

基于 S1000D 标准的 IETM 创作平台的设计与实现^{*}

Design and Implementation of IETM Authoring System Based on S1000D

榆林学院信息工程学院 张 峰

[摘要] 为了更好地解决飞机技术资料传统纸制介质信息存储困难、维护效率低下等问题,在研究了符合 S1000D 标准下交互式电子技术手册(IETM)设计问题的基础上,设计出了一种基于 S1000D 标准的 IETM 创作平台。重点研究了基于该平台的 IETM 总体结构、系统架构、数据模块的定义、文档创建与修订流程, IETM 创作系统功能模块和交互式电子技术手册实例。应用结果表明,该平台可有效地集成和管理航空制造领域内交互式电子技术手册的系统模型设计、技术资料交换、文档创作和出版发行的数据。

关键词: 交互式电子技术手册 SGML/XML 智能图形 S1000D 航空器

[ABSTRACT] In order to resolve many problems caused by the traditional paper manual of aircraft, such as difficult information storage and low maintaining efficiency, the total structure and function of an IETM authoring system based on S1000D is designed. The general structure, system architecture, definition of data module, document creating and revising procedure of an IETM and its module and instance based on S1000D are researched. Application results show that the model can effectively integrate and manage the data of design, technical information exchange, document creating, publishing of IETM system model in the field of aerospace manufacturing.

Keywords: IETM SGML/XML Intelligent graph S1000D Aircraft

交互式电子技术手册(Interactive Electronic Technical Manual, IETM)是指将传统的纸张技术资料转化成数字的方式存储在计算机中,再由对应的软件进行管理和创作。使用 IETM 技术,使用者可利用超文本链接结构及全文检索等方式,快速方便地访问大量技术资料,同时由于可以在计算机上使用视频、音频、彩色图像等多媒体手段表现数据,极大地增强了信息的可理解性。为了在不同的 IETM 间提供互用性和兼容性,需要

制定一系列相关标准,用来指导交互式电子技术手册的创作和实施,其中 S1000D 标准以其显著的优点得到了广泛的应用。20 世纪 70 年代,美军提出了技术手册数字化的思想,随后的几年, IETM 成为这一思想的具体体现^[1]。

IETM 的主要目的是提供对一些复杂技术系统的诊断、维护、维修信息。IETM 信息包提供这些操作,主要包括描述性、发现并修理故障以及零件数据。它在自动化创作和设计系统上用适当的媒体作为帮助并以电子屏幕的方式提供给终端用户^[2]。IETM 创作系统具有创建文档与 CGM 图形中图形热点的超链接,以及 CGM 图形中图形热点到文档中文档内容的超链接功能。创建的这种超链接在发行的 PDF 文档、IETM 或者 WEB 浏览器中实现阅读时内容到图形或者图形热点到内容的跳转。IETM 融合了多媒体、数据库与网络等计算机技术,能对信息进行快速查询、全文检索和在线更新,而且便于携带和保存,在 IETM 的最高实现层次上,还可以和专家系统、自动检测技术相结合。

我国具有比较完整的航空制造体系,但在航空器技术手册领域一直处于比较落后的状态,随着我国航空事业的发展和新型号飞机的研制及投入使用,为用户提供快速方便的 IETM 技术文档编写、生成、发布功能就成为必需解决的一个问题。因此,开发出实用且符合国际标准的 IETM 创作系统就成为一项紧迫的任务,在此背景下,我们和国内一些飞机制造企业针对某型号飞机技术出版物项目进行合作,开发出了基于 S1000D 标准的 IETM 创作平台——XDOC。

1 S1000D 标准的应用

S1000D 是一种国际规范,目标是含盖在任何系统项目(空中、海洋、陆地交通工具、设备和工具等)的保障中有关技术出版物的业务活动。它采用通用资源数据库(Common Source Data Base, CSDB)来创建技术文档,采用了多项 ISO 国际标准和 CALS 以及 W3C 标准,支持 SGML、XML 和计算机图元文件(CGML)。目前, S1000D 标准在美国及北约的军事及民用领域有着广泛的应用,英国国防部是该标准的主要推动者,在向政府提供的所有设备技术手册中,已要求承包商强制执行该

^{*} 基金项目:榆林学院高层次人才科研启动基金项目(10GK25)、陕西省科学技术研究发展计划资助项目(2008K04223)。

标准。

在 S1000D 标准中有 2 个核心概念,用来保证 IETM 系统之间的信息共享与交换,它们分别是:数据模块与通用资源数据库,只有实现了这 2 个核心概念才能称得上实现了 S1000D 标准。

1.1 数据模块(DM)的编写

数据模块是 S1000D 标准中的一个核心概念,它由数据模块代码(DMC)来标识。DMC 是数据模块的标准化和结构化标识符,它包括数据模块的标识部分。DMC 是数据模块的唯一标识的一部分,用于在 CSDB 中管理数据模块,抽取它们或者在电子环境中获得访问它们的权利。DMC 由多达 37 个字母数字字符组成,最小长度是 17 个字符,其构造如图 1 所示。

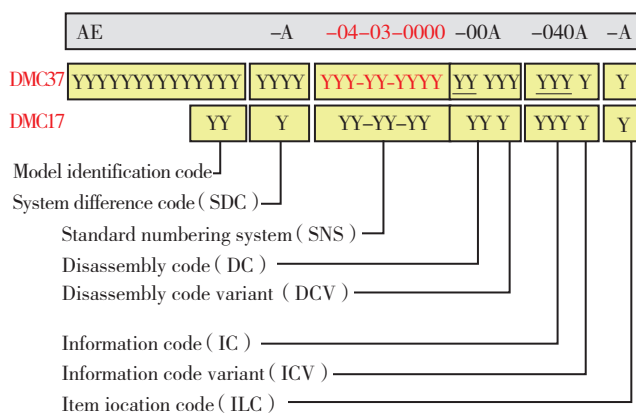


图1 DMC构造图

Fig.1 DMC structural diagram

DMC 可以划分为 2 个区,分别是“硬件标识”和“信息类型”,硬件标识如表 1 所示,信息类型如表 2 所示。

每个数据模块包含以下 2 部分结构。

(1) 标识和状态段(Identification and Status section, IDSTATUS)。

标识和状态段是数据模块的第一部分,包含了数据模块的元数据信息,用于数据模块的控制与管理,对于用户是透明的,被包含在 <idstatus> 标记之中。它进而又被划分成标识部分和状态部分,其中标识部分以 <dmaddress> 标记标识,包含了数据模块的标识信息(如数据模块编号、标题、版本号、出版日期、发行语言等); <dmaddress> 标识的 DTD 定义为: <!ELEMENT dmaddress (dmcextension?, dmc, dmtitle, issno, issdate, language?)>, 状态部分以 <status> 标记来标识,包含了数据模块的状态信息。

(2) 内容段(CONTENT)。

内容段是数据模块的第二部分,它包含了用于显示给用户的文本信息,对用户可见,被包含在 <content>

表1 硬件标识

分类	长度
Model identification code 型号识别代码	2~ 14 位字符
System difference code (SDC) 系统区分代码	1~ 4 位字符
Standard numbering system (SNS) 标准编号系统	1位任意符号 加上6 或 8位字符
System 系统	1位任意符号+ 2位字符
Subsystem + sub-subsystem 子系统+子-子系统	2 (1+1) 位字符
Unit or assembly 单元或者总成	2 或4位字符
Disassembly code (DC) 分解代码	2 位字符
Disassembly code variant (DCV) 分解代码变体	1 ~ 3位字符

表2 信息类型

分类	长度
Information code (IC) 信息代码	3位字母数字字符
Information code variant (ICV) 信息代码变体	1位字母数字字符
Item location code (ILC) 条目位置代码	1位字母数字字符

标记之中,内容段的 DTD 定义为: <!ELEMENT content (refs?, cct)>。

```
<!ATTLIST content
id ID #IMPLIED
>
```

由于不同的用户即使操作相同的设备部件,也可能执行不同的任务,所以在 S1000D 3.0 标准中定义了 9 种数据模块类型,即一个部件可能由多个类型的数据模块描述。数据模块类型快速生成一个特定于操作者(如飞机维护人员、飞机操作人员等)的技术手册成为可能。不同类型的数据模块拥有不同的内容段 <content> 结构,但拥有相同的标识状态段 <idstatus> 结构。

根据以上分析,设计出了基于 S1000D 的数据模块 DM 编辑器,实现界面如图 2 所示。

1.2 公共源数据库

公共源数据库(Common Source Data Base, CSDB)是 S1000D 中的另一个核心概念,用于信息管理。它是在项目中编制技术出版物需要的所有对象的信息储

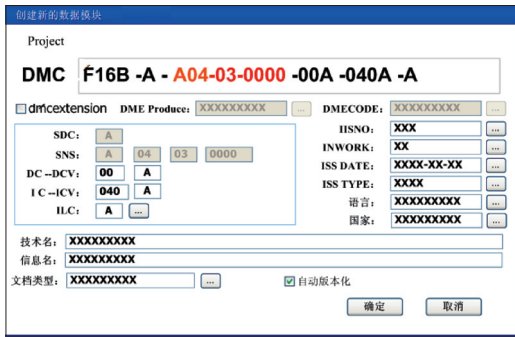


图2 DM编辑界面
Fig.2 DM editing interface

存和管理工具,用于生成纸质的或电子格式的出版物。CSDB 中的核心对象是数据模块,是技术出版物中最小的自包含信息单元。数据模块管理对象包含文本、插图和数据,它们有明确的基于国际标准的中立结构。插图和其他数据不直接存储在数据模块中,而是引用。数据模块的唯一标识是数据模块代码和发行号。通过应用语言元素数据模块能够区分以不同语言写作的相同数据模块代码。

存储在公共源数据库中的信息对象包括数据模块(Data Module, DM)、插图(Illustration,所有与数据模块相关联的非 SGML/XML 格式的文件)、数据模块列表(Data Module List, DML)、注释(Comments)、出版模块(Publication Module, PM)、数据交换说明(Data Dispatch Notes, DDN),它们都是可以被标识(addressable)、可交换(exchangeable)的信息单元,各信息对象在通用资源数据库中用其相应的编号来标识和管理,并做到无冗余的存储。

2 基于 S1000D 标准的 IETM 总体结构设计

基于 S1000D 标准 IETM 总体目标是:参照相关国际规范 ATA2200、S1000D 及美军标 MIL-PRF-87268A 和 MIL-PRF-87269A,应用先进的信息技术和理念,以国内某飞机制造公司生产的某型号飞机为试点,构建 IETM 创作与发行系统——XDOC,利用先进的互联网技术提高与客户的信息交换效率,缩短交付时间,减少介质和运输成本,实现基于园区网的用户技术资料协同编制和数据集成共享,实现用户技术资料的单一数据源管理,支持用户技术资料数据的“一次生成、到

处使用”,从而提高 IETM 资料的编制效率,极大地降低了装备制造商的技术出版物制作成本,提高了产品质量。应用该系统编制的数字数据出版物,用户可提高装备的维护效率、降低维修成本、提高了装备的保障率。

系统的基本要求是:

- 重新定义 IETM 系统的开发模型,提高飞机技术资料资料的复用率;
- 利用新的软件工具,提高飞机技术资料的加工处理效率,改进文档版本的发布;
- 利用 Web 文档管理系统和先进的 SGML 编辑工具,重组飞机技术资料生产过程,实现协同写作,提高文档编写的效率;
- 利用先进的互联网技术提高与客户的信息交换效率,缩短交付时间,减少介质和运输成本;
- 建立飞机技术资料知识库数据中心,实现飞机寿命期内飞机技术资料的寿命管理;
- 采用智能 CGM 图形,实现图形中图形热点到文档中文档内容的超链接以及文档链接到 CGM 图形的定位;
- 允许多用户同时对 DMRL 进行编辑修改操作;
- 可灵活、方便使用的导航器,导航器的结构层次可以配置,不仅仅局限于满足以 SNS 建立导航树,所创建的导航树与创建数据模块时所编辑的 DMC 的数据结构自动保持一致。

为了实现上述要求,实现了基于 S1000D 标准的 IETM 总体结构,总体结构如图 3 所示。

在可用原始资料部分,实现对技术文档分类目录定义,主要为用户提供一个方便、灵活、快捷的技术资料分类目录定义,根据分类自动生成技术资料文档模板,并且具有文档版本管理的、文档更改/修订版本管理、技术文档的多语言版本以及多种语言的组合以及翻译功能^[3],同时还具有在文档中插入的图形、声音、动画等多媒体文档的管理功能。技术文档编写环境提供一个

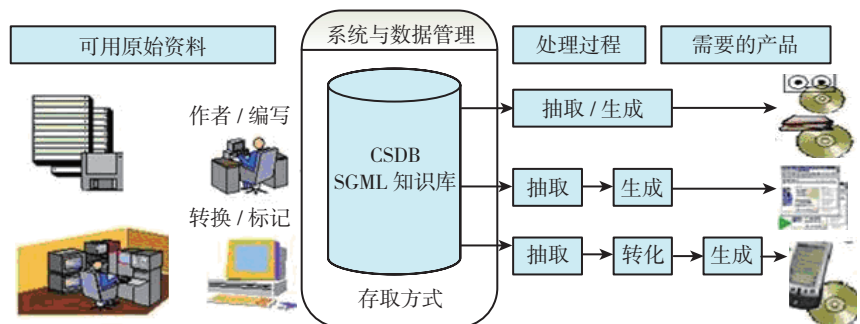


图3 基于S1000D标准的IETM总体结构图
Fig.3 IETM structure based on S1000D

专业化的 SGML/XML 文档编写环境、提供创建文档与 CGM 图形中图形热点的超链接,以及 CGM 图形中图形热点到文档中文档内容的超链接功能。写作人员不需要进行文档的样式编排,仅仅按照已经生成的文档模板的格式填写编写内容,以及插入有关的参考文档、图形或者其他多媒体文档链接。同时编写环境提供多种语言对照编写 / 翻译环境。

系统与数据管理部分是一个 SGML 知识库,提供知识库文档和数据的共享管理功能,是一个多用户多任务的文档协同编写平台。

处理过程提供 workflow 管理模块,使文档的创作、编写、校对、翻译、审核、批准、发布实现流程化作业管理。写作人员能够容易得到与自己有关的文档编写任务以及各个文档的状态。管理员能够整体监管文档的状态的任务作业。最后根据实际需求来形成产品,可发行成 PDF 文档、IETM 或者 WEB 浏览器。

以方便地和其他业务系统进行集成^[4]。

为了在 EPIC 编辑器和 XDOC 系统之间建立联系,这里用 Java 设计了一个面向 EPIC 编辑器的适配器程序,这个程序可以在 EPIC 编辑环境中与 XDOC 进行方

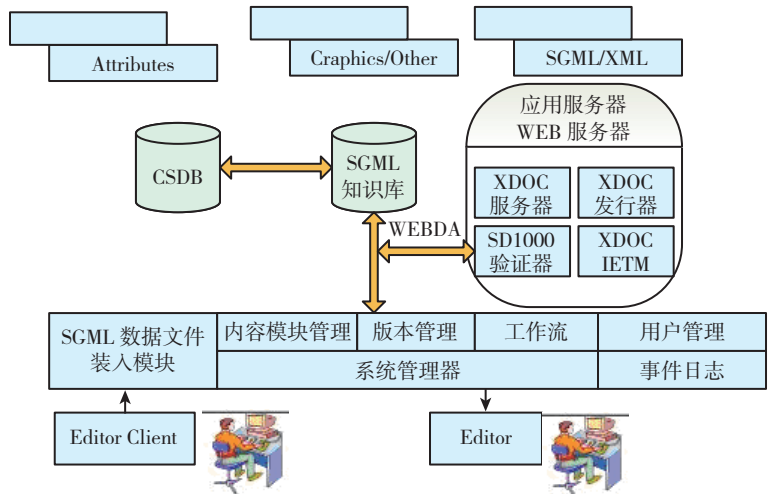


图4 IETM system architecture of creation platform

3 IETM 创作平台系统架构与组成

XDOC 系统主要由 3 部分组成,系统架构如图 4 所示。

(1) 第一部分为客户端,主要有 2 类用户:

- 文档与图形制作用户: 这类用户对系统分配给自己编辑的文档通过检出、编辑、检入的过程进行文档编辑,这部分用户必须在客户端安装 SGML/XML 编辑器程序。

- 管理员用户: 管理用户负责生成整个 XDOC 导航树的结构,即章节组织,类似于总编辑,同时也为每个文档指定编写人员、任务、流程信息,并监控整个 XDOC 系统的运行状态和进度情况,维护工作流程的顺利进行,并将 XDOC 系统的内容发布成 IETM 软件包、PDF 文件或 HTML 文档。技术出版物创作过程如图 5 所示。

SGML/XML 编辑器程序是系统中的核心创作部件之一,这里选择了 Arbortext 公司的 EPIC 编辑器作为 XDOC 的编辑器。

EPIC 编辑器提供了对 SGML/XML 的基于大纲和标记的文档编写、样式生成、变更跟踪和 PDF 生成功能,该编辑器具有友好的文字处理界面风格,允许编辑人员从可重复使用的文档结构部分中构建复合文档,还可以嵌入来自数据库、业务系统和其他数据源的数据,而且可以通过许多种不同的编程语言 (Java、JavaScript、C/C++) 来访问 EPIC 编辑器绝大部分的 API 功能,因此可

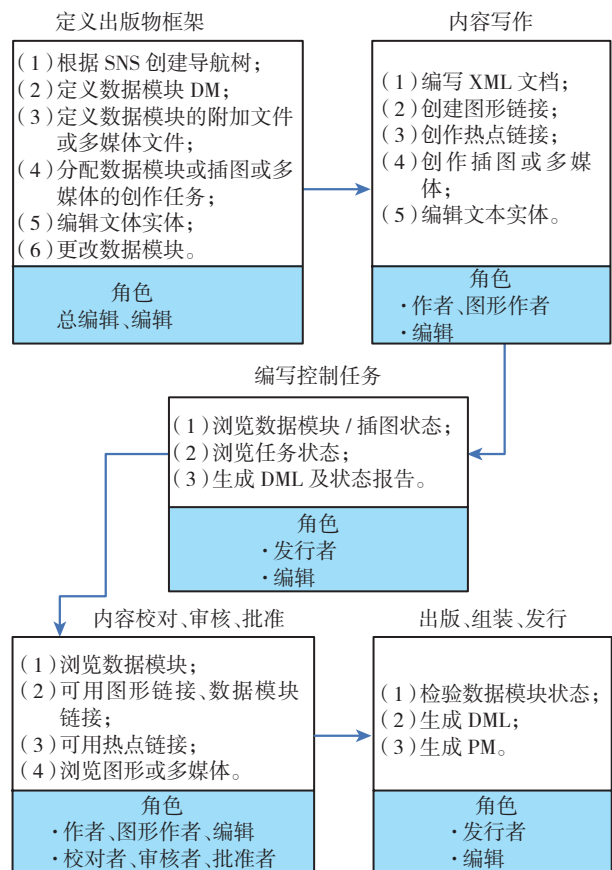


图5 技术出版物创作过程

便的数据交换。

(2) 第二部分为应用服务器端,在服务器端通过 HTTP 服务用来为 EPIC 编辑环境提供文件远程引用,包括 Schema 文件组引用和 CGM 等图形引用等,并能通过 WebDav 协议提供客户端和服务端文件管理通道,可以完成文件和目录的创建、删除、修改和移动等操作^[5]。在 XDOC 服务端还提供用于解析服务器配置信息以及 PDF 发布、Web 发布、IETM 程序发布等后台服务模块。

(3) 第三部分是对 CSDB 的管理,主要由数据库和知识库共同构成。数据库采用嵌入式数据库 Berkeley DB 等,该数据库主要用来存储编辑生成的 SGML 文档以及各文件的组织结构、用户信息、流程信息、链接信息、版本修订等数据^[6]。

XDOC 系统的基本功能模块如图 6 所示。由于用户绝大部分技术资料保存格式不符合 SD1000 标准,有一部分保存在 Word 格式的文件中,为了把这些信息导入到 XDOC 系统中,这里根据实际情况设计了一个数据导入模块,通过这个模块导入的数据都要通过 SD1000 验证器的处理,以便成为符合 SD1000 Schema 定义的文档规范。

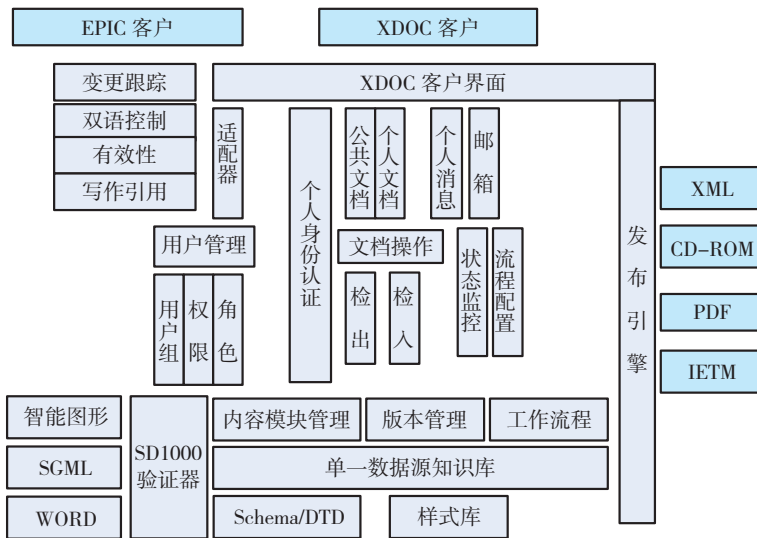


图6 IETM创作平台功能模块
Fig.6 IETM creation platform modules

在图 6 中, XDOC 系统主要包括:

- EPIC 客户端: 用户用 EPIC 编辑器对基于 SGML/XML 大纲和标记的文档进行编写,也可以通过适配器程序与 XDOC 系统之间进行方便的数据交换,同时可以插入 CGM 图形及图形中热点。

- XDOC 客户端: 为用户提供一个方便、灵活、快捷

的技术资料分类目录定义,根据分类自动生成技术资料文档模板,具有文档版本管理、文档更改/修订版本管理的功能。XDOC 管理器能够管理技术文档的多种语言版本,以及多种语言的组合和翻译本。同时, XDOC 管理器管理也是一个单一数据源知识库,提供知识库文档和数据的共享管理功能,是一个多用户多任务的文档协同编写平台。XDOC 管理器提供 workflow 管理模块,使文档的创作、编写、校对、翻译、审核、批准、发布实现流程化作业管理。写作人员能够容易得到与自己有关的文档编写任务以及各个文档的状态。管理员能够整体监管文档状态任务作业。

- 发布引擎: 通过发布引擎, XDOC 发行器能够自动按照知识库中的分类目录将文档成批或者单个地发行为各种数字数据产品(如 PDF 文档、交互式电子技术手册(IETM)),自动将技术文档按照知识库中的分类目录发布组装成完整的 PDF 文档^[7]。

4 结束语

基于 S1000D 标准的 IETM 创作与发行系统模型还包括了 IETM 浏览器的设计、CGM 处理器的设计、CGM 图形转换与预览、样式表和 Schema 的设计、知识库表结构的设计等一系列根据实际需求可定制的功能模块。

本文就基于 S1000D 标准的 IETM 系统模型的方案和思路进行了分析,并在此基础上就几个核心模型的实现给出了说明,目前基于该模型开发的 XDOC 系统已经在国内某飞机制造企业安装使用,今后将根据用户的反馈继续完善。

参考文献

- [1] 杜晓明,王丹,常雷. 集成化的交互式电子技术手册技术研究. 装备指挥技术学院学报,2006(3):77-88.
- [2] 黄金波,杜晓明,吕剑锋,等. XML 数据库技术在 IETM 中的应用研究. 科学技术与工程,2006(23):4795-4797.
- [3] 张月雷. 航空维修 IETM 关键技术研究 and 应用框架设计[D]. 南京:南京航空航天大学,2007.
- [4] 朱兴动,黄葵,王正. PDF 文档化 IETM 应用实例研究. 航空电子技术,2003(3):43-47.
- [5] 安钊,徐宗昌,郭红芬. IETM 中 XML 技术数据的处理方法. 装甲兵工程学院学报,2006(5):21-24.
- [6] Eric L J, Joseph J F. Interactive electronic technical manuals. West Bethesda:CDNSWC, 1993.
- [7] Ann M Wrightson. Safety in IETP. IEE Aerospace group symposium on Certification of Ground-Air Systems, London, 1998.

(责编 小颖)