

基于技术成熟度的企业科研管理模式研究

Enterprise Research and Development Management Mode based on Technical Maturity

邢晨光 / 中国航空工业发展研究中心

摘要: 通过识别企业产品/技术研发过程中的技术活动,探讨了企业以高风险、领先发展模式为大背景、为降低技术风险而采取的基于技术成熟度的科研管理模式框架,分析了这种模式向企业自主创新科研管理模式转变的必然趋势。

Abstract: The paper identified technical activities in product/technology research and development (R&D) process, then analyzed that technology maturity was a relatively conservative R&D management mode, which can be taken to reduce technical risk under high risk leading development environment. It explored how to build enterprise R&D management model based on technology maturity, that is inevitable reform trend of enterprises R&D management into independent innovation.

关键词: 技术成熟度; 科研管理; 模式

Keywords: technical maturity; research and development management; management mode

0 引言

科学管理必须要有科学的方法论支撑。对于现代企业管理,无论是技术管理,还是生产管理,其最重要的方法论之一就是模型基方法(基于模型的方法)。成熟度模型就是生命周期研究方法具体运用的一项成果,即随着时间的推移,事物在发展过程中不断得到提升,直至尽善尽美,达到发展的最高境界。从本质上讲,技术发展也是遵循相似的演变(成熟)轨迹,技术成熟度的九个等级就是一个模型。这种九级模型就是一种模型基方法,可以描述技术相对于某个具体系统或项目所处的发展状态,定量地回答了“一项技术距离真正的使用还有多远”。随着国内对技术成熟度相关理论研究的日益深入,我国国防和航空科研管理部门陆续开展了技术成熟度评价试点工作,为进一步提升企业科研管理科学性和精细化提供了广阔的空间和新的思路。

1 技术成熟度的重要性

知识经济时代的来临使越来越多的企业发现,仅靠良好的生产效率、足够的灵活性已不足以保持市场竞争优势,创新正日益成为企业生存与发展的不竭源泉和动力。在这种前提下,如何制定前瞻性的研发战略,如何有效管理企业的研发活动,如何使研发的新技术满足企业具有竞争力产品的需求,都将是知识经济时代企业必须面对的问题。

1.1 产品/技术研发应用活动

目前,从事产品研发和技术开发的企业,技术研发是由技术和市场共同作用引发的,根据企业战略目标与优势特点以及“自底向上”的头脑风暴,得到诸多新想法、新思路,以此作为科研活动的依据,随之开展三大类技术活动:基础研究、技术研究开发以及技术工程应用,对应的技术成熟度等级大致分别为:TRL 1~3、TRL 4~6和TRL 7~9,如图1所示。从技术不断成熟的角度看,三类技术活

动各自具有不同特征,需要根据具体特征构建科学、规范的管理模式。

1.2 技术成熟度的作用

技术研发是制造类企业的主线,而技术的不断成熟则是企业生存发展的生命线。当完全掌握一项技术时,技术成长就不大可能了,只能作为智慧的一部分延续自身的存在,如简单的机械和点火技术。同时,大多数技术都有一个更加残酷的命运,即最终将被成本更低、更加有效的、能实现相同的功能、更新的技术所取代。所以,技术成熟就是指通过不断研究、开发,一方面深入掌握已发现的技术,另一方面就是发现新技术。

从事产品研发和技术开发的主要涉及三类人员:技术研发人员、产品研发人员、产品/技术使用人员(顾客)。对于技术研发人员来说,成熟的技术是其谋生的根本,满足产品要求的成熟技术决定着技术研发过程的终结,达到了相应要求,技术就为产品研发做好了准

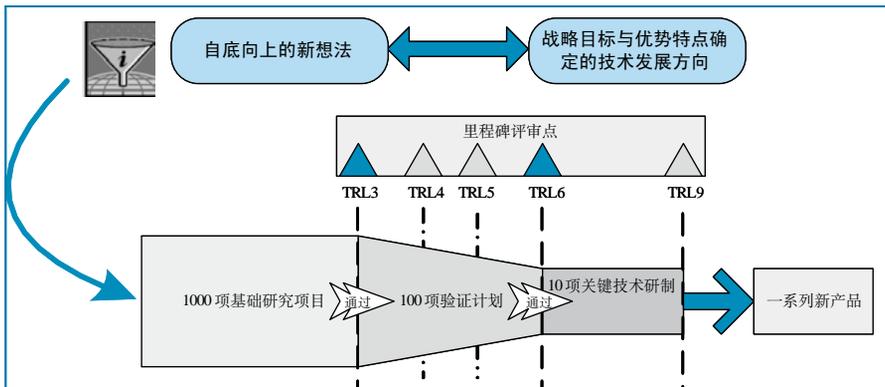


图1 企业技术研发应用活动流程

备。对于产品研发人员来说,产品成熟与风险评估和风险降低息息相关,据美国政府问责办公室报告显示,技术成熟可以有效避免制造风险:采用未成熟技术的产品,费用平均增加32.3%,进度推迟20个月;采用成熟技术的产品,费用平均只增长2.6%,进度推迟不到1个月。对于产品/技术使用人员——消费者或是技术/产品用户,首先考虑的会是价格和性能,但长期关注的将是产品的保障性和维修性,即非一次性产品在使用过程中如何进行备件更换,或技术更新。产品越成熟,性能就越容易保持,显然成熟的技术比不成熟的技术更能表现出产品最佳的保障性。

2 基于技术成熟度的企业科研管理模式

技术成熟度这一工具的科学性已毋庸置疑,企业如何用、如何用好这一管理工具将是需要重点着手解决的问题。企业通过技术活动、管理行为与市场推广促进技术的成熟,终极目标都是为了实现企业的盈利,将技术成熟度管理与企业科研管理相结合,将这种精细化的管理思想与系统工程思想相结合,构建基于技术成熟度的科研管理模式,融入企业的日常管理中,可以有效地指导技术研发应用活动,极大地提升企业

核心竞争力,基本流程如图2所示。下面逐条解析企业科研管理中如何应用技术成熟度管理工具。

2.1 制定企业技术战略与科技发展规划

科学技术的竞争,说到底自主创新能力的竞争。这就要求企业在发展战略基础上,踏实制定企业技术战略和科技发展规划,以科技创新作为企业发展的原动力,作为企业生存与市场竞争的保障。其中,技术成熟度可以发挥一些作用。

一是开展基于技术成熟度的战略深化研究和总体方案论证。在技术成熟度理念框架指导下,从产品/型号研制早期就应深入开展国内外相关技术发展趋势和未来需求研究,开展国内外、企业内外部关键技术、核心技术的

技术成熟度等级对标分析,开展产品方案技术风险量化评估,通过技术成熟度评价为优化方案设计,提供辅助战略决策依据,确定哪些产品作为企业未来重点发展方先,哪些产品不具备竞争优势。图3所示即为基于技术成熟度评价结果的备选方案结果,根据技术成熟度评价结果形成的雷达图覆盖面积,再综合其他多种市场、管理、人员因素,最终确定企业在市场中的产品定位,确定最终方案。

二是开展基于技术成熟计划的科技发展规划制定。在企业发展规划指导下,应明确企业科研体制和专业/产品发展建设现状、现实需求和潜在需要,根据不同类型产品关键技术的技术成熟度等级目标,在企业技术体系基础上,牵引建立一套适应企业科研管理特点的科技规划体系,支持企业开展科研能力摸底,积累专业领域和全局性的科研管控基础数据,并指导形成技术储备。

2.2 制定企业优先技术需求与发展路线图

结合企业重点产品的技术分解结

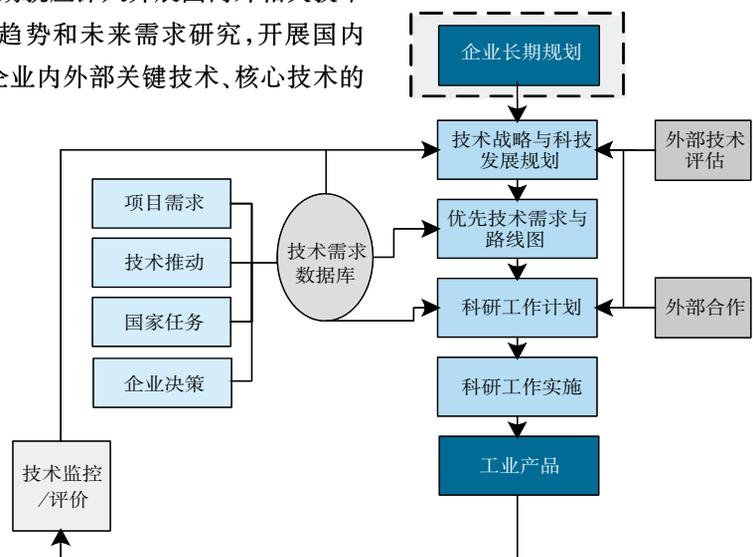


图2 基于技术成熟度管理的科研管理流程

构,应深入梳理关键技术,理清技术发展思路,明确待突破的重点方向,结合企业科技发展规划,制定优先技术需求和技术发展路线图。图4表示美国陆军未来战斗系统(FCS)多任务导弹采办过程中的关键技术发展路线图示例,我们同样可以借鉴这样的思路去解决有限的企业资源与“无限”的型号需求之间的迫切关系。

2.3 制定企业科研工作计划

企业科研管理部门在落实科研发展规划与技术发展路线图时,可以采取基于技术成熟度等级的“阶段门”管理模式;企业研发部门可以利用技术成熟度细则,全面梳理设计、材料与工艺、生产和制造、成果形式、验证环境等方面工作,辅助制定年度工作内容。

一是建立基于技术成熟度等级的“阶段门”管理模式。不同研制阶段,不同年度的技术成熟度等级要求不一致,

应构建基于技术成熟度评价的“阶段门”管理模式。年初根据上年对每个重点型号、或是重大项目的评价结果制定目标要求,年底邀请外部专家开展评价检查工作,将评价结果作为年度绩效考核依据,实现企业内部科研工作的科学、有序管理。

二是基于技术成熟度判定细则制定年度研制工作计划。根据年度技术成熟度等级目标要求,结合技术成熟度判定细则制定年度研制工作计划,安排年度研发工作。从TRL1~TRL9包括200~300条判定细则,对于一项关键技术,即等于完成200多项科研工作。

2.4 开展技术监控与评价

技术研发工作的开展伴随着风险与不确定性的广泛存在,尽管在各类项目启动前,都会就技术、资金、配套设施等方面进行详细论证与分析,但在项目执行过程中,包括功能设计、技术开发、试验使用等仍然需要开展不确定性和风险评估,发现潜在风险因素,制定有效措施,合理规避不利影响。技术成熟度评价以及推进困难度方法都是识别、分析、处理项目技术风险,提升项目技术风险管控能力的有效手段。评价不是最终目的,有效监控、有序推进才是最佳办法。

一是开展技术成熟度评价。技术成熟度评价实施过程包括五个核心步骤,分别是:评价项目启动、制定评价工作计划、识别关键技术元素、评价关键技术元素以及技术成熟度评价报告编写和审核。其中,制定评价工作计划是评价实施阶段的工作前提,关键技术元素识别与评价是核心工作内容,技术成熟度评价报告是成果展示形式。企业内部开展评价工作可适当从简。

二是开展推进困难度评价。利用技术成熟度评价可以初步判定项目风险,但不够全面细致。目前,国外在技术成熟

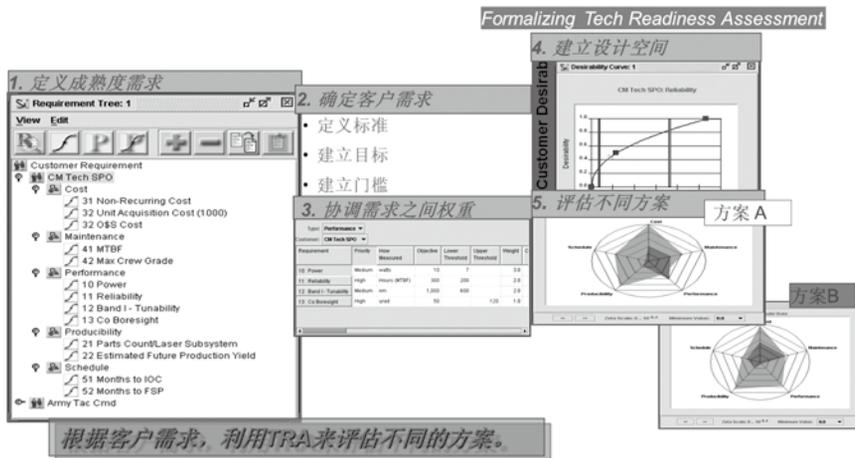


图3 基于技术成熟度评价的备选方案选择

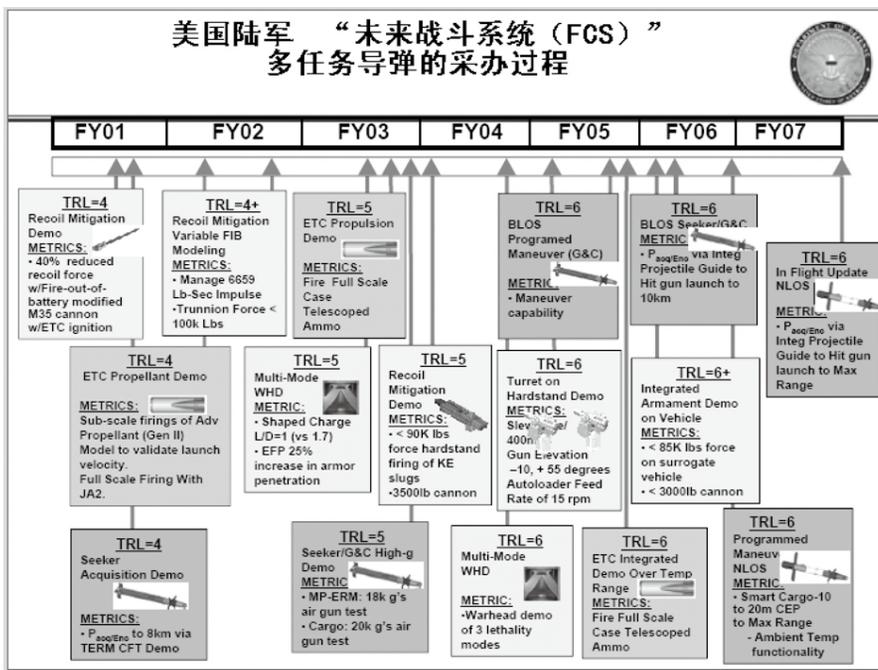


图4 美陆军“未来战斗系统”项目关键技术发展路线图

度评价的基础上,研究了多种风险管理方法,包括“推进困难度”(AD2)、“风险识别:综合与可达性”(RI3)、“技术识别、评估和选择”(TIES)、兰德技术风险衡量法等,本文仅推荐企业在完成技术成熟度评价基础上,使用AD2评价方法。AD2描述的是系统从当前TRL推进到项目要求的TRL(在要求的成本与进度、风险范围内)所需的工作。AD2方法的风险管理基本流程为:对项目进行技术成熟度评价,识别出TRL低于项目要求的技术;对不满足要求的技术进行AD2评价;根据AD2评价结果判定风险;制定相应的技术成熟计划、技术发展计划、成本计划、进度计划等风险降低计划。

3 措施与途径

企业要积极推广技术成熟度管理工具,就要建立与未来科研管理思路相适应、与当前科研管理体系相协调的技术成熟度管理框架,形成“透明”的科技创新管理机制和共同标准的管理思维和语言,从而理顺科研管理工作程序,推动变革。要实现这一科研管理变革,一定要做好以下几个方面:

1) 合理规划

技术成熟度涉及到项目管理理念和管理制度创新的重大举措,一定要加强顶层规划。要在企业内部逐步开展技术成熟度管理工作,本着“初步试点、深化应用、全面推广”的原则,制定周密、可行的工作方案,既要有助于项目的研发决策,又要符合项目研发的实际需求,在实践中不断检验验证。要全面开展培训,人才培训是改变人员认识理念、提升创造力最有效的途径之一,既要对企业决策层进行理念的灌输,让企业领导认清工具的重要性,同时还要培训具备相应能力的工作团队,根据不同层次、不同目的的工作需求,开展侧重点不同的针对

性培训,做好人力资源保障。

2) 加强研究

技术成熟度是一项复杂的系统工程,涉及的领域较广,一定要加强工具的技术研究,逐步摸清规律,掌握技术本质,既要制定适用于航空工业特色的技术成熟度评价的等级与细则,还要有针对性的编制科研管理流程方法,适时调整科研管理组织结构,积极稳妥地推进技术成熟度管理工作开展,逐步实现科研管理工作的实质性变革。

3) 科学管控

技术成熟度是科研管理的一种本质性的方法和途径,一定要建立有效的科研管理机制。首先,制定企业技术战略和科研发展规划,梳理清晰企业技术体系,摸清技术发展现状,发现研制薄弱环节;其次,指导形成技术储备,制定后续技术发展路线图,实现技术的可转移与借鉴;第三,制定相关技术成熟度管理办法,规范监督激励机制,将技术成熟度逐步纳入到日常科研管理活动中,从而实现项目技术、经费、进度风险的科学管控,提升企业科研管理科学水平。

4) 使用信息化工具

技术成熟度作为一项新的企业科研管理工具,随着应用的不断深入,为进一步提高规范性、可操作性和可重复性,应加强信息化手段建设。中航工业集团创新基金支持开发的“技术成熟度评价与管理系统”,是面向科研管理人员和技术人员的网络化软件平台,旨在通过系统化的评价流程和基础数据,规范国防产品研制重大节点的技术成熟度评价和产品研制中的技术成熟度科研管理活动,全面实现基于技术成熟度管理的企业科研管理。该系统集判定细则、评价流程、工作规范、结果处理、数据库等相关研究成果于一体,可实现技术分解结构制定、关键技术元素识别、关键技术元素

评价、风险分析、评价报告自动生成等功能,能够完成技术信息、评价结果等内容的统计分析,并建立评价细则、通用技术成熟度等级定义、技术体系、专家信息、文献资料等多个数据库。

4 结束语

当前,技术成熟度管理已成为世界各国先进企业科研管理变革的核心,重视技术成熟度管理,建立符合技术发展规律的技术成熟度管理体系,对于提升企业科研管理精细化水平,加快推进企业科技自主创新,掌握企业发展主动权,都有着巨大的现实和战略意义。 **AST**

参考文献

- [1] William L. Nolte, Did I Ever Tell You About The Whale? Or Measuring Technology maturity [M], Information Age Publishing, Inc, 2008.
- [2] Marco Guglielmi, Stéphane Lascar, Edmund Williams, The ESA End-to-End Technology Management Process [EB/OL], May 2009
- [3] Dr. Jean J. Botti, EADS Technical Assessment The Role of the CTO [EB/OL], Global Investor Forum 19th & 20th October 2006.
- [4] C. Johansson, A. Larsson, etc Gated Maturity Assessment: Supporting Gate Review Decisions with Knowledge Maturity Assessment [A], CIRP Design Conference 2008, P4-5

作者简介

邢晨光, 硕士, 副研究员, 长期从事航空科技评价与咨询工作, 参与了国内多个渠道的技术成熟度、制造成熟度评价与咨询工作。