

民用飞机预研项目存在问题及对策

Problems and Countermeasures in Advanced Research Projects for Civil Aircraft Technology

舒秀丽 / Shu Xiuli

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

指出我国民用飞机预研项目常见的三类问题并加以剖析,相应提出三项对策付诸实践:建创新信息库助正确需求牵引,组综合项目团队(IPT)助预研高效实施,抓技术成熟度评估(TRA)促研究成果应用。上述对策在民用飞机驾驶舱技术领域三个系列化预研项目的立项和实施中显现成效,突破制约民用飞机预研引领和支撑民用飞机产品研发的瓶颈,可供民用飞机各技术领域和其他产业的预研项目借鉴。

关键词:民用飞机预研;创新信息库;综合项目团队;技术成熟度评估

中图分类号:F426.5

文献标识码:A

[Abstract] In this paper, three common problems are pointed out and dissected in advanced research projects for civil aircraft technology in China and three corresponding countermeasures being successfully implemented are proposed. These countermeasures are: establishment and application of innovation information repository supporting the setting-up of advanced research projects to reflect correct demand traction, effective formation and operation of the Integrated Project Team for effective project implementation and enhanced Technology Readiness Assessment promoting the application of research achievements. Good results of the application of the above-mentioned countermeasures are being achieved in the setting-up and implementation of three “serialized” advanced civil aircraft cockpit technology research projects, which break through the bottleneck of the advanced researches’ leading and supporting role to civil aircraft product development and provide a reference to advanced research projects in other industries as well as in different civil aircraft technical fields.

[Key words] advanced research for civil aircraft technology; innovation information repository; integrated project team (IPT); technology readiness assessment (TRA)

0 引言

民用飞机产品(以下简称“民机产品”)研发具有高投入、高技术、高风险等特点,属我国高新技术产业的核心生产活动。民机产品从形成概念开始到全部停飞退役为止的全生命周期都离不开民用飞机预先研究(以下简称“民机预研”)项目的支持。也就是说,民机预研是民机产品研发离不开的重要技术准备,对民机产品研发起着引领和支撑作用,对提高和保持民机产品的技术先进性、缩短产品研制周期、提高产品的市场占有率具有非常重要的现实意义。以往民机研发项目的实践表明,进行技术

准备的民机预研工作起步早、完成好,能够最大限度地缩短民机产品研发周期,提高成功率。

民机预研的对象不仅是民机产品和服务本身应用的技术,还包含民机市场研究开发以及形成、验证、改进这些产品与服务和提高经济效益应用的技术,范围很广。民机预研项目按其所处的研究阶段和与民机产品研发的关系可分为民机技术基础研究、民机技术应用基础研究和民机技术应用研究前后衔接的三大类别。民机技术基础研究是为民机产品研发提供新概念、新原理、新方法、新技术、新材料和新工艺等所展开的前瞻性、开创性、基础性研究工作。这些研究尽管不针对具体的飞机

产品,但研究成果将为民机产品研发提供新的理论依据,奠定进一步开发技术的坚实基础。民机技术基础研究的最大特点是重在实现原始创新,对民机产品研发具有引领作用。民机技术应用基础研究是旨在将民机技术基础研究成果化为可向民机产品研发提供具体技术支撑所展开的基础性研究工作。民机技术应用研究则针对在民机产品研发中应用的具体对象,开发和验证技术成熟度符合在民机产品研发中能够直接应用要求的具体应用技术。

前些年,我国民机预研尽管取得了不少研究成果,也在民机产品研发中得到应用,但并没有很好地体现在引领和支撑民机产品研发方面所应该起到的重要作用,存在若干严重制约我国民机产业提高技术能力,研发有竞争力的产品并取得良好效益的瓶颈。本文主要从同时承担繁重民机产品研发任务的民机预研承研单位预研项目管理的角度,指出并剖析我国民机预研项目常见的问题,提出解决这些问题的对策,以期促进我国民机预研充分发挥对民机产品研发应有的引领和支撑作用。

2 常见问题

回顾我国前些年民机预研的实践可发现,我国不少民机预研项目分别在立项、实施和结题阶段开始凸显三类问题:缺失正确的需求针对性、预研项目实施不得力、研究成果可用性不高,而其中居前问题又是导致居后问题的重要原因之一。

2.1 缺失正确的需求针对性

民机预研的原动力是对开发不断升级换代的民机产品和相应服务的市场驱动和客户驱动,以及在其驱动下产生的民机产业不断完善技术准备,提高技术能力的动机。民机产业完善技术准备,提高技术能力目的在于当市场需求变化带来取得商业成功机会和技术能力增长带来实现技术进步机会两者有可能结合时,能不失时机地成功开发具有竞争力的新产品和相应服务,及时投入市场并持续改进已有产品和服务,扩大市场分享量,最终“寓自身增值于客户增值之中”,实现与客户的双赢和自身的长足发展。上述驱动的具体体现,一是国内民机产业落实其产品发展规划开展新机型号研发的长远、中期和近期需求的牵引,二是国际民机企业基于先进科技发展水平的产品和服务强劲竞争力的鞭策。要独立自主地研制世界一流的民机新产品,就必须准确识别上述长远、中期和近期需求并在其

牵引下预研先行。实践经验和教训告诉我们,在我国成功开展民机预研,达成既定目标有四个前提。第一,践行自主创新精神和“以客户为中心,寓自身增值于客户增值之中”的正确价值观;第二,坚持历届全国科学大会反复强调的“企业是技术进步的主体”原则;第三,统筹规划,突出重点,分步实施,分别在国家、民机产业和具体企业三个层次,制定远、中、近结合,互相衔接的民机技术基础研究、民机技术应用基础研究和民机技术应用研究规划;第四,坚持以中国商飞等我国民机产业主体企业的技术开发体系为核心,实行“政、产、学、研、用五结合”,体现举全国之力,聚全球之智,根据准确识别的实际需求制定实现上述规划的具体计划,通过竞争机制择优汰劣确定承研单位,及时立项,做到任务、组织、保障三落实,实施有效、严格的科研项目管理,按规范的流程开展研究。

民机产品研发必须满足目标细分市场的需求和保障作为高度复杂和高度集成产品的民机具备必要的安全性,并持续处于安全、可用状态的适航规章要求以及其他适用法规的要求。因此,在民机预研项目立项论证过程中,也要充分考虑源自民机产品研发的上述需求。

由于相关方面对需求牵引的重要性和上述需求及其来源缺乏正确、全面的认识,不少民机预研项目从申报立项开始,就缺乏或完全不具备正确的需求针对性,主要表现为:

(1)民机技术基础研究项目脱离了源于我国未来新机型号牵引和世界民机先进科技发展驱动的实际需求,变成了一些“空对空”的纯理论或“纯方法”研究。

(2)项目的需求分析没细化,不具体,稀里糊涂立项,草草结题。

(3)民机技术应用研究项目为立项而立项,为研究而研究,既不考虑支持实现民机产品符合目标市场需求并具有竞争力,也不考虑支持实现民机产品符合适航要求,导致研究成果不好用或不能用。

(4)民机预研项目立项选题脱离了申报单位和民机产业或国家的科技发展规划,成了无源之水,无本之木,当然也就很难和实际需求挂钩。

2.2 预研项目实施不得力

部分承研单位实施民机预研项目不得力,主要表现为:

(1)对民机预研认识不够,组织不力,重眼前型号研发任务而轻预研,认为型号研发是硬任务、硬

指标,预研工作是软任务、软指标,导致一些预研任务不能按计划完成,即使能按计划完成也未能保证质量,甚至应付交差了事。

(2)没有投入足够人力资源从事预研项目的研究和管理工作或者实际经费投入打了折扣。

(3)没有采用科学的民机预研项目管理模式来实施民机预研管理,技术、质量、成本、进度四坐标控制不严,执行效率不高。有些国家级重大预研项目,主要承担单位责权并不到位,各参研单位之间协调不够,沟通不畅,影响了预研工作的正常开展。

2.3 研究成果可用性不高

民机预研项目取得的研究成果中,相当一部分可用性不高,主要表现为:

(1)民机技术应用研究项目缺乏正确的需求针对性,不与新机研发需求挂钩或挂钩不密切,或者脱离民机产品研发对支持实现产品符合市场需求具备竞争力和适航要求的实际需求,所获得研究成果很难找到成果转化应用的“婆家”;

(2)预研项目研究成果未达到必要技术成熟度或者“含金量不高”,很难在民机研发或后续民机预研中应用;

(3)承研单位重预研项目的验收,轻研究成果的推广应用,按计划节点完成预研后只专注于通过课题验收评审,一旦经主管部门验收,就万事大吉,不再考虑完善和提炼升华研究成果,使之可用而且好用,影响了成果的可用性。

(4)承研单位重成果申报轻成果实际应用,非常重视争取研究成果获奖,一旦成果获奖后,就将其束之高阁,不再考虑它的实际应用,自然也谈不上对成果的完善,形成成果可用而不用,成果可用性可提高而不能提高的不合理局面。

3 有效对策

基于本文前述的对民机预研性质、任务、原动力和取得成功必要前提的认识,针对民机预研项目的上述问题,分别提出三项有效的对策:建创新信息库助正确需求牵引,组综合项目管理团队主预研高效实施,抓技术成熟度评估促研究成果应用。

3.1 建创新信息库助正确需求牵引

建创新信息库助正确需求牵引指建立和应用“创新信息库”,引导和帮助实现对民机预研正确的需求牵引,解决民机预研项目缺失正确的需求针对性问题。

这里所谓的创新信息库,集“民机预研需求信

息库”和“创新性点子库”于一体,还收集了已完成的民机预研项目针对满足具体需求,经实践检验的必要研究内容、最佳攻关途径、有效技术手段和成果概要,以及对其可应用的范围与应用效果的评定、后续预研需求等信息。

“民机预研需求信息库”与时俱进地汇集国家、地方、民机产业和企业各层次的产品发展规划和科技发展规划,以及相应制定的实施计划和发布的各类预研项目指南中提供的,对民机预研项目立项和实施的需求信息。“创新性点子库”与时俱进地汇集科研院所一线科研人员和民机产品研制一线专业技术人员站在民机科技发展前沿,支持实现民机产品符合适航要求和市场需求并提高竞争力,在实践中为提高产品整体技术水平、产品质量、工艺水平,改进方法、手段等提出的研究创新点。创新信息库的信息条目与立项报批文件的格式相容,按对应的民机预研类别、需求迫切程度和潜在应用广度、研究周期、可供经费等维度分别存储和提供检索,并在应用中逐步扩充,不断完善。

申报立项和承研的单位及具体参研者利用创新信息库,有助于在民机预研项目立项阶段,根据自身的实际需要和所具备条件合理选题,准确识别对拟承担项目的实际需求,正确确定实现满足需求的研究途径、方法、计划、交付物和对资源的需求,以期获准立项、取得可用资源并顺利开研;在预研项目各实施阶段落实正确的需求牵引,及时纠正偏离,攻艰克难,按技术、质量、成本、进度四坐标要求完成任务并实现取得的最终成果具备尽可能高的可用性。

民机预研项目管理部门制定创新信息库建库与发展的规划以及相关技术规范和管理办法,组织开展创新信息库的创建、审批入库信息、逐步扩充发展和日常管理工作,鼓励和组织专业技术人员及时、有效、充分地利用创新信息库,积极争取并实现正确的需求针对性强的民机科研项目立项,高效开展研究,取得高可用性成果,同时积极、主动地参与创新信息库的扩充完善工作。

3.2 组综合项目团队(IPT)助预研高效实施

组综合项目团队助预研高效实施,指在民机预研项目中,采用类似民机产品研发项目组织集成项目团队的思路和相应的项目管理模式,构建实施民机预研项目的主体。该主体实行项目负责人技术和管理责任制,做到明确分工、落实责任、履行职责、胜任使命、全面考核,通过合理调整生产关系,充分、有效利用资

源,高效实施民机预研项目,解决民机预研承研单位,尤其是同时承担繁重民机产品研发任务的“双肩挑”承研单位预研项目实施不得力的问题。以“双肩挑”承研单位为例,进一步具体说明如下:

“组民机预研综合项目团队(IPT)”有两层含义,一是各预研项目自身组建“核心能力IPT团队”,二是将该“核心能力IPT团队”融入到相关的产品研发项目团队中,使其成为产品研发IPT的一个分支,赋IPT概念中的“综合”以新增的内涵。

预研项目成立“核心能力IPT团队”,改变以往在“双肩挑”单位预研项目团队“配角”和“兼职”的地位,与产品研发队伍一致,实行统一的人事、薪酬、考核与合同管理等制度。核心能力IPT团队除骨干成员外,在预研项目周期内实行人员动态管理,根据研究任务需要和完成情况适度调整,以有效利用“永远觉得有限”的资源,尽可能不干扰产品开发进展又保证预研项目进度。民机预研项目IPT团队的具体组成以项目负责人牵头,产品研发和预研技术专家为骨干,高学历年轻同志为支撑。这种人员组成既有利于预研紧密结合产品研发,又利于年轻同志在实践中充分施展和全面增长才干,加速成长。

组建核心能力IPT团队担当项目实施主体的上述举措,在实践中治愈了以往民机预研项目人员配备不齐,管理松散的痼疾,同时随着配套制度的实行,预研项目的合同流程管理、研究报告归档等存在的责任单位不清问题也迎刃而解。

3.3 抓技术成熟度评估(Technology Readiness Assessment,简称TRA)促研究成果应用

抓技术成熟度评估促研究成果应用,指民机预研项目管理部门在预研项目各计划节点和结束时都对照预订指标进行TRA,将实现研究成果可用度达标有效纳入预研项目管理,贯穿于项目实施全过程,以切实解决研究成果可用性不高的问题,有力促进民机预研项目取得的成果得到有效、及时、广泛的应用。对民机技术基础研究、应用基础研究或应用研究项目同样适用。具体说明如下:

首先,在民机预研项目获准立项开研前,根据项目所属民机预研类别和针对的特定需求,正确确定作为其研究/开发对象的特定民机技术的技术成熟度(Technology Readiness)在项目完成时必须达到的确保研究成果可在既定范围成功应用的技术成熟度等级(Technology Readiness Level,简称TRL)最终目标,以及在实施该项目的各个计划节点,分别必须达到的必要、

合理、可达的一系列技术成熟度等级阶段性目标。

其次,在项目进展达到每个计划节点和结束时都进行严格的技术成熟度评估,确定当时实际达到的TRL等级,据此分别判断该预研项目在技术、进度两个维度是否符合计划要求,预测按计划要求在项目完成时研究成果的技术成熟度达到最终目标的可能性,一旦发现偏离就及时采取有效措施纠正,提高预研项目按计划结束,同时研究成果达到既定可用性目标的概率,并对最终是否达标作出结论,根据实际最终TRL等级确定能否在后续类别民机预研项目或在产品研发中直接应用以及可应用范围。

TRL是20世纪80年代NASA提出的一种技术成熟度评价体系概念,用以区分技术所处的发展层级,指导工程应用。在实际应用过程中,诸如美国国防部(DoD)和欧洲航天局(ESA)等机构,根据不同应用领域的行业特点加以适应性调整,分别提出相应的TRL体系。典型的TRL具体定义见表1。

表1 典型TRL定义

等级	定义	详细说明
1	提出基本原理	提出应用该技术的基本原理,或沿用已有的原理,作为提出应用设想的基础。
2	提出应用设想	基于基本原理,提出实际应用的设想,但有待进行试验或者详细的分析。
3	完成应用设想的可行性验证	进行试验或者详细的分析,验证应用设想的可行性。
4	以原理样机或部件为载体完成实验室环境验证	完成产品关键部件,并将部件集成于原理样机,进行实验室实验验证,初步判断技术可行性。
5	以演示样机或部件为载体完成相关环境验证	通过部件或分系统级演示样机在中逼真度模拟相关环境中的测试验证,功能和性能指标满足要求。
6	以分系统或原型样机为载体完成相关环境验证	完成了分系统或系统级原型样机的集成,通过典型模拟使用环境下演示试验,功能和性能指标满足要求,工程应用可行性和实用性得到验证。
7	以工程样机为载体完成典型使用环境验证	样机尽可能接近实际产品的要求,并且在典型使用环境中进行测试和演示验证。
8	以实际产品为载体完成使用环境验证	技术完工并且经过测试验证,产品达到最终的构型,在预期使用环境中的演示验证没有出现明显的设计问题。
9	实际产品成功完成使用任务	产品通过了实际使用验证,技术指标全部满足要求,具备稳定的生产能力和客户服务能力。

借鉴已有的TRL定义,笔者所在单位构建了适

用于民机预研和产品开发的技术成熟度评价体系,并相应开发了 TRA 软件“民用飞机技术成熟度评估管理信息系统”,其典型用户界面如图 1 所示。



图 1 “民用飞机技术成熟度评估管理信息系统”典型用户界面

4 应用案例

在民机驾驶舱人机工效优化设计技术领域,我国民机产业的技术能力和产品研发技术准备,距满足市场和客户强力驱动成功研发更安全、高效、舒适、环保的新一代民机产品的需求,还有相当大的差距。在该技术领域若干子域,为达到引领和支撑民机产品研发的目的,获得民机技术应用研究才能提供的产品研发直接可用成果,必须从相应的民机技术基础研究起步,“从头来起”实现大跨度技术进步。但是,我国民机预研项目存在“缺失正确的需求针对性”、“预研项目实施不得力”和“成果可用性不高”的时弊,必然会严重制约民机预研实现这样大跨度的技术进步。笔者所在单位在该民机技术领域,运用“建创新信息库助正确需求牵引”、“组综合项目团队助预研高效实施”和“抓技术成熟度评估促研究成果应用”三项对策力克时弊,组织三个系列化民机预研项目无缝衔接成功立项开研,开创了一种“系列化预研项目无缝串行推进”的高效民机预研模式,突破制约民机预研引领和支撑民机产品研发的瓶颈,取得丰硕成果。

笔者所在单位院根据承担的产品研发任务需要,借助边创建便应用的创新信息库,于“十二五”期间,比较正确、全面地掌握了对实现民机驾驶舱人机工效优化设计的核心技术开展预研的具体需求和可用的已有研究成果,认识到当时后者对上述需求针对性不

强,未形成系统的相关理论、方法和手段,难以及时、有效指导和支持下一代产品研发的严峻态势。为此,作为主要承担单位相继及时申请并成功获准开展了科技部、工信部以及中国商飞公司资助的三个依次属于该项民机技术基础研究、应用基础研究和应用研究的预研项目。每个预研项目利用创新信息库努力在实施中聚焦于实现满足对该项目科学、合理的需求。组建融入产品研发团队,除骨干外人员动态管理,充分吸收优秀青年工程技术人员参加的预研项目核心能力 IPT 团队,作为三个预研项目的实施主体,通过制度保证全面落实技术和管理责任制,克服了产品研发任务繁重,人力资源捉襟见肘的困难,技术专家骨干相对稳定,技术路线一致清晰,保障产品研发和预研双获丰收。利用所建立的民机预研和产品开发的技术成熟度评价体系,在项目实施既定节点对照既定指标进行技术成熟度评价,保障按技术、质量、进度、成本四坐标要求完成任务。综合利用创新信息库和 TRA,实现这三个项目有高度继承性的无缝衔接,创造了一种从民机技术基础研究项目起步,最终在民机技术应用研究项目取得可直接用于民机产品研发的“系列化预研项目无缝串行推进”的民机预研模式。

科技部 973 项目“民机驾驶舱人机工效综合仿真理论与方法研究”,属国家重大基础前沿研究项目。通过研究驾驶舱人机交互的机理,建立有效的人机工效仿真体系,探索潜在的运行风险,奠定在设计流程前端解决工效问题的理论基础,所建立的综合评价体系,为发展在设计过程中进行规范、有效的人机工效评价技术手段提供了有力支撑。

工信部“十二五”民机预研项目“民机驾驶舱人机工效评估及操纵优化方法研究”,属部级重大基础应用关键技术项目。该项目是在上述 973 项目的基础上开展的针对动态任务的人机工效评估设计优化技术应用基础研究,建立了完备的驾驶舱评估指标体系与评估手段。

对已取得的各项成果进行技术成熟度评估,确定驾驶舱内饰工效虚拟仿真方法技术成熟度为 4 级,解决了虚拟评估的显示设备色彩校正、物理样机与虚拟样机的空间校正、虚拟视觉环境仿真方法等基础性问题。在结题验收后规范地将两个预研项目的相关信息收录入创新信息库。随后为了以该研究成果为基础,转化为可直接应用技术手段满足产品研发急需,申请并获得中国商飞公司创新基

金资助,实施本系列第三项属行业级民机技术应用研究的预研项目,开展设计方法应用研究,以提供驾驶舱内饰、照明系统设计优化,系统指标分解以及评估指标与规范等产品研发工具。

该系列化预研项目取得了丰硕的研究成果,在“系列化预研项目课题层次无缝串行推进”民机预研模式进行项目管理的实践中积累了经验,更重要的是为大型民机技术预研和产品研发培养了20多名驾驶舱专业技术骨干。

5 结论

(1)我国民机预研项目存在的“缺失正确的需求针对性”、“预研项目实施不得力”和“研究成果可用性不高”三类常见问题,严重制约民机预研发挥对民机产品研发的引领和支撑重要作用。

(2)针对民机预研项目存在的三类常见问题,本文提出的“建创新知识库助正确需求牵引”、“组综合项目团队主预研高效实施”和“抓技术成熟度评估促研究成果应用”三项对策,理念先进、依据充分、切合实际、合理可行。

(3)在民机驾驶舱技术领域三个系列化预研项目立项和实施中实际运用本文切中时弊提出的三项

对策,取得了突破制约民机预研引领和支撑民机产品研发的瓶颈,高效出成果,出人才并开创一种“系列化预研项目无缝串行推进”预研模式的良好效果。

(4)本文提出的三项对策及其成功实践,基于对民机预研性质、任务、原动力和取得成功必要前提的正确认识,可供民用飞机各技术领域和其他产业的预研项目借鉴。

参考文献:

- [1] 张虹,等. 航天预研项目各阶段质量工作探讨[J]. 质量与可靠性,2014,4:30-34.
- [2] 乐云,蒋卫平. 大型复杂项目系统性控制五大关键技术[J]. 项目管理,2010,2.
- [3] 王立新. 航空预研及其科学管理[J]. 航空科学与技术,1998,5:35-37.
- [4] 白思俊. 现代项目管理[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [5] (美)项目管理协会. 项目集管理标准[M]. 第2版. 北京:电子工业出版社,2009.
- [6] (德)汉斯-亨利奇·阿尔特菲尔德著,唐长红等译. 商用飞机项目—复杂高端产品的研发管理[M]. 北京:航空工业出版社,2014.

(上接第50页)



(a) 内表面结雾



(b) 除雾后

图5 风挡玻璃内表面结雾及除雾对比

5 结论

本文提出的风挡除雾试飞环境分析及拓宽方式已经应用在某型号民机的试飞试验,其可指导运输类飞机进行风挡防雾试飞试验。经实践证明可有效解决飞机风挡防雾试飞过程中环境条件选择问题。

引用文件:

- [1] 《飞机设计手册》总编委会. 飞机设计手册第15分册:生命保障和环控系统[M]. 北京:航空工业出版社,1999.
- [2] 中国民用航空局. CCAR-25R4 中国民用航空规章第25部:运输类飞机适航标准[S]. 北京:中国民用航空局,2009.
- [3] FAA. AC 25.773-1 Pilot Compartment View Design Considerations[S]. 1993.
- [4] SAE. SAE AIR 1168/4 Ice, Rain, Fog, and Frost Protection[S]. 1990.
- [5] 薛殿华. 空气调节[M]. 北京:清华大学出版社,1990.
- [6] MIL-T-5842B Transparent Areas on Aircraft Surface (Windshields and Canopies), Rain Removing and Washer System for, De-Frosting, De-Icing, Defogging, General Specification[S]. 1985.