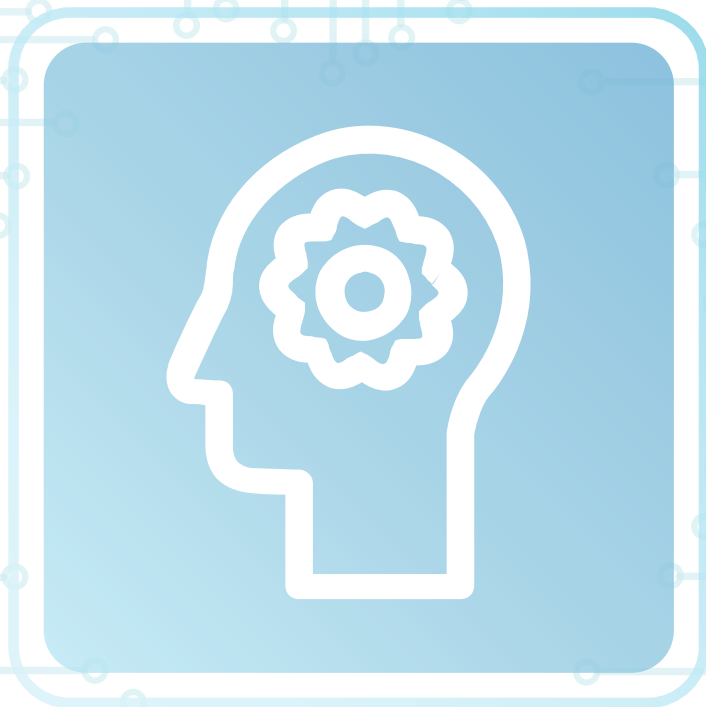


智能制造新工具：
自动持续优化

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。

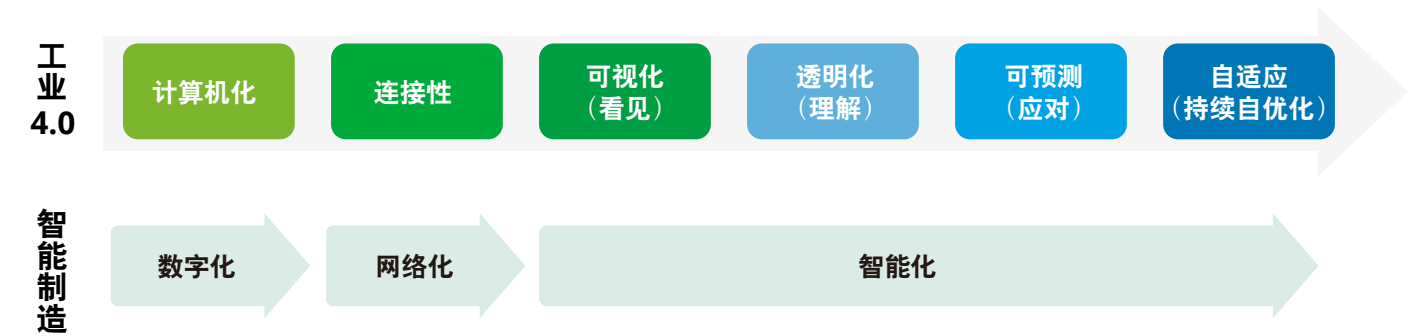
二、智能制造进入关键“窗口期”



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。

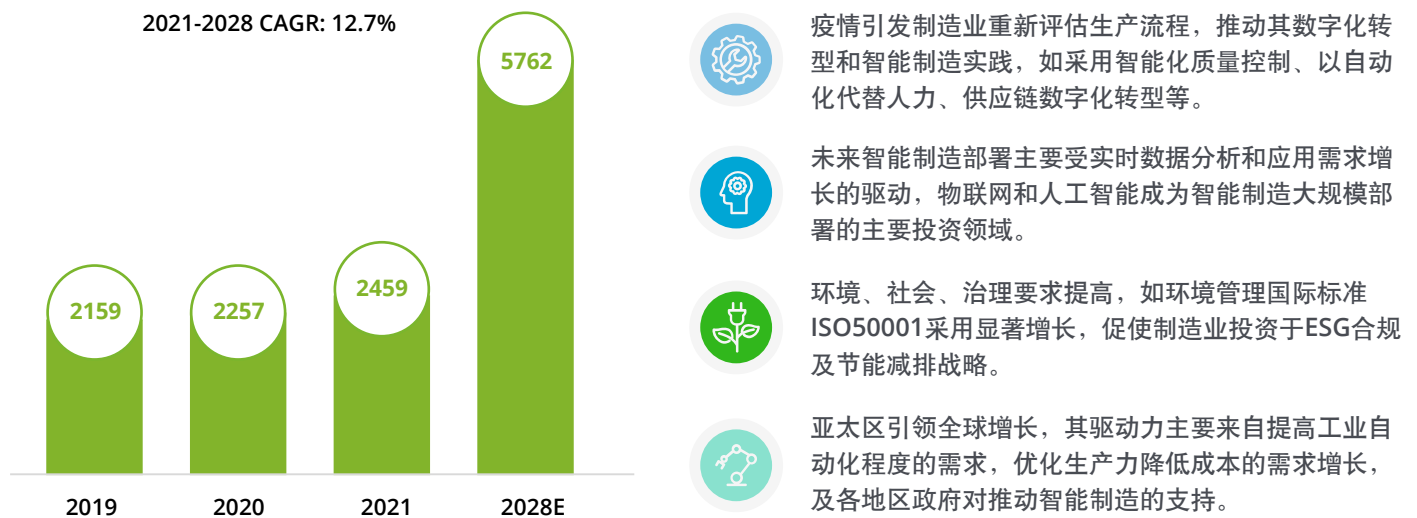
在工业4.0大潮下，制造业再次成为提高生产力、带动经济增长的动力，并经历数字化、网络化升级，逐步向智能化方向发展。完善的智能制造系统可以覆盖全产品生命周期的价值链，利用先进的数字技术和制造技术实现灵活智能的制造流程和服务模式；同时通过实时获取的信息进行精确预测，基于成本、资源消耗、可用性等各种指标持续优化操作。

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计划，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。



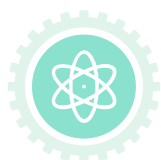
数字化：大数据支持制造知识的产生利用，数字孪生建立物理世界与数字世界准实时联系，数字安全重要性凸显

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和能力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

制造业可持续发展关乎所有利益相关者。毫无疑问，制造企业需要为客户和股东创造价值，同时还需要投资于员工，与供应商公平地交易，支持其经营所在的社区。制造企业可能会以更多的资源和更高的严谨性来推进可持续发展，提高数字治理能力，并更积极采用智能技术减少环境影响，传达其可持续的商业实践的价值，例如优化能源消费与追踪，保障作业安全及开发绿色产品等。德勤与MAPI的调查显示，95%的受访制造业高管预计其2022年对ESG领域的投资将超过2021年。

2.3 制造企业面临的挑战

图表4：制造企业面临的挑战



来源：德勤研究



敏捷性：劳动力短缺和供应链不稳定要求企业提升敏捷性

疫情带来的劳动力短缺影响深远，2021年美国制造业岗位空缺是疫情前就业水平的两倍多，估计到2030年将有210万个技术岗位短缺。人才稀缺迫使更多制造商考虑提高工资。采购瓶颈和全球物流僵局仍然是挑战，同时还有成本压力和通胀风险。钢铁、铝和其他大宗商品价格因短缺而飙升。劳动力短缺和供应链不稳定正在降低运营效率和利润，制造商必须具备敏捷性才能适应事物的快速变化。企业必须拥有正确的技术和流程以解决人力替代、提升产能、预防异常停机、优化库存等业务难题。



高质量：提升产品质量及产品生命周期安全性

工业领域对产品的要求也越来越高，生产工艺更加复杂，产品的生命周期越来越短，能耗、安全要求趋于严格，都对产品的成本和质量提出考验。产品生命周期安全性也面临挑战，如在产品的设计开发阶段安全利用安全软件生产可操作的安全设备，在使用阶段迅速修复攻击影响等，以及在整个数据生命周期确保工业数据安全。另外，从地区来看，亚太企业提升附加值对亚太制造企业尤为重要。数据显示，美股上市工业企业的销售毛利率是中国上市公司的近两倍。作为制造业第一大国，很多中国制造企业仍然集中在价值链中附加值率较低的部分。



集成化：智能化改造方式从单一环节拓展到整厂系统集成解决方案

智能工厂系统解决方案允许制造企业进行全局运营管控，协助企业的大数据分析、决策看板、风险预警等方面，如通过产线设计仿真和全生命周期管理，提高生产作业效率。但智能工厂系统解决方案的技术难点并非单一来自某项技术，还需要技术的产品化和系统集成能力。另外，制造业面临的问题专业程度高且差异性大，技术提供商所具备的制造业know-how和方案定制化程度需要满足制造业精细化和个性化的场景需求，最终达到智能工厂部署的优化。智能工厂还需实现高度安全性和韧性，对系统的可操作性、可靠性与完整性，以及工业数据的安全性提出更高要求。



建生态：制造企业及上下游之间的连接与协同要求提升，数字供应网络安全风险上升

制造业企业越来越倾向于建立跨越组织边界的多条产业链上下游合作伙伴之间的数据通道，从而实现生态系统协同和资源最优配置。以供应链协同为例，企业希望获得确切的供求关系，评估供应波动对实际订单的影响，通过订单分析实现资源配置优化，这些对企业数字供应网络的数据安全、数据可视化和供应商管理都提出了挑战。

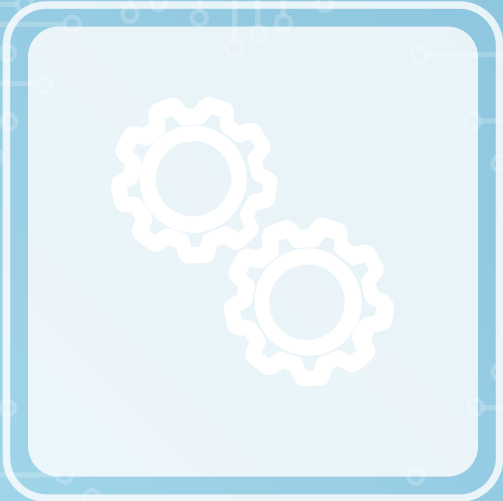


可持续：ESG合规要求趋严但面临信息采集与分析掣肘

以节能减排为例，企业以数据驱动生产制造的前提下，如何通过人工智能、数字孪生等技术联通全局，找到高潜力的减碳环节。以能耗数据来看，企业如何采集能耗数据，进行能耗多维度分析、设备能效分析，实现企业能耗数据的实时透明化。同时，将能源数据和其它系统数据结合，提升数据治理能力，挖掘工艺、质量、生产等方面的问题，帮助企业开展工艺优化、设备预防性维护等工作。

三、自动持续优化：支持复杂优化任务的技术解决方案

优化



3.1 自动持续优化概念内涵

正如我们在报告开篇所呈现的工业4.0成熟度图表所示，自适应或其代表的持续自主优化是工业4.0成熟的最高阶段，也是智能制造的终极目标。工业4.0实现自适应的过程中必然经历纵向整合与横向整合。纵向整合侧重于制造企业内部设备层、控制层、车间管理层的整合，旨在将物理世界的数据、事件、信息转换到数字世界，反之亦然。横向整合侧重于产品研发设计、生产规划、生产工程、生产实施、服务等全生命周期各环节终端和用户的集成，以及产业链上下游协同。

纵向整合要求：

- 计划、调度、运营任务相互依存，需要集成化方案，同时解决不同任务问题；
- 需采集并处理越来越多的数据，以持续提供反馈和支持实时优化。

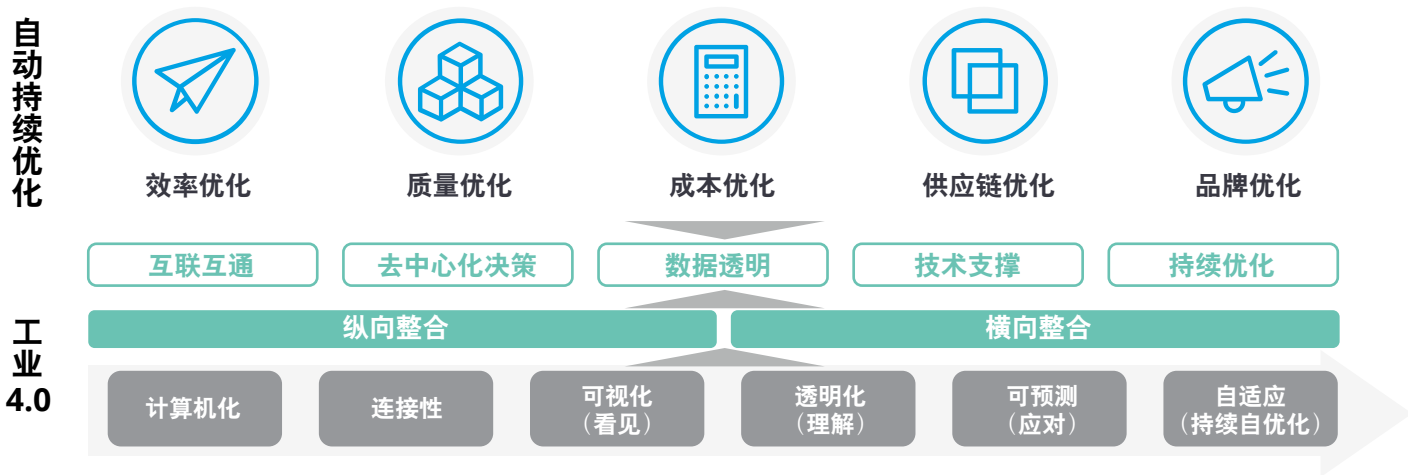
横向整合要求：

- 需要可以优化调度、生产、维护和物流等不同任务的工具；
- 需要可以优化整个供应链的工具。

工业4.0解决方案的开发与优化任务相关，制造业面临更高的灵活性复杂性，也意味制造业需要解决更具挑战性的多目标优化问题。工业4.0解决方案除了具备互联互通、去中心化决策、数据透明以及技术支撑四个特征，还需具有持续优化性能。

本报告提出的制造业的自动持续优化在原有的优化概念基础上，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，其核心为更高效、无人干预、持续的优化的能力。它为制造企业实现多目标优化提供技术解决方案：自动持续优化有助于精准洞察市场和客户需求，识别各制造环节参数关联性并找到最佳工艺参数，灵活生产排程，预测和预防供应中断和库存失衡等，解决制造业产品设计开发、生产制造和供应链管理中痛点，进而体现为成本、效率、质量、供应链、ESG治理和品牌的优化。

图表5：自动持续优化为工业4.0解决方案之一






来源：德勤研究

3.2 自动持续优化的价值体现

自动持续优化不仅可以减少人力、能耗和设备运维成本，也更新了对于商业价值的定义与框架，我们可以从以下几项指标来思考自动优化所开启的商业价值和机会（图表6）。

图表6：自动持续优化价值的衡量维度

	财务指标	公司的营收、支出和资产维持了它的营运平衡，减少成本、提高资产效率、提高投资回报、降低负债、开拓收入来源一直都是企业追求的目标。
	运营指标	制造企业的核心营运流程包括产品生命周期、设备生命周期和客户生命周期。目前大部分企业用于优化的投资专注于设备生命周期(例如优化设备运转、增加使用率等)。对于客户生命周期及产品生命周期，自动优化不但可以提供新的分析与性能，也可以助力企业进行产品开发、工艺改善、生产追溯、客户服务、供应链协同等。
	绩效改善	企业绩效改善往往只针对特定问题，通过有效的数据管理及应用，企业可将数据与业务场景融合或进行关联企业数据管理协调，进行长期持续的绩效改善，如此企业才能对比过去与未来的绩效，并实现持续增值。

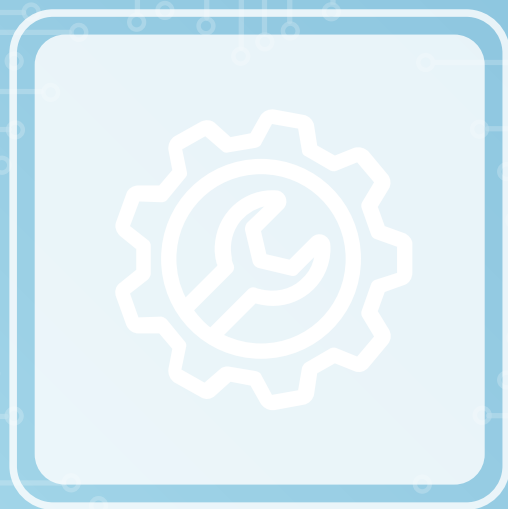
来源：德勤研究

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将以效率优化、质量优化、成本优化、供应链优化和品牌优化为体现，无数的益处都可以归于其下（图表7）。

图表7：自动持续优化商业价值体现

	效率优化	<ul style="list-style-type: none">提升市场和客户需求洞察缩短研发和测试周期提高资产利用率提高质检批量处理能力提高质检检出率		供应链优化	<ul style="list-style-type: none">减少供应链中断风险缩短交付路径实时跟踪物流信息确保货物出入库正确率
	成本优化	<ul style="list-style-type: none">订单管理、预测灵活生产排程人力替代产线设备运行监控减少停机时间		品牌优化	<ul style="list-style-type: none">能耗、碳足迹可视化减少能耗、碳足迹提高作业环境安全性提升员工健康、作业便捷性提升数据治理能力
	质量优化	<ul style="list-style-type: none">工艺改善、分析分析、测试研发数据模拟和测算最优产品设计参数缺陷检测确保产品的安全性有效管理保修和召回提高资产安全性	来源：德勤研究		



四、制造业自动持续优化应用案例



4.1 自动持续优化重点技术及发展趋势

自动持续优化涉及多种关键技术，如数字孪生、人工智能、物联网等，下表为部分国际研究机构对重点技术应用市场的预测（图表8）。

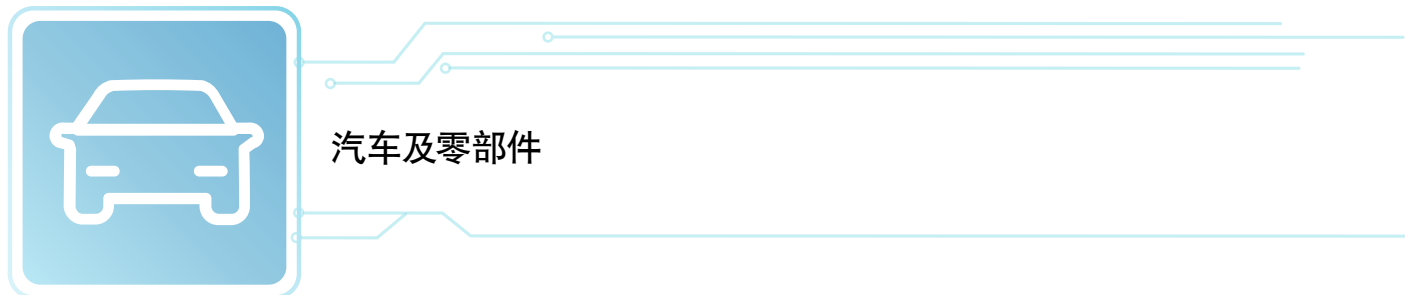
图表8: 制造业自动持续优化重点技术及市场应用规模

	预计到2030 年， 现代制造执行系统 (MES) 全球市场将达到近484亿美元，2021年至2030年的复合年增长率为13.2% ³ 。现代MES主要应用于收集审核数据、调度、排产等任务。物联网在工业领域应用的普及，以及MES与仓库管理系统 (WMS)、供应链管理 (SCM) 等其他优化方案的结合，为市场提供更多发展机会。
	预计到2026 年， 物联网制造业应用 全球市场规模将达到1,368.3 亿美元，2018年至2026年的复合年增长率为22.1% ⁴ 。制造业数字化转型推动物联网应用普及，制造运营向灵活高效、优质安全和大规模定制转型。
	全球 数字孪生 市场预计将由2020年的32.1亿美元增长至2030年的1,854亿美元，复合年增长率高达50% ⁵ 。物联网应用普及和企业对智能资产维护、产品开发优化、流程优化的需求是数字孪生市场增长的主要驱动力。
	预计到2026年， 人工智能制造业应用 全球市场规模将达到48亿美元，2021年至2026年的复合年增长率为28.1% ⁶ 。主要由数据量和复杂性增加、算力提高、工业物联网和自动化发展、风险投资增加等因素驱动。人工智能降本增效的价值日益显现，并将广泛应用于工厂自动化、订单管理、质量管控和预测性维护等场景。
	全球 机器人流程自动化 (RPA) 市场预计将由2021年的16.3亿美元增长到2027年的76.7亿美元，2021年至2027年间复合年增长率为25% ⁷ 。推动市场的驱动因素主要包括通过使用人工智能和软件机器人对业务流程自动化的需求增加，以及更多企业采用 RPA 技术等。
	区块链、3D打印 等其他技术也将赋能制造业自动持续优化。全球制造商用于区块链的投资预计将从2019年的3亿美元增长至2025年的93亿美元，2019年至2025年间复合年增长率超过77% ⁸ 。全球3D打印市场预计将在2028年达到627.9亿美元，整体市场2021年到2028年间复合年增长率为21% ⁹ 。

来源：德勤研究整理

4.2 行业应用案例

技术型初创企业以行业和客户痛点为切入点，或基于完备的技术能力打造模块化、集成化解决方案，实现工程交付；或深耕单项技术的应用，形成独特优势。



思谋：机器视觉赋能质量优化

思谋是一家聚焦于智能制造的中国初创企业，基于深度检测算法，打造集成化解决方案。

行业或客户痛点

对于汽车厂商来说，微小的质量缺陷往往会带来昂贵的召回风险；另一方面，由于汽车行业相对成熟，流程优化难度较大，厂商迫切需要减少视觉检验员数量，降低质量控制人员的成本。如何找到质量与成本之间的平衡点成为汽车厂商的痛点。某欧洲领先的汽车零部件制造商希望降低生产线上的劳动力成本，同时提高制造的精度和质量。客户在生产线上的视觉检查及其运营挑战主要体现在以下几方面：

- **人工检验速度慢：**人工质检速度低于要求的40,000件/天，限制了厂商的生产力和产量。低效人工检查也导致材料积压，造成生产瓶颈。为提高检测效率，客户提出质检反应时间2秒/件，机械动作反应时间1.5秒/件，算法反应时间0.5秒/件的要求。
- **一致性和稳定性低：**人力的低效率和高不确定性大大降低了产出效率和收益，员工离职率高加剧这一问题。
- **质量标准高：**客户对质量检测的要求提高，需要自动识别一系列不同的缺陷，并支持其持续改进工艺。
- **检测成本高：**生产率受人为加工的影响很大，而人为工加工又受到各种不同生产工艺的限制。为了确保足够的人力检查，平均每条生产线上需要增加9名质检人员的人工成本。

解决方案

为满足客户需求，思谋不仅需要识别和划分各种产品缺陷，还需要完全取代所有人工检测，实现检测过程自动化和持续优化。为此思谋设计了SM-Insight工业智能检测软件，这是一种新型的先进成像系统，能够在尽可能少的工作站检测出21种缺陷。该图像设计可以定位和识别工业板上的氧化、断裂、凹陷等缺陷，以及外径表面和边缘表面的划痕、黑点、渗碳等缺陷。思谋检测解决方案的独特之处在于，在自动化流程的开发中，集成了硬件、算法和软件服务：

- **硬件：**复杂旋转机构的安装设计、电动机构设计、视觉工作站优化、电动标准改进。
- **软件：**解决方案包括实时检测显示、模块版本显示、检测参数一键式切换、NG项目图像动态查看、数据分类统计、连接设备状态，并能同时运行多个算法。

价值体现

- **质量优化：**项目成功替换生产线上80%的检验员，节省成本的同时大幅降低人为错误风险。另外，产品缺陷综合统计分析为产量分析、原因追踪和制造工艺改进提供强有力的数据参考，支持厂商持续进行质量优化。
- **效率优化：**通过减少人力检测和缺陷识别时间，检测速度提高100%，检测一致性大幅提高。在实施该方案后，经过培训的员工在同一样本上对同一缺陷的识别率从80%提高到100%。

SourceMap：供应链透明化和可追溯

SourceMap脱胎于麻省理工学院实验室，利用大数据分析、机器学习、区块链等技术提供供应链可视化和追溯性解决方案，包括端到端供应链尽职调查、海关合规、环境和社会可持续性、业务连续性和运营规划等。

行业和客户痛点

越来越多的制造企业希望了解供应商信息以更好管理自身合规性。后疫情时代，制造商还需要更大程度的端到端的供应链透明化，从而管理和预防供应链波动，并锁定更可靠的供应商，但客户往往面临以下问题：

- **供应商数量庞大：**大型汽车制造企业往往有上百家一级供应商，而这些一级供应商又有上百家自己的供应商，使得制造业企业实际上的供应商数量倍增。
- **供应商数据难题：**供应商数据难以收集，且需要持续更新。
- **供应网络合规风险难以评估：**在庞杂的数据和信息中发现合规风险并及时预警。

解决方案

SourceMap 解决方案的功能主要包括：

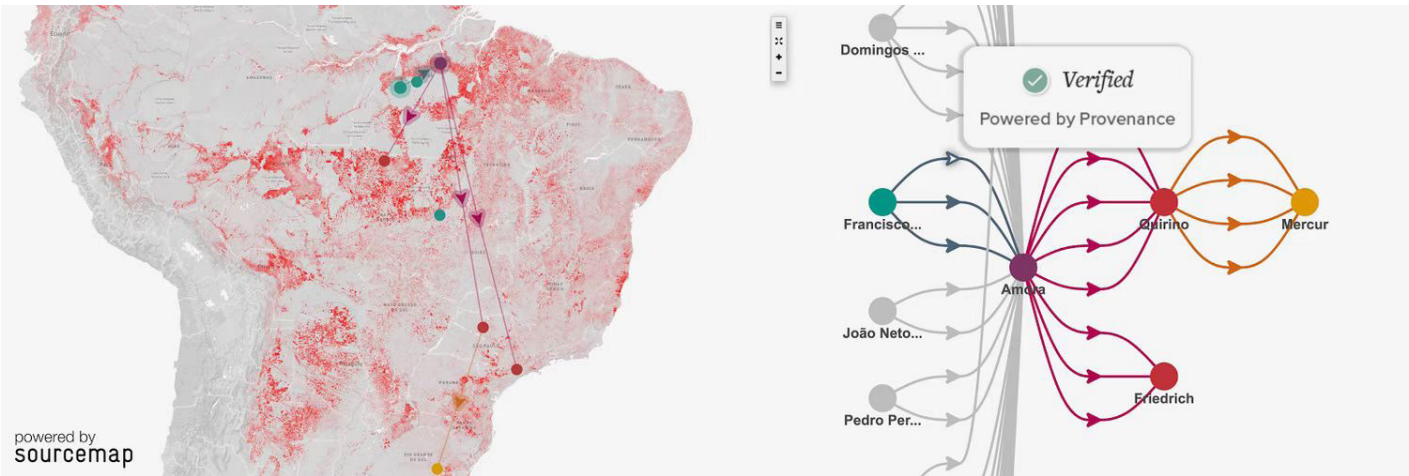
- **供应链可视化：**基于云的软件可实现全供应网络数据收集整合，并允许客户在几分钟内创建多种场景、可视化任何KPI和呈现报告，为客户决策（如减少库存、修改定价或更换配送中心）提供支持。

- **风险热图：**供应链上重大的社会和环境风险通常发生在制造商鞭长莫及、控制度最低的地方。风险热图功能允许制造商根据其选中的商品和所关注的风险查看风险，并自动计算风险分数。
- **供应商对标：**利用供应商平台，客户可邀请任何一家供应商回复或发起信息请求，自动分析和报告结果。使用自动化大数据分析监控供应商工作进度与企业目标的匹配程度。
- **供应链可追溯性：**从供应网络中收集大量数据并根据风险对其进行分析，例如，使用卫星图像来监控农场的森林砍伐，使用机器学习在交易记录中寻找欺诈、浪费或滥用的证据，利用移动应用程序来记录无法保证互联网连接的地方的强迫劳动事件，或监控原材料的每一次装运和交付是否存在异常情况，可追溯性提供了优于基于样本审计的尽职调查。它可以实时确保企业供应链处于健康状态。

价值体现

- **供应链优化：**BMW根据从五家供应商采购的单一原材料，确定了 50 个分包商和 9,000 个原材料来源。然后将其与来自卫星、地理信息系统和供应链的数据关联，实时监测选定地区的风险因素，从而实现供应链的持续优化。
- **品牌优化：**汽车、电子、光伏、风电设备等实施清洁制造实践的行业和企业利用SourceMap软件平台寻找更可持续的供应商。

图表9：SourceMap供应商可视化



来源：SourceMap



电子和半导体

思谋：数字孪生+机器视觉实现自动持续优化

行业或客户痛点

客户在部署数字孪生时，不仅需要三维底板和孪生数据接入，还需要持续采集模型数据，形成可视化看板，持续优化应用。而单一平台难以满足客户多种需求，因此，完成一个工业数字孪生场景搭建，往往需要在多个平台采购服务，造成数字孪生部署成本高、效率低。

解决方案

思谋开发了以SMore Light3D工业数字孪生平台为核心的解决方案。该平台将车间三维高精度模型、工艺流程、设备属性、设备实时数据，以及工厂运营管理数据等进行融合，直观地展示生产车间的工艺流程，实现车间生产的远程控制管理，以及设备与产品全生命周期管控，提高工厂安防及运营管理效率。其解决方案的独特优势主要体现在：

- **自动化建模：**平台可基于组图、视频，借助自动化建模算法快速成模。高还原度的模型，辅以平台修模工具和人工建模能力，大幅减少建模成本。
- **组件管理：**平台提供大量工业标准模型，满足各类三维场景模型搭建功能。内置数据展示模板降低用户学习成本，体系化、专业化的分析算法模块及辅助数据模型，可针对用户的现有数据，进行时间、空间、层级结构等多维度分析，助力用户持续挖掘数据价值。
- **可视化技术：**数据层面，支持数据获取、集成和管理；建模层面，支持多样化建模方；三维场景搭建层面，可根据客户可提供资料类型匹配多类建模方案。

价值体现

- **效率优化：**基于标准模型库快速搭建模型，5-10分钟内实现对目标的1:1快速成模；将生产数据、生产流程进行可视化

呈现，实时监测产线设备运行状态，如设备当前生产阶段、设备利用率、产量、产品良率等关键数据信息，为持续效率优化提供数据支撑。

- **成本优化：**自动化建模功能使整体建模方案在成本控制上实现50%+的优化；有效防止现场故障、生产异常产生的严重后果。
- **质量优化：**在生产制造过程中，数字孪生+算法能实现工艺自动持续优化，随着样本数量增加，产品质量就越稳定，工艺优化能力可以提高约5%~10%。

Flexciton：晶圆工厂生产调度优化

Flexciton 为一家成立于2016年总部位于伦敦的软件初创企业，主要针对半导体行业提供生产调度优化解决方案¹⁰。

行业或客户痛点

全球半导体供应短缺的原因之一是半导体制造工序复杂，每个硅晶片必须在严格控制的条件下经过多达 1,600 个步骤才能制成计算机芯片。而简单地加快生产以满足激增的需求并不容易，新建一座新晶圆厂可能需要两年多的时间，至少10 亿美元的投资，有时甚至是数倍。比如如何提高生产效率成希捷（Seagate）等半导体企业的困扰：

- **芯片制程长：**生产过程复杂导致制程长达6到9个月。
- **生产效率提升空间有限：**希捷已经使用各种先进的软件优化排产，也尝试通过内部开发算法寻找最优方案，进一步提升效率难度较大。
- **生产瓶颈犹存：**晶圆厂在生产不同阶段仍然会遇到瓶颈，如不得不对精密设备停机进行维护。
- **新建产线风险高：**设备成本高但消费需求难以预测。

解决方案

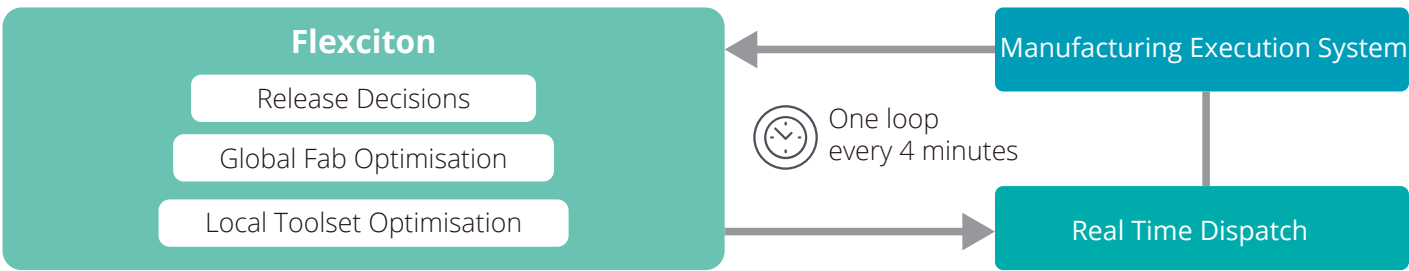
Flexciton结合混合整数线性启发式搜索和编程（Mixed Integer Linear Programming, MILP）的数学技术，可以在几分钟内计算出优化时间表，从而改善晶圆厂的生产调度。该技术的独特之处在于，相对于机器学习，它可以在极短时间内找到具有数学确定性的最佳调度方案。Flexciton的解决方案包含三种不同级别的调度优化：

- **一级本地工具包优化器：**对特定工具包对应的物料进行调度优化，改善该工具包KPI；
- **二级全球工厂优化器：**可在全球范围进行物料调度优化，并确保物料提供到单个工具；
- **三级决策优化器：**决定何时给晶圆厂提供物料以开始生产。

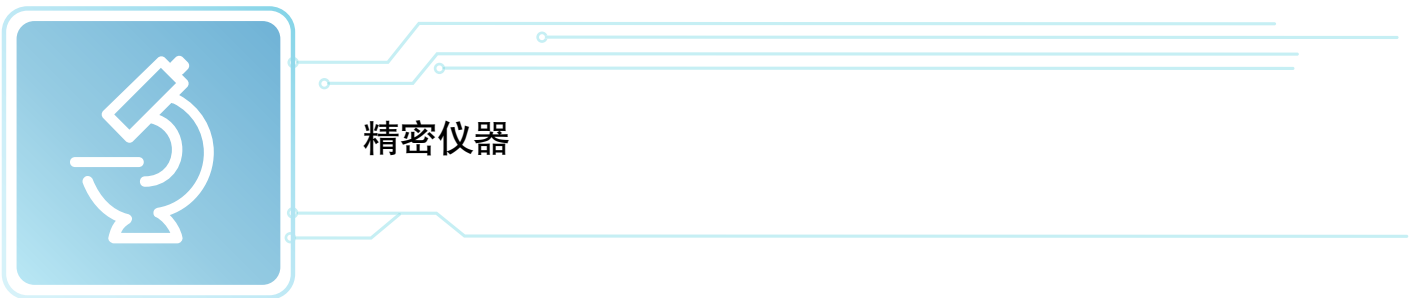
价值体现

- **效率优化：**该技术已经帮助希捷在概念验证项目中实现10%的效率提升。目前该解决方案已经完全应用于希捷Springtown的晶圆厂，早期运营结果比希捷之前使用的调度算法更显优越性，工具的周期时间效率提高10%-45%不等。
- **成本优化：**据Flexciton估算，在一般大型晶圆厂中，如果以周期时间或工厂生产每个半导体所需的时间来衡量，该解决方案可达到7%到10%的效率提升，并将每月节省300万至500万美元的费用。

图表10： Flexciton 解决方案层级示意图



来源：Flexciton



思谋：以数据智能推动工艺智能化改造

行业或客户痛点

某头部光学企业中国区工厂进行工业4.0升级，包括对镜片制造全流程进行数字化和智能化改造。但其中关键的镜片镀膜质量分析和工序优化主要面临两方面挑战：

- **工艺数据繁杂：**其一、镀膜自动化设备会在镜片的镀膜过程中生成和统计出数百项多达数十万数条数据，各项数据对于最终质量的影响方式和权重均不明确。其二、工艺多样化，

产品材质多样化，机台之间存在差异，机台运行次数和老化程度也会对品质产生影响。

- **专家系统开发难度大：**其一、质量问题的溯源依赖于工艺专家的经验以及现场情况的判定，难以形成稳定、准确、可量化的质量预测与离群值判定体系。其二、采用基于经验的打分规则，并根据得分判断镀膜质量的专家系统的主观性强，最终结果准确性不理想，实用性低。

解决方案

思谋针对工艺数据繁杂和专家系统开发难度大的问题，基于大数据和机器学习的方法，开发出重建面向镜片镀膜质量分析、预测以及调优的大数据解决方案。其解决方案区别于传统工艺大数据分析系统的特点在于：

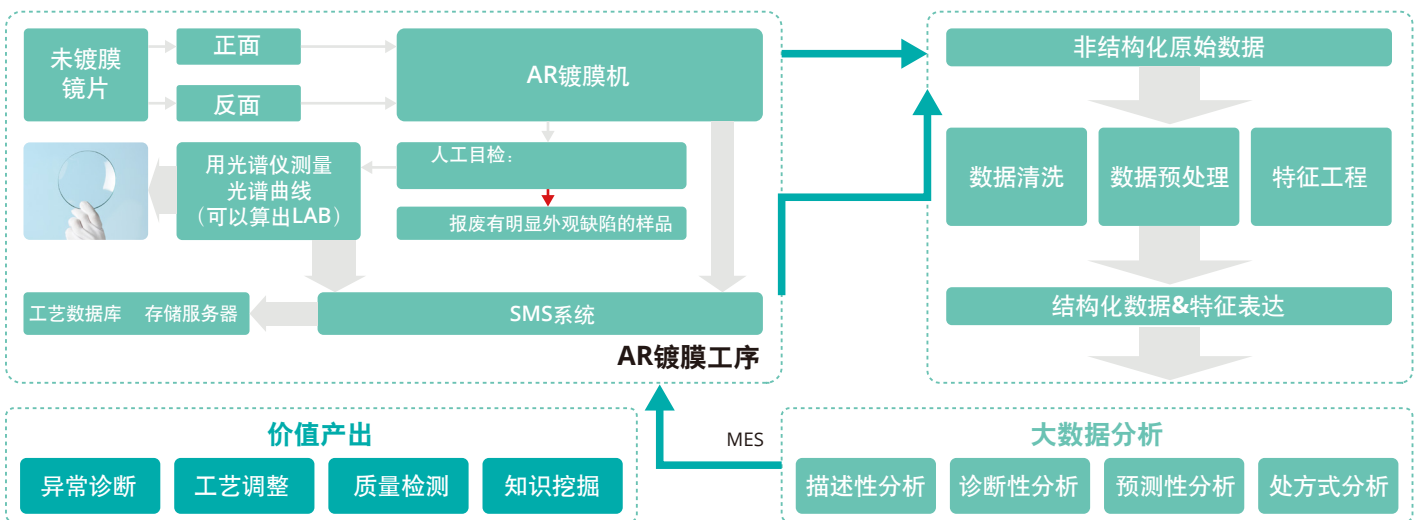
- **算法开发“工具化”**：传统的算法开发依靠人力设计算法，再逐个训练N个模型。思谋的大数据解决方案以算法模板为基础，生成并训练N个模型。算法开发“工具化”有助于用户深度参与全过程，后期维护IT部门可把控，也易于用户后续拓展新站点和新产品。
- **知识沉淀“模块化”**：并非依靠人力进行业务经验总结、算法处理流程、总结各种设备、图片问题、反复调试和训练模型；而是结合客户专家、算法工程师、研究员、外部顾问、本项目经验的多种知识生成算法模板，由系统自动进行训练，对比性能和改善点。

价值体现

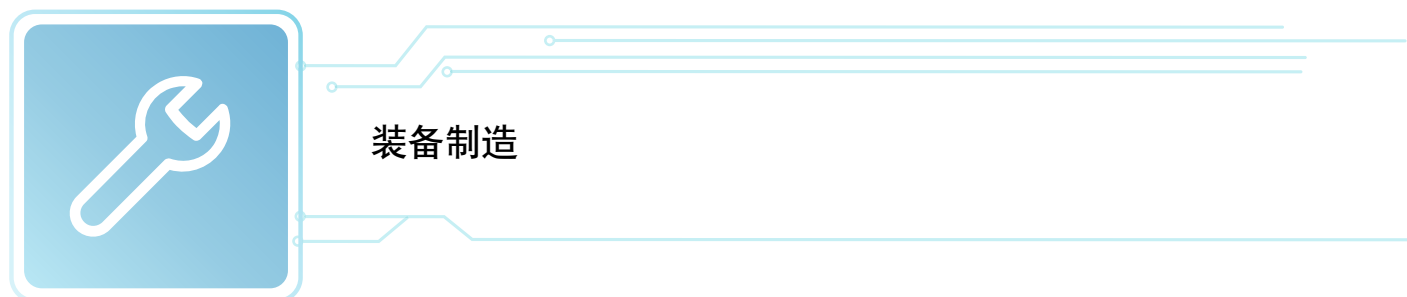
通过算法开发“工具化”及知识沉淀“模块化”，客户实现了可拓展的进步和自动持续的优化，并体现在以下方面：

- **质量优化**：该方案实现对工艺质量的精准判别，实施本项目后，用户具备适应多种不同基材、10+不同工艺、100+不同产品、以及适配数十台镀膜机的可拓展性与灵活性。
- **成本优化**：优化工艺并降低成本，以数据驱动指导工艺缺陷的挖掘、定位和持续改进方向，减少80%人工质检工作，释放产能和进行产业升级。
- **品牌优化**：提升客户数据治理能力，充分利用企业的数据价值，尤其是长期积累的工艺大数据，经过大数据分析与管理经验的积累，能够不断优化数据生命周期的管理，形成行业数据壁垒，巩固企业在行业中的领导优势。

图表11：思谋AR（Anti-Reflection）镀膜工序大数据分析流程



来源：思谋



智能云科：工业互联网助力突破产能瓶颈

智能云科是一家聚焦机加工领域的工业互联网平台公司，由沈阳机床集团、神州数码和光大金控于2015年共同成立，基于工业互联网，为生产设备提供IT服务和数据服务，提升生产效率并降低成本。

行业或客户痛点

客户为发电机组研发和制造的国家大型高新技术企业，主要面临三方面痛点：

- **产能瓶颈：**随着订单日益增多，客户面临产能扩大与资金压力矛盾，购置设备、聘用操作人员和技术人员需要投入大量资金，设备使用率不足会导致人力和折旧成本浪费；
- **管理瓶颈：**现场管理依靠人工，人力成本高，管理效率较低；
- **维修成本：**设备维修成本偏高。

解决方案

智能云科以制造装备互联为基础，通过部署“智能终端+工业互联网+云服务”为客户降本增效。智能云科的工业互联网部署包括平台（iSESOL）与边缘计算节点（iSESOL BOX）。有别于硬件售卖厂商，智能云科iSESOL BOX是通过租赁模式为用户提供服务，最终以用户应用的工业APP计费盈利。

- **设备联网：**智能云科通过在缸体和缸盖成套车间安装工业边缘计算终端iSESOL BOX，实现了发动机缸体和缸盖生产线中17台设备的联网和数据采集，并且将设备实时状况与制造数据接入iSESOL工业互联网平台。

- **工业APP通道：**增效APP通过iSESOL BOX的边缘计算能力，实现设备和云平台之间的数据实时交互，优化工艺参数，缩短零部件加工时间；设备云眼APP可实现车间设备运行数据的实时采集和展现，车间班组长以上管理人员实时了解车间生产设备的运行指标。同时，iSESOL平台通过开放底层技术接口，允许企业、科研院所和个人开发工业APP，丰富平台上的工业APP生态。

- **数据衍生服务：**通过iSESOL平台将设备当下运行数据与其历史数据进行纵向对比，将设备间的运行数据、维护数据进行横向对比，用户授权的情况下，将这些数据沉淀到平台，构建数据模型，从而提供相应的数据服务，持续优化各类指标。

价值体现

- **效率优化：**在生产发动机缸体和缸盖的两条产线上，实现产能平均提升7%左右。
- **成本优化：**设备状态、设备绩效和设备列表等数据信息的可视化有利于降低维修成本；车间可对程序文件上传、关联、调用和回传等各环节的无纸化和统一管理，减少了人力成本和资源浪费。



新能源设备

思谋：纽扣电池涂胶质检流程优化

行业或客户痛点

项目客户是一家聚焦高端锂电池技术和产品的制造企业。客户希望在无人化、高效率、高精度三方面进一步加强，对生产效率、涂胶重量制程能力指数（CPK）、生产合格率以及环保方面提出更高要求。该纽扣电池涂胶质检项目难点如下：

- **缺陷类型繁多：**传统涂胶会出现少胶、漏胶、散点、多胶等缺陷，还需要根据缺陷的特征进行精确的缺陷分类统计，方便改善涂胶材料配比；
- **涂胶工艺挑战：**由于电池材料的结构特殊性，需要对侧壁及底部进行密封胶涂覆均匀，整个涂胶工艺有极大的挑战性。

解决方案

思谋针对客户问题，集成算法、软件系统和硬件系统，专门为新能源领域纽扣电池自动研发密封胶涂覆机器视觉质检设备，解决上述难点。该解决方案的主要功能包括：

- **算法模型：**自主研发工业质检训练平台实现标注、训练、导出缺陷检测算法，可保证对产品质检的过检率 $\leq 0.8\%$ 、漏检率 $\leq 0.01\%$ 。可对产品进行多种缺陷检测，包括漏点胶检测、散点检测、断胶检测。
- **软件系统：**工业质检推演软件、包含数据统计、权限管理、产品管理等功能，实现可视化和智能分析，辅助企业持续优化质检流程。
- **高精度运动平台：**高精度一体式焊接加工机架，保证运动精度长期稳定性。
- **智能点胶系统：**设计不同方向点胶作业；可根据点胶速度动态自动调整点胶频率；智能动态调整点胶量，保证涂胶效果一致性。

价值体现

该方案解决了客户之前人工涂胶导致涂胶效果不统一的问题，替换了客户人工全检的方式；实现产品检测全覆盖，避免了不良品组装到整车造成巨大的经济损失；同时，根据统计不良品的数量可以提升生产工艺及车间操作工的作业规范及效率。

- **效率优化：**成功取代客户之前人工涂胶人工质检的生产方式，设备的巅峰产能大于等于60件/分钟。产线整体节省人民币300万以上的成本，节约80%的人工，产线效率提升85%。
- **质量优化：**智能喷胶系统完美解决钢壳侧壁涂胶难点问题，涂胶检测后满足厚度和重量要求的产品占比大于99.9%，机器视觉检测达到零漏检，过检率 $\leq 1\%$ 。
- **品牌优化：**符合环保要求，设备配备百万级高效净化过滤及抽风系统，对粉尘及气味集中排出，由于溶剂易燃不能烘干，烘干只采用风干系统。

华龙迅达：智能可视化数字工厂

华龙迅达重点开发智能设备控制系统、数据采集系统、智能人机交互系统、边缘计算智能终端等产品，打造基于工业互联网的智能可视化数字工厂。

行业或客户痛点

客户为国内锂电设备龙头企业，具备动力电池整线生产能力，但在部署数字化工厂过程中面临数据管理和应用难题：

- **数据采集难题：**锂电池生产软包线目前没有MES系统的支撑，缺乏数据来源，难以实现全过程集成式运营管理。
- **数据孤岛问题：**数据孤岛问题导致数据在生产过程各个节点上实现物理实体和信息系统间无法自由流动。
- **数据应用问题：**锂电池生产工序繁多，生产设备整线管控范围大，企业需要借助数据管理产品全生命周期，提高生产能力和产品质量水平。

解决方案

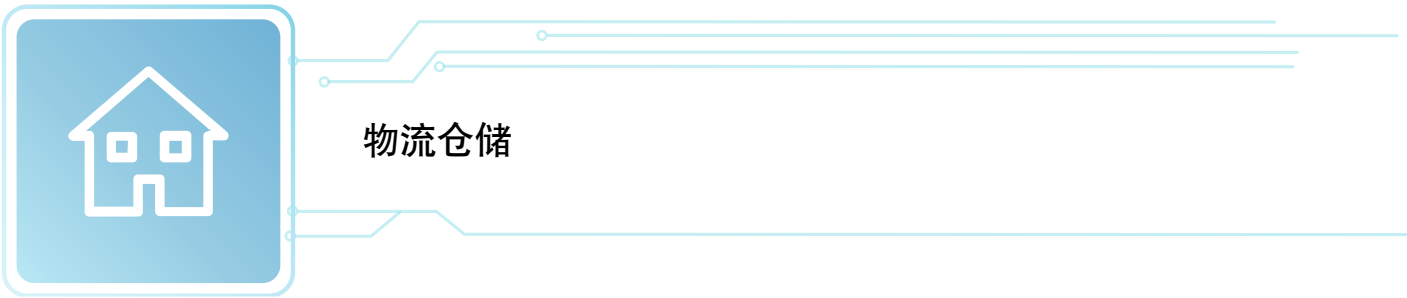
针对上述客户痛点，华龙迅达提供平台化解决方案，采集生产现场人员、设备、物料、方法、环境等各类数据，并对数据进行建模仿真与大数据分析，在线预测、预警产品质量问题，提高均质生产能力和产品质量水平，以数据驱动企业运营的管理决策优化，进一步扩大产品产能。

- **采集数据：**将数据采集和边缘计算设备“机器宝”接入生产设备采集生产线的实时数据，包括加工设备的实时状态信息、故障状态数据、加工工艺数据、能耗数据，集成加工工单数据。同时在该企业数字工厂集控中心展厅实时展示企业生产过程数据和实时生产状态。
- **建立统一管控平台：**平台集成设备与MES、ERP、物流系统，具有生产工单生成、能耗在线监测、生产实时监控、设备运维管理、质量监测、物料追溯、零配件管理、交接班管理、统计分析、看板管理和办公自动化等功能。

- **建立产品全过程追溯体系：**3D虚拟仿真平台下实时采集的生产线数据，采用数字孪生技术，实现虚拟空间的生产线可实时反映物理空间生产线的运行状态，构建完整的管理系统实现从电池订单、生产、产品入库、出库全过程的数字化管理。

价值体现

- **效率优化：**通过对生产现场“人机料法环”各类数据的全面采集和深度分析，可实现锂电池生产过程的多维度、全方位管控，使得该企业减少生产周期26%，降低或消除交接班记录67%，缩短生产提前期22%。
- **质量优化：**数字化运营管理平台实现了产品全过程追溯的功能，快速定位异常物料和产品的过程质量，实现产品快速跟踪，提高了生产质量。



思谋：机器视觉赋能一体化智能仓储

行业或客户痛点

客户为全球领先物流企业，其仓库管理团队每周需处理10,000到20,000多件货物，且包装体积各异。团队需要大量人力和时间来完成收集、检查、分类、选择和配送工作。客户希望探索利用计算机视觉的智能仓储解决方案，减少处理出入库产品所需的人力和时间来提高生产能力，解决方案需满足以下要求：

- 提高入库货物条码扫描率，且入库货物数据自动加载到库存管理系统中；
- 可确认的正确的出库货品的品类、数量、过期日期以指导配送。

解决方案

思谋为客户提供一体化的落地解决方案，集成应用软件开发及优化的扫描设备，以解决客户痛点和满足客户的多场景需求。

- **软件可执行算法调整和干扰控制：**在软件开发过程中，为了解决图像质量的变化和材料的复杂性，需要在必要时调整算法。思谋对其软件的解码功能进行了编程，使得软件可执行算法调整，也可以根据条形码的源代码执行干扰控制。
- **硬件设备具备机器视觉算力：**集成具有机器视觉算力的边缘计算处理器ViAir、显示器、工业等级相机、镜头、照明原件等，实现自动化的批量扫描和数据处理，并适用于多种工业环境部署。其中ViAir边缘计算处理器可以进行数据采集、模型训练和数据自动化处理，可以即插即用且体积轻巧比传统工业计算机节省90%的能耗。

- **多场景应用：**（1）固定式批量扫描：扫码结合机械手、传送带、龙门架，通过自动旋转托盘可一次性进行多达100个条形码的批量扫描，并且不会受到货物不规则放置和标签方向不一致等因素影响。（2）便携式：基于移动设备，开发快速识别和扫描算法及手机应用程序。

价值体现

- **供应链优化：**目前供应链环节许多条码扫描仍然依赖于手写记录，而且是高度劳动密集型。该解决方案实现批量扫码和快速扫码，将大幅提高出入库的效率，这将推动企业进行供应链和物流环节更大规模的业务数字化转型，并给整个物流行业带来连锁效应。
- **成本优化：**客户共采用15套设备，每套设备为物流部门节省1-2名员工，据估算一年可为客户节省15-30万元人力成本；硬件设备占地小、能耗低，为客户节省用地空间和能耗成本。

EXOTEC: 模块化的供应链优化方案

EXOTEC是一家成立于2015年的法国初创企业，提供了货物到人的SKYPOD解决方案，从而优化零售物流中的订单流程；同时可以根据客户的物流特点和配送渠道，定制自动化程度不同的供应链机器人系统。

行业或客户痛点

无论是建筑用品还是汽车零部件，工业供应行业的特点都是对物流的需求复杂。因此需要更加灵活地处理产品种类不同、配送分布分散、订单数量少但运输频繁，且是一个多地点的组织等问题。

- **仓库管理效率低：**AHS是全球领先的运输和物流提供商，期望提高其仓库管理的效率，扩大其在美国的电子物流市场。
- **退货问题流程低效：**尽管电子商务对速度和准确性的压力越来越大，但80%的仓库仍然是手动操作的，没有实现自动化。退货比简单的拣选操作更复杂，而且劳动密集。工作人员必须拆开物料的包装，对其进行检查和处理，然后才能为退回库存做好准备。

解决方案

Exotec通过建造一个模块化结构，其高度可达10多米，可容纳数百个储物箱。其核心产品Skypods是几厘米高的小型方形电动机器人，在其建立的蜂巢内横向和纵向循环，逐个收集产品箱自动拣货、分货，最后直接送达拣货员。

Skypod机器人和随行系统使用移动3D机器人，能够以10英里/小时的速度进行三维移动，机器人使用激光扫描仪导航穿越仓库，将收集和转移货物转送给手动安排产品发货的人。“Skypicker”是一种铰接式机械臂，能够以2米/秒的速度移动重达2千克的固体物体，最小表面为2 x 2厘米。它可同时准备四个订单，并通过人工挑选或打包将订单转移到下一个工位完成订单。

机器人Skypod已经在法国顶级电子商务公司Cdiscount投入使用，在波尔多附近的仓库执行和准备订单，Skypod利用激光扫描仪导航穿越仓库从而收集和转移货物，转交给那些手动安排产品运输的人。Cdiscount表示，Skypod机器人每小时能够完成400个产品拣选，而手动执行产品采摘通常每小时只能达到100个。

价值体现

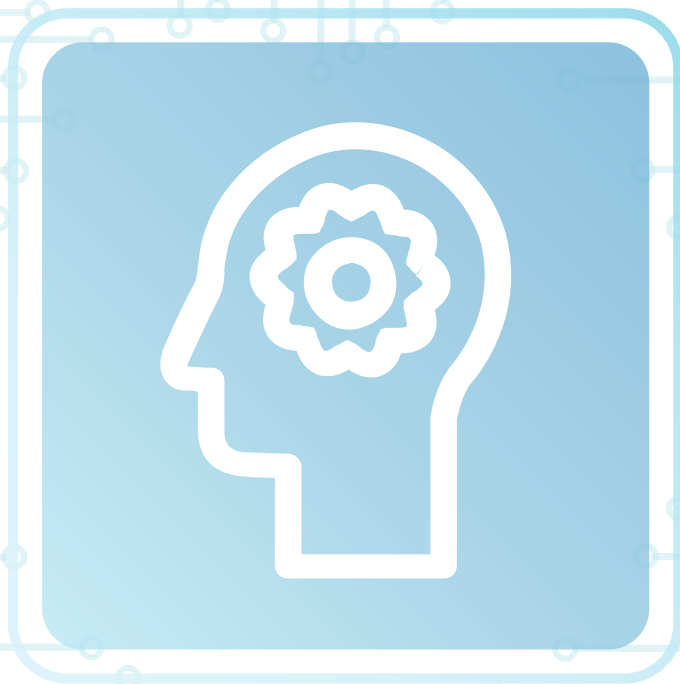
- **供应链优化：**Exotec系统是完全模块化的，客户只需添加机器人、工作站或机架，就可以在几个月内部署并轻松扩展其系统，而无需中断生产。
- **效率优化：**可以实现每小时高达600件的处理量，并确保持续挑选可抓取的产品。Exotec将所有SKU的仓库吞吐量提高了5倍，响应时间为2分钟。
- **品牌优化：**“Skypicker”由Astar(软件)在封闭和安全的环境中控制，确保操作员安全的同时可降低80%能耗。

五、结语

疫情加快智能制造进程，制造业优化任务的复杂性日益增加。制造企业所做的一切，从设计到制造到日常运营，以及所有这些流程如何与更广泛的供应链整合，都面临更加灵活和复杂的优化任务，且需要同时满足多个目标。

自动持续优化基于数据分析找到最佳替代方案，通过监控方案运行状态，及时调整持续改善，实现无人干预的自动优化。它体现出工业4.0解决方案互联互通、去中心化决策、数据透明、技术支撑和持续优化的特征，将加速制造企业向代表工业4.0最高成熟度的自适应阶段过渡。

自动持续优化已经在设计开发、生产制造、供应链领域展开初步应用，未来，技术进步将允许相关解决方案并行管理越来越多目标，创造经济价值的同时更要履行社会责任，这为自动持续优化的广泛应用打开了大门。这些改变将塑造未来十年制造业格局，现在正是制造业做好准备，抓住机遇进行下一步行动的时机。



尾注

1. Collaborative Robot Market with COVID-19 Impact Analysis, Component, Payload, Application, Industry And Region - Global Forecast to 2027, ReportLinker, 2021-08-06
2. 李杰, 《从大数据到智能制造》
3. Modern Manufacturing Execution System Market Research, Market Research Future, 2020-02, <https://www.marketresearchfuture.com/reports/modern-manufacturing-execution-system-market-1094>
4. IoT in Manufacturing Market, MarketWatch, 2022-02, <https://www.marketwatch.com/press-release/iot-in-manufacturing-market-to-reach-usd-13683-billion-by-2026-exhibiting-a-cagr-of-221-during-the-forecast-period-2022-02-08>
5. Global Digital Twin Market Research Report 2021, ResearchandMarkets, 2021-11, <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/30/2342791/28124/en/Global-Digital-Twin-Market-Research-Report-2021-Market-was-Valued-at-3-21-Billion-in-2020-and-will-Likely-Reach-184-5-Billion-by-2030.html>
6. Global Artificial Intelligence in Manufacturing, Valuates Reports, 2021-01 <https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-30G2102/global-artificial-intelligence-in-manufacturing>
7. Robotic Process Automation Market, ResearchAndMarkets, 2021-02, <https://www.businesswire.com/news/home/20220221005190/en/Global-Robotic-Process-Automation-Market-to-2027-BFSI-Expected-to-Lead---ResearchAndMarkets.com>
8. Blockchain in Manufacturing, Comserve Inc, 2022-02, <https://www.marketwatch.com/press-release/blockchain-in-manufacturing-market-size-business-planning-innovation-to-see-modest-growth-forecast-2022-2031-2022-02-18>
9. 3D Printing Market Growth and Trends, Grand View Research, 2021-05, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-industry-analysis>
10. Seagate Case Study: Advanced production scheduling, Flexciton, https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/3890323/Resources/Flexciton_Seagate_CaseStudy_.pdf

办事处地址

北京
北京市朝阳区针织路23号楼
国寿金融中心12层
邮政编码：100026
电话：+86 10 8520 7788
传真：+86 10 6508 8781

长沙
长沙市开福区芙蓉北路一段109号
华创国际广场3号栋20楼
邮政编码：410008
电话：+86 731 8522 8790
传真：+86 731 8522 8230

成都
成都市高新区交子大道365号
中海国际中心F座17层
邮政编码：610041
电话：+86 28 6789 8188
传真：+86 28 6317 3500

重庆
重庆市渝中区民族路188号
环球金融中心43层
邮政编码：400010
电话：+86 23 8823 1888
传真：+86 23 8857 0978

大连
大连市中山路147号
申贸大厦15楼
邮政编码：116011
电话：+86 411 8371 2888
传真：+86 411 8360 3297

广州
广州市珠江东路28号
越秀金融大厦26楼
邮政编码：510623
电话：+86 20 8396 9228
传真：+86 20 3888 0121

杭州
杭州市上城区飞云江路9号
赞成中心东楼1206室
邮政编码：310008
电话：+86 571 8972 7688
传真：+86 571 8779 7915

哈尔滨
哈尔滨市南岗区长江路368号
开发区管理大厦1618室
邮政编码：150090
电话：+86 451 8586 0060
传真：+86 451 8586 0056

合肥
安徽省合肥市蜀山区潜山路111号
华润大厦A座1506单元
邮政编码：230022
电话：+86 551 6585 5927
传真：+86 551 6585 5687

香港
香港金钟道88号
太古广场一座35楼
电话：+852 2852 1600
传真：+852 2541 1911

济南
济南市市中区二环南路6636号
中海广场28层2802-2804单元
邮政编码：250000
电话：+86 531 8973 5800
传真：+86 531 8973 5811

澳门
澳门殷皇子大马路43-53A号
澳门广场19楼H-L座
电话：+853 2871 2998
传真：+853 2871 3033

南昌
南昌市红谷滩区绿茵路129号
联发广场写字楼41层08-09室
邮政编码：330038
电话：+86 791 8387 1177

南京
南京市建邺区江东中路347号
国金中心办公楼一期40层
邮政编码：210019
电话：+86 25 5790 8880
传真：+86 25 8691 8776

宁波
宁波市海曙区和义路168号
万豪中心1702室
邮政编码：315000
电话：+86 574 8768 3928
传真：+86 574 8707 4131

三亚
海南省三亚市吉阳区新风街279号
蓝海华庭（三亚华夏保险中心）16层
邮政编码：572099
电话：+86 898 8861 5558
传真：+86 898 8861 0723

上海
上海市延安东路222号
外滩中心30楼
邮政编码：200002
电话：+86 21 6141 8888
传真：+86 21 6335 0003

沈阳
沈阳市沈河区青年大街1-1号
沈阳市府恒隆广场办公楼1座
3605-3606单元
邮政编码：110063
电话：+86 24 6785 4068
传真：+86 24 6785 4067

深圳
深圳市深南东路5001号
华润大厦9楼
邮政编码：518010
电话：+86 755 8246 3255
传真：+86 755 8246 3186

苏州
苏州市工业园区苏绣路58号
苏州中心广场58幢A座24层
邮政编码：215021
电话：+86 512 6289 1238
传真：+86 512 6762 3338 / 3318

天津
天津市和平区南京路183号
天津世纪都会商厦45层
邮政编码：300051
电话：+86 22 2320 6688
传真：+86 22 8312 6099

武汉
武汉市江汉区建设大道568号
新世界国贸大厦49层01室
邮政编码：430000
电话：+86 27 8538 2222
传真：+86 27 8526 7032

厦门
厦门市思明区鹭江道8号
国际银行大厦26楼E单元
邮政编码：361001
电话：+86 592 2107 298
传真：+86 592 2107 259

西安
西安市高新区锦业路9号
绿地中心A座51层5104A室
邮政编码：710065
电话：+86 29 8114 0201
传真：+86 29 8114 0205

郑州
郑州市金水东路51号
楷林中心8座5A10
邮政编码：450018
电话：+86 371 8897 3700
传真：+86 371 8897 3710



关于德勤

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构（统称为“德勤组织”）。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为及遗漏承担责任，而对相互的行为及遗漏不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 www.deloitte.com/cn/about 了解更多信息。

德勤是全球领先的专业服务机构，为客户提供审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询、税务及相关服务。德勤透过遍及全球逾150个国家与地区的成员所网络及关联机构（统称为“德勤组织”）为财富全球500强企业约80%的企业提供专业服务。敬请访问www.deloitte.com/cn/about，了解德勤全球约345,000名专业人员致力成就不凡的更多信息。

德勤亚太有限公司（即一家担保有限公司）是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，在亚太地区超过100座城市提供专业服务，包括奥克兰、曼谷、北京、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

德勤于1917年在上海设立办事处，德勤品牌由此进入中国。如今，德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力为中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家中国本土成立的专业服务机构，由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问 www2.deloitte.com/cn/zh/social-media，通过我们的社交媒体平台，了解德勤在中国市场成就不凡的更多信息。

本通讯中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构（统称为“德勤组织”）并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何（明示或暗示）陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

Designed by CoRe Creative Services. RITM0989185



这是环保纸印刷品