

关于 3D 标注模型长期归档问题的研究

Research on Archiving and Long-Term Preservation for 3D Annotated Model

金航数码科技有限责任公司 徐保文 张立雷 姚轶峰

[摘要] 航空航天产品的生命周期通常超过 70 年,工程图纸归档与长期保存对于航空航天产品来说十分关键。目前,许多企业正在将传统的 2D 工程图纸替换到更加先进的 3D 标注模型。因此,研究如何长期保存 3D 条件下的产品定义数据十分必要和迫切。本文讨论了带有几何图形、尺寸公差以及其他规格信息的 3D 标注模型长期归档保存问题,分析了国际上 3D 标注模型长期归档项目的研究状况,并提出一种符合国内航空工业的归档思路。

关键词: 长期归档 3D 标注模型 STEP LOTAR

[ABSTRACT] The life cycle of aerospace product development usually exceeds more than 70 years. Archiving and long-term preservation for engineering drawings is critical to aerospace products. At present, many enterprises replace the traditional 2D engineering drawings with 3D annotated CAD models. Therefore, it is necessary and urgent to research how to maintain product definition data over such a long period of time. The problems of long term archiving of 3D models annotated with geometric and dimensional tolerances, and other specifications are studied. The status of international long-term archiving project analyzed, and a potential archiving idea for domestic aviation industry is proposed.

Keywords: Long-term preservation 3D annotated model STEP LOTAR

航空航天企业必须确保保存自己开发产品的相关信息,这一方面是为将来重用或作为参考资料,另一方面也是遵循法律法规方面的相关规定。工程协同研发过程涉及到多种工具,例如 CAD 软件、PDM 系统,产品设计数据一般由 CAD 模型、CAM 模型、2D 图纸、文档规范、有限元分析模型和各种报告等组成。传统的产品定义数据交换中间媒介是工程图纸,工程图纸也作为合法证据留存^[1-2]。

现在,航空航天企业从传统 2D 图纸到 3D 模型的迁移逐渐增多,为降低企业成本,工程师们不得不定义

一种新的产品数字化定义归档方式来满足企业的所有要求^[3]。事实上,消除 2D 图纸为数据一致性和持续性带来了新的技术挑战,因为这通常需要更换陈旧的存储设施和相应专业设计软件。传统的归档解决方案应该在基于 3D 的产品数字化定义条件下被重新审视和阐明。

软件不断过时导致计算机应用程序、备份格式延续性受到挑战^[4]。专业的工程设计软件通常依赖于计算机平台,随着计算机平台的不断发展,专业工程设计软件的数据长期保存问题变得更加复杂。如何建立具备完整性、可持续性的数字档案馆一直是近期研究的热点^[5]。要保持数据完整性特征,一般来讲,或者通过将数据的逻辑内容脱离技术条件的限制,或者通过具有法律效力的解释阐明改变在哪里。在整个保留期限内,也必须确保保存内容信息的持续性^[6-7]。

本文的研究是基于航空工业现状,评估消除工程图纸条件下对 3D 标注模型进行长期归档的问题。SASIG^[8]认为 3D 标注模型是“一个包含设计模型、标注、属性相结合的产品表达方式”。本文的假设前提是归档的产品定义数据完全是 3D 标注模型且无任何 2D 图纸。本文首先对航空产品 3D 标注模型的归档问题面临的主要挑战进行了讨论;然后,本文分析了国际上已经开展的相关项目及其成果;最后,本文对国内航空工业 3D 标注模型归档问题的解决方案给出路线建议。

1 航空工业的 3D 标注模型长期归档问题

长期归档被定义为在一个相当长的时间内保存数据,并确保访问安全性和信息可持续性。在航空工业,3D 模型长期归档的挑战在于:

(1) 飞机、发动机等航空产品的相关数据有效性一般等于产品使用寿命,通常超过 70 年,如著名的 B-52 设计研发开始于 1945 年,并计划服役到 2040 年。

(2) 相关法律法规要求企业有责任在事故调查等程序中,向监管机构提供所要求的保存期内的记录、文件、报告、数据。

(3) CAD 软件不断淘汰问题。一般 CAD 软件的寿命是约 10 年,计算机操作系统的使用寿命是 18 个月。

70年后,用来查看数据的应用程序很可能不复存在,因此访问或查看产品数据已不大可能。此外,所有数据迁移或系统更新换代都会导致信息丢失的相关风险增加。

应对这些挑战,需要在一套科学的体系之上建立严格的标准化流程,实施严谨的归档系统,以确保有效保存、管理相关信息及其变迁。它必须强制性地代表产品对象本质的特征信息进行归档,并满足不同利益相关者的各项信息需求,保持持续性。

2 长期归档项目

LOTAR (Long Term Archiving and Retrieval) 是国际上一个著名的与航空工业相关的归档项目,该项目参与者包括重要的航空工业企业(空客、波音、达索航空、洛克希德马丁、BAE等)、监管机构(FAA、JAA等)和政府机构(NASA、ESA、NIST等)。LOTAR项目的目标是归档3D CAD和PDM信息,并遵从监管、法律和业务上的需求。该项目基于2个不断改进的标准:长期归档系统框架OAIS,实际的产品定义数据标准STEP(即ISO10303)。LOTAR项目工作为促进使用STEP标准数据的解决方案LTDR同样作出的贡献。LOTAR项目成果有NAS/EN 9300系列航空航天标准,并在法国斯奈克玛(SNECMA)、Dassault Aviation Falcon 7X、Airbus A350中进行不断实践。NAS/EN 9300系列标准结构如图1和图2所示。

其他方面,如汽车工业的LTA和军工业的MIMER,它们的灵感也多来自LOTAR开展中获得的成果。LTA遵循STEP AP214标准开发了一套针对3D模型归档问题的建议和最佳实践,MIMER项目开发了一个基于STEP AP239-PLCS的解决方案。

KIM项目涉及到多专业

学科的企业和研究中心,它推荐采用轻量级的模型以支持基于STEP标准保存3D模型。

Patel & Ball提供了现有主要轻量级格式的对比,包括3DXML、JT、PRC、PLM XML等,并评估他们在开放性方面的能力和转换精确几何形状和相关元数据(如3D标注)的能力。他们指出,JT、PRC等2种中性格式具有转换精确几何模型和3D标注的能力。PRC格式正在申请成为一种标准,很可能成为一种有潜力的解决方案。

Hartman & Lim通过评估本地CAD模型转换,例如从CATIA到NX,对比了3个轻量级格式的功能性

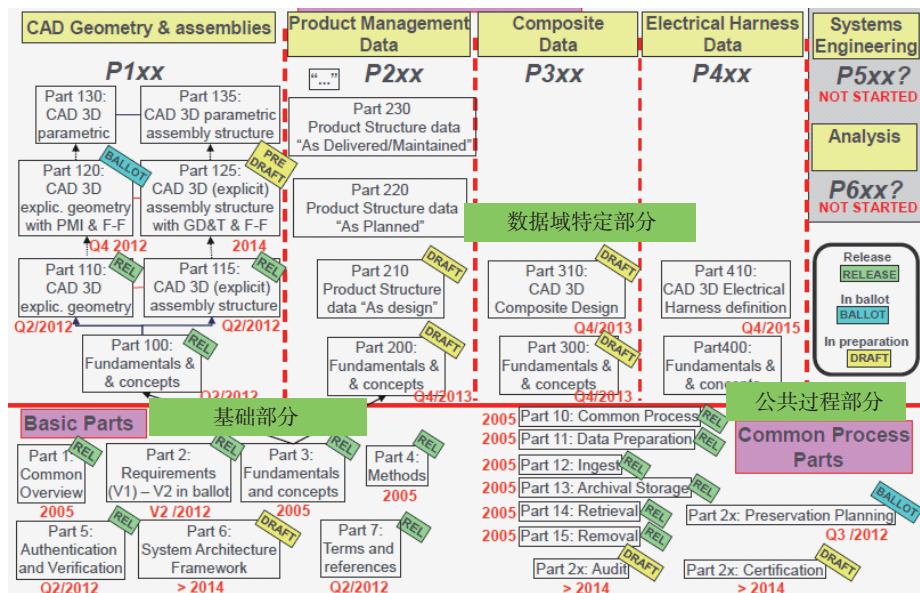


图1 NAS/EN 9300系列标准
Fig.1 NAS/EN 9300 standard

9300-100	Common concepts for LT Archiving of CAD 3D mechanical information CAD的3D制造信息长期归档的基本概念
9300-110	Long Term Archiving of CAD 3D Explicit Geometry CAD的3D显式几何的长期归档
9300-115	Long Term Archiving of CAD 3D Explicit Assembly Structure CAD的显式装配结构的长期归档
9300-120	Long Term Archiving of CAD 3D Explicit Geometry with 3D Product and Manufacturing Information (PMI) CAD的显式几何带有3D产品和制造信息的长期归档
9300-125	Long Term Archiving of CAD Explicit Assembly Structure with 3D Product and Manufacturing Information (PMI) CAD的显式装配结构带有3D产品和制造信息的长期归档
9300-130	Long Term Archiving of CAD 3D Parametric Geometry CAD的带有3D参数化几何的长期归档
9300-135	Long Term Archiving of CAD Parametric Assembly Structure CAD的带有参数化装配结构的长期归档

图2 9300-1XX系列标准
Fig.2 9300-1XX standard

(3DXML, JT, U3D)。其研究结果指出,在这3个轻量级格式中只有JT能够转换3D标注。

3 数字保存技术

数字数据的保存技术包括3个主策略:数据迁移、技术仿真和封装。

数据迁移旨在定期迁移与计算机应用程序相关的数字化数据,一般是从旧版本软件迁移到新版本软件中。这类案例通常要求在短期内完成,导致的风险是相关数据在传输过程中的损失。有证据表明,空客在开发A380的过程中,从CATIA V4版本到V5版本的3D模型转换导致了一系列问题,并且仍然很强调专有软件的依赖性。

仿真旨在通过将现有软件环境转换到未来平台环境以克服数据迁移方式的缺点。与数据迁移不同,仿真仍以原始格式存储数据,通过仿真技术,重新生成数据的外观、使用体验以及软件环境。此项技术是潜在可行,但费用昂贵,并且主要缺点是实施起来十分复杂,这通常由于因为所保存数据的类型不同以及CAD软件厂商施加的保护机制。尽管VMWare、QEMU、Xen等仿真平台可以重现老版本CAD软件如CATIA V4的运行环境,但这一技术仍尚未成熟。

封装旨在解决所依赖软件和应用系统技术陈旧的问题。它将数字化归档信息和相关元数据封装到一个逻辑容器中,辅以完整的规格说明和描述归档格式所需要的信息。尽管还没有被实践,该项技术仍是电子档案领域研究项目的主题。其主要缺点是在技术条件和用户需求不断变化条件下,更新所有封装信息十分复杂。

4 归档系统

所有上述研究都集中于一个电子归档系统的概念性架构。针对长期归档问题,需要有一个基于健壮模型开发的开放式系统框架。它应该独立于外部软件环境,并对未来软件的更新换代灵活适应。OAIS参考模型是一种推荐选择,它主要依赖于封装方式并考虑了具体的迁移过程。OAIS开放式档案信息系统是一个开发数字归档系统的概念模型。它于2002年由CCSDS空间数据系统委员会制定,后来成为一个国际标准ISO14721。它定义归档系统中的问题、需求、识别过程、信息流交换、利益相关者角色等。

OAIS的建议主要是为满足档案自然性质的需求,包括互操作性、完整性检查、权威性、访问控制、日志文件的创建等。作为LOTAR项目的一个实践案例,达索航空选择了一个基于OAIS的模型的DIAS(Digital

Information Archiving System,数字化信息归档系统)产品全生命周期管理解决方案,作为开发Falcon X7猎鹰项目3D数字化模型的官方归档系统。

5 结论及建议路线

航空航天产品的生命周期通常超过70年,将工程图纸归档保存对于航空航天产品来说十分关键。目前,许多企业有意愿更换传统的2D标注工程图纸到更加先进的3D标注模型。如何在相当长的一段时间内保存3D条件下的产品定义数据十分必要。

国内航空工业开展3D标注模型归档问题建议借鉴LOTAR项目的先进经验,研究NAS/EN 9300系列标准等相关成果,结合国内实际情况制定符合现状的3D标注模型归档系列标准。在此基础上开发归档系统并实施验证。推荐路线如下:

- (1) 基于STEP中性格式的系列标准研究及NAS/EN 9300标准本地化。
- (2) 基于以上标准的应用技术开发及应用实践,包括:
 - 选用或开发合适的转换和验证工具;
 - 选择某些典型零部件,开展归档试点验证,建立3D归档管理流程;
 - 开展保障长期储存及原始凭证性的技术应用。

参考文献

- [1] LOTAR. Long term archiving and retrieval of digital technical product documentation such as 3D, CAD and PDM data (LOTAR). ASD-STAN and ProSTEP iViP Association,2002.
- [2] ISO, Organisation Internationale de Normalisation. Document management -- 3D use of Product Representation Compact (PRC) Format -- Part 1: Version 1. ISO/AWI 14739. En cours de développement.
- [3] VDA-Recommendation 4958. Long-term archiving (LTA) of digital product data, which are not based on technical drawings :Part 2: LTA Reference Process, 2005.
- [4] Wirtz J, J H, Kjell B, et al. MIMER a joint project between EADS, EPM and Norwegian Ministry of Defence. En ligne, 2006.
- [5] Ball A, Patel M, McMahan C, et al. A grand challenge: immortal information and through-life knowledge management (KIM). In International Journal of Digital Curation, 2008.
- [6] Engineering Data Interoperability Working Group . Aerospace Industry Guidelines for Implementing Interoperability Standards for Engineering Data. Aerospace Industries Association, Inc, 2009.
- [7] Patel M, Ball A, Ding L. Strategies for the curation of CAD engineering models. In International Journal of Digital Curation, 2009.
- [8] SASIG product data quality guidelines for the global automotive industry. Strategic Automotive product data Standards Industry Group, ISO 26183:2006.

(责编 小城)