

“智”胜未来： 中国流程行业的智能化 挑战与机遇

中国正在积极推动工业化和信息化的深度融合，流程行业应如何把握该进程中的重大机遇呢？

作者：洪晟、孙俊信、李元鹏、汪小帆、侯文皓、王嘉骏、介一凡、施俊昌、郭帅、汪成建



© Yongyuan Dai/Getty Images

一、中国流程行业智能化的整体进展

中国改革开放后,工业化进程快速推进,以金属冶炼、油气、化工(含石油化工、煤化工等)、造纸和建材(如玻璃/水泥)为代表的流程行业经历了工业1.0的机械化与工业2.0的电气化和自动化阶段,并走在了自动化的前列。2015年以来,各级工业和信息化部门积极推动工业化和信息化的深度融合,部分行业协会和其意见领袖(如钢铁行业)共同成立了智能制造评估委员会,为流程行业的智能化发展营造了良好的政策环境,打造了高效的合作沟通平台,奠定了智能化发展的基础。

何为智能化

智能化是工业4.0的关键词,但业界对智能化却有着多种解读,难以给出标准答案。我们认为,智能化是提升公司业绩的手段,而非目的,可有力支持企业实现快速响应、降本增效以及竞争力提升。

智能化的核心内容是智能决策,是建立在工业化和信息化深度融合的基础上应用先进分析的智能计划、智能执行和智能控制的总称。在工信部印发的《智能制造发展规划(2016-2020年)》中,智能制造的定义为:基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合,贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节,具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能新型生产方式。

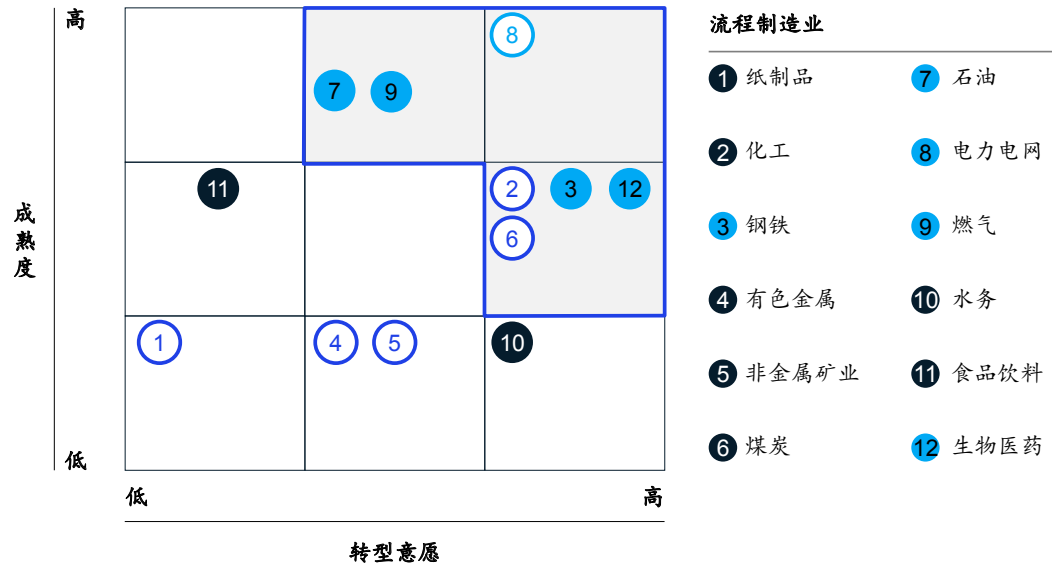
(一) 智能化进程的两大痛点

一是国内流程行业智能化进程分化严重。整体来看,流程行业基本经历过了机械化、电气化和自动化阶段,大都处在工业2.0和3.0的混合状态。由于流程型制造业自身的行业特点,企业在流程化管理、自动化改造方面持续投入,并获得了较好回报,因而在智能化上具备良好的基础和优势。然而,行业整体在信息化的进程中便已经出现了明显的分化,而除了炼化和造纸等少数行业外,国内流程行业集中度不高,在智能化进程上更是分化严重,各企业的转型意愿虽然整体偏积极,但分化依然明显(见图1)。

图1

国内流程行业智能化成熟度分化，转型意愿也不尽相同

XX 面临国家政策¹扶持
 XX 面临国家政策²调整
 □ 数字化潜力高于或等于平均
 XX 重点关注行业



1. 中国制造2025提出十大重点领域；工业和信息化部提出七大战略产业（软件、环保设备、生物医药、通信设备、新能源、云端运算及机器人）
 2. 中国制造2025将11项产业列为重点污染治理防控对象：造纸、印染、农药、焦化、农业副食品、电镀、氮肥、原料药、制糖、有色金属、制革
 资料来源：资料检索；麦肯锡工业4.0全球调研分析；专家访谈；麦肯锡分析

分行业来看，**油气行业**中的大型国有企业和先进民营炼厂在信息化的巨大投入基础上，大举推进智能化，建立了内部示范单位，探索智能化发展路径；在**煤化工和精细化工行业**，意愿较高的企业已经联合各类外部机构，整体规划数字化/智能化转型，并开展灯塔工厂建设，推动转型落地；**钢铁行业**近年来迅速发展精益管理，逐步为智能化打下了基础，业内领先企业也开始了智能化的整体规划和示范单位的建设；**造纸行业**的进度相比之下较为缓慢，头部企业在精益管理上进行了一定的投入，但在智能化推进方面尚处在起步阶段，而其他企业仍处于观望阶段。

二是信息技术应用程度较高，但数据利用率较低。数据采集技术在大部分行业的领先企业中都得到了较好的应用；智能物流方案的行业通用性、投资回报认可度较高，因此应用较为广泛；商务智能（BI）、企业办公平台、ERP、MES等企业级应用在先进企业已经得到了推广，其中商务智能和ERP系统应用更为广泛。然而，由于数据结构多样，各应用系统间缺少联系，信息孤岛仍广泛存在；除部分领先企业开始做单装置、单工序的数据分析和优化外，数据的利用率普遍偏低，与国际先进企业相比有明显差距。这导致绝大部分企业要么停留在通用工业软件的基础应用上，要么陷入了数据分析优化的试点陷阱中，没有享受到数字化和智能化带给企业的经济效益。

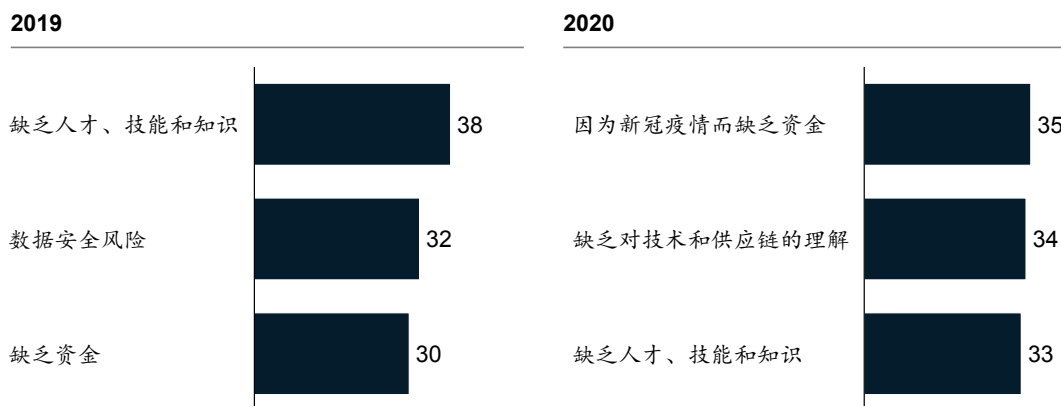
数据利用率较低的背后，除了技术原因，更重要的依旧是流程行业在智能化推进的**组织和能力建设方面投入普遍不足**（见图2）。除少部分企业开始筹建数字化/智能化转型的推进组织并进行能力培养外，大部分企业仍然按兵不动，寄希望于“购买”成熟的解决方案，致使人才、技能和知识的缺乏持续成为企业在智能化道路上的重要挑战。

图2

资金和人才匮乏持续成为智能化进程的阻力

“贵司不再实施工业4.0的两大主因”

受访者，%



资料来源：麦肯锡《2020新常态下的工业4.0》全球调研；全球样本量 = 402

(二) 疫情下的智能化进程

自2017年以来，我们一直在通过年度调研的形式来追踪全球制造企业智能化的发展进程。在疫情暴发6个月后，我们发布了最新一期的调研结果，全球400多家企业参与了此项研究，其中约100家企业来自中国。调研结果显示，有94%的全球受访者认为在疫情期间，工业4.0技术让公司受益匪浅，56%的受访者认为，这些技术是他们应对疫情的关键。

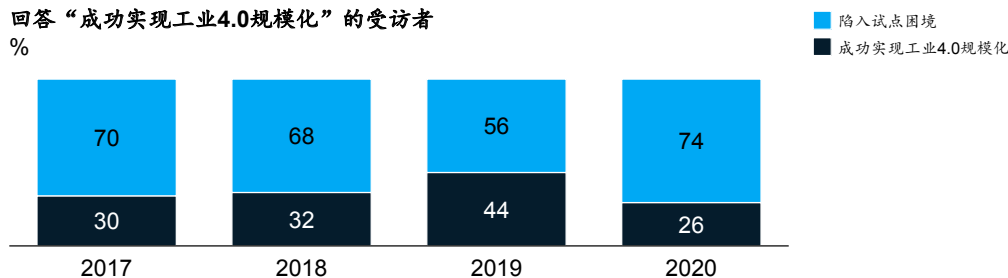
工业4.0技术的应用在危机期间功不可没，但疫情也迫使企业重新评估自身的数字化转型进程。我们的研究发现，受访者对其组织成熟度的评价较去年出现了显著改变，回答“成功实现部分或多个工业4.0用例规模化”的受访者人数下降了40%以上，甚至低于2017年的数字（见图3）。这种反差可能源于两大因素：首先是“成功规模化”标准的提高。企业在评估工业4.0技术时，不再只关注技术在常规状态下的增值能力，也希望看到其在疫情等危机中的价值；其次，疫情期间，企业的工业4.0平台都经过了真枪实弹的检验，事实证明，企业要想实现真正的工业4.0全面规模化，依旧任重道远。

图3

回答“成功实现工业4.0规模化”的受访者在2020年有所减少

回答“成功实现工业4.0规模化”的受访者

%

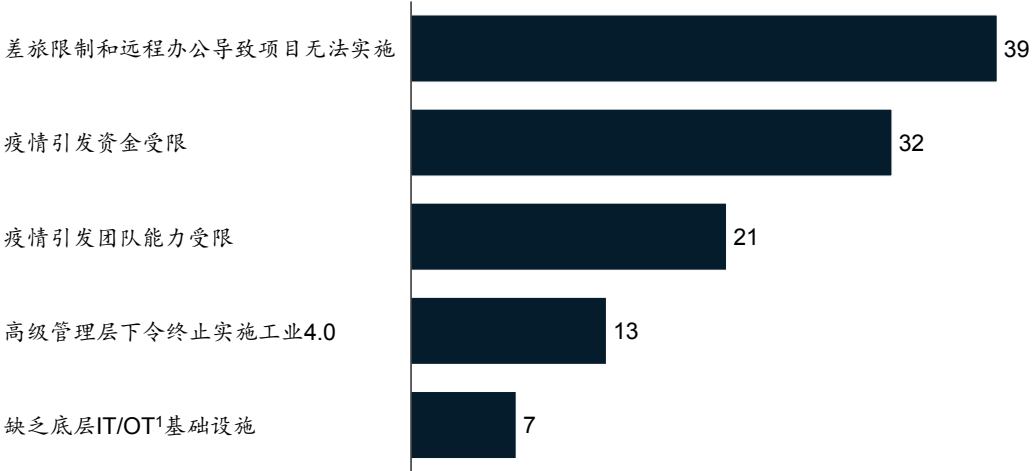


资料来源：麦肯锡《2020新常态下的工业4.0》全球调研；全球样本量 = 402

疫情也放大了行业智能化进程中的痛点。在分化的智能化进程中, 大额的投资也是中小企业不得不谨慎决策的重要原因。我们的调研显示, 疫情引发的资金受限是迫使一些企业暂停投资工业4.0的主要原因之一(见图4)。这也使得企业在推动企业智能化发展时, 需要审时度势, 恰当投资。

图4
疫情迫使一些企业暂停投资工业4.0

“贵司不再实施工业4.0的两大主因”
受访者, %



1. 信息技术/运营技术

资料来源: 麦肯锡《2020新常态下的工业4.0》全球调研; 全球样本量 = 402

二、中国智能化转型的六大趋势

中国流程行业的智能化转型，需要经历从工厂生产逐步拓展到质量、安全管理、研发、销售、采购等环节。企业灵活度倘若较高，便可充分利用自身优势，从单纯生产大宗商品转向定制化服务。在此过程中，企业可以在优化价值链各环节之余，寻求端到端的综合性平衡，以寻求整体价值最大化。为了实现这些转变，领先企业一改从前高度依赖自身或“总包”的模式，将重点放在合作伙伴生态圈的打造上，合理选择最适合的服务机构来高效推进智能化进程。以下为由行业领先企业引领的六大智能化转型趋势：

- 一是智能化质量管理：**某领先集团的质量执行系统（QES）可以自动收集与质量管理、订单，以及客户质量要求相关的数据，并对数据进行二次处理，形成质量数据库。根据预先制定好的规则，该系统可在线实时判定工艺生产过程偏差，对产品质量基因链实施全流程跟踪，并生成产品全流程质量及趋势报告，供管理层审阅。无论是工艺环节出现问题，还是产品拥有质量瑕疵，该系统都能进行问题溯源，并寻求专家建议解决具体问题。用户可以与专家库互动，持续丰富和完善专家知识库内容，最终实现自动质量管理。
- 二是智能化研发：**某轮胎企业会基于轮胎内安装的传感器采集行驶数据，再依托大数据分析，为特定用户细分开发定制化的配方和解决方案；在其刚刚建成的一家互联网工厂中，一条轮胎就可迅速采集数亿条数据，并实时传输到生产线上，从而实现生产效率和产品质量的双提升；过去，企业需要耗费半年以上的时间测试上万条轮胎，才能研发出一个新产品；使用智能化方案后，首条新品下线就能达到标准，利润率也因此大幅增长（见图5）。

图5
数字化研发：某轮胎企业产品研发创新

主要目的	数字化举措详情	价值创造
- 深入了解市场需求，优化生产和营销决策 - 提升产品研发精准度并实现产品性能优化 - 提升盈利能力	 自动化数据采集 轮胎内嵌IoT传感器，收集车胎的运行数据（温度、压力、磨损程度）和相应环境路况信息	产品优化 - 有针对性地提升产品性能与质量 - 增强创新能力与产品差异化水平 - 提高研发效率 盈利提升 - 提供定制化的产品，提升附加值 - 精准选择目标客户，提升销售赢率 成本降低 - 有针对性地向地区经销商配货，降低运输与存货成本
	 后台分析软件 汇聚产品、传感器与用户数据，绘制城市路况画像，包括交通特征、路面材质等，结合轮胎使用情况，生成生产需求分析	
	 基于数据与智能化的产品优化创新 根据路面磨损程度分析，精准匹配路面状况与轮胎性能、轮胎花纹设计与材料配方，研发和优化适用于不同环境状况的轮胎	

资料来源：公司网站；新闻频道

三是**智能化销售平台**：对普通制造商而言，固定的销售团队很难触及公司长尾客户，因此需要打造一个综合性平台，为各方提供“匹配”之外的价值。例如，业内某领先化学品平台旨在成为“化学领域的京东”。它不仅能匹配化学品的供需方，更能提供多项增值服务，包括供应链融资、电商助手、知识库及搜索引擎等（见图6）。

图6
某平台业务模式以匹配和自营业务为核心，为上下游企业 提供交易服务

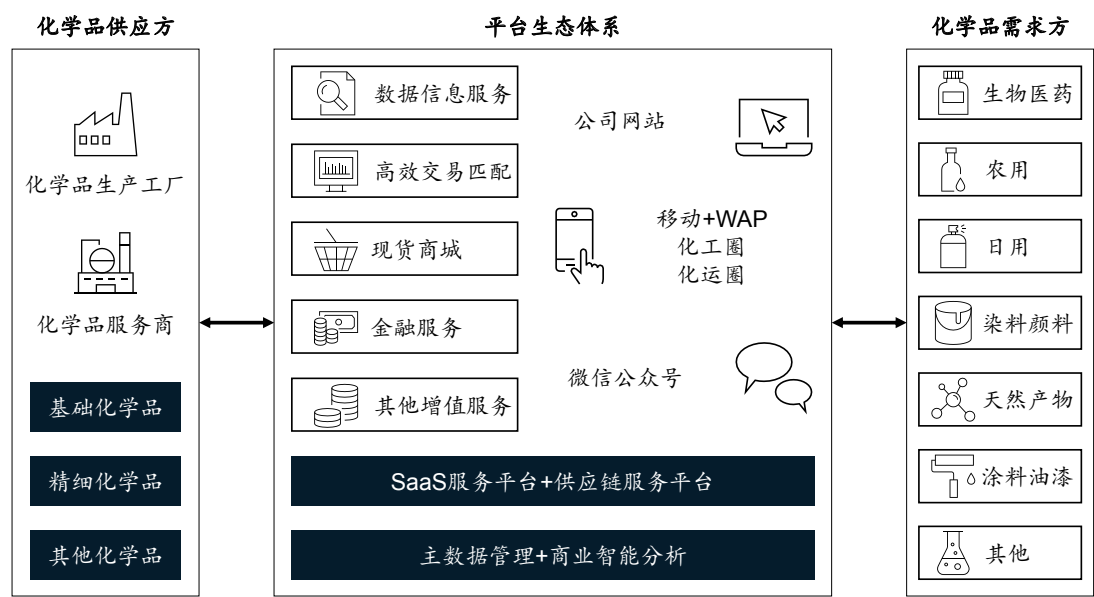
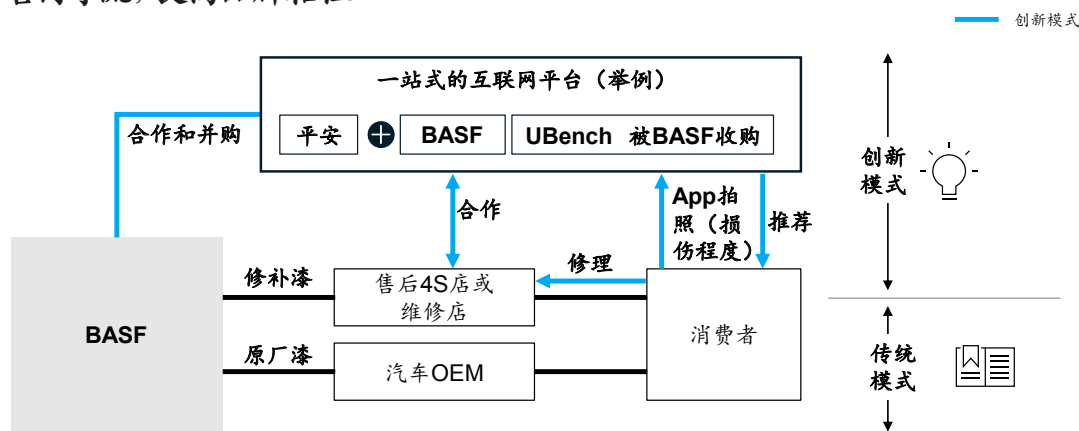


图7
在涂料领域，某领先化工企业通过创新商业模式，提升最终用户体验，为零售商导流，提高品牌粘性

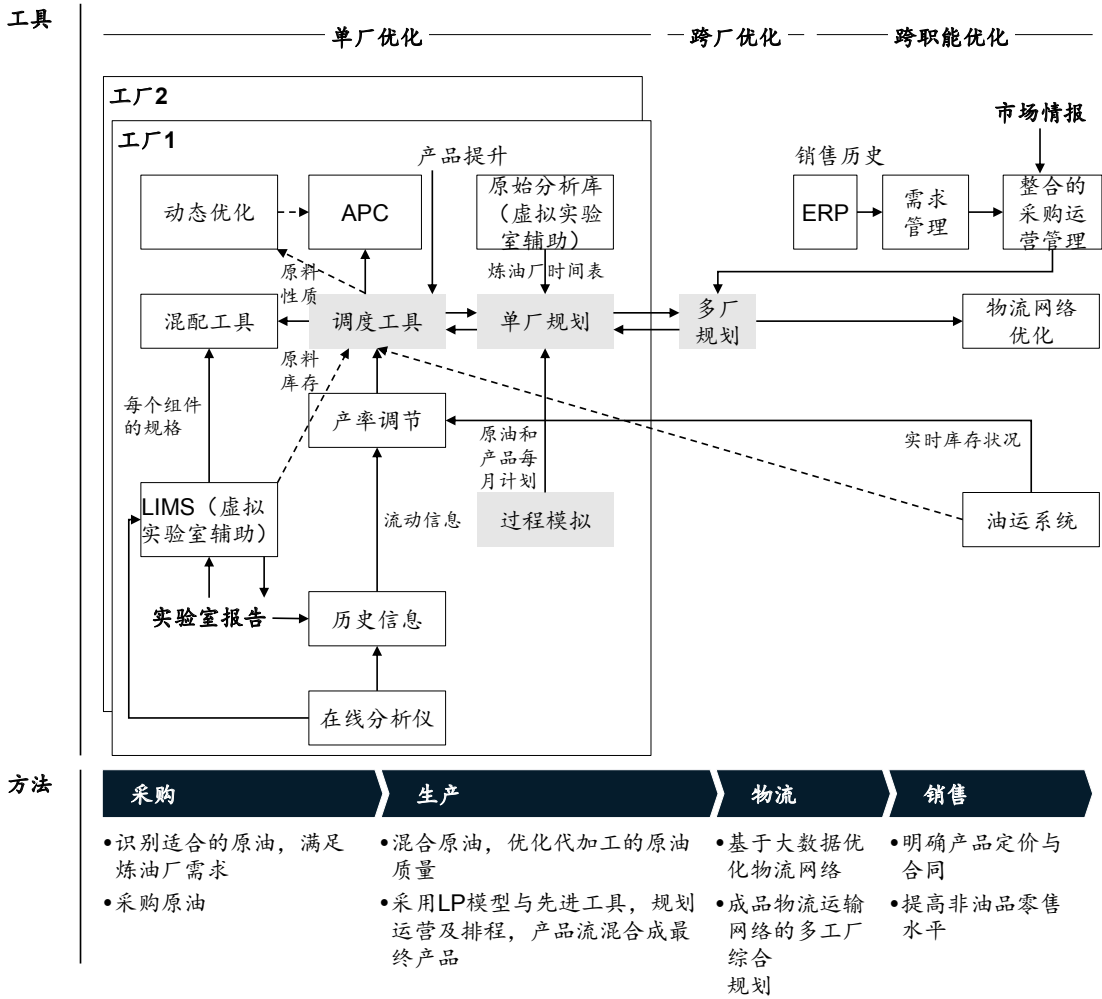


- 颠覆传统的商业模式，通过并购与合作的一站式互联网平台，提升最终用户的客户体验，为零售商导流，提高品牌粘性
- 创新商业模式在B2C和B2B的业务上机会相对更大，企业可以考虑在适当的业务领域尝试探索新型商业模式

四是定制化服务：流程行业在过去主要采取集中式大规模生产，产品相对单一。近年来，为了满足B端小客户的个性化需求，提升产品区分度与盈利能力，定制化开发和生产日益涌现（见图7）。企业可以通过互联网平台或线下渠道收集客户需求，依托快速迭代实现联合开发，在技术、服务和业务模式上不断取得创新突破。

五是端到端整体优化：考虑到流程行业的重资产特征，工厂满负荷运营通常是最经济的方案。然而，由于客户需求越来越分散，不少企业开始努力优化供应链，旨在打造产、供、销、存一体化的新体系，以提升客户服务水平。在石化行业，一体化端到端优化是必然趋势：随着石化企业逐渐向下游拓展，与终端客户直接接触的机会越来越多，供应链管理需要以需求为导向；某领先化工企业在S&OP（销售与运营规划流程）的基础上加入了财务视角，将供应链产销协同升级为一体化的业务规划流程，改变了传统的推动式生产模式；一些国内的民营石化企业也在探索一体化的端到端供应链管理新模式；打破信息孤岛已成行业共识：部分钢铁和石化企业开始通过集管集控和PIMS等工具方法，实现整体规划和管控。某大型化工企业通过敏捷开发，在升级工具方法，实现单工厂优化的同时，实现了跨职能、跨厂区的综合性效益提升（见图8）。

图8
某石化企业遵循精益、敏捷和数字化原则，升级工具方法， 在实现单工厂优化的同时实现跨职能、跨厂区的综合性效益提升



六是生态圈建设: 在智能化转型的过程中, 大部分企业都意识到, 单凭一己之力难以成功实现转型, 最好的做法, 是借助业内同行的经验与技能, 发挥各家优势协同作用。钢铁行业的领先企业已在转型过程中打造了适合自身业务需求的生态系统, 扩大了“朋友圈”(见图9)。

图9
某企业的“朋友圈”部分示例

维度	维度定义	主要“朋友”举例
数据监管	数据领域设计, 元数据管理, 数据结构设计和实施	IBM 探码科技
系统整合	应用系统(ERP、MES等)整合和开发, APP和网络服务开发、技术支持	IBM 宝信软件
自动化转型	自动化和PLC控制, 系统解决方案, 如SCADA和DCS	西门子 中控
工业数据采集	软件和硬件技术支持, 设备连接, 数据采集和处理	霍尼韦尔 PTC
数据可视化	先进数据分析和可视化, BI展示	微软 帆软

三、中外流程行业智能化的区别

我们从业务、组织/人才和技术三方面分析了中外流程行业在智能化过程中的区别。

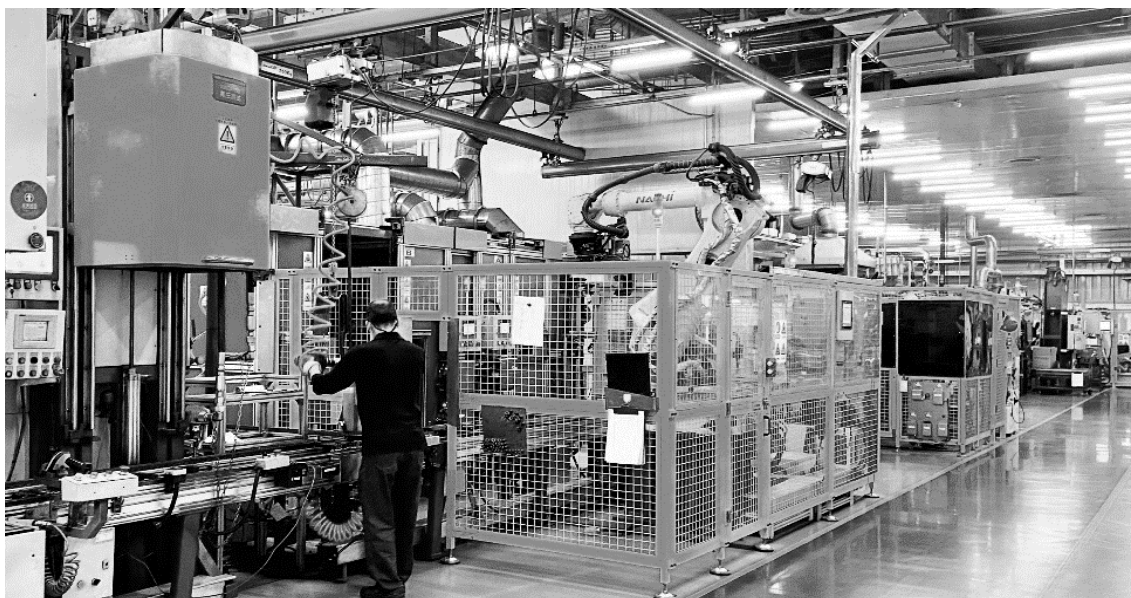
(一) 业务方面

国内流程企业重点关注数字基建和业绩/过程可视化,旨在提升管理效率;国外领先流程企业则狠抓绩效,将先进分析和人工智能技术融入业务中。出于对数据大屏和集控中心的兴趣,国内企业建设了不少“智慧指挥中心”,通过实现信息的互联互通和提升透明度,减轻管理层负担,也为企业斩获了不少“示范”、“标杆”等荣誉。

然而,部分企业并没有充分挖掘“智慧指挥中心”的潜力。他们在改善管理层工作方式的同时,没有提升执行层的工作效率,只是将过去分散在各车间的中控视频和DCS集中到一处。这一做法虽然实现了人员精简,但并没有显著改善关键运营指标;反观工业4.0灯塔企业,他们建设数据大屏的比例较低,在工业互联网的投资上也更加理性(如图10所示丹佛斯工厂);80%以上的数字化应用都与先进分析和人工智能技术相关,他们在改善质量、节能增效、提高设备和人员效率方面成效显著。国内企业缺少应用场景和用例识别,他们往往过于追求数据采集的“完整性”,将“获取大数据”与“提升数据体量”简单画上了等号,但事实上,如果“大数据”缺乏与业务的有机结合,便会成为“死数据”;反观领先外企,他们往往以业务应用为导向,只采集有价值、有时效、有标签、有机理关联的“数据”,虽说量小,但效果却事半功倍:既避免了大量漫无目的的IT/OT投入,也产生了实际业务价值。

图10

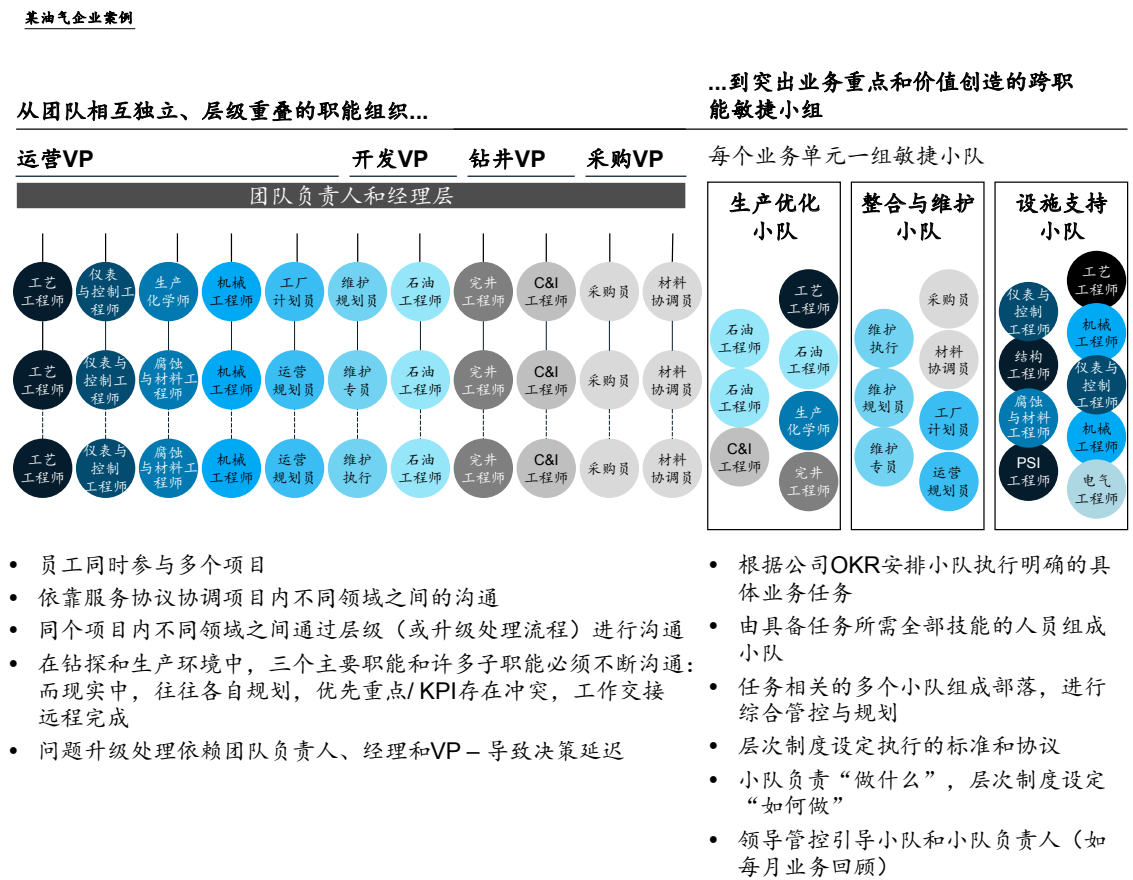
丹佛斯工厂车间示例



(二) 组织/人才方面

国内流程企业在推进智能化时，往往由生产或设备部门牵头，实行项目制。这样一来，关注焦点比较容易聚集在设备自动化与信息化升级上。与之相反，国外领先流程企业在管理跨职能数字化项目时，往往会成立专职的数字化转型办公室，并持续推动敏捷协作和创新迭代。他们在设计和开发数字化应用之前，通常会开展足够的调研，列出足够的方案，备齐足够的资金，调动足够的人力资源，分配足够的时间，并采取稳健的方式。此外，他们还会建立起数字分析学院，大批量、多方式培养不同岗位的数字化人才，鼓励员工勇于试错，通过反复迭代来大幅缩短设计时间，提升落地的适用性。为了实现智能化转型，国外某油气企业调整了组织结构，由传统的矩阵型转为平台型（见图11）。

图11
某油气企业将按照职能部门设计的组织调整为跨职能的多个敏捷小组



(三) 技术方面

国内流程企业偏向从技术供应商手中购买成熟产品，招标过程中也以价格为导向，很少会与某个技术伙伴形成长期合作关系，从而陷入质量不保障、技术不先进的误区。有些企业缺乏对工业物联网的理解，认为由供应商全权负责便可一劳永逸，反而造成了对供应商的过度依赖。国外流程企业较为强调协同效应，十分重视和技术伙伴的合作。他们往往会博采众长，通过筛选多个适合自己的技术供应商伙伴，建立起一套生态圈。

四、流程行业智能化转型建议

流程行业智能化势在必行，潜力巨大。但企业切忌盲目投资获取点状效益，或仅仅视之为堆砌用例的面子工程。相反，他们需要系统性地地进行顶层设计，并在灯塔效应的指引下实现精益运营，稳步推进改革。

(一) 顶层设计

智能化转型需要以业务、组织和技术三方面为核心，具体而言，又包含16个维度（见图12）。

图12
智能化转型需从业务、组织和技术三个方面进行整体规划



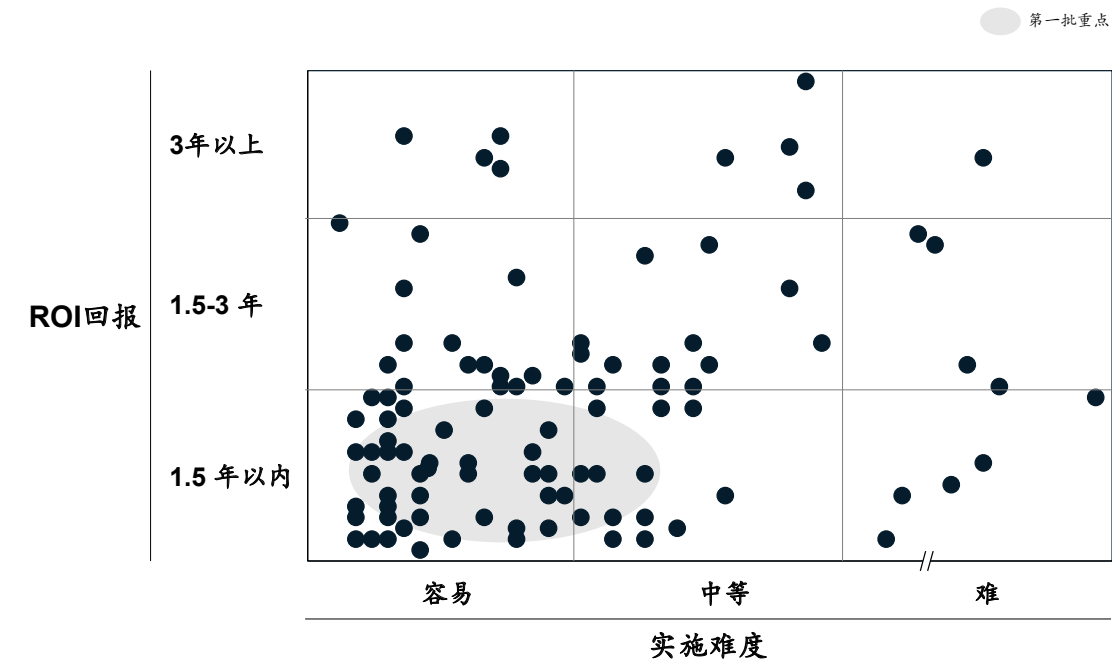
资料来源：麦肯锡数字化转型服务

1. 以业务结果为导向

企业的核心价值是为社会创造效益。从企业自身来看，业务结果是他们赖以生存和发展的基础，不以结果为导向的盲目转型将令企业风险高企；从社会的角度来看，能否肩负起社会责任能够决定一个企业的成败，而业务结果则是决定企业能否被社会认可的主要因素。作为企业管理运行的辅助工具，智能化需要以业务结果为导向，顶层设计则要结合业务需求与业务目标。以业务结果为导向的顶层设计需要注意以下三方面：

- **自下而上收集业务需求，自上而下进行整体设计：**设计之初，企业需要深入一线，了解具体业务的难点与痛点。他们应视一线为智能化“客户”，深挖客户需求，并努力解决客户痛点。在这一阶段，企业要坚决杜绝业务部门各自为政的现象。如果各大业务部门在数字化和智能化的开发过程中缺乏协调统一，后期可能会出现系统不兼容，设备柔性弱等问题。在整体设计上，企业应首先总结归纳各单位需求，从集团的维度出发，搭建统一的技术架构与数字平台，其次，再针对各单位进行单独的应用开发，完成自上而下的综合设计。
- **以主要单位/业务为试点，进行敏捷开发与快速迭代：**在具体业务功能的设计阶段，应采取敏捷开发模式，以业务结果为导向对方案进行持续修正。
- **基于投资回报率与难易程度设计推广方案：**在推广实施阶段，企业切不可急功近利，全盘铺开，而应基于投资回报率与难易程度对业务方案进行优先排序，并相应安排详细的实施时间（见图13）。

图13
通常根据 ROI和实施难易度，对数字化用例进行优先排序



2. 以组织管理为基础

没有良好的组织管理，企业无法顺利推进转型，其智能化发展过程也会深受人才短缺的困扰。企业在推进智能化转型的过程中，需要围绕以下几点提升组织管理质量：

- **绩效架构：**绩效架构是智能化转型的“大脑”，在转型中起指挥作用，它既决定着转型的方向与目标，又能确保转型举措的高效执行。因此，企业应在智能化的设计阶段根据不同层级的目标与任务，建立起完整合理的绩效架构，以此作为转型的总体考核依据。
- **财务透明：**财务信息是转型的“双眼”，能够帮助企业“看到”智能化举措的直接效益与价值。在设计阶段，企业应建立起透明的智能化转型专案财务管理系统，对每一笔花费与效益实施端到端的追溯与分析，明确与损益相关的价值动因，在财务数据中体现出工作改进带来的实际效益。

- **管理变革**: 管理变革是转型的“心脏”, 可为智能化转型提供源源不断的动力。智能化与数字化举措的实施, 必将带来整体运营环境与工作方式的改变, 因此, 企业需要相应调整管理理念和管理方法, 适应新型运营模式的需求。在设计阶段, 企业应以智能化的预期目标为导向, 变革管理模式, 进而推动具体举措的执行。
- **能力建设**: 智能化能力是转型的“肌肉”, 企业唯有足够“强壮”, 才能高效推动各项举措的实施。因此, 企业需要视智能化能力建设为核心, 打造专业的培训通道, 通过外聘与内部培养相结合的方式, 储备智能化技术及转型能力兼顾的转型人才, 刷新现有组织技能。
- **敏捷组织**: 敏捷组织是转型的“催化剂”, 其根基是敏捷原则。一个敏捷组织能以跨职能和快速迭代的方式进行尝试、执行和推广。在智能化转型的过程中, 敏捷组织也能快速满足创新型工作的需求, 适应全新的运营模式, 建立全新的组织架构, 并推广全新的工作方式。因此, 企业亟需将自身打造为敏捷组织, 加速转型的实施进程。

3. 以技术架构为支撑

有了组织基础, 智能化转型便有了“五脏六腑”, 而技术架构则是转型的“骨与血”, 是保障组织基础发挥作用的重要支撑:

- **工业物联网 (IIOT) 架构**: IIOT架构是智能化转型的“骨骼”, 它描绘了智能化转型的整体轮廓与范围。智能化用例与举措往往根据一线需求而建立, 但组织规模一旦庞大, 其需求种类就会相应提升, 解决方案也会五花八门, 进而导致实际执行过程中出现系统不兼容, 数据无法共享, 以及业务用例柔性差等问题。因此, IIOT整体架构设计需要以集团为中心, 建立统一的标准与对接方案, 并根据具体业务需求, 面向整个组织推广数字化用例。
- **数据架构**: 数据架构是智能化转型的“血液”。智能化解决方案离不开数据分析, 而精准的数据分析又离不开高质量的数据。数据架构设计可以帮助企业在转型前期建立起高质量的数据收集系统, 存储系统和分析系统, 为后续各项具体业务的分析提供源源不断的“血液”。
- **生态系统**: 生态系统是智能化转型的社群与“朋友圈”。智能化属于新兴技术, 尚无统一的架构与解决方案, 需要依靠市场上众多研发机构及供应商。企业应在端到端架构、数据、技术、应用等方面打造合作伙伴关系, 拓展公司网络, 帮助自身持续了解技术发展与市场动向, 以便快速高效地引入新型智能化方案。

(二) 以灯塔工厂为支点, 辐射全组织

如何实现智能化的大规模转型? 公司运营体系的改善往往意味着价值链业务、管理和人员模式的创新。以部分“灯塔企业”为例, 他们整合了数十个用例, 先在价值链或工厂层面实现创新, 再设计和导入IIoT基础架构进行规模化转型; 对寻求智能化转型的企业而言, 开展数字化创新, 改变业务流程方式, 推动敏捷转型, 改变员工工作方式等步骤均可作为参考依据。

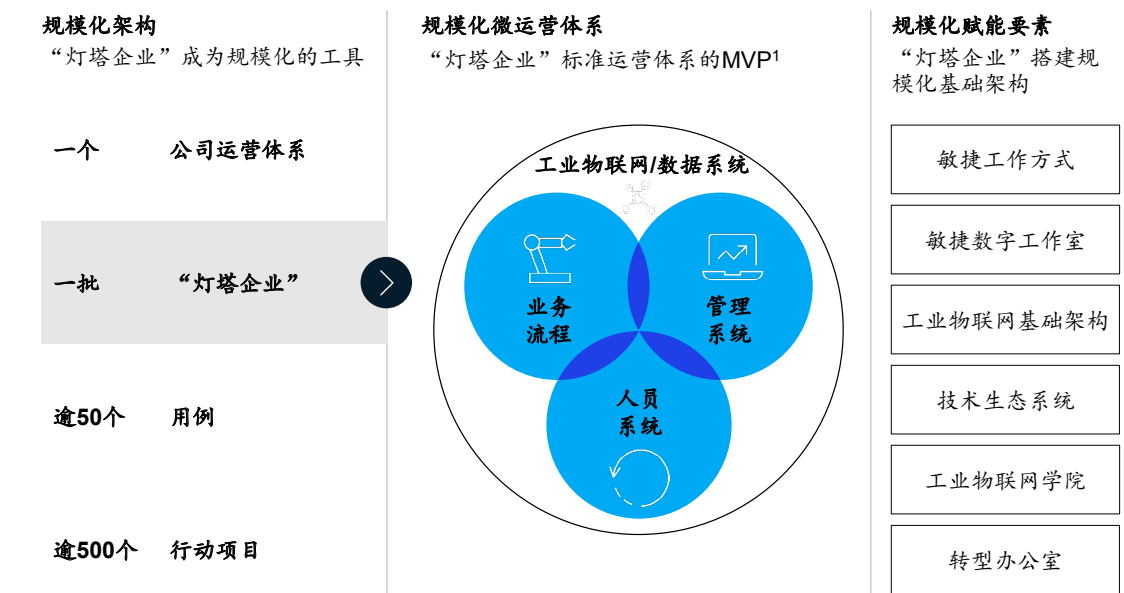
何为灯塔工厂

为了引领众多传统企业走出数字化转型的试点陷阱, 走上正确的转型赛道, 世界经济论坛于2018年携手麦肯锡启动了全球“灯塔工厂”网络项目, 开始在全球范围遴选第四次工业革命的领跑者。灯塔散发的强光可以刺破黑暗, 为苦苦探寻出路的船只指引方向。创建灯塔工厂项目的初心, 就是希望第四次工业革命领跑企业可以像灯塔一样, 帮助身后的企业走出黑暗, 走出犹豫, 走出疑惑, 走出重重陷阱。

我们建议企业先行打造内部灯塔（见图14），建立“麻雀虽小，五脏俱全”的运营体系MVP。

- **业务流程**：利用RPA，自动化、先进分析等流程；
- **管理系统**：通过数字业绩管理（整合人工智能、个性化数字仪表板和警报系统）创建统一真实的数据来源，去除决策中的多余步骤；
- **人员系统**：提升员工技能，为未来的数字化转型做好准备。企业可以打造敏捷数字工作室，扩大敏捷运营模式的覆盖范围；打造现代化的工业物联网/数据系统，实现现实世界（如生产车间传感器）与IT系统间的对接，加速数字化用例的应用速度。

图14
灯塔企业的规模化发展路径



1. 最小可行产品

建立内部灯塔后，企业可利用灯塔效应，逐步实现全面规模化。在扩展的过程中，企业可参考灯塔企业规模化转型背后的六大核心要素：

- 用**敏捷工作方式**支持持续迭代，帮助组织预判技术局限，并在局限发生时从容打破瓶颈；
- 打造**敏捷数字工作室**，让转译员、数据工程师、ERP系统工程师、产品经理和敏捷教练共同开展头脑风暴，从创意中催生和交付结果，并实现快速迭代；
- 锁定可扩展的**工业物联网/数据基础架构**，研究表明，在数字化转型初期甚至之前就部署相关架构的企业，在组织层面实现指数级扩展的能力也最强；
- 完善**技术生态系统**并深化协同效应，领先企业深知，合作伙伴能够注入源源不断的活力与能力；
- 建设**工业物联网学院**，引入游戏化、数字化的学习途径，以及虚拟现实、增强现实等学习工具，有效提升员工技能；

— 成立**转型办公室**，在组织层面分享最佳实践，开展用例的优先级划分，聚焦成效和解决方案，由此推动整个企业开展变革。

(三) 精益运营与智能化并行

十几年前，流程行业看到了智能化的潜力与发展方向，不少企业陆续开始尝试转型。然而，真正能够实现规模化发展，系统性推进智能化转型的企业寥寥无几，在效益的捕获上也几乎都以失败而告终。究其原因，企业自身未能实现精益运营是一大主要因素。

1. 精益运营是制造业的基础

精益运营 (lean operation) 一词源于19世纪90年代。当时，美国麻省理工学院的学者詹姆斯和丹尼尔领导了一个研究小组，他们对日本丰田的生产方法进行了一番全面研究，并系统性地总结了该方法在其他国家的应用情况。他们发现，精益运营意味着要在企业内部强调统一部署、系统方法、机制建设、能力培养，以及成果固化，并通过精细的管理实现高效低成本的生产。

精益是制造业运营管理的基础，它建立起了一套贯穿最高管理层和一线生产人员的管理体系，在帮助企业站稳脚跟的同时挑战极限，最大限度地开发生产潜能，提高效益。

2. 智能化为提高生产力赋能

智能化借助科技为生产力赋能。通过深挖企业日常运营产生的大数据并进行高级分析，企业一方面能为生产提供以数据为基础的优化方向；另一方面则能通过智能识别、自动处理等方法改变生产模式，提高生产效率。

3. 二者并行

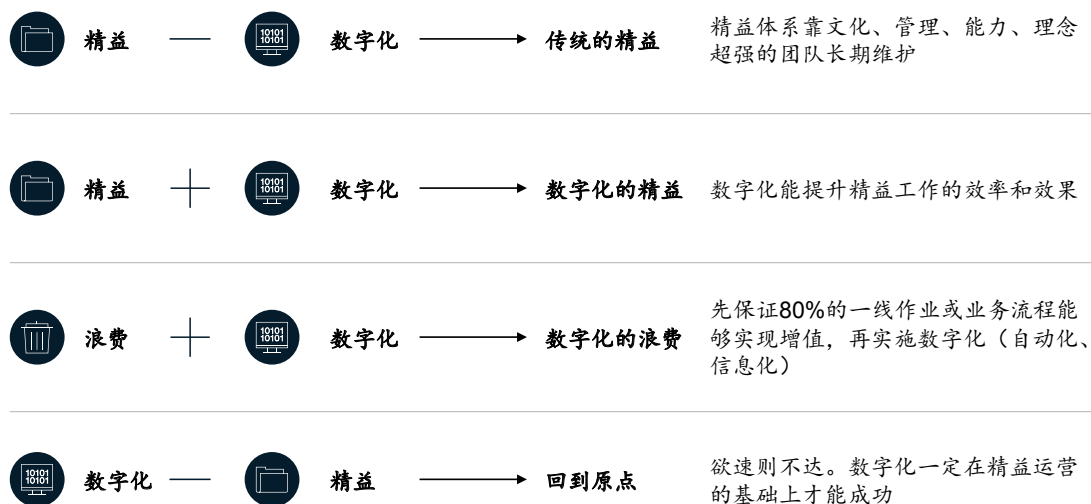
精益运营与智能化相辅相成，二者缺一不可。精益运营是从制造业生产上百年历史中得出的经验总结，能够帮助企业降低成本，提高效率。然而，日新月异的科技发展带来了更多高效解决方案，例如，自动化设备可以代替人工进行更高效的作业；智能识别可以大幅提升人工识别的效率和准确性等。企业若止步于精益运营，忽视新型生产方式与解决方案的引入，则必定会束缚生产力的发展，也无法从根本上提高生产效率。

同样，智能化也不能越过精益体系。车间智能化，设备自动化，部门网络化都离不开精益运营。智能化的车间需要大量的数据采集，以及精细的现场管理，车间如果缺乏精益运营系统，将无法保证数据质量和执行的精确性；自动化的设备离不开定期的保养与维护，若无精益运营，设备的故障率和维修费用都将面临严峻挑战；网络化的工作方式则更需要标准的制定与遵从。上述智能化举措都少不了精益运营体系的支撑。

西方的工业化历史悠久。泰勒在1911年提出了科学的制造管理体系，强调细节管理的重要性；美国于50年代推出工业工程，丰田在此基础上提出精益运营体系，将制造的生产管理水平和质量水平推向新高；德国的工业4.0是在坚持学习精益生产20多年后，结合信息化与自动化提出的理念，并视精益运营与智能化的结合为发展目标。可见，制造业的发展离不开工业的精益化管理，精益运营能为智能化提供必要的组织基础、数据基础、绩效基础与执行基础，而智能化则是在精益运营的基础上进一步实现科技赋能，释放生产力，提高效率（见图15）。

图15

当精益运营遇到数字化 ...



几十年来，中国流程行业整体一直走在工业革命的前沿，在技术创新的催化下，不断探索生产力与效率的提升。然而在如今的智能化进程中，行业分化与数据利用率低等挑战依然存在，新冠疫情带来的资金压力也让企业对新技术投入愈发谨慎。我们认为，这些智能化进程中的挑战同样也是机遇，而领先企业已在积极行动。面向未来，流程行业的智能化转型势在必行，企业需系统设计，稳步推进，把握行业发展的重要机遇。

作者：

洪晟是麦肯锡全球资深董事合伙人，常驻上海分公司；**孙俊信**是麦肯锡全球董事合伙人，常驻香港分公司；**李元鹏**是麦肯锡全球董事合伙人，常驻深圳分公司；**汪小帆**是麦肯锡全球董事合伙人，常驻上海分公司；**侯文皓**是麦肯锡资深专家，常驻上海分公司；**王嘉骏**是麦肯锡全球副董事合伙人，常驻上海分公司；**介一凡**是麦肯锡全球副董事合伙人，常驻上海分公司；**施俊昌**是麦肯锡全球副董事合伙人，常驻上海分公司；**汪成建**是麦肯锡资深项目经理，常驻北京分公司；**郭帅**是麦肯锡项目经理，常驻上海分公司。

设计：麦肯锡全球出版部

麦肯锡企业版权所有 © 2021 McKinsey & Company. 版权所有