

4.2.1 美国 GM 公司的研究成果

在美国，GM 公司的 STEP 转换中心（General Motors STEP Translation Center）主要从事 IGES 和 STEP 曲面交换，它们对 IGES 和 STEP 在曲面交换方面进行了一项重大研究，内容包括：

- 基于 STEP 或 IGES 的 UG 到 CATIA 的模型转换；
- 基于 STEP 或 IGES 的 CATIA 到 UG 的模型转换；
- 基于 STEP 或 IGES 的 UG 到 Pro/ENGINEER 的模型转换；
- 基于 STEP 或 IGES 的 Pro/ENGINEER 到 UG 的模型转换。

GM 公司 STEP 转换中心使用商用 STEP 和 IGES 产品针对一些零件共进行了 43 次测试，集中在曲面的个数、未成功的曲面、整个曲面面积和文件大小上，以验证曲面偏差的情况。

- 从 UG 到 CATIA 转换 11 次，采用 STEP 的成功率为 99%，而采用 IGES 的成功率只有 69%（从 UG 转换到 CATIA，文件变大是一个问题）；
- 从 CATIA 到 UG 转换 9 次，采用 STEP 的成功率为 99%，而采用 IGES 的成功率仅有 66%；
- UG 转换到 Pro/ENGINEER 的使得文件变大，但是采用 STEP 转换后的文件远比采用 IGES 转换的文件要小；
- 从 Pro/ENGINEER 到 UG 转换 12 次，采用 STEP 的成功率为 100%，而采用 IGES 的成功率只有 98%（文件的大小不是问题）

汽车行业行动小组（AIAG）负责曲面和线框数据测试，对较早的 IGES/STEP 进行了对比测试，涉及到 UG、Pro/E、CATIA 和 CADDS5 等

几个 CAD 系统的商用版本，AIAG 使用文件大小、面（face）的个数、曲面的个数和曲面面积作为测试依据。他们共进行了 61 次数据交换测试，其中 37 次转换后的曲面面积是可度量的。相比较而言，STEP 转换效果更好的实例占大约 60%，STEP 和 IGES 结果相同的实例占 8%，IGES 比 STEP 转换的效果更好的实例占 32%。总的来说，AIAG 试验表明，IGES 转换后的文件更大一些，STEP 转换效果要优于相应的 IGES 转换。

由 GM 公司的 STEP 转换中心和 AIAG 进行的对比测试表明，在线框和曲面方面 STEP 功能更为强大。采用 STEP 进行数据交换可以做到：

- 控制不同的产品版本并且可以管理更改；
- 共享跨行业和跨产品生命周期的信息；
- 交换实体模型和装配结构；
- 更好地利用共享数据库；
- 将产品几何与产品结构集成起来。

4.2.2 德国 Pro STEP 的研究成果

欧洲使用 STEP 的主要目的是满足转换数字样机（Digital Mockup）实体的需求。在应用 STEP 的公司中，采用 STEP 进行实体转换的占 78%，另有 12% 进行实体装配的交换。在德国，ProSTEP 为 VDA（德国汽车产品协会）完成了 IGES、VDA-FS 和 STEP AP214 关于曲面模型转换的对比测试。对六个 CAD 系统进行了测试，测试结果如下：

- 99.8% 的曲面模型可以成功地采用 STEP 进行转换；
- 99.5% 可以成功地采用 VDA-FS 进行转换；

- 92.6%可以成功地采用 IGES 进行转换。

结果表明，对于曲面模型的转换，VDA-FS 比 IGES 的效果要好。就文件大小而言，VDA-FS 格式创建的文件要比 IGES 和 STEP 文件大许多；STEP 文件比 IGES 文件稍小一点，而 IGES 文件比接受系统的本地格式文件小一些。由于 VDA-FS 文件非常大，所以其处理时间也比 IGES 和 STEP 要长。

STEP 的前置处理时间比 IGES 稍短一些，而 IGES 的后置处理时间稍短一些。总的来说，STEP 和 IGES 的文件大小和处理时间基本相当，这些性能指标都远远好于 VDA-FS。在德国进行的测试表明，STEP 可以替代 VDA-FS，STEP 格式是曲面模型的转换的首选。因此，欧宝（Opel）公司要求其供应商们采用 STEP 代替 VDA-FS 作为中性文件进行数据交换。

4.2.3 其他国家的研究

日本 V-CALS 工作组包括 JAMA（日本汽车制造协会）、JAPIA（日本汽车配件行业协会）和 IT 经销商三个主要机构，他们在丰田、尼桑、马自达、三菱、雅马哈和 Denso 等公司的 CAD 系统上进行了 20 多个实例的数据交换测试，开发了转换器，主要处理线框和曲面模型。其全面验证和测试结果表明，转换成 IGES 格式文件成功率达到 90%，转换成 STEP 文件成功率达到 95%。同时，测试结果还表明，采用 STEP 的转换时间和转换文件大小与采用 IGES 的效果基本相当。

在澳大利亚，参与测试的有 GM Holden 集团的两个汽车设计所和两个部件供应商。使用的 CAD 系统包括 ALIAS、CATIA、CV-CADDS5、

IDEAS、Pro/E 和 UG。结果表明，与 IGES 相比，STEP 转换器产生的实体模型和曲面模型效果要好一些，并且处理时间更短。

综上所述，STEP 不仅仅在几何方面不逊色于 IGES，而且还解决了 IGES 在图形和几何以外等许多方面所欠缺的东西。因此，围绕 STEP 进行的产品数据交换，受到了越来越多的欢迎，并且 STEP 在其它方面提供了更加广泛的应用，STEP 正在成为全球产品数据交换的主流。

4.2.4 航空工业集团的验证研究

在国内，国家大型工业企业非常关注三维数模的归档管理问题，也开展了一些探索研究，比如航天科技的东方红卫星公司进行了 PROE 等 CAD 软件三维数模文件转化成 STEP 格式的研究，得出的结论与国外相关研究相似，一样存在转化过程信息丢失等问题，目前仍然无法形成用 STEP 中性格式作为三维数模存档格式的可行方案。国内还船舶重工集团也有过类似的研究。

中国航空工业集团的金航数码科技有限公司作为航空工业信息化的支撑单位和 CAD、PDM 系统的实施单位，在航空工业主流的 CAD 系统 CATIA 实际环境中进行了从 CATIA 格式向 STEP 格式的转化测试，结果表明，辅助几何点线转化成功，但是转换过程中零件的建模过程信息、面、模型标注内容等丢失，如图 13 所示。

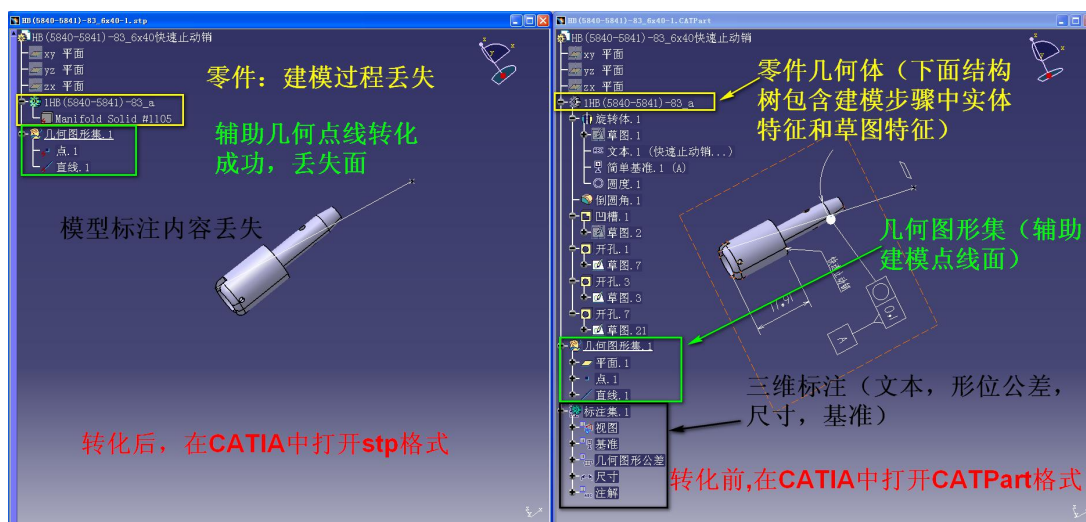


图 13 航空工业 CATIA 环境中转换 STEP 格式信息丢失情况

4.3 关于三维设计制造电子文件中间格式的研究结论

综上所述，本研究认为：

- 1、为实现三维设计制造电子文件长久保存利用，有必要研究公认的、统一的中性文件格式或标准格式；
- 2、STEP 是目前三维设计制造领域最优的中性格式；
- 3、截至目前，CATIA 和 UG 等中国航空工业采用的主流三维 CAD 软件文件格式转化成 STEP 中性格式时都存在不同程度的信息损失，STEP 中性格式作为存档格式时机还不成熟。

第 5 章 电子档案真实性保障

纸质文件档案的真实性保障，主要是通过档案管理流程和文件原件要求两个方面来保证。从流程来说，主要是档案移交手续有书面记载，档案纳入管理有严格的规章制度。从原件要求来说，主要是从红头红章、签名等原迹要素进行判断，一般正常人都可以判别，必要时

还有成熟的痕迹鉴定技术手段可供利用。

而对电子文件来说，采取一些信息技术的手段，流程上同样是可控的，但是原件要件则跟纸质文件完全不同，普通人不借助信息化工具是很难判别档案的真实性的，因此档案学家提出了通过电子文件本身以及与其相关的元数据信息来证明电子文件真实性的方法。

另外，从立法保障的角度，世界上很多国家都制定了电子签名法，只要是符合法律规定的要件，就认为是原件，法律上可以直接采信。根据《中华人民共和国电子签名法》，电子文件及电子档案的真实性是指满足法律、法规规定的原件形式要求，具体要求有：

1. 电子文件或电子档案能够有效地表现所载内容并可供随时调取查用。

2. 电子文件或电子档案能够可靠地保证自形成时起，内容保持完整、未被更改。但是，在电子文件及电子档案上增加背书以及数据交换、储存和显示过程中发生的形式变化不影响电子文件及电子档案的完整性。

根据《中华人民共和国电子签名法》规定，符合下列条件的电子文件及电子档案，即视为满足法律、法规规定的文件保存要求：

1. 能够有效地表现所载内容并可供随时调取查用。
2. 电子文件的格式与其生成、发送或者接收时的格式相同，或者格式不相同但是能够准确表现原来生成、发送或者接收的内容。
3. 能够识别电子文件的发件人、收件人以及发送、接收的时间。

从档案管理的视角，我们认为企业应采取管理和技术相结合的方

式，保证电子档案在收集、整理、移交、审核、保管、利用、迁移、移交等过程中各项操作的防抵赖性、数据的完整性、身份的真实性，并安全管理在运维过程中用到的密钥、密码等身份认证信息，保证电子档案信息不被非法篡改。

下面重点阐述保障电子文件和电子档案真实性的几种方法。

5.1 用数字时间戳技术保障电子文件真实性

数字时间戳是通过计算机处理实现传统时间戳功能的时间签名认证技术，可以证明电子文件的真实性、合法性。实际上它是一个经过加密后形成的凭证文档，包括三个部分：a、需加时间戳文件的摘要；b、收到文件的日期和时间；c、形成时间戳机构的数字签名。数字时间戳签名工作流程是：①用户对文件数据进行 Hash 摘要处理；②用户提出时间戳请求，Hash 值被传递给时间戳服务器；③时间戳服务器对 Hash 值和一个时间记录进行签名，生成时间戳；④时间戳数据和文件信息绑定后形成数字签名后返还（图 14）。通过为电子档案加盖时间戳，确定电子档案确切时间，可以达到防止数字签名伪造、保障电子档案真实性的目的。数字时间戳的实现形式主要有本地时间戳、联署数字签名、附加数字时间戳三种，这里不详细阐述。

根据获取时间的渠道是否权威、合法，数字时间戳可分为可信时间戳和普通时间戳。可信时间戳是由国家授时中心进行授时与守时的监测，每个国家只有一个国家授时中心，法律只认可国家授时中心的时间。可信时间戳是由权威可信时间戳服务中心签发的一个能证明数据电文在一个时间点是已经存在的、完整的、可验证的，具备法律效

力的电子凭证。时间戳与电子数据唯一对应，其中包含电子数据“指纹”、产生时间、时间戳服务中心信息等。可信时间戳通过固化电子数据的有效性（内容完整性和存在时间点），达到防止电子数据内容和签署时间被伪造和篡改的目的，有效地解决了电子数据和电子档案等同于传统书面证据问题，符合《电子签名法》相关规定。

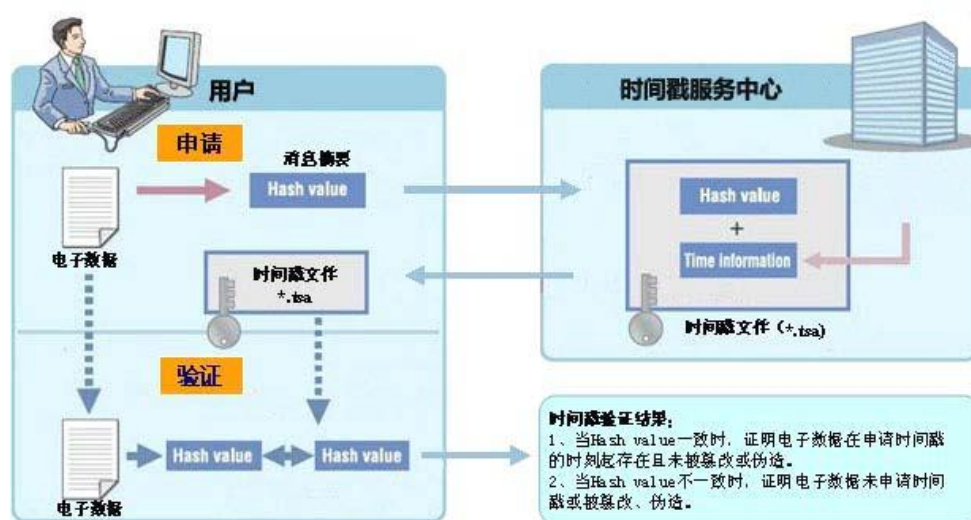


图 14 数字时间戳签名工作流程

但是，由于国家授时中心的唯一性，它通常是基于国际互联网建设，企业只能通过国际互联网从国家授时中心获取可信时间戳，因此对于基于国际互联网构建企业办公系统的企业而言，通过从国家授时中心获取可信时间戳来保证电子文件和电子档案的原始凭证作用是没有问题的。而对于基于与国际互联网物理隔离或受控访问国际互联网的企业而言，其业务信息系统则无法通过从国家授时中心获取可信时间戳来保证电子文件和电子档案的原始凭证作用。

普通时间戳则是使用本地或非权威授权的时间服务机构提供时间值而生成的数字时间戳，可用在内部系统或双方认可的交互系统中。

对于航空工业集团公司这样的大型企业而言，为了保护国家秘密或保护知识产权的目的，一般都建立了自己的跨地区企业专网，很好地解决了集团公司下属企业间的通讯问题，但企业专网与国际互联网物理隔离，无法通过从国家授时中心获取可信时间戳来保证电子文件和电子档案的原始凭证作用。

我们认为，问题的解决之道是在集团公司企业专网之中建立自己的集团授时中心（如图 15 所示），在企业向集团公司档案馆移交进馆电子档案时，由集团授时中心发放可信时间戳来保证电子文件和电子档案在进馆移交过程中的原始凭证性不降低。而企业内部则需要通过前端介入和加强归档流程控制等措施保证归档电子文件和电子档案的原始凭证性，实际上就是通过企业档案管理信息系统的系统功能来实现的。这样通过分段控制从而建立起电子档案的原始凭证性保证机制。同时我们还认为，由于行业档案馆的“第三方”特性和行业档案管理的地位，航空工业的集团授时中心应在航空工业档案馆构建并由航空工业档案馆实施管理。

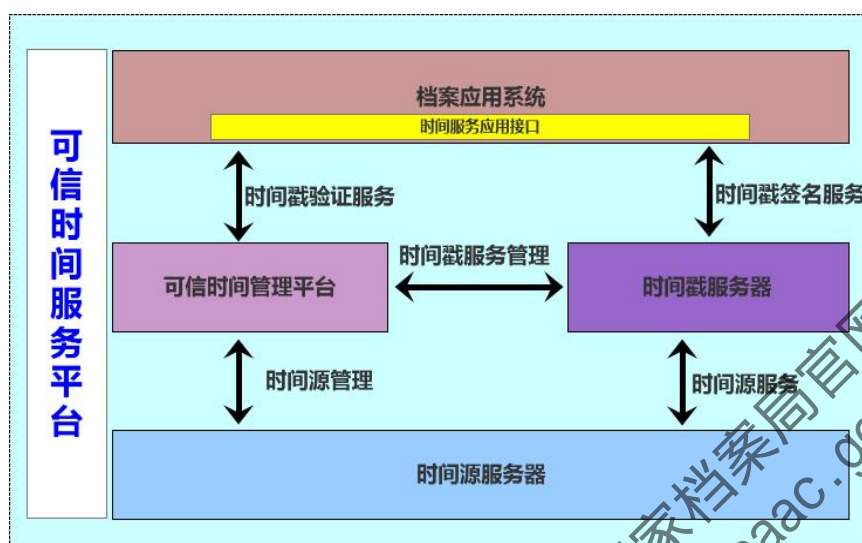


图 15 航空工业可信时间服务平台示意图

值得注意的是，对于长期或永久保存的电子档案，文件形成接收或利用交接等时间信息，对于电子文件的真实性的辨别是一个重要的因素。但由于一般数字证书的有效期限往往比较短暂，通常也就几年的时间，同时用户还存在着密钥丢失、随时吊销数字证书的情况。数字证书失效后，便无法确认数字签名的有效性，证书持有人存在否认数字签名的可能。基于此，要求在数字签名的同时对签名文件加盖第三方可信时间戳，来事后确认签名时的数字证书是否有效，这是保障电子档案凭证性的有效手段。

5.2 用档案管理信息系统管理归档电子文件的真实性保证

前面说过，企业内部需要通过企业档案管理信息系统的系统功能来实现归档电子文件和电子档案的原始凭证性保证，因此，档案管理信息系统必须符合以下真实性保证功能需求：档案管理信息系统必须能够确保电子档案保存完整且不被修改，对电子档案进行的任何非常规的改动均能记录在相关的元数据中；能维持系统中电子档案及其元数据的技术、结构和关系的完整性。具体来说，档案管理信息系统必须达到如下几个方面要求：

一、必须能够进行访问控制，能够根据用户角色，限定对某系统功能的使用权限，并严格系统地监管控制。用户角色定义参考如表 1。

二、必须建立安全控制机制，仅允许授权的档案管理员设定用户参数文件，并分配用户组成员；限定特定的用户或用户组访问电子档案及其元数据，修改单份文件的密级，更改用户组或用户的安全属性（如访问权限、安全级别、优先权、初始密码的分配和管理）。

表 1 档案管理信息系统用户角色

用户类别	系统访问级别
普通用户	指任何有权接收、审核、使用电子档案管理系统中电子档案的人员。这是企业中大多数员工拥有的访问权限的标准级别。
授权用户	指具有特殊访问权限的用户，允许有比普通用户更多访问权的用户，如具有比普通用户访问更多的电子档案的权限，能够使用比普通用户更多的功能。
档案管理员	被指派负责对电子档案管理系统中电子档案的内容及其使用进行设置、监控和管理的人员。
系统管理员	负责设定和取消分配给用户及授权用户访问权限的入员。

三、能够执行安全控制，任何一份电子档案的安全等级一旦出现下调，系统必须能够及时发出警示，并在完成该操作前等待确认；对电子档案密级做出任何改变的所有细节都能记录在所涉及的电子档案或案卷的元数据中；当某一用户超过权限访问电子档案时，系统要么只显示该电子档案的标题和元数据，或只显示存在该电子档案但不显示其标题或元数据，或不显示任何信息，或不以任何方式表明其存在；其中涉密的电子档案发生超权限访问，应不显示任何信息，并不以任何方式表明其存在；能够杜绝在全文搜索或其他搜索的目录中包含该用户无权访问的任何文件；如果管理设定允许用户对电子档案进行超权限访问或访问尝试，系统必须能够将这些访问记录在电子档案

的元数据中。

四、能够对电子档案管理过程元数据进行有效管理，包括：对电子档案实施的管理操作能生成不可更改的元数据，记录操作的类型、具体操作的内容、执行操作的日期和时间；元数据管理功能无需人工干预便可追踪事件并存储元数据；依据规定的保管期限保存元数据；确保元数据在得到请求时随时供审查；导出电子档案不影响已形成的元数据；能够对违规行为或未遂的违规行为予以识别并记录。

五、能够追踪电子档案的移动，系统具有追踪功能以监控和记录有关电子档案的位置及其移动的信息，这些信息包括文件或档案号、当前位置及用户定义的先前编号的位置、电子档案从该位置移动发送日期、电子档案从该位置移动接收日期、实施该项移动操作的用户。

5.3 用手工方法管理离线电子档案的真实性保证

前面对在线归档和进馆的情形下怎么管理电子档案的真实性保证进行了阐述，但是日常档案工作中还是会有通过人工方式进行离线存储电子档案的归档和进馆的情形。这时电子档案的真实性保证应该采取分段控制、各负其责的方式，主要从以下几个方面着手：

一、业务人员归档离线存储的电子档案时应同时归档存储介质中电子档案目录、电子档案本身及其归档审批记录；

二、档案人员要及时将归档存储介质电子档案转存到档案级光盘上或组织对归档存储介质的技术鉴定并确定存储介质的检查周期；

三、按档案移交管理规定办理移交手续并留存移交记录；

四、按档案管理规定对归档存储介质进行严格管理和利用。

5.4 关于航空工业三维 CAD 电子档案真实性保证的结论

综上所述，要保证三维设计制造电子档案的真实性和凭证作用，本研究得出如下几点结论：

- 1、数字时间戳技术是目前条件下保证三维设计制造电子档案的真实性和凭证作用必要的、可行的方法；
- 2、三维设计制造电子档案的真实性保证必须实行分段控制、各负其责的工作方法；
- 3、由航空工业档案馆统筹建立并管理航空工业的集团授时中心是解决目前电子文件真实性保障较为合理的措施；
- 4、企业必须建立独立的档案管理信息系统对归档的电子文件真实性进行管理；
- 5、归档和进馆离线存储电子档案时必须严格履行移交和管理手续并对电子档案按规定进行转储或及时组织对离线存储电子档案的技术鉴定。

第 6 章 三维设计制造电子文件轻量化技术

由于三维设计制造软件系统是专业性极强的软件，对计算机硬件和系统软件要求较高，除相关专业人员外，一般档案用户计算机客户端难以识读存档的三维设计制造电子档案。因此，在考虑三维设计制造电子文件归档的同时，还应考虑存档的档案利用问题。作为一般计算机用户来说，其 CPU 性能和内存大小、显存大小均受限，不能浏览原格式 CAD 数模电子文件，同时鉴于目前 STEP 格式转换技术还不够

成熟，相关电子文件浏览工具缺乏的情况下，我们的建议是：三维设计制造电子文件归档时，除了要存储原 CAD 系统产生的原设计文件外，还应将其转化成 STEP 中性格式文件进行保存，同时还要考虑档案用户在普通计算机上查询利用的需求，由专业人员按要求生成轻量化模型文件同步归档，供档案用户查询时浏览使用。

6.1 轻量化定义技术

三维轻量化模型能简洁直观地显示三维几何模型，将不必要的数据进行简化压缩，减小数据量，实现产品数据的快速浏览和精确的几何信息查阅，并且能使三维数据应用到产品全生命周期的各个阶段，如工艺设计阶段、加工仿真阶段、产品测试和销售阶段及数据管理方面，三维模型轻量化技术采用了非几何信息过滤算法，剔除复杂冗长的非几何约束信息，只保留了用以显示的几何信息；同时对几何模型中的曲线、曲面等进行了简化处理，抛弃了模型几何信息的精确数学表达，采用了三角形网格（triangle Mesh）的形式表达实体，为了更好的支持轻量化模型的建立，构建了轻量化模型数据结构，如图 16 所示。

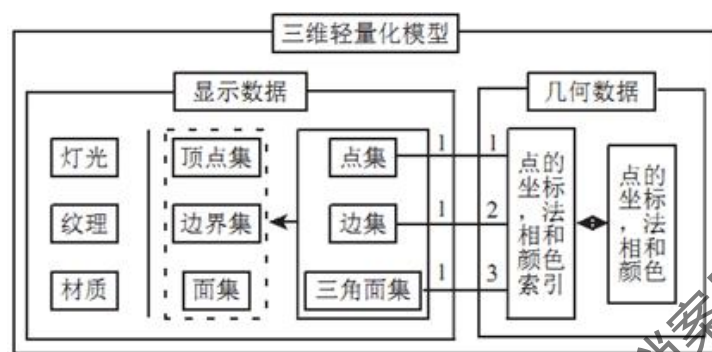


图 16 三维轻量化模型的构成

轻量化模型的数据分为几何数据和显示数据，在几何数据中存储了每个点的位置坐标、法向量、颜色值等数据信息以及相对于该点的唯一索引，模型显示数据包含了灯光、纹理、材质信息和所有点、边、三角面的集合，点、边和三角面用到的几何数据是通过它们的索引与其对应精确几何数据之间进行关联得到的，这样也保证了模型的精度。轻量化模型采用三角面片作为表达三维模型的基本单元，确保了模型在浏览时能快速的显示。

6.2 轻量化模型的格式

为了实现产品全生命周期内大量三维模型数据的交换和共享，人们对三维模型的轻量化进行了大量的研究和探索，涌现了许多轻量化格式如达索公司的 3DXML 格式、UGS 公司的 JT 格式、Actify 的 3D 格式、欧洲计算机制造商协会推出的通用 3D (universal 3D, U3D) 文件格式以及由虚拟现实建模语言 (virtual reality modeling language, VRML) 发展而来的 X3D 格式等。轻量化模型通过去除与显示无关的非几何信息来简化三维模型，提高了三维模型的显示与处理效率，使得三维模型的应用延伸到了产品全生命周期内的各个阶段。

轻量化模型仅仅保留了与模型快速显示有关的低层次几何信息，如三角网格 (triangle)、线 (line)、点 (point)，缺乏传统三维模型所具有的面 (face)、环 (loop)、边 (edge)、顶点 (vertex) 等高层次几何信息和拓扑信息，不便于加工特征的提取。因此，首先需要对轻量化模型进行重新表示，建立轻量化模型的边界表示 (boundary representation, B-rep) 模型，然后从 B-rep 模型中识

别出零件的加工特征。

提取制造特征之后，在数控加工方面结合工艺资源库中的工艺知识及企业资源的使用状况进行可视化工艺设计，确定零件的加工工序；然后由工序驱动生成数字控制（Numerical Control, NC）程序；最后基于轻量化模型每道工序进行装夹仿真和加工过程仿真，检查加工过程中存在的问题，及时反馈给工艺设计和 CAM，避免实际加工过程中造成的损失。

6.3 轻量化实现方法

对原始设计 CAD 文档进行转换，将其变为轻量化文件格式。即转换生成 CAD 图档的轻量化格式，其方法主要分为两种，一种是通过安装特定插件通过大型 CAD 软件系统进行转换，另一种则是通过厂商推出的第三方转换软件进行转换。

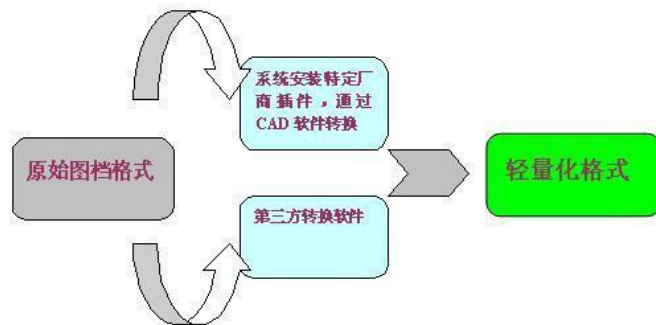


图 17 转换为轻量化格式的方法

针对格式转换后的轻量化模型文件的浏览方式同样也分为两种：第一种是通过三维可视化浏览器，第二种是通过安装系统插件来实现。基于轻量化格式转换的三维可视化浏览器是指将转换后的格式文件以特定的浏览器为载体进行读取。

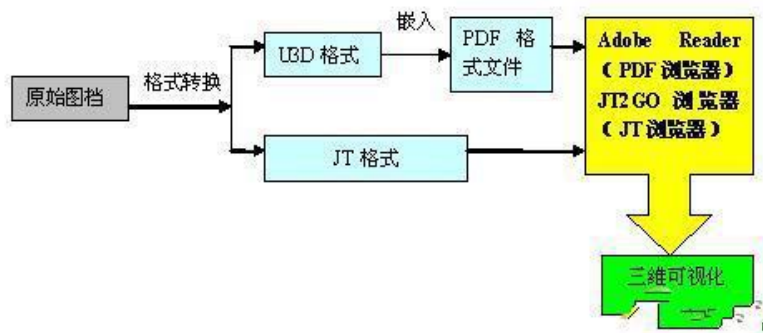


图 18 三维轻量化模型的浏览方式

当前专业的三维可视化厂商产品包括:Adobe 公司的 Acrobat 3D、Siemens PLM 的 JT 格式、达索的 3DXML、Autodesk 的 DWF。大多是厂商针对各自的三维数模开展轻量化格式研究,出现了众多轻量化格式。为了解决通用性问题,出现了一些支持海量格式读取的可视化浏览器。这类浏览器能够读取多种数据格式,如图 19、20 所示,按照使用特点可以分为两种:第一种就是直接可以对各类文件格式进行直接读取浏览,第二种就是先经过转换然后再进行读取,同时支持多种文件格式转换,主要包括:Oracle 公司 AutoVue、TransMagic、InteVue 等。

厂商	格式	浏览方式	支持的三维软件
Adobe	U3D	将 U3D 格式的 3D 内容保存在 PDF 文件中并用 Adobe Reader 读取	NX、PRO/E、CATIA、Solid Works、3D MAX、AutoCAD 等
达索系统	3DXML	Word、Excel、Email、Web(安装 3D XML 播放器)	CATIA、Solid Works、CATIA 和 Pro/e 等
Siemens PLM	JT	JT2GO 浏览器	NX、Solid Edge、CATIA 和 Pro/E 等
Autodesk	DWF	Web 浏览器(安装 Autodesk 公司的 Windows High Performance DWF 插件)	Inventor、AutoCAD、3D MAX 等
PTC	PVS	ProductView Express 查阅器(安装 ProductView Express WEB 浏览器插件)	PRO/E 等
SolidWorks	edrawing	安装 eDrawings Professional 插件	囊括现有主流 3D 软件格式
ORECL	-	推出 AutoVue 浏览器	约 450 格式

图 19 主要轻量化厂商的产品简介

各三维浏览解决方案特征与功能							
	Adobe Systems	达索系统	Siemens PLM	Autodesk	PTC	Solid Works	ORECL (AutoVue)
代表的格式类型	U3D	3D XML	JT	DWF	PVS	eDrawing	
文件轻量	✓	✓	✓	✓	✓		
需要浏览软件支持	✓	✓	✓	✓	✓		✓
与 PLM 系统集成性是否好		✓	✓		✓		✓
支持 WEB 浏览器		✓	✓	✓	✓		✓
支持格式数量是否多						✓	✓
浏览器功能是否强	✓					✓	✓
多种格式的综合集成性	✓						
原始用户群	✓			✓			

图 20 主要厂商三维浏览解决方案简介

6.3.1 Adobe PDF

Adobe 公司推出的 Acrobat 3D 提供了一个主动性的应用环境以及很多通用的数据格式支持，利用它能够从多种工具中导入 CAD 文件，并转换成 Universal 3D (U3D) 格式，如图 21 所示，这样就能将各式各样主流 CAD 格式的 3D 图像转换汇入 Adobe PDF 档案中，并可以通过 Adobe Reader (PDF 浏览器) 来打开和使用这些文件，且对产品能够进行旋转、缩放或断面等相对复杂的处理。其最大的优势就在于，使用者不用下载特殊浏览软件，就可以直接进行查看轻量化模型。随着 Adobe 公司三维可视化领域技术的发展，使得旗下软件 Adobe Reader 的浏览功能又得到了进一步的拓展加强。

国家档案局官网
WWW.SAAC.GOV.CN

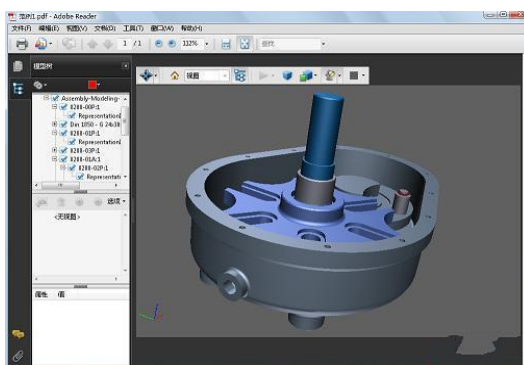


图 21 三维轻量化模型的浏览方式 (Adobe PDF)

6.3.2 Siemens 公司 JT2GO

JT2GO 三维可视化工具是由 Siemens PLM 提供的支持 JT 轻量化格式的一款浏览器 (如图 22)，涵盖了三维数字化产品数据从产品概念、产品设计、开发、制造一直到生命周期结束所有可视化业务任务。

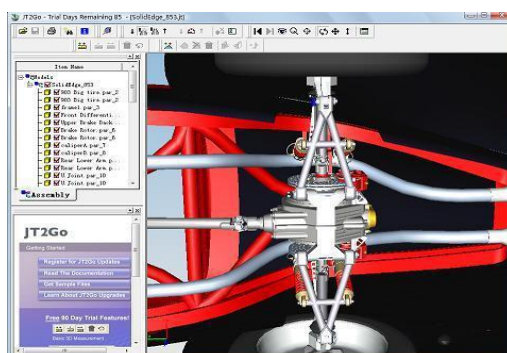


图 22 三维轻量化模型的浏览方式 (JT)

6.3.3 达索系统公司 3D XML

3D XML 是达索系统开发和使用的—种通用的、轻量的、基于 XML 的格式。该格式可以与 Web 紧密集成，具备广泛的传播性。3D XML 高度压缩复杂数据，提供快速的文件传输，加载时间短，同时保持交换文件的精确几何图形。企业可以通过这个技术在—网上建立—三维零部件库，提供给—供应商使用，提高了—信息交流以及—协同工作的能力，从而

不需要再安装庞大的 CATIA 系统来浏览数据文件，同时还可以便捷地浏览 WORD、EXCEL、WEB 等文件。

6.3.4 Autodesk 公司 DWF 文件

为了能够在 Internet 上显示 AutoCAD 图形，Autodesk 公司开发了一种称为 DWF (Drawing Web Format) 新的文件格式，支持图层、超级链接、背景颜色、距离测量、线宽、比例等图形特性。用户可以在不损失原始图形文件数据特性的前提下通过 DWF 文件格式共享其数据和文件。

6.4 三维可视化的发展现状

三维轻量可视化主要是指通过读取三维 CAD 格式文件来对产品设计模型进行查看。它是通过压缩原始 CAD 格式文件来获得的，并可以通过使用浏览器软件或其他方式对原始产品三维造型图形进行查看、批注等便利性交互操作。其强大的三维可视化能力使协同变得更加容易，对缩短产品研制周期和提高效率起到了巨大的作用。

从 2008 年，达索系统公司收购 3DVIA，致力于 3D 虚拟现实领域，其中 3DVIA Composer 模块就完全可以取代当前的 3DXML，3DVIA Composer 可读取包括 CATIA、Pro/ENGINEER 和其他许多标准 CAD 格式的 3D CAD 数据，还可创建高度压缩的轻量化文件格式。3DVIA Composer 可输出许多标准文件格式，包括 Microsoft Office、PDF、HTML、SVG、CGM 等，其功能也能融入到所有主流 PDM 产品中。

PTC 公司在 2009 年初推出了 Windchill Productpoint 可视化协

同解决方案，其支持的三维可视化格式不再局限于 PVS，而是逐渐开放，有了更多的外延。Productpoint 具有浏览各种格式三维模型文件的最基本功能。

Siemens PLM 的 JT 格式已经成为 ISO 标准，它未来将会大大增加其应用覆盖范围，可以预见，JT 格式的行业发展前景非常广阔。

另外，我国的 PDM/PLM 普遍都采用与 AutoVue 浏览器集成的方式来实现其系统的三维可视化功能（见表 2），基于浏览器的强大功能，整套系统能够读取多种文件格式，为使用企业带来了极大便利。

三维可视化能够为企业管理、市场人员、客户等非技术部门的人员提供充足的 3D 信息，但是，众多厂商的三维可视化解决方案势必会产生出大量的不同种类的格式文件，这就需要软件厂商将各自的文件格式及浏览器变得更加开放。而且在轻量化模型建模方面还存在很多的不足，目前主要是依靠 CAD 软件或专用接口将全格式模型转化成轻量化模型，通过转化方式虽然可以利用现有 CAD 软件较强的建模能力，但也存在两个缺点：

- 1、复杂模型在转化后可能存在缺陷：当浏览模型时要对模型的点、线及面做一些有效性检查并对不符合条件的图元进行删除等处理，导致了模型的不完整；

- 2、通过转化输出的轻量化模型可能与原模型在计量单位上存在不一致，模型材质、灯光等信息也可能丢失，使得模型的可控性降低。

6.5 关于存档用三维可视化轻量浏览器的建议

综上所述，本研究认为：

1、为实现存档三维设计制造电子文件的档案查询利用，有必要在保存 CAD 原电子文件和转换为 STEP 格式电子文件的基础上，再用原 CAD 文件转换成轻量化文件存档以保障档案查询利用需要；

2、SIEMENS PLM SOFTWARE 公司的 JT 数据格式已经成为全球产品全生命周期管理（PLM）业内首个国际标准化组织 ISO 认可的三维可视化标准，是目前存档 CAD 电子文件轻量化模型的首选格式，但其相关应用工具软件的开发尚不全面、应用尚不普及；

3、鉴于 Adobe 公司在 pdf 电子文件阅读器 Acrobat reader 方面的开发推广能力和业已存在的广泛市场影响力，我们应高度关注该公司推出的 Acrobat 3D 轻量浏览器及其 Universal 3D（U3D）格式；

4、在目前情况下，至少应要求 CAD 专业人员在归档保存 CAD 原电子文件和转换为 STEP 格式电子文件的基础上，再利用原 CAD 软硬件环境平台将原 CAD 文件转换成其轻量化文件存档以保障档案查询利用需要；

5、档案部门应制定三维 CAD 文件转换成其轻量化文件存档的相关格式标准和管理要求。

表 2 我国三维可视化浏览器及其支持格式（AutoVue）

厂商	格式	浏览方式	支持的三维软件
重庆迈特 (MIT)	-	内嵌 AutoVue 浏览器或 PDF 浏览器	囊括现有主流 3D 软件格式
CAXA PDM	-	内嵌 Smartview (AutoVue 的 Smarteam 版本)	囊括现有主流 3D 软件格式
思普	-	内嵌 AutoVue 浏览器	囊括现有主流 3D 软件格式
同捷(i-PDM)	-	内嵌 AutoVue 浏览器	囊括现有主流 3D 软件格式
东大欧磊 OLEPDM		内嵌 AutoVue 浏览器	囊括现有主流 3D 软件格式
开目 KMPDM	-	内嵌 AutoVue 浏览器	囊括现有主流 3D 软件格式
天喻 (IntePDM)	iva、ivp	轻量化浏览器 InteVue	囊括现有主流 3D 软件格式
浙大大天 (GS-PDM)	-	安装 AMViewX 的控件	CATIA、SolidWorks、CATIA 和 Pro/e 等
TopPDM	-	TopPDM 浏览器	囊括现有主流 3D 软件格式
沈阳欧磊 SmarGroup		GROUP	约 160 多种图形、图象格式

第 7 章 三维设计制造电子文件存储介质和归档保存技术

7.1 航空工业三维设计制造电子文件存储介质现状

正如本报告 2.3.1 所述，目前电子文件存储介质主要有光盘、磁带和硬磁盘三种，各自的优势和劣势都十分明显，无一能像纸介质一样成为文件存储介质的绝对领先者，因此选择什么样的介质作为电子档案的存储介质一直以来都是困难的。目前国家只发布了光盘作为电子档案存储介质的相关标准规范，即 DA/T 38。但是光盘作为档案存储介质存在先天的弱点，就是存储容量低和易受损伤。为此，大连华录集团公司开发了光盘匣技术，采用了硬磁盘的 RAID 阵列技术，12 块蓝光光盘装在一个匣子中，其中的 2 张盘用于存储数据的校验信息，一个匣子的有效存储容量达到 2T，而且匣子中的光盘同时坏掉 2 张以下，通过插入同样规格的光盘还可以恢复原有数据。这项技术试图从容量和介质安全可靠的角度克服光盘存储的不足，但显然

2T 的容量与硬磁盘容量的发展速度是无法比拟的，另外，光盘匣是华录公司的专利技术，存在市场垄断问题，现有情况下不适合作为存储标准进行推广。为解决光盘存储容量和光盘管理问题，市场上还出现了一些光盘塔产品，将成百上千张光盘置于光盘塔中进行有序管理，有的光盘塔管理系统甚至可以管理到光盘的内容，对内容进行“打标记”，实现对光盘内容的初步检索。光盘塔最早出现在影视领域，是为解决声像资源管理问题而开发的产品，近几年航空工业部分主机厂所探索用来作为档案存储介质，也取得了一些经验。

几年前，青岛档案馆牵头进行了硬磁盘系统作为档案存储介质的研究，取得了一些积极的成果，但是硬磁盘作为一种需要电源和动力的存储介质，还是逃脱不了高故障率的困扰。

目前，国家档案局科研所与新锐英诚公司正在合作进行磁带作为电子档案存储介质的研究，一盒 LTO-7 的磁带存储容量可达到 6T，压缩之后可存储 15T 的电子档案，容量相当可观，解决了无源无动力存储介质的容量短板问题，还研发出了磁带检测设备。项目组的磁带存储电子档案标准规范也在国家档案局进行了立项，相信不久会形成实用的成果。

目前，航空工业主机厂所三维设计制造系统所形成的电子文件都随着 CAD/PDM 系统保存在硬磁盘系统中，当然，信息化部门一般都对 CAD/PDM 系统采取了备份措施，主要采取硬磁盘阵列技术进行备份，部分厂所采用了磁带库备份和应急响应措施。

对于 CAD/PDM 系统中电子文件的归档问题，目前多数航空工业

厂所采取的办法是将 CAD/PDM 系统中文本型电子文件归档到兰台档案管理系统中，三维数模文件存储在 CAD/PDM 系统中，但其路径归档到兰台档案管理系统中（即所谓“逻辑归档”），部分厂所三维数模文件则是以压缩包的形式归档到兰台档案管理系统中，除少数厂所按 DA/T 38 的要求采用光盘(光盘库)对归档电子档案进行管理外，大多数仍然采用的是硬磁盘系统进行电子档案管理。

7.2 关于三维设计制造电子档案存储方案研究

根据前述的各种情况，在遵循档案学基本理论和电子档案管理一般要求的前提下，充分考虑工业企业档案工作的特点，我们推荐如下的“四段式”三维设计制造电子档案存储方案：一是完成电子文件签署生效后进行逻辑归档，即：将电子档案的逻辑路径归档到档案信息系统之中，而电子档案本身还保存在 CAD/PDM 业务信息系统之中（硬磁盘）；二是将逻辑归档的电子档案本身及其元数据于下一年度迁移到档案信息系统之中（硬磁盘）；三是档案部门定期将档案信息系统中的数据库（元数据）和电子档案本身迁移到光盘（包括光盘匣、光盘塔）中进馆实体保存，并按 DA/T 38 规定的定期检测、数据迁移等要求进行管理；四是进行 CAD/PDM 软硬件环境条件的归档，即在行业档案部门建立一套与设计制造部门相同的 CAD/PDM 系统并对实际数据按档案进行管理。近几年来，我们在航空工业集团和中国航发集团所属企业按这个思路推进数字档案馆建设，为解决眼前情况下三维数据的归档管理起到了很好的作用，在条件成熟时实施，在航空档案馆实施航空产品 CAD/PDM 软硬件环境虚拟化归档平台后，三维数据归

档问题就可以得到完全的解决。

该“四段式”电子档案存储方案可以合并实施，不应裁减，但第四段可以由上级档案馆统筹实施以节省成本，同时保证产品档案的完整性和系统性。就航空工业而言，建议由航空工业档案馆按航空型号产品 CAD/PDM 系统平台统筹建立软硬件档案环境，以保证归档电子文件的快速利用和档案查询。由于航空型号产品立项背景和时间不同，所采用的 CAD/PDM 系统平台都不尽相同，因此，本研究项目还专门就此提出了利用虚拟化管理技术统筹建立软硬件环境归档的技术方案。

7.3 航空型号产品 CAD/PDM 系统虚拟化档案平台建设方案

7.3.1 建设航空型号产品三维设计制造 CAD/PDM 虚拟化档案平台的必要性

虽然航空工业集团公司近些年来逐步统一了飞机研制厂所的三维设计软件和产品数据管理软件平台，目前设计软件主要是达索公司的 CATIA，产品数据管理软件主要是 PTC 公司的 Windchill。但是建立航空型号产品 CAD/PDM 系统档案平台并不能一蹴而就和一劳永逸，其原因在于：第一、计算机操作系统、设计软件和计算机硬件升级非常频繁，而航空型号产品生命周期非常长（图 23），也就是说计算机软硬件寿命与航空型号产品寿命并不匹配，航空型号产品全生命周期中计算机软硬件至少要升级 10 代以上，甚至几十代，如果不采取专业的档案管理措施，存档的航空型号电子档案根本没有利用新的计

计算机软硬件打开的可能；第二、每个航空型号产品立项时间和背景不同，基本上采用的都是型号立项当时最先进的三维设计软件和产品数据管理平台，经过 10 多年的工作，型号设计基本定型后三维设计和产品数据管理平台就基本固定下来，因此客观上造成了在航空工业各厂所中不同的型号产品有不同的三维设计软件和产品数据管理平台；第三、三维设计软件和产品数据管理平台对计算机硬件要求比较高，所以计算机设备投入较大，由于档案数据作为冷数据来说利用频率并不是很高，投入产出比显得失衡；第四、近些年来，虚拟化管理技术的发展和利用已经较为成熟，为我们利用一套计算机硬件系统解决若干个型号产品电子档案的管理提供了技术上的可行性，最大限度地利用了计算机硬件资源，节约了硬件投资。

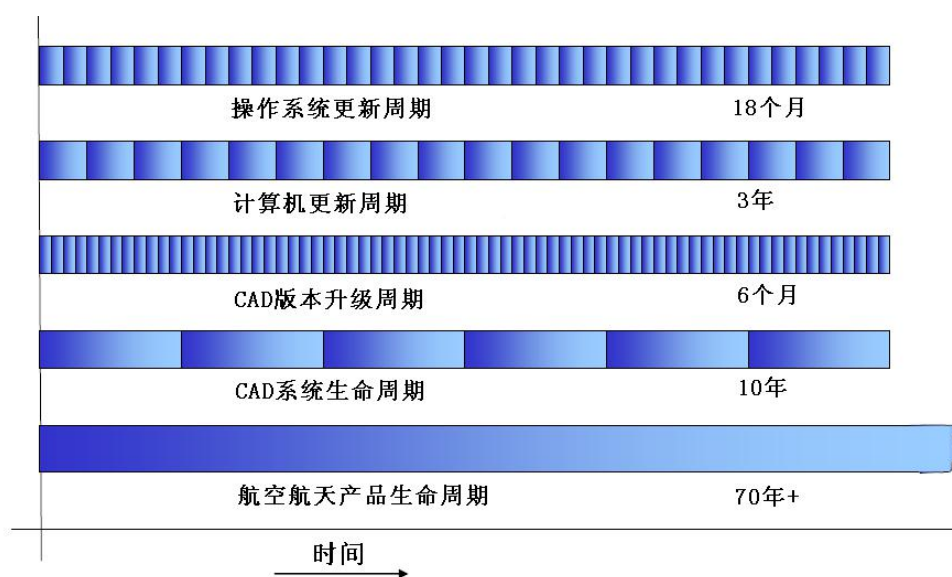


图 23 航空型号产品生命周期与计算机软硬件升级周期对比

7.3.2 虚拟化管理技术概述

虚拟化（Virtualization）技术最早出现在 20 世纪 60 年代的 IBM 大型机系统，在 70 年代的 System 370 系列中逐渐流行起来，这些机器通过一种叫虚拟机监控器（Virtual Machine Monitor, VMM）的程序在物理硬件之上生成许多可以运行独立操作系统软件的虚拟机（Virtual Machine）实例。随着近年多核系统、集群、网络甚至云计算的广泛部署，虚拟化技术在商业应用上的优势日益体现，不仅降低了 IT 成本，而且还增强了系统安全性和可靠性，虚拟化的概念也逐渐深入到人们日常的工作与生活中。

平台虚拟化主要分为服务器虚拟化和桌面虚拟化。服务器虚拟化就是我们开发过程中经常使用开发平台。VMware 虚拟机软件就是世界最为知名的桌面到数据中心虚拟化解决方案的厂商，在虚拟化和云计算基础架构领域处于全球领先地位，用户依靠 VMware 来降低成本和运营费用、确保业务持续性、加强安全性。VMware vSphere 是 VMware 公司的最新基础设施虚拟化平台。利用 VMware vSphere 组建若干个虚拟化服务器（如图 24），同时计算机系统管理员可以使用 VMware vSphere client 工具登陆对虚拟服务器进行管理。

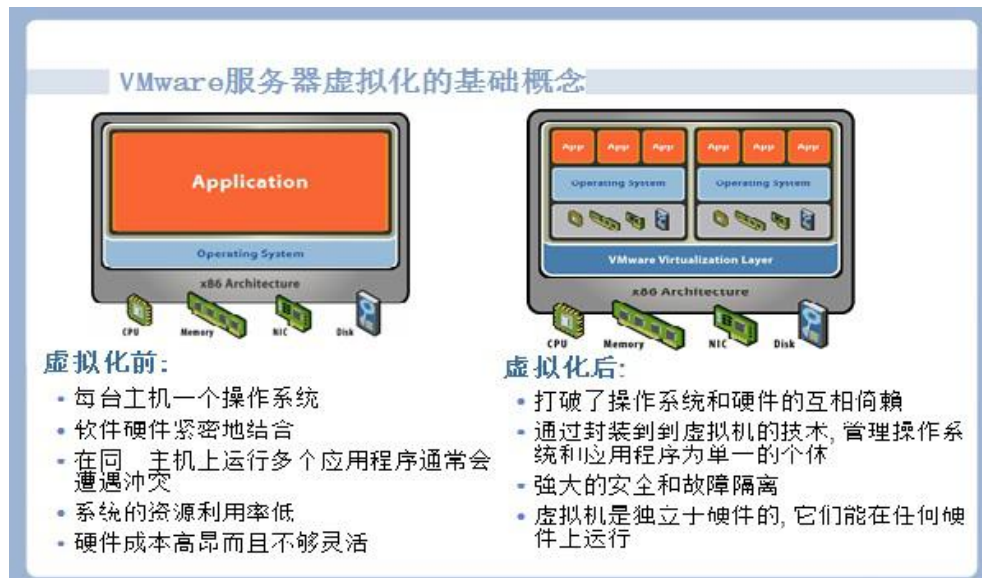


图 24 VMware 服务器虚拟化示意图

国内目前也有一些自主研发的虚拟化技术，也形成了一定的自主可控能力。虚拟化技术为我们提供了利用一套计算机资源建立多航空产品设计制造 CAD/PDM 软件平台的先进技术。

7.3.3 航空工业三维设计制造 CAD/PDM 平台介绍

CATIA V5 三维设计平台介绍

航空工业集团公司所用的三维设计软件主要是 CATIA (个别产品使用 UGS 公司的 UG NX 系列软件)，其产品开发商 Dassault System 公司成立于 1981 年，从 1982 年到 1988 年，CATIA 相继发布了 1 版本、2 版本、3 版本，并于 1993 年发布了功能强大的 4 版本，现在的 CATIA 软件分为 V4 版本和 V5 版本两个系列。V4 版本应用于 UNIX 平台，V5 版本应用于 UNIX 和 Windows 两种平台。V5 版本于 1994 年发布，重点解决了软件易学易用问题，新的 V5 版本界面更加友好，功能也更为强大，开创了 CAD/CAE/CAM 软件的一种全新风格。

目前，Dassault System 公司的 CATIA 居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位，广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子\电器、消费品行业，它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域，从大型的波音 747 飞机、火箭发动机到化妆品的包装盒，几乎涵盖了所有的制造业产品。其特有的 DMU 电子样机模块功能及混合建模技术更是大大提高了企业竞争力和生产力。波音飞机公司使用 CATIA 完成了整个波音 777 的电子装配，创造了业界的一个奇迹。

CATIA V5 版本围绕数字化产品和电子商务集成进行系统结构设计，可为数字化企业建立一个针对产品整个开发过程的工作环境，可以对产品开发过程的各个方面进行仿真，并能够实现工程人员和非工程人员之间的电子通信。产品整个开发过程包括概念设计、详细设计、工程分析、成品定义和制造乃至成品在整个生命周期中的使用和维护。

航空工业集团公司主要使用的就是 CATIA 的 V5 版，从航空工业的实践来说，CATIA 从 V5R16 开始就很稳定了，V5R18 的用户数最多，目前 CATIA 的最高版本已经到了 V5R26 了，而且已经发布了 V6 版本。一般来说，高版本 CATIA 可以打开低版本 CATIA 数模，但是低版本 CATIA 无法打开高版本 CATIA 数模，如 V5R25 可以打开 V5R18 的数模，V5R18 无法打开 V5R25 的数模。

Windchill 产品数据管理平台介绍

虽然航空工业有个别单位采用了西门子公司公司的 PDM 产品 Teamcenter，这是业内首个在 SOA 的基础上建立的跨专业、跨项目阶

段和计划的集成化的产品全生命周期管理（PLM）解决方案。但是其他航空工业集团公司单位所用的产品数据管理平台主要是 PTC 公司的 Windchill 和法国达索公司的、与 CATIA 配套使用的 LCA 和 VPM。一般来说，LCA 和 VPM 在产品数据的管理方面较强，而 Windchill 则在流程管理方面比较突出。2016 年之后的 PDM 软件基本上是 Windchill 的天下。

Windchill 是一款有着 10 年历史的生命周期管理系统，经过了全球 5 万多家企业实际应用和长期验证，它能提供全面的产品生命周期解决方案，具有快速、安全、稳定、成熟的特点，只需一个 Web 浏览器就能访问，使企业能够更为规范地管理产品研发过程。其具有如下功能特点：

1. 单一产品数据源的一体化信息管理系统，提高了产品研发效率，并减少了错误和返工；
2. 完整的产品结构化信息管理和协作功能，使企业能够根据需要快速地从多个视角掌握产品的所有信息；
3. 可重复、端到端的研发流程支持及流程自动化，提升了流程效率，降低了产品成本；
4. 安全、稳定、符合业界标准的 Internet 体系结构，是一个安全的、高性能的、多层次研发协同的技术平台。

Windchill 主要应用模块有：

- 1、产品数据管理（Windchill PDMLink）
 - a) 在产品全生命周期中，帮助企业管理和控制产品信息，确

保数据的准确、安全、可靠、完整、规范，管理产品开发过程；

b) 优化与固化产品研发流程，通过系统来保证流程的规范、一致、严谨；

c) 强大的产品结构管理功能，支持产品配置管理；

d) 可完全根据业务特点定制 workflow 驱动产品开发过程自动化，内置经 CMII 认证的变更管理流程；

e) 发布管理功能简化了数据的审核和签发（支持数字化签名）。实现无纸化办公；

f) 基于 Web 的轻量化模型，数据容量大大减少，网上传送速度快，能实现主要 2D 和 3D 机械电子设计图档的浏览、标注、测量；

g) 与主流 MCAD 及 ECAD 设计工具有良好集成，check in 到系统中时自动产生产品结构，大大提高了设计效率；

h) 选配管理：使用具有交互、动态、协作特点的可视化功能，其中包括图形化产品系列建模、产品系列目录公布、产品配置以及数字化产品的自动化生成等功能，帮助离散型企业根据订单设计产品的选配需求。

2、项目管理和项目协同（Windchill ProjectLink）

a) 员工、供应商和客户通过基于 Web 的工作室进行远程异地虚拟协同；

b) 项目计划编制、里程碑跟踪、工作分配和跟踪、资源管理、报表管理、项目成本管理以及论坛等方式共同完成项目；

c) 项目任务与实际交付自动关联，确保项目计划反映出实际

项目进展：

d) 与 MS Project 实现双向集成，可以非常快速的在 MS Project 中编辑计划并传到系统中。

3、零部件分类管理 (Windchill PartsLink)

a) 强大的零部件分类管理功能，提高了企业产品标准化管理能力；

b) 强大的分类搜索功能，提高了搜索效率；

c) 领先的分类开发和设计工具能快速实现科学的零部件分类；

d) 集成主流 CAD 设计工具，能够以标准 3D 格式管理零部件，为工程师提供了一个动态参数化的 3D 模型库。

4、供应商管理 (Windchill SupplyLink)

a) 在一体化的研发管理系统上管理供应商各种信息、采购活动历史数据、以及合同和协议；

b) 建立了一套标准化的制造商和供货商的引入的流程，实时提供供应商评级状态和相关的技术文件；

c) 能让设计人员在设计过程中就能够通过 Web 来访问标准的、最佳的零件供应商，以提高企业零部件库中的零件的重用率；

d) 提高了与采购的协同效率，使得采购能够更快速的获取到包含了零部件 AML/AVL (合格制造商/合格供货商) 信息的完整 BOM, 从而简化了协同过程，提高了采购的准确性和采购效率；

e) 通过可配置的规则自动更新您的供应商的优选列表。

5、制造过程管理 (Windchill MPMLink)

a) 通过使用 MPMLink 软件高效地优化制造过程和动态地生成 2D 及 3D 工作指令，提高量产速度和生产效率。管理企业的各种工艺资源：比如加工中心、生产车间、加工设备、工装等；

b) 管理企业标准的工艺路线库，以便于快速地为零部件制定加工路线；实现工艺路线的快速重用；

c) 允许制造工程师同时对比两个或更多的结构并支持多级比较；使用在 Windchill MPMLink 中引入的关联性链接执行部件数量对比分析；

d) 支持与其它 MPMLink 浏览器的交互，这样您就可以执行一些操作，例如，使用报告来突出显示 MPMLink 的 ProductView 或“工艺计划浏览器”中的部件；将数量对比结果显示在彩色编码的表格中，这样可便于按差异类型（等于、大于、小于）进行浏览。

为了探讨虚拟技术应用的可行性，我们对航空工业一些主要航空产品型号研制所使用的 CAD/PDM 平台进行了详细的调查，发现航空工业近些年的 IT 统一架构和平台工作取得了比较显著的成绩，除个别产品型号外，目前，航空工业使用的 CAD 和 PDM 基本都是 CATIA 和 WINDCHILL 平台，只不过不同时间所购软件的小版本有所不同而已。

7.3.4 航空型号产品 CAD/PDM 系统虚拟化档案平台建设方案

综上所述，航空工业集团公司的 CAD/PDM 虽未完全实现统一，但是大部分都是 CATIA V5R18 和 WINDCHILL V9.1。因此，我们建议：

第一、有关部门继续推进集团公司的统一 CAD/PDM 平台，即

CATIA/WINDCHILL 平台，各航空产品参加研制单位新购 CAD/PDM 平台时一律只允许采购 CATIA/WINDCHILL，新立项航空型号设计制造一律只能使用 CATIA/WINDCHILL；

第二、各厂所安排力量逐步将老型号产品数据迁移到统一的三维设计制造平台 CATIA/WINDCHILL 上，能用纸质图样固化的产品数据可以签署完整后扫描成电子版经 WINDCHILL 流程管理平台认可后使用，采用“纸质电子版产品数据+WINDCHILL 流程控制记录”的方式；

第三、在航空工业档案馆建立 CATIA/WINDCHILL 的软硬件环境，采用虚拟化技术，按航空产品型号建立各自的全机产品数据运行备份和产品数据归档资源，航空工业档案馆负责系统的运维，各主机厂所负责全机产品数据的迁移归档；

第四、个别无法迁移到 CATIA/WINDCHILL 平台的产品数据，采用与此相同的方法在航空工业档案馆建立产品数据软硬件环境，实施全机产品数据运行备份和归档。

第五、航空产品数据归档进馆完成后，在不影响产品数据的查档和利用的情况下，一般不进行计算机系统软硬件的升级。同时由航空工业档案馆负责跟踪计算机操作系统、CAD/PDM 平台和硬件的升级更新情况，在必要时进行计算机操作系统和、CAD/PDM 平台和硬件的升级，厂所配合进行产品数据的迁移。

下面，我们对航空产品 CAD/PDM 系统虚拟化档案平台建设方案进行设计如下：

将现有部分高性能服务器升级扩容后，进行虚拟化资源池建设：

在每台服务器上都安装配置国产虚拟化软件或 VMware vSphere with Operations Management 5 企业版增强版软件，用于在单个物理服务器实体上，利用服务器强大的处理能力，生成多个虚拟服务器，每一个虚拟服务器，从功能、性能和操作方式上等同于传统的单台物理服务器，在每个虚拟服务器上，再安装配置 Windows 操作系统，进而再安装 CAD/PDM 应用软件，这样每个物理服务器就变身成为虚拟化架构服务器上的虚拟机，从而大大提高资源利用率，降低成本，增强了系统和应用的可用性，提高系统的灵活性和快速响应，完美的实现了服务器虚拟架构的整合。

在具体实现中，为了实现数据的集中存储、集中备份以及充分利用虚拟架构中虚拟机可动态在线从一台物理服务器迁移到另一台物理服务器上的特性等，利用现有标准的 SAN 集中存储架构，由 VMware 虚拟架构套件生产出来的虚拟机的封装文件都存放在 SAN 存储阵列上。通过共享的 SAN 存储架构，可以最大化的发挥虚拟架构的优势，在线地迁移正在运行的虚拟机，进行动态的资源管理、实现即插即用的数据中心，集中式虚拟机整合备份等，为业务应用的容灾恢复提供简化及扩展能力。本方案设计的拓扑示意图如下（图 25）：

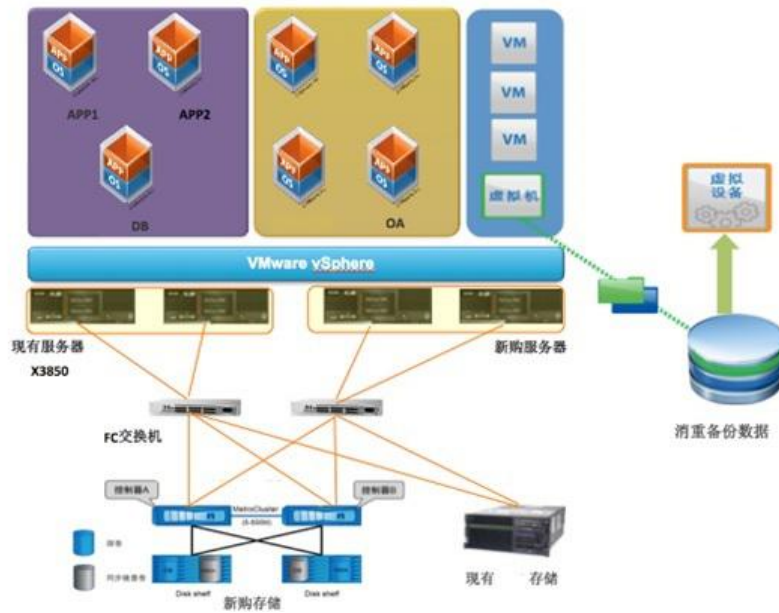


图 25 服务器虚拟化的拓扑示意图

按照解决主要问题、配置适当留有余地的原则，我们优先解决占航空工业绝对多数的 CATIA/WINDCHILL 平台虚拟化档案管理平台的硬件配置、软件配置和虚拟化环境进行了设计，见表 3 表 4 和图 26:

表 3 CATIA/WINDCHILL 虚拟化档案管理平台硬件配置表

序号	类型	型号	配置	数量	备注
1	服务器	IBM 3850	4 颗 E7-4807 处理器 128GB DDR2 FB-DIMM 内存/千兆以太网卡 4 口/HBA 8GBX2;	1 台	扩充 HBA 卡, vCenter
2	服务器	IBM 3850	4 颗 E7-48 系列处理器 128GB 内存 / 双端口千兆的网卡 2 块 / HBA 8GBX2;	1 台	扩充 HBA 卡

国家档案局官网
www.saac.gov.cn

3	服务器		4 路 10 核心 Intel CPU / 128GB 内存 / 4 个千兆网口 / 2*8GB HBA	2 台	ESX 宿主机
4	光纤交换机	华为	8GB 激活 24 口	2 台	
5	存储		配置 80TB 可用容量 15K 600GB SAS	2 台	配置存储数据镜像能力, 实现存储数据高可用性

表 4 CATIA/WINDCHILL 虚拟化档案管理平台软件配置表

产品名称	描述	数量
CATIA全模块	V5R25	60
WINDCHILL	V10.1	60
WIN7 64位/Windows server 2008		25
VMware vCenter Server STD.	虚拟化资源池配置管理中心	1
VMware vSphere with Operations Management ENT Plus	服务器虚拟化及运维管理套件	60
VMware Data Protection Advanced	虚拟化平台数据备份及恢复管理软件	60
VMware Horizon View	桌面及应用虚拟化软件	10

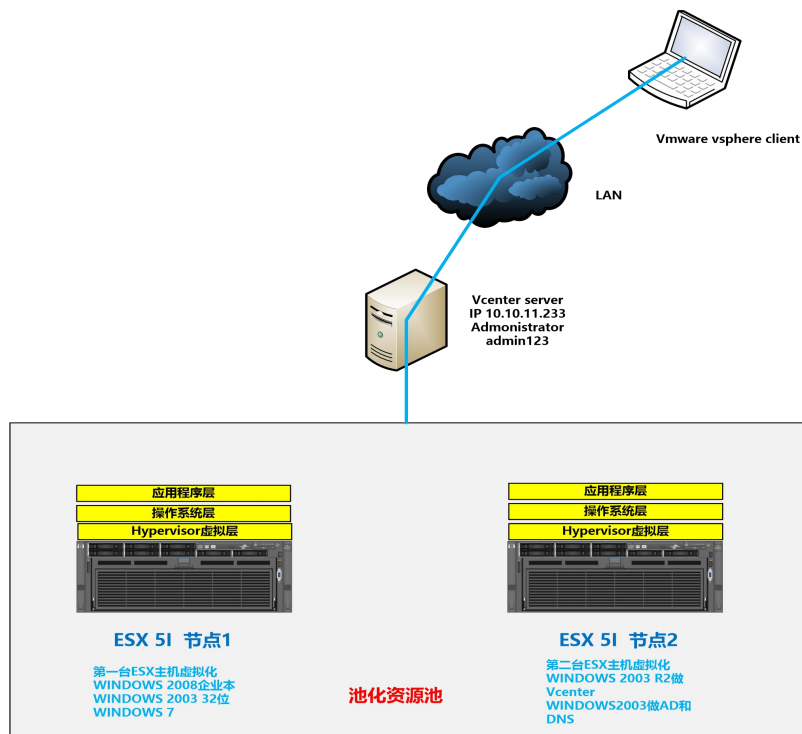


图 26 CATIA/WINDCHILL 虚拟化档案管理平台

第 8 章 关于三维数模归档问题研究的探讨展望和总结

8.1 关于三维数模归档管理问题的两个基本的判断

通过以上几个部分的讨论，我们对三维数模归档管理问题有两个基本的判断：

一是档案管理的基本理论仍然适用于三维数模的归档管理，工作中应该坚持档案学理论的基本要求；

二是三维数模文件是众多类型的电子文件中的一种，三维数模归档管理应该执行国家电子文件管理有关标准规范，1999 年国家颁布的 GB/T 17678 和 GB/T 17825 系列 CAD 标准急需修订完善，但是其中关于 CAD 文件管理的基本原则和基本要求仍然有很大的参考价值。

8.2 破除三维数模归档管理问题的四个认识误区

调查发现，各级档案部门在三维数模文件归档管理问题上存在几个认识误区，几年来在档案专业人员和设计制造专业人员、甚至在相关领导中扩散、流传，对档案工作造成了很大的危害。

一是在业务系统中开发文件归档功能，以业务信息系统的文件归档代替档案管理系统。但是，业务信息系统只是在本系统中进行了电子文件保存而已，不能满足档案业务包括收、管、用的各项功能要求，更谈不上符合国际标准 ISO 14721 OAIS 功能模型的要求，也不能实现档案的集中统一管理，不能实现实质上的档案管理权移交，违反国家《档案法》的相关要求。当然，从经济学上来讲，众多的业务信息系统都要开发档案管理功能，各业务信息系统的管理员还要进行档案知识的培训教育，无论是开发成本还是人力资源成本都会增加，这完全不符合经济性原则。

二是认为三维数模等归档电子文件在档案信息系统中无法打开，所以不能在档案信息系统中管理三维数模电子档案。但是，我们知道，不仅是档案管理信息系统，要求任何一个信息系统能够打开所有的文件都是困难的和过分的，也没有任何法律法规、理论和标准规范要求档案部门必须能够打开所有保存的档案，比如高清摄像设备产生的声像文件，从来就没有因为档案部门没有高清放像设备而被拒绝归档。只能说档案管理信息系统根据 OAIS 模型相关标准的要求，比其他业务信息系统更为关注用户对归档文件的利用，在保存足以证明电子文件原始凭证性的源文件的同时，还尽可能地提供方便用户使用、尽量

少占用用户计算机资源的所谓“发布格式或利用格式”。

三是试图用档案管理信息系统解决其他管理方面的问题。在我们航空工业数字档案馆建设的实践中，有很多的单位在档案管理信息系统中增加了文件分发与控制的功能模块，这是档案管理“前端介入”原则的充分体现，保证了归档文件的真实性，是非常有益的。但是，无限地在档案管理信息系统增加与档案管理无关的其他管理方面的功能则是无益的。比如在档案管理信息系统中嵌入产品构型管理、知识管理等功能则是值得商榷的。

四是死守“双套制”管理要求，要求将三维数模转换成二维工程图纸同步归档。由于前面所述的 STEP 中性格式作为三维数模的归档格式目前还存在一些问题未解决，三维数模归档目前只剩下转换为纸质工程图归档（即“双套制”）和将三维数模文件与相关软硬件同时归档的方案。基于 MBD 的三维设计制造技术实现了全数字量的传递，完全没有必要制作二维工程图样供生产现场使用。档案管理工作必须依据业务工作新的发展适时研究制定安全、便捷的档案管理方案，而不是抱着陈旧、不合时宜的观念提出归档要求。本研究真正推崇的正是将三维数模文件与相关软硬件同时归档的方案，即是前面所述的 CAD/PDM 虚拟化档案管理平台方案。

8.3 把握三维数模归档管理的三个关键环节

一是要把握好前端介入环节。

1. 深入科研生产现场，及时了解三维设计制造系统的主要交付文件及其存在形式，结合档案管理的要求，研究提出系统产生电

子文件的归档范围和文件格式、命名规则等要求。

2. 尽可能采用国家规定的长久保存格式即 STEP 中性格式文件和三维数模原格式文件以及三维设计原系统生成的轻量化格式文件 3 种格式归档。

二是要把握好软硬件归档环节。

优先将产生三维数模文件的原三维设计软件和相应的支撑硬件环境同时归档，条件所限不能归档软硬件环境时，最低要求将产生三维数模文件的原设计系统和相应硬件的所有权或管理权正式移交给档案馆，视同档案进行管理。

三是要把握好数据迁移环节。

1. 要建立三维数模电子文件档案技术鉴定制度和档案数据迁移制度并严格执行。
2. 随时跟踪三维数模文件的计算机操作系统、办公软件、三维设计软件和相应的支撑硬件环境的升级换代动态，必要时按电子档案迁移的相关规范进行软硬件的升级和档案数据的迁移，并形成迁移记录进行归档。

8.4 持续推进三维数模归档管理问题的三项科研工作

1. 研究三维数模电子文件的长久保存技术，重点研究 STEP 格式转换技术、原格式三维数模与 STEP 格式数模的比对检查技术和三维数模文件的浏览技术等；
2. 开展三维数模电子文件的可信移交技术研究，确保三维数模电子档案的原始凭证作用；

3. 支持高校进行“云计算”环境下档案学理论的创新研究，探索无介质情形下的档案管理方法和途径。

8.5 关于三维数模归档问题研究的总结

本研究项目首先从档案学基本理论出发，综述了电子档案管理必须遵循的档案理论，概述了电子档案管理的理论新发展，总结了电子档案管理的实践经验，从而归纳提出三维数模归档存在安全存储介质不确定、可信移交机制未形成、归档范围不明确和归档格式无标准以及现有 CAD 文件档案管理标准滞后等 4 方面的问题；第二，以最新的基于 MBD 的三维设计制造技术为对象，详细分析了三维设计制造全过程形成的文件资料情况，归纳总结提出了基于 MBD 三维设计制造电子文件归档范围；第三，就三维数模电子文件的归档格式进行了研究，通过分析比较国内外关于三维数模中性格式及其转换技术的研究成果，结合本课题组的实际研究测试验证，认为 STEP 格式是国际上公认的最优的三维数模电子文件归档的格式，但由于技术尚未成熟，目前尚不具备以 STEP 格式作为存档格式的条件；第四，对三维数模的浏览利用问题进行了研究，提出为解决非专业设计人员利用三维数模档案应要求设计人员利用原设计系统同步生成轻量化三维数模；第五，为解决当前三维数模存储介质问题，提出了“四段式”电子档案存储方案，并提出了在航空工业档案馆建立航空产品 CAD/PDM 虚拟化档案管理平台的建议和解决方案；第六，课题组对三维数模归档问题的研究进行了展望。

附件：航空工业三维设计制造电子文件归档范围

研制阶段	电子文件归档范围	保管期限	备注		
设计阶段	1、用户需求报告	永久			
	2、设计文件	永久			
	3、协调文件	永久			
	4、成品文件	永久			
	5、更改文件	永久			
	1 飞机(或发动机)设计	6、原设计系统的三维数模(三维几何及其元数据,元数据包括产品结构树和零件名、零件号、版本、有效性、重量、材料等有关属性信息)	永久	数模文件+XML压缩包	
		7、转换为STEP格式的三维数模(三维几何及其元数据)	永久	数模文件+XML压缩包	
		8、转换为轻量化格式的三维数模	永久		
		9、产品结构树	永久		
		10、各种计算文件、分析报告和数据	永久		
		11、各类试验文件、仿真报告和数据	永久		
		12、试验件(实物)	永久		
		13、工程物料清单(Engineering BOM, EBOM)	永久		
		14、图样(含技术条件)	永久		
		15、发送单	永久		
		16、审签单	永久		
		17、三维标准件数据库	永久		
		2 工艺设计	1、工艺性审查报告	永久	
			2、数控加工NC程序	永久	
			3、装配结构树	永久	
			4、工艺物料清单(Process BOM, PBOM)	永久	
			5、装配协调方案	永久	
	6、制造物料清单(Manufacturing BOM, MBOM)		永久		
	7、装配工艺仿真报告		永久		
	3 工装设计	1、工装三维数模(原格式、STEP格式和轻量化格式)	永久		
		2、装配型架三维数模(原格式、STEP格式和轻量化格式)	永久		
		3、工装指令(TOOL ORDER, TO)	永久		
		4、工装装配仿真报告	永久		
		5、数控加工NC程序	永久		
		6、图样(含技术条件)	永久		

国家档案局官网
www.saac.gov.cn

研制阶段	电子文件归档范围	保管期限	备注
制造装配阶段	1、工装订货单	永久	
	2、零件属性仿真报告	永久	
	3、工艺模型	永久	
	4、制造大纲 (Fabrication Outline, FO)	永久	
	5、装配大纲 (Assembly Outline, AO)	永久	
	6、部件装配仿真报告	永久	
	7、零部件装配自检报告	永久	
	8、数控加工 NC 程序	永久	
检验与验证	1、检验计划	永久	
	2、检验大纲	永久	
	3、检验数据	永久	
	4、测量数据	永久	