


制造智能化过程中MES未来发展 趋势的思考



上海宝信软件股份有限公司
丛力群 博士、CTO

2013年 8 月 7日

1

制造业现状与MES

2

新需求与MES的发展

3

智能制造中MES的核心作用

4

智慧型MES关键技术

5

结束语

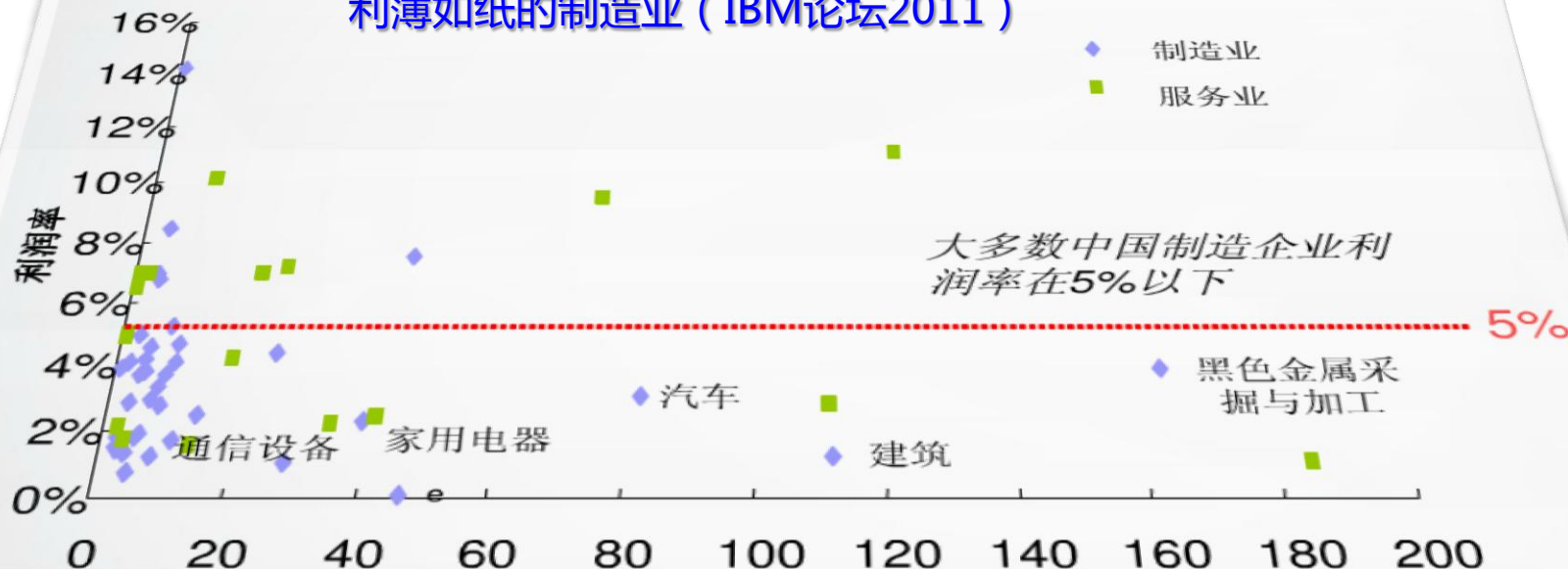


1、制造企业所面临的市场竞争的巨大压力

用户
要求
日益
提高

- 按订单生产成为企业生产的常态；客户对产品的质量要求越来越高，合同的交货期也越来越短。所以，如何最大限度地满足用户的特殊加工要求，如何把握合同的进度、实现按期交货，成为争取客户的一个重要因素。
- 客户对产品的品种、规格需求越来越多样化，企业必须具备灵活的调整计划和调度生产的手段，实现敏捷制造。
- 激烈的市场竞争导致产品价格不断降低，利润空间越来越小，从而迫使企业必须增强内在素质，以降低生产成本。

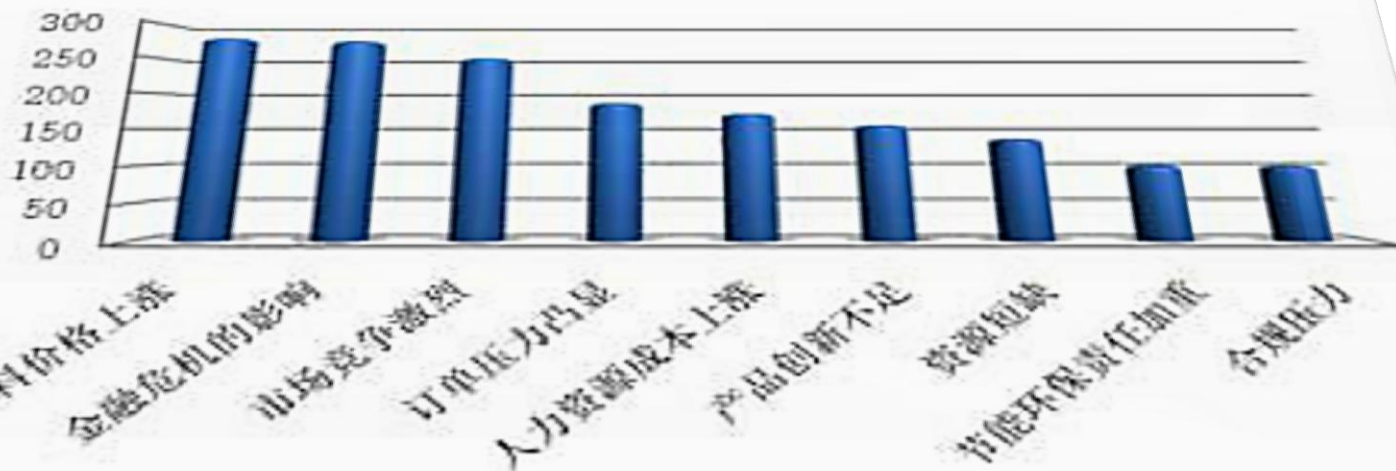
利薄如纸的制造业 (IBM论坛2011)



2、制造企业转型面临瓶颈

制造 管理 成为 瓶颈

- 制造现场的生产情况不透明，无法保证客户的订单交货期；
- 产品质量不稳定，操作结果因人而异；
- 无法掌握生产现场实际执行的情况，不能动态的对计划做出调整；
- 生产计划改变时应对不及时，协调困难；
- 多数企业还停留在靠经验指挥生产、靠手工传递生产命令、生产数据单据、质量信息单据的方式组织生产；
- 生产现场的绩效衡量困难，被考核者完全无法控制考核绩效情况；
- 企业管理决策缺乏充分的依据，只能进行粗放式管理。



3、新的经营环境对制造管理的新要求

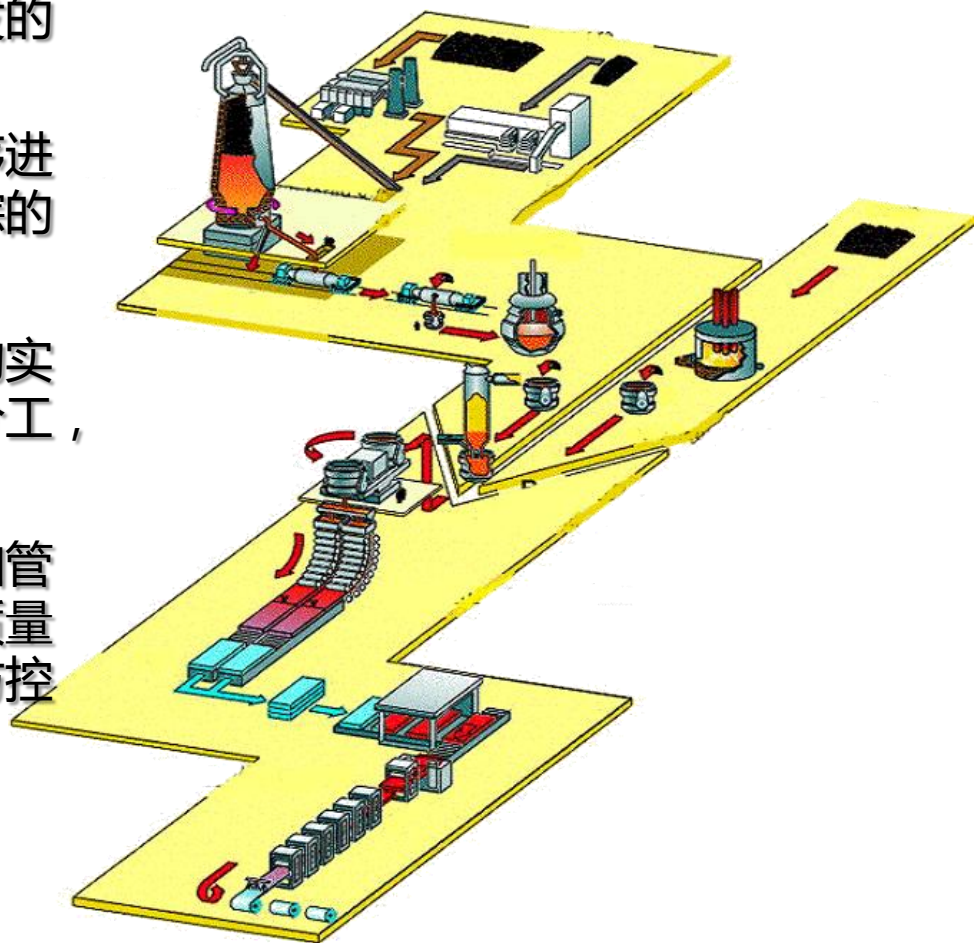
行 业	经 典 MES	新 的 要 求
半导体	复杂路由导引，资源配置，质量控制，在制件跟踪，等	<ul style="list-style-type: none">• 可视化• 分析/决策支持• 协同制造• 业务系统同步• 关键性能指标KPI• 管理变更• 信息安全• 制造过程历史记录
制药	遵从法规，质量控制（直接和强制生产控制），批量电子记录，责任人电子签名，等	
连续流程	所有单元装置的集合： 优化、历史数据和历史趋势、先进控过程制、等等	
复杂 离散制造	流程各个装置的集合优化，先进过程控制，历史趋势记录等	
汽车 (整车)	CAPP，质量控制，资源（操作人员、工作展、工夹具等）调配，在制件跟踪，追溯，工单下达，NCR分辨，等	
汽车 (零部件)	报警的可视化，生产线控制和广播，零部件供应的顺序安排，等	

企业面临不断变化的动态环境，因而更关注信息的实时性和信息的同步。



4、要构建实时化、可视化、敏捷化的MES

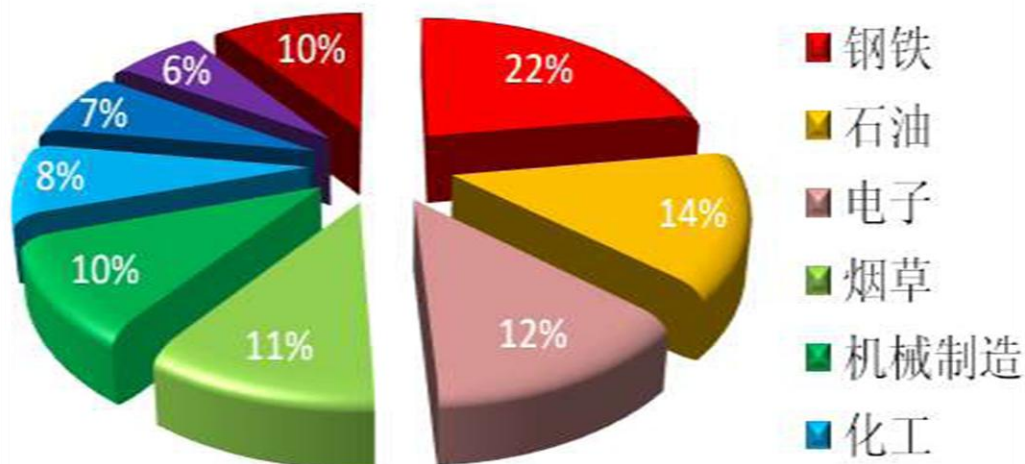
- ❑ 基于实时数据支持的现场管理体系；
- ❑ 对现场设备实时监控、动态事件触发的敏捷制造体系
- ❑ 规范各种流程作业、对前后关联工序进行一体化管理、对制造履历进行追踪的体系
- ❑ 形成以计划为龙头，以实绩为反馈的实时闭环系统，与周边系统进行协作分工，构造协同制造的体系
- ❑ 构建按客户合同组织全过程的生产和管理，实现从原料到产品的全程一贯质量管理、对生产成本的实时动态管理与控制的管理体系



5、MES在国内外发展的总体状况

- ❑ 在发达国家已实现产业化，其应用覆盖离散与流程制造行业领域，包括：半导体、电子、机械、航空、汽车、医疗、食品、酿酒、石油、化工、冶金等，并给企业带来了巨大的经济效益，对生产管理界也产生了深远的影响。
- ❑ 在国外很多行业应用中并不严格区分MES和ERP的功能界限，它们整体构成企业制造管理系统中最核心的部分；
- ❑ MES仍然是提高行业制造整体水平的重点研究领域；
- ❑ 目前我国应用MES的企业多集中在钢铁、石化、烟草等自动化程度较高的流程行业，离散等行业应用的企业相对较少。

中国MES应用的行业分布



6、我国MES发展目前还存在一些问题

□ MES体系不完整、标准不完善

- 国内还没有一个统一的**MES实施标准**，各企业MES的功能架构各异；
- 企业如何来组织力量推进实施、做哪些必要的准备、以及如何来评判MES产品实施的效果等；
- 对企业来说，上MES项目还存在着一定的**风险**，面临诸如：产品质量、实施能力、服务水平，选型、厂商价格等一系列问题。

□ 产品成熟度还不够

- 成熟的**MES产品**不多；
- 底层基础自动化程度不高影响了MES的应用效果

□ 智能化程度不高

- 现有MES大多**只提供了一个替代经验管理方式的系统平台，没有建立面向产品设计与制造一体化的知识库支撑体系**，使得在当前绿色制造背景下，如何高效地利用不可再生能源与生产设备资源；
- 缺乏通过智能传感器、虚拟仿真、智能优化模型库等对千变万化的制造过程进行**优化调控的手段**。

因此，实现智能制造是我国MES今后的发展方向



1

制造业现状与MES

2

新需求与MES的发展

3

智能制造中MES的核心作用

4

智慧型MES关键技术

5

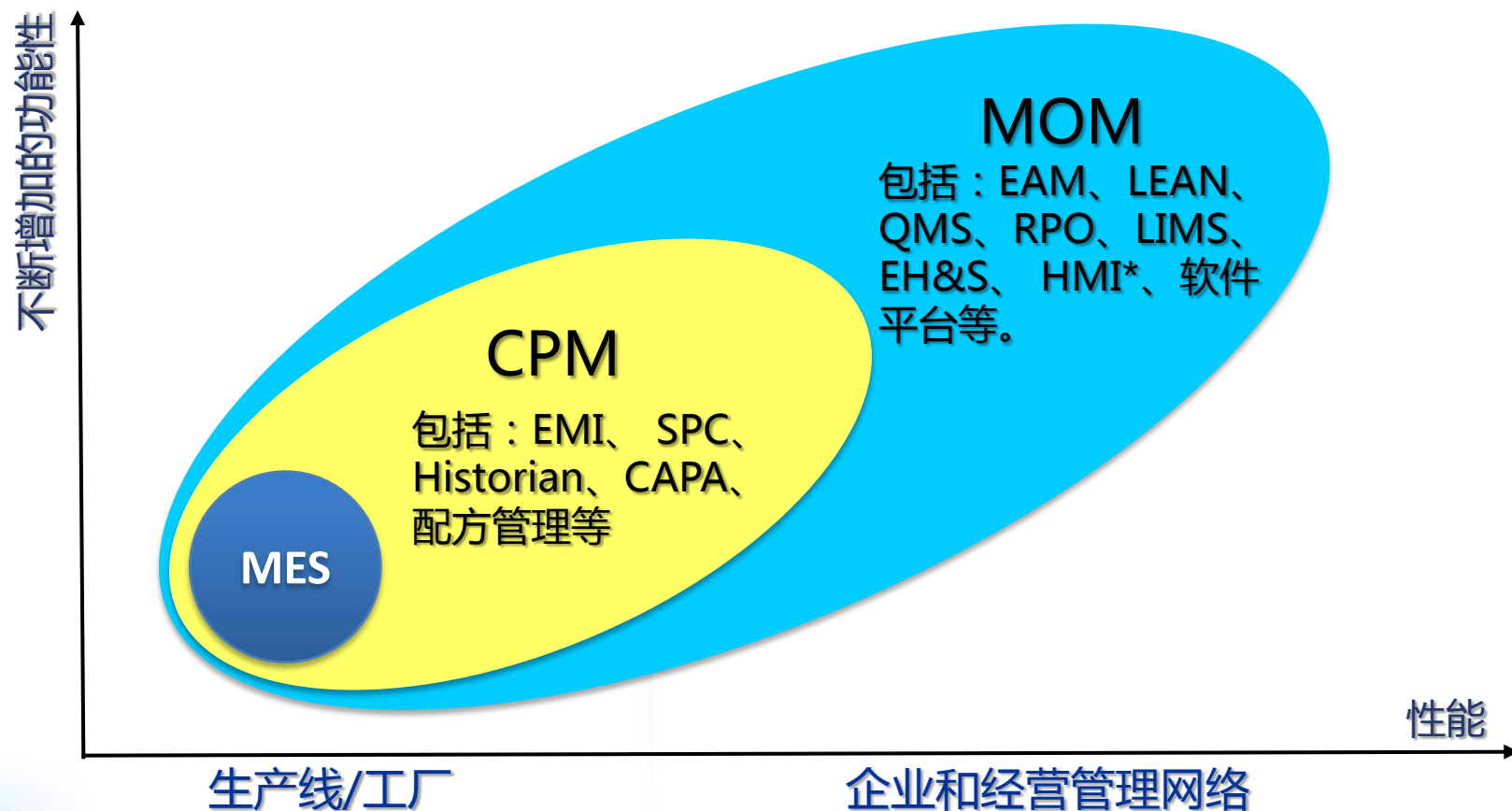
结束语



二、新需求与MES的发展

SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

1、制造企业的需求远超过传统MES的应用



MOM : Manufacturing Operation Management (制造运营管理)

C P M : Collaborative Production Management (协调生产管理)

2、企业制造运营管理（MOM）所面临的问题

- ❑ 通常，制造企业都拥有多个从不同IT公司采购来的独立开发的软件系统，这些软件都有自己独特的理念、青睐的供方以及专门的系统；
- ❑ 为了保持设备正常运转，企业需要花费大量时间和精力去处理、传达和交换信息；
- ❑ 在这个充满竞争和压力的商业大环境下，这样的低效做法是无法容忍的；
- ❑ 在每一个分站点增加更多新的应用程序只会使事情变得更糟糕。
- ❑ 于是一些业内领先的生产商开始着手建立**OMP**来应对这些问题。

OMP：运营管理平台
(Operation Management Platform)



二、新需求与MES的发展

■ SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

3、MES纳入运营管理平台OMP

- 诸如此类的要求和变化今后还会不断出现，于是在MES继续发展和进步的道路上当务之急就变成了应该建立怎样的机制，来适应在不同背景下发展起来的工业软件，如何**将这些存量的软件资产功能整合在同一个运营管理平台**上。
- ARC提出了运营管理平台（OMP）的解决方案。它强调用**协同制造的理念**将生产运行与关联的其他管理系统建立更紧密的耦合，使之能反映制造企业需要在其内部更集中，与客户和合作伙伴之间需要更灵活、更赋有责任的理念。
- 实际上**OMP是一种理念和架构**，为开发符合现代企业运营要求的综合信息化系统提供一个新的思考方式。



4、OPM的核心理念与灵活性

- OPM强调**生产运行需要与企业的与生产有关联的其他管理软件和系统有更紧密的耦合**，用协同制造的原理将它们整合和扩展在一个平台上，使之能反映制造厂需要在其内部更集中，与客户和合作伙伴之间需要更灵活、更赋有责任的理念。
- OPM系统首先关心的是**协同的对象**，系统可以包括或不包括MES系统、ERP系统或它们的功能模块子系统。
- 正是由于这种可伸缩性和可扩展性，使得OPM系统具有很强的适应性，使得做OPM工程不必一蹴而就，可以采用逐步积累的方式。
- 这种模式很适合中国市场的需求，可以使用户在看到效益或赢利后逐步追加内容。



二、新需求与MES的发展

■ SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

5、OMP可以规范和统一多种工厂IT软件的环境

- 建立OMP平台的目的在于，**规范和统一多种工厂IT软件的环境。**
- 能够提供**可视性**以及**企业决策支持**。
- 涵盖生产商所需要的所有功能，并且将生产的方方面面统一起来，包括价值链、生产生命周期以及价值生命周期。
- 还能够**将单个或多个工厂系统纳入商业流程**中，优化生产性能，实现公司目标



6、实施OMP带来的利益

- OMP的运用，使生产商既能对每间工厂实施流程改进，又不会对他们的运营决策受到等级制度、地域不同、部门差异以及运营方式差异造成的影响；
- 既能控制花在系统维护和应用上的费用，又能获取更多信息以及商业支持以面对日益复杂且充满竞争的环境。
- 具体在商业上可为生产商带来以下多项利益：
 - ⊕ 平台的各个部分能够形成互联，从而优化了工厂运营流程和系统
 - ⊕ 能够管理工厂运营流程与企业级运营流程之间的接口
 - ⊕ 采用多种方式支持互联，管理分散在各地的生产设备以及外包型生产运营方式



二、新需求与MES的发展

SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

7、OMP的功能架构



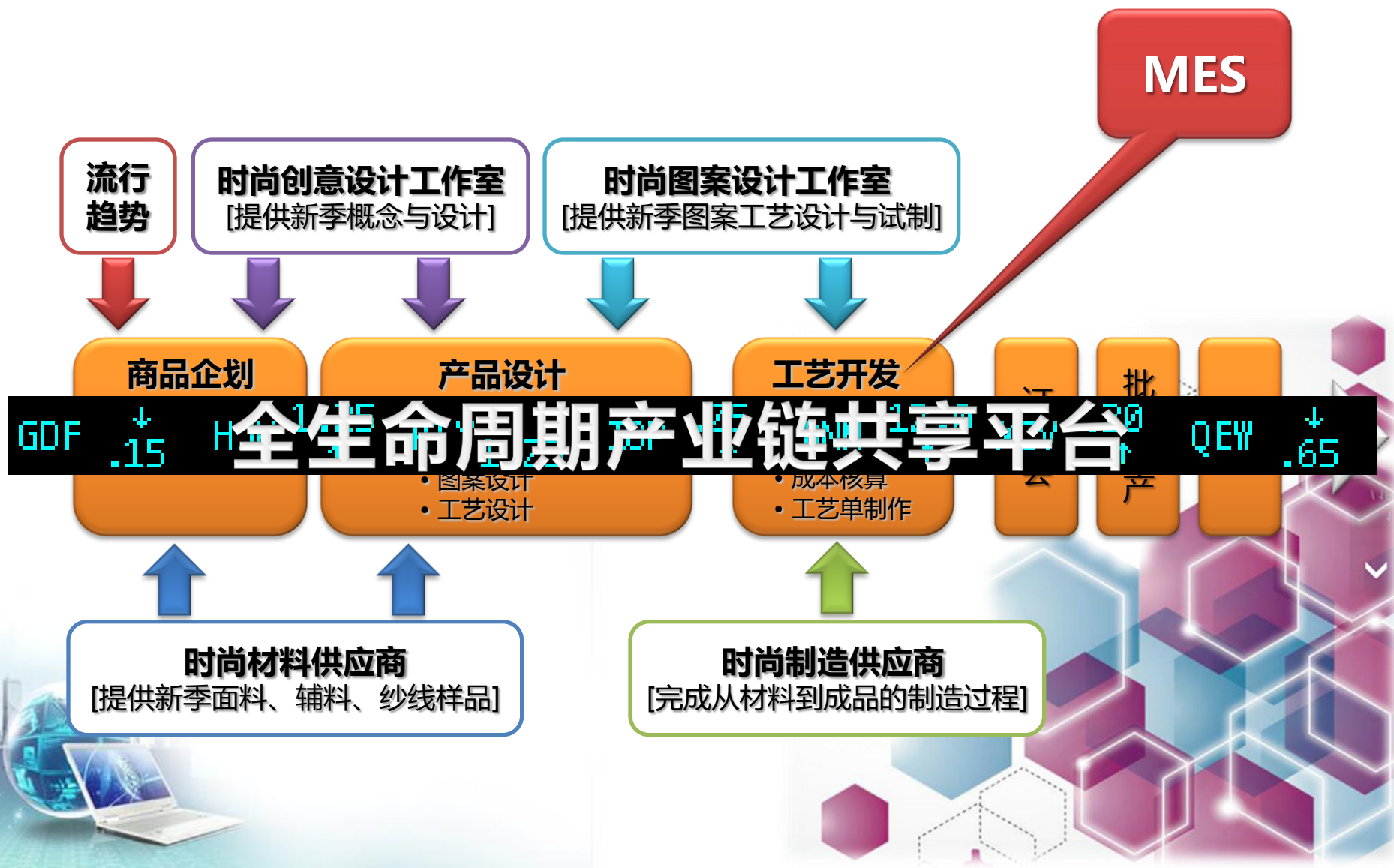
- 核心是：**协同**
- 基本特征是：**车间与企业之间的运营互连、可视化的统一数据界面、系统规模的可伸缩性**
- 技术架构：**SoA**



二、新需求与MES的发展

SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

8、服装设计制造产业OMP案例



二、新需求与MES的发展

SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

9、制造运营管理的IT综合方法

MOM=



现代技术平台

现代的IT平台和架构，具有实时处理工厂层必须的可用性和性能与互联网、web服务、运营过程管理、仪表盘等



宽泛的连通和同步

支持与外部系统、人员的连接，应用一切可用的标准，并提供各类工具，以实现与经营过程的方便集成和同步



综合应用软件套件

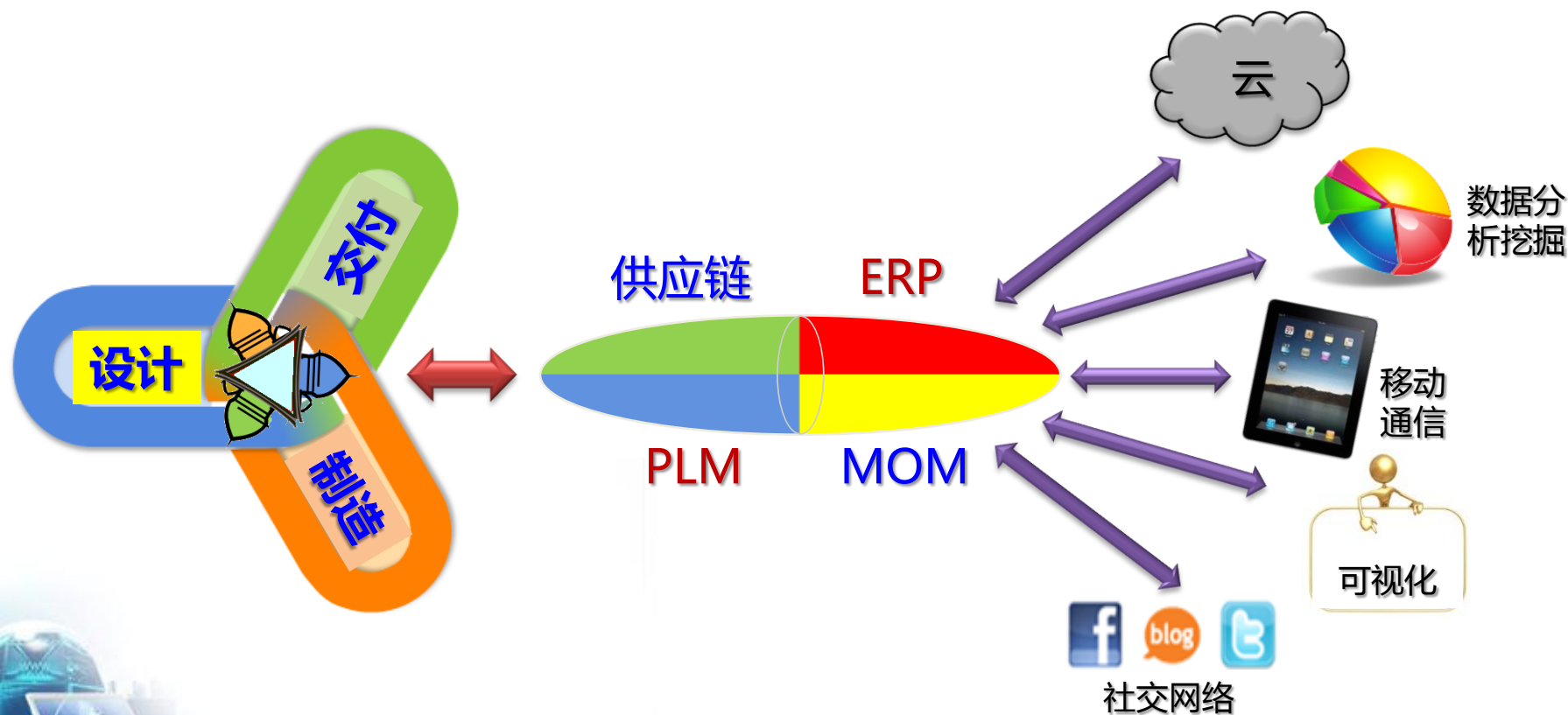
为所有的运营提供就地操作的功能性，并把所累积和取得的性能向中央经营系统报告



二、新需求与MES的发展

10、制造运营管理的技术实现

经营策略 ↔ 企业平台 ↔ IT 创新



MES/MOM是把IT创新技术融入制造运营管理的载体

1

制造业现状与MES

2

新需求与MES的发展

3

智能制造中MES的核心作用

4

智慧型MES关键技术

5

结束语



三、智能制造中MES的核心作用

1、智能制造系统的特征

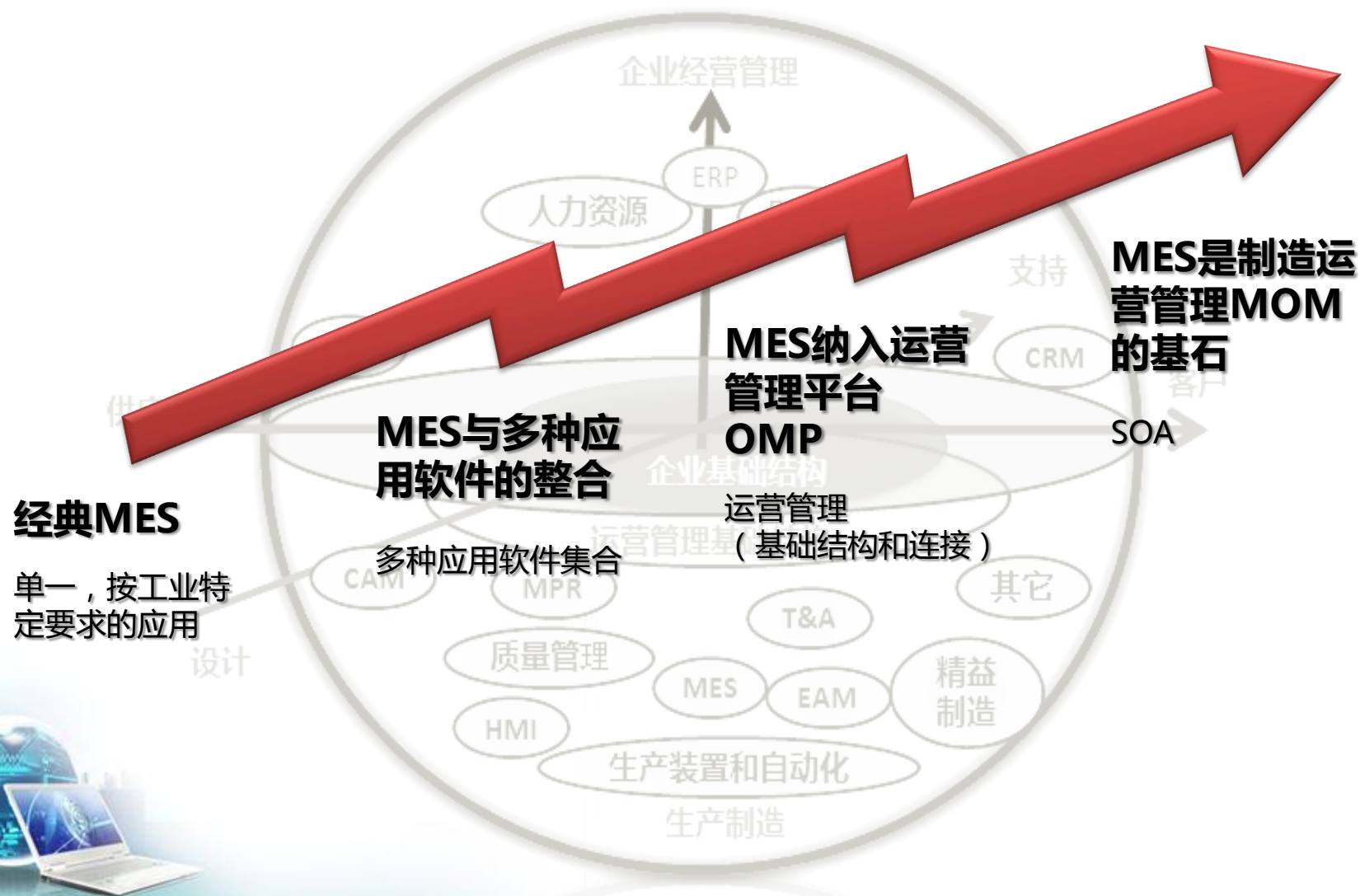
- **自律能力**：即搜集与理解环境信息和自身的信息，并进行分析判断和规划自身行为的能力。**强有力的知识库和基于知识的模型是自律能力的基础。**
- **人机一体化**：一方面突出人在制造系统中的核心地位，同时在智能机器的配合下，更好地发挥出人的潜能，使人机之间表现出一种平等共事、相互“理解”、相互协作的关系，使二者在不同的层次上各显其能，相辅相成。在智能制造系统中，**高素质、高智能的人将发挥更好的作用**，机器智能和人的智能将真正地集成在一起，互相配合，相得益彰。
- **虚拟现实（Virtual Reality）技术**：以计算机为基础，融信号处理、动画技术、智能推理、预测、仿真和多媒体技术为一体；借助各种音像和传感装置，虚拟展示现实生活中的各种过程、物件等，因而也能拟实制造过程和未来的产品，**从感官和视觉上使人获得完全如同真实的感受**。其特点是可以按照人们的意愿任意变化，这种人机结合的新一代智能界面，是智能制造的一个显著特征。
- **自组织与超柔性**：智能制造系统中的各组成单元能够依据工作任务的需要，自行组成一种最佳结构，**其柔性不仅表现在运行方式上，而且表现在结构形式上**，所以称这种柔性为超柔性，如同一群人类专家组成的群体，具有生物特征。
- **学习能力与自我维护能力**：智能制造系统能够在实践中不断地充实知识库，具有自学习功能。同时，在运行过程中自行故障诊断，并**具备对故障自行排除、自行维护的能力**。这种特征使智能制造系统能够自我优化并适应各种复杂的环境。



三、智能制造中MES的核心作用

SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

2、近20年来MES系统结构的演进



三、智能制造中MES的核心作用

SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

3、MES在制造管理中的核心地位未变

↔ 前后贯通整条产线，
实现全过程的一体化产品与质量设计、
计划与物流调度、
生产控制与管理；

① 要制造什么

④ 制造了什么

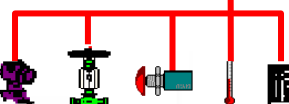
↕ 上下连通现场控制
设备与企业管理平台，
实现数据的无缝连接与信息共享；



② 如何制造

③ 制造状态

PCS



3、智能的MES

- 建立面向产品设计与制造一体化的**知识库支撑体系**；
- 构建可重构的设计管理体系，以产品及生产知识共享以及再利用为目标，**聚焦分散环境下的制造问题及制约条件**，建立产品设计体系；
- 建立可重构的生产系统，以作为长期研究目标的柔性工厂及生产过程知识共享为目的，建立**可重构的生产体系与生产管理体系**；
- 构建柔性设备，利用知识库等研究成果，探讨开发下一代**柔性人机一体化运作方式**；
- 适应**大规模定制**的生产模式。



1

制造业现状与MES

2

新需求与MES的发展

3

智能制造中MES的核心作用

4

智慧型MES关键技术

5

结束语



四、智慧型MES关键技术

■ SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

基于知识

知识管理的思想将渗透和融入到未来的MES中，MES不仅为现场制造提供了一个信息处理平台，同时提供了一个制造知识管理和传承的平台。

基于优化

MES将容入更多的模拟专家智能活动的功能，部分取代人的工作，并具有自组织能力，实现人-机制造一体化的制造过程优化。

基于指标

车间生产将在一个更加精确的管控指标-实时信息闭环系统下，进行更加精细化的管理。

基于数据

通过智能数据挖掘与分析，建立工厂和车间数据模型，进行管控指标体系的重构以适应制造环境和制造流程的改变。

基于约束

将能源管理系统和制造执行系统结合起来，以能源供给作为强约束条件，制定制造计划，即：在编制制造计划时，不仅需要合同计划、物料计划、设备产能和定休计划等还要加入能源约束条件。



1、基于知识的MES：融入专家知识，通过平台传承知识

- 建立制造**关键工艺专家库**，如：高炉专家库、炼钢性能预测专家库等
- 建立**设备状态与生产调度知识库**，如：故障诊断、调度模型知识库等
- **工艺规程的模型化**，自动进行工艺规范设计，可进行动态调整等
- 建立**知识管理体系**，并通过**平台**有效积累和传承
- 融入专家经验的**生产仿真系统**的开发
- 将成熟的生产管理流程、专家经验、成熟制造技术诀窍固化在MES系统中，使得新工厂的制造活动具有更加高的技术水平
- 通过对现场制造过程的监控与大量实时数据的分析，可以修正、完善制造工艺规范，提高工厂的制造工艺水平。



6、基于优化的MES：实现“人—机”一体化方式下的制造过程优化

- 采用数学模型与智能优化算法，进行工厂制造工序的综合能力平衡，编制人工很难做好的**复杂工序排产计划**；
- 通过与仿真系统的联动，建立**虚拟制造的环境**，通过建立工厂模型，进行排产计划的模拟运行，预测生产作业的负荷情况、订单交期完成情况、产品质量性能情况等，并提出优化的调整方案；
- 依据专家经验，在操作设备上**设定管理控制指标**，通过与智能监控系统设备（如：自动化生产线、智能数控装备等）实时采集的信息闭环，改善制造产品的质量，同时，可依据现场状态情况，自动修订操作指令信息。
- 采用智能机器人、智能数控机床CNC、快速成型制造、3D打印等智能设备，实现从感知、决策，到加工、控制与学习**整个过程的智能加工**。



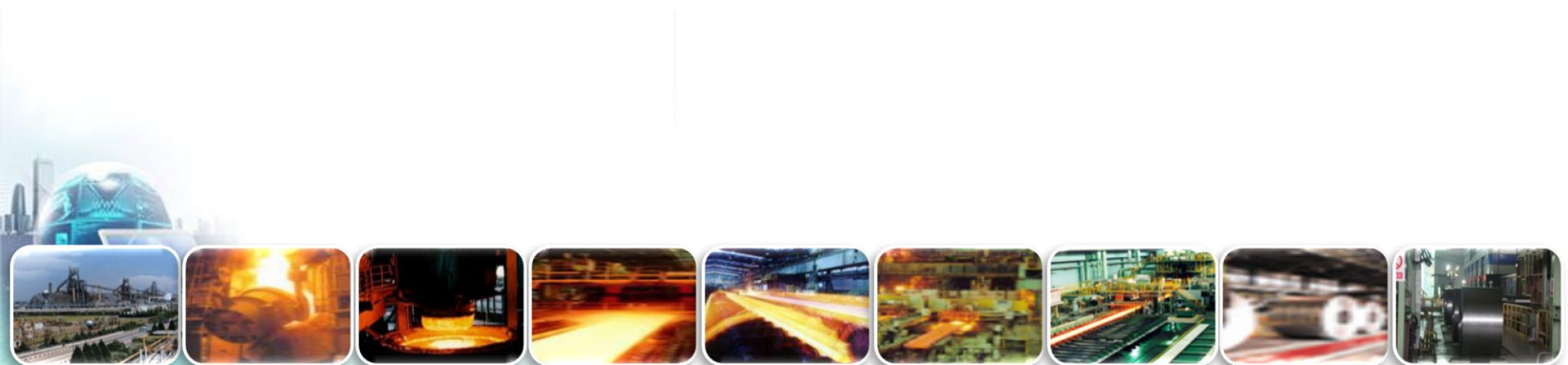
7、基于指标的MES：生产车间将成为基于指标约束的实时闭环系统

- 建立**贯穿产品全制造周期的综合指标体系**，通过管理指标的层层分解，使得车间管理形成管控闭环。指标包括：
 - ✧ 财务型指标：利润、销售额、成本、投资等
 - ✧ 业务型指标：产量、用户满意度、开工率、库存等
 - ✧ 耗能类指标：能耗、能效等
 - ✧ 环境类指标：废气、废水排放等
 - ✧ 车间控制型指标：工序成本、成材率、作业率、班产量、合格率等。
- 通过实时监控生产全过程和过程控制统计分析，将**生产实绩与控制指标进行实时比对**，及时发现生产过程中质量、工艺、能耗、环保、工序成本等实绩与标准指标间的差异，采取措施，达到控制成本、质量、能耗、排放的目的。



8、基于数据的MES：具有海量数据的智能挖掘与分析重构机制

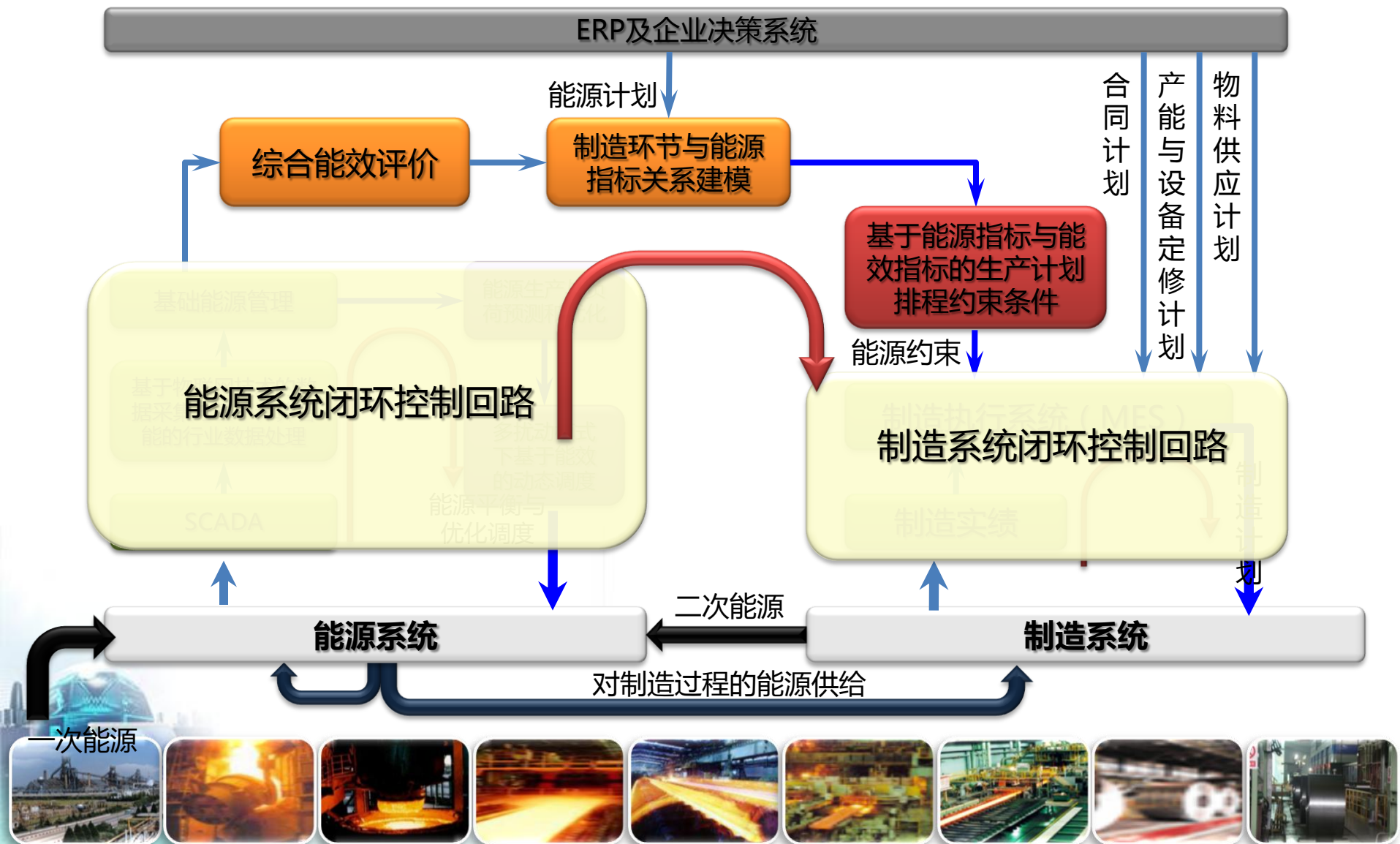
- 数据分析是最常用的手段之一，知识的提炼和传承、优化策略的生成、指标体系的的重构等，经常是基于数据完成的，以适应制造环境和制造流程的改变；
- 制造过程产生大量的工艺、设备、产品规范、质量、能耗、操作信息，通过数据挖掘与分析，提取信息，进行决策。



四、智慧型MES关键技术

■ SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

9、基于约束的MES：在能源指标强约束下的制造组织



1

制造业现状与MES

2

新需求与MES的发展

3

智能制造中MES的核心作用

4

智慧型MES关键技术

5

结束语



五、结束语

■ SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.

- 国家智能制造装备产业“十二五”发展路线图：“十二五”期间，智能制造装备产业发展将以实现制造过程智能化为目标，以突破九大关键智能基础共性技术为支撑，以推进八项智能测控装置与部件的研发和产业化为核心，以提升八类重大智能制造装备集成创新能力为重点，促进在国民经济六大重点领域的示范应用推广。
- **MES作为智能制造过程中的关键环节**，将为企业转型提供坚实的支撑。
- **MES已经具备一定的基础；**
- OMP、MOM等理念的出现，都是在应对用户新需求中应运而生的，其**核心是智能型的MES**。
- **为MES融入智能元素**是未来发展的必然趋势。





谢 谢 !

上海宝信软件股份有限公司

中国上海浦东张江高科技园区郭守敬路515号

515 GUOSHOUJING RD., PUDONG,

SHANGHAI, 201203, P.R.CHINA

86-21-50801155 (TEL) 86-21-50800701 (FAX)

[HTTP: //WWW.BAOSIGHT.COM](http://WWW.BAOSIGHT.COM)



SHANGHAI BAOSIGHT SOFTWARE CO., LTD.