

打造卓越电子工程体系 提升企业价值创造能力

——航空工业上电所面向未来的电子工程探索实践

航空工业上电所 崔亮

“中国制造 2025”中所提及的“制造”已远远超出了传统的生产制造范畴，是以科技创新为指引，覆盖产品研发、制造、交付以及保障全生命周期的深度变革。电子工程作为制造的核心环节之一，在这场变革中赋予了重要的使命。作为国内从事机载电子系统研究的重点科研单位，上电所始终秉持技术领先、产品先进、工艺专业、制造可靠的电子工程产品研发理念，切实加强贯穿产品全生命周期的研发管理，为用户提供价值服务，在建立面向未来的电子工程研发体系上开展了卓有成效的探索。

聚焦企业使命 深入推进平台主线创新战略

“科技报国、装备强军”的企业使命，要求上电所必须扮演好航空电子硬件平台高端集成商与供应商角色，不断提高基于需求的架构设计能力，以及全生命周期的研发与管理能力，力争在行业领域内做到“国内领先、国际一流”。在深入研究行业发展规律和未来发展趋势的基础上，上电所确立了平台主线创新战略。

平台建设是企业的战略活动，平台定义过程是一个架构设计的过程，它的最终目标是帮助企业能够快速服务定制化设计要求，保证产品的高品质，在实现产品快速进化的同时，有

效降低企业及其合作伙伴的边际成本，最终实现商业成功。上电所在系统审视专业体系和产品谱系的基础上，正在全力打造三大产品平台，建立系列化可复用的软硬件产品（CBB）、研发过程、验证环境、设计工具、设计方法、设计规范、接口标准、模型库、知识库，不断提升产品三化水平，提高CBB的复用率，进而提升研发效率。技术平台坚决围绕产品平台推进创新工作，不断推动整合行业优势资源的技术共享，积极推进跨学科、跨部门的协同研发，并对现有产品开展颠覆性技术的创新，升华产品工程化设计技术，持续夯实产品的核心竞争力。

完善研发过程 积极寻求弯道超车合理路径

从产品全生命周期的视角看待研发活动，是开展电子工程研发过程变革的首要条件。为了全面提升产品研发效率，上电所秉持“大研发”的工作理念，坚持系统思维，从过程、活动、指南、模板和检查单这几个层级逐步完善电子工程过程文件。通过自顶向下的培训灌输，实践过程中的反复迭代，成了设计师的行为习惯。同时，全力推进以EBOM为核心的BOM体系建设，完成BOM数据的整理与核准，通过和PMIS和MES系统协同，支撑产品研制计划管理优化。依托PDM、ERP等系统，做好型号产品的构型管理与成本管理，努力实现设计数据的

轻量化浏览，打通设计、工艺、采购、制造在产品研制阶段的业务协同，有效地缩短研制周期。

质量是航空人的生命，在提升研发效率的同时提升产品质量是电子工程的不解追求。产品质量是由体系、过程、技术共同决定的，而工作质量则是保障项目研发质量与产品交付质量的关键。为此，上电所进一步严肃技术评审过程，建立了专业覆盖面广、工程经验丰富的评审专家库，充分发挥同行评审的作用。专门成立了电子工程过程小组（EEPG），负责策划与推进电子产品设计质量管理，不断验证现行的研发流程、产品平台和过程文件，发现研发过程中出现的共性问题，通过表单化的形式为设计师提供良好借鉴，杜绝同类问题的反复出现。针对历史遗留的技术质量问题，特别是外场故障率高、用户关注度高、技术难度高的“三高”项目，建立整改专项，做好举一反三，并形成知识库。

坚持需求牵引 努力实现快速对接制造目标

基于模型的工程（MBe）为电子工程设计过程和设计方法带来了重大变革。基于MBe的相关理念，上电所正在全力推进以建模仿真与数据管理为核心的跨专业协同设计平台，将基于模型的协同设计升级为基于数据的协同设计，应用科学的仿真和分析工具对产品全生命周期的每个环节进行

辅助并决策，在满足与MBSE无缝衔接的同时，实现了电子、工艺、制造在产品研发阶段的设计协同，使快速对接制造成为可能。

实现从“基于文档”向“模型驱动”转变。需求理解和传递的不到位，产品在联试阶段和试飞阶段大量的设计迭代使我们的生命周期管理体系变得异常脆弱。运用基于模型的设计方法，通过功能样机的综合，让需求在V字形的左边得到充分验证与确认。各个设计活动在数字样机阶段的协同使得产品在制造之前就能够完成90%以上的设计迭代，真正做到一次设计成功，实现了需求工程的真正落地。

实现从“静态设计”向“数据协同”转变。从系统工程的视角来看，模型传递的本质是建立跨学科的标准语言，确保设计实现与需求一致，提升验证效率与准确性，促进大规模团队的有效沟通和协同。在电子工程设计领域，模型是包括需求、架构、行为和参数在内的动态信息，是联系数字和物理两个空间的媒介，覆盖设计到仿真、制造各个环节。电子工程设计过程不仅定义了模型，更重新定义了生命周期的研发数据。以模型作为核心数据，以数据贯穿研制流程，最终实现共享与重用，进而实现产品研制效率的大幅度提升。

加强能力建设 服务航空科研

——记航空工业昌飞直升机开放式航电系统综合测试平台建设

航空工业昌飞 陈迪波 葛晓凯

随着以数据总线网络为代表的数字式航电系统和玻璃座舱在国产直升机上的大规模应用，航电系统的更新及换代升级更为频繁，传统的专测式、分立式航电成品的测试方式，已经不能满足数字式航电系统的总线接口测试、数据仿真与激励的测试需求。

直升机开放式航电系统综合测试平台是一种以开放式、模块化为特征的航电系统综合测试环境。对于常规输入、输出接口测试，工程技术人员按照被测对象的信号传输路径，调用对应的模块即可创建对应的测试程序，实现接口测试的目的。通过这一方式，能够降低测试程序开发、调试与发布的技术门槛，较好地适应主机单位的科研生产现状。

数字式航电系统工作在经过精确裁剪的嵌入式实时操作系统环境下，各系统之间存在着大量的数据交互。开放式航电综合测试系统采用裁剪、优化后的实时操作系统模拟机上的工作环境，通过各类非总线与总线接口板卡，模拟航电系统的硬件连接关系，可以最大限度地仿真被测航电电子系统、成品在机载条件下的工作特性，从而全面检测被测航电电子系统、成品的静

态和动态性能指标。

作为航空工业昌飞重点专项科技创新项目之一，该测试平台建设相关工作于2011年启动。在立项之初和建设过程中，公司抽调测试软件开发与硬件集成方面的专业技术人员，组建了专项工作团队，开展先期技术研究和后期集成与调试工作。在公司及工程技术部等部门的大力支持下，团队成员精心策划，开展了大量细致入微的分析和统计工作。

直升机开放式航电系统综合测试平台建设，是一项复杂的系统工程。不仅需要专项工作团队在软硬件集成与功能模块调试等方面开展工作，还需要协调与组织相关部门开展试验室的电气与工艺布置工作。测试平台的建设，还是一项复杂的管理工程，涉及技术状态、调试人员、工作计划与进度等管理工作。

在测试平台的建设过程中，昌飞公司工程技术部前期开展了大量调研工作，借鉴了兄弟单位类似功能的测试环境和试验室的应用情况。在确保技术可靠性和先进性的前提下，重点考虑公司科研生产具体情况，对测试平台的总体架构、软硬件资源配备等方面的内容进行了裁剪与优化。

为解决专测设备测试对象单一、

扩展性弱等不足，团队成员采用模块化设计思想，将测试过程所需要的软硬件环境，自上而下划分成测试流程编辑软件、ICD（接口控制文件）处理软件、Matlab模块化编程环境、测试硬件资源的驱动与接口封装模块、CPCI背板总线的测试计算机、海量连接器适配模块、配线管理模块等软件模块。团队人员多次走访航空工业直升机所、中国商飞上飞所等兄弟单位，与专业技术人员深入交流，了解类似平台或试验室的集成与应用情况，以确保平台的可靠与实用。除此之外，工作团队一方面组织各专业技术室，仔细梳理每一型成品及子系统的电气特性，制定适配器和配线管理模块的工作机制；另一方面，对各专业技术室的工程技术人员开展培训，让更多工程技术人员参与到平台的集成与调试工作中。

直升机开放式航电系统综合测试平台的开放性体现在：平台提供了仿真与测试所需要的通用的软硬件资源，支持硬件资源的添加与升级。平台的模块化在于：被测对象测试程序创建与发布所需要的软硬件资源，均提供图形化的封装模块。为实现系统的开放性和模块化，整个系统采用通用测试环境的软硬件架构和模块化的测试

程序开发与运行环境，便于后期硬件资源模块的更新升级以及测试程序的移植。当面对新机型测试需求时，通过更换或更新软硬件模块及对应的驱动模块、配线与测试流程的配置文件和测试电缆，即可实现对应的测试需求。

通过开放式航电系统综合测试平台的项目实施，昌飞公司增强了对航电系统进行接口测试和系统仿真的能力。一方面，实现了对机载成品及子系统在真实机载条件下工作环境的模拟，在基于实时Linux操作系统的上下位机实时仿真与测试环境的辅助下，达成了对航电总线、非总线数据进行仿真与解析的目标，填补了公司不具备在实时环境下对机载成品及子系统实施测试的空白；另一方面，创建了ICD信息管理平台，使公司具备了对不同机型、不同传输特性的ICD实施有效管控的能力。

开放式航电系统综合测试平台的整体技术水平，应该说在国内居于前列，在国际上也处在主流。基于实时操作系统环境的航电系统集成测试环境，已经在直升机预研、科研、测试与维护等阶段发挥着重要的作用。

英国开发智能织物可监测飞行员压力水平

英国诺丁汉特伦特大学（NTU）正在开发能够监测飞行员压力程度的智能纺织品。该校由Tilak Dias教授领导的高级纺织品研究小组，将针对嵌入到飞行员座椅和制服的智能纺织品如何监测飞行员焦虑情绪展开研究。研究人员将多种传感器嵌入到纱线中，使形成的智能织物可以监测不同的压力指标，包括：心率、呼吸和体温等，在飞行员注意力不集中时检测其疲劳程度。Dias表示，智能纺织品将提供新的预测和诊断技术，能够以完全非侵入性的方式对飞行员进行监测。该项目获得了欧盟委员会124万英镑的资助，是主动模拟器座舱增强（Ascent）项目的一部分。Ascent项目的其他研究方向包括：眼球跟踪技术开发、可模拟环境平行阳光的照明系统以及设计用户直觉（user-intuitive）座舱等。（理群）

日本JAXA研制用于太空舱的球型无人机



日本航天航空研究开发机构（JAXA）于7月14日发布了其所开发的球型无人机“Int-Ball”以及其在国际空间站（ISS）内浮游的画面。“Int-Ball”是由地面管制局通过远程操控的球型无人机，搭载了12台推进风扇，能够边飞行边拍摄。该机大小为直

径150毫米以下，重量为不足1千克。可连续运行约2小时。可通过USB接口进行充电。通过搭载的照相机，这种无人机能够拍摄宇航员在太空舱内作业情况，并能将影像实时地传输至地面。目前该无人机已经用于日本实验舱“希望”号内。（蓝格）

航空工业宏远立足实际 挖潜降本提能力

航空工业宏远 王平

2017年上半年，航空工业宏远公司大型锻造厂完成产品入库3.43亿元以上，与去年同比增长27.56%；实现某两项重点产品节材164800千克，减少材料费支出1640000余元；深挖潜力增效益，创下了5月份交付法宇航产品500余件的历史新高。这一系列成绩背后，来自于“眼睛向内找差距、持续改进提能力”的探索实践，源自于“两学一做”的深学实做真改。

在“精”中求突破。大型锻造厂以“市场年”里“抓管理、提效能、强创新”为抓手，重点在推进锻件精准化标准化生产上求突破。某厂梁轴类钛锻件组织性能不稳定是影响提质增效的一大难题，为快速扭转这一不利局面，分厂党政领导齐抓共管，抽调精兵强将与技术中心项目人员展开联合攻关，分析过程，梳理数据，改进工艺，强化验证，摸索编制了《关于某型产品锻造工步作业指导书》，强化各班组间的规范化操作及标准化生产，此举有力确保了该型产品的质控稳定性，同时在减少锻件打击火次，保证批产数值一致性方面起到了积极的保障作用。

借鉴这一成功经验，大型锻造厂迅速调整目标，将“精”的着力点放在提高某盘类件内部组织均匀性方面，研究制定阶段性分解方案，探索优化锻打锤击能量及频次，经数十次的实践总结，最终固化形成了“35+1”最佳锻造工步。分厂厂长张爱军介绍情况时说，该工步从锻件入炉摆放位置、始锻温度、锻打节奏、变形把控等方面都有着严格要求，是菜单式流程化的运转方式，有利于问题的追溯、改善和提高，具有操作严谨、标准细化、功效提高的属性，是指导操作者依照标准执行，匡正随意性生产的“必杀利器”。自该工艺正式实施以来，已先后完成了29个批次500余件的生产，质量稳定率保持在100%。目前，分厂正以此事例为契机，优化细化各类产品工艺参数的积累和提炼，逐步将这一做法拓展延伸到其它关键件生产，进一步提高工作质量效率。

在“实”中提效能。落实是最好的行动。大型锻造厂党支部书记、生产厂长陈建中说：“实”是干好一切工作的前提，是保障决策落地的关键。针对锻件余料多毛边大不利于成型的现实，与行政策划实施了“两学一做”党员率先示范、“党支部强堡垒树标杆”等特色活动，有力助推了节材降耗工作取得了实质性成



高“烤”下的坚守。