

中国自动化学会标准
《通用控制系统设计规范》
(征求意见稿 送审稿 报批稿)

编制说明

标准联合起草单位
2025年07月15日

目 录

一、工作概况	4
(一) 任务来源	4
(二) 制定背景	4
(三) 起草过程	5
二、标准编制原则、主要内容及确定依据	7
(一) 标准编制原则	7
(二) 主要内容与确定依据	7
三、预期的经济效益和社会效益	8
四、与国内外同类标准技术内容的对比情况	9
(一) 与国内外相关标准的关系	9
(二) 本标准的独创性	10
五、以国际标准为基础的起草情况	11
六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系	12
七、重大分歧意见的处理经过和依据	12
八、专利的有关说明	13
九、实施要求和措施建议	13
十、其他应当说明的事项	14

《通用控制系统设计规范》 编制说明

一、工作概况

（一）任务来源

当前我国石油、化工、煤化工、油气、医药等流程行业正处于数字化、智能化和绿色低碳转型的新阶段，为适应行业高速有序发展的需要，由中控技术公司牵头，经由中国自动化学会标准化工作委员会立项审批，《通用控制系统设计规范》（计划号：JH/CAA 003-2025）已于6月25日获批立项。

（二）制定背景

当前流程工业正经历深刻的技术变革，这构成了本标准制定的宏观背景。感知技术方面，高速总线和 Ethernet-APL 技术成熟并应用于工业现场，提高了数据采集效率。IT 技术方面，服务器硬件可靠性提升，云计算、虚拟化和容器化技术广泛应用，为 OT 与 IT 深度融合奠定了基础。新兴技术如 AI、机器学习、大数据、工业互联网迅速发展，催生了对更智能、开放控制系统的需求。全球 NAMUR、OPAF、ARC 等行业协会，沙特阿美、巴斯夫等国际能源化工企业都在推动新一代系统概念和 DCS 智能化升级。全球工业自动化厂商也致力于开发更智能、开放、自主化的控制系统，满足提升产品质量、降低运营成本、提高生产效率的需求。

石油、化工、医药等流程行业正处于数字化、智能化和绿色低碳转型的关键阶段。这些行业生产流程复杂、连续性强，且常涉及高温、高压、易燃易爆等极端工况，对自动化控制系统的安全性、可靠性和稳定性要求极高。随着“双碳”目标和“十四五”规

划的推进，智能制造成为提升行业核心竞争力的关键路径，控制系统的技术水平和自主可控能力直接关系到国家工业安全和产业链现代化水平。

然而，现有流程行业普遍采用的 DCS 系统仍沿用 20 世纪 70 年代美国提出的传统架构，核心理念未变，长期以来主导全球控制系统的设计与实施。由于核心技术和标准体系长期受制于国外厂商，我国在控制系统领域存在明显的“卡脖子”风险，严重制约工业自动化自主可控战略推进，并对国家工业安全构成潜在威胁。

此外，随着流程工业项目规模扩大和装置运行年限增长，行业对控制系统的处理能力、扩展性和兼容性提出了更高要求。尤其在老旧装置改造和新建大型炼化一体化项目中，系统需具备强大的数据处理能力和灵活的系统架构，以支持数十万控制点的快速部署和高效管理。传统 DCS 系统在这方面已力不从心，难以支撑行业高质量发展。

在此背景下，推动控制系统架构升级和技术革新，构建具备自主可控、智能开放、灵活扩展、绿色低碳特征的新一代通用控制系统，已成为行业发展的迫切需求。制定一套适应新技术发展趋势、满足工程实施需求、统一设计规范的团体标准，对于引领行业技术方向、推动国产控制系统产业化应用、保障国家工业安全具有重要意义。

（三）起草过程

本标准起草工作严谨系统，确保了内容的科学性、先进性和实用性，严格遵循标准化流程，按关键节点和时间线展开：

资料收集：联合起草单位深入收集资料与市场调研，调研了新型通用控制系统应用项目的实际效果，如艾默生基于云计算及虚拟化技术的下一代控制系统架构，以及 ABB 在云技术与工业控制融合、与红帽公司在虚拟化技术方面的合作。这些实践为标准制定提供了宝贵参考。同时，深入了解了客户对控制系统智能化、省成本、后期维

护简单等需求，并分析了国内外主流供应商对新一代架构的展望、研发投入及发展现状，为标准的顶层设计奠定基础。

立项论证阶段：基于充分的资料收集与分析，联合起草单位进入立项论证阶段。针对当前新型通用控制系统应用缺乏统一指导、技术差异显著、架构设计和施工方法不统一等行业共性问题进行了深入论证。论证结果表明，在国家推动智能制造和工业自主可控背景下，迫切需要开发和编制一套新型通用控制系统设计标准，以填补行业空白，规范市场发展，推动通用控制系统健康有序发展。

立项评估阶段：完成立项论证后，本标准项目提交至中国自动化学会进行立项评估。专家审慎考量了标准的必要性、可行性和范围，并提出了宝贵建议和要求：明确本标准定位为指导通用控制系统工程设计、实施与验收过程，而非提出新的技术标准；适用行业和场景限于石油、化工、煤化工、油气、医药等流程行业的新建、扩建和改建工程；初步论证了标准内容框架，确保其能全面覆盖通用控制系统的核心技术要素和工程实施要求。评估意见为后续标准的精准编制指明了方向。

标准立项阶段：在完成立项评估并充分吸纳各项建议后，本标准于2025年6月20日经中国自动化学会组织会议进行立项评审，并获全体评审专家一致通过。随后于2025年6月25日正式通过立项论证，获得立项编号 JH/CAA 003-2025。

编制启动与大纲评审：2025年6月30日，中国自动化学会组织召开了《通用控制系统设计规范》标准（立项编号：JH/CAA 003-2025）编制启动会暨大纲评审会，评审组专家听取了标准编制工作组的工作汇报，经质询、讨论，形成评审意见如下：

- 1、本规范大纲符合国标 GB/T 20001 对规范的通用结构要求。
- 2、本规范大纲采用了常见的分层递进结构，内容详实，与会专家对系统设计及实施的规范要求提出了改进意见，包括：

- (1)规范性引用文件章节：应正确引用标准的版本；
 - (2)术语和定义章节：需将术语描述更加准确；
 - (3)缩略语章节：规范中没有出现的名词不需要缩略语，后文中出现的缩略语需要增加；
 - (4)设计原则章节：与行标、国标重复部分引用即可，主要规定不同的或重要的条文；
 - (5)系统结构章节：需要补充系统结构拓扑图；
 - (6)系统安全章节：按控制系统相关安全规定；
 - (7)系统技术要求章节：需要结合通用控制系统的差异化进行描述。
- 3、建议依据专家的意见进行修订。

二、标准编制原则、主要内容及确定依据

（一）标准编制原则

本标准（JH/CAA 003-2025《通用控制系统设计规范》）的编制，旨在加快推进通用控制系统及其架构在流程行业的应用，确保应用过程的规范性和标准化，保障应用安全，提升技术水平，创造更高价值，从而有效支撑我国流程工业的数字化、智能化转型和高质量发展。本标准充分吸取了国内外先进经验，结合我国工业控制系统的实际需求和的发展趋势，力求在技术先进性、适用性和可操作性之间取得平衡。

（二）主要内容与确定依据

本规范的主要技术内容涵盖了通用控制系统（UCS, Universal Control System）工程设计的要求。本规范适用于石化、化工、煤化工、油气、医药等流程行业的新建、扩建和改建工程通用控制系统的工程设计。

本规范的主要章节包括涵盖了从范围、规范性引用文件到术语定义的基础内容，明确了设计原则、系统结构、系统安全等关键技术要求，规范的最后列出了参考文献。

本标准在编制过程中，坚持科学性、先进性、适用性、统一性、开放性和安全性原则，确保内容符合当前技术发展趋势和行业实际需求。标准制定依据主要包括以下几个方面：一是国家相关法律法规和政策文件，如《标准化法》《网络安全法》《“十四五”智能制造发展规划》等，确保标准与国家政策导向一致；二是国内外控制系统技术成果，参考了当下通用控制系统、工业云实时操作系统、容器化部署、Ethernet-APL网络等方面的技术实践，确保标准具备先进性和可行性；三是典型工程应用案例与用户需求调研，起草组深入调研了油气、石化、化工、医药等流程行业在新建、扩建和改造项目中的实际需求，聚焦用户对系统智能化、开放性、易维护性和成本控制等核心诉求，提升标准的实用性；四是相关国家、行业和国际标准，确保本标准与现有标准体系协调统一；五是专家评审与行业共识，标准起草过程中组织了多次专家评审会和大纲评审会，广泛听取设计单位、建设单位、生产企业和监管机构的意见，确保标准的权威性和适用性。本标准具备扎实的技术基础和广泛的行业共识，能够为流程工业通用控制系统的设计、实施和运维提供科学、统一、可操作的规范依据。

三、预期的经济效益和社会效益

经查新（报告编号：202521008007570CX），“面向石油化工行业的 Nyx 通用控制系统”涉及的 3 项技术：存算控一体化的高可靠工业云实时操作系统；IT/OT 融合的深度学习智能控制引擎；面向服务的多信道零中断冗余切换 APL 网络技术，在国内外未见其他相同的公开文献报道。因此，委托查新的技术内容具有新颖性。

基于上述新技术的通用控制系统设计规范将填补国内外该领域的空白，进一步提升自主可控能力，有助于打破我国工业自动化核心技术受制于国外的局面，降低“卡

脖子”风险，对实现国家工业自动化自主可控战略和保障关键基础设施安全意义重大，显著增强我国在工业控制领域的国际竞争力。

在实际应用方面：标准的制定和实施，将解决行业设计和用户在通用控制系统设计、实施和验收中缺乏统一指导的问题，从而有力推动其健康发展。推广软件定义、大算力、全数字化的通用控制系统，预计将带来显著的经济效益包括降低项目成本与缩短建设周期、提高运行效率与智能化水平、促进产业升级与绿色低碳转型、保障生产安全与运营可靠等。

四、与国内外同类标准技术内容的对比情况

《通用控制系统设计规范》作为工业自动化数智化发展的关键技术标准，旨在提升控制系统的通用性、先进性的同时，兼顾流程工业对控制系统安全性与可靠性的要求。通过规范工程实施要求，强化其在工程化实施中标准作业规范，进一步提升行业安全自主可控。

（一）与国内外相关标准的关系

《通用控制系统设计规范》在控制功能、安全性、可靠性等方面，引用如 SH-3092-2013《石油化工分散控制系统设计规范》HG/T 20573-2012《分散型控制系统工程设计规范》等 DCS 系统的设计经验。其通讯接口、网络安全、安装部署等要求，引用 GB/T 22239《信息安全技术—网络安全等级保护基本要求》等流程行业经常使用的规范标准，确保系统符合网络安全及软件生命周期管理方面的要求。在先进性方面，中控创新提出了新型云-网-端架构、基于虚拟化技术的工业云实时操作系统，以及把通用服务器算力用于实时控制的要求。

在对接国际先进标准体系方面，该标准引用了国际自动化协会（ISA）和国际电工委员会（IEC）及电气电子工程师学会（IEEE）等组织发布的控制系统相关标准。

例如，《通用控制系统设计规范》引用了 ISA 101《人机界面设计标准》的关于高性能人机界面设计要求，引用了 ISA 88 系列《批处理控制标准》中的模块化和对象化的设计理念；在 APL 连接设备方面，引用了 IEEE 802.3cg《以太网标准：10 Mb/s 单对以太网（SPE）》对 APL 以太网通信的规范要求。

在与国内现行流程行业控制系统常用标准的融合方面，本标准遵循国内外流程行业对于控制系统在安装部署条件、电磁兼容与安全防护、控制信号与逻辑等方面的行业通用要求，具体可以参考如下标准：

石油化工行业标准（如 SH/T 3006、3081、3082、3164）

电磁兼容与防护类标准（如 GB 4824、GB/T 17626、GB/T 17799）

（二）本标准的独创性

对比国内外已发布的控制系统相关标准，并未涉“云-网-端”架构的控制系统，以及基于云计算、虚拟化的工业云实时操作系统相关标准，未发现容器化技术应用于实时控制系统领域的先例，故通用控制系统的提出具备独创性。例如，

（1）对比 IEC 61131-3《可编程控制器 第 3 部分：编程语言》，该标准规定了 FBD、SFC 等常用的控制系统编程语言，但是不涉及本标准所述的高级编程语言组态及混合语言编程环境的要求，未体现新型通用控制系统的发展现状。

（2）对比 IEC/ISO 62264《企业-控制系统集成》的规定的企业-控制系统集成的层级架构，无法覆盖通用控制系统提出的“云-网-端”新型架构，也不具备新型架构带来的智能数据易于流通的优势，未体现新型通用控制系统的发展现状。

（3）对比 SH/T 3092《石油化工分散控制系统设计规范》及 HG/T 20573《分散型控制系统工程设计规范》，两个规范均包含基于传统物理控制器的 DCS 系统的设

计要求，但不包含对软件定义的虚拟控制器的设计要求，未体现新型通用控制系统的发展现状。

(4) 对比 SH/T 3006《石油化工控制室设计规范》及 HG/T 20508《控制室设计规范》，两个规范均涉及控制室设计，包含对现场机柜室的设计要求，但不包含对模块化数据中心的配置及部署环境要求。因此，本规范突破了石油化工等流程行业相关规范，引用了 IT 数据中心设计规范 GB/T 41783《模块化数据中心通用规范》。

(5) 在网络安全方面，通用控制系统的设计规范引用了 2024 年最新的 ISA/IEC 62443 标准，以反映符合零信任等前沿网络安全技术的要求。

五、以国际标准为基础的起草情况

本标准在起草过程中，积极对接国际先进标准体系，充分吸收和借鉴了国际自动化协会（ISA）、国际电工委员会（IEC）以及电气电子工程师学会（IEEE）等权威国际组织发布的控制系统相关标准和最佳实践。这种国际视野的融合，旨在确保本标准在技术上与国际前沿保持同步，并为未来国际间的交流与合作奠定基础。具体引用情况如下：

本标准引用了 ISA 101.01-2015《人机界面设计标准》中关于高性能人机界面设计的要求。这有助于确保通用控制系统的人机界面能够提供高效、直观的操作体验，降低操作员的认知负荷，提高决策效率和系统安全性。

本标准引用了 ISA 88 系列《批处理控制标准》中的模块化和对象化设计理念。这些理念强调将复杂的控制过程分解为可管理、可重用的模块和对象，有助于提高控制系统设计的灵活性、可重用性和可扩展性，尤其适用于批处理和离散控制过程。

在 Ethernet-APL 连接设备方面，本标准引用了 IEEE 802.3cg《以太网标准：10 Mb/s 单对以太网（SPE）》对 Ethernet-APL 以太网通信的规范要求。这一引用确保了现场

设备的实时、可靠通信，为全数字化现场提供了坚实的基础，并支持未来工业以太网在极端环境下的广泛应用。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准作为通用控制系统设计领域的团体标准，在制定过程中严格遵循了我国现行的法律法规，并与多项国家标准、行业标准以及国际标准保持了协调一致性，同时作为其有益补充，共同构建了完善的工业自动化标准体系。

本标准在编制过程中严格遵守《中华人民共和国标准化法》《网络安全法》等相关法律法规，确保标准内容的合法性和合规性。在网络安全方面，标准引用了 GB/T 22239《网络安全等级保护基本要求》和 GB/T 20984《信息安全风险评估方法》等国家标准，建立了“一个中心三重防护”的安全架构。

同时，标准在电磁兼容、供电设计、接地系统、控制室设计等方面与 SH/T 3006、SH/T 3081、SH/T 3082、SH/T 3164 等行业标准保持一致，确保与现有标准体系的协调统一。

为进一步提升本标准在符合工业生产安全要求的合规性，本标准充分考量并融入了国家强制性安全规范的要求，包括 GB/17681-2024《重大危险源安全监控技术规范》、GB/T41261-2022《过程工业报警系统管理》以及 AQ/3034-2022《化工过程安全管理导则》。通过与这些重要强制性标准的衔接，本标准确保了通用控制系统在重大危险源监控、报警管理以及化工过程安全管理等关键环节的设计符合国家最高安全要求，从而有效降低事故风险，保障生产运行的本质安全与可靠性。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

在《通用控制系统设计规范》编制过程中，专家整体对该草案无重大分歧意见。

专家讨论主要聚焦于以下草案细则：措辞是否严谨，例如：采用“应”或“可”以准确表达标准要求的严格程度；引用标准的使用，对引用标准已涵盖的要求，本标准应不再赘述，以免产生歧义；包容其他可达成同样控制效果的技术路线，而非要求必须采取某种技术方法；标准内容应突出 UCS 的自身特性，而非大而全。

八、专利的有关说明

经初步检索与分析，本标准所涉及的技术内容未发现侵犯他人专利权的情况。标准中如涉及专利技术，将按照中国自动化学会团体标准管理办法的相关规定处理，确保专利使用的公平性、合理性和非歧视性。

九、实施要求和措施建议

本标准旨在规范通用控制系统及其架构在流程行业中的应用，对推动行业技术进步和产业升级至关重要。为确保其广泛应用，建议采取以下措施：

宣贯培训： 对设计、建设、生产企业和监管机构进行系统性宣贯和专业培训，通过研讨会、培训等形式，深入解读标准核心理念和技术要求，确保各方准确掌握并在实际项目中正确应用。

应用反馈： 鼓励在石油、化工、医药等流程行业的新建、扩建和改建项目中试点应用本标准，建立验证和反馈机制，积累实践经验，收集一线用户意见，持续优化完善标准，提升适用性和可操作性。

配套政策： 推动相关行业管理部门出台配套政策、实施细则或指导意见，将本标准作为项目审批、招投标、技术评估的重要参考依据，或提供激励措施，为标准落地提供制度保障。

持续修订与动态更新： 建立长效机制，根据工业控制技术最新发展趋势、行业需求变化及实施反馈，定期评估和修订本标准，确保其始终保持先进性和适用性，紧跟技术前沿，满足行业发展需求。

十、其他应当说明的事项

无