



大型集团灯塔工厂 建设方案

目录 CONTENTS

01

建设背景

03

建设实践案例

02

建设规划

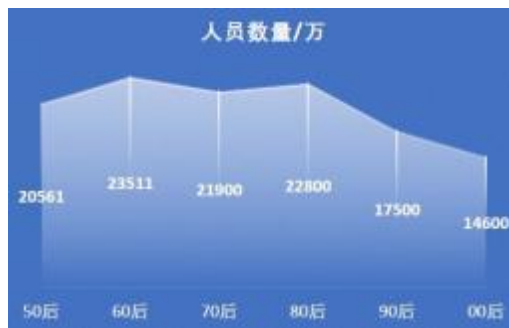
04

建设方法总结

工程机械行业面临的痛点与趋势(以**集团为例)

多重经营挑战

- 万亿级海量市场，国内外竞争激烈
- 行业具有周期性波动特征, 销售额下滑严重
- 4万亿投资硬着陆，工程机械行业不景气
- 传统生产方式低效，财务状况下滑严重
- 国内低端制造业大规模向东南亚转移
- 工人老龄化严重，工厂招工难



外部环境及趋势倒逼

- 客户倒逼：市场需求多样性
- 友商倒逼：友商快速转型，改变游戏规则，压缩生存空间
- 《中国制造2025》国家战略驱动
- 工业互联网技术突破
- 供应商谋求高价值合作伙伴，员工工作和生活模式变化，企业需适应

转型趋势共识



- ◆ 三一集团创始于1989年
- ◆ 公司名称来源于“创建一流企业、造就一流人才、做出一流贡献”。

◆ 三一重工：2003年在上交所上市，2011年英国《金融时报》全球上市公司500强，三一重工排名第431位。

◆ 2020年，三一集团实现销售1368亿元，同比增长35%；利润230亿元，同比增长60%。

◆ 2021年，《福布斯》全球企业2000强，三一重工排名第468位，是榜单中排名中国第一、全球第二的工程机械企业。



- 在第四次工业革命中，数字转型已经成为企业最核心的战略，“**要么翻身、要么翻船**”
- 智能制造是企业数字转型的核心抓手



美国：工业互联网

占据新工业世界翘楚地位
对传统工业进行物联网式的互联互通
对大数据进行智能分析和智能管理



德国：工业4.0

引领新制造业潮流
强大的机械工业制造基础
嵌入式以及控制设备的先进技术和能力



中国：中国制造2025

制造大国向制造强国转型
以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线
以智能制造为主攻防线

**集团战略牵引

■ 愿景：成就智能制造先驱

■ 目标：抓住两大旷世机遇，实施数字化转型“五大举措”，在2025年实现“三三目标”

三三目标 3000亿、3000工人、30000工程师

举措一 工业互联网应用

- 三现数据及应用
- 四表数据及应用
- 设备互联及应用
- C端数据及应用
- 质量数据及应用
- 营销数据及应用

举措二 制造升级

- 灯塔工厂建设
 - 自动化升级
 - 数字化升级
 - 网络化升级
 - 智能化升级
- 26家工厂全部升级

举措三 产品升级

- 产品电动化
 - 电动搅拌车
 - 电动挖掘机
- 产品智能化
 - 无人矿卡
 - 无人路面机械
 - 无人挖掘机
 -

举措四 软件升级

- SCM(ERP)
- CRM
- PLM
- GSP
- MOM/MES
- WMS
- QIS
- GCP

举措五 运营升级

- 流程再造
 - 标准化，在线化
 - 自动化，智能化
- 云化服务
 - 生产、供应链服务
 - 营销服务、运营服务

数字化转型 不翻身，就翻船

2018年3月13日，**集团董事长梁稳根先生在十三届全国人大会上表示，“**的数字化转型，要么翻身，要么翻船！如果我们成功地进行数字化智能化转型，就能够更强大，就翻身。如果不能成功地数字化转型，就会翻船。”

目录 CONTENTS

01

建设背景

03

建设实践案例

02

建设规划

04

建设方法总结

灯塔工厂的评选标准

通过导入三类核心技术.....

互联透明化



在离散的网络节点间建立
连接，提高透明度

智能化



自动完成事件识别并转化
为决策

柔性自动化

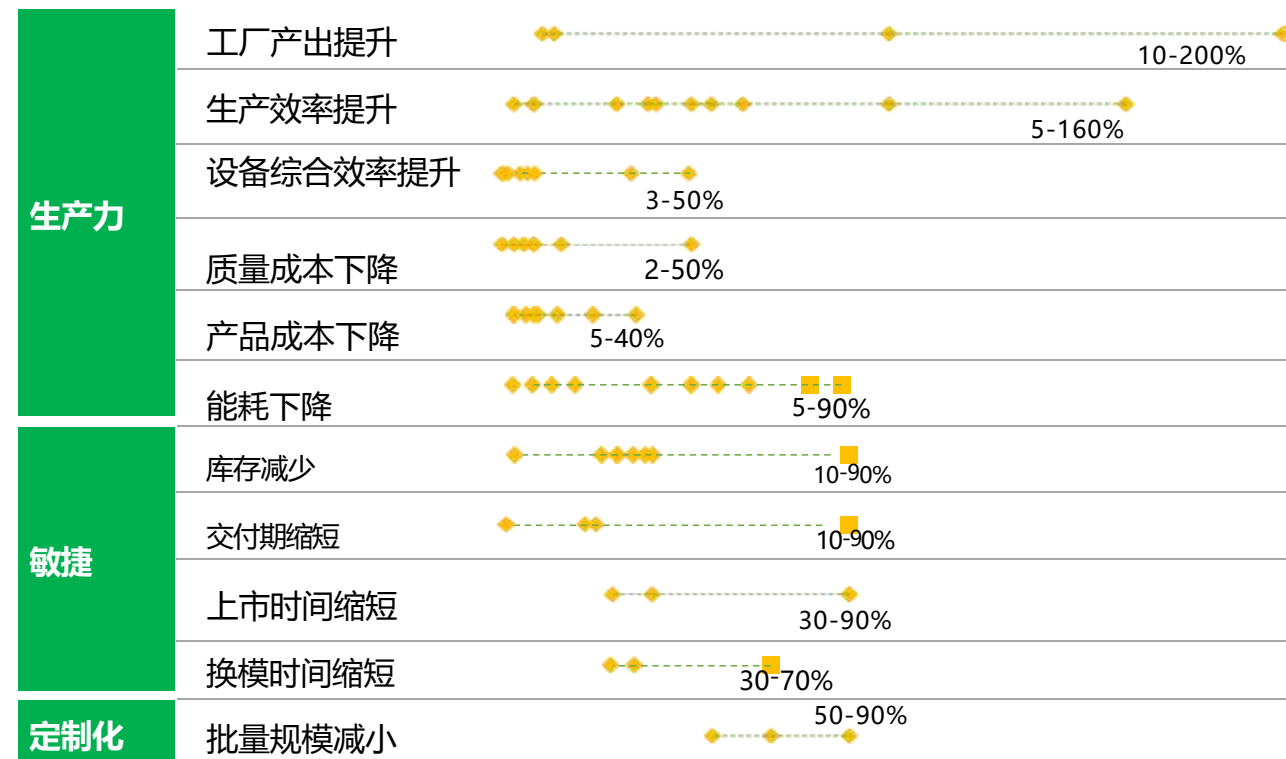


整合响应机制、自动化和
远程活动



.....实现了重大财务和运营收益

客户价值 主要运营指标提升 观察到的收益范围



灯塔工厂满足以下4项标准：

1) 实现重大影响； 2) 成功整合多个用例； 3) 拥有可扩展技术平台； 4) 关键推动因素中表现优异（能力构建、管理变革等）

灯塔工厂关键特征

管理实践赋能



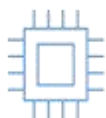
最佳管理实践赋能，如清晰的工业4.0战略、工人技能持续培养、敏捷组织模式等

业务影响



集成创新 (运营、产品、服务及业务模式)带来显著的运营指标以及财务效益改善

多个数字化用例



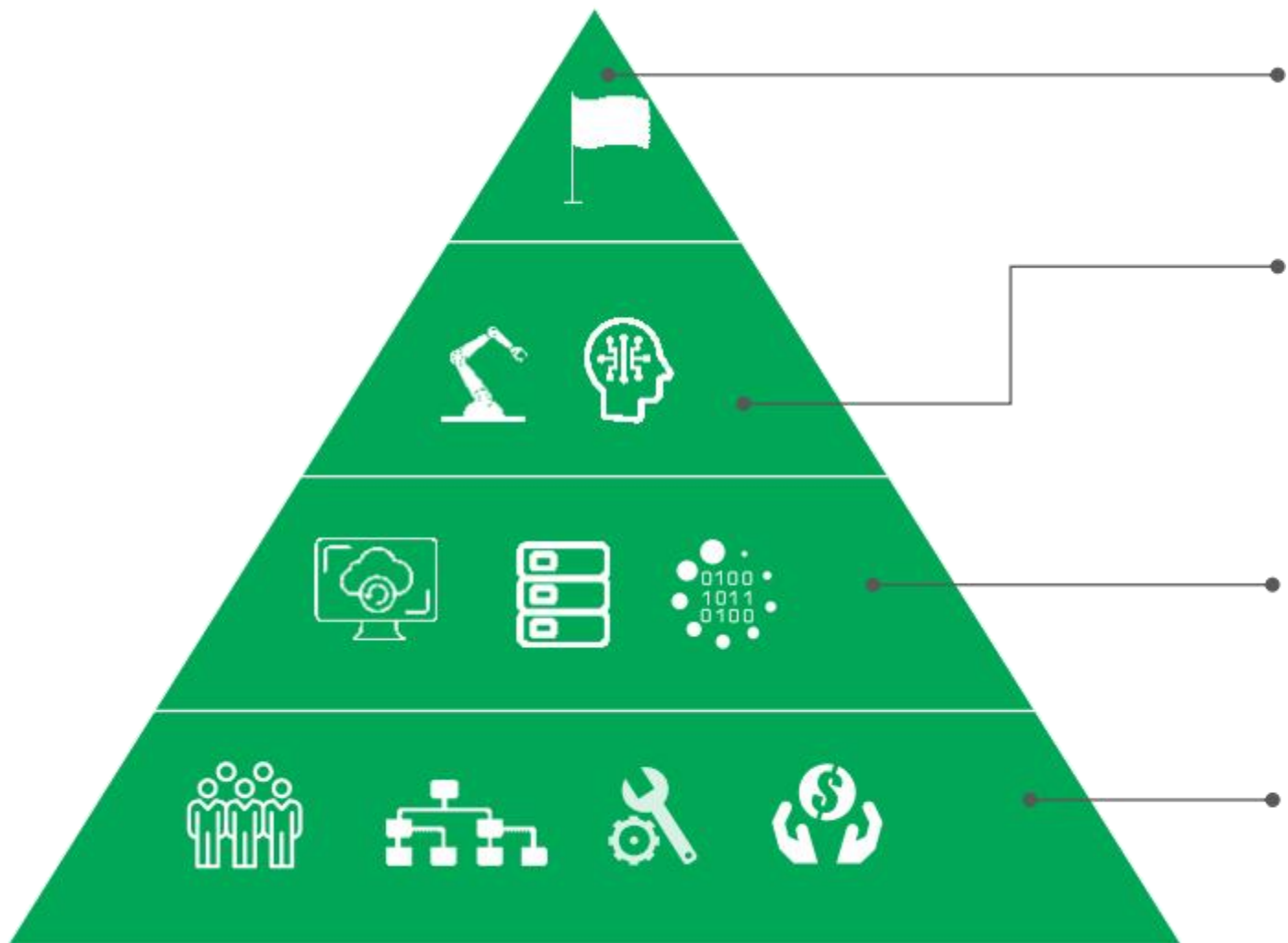
多个先进的工业4.0用例规模化落地实施

技术架构平台



可规模扩张的工业4.0技术平台 以支持多项工业4.0技术安全、稳定、高速的落地实施，具备**稳定、高速、安全和可拓展的工业物联网架构**

灯塔工厂设计原则



■ 价值引领

- 从数字化战略出发，制定蓝图
- 对现状全面诊断，定义价值目标

■ 系统规划

- 精益布局和价值流规划
- 适度的工艺和物流自动化
- 端到端数字化串联与集成
- 智能化技术的闭环设计

■ 平台支撑

- 可扩展的工业互联网平台架构
- 建立数据标准与运维体系

■ 管理赋能

- 敏捷组织转型
- 培养员工能力

灯塔工厂建设目标及成效(以**为例)

达到国家智能制造最高等级 + 灯塔工厂

两年内达到**国家智能制造最高等级5级（引领级**《国家智能制造标准体系建设指南（2018版）》），并成功申报**灯塔工厂**。



生产自动化(以**为例)

下料	成型	焊接	热处理	机加	涂装	装配	调试
无人	少人	无人	少人	无人	少人	少人	智能

工厂产能/生产周期/人数目标(以**某工厂为例)

指标	改善前	规划目标	改善效果
月产能	主机150台	主机180台	提升20%
	钻杆180套	钻杆240套	提升33.3%
年产能	主机1500台	主机1800台	提升20%
	钻杆1800套	钻杆2400套	提升33.3%
生产周期	30天	10天	缩短62.5%
一线工人	816人	248人	减少70.8%

分阶段参考建设周期(整体16~24个月)

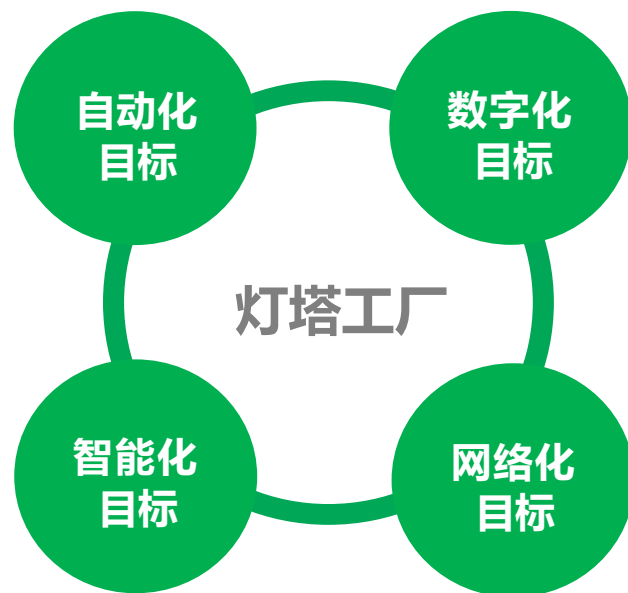
项目	实施内容	时间节点
诊断咨询	对桩机现状进行梳理分析，提出智能制造初步方案及建议	2019.5.31
整体规划详细设计	桩机智能工厂详细规划设计（包括工艺平面布局图、工艺说明、产线节拍平衡、工时计算、设备采购清单、项目投资预算、项目进度计划等	2019.6.30
数字化智能化	SCADA系统实施	2019.7.1
	SCM系统实施	2019.7.1
	APS系统实施	2019.7.1
	MOM系统实施	2019.7.1
	三现、四表、设备互联实施	2019.7.1
	数据中台实施	2019.7.1
自动化产线（工作岛）	备料、焊接、机加、涂装、装配、仓储/物流设计、制造、安装	2019.12.31

灯塔工厂建设目标细分

生产工艺的升级改造(以**为例):

- 下料、焊接、机加无人化
- 涂装、装配少人化
- 调试数字化、智能化
- 仓储物流自动化

- 采用机器视觉、AI算法等工业智能技术赋能工艺革新
- 基于工业机理建模和工业大数据分析,实现三现(6S智能监测)/四表(能耗优化)/设备互联(设备效率提升)等AIoT应用
- 构建工业知识图谱,实现设备预测性维护/健康度管理(PHM)等智能应用
- 基于工业大数据和BI,实现智能决策



- 建设或改造SCM(ERP)/APS/MOM/WMS/PLM等IT系统、实现工厂业务的数字化管理
 - 三现/四表/设备互联的数据采集分析建模与可视化应用
 - 数据传输与生产数据的5G应用
 - 数字化仿真与数字孪生
 - 建设工厂数据资产管理平台
 - AR/MR在生产制造中的应用
-
- 设备互联2.0, 产线程控设备与中控平台联网
 - 优化视频监控网络, 实现三现应用
 - 建设工厂能耗监测网络设施, 实现四表应用, 推动工厂节能降耗
 - 建设5G网络, 生产设备实现5G传输
 - 网络化协同, 内部跨部门在线协同, 外部与供应商及客户在线协同

灯塔工厂车间布局规划(以**北京桩机工厂为例)

在桩机工厂1号厂房4万平米厂房内，以七大自制件为生产对象，规划建设备料产线、钻杆生产线、中桅杆焊接线、箱体焊接线、上/下桅杆焊接线、滑轮架焊接线、动臂焊接线、箱体机加线、桅杆机加线、涂装线、动力头装配线、桅杆装配线、整机装配线、小部件装配线，共14条生产线，并建设配套的自动化仓储和物流。

装配：占地面积7500m²，设备122台，作业人员32人，自动化率65%。

涂装：占地面积5200m²，设备73台，作业人员15人，自动化率80%。

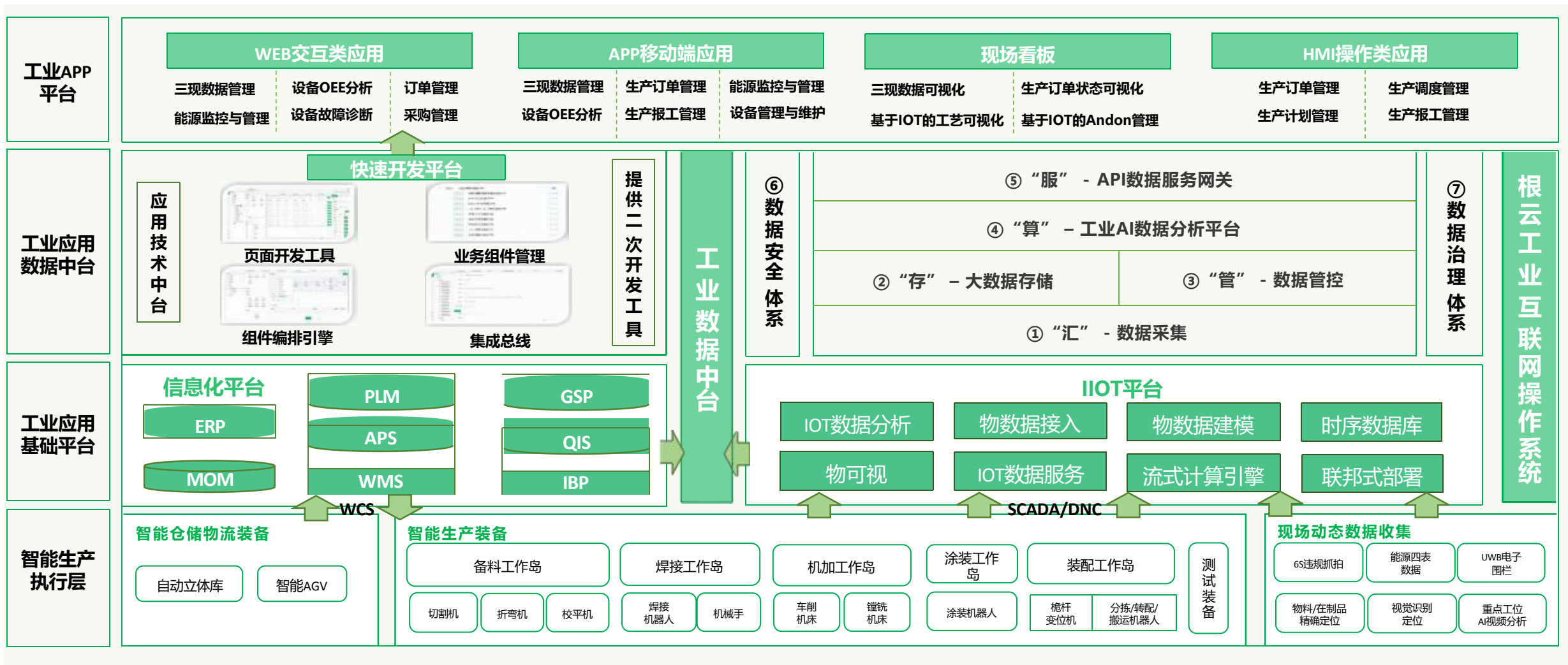
备料：占地面积4000m²，设备45台，作业人员10人，自动化率83%。



机加：占地面积4000m²，设备21台，作业人员9人，自动化率90%；

焊接（含钻杆）：占地面积15160m²，设备148台，作业人员178人，自动化率80%。

灯塔工厂信息化架构



灯塔工厂建设组织保障(以**集团为例)

灯塔工厂项目推动小组



- 灯塔工厂建设是需要跨部门协同的公司级重点工作，需要建立相关组织来保障
- 建立专业的智能制造技术研究部门
- 建立项目推动小组，负责灯塔工厂规划建设项目管理

目录 CONTENTS

01

建设背景

03

建设实践案例

02

建设规划

04

建设方法总结

自动化建设实践

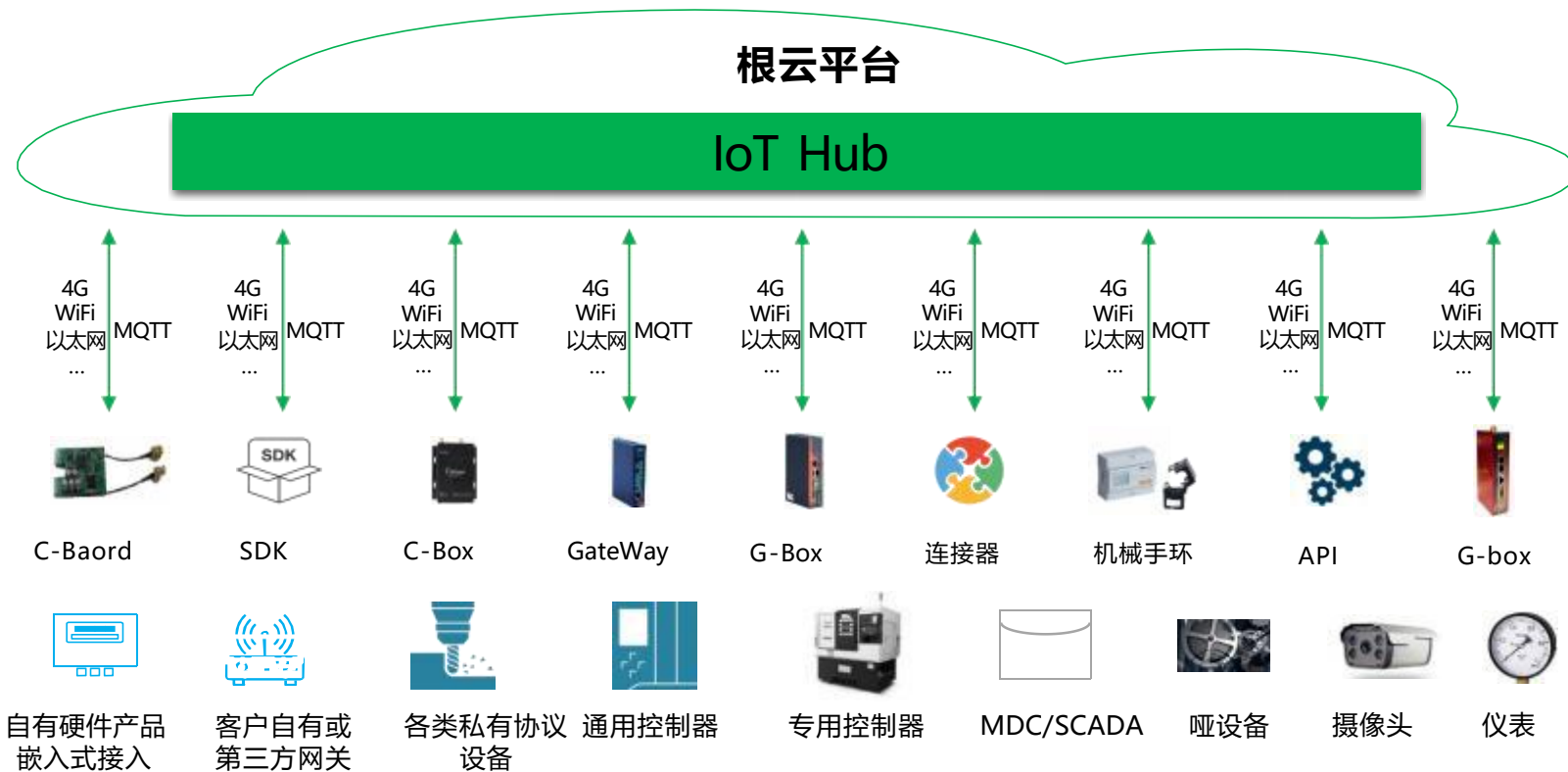
自动化设备	关键设备类型
备料工作岛	- 切割: 火焰切割机: 沪工切割 激光切割机: 恒宇, 泰罗卡, 奔腾, 大族, 法利莱 - 火焰坡口机: 川崎CX210, FANUC M710ic, OTC AII-V6L - 成型: 折弯机: 川崎CX350 校平机: 长岗
焊接工作岛	焊接机器人: 主机新松, 机械手FANUC, 焊机MEGMEET, 焊丝: 大西洋 常见机械手型号: M-20A, M-20ia, M201A, M201D, M-10id, M-20ia, M-20id, R-30iB 钻杆焊接机器人工作站主机: 成都焊研威达 (4台), 机械手: FANUC M-20A, 焊机: LINCOLN, 下管焊接: 上海沪工 配合焊接的搬运机械手: 多为FANUC, 型号有M-900iB, R-2000iC 配合焊接的打磨机器人: 主机: 新松, 机械手: FANUC R-200iC; 主机: 安川, 机械手: Yaskawa 人工焊机: MEGMEET(占比99%), Panasonic(极少)
机加工作岛	车削: MORISEIKI NL2500, 配有机械手Kawasaki; DOOSAN; Mazak 镗铣: DOOSAN DBC130, DBC110, DBC130CX, OKUMA MCR-BII

自动化设备	关键设备类型
涂装工作岛	涂装机器人: 川崎Kawasaki
装配工作岛	桅杆变位机: 山崎 分拣/转配/搬运机器人: Kawasaki, FANUC M-900iB, 川崎CX350
自动化仓储物流	自动化立库、AGV小车: 华智
生产控制系统	产线控制MCS、仓储管理与控制WMS、AGV调度与控制RCS

- 建设各类智能机器人, 实现下料、焊接、机加无人化, 涂装、装配少人化, 调试数字化、智能化
- 建设AGV小车和立库设施, 实现仓储物流自动化
- 产线程控设备与中控系统联网, 集中管控

网络化建设实践

通过根云平台向下连接IoT设备，利用平台全场景广谱IoT接入能力，实现三现/四表/设备互联，采集实时、准确、完整数据



树根提供完整的、全场景、端到端IoT接入方案

- 多端口、多设备类型、多种通信能力(低轨卫星通信、2G/3G/4G/5G、NB-iot/LoRa等)
- 多协议支持: MQTT/HTTP(S)/OPC-UA/TCP/UDP/COAP

基于AI的IoT接入方案：低成本、高效率、可复制、易推广、见效快

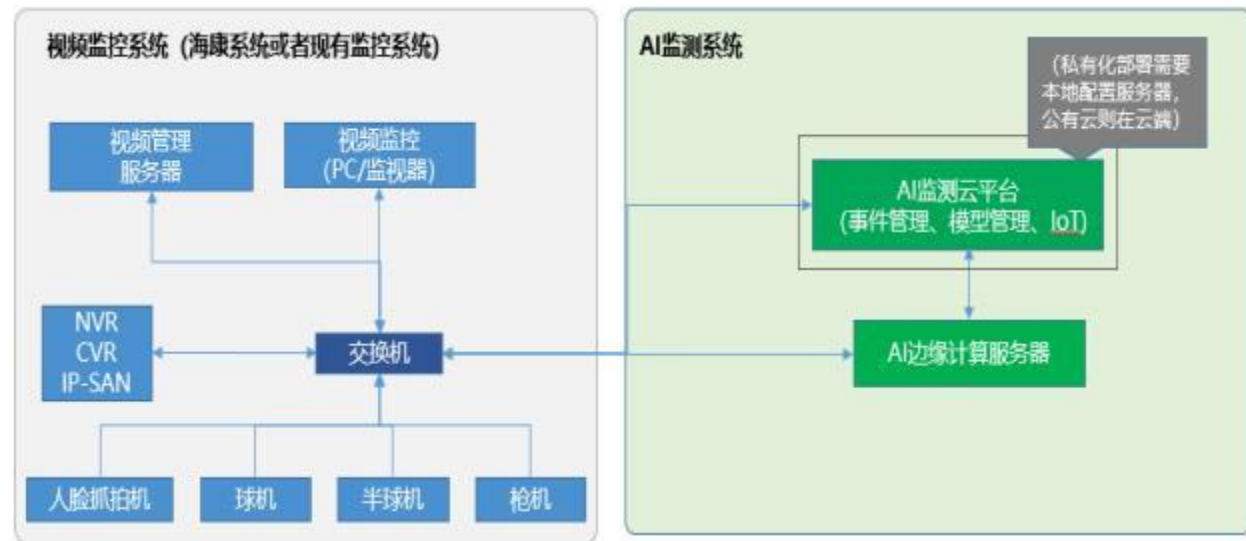
- 实时采集设备的电流、电压等运行数据，在平台经过AI大数据处理，识别设备的基本状态（开机、停机、作业、故障、能耗）
- 接入成本：可选采用机械手环方式接入，相比传统侵入式接入，成本只有1/4左右
- 接入效率：百台设备，一周上线，千台设备，一个月上线；万台设备，三个月上线
- 复制推广：可客户自助接入

全场景接入实践

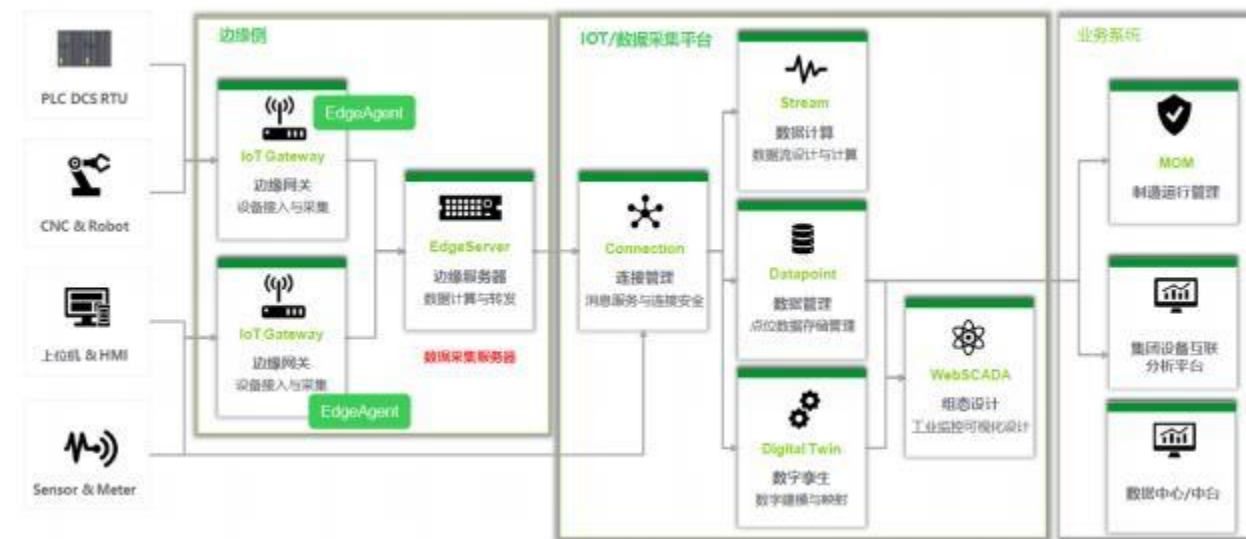


网络化建设实践

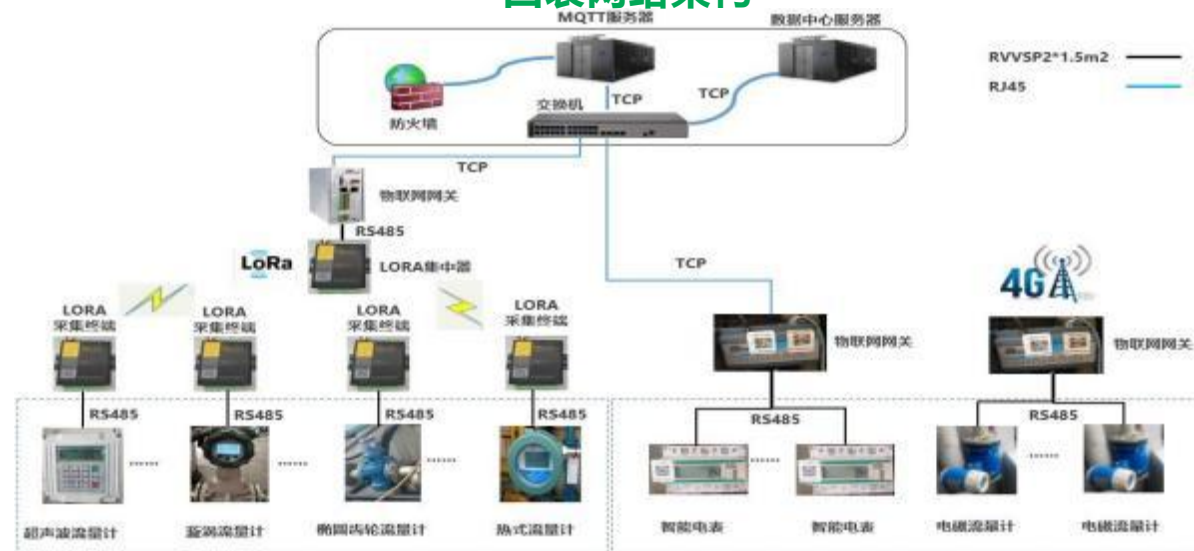
三现网络架构



产线设备互联架构



四表网络架构



5G网络架构示例

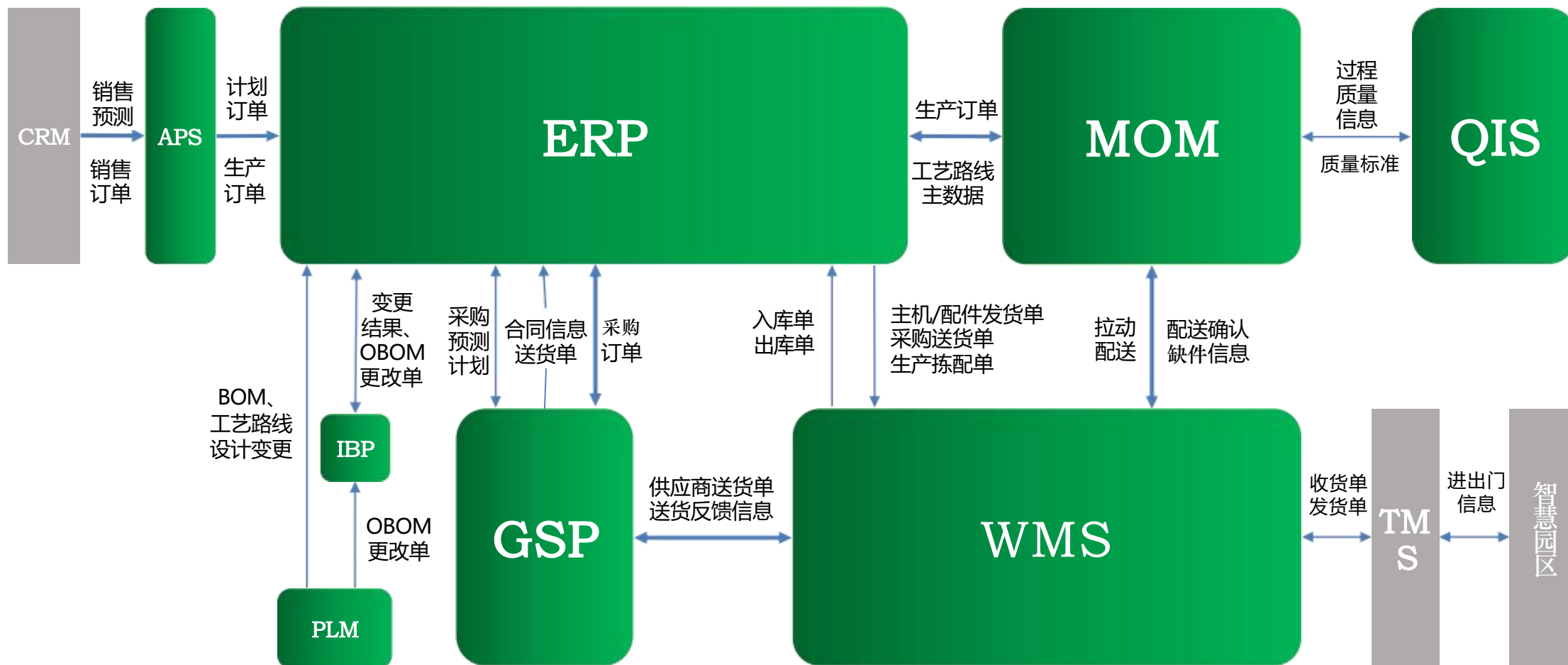


IT网络设备

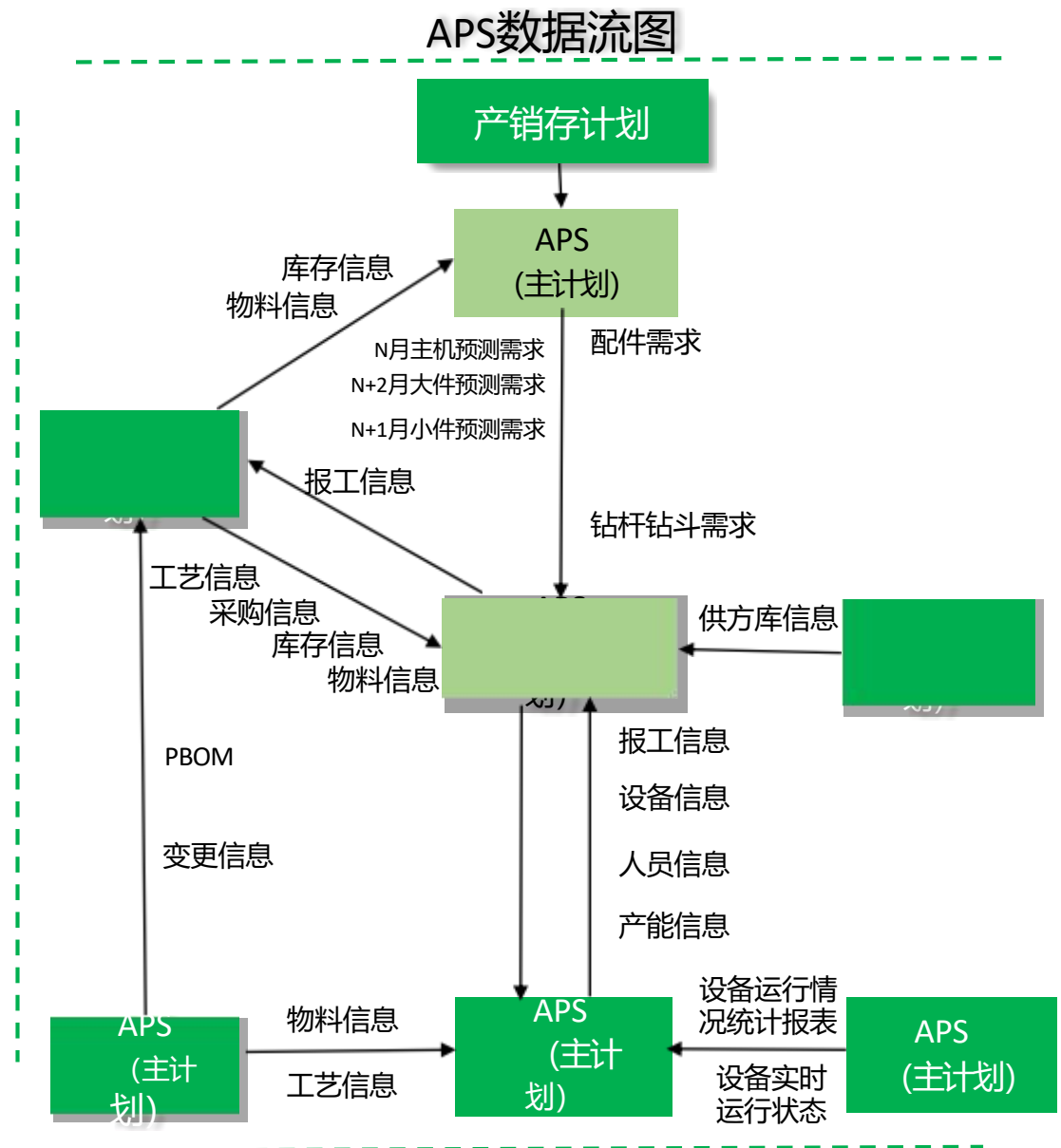
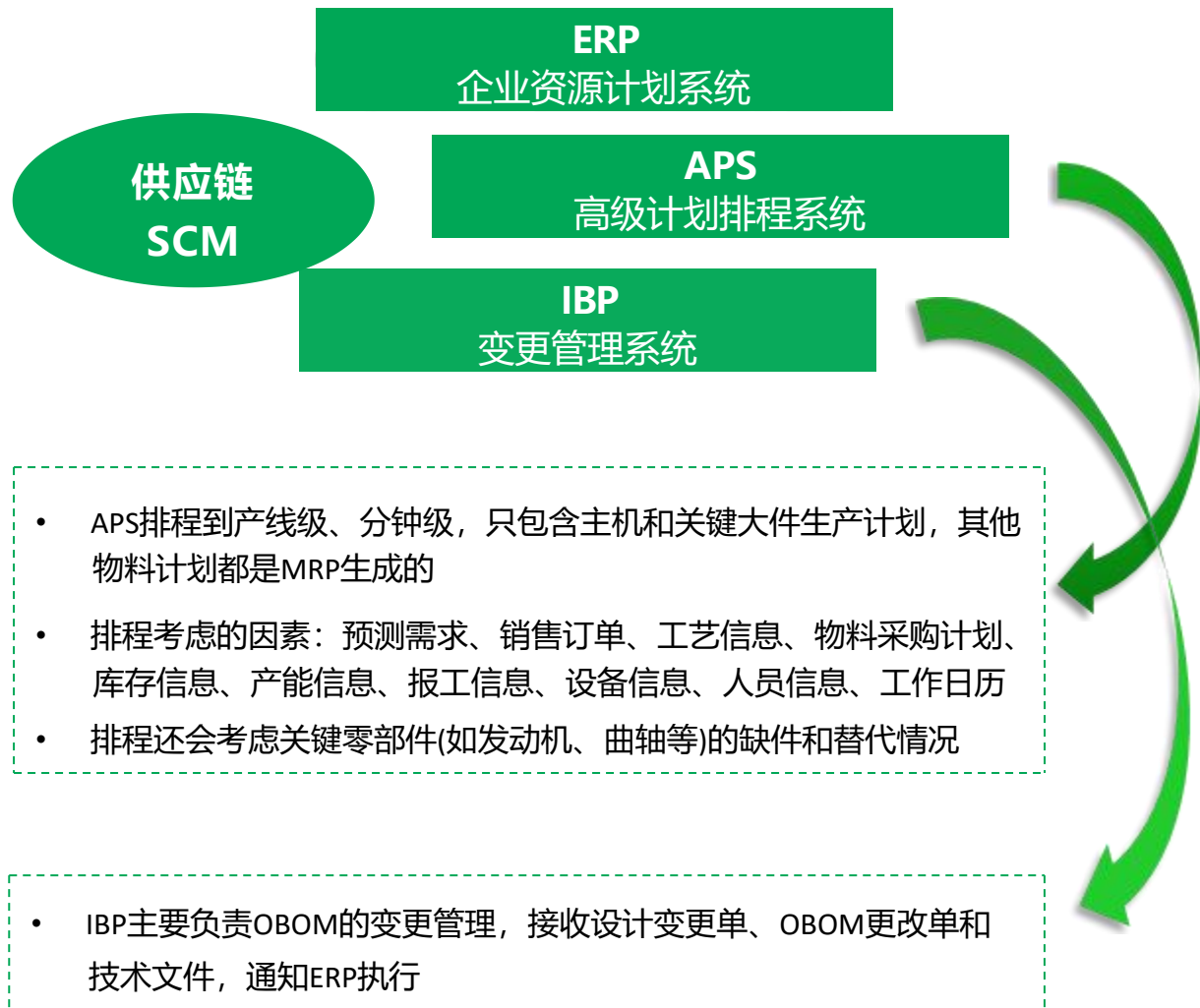
关键IT设备类型

IT网络设备	交换机、边缘网关、无线局域网AC/AP等
服务器	应用服务器、数据库服务器、边缘计算服务器
三现设备	视频监控系统: 网络摄像头、视频管理服务器、视频监视器、视频存储、交换机 AI监测系统: AI边缘计算服务器、服务器(私有化部署AI监测云平台)
四表设备	智能水表/电表/气表/油表、数传终端网关、4G网关、LoRa网关/终端
5G设备	5G终端、5G基站、5G MEC

数字化建设实践-主要软件系统集成关系

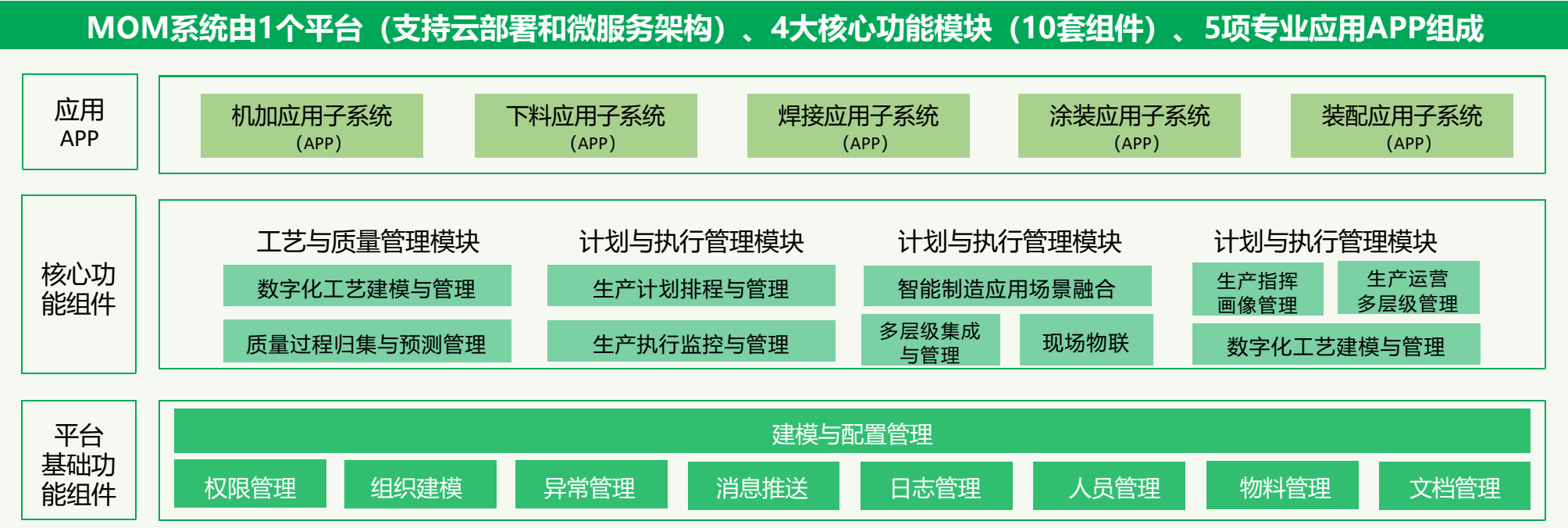


数字化建设实践-数字化供应链SCM(ERP/APS/IBP)



数字化建设实践-数字化生产(MOM)

MOM-功能概览



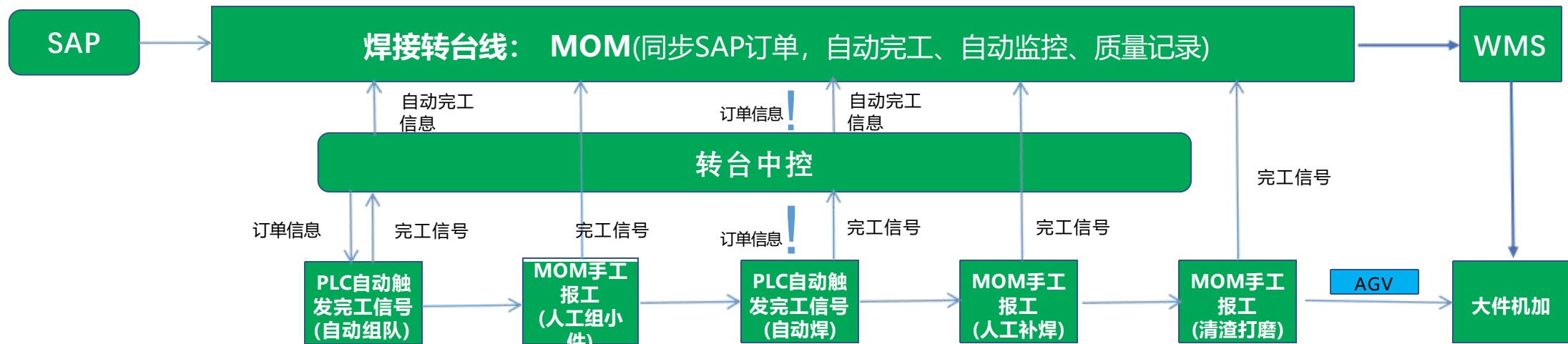
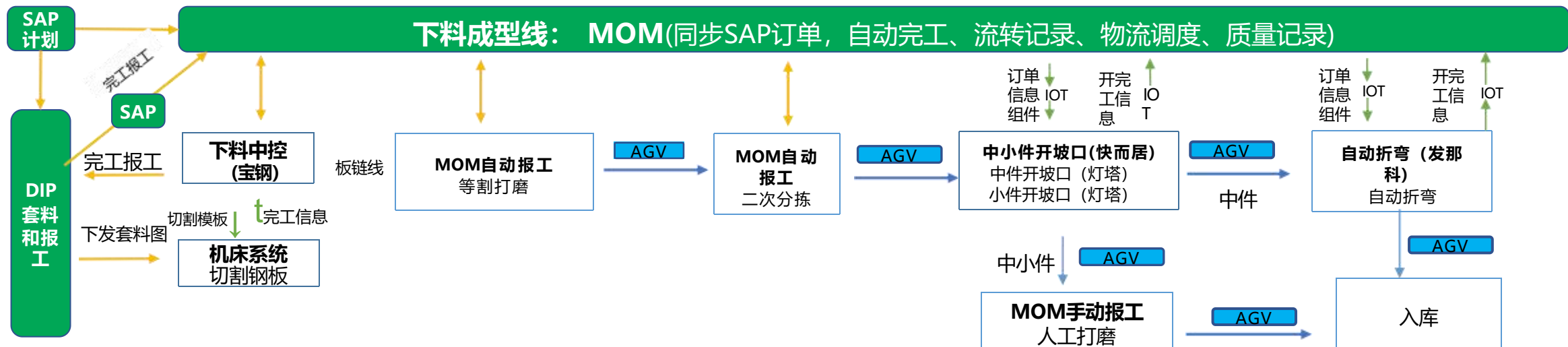
功能特点

- 包含计划管理、作业调度管理、现场信息管理、质量管理、物料管理、设备管理、决策支持（包含报表管理和看板管理）等生产制造执行和运营管理功能
- 实施范围涵盖下料、成型、焊接、机加、涂装、装配、调试各工作中心

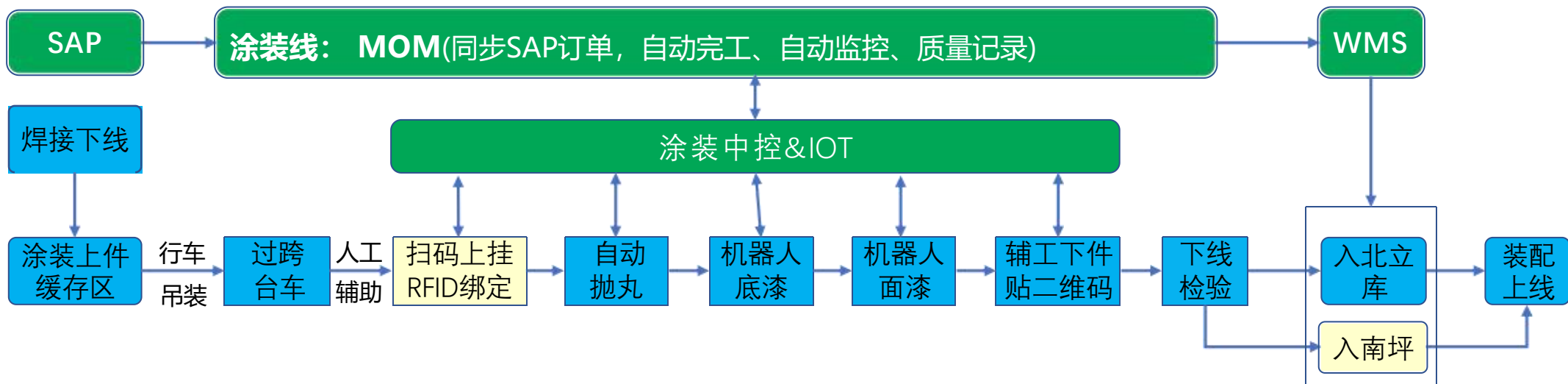
优势与价值

- 实现生产管理透明化
- 实现生产调度可视化
- 实现生产进度可视化
- 实现质量追溯信息化
- 实现作业文档无纸化
- 实现决策科学化，通过统计分析，为生产决策提供科学依据
- 实现信息集成化，与PLM、ERP、APS、SCADA等系统集成

数字化建设实践-数字化生产(MOM)

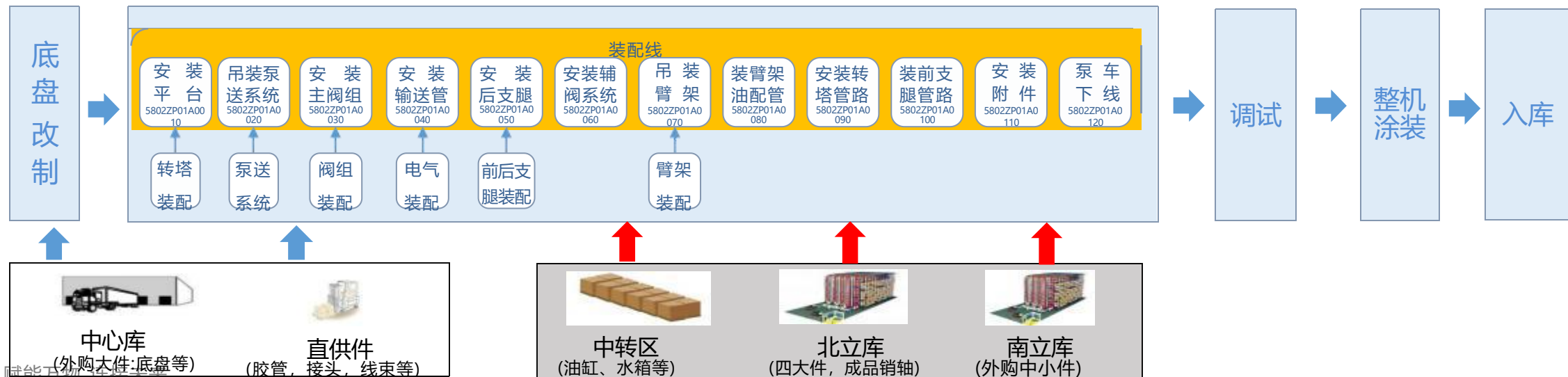


数字化建设实践-数字化生产(MOM)



装配线: MOM (上线开工、完工确认; 质量任务启动、结果录入与关重件信息记录; 状态向SAP同步支持入库)

SAP
3+1计划



数字化建设实践-数字化仓储物流(WMS)



通过建立WMS，实现WCS、RCS/AGV等系统和相关设备集成，形成集团级的一体化智能仓储物流平台，具有仓储和物流的智能化管理能力，实现各立体库物料与下料、成型、机加、涂装、装配等产线的自动化和智能化配送。



搭建三方物流体系，新规划立体仓库、AGV等自动化设备，进一步降低物流仓储面积，提高物流体系的自动化、智能化、无人化程度。分析模拟物流热度、制定智能配送策略。

数据驱动的主机装配物料AGV自动配送

4.空料车回流，自动呼叫下一订单物料。



1.根据APS高级排产，自动工位物料生成配送需求(时间、地点、物料)

效果：仓储配送中心从60人减少为现在的39人，↓35%。

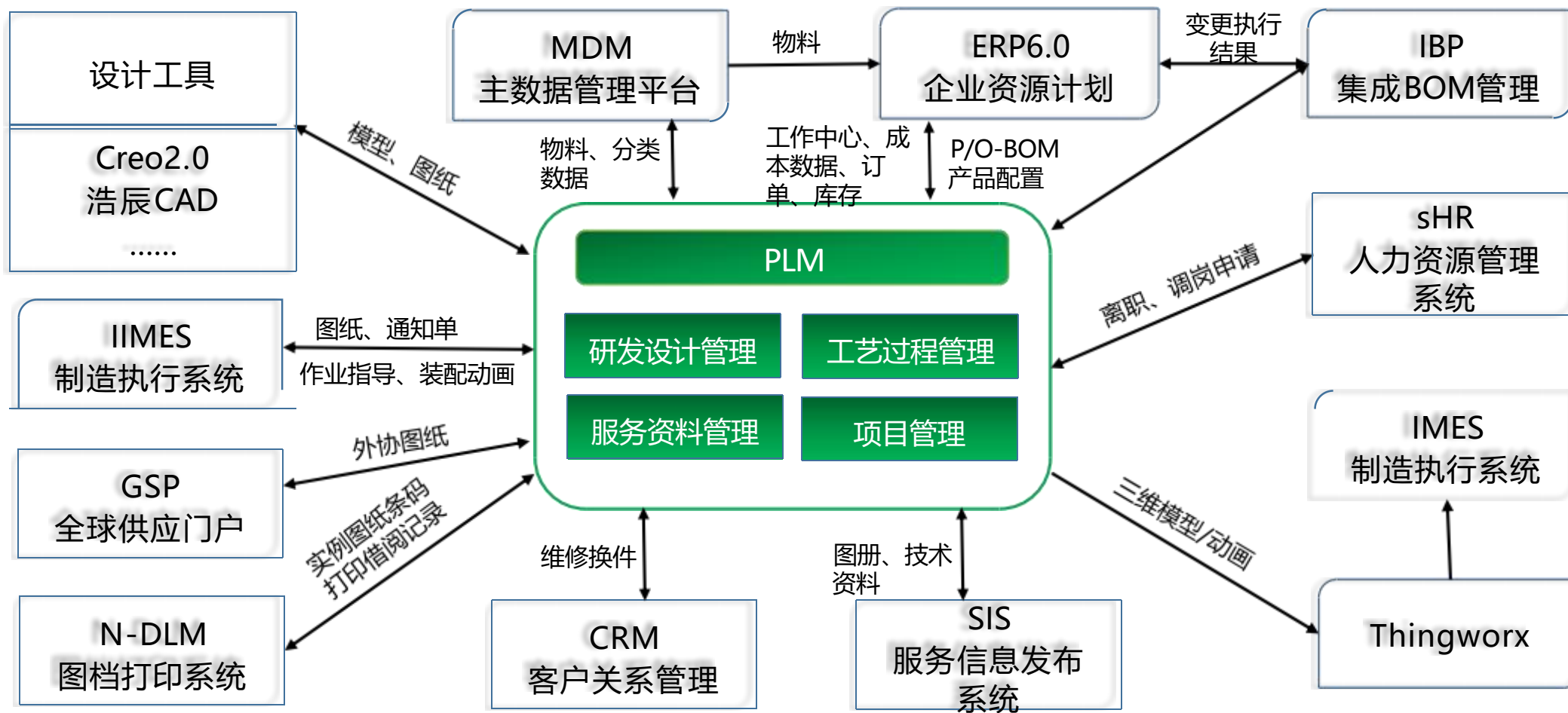


3.AGV自动配送到装配工位。



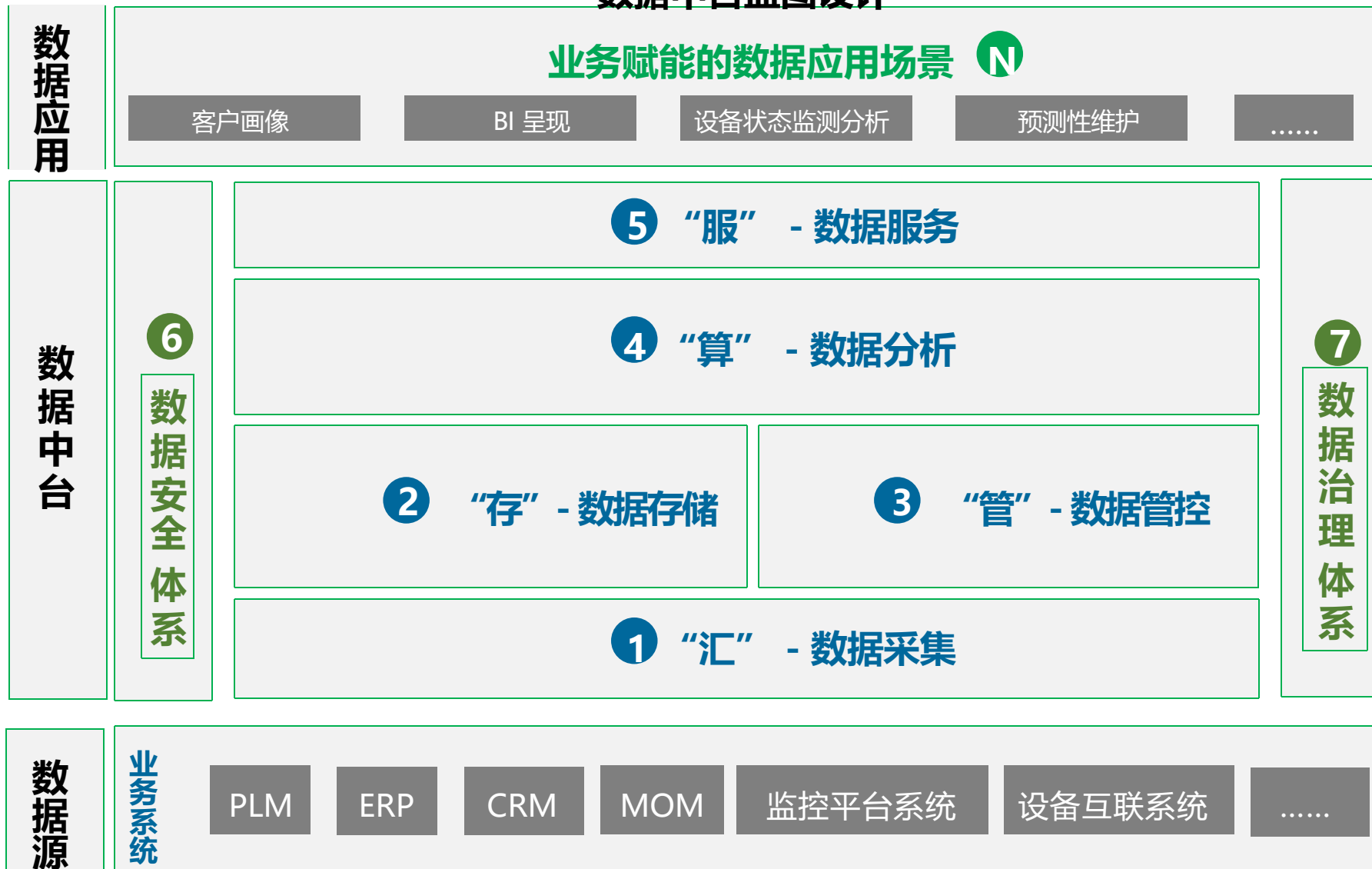
2.立体库根据MOM下发的物料需求进行AR拣配。

数字化建设实践-数字化研发与工艺(PLM)



数字化建设实践-工业数据中台

数据中台蓝图设计



1 数据采集: 采集企业内部/外部相关数据, 批量/实时, 结构化/非结构化数据

2 数据存储: 分布式存储/文件存储/数据库存储/块存储/对象存储/内存存储等结构化数据与非结构化数据存储

3 数据管控: 数据治理/主数据管理/元数据管理/数据血缘分析/数据资产管理

4 数据分析: 数据挖掘/机器学习/深度学习等AI分析能力

5 数据服务: 数据服务API的生命周期管理/服务注册/注销/报表工具/数据探索/可视化等服务

N 业务场景赋能: 利用客户数据及平台的建模与分析能力, 输出分析结果, 供业务应用调用

赋能万物 连接一切
安全: 认证/授权/审计/加解密/隐私保护/GDPR等安全体系能力

7 数据治理: 治理对象, 组织、制度、流程、角色体系

数字化建设实践-快速开发平台

基于快速开发平台开发的**桩机机群工程管理平台

移动端

机手
微信小程序

管理端
微信小程序

机构应用平台

工程大屏

工程管理

排班管理

施工日志

设备管理

机手管理

物料库存管理

设备维保管理

设备故障预警

工程效率分析

机手效率分析

工程产出分析

设备维保分析

集团管控平台

客户管理

设备管理

机手管理

工程管理

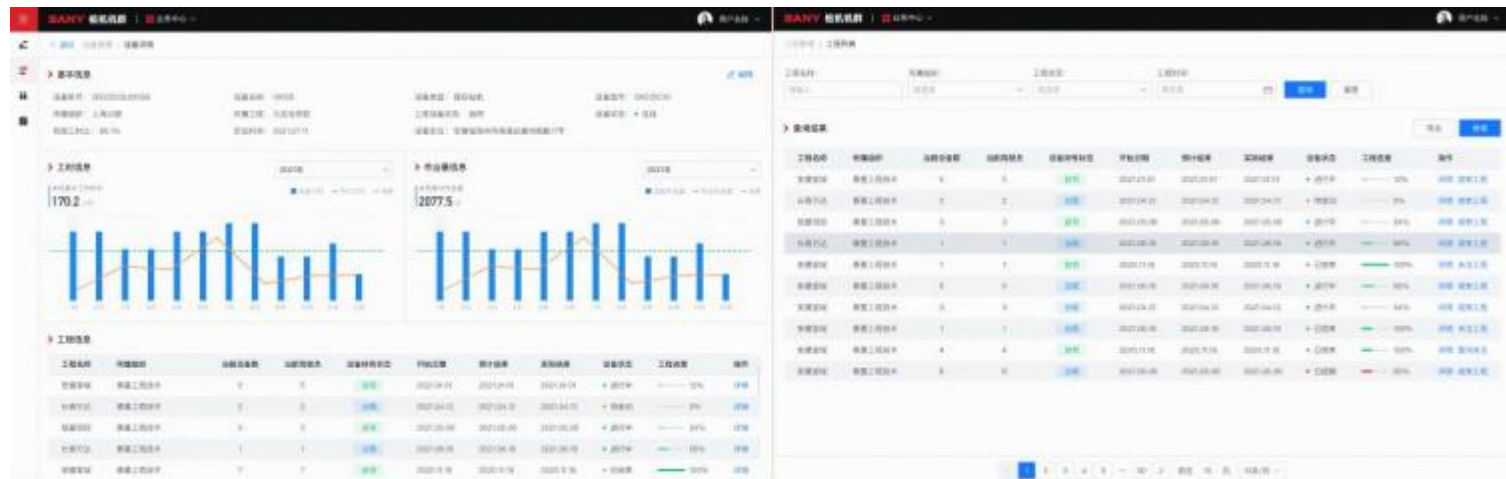
工程效率分析

机手效率分析

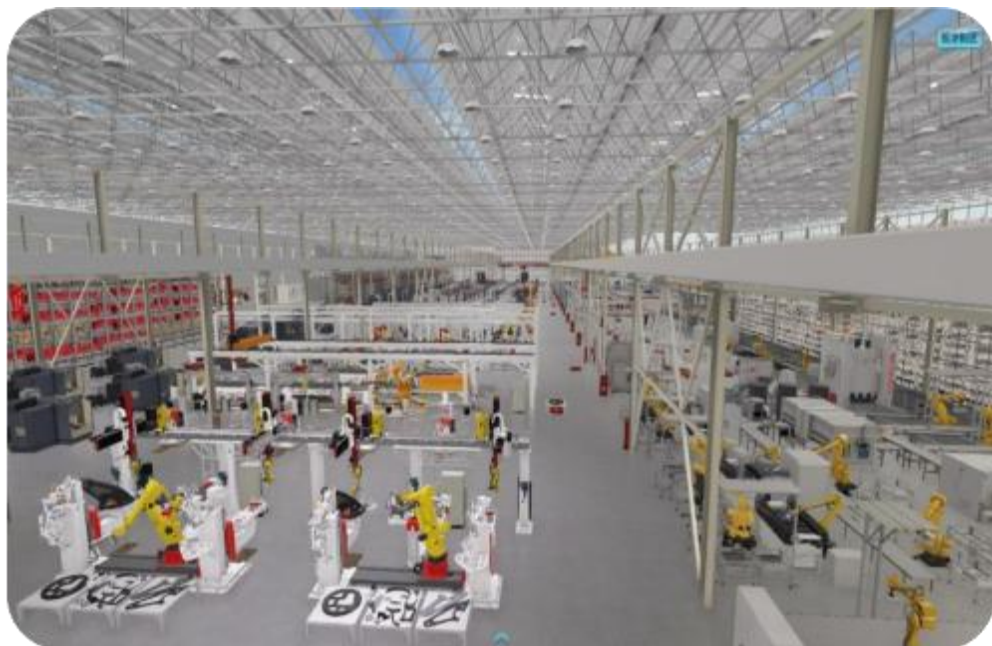
工程产出分析

设备维保分析

根云IoT平台



数字化建设实践-工厂数字孪生

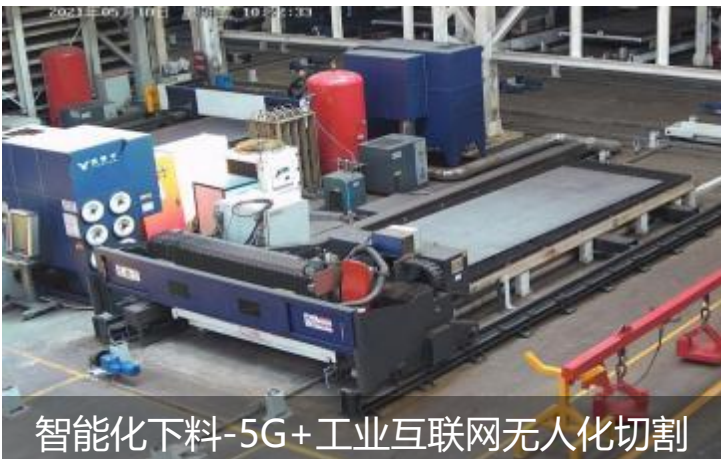


通过数字孪生/双胞胎技术，实现工厂-车间-工位的三维、漫游、动态可视化与智能化监控。



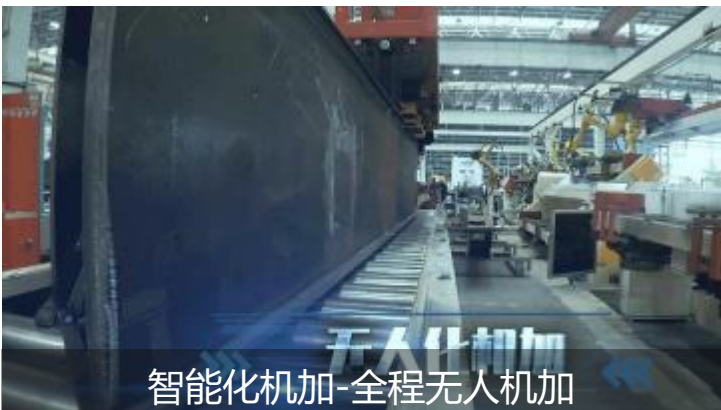
实时预览各设备的基础台账、开机率、作业率、利用率、健康率、运行的实时参数、产出等信息。

智能化建设实践-关键工艺智能化



智能化下料-5G+工业互联网无人化切割

- 8台激光切割机，2人现场巡检模式
- 设备状态、生产进度实时查看，加工程序自动下发，加工任务的开始、复位、寻边操作实现远程无人化操作
- 5G视频回传和低时延(<10ms)远程控制



智能化机加-全程无人机加

- 利用数字检测、IoT、数字孪生等尖端技术消除瓶颈工序
- 从钢板被送入，到加工完成被送出全程无人、全程黑灯



智能化焊接-机器人自适应多层焊

- 采用自适应控制机器人摆动
- 实现方头、接管等对接焊缝的自适应焊接



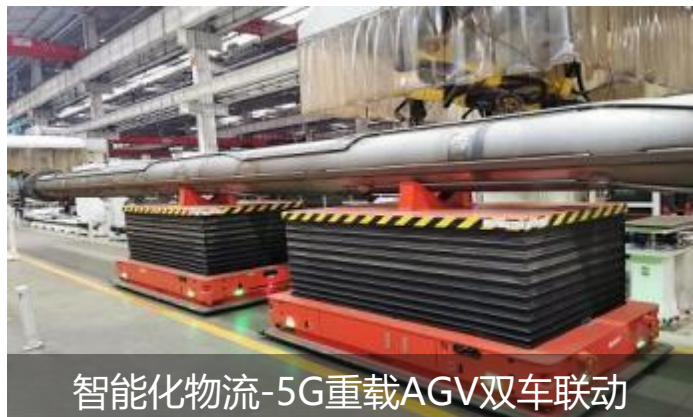
智能化装配-双视觉定位高精度重型装配

- 采用桁架机械手与机器人协同、双视觉定位技术、AI纠偏算法等
- 实现15种型号产品精度达0.3mm的高精度装配



智能化涂装-视觉引导机器人精准喷涂

- 国内首例采用机器人+视觉引导+腔孔识别算法
- 实现大型重型结构中桅杆外表面、内腔精准无死角喷涂



智能化物流-5G重载AGV双车联动

- 解决了长杆搬运中的平稳问题，避免了采用单车时运力过剩、单车体积大、造价高的问题。
- 5G精准授时技术和低时延特性加上激光slam定位、舵轮双车联动技术，实现了超长、超重物料的安全高效搬运。

智能化建设实践-基于三现数据透明化的无人化6S管理

智能AI监测-三现数据透明化-基于AI的现场视频智能识别，实现无人化6S管理

实时管理，精准到人

人员管理抓典型：通过视频识别长期不到岗、消极怠工“典型案例”，及时整管杜绝长期不良影响，建立员工联网信息档案“一人一档”，每次违章自动录入档案。

风险预警，防患未然

通过摄像头标记人员是否出现在不合理区域，轨迹定位进行安全预警，防患未然；

自动统计，落实考核

通过自动分析周、月违章行为和人员，按制度生成回炉培训和教育培训通知，落实考核；

同时对违章人员相关管理人员进行评价，月扣分落实奖惩。

安全帽未佩戴



人员消极怠工：玩手机



人员长时脱岗



安全监护人员识别



地面油迹污渍



通道物料堆放



人员倒地识别



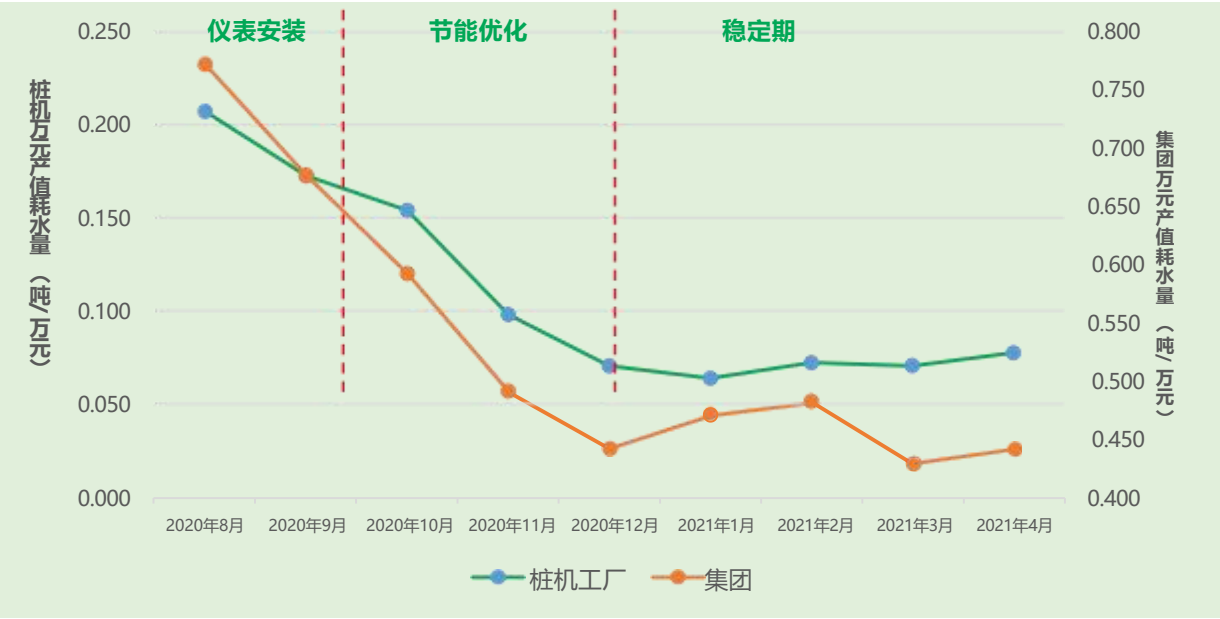
动火作业灭火器识别



针对大型装备制造业的能源精细化管理

连接上千台设备及仪表，覆盖焊接、涂装等全部工艺，应用能源拓扑图数字化看板，通过工业机理建模，精准核算、差异分析、用能异常监测等措施，实现能源精细化管理，实现工厂节能降耗。

- 桩机工厂年节水3.62万吨，下降54.7%，节电16万度。
- 31家子公司推广实现年节水201万吨，下降30.6%，节电526万度。



万元产值耗水量变化趋势图

	指标	20年8月-20年9月	20年10月-21年4月	变化
桩机	产值 (万元)	63,815	329,289	
	耗水量 (吨)	12,022	28,109	
	万元产值耗水量 (吨/万元)	0.188	0.085	↓ 54.7%
集团	产值 (万元)	1,627,291	7,906,953	
	耗水量 (吨)	1,095,396	3,693,262	
	万元产值耗水量 (吨/万元)	0.673	0.467	↓ 30.6%

万元产值耗水量变化对比

智能化建设实践-基于设备互联+故障知识图谱的故障智能诊断

故障智能诊断-焊接机器人故障诊断案例

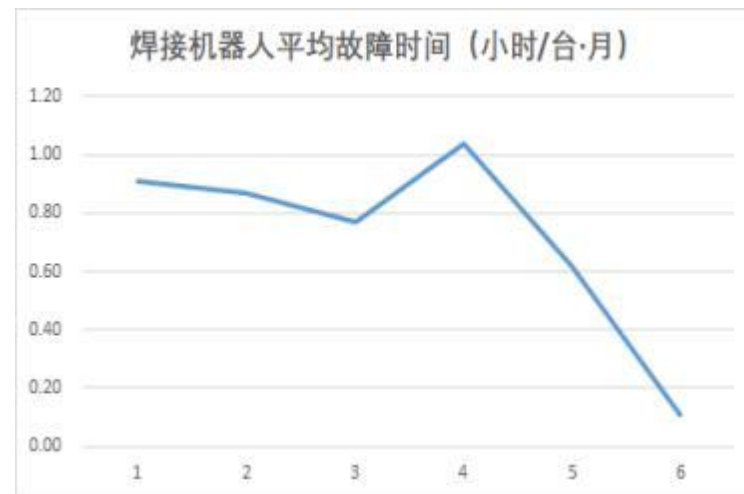
焊接机器人是桩机的关键设备，对于焊接的质量和效率影响较大，以往都是人工识别故障，根据经验进行维修，造成故障解决效率低下，故障时间较长。基于故障知识图谱和故障诊断系统，自动识别机器人故障，自动推送解决方案，并建立维修考核机制，提高故障解决效率，机器人平均故障时间下降88.19%。



焊接机器人故障诊断与分析



常见故障与解决方案推送



焊接机器人平均故障时间下降88.19%

智能化建设实践-三现/四表/设备互联IOC

01



03



02



灯塔工厂建设的价值(**某灯塔工厂案例)



智能制造是新技术和制造业的深度融合



80%

↑80% 自动报工

1天⁽²⁻¹⁾

↑50% 出库效率

70%

↑40% 计划在线

75条

↑100% AGV叫料

7天⁽²²⁻¹⁵⁾

↓31.8% 生产周期

4人⁽⁹⁻⁵⁾

↓44% 数据管理员

3人⁽⁷⁻⁴⁾

↓42% 计划员

25人⁽⁷¹⁻

↓35.2%⁴⁶配)送人员

60%

↓40% 手动自检

28人⁽⁷⁵⁻

↓37.3%⁴⁷叉)车配送

- ① 工业互联网+能效提升
- ② 企业的智造再造
- ③ 适应竞争环境的数字化利器

目录 CONTENTS

01

建设背景

03

建设实践案例

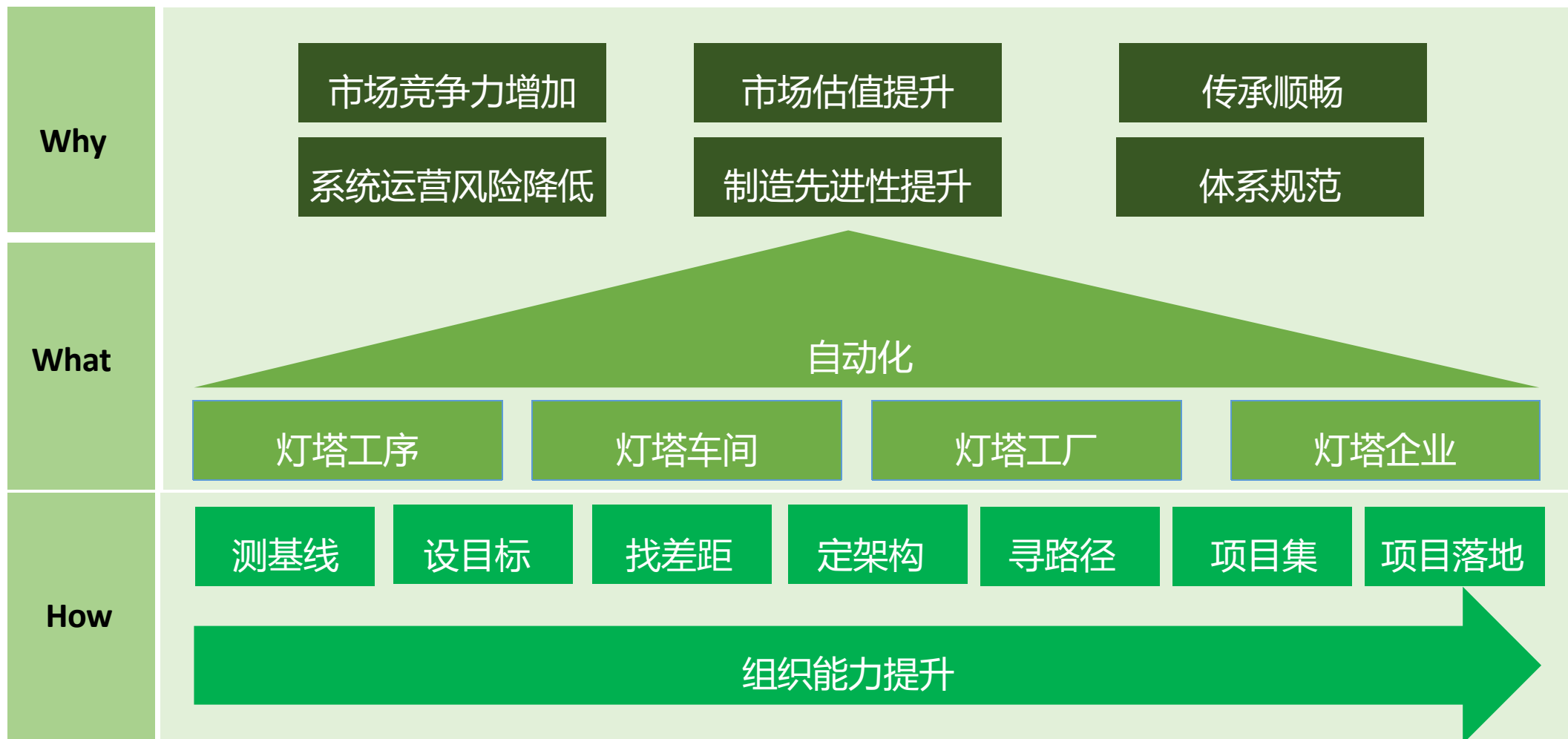
02

建设规划

04

建设方法总结

灯塔工厂推动实施方法论



**灯塔工厂建设方法总结



测基线 设目标

- 基于国家智能制造等级标准测基线
- 基于公司战略目标，参考灯塔工厂和国家智能制造最高标准，设置工厂建设目标



找差距 定架构

- 引入业界领先的产线自动化设备商和专业咨询机构，借鉴行业标杆案例，识别差距
- 整体方案规划和设计
- 规划设计信息化架构



寻路径 项目集

- 按照方案设计、设备采购与安装调试、软件设计、系统联调的路径，先硬后软，分步实施
- 先试点一个灯塔工厂，确保体现价值，再逐步扩大到公司其他工厂
- 建立项目推动小组，划分多个项目，开展项目集管理



项目落地

- 规划建设智能生产装备，实现全流程无人化/少人化生产
- 建设SCM/MOM/WMS等数字化系统，实现一切流程在线化，一切业务数字化，一切数字业务化
- 基于IIOT平台和AI技术，实现三现(6S智能监测)/四表(能源优化)/设备互联(设备效率提升)等AIoT应用
- 数据中台建设，建立数据标准与运维管理体系，沉淀工厂数字资产



组织能力提升

- 建立专业技术研究部门，专门负责智能制造技术研究开发、试点和智能工厂规划实施，从而提升组织的技术策划和设计能力
- 基于多项数字化和智能化实践，提升员工数字化和智能化的意识，培养普通员工的智能制造技术能力，从而持续提升组织能力