

IEEE CGNCC 2014

August 8-10, 2014, Yantai, China

Program Digest



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



Certification Center			
15:50-17:50	SunB11.11		
<i>Design and Implementation of GPS/INS Integrated Navigation Simulation Software</i>			<i>Civil Aircraft HF Communication Antenna Impedance Matching Calculation using Simulation Approach</i>
Xiuzhen Wu	Naval Aeronautical and Astronautical University		Jie Chen Shanghai Aircraft Design and Research Institute
Shaolei Zhou	Naval Aeronautical and Astronautical University		Yongjiu Zhao Nanjing University of Aeronautics and Astronautics
Ruitao Li	Naval Aeronautical and Astronautical University		Jianfeng Shi Shanghai Aircraft Design and Research Institute
15:50-17:50	SunB11.12		15:50-17:50 SunB11.19
<i>Summaries of Some Civil Aircraft Engine Control System Integration Designs</i>			<i>Three-dimensional Simulation of Flow over Complex Terrains at Low Altitude</i>
Bihai He	Shanghai Aircraft Design and Research Institute		Yongsheng Wang Beihang Univ.
Yusui Zhou	Shanghai Aircraft Design and Research Institute		Jiangyun Wang Beihang Univ.
Zhen Lang	Shanghai Aircraft Design and Research Institute		15:50-17:50 SunB11.20
Xiangdong Ma	Shanghai Aircraft Design and Research Institute		<i>Study of Technical Standard Order DO325 and Application</i>
15:50-17:50	SunB11.13		Hong Yang FACRI
<i>Simulation Modeling on Countermeasure Between Spray Against Infrared Imaging Guided Missile</i>			Fan Yang FACRI
Dongxiang Xu	Naval Aeronautical Engineering Institute		Hang Zhang FACRI
Yunan Hu	Naval Aeronautical Engineering Institute		15:50-17:50 SunB11.21
15:50-17:50	SunB11.14		<i>Modeling and Analysis of the Bending Strain across the Lever Arm Based on Auto Collimation</i>
<i>The research of hit judgment in the process of dense array shooting</i>			Qihang Wei National University of Defense Technology
Yuqiang Jin	Naval Aeronautical and Astronautical University		Xiaoping Hu National University of Defense Technology
Junwei Lei	Naval Aeronautical and Astronautical University		Juliang Cao National University of Defense Technology
Di Liu	Naval Aeronautical and Astronautical University		Minghao Wang National University of Defense Technology
15:50-17:50	SunB11.15		Zhenyi Li Xi'an Satellite Control Center
<i>Novel Low Cost Calibration Methods for MEMS Inertial/Magnetic Integrated Sensors</i>			Wei Cao Central South University
Zhijian Ding	National University of Defense Technology		15:50-17:50 SunB11.22
Hong Cai	National University of Defense Technology		<i>Parallel Web Server Load Balancing Technology of Cloud Computing Environments</i>
Chunmei Yu	National University of Defense Technology Beijing Aerospace Automatic Control Institute National Key Laboratory of Science and Technology on Aerospace Intelligence Control		Kang Yang Beihang Univ.
Wenjie Zhang	National University of Defense Technology		Xiao Song Beihang Univ.
15:50-17:50	SunB11.16		Xiang Li Beihang Univ.
<i>The study of inner aerosphere escapes for life saving simulation of manned spaceflight training simulator</i>			15:50-17:50 SunB11.23
Tianchun Chang	Astronaut center of China		<i>Calculation Methods on Information Sync between Systems</i>
Pu Wang	Astronaut center of China		DanHong Liu Beijing Bluesky Aviation Technology Co. Ltd.
15:50-17:50	SunB11.17		Wei Wang Beijing Bluesky Aviation Technology Co. Ltd.
<i>Knowledge Cloud Based IPT and System Integration Ability Construction on Civil Aircraft Development</i>			15:50-17:50 SunB11.24
Wenwen Kang		Beihang Univ.	<i>Flight Data Processing for Flight Simulation Devices Objective Testing</i>
Liang Zhu	SAACC of Civil Aviation Administration of China		Xingwei Ma Beijing Bluesky Aviation Technology Co. Ltd.
15:50-17:50	SunB11.18		Longhui Qu Beijing Bluesky Aviation Technology Co. Ltd.
<i>Real-Time Simulation for Online Identification of Aircraft Parameters Using Fourier Transform Regression</i>			Junjie Zhang Beijing Bluesky Aviation Technology Co. Ltd.
			15:50-17:50 SunB11.25
			<i>V/STOL-UAV Multi-modes Flight Control Strategy</i>
			Ling Zuo AVIC.
			15:50-17:50 SunB11.26
			<i>Real-Time Simulation for Online Identification of Aircraft Parameters Using Fourier Transform Regression</i>
			X. J. Lu National University of Defense Technology
			Q. Chen Academy of Armored Force Engineering, China
			P. Li National University of Defense Technology
			Z. Q. Zheng National University of Defense Technology

Knowledge Cloud Based IPT and System Integration Ability Construction on Civil Aircraft Development

Wenwen Kang^{1,2}, Liang Zhu³

¹⁾ School of Automation Science and Electrical Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China

²⁾ Science and Technology on Aircraft Control Laboratory, Beihang University, Beijing 100191, China

³⁾ SAACC of Civil Aviation Administration of China, Shanghai 200080, China

Abstract—In the district of civil aircraft development, system integration ability is the key competence of a civil aircraft company. Based on an analysis of the essence and requirements on basic ability of system integration ability, this paper proposes an engineering approach to construct the system integration ability. System engineering must be thoroughly applied in the development of civil aircraft based on a pattern of IPT. And the knowledge management platform based on cloud concept can provide strong propelling power for IPT pattern. More advanced applications can be explored with the cloud platform concept. To ensure the effectively function of IPT pattern based on knowledge cloud platform, this paper provides an analysis of the maintenance issues.

Keywords—instruction, paper format, conference requirement

基于云知识管理平台的 IPT 模式及民机研制系统集成能力建设

康文文^{1,2} 朱亮³

¹⁾ 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

²⁾ 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

³⁾ 中国民航上海航空器适航审定中心, 上海 200080, 中国

摘要 民机研制领域, 系统集成能力是企业的核心竞争力, 本文通过分析民机研制系统集成能力的本质属性和对基础能力的要求, 提出了一种建设系统集成能力的工程途径。基于 IPT 的工作模式, 在民机研制过程中贯彻系统工程; 基于云知识管理平台, 为 IPT 模式的推进提供动力, 并可以探索更加深刻的应用。为保证基于云知识管理平台的 IPT 模式的高效运行, 本文分析了其运行保障问题。

关键词 民机研制, 系统集成能力, IPT, 云知识管理平台

1. 引言

全球航空工业“瀑布效应”^[1]日渐明显, 能力壁垒越来越高, 是我国民机事业全球化的严重障碍。适航性是能力壁垒最直接的表现, 是欧美航空当局 EASA (European Aviation Safety Agency) 和 FAA (Federal Aviation Administration) 维护本国既得利益强有力的武器, 中国创造的飞机在取得欧美适航证的道路上荆棘遍布。

航空工业系统集成商如波音和空客在并购核心业务的同时, 不断的剥离非核心业务, 使得下级供应商承担越来越多的责任, 迫使其通过重组、并购和投资来提高自身能力。一级供应商在感受到压力之后会将压力传递给二级供应商, 迫使其通过类似的方法提升自己, 以此类推, 在航空工业产业链内部即形成所谓“瀑布效应”。瀑布效应在全球航空工业链内部产生了两个重要后果, 一是各级系统集

成商、供应商垄断加剧; 二是各级供应商的压力加快了技术进步的速度。这两个后果都在不断地增加中国进入全球航空工业产业链的难度, 尤其是作为航空工业最高层的系统集成商。

在全球供应链网络体系日渐成熟的今天, 高层系统集成商地位逐渐稳固, 而底层零部件供应商竞争愈加激烈, 中国想要发展自己的民用航空工业, 不能从零部件做起, 必须依托全球供应链体系, 快速构建自己的核心能力, 即系统集成能力, 直接扮演系统集成商的角色, 这样才有可能跨越欧美航空工业日渐升高的能力壁垒, 研制出自己的民用大飞机。适航性是验证系统集成能力的一个很重要的标准, 毕竟我国研制的大飞机必须通过欧美的适航标准才能飞到世界各地。

快速建设民机研制领域的系统集成能力是我国亟需解

决的课题，本文通过分析系统集成能力的本质属性和其对应基础能力的要求，提出一种建设系统集成能力的工程途径：基于 IPT（Integrated Product Team，综合产品研制小组）模式，通过系统工程手段解决复杂产品的设计和系统集成问题，基于云知识管理平台，解决 IPT 模式中的潜在问题，为 IPT 模式的深入推进提供支撑和动力。

通过 IPT 模式和云知识管理平台的综合运用，一方面可以快速调动民机研制人员的热情和动力，提高生产力，另一方面可以快速形成企业自身的知识资本积累，在知识经济时代，知识就是能力。

2. 系统集成能力是民机企业的核心竞争力

民用飞机是复杂产品系统的典型代表，研发投入大、技术含量高、小批量定制、集成度高，是一项充满风险和挑战的工程，其复杂性在于对技术深度和宽度、新知识运用程度以及客户化程度的要求非常高。

传统飞机研制的系统工程强调贯彻从顶层需求获取到底层软硬件的设计和验证，例如军机研制，它遵循的是一个大 V 过程^[2]，如图 1 所示：

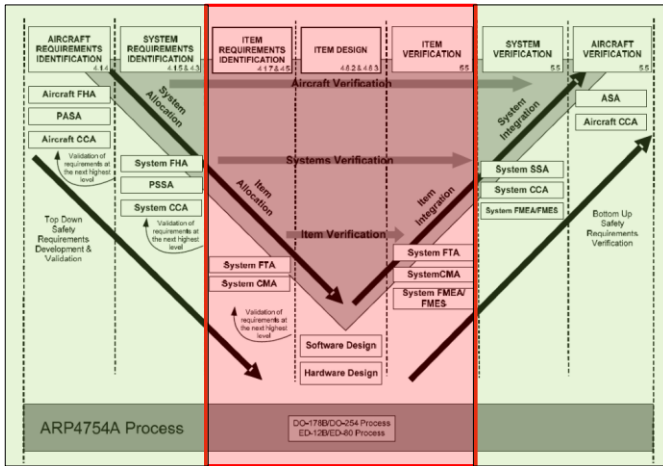


图 1 飞机研制系统工程过程

而民机研制的系统工程在全球供应链日渐完善的今天体现为系统集成能力，采用全球采购模式进行民机开发，只需要在大 V 上截取一个小 V，将上图中中间方框部分去掉，只需要飞机级和系统级的分解和集成。

想要在全球市场上与波音、空客这些顶级系统集成商分庭抗礼，新研制的民机就必须体现创新性，会涉及系统集成商、分包商、供应商等整个航空工业产业链，会触动整个行业的利益。我国系统集成商在进行创新性的获取、项目的协调集成和利益分配的过程中，系统集成能力决定了民机研制的成败，是民机企业的核心竞争力。

系统集成能力本质上是系统工程能力的一种体现，用系统工程能力成熟度模型来指导企业加强核心能力建设是提升企业地位的有效途径。系统工程能力成熟度模型^[3]如表 1 所示。

对系统集成能力成熟度的分级可以借鉴上表，可以通过对关键过程的理解和执行来提高民机企业的核心竞争能力。

不能否认我国的民用航空工业基础较为薄弱，在体现创新性的同时还要同时满足欧美的航空适航标准，这对我国民机企业的系统集成能力提出了巨大的挑战。

我国的民机企业需要尽快提升系统集成能力，才有可能追上全球航空工业的步伐，但系统集成能力的建设不是一蹴而就的，它需要人力资本、知识资本、技术能力、管理能力等基础能力的全面进步。

表 1 系统工程能力成熟度模型

等级	特征	关键过程
1 初始级	以传统方法进行飞机研制，或只引入了个别的系统工程方法	无
2 可重复级	已引入了相当的系统工程方法，但未形成体系 已进行了可靠性、维修性等工程专业的设计，但是没有形成工程专业综合	a) 设计评审 b) 技术状态管理 c) 工作分解结构 d) 计算机辅助工程环境 e) 试验与评价 f) 需求管理 g) 软件工程 h) 组织培训
3 已定义级	全面引入了系统工程，并以并行工程进行飞机研制	a) 采用综合产品研制组织（IPT） b) 里程碑控制 c) 运用系统工程过程 d) 进行工程专业综合 e) 风险分析与管理 f) 运用并行工程 g) 开展软件可靠性工程 h) 开展综合保障工程
4 已量化级	采用集成产品和过程开发（IPPD, Integrated Product and Process Development） 自觉地、持续地以 PDCA（Plan, Do, Check, Act）循环过程进行过程改进，对民机研制过程进行量化控制	a) 技术性能测量 b) IPPD c) 研制过程的量化控制 d) 研制费用拨发的合理性 e) 采用 PDCA 过程持续改进
5 已优化级	采用效能指标和全寿命周期费用等作为民机设计优化和权衡的准则，以技术创新和过程创新作为民机研制的动力	a) 效能 b) 全寿命周期费用 c) 技术创新与过程创新

3. 建设系统集成能力的工程途径

本文从工程实用的角度出发，基于对系统集成能力的分析，提出建设系统集成能力的途径。针对系统集成能力的本质属性，民机企业需要加强企业内部系统工程能力的建设，而系统工程能力成熟度三级要求企业研发团队要以 IPT 模式存在；针对系统集成能力对基础能力的要求和 IPT 模式的潜在问题，本文提出云知识管理平台的概念。

3.1 面向系统工程的 IPT 模式

本文首先论述 IPT 模式的内涵和优势，再详细分析 IPT 模式的潜在问题。

A. IPT 模式的内涵和优势

民机研制系统工程主要包含三方面内容：

- 1) **系统工程过程**，目的是将飞机系统（包括飞机和保障系统）的任务需求和适航标准等硬性要求以一套规范化的方法和程序转化为对系统性能参数的定量描述，并确定这些技术要求的最优配置。其主要工程活动是系统分析和综合，系统分析是指通过任务要求分析和功能分析把任务需求转化为功能要求，并借助技术要求分配进一步转化为系统较低层次上的技术要求，系统综合则是详细完整的给出设计的组成要素，包括硬件、软件、人员、设施和数据；
- 2) **工程专业综合**，目的是将与飞机研制有关的各个工程专业如可靠性、维修性、安全性、人因工程、软件工程、生产工程、后勤工程、价值工程等工程专业协调的纳入到系统的研制过程中，以保证它们能对设计工作施加影响，进而保证设计工作始终都满足适航要求和用户需求；
- 3) **系统分析和控制**，目的是使飞机研制过程从输入到输出的可追溯性得到保持，并使其研制过程得到控制，以确保最终研制出的飞机可以进行性能等参数的综合分析和适航条例的符合性验证。系统分析包括权衡分析、系统体系结构分析、风险分析和效能分析，系统控制包括技术性能测量、技术状态控制和技术评审。这三方面内容都强烈要求在工作过程中执行并行工程（Concurrent Engineering, CE），对飞机的设计过程、制造过程、保障过程进行并行考虑，从一开始就考虑产品全生命周期中的所有因素。

并行工程的组织形式是多层次综合产品研制小组（Integrated Product Team, IPT），即将不同专业的人集中在一处工作或利用先进的通信工具，使得相关人员都能够及时获得关于产品的信息，并能够同时考虑产品所有方面的问题。

IPT 模式的核心因素是人，因为 IPT 的最终目的是在务实的基础上创新，否则产品就失去了存在的意义，而人才是最活跃、最富有创造力的因素。

IPT 模式要求成员都必须具备非常强的个人能力和协作能力，这是精英战略最好的工作模式，它具备以下优势：

1) 小组成员之间、各学科之间信息交流更加通畅

传统的序列化研制过程中存在的信息障碍不再存在，直接效益就是产品的返工工作量大幅下降，研发时间大幅缩短；

2) 强调协作

小组各成员在研发之初都要充分理解飞机的任务需求和各类标准，在研发过程中要统一思考，和谐的贡献各自的专业能力，共同解决各类问题；

3) 强调人的主动精神

序列化研制最大的弊端就是对问题的反映机制是滞后的，上阶段的问题会遗留到下阶段，下阶段要么采取补救措施，要么直接返给上阶段，导致问题解决的不够顺畅，而并行研制可以充分调动个人的积极性，因为要参与全过程研制，每个阶段出现的问题都要靠自己解决，每个人都会竭尽全力减少出现的问题；

4) 分散领导机制

小组成员在话语权上是平等的，不存在领导意志扭曲个人意志的情况，专业能力的差别是区分“领导”的唯一方法，公平的机制会激发每个人的热情，每个人都会积极的提升个人能力并贡献自己的力量；

5) 荣誉感的共享

身处精英团体会让每个成员的荣誉感都依附于集体，来自集体的荣誉感动力会远远超过个人荣誉感带来的动力；

6) 以产品为中心

不再强调专业和部门的功能，简化了工作流程，可显著提高工作效率。

工程领域注重敏捷开发和敏捷制造，敏捷性要求 IPT 小组的能力要强，且规模要合适。IPT 小组要具备系统化的需求获取能力、规范化的呈现沟通能力，全面的知识综合和知识转化能力，快速成型能力，深入的权衡分析能力等；IPT 小组的规模要合适，太小不足以覆盖各项专业，太大会导致沟通困难和工作效率低下。

B. IPT 模式的潜在问题

IPT 模式有众多的优点，且在欧美多个国家的多个先进项目如 F-22 和 B777 的研发中已经发挥了重要作用，但我国的系统工程思想起步较晚，IPT 模式也远远没有形成影响力。

IPT 模式的有效运用会对企业发展产生巨大的推动作用，但如果 IPT 模式没有坚实的基础能力作为后盾，会成为华而不实的东西，不能形成真正的生产力。为尽快将 IPT 模式在民机企业内推广且形成生产力，需要对 IPT 模式的潜在问题进行分析。

IPT 模式的核心问题只有一个，即它需要坚实的基础能力，展开分析如下：

- 1) 借鉴著名的“八·二定律”，百分之二十的项目需要百分之八十的资源投入，由于资源有限，需要有合理的鉴别机制对每个 IPT 工作组的重要程度和工作难度进行分类；
- 2) IPT 模式的核心因素是人才，为执行精英战略并合理分配人力资源，需要有合理的评估体制对研究人员的专业能力进行评估；
- 3) IPT 模式要求每个小组的每个成员都具备较高的专业

能力,这显然是不可能完全实现的,需要在不同的 IPT 小组之间建立公共的交流平台,相互取长补短;

- 4) 工程专业综合要求 IPT 小组具备较强的跨学科知识融合能力,每个 IPT 小组的人员和经验都有限,不可能解决所有的融合问题,如研发过程中要时刻进行的适航符合性验证问题,同样需要建立公共的交流平台;
- 5) 适航标准、国标、国军标等标准的强制性贯彻,需要 IPT 小组的每个成员都熟知与自己专业相关的部分,鉴于这些标准庞杂且琐碎,需要建立相关的系统性辅助平台来帮助学习和工作。

基础能力的基础是知识,这些潜在问题的明显共同特点就是对知识共享和管理的迫切需求,知识管理平台的建立势在必行。为解决知识管理问题,本文引入新的工程化思路,云知识管理平台。

3.2 辅助 IPT 模式的云知识管理平台

本文面向 IPT 模式存在的各项问题,讨论如何利用知识管理的工程手段进行解决。

A. 云知识管理平台的结构

云知识管理平台体现的是群众智慧,是创新孵化的高起点平台。依赖于计算机资源的极大丰富,采用互联网思维是聚合群众智慧的最好办法,构建知识的云管理平台是顺应需求的必然趋势。

云知识管理平台包括三个组成部分,知识过滤和管理机构、知识问答平台、知识网络主体。其中知识网络主体包括五层网络:问题和经验网络、工程专业知识网络、最优实践网络、项目级网络、产品级网络。云知识管理平台的结构如图 2 所示:

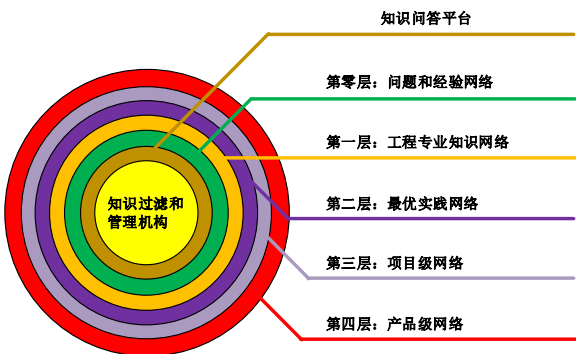


图 2 云知识管理平台的结构

知识的云管理平台是一个多级动态成长型平台,随着知识的不断融入,类似于神经网络,可以不断成长。知识从内层向外层延伸的过程是逐渐去芜存菁的过程,是经受工程项目考验的过程。每个领域的知识都是成体系的,需要用树形网络表示,各个领域之间高度交叉,需要用网络连接进行表示,最终每一级都是一个层次更加细化的网络

云结构:

- 1) **工程专业知识网络是云平台的核心基层网络**,由工程专业知识、项目管理知识、软件工程知识、硬件工程知识、系统工程知识五大模块(可能需要补充)组成;而工程专业知识由更加具体的学科知识组成,它包括工程技术知识网络和保障性工程专业知识网络,工程技术知识包括飞机控制、机械、航电、电气、动力等,而保障性工程专业知识包括可靠性工程、维修性工程、安全性工程、后勤保障工程等。工程专业知识网络结构如图 3 所示:

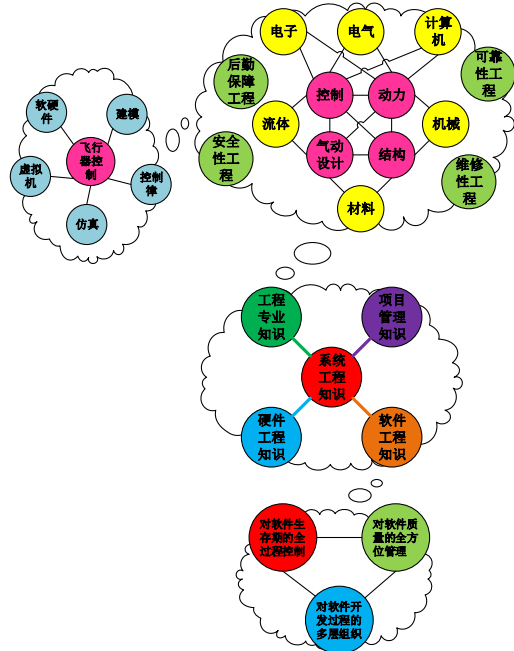


图 3 工程专业知识网络结构

- 2) **最优实践网络依附于工程专业知识网络**,其每个节点都是利用专业知识解决实际问题如某条适航条例的符合性验证的成功实践,每个成功实践都可能依赖于多个学科的工程专业知识,而各个成功实践之间必定又有交集,有层次;
- 3) **项目级网络依附于最优实践网络**,其每个节点都是一个项目,每个项目都是由若干最优实践组成,类似于成功实践,项目间必定有交集和层次;
- 4) **产品级网络依附于项目级网络**,其节点是一系列的产品,每个产品由若干项目有机组合而成。适航性靠设计,在项目分配的过程中,对适航性的同时分配非常重要。民机研制的最终目的是制造出具备适航性的客货机产品,适航条例等标准需要在云知识管理平台中对各个项目和最优实践进行约束,这就需要将适航条例、国标、国军标等标准融合在产品级网络里,然后向下级网络逐步渗透,对各级网络形成影响力。不能

否认，对适航标准的拆解和与项目的融合是困难的，正是这种困难阻碍了中国民航事业的发展，也正是这种困难，才显得对适航标准的每一点深入理解都显得非常珍贵，需要有一套完善的知识保存机制，云知识管理平台的各级网络正好可以提供从产品级到工程专业知识的完整保存；

- 5) 知识问答平台是一个供研究人员交流学习的地方，是知识和思路碰撞的地方，是灵感涌现的地方；
- 6) 问题和经验网络依附于知识问答平台，向上承接工程专业知识网络。可以对知识问答平台上较好解答方案进行归纳和总结，在形成一定的系统之后并入工程专业知识网络。

需要说明的是，最优实践网络和项目级网络在云知识管理平台上仅仅用于定性查询，更加详细的文档资料等需要专项系统单独处理，云知识管理平台不用于大规模数据存储。

云知识管理平台提供的是经验和知识支撑，并不是解决新问题的答案，对于知识的运用依然需要个人能力和团队协作。

B. 云知识管理平台的可行性

在计算机资源和网络资源极大丰富的今天，实现这样的云知识管理平台是具有可行性的。知识问答平台可以以网络论坛形式出现，知识网络主体可以以知识服务器形式出现，而知识过滤和管理机构负责知识的过滤、录入和删除等工作。为充分挖掘云知识管理平台的潜力，需要有配套的知识搜索引擎，考虑到云知识管理平台的网络特性，可以借鉴谷歌搜索等网络搜索技术。

C. 云知识管理平台的延伸应用

基于云知识管理平台，不仅可以解决 IPT 模式的自身问题，如难度系数鉴别、个人能力评估和学习交流等，还可以延伸出更加深刻的应用：

1) 基于云知识管理平台的头脑风暴会议和萃思小组

创新靠灵感，灵感靠信息综合。灵感往往出现在短时间内综合了解了多个领域信息的情况下，头脑风暴会议就是专门用来进行领域信息交流的场所，而萃思小组就是集合所有创新能力较强的人员进行思想碰撞和交流的场所。头脑风暴会议上，每个成员都要对自己的专业领域进行精华性的介绍，其他成员考虑自己专业与当前介绍可能相关的地方并给出快速理解；成立萃思小组的目的是营造一个紧张的氛围，充分调动小组成员的创新积极性，快速提出解决方案并接受他人批评，在相互批评和自我辩解的过程中寻找最优方案。基于云知识管理平台，头脑风暴会议和萃思小组能快速吸收各领域相关知识并用来合作。

2) 基于云知识管理平台的实践指导

每个人在解决某项问题时的切入点都不同，在解决综合性较强的问题时难免有所偏颇和疏忽，为了快速解决在不熟悉领域运用知识的笨拙问题，需要有实例指导或者经验指导，云知识管理平台的最优实践网络可以让所有人参与，所有人评审，可以迅速减少疏忽和笨拙的现象。

3) 基于云知识管理平台的项目演示、评审和决策

数据的图形可视化是大数据时代的典型标志，云知识管理平台在服务器上表现为一堆相关的数据和材料，用图形可视化的方法，可将知识网络主体的某一部分表示如图 4 所示：

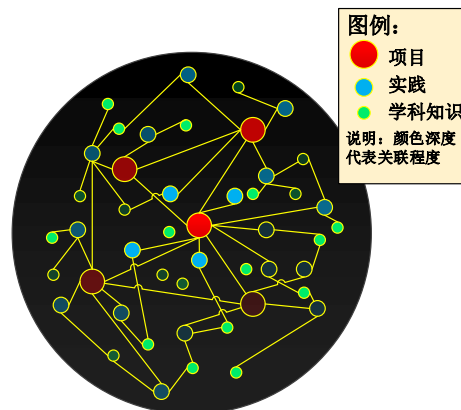


图 4 知识网络的图形可视化

整个知识网络主体可以用三维类球体展示，每一个亮点代表一个项目、最优实践或者工程专业学科，亮点的联接明亮程度则代表项目、实践之间的重合度和知识运用的全面性和深入程度。

依据图形化的展示，可以直观的了解到项目间的重合程度，充分利用其他项目的决策和评审经验；可以直观的了解某个项目的重点和难点，为项目的完整性评估提供帮助；可以直观的了解对最优实践和工程专业学科的利用程度，为项目的缺陷改善和顺利进行提供经验。依据图形化的展示，还可以充分减弱人的主观意志在决策和评审中的作用，使得对项目的进展和结果有更加客观合理的评价。

4) 基于云知识管理平台的适航初步验证

适航性源于设计，设计的全过程都要受到适航条例的约束，从工程专业知识到最优实践，再到项目，都必须时刻考虑适航性，云知识管理平台提供了全面的适航知识帮助，可以充分减少由于前期考虑不到位造成的后期返工。

5) 基于云知识管理平台的计算机辅助开发平台建设

可以综合云知识管理平台与 CAD 和 CAM 等计算机辅助设计和制造系统，充分利用云知识管理平台的辅助能力，让研发不再困于知识运用的细节问题，甚至可以在云知识管理平台完善后开发适航符合性自动验证系统，让研发设计的每一步都按照适航性要求进行。

6) 基于云知识管理平台的人工智能和专家系统

在云知识管理平台的内容足够丰富之后，可以建立基于该数据库的人工智能和专家系统，使得对云知识管理平台的搜索和运用更加简单和高效，可以进行专业的技术咨询，可以为客服公司提供专业的帮助。

在云知识管理平台足够完善之后，可以将其作为民机企业的“中央大脑”，一方面提供知识和经验的帮助，另一方面提供决策的能力。知识是民机企业系统集成能力最底层也是最坚实的核心竞争力，云知识管理平台可以作为一项将知识管理工程化的选择。

3.3 基于云知识管理平台的 IPT 模式对系统集成能力建设的推动作用

建立云知识管理平台，可以作为航空从业人员的强大后盾，依托 IPT 模式，可以强力推动系统集成能力的建设。通过对 IPT 模式和云知识管理平台的分析可知，基于云知识管理平台，在充分奠定知识基础后 IPT 模式可以对系统集成能力的建设提供 stronger 的推动作用；基于云知识管理平台，可以延伸出更高层次的应用，可以直接推动系统集成能力的建设。

4. 基于云知识管理平台的 IPT 模式的运行保障

通过以上分析可知，为快速提高民机企业的系统集成能力，IPT 模式和云知识管理平台的结合是一个很好的工程途径，但想要保证它正常且高效的运行就必须考虑一些保障问题：

1) IPT 模式本质上是精英间的动态联盟，它要求组员之间要相互信任和协作

动态联盟的特点就是其人员组成是变化的，这不利于相互信任和协作，需要在企业内部营造一种共同信念，让这种信念成为每个 IPT 的凝聚力。IPT 模式下，需要建立详细和贴心的激励机制，尽可能让所有人都感受到企业的号召力，培养员工对企业的忠诚度，进而加强员工之间的信任。

动态联盟的信任、协作问题比较突出，主要原因是企业内部的不公平氛围。在 IPT 模式下，“领导”概念会被弱化，成绩分配会变得模糊，如何保持 IPT 成员的成就感和荣誉感需要仔细的考虑。本文认为在 IPT 模式下需要建立更加合理的绩效评估体制，如借助高效的计算机管理系统对每个 IPT 小组成员进行成长和贡献记录。

2) 民机研制企业需要进行体制改革

IPT 模式采取的是精英战略，容不得一丝投机取巧，民机研制企业需要进行体制改革，必须让所有事项都围绕能力展开，鉴别并消除阻碍能力发展的因素，让研发精英

成为掌握话语权的主体。

3) IPT 小组的初期合作必然会出现不成熟表现

新组建的 IPT 由于缺少经验，工作中必然会出现不成熟表现，需要成立专业的审查组进行监督和指导。

4) 云知识管理平台的维护

云知识管理平台的内容维护和架构管理靠管理员，但知识的梳理和审核靠所有参与研发的人员，每个人的见解不同，但都有独到之处，需要坦诚相待，互相协作。

5) 云知识管理平台的保密措施

云知识管理平台上存储的东西表面上是知识，本质上是企业的核心能力和竞争力，不可避免会涉及到企业的商业秘密，这就需要对云知识管理平台进行权限设置，各级 IPT 团队拥有不同的访问权限。

5. 结论

本文所建立的云知识管理平台面向民机研发人员，关注的是民机研发中的各种工程问题，注重的是能够解决实际问题的，所以该平台具备很强的可操作性和实用性，基于云知识管理平台的 IPT 模式是快速提高民机企业系统集成能力的可行途径。

本文首先通过对全球航空工业形式的分析得出系统集成能力是民机企业核心竞争力的结论，然后提出建设系统集成能力的工程途径即基于云知识管理平台的 IPT 模式，最后对这种工程途径的运行保障进行了详细的讨论。希望本文提出的概念能对中国民机事业贡献一份微薄的力量。

参考文献

- [1] 彭本红, 吴桂平. 全球航空工业的“瀑布效应”及我国的对策. 工业技术经济, 第 11 期, 2012.
- [2] SAE ARP 4754a Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems 2010
- [3] 阮镡, 章文晋. 飞行器研制系统工程. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [4] 承文, 韩立岩. 航天企业基于知识流的知识管理体系框架. 系统工程与电子技术, 第 11 期, 2006
- [5] 章晓仁, 陈向东, 丁玲. 基于 ANP 的复杂产品系统创新集成能力研究. 科学进步与对策. 第 24 期, 2010