参股公司和研发机构，并在全球十多个国家和地区设立分公司，公司跻身中国民

营企业 500 强、中国民营企业制造业 500 强、中国电子元件百强企业、中国电子信息百强企业，成就了具有国际影响力的“永鼎”品牌。

作为国家技术创新示范企业、国家知识产权优势企业，永鼎股份拥有国家级企业技术中心、国家级博士后科研工作站、国家 CNAS 认可实验室等创新平台，依托这些平台，永鼎股份提升创新动力，强化创新氛围，集聚创新人才，抢占产业竞争制高点，由高速增长向高质量发展加速转型。

靠着“以诚载信，永无止境”的企业精神，不断变革创新的经营理念，以及对社会负责、对企业负责、对客户负责、对员工负责的诚信态度，塑造了良好的企业形象。永鼎品牌的发展无时无刻不在传递着一种属于这个企业的独特品牌文化，诚信塑造“百年永鼎”是永鼎一贯坚持的发展思路和原则。公司多次荣获“中国电子信息百强”、“中国电子元件百强”、“中国民营企业 500 强”、“中国民营制造业 500 强”、“中国 500 最具价值品牌”、“中国光纤光缆金牌企业”、“中国高新技术企业”、“全国质量管理先进企业”、“江苏省 AAA 信用企业”、“江苏省文明单位”等荣誉。“永鼎 yongding”不仅是中国驰名商标，更成就了具有国际影响力的“永鼎”品牌。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

永鼎公司实现基于工艺过程监测的 PLC 自适应工艺闭环控制及故障预警、自诊断修复等功能；同时打造预制

棒工序间自动化物流，开发 VAD、OVD 沉积—烧结—退火车间精密装配机器人等，实现主工艺自动物流覆盖 100%。近年来，永鼎公司全面贯彻落实“技术创新与数字化转型”战略，将工业互联网的数据采集能力与设备管理能力和 5G 及全光网络高速率、大带宽、低时延、高可靠的特性相结合，突破了设备管理与数据采集、仿真、数字孪生、工业大数据等关键技术，形成了行业领先的“5G+工业互联网平台”，实现了光纤预制棒、光纤、光缆智能制造新模式，企业数字化管理水平全面提升。

（3）实施前后的对比及成效：

经过系列能力的迭代优化，实现了业务和决策的数据驱动，光纤预制棒生产效率提高 20%以上，运营成本降低 20%以上，产品研制周期缩短 30%以上，企业生产效益大幅提升。

案例六：通鼎互联信息股份有限公司

（1）企业基本情况：

通鼎互联信息股份有限公司是一家位于苏州的高新技术企业，专注于光纤、通信电缆、通信光缆、信号电缆、射频同轴电缆、分布式光纤传感定位系统等产品的研发、生产、销售和工程服务。公司荣获中国光通信市场创新企业、中国通信设备供应商 50 强等荣誉，其品牌“通鼎光电”被认定为中国 500 最具价值品牌和中国驰名商标。公司产品被授予“中国名牌产品”荣誉称号。公司与北京邮电大

学合作开发的“分布式光纤传感定位系统”被列入国家火炬计划项目，并获得了江苏省科技成果转化项目专项资金的支持。该技术处于国际先进水平，填补了国内空白。通鼎互联信息股份有限公司在生产规模、产品质量和供货能力等方面均位居国内前列，受到国内外客户的高度认可。其产品广泛应用于通信行业，是中国移动、中国电信、中国联通三大电信运营商和铁道部的重要供应商之一。

2020年8月，2020苏州民营企业100强排名第9。2021年9月25日，入选“2021中国企业500强”榜单，排名第439位。2022年9月，位列2022中国制造业民营企业500强榜单第149位。2023年9月12日，全国工商联发布《2023中国民营企业500强榜单》，通鼎集团有限公司以5210110万元营业收入位列榜单221位。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

公司通过自研MES系统，实现全面生产要素数字化、运营系统纵向无缝集成、企业资源实时配置优化，打造了数字化协同制造能力、生产过程控制与在线监测能力、面向客户响应的集成产品研发能力、面向订单的快速交付及营销能力和智能决策能力。

公司依托自主知识产权的智能化应用、设备及系统，实现高端智能装备的数字化管控，产品制造过程和质量追溯的数字化监管，以及生产绩效的数字化管理。

公司实现了基于信息深度自感知、智慧优化自决策的

智能制造，形成了基于数据挖掘、数据链精准分析的智慧决策能力，打造了基于供应链上下游企业信息协同的智慧产业链。

（3）数智赋能，生产与运营管控能力显著提升：

首先通过核心工艺设备的智能化升级，实现了配套工艺设备的自适应控制及调整能力，提升了产品生产质量。应用智能夹棒机器人等定制化设备，有效地降低了人为因素造成的工件损耗，实现了产品不良品率降低 20% 以上。其次通过建立贯通全生产过程管理的 MES 系统，结合智能工艺设备和智能物流系统，有效地提升了生产加工效率，降低了生产辅助时间。光纤智能拉丝塔生产效率提高了 20% 以上，光纤智能测试人工工时降低了 50% 以上，综合运营成本降低 20% 以上。同时应用生产仿真模拟、智能工艺和大数据分析等数字化研发技术，实现了光纤产品研发周期缩短 30% 以上；通过实现智能工艺设备的精益生产，建立智能能源管理系统，实现了能源利用率提高 10% 以上。

案例七：江苏华脉光电科技有限公司

（1）企业基本情况：

江苏华脉光电科技有限公司成立于 2018 年 3 月，坐落于全国百强县的三水姜堰。以光纤、光缆、特种通信线缆等相关产品的研发、制作、销售及相关设计、安装、技术服务等为主的高新技术产业公司。项目总投资 10 亿元，注册资金 2 亿元，占地 208 亩，拥有光纤拉丝设备 6 塔 12

线，光缆生产线 72 台，年产能两个 1000 万芯公里。公司从项目签约到土地挂牌，再到厂房施工、产品下线仅用了 243 天，实现“当年签约、当年施工、当年投产”，造就了新的“姜堰速度”。同时姜堰区罗塘街道华脉光电服务组于 2018 年荣获泰州市首批骏马奖。

目前公司拥有 220 名员工，现有专利 49 件，其中发明专利 31 件，省级新产品 18 件，研发项目 10 项。2018 年成立至今公司已荣获“科技工作先进单位”、“知识产权示范企业”、“泰州市光电通信工程研究中心”、“江苏省民营科技企业”、“省高新技术企业培育入库企业”、“国家高新技术企业”、“江苏省绿色工厂”、“省智能车间”、“省两化融合贯标示范企业”等荣誉称号。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

车间拥有 12 条光纤生产线，配置智能化、自动化设备 84 台套，企业通过网络通讯控制方式实现了车间所有自动化设备的联网管理，生产设备联网率 100%。ERP 生产工单自动排产，PTS(MES) 系统对收到的工单进行任务分解。仓库根据 ERP 下发的备料指令进行备料。PTS(ERP)系统的库存管理模块和 ERP 的生产技术实时进行数据交互，实时在线调度。在线头设有专门的线边仓，光纤盘料在线边仓存放，方便下一道工序的进行，目前使用 ERP 中的仓库管理模块进行出入库录入，车间利用立体式输送轨道，提升机，实现预制棒、线盘、空盘的精准配

送以及成品放置的时间管理。利用线盘产品附条形码，实现了单个产品的可追溯性。PTS(MES) 系统对产品的信息自动采集， 工序信息， 站位信息， 测试结果 ， 包装信息实现全流程追溯 ， 提升质量管理。对温度、湿度数据实时通过 OPC 通讯的方式将数据传输到 PC 上位机界面中 ， 利用监测系统软件进行数据存储与分析， 车间主要用能设备采用了电能监控， 根据曲线图分析在时间峰、谷、平的能耗变化数据， 进行用能分析， 有序用电， 实现节能管理。在 PDM 研发系统中直接进行设计开发、工艺规划和仿真建模， 将产品参数性能信息快速反应到生产车间， 可以在较短的时间内完成产品的设计和制造。产品经过 100%性能检测合格后交付给客户使用， 不需要进行远程监控。但华脉建有专业化的售后服务团队， 可通过网站、邮件、电话等多种方式为客户提供线上线下服务。若客户发现异常， 公司根据产品二维码进行追溯， 为客户提供高效稳定的售后服务。

（3）数智赋能， 生产与运营管控能力显著提升：

华脉数字化系统利用 MES 对车间资源进行管理， 通过各个模块主要对车间人员、设备、工装、物料和工时等进行管理， 保证生产正常进行， 并提供资源使用情况的历史记录和实时状态信息检测数据通过扫描产品条码和录入检测数值的方式进入系统， 与订单信息绑定， 实现产品质量的过程检、成品检数据可追溯。通过利用先进的图像识

别和数据分析技术，能够在每一个生产阶段执行更为严格的质量控制，确保只有达到华脉最高标准的产品才能交付客户。旨在通过高度精确和智能化的方法保障每一个光纤产品的优质标准。通信光纤着色智能制造车间实现单位能耗降低 10%以上、运营成本降低 20%以上、不良品率下降 50%以上。

案例八：江苏通光电子线缆股份有限公司

（1）企业基本情况：

江苏通光电子线缆股份有限公司（以下简称“公司”），前身是江苏通光电子线缆有限公司，成立于 2002 年，注册资本金 3.37 亿元，公司地处东南沿海的长江三角洲地区，于 2011 年 9 月 16 日在深交所挂牌上市，股票代码 300265，旗下现有江苏通光光缆有限公司、江苏通光强能输电线科技有限公司、江苏通光信息有限公司、江苏通光海洋光电科技有限公司、四川通光光缆有限公司等 12 个全资及控股公司。

公司致力于光电传输产品的研发，旨在为客户提供光电传输系统解决方案。主要产品有高频用通信电缆、航空航天用耐高温电缆、特种光电缆、光电连接器、光电缆组件、EWIS 布线设计及综合线束产品。产品涵盖了电子、航空、航天、兵器、船舶及民用通讯领域。

公司拥有多名资深专家和专业技术人员组成的通光线缆技术团队，长期致力于产品的研发。并积极参与标准制

定工作，制订了我国第一部通讯电缆 IEC 标准（IEC61196-8-1 等 5 个标准）。于 2014 年获得中国标准创新贡献二等奖。先后参与了四十余项国家标准、行业标准的制修订。公司拥有多项与产品有关的自主知识产权，先后获得稳相电缆等四十多项国家专利。

公司以“做用户百分百满意的供应商”为理念，先后引进了进口液压推挤机、精密编织机、高精度立式/卧式绕包机、以及双层串联 F40 绝缘挤出生产线等国内外先进水平的生产设备，提升了公司的生产制造能力；拥有一流的电线电缆检测中心和健全的质量管理体系，检测中心具备齐全的检测设备，基本可以在厂内完成产品的全性能评估，提升了公司产品的质量和公司的产品研发能力，公司先后通过了 GB/T19001-2016 idt ISO9001: 2015、GJB9001C、AS9100D 质量管理体系认证、环境管理体系和职业健康安全管理体系认证。

荣获了“国家火炬计划重点高新技术企业”、“中国标准创新贡献奖”、“江苏省质量奖”、“江苏省高新技术企业”、“中国电子行业知名品牌”、“南通名牌”等荣誉称号；产品荣获“国家科技成果奖”、“江苏省高新技术产品”等。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

通光线缆利用物联网技术，实现生产流程的智能化升级。通过物联网设备，实时采集生产线上的各项数据，并

进行汇总分析，最终以图表形式在车间大屏上直观展示，为管理层提供决策支持。在质量控制方面，通光线缆配备了光纤多参数分析、色散特性测试等多套先进检测系统。员工根据批次和订单要求，对半成品和成品进行严格抽检。检测数据通过扫描产品条码并录入系统，与订单信息紧密绑定，确保产品质量的过程检和成品检数据均可追溯，极大地提升了产品质量的稳定性和客户信任度。库存管理方面，通光线缆依托MES系统的库存管理模块，实现了对物料和成品的全面管控。系统支持扫码出入库，快速采集并存储物料、成品信息，同时与ERP系统无缝对接，便于财务部门进行精准管控。此外，MES系统还设定了最大库存与最小库存阈值，超限时立即报警，有效避免了库存积压或短缺的问题。同时，系统还提供了仓位管理功能，实现了物料及成品的精准查找和仓储可视化。在自动化生产线上，通光线缆利用放线排线组件、光纤导轮组、收线排线组件等先进设备，实现了自动放线、收线等功能，大幅提升了生产效率和产品质量。

（3）数智赋能，生产与运营管控能力显著提升：

通光线缆通过数字化转型智能化改造，不仅在生产管理上实现了质的飞跃，更在业务运营和战略决策层面迈向了数据驱动的新纪元。这一系列变革促使生产效率显著提升，平均提高超过30%，有效缩短了产品上市时间，增强了市场竞争力。同时，运营成本的降低幅度超过10%，为

企业节约了宝贵的资源，提升了利润空间。此外，产品研制周期缩短 15%以上，意味着更快响应市场需求，加速了新品推出速度，进一步巩固了市场地位。通光线缆的生产效益实现了大幅提升，为企业的可持续发展奠定了坚实基础。

案例九：江苏长飞中利光纤光缆有限公司

（1）企业基本情况：

江苏长飞中利光纤光缆有限公司（以下简称长飞）是全球领先的光纤预制棒、光纤、光缆以及数据通信相关产品的研发创新与生产制造企业，并形成了棒纤缆、综合布线、光模块和通信网络工程等光通信相关产品与服务一体化的完整产业链。

长飞公司作为全球光纤光缆行业的领先企业，是国内最早的光纤光缆生产厂商之一，在行业内深耕多年，拥有雄厚的技术储备和广泛的客户群体，具备先发优势。在客户日益集中和市场竞争日益激烈的发展趋势下，长飞公司领先的技术基础、强大的生产能力和稳定的客户群体使得长飞公司能在激烈的市场竞争中保持足够的影响力和吸引力，特别在产业链高端的光纤预制棒及光纤部分占据优势地位。

根据中国通信学会光通信委员会的数据显示，长飞光纤在全球范围内一直保持着第二的位置。在 2020 年 12 月 16 日，中国通信学会光通信委员会公布了《2020 年全球/

中国光通信最具竞争力企业 10 强》，其中，在全球范围内，长飞光纤排名第三，市场份额达到了 9%。

（2）实施智能化改造和数字化转型的主要做法：

长飞光缆专家设计系统通过仿真技术，能够快速直观的进行可视化的协同创新，减少了工艺工程师线下工艺核定的时间，小批量试制的时间，整体设计的准确率提升了 15.3%。同时，通过生产单元模拟，通过数字孪生技术，虚实结合，在仿真的环境中远程控制，进行光纤盘的自动换盘。此外，通过 VR 和 AR 技术相结合，实现光缆的虚拟化工厂。

长飞从巡检到诊断到操控的设备实现了智能化。长飞引进 5G.VR 技术等先进技术，进行智能巡检。在设备故障诊断层面，基于 5G 网关和通信模组，实时采集拉丝塔数据，进行 AI 算法分析，提前 10 分钟预警可能引起塔断因子，并给出解决方案。在远程设备操控层面，长飞通过 5G 网络远程实时获得生产现场全景高清视频画面及各类终端数据，实现对现场工业设备的实时精准操控。

在车间内，通过智能终端与工业相机结合，实现了光纤自动预分拣和智能理货，提升出入库的效率。在厂区内，加装 5G 模组，激光语义导航的无人叉车，对作业环境的零改造的基础上，代替传统的人工叉车搬运，提高仓储搬运效率。

不单如此，数字化还渗透在长飞车间的更多领域，如

设备的维护上、生产能效控制、生产过程溯源等方面。在绿色低碳方面，长飞通过智能仪器仪表，实时采集园区用电、用水、燃气等能源消耗的数据，杜绝跑冒滴漏现象。此外，基于工业互联网标识解析的技术，长飞为生产环节的原材料、半成品、成品等实体的物质注册了标识编码，同时，为工艺、流程、模型等虚拟的数据注册标识编码，实现了从原材料到光纤到光缆到客户服务的全产业链的数字化追溯。基于数字化的基础，长飞实现了上游到下游的全链路的数字化协同，实现了运营商客户的云厂检、云厂验、云监造服务。

（3）实施前后的对比及成效：

长飞采用 5G 网络，轻松为末端设备“剪辫子”，实现产线的快速切换，提升效率 50%以上。此外，5G 结合自动化“包装+物流+系统”替换人工实现真正的无人化操作，生产效率至少提升 40%，5G 使设备到云数据共享变得无缝和高效，从而实现设备的快速换产，订单交付及时率提升 20%。

附件 4：服务商目录

序号	名称	所在地	主营业务及优势
1	南京 安元 科技	南京	安元科技股份有限公司成立于 2003 年，是依托于南京工业大学的产学研一体化的高新技术企业、国家级专精特新“小巨人”企业、国家级工业互联网平台企业；一直专注于工业互联网平台及行业应用产品技术研发

	有限公司		<p>及服务，为城市安全、智慧园区、智能工厂、行业数字化转型等提供整体解决方案。</p> <p>安元科技致力服务于国家实体经济与新型工业化战略，坚持“1+5+N”业务战略，提供工业互联网底座平台、工业互联网+安全生产、工业互联网+智慧园区、工业互联网+智能工厂、工业互联网+智改数转、工业互联网+新能源、工业互联网+物联网设备等工业互联网全要素能力服务；拥有国家应急管理部化工过程安全生产重点实验室、“工业互联网+危化品安全生产”应急管理部重点实验室、国家应急管理部高危行业安全物联网技术创新中心、江苏省城市与工业安全重点实验室、南京工业大学公共安全研究院、中安安全工程研究院和江苏省企业研究生工作站等多个省部级以上科技创新平台，荟集了700多名由教授、博士、硕士等组成的跨学科、跨领域的复合型高级人才团队。</p>
2	华为技术有限公司	深圳	<p>主营业务包括传输设备、数据通信设备、宽带多媒体设备、电源、无线通信设备、微电子产品、软件、系统集成工程、计算机及配套设备、终端设备及相关通信信息产品、数据中心机房基础设施及配套产品、生产、销售、技术服务、信息系统设计、集成、运行维护；集成电路设计、研发；统一通信及协作类产品，服务器及配套软硬件产品，存储设备及相关软件的研发、生产、销售；无线数据产品的研发、生产、销售；通信站点机房基础设施及通信配套设备的研发、生产、销售；大数据产品、物联网及通信相关领域产品的研发、生产、销售。</p> <p>华为创立于1987年，业务遍及170多个国家和地区，服务30多亿人口。在通信网络、IT、智能终端和云服务等领域为客户提供有竞争力、安全可信赖的产品、解决方案与服务。华为是全球最大的专利持有企业之一，截至2021年底，华为在全球共持有有效授权专利4.5万余族（超过11万件），90%以上专利为发明专利。</p>
3	江苏省企	南京	<p>江苏省企业信息化协会于2015年11月正式成立，是顺应两化融合发展趋势及企业数字化转型需求，在江苏省工业和信息化厅的指导下，经江苏省民政厅正式注册登</p>

	业信 息化 协会		<p>记的省级社团。</p> <p>协会拥有八个分支机构，十四个代表机构，会员涵盖了电子、通讯、机械、医药、船舶、汽车、仪器仪表、智能装备以及计算机服务和软件等各大行业，遍布全省各个市、区、县。</p> <p>协会以打造健康的江苏省两化融合生态体系为使命，以江苏数字化转型第一站为愿景，塑造共商、共建、共享、共赢的价值观，围绕国家工信部及省工信厅两化融合转型升级、工业互联网、企业上云等重点工作坚持可持续发展的市场化运营路线，以有求必应、有难必帮、有荣共享、有业共创的专业化服务理念，坚持平台化运营、专业化服务。</p> <p>协会现有研习社、产学研、空间、战略合作重点服务等共计 5 大类、20 项服务产品。以政府、学习、交流、资源和重点系列服务产品为抓手，不断探索大赛、论坛、环省行、学院、工业互联网研习社、公约行动等具体服务产品的运营和迭代，为政府、企业、高校、研究机构等提供专业化服务，助力全省企业数字化转型升级。</p>
4	江苏 亨通 智能 科技 有限 公司	苏州	<p>江苏亨通智能科技有限公司系亨通集团全资子公司，注册资本 10000 万元，是服务于工厂智能物流系统、线缆装备、工业互联网、气体输送系统等领域的创新型企业，致力于为客户提供智能化工厂的整体解决方案。</p> <p>主营业务：48 米四列双层气氛辊道窑炉、10 米单层双列气氛试验炉、两轴桁架机器人、标准堆垛机、长料堆垛机、高精度桁架机器人、三轴桁架机器人、重载堆垛机、超高堆垛机、多轴桁架机器人等产品。凭借多年电缆行业的智能制造经验及技术积累，公司产品堆垛机、桁架机器人、穿梭车、AGV、输送线、WMS、WCS、MES、SCADA 系统等，已广泛应用于新能源、光通信、线缆、电力、制造、卫浴、造纸、汽车、机械、食品、冷链、医药等行业，赢得潍柴、三一、海尔、比亚迪等客户的信赖与认可。</p>
5	江苏	苏州	<p>江苏亨通数字智能科技有限公司成立于 2020 年 11 月 27 日，注册地位于苏州市吴江区东太湖生态旅游度假区</p>

	亨通 数字 智能 科技 有限 公司		(太湖新城) 鲈乡南路 501 号。主营业务包括：软件开发；物联网技术研发；物联网技术服务；物联网应用服务；计算机系统服务；信息系统集成服务；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；信息技术咨询服务；信息系统运行维护服务；大数据服务；数据处理和存储支持服务；互联网数据服务；人工智能公共服务平台技术咨询；人工智能公共数据平台；人工智能基础资源与技术平台；人工智能行业应用系统集成服务；人工智能通用应用系统；咨询策划服务；工程管理服务。
6	理工 比特 林克 (苏 州) 软 件信 息技 术服 务有 限公 司	苏州	<p>主营业务：提供工业互联网标识解析节点建设服务、工业互联网应用开发服务、主动标识载体设备、智能数采网关、星火链网应用开发服务等软硬件开发服务。优势：公司前身是北京理工大学与吴中区政府成立的苏州工业互联网与软件创新中心，是国内第一家获得授权的企业节点技术供应商，拥有北京理工大学科研资源和一流学科团队支持，在半导体、白酒、汽车、钢铁、电气设备等行业具有丰富的应用经验。</p> <p>产品优势：适配多种解析体系，适用性广，可扩展性强；获得国密安全认证，通信报文支持 SM2/SM3/SM4 等国密算法；内生安全，标识数据企业自主可控，机密数据不外泄、保密数据需授权、普通数据接入网；弹性可伸缩，支持 DAS 硬盘扩容、ORIGIN 集群水平弹性扩容。</p>
7	无锡 雪浪 数制 科技 有限	无锡	无锡雪浪数制科技有限公司所开发的工业互联网平台，通过旗下多款产品，提供“工业机器学习”，“工业数据分析”，“工业数据资产管理”等服务；从制造业的数据出发，抓住的是制造业场景下对这三个方向上的共性需求：数据、通信、计算。数据是不同行业生产经营下产出的共性资源。而聚焦工业场景下的“数据、通信、计算”，雪浪数制构建了“雪浪 OS”工业数据操作系统，为每一个工厂构建工厂大脑。

	公司		雪浪数制致力于建设国家级工业互联网平台，打造“工厂大脑”，为工业企业提供跨行业、跨地域和全生命周期的数据智能服务。通过实现对人、机、料、法、环全体系数据的采集、处理、存储、打通，提供以真实需求场景为导向的大数据与人工智能技术产品，从解决工业实际应用问题、发挥数据智能实际应用价值的角度，帮助客户在“供”、“研”、“产”、“销”链路上实现数字化的全面快速转型，从产品、产线到产业链全方位的升级。
8	安庆飞凯新材料有限公司	安庆	<p>公司目前产品已形成了涵盖紫外固化光纤光缆涂覆材料、特种丙烯酸合成树脂、紫外固化光刻胶、特种电子化学品、医药中间体、液晶屏幕显示材料等六大类几十个牌号极具特色、拥有自主知识产权产品系列，成为国内有影响力的高新技术领域关键配套材料供应商。</p> <p>飞凯材料率先打破国外巨头对紫外固化光纤光缆涂覆材料的技术垄断，抢占市场先机，逐步树立了公司在紫外固化光纤光缆涂覆材料行业的领先地位。公司的产品还广泛应用于 IC 制造、IC 封装、LED 制造，TFT-LCD、PCB、SMT 等诸多电子制造领域。多年来，公司秉承客户、质量、研发、员工的经营理念，始终致力于高科技制造材料行业的创新与突破，为高科技制造提供优质配套材料。</p>
9	苏州世纪福智能装备股份有限公司	苏州	<p>苏州世纪福智能装备股份有限公司（SiFO）是领先的全球化工程服务商，专注于电子测试解决及工业自动化方案，坚持以国际化的标准与理念为全球客户提供高质量，低成本，全球化及本地化的一站式解决方案。世纪福由来自于安捷伦，泰瑞达在亚洲的 15 位专业人士于 2007 年成立；目前在全球已有近 600 位员工，其中 70% 以上有大专以上学历；公司在苏州及深圳分别设立 5,000 平米及 3,300 平米的工程中心，设置研发机构 2 个；同时在上海、北京、美国、马来西亚、泰国、墨西哥、印度及菲律宾设立了办事处。世纪福于 2010 年通过 ISO9001 的国际品质管理系统标准认证，于 2012 年通过信息安全管理体系统认证证书，公司的质量方针是持续改</p>

			进，不断创新，追求客户超值满意。世纪福在中国已具备完整的满足全球领先企业要求的电子测试与自动化工程服务能力，公司已成为世界上最具经验的在线测试和功能测试及自动化的供应商之一。
10	常州机电职业技术学院电气工程学院	常州	常州机电职业技术学院电气工程学院是常州机电职业技术学院的二级学院。1963年，常州市机械职业学校设立工业企业电气化专业教研室；2015年，常州机电职业技术学院电气工程系更名为电气工程学院。有2个江苏省品牌专业，1个江苏省特色专业，1个德国双元制教学改革试点专业，2个全国机械行业特色专业；国家级教学团队1个，江苏省青蓝工程优秀教学团队1个、科技创新团队1个；已主持省级以上科研项目15项，为企业开展横向服务项目73项，获得专利授权76项。
11	深信服科技股份有限公司	深圳	深信服科技股份有限公司于2000年12月25日成立。深信服是一家专注于企业级安全、云计算及IT基础设施的产品和服务供应商，拥有深信服智安全、信服云和深信服新IT三大业务品牌，致力于让每个用户数字化更简单、更安全。公司经营范围包括：计算机软硬件的技术开发、销售及相关技术服务；网络产品的技术开发、销售及相关技术服务；计算机信息系统集成以及相关技术咨询(以上均不含专营、专控、专卖商品及限制项目)；货物及技术的出口(不含分销)等。产品及服务：下一代防火墙；上网行为管理；SSL VPN网关；SD-WAN系列网关；安全感知系列；云安全资源池；等保一体机；EDR；EMM；应用交付AD；等保2.0；云及数据中心安全；广域网安全；互联网边界安全；行业解决方案互联网业务；安全托管服务；通报预警服务；威胁分析与处置服务；安全评估服务；应急响应服务；企业级分布式存储；文件和对象存储；全闪存存储；桌面云超融合一体机；瘦终端；桌面云软件；超融合一体机；企业级云平台；云管理平台；容器云；多云管理平台；云灾备。

			<p>2020年2月19日，深信服科技股份有限公司申报的面向城市轨道交通的工业互联网平台安全防护系统入选“2019年工业互联网试点示范项目名单”。2022年10月24日，广东省工业和信息化厅公告显示深信服科技股份有限公司-网络流量控制与行为审计系统入选第七批国家级制造业单项冠军产品。</p>
12	上海云扩信息科技有限公司	上海	<p>云扩科技是RPA领域的创新领军者，致力于构建业界领先的超自动化平台，助力企业提升智能生产力，加速数字化转型。公司以自研的云扩RPA为核心，致力于为各行业客户提供智能的RPA机器人产品与解决方案，持续为客户创造价值，助力企业推进数字化转型。云扩科技的品牌ENCOO，来自于ENablinG COOperation的缩写，公司希望能借助RPA技术，“EnablinG Cooperation of Human and Machine”，打造人机协作的未来。目前云扩科技拥有数百名员工，在上海、北京、深圳、杭州、西安、苏州及日本东京均设有分公司及研发中心。公司已服务了来自金融、能源、电信、财税、制造、物流、零售等多个行业的上百家企业，始终坚持围绕客户需求持续创新，加大产品研发投入，为客户提供有竞争力、安全可信赖的RPA产品以及更智能的流程自动化解决方案。</p>
13	尖刀视智能科技上海有限公司	上海	<p>尖刀视智能科技（上海）有限公司致力于人工智能深度学习技术突破，以机器视觉深度学习算法和机器人运动控制为核心，通过机器视觉深度学习、图像处理算法、人工智能、模式识别ARM/FPGA/DSP嵌入式软硬件开发、视频分析算法、工业机器人视觉定位、多传感器信息等技术手段，实现“机器换人”，利用减少人工、提升产品质量、降低成本的“一举三得”的生产力价值，解决“用工荒，用工贵，用工难”的问题，推动高端制造业实现智能制造。</p>

附件 5：技术缩略语

序号	缩略语	全称	释义
1	ERP	Enterprise Resource Planning	企业资源计划系统
2	MES	Manufacturing Execution System	制造执行系统
3	WMS	Warehouse Management System	仓库管理系统
4	CRM	Customer Relationship Management System	客户关系管理系统
5	PLC	Programmable Logic Controller	可编程逻辑控制器
6	RFID	Radio Frequency Identification	射频识别技术
7	OT	Operational Technology	操作层面的技术
8	IT	Information Technology	信息技术
9	BI	Automated Guided Vehicle	自动导引运输车
10	DCS	Distributed Control System	分布式控制系统
11	5G	5th Generation Mobile Communication Technology	第五代移动通信技术
12	VR	Virtual Reality	虚拟现实
13	M2M	Machine to Machine	机器与机器
14	OA	Office Automation	办公自动化
15	ETL	Extract-Transform-Load	数据仓库技术

16	API	Application Programming Interface	应用程序接口
17	PDA	Personal Digital Assistant	掌上电脑
18	AP	Access Point	无线接入点
19	PTS	Predetermined time system	预定时间系统
20	SQL	Structured Query Language	结构化查询语言
21	IPCF	Inter-Platform Communication Framework	平台间通信框架
22	PON	Passive Optical Network	无源光网络
23	CPE	Customer Premise Equipment	客户终端设备
24	AAU	Active Antenna Unit	有源天线单元
25	BBU	Building Base band Unite	室内基带处理单元
26	PLM	Product Lifecycle Management	产品生命周期管理
27	IPD	Integrated Product Development	集成产品开发
28	F5G	The 5th Generation Fixed Network	第五代固定网络

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价值的功能。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,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 and 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、高质量和高效率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。