

国产中控DCS系统替代进口设备的技术难点与对策

吴睿

河南中原黄金冶炼厂有限责任公司

DOI:10.32629/etd.v7i4.20266

[摘要] 国产中控DCS系统为流程工业的核心控制设备,多年来一直被外资品牌所垄断。在工业4.0和智能制造的大环境下,加快进口替代的步伐,对于保证国家的工业安全、完善自主产业链、降低企业的运维成本都有着十分重要的战略意义。目前国产系统在核心技术、可靠性、兼容性以及产业链协同等方面还存在着不足,加强核心技术攻关、提高系统稳定程度、统一行业标准、健全产业链协同、培养人才等方式能够很好地解决这些问题,促使国产DCS在重要的行业得到广泛的应用,促进我国工业自动化产业高质量的发展。

[关键词] 国产DCS系统; 进口替代; 技术难点; 对策

中图分类号: F752.61 **文献标识码:** A

Technical Difficulties and Countermeasures for Replacing Imported Equipment with Domestic Central Control DCS Systems

Rui Wu

Henan Zhongyuan Gold Smelting Plant Co., Ltd.

[Abstract] Domestic central control DCS systems serve as core control equipment for process industries, a sector that has long been monopolized by foreign brands. In the context of Industry 4.0 and intelligent manufacturing, accelerating the substitution of imports holds significant strategic importance for ensuring national industrial security, perfecting the independent industrial chain, and reducing enterprise operation and maintenance costs. Currently, domestic systems still face deficiencies in core technologies, reliability, compatibility, and industrial chain collaboration. Addressing these issues effectively can be achieved through strengthening core breakthroughs, improving system stability, unifying industry standards, enhancing industrial chain collaboration, and cultivating talent. These measures will facilitate the widespread application of domestic DCS systems in key industries and promote the high-quality development of China's industrial automation industry.

[Key words] Domestic DCS system; Import substitution; Technical difficulties; Countermeasures

工业自动化是现代工业发展的基础,DCS系统是过程工业的“神经系统”,它的好坏直接影响到生产是否稳定,运行效率如何,产业安全有没有保障。过去我国高端DCS市场一直被进口占据,不但给企业带来成本负担,而且存在技术断供、网络攻击的风险。伴随着智能制造以及新型工业化的发展,实现核心工控装备的自主可控已经成为必然。推动国产中控DCS系统进口替代,既是保证国家工业安全的战略需求,又是提高我国装备制造水平、培育自主产业生态的重要途径,对于实现高端制造自主自强具有重大意义。

1 国产中控DCS系统进口替代的背景与意义

随着我国工业4.0战略的不断推进,化工、电力、石化等流程工业对自动化控制系统的需要越来越大。DCS系统属于流程工业的主要控制设备,已经涉及诸多主要的行业领域,该系统市场

的规模一直保持在百亿元级别。早期我国DCS市场被外资厂商占据,近些年来,在政策扶持和技术革新驱动之下,国产厂商逐渐兴起,2022年国产化率超过50%,中控技术等龙头企业市场的占有比例不断提高,开始具备了一定的行业竞争力^[1]。

推进国产中控DCS系统进口替代有着十分重大的现实意义和战略价值。从产业安全角度来说,进口DCS系统的核心软硬件大部分依靠国外供应,存在漏洞、后门等安全隐患,遭受外部攻击时会造成工业生产陷入瘫痪状态,危及到国家的工业安全。从产业发展角度来讲,进口替代可以促使我国的工业自动化产业链得到完善,助力核心芯片、操作系统这些关键领域技术实现突破,进而提高整个产业的综合竞争力。就企业本身而言,国产DCS系统存在价格低廉、售后服务快捷等特点,可以减轻工业企业对设备的采购、运行等费用,进而提高企业的经济效益。

2 国产中控DCS系统替代进口设备的技术难点

2.1 核心技术自主化不足

缺少核心技术自主化,这是造成国产中控DCS系统进口替代的首要难题。目前我国的DCS系统主要的软件、硬件大部分依靠进口。从硬件上看,控制器的核心CPU、模数转换器、数模转换器等重要部件大多采用国外厂商的产品,国产芯片接口少、功耗大、功能欠缺、抗干扰性差,不能适应工业控制的高实时、高可靠性需求。现场总线专用芯片、关键器件国产化程度不高,造成国产I/O模块精度、可靠性达不到进口产品水平。从软件上讲,国产DCS系统的组态软件、实时操作系统大多基于国外开源框架进行二次开发,缺少自主开发的核心内核,导致组态控制时延大、总线通讯稳定性差等状况,不能很好地与硬件进行深度匹配,从而降低系统的整体性能。

2.2 系统可靠性与稳定性差距明显

工业生产对DCS系统的可靠性、稳定性要求很高,进口设备经过多年市场检验,在高负荷、复杂工况下运行稳定,但是国产中控DCS系统在这方面的差距还比较大。国产系统控制器、I/O模块等硬件设备的冗余设计不到位,主备切换速度慢、故障自诊断能力差,容易造成单点故障导致整个系统停机。国产系统程序漏洞多,容易造成死机、数据丢失等运行问题,在长时间连续工作的时候,系统的稳定性就更差了。另外,国产DCS系统的抗干扰性能差,工业现场的电磁干扰、电压波动等都会对系统产生影响,造成控制信号失真、指令执行延迟等状况,不能满足工业生产的连续性要求。

2.3 兼容性与互联互通难题突出

兼容性及互联互通不足,成了国产中控DCS系统取代进口设备的主要技术困难。经过多年的不断发展,进口DCS系统已经形成了完善的通信协议和接口标准,可以和工业现场的各种传感器、执行器、其它控制系统进行高效的互联互通,从而构成完整的工业控制系统。但是国产DCS系统没有统一的技术标准,不同的厂商之间、国产系统和进口设备之间的通信协议不能兼容,造成系统集成难度大。进口设备替代时,国产系统很难和现场已经存在的进口传感器、执行器等设备进行无缝对接,必须做大量的接口改造工作,不但提高了替代成本,还会造成工业生产中断。

2.4 产业链协同能力薄弱

国产中控DCS系统的进口替代需要一个完整的、相互配合的产业链来支撑,目前我国DCS产业链的协同性较差,不能发挥推动技术突破、产品升级的作用^[2]。上游核心零部件领域国产芯片、操作系统等供应商同下游DCS整机厂商的协同研发缺乏,零部件性能及规格不能准确满足整机要求,造成国产系统整体性能受限。中游整机研发及生产环节里,不同的厂商没有技术交流和合作的氛围,各自为政,不能形成规模化效应和技术优势,造成国产系统研发成本高、迭代速度慢。下游应用环节,工业企业对于国产DCS系统的认可度不高,缺少应用验证的场景和机会,使国产系统无法通过实际应用来不断改进升级,产生不了“研发

-应用-迭代”的良性循环。另外,产学研协同创新机制不健全,高校、科研机构的技术成果很难转化成实际生产力,核心技术的研发同市场需求相脱离,又使国产DCS系统进口替代的进程受到了阻碍。

2.5 专业人才供给短缺,技术支撑能力不足

专业人才缺乏是造成国产中控DCS系统不能实现进口替代的软性技术难题。工业控制领域的专业素质要求高,不仅要有自动化控制、计算机软硬件、工业通讯的知识,还要有丰富的工厂实际操作、系统优化、问题处理的经验,但是目前我国DCS系统的开发与应用所需要的人才严重不足。高端研发人才缺乏,在芯片设计、实时操作系统开发、先进控制算法研究这些重要方面,缺少专业的领军人才和主要的研发人员,不能够支撑核心技术的不断研发并进行自主创新,致使国产系统的技术更新速度赶不上进口品牌的节奏。在工程应用端,具有国内系统运维、现场调试、故障诊断能力的人员短缺,大多数技术人员更擅长于操作和维护进口DCS系统,对于国产系统的适应性调试、复杂工况的优化能力欠缺,致使国产系统不能很好地在工业现场落地实施并稳定运行^[3]。

3 推动国产中控DCS系统替代进口设备的对策

3.1 强化核心技术研发,突破自主化瓶颈

冲破核心技术自主化瓶颈,才是促使国产中控DCS系统完成进口替代的主要办法。政府要增大政策支撑和资金投入力度,创建专门的开发基金来加强芯片核心、操作系统以及核心算法这类关键领域发展工作,促使企业积极开展自主创新行动。企业要树立起自主开发核心技术的意识,加大研发投入,组建专业的研发队伍,主要针对控制器CPU、现场总线专用芯片等关键硬件开展研发工作,改善芯片的设计,提高芯片的接口数量、减小能耗、加强抗干扰性能,促使核心硬件实现国产化替代。软件方面加速自主实时操作系统、组态软件的研发工作,打破国外开源框架的依赖,改善软件内核,提升组态控制的实时性以及总线通讯的稳定性,达到软件和硬件深度适配的效果。加强核心算法研究,参照国际先进的技术,结合我国工业生产实际状况,创建出适合复杂工况的先进控制算法以及故障诊断算法,提高国产系统控制精度和反应速度^[4]。加强知识产权的保护,促使企业去申请专利以形成自主的技术壁垒,从而提高自身的竞争能力。

3.2 提升系统可靠性与稳定性,增强产品竞争力

保证系统可靠稳定是完成国产中控DCS系统进口替代的前提。企业需要改进产品设计,加强硬件设备的冗余规划,采取主备CPU热备切换、I/O模块双通道冗余、电源双路输入等方案来提高系统的故障抵抗性能,缩减故障切换时间,减少单点故障给系统运作带来的影响。加强硬件生产过程质量控制,严格挑选原材料和零部件,改良生产工艺,改善硬件设备制造精度和稳定程度,缩减设备故障率。在软件方面创建一个完备的软件测试系统,强化程序漏洞检测及修补功能,改进软件执行流程,改善软件稳定性以及抵抗干扰的能力,从而避免出现死机、数据消失等情况的发生。加大系统环境适应性测试,模仿工业现场的电磁干扰、

温度起伏、电压变动等复杂情况,给系统开展严格的测试并加以改良,从而保证国产系统在恶劣的工业环境里能一直稳定工作。另外要建立完善的运维体系,对用户的反馈问题进行及时的处理,不断改善产品的性能,提高用户体验。

3.3 优化兼容性设计,提升互联互通能力

改善兼容性设计,加强互联互通水平,这是促使国产中控DCS系统得到应用,并且实现进口替代的关键因素。政府应牵头制定统一的DCS技术和通信协议标准,对行业发展加以规范,促使各个厂商产品之间以及国产系统同进口设备间可以互相兼容。企业必须严格遵守统一的技术标准,优化系统的接口设计,开发出支持多种主流通信协议的接口模块,实现国产DCS系统同工业现场各种传感器、执行器、其他控制系统的完美对接,减少进口替代过程中出现的系统集成问题。加强同上游的零部件供应商、下游的工业企业之间的交流联系,依照现场的应用要求来改善系统的兼容性设计,保证国产的系统可以配合各种各样的工业环境和设备类型使用。推进国产DCS系统同MES、ERP等上层管理系统深度融合,创建起标准的数据接口,保证生产数据可以有效地进行互通和共享,从而满足工业智能化转型期间对于数据整合、分析以及改进的要求,拓宽国产系统应用范围。

3.4 完善产业链协同,形成发展合力

健全产业链协同机制,形成上下联动、产学研相结合的发展局面,是推进国产中控DCS系统进口替代的保障。加大上游核心零部件与下游整机厂家之间的协同研发力度,建立常态化的沟通合作机制,促使零部件供应企业按照整机需求对产品性能及规格进行调整,达成零部件同整机的精准对接,从而提高整个系统的性能水平。强化中游整机企业的科技创新合作,共享资源、互相配合,产生规模化生产的效益,降低成本、提高效率,加快产品更新换代。扩大下游应用场景,加强同工业企业合作,创建国产DCS系统的应用验证平台,推动企业把国产系统先在非关键环节使用起来,经由实际操作不断改进产品性能,创建起“研发-应用-更新”这一良性循环。创建起完备的产学研协同创新机制,推动高校同科研机构以及企业的协作联系,聚焦于行业里的技术瓶颈问题,并且联手开发出具有实用价值的技术革新,助力技术走向产业化,从而改善整个产业链的能力水平。同时培育龙头企业,发挥龙头企业的带动作用,整合产业链资源,促进产业链上下游协同发展,提高我国DCS产业整体竞争力。

3.5 加强人才培养,夯实发展基础

人才成了推动国产中控DCS系统技术创新和进口替代的主要力量。政府要加大人才培育投入,扶持高校和职业院校开设工业自动化、控制工程等有关专业,改进人才培养方案,培育出既有理论知识又有实践能力的专门人才^[5]。企业要建立健全的人才培养体系,加强现有员工的培训工作,提高员工的技术水平和创新能力,并且引进国内外高端技术人才组建高素质的研发和技术队伍。加强产学研人才的培养合作,建立高校、企业共建实习实训基地的方式,使学生在实习期间能够参与到实际的项目研发、生产中,提高学生的实践能力,为企业的发展提供优秀的人才资源。建立健全人才激励制度,完善薪酬福利制度,调动人才创新积极性,促进人才技术创新,为国产中控DCS系统进口替代提供强有力的人才支持。

4 结语

实现国产中控DCS对进口设备的全面替代,是一件长期的、有战略意义的工程。不仅可以打破国外技术垄断,构筑起国家工业安全的坚固防线,还能促进核心元器件、基础软件、控制算法等领域的共同攻坚,让我国工业自动化产业向高端化、自主化迈进。在政策、技术、市场、人才这四个力量的推动下,国产DCS系统会不断缩小差距、提升竞争力,逐步达到关键领域自主可控的目的,给我国流程工业智能化转型和制造业强国创建赋予强有力的支撑。

[参考文献]

- [1] 王晓斌,张晨,胡政.国产DCS长距离开关量信号误动现象研究[J].电力设备管理,2026,(05):115-117.
- [2] 赵晓飞,杨心叶.从DCS到TPT:中控技术的工业智能跃迁之路[J].中国石油和化工,2025,(09):32-35.
- [3] 刘建瑞.中控技术JX-300XPDCS系统全自动控制虹吸式离心机的应用[J].化工设计通讯,2025,51(05):45-48.
- [4] 李丽.在PTA装置探讨横河CentumVP与浙江中控ECS-700DCS的应用差别[J].仪器仪表用户,2025,32(05):99-101.
- [5] 孙建祥.基于中控ECS-700DCS实现控制回路自控率的实时统计[J].山东工业技术,2021,(06):106-110.

作者简介:

吴睿(1982-),女,汉族,山西临汾人,本科,中级自动化工程师,研究方向:自动化。