

协同制造技术在大型飞机研发中的应用

西北工业大学机电学院 王黎明
西安飞机工业(集团)有限责任公司 冯潼能



王黎明

1987年毕业于西北工业大学计算机应用专业,1997年获西北工业大学软件专业硕士学位。现为西安飞机工业(集团)有限责任公司信息技术室经理,西北工业大学机电学院在读博士研究生。先后主持过国家科技支撑计划课题制造业信息化工程重大项目《飞机数字化集成技术开发与应用》、某公司ERP管理系统、某公司医疗报销系统、工时定额系统等软件项目的开发实施工作。

大型飞机的研发是一个国家科技与经济综合实力的具体表现,这是一个庞大复杂的系统工程,涉及的领域、厂所之多是前所未有的。大型飞机项目属于我国未来10年内重点投入的关键项目。为了确保项目研发

通过协同信息技术构建协同工作平台,组成虚拟的协同工作团队,形成一个分布式、动态的协同工作环境是决定大型飞机研发成败的关键技术之一。

能够高质量地按期完成,必须利用中航集团的整体优势,在机制、管理和技术上创新,认真借鉴国外先进飞机的研制经验,更深入、全面地采用数字化设计、制造、管理技术,采用崭新的“虚拟企业”组织模式下的异地多厂所协同数字化设计、制造技术,使数字化协同研发技术在大型飞机的研发中发挥最大的信息平台支撑作用。

当前中航集团在9个地区集中建立航空设计制造基地,在这些集中的产业布局上,基本上是设计所与制造厂按照一对一的格局进行配置,这适合了特定时期的国防建设的需要。

大型飞机项目是需要多达上百家的参研单位和分承包商一起协同工作,这些单位往往分布在不同的地区。依赖原先的单一厂所协作模式难以完成如此复杂的大型工程项目。必须借助集团优势,有效地整合、发挥集团各级公司的各自优势,建立一个以中航集团为核心的协同运作的企业环境,以最大化发挥协同运作的效率。

随着信息技术的发展,国外大型航空制造企业(如波音、空客、欧直及贝尔等公司)在最新的大型型号项目上、国内的中航在ARJ21项目的研制中,无不借助信息技术增强研发过程中的协同能力。通过协同信息技术构建协同工作平台,组成虚拟的协同工作团队,形成一个分布式、动态的协同工作环境是决定大型飞机研发成败的关键技术之一。

协同制造系统的功能与系统架构

1 协同业务应用的总体架构

飞机型号研制是一个典型的多阶段复杂过程,需要众多单位有效协同才能高效完成型号研制任务。在该平台中,形成了逻辑上统一、物理上分布的总的协同研制环境。在该环境中,完整的大飞机设计技术状态由总设计师单位进行有效管理,制造和售后维护技术状态由主承制商进行有效管理。在两者之间,通过协同平台保障了数据的有效集成和顺畅流动,通过电子流程的相互激发保障

了系统间集成的完全自动化。通过跨系统变更流程的引入,在总设计师单位和主承制单位之间形成了可更改的闭环。

所有参研单位的电子审签流程都在协同平台中运作,以保证流程的完备性和跨系统性。通过总设计师单位内部并行设计管理系统与协同平台的集成,将数据自动发放到协同平台中以便向分包设计单位和主承制单位自动发放。通过主承制单位内部 CAPP (计算机辅助工艺设计) 系统、生产管控系统与协同平台的集成,满足设计发放数据进一步的加工处理直至最终产品的交付。

分包设计单位和分承制单位分别直接与各自对应的上游单位进行沟通,参与整个研制过程的流程运作。

在整个协同平台之上,提供项目管理门户,为所有参研单位的指挥系统提供项目的进度看板和任务完成的反馈机制。

飞机设计所和制造厂及其他参与单位,在飞机研制开发过程中存在着大量的协同工作模式。这些协同的业务管理模式贯穿在产品的整个生命周期过程中。协同平台应用主要包括以下几个方面:

(1) 管理协同: 主要描述在型号研制过程中企业和型号领导对型号项目执行情况的监控,各种数据报表的分析等。以协同工作平台为基础,建立基于院厂联合研制生产模式下的飞机型号分布式项目管理体系结构和项目管理方法,实现飞机型号研制过程的动态项目管理。管理协同的主要作用是在型号研制

过程中,通过协同平台,实现企业和型号管理人员对型号项目执行情况的监控。各级管理人员可以随时根据权限了解项目执行的相关数据,为决策提供数据支持。

(2) 制造协同: 主要包括构型协同、工作流协同和数据协同。

• 构型协同: 主要描述在飞机研制过程中,随着技术状态的不断演变和构型数据的不断丰富,各个参与单位之间均可根据不同的视图来完善构型数据,管理和共享构型数据,如: EBOM, PBOM, MBOM 等多视图管理,跨企业数据更改的控制等。

• 工作流协同: 主要描述在飞机协同研制过程中,各个协同单位之间业务流程的关联、对接和相互激发,以实现业务过程的自动推动和数据的自动传递。

• 数据流协同: 主要描述数据的预发放、发布和接收。数据的同步化管理和跟踪等等。

(3) 沟通协同。

• 即时通信协同: 主要用于设计院和制造厂的相关人员对某些技术问题进行交流讨论,可根据飞机研制过程中涉及到的各个专业建立不同

的专题讨论区,例如结构讨论区、飞控讨论区、材料讨论区、标准规范讨论区等。建立不同专题讨论区的主要目的是实现对讨论过程中所产生信息的合理组织和快速查找。

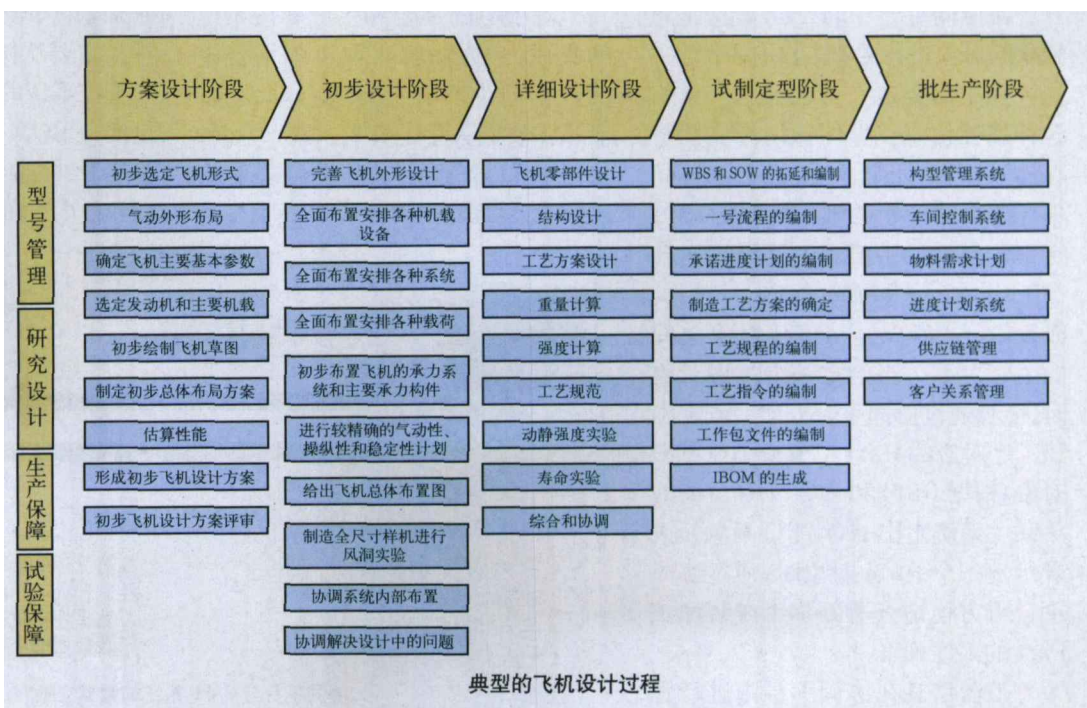
• 基于可视化的实时协作管理: 利用可视化工具如 3DXML、ProductView 等,多方可以在一起对三维模型进行交流讨论,进行实时协作。还可以邀请异地的其他人员加入该讨论。在讨论过程中,成员可以对模型进行批注、剖切、测量、旋转平移等操作,所有参加讨论的其他人员都可以同步查看到操作过程。此外相关人员还可以通过可视化工具进行虚拟装配,检查模型的干涉性和可装配性。

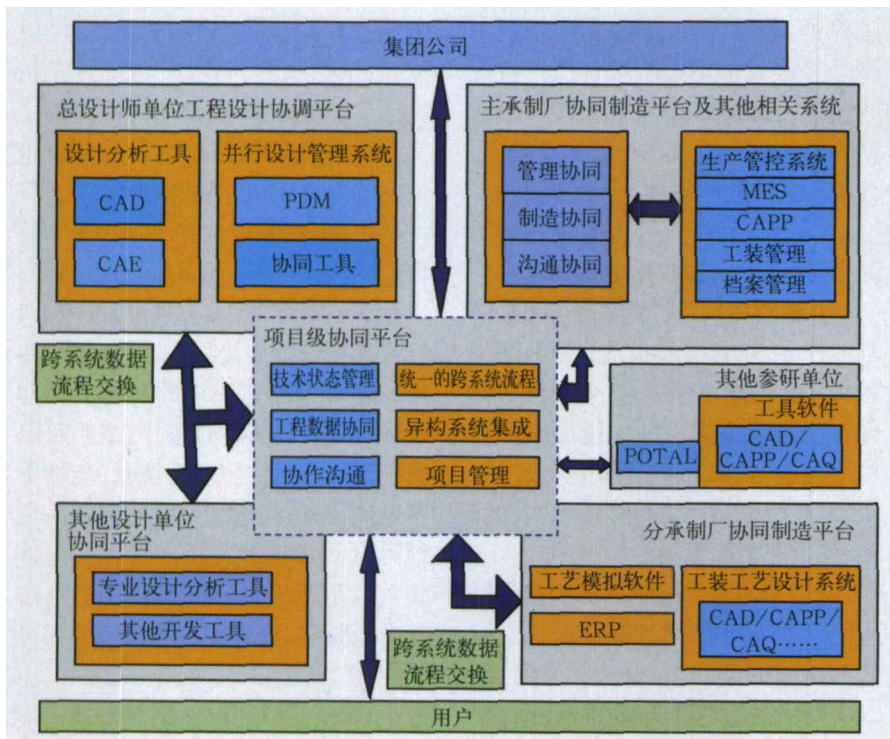
• 消息通知中心: 消息通知中心是为了使协同团队成员之间更好地交流而设置的。它使团队成员不需要进行复杂的操作,就可以方便地得到所需的信息或指令,从而完成应当完成的任务。

2 协同平台的集成

(1) 与 CAPP 系统的集成。

协同平台与 CAPP 的集成,不仅仅将 AO/FO (装配/制造指令)





飞机研制协同平台架构

产管控系统以外,还要将协同平台中管理的工艺信息、材料定额、工时定额等信息发布到生产管控系统。

PBOM/MBOM 及 AO/FO 数据在协同平台中批准发布以后,将通过协同平台和生产管控系统之间的集成接口将下列信息发布到生产管控系统:

- PBOM、MBOM 的产品结构信息;
- AO/FO 中工艺信息;
- AO/FO 中工装 / 型架、机床、刀具、量具等资源信息。

在飞机研制阶段的初期, MBOM 尚未形成,只产生了 PBOM,但是生产控制部门又需要安排生产计划,因此这时 PBOM 一旦批准发布,就需要从协同平台中发布到生产管控系统,作为生产管控系统编制生产计划的基础和依据。

PBOM 一旦在协同平台中发生更改,更改结果数据也需要从协同平台系统发布到生产管控系统,同时更改相关的信息也需要由协同平台从 Word 格式的 PBOM 更改单中提取出来,传递至生产管控系统的数据库中,以确保相关人员及时收到更改通知,并方便地对更改数据进行查看。需要从协同平台系统传递至生产管控系统的 PBOM 相关更改信息包括: PBOM 更改单的编号;发生更改的 Part 编号。在飞机研制阶段后期和批生产阶段以后, AO/FO 完成

等数据作为一个文档的整体进行管理,还将深入到对 AO/FO 中的工艺信息及相关的资源信息(例如工装、刀具、量具等信息)进行管理和控制,进而可以将相关信息发布到生产管控系统,满足车间作业计划和生产过程控制的需要。

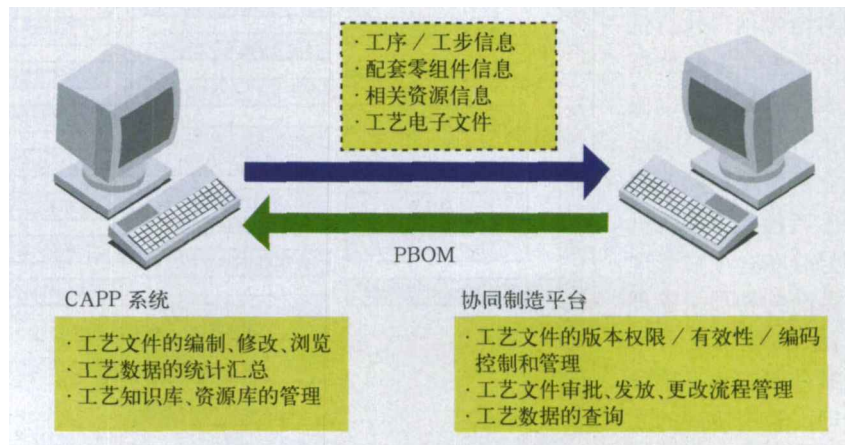
在协同平台中将工艺信息作为独立的对象进行管理,在协同平台实施过程中需要定义工艺信息对象的各种属性信息。零件标识号属性将存储于 MBOM 中,对应 Part 在协同平台中自动产生的唯一标识 ID 号,定义该属性的主要目的是标识出各个工序对象属于哪一个 Part 对象,以建立工序和对应 Part 对象之间的关联关系。当给定一个工序对象时,能够通过协同平台方便地确定出该工序对应的 Part 对象或 AO/FO 对象(根据 Part 和 AO/FO 之间的关联关系确定出 AO/FO 对象),或者给定一个 Part 对象时,通过协同平台可方便地查看到加工或装配该 Part 的工序列表。

工艺信息在协同平台中进行管

理以后,和 MBOM 产品结构建立了一定的关联关系,同时工艺信息对象之间也存在着关联关系。从逻辑上看, MBOM 产品结构和工艺信息对象联系在一起,形成了全机制造信息的完整结构树。

(2) 与生产管控系统的集成。

对于协同平台和生产管控系统的集成,一方面将实现协同平台中的数据向生产管控系统自动发布,而不需要专人手工介入;另一方面,集成接口除了从协同平台端发布 PBOM、MBOM 产品结构数据到生



协同平台与 CAPP 系统的数据交换

了编制和批准, MBOM 产品结构开始形成。这时一旦 MBOM 产品结构、AO/FO 在协同平台批准发布以后, 下列信息将从协同平台系统传递至生产管控系统: MBOM 的产品结构信息(包括段位、工位、AO 工艺组件、配套零部件等 Part 信息); AO/FO 文件中的工艺信息对象的属性信息; MBOM 和 AO/FO 文件中工艺信息的更改结果信息。

(3) 与档案管理系统的集成。

档案管理系统未来管理的归档数据将有很大一部分来自于协同平台, 因而实现协同平台和档案管理系统的紧密集成, 对于确保两个系统中数据的一致性和正确性就显得尤为重要。

协同平台和档案管理系统之间的集成将是一个单向的信息传递过程, 即只需要协同平台传递相关信息到档案管理系统, 以保证数据的完整性, 并能支持电子数据物理归档的要求。在协同平台向档案管理系统传递的信息类型中, 包括各类工程数据的属性信息、数据之间关联信息、数据文件清单等结构化信息。

3 信息安全保证

(1) 应用层安全策略。

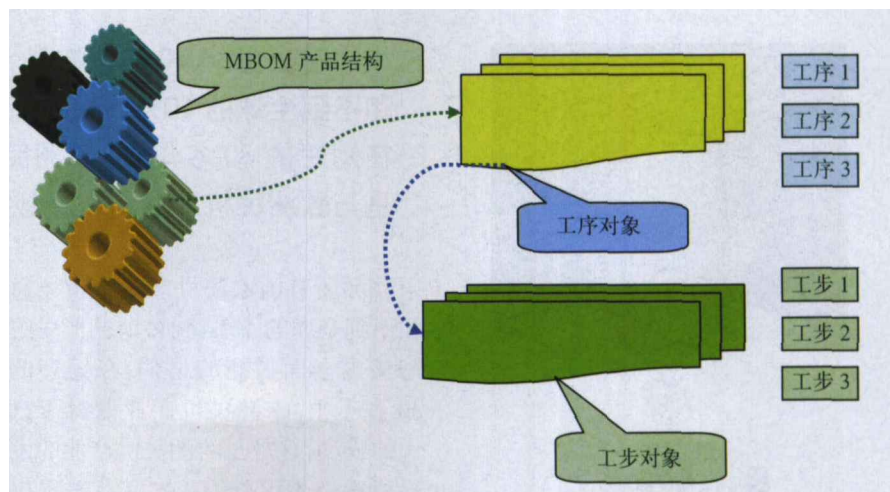
- 用户认证管理: 基于 LDAP 的独立用户帐户管理系统;
 - 单一登陆管理 SSO: 集成同步企业的单一认证登陆系统;
 - 基于规则的静态权限控制: 按对象类型 / 角色 / 存储地点 / 状态的权限控制;
 - 基于工作流的动态权限控制: 由任务列表临时分配执行某些任务所特需的权利;
 - 高加密文件的临时借阅处理;
 - 加密文件的单一对象授权。
- ### (2) 系统管理层安全策略。
- 文件加密存储: BLOBS 内容的加密和混存;
 - 数据库加密技术: 对内容文件存储的加密解密处理;

- 网络巡警监控工具。
- ### (3) 网络层安全策略。
- 防火墙技术;
 - 防水强技术;
 - VPN 技术;
 - 网络传输协议控制 (SSL)。
- ### (4) 基础开发层的安全策略。
- 中间件 (MiddleWare) 技术的大量应用;
 - WEB Service 服务 WSDL 的大量应用;
 - 安全网管技术 HTTPS 的应用。

质量管理体系、供应链管理系统等其他系统集成的方便性。

(3) 安全性与可靠性。

- 企业间数据交换的数据包加密和数字证书认证技术;
 - 多达 5 级的安全防范措施的使用;
 - 基础共有安全技术的升级 (HTTPS/SSL/J2EE/JDK2/WEBSERVICE/VPN/FIREWALL)。
- ### (4) 集成技术先进性与成熟性。
- 中间件技术的采用;



MBOM 信息向制造信息的转化

协同制造系统的优势

协同制造系统实施成功之后, 所建的集成协同平台将具备以下几个特性:

- ### (1) 企业间异构系统联邦式集成。
- 多个行政单位;
 - 不同版本;
 - 同一厂家的不同软件;
 - 不同厂家的不同软件。
- ### (2) 开放性与可扩展性。
- 集成联邦技术实现途径, 采用国际 / 国家标准的协议、规范保证了平台的开放性;
 - 技术实现途径非独有底层专用软件, 保证了平台的可扩展性;
 - 中间件技术的采用确保未来与

- 系统自动化数据挖掘与同步;
 - 异构系统的工作流自动激发;
 - 基于已有经验和创新探索。
- ### (5) 分布式与适应性。
- 数据库与系统独立保护了本单位的知识产权;
 - 共享数据能够方便交换;
 - 监控数据自动挖掘与同步。

结束语

制造协同信息化平台可满足大型飞机数字化制造的实施和应用, 其技术、经济性能符合我国航空制造企业的现状和发展需求; 协同工作流程支持数字化环境下的协同制造要求, 可与航空企业主流 CAX、PDM、ERP 系统有效集成。

(责编 豆十)