



基于MBSE的虚实结合闭环验证

航空工业沈阳所采用基于MBSE的先进正向研发模式，系统筹划、分步实施，构建从顶层设计、系统设计、仿真验证到试验验证的分级集成综合和快速虚实结合大闭环迭代设计体系。

沈阳所基于MBSE建立需求管理、模型设计开发和仿真验证能力，构建装备的正向设计研发流程，形成基于模型的系统工程V字形左半边需求传递、方案设计与验证的快速迭代。通过地面综合试验环境的建立形成柔性并行、虚实结合的试验环境设计理念，提高系统试验验证能力。

(1) 设计研发

基于需求动态化管理平台DOORS构建结构化、标识化、条目的从装备级到设备级的五级可追溯需求信息架构，建立需求的属性和视图，以多种视角进行需求管理。采用MBSE，以功能逻辑开发为核心，基于HarmonySE建模方法与DOORS+ClearQuest支撑环境进行分析、设计与管理，提升面向复杂系统的软件、硬件综合设计和验证能力及基于模型的系统工程的正向设计能力。

(2) 虚实结合柔性并行的全系统综合仿真/试验验证

在全系统综合仿真工作中，基于模型开展全系统综合仿真验证分析，

支撑三鸟合一、柔性并行、虚实结合试验环境的构建，达到提高试验效率和可靠性的目的。

地面全系统综合试验环境在全系统综合仿真环境的协调配合下，支撑基于模型的正向设计流程，以及设计、仿真验证、试验验证的分级集成综合和快速大闭环迭代。

沈阳所依托分布式/集中式的跨平台、跨工具、多领域模型的虚拟集成环境，研究联合仿真中间件技术、接口适配技术以及数字模型与半物理实验环境强实时联合试验技术，打通数

字模型与机载系统的数据通路，实现虚拟数字飞机模型与实装设备的联合仿真验证。

亮点分析

实现MBSE方法在国内首次落地实施，形成基于MBSE的研发体系，实现设计一仿真一试验的快速迭代；建立了覆盖体系论证、需求管理、模型设计、仿真验证、试验验证的工具和环境，通过信息化、数字化、智能化深度融合，对研制起到支撑作用。

突破基于模型的需求设计开发技

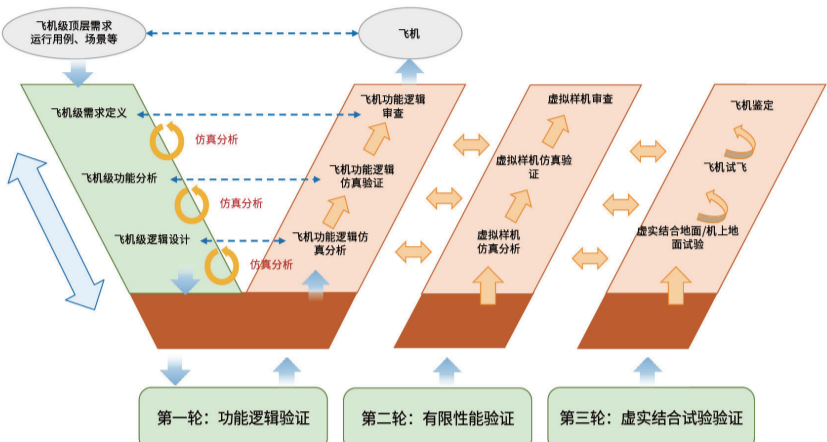
术，提升需求开发能力和系统架构设计能力，实现完整的需求设计和管理流程；突破多元异构模型虚拟试验技术，达到由虚拟验证到虚实联合验证到实物物理验证平滑过渡的目的，实现模型仿真验证和评估；突破虚实结合柔性并行试验环境设计关键技术，实现试验环境按需灵活配置、试验网络动态切换与模型在环、软件在环、硬件在环的基于虚实结合技术的三个层级混合验证能力。

实践效果

基于MBSE飞机的研发体系，实现基于模型的飞机系统地面综合仿真与试验验证，使地面试验环境投资节约50%左右，试验件费用节约63%。

基于MBSE的研发体系可提升型号研制效率，降低研发成本，其采用的先进数字化、信息化手段可适用于航空航天领域中的全数字或半物理仿真、验证，多元异构模型分布式联合仿真环境可转化为模型集成与仿真验证平台，虚实结合仿真试验环境可转化为基于模型的试验验证平台，均具有较好的应用前景。

(航空工业沈阳所供稿)



虚实结合柔性并行的全系统综合仿真/试验验证



防患于未“燃” 守好消防“生命线”

——中航西飞机翼装配厂党委全面落实消防安全责任制

李新萍

今年11月是第32个全国消防月，连日来，中航西飞机翼装配厂党委紧紧围绕“预防为主、生命至上”的活动主题，全面落实消防安全责任制，实现消防安全“自我管理、日常管理、自律”，不断增强职工的消防安全意识，组织开展一系列形式多样、亮点纷呈的消防宣传活动，筑牢厂内消防安全屏障。

析存在的火灾风险和消防安全薄弱环节；同时，组织各部位开展专项检查，编制《机翼装配厂消防安全检查巡查记录表》，重点检查消防设施是否完好、安全疏散通道是否畅通、危险化学品使用存储、办公场所及现场电气设备使用是否合规等。将检查出的问题纳入“机翼装配厂火灾隐患台账”，以精准严格的检查力度，督促落实各项消防安全工作措施，推动治理模式由事后处置向事前预防转型。

厚消防宣传氛围。某飞机活动翼面加工中心单元组织开展“职工讲消防”活动，职工结合自身岗位进行消防安全演讲，畅谈消防安全感悟；同时，进行消防安全知识竞答，选取和生产生活息息相关的消防安全题目，促使职工能有所知、有所为、有所教、有所动，培养正确的消防安全行为习惯，筑牢消防安全基石。邀请消防专家现场讲授消防器材使用、初期火灾扑灭、火场逃生等知识，对近期发生的火灾事故进行详细讲解和剖析，使职工深刻认识到火灾的危险性和残酷性，吸取火灾教训，警钟长鸣。

活动，除组织火灾警示教育和消防安全培训外，结合实际，不断修订完善消防安全应急演练方案，在厂房开展消防应急疏散演练。采取“盲演”的方式，模拟真实场景，在演练前一周对职工进行应急培训，讲解灭火器、消防栓的正确使用方法、人员疏散和逃生注意事项，之后随机抽取时间进行演练，使职工快速、安全、有序地掌握消防演练各个环节的步骤及要点，达到“以练备战”的效果，锻炼职工遇险处置和组织疏散能力。

抓在日常，久久为功。机翼装配厂党委持续筑牢消防安全底线，通过警示教育、全员培训、隐患排查，将消防安全触角延伸到厂房的每个角落，营造关注消防、支持消防、参与消防的良好氛围，防患于未“燃”，守好消防“生命线”。

“走心”宣传 “亮点”活动深入人心

消防宣传月活动期间，充分调动宣传资源，利用商网平台、专题会、班组会不断宣贯消防安全法律法规政策举措及各类消防安全知识，营造浓

疏散演练 提升处置突发事件能力

消防宣传月活动期间，广泛发动职工落实好全员消防安全“三个一”

黄婉珍

历时40天，航空工业电源顺利完成了这一阶段专项质量攻关。从刚接手时的局促迷茫到找准问题后的清晰解答，从重压下的寝食难安到破题后的泰然处之，一批信得过、能力强、敢担当、有作为的年轻同志脱颖而出，成为高质量发展的先锋。

专项质量攻关小记



开始了第16个试验方法的验证。“在故障总不重现的那几天，我们几个那种‘越是挑战越兴奋’的冲动一下子涌上来，我们要证明自己行！”

事情急，但心要稳

47所软件研究室副主任李瑾是本次质量攻关机理分析组的一员，带领团队处理软件问题，进行数据分析和还原，以及软件的升级更新。说起这次质量分析中遇到的难题，李瑾用了一个很形象的比喻——产品“大脑坏了”。由于出现了CPU故障，故障发生后一段时间内的数据无法和飞参数据对应，导致真实还原现场情况出现困难。“我们当时能下载下来的数据只有100多K，需要把这些数据转化成二进制代码进行分析。”李瑾带着团队成员编写了很多解析代码的工具，一点点对二进制数据进行解析。

在进行代码分析的过程中，每天工作到凌晨一两点是常态。有一次，外场故障品是晚上7时回到厂里的，客户要求第二天上午必须给答复。连夜做试验，连夜写测试代码，连夜测试，大家没有一句怨言。“在质量攻关中，我们互相补位，严守‘每日有计划、每日有验证、每日有总结’，绝不打退堂鼓。”通过代码比对、试验信号监测、在线存储数据读写比对等试验测试，顺利完成了故障定位。

“面对各方的质疑，我们压力不小。”李瑾带着大家读主题教育的书籍，从理论学习中汲取精神的力量。“事情急，但我们心要稳。”回忆起这40天的经历，李瑾更在意的暴露出的日常工作中的短板和不足，她写下了提升质量、团队管理、激励员工的工作计划和意见建议。“在航空科技高水平自立自强的征途上，

我们会面临很多困难，改善自己、坚持自己，保持初心，这是我们‘进阶’的重要姿态。”

保持主线不动摇

47所电机研究室副主任王永波是本次质量攻关综合组的一员，主要负责排查故障梳理、技术分析、报告编制和使用维护建议制定。在每天向专家组汇报工作、向其他工作组传递工作要求的过程中，王永波需要过滤掉不少负面情绪。“我主要负责双方的沟通。那时候故障原因急切找不到，大家心里都压抑，难免有情绪。我们必须承受住压力，才能保持住工作的主线不动摇，是不是？”

在公司领导的指导下，综合组临时建立了与专家组工作要求相适应的内部工作机制，所有工作从输入到输出由内部工作组先形成“小循环”，不但要先于大会检查每天的工作成果，还要制定调查过程中各种过程输出物的模板，工作质量和标准对准用户的需求和专家的要求，将所有工作结果“书面化”并加以管理，既便于调查后期总结工作开展，同时也便于形成每一组技术调查的经验资产。

“我们要站出来，要充分发挥自己在团队中的作用，去做一些事情。不求一帆风顺的力量，只求勇攀高峰的勇气。”

这一次的重要攻关项目，既是一次技术上的历练，也是一次精神上的考验。本次攻关接近尾声，从故障中汲取的经验教训、从专家团队学到的精益求精、从团结奋斗中领会的拼搏精神，为后续技术发展、质量提升储备了充足的条件。

好风借力，直上青云。新征程上，电源将谱写高质量发展精彩新篇章！

推翻重来

工艺到底有没有问题？不管以前做得怎么样，现在合格率低是不争的事实，调整尺寸作用不大，改变装炉方式也没用，难道只能重编工艺？

重编看似简单，却要考虑诸多因素。小吴再次梳理思路。机加工工艺是个整体，热处理变形不一定是热处理本身的问题，如果零件结构本身变形不可控，报废数量也就不

陕飞：以高质量AOS管理体系助推企业高质量发展

| 尚岩峰

党的二十大把“基本实现国家治理体系和治理能力现代化”作为2035年我国发展的总体目标之一，集团年度工作会上将“治理能力现代化”作为集团2023年五大领域现代化建设的重点任务之一。航空工业陕飞积极响应号召，将体系治理作为推动陕飞高质量发展的关键之举和治本之策，大力开展以AOS管理体系治理工作，提高制度编制质量，打造更加适合陕飞高质量发展的规范、协调、高效运营管理体系，以行之有效的制度体系切实支撑陕飞行稳致远。

建立制度评审评估考核机制、压实制度管理各级责任、提升全员敬畏制度和遵守规则的纪律与规矩意识。陕飞公司从思想意识方面不断提升全员对制度管理的重视程度，致力养成员工依法依规办事的自觉，促使企业体系建设流程不断迭代，制度建设趋于标准化、流程化和信息化。按照既定的制度建设、制度评审、制度执行和制度评估考核要求，陕飞公司提出明确建设要求，各职能部门根据公司制度体系建设及评定要求编制对应要求及举措，切实为企业AOS管理体系建设指明前进方向，为今后发展提供根本遵循和确定的路径方法。同时为进一步完善AOS制度评估考核机制，在严格遵循“全面性、系统性、规范性、可操作性”“凡制度必评审、凡制度必评估”工作总要求的基础上，着力追寻构建AOS制度评审评估考核机制的“新路子”。

除成立制度评估组，开展常态化制度评估工作外，积极制定制度的审核、会签、审查标准及上级文件、合规要素、问题整改承接审查标准外，还通过先后开展4期AOS制度评估审查活动，明确审查主体责任和审查内容；通过例会专题汇报形式，对及时发现的问题及时进行制度修订和强化，提高制度质量，切实实现了AOS制度评估审查的全覆盖。与此同时，

五位一体方法的前提下，全面有序展开自顶向下、正向设计、上下对准、逐层细化的AOS管理体系建设，一举顺利通过集团AOS管理体系达标级、铜牌级评价现场审查。

如今，陕飞公司正积极构建着一个高效、规范、有序的AOS管理体系，在以查促改、以查促建，深耕细作的建设过程中，坚持立足当下，坚持谋划未来，坚持以业务流程为核心，为企业运营效率和管理水平的持续提升及管理创新工作机制的不断健全持续提供着源源不断的动力和支撑。

产品工艺“烧脑”记

| 吴清雨

航空工业南京机电的工艺员小吴最近遇到了一个新问题。她接到外圆磨师傅着急的电话后，匆匆赶到现场，原来是有一批齿轮刚开始加工，就出现了两件局部厚度超小的情况。

小吴步步排查：定位基准面有没有问题？夹具有没有问题？齿轮端面全部磨出来，各个位置尺寸合格。既然有合格零件，那就将剩余零件先磨到尺寸看结果。结果显示，大多数零件合格，只有3件局部尺寸超小，3件报废，剩余零件继续下转。问题看似解决，小吴的心里却还是有些疑虑。

愈演愈烈

10天之后，第二批齿轮来了。平磨时工装一次装夹八个零件，有4件“没磨出来”，而厚度已至下限，平磨师傅开始喊了。

小吴快速翻看工艺，当前是磨床通过吸盘吸住零件定位进而磨削基准面，前一道工序是研磨定位面，再前一道是热处理提升硬度。她找来测量工装，却怎么也放不进零件内孔里，再一测量，同一零件内孔直径极限相差0.1毫米，零件内孔变成了椭圆，内孔变形了。

小吴重新计算了尺寸链，发现当前工艺预留了0.05毫米的空间。也就是说，本工序还可以再往下磨0.05毫米。于是小吴给出了解决方案：先按原尺寸磨加工，原尺寸磨出来的零件再往下磨0.05毫米。结果显示，还有30%的零件报废。看来，小改无用。

推翻重来

工艺到底有没有问题？不管以前做得怎么样，现在合格率低是不争的事实，调整尺寸作用不大，改变装炉方式也没用，难道只能重编工艺？

重编看似简单，却要考虑诸多因素。小吴再次梳理思路。机加工工艺是个整体，热处理变形不一定是热处理本身的问题，如果零件结构本身变形不可控，报废数量也就不

陕飞公司把目光聚焦在“问题”上，以“问题清单”为抓手，强调体系建设过程中的目标导向、问题导向和系统观念，通过专项工作团队对主价值链和重要支撑业务域流程架构的不断修订细化迭代，逐步将“触角”端到端延展至科研管理、批生产、人力资源、财务管理及四随管理的方方面面，在重新定义、深层分析、仔细识别的过程中，真正解决流程断点、堵点和盲点问题，切实提高陕飞公司AOS管理体系的全面性和系统性夯实基础。

用发展的目光审视企业流程信息化的落实与落地，积极推动体系的达标和晋级。依据集团AOS管理体系建设总体要求，陕飞公司在“加快推动流程信息化落地，实现AOS与信息化深度融合”决策部署下，科学处理业务流、流程制度化、制度表单化、表单信息化，充分梳理业务流程与信息系统的匹配融合关系，围绕管理公司、管理运营、管理支持3个视角积极开展流程信息化规划建设，先后建立起规划、建设、运行、评价改进的PDCA循环机制，构建流程管理系统，开展活动级流程建模，完成全部1505条BPMN流程建模和表单建模，实现1043条流程的信息化覆盖。在严格遵循“架构—模型—流程—IT—标准”

五位一体方法的前提下，全面有序展开自顶向下、正向设计、上下对准、逐层细化的AOS管理体系建设，一举顺利通过集团AOS管理体系达标级、铜牌级评价现场审查。

如今，陕飞公司正积极构建着一个高效、规范、有序的AOS管理体系，在以查促改、以查促建，深耕细作的建设过程中，坚持立足当下，坚持谋划未来，坚持以业务流程为核心，为企业运营效率和管理水平的持续提升及管理创新工作机制的不断健全持续提供着源源不断的动力和支撑。



可控。顺着把零件变“强”的思路，她试着把零件加厚了2毫米，可是这么多余量要高效去除是个大问题。硬度太高车刀加工不动、磨削余量太多会产生烧伤，效果不好不说，效率还低，解决一个问题却又带来了一堆新问题，这个方案行不通。

就在小吴一筹莫展的时候，一个念头闯入她的思绪：何不两个并作一个加工？她开始琢磨二合一方案的可行性：设计尺寸要保证；热处理时零件厚度必须是现在的2倍厚，不然变形不可控；外磨、平磨余量不能多，按0.2毫米计算；内孔变形至少0.1毫米，保险起见留0.15毫米；齿轮要热处理，热处理前齿轮必须加工出来；减重孔原来是热处理前加工，可能也会影响变形，要不要放在热处理后加工？减重孔只能铣加工，铣刀能不能加工这么硬的材料？随着一个个关键因素被确定，一道道工序也布局完成，新方案终于出来了。

大胆尝试

火速完成工艺签署，做完最后调整，小吴赶紧通知主管调度重启生产流程，为保证加工连续性，她决定采取分批热处理并全程跟踪加工过程。该来的问题一个也不少。

“让问题来得更猛烈些吧！”她一边念叨着，一边试加工一边优化，第一批加工结束，零件合格率一下子提升到了96%，她心里有了工艺更改的底气。进一步完善细节后，接下来的六批零件顺顺利利地入库了。

参与加工试制的工人师傅们开心起来了，小吴心里的一块石头也终于落地。