

装备交互式电子技术手册技术及应用丛书

装备 IETM

研制工程总论

Generalization of
Equipment IETM
Developing Engineering

主 编 徐宗昌
副主编 雷育生



国防工业出版社

National Defense Industry Press



装备交互式电子技术手册技术及应用丛书

装备 IETM 研制工程总论

主 编 徐宗昌

副主编 雷育生

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

交互式电子技术手册(IETM)是一种按标准的数字格式编制,采用文字、图形、表格、音频和视频等形式,以人机交互方式提供装备基本原理、使用操作和维修等内容的技术出版物,是普遍适用于军事装备与民用装备的一项装备保障信息化新技术、新方法和新手段。

本书是“装备交互式电子技术手册技术及应用丛书”的第一分册,分为基础篇、原理篇与工程篇,共9章。本书在全面介绍 IETM 的概念、功能与特点、国内外产生与发展情况,以及 IETM 的技术标准与技术原理的基础上,系统地阐述了 IETM 的信息生成、信息管理及显示发布等工程技术问题和 IETM 项目的工程管理与研制工程等应用问题。

本书可作为军事部门与国防工业部门,以及民用装备企业从事装备 IETM 研究、应用的工程技术人员与管理人员指导工作的参考书;也可以作为高等院校相关专业的教师、研究生、本科生使用的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

装备 IETM 研制工程总论/徐宗昌主编. —北京:国防工业出版社,2012.4
(装备交互式电子技术手册技术及应用丛书)
ISBN 978-7-118-08067-4

I. ①装... II. ①徐... III. ①武器装备—电子技术 IV. ①TJ0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 083073 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 26¼ 字数 490 千字

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 60.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

序 一

当前,我们正面临一场迄今为止人类历史上最深刻、最广泛的新军事变革——信息化时代的军事体系变革。在这场新军事变革中,以信息技术为核心的高新技术飞速发展推动武器装备向数字化、智能化、精确化与一体化发展,促使传统的机械化战争向信息化战争迅速转变。在信息化战争条件下,高技术装备特别是信息化装备必将成为战场的主要力量,战争和装备的复杂性使装备保障任务加重、难度增大,精确、敏捷、高效的装备保障成为提高战斗力的倍增器,是发挥装备作战效能,乃至成为影响战争胜负的关键因素。因此,如何采用最新的技术、方法与手段提高装备保障能力,成为当前世界各国军事部门和军工企业普遍关注的问题。

交互式电子技术手册(Interactive Electronic Technical Manual, IETM)是在科学技术发展的推动和信息化战争军事需求的牵引下产生与发展起来的一项重要装备保障信息化新技术、新方法和新手段。国内外装备保障实践已经充分证明,应用 IETM 能够极大提高装备维修保障、装备人员训练和用户技术资料管理的效率与效益。因此,我军大力发展与应用 IETM,对于推进有中国特色的新军事变革,提高部队基于信息系统体系的作战能力与保障能力,实现建设信息化军队、打赢信息化战争的战略目标,具有十分重要的意义。

徐宗昌教授,是国内装备综合保障领域的知名专家,也是我在学术上非常赏识的一位挚友,长期潜心于装备保障性工程和持续采办与寿命周期保障(CALS)教学与研究,具有深厚的学术造诣和丰富的实践经验。为满足全军 IETM 推广应用工作的需要,已年过七旬的徐宗昌教授亲自带领与组织装甲兵工程学院和海军航空工程学院青岛分院的一批年轻专业人员,经过多年的共同研究、艰苦努力,编写了这套“装备交互式电子技术手册技术及应用丛书”。徐宗昌教授及其团队的这种学术精神深深感染了我,正所谓“宝剑锋自磨砺出,梅花香自苦寒来”!该“丛书”科学借鉴了国外先进理念与技术,系统总结了我国装备 IETM 发展应用的研究成果与实践经验,理论论述系统深入、工程与管理实践基础扎

实、重难点问题解决方案明晰、体系结构合理、内容丰富、可读性好、实用性强。该《丛书》作为国内第一套关于 IETM 的系列化理论专著,极大地丰富和完善了装备保障信息化理论体系,在 IETM 工程应用领域具有重要的理论先导作用,必将为促进我国 IETM 的推广应用、提高我军装备保障信息化水平做出新的重要贡献。

鉴于此,为徐宗昌教授严谨细致的学术精神欣然作序,为装备保障信息化的新发展新成果欣然作序,更为我军信息化建设的方兴未艾欣然作序,衷心祝愿 IETM 这朵装备保障信息化花园之奇葩,璀璨开放,越开越绚丽多姿!

中国工程院院士



2011 年 5 月

**“装备交互式电子技术手册
技术及应用系列丛书”
编委会**

主 任 徐宗昌
副主任 朱兴动 倪明仿 雷育生
委 员 (按姓氏笔画排序)
王 正 王 铮 王强军 申 莹 朱兴动
安 钊 孙寒冰 李 勇 李 博 杨炳恒
吴秀鹏 何 平 宋建华 张 磊 张文俊
张光明 张耀辉 周 健 倪明仿 徐宗昌
高万春 黄 葵 黄书峰 曹冒君 雷 震
雷育生

**《装备 IETM 研制工程总论》
编写组**

主 编 徐宗昌
副 主 编 雷育生
编写人员 徐宗昌 雷育生 张文俊 周 健 倪明仿
曹冒君 何 平 黄书峰 李 博 张耀辉
孙寒冰 王强军 李 勇 雷 震 张光明

序 二

20 世纪 70 年代以来,随着现代信息技术的迅猛发展,在世界范围内掀起了一场信息化浪潮,引发了一场空前的产业革命与社会变革,使人类摆脱了长期以来对信息资源开发利用的迟缓、分散的传统方式,以数字化、自动化、网络化、集成化方式驱动着世界经济与社会的飞速发展,人类社会进入了信息时代。同时,信息技术在军事领域的广泛应用引发了世界新军事变革,并逐渐形成了以信息为主导的战争形态——信息化战争。在这场新军事变革的发展过程中,美国国防部于 1985 年 9 月率先推行以技术资料无纸化为切入点和以建立装备采办与寿命周期保障的集成数据环境为目标的“持续采办与寿命周期保障(CALS)”战略。CALS 战略作为一项信息化基础工程,不仅对世界各国武器装备全寿命信息管理产生了深远的影响,而且引领全球以电子商务为中心的各产业的信息化革命。

交互式电子技术手册(IETM)与综合武器系统数据库、承包商集成技术信息服务等技术一起是 CALS 的一项重要支撑技术,它是 1989 年美国成立三军 IETM 工作组后迅速发展起来的一项数字化关键技术。由于 IETM 不仅在克服传统纸质技术资料费用高、体积与重量大、编制出版周期长、更新及时性差、使用不方便、易污染、防火性差及容易产生冗余数据等诸多弊端,而且在提高装备使用、维修和人员训练的效率与效益方面所表现出巨大的优越性,而受到世界信息产业和各国军事部门的青睐。目前,IETM 已在许多国家军队的武器装备和民用飞机、船舶、专用车辆等大型复杂民用装备上得到了广泛地应用,并取得了巨大的经济、社会与军事效益。

徐宗昌教授自 20 世纪 90 年代以来就开始了 CALS 的研究并积极倡导在我国推行 CALS 工作。近年来,他主编了 IETM 系列国家标准,并致力于我国 IETM 的推广应用工作。这次编著本“装备交互式电子技术手册技术及应用丛书”是他与他的研究团队长期从事 CALS 和 IETM 研究的成果和实践经验的总结。本“丛书”系统地论述了 IETM 的理论、方法与技术,其结构严谨、思路新颖、内容翔

实、实用性强,是一套具有很高的学术价值与应用价值并有重大创新的学术专著。我相信这套《丛书》的出版一定会受到我国从事 IETM 研制、研究的广大工程技术人员和学生们的热烈欢迎。这套“丛书”的出版,对于我国 IETM 的发展起到重要推动作用,对于推进我国、我军的信息化建设,特别是提高我军信息化条件下的战斗力具有十分重要的意义。

中国工程院院士



2011 年 5 月

序 三

交互式电子技术手册(Interactive Electronic Technical Manual, IETM)是20世纪80年代后期,在现代信息技术发展的推动与信息化战争的军事需求牵引下产生与发展起来的一项重要的装备保障信息化的新技术。IETM是一种按标准的数字格式编制,采用文字、图形、表格、音频和视频等形式,以人机交互方式提供装备基本原理、使用操作和维修等内容的技术出版物。由于它成功地克服了传统纸质技术手册所存在诸多弊端和显著地提高了装备维修、人员训练及技术资料管理的效益与效率,而受到世界各国军事部门的高度重视与密切关注,并且得到了极其广泛的应用。

近年来,为了提高部队基于信息系统体系的作战能力与保障能力,做好打赢未来信息化战争的准备,我军各总部机关、各军兵种装备部门和各国防工业部门非常重视 IETM 的研究与应用,我军的不少类型的装备已开始研制 IETM 和投入使用,一个发展应用 IETM 的热潮正在我国掀起。为满足我国研究发展 IETM 和人才培养的需要,我们编写了这套“装备交互式电子技术手册技术及应用丛书”。为了坚持引进、消化、吸收再创新的技术路线,我国以引进欧洲 ASD/AIA/ATA S1000D“基于公共源数据库的技术出版物国际规范”的技术为主,编写并发布了 GB/T 24463 和 GJB 6600 IETM 系列标准。由于考虑到我国 IETM 应用尚处于起步阶段,上述我国 IETM 标准是在工程实践经验不足的情况下编制的,有待于今后在 IETM 应用实践中不断修订完善。因此,本系列丛书所依据的 IETM 标准是将我国的 GB/T 24463、GJB 6600 IETM 系列标准和欧洲 S1000D 国际规范的技术综合集成,并统称为“IETM 技术标准”作为编写这套“丛书”的 IETM 标准的基础。

这套“丛书”系统地引进、借鉴了国外先进的理论与相关技术和认真总结我国已取得的研究成果与工程实践经验的基础上,从工程技术和工程管理两个方面深入浅出地论述 IETM 的基本知识、基础理论、技术标准、技术原理、制作方法,以及 IETM 项目的研制工程与管理等诸多问题,具有系统性与实用性,能很好地帮助从事装备 IETM 的研究、推广应用的工程技术人员和工程管理人员,了解、熟悉与掌握 IETM 的理论、方法与技术。由于 IETM 是一项通用的装备保障

信息化的新技术、新方法和新手段,“丛书”所阐述的 IETM 理论、方法与技术,对军事装备和民用装备均具有普遍的适用性。

“装备交互式电子技术手册技术及应用丛书”是一套理论与工程实践并重的专业技术著作,它不仅可作为从事装备 IETM 研究与推广应用的工程技术人员和工程管理人员指导工作的参考书或培训教程,亦可为相关武器装备专业的本科生、研究生提供一套实用的教材或教学参考书。我们相信这套“丛书”的出版,将对我国装备 IETM 的深入发展和广泛应用起到重要的推动作用和促进作用。

中国工程院徐滨士院士、张尧学院士对本“丛书”的编著与出版非常关心,给予了悉心的指导,分别为本“丛书”作序,在此表示衷心的感谢。

本“丛书”由装甲兵工程学院和海军航空工程学院青岛分院朱兴动教授的 IETM 研究团队合作编著。朱兴动教授在 IETM 研究方面成果丰硕,具有深厚的学术造诣与丰富的实践经验,对他及他的团队参加本“丛书”的编著深表感谢。

由于作者水平有限,本“丛书”错误与不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

徐宗昌

2011 年 5 月

前 言

《装备 IETM 研制工程总论》是“装备交互式电子技术手册技术及应用丛书”的第一分册。由于交互式电子技术手册(IETM)是一项重要的装备保障信息化新技术、新方法和新手段,与编写传统的纸质技术手册相比,研制 IETM 的难度更大、更加复杂,需要一个复杂的系统工程管理过程。为了帮助 IETM 研究、推广应用的专业技术人员和工程管理人员,了解 IETM 的基本知识、熟悉 IETM 理论与原理、掌握 IETM 制作方法与技术,以及有效地实施 IETM 项目的工程管理,本书在介绍 IETM 的概念、功能与特点、国内外产生与发展情况的基础上,着重系统地阐明 IETM 的技术标准及其技术原理和 IETM 项目的工程管理与研制工程等应用问题。

本书分为 3 篇共 9 章,分别是基础篇、原理篇和工程篇。其中,基础篇包括:第 1 章概论、第 2 章 IETM 的技术原理、第 3 章 IETM 信息描述语言——XML、第 4 章 IETM 创作软件;原理篇包括:第 5 章 IETM 的信息生成、第 6 章 IETM 的信息管理、第 7 章 IETM 的显示与发布;工程篇包括:第 8 章 IETM 项目的工程管理、第 9 章 IETM 项目研制工程。本书中部分示例图取自工业和信息化部电子第五研究所的 IETM 创作平台。

本书由徐宗昌主编,本书编写组成员参加编写。本书的初稿于 2010 年 9 月编印,并在 10 月的“装备交互式技术手册技术标准及应用培训班”上试用。2011 年 4 月,在装甲兵工程学院通过了由赵晓林、朱兴动、解洪成、杨云、马绍力、杨培亮、谢霖、桑运海、姜巍巍等专家组成的评审组会议审查,出版前对专家们所提的宝贵意见进行了认真的修改。

本书读者对象主要为从事装备 IETM 推广应用的工程技术人员与管理人员。本书也可作为武器装备相关专业研究生、本科生的教材或教学参考书。

由于对 IETM 技术标准的理解掌握和 IETM 实践经验的不足,本书的缺点、错误在所难免,希望读者提出宝贵意见和改进建议。

作者
2011 年 5 月

XI

目 录

第一篇 基础篇

第 1 章 概论	1
1.1 概述	1
1.1.1 IETM 的概念	1
1.1.2 IETM 的基本功用	2
1.1.3 IETM 的内容范围	2
1.1.4 IETM 的特点	4
1.2 IETM 的产生与发展应用	5
1.2.1 国外 IETM 的产生、发展情况	5
1.2.2 国内 IETM 的研究与发展情况	8
1.2.3 IETM 的发展趋势	9
1.3 IETM 的分类与应用效益	11
1.3.1 IETM 的分类方法	11
1.3.2 IETM 的效益	12
第 2 章 IETM 的技术原理	15
2.1 IETM 技术标准	15
2.1.1 美国 IETM 标准	15
2.1.2 欧洲 S1000D 国际规范	16
2.1.3 我国 IETM 标准	19
2.2 IETM 的基本原理	20
2.2.1 IETM 的交互性	20
2.2.2 IETM 的互操作性与互操作体系结构	28
2.2.3 IETM 的数据可重用性和技术信息可重构性	36
2.3 IETM 与 CALS 及综合保障的关系	42
2.3.1 IETM 与 CALS 的关系	42
2.3.2 IETM 与综合保障的关系	44

第3章 IETM 信息描述语言——XML	50
3.1 XML 概述	50
3.2 XML 语法	52
3.2.1 XML 文档结构	52
3.2.2 XML 标记	54
3.2.3 XML 元素	54
3.2.4 XML 属性	55
3.2.5 XML 命名空间	56
3.3 XML 数据结构定义	56
3.3.1 DTD 模式	57
3.3.2 Schema 模式	62
3.4 XML 显示控制	72
3.4.1 XML 与 CSS	73
3.4.2 XML 与 XSL	78
3.4.3 CSS 与 XSL 的比较	80
3.5 XML 的存储	81
3.6 XML 技术应用解析	81
3.6.1 技术资料原文	82
3.6.2 XML 文档结构定义	84
3.6.3 创作 XML 文档	87
3.6.4 XML 文档的显示控制	89
第4章 IETM 创作软件	103
4.1 IETM 创作软件的功能与原理	103
4.2 国外 IETM 创作软件	106
4.2.1 美国 PTC 公司的 Arbortext 软件	106
4.2.2 丹麦 CORENA 公司的 LifeSTAR 软件	113
4.2.3 国外其他 IETM 创作软件	123
4.3 国内 IETM 创作软件	126
4.3.1 工业和信息化部电子第五研究所的 腾睿—IETM 创作软件	126
4.3.2 装甲兵工程学院的 GIAS 通用创作软件	128
4.3.3 海军航空工程学院的航空装备技术资料编制与 管理支撑平台	128

4.4 IETM 创作软件的选择	129
4.4.1 国内外 IETM 创作软件的比较	129
4.4.2 IETM 创作软件的选用原则	129

第二篇 原理篇

第 5 章 IETM 的信息生成	131
5.1 概述	131
5.1.1 信息生成过程	131
5.1.2 数据模块	132
5.1.3 信息集	133
5.2 结构划分	136
5.2.1 分区	136
5.2.2 分解	139
5.3 数据模块的标识及状态部分	142
5.3.1 数据模块的标识部分	144
5.3.2 数据模块的状态部分	146
5.4 数据模块的内容部分	150
5.4.1 通用结构	150
5.4.2 描述性信息	172
5.4.3 程序性信息	174
5.4.4 故障信息	180
5.4.5 维修计划信息	190
5.4.6 图解零部件信息	194
5.4.7 接线信息	197
5.4.8 过程信息	201
5.4.9 人员信息	203
5.4.10 容器信息	208
5.4.11 学习信息	209
5.4.12 维护检查单和定检信息	212
5.4.13 适用性交叉引用表信息	212
5.4.14 条件交叉引用表信息	213
5.4.15 产品交叉引用表信息	214
5.4.16 业务规则信息	215
5.5 插图及多媒体的创作	216

5.5.1	插图的创作	216
5.5.2	多媒体的创作	217
第6章	IETM 的信息管理	222
6.1	公共源数据库	222
6.2	数据模块编码	225
6.2.1	型号识别码	227
6.2.2	系统区分码	227
6.2.3	系统层次码	228
6.2.4	分解码/分解差异码	230
6.2.5	信息码/信息差异码	230
6.2.6	位置码	230
6.2.7	DMC 示例	232
6.3	信息控制码	235
6.4	数据模块列表	238
6.5	评注	239
6.6	数据模块版本控制	241
6.7	数据模块交换	243
6.8	出版物模块管理	246
6.8.1	标识信息部分	246
6.8.2	状态信息部分	249
6.8.3	出版物模块的内容管理	252
6.9	业务规则	253
6.9.1	业务规则组织结构图	255
6.9.2	使用说明	256
6.9.3	业务规则数据模块示例	258
6.10	过程数据模块	259
6.11	适用性	261
第7章	IETM 的显示与发布	265
7.1	交互显示界面要求	265
7.1.1	显示布局	267
7.1.2	显示样式	268
7.1.3	基本界面组成元素	271
7.1.4	信息的特定显示要求	280

7.2 交互显示功能要求	284
7.2.1 功能类型	284
7.2.2 功能矩阵	284
7.3 技术信息发布	286
7.3.1 CSDB 源数据	287
7.3.2 IETM 中性存储包	287
7.3.3 IETM 显示样式转换	289

第三篇 工程篇

第8章 IETM 项目的工程管理	292
8.1 工程项目管理概述	292
8.1.1 管理目的与一般工程过程	292
8.1.2 IETM 项目启动	293
8.1.3 IETM 项目规划管理	295
8.1.4 IETM 的编制管理	296
8.1.5 IETM 的出版发布管理	298
8.1.6 IETM 运行与维护	302
8.2 IETM 的研制程序	302
8.2.1 IETM 需求与方案论证	303
8.2.2 IETM 的详细设计	305
8.2.3 IETM 的工程研制与测试	307
8.2.4 IETM 的试用与鉴定	310
8.3 工程管理规范性文件的编写	311
8.3.1 装备 IETM 项目管理规范性文件	311
8.3.2 装备 IETM 数据管理规范性文件	316
8.3.3 部分装备 IETM 数据管理规范性文件示例	320
第9章 IETM 项目研制工程	337
9.1 IETM 技术标准剪裁	337
9.2 信息集的确定	339
9.2.1 信息集生成的一般原则与要求	339
9.2.2 信息集的生成	340
9.3 数据模块制作与管理	351
9.4 插图及多媒体模块制作与管理	357
9.4.1 插图的制作与管理	357

9.4.2	多媒体模块的制作与管理	365
9.4.3	交互式 3D 仿真模型的制作与管理	370
9.5	出版物模块制作、管理与发布	372
9.5.1	出版物模块构建与发布流程	372
9.5.2	出版物模块的组成	373
9.5.3	出版物模块的编制	376
9.5.4	出版物模块的管理	391
9.6	IETM 测试、适用性评价	392
9.6.1	IETM 数据测试	392
9.6.2	IETM 性能、功能测试	393
9.6.3	IETM 适用性评价	396
参考文献		402