《机电产品数字化研发与验证技术规范》

(征求意见稿)

编制说明

《机电产品数字化研发与验证技术规范》编制组

二〇二五年六月

《机电产品数字化研发与验证技术规范》（征求意见稿）

团体标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准由中国联合国采购促进会提出并归口。本标准规定了机电产品数字化研发与验证的基本要求、数字化研发流程、数字化验证方法、数字化研发与验证工具、数字化研发与验证管理和持续改进等内容。

（二）起草单位情况

本标准起草单位包括：浙江双环传动机械股份有限公司、浙江博拉图科技有限公司。

（三）标准编制过程

（1）成立标准起草组，技术调研和资料收集

2025年4月7日—5月7日，为保证制订工作的顺利开展、提高标准的质量和可用性，由起草单位和相关技术专家共同组建了标准起草组，负责《机电产品数字化研发与验证技术规范》标准的编制。通过制订工作方案，标准起草组进一步明确了目标要求、工作思路、人员分工和工作进度等。

标准起草组对相关指标和要求进行了调研，搜集了众多机电产品数字化研发与验证相关的标准、文献、成果案例等资料，着手标准制定。

（2）确定标准框架，形成标准草案

2025年5月8日—6月10日，起草小组结合前期的调研和资料，多次召开内部研讨会，形成标准大纲，并邀请了专家和相关企业对标准进行技术指导，对《机电产品数字化研发与验证技术规范》的标准编制工作重点、标准制定依据和编制原则等形成了共识，同时完成标准草案稿的撰写。

（3）形成标准征求意见稿，开展征求意见

2025年6月11日—2025年6月25日，标准起草组对标准草案进行修改完善，包括调整基本原则内容、修改错误用词和格式等，在反复讨论和论证的基础上，修改形成了标准征求意见稿。

二、标准制定的目的和意义

机电产品数字化研发与验证技术规范是指在机电产品的研发与验证过程中，运用数字化技术（如计算机辅助设计、仿真分析、虚拟现实等）所遵循的一系列普适性原则、流程与方法。这种规范不仅聚焦于机电产品的功能实现与性能优化，还要综合考虑研发效率、成本控制、质量保障以及可持续发展等因素。其核心在于通过数字化手段，实现研发流程的高效协同、产品性能的精准预测以及验证过程的科学严谨，达成技术、经济、环境与质量的综合平衡。

制定《机电产品数字化研发与验证技术规范》这个标准的目的在于：
在于：

1. 提升机电产品研发质量与效率

通过制定规范，能够推动机电产品研发理念的数字化转型，将先进的数字化技术深度融入研发流程。这有助于提升研发团队对产品性能的精准把控能力，优化产品设计方案，减少设计缺陷，确保产品的高质量完成。同时，数字化手段可大幅缩短研发周期，提高研发效率，使企业能够更快响应市场需求，增强市场竞争力。

2. 规范机电产品研发与验证流程

规范化的技术标准 of 机电产品研发与验证各环节提供了统一的操作指南和技术要求。从需求分析、概念设计、详细设计到仿真验证、样机试制与测试，各阶段都遵循明确的标准流程。这有助于避免研发过程中的重复劳动、沟通不畅以及方案不合理等问题，提升研发工作的专业性和规范性，保障项目顺利推进。

3. 降低研发成本与风险

数字化研发与验证技术规范强调在研发早期利用仿真分析、虚拟测试等手段对产品性能进行全面评估。这能够在产品实际制造前发现潜在问题，及时调整设计方案，避免因设计缺陷导致的后期修改成本增加和生产延误。同时，规范化的流程有助于合理分配研发资源，降低不必要的成本支出，有效控制研发风险。

三、标准编制原则

本标准在编制的过程中遵循“先进性、科学性、可操作性”的原则，按照 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》的规定起草。

四、标准主要内容

1、标准主要内容

本标准规定了机电产品数字化研发与验证的基本要求、数字化研发流程、数字化验证方法、数字化研发与验证工具、数字化研发与验证管理和持续改进等内容。适用于机电产品从概念设计到产品验证的全生命周期数字化研发活动。

2、规范性引用文件

本标准规范引用了 GB/T 4863《机械制造工艺基本术语》、GB/T 16722.1《技术产品文件 计算机辅助技术信息处理 安全性要求》、GB/T 16722.2《技术产品文件 计算机辅助技术信息处理 原始文件》、GB/T 16722.3《技术产品文件 计算机辅助技术信息处理 产品设计过程中的状态》、GB/T 16722.4《技术产品文件 计算机辅助技术信息处理 文件管理与检索系统》、GB/T 19001《质量管理体系 要求》、GB/T 22080《信息技术 安全技术 信息安全管理体系 要求》、GB/T 39334.1《机械产品制造过程数字化仿真 第1部分：通用要求》、GB/T 39334.2《机械产品制造过程数字化仿真 第2部分：生产线规划和布局仿真要求》、GB/T 39334.3《机械产品制造过程数字化仿真 第3部分：装配车间物流仿真要求》、GB/T 39334.4《机械产品制造过程数字化仿真 第4部分：数控加工过程仿真要求》、GB/T 39334.5《机械产品制造过程数字化仿真 第5部分：典型工艺仿真要求》、SJ/T 11955《制造业数字化仿真 通用管理要求》、SJ/T 11956《制造业数字化仿真 建模过程规范》。

3、术语、定义和缩略语

制造过程仿真：利用建模技术建立与物理过程或环境相似的虚拟生产制造过程和（或）环境，并使用虚拟现实等数字化手段对该过程和（或）环境进行仿真分析、评估和优化的活动。

数控加工工艺仿真：在虚拟环境下，通过使用虚拟现实等数字化手段对数控加工过程进行模拟来验证程序的正确性和合理性、分析和预测加工过程中各物理量（切削力、切削热、振动等）的变化对加工精度、表面加工质量和加工效率的影响的活动。

数控加工几何仿真：在虚拟环境下，通过对工件定位、装夹，工件加工过程，刀位轨迹，机床、夹具、刀具、工件的综合运动过程进行模拟，以对加工工艺参数（切削量、进给量、转速等）、工序工步设置、工件装夹的合理性，零件的过切与欠切，刀位轨迹的有效性，加工过程中是否发生碰撞或干涉、加工精度等进行验证的活动。

数控加工物理仿真：在虚拟环境下，通过建立数控加工过程的物理学模型，利用有限元分析等手段来预测加工过程中的切削力、切削温度、振动、切屑形成、工件表面质量、刀具损等问题，并通过对切削加工过程的研究和工艺参数的控制，达到优化切削加工过程的活动。

装配过程规划：对产品中各装配单元的顺序、装配路径进行分析和计算，并检查、分析和处理成拟装配过程中出现的干涉、碰撞及人机工效等问题，最终获得合理的、可指导实际装配过程的装配顺序和装配路径。

装配过程仿真：在虚拟环境下，对产品的装配过程规划进行模拟的过程。

4. 基本要求

本章规定了机电产品数字化研发与验证的基本要求。要求在项目启动阶段，需明确数字化研发与验证的目标、范围及关键指标，确保各方对项目预期达成共识。参与人员应具备相应的数字化技术能力与专业知识，熟悉相关标准规范。研发与验证过程应遵循安全性原则，保障数据安全与系统稳定运行，防止信息泄露与恶意攻击。同时，要注重知识产权保护，尊重他人技术成果。此外，还需考虑机电产品的可制造性、可维护性等要求，将数字化研发与实际生产、使用场景紧密结合，为后续产品的顺利生产与应用奠定基础。

5. 数字化研发流程

本章规定了机电产品数字化研发的完整流程。从需求调研与分析开始，全面收集用户需求与市场信息，形成详细的需求文档。接着进行概念设计，运用数字化建模工具创建初步的产品模型。进入详细设计阶段，对产品各部件进行精确设计，包括结构、电气、软件等方面，并完成设计文档编制。随后开展仿真分析，利用仿真软件对产品性能进行模拟验证，优化设计方案。在完成设计后，生成数字化样机，进行虚拟装配与调试，确保各部件之间的兼容性与协调性。整个流程需严格遵循规范要求，保证研发工作的有序进行。

6. 数字化验证方法

本章规定了机电产品数字化验证的具体方法。功能验证方面，通过建立数字化测试环境，模拟产品实际运行场景，对产品的各项功能进行全面测试，确保功能符合设计要求。性能验证则利用仿真软件和数据分析工具，对产品的性能指标进行量化评估，如效率、精度、可靠性等。同时，开展兼容性验证，检查产品与不同系统、设备的接口匹配情况。此外，还需进行安全性验证，评估产品在面对各种潜在风险时的应对能力。验证过程中要详细记录数据，对发现的问题及时进行分析与整改，确保产品达到质量标准。

7. 数字化研发与验证工具

本章规定了机电产品数字化研发与验证过程中所需使用的工具。在研发阶段，应选用专业的计算机辅助设计（CAD）软件进行产品建模，利用计算机辅助工程（CAE）软件开展仿真分析，实现产品性能的优化。同时，借助产品数据管理（PDM）系统对研发数据进行有效管理，确保数据的安全与共享。在验证环节，需运用测试自动化工具提高测试效率，利用数据分析软件对验证结果进行深度挖掘，为产品改进提供依据。此外，还可采用虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，提供更直观的研发与验证体验。所选工具应具备兼容性、稳定性和易用性。

8. 数字化研发与验证管理

本章规定了机电产品数字化研发与验证的管理要求。建立完善的项目管理体系，明确项目各阶段的任务、责任人与时间节点，确保项目按计划推进。加强团队沟通与协作，利用数字化协作平台实现信息实时共享与交

流。对研发与验证过程中的数据进行严格管理，制定数据备份、恢复与安全策略，防止数据丢失与泄露。同时，建立质量管控机制，对研发与验证的各个环节进行质量检查与评估，及时发现并解决问题。此外，还需对项目成本进行监控，确保在预算范围内完成项目，保障数字化研发与验证工作的高效、有序开展。

9. 持续改进

本章规定了机电产品数字化研发与验证的持续改进机制。定期对数字化研发与验证过程进行回顾与总结，分析项目执行过程中的优点与不足。收集用户反馈与市场信息，了解产品在实际应用中的表现与需求。基于这些信息，制定针对性的改进措施，优化研发与验证流程、方法及工具。鼓励团队成员提出创新想法与改进建议，建立激励机制，对有价值的改进成果给予奖励。同时，关注行业技术发展动态，及时引入新的数字化技术与理念，不断提升机电产品数字化研发与验证的水平，推动企业技术进步与产品升级。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准起草过程中无重大分歧。

六、贯彻标准的措施建议

标准只有通过实施才能起作用，如果不能实施，再好的标准也是“一纸空文”，更无法体现它的作用。贯彻实施标准要做好宣传教育工作、有良好的实施方法和检查监督机制。具体来说：（1）加大宣贯力度。利用报

纸、电视、电台及微信、微博等各种新媒体，大力宣传，为标准的实施营造良好的社会氛围。（2）加强标准实施反馈。对在标准实施过程中发现的问题及提出的意见，要进行深入探讨和研究，做好标准的修订和完善工作。

七、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及现行标准的废止。

八、其他应予说明的事项

无。

《机电产品数字化研发与验证技术规范》编制组

2025年6月