



自动化装备和数字化工厂

在汽车零部件制造中的应用

三一精机 李小青

2012年11月 广州



目 录

1、以发动机为代表的自动化加工线概述

2、汽车变速箱加工要求及特点

3、减速机生产线规划

4、三一精机数字化工厂模型

5、数字化工厂规划实例

6、总结与展望



一. 以发动机为代表的自动化加工线概述



以发动机为代表的自动化加工线概述

在汽车零部件制造中以发动机缸体、缸盖为代表基本采取自动化生产线加工。

它的主要特点有：

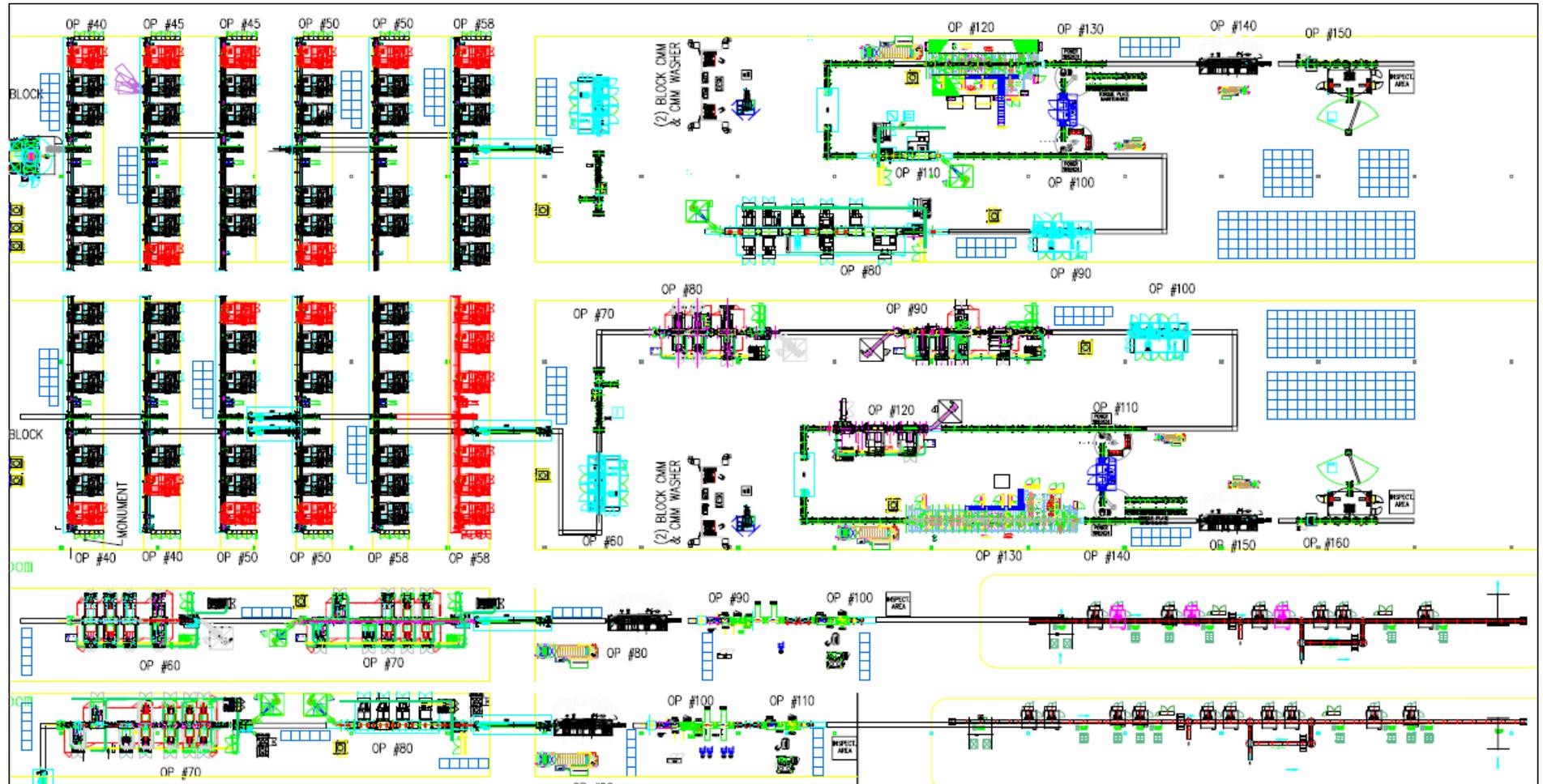
- 加工批量大：以轿车发动机为例，一般年产量都在10万台以上。
- 质量要求高：孔加工一般在6级以上精度。
- 生产效率高：工序节拍一般在1~4分钟。
- 质量稳定性要求高：有些生产线CPK值要求在1.63~1.66之间。

以福田康明斯缸体缸盖生产线为例，介绍发动机缸体缸盖加工组线技术及生产线特点。



一. 以发动机为代表的自动化加工线概述

福田康明斯动力有限公司 缸体缸盖全自动化生产线



注：布局从上到下依次为：2. 8L缸体线、3. 8L缸体线、2. 8L缸盖线、3. 8L缸盖线。



福康缸体缸盖全自动生产线总结

- ① 可实现从毛坯到成品的全自动加工；
- ② 采用自动化的加工设备（卧加和专机）和辅助装备；
- ③ 采用自动化物流，卧加采用桁架机械手，工序间机动辊道送料；
- ④ 采用自动检测系统，并配合部分人工辅助和检测工位；
- ⑤ 缸体线卧加并联布置，具有高柔性、高可靠性等特点；
- ⑥ 缸盖线专机串联布置，具有高效率、高精度等特点；
- ⑦ 整线采用计算机集中控制，最大程度提高产品品质；

在国内外一些高水平的汽车生产厂实现了更高水平的自动线，从不同零件的到装配都实现了自动化和无人化。以发动机缸体缸盖为代表的汽车零部件加工已具备一定的自动化和智能化水平。



自动化加工的核心理念：

品质提升、效率提升、成本降低

□ 品质提升

排除人为因素的影响，**用技术手段来解决管理问题。**

□ 效率提升

传统人工操作设备利用率在40%左右，而发动机自动化生产线可以达到80%，甚至更高。

□ 成本降低

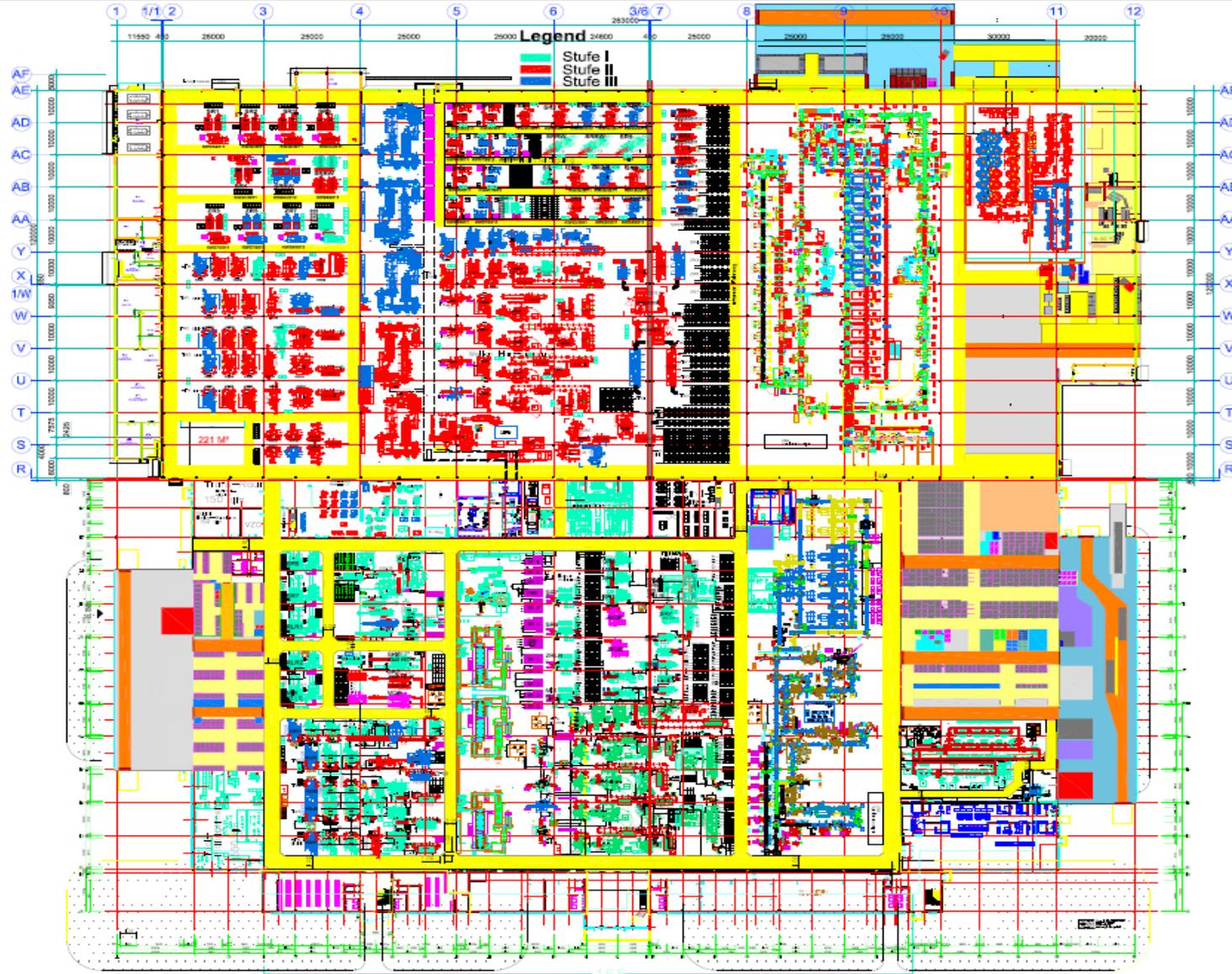
减少现场在制数量，降低制造成本；
减少用人，降低人工费用。



二、汽车变速箱加工要求及特点



大众变速箱车间布局





大众汽车的变速箱生产车间规划总结

- ① 加工设备采用世界一流设备，工艺保证能力较高；
- ② 按零件划分区域，每种零件都实行了自动加工；
- ③ 以在线检测为主，部分工序人工检测；
- ④ 车间布局按工艺流程，实现了物流的合理化；
- ⑤ 线内实现了自动物流，工序间以料筐和物流车人工转运；
- ⑥ 装配线以人工为主，辅以部分自动化装配和检测；
- ⑦ 实现了车间的集中控制；



通过上述比较可以看出，变速箱生产线在自动化程度上与发动机相比有较大差距，其主要原因有以下几方面：

- 零件品种较多，难以以一条线或少量的几条线实现。
- 零件工艺复杂。以齿轮加工为例一般有十道工序以上，最主要还有一些特殊工序如渗碳、淬火、抛丸、探伤、磨齿等。
- 变速箱零件的工艺特点，决定了其在生产规划中难以达到更高水平的加工，因此，在生产效率、质量控制、减少用人和生产管理上难以达到更高的水平。

三一精机在实践中逐步探索出一条解决多品种，变批量，复杂工序自动化加工的方法。



三、减速机生产线规划



公司减速机生产线介绍

根据XX公司发展需求，规划一个3.2万平米厂房，要求新增减速机产能。

- 产品型号：回转减速机GS3D21、GS14D20；行走减速机GT40D43、GT11D47；
- 产能规划：21万台/年
- 生产纲领：按300天/年，20小时/天，设备利用率85% 计算。
- 质量目标：形位/尺寸公差、表面质量达到或高于图纸要求， $CPK \geq 1.63$ 。



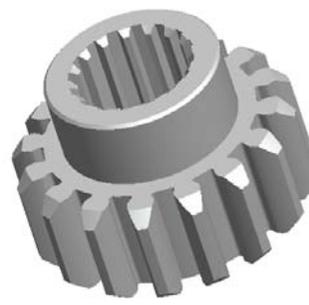
壳体GS3D21-3



箱盖GS14D20-7



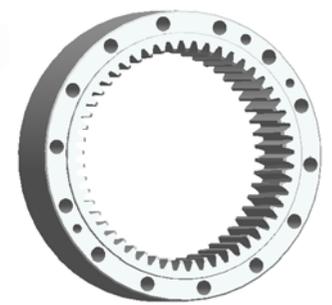
行星架 I GS14D20. 2-1



太阳轮 I GS14D20-6



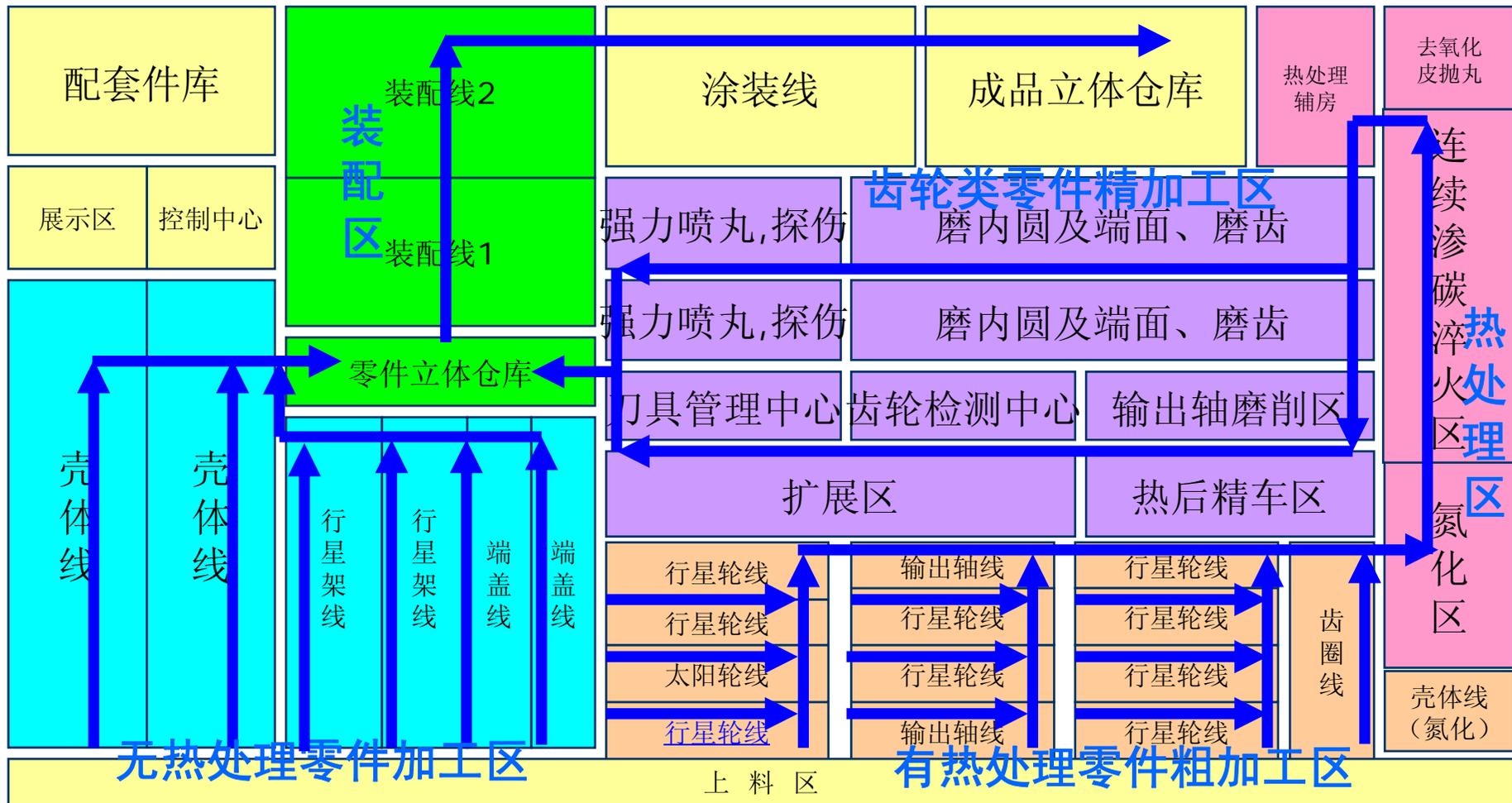
输出轴GS14D20-1



齿圈



生产线布局示意图



注:按工艺流程布局, 无任何交叉、回流。

减速机厂房设备平面布局



[三一精机立加自动化单元视频](#)

[三一精机卧加自动化单元视频](#)

[三一精机倒立车自动化单元视频](#)



减速机机加设备台份				
序号	设备类型	工序	加工对象	台份
1	数控车床	车	齿轮，轴，箱盖，行星架、齿圈	38
2	倒立车	车	壳体	17
3	卧式加工中心	钻孔、攻丝	壳体	10
4	立式加工中心	铣、钻、套镗	壳体，行星架，箱盖	21
5	滚齿机	滚外齿	齿轮，齿轮轴	20
6	插齿机	插内齿	壳体，齿圈	29
7	拉齿机	拉内齿	行星架，齿轮	3
8	磨齿机	磨外齿	齿轮	9
9	内孔端面磨床	磨内孔、端面	齿轮	16
10	外圆磨床	磨外圆	轴	1
11	数控倒棱机	倒外齿棱	齿轮、轴	16
12	中心孔研磨机	研磨	轴	3

减速机生产线规划说明

上述是三一精机为规划实施的一个行星减速机的自动化工厂，和变速箱有一定的区别，但还是比较接近的。

该生产线有以下特点：

- ①产能大：生产线行星减速机年产能21万台，
- ②品种多：生产线零件种类包含齿轮、齿轮轴、行星架、壳体类共32个品种。
- ③工艺全：从毛坯进厂开始到加工、热处理、装配、仓储、成品出厂
- ④自动化物流：按工艺流程全部实现了自动化物流及多品种零件共线加工。
- ⑤在线检测：加工区域全部实现了的在线检测，实现了无人化工厂。
- ⑥集中控制：实现了所有加工、检测在中央控制室的集中控制。



齿轮类零件工艺及设备规划

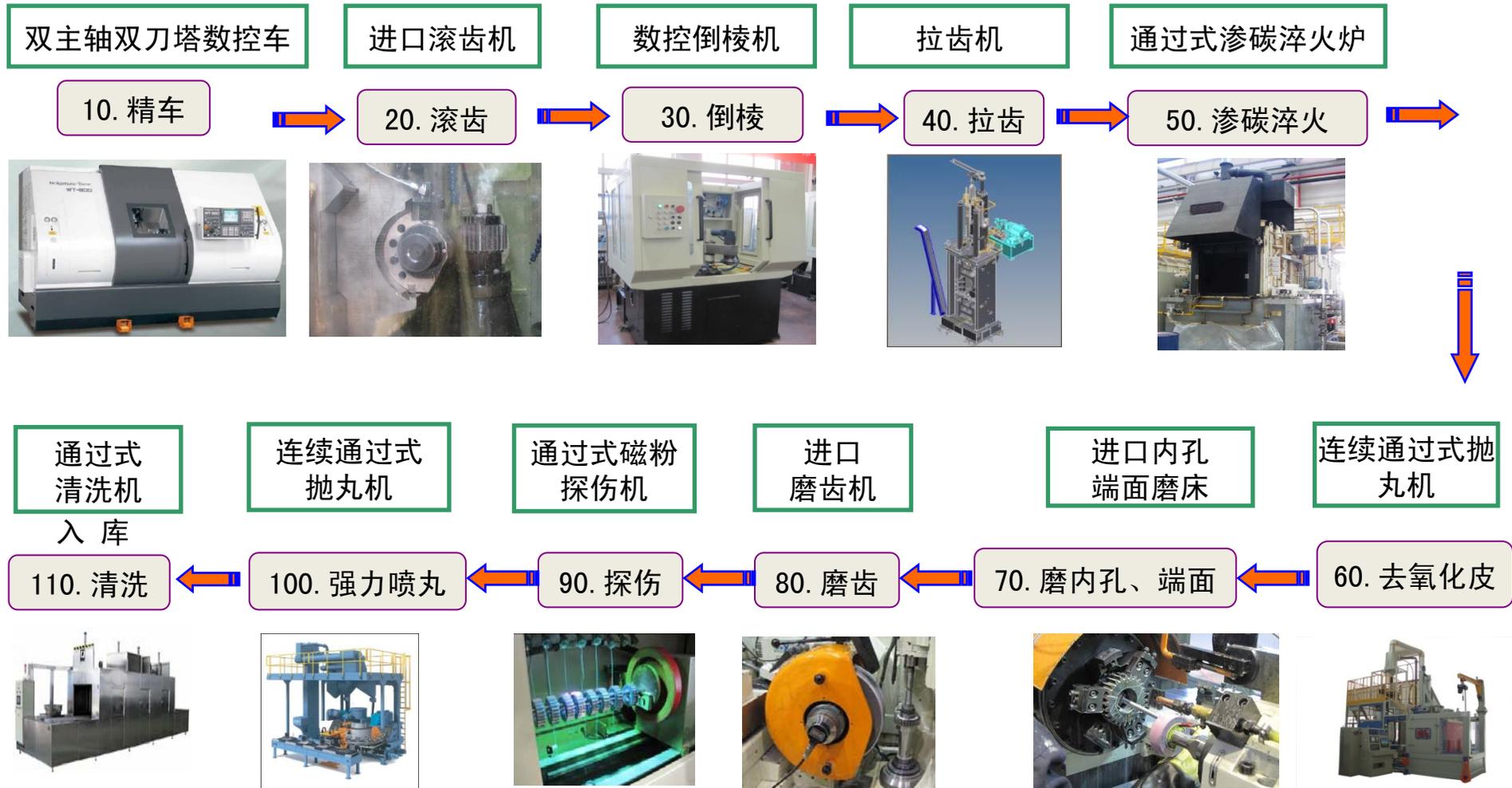
典型加工对象:

外径 Φ 85.2mm; 长度 58mm	外径 Φ 95.2mm; 长度 84mm	外径 Φ 140mm; 长度 68mm
整线节拍 7.65分钟/件	整线节拍 7.65分钟/件	整线节拍 0.96分钟/件
太阳轮 I (GS14D20-6)	太阳轮 II (GS14D20-4)	二级行星轮 (GT40D43-24)

注：1、以太阳轮 I (GS14D20-6) 为研究对象进行工艺及设备规划。

2、齿轮类零件年产能268万件。

工艺及设备规划:





三一集团

四、三一精机数字化工厂



三一精机数字化工厂概念包含两个方面的内容：

1、工艺数字化仿真

应用于工艺规划阶段。等比例建立设备三维模型，通过可视化软件进行设备布局与物流仿真，及时发现瓶颈工序并优化，最大程度减少后期工程更改量。

2、数字化车间建设

主要指数字化工厂控制系统构建。通过搭建MCIS系统、MES系统，实现加工车间的数字化控制，实现制造过程管理智能化，现场可视化；品质控制智能化，最大限度降低人为因素对产品品质的影响。



1、数字化工厂仿真

布局仿真

•工厂布局

- 方式

- 工艺路线
- 二维AutoCAD
- 利用纸片做调整

- 目的

- 设备布局的空间验证

•布局仿真

- 目的

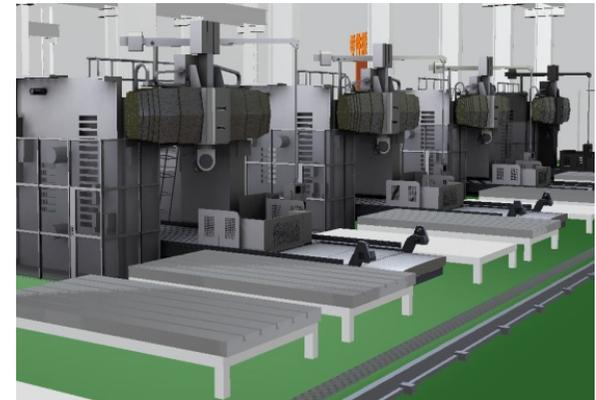
- 设备布局的空间验证

- 功能

- 布局方案三维可视化
- 交互式实时调整，快速修改
- 立体空间验证，合理布局

- 应用

- 三维工厂布局设计
- 方案评审平台





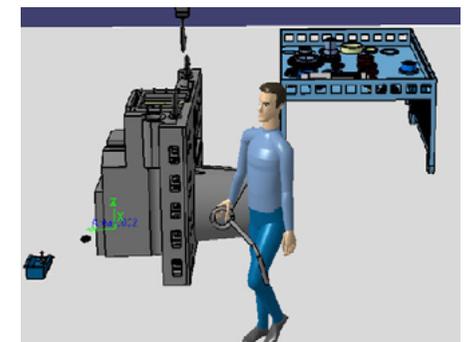
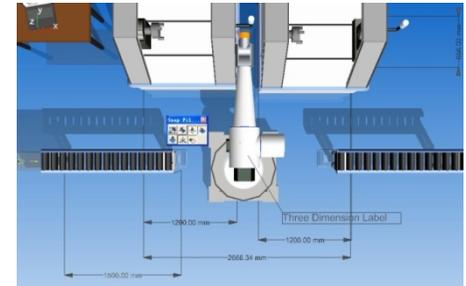
物流仿真

物流规划

- 方式
 - AutoCAD设备布局
 - 设备上下料方案
 - 整线的物流方案
- 目的
 - 自动化
 - 流水化
 - 标准化
 - 满足节拍

物流仿真

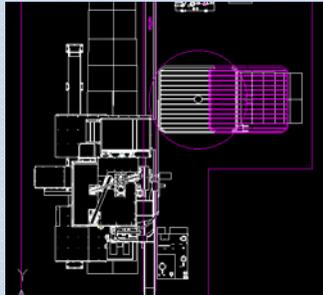
- 功能
 - 设备工作逻辑建模
 - 设备上下料逻辑建模
 - 生产线物料配送建模
 - 线边库、货架容量设置
- 应用
 - 验证优化物流方案
 - 物流通道阻塞
 - 验证节拍平衡
 - 产能、排程分析
 - 设备(人员)利用率统计分析
 - 决策 支持



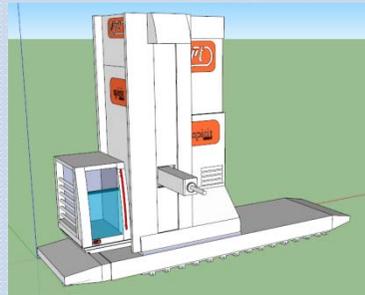


“将自己负责的领域融合到企业整体中去！”

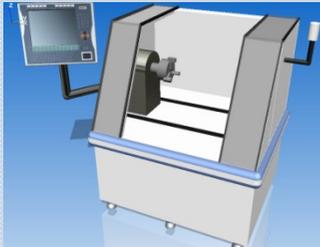
•研发产品



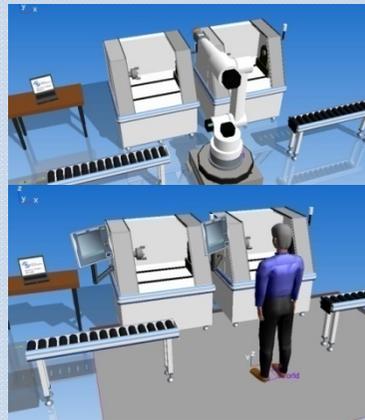
•虚拟组件



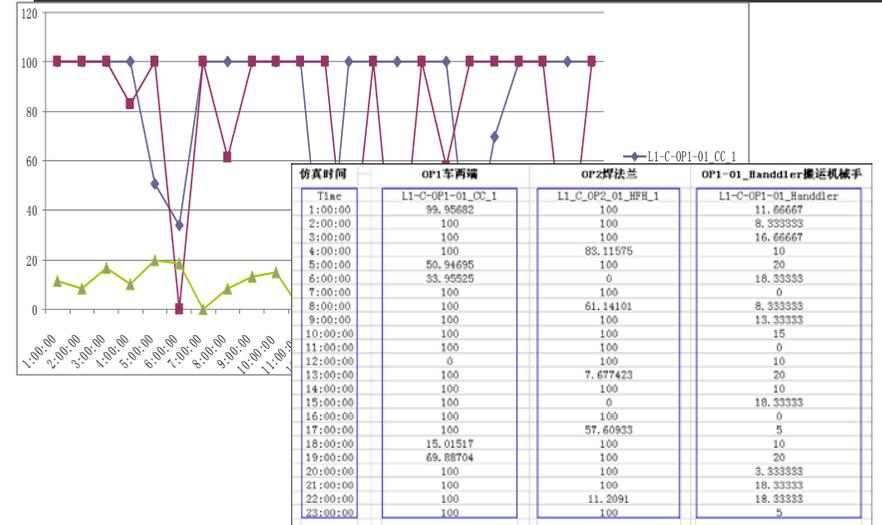
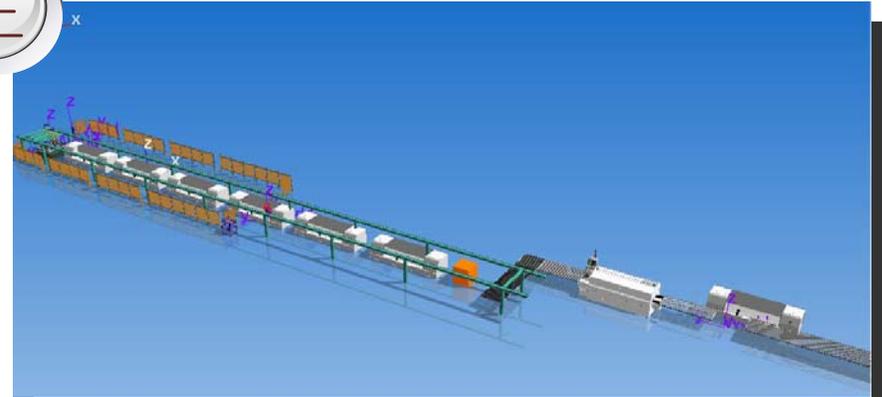
•单台设备



•上下料方案



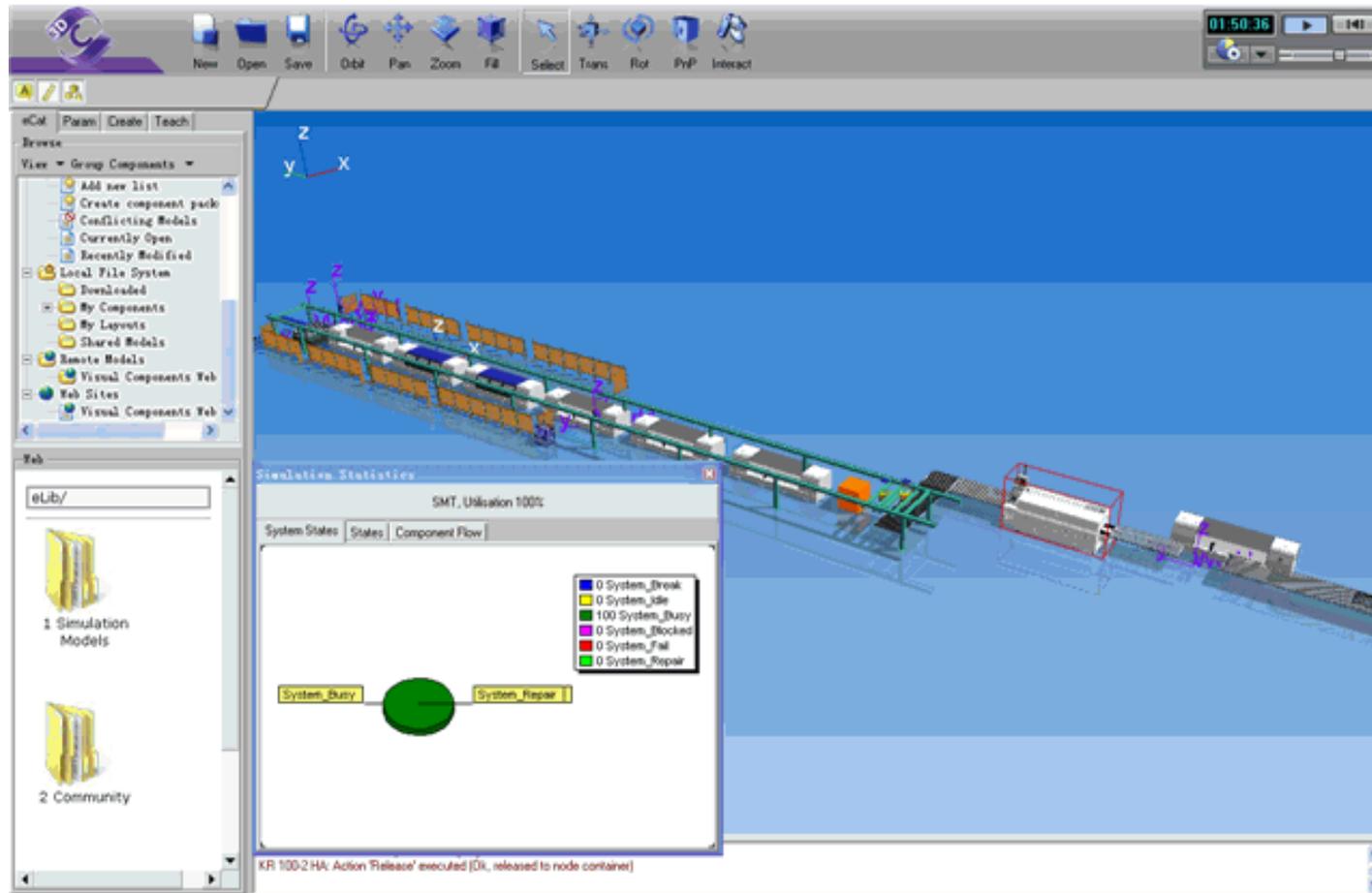
•组线的物料配送





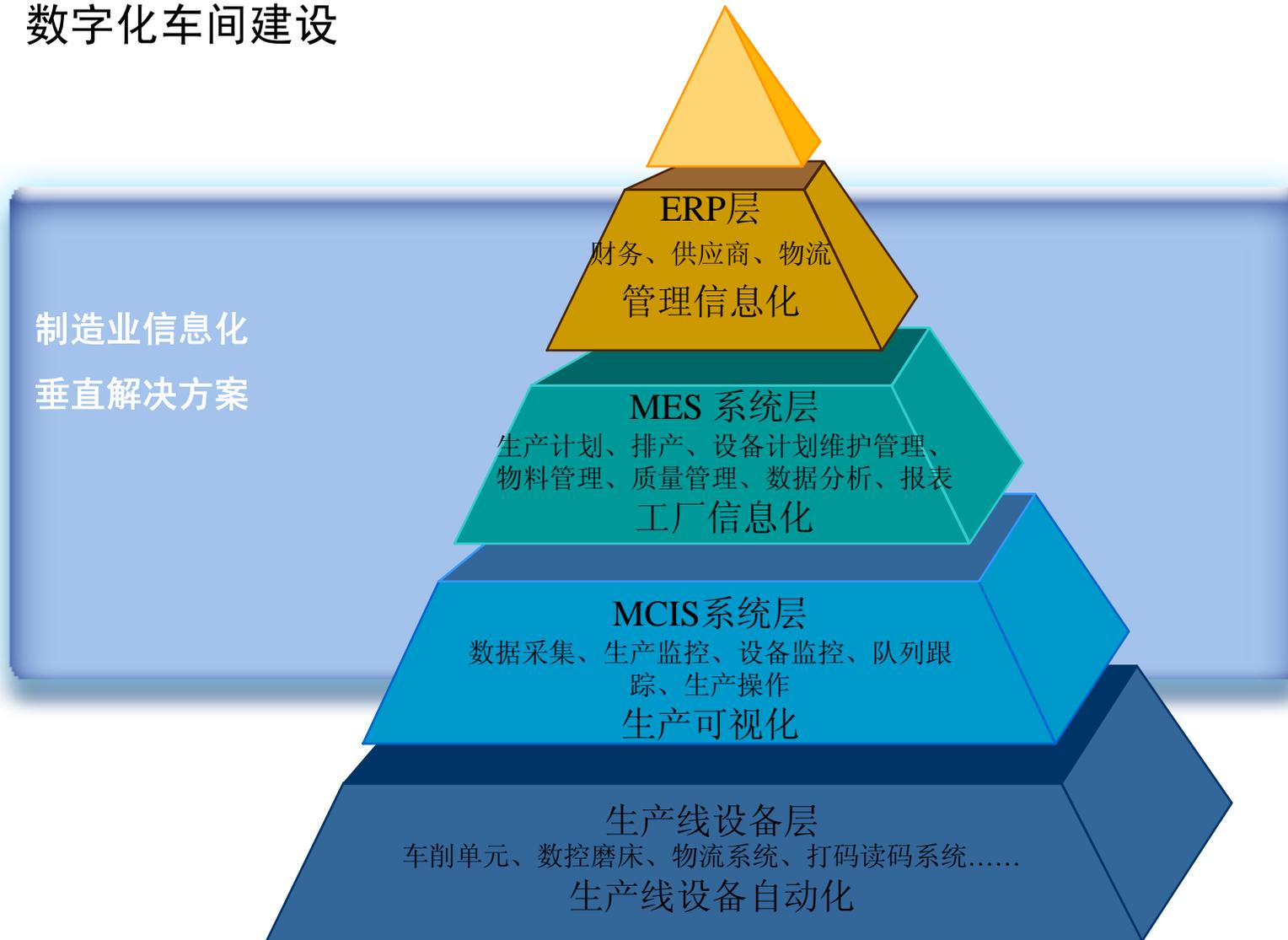
三一集团

“让你的生产线方案活起来！”



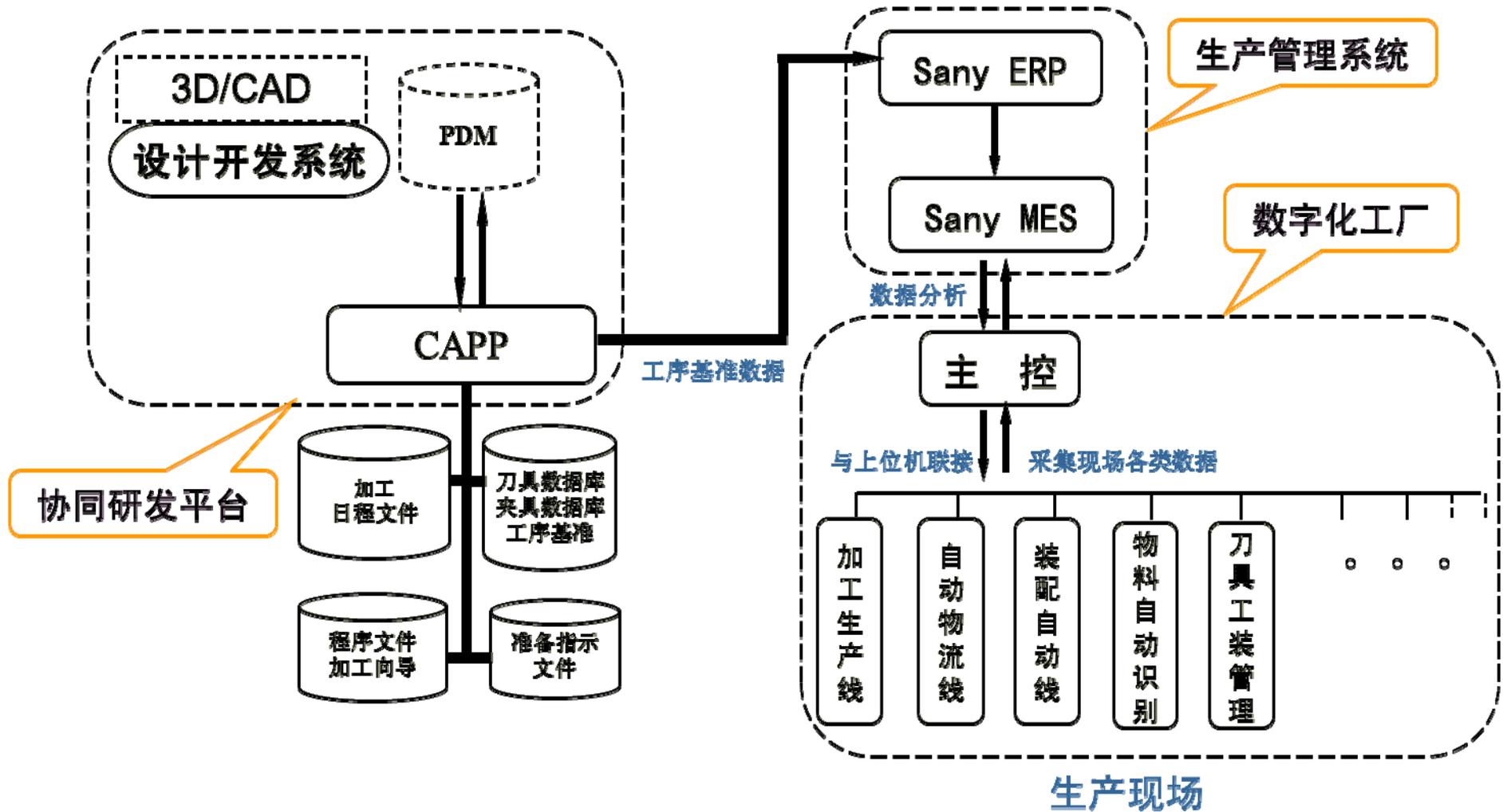


2、数字化车间建设





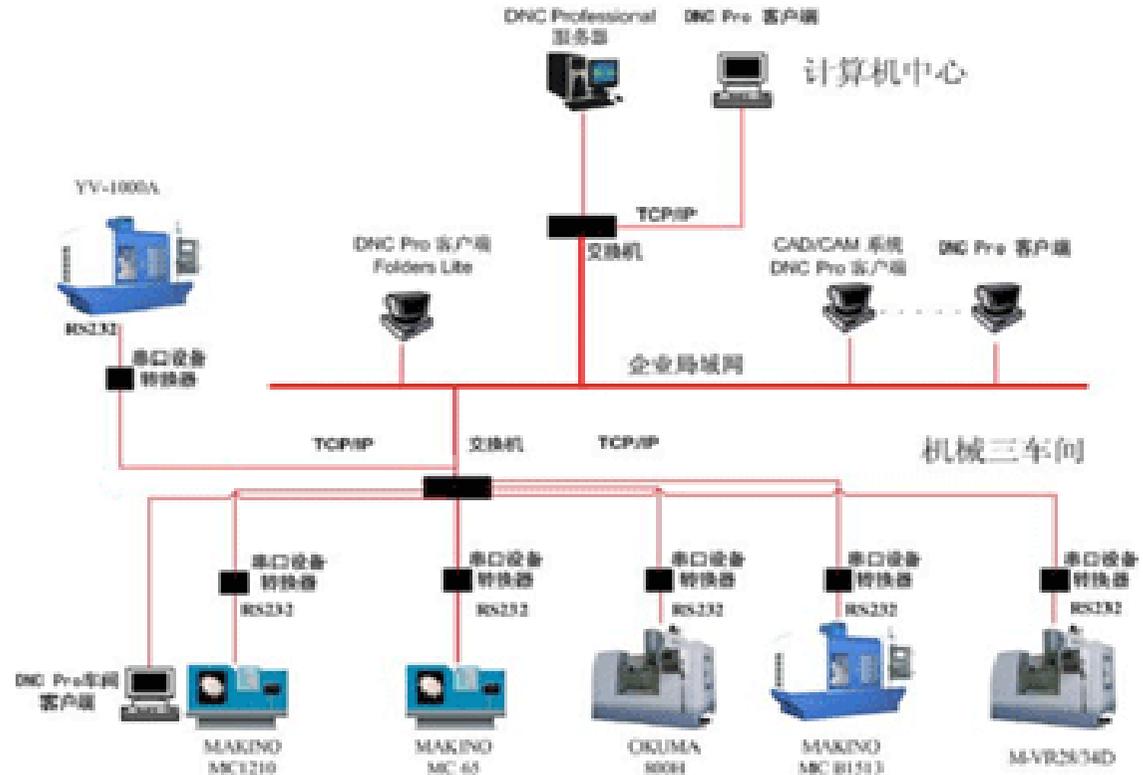
现代信息化工厂架构





数字化车间——硬件组成

- 设备网络
- 各分线的监控工控机
- 厂级中央监控服务器
- NC文件、数据库服务器
- 厂级监控服务器
- 显示板



ANDON板



分线监控计算机



无线手持扫描终端



门厅大屏幕



办公室工业显示器



管理计算机



数字化车间——软件组成

➤ 系统数据采集监控软件包

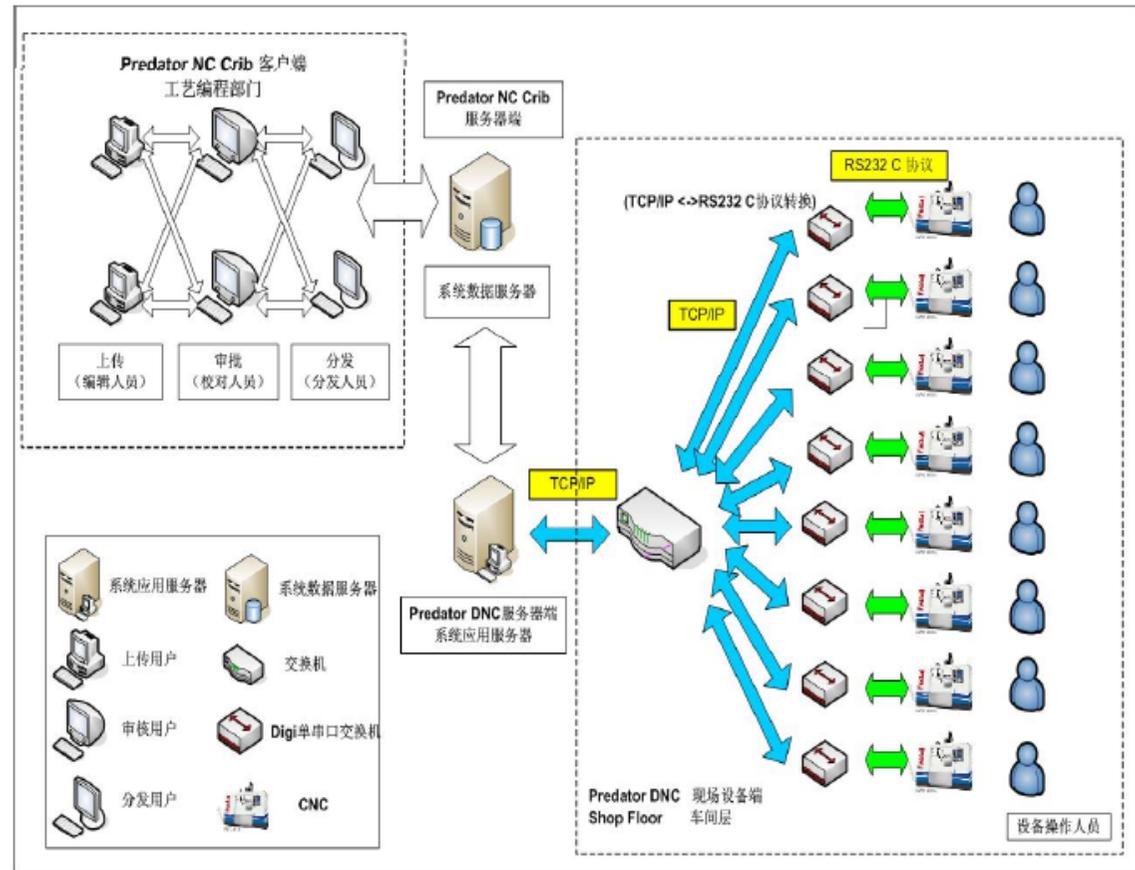
- ✧ 服务器端软件
- ✧ 客户端软件
- ✧ 手持终端软件

➤ 系统WEB监控软件包

➤ 机床NC程序上传下载软件包

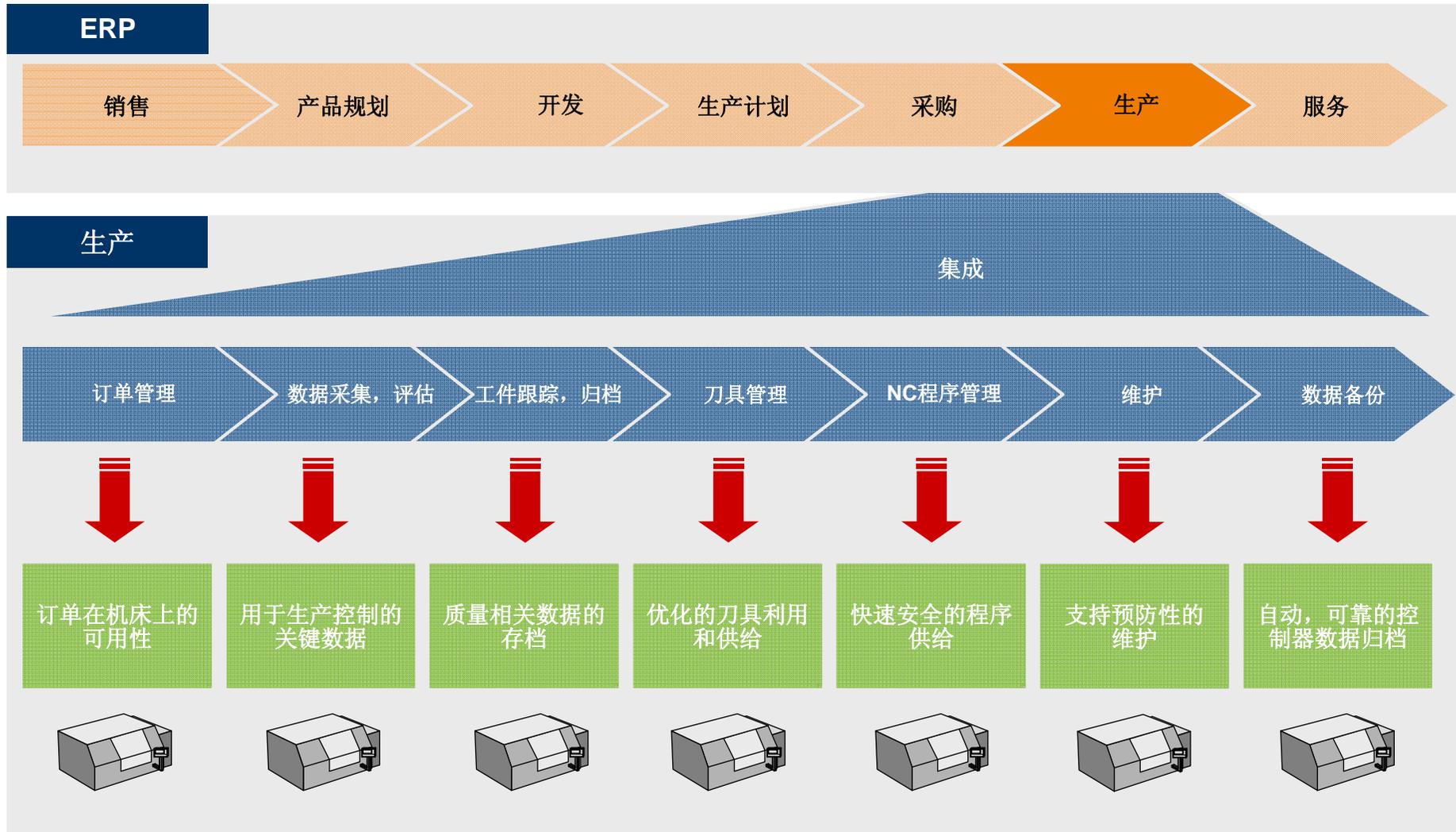
➤ 机床程序管理软件包

➤ 实时数据库管理软件





数字化车间——功能规划





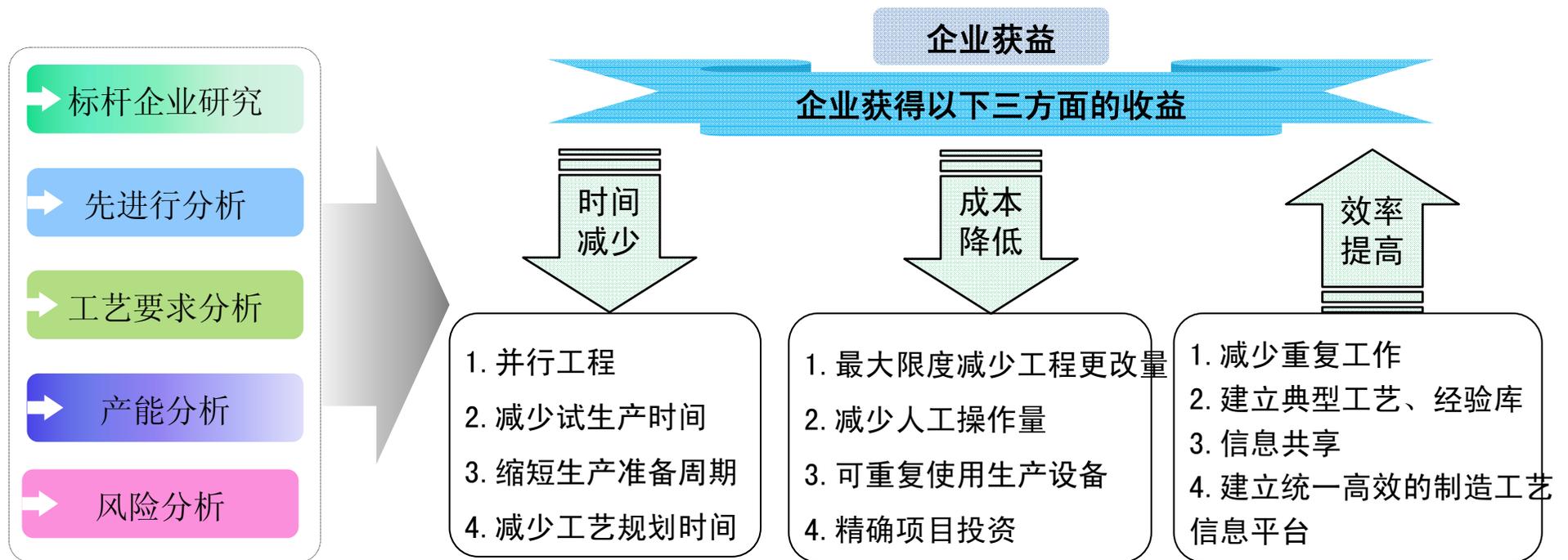
五、数字化工厂规划实例



生产线规划

我们提供行业调研、工艺分析、专机设计、设备规划（采购）、数字化模拟、生产线集成、数字化工厂建设等项目，承接交钥匙工程。

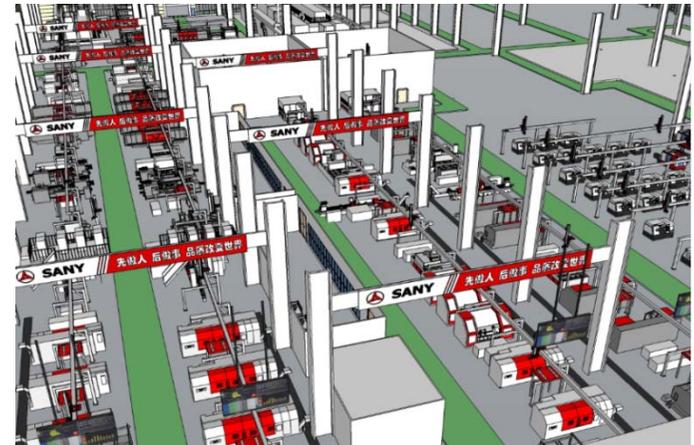
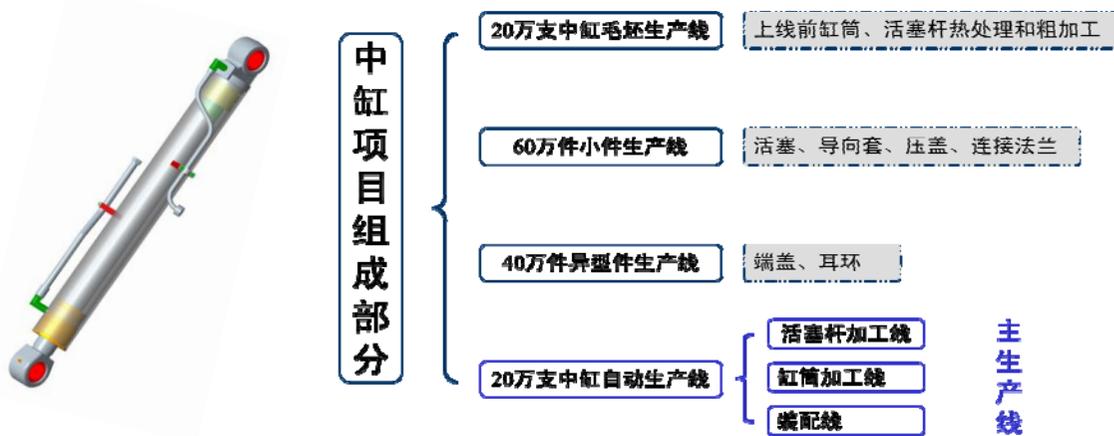
至今，已规划建设了油缸、减速机、回转支承、液压泵、柴油发动机等五大生产线。为企业缩减生产时间、降低投资和成本，提高效率和产值。





项目一：油缸制造系统

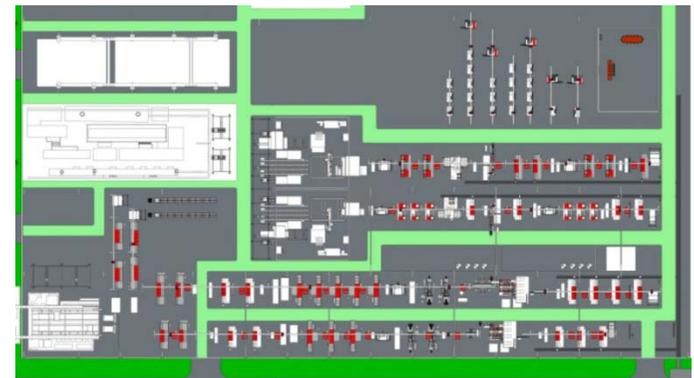
“建设全球领先的油缸生产线为目标，委托三一精机设计全自动化、流水化、标准化的油缸生产线，由三一精机按照交钥匙工程的方式为提供一整套油缸生产线。”



产能要求：年产32万支油缸

设备种类：包含车削、刮辊、热处理、校直、摩擦焊、环缝焊、磨削、抛光、电镀、清洗、装配、涂装、集中排屑、集中冷却、打码读码、车间总包物流及主控网络。

总计17类设备。





项目二：减速机柔性生产线

用于工程机械上的减速机生产线。车间实现标准化、信息化和无人化，采用国际领先制造工艺和先进的物流方式，让打造世界一流减速机生产基地的目标成为可能。

生产线为单元式布局，包括：

车铣钻单元

插齿单元（进口插齿机）

滚齿单元（进口滚齿机）

拉齿单元

倒棱单元

磨削单元（进口内圆端面磨、外圆磨床）

磨齿单元（进口磨齿机）

渗碳淬火单元（通过式渗碳淬火炉）

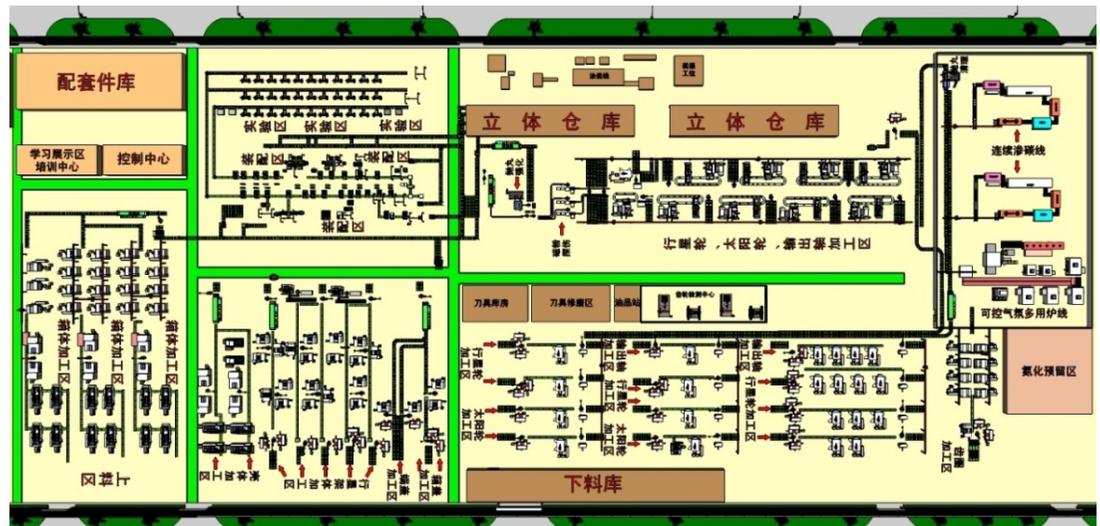
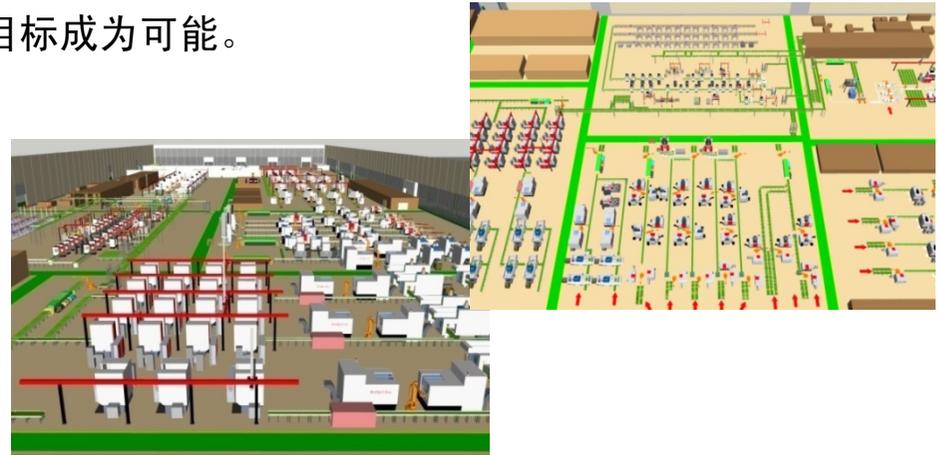
氮化单元（活性屏等离子氮化炉）

磁粉探伤单元（通过式磁粉探伤机）

去氧化皮抛丸单元

喷丸强化单元

清洗单元





项目三：回转支承柔性生产线

通过对国外火车轮自动化生产线进行广泛深入的标杆研究，辅以全球最为先进热处理设备，三一精机将回转支承线打造成世界上当之无愧的一流生产制造基地。

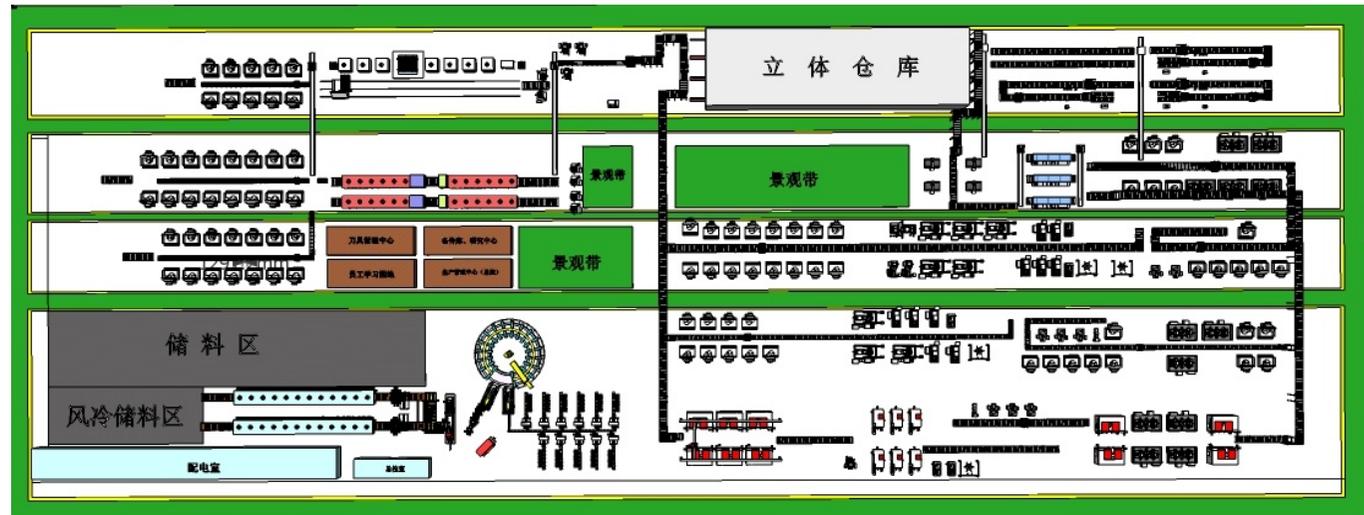


	产品类型	规划产能
规划产品	SY230挖机（加强型）回转支承	4万件
	SY65/SY75挖机回转支承	4万件
	42米泵车回转支承	1万件
	25T汽车起重机回转支承	2万件



设备种类：

包括车削、制齿、淬火、回火、校圆、探伤、钻削、清洗、装配、检验、打码读码、集中排屑、车间总包物流及主控网络，总计16类设备。





项目四：力龙液压泵制造系统

泵阀柔性生产线采用单元自动化+自动物流的方式，有效的解决了传统加工出现的效率低和品质差的问题，为中国打破国外在高端液压件的垄断局面奠定坚实基础。



端盖类零件加工单元

壳体类零件加工单元

缸体加工单元

回程盘配流盘零件加工单元

球铰加工单元

主轴加工单元

斜盘类零件加工单元

柱塞滑靴类零件加工单元

阀套阀芯类零件加工单元

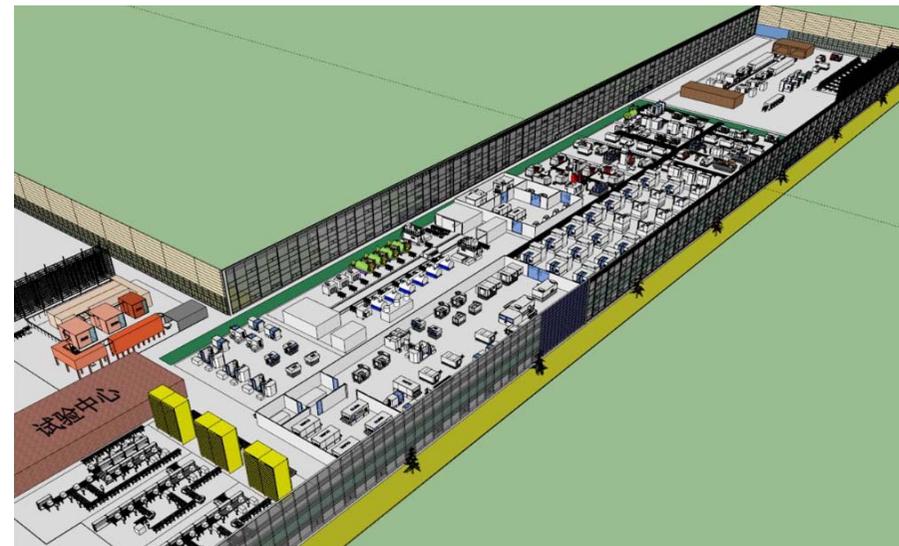
热处理单元

磨削单元

清洗单元

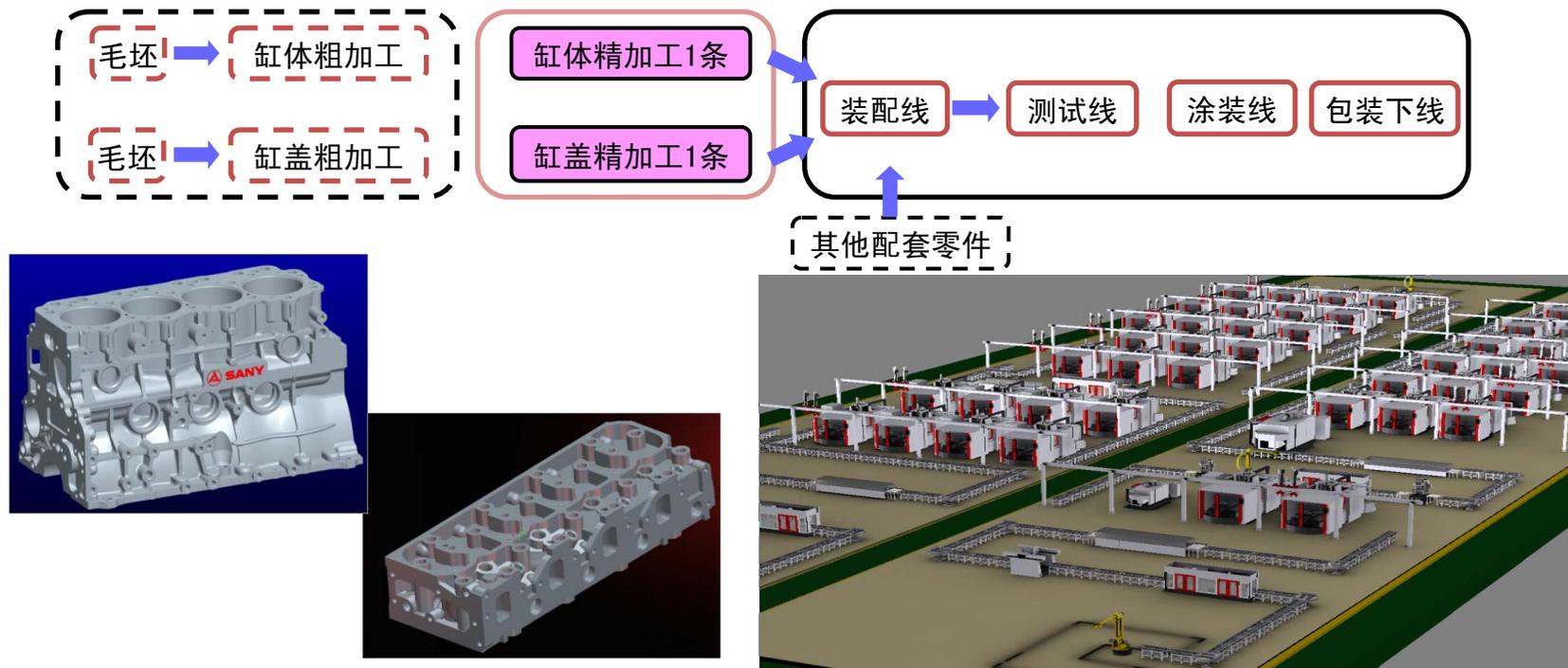
装配试压单元

试验单元





项目五：柴油发动机关键重件柔性生产线



采用了目前应用最广泛的组线形式——通机与专机混线（鱼刺型布局）形式。

设备种类：卧加、专机、珩磨机、清洗机、试漏机、压装机、涂胶机、拧紧机、三坐标、集中油雾收集系统、集中排屑与集中冷却系统（上送上排）、多关节机器人、桁架机械手、打码读码机和车间总包物流等。



六、总结与展望



我国作为汽车制造大国，汽车消费量及消费水平逐日提高，但我国整车厂和配套厂家在关键零部件加工及供应方面仍存在缺乏核心技术、产品配套能力较低、民族品牌匮乏等缺陷。将自动化装备和数字化技术用于制造过程，可大大提高制造过程的集成性和智能性，从而提高汽车零部件产品质量和加工效率，增强产品的市场竞争力。

上海三一精机有限公司通过在高档数控机床开发和数字化工厂建设方面的积累和积淀，已经掌握了自动化加工设备组线技术及数字化工厂仿真、控制技术。三一精机将与国内整车厂、零部件配套厂家一道，开拓思路、打破技术恐惧、打破行业垄断，为提升民族品牌、提升民族产品竞争力做出应有贡献！



三一集团

谢 谢

请各位领导、专家提出宝贵意见！