

工业4.0背景下的电气自动化发展：挑战与机遇

桑生福

西安辉煌软件信息产业有限公司，陕西 西安 710075

摘要： 工业4.0时代的来临，为电气自动化行业带来了深远变革。本文深入探讨工业4.0背景下电气自动化所面临的挑战与机遇。通过分析技术、系统集成、人才等层面的挑战，以及在智能制造、工业互联网、新能源等领域的机遇，旨在为电气自动化领域的从业者及相关企业提供决策参考，助力其在工业4.0浪潮中实现可持续发展。

关键词： 工业4.0；电气自动化；挑战；机遇

Development of Electrical Automation in the Context of Industry 4.0: Challenges and Opportunities

Sang Shengfu

Xi'an Huihuang Software Information Industry Co., Ltd. Xi'an, Shaanxi 710075

Abstract： The advent of the Industry 4.0 era has brought profound changes to the electrical automation industry. This article delves into the challenges and opportunities faced by electrical automation in the context of Industry 4.0. By analyzing the challenges at the levels of technology, system integration, and talent, as well as the opportunities in areas such as smart manufacturing, industrial internet, and renewable energy, the aim is to provide decision-making references for practitioners and related enterprises in the field of electrical automation, assisting them in achieving sustainable development in the wave of Industry 4.0.

Keywords： Industry 4.0; electrical automation; challenges; opportunities

引言

工业4.0作为全球制造业发展的重要趋势，正重塑着工业生产的模式与格局。它以智能制造为核心，借助物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术，构建起高度智能化、灵活化的生产体系。电气自动化作为工业生产实现自动化、智能化的关键支撑技术，在工业4.0的大背景下，既迎来了前所未有的发展机遇，也面临着诸多严峻挑战。深入剖析这些挑战与机遇，对推动电气自动化行业的持续进步、促进制造业的转型升级具有重要意义。

一、工业4.0概述

（一）工业4.0的内涵

工业4.0（Industry 4.0）是基于工业发展的不同阶段作出的划分，按照共识，工业1.0是蒸汽机时代，工业2.0是电气化时代，工业3.0是信息化时代，工业4.0则是利用信息化技术促进产业变革的时代，也就是智能化时代。2013年时德国最先提出工业4.0的概念，其核心目的是提高德国工业的竞争力，提升制造业的智能化水平，充分运用信息通信技术与信息物理系统（CPS），促使制造业向智能化迈进^[1]。这一进程涵盖智能工厂、智能生产、智能物流等多个关键领域，强调通过设备互联、数据共享与智能决策，达成生产过程的自动化与智能化，从而有效提升生产效率、降低生产成本、保障产品质量，增强企业在全球市场的竞争力。

（二）工业4.0的关键技术

物联网技术在工业4.0中起着基石作用，它让工业设备、产

品及生产环节实现相互连接与实时通信。借助在设备上部署传感器、执行器等智能终端，将物理世界中的设备与系统数字化并接入网络，实现设备间及设备与系统间的互联互通，为工业4.0的智能化生产源源不断地提供基础数据^[2]。在智能工厂里，借助物联网技术，可实时监测设备运行状况、生产线上物料的流动轨迹，以便及时察觉问题并进行优化调整。

大数据技术能够对工业生产中产生的海量、多源、异构数据进行收集、存储、处理与分析。通过数据挖掘与机器学习算法，从数据中提炼有价值的信息，为企业的生产决策、设备维护、质量把控等提供有力依据。云计算则为大数据处理赋予强大的计算与存储能力，企业可按需灵活租用云计算平台资源，降低信息化建设成本。例如，利用大数据分析能够预测设备故障发生时间，提前安排维护，防止生产中断；借助云计算平台，企业可远程监控与管理生产过程，提升管理效能。

人工智能在工业4.0中占据关键地位，包含机器学习、深度学

习、专家系统等多个领域。在生产过程中,人工智能可实现智能控制、质量检测、故障诊断等功能。比如,运用深度学习算法训练模型,对生产线上产品进行质量检测,能快速、精准识别产品缺陷;依靠专家系统诊断设备故障,给出解决方案,提高设备维护的效率与准确性^[3]。

CPS是计算、通信与控制深度融合的系统,通过对物理世界的实时感知、计算分析与精准控制,达成物理系统与信息系统的交互协同。在工业4.0中,CPS将工厂中的设备、生产线、物流系统等物理实体与虚拟信息系统相结合,构建闭环智能控制系统,使生产过程更智能、高效、自动化。在智能工厂里,CPS可依据订单需求,自动协调生产设备、物流配送等环节,实现生产过程的优化管控。

二、工业4.0背景下电气自动化面临的挑战

(一) 技术升级挑战

工业4.0时代,电气自动化系统需融合物联网、大数据、人工智能等多种先进技术。然而,当下众多电气自动化企业在技术研发与应用时,对这些新兴技术的融合能力欠佳。一方面,企业缺乏既精通电气自动化技术,又熟悉新兴技术的复合型人才,致使技术融合过程中遭遇人才瓶颈;另一方面,不同技术间的标准与接口存在差异,加大了技术融合难度。将物联网技术融入电气自动化系统时,需解决传感器与电气设备通信协议不兼容问题,以及如何在电气自动化系统中有效传输与存储大量采集数据^[4]。

受工业4.0推动,电气自动化技术更新换代迅速,新产品、新技术不断涌现。这对企业的技术研发投入与创新能力提出更高要求。企业需持续投入大量资金用于技术研发,以紧跟技术发展步伐。同时,因技术更新快,企业原有的技术与设备可能很快被淘汰,面临较大投资风险。随着工业机器人技术发展,传统电气自动化生产线可能需升级改造以适配工业机器人应用,但此过程不仅资金投入大,还可能遭遇技术兼容性等难题。

(二) 系统集成挑战

工业4.0环境下,电气自动化系统需与企业其他管理系统(如企业资源计划ERP、制造执行系统MES等)及不同品牌、型号设备集成^[5]。然而,不同系统与设备的通信协议、数据格式等存在差异,导致系统集成时兼容性问题突出。企业引入新自动化设备时,可能发现其与现有电气自动化系统无法无缝对接,需耗费大量时间与精力开发接口、调试,增加系统集成成本与难度。

随着电气自动化系统数字化、网络化程度加深,数据安全与隐私保护成为系统集成不可忽视的问题。工业4.0中,大量生产数据、设备运行数据在系统间传输、共享,这些数据包含企业核心商业秘密与客户隐私信息。一旦数据泄露,将给企业造成巨大损失。黑客攻击可能致使企业生产数据被篡改或窃取,影响生产正常进行,甚至引发安全事故。所以,系统集成时需构建完善的数据安全防护体系,保障数据安全与完整。

(三) 人才需求挑战

工业4.0背景下的电气自动化需要既具备扎实的电气自动化

专业知识,又掌握物联网、大数据、人工智能等新兴技术的复合型人才。这类人才不仅要能够设计和开发电气自动化系统,还要能够将其与其他先进技术进行融合,实现系统的智能化和高效化^[6]。然而,目前高校的专业设置和人才培养模式相对滞后,难以满足企业对复合型人才的需求。同时,企业内部对员工的培训和再教育机制也不够完善,导致员工的知识和技能无法及时更新,难以适应工业4.0时代的发展要求。

现有的电气自动化人才培养体系在课程设置、实践教学等方面与工业4.0的产业需求存在脱节现象。在课程设置上,传统的电气自动化专业课程侧重于电气控制、电机拖动等基础知识的传授,对新兴技术的课程设置较少。在实践教学方面,实践环节往往与实际生产场景脱节,学生缺乏在真实工业环境中解决问题的能力。这使得培养出来的学生在进入企业后,需要较长时间的培训和适应才能胜任工作,影响了企业的人才储备和发展。

三、工业4.0背景下电气自动化发展的机遇

(一) 智能制造领域的机遇

电气自动化技术是智能工厂建设的核心支撑技术之一。在工业4.0驱动下,企业对智能工厂建设需求渐增。电气自动化系统可实现生产设备自动化控制、实时监测与远程管理,提升生产过程智能化程度。借助该系统,能实现生产线上设备自动启停、运行参数自动调整,以及设备故障实时诊断与预警,进而提高生产效率、降低成本、提升产品质量^[7]。同时,电气自动化系统与物联网、大数据等技术融合,可达成智能工厂中设备、人员、物料等信息的互联互通与数据共享,为企业生产决策提供精准依据。

工业机器人在智能制造中作用关键,电气自动化技术是其实现精确控制与高效运行的要点。工业4.0时代,随着制造业对智能化生产需求持续攀升,工业机器人应用范围将不断拓展。电气自动化技术发展可为工业机器人提供更先进控制系统、更精确传感器技术与更高效动力驱动系统,增强工业机器人性能与智能化水平。凭借先进电气自动化控制技术,工业机器人能实现更复杂动作控制、更高定位精度与更快响应速度,以更好适配不同生产场景与任务要求^[8]。

(二) 工业互联网领域的机遇

工业互联网作为工业4.0重要构成,为电气自动化发展带来新机遇。电气自动化系统接入工业互联网,能实现设备、企业及产业链上下游的互联互通与协同创新。于工业互联网平台,企业可汇聚、分析并应用电气自动化系统产生的数据,挖掘潜在价值,实现生产过程优化管理与资源高效配置。企业可借平台实时监测设备运行状态,依数据分析结果制定、调整设备维护计划,提升设备利用率与可靠性;还能与供应商、客户等信息共享、协同合作,优化供应链管理,增强市场响应能力。

伴随工业互联网发展,远程监控与运维服务成为电气自动化重要发展方向。借助工业互联网技术,企业可远程实时监控不同地区的电气自动化设备,及时获取运行数据与状态信息。设备故障时,能通过远程诊断快速定位故障原因并修复,减少停机时

间，提升运行效率^[9]。同时，该服务可为企业提供设备预测性维护，经分析预测设备运行数据，提前察觉潜在故障隐患，及时维护保养，降低故障率，延长设备使用寿命。这既为企业节省人力、物力、财力，也为电气自动化企业开拓新业务领域与市场空间。

（三）新能源领域的机遇

在全球能源转型的大背景下，新能源发电（如太阳能、风能、水能等）发展迅猛。电气自动化技术在新能源发电系统中至关重要，可实现对新能源发电设备的自动化控制、监测与保护，提高发电系统的发电效率与稳定性。在太阳能光伏发电系统中，电气自动化系统通过最大功率点跟踪（MPPT）技术，实时调整光伏板工作状态，使其保持最大功率输出，提升太阳能转换效率；在风力发电系统中，电气自动化系统依据风速、风向等参数自动调节风机叶片角度与转速，保障风力发电高效稳定运行。同时，电气自动化系统还能实时监测新能源发电系统设备运行状况，进行故障诊断，确保系统安全可靠运行^[10]。

新能源汽车产业是工业4.0时代的新兴产业。电气自动化技术在新能源汽车研发、生产与应用中应用前景广阔。在研发方面，电气自动化技术用于电动汽车电池管理系统、电机控制系统、自

动驾驶辅助系统等关键部件设计开发，提升新能源汽车性能与安全性。在生产过程中，电气自动化技术实现汽车生产线上自动化装配、检测与质量控制，提高生产效率与产品质量。在应用方面，电气自动化技术为新能源汽车提供智能充电管理、远程监控等服务，改善用户使用体验。随着新能源汽车产业快速发展，电气自动化企业将迎来巨大市场机遇。

四、结论

工业4.0时代的电气自动化发展之路充满挑战与机遇。技术升级方面，企业需攻克新兴技术融合难题，应对技术快速更新；系统集成中，要解决兼容性与数据安全问题；人才需求上，亟待培养复合型人才，完善人才培养体系。而在机遇层面，智能制造领域的智能工厂建设与工业机器人应用提升，工业互联网领域的系统融合与远程服务拓展，以及新能源领域对发电系统和新能源汽车产业的助力，为电气自动化发展提供了广阔空间。电气自动化行业各方需积极应对挑战，把握机遇，加强技术创新、人才培养与产业协同，方能在工业4.0浪潮中实现持续、稳健发展，为制造业智能化转型与经济高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1] 侯佳宁. 工业4.0技术：建立绿色钢铁企业的关键[J]. 产业创新研究, 2024, (08): 37-39.
- [2] 刘月强, 王婷. 工业4.0时代：物联网与大数据融合的挑战与机遇[J]. 内蒙古科技与经济, 2024, (08): 10-12+17.
- [3] 刘雄. 工业4.0时代工业企业成本控制研究[J]. 现代企业文化, 2024, (11): 40-42.
- [4] 吴陆跃. 工业4.0时代，如何数智升级电梯制造业[J]. 信息化建设, 2024, (03): 61-62.
- [5] 黄展湖, 朱牧野, 文水平. 工业4.0框架下的桥技术染色配方精准定制[J]. 染整技术, 2024, 46(01): 56-59.
- [6] 王迎. 工业4.0时代应用型大学人才培养模式研究[J]. 北华航天工业学院学报, 2023, 33(05): 47-49.
- [7] 孙仁忠. 电子电工技术在电力系统的应用与探究分析[J]. 电子元器件与信息技术, 2022, 6(11): 227-230.
- [8] 牟洵. 电力系统运行中电气自动化技术的应用路径分析[J]. 家电维修, 2023, (12): 44-46+57.
- [9] 胡港国. 电气自动化技术在电力系统运行中的应用[J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 125-127.
- [10] 冯润根. 电气自动化系统对农业机械生产效率的影响与改进[J]. 农机使用与维修, 2024, (05): 100-102+179. DOI: 10.14031/j.cnki.njwx.2024.05.031.