

多企业联合飞机研制环境下 设计数据的发放接收应用

Application of Delivery and Reception of Design Data in Multi-Enterprise
Research and Manufacturing Environment

中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院 何梅 冀艳丽 李玲 程静



何梅

中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院信息中心应用系统办公室主任、ARJ21 副主任设计师,负责中国商飞、上海飞机设计研究院各型号 PLM 平台、OA、门户系统等大型应用系统的实施、维护、推广和管理工作。

进入 21 世纪以来, Internet 飞速发展, 基于 Web 的应用对飞机研制及业务模式产生了深远的影响。为了加快产品的上市时间、满足庞大且复杂的飞机研制需要, 国外飞机制造商们须紧密依赖于它们的供应链, 供应商和合作伙伴对最终产品的贡献

在多厂所异地联合进行飞机研制的业务模式下, 基于协同研制平台的设计数据发放接收有效管理, 突破了原来传统数据发放接收模式下带来的各种障碍, 确保了设计数据在飞机设计单位达到成熟状态以后, 能够在工作流程控制下, 准确快速地传递到制造单位, 并能方便制造单位各相关业务部门对这些数据的查询、浏览和使用。

可以达到 40% 以上, 甚至 80%, 市场竞争由企业与企业之间的竞争转变为供应链与供应链之间的竞争。这样使得一个飞机型号很少由一个公司能够单独完成, 这时产品信息不仅分散在企业内部的各个部门, 而且还分散在全球供应商和商业网络中, 而这些机构用于管理产品信息的过程和应用系统又都不尽相同, 企业必须能够使自己不断适应新合作伙伴的流程和系统, 协同地工作。

国外航空制造业的这种发展趋势也越来越多地影响到国内飞机制造业, 现代飞机新型号研制, 已突破原有的一厂一所模式, 改由多厂所联合起来, 充分发挥各自优势, 共同进

行飞机研制。

在这种背景下, 飞机研制过程中产生的大量数据将会在异地各参研单位之间进行共享和传递。数据发放接收是进行异地协同研制的重要环节, 决定了制造单位能否及时获取到准确有效的设计数据, 以开展工艺工装设计等生产工作, 也是缩短飞机研制周期、减少费用、提高质量的关键。

本文对航空工业型号研制过程中设计数据传递的现状和存在问题进行分析, 从技术和管理角度论述了基于数字化协同设计平台进行数据传递的特点, 提出飞机设计数据传递的一种方案, 以及实现该方案的关键

技术,为加快飞机研制进度、提高飞机研制质量提供参考。

研究意义

国内民机制造业若想在短时间内掌握先进的数字化研制技术,制造出具有市场竞争力且商业成功的飞机,迫切需要充分借鉴世界先进航空企业的成功经验,改变传统的设计管理理念,在市场、研发、生产、经营、管理等各项活动中全面应用信息技术,以提高企业自身的核心竞争力,发挥后发优势,实现跨越式发展,加速国有民机的商业成功。

现状与问题

在国内传统的飞机研制中,采用纸质的方式进行设计数据发放,即飞机设计单位产生的设计数据达到可发放状态以后,通常由档案部门将其打印成底图(硫酸纸),人工发放到制造单位,制造单位档案部门接收到底图以后,根据发放路线,将底图晒蓝,形成纸质图纸或文件,发放到各个部门进行使用。这个过程如图 1 所示。

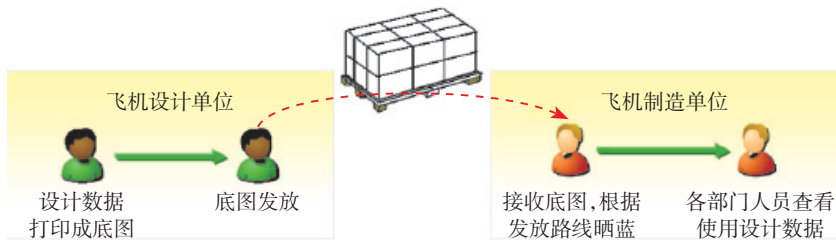


图 1 传统形式的数据发放接收

设计数据发生更改时,由于重新发放新版的底图比较繁琐,设计单位往往采用发放更改单描述需要更改的内容,或由相关人员对原图进行刮改、划改后再次发放到制造单位。

上述手工进行数据发放的方式带来了很大障碍,严重阻碍了飞机研制效率的提高和研制周期的缩短,不能适应信息技术的发展要求,主要体现在以下几方面。

- 采用纸质文件的发放接收方

式,数据传递效率十分低下,尤其涉及到异地、多企业之间的数据发放接收时,发放接收效率和传递周期更是难以想象。此外,发放数据量较大时,发放接收双方需要反复核对,工作量大、效率低。

- 设计数据发生更改时,由于更改结果数据不能及时传递至制造单位,造成制造单位的返工、报废等情况十分突出,研制成本大大增加。

- 制造单位接收到纸质设计数据之后,由于数据之间缺乏合理组织和管理,对这些数据的查看、使用以及管理十分不便。

- 采用打印、晒蓝等方式的数据发放接收,同一份设计数据存在多份复制,发生更改时,更改信息难以及时传递到使用设计数据的所有部门,容易造成数据不一致情况。

- 飞机的设计数据发放接收工作量十分庞大,依靠纸质手工方式难以对各设计数据的发放接收历史过程进行完整记录,追溯十分困难。

- 纸质发放方式只能适用设计产生的二维图样,不能适应三维数字化

技术应用的发 展需要。

随着信息技术的应用,国内部分机型研制中开始采用 FTP、Email、刻录光盘等方式在设计和制造单位之间进行设计数据的发放接收。与纸质设计文件发放相比,这种方式有了一定的进步,但仍然存在很大的局限性。主要体现在以下几方面。

- 缺乏对发放接收流程的严格控制,容易发生数据漏发、错发等情况,往往导致各单位相互之间责任不清

等情况。

- 制造单位获取设计数据后,仍需对数据进行反复核对,挑选各部门需要的数据分别传送,而且这些数据仍以单个文件孤立存在,缺乏一个管理系统对这些数据进行有效组织和管理,各角色人员对这些数据的查询使用仍然十分不便。

- 发放接收的过程信息同样难以进行完整记录,数据发放接收过程的历史记录追溯困难。

- 设计数据发生更改时,难以及时通知制造单位相关人员。

- 涉及到对多家制造单位进行数据发放时,通过 FTP 等方式难以对数据的权限进行严格控制,数据安全性不能有效保证。

- 缺乏有效途径确保制造单位接收的数据和设计单位最新数据的一致性,容易产生数据不同步。

解决方案

为了解决上述传统手段设计数据在设计单位和制造单位间的传递带来的种种问题,应该利用最新的信息技术成果,建立基于 Web 的跨地域、跨企业的飞机协同研制平台,通过该平台连接参与飞机研制过程中的各个角色人员,通过协同研制平台的传递,共享和交换各类信息。基于协同研制平台建立异地数据发放接收流程,规范飞机研制单位间的数据发放接收业务流程,对设计数据的发放和接收进行有效的控制和管理,确保过程受控下的电子数据的发放和接收。

1 总体目标

通过规范的操作流程以及合理的数据组织结构,可为多企业联合飞机研制模式下的研发工作提供可靠的数据保证,从而达成以下目标。

(1) 建立电子化的数据发放接收工作流程。

有效衔接设计数据的发放申请、批准,启动数据发放、接收、反馈,制

造单位内部二次分发等工作,保证各流程环节的信息能够顺畅、自动地流转。

(2) 数据的合理组织和管理。

针对需发放的三维数模、二维图样、工程指令、有效性信息等各种属性信息,进行合理组织和管理,确保数据发放到制造单位后,各角色人员能够对这些数据进行方便的查找、使用和处理。在设计数据发生更改时,能够及时将更改后的数据发放到制造单位,并提示相关人员注意,保证数据的准确。

(3) 数据的跟踪记录。

对设计数据的发放接收过程进行完整、准确的记录,并可方便追溯各个已发放数据的编号、版本、发放时间、发放人员、接收单位、发放状况(发放成功/失败/取消等)等信息,并能基于这些记录信息进行各种统计汇总。

(4) 数据一致性检查。

提供数据同步化检查机制,确保设计数据在设计单位和制造单位之间数据的一致性。

2 系统架构

为了实现上述目标,规范设计数据在各单位之间的发放过程,理顺数据之间的关系,迫切要实现流程严格受控下的电子数据发放接收。以某民用飞机的广域协同研制平台(基于 PTC 公司的 Windchill 软件)实施为例,描述了实现流程受控和信息合理组织的电子数据发放接收的系统架构,如图 2 所示。

为了实现有效的飞机设计数据发放接收,在飞机各主要参研单位分别架设协同研制平台服务器,各个服务器通过 VPN(虚拟加密专网)进行连接,通过协同平台系统的后台设置和开发,实现各个协同研制平台服务器的相互连通、紧密联系。利用平台对数据的管理能力,实现设计数据在发放时的合理组织;利用平台的异地协同工作流程管理能力,实现数

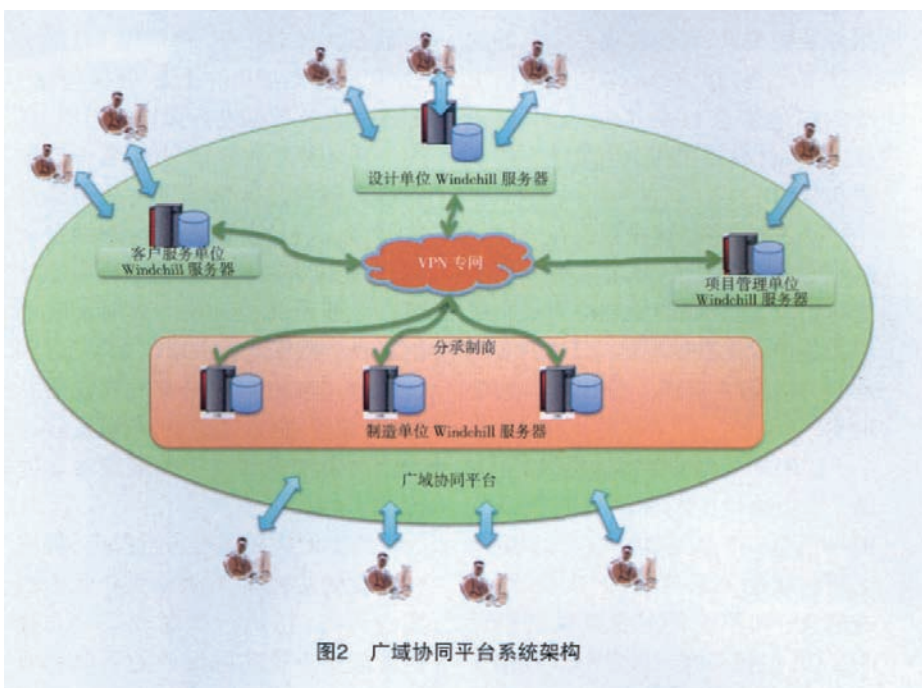


图2 广域协同平台系统架构

据发放、接收过程中涉及到的各个环节、各不同角色人员的有效衔接。

由于要实现跨地域跨企业的产品数据的发放接收管理,协同研制平台要实现在全球各个地域各个企业间都能正常的访问,首先要保证数据管理、访问以及传递的安全性,在多家企业联合研制的发图工作中,通过多种技术手段保证数据在传输中的安全性。

(1) 网络安全 VPN。

虚拟专用网被定义为通过一个公用网络(通常是因特网)建立一个临时的、安全的连接,可以帮助企业用户、其分支机构、商业伙伴及供应商同公司的内部网建立可信的安全连接,并保证数据的安全传输。

(2) 物理安全。

业务数据通过通信运营商的网络经防火墙与 Windchill 应用服务器连接, Windchill 应用服务器通过专线与各设计单位进行连接。

(3) 协同研制平台身份认证。

用户访问协同研制平台需要进行相应的身份认证,初次登陆强制修改用户密码、定期提醒用户更改密码都有效地保证了协同研制平台访问

的安全性。

(4) 协同研制平台完善的权限管理。

协同研制平台对管理的数据进行严格的权限控制,以使用户在权限许可范围内对图文档进行相应的操作,确保图文档的安全性。主要分为动态权限控制和静态权限控制。

(5) 协同研制平台审计功能。

协同研制平台中还提供了对用户操作的审计功能,用户对图文档的修改、查看、删除等操作的日志信息,都可以通过平台的审计功能在系统中进行完整记录,以便于系统管理员以后的追溯和查看。

3 数据组织

在整个设计过程中数据繁杂、数据类型多样,只有通过合理的组织,才能保证整个发图过程的准确确定。

(1) 发放数据的分类。

在飞机的总体方案定义、初步设计、详细设计等不同研制阶段,发放的设计数据类型是不同的,从设计数据的作用来看,可以分为以下类型:三维数模;二维图样(包括生产用的二维图样、系统原理图、线路图等);零件明细表(也称 EBOM 表,包括零

组件装配关系、零组件属性信息等的描述);工程指令(也称EO,包括更改的描述信息);各类技术文档(包括工艺、材料规范等)及对应文件工程指令(DEO)。

从逻辑上看,这些数据在协同研制平台中都可以以产品结构为核心进行组织,这种以产品结构为核心组织的各种设计数据统称为EBOM(工程BOM),图3描述了EBOM的数据组成。

EBOM的数据组成包括如下方面:产品结构中的零组件对象及其属性信息;产品结构中父子零组件之间的装配关系信息,如数量、单位等信息;和零组件对象关联的设计图文档(包括三维数模、图样、技术文档等);产品配置信息,如架次有效性信息、相关的基线(Baseline)信息。

设计数据的发放需要经过严格的审批过程,得到批准以后再由专人进行数据的发放工作。

(2) 发放数据的组织。

为了对每次待发放的数据进行合理地组织和管理,并且方便数据发放完成后在发放方和接收方之间进

行数据的核对工作,将采用“数据发放单”、“数据清单”以及“数据包”的形式对发放数据进行合理的组织,利用上述3种发放数据载体,将设计数据在流程受控的情况下发放至各制造单位。设计单位在进行数据发放时,首先需要在协同研制平台中创建数据发放单文档对象。数据发放单由需发放数据的业务单位填写,以列表的形式列出本次需要发放数据的名称、编号、版本等信息,数据发放过程中的审批也将基于数据发放单进行。

数据发放单通过审批以后,将流转到数据发放部门(通常是企业的档案管理部门)进行数据的发放。数据管理员根据实际发放的需要和网络硬件的状况可将数据发放单拆成多份数据清单,每次数据发放都基于数据清单进行。也就是说一份数据发放单中列出的数据可能通过多次的发放接收完成从设计单位到制造单位协同研制平台服务器的传递,在数据清单中将填入各次发放数据对象的详细列表。

在一份数据发放单拆成多份数

据清单以后,设计单位的数据管理员还需在协同研制平台中创建数据清单的文档对象,并建立数据发放单文档对象和数据清单文档对象之间的关联。为了提高数据的传递性、方便系统处理,可根据数据清单中列出的数据内容利用协同研制平台的导入/导出功能将待发放的数据从设计单位的系统中导出成数据压缩包(简称“数据包”),接着创建数据包对应的文档对象,并建立本数据清单文档对象和数据包文档对象之间的关联,从而实现待发放数据的合理组织。数据包中包括了以上所描述的所有EBOM数据信息,它由以下2部分文件组成。

- XML文件。用于记录协同研制平台中各种数据对象的属性信息及相互之间的关联关系信息,这些数据称为元数据(Meta-Data),包括产品结构中的零组件属性信息、装配关系信息、各种关联图文档的属性信息、关联关系信息等。

- 三维数模、二维图样、EO、EBOM及技术文件等物理文件。

制造单位人员接收到数据包后,将通过协同平台提供的导入功能将数据包导入至其自身的协同研制平台,从而在制造单位协同研制平台建立与设计单位的协同研制平台服务器中完全相同的EBOM。

4 流程的管理

通过协同研制平台管理的设计数据发放接收流程如图4所示。在该工作流程中,数据发放流程和接收流程在不同协同研制平台服务器中分别进行流转,通过平台提供的异地工作流程触发、同步等能力实现完整的发放接收流程管理。此外,数据清单和需要发送的数据包等将自动通过该工作流程进行传递,各种发放接收的过程历史信息将在该流程执行过程中自动记录在发送接收双方的协同研制平台服务器中。

- 数据发放申请部门在协同研制

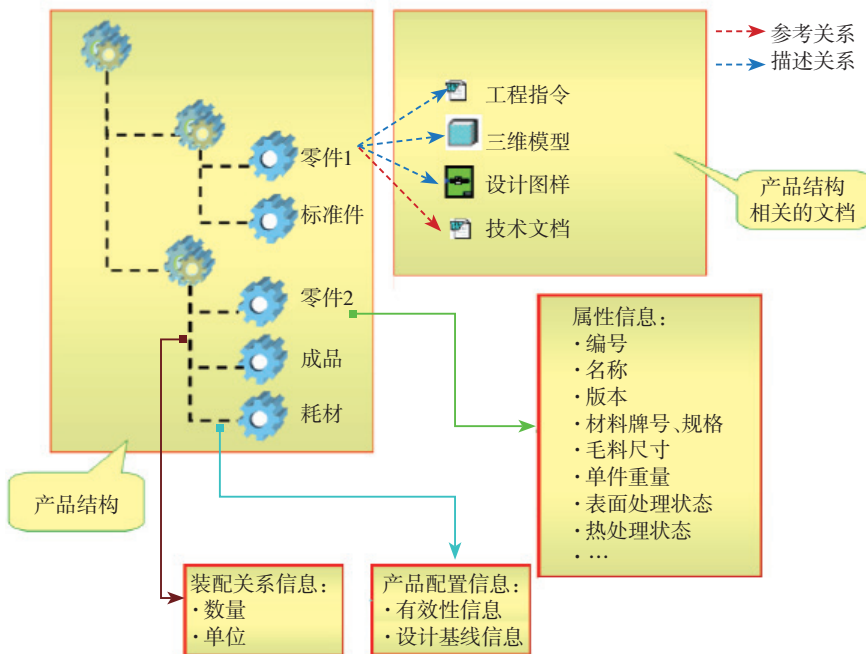


图3 EBOM的数据组成

平台创建数据发放单对象,其编码遵循管理规范的规定,并完成该数据发放单的签署。

·发放方档案相关人员将该文件以 Email 方式同时发送给接收方以及数据管理员,通过 Email 传递数据发放单的主要目的是为了便于数据接收方在正式数据发放之前进行必要的软硬件准备工作,减少发放接收过程中的错误发生。

·接收方在用 Email 方式收到新的数据发放单并确认接收后,需在接收方协同研制平台中建立与数据发放方编号相同的数据发放单。

·如果接收方不同意接收,则回馈数据发放方,并将原因传递给数据发放方。

如果接收方同意接收数据,则可以开始如下数据发放接收流程。

·数据清单文件记录要发放内容的列表,发放方档案人员在协同研制

平台上需建立与数据发放单相应的数据清单对象,并以数据清单文件作为该对象的主文件。

·当发放方数据清单创建成功后,系统自动根据数据清单内容将待发数据(包括数据包等数据)与该清单关联。

·发放方选择需要接收数据的单位名称,开始发放数据,若接收方未建立相应的发放单,则会报告未就绪;若出现网络硬件问题或系统故障,则报告未连通。若正常,则数据发放接收流程开始启动。

·当数据发放开始后,则发放流程进入正在发放状态,然后由接收方的协同研制平台服务器开始接收数据。如有异常,则直接发放完成报告(记录异常信息);否则,进入等待状态,等待所有接收方完成接收过程,等待完毕后,发送完成报告给申请数据发放的业务部门。

·当接收方档案人员接收到“请核对数据接收”工作任务后,开始对根据收到的数据清单内容对新数据进行审核,检查其完整性和准确性。如审核成功,则进行下一步工作(请导入数据),如审核失败,则向数据发放方的档案部门发送完成报告(记录审核失败原因)。

·接收方档案人员接收到“请导入数据”工作任务后,从协同研制平台下载数据包导入,存入接收方协同研制平台中的指定文件柜。如果导入成功(数据包数据完整),则选择导入成功,进行下一步工作(查看完成报告);否则,则导入失败,向数据发放方的档案部门发送完成报告(记录导入失败的记录信息)。

·无论接收流程是否成功完成,接收方的档案部门都将接收到完成报告。

·接收方完成接收工作后,将启动数据在本单位内部的二次发放工作,使得各相关业务部门人员能够及时收到消息通知,提示其进行数据查看或进行相应处理。

·接收方相关业务部门基于其自身的协同研制平台查看和使用发放的设计数据。

考虑到多厂所联合进行飞机研制情况,图 4 所示的发放接收流程还需要支持一家设计单位同时向多家制造单位发放数据的情况,因此该数据发放流程在执行过程中,可同时触发启动多家制造单位协同研制平台服务器中的数据接收流程,同步向这些单位传递数据包等数据。

(1) 发放接收过程的监控和记录管理。

在数据发放接收过程中,数据发送方和接收方的数据管理员可以随时进入各自的协同研制平台服务器中,实时查看本次数据发放接收的进展状况,及时对数据发放接收过程中可能出现的问题进行处理。

此外,发放的所有数据编号、版

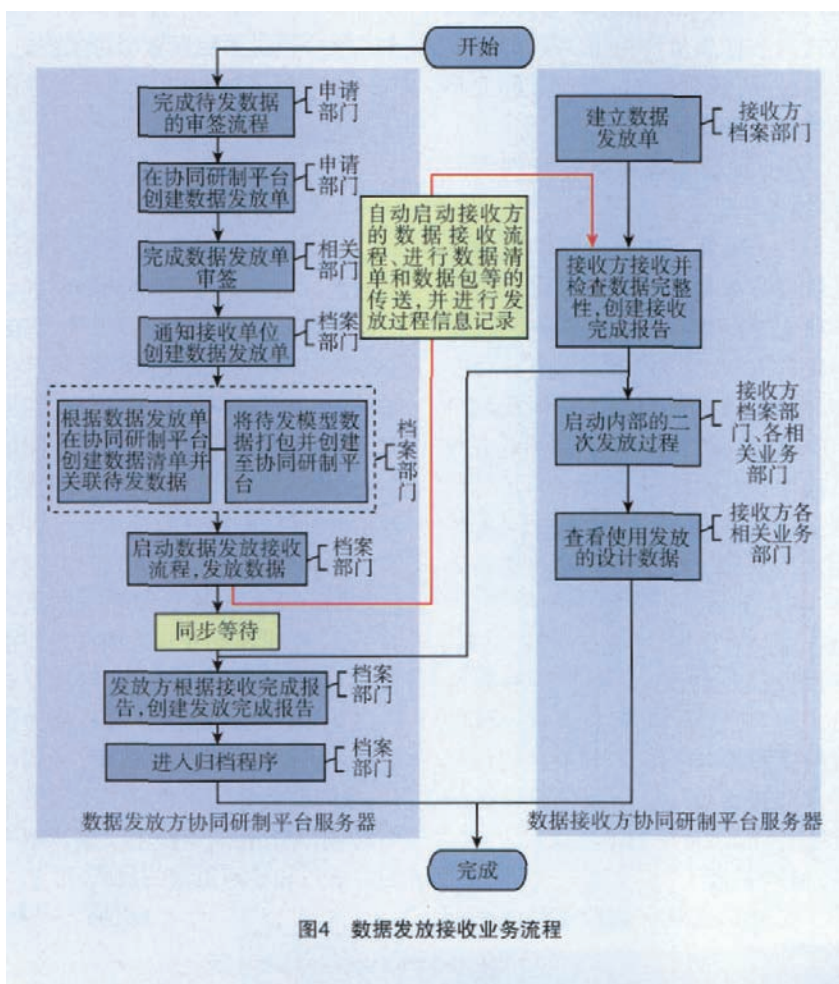


图4 数据发放接收业务流程

本、发放/接收时间、发放人员、发放状况等信息都将在发放方和接收方的协同研制平台服务器中进行完整的记录,相关人员通过输入多种查询条件进行查询和统计,从而实现对数据发放接收过程的有效追溯。用户进入发放或接收数据的属性信息页面,通过其中提供的链接可以查看到本数据发放接收到历史记录。

(2) 发放接收双方数据的一致性保证管理。

数据的发放接收在一定程度上造成了设计单位和制造单位协同研制平台服务器之间的数据冗余,因而确保数据在不同协同研制平台服务器数据的一致性十分重要。数据发放方和接收方的数据一致性将通过以下几个方面进行保证。

·数据发放接收过程中的双方核对。

在接收方的数据管理员接收到数据时,将通过协同研制平台提供的专用工具自动检查接收到的数据对象在发放方和接收方的协同研制平台服务器之间是否一致。主要通过检查如下的信息来确保数据发放和接收双方协同研制平台服务器中的数据的一致性:数据对象的编号;数据对象的版本;数据对象对应的物理文件的字节大小;数据对象的其他属性信息。

如果发现不一致情况,将由双方的数据管理员进行协商以后进行相应的处理,例如将已接收数据删除、重发等。这些处理的过程将视作本次发放接收过程的一个组成部分。

·发放以后数据修订时的严格更改控制。

要确保发放接收双方协同研制平台服务器中的数据一致性,很重要的一点是需要从工作流程上进行严格控制。一方面,数据发放以后,对这些数据的后续更改只能在数据发放方的协同研制平台服务器进行,并在数据接收方的协同研制平台服务

器上进行严格的权限控制,不允许其更改所接收的数据;另一方面,数据发放方更改数据时,需要受到严格的更改过程控制,并在更改实施完成以后,在流程中增加数据发放的环节,及时将更改产生的新版或新号的数据发放至接收单位的协同研制平台服务器中。

·数据发放接收双方的定期同步检查。

为了避免发放接收后,数据在发放方和接收方被一些不规范操作或修改导致的数据不一致情况,可以在制造单位和设计单位之间引入数据同步化检查机制,通过定期(如每两周)对双方协同研制平台服务器之间的数据进行比对,及早发现数据不一致情况,并进行相应的处理。

数据发放单位在生成数据同步清单时, Windchill 系统根据给定的时间条件,结合数据发送接收的记录,自动获取下列信息填充到 Excel 格式的数据同步清单中:数据名称、数据编号、数据版本、物理文件大小和数据的修改时间。

(3) 发放接收双方业务规则的统一。

为了确保基于协同研制平台在飞机设计单位和制造单位之间能够顺利地进行电子数据的发放接收,使得制造单位在接收到数据包以后,能够顺利导入到其自身的协同研制平台中进行管理,需要对双方的业务规则进行一定的统一,确保各自协同研制平台服务器中公共的数据对象模型保持一致:需发放接收的文档分类、属性的统一;零组件的分类(零组件、标准件、铆钉、成品、辅助材料)和属性信息的统一;双方的有效性定义规则统一;在双方建立一致的材料库和标准件库,对材料代码和标准件号进行统一;生命周期状态的统一。

5 协同平台

国外先进航空制造业已成功利

用信息化手段建立起各企业用于飞机设计的全球协同研制平台,用以管理在研制过程中产生的庞大而复杂的数据。

Windchill 是 PTC 公司的一个大型 PLM 软件,根据我们的业务经过配置和二次开发变成我们的产品数据管理和协同研制平台,提供与国内航空企业应用的所有主流 MCAD (CATIA、UG、AutoCAD 等)、ECAD (Cadence、Mentor、Zuken 等)和软件管理工具(如 ClearCase 等)集成接口。该软件功能全面、强大,提供了近十个功能模块,涵盖了企业级产品数据管理和协同工作平台应具备的所有功能,从文档管理到内容管理、从工作流程管理到项目管理。Windchill 还提供了功能强大的 workflow 引擎,能够方便地对航空企业的各种复杂工作流程进行自动化和规范化的管理和控制。目前国内航空企业所需要的大部分功能在 Windchill 中只需要通过系统设置即可实现。

在中国飞机制造行业该软件已经得到成功的应用。

结束语

在多厂所异地联合进行飞机研制的业务模式下,基于协同研制平台的设计数据发放接收有效管理,突破了原来传统数据发放接收模式下带来的各种障碍,确保了设计数据在飞机设计单位达到成熟状态以后,能够在 workflow 控制下,准确快速地传递到制造单位,并能方便制造单位各相关业务部门对这些数据的查询、浏览和使用。通过多种手段和工作机制的引入,还能确保设计数据在发放接收双方的一致性、有效性,以及发放历史记录的可追溯性。这些都为制造单位后续进行的工艺规划、工装设计、生产制造等工作奠定了坚实的基础,从而大大有助于整个飞机研制周期的缩短和研制质量的提高。

(责编 小颖)