

计算机辅助创新技术在航空企业技术创新工程中的实施模式研究

林 岳¹,段海波¹,黄风雷²,李海生¹

(1.亿维讯科技有限公司,北京 100020;2.北京理工大学 机电工程学院,北京 100081)

摘 要:分析了航空行业和航空产品的特点,新形势下我国航空工业所面临的严峻挑战和实施技术创新工程的必要性;介绍了计算机辅助创新的技术和应用前景,提出了适合我国国情的航空企业计算机辅助创新的推广应用模式,并探讨了这一模式下的航空企业创新人才培养、产品与工艺创新、创新知识管理的解决方案,为实现航空工业在新世纪的跨越式发展提供了思路。

关键词:计算机辅助创新;技术创新;航空企业

中图分类号:F426.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2005)02-0092-03

1 航空企业实施技术创新的机遇和挑战

航空工业作为一个国家的战略产业,是制造业中附加价值最高的产业。航空产品的复杂性和关键性使之成为一个国家经济水平、综合国力乃至基础研究水平和教育水平的一个标志。日本通产省分析,按产品单位重量创造的价值计,如果船舶为 1,小汽车为 9,彩电为 50,电子计算机为 300,而喷气客机为 800,航空发动机更高达 1 400。

我国航空工业经过近半个世纪的发展,形成了专业门类齐全,研制设计、试验制造手段基本完整的工业体系,为保卫国家安全和领土完整奠定了基础;在型号研制中掌握的大量新理论、新技术、新工艺和新材料,填补了国内空白。但在取得巨大成绩的同时,我们还应看到,我国航空产品尚未完全摆脱测绘、仿制、改进的研制模式,尚未形成自己的设计风格和体系;特别是半个世纪前,我国与美国、苏联在喷气推进技术上几乎处于同一起跑线上,而现在距世界先进水平却有 20 年的差距,其中的急于求成、忽视预研、只

重引进、不重消化吸收的教训值得认真总结和反思^[1]。

冷战后,并不太平的世界局势和几场现代化的局部战争对中国的国家安全提出了更严峻的挑战。同时我国加入 WTO 后,经济全球化的趋势和世界航空市场的激烈竞争对航空企业的生存和发展提出了新课题。为了适应这一新形势,航空企业正在普遍实施并行工程、产品全生命期管理(PLM)和全机数字化设计制造技术,对缩短型号研制周期、提高质量、降低成本起到了至关重要的作用^[2]。在此基础上进一步构建我国航空工业的创新体系,形成航空企业的技术创新模式,从根本上缩短与世界先进水平的差距,是目前的当务之急。本文提出应用先进的计算机辅助创新技术,建立适合我国国情的航空企业技术创新模式,并探讨了这一模式下的航空企业创新人才培养、产品与工艺创新、创新知识管理的解决方案,为实现航空工业在新世纪的跨越式发展提供了思路。

2 计算机辅助创新技术

传统的 CAD/CAE/CAM 等计算机辅助

技术对帮助航空企业缩短型号研制周期、降低研制成本起到了重要作用,但这些 CAX 技术不能决定型号产品设计的正确性、是否满足军方需求、是否具有市场竞争力。即传统的 CAX 技术无法保证产品的创新性。而计算机辅助创新(CAI)技术将帮助航空企业提高研发人员创新能力,并以有效的创新方法和工具在研发过程的早期阶段突破思维定势,开阔思路,获得创新的解决方案和型号产品(图 1)。

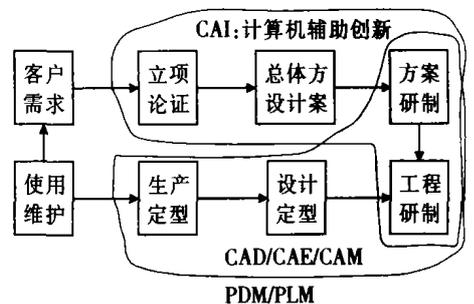


图 1 CAX 技术对航空产品全生命期各阶段的支持

近年来在国外兴起的计算机辅助创新(CAI)技术是将发明创造方法学、创新思维规律和方法、现代设计方法学、以及多学科领域的知识与计算机软件技术相结合的产物。

它使得人们在创新活动中最大限度地利用已有的知识和资源成为可能,极大地激发人们的创新潜能,提高人们进行技术创新的效率。计算机辅助创新技术及应用必将继 CAD、CAE、CAM 之后引领世界 CAX 技术发展趋势,并对产品研发流程产生革命性的冲击。

企业技术创新能力是形成企业核心竞争力的基础。创新的理论、方法和工具,相关领域的科技知识,具有创新思维能力的个体和组织,是企业实现技术创新必不可少的三要素。对应着实现创新的三要素,计算机辅助创新技术包括帮助人们以创新的观点看待知识的本体论,指导人们解决创新问题的原理和方法——TRIZ 理论^[1],以及提升个体和组织创新能力的全新培训模式(图 2)。



图 2 CAI 技术的构成

从系统观点看,描述世界万物内在规律的各门学科领域的知识具有相互关联的特性,创新问题解决方案的创造性往往是通过巧妙地找出系统组件间前人或其他人未能找出的联系表现出来。因此,从理论上讲,如果能构建出包容各门学科知识的知识库,则找出创造性问题的解决方案的过程将简化为寻找构成系统的各组件间联系的过程。这种观点在创新工程领域被称作本体论方法。

源于前苏联的 TRIZ (即发明问题求解理论——Theory of Inventive Problem Solving)是人类已有科技知识与创新思维规律和方法的完美结合。通过对世界近 250 万件发明专利的分析研究,总结出人类进行发明创造解决技术难题所遵循的原理和法则,进而建立了一个以辩证法、系统论和认识论为哲学指导,以自然科学、系统科学和思维科学的研究成果为根基和支柱,解决技术系统和过程进化中的问题,实现产品创新和过程创新的各种方法、工具组成的综合理论体系(图 3)。计算机辅助创新设计技术是基于

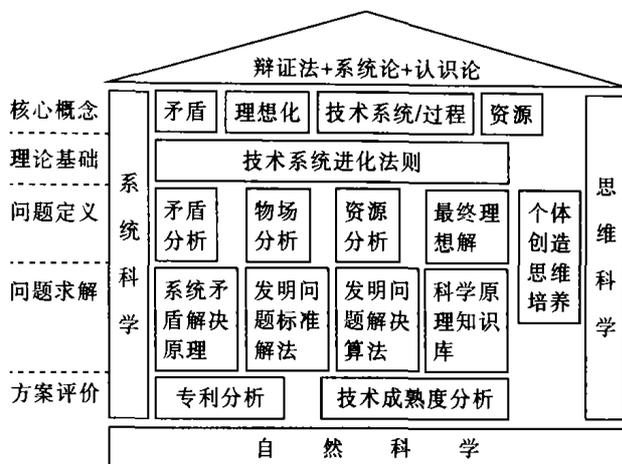


图 3 TRIZ 理论体系

发明问题求解理论的,以分析解决产品创新和过程创新中遇到的各种矛盾为出发点,进行功能创新和原理创新的产品和工艺设计技术,可极大地提高航空企业技术创新的能力、效率,从根本上为企业技术创新工程开辟一条新途径。TRIZ 理论已经在欧美国家显示出良好的应用效益和前景^[4]。

创新能力将是 21 世纪综合能力素质之首,不仅是面对社会挑战、产业结构调整与个人成功生涯所必备的基本能力,更是企业核心竞争力的源泉。国家之间的竞争、企业之间的竞争,说到底,就是人才的竞争,是具备全面素质的复合型人才竞争。基于本体论和 TRIZ 的计算机辅助创新理论框架,本文提出了一套全新、完整的创新能力培训模式,即以 TRIZ 理论为代表的发明创造方法学及其他常用设计方法学的理论阐述,案例讲解、练习巩固、实战演练和水平测试。这一创新能力培训模式不再把灵感、顿悟作为发明创新的要素,彻底改变了——发明创新只能是天才的专利——这一传统的错误观念,使得发明创新成为常人就可以掌握的本领,真正实现陶行知先生所描绘的“处处是创造之地,天天是创造之时,人人是创造之人”。

3 CAI 在航空企业的实施模式

航空工业作为我国的战略产业(即有价无市、赢利为发展手段而非目的的产业,其发展原则是“有条件要上,没有条件创造条件也要上”),其发展道路必然是以“自力更生为主,争取外援为辅”,把立足点放在自主创新上,特别是型号研制的自主创新上。努力做到重大产品生产一代、开发一代、预研一代。我国航空工业的生存和发展离不开与外界,包括国内、国外的合作和竞争。例如,

技术转让与转包生产对提升我们的军民飞机设计水平和制造工艺,以及航空企业的管理水平起到了不可估量的作用,但是合作和转包都无助于我们独立自主地发展航空工业。直到今天,还没有哪一国因转包或合作而获得独立研制大型飞机的能力。把关键技术的预先研究变成企业行为,不管是发动机还是机载设备,看准项目就要早投入。在市场经济条件下,很多项目不能只靠国家投资,否则永远不会有技术积累。而且,

技术创新不可能达到 100% 的成功率和都有回报。要鼓励创新,也要允许失败。

长期以来,我国航空企业的技术创新模式一直是模仿创新、改进创新和被动创新,产品创新和过程创新的水平都比较低。为实现航空工业在 21 世纪的突围和振兴,加强关键技术预研和重点型号研制中的自主创新和主动创新,掌握自主知识产权是发展航空工业的必由之路。本文结合航空企业的现实,提出了航空企业技术创新的混合模式:即以航空工业信息化带动工业化的发展战略为指导,以先进的培训模式进行创新人才培养,构建一支高素质的研发队伍,发挥后发优势,模仿创新与自主创新并重,产品创新与过程创新并重,逐步实现由被动创新向主动创新的转变,实现生产力的跨越式发展。

要实现航空企业技术创新模式的这一转变,有必要在航空企业内实施先进的计算机辅助创新方法和工具。

3.1 航空企业的创新人才培养

航空企业须从培养与稳定创新人才、实现有效技术积累、完善创新管理体制入手,加快培育自身的技术创新能力,构建一支高素质的研发队伍。主要措施包括:

(1) 以人为本,建立合理高效、适应市场经济的人才激励机制,培养富有创新精神和团队精神的企业员工。

(2) 建立航空企业员工(特别是设计师、工艺师以及新员工等)的创新理论和方法培训平台。改变受训员工的思维方式,使之能创造性地分析和解决问题。

(3) 将创新能力和素质作为航空企业技术职称评定与考核的一项标准。

(4) 在航空企业内,构建企业的智力资

产管理平台,加速创新知识和经验的转移与共享,充分解决企业新老交替以及人才流动所造成企业智力资产流失等问题。

(5)建立以企业技术中心为核心的技术创新体系,从组织上落实人力和物力,健全促进技术创新的管理体制和企业文化,实现个体创新与团队创新的结合。

3.2 航空企业的产品创新和工艺创新

在航空企业内结合产品全生命期管理(PLM)和六西格玛(6σ)的理念、工具和方法,结合企业的信息化建设,应用计算机辅助创新方法和工具,解决关键技术预研和型号研制中的技术难题,提高产品质量,降低研制成本,缩短研制周期,提高客户满意度,使企业的技术创新落到实处。

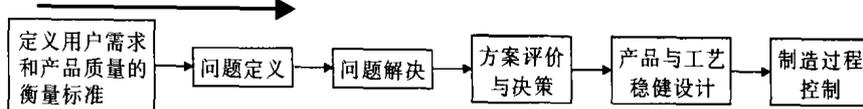
产品创新是指技术上有变化的产品的商业化。工艺创新,也称过程创新,是指产品的生产技术的变革,包括新工艺、新设备和新的组织管理方式。在我国航空企业的传统技术管理中,存在一个非常突出的问题就是缺乏对产品创新和工艺创新的协调考虑,往往强调产品创新而忽视工艺创新,严重影响了企业生产率的提高,企业工艺落后的状况已成为企业技术发展和能力提高的瓶颈环节,导致企业技术水平与国外先进技术水平差距不断拉大。

对于像现代飞机和发动机这样的复杂航空产品,工艺过程比整个产品的生命期更长。航空企业技术系统追求的目标是产品开发与工艺开发的“动态稳定性”,即产品和服务是动态的,(工艺)过程能力、企业知识是稳定的。

传统的创新模式一般是产品先导型的模式,而本文提出的航空企业技术创新的混合模式是一种工艺创新先导、工艺与产品创新之间存在交互作用的模式。在其实施效果上,混合创新具有更短的开发周期,更持久的竞争优势,能有效地把航空企业的长期创新效益和短期的创新效益结合起来,使企业能在发展战略的引导下把资源合理地配置和高效率地使用,并最终在市场竞争中赢得有利的竞争地位。这也为企业实现内涵式和集约式的发展提供了一条切实可行的途径。

针对航空企业技术创新从宏观角度研究创新策略模式多,缺乏指导企业产品创新和过程创新的可操作性强的理论工具和方法,缺乏统一完整的理论框架,没有充分利

以实现6σ为目标的航空产品研制流程



定义(D)

评价(M)

分析(A)

改进(I)

控制(C)

以实现6σ为目标的航空产品研制流程

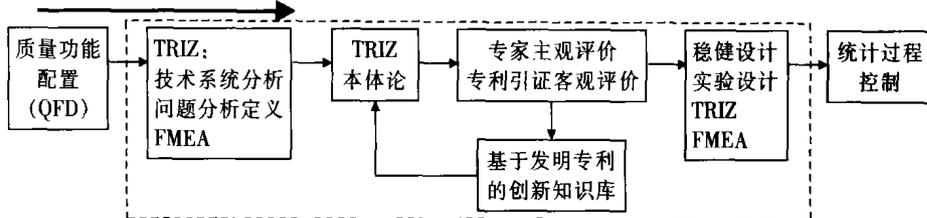


图4 支持企业产品创新和过程创新的理论框架

用当今高度发展的计算机辅助技术,本文提出基于计算机辅助创新技术,建立支持企业产品创新和工艺创新的理论框架的设想(图4),即结合六西格玛、产品全生命期管理和全机数字化设计制造技术在航空企业的实施,将计算机辅助创新相关理论和方法应用于航空产品的全生命周期,指导产品创新和工艺创新。

例如,在企业追求实现六西格玛的改善过程(DFSS, Design For Six Sigma)中,往往会碰到许多产品设计或工艺上的技术问题或瓶颈,这时仅靠单纯的DMAIC(定义、评估、分析、改善和控制)方法,已不足以解决这些需要创新的技术问题,必须寻找一套更有效、更有系统的问题解决方法,计算机辅助创新技术就是在这种需求下,被引进作为DFSS创新问题解决的工具。

3.3 航空企业的创新知识管理

创新知识管理贯穿于航空企业技术创新过程的各个阶段:研发决策、产品创新与工艺创新、专利战略与知识产权管理。首先,企业根据自身的技术优势和市场需求确定其技术开发的方向,进而决定研发资金的投入方向,目标是使已有的智力资产价值最大化;其次,通过充分调动企业内、外部的资源,在研发中实现技术突破;最后,取得的技术成果成为企业自身的知识产权,通过对知识产权的有效管理和利用,保证企业的技术专属性,从而获取更大的利润。

航空产品的研制技术正经历着从“传统设计”向“预测设计”的转变,飞机和发动机的研制周期将从过去的10~15年缩短到4~

5年。而已有的研制数据和知识的重用程度和获取新知识的能力是能否实现预测设计的关键。

我国航空企业实施创新知识管理,利用先进的计算机辅助创新方法和工具,整合其它设计、仿真、加工和管理软件,有计划地消化吸收近年来引进的飞机和发动机的先进技术,扎实地补上预研基础这一课,将是我国航空型号研制走向自主创新的有效途径。

4 结论

知识经济时代,企业在市场竞争中获得成功的要素,不在于信息技术(IT),而是回到了原点,在于技术和管理的创新^[6]。创新已成为全球工业界新的信仰。在此背景下,本文提出的计算机辅助创新技术在航空企业技术创新工程中的实施模式为实现航空工业在新世纪的跨越式发展提供了思路。

参考文献:

- [1]吴大观.航空发动机发展及研制的经验教训[M].北京:航空工业出版社,1999.30-50.
- [2]王普.飞机异地协同数字化设计制造技术[J].航空制造技术,2001,(4):31-34.
- [3]郑称德.TRIZ的产生及其理论体系——TRIZ:创造性问题解决理论[J].科技进步与对策,2002,19,(1).
- [4]林岳,牛占文,徐崇申.基于TRIZ的计算机辅助产品创新[J].中国机械工程,1999,(增刊):25-27.
- [5]傅家骥.技术创新学[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [6]Lewis WW, Palmade V, Regout B. 麦肯锡高层管理理论丛.2002,2. (责任编辑:曙 光)