



电机行业的智能制造系统 解决方案——方法与案例

交流单位：上海电器科学研究所（集团）有限公司
上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司

交流日期：2018年11月1日

交流人：刘憬奇/智能制造事业部总经理



目录

CONTENTS

PART 01 电机行业的智能化现状

PART 02 电机行业的智能制造系统解决方案

PART 03 电机数字化车间建设案例

PART 04 未来发展展望

01

电机行业的智能化现状

电机的重要性



电机及系统能耗

- 社会用电64%
- 工业用电75%



➤ 海洋平台



➤ 华龙一号

➤ 大型舰船



➤ 西气东输



电机行业属于典型的离散型制造模式

电机行业典型生产模式



80%以上为多品种、小批量生产模式，涉及的供应链规模超过千亿元

电机行业总体的智能化现状



高端设备投入不足，
工艺水平存在较大差距



缺乏高端人才和技术
团队，行业创新能力欠佳



行业研发平台作用发挥
不充分，基础技术研究薄弱

➤企业盈利能力普遍不强

➤大部分制造技术处于工业2.0阶段

➤数字化车间、智能物流体系很少

电机行业的痛点



- 缺乏精益生产管理理念
- 信息化水平低
- 数字化能力欠缺



- 产品需求个性化
- 电机制造趋向柔性生产，但规划技术落后

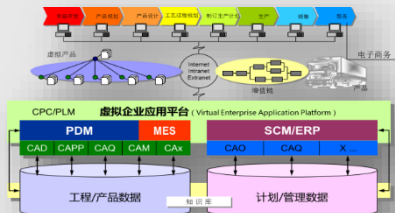
01

02

03

04

- 生产装备落后
- 机械化、自动化水平较低



- 劳动力年龄结构不合理 偏老龄化
- 劳动力整体素质低下
- 劳动力成本居高不下



电机行业的信息化管理水平现状

■ 历史问题

- 系统繁多，系统间无数据接口，信息孤岛林立，信息共享困难；
- 系统较多，功能单一，系统集成工作量太大，导致反复投资；

■ 投资收益

- 运维难度越来越大，系统维护费用高、收益低、风险大；
- IT投资效率低，软硬件更新换代频率高，投资回报率低；

■ 业务支撑

- 系统不适应新的业务发展，或是业务的相应变更而停滞不用，不仅造成投资浪费，还直接导致了IT系统无法支持业务发展；
- 信息化建设无章可循，信息化需求缺少梳理，信息化项目盲目上线，失败率高。



信息化建设的困境

电机行业的智能制造领先者代表



浙江卧龙电气——
家用电机、新能源
汽车电机和中大型
防爆电机智能制造



新能源汽车电机金工车间



● 日本牧野CNC ● ABB机器人搬运系统 ● 自动夹具 ● 上料输送系统 ● 下料输送系统 ● 安全防护系统

电机行业的智能制造领先者代表

中车株洲电机—— 牵引电机和永磁直驱 风力发电的智能制造



电机行业的智能制造领先者代表



江苏大中电机—— 中小型高效电机的 智能制造新模式





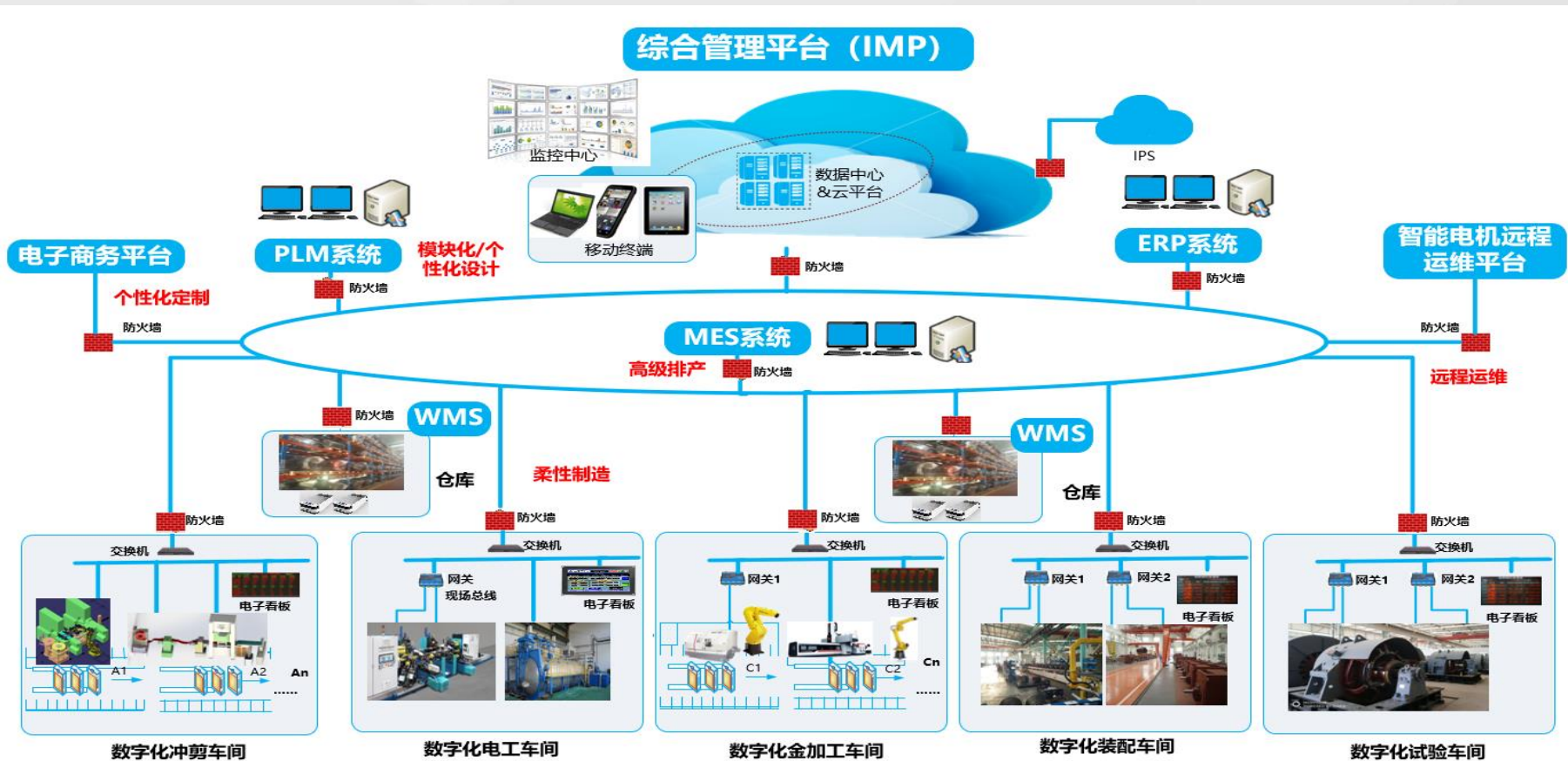
02

电机行业的智能制造系统解决方案

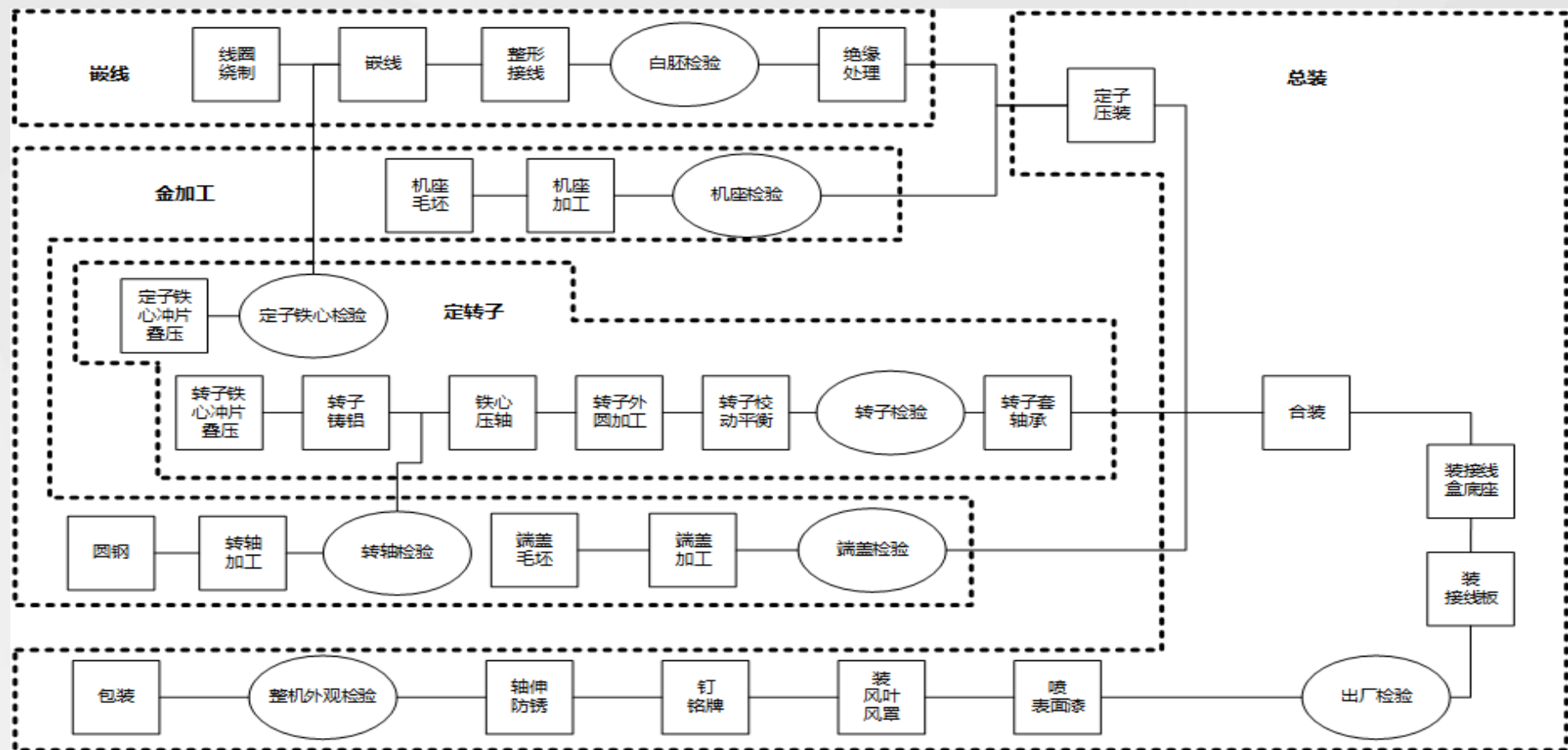
总体思路



总体架构设计

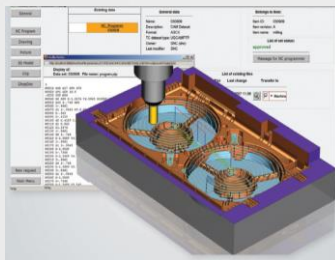


从工艺模型研究与确定入手

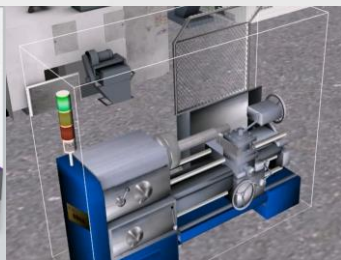


开展产品工艺规划与验证、数字化工厂建模与运行仿真

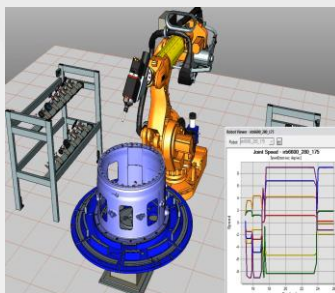
- 1、产品工艺规划与验证；
- 2、设备功能仿真；
- 3、机器人应用仿真；
- 4、人机交互仿真；
- 5、生产过程模拟；
- 6、虚拟工厂运行监控



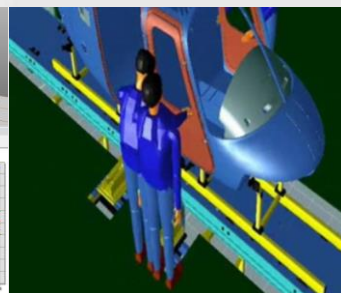
产品工艺规划与验证



设备功能仿真



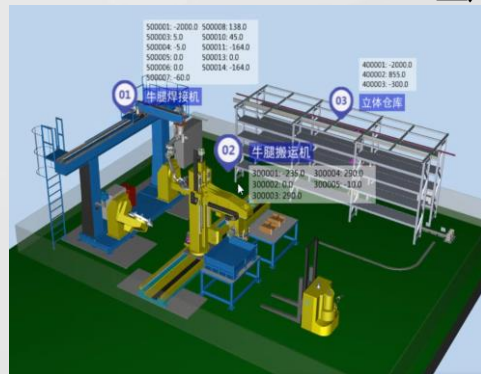
机器人应用仿真



人机交互仿真



生产过程模拟



虚拟工厂运行监控

做好信息化建设整体规划

类别

系统

业务群

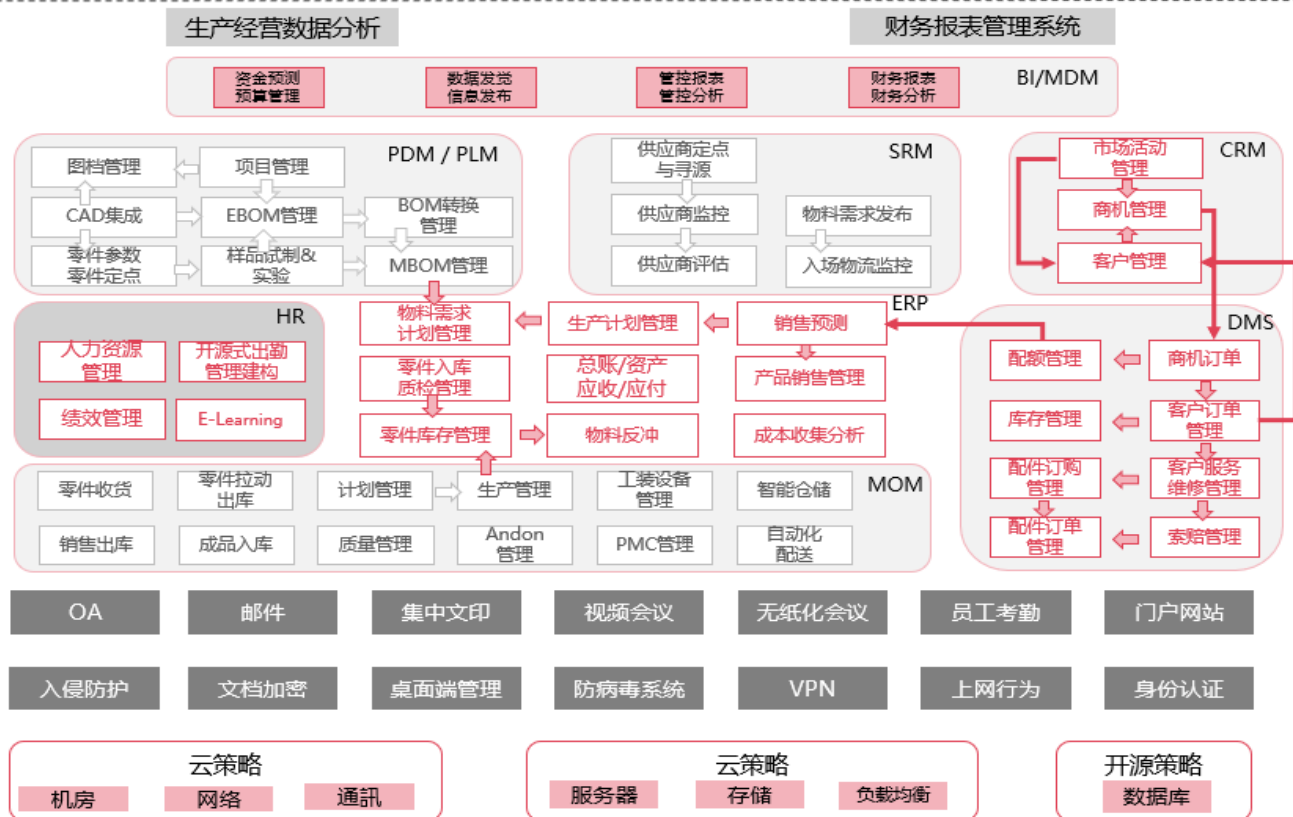
决策支持

业务应用

协同办公

网络安全

基础支撑



公司领导
相关业务部门



相关业务部门

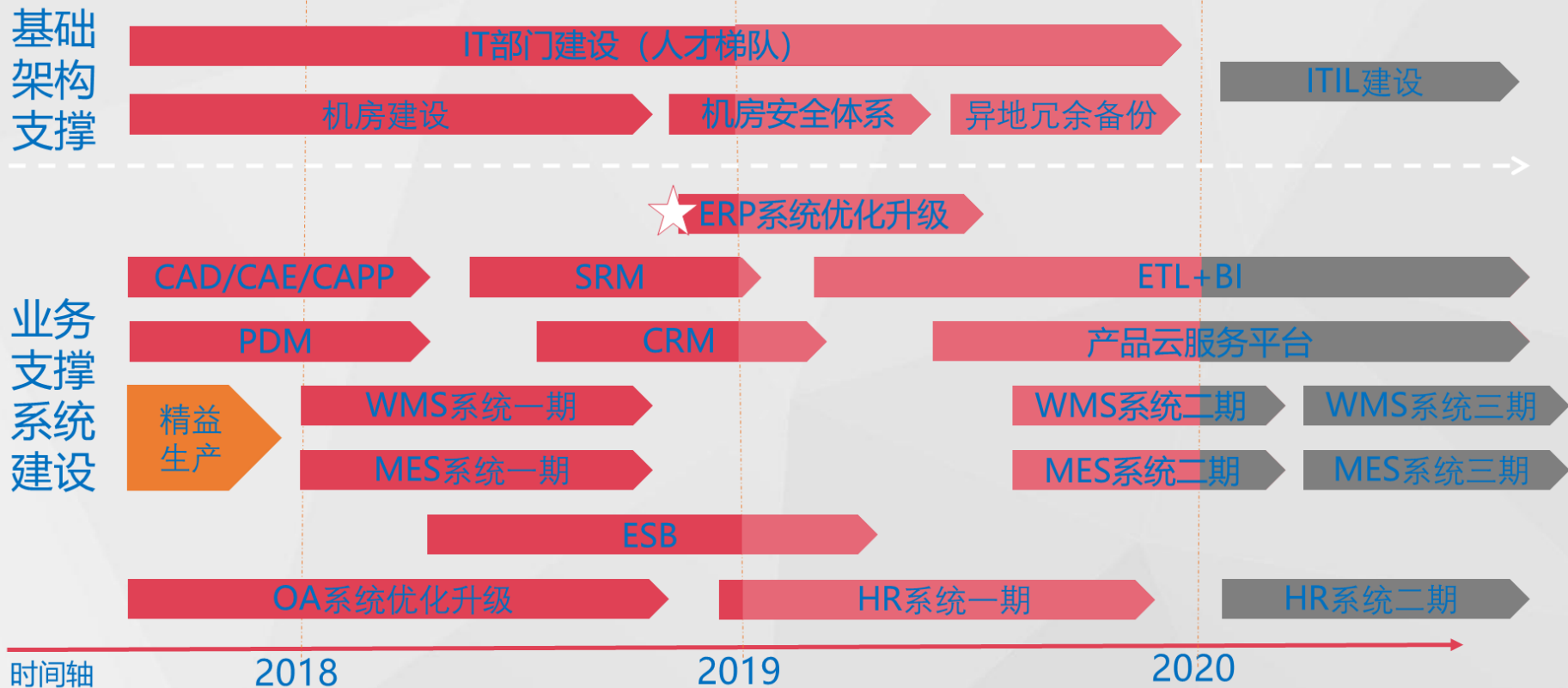


公司全体



IT工程师

做好分步实施计划

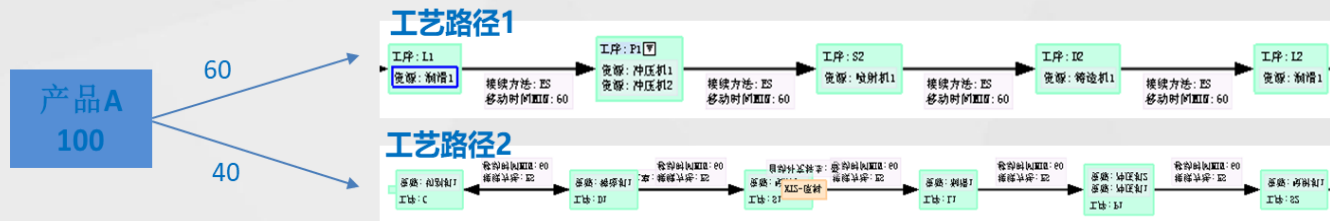


以PLM系统建设和流程管理为基础



细化以MES为核心的业务流程

构建易扩展的生产建模管理，灵活适应工厂复杂的工艺路线及生产加工要求（手工线、外协等）。



灵活的工艺建模

- BOM、工艺路线可视化
- 多种工序转换方式设定
- 支持不同工艺路径切换



全面的资源建模

- 机床设备
- 夹具、刀具、量具
- 辅助工具
- ...

机台	2016-11-21	2016-11-22	2016-11-23	2016-11-24	2016-11-25	2016-11-26	2016-11-27
浸漆1#	单班	单班	双班	单班	加班	休息	

灵活定义机台出勤方式

细化以MES为核心的业务流程

YX3电机的YX3转子1件，生产工艺流程及系统采集数据如下：



条码编号	生产料号	生产数量	领料料件	料件名称	应领数量	实领数量	领料单位	领料人	发料人	发料时间
1707040001-001	20501752	1	21800035	铸铝转子	1	1	SET	000221	000111	20171704 11:15:10

条码编号	工艺编号	工艺名称	设备编号	人员编号	上机时间	下机时间	完成状态
1707040001-001	ZZ005	串轴	DZ-09	000221	20170704 11:30:31	20170704 11:40:31	Y
1707040001-001	ZZ006	车外圆	DZ-10	000222	20170704 14:30:00	20170704 14:40:30	Y
1707040001-001	ZZ007	动平衡校验	DZ-11	000223	20170704 14:45:00	20170704 14:48:30	Y

条码编号	检验项编码	检验项名称	检验员	检验时间	检验结果
1707040001-001	JY001	YX3转子平衡检验	000331	20170704 14:48:30	Y

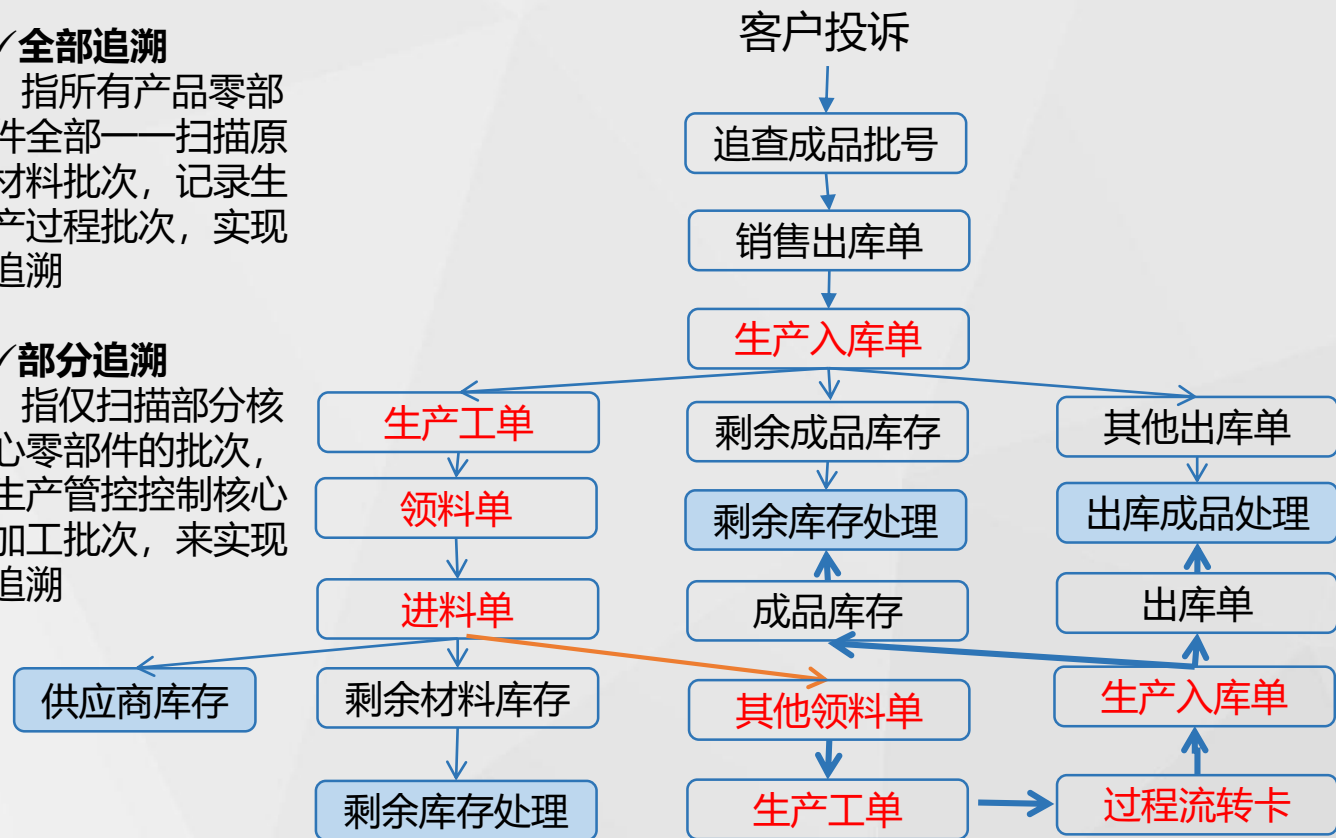
构建可追溯的质量解决方案

✓全部追溯

指所有产品零部件全部——扫描原材料批次，记录生产过程批次，实现追溯

✓部分追溯

指仅扫描部分核心零部件的批次，生产管控控制核心加工批次，来实现追溯



✓正向追溯

✓精准追溯

指可准确追溯至其中一个产品所用的原材料批次，当原材料切换时，也能准确追溯至切换原材料批次时所生产的那个产品

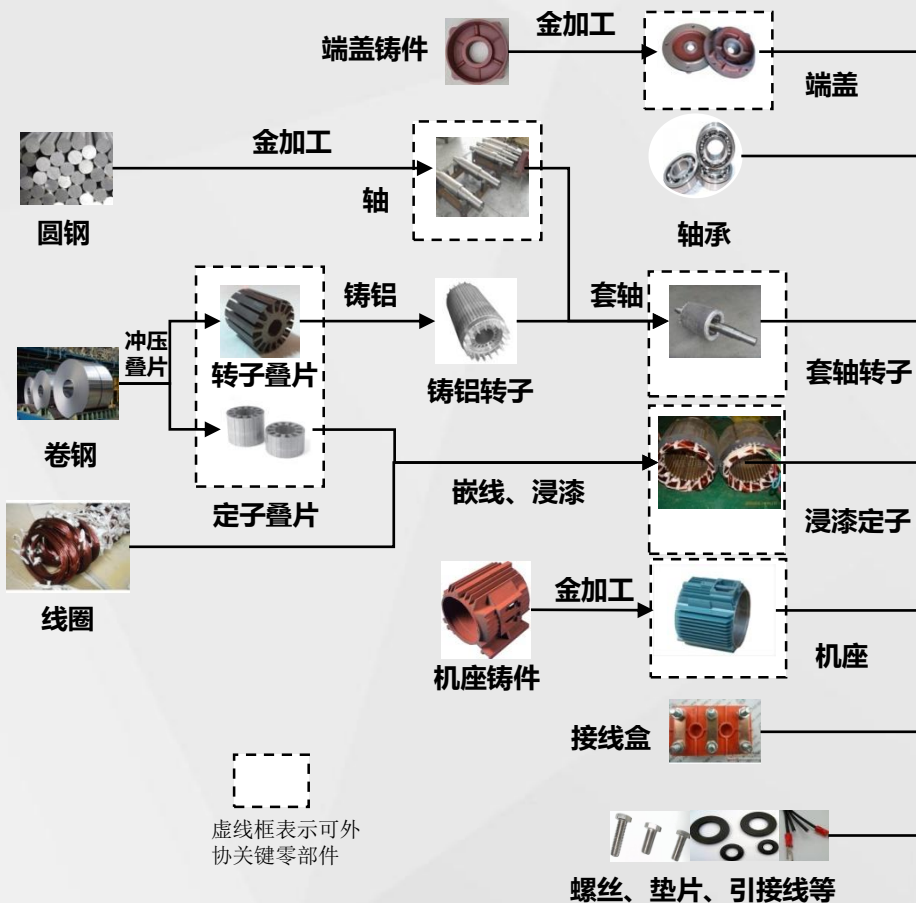
✓模糊追溯

指只要知道其中一批产品所对应的其中一批或多批原材料，不能准确追溯于切换原材料时所生产的那个产品

✓逆向追溯，侧重生产环节

质量检测

对制造资源进行配置与优化



ABC分类法

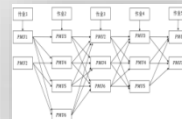
约束条件

- 质量约束
- 时间约束
- 成本约束

算法

- 线性规划
- 遗传算法

建立算法模型



最优资源配置

A类物资

硅钢片、定子铁心、转子铁芯、漆包线、入线定子、机座、端盖等

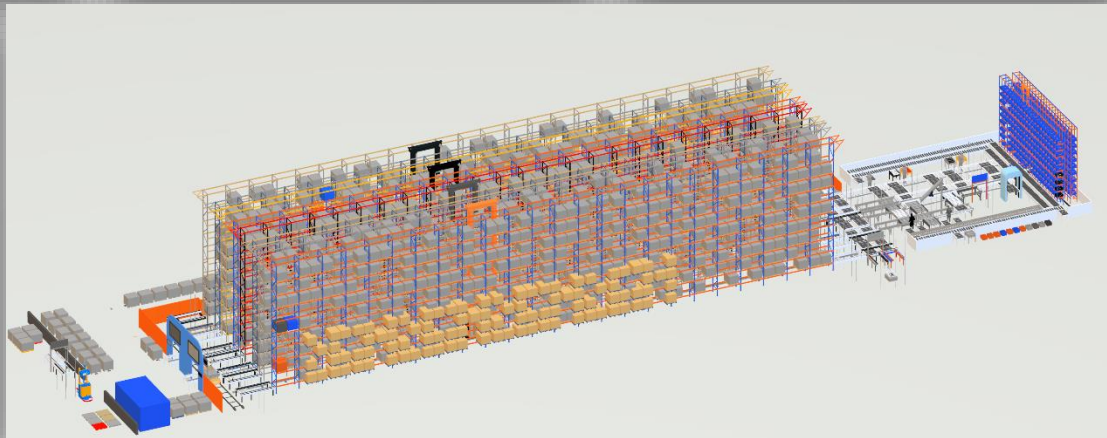
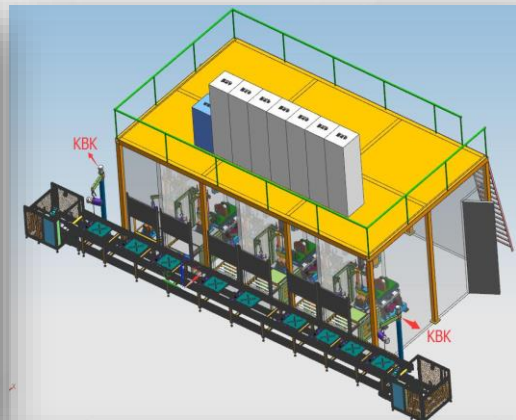
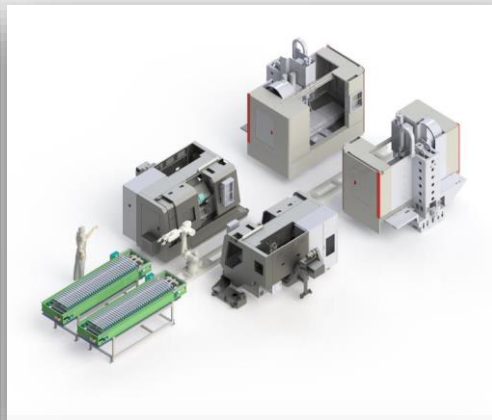
B类物资

槽楔、绝缘纸、绝缘漆、圆钢、轴承、铝、风机、风叶、风扇等

C类物资

引出线、绑扎带、热缩套管、黄腊管、垫片、轴套、铭牌、接地牌、接头、波纹管、波形片等

以单元化为手段开展数字化产线模型研究与仿真





03

电机数字化车间建设案例

江苏大中电机智能制造项目

江苏大中电机股份有限公司

责任单位



项目内容

建设基于工业互联网的、集PLM、MES、WMS、能效管理、产品远程维护于一体，与ERP系统高度集成的电机制造信息系统；研制基于信息化的电机设备及关键部件生产、检测的自动化设备；建成超高效电机生产离散型数字化车间。

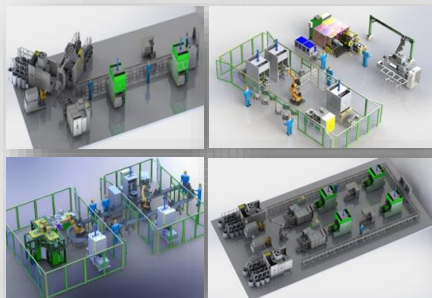


江苏大中电机智能制造项目



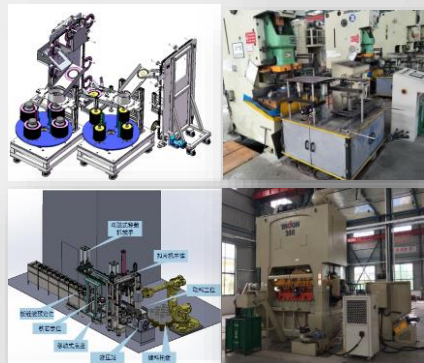
冲压数字化生产线

研发了如自动码垛埋片机、自动扣片机、送收理一体化机械手、级进模高速冲压自动加工系统等一系列装备。



有绕组铁心数字化生产线

参与了自动下线单元的设计，并对嵌线车间布局进行了重新设计与优化，符合产品工艺及物流走向。

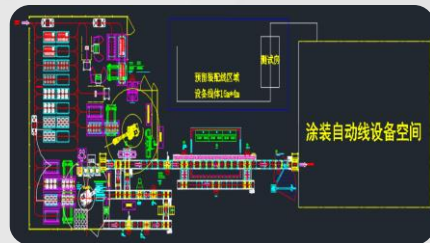
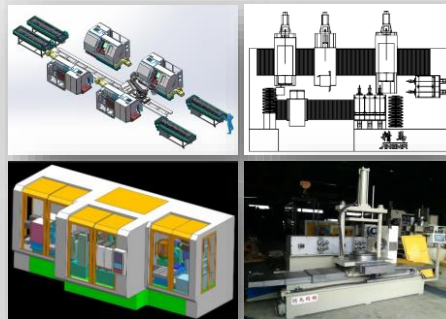


数字化车间



金加工数字化生产线

与机床厂商就大中产品特点及加工习惯，专门定制自动化加工中心及自动化加工单元，以满足大中金加工生产需求，提高生产效率。



整机总装数字化生产线

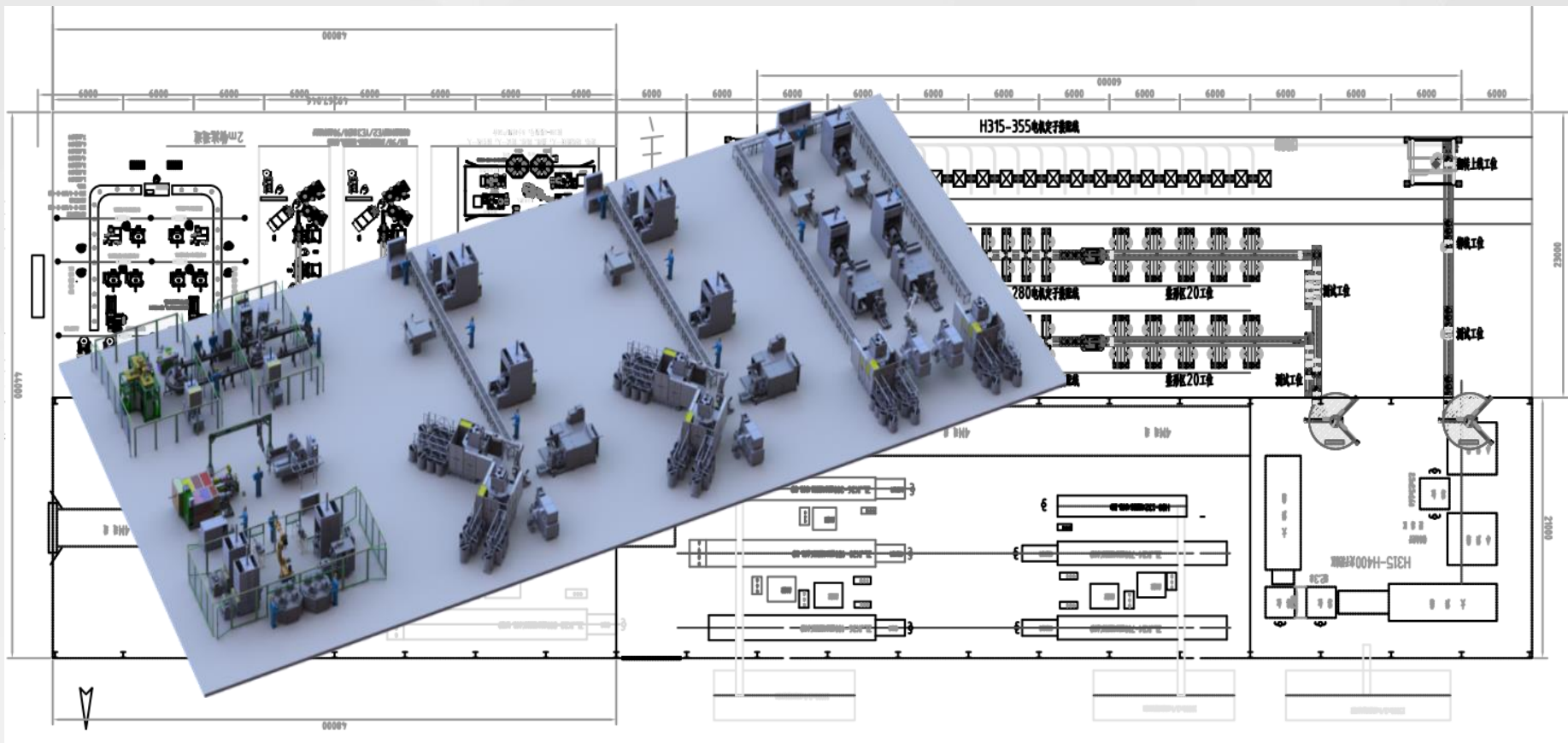
经过多家供应商方案探讨及论证，确定了结合六轴机器人、自动加工专机、AGV、自动化流水线、自动喷涂机器人为一体的智能化柔性总装生产线方案。

江苏大中电机智能制造项目

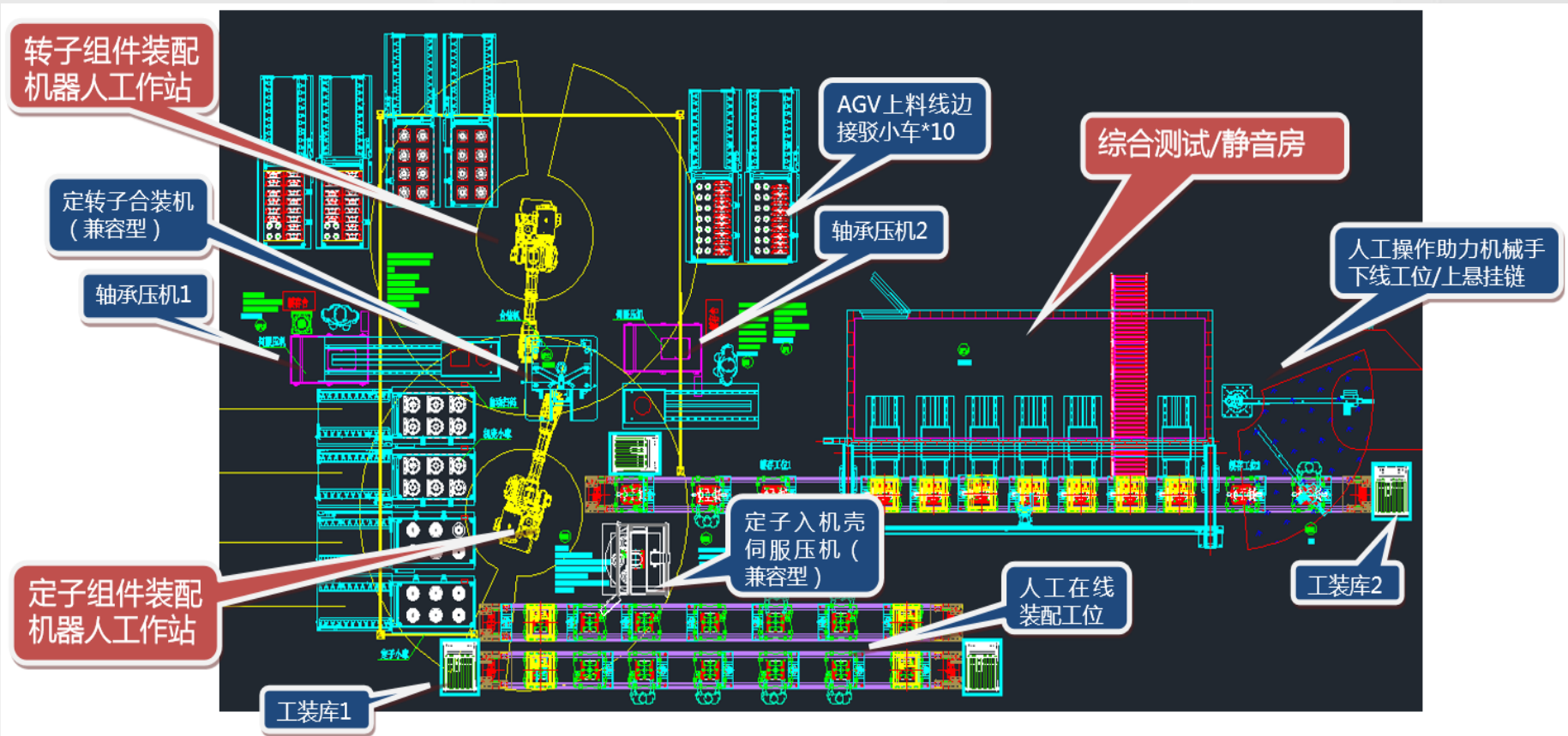
信息化



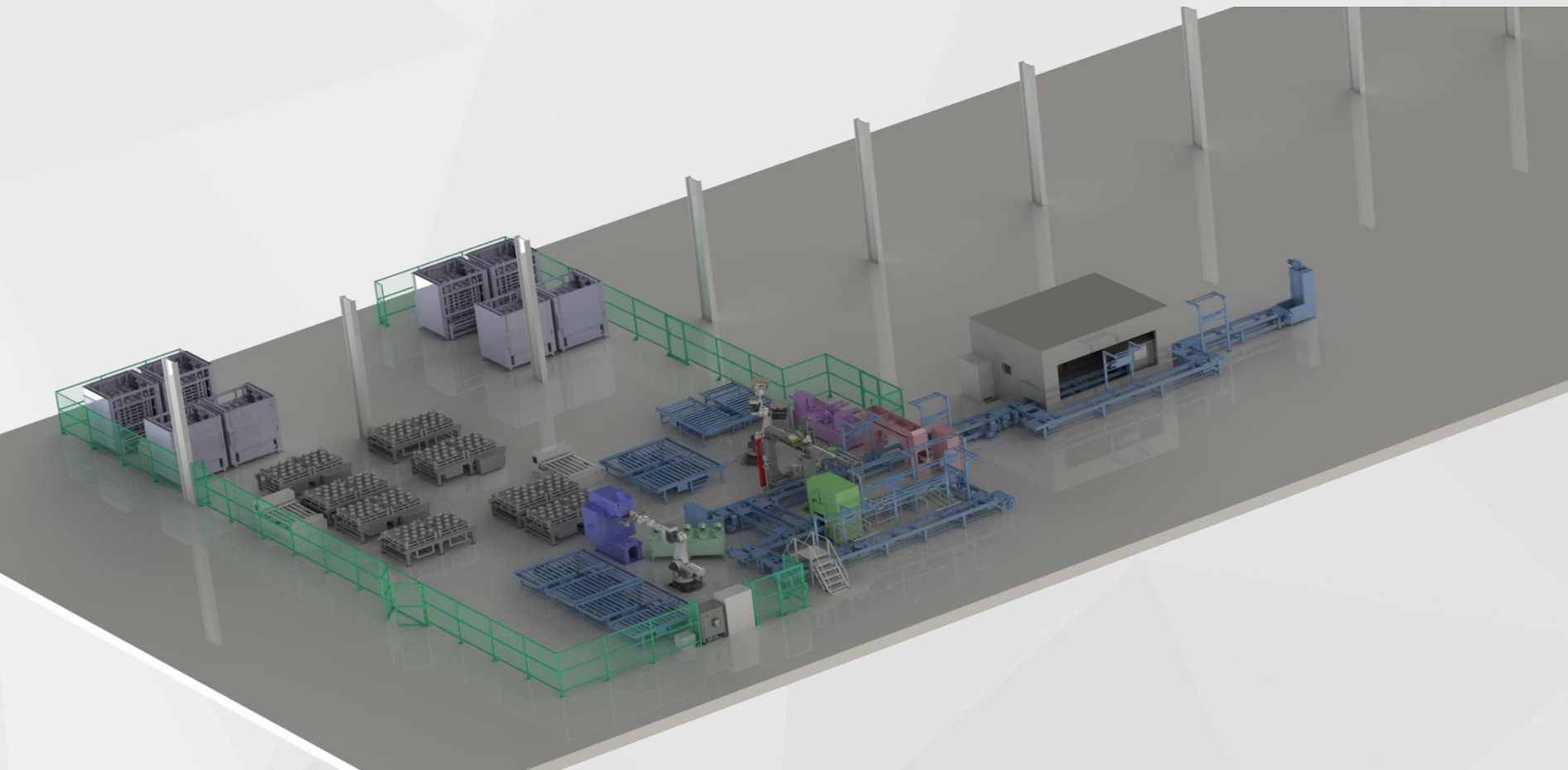
江苏大中数字化电机嵌线车间整体布局设计



江苏大中数字化电机装配车间整体布局设计



江苏大中数字化电机装配车间建模与仿真



江特集团新能源汽车电机智能制造项目

江特电机原有3种冲压工艺，从落料至理片基本手工操作，工艺落后，速度慢，效率低。经过联合体商讨，将现有定转子铁心制造生产车间，根据产品规格大小不同及生产批量分为三种工艺路线如下：

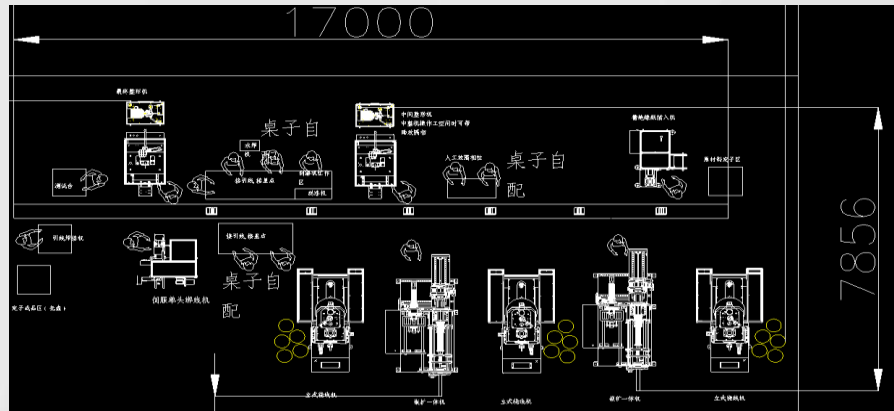
1.直径210-260mm规格用全自动级进模高速冲压系统，从硅钢卷料开卷，到定转子片压装（扣片）实现全自动，定子直接AGV转运入库，转子压铸后AGV转运入库。



2.直径260mm以上、368mm以下规格采用伺服偏摆进料一落二全复式冲压工艺，硅钢片开卷和进料采用自动模式，定子冲片在冲床一次冲成，转子圆片自动收集整理，转子冲片冲槽采用伺服送料出料一体化机械手，自动理片工艺。

3.直径368mm以上规格采用伺服偏摆进料，一次冲压冲出圆片和轴孔。通过机械手将圆片送至伺服单槽高速冲机模腔，利用三合一模具（冲定子槽、冲转子槽、分离三工序）完成分别定转子冲片冲压作业，再通过立柱转角机器人收集自动理片。





整形机

兰州电机智能制造项目

数字化冲
剪车间

建设总面积约
17.3m²万平方
米，5个车间

数字化电
工车间

数字化金
加工车间

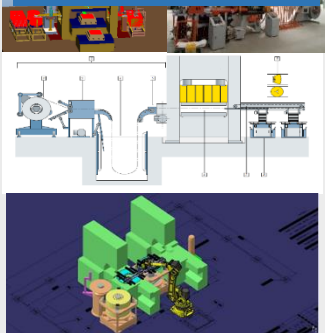
数字化试
验车间

数字化装
配车间



兰州电机智能制造项目

数字化冲剪车间



包含数字化冲剪流水线、数控落料线与数控高速冲槽机双机联动自动化集成系统和数字化全自动扇形片冲剪系统

数字化金加工车间



包括电机三大零部件加工单元：转轴柔性加工单元、端盖自动化加工单元、机座自动化加工单元。

数字化电工车间



配备先进的数字化绕线机、涨形机、数控机器人包带机等组成的线圈柔性制造系统、智能控制真空压力浸漆、旋转烘干系统等多个柔性制造单元

数字化装配车间



采用固定台位装配方式，并配有变频调速，PLC控制的电动双梁桥式起重机、半龙门起重机、移动式升降操作平台和盘车工具。并配备数控动平衡机检测单元，用于半成品检测。

数字化试验车间



包括数字化半成品在线测试系统、大中型成品电机试验系统，最大容量型式1万kW/出厂2万5千kW)

南阳防爆大中型电机智能制造项目



总建筑面积：102000m²

项目主要建设包括结构件、金加工、电加工、柔性整机总装喷涂及电机试验五个数字化车间。

南阳防爆大中型电机智能制造项目



数字化结构件制造车间

包含闭式双点压力机冲床、自动中频感应焊接、独立式机械手/4关节机器人，双工位自动升降材料码垛收集平台等智能设备。



数字化电加工车间

包含高压成型线圈绕组制造单元，线圈数字化生产单元，定子白胚检测单元，VPI真空连续浸漆设备、高压成型线圈柔性智能制造设备等自动化加工设备。



数字化总装喷涂车间

包含电机装配线、电机在线试验检测单元、油漆/包装线等主要单元，结合助力机械手与车间智能管理系统，辅助进行自动化装配喷涂作业。



数字化金加工车间

包含车铣复合加工中心、车钻组合机床、大型车削中心、卧式镗铣钻加工中心、立式加工中心等主要金加工设备。



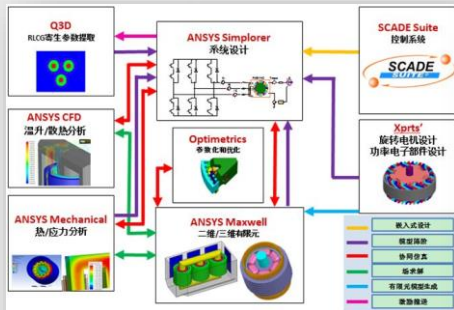
04

未来发展展望

人工智能、远程运维等技术在电机行业的应用



将通过对图像识别、语音识别、智能机器人等智能技术的应用提升创新能力和服务能力。实现信息共享，以提高劳动生产率、提升产品质量。



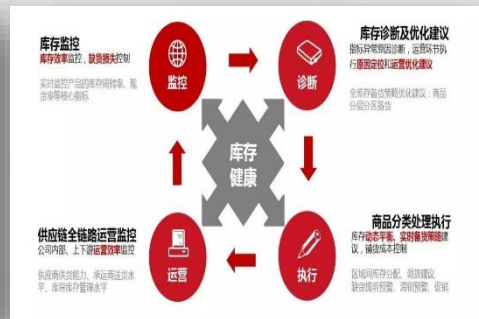
➤ 产品研发



➤ 运维服务

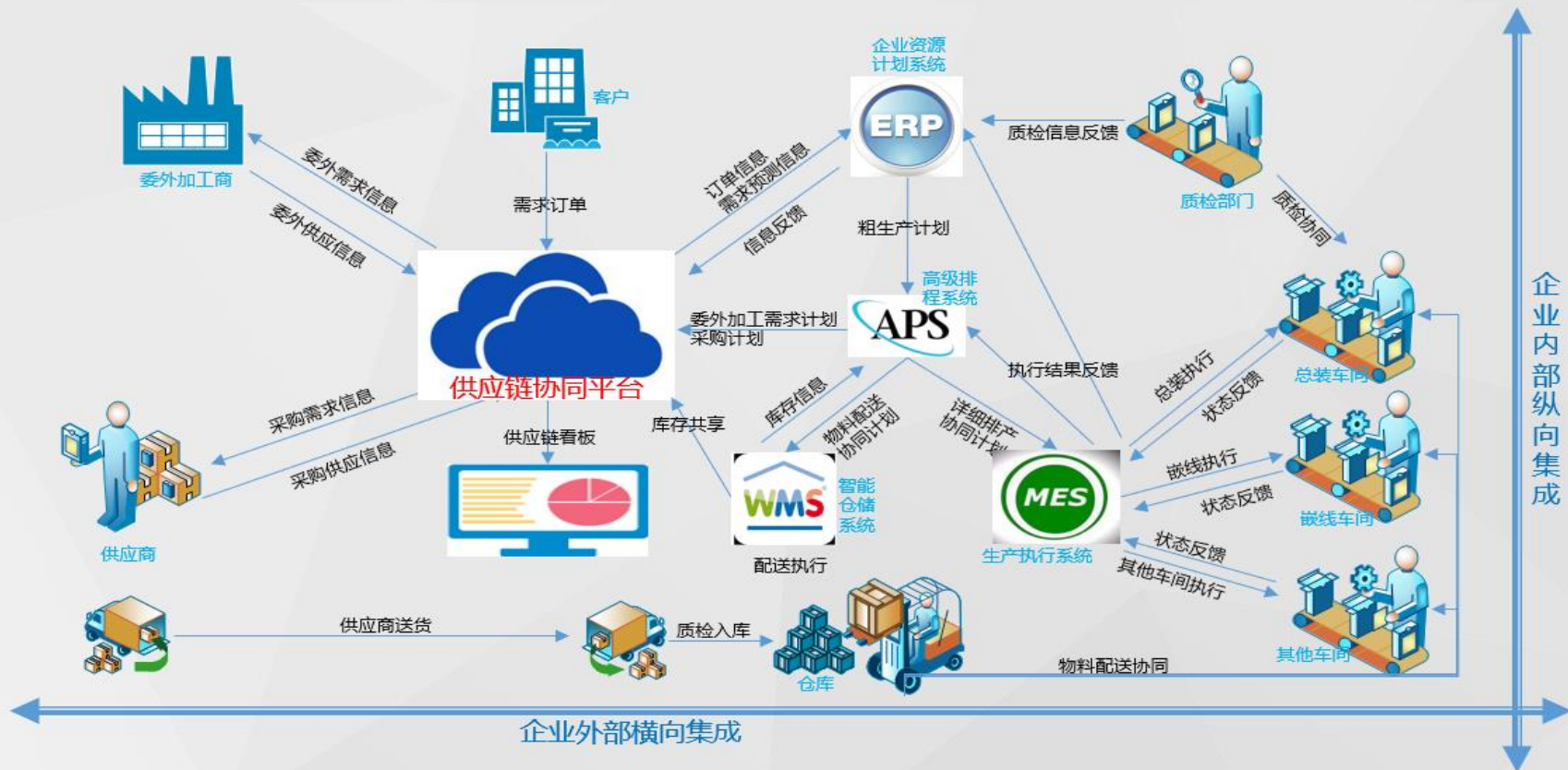


➤ 生产制造



➤ 供应链运营

供应链协同在电机行业的应用



经验分享



智能制造新模式应用

- 超高效节能电机智能制造新模式应用—江苏大中电机股份有限公司
- 新能源汽车电机智能制造新模式应用—卧龙电气集团股份有限公司
- 基于磁悬浮技术的稀土永磁高速电动机智能制造新模式—山东华力电机集团股份有限公司
- 超高效永磁电机及控制系统智能制造新模式应用—安波电机（宁德）有限公司
- 新能源汽车驱动电机数字化车间建设—江西特种电机股份有限公司
- 基于个性化定制的大中型高效智能化电机数字化车间建设—兰州电机厂有限公司
- 高端大中型节能电机智能制造车间—卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司
- 新能源汽车高效节能LED照明系统数字化车间建设—福建鸿博光电科技有限公司



智能制造综合标准化试验验证类

- 电机数字化车间运行管理标准化验证平台
- 基于供应链的中小型电机协同制造标准研究与试验验证



绿色制造系统集成

- 高效节能压缩机绿色制造技术集成示范应用—福建雪人股份有限公司
- 油田装备再制造产品应用示范—中国石油长庆油田公司



经验分享

数字化总装车间——车间现状与改善

数字化总装车间现状

1、生产单元智能化有很大的提升空间。如上、下料环节，装配环节、检测环节等。

2、检测一致性差、质量追溯困难。总装车间以人工检测为主，尤其是外观检测，产品质量未实现实时监控。

3、生产线柔性不足，难以适应个性定制、敏捷制造。总装车间生产以传统批量模式生产为主，柔性化程度不足。

改善方向

采用桁架机械手上料，缩短上下料时间

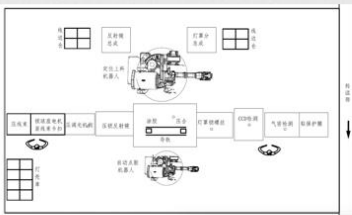
定制开发自动装配、检测设备，提升产线效率

半总成与总线分离，提升总线的生产效率

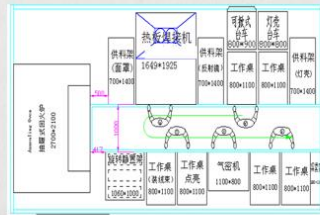
原材料、在制品物料重新进行精益规划

数字化总装车间——建设内容

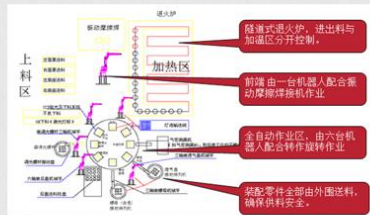
数字化大灯自动化生产线



数字化尾灯自动化生产线



数字化雾灯、刹车灯全自动生产线



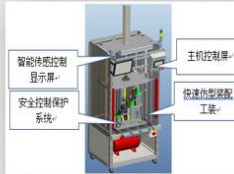
数字化总装车间现状



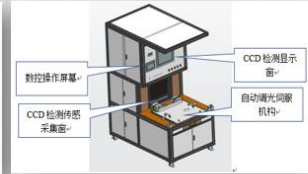
自动输送系统



※六关节机器人



※自动模块装配



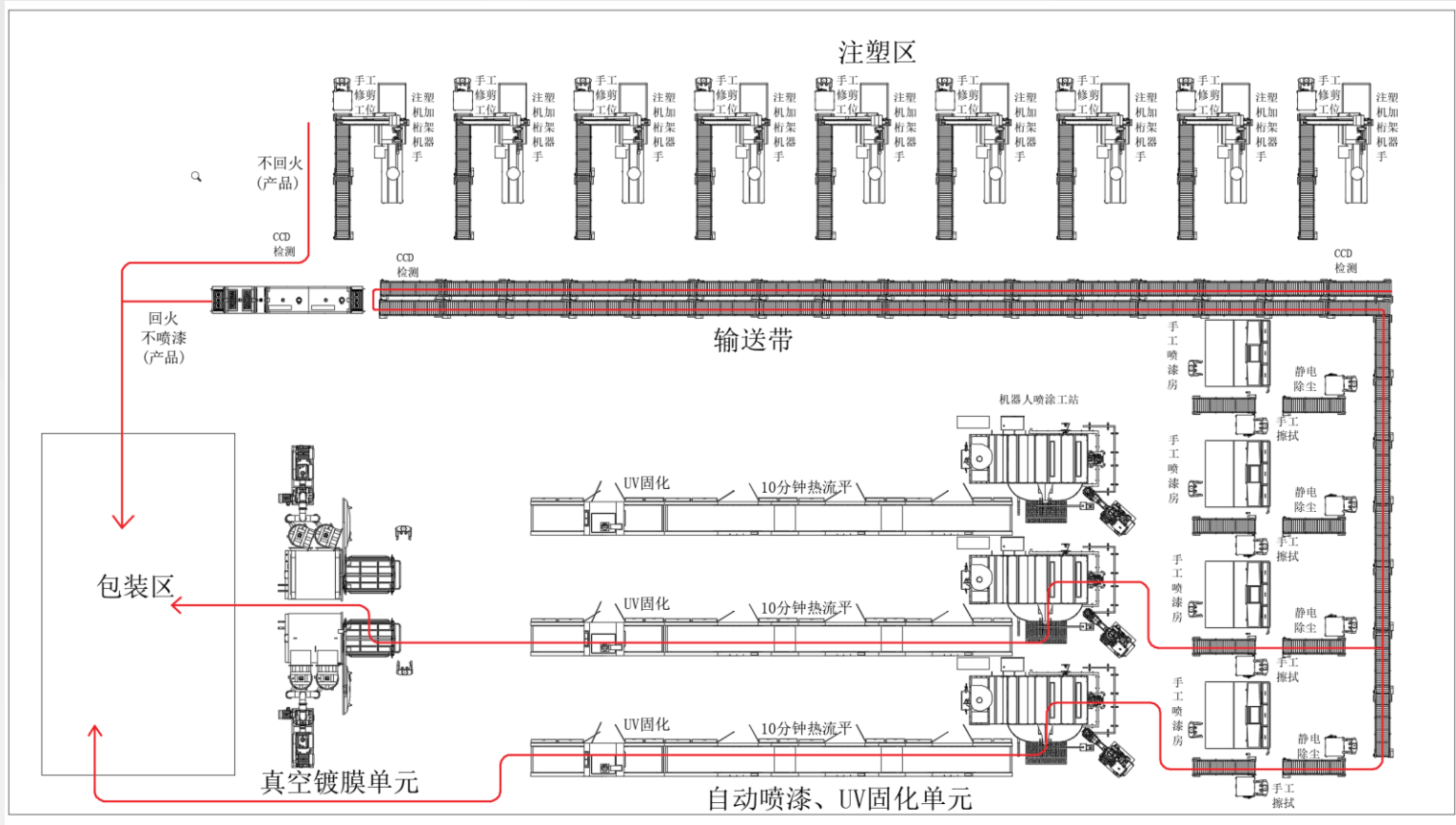
※自动CCD光型检测



※八工位工作台

包括自动模块转配系统、智能涂胶机器人、智能CCD光学检测仪、八工位工作台等，配合定制的车灯智能装配设备，实现汽车大灯、尾灯、雾灯和刹车灯等产品的自动化装配，满足各类灯具柔性化总装需求。

经验分享



工序说明:

OP1: 集中供料

OP2: 注塑成型

OP3: 桁架机械手分拣、分切

OP4: 人工修边

OP5: CCD检测

OP6: 回火处理

OP7: 手工擦拭

OP8: 静电除尘

OP9: 手工喷漆

OP10: 机器人喷漆

OP11: UV固化

OP12: 真空镀膜

经验分享

一、注塑车间计划生产线：9台注塑机；计划年生产30万套灯具
目前先上6台套，计划产能20万套灯具。

二、镀膜车间计划生产线：3条UV固化线，2台镀膜机。

目前先上2条UV固化线，2台镀膜机。

计划产能：年生产30万套灯具；涉及机车灯具配件的灯罩表面硬化和反射镜镀膜（材质ABS、PC、PP、PA、PBT、PPS）

预留二期建设：
3台注塑机。

预留二期建设：1条机
器人喷涂、UV固化线

智能
制造

谢谢各位专家指导!

Thanks!

PPT DESIGN BY Andy Lau



微信: BB BT

邮箱: liujingqi@vip.sina.com

电话: 18016244810