



通用飞机与数字化技术

General-Purpose Aeroplane and Digitization Technology

中航工业通用飞机设计研究院 罗琳胤



罗琳胤

研究员,在读博士,中航工业通用飞机设计研究院副总工程师。主管飞机强度设计和信息化技术应用。1990年西北工业大学毕业。历任设计员、专业组长、总师办主任、总师助理、副总设计师等职。参与6个飞机型号研制,主持3个飞机型号飞机强度设计与数字化设计技术应用。获省部级科技进步一等奖2项、二等奖1项,发表论文22篇。

通用飞机产品的研发可采用整机引进、测绘仿制和自主研制等方式。整机引进和测绘仿制虽然能够快速推出产品,但因无法获得关键技术,核心竞争能力还是不能得到有效提升。因此,只有走自主研制、渐进提高的发展道路,通过脚踏实地的技术研究和产品开发,逐步掌握先进通用飞机设计和制造技术,在不断提升自身技术实力的基础上,自主创新开发市场前景好的先进飞机产品。

通用飞机可以通俗地理解为用于通用航空飞行的飞机,通用飞机的用途广泛,功能涵盖陆上、水上以及水陆两用,既包括超小型飞机也包括大型涡桨飞机,有固定翼也有旋翼机飞机,这些飞机的结构特点大不相同。通用飞机大致可划分为运动飞机、公务机、农林飞机、多用途飞机

等。国外主要通用飞机制造商有塞斯纳飞机公司、西锐公司、庞巴迪宇航集团、湾流宇航公司、豪客比奇飞机公司、欧洲直升机股份有限公司等。中国主要的通用飞机制造商为中国航空工业集团公司,其固定翼产品主要有运5、运8、运12、小鹰500、海鸥300、农-5系列,旋翼机有直8

系列、直9系列、直11系列。

国内通用飞机现状 与发展趋势

中国是世界上第二大民航市场,通用航空受制于空域管制而成为航空业发展短板。2010年11月,国务院和中央军委公开发布了《关于深化我国低空空域管理改革的意见》。据此,国家将逐步开放低空空域,制约通用航空产业发展的障碍将逐步消除;同时,国家将在产业规划中也将通用航空列为战略性新兴产业。这是中国通用航空产业发展的里程碑,如果说2011年是中国通用航空产业发展的元年,那么“十二五”期间中国通用航空产业将迎来历史性的新大发展。通用航空产业链涵盖了飞机设计、制造、运营、机场建设、代理服务、金融保险服务、培训等环节。通用航空的发展离不开通用飞机基础的发展,在通用航空最发达的美国,正是发达的通用飞机制造业为通用航空的发展提供了良好的平台。中国通用飞机目前初步估计保有量为1010架,通用机场为70个。而在美国,通用飞机数量超过23万架,有1.9万个通用航空机场,因此中国的通用飞机不仅数量少,而且大部分来自国外进口,通用飞机领域仍存在规模小、结构不合理、产品型号少等问题。随着国家经济增长稳定、国家政策支持、地方政府重视、各路资本关注,中国通用航空产业将迎来市场培育期、快速发展期、全面繁荣期3个发展阶段,市场对通用飞机需求将迅速增加。据中国科协、中国航空学会、通用航空专家委员会2010年预测,未来10年中国通用飞机需求量为10000架,其中活塞动力飞机6000架、涡桨动力飞机2000架、喷气公务机为1000架、直升机100架。

中航通用飞机有限责任公司是以发展通用航空为核心产业的专业化集团公司,涉及通用飞机研发与制

造、通用航空运营、航空零部件、新材料和装备制造等5个领域的十大产业。国内主要在研产品有大型水陆两栖飞机蛟龙600、海鸥300、运15-2000和领航150轻型

公务机。2011年6月24日中航通飞以公司合并的形式,收购了全球第二大通用飞机制造企业美国西锐公司100%的股权,这是中国航空工业首次并购欧美发达国家飞机整机制造企业,是中国航空工业集团公司融入世界航空产业链的重要举措。西锐公司成为中航工业通飞的一部分,将快速提升中航通飞的研发、制造、市场销售的水平,使其进入全球通用飞机的主流市场,同时也使其从制造为主跨入到通用航空的全产业链中。中航通飞秉承着领先发展的战略,按照“二年打基础,五年创品牌,十年大发展”的实现途径,将在五年内形成完整的活塞飞机、涡桨飞机和喷气式飞机产品谱系,覆盖运动、农林、多用途和水陆两栖飞机以及中轻型公务机等系列用途产品。

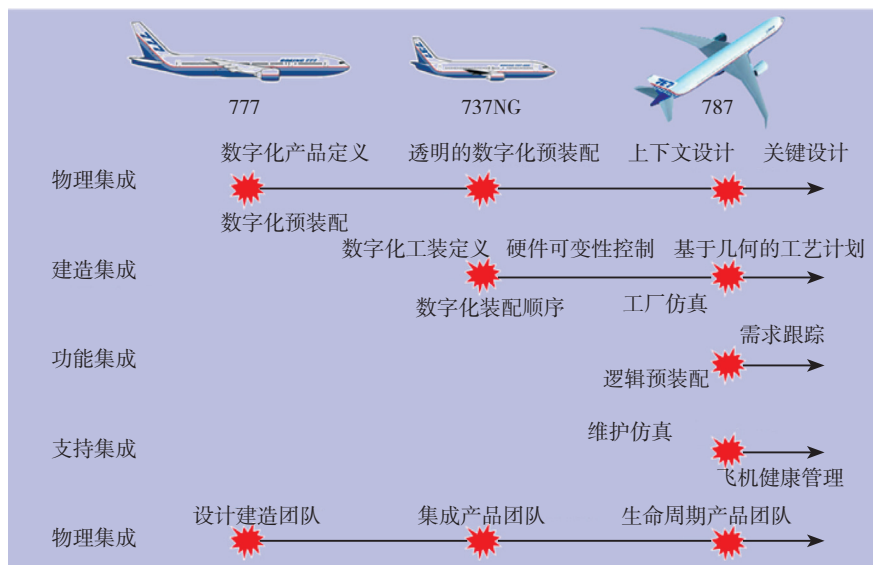


国内外飞机数字化设计制造的发展现状与趋势

在飞机数字化技术领域,波音公司和空客公司一直是数字化技术的推动者和领跑者。波音通过创新和变革现有的流程以达成787型飞机全球化产品研制,在787项目中采用了新的研制策略。

波音787型号项目具有以下特点:

- (1)新的角色, Boeing成为世界级的大规模系统集成商;
- (2)新的业务模式,采用了全球化的供应链;
- (3)新的流程,采用了协同设计与开发;
- (4)新的制造,实现了精益最终装配;



波音787的研制策略

(5) 新材料,采用复合材料;

(6) 新的机会,拓展了产品支持服务。

波音公司 787 型号采用了 DS 公司基于 MBD 的 PLM 集成解决方案,实现了其核心价值,即建立基于 MBD 的产品设计、工艺、制造、维护、交付的一体化工作模式,以及三维结构化的数据信息无损传递的规范,实现飞机研制中的单一数据源、三维数据共享和真正的并行协同。

空中客车公司在 A380 数字化设计制造实施经验的基础上,针对 A350 所面临的新的挑战,采取了新的实施方法和技术,反映在:

(1) 实时的并行工程;

(2) 数字化样机作为唯一法定的制造依据;

(3) 一个单一 DMU 环境来满足各阶段各专业的需求;

(4) 一致的工具软件。

A350 项目系统环境涉及到多个软件供应商的多个软件,在设计协同、制造协同及仿真均采用了 DS 公司的 V5 产品系列;流程方面采用了 PTC 公司的 Windchill 系统,以内嵌 PRIMES 方式使用,制造方面用了 SAP 公司的 ERP 系统;在构型管理方面, A350 通过 PRIMES 和 VPM 两个系统协同实现,形成了全新的最终用户界面。

波音 787 和空客 A380 的飞机研制不但又一次将民用飞机的数字化技术推上一个新的高度,而且数字化技术是企业的核心竞争力又得到了充分的体现。

(1) 协同环境的变化。建立基于 PLM 的全球协同环境 GCE (Global Collaboration Environment),让所有合作伙伴拥有一个相同的开发环境和通用的设计程序,减少不同 CAD 工具之间信息交换的困难及由此引发的错误,确保全球合作伙伴享有相同的产品定义资料、所有研制阶段使用同一 3D 产品定义模型,并且能以 24 小时 × 7 天的方式有效地协作。

(2) 知识的利用与共享。全球合作伙伴共享产品开发通用矩阵,确保以统一的方法、统一的流程在统一的数字化平台下协同地开展数字化方式的设计、制造、测试飞机零部件和飞机装配过程。

(3) 研制方式的改变。在设计方面注重总体设计和系统集成,由负责全部飞机设计工作转变为只负责飞机的总体设计,工作量最为繁重的详细设计(生产性设计)工作交由最了解产品制造的部件制造单位负责,在制造方面只负责飞机的对接总装和交付,同时监管所有零部件的研制进度和质量。抓两头获取最大利益,共享中间并与合作伙伴共担风险是

飞机研制的新模式。

(4) 协同团队的演变。由早期的 DBT (Design Build Team) 发展到 IPT (Integrated Product Team) 以及最新的 LCPT (Live Cycle Product Team)。

(5) 基于模型定义(MBD)技术的应用。将三维产品制造信息 PMD 与三维设计信息共同定义到三维产品数字化模型中,使 CAD 与 CAM(加工、装配、测量、检验)实现真正的高度集成。MBD 技术的应用可提供单源产品定义,消除三维模型和二维图纸间存在不一致的潜在风险,以三维数据作为沟通的基础贯穿在设计、制造、检验、维护、供应商协作等整个过程,减少下游人员对模型的理解时间并降低误差。

(6) 建立虚拟产品开发平台。通过对各系统、工具、数据的集成以及可管理的仿真流程的定义,以知识封装和重用为基础进行多学科联合设计仿真。

数字化设计制造技术在我国飞机研制中经历了数字化技术的单项应用、系统集成到数字化协同设计制造和产品全生命周期数据管理的转变,进入了规模性应用阶段,产品数字化定义技术、产品数据管理技术、数字样机技术、数字化工艺与虚拟装配技术等得到了较深入的应用,并取得了显著的经济效益,但与世界尖端水平相比还存在着较大的差距,主要体现在:

(1) 根据新的企业组织、合作方式和业务模式的需求,飞机制造企业打破了原“一厂一所一地一型号”的研制模式,逐步向多厂所异地协同研制转变,但不同企业的不同数字系统、PLM 系统以及网络系统的物理隔离等制约了协同平台效率的发挥,需要建立一个网络有序,安全可控且面向设计、试验、制造、服务和维修等相关管理过程的,贯穿整个行业的数字化协同系统。



A350项目系统环境



海鸥300水陆两栖飞机

(2) 基于模型定义 MBD 技术的应用,使 MBD 数据从上游至下游得以无缝传递,即用产品定义数据直接来驱动所有的数字化加工和测量设备直至飞机装配、维修和服务,但受国内数字化加工、数字化测量以及数字化装配技术应用深度和广度所限,基于 MBD 的先进数字化定义技术难以发挥最大的整体效益。

(3) 多学科协同设计与仿真是数字化协同研制的横向模式,通过集成各学科建模与仿真分析软件以及飞机设计流程、方法和规范,形成飞机布局、气动、结构、功能系统、载荷、性能等综合性设计系统,实现飞机总体方案的快速多学科设计、分析与优化。国内在该领域还存在各专业仿真模型关系松散、工程方法未有效封装和重用、设计流程不规范、设计过程和结果难以重现等问题。



领航150

通用飞机数字化协同研制发展方向

通用飞机产品的研发可采用整机引进、测绘仿制和自主研制等方式。整机引进和测绘仿制虽然能够快速推出产品,但因无法获得关键技术,核心竞争能力还是不能得到有效提升。因此,只有走自主研制、渐进提高的发展道路,通过脚踏实地的技术研究和产品开发,逐步掌握了先进通用飞机设计和制造技术,在不断提升自身技术实力的基础上,自主创新开发市场前景好的先进飞机产品。我国通用飞机制造业基础弱、技术水平差,要想在较短的期间内赶上并超过发达国家通用飞机制造水平,必须紧紧依靠数字化技术研究与应用。相对大型民用飞机和军用飞机而言,通用飞机技术性能指标和产品的复杂程度要低,但其安全性、经济性、舒适性以及可靠性要求是相同的,因此通用飞机数字化协同设计制造与大型民用飞机相比,有共性更有其独特性,在实施中应注意以下几个方面。

(1) 要营造一个使飞机设计单位能

够与合作制造单位、合作供货商、试验单位、适航当局、航空公司客户以及飞机维修保障单位紧密联系的一体化协同环境,并对协同过程、系统工具和产品数据管理建立一套严格的模式、方法、制度和规范,实现研制过程中无缝、全天候实时协同工作。

(2) 强化数字化定义技术与精益生产、并行工程等先进理念以及新结构制造技术(新型整体结构、轻量化结构)、数控加工与成形技术、柔性装配技术、数字化测量技术等紧密结合,充分发挥先进技术的整体效益。

(3) 推行基于骨架模型的关联设计、模块化设计、大型整体件(整体机翼、机身结构)设计等先进设计技术的应用,提高设计方案迭代的效率与质量。

(4) 复合材料在通用飞机的总材料用量中的比例高达 57%,低成本复合材料设计制造一体化技术已成为关键,采用数字化设计制造技术缩短复合材料产品开发时间、提高复合材料生产效率、减少材料浪费、降低材料损耗,从而降低产品研制成本。

(5) 在新的研发模式和研发技术下,要按照数字化协同设计、制造的管理要求,对产品研制流程进行总结、归纳和提炼,研究和制定结合协同模式和数字化技术的规章制度和标准规范,形成一套可供行业各单位参照的协同工作标准与规范,建立合理的业务流程控制和权限管理,实现多企业及企业内部之间产品数据和相关信息有序流动和共享,保证数字化协同研制的顺利进行。

结束语

古人云:“虽有智慧,不如乘势;虽有基,不如待时”。通用飞机的发展正恰其时,当其势。因此,要抓住机遇,紧密结合数字化技术的发展,积极应对通用飞机研制中数字化技术的困难和问题,大力推进通用飞机又好又快地发展。(责编 亦非)