

机械电子融合电子工程的智能化发展路径

程羲军

四川公路桥梁建设集团有限公司公路隧道分公司 四川 成都 610200

摘要：机械电子融合电子工程是机械、电子、信息技术的深度协同，区别于传统机电一体化的简单叠加，以智能化为核心导向，使得科技更好服务于生活及生产。本文主要说明其核心内涵、技术基础与发展目标，结合当前智能化发展的现状、核心的问题及成因，从技术、产业、人才、政策环境等四个维度，提出核心技术改革、产业生态的优化、复合型人才的培育、保障体系完善的发展路径，为推动机电融合向自主化智能体跨越、助力制造业高质量发展提供理论与实践参考。

关键词：机械电子；融合；电子工程；智能化；发展路径

引言：随着工业技术的推进、社会对智能化的依赖及智能制造方案的实施，机械电子与电子工程的融合已成为制造业、生产产业转型升级的核心方向。传统机电融合模式已难以适配复杂工况与高端产业需求，智能化转型成为必然趋势。当前，该领域在技术应用、产业发展上取得一定成效，但仍面临核心技术对外依存、复合型人才短缺等困境。基于此，本文系统探讨其智能化发展路径，破解发展瓶颈，推动融合技术提质增效，助力产业高质量发展。

1 机械电子融合电子工程的核心内涵与智能化基础

1.1 机械电子融合电子工程的核心内涵

(1) 核心定义：机械电子融合电子工程的本质是机械技术、电子技术、信息技术的深度协同，区别于传统机电一体化的简单控制，具有更人性化的升级特征，以智能化为导向，实现机械、电子、信息技术的无缝融合与协同优化，打破单一技术的应用局限，保障社会科技的更进一步，例如现在的智能自驾系统，机器人的学习能力并表现出来，就是这一状态的融合。(2) 核心特征：兼具跨学科性、系统性、智能化导向、产业适配性四大特征，核心体现“机械承载智能、电子赋能感知、信息驱动决策”的双向融合逻辑，既依托机械结构实现功能承载，又通过电子元件完成信号感知，借助信息技术实现智能决策。(3) 融合边界与核心领域：明确机械电子与电子工程融合的关键边界，聚焦智能控制智能学习、传感检测、系统集成三大核心模块，覆盖机电智能设备的设计、研发、运维全流程，是融合技术落地应用的核心载体。

1.2 智能化发展的核心技术基础

(1) 核心支撑技术：人工智能技术（机器学习、深度学习）为智能决策提供算法支撑，传感器技术实现工

况精准感知，大数据处理技术完成海量数据分析，工业物联网（IIoT）技术构建设备互联体系，四者共同构成智能化融合的核心技术底座。(2) 辅助支撑技术：嵌入式技术实现控制指令的执行，数字孪生技术完成系统虚拟仿真与优化，精密的机械机构保障执行结果的精度，三者为智能化融合提供硬件适配与软件保障，提升系统运行稳定性。(3) 技术融合逻辑：各核心技术在机电融合中形成协同作用机制，通过技术叠加构建“感知-决策-优化-执行”的闭环智能，实现从数据采集、分析优化到指令执行的全流程自动化、智能化。以期帮助人类更好的生活及生产。

1.3 机械电子与电子工程融合的智能化发展核心目标

(1) 技术目标：提升机电系统的自主感知、自主决策、自动调节能力，实现高精度控制、复杂工程实施的技术难题，推动机械生产向精细化、高效化、智能化的升级。(2) 产业目标：推动机电产品向高端化、智能化、人性化转型，通过技术分析技术控制，实现生产成本降低、生产效率提升的结果，突破传统机电产业单一控制的困境，增强产品核心竞争力。也更好服务于人类(3) 发展目标：构建完善的智能化融合生产技术体系与生产生态，推动机电融合从“自动化”向“自动智能化”的跨越，助力制造业高质量发展^[1]。

2 机械电子融合电子工程智能化发展的现状、问题及成因分析

2.1 智能化发展现状

(1) 产业应用现状：在制造业、新能源、智能制造等领域应用广泛，落地案例丰富。制造业中，智能机器人、柔性生产线实现规模化应用，中联重科无人矿卡已实现百台成套运行，无人机系统，无人拌合系统，智能钢筋生产系统，三一重工智能挖掘机器人等；新能源领

域,智能检测设备保障光伏、锂电产品质量;智能制造领域,智能工厂建设,形成多场景应用格局,推动产业生产模式的升级。(2)技术发展现状:核心技术取得一定突破,环动科技突破RV减速器“卡脖子”技术,埃斯顿机器人连续8年位居国产市场第一,推动工业机器人国产化率提升至56%以上。智能化产品市场占比稳步提升,部分领域实现进口替代,但核心算法、高端传感器等仍有差距,行业创新聚焦于应用层,底层技术创新成果有待突破。(3)政策与环境现状:国家政策持续发力,八部门印发《机械工业数字化转型实施方案》,明确智能化发展目标,多项政策支持核心技术攻关与产业升级。行业标准逐步完善,但仍存在碎片化问题,市场需求推动下,企业智能化转型意愿提升,产业集群效应显现,为智能化融合提供了良好发展环境。

2.2 智能化发展存在的核心问题

(1)技术层面:核心技术对外依存度高,高精度减速器、工业软件等关键领域80%以上依赖进口,多技术融合衔接不畅,智能算法与机电系统适配性不足,轻量化AI模型部署存在瓶颈,难以满足复杂工况下的实时控制需求,制约智能化水平提升。(2)产业层面:中小企业智能化转型动力不足,面临“不敢转、不会转、没钱转”的困境,产业链协同性差,链主企业带动作用未充分发挥,高端智能化产品供给不足,功能安全与信息安全保障体系不完善,难以适配高端产业需求。(3)人才层面:跨学科复合型人才短缺,机器人行业人才供需比达5.2:1,现有人才智能化技术素养不足,高校培养模式与产业需求脱节,教材更新滞后,学生实践能力不足,难以满足企业对“机械+电子+算法”复合型人才的需求。

2.3 问题产生的成因分析

(1)技术成因:企业核心技术研发投入不足,多数企业将研发重点放在应用层集成,对底层核心技术的投入占比偏低。产学研融合不够深入,高校、科研院所与企业的合作多停留在表面,缺乏长效协同机制,技术转化效率低下。同时,机械执行精度及理论知识与实时生产性的固有矛盾,进一步阻碍了核心技术的突破进程。(2)产业成因:产业集中度较低,企业规模参差不齐,研发能力差距悬殊,中小企业资金、技术实力薄弱,难以承担智能化转型的高额成本。行业标准碎片化严重,不同企业、不同领域的标准不统一,导致产业链上下游协同不畅,难以形成规模效应和协同创新合力,制约产业整体升级^[2]。(3)环境成因:人才培养体系滞后,高校专业设置存在学科壁垒,跨学科课程融合不足,难以培养出符合产业需求的复合型人才。政策扶持的精准度不够,对中小企业转型的针

对性支持不足,政策落实存在难点。市场对智能化产品的认知有待提升,人们对新事物的接受程度需要时间积累,加之核心元器件对外依存度高,进一步制约了机械电子融合智能化的发展步伐。

3 机械电子融合电子工程的智能化发展路径

3.1 技术层面:强化核心技术研发与融合应用

(1)突破关键核心技术:聚焦人工智能与机电系统的深度融合技术、高精度传感器技术、数字孪生建模技术等核心领域,加大研发资金投入,重点攻克轻量化AI模型部署、高精度传感检测、复杂场景数字孪生仿真等技术瓶颈。针对工业场景需求,研发适配机电系统的专用算法,提升算法的实时性与稳定性,降低核心技术对外依存度,逐步构建自主可控的核心技术体系,推动关键零部件国产化替代,打破国外技术垄断。(2)推动多技术协同融合:构建“人工智能+传感器+物联网+嵌入式技术”的协同融合体系,优化各技术间的衔接机制,破解多技术融合不畅的难题。依托嵌入式技术实现智能算法与机电硬件的精准适配,借助传感器技术完成工况数据的实时采集,通过物联网技术构建设备互联网络,实现数据互通共享,开发专用智能算法族,适配不同行业、不同场景的机电融合需求,全面提升机电系统的自主感知、自主决策与自适应调节能力^[3]。(3)加快技术成果转化:深化产学研用融合,推动高校、科研院所与企业建立长期稳定的合作机制,搭建专业化技术转化平台,完善技术转化激励政策,鼓励科研人员投身技术落地实践。聚焦产业实际需求,将实验室中的技术成果进行产业化升级,开展试点应用,及时解决应用过程中出现的技术难题,提升技术转化效率,推动技术创新与产业应用深度衔接,让科研成果真正转化为产业竞争力。

3.2 产业层面:优化产业生态与协同发展模式

(1)推动企业智能化转型:加大对中小企业的扶持力度,针对中小企业资金不足、技术薄弱的问题,提供专项资金支持、技术指导与人才帮扶,推广轻量化、低成本、易落地的智能化转型方案,降低中小企业转型门槛,破解“不敢转、不会转、没钱转”的困境。引导企业聚焦核心业务,推动生产流程、管理模式的智能化升级,鼓励企业参与智能化试点示范项目,积累转型经验,逐步实现从自动化向智能化的跨越。(2)完善产业链协同机制:加强产业链上下游企业的协同合作,打破企业间的信息壁垒与资源壁垒,构建“研发-生产-应用-服务”的完整产业链体系。发挥链主企业的引领带动作用,推动核心零部件企业、整机制造企业、软件服务企业协同创新,共享技术资源、市场资源与人才资源,提

升产业链整体协同性与抗风险能力,推动产业链向高端化、智能化、绿色化升级,形成上下游联动、协同发展的良好格局。(3)培育高端智能化产业集群:依托各类产业园区,聚集优质研发资源、生产资源与服务资源,培育一批具有核心竞争力的龙头企业,发挥龙头企业的辐射带动作用,吸引上下游配套企业集聚,形成产业集群效应。完善产业集群配套设施,搭建公共技术服务平台、人才培养平台与市场对接平台,推动集群内企业协同创新、抱团发展,提升产业集群的整体竞争力,打造具有国际影响力的机械电子融合智能化产业集群^[4]。

3.3 人才层面:构建复合型人才培养与引进体系

(1)优化人才培养模式:调整高校专业设置,打破学科专业壁垒,增设机械电子融合、智能控制等跨学科专业,加强机械、电子、人工智能、物联网等学科课程的融合教学,更新教学内容与教材,贴合产业发展需求。强化实践教学环节,推动高校与企业共建实训基地,开展校企合作育人,让学生参与企业实际项目,提升实践操作能力与创新能力,培养一批兼具理论知识与实践能力的复合型应用型人才。(2)加大人才引进力度:出台针对性的人才扶持政策,重点引进国内外高端复合型人才、核心技术领军人才与创新团队,给予人才安家补贴、研发经费支持等优惠待遇,完善人才激励机制,将技术成果转化收益与人才激励挂钩,激发人才创新活力。搭建人才交流平台,鼓励人才跨领域、跨企业交流合作,促进人才资源合理流动,弥补高端人才短缺的短板。(3)加强人才培养:建立企业内部培训体系,结合企业智能化转型需求,开展智能化技术、核心设备操作、智能算法应用等专项培训,提升现有员工的技术素养与岗位适配能力。依托行业协会、培训机构,开展常态化、专业化的人才培训,搭建人才成长通道,鼓励员工主动学习智能化相关知识,不断提升自身能力,满足产业智能化发展对各类人才的需求。

3.4 政策与环境层面:强化保障体系建设

(1)完善政策支持体系:出台针对性的产业扶持政策,加大对核心技术研发、中小企业转型、人才培养等方面的资金投入,优化政策扶持的精准度,避免政策“一刀切”。建立政策落实监督机制,确保各项扶持政策落地见效,鼓励企业加大研发投入,对研发投入达到

一定标准的企业给予税收减免、补贴等优惠,推动行业标准统一,为智能化发展环境提供政策保障。(2)加强行业标准化建设:联合行业协会、科研院所与龙头企业,制定机械电子融合智能化的行业标准与规范,明确技术要求、产品质量标准、安全标准等,规范行业发展秩序,避免恶性竞争。推动行业标准与国际标准接轨,提升我国机械电子融合智能化产品的国际竞争力,加强标准执行监督,确保企业严格按照标准生产,提升产品质量与安全性,保障产业健康有序发展^[5]。(3)营造良好市场环境:加强市场引导,通过媒体宣传、行业展会等方式,提升企业与消费者对智能化产品的认知度与接受度,引导企业聚焦市场需求,与相关智能制造产业,联合开发贴合实际应用的智能化产品。鼓励市场主动参与智能化创新,完善市场竞争相关制度,营造公平竞争、优胜劣汰的市场环境,激发企业创新活力及创新精神,推动智能化产品市场化、规模化的应用,为机械电子融合电子工程智能化发展注入持续动力。

结束语

机械电子融合电子工程的智能化发展是未来技术突破的发展方向,也是人类对物资生活需求提高的必需品,多技术的协同、多主体的参与,是技术迭代的必然结果,也是制造业高质量发展的重要支撑。破解当前技术、产业、人才等层面的难题,需强化核心技术自主研发,优化产业协同生态,构建完善的人才与政策保障体系。未来,需持续深化多学科融合,推动技术成果转化,实现机电融合从自动化向自主化智能跨越,为制造业转型升级注入持久动力。

参考文献

- [1]陶攀,刘鹏.智能技术在机械电子工程中的应用[J].科技视界,2024,14(33):58-60.
- [2]郭思迪.人工智能与机械电子工程的融合分析[J].大众标准化,2024,(21):63-65.
- [3]李国昌.人工智能与机械电子工程的融合分析[J].集成电路应用,2023,40(9):326-328.
- [4]苗广辉,田宁,张志忠.人工智能在机械电子工程中的运用分析[J].农业工程与装备,2022,49(6):44-48.
- [5]张伊扬.人工智能与机械电子技术的融合发展思考[J].高科技与产业化,2025,31(1):67-69.