

新一代人工智能技术在德国工业4.0中的应用路径 和应用潜力研究

中国科学技术信息研究所

目 录

1 引言	1
2 德国工业 4.0 和人工智能发展现状及支持政策.....	3
2.1 德国工业 4.0 的发展现状.....	3
2.1.1 数字经济中的数字商业模式.....	6
2.1.2 指导原则之一：自主性.....	8
2.1.3 指导原则之二：兼容性.....	9
2.1.4 指导原则之三：可持续性.....	11
2.2 德国人工智能领域的发展现状及支持政策.....	13
2.2.1 发展核心目标.....	14
2.2.2 未来行动领域.....	15
2.2.3 当前发展的优劣势.....	16
3 新一代人工智能技术在工业 4.0 中的应用现状与路径.....	19
3.1 应用现状	19
3.2 典型应用场景与案例.....	23
3.2.1 提高智能工厂自动化水平.....	23
3.2.2 预测性维护.....	25
3.2.3 质量控制.....	29
3.3 人工智能在工业 4.0 中的应用路径.....	32
3.3.1 制定适合本企业的人工智能战略.....	32
3.3.2 搭建人工智能的学习基础.....	35
3.3.3 确保数据的质量和可获得.....	38
3.3.4 培养人工智能开发和应用专业人才.....	40
4 新一代人工智能在工业 4.0 中的应用潜力和进一步研究需求.....	42
4.1 人工智能在工业 4.0 中的应用潜力.....	42
4.2 未来研究需求.....	45
5 对我国的启示.....	46

插图清单

图 1 德国工业 4.0 指导原则 2030	6
图 2 人工智能技术领域的领先国家.....	17
图 3 人工智能应用领域的领先国家.....	18
图 4 德国制造业企业应用的人工智能技术类别.....	22
图 5 “4.0 Now” 智能工厂的智能化生产车间.....	25
图 6 弗朗霍夫 IKTS 的声学模式识别原理.....	30
图 7 对工业流程进行人工智能升级改造的学习过程.....	36
图 8 人工智能对不同经济产业增长的贡献率 (%)	43
图 9 当前和五年后不同环节应用和预计应用人工智能技术的企业比例 (%)	44

附表清单

表 1 三种维护方式的定义及特点.....	26
表 2 不同自动化等级的特点.....	38

中国科学技术信息研究所

中国科学技术信息研究所

正文

1 引言

制造业处于工业中心地位，既是国家工业化、城镇化、现代化建设的发动机，也是国民经济的核心主体。如今，各国纷纷制定了政策和战略，着力促进本国制造业的发展，如美国追求的“制造业回流”、中国的《中国制造 2025》等等。

德国是世界闻名的制造业强国，其先进的制造工艺、高质量的工业产品得到全球消费者的称赞，德国的制造业企业也因此具有强大的国际竞争力。在当前第四次工业革命的潮流席卷全球背景下，德国成为最早提出并开始实施第四次工业革命的国家之一，“工业 4.0”模式则是其推进制造业从当前的信息化迈向下一阶段“数字化+自动化”的有效路径。在工业 4.0 的生产过程中，数字化智能技术融入产品、机器和设备中，并集中表现为信息物理系统（CPS）的形式。而将全产业链上的 CPS 通过网络联系在一起组成一个信息物理生产系统（CPPS），则是对传统生产理念的一个革命性转变，这也是工业 4.0 计划最终希望达到的效果。通过对制造业进行工业 4.0 意义上的升级改造，德国未来的产品生产将在“智能工厂”中完成，这样的生产模式将加速实现针对不同用户的个性化生产、更短的产品生命周期以及对未来需求的快速预测分析等目标。

工业 4.0 的实现离不开当前正在迅速发展的数字化技术，其中，新一代人工智能作为近年来受世界各国普遍关注的关键技术之一，对于德国传统制造业的升级有着巨大的推动作用。德国的人工智能发展水平很高。首先，政府的重视和支持程度不断提高，德国联邦政府在 2018 年 11 月发布了本国的人工智能战略，将发展这一核心技术提升到了国家战略的层面，其投入力度在当前世界范围内仅弱于美国和中国。第二，德国在人工智能技术的某些研发和应用领域也拥有不俗的实力，如在自然语言处理、认知建模、质量控制、智能自动化和智能传感器等领域都处在世界领先地位。第三，德国拥有丰富且高质量的人工智能技术研发队伍，如德国人工智能研究中心（DFKI）是世界上最大的人工智能研究机构，西门子、博世、库卡等智能化设备和数字技术巨头每年都会在人工智能研发方面投入巨资。

目前国内关于人工智能的课题和论文大多偏向宏观层面或纯技术层面，如针对世界各国出台的人工智能战略和政策的解读、人工智能领域发展动向的跟踪和研判，或人工智能某项技术的实现方式等，但对于技术如何真正应用到实际的生产过程中、这种应用究竟能给传统制造业带来哪些方面的变化等问题还缺少实证的研究和分析。特别是由于语言的限制，当前国内对德国的情况进行深入分析的研究成果还不多，但德国作为智能制造的发展先锋和人工智能技术的有力竞争者，确实具有很高的研究价值，能够为我国实现传统制造业的转型提供重要的参考。