



造有道 智万物

——德勤人工智能制造业应用调查

概要	1
一、技术趋势	3
1.1 人工智能被制造业寄予厚望	5
1.2 亚太地区人工智能发展	6
1.3 中国制造业应用市场规模预测	9
二、应用场景	11
2.1 应用阶段及主要场景	12
2.2 智能生产	13
2.3 产品与服务	15
2.4 供应链管理	16
2.5 企业运营管理	17
2.6 业务模式决策	18
2.7 热点应用场景变化趋势	18
三、现实与预期的差距	21
3.1 91%项目未能达到预期	21
3.2 半数企业不能接受预期和现实的落差	22
四、未来已来	25
4.1 实际影响可期	25
4.2 企业投资偏好	26
4.3 布局工业AI平台	27
五、德勤建议	29
5.1 战略目标匹配	29
5.2 明确应用场景	29
5.3 落实数据基础	29
5.4 组建团队及搭建伙伴关系	29
5.5 验证及大规模实施	30
关于本报告	31

概要

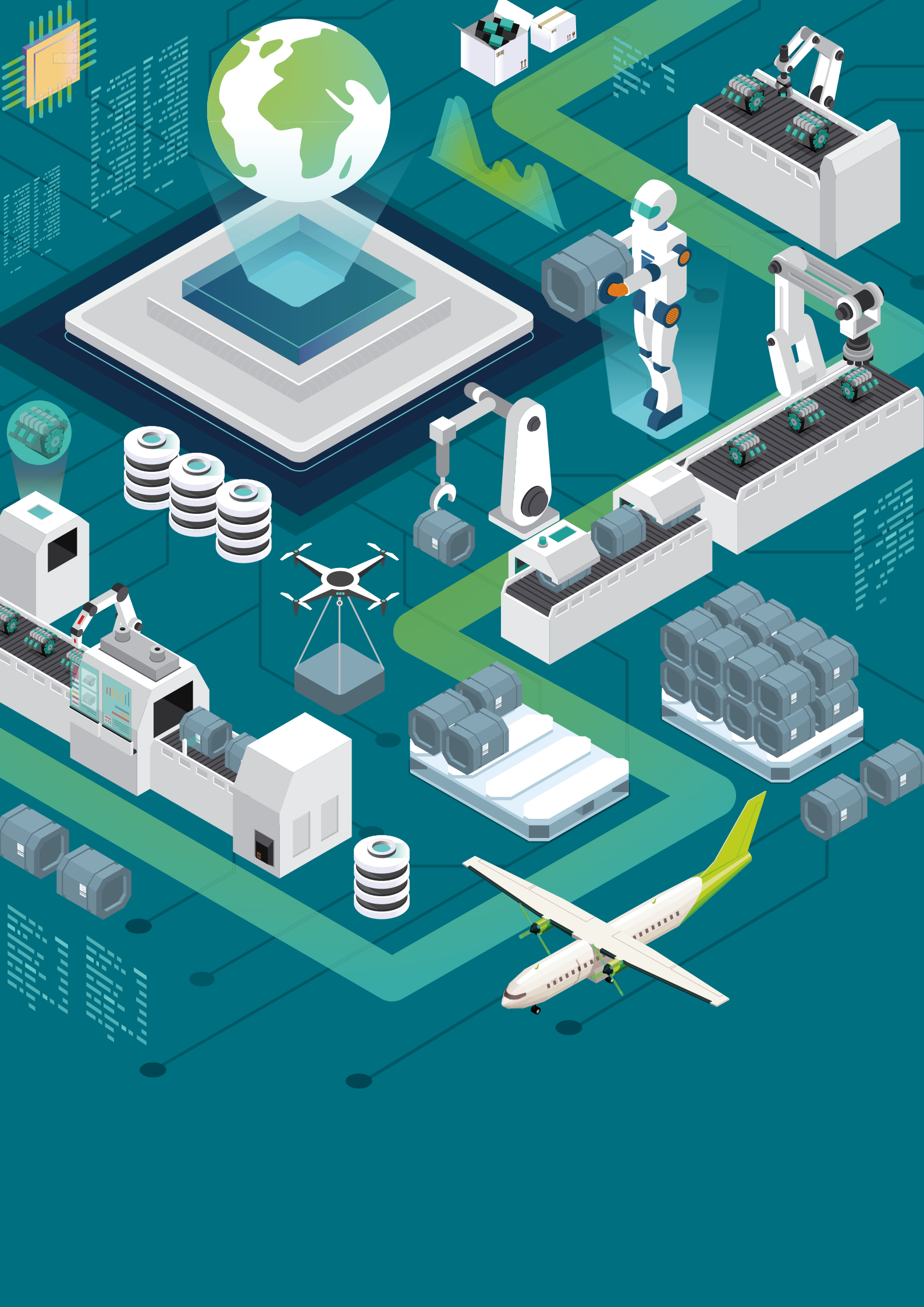
人工智能的应用正从消费智能扩大到企业智能，带动并创造更强大的生产力。制造业具备大量数据累积，是人工智能应用的蓝海。2019年人工智能在边缘计算层与工业物联网相遇，成就人工智能工业落地元年。以人工智能赋能制造业的行动已在全球展开，亚太区制造业基础雄厚，是人工智能在工业领域应用潜力市场。其中，中国、日本、韩国在政策、研发能力、数据和人才四个维度都较其他亚太国家更具竞争力，被视作亚洲人工智能发展的领军国家。目前人工智能在制造业应用潜力的讨论大部分围绕技术提供商展开，对工业用户关注较少。本报告旨在深入了解中国制造企业应用人工智能的真实情况和应用场景，探讨人工智能项目理想与现实的差距，以及行业未来发展趋势。

人工智能直击制造业痛点，有望在未来2-5年内对制造业产生可见影响。德勤调研发现制造企业生产经营过程中面临的最大痛点分别是：生产成本上升、生产线设计缺乏灵活性，以及不稳定的产品质量及良率。人工智能帮助企业提升自动化的效率和精确度，预测市场趋势并安排生产计划，以及提升质检效率，因此93%的受访企业认为这项技术将成为制造业增长和创新的关键技术，87%的企业已经或计划在两年内部署人工智能，83%的企业认为人工智能将在未来2-5年内对企业的生产和管理产生实际可见的影响。

人工智能在制造业的应用场景众多，大致可以分为智能生产、产品和服务、企业运营管理、供应链以及业务模式决策五个领域。我们的调查发现，智能生产相关应用是目前制造企业部署人工智能的首要选择，占比51%。其次为产品和服务场景，占比25%。但是受关注的细分场景将在两年内发生明显变化，产品服务和企业管理相关应用场景增加，并出现新的应用增长点——企业对人工智能应用在提升营销效率、物流服务、资产与设备管理、客户需求洞察及能源管理的关注度明显上升。

尽管人工智能在工业领域大规模落地值得期待，我们也发现项目落地的效果往往与预期存在差距。我们的调研结果显示，不论是从企业获益角度，还是从预算及时间投入角度衡量，认为项目达到预期的企业占比仅为9%，意味着91%的人工智能项目未能达到企业预期。

在喧嚣的人工智能热潮下，工业企业切忌盲目投资，在大规模实施落地前，应该明确自身战略，找准应用场景，坚实数据基础，打造团队和合作伙伴关系，进行验证和测试，让人工智能真正为企业创造价值。



一、技术趋势



在过去一百年里，五大趋势主导了全球技术的发展，依次为“电子工具”，“半导体”，“企业服务”，“电信”和“消费智能”。如今，“互联网+消费者”模式所创造的价值已经充分释放并趋于平缓；而第六个趋势已经显现，我们称之为“企业智能”，企业自我主导、运用数字技术解决问题的智能化转型被视为未来技术发展趋势，成为下一阶段价值创造的主角（图表1）。

图表1：全球技术发展趋势



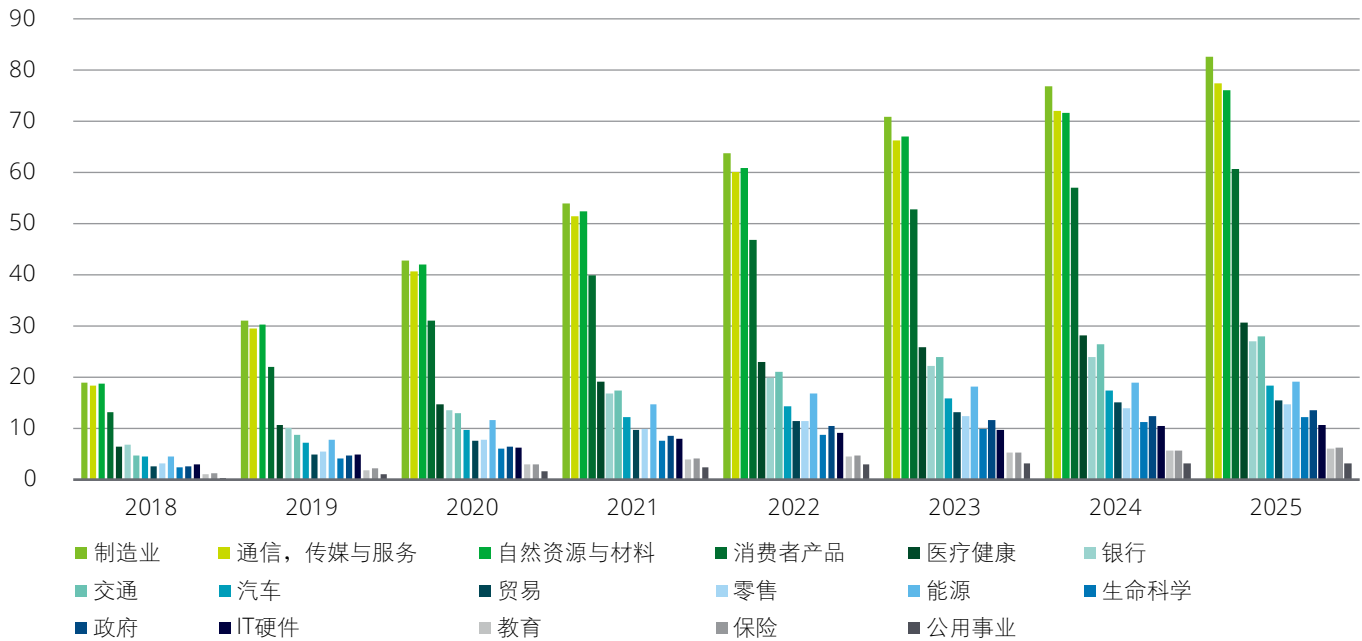
来源：Formation 8, 德勤研究

这一新技术趋势的本质在于利用对数据的分析和洞见以指导企业生产和管理。智能化浪潮将对各行业产生广泛影响，并大幅提高主要行业的生产力。

从行业来看，传统市场规模较大的领域将继续领跑，2030年制造业，通信、传媒及服务，自然资源与材料将分别以16%，16%，14%占据前三名。其中，

庞大的制造业企业已经开始加速数字化转型，推动智能管理，智能工厂，智能物流等全方位智能化，因而制造业也是其中增长速度最快的领域。

图表2：全球人工智能市场规模（按行业分）



数据来源：Gartner

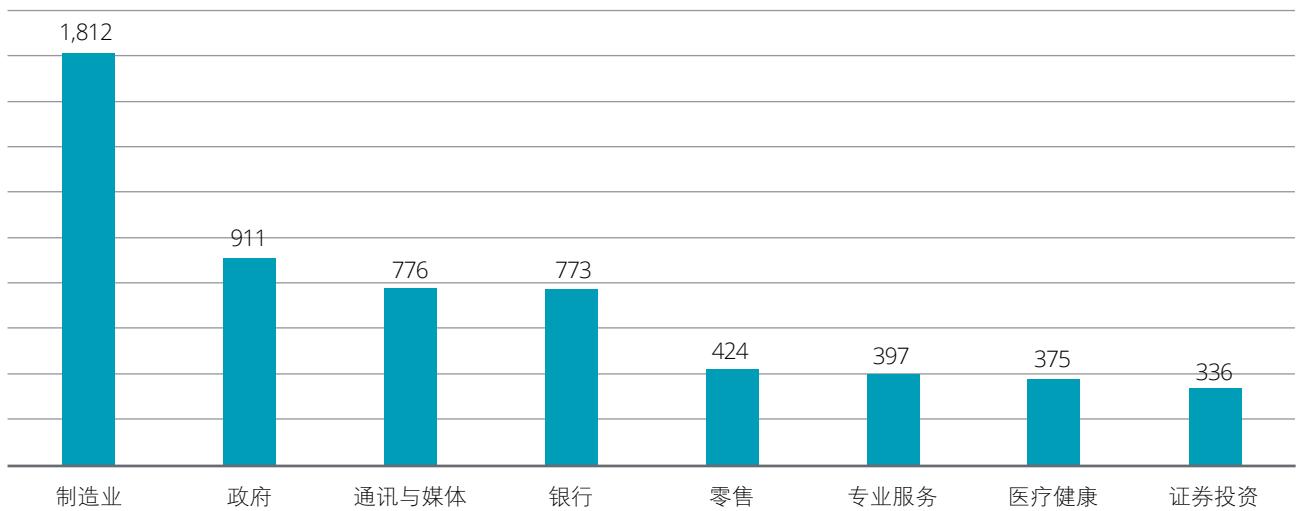
制造业的生产、质检、管理等各个环节都在持续、大量、快速地产生着数据。对于一个拥有1,000 个传感器（传感器每10秒发送一次信号）的工厂来说，每小时就有超过 360,000 条数据流入。1天内就有超过100万条数据。据估算，制造业每

年大概可产生1,812PB的数据量，超过通讯、金融、零售等行业（图表3）。在过去二十年中，制造企业决策过程因数字信息的大量增长而变得复杂，企业正试图通过智能化技术有效地处理和利用信息，解锁数据的模式和可用性，解决之前甚至无法

预见的问题。例如，机器学习正在帮助制造业企业提高车间每台机器的预测性维护精度，发现提高每台设备和相关工作流程的产量/吞吐量的方法，优化系统和供应链等。

图表3：制造业年度数据产生量为各行业之首

各行业年度数据产生量（Petabytes）



来源：GP Bullhound, 德勤研究

1.1 人工智能被制造业寄予厚望

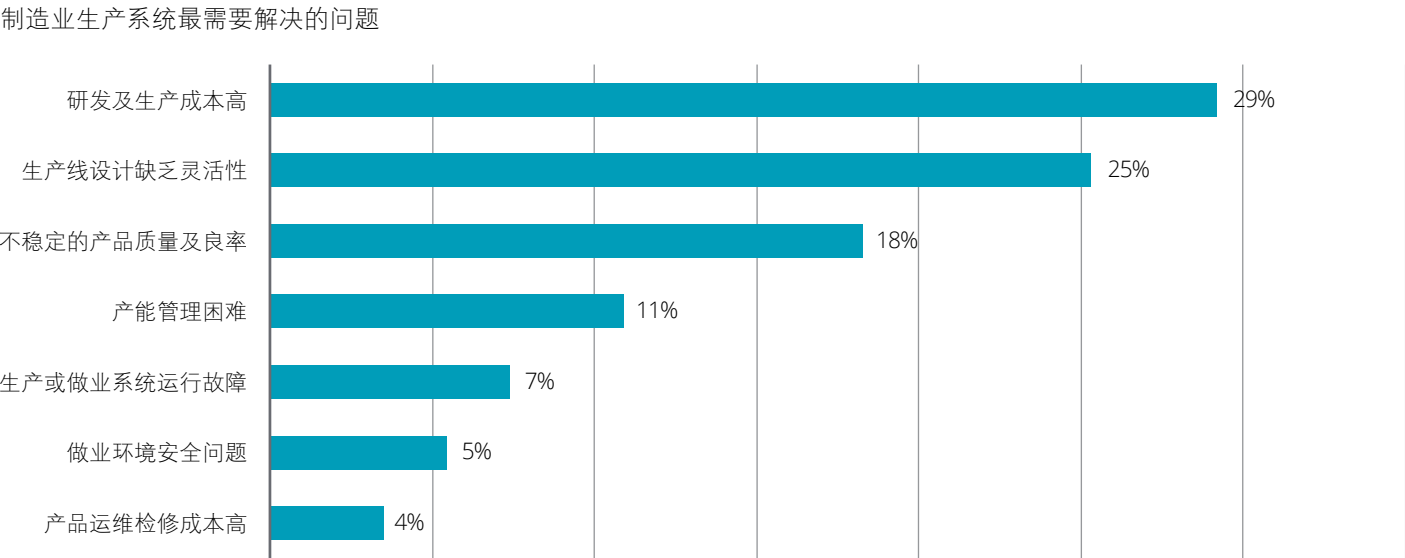
制造企业生产经营过程中面临的最棘手问题分别是：生产成本上升、生产线设计缺乏灵活性，以及不稳定的产品质量及良率（图表4）。人工智能是在制造业智能转型过程中被寄予厚望的技术之一。过去10年，人工智能领域开发了大量优秀算法，为实际应用储备了大量的工具；近年来，人工智能开始大规模应用于金融和互联网等

领域，起到了较好的示范效应。业内人士普遍认为2019年是人工智能在工业制造领域快速发展以及各种技术落地的一年。

人工智能主要可以为制造业解决三类问题：一、帮助企业提升自动化效率和精确度，提高制造业智能化运营水平并降低运营成本；二、预测市场趋势并安排生产计划，按需生产，并使各个环节在满足需求

的前提下保持最低库存；三、提升质检水平，提高产品良品率。这三点正是制造业的痛点所在。这也是制造业对人工智能寄予厚望的原因（图表4）。本次人工智能制造业应用调查显示，**93%的受访企业认同人工智能将成为全球制造业增长和创新的关键技术**，其中39%的企业强烈认同，54%的企业基本认同这一观点（图表5）。

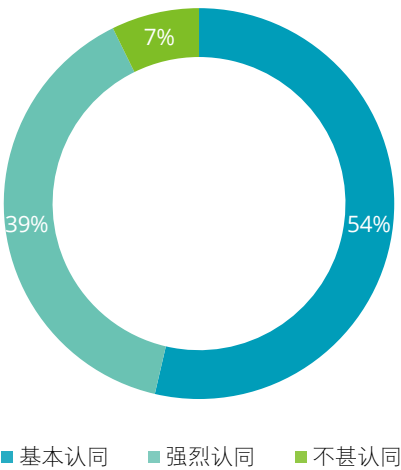
图表4：受访企业认为制造业生产系统最棘手问题



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

图表5：企业对人工智能高度期待

是否认同人工智能将成为全球制造业增长和创新的关键



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查



1.2 亚太地区人工智能发展

全球以人工智能赋能工业革命的运动已经开展，亚洲作为全球制造业基地，多个国家把发展人工智能作为国家战略，期望借助人工智能升级制造业，创造实体经济价值红利（图表6）。中国是亚

太地区人工智能的主要驱动力，特别是在政策支持和获取数据的途径方面占有优势。但日本、韩国、印度和新加坡都宣布了国家人工智能战略，推动亚太区成为人工智能领域的领先者。

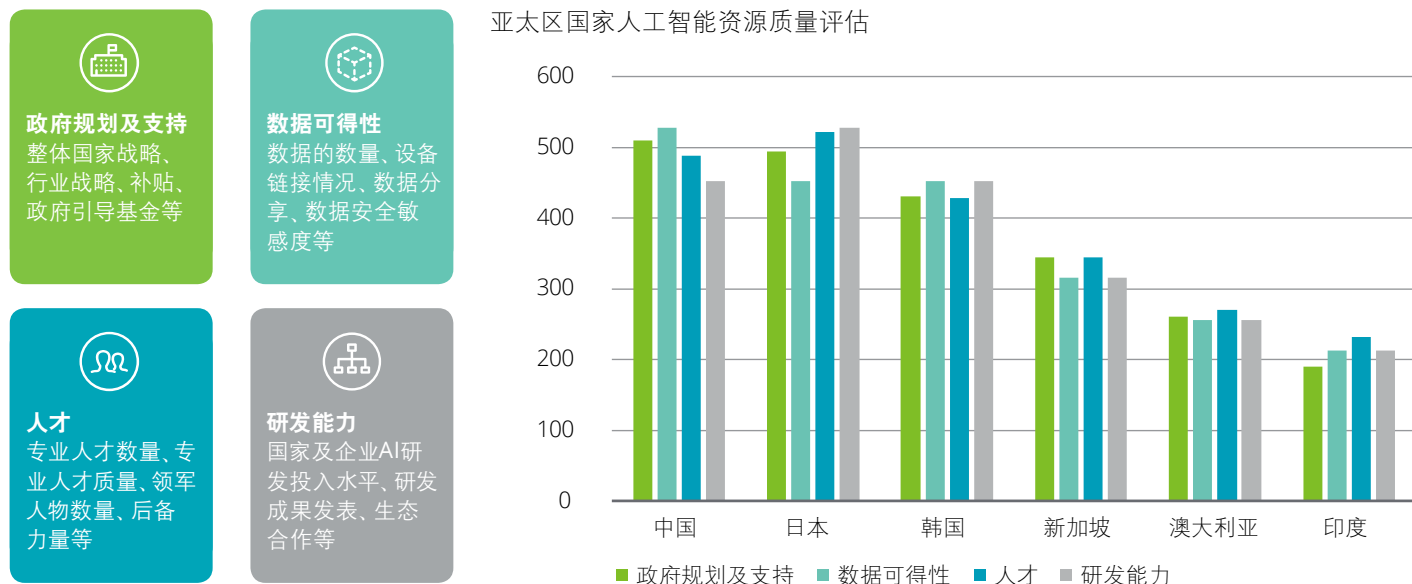
在本次调研受访者看来，中国、日本、韩国无论在政策、研发能力、数据和人才方面都更具有竞争力，被视作亚洲主要国家的领头羊，引领区域人工智能发展（图表7）。

图表6：主要亚太国家人工智能发展战略

	规划	亮点
中国	新一代人工智能发展规划	提出2030年发展目标，后续出台《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018~2020年)》和《人工智能标准化白皮书》，进一步量化目标，明确标准。
日本	人工智能技术战略	提出人工智能三阶段发展规划：(1) 在各个领域发展和应用基于数据驱动的人工智能；(2) 人工智能和数据的公共使用；(3) 连接各领域并建立生态系统。
韩国	人工智能五年计划	投资2.2万亿韩元加强人工智能研发。(1) 建立六个人工智能研究生院，目标是培训5,000名人工智能专家 (1,400名研究人员和3,600名数据管理专家)；(2) 政府将为国防、医药和公共安全领域的大型项目提供资金，并启动AI研发挑战；(3) 政府投资基础设施以支持人工智能初创企业和中小企业发展。
印度	人工智能国家战略 ¹	核心理念为“AIforALL”并强调技术研发，新建的人工智能研究中心 (COREs) 将专注于基础研究；研究中心还将作为国际人工智能中心 (ICTAI) 的技术供应商，在全球社会重要性领域中推广其AI应用程序。
新加坡	AI新加坡 ²	“AI Singapore”战略发布于2017年，计划于2018—2022年间投资1.5亿新元用于人工智能领域。目前专注于人工智能在健康、城市解决方案以及金融服务行业的研发和应用。
澳大利亚	人工智能四年投资规划 ³	2018/19年澳大利亚国家预算宣布一项为期四年的2,990万澳元投资，用以支持人工智能的发展。政府将制定技术路线图和标准框架，该投资还将支持合作研究中心项目，博士奖学金以及其他旨在增加澳大利亚人工智能人才供应的举措。

来源：德勤研究

图表7：亚太主要国家人工智能资源评估



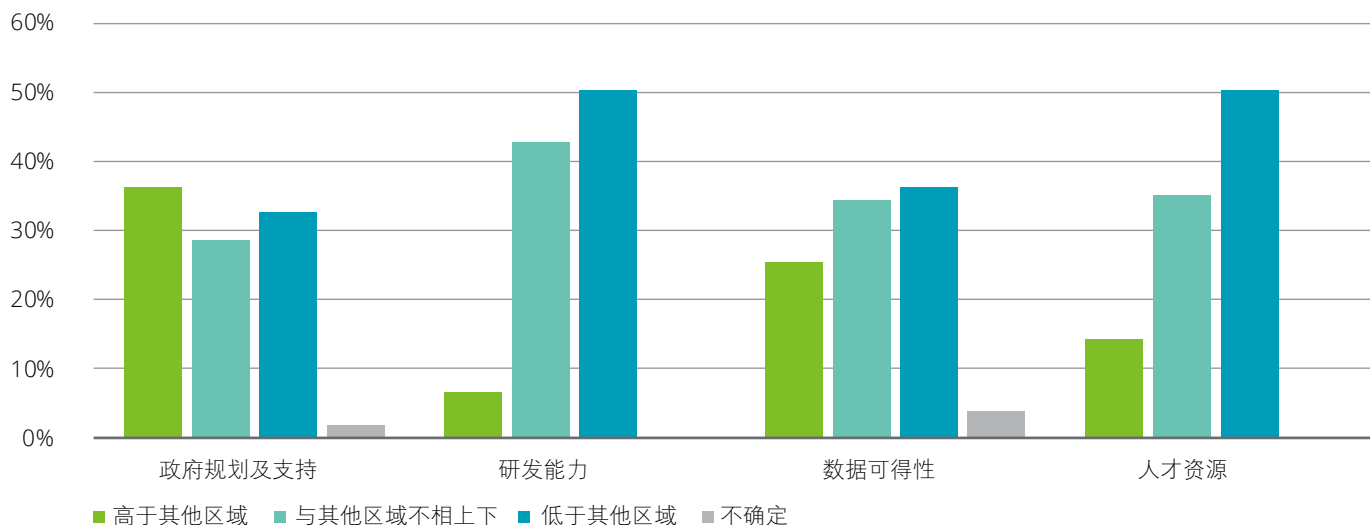
注释：纵轴代表国家得分，得分越高资源越好。得分通过受访者对国家资源质量评估结果，予以权重打分
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

当然，亚太地区也面临人工智能发展挑战。德勤问卷调研结果显示，与北美和欧洲相比，亚太区在政策支持方面优势明显，但在人才和研发领域落后。近40%的受访者认为亚太区发展人工智能

的政府支持相关资源质量高于北美和欧洲，占比最高；但在人才和研发能力方面，50%的受访者认为亚太区资源质量低于其他区域（图表8）。

图表8：受访企业对亚太区人工智能资源质量整体评估

相较北美和欧洲，如何评价亚太区发展人工智能的资源质量



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

人工智能人才短缺是亚太地区面临的最大挑战，也是研发能力落后于北美和欧洲的主要原因。数据创新中心（Center of Data Innovation）近期发布报告，对中国、美国和欧盟的人工智能的人才、研究、开发、应用、数据和硬件进行分析，结果显示，中国在应用和数据方面表现突出，美国在人才、研究、发展、硬件四个维度领先，欧盟在人才、

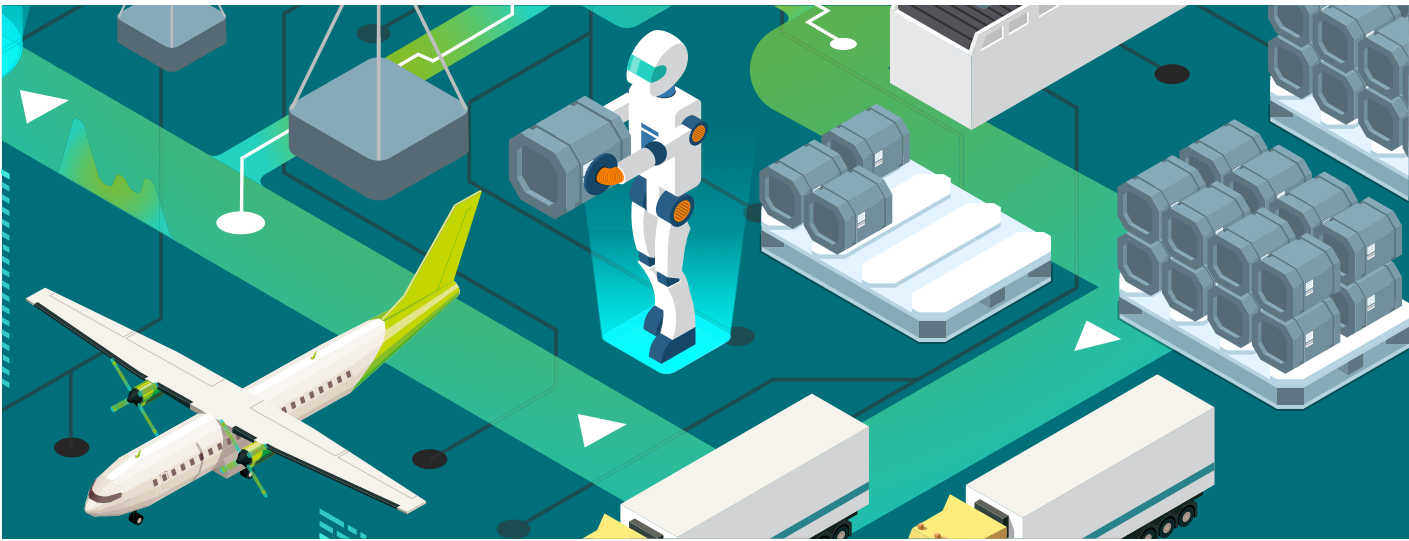
研究、发展、应用均居第二。中国人工智能人才无论在人员数量和顶尖人才方面都不及美国和欧盟（图表9）。据估算，美国和加拿大人工智能专家数量为中国、印度、日本、韩国专家数量总和的三倍之多⁴。虽然亚太地区人工智能领域的论文和专利总数快速增长，但缺乏原创性的领军人才（如率先发明一个算法，而非把别人的研究做到极致），

亚太地区需要把扩大高校人工智能相关学科的教学能力，鼓励科研质量重于数量，培养更强大的开放数据文化，以及提供更好的工作和生活工作环境、吸引和保留人才作为优先事项。

图表9：中国在高质量人工智能人才方面落后于美国与欧盟

年度	指标	指标数量		
		中国	美国	欧盟
2017	AI研究人员数量 ⁵	18,232	28,536	43,064
2017	顶尖AI研究人员数量 (H-index ⁶)	977	5,185	5,787
2018	顶尖AI研究人员数量 (顶级学术会议发表论文)	2,525	10,295	4,840
2018	顶尖AI研究人员 (Ph.D占比 ⁷)	11%	44%	21%

来源：美国数据创新中心 (Center for Data Innovation)



1.3 中国制造业应用市场规模预测

中国在人工智能应用领域表现突出，其中人工智能在中国制造业的市场规模有望在2025年超过20亿美元，从2019年开始每年保持40%以上的增长率（图表10）。人工智能在中国制造业应用的高增长主要受政策利好、资金充足和制造业应用潜力三方面驱动：

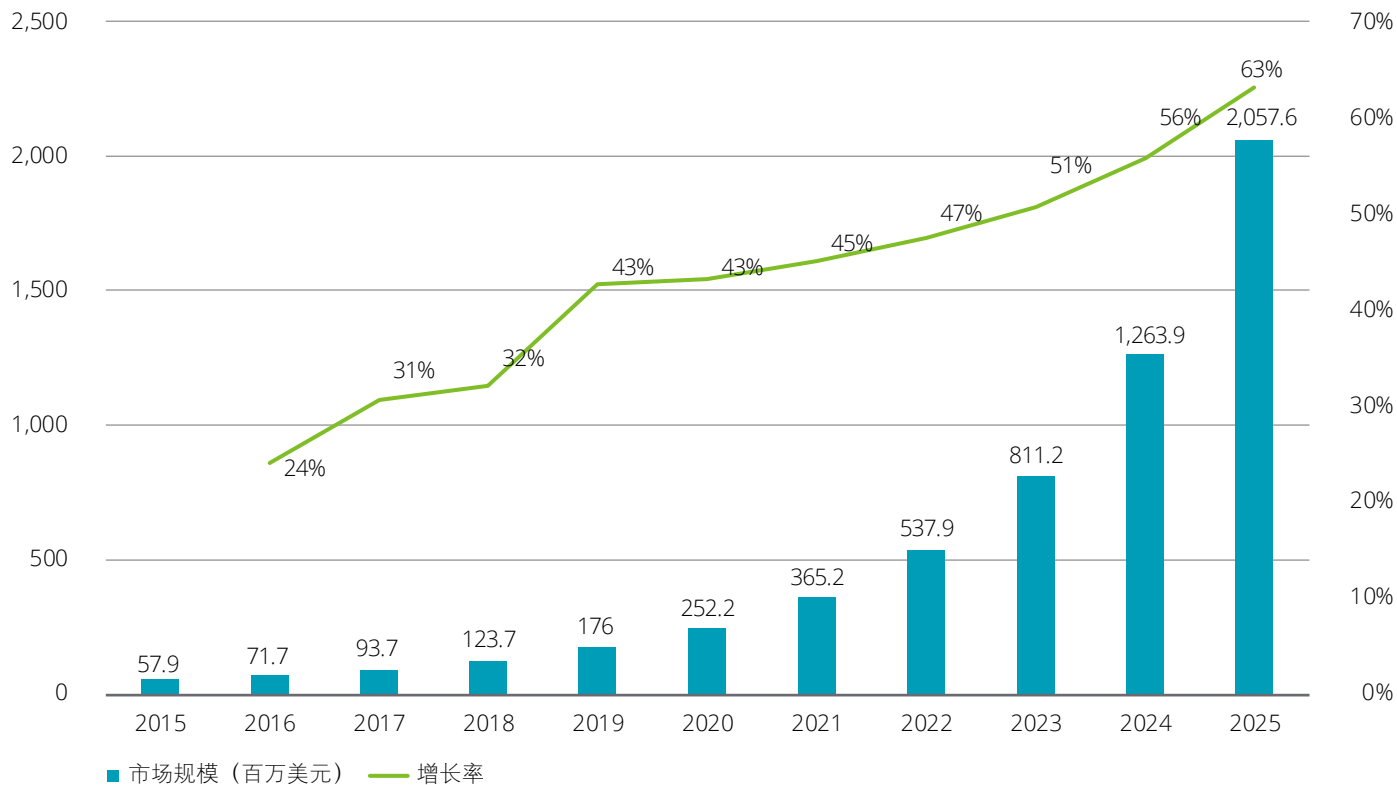
- **国家政策利好，人工智能领域发展空间开放。**2017年，“人工智能”首次被写进政府工作报告，这也意味着推动人工智能领域的发展已经上升为一项国策。相对来说，中国拥有更加开放的人工智能发展平台，对人工智能的发展持支持态度，这将给予人工智能领域的创业者和从业者更多的发展空间。尤其在制造业领域内，中国政府采取的多是鼓励发展为主的策略，例如为中国的智能机器人及无人驾驶

领域提供政策支持等。而在社会和制造型企业层面，大数据的使用也更加开放。

- **人工智能为技术创新主要方向，国内资金充足。**人工智能已经成为技术创新的主要方向，高科技及互联网巨头挑起人工智能的大梁，资本市场不愿错过这个超级风口。许多中国企业坐拥海量数据和充沛资金，人工智能无疑是一个良机。
- **中国制造业为中国人工智能发展提供广阔平台。**在制造业，低技术含量（第二产业、处理常规/可预测/可编程任务）的工人将首先面临被机器人替代。中国制造业主要由传统产业驱动、从业者技术要求较低，因此其劳动力可以被自动化的程度整体较高，重复性、规则性、可编程性较高的工作内容将在未来主

要由智能化工业机器人完成。进一步运用机器人和传感器在产线运行、检测、运输、仓储等全过程源源不断产生数据流，为人工智能的计算提供大量的、相对规则的数据资料，助力机器学习进一步的算法优化、提高预测准确度。毫无疑问，数据的收集是数据分析、测试、机器学习的基础。仅当拥有足量的数据基础时，机器学习才能够最大程度发挥其效用。

图表10：人工智能在中国制造业应用市场规模

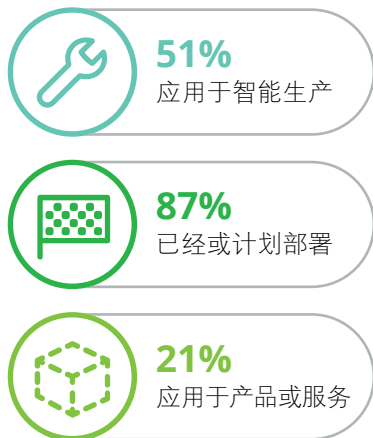


来源：Bizwit，德勤研究

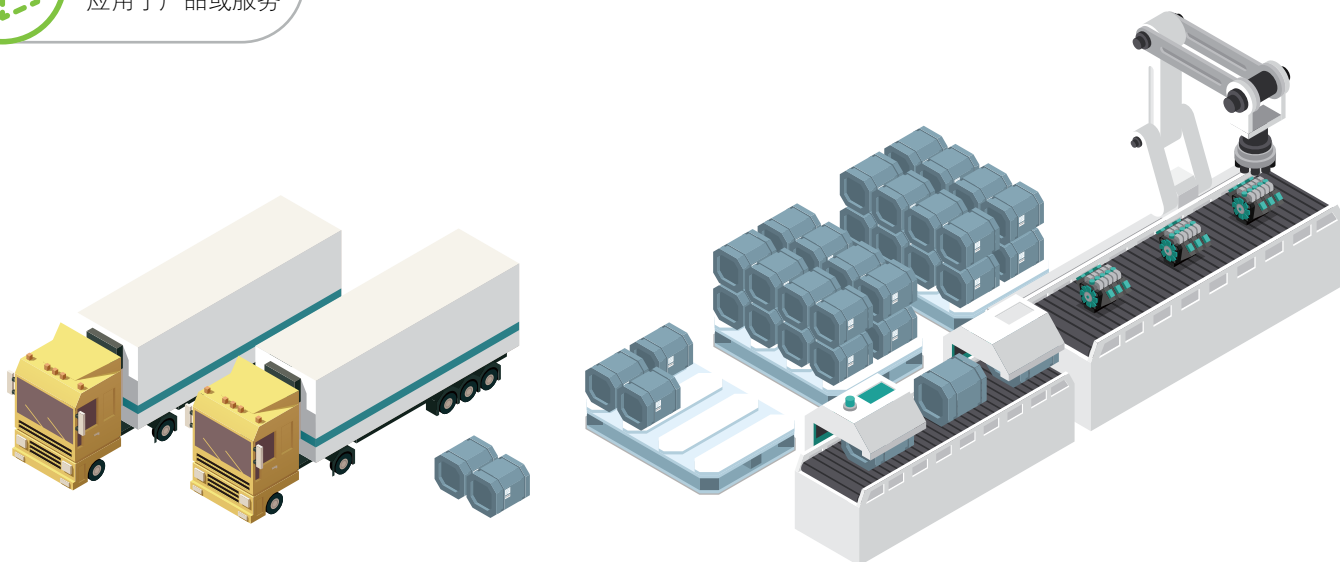


二、应用场景

人工智能在制造业的应用场景众多，大致可以分为智能生产、产品和服务、企业运营管理、供应链以及业务模式决策五个领域。智能生产相关场景应用是目前制造企业部署人工智能的首要选择，占比51%。其次为产品和服务相关场景，占比25%。但这个比例可能将在两年内发生明显变化——人工智能在工业领域的热点应用从智能生产领域向更加注重产品服务和供应链管理，未来的热点应用包括缩短产品设计周期、提升营销效率、资产与设备管理、客户需求洞察以及能源管理等。



人工智能在实用阶段，算法本质区别并不明显，产品与产品的区别体现在明确应用场景和工程化能力，本章我们将结合调研结果，探究人工智能在制造业的应用场景和变化趋势。



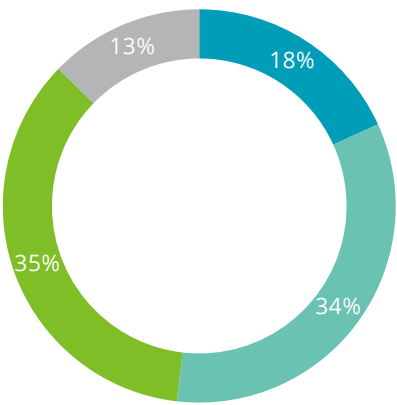
2.1 应用阶段及主要场景

德勤2019人工智能制造业应用调查中87%的受访企业表示已经或计划在两年内部署人工智能。从应用阶段来看，已经取得可见成果的企业占比18%，处于示范项目或测试阶段企业占比34%，计划部署企业占比35%，尚无计划企业占比13%（图表11）。

这结果与企业人工智能项目的推动方式相辅相成。在已经在进行或计划人工智能项目的受访企业中，15%受访企业表示在完整的人工智能战略和连贯的计划下进行项目；28%的企业正在探索不同的倡议，搭建学习模型并测试概念的可行性；57%的企业有进行示范项目，但大部分是不连贯的、零散的项目（图表12）。

图表11：制造企业人工智能应用所处阶段及项目进展情况

企业的人工智能部署和应用所处阶段

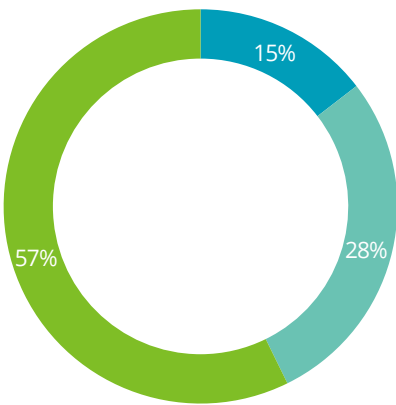


■ 已经取得可见成果 ■ 处于示范项目或测试阶段
■ 计划部署 ■ 尚无计划

来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

图表12：已经在进行或计划人工智能项目的制造企业人工智能应用所处阶段及项目进展情况

受访企业人工智能项目进展情况

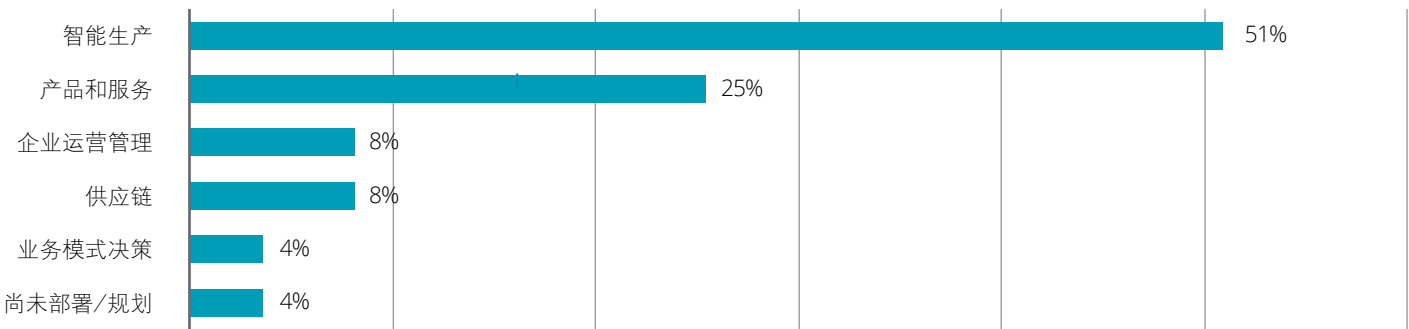


■ 在完整的人工智能战略和连贯的计划下进行项目
■ 探索不同的倡议，搭建学习模型测试概念可行性
■ 进行示范项目，但大部分是不连贯的、零散项目

人工智能在制造业的应用场景众多，大致可以分为智能生产、产品和服务、企业运营管理、供应链以及业务模式决策五个领域。本次调查发现，智能生产相关场景应用是目前及未来两年内，制造企业部署人工智能的首要选择，占比51%。其次为产品和服务相关场景，占比25%。选择供应链和企业运营管理均占比8%，业务模式决策为4%，还有4%的企业尚未计划部署人工智能（图表13）。

图表13：受访企业人工智能部署重点

目前或未来两年内，企业重点部署的人工智能应用领域



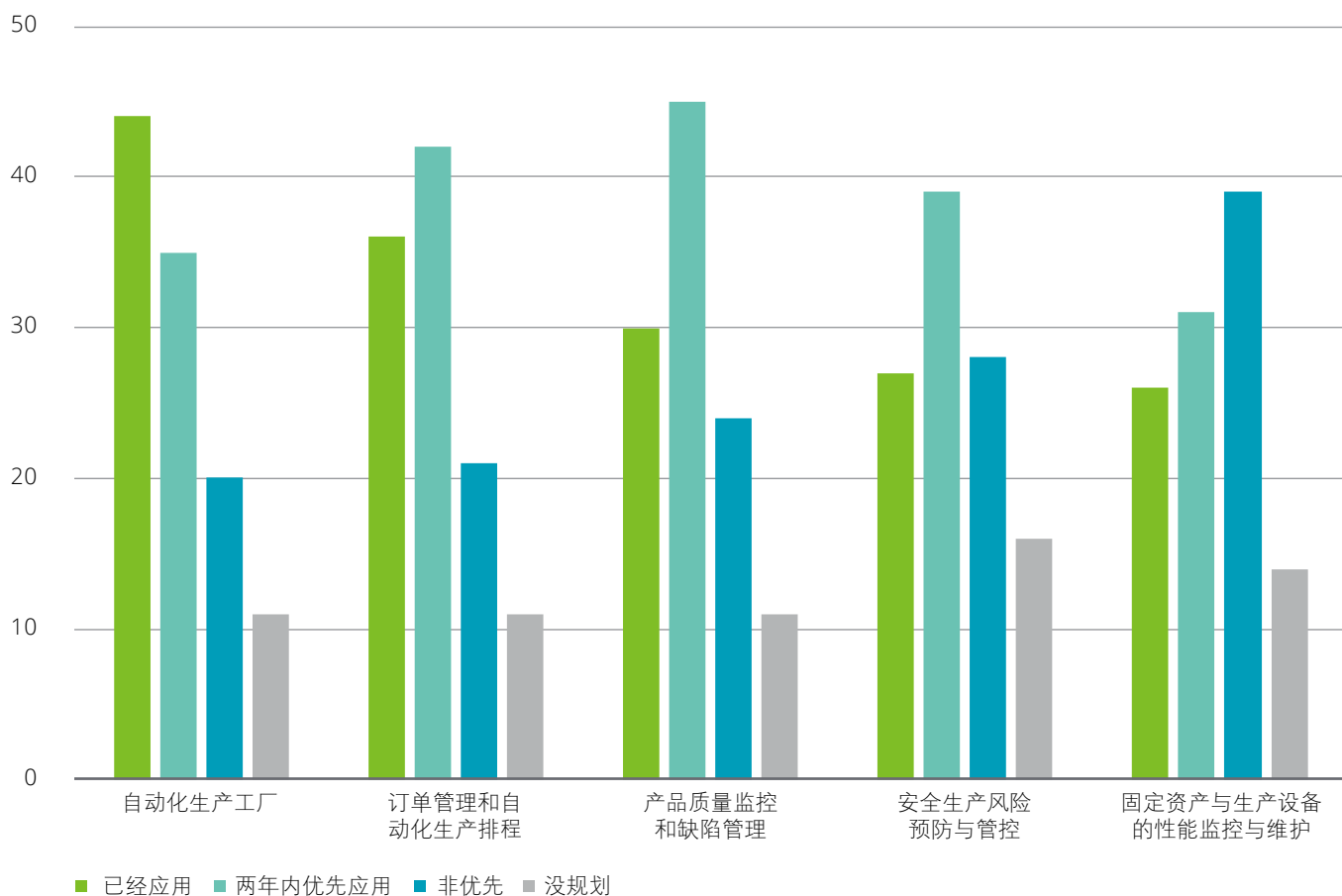
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

2.2 智能生产

在智能生产领域，目前应用比较多的场景是自动化生产工厂与订单管理和自动化排程，未来两年内将有更多人工智能技术用于产品质量监控和缺陷管理。计算机视觉技术的进步推动人工智能在质量监控和缺陷管理方面的应用（图表14）。

图表14：受访企业在智能生产领域的人工智能应用场景

智能生产领域，企业已经或计划在下列场景应用人工智能技术



注释：数字代表企业数量

来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

人工智能在自动化生产工厂的应用很大程度上与工厂大规模安装机器人相关。目前无法得知这些安装的机器人在多大程度上运行人工智能软件，但这样庞大的基础无疑会促进人工智能应用场景的增长。中国的工业自动化和工作岗位的转移正在增加，过去三年里，一些中国的工业企业已经使其40%的劳动力自动化。自2012年以来，中国每年的机器人安装数量增长500%（欧洲为112%）。虽然目前大部分自动化工厂机器人是通过程式编辑以高精度和速度重复执行特定工作，我们认为随着人工智能嵌

入，机器人将具有感知环境变化，识别并应对不同对象，甚至在特定情况下自主决策的能力。人工智能用于自动化生产排程，往往关注交期承诺、计划与排产、加工顺序调度、物料准时配送的优化，特别是针对离散行业解决多工序、多资源的优化调度问题⁸。

人工智能在产品质量监控和缺陷管理应用有望快速增长，很大程度受益于机器视觉技术的进步。机器视觉工具利用机器学习算法，经过少量图像样本训练，可以在精密产品上以远超人类视觉的分

辨率发现微小缺陷。产品质量提升还可以通过工艺优化实现，人工智能对关键工艺步骤的数据进行感知分析，并依此实施优化提升良品率。这些应用可以为那些生产昂贵产品、对产品质量要求高的企业创造可观的经济价值。

当然，由于采集数据的方法、数据的质量和多样性以及规模直接决定机器学习发挥作用的空间，人工智能在智能生产领域的应用对企业的硬件设施有一定要求，如自动化设备及管理系统配备齐全和传感器的广泛使用。

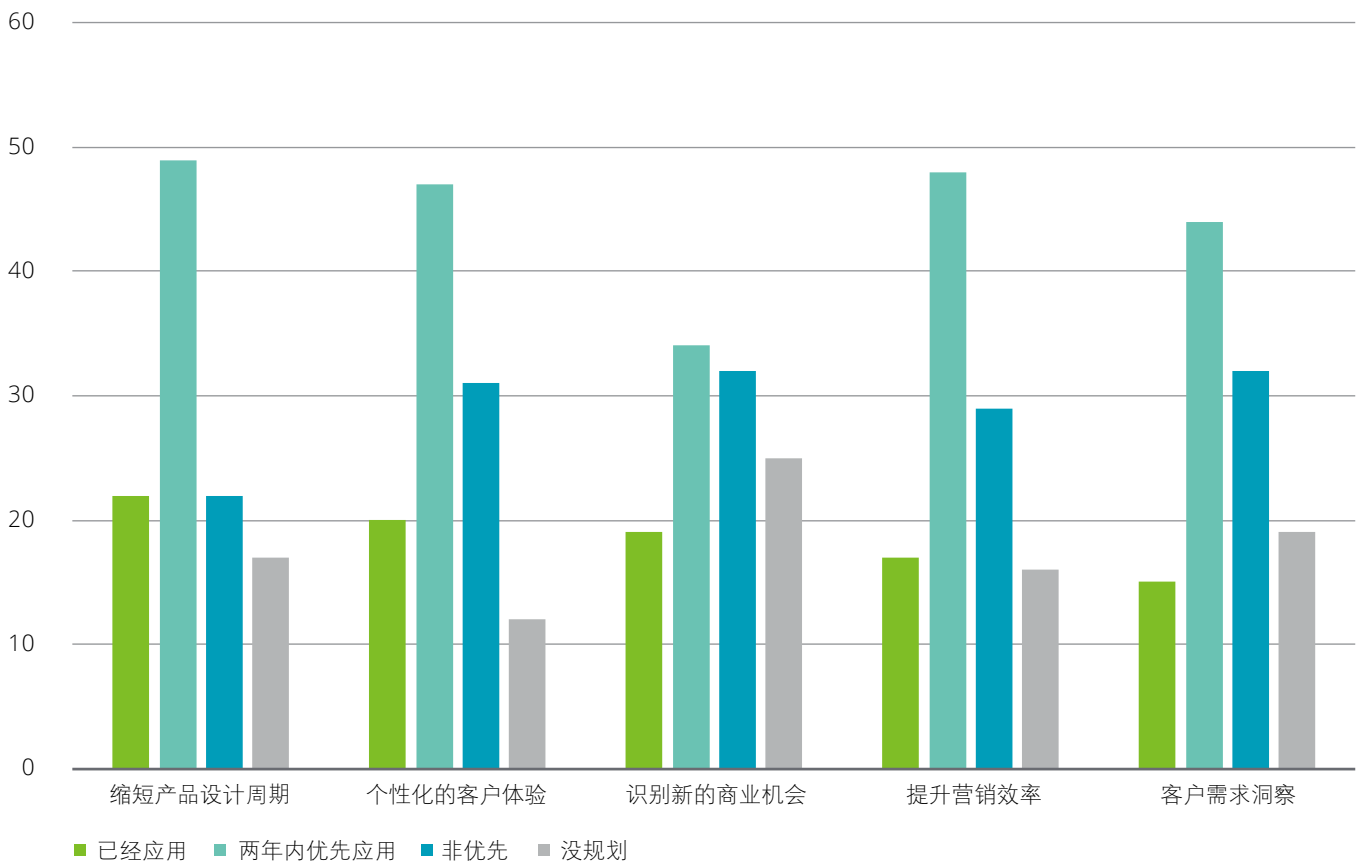


2.3 产品与服务

在**产品与服务**领域，目前已经在应用人工智能技术的企业较少，但计划在两年内优先部署的企业数量明显增加，特别是在缩短产品设计周期、个性化客户体验以及提升营销效率的应用场景（图表15）。

图表15：受访企业在产品与服务领域人工智能应用场景

产品与服务领域，企业已经或计划在下列场景应用人工智能技术



注释：数字代表企业数量

来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

制造企业面临既要提升产品性能、降低能耗，又要缩短设计周期的挑战。生成式产品设计是目前比较受欢迎的利用人工智能缩短设计周期的应用。它根据既定目标和约束利用算法探索各种可能的设计解决方案。具体来说需要经过三个步骤：首先，设计师或工程师将设计目标以及各种参数（如材料、制造方法、成本限制等）输入到生成设计软件中。然后，软件探索

解决方案的所有可能的排列，并快速生成设计备选方案。最后，运用机器学习来测试和学习每次迭代的效果。

人工智能在提升产品客户体验、挖掘客户需求洞察和提高营销效率的应用同样具有很大潜力，因为制造业企业不仅需要了解发生在工厂里的事，更要了解产品出厂后的生命旅程。以用户体验（安全性）为

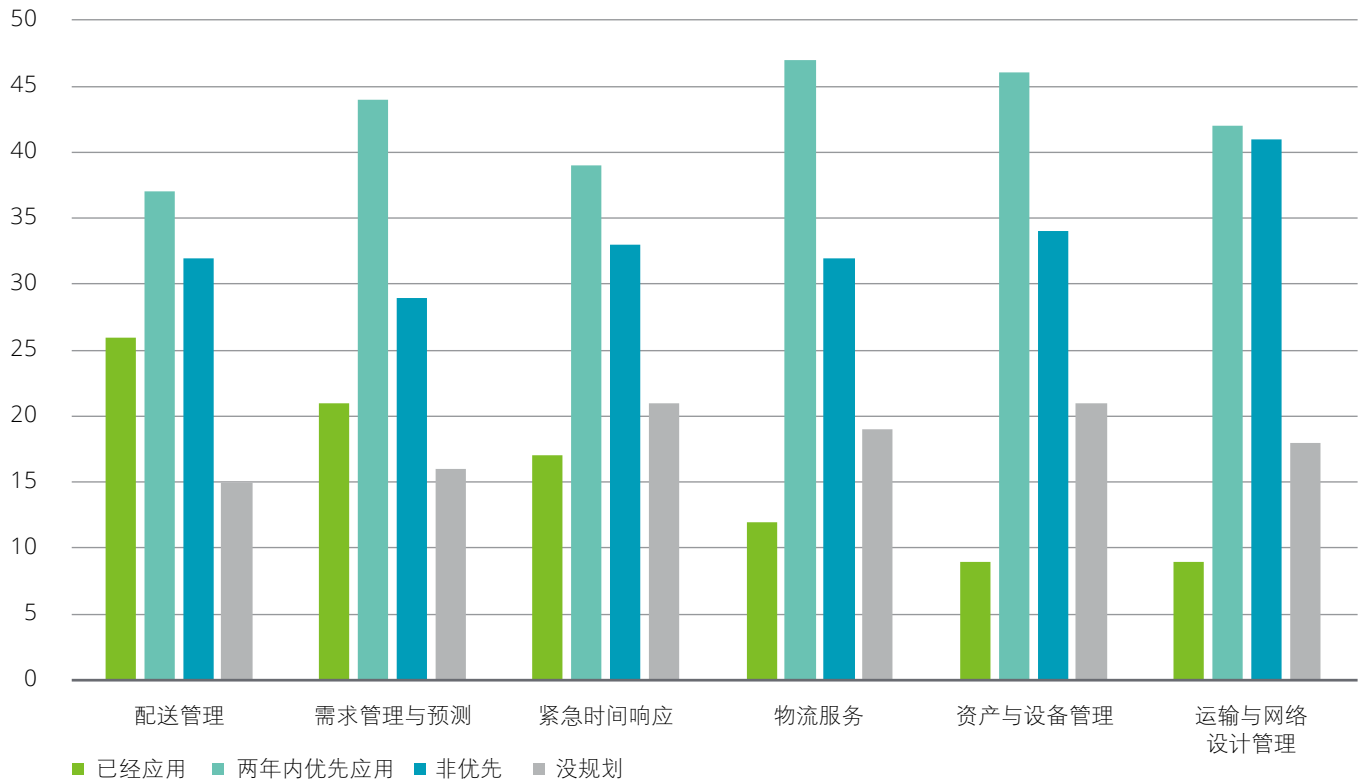
例，iPhone X使用了安全性更高的Face ID，Face ID是通过人脸识别技术进行的生物特征认证。苹果表示，Touch ID指纹识别被相同指纹破解的概率是五万分之一，Face ID面部识别被相同面貌破解的概率为一百万分之一，Face ID面部识别的安全性整整提升了20倍。⁹

2.4 供应链管理

在**供应链**领域，**配送管理和需求管理与预测**是目前制造企业应用人工智能的提升供应链效率的主要场景，未来两年内，物流服务、需求管理与预测、资产与设备管理场景的应用将快速增长（图表16）。

图表16：受访企业在供应链领域人工智能应用场景

供应链领域，企业已经或计划在下列场景应用人工智能技术



注释：数字代表企业数量
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

配送管理解决的是货品安全精准配送的问题，也是目前人工智能在制造业供应链领域最多的应用。基于人工智能技术实现货架、商品、机器人的整体协调，能够更快速的实现产品出入库和高效的仓库货架规划。在工厂仓储中，各种类型的全自动流水线、自动分拨、仓储和配送机器人已经开始慢慢应用，基于人工智能技术可以让每一个物料都有最优路径，最短时间送达。

供应链管理的另一大挑战是预测下个季度的热销产品，从而让供应链人员对企业库存、人员以及物流能力进行合理规划，甚至在消费者购买之前将货物提前运送到临近销售点的仓库内。人工智能更深层次运用在对消费趋势的分析与预测，藉由整合内部销售数据、消费者产品使用记录、产品生命周期追踪、竞争情报、市场趋势分析和社交媒体等数据对消费者需求偏好与购买行为进行画像分析。设计师们可以为下一个季度创造热销品，企业能更精准计算预期收入。



2.5 企业运营管理

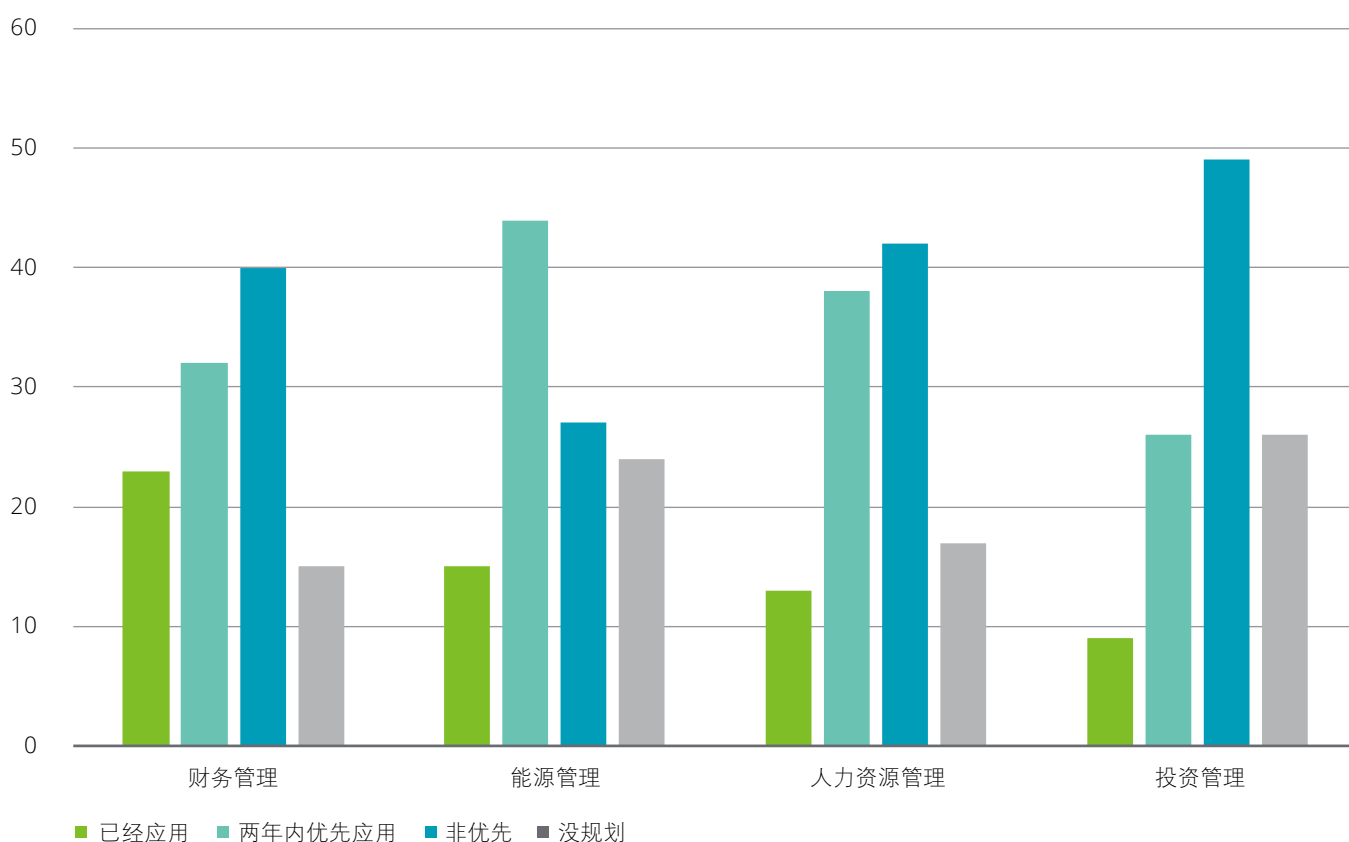
在**企业运营管理**领域，目前比较多的应用场景是**财务管理**，未来两年内，人工智能在**能源管理**和**人力资源管理的**应用将显著增长（图表17）。

制造企业的能源消耗占企业生产成本比例较高，不同的装备水平、工艺流程、产品结构和能源管理水平对能源消耗都会产生不同的影响。将人工智能用于能效诊断的可以帮助企业提高节能效率。

有企业已经实现所有能源的消耗分析与优化都是通过人工智能来完成，进一步实现工厂整体能耗的降低。钢铁厂也逐步通过人工智能学习以及分析应用，来控制钢铁厂的能耗。

图表17：受访企业在运营管理领域人工智能应用场景

企业运营管理领域，企业已经或计划在下列场景应用人工智能技术



注释：数字代表企业数量

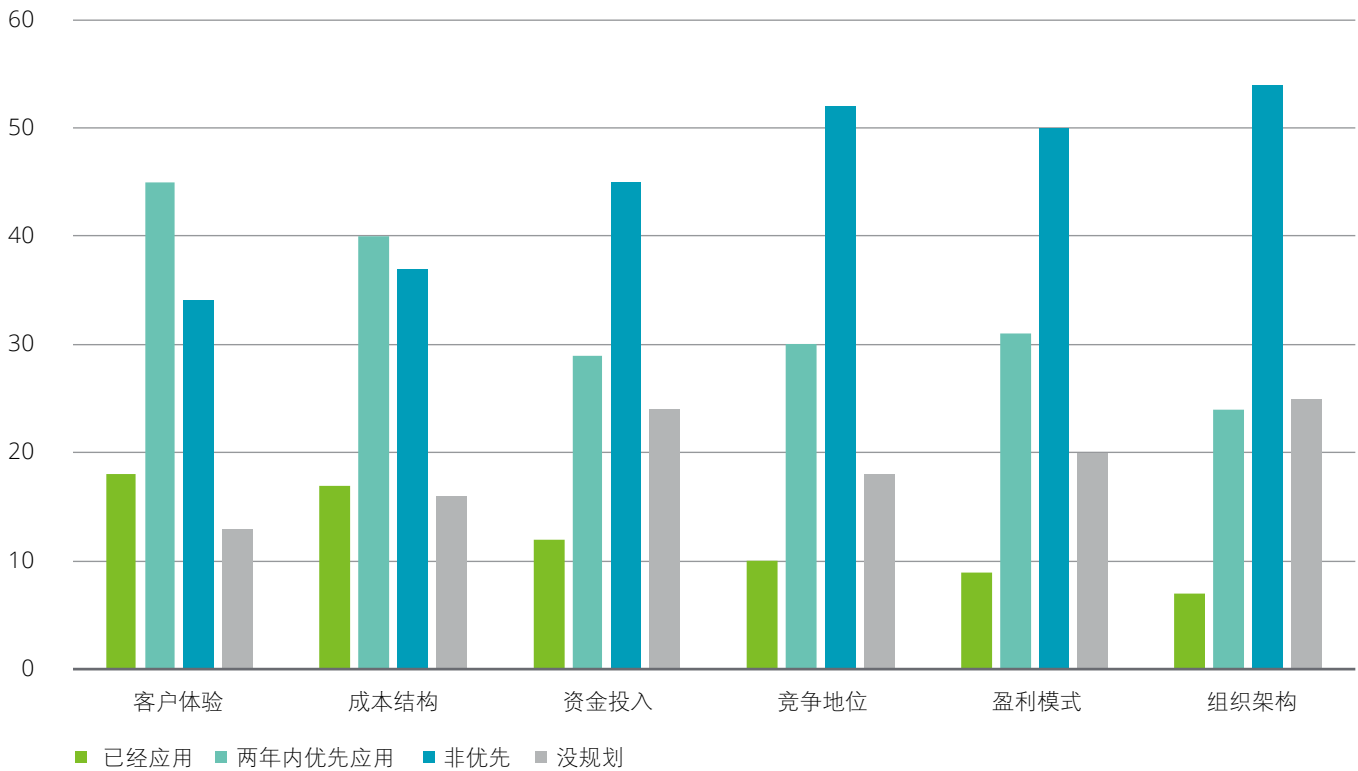
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

2.6 业务模式决策

在**业务模式决策**领域，**客户体验与成本结构是人工智能用于制造业业务模式决策的主要方向**。现今的客户无疑越来越挑剔，即希望获得定制化产品和服务，又要求更低廉的价格。相当一部分受访企业计划利用人工智能精准预测客户需求、开发智能化产品和服务或采用灵活的定价和收费模式，从而给予客户新的整合并互动的服务体验。在制造业人力成本和资源成本快速上升的大环境下，成本结构是企业关注的另一热点。人工智能在人力替代、库存管理、设备稳定性等方面的应用潜力可以降低企业管理的成本和费用，优化成本结构（图表18）。

图表18：受访企业在业务模式决策领域人工智能应用场景

业务模式决策领域，企业已经或计划在下列场景应用人工智能技术



注释：数字代表企业数量
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

2.7 热点应用场景变化趋势

如果不对应用领域进行区分，只是对具体应用场景进行扫描，会发现人工智能在制造业领域的热点应用场景将在两年内发生重大变化，主要体现在两方面：

- 人工智能在工业领域的热点应用从智能生产领域向更加注重产品服务和供应链管理；

- 两年内会出现新的应用增长点，其中提升营销效率、物流服务、资产与设备管理、客户需求洞察、能源管理以及供应链运输与网络设计管理为企业重点关注应用；

这种变化是制造业向工业4.0过渡的必然结果。制造业不仅关注生产过程，而

是整个价值链——如何进行需求感知并进行供应链相关规划，如何创造和增加智能产品和服务以增加收入，如何以新的方式与客户建立联系并整合客户信息等。人工智能处理大量数据及做出明智决定的能力使上述环节更有效的得以实现和创造价值。

图表19：人工智能制造业热点应用场景变化（数字代表受访企业回复数量）

智能生产应用场景	已经应用	两年内优先
自动化生产工厂	44	35
订单管理和自动化生产排程	36	42
产品质量监控和缺陷管理	30	45
安全生产风险预防与管控	27	39
固定资产与生产设备的性能监控与维护	26	31

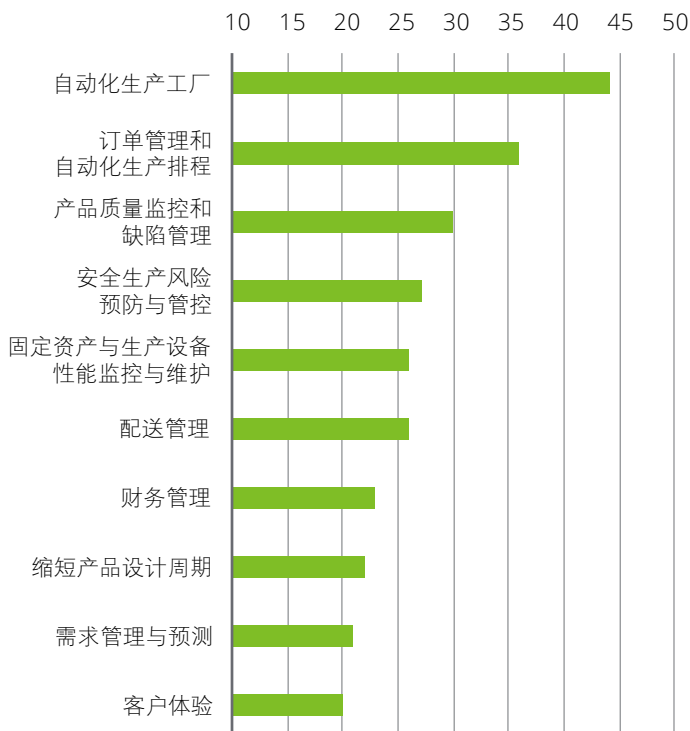
企业运营管理应用场景	已经应用	两年内优先
财务管理	23	32
能源管理	15	44
人力资源管理	13	38
投资管理	9	26

产品和服务应用场景	已经应用	两年内优先
缩短产品设计周期	22	49
个性化的客户体验	20	48
识别新的商业机会	19	34
提升营销效率	17	48
客户需求洞察	15	44

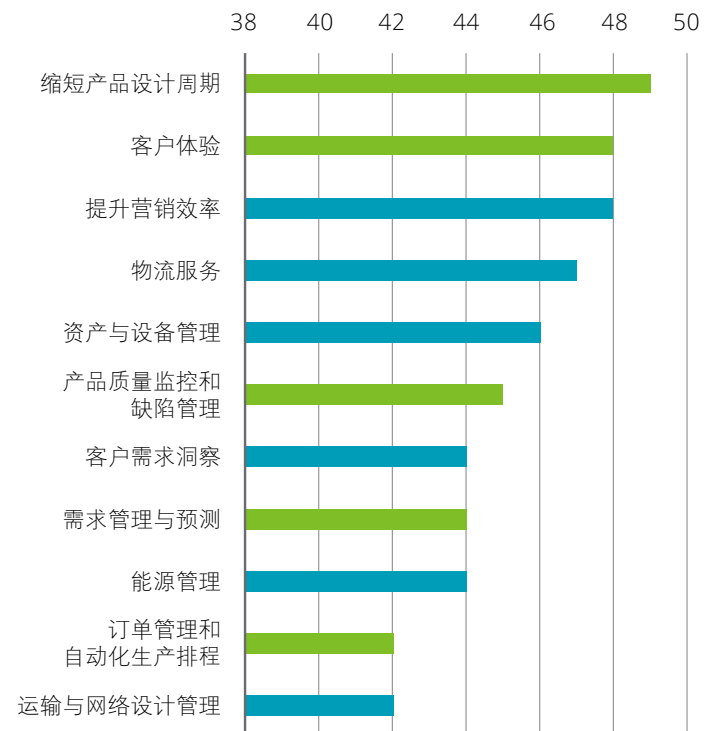
供应链管理应用场景	已经应用	两年内优先
配送管理	26	37
需求管理与预测	21	44
紧急时间响应	17	39
物流服务	12	47
资产与设备管理	9	46
运输与网络设计管理	9	42

注释：蓝色、绿色、灰色分别代表受企业关注程度的高、中、低

目前人工智能制造业应用热点



未来两年人工智能制造业应用增长点



注释：数字代表企业数量，蓝色柱状代表新的应用增长点
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查



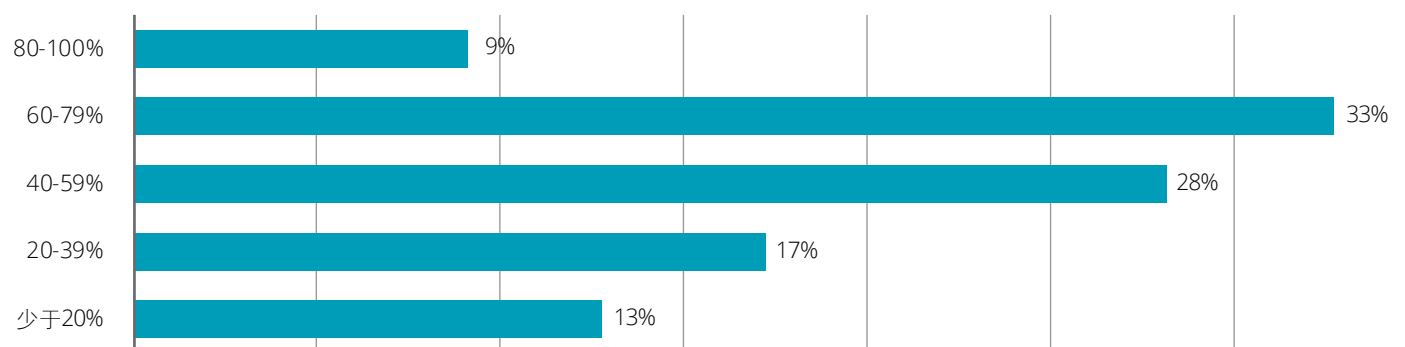
三、现实与预期的差距

3.1 91%项目未能达到预期

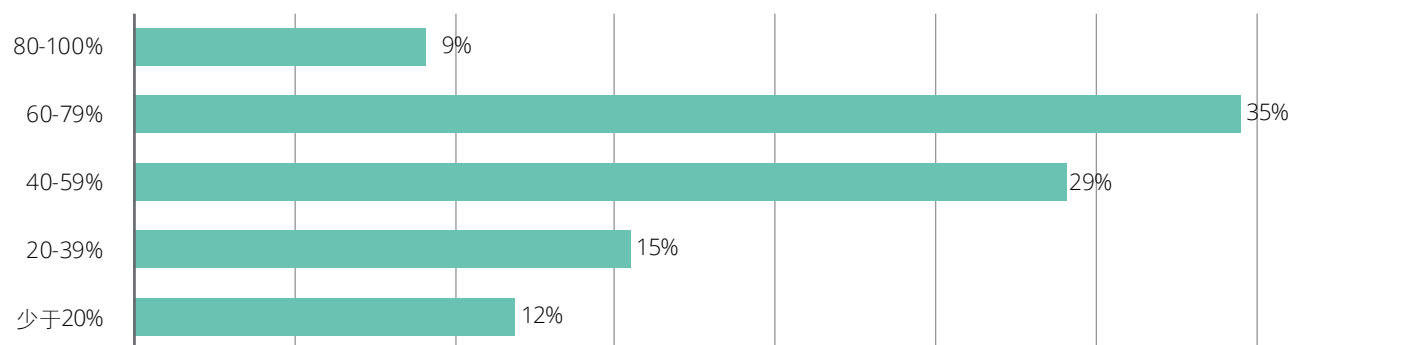
中国制造业企业人工智能项目实施不在少数，效果如何？通过企业调查我们发现，不论是从企业获益角度，还是从预算及时间投入角度衡量，认为项目达到80-100%预期的企业占比仅为9%，这意味着91%的人工智能项目未能达到企业预期（图表20）。

图表20：受访企业人工智能项目结果与预期差异

从企业获益角度衡量，人工智能项目在多大程度上符合公司预期



从投资预算和时间角度衡量，人工智能项目在多大程度上符合公司预期



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

人工智能项目结果与预期差距较大是全球普遍存在的现象。这种落差往往是由以下几方面的问题造成：

- **既有经验及组织架构障碍：**当人工智能技术的导入涉及到管理变革或流程优化操作时，由于员工已经熟悉原有工作流程，实施新流程是一个困难的过程，特别是企业往往无法完全投入所需的资金、培训与时间。另外，不了解如何进行相关的组织架构调整也是企业应用人工智能过程的挑战。
- **基础设施条件制约：**实施人工智能项目对企业的基础设施有一定的要求。德勤调查发现，45%的企业认为基础设施影响较大，从而不得不推迟原有的人工智能计划；还有14%的企业认为基础设施问题影响严重，导致企业无法进行某些转型。如企业首先要有能够采集关键变量的传感器，要能够

把实际有效量测数据收上来，才有机会分析哪些流程改进质量才能更好，生产效率才能更高（图表21）。

- **数据采集方法及数据质量问题：**当基础设施条件具备后，采集数据的方法，数据的质量、多样性以及规模直接决定了机器学习的发挥余地。目前国内大型制造企业的自动化设备和管理系统都已配备都齐全，但产生数据的利用率却一直不尽如人意——耗费资源收集大量数据，而收集上来的数据却往往并非关键数据。
- **缺乏工程经验：**人工智能技术公司需要把假设的算法与理论落实到企业实际应用场景中，考验的不仅是项目团队的技术能力，也考验团队对制造工艺的理解，和算法与行业应用结合的经验，综合运用各种软硬件资源，建构出可行的人工智能应用场景方案。

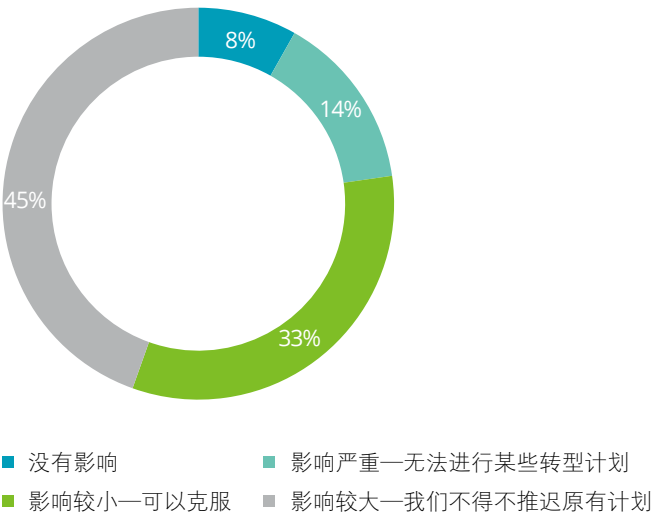
- **项目规模过大、过于复杂：**人工智能适用于解决具体问题，通用型大项目往往涉及复杂的多种因素决策，超出目前人工智能的能力范围。

3.2 半数企业不能接受预期和现实的落差

51%的受访者会选择已经有成功经验的项目，因此不太能接受预期和现实的落差；49%的受访者认为试错无法避免，并能够接受预期和现实的落差（图22）。创新带来的失败和代价是可以理解的，不要让挫折破坏企业实施人工智能的承诺，企业需要学会如何了解失败、控制失败，最终利用人工智能为企业带来长期回报。

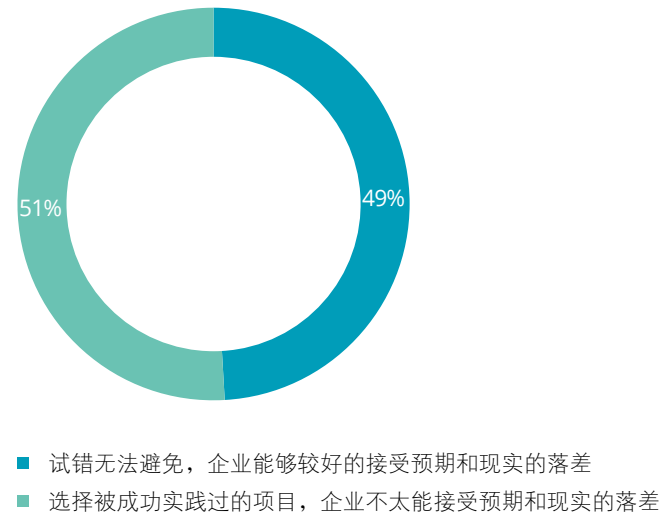
图表21：企业基础设施问题对人工智能项目的影响

基础设施问题的影响程度



图表22：企业对人工智能项目结果的态度

受访企业对人工智能项目结果的态度



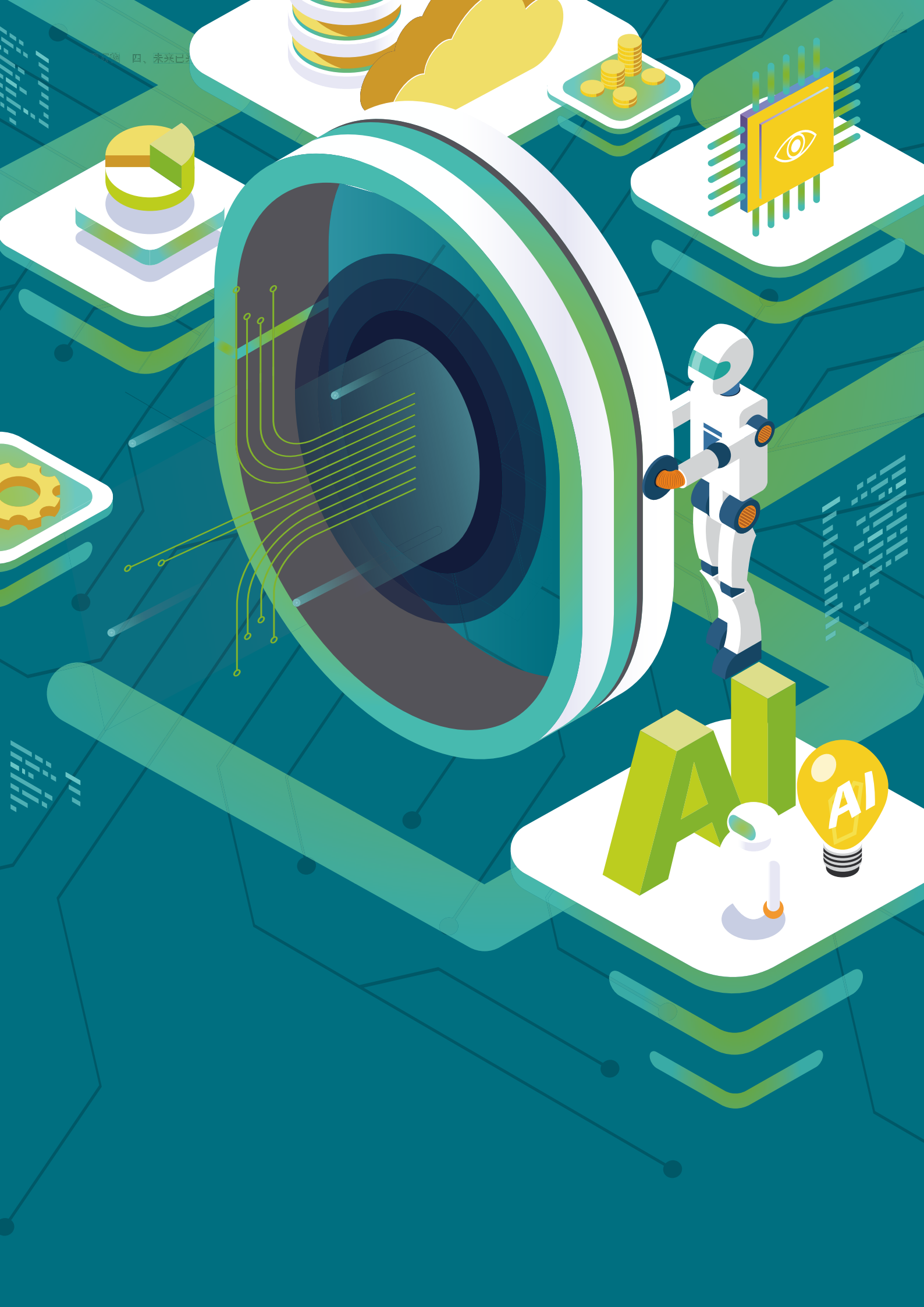
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查



49%

51%

101
110
010



四、未来已来

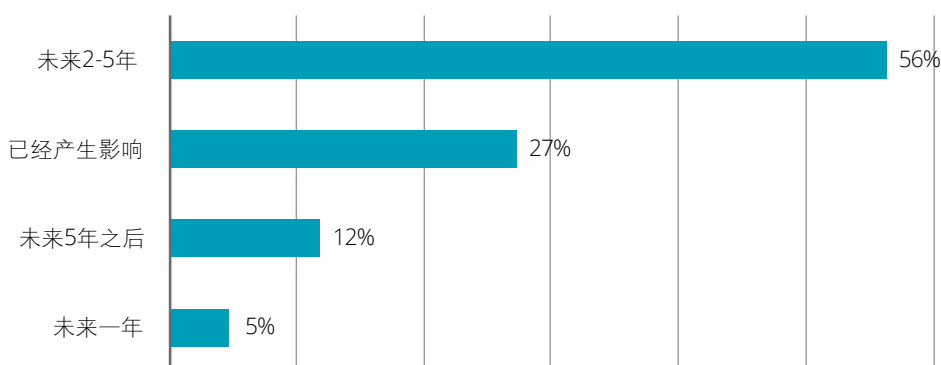
4.1 实际影响可期

人工智能在制造业的应用已不是纸上谈兵,而是将在不远的未来改变企业生产和管理的方式。德勤调查显示,83%的企业认为人工智能已经或将在未来五年内对企业产生实际可见的影响,其中27%的受访者认为人工智能项目已经为企业带来价值;56%的受访者认为人工智能将在未来2-5年为企业带来回报(图表23)。

当然,不同行业应用人工智能的预备度有所不同,从资产、技术、标准与法规以及生态系统四个方面衡量,电子及通信设备、家用电器制造、汽车制造、电力及电气行业的预备度较高(图表24)。

图表23: 人工智能项目影响可期

人工智能项目将在何时对企业产生实际可见影响

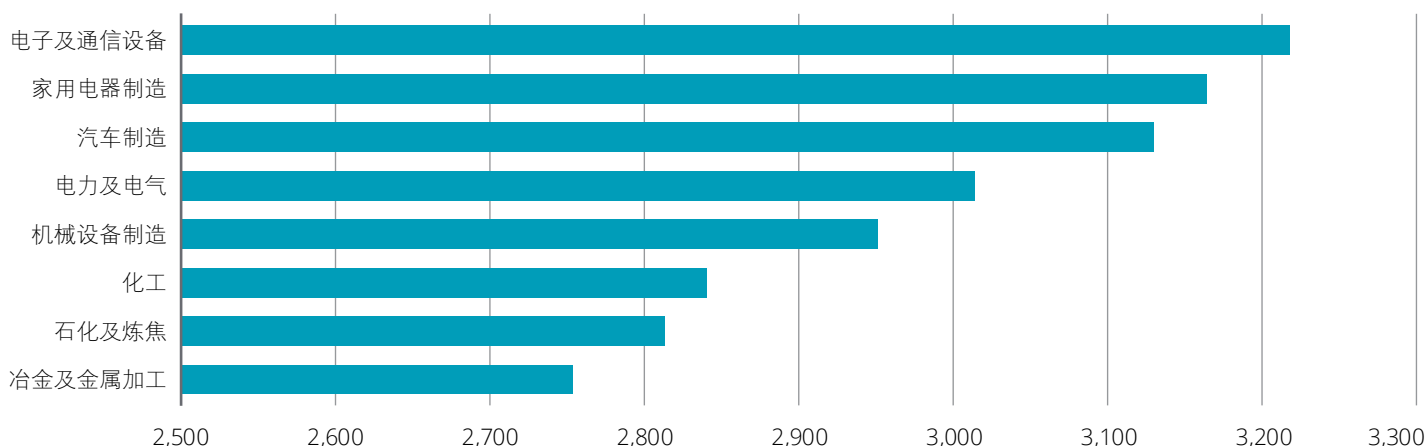


来源: 2019德勤人工智能制造业应用调查

图表24: 主要行业人工智能应用预备度

	资产	技术	标准与法规	生态系统
电子及通信设备	●	●	●	●
家用电器制造	●	●	●	●
汽车制造	●	●	●	●
电力及电气	●	●	●	●
机械设备制造	●	●	●	●
化工	●	●	●	●
石化及炼焦	●	●	●	●
冶金及金属加工	●	●	●	●

各行业应用人工智能的预备度 (分数越高说明预备度越高)



来源: 2019德勤人工智能制造业应用调查

4.2 企业投资偏好

32%的受访企业预计未来两年内部署人工智能的投资规模达2,000万以上，还有32%的企业预计将投资不超过500万元，其余企业的投资规模处于500-2,000万之间（图表25）。

从技术倾向性来看，更多企业将投资于复合性技术体系，从而优化生产、成本、库存或质量控制等方面，或用于销量、价格预见性维护的预测。对单一技术类别，如视觉监测、机器人定位、专家系统等技术的投资热情相对较小（图表26）。

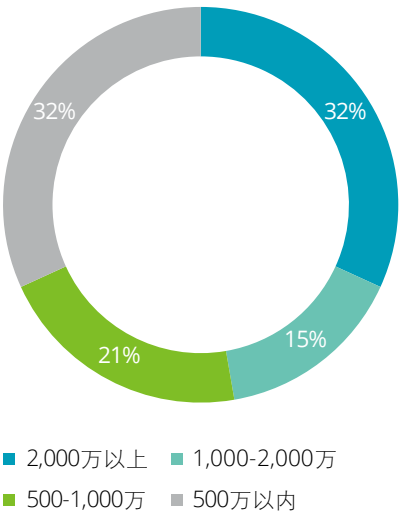
人工智能可以显著优化产品配置，以及制造商按订单生产产品所依赖的配置-定价-报价（CPQ）工作流程。例如，西门子的销售、设计和安装铁路联锁控制系统采用了人工智能和机器学习，它们可

以帮助西门子从1,0⁹⁰种潜在组合中找出最佳配置。这是机器学习所擅长的，即找出既能够满足客户需求、同时也是最有可能制造出来的产品的最佳配置¹⁰。

人工智能的预测和决策辅助与大数据分析密切相关。在德勤调查过程中，很多受访企业都表示有意愿利用人工智能进行大数据分析，实现数据可视化和精细管理。电气设备企业利用人工智能远程处理大数据，在故障发生前便能及时发现问题，从而更好的服务智能电网。

图表25：未来两年受访企业在人工智能领域投资规划

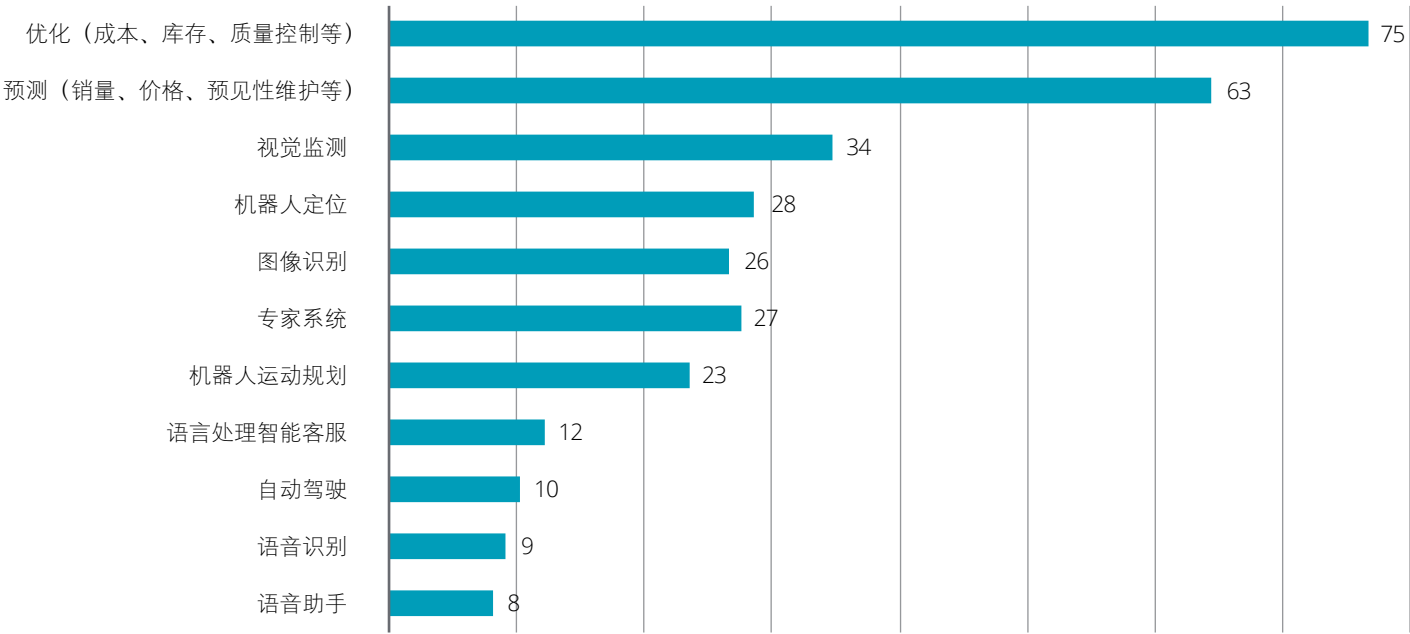
未来两年公司在人工智能领域的计划投资规模估计范围（币种：人民币）



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

图表26：最受企业关注的技术

企业目前或未来两年计划优先投资的人工智能技术



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

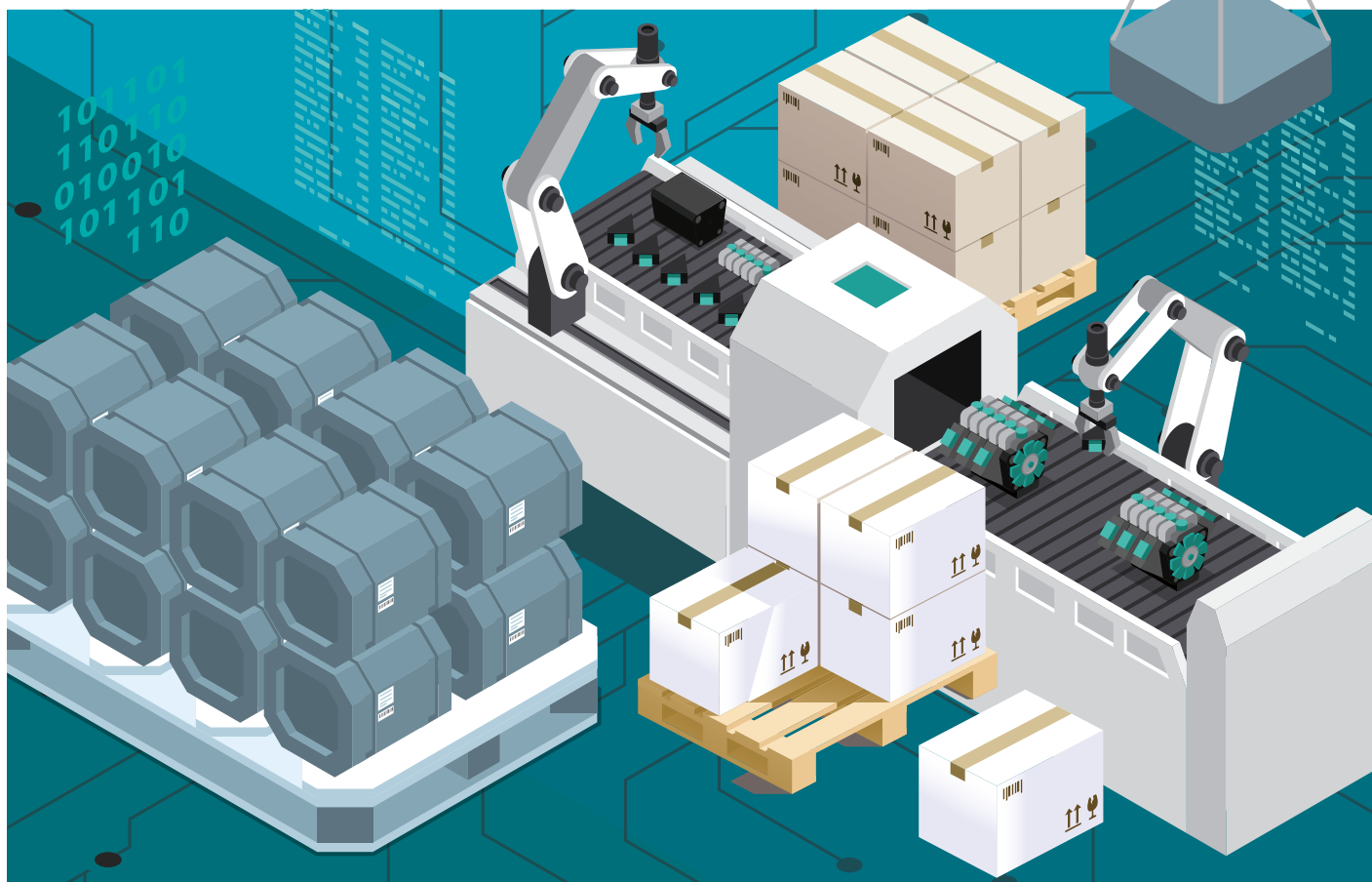
4.3 布局工业AI平台

人工智能在工业市场的应用存在可扩展性问题。人工智能解决方案通常针对特定的应用程序和企业进行定制。业界普遍认为，工业人工智能平台让企业以更低的成本应用人工智能，是人工智能在工业领域的落地和普及的必要条件。

许多技术提供商正在搭建这样的平台，阿里云ET工业大脑即是工业AI应用平台，也是开发型平台。平台正试图降低行业AI使用门槛，通过可配置的方式做业务的编排。而平台的开发功能，允许合作伙伴或者工业终端用户自身进行行业模板构建、定制，在平台之上沉淀自身的行业数据模型，架构自己的算法模

型。CraftWorks是一家为工业客户构建定制人工智能解决方案的软件公司，公司正专注于开发AI平台引擎；这样，工业客户可以构建自己的模型，而不是依赖于特定的AI解决方案。

同时，工业企业对人工智能平台也表现出很大兴趣。德国雅迪(HARTING)为工业电缆的主要供应商，推出了一个名为MICA的IoT网关，它提供边缘的连接和机器学习推理。柯尼卡美能达(KonicaMinolta)也推出AI平台，用于工业自动化、预测性维护和质量控制的图像、声音和数据分析。





五、德勤建议

中国制造业正处于人工智能大规模落地应用爆发的前夕，领先企业已经开始布局以赢得先机。德勤建议企业从自身战略、应用场景、数据基础、团队组建、合作伙伴、验证及实施开展人工智能的实际落地。

图表27：企业实践人工智能项目关键步骤



来源：德勤智慧未来研究院、德勤研究

5.1 战略目标匹配

企业首先需要确保其人工智能部署必须与企业的战略和业务目标匹配，不论这个目标是创造新的收入、减少成本、或提升运营效率，关键是选择合适的复杂程度来满足企业的业务目标。人工智能应用程序还需要符合企业业务目标所设想的时间表。某项技术越先进，它成熟所需的时间就越长。

在人工智能运用任何商业情景中之前，建议企业借助这个机会对相关业务流程及运营模式进行优化，确保基础设施条件可以支持人工智能项目的实施。企业在到达工业4.0之前，必然要经过工业2.0/3.0的过程。

5.2 明确应用场景

要找到合适的人工智能落地应用场景，本质上是要理解这项技术在哪些方面可以做的比人类更好。

目前的人工智能技术并不善于解决通用性问题，人工智能技术要实现应用场景落

地并形成商业价值，需要明确其所能解决的特定领域问题，并明确应用场景边界，将人工智能的功能需求限定在有限的特定问题边界之内，这样得出的解决方案才能相对可行可靠——如基于深度学习的AI技术在对海量信息处理已经比人类更优秀，所以可以代替人类的肉眼检测、审查数据或决定何时进行维护。

5.3 落实数据基础

由于目前基于深度学习的人工智能高度依赖大数据，企业的数据基础往往是决定AI项目是否能成功实施的基石。在实施AI方案之前企业可以对自身的数据基础进行诊断和评估，我们可以简单地将数据基础成熟度分成以下几个等级：

- L1: 关键业务数据缺失
- L2: 基础数据完整但组织内存在信息孤岛
- L3: 数据整合度高但不能支持业务决策
- L4: 可以进行数据驱动的业务决策但不能实时响应业务变化
- L5: 支持数据驱动的业务决策并能实时响应业务变化

当企业的数据基础成熟度在较低级别时，例如：关键数据缺失的L1级，需要做的往往不是马上实施AI方案，而是先进行数字化（或信息化）改造以打好基础。互联网和金融行业由于每天发生的业务天然就能产生大量数据，相对而言数字化程度最高，最早就有机会尝试利用AI技术；对于数据基础建设还未完成的其它传统行业，则必须通过业务流程的改进将数字化的程度提高才能考虑AI解决方案。

5.4 组建团队及搭建伙伴关系

企业如果想打造AI能力，至少需要以下几类人才所组成的团队：

- AI技术专家——包括数学、统计学方面的科学家，进行底层算法的研究；同时也包括传统意义上IT技术专家，能使用最新的AI算法开发技术原型以及后续的商业产品。
- 行业专家——对于特定行业的AI解决方案，团队中需要有经验的行业专家加入。

• AI应用专家——AI应用专家首先是一名优秀的产品经理，其次要了解算法特性，最后还要能理解行业问题，这样才能将AI技术专家和行业专家的优势整合在一起构建适合行业的技术解决方案。

组建内部人工智能团队的同时，企业也可通过合作伙伴关系快速引进人工智能

相关专业知识，特别是在人工智能战略、实施流程、技术实践、项目交付等方面借助合作伙伴的协助填补能力空白。我们的调研发现，96%的受访企业都选择与外部伙伴合作，技术咨询公司和人工智能企业为主要合作伙伴。

Gartner将人工智能技术提供商分为四种类型：领先的云服务提供商（如亚

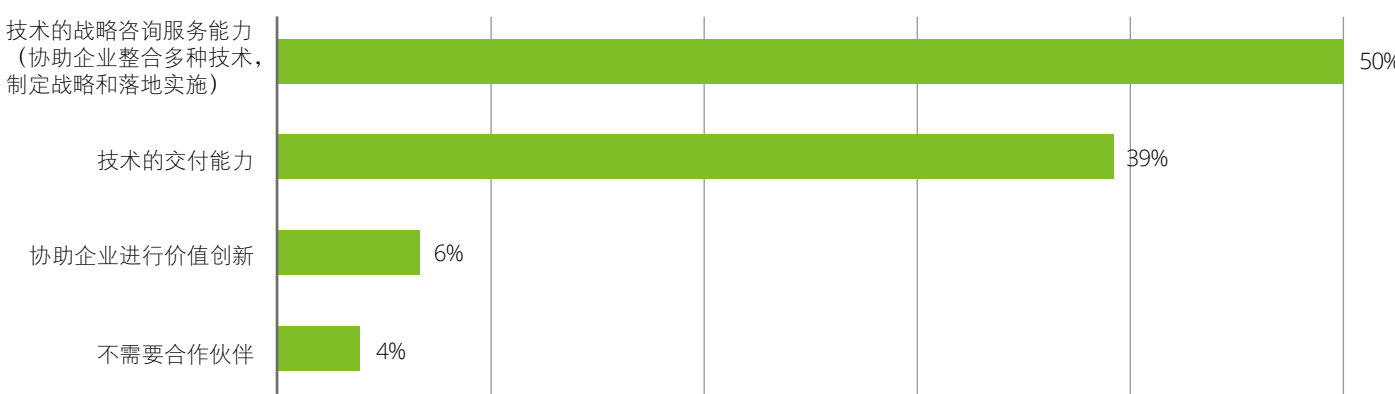
马逊、阿里云、谷歌等），企业应用程序套件提供商（如ERP、SCM、HCM和CRM业务应用程序），数据科学和机器学习平台提供商（大量人工智能头部及创业企业），以及系统集成商（如德勤、IBM等）。这四类技术提供商各有优势，企业需要根据其业务环境和目标选择最合适的伙伴。

图表28：借助合作伙伴力量填补能力空白

在计划部署和应用人工智能的合作伙伴



企业看重合作伙伴哪方面的能力



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

值得注意的是，跨境区域合作是驱动今天科技发展的重要力量，尽管中美有着非常紧密的合作关系，但过去一年里，人工智能已经被美国认为是敏感技术，涉及国家安全领域。中美关系的不确定性将对两国企业人工智能深层次合作产生影响。

5.5 验证及大规模实施

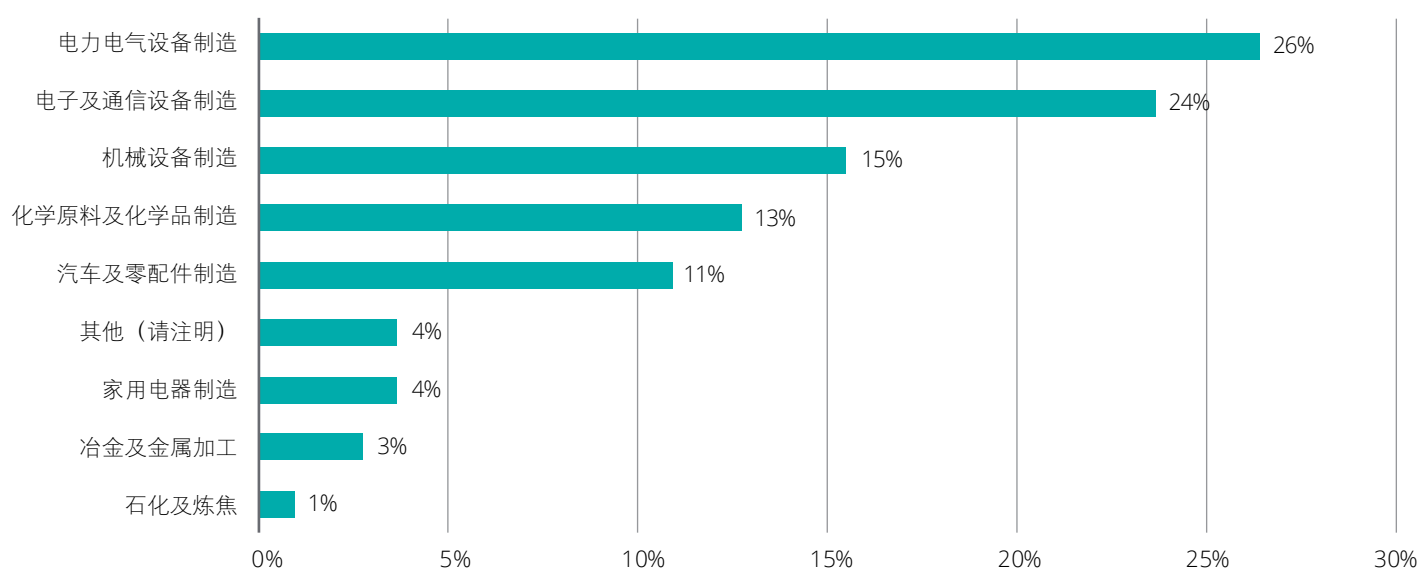
有了应用场景，完善了数据基础，搭建好团队以后，接下去要做的是基于AI的过程设计原型验证(Proof of Concept)。在确认技术原型可行的情况下，再进行迭代和最终的大规模实施。

全球制造业与新技术融合的动力与日俱增。随着制造企业累计的数据量增加，以及人工智能技术的成熟和配套工程能力的发展，人工智能将能够发挥其全部潜力。

关于本报告

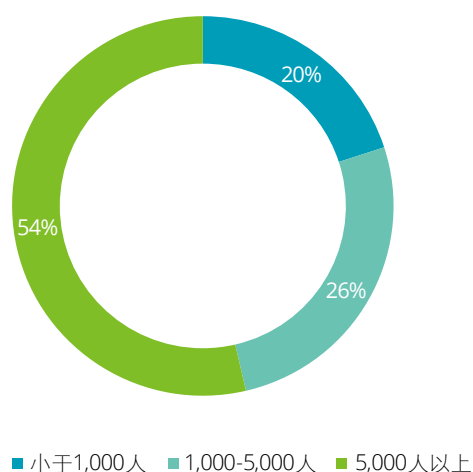
为了解人工智能在制造业领域的实际应用情况和趋势，德勤从“中国制造业500强”中选取110家大中型企业，并对其高管进行问卷调查。在问卷调查基础上，遴选代表性企业进行深度访谈。

受访企业所在行业



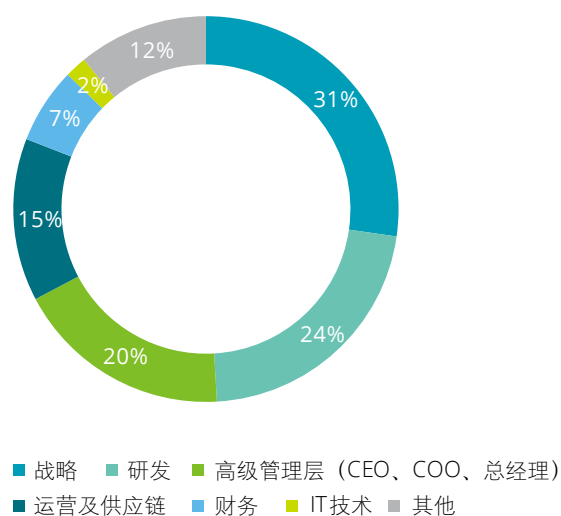
来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

受访企业员工数量



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

受访者所在职能



来源：2019德勤人工智能制造业应用调查

尾注

¹ India's National Strategy for AI http://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf

² AI Singapore, <https://www.aisingapore.org/>

³ Budget 2018: Government seeks to boost Australia AI capabilities, 08 May 2018 <https://www.computerworld.com.au/article/640926/budget-2018-government-seeks-boost-australian-ai-capabilities/>

⁴ Global AI Talent Report 2019", jfgagne, <https://jfgagne.ai/talent-2019/>

⁵ 此处AI研究人员数量是指2007-2017年间在AI期刊上发表文章或取得AI相关专利的研究人员。

⁶ H-Index由Google Scholar 和DBLP提供, 指被引次数高于或等于H的论文的数量, 是衡量科学家产出和研究影响力的手段。

⁷ 在21个顶级学术会议发表论文的AI研究人员中博士人数占比

⁸ 工业互联网正确打开方式系列(十三): 排程调度优化, 产业智能官 <https://mydaobo.com/wenzhang/50355.html>

⁹ “人工智能对用户体验的影响”, 《AI改变设计》, 2018-03-04, <http://www.woshipm.com/ucd/970109.html>

¹⁰ “西门子, 知识图谱和数据思维支撑的下一级人工智能” 西门子创新日, Michael May, 2019-05-15

联系我们

董伟龙

德勤中国

工业产品与建筑行业主管合伙人

电话: +86 10 8520 7130

电子邮件: rictung@deloitte.com.cn

龚戈亮

德勤中国

供应链管理主管合伙人

电话: +86 21 2316 6877

电子邮件: ggong@deloitte.com.cn

刘浩

德勤中国

管理咨询合伙人

电话: +86 21 2316 6294

电子邮件: haoliu@deloitte.com.cn

沈斌

德勤中国

科技风险咨询合伙人

电话: +86 755 3353 8108

电子邮件: binshen@deloitte.com.cn

李晓晖

德勤中国

工业产品及建筑行业税务与法律主管合伙人

电话: +852 2238 7881

电子邮件: samxhli@deloitte.com.hk

何伟健

德勤中国

工业产品服务行业财务咨询主管合伙人

电话: +852 2852 6653

电子邮件: keho@deloitte.com.hk

办事处地址

北京

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

长沙

中国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

中国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

中国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

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

广州

中国广州市珠江东路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

中国杭州市上城区飞云江路9号
赞成中心东楼1206-1210室
邮政编码：310008
电话：+86 571 8972 7688
传真：+86 571 8779 7915 / 8779 7916

哈尔滨

中国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

中国安徽省合肥市
政务文化新区潜山路190号
华邦ICC写字楼A座1201单元
邮政编码：230601
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

中国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-N座
电话：+853 2871 2998
传真：+853 2871 3033

蒙古

15/F, ICC Tower, Jamiyan-Gun Street
1st Khoroo, Sukhbaatar District,
14240-0025 Ulaanbaatar, Mongolia
电话：+976 7010 0450
传真：+976 7013 0450

南京

中国南京市新街口汉中路2号
亚太商务楼6楼
邮政编码：210005
电话：+86 25 5790 8880
传真：+86 25 8691 8776

上海

中国上海市延安东路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

中国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

中国深圳市深南东路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

中国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

中国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

中国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 8526 6618
传真：+86 27 8526 7032

厦门

中国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

中国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

郑州市郑东新区金水东路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

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 0898 8861 5558
传真：+86 0898 8861 0723

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。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。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、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。德勤中国是一家本土注册成立的中国专业服务机构，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。

本通信中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其成员所或它们的关联机构（统称为“德勤网络”）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，您应咨询合资格的专业顾问。任何德勤网络内的机构均不对任何方因使用本通信而导致的任何损失承担责任。

©2020。欲了解更多信息，请联系德勤中国。
Designed by CoRe Creative Services. RITM0325831



这是环保纸印刷品