

从“制造大国” 走向“制造强国”

——信息、自动化技术的
战略地位和带动作用

吴澄

2010.11.8

内容：

1. 强国地位由国家制造业水平、经济实力决定的
2. 中国工业化的道路
3. 当前信息技术的两个热点
4. 我国工业信息化、自动化技术的发展现状、问题和未来
5. 结束语

1, 强国的地位由国家制造业水平、经济实力决定的

一个国家的地位首先是由它的经济实力决定的
国家安全、军事实力的基础是经济实力

经济实力实际上是企业的实力、特别是跨国公司的实力

企业实力是由它的产品、特别是名牌所决定的
因此，经济是基础

而要达到经济发达、国家安全、人民富足的目标需要科技、创新，需要教育。

看一些案例！

国际制造业发展迅速，其标志性进展是波音777的信息化设计和制造



数字BOEING



美国B777的应用效果

开发周期：9年—>4.5年

成本降低：25%

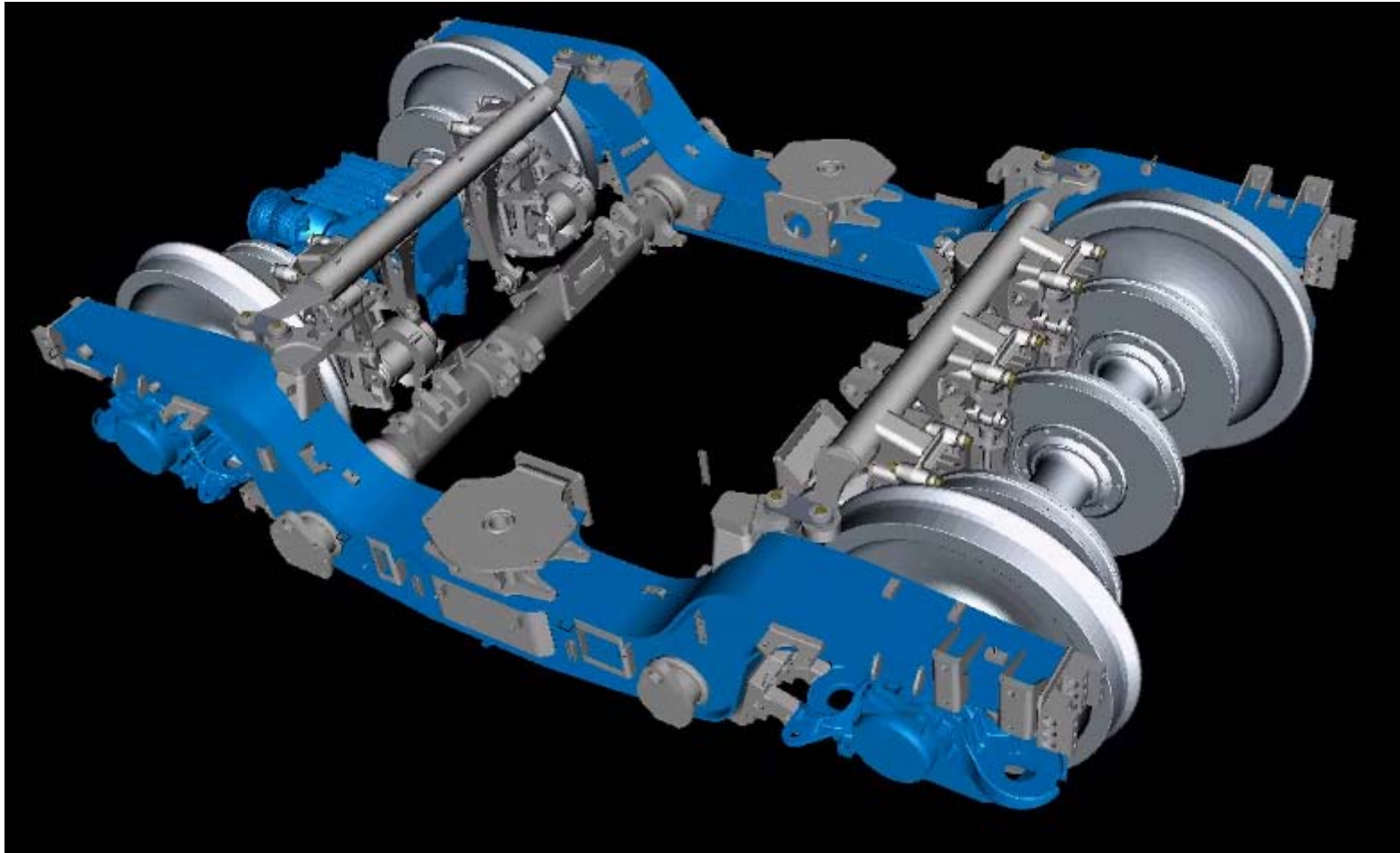
100%整机数字化设计

世界垄断与霸主地位

对波音公司的两次访问：

第一次1995.11 波音777的设计和制造

- 数字化定义(Digital definition) 无纸化
- 数字化预装配(Digital pre-assembly) 虚拟装配
- 基于STEP的异构软件之间的数据交换
- 基于广域专用网的异地设计、制造（工作包方式24小时以内处理）
- Teamwork 238个Team



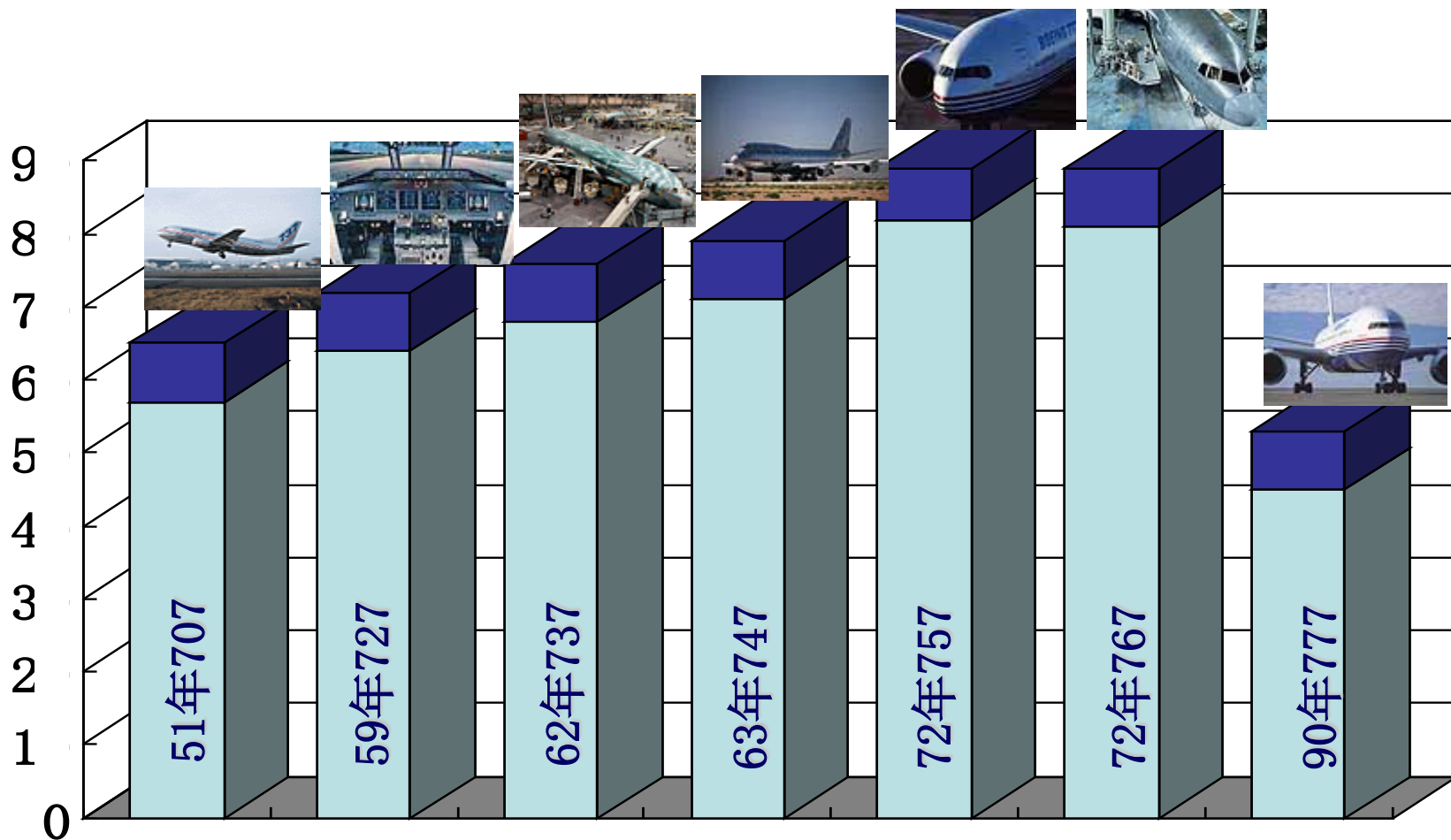
效果：

B757、B767	从设计到商业运行	9-10年
B777	仅用	4.5年

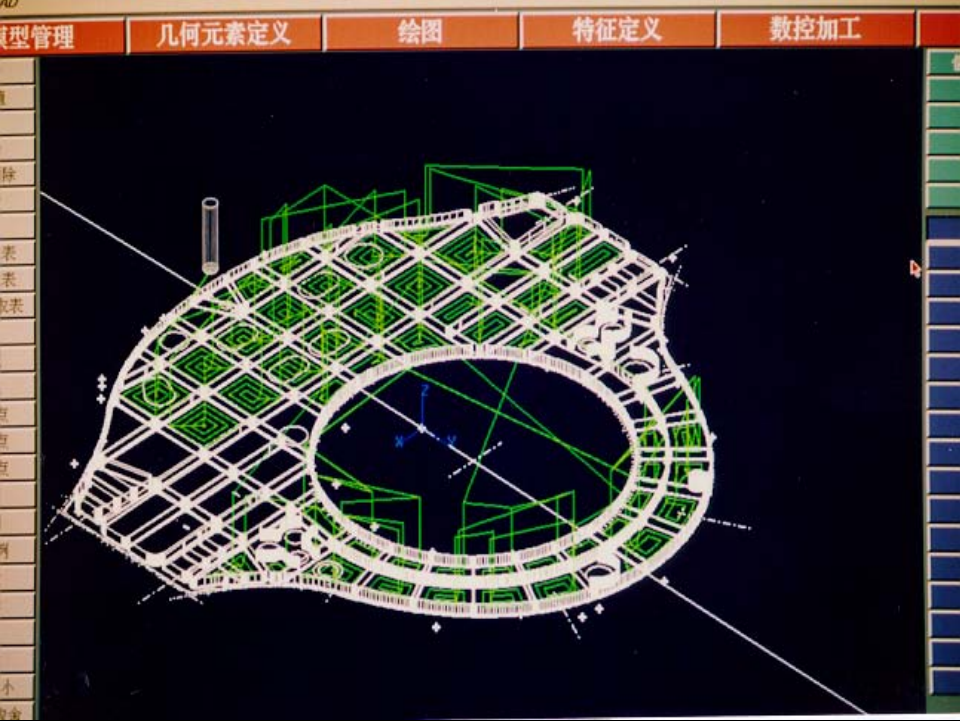
上述技术影响了我国此后的5年及更多的时间
在航天、航空、汽车、机车车辆等应用，效益
明显

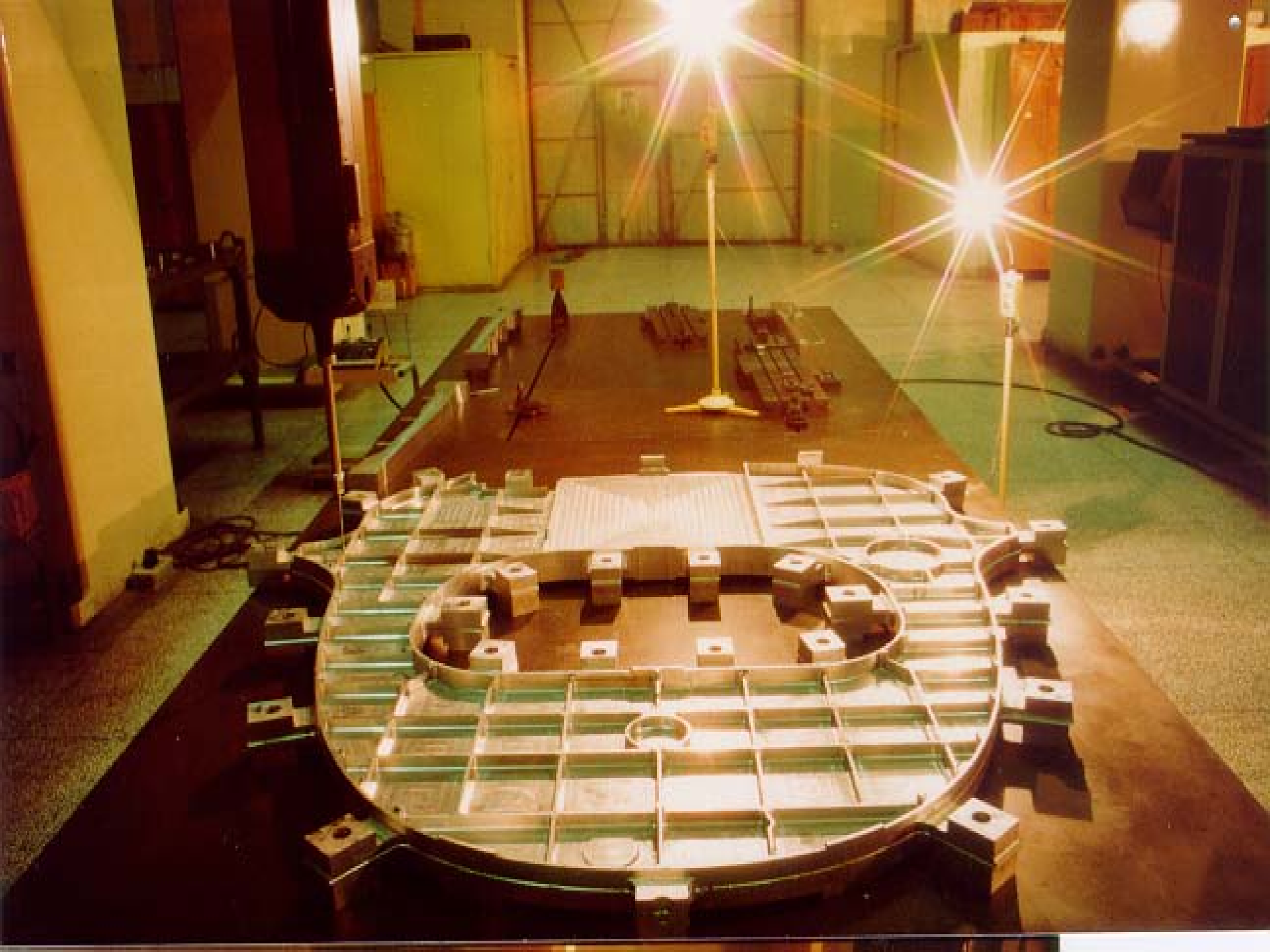
第二次2001.3 新的进展

- ❖ **lean enterprise** 不仅企业组织上lean, 软件系统lean, 消除众多的冗余应用软件, 这是信息孤岛造成的, 我们可以避免。
- ❖ **Exostar**航空行业的电子商务平台
 - 由Boeing、PTC等投资建立一个公司、专门从事行业电子商务平台
 - Boeing只需要电子采购 e-buy
 - 进一步节省成本10%



研制周期
 交付周期





造船业



汽车制造（企业动态联盟）



产品生命周期管理

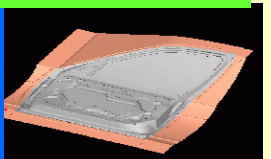
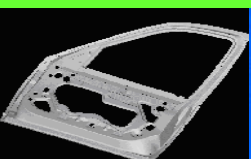
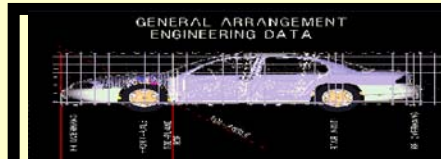
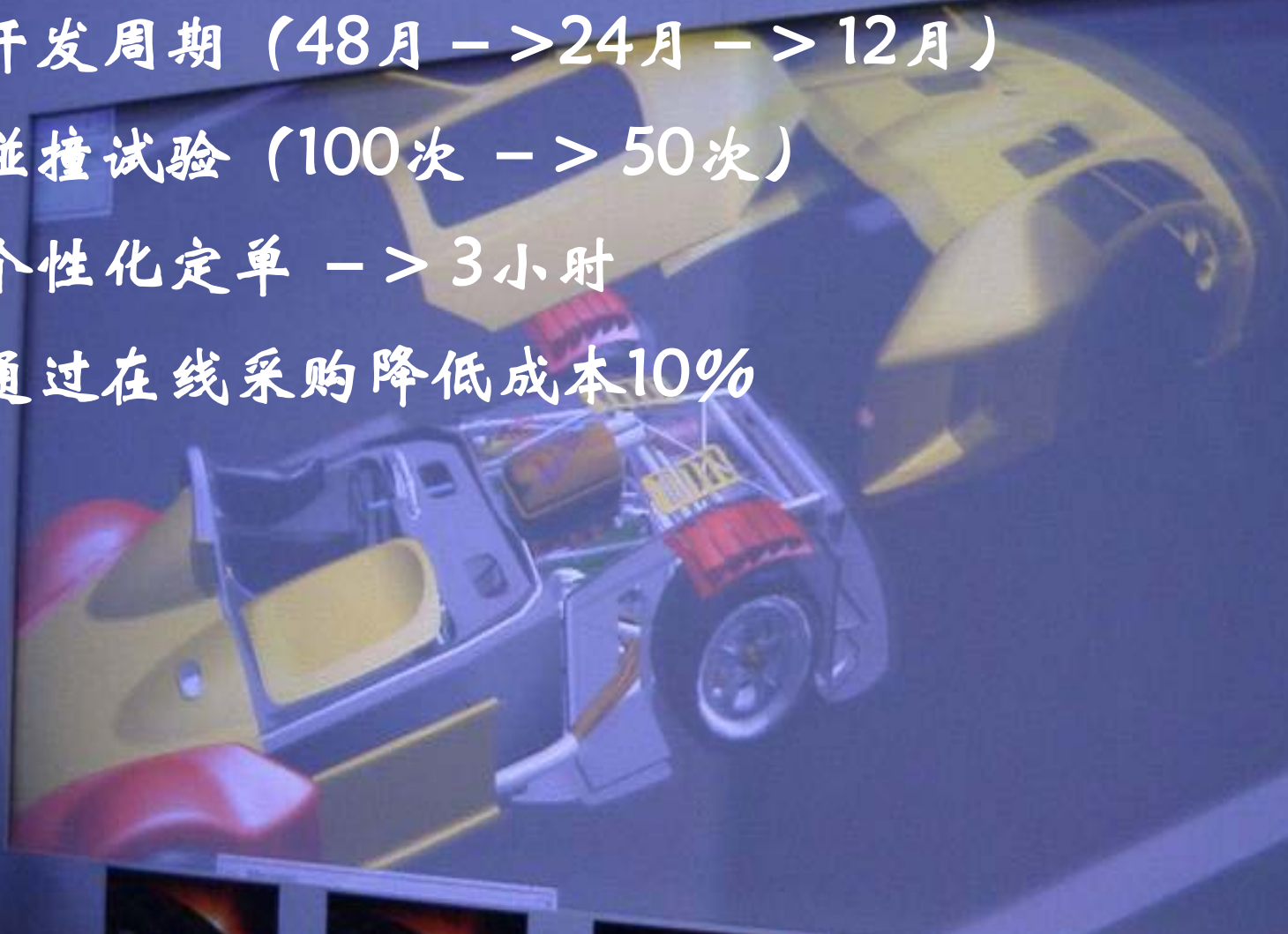
通用汽车

开发周期 (48月 -> 24月 -> 12月)

碰撞试验 (100次 -> 50次)

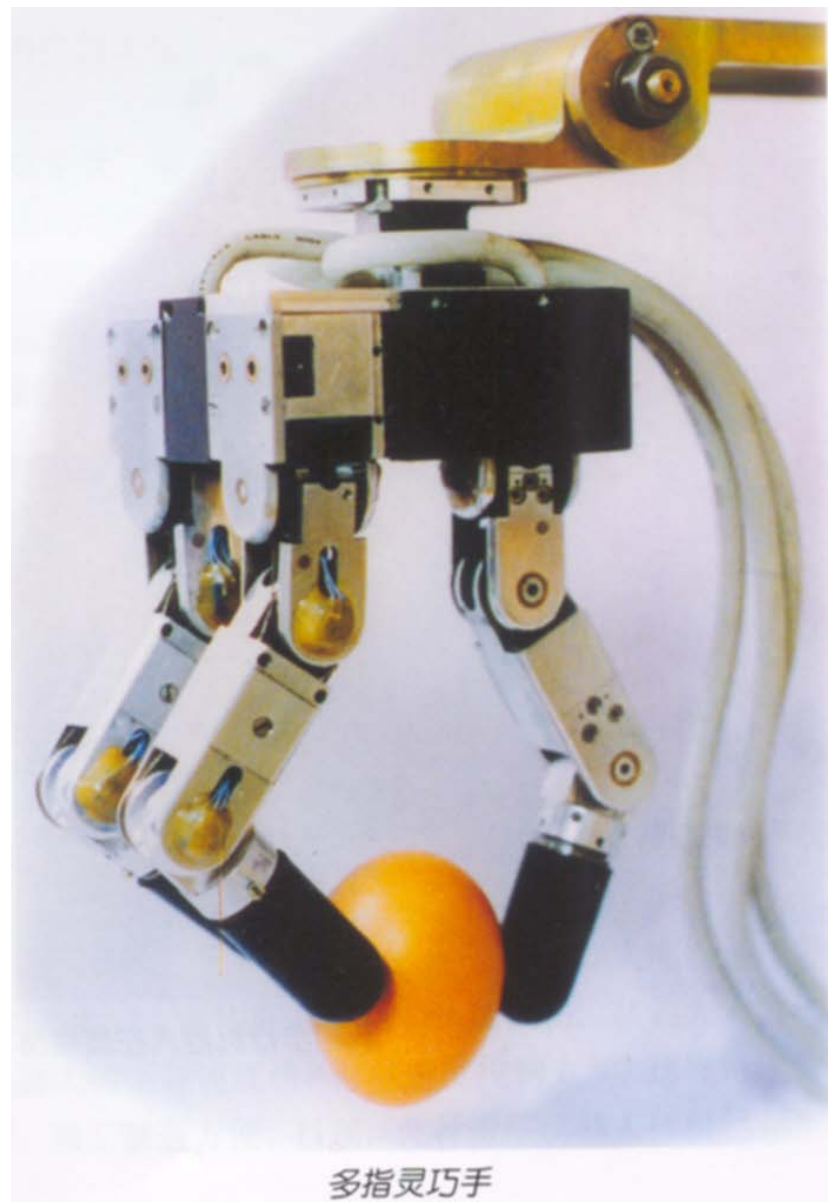
个性化订单 -> 3小时

通过在线采购降低成本10%



汽车制造生产线大量采用工业机器人



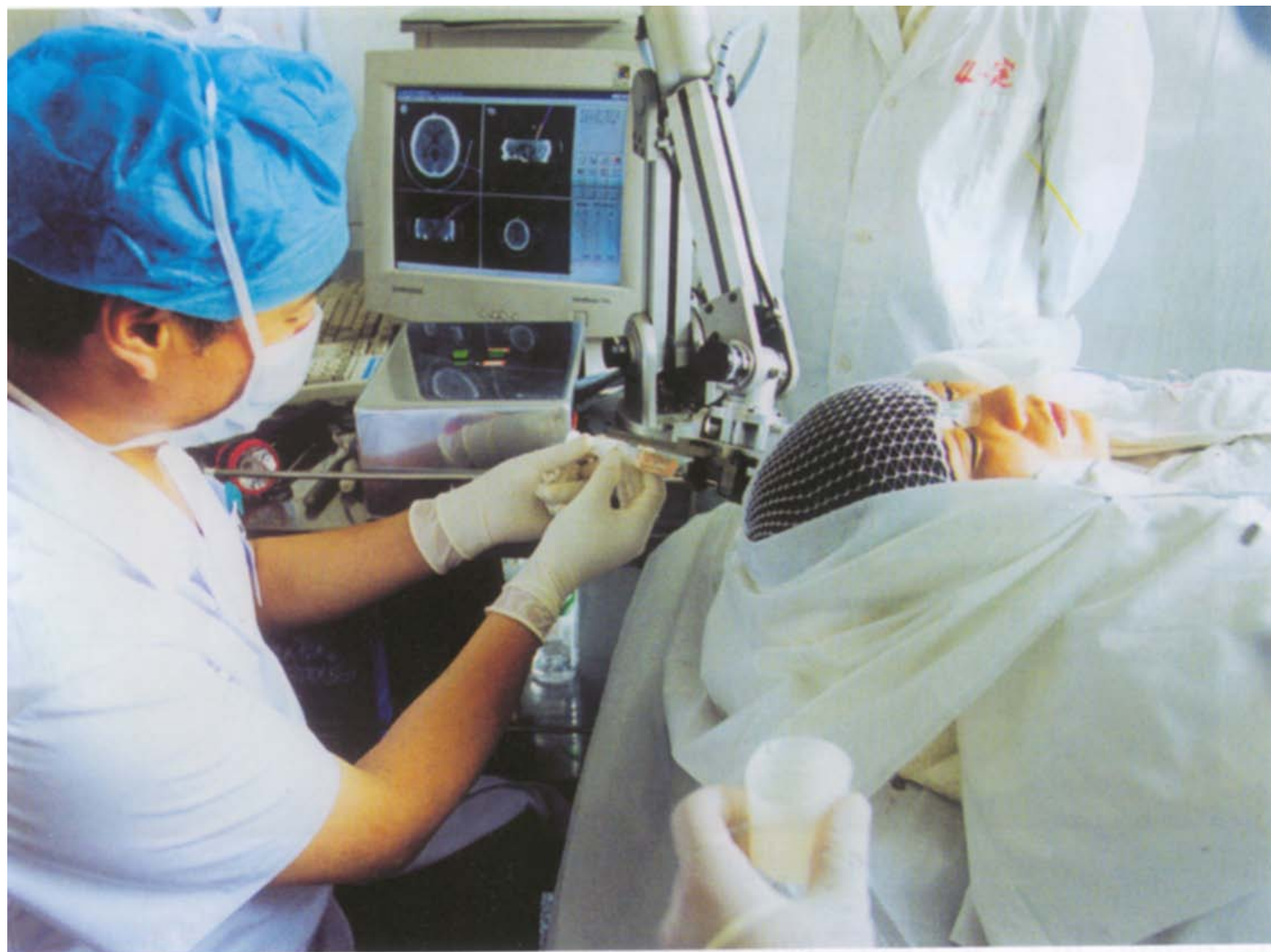




“微星” 无人机



微型飞行器



脑外科机器人辅助系统

生物制造——人工肝脏 肝脏的结构

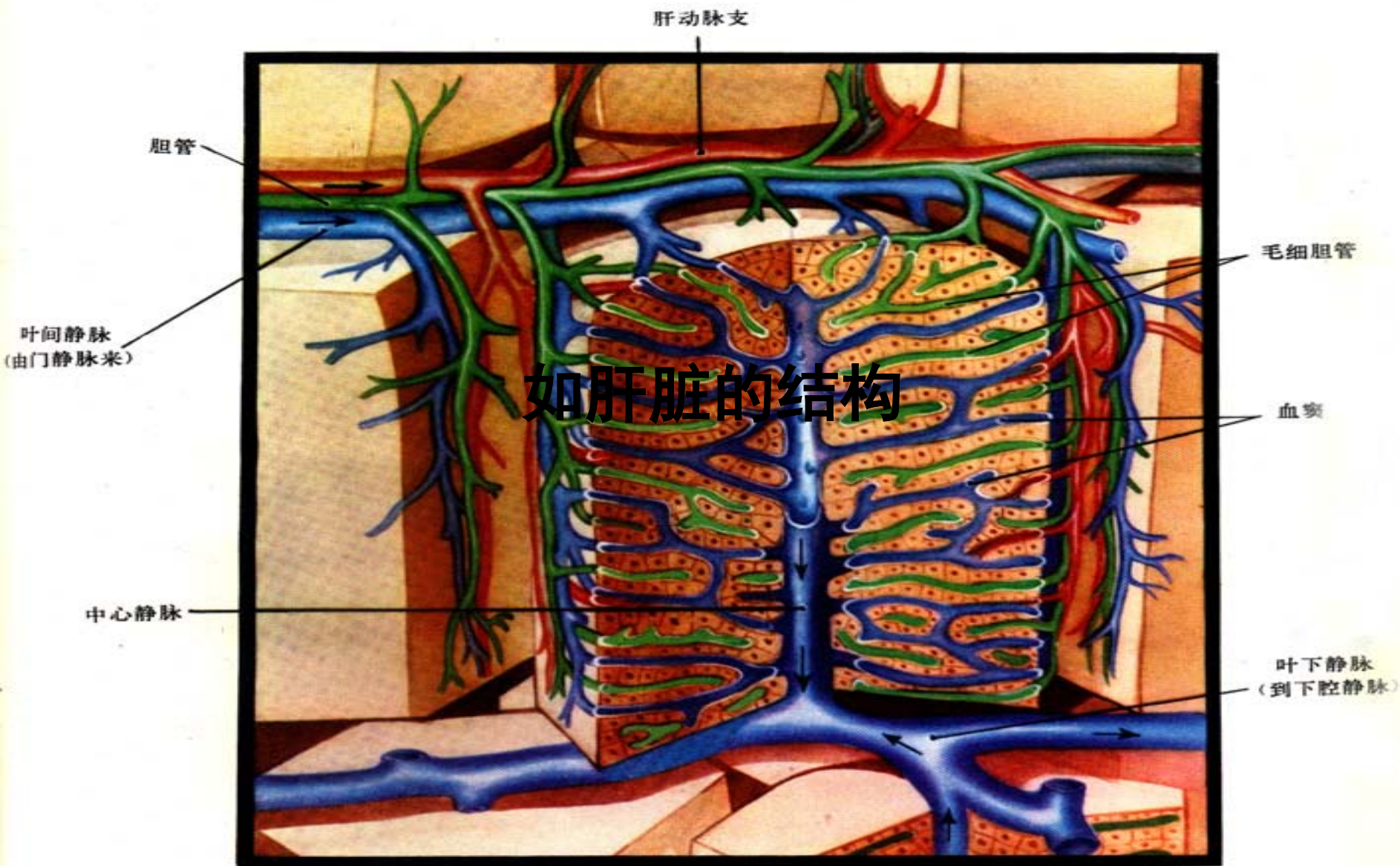
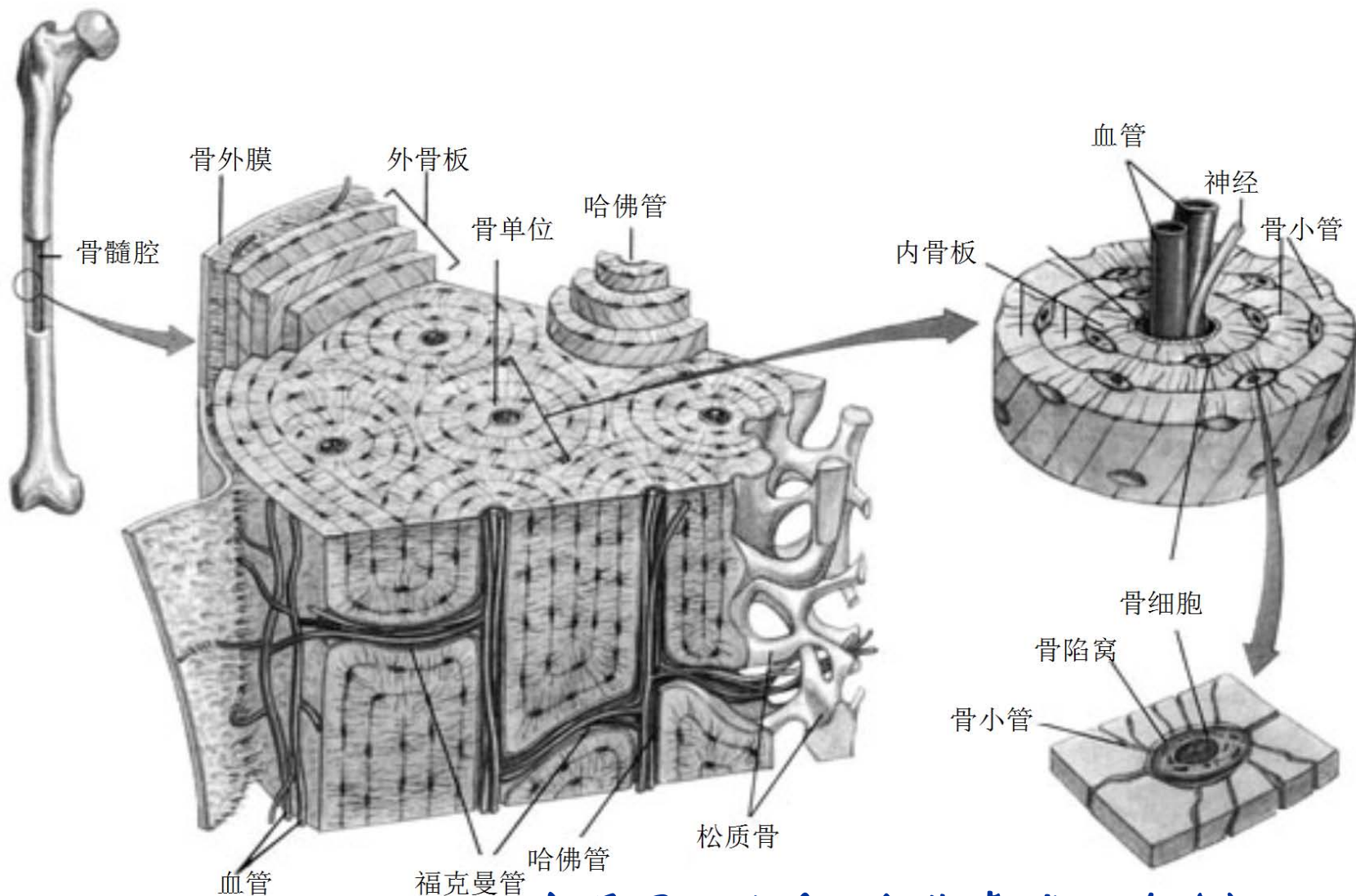


图4-35 肝小叶立体结构模式图

人工骨

骨的结构



密质骨组织(取自熊卓博士论文)

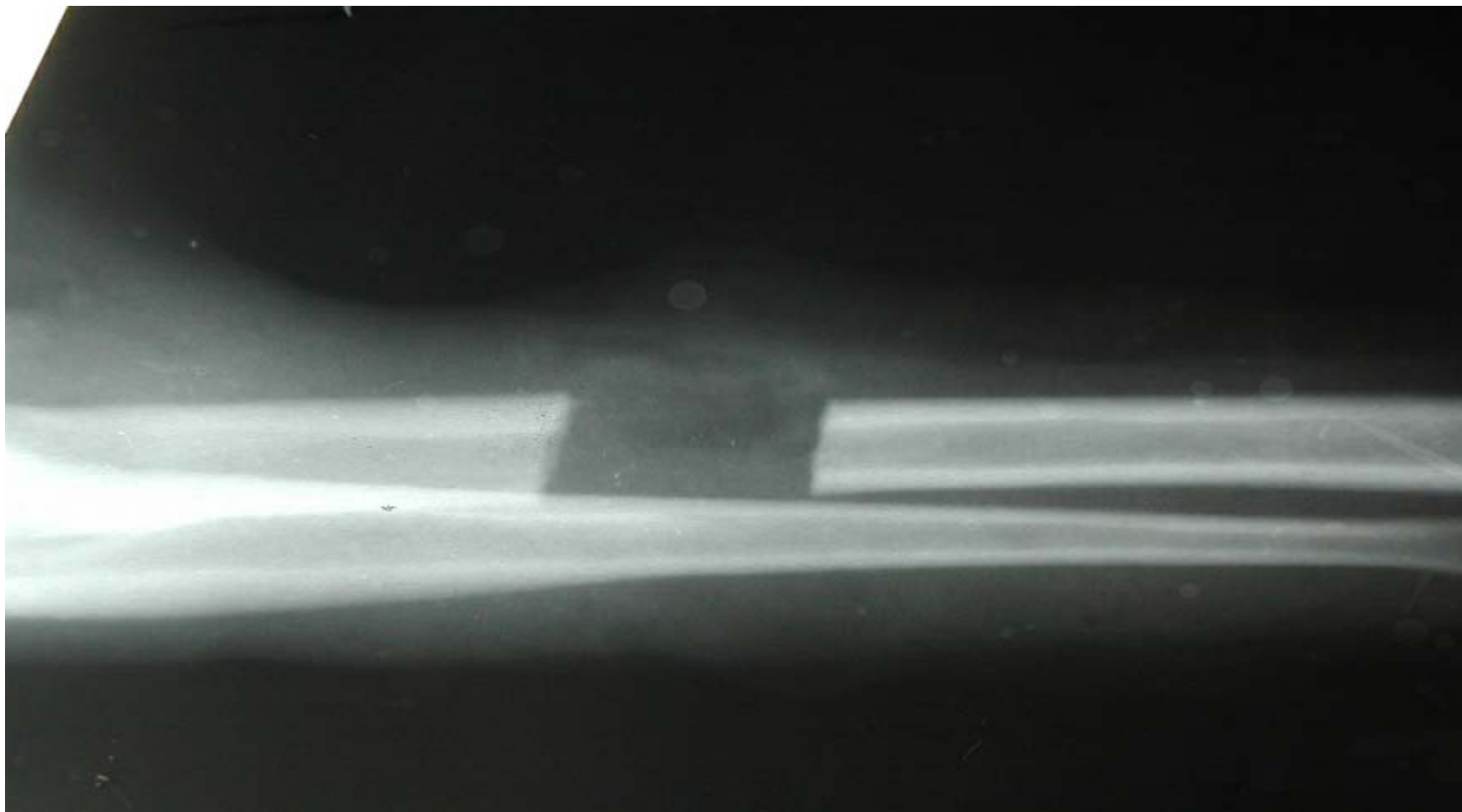
组织工程三要素

- 载体支架（简称支架，又称载体框架）
- 细胞（干细胞）
- 生长因子（诱导因子，信号分子）

组装与堆积成形

将材料制成单元（微滴），然后再堆积单元（扩散连接、固相烧结、分子胶连等）形成三维实体，这是快速成形的基本原理，组装是将尺度更小的微滴“装配”成多级的空间结构，应该说，组装包含了更复杂的热力学行为。

活性仿生骨修复犬桡骨20mm节段性骨缺损的实验研究



仿生活性骨植入，术后



活性仿生材料植入，4周



活性仿生人工骨植入，24周

信息时代造成了跨国公司的垄断性

- 跨国公司生产总值占工业化国家生产总值的 **40%**;
- 跨国公司的贸易占世界贸易总值的 **50%**;
- 跨国公司的工业研制费占世界总值的 **80%**;
- 跨国公司操纵了世界技术转让的 **75%**;
- 跨国公司操纵了对发展中国家技术贸易的 **90%**。

跨国公司的规模

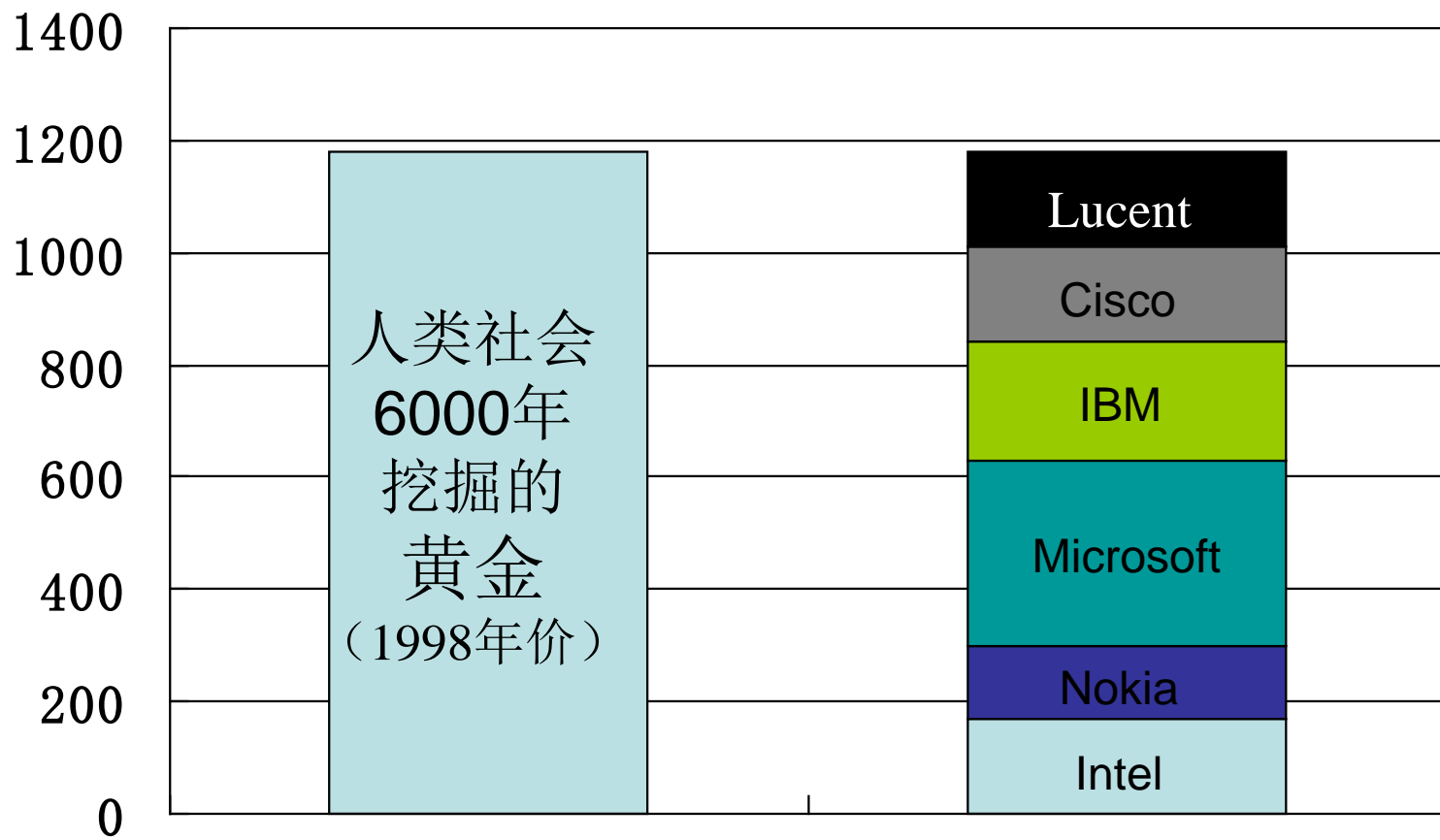
跨国公司中最大的**200家“巨头”**的年销售总额（**7万多亿美元**），比全世界除了美、日、德、法、意、英、中国、加拿大、巴西**9个经济大国之外的180多个国家的GDP总和（6.9万亿美元）**还多。

跨国公司的规模

巨型跨国公司的经济规模十分庞大，往往超过一个国家的实力。

例如，从经济活动规模来说，三菱公司比全球第四人口大国印尼大，通用汽车公司比丹麦大，福特公司比南非大，丰田公司则超过挪威。

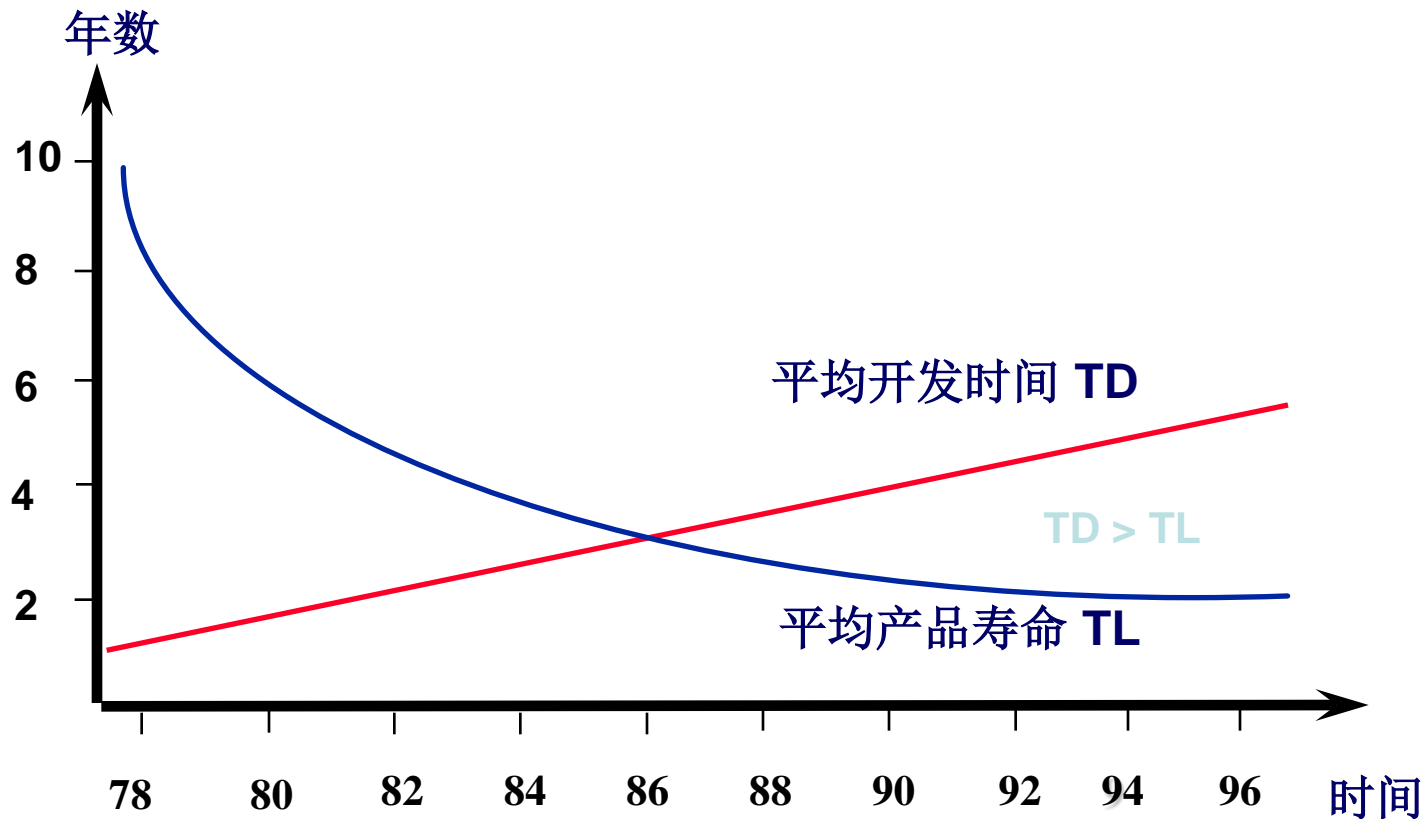
黄金与知识



单位：10亿美元

制造业市场竞争的新特点

知识—技术—产品的更新周期 更短



制造业市场竞争的新特点

知识—技术—产品的更新周期 更短

实例：

- 1782年 摄影原理→1838年 照相机，用了56年；
- 1831年 电机原理→1872年 发电机，用了41年；
- 1948年 半导体→1954年 半导体收音机，用了6年。

■ 产品批量 更小

汽车生产：大批量生产→大批量定制生产；

■ 顾客对产品功能、性能、质量的要求 更高；

■ 能参与全球竞争的企业 更多；

■ 跨国公司的垄断性 更明显；

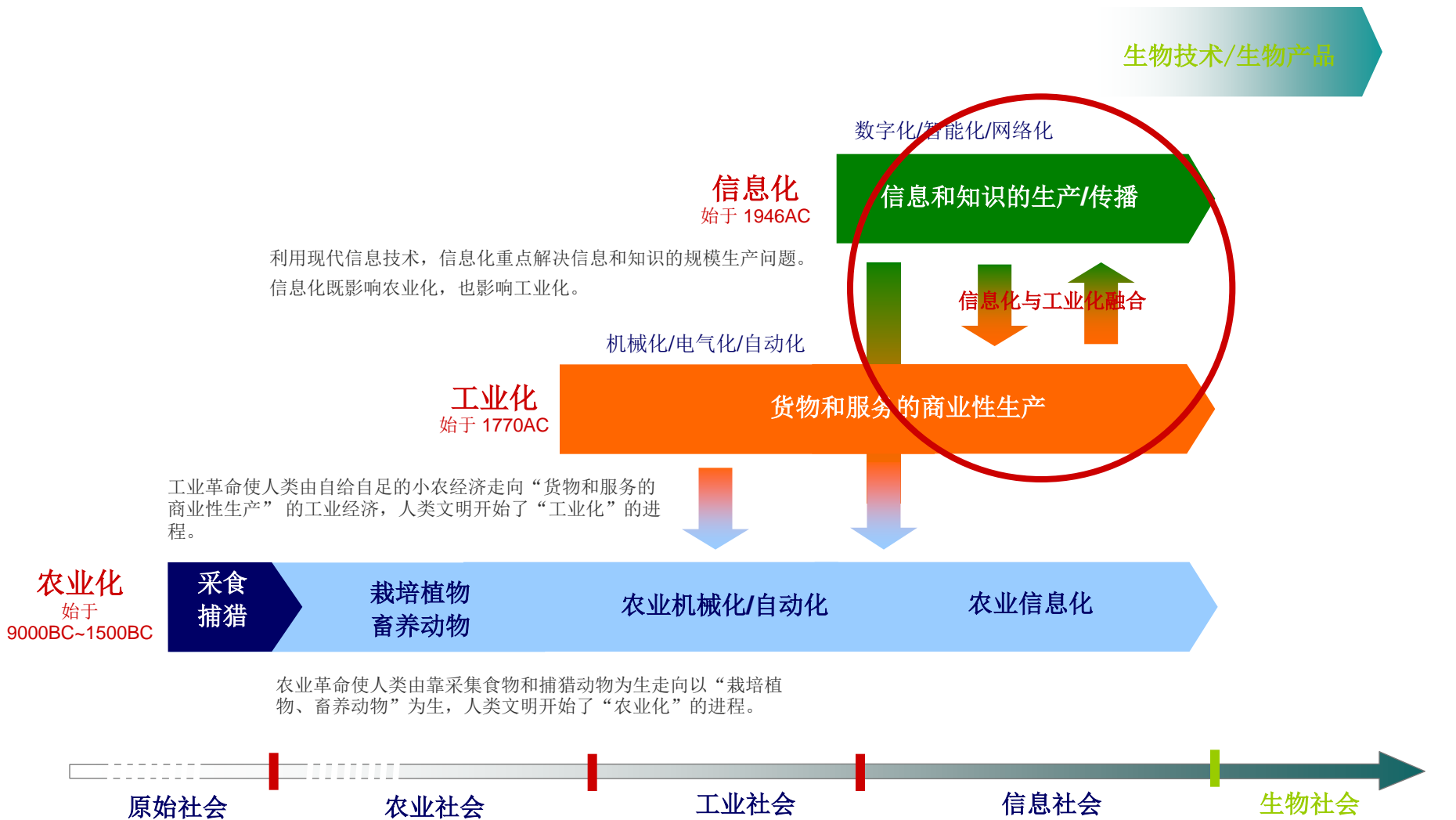
■ 企业的兼并重组 更激烈、更动荡；

■ 一般水平的产品及制造能力 严重过剩；

■ 人口老龄化 更严重；

■ 环保意识、绿色制造呼声 更强。

工业化、现代化的道路



资料来源：根据周宏仁博士资料修改

2, 中国工业化的道路

发达国家在完成其工业化后, 才开始推进信息化, 进入信息社会。

传统的工业化道路, 在发展生产力的同时, 也付出了过量消耗资源的代价:

产业革命200多年以来, 占全球人口不到15%的英国、德国、美国等40多个国家相继完成了工业化, 在此进程中消耗了全球已探明能源的70%和其他矿产资源的60%。

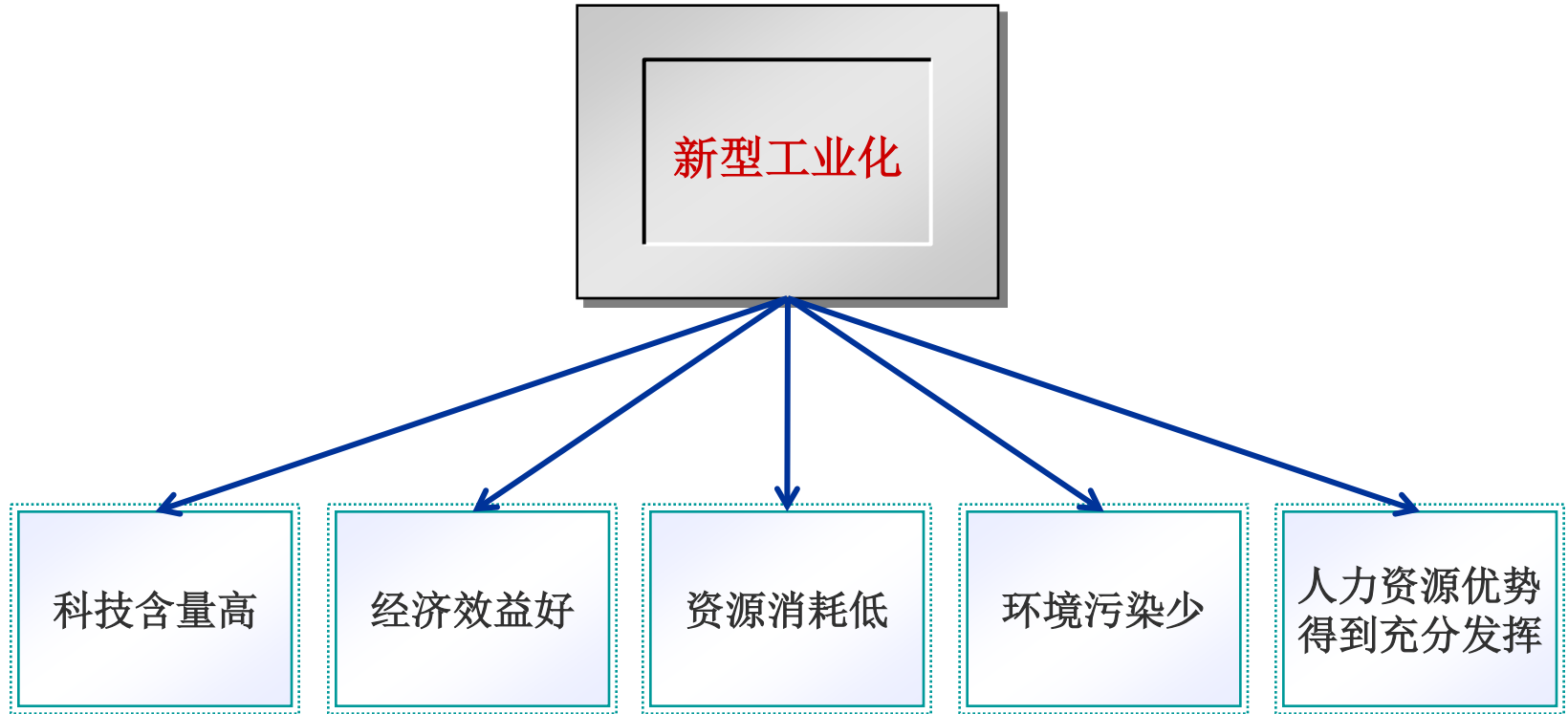
显然, 广大后发国家客观上难以复制发达国家的工业化道路和模式。

我国也为这一时期的快速发展付出了代价：

联合国公布的全球环境污染最严重的10个城市中，中国就占了7个。由于全国70%以上的江河湖泊遭受不同程度污染，有3.2亿人饮用水不安全。中国每年因污染造成的成本大约占国内生产总值的10%。显然，后发大国走传统的工业化道路将难以为继。

中国必须走出一条新路。

新形势下，必须重新认识新型工业化的内涵！



信息化是核心内容！

三次提法的内涵不同

“十七大”

坚持走中国特色新型工业化道路，
推进信息化与工业化融合



“十六大”

以信息化带动工业化，
以工业化促进信息化

•信息化是我国加快实现工业化和现代化的必然选择。坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子。



“十五大”

改造和提高传统产业，发展新兴产业
和高技术产业，推进国民经济信息化

3, 信息化的两个热点 “智慧地球”

“智慧地球”的由来

- 早在1998年1月，当时的美国副总统戈尔第一次提出了“数字地球”（Digital Earth）的概念，10年过去后，戈尔所描绘的一个可以嵌入海量地理数据的、多分辨率的“数字地球”已经实现。然而，“数字地球”并没有能帮助人类摆脱所面临的生存困境。
- 作为“数字地球”的发展，2008年11月6日，美国IBM总裁兼首席执行官彭明盛在其演讲《智慧地球：下一代的领导议程》中首次提出了“智慧地球（Smarter Planet）”的理念，描绘了一个由物联网构成的“智慧地球”的愿景，为人类构想了一个全新的空间：让社会更智慧地进步，让人类更智慧地生存，让地球更智慧地运转。

早在这次金融危机爆发之前，IBM已经看到了当代世界体系存在的一个**根本矛盾**，那就是一个新的、更小的、更平坦的世界与人们对于该世界落后的管理模型之间的矛盾。一方面，全球化进程随着冷战的结束和世界市场的空前扩张而飞速推进；另一方面，人们很大程度上仍然沿用已经明显过时的模型管理着世界。在这一矛盾作用之下，危机的出现绝非偶然。今天，人们已经更加清晰认识到，新的世界需要**新的运行模型**。

在IBM的“智慧地球”模型中，通过构建一个运用先进信息技术将各种物体加以互联的扁平化网络体系，并在此基础上进行信息的智能化识别和管理。在该模型中，政府、企业和个人之间的关系将被重新定义，从过去单维度的“生产 - 消费”、“管理 - 被管理”、“计划 - 执行”转变为先进的、多维度的新型协作关系。

智慧方法的特征，3 I:

- (1) 更透彻的感知（物联化，Instrumented）
- (2) 更全面的互联互通（互联化，Interconnected）
- (3) 更深入的智能化（智能化，Intelligent）

通过建设智慧的基础设施系统，将衍生出关系到各行各业的智能化工程，让各行各业都“智慧”起来：包括智慧的城市、智慧的电网、智慧的铁路、智慧的医疗、智慧的金融、智慧的水资源管理等。这些智慧的解决方案将进一步带给社会更多的价值：经济的繁荣、信息传递的便利、无障碍的沟通、按需应变的企业、更方便的生活，也会创造更多的市场需求和工作岗位。

关于“智慧地球”的讨论

(1) “智慧地球”将信息技术提升到一个更高、更重要的地位。

(2) 出现“智慧地球”或类似理念是全球社会经济和技术发展、特别是信息技术发展的一种必然结果。

(3) 尽管中国目前是世界上增速最快的经济体，但高速增长、大量消耗生产要素的粗放型增长已对我国经济社会的可持续发展造成严重威胁。如何“智慧”地利用资源、劳动力，实现一种健康和谐又可持续的发展，是我们迫切需要解决的重要问题。

(4) 实现“智慧地球”是一个长期的过程。显然，“智慧地球”不可能解决地球上的根本问题，但它是科技推动社会进步的过程。

云计算：另一个热点

云计算是一种分布式计算技术，其透过网络将庞大的计算处理程序自动拆分成无数个较小的子程序，再交由多台服务器所组成的庞大系统进行处理之后将结果回传给用户。云计算的新颖之处在于其几乎可以提供无限的廉价存储和计算能力。

云计算的主要形式

SaaS（软件即服务）、实用计算（Utility Computing）、网络服务、平台即服务、MSP（管理服务提供商）、商业服务平台、互联网整合等。

- Google是目前规模最大的云计算使用者。Google搜索引擎建立在分布于200多个地点、超过100万台服务器的平台之上。Google地球、地图、Gmail、Docs等也使用了这些基础设施。
- IBM在2007年11月推出了“改变游戏规则”的“蓝云”计算平台，该平台提供了一系列自动化、自我管理和自我修复的虚拟化云计算软件。
- 微软于2008年10月推出了Windows Azure（“蓝天”）操作系统。Azure是继Windows取代DOS之后，微软的又一次颠覆性转型——通过在互联网架构上打造新云计算平台，让Windows真正由PC延伸到“蓝天”上。

云计算的特点

- 云计算提供了可靠、安全的数据存储中心，用户不必再担心出现数据丢失、病毒入侵等问题；
- 云计算对用户端的设备要求非常低，使用方便；
- 云计算可以轻松实现不同设备间的数据与应用共享；
- 云计算为人们使用网络提供了几乎无限多的可能。

关于“云计算”的讨论

- (1) 云计算有可能是未来一种潜在的计算模式，其新的设计理念将对信息系统的构建产生影响。云计算将使信息资源的统计复用增益显著提高，目前信息系统规划和设计过程中过量预留产生的浪费，以及投入不足导致的能力缺失等问题将可能在云计算的支持下得到合理解决。
- (2) 云计算系统的一个显著特征是采用开放标准的零部件与开放源码的基础软件。这为我国摆脱WinTel垄断，发展自主创新的云计算技术与应用带来了契机。
- (3) 至2030年，云计算技术领域的发展呈现下述趋势。
 - 2015年前，云计算领域将仍然处于百花齐放的发散期。
 - 在2015~2020年期间，云计算领域将会出现产业整合和学科整合。
 - 2020~2030年期间，云计算将趋于成熟和普及，对经济社会的推动作用充分显现，并酝酿出新的技术（云计算2.0?）。

4 ,我国工业信息化、自动化技术的现状、问题及未来预测

今天信息化已经渗透到我国经济、生活、社会的方方面面。中国社会的运行已经离不开信息技术了。

总的看法，进步巨大，不足明显。

存在的技术差距为我国工业结构调整、高技术产业化留下了很大的发展空间。

工业信息化的内容包括：产品信息化和产品
设计、制造、管理等过程的信息化。

可以从8个方面具体化：

1), 装备和产品的信息化——嵌入式系统

将信息技术（主要是芯片和软件）与传统工业紧密联系，使**机械化、电气化**的装备、产品具有**自动化、数字化、网络化、智能化**的特征。

IEEE: An embedded system is the devices to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants.

- ◆ 嵌入式处理器，硬件平台
- ◆ 嵌入式软件（操作系统、支撑软件、应用软件），运行平台
- ◆ 形式：嵌入到设备、产品中。

嵌入式系统的应用:

消费电子和电信/数据应用, 占了应用市场的一半:

- ◆ 移动通信
- ◆ 消费电子, 数码相机、MP3/MP4, 数字电视、IPTV、智能家电
- ◆ 汽车电子
- ◆ 工业控制 (工业过程控制、数控机床、电力系统、石油化工系统...)
- ◆ 交通管理控制, 移动定位终端、GPS手持机、公共交通无接触智能卡CSC...

.....

嵌入式系统是未来的一个大市场!

- 对高效、节能、低耗、安全、使用方便的电子机械的需求日益增长
- 不断发展的电子技术促进“智能无处不在”

➡ 嵌入式系统

例：



市场：赛迪顾问,2007年全球嵌入式系统4081.6亿美元，增速17.5%

国内：芯片差距还是很大，但有进展。如多媒体芯片，占据了世界计算机视频输入市场的60%以上。

嵌入式软件，广泛开发应用。由于嵌入式系统必须紧密结合应用，我国嵌入式软件的研发形势较好，也是今后一段时间内嵌入式系统发展的重点。目前产业规模超过1000亿RMB,预计2011年有望达到4650亿RMB。

嵌入式系统不可能由少数几个大企业垄断，因为涉及众多的应用领域，需要众多的领域知识。即使一个小企业，吃透了某个特定行业应用，用好嵌入式技术，同样可以有明显的发展。

2), 产品设计过程信息化, 现状与问题

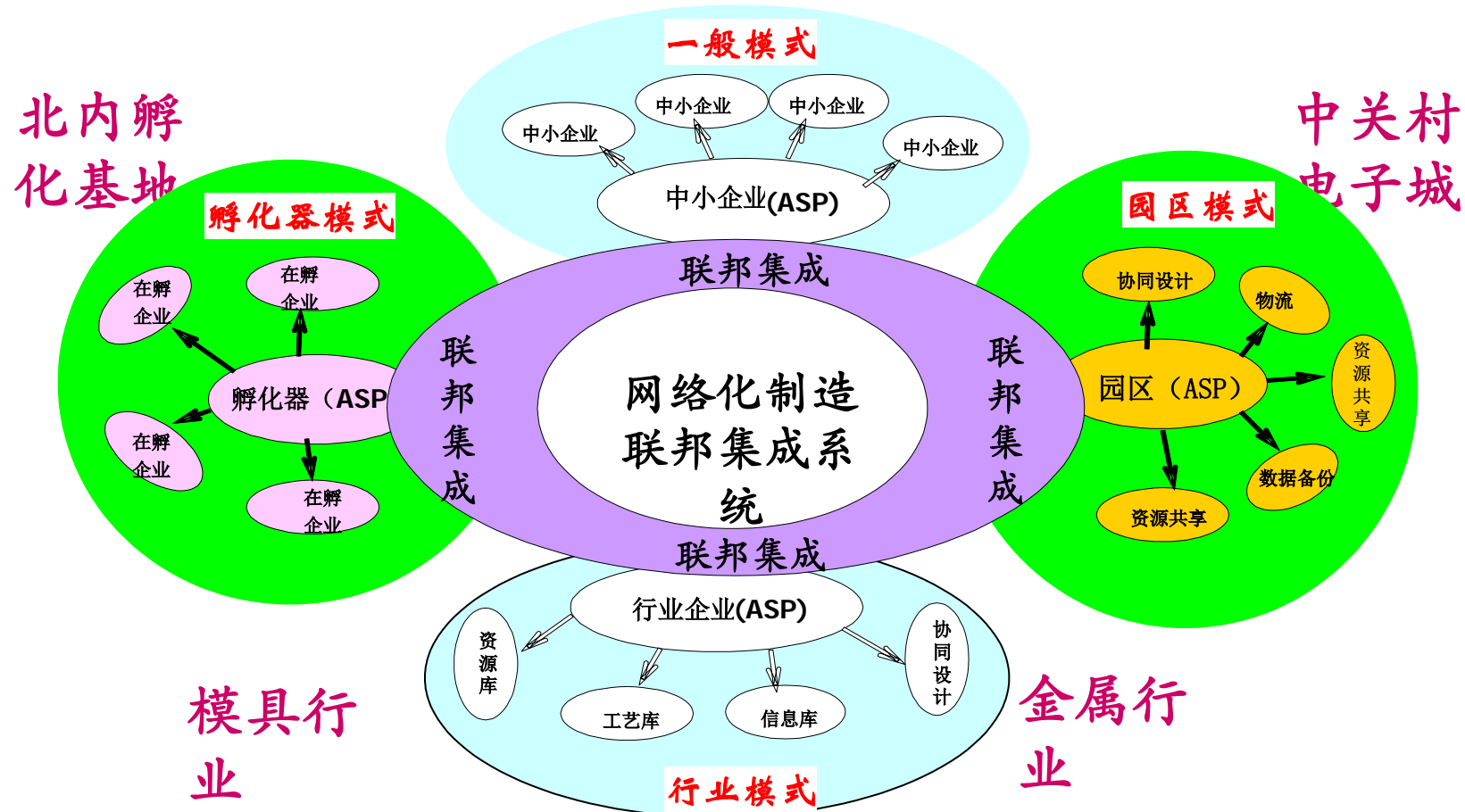
广泛应用。可以说, 国内能用CAX技术的企业都采用了, 从甩图板到深入应用。

航空航天、汽车、机械、造船、铁路车辆等行业的应用与国外相比差距不大, 如虚拟设计、虚拟装配等。

但是, 支持设计的MDA、EDA工程软件差距很大, 3维CAD、大型PDM基本上采用国外先进软件, 不是短期可以赶上的。EDA软件的差距更大, 还看不到希望。

应用中有相当水平的，如基于网络的协同设计、制造中解决**互联、互通、互操作**的技术和应用。

美髯公企业e化平台



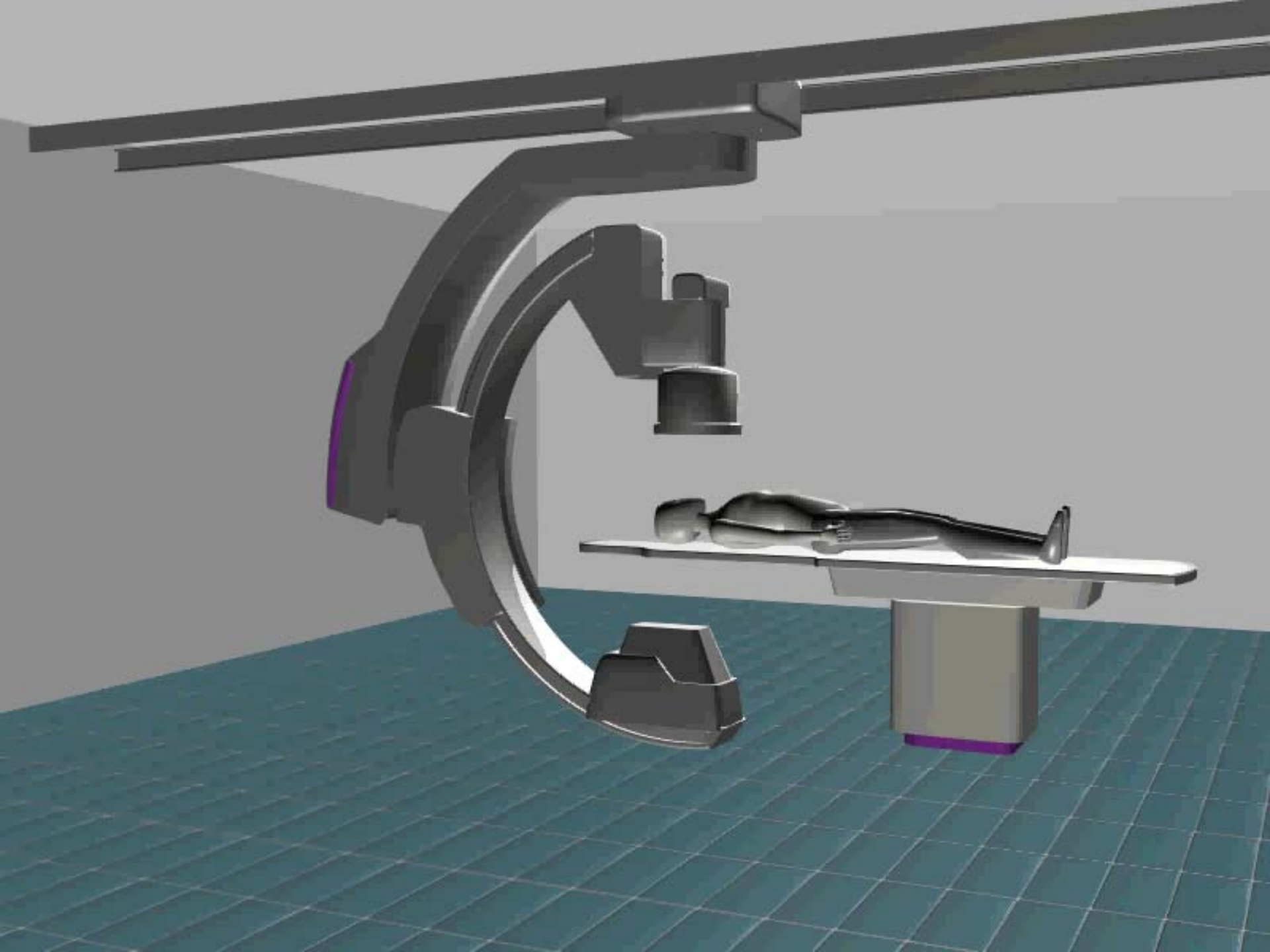
万东医疗

- 基于平台，利用清华ADAMS、虚拟装配等资源异地协同开发了新一代医用心血管造影介入治疗系统CGO-3000，性能达到并局部超过了当前国际同类产品的技术指标。
- 原产品CGO-2000价300万元/台，新产品600万元

产品型号	CGO-3000	PHILIP同类产品	GE公司的LC+型C形臂系统
旋转造影速度	40°/s	30°/s	35°/s
绕水平纵轴转动角度	范围 ±120°	范围 ±90°	范围-117° ~ +105°
C臂绕水平横轴转动	-45° ±50°	±90°	-50° ±45°

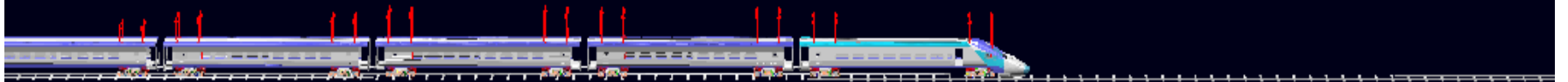


CGO-3000 血管造影及介入治疗系统

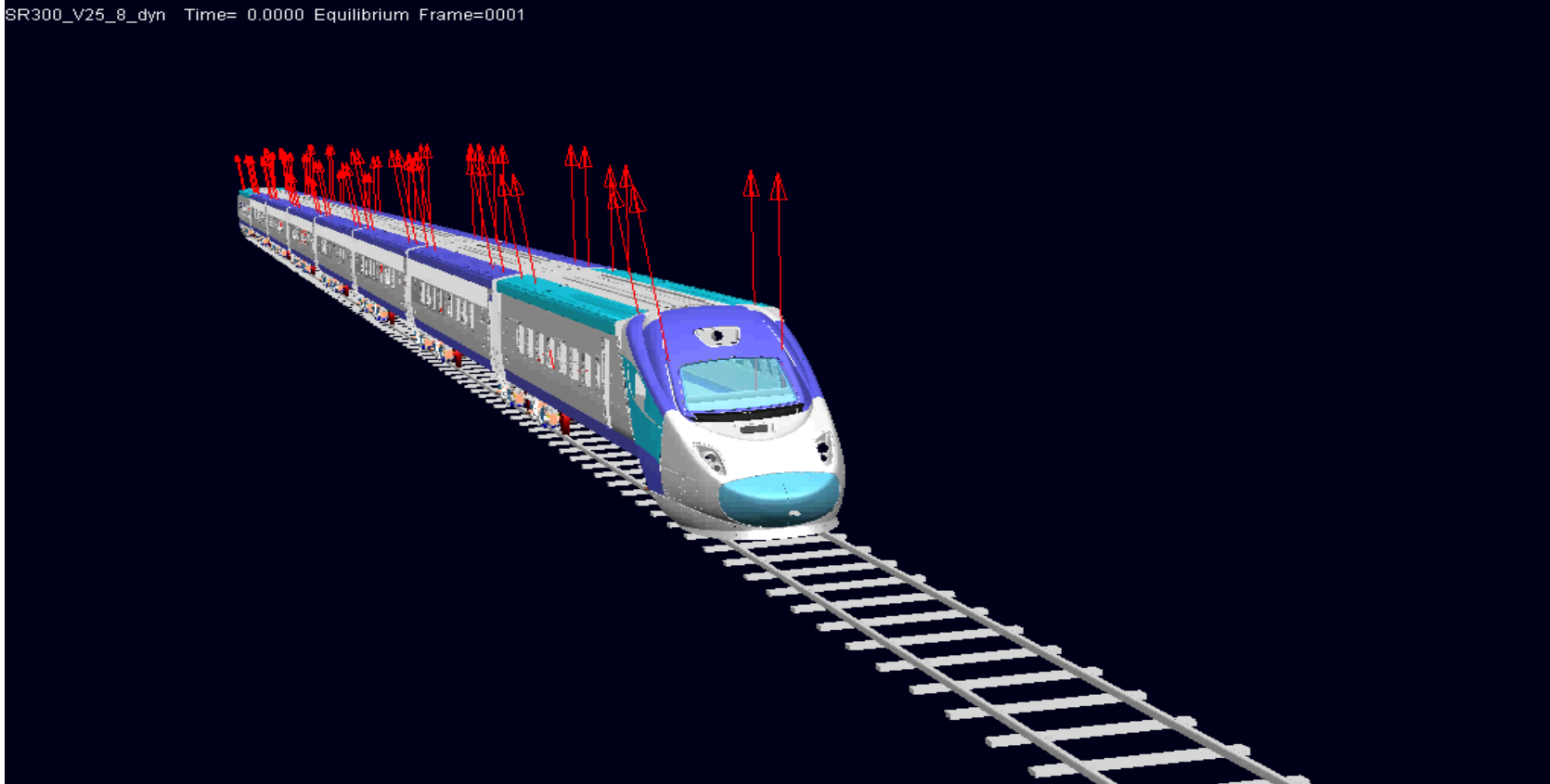


这样的技术，在“大飞机”、“高速轨道交通”等重大项目中会得到应用，代表了我国产品设计自动化、信息化技术的新起点。

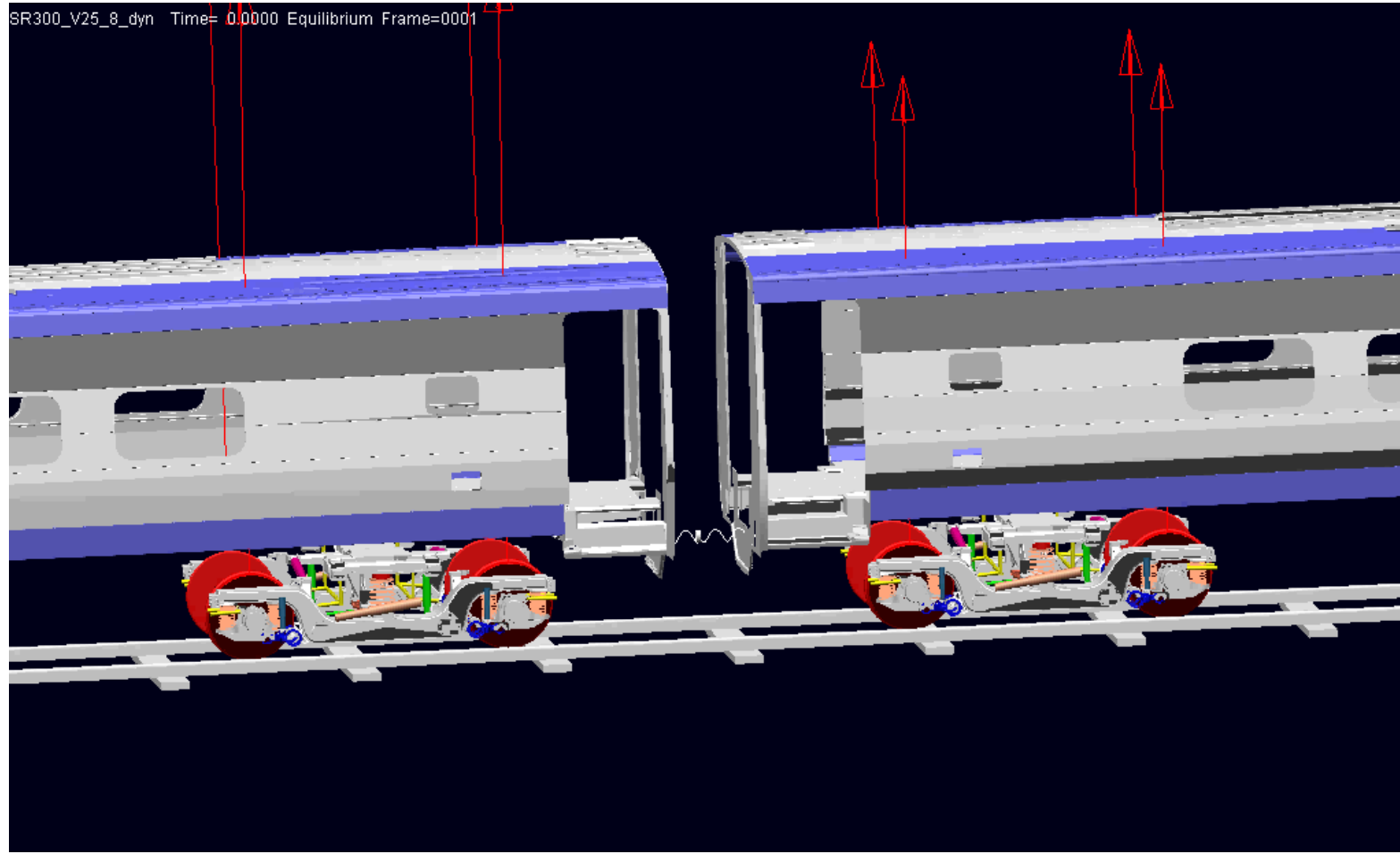
SR300_V25_8_dyn Time= 0.0000 Equilibrium Frame=0001

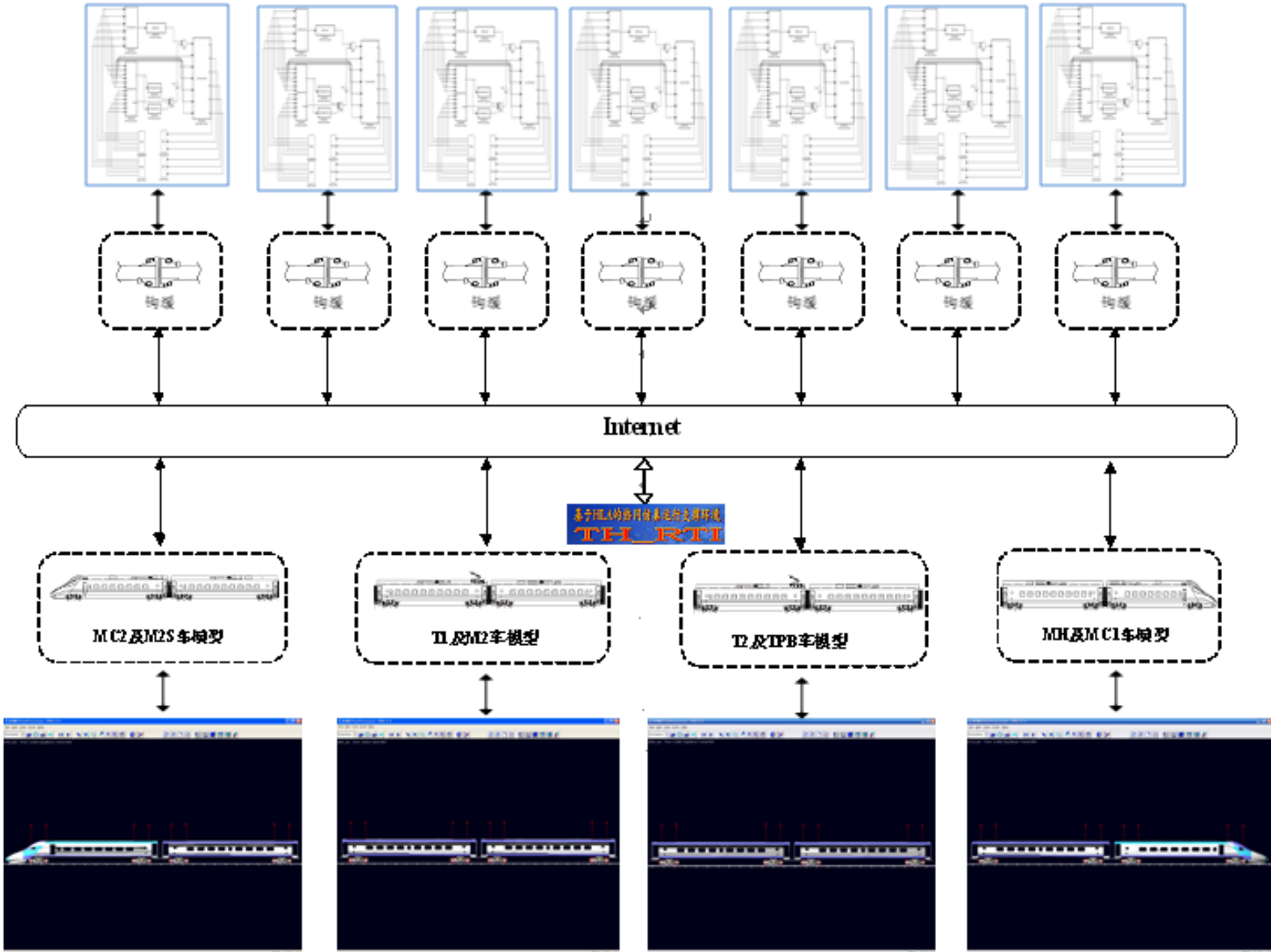


SR300_V25_8_dyn Time= 0.0000 Equilibrium Frame=0001



SR300_V25_8_dyn Time= 0.0000 Equilibrium Frame=0001





Internet

基于PLA的列车仿真运行环境
THRTI

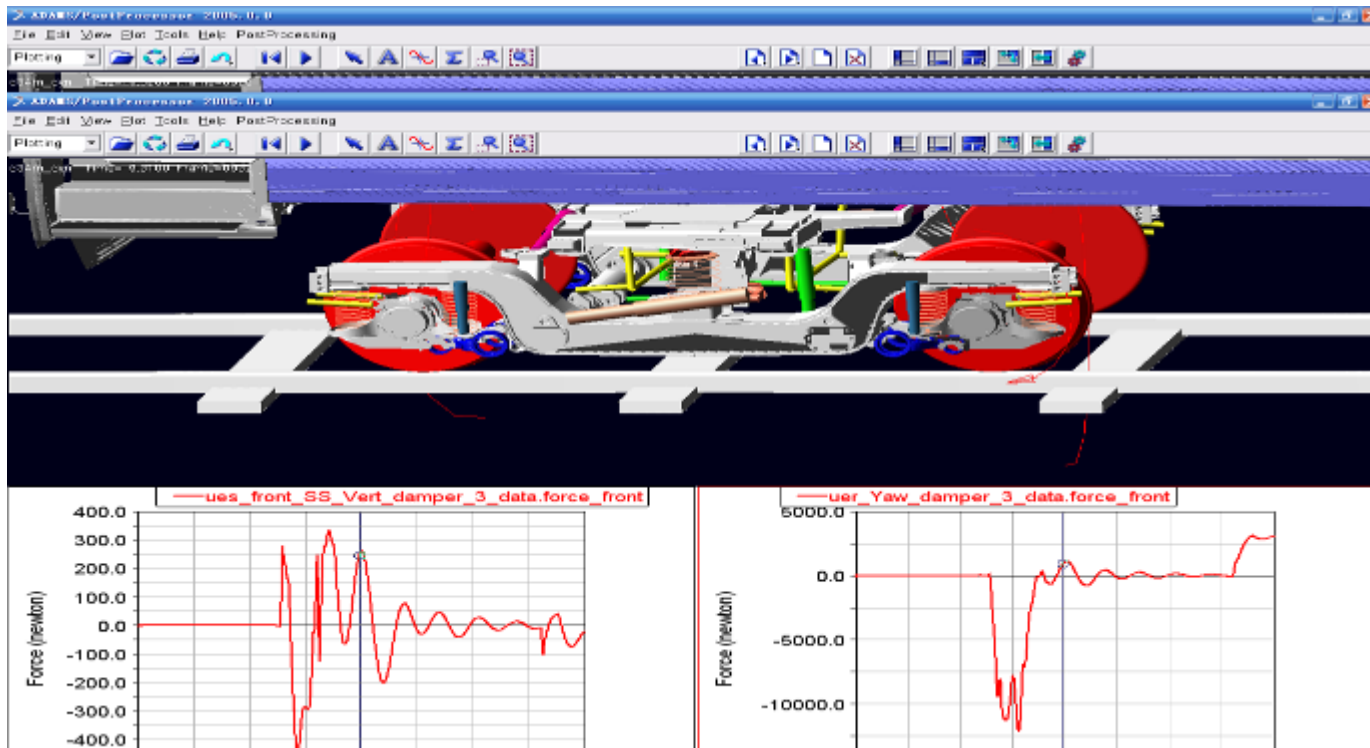
MC2及M2S车模型

T1及M2车模型

T1及IPB车模型

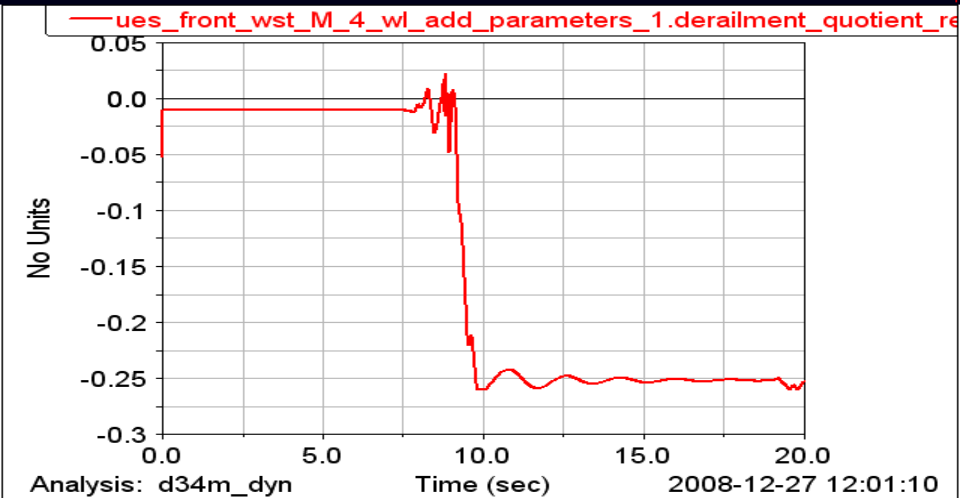
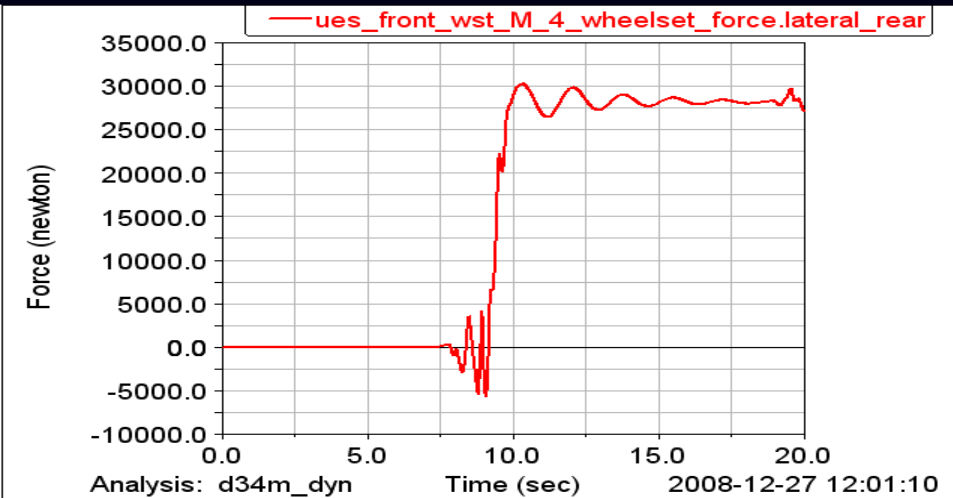
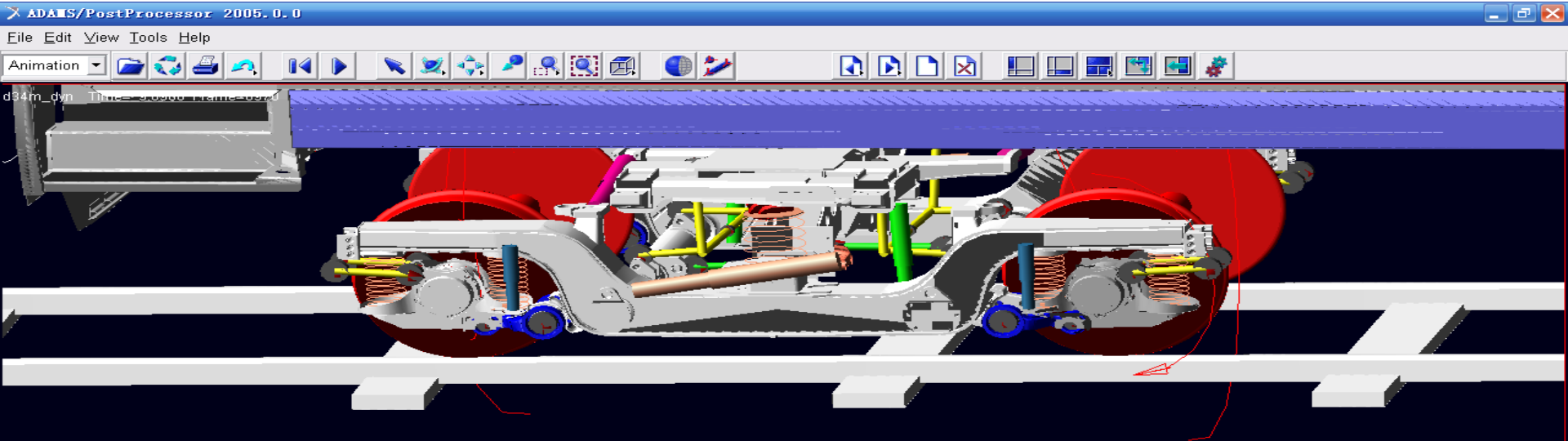
MH及MC1车模型

例子，高速轨道车辆，通过改变车厢悬挂系统一系、二系的弹簧刚度、阻尼器阻尼值等变量的值，进行多种工况下的仿真，得出不同工况下的舒适性指标、曲线通过性能、安全性指标（包括脱轨系数、减载率、轮轨横向力、轮轴横向力、倾覆系数）等

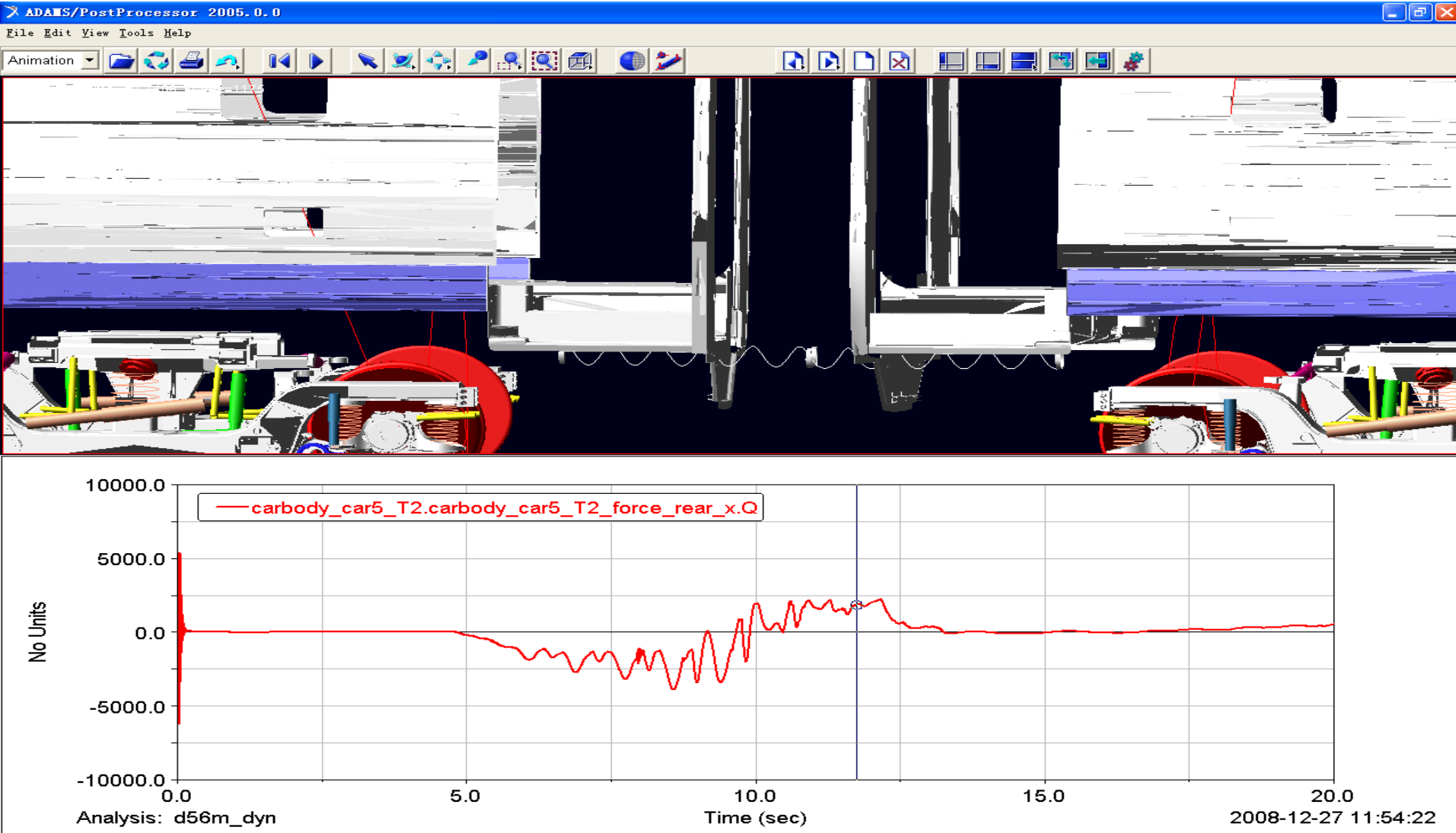


车二系悬挂垂向和摇头方向的阻尼力

车轮轴横向力和脱轨系数

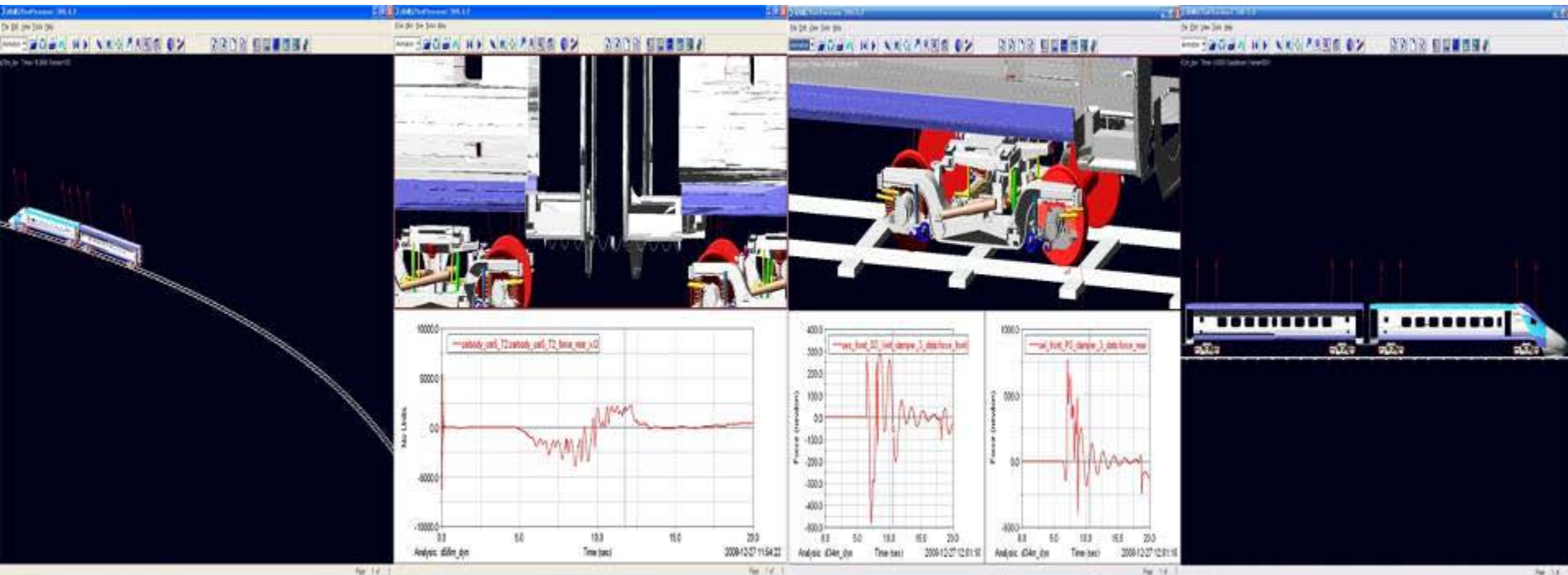


钩缓受力曲线



车辆过曲线的整体效果

全长1000m、曲线半径为300m、超高0.150m
无干扰的弯道上运行，考察动车组过曲线的
性能，如曲线通过半径、安全速度、脱轨系
数、减载率、轮轴横向力等



3) , 管理信息化

管理信息化是在网络、数据库基础上的应用软件，实现对“产、供、销、人、财、物”的现代化管理。软件技术的新概念、新技术发展很快，管理软件也在不断发展中。

中国的企业，只要有条件都采用管理软件，当然规模、水平差别很大。

管理软件，进入的门槛不高，国内都会做，从MRP-II到ERP、SCM、CRM等。

大型管理软件，市场多数属于几家外国大公司，如 SAP、ORACLE

国内的软件供应商，如金蝶、用友等主要用户是中小企业，大型集团公司的用户在增加中。

管理软件的柔性化有很好的技术进展和应用，这对我国管理软件的发展会有很好的作用。

由于用好管理软件与国情更密切，国内软件厂商的服务有可能更好。中国管理软件的前景可以看好。

但是，管理软件中的核心，数据库差距很大。

4), 控制设备与系统

对生产线、过程的控制、优化是信息化的重要内容之一。

数控系统是关键技术之一，可以说代表了装备制造业的水平。我国数控系统的“攻关”是从六五开始(1981)，“屡败屡战”。这些年有进展，如广州数控、华中数控。无论普及型还是高档数控都有重大的进步。关键是体制。数控系统是有希望的。

对于流程工业的设备、过程控制，国产的自动化控制系统DCS（集散控制系统），PLC，如浙大中控、和利时已从对中小企业开始为大企业提供成套装置。进一步发展有一定优势。如变量达到10万维的操作优化问题，有973计划的支持，开发了国际先进水平的多种算法，是相应技术的核心技术。

现场总线控制系统开发与工业应用广泛。核心芯片还有差距。

5) ， 检测与自动化仪表

2007年，我国国产工业自动化仪表及系统共销售5000余万台（套），占有73%的市场份额，但**高端工业自动化仪表及系统的市场占有率不足15%**；

未来10年的发展重点：

在传感器方面，

如**新型传感器**（高档传感器、MEMS传感器、无线传输传感器以及生物传感器等）；

特种变送器（高可靠性、高稳定性、高安全性、高环境适应性要求的重大工程非常见变量的变送器）；

特种执行器（高压、高温、腐蚀、易爆、易燃等特殊要求，着重研制高精度特种执行器和相应的调节阀，以及高精度阀门定位器）；

成分分析仪器（气固液及多相流介质，研发高精度、长寿命在线成分分析仪器）。

在新型检测技术和装置，如

重大工程质量与安全在线检测控制及装备技术

新型机器视觉软测量和精微模识测控技术

利用多传感器信息融合技术研究施工作业中的安全检测与故障诊断

无线传感器网络的动态协同自组网方法与技术

6), 系统集成

异构是信息集成的主要问题。我国引进的各种硬件、软件商用产品和设备种类多,不少产品只是企业内部标准,这给集成带来困难。

863计划的CIMS主题从开始就把信息集成作为重点,我国没有采用当时的国际主流方案(MAP),效果更好。在此以后,我国企业的信息集成都是以此为基础。

我国企业信息化的集成：

基于PDM的局部集成， CAD/CAPP/CAM

基于PLM的企业集成， CAD/ERP/SCM/CRM

大型PDM、PLM软件平台都是引进的。

信息集成给企业带来明显效益，实施的企业逐步增加。



PLM平台

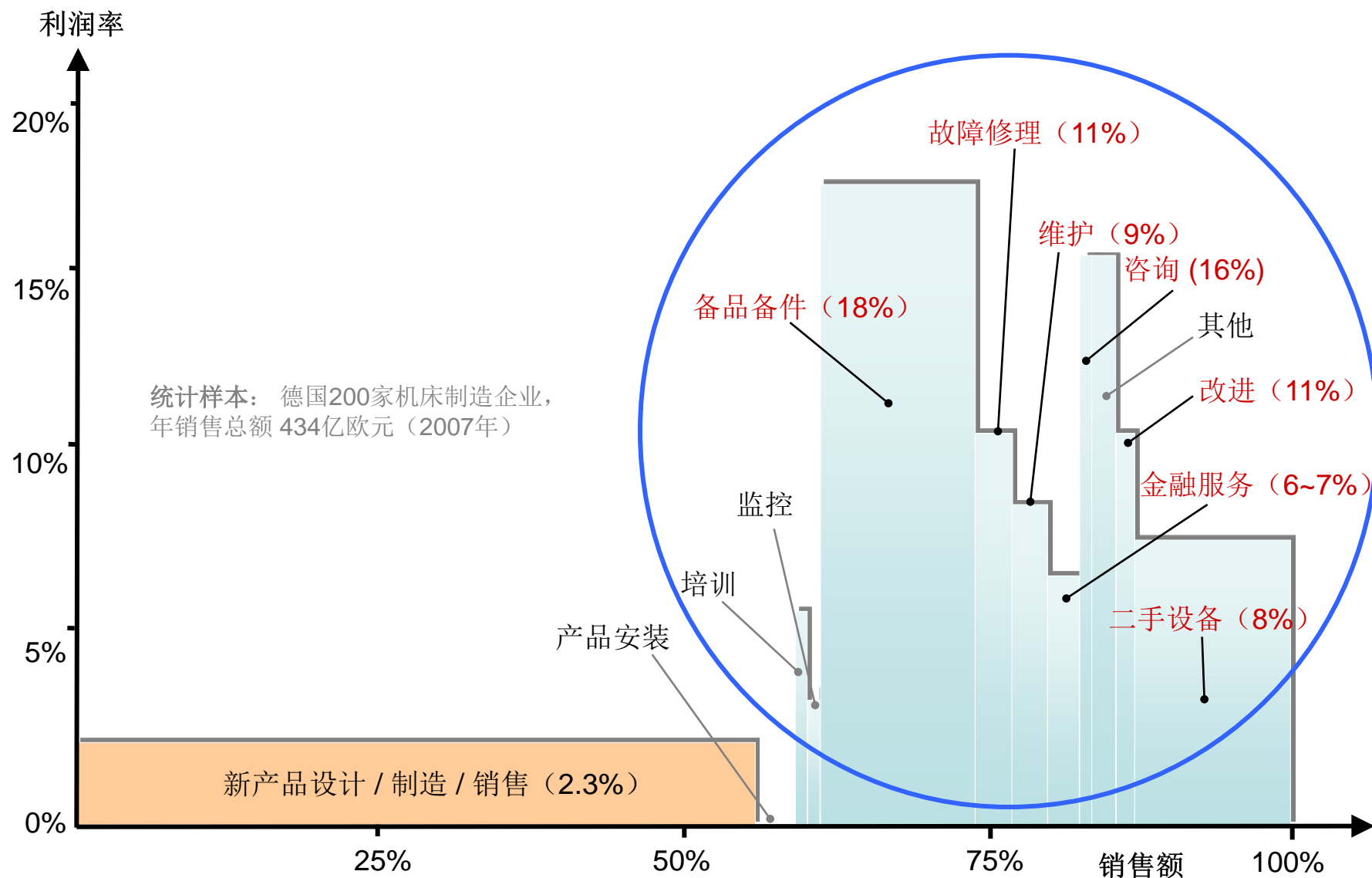


7)，服务信息系统

建立在互联网上的以服务为目的的信息系统已经渗透到了社会的各个方面，在国内除了极少数极贫困的地区，都采用了计算机并提供网上服务。

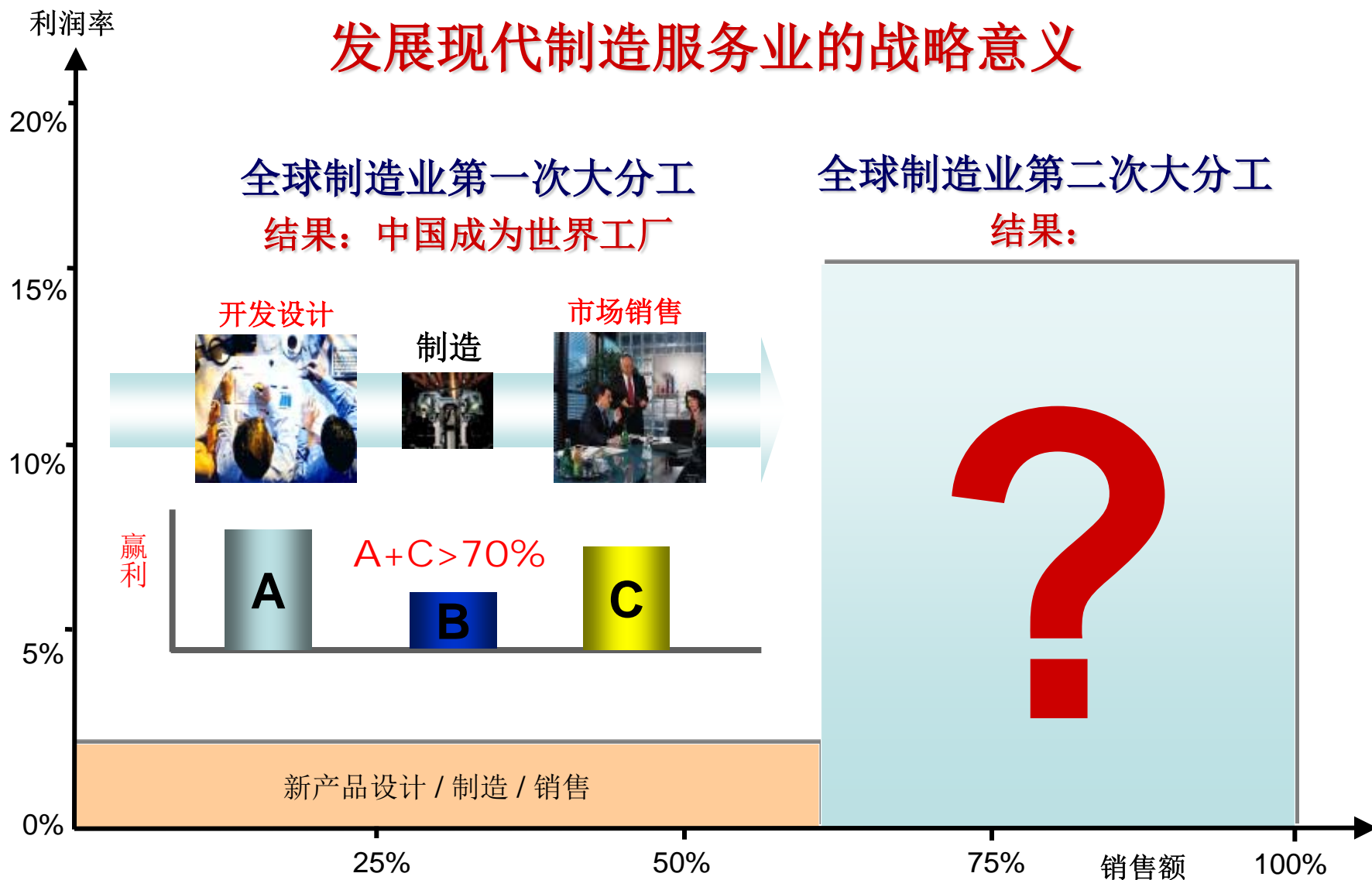
服务科学的提出是IBM，发端于美国竞争力委员会的国家创新计划（NII），是21世纪美国国家创新战略之一。

围绕产品的服务所产生的利润远远超过制造产品！





发展现代制造服务业的战略意义



一个例子，GE公司



A380 发动机GP7200

大家可能不知道的事实

■ 美国GE公司是全球最大的飞机租赁企业，共有1,239架飞机和290亿美元飞机贷款及租金。

■ 美国GE公司、美国商用飞机租赁公司航空资本集团、美国飞机投资集团国际金融租赁公司占据了我国航空租赁市场90%的业务。未来20年内我国航空飞机租赁市场将会高达7500亿元人民币。

■ 中国商用飞机有限责任公司2008年11月4日与美国通用电气金融航空服务公司（GECAS）签署25架ARJ21-700支线客机购机协议。GECAS计划将这些飞机租赁给中国国内的航空公司，用于国内航线（注：GE公司为ARJ21飞机供应发动机）。

	公司标志	中文常用名称	总部所在地	主要业务	营业收入 百万美元
1	 沃尔玛	沃尔玛	美国	一般商品零售	378,799
2	 ExxonMobil	埃克森美孚	美国	炼油	372,824
3	 皇家壳牌石油	皇家壳牌石油	荷兰	炼油	355,782
4	 bp	英国石油	英国	炼油	291,438
5	 TOYOTA	丰田汽车	日本	汽车	230,201
6	 Chevron	雪佛龙	美国	炼油	210,783
7	 ING	荷兰国际集团	荷兰	银行	201,516
8	 TOTAL	道达尔	法国	炼油	187,280
9	 GM	通用汽车	美国	汽车	182,347
10	 ConocoPhillips	康菲	美国	炼油	178,558
11	 DAIMLER	戴姆勒	德国	汽车	177,167
12	 通用电气公司	通用电气	美国	多元化	176,656
13	 Ford	福特汽车	美国	汽车	172,468

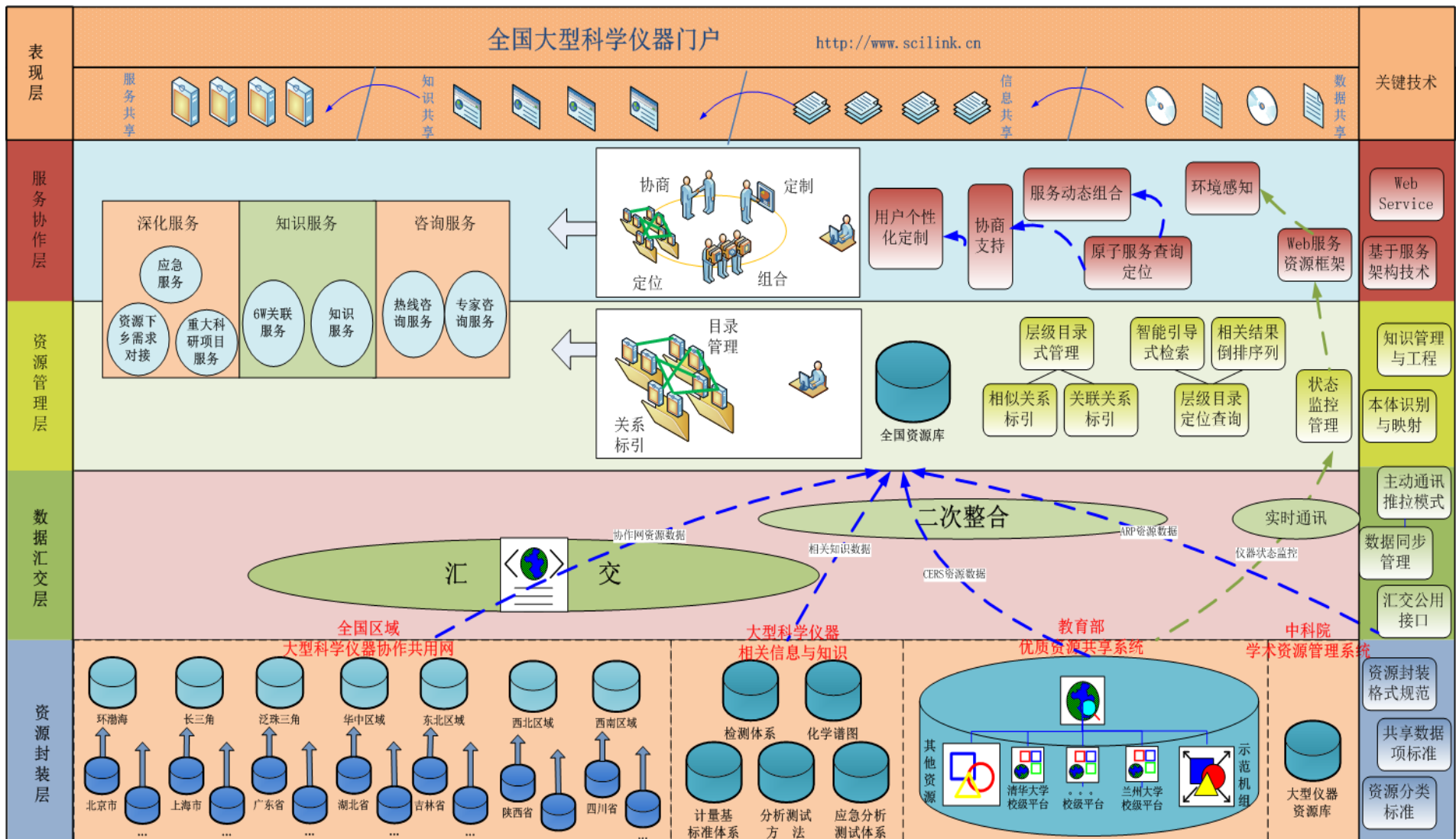
在国内，服务信息系统应用非常广泛

例如，生产性服务(现代物流等等)、众多的金融服务信息系统等，还有面向公众的服务。
如：

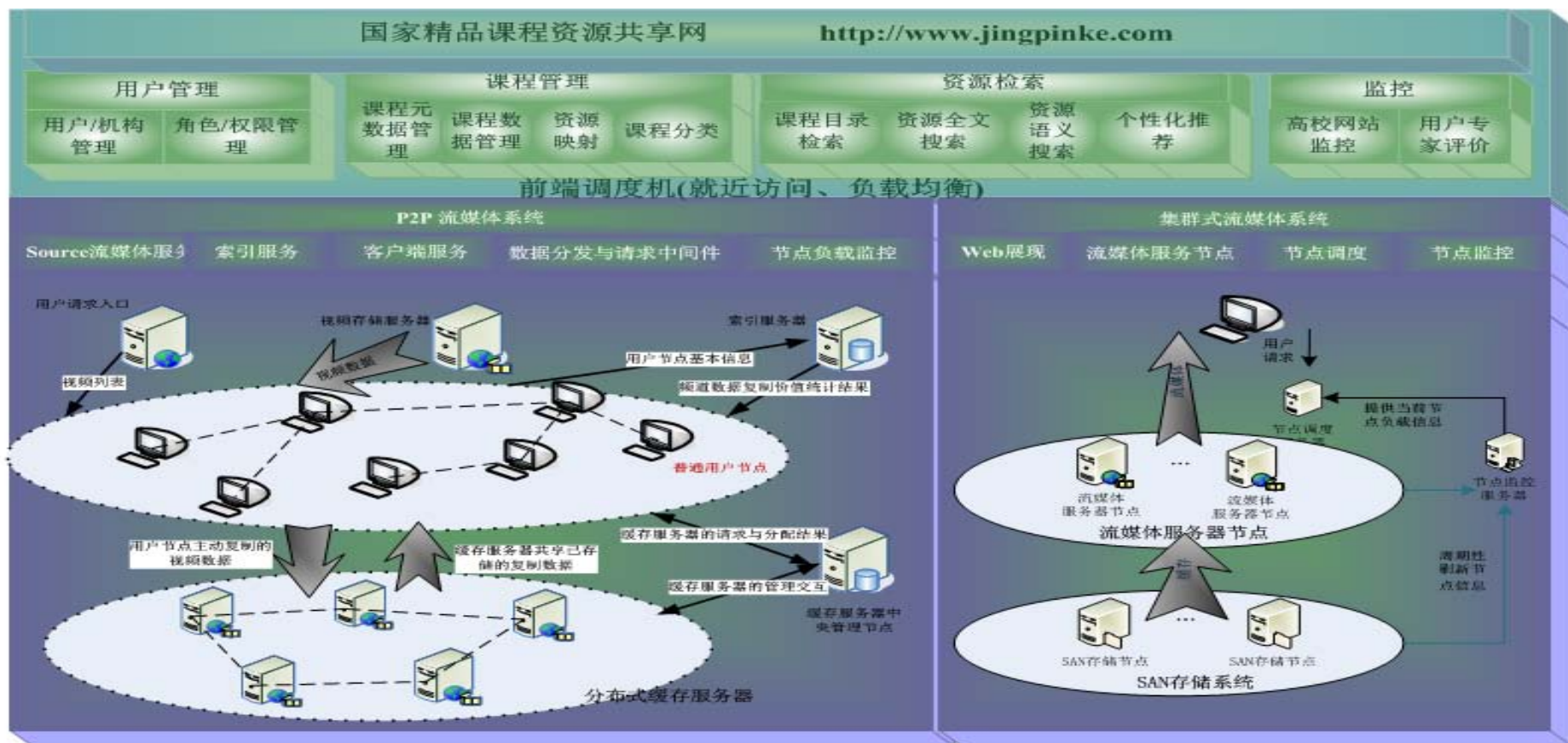
- 数字图书馆
- 全国大型仪器设备共享系统
- 全国4000门精品课集成系统
资源库分布在北京、武汉、杭州.....
内容搜索
流媒体服务器
主动服务
网格技术

用户可以得到透明的服务，试验期间几十万次/日

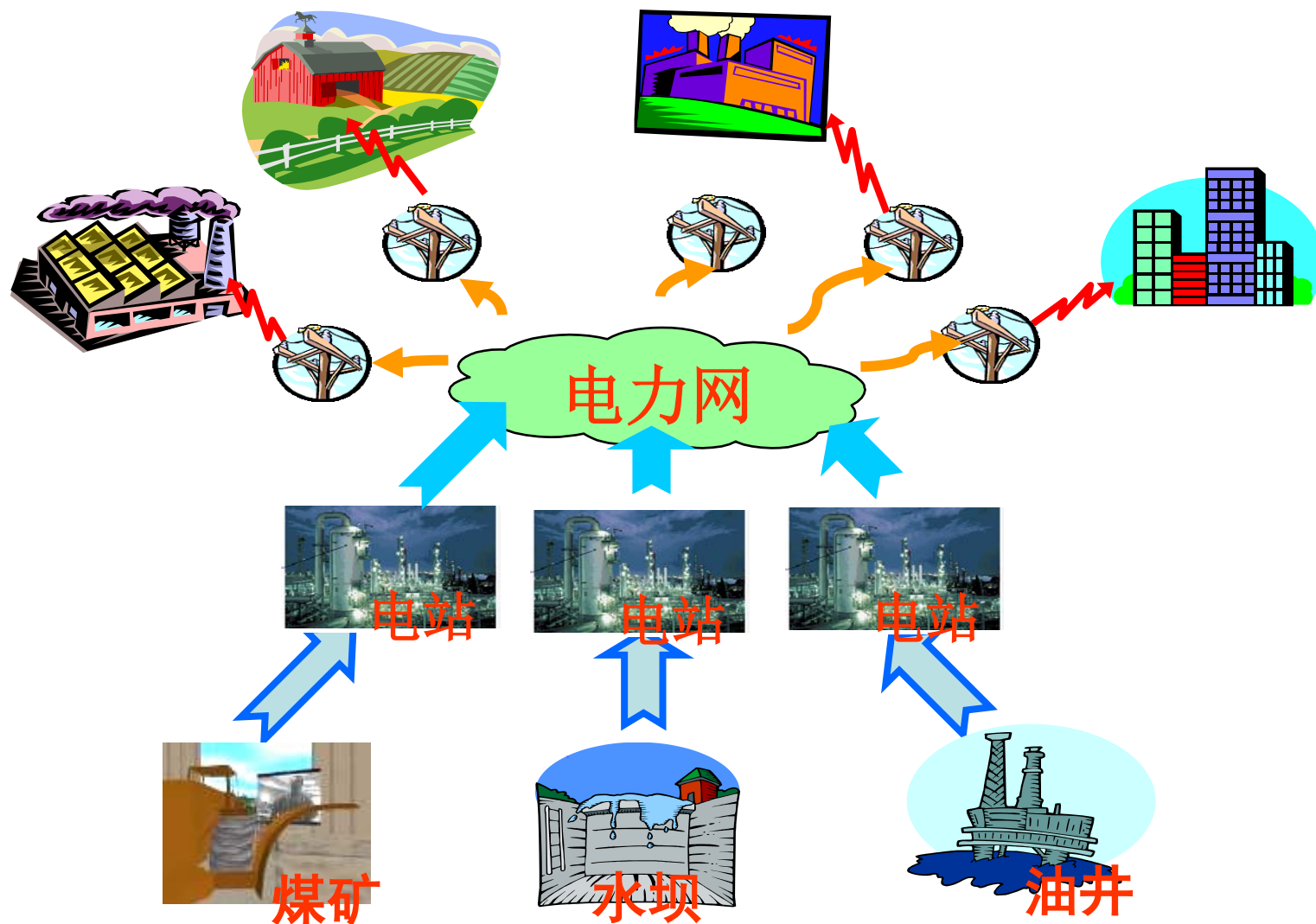
全国大型科学仪器资源整合与共享



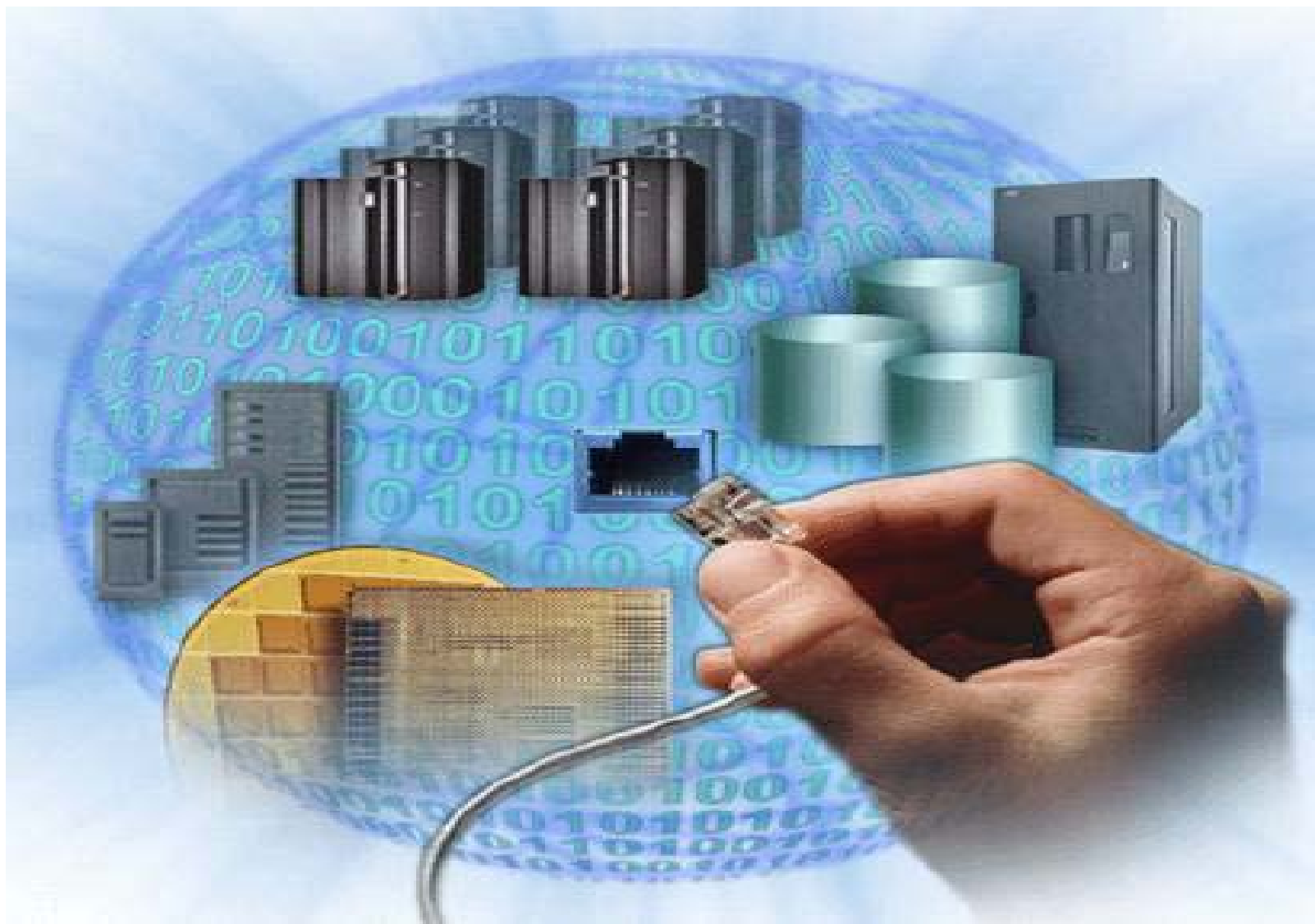
云计算模式的国家精品课共享系统



开始思路来自网格,而网格的思想来自电力网



对用户透明,云计算也是如此



8), 节能减排中的信息技术

我国炼制每吨原油平均综合能耗为87.1千克标油，发达国家炼制一吨原油的综合能耗为53.2千克标油；我国乙烯综合能耗为720千克标油，而国外先进水平为500千克标油；我国水泥工业电耗指标为100KWh/吨，而发达国家为85KWh/吨。减排的任务更为严重，SO₂、CO₂等的污染居高不下。

重大工程实现节能减排一般有三条途径：

- 1， 采用绿色化的工艺设计技术，
- 2， 通过生产工艺的技术改造，
- 3， 采用先进控制和优化技术。

对于现有的重大工程和生产装备，节能减排最有效的办法是先进控制与优化。

一个节能减排的例子：某印染企业

按国际产品对环保的不同标准的要求，

- 采用QFD(质量功能配置)分解到各个生产环节的不同工艺要求及其参数，
- 用MES(制造执行系统)实施生产过程的控制，
- 取得明显的节能减排效果：

项目技术指标	项目实施前	项目实施后	改善比例
产品合格率	75%	96%	28%
万米水耗(m ³)	280	208	35%
万米电耗(kwh)	1800	1320	36%
万米用蒸汽(t)	26	19.1	36%
万米废水排放量(t)	250	173	45%

2008年1-4月生产印染布0.3亿米,直接节约能源及排污费506万元

信息化实践涉及的一些基础研究问题

主要是有关“复杂性科学”中的一些问题

1) , 计算复杂性(computational complexity):

生产制造系统中的典型调度问题 - job-shop调度问题

n 个工件在 m 台机器上加工, 在约束条件下, 如何实现最优排序使机器利用率最高? 准时完成订单的比例最高? 零件排队时间最短?

利用数学排列与乘法规则的定义, 该 job-shop 调度问题可能的排序方式共有 $(n!)^m$ 种。

“指数爆炸”、 “维数灾”。

现有调度算法中:

机器数 <2 , 有解析解

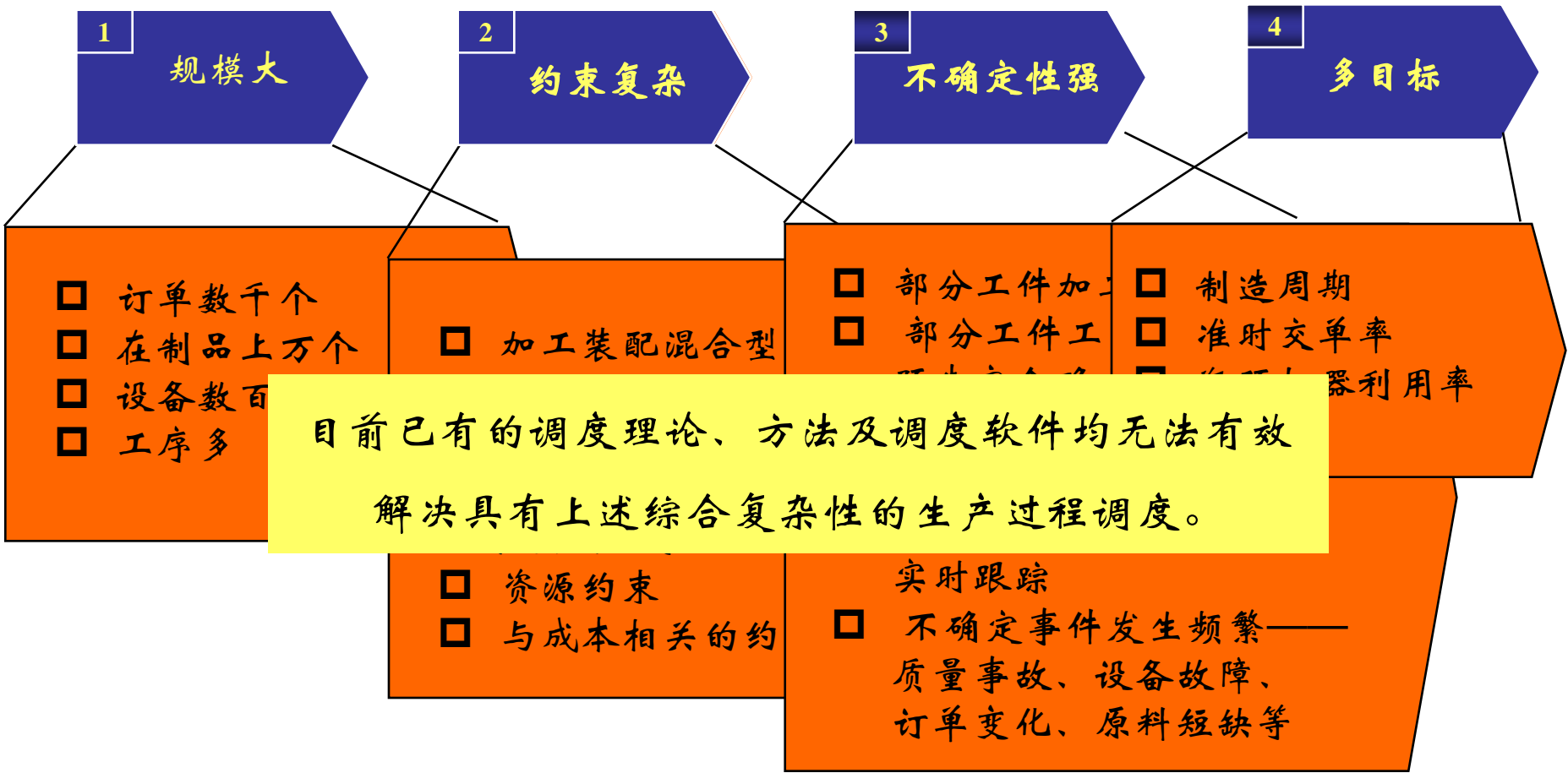
对于中小规模 (规模不大于 20×50) , 智能算法成熟;

规模增大、解空间指数增长;

现有算法无法解决实际大规模问题。

一个案例 —— 纺织企业复杂色织生产过程

大中型企业的生产过程是大规模复杂生产过程，属于典型的大规模复杂系统优化问题 (NP难题)



算法是MES的核心，与ERP集成。

项目实施效果：

- 色织布生产周期由**60天**降为**30天**，大大低于行业平均水平
- 准时交单率由**50%**提高到**90%**
- 主要设备利用率由**80%**提高到**99%**
- 客户满意度由**79%**提高到**98%**
- 产品质量大大改善：
 - a) 百码评分率由**33**降到**14**
 - b) 染色一次命中率由**60%**提高到**94%**
 - c) 高档纯棉色织布的比例从**40%**增加到**60%**，
产品结构明显改善

2) , 综合复杂性下的控制问题

所谓“综合复杂性”指：生产制造过程有非线性、强耦合、大时滞、不确定性等多个因素同时存在，并且有多种约束、多个控制优化目标的问题。

研究控制结构

多模型的控制优化

智能方法

例子，一个金矿选矿过程的控制、优化

3), 超大规模优化问题求解

比如, 十万维以上变量的操作优化问题, 是大型乙烯生产过程的关键问题,

海量、多输入/多输出(维数可达数十维)、多类型(数值变量、符号变量)、强耦合、非线性、不确定等特征的复杂模型的知识表达方法、输入变量的约简方法、混合模式自动微分、稀疏存储策略等。

4), 服务科学中的问题

当前的信息化基本上是用一种静态的观点去分析和综合的。而企业却是在一个动态、多变的环境中生存和发展的。“计划跟不上变化”，这是许多信息系统，特别是应用软件失败的原因。在世界上比例相当高。

企业(包括其它服务类型)的信息系统都是通过软件来实现的，SaaS (Software as a Service) 作为一种新型软件服务形式正在兴起。

面向服务的计算：信息资源最大化共享与服务；
分布协同的作业方式；以信息服务为中心的组
合型软件生产方式；开放信息系统，计算生态学...

面向服务的软件生态的一些基础性问题:

- ◆ 软件生态环境的架构问题(足够的灵活性又足够的“坚固”)
- ◆ 信息资源的组织与服务匹配(语义鸿沟)
- ◆ 信息资源的高效服务问题
- ◆ 复杂适应系统理论 (sfi: cas, complex adaptive systems)

.....

5, 结束语

- “工业化和信息化融合发展”是一个相当长的发展阶段，信息化、自动将起到重要作用。
- 我国的信息化及自动化技术还有很长的路要走。在应用面的成绩很大，水平也不错。基础技术面还较薄弱。这些正是下一个30年中国高技术发展和理论研究的空间。
- 信息技术、自动化技术及其产业化有很好的发展前景。要注意工业化的新需求、集成、生产性服务、节能减排等可能新的技术增长点，注意软件技术的新趋势，还可能需新的思维（交叉、基础...）使我国的自动化、信息化相应学科走在世界前列。
- 与30年前相比，起点高了许多，实力强了许多，一个“创新已经深入全民心中的大国”，其后发之势将会令世界更加惊叹。

谢谢，欢迎指正！