

绪 论

1.1 机器人概述

在当今科技飞速发展的时代,机器人已成为人类生活中不可或缺的一部分。本节将深入探讨机器人的定义及其发展历程,展示机器人从概念到实践的演变与进步过程。

1.1.1 机器人的定义

机器人在当代社会扮演着多种角色,从工业生产到医疗保健,从娱乐到教育,无所不在。它们被设计用于协助人类完成各种任务,提高生产效率,减小劳动强度,甚至改善人类生活质量。机器人的类型多种多样,包括工业机器人、服务机器人、军事机器人、医疗机器人等,每种类型都有其特定的功能和应用场景。

“机器人”一词源自捷克作家卡雷尔·恰佩克(Karel Čapek) (见图 1-1)于 20 世纪 20 年代创作的戏剧作品《罗萨姆的万能机器人》(Rossum's Universal Robots)。在这部戏剧中,卡雷尔·恰佩克首次使用了“robot”一词,指代一群由人类创造的仿生体。随着科技的进步,机器人的定义逐渐扩展,现在通常被描述为能够自主执行任务或指令的人工智能实体。机器人的定义还包含了自动化、感知、计算和行动等多个方面,它们能够模拟人类行为或完成人类任务。



图 1-1 卡雷尔·恰佩克

迄今为止,还有其他学者和组织对机器人进行了不同的定义。

根据英国《牛津简明英语词典》的定义,机器人被描述为“貌似人的自动机,具备智力并且顺从于人类指令,但不具备人格的机械装置”。

美国机器人工业协会(Robot Industries Association, RIA)对机器人的定义为“机器人是一种多功能机械手(manipulator),用于移动各种材料、零件、工具或专用装置,并通过可编程动作执行多种任务,具备编程能力”。

日本机器人协会(Japan Robot Association, JRA)则将工业机器人定义为“一种配备记忆装置和末端执行器(end effector)的通用机械装置,能够执行自动化操作以代替人类劳动,具备旋转能力并完成各种移动任务”。

美国国家标准和技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)

对机器人的定义是“一种能够进行编程并在自动控制下执行特定操作和移动作业任务的机械装置”，这一定义也可视为一种较为广泛的工业机器人定义。

国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)则将机器人定义为“一种自动化、位置可控的多功能机械手，具备编程能力，通过多个轴的操作可以处理各类材料、零件、工具和专用装置，执行多种任务”。

中国科学家将机器人定义为一种自动化的机器，但是它具备一些与生物类似的能力，比如协同能力、感知能力、动作能力和规划能力，因此也被称为高度灵活的自动化机器。

这些不同学者和组织的定义虽然有细微差异，但都强调了机器人具有自主性、可编程性和多功能性的特点，以及执行各种任务的能力。

1.1.2 机器人的发展历程

机器人的概念可以追溯到古代文明。古希腊的神话故事中就有对自动机械人的描述，如赫菲斯托斯(Hephaestus)制作的金属巨人塔尔塔罗斯(Talos)。古代和中世纪时期的工程师们也尝试制造自动化机械来模拟生物行为，如古希腊的阿基米德(Archimedes)等人。

在我国古代，虽然没有现代意义上的机器人，但古人对自动化、人造生命的概念却并不陌生。在一些古籍中，可以找到一些关于机械人或自动化装置的记载，虽然它们与今日的机器人有着明显的差异，但仍展现了古代人对自动化的探索和想象。

在《列子》一书中，就有关于制作机械鸟的记载。传说古代工匠铸造了一只可以自行飞翔的铜鸟，并使其能够唱歌。虽然这只铜鸟并非真正意义上的机器人，但它展现了古人对仿生机械的想象与探索。

在国外，大约公元前2世纪，古希腊人发明了一个以空气、水和蒸汽为动力的会动的雕像，不仅可以自己借助蒸汽“唱歌”，还可以自己开门。

工业革命时期，机器人的概念发生了重大飞跃。19世纪末期至20世纪初期，出现了一些早期的自动化机械，如美国发明家伊莱·惠特尼(Eli Whitney)的棉花脱籽机和德国发明家卡尔·凯斯勒(Carl Kästner)的自动锯木机。这些机械虽然不能被称为真正意义上的机器人，但它们的出现为机器人技术的发展奠定了基础。

学者对机器人的真正研究始于20世纪中期，主要利用计算机技术、自动化技术以及控制理论对机器人进行开发研究。

1942年，著名作家艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)提出了机器人三原则：第一，机器人不得做危害人类的事，在人类受到危险时应给予帮助；第二，机器人必须坚决服从人类的命令，但命令违反第一条原则时例外；第三，在不违反第一条与第二条的原则时，机器人也应该保护自己。此后，机器人学术界一直将这三个原则作为机器人的开发原则。

20世纪中期，随着计算机技术的发展和人工智能理论的兴起，现代机器人的时代正式到来。1954年，美国工程师乔治·德沃尔(George Devol)发明了第一台数控工业机器人，被称为“无人驾驶器”。1961年，美国工程师约瑟夫·F·恩格尔伯格(Joseph F. Engelberger)与德沃尔合作推出了机器人Unimate(见图1-2)，并成立世界上第一家机器人制造公司——Unimation，他们开创了机器人发展的新纪元，被称为“工业机器人之父”。这是第一款商用工业机器人，被用于汽车制造业。

1970年,第一届国际机器人学术会议在美国召开。此后,机器人技术得到了快速的发展。

1975年,意大利Olivetti公司发明了一个直角坐标机器人SIGMA,该机器人可广泛应用于流水线组装领域,并在一家意大利组装厂安装运行,大大提升了工作效率。

1978年,美国Unimation公司开发了通用型工业机器人PUMA(Programmable Universal Machine for Assembly),该机器人主要应用于汽车生产的装配线,这标志着工业机器人的技术逐渐成熟。

21世纪,随着人工智能、感知技术和材料科学的不断进步,机器人技术取得了巨大的突破。现代机器人不仅能够执行重复性、危险性和精密性任务,还能够在各种环境下进行自主决策和学习,从而拓展了它们的应用领域,例如,无人驾驶汽车、智能家居助手、医疗机器人等已经成为现实。

机器人作为人类科技进步的产物,其定义与功能不断拓展,其发展历程也是人类智慧和技术创新的历史见证,预示着未来科技发展的无限可能性。



图1-2 机器人Unimate

1.2 智能装备的基本概念和发展

1.2.1 智能装备的定义

智能装备是指集成了智能化技术的各类装备,它们通过传感器、控制系统、通信技术等实现自主感知、决策和执行任务的能力。智能装备广泛应用于工业制造、农业生产、医疗保健、交通运输等领域,为人类的生产和生活带来了巨大的便利和效益。

一些学者将智能装备视为具有自主学习、适应环境并能够自主执行任务的系统。在他们眼中,这些装备不仅仅是被动执行人类指令的工具,更是能够感知、理解并做出反应的智能体。

而另一些组织则将智能装备的定义置于智能制造的框架之下。对于他们来说,智能装备是那些通过数字化、自动化和网络化等技术手段,实现了生产过程智能化和灵活化的设备。它们能够与其他设备和系统实现无缝连接,共同构建起智能制造的生态系统。

无论是怎样的定义,智能装备都承载着人类对未来的憧憬与期许。它们的出现不仅推动着生产方式的革新,也深刻影响着我们的生活方式和社会结构。在这个充满挑战和机遇的时代,我们期待着智能装备能够继续发展,为人类创造出更加美好和智慧的未来。

1.2.2 智能装备的发展历程

18世纪60年代,蒸汽机的发展揭开了第一次工业革命的序幕,带领人类踏入了“蒸汽时代”。机械的齿轮转动,将生产力推向全新的高度,工业的乌托邦正一步步揭开面纱。时

光流转至 19 世纪 70 年代,电力技术的突破如同一场震撼的轰鸣,掀起了第二次工业革命的浪潮,引领人类跨入“电气时代”。电光、电热、电动的奇迹,催生了工业的巨变,生产方式焕然一新,世界正以前所未有的速度前行。第二次世界大战的硝烟散尽后,基础理论的飞速进步推动了人类技术的飞跃,原子技术、电子技术、信息技术等一一绽放光芒。科学的火炬照亮前行之路,工业革命的火焰在世界各地蔓延,照亮着人类迈向未来的道路。

第四次工业革命正由物联网与服务网在制造业中的应用引领,将物联网、云计算、工业互联网、数字孪生、人工智能等新一代信息技术与制造技术深度融合,催生智能工厂。在智能工厂中,机器、存储系统和生产设施通过信息物理融合系统(cyber-physical system,CPS)实现信息感知、处理和共享,具备自主决策与生产优化能力,标志着制造业进入“工业 4.0”时代。工业革命的发展如图 1-3 所示。

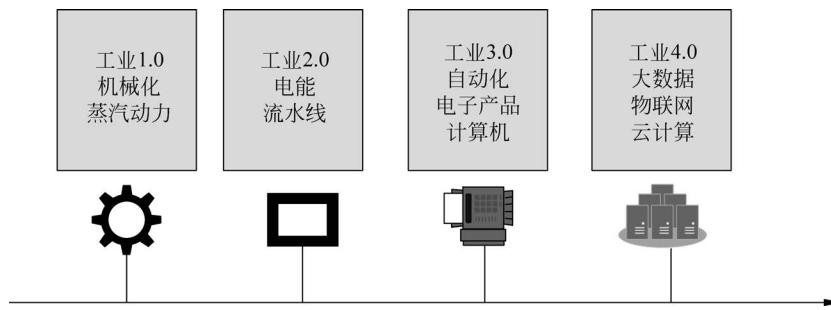


图 1-3 工业革命的发展

智能制造装备是实现制造智能化的核心载体,也是制造工艺与信息技术融合创新的产物。其应用涵盖数控机床、工业机器人、增材制造、智能检测和物流装备等通用设备,以及面向特定行业的专用装备。相比传统装备,智能制造装备融合了智能传感、人工智能、数字孪生等技术,具备信息感知、分析规划、容错诊断等功能,显著提升加工质量和效率,降低成本,且以制造系统形式广泛应用于各行业。

近年来,智能制造装备已成为推动我国制造业升级的重要力量。在国家战略支持下,我国智能制造装备产业快速发展,建成一批智能工厂,推广网络协同制造和个性化定制模式,实现工业母机和核心零部件领域的技术突破,如济南二机床集团的汽车冲压设备达到国际领先水平。

《中国制造 2025》明确以智能制造为主攻方向,鼓励中小企业推动数字化工厂和智能化生产。智能制造装备的发展,不仅提升了我国制造业竞争力,还推动了科技创新与产业升级,为经济转型和可持续发展注入强劲动力,意义深远。

1.3 机器人与智能装备的关系

机器人的发展与智能装备技术紧密相连,二者相互促进,共同推动智能制造技术进步。智能装备作为机器人的载体,通过智能化技术提升传统装备的自动化与智能化水平,增强设备自主性与适应性,加速生产过程的数字化与智能化。二者的融合如交相辉映的双子星,驱动智能制造快速发展。

为满足智能制造对高端人才的需求,机器人工程与智能制造等新工科专业不断涌现,为产业发展提供强劲支撑。随着人工智能、机器学习和传感技术的突破,机器人在智能家居、工业生产等领域应用广泛,前景无限。

在工业制造中,智能装备有助于提高生产效率并优化流程。自动化机械臂取代重复劳动,智能控制系统优化生产,智能仓储实现高效物流管理,显著提升效率和质量。在农业中,智能装备通过精准监测土壤与作物数据,优化施肥灌溉,提高产量与品质。在医疗领域,智能监护设备与远程医疗机器人提升诊疗精度与服务效率,减轻医护负担。

我国智能装备技术快速发展,在政府支持和科研创新推动下,智能装备广泛应用于工业生产与服务领域。这不仅彰显技术进步,也标志着智能制造时代的到来。智能装备的发展正深刻改变生产与生活方式,促进社会智能化与自动化。机器人与智能装备的协同推动,为我国制造业向智能化、数字化转型奠定了坚实基础,注入了强劲动力。

未来,随着人工智能、机器学习、大数据等技术的不断发展,机器人与智能装备领域将呈现出一些明显的趋势和特点:

(1) 智能化与自主化。机器人与智能装备将更加智能化和自主化,具备更强的学习、决策和适应能力。机器人将能够在复杂环境下独立完成任务,并具备更加灵活的应用场景。

(2) 人机协作。人与机器人之间的协作模式将更加紧密,机器人将成为人类的助手和伙伴。在工业生产、医疗护理等领域,人机协作将带来更高效、安全的工作方式。

(3) 多元化应用。机器人与智能装备将在各个领域得到广泛应用,如智能家居、智能交通、智能农业等,为人类创造更多便利和可能性。

(4) 数据驱动。大数据技术将为机器人与智能装备提供更多的数据支持,实现更精准的决策和预测能力。数据驱动的机器人将更好地适应和服务于人类的需求。

(5) 安全与伦理。随着机器人与智能装备的普及,安全和伦理问题将日益受到关注。如何保障机器人的安全性、用户隐私,以及合理规范机器人的行为将成为重要议题。

在未来的发展中,机器人与智能装备将继续发挥重要作用,为人类社会带来更多的便利和创新,同时也需要人类不断关注和引导其发展,确保其发展符合人类的利益和价值观。

1.4 机器人与智能装备人才培养

实现制造强国的战略目标必须以人才为核心。《中国制造 2025》首次将人才发展置于国家战略前沿,凸显其在建设制造强国中的关键地位。人才是推动科技创新、实现产业升级的引擎。因此,必须加强人才培养,为制造业注入智慧与活力。这不仅要注重提高技能水平,更需注重培养创新意识、团队协作能力及国际竞争力。唯有高素质人才队伍,才能在全球竞争中立于不败之地,确保中国制造登顶世界舞台。制定全面系统的人才培养计划,吸引并留住优秀人才,激发创造力与潜能,是实现制造强国目标的基石与保障。

人才培养对机器人与智能装备发展尤为重要。首先,技术的迅速发展已成为推动工业革命的重要因素,培养具备创新性思维的人才至关重要,以推动技术前沿,开发更先进的机器人与装备。其次,跨学科背景是必备条件。人才需精通工程技术,同时掌握计算机科学、人工智能和控制理论等知识,以实现技术的创新性突破。

此外,良好的团队协作能力是关键。机器人与智能装备技术的发展常需多领域专家协作,人才只有具备协作能力,才能推动技术取得突破性进展。最后,面对技术的快速演变,持续学习和适应能力是人才保持竞争力的核心。只有不断学习新知识,紧跟技术步伐,才能立足于领域前沿。

综上,培养具备创新思维、跨学科背景、团队协作能力及持续学习与适应能力的人才,是推动机器人与智能装备技术发展的重要保障。这些人才将成为技术进步的核心力量,助力社会实现更多创新与进步。

1.5 装备智能化发展历史及现状

1.5.1 装备智能化发展历史

智能制造的概念由美国学者保罗·K.怀特(Paul K. Wright)和大卫·A.布恩(David A. Bourne)于20世纪80年代提出,目标是实现无人干预的小批量自动化生产。进入21世纪,随着机器学习、大数据、物联网和云计算等技术的发展,智能制造取得了显著进步。尤其是2008年金融危机后,各国认识到“去工业化”的弊端,纷纷将智能制造作为振兴现代制造业的核心方向。

智能制造装备是智能制造的关键载体,与传统数控装备相比,它不仅是复杂的机电一体化系统,更具自感知、自适应、自诊断和自决策等智能特性,以满足航空、航天、汽车等多领域需求。例如,智能机床作为典型装备,在高性能数控机床基础上,利用智能传感实现环境变化感知,并通过机器学习和大数据技术完成故障诊断与智能决策。

智能制造装备代表了先进设计制造技术与人工智能的深度融合,是现代制造业发展的重要推动力。智能制造装备包括智能机床(金属切削机床、木工机床与锻压机床)、智能数控系统、智能机器人、智能传感器、智能装配技术及装备、智能单元与生产线等。

1. 智能机床

智能机床是数控机床的高级形态,融合先进制造、信息和智能技术,具备自感知、状态预测、故障诊断与修正能力,同时可多工艺加工,提升效能并降低资源消耗。

1952年,美国麻省理工学院的约翰·帕森斯(John Parsons)与弗兰克·斯特伦(Frank Stulen)开发了首台数控机床,用于航空工业的螺旋线制造。这一创新采用数字控制系统,标志着数控技术在工业领域的首次应用,为工业自动化和精密加工奠定了基础。

20世纪70年代,日本大野耐一和冈部昭彦开发了先进数控系统,包括控制器和软件,推动制造业高精度、高效率生产,广泛应用于汽车、电子、机械等行业,加速日本经济发展。2006年,美国国际制造技术展览会上,日本Mazak公司展出首台智能机床,其后Okuma和Mikron等公司推出具备主动振动控制、智能热屏蔽等功能的智能机床。

2013年,德国DMG MORI公司推出全球首台自动化加工中心,引入人工智能,实现零件和刀具自动更换及工艺调整。系统可实时感知环境,自主决策并执行操作,智能监测刀具磨损并及时更换,同时根据数据调整工艺,显著提升适应性和生产效率。

2. 智能数控系统

智能数控系统是智能机床的“大脑”，除常规任务外，还具备开放架构、数据分析与物联网功能，实现信息集成与共享。

1976年，美国西屋电气公司推出首个商用微处理器控制数控系统，开创了数控领域的突破性应用，提升了性能与稳定性，降低了成本，推动了数控技术的普及。1983年，哈斯公司推出首台微处理器控制的数控铣床，显著提升加工精度和效率，成为制造业的焦点之一。2010年以来，日本发那科公司集成物联网技术，提高生产线效率与灵活性；瑞士GF Machining Solutions利用大数据技术实时监测机床运行，预测并预防故障，减少生产中断。

国内，华中数控推出了INC-848D智能数控系统，提供全生命周期“数字双胞胎”管理和智能算法支持；沈阳机床集团开发了基于工业互联网的i5智能数控系统，提出“工业互联-云服务-智能终端”新模式，为智能制造提供重要支持。

3. 智能机器人

在20世纪60年代，美国工程师乔治·德沃尔(George Devol)创造了第一个工业机器人Unimate，最初用于汽车制造业的装配线，替代了繁重的人工劳动，提高了生产效率和质量。Unimate的问世推动了制造业的快速发展，具备可编程性和精准任务执行能力，使工业生产线更灵活高效。

1989年，美国麻省理工学院的罗德尼·布鲁克斯(Rodney Brooks)教授创立iRobot公司，并推出了第一个商用化的自主移动机器人——Genghis。这标志着智能机器人迈向新的里程碑，机器人不再局限于固定位置，具备自主感知和移动能力，能够根据环境变化做出自主决策。这一进步使机器人能够更灵活地应对多样化的工作任务，并吸引了大量的投资和研发资源。

2004年，日本索尼公司(Sony)推出AIBO机器狗，成为家用智能机器人的开创者之一。AIBO不仅具备自主行动能力，还能学习和互动，成为具有情感交流能力的智能机器人，与传统家电产品区别明显。

2016年，谷歌旗下DeepMind公司推出人工智能AlphaGO，它能在围棋对弈中通过不断学习和模仿提升棋力，标志着围棋领域的突破。同年，AlphaGO以4:1的比分击败韩国围棋冠军李世石，在全球范围内引起轰动，显示出人工智能在复杂决策领域的巨大潜力，并引领人工智能技术的发展方向。

4. 智能传感器

智能传感器结合集成与微处理技术，具备信息感知、诊断和交互能力，支持大规模网络化应用。

20世纪70年代末至80年代初，美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)最早提出了关于传感器智能化的理论，并设计了原型传感器，为传感器在自动控制、数据处理和决策制定中的应用奠定了基础。密歇根大学Khalil Najafi在传感器信号处理和固态集成传感器领域取得重要进展。20世纪80年代末，中国科学院上海冶金研究所(现中国科学院上海微系统与信息技术研究所)等机构开始研究微机电系统(microelectromechanical system, MEMS)技术，为后续集成传感器奠定基础。20世纪90年代，清华大学、哈尔滨工业大学等高校引入国际先进技术，开展传感器信号处理芯片的自主研发。

进入 20 世纪 90 年代,智能传感器技术逐步成熟。久间和夫(Kazuo Kyuma)利用微电子技术开发了微型传感器,其体积小、功耗低、灵敏度高,能快速响应微小环境变化,推动了传感器技术向智能化方向的发展。亨利·萨缪尔利(Henry Samueli)开发了高性能、低功耗集成电路,用于传感器数据处理和通信,使得智能传感器支持更可靠的数据传输及网络管理,促进了技术应用的普及。

2000 年后,智能传感器应用日益广泛。2013 年,中国科学院化学研究所赵永生等在纳米传感器和生物传感器领域取得重要突破,开发了高灵敏度传感器,用于癌症早期诊断和治疗监测,为个性化医疗提供新可能性。同时,阿尔哈贝(Alharbe)等在物联网和射频识别技术(radio frequency identification,RFID)上的研究解决了大规模传感器网络中的数据处理与管理问题,推动了智能传感器在物联网、供应链管理和智能物流中的广泛应用。

5. 智能装配技术及装备

智能装配技术及装备广泛应用于航空、航天、汽车、半导体和医疗等领域。配备机器视觉的智能装配装备可精准识别目标特征,自动确定位置并完成装配,显著提升产品质量、柔性、可靠性和生产效率。数字化智能装配系统则通过全局规划优化设备利用率和缩短装配周期。此外,智能装配技术在农林和环境领域也展现出巨大潜力。

20 世纪 50 年代,约翰·帕森斯(John Parsons)在麻省理工学院提出了数控机床的概念,并研发了第一台数控机床原型,奠定了数字化制造技术的发展基础,为智能装配技术的崛起提供支持。20 世纪 60 年代,丰田汽车公司开始引入自动化生产线,结合精益生产理念,成为自动化生产线发展的典范。

20 世纪 90 年代,随着机器视觉技术的发展,智能装配装备开始应用该技术。1995 年,斯坦福大学的塞巴斯蒂安·特伦(Sebastian Thrun)等研究“无人驾驶汽车”,推动了机器视觉在自动驾驶领域的应用。1997 年,本田技研工业株式会社推出了首款搭载机器视觉系统的自动化装配线,实现汽车零部件的自动检测与组装,为智能装配技术提供了实践经验。1999 年,大卫·洛威(David Lowe)教授提出 SIFT 算法,突破了机器视觉在目标识别和特征提取方面的应用。

2000 年之后,RFID 技术在智能装配中广泛应用。2003 年,沃尔玛公司要求供应商在货物上使用 RFID 标签,推动全球零售业的广泛采用。在汽车制造领域,奥迪公司于 2010 年引入 RFID 技术,实现零部件跟踪与自动化管理,提高装配效率与准确性。2012 年,波音公司在波音 787 项目中应用 RFID 技术,实现零部件的实时跟踪与监控,提高了制造效率和质量。

近年来,智能装配技术在医疗领域取得突破。2017 年,麻省理工学院开发了智能手术室系统,实现手术过程的自动化与精准控制,提升手术安全性与效率。2018 年,加州大学洛杉矶分校开发了智能心脏起搏器装配系统,提高了生产效率与质量。荷兰飞利浦公司于同年开发了智能医疗设备制造平台,通过物联网和大数据实现生产过程的实时监控与管理,提升了生产效率与设备质量。

6. 智能单元与生产线

智能单元与生产线结合制造现场特点,将功能相近的加工模块集成,具备适应多品种、批量生产的能力,是数字化工厂的核心单元。其特点包括结构模块化、数据标准化、场景柔性和软硬件一体化,便于集成与扩展。建设智能单元与生产线需从资源、管理和执行三个

维度实现智能化、模块化、自动化与信息化,确保高效运行。

20世纪中期至21世纪初,制造业经历了技术革命,模块化生产成为其中的重要部分。模块化设计将产品分解为独立功能模块,通过标准化接口和协议使模块相互连接,促进产品的快速定制和灵活生产。在汽车制造业中,海因里希·诺尔多夫(Heinrich Nordhoff)作为曾经的大众汽车总裁,推动大众汽车实施大规模模块化生产,成为该领域的先驱之一。

21世纪初,大众汽车推出横置发动机模块化平台(Modularer Querbaukasten,MQB)平台,实现不同车型共享组件和模块,极大提高了生产效率和灵活性。在电子产品领域,2013年,戴夫·哈肯斯(Dave Hakkens)提出“积木手机”(Phonebloks)概念,倡导将智能手机分解为可更换的模块,减少浪费并延长产品寿命。虽然这一概念未成为商品,但它激发了关于电子产品可持续性和模块化设计的广泛讨论。在航空航天领域,2002年,SpaceX的猎鹰火箭采用模块化设计,提高了生产灵活性和效率。2003年,波音787梦想飞机项目采用模块化生产,提高了生产效率并加速了交付速度。2007年,空中客机A350也采用了类似的模块化生产方式,进一步提升了制造效率。

21世纪,物联网和大数据技术为智能单元和生产线的数字化转型提供了基础。2017年,大众汽车开始对沃尔夫斯堡工厂进行智能化改造,引入物联网传感器以监测生产线设备状态,并优化生产流程、降低能源消耗。2018年,特斯拉实现工厂智能化生产,利用物联网和大数据优化供应链管理,提高了生产效率。2019年,博世推出智能生产解决方案,通过物联网技术实现设备间互联,提高生产效率和产品质量。在航空领域,波音在787梦想飞机项目中应用物联网和大数据技术,实现了生产过程的智能化。2018—2019年,波音对737MAX系列飞机进行智能化升级,提升了生产效率和产品质量。

2011年,德国启动“工业4.0”战略,推动制造业向数字化、网络化、智能化方向发展,以保持其在全球制造业中的领先地位。“工业4.0”强调数字化生产,智能工厂成为其核心,通过物联网、大数据和云计算技术实现设备互联互通,显著提升生产效率和产品质量。中国提出《中国制造2025》战略,美国则推出“智能制造”倡议,旨在促进各自制造业的转型升级。

1.5.2 国外装备智能化发展现状

国外装备智能化发展迅速,覆盖制造、军事、医疗等领域。在制造业,通过工业物联网、人工智能和大数据技术,企业实现生产数字化、智能化和自动化,灵活应对市场变化,提高产品质量与生产效率。在军事装备领域,智能无人机、装甲车辆和武器系统等新型装备显著提升作战效能和战场生存力。在医疗领域,智能化技术助力开发智能影像设备、植入式器械和远程监护系统,提升诊断精准度、治疗效率,并改善患者体验和医疗服务质量。

近年来,波音公司不仅在民用飞机制造中积极采用智能制造技术,也在军事装备领域进行了创新。2018年,波音与美国空军合作,推出了基于人工智能和大数据分析的智能维修解决方案,名为“国防预测性维护”(Predictive Maintenance for Defense)。该项目旨在利用数据分析预测军用装备的维修需求,以提高装备的可靠性和维护效率。这一举措在美国国防部内部获得了广泛关注和应用。

在军事装备领域,国外的军工企业正在积极推进智能化技术的应用,开发智能无人机、智能装甲车辆和智能武器系统等新型装备。这些智能装备通过集成各种传感器、自主控制系统和数据分析平台,提升了作战效能和战场生存能力。洛克希德·马丁(Lockheed Martin)公司在2017年发布了一款名为“Indago”的智能化无人机系统。该无人机系统结合了先进的传感器和自主飞行技术,可用于军事侦察和搜索救援任务。这一智能化无人机产品在提升军事装备智能化水平方面取得了重要进展。

而在医疗设备领域,国外的医疗器械制造商也在不断引入智能化技术,开发智能医疗影像设备、智能植入式医疗器械和远程医疗监护系统等产品。这些智能设备可以提高医疗诊断和治疗的准确性和效率,改善了患者的治疗体验和医疗服务质量。2019年,德国医疗设备制造商西门子医疗推出了一种名为“Symbia Intevo Bold”的智能医疗影像设备。该设备整合了人工智能技术,能够实现更准确的疾病诊断和治疗监控。这一产品在医疗影像领域取得了显著的创新成果。

此外,日本的机器人制造商,如发那科、安川电机(Yaskawa)等,近年来也致力于开发智能化机器人产品。这些机器人集成了先进的视觉识别、自主导航和学习能力,可以广泛应用于制造业的装配、搬运等工作。智能化机器人的出现提升了生产线的灵活性和效率,为工业自动化带来了新的发展方向。

国外装备智能化的发展取得了显著进展,各个领域都在不断探索和应用智能技术,以提升产品性能、提高生产效率和改善服务质量。

1.5.3 国内装备智能化发展现状

近40年来,我国装备制造业体系和相关产业链逐步完善,规模和水平显著提升,涌现出许多性能优异的产品,成为国民经济支柱产业,对工业与国防建设作出重要贡献。

在智能制造领域,我国研究始于20世纪80年代,尽管早期规模较小、研究体系尚未完善,但在国际金融危机后,各国政府将智能制造作为发展重点,我国也出台政策加速推进。2008年后,工业和信息化部发布《高端装备制造业“十二五”发展规划》,国务院于2015年提出《中国制造2025》,随后工业和信息化部和财政部联合发布《智能制造发展规划(2016—2020年)》。这些政策以制造业转型升级为核心目标,构建了智能制造发展的政策环境。

在国家政策支持下,智能制造装备实现快速发展。截至2015年年底,智能装备产值超1万亿元,展现出巨大潜力。依托网络信息技术、人工智能和先进制造技术,我国在智能传感器、智能数控系统等领域接近世界领先水平,智能机床、机器人和生产线等装备性能大幅提升,逐步形成完整产业体系。这些装备在关键行业中的推广显著提高生产效率,减少对劳动力的依赖,优化资源配置,推动可持续发展。

2015年《中国制造2025》战略的提出,明确了智能化、绿色化和服务化的制造业发展方向,推动装备智能化迈向新阶段。战略出台了一系列支持措施,促进产业升级。2017年,中国首个智能制造示范基地在重庆市落成,标志着智能制造进一步推进,为行业提供示范和引领作用。