

智能制造大数据技术

Big Data Technology in Intelligent Manufacturing Process

第一讲：智能制造大数据概述

Lecture 1: Overview

丁敏 dingmin@cug.edu.cn

助教：吕佶 助教QQ：3376348955 课程群QQ：460625853



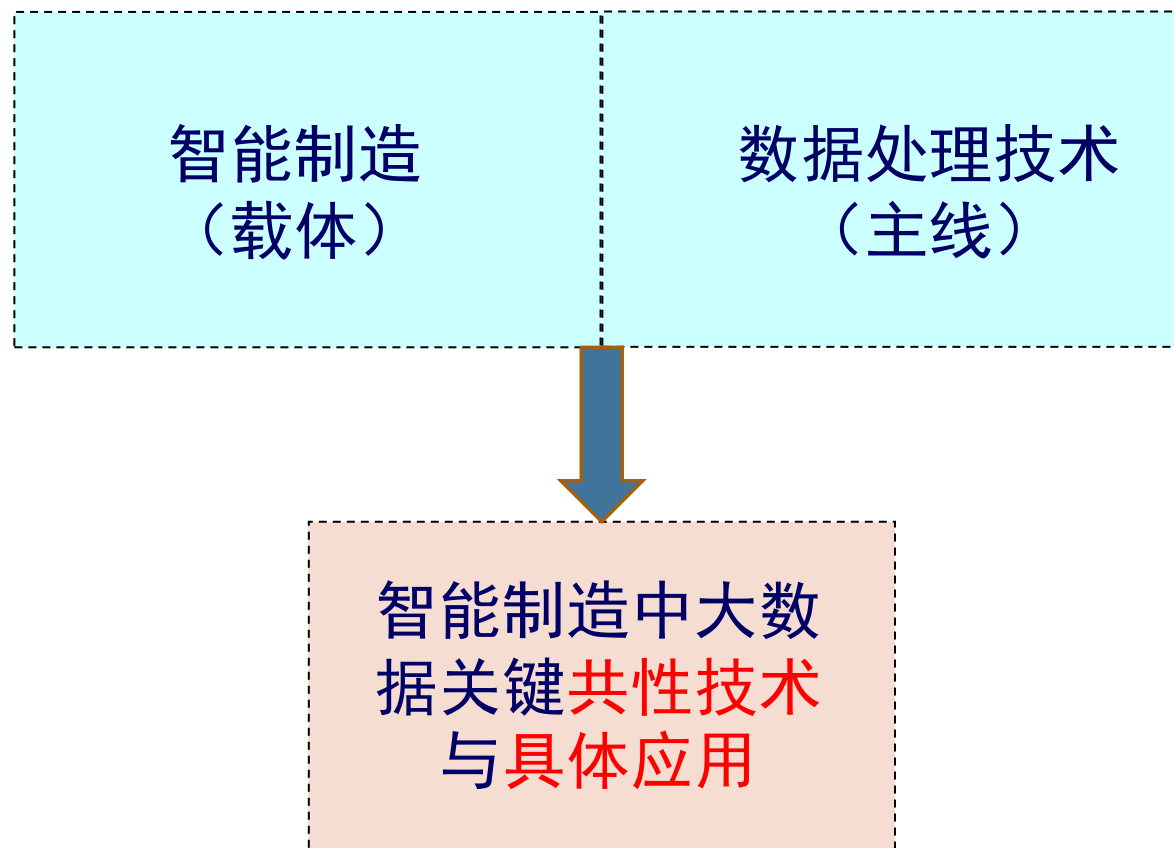
中国地质大学(武汉) 自动化学院
School of Automation, China University of Geosciences

此题未设置答案，请点击右侧设置按钮

大数据与机器学习知识基础调研

- ☐ A 我是小白，之前没有接触过
- ☐ B 小有了解，学习过一些网课或者这方面的书
- ☐ C 本学期也选择了其他大数据、机器学习课程
- ☐ D 之前选过相关的课程并获得较好的成绩
- ☐ E 大数据大佬，我来参加内卷
- ☐ F 其他情况

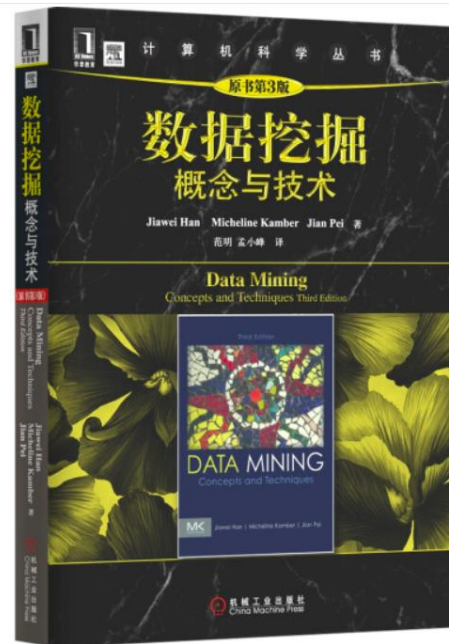
提交



➤ 课程目标

- ① 了解智能制造的**基本概念、发展趋势、主要分类、基本组成和存在的应用问题**，以及**大数据的基本概念、分析流程和发展趋势**；
- ② 基本掌握**智能制造大数据分析与数据挖掘流程**，并能根据大数据的基本流程和实际工业数据分析问题的特点，**选择和运用合适的大数据分析算法**，设计能有效解决应用问题的**智能制造过程数据分析方案**；
- ③ 基本掌握智能制造大数据分析的经典技术和数据挖掘的经典方法，掌握**各方法的特点和适用条件**，具备运用计算机语言对这些算法的**编程实现能力**；
- ④ 基本掌握智能制造大数据的应用方式，能够**分析具体案例中的功能需求、数据特点、问题特征**，并根据这些分析熟练利用相关大数据技术进行处理，并能进行**软件设计和工程实施**。

- 总学时数：32（4讲授学时*8周）；学分数：2
- 教材：石胜飞 编著. 大数据分析挖掘，北京：人民邮电出版社，2018
- 参考资料：Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei 著，范明，孟小峰译. 数据挖掘：概念与技术（第3版）. 北京：机械工业出版社，2012
- 总成绩的计算方法：总成绩=考勤（10%）+课堂表现（10%）+5次作业成绩（30%）+期末成绩（50%）



思考：

- 什么是工业制造过程？
- 什么是智能制造？
- 什么是工业大数据？
- 智能制造大数据的分析需求与流程？

目 录

- 工业制造过程概述
- 智能制造的基本概念
- 工业大数据的基本概念
- 智能制造大数据分析与需求与流程

目 录

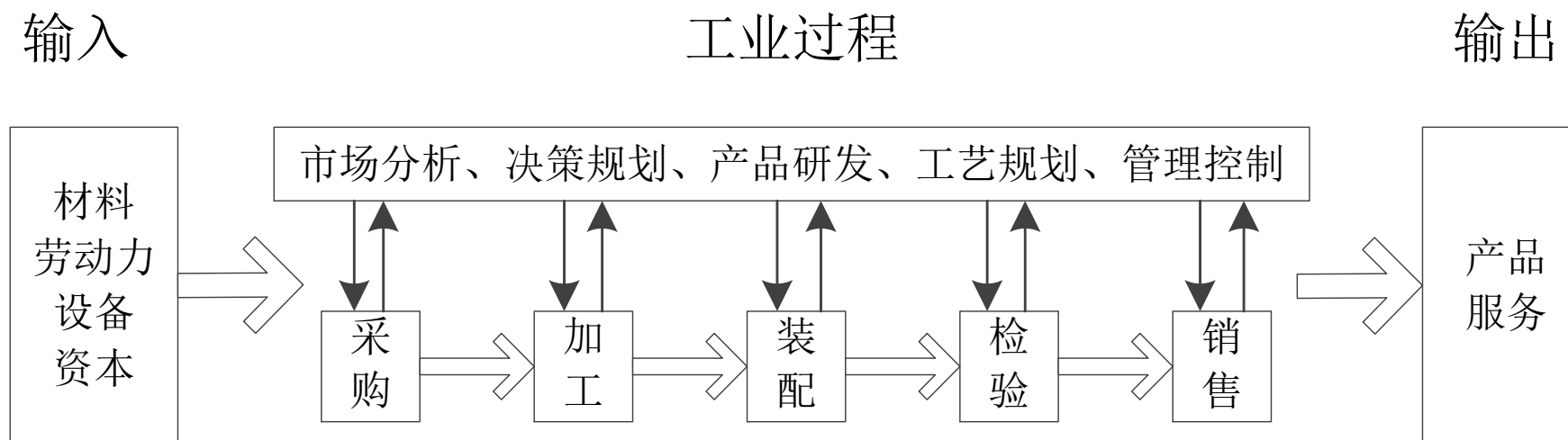
- 工业制造过程概述
- 智能制造的基本概念
- 工业大数据的基本概念
- 智能制造大数据分析与需求与流程

1 工业制造过程概述

9

➤ 工业制造过程基本概念

- 定义：对**制造资源**，按照**市场要求**，进行**制造过程**，转化为可供人们使用的**工业品与生活消费品**
- 目标：为输入创建和增加价值（通过改变原料的形状或特性来增加原料的价值）



制造过程：通过改变原料的形状或特性来增加原料的价值

1 工业制造过程概述

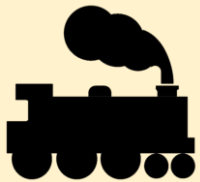

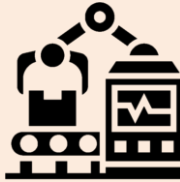

10

➤ 工业演进历程（四次工业革命）

□ 智能制造是四次工业革命迭代的最终产物



➤ 工业演进历程（四次工业革命）

			
蒸汽机调试系统	电气控制系统	计算机管理与控制系统	制造智能化系统
机器工厂代替手工工场	工厂规模扩大, 自动控制需求突出, 改善产品质量	过程日益复杂, 生产规模日益扩大, 生产要求日益提高	新一代信息技术与制造业深度融合
采矿业、机器制造业	能源电力、石油化工 钢铁冶金、汽车制造	新能源、航空航天 新材料、生物工程	互联网、信息技术 高端装备制造
1785年, 瓦特改良蒸汽机	1866年, 西门子发明发电机	1946年, 第一台电子计算机诞生	大数据、人工智能
第一次工业革命 蒸汽时代	第二次工业革命 电力时代	第三次工业革命 信息时代	第四次工业革命 智能时代

➤ 制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基



钢铁冶金



石油化工



电力工业



造纸工业



海上钻井

➤ 世界各国积极抢占制造业制高点

- ❑ 美国：提出“先进制造业国家战略计划”，提出未来工业发展规划的四项关键技术
- ❑ 德国：提出“工业4.0（Industry 4.0）”国家级战略规划
- ❑ 日本：提出“社会5.0”概念
- ❑ 法国：提出“新工业法国”
- ❑ 韩国：提出“制造业创新3.0计划”
- ❑ 中国：提出“中国制造2025”

➤ 全球工业智能化趋势



□ 美国：工业互联网

- 占据新工业世界翘楚地位
- 对传统工业进行物联网式的互联直通
- 对大数据进行智能分析和智能管理



□ 德国：工业4.0

- 引领新制造业潮流
- 强大的机械工业制造基础
- 嵌入式以及控制设备的先进技术和能力



□ 中国：中国制造2025

- 制造大国向制造强国转型
- 以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线
- 以智能制造为主攻防线

以智能制造主攻方向，强化工业基础能力，提高综合集成水平，实现制造业由大变强国

➤ 我国制造业现状

- 目前我国已成为世界上门类最齐全、规模最庞大的流程制造业大国
- 资源紧缺、能源消耗大、环境污染严重成为制约我国流程工业发展的瓶颈
- 正从局部、粗放生产的传统流程工业向全流程、精细化生产的现代流程工业发展

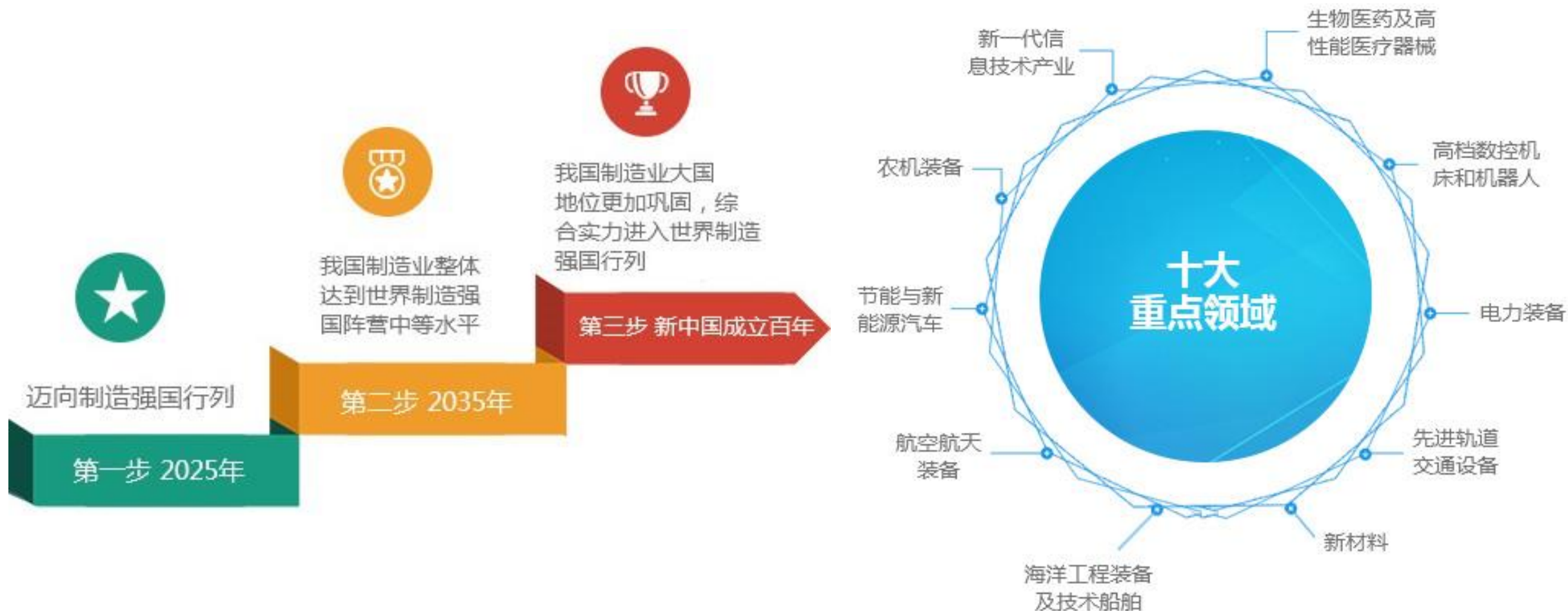


制造业转型升级和跨越发展的任务紧迫而艰巨

1 工业制造过程概述

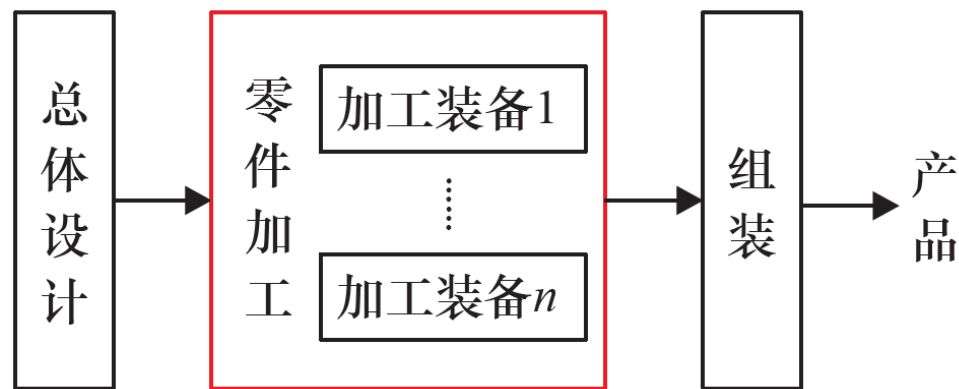
15

- 《中国制造2025》指出通过“三步走”全面推进实施制造强国战略
 - 国务院2015年发布的战略规划，旨在加快新一代信息技术与制造业深度融合



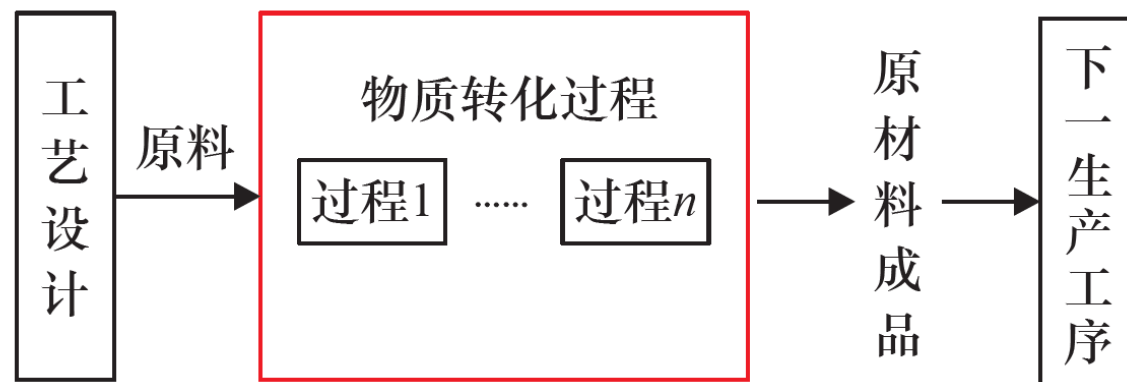
➤ 生产过程分类

- ❑ 离散制造过程（Discrete Manufacturing）：以**制造机械装备**为代表，船舶、电子设备、机床、汽车、飞机等
- ❑ 流程制造过程（Process Manufacturing）：以**生产原材料**为代表，石油、化工、冶金、发电、水处理等



物理过程

(a) 离散工业的特点



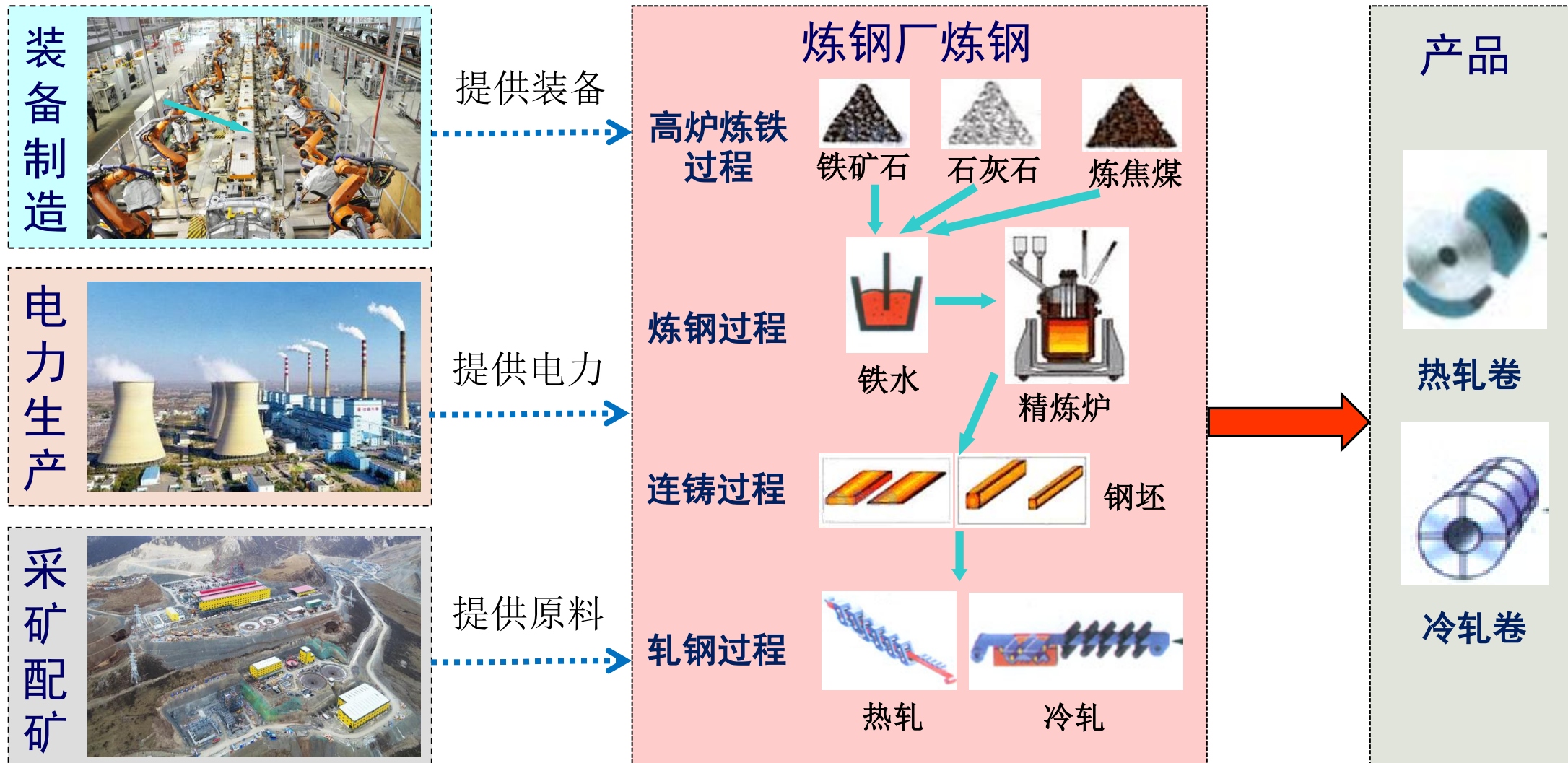
物理化学过程

(b) 流程工业的特点

1 工业制造过程概述

17

➤ 钢铁冶金制造过程



目 录

- 工业制造过程概述
- 智能制造的基本概念
- 工业大数据的基本概念
- 智能制造大数据分析与需求与流程

➤ 智能制造定义

- 智能制造（Intelligent Manufacturing, IM）：源于人工智能的研究成果，是一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统
- 一般认为智能是知识和智力的总和
 - ✓ 知识是智能的基础
 - ✓ 智力是指获取和运用知识求解的能力

➤ 智能制造定义

□ 智能制造**主线**：智能生产

□ 智能制造**载体**：智能工厂、智能车间

✓ 新一代**智能技术**与**先进制造技术**融合

✓ 生产线、车间、工厂发生革命性大变革

✓ 从根本上提高制造业质量、效率和企业竞争力

□ 包括智能制造技术和智能制造系统

✓ 智能制造技术：利用计算机模拟制造专家的分析、判断、推理、构思和决策等智能活动

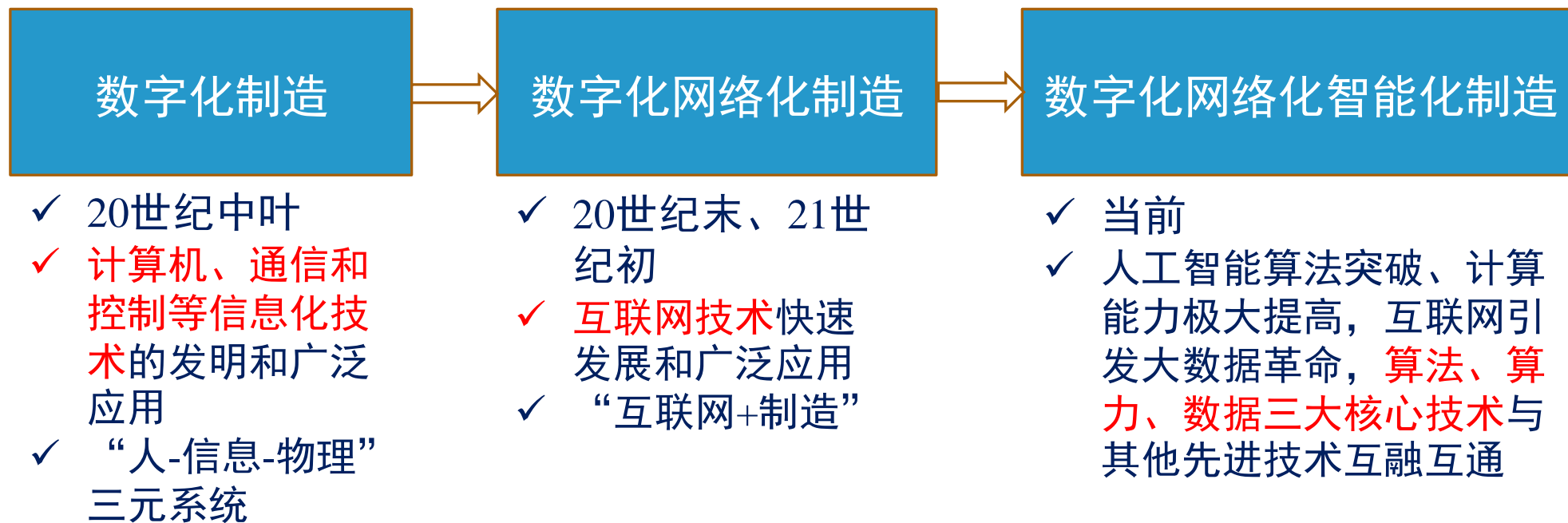
✓ 智能制造系统：制造活动全过程中表现出**相当智能行为**的制造系统

2 智能制造的基本概念

21

➤ 智能制造的发展历程

- 制造业和信息技术深度融合的产物
- 诞生、演变和信息化发展相伴而生

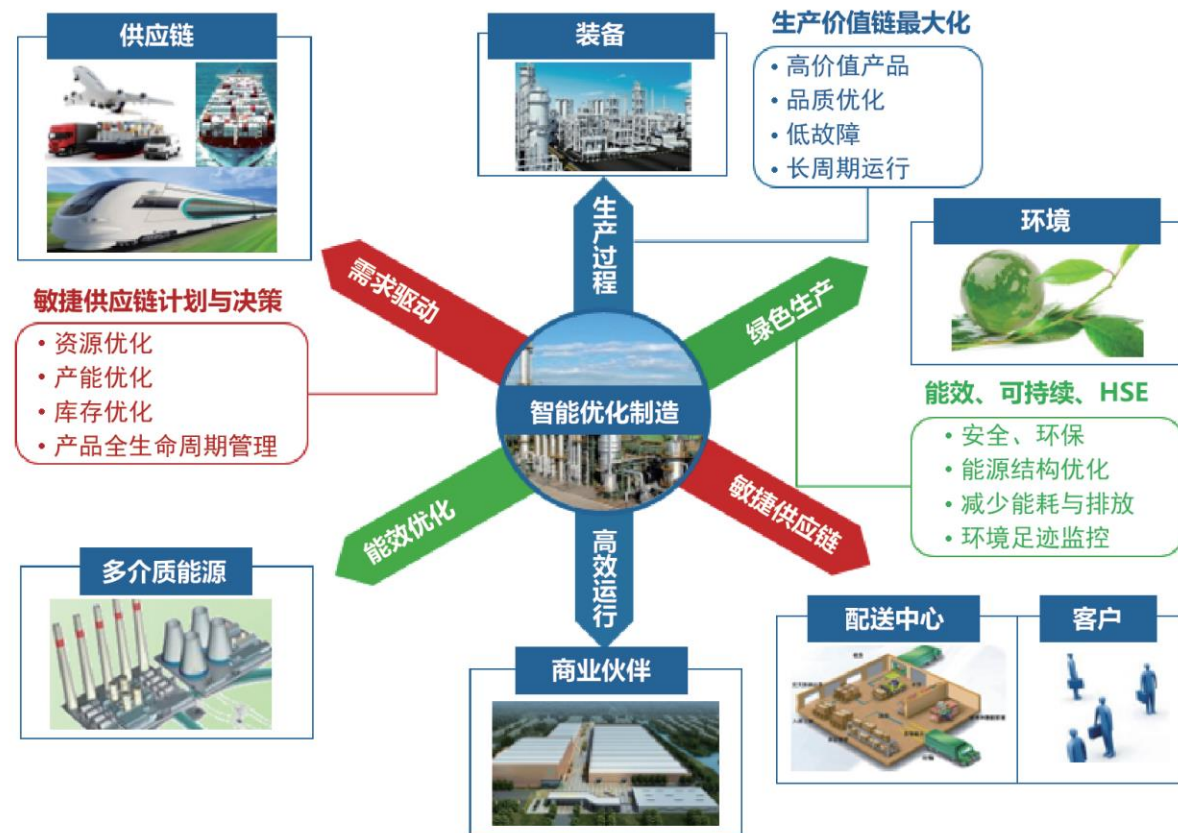


2 智能制造的基本概念

22

➤ 智能制造要求

- ❑ **产品**智能化：产品可追溯、可识别、可定位、可管理
- ❑ **装备**智能化：智能工厂，设备全面联网和通讯
- ❑ **生产**智能化：个性化定制、极少量生产、服务型制造以及云制造
- ❑ **服务**智能化：用户需求高效、准确、及时挖掘、识别和满足
- ❑ **管理**智能化：企业内无信息孤岛、企业间实时互联，企业、人、设备、产品实时互连



2 智能制造的基本概念

23

➤ 智能制造案例——阿里云工业大脑

- 工业大脑的组成部分：云计算、大数据、机器智能与专家经验
 - **云计算**是只需最少管理和与服务提供商的交互，就能够便捷、按需地访问共享资源的计算模式
 - **大数据**是智力进化的养分，从中发现新知识、创造新价值、提升新能力
 - **专家经验**将复杂问题简单化，确保机器智能与实际业务需求吻合，便于模型与算法的开发
 - **机器智能**打破认知边界，具有生成和分析大量可能性的能力，完整的记忆能力



2 智能制造的基本概念

24

➤ 智能制造案例——阿里云工业大脑

□ 工业大脑的组成体系：数据工厂、算法工厂、人工智能创作间

- **数据工厂**：提供一站式智能数据的汇集、处理、加工，负责存储与管理来自不同渠道的数据
- **算法工厂**：为算法提供各种工具上的支持，提供数据格式和数据接入的管理
- **人工智能创作间**：可视化编排工业智能流水线，将数据与算法用业务化的语言进行表达



目 录

- 工业制造过程概述
- 智能制造的基本概念
- 工业大数据的基本概念
- 智能制造大数据分析与需求与流程

➤ 工业大数据定义及来源

- ❑ **定义：**工业大数据是工业生产过程中全生命周期的数据总和
- ❑ **核心目标：**指导各个环节的控制与管理决策，实现决策控制持续优化
- ❑ **工业大数据的主要来源**

数据类型	主要来源
生产经营相关数据	这类数据来自企业信息化范畴，包括企业资源（ERP）、产品生命周期管理（PLM）、供应链管理（SCM）、客户关系管理（CRM）和能耗管理系统（EMS）等
制造过程数据	主要指工业生产过程中，装备、物流以及产品加工过程的工况状态参数、环境等生产状况数据，通过EMS系统实时传递，此类数据增长最快
外部数据	包括工业企业产品售出之后的使用、运营情况的数据，同时还包括大量客户名单、供应商名单、外部互联网数据

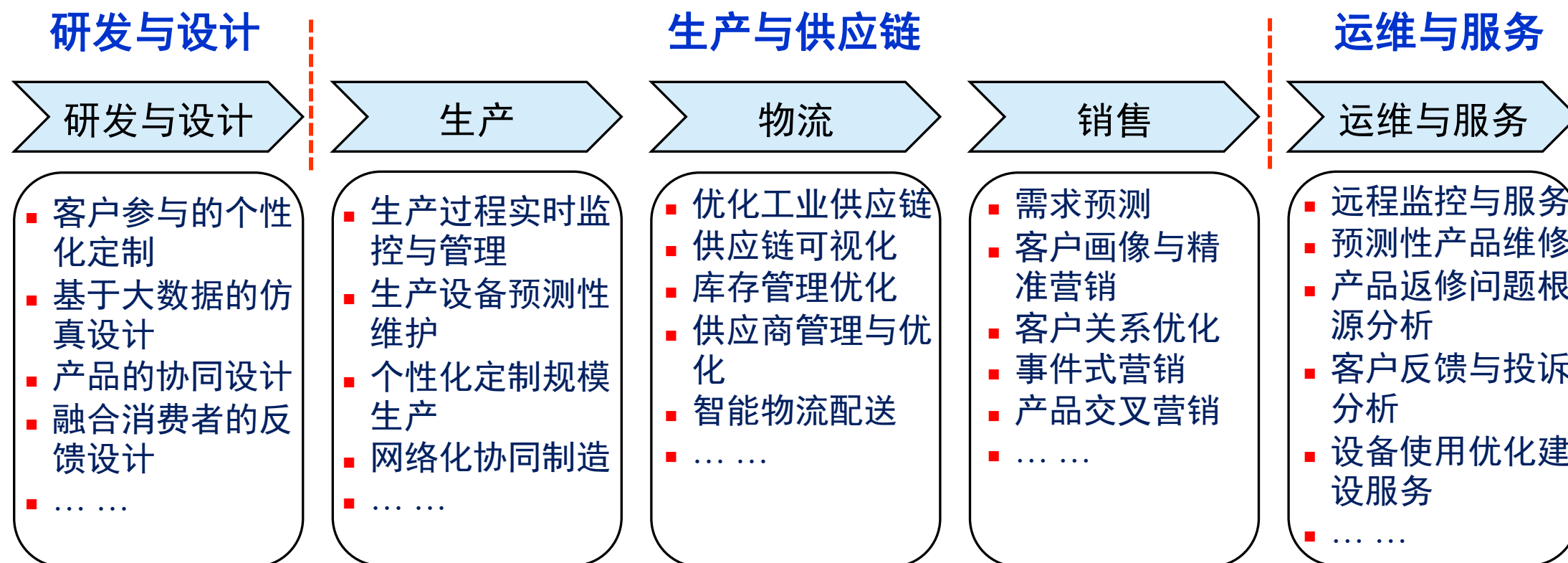
中国电子技术标准化研究院，全国信息技术标准化技术委员会大数据标准工作组. 工业大数据白皮书（2019版）[R/OL], 2019:3-4

3 工业大数据的基本概念

27

➤ 工业大数据是智能制造的关键技术

- 打通物理世界和信息世界，推动生产型制造向服务型制造转型
- 工业大数据贯穿研发与设计、生产与供应链、运维与服务产品全流程



➤ 工业大数据的类型

- 从数据形式看，分为结构化数据、非结构化数据、半结构化数据
- 从数据处理角度看，分为原始数据、衍生数据

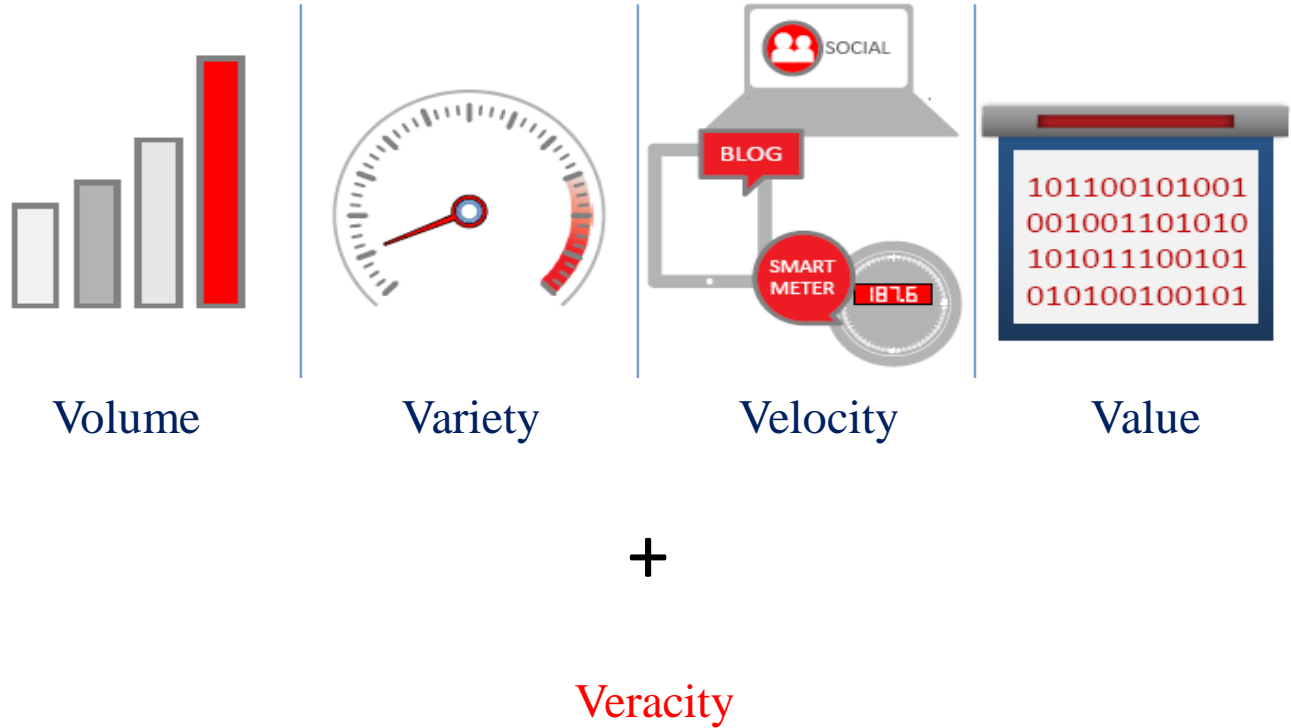
结构化数据	非结构化数据	半结构化数据
环境数据 (环境温度、环境湿度、工作电压等)	知识数据 (工艺机理、工程图纸等)	接口数据等 (JSON格式、XML格式等)
设备数据 (设备温度压力、速度等)	物料信息 (生产原料图、原料信息文档)	
能耗数据	生产监控信息等 (监控图片、视频、音频等)	

3 工业大数据的基本概念

29

➤ 工业大数据特点

- ❑ 传感器普及、存储技术发展
- ❑ 大数据的属性（5V）
 - 数据量大（Volume）
 - 数据种类繁多（Variety）
 - 处理速度快（Velocity）
 - 数据价值密度低（Value）
 - 真实性（Veracity）



➤ 工业数据采集范围

□ 工业现场设备的数据采集

- 对传感器、变送器、采集器等专用采集设备的数据采集
- 对 PLC、RTU、嵌入式系统、IPC 等通用控制设备的数据采集
- 对机器人、数控机床、AGV 等专用智能设备/装备的数据采集

□ 工厂外智能产品/装备的数据采集

- 通过工业物联网（3G/4G、NB-IoT 等）实现对工厂外智能产品/装备的远程接入（通过 DTU、数采网关等）和数据采集

□ 对 ERP、MES 等应用系统的数据采集

- 通过接口和系统集成方式实现对 SCADA、DCS、MES、ERP 等应用系统的数据采集

➤ 工业数据采集工具

□ 传感器：测量物理环境变量并将其转化为可读的数字信号加以处理



智能计数传感器



现场数据采集器



电力数据采集模块



温湿度数据采集模块



数据采集LED看板

□ 日志：由数据源系统产生，以特殊的文件格式记录系统活动

- 通用日志文件格式（NCSA）
- 扩展文件格式（W3C）
- IIS日志文件格式（Microsoft）

➤ 工业数据采集体系框架

□ 设备接入

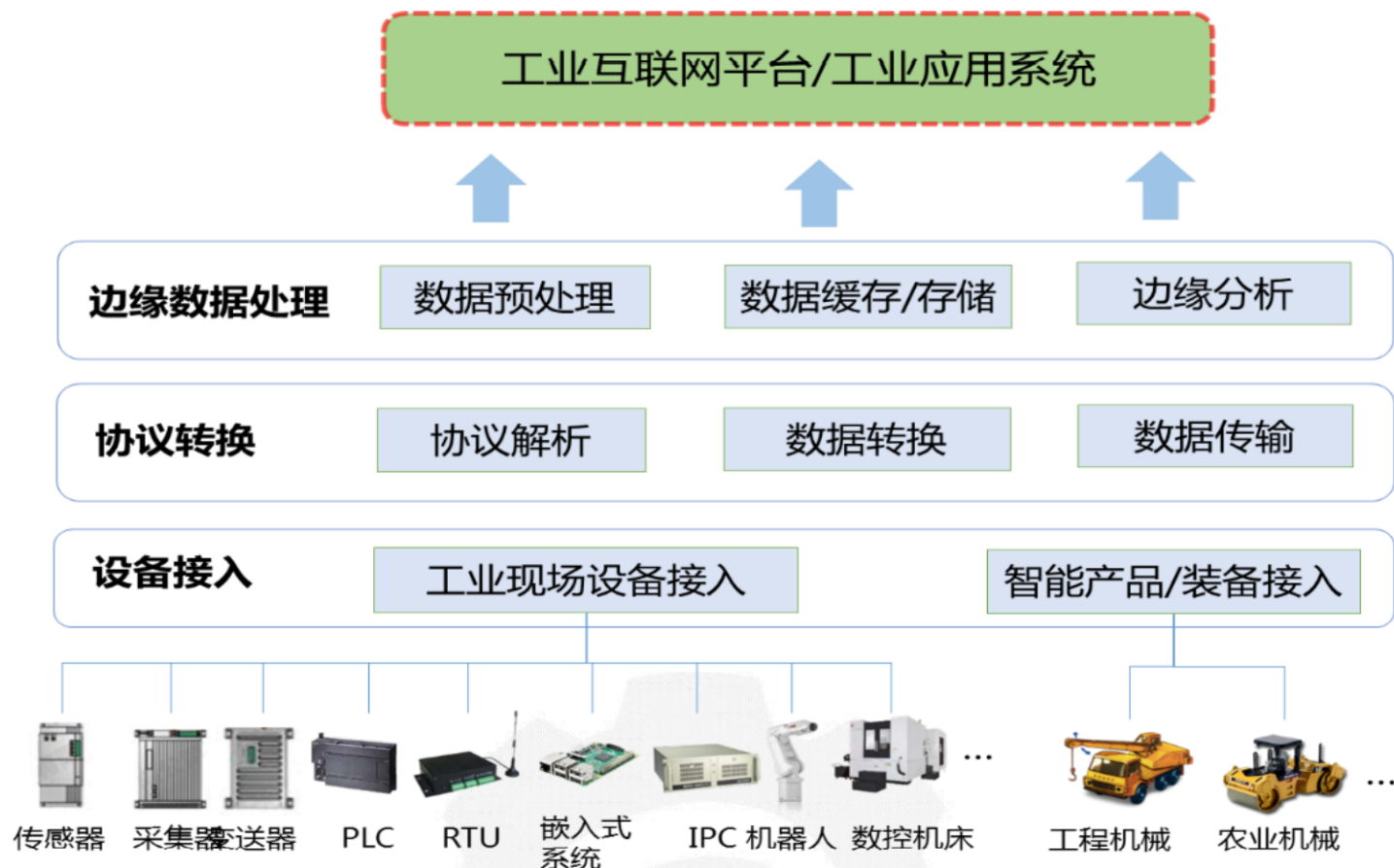
- 接入各种工业现场设备、智能产品/装备，采集工业数据

□ 协议转换

- 运用协议解析与转换，实现数据格式转换和统一
- 利用 HTTP、MQTT 等方式将采集到的数据传输到云端或数据汇聚平台

□ 边缘数据处理

- 进行数据预处理、存储以及智能分析应用，提升操作响应灵敏度、消除网络堵塞，并与云端数据分析形成协同



➤ 工业数据采集系统——OPC

- ❑ OPC (Object Linking and Embedding for Process Control) : 一项应用于自动化行业与其他行业的数据安全交换可互操作性标准
- ❑ OPC 基于微软的DCOM, 用于设备和软件交换数据
- ❑ 实现企业信息在多元化供应商平台之间高效安全的交换
 - ✓ 确保来自多个厂商的设备间无缝传输
 - ✓ 为Windows的应用程序和现场过程控制建立桥梁

目 录

- 工业制造过程概述
- 智能制造的基本概念
- 工业大数据的基本概念
- 智能制造大数据分析与需求与流程

此题未设置答案，请点击右侧设置按钮

你认为大数据分析能为智能制造过程做什么？

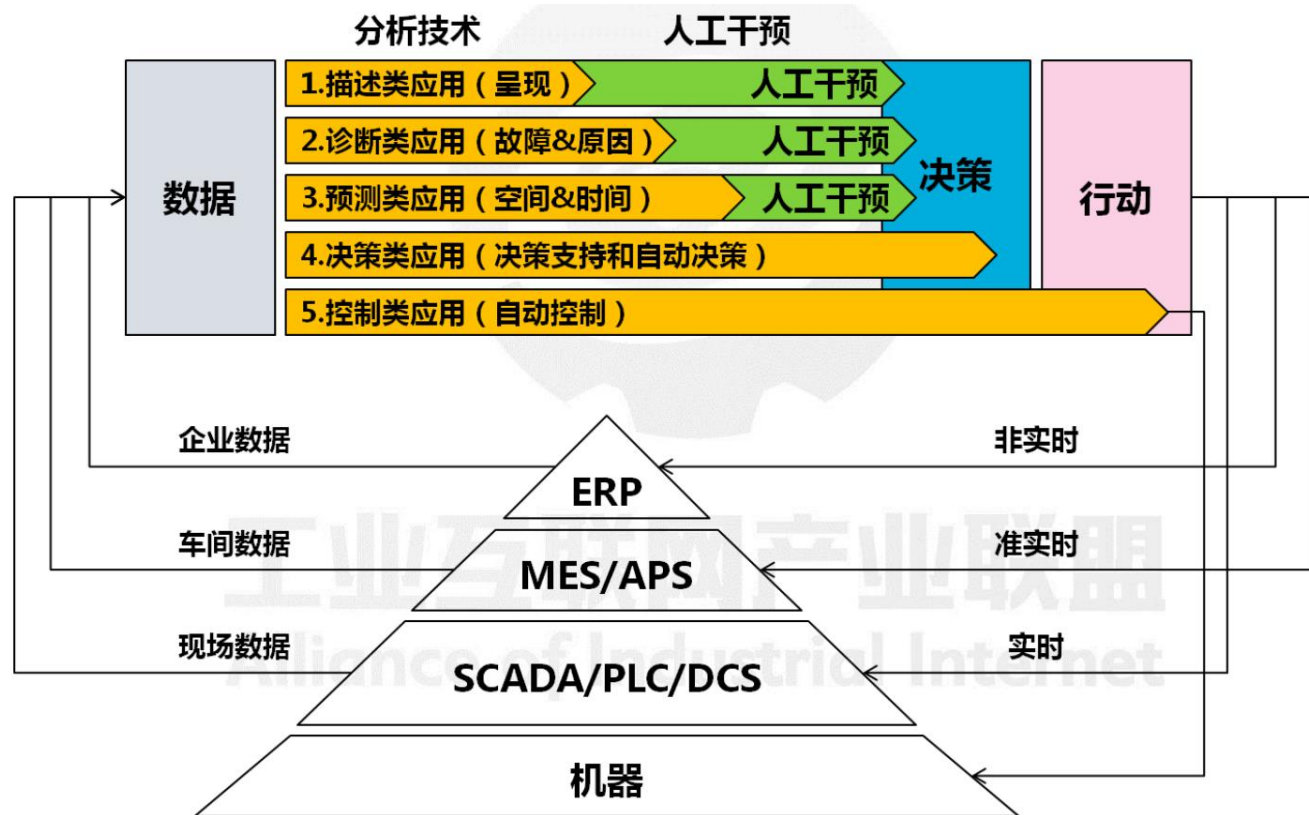
[填空1] [填空2] [填空3]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

➤ 数据建模与分析

- 根据工业实际元素与业务流程，构建供应商、用户、设备、产品、产线、工厂、工艺等数字模型，为**各类决策提供支持**
- 应用目的：根据数据分析的结果产生决策，从而指导工业系统采取行动
 - 描述类（descriptive）应用
 - 诊断类（diagnostic）应用
 - 预测类（predictive）应用
 - 决策类（deceive）应用
 - 控制类（control）应用

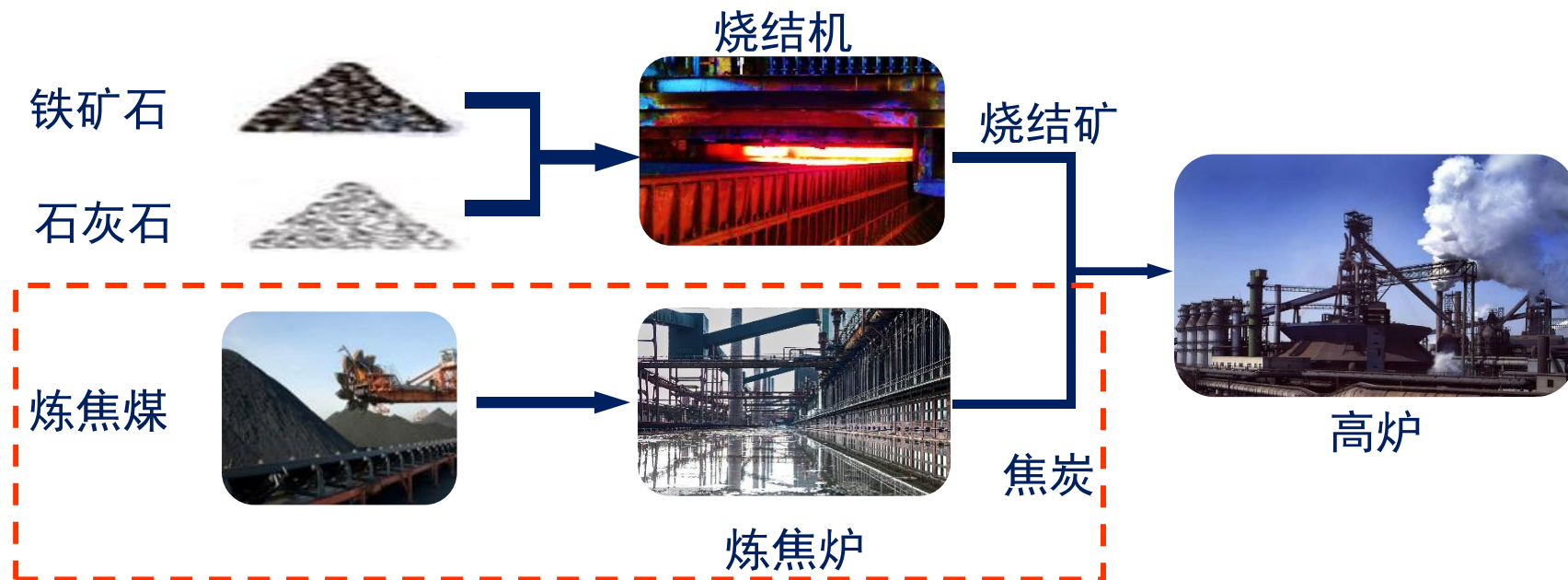


4 智能制造大数据分析需求与流程

37

➤ 实际应用——焦炉过程先进控制与智能优化

- 焦炉过程是将炼焦煤转成焦炭的过程，是铁前系统重要组成部分
- 为高炉炼铁过程提供原材料



□ 生产需求

- 节能降耗、高效率、绿色制造、智能制造

➤ 炼焦过程研究现状

□ 炼焦配煤过程智能优化与控制

- 凭经验操作准确性不高，计算和验证周期长，难保证配合煤质量、**效率低**
- 根据焦炭质量要求和单种煤价格等信息，通过**智能优化方法**得到最佳配煤比

□ 焦炉火道温度集成软测量方法

- **火道温度**高达1300℃，热电偶安装困难且成本高，需要寻求间接测量思路，利用易于获取的其他测量信息

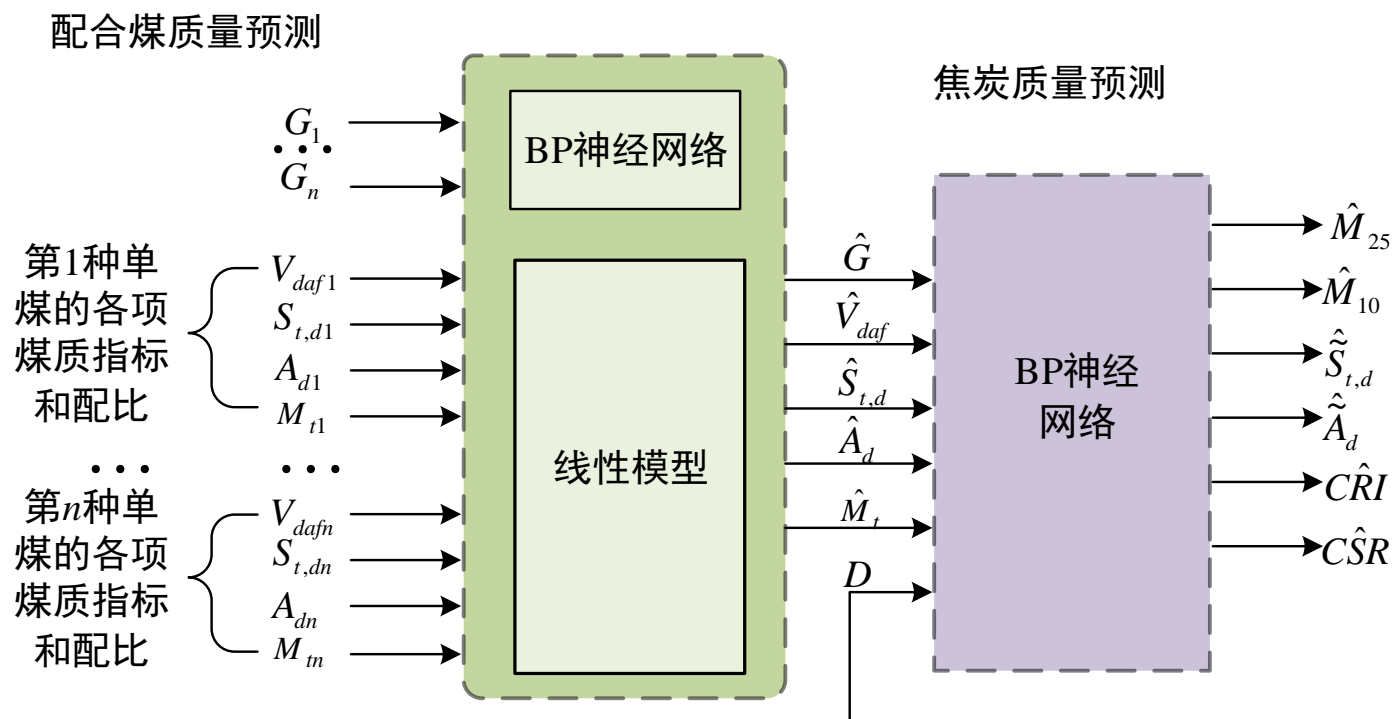
□ 焦炉生产全流程优化

- 从生产全流程的角度有效降低**生产能耗**、提高焦炭**质量**、延长焦炉**寿命**和降低**劳动强度**，采用**分层递阶控制系统结构**进行炼焦生产全流程优化

➤ 炼焦配煤智能优化与决策支持

□ 配煤优化策略

- 根据各单种煤组分、配比和配煤条件等参数，得到**焦炭质量预测模型**
- 以配合煤成本和配合煤硫分最低为优化目标，以成本和库存等约束条件，建立基于**模拟退火算法**的配比优化计算模型



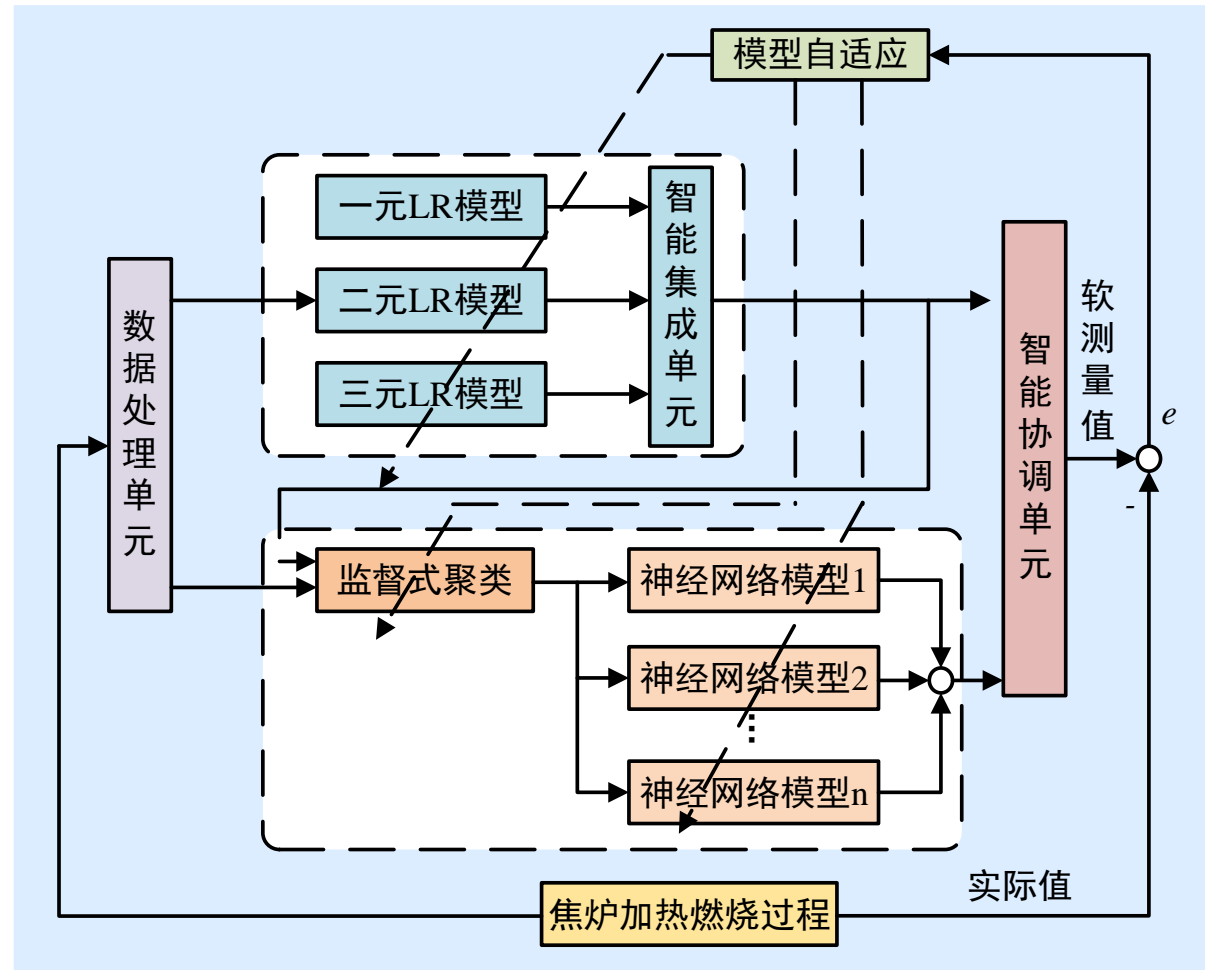
4 智能制造大数据分析需求与流程

40

➤ 焦炉加热燃烧过程智能优化控制

□ 焦炉火道温度软测量技术

- 选择若干个蓄热室顶部温度作为辅助变量，建立软测量模型
- 将线性回归、专家规则、神经网络等多种建模方法有机集成，建立焦炉火道温度的软测量模型



火道温度软测量模型

4 智能制造大数据分析需求与流程

41

➤ 焦炉系统监控总体结构

□ 综合生产目标优化与集中监视层

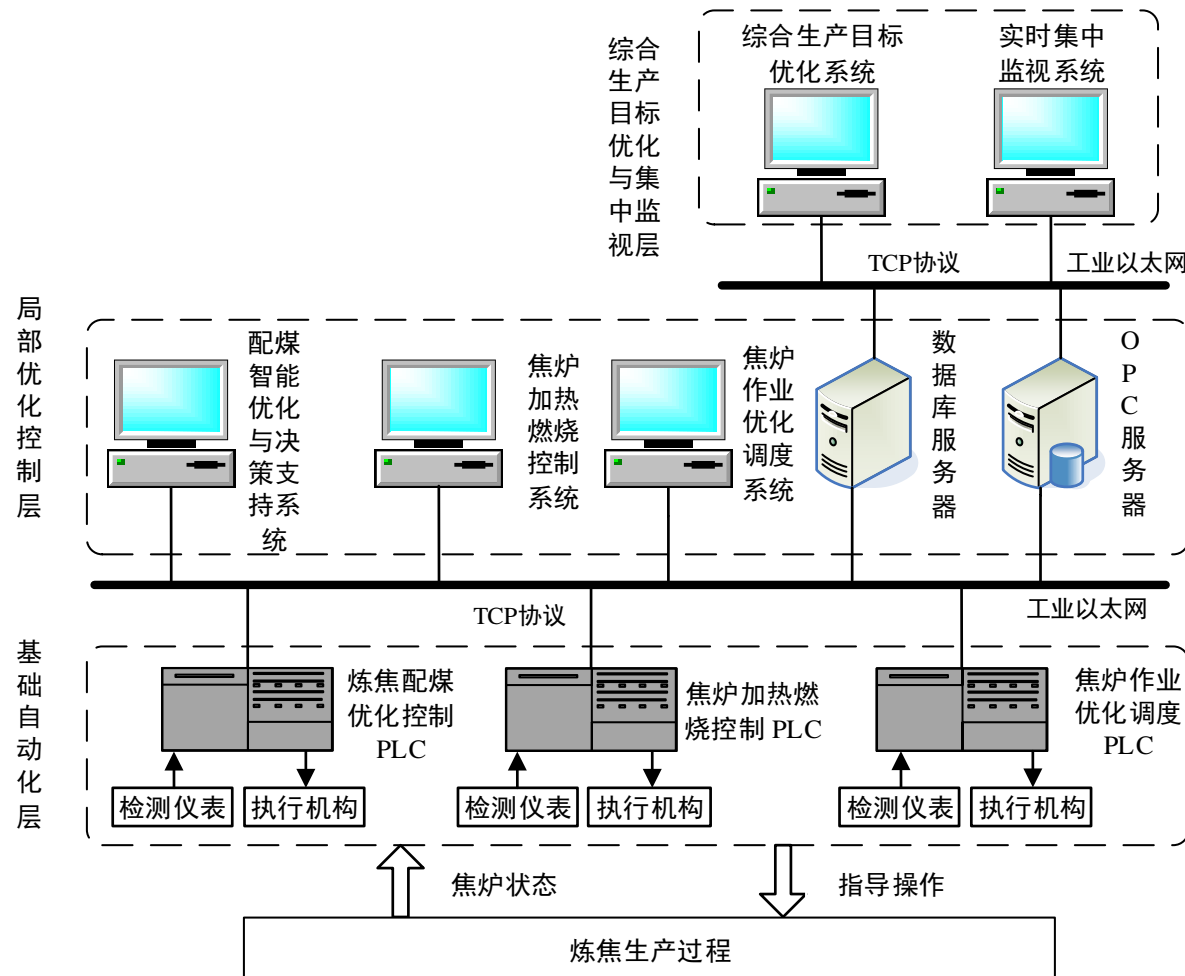
- 综合生产目标优化和实时集中监视系统
- 完成对各类参数实时监视

□ 局部优化控制层

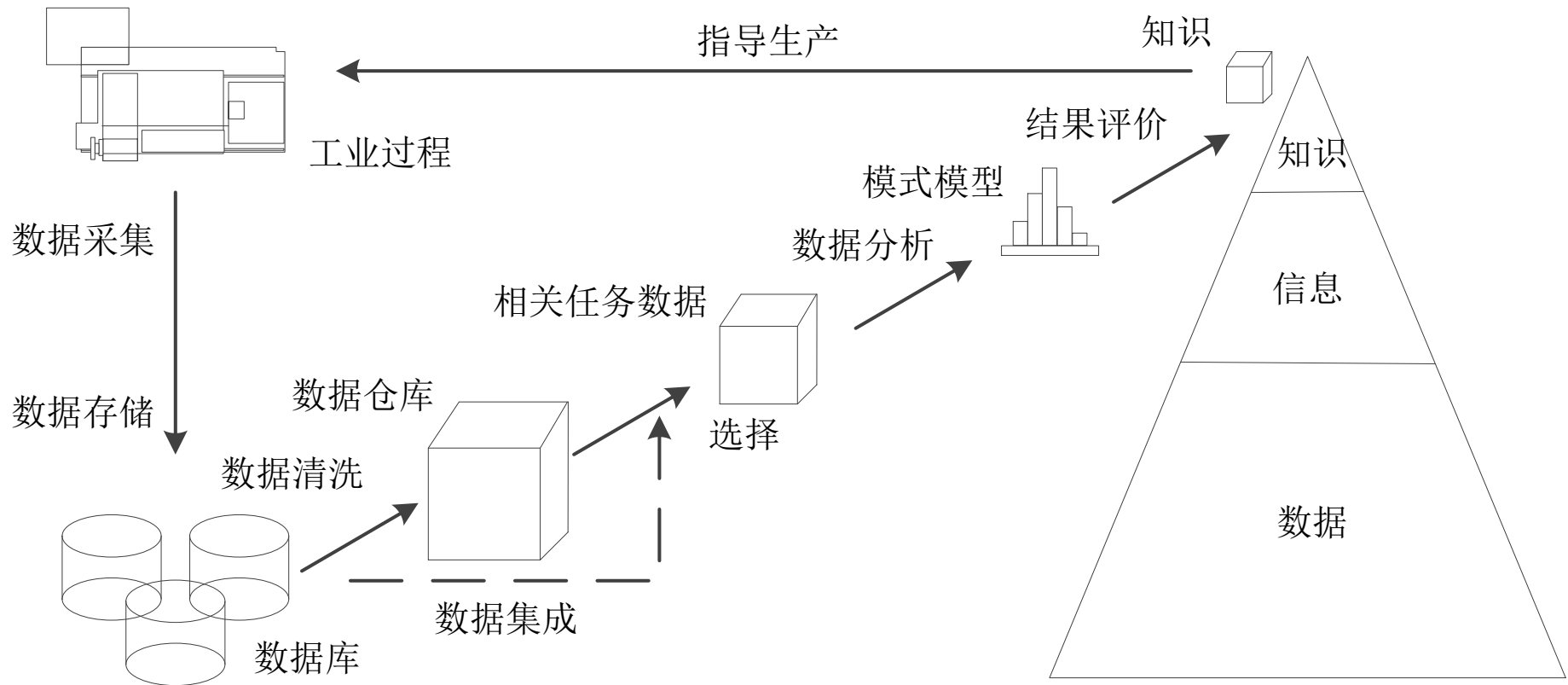
- OPC服务器、数据库服务器与炼焦生产局部过程优化系统组成
- 配煤智能优化与决策支持、加热燃烧过程控制和焦炉作业优化调度

□ 基础自动化层

- 采集现场生产数据，下发控制



➤ 大数据分析流程



工业大数据分析流程

➤ 大数据分析流程

□ 数据采集

- 利用一种装置，从系统外部采集数据并输入到系统内部的一个接口

□ 数据预处理（第三章）

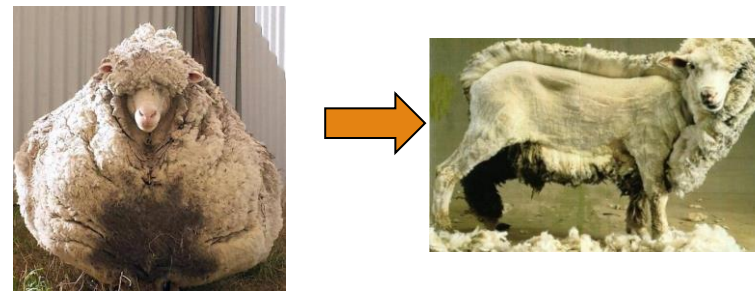
- 数据清洗：通过填补缺失值、光滑噪声数据，识别或删除离群点，并解决不一致性来“清洗”数据
- 数据归纳：使用数据编码方案，以便得到原始数据的简化或“压缩”表示

□ 数据分析（第四、五、六、七章）

- 提取有用信息并形成结论

□ 数据存储（第二章）

- 将数据以某种格式记录在计算机内部或外部存储介质上
- 数据集成：将数据由多个数据源合并成一个一致性的数据存储，如数据仓库
- 数据变换：将数据规范化、数据离散化和概念分层化



➤ 数据分析

□ 频繁模式挖掘（第四章）

- 挖掘频繁出现在数据集中的模式（如项集、子序列或子结构）

□ 聚类分析（第五章）

- 根据样本之间的相似度将整个样本集合聚集成若干个类的过程

□ 分类分析（第六章）

- 根据已经掌握的每类若干样本的数据信息，总结出分类的规律性，建立判别公式和判别规则

□ 回归分析（第七章）

- 确定两种或两种以上变量间相互依赖的定量关系的一种统计分析方法

- ❑ 工业制造过程的概念与分类
- ❑ 智能制造的内涵、发展、面临挑战
- ❑ 工业大数据的来源与定义
- ❑ 工业大数据的采集方式、采集系统、面临挑战
- ❑ 工业大数据的分析需求与常用建模优化方法
- ❑ 大数据的分析流程与分析方法概述