

doi: 10.7690/bgzd.2016.03.005

## 交互式电子技术手册中三维导航方法

王 凌, 成 斌

(上海航天技术基础研究所, 上海 201109)

**摘要:** 为使交互式电子技术手册(interactive electronic technical manual, IETM)的展现形式更多样化, 操作方法更贴近用户使用习惯以及提升手册的用户体验, 提出一种通过交互式三维仿真模型的导航方式来定位技术数据内容的方法。利用交互式三维仿真模型互操作性强和可视化程度高的特点, 研究交互式三维仿真模型、IETM 结构目录树和数据模块间的相互关系与消息通信, 并以某飞机中驾驶舱盖为例进行验证。验证结果表明: 该方法能使 IETM 的表现形式更丰富, 技术资料定位更便捷, 逐步提升 IETM 的智能化和使用效果。

**关键词:** 交互式电子技术手册; 交互式三维仿真; 三维导航

**中图分类号:** TJ02 **文献标志码:** A

### 3D Navigation Method in IETM

Wang Ling, Cheng Bin

(Shanghai Aerospace Technology Basic Research Institute, Shanghai 201109, China)

**Abstract:** For making the interactive electronic technical manual (IETM) show more diversified forms, the operation method be closer to the user's habit and enhance the user experience, a method to locate the technical data by means of interactive 3D simulation model was proposed. Using the characteristics of interactive 3D simulation of strong interoperability and a high degree of visualization, the paper researched the relationship and communication among interactive 3D simulation, the tree of directory structure and the data module, and validated an aircraft cockpit canopy as an example. The verification results show that the method can make the performance of IETM richer and more convenient, and gradually improve the intelligence of IETM and application effect.

**Keywords:** IETM; interactive 3D simulation; 3D navigation

## 0 引言

信息化条件下联合作战大量运用高技术装备, 作战对装备保障的依赖性越来越强, 装备保障成为决定战争胜负的重要因素, 装备的保障力就是战斗力<sup>[1]</sup>。交互式电子技术手册(interactive electronic technical manual, IETM)作为实施装备持续采办与寿命周期保障(continuous acquisition and life-cycle support, CALS)战略的基础和关键技术, 近年来对提高武器装备综合保障水平起到了越来越重要的作用。大力发展与应用 IETM, 对推进新军事变革、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、打赢信息化战争具有十分重要的意义<sup>[2]</sup>。在交付武器装备的同时, 以 IETM 代替传统纸质技术资料已经成为一种必然趋势。

为满足当前可视化仿真的需求, 在 IETM 平台中嵌入成熟的可视化仿真引擎, 在以往的文本、图片以及视频显示与浏览的基础上, 增加以三维仿真的形式表现各种信息, 使用户可以在 IETM 平台内

进行模型的浏览与操作, 从而大大提高工作效率, 使装备保障与信息获取变得更加简单<sup>[3]</sup>。三维仿真作为展示技术信息的一种辅助手段, 能有效增强 IETM 的表现形式, 提高维护维修的训练实效。交互式三维仿真目前主要用于装备结构显示和维修训练操作方面<sup>[4]</sup>, 如何利用交互式三维仿真的优势并发挥其最大功效, 使 IETM 的整体质量有所提高、可用性有所增强, 是 IETM 研制过程中必须考虑的。

此外, 目前 IETM 定位内容的方式主要采用树形展开式结构的目录树, 利用武器装备结构层次划分或功能划分, 通过点击单纯的文字信息层层深入, 定位到装备的部件查看相关数据模块和技术内容。这种传统的定位方法仅适用于对装备结构或功能有一定了解的使用人员, 而对于刚刚开始学习装备知识的人员来说, 这样的导航方式不够简便直观, 影响学习效率。

结合以上两点, 笔者以研究交互式三维仿真模型在 IETM 中的应用为契机, 提出一种三维导航方式来定位技术数据内容, 使用户在对装备整体结构

收稿日期: 2015-11-12; 修回日期: 2016-12-17

作者简介: 王 凌(1987—), 女, 上海人, 本科, 助工, 从事装备综合保障信息研究。

不熟悉、装备功能不明确的情况下，也可以顺利地找到需要的技术资料。

### 1 三维导航原理

为使交互式三维仿真模型能进行结构导航，达到三维模型中某个部件、结构目录树和多个数据模块间相互对应的目的，添加相关的模型信息以及一定的约束规则，使这三者间产生联系。

目前 S1000D<sup>[5]</sup>是在 IETM 制作方面流行和成熟的国际标准，其核心是数据模块 (data module, DM) 和公共源数据库 (common source data base, CSDB)。其中 DM 是描述信息的最小单元，不可分割，具有原子性，用来描述装备的一部分完整信息。S1000D 将 DM 分为标志与状态部段和内容段 2 部分。在 IETM 的公共源数据库中存储数据模块时，标志与状态部段中的数据模块编码 (data module code, DMC) 用来唯一标志一个数据模块，提供对象的分类管理，为模块化设计、生产与管理提供方便<sup>[6]</sup>。

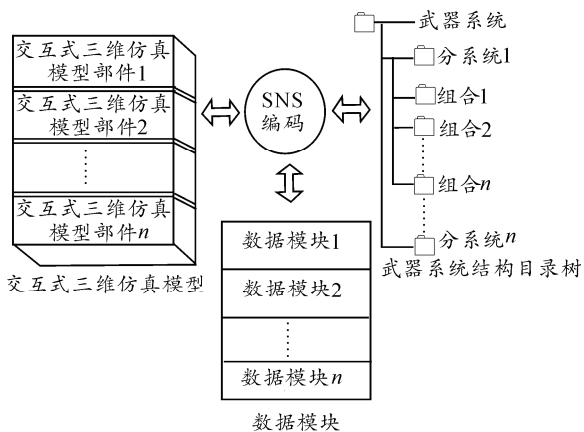


图 1 三维仿真、结构目录树及数据模块间的关系

根据欧洲 S1000D 标准，数据模块编码中包含的系统划分码 (standard numbering system, SNS)，用来描述组成产品的基本系统、分系统、分分系统以及组件或单元，对武器系统的结构进行划分。同

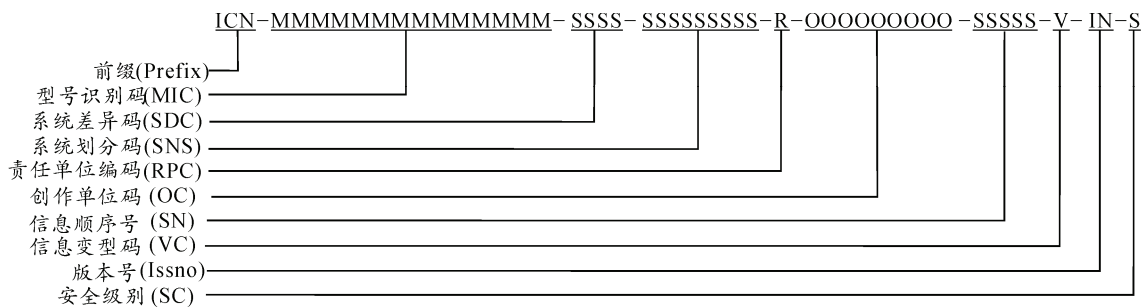


图 3 ICN 码结构示意图

一产品部件所属的数据模块，其 SNS 编码是相同的。在传统结构目录树中，也是利用 SNS 编码来列出系统、分系统、分分系统和组件的层级。由此可推，如果将每个三维仿真模型部件都用 SNS 编码进行标志，就可通过 SNS 编码识别此部件所属数据模块以及对应的传统结构树层级。

因此，利用 SNS 给每个三维仿真模型部件进行唯一的标志，可以实现交互式三维仿真模型、传统结构目录树和数据模块间的对应关系，再利用相互间的消息通信，在三者间建立联系。

三维导航的原理如图 1 所示。

### 2 交互式三维仿真模型数据的管理

三维导航是基于交互式三维仿真模型的一种操作。在 IETM 中，三维仿真模型属于一种特殊的多媒体对象，其存储、管理和使用方法与插图、视频和音频等多媒体方法相同。三维仿真模型在本地制作完成后，再嵌入 IETM，上传到 IETM 服务器，统一在 CSDB 中集中存储管理。三维仿真模型数据的管理方法如图 2 所示。

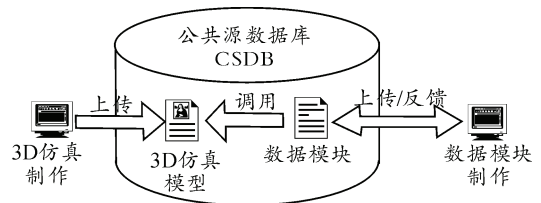


图 2 三维仿真数据管理示意图

每一个三维仿真模型在 CSDB 中都被分配一个唯一的信息控制码 (ICN 码)，用来标志三维仿真模型数据，便于三维仿真模型数据的管理、控制和访问。根据 S1000D 标准，ICN 码应由 27~45 位字符组成，编码分为 10 个码段，码段与码段之间用“-”字符来连接，如图 3 所示。ICN 各码段的详细说明如表 1 所示。

表 1 ICN 码段说明

序号	分段码名称及缩写	码位	类型	定义
1	前缀(Prefix)	3	字母	固定为“ICN”。
2	型号识别码(MIC)	2~14	字母/数字	用于产品系列的唯一编码,即××装备型号。
3	系统差异码(SDC)	1~4	字母	用于 SNS 中系统/子系统/子子系统/主题构型的差异码位。
4	系统划分码(SNS)	6~9	数字/字母	系统/子系统/子子系统/主题构型。
5	责任单位编码(PRC)	1	字母	对 CSDB 中引用的图像、多媒体数据承担责任的单位。
6	创作单位码(OC)	5	数字	表示图像、多媒体数据的创作来源单位。
7	信息顺序码(SN)	5	数字	在每个型号识别码内的顺序号。
8	信息变型码(VC)	1	字母	信息变型是指对基本型信息进行补充、缩放、旋转、裁剪、镜像、注释等,对变型信息进行区分。
9	版本号(Issno)	2	数字	ICN 数据的版本信息。
10	安全级别(SC)	1	数字	ICN 的安全级别划分与 DM 相同。

### 3 三维导航的实现方法

为了使交互式三维仿真的应用更加方便,要将三维仿真平台与 IETM 平台有机结合,实现通用模型数据(包括 3DMax、AutoCAD 等)多种格式文件的直接或间接导入,满足绝大多数的可视化仿真需求,在文件导入过程中要保留其材质信息、贴图坐标、灯光效果与数据结构以及动画效果等信息,并在 IETM 显示平台中将其复原。然后根据具体需要对模型进行各种操作和控制,能通过鼠标、键盘来获取信息和控制操作流程,三维仿真模型文件能根据用户操作实时响应,达到良好的演示效果。

在此基础上,在三维仿真平台和 IETM 平台中建立 SNS 信息的信息传输机制,形成三维仿真模型 SNS 节点信息与 IETM 结构目录树及数据模块 SNS 码间的信息传递。将三维模型中的每个部件属性中添加 SNS 节点信息,此 SNS 节点信息与 IETM 中的武器装备系统划分结构相对应。当三维仿真的某部件被触发,此部件的 SNS 节点信息传递到 IETM 平台中,迅速定位到相应的数据模块以及结构目录树;反之,将数据模块或结构树的 SNS 节点信息被触发,将数据模块或结构树的 SNS 信息传送给三维仿真平台的后台,再搜索、定位到与之相同的三维模型节点信息,就能实现从 IETM 技术信息到三维仿真模型的对应。

在三维仿真平台中,增加事件 OnEventString(),当用户双击三维模型时,仿真平台即发送 OnEventString 事件到 IETM 中,将三维模型的节点信息传送到 IETM 中;IETM 响应 OnEventString 事件,接收三维 SNS 节点信息,采用二叉树查找法找到相应的目录树节点及其相关的数据模块,实现三维模型到 IETM 内容的对应。在 IETM 平台中,增加方法 SelectFieldByCode(),当 IETM 结构目录树中的某节点被选中或某个数据模块被选中时,触发

SelectFieldByCode 方法,将 SNS 信息发送给仿真平台,仿真平台接收 SNS 码信息,在搜索到与之相同的三维模型节点信息,确定相关三维部件,从而高亮显示部件或执行相关仿真动画。

三维导航实现流程如图 4 所示。

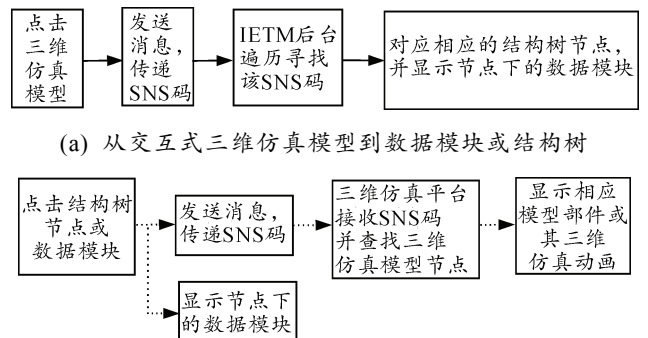


图 4 三维导航实现流程

### 4 示例

将某飞机中驾驶舱盖单独作为一个部件,其结 SNS 设置为 00-10-10。如图 5 中流程 1~3 所示,在三维仿真平台中,设置此驾驶舱盖模型的 SNS 属性节点信息即为 00-10-10,通过点击已嵌入的三维仿真模型的驾驶舱盖,触发消息传递事件,将驾驶舱盖的 SNS 码信息传递到 IETM 中,在 IETM 结构目录树中寻找到编码为 00-10-10 的节点,定位到驾驶舱盖,同时在内容显示页面,将驾驶舱盖的功能、结构、原理、维护维修和故障排除等内容一一列出。反之,如图 5 中流程 4~6 所示,内容页面显示了驾驶舱盖的技术内容信息,对应了结构目录树中 SNS 编码为 00-10-10 的驾驶舱盖节点,触发消息传递事件,将 SNS 编码传递到交互式三维仿真平台中,寻找到 SNS 节点信息为 00-10-10 的三维部件,切换到三维导航页面后,被定位的驾驶舱盖部件高亮显示。

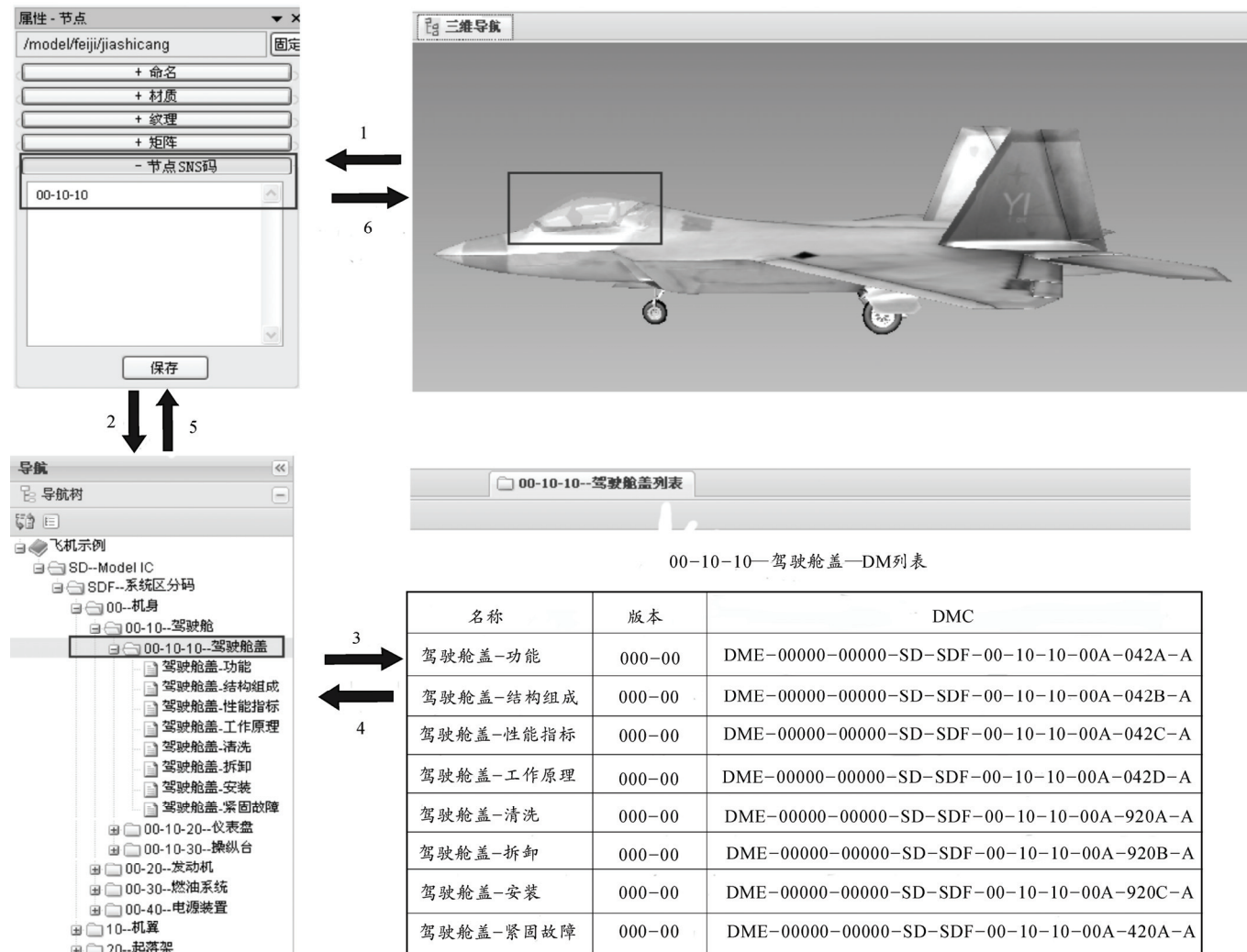


图 5 三维导航及结构树导航

结合交互式三维仿真，还能展示驾驶舱盖打开、透视驾驶舱内仪表和操纵台等内容，也可达到机身显示透明，看到机身内部发动机等结构外形。

### 5 结束语

交互式三维仿真由于其表现形式直观、可视化程度高和操作简易等优势，有效扩大了 IETM 的使用范围，提升了 IETM 的使用效果及其智能性、交互性和多功能性，给用户带来显著的经济和工作效益。实验结果表明：采用三维导航方式，在装备复杂度高、部队基层人员更替速度快以及经验少的情况下，能使部队用户更快地了解装备整体结构和布局，更清晰地定位到装备技术内容，更准确地理解技术信息，提高培训和学习的效率以及对装备的认识度和维修维护的准确性。

IETM 是推动我国武器装备综合保障数字化、信息化和智能化的有效手段。提高交互式三维仿真

制作、管理和使用水平，扩大其在 IETM 中的应用范围，对进一步提高我国 IETM 水平有着重要意义。

### 参考文献：

- [1] 徐永成. 装备保障工程学[M]. 北京：国防工业出版社，2013：1-5.
- [2] 徐宗昌，雷育生. 装备 IETM 研制工程总论[M]. 北京：国防科技工业出版社，2012：5-10.
- [3] 佟德飞，米双山，刘鹏远，等. 基于 IETM 的三维可视化仿真技术应用研究[J]. 仪表技术，2010(8)：59-61.
- [4] 白伟光，沈笑云，刘剑. 虚拟装配技术在交互式电子手册中的应用[J]. 计算机测量与控制，2010，18(5)：1154-1157.
- [5] ASD S1000D. International Specification For Technical Publications Utilizing A Common Source Data Base[S]. Issue 4.0. 欧洲：ATA/ ASD/ AIA，2008：53-80.
- [6] 薛建武，高俊萍. 智能化 IETM 中的知识演化模式研究[J]. 现代图书情报技术，2012(1)：27-33.