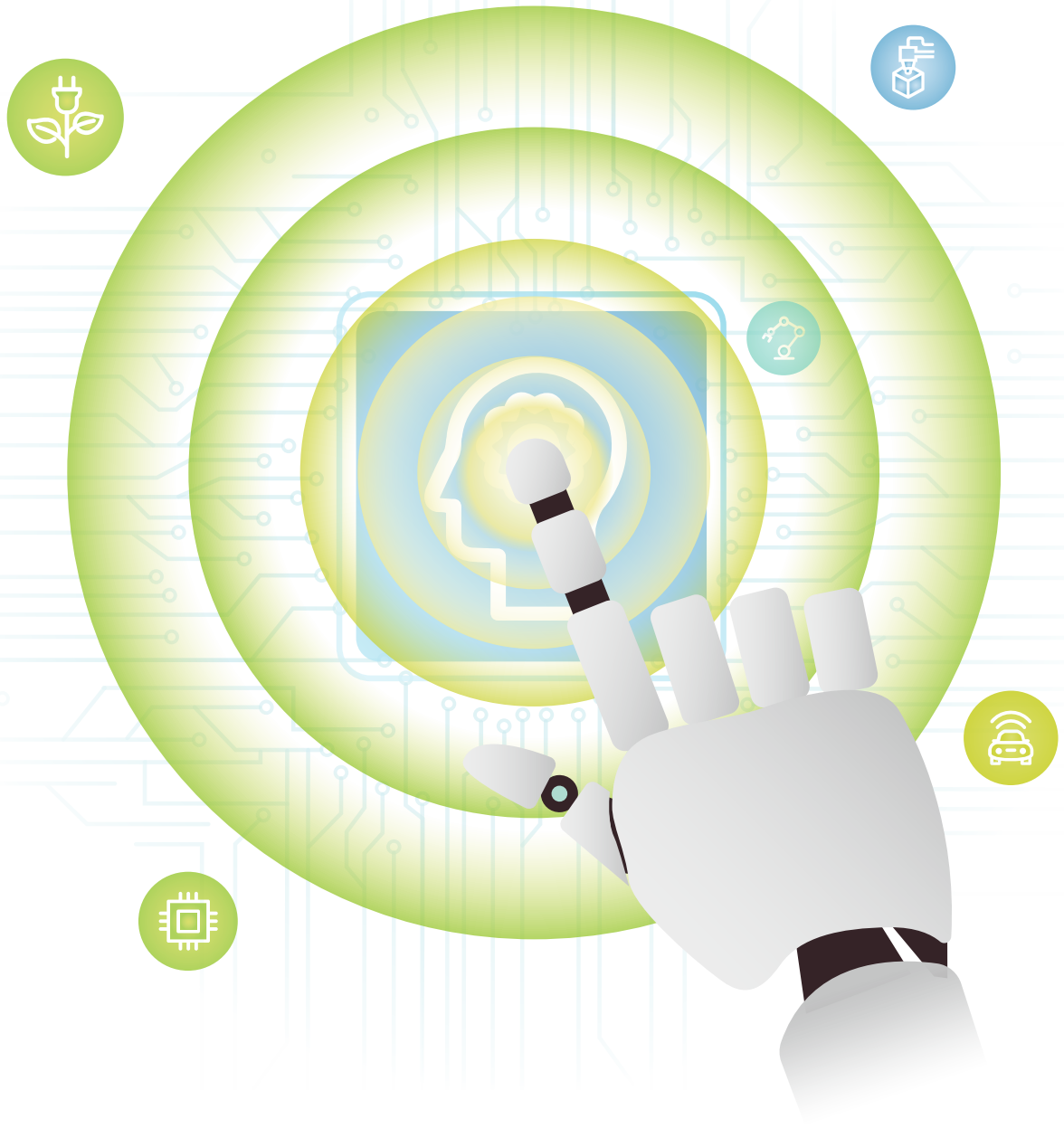
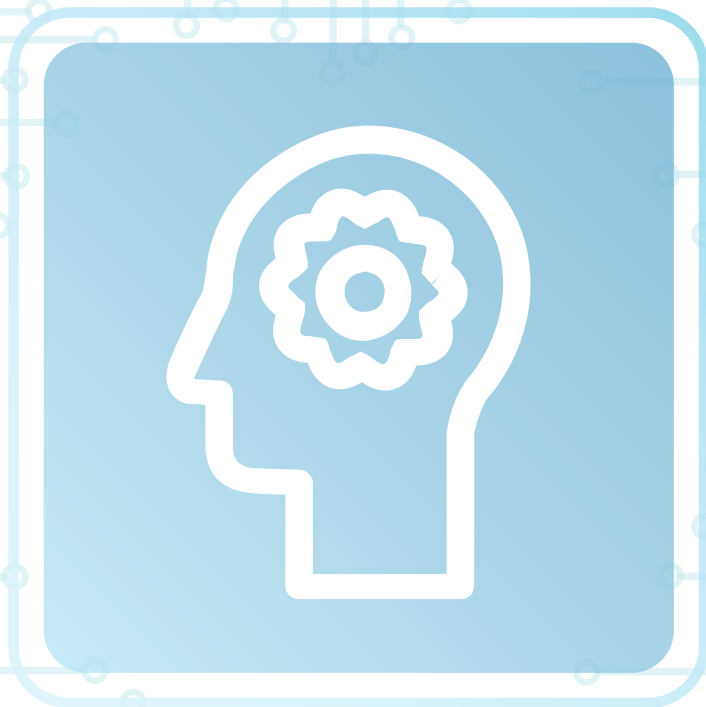




智能制造新工具：
自动持续优化

因我不同
成就不凡
始于1845



目录

一、简介	2
二、智能制造进入关键“窗口期”	3
2.1 工业4.0发展阶段及核心	4
2.2 智能制造发展趋势	5
2.3 制造企业面临的挑战	7
三、自动持续优化：支持复杂优化任务的技术解决方案	8
3.1 自动持续优化概念内涵	9
3.2 自动持续优化的价值体现	10
四、制造业自动持续优化应用案例	11
4.1 自动持续优化重点技术及发展趋势	12
4.2 行业应用案例	13
汽车及零部件	13
电子和半导体	15
精密仪器	17
装备制造	18
新能源设备	19
物流仓储	20
五、结语	22
尾注	24

一、简介

疫情加快智能制造发展进程，工业互联网、大数据分析、人工智能等技术与先进制造技术深度融合，全球智能制造市场预计将在2028年达到5,762亿美元，2021年到2028年复合年增长率预计将达12.7%。

智能制造进入关键“窗口期”，并呈现出自动化、数字化、规模化、生态化、绿色化的发展趋势。同时，在智能化转型路上，制造业企业面临多重挑战：提升敏捷性以应对劳动力短缺和供应链不稳定，缩短产品上市周期同时保障并提升产品质量，打造技术的产品化和集成化能力以部署智慧工厂，实现上下游之间的连接与协同，以及满足日益严格的ESG合规要求。

面对上述挑战，制造企业孜孜不倦寻求产品设计、生产流程、供应链的优化。当数字技术和数字治理成为制造企业管理未来工厂、理解数据、并保持竞争力的必要工具时，自动持续优化概念应运而生。本报告提出的制造业的自动持续优化在原有的制造业优化概念基础上，更强调基于数据分析洞察找到最佳替代方案，借助数字孪生、深度学习、智能化设备等实现精准执行，其核心为更加高效、无人干预、可持续的优化能力。

自动持续优化不仅可以减少人力、能耗和设备运维成本，也更新了商业价值的定义与框架，我们可以从财务指标、运营指标、绩效改善三个维度思考自动持续优化所开启的商业价值和机会。结合制造业面临的挑战和以上三个维度的分析，自动持续优化的商业价值可以体现为效率优化、质量优化、成本优化、供应链优化和品牌优化。

本报告还讨论了一组赋能自动持续优化的技术，展示了基于这些技术的优化创新解决方案如何创造价值：当物联网传感器收集数据时，结合工业知识和人工智能算法，全面分析大数据集并利用丰富的数字环境实现制造业效率、成本、质量、供应链、品牌的优化。

二、智能制造进入关键“窗口期”

早在疫情爆发之前，制造商就已经开始采用各类技术向智能制造转型，但毫无疑问，这一趋势受疫情影响大幅加速。后疫情时代意味着未来很长时间内，人力、资源、货物流通仍然受限，促使许多制造商加快自动化和智能化部署。许多业内人士认为，疫情将工业自动化进程提前了5年甚至10年。

另一方面，作为工业4.0核心的智能制造经历从初期理念普及、试点示范阶段进入当前深化应用、全面推广的关键“窗口期”。伴随着工业互联网、5G、大数据、人工智能等技术与先进制造技术的深度融合，智能制造呈现出自动化、数字化、集成化、生态化的发展趋势。同时智能制造发展也面临供应链震荡、劳动力短缺挑战，以及过去涉及未深的柔性生产、工艺优化、ESG合规等业务难题。



2.1 工业4.0发展阶段及核心

工业4.0代表工业革命的第四次浪潮，区别于前三次工业革命，其根本变化是通过物理技术和数字技术的融合实现生产系统的有机整合，进而实现生产过程的智能化，大幅提升人类生产力。德国国家科学与工程院提出工业4.0成熟度模型，将工业4.0发展分为计算机化、连接性、可视化、透明化、可预测及自适应六个阶段（图表1）。

图表1：工业4.0成熟度模型及智能制造对应阶段



来源：德国国家科学与工程院、德勤研究

- **阶段一：计算机化。**工业企业内部建立多套信息化、自动化系统，通过计算机高效处理重复性工作。但不同系统在企业内部独立运作，尚未实现互联互通。
- **阶段二：连接性。**把孤立的计算机化的设备和信息系统互联互通。此时企业通过加装传感器和API接口等，实现操作技术（OT）系统和信息系统（IT）的连通性和互操作性。
- **阶段三：可视化。**通过现场总线和传感器等物联网技术，企业捕获大量的实时数据，建立起工厂的“数字孪生”，看到工厂各类生产信息，从而进行管理决策。
- **阶段四：透明化。**利用大数据分析工具和机器学习，分析生产过程的各类问题，了解事件发生的原因，从而实现生产过程透明化。
- **阶段五：可预测。**将数字孪生投射到未来，模拟不同情景并对未来发展进行预测，适时做出决策和采取适当措施。
- **阶段六：自适应。**工业4.0最终达成的状态，当企业能够了解现状、分析原因、预测未来，就可以根据生产流程，对未来将要发生的事情自动化处理，通过持续的自优化实现自主响应，从而适应不断变化的经营环境。

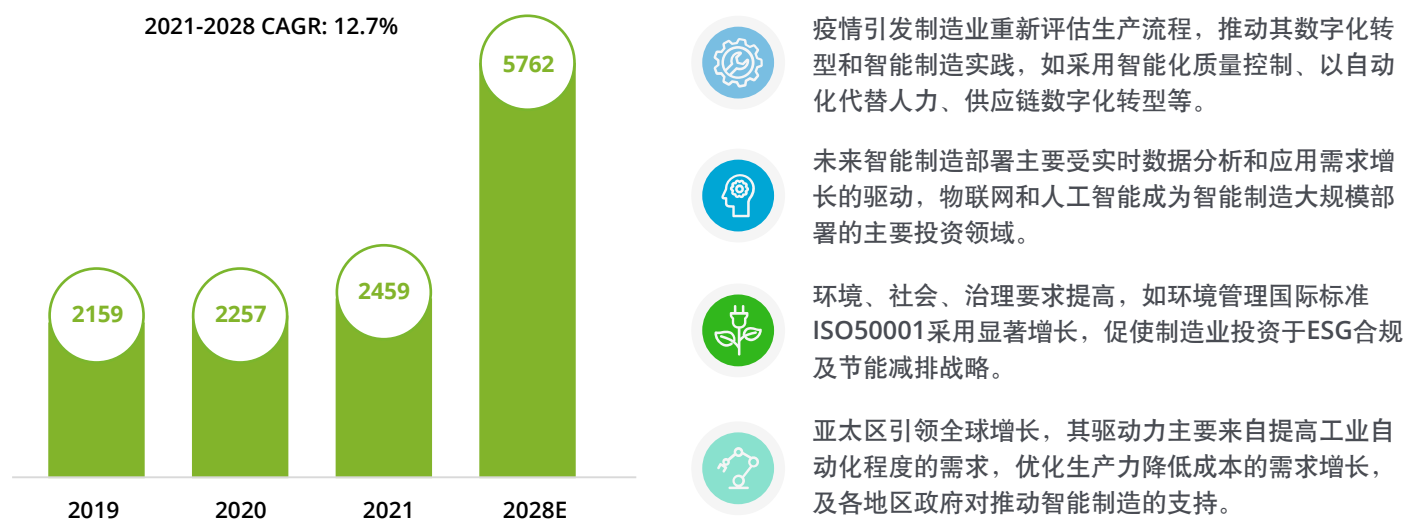
在工业4.0大潮下，制造业再次成为提高生产力、带动经济增长的动力，并经历数字化、网络化升级，逐步向智能化方向发展。完善的智能制造系统可以覆盖全产品生命周期的价值链，利用先进的数字技术和制造技术实现灵活智能的制造流程和服务模式；同时通过实时获取的信息进行精确预测，基于成本、资源消耗、可用性等各种指标持续优化操作。

智能制造也成为各国制造业的主攻方向：美国提出先进制造业国家战略规划，德国提出的工业4.0战略及落地方案，日本提出工业价值链计划，中国也于2015年发布了《中国制造2025》，尽管各国战略各有侧重，但目的都是以新一代技术推动产业升级和产业链重构，抢占新一代制造业制高点。

2.2 智能制造发展趋势

2021年全球智能制造市场价值2,459亿美元，预计到2028年将达到5,762亿美元，2021年到2028年复合年增长率预计将达12.7%。智能制造市场的主要驱动力包括工业4.0的日益普及、制造过程中对工业自动化的日益重视、政府对支持工业自动化的参与度增加、供应链的复杂性增加以及对减少时间和成本的软件系统的需求激增（图表2）。

图表2：全球智能制造市场规模（亿美元）



来源：Fortune Business Insights, 德勤研究

随着工业互联网、5G、大数据、人工智能等技术与先进制造技术的深度融合，全球针对可持续发展的政策及投资的推动，**智能制造呈现出自动化、数字化、规模化、生态化、绿色化的发展趋势**（图表3）。新一代智能制造的特征表现在制造系统具备“学习”能力，通过深度学习、增强学习等技术的应用，制造领域的知识产生、获取、应用和传承效率将发生革命性的变化。智能制造的最终目标是实现零故障和预测性生产系统，并在无忧的生产环境中以低成本快速实现用户的定制化需求。

图表3：智能制造发展趋势



来源：德勤研究



自动化：制造业持续追求效率与成本的优化，疫情加速制造业自动化升级

无论是出于对提高效率降低成本的不断追求，还是疫情对人员流动的影响，全球制造业几乎都面临技能和劳动力短缺的压力。自动化是帮助制造商填补技能差距，消除仓库中耗时的流程和提高产品质量的答案。这里的自动化是指通过合理规划生产工艺、加工节拍、节点动作，添加部分硬件（如：机械手、轨道、运输、视觉成像等装置）及对相关硬件的编程，达到节约人力、稳定质量、提高效率的目的。未来将是一个人机协作的世界，机器人和人类在工厂和仓库中共存和协作。我们已经看到无人车间、无人工厂数量日益增多，未来更多制造商将投资协作机器人来承担枯燥、危险和重复性的工作，让人类专注于创造性工作。此类协作可以提高效率，增加生产能力并降低成本，在这样的预期下，全球协作机器人市场预计将从2021年的12亿美元增长到2027年的105亿美元；复合年增长率为43.4%¹。



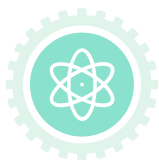
数字化：大数据支持制造知识的产生利用，数字孪生建立物理世界与数字世界准实时联系，数字安全重要性凸显

大数据与智能制造之间的关系可以总结为：制造系统中问题的发生和解决过程会产生大量数据，通过对这些数据的分析和挖掘可以了解问题产生的过程、造成的影响和解决方式，这些信息被抽象化建模后转化成知识，再利用知识去认识、解决和避免问题。其核心是从依靠人的经验，转向依靠挖掘数据中的隐形线索，使得制造知识能够被更高效的产生、利用和传承²。数字孪生是以数字化的形式对某一物理实体过去和目前的行为或流程进行动态呈现，有助于提升企业绩效。其真正功能在于能够在物理世界和数字世界之间全面建立准实时联系，源源不断的为企业创造价值。数据成为与物质资产和人力资本同样重要的基础生产要素。随着越来越多的数据共享开放、交叉使用，数字安全重要性凸显。



规模化：从少数智能工厂用例转变为大规模部署智能工厂

全球“灯塔”工厂展示了将智能制造规模化的可能性。云计算等基础技术可实现计算能力、可见性、大规模和高速度。5G部署也可能在2022年随着技术和用例的进步而扩大。随着众多初创公司的加入，视频分析、人工智能、网络安全、自主移动机器人等技术变得更具成本效益。工厂智能化改造的方式正从单一的设备升级、软件应用、网络铺设转变为实施整厂的系统集成解决方案。德勤2021年全球制造业高管调研结果显示，在2022年，45%的受访制造业高管计划通过投资连接机器人和自动化流程的工业物联网，进一步提升运营效率。



生态化：在保障数字安全的前提下，构成全产业链和供应链的互联互通

智能制造的语境下，生态化是指在数字化集成化基础上，在保障数字安全的前提下，打通供应链上下游，将整个产业链互联，实现协同。在此基础之上建立开放互联平台，将所有利益相关者互连起来，形成生态系统。生态系统能为制造业企业带来更高的产能与灵活性。生态系统中多对多关系的成功可以惠及系统中的所有参与方，从而达到多赢的效果。德勤和美国制造业生产力和创新联盟（MAPI）对全球超过850名制造业企业高管的调研显示，参与生态系统的制造企业受益于合作伙伴带来额外网络 and 能力的概率是其他企业的两倍多。

绿色化：智能技术和ESG支持制造业可持续发展并创造价值

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_43195

