

文章编号: 1674-8190(2021)05-116-07

基于 S1000D 标准的飞机技术出版物 结构化方法研究

魏严锋¹, 乔琳君²

(1. 中航西飞民用飞机有限责任公司 客户服务中心, 西安 710089)

(2. 西安航空职业技术学院 自动化工程学院, 西安 710089)

摘要: 飞机技术出版物结构化可实现技术出版物内容基于公共数据源的编写、管理和发布, 能有效提高技术出版物的编制效率和质量。基于 S1000D 标准提出 MA700 飞机技术出版物结构化设计思路, 给出结构化方法的总体流程, 探讨每一步结构化方法的实现要素, 重点进行结构化标准选择、技术出版物业务规则制定说明, 并给出相应实例和 DMRL 制定原则。结果表明: 本文提出的结构化流程和方法能够用于指导 MA700 飞机技术出版物结构化, 提高 MA700 飞机技术出版物的易用性、可读性, 有利于 MA700 飞机技术出版物的规范化、标准化、国际化, 为基于 S1000D 的 MA700 飞机交互式电子技术出版物系统的构建和发布提供业务支持。

关键词: 交互式电子技术出版物; S1000D; 结构化方法; 业务规则制定

中图分类号: V267

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2021.05.16

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on Structured Method of Aircraft Technical Publication Based on S1000D Standard

WEI Yanfeng¹, QIAO Linjun²

(1. Customer Service Centre, AVIC XAC Commercial Aircraft Co., Ltd., Xi'an 710089, China)

(2. School of Automation Engineering, Xi'an Aeronautical Polytechnic Institute, Xi'an 710089, China)

Abstract: The structure of aircraft technical publications is an important way to improve the efficiency of technical publications production and product market competitiveness of aviation manufacturers. Based on S1000D standard, the structural design idea of MA700 aircraft technical publication is put forward in this paper. The overall flow of the structured method is given, the detailed process of each step of the structured method is discussed, the structuring standards and business rules decision methods are specifically discussed and examples as well as principles for generating and maintaining data management requirement list (DMRL) are given. The results show that the process and methods proposed in this paper can help to guide structuring, improve the usability and readability, benefit the normalization, standardization, and internationalization of MA700 aircraft technical publications, support the construction and publish of MA700 aircraft interactive electronic technical publication (IETP) system based on S1000D.

Key words: interactive electronic technical publication (IETP); S1000D; structured method; business rules decisions

收稿日期: 2021-05-12; 修回日期: 2021-07-09

通信作者: 魏严锋, weiyf@avic.com

引用格式: 魏严锋, 乔琳君. 基于 S1000D 标准的飞机技术出版物结构化方法研究[J]. 航空工程进展, 2021, 12(5): 116-122.

WEI Yanfeng, QIAO Linjun. Research on structured method of aircraft technical publication based on S1000D standard[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2021, 12(5): 116-122. (in Chinese)

0 引言

交互式电子技术出版物(Interactive Electronic Technical Publication,简称IETP)是采用标准化的数字格式的电子化技术出版物,具有屏幕显示、交互、互操作的功能^[1-2]。目前IETP在航空、舰船、兵器等复杂装备领域得到了广泛应用^[3-5],提高了复杂装备维护维修质量、效率,降低了维护维修运营成本。以往纸质出版物费力耗时、不便携带、更新实效性差,引入并使用基于结构化的IETP能够很好地解决上述问题。

基于S1000D标准的IETP以数据模块(Data Module,简称DM)为单元,技术出版物数据使用XML作为介质进行描述,通过公共资源数据库(Common Source Data Base,简称CSDB)对所有数据、信息进行管理,其唯一标识为数据模块编码和其他元数据^[6]。技术出版物的结构化不仅可以实现数据交换的跨平台和跨系统,还使得信息发布的方式更加多样化。目前国外主要民用飞机制造商(波音、空客)均建立了基于S1000D标准等相关国际规范的交互式技术出版物编制、管理和发布系统^[7-8],可以提供在线交付、浏览和下载,不仅提高了航空制造商的技术出版物编制效率和其产品的市场竞争力,而且提高了航空公司运营和维护效率,降低了运营成本。国内,早在2007年,李宗亮等^[9]就对基于S1000D的IETM技术进行了研究,此后其他研究人员相继开展了航空出版物各领域的相关研究并取得了一定成果^[10-17];高怀亮等^[17]通过分析S1000D标准,对航空装备维修企业的技术资料进行了编码,实现了维修技术要求、维修资源、维修项目等有效的关联管理;蒋启梅^[18]在研究S1000D的基础上,设计并开发了直升机交互式电子培训手册系统,有效地解决了传统纸质保障手段的缺陷,提高了培训效率。

波音MPT系统是波音公司为客户提供的符合ATA2200标准和S1000D标准(B787)的交互式技术出版物系统,主要用于波音系列飞机的维修类技术出版物的查询,既可单机使用,也可安装到Web服务器上通过互联网方式访问。波音MPT

系统的主要定位是一个航空公司维修类技术信息查询和管理平台,主要服务于航空公司的系统维修工程师、结构维修工程师、培训教员、航材管理工程师和维修计划工程师。

空客公司的AirN@v系统是为客户提供的符合ATA2200标准和S1000D标准(A350XWB)的交互式电子技术出版物系统,主要用于A300-600、A310、A320系列、A330、A340、A350XWB和A380维修类技术出版物的查询。既可单机使用,也可安装到Web服务器上通过互联网方式访问。在A380和A350XWB飞机上,AirN@v系统已安装在机载信息系统中,可以通过机载维护终端OMT访问。ADoc系统是能够实现手册及出版物在线修订、客户化发布等功能于一体的数字化技术出版物服务平台。

MA700飞机目标着眼于全球市场,在技术出版物方面达到国际先进性是非常必要的。同时,对于飞机运营商和相关维修机构而言,采用结构化思路编制的IETP作为技术出版物的高端产品,由于其具有纸质出版物无可比拟的优点,已成为执行维护任务的有力工具,能使用户完成维护任务的效率大幅提升,因此在降低运营成本、提高运营效率方面作用非常明显。对于技术出版物的监管方——中国民航局而言,采用结构化思路编制的IETP形式的技术出版物更便于获得和使用查阅,数据唯一化程度高,利于局方提高审查质量和效率。正是基于以上优势,飞机制造商制作并向用户交付IETP已成为航空业界的共识和发展趋势,是飞机支援保障的必要条件之一。相较波音、空客,国内民用航空IETP的发展和应用尚处于初级阶段,还需更多的标准结合实践,不断赶超国外主流制造商;对于使用高水平国外飞机的国内民用飞机用户而言,对结构化技术出版物的需求更加迫切。因此,在MA700研制过程中,必须同步开展出版物结构化研究,规划交互式技术出版物编制、管理和发布平台,实现技术出版物内容一次生成、多次使用以及网络在线服务。

本文选取S1000D作为结构化标准,结合MA700飞机技术出版物进行业务规则制定,分析

技术出版物模块化拆分方法,并通过 XML 编辑工具实现文档的结构化转换。

1 结构化总体流程

基于 S1000D 标准的 MA700 飞机技术出版物结构化总体流程,如图 1 所示。

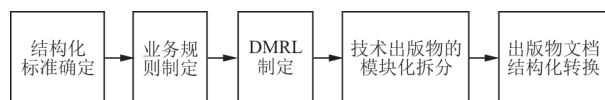


图 1 技术出版物结构化方法的总体流程
Fig. 1 The general flow of the technical publication structured method

(1) 结构化标准的确定。出版物标准是结构化的核心,先进且适用的标准不但可以实现创建和管理技术出版物的结构化,还可以实现数据交换的跨平台和跨系统,使得信息传递更加有效、发布方式更加多样化。

(2) 业务规则制定。业务规则的确定离不开对拟用标准的研究和裁剪,同时也是产品 IETP 功能的最终体现。前期明确的业务规则输入,既有利于规范出版物的编写、管理和发布,也从业务方面全面响应电子技术出版物交互式的需求。

(3) DMRL 制定。数据管理需求清单(Data Management Requirement List,简称 DMRL)包含项目所需的数据模块/出版物模块,以统一规划该项目 CSDB 的信息内容。通常在项目研制阶段开展 DMRL 的制定工作,因其可作为产品采购合同的一部分,使客户和承制商就技术信息生产和交付的工作范围达成一致,同时有利于主承制商与分承制商之间的职责约定,即将主承制商委托分承制商生产的数据模块罗列其中。

(4) 技术出版物的模块化拆分。基于既有的线性技术出版物资料和制定的 DMRL 清单,从业务上将技术出版物进行模块拆分,划分适当的粒度。

(5) 出版物文档结构化转换。利用专业的 XML 编辑工具将飞机技术出版物按照数据模块颗粒化需求、制定的业务规则及标准(经裁剪)的 Schema 结构,转化为高度结构化的电子手册。

2 结构化方法

2.1 结构化标准的确定

S1000D 规定了航空航天和国防业中技术出版物的创建、管理和维护。ATA Spec 2300 是由 ATA e-Business Program 制定的民用航空行业规范,旨在为民用飞机飞行运行类技术内容的管理、配置和交换提供一套简明的信息标准和指南。

S1000D 规范针对的主要业务领域是维修维护,ATA Spec 2300 规范针对的业务领域是飞行运行。ATA Spec 2300 规范采用了与 S1000D 规范一致的以数据为中心的数据管理理念,并在其信息模型中“借用”了一些适用的 S1000D 概念和机制。基于 ATA Spec 2300 规范与 S1000D 规范在顶层设计上的相似性,一种利用既有 S1000D 编制和管理系统生产符合 ATA Spec 2300 规范数据的方案呼之欲出,即改造 ATA Spec 2300 规范的信息模型,使其在结构上与 S1000D 规范的信息模型完全一致,并以 S1000D 信息对象的标识和状态信息取代 ATA Spec 2300 信息对象的状态信息,从而达到基于既有 S1000D 编制和管理系统的功能来编制、管理和发布 ATA Spec 2300 数据的目的。

因为所专注的业务领域不同,所以两者的数据模块/出版物模块之状态部分均包含各自特定的业务信息,建议 MA700 飞机技术出版物维修类出版物内容沿用 S1000D 规范信息模型,飞行运行类技术内容采用改造后的 ATA Spec 2300 规范信息模型。

2.2 业务规则制定

2.2.1 业务决策点决策

S1000D 4.2 版本在之前版本 575 个决策点的基础上删减了 148 个决策点,剩余 427 个决策点,涉及产品定义、维护理念和运营概念、安全、业务流程等 10 大类。MA700 飞机技术出版物可根据实际业务需求对 427 个决策点进行决策,确定 MA700 飞机技术出版物业务规则,用于指导后期出版物 XML 编写并更好地实现 IETP,示例如图 2 所示。

BRDP	BRDP 标题	BRDP 定义	类别	决策点建议	决策结论
BRDP-S1-00001	字母“I”和“O”的使用	决定是否使用以及何时使用字母“I”和“O”。	2	使用英文编制时,不使用字母“I”和“O”。	使用英文编制时,不使用字母“I”和“O”。
BRDP-S1-00002	技术出版物项目允许使用的 CAGE 代码和/或名称清单	创建允许的 CAGE 代码和/或企业名称列表。	5	使用西飞民机自定义的企业代码,该列表包括 MA700 的主制造商、合作方……	创建允许的 CAGE 代码和/或企业名称列表。
BRDP-S1-00003	使用的 S1000D 版本	决定使用哪个或哪些 S1000D 版本。	1	采用 S1000D 4.2 版本。	采用 S1000D 4.2 版本。
BRDP-S1-00004	拟使用的信息集	决定使用哪些 S1000D 规范给定的信息集和/或项目特定的信息集。	3	前端输入参考 BRDP-S1-00005 中建议的 MA700 技术出版物种类及建议……	维修计划、描述与操作、维修程序……
BRDP-S1-00005	出版物的生成	决定生成哪些技术出版物,即手册的种类。	1,3,11	《国内外主流飞机制造商技术出版物的技术和应用研究报告》包含……	序号 出版物名称 1 计划维修要求……
BRDP-S1-00006	Schema 的使用	决定使用哪些 Schema 以及这些 Schema 在哪些信息集中被使用。	1,6	见第一类文档。	见第一类文档。
BRDP-S1-00007	可选元素和属性的使用	决定是否及如何在其结构上下文中使用可选元素和属性。	5,6	建议可选元素和属性的使用符合民用航空 S1000D 业务规则,参见……	MA700 项目根据不同手册目的,自定义元素和属性……
BRDP-S1-00008	可能的交付物	决定向客户交付的交付物形式:*使用基于文件传输的 S1000D 对象……	1,11	建议同时交付基于纸质的线性出版物、交互式电子技术出版物,如……	服务产品:手册/除手册外的其他产品/可交换数据。
BRDP-S1-00009	数据交换的频率	决定数据交换的频率。	8	西飞民机与客户之间的数据交换取决于商务合同中的考虑和决定,需视……	以季度进行更新。
BRDP-S1-00010	区域和口盖识别系统	考虑某个型号或项目在技术出版物工作全寿命周期内是否使用……	2	建议使用区域和口盖识别系统。	使用区域和口盖识别系统。
BRDP-S1-00011	分区和口盖标识的方法	决定用于分区和标识口盖的方法。	2	根据设计部门采用的分区和标识口盖的方法(目前根据西飞民机的业务……	使用设计部门采用的分区和标识口盖的方法。

图 2 业务决策点决策示例

Fig. 2 Examples of business rules decision points

2.2.2 Schema 选择和改造

(1) Schema 选择

S1000D 定义了常用数据模块类型的 Schema 模式,如图 3 所示,模式包含通用层和信息层信息要求,通过 Schema 划分出数据模块类型包括:描述类(Descriptive)、程序类(Procedural)、故障类(Fault)、操作类(Crew/Operator)、维修计划类(Maintenance Planning)等^[19-21]。

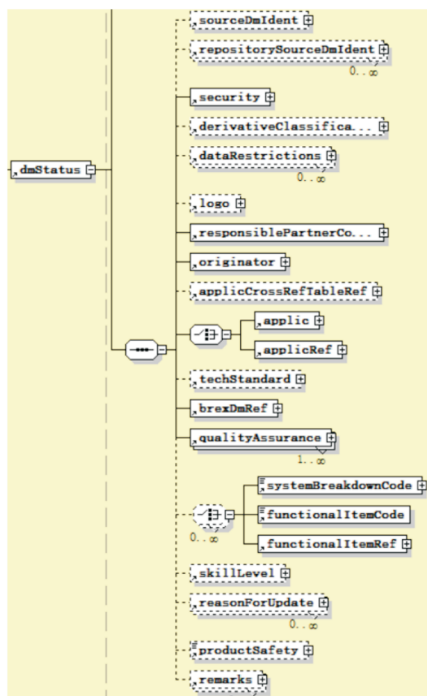


图 3 S1000D 状态段结构

Fig. 3 Status section structure of S1000D

S1000D 对于这些 Schema 的定义允许针对具体业务进行选择和修订。Schema 设计的首要工作是对各 Schema 进行分析,进而进行修订,使其满足 MA700 飞机技术出版物的业务需求,主要由两种方式进行修订:一种是直接去掉 Schema 中不必要的标签;另一种是通过定义业务规则(Business Rules),限制标签的使用和属性的取值。这是一个复杂而重要的工作,需要业务人员和 IT 人员共同参与。例如 MA700 飞机项目规划维修类手册 23 本,拟采用的 xsd 类型包括 proced. xsd, descript. xsd, wrngdata. xsd, ipd. xsd, schedul. xsd, fault. xsd 等。

(2) Schema 改造

改造 ATA Spec 2300 一方面是基于既有 S1000D 编制和管理平台的功能来编制、管理和发布飞行运行类数据的目的,另一方面,在改造的同时,选择适用的 ATA Spec 2300 的 schema 类型,并根据需求进行裁剪,以符合 MA700 业务需求。例如,MA700 飞机针对飞行运行手册部分内容具有局方批准需求,在保留 S1000D schema 关于数据模块和状态段结构的同时,保留 ATA Spec 2300 DM 状态内容中的 approval 信息。改造后的运行类数据状态段结构如图 4 所示。

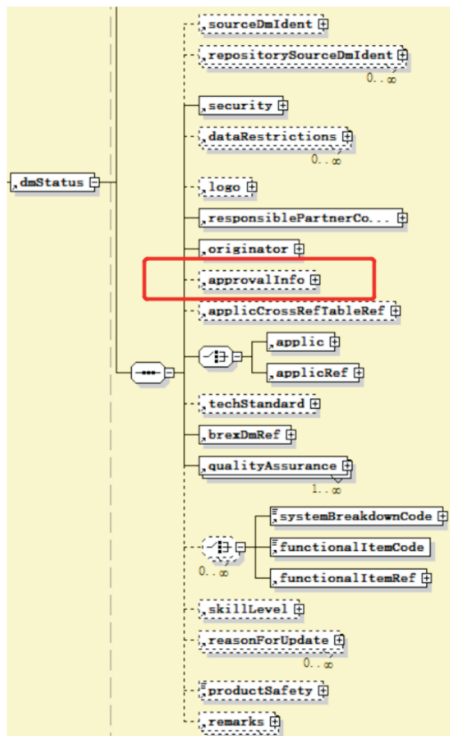


图 4 改造后的运行类数据状态段结构
Fig. 4 Modified status section structure of flight operations data

根据手册类型和内容需求,选择正确的 Schema,并在既定的业务规则上使用其中的元素、属性,将出版物经过基于 S1000D 标准的编制和管理系统发布成册,如图 5~图 7 所示。

MA700 飞机维修程序

水污水处理系统控制器 - 安装

1. 工作目的
本任务给出了水/污水处理系统控制器的安装程序。

2. 工作准备信息

A. 参考信息
不适用。

B. 区域

区域	位置	适用性
251	客舱后部左侧 (33 框~48 框)	
161	后设备舱左侧 (33 框~48 框)	

C. 口盖

口盖	名称	适用性
251KF		
161AB	水系统地面服务面板口盖	

D. 工具、工具、试验和支持设备

型号	名称	备注	适用性
63512			
41102			

E. 消耗性材料
不适用。

F. 消耗件
不适用。

3. 准备工作
确保飞机处于与拆卸时相同的构型状态。

4. 程序

适用性: 全部

MA700-A-38-00-11-00A-720A-A
第 1 页, 共 3 页
2021.03.09

图 5 结构化数据模块 PDF 发布示例 1
Fig. 5 PDF publishing examples of structuring data module 1

MA700 飞机维修程序

参见图 1

A. 将系统控制器 (1) 放置到位。

B. 安装并拧紧螺钉 (6) ~ (9)、垫片 (10) ~ (13) 和自锁螺母 (14) ~ (17), 力矩为 22.5 lbf.in ± 2.5 lbf.in
(刷红内容来自于 Y21-JT738-001 MA700 飞机水/污水处理系统安装技术条件)。

C. 取下系统控制器插头 (1) 上的保护。

D. 连接与控制器插头 (1) 上的保护。

5. 收尾工作

A. 拆下保险夹, 标签并闭合下列断路器。

断路器编号	断路器名称	位置	类型	适用性
TEST001	WNS HTR1	200 隔框到 250 隔框		
TEST002	WNS HTR2	200 隔框到 250 隔框		
TEST003	WNS HTR3	200 隔框到 250 隔框		
TEST004	WNS HTR4	200 隔框到 250 隔框		

app-DMCMA700A38001100A720AA_zhCN-0002

B. 进行水/污水处理系统地面功能试验 (参见 MA700-A-38-00-11-00A-720A-A), 确保水/污水处理系统控制器功能是否正常。

C. 将飞机恢复到初始状态

(1) 确保工作区域清洁且无工具和其它物品。

(2) 恢复口盖 251KF。

(3) 关闭口盖 161AB。

D. 断开飞机外部交/直流电源 (参见 MA700-A-38-00-11-00A-720A-A)。

适用性: 全部

MA700-A-38-00-11-00A-720A-A
第 2 页, 共 3 页
2021.03.09

图 6 结构化数据模块 PDF 发布示例 2
Fig. 6 PDF publishing examples of structuring data module 2

MA700 飞机维修程序

ICN-MA700-A-522137-A-GA001-11001-A-001-01

图 1 系统控制器——拆卸/安装 (共 1 页, 第 1 页)

1 系统控制器 2 控制器支架 3 控制器支架 4 控制器支架 5 控制器支架 6 螺钉 7 螺钉 8 螺钉 9 螺钉 10 垫片 11 垫片 12 垫片 13 垫片 14 自锁螺母 15 自锁螺母 16 自锁螺母 17 自锁螺母 18 电插头 19 电插头

适用性: 全部

数据模块结束

MA700-A-38-00-11-00A-720A-A
第 3 页, 共 3 页
2021.03.09

图 7 结构化数据模块 PDF 发布示例 3
Fig. 7 PDF publishing examples of structuring data module 3

2.3 DMRL 制定

S1000D 标准规定 DMRL 制定原则:

(1) DMRL 只能包含数据模块/出版物模块,不得包含图形/多媒体对象、意见单、DML 等其他 CSDB 信息对象。

(2) DMRL 不应包含其所含数据模块/出版物模块的版本信息。

(3) 在多方协作的项目中,DMRL 应包含所列数据模块/出版物模块的责任方信息。

(4) DMRL 中所列的数据模块/出版物模块只能出现一次,即一个数据模块/出版物模块编码不得在 DMRL 中重复出现。

2.4 技术出版物的模块化拆分

整篇的线性技术出版物无法直接进行结构化,故技术出版物需要进一步模块化拆分,通常模块化拆分需要业务人员和 IT 人员共同完成。文档的模块化拆分应遵循如下原则:

(1) 专业分工原则。即文档数据模块划分既要符合出版物划分和文档使用者专业分工的要求,还要兼顾文档内容的重用。

(2) 完整性原则。文档模块是自包含的,一个文档模块可以描述一个完整的技术信息或状态。

(3) 可重用原则。文档模块应尽可能是一个可重用的技术出版物单元。在保证信息完整性的前提下,文档模块应尽可能独立和粒度适中,不应包括多个相关性小的技术描述。

2.5 技术出版物的结构化转换

结构化转换是将按照模块化划分的文档内容通过专业的 XML 编辑工具,按照定义好的 Schema,转换成相应的 XML 文件。推荐使用专业的 XML 编辑工具,如 PTC Arbortext Editor,功能强大、操作方便,更适用于实际应用,其支持创作格式化和经过严格的有效性验证的 XML 文档,提供“所见即所得”预览功能,高度优化了基于 S1000D 标准文档的编辑过程,可内置 Schema 以支持 XML 验证和业务规则检查^[21],支持别名映射和编写样式设计等诸多功能。总之,选择 XML 编辑工具要兼顾专业化和易用性,提高结构化的 XML 文件编写效率。

MA700 飞机技术出版物体体系非常庞大,每一

类的结构化转换都需遵循结构化方法的基本步骤,进行详细地模块化拆分及结构化转换,未来仍有很多工作需要开展。

3 结 论

本文提出的基于 S1000D 标准的 MA700 飞机技术出版物结构化设计方法,明确了具体结构化流程、方法、示例和转换方式,并给出了飞行运行信息数据结构化方法,为 MA700 飞机 IETP 业务规则标准制定和系统建设实施提供了业务支持,将有力推动 MA700 飞机技术出版物实现“一次生成,多次使用”,使 MA700 型号技术出版物编制、管理和交付达到国际先进水平。

参考文献

- [1] NIU G, LI H. IETM centered intelligent maintenance system integrating fuzzy semantic inference and data fusion[J]. *Microelectronics Reliability*, 2017, 75(8): 197-204.
- [2] FROLOVA E A, IVAKIN Y A, SEMENOVA E G. Proactive management of the design and development processes of interactive electronic maintenance and repair documentation for aircraft[J]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, 537(3): 032022.
- [3] KIM G Y, HWANG J K, IM Y K, et al. Roadmap configuration for technical elements acquisition of military fixed wing aircraft parts PHM and verification of parts selection phase [J]. *Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, 2019, 47(9): 665-677.
- [4] 张晶. IETM 在舰船装备日常管理中的应用研究[J]. *工业控制计算机*, 2013, 26(4): 100-101.
ZHANG Jing. Study on the application of IETM in the daily management of warship equipment [J]. *Industrial Control Computer*, 2013, 26(4): 100-101. (in Chinese)
- [5] SEO M, LEE H. Optimal weapons system maintenance using prognostics and the interface between an S1000D-based interactive electronic technical publication and condition-based maintenance [J]. *Journal of Defense Acquisition and Technology*, 2019, 1(2): 17-23.
- [6] ASD/AIA/ATA. International specification for technical publications: S1000D-B6865-01000-00 S1000D Issue 4.2 [S]. French: ASD, 2016.
- [7] JIN X, CHEN S, JIA Z Y, et al. The research of compose method for removal/install part in aircraft maintenance manual [J]. *Applied Mechanics and Materials*, 2016, 835: 828-834.
- [8] RIOS J, MORTATE F M, OLIVA M, et al. Framework to support the aircraft digital counterpart concept with an industrial design view[J]. *International Journal of Agile Sys-*

- tems and Management, 2016, 9(3): 212-231.
- [9] 李宗亮, 姜莉莉, 顾宗磊. 基于 ASD S1000D 标准的 IETM 制作研究[J]. 科学技术与工程, 2007(19): 4939-4943.
LI Zongliang, JIANG Lili, GU Zonglei. Researches on IETM based on ASD S1000D[J]. Science Technology and Engineering, 2007(19): 4939-4943. (in Chinese)
- [10] 龚艳. 基于 S1000D 标准的技术出版物线路数据智能生成系统方案[C]// 第六届中国航空学会青年科技论坛. 沈阳: 中国航空学会, 2014: 1632.
GONG Yan. Wring data technical publication intelligent generation system based on S1000D[C]// The 6th Youth Science and Technology Forum of Chinese Society of Aeronautics and Astronautics. Shenyang: CSAA, 2014: 1632. (in Chinese)
- [11] 孙玛丽. 基于 S1000D 标准的飞机维修手册编写应用研究[J]. 科技创新导报, 2015, 23(33): 24.
SUN Mali. Research on aircraft maintenance manual authoring and application based on S1000D[J]. Science and Technology Innovation Guide, 2015, 23(33): 24. (in Chinese)
- [12] 韩天时, 彭和平. 基于 S1000D 标准的技术出版物公用信息管理研究[J]. 计算机测量与控制, 2017, 25(9): 154-157.
HAN Tianshi, PENG Heping. Research on technical publication common information management based on S1000D[J]. Computer Measurement and Control, 2017, 25(9): 154-157. (in Chinese)
- [13] 彭和平, 周庆钱, 马静. 技术出版物业务规则及符合性验证机制研究[J]. 航空航天科学技术, 2017(30): 12.
PENG Heping, ZHOU Qingqian, MA Jing. Research on verification mechanism of technical publication business rules and conformance[J]. Aerospace Science and Technology, 2017(30): 12. (in Chinese)
- [14] 刘源. 基于 S1000D 标准的工具库在飞机维修手册中的应用[J]. 航空维修与工程, 2018, 5(9): 47.
LIU Yuan. Application of tool equipment repository in aircraft maintenance manual based on S1000D[J]. Aviation Maintenance and Engineering, 2018, 5(9): 47. (in Chinese)
- [15] 刘源. 基于 S1000D 标准的技术插图在飞机维修手册中的应用[J]. 中国民航飞行学院学报, 2019, 30(3): 77.
LIU Yuan. Application of technical illustrations in aircraft maintenance manual based on S1000D[J]. Journal of Civil Aviation Flight University of China, 2019, 30(3): 77. (in Chinese)
- [16] 蒿思哲, 金安. 基于 S1000D 标准的图解零部件目录手册编制方法研究[C]// 第四届中国航空科学技术大会. 西安: 中国航空学会, 2019: 988.
HAO Sizhe, JIN An. Research on authoring method of illustrated parts catalogue based on S1000D[C]// The 4th China Aeronautical Science and Technology Conference. Xi'an: CSAA, 2019: 988. (in Chinese)
- [17] 高怀亮, 许楠. S1000D 标准在航空装备维修技术资料上的应用研究[J]. 安徽科技, 2021(2): 49-51.
GAO Huailiang, XU Nan. Research on the application of S1000D standard in aviation equipment maintenance technical data [J]. Anhui Science and Technology, 2021(2): 49-51. (in Chinese)
- [18] 蒋启梅. 基于 S1000D 的直升机交互式电子培训手册开发与应用[J]. 航空标准化与质量, 2019(4): 42-49.
JIANG Qimei. Development and application of helicopter interactive electronic training manual based on S1000D [J]. Aviation Standardization and Quality, 2019(4): 42-49. (in Chinese)
- [19] 刘颖. 交互式电子技术手册(IETM)数据构建浅析[J]. 锻压装备与制造技术, 2018, 53(6): 124.
LIU Ying. Analysis on data construction of interactive electronic technical manual (IETM) [J]. Forging & Stamping Equipment & Manufacturing Technology, 2018, 53(6): 124. (in Chinese)
- [20] 王辉, 张惟皎, 李樊, 等. 基于 S1000D 的动车组技术信息结构化方法[J]. 中国铁路, 2016, 64(2): 27-31.
WANG Hui, ZHANG Weijiao, LI Fan, et al. Structural method of EMU technical information based on S1000D[J]. China Railway, 2016, 64(2): 27-31. (in Chinese)
- [21] 刘功龙. IETM 数据库系统在武器装备保障中的应用与研究[J]. 信息技术材料, 2020, 21(6): 177.
LIU Gonglong. Application and research of IETM database system in weapon equipment support[J]. Information Technology Materials, 2020, 21(6): 177. (in Chinese)

作者简介:

魏严锋(1977—),男,硕士,高级工程师。主要研究方向:飞机运行支持技术。

乔琳君(1978—),女,硕士,副教授。主要研究方向:电气工程与自动化,人工智能。

(编辑:马文静)