

未来机械设计制造及自动化的发展趋势

高方明 朱 博

茵梦达(天津)驱动技术有限公司 天津 300000

摘要: 机械设计制造及自动化行业有阶段性成果,设计数字化、生产智能化、多技术集成有进展,但存在核心软硬件自主可控差、数据治理弱、人才脱节、协同不足等瓶颈。未来将向智能化深度升级、网络化协同深化、绿色化转型加速发展,在技术融合创新上多学科交叉、数字化迭代、核心技术突破。应对瓶颈需强化技术创新、优化人才培养、制定行业标准、构建产业生态,以提升自主可控能力、满足人才需求、实现协同发展。

关键词: 机械设计制造; 自动化; 发展趋势

引言: 机械设计制造及自动化行业作为现代工业的关键支柱,在推动经济发展与产业升级中发挥着不可替代的作用。当下,该行业在设计、生产、多技术集成等方面取得显著成果,但也面临核心零部件与软件自主可控不足、数据治理能力欠缺、复合型人才短缺、协同发展受限等诸多瓶颈。未来,智能化、网络化、绿色化将成为核心发展趋势,多学科交叉融合、数字化技术迭代、核心技术突破等技术融合与创新方向也将引领行业变革。深入剖析行业现状、趋势、技术方向及应对瓶颈的策略,对于把握行业走向、推动行业高质量发展具有重要的理论和实践意义。

1 行业发展现状概述

当下,机械设计制造及自动化行业取得了阶段性显著发展成果。在设计领域,数字化设计体系日臻完善,计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)等仿真技术得到广泛应用。这些技术打破了传统依赖经验的设计模式,实现了设计过程的参数化、可视化与精准化。通过精确的参数设定和直观的可视化展示,设计师能够快速评估设计方案,大幅缩短产品研发周期,同时为设计方案的优化提供了广阔空间,显著提升了方案的可行性。(1) 在生产环节,智能化生产技术正逐步普及。数控机床、工业机器人等智能设备已成为生产线上不可或缺的一部分,它们凭借高精度、高效率的特点,提升了生产的质量和速度。物联网技术的融入构建起初步的设备互联网络,能够实时采集与传输生产过程中各类数据,使生产管理者可以及时掌握生产动态,推动生产模式从传统的批量生产向柔性生产转变,更好地满足市场多样化、个性化的需求。(2) 多技术集成水平持续提升。机械技术与电子技术、控制技术、计算机技术深度融合,催生出众多机电一体化产品。这些产品实现了机械结构、电子控制与功能执行的协同优化,提升了产品的整体性能和

可靠性。(3) 行业发展也面临诸多瓶颈。核心零部件与高端工业软件自主可控能力不足,多源异构数据治理能力欠缺,复合型人才供给与行业需求脱节。同时,不同设备与系统间的数据标准不统一,导致信息无法有效流通,形成信息孤岛,严重制约了行业的协同发展与质量提升^[1]。

2 未来机械设计制造及自动化的核心发展趋势

2.1 智能化深度升级,实现自主决策与迭代优化

智能化将成为未来机械设计制造及自动化的核心发展方向,其核心是实现制造系统从“被动执行”向“自主决策”的跨越,依托人工智能、机器学习、视觉识别等前沿技术,推动机械设计、生产、运维全流程的智能升级。在设计环节,智能优化算法将与设计流程深度融合,基于历史数据与实时需求,实现产品结构、性能参数的自动迭代优化,生成最优设计方案,替代传统依赖工程师经验的设计模式,大幅提升设计效率与设计精度,同时降低设计成本。在生产环节,机器学习与视觉识别技术将嵌入生产设备,提升设备的自主感知与决策能力,实现生产参数的实时调整、加工误差的精准补偿,以及生产过程中异常情况的自动识别与处置,推动无人化生产模式的普及。在运维环节,预测性维护技术将得到广泛应用,通过对设备运行数据的实时采集与数据分析,提前识别设备潜在故障,实现从被动维修向主动运维、预测性运维的转变,大幅降低设备停机损失,提升设备利用效率。此外,智能机器人将向多功能、高精度、柔性化方向发展,具备更强大的环境适应能力与任务执行能力,能够完成复杂、精密的加工与装配任务^[2]。

2.2 网络化协同深化,构建全域互联的制造体系

网络化将打破空间与组织界限,构建全域协同、资源共享的制造体系,成为未来机械设计制造及自动化的重要发展趋势。工业互联网平台将成为核心枢纽,实现

设备层、控制层、运营层的纵向贯通与跨企业、跨工序的横向集成,推动生产资源的优化配置与协同作业。云边协同模式将广泛应用,实现生产数据的分布式处理与云端集中管理,既保证了设备端数据处理的实时性,又实现了云端对全流程数据的统筹分析与优化调度,支撑跨区域、跨领域的协同制造。设备互联水平将进一步提升,通过统一的数据接口与技术规范,打破不同厂商、不同类型设备间的兼容性障碍,实现各类生产设备、检测设备、物流设备的互联互通,形成完整的生产协同网络。同时,网络化将推动设计、制造、供应链、运维等各环节的信息共享,打通信息壁垒,实现需求、生产、交付的精准对接,提升产业链响应速度与柔性适配能力,推动生产模式从“单一生产”向“协同制造”转变,大幅提升行业整体协同效率与竞争力。

2.3 绿色化转型加速,贯穿全生命周期的低碳发展

绿色化将成为行业发展的必然趋势,可持续发展理念将贯穿机械设计、制造、使用、回收的全生命周期,推动行业向低碳、环保、节能方向转型。在设计环节,绿色设计理念将得到全面践行,重点推行轻量化设计、模块化设计与可回收设计,通过拓扑优化技术减少材料用量,选用环保、可降解、可再生的材料,降低产品全生命周期的资源消耗与环境影响。在制造环节,将大力推广节能型生产设备与环保型生产工艺,替代高能耗、高污染的传统工艺,减少生产过程中的废弃物排放与能源消耗,提升能源利用效率;同时,余热回收、废弃物资源化利用等技术将广泛应用,构建循环制造模式,实现资源的高效利用。在产品使用环节,将注重产品的节能性与环保性,优化产品结构与运行机制,降低产品使用过程中的能耗与污染物排放。在回收环节,将建立完善的产品回收与再制造体系,通过模块化设计便于产品拆解,实现零部件的回收、翻新与再利用,延长产品生命周期,减少资源浪费,推动行业实现低碳可持续发展。

3 技术融合与创新方向

3.1 多学科交叉融合,拓展技术边界与应用场景

未来,机械设计制造及自动化将突破传统学科边界,与人工智能、大数据、新材料、生物医学、新能源等多领域深度交叉融合,催生新的技术、新的产品与新的应用场景。机械技术与人工智能、大数据技术的融合,将推动智能设计、智能生产、智能运维的深度落地,提升制造系统的智能决策能力与优化水平;与新材料技术的融合,将推动机械产品向轻量化、高强度、耐高温、耐腐蚀方向发展,拓展产品的应用范围与使用寿命;与生物医学技术的融合,将催生医疗机械装备的创新发展,开

发出更精密、更智能的植入式医疗设备、手术设备等,助力医疗行业的升级;与新能源技术的融合,将推动新能源装备的研发与制造,提升新能源利用效率,支撑低碳发展。多学科交叉融合将打破传统行业边界,拓展机械设计制造及自动化的应用场景,推动行业向高端化、多元化方向演进^[3]。

3.2 数字化技术迭代,实现全流程数字孪生

数字化技术将持续迭代升级,成为机械设计制造及自动化的核心支撑,推动行业实现全流程数字孪生。数字孪生技术将得到广泛应用,通过高保真建模、实时传感反馈与边缘-云协同计算,构建物理设备与虚拟模型的动态映射闭环,实现产品设计、生产、运维全流程的虚拟仿真与实时监控。在设计环节,通过数字孪生技术可在虚拟空间中完成产品的设计、仿真与优化,提前发现设计缺陷,缩短设计周期,降低样机试制成本;在生产环节,可通过虚拟模型实时映射生产过程,实现生产参数的精准调控与生产流程的优化;在运维环节,可通过虚拟模型模拟设备运行状态,提前预判设备故障,优化运维方案。此外,计算机辅助设计、制造、工程系统的集成水平将进一步提升,实现设计方案向生产指令的直接转化,避免人工数据传输的误差,实现设计与制造的无缝衔接,大幅提升生产效率与产品质量。

3.3 核心技术突破,提升自主可控能力

核心技术的自主突破将成为未来行业发展的重点方向,重点聚焦高端传感器、工业智能芯片、高端工业软件、精密传动部件等关键核心领域,提升自主可控能力,打破技术依赖。在高端传感器领域,将研发高精度、高稳定性、抗干扰能力强的传感器,满足智能生产、精准检测的需求,为数据采集提供精准支撑;在工业智能芯片领域,将研发高性能、低功耗的专用芯片,适配机械制造全流程的智能决策与数据处理需求;在高端工业软件领域,将突破设计、仿真、控制等核心软件的技术瓶颈,研发具有自主知识产权的工业软件,替代进口软件,降低行业发展风险;在精密传动部件领域,将提升部件的精度、稳定性与使用寿命,满足高端装备与精密加工的需求。同时,将加强基础研究与应用研究的衔接,推动技术成果的转化应用,提升行业的整体技术水平与核心竞争力。

4 行业发展面临的瓶颈与应对方向

4.1 核心技术瓶颈及应对

目前,机械设计制造及自动化行业在核心技术方面遭遇诸多瓶颈。高端核心零部件,如高精度轴承、高性能液压元件等,以及高端工业软件,像三维CAD、CAE

软件等,自主可控能力严重不足,大量依赖进口,存在供应链风险。多源异构数据治理能力也较为欠缺,不同设备、系统产生的数据格式、标准不统一,难以有效整合与利用。此外,关键技术精度、效率、可靠性等方面与国际先进水平存在差距。

针对这些问题,行业需强化技术创新意识,将技术创新作为发展的核心驱动力,加大研发投入力度,合理配置资源,聚焦核心技术领域开展集中攻关。构建产学研用协同创新机制,促进各方优势互补,加速技术成果转化。同时,加强基础研究,为技术创新提供理论支撑,培养一批具备核心创新能力的专业技术团队,提升自主研发水平,逐步摆脱技术依赖,实现核心技术的自主可控^[4]。

4.2 复合型人才短缺及应对

机械设计制造及自动化呈现多学科深度融合发展趋势,对人才的知识结构与能力素养提出了全新且更高的要求。当下,行业复合型人才短缺问题突出,既精通机械设计制造核心原理与技能,又熟知人工智能算法、大数据分析、网络化通信等前沿技术的复合型人才极为匮乏,人才供给与行业实际需求严重脱节。

为应对这一困境,需全方位优化人才培养体系。高校应主动与行业对接,依据行业需求调整人才培养模式,优化课程设置,增加人工智能、大数据、网络化等新兴技术课程比重。同时强化实践教学环节,通过项目实践、实习实训等方式,提升学生跨学科知识应用与实践能力。企业也应重视在职人员技能培训,定期组织专业培训与交流活动,推动技术人员知识更新,提升其专业素养与技能水平,从而满足行业对复合型人才的迫切需求。

4.3 协同发展不足及应对

现阶段,机械设计制造及自动化行业协同发展存在明显短板。不同企业、设备间数据标准差异大,缺乏统一规范,导致信息无法顺畅流通,形成一个个信息孤岛,极大地降低了全产业链的协同运作效率。同时,产业链各环节协同配合不够紧密,零部件企业与整机企业、设计

企业与生产企业之间信息传递滞后,需求对接不畅,使得生产计划调整困难、资源浪费严重,严重制约了行业整体发展步伐。

为解决这些问题,应加快制定统一的数据接口、技术规范等行业标准,消除不同设备与系统间的兼容性壁垒,实现信息的自由共享与协同作业。此外,要强化产业链各环节的协同合作,构建协同发展的产业生态,推动设计、制造、零部件供应、运维等环节深度融合,形成高效协同的产业合力,提升全产业链的协同效率与整体竞争力^[5]。

结束语

机械设计制造及自动化行业前景广阔,但也任重道远。智能化、网络化、绿色化发展趋势为其指明了方向,多学科交叉融合等技术融合创新提供了强大动力。然而,核心技术瓶颈、复合型人才短缺、协同发展不足等问题亟待解决。通过强化技术创新、优化人才培养体系、制定统一行业标准、构建协同发展产业生态等举措,行业有望逐步突破困境,提升自主可控能力,实现全产业链的高效协同。相信在各方的共同努力下,机械设计制造及自动化行业将不断迈向新高度,为我国工业现代化建设和经济高质量发展注入源源不断的活力。

参考文献

- [1]张伟,李明,王强.智能制造背景下机械设计制造及其自动化发展趋势研究[J].机械工程学报,2022,58(6):1-12.
- [2]刘洋,陈刚,赵静.基于工业4.0的机械制造自动化技术发展现状与趋势[J].制造业自动化,2021,43(10):45-50.
- [3]孙磊,周华,吴芳.绿色制造理念下机械设计制造及自动化的创新路径[J].机械设计与制造,2023,61(2):112-117.
- [4]刘鹏.智能制造背景下机械设计制造及其自动化技术发展现状[J].时代汽车,2025,(20):123-125.
- [5]滕保健.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术研究[J].造纸装备及材料,2025,54(07):82-84.