

智能制造白皮书

制造业数字化转型

华润集团

《智能制造白皮书》编委会

编 者：浦汉军 华润集团

指 导：董坤磊 华润集团

章晓炜 华润集团

数字经济浪潮席卷全球，随着德国“工业4.0”、美国先进制造、英国工业2050、中国制造2025、等全球国家级战略部署，驱动传统产业加快推动新一轮产业革命，“智能制造”已成为新的战略制高点，以智能制造为主攻方向，推动制造业数字化转型已成时代发展趋势。

中国“十四五”规划纲要为制造业指明了方向：要加快补齐基础零部件及元器件、基础软件等瓶颈短板，推进制造业补链强链，改造提升传统产业，加快重点行业企业改造升级，深入实施智能制造与绿色制造工程，建设智能制造示范工厂，完善智能制造标准体系，培育先进制造业集群，推动集成电路、航空航天、船舶与海洋工程装备、机器人、先进轨道交通装备、先进电力装备、工程机械、高端数控机床、医药及医疗设备等产业创新发展。

华润集团的微电子、化学材料、环保、电力、燃气、医药、水泥等制造产业均为国家十四五战略规划中涉及的重点领域。华润数科以国家的战略规划为指导，依托华润多元产业场景，坚持精益思想与绿色制造理念，打造智能制造解决方案，加快推动智能制造产业升级，推动建设智能制造标杆与示范工厂，深入实施制造强国战略。

本白皮书内容是所有编写团队在多年工作中积累而成的，依托华润工业企业进行的主体研究；同时，吸纳了其他央企兄弟单位在数字化转型过程中的最佳实践案例，形成的V1.0版本。

白皮书发布背景与意义

为何要发布白皮书以及能给各单位带来什么

1 发布背景

国家政策指引，行业发展趋势，企业智造转型挑战

- 国家政策指引：国务院发布关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见，工信部主导陆续发布工业互联网白皮书、“2016~2020工业互联网建设行动计划”、国家“十四五”规划、“十四五智能制造发展规划”，发改委提出了新基建，工业互联网与5G赫然在列，工信部正在组织实施“制造业数字化转型行动计划”
- 行业发展趋势：复杂的商业环境，多变的市场需求，消费结构升级，工业占比较少促进传统制造业转型升级
- 企业智造转型挑战：如何进行智能制造升级，实现提质降本增效率，提升制造企业的行业竞争能力；
- 组织保障：凝聚智能制造意识，推动企业智能化与信息化转型

2 意义

提供一套方法论，提出一套参照标准并引导几个发展方向

- 一套方法论：如何构建智能制造方案的方法论
愿景目标、蓝图、实施路线图与策略、保障方案
- 一套参照标准：
基于方法论构建的智能制造解决方案参照标准
- 几个重点发展方向：
针对制造业的智能制造发展引导十大方向

白皮书导读

白皮书编写思路和逻辑主线

编写思路:



紧跟国家智能制造发展政策，面向企业智能制造转型目标，以提升效益为核心驱动，以智能制造发展趋势与环境为大背景，提供一套构建智能制造发展解决方案的标准方法论，提出一个智能制造解决方案参照标准，引导十大重点发展方向，提供一套华润智能制造解决方案与实践分享。

逻辑主线

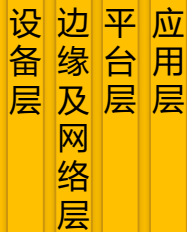
1

智能制造发展趋势与环境大背景



主要成果品

重点发展方向



支撑体系

一套智能制造解决方案参照

2

一套方法论

1.战略方针与目标

2.愿景与蓝图设计

3.实施路线图与策略

4.落地方案与重点任务

5.保障体制

确定企业目标与愿景

规划企业智造蓝图

构建路线图与实施策略

制定详细行动计划与步骤

确立保障体制

4

十大发展方向

人工智能及工业机器人

传感器与边缘计算

5G技术的工业应用

工业互联网平台及大数据

EAM及预测性维护

智能仓储物流

区块链技术的工业应用

数字孪生的工业应用

工业APP

工业机器人

边缘计算

5G

工业大数据

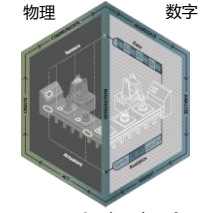
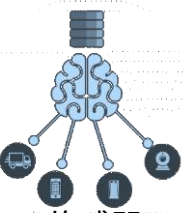
EAM

现场物流控制

工业应用

工业应用

工业APP



人工智能

传感器

工业应用

工业互联网平台

预测性维护

AGV及立体仓库

区块链

数字孪生

工业互联网平台

精益制造与人才培养

3

一个方案标准

智能制造定义 智能制造成熟度评价体系 两个标准工具



目录

Contents

一	智能制造背景与趋势分析
二	一套参照方法论：如何构建智能制造解决方案
三	一套参照标准：智能制造（基于方法论）
四	华润智能制造解决方案及实践分享
五	附录：术语表、引用标准

1.1 智能制造背景与趋势分析：何谓智能制造

参照工信部“2015年智能制造试点示范专项行动”及“信息物理系统白皮书”

智能制造的定义：

企业为实现提质降本增效、提升竞争力、占领市场地位，通过工业化、信息化深度融合，运用网络化、数字化、智能化技术手段与提升精益水平等一系列举措而构建的深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行的高柔性化及自适应的制造体系

智能制造的目的：

对内提高制造质量和效率、降低运营成本、减低库存、缩短交付周期，对外提升服务水平、快速应对市场变化，总体以提高企业整体经济效益为核心目标

智能制造的手段：

在精益管理的基础上，运用先进制造技术与装备，应用先进数字化技术，支撑企业在制造前中后段整条价值链上的地位

智能制造能干什么：

解决与生产相关的业务过程中复杂的运营、产品与工艺等方面的不确定性问题

1.2 智能制造背景与趋势分析：智能制造发展的大背景

解读中国制造2025与智能制造发展规划

■ 指出指引发布的意义：

我国实施制造强国的第一个十年的行动纲领；

■ 明确制造业的地位：

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基；

■ 强调制造强国的必然性：

打造具有国际竞争力的制造业，是我国提升综合国力、保障国家安全、建设世界强国的必由之路；

■ 分析发展形势与环境：

全球制造业格局面临重大调整，我国经济发展环境发生重大变化，建设制造强国任务艰巨而紧迫；

■ 设定战略方针与目标及保证机制：

五大指导思想，四个基本原则，三步走战略路径，九大战略任务和重点方向，八方面战略支撑与保障。

④ ■ 创新驱动

- 质量为先
- 绿色发展
- 结构优化
- 人才为本

④ ■ 市场主导 政府引导

- 立足当前 着眼长远
- 整体推进 重点突破
- 自主发展 开放合作

④ ■ 第一步：用十年迈入制造强国行列

- 第二步：到2035年达到世界制造强国阵营中等水平
- 第三步：新中国成立一百年时综合实力进入世界制造强国前列

④ ■ 提高国家制造业创新能力

- 推进信息化与工业化深度融合
- 强化工业基础能力
- 加强质量品牌建设
- 全面推行绿色制造
- 大力推动重点领域突破发展
- 深入推进制造业结构调整
- 发展服务型制造和生产性服务业
- 提高制造业国际化发展水平

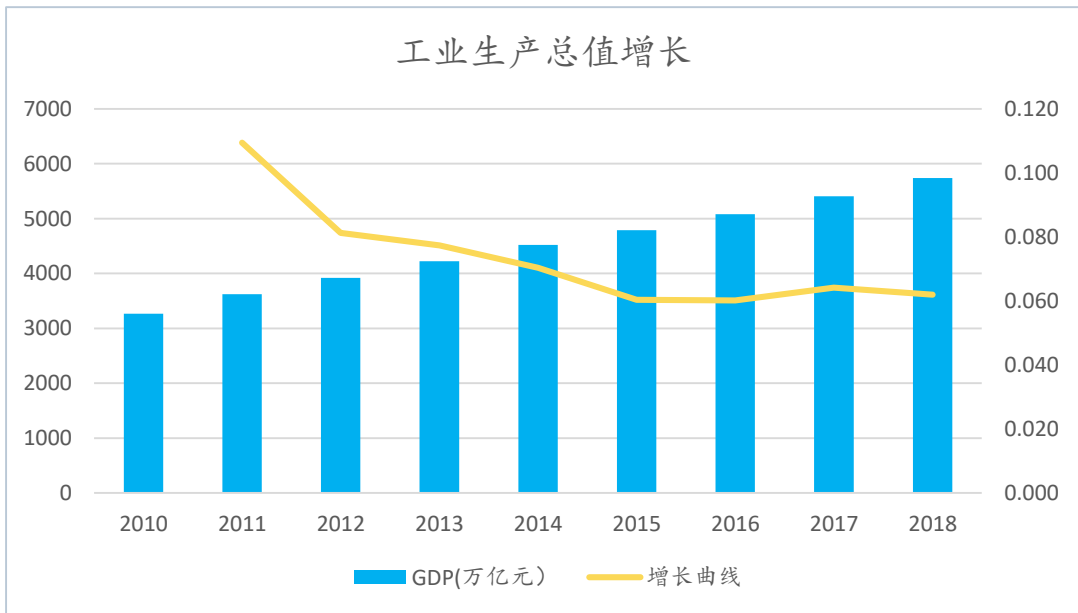
④ ■ 深化体制机制改革

- 营造公平竞争市场环境
- 完善金融扶持政策
- 加大财税政策支持力度
- 健全多层次人才培养体系
- 完善中小微企业政策
- 进一步扩大制造业对外开放
- 健全组织实施机制

1.3 智能制造背景与趋势分析：智能制造发展的大背景

解读中国制造2025与智能制造发展规划

1.制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基，但占比逐渐在下滑，增速放缓



2.新消费时代的到来倒逼制造业转型升级，发展智能制造是中国制造由大到强的必经之路

- (一) 全球制造业格局面临重大调整---新技术正在引领制造方式变革
- (二) 我国经济发展环境发生重大变化---经济环境竞争越来越激烈
- (三) 建设制造强国任务艰巨而紧迫----转型挑战巨大，智能制造成为必经之路

央企、国企是国家制造业中的中流砥柱，必须抓住机遇，认清现实，迎接挑战，成为行业智能化发展的引领者。

1.4 智能制造背景与趋势分析：智造发展已成必然

大环境正促使并要求我国制造业加速向前推进智能制造

经济形势 E

人口红利减少，消费结构升级促进制造业转型

- 劳动力成本持续上升，劳动力人口比例不断下降，倒逼企业加快自动化改造。
- 消费结构升级：用户需求日趋多样化、定制化，消费群体庞大而多样。
- 中国人口趋势：人口红利渐失,老年化问题突出,劳动人口占比减少。
- 创新创业风潮的兴起：全国日均新登记企业超1.2万，带来更大产业冲击。
- 智能制造带来的利润率体现逐渐攀升，制造转型势在必行。

技术赋能 T

中国智能制造技术研发虽然起步晚但发展快

- 国家对智能制造技术研发投入力度大，新技术应用正在加速。
- 机器人、智能制造装备产业体系已形成，为诸多装备智能化提供了足够支撑。
- 大数据、人工智能、物联网、数字孪生、边缘计算、5G等技术逐渐成熟。
- 基于工业场景的智能化技术应用成熟案例越来越多。

智能制造 PEST分析

P 政策支持

政策扶持利好行业发展，政府出台了一些列政策和文件支持智能化建设。

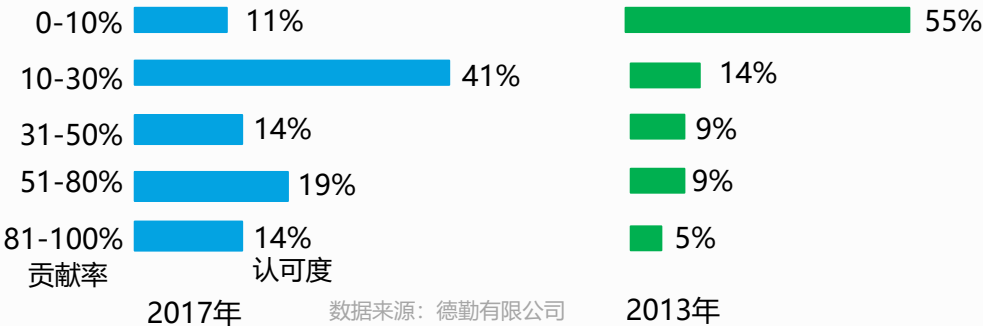
- 政策与文件：国家《十四五》规划《十四五智能制造发展规划》《中国制造2025》《智能制造试点示范项目推荐的通知》及各类指南
- 国家资金支持：智能制造专项，试点示范项目，补贴总体投入的10%~25%
- 地方政府资金支持：同比例配套国家补贴，企业上云资助等

S 社会环境

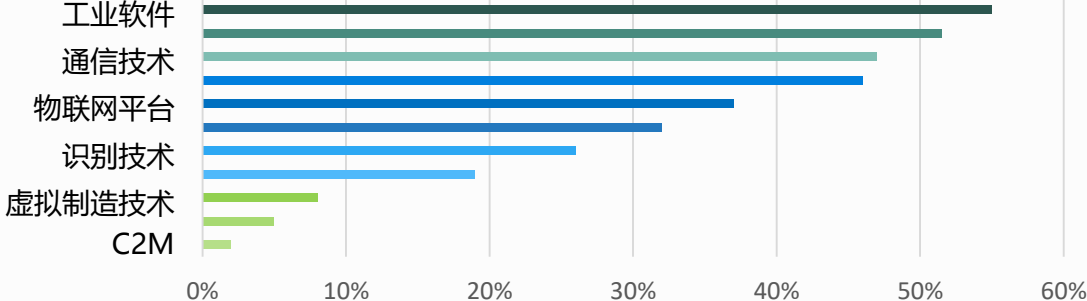
社会绿色环保呼声与绿色发展健康消费理念转变，工业占比减少促进传统制造行业转型

- 生产方式趋向智能化、网络化、企业组织走向扁平化、虚拟化
- 传统污染物产生较大的业态，绿色高品质制造至关重要
- 民众对制造企业绿色环保的期待及企业社会责任的认可

智造利润贡献率对比



智造关键技术应用率



1.5 智能制造背景与趋势分析：我国智造发展现状

我制造业发展智能制造整体状况及国内外智造推进方向

我国企业智能制造发展整体现状

全球主要国家布局智能制造，智能制造是趋势

- 全球主要国家布局智能制造，美国先进制造业国家战略规划，德国工业4.0，法国“新工业法国”战略，日本制造业白皮书，英国制造2050，中国智能制造2025。
- 全球形成智能制造“引领型”与先进型国家稳定发展，“潜力型”与“基础型”国家努力追赶的局面。
- 中美两国在智能生产与产值方面表现突出。

中国制造业步入平稳发展阶段，亟待升级

- 近年来，中国的经济发展已由高速增长转入高质量发展阶段；工业高度发展时期已过，进入新常态。
- 目前我国仍处于“工业2.0”的后期阶段，质量基础相对薄弱，产业结构不合理，资源利用率低、行业信息化水平不高，劳动力成本高，“工业3.0”（信息化）还有待进一步普及。
- “工业4.0”（智能化）正在尝试尽可能做一些示范，制造的自动化、信息化正在布局。

中国智能制造企业数量增长趋势趋向平稳

- 2014年-2015年中国智能制造行业新成立企业数量骤增，2015年达到顶峰，2016年以后，中国智能制造新增企业数量开始降低。
- 中国智能制造企业，普遍分布在一线城市，广东省以绝对优势领跑市场。中国智造细分领域众多，行业差别大。
- 自2015年起，智能制造广受资本市场青睐，融资数量和规模显著增长：2018年，智能制造融资金额达325.15亿美元，融资数量为942起。

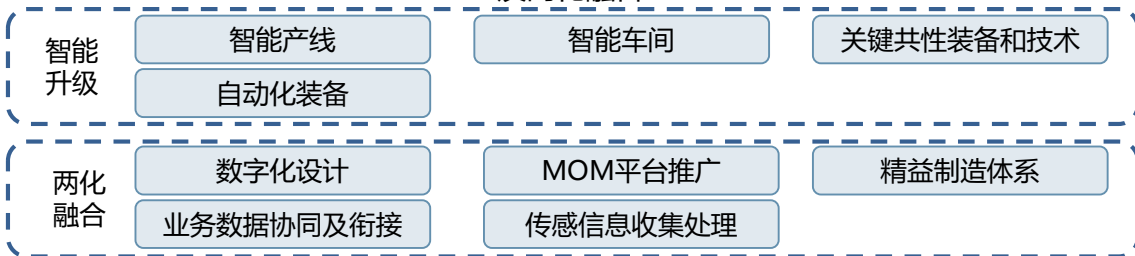
中国智能制造产业带初步形成

- 智能制造被认为是中国制造的主攻方向，从全国各地雨后春笋般出现的各类智能制造产业区，到国家智能制造示范试点项目以及国家智能制造综合标准化与新模式应用试点项目，中国智能制造产业带正在初步形成。
- 国家级智能制造试点项目搭816个，中国智能制造产业园区达537个。
- 从智能制造城市潜力榜来看，上海、深圳、苏州分别位列前三名

中国智造细分领域众多，行业差别大，参考证监会以及统计局对制造业的行业划分，将我国制造业划分为19个制造子行业，其中纺织服装、机械装备、食品饮料规模以上企业数量最多，当前智能制造领域中离散制造业所占比例更高，重点体现在电子电器、工业装备、航空航天、汽车等行业。不同细分行业因其产业特质、发展历史等原因集中度、规模等均大不同。目前，我国大多数制造企业水平仍较低，表现为**创新能力整体较弱，质量效益有待提升，两化融合亟需深化，绿色发展持续优化。**

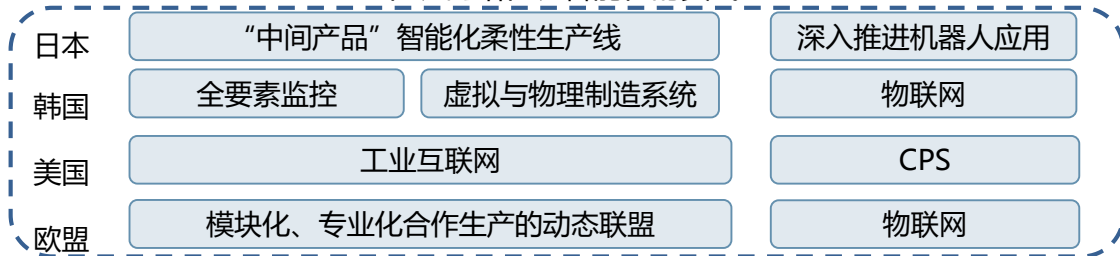
国内推进方向

在一带一路战略、“中国制造2025”以及智能化转型的背景下，同步推进智能制造及两化融合



国外推进方向

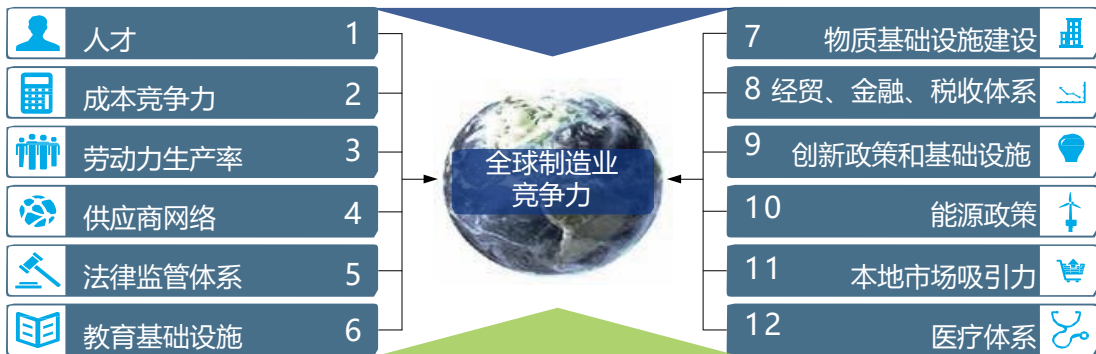
日本、韩国、欧洲、美国各国均具备良好的制造与管理基础，较早开展了数字化、网络化、智能化的实践



1.6 智能制造背景与趋势分析：企业智造发展面临的挑战

企业智能制造发展面临的主要挑战

全球企业竞争力驱动因素



数据来源：美国竞争力委员会和德勤有限公司研究

聚焦到制造

制造业竞争力驱动因素



企业制造转型关键因素

- 战略规划：高瞻远瞩的智造战略目标
- 人才培养：拥有高精尖人才
- 关键技术：把握核心关键技术
- 精益水平：高精益制造水平与标准化
- 生态圈：构建企业内外上下协同生态圈

我国企业智造面临主要挑战

- **智能制造整体水平较低，缺乏智造战略性规划与思维**
大多数单位还未结合本行业发展趋势及面临的业务挑战考虑智能化能带给业务的价值以及如何去整体规划及切入，更多的是聚焦当前的业务内容
- **基础整体较薄弱，创新研发体系不完善，核心技术对外依赖度高**
与同行业国外先进制造型企业相比，从总体营业额、利润率、人均效能上有较大差距，部分单位的信息、数字化及智能化的基础薄弱；创新能力弱，关键技术与高端装备对外部的依存度高，创新体系不完善，创新研发投入营收占比低，产品推陈出新乏力
- **劳动密集型，一线员工占比高，高精尖人才复合型人才占比低**
大部分制造企业，一线员工占大部分，主要面向传统制造型业务内容，缺少能结合IT及OT技术，推动企业数字化及智能化转型的新型人才，需要进行培养或从外部吸收
- **成本竞争优势不明显，精益优化空间大**
我国制造业产品附加值总体较低，加上市场竞争激烈，成本竞争优势愈发不明显甚至在走向劣势，精益化制造水平亟待提升
- **生产效率有待提升，周期性产能过剩多发，资产利用率低凸显**
众多生产老旧基地，想通过自动化设备或产线的引入来加快生产速度的难度大，传统制造思维模式固化，生产效率难以得到提升，同时周期性的产能过剩常发，目前未找到很好的手段化解，造成资产的总体利用率也较低
- **内外协同度不高，影响评估和决策周期长**
从销售预测到原材料的购买及生产计划的安排、生产状况的实时反馈及总体计划的调整，整个或者部分链条未打通，没有很好的数字化、智能化系统或平台做支撑，前后端的链式反应造成的影响评估周期长，决策大部分靠人工
- **法规政策限制多**
部分传统制造业态会产生大量的污染物，需要做特殊的处理，以满足国家绿色环保的政策监管要求和食品药品安全要求，成本投入占比大



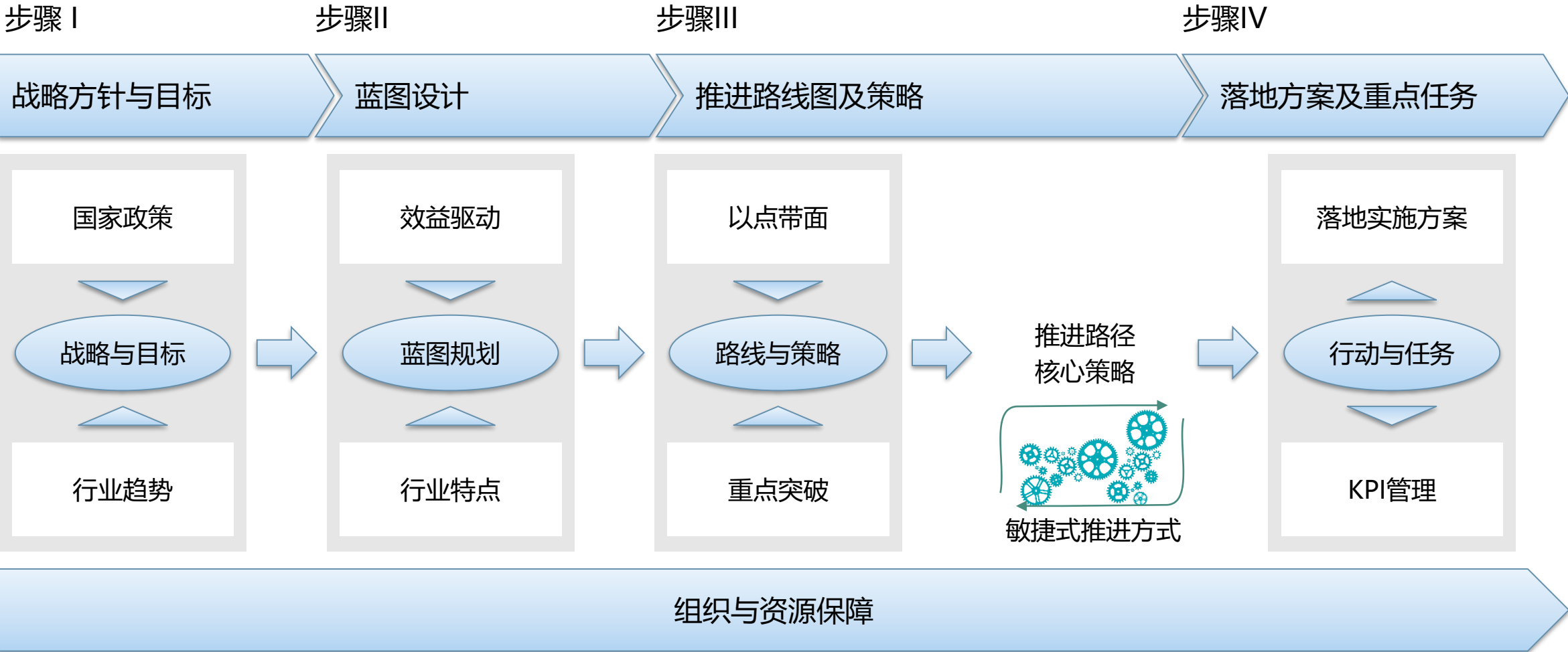
目录

Contents

一	智能制造背景与趋势分析
二	一套参照方法论：如何构建智能制造解决方案
三	一套参照标准：智能制造（基于方法论）
四	华润智能制造解决方案及实践分享
五	附录：术语表、引用标准

一套参照方法论：如何构建智能制造

智能制造整体解决方案构建方法论全景图

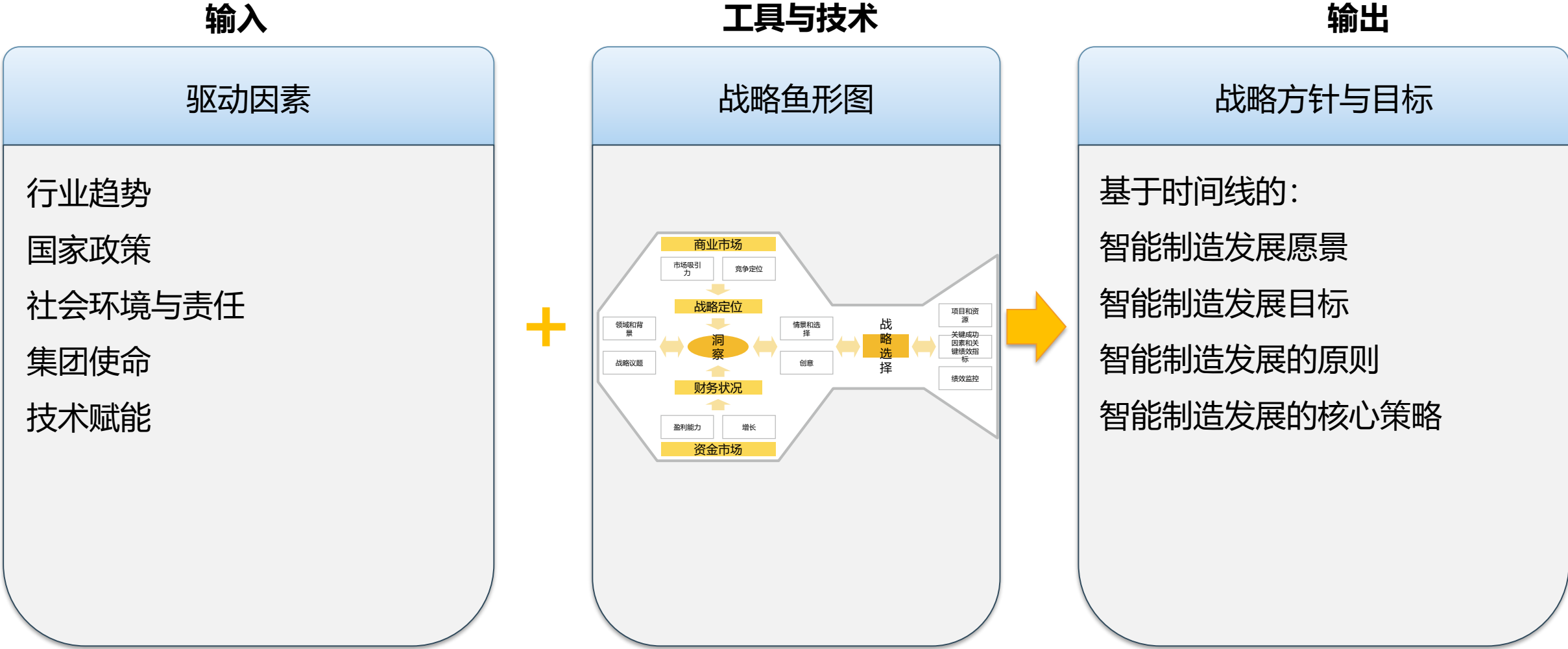


此方法论参照以下内容构建：

1.中国制造2025整体结构逻辑 2.德勤、IBM战略规划咨询，埃森哲IT战略规划咨询方法论 3.敏捷项目实施方法论

2.1 确定战略方针与目标：全景图

基于驱动因素确定智能制造的战略方针与目标



2.2 蓝图设计：全景图

以实现对战略方针与目标的支撑为目标，结合行业特点构建蓝图

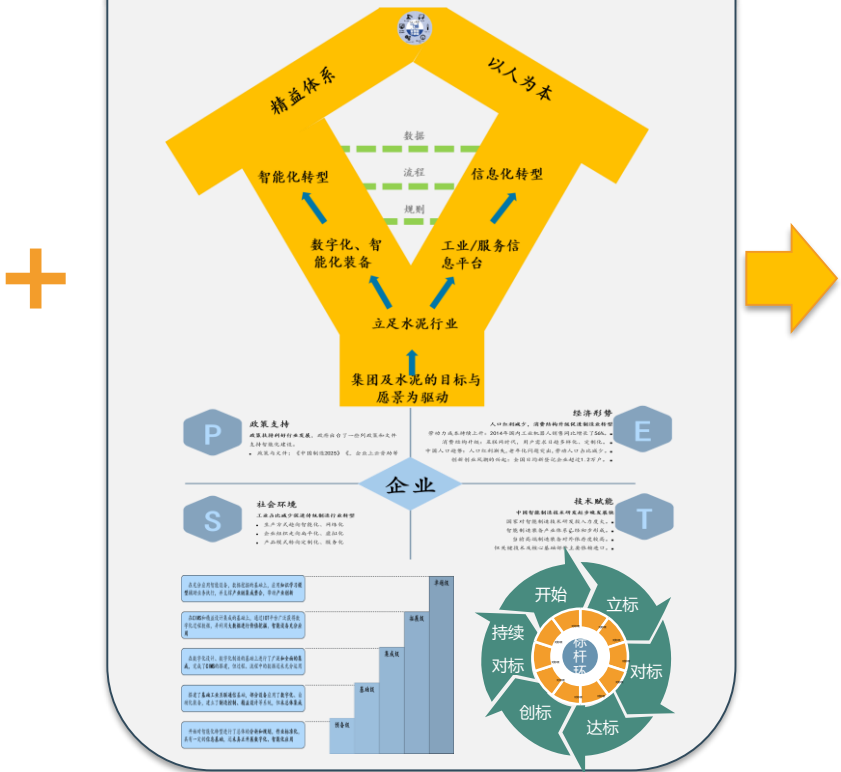
输入

战略方针与目标、行业特性

指导思想、原则
战略方针与目标
行业特性
设计原则

工具与技术

树形图 PEST现状分析
成熟度评估 对标分析



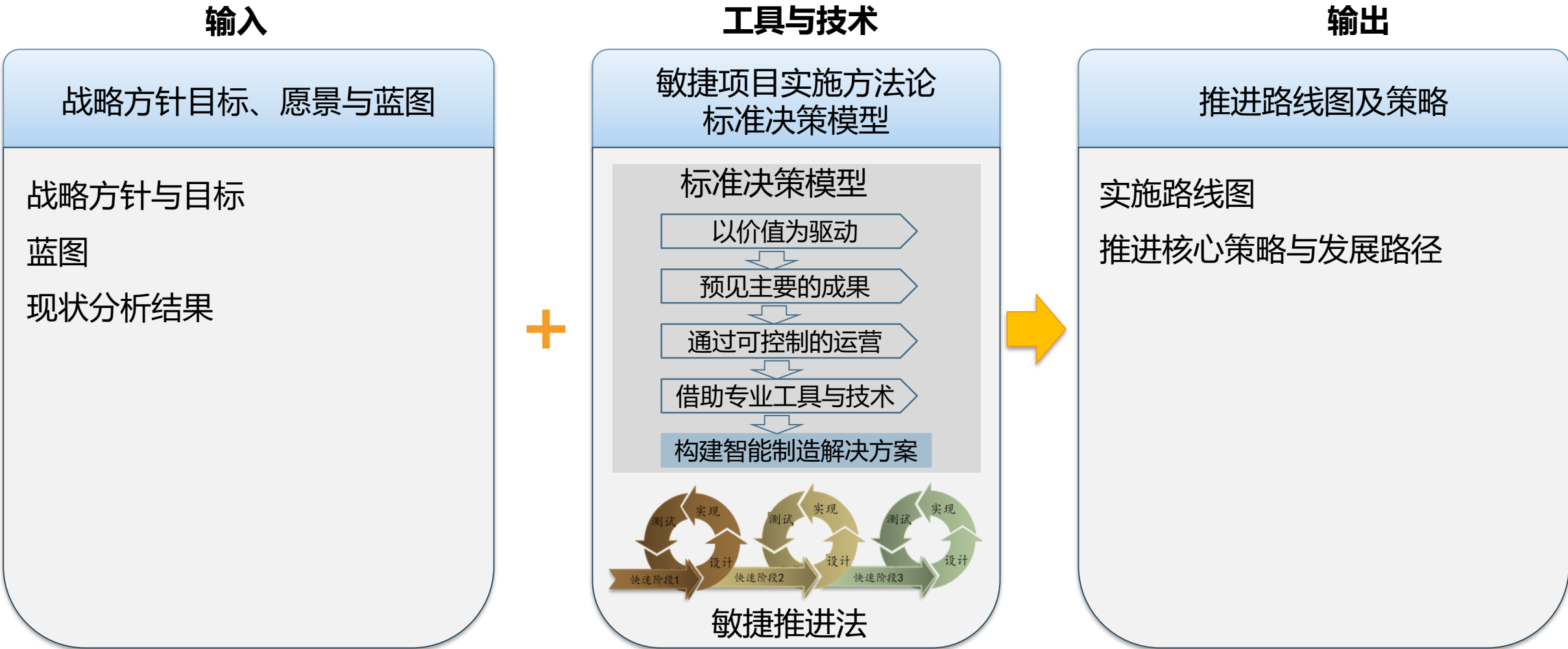
输出

蓝图

现状分析（智造现状及对标）
智能制造蓝图及分解
智能产品与服务运营全景图
智能工厂运营全景图

2.3 推进路线图及策略：全景图

以蓝图为导向，基于现状及差距分析构建路线图和策略



2.4 落地方案及重点任务：全景图

遵从路线图与推进策略，借助应用成熟度评估与项目管理工具构建详细落地方案

输入

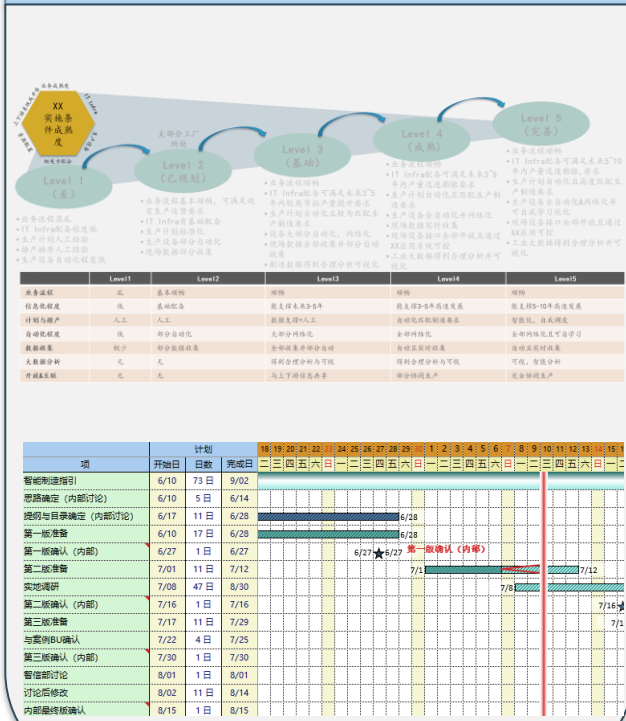
实施路线图及策略、发展路径

实施路线图
推进策略
发展路径
整体计划表

工具与技术

应用系统实施成熟度评估
甘特图

+



输出

落地方案及重点任务

基于敏捷式推进的落地方案
重点任务及关键节点
详细计划及关键里程碑

2.5推进保障方案：全景图

为保障落地实施方案的可推进性，加强统筹，构建本单位资源与组织支持体制

输入

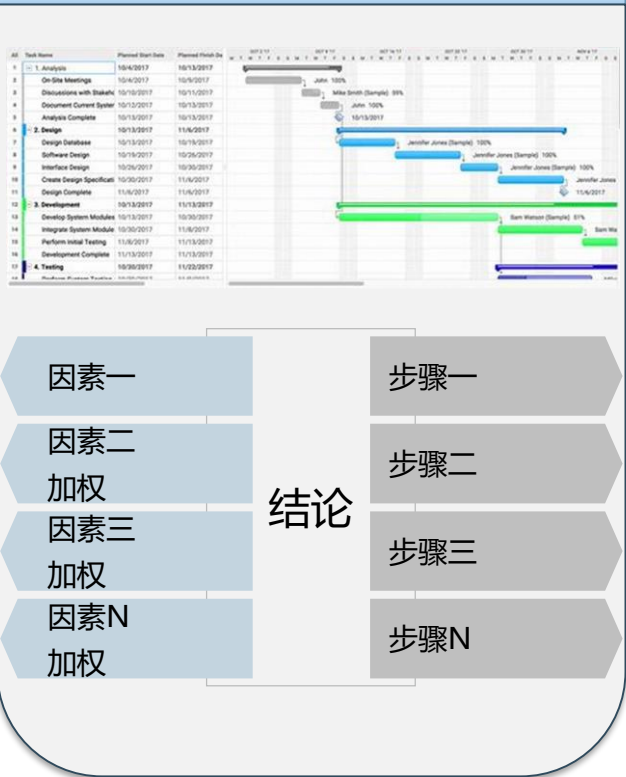
实施路线图及发展路径、落地方案

战略方针与目标
蓝图
实施路线图
推进策略
发展路径
详细计划表

工具与技术

甘特图 可行性分析
敏捷项目制

+



输出

推进保障

智能化推进组织架构图
资源保障体系图
推进保障具体措施



目录

Contents

一	智能制造背景与趋势分析
二	一套方法论：如何构建智能制造整体解决方案
三	一套参照标准：智能制造（基于方法论）
四	华润智能制造解决方案及实践分享
五	附录：术语表、引用标准



目录

Contents

三

一套参照标准：智能制造（基于方法论）

3.1

指导思想、原则、愿景与战略目标

3.2

智能制造整体蓝图规划

3.3

推进路线与策略及重点任务

3.4

智能制造推进的组织与资源保障

3.1 “指导思想、原则、愿景与战略目标”构建全景图

基于以下三大背景，确立指导思想、原则与战略目标



国家指引 集团使命

- 《中国制造2025》是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领，提出通过“三步走”实现制造强国的战略目标
- 相关政策指引文件与配套资金支持发力
- 集团使命：引领商业进步，共创美好生活



行业发展趋势与 挑战

- 市场需求端的快速变化倒逼制造端走向提质、增效、降成本、缩短周期的改善之路
- 智能制造的利润贡献率越来越明显
- 大多数产业还处于传统制造模式，人口红利消失，面对市场需求变化的冲击，通过智能制造进行转型升级的道路坎坷



技术赋能

- 高新技术支持：云、大数据工业互联网、人工智能、虚拟现实、5G等新技术的出现为智能制造的发展提供强有力的支撑
- 智能制造发展势不可挡：智能研发、智能装备、智能车间与工厂、智能服务、智能供应链等智能制造关键应用场景越发成熟



背景

企业
业态
现状

成功
要素

企业
智造
愿景

指导
思想

原则

战略
目标

3.1 指导思想

企业智能制造指导思想基于：背景 + 国家智造指导思想 + 企业制造业态特征



智能制造指导思想（八大指导思想）：



3.1 基本原则

企业智能制造转型建设的八大原则基于：背景 + 国家智造原则 + 转型关键因素



智能制造基本原则（四大原则）：

统筹规划，落地实施

总部统筹规划，引导发展智能制造的方向，由各单位主导智能制造解决方案的构建与实施落地

大处着眼，小处着手，快步向前

整体谋划，明确智造发展路线，找准突破点，快速迭代式推进，将成熟场景应用以点带面进行推广

夯实基础，布局长远

扎实打好基础，认清发展趋势，加快转型升级布局，通过提质增效降成本等方面占据竞争制高点

鼓励自主，开放共赢

鼓励各单位自主创新，掌握核心技术，同时持开放的心态引入领先力量提升自身优势，合作共赢

3.1 愿景与战略目标

顺应行业趋势 紧跟国家政策 借力高新技术 贴合企业自身特色 打造智造强企

深耕企业自身核心业务领域，致力于的高品质产品与服务
智能制造支撑实现 企业战略目标

创新 协调 绿色 开放 共享

智能制造愿景目标

行业领先、中国领先、世界一流

智造水平

自动化水平高、全面实现数字化、网络化，重点先行带动下的全领域智能化建设高速发展，在先进发展理念指导下，引领各业态发展方向。

研发与创新

构建了具有竞争力的产品研发设计能力，能快速应对市场变化提供满足客户多变的产品与服务需求，逐步构建各产业的生态圈，在新模式、新业态、新产业与新技术上有较大突破与进展。

服务与效率

引领行业技术与产业发展，实现了高全要素生产率和劳动生产率、优质的产品与服务能力及知名的品牌与社会形象。

资源配置能力

在国际资源配置中占主导地位、在全球产业发展中具有话语权和影响力，能在变幻的市场环境和政治因素下高效地进行资源的配置。

※参照国资委对世界一流示范企业的定义：“三个领军”、“三个领先”、“三个典范”



目录

Contents

三

一套参照标准：智能制造（基于方法论）

3.1

指导思想、原则、愿景与战略目标

3.2

智能制造整体蓝图规划

3.3

推进路线与策略及重点任务

3.4

智能制造推进的组织与资源保障

3.2 蓝图设计：智能制造蓝图总体规划思路

树形规划思路



■ 以实现企业智能制造战略目标为驱动

从企业战略目标出发，以打造中国领先，世界一流企业为使命，规划智能制造蓝图，深入两化融合，提升制造型企业核心竞争力

■ 认清企业自身行业智造发展现状

从企业制造业业务特点入手，结合先进成熟的实施落地经验，制定一体化智能制造方案

■ 描绘智能制造蓝图与路线

以企业制造塔为风向标，以人为本进行中心，以科学的人员激励方式，优化的人才培养与提升机制，安全舒适的生产环境积极推进人机协作

■ 应用自动化、数字化智能化技术与装备

自动化、智能化装备作为转型的重要手段，需要在未来最大化的体现其应用价值，在规划时需与实际需求结合，有策略进行投入

■ 借助工业及服务数字化平台

信息系统在智能化转型的过程中起到支撑作用，在充分保障业务、数据等基础服务外，还需要积极地做好信息的统一平台化与服务化升级转型

■ 以精益管理与标准体系为保障

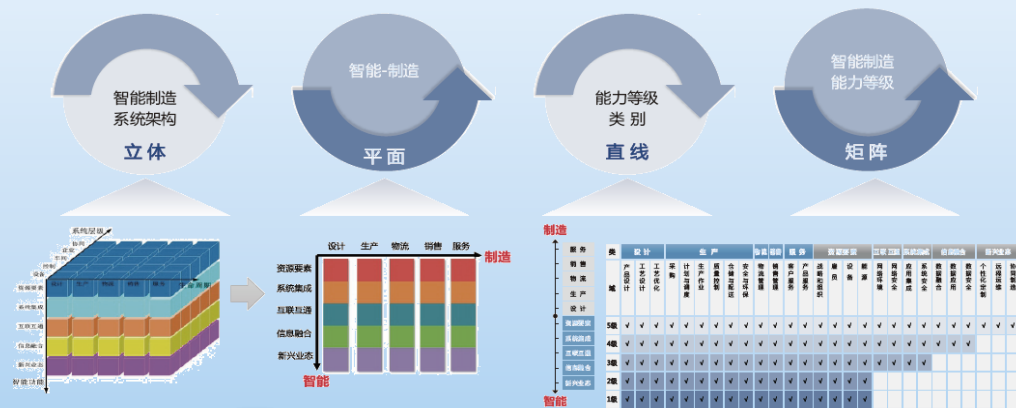
充分认识精益管理对智能化转型的保障作用，借助顶层设计，大力推动精益文化建设，从根本上提高制造价值链的竞争力

■ 实现智能生产转型及智能产品与服务转型

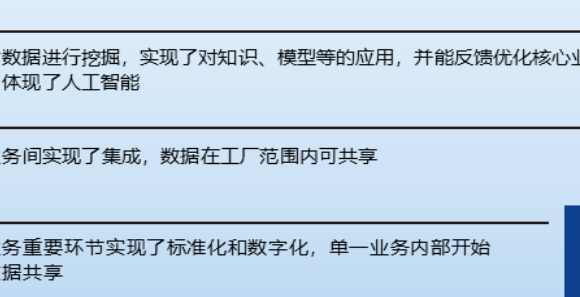
基于企业智能制造蓝图，以精益管理与标准体系为保障，借助自动化、智能化装备以及工业级服务数字化平台，规范和优化流程，深化数据应用来实现智能生产及智能产品与服务的转型

智造能力成熟度初判：可参照工信部公布的成熟度评估模型，进行企业制造能力初判

评估方式



等级标准

- 
- 5 实现了预测、预警、自适应，通过与产业链上下游的横向集成，带动产业模式的创新。
 - 4 能够对数据进行挖掘，实现了对知识、模型等的应用，并能反馈优化核心业务流程，体现了人工智能
 - 3 核心业务间实现了集成，数据在工厂范围内可共享
 - 2 核心业务重要环节实现了标准化和数字化，单一业务内部开始实现数据共享
 - 1 开始对智能制造进行规划，部分核心业务有信息化基础。
- 集成级
- 规范级
- 已规划级

引领级

优化级

集成级

规范级

已规划级

数据来源

企业能力数据收集	维度 A	维度 B	维度 C	维度 D	
	能力 A	0.5	xx	0.7	xx
	能力 B	0.8	xx	0.7	xx
	能力 C	xx	0.5	xx	xx
	能力 D	xx	0.8	xx	xx
	能力 E	xx	xx	xx	xx
	能力 F	0.5	xx	xx	xx
	能力 G	0.8	xx	xx	xx

成熟度评估工具与沟通确认



等级	已规划级	规范级	集成级	优化级	引领级
XX工厂			★		
XX工厂		★			
XX工厂		★			
XX工厂			★		
XX工厂	★				
XX工厂	★				
XX工厂	★				
XX工厂	★				
XX工厂			★		
XX工厂		★			
XX工厂		★			
XX工厂		★			
XX工厂			★		
XX工厂			★		
XX工厂	★				
XX工厂			★		
XX工厂		★			
XX工厂	★				

评定结果

※能力成熟度等级划分与能力矩阵请参照附录

智能制造能力成熟度模型的选择

选择国家标准认可的模型和评估方法就，结合国外先进评估方式

工业4.0成熟度指数
德国Acatech

企业智能制造转型核心
能力测评模型
中国赛迪
(中国电子信息产业发展研究院)

智能制造系统就绪度评估预研报告
美国NIST

智能制造能力成熟度模型白皮书1.0
中国电子技术标准化研究院

工业4.0/数字化运营自评
普华永道德国

中小企业实施工业4.0指导原则
德国VDMA Verlag

IMPULS-工业4.0就绪度
德国VDMA&RWTH Aachen

互联企业成熟度模型
美国Rockwell公司

2014年

2015年

2016年

2017年

中国电子技术标准化研究院已将《智能制造能力成熟度模型》与《智能制造能力成熟度评估方法》两项国家标准向国家标准化委员会报批
以上智能制造能力成熟度模型是在CMMI的基础上建立的
各自的智能制造/工业四能力成熟度/就绪度模型，**基本思想和途径没有什么区别**，都包含智能制造/工业四参考模型、能力成熟度模型以及度量定义。
不同点在于，**对于智能制造/工业四能力的理解和侧重点不一样，评估的内容也不尽相同**

选择国家认可模型与评估方法 结合 国资委数字化转型评价体系

形成评估工具

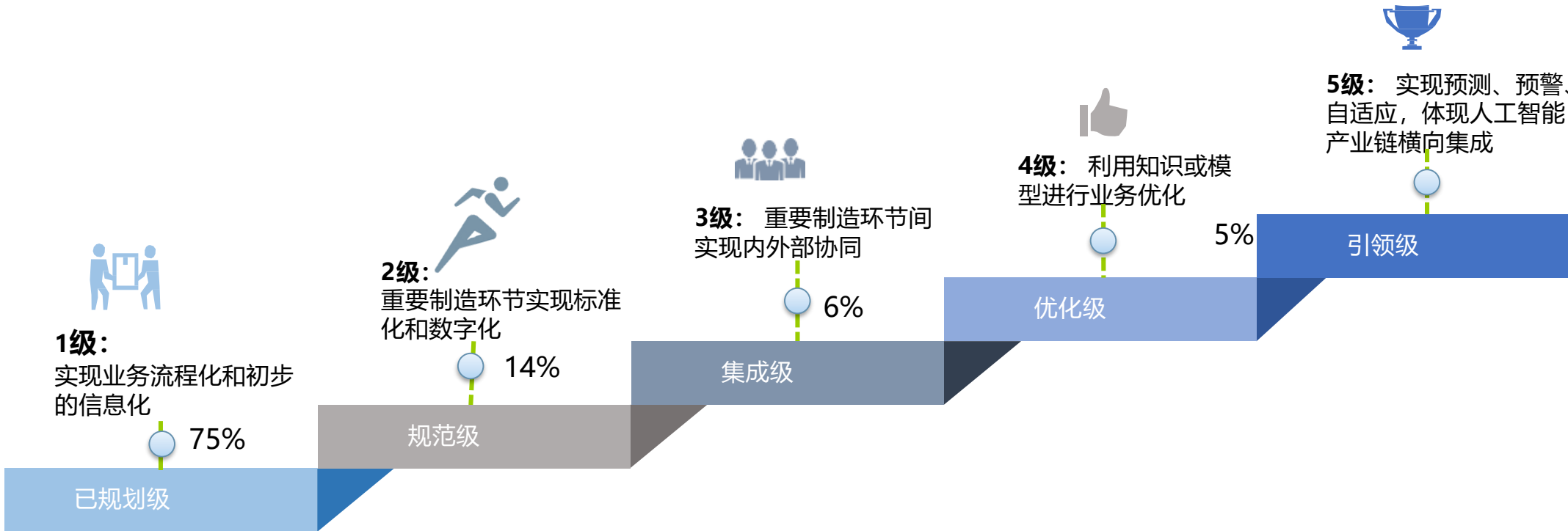


智能制造成熟度评估-V1.1.xls

基于“中国电子技术标准化研究院成熟度模型”及“德国工业4.0成熟度指数”进行完善

3.2 蓝图设计：认清现状---成熟度等级

- 我国75%的企业处于成熟度一级，在此阶段，企业实施智能制造有了初步规划并开始实践，能够实现对设计、生产、物流、销售和服务等核心业务流程化管理
- 14%的企业处于成熟度二级，迈向数字化阶段。在此阶段，企业应用自动化技术和信息技术对核心装备和业务活动进行改造和提升，实现单一业务的数据共享。
- 6%的企业处于成熟度三级，网络化特征明显。在此阶段，企业开展网络化集成，对装备、系统装备与系统之间开展集成，实现了跨业务间的数据共享。
- 5%的企业处于成熟度四级以上，标杆示范效应显现。在此阶段企业能够对人员、资源、制造等济宁数据挖掘，形成模型和知识，并基于核心业务进行预测和优化，探索新的制造模式和商业模式。



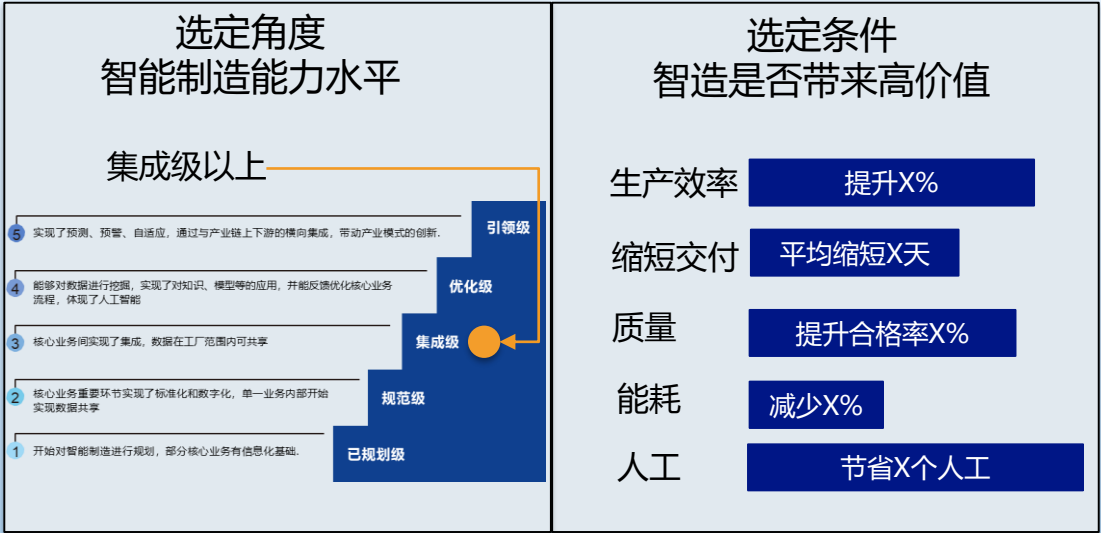
※数据来自工信部智能制造发展指数（2020）

3.2 蓝图设计：认清现状---对标分析

对标智造领先企业，根据对标企业制造能力成熟度与带来的企业利润，做差距分析及经验借鉴

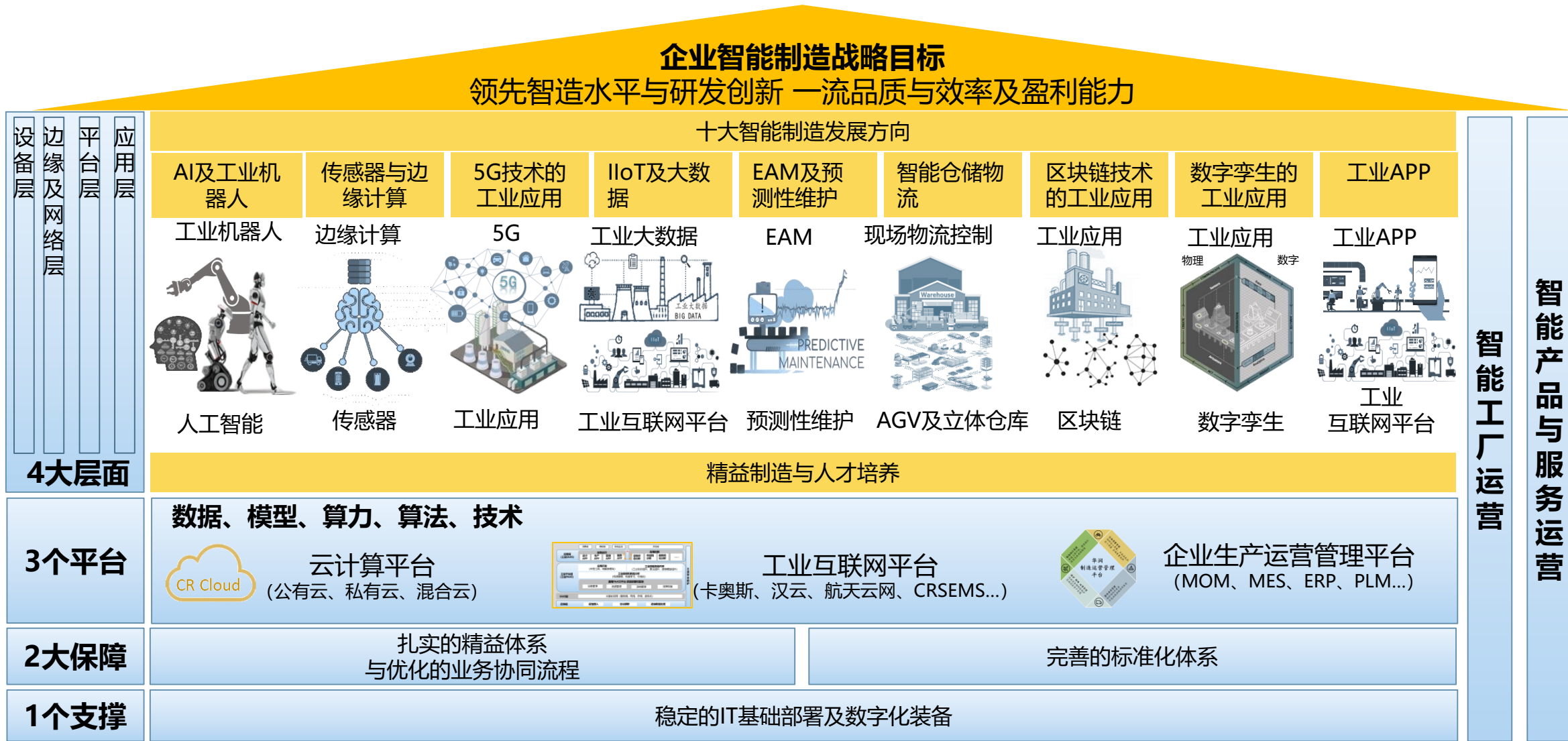
评估方式

对标企业选定



3.2 蓝图设计：描绘蓝图

从横向1个支撑，2大保障，3个平台，4大层面；纵向两大运营，着手描绘智能制造蓝图

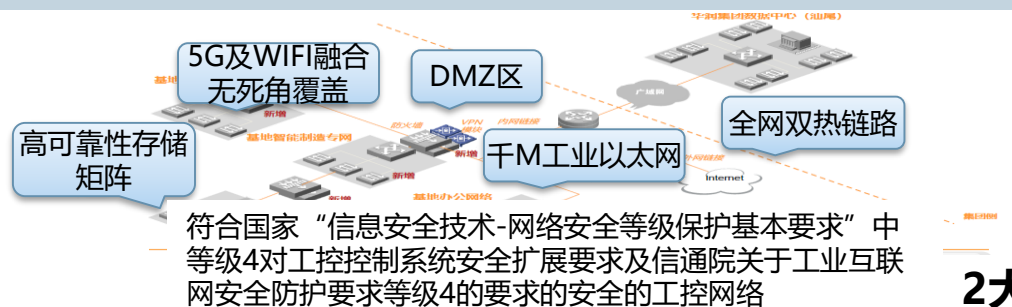


3.2 蓝图设计：1个支撑2大保障

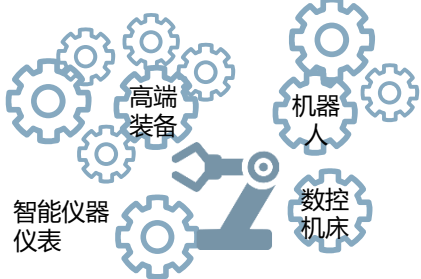
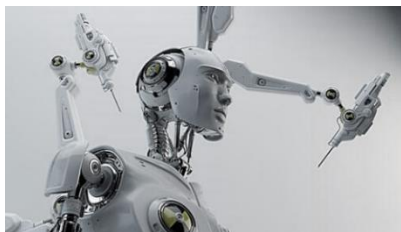
1个基础支撑 2大保障体系

1个基础支撑

稳健安全的OT与IT基础部署
是实现制造要素互联互通海量制造数据采集和存储的网络基础



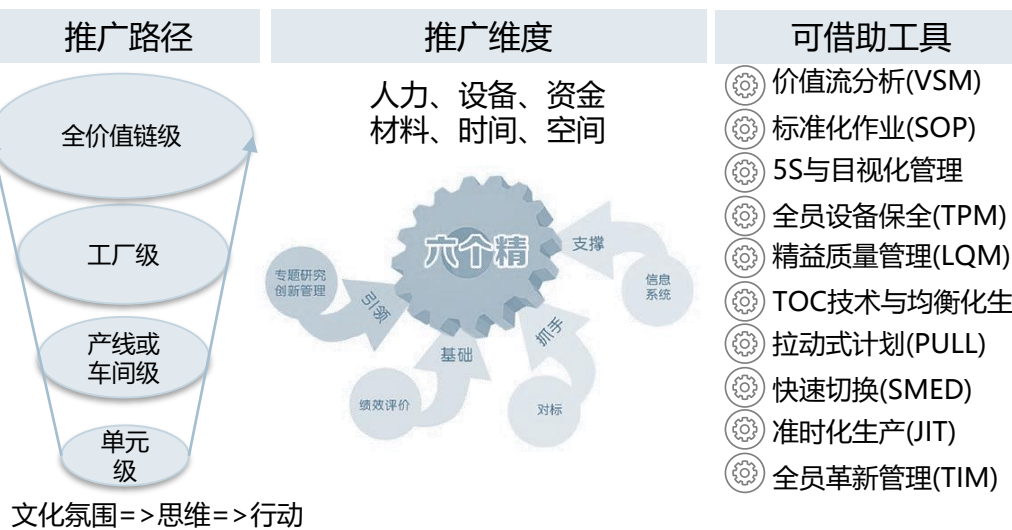
装备数字化智能化
是实现生产工艺优化及智能化边缘决策与柔性化生产的前提条件



2大保障

扎实的精益体系与优化的业务协同流程
是保障数字化智能化解决方案可落地的关键

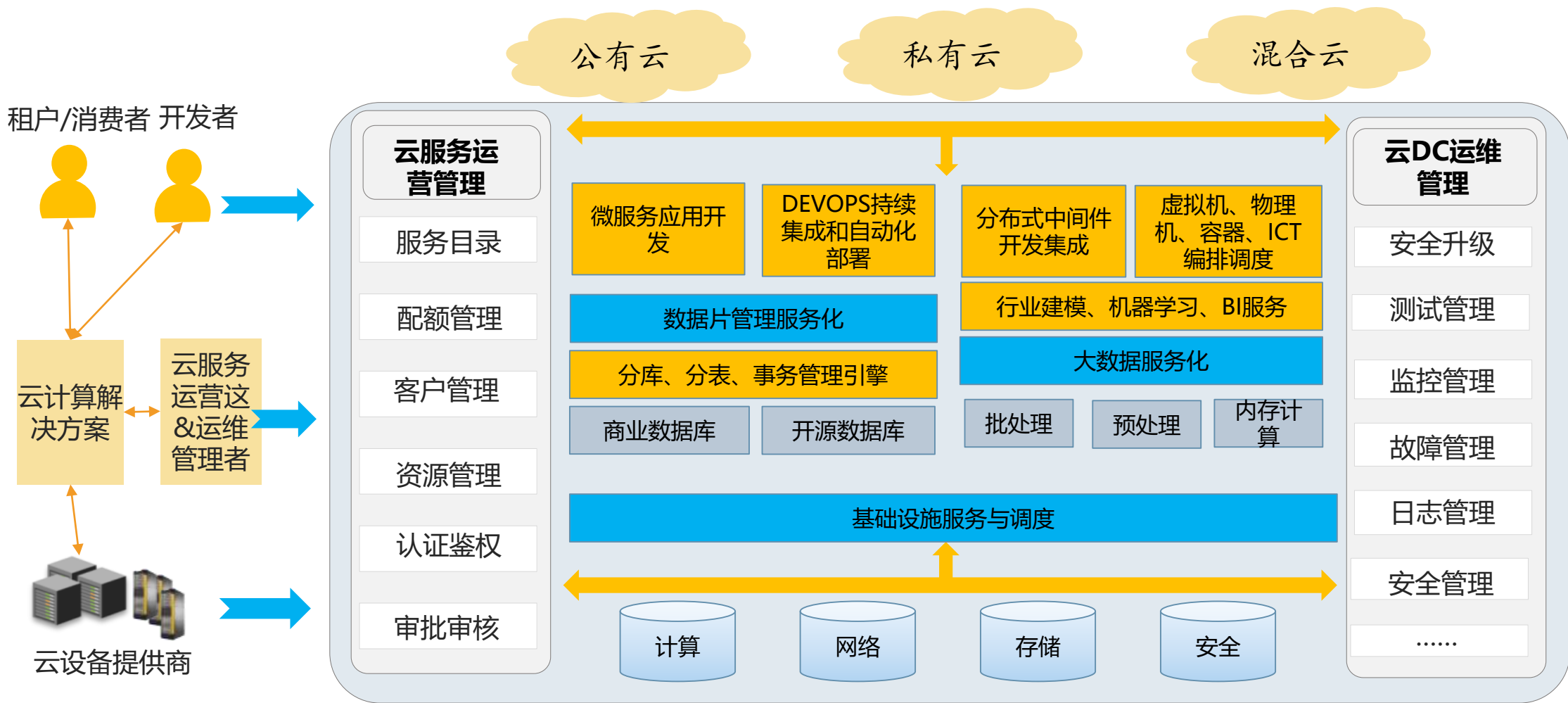
完善的标准化体系
是缩短方案落地周期灵活进行业务流程改善及系统功能扩展的重要手段



行业应用	饮料	医药	水泥	化工	电子	电力	能源	五金.....
	智能配方 全面质量管理	全面质量管理	智能配方 预测性维护	预测性维护	数字化车间	OEE 预测性维护	OEE 预测性维护	数字化车间
	智能制造标准体系							
关键技术	工业软件与 大数据 工业大数据 产品与系统 管理与服务	智能服务	个性化定制	远程运维	工业云	工业互联网		
		智能工厂	建设规划	系统集成	智能管理	体系架构		
		智能装备	传感器及仪器仪表	嵌入式系统	控制系统	网联技术		
			人机交互	增材制造	工业机器人	资源管理		
						网络设备		
基础	通用 安全 可靠性 检测 评价							

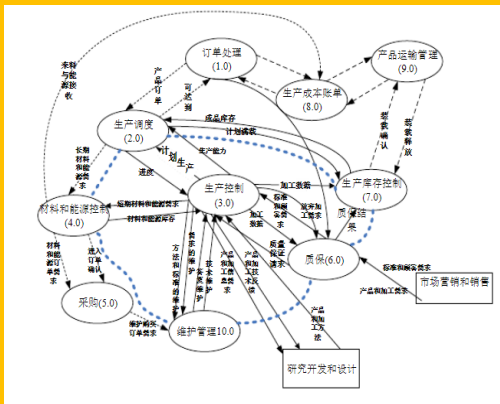
3.2 蓝图设计：三大平台---云计算平台

通过云计算平台，提供统一的数据储存、算力、算法提供平台



3.2 蓝图设计：三大平台---生产运营管理平台

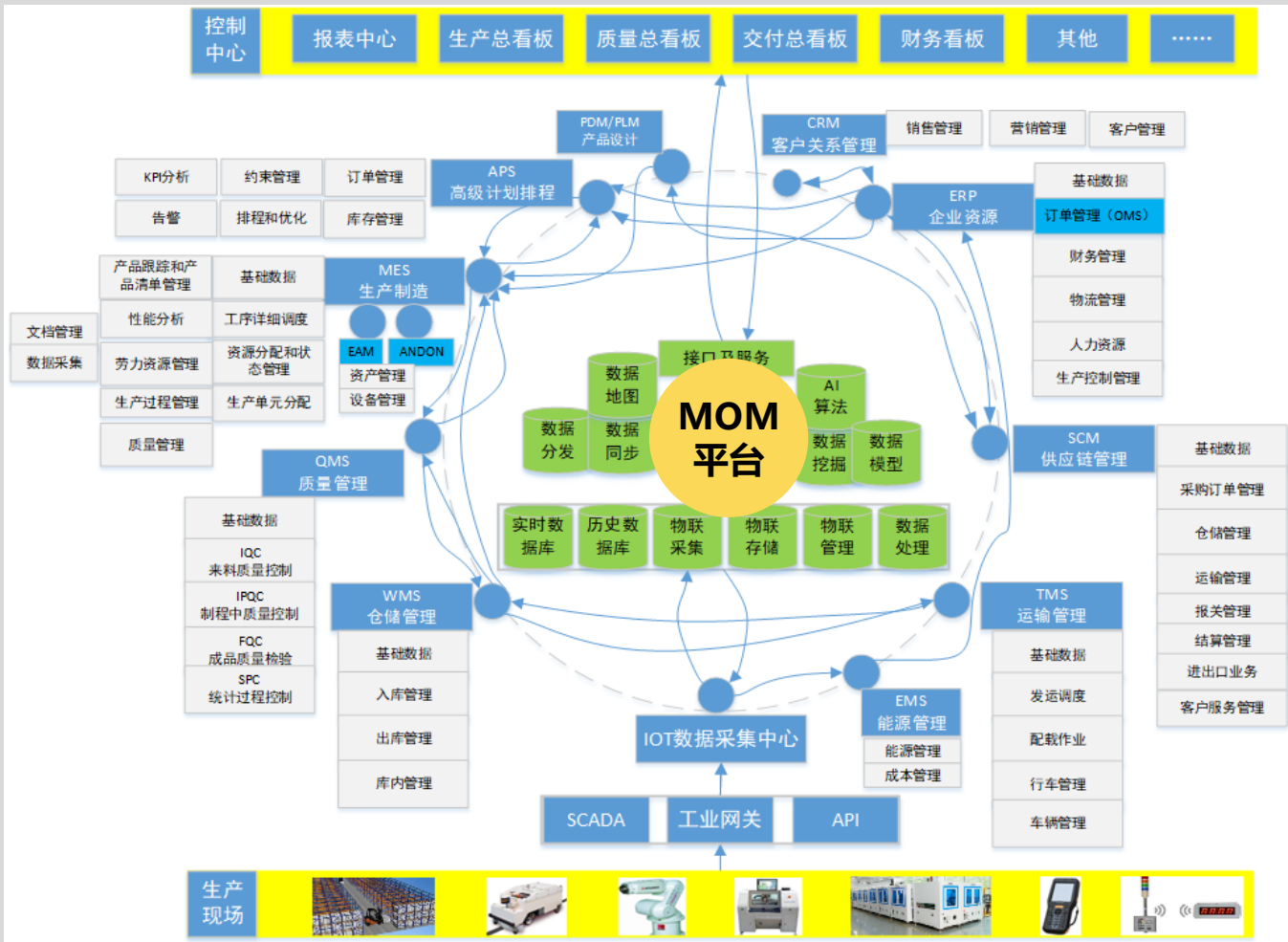
生产运营管理平台是智慧工厂软件系统的大集成，是智能生产运营管理的核心平台系统



数字化工厂 ISA 95模型



智能工厂 软件系统



3.2 蓝图设计：三大平台---工业互联网平台

实现统一标准的互联互通与数据的采集分析与应用，支撑智能化生产、网络化协同、规模化定制、服务化延伸、数字化管理与平台化设计



※参考来自工业互联网白皮书 (2020)

3.2 蓝图设计：十大方向之一 AI及工业机器人

推动生产的自动化及数字化与智能化



人工智能是研究及开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用的一门新的技术科学

工业机器人是面向工业领域的多关节或多自由度的机器装置，能自动执行工作，是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器

• 人工智能



发展现状：

专用人工智能取得重要突破，通用人工智能尚处于起步阶段，预计2017年到2020年间约为27亿-91亿元人民币，复合年均增长率保持约为50%；但人工智能通用算法及模型目前已到天花板，没有太多突破

在工业领域的主要应用：

应用数据的可视化分析（温度、转速、能耗、生产能力等）及提供优化策略，机器的自我诊断与工艺参数调整，预测性维护，在线视觉质量监测，智能工业机器人

工业领域典型示例：

- GE基于工业物联网(IIoT)平台Predix上监测、预测和提高13个燃气电厂和1个燃煤电厂的可靠性；
- 阿里基于生产大数据找到影响良率的60个因素并在线持续监测和控制产线相关生产参数变量。

推动工业机器人智能化

• 工业机器人



发展现状：

我国是世界上最大的工业机器人市场，但机器人密度相对发达国家较低，工业机器人技术目前主要集中在日本和欧洲，日本全球市场占比最高，关键核心部件及集成技术、高端人才上中国还落后很多

在工业领域的主要应用：

代替人工重复性工作或危险环境工作，人机协同生产，高精密生产；主要有加工机器人、搬运机器人、码垛机器人、焊接机器人、涂装机器人、装配机器人

工业领域典型示例：

- 齐鲁石化橡胶厂投用合成橡胶自动化码垛装箱机器，每年可节省人工成本48万元并实现集装箱系统的重复使用，减少公用工程建设以及包装袋塑料降解的费用
- 华为松山湖工厂应用工业机器人实现电子设备组装、测试、搬运等，构建了全自动、少人化的智能制造车间

3.2 蓝图设计：十大方向之二 传感器及边缘计算

支撑设备互联互通及实时交互



传感器是一种能感受到被测量的信息，并将感受到的信息按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出的检测装置
边缘计算是指在靠近物或数据源头的一侧，快速处理数据并就近提供服务的计算方式

• 传感器



发展现状：

传感器正向着微小型化、智能化、多功能化和网络化发展，带有微处理器，具有采集、处理、交换信息的能力，支持边缘计算。但我国中高档传感器产品大部分从国外进口，90%核心元件仍依赖国外

在工业领域的主要应用：

生产环境监控、生产设备工艺参数监控、物流设备监控、生产质量监控、安全监控、工业机器人

工业领域典型示例：

- ADI公司在其晶圆厂增加了震动传感器，使用传感器和传感器数据提高生产工厂的事故预测
- 美国西南部的几个机场油库部署了无线传感器系统，可利用实时数据记录机器的监视基线、评估设备性能并主动地安排设备维护工作，以减轻机器故障，优化运营效率

边缘计算实现的基础

• 边缘计算



发展现状：

亚马逊、谷歌和微软等云巨头正在成为边缘计算领域的领先者，根据CB Insights的预估，到2022年，全球边缘计算市场规模预计将达到67.2亿美元

特点及优势：

实时快速的数据处理和分析，更高的安全性和数据隐私保护，相比在云和数据中心的较低成本，良好的可扩展性及准确的位置感知

在工业领域的主要应用：

连接与协议转换、数据存储与过滤清洗、实时设备分析与故障预防、生产设备实时监控、边缘节点实时数据洞见及设备生产行为控制

工业领域典型示例：

安贝格工厂利用边缘计算设备来分析传感器所采集到的数据，并借助AI来分析机器的运行参数，以检测主轴行为中的任何异常，预测未来出现故障的可能性，可在实际故障发生前12~36小时预测轴承腐蚀和停机情况，实现提前规划更换机床主轴的时间，以避免意外宕机带来的高额损失。

3.2 蓝图设计：十大方向之三 5G技术的工业应用

打破数据传输速度限制赋能工业环境实时的互联互通

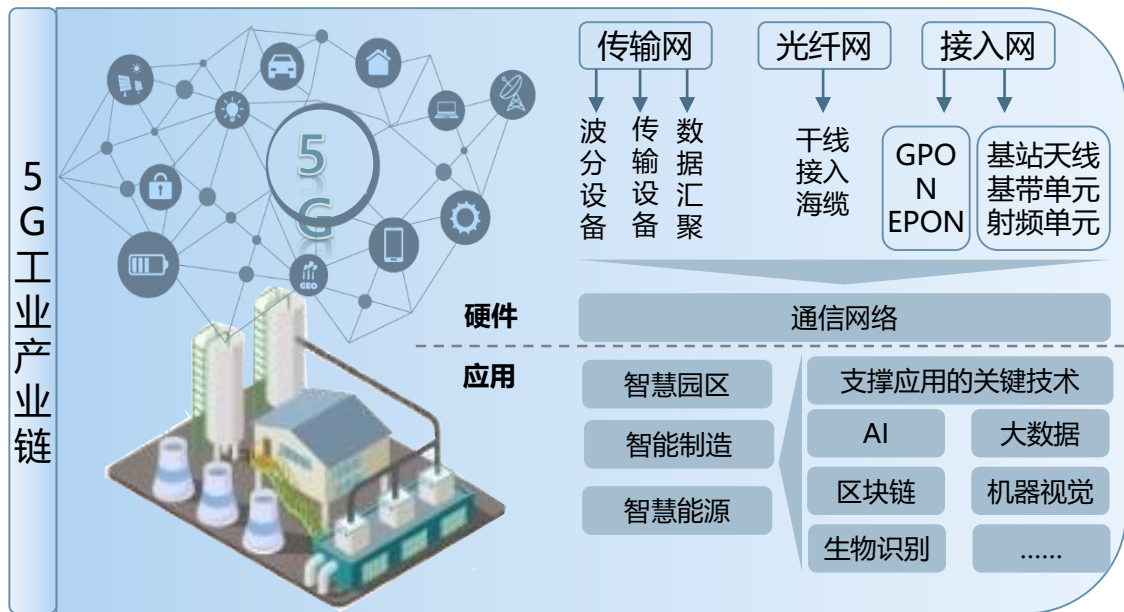


5G是由标志性能力指标和一组关键技术来定义的第五代移动通信技术，是4G之后的延伸

标志性能力指标指“Gbps用户体验速率”，一组关键技术包括大规模天线阵列、超密集组网、新型多址、全频谱接入和新型网络构架

国际电信联盟定义的5G技术三大应用场景

- eMBB：增强移动宽带，指3D或超高清视频等大流量移动宽带业务
- mMTC：大连接物联网，针对大规模物联网业务
- URLLC：超高可靠超低时延通信，例如无人驾驶等业务（0.5ms）



GPON: Gigabit-Capable PON 技术，是基于ITU-TG.984.x标准的最新一代宽带无源光综合接入标准
EPON: Ethernet Passive Optical Network，以太网无源光网络，是基于以太网的PON技术

在工业领域应用的发展现状：

德勤预测2020年2035年期间全球5G产业链投资额预计将达到约3.5万亿美元，其中中国约占30%；与此同时，由5G技术驱动的全球行业应用将创造超过12万亿美元，其中在工业领域的应用价值占比约50%。

特点及优势：

数据传输速率更快 响应延迟更低 更高的吞吐量

在工业领域的主要应用：

柔性化生产线支撑（产线灵活部署、弹性网络）、无线机器人、现场人机交互操作及培训AR、无人机点巡检、远程实时监控、远程质量检测，5G+AI的即时制造，设备预测性维护，设施设备连接及数据采集

工业领域典型示例：

三一集团、华为、跃薪智能等企业联合打造全球工程机械行业首个5G应用落地案例，通过移动5G网络操作，远在千里之外的河南洛阳栾川钼矿的全球首台5G遥控挖掘机，在露天矿区精准快速地完成挖掘、回转、装车等远程无人动作。

3.2 蓝图设计：十大方向之四 IIoT及工业大数据

生产要素的互联互通 工业数据的采集 分析及应用



工业互联网平台是一个基于云的开放式工业操作系统，它基于互联互通的生产要素提供数据加模型的新型服务

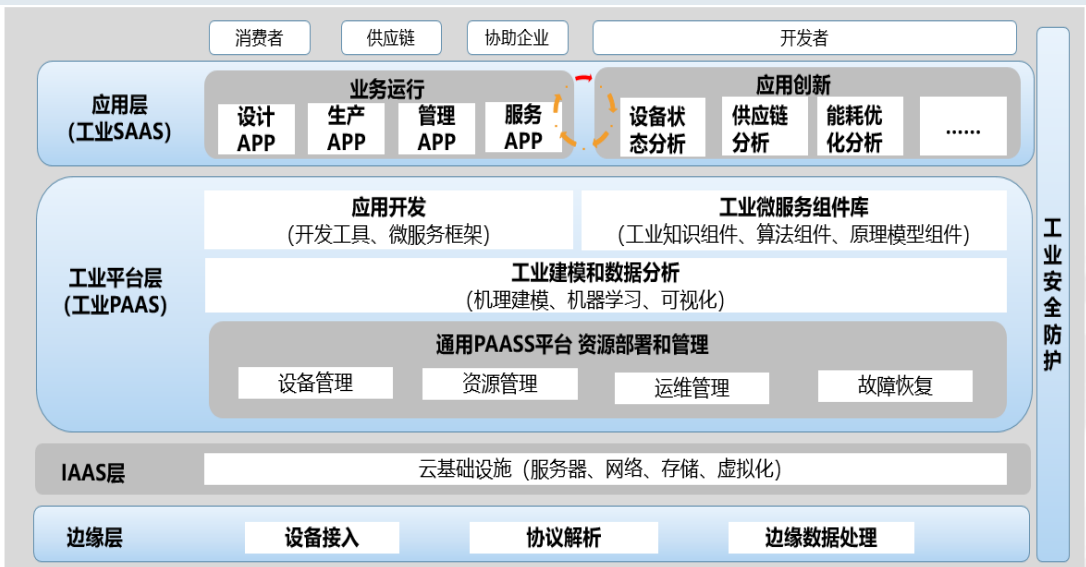
工业大数据中台是一个集数据的汇聚与治理、分析、服务为一体的实时、专业、关联紧密的大数据处理系统，是工业互联网平台的重要组成部分

• 工业互联网平台



建设路径：

业务价值提升需求总结 → 商业价值分析 → 建设规划设计 → 工业互联网平台建设 → 实现基于业务场景的APP落地



建平台

通运营

撑业务

立机制

强生态

• 工业大数据

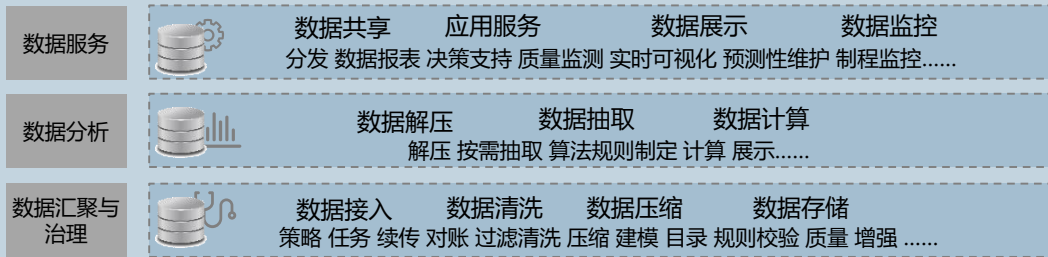


建设路径：

业务价值提升需求总计 → 基于应用功能确定挖掘方向与目标 → 建设规划设计 → 基于工业互联网平台打造本单位的工业大数据中台

基于工业互联网平台实现 工业大数据汇聚与价值挖掘

工业大数据中台



工业大数据范畴：

- 企业信息化数据（如ERP订单与生产计划）
- 物联网数据：设备上采集到的各种产质耗数据和智能产品上获得的运维数据，占据比例最大
- 外部跨界数据：环境数据、市场数据和竞品数据等

工业大数据的特征：

数据量大、类型多、价值密度低、速度快、专业性强、关联性紧密、强时序性

3.2 蓝图设计：十大方向之五 EAM及预测性维护

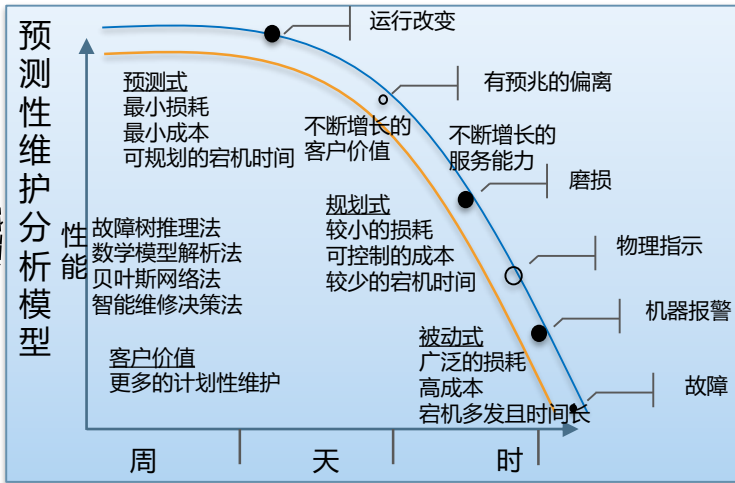
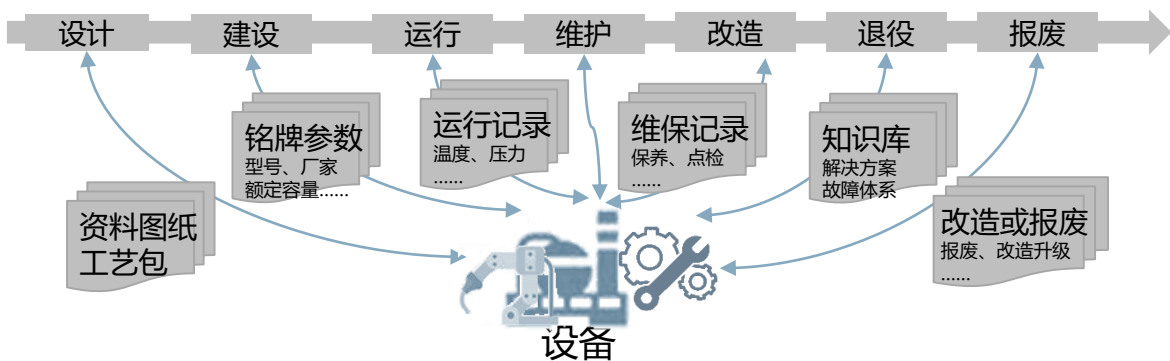
保障生产稳定 节省成本 预防生产事故



EAM是对企业设备进行统一管控的数字化系统，预测性维护是EAM工业应用中的主要发展方向

预测性维护通过对设备状况实施周期性或持续监测，基于机器学习算法和模型来分析评估设备健康状况，预测下一次故障发生的时间以及应当进行维护的具体时间的一种技术方法

设备全生命周期实时管控



预测性维护的发展现状:

受限于预测性维护的实现需要前期有大量能用的历史数据支撑及算法模型的不成熟，投资回报率整体偏低且周期长，预测性维护的投入整体由热衷逐渐趋向与理性

预测性维护的应用特点:

根据设备的实际运行状态决定维护方式及重点关注点，按需触发维护，维护成本低，总体停机停产时间短

预测性维护的应用价值:

预防硬件故障、优化维护例程、加强工作场所安全、提升产品质量和客户服务

预测性维护的建设路径:

互联互通（设备、环境、工艺等）=> 应用场景的确定与系统选型 => 数据的积累与模型的构建 => 爬坡式验证与应用 => 向主动性维护发展

工业领域典型示例:

富士康利用天泽智云平台的工业数据分析能力，实现自身机床刀具寿命的预测性维护；中联重科建立基于机理和机器学习的模型，对主油泵等核心关键部件进行健康评估与寿命预测，实现关键件的预测性维护，从而降低计划外停机概率和安全风险，提高设备可用性和经济效益。

3.2 蓝图设计：十大方向之六 智能仓储物流

节省空间与人工 提高物流效率 支撑JIT生产



智能仓储物流是基于精益制造理念，借助工业通信网络、立体仓库与货架、堆垛机、AGV、传感器、传送带、升降机等硬件及先进的现场集群交通管控系统，实现对工业领域JIT生产支撑的重要技术手段

供应链内外协同

	原料入库	原料存储	场内流动	成品入库	成品出库	成品交付
目标	按需订货	按需存货	按需供料	按需存货	按时出库	按需配置
软件	需求预测系统 协同物流平台 WMS仓库管理系统 LCS现场物流控制系统 TMS运输管理系统					
硬件	 升降机	 立体仓	 AGV	 传送带/穿梭车	 堆垛机	 RFID

发展现状：制造行业场内仓储物流自动化水平普遍较高，普遍采用了立体仓、AGV、传送带、升降机和堆垛机等自动化手段，实现了现场物流的自动化配送，但是配送方式及配送路线的优化、紧急情况下的灵活应对、人机协作上受限于传感器、视觉设备等的硬件的投入成本以及复杂物流控制算法的实现，尚支撑不足

应用特点：运送效率高、运送稳定、安全、节省空间

应用价值：提高物料配送效率、降低在库金额、降低人工成本、提高空间利用率、预防配送错误、提升现场EHS水平

建设路径：业务价值驱动 => 整体规划设计 => 硬软件投入 => 运行及改善

JIT或近JIT生产



工业领域典型示例：

- 华为东莞松山湖HUB仓库运用工业级无线互联通信控制技术、多视觉与惯性导航协调技术，多种传感器融合技术，实现AGV精确定位、路径规划和集群交通管制，实现智能仓储物流模式，覆盖了从采购入库、生产入库、生产领料到成品出库等各项仓储业务需求,大幅提高了仓储运作效率，节省了人工成本

3.2 蓝图设计：十大方向之七 区块链的工业应用

保障工业安全 提升制造效率 升级服务型制造 柔性监管数据



区块链也称为分布式账本技术，是一种由多方共同维护，使用密码学保证传输和访问安全，能够实现数据一致存储、难以篡改、防止抵赖的记账技术，它的特点对于支持工业领域的发展

区块链的工业应用图谱

数据共享 柔性监管	设计共享	模型共享	MRO共享	柔性监管
	<ul style="list-style-type: none"> 提高设计者营收 提高工业品设计效率 率 	<ul style="list-style-type: none"> 激励模型和数据模型共享，带来模型共享透明化以及收益 	<ul style="list-style-type: none"> 生态圈对MRO记录的共享提高MRO效率 	<ul style="list-style-type: none"> 在不失市场灵活度的前提下进行共享监管以及交易规则监管
服务型制造升级	供应链金融	融资租赁	二手交易	工业品回收
	<ul style="list-style-type: none"> 商流物流可视化 提高资金率，降低生态圈运营资金压力 	<ul style="list-style-type: none"> 设备权属清晰 租赁物监控，还款管理，更高效再融资 	<ul style="list-style-type: none"> 保险维修记录透明化 二手交易历史，二手定价透明化 	<ul style="list-style-type: none"> 绿色回收，安全回收 回收融资，回收监控
工业制造效率提升	供应链可视化	工业品运输监控	分布式生产	维修工单管理
	<ul style="list-style-type: none"> 库存优化，设备使用率提高，降低空置率 减少协作摩擦 	<ul style="list-style-type: none"> 运输状态监控 联运协作效率 	<ul style="list-style-type: none"> 智能合约来控制生产 提高分布式协作效率 	<ul style="list-style-type: none"> 维修记录不可篡改 设备状态通过智能合约触发约定的工单
工业安全保障	设备身份管理	设备访问控制	设备注册管理	设备运营状态
	<ul style="list-style-type: none"> 统一的设备身份 设备状态不可抵赖 	<ul style="list-style-type: none"> 统一的访问控制 访问操作过程和历史对设备相关方透明 	<ul style="list-style-type: none"> 设备软件注册透明 设备软件升级历史对相关方透明 	<ul style="list-style-type: none"> 状态数据不可篡改 状态数据溯源

※引自TBI及AII

在工业领域的发展现状：

基于区块链的研发与应用已初具规模，但52.4%为金融应用，在工业领域的应用还处于尝试阶段，随着工业生产大协同及生态圈的构建，区块链技术将介入到工业互联网，形成企业内部、工业企业间、工业互联网平台间的互信共享和价值交换，从而提高工业企业在网络化生产时代的设计、生产、服务和销售的水平

应用价值：通过区块链智能合约使得设计全程透明可溯源，从而提高协作效率帮助工业设计快速发展；可促进工业生产更加高效

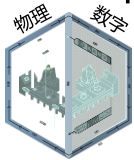
建设路径：业务价值驱动 => 找准切入点 => 技术模式创新 => 具体场景应用

工业领域典型案例：

富士康苹果手机生产厂结合区块链技术，对产品进行溯源，将每一个产品的原物料供应商、整个加工工艺流程、品质信息、加工设备编号、制程负责人的信息全部通过区块链上链，真实反馈了生产的实际状况，出现问题时可以客观溯源到责任方进行快速有效的沟通，拿出解决方案或进行索赔

3.2 蓝图设计：十大方向之八 数字孪生的工业应用

构建动静结合的生产预先模拟实时反馈与提前预测



数字孪生是以产品为主线的物理世界在虚拟空间中的全息同属性同机理的数字模型，它涵括了从产品的研发设计到退市的全生命周期的相关要素的数字画像，能够全程模拟物理世界的实际运行状况并根据传感器反馈的数据进行状态的动态监控与性能及故障的动态预测

解决物理世界的不确定性
提高资源配置效率

数字孪生

物理世界的静态数字模型

业务场景的动态机理模型



发展现状：数字孪生探索刚刚起步，逐步成为大部分平台建模和模型管理的核心理念。大部分平台的数字孪生主要集中在对设备的实时状态描述，部分平台可根据实时数据调整设备状态，为上层应用提供准确信息

应用特点：数字孪生不是传统的虚拟与模拟，它是借助大数据、VR、AR及AI技术，虚实双向，持续动态的数字模拟，用以解决物理世界的不确定性的问题

应用价值：产品研发设计效率提升、缩短上市时间、减少工艺设计的变更、减少生产制造过程中质量问题、减少停线发生、提升售后服务水平、减少保修成本

建设路径：业务价值驱动 → 切入点 → 基础建设（数据、模型、算法） → 试点推广

工业领域可能应用场景：

研发设计：设备或机器设计模拟及运行模拟、性能预期、工艺模拟、实验模拟
生产制造：设备及产线运行模拟、产能均衡、效率瓶颈分析
运维服务：设备预测性维护、设备使用寿命优化、设备性能预测
经营管理：备件生产预测、产品运维提前预警、产品使用优化建议

工业领域典型案例：

Predix基于ANSYS CAE仿真模型，构建风力涡轮机的数字孪生分析系统，融合机理公式和设备信息模型，支撑运营优化和预测性维护服务
ThingWorx集成Creo Product Insight功能，用工业现场数据驱动CAD模型，实现更精确的运动仿真

3.2 蓝图设计：十大方向之九 工业APP

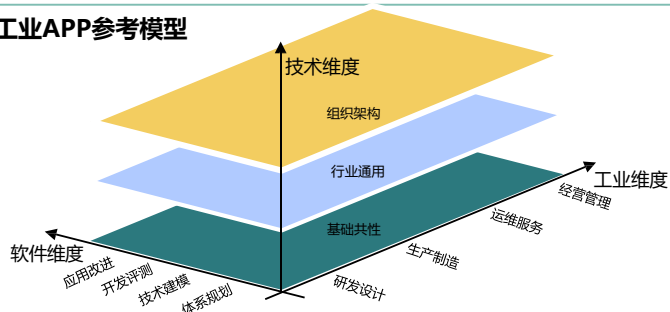
工业软件的新方向



工业互联网 APP，简称工业 APP，是基于工业互联网平台，承载工业知识和经验，满足特定需求的工业应用软件
工业APP涵盖了从设计开发、测试部署到应用改进的软件开发技术，并涉及基础学科、行业知识和专业能力等工业技术

以实现场景应用为目的
借助工业知识与经验
基于工业互联网平台
构建工业领域的“平台
+APP”的生态发展模式

工业APP参考模型



是“工业互联网平台 + 业务”的
具体场景应用

工业APP 是“数据 + 模型”的服务表现方式

业务场景 实际生产业务场景

模型 基于实际生产的工器具、业务、工
艺、产品与服务的模型



平台 工业互联网PaaS平台
各类微服务

数据 基于互联互通的生产环境下的
生产数据

发展现状：基于新型架构、基于微服务的工业APP将与传统架构的工业软件（包括嵌入式软件和非嵌入式软件）长期并存，但占比将不断提升，APP质量有待提升

特点：相对于传统工业软件，工业 APP 具有轻量化、定制化、专用化、灵活和复用

应用价值：通过将企业知识和技术进行模型化、模块化、标准化和软件化，有效促进知识的显性化、公有化、组织化、系统化，极大地便利了知识的应用和复用。它是工业互联网平台和用户之间的桥梁，是工业互联网平台实现价值提升的手段

建设路径：传统工业软件解构 → 平台微服务池 → 应用场景定制化 → 工业APP

工业应用典型场景：

研发设计：配方或产品集成设计与开发

生产制造：AI质量检测与监控、能耗能效分析、各类业务APP

运维服务：EAM及预测性维护

经营管理：流程规范与优化、生产效益分析（效率、成本、品质、交付、售后）

工业领域典型案例：

①结合深度学习，格林机床构建了刀具寿命预测APP。根据历史数据预测刀具磨损状态，并对刀具提前更换做出提醒，优化制造过程备件采购和库存策略。

②美国初创企业Uptake利用工业App进行推荐预测服务，如流程优化、故障预警、任务管理等

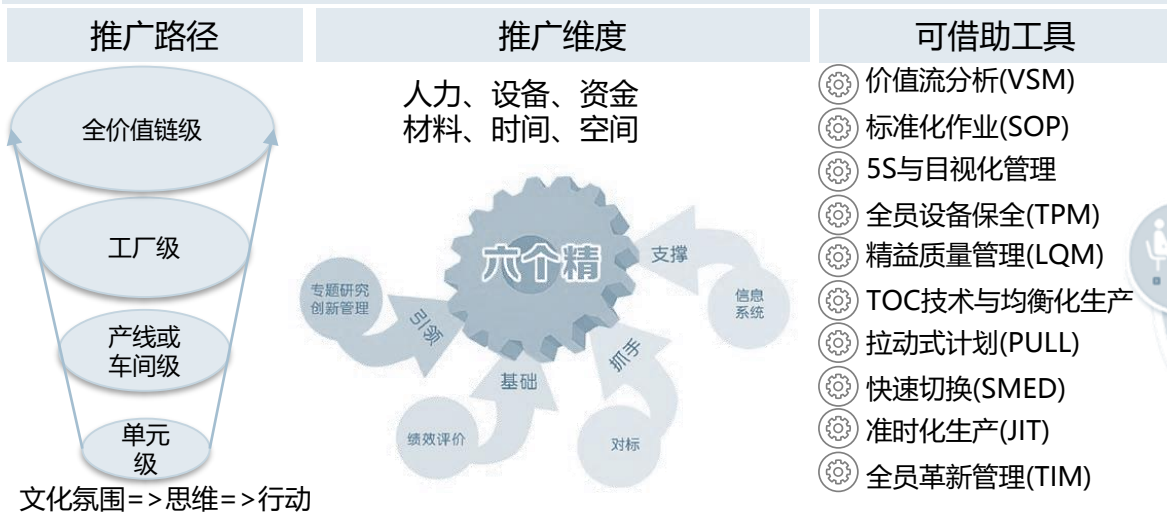
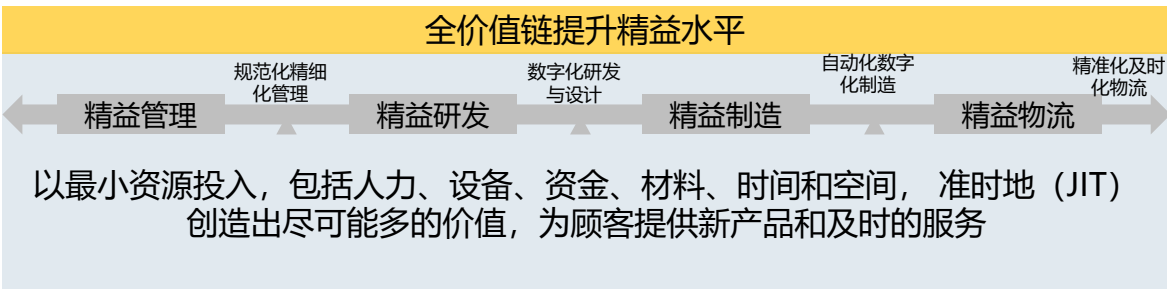
3.2 蓝图设计：十大方向之十 精益生产与人才培养

构建智能化推行的保障体系

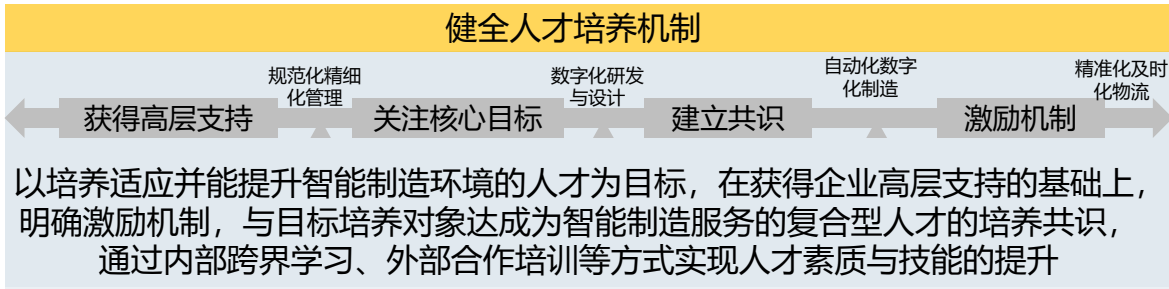


精益生产是一种以满足用户需求为目标、力求降低成本、提高质量、不断创新的资源节约型的生产方式
人才培养是智能制造实现的必要支撑条件，人才是制造业竞争力第一要素

构建可支撑精益制造的精益体系 (营造精益氛围，打造精益企业)

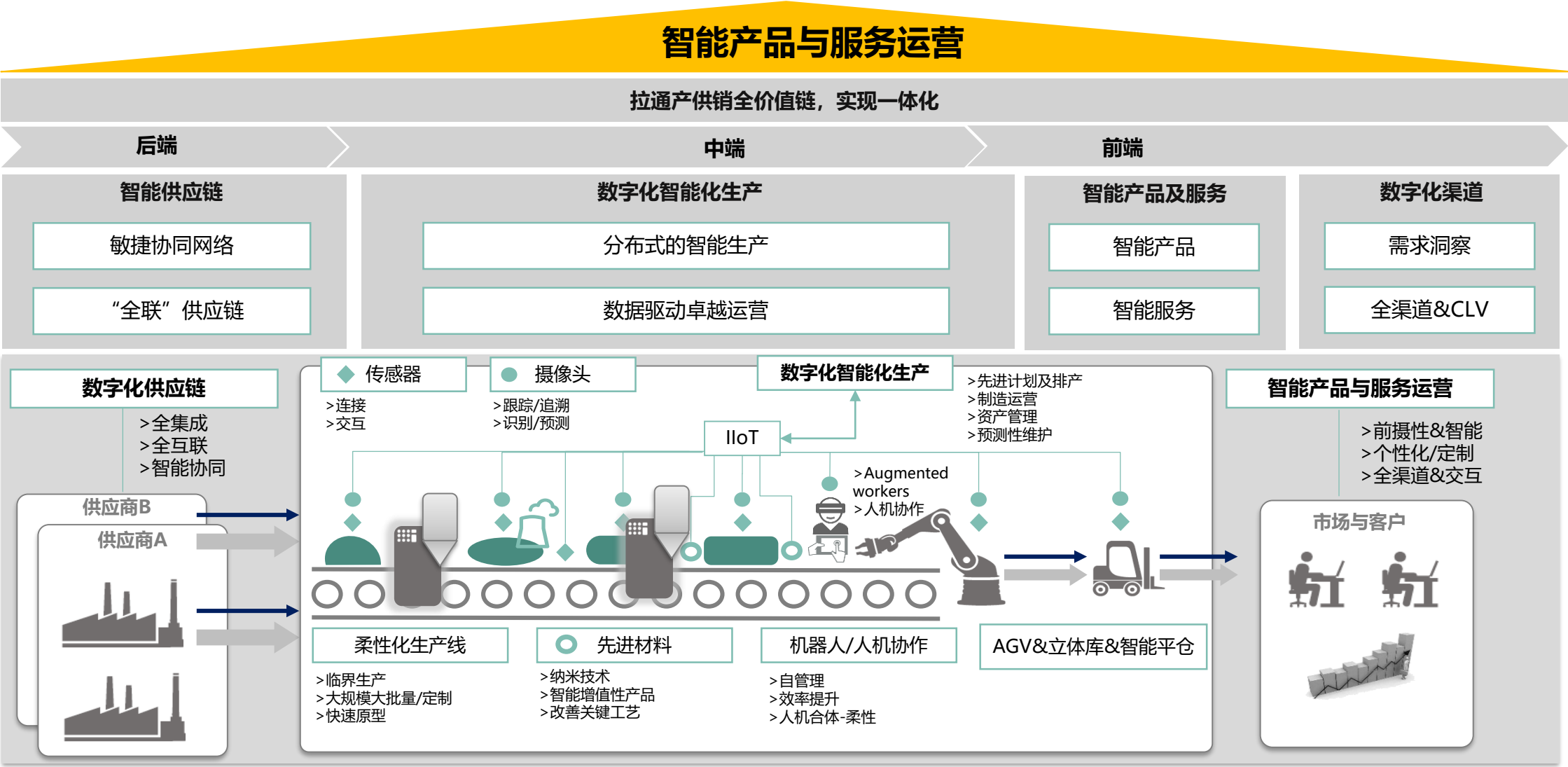


培养可支撑智能制造高执行力的跨界复合型人才 (擅长运营管理，精通专业技术)



3.2 蓝图设计：两大运营---智能产品与服务

参照此全景图，各企业贴合本行业特性，构建本行业智能产品与服务运营体系



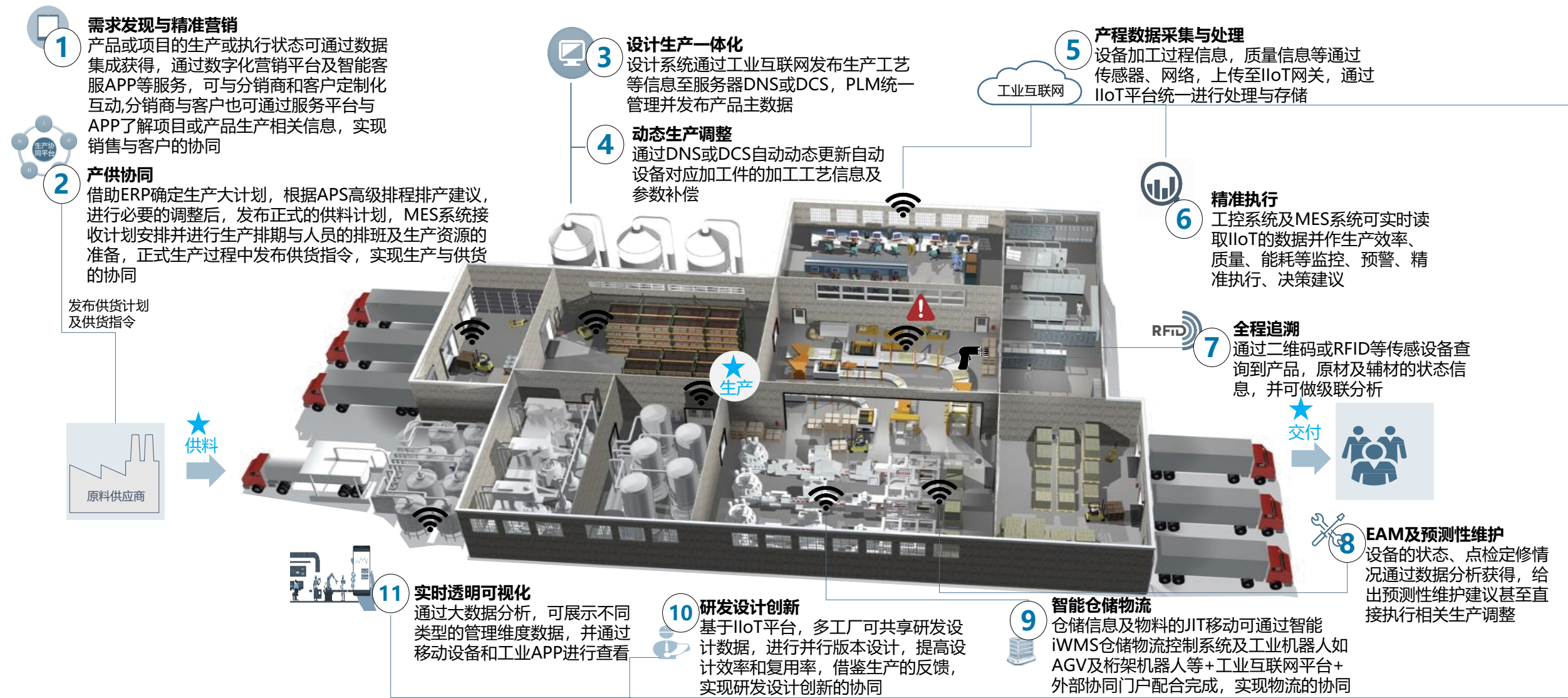
3.2 蓝图设计：两大运营---智能工厂

参照此全景图，各企业贴合本行业特性，构建本行业智能工厂整体运营体系



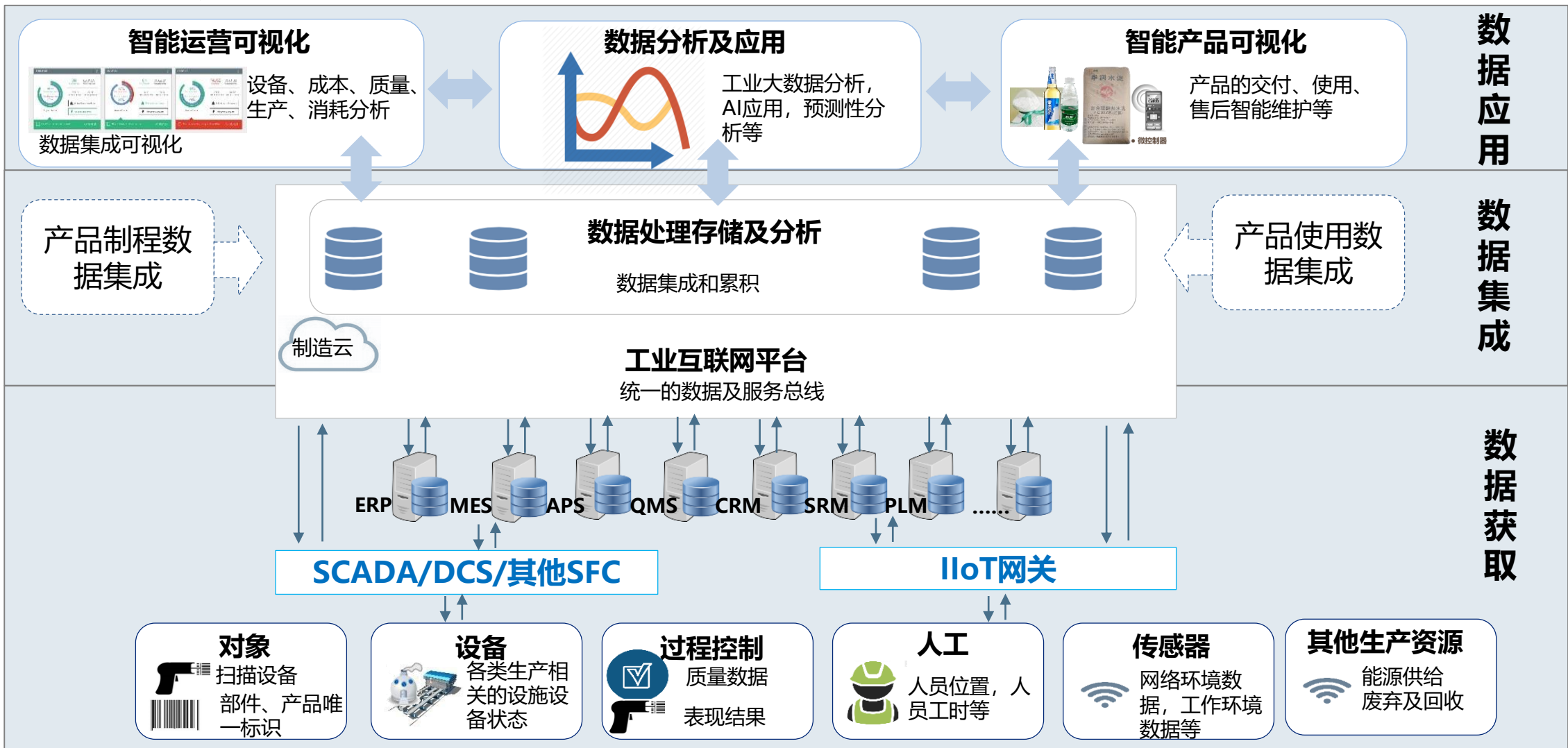
3.2 蓝图设计：两大运营---智能工厂

智能工厂业务运营参照全景图



3.2 蓝图设计：两大运营---智能工厂

智能工厂数据集成及应用架构参照图



3.2 蓝图设计：两大运营---智能工厂

智能工厂数字化系统与平台参照架构图



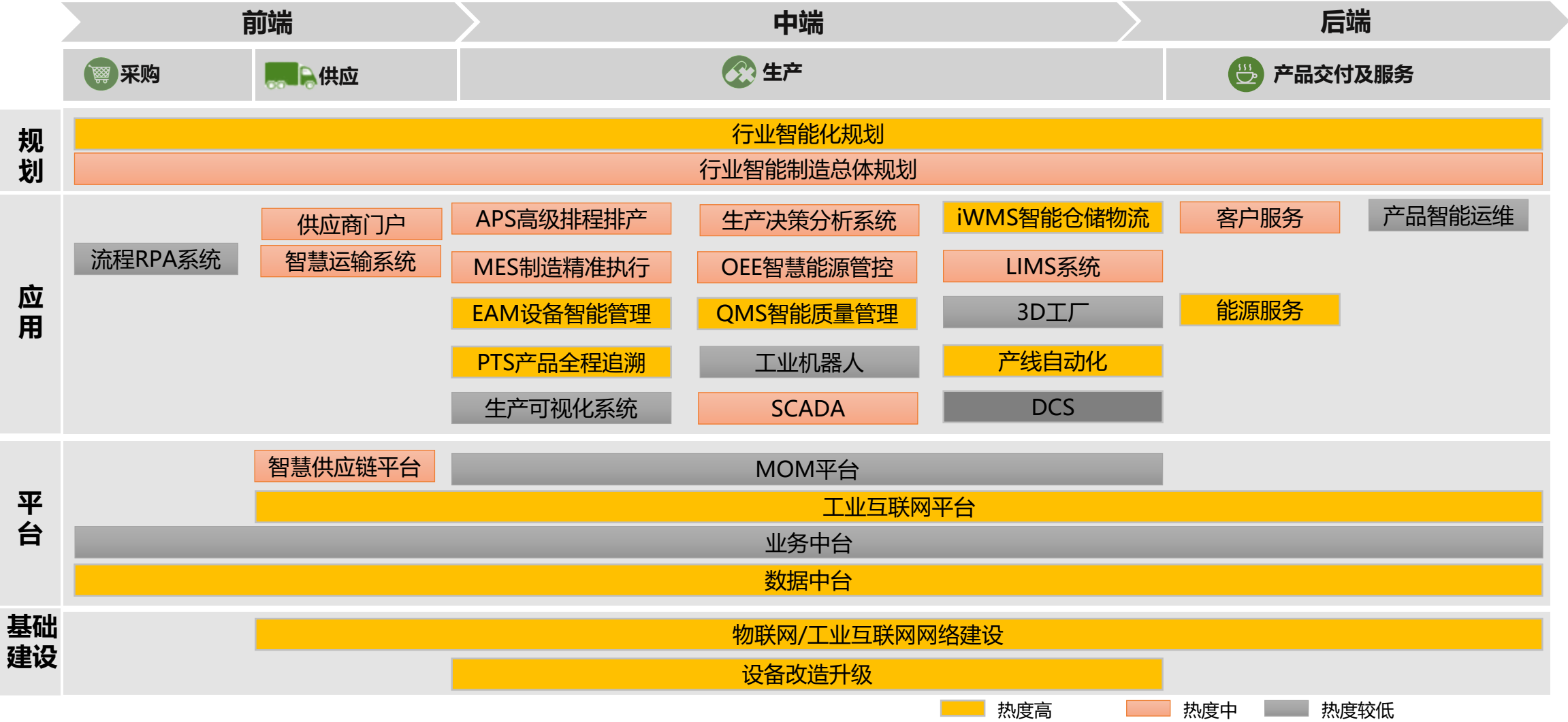
3.2 蓝图设计：两大运营---智能工厂

智能工厂建设落地方案中设计到的数字化系统参照一览表

层面	平台/软件系统/硬件	应用场景	目的
工业互联网平台	管理及应用层 ERP SCM SRM CRM PLM CAD CAM CAPP 营销平台 各类协同平台 BI 虚拟工厂 S&OP 各类工业APP	企业资源管理与配置 数字化供应链 智能供应商管理 智能客户管理 产品全生命周期管理 数字化研发与设计 制造协同	支撑管理业务流程 缩短研发设计周期 支撑数字化研发生产一体化
	平台及执行层 APS iMES WMS LES LIMS QMS EHS EAM 基于工业以太网/TNS的平台（如工业大数据中台等）、专家系统、各类工业APP	高级排程排产 智能制造执行 智能仓储及物料管理 实验室管理 全面质量管理 安环管理 设备管理及预测性维护	优化生产计划 提高生产质量 提升生产效率 降低生产成本 智能配方 保障生产安全 推进超低排放
	边缘及控制层 SCADA DCS/FCS PLC 单片机 CNC 工业以太网边缘控制器	现场总线控制系统 分布式控制系统 设备监控 设备控制	设备集中监控
	设备层 工业以太网 5G网 WIFI ZigBee IoT网关 工业机器人 自动加工设备 智能装备 AGV 立体库 传感器	构建工业网络 自动化柔性化产线、车间 自动化物流 实时监控	设备互联互通 现场环境监测 设备柔性化 生产能力提升

3.2 蓝图设计：两大运营---智能工厂

智能制造相关工业平台与软件热度图（根据各单位商业计划及智能化解决方案）





目录

Contents

三

一套参照标准：智能制造（基于方法论）

3.1

指导思想、原则、愿景与战略目标

3.2

智能制造整体蓝图规划

3.3

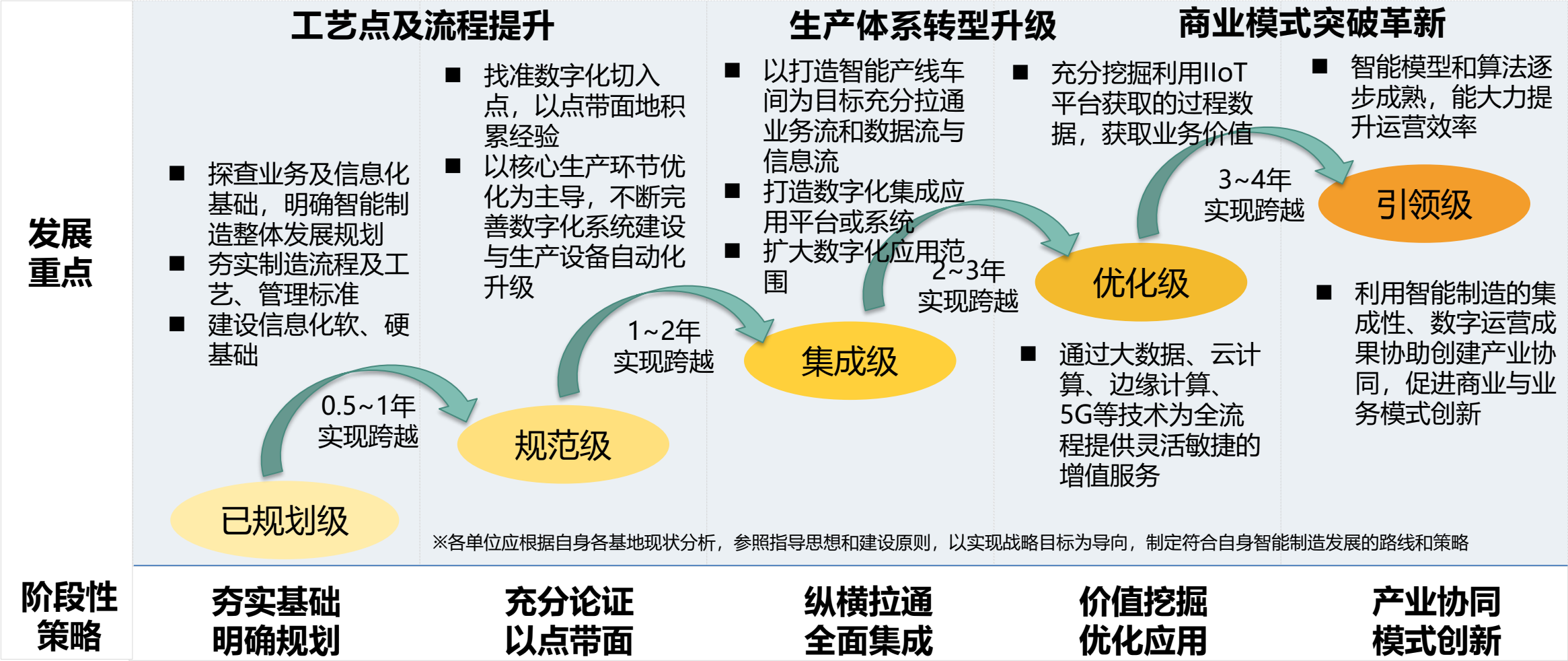
推进路线与策略及重点任务

3.4

智能制造推进的组织与资源保障

3.3 推进路线图及策略：推进路线

各单位通过行业对标认清现状，看清差距，并根据自身情况进行智能制造蓝图规划后，须明确阶段目标，确立智能制造的推进路线与策略，以确保智造蓝图的落地。



3.3 推进路线图及策略：核心策略

整体规划，分段实施，找准切点，小步快跑

01

整体规划，转型路线差异化

- 要有前期整体规划，统一的方针、目标、愿景和原则，否则后续会出现重新设计，硬件或软件重新购买，重新研发等情况发生；硬软件选型前，需充分验证技术可行性，以及硬软件与上下流设备、系统集成和协同的可行性，避免重复投入的发生；
- 各业态有各自特征，各基地有不同的发展基础，转型路线需要差异化规划，切忌生搬硬套。

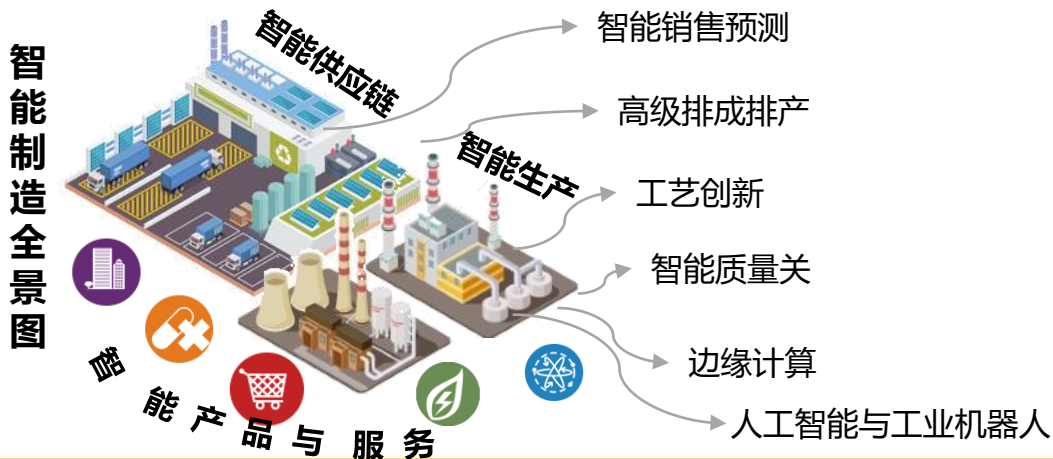
02

分段实施，保障目标可实现

- 基于整体规划的前提下，分阶段详细规划落地方案，以便在控制好资源投入风险的基础上，保证目标的可实现性；
- 在阶段性成果的实现过程中，通过逐步验证智能制造推进的可行性与价值体现，增强智能制造投入的信心与效率

整体规划

大局着眼，小处着手，纵横协同，构建生态



03

找准切点，注重业务价值

- 基于智能制造建设指导思想与原则，找准切入点（智能装备、智能产线、智能车间、智能工厂），以项目制，采取小范围分步进行，充分验证投入产出，以点带面的方式进行扩展建设，成熟的应用，快速全面推广；
- 注重智能制造带来的业务价值，从提质增效降成本，缩短交付周期，提高客户满意度等方面考恒业务价值，不盲目跟风与投入

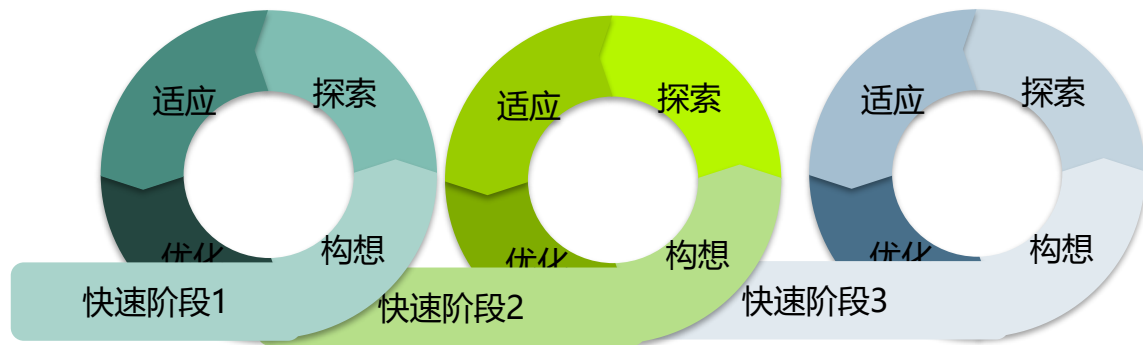
04

小步快跑，占据市场优势

- 找准切入点后，基于初步构想快速构建原型，组织各方资源快速设计解决方案并着手进行原型的实体化并验证与不断迭代完善；
- 针对业务价值体现很大的创新型项目，尤其需要快速着手进行经验积累与在优化，以便获取技术上和模式上的核心竞争力

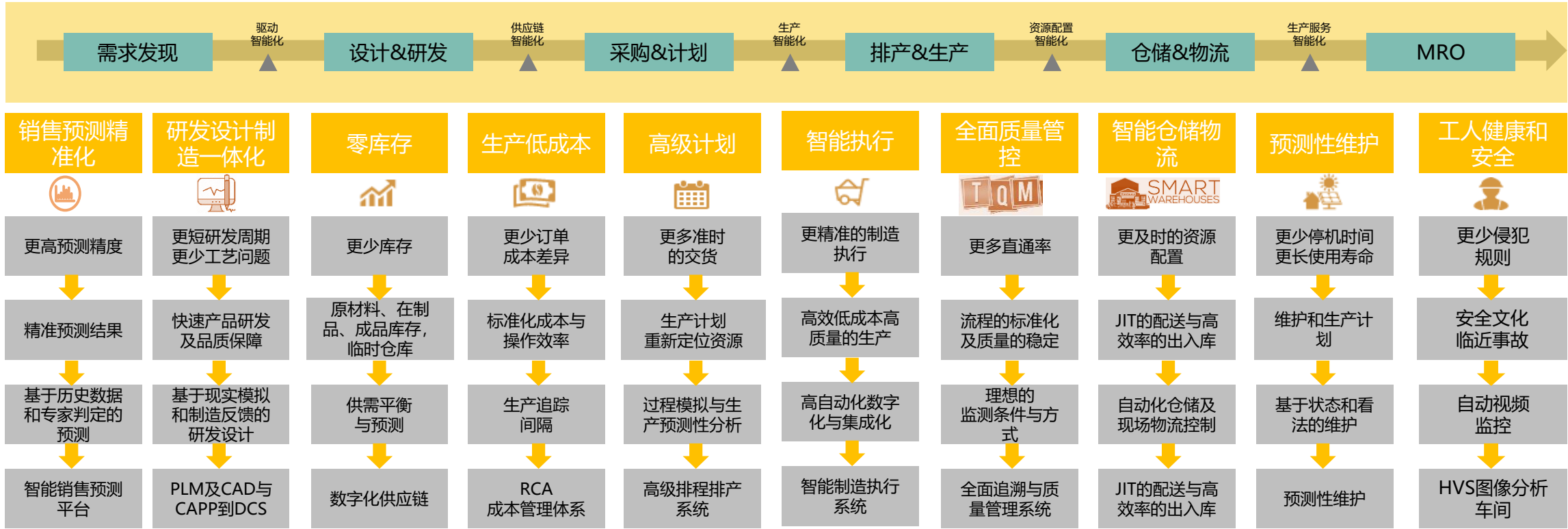
项目制敏捷式实施落地

灵活响应业务转型升级的需求，快速创造价值



3.3 推进路线图及策略：核心策略

基于标准决策模型的全价值链优化与提升



优化决策与执行



- ◆决策模型的制定为根据业务的规则，集团将会提供建议。基准的目的为优化，并且最大化工厂的营业利润；
- ◆决策是根据决策模型建设的。如果必要的话，管理人员是被希望检查这些建议，并且推翻不合适的建议；
- ◆通过对管理人员决策的检查或修正自动建议，定期执行决策模型的调优。

3.3 重点任务

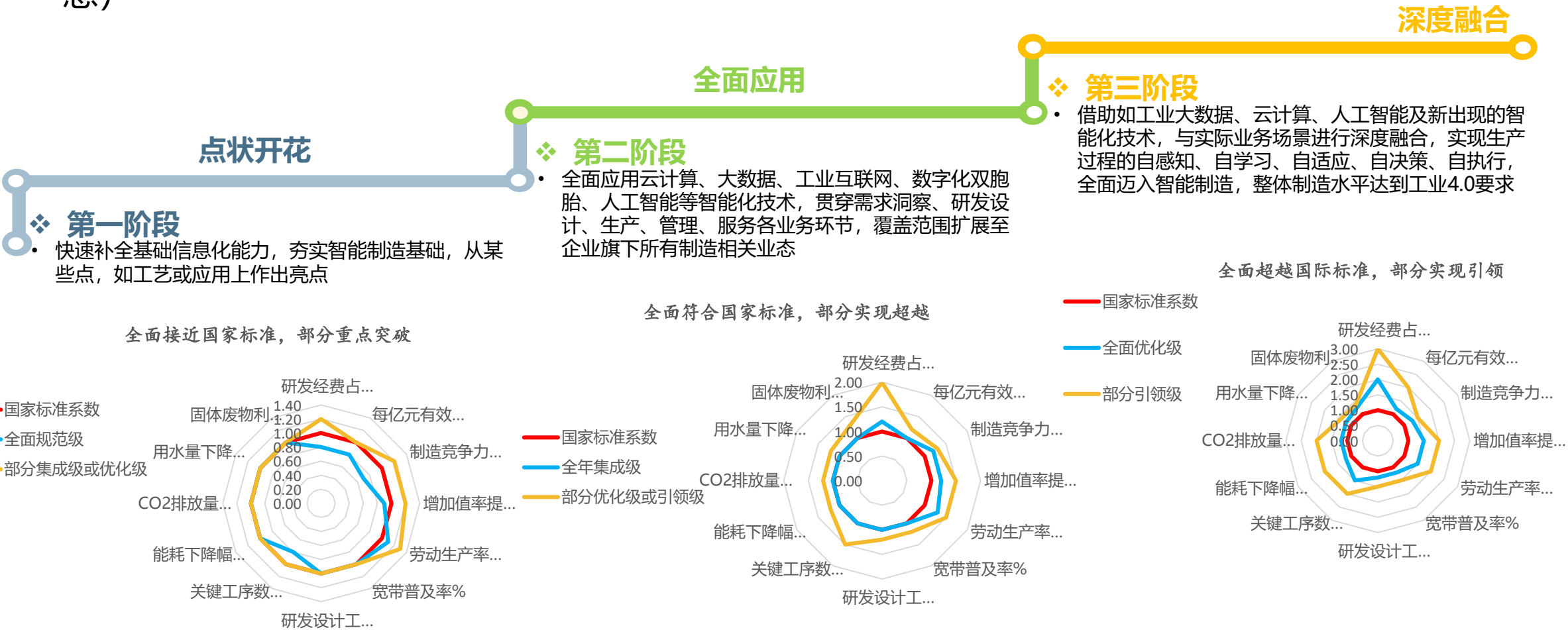
企业智能制造发展的八大重点任务：结合国家指引与企业业态情况

夯实基础，重点突破 <ul style="list-style-type: none">■ 优化业务流程,全面推行精益制造理念和落地方式，推进制造相关标准化体系建设进程■ 针对智能制造能力成熟度较低的单位，借助统一的平台和系统，快速补全基础信息化能力■ 以提升效益为目标，重点领域先行，推动建设一批智能制造试点示范基地	提高创新能力，加快创新速度 <ul style="list-style-type: none">■ 借助创新技术引入机制，加快创新效率■ 通过表彰、KPI指数奖励等方式激励自主创新应用■ 积极应用先进技术来提升制造水平，创造业务价值■ 积极引入并培养能结合行业和发展趋势提供智能制造转型升级的相关人才	提高自动化水平，加大智能装备投入 <ul style="list-style-type: none">■ 以提升制造能力与效率，降低质量发生为目的，改造升级或加大自动化设备的投入比例，■ 根据各行业特性，针对现有大量定制化需求或今后有大量定制化需求的行业，加大智能装备的投入，提升生产设备层柔性化制造应对能力	建设工业互联网，实现全面互联互通 <ul style="list-style-type: none">■ 加强网络化建设，为实现人、机、料、法、环的互联互通打下基础■ 统筹规划，统一平台，个性化服务,开发核心工业软件与服务■ 发展工业互联网平台，工业大数据平台，构建制造云平台■ 通过借助先进硬软件和安全机制保障信息、工业网络及人的安全
全面推行数字化，模型化 <ul style="list-style-type: none">■ 在保障数据的可采集、可使用的基础上全面全流程推行数字化■ 通过引入虚拟设计与实验等技术，提高产品与技术研发设计能力，获取核心竞争力■ 通过借助数字孪生技术，基于虚拟工厂实现研发设计与生产的一体化及互反馈■ 通过借助增强现实技术，实现对现场作业的精准支持	提升生产效率，稳定生产质量 <ul style="list-style-type: none">■ 基于生产协同平台，实现制造全业务价值流程的协同化生产，整体提升生产的效率■ 逐步减少低生产效率环节，提升整体生产效率■ 持续推进工艺技术升级改造，提升产品质量水平■ 借助在线智能传感及视觉分析技术，提升质量的监管效率，加深质量的监管深度	提升制造服务能力，构建智造生态圈 <ul style="list-style-type: none">■ 加快生产性服务业发展，保障生产的连续稳定性■ 推动“生产型制造”向“服务型制造”转变，以人为中心实现服务型生产，协同创造价值■ 建设制造上下内外协同平台，基于长期战略合作基础构建可持续的智能制造生态圈	推崇绿色制造，保障长治久安 <ul style="list-style-type: none">■ 积极推行绿色节能环保，保障合法合规的长久性发展■ 加快绿色改造升级■ 推进资源高效循环利用■ 积极构建绿色制造体系

※提出思路：智能制造初期应以夯实基础、重点突破为主要任务；全程应以产品、工艺、服务创新为驱动力；逐步通过提高自动化水平、加大智能装备投入、建立工业互联网平台来实现基础层的高生产能力、实现人、设备等的互联互通；基于具备高生产能力的互联互通的底层基础，全面推行数字化和模型化来保障数据来源的可靠性与客观性，支撑高级分析决策；借助数据+模型的应用模式达到提质增效降成本的业务目标，提升制造服务能力，进而达到转型升级与构建制造生态圈的目的；在整个过程中，满足并积极推行国家绿色节能环保政策要求是保障智能制造稳定可持续的重要前提

3.3 重点任务：三阶段的分解目标

根据本企业情况，分解目标，以下为某集团公司智能制造目标与重点举措（参考示意）





目录

Contents

三

一套参照标准：智能制造（基于方法论）

3.1

指导思想、原则、愿景与战略目标

3.2

智能制造整体蓝图规划

3.3

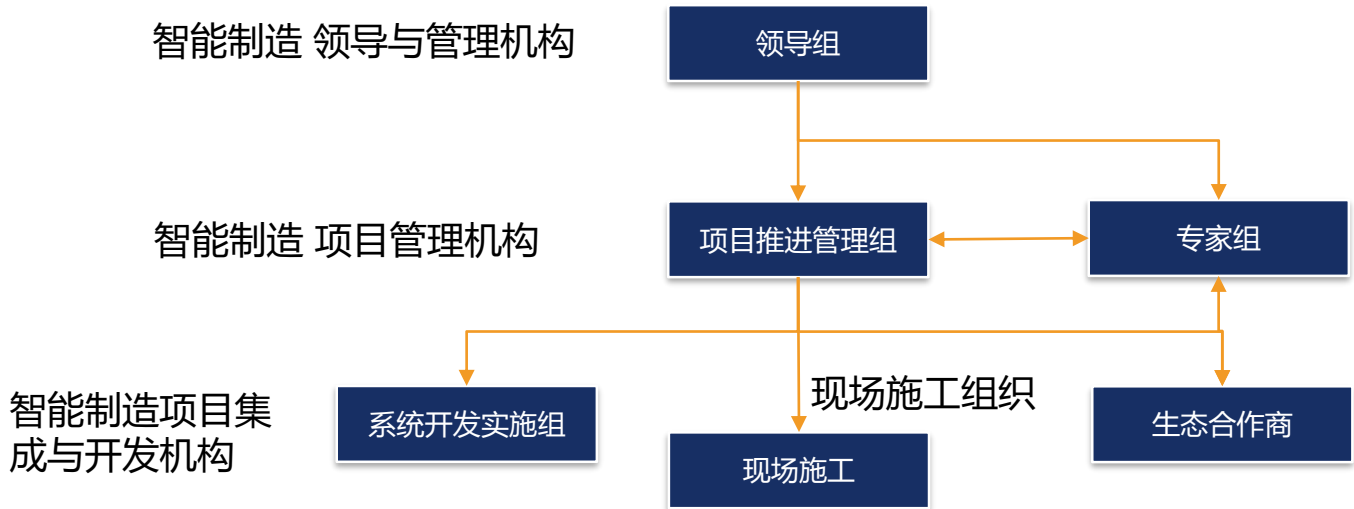
推进路线与策略及重点任务

3.4

智能制造推进的组织与资源保障

3.4 推进保障方案：组织保障

智能化推进整体组织保障



由集团领导、各单位高层领导组成的智能制造领导机构，总体上指导转型工作方向，发布纲领及意见

由业务专家、技术专家、项目管理人员组成，负责智能制造项目规划、解决方案、推进执行与项目管理

由IT、OT工程师、现场实施人员等组成，负责智能制造相关项目开发、测试与实施

工厂网络			信息安全			管理技术			自动化			生产管理			运营管理				决策管理				商业模式		财务管理				
综合布线	网络系统	机房系统	物理安全	网络安全	主机安全	标准化	精益生产	六西格码	管理体系	设备管理	设备开发	自动化技术	计划系统	执行系统	工业管理	工业工程	研发管理	运营管理	物流与供应链	智能办公	模拟仿真	云计算	大数据	BI	绩效管理	产品	服务	预算组	审计组

由企业、工厂、车间、产线涉及业务部门核心骨干组成，负责项目需求对接，现场实施过程中的沟通与配合，支撑项目落地

3.4 推进保障方案：资源保障

三大资源保障

- 需要各级领导充分理解和重视智能制造转型工作和其对集团、各单位的重要意义
- 在统一规划、整体架构的指导下来进一步推进智能制造转型工作，需要得到各级领导的理解和支持

领导支持

充实人才队伍

- 需要从智能制造人员能力结构和数量两个方面充实和强化人才队伍
- 加强复合型人才的培养与引入
- 优化人才的发展和考核激励体系，保障优秀人才的稳定性

三大资源保障

投资与外力

- 持续保持智能制造建设的资金投入
- 依据规划的实施计划，具体落实年度项目预算资金，确保项目顺利开展
- 有效监控资金的使用，提高资金集约使用的效率，降低资金风险，充分分析投入产出关系



目录

Contents

四	华润智能制造解决方案及智造实践分享
4.1	华润智能制造愿景目标
4.2	华润集团智能制造解决方案
4.3	智能制造的实践分享

4.1 华润智能制造愿景目标——华润覆盖行业范围

覆盖华润集团旗下（除金融外）所有涉及到工业的单位及上下游

科技与新兴产业

华润微电子
华润化学材料
华润环保
华润数科

大消费领域

华润雪花
华润怡宝
华润五丰

以下属于国家十大重点发展领域范围

华润化学材料
华润燃气
华润电力
华润水泥
华润三九
华润双鹤
华润江中
华润阿胶
华润紫竹
华润微电子

大健康领域

华润三九
华润双鹤
华润江中
华润阿胶
华润紫竹



能源服务

华润电力
华润燃气

城市建设与运营

华润水泥
华润置地

国家智能制造十大重点发展领域:

新一代信息通信技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、农业装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械

4.1 华润智能制造愿景目标—战略目标

顺应行业趋势 紧跟国家政策 借力高新技术 贴合华润特色 打造智造强企

深耕五大领域，致力于提供安全、绿色、智能的高品质产品与服务，打造中国领先、世界一流的受大众信赖和喜爱的全球化企业

创新 协调 绿色 开放 共享

智慧华润愿景

中国领先 世界一流

智造水平

自动化水平高、全面实现数字化、网络化，重点先行带动下的全领域智能化建设高速发展，在先进发展理念指导下，引领各业态发展方向。

研发与创新

构建了具有竞争力的产品研发设计能力，能快速应对市场变化提供满足客户多变的产品与服务需求，逐步构建各产业的生态圈，在新模式、新业态、新产业与新技术上有较大突破与进展。

服务与效率

引领行业技术与产业发展，实现了高全要素生产率和劳动生产率、优质的产品与服务能力及知名的品牌与社会形象。

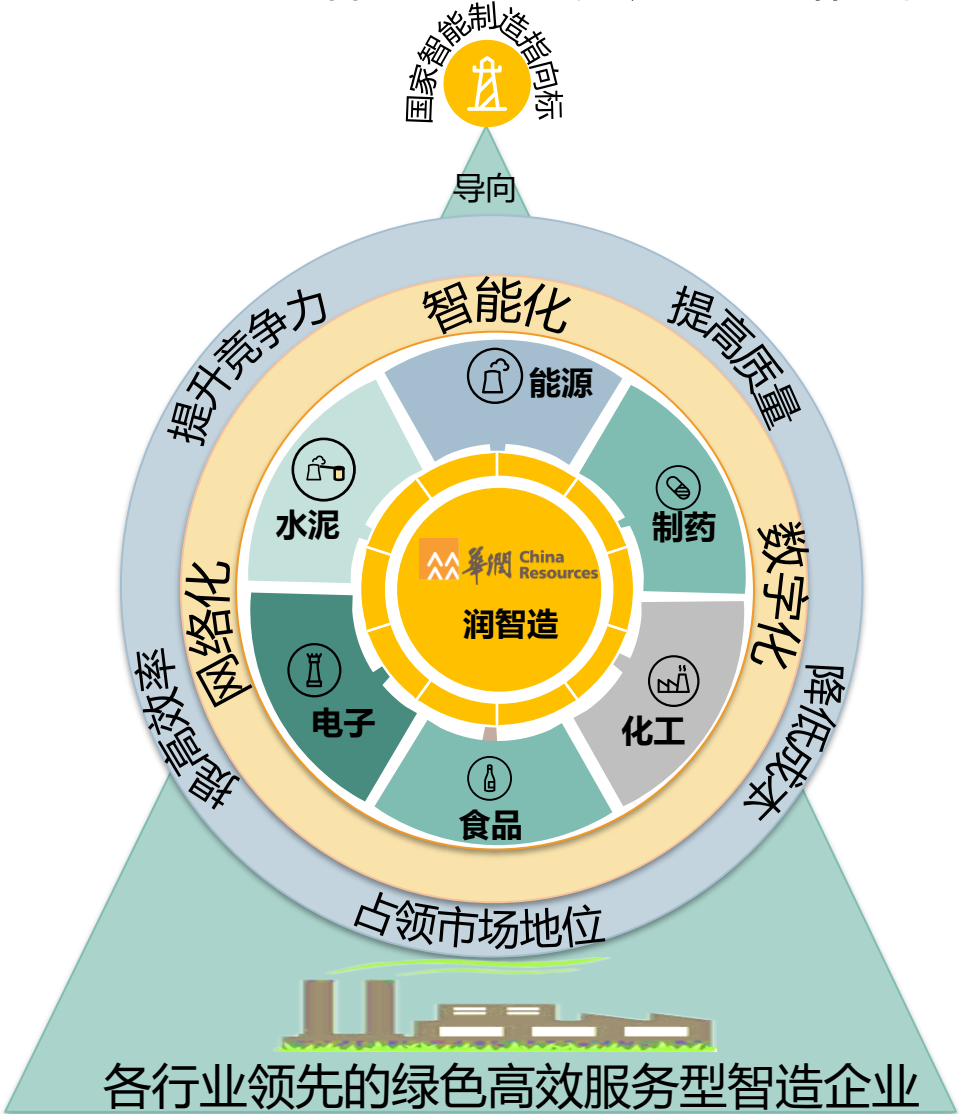
资源配置能力

在国际资源配置中占主导地位、在全球产业发展中具有话语权和影响力，能在变幻的市场环境和政治因素下高效地进行资源的配置。

※参照国资委对世界一流示范企业的定义：“三个领军”、“三个领先”、“三个典范”

4.1 华润智能制造愿景目标——华润智造塔

基于指导思想、原则、战略目标提出华润智造塔



提出思路：以中国制造2025内容为导向，面向华润所有制造业范围，秉承**智能+**的理念，以华润智能制造的指导思想、建设原则、战略目标为指引，以三化（网络化、数字化、智能化）为支撑，以全面提升效率、提高质量、降低成本、占领市场地位为业务目标构建各行业领先的绿色高效协同的智造强企

华润制造业特点：业态多，整体流程型为主、离散型业态并存，工段内混合型生产多发

华润智能制造：
华润以国家“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的智能制造指导思想为灯塔，以“智能引领、科技赋能、共享融合、夯实基础”的智能化工作重点为行动指南，为实现本集团制造业提质降本增效、提升各单位整体竞争力、占领市场地位，通过工业化与信息化深度融合，运用网络化、数字化、智能化技术手段与提升精益水平等一系列举措而构建的深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行的高柔性化及自适应的**服务型制造体系**

※华润智造塔是一个随着相关新技术和方法的出现与华润变化的业态而不断更新优化的定义



目录

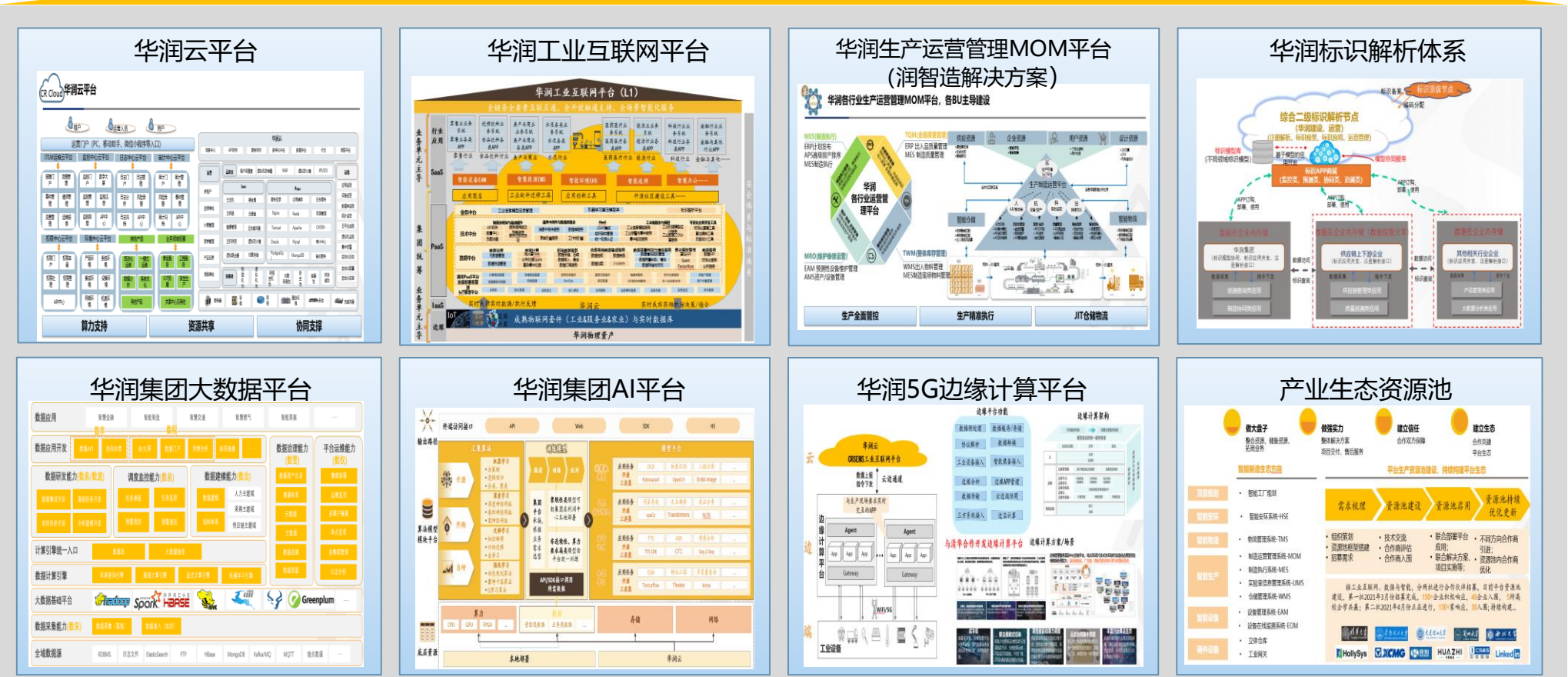
Contents

四	华润智能制造解决方案及智造实践分享
4.1	华润智能制造愿景目标
4.2	华润集团智能制造解决方案
4.3	智能制造的实践分享

4.2 华润智能制造解决方案---以共性技术平台支撑智造

华润集团通过统一规划建设华润云、华润工业互联网平台、华润集团大数据中台、华润标识解析平台、华润AI平台、5G边缘计算平台公性技术平台，并通过华润数科整合产业生产资源，推出润智造解决方案，支撑华润集团智能制造建设，并对外赋能。

华润智能制造解决方案



华润数科构建的润智造解决方案，目前已在华润水泥、华润微电子、华润化学材料、华润江中、华润三九等利润中心推广应用，实现了企业的生产过程管理、智能质量、智能设备、智能物流、智能物流、智慧能源、智能安环等，助力华润企业智能制造改造升级。





目录

Contents

四	华润智能制造解决方案及智造实践分享
4.1	华润智能制造愿景目标
4.2	华润集团智能制造解决方案
4.3	智能制造的实践分享

4.3 智能制造实践分享---华润化学材料智能工厂多维应用融合管理

化工行业下的智能制造借助工业大脑算法平台与知识图谱技术为客户建立大数据分析平台，实现生产/控制参数优化，关键机组设备预防性维护，装置/全厂能源优化，产业链协同/供应链优化，产品质量预测，市场/消费者行为画像分析等。例如化工品控稳定性提升解决方案：

把机器预测技术运用于品控过程，利用历史&实时数据建模来对反应结果进行预测，从而实现对反应过程的精确把握，实时干预，降低因为干预不及时造成的原料浪费。



在设备管理方面，降低设备点巡检工作负荷，减少设备故障停机时间和库存成本10%，增加30%的设备使用效率，并使备件库存准确率超过95%。在能耗管理方面，能耗数据统计工作效率及准确率提升24倍以上，能耗降低了约3%。在安环方面，通过系统线上审批安全作业票流程合计1187张作业票，整理风险辨识清单1752条，排查隐患记录170条，整改项150条。同时，利用系统进行教育培训考试考核104人次，颁布承诺公告156次，减少园区安全风险隐患，提升企业本质安全，提高企业安全生产水平。

4.3 智能制造实践分享---中海油油套管智能制造

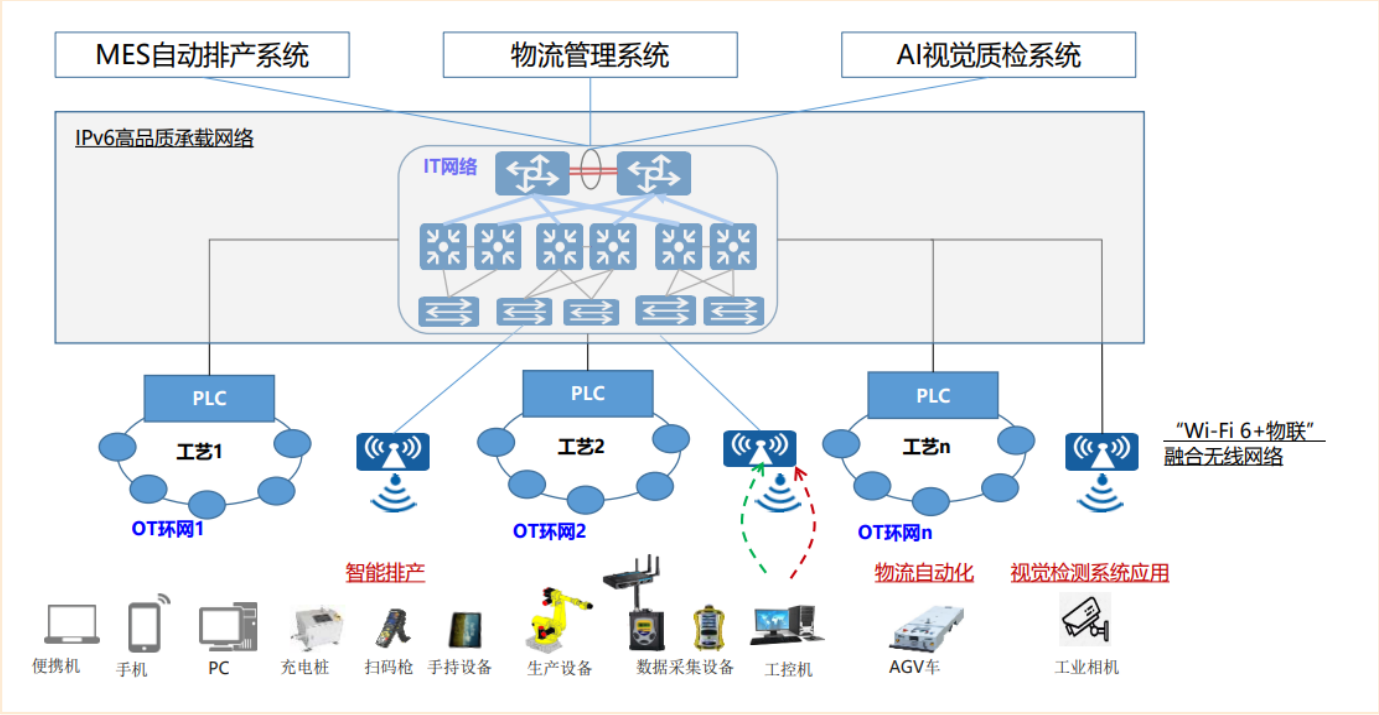
通过三维技术、数字孪生系统构建数字化模型，进行工厂的总体设计规划和优化，完成物理实体在数字空间中的建模，最终建成了虚实映射的数字孪生工厂。通过定制化开发PDM系统，进行数据积累，实现研发过程数字化，为实现可视化制造、标准化生产、网络化协同设计打好坚实基础。借助MES、WMS等系统的车间计划模式，以及科学的生产管理知识和工厂实际情况，建设一套匹配自身的车间生产计划体系，保证产品顺利交付。基于工业云和智能服务平台，推动专业软件库、应用模型库、产品知识库、测试评估库、案例专家库等基础数据和工具的开发集成和开放共享，实现生产全要、全流程、全产业链、全生命周期管理的资源配置优化。



截至目前为止，该场景能够综合提升产能20%，降低运营成本15%，单位产值能耗降低5%。

4.3 智能制造实践分享---红旗新能源繁荣工厂汽车智能生产

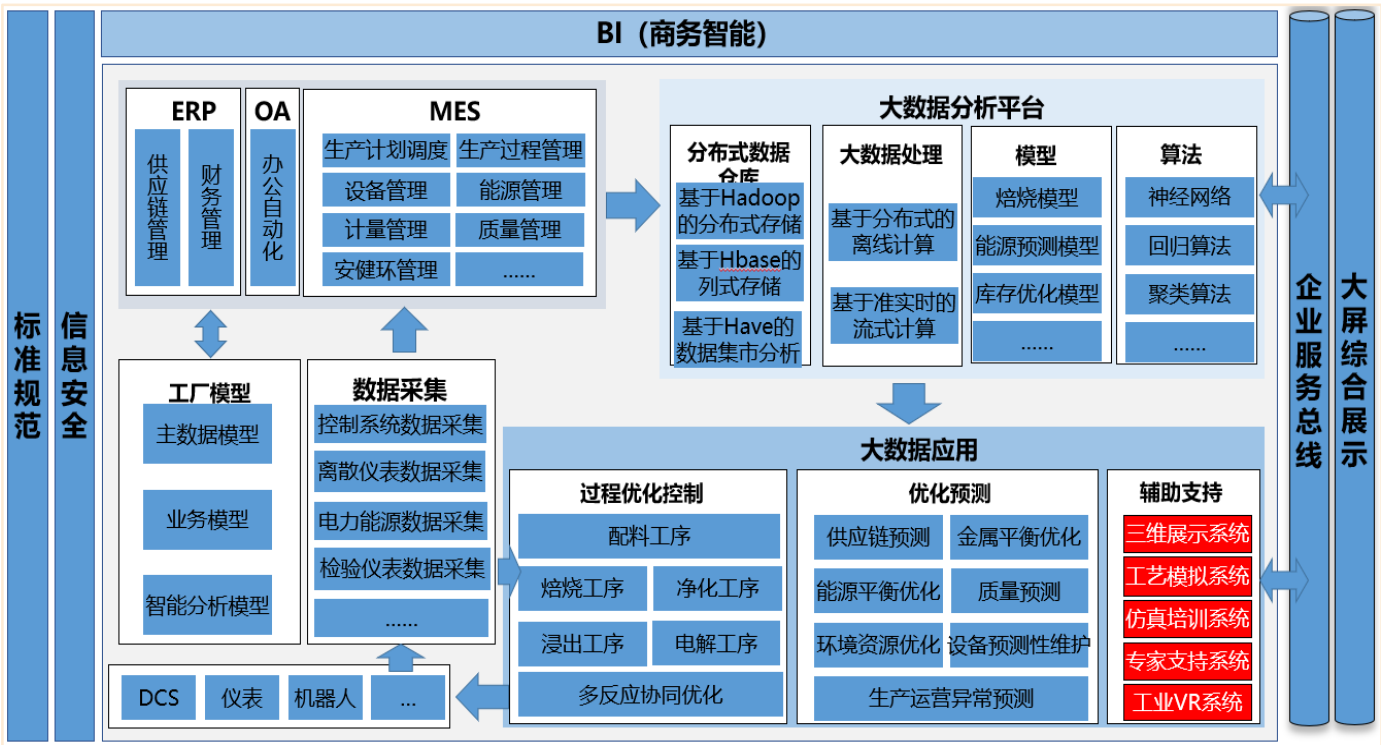
2020年中国一汽发布数字化转型总体战略，全力推动数字化转型，实现核心业务的数字化、价值化、创新化，支持企业运营“实时在线、及时分析、智能管理”，对网络连接提出更高挑战。整车制造基地园区网络经过多年的发展，已形成OA网、IT生产网、工业控制网、安防监控网等几张独立的大网。中国一汽红旗新能源繁荣工厂通过打造标准统一、超宽极速、安全的高品质IPv6网络，连接用户、产品、工厂、供应链等全部生产要素、构建“上通下达”的网络连接，制造过程透明化、决策管控智能化、生产管理精细化，缩短决策周期，助力一汽集团数字化转型。此外传统有线网络部署成本高、周期长，不支持柔性调整。为适应新时代汽车制造业的发展，生产的无线化改造已成为汽车制造业的迫切业务诉求。红旗繁荣工厂构建了先进的“WiFi 6+物联融合”的无线融合网络，实现一网到底，助力视觉检测、AGV调度等新技术应用，提升生产质量和效率，数据集中调度，借助云平台大数据、实现数据价值的深度挖掘。



一汽红旗新能源繁荣工厂打造全连接智能化生产基地，连接用户、产品、工厂、供应链等全部生产要素、构建“上通下达”的网络连接，实现数据自由流动，支撑AGV、机器视觉质检智能化生产，实现制造过程透明化、决策管控智能化、生产管理精细化，助力决策周期缩减40%，一次检查合格率提升10%，助力一汽数字化转型。

4.3 智能制造实践分享---株冶锌冶炼智能工厂

株冶集团以建设“世界一流”打造锌冶炼智能工厂标杆企业理念为引领，构建了智能工厂架构，建设了智能工厂平台，构建了与株冶未来业务战略规划匹配的数字化架构和核心管控系统，满足企业稳态管理和动态创新两方面的管理需求，优化企业管理架构。同时以大数据平台为核心，以业务导向性、技术前瞻性、整体一致性、信息集成性为指导，遵循整体规划、分步实施的原则开展智能制造实施建设。



数字化、智能化为株冶带来了生产和管理流程的优化再造，通过装备大型化、自动化和智能化，改善了生产条件和劳动环境，从业人员从原来的3000余人降为1300余人，劳动生产率较株冶产能转移前翻了约两番。株冶集团通过智能工厂的建设支撑“扁平化、大班制”的生产管控模式的变革，促进专业重组与职能转变，提高生产一体化管控能力，推动数字化转型，助力企业高质量发展。2020年在取得抗疫胜利的前提下，完成锌产品产销量55.7万吨，高纯锌生产率达97%以上，营业收入146.9亿元，公司有价金属综合回收率、生产成本均居全国同行业领先水平。

习总书记指出“要推进互联网、大数据、人工智能同实体经济深度融合，做大做强数字经济。要以智能制造为主攻方向推动产业技术变革和优化升级，推动制造业产业模式和企业形态根本性转变，以‘鼎新’带动‘革故’，以增量带动存量，促进我国产业迈向全球价值链中高端”。

目前国家正在大力推进智能制造试点项目、智能示范工厂、智能制造产业园等建设，但我国制造业总体上仍处于“工业2.0”的后期阶段，“工业3.0”还有待进一步普及，“工业4.0”正在尝试做一些示范。制造业智能化升级要立足于现实状况，在实践的道路上需要脚踏实地，长期坚持，分布实施。

华润集团在“十四五”期间及未来会更加坚定和不遗余力的推动和参与到“数字中国”和智能制造建设中。在未来智能制造白皮书V2.0、V3.0的过程中，希望与其他央企单位、合作伙伴一起致力于智能制造领域的共同探索、共同研究，我国智能制造建设，助力实现中国从制造大国向制造强国的转变。



目录

Contents

一	智能制造背景与趋势分析
二	一套参照方法论：如何构建智能制造解决方案
三	一套参照标准：智能制造（基于方法论）
四	华润智能制造解决方案及实践分享
五	附录：术语表、引用标准

附录1：术语表

序号	简称	全称	汉语名称	简述
1	-	-	四基	核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料和产业技术基础
2	AGV	Automated Guided Vehicle	自动导引运输车	自动化配送小车
3	AI	Artificial Intelligence	人工智能	
4	AM	Additive Manufacturing	增材制造	
5	APS	Advanced Planning and Scheduling	高级计划与排程系统	基于约束理论的生产计划排程系统
6	AR/VR	Augmented Reality/ Virtual Reality	增强现实/虚拟现实	
7	AS	Administration Shell	管理壳	
8	A-S	Artisan Spirit	工匠精神	
9	BC	Block Chain	区块链	
10	BI	Business Intelligence	商务智能	提供多种报表并提出决策依据
11	BOM	Bill of Material	物料清单	描述产品结构的数据
12	CDO	Chief Digital Officer	首席数字官	
13	CLV	Customer Lifetime Value	客户终生价值管理	
14	CM	Configuration Management	构型管理	
15	CPS	Cyber Physical System	赛博物理系统	
16	CRM	Customer Relationship Management	客户关系管理系统	管理企业与客户之间的关系

附录1：术语表

序号	简称	全称	汉语名称	简述
17	MOM	Manufacturing Operation Management	制造运营管理	对生产整体运营管控体系
18	MPMS	Manufacturing Process Manage System	工艺设计与管理系统	工艺设计与管理
19	MTM	Method-Time-Measurement	时间测量方法	工时定额标准方法
20	PDM	Product Data Management	产品数据管理	产品设计管控
21	PLC	Programmable Logic Controlle	可编程逻辑控制器	工业控制核心部分
22	PLM	Product Lifecycle Management	产品生命周期管理	以产品为中心，以应用软件为手段的体系
23	PMS	Project Manage System	项目管理系统	企业所有项目的管控
24	QMS	Quality Management System	质量管理体系	企业各业务质量的统一管控
25	QIS	Quality Information System	质量信息管理系统	生产中质量的管控
26	RFID	Radio Frequency Identification	无线射频识别	标识的一种手段
27	SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制系统	生产调度指挥和物流及能源监控
28	SDM	Simulation Data Management	仿真数据管理系统	仿真数据及流程管控
29	SRM	Supplier Relationship Management	供应商关系管理	管理企业与供应商之间的关系
30	TDM	Test Data Management	试验管理系统	试验数据及流程的管控
31	TMS	Tool Manage System	工器具管理系统	工装夹具、刀具等统一管控
32	WMS	Warehouse Management System	仓储管理系统	仓储及配送业务的管控

附录1：术语表

序号	简称	全称	汉语名称	简述
33	FS	Fraunhofer Society	弗劳恩霍夫协会	
34	GD	Generative Design	创成式设计	
35	HMI	Human Machine Interface	人机界面	自动化设备的控制界面
36	HRM	Human Resource Management	人力资源管理	对人力资源进行管控系统
37	IBD	Industrial Big Data	工业大数据	
38	ID 4.0	Industriy 4. 0	工业4. 0	
39	IETM	Interactive Electronic Technical Manual	交互式电子技术手册	
40	IIoT	Industrial Internet of Things	工业物联网	
41	IIP	Industrial Internet Platform	工业互联网平台	
42	IM	Intelligent Manufacturing	智能制造	
43	IS	Industrial Software	工业软件	
44	IVCI	Industry Value-Chain Initiative	工业价值链	
45	KA	Knowledge Automation	知识自动化	
46	KMS	Knowledge Manage System	知识管理系统	对企业知识进行积累、固化及传递
47	KS	Knowledge Surplus	知识盈余	
48	MBE	Model Based Enterprise	基于模型的数字化企业	模型作为单一数据源的管控模式

附录1：术语表

序号	简称	全称	汉语名称	简述
49	MBE	Model Based Enterprise	基于模型的企业	
50	MBSE	Model Based System Engineering	基于模型的系统工程	
51	MDC	Manufacturing Data Collection	机床监控系统	对数控机床的参数进行采集分析
52	MDC	Manufacturing Data Collection	制造数据采集	
53	MDM	Master Data Management	主数据管理	对企业内主数据进行管理
54	MES	Manufacturing Execution System	生产执行系统	车间生产现场管控
55	MOM	Manufacturing Operation Management	制造运营管理	对生产整体运营管控体系
56	MPMS	Manufacturing Process Manage System	工艺设计与管理系统	工艺设计与管理
57	MRO	Maintenance, Repair and Operation	设备维护、维修和运维	
58	MTM	Method-Time-Measurement	时间测量方法	工时定额标准方法
59	M-USA	Manufacturing USA	制造业USA	
60	OPC UA	OLE for Process Control Unified Architecture	OPC统一构架	
61	OT	Operational Technology	运营技术	
62	PDM	Product Data Management	产品数据管理	产品设计管控
63	PHM	Prognostic and Health Management	故障预测与健康管理	

附录1：术语表

序号	简称	全称	汉语名称	简述
64	PI	Process industry	流程型行业	流程生产行业，主要是通过对原材料进行混合、分离、粉碎、加热等物理或化学方法，使原材料增值。通常，他们以批量或连续的方式进行生产。
65	PL	Production Logistics	生产物流	
66	PLC	Programmable Logic Controlle	可编程逻辑控制器	工业控制核心部分
67	PLM	Product Lifecycle Management	产品生命周期管理	以产品为中心，以应用软件为手段的体系
68	PMS	Project Manage System	项目管理系统	企业所有项目的管控
69	PO	Product Orphan	产品孤儿	
70	QIS	Quality Information System	质量信息管理系统	生产中质量的管控
71	QMS	Quality Management System	质量管理系统	企业各业务质量的统一管控
72	RAMI 4. 0	Reference Architecture Model Industriy 4.0	工业4. 0参考架构模型	
73	RCA	Resource Consumption Accounting	资源消耗会计成本法	主流成本管理方法，每一额资源结集点都有自己的成本核算对象，且划分为固定成本和变动成本，将资源结集点作为编制成本计划，考核业绩与分析差异的单位，能够合理贯彻企业一系列的成本管理措施
74	RFID	Radio Frequency Identification	无限射频识别	标识的一种手段
75	ROS	Robot Operating System	机器人操作系统	
76	SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制系统	生产调度指挥和物流及能源监控
77	SDM	Simulation Data Management	仿真数据管理系统	仿真数据及流程管控

附录1：术语表

序号	简称	全称	汉语名称	简述
78	SDM	Software-Defined Manufacturin	软件定义制造	
79	SI	Smart Institute	智慧院所	
80	SM	Smart Material	智能材料	
81	SMU	Smart Manufacturing Unit	智造单元	
82	SOM	Service-Oriented Manufacturing	服务型制造	
83	SoS	System of Sytem	系统之系统	
84	SRM	Supplier Relationship Management	供应商关系管理	管理企业与供应商之间的关系
85	SS	Smart Sensor	智能传感器	
86	TB	Test Bed	测试床	
87	TDM	Test Data Management	试验管理系统	试验数据及流程的管控
88	TMS	Tool Manage System	工器具管理系统	工装夹具、刀具等统一管控
89	TOGAF	The Open Group Architecture Framework	开放组织架构框架	
90	TRIZ	Theory of Inventive Problem Solving	创新问题解决理论	
91	-	-	工业增加值率	工业增加值=工业总产值-工业中间投入+本期应交增值税。 工业增加值率(%)=工业增加值(现价)/（工业总产出(现价)+应交销项税额）×100%

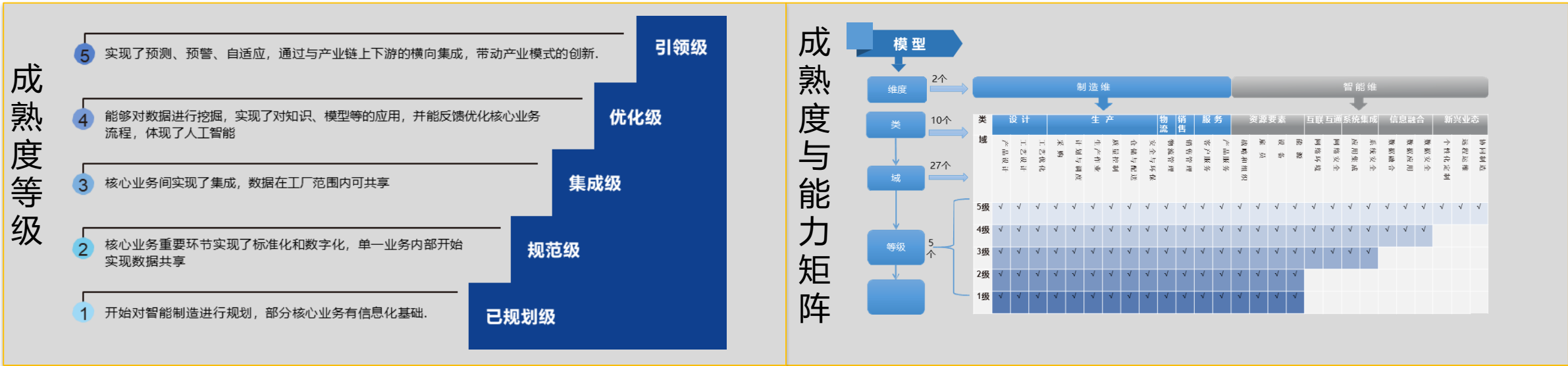
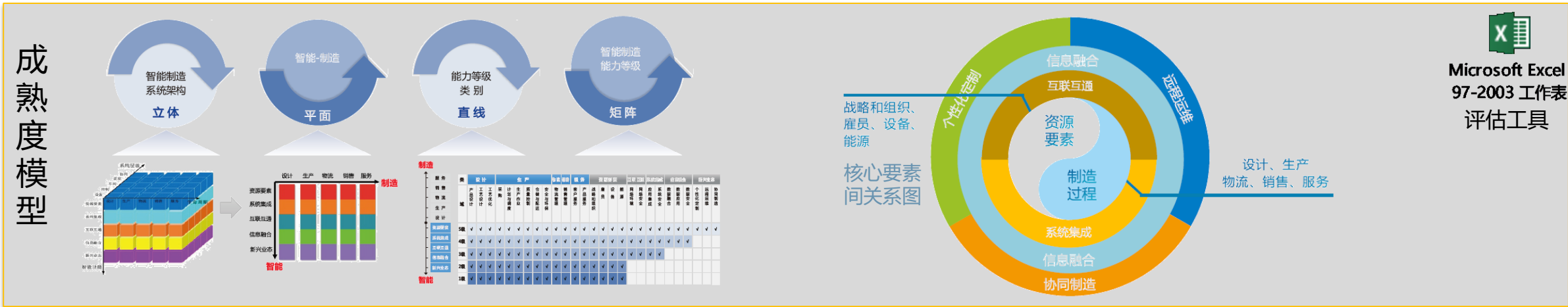
附录2：参照标准与政策文件列表

国内外

- 《中国制造2025》 发行者：国务院 发行年份：2015年
- 《国家智能制造标准体系建设指南（2018版）》 发行者：工信部与国家标准化管理委员会 发行年份：2018
- 《智能制造发展规划（2016—2020年）》 发行者：工信部 发行年份：2016
- 《智能制造能力成熟度模型评估白皮书（1.0）》 发行者：工信部 发行年份：2016
- 《工业互联网综合标准化体系建设指南》 发行者：工信部 发行年份：2019
- 《工业互联网平台标准化白皮书（2018）》 发行者：工信部 发行年份：2018
- 《工业互联网平台建设及推广指南》 发行者：工信部 发行年份：2018
- 《工业互联网网络建设及推广指南》 发行者：工信部 发行年份：2018
- 《工业互联网平台评价方法》 发行者：工信部 发行年份：2018
- 《工业互联网专项工作组2019年工作计划》 发行者：工信部 发行年份：2019
- 《信息物理系统白皮书（2017）》 发行者：工信部 发行年份：2018
- 《能制造工程实施指南（2016~2020）》 发行者：工信部 发行年份：2016
- 《中国制造2025》重点领域技术创新路线图（2017年版） 发行者：国家制造强国建设战略咨询委员会 发行年份：2018
- 《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020年）》 发行者：工信部 发行年份：2018
- 《智能制造系统现行标准体系》 发行者：NIST 发行年份：2016
- 《关于中央企业创建世界一流示范企业有关事项的通知》 发行者：国资委 发行年份：2019
- 《网络安全等级保护基本要求2019》 发行者：国家市场监督管理总局&标准化管理委员会 发行年份：2019

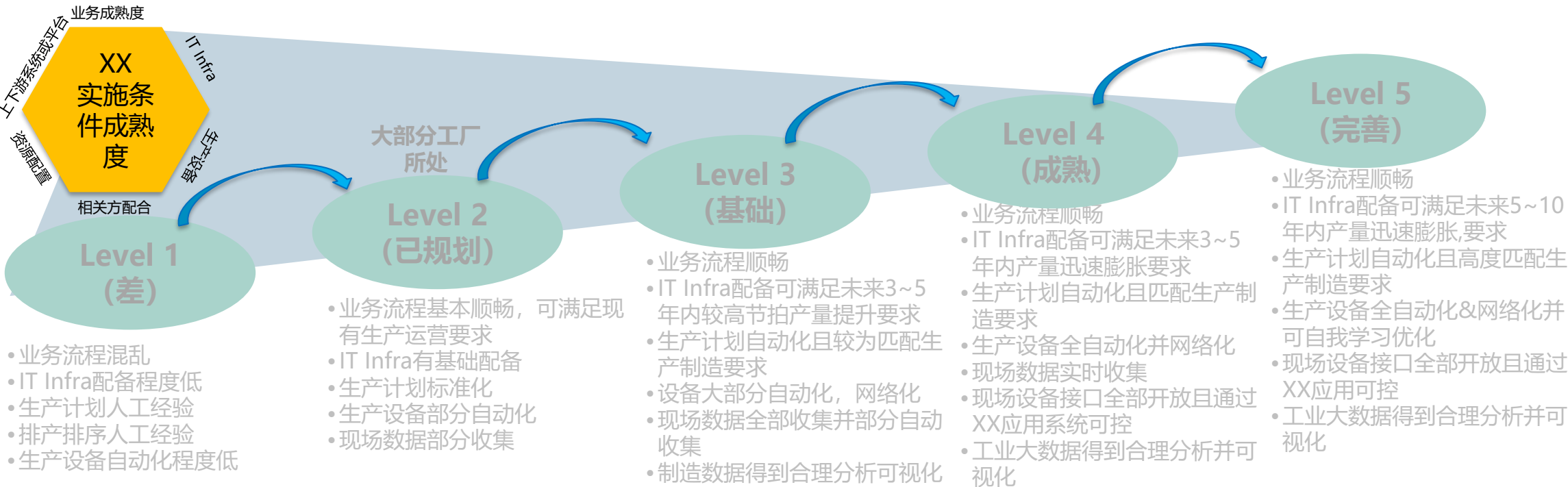
附录3：智能制造能力成熟度评估标准

工具一：引用国家发布的成熟度能力评估白皮书作为制造能力成熟度评估工具的标准



附录4：应用系统能力成熟度评估

工具二：智能制造应用系统能力成熟度评估

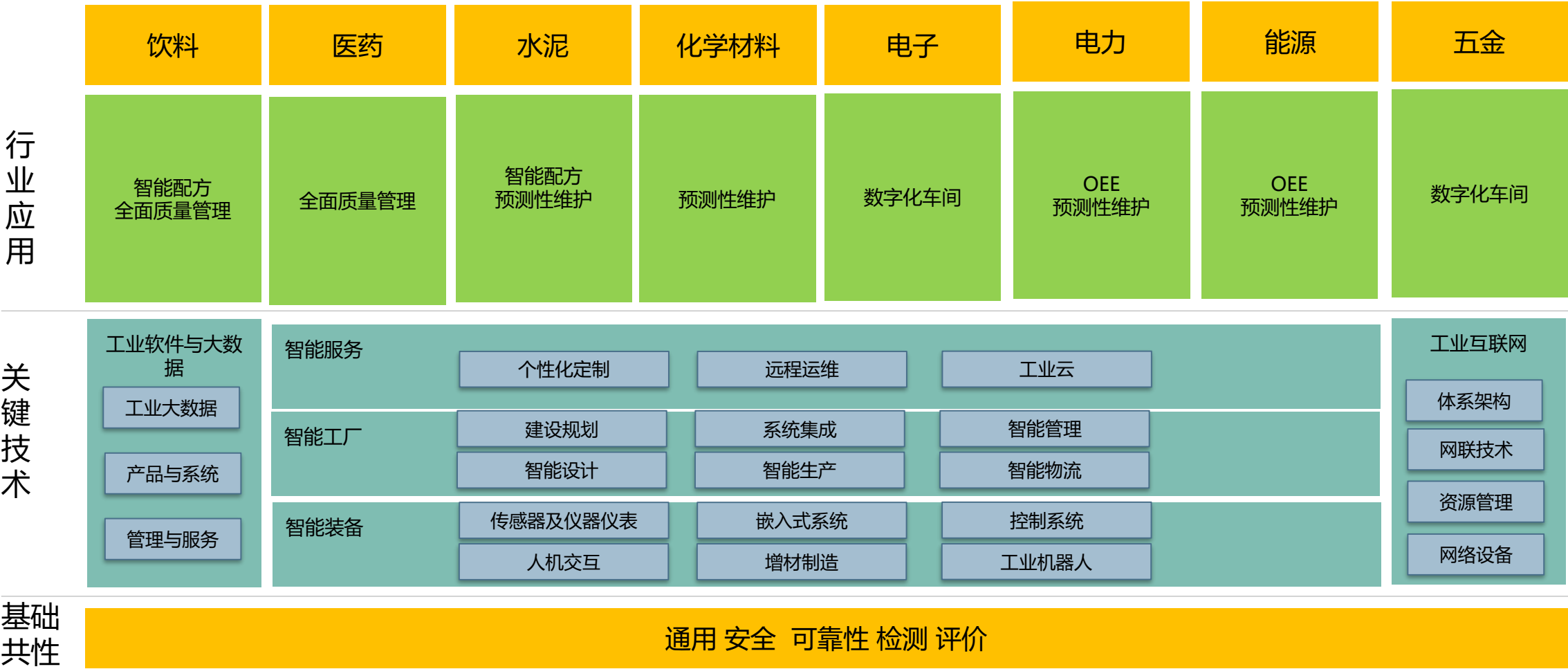


	Level1	Level2	Level3	Level4	Level5
业务流程	乱	基本顺畅	顺畅	顺畅	顺畅
信息化程度	低	基础配备	能支撑未来3-5年	能支撑3-5年高速发展	能支撑5-10年高速发展
计划与排产	人工	人工	数据支撑+人工	自动化匹配制造要求	智能化，自我调度
自动化程度	低	部分自动化	大部分网络化	全部网络化	全部网络化且可自学习
数据采集	较少	部分数据收集	全部收集并部分自动	自动且实时收集	自动且实时收集
大数据分析	无	无	得到合理分析与可视	得到合理分析与可视	可视、智能分析
开放&互联	无	无	与上下游信息共享	部分协同生产	完全协同生产

附录5：智能制造标准体系架构

5 大类基础共性标准、 5 大类关键技术标准、 8大领域重点行业应用标准

智能制造标准体系遵从国家标准指南，包括“基础共性”、“关键技术”、“行业应用”三个部分



THANK YOU