

# 船舶 BOM 数据多视图转换算法-技术需求

## 1. 总体要求

投标人须设计并实现一套船舶 BOM 数据多视图转换算法，支持 EBOM(设计 BOM)、PBOM(工艺 BOM)、MBOM(制造 BOM)之间的准确转换。算法需处理视图间的结构差异、属性映射、冲突消解，确保转换后的数据一致性、完整性及业务合规性。转换系统支持复杂制造场景，需要能够设置行业特有的转换规则。算法架构应采用插件式设计和转换规则。需提供完整的转换追溯能力，记录每次转换的输入、规则、参数、结果，支持审计和质量控制。

## 2. 算法功能要求

投标人须实现以下 6 个核心算法，并提供完整源代码及算法说明文档。

### 2.1 多视角拓扑同态映射的差异萃取与比对算法

功能要求:

- ① 实现多层次差异分析算法，对比两个 BOM 视图的树结构拓扑、节点属性语义、父子关系时序。
- ② 支持结构差异检测(节点增删、位置移动、层级变化)、属性差异检测(值变更、类型不匹配、缺失属性)、关系差异检测(父子关系变化、兄弟顺序调整)。
- ③ 提供差异分类和优先级标注，区分关键差异(影响功能/安全)和非关键差异(外观/文档)。
- ④ 实现差异可视化展示，支持树状对比、并排视图、变更高亮。
- ⑤ 提供差异影响度评估，量化每个差异对下游流程的影响程度。

### 2.2 EBOM 到 PBOM 的带约束拓扑嵌入与规则驱动映射引擎

功能要求:

- ① 实现基于知识图谱的映射规则引擎，将设计 BOM 转换为工艺 BOM。
- ② 支持复杂映射规则定义，包括节点合并规则(多个设计件合并为一个工艺件)、节点拆分规则(一个设计件拆分为多个工艺步骤)、节点重组规则(重新组织父子关系反映装配顺序)。
- ③ 实现工艺路线推理，根据设计属性和工艺知识库自动生成最优工艺路径。
- ④ 支持参数化映射规则，允许规则根据上下文动态调整。
- ⑤ 提供映射规则版本管理，支持规则的回滚和灰度发布。

### 2.3 PBOM 到 MBOM 的带资源锚定的拓扑精炼与规则驱动映射引擎

功能要求:

- ① 实现制造资源感知的 MBOM 转换算法，将工艺 BOM 转换为可直接驱动生产的制造 BOM。
- ② 集成制造资源数据库(设备、工装、刀具、夹具、人员)，为每个制造节点分配合适的资源。
- ③ 支持制造工序规划，将工艺步骤细化为具体的制造操作序列。
- ④ 实现制造约束检查，验证 MBOM 满足生产能力、工时平衡、资源利用率等约束。
- ⑤ 提供制造优化建议，如工序合并、并行作业、资源替代等。
- ⑥ 支持多种生产模式(批量生产、单件流、单元制造)的 MBOM 生成。

### 2.4 三视图递进式 BOM 转换的冲突感知一体化映射框架

功能要求:

- ① 实现多层次的冲突检测和消解算法，支持规则冲突(多个规则匹配同一节点产生不同结果)、数据冲突(源数据不一致导致转换歧义)、资源冲突(制造资源分配冲突)、时序冲突(工序依赖循环)。

② 提供丰富的冲突消解策略库:最后写入胜出(LWW),版本号合并、属性级合并、人工干预、自动仲裁、多数表决等。

③ 实现冲突优先级管理,不同严重程度的冲突采用不同的处理策略。

④ 提突预分析和影响评估,帮助用户选择最佳消解方案。

## 2.5 全生命周期 BOM 超状态迁移引擎

### 功能要求:

① 设计并实现模块化、可扩展的多视图转换核心架构。

② 采用管道-过滤器架构模式,定义标准化的转换流程:数据准备——差异分析——规则匹配——节点变换——冲突消解——结果验证——输出生成。

③ 每个阶段实现为独立的可插拔组件,支持热替换和动态组合。

④ 提供统一的配置管理,集中管理所有转换参数和规则。

⑤ 实现转换任务调度,支持并行、串行、依赖等多种执行模式。

⑥ 提供转换监控和诊断,实时跟踪转换进度和资源使用。

## 2.6 BOM 超图变异规则引擎

### 功能要求:

① 实现强大的映射规则引擎,支持包含复杂删改操作的映射规则。

② 规则类型包括:删除规则(删除特定类型的节点)、修改规则(修改节点属性或结构)、提升规则(将子节点提升为同级节点)、降级规则(将同级节点降级为子节点)、合并规则(合并多个节点为一个)、拆分规则(拆分一个节点为多个)。

③ 规则支持条件判断,可基于节点属性、上下文环境、外部数据动态决定是否执行。

④ 提供规则优先级和冲突解决机制,处理规则间的依赖和冲突。

## 2.7 BOM 认知进化与自主优化框架

### 功能要求:

① 实现基于机器学习和历史数据的转换智能推荐系统。

② 分析历史转换数据,识别转换模式和最佳实践,为新转换任务提供智能建议。

③ 实现转换参数自动调优,根据源数据特征自动选择最优转换配置。

④ 提供转换质量预测,在转换前预测转换结果的准确性和质量。

⑤ 实现转换过程优化,识别转换瓶颈并建议优化措施。

⑥ 支持转换知识库建设,积累转换经验供智能推荐使用。

⑦ 提供转换效果评估,量化转换带来的价值提升(如成本降低、周期缩短、质量提高等)。

## 3.技术指标要求

① 规则引擎:提供可配置的规则引擎,支持条件-动作模式的映射规则定义,规则语言支持逻辑运算、算术运算、函数调用、外部服务集成。规则引擎需支持规则的热部署、版本管理、A/B 测试、性能监控。规则匹配效率要求高,支持大规模规则集的快速评估和冲突检测。

② 数据模型:统一的 BOM 数据模型,支持多视图的差异化属性定义,提供灵活的数据扩展机制。数据模型需支持版本控制、变更历史、数据血缘、质量标签。支持数据模型的在线演化和向后兼容,确保历史数据的可访问性。

③ 并发支持:支持多用户并发转换操作,提供数据隔离、版本管理、冲突解决机制。支持分布式锁、乐观锁、悲观锁等多种并发控制策略。转换任务支持优先级调度、资源配额、超时控制,确保系统稳定性和公平性。

④ 日志与审计:完整的转换过程日志,支持操作追溯与问题诊断。日志需结构化存储,支持快速查询和统计分析。提供审计跟踪功能,记录谁在什么时候对什么数据做了什么操作。日志系统需满足合规性要求,支持长期归档和不可篡改保护。

#### 4.交付物要求

- ① 源代码:完整可编译/运行的算法实现,包含详细注释等。代码需遵循所选语言的编码规范,通过静态代码分析工具检查。提供构建脚本和依赖管理文件,确保一键编译部署。
- ② 算法说明文档:每个算法的详细设计文档。

#### 5.验收标准

- ① 功能验收:所有算法功能通过完整的测试用例验证,测试覆盖率不低于 95%。
- ② 文档验收:算法说明文档完整、清晰,确保内容准确、表述清晰、示例正确。
- ③ 代码质量:代码符合所选语言的通用规范,通过静态代码检查。注释覆盖率不低于 30%,关键算法需有详细注释。