

IEEE CGNCC 2014

August 8-10, 2014, Yantai, China

Program Digest



<http://cgnc.buaa.edu.cn>



Xiujuan Li Nanjing Univ. of Aeronautics and Astronautics
 Chuntao Li Nanjing Univ. of Aeronautics and Astronautics

GPS/INS Integrated Urban Navigation System Based on Vehicle Motion Detection
 Kaijing Wang Beihang Univ.
 Long Zhao Beihang Univ.

SatA8		RUBY
Modeling & Simulation II (Regular Session)		
Chair:Qingji Gao	Civil Aviation Univ. of China	
Zhirong Lei	Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
13:30-13:45	SatA8.1	
<i>Research of Precision Flight Control for Quadrotor UAV</i>		
Qingji Gao	Civil Aviation Univ. of China	
Fengfa Yue	Civil Aviation Univ. of China	
Dandan Hu	Civil Aviation Univ. of China	
13:45-14:00	SatA8.2	
<i>Onboard Optical Flow and Vision Based Localization for a Quadrotor in Unstructured Indoor Environments</i>		
Qingji Gao	Civil Aviation Univ. of China	
Yao Wang	Civil Aviation Univ. of China	
Dandan Hu	Civil Aviation Univ. of China	
14:00-14:15	SatA8.3	
<i>Unmanned Helicopter Control Based on Trim Predication Technology</i>		
Zhirong Lei	Northwestern Polytechnical Univ. Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
Long Shi	Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
Jia Li	Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
Dongliang Song	Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
14:15-14:30	SatA8.4	
<i>Conducted EMI Analysis of a Buck Circuit in the Aircraft Power Supply System</i>		
Linglu Wang	Beihang Univ.	
Qishuang Ma	Beihang Univ.	
Ping Xu	Beihang Univ.	
Tongkai Cui	Beihang Univ.	
14:30-14:45	SatA8.5	
<i>Effects of icing of airfoil on aerodynamic characteristics of aircraft</i>		
Xiaotong An	Beihang Univ.	
Liang Han	Beihang Univ.	
Jiangyun Wang	Beihang Univ.	
Zeya Su	Beihang Univ.	
14:45-15:00	SatA8.6	
<i>Human Performance Model Based on Fuzzy Rules</i>		
Ni Li	Beihang Univ.	
Xiang Li	Beihang Univ.	
Kang Yang	Beihang Univ.	
15:00-15:15	SatA8.7	
<i>Research on Opinion Dynamics in Command and Control Network with Impact of Informal Organization</i>		
Wen Shi	Beihang Univ.	
Xiao Song	Beihang Univ.	
Peng Ding	Beihang Univ.	
Feng Zhou	Beihang Univ.	
15:15-15:30	SatA8.8	

SatA9		DIAMOND
Industrial Session		
Chairs:Jun Che	Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
Xianglun Zhang	Xi'an Flight Automatic Control Research Institute	
13:30-13:45	SatA9.1	
<i>Modeling and Simulation of Navigation System Based on Flight Management System</i>		
Yun Ji	AVIC The First Aircraft Institute	
Wei Shao	AVIC The First Aircraft Institute	
13:45-14:00	SatA9.2	
<i>Application Research of Two Kinds of PI Controller to Aero-engine Nozzle Throat Area Loop Control</i>		
Yanting Yang	AVIC Aviation Motor Control System Institute	
Gang Yang	AVIC Aviation Motor Control System Institute	
Jinquan Huang	College of Energy and Power Engineering of NUA	
YahuiGao	AVIC Aviation Motor Control System Institute	
14:00-14:15	SatA9.3	
<i>A Platform-Payload Integration Model for Earth Observation Satellite Mission Planning</i>		
ZhijiaXue	Xi'an Satellite Control Center	
Jing Li	Nanjing Univ. of Aeronautics and Astronautics	
Zhong Yang	Xi'an Satellite Control Center	
Bian Zhao	Nanjing Univ. of Aeronautics and Astronautics	
	AVIC Aviation Motor Control System Institute	
14:15-14:30	SatA9.4	
<i>Discussions on Some Technical Reviews and Audits Issues during Development of Complex Products</i>		
Liang Zhu	SAACC of Civil Aviation Administration of China	
Wenwen Kang	Beihang Univ.	
14:30-14:45	SatA9.5	
<i>Research on Feature Extraction in Image Matching Navigation</i>		
Lina Wang	Beihang Univ.	
	Beijing Aerospace Automatic Control Institute	
14:45-15:00	SatA9.6	
<i>On Disturbance Guidance for Reusable Launch Vehicle Ascent Flight</i>		
Guangchun Zhang	China Academy of Launch Vehicle Technology	
15:00-15:15	SatA9.7	
<i>A Navigation Algorithm Aided by Multi-motion Constraints of Vehicle Based on Unified Model</i>		
Xinxi Zhang	Tsinghua Univ.	
	Academy of Armored Force Engineering	
Meifeng Guo	Tsinghua Univ.	
Rong Zhang	Tsinghua Univ.	
Luna Mi	Tsinghua Univ.	
Mingliang Song	Tsinghua Univ.	
Yongjian Zhang	Tsinghua Univ.	

复杂产品研发过程中的技术评审与审核问题初探

朱亮¹ 康文文^{2,3}

¹⁾ 中国民用航空上海航空器适航审定中心, 上海 200335, 中国

²⁾ 北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院, 北京 100191, 中国

³⁾ 北京航空航天大学飞行器控制一体化技术重点实验室, 北京 100191, 中国

摘要 在复杂产品的工程管理中, 技术评审与审核是一种维持产品研发正确性、结果可用性和使用可靠性的手段, 在复杂产品整个生命周期中起着至关重要的作用。本文首先对复杂产品生命周期过程进行了阐述, 就全生命周期中的技术评审与审核进行了讨论, 对技术评审与审核的含义、作用及步骤以及各种技术评审与审核的要点等进行了分析和描述, 然后就中国复杂产品研制领域技术评审和审核的现状进行了分析并给出了建议。

关键词 复杂产品, 技术评审与审核, 生命周期

1. 引言

随着系统工程思想在全世界顶尖企业和机构的深入贯彻, 其对复杂产品工程巨大的推动能量也随着各个工程领域的卓越进展而迸发出来。DOD、NASA、和 INCOSE 先后颁布了具备自身特色的系统工程手册^[1-3], 这些手册的核心思想无一例外都表明, 越是复杂的工程越是需要系统工程的介入, 需要在服从系统性的基础上从需求工程、技术工程、项目管理工程等多个角度同时入手。

系统工程思想的本质是在产品的全生命周期内采取合适的手段维持产品的研发正确性、结果可用性和使用可靠性等特性。就像一个典型的控制系统, 系统工程过程控制并监控产品研发的进展方向, 一旦出现偏离立刻采取手段进行纠正, 其监控的主要手段就是技术评审和审核。

毋庸置疑, 我国的国民经济正在并将持续高速发展, 但结合我国目前的产业结构不难看出, 劳动密集型的建设工程项目遍地开花而知识密集型的复杂产品项目却迟迟得不到有效推进, 这不仅因为我国在复杂产品领域的知识积累不够, 更因为我国在复杂产品领域的管理能力远远没有达标。技术评审和审核的能力直接关系到我国的自主创新成果能否走向世界, 毕竟只有得到国内外一致认可的产品才是有前途的。

本文首先分析复杂产品开发过程中技术评审和审核的内涵, 然后结合民用飞机这项典型的复杂产品对中国在该领域的现状进行阐述, 最后针对一些亟待解决的问题提出一些建议。本文的目的是通过对技术评审和审核的专项论述敦促各方加强系统工程能力的建设, 进而推动复杂产品例如民机的研发能力的进步。

2. 复杂产品研发生命周期辨析

任何一项产品都有对应的生命周期, 从概念获取到批量生产再到报废处理, 一个产品的生命周期总是可以分成多个阶段。在产品的全生命周期中通常会采用构型管理和基线的思想, 即在生命周期的每一个阶段完成之后都会有一个设计构型产生, 在设计构型达到一定标准之后会形成

一个研发基线, 例如功能基线、分配基线和产品基线等。每一个生命周期阶段的完成都要伴随着技术评审和审核, 以确定当前研发方向的正确性和成熟度。原则上通过评审的研发基线不能随意变更, 除非需求出现重大的变动。

一个产品的生命周期框架可以概略的分为 6 个阶段:

- 1) 预调研阶段, 目的是找到一个合适的产品定位, 对于民机研发, 就是要找到一个市场切入点;
- 2) 可行性分析阶段, 目的是通过耗费-价值分析、竞争能力分析、市场分析和风险分析等手段, 证明该产品可行;
- 3) 产品定义阶段, 主要是需求分析过程, 目的是明确产品的本质属性以及功能要求, 并明确约束该产品的规范、法律法规等硬性要求;
- 4) 设计阶段, 包括初步设计、功能分配、详细设计、部件设计等;
- 5) 开发并验证阶段, 包括部件开发、系统整合、系统确认和验证, 并且要做好转移使用的准备;
- 6) 生产并应用阶段, 包括预生产、批量生产、产品转移、功能作用、后勤保障、维修、报废等过程。

复杂产品如飞机的生命周期可以借鉴上述框架, 只是生命周期中出现的各项问题会更加错综复杂, 正是这些问题的复杂性才导致各领域人才的能力不能被有效整合, 这就需要深入贯彻系统工程管理的概念, 从产品全生命周期的视角关注产品研发, 研发过程中需要注意的管理问题包括需求管理、风险管理、构型管理、信息管理等等。

3. 技术评审与审核的基本原理

3.1 技术评审与审核的定义

宏观上, 系统工程包含两方面的学科, 即系统工程立足的技术知识领域和系统工程管理, 技术评审和审核隶属于系统工程管理。

微观上, 通常一项复杂的产品工程在研发设计过程中会被拆分成多个层次, 从概念层次到最终产品可能要经历头脑风暴式的概念捕捉、背景调研和可行性论证、需求获

取、初步设计、详细设计、元素设计、设计综合、设计验证等多个阶段，为充分发挥每个阶段的作用并减少返工量，需要在每一个阶段完成之后对当前阶段的研发进度和设计成熟度做出评估，即进行技术评审和审核，评估结果需要与预先制定的通过标准进行对比以确定当前研发阶段的进度满足要求，之后才能将研发过程进一步推进。

技术评审的目的是告知产品相关各方当前研发的进度并增强各方对于产品研发的信心。技术评审确认的是最优的设计方法被采纳且已经完成的构型项可以满足要求，技术评审的结果是确立产品研发过程中的状态点。

技术审核的目的是给产品相关各方提供一个完整的符合性审查结果，确认研发结果满足需求，符合各项技术规范如适航等法律法规的要求。技术审核的结果是产品生产的依据。

技术评审和审核的基础是数据，整个研发过程中的信息管理非常重要，这些信息是为了保持研发过程的可追溯性。可追溯性是系统工程的一个重要特征，也是成就系统工程的一个本质特征，技术评审和审核依赖于研发活动的可追溯性。

技术评审和审核是一种在产品开发过程中尽早发现缺陷的手段。根据 IBM 的统计数据显示：大多数企业的产品开发中，2/3 的缺陷都是在需求和设计阶段引入的。通过评审尽早发现的缺陷，其修复成本远低于在产品开发后期测试中发现缺陷的修复成本。

一个评审是一个过程的确认，评审和审核应该是简洁的、清晰的。评审和审核的目的是评估之前的研发成果，是激励成员进行下一步工作的时刻，并不是提出问题的时刻，新项目不应在评审中出现。如果确实有重要的项目出现，很明显这次评审是过早的举行了，工程风险刚刚已经显著的增加了。评审中存在改进型的争论是正常的，但如果存在正确与否的争论，那说明之前的需求分析、信息交流等工作没有做好，同时也说明系统工程管理出现了问题。

3.2 技术评审与审核的作用

一套严格的技术评审和审核体系可以显著降低复杂产品研发过程的风险并降低从需求向产品转化的难度，直观上就是纠偏作用和激励推动作用。这主要是因为技术评审和审核所进行的活动包括：

- 1) 全面评估设计和研发的成熟度，这是最直接也是最关注的；
- 2) 在评估中澄清设计需求，任何一项工程都必须全程符合设计需求，否则该工程就失去了存在的意义。对于民机研制，设计需求中包含了适航标准，在研发设计的每一步都必须遵照适航标准进行，不进行适航符合性验证的民机设计从一开始就是毫无意义的；
- 3) 对设计和相关过程提出质疑，虽然技术评审和审核并不是提出设计需求和问题的活动，但是技术评审和审核活动的主要表现就是对设计结果的需求符合性提出质疑并期望得到满意解答；
- 4) 为工程涉及的所有学科人员提供一个共同交流的平

台，以达到协调同步的效果；

- 5) 建立基线，作为下一阶段工作的起点；
- 6) 敦促设计团队对设计方案的决策机制进行保存，以充实下一阶段的决策数据库并为将来可能出现的全面审查提供基础。对于民机研制尤其需要注意，因为这是最终飞机适航符合性审查最坚实的基础。

3.3 技术评审与审核的要素

评审是事件驱动的，意即只有在复杂产品的研发过程达到特定标准之后才能进行，强制在某个特定时间点执行的评审活动只会使得评审变得徒有其表或者一团乱麻。

技术评审和审核也需要以 IPT (Integrated Product Team, 综合产品研发小组) 的模式进行，其成员必须包括来自各个 IPT 小组的一线设计人员，也必须包括来自工程各方例如需求方、供应商等方面的人员，条件允许的情况下还要包括不知情人员，因为外围人员的盲目提问有些时候是检查一个项目很有效的手段。

技术评审和审核的对象必须是明确的，研发团队提供的材料可以包括但不限于规范说明、图纸、手册、时间表和计划、设计和测试数据、权衡分析结果、风险分析结果、有效性分析结果、建模和仿真结果、实验板结果、软硬件结果以及在执行各项分析手段时的方法。

伴随着产品生命周期的演进，会存在多次技术评审和审核，各次评审和审核的目的和通过标准各不相同，大致可以分为：

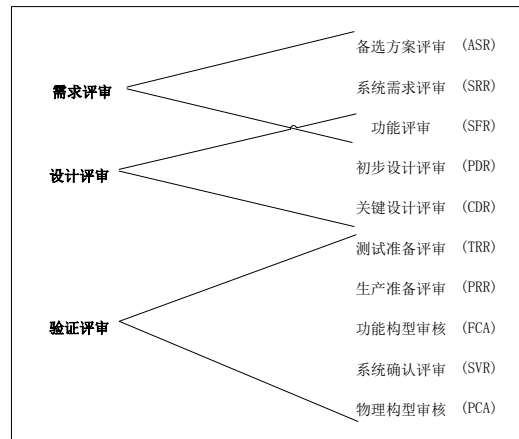


图 1 技术评审分类

需要注意的是，上图所示的分类方式只是一种示意，需要根据实际情况进行扩充或剪裁。

在产品全生命周期中，这些评审活动所处的位置如图 2 所示。

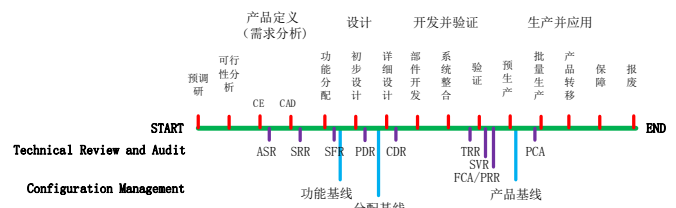


图 2 产品生命周期与技术评审的关系

各项评审活动的具体含义如下：

1) 备选方案评审

在概念研究完成之后，与之关联的初步系统工作分解结构、初步产品基线和初步规范需要进行评审，以确定产品的可行性和风险等级。

2) 系统需求评审

需求评审的目的是确定用户的需求已经被充分理解并转化成一系列规范说明和技术要求，确定其关键技术已经明确且经过了可行性验证，确定风险已经被充分把握并制定了风险削减或消除方案。需求评审中需要审查的材料包括：系统运行需求、初步系统规范和初步性能规范、功能分析、技术可行性分析、初步系统维护规范、系统设计标准（可靠性、维修性、后勤保障）、测试验证计划、初步性能测量方法和计划、初步设计文档（图纸等）。对于民机研制，这里还需要增加各项硬性法律法规如适航标准。

3) 系统功能评审

系统功能评审的目的是确定功能基线是否满足要求。对子系统和元素进行定义是整个研发过程中最耗时耗力的一段工作，它包括功能分析、权衡分析、建模和仿真、不断地优化等。该阶段工作的输出确定了功能基线和初步的分配基线。系统功能评审中需要审查的材料包括：确认系统规范说明完整的反映了用户需求、功能分析和需求分配、子系统初步性能说明或者详细参数规范、系统整体的设计参数、确认系统设计的风险在可接受范围内、确认各项设计都经过了权衡分析并充分优化、确定支持系统例如后勤保障和人机交互等要求被充分理解并识别、技术性能测量数据和分析、确认系统设计采用了开放式的设计方法以保证后期可进行改进等。

4) 初步设计评审

初步设计中需要明确子系统和构型项的设计需求，例如功能、性能和借口需求，初步设计的结果会正式成为分配基线。初步设计评审中需要审查的材料包括：构型项性能规范、初步构型项详细设计和材料规范、软硬件等设计元素的设计参数、分析报告和设计文档、技术性能评估方法和数据分析、模型或原型机等。

5) 关键设计评审

在构建生产线之前需要详细设计的确认并就构型项的细节达成一致理解。这次评审需要对所有的构型项进行评审，包括软件项和硬件项。

6) 测试准备评审

测试准备评审的目的是确认测试过程的完整性和对测试计划的符合性。

7) 生产准备评审

生产准备评审的目的是确认系统、子系统、构型项的设计完整性、可理解性并协调各构型项的生产过程。

8) 功能构型审核和系统确认评审

其一系列评审和审核的目的是确认用户的需求与设计结果的符合性。

9) 物理构型审核

物理构型审核会正式批准产品基线，包括规范说明和技术参数。物理构型评审之后形成初步产品基线，预生产

之后确定产品基线，产品基线一旦形成说明产品的研制过程已经完成。

以上各项评审活动在实施过程中都有固定的结构，包括评审目的、评审时间安排、评审中的各项细分目标、评审的通过标准、评审结果的记录和后续行动项目的跟踪。一个好的评审必须具备明确的评审目的和详细的评审细分目标，必须在合理的研发阶段进行，必须有系统且严格的通过标准，必须有应对各种偏离情况的行动项目安排策略，必须有清晰且完备的信息记录和管理机制。

虽然正式的技术评审和审核是事件驱动的，是需要预先形成计划的，但一些非正式的评审活动也是非常必要的，例如研发小组内部的自我评审。传统的技术评审和审核活动一般都是由直接或间接参与设计的人作为评审委员，惯性思维会导致一些非技术性的问题不能被及时发现，在正式和非正式的评审之外，还需要时刻存在一个“仇恨小组”，随时监控各研发设计成员的进展方向，他们的目的就是随时以刁难的姿态提出各种问题，哪怕是不合理不正确的问題，如果研发成员对自己的工作有深入的理解，当然能够流畅解答；如果成员不能回答或不能说明这个问题的不合理性，说明设计过程存在漏洞例如需求不够明确。

技术评审和审核的力度要与基础技术的成熟度和研发单位的能力成熟度挂钩，如果当前设计采用了较为前沿的技术手段就需要深入探讨；如果当前设计采用了货架商品，那么评审力度可适当放松以提高评审效率。

3.4 技术评审和审核的步骤

一切都按照计划执行是系统工程思想的一个明显特征。技术评审和审核的第一个步骤就是计划，计划中需要考虑的因素有：

- 1) 及时有效的关注待评审的研发活动；
- 2) 鉴别并分配能保证评审顺利完成的资源；
- 3) 确定合适的评审时间点，工程相关各方要对当前评审的内容和可能结果要具备相同的期望；
- 4) 充分准备合适的评审问题和待评审数据；
- 5) 建立合适的进入和通过标准；
- 6) 如果存在合适的地方，执行增量式评审以提高效率；
- 7) 考虑以 IPT 模式执行评审；
- 8) 列写评审前、评审中和评审后的必需活动，一个典型的评审关键活动列表如图 3 所示。

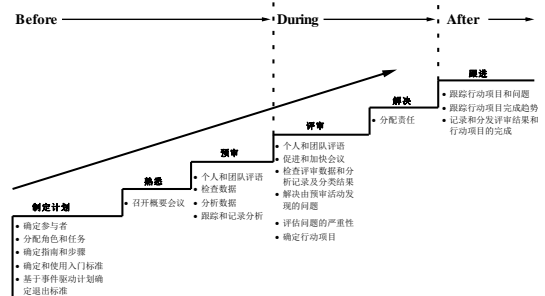


图 3 评审关键活动列表

如图所示，在正式评审之前需要有大量的准备工作，其中最为重要的是预审。在预审期间，通过内部评审确定需要准备的待审数据。

在评审计划完成之后可以以会议的形式进行技术评审和审核活动，勿论评审结果如何，评审过程应全程记录。如果评审结果认为当前研发阶段已经圆满完成，则可以建立相应的构型基线并进行下一阶段的工作安排；如果评审结果认为当前研发阶段存在问题，则需要针对问题的严重程度确定行动项目，并从技术和管理两个层面进行分析原因，以防止类似情况蔓延。

需要注意的是，评审活动产生的行动项目及其结果也必须做到跟踪和记录，这些项目在评审之后必须尽快确定并分配。

评审完成之后，评审委员会需要形成一份评审报告，从技术、管理和方法论三个层面对评审整个过程包括前期准备和评审执行进行总结，为未来的全面审查提供材料并作为提高系统工程能力的一项重要措施。

4. 我国复杂产品研制领域技术评估与审核过程中可能存在的问题

欧美已经流行很多年的系统工程思想是解决复杂产品项目最有力的武器，且在各项复杂产品领域尤其是航空航天等高技术领域已经发挥无可替代的作用。我国的研发部门在进行复杂产品的研发时也会进行技术评审，但由于系统工程思想贯彻的不够深入，这些评审往往存在这样那样的问题，尤其是在进度至上追求成果的氛围下，其各种问题更加突出，总结起来，可以分为如下几种：

1) 评审或审核的目的(Purpose)不明确

如前所述，复杂产品全生命周期中会有多次评审，且评审的次数会随着产品的复杂性增加。技术评审和审核的最终目的只有一个，即保证产品的研发方向始终满足用户对产品的需求。如果需求不明确，技术评审和审核的意义就不存在了。复杂产品的顶层需求一般包含三方面内容，第一方面是用户的直观需求，即用户的“需要”（用户要完成什么事情）；第二方面是用户对该产品的期望中暗含的需求，例如使用限制，性能指标，环境约束等，这类需求本质上也是用户的直接需要，但是一般情况下用户不能明确给出这类需求，需要需求分析人员帮助获取；第三方面的需求是各种硬性的法律法规和标准等，这类需求不是用户的直接需要，但强制性的要求产品必须满足，否则就不能上市销售或者交付用户。顶层需求向产品演化的过程即是产品的研发过程，过程中必然会出现功能架构设计、初步设计、详细设计等工作，这些工作的本质都是在逐渐的阐释并分解顶层需求以形成下层研发需求，最终复杂产品的

设计过程就变成一个需求分析和管理的过程。需求分析和管理的过程对于复杂产品而言比较困难，主要原因是一方面，用户的需求一般是不明确的，且会随着研发过程的开展和用户对产品了解的深入程度发生变化；另一方面，硬性的法律法规如民机研制必须满足的适航标准在研发团队能力不足的情况下会不可避免的被轻视。我国在复杂产品研发领域还没有深入的贯彻系统工程思想，对需求分析和审核过程的执行力度和监管力度远远没有达标，这会加重需求分析和管理的困难，正是这种困难导致了我国在进行复杂产品研发时进行技术评审和审核时的目的非常不明确。

2) 评审或审核的时机(Timing)不恰当

技术评审和审核的基础是数据，产生数据的基础是研发进度，所以技术评审和审核是一个事件驱动的事情，只有研发进度达到预先设定的标准之后才能进行。但目前我国复杂产品研发领域普遍存在的一个“进度至上，成果优先”的不良风气，赶进度是各大研究机构司空见惯的现象，这种不良风气的直接表现就是在研发进度不够成熟、证明数据不够完整的情况下强制性进行技术评审和审核，造成技术评审和审核的时机不恰当。很多情况下，这种时机不当的评审就变成了一种形式，这是一种很危险的现象。

3) 评审或审核的目标(Objective)不客观

评审目标是对研发需求的具体化，即对什么材料进行什么样的审查能够证明某条研发需求被满足，评审目标出现的形式如下：“确定当前的架构设计能够和谐并高效的容纳所有需求”，“鉴别出当前某项使能技术的风险等级并审查其风险削减策略以确定其可行性”，或“审查当前的预算、计划和人力资源健康状况”。我国在复杂产品技术评审和审核时普遍存在目的不明确的情况，在每一阶段的评审过程中，没有一个详细的评审目标列表，这造成的直接后果就是评审委员会成员们处于无系统，无原则和“挑毛病”的原始评审状态。这样的技术评审和审核是非常的主观和不全面的。

4) 评审或审核的成功判据(Success Criteria)不充分

技术评审的目的和目标不明确，当然很难给出充分的成功判据。

5) 评审或审核的结果输出(Result)不完整

一个评审活动的输出结果必须至少包含两项，一项是向下一研发阶段进展与否的决策，另一项是确定改进上一研发阶段结果的行动项目。正是由于我国在技术评审时的目的不明确，目标不客观，成功判据不充分，在进行进展与否的决策时会呈现非常困难的状态，进则风险增加，退则研发周期延长，最后技术评审和审核的结果输出往往就变成了主观性很强的“赌博”行为。

5. 关于我国当前复杂产品研发过程中技术评审与审核工作存在问题的思考

针对我国复杂产品研发领域技术评审和审核工作中的各项问题,本文提出如下建议:

1) 加强对技术评估与审核工作在产品全生命周期中重要性的理解和认识;

在复杂产品研发领域如民机研制领域加强技术评审和审核正确思想的引导和相关培训,以尽快获得研发人员的重视。

2) 加强系统工程思想在设计过程中的应用,设计做好了,评审通过是自然而然的;

技术评审和审核隶属于系统工程中的工程管理范畴,必须加强系统工程思想在复杂产品研发领域的贯彻,系统工程思想是所有好的设计结果的灵魂!设计做好了,技术评审的通过是非常自然的。

3) 加强对工程管理活动的规范;

就技术评审和审核自身而言,必须制定较为严格的规范,以加强对工程管理活动的约束和监管,用标准化的流程来指导工程管理活动是系统工程思想的一项重要内容。

4) 加强相关工程经验的积累和能力建设;

技术评审和审核是系统工程的一项重要活动,而决定技术评审和审核成败的基础是更深层次的能力建设。如前所述,好的需求分析和管理是技术评审和审核的基础,应当认识到需求分析和管理工作的好坏将事关产品和项目的成败和企业的生死存亡,因此,复杂产品研发单位应围绕需求分析和管理加强相关能力建设。考虑到需求分析和管理一方面既是一个知识和经验密集、对工程师能力需要很高的技术问题,也是一个庞大而复杂的工程管理问题,因此能力建设应围绕包括组织、职责、程序和资源等方面进行。比如应设立专门的组织机构,并赋予其适当的职责,然后根据明确定义的管理程序或操作手册开展需求分析和管理工作,同时,考虑到需求管理的信息巨大、可能出现的更改数量,以及对于需求一致性和可追溯性等的需要,需要投入专门的人力和物力确保需求分析和管理工作的可行性。

5) 加强相关工业标准的制定;

特别需要针对我国的实际情况和工业化特点,加强需求工程的理论和方法研究,并以此为基础,加快建立我国相关的工业标准体系,从而规范、指导和促进我国复杂产品研发能力的发展。复杂产品研发过程中的技术评审和审核依赖于需求工程的良好开展,只有在需求工程踏上正轨后,技术评审和审核才能真正起到自身应有的作用。

6. 结论

技术评审和审核是系统工程的重要部分,是解决复杂产品研发问题的重要手段。只有在企业内部深入贯彻系统工程的思想,并加强需求工程能力建设,我国的复杂产品研发领域才能出现较大的进步,我国的民机事业才能真正踏上快速发展的正轨。

参考文献

- [1] NASA. Systems Engineering Fundamentals, DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY PRESS. 2001.
- [2] NASA. Systems Engineering Handbook. 1995
- [3] DOD. Operation of the Defense Acquisition System. 2008
- [4] INCOSE. Systems Engineering Handbook. 2003
- [5] 朱亮. 民用航空产品研发和审定活动中的需求分析和管理问题研究. 民用飞机设计与研究 Vol 109.