

《面向多内核兼容的几何建模接口规范》

征求意见稿

编制说明

标准起草工作组

二〇二六年八月

一、工作简况

1 任务来源

本文件根据中国图学学会团体标准制修订工作安排，由中国船舶集团海舟系统技术有限公司提出，中国图学学会归口，中国船舶集团海舟系统技术有限公司、北京数码大方科技股份有限公司等单位共同组织起草。

随着三维 CAD/CAE/CAM 工业软件、三维图形平台和船舶数字化设计平台建设不断深入，几何建模内核作为工业软件的核心基础组件，其接口封装、内核适配、能力声明和一致性验证需求日益突出。行业内同时存在开源、国产及商用等多类异构几何建模内核，不同内核在数学表达、拓扑结构、接口形式、容差体系和算法行为等方面存在差异，导致上层 CAD 业务与底层内核深度绑定，内核迁移成本高，软件资产复用困难，跨内核适配工作量大。

为规范多内核兼容的几何建模接口设计、实现与验证方法，形成面向几何建模内核适配和接口封装的通用技术依据，标准起草工作组在相关项目实践和行业需求调研基础上，编制形成《面向多内核兼容的几何建模接口规范》。

2 主要工作过程

（1）调研阶段

2026 年 3 月至 2026 年 5 月，由中国船舶集团海舟系统技术有限公司牵头，联合北京数码大方科技股份有限公司组成研究团队开展研制工作，围绕三维 CAD/CAE/CAM 工业软件研发、三维图形平台建设、船舶数字化设计平台建设等应用场景，调研国内外几何建模内核、CAD 软件接口封装、工业软件平台架构及相关标准的发展现状，重点分析多内核适配过程中存在的接口不统一、对象映射困难、容差体系不一致、能力边界不清晰和结果验证困难等问题。

在调研过程中，工作组收集并研究了 GB/T 11457-2006《信息技术 软件工程术语》、GB/T 17304-2009《CAD 通用技术规范》、SJ/T 12257-2026《工业软件 几何建模引擎应用程序接口规范》等相关标准和资料，结合几何建模内核适配、接口抽象、算法工厂、能力声明与一致性评价等工程实践，初步明确标准的适用范围、技术路线和内容框架。

（2）起草阶段

在前期调研基础上，标准起草工作组围绕“抽象接口层、适配层、内核实现层”的三层架构，开展多内核兼容几何建模接口体系研究，形成了标准草案。起草过程中重点明确了基础数据类型、拓扑和几何对象、数学精度和容差、接口能力覆盖、多内核切换策略、算法工厂、双向接口体系、能力声明表、一致性评价与符合性验证等内容。

（3）标准内容研讨和完善阶段

标准起草工作组多次组织内部研讨，对标准草案的范围、术语、总体要求、架构设计、接口适配要求、统一业务接口要求、不同内核差异处理和应用示例等内容进行讨论和修改。针对标准是否直接规定 CAD 软件业务功能、是否规定内核内部算法实现、如何处理不同内核能力差异、如何开展一致性评价等关键问题进行了重点论证，进一步明确本文件面向“几何建模内核适配与接口封装”，不直接规定具体 CAD 业务流程和内核内部算法实现。

（4）征求意见阶段

（5）审查阶段

3 主要参加单位和工作成员及其所做的工作

本标准主要起草单位包括：中国船舶集团海舟系统技术有限公司、北京数码大方科技股份有限公司。

本标准主要起草人包括：陈彦如、高德朋、赵中枢、王耀、李修安、李勇、高超、朱道云。

所做的工作：开展多内核几何建模接口相关技术调研，梳理 CAD/CAE/CAM 软件平台和船舶数字化设计平台对几何建模内核适配、统一调用、能力声明和一致性验证的需求；研究 GB/T 11457-2006、GB/T 17304-2009、SJ/T 12257-2026 等相关标准；提出多内核兼容接口的总体架构、双向接口体系、算法工厂、能力声明和符合性验证方法；起草、讨论并修改完善标准文本及编制说明。

二、标准制定原则和主要内容

1 制定原则

工作组根据该标准的具体情况制定了标准制定的基本原则：

- 1) 保证标准的先进性、合理性及相关标准的配套性；
- 2) 保持标准的继承性与实用性，充分衔接现有 CAD 通用技术规范和几何建模引擎接口规范；
- 3) 坚持上层业务与底层几何建模内核解耦，突出接口抽象、适配封装和一致性验证要求；
- 4) 兼顾开源、国产及商用几何建模内核的差异，保证接口体系具有兼容性和可扩展性；
- 5) 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》的规定制定本标准。

2 主要内容

核心内容来源和依据：本标准在起草过程中，系统调研并参考了 GB/T 11457-2006《信息技术 软件工程术语》、GB/T 17304-2009《CAD 通用技术规范》、SJ/T 12257-2026《工业软件 几何建模引擎应用程序接口规范》等相关标准，结合多内核几何建模接口封装、适配层实现、内核切换、算法工厂、能力声明和一致性评价等工程实践，确定本文件的主要技术内容。

本标准规定了多内核兼容几何建模接口的技术要求，包括基础数据类型、拓扑对象、几何对象、容差体系、内核适配接口、统一业务接口、内核切换机制、能力声明、错误处理、验证评价等内容。标准适用于三维 CAD/CAE/CAM 平台、三维图形平台、船舶数字化设计平台及其他需要集成、封装或切换几何建模内核的软件系统，可作为开源或商用几何建模内核进行接口适配、能力封装、统一调用和兼容性验证的技术依据。

本标准的主要技术内容包括：

- (1) 多内核兼容几何建模接口的总体要求，包括接口设计要求、基本数据类型要求、拓扑和几何对象要求、数学精度和容差要求、一致性要求及接口能力覆盖要求；

(2) 多内核几何建模接口体系架构，包括抽象接口层、适配层、内核实现层的分层架构运行机制，多内核切换策略、调度管理要求、算法工厂设计要求及统一接口调用流程；

(3) 双向接口体系要求，包括向下兼容内核的适配接口要求和向上提供给 CAD 业务的统一接口要求，覆盖数据类型适配、拓扑对象适配、几何对象适配、算法适配、接口能力分类与能力声明、一致性评价与符合性验证以及不同内核差异处理；

(4) 应用示例，通过带孔支座类零件的基础体创建、布尔并、布尔差、圆角处理、模型查询和一致性验证，说明统一接口在不同几何建模内核之间切换执行的方式和验证要点；

(5) 附录给出几何内核多引擎切换机制图，用于辅助说明多内核兼容接口体系在 CAX 系统中的位置和运行关系。

三、主要试验（或验证）情况分析

起草工作组通过对几何建模内核、CAD/CAE/CAM 软件平台、三维图形平台、船舶数字化设计平台及相关标准资料的查询和分析，结合多内核接口适配与统一调用的工程实践，形成了本文件的技术要求。

在验证方面，工作组围绕多内核兼容接口体系的关键环节开展了适用性分析和示例验证，重点包括：

(1) 接口解耦验证：检查上层业务是否仅依赖抽象接口和统一业务接口，不直接调用具体几何建模内核的原生接口和原生数据结构；

(2) 对象适配验证：检查点、向量、矩阵、坐标系、参数区间、包围盒等基础数据类型，以及顶点、边、环、面、体等拓扑和几何对象能否在抽象对象与内核原生对象之间进行双向映射；

(3) 算法调用验证：通过基础体创建、布尔运算、圆角处理、距离查询、相交查询等典型接口，检查算法工厂、适配层和内核实现层之间的调用链路是否清晰、稳定；

(4) 能力声明验证：通过能力声明表明确基础能力、推荐能力和扩展能力的支持状态、降级策略和验证方法，检查不同内核能力差异是否能够被上层业务识别；

(5) 一致性评价验证：通过示例模型和测试模型集，对不同内核在同一输入、同一容差和同一接口语义下的几何一致性、拓扑一致性、语义一致性和失败状态可解释性进行检查。

通过上述分析和验证，本文件提出的多内核兼容几何建模接口体系能够用于指导不同几何建模内核的接口适配、能力封装、统一调用和兼容性验证，具有较好的适用性和可操作性。

四、标准中是否有涉及专利情况

本标准在制定过程中，起草单位围绕相关技术内容形成了专利成果，目前该专利处于审核/申请过程中。

本标准主要规定多内核兼容几何建模接口的通用技术要求，不限定具体实现方法，不要求实施单位必须采用特定专利技术。经起草工作组初步评估，相关专利不构成本标准实施的必要条件。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

几何建模内核是三维 CAD/CAE/CAM 工业软件、三维图形平台和船舶数字化设计平台的核心基础组件。当前工业软件国产化和多源内核协同应用需求不断增强，软件平台往往需要同时面对开源内核、国产内核和商用内核等不同几何建模引擎。由于不同内核在数学表达、拓扑组织、容差控制、接口形式和算法行为上的差异，上层业务系统容易与单一内核深度绑定，造成迁移成本高、二次开发重复、软件资产复用困难和兼容性验证不足等问题。

本标准通过规定多内核兼容几何建模接口的基础数据类型、拓扑和几何对象、适配接口、统一业务接口、内核切换机制、能力声明和一致性评价方法，能够推动几何建模内核适配与接口封装工作的规范化，降低上层 CAD 业务对单一内核的依赖，提高平台架构的开放性、可维护性和可扩展性。

本标准的实施有利于形成“一次封装，多核适配”的工程化技术路线，支撑三维 CAD/CAE/CAM 工业软件、三维图形平台和船舶数字化设计平台在不同几何建模内核之间平滑迁移和统一调用，减少重复适配工作，提升国产工业软件基础支撑能力，对完善工业软件几何建模标准体系、促进多内核协同架构落地具有积极作用。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准未直接采用国际标准或国外先进标准。

与现有国家标准、行业标准的对比与先进性说明：

目前国内与 CAD 和几何建模相关的标准主要包括 GB/T 17304-2009《CAD 通用技术规范》、SJ/T 12257-2026《工业软件 几何建模引擎应用程序接口规范》等。这些标准对 CAD 软件通用技术要求、几何建模引擎应用程序接口等内容进行了规范，为工业软件几何建模能力建设提供了重要依据。

本标准在现有标准基础上，面向多内核兼容场景提出专门的接口封装和适配规范，重点解决异构几何建模内核在统一接口层下的数据表达、对象映射、调用约束、能力声明、内核切换和一致性评价问题。与已有标准相比，本标准更加突出多内核适配、上层业务解耦、能力边界透明、失败状态可解释和跨内核验证等内容，能够与现有 CAD 通用技术规范和几何建模引擎接口规范形成互补。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

本标准主要面向几何建模内核适配与接口封装，重点规定多类几何建模内核在统一接口层下的数据表达、接口组织、调用约束、能力声明和验证方法，不直接规定 CAD 软件具体业务功能、交互流程和行业应用逻辑，也不规定具体几何建模内核内部算法实现方法。其内容与 GB/T 11457-2006、GB/T 17304-2009、SJ/T 12257-2026 等相关标准保持协调。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性标准。

十、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、实施日期等）

建议本标准自发布起 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。