

面向复杂装备制造的 XBOM 贯通管理模式研究与实践

刘超

中国电子科技集团公司第十研究所，四川 成都 610036

DOI:10.61369/ERA.2026090014

摘 要： 针对复杂装备制造研制周期长、技术要求高、协同过程复杂化的制造企业，若能有效实施 XBOM（全生命周期扩展物料清单）贯通管理模式，能进一步精确管理各环节物料清单，增强物料数据可追溯性，满足装备精益设计与精益制造优化需求。本文以传统 BOM（物料清单）管理模式的现实痛点为切入点，阐明研究 XBOM 贯通管理模式的实践意义，并以渗透新理念明确贯通需求、建立问题驱动协同管理机制、依托 BOM 标准规范适配标识为关键抓手，显著提升 BOM 管理水平。经验证，随着实践要点的运行落地，将初步形成符合复杂装备制造业务特点的 XBOM 体系框架，加速数字化转型。

关 键 词： 复杂装备；XBOM 贯通模式；PBOM；MBOM；BBOM；OBOM；SBOM；BOM

Research and Practice on the XBOM Integrated Management Model for Complex Equipment Manufacturing

Liu Chao

10th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Chengdu, Sichuan 610036

Abstract： For manufacturing enterprises dealing with complex equipment production characterized by lengthy development cycles, stringent technical requirements, and intricate collaboration processes, the effective implementation of the XBOM (Extended Bill of Materials) integrated management approach enables precise control over material lists at every stage, enhances material data traceability, and meets the demands of lean design and manufacturing optimization. Starting from the practical challenges inherent in traditional BOM (Bill of Materials) management, this paper elucidates the practical significance of adopting XBOM integration. By embracing innovative concepts to define integration requirements, establishing a problem-driven collaborative management mechanism, and leveraging standardized BOM specifications for consistent labeling, the study demonstrates significant improvements in BOM management efficiency. Empirical evidence shows that through systematic implementation of these strategies, an XBOM framework tailored to the specific needs of complex equipment manufacturing can be established, thereby accelerating digital transformation.

Keywords： complex equipment; XBOM integrated model; PBOM; MBOM; BBOM; OBOM; SBOM; BOM

前言

BOM（物料清单）作为研制装备产品的唯一结构化数字底座，实现 BOM 管理的核心标准是统一、规范化控制 BOM 数据，以消除多版本数据冲突，为产品技术水准的标准性提供依据，契合企业增效提质发展目标。而面向复杂装备制造场景，若单纯采用传统 BOM 管理模式，极易在分业务管理环节，引发不良后果。为此，各企业有必要采用 XBOM 贯通模式，组织各业务环节产生的产品及 BOM 数据，对照现实需求，确保制造技术状态可追溯。为构建企业级 BOM 体系、夯实复杂装备研制生产企业重构基础，宜积极探讨新模式的实施路径。

一、面向复杂装备制造的传统管理模式的现实痛点

针对复杂装备制造场景，常需要精确制定生产、排产、采购、仓储备件计划，并对产品全生命周期 BOM 数据实施精准记录

与追溯分析。面对不同业务环节产生的工艺物料、制造物料、返修物料、售后维护物料，若一味实施传统 BOM 管理模式，可能影响业务开展情况。本文简单阐述不同业务环节（以工艺规划、生产制造、出厂运维、售后保障为基准）的 BOM 管理现实难点，为

后文规范 XBOM 贯通模式实现流程、完善现行机制提供参考。

（一）PBOM（工艺 BOM）

当前在 BOM 管理阶段，已初步建成研发设计 BOM（EBOM）的基础管理框架，实施 PBOM 管理，是依托 EBOM 镜像结构特点复制 EBOM，以形成 PBOM 结构雏形，而后运用 PDM（产品数据管理系统）自动挂载工艺文件，难以进行人为挂载操作，缺乏独立管理模块，这就导致该环节无法独立变更物料工艺数据，可能影响工艺物料管理有效性。例如在复杂装备制造环节，实现工装工艺时，单纯对该环节实施 BOM 管理，将在 PBOM 挂载失效情况下，造成装备制造成本统计精度下降。又或是在冷板拆分工艺应用期间，未实现独立挂载时，也将削弱 PBOM 输出能力完整性，难以顺利输出特殊过程汇总表、关键工序汇总表等核心数据清单。

（二）MBOM（制造 BOM）

MBOM 必须以 PBOM 作为底层基础数据，结合实际生产订单配置产品装配结构，额外新增生产损耗、投产数量、生产批次等制造数据，将该物料清单信息及时下发至设备制造车间，上传到制造执行系统，作为领料、部件装配、加工所需物料依据。其中 PBOM 负责工艺分装逻辑规划处理，MBOM 负责生产任务的分配及实操物料清单的传递。而目前多数企业所用 MBOM 模式，已基本具备自顶而下的规划架构、获取 PDM 结构的操作条件，尚不具备物料分配功能。

（三）BBOM（竣工 BOM）

BBOM 涵盖制造工艺、生产物料、产品检验、产品质量数据，在开设军检业务时，需在竣工时同步上交产品制造交付状态 BOM 清单，包括准确的代号、型号、名称数据。而在入库业务中，应当包含合同交付层级、出入库时间等 BOM 数据。就传统管理模式下 BBOM 的管理情况，在结构及数据采集完整性上存在不足，其主要痛点体现在软硬件适配关系差、产品管理难度大、投产版本不一致三个方面，这也是本研究提出新模式的关键原因。

（四）OBOM（运维 BOM）

自复杂装备制造完成并顺利出厂后，产品使用、维修改动过程中，均需要依靠 OBOM 记录，属于运维管理及故障定位的核心依据。针对单台整机专属清单，从拆解到维修，都需要以现场可更换单元（LRU）/ 车间可更换单元（SRU）为颗粒度，并记录产品出厂时真实的装配结构，存储故障维修记录、零部件更换记录、软硬件改装与设备运行时长等有效信息。从该环节分析传统模式的现状痛点，多数企业缺乏交付产品整体数据存储的独立数据库，甚至输出的 OBOM 数据无特定标准。主要痛点包括信息不规范、数据不统一、BOM 版本更新不同步、OBOM 原始数据自动生成失败等部分。例如产品基础信息中缺失产品名称或型号，致使运维时很难快速获取符合复杂装备适配需求的构型。

（五）SBOM（售后维修 BOM）

SBOM 属于整套装备统一的维修备件结构技术文件，现下多数企业应用人工录入 SBOM 的版本记录故障，且 SBOM 数据由零部件结构与整机分类属性组成。针对整机设备型号绑定的配套文件，可细分为设备测试流程、大修方案、维修操作规程、培训教

材等。该环节体现的现实痛点，体现在履历数据不匹配、数据标准化开发不足上^[1]。

基于传统 BOM 管理模式的实施成果，若继续采用传统模式，可能在各业务部门独立维护 BOM 期间，依靠人工手动转换与分类存储操作中，导致设计改图后难以同步更新工艺与生产参数。又或是在多版本数据不统一情况下，影响 BOM 管理追溯链路完整性，加剧 BOM 数据核算失真风险。故此，依据上述管理难点，提出 XBOM 贯通管理模式，以展现新模式在面向复杂装备制造的 BOM 管理场景中的适应性。

二、面向复杂装备制造的 XBOM 贯通管理模式的实践要点

（一）渗透新理念明确贯通需求

为应对传统 BOM 管理模式的现实难点，本文提出以全寿命数字线索管理理念明确贯通管理需求。在新理念指导下，可对照图 1 所示架构布局标准，逐步增强 BOM 数据管理贯通性。其中构建的管理层级有业务系统链路、核心业务活动、XBOM 全生命周期数据流转三个部分，可在复杂装备制造条件下，自合同签订到售后维修全过程，均在可视化数字化服务范围内，同步实现 PBOM 等五项业务数据的贯通管理。随着新理念的运行，将为合同系统、PDM、智能工艺设计系统、生产系统、军检系统、备件库管理、售后运维等信息系统，搭建系统化业务流水线，既能保证各业务 BOM 数据的一致性，又能在录入合同、项目创建研制、工艺编制、订单创建、质量检验记录全流程，均具备准确对接上层业务系统的运行动作。相比于传统模式，新模式的实施理念，强调以解决 BOM 版本不统一、数据割裂问题，以逐级同步配置方式，使 BOM 数据全部来源于 EBOM，并根据核心业务自动匹配 BOM 数据类别^[2]。如工艺业务生成 PBOM，车间制造生成 MBOM、实物出厂生成 BBOM、单机外场运维与产品维修保障匹配 OBOM、SBOM，便于在工序串联条件下，维护底层基础数据的明确性。

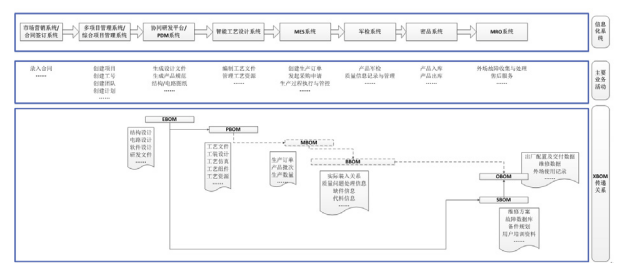


图1 XBOM 贯通管理模式的实施架构及业务关系图

（二）建立问题驱动协同管理机制

为提升生产服务跨域 XBOM 协同管理能力，应在新理念导向下，实现复杂装备的全寿命数字化发展，根据上述五项业务数据定义标准，梳理数据传递关系，以获取可靠的实现新模式的理论依据。具体应当在上述五项 BOM 数据管理问题的驱动下改进现行管理机制。一方面，需注重装备制造业务的规范化表达，工艺参数、生产要求、售后维修标准等综合信息，都要遵循唯一性标准，预防数据传输产生冲突，影响业务集成控制效果^[3,4]。另一方

面,宜考虑协同管理机制下的BOM数据管理安全性,在保障完整性的前提下,采用身份验证、加密控制、访问控制权限等方法,强化数据安全管控效能^[5,6]。以加密控制方法为例,可按照产品种类、组织形式,分别设定具体的访问权限。比如a单位人员在未得到授权时,不可访问b单位BOM数据,负责复杂装备制造研制的人员,也在无授权下禁止访问产品详细信息,以杜绝不合法访问行为。

（三）依托BOM标准规范适配标识

以新模式开展BOM数据管理工作,也要依托BOM标准规范确认适配标识。以五项业务数据说明标识要求,即PBOM以“图号+PBOM版本号”作为唯一性标识,并沿用上一环节EBOM版本号与产品型号;MBOM以“订单号+订单批次号+MBOM”充当唯一性标识,沿用PBOM版本号、产品型号、图号,自动生成“订单号+订单批次号+MBOM版本号”标识信息;BBOM的适配标识为“产品编号+BBOM版本号”,沿用BBOM版本号、订单批次号、订单号、产品型号、图号,生成“产品编号+实物编号”标识^[7];SBOM的唯一性标识为“图号+SBOM版本号”,沿用标识为EBOM版本号与产品型号,生成SBOM版本号;OBOM表示为“产品型号+实物编号+OBOM版本号”,所需沿用标识为SBOM版本号与产品编号。随着BOM标准规范标识的通用性设计,能为XBOM贯通管理模式制定标准化管理依据,以此在唯一性标识映射下构建《工艺物料清单通用要求》行业标准,为PBOM的成熟化运行提供核心支撑^[8-10]。

（四）研究成果分析

就上述实践要点落地后的实践成果进行研究,在新模式导向

下,企业在复杂装备制造研制全过程,可根据PBOM、MBOM等五类业务视图,充当XBOM贯通管理模式的实施基础,并界定多视图BOM管理标准规范,围绕产品工艺研发、生产制造等业务场景,说明不同类别BOM业务数据的实际用途,以此作为数字化系统整体规划的核心标准,为新模式的推进提供理论支撑。另在信息化转型中,随着新模式的实施,能拓展PBOM应用范围。如PBOM可在脱离EBOM束缚后形成独立版本,实现工艺变更操作的独立审批、留痕记录,无需强制性跟随设计结构变更BOM数据,并且具备工艺物料自主挂载功能,弥补了传统BOM管理模式的挂载失效短板,可实现工装物料、工艺分装参数的有效调整,减轻了EBOM镜像依赖性,也能自动整合关键业务报表等核心数据清单,验证了本文所述实施要点具备可行性。

三、结语

综上所述,面向复杂装备制造的传统BOM管理模式,在其针对PBOM、MBOM、BBOM、OBOM、SBOM五个环节实现分业务管理时,存在突出难点。为提升XBOM数据质量与贯通性,各企业应根据BOM组成关系与应用场景,以全寿期数字线索管理理念、协同管理机制、BOM标准规范标识为核心要点,梳理XBOM贯通管理流程的实践思路,以此初步搭建XBOM贯通理论基础,使后续各企业按本文所提路径推行BOM管理新模式时,能获取实用指导。未来,也要继续融合前沿技术,细化XBOM贯通管理模式的实施计划,推动各企业向精益管理优化方向发展。

参考文献

[1] 鱼瑛,张涛,银茹煜,等.基于数字线索的产品全生命周期XBOM管理模式研究[J].智能制造,2025,(3):82-87.
[2] 冯蕴雯,陈俊宇,侯杰然,等.基于数字主线的弹箭产品XBOM数据管理[J].西北工业大学学报,2024,42(3):521-530.
[3] 问增杰,赵国志,周晓莉.基于最小作业单元的检修XBOM在轨道交通装备的应用[J].电力机车与城轨车辆,2022,45(1):93-98.
[4] 阳咏梅,侯涛,张桂成.以XBOM为主线的全生命周期大数据管理方案[J].现代工业经济和信息化,2019,9(6):69-71.
[5] 吕晓婷,王伟.数据全生命周期安全风险与防护技术分析[J].计算,2026,2(4):40-46.
[6] 浦伊莎.工程全生命周期的多模态数据平台架构设计与实现[J].中国信息化,2025,(10):40-41.
[7] 李明,崔庭琼,王锡哲,等.面向地铁车辆长寿命周期维保的智能运维平台方案研究[J].机电传动,2025,(5):128-140.
[8] 赵泽田,胡炳涛,冯毅雄,等.复杂产品全生命周期价值链协同:理论、进展与趋势[J].机械工程学报,2025,61(13):96-119.
[9] 李雨亭.基于知识图谱的工业BOM数据推荐算法的研究与实现[D].北京工业大学,2025.
[10] 刘鸣飞.复杂风机设备全生命周期的全息知识图谱建模与推理研究[D].东华大学,2025.