

基于产品构型管理的交互式电子技术手册研究与应用

苏晨 李德伟 颜婷

(成都飞机工业(集团)有限责任公司 四川 成都 610091)

摘要: 针对公司当前装备保障方面所面临的迫切问题, 本文通过对比分析航空制造领域产品构型管理、交互式电子技术手册编制所遵循的标准规范与实现方法原理, 探索了一种基于产品构型管理的交互式电子技术手册制作方法, 实现了装备交互式电子技术手册与构型技术状态内容动态一致, 从而简化了装备培训保障技术资料的编制难度, 减少了相应工作量。在开展装备交付业务时, 基于产品构型管理的交互式电子技术手册, 客户可快速了解装备实物状态、装备使用及维护保养等信息, 能快速将装备投入使用, 缩短装备接装后的适应周期, 高效支撑了“由交付装备向交付战斗力”目标的实现。

关键词: 产品构型管理; PDM; IETM

0 引言

目前, 在公司航空装备生产制造与交付过程中, 工程技术人员不仅承担航空装备的产品构型管理工作, 还承担航空装备交付过程、培训教程等技术文件编制工作。由于产品构型管理和交付技术文件管理采用的是不同的标准, 产品构型更改后, 工程技术人员更改调整难度和工作量非常大, 培训教程等技术文档未及时跟进更改, 导致用户培训后, 实操发现与所学存在差异, 影响用户实操体验, 不利于装备交付。

在产品构型管理方面, 国内航空设计/制造企业多采用《航空产品技术状态(构型)管理要求》《航空产品技术状态(构型)管理要求实施指南》等标准, 通过建设产品数据管理系统(PDM), 实现基于产品数模的产品构型管理。在培训教程等技术文件管理方面, 多采用基于装备制造技术出版物标准(S1000D)的交互式电子技术手册(IETM), 实现培训教程、维保手册等技术文件的编制管理。但是, 尚未了解到国内航空设计/制造企业有开展基于产品构型管理的培训教程等技术文件编制管理, 且成功实现的案例。如何依托航空装备产品构型管理相关技术资料, 实现快速技术文件编制、更新管理成为了实际业务迫切需要解决的问题。

1 产品构型管理技术

虽然国内航空研制企业建设了产品数据管理系统等软件, 实现了一定的产品技术状态管理, 但仍未能将先进的产品构型管理理念融入到业务工作中, 往往只注重对技术状态结果数据的管理, 忽视对技术状态全过程进行严格的闭环控制, 容易造成技术状态管理失控。此外, 相关系统软件的设计开发较少考虑上下游供应链协作、客户服务、

运营与维护等全链条业务环节对技术状态管理的需求^[1]。

1.1 构型管理技术

构型管理是系统工程管理的重要部分, 在航空装备研制过程中, 通过构型标识、构型控制、构型记实和构型审核等活动, 实现数字化、网络化的航空装备产品全生命周期技术状态管理。其目标是保证数据的唯一性、可控性、可见性、有效性和可追溯性, 充分利用已有项目资源数据, 提高数据重用性, 实现航空装备全生命周期内技术状态的有效控制和长久保持。

1.2 构型管理应用

航空装备构型管理将基于工程图纸的技术状态管理变为基于零件的技术状态管理, 采用模块化的方式进行产品研发和数据组织管理, 最大程度实现零件在构型管理中的作用。

在构型管理实际应用中, 基于模块化的产品结构是在航空装备原型机基础上, 衍生出多个满足用户不同需求的型别, 其产品结构由单个扩展为产品结构树(即多种不同的型别产品), 此产品结构树包含了航空装备产品所有型别的完整物料清单。航空装备产品模块化结构如图1所示。

不同型别的航空装备产品是选项的集合, 选项是对航空装备产品进行结构化分解, 按照工作分解结构的形式或产品分解原则, 将航空装备产品分解成具有相对独立功能的模块、部件或子系统的集合。选项分为基本项、选装项和定制项, 其中基本项指通用和基本选项, 选装项指满足不同需求的可选项, 定制项指满足特定需求的选项。

在航空装备产品选项方案制定过程中, 根据用户实际需求, 通过选用基本项和选装项, 必要时增加定制项, 实现航空装备产品选项方案的定义。

航空装备产品的选项是由模块进行数据承载的, 以树形化的产品结构方式, 将航空装备产品拆分成不同的模块, 选项与模块的关系如图2所示^[2]。

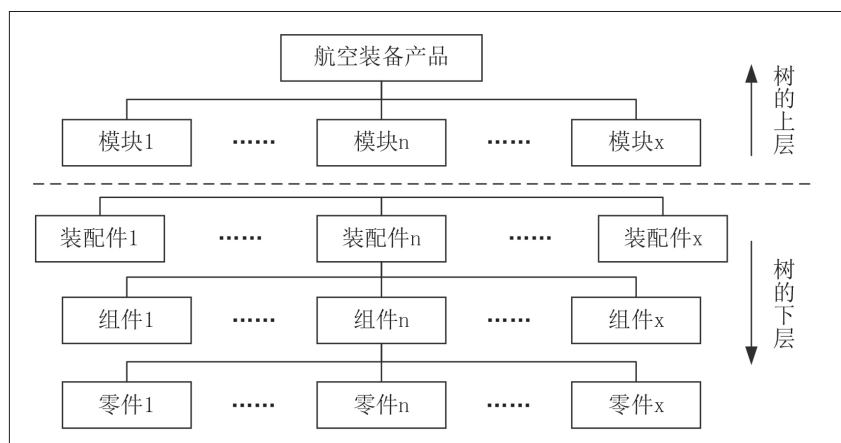


图1 航空装备产品模块化结构

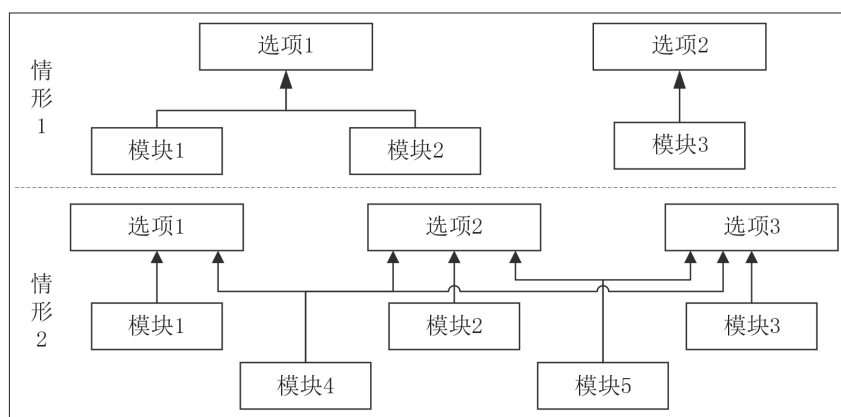


图2 选项与模块的关系图

在航空装备构型管理过程中，还需按照标准规范的编码体系对模块进行标识，以“模块标识码+顺序码”的格式进行标识，其标识代码构成如图3所示。

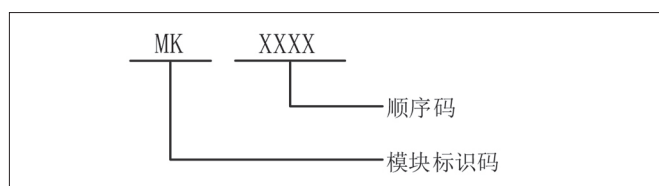


图3 模块标识代码构成

编码体系应体现航空装备产品全生命周期、知识工程、更改追溯和构型变化的管理思想，使模块编码体系更加符合航空装备构型管理的实际需求^[2]。

在航空装备产品构型管理应用中，应将国内相关产品构型管理标准（国标、行标、企标等）内容根据企业实际需求，解析后融入到产品构型管理信息系统的设计开发中，并严格执行，唯有如此方能最大程度发挥产品构型管理标准体系和信息化系统的效能。

2 交互式电子技术手册技术

2.1 交互式电子技术手册实质

交互式电子技术手册（Interactive Electronic Technical

Manual, IETM）是一种按照标准数字格式编制，采用人机交互方式，以图文、表单、和音视频等展示形式提供航空装备基本原理、操作使用和保养维护等技术出版物^[3]。

IETM的优势主要分为两方面：一方面，对航空装备产品的大量纸质技术资料进行数字化处理，形成电子文档；同时，加入相关表单、图文和音视频等内容丰富、形式多样化的信息数据。另一方面，将数字化技术数据划分为多个数据单元，并按照相关技术标准规定的数据格式存储在数据库中供调取使用；使技术数据不依赖特定计算机环境承载，使用户能以统一标准的显示样式进行数据检索、浏览、引用^[4]。

2.2 交互式电子技术手册标准

围绕交互式电子技术手册标准化、规范化实现，全球各国及机构组织都提出了相应标准规范，主要有美国 IETM 军用标准、ATA 国际民用航空器技术资料标准、S1000D 国际规范以及国内 IETM 标准等^[5]。

2.3 交互式电子技术手册编制技术

2.3.1 公共源数据库技术

公共源数据库技术是一种制作 IETM 的技术与理念，以中性数据格式集合了航空装备所有操作使用、培训训练、维护保障的技

术信息，形成唯一权威的数据库，能便捷地与航空装备研制、使用、训练、维保的信息系统实现互联互通。

2.3.2 数据模块技术

数据模块是公共源数据库中最重要的信息对象。逻辑上，数据模块是一个自我包含且包含装备一部分完整信息的数据单元，无法分割。物理上，数据模块是一个 ASCII 码文档，采用 SGML 或 XML 格式组织数据，并有相应的文档类型定义或者 XML 模式定义来约束和验证数据文件中的标记^[6]。数据模块的区分是通过编码来实现。

2.3.3 XML 描述语言

XML 是一种可扩展标记语言，用于标记电子文档，使其具有结构性、开放性、可扩展性和可自我描述的特性。与 C、Java 等编程语言相比，XML 比较简单，也没有 HTML 内置的大量标签。XML 可自由扩展且只负责存储数据，不管数据的展示形式。基于 XML 的 IETM，就是利用 XML 组织和管理数据，建立纯 XML 数据库，以实现技术数据传输、存储、交互利用。

3 基于产品构型管理的交互式电子技术手册实现

3.1 产品构型管理实现

(1) 产品技术文档按产品构型管理层级关系分类，与

产品模块化结构各节点关联,实现产品技术文档按照产品构型结构进行管理。同时,建立产品技术文档的映射关系,使设计变更、换版已关联的技术文档时,可快捷找到关联影响的产品模块化结构各节点。

(2) 结构化分解已关联的技术文档。将技术文档按产品模块化结构的逻辑关系结构化分解,形成与产品模块化结构最小单元相匹配的最小技术文档构件集合。

(3) 产品构型管理变更、控制。当产品技术文档发生变更时,只需在对应结构化节点中停止原有技术文档版本,启用新的技术文档版本;当产品构型结构发生变更时,只需在产品模块化结构中替换相对应的选项或模块即可,并更新相应的技术文档体系,为后续产品生产、制造提供指导依据。

通过上述步骤,实现了基于产品构型管理的技术状态及变更的分解、连续传递、影响分析,保证产品功能与产品需求的一致性。

3.2 基于产品构型的 IETM 实现

3.2.1 基于产品构型的 IETM 编制

一套完整的产品电子技术手册由技术手册结构树和内容两部分构成。基于产品构型管理的电子技术手册自动编制、动态更新的关键,是产品构型结构与技术文档内容能够转换成符合 S1000D 标准的数据模块,需要在结构和内容两个方面建立关联:

(1) 产品构型编码与 S1000D 数据模块编码关联。产品构型框架中选项/模块结构都按 MBOM (Manufacturing Bill Of Materials, 制造物料清单) 规则管理,编号规则由机型、单位、阶段和顺序号组成,与 S1000D 标准编号规则截然不同。建立两个编号的关联关系,需要建立中间关系过渡的映射表,将两个编号的对应关系填入映射表中,产品构型中的选项/模块结构和内容可被 IETM 制作软件引用,产品构型将可以被转换成符合 S1000D 标准的结构树。

(2) 技术文档内容标签与 S1000D 数据标签关联。技术文档内容中结构化信息包含了工序名称、操作说明、草图、表格、动画、资源以及有效性等信息,将技术文档的内容标签与 S1000D 数据标签建立关联映射表,将两种标签的对应关系填入映射表中,实现产品技术文档编制时,自动同步标识 S1000D 标准标签,通过标签和标签的顺序的组合,可把技术文档内容转换成符合 S1000D 标准的数据单元。

通过上述两个关联,将产品构型中的结构和技术文档转化为符合 S1000D 标准的数据模块,而电子技术手册的结构树和内容,通过数据模块编号和标签的关联,引用关系对应的内容而自动生成,降低工程技术人员对电子技术手册状态的控制难度与工作量。

3.2.2 基于产品构型的 IETM 变更控制

当发生工程更改时,首先工程更改中的产品编号会

与产品构型匹配,找出构型中受影响的选项/模块的节点并给出提示,工程技术人员通过提示,对工程更改内容进行结构化分解,评估技术文档内容变更情况,并修订技术文档内容。技术文档内容和有效性一旦发布,通过映射表的关系,电子技术手册的内容和有效性将相应发生更改,工程技术人员将不必重复编制电子技术手册内容。

4 实践与应用

在实际应用中,将符合 S1000D 标准的交互式电子技术手册融入产品构型管理,产品交付时,只需确定需要接收产品的机型及批架次,IETM 就可根据数据关联性,动态适配出符合条件的产品技术交付文档(即 IETM 材料)。同时,在进行用户培训时,利用 IETM 进行培训教程材料的快速制作生成,培训教程的结构树与内容由映射表关联自动更新,保持了与产品实物状态的一致性^[7]。

5 结语

基于产品构型管理的交互式电子技术手册制作通过构建产品构型(结构和内容)、与 S1000D 标准映射转换以及 IETM 的重组发布,可快速形成与实物状态完全一致的电子技术手册,既简化了工程技术人员对电子技术手册状态的控制难度与工作量,同时也提升了基于电子技术手册的快速熟练实操能力。

参考文献:

- [1] 冯青霞,杨栓宝.民用飞机构型管理过程与 SAE ARP 4754A 的符合性技术研究[J].航空科学技术,2017,28(09):1-4.
- [2] 骆晶妍,胡秦赣.民机构型管理标准化初探[J].航空标准化与质量,2008(05):12-16+34.
- [3] 王盼盼.柴油机 IETM 研究及系统开发分析[D].广州:广东工业大学,2013.
- [4] 高芬莉.基于 S1000D 标准的 IETM 系统的设计与实现[D].西安:西安工业大学,2019.
- [5] 李宁,王瑶.交互式电子技术手册标准体系的研究[J].电子测试,2020(05):121-124.
- [6] 徐宗昌.基于公共源数据库的装备 IETM 技术[M].北京:国防工业出版社,2014.
- [7] 于勇,范玉青.飞机构型管理研究与应用[J].北京航空航天大学学报,2005,31(03):278-283.

作者简介: 苏晨(1981.03-),男,汉族,四川成都人,本科,高级工程师,研究方向:信息化/飞机系统调试和维护。