



世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

# 从德国工业4.0看 传统机械装备智能化转型升级

华中科技大学 国家数控系统工程技术研究中心

武汉华中数控股份有限公司

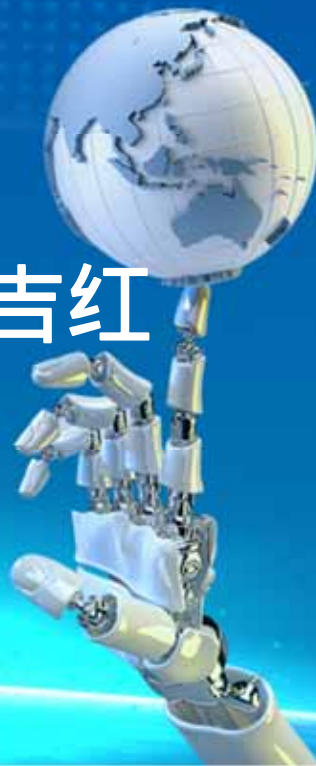
“高档数控机床与基础制造装备”国家重大专项

主任

陈吉红

董事长

总体组专家



# 报告提纲

- 一、制造业的新变化
- 二、智能手机的启迪
- 三、德国工业4.0、美国的CPS
- 四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统
- 五、华中数控



# 报告提纲

- 一、制造业的新变化
- 二、智能手机的启迪
- 三、德国工业4.0、美国的CPS
- 四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统
- 五、华中数控





# 制造业二十一世纪面临的挑战



快速响应市场  
研发和制造环节并行实现



打破组织、地域及时间壁垒  
技术资源的集成



网络和信息时代  
信息向知识的转变



日益增长的环保压力  
追求可持续发展



制造全球化和贸易自由化  
可重组工程



不断技术创新  
全新制造工艺及产品的开发



## 制造装备新变化：

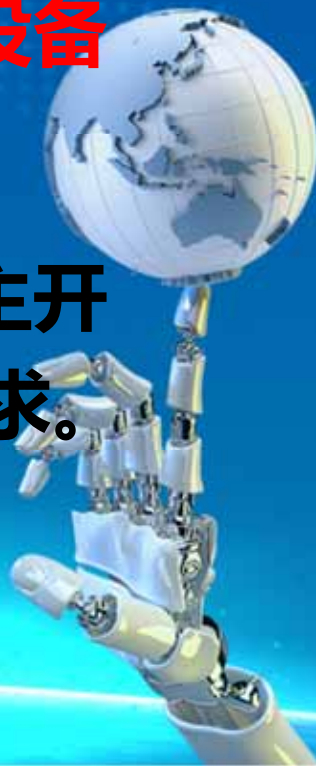
- 高端化
- 细分化
- 自动化
- 智能化



# 数控技术的战略地位

## □ “高档数控机床与基础制造装备” 国家科技重大专项 (04重大专项)

- 重点开发**航空航天、船舶制造、汽车制造、发电设备**等需要的高档数控机床”。
- 提高我国高档数控机床与基础制造成套装备的自主开发能力，满足国内主要行业对制造装备的基本需求。
- 专项投入总投入222亿元。其中，中央财政投入97.84亿元。





# 04专项成果



高档化的方向：

高速、高精、多轴、复合





# 制造装备新变化：

- 高端化
- 细分化
- 自动化
- 智能化





## 苹果需要41000台CNC设备来生产最新iPhone6s的铝合金机身



由于强度更高的金属材料处理起来比传统的金属外壳更难，CNC加工所需要时间更长。预测iPhone 6S 对于CNC 的需求为4.1万台，比iPhone 6 提高了40%。如果其他厂商跟随苹果采用新系列铝合金，CNC 产能的将有更大的需求。



## 苹果手机引领3C智能手机外壳金属化潮流，创新的制造工艺，以**高速铣削**金属壳体框架**革新**注塑成型的**塑料外壳**

### 巨大需求



3C智能终端制造创新工艺

- 自2013年开始，三星、HTC、华为、联想、小米、OPPO、魅族等均推出金属外壳手机
- 目前具备金属外壳的智能手机占比大概为**20%**左右
- 预计到2016年，这一比重将达到**38%**。



3C高速钻攻中心



世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

# 智能手机金属机壳加工车间

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

# 大连机床东莞创新、创业孵化基地

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing

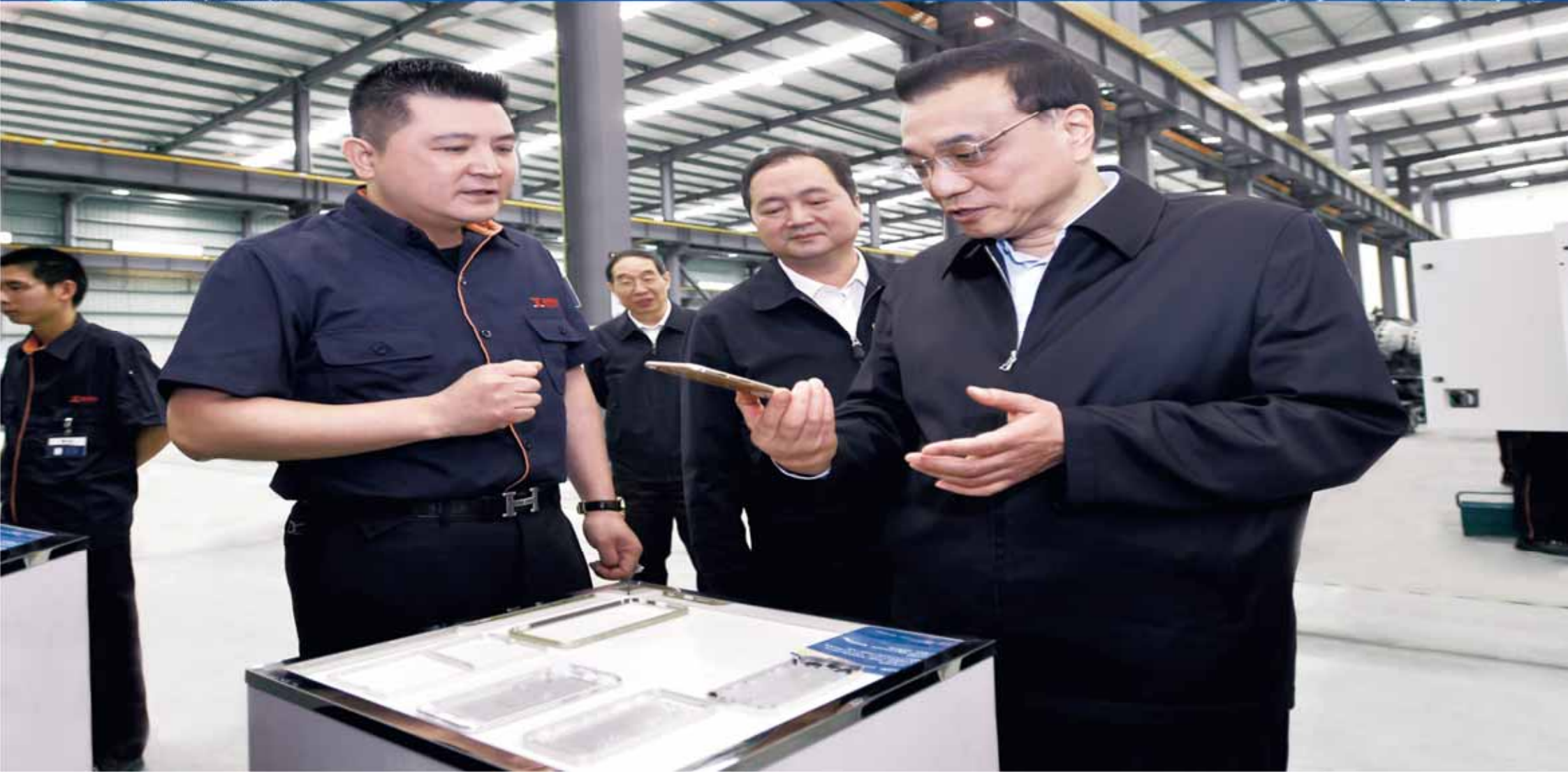




世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit

# 李克强总理关心3C制造装备产业

让制造更聪明



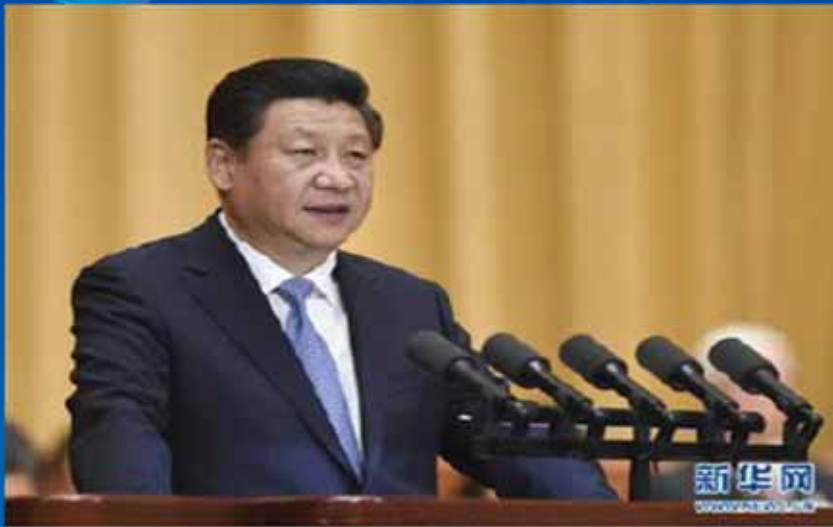


## 制造行业新变化：

- 高端化
- 细分化
- 自动化
- 智能化



# 工业机器人市场分析



- “机器人革命”有望成为“第三次工业革命”的一个切入点和重要增长点，将影响全球制造业格局，机器人是“制造业皇冠顶端的明珠”...
- 我国将成为机器人的最大市场，但我们的技术和制造能力能不能应对这场竞争？我们不仅要把我国机器人水平提高上去，而且要尽可能多地占领市场。









工业机器人

工业机器人





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit

# 应用案例---台群/创世纪机械---劲胜

让制造更聪明





## 制造行业新变化：

- 高端化
- 细分化
- 自动化
- 智能化



从数字制造到智能制造，是制造业发展的必然趋势，是美国“先进制造业国家战略计划”、德国“工业4.0”、“中国制造2025”等国家战略计划重要内容之一。

- 德国“工业4.0”主题：  
智能工厂、智能生产
- 美国“先进制造业国家战略计划”优先突破技术：  
先进制造的感知控制、智能制造与先进材料
- “中国制造2025”核心：  
数字化制造、智能化制造



# 发展智能制造已上升为国家战略

李克强：

“中国制造2025”的主攻方向是智能制造，也是“互联网+制造”的制高点。

## “三步走”战略

2025 迈入制造强国行列

2035 位于制造强国中位

2045 迈入制造强国第一方阵

十大重点领域

九大战略任务

五大工程

中国制造2025

主攻  
方向

智能制造

制高点

互联网+

信息通信网络

新一代信息技术



# 德国工业4.0是“新瓶装老酒”吗？是忽悠中国的阴谋吗？

二十年前早已经有了：



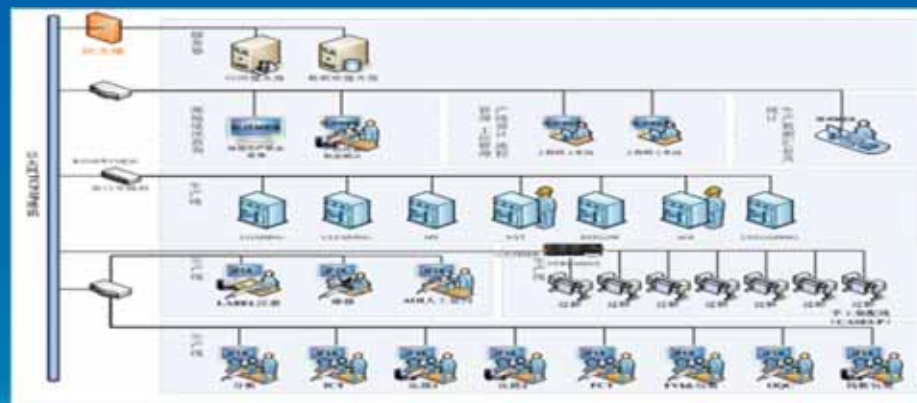
快速成型



工业机器人

DNC  
MES  
ERP  
CIMS

智能制造



企业信息化





# 什么是智能数控机床



普通数控机床



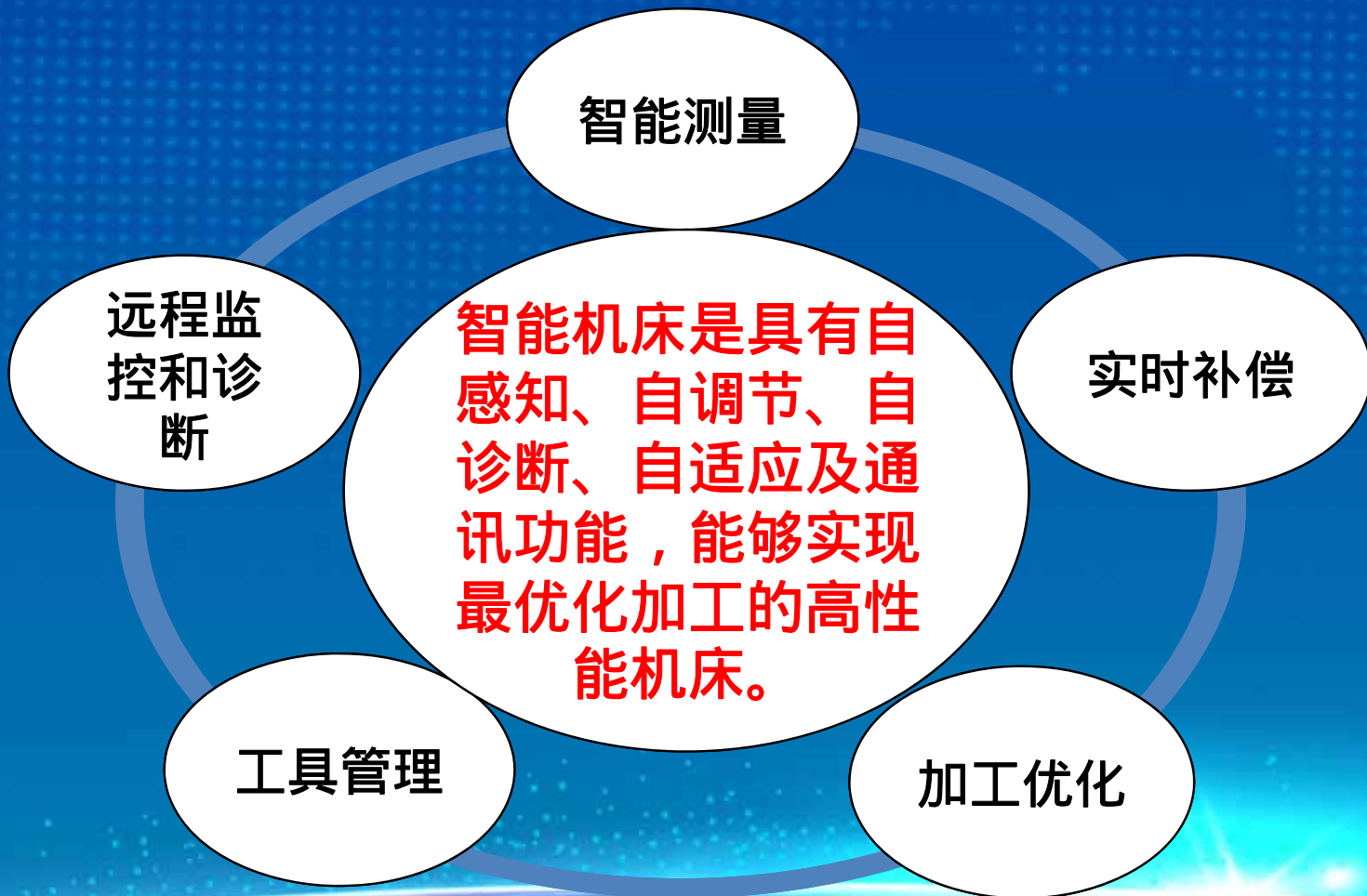
智能数控机床







# 国外智能机床技术



## 12项功能：

- (1) 任务管理器 (JOB MANAGER)
- (2) 任务助手 (JOB ASSISTANT)
- (3) 数控系统 (CONTROL)
- (4) CAD-CAM视图 (CAD-CAM VIEW)
- (5) 切削计算器 (TECH CALCULATOR)
- (6) 文档 (DOCUMENTS)
- (7) 效率工具 (ORGANIZER)
- (8) 网络服务 (NETSERVICE)
- (9) 机床检查 (MACHINE CHECK)
- (10) 节能 (ENERGY SAVING)
- (11) 设置 (SETTINGS)
- (12) 状态监测 (STATUS MONITOR)



# 海德汉TNC 640 智能化功能



动态碰撞  
监测  
(DCM)

海德汉  
总线式数控系统  
TNC 640

摆线铣削  
加工功能

进给速度  
自适应  
(AFC)

主动减振  
(ACC)





# 马扎克 (MAZAK) 机床12项智能化功能



马扎克的**第六代数控系统**具有**7项智能化功能**：防震动功能(AVC)、热补偿功能(ITC)、防碰撞功能(ISS)、语音提示功能(MVA)、智能主轴(IPS)、智能平衡分析器(IMS)、设备维护智能支持系统(IBA)。

该公司新推出**第七代数控系统**具有smooth X特征，内置Windows8，该系统运算速度更快，伺服驱动精度更高。增加5项智能技术（智能校准、平滑转角控制、智能送料系统、激光设备智能装卡、激光设备智能监控）。

**总共12项智能化技术。**





# 报告提纲

一、制造业的新变化

二、智能手机的启迪

三、德国工业4.0、美国的CPS

四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统

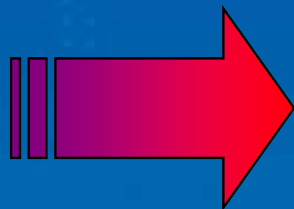
五、华中数控





# 智能手机的启示

## 普通手机和智能手机的区别？



## 智能手机具有五大特点：

**具备无线接入互联网的能力：**即需要支持GSM网络下的GPRS或者CDMA网络或3G（WCDMA、CDMA-2000、TD-CDMA）网络，甚至4G（HSPA+、FDD-LTE、TDD-LTE）。

**具有PDA的功能：**包括PIM（个人信息管理）、日程记事、任务安排、多媒体应用、浏览网页。

**具有开放性的操作系统：**拥有独立的核心处理器（CPU）和内存，可以安装更多的应用程序，使智能手机的功能可以得到无限扩展。

**人性化：**可以根据个人需要扩展机器功能。

**功能强大：**扩展性能强，第三方软件支持多。

**SmartPhone**

**IntelligentPhone**

## Built-in Sensors of Smartphone



**Camera**

**Microphone**

**Temperature**

**Light**

**Gyroscope**

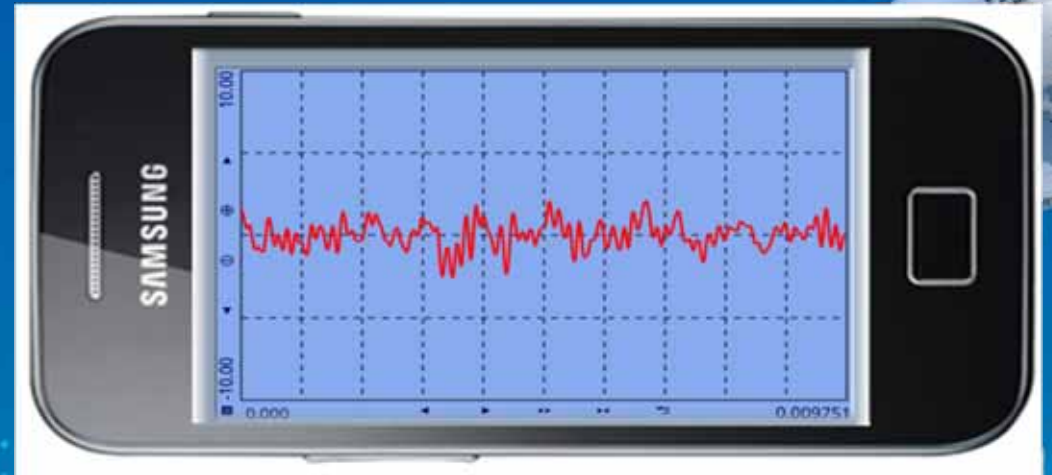
**Acceleration**

**Press**

**Orientation**

**Proximity**

**Magnetic**



**Voice / Noise**





# 智能手机的启示

在Android、iOS操作系统支持下，成千上万个第三方应用软件，利用传感器和网络的信息和知识，实现智能操控和决策，大大扩充了手机的应用领域。



手机导航



手机挑西瓜



# 智能手机的启示

## Two Applications of Smartphone sensor

### Gyroscope



### Magnetic Field





## WiFi Smart Sensor





# 智能手机的启示

## 1、基于IOS操作系统的先进的通讯软、硬件技术平台

➤ 满足语音、数据通讯的基本要求；

➤ 支持智能传感器接入；

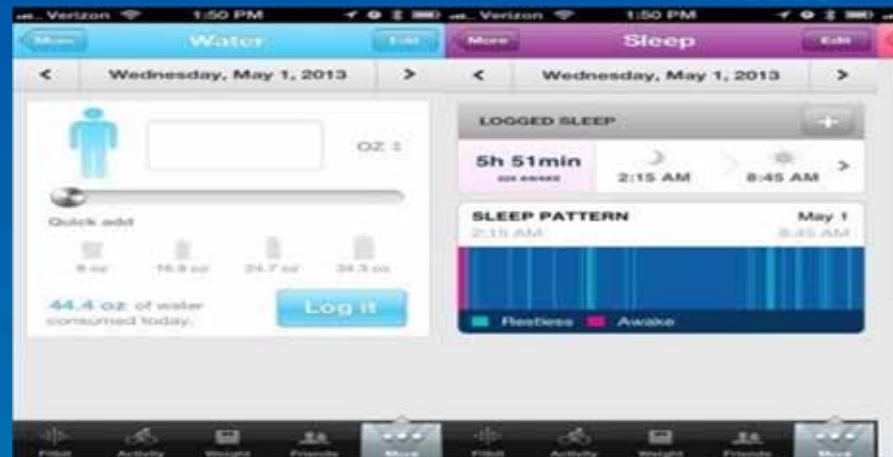
➤ 支持多种网络接入；

➤ 支持软件二次开发；



## 2、大数据采集、传输和储存的技术平台

- 内部隐私数据：语音、图像、定位、即时通讯信息、信息输入、联系人、日程、姿态、指纹、操作、软件使用特征等；
- 外部传感数据：如生理信息等
- 网络数据库：如交通实时信息等
- 数据关联：时空关联、身份关联等



Fitbit Flex健身腕带

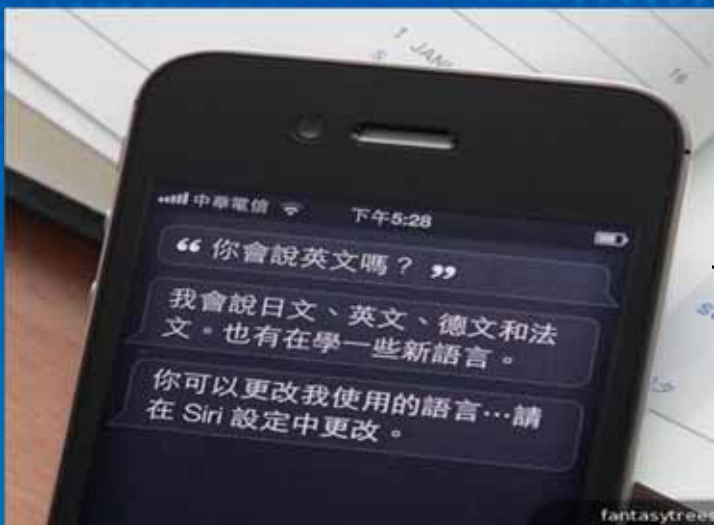


## 3、云计算、云服务技术平台



## 3、云计算、云服务技术平台

### 苹果Siri：智能语音助理



语音：  
你会说英语吗？

答案：  
我会说日文、  
英文、德文  
和...



iCloud

- ✓ 语音识别
- ✓ 语义理解
- ✓ 智能答复：知识搜索



# 智能手机的启示

建立在以上3大技术平台上成千上万的**智能应用软件模块**





- 一、制造业的新变化
- 二、智能手机的启迪
- 三、德国工业4.0、美国的CPS
- 四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统
- 五、华中数控



# 德国工业4.0

德国“工业4.0”战略：引领第四次工业革命，使德国制造业继续保持全球领先优势。



利于移动互联网、大数据、物联网技术，建立物理-信息融合（Cyber-Physical）系统，推动德国制造业向服务业转型。

- 案例：西门子成都数字化样板工厂：西门子全球数字样



# 德国工业4.0 的核心是美国的工业互联网和CPS

## 工业4.0

“1” 个网络 - 信息物理系统网络Cyber-Physical Systems

“4” 大主题

智能生产

智能工厂

智能物流

智能服务

“3” 项集成

纵向集成

横向集成

端到端集成

“8” 项计划

标准化  
参考架构

管理复杂系统

工业宽带基础

安全和保障

工作的组织和设计

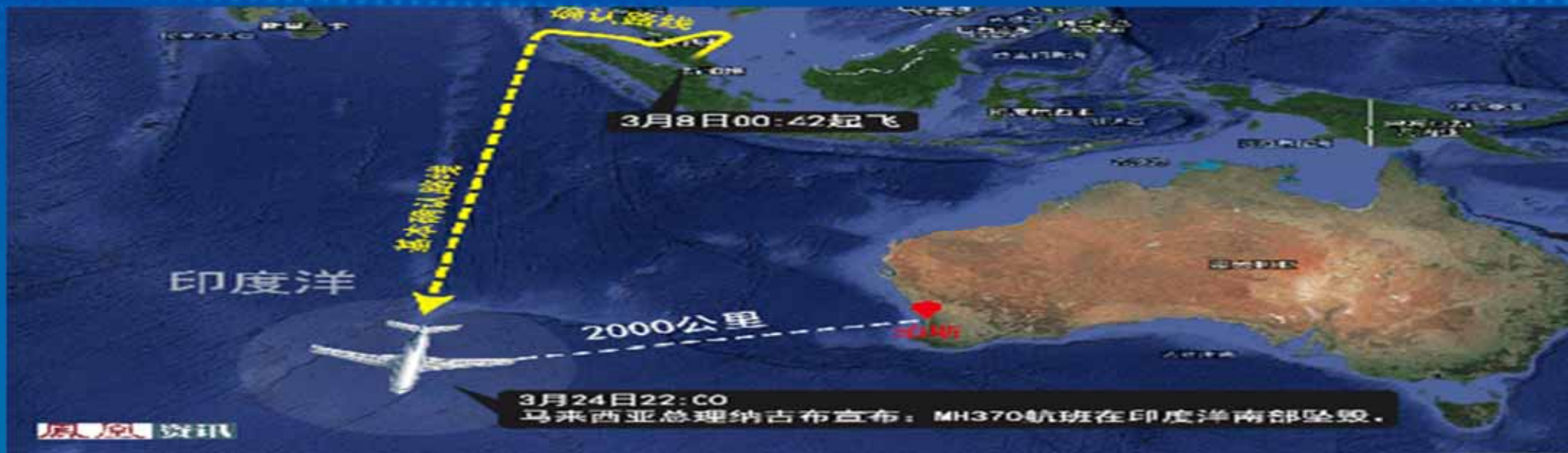
培训与再教育

监管架构

资源利用效率

## □ 马航MH370失联飞机

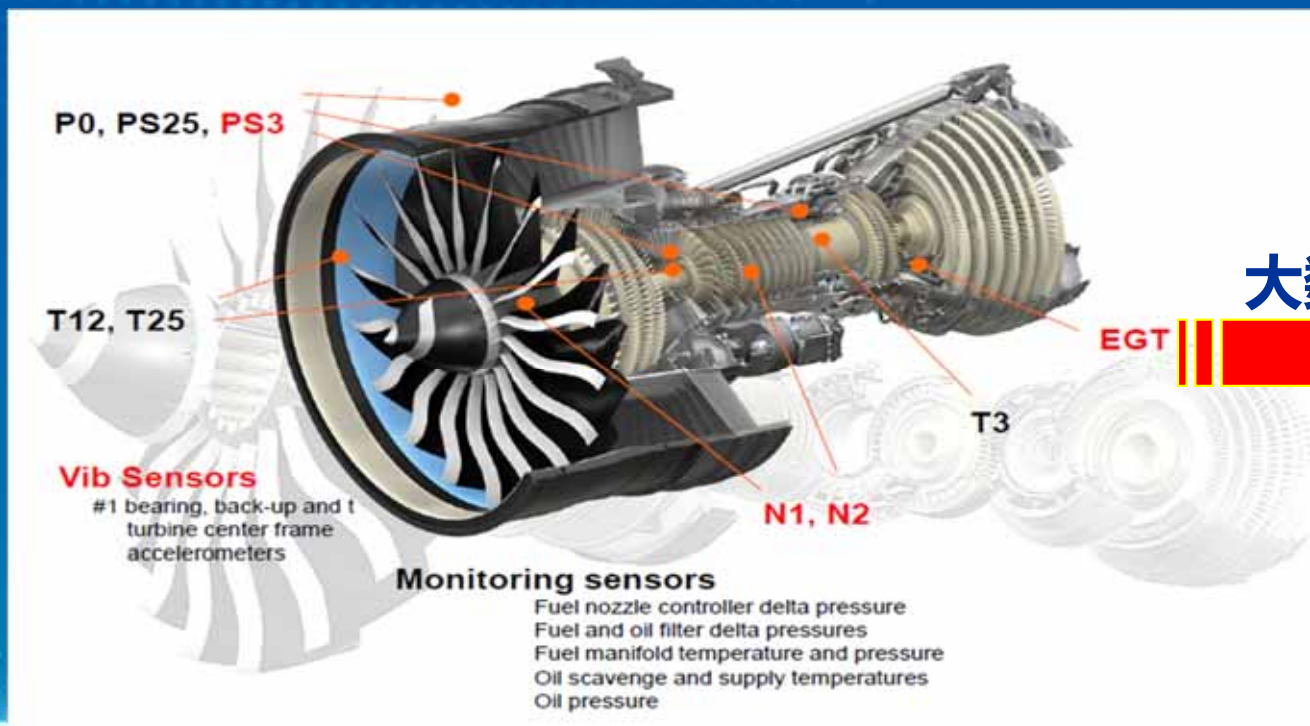
- 发动机的卫星监控数据服务，成为全球寻找飞机最关键的线索。



航空发动机的远程数据采集、监控、诊断和预警等远程定制服务成为世界关注的热点话题。

## GE的商业模式转型

远程采集航空发动机的运行数据（转速、温度、油耗、推力、振动.....）



大数据



## 发动机数字双胞胎



## 地面发动机大数据挖掘与云计算中心

# 德国工业4.0、美国的CPS

建立发动机运行状态健康的智能化监控、预警、维护系统  
商业模式转型：**发动机制造** → **发动机租赁全生命周期服务**

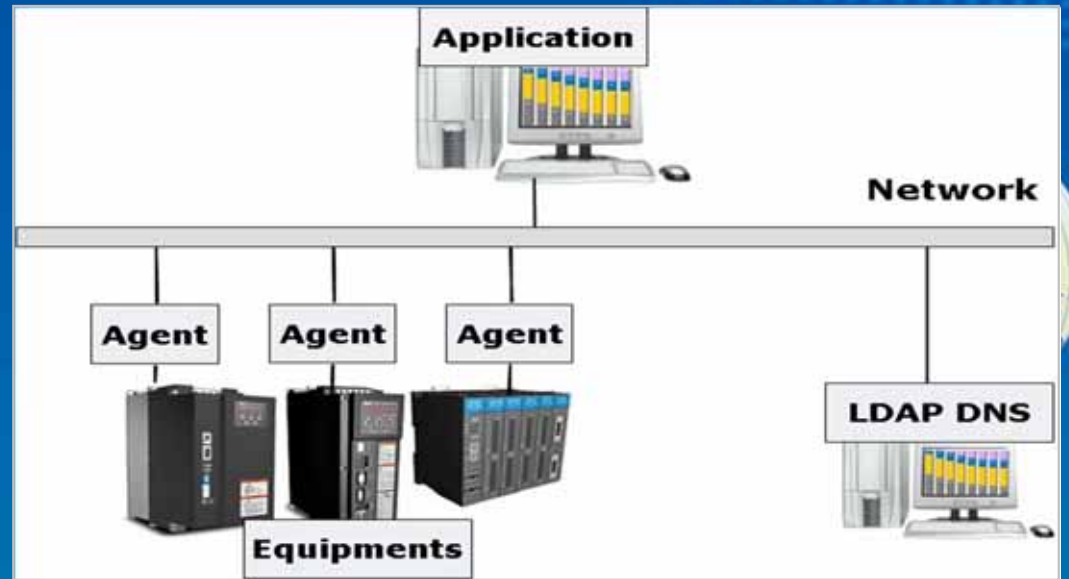


移动互联网、大数据、物联网、传感器、智能化等新技术的应用，加速了制造业向服务业的转变。

## 2006年AMT支持MTConnect 协会制定了MTConnect协议

- MTConnect由AMT支持的MTConnect协会制定。典型的应用模式是将数控系统作为数据的服务端，远程电脑当客户端来收集、处理数据。会员单位包括Mazak、Okuma、Hurco、Fanuc、GE、富士康等。
- 提供了车间云计算在网络上数据传递的规范。

### MTConnect

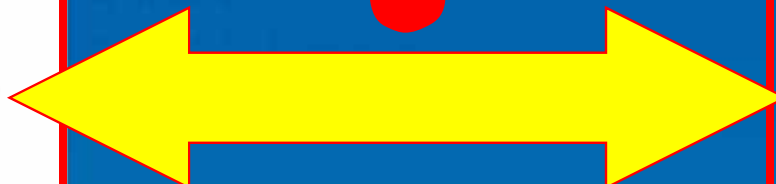




物理机床



Physical System



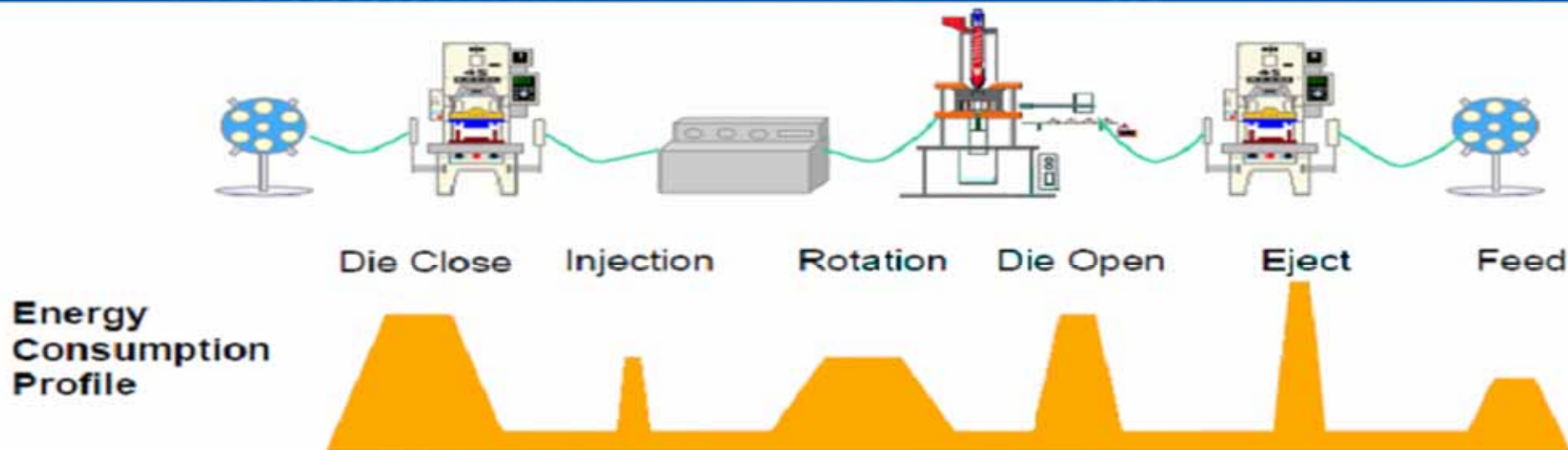
大数据采集与可视化  
智能化数据挖掘及溯源  
诊断、预警和维护工具

## 机床--数字双胞胎？



Cyber System

# 物理-信息融合系统 ( Cyber-Physical System )



Courtesy of: Omron Corporation

## • Issues

- Understanding Energy Consumption
- Understanding Relationship between **Energy Consumption and Machine Degradation**
- Anomaly Diagnosis and Causal Analysis

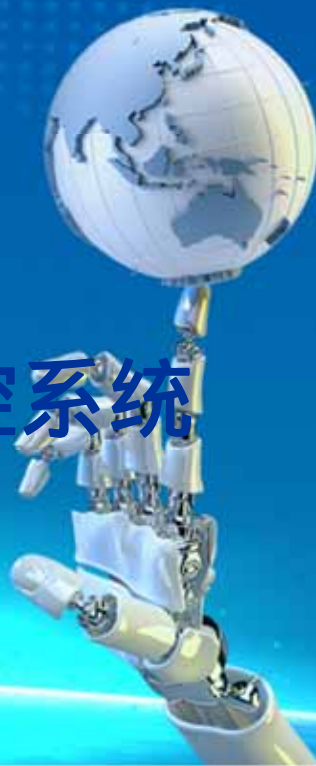
一、制造业的新变化

二、智能手机的启迪

三、德国工业4.0、美国的CPS

四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统

五、华中数控



# 开放式高档数控系统、伺服装置和电机成套产品开发与综合验证

## 课题总目标

课题总目标  
以西门840D  
为目标



提升国产高档数控系统性能，充实功能，部分功能实现创新性超越

解决国产高档数控系统产品不成套、功能不足、规格不全的问题

建立高档数控系统（包括驱动装置及各类电机、电主轴等）的综合验证平台

在功能、性能、系列化、成套性和可靠性方面，全面达到西门子840D的水平

# 项目背景

- 承担04重大专项课题12项、国家科技支撑计划项目1项
- 投入经费近**7亿元**，其中国拨经费**3.4亿元**，自筹**3.6亿元**
- 组织了**近700人**的研发创新团队
- “产学研用” 历时**七年攻关**（2009-2015年）





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

# 华中8型高档数控系统

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing



华中8型数控系统由**模拟、脉冲式**向**全数字、总线式**的跨越

- 作为重大标志性成果，参加国家“十二五”科技创新成就展。国家对数控系统坚持自主创新、打破国外封锁所取得成绩的肯定。





# 联合攻关，协同创新，建立国产数控应用示范基地

## 为04专项课题研发的近600台高档数控机床配套



昆机THM65160精密卧加



安阳机床ADG35车削中心



宝鸡CK7516GS精密车床



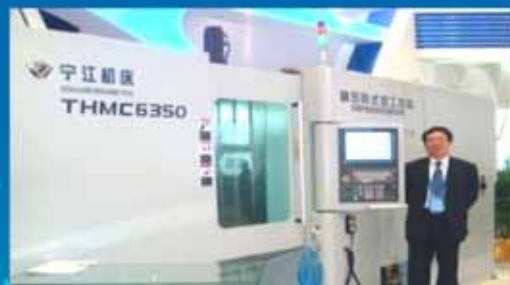
秦川机床QMK008精密拉刀磨



武机五轴工具磨床



大连机床DLH-20高速车削中心



宁江THMS6350高速卧加



东汽5轴联动高速大型龙门铣





# 联合攻关，协同创新，建立国产数控应用示范基地

## 配套的高档数控机床：

- 精密/高速车削中心
- 精密/高速-立式/卧式铣削加工中心
- 五轴龙门铣削加工中心
- 立式/卧式车铣复合加工中心
- 六轴联动叶片砂带磨床
- 五轴工具磨床
- 大型龙门导轨磨床
- 变椭圆截面活塞车床
- 大型数控珩磨机床
- 磁流变抛光机床.....





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit

# 配套昆明机床精密卧加，定位精度4微米

让制造更聪明





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing

# 多轴联动控制技术—配套大连机床、武重车铣复合机床



大连机床的立式车铣复合加工中心

武重的卧式车铣复合加工中心



武重集团车铣复合机床



世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing

# 配华中8型的沈飞进口龙门五轴机床和加工的S件





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
Nanjing 2016

# 华中数控与沈飞联合攻关成果

让制造更聪明

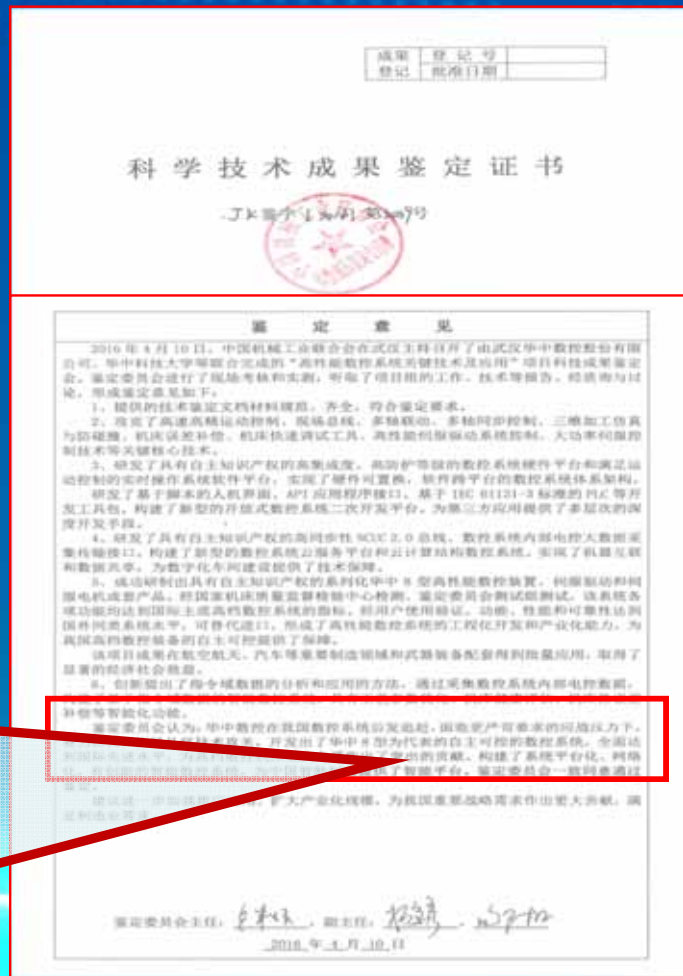
More Cooperation, Smarter Manufacturing



# 专家鉴定

- 中国机械工业联合会组织院士、专家对项目进行科技成果鉴定。

“高性能数控系统关键技术及应用”科技成果鉴定会合影留念 2016.4.10





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
2016

# 华中8型获得中国机械工业科技一等奖

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing

中国机械工业科学技术奖



一等奖

高性能数控系统关键技术及应用  
华中科技大学

中国机械工业联合会 中国机械工程学会  
二〇一六年度



世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
Nanjing, China

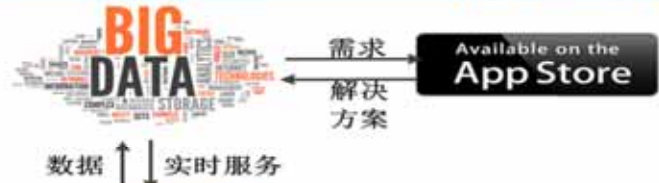
# 华中8型智能数控系统 (iNC) 的三大技术平台

让制造更聪明

More Connection, Smarter Manufacturing

## 3、云计算、云 服务技术平台

## 1、开放式数控 系统软硬件技 术平台



### 云技术、云服务

## 2、大数据采集、传输与储存技术平台

- ◆ 直线光栅尺；旋转光栅尺；电阻尺；
- ◆ 温度热电偶；振动（加速度）；
- ◆ 力传感器；声发射传感器等；





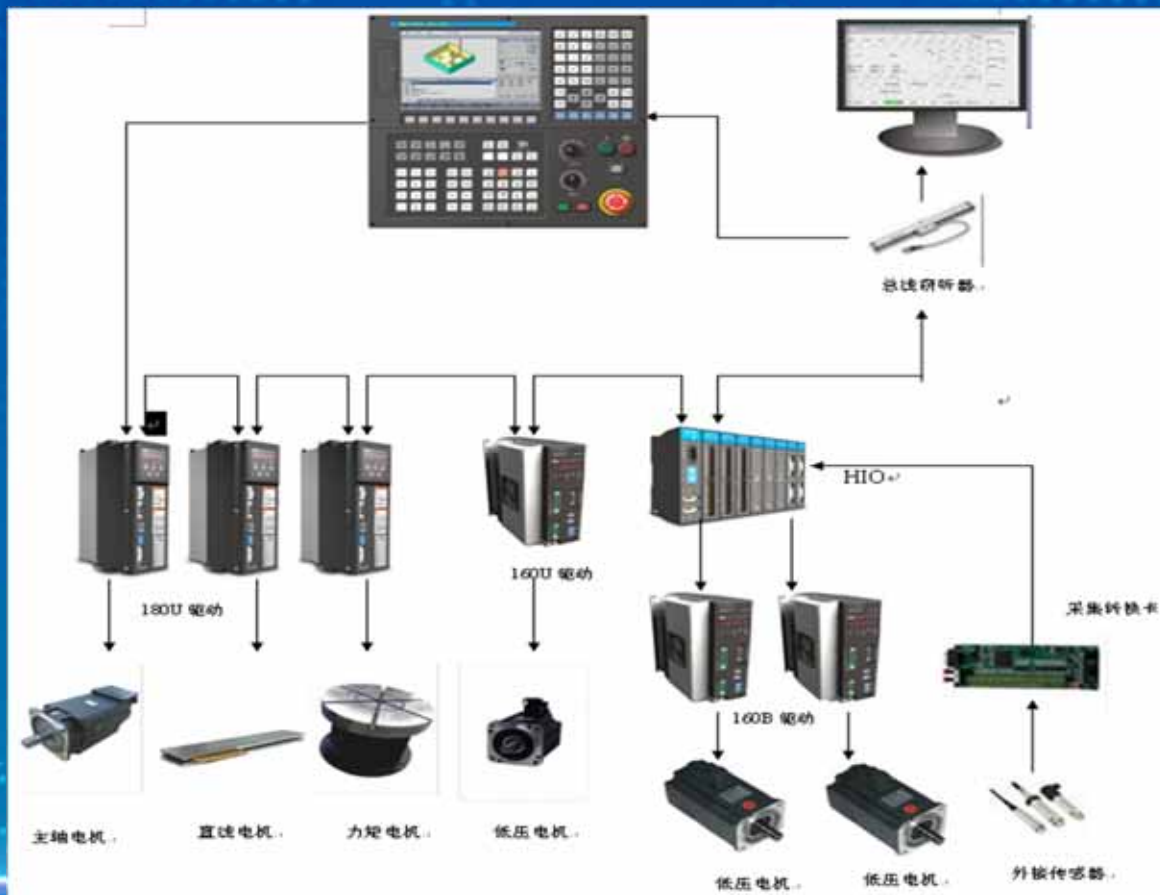


## 1、开放式数控系统软、硬件技术平台

支持多种伺服电机：

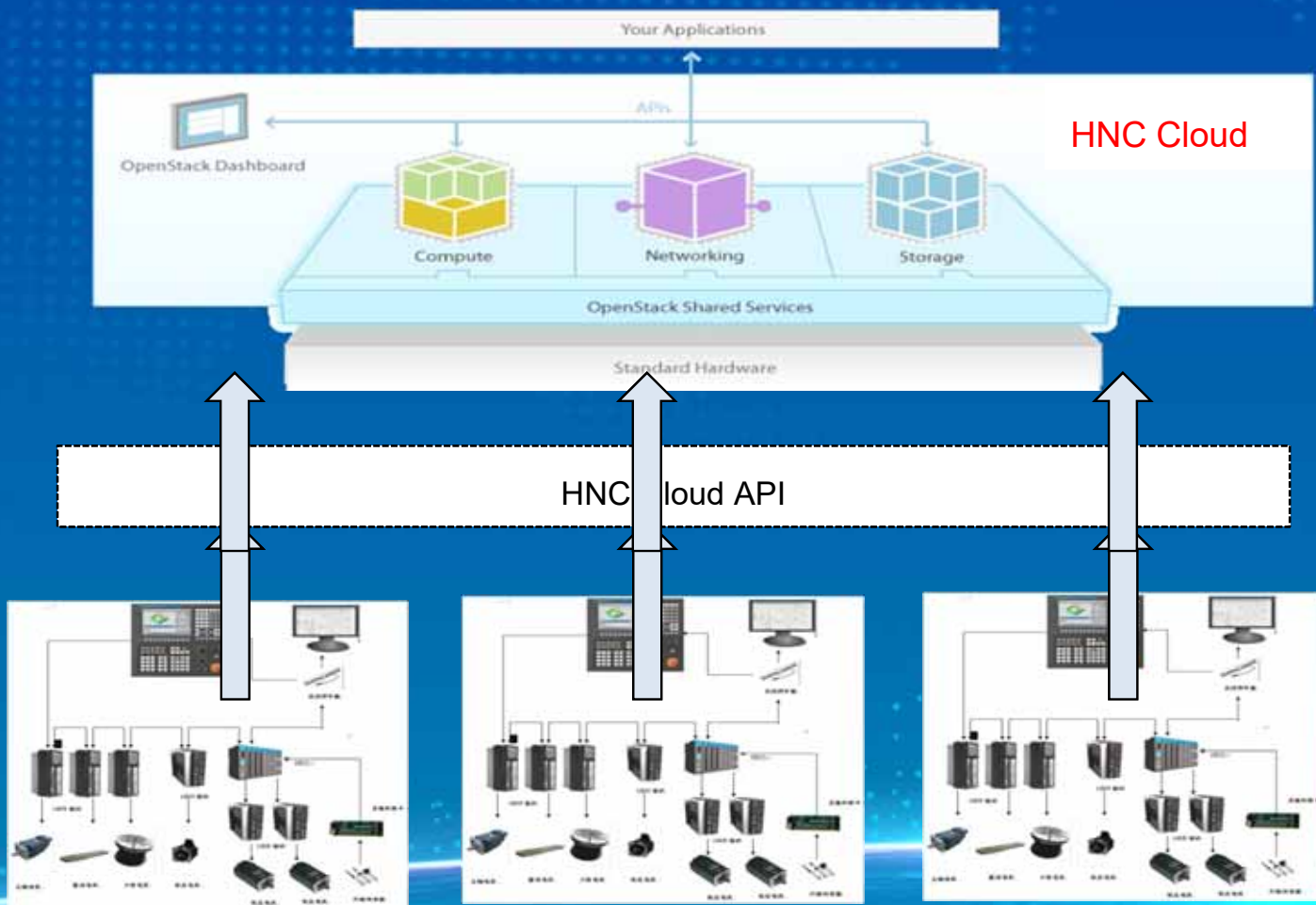
- ◆力矩电机；
- ◆旋转电机；
- ◆直线电机；
- ◆电主轴；
- ◆液压伺服油缸；

开放式体系结构，完善的二次开发平台



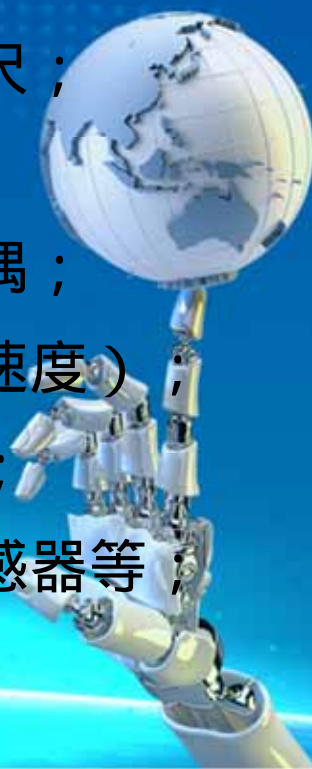


## 2、大数据采集、传输与储存技术平台



支持多种传感器：

- ◆直线光栅尺；
- ◆旋转光栅尺；
- ◆电阻尺；
- ◆温度热电偶；
- ◆振动（加速度）；
- ◆力传感器；
- ◆声发射传感器等；



# 华中8型智能数控系统（iNC）的三大技术平台



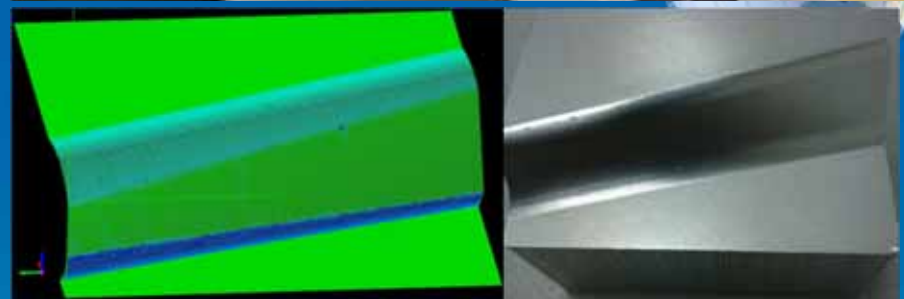
世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing

数控系统蕴含大量实时工作状态数据

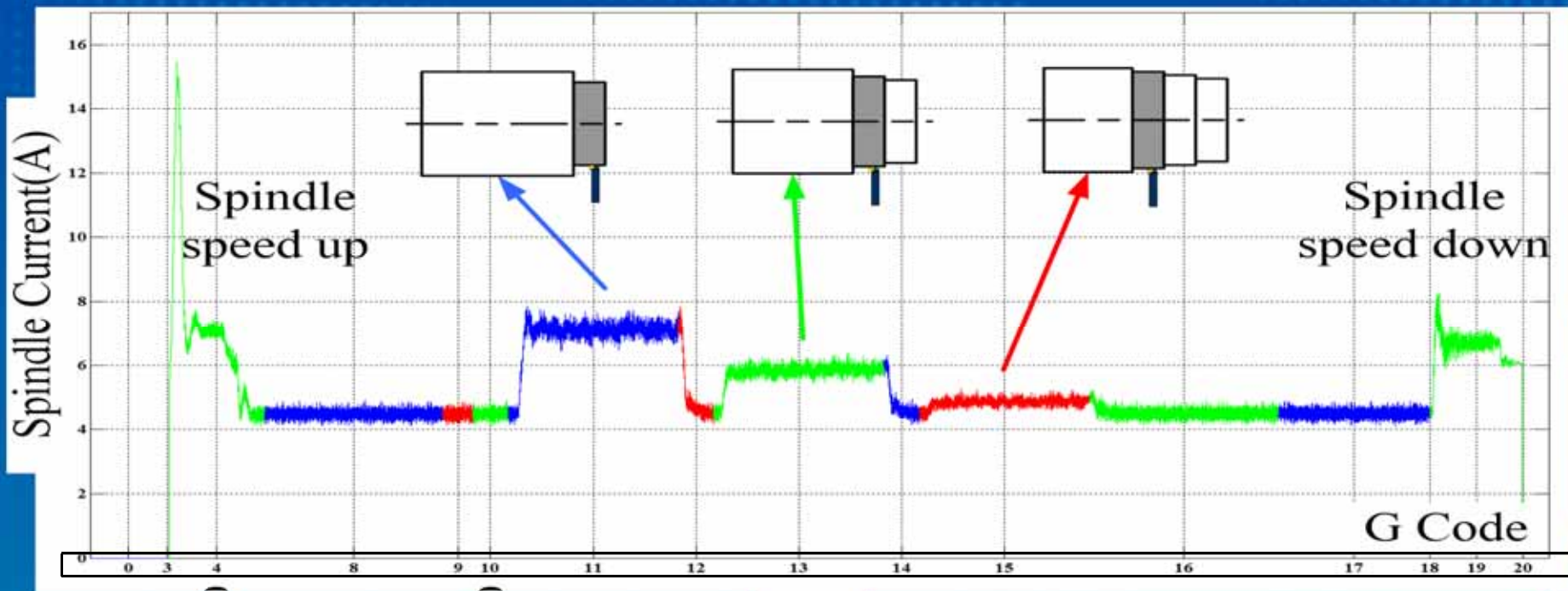
- 运动轴状态：电流、位置、速度、温度等
- 主轴状态：功率、扭矩、速度、温度等
- 机床运行状态数据：温度、振动、PLC、I/O、报警和故障信息等
- 机床操作状态数据：开机、关机、断电、急停等
- 加工程序数据：程序名称、工件名称、刀具、加工时间、程序执行时间，程序行号等。



数控机床工作状态大数据与加工指令密切相关，与零件加工质量、精度和加工效率之间存在内蕴的映射关系。



# 指令域示波器



N03 M08  
N04 M04S1000

N08 G0X65Z2

N09 X[#1]  
N10 G1Z0F260

N11 Z-10

N12 X[#2]

N13 Z-20

N14 X[#3]

N15 Z-30

N16 G0X200

N17 Z50

N18 M09

N19 M05

N20 M30



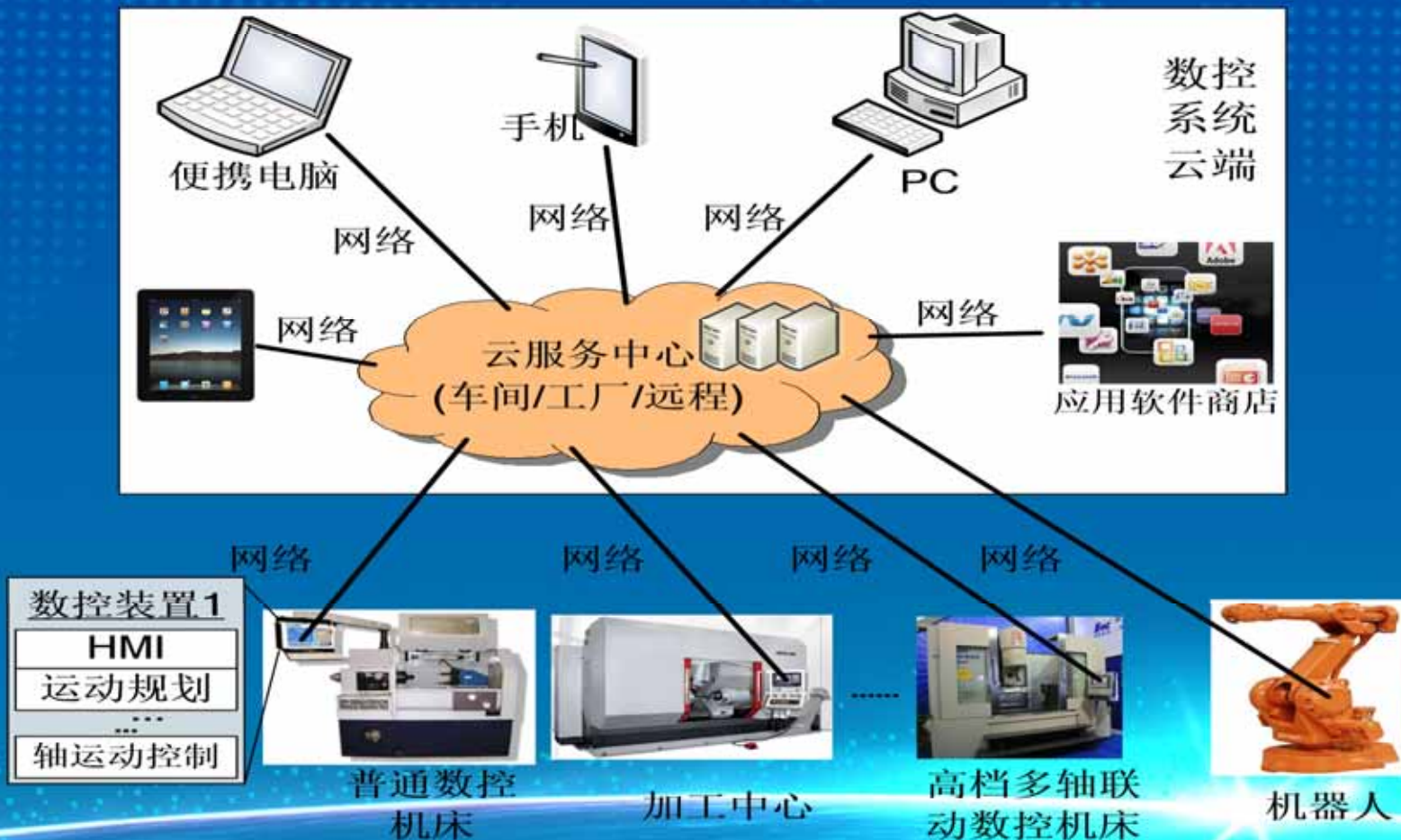
指令序列号  $i$   
时间  $t$

G代码指令



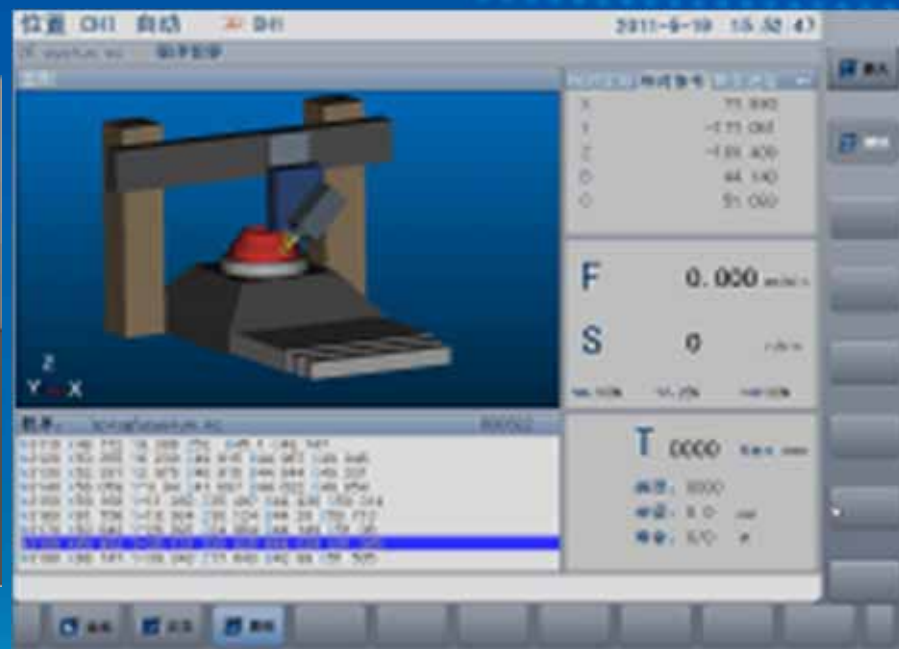
# 华中8型智能数控系统 (iNC) 的三大技术平台

## 3、云计算、云服务技术平台



利用控制信息、传感信息、网络信息，实现从数控设备的运行、加工、操作和编程等环节中，替代人脑，完成工作。包括：

- 智能管理
- 智能调试
- 智能补偿
- 智能加工
- 健康保障
- 网络销售平台
- 租赁服务
- 云端工厂（C2C）
- ...





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
Nanjing, China

# 华中8型智能数控系统 (iNC) 的9大智能模块

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

## 云服务生态圈



异常提醒	生产管理	绩效管理
短信提醒	位置服务	远程诊断
健康记录	跟踪提醒	有偿分享
第三方仿真服务	第三方编程服务	应用服务
实时监控	云端升级	加工过程优化
操作抽查	备份恢复	G代码优化



# 远程监控-车间监控

- 可缩放的车间布局图 清晰的了解车间运行的状况





# 远程监控

## 查看数控面板

机床状态		坐标信息	刀具信息	程序信息	图形仿真	PLC梯图	PLC程序	寄存器	机床属性	参数信息
机床坐标		工作坐标		<b>T</b> <b>F</b> <b>S</b>	当前刀	预选刀	刀类型			
X	-45.5630	-47.5630	理论值		实际值	进给倍率	快移倍率			
Y	9.5790	8.5790	0.00		0.00	120%	100%			
Z	14.5420	11.5430	理论值		实际值	主轴倍率	主轴状态			
C	157.3242	0.0000	0	0	120%	停止				
剩余进给		负载电流		工件总数	加工计数					
X	0.0000	0.000	9999	9999						
Y	0.0000	0.000	程序名称	程序计时						
Z	0.0000	0.000	程序状态	G01 G17 G80 G21 G40 G49 G54 G64 G90 G94 G98						
C	0.0000	0.000								

面板状态



华中数控 HNC-9100

自动 单段 手动 增量 回零 刀具补偿  
 坐标 轴手 选择 坐标 机床 中心 坐标 保持 换刀  
 主轴 主轴 主轴 工件  
 主轴 主轴 主轴 主轴  
 主轴 主轴 主轴 主轴  
 冷却 润滑 收屑 自动 断电  
 报警 报警 报警 报警  
 报警 报警 报警 报警

120  
110  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0  
 主轴速度  
 120  
110  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0  
 主轴位置  
 启动程序 停止程序 急停



- 查看位置信息坐标信息

机床状态	坐标信息	刀具信息	程序信息	图形仿真	PLC梯形图	PLC程序	寄存器	机床属性	参数信息
<b>机床实际</b>		<b>机床指令</b>		<b>工件实际</b>		<b>工件指令</b>		<b>相对实际</b>	<b>相对指令</b>
X	-45.5630	-45.5630	-47.5630	-47.5630	-45.5630	-45.5630	-45.5630	9.5790	9.5790
Y	9.5790	9.5790	8.5790	8.5790	9.5790	9.5790	9.5790	14.5420	14.5430
Z	14.5420	14.5430	11.5430	11.5430	14.5420	14.5430	14.5420	157.3242	157.3242
C	157.3242	157.3242	0.0000	0.0000	157.3242	157.3242	157.3242		
<b>剩余进给</b>		<b>编程位置</b>		<b>负载电流</b>		<b>工件零点</b>		<b>电机位置</b>	<b>电机转速</b>
X	0.0000	-47.5630	0.000	0.000	-45563	2.0000	-45563	0	0
Y	0.0000	8.5790	0.000	0.000	9579	1.0000	9579	0	0
Z	0.0000	11.5430	0.000	0.000	14542	3.0000	14542	0	0
C	0.0000	0.0000	0.000	0.000	1985353470	0.0000	1985353470	0	0
<b>驱动单元电流</b>		<b>额定电流</b>		<b>同步误差</b>		<b>轴补偿值</b>		<b>进给频率</b>	<b>跟踪误差</b>
X	35.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Y	35.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	35.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
C	35.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

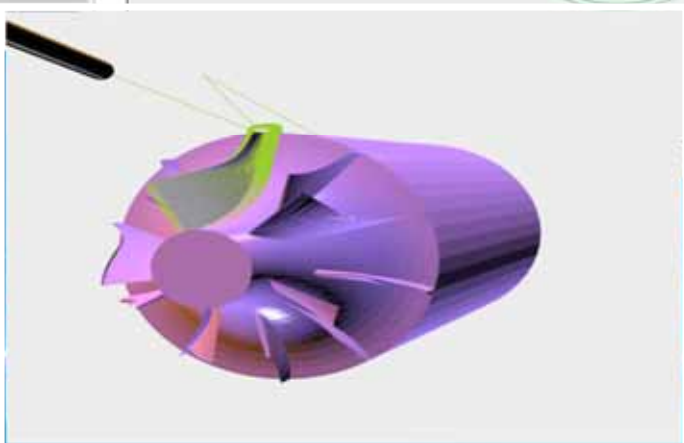
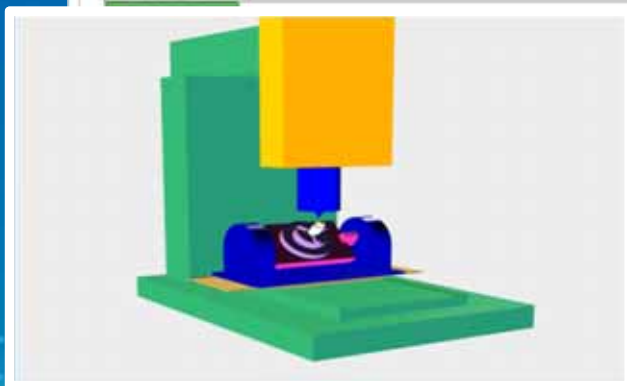
## □ 刀具信息

机床状态	坐标信息	刀具信息	程序信息	图形仿真	PLC梯形图	PLC程序	寄存器	机床属性	参数信息
<b>刀号</b>	<b>位置</b>	<b>类型</b>	<b>图片</b>	<b>长度</b>	<b>半径</b>	<b>长度磨损</b>	<b>半径磨损</b>		
*8	0000	螺纹刀		10.0000	4.0000	0.000	0.0000		
1	0001	螺纹刀		23.0000	5.0000	3.000	1.0000		
3	0002	螺纹刀		13.0000	0.0000	0.000	0.0000		



# 远程监控

- 程序信息和程序仿真



# 远程监控

- PLC 梯形图 寄存器状态



The screenshot shows the PLC register status window. The window title is '寄存器' (Registers). The tabs are 'X寄存器', 'Y寄存器', 'F寄存器', 'G寄存器', 'H寄存器', and 'I寄存器'. The 'G寄存器' tab is selected. The window displays a table of registers with columns for '寄存器编号' (Register Number), '二进制' (Binary), '十六进制' (Hexadecimal), and '十进制' (Decimal). The registers are numbered from 450 to 463. The binary, hexadecimal, and decimal values are shown for each register. The registers 460, 461, and 462 are highlighted in red.

寄存器编号	14-6	13-5	12-4	11-3	10-2	9-1	8-0	二进制	十六进制	十进制
450								00000000	00000000	0
451								00000000	00000000	0
452								00000000	00000000	0
453								00000000	00000000	0
454								00000000	00000000	0
455								00000000	00000000	0
456								00000000	00000000	0
457								00000000	00000000	0
458								00000000	00000000	0
459								00000000	00000000	0
460								11111111	FFFFFFFF	4294967295
461								11111111	FFFFFFFF	4294967295
462								00000000	00000000	0
463								00000000	00000000	0

# 利用率分析

通过对机床的不同状态的统计分析，对大数据的析挖掘，发现系统所存在的问题，以此为依据指导生产管理

- 表格统计查询分析，排序
- 提供饼图，趋势图，甘特图

利用率



开机率



运行率



机床效率统计



状态分析





## 云管家

- 基于云系统的信息平台能提供贴身的管家式服务，无论何时何地，无需冗长的报告，只需点击终端，所有信息尽在掌握。





## 云维护

- 基于云系统的维护平台提供远程故障诊断服务，自动发送故障提醒短信，支持基于地理位置的故障报修，专家远程在线检测，轻松完成系统诊断、升级、备份、恢复。





# 面向数控加工车间的智能解决方案

## 云智能

- 基于云端强大的服务器资源和专业软件的增值服务，分享华中数控及第三方公司在编程、工艺、优化的专有功能，也可以将“您的特色应用”有偿共享给所有其他用户，使数控系统更智能、更专业。







世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

# 东莞劲胜-国家智能制造示范工厂

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
2016.11.1-11.3

# 3C行业领先的自动化、智能化加工车间

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing

10条产线，180台钻攻中心，72台机器人，25台RGV，15台AGV小车；



# 主要特点

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing





E line

T-500

T-500

7月24日，2016年全国智能制造试点示范现场会隆重召开。中国工信部部长苗圩、工信部副部长辛国斌、中国工程院院长周济、广东省副省长袁宝成等国家、省、市各级领导及行业协会、企业家参加了现场会。



陈吉红向苗圩部长汇报

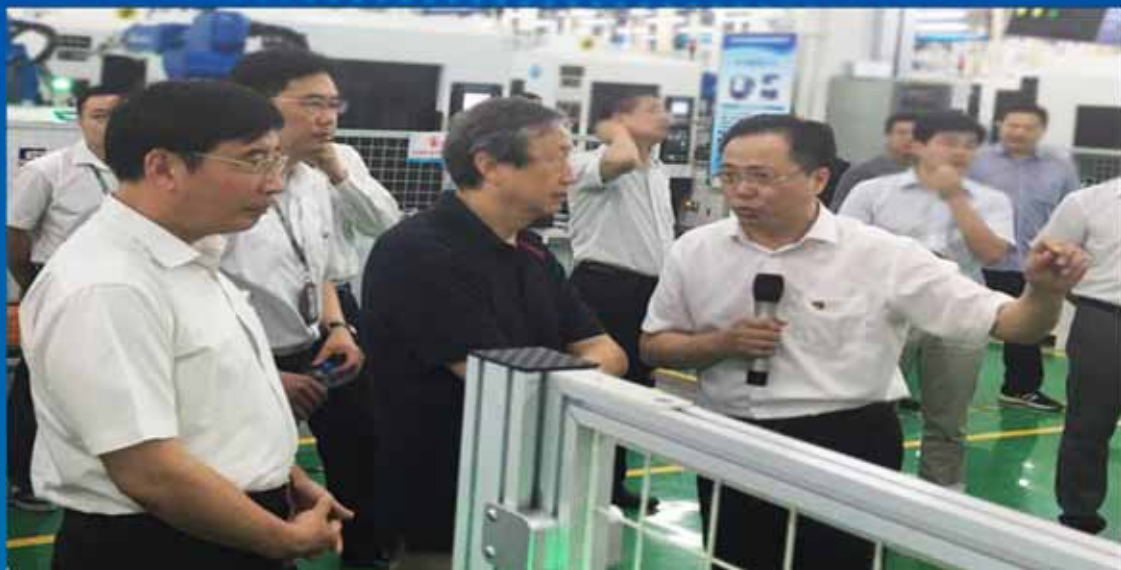


工信部辛国斌副部长

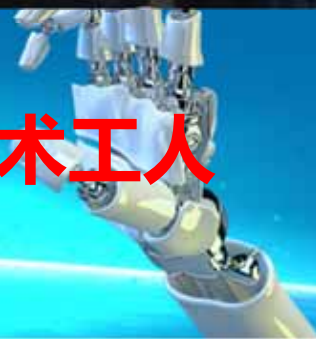
辛国斌副部长强调：

- 要加快自主品牌装备与系统应用速度，推进智能制造发展。
- 要主动利用好中国智能制造庞大的市场需求，确立自主品牌主导的发展思路。

## 2016年9月8日，马凯副总理视察劲胜智能工厂



马凯副总理指出：不能让外国的设备，替换了中国的技术工人



装备自动化

工艺数字化

生产柔性化

过程可视化

信息集成化

决策自主化

## 机床装备高端化：

- 高速高精加工，
- 机械主轴转速24000转/分钟，
- 实现5000转/分钟刚性攻丝，
- 快移60米/分钟，加速度1G。

## 加工过程自动化：

- 机器人取代现场操作工人

## 车间物流自动化：

- AGV定点、自动配送混流物料

## 产品检测自动化：

- 生产现场非接触光学自动检测
- 系统采集数据，及时反馈结果



# 主要特点 —— “六化” 之工艺自动化

装备自动化

工艺数字化

生产柔性化

过程可视化

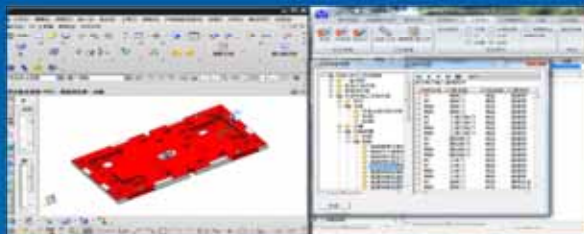
信息集成化

决策自主化

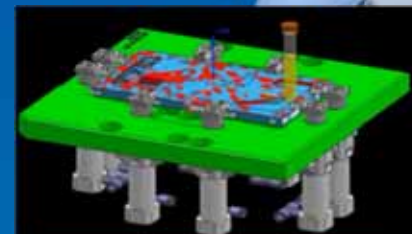
样品



三维工艺设计



三维工艺仿真



三维工艺设计：

- 提取三维的产品模型，自动生成每道工序的三维模型图

三维工艺仿真：

- 根据工序模型，自动模拟验证加工轨迹，生成数控加工程序





# 主要特点 —— “六化” 之生产柔性化

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

- 装备自动化
- 工艺数字化
- 生产柔性化
- 过程可视化
- 信息集成化
- 决策自主化



多品种、多工序混流生产：  
可实现不同产品快速切换（三星、华为、魅族、OPPO。。。）



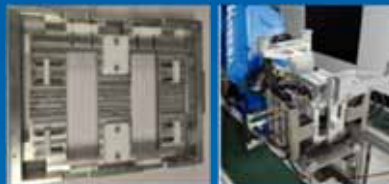
物料有序配送

AGV：混线配送物料；  
RFID：定点投料，  
混流生产。



工时动态匹配

RGV：机器人根据工  
序加工时间节拍匹配  
机台；  
1拖2：适用不同加  
工时间节拍产品。



工装柔性通用

通用夹具、通用料  
盘，满足产品快速  
换线需求。



排程协同优化

线体间、机台间混流  
生产排程，多目标协  
同优化。



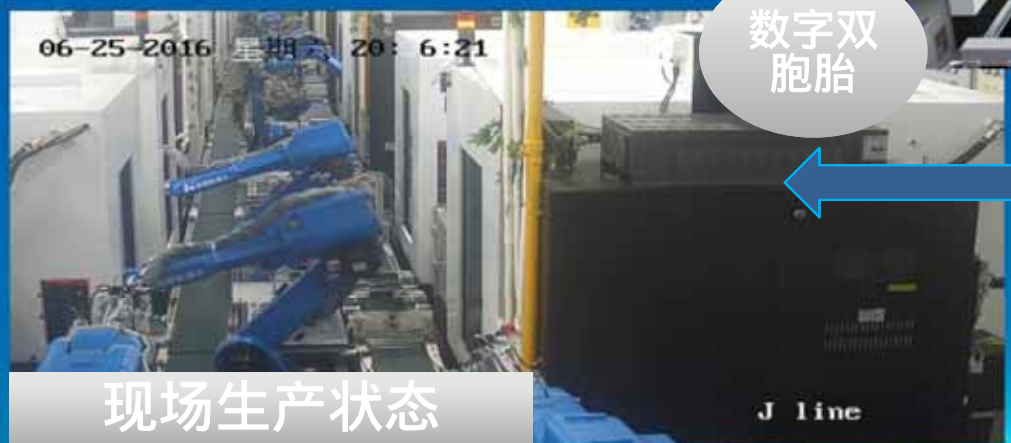
# 主要特点 —— “六化” 之过程可视化

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

- 装备自动化
- 工艺数字化
- 生产柔性化
- 过程可视化
- 信息集成化
- 决策自主化

## 实时上传：

- 数控机床、机器人、RFID料盘、AGV、RGV等各种设备数据，物料数据及生产状态数据。



数字双胞胎

## 指令下发：

- 生产与物料指令、工艺数据、质检标准等下发至设备



# 主要特点 —— “六化” 之信息集成化

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

装备自动化

工艺数字化

生产柔性化

过程可视化

信息集成化

决策自主化

## 虚拟存储与服务器

服务器虚拟化，健壮性设计与配置，存储处理海量信息。

硬件服务器及存储部署



## 车间信息集成网络

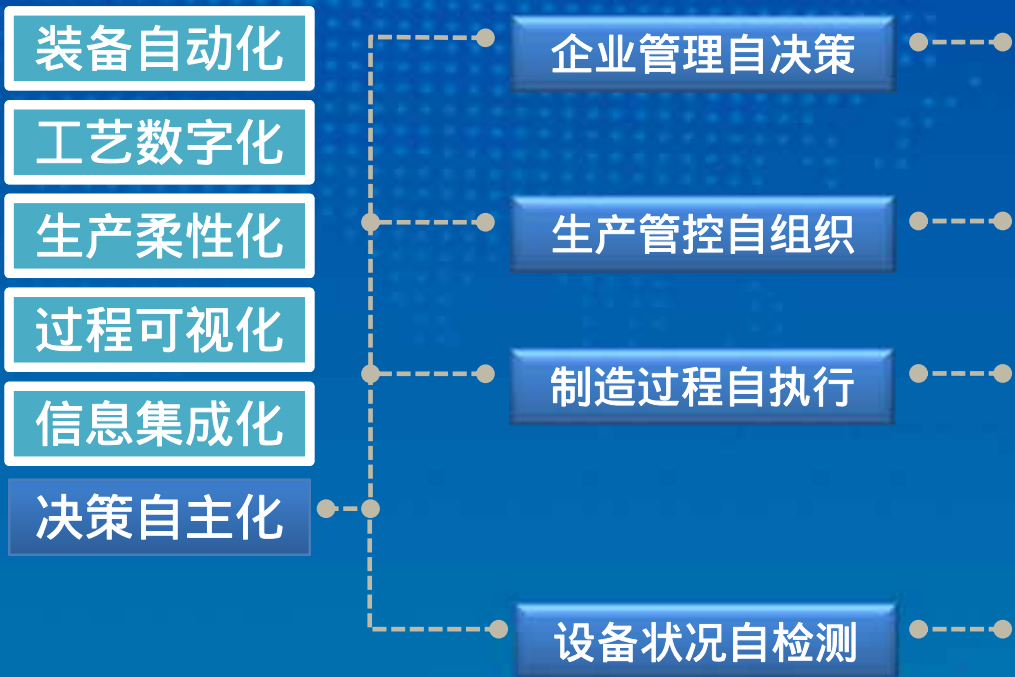
“一网到底” 实现所有信息采集与集成

- 统一数据模型
- 统一接口规范
- 统一数据平台

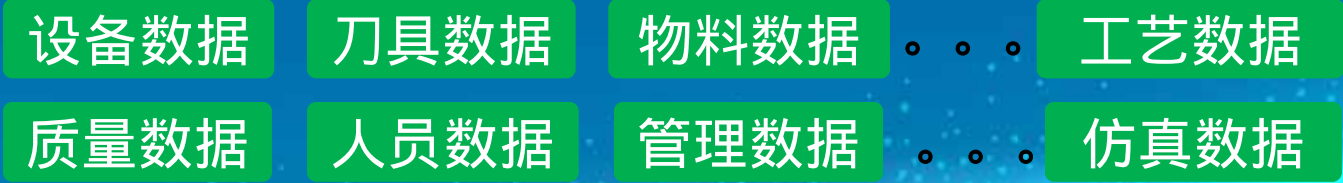
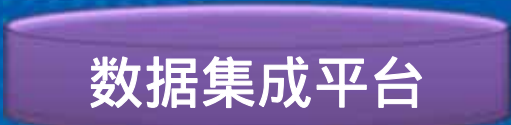
车间网络拓扑



# 主要特点 —— “六化” 之决策自主化 让制造更聪明 More Cooperation, Smarter Manufacturing



# 一核心：智能工厂大数据



## 集成原则

- 松耦合性
- 数据健壮性
- 接口规范
- 设计规范



# 远程监控

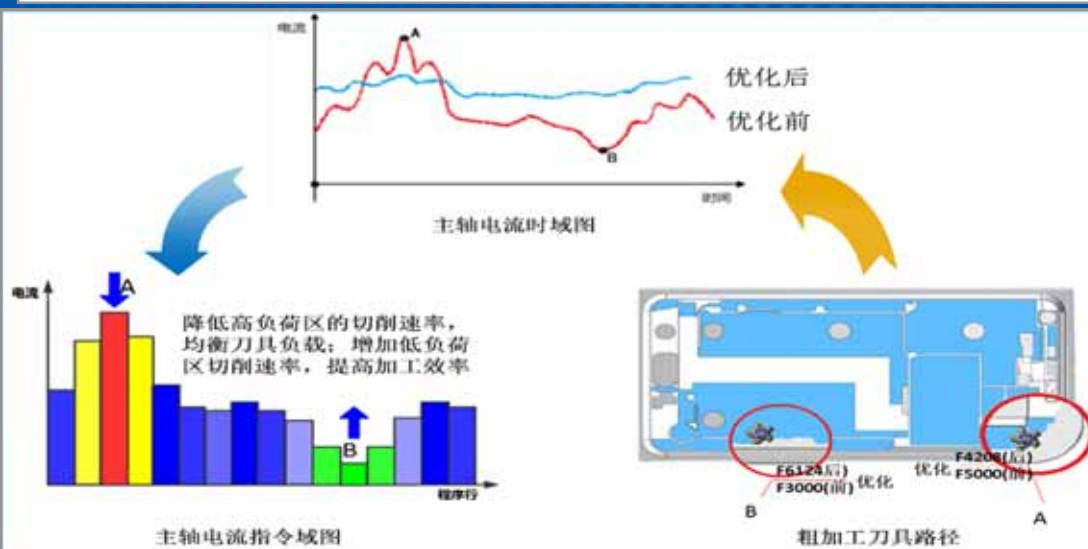
- 实现10ms级的电流负载实时播放，并和G代码行号对应



# 基于指令域大数据关联的网络化、智能化技术

## 智能化应用1：基于指令域大数据的工艺参数智能优化

建立主轴负载电流、材料去除率与指令域工艺参数的关联关系。



零件	加工工序	优化前	优化后	效率提升比例
手机上盖	一夹粗加工	2分50秒	2分00秒	29%
手机槽	二夹粗加工	7分49秒	7分04秒	10%



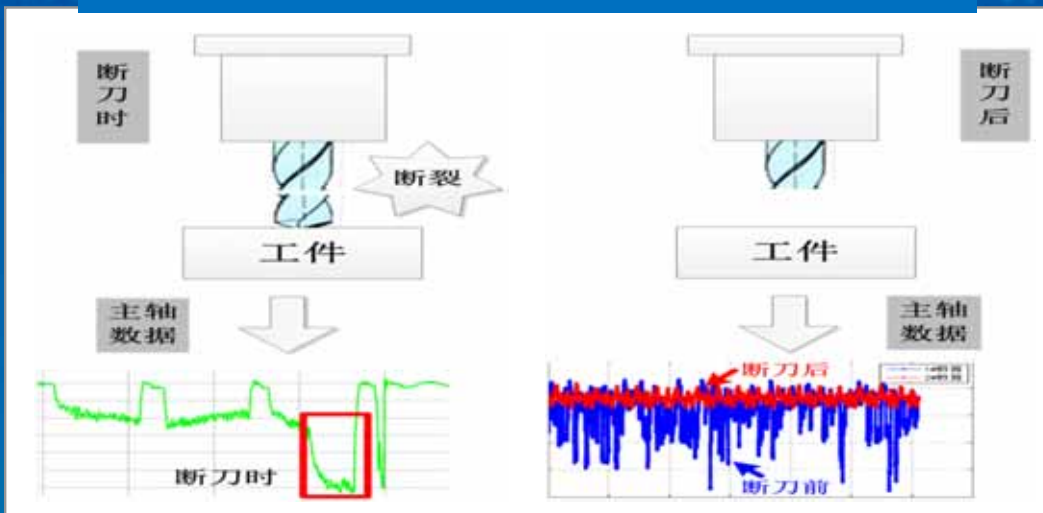
在航天三院、东莞劲胜实际应用，  
加工效率可以提高5%到30%。

# 基于指令域大数据的智能化技术

让制造更聪明

## 发明了基于指令域大数据的智能化刀具断刀检测技术，保障了机床和生产线的加工安全

### 基于指令域大数据的断刀检测原理



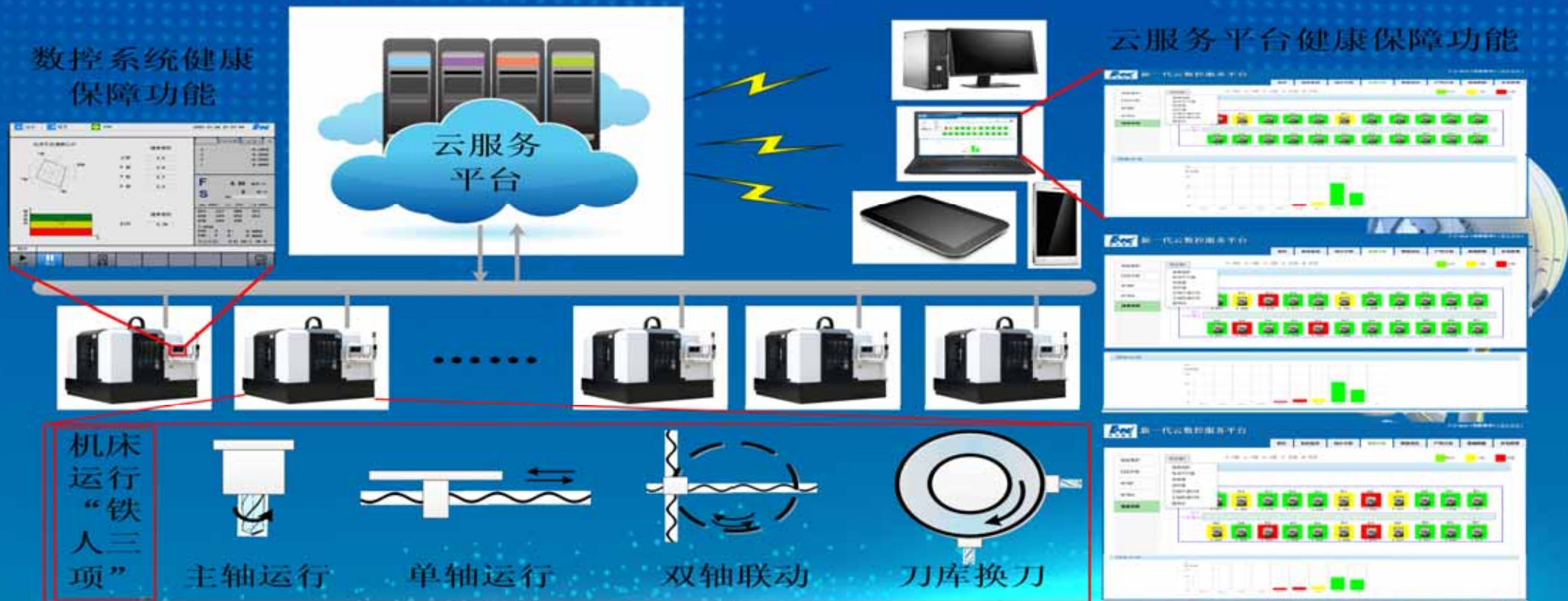
对数控机床切削过程的“心电图”进行  
**7×24小时监控**，通过机器学习算法实现  
在线刀具断刀监控

发明专利：ZL201010518761.8，ZL201410794628.3，ZL201010518793.8

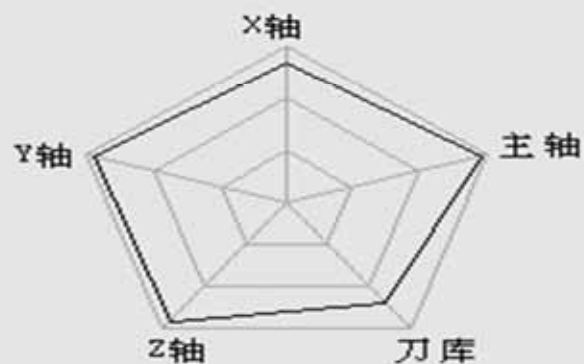




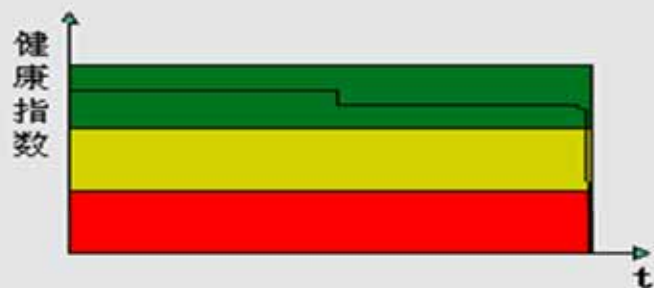
## 基于指令域电控数据分析的数控机床健康保障功能



### 机床系统健康状态



	健康指数
主轴	0.98
X轴	0.90
Y轴	0.96
Z轴	0.94
刀库	0.80



	健康指数
机床	0.96

机床实际 机床指令

X	0.0000
Y	0.0000
Z	0.0000
C	0.0000

**F** 0.00 毫米/分  
**S** 0 转/分



100% 25% 100%

G01 G17 G80 G21  
 G40 G49 G54 G64  
 G90 G94 G98

T 0000  
 G49 : H 0 = 0.0000  
 G40 : D 0 = 0.0000

单次切削 0 : 00 : 00

程序 自检G代码已载入, 请按开始及循环启动采样!



广东省人民政府 中国工程院  
深化推进产学研合作签约仪式  
暨“东莞制造2025”规划成果发布会



东莞市市长与华中数控、劲胜精密签订在东莞市  
推广建设100条智能制造生产线的协议



世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
Nanjing, China

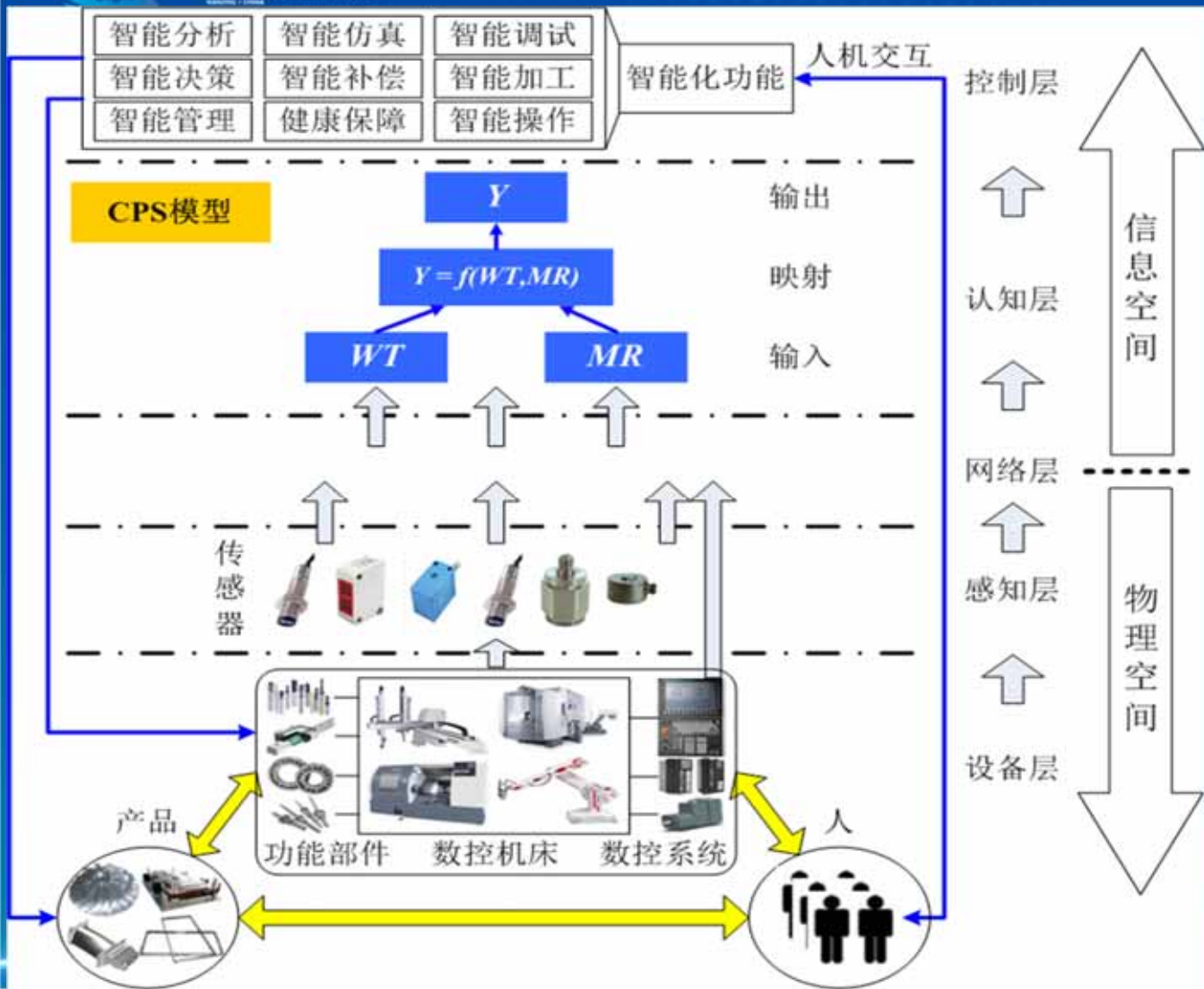
# 模具智能制造生产单元

让制造更聪明

More Cooperation, Smarter Manufacturing



# 数控机床的信息物理系统



CPS系统由设备层、感知层、网络层、认知层和控制层组成，形成人、产品、物理空间和信息空间的深度融合，是实现智能制造系统的基础。

在CPS认知层上，建立机器的CPS模型是机器实现智能制造的关键。



# 数控机床工作过程CPS模型

$$Y = f(WT, MR)$$

运行状态Y

零件数控加工的质量、精度和效率优劣直接或间接的定量描述

工作任务WT

数控机床所需要完成的工作内容

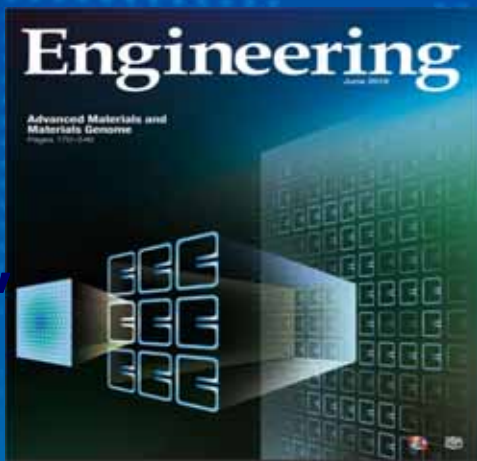
制造资源MR

数控机床完成特定工作所需的外部条件，它既包含由机床、刀具、夹具、工件、材料等组成的工艺系统，又包含温度、振动等数控机床的工作外部环境因素。

# 学术评价

- 基于大数据的智能化理论成果在中国工程院Engineering上发表

国外阅读比例占57.01%，其中美国为30.53%，德国为7.17%。



## Research Manufacturing—Article

Engineering 2015, 15(2):247-290  
DOI: 10.15388/eng-2015-0504

### CPS Modeling of CNC Machine Tool Work Processes Using an Instruction-Domain Based Approach

Jihong Chen, Jianzhong Yang\*, Huibing Zhou, Hua Xiang, Zhihong Zhu, Yuesong Li, Chen-Han Lee, Guangda Xu

**ABSTRACT** Building cyber-physical system (CPS) models of machine tools is a key technology for intelligent manufacturing. The massive electronic data from a computer numerical control (CNC) system during the work processes of a CNC machine tool is the main source of the big data on which a CPS model is established. In this work-process model, a method based on instruction domain is applied to analyze the electronic big data, and a quantitative description of the numerical control (NC) processes is built according to the G code of the processes. Utilizing the instruction domain, a work-process CPS model is established on the basis of the accurate, real-time mapping of the manufacturing tasks, resources, and status of the CNC machine tool. Using such models, case studies are conducted on intelligent-machining applications, such as the optimization of NC processing parameters and the health assurance of CNC machine tools.

After sensing, collecting, transmitting, storing, mining, and analyzing the information about the machine in physical space (PS), a digitalized machine (i-Machine) mirroring the physical machine is set up in cyber space (CS) and referred to as the digital model of the physical machine on the CPS cognitive layer for the "CPS model of the machine," in short.

The key of intelligent manufacturing is to set up CPS models of the machines on the cognitive layer. Using these models, people can estimate the work performances of a machine for pre-determined tasks, establish an integrated environment combining information, machines, and humans, and determine an intelligent-control strategy; realize coordination, interaction, and dynamic control; and finally, achieve intelligent manufacturing.

Computer numerical control (CNC) machine tools are the most fundamental and important manufacturing equipments and the most important physical resource for manufacturing enterprises. In order to realize intelligent manufacturing, it is important to establish CPS models of CNC machine tools. Given that a CNC machine tool is a complex dynamic system that consists of machine tool, cutting tool, fixture, workpiece, and work task, creating a CPS model of a CNC machine tool is a tremendous challenge.

Several recent studies focused on CPS modeling methods based on mathematical and physical computation, centered on the forward theoretical modeling method. Jensen et al. [2] proposed ten steps for establishing a CPS based on a physical model and systematically described and evaluated the CPS that was established in this way. Dörler et al. [3] analyzed the intrinsic heterogeneity, concurrency, and sensitivity to timing of CPS model, and proposed to build a CPS model by means of hybrid system modeling, concurrent and heterogeneous model of computation, domain-specific ontology, and the joint modeling of functionality and implementation architecture. Wu and Chuan [4] established a multi-domain physical system simulation and optimization platform utilizing the multi-domain modeling language Modelica in order to realize the expression, modeling, computation, and optimization

**KEYWORDS** cyber-physical system (CPS), big data, computer numerical control (CNC) machine tool, electronic data of work processes, instruction domain, intelligent machining

#### 1 Introduction

Intelligent manufacturing is a core technology of the new industrial revolution that includes the digitization, networking, and intelligentization of the manufacturing industry. "Made in China 2025," "German Industry 4.0," and the Industrial Internet in the US all focus on intelligent manufacturing and a deeper integration of information and manufacturing technologies in order to advance the next industrial revolution. Although the strategic priorities are different for each country, the core technologies converge at cyber-physical system (CPS) [1].

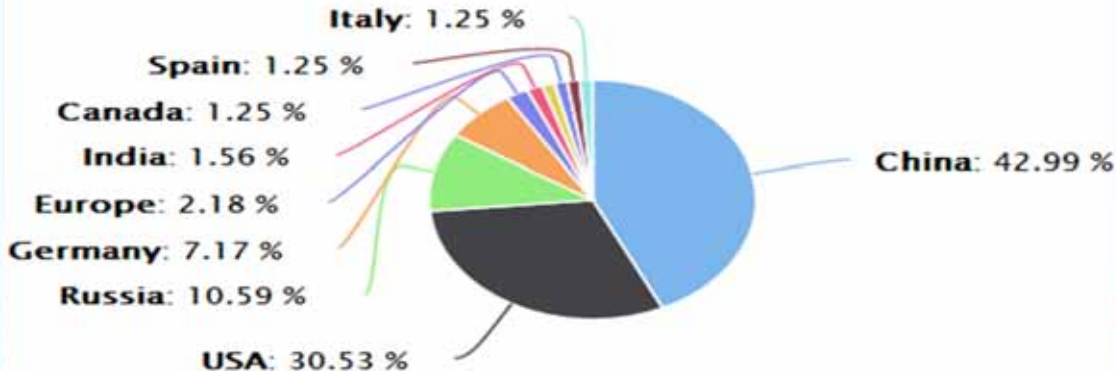
CPSs are the foundation for the realization of intelligent manufacturing systems that integrate computing, communication, and control, on the basis of sensor technology. The system architecture is usually composed of the equipment layer, sensing layer, network layer, cognitive layer, and control

National Numerical Control System Engineering Research Center, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

\*Corresponding author. E-mail: yangjz@mail.hust.edu.cn

Received 22 June 2015; revised 11 October 2015; accepted 30 June 2015

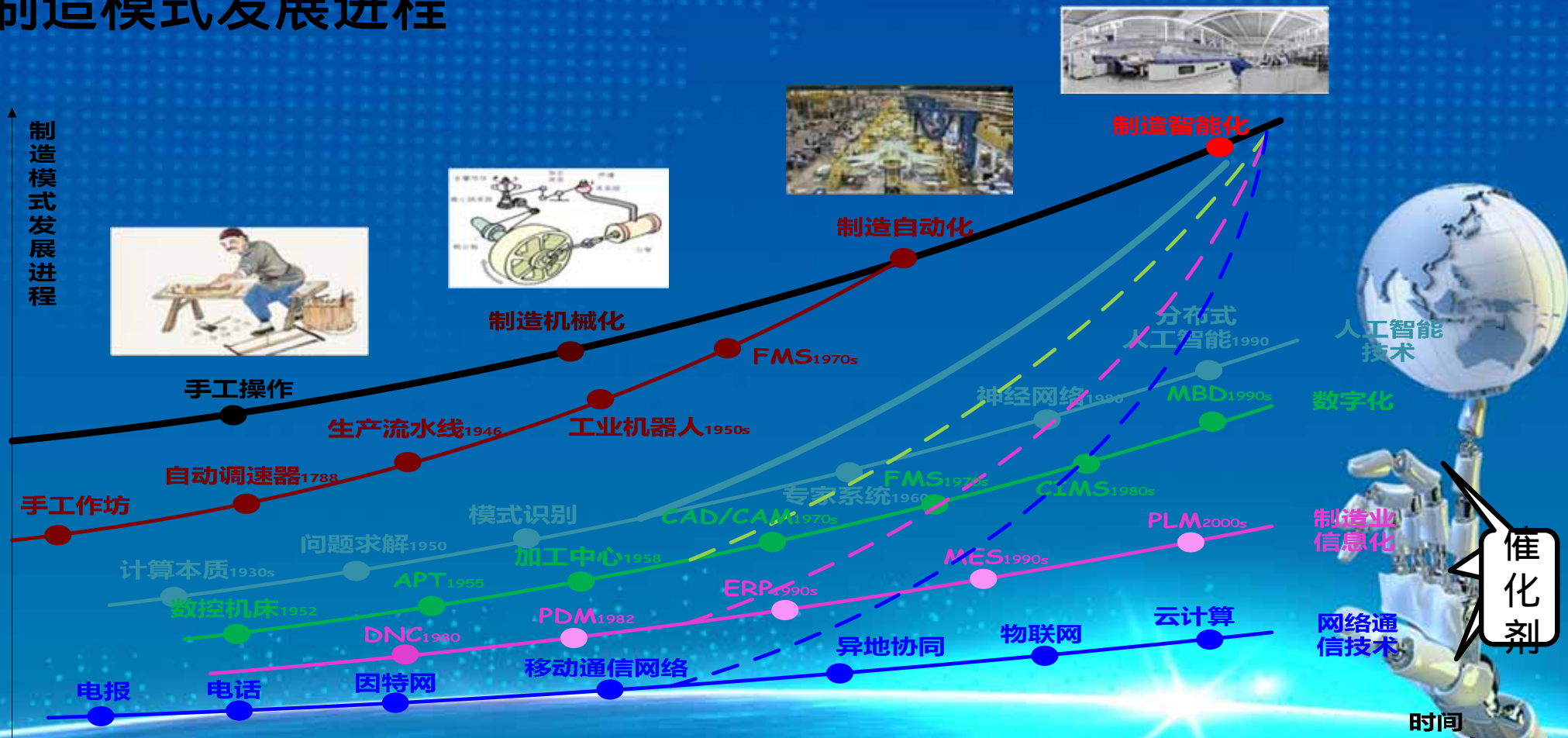
### Country distribution (top 10)



# 德国工业4.0不是新瓶装旧酒

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

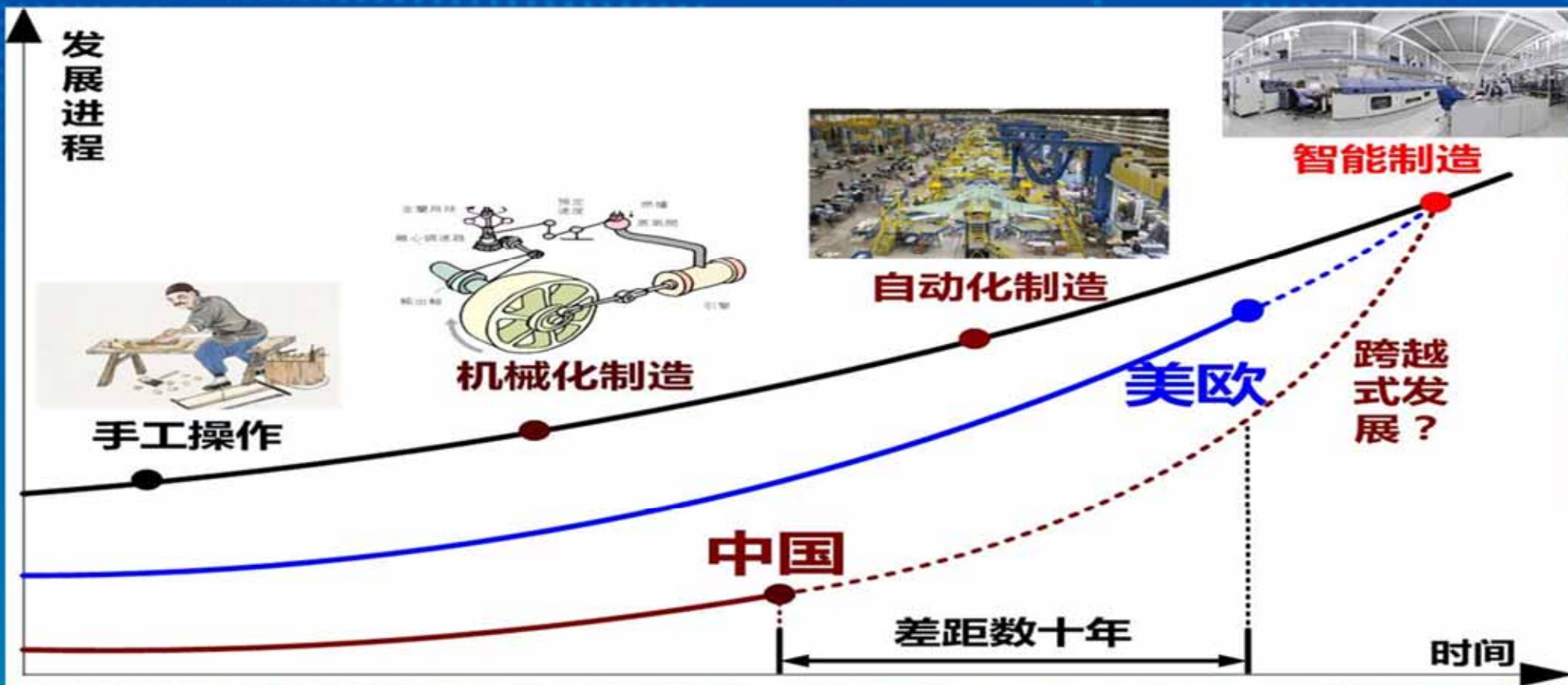
## 制造模式发展进程





# “智能制造” 是否太遥远？

## 国内外差距





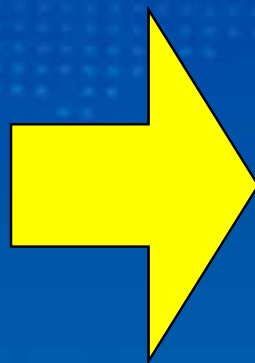
# 目标：人在大数据支持下的智慧决策



计算机辅助可视化----》计算机辅助智能---》人工智能专家系统

# “智能制造”是否太遥远？

工业2.0—规模化高质量生产  
工业3.0—数控化  
工业4.0—智能化

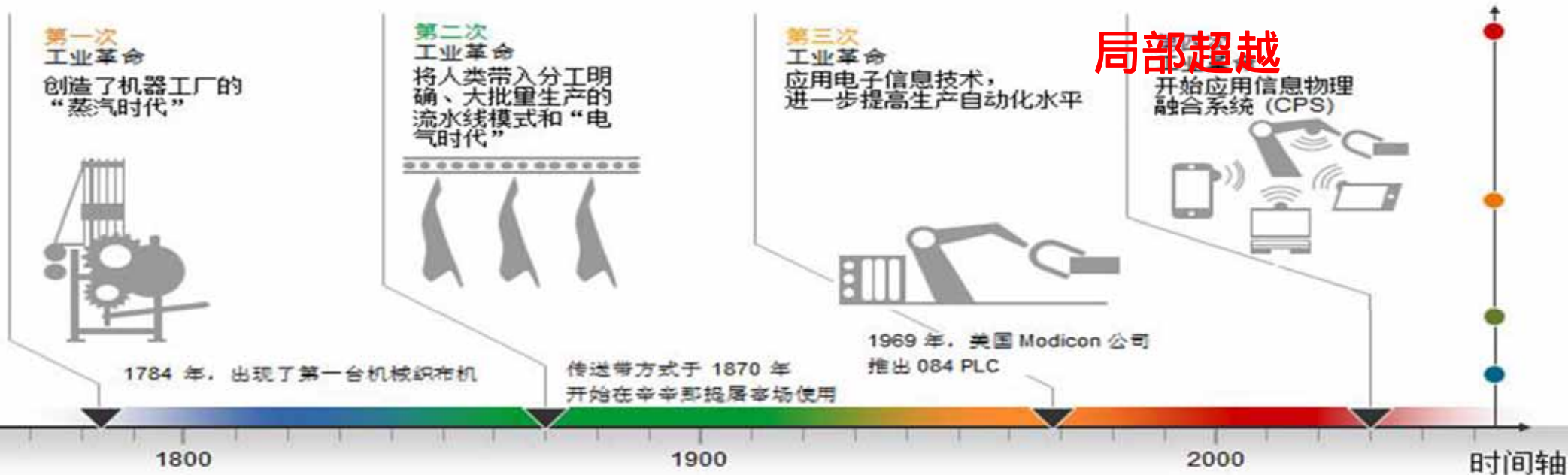


同步走。用工业4.0的智能技术，解决我国工业2.0存在的问题。

从工业 1.0 到工业 4.0

实现：全面突破

复杂程度



## 四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统

- 工业互联网技术
- 大数据技术
- CPS技术
- 云计算技术
- 人工智能技术



普通数控机床



智能数控机床



# 智能制造---思想有多远，我们就能走多远



让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

数控技术+网络技术(云计算) + 信息技术(大数据)+智能技术

**= iNC → 新一代智能控制系统**

创新无止境



推动制造业升级发展！



机械装备运行实现高速、高精、高效，机械设备好用、易用。

- 一、制造业的新变化
- 二、智能手机的启迪
- 三、德国工业4.0、美国的CPS
- 四、基于工业4.0思维的智能机床和智能数控系统
- 五、华中数控



## 国家数控系统工程技术研究中心

- 从事我国自主知识产权高性能数控系统的基础技术和应用技术研发的国家级工程中心。
- 国家数控系统技术创新的源头和产业化基地，代表了国家竞争力。
- 国家数控系统工程技术研究中心代表了中国数控系统技术研发的“





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
Nanjing, China

# 组建襄阳、泉州、佛山、武汉工研院

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

## 工程中心负责襄阳华中科技大学先进制造工程研究院的运作

- 襄阳市人民政府
- 湖北省科技厅
- 华中科技大学
- 湖北文理学院
- 襄阳珠江数控

襄阳华中科技大  
学先进制造工程  
研究院





# 华中数控简介



- 2008：中国首批创新型企业；中国机床工业自主创新优秀企业；
- 2008：中国机床数控系统标准化技术委员会秘书长单位；
- 2009：全国机械行业先进集体；国家自主创新产品；
- 2010：获得湖北省、教育部科技进步一等奖两项，国家级高新技术企业；
- 2011：1月13日，成功在创业板上市，国产数控系统企业首家上市公司。

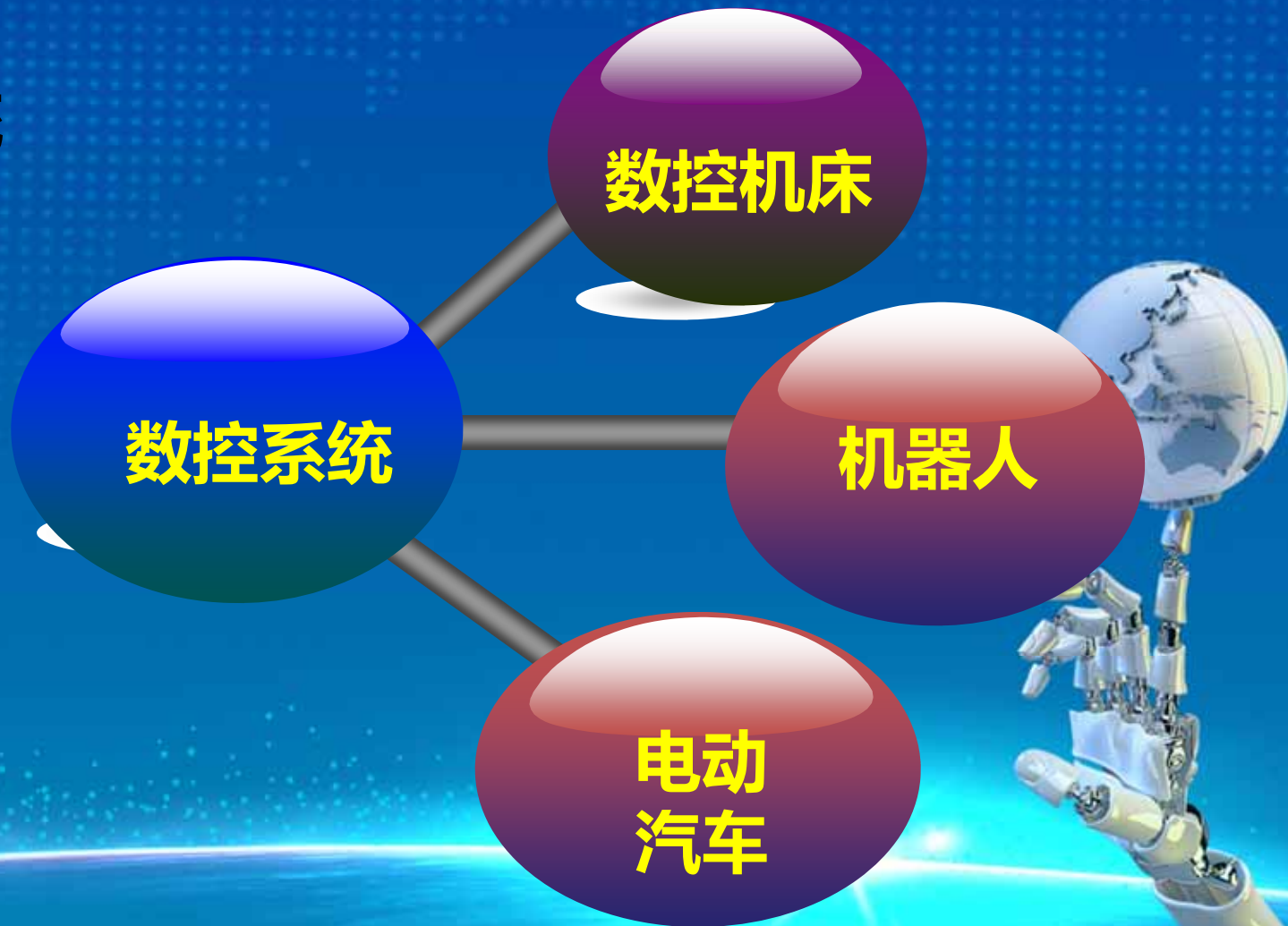


# “一核心三主体”发展战略

一核心：数控系统

三主体：

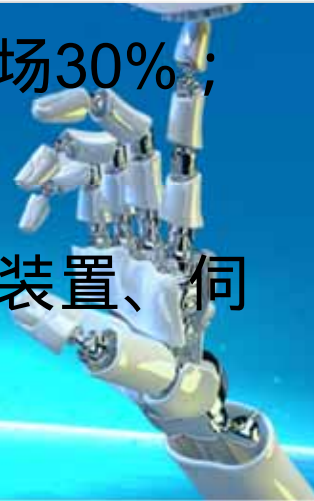
- 数控机床
- 工业机器人
- 电动汽车



## 华中数控自主知识产权系列数控系统



- 年产中、高档数控系统10000台套，占国产普及型数控系统市场30%；
- 系统控制轴数从2轴到8轴，满足用户从低端到高端的需求；
- 是目前国家少数拥有成套核心技术自主知识产权（包括数控装置、伺服驱动装置及主轴驱动装置等）和自主配套能力的企业之一。



## 系列化交流伺服驱动系统，并为武器装备配套



机动雷达



二炮某导弹发射架电动缸用伺服电机



世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

# “一核心三主体”发展战略

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

## 三主体：1、数控机床、数控机械



# 与武重、北一机、北京机电院等国内500多家主要机床厂配套



北京机电院的加工中心



武重的数控立车



济南一机的数控车床



安徽鸿庆的加工中心



北一机数控铣床



沈阳机床的数控车床



# “一核心三主体”发展战略

二主体：2、机器人

P-L-C产品战略

C: 机器人  
关键部件

P: 机器人整机

L: 自动化集成应用



# “一核心三主体”发展战略

电动化

轻量化

智能化

汽车电动化、智能化、轻量化代表了汽车产业的发展方向。本研究院选择“三化”中的核心技术、瓶颈技术及未来技术（例如：电机及驱动系统、轻量化车型平台及零部件、智能电子系统），三年内有能力实现百亿级市场份额。





世界智能制造大会  
中国·南京  
World Intelligent Manufacturing Summit  
November 1-3, 2016

让制造更聪明  
More Cooperation, Smarter Manufacturing

**谢谢大家，敬请指正！**



**陈吉红 13308656728@189.cn**

