

# AI 人工智能 在制造业的应用现状 调研报告



# 目录 Contents

|   |                            |    |
|---|----------------------------|----|
|   | 前言                         | 01 |
| 一 | 研究背景与主要结论                  | 02 |
|   | 1. 研究背景                    | 02 |
|   | 2. 主要结论                    | 03 |
| 二 | 样本说明                       | 04 |
|   | AI在制造业的应用现状与趋势             | 06 |
|   | 1. AI技术的重要性显现但企业准备不足       | 06 |
|   | 2. 生产制造相关应用是企业部署AI的首要选择    | 08 |
| 三 | 3. AI应用模式、算法、模型呈现多样化特点     | 13 |
|   | 4. 企业AI应用首要关注降本增效和提高生产力    | 16 |
|   | 5. 认知不足和技能缺乏是企业推进AI应用的最大挑战 | 18 |
|   | 6. 企业AI项目投入较谨慎且主要依赖厂商能力    | 18 |
|   | 7. AI在制造业的应用未来有望多点开花       | 20 |
| 四 | 生成式AI在制造业的应用现状与前景          | 22 |
|   | 1. 生成式AI应用已悄然"进军"制造业       | 22 |
|   | 2. 生成式AI在制造业的应用前景被看好       | 22 |
|   | 对制造企业推动AI应用的建议             | 24 |
|   | 1. 把握发展机遇,明确企业AI战略和目标      | 24 |
|   | 2. 企业自上而下,加强AI技术学习和认知      | 24 |
| 五 | 3. 结合自身特点,明确AI应用需求和场景      | 24 |
|   | 4. 扎实应用基础,注重技术储备和数据准备      | 25 |
|   | 5. 基于合理规划,由点到面推进AI落地       | 25 |
|   | 6. 着眼长远发展,加强人才培养和团队建设      | 25 |
|   | 整体结论                       | 26 |

## 前言

近年来,人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术步入新的发展阶段,作为推动创新的核心驱动力,其正引领众多行业变革与转型。如今, AI技术已广泛应用于AI手机、AI PC、无人机、无人驾驶汽车、人形机器人、智能穿戴设备等领域,极大地丰富了人们的生活体验。同时, AI技术浪潮正逐步从消费智能拓展到企业智能,在客户服务、供应链优化、智能制造等方面展现出巨大的应用潜力与价值,推动着企业向智能化、高效化、绿色化方向迈进。

在制造业, AI技术对众多行业和领域产生了深远影响。AI应用已经渗透到智能产品开发、表面质量检测、语音辅助拣选、生产排产与调度、供应链优化、创成式设计、质量预测分析、设备维护、客户需求预测及能源优化等多个场景,正在推动制造行业向着更智能、高效和可持续的方向发展。2024年, AI迎来更加多样化的交互场景,其中生成式AI技术影响力日渐增大,有望在制造业打开全新的应用空间。生成式AI可以基于机器学习创造原创内容,不仅限于图像生成,还包括视频、音频、文本、代码等多种形式,进一步丰富了AI在制造业的应用场景。

可以预见,随着AI技术的持续进步与发展,其在制造业的应用将不断拓展和创新,将有越来越多的制造企业积极拥抱AI技术。这场变革不仅将深刻影响企业业务流程,帮助企业实现生产自动化和管理精细化,提高生产效率和产品质量,而且将进一步激发企业在产品研发和服务模式上的创新活力,带来更加个性化和智能化的产品和服务体验。展望未来, AI在制造业的应用前景广阔,其蕴含的创新动力和转型效应,将成为推动行业升级与变革的关键力量,值得我们共同期待并持续探索。

# 一、研究背景与主要结论

## 1. 研究背景

当前,全球正迎来人工智能的发展热潮。人工智能已成为全球新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力,其应用范围已从消费智能逐步扩展至企业智能领域,带动并创造了更强大的生产力,对包括制造业在内的诸多行业带来了深远影响。在制造业,人工智能应用帮助企业实现产品创新、智能生产、质量控制、智能物流等,进一步提高了生产效率和产品质量,同时降低了运营成本和资源消耗。随着相关技术的快速发展,算法的持续优化和算力的不断提升,为人工智能技术在制造业的应用开辟了更广阔的空间。

为进一步了解人工智能技术在中国制造企业中的应用现状以及未来规划情况,e-works Research在2024年针对国内制造企业开展了两次调研,共收集了364家企业的线上调查问卷。e-works在调研过程中发现,虽然人工智能受到了广泛的关注,但是很多企业人员对人工智能技术的理解存在一定偏差。本报告将尽量遵循客观、全面、深入的原则,梳理中国制造企业的人工智能应用概况,包括人工智能在制造业企业的应用场景,产生的影响和预期的效益。同时,本报告也将探讨人工智能项目落地的挑战,为制造企业推动人工智能应用提出应对策略和建议。此外,e-works也期待为政府部门、研究机构、行业从业者等更好地了解制造业的人工智能应用提供参考。

## 2. 主要结论

本次调研呈现的主要结论如下：

AI重要性显现但企业准备不足，组织能力建设滞后。企业普遍认为AI技术对其未来发展将产生影响。然而，绝大多数企业并没有为此做好准备，普遍对AI的认知不足，并缺乏专业的人才团队、培训计划，尚不具备AI应用所需的技能。

企业AI应用主要集中在生产制造、质量管控和研发设计环节，未来有望多点开花。质量控制与缺陷检测、产品辅助设计、生产工艺优化、生产排程与调度是当前AI渗透率较高的应用场景。

AI在制造业的应用处于探索阶段，当前应用模式、算法、模型等呈现多样化特点。企业选择了不同的应用模式推动AI项目落地。Google TensorFlow、百度飞桨PaddlePaddle、华为昇思MindSpore等多个开源框架得到运用，同时监督学习、非监督学习等多种算法获得应用。

生成式AI应用已经渗透到制造企业，应用前景被看好。已有调研企业表示对生成式AI技术正在试点、实施、运营和优化。企业普遍对生成式AI在制造业的应用持乐观态度，但目前生成式AI在制造业的应用仍处于探索阶段。

认知不足和技能缺乏是当前企业推进AI应用的最大挑战。企业认为其推进AI应用的最大挑战是缺乏专业的AI人才和技能，其次是对AI技术的理解和认知不足。

企业推进AI应用的首要期望为降本增效和提升生产力。调研企业希望通过AI应用进一步提高效率 and 生产力、降低成本，其次是提升现有产品和服务，以及增强企业创新能力。

## 二、样本说明

本次调研共收到364份有效问卷，参与调研企业来自全国26个省份(包括省、自治区、直辖市)，覆盖机械装备、电子电器、汽车及零部件、能源电力、石油化工等多个行业，涵盖大、中、小型企业。

### (1) 样本企业地域分布

此次样本企业来自全国26个省份(包括省、自治区、直辖市)，其中江苏、山东和广东的企业数量位居前三，其后依次是浙江、河北、湖北、北京、河南、上海、安徽、陕西、山西等地区。

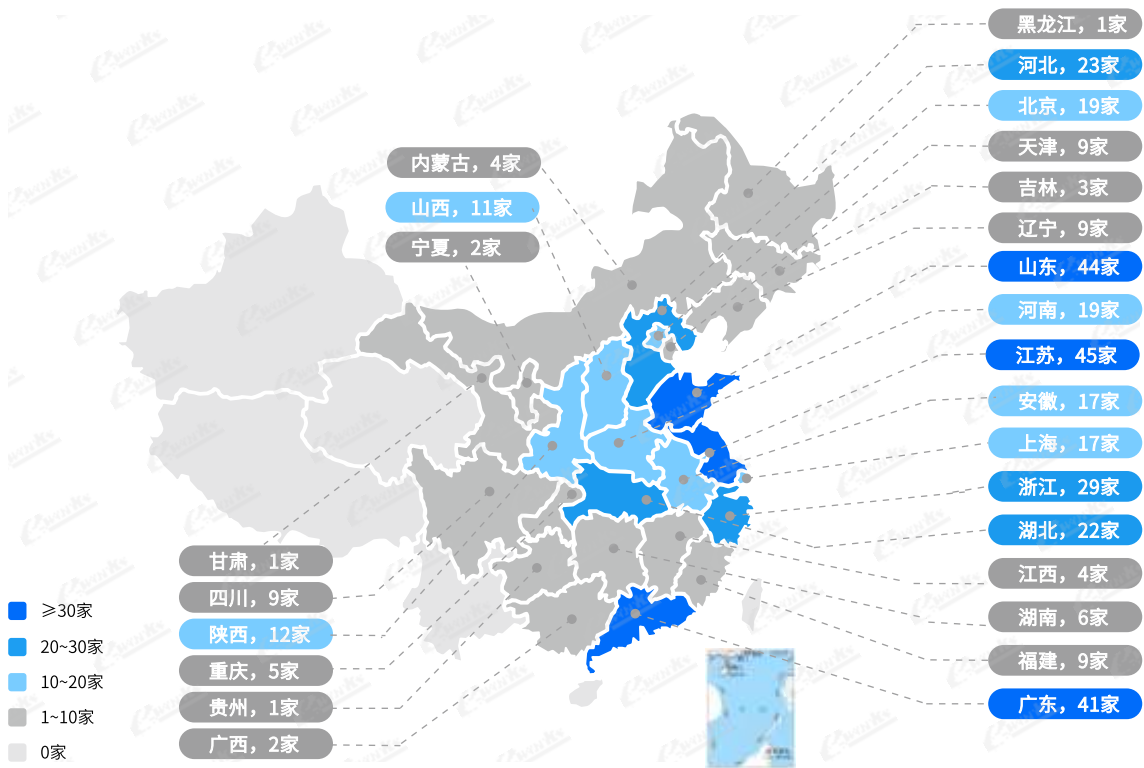


图1 样本企业地域分布

(2) 样本企业行业分布

此次样本企业主要涉及机械装备、电子电器、汽车及零部件、能源电力、石油化工等多个行业。其中，机械装备、电子电器、汽车及零部件行业企业数量相对较多，其次是能源电力、钢铁冶金、石油化工、生物制药、航空航天船舶、纺织服装制鞋、食品饮料及其他行业。

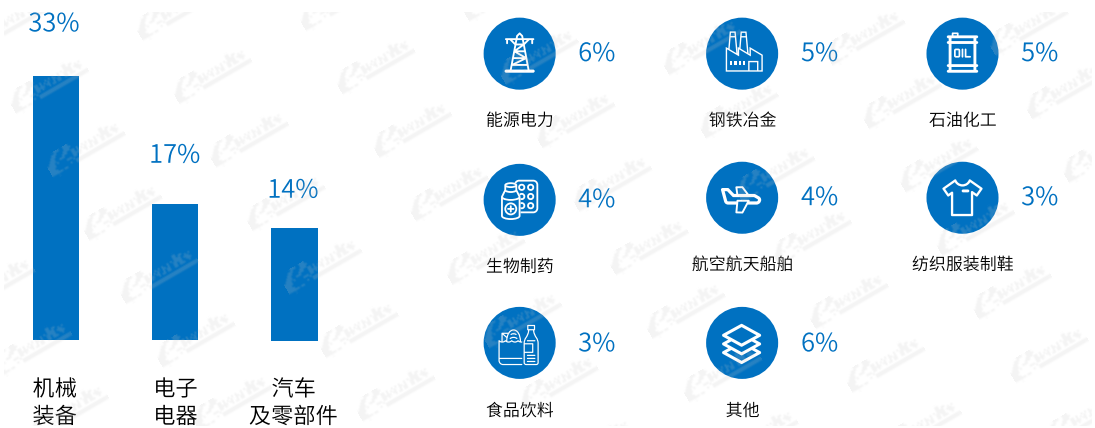


图2 样本企业行业分布

(3) 样本企业规模分布

在企业规模方面，此次样本涵盖了100亿以上、50-100亿元、10-50亿元、4-10亿元、1-4亿元和1亿元以下不同规模企业，包括大、中、小型企业。其中，中小企业（员工人数少于1000人，且营收低于4亿元）占比35%。

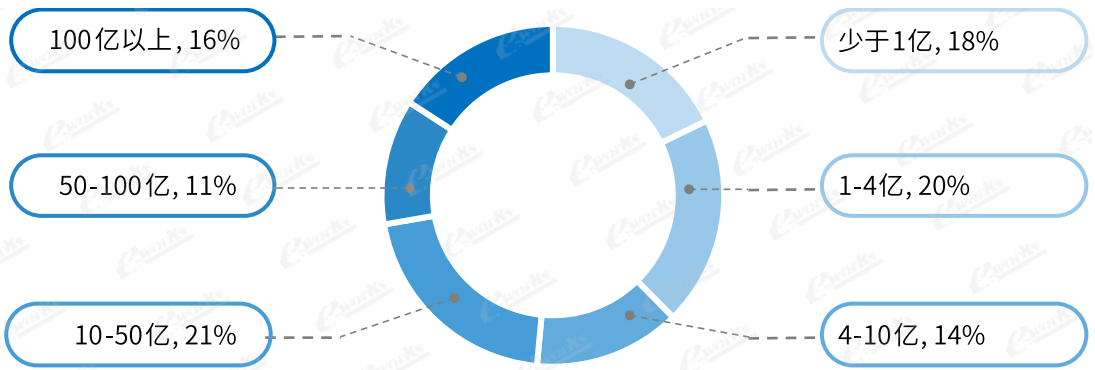


图3 样本企业2023年营收规模分布

### 三、AI在制造业的应用现状与趋势

随着中国制造业的自动化、数字化水平的逐年提升,产线运行、质量检测、物流仓储等环节产生了海量的数据。这些数据为AI应用提供了丰富的数据资源,有助于AI算法的学习和优化。此外,从上游原材料的生产,到下游的加工制造,从研发设计、生产制造、物流供应链到营销服务,制造业的各个阶段和环节都为AI技术的落地与实践提供了丰富的应用场景,也进一步推动了AI技术与制造业的深度融合。

#### 1. AI技术的重要性显现但企业准备不足

近年来,人工智能技术在很短时间内取得巨大的进步和突破,其更新迭代速度仍在加快,对于人类社会的发展正在产生重大影响,极有可能会重塑许多传统的人类工作和生活方式、企业管理和运营模式等。例如,在工业质检领域,使用机器视觉系统进行质量缺陷检测,大幅提升质量检测效率和精度;在客户服务领域,利用聊天机器人提供智能客服服务,快速提升解决客户通用性问题的效率;在药物研发领域,利用AI技术开展分子建模和药物设计,借助AI算法进行药物候选分子快速筛选。

随着AI技术的不断发展和普及,越来越多的企业开始意识到AI技术的重要性,认为它将在未来企业的发展中发挥重要作用,并对企业发展产生深远影响。本次调研中,93%的企业认为AI技术将在企业发展中发挥作用。其中,57%的企业认为AI将成为推动企业创新的关键技术。

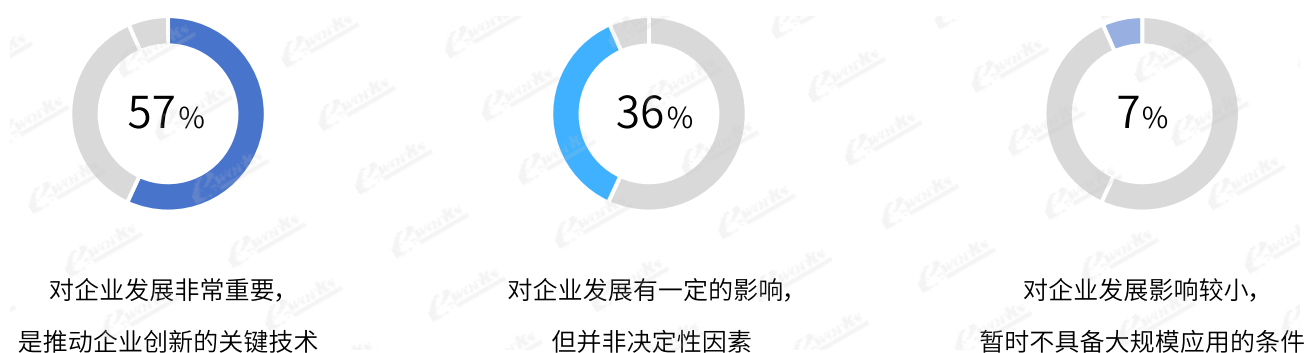


图4 AI对企业的影响

然而,面对当前AI技术的迅猛发展,许多企业并没有做好充分的准备。企业普遍存在专业人才不足、专项培训缺乏、技术能力不强等问题。此次调研中,在培训方面,仅有9%的企业已经为员工提供了AI的相关培训,65%的企业尚未开展相关培训。在人才建设方面,仅有2%的企业具有AI专业技能和知识的人才,42%的企业尚未培养或引入AI领域人才。

在新技术变革发生时,企业需要具有较好的组织应变能力,才能够快速调整组织架构,构建坚实的新技术应用能力基石。例如,通过开展对企业管理层和决策者的AI知识普及培训,加强对AI的全面认知,进而增强战略决策能力;通过向员工提供AI技术及应用培训,增强员工对技术的了解,保障AI的落地应用;通过部门调整、人员引进,合理配置AI相关人力资源,提升团队技能水平。

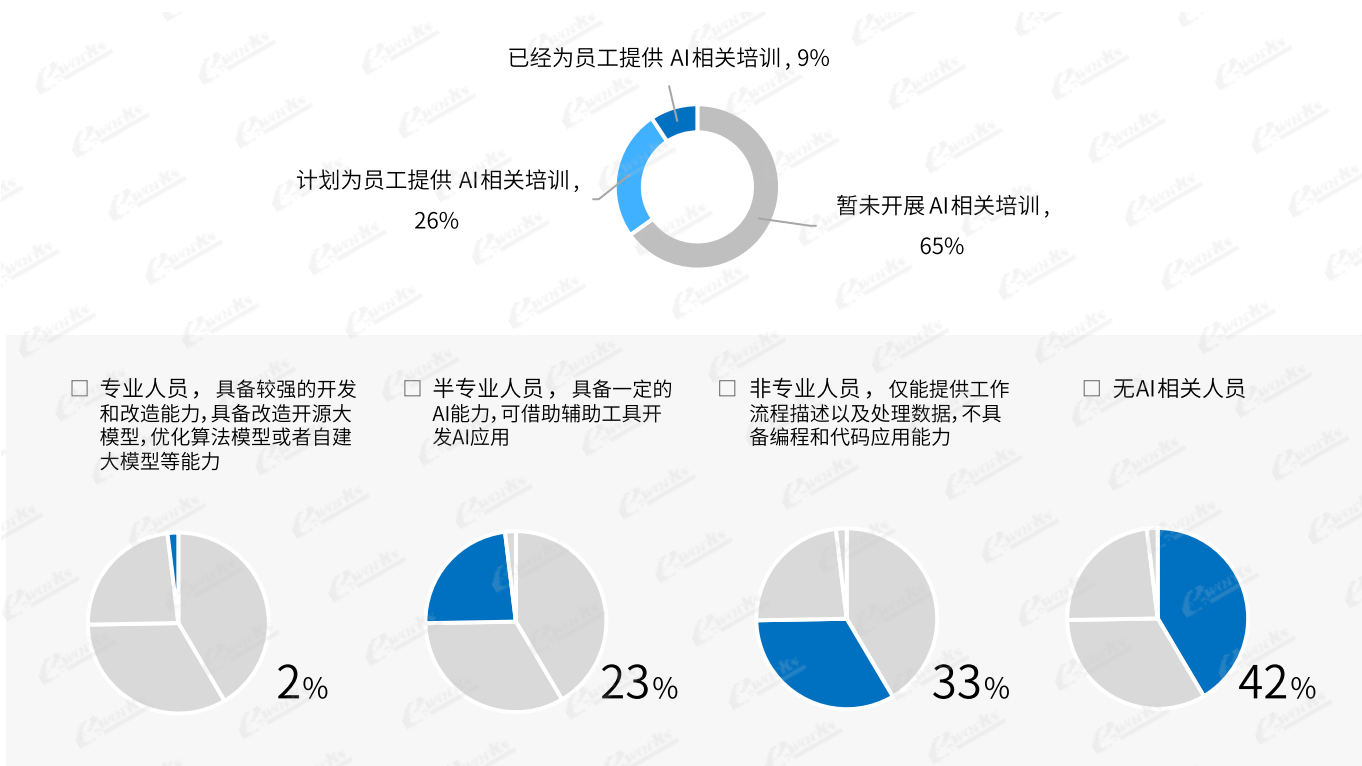


图5 企业当前AI人才配置现状

2. 生产制造相关应用是企业部署AI的首要选择

人工智能在制造业的潜在应用众多，覆盖研发设计、生产制造、质量管控、物流配送、供应链管理、销售、服务等整个价值链的各个环节。此次调查将AI在制造业的应用大致分为研发设计、生产制造、质量管控、物流供应链、营销服务、其他等六类，涉及产品辅助设计、生产排程与调度、质量控制与缺陷检测、采购预测、销售预测等35个应用场景。

|       |      |               |                |         |             |
|-------|------|---------------|----------------|---------|-------------|
| 研发设计  | 研发设计 | 产品辅助设计        | 智能辅助仿真分析       | 智能评审与反馈 |             |
|       | 工厂仿真 | 数字孪生/仿真优化生产流程 | 辅助工厂布局和设计优化    |         |             |
| 生产制造  | 生产管控 | 生产排程与调度       | 生产工艺优化         | 生产异常预警  | PLC等代码调试与生成 |
|       | 设备   | 设备故障诊断        | 设备预测性维护        | 设备/机器智能 |             |
|       | 能源安环 | 安防巡检          | 优化能源利用         |         |             |
| 质量管控  | 质量   | 质量控制与缺陷检测     | 预测性质量分析        |         |             |
| 供应链物流 | 采购   | 采购预测          | 供应风险评估模拟       | 供应商评估   |             |
|       | 仓储物流 | 智能分拣          | 物流配送优化         | 动态库存优化  |             |
| 营销服务  | 营销   | 销售预测          | 产品定价           | 智能订单生成  | 需求分析预测      |
|       |      | 客户画像          | 智能推荐           | 智能客服    |             |
|       | 售后服务 | 产品预测性维护       | 产品服务(自助式服务或问答) |         |             |
| 其他    |      | 教学与培训         | 网络安全           | IT运维    | 代码辅助工业软件升级  |

图6 制造行业AI应用场景（部分）

通过调研发现，企业正在积极探索AI的多样化应用场景，这也凸显了AI的广泛影响和多功能性。其中，生产制造相关应用是企业部署AI应用的首要选择，其次是研发设计、质量管控。生产制造是企业运营的核心环节，对于企业的成本控制、效率提升至关重要，是企业使用新兴技术的主要考虑环节。

(1) 生产制造

AI技术在生产制造环节的应用落地，易让企业获得“看得见”的成效，并具有较高的可复制性和可扩展性。同时，生产制造过程中产生的大量数据也为AI技术的应用提供了丰富的数据资源，具有很好的应用基础和潜力。调研结果显示，生产工艺优化、生产排程与调度是AI渗透率较高的应用场景。分行业来看，基于AI的生产排程与调度在机械装备、电子电器行业企业应用率较高，AI赋能的生产工艺优化在汽车及零部件、能源电力行业企业中应用率靠前。



AI算法可用于优化生产排程,通过对交期承诺、计划与排产、加工顺序调度、物料准时配送的优化,帮助离散行业企业解决多工序、多资源的优化调度问题。例如,博世华域转向系统武汉公司应用基于AI的智能排程和调度系统,智能管理机加工生产流程,实现了机加工产线缓存减少近90%,机加工的加工通过时长缩短85%。

AI驱动的机器人和自动化系统能够辅助实现生产工艺优化。以汽车制造为例,焊接、组装和涂装等生产环节的机器人自动化、智能化水平越来越高,它们不仅能够精确地执行复杂的操作,而且能够依靠视觉技术实现自主决策和优化,避免了人为错误和疲劳带来的问题,同时优化了生产工艺。

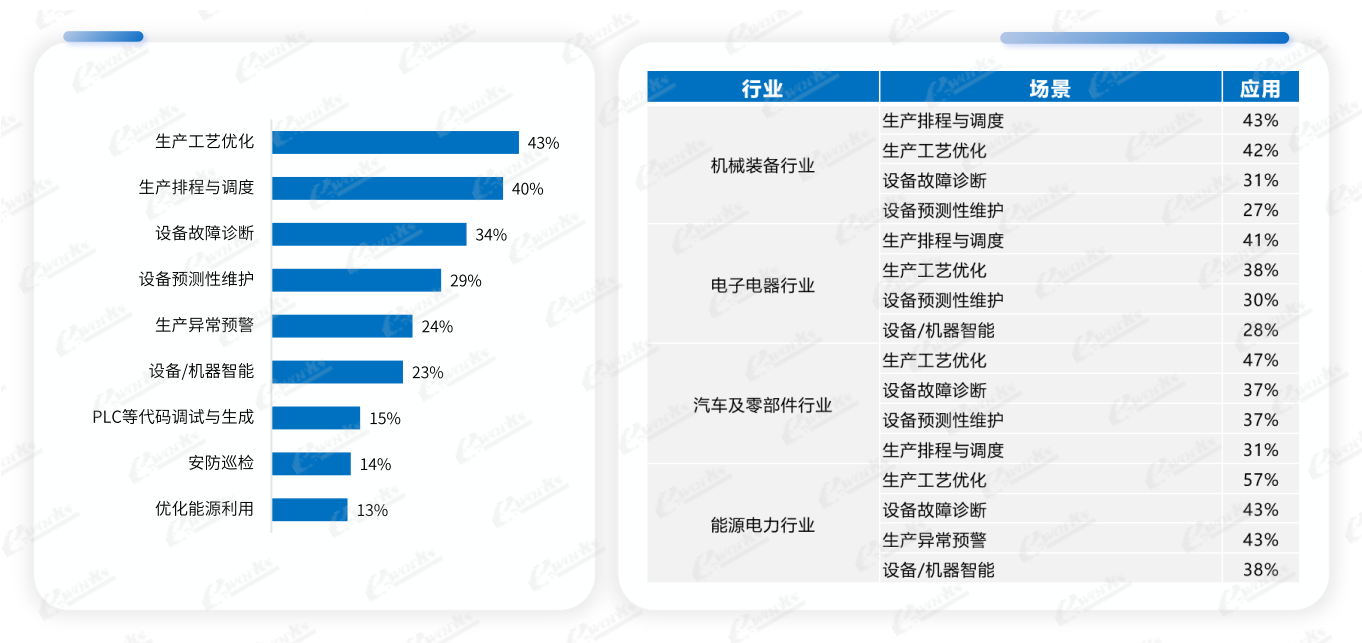


图7 生产制造环节AI应用场景分布情况

## (2) 质量管控

制造企业的质量管控涵盖了原料、在制品、成品等多个对象,贯穿来料检验、过程检验、成品检验多个环节。质量管控的成效直接关系到产品的合格率。传统的质量检测方法通常需要大量的人力和时间,并且易受到人为因素干扰,存在不确定性。而基于AI的质检利用视觉(如,图像)和听觉(如,声音)等感知技术,采集数据并比对分析,有效识别多种异常,例如划痕、凹痕、变形,或者音频的波动变化等。基于AI的质检已经在电子、汽车等行业实现了规模化应用。此次调研中,40%的企业将AI技术应用于质量管控与缺陷检测。

基于AI的质检可以代替传统的人工检测,大幅提高质量检验效率和准确性。例如,烽火通信针对PCBA板制造业质检场景,开展了基于视觉检测平台和训推平台的AI质检创新应用,代替人工完成炉后AOI检测的复盘作业,大幅降低“错漏反”低级不良缺陷的流出率,节省人力成本约100万/年。

(3) 研发设计

研发设计是制造企业产品创新和产品优化的关键环节。调研数据显示,研发设计环节的AI应用主要集中在产品辅助设计,其次是仿真优化生产流程。此外,在电子电器、汽车及零部件行业,智能辅助仿真分析中AI的应用也比较多。

在产品设计领域,AI技术被应用于设计生成、设计探索,通过学习和分析大量的设计数据和规则,提供设计建议和优化方案,加速产品设计迭代,并推动产品创新。例如,在药物研发中使用生成式AI,根据有关目标结构的信息创建分子,即预测候选药物的元素(例如原子、键的类型等),并为特定目标生成化学实体,而不是通过筛选找到它们,可以大幅降低药物研发时间和成本。

在研发管理领域,知识图谱、语义识别等技术被引入PLM中,实现基于知识图谱的快速检索和推荐,并通过模拟人与电脑交互的方式来自动处理重复性、规则明确的业务流程。例如,鼎捷软件在PLM产品多个环节尝试AI技术,其中之一是在结构设计定型后,预测下一步工艺规划,智能推荐相似的工艺流程、工装夹具等信息,帮助工作人员提高效率。

在仿真分析领域,借助神经网络、深度学习、强化学习等技术进行仿真建模,能够提升仿真工作效率。例如,某精密机电公司为了优化电机性能,需要对结构参数进行灵敏度分析和优化设计,在有限元分析中借助AI技术,通过智能算法自动调整设计参数,满足产品结构优化的多重目标。

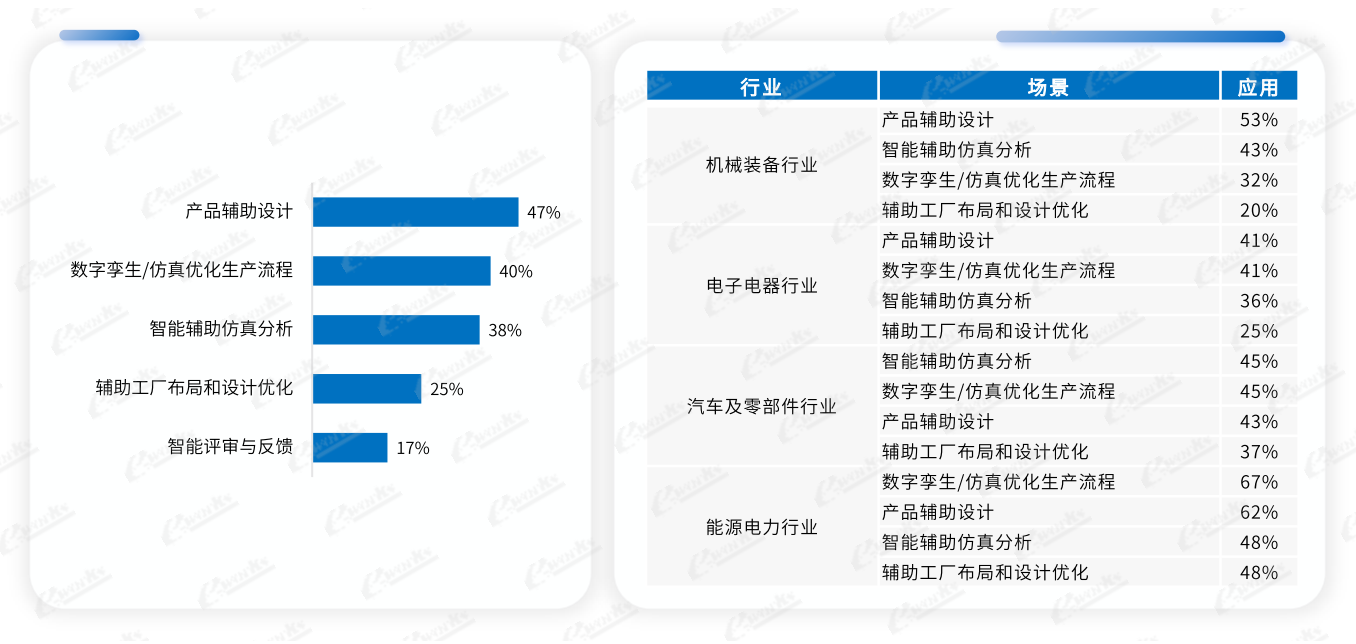


图8 研发设计环节AI应用场景分布情况

(4) 物流供应链

AI在物流领域的应用非常广泛，包括仓储管理、自动拣选、运输路线优化、智能搬运等，并正在逐步向制造业的物流与供应链管理中渗透。借助AI强大的数据处理、学习和优化能力，并结合工业机器人、智能化物流设备和数字化管理系统的综合应用，物流与供应链管理变得更加高效、精准和智能化。

在供应链物流环节，AI应用场景主要有采购预测、库存优化、物流配送优化和智能分拣。企业通过对历史数据的分析，预测未来一段时间内物料需求、库存变化等趋势，使得采购人员提前规划物料的采购、存储和配送。AI可用于优化原材料和零部件的库存水平，避免库存过多或不足的情况。例如，联想深圳工厂应用智能库存优化引擎，实时连通了供应链各个环节的数据，并通过大数据AI算法，给业务提供智能化呆滞库存消耗方案，提高业务人员决策的科学性与效率，实现库存优化，降低呆滞库存金额。

通过AI算法进一步优化物流车辆的行驶路径，包括厂内智能搬运车辆的路径规划、厂外产成品运输车辆的路径规划，减少搬运过程中的时间和能源消耗，提高物流配送效率，降低运营成本。例如，南京天加环境基于AI技术，实现自动化立体仓库的库位分配逻辑优化，并通过AI技术实现AMR机器人调度及路径优化，将密集存储与高效拣选配送融为一体。

通过将机器视觉技术集成到工业机器人和自动化产线中，能够实现对原材料、半成品、产品的精确自动分类与分拣。例如，某工程机械行业企业通过规划部署基于“AI+3D视觉”的激光切割自动分拣线和等离子切割自动分拣线，实现全自动双班分拣、小件码盘、大件分拣码盘、首件检测等生产任务，实现中厚型钢板的全自动分拣。

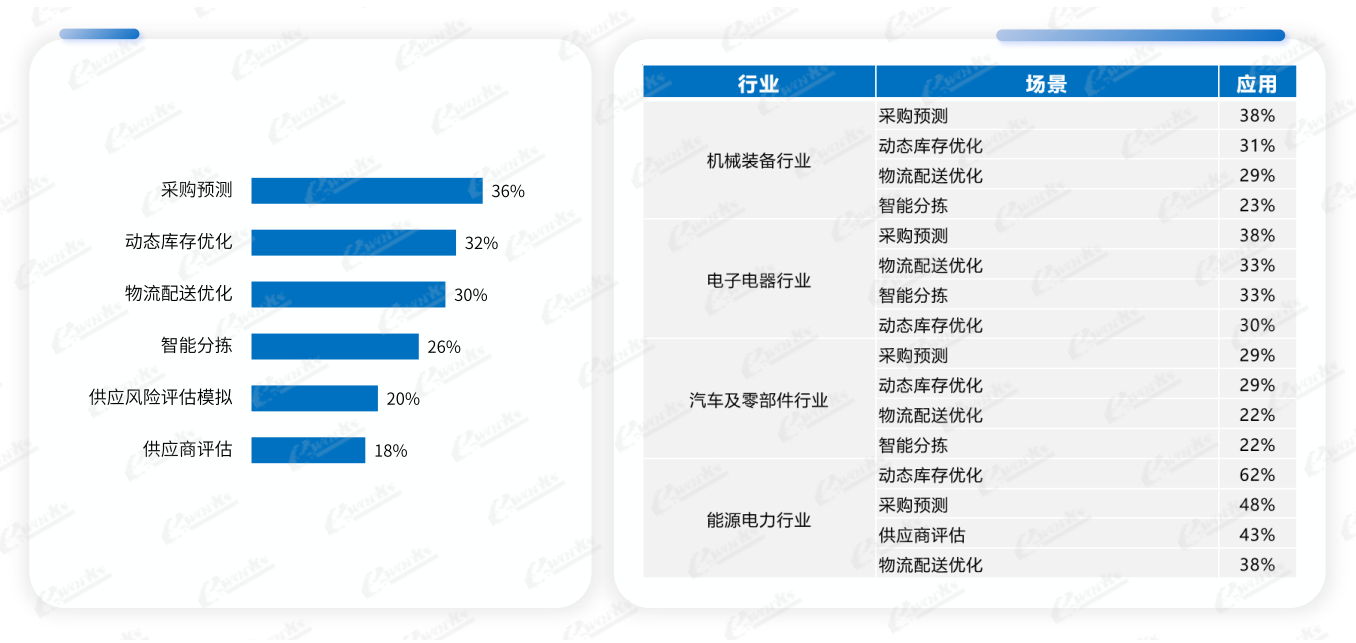


图9 物流供应链环节AI应用场景分布情况



### (5) 营销服务

AI技术已经在智能客服、个性化推荐、自动化广告等多个领域得到了广泛应用,也极大地提高了企业服务的效率和客户体验。然而,相较于电商、教育等行业,这些场景在制造业的营销与服务环节中的应用却并不常见。制造业的营销与服务受到传统观念和操作方式的影响较大。很多制造企业仍然依赖传统的营销手段,如参加展会、拜访客户、发布广告等。

调研数据显示,制造企业营销与服务环节AI应用场景主要为销售预测和需求分析预测。企业通过分析历史销售数据、市场趋势,预测未来一段时间内的产品需求,让企业能够提前进行生产计划和资源配置,满足市场需求,减少过剩或不足的情况。例如,针对联想小新PC的下一代产品,联想根据统计数据、目标群体偏好等数据,借助建模分析、深度学习等技术,对新品配置组合及其市场表现进行预测;鸿佰科技(Ingrasys)部署AI需求预测模型,运用历史订单和市场数据进行训练,为客户提供比传统预测更精确的订单预测服务,并随着模型地迭代,预测准确率也获得提升;工业富联建立DP需求预测模型,利用机器学习进行准确预测,并协同PMC计划物控系统、在线采购和供应商管理系统等,实现“降低库存、平衡产能、敏捷交付”的管理目标。

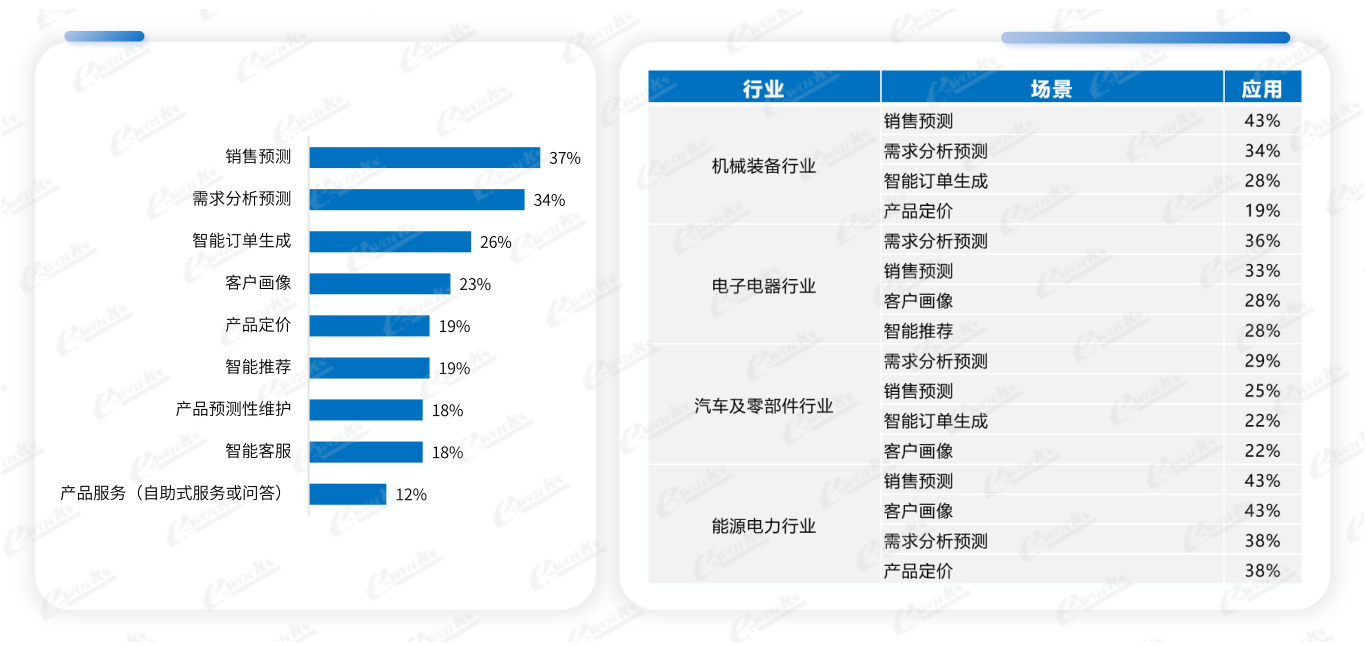


图10 营销服务环节AI应用场景分布情况

### (6) 其他

AI在其他场景的应用还有教学与培训、IT运维等。在培训方面,通过AI赋能的智能教育系统为企业提供定制化的培训方案和优质资源,采用AI数字人开展在线学习,借助AI助教可以自动测试和评估学员表现;在IT运维领域,借助自动化和智能化运维工具可以实现故障预测、排查和修复,提高运维效率。



在辅助代码生成方面,目前已经涌现出可以写代码的AI大模型或工具。例如,西门子的Industrial Copilot集成了生成式AI,与西门子TIA平台整合后,可以为PLC自动生成基础虚拟人物和代码,自动化处理大量重复性工作。虽然如此,但是当前AI辅助代码生成或工业软件升级的落地应用还不多。

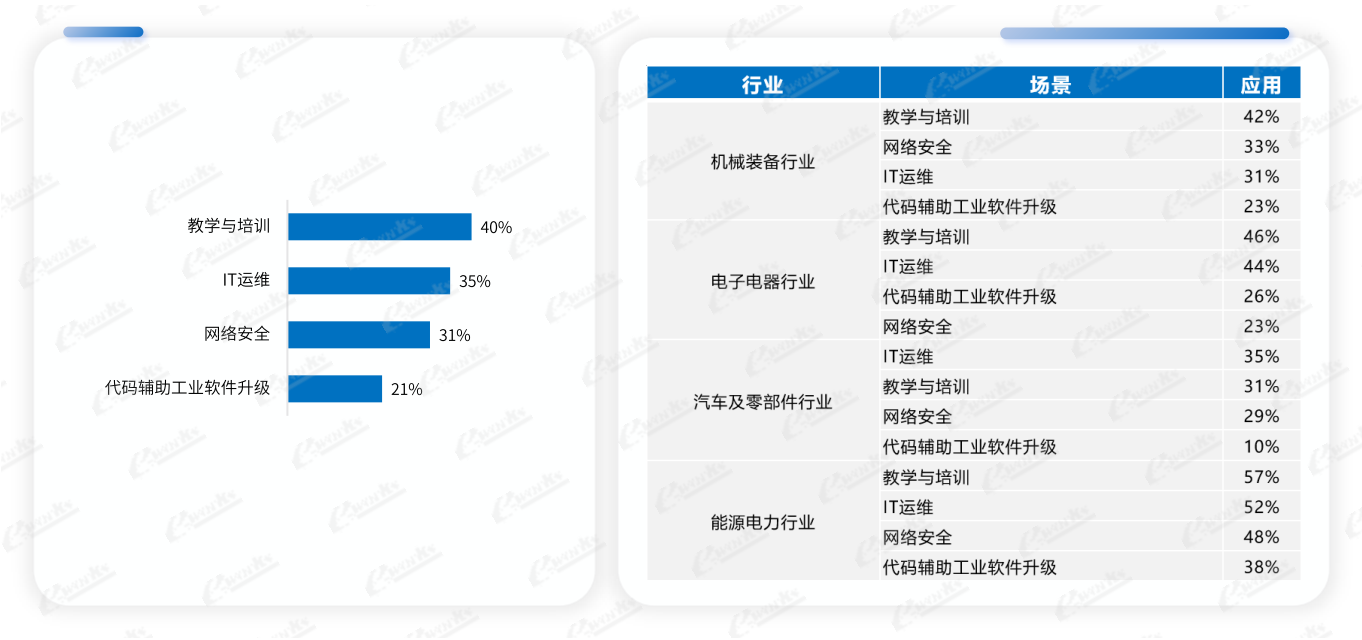


图11 其他AI应用场景分布情况

### 3. AI应用模式、算法、模型呈现多样化特点

#### (1) 应用模式

企业AI项目的应用模式主要包括自主研发、购买服务、与厂商合作、完全外包等,能够满足不同企业的需求。第一种是自主研发和自主实施模式,该模式需要企业具备较强的技术实力,能够针对自身的业务需求,利用AI开源框架,研究算法模型,进行定制化的开发;第二种是购买服务模式,即购买市场上成熟的AI服务或解决方案,企业可以获得专业团队的技术支持和服务,快速部署应用,降低研发成本和风险;第三种是合作伙伴模式,即企业与专业服务商合作,共同研发和推动AI应用,可以发挥双方的优势,企业也可以同步培养专业团队;第四种为完全外包模式,适合暂不具备AI技术能力或希望将主要精力集中在核心业务的企业,通过外包可以节省人力、物力和时间成本;第五种是混合模式,不同AI项目应用了不同的模式。

此次调研,制造企业以合作伙伴模式和购买服务模式居多,占比均为25%,其次是混合模式,达到21%,接着是内部研发模式,占比为17%。选择完全外包模式的企业占比非常小,约为6%。从调研数据来看,追求长期稳定和竞争优势的制造企业倾向于参与AI项目,保持对技术的学习和积累,同时确保AI应用能够更好地适应自身的生产环境和特定的业务需求。

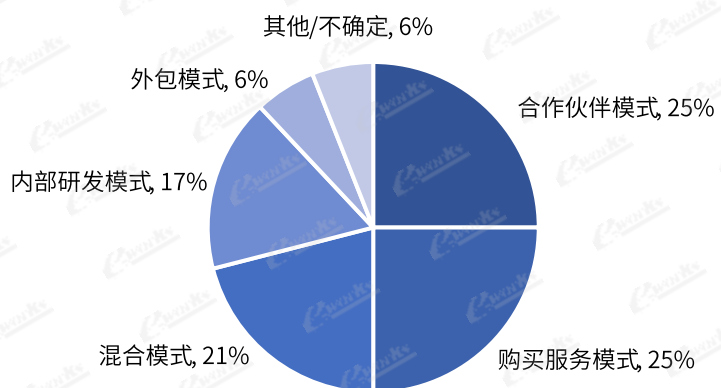


图12 企业AI应用模式

## (2) 应用的开源框架

AI框架是算法模型开发的必备工具和基础设施,所有人工智能的算法及应用都需要通过AI框架进行训练与部署。它类似于Windows、安卓、鸿蒙操作系统,是“AI领域的操作系统”,向下对接不同的算力,向上通过编程接口帮助开发者实现算法创新应用。AI框架既可以隔离掉底层的复杂性,易用的框架也能够让开发者以更高的效率探索、创建、改进和迭代AI项目。

选择一个合适的AI框架,不仅可以提高开发效率,还能够保证AI应用的稳定性和可扩展性。目前,国际上比较知名的AI开源框架有Google的TensorFlow、Meta的PyTorch、Microsoft的CNTK、Apache MXNet、Caffe等,国内也涌现了华为昇思MindSpore、百度飞桨PaddlePaddle、腾讯TNN等AI框架。此次调研企业中,Google的TensorFlow和百度的飞桨PaddlePaddle的应用率略高。



图13 企业应用的AI开源框架

### (3) 应用的算法

数据、算法和算力是AI应用的三大核心要素。其中，算法的作用类似AI的“大脑”，决定了AI能够理解和处理信息的深度和广度。调研数据显示，监督学习算法（决策树、随机森林、支持向量机等）应用率较高，达到38%，强化学习算法（Q学习、策略梯度等）和无监督学习算法（K-means聚类、关联规则学习等）各约20%，深度学习算法（卷积神经网络CNN、循环神经网络RNN、生成对抗网络GAN等）约30%。

每种算法都有其独特的应用场景和优势。监督学习在处理具有明确目标和标签数据的问题上具有显著优势。在制造业中，如质量检测、故障诊断、优化控制等任务，均有大量的历史数据和对应的正确输出，为监督学习算法的训练提供了良好的条件。而且，制造过程本身存在较多分类、回归问题，也属于监督学习算法的应用范围。例如，支持向量机可以用于故障识别和诊断，以汽车制造为例，通过收集车辆故障样本数据，支持向量机算法可以训练出一种模型，判断车辆是否存在故障。

随着深度学习算法的快速发展，其在制造业的融合应用也非常值得期待。例如，卷积神经网络CNN能够学习并识别图像中的特征，在图像识别、计算机视觉领域具有优势，可以应用于产品质量检测和缺陷识别。以玻璃瓶制造为例，通过拍摄瓶身的图片，应用CNN算法进行分析，可以快速检测出瓶身上的缺陷或瑕疵。



图14 企业应用的AI算法

### (4) 应用的模型

大模型是当下AI竞争的聚焦点。大模型是具有庞大参数规模和计算能力的机器学习模型。它通过输入大量语料进行训练，赋予计算机拥有像人类一样的“思考”能力，使之能够理解文本、图片、语音等内容，能够进行文本生成、图像生成、推理问答等。

近年来，AI大模型层出不穷、快速迭代，逐步形成了通用、行业等类型。ChatGPT、Sora是全球知名的AI大模型。国内具有代表性的通用AI大模型包括阿里巴巴的通义千问大模型、百度的文心一言大模型、智谱AI的GLM大模型、科大讯飞的星火认知大模型、字节跳动的云雀大模型、百川智能的百川大模型等；行业大模型有华为的盘古大模型、容联云的赤兔大模型、用友YonGPT大模型等。从技术角度来看，企业应用的AI大模型可以分为图像处理模型、语言处理模型、推荐系统模型等。

从调研数据看,制造企业基于图像处理模型的AI应用较突出。此类应用主要体现在机器视觉上,通过摄像头等视觉设备对产品进行图像采集、处理和分析。例如,在电子产品制造中,通过自动化光学检测系统实时监测产品的质量;在仓储物流中,通过摄像头对货物进行精准识别和快速分类,实现智能分拣;通过视频图像分析,实时监测车间生产安全,并通过图像分析自动识别安全风险。

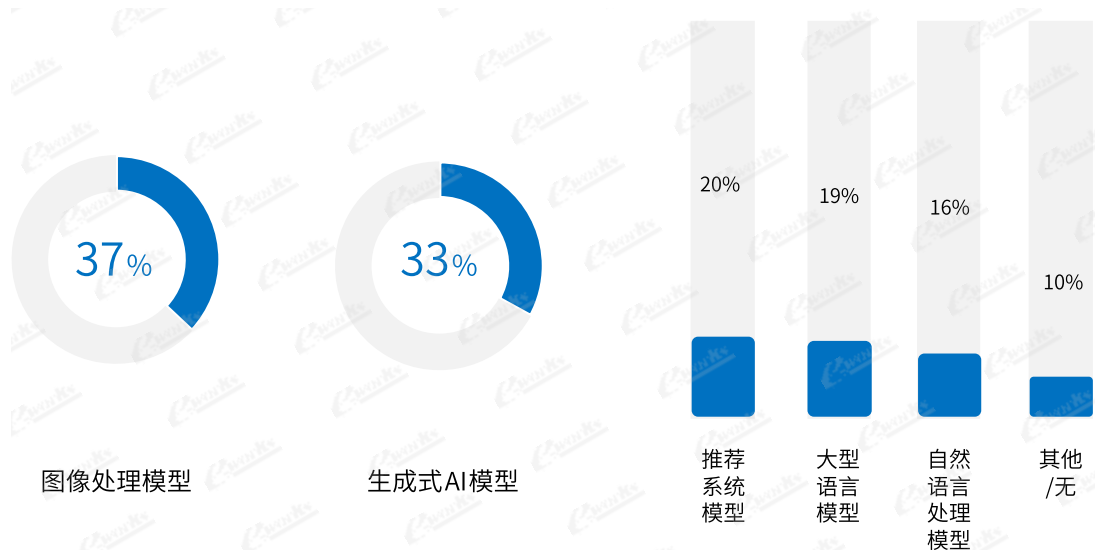


图15 企业应用的AI模型

#### 4. 企业AI应用首要关注降本增效和提高生产力

尽管AI技术发展迅速,但其在制造业的应用仍处于逐步渗透的阶段,落地应用效果有待实践检验。此次调研中,企业认为生产排程与调度应用效果最好,其次是产品辅助设计、销售预测、质量控制与缺陷检测、采购预测、教育与培训。生产排程与调度涉及优化算法的应用,而AI技术的发展催生了更多优化算法,并大幅提升了计算能力,为企业实现多约束条件下的动态排程优化提供了新的思路和方法。

分行业来看,机械装备行业的生产排程与调度、产品辅助设计、教学与培训的AI应用效果较好。能源电力行业的设备预测性维护应用效果较好。汽车及零部件行业的销售预测应用效果最好,其次是生产排程与调度、产品辅助设计、质量控制与缺陷检测、动态库存和生产工艺优化。电子电器行业的生产排程与调度、质量控制与缺陷检测场景、教学与培训的AI应用效果比较好。电子电器行业生产工艺通常涉及电子元器件、PCB焊接等的缺陷检测,企业通过引入基于AI的视觉检测,能够提升检测精度和检测效率。

(备注:部分圆圈点存在重合)



图16 场景的应用效果

企业AI应用的首要期望为降本增效和提升生产力。此次调研中,82%的企业希望通过AI应用提高效率和生产力,62%的企业希望降低成本。其次是提升现有产品和服务,以及增强企业创新能力,47%的企业将增强创新能力。另外,28%的企业将获取新思路和新洞察等作为主要期望。

降本增效是企业经营管理的核心目标,企业期望通过新兴技术的应用为企业带来降本增效。AI在推动创新方面同样具有潜力,随着AI产品和解决方案更加多元化,未来企业可能会更加注重利用AI来增强产品设计、个性化营销等创新能力,推动业务的持续增长和转型升级。

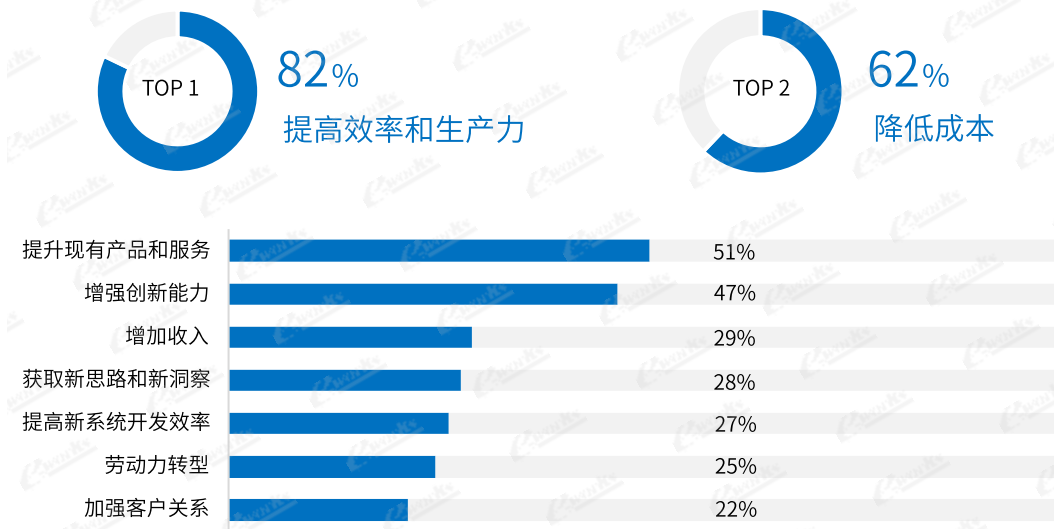


图17 企业对AI应用的成效期望

## 5. 认知不足和技能缺乏是企业推进AI应用的最大挑战

虽然AI具有应用潜力,但企业必须克服很多实施AI项目的阻碍,包括专业人才缺乏、认知不足、方案不成熟、应用场景不明确、投资成本高、安全合规问题等。高达74%的调研企业认为专业人才和技能缺乏是制造企业推进AI应用的最大挑战,其次是对技术的理解和认知缺乏。企业对AI技术的潜力、应用场景和实际效果缺乏清晰的了解,这种认知不足使得他们在应用上存在盲目性和不确定性,难以制定出切实可行的应用策略和方案。缺乏专业人才和相关技能,企业难以有效地开发和部署AI应用,也难以将AI技术与自身的业务需求相结合,寻求创新突破。

其他诸如市场侧的AI方案不成熟、难以确定合适的用例、模型可靠性问题等,以及企业侧的技术基础设施薄弱、应用成本高、与业务系统集成难度高、数据质量和数据安全问题等,也都是影响AI应用的因素。针对合规安全性问题,仅有少数(9%)企业将其视为一个重要挑战。这主要是因为当前AI应用正呈现爆发式增长,使得企业更加注重应用场景和效果,导致对合规安全性问题的关注不足。

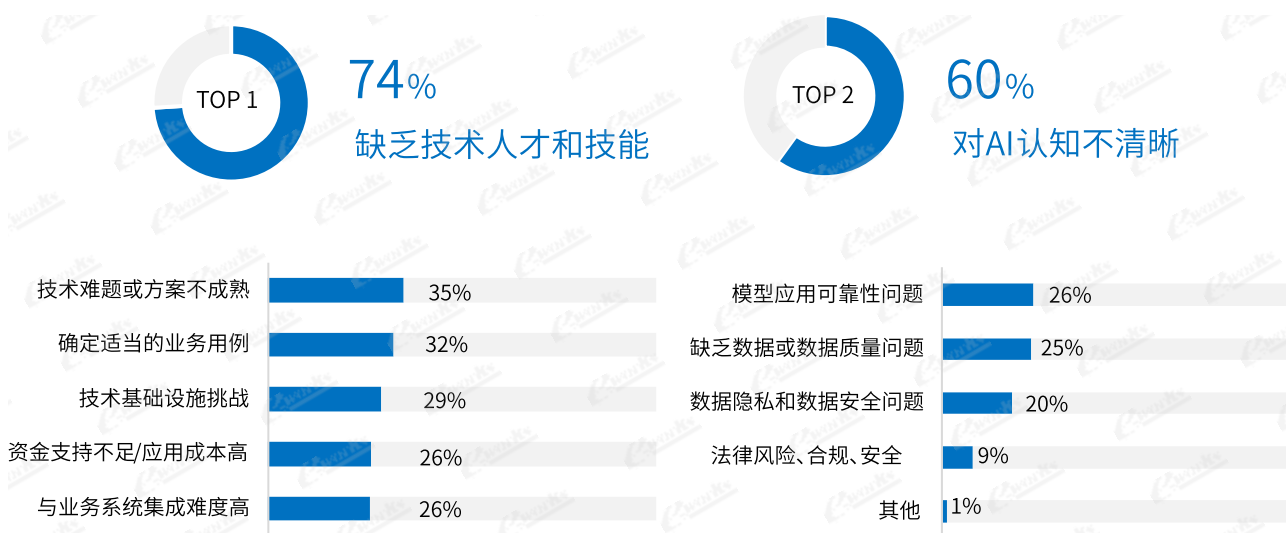


图18 企业AI应用面临的挑战

## 6. 企业AI项目投入较谨慎且主要依赖厂商能力

虽然企业对AI技术在制造业的应用持有积极态度,但在推动实践应用方面仍较为谨慎。目前,制造企业在AI应用方面投资金额不高。调查表示,关于未来2年AI项目投入,七成的企业表示暂无计划或不确定,20%的企业投资在500万以内。

究其原因,当前制造企业的AI应用仍处于早期探索阶段,面临缺乏成功案例、应用门槛较高、投入产出比估算难度高等挑战。此外,很多企业尚未明确AI应用的投资方向,研发设计、生产制造、营销服务等业务部门实际需求也尚不明确。总体来看,制造企业推进AI应用落地充满诸多不确定性。

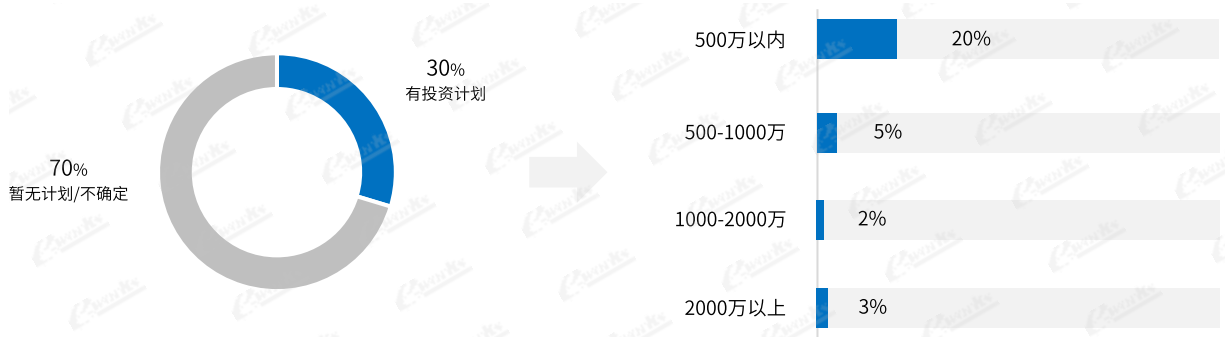


图19 企业AI应用投资计划

企业对AI技术的认知水平和应用能力处于初级阶段,在当前实际应用中往往需要依赖厂商的服务能力。而在众多能力中,相较于数据管理、行业用例及API、数据安全等能力,调查数据显示,企业更关注厂商能够提供灵活的模型服务和解决方案,以及咨询服务。企业更希望厂商具有灵活的模型和解决方案,具有行业Know-how积累和AI工程化落地能力,能够为企业提供定制化的AI应用方案,帮助企业解决实际业务问题。企业也希望能够通过咨询服务等方式,依托厂商的专业技术人员、开发实施经验,快速提升AI理解和认知,帮助企业解决在应用过程中遇到的问题。

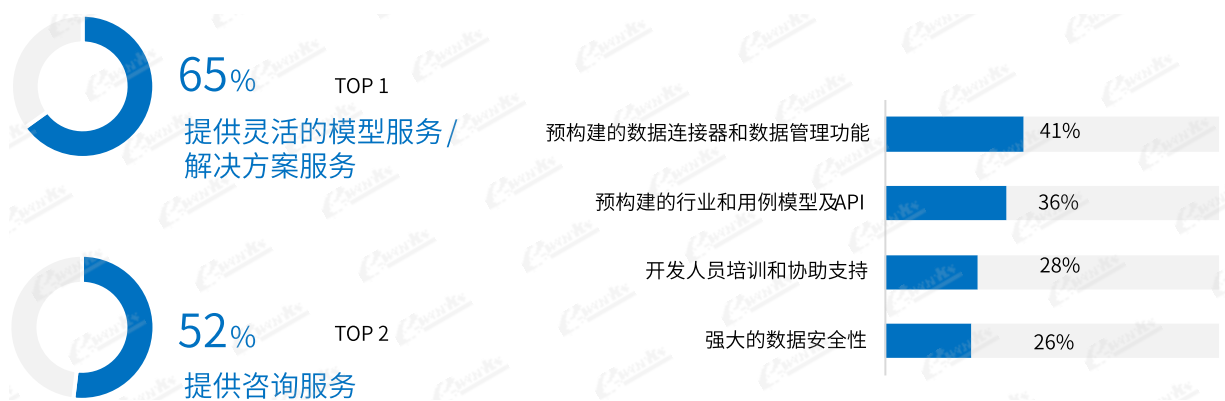


图20 企业关注的AI厂商能力

AI的快速发展带来了巨大的市场潜力,相关技术的商业化和产业化进程加速。众多科技公司、工业软件厂商等纷纷入局该领域。此次调研企业提及的AI应用合作伙伴不仅有ANSYS、Cadence、Cognex(康耐视)、Honeywell(霍尼韦尔)、IBM、AVEVA(剑维软件)、达索、西门子等国际厂商,也有华为、美云智数、智云天工、创新奇智、工业富联、容知日新、旷视科技、悠桦林、微亿智造、第四范式、九章云极、海康威视等多家国内厂商。

## 7. AI在制造业的应用未来有望多点开花

制造企业在多个环节都有AI应用计划,这也意味着企业对AI在制造业的应用持有乐观的态度。随着AI在工业应用场景中的覆盖广度和深度的提升,更多潜在的价值场景将被发掘出来。从此次调研看,企业下一步AI应用主要聚焦在生产排程与调度、采购预测、产品辅助设计、生产工艺优化、数字孪生/仿真优化生产流程、库存优化、销售预测、智能辅助仿真分析等环节。

与此同时,AI及相关技术也在快速迭代,机器视觉、知识图谱等正在向多元场景纵深发展,也为企业的深化应用提供了可能性。例如,基于视觉的检测向高精度、标准化方向持续精进发展,在实现自动化检测的基础之上,帮助企业实现质量控制、工艺优化、安全预警等智能化升级;基于设备故障记录的知识抽取、知识库建立向智能化方向发展,在实现故障自主判断的基础之上,帮助企业实现预测性维护。

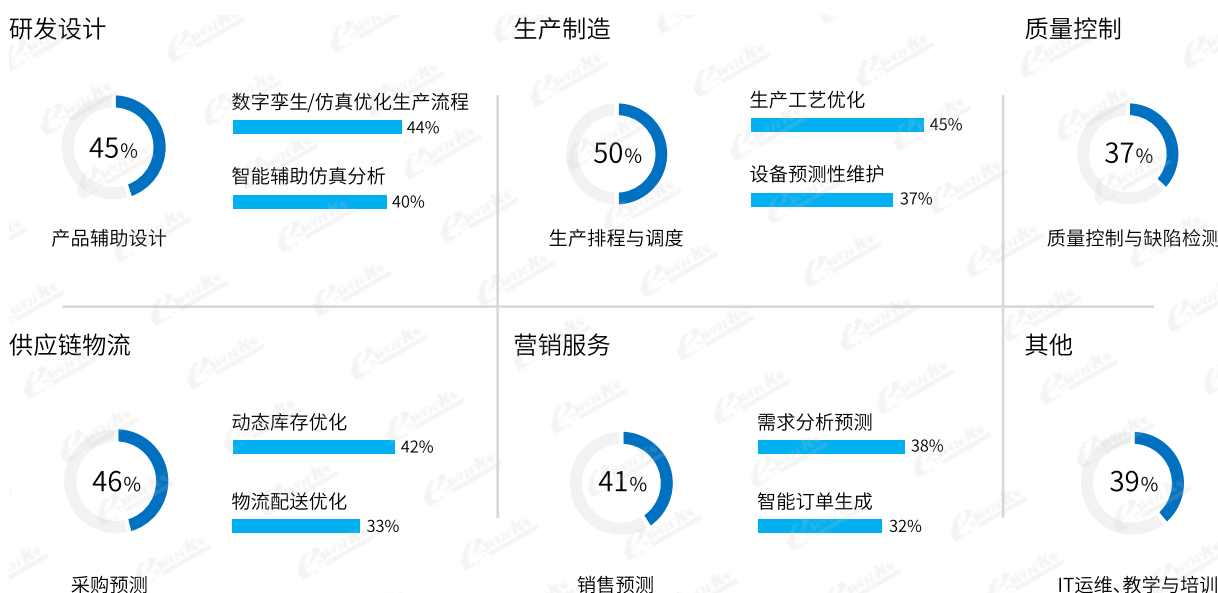


图21 企业AI应用计划

分行业来看,不同行业对于AI技术的应用需求各有侧重。

机械装备行业对于产品辅助设计、采购预测和生产排程与调度的应用需求更为迫切。机械装备行业产品设计过程复杂,涉及力学、电气、控制、材料等多学科知识,需要大量的模拟分析,对AI赋能设计期待较高。在生产过程中,合理的采购和生产排程能够有效降低成本,提高生产效率。

电子电器行业侧重于生产排程与调度、采购预测和产品辅助设计的应用。电子电器产品更新换代速度快,对于生产效率和产品设计的优化要求较高。通过引入AI技术,可以实现生产过程的智能调度,提高生产效率,同时对采购和销售数据进行预测,为企业的决策提供依据。

汽车及零部件行业企业计划在采购预测、生产工艺优化以及智能辅助仿真设计中推动AI应用。汽车制造过程复杂,对生产工艺的要求高。通过引入AI技术,可以实现对生产工艺的智能优化,提高生产质量和效率。同时,对采购和销售数据进行预测,有助于企业进行精准的库存管理和供应链优化。

能源电力行业企业将考虑AI技术在仿真优化生产流程、生产工艺优化、教学与培训的应用。在能源电力行业,生产过程的稳定性和效率至关重要,AI技术可以赋能企业实现生产过程的智能优化。AI技术在教学与培训方面的应用,也有助于提高员工的技能水平和业务素质。

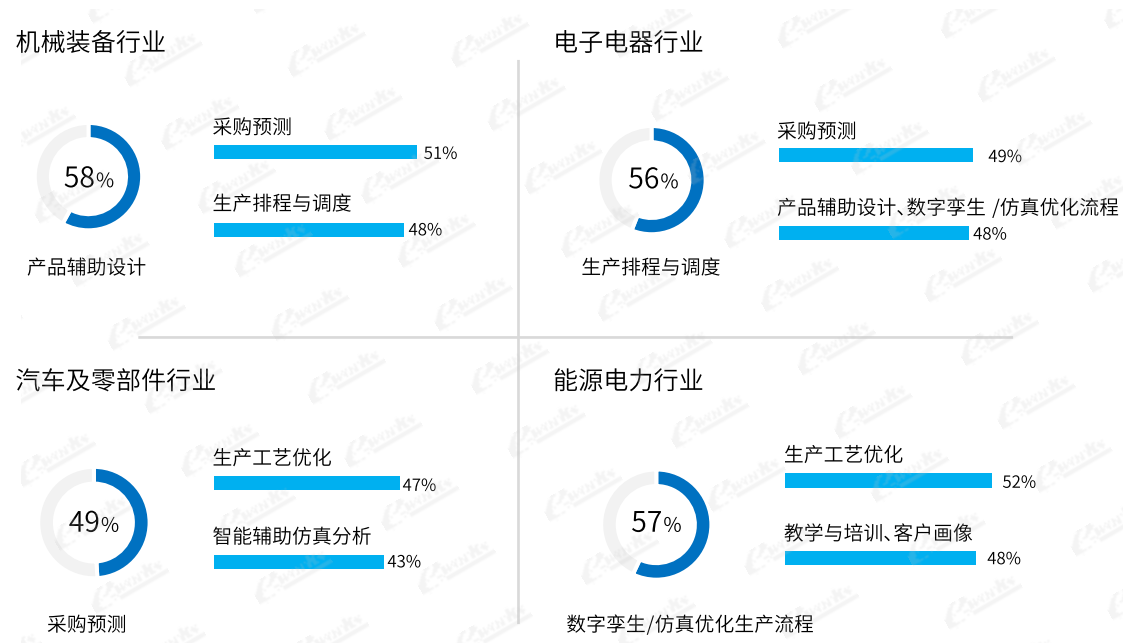


图22 不同行业企业AI应用计划

## 四、生成式AI在制造业的应用现状与前景

生成式AI技术(AIGC)在全球掀起发展热潮。基于底层大模型的支持,涌现了包括文本生成、图像生成、音频生成、视频生成、代码生成以及智能体/数字人等多模态应用,实现了生成式AI应用的飞跃式发展。该技术逐步渗透至通用型工具、通用软件、行业软件、智能硬件等多个应用领域。工具型应用包括聊天机器人、虚拟数字人、搜索引擎、文本对话、AI作画、代码辅助工具等;通用软件则包含集成了智能助理(Copilot)的办公软件、企业服务、网络安全等领域相关产品;行业软件主要涉及金融、医疗、教育、工业等垂直行业的应用;智能硬件包括汽车、机器人、智能终端设备等。

### 1. 生成式AI应用已悄然"进军"制造业

生成式AI在制造业中的应用已经初现。调查数据显示,已有6%的调研企业表示正在试点、实施、运营和优化生成式AI应用,48%的企业表示正在考虑、评估、预研。

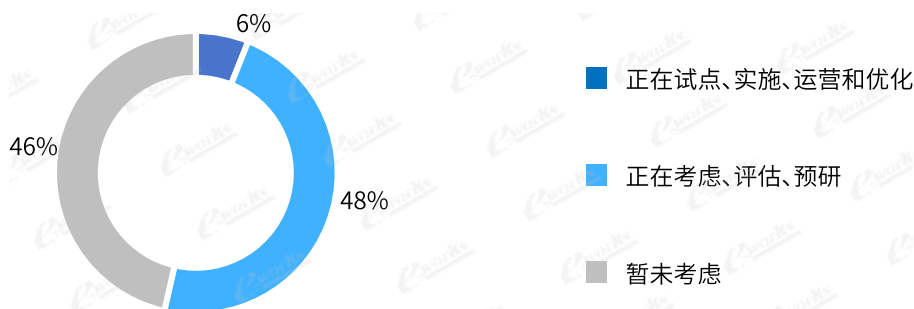


图23 生成式AI应用现状

### 2. 生成式AI在制造业的应用前景被看好

制造企业乐观看待生成式AI在制造业的应用。生成式AI带来的颠覆性创新,让制造企业对该技术在制造业的应用持乐观态度。此次调研中,接近80%的企业对生成式AI在制造业的应用持有乐观态度,三分之一的企业认为生成式AI在制造业的融合应用趋势明显,将在未来5年内迎来突破性进展。



图24 企业对生成式AI应用的态度

研发、生产环节仍是生成式AI技术在制造业的应用热点。企业普遍认为生成式AI技术在研发设计、生产制造环节的应用潜力较大，其次是营销服务。在研发设计中，生成式AI可以辅助创成式设计、草图生成、效果图渲染等工作，提供智能推荐、文档生成等功能，使得研发人员能够探索更多可能性，优化产品和零部件，快速生成满足重量、强度、材料使用和成本等标准的设计方案。例如，波音公司的研究人员正在使用生成式AI模型来探索飞机设计的新方法；制药和医疗机构正在将生成式AI应用于药物研发、生物分子生成。在生产制造环节，企业可以通过自然语言输入生成PLC、CAM代码等；设备管理人员利用生成式AI辅助设备故障原因诊断，实现设备智能运维。在营销、销售和客户服务环节，企业人员正在采用生成式AI工具开展标书撰写、创意广告设计、活动策划，以及通过聊天机器人和虚拟助手提供智能客服服务。

然而，必须了解的是，生成式AI在面向C端场景的应用较为广泛，已经形成了文档助手、智能问答系统、数字人等成熟产品，而在面向B端的应用则尚处于探索的初级阶段。在制造业，生成式AI主要应用于研发设计、营销服务等环节，考虑到生产安全性与稳定性要求严格，生成式AI在生产制造环节的应用进展相对缓慢。

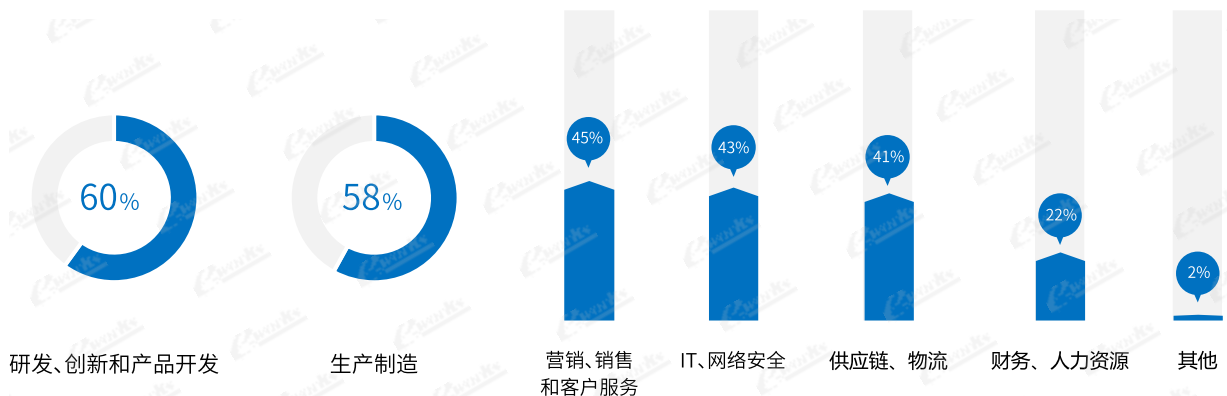


图25 生成式AI在制造企业的应用潜力

## 五、对制造企业推动AI应用的建议

当前, AI技术在制造业的大规模推广应用仍受到多种因素的影响, 包括技术成熟度、成本效益、人才培养、行业接受度等。预计AI在制造业的应用将逐步从试点项目转向大规模推广应用。部分技术先进和资金雄厚的企业可能会率先实现AI技术的应用, 而中小企业可能需要更长时间来适应和推动。总体而言, AI在制造业的大规模推广应用将是一个渐进的过程。在这个过程中, 企业需要理性认知、积极应对。

### 1. 把握发展机遇, 明确企业AI战略和目标

AI技术的飞速发展, 不仅带来了发展机遇, 同时也带来了前所未有的挑战。在此时代背景下, 企业必须采取更加积极和开放的态度, 全面拥抱AI技术, 并逐步适应其发展步伐。唯有如此, 企业才能在激烈的市场竞争中占据先机, 从而掌握发展的主动权。

企业应基于自身行业特性、竞争态势等因素, 制定合理、全面、可实施的人工智能战略及目标。该战略应与企业发展愿景保持一致, 确保AI融入企业的业务并实现持续价值。同时, 企业需要明确AI技术应用的预期成果, 即AI技术如何帮助企业实现其长期目标, 这可能包括提高生产效率、改善客户体验、创新商业模式等, 有助于企业选择合适的AI技术, 最终帮助企业增强核心竞争力, 实现可持续发展。

### 2. 企业自上而下, 加强AI技术学习和认知

企业管理层需要了解AI的基本概念, 如机器学习、深度学习、自然语言处理等, 以及它们是如何工作的, 有助于理解AI的潜力和局限性; 了解引入AI技术可能对组织结构、企业文化和企业员工产生的影响, 以及如何管理这些变革, 确保员工的接受和参与; 关注AI技术的最新动态和未来趋势, 以便企业能够适应不断变化的技术和市场环境。

企业员工需要了解AI在不同行业和业务流程中的应用, 包括研发设计、生产制造、营销服务、财务分析等, 以及AI的应用案例和实际成效; 了解当前可用的AI技术和工具, 包括开源框架、商业软件和产品, 有助于项目选型和实施; 理解数据在AI应用中的作用, 包括数据的质量、存储、处理和安全, 确保企业能够有效地管理和利用数据。

### 3. 结合自身特点, 明确AI应用需求和场景

当前, AI技术在制造业的应用场景正在持续拓宽, 并且许多应用的焦点正从关注表面的问题逐步转向更深层次的应用领域, 例如从缺陷识别扩展到优化工艺流程、解决质量问题等。但与此同时, 必须认识到现有的AI算法模型在泛化能力上仍然不足, 工业场景下的AI应用在复制与推广方面存在一定局限性。在某一个企业取得较好成效的AI算法或应用, 被移植到其他企业时, 可能无法实现同等的效果。

因此,企业需要合理规划和推动AI落地应用。企业需要结合自身特点,通过深入分析业务流程和运营模式,确定改进优化的环节以及目标期望,选择合适的应用场景,评估应用的投资回报率、风险承受能力、数据准备情况和基础设施情况,研究市场上可用的技术,考察不同的平台、工具、算法,以及方案提供商的工程化能力,制定相应的实施计划。

## 4. 扎实应用基础,注重技术储备和数据准备

在AI应用的早期阶段,企业可以依靠已有的、标准化的解决方案,通过与供应商的合作,推动AI的实际应用落地,在特定领域实现效率提升和成本降低。但随着AI用例数量增多,专业性要求更强,差异化特征更显著,企业同样需要跟进AI相关的开发方法和技术基础,逐步从跟随了解转变为主导实施,真正掌握利用AI赋能企业创新的能力,为企业创造更大的价值。

企业需要加快数据准备工作的进程。当前AI应用离不开数据和训练。数据的质量、多样性与规模大小将影响对问题还原的精确度及应用效果。尽管在物联网、工业大数据、云计算等技术的推动下,越来越多的制造企业开始认识到数据资产管理和应用的重要性,但绝大多数企业仍处于数据采集的初级阶段,其在数据分析和应用方面的能力有限。

## 5. 基于合理规划,由点到面推进AI落地

在AI技术的应用中,企业可以通过开展小规模试点项目,来测试和验证技术的适用性及其成效。基于试点项目的反馈,企业可以进行快速迭代和优化,以实现持续的改进与创新。在决定购买现成解决方案或自行构建系统时,企业需要全面考虑其战略规划、投资额度等因素。

同时,与传统数字化、智能化项目实施相比,当前AI应用的实施建立在数据驱动的模式上,要求持续收集大量特定应用场景的数据,并在实际应用中不断进行模型的迭代优化,以维持相对精确的性能表现。这个过程需要持续投入人力、物力等资源。因此,在模型部署的初期,企业需要有一定的包容度,审慎权衡长期投资回报与短期成本效益之间的关系,并设定切合实际的期望值。

## 6. 着眼长远发展,加强人才培养和团队建设

随着AI技术的持续进步,众多技术难题得到突破,新型算法与模型不断涌现,推动AI应用领域不断拓展。面对新技术所带来的机遇,企业必须培育适应AI技术的能力,快速学习和掌握相关技术,持续关注和跟进AI技术的发展动态与趋势,灵活应对技术变革,并及时调整战略规划,以适应AI的快速变化。

为了构建多维能力,企业需要重视人才和团队建设,提高整个团队的AI应用综合能力,包括招募和培养具有专业技能和业务能力的人才,例如负责数据标注的工程师、负责工程代码开发的工程师。同时,企业需要通过持续的学习和培训,提高团队成员的AI素养,了解AI技术的基本原理和应用场景,从而更好地利用这些先进技术来提升工作效率和创新能力。

## 整体结论

在人工智能发展日新月异的时代背景下，制造业凭借其海量数据资源和丰富多样应用场景，已成为人工智能技术应用最具潜力的领域之一。

人工智能的发展势不可挡，其赋能制造业的进程已经开启。人工智能正在向制造业加速渗透，驱动制造业全链路数字化转型和智能化升级。当前，人工智能应用场景主要集中在生产制造、质量管控和研发设计环节，主要成效目标是降本增效。生成式AI技术的飞速发展获得企业的高度关注，其在制造业的潜在应用前景被企业看好。

大部分企业尚未做好全面拥抱人工智能的准备。尽管企业普遍认为人工智能技术将在企业未来发展中发挥重要作用，但很多企业对人工智能技术及其应用的认知有限、理解不深，并在针对性的专业培训体系构建、专业人才培养与储备方面存在显著不足，进而导致了企业在人才与技能方面的匮乏，一定程度上制约了企业在人工智能领域的深入应用。

唯有主动迎接挑战才是应对当前发展变局的良策。面对人工智能的快速发展，制造企业应当主动适应并积极拥抱这项新技术。但在期待通过人工智能技术赋能实现创新发展的同时，企业需要避免盲目投资。企业应在实施人工智能项目之前，明确自身战略，开展多层次培训，培养专业团队，通过开展小规模项目试点，逐步积累经验，稳妥推进人工智能技术的落地应用，确保其能够与企业的发展目标深度融合。

## 参考资料

- [1] 武汉经信：增效降耗，博世华域AI排程引领敏捷制造。  
[https://mp.weixin.qq.com/s/\\_TgDKT98rZtnNI6c1jnDZw](https://mp.weixin.qq.com/s/_TgDKT98rZtnNI6c1jnDZw)
- [2] 武汉经信：烽火通信领航AI视觉检测革新，SMT工序PCBA质检解决方案驱动行业高质量发展。  
[https://mp.weixin.qq.com/s/Hp31Trq3deR\\_10jL234Ahw](https://mp.weixin.qq.com/s/Hp31Trq3deR_10jL234Ahw)
- [3] 《21世纪经济报道》专访鼎捷副总裁谢丽霞：如何抓住工业软件崛起和生成式AI机遇。  
[https://mp.weixin.qq.com/s/l5a7\\_OXqV510lhJz29Ymg](https://mp.weixin.qq.com/s/l5a7_OXqV510lhJz29Ymg)
- [4] 为电机设计注入仿真与AI之力！  
[https://articles.e-works.net.cn/pc\\_server/article153570.htm](https://articles.e-works.net.cn/pc_server/article153570.htm)
- [5] 「数智化案例展」联想——以智能决策技术应对呆滞物料管理挑战。  
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1736419012946799245&wfr=spider&for=pc>
- [6] 南京天加环境：打造精细化生产智能工厂。  
<https://articles.e-works.net.cn/erpoverview/article153266.htm>
- [7] 视比特“AI+3D视觉”核心产品 | 智能下料分拣产线。  
<https://mp.weixin.qq.com/s/kbxFeSg5prkZcn7H-TuJaA>
- [8] 新品销售预测准确率达90%！没人比AI更懂研发？  
<https://mp.weixin.qq.com/s/LzNE-SQY3SUQL8XeMb6S2A>
- [9] AI在智能制造中的应用、挑战与建议——来自“灯塔工厂”的应用和启示。  
<https://mp.weixin.qq.com/s/gJy61clL9CkoXIHnmruuAg>
- [10] 工业富联入选“数智化供应链案例”，AI引领供应链端到端协同。  
<https://mp.weixin.qq.com/s/ArwW9HZlyhYSrHail8eww>

## 关于e-works Research

e-works研究院(简称e-works Research)是e-works(数字化企业网)专门从事两化融合、智能制造的研究、分析机构,研究领域包括智能制造、工业互联网,以及工业软件的市场、技术与应用研究。依托雄厚的行业资源、强大的智力资源,e-works Research长期致力于提供面向政府的产业规划服务、面向企业的咨询服务、面向厂商的市场研究服务,形成了政府决策与软科学研究、企业两化融合评估与诊断、产业调研与研究并行发展的业务格局。

## 版权声明 重要示IMPORTANT NOTE

本报告版权归e-works数字化企业网所有,严禁任何媒体、网站、个人或组织以任何形式或出于任何目的在未经本公司书面授权的情况下抄袭、转载、摘编、修改本报告内容。另本报告内容禁止上传至百度文库等其他商业网站、微信群、QQ群等。对有违反上述行为而构成的版权侵权行为,e-works将依法追究其法律责任。

获取更多信息,请访问 :<https://www.e-works.net.cn/>



e-works官方微信



更多报告下载