

《机电设备模块化设计与集成安装技术规范》团体标准编制说明

一、任务来源

2026年8月，中国西部开发促进会发布《机电设备模块化设计与集成安装技术规范》团体标准立项通知，开展团体标准的编制工作。

二、项目背景

（一）目的

为贯彻落实国家推动制造业高质量发展和新型建筑工业化的战略部署，规范机电设备模块化设计与集成安装的技术要求，保障工程质量与安全，提升机电设备的设计效率、制造精度和安装质量，促进模块化设计理念在机电设备领域的推广应用，特制定本规范。

本规范旨在统一机电设备模块化设计、接口设计、集成安装、调试与验收及安装质量确认的技术要求，为机电设备的设计、制造、安装和运维提供可操作的技术依据，推动机电设备行业向标准化、模块化、集成化方向发展。

（二）意义

推动政策落地与产业升级。本规范响应《中国制造2025》关于推动智能制造和绿色制造的战略部署，落实《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》中坚持标准化和模块化理念引领设备更新的要求，为机电设备模块化设计提供标准支撑，助力行业转型升级。

填补标准体系空白。目前国内虽已发布GB/T 31982《机械产品模块化设计规范》及部分装配式机电地方标准，但尚缺乏覆盖机电设备模块化设计与集成安装全流程的全国性团体标准。本规范与国标、行标互补，完善了机电设备标准体系框架。

规范设计安装保障质量安全。本规范对模块划分、接口设计、集成安装、调试验收全流程系统规范，可有效解决传统机电设备整体式结构导致的产品更新周期长、维护成本高、制造灵活性差等问题，保障设备运行安全与可靠性。

促进技术创新与产业发展。本规范涵盖机械、电气、控制、流体等多类型模块的标准化设计要求，鼓励采用开放式通信协议和标准化接口，带动机电设备上下游产业链协同发展。

（三）必要性

产业升级的迫切需要。随着制造业向高效、灵活、可持续方向发展，模块化设计理念正逐步成为机电设备研发与制造的重要趋势。传统机电设备多采用整体式结构，现场焊接、布线、组装的施工模式对人员技能要求高、建设周期长。模块化设计通过工厂预制、现场快速拼装，可大幅缩短施工周期，是行业发展的必然方向。

工程实践的迫切需求。机电设备模块化设计与集成安装在成套装置、专用生产线、自动化系统等领域应用日益广泛，但各地在模块划分、接口设计、安装工艺、质量验收等方面做法不一，工程质量参差不齐。由于缺乏统一的技术规范，模块间接口不兼容、集成安装精度不足、调试周期长等问题时有发生，亟需统一的技术标准予以规范。

标准体系完善的需要。现行国家标准《机械产品模块化设计规范》（GB/T 31982）主要适用于机械结构部分的模块化设计，对电气、控制、流体等模块以及集成安装、调试验收等内容缺乏详细规定。地方标准和相关团体标准虽有探索，但适用范围有限。制定团体标准可在全国范围内统一技术要求，与现行国家标准形成互补。

三、起草单位和主要工作成员及其所作工作

(一) 起草单位

本文件由都兰金辉矿业有限公司提出，中国西部开发促进会归口。
本文件由XXX等共同起草。

(二) 主要工作成员及其所做工作

本文件主要工作及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

起草单位	工作职责
都兰金辉矿业有限公司	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准大纲和内容的编制确定；负责项目的整体决策、方向把握、资源协调。
参与单位	配合牵头单位，共同研制标准大纲，负责分配到不同章节部分的技术编写工作，在标准起草过程中提供真实、客观的数据和案例。

四、标准的编制原则

标准编制小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

五、标准编制过程

(一) 预研阶段

组建专项调研小组，赴多个省份，针对机电设备模块化设计与集成安装的实施现状开展实地调研，收集传统机电设备安装痛点、模块化技术应用案例等；
系统梳理国内外相关标准与技术文献，分析机械模块、电气模块、控制模块、流体模块等核心技术要点；
召开研讨会，邀请机械设计、电气工程、自动化控制、机电安装等领域专家，明确标准编制的核心框架与关键技术指标。

(二) 立项阶段

中国西部开发促进会发布标准立项通知，正式启动《机电设备模块化设计与集成安装技术规范》团体标准编制工作；
组建由设计单位、制造企业、施工单位、科研院校等组成的标准起草工作组，明确分工职责，制定“调研—起草—研讨—征求意见—定稿”的编制工作计划；
完成立项论证报告，明确标准适用范围、核心技术方向，报归口单位审核通过。

(三) 起草阶段

起草工作组结合调研数据与专家意见，搭建标准整体框架，涵盖范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、模块化设计、接口设计、集成安装、调试与验收、安全与环保、安装质量确认等10个核心章节；
依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》规定，细化各章节技术要求，明确模块划分原则、接口公差配合、安装就位允许偏差、绝缘电阻（≥2MΩ）、保护接地连续性电阻（≤0.1Ω）、流体接口密封性等关键参数；
完成标准草案初稿，组织内部研讨会，优化模块划分方法、接口标准化设计、集成安装工艺流程、调试验收标准等核心内容，形成工作组讨论稿。

(四) 征求意见阶段

通过协会、全国团体标准信息平台等渠道公开征求意见，定向和非定向征求行业内相关企业、科研院校等多方意见和建议；由起草工作组逐一梳理反馈意见，最终形成征求意见稿。

六、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

（一）试验验证分析

1. 试验验证方案

选取不同行业的机电设备模块化设计与集成安装项目开展试验验证，覆盖机械模块、电气模块、控制模块、流体模块4种主要模块类型，重点验证以下内容：

模块独立性：各模块功能边界清晰、内部逻辑封闭，模块间耦合度低，支持单独测试、维护与替换；

接口标准化：机械接口公差配合(H7/g6、H7/f7等)、电气接口连接器标准化、通信协议一致性(Modbus、PROFIBUS、EtherCAT、PROFINET等)、流体接口密封性；

集成安装精度：模块中心线位置偏差($\leq \pm 5\text{mm}$)、标高偏差($\leq \pm 5\text{mm}$)、水平度($\leq 0.05\text{mm/m}$)、垂直度($\leq 0.05\text{mm/m}$)；

系统调试效果：单模块调试合格率、系统联调运行稳定性、保护功能可靠性。

2. 试验结果

模块独立性：各模块功能独立、接口统一，单一模块故障不影响核心功能；模块可单独拆装更换，维护无需拆解相邻模块。

接口标准化：机械接口尺寸偏差符合GB/T 1800.1的规定；电气接口绝缘电阻 $\geq 2\text{M}\Omega$ （500V兆欧表），保护接地连续性电阻 $\leq 0.1\Omega$ ；通信接口误码率 $\leq 10^{-6}$ ，满足实时性要求；流体接口在1.25倍工作压力下保压10min无渗漏。

集成安装精度：模块安装中心线偏差 $\leq \pm 5\text{mm}$ 、标高偏差 $\leq \pm 5\text{mm}$ 、水平度 $\leq 0.05\text{mm/m}$ 、垂直度 $\leq 0.05\text{mm/m}$ ；紧固件紧固力矩达到设计值。

系统调试：单模块调试一次合格率 $\geq 95\%$ ；系统空载联调连续运行 $\geq 2\text{h}$ 、负载联调连续运行 $\geq 4\text{h}$ ，各模块协调动作准确、运行参数稳定；保护功能模拟故障条件下正确动作。

3. 综述结论

试验验证表明，本规范规定的模块化设计要求、接口标准化方法、集成安装工艺和质量验收标准科学可行；模块类型划分合理、接口设计规范、安装精度可控、调试方法有效，能够实现机电设备“工厂预制、现场组装”的模块化建设目标，具备广泛的推广应用条件。

（二）技术经济论证

1. 技术可行性

模块化设计方法成熟：模块划分、接口标准化、模块库管理等设计方法已在机械、电气、控制、流体等领域得到广泛应用；

预制生产工艺成熟：模块在工厂内完成制造、预装配和测试，采用成熟的加工工艺和质量控制体系；

现场安装工艺规范：模块运输、吊装、就位、集成等环节均有明确的操作规范和质量控制要求；

调试验收体系完善：建立了从单模块调试、系统联调到竣工验收的全过程质量管控体系。

2. 经济合理性

成本对比：模块化设计采用标准化接口和通用化零部件，可降低设计、制造和采购成本；工厂预制减少现场作业量，现场安装周期缩短；

综合效益：模块具备独立替换能力，故障模块可单独更换，减少停机损失和维修成本；模块复用率提升，缩短产品研发与交付周期；

运维成本：模块化结构便于拆解和维护，易损部件可单独更换，全生命周期维护成本显著降低。

（三）预期效益

1. 经济效益

工程层面：缩短设计制造和现场安装周期，降低人工、机械及管理成本；

产业层面：带动模块化机电设备预制构件、标准化接口、智能控制系统等上下游产业发展；

运维层面：模块可单独更换维修，减少设备停机时间和全生命周期成本。。

2. 社会效益

提升工程质量：模块化设计实现工厂化预制、标准化生产，有效保障产品质量和安装精度；

推动行业进步：规范机电设备模块化设计与集成安装技术要求，统一质量标准，推动行业高质量发展；

促进人才培养：推动模块化设计、集成安装等专业技术人才培养。

3. 生态效益

节约资源：模块化设计优先选用通用化零部件和可回收材料，减少资源消耗；

减少碳排放：工厂预制减少现场施工能耗和废弃物排放；

降低能耗：模块化设备采用高效节能元器件和系统方案，降低运行能耗。

七、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况。

无。

八、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无。本文件自主制定。

九、标准主要内容

（一）范围

明确了本规范适用于机电设备的模块化设计、制造、集成安装、调试、验收及运行维护，成套装置与自动化系统可参照执行。

（二）规范性引用文件

列出本规范引用的主要国家标准，涵盖产品几何技术规范、液压与气动系统安全要求、机械电气安全、机械设备安装、电气装置安装等方面。

（三）术语和定义

对模块、模块化设计、模块接口、集成安装、模块化产品等关键术语进行定义。

（四）基本规定

明确模块独立性、接口标准化、通用性与系列化、安全可靠、可维护性五项设计原则，规定全生命周期要求、接口兼容性要求、质量与追溯要求及产品系列化要求。

（五）模块化设计

规定功能模块、结构模块、电气与控制模块、流体与辅助模块的划分方法；机械模块应符合GB 50231和GB/T 31982；电气模块电压不应超过1000V交流或1500V直流，绝缘电阻不应小于2M Ω ；控制模块应采用标准化开放式通信协议；流体模块应符合GB/T 3766和GB/T 7932；规定模块编码与标识方法及模块库管理要求。

（六）接口设计

规定机械接口的连接方式、定位与紧固、公差配合（常用配合代号见表1）；电气接口的电源接口、信号接口、接地与屏蔽要求；控制与通信接口的通信协议（Modbus、PROFIBUS、EtherCAT、PROFINET等）、数据接口和网络结构；流体接口的管路接口、密封与防护、压力与流量要求（基本参数见表2）；接口验证的试验方法。

（七）集成安装

规定安装准备的技术资料、安装条件、人员与机具；模块运输与吊装的包装防护、装卸运输、吊装就位要求（就位允许偏差见表3）；模块集成的机械、电气、控制与通信、流体模块集成顺序和方法；安装后连接质量、安装精度和完整性检查。

（八）调试与验收

规定调试准备的条件确认和方案编制；单模块调试的机械、电气、控制与通信、流体模块调试项目；系统联调的空载联调（ $\geq 2h$ ）、负载联调（ $\geq 4h$ ）和故障模拟与保护验证；验收条件、项目与方法及判定规则（主控项目见表4）。

（九）安全与环保

规定设计安全、安装安全、调试与运行安全要求；噪声与振动控制（噪声排放应符合GB 12348）、废弃物与排放控制（含油量 $\leq 5mg/m^3$ ）、能效与资源节约（功率因数 ≥ 0.85 ）等环境保护要求。

（十）安装质量确认

规定安装完成确认的项目和记录要求；安装状态标识的设置要求；安装记录归档的内容和交付要求。

十、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件的制定过程中符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

十一、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十二、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十三、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本文件首次制定，没有特殊要求。

十四、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准工作组
2026 年 8 月