

模具智能制造发展趋势及应用

中国模协数字化信息化委员会主任

——◆ 易平 博士 ◆——

国内外 “智能制造” 背景及历程

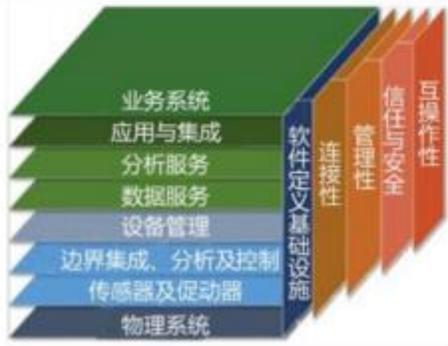
在全球化背景下，各国争夺未来制造业的主导权



开放式创新



以先进制造为国家发展方向，通用电气领衔工业互联网联盟，生态演进速度非常迅速，聚焦下一代工业级互联网



高度集成



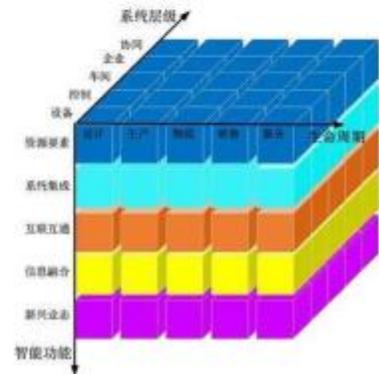
率先提出了工业4.0的概念，通过严谨的技术规范，充分利用三大集成，推动德国主导的工业4.0生态形成



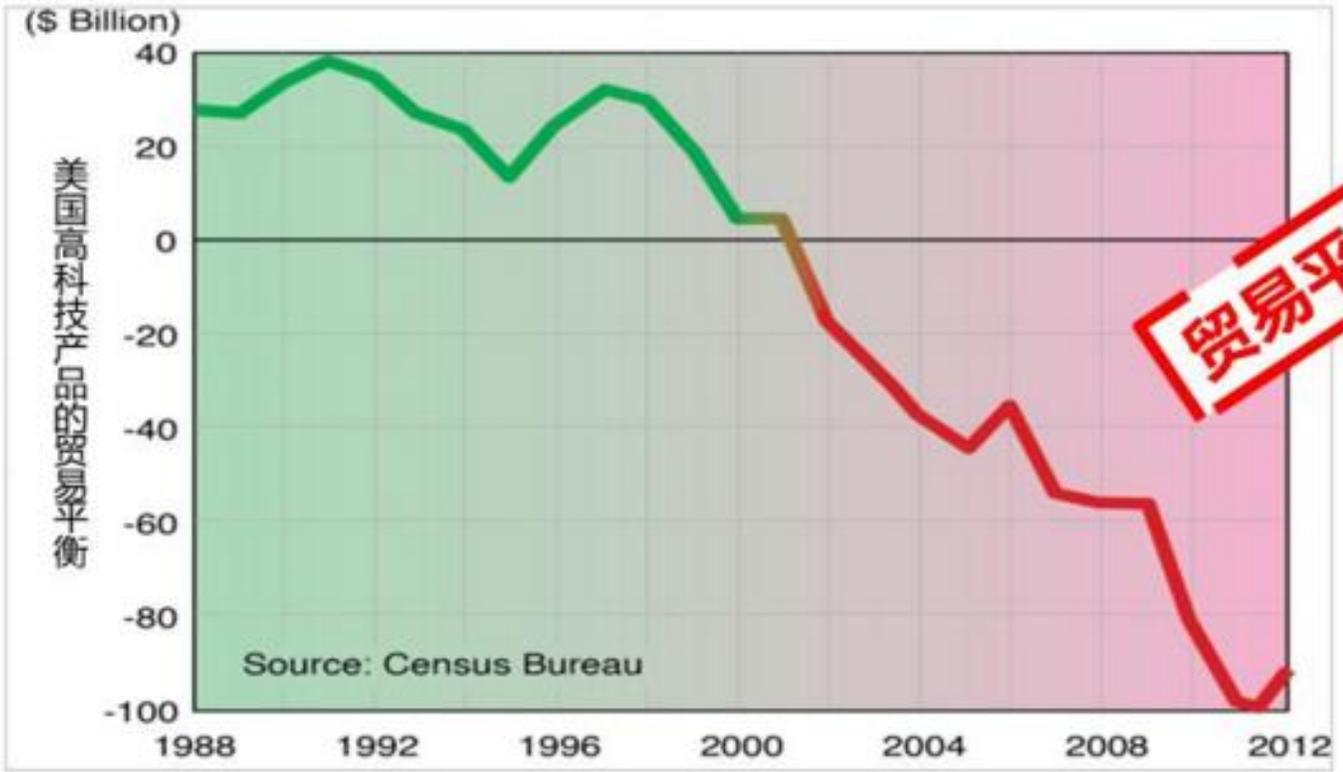
低成本优势



在未来十年的主攻方向是智能制造，结合到两化融合，强化中国制造在装备系统和数字方案上的低成本优势



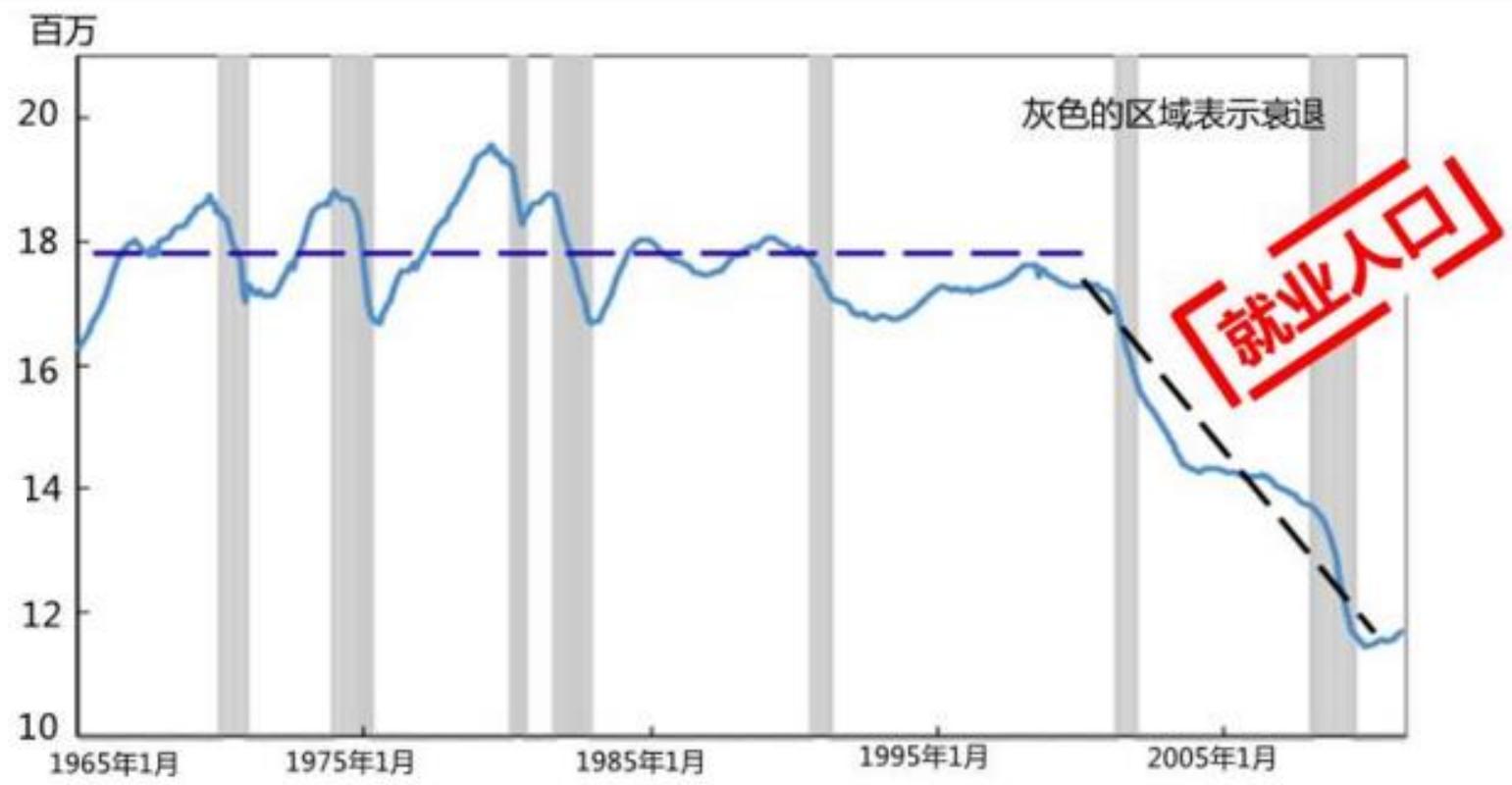
美国“智能制造”提出背景



来源：美国统计局数据

贸易失衡

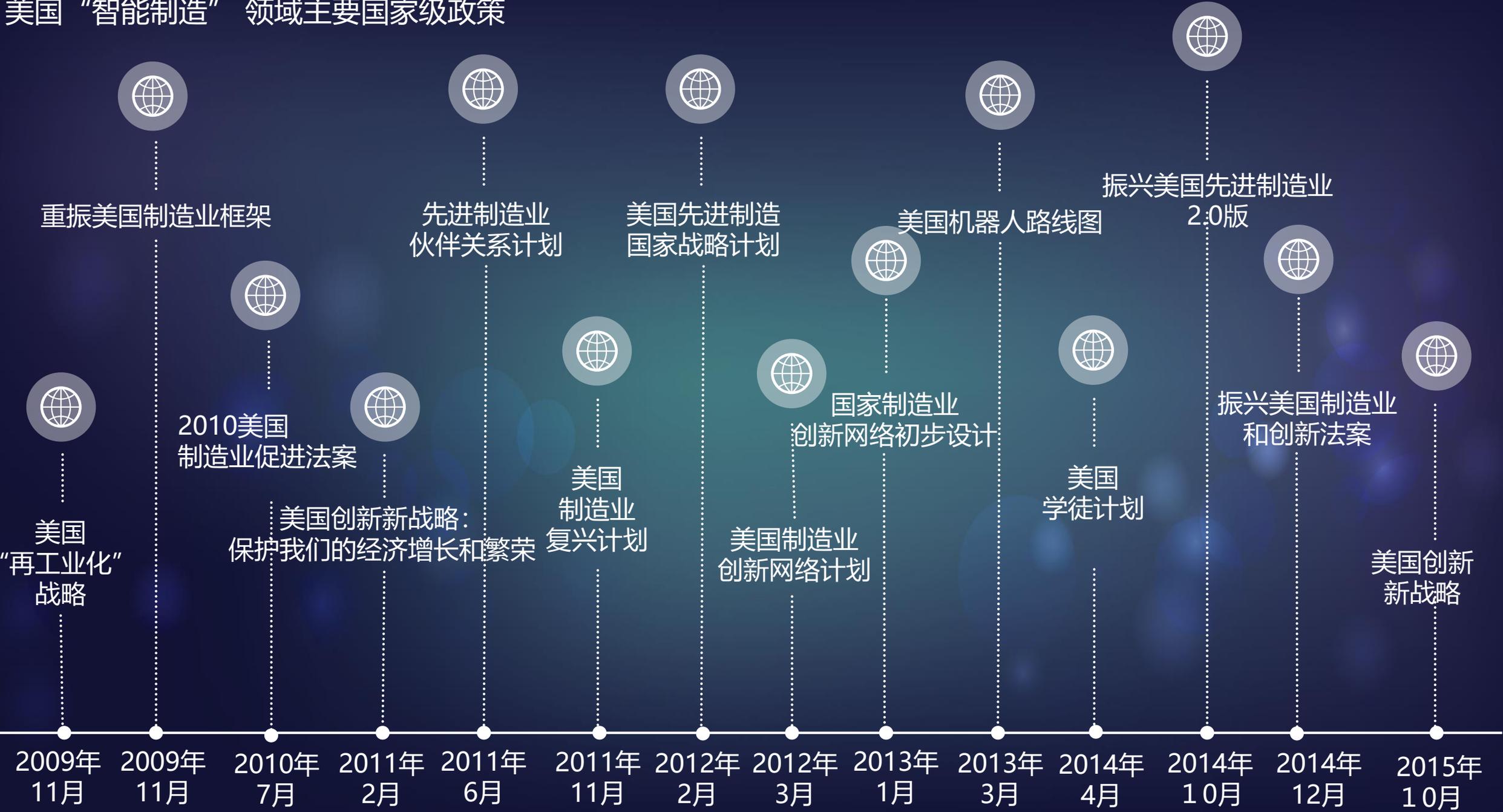
美国“智能制造”提出背景



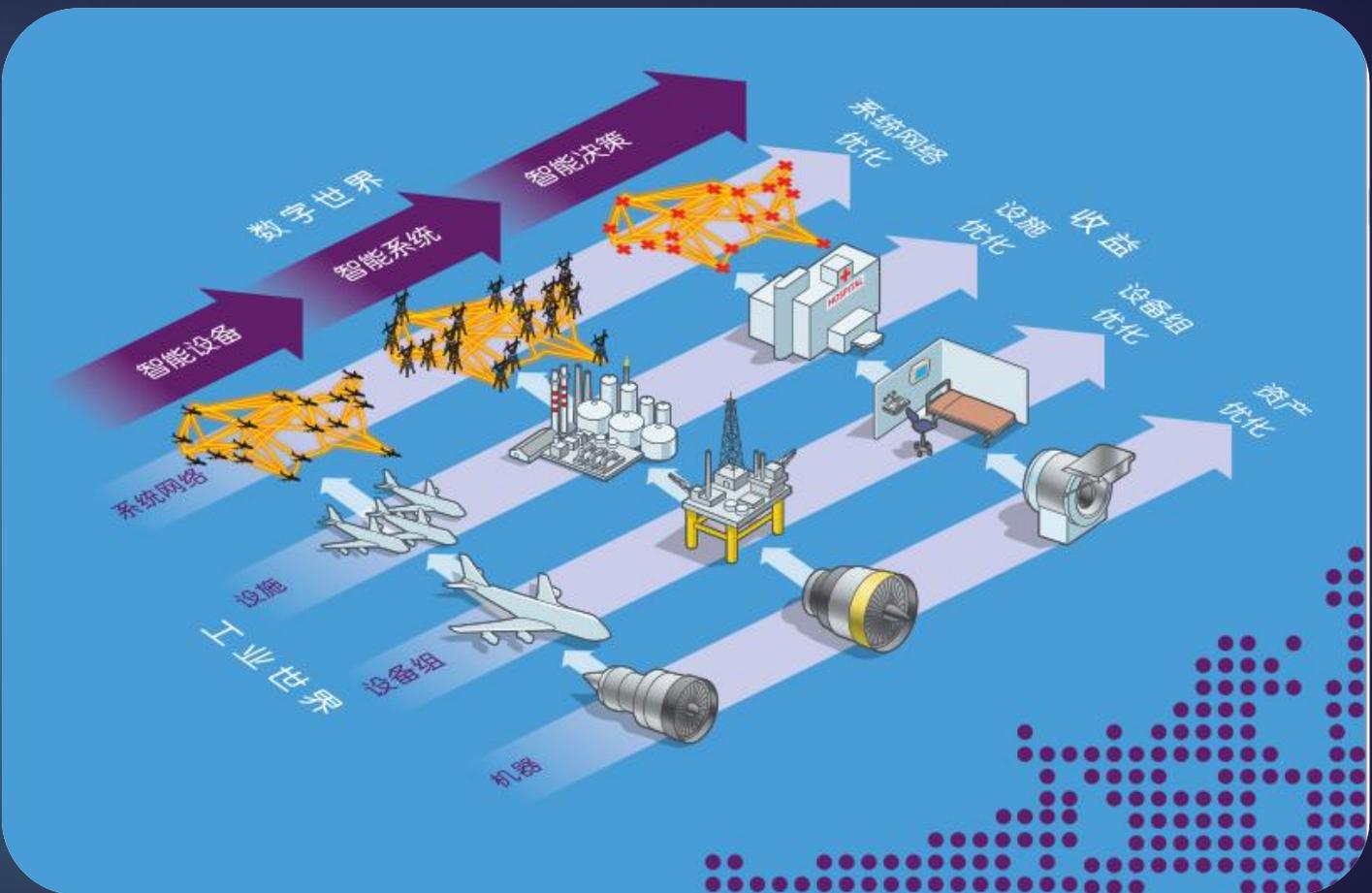
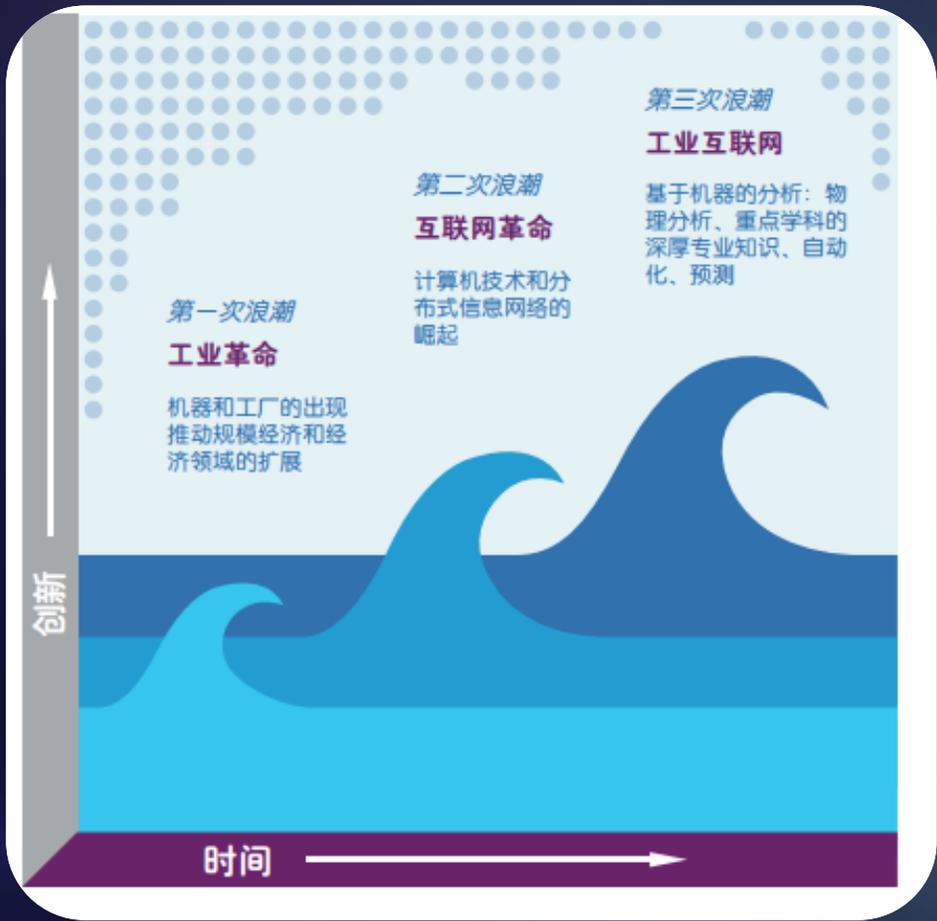
来源：美国统计局数据

就业下滑

美国“智能制造”领域主要国家级政策

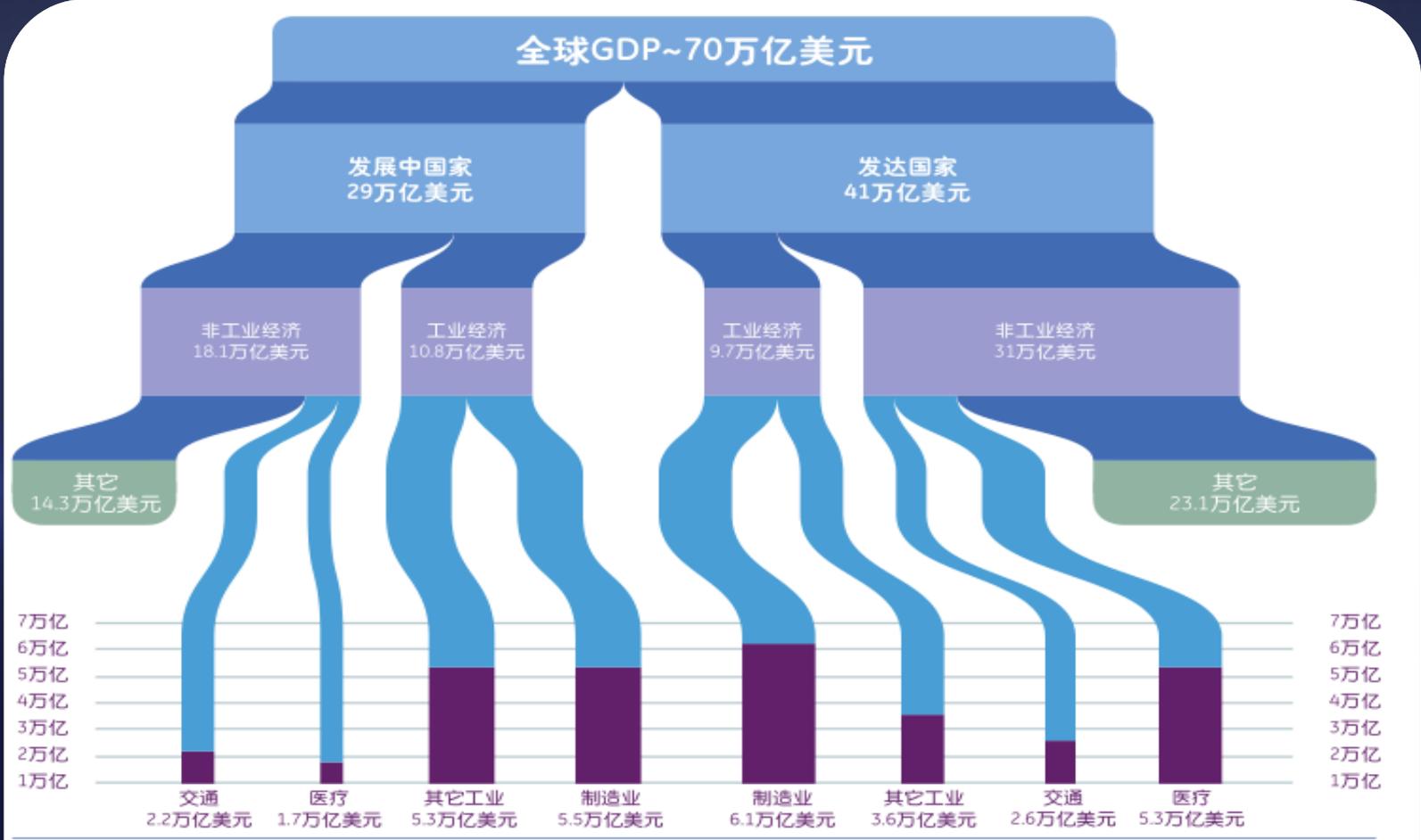


美国“智能制造”发展历程



工业互联网

美国“智能制造”发展历程



工业互联网影响46% (32.3万亿美元) 的全球经济

来源：世界银行，2011年，GE

来源：世界银行，2011年，GE

工业互联网影响46% (32.3万亿美元) 的全球经济

来源：世界银行，2011年，GE

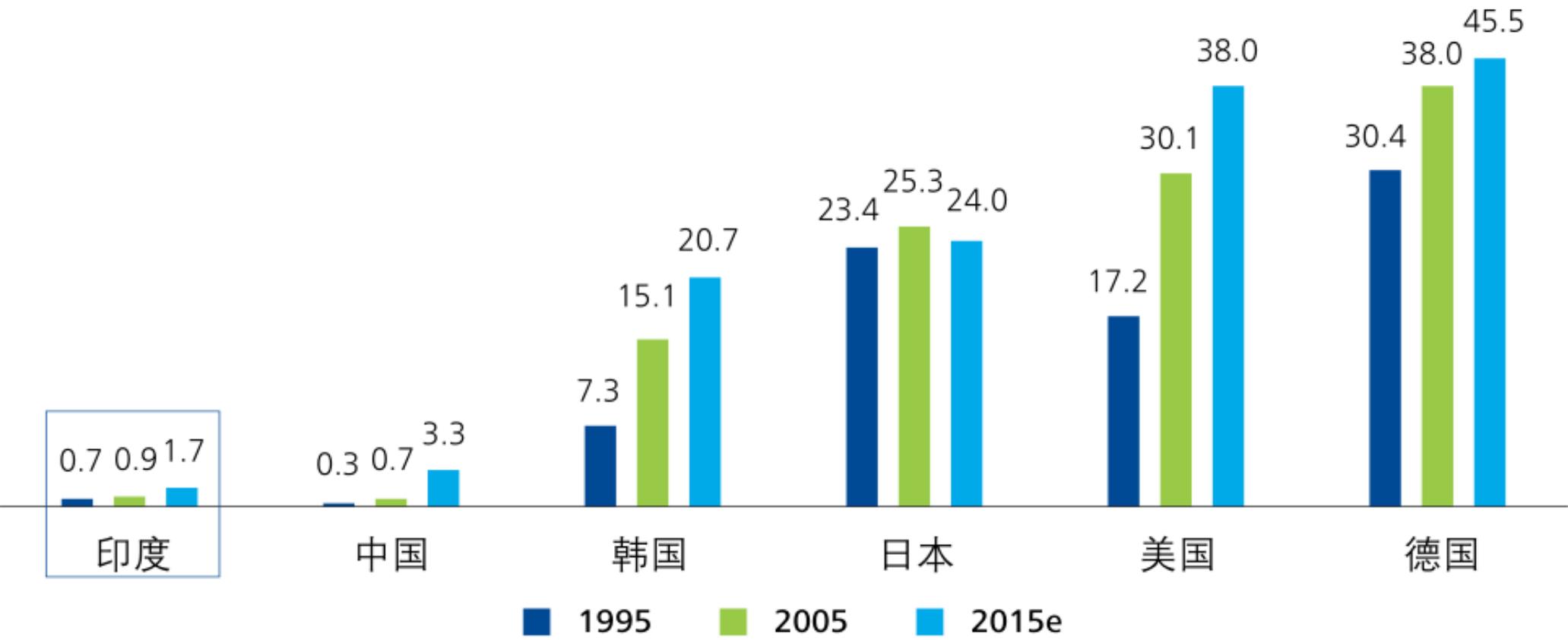
德国“智能制造”提出背景

主要统计数据	德国	同行平均值
制造业GDP 年复合增长率（2010年-2013年）	2.8%	2.3%
制造业 GDP 占总GDP 的比例（2013年）	22.2%	16.7%
劳动力成本（美元/每小时）（2015年）	\$40.5	\$18.7
制造业出口占商品总出口的比例（2014年）	82.6%	60.2%
企业有效税率（2015年）	33.0%	25.3%
每百万人口中研究人员数量（联合国教科文组织，2013年）	4,472	2,852
人均可支配收入（美元，2015年）	\$24,110	\$14,910
人均可支配收入年复合增长率（美元，2005年-2015年）	0.8%	3.8%

德国制造业数据

德国“智能制造”提出背景

制造业劳动力成本（美元/每小时）



德国制造业劳动力成本居高不下

德国“智能制造”发展历程

搭台唱戏，布局工业4.0

2013-2015

主要建立了德国工业4.0平台（Plattform Industrie 4.0），聚集了多个协会的力量，大型企业参与进来了，政府公开认同德国工业4.0平台的价值

统一步调，构建标准

2016-2017

重点提出了RAMI4.0，并与美国工业互联网联盟的IIRA建立了对应关系，目前也在跟中国、日本等国建立相关标准合作关系

捍卫德国装备领先策略

2018-2020

制定德国企业的工业4.0产品BRF（Basic, Ready, Full）标准体系，指导德国企业推动工业4.0解决方案的提供，提升全球的竞争力和影响能力

Mittelstand-Digital

SIEMENS

SAP

T-Mobile

Fraunhofer

围绕大型企业的数字化平台
构建产业链的生态平台

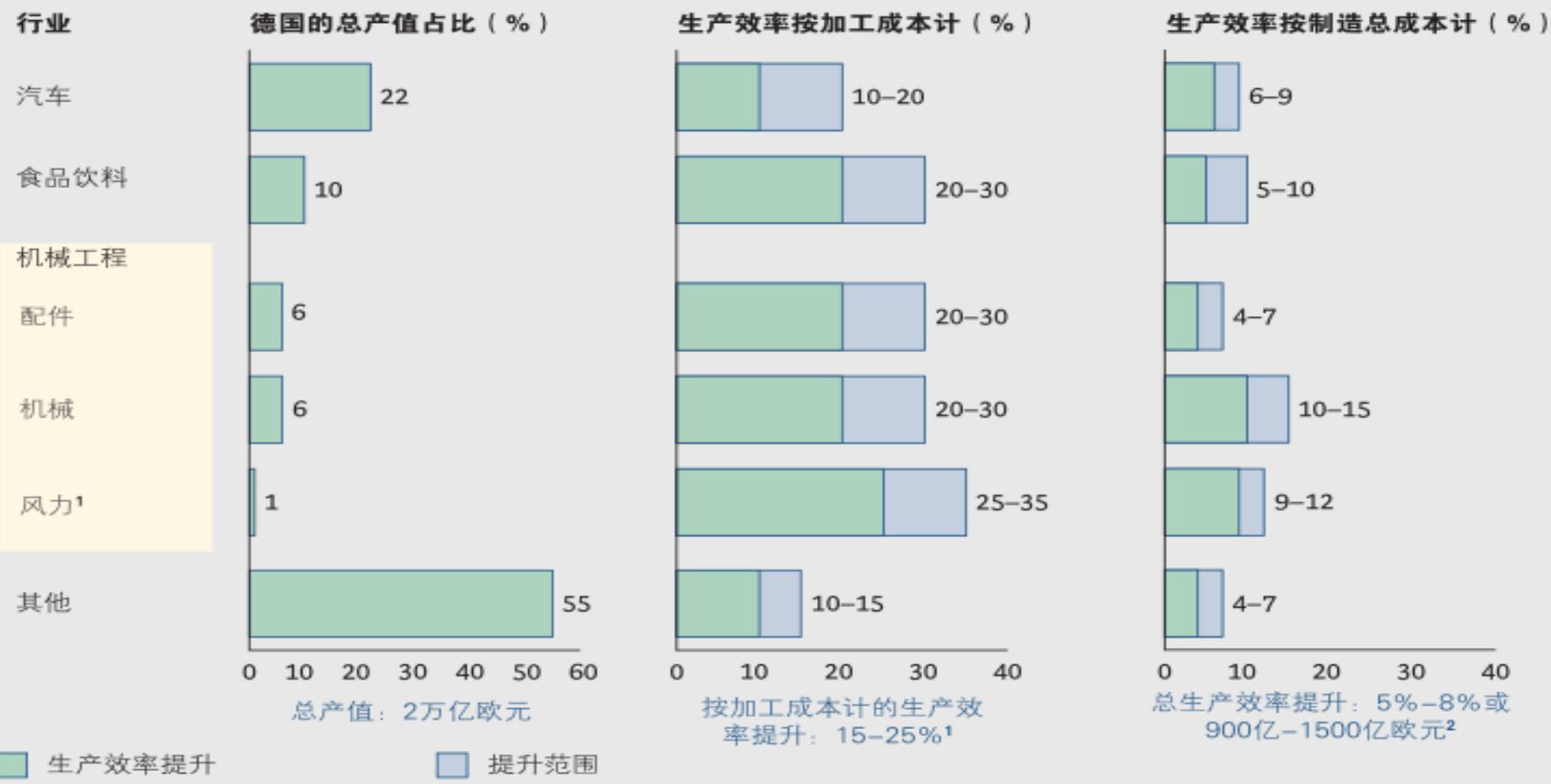
引导企业使用工业4.0标准



打造工业4.0网络化基础



德国“智能制造”提出背景



来源: 德国联邦统计办公室; 专家访谈; BCG分析。

注: ¹ 指加工成本; ² 指制造总成本。

在德国, 工业4.0技术将带来显著的生产效率提升

中国“智能制造”提出背景

双重竞争 >

欧美发达国家纷纷推出“再工业化”战略，力图抢占国际竞争的制高点；新兴国家利用后发优势和低成本优势实现工业强国的目标

资源不足 >

耕地面积大幅减少，各重要矿产资源的对外依存度超过50%



> 创新能力不强

自主创新能力不强，关键核心技术缺失，处于全球价值链中低端

> 劳动力减少

连续数年劳动年龄人口大幅减少，中国劳动力拐点已出现

中国“智能制造”提出背景

20 years later, China follows Japan's pattern

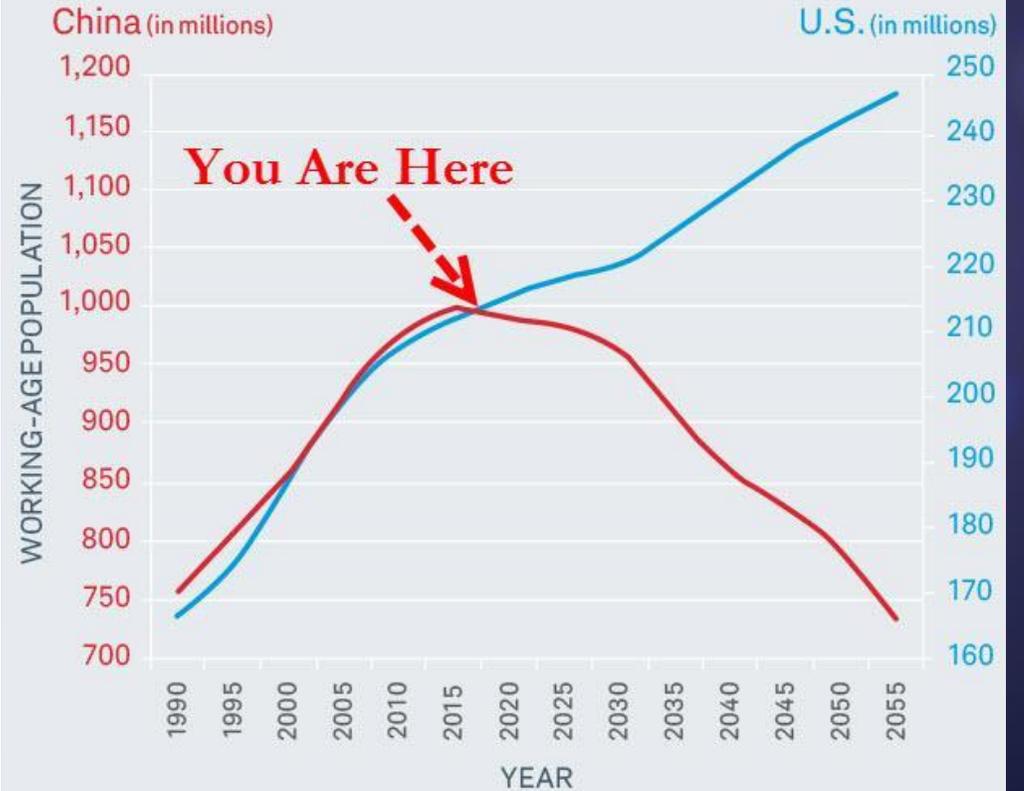
This chart shows the working-age population and projections in China from 1990-2050 and Japan from 1970-2030. You can see how China is following Japan's pattern—a generation behind.



Source: Charles Schwab & Co., Inc., based on United Nations population data as of 8/20/2013.

China's working population at turning point

This chart shows how the working-age population and projections might play out in China and the United States in the decades to come.



Source: Charles Schwab & Co., Inc., based on United Nations population data as of 8/20/2013.

中国制造2025

制造业强国

以“中国制造2025”为纲，通过两化深度融合和智能制造，推动中国制造转型升级及高质量发展。

创新

制造强国中位

以中国制造2035（未规划）为指引，推动中国制造进入制造强国中位，能进行工业领域的原创创新

创新

制造强国领先

在2045年或国庆100周年之际，中国制造可以进入世界制造强国领先地位，能实现全面的原创式创新

创新驱动

质量为先

绿色发展

结构优化

人才为先

指导思想

两化深度融合

智能制造

五大重点工程

国家制造业创新中心

大力推进智能制造

工业强基工程

绿色制造工程

高端装备创新工程

十大重点领域

新一代信息技术

高档数控机床和机器人

航天航空装备

海洋工程装备及高技术船舶

先进轨道交通设备

节能与新能源汽车

电力装备

新材料

生物医疗及高性能医疗器械

农业机器装备

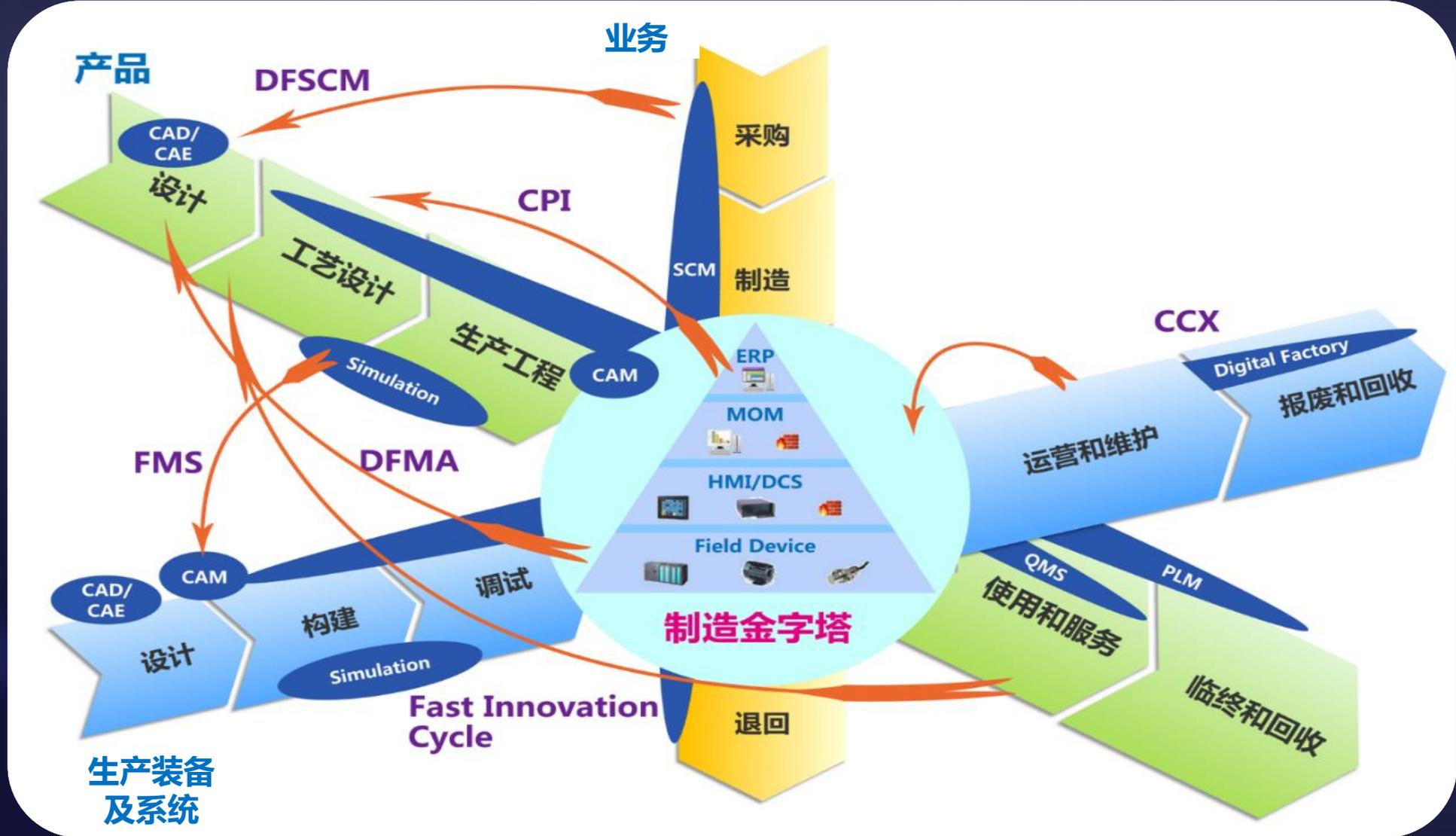
什么是“智能制造”？

智能制造

Intelligent Manufacturing

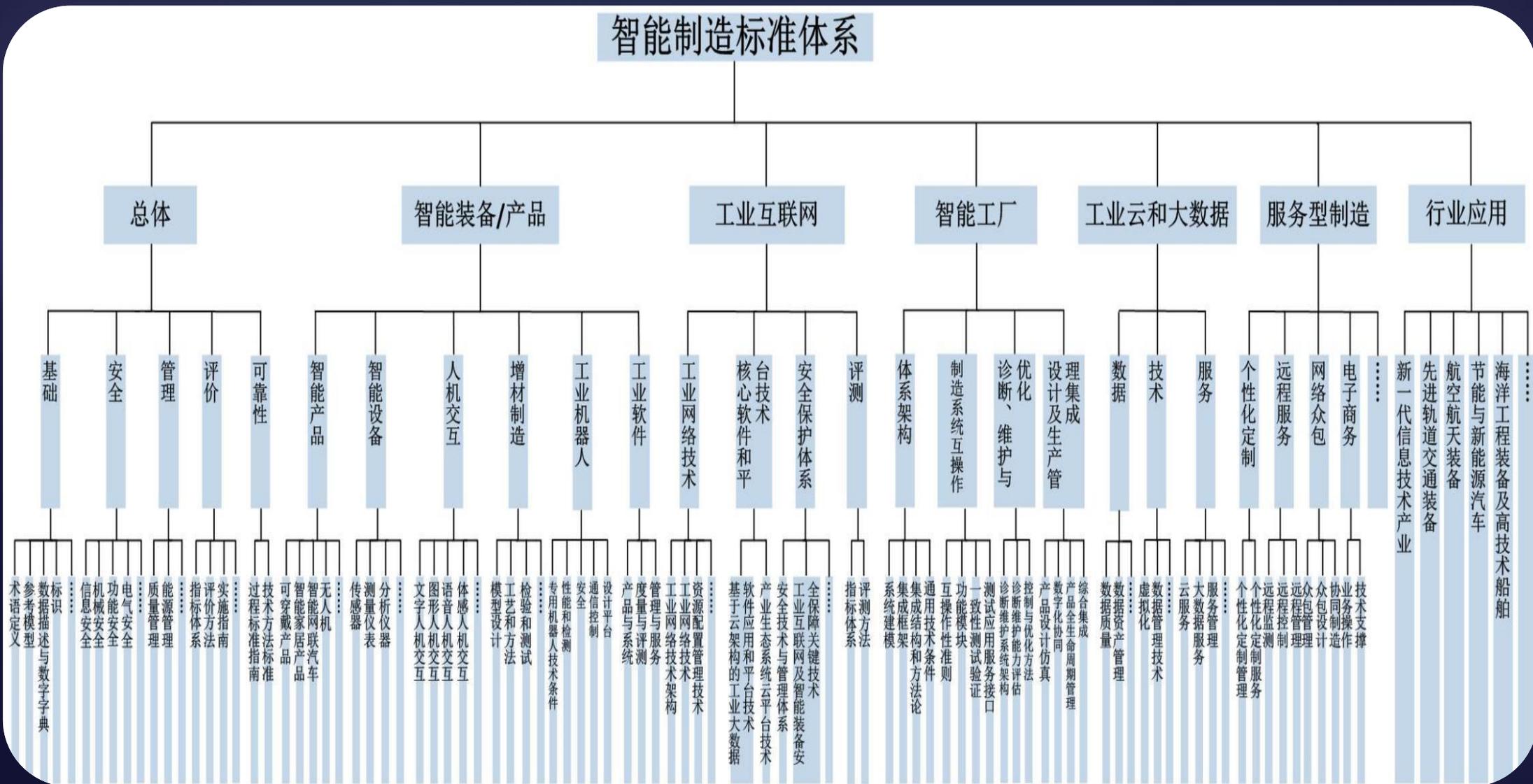
它将智能技术、网络技术和制造技术等应用于产品管理和服务的全过程中，
并能在产品的制造过程中分析、推理、感知等，
满足产品的动态需求。

智能制造三个维度



中国智能制造标准体系

智能制造标准体系



智能工厂示意图

使用生产管理系统 - 订单任务: 500个/周



我周六不行

今天延期了两小时!

我来装刀

刀库空了, 请填充

周五设备才能满负荷运转

请将我开机

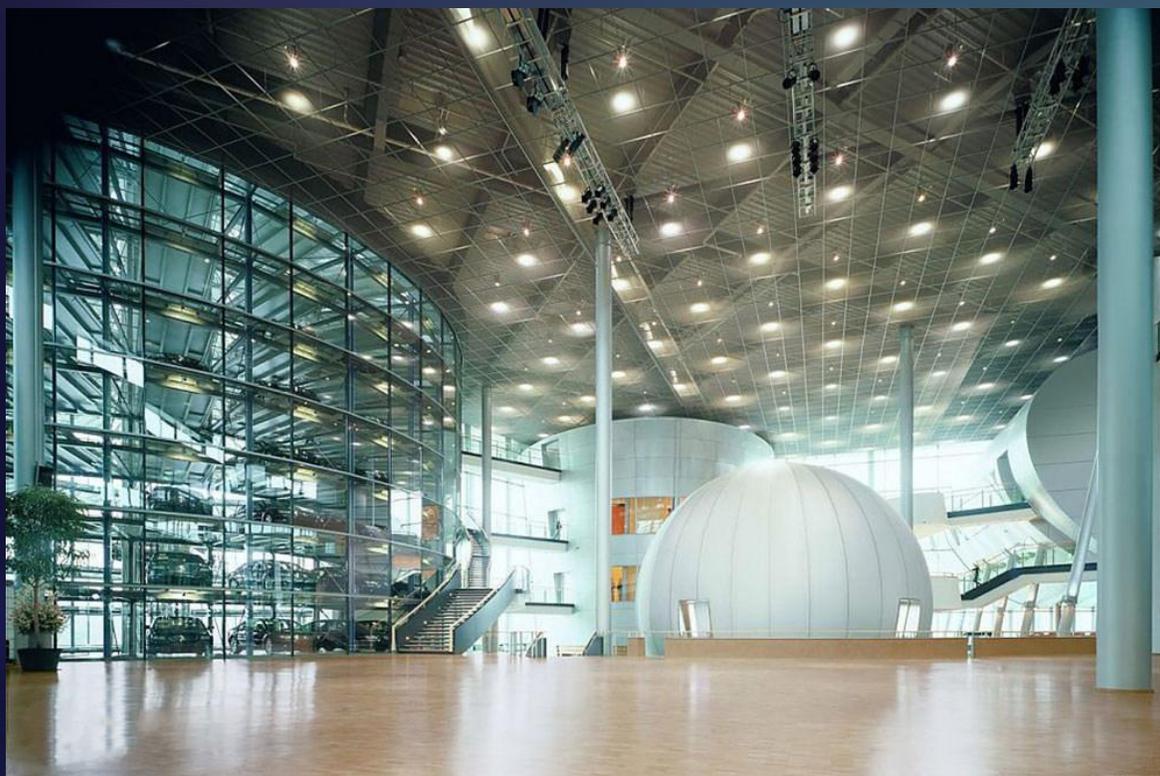
你周末的BBQ泡汤了

周六我可以上班

我必须在2个小时内搞定

智能制造需为企业战略服务

其核心还是帮助企业打造自身的核心竞争力



“辉腾停产，大众透明工厂关门”——智能制造学习标杆工厂的败局

模具智能制造实施建议

批量生产与模具行业特点对比

批量生产

从大批量制造向
满足客户个性化需求的柔性制造转变

汽车工业



100万分之3.4
的缺陷率



准时化生产 JIT



精细化管理

模具工业

满足客户定制生产的前提下
实现批量制造式的质量、成本、交期与服务

模具工业



工件不合格率: **>5%**



模具延期率: **10~30%**



设备利用率: **<50%**

并联式发展道路—模具企业应利用标准化、信息化、自动化与智能化技术

提效、降本、-人-

技术复杂程度
实现时间

2015

2020

2025

2030

1.0
补课

2.0
完善

3.0
试点

信息物理系统、
智能控制、集
成协同

4.0
探索

高端技术实施的
基础

零件化
生产

CAD/CAE/
CAM/CAPP/
ERP/MES

数字化
生产

自动化加工单
元、自动物流、
智能编程

自动化
生产

智能化

模具技术进阶

1.0 补课



对于单件定制生产模式的模具行业，标准化、精益生产模式的改善是前提

2.0 完善

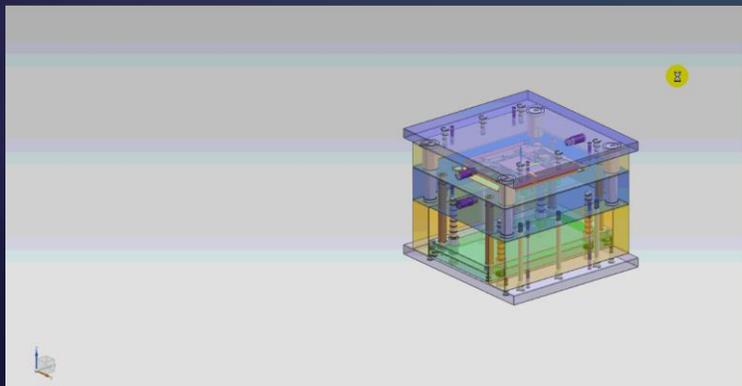


结合企业发展阶段与发展战略，分步实施核心数字化、信息化系统

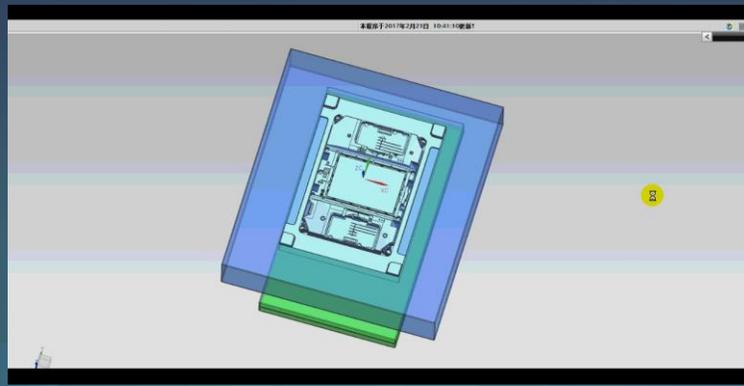
益模EMoldDM智能化设计解决方案

将企业设计知识和技术融入系统，将工程师重复枯燥的工作让程序完成，建立企业专用的智能化设计平台

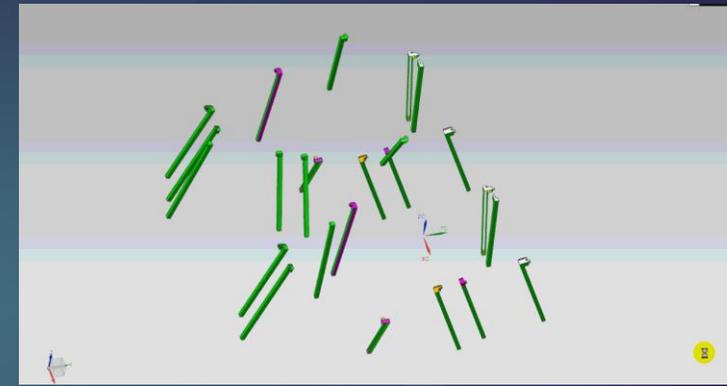
模架智能设计



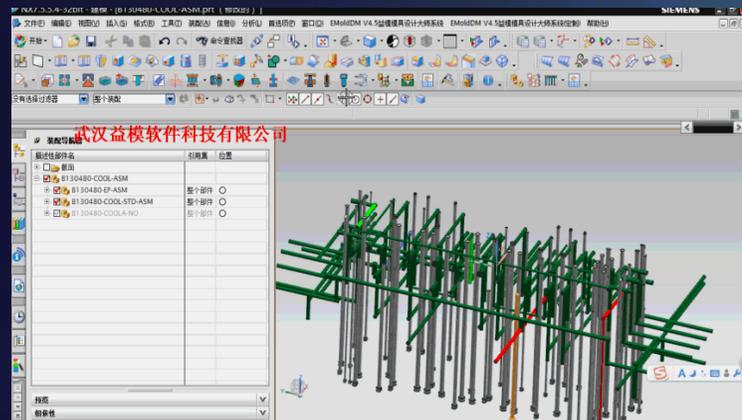
顶针智能设计



排料智能设计



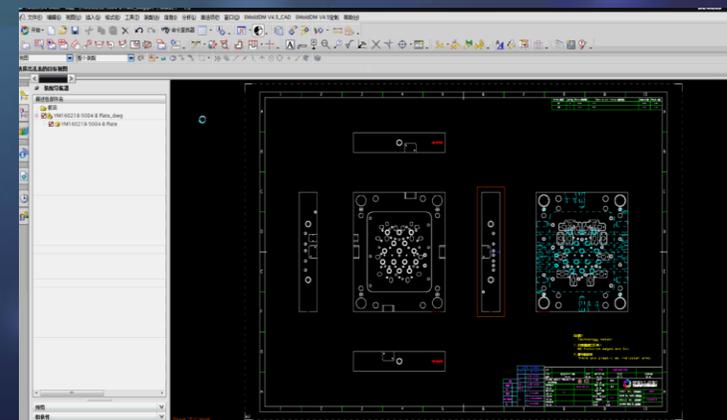
干涉检查



排气智能设计



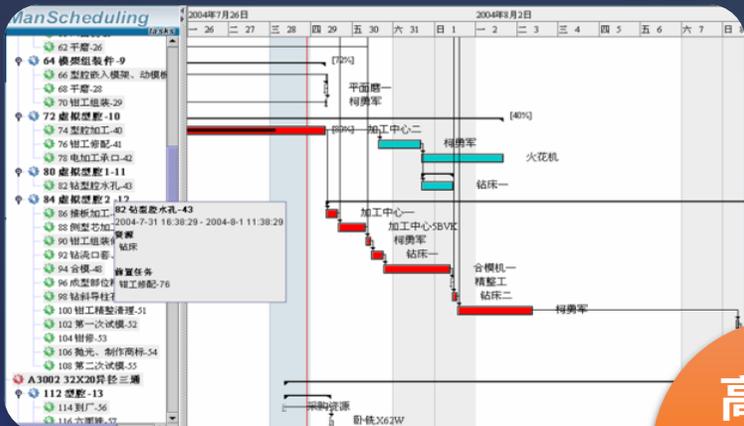
工程图尺寸标注



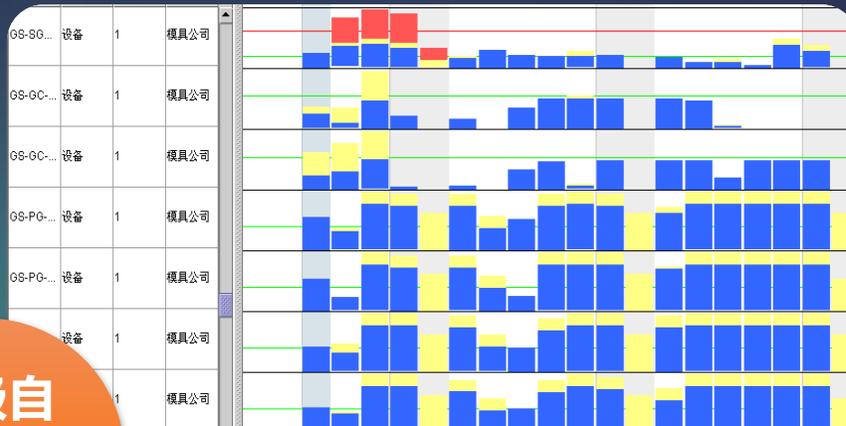
提效约**30%**

益模EMan智能化管理解决方案

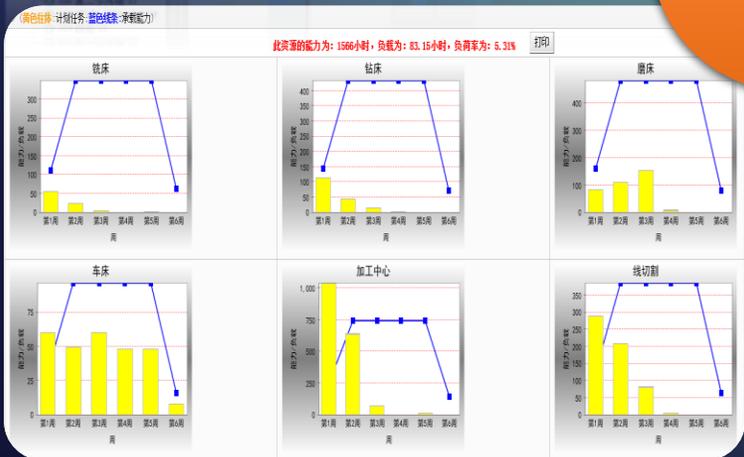
自动排程



自动加班与外协建议



负荷评估



高级自动排程
APS

每日计划



益模EMan智能化管理解决方案

EMan PART MANUFACTURING PROCESSING 零件加工工艺卡

模具编号: SM 1800_06-2-2-b1		版本号:	
零件名称: 底针板A_jscn-rf-plate		零件编号: 006	
材质: 国产S50C		数量: 1	件
工序号	工序名称	生产资源	预计工时
1	拆模	装配	2
2	钢料精CNC加工	精加工机	2.5
4	钢料仓库	钢料仓库	0.1



信息数据
采集

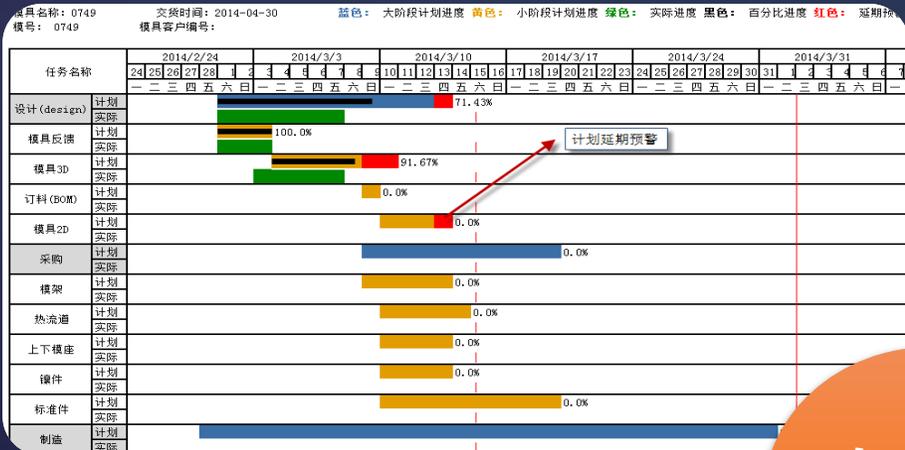


设备联网



益模EMan智能化管理解决方案

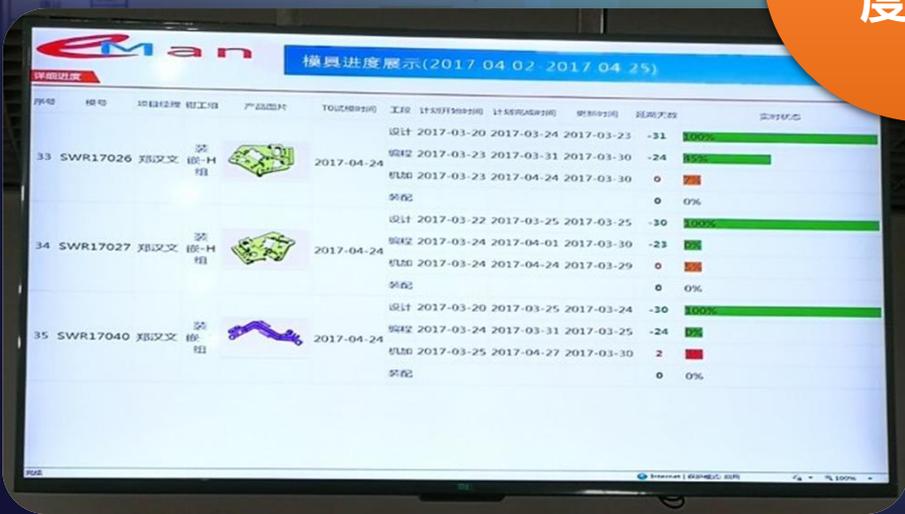
项目进度



设计进度



加工进度



自动化进度跟踪

试模进度



检测标准定义

检测异常类型配置信息

添加 删除 保存

序号	选择	检测异常类型
18	<input type="checkbox"/>	平牙
19	<input type="checkbox"/>	与螺丝配合不良
20	<input type="checkbox"/>	丝攻钻头断裂在工件内
21	<input type="checkbox"/>	水路未钻通
22	<input type="checkbox"/>	水路串水
23	<input type="checkbox"/>	喉塞孔与喉塞不匹配
24	<input type="checkbox"/>	喉塞规格不符
25	<input type="checkbox"/>	未清洁干净、铁屑过多
26	<input type="checkbox"/>	打磨机痕、锉刀痕
27	<input type="checkbox"/>	压伤、撞伤、擦伤、刮伤
28	<input type="checkbox"/>	毛刺未去
29	<input type="checkbox"/>	有焊印
30	<input type="checkbox"/>	刀纹粗
31	<input type="checkbox"/>	生锈
32	<input type="checkbox"/>	积碳、砂眼、料纹、破裂

检测处理结果配置信息

添加 删除 保存

序号	选择	检测处理结果类型	工艺调整
1	<input type="checkbox"/>	报废	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	工序返工	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	钳工返工	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	本厂返工	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	特采	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	烧焊	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	退货	<input type="checkbox"/>

检测数据登记

工件异常记录表

异常单号: 20140224001 保存



异常工件图

模号: BMW22-OP10	件号: 11	材质: CENA1
责任部门: 武汉益模软件科技	责任人: eMan001	损失金额: 806.000/0.193
发现部门: 武汉益模软件科技	体积: 2000.0	工件监控编号: 145555
加工件数: 1.0	发现日期: 2014-02-24	罚款金额: 0.0
自检结果: 不合格	异常类型: 精度不符	
报废: 1.000	工序返工: 1.000	钳工返工: 0.000
本厂返工: 0.000	特采: 0.000	烧焊: 0.000
退货: 0.000		
丢失工时: 0.000		
KC开柜: 6.00/0.04		

异常现象: 未清洁干净、铁屑过多; 压伤、撞伤、擦伤、刮伤; 未按照标准进行操作; 返工处理

组长确认: eMan001 确认时间: 2014-03-31

异常数据库

事故时间: 2009-12-27 模具名称: 责任方: 事故类型: 所有

2013-05-29 模具内部编号: 责任工序: 异常单号:

质量事故查询

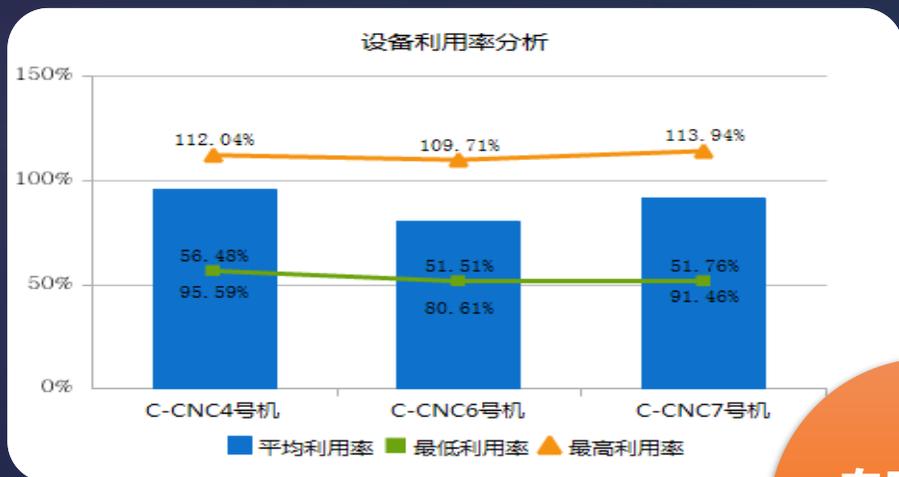
零件名称	异常单号	责任工序	责任人	事故类型	返修	让步接收	报废	供应商返修	试模后优化返修	报废工时	返工工时	事故时间	事故地点
定模板clampingp	20130107001		员工28002130	设计问题	1					0.00/0.00	0.00/0.00	2013-01-07	2013-01-08
滑块slide	20130106002		员工28002130	设计问题	1					0.00/0.00	2.00/5.33	2013-01-06	2013-01-06
内滑块internalsli	20121227001									0.00/0.00	0.00/0.00	2012-12-27	
内滑块internalsli	20121227003									0.00/0.00	0.00/0.00	2012-12-27	
滑块slide	20121128001		员工28002139	电加工问题	1					0.00/0.00	0.00/0.00	2012-11-28	2012-12-17
内滑块internalsli	20121227002									0.00/0.00	0.00/0.00	2012-12-27	
内滑块internalsli	20121227004									0.00/0.00	0.00/0.00	2012-12-27	
导轨guidestrip	20121121004		员工28002172	机器原因	2					0.00/0.00	3.00/0.41	2012-11-21	2012-12-04
导轨guidestrip	20121121005		员工28002172	机器原因	2					0.00/0.00	3.00/0.35	2012-11-21	2012-12-04
限位块stopbolt	20130106003		员工1	设计问题			4			0.00/0.00	0.00/0.00	2013-01-06	
动模型腔cavitypl	20130106004		员工28002087	编程错误	1					0.00/0.00	5.00/4.21	2013-01-06	2013-01-06
动模型腔cavitypl	20121221001		员工28002139	电加工问题	1					0.00/0.00	0.00/0.00	2012-12-21	2012-12-24
动模型腔cavitypl	20121221002									0.00/0.00	88.00/31.67	2012-12-21	2012-12-21
动模型腔cavitypl	20130123001		120002	外协加工问题	1					0.00/0.00	0.00/0.00	2013-01-23	
定模型腔cavitypl	20130117004		120002	外协加工问题	1					0.00/0.00	0.00/0.00	2013-01-17	2013-03-11
动模型腔	20120321001			精度超差						0.00/0.00	0.00/0.00	2012-03-21	

质量过程控制

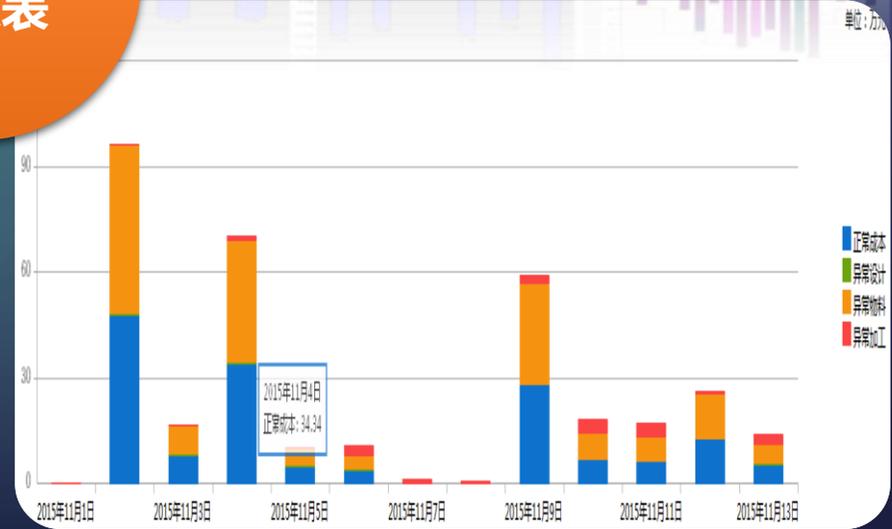
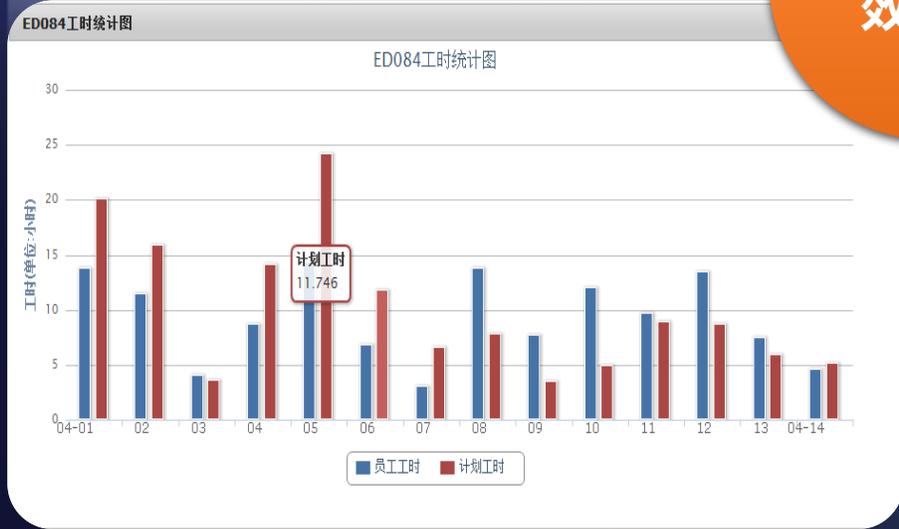
异常统计与分析



益模EMan智能化管理解决方案



自动化绩效报表



模具报价



模具报价详情(内部报价)

报价单号: zs150805-00011
内部估价
报价版本: 注塑模具
报价模板: 模具
模具号:
报价人: admin
报价时间: 2015-08-05

*客户名称	Custom1	联系人	张三
*客户项目名称	TAP(日产)	产品零件号	74900-T4DX-V0001
*产品名称	BMPR Gamish	外形尺寸	1500 X700 X1120
产品材料	ABS	塑胶数量	1
*行业类型	汽车	*产品类型	灯具
产品尺寸	1100*180*145	模具重量	5580KG
成形机	P32R	厚度/层数D	Dw/Dm
抽胶里G	Dr/Drw	体积/抽胶里V	la*b*c/Vg
浇道类型	热浇道	*模具基本类型	塑料模具
*模具具体类型	注塑模具	模具寿命	200,000
备注		首次试模时间	2015-08-29
最终交付时间	2015-08-31	注塑吨位(T)	380.00
设计周期	2 周	制造周期	15 周
		交货周期	17.00周



序号	文件名称	版本号	上传人	创建时间	报价单号	客户名称
1	74900-T4DX-V0001 COVER.HM.LAMP_1.docx	1	admin	2015-08-05 09:22	内部报价	客户名称

成本预算

物料核算信息

模具名称: automotive lighting 模具号: M170001 核算总价: 280000

保存 删除模板 保存为模板 核算模板: 请选择

添加 删除

选择	序号	项目名称(物料类型)	材料报价	利润率	采购核算成本	库存供应核算	最迟到货时间
<input type="checkbox"/>	1	M01 钢筒原料类	20000	5 %	19000.00	0	
<input type="checkbox"/>	2	M02 模具配件类	30000	5 %	28500.00	0	
<input type="checkbox"/>	3	M03 辅助材料类	25900	5 %	24605.00	0	
<input type="checkbox"/>	4	M05 刀具器材类	24560	5 %	23332.00	0	
<input type="checkbox"/>	5	M07 维修配件类	23520	5 %	22344.00	0	

加工核算信息

选择	序号	项目名称(标准工件)	报价	利润率	加工核算成本
<input type="checkbox"/>	1	02模板类	34590	10 %	31131.00
<input type="checkbox"/>	2	10 滑块类	24580	10 %	22122.00
<input type="checkbox"/>	3	09 成型件类	12564	10 %	11307.60
<input type="checkbox"/>	4	11 斜顶类	6798	10 %	6118.20
<input type="checkbox"/>	5	05 顶出复位类	43260	10 %	38934.00

管理核算成本: 0.0 佣金成本: 0.0 其他成本: 0.0 设计成本: 0.0

物料核算: 0.0 加工核算: 0.0 试模核算: 0.0 结余金额: 34228

计划与实际成本

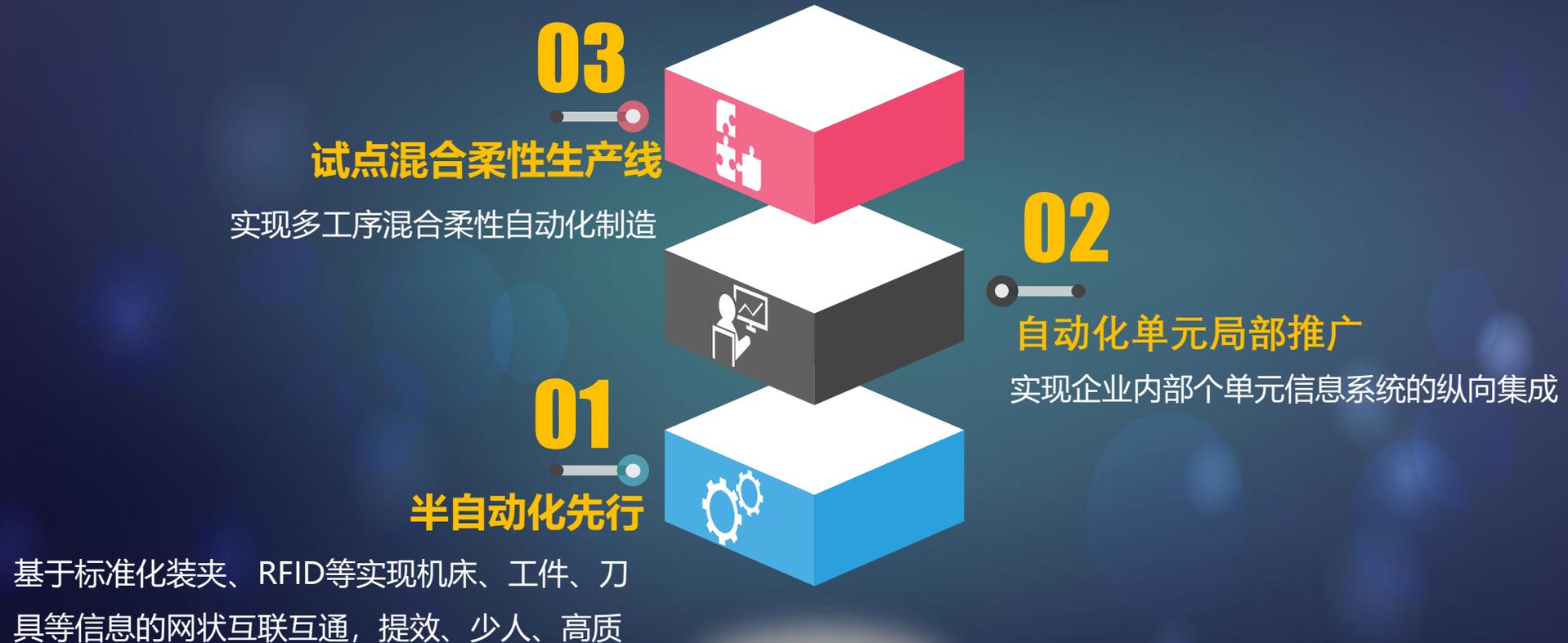
A2966 模具成本统计表									
模具信息		合同编号	数量		单位	计划	实际	计划/实际百分比	金额(元)
序号	名称	合同名称	计划	实际	单位	计划	实际	计划/实际百分比	金额(元)
A. 模具材料/辅料									
(一) 材料费用									
1	Materials		21926.60	23384.87	KG	13.97	13.06	306291.50	205483.57
小计			21926.60	23384.87	KG	13.97	13.06	306291.50	305483.57
(二) 辅料费用									
1	Standard unit		1007.00	489.00	PC	49.27	101.97	49618.00	49861.31
小计			1007.00	489.00	PCS	49.27	101.97	49618.00	49861.31
A. 合计								355909.50	355344.88
B. 制造费用									
(一) 设计费用									
1	Design		70.00	114.70	小时	43.00	43.00	2010.00	4932.18
2	CAM		44.30	28.85	小时	48.00	48.00	2136.00	1864.61
小计			114.30	153.55	小时	91.00	91.00	5146.00	6796.79
(二) 制造费用									
1	NC		7262.27	169.44	小时	114.00	114.00	902755.78	19316.35
2	FB		2948.00	0.02	小时	114.00	114.00	336022.00	2.16
3	EDW		162.40	117.37	小时	25.00	25.00	4060.00	2924.30
4	EDM		3304.00	21.74	小时	34.00	34.00	11238.00	2119.20
5	Milling		479.80	232.05	小时	59.00	59.00	28308.20	13690.72
6	Grinder		300.00	204.77	小时	33.00	33.00	9900.00	6757.32

智能成本统计与分析

成本对比与分析

报价成本对比表												
模具内部编号		m1-005										
模具名称		m1-005										
报价单号		M0140917-00005										
1. 设计费用												
名称	报价工时	报价费用	计划工时	计划成本	实际工时	实际成本	计划成本差异	计划差异比例	实际成本差异	实际差异比例	计划/实际成本差异	计划/实际差异比例
设计	131.31	6985.61	23	103.00	35.16	1758.19	6445.61	1.63%	4807.42	26.78%	-1638.19	1465.16%
合计	360.45	22979.62	67	720.00	38.33	1916.48	22259.62	3.13%	21063.14	8.34%	-1196.48	266.18%
2. 加工材料												
材料名称	报价费用	计划成本	实际成本	计划成本差异	计划差异比例	实际成本差异	实际差异比例	计划/实际成本差异	计划/实际差异比例			
热浇道	200.00	100.00	300.00	-100.00	50.00%	-100.00	150.00%	-200.00	300.00%			
模架	300.00	107.00	307.00	193.00	35.87%	-7.00	102.33%	-200.00	288.92%			
合计	5072.80	828.00	2428.00	4244.80	16.32%	2644.80	47.86%	-1600.00	293.24%			
3. 装配材料												
装配件	报价费用	计划成本	实际成本	计划成本差异	计划差异比例	实际成本差异	实际差异比例	计划/实际成本差异	计划/实际差异比例			
标准件	0	800	0	-800.00	0.00%	0.00	0.00%	800.00	0.00%			
合计	2500	5500	0	-3000	220.00%	2500	0.00%	5500	0.00%			
4. 加工费用												
名称	报价工时	报价费用	计划工时	计划成本	实际工时	实际成本	计划成本差异	计划差异比例	实际成本差异	实际差异比例	计划/实际成本差异	计划/实际差异比例
CNC五轴	286.98	120544.52	20	3000.00	25	4000.00	117544.52	2.49%	118544.52	3.32%	-1000.00	90.00%
加工	2407.41	210664.99	40	8000.00	48	8700.00	208664.99	3.69%	207864.99	4.02%	-700.00	80.00%

3.0 试点



结合模具及装备特点，基于投入产出比，试点推行自动化

益模EAct半自动化加工解决方案

均胜模具半自动化加工系统应用

- ◆ 设备稼动率提升约20%+, 分包委外减少;
Improved the operation ratio about 20%+, and can reduce the outsourcing;
- ◆ 标准化、流程化、系统化让现场加工更顺畅,
新人培训更易上手。

Standardized, process oriented, systematic can make the processing much more smoothly, new employee can start the work after simple training.



自动化系统启动



电极成品仓库



CNC 车间



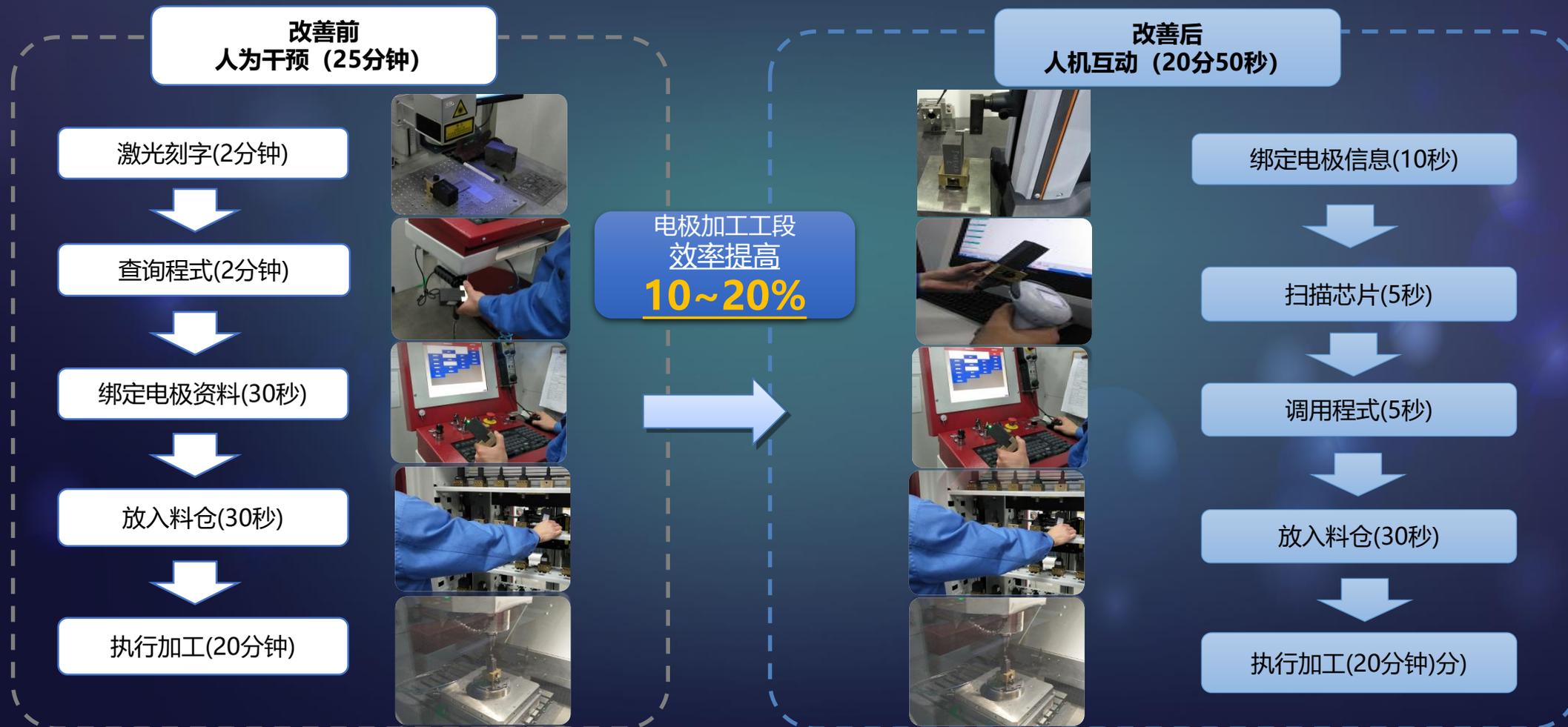
EDM 车间



CMM 检测

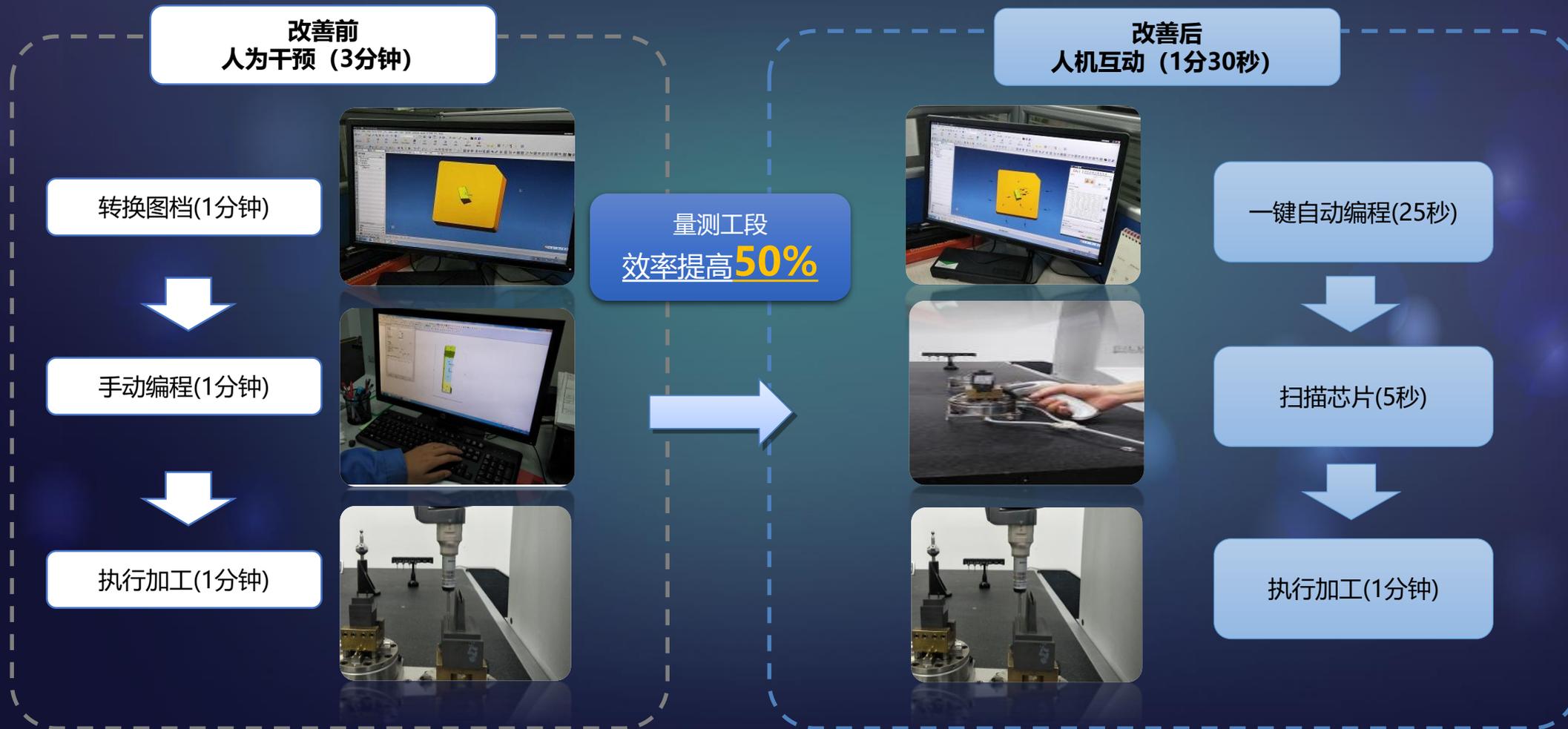
均胜模具半自动化加工系统收益

电极加工



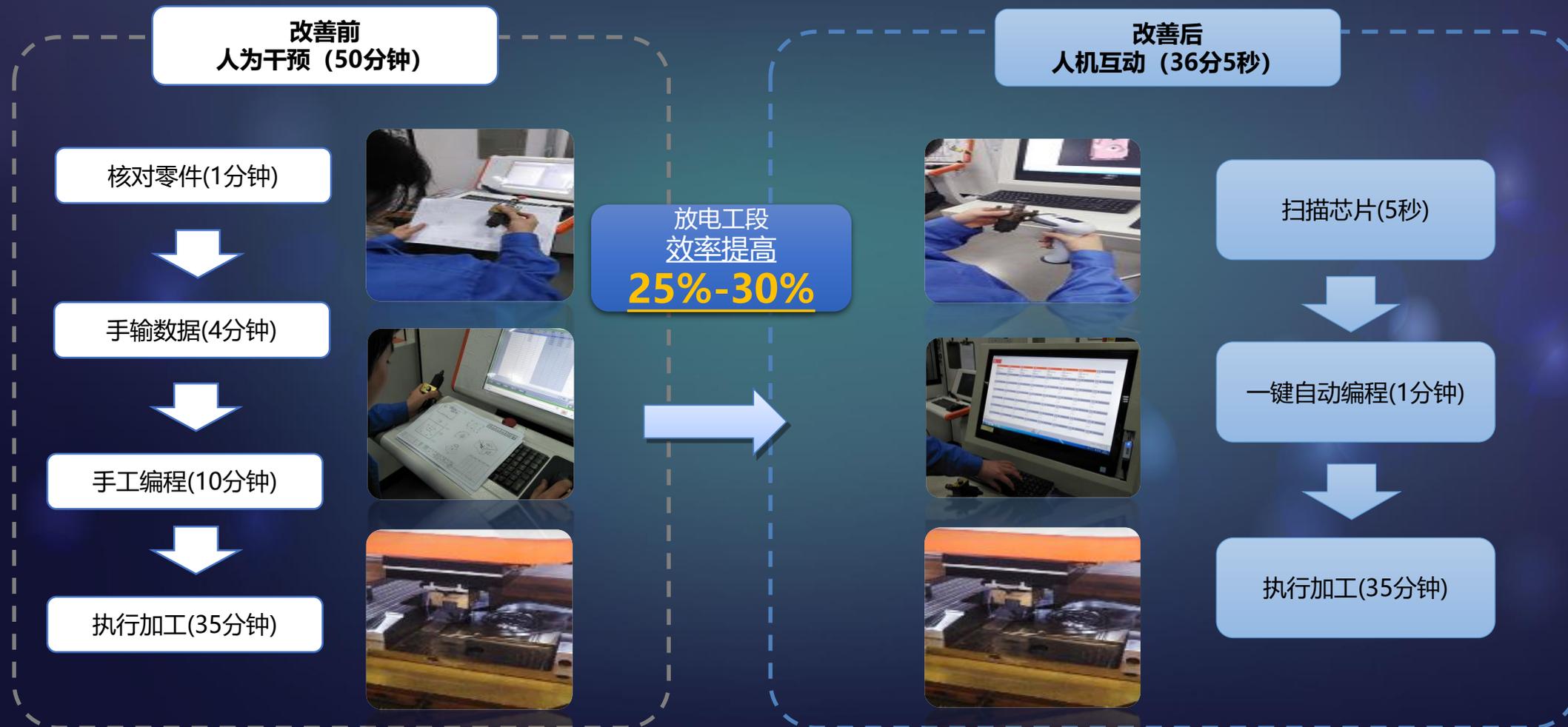
均胜模具半自动化加工系统收益

电极测量



均胜模具半自动化加工系统收益

放电加工



均胜模具半自动化加工系统收益

效益评估

各工段节省工时费用如下表：每年以120+套模具计，可节省**RMB:56万+**

	电极设计 (70元/H)	电极编程 (70元/H)	电极加工 (160元/H)	电极量测 (70元/H)	放电加工 (80元/H)	失败成本 (150元/套)	合计
改善前工时 (H/套)	25	30	50	6	100	/	/
改善后工时 (H/套)	23.75	27	40	3	75	/	/
节省工时 (H/套)	1.25	3	10	3	25	4	46.25h
年节省费用 RMB (万)	1.05	2.52	19.2	2.52	24	7.2	56.49元

间接效益

- 缩短模具周期5天/套；
- 提升模具中心人员教育训练能力；（平均缩短训练周期2周左右时间）
- 提升模具中心数字化程度，为后续模具自动化作铺垫
- 提升模具中心核心竞争力

益模EAtm自动化加工解决方案

零件加工检测效率提升50%~100%

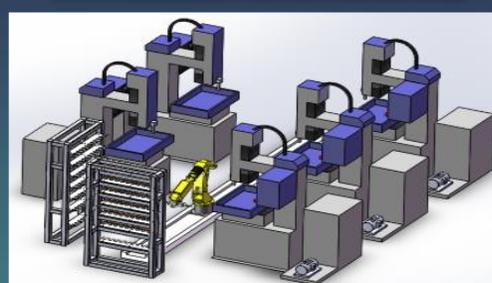
CNC自动化单元



CMM自动化单元



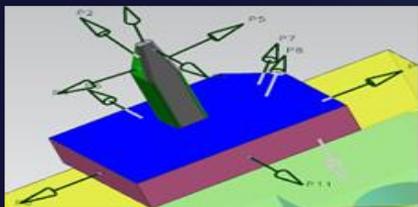
EDM自动化单元



柔性轨道线



EAtm自动化信息平台



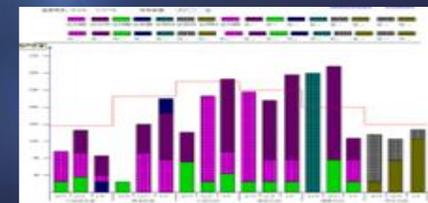
设计/编程



物料管理



加工过程管理



统计分析

主要功能：结合机械手等自动化装备以及前后端软件，实现模具零件在同类设备上的自动化装夹、加工或检测，大幅提高设备的利用率并大幅减少车间操作人员。

EAtm-CNC自动化单元



- 1、1台机器人搭配2-3台CNC机床及益模智能料库，实现电极的全自动化加工。
- 2、RFID芯片自动识别零件身份、匹配加工程式，并能按生产计划柔性排序。
- 3、机器人自动上下料，实现无人值守自动加工。
- 4、生产管理系统无缝连接，进行智能化统计分析。
- 5、提高加工效率50%以上。

益模EAtm自动化加工解决方案

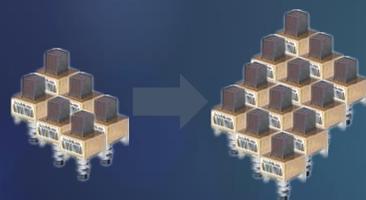
威迪亚模具电极加工自动化单元



威迪亚
EAtm-CNC自动
化单元视频-

威迪亚模具电极加工自动化单元

效益分析



生产管理系统

自动化
单元

1、将**2人**加工班组减少到**1人**

2、单机日电极产量提升至**50%** (含夜班)

3、**夜班**无人值守运行

4、自动化单元与**生产管理系统**无缝集成

EAtm-CNC自动化单元

支持机型（支持但不限于）

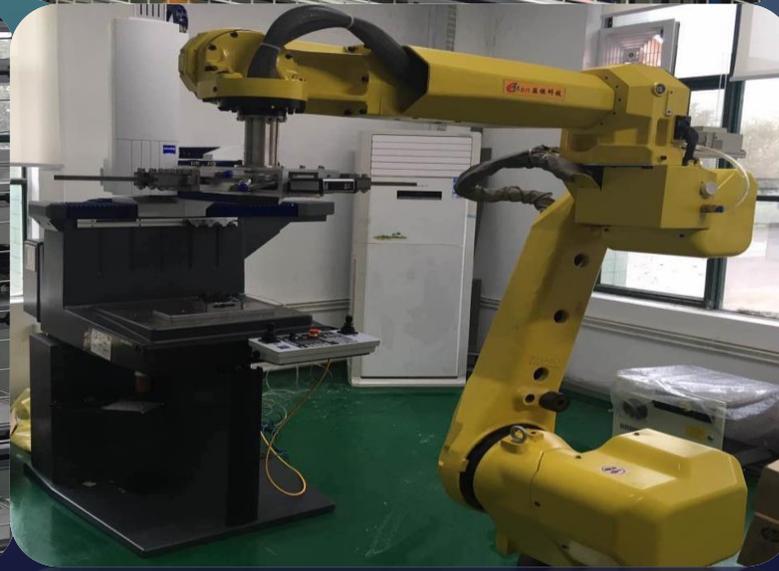
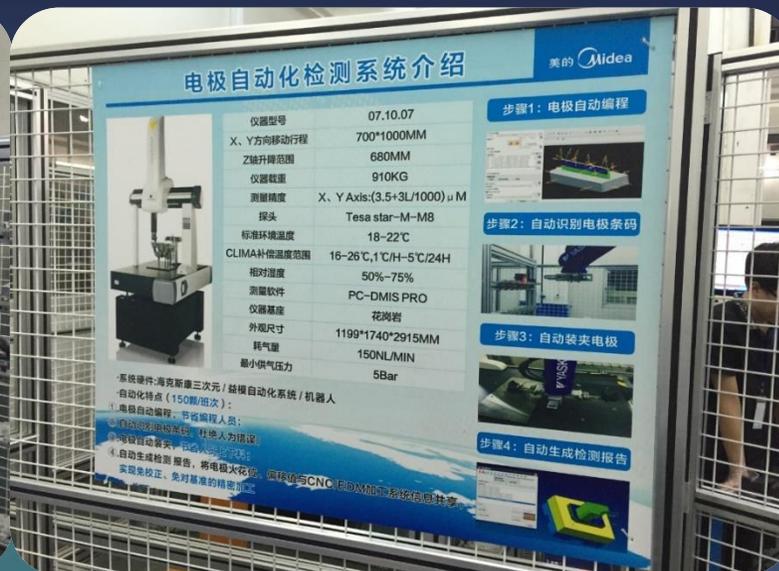
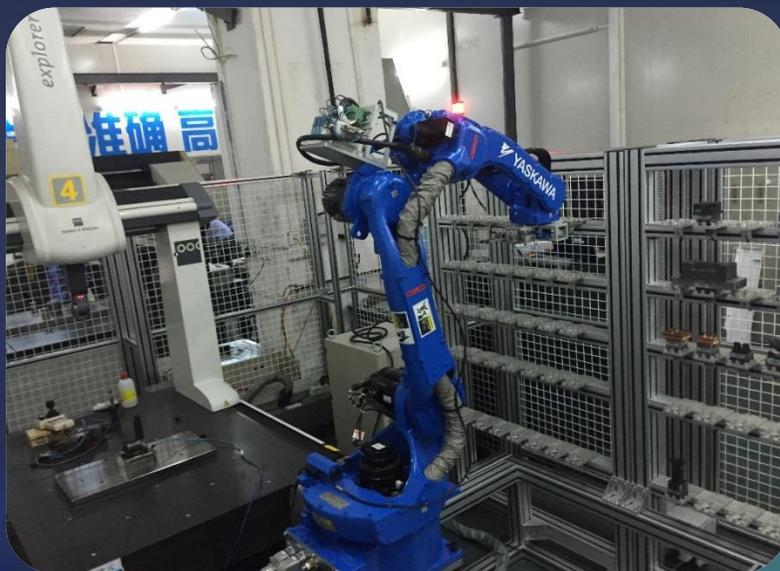


EAtm-CMM自动化单元



- 1、1台机器人搭配1-2台三坐标及益模智能料库，实现电极的全自动化检测。
- 2、RFID芯片自动识别零件身份、匹配检测程式。
- 3、机器人自动上下料，实现无人值守自动检测运行。
- 4、自动获取加工检测结果，3D检测报告，智能化统计分析。
- 5、提高机床检测效率100%-200%以上。

三坐标检测自动化单元

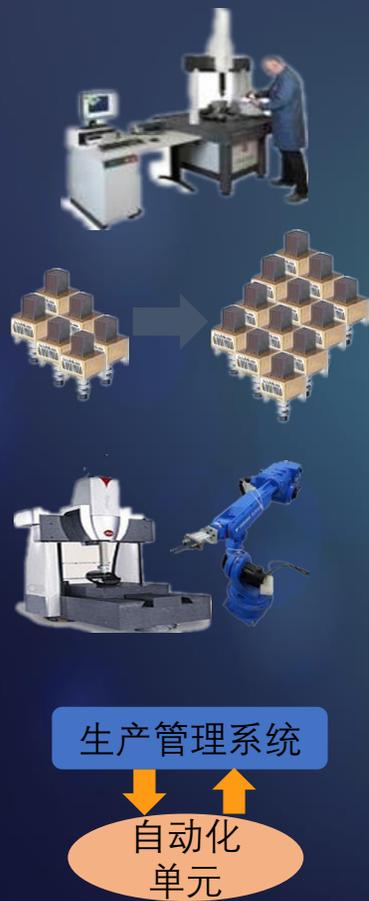


益模EAtm自动化加工解决方案

东江
EAtm-CMM自动化单元

东江模具三坐标检测自动化单元

效益分析



1、将**4人**检测班组减少到**1人**

2、日检测电极数量由**80个**提升至**300个**

3、**夜班**无人值守运行

4、自动化单元与**生产管理系统**无缝集成

EAtm-CMM自动化单元

支持机型（支持但不限于）



并联式发展道路—模具企业应利用标准化、信息化、自动化与智能化技术

提效、降本、-人-

技术复杂程度
实现时间

2015

2020

2025

2030

1.0
补课

2.0
完善

3.0
试点

信息物理系统、
智能控制、集
成协同

4.0
探索

高端技术实施
的基础

零件化
生产

CAD/CAE/
CAM/CAPP/
ERP/MES

数字化
生产

自动化加工单
元、自动物流、
智能编程

自动化
生产

智能化

模具技术进阶

谢谢!