

Researches on the Education Reform for the Core Competencies-oriented Flight Training of Civil Aviation Pilots

Ting Ouyang, Hong Sun, Fan Li*

Civil Aviation Flight University of China, Guanghan, China

*Corresponding author. Email: lifan@cafuc.edu.cn

ABSTRACT

Education management reform for flight training is the key to the civil aviation safety. In this paper, the scientific essence of deepened reform for flight training was analyzed firstly, then, the shortages of the existing flight training management were described. Meanwhile, the state-of-art and development of the flight training theory and technologies were expatiated from the flight training evaluation, training data mining and visualization, flight operation quality assessment and systems development and so on. Moreover, combined with the real practice, the exploration and innovation for the educational management model of the competency-based training were proposed. At last, the main tasks of the competency-oriented flight training reform were given.

Keywords: Competency, Flight training, Education reform.

面向核心胜任力培养的民航飞行员训练改革探究

欧阳霆, 孙宏, 李凡*

中国民用航空飞行学院, 广汉市, 中国

*通讯作者. 邮箱: lifan@cafuc.edu.cn

中文摘要

飞行训练教育管理改革是持续保障民航飞行安全的基础, 本文首先分析了深化飞行训练改革的科学内涵, 并指出了现有飞行训练管理存在的不足, 同时, 从飞行训练评估理论、训练数据的理解及可视化、飞行操纵品质监控及系统研发等方面分析了国内外飞行训练理论及技术研究现状与发展趋势。在此之上, 结合具体实践, 阐述了基于胜任力实施飞行训练的教育管理模式探索与创新, 并对面向胜任力的飞行训练改革主要任务进行了展望。

关键词: 胜任力, 飞行训练, 教育改革

1. 深化飞行训练改革的科学内涵

航空安全是民航永恒的主题, 飞行训练是保证航空安全的关键。近年来, 民航业对飞行员的旺盛需求催生了国内飞行训练学校数量和培训规模的急剧扩张。根据民航局发布的《中国民航驾驶员发展年度报

告(2019)》,我国境内现有各类飞行训练机构39家、各类飞行教员1783人,在训飞行学员4650名,分别较上一年增长50%和20%,飞行培训规模约占全球民航培训总量的50%,虽然今年受到疫情的冲击,短期内飞行员需求增长有所放缓,但随着《交通强国建设纲要》等战略决策的部署实施,长期来看,高水平飞行

员的需求缺口仍然存在。与此同时，当前民航运输航空由于机组原因引起的不安全飞行事件频发，反映出有飞行训练模式单一、训练管理亟待改进，也凸显出面向飞行员核心胜任力开展飞行训练的重要性。航校飞行训练是飞行员技能全生命周期管理的首要阶段，对飞行员胜任能力的养成起着至关重要的作用，变革教学训练理念和模式尤为迫切。特别是随着大批新注册飞行训练机构进入市场、培训规模不断扩大，但大批新飞行教员和检查员对基于胜任力实施飞行训练的具体要求以及实现模式等方面还有待积累经验。为此，民航局明确提出要深化飞行训练改革，“全面建成支撑有力、协同高效、开放创新的新时代中国特色飞行训练体系，为全面建成民航强国提供重要战略支点”。其科学内涵在于三个转变的实现，即教育培训理念上，从执照飞行员到职业飞行员培养的转变；训练方式上，从基于科目和时数的累积到基于核心胜任力训练的转变；管理模式上，从飞行员分阶段培训管理到全生命周期管理的转变。

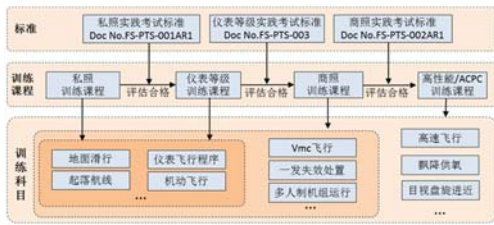


图1 航线运输飞行员初始飞行训练路线图

2. 现有飞行训练管理存在的不足

飞行训练的目的在于帮助学员系统掌握未来进入航线运输飞行所需的飞行技术。现行国内航校的初始飞行训练主要由单发私照、仪表等级、单发商照、多发商照、高性能训练等课程组成，每门课程又依据飞行实施阶段划分为起落航线、机动飞行、应急程序等若干训练科目^[1]（如图1所示），越到高阶的课程所包含的科目越多、对学员各项能力要求也越高。在飞行训练管理过程中，为了保证训练的质量和安全性，在训练过程中需及时对学员操纵飞机的精准性和熟练性等技术能力，以及安全风险意识与驾驶舱资源管理等非技术能力进行全方位评估，识别其驾驶安全风险等级，进而诊断学员技术能力与非技术能力结构上的缺陷、进行有针对性的训练方案制定。因此科学有效的训练评估是保障初始飞行训练质量与安全的关键。现有飞行训练管理主要存在以下三方面不足：

(1) 训练评价指标、评估标准设计科学性不足。目前的训练目标设计“只见科目、不见能力”，只关注每个科目的完成，缺乏对学员核心胜任能力的刻画^[2]，无法全面反映学员核心胜任力的水平及特征。评估标准主要源自长期飞行培训经验的总结，对飞行的操纵技术有一定量化标准，但对于架舱资源管理等非技术能力的评估则多为定性描述。

(2) 训练评估方法缺乏客观性和稳定性。飞行培训过程中主要基于飞行教员/检查员对学员操纵过程

的主观判断，由于对训练大纲及标准尺度把握上的差异，难以保证评估结果的客观性和稳定性。此外，飞行专家的丰富评估经验知识难以标准化、传授性较差，新教员或检查员的学习成本较高，因此，民航业迫切需要建立以训练数据为依据、充分吸收飞行专家丰富评估经验的量化评估方法，这也是民航局提出“大数据+飞行训练”战略的初衷。

(3) 丰富的飞行训练数据未能得到有效利用。飞行训练管理过程产生了海量的飞行训练大数据资源，包括机载飞参数据、运行环境数据、训练计划安排、教学大纲、教员/检查员评价、音视频等数据。这些飞行训练数据真实地记录了学员飞行训练过程，蕴含了学员操纵技能水平和安全驾驶行为特征、教员的评估经验知识。通过对这些信息的理解和应用，将有助于完善初始飞行训练管理理论体系、创新飞行训练评估方法。但是原始飞行训练数据的多源混杂模糊特性限制了对其价值的有效挖掘，为此需要研究飞行训练大数据的理解与挖掘方法，攻克飞行训练评估数据可用性这一关键科学问题

综上，未来民航飞行训练模式变革的总体趋势是贯彻“基于核心胜任力实施飞行训练”这一新时代训练思想，充分运用大数据等现代信息技术实现对飞行训练各阶段学员的胜任力的科学化评价，构建标准统一、数据驱动、面向核心胜任能力的飞行训练评价指标体系和测度方法。

3. 飞行训练理论与技术发展趋势

飞行训练属于操纵技能型教育教学，对于训练标准制定、技能等级的划分依据更多源自长期的教学经验^[3-5]，国内现行的民航初始飞行训练阶段评估理论涉及实践考试标准、141部训练教学评估方法，主要是基于对中国民航长期飞行培训经验的总结，其中对技术能力的评估有比较全面的评判标准，但是对非技术能力的评估则多为定性描述，且对标准的掌握完全凭借教员的主观经验。目前主要研究集中于：

核心胜任能力评估。国际民航组织（ICAO）以及IATA颁布了面向航线运输飞行阶段训练的指导性文件^[6]，提出了基于核心胜任力的飞行训练评估，对核心胜任能力的评估指标、识别能力的行为观察给出了一般性体系框架，即从知识、程序应用、自动飞行、手动飞行、沟通、情境意识、工作负荷管理、问题的解决和对策、领导和团队协作九个方面对飞行员技术和非技术能力进行训练过程观测评估。但在实施中，对于各项能力的评定缺乏可操作的量化标准，因此尤为依赖高素质教员的经验判断，对初始飞行训练阶段核心胜任力的训练要求、量测标准尚未有具体描述。目前，虽然面向核心胜任力的训练评估是目前行业广泛关注的研究热点之一，但在现有的飞行训练管理理论及方法中与之对应的能力观测标准、行为特征实时提取与融合分析，以及智能化的量化评估方法等尚待研究。

非技术能力评估。非技术能力是指飞行员在驾驶舱资源管理中所需要的认知和人际处理能力,并被业内一致认为是关系到一系列重大航空事故的关键因素^[7]。相关研究主要集中于驾驶舱资源管理课程设计与训练效果评估^[8-10],航线飞行员非技术能力评估模型设计^[11-13],其中比较重要的评估模型包括:Butler等建立的航线飞行、模拟飞行检测表(LLCv4.0)、美国空军事件、任务反应评价系统(TARGETs)、欧洲联合航空管理局建立的以情景、决策、协作、领导力为指标的NOTECHS模型。此外,作为心理测量学上的一个重要研究工具,观察量表在非技术能力研究中发挥了重要作用,如游旭群等在评估飞行员驾驶行为的规范性时所设计的多维评价量表^[14]等。上述研究虽然是基于大型运输机或军航/航天的驾驶作业特点,但其评价模型可为非技术核心胜任力的评估指标设计和测量提供一定基础依据。关于非技术能力的评级标准及测量方法的研究是有待进一步解决的问题。

训练数据的理解及场景可视化。典型的飞行训练数据包括结构化与非结构化数据,目前对于飞行驾驶动作行为的分析主要是基于结构化的飞参时间序列数据进行动作识别^[15,16]。对于训练数据可视化系统研发主要利用Flight-Gear开源仿真软件进行系统扩展,实现集飞行数据管理和分析于一体的软件系统设计,为飞行状态监控提供了直观的数据可视化系统^[7]。以上的可视化分析系统主要是基于模拟飞行或离线飞行训练数据,缺乏在线的行为监控以及对风险的评估预测,难以满足飞行训练过程中对行为纠偏、技能缺陷等发现的及时性需求。可以发现,现有文献中针对飞行训练大数据特性的研究及其有限,尤其是对一些非结构化数据的传输、挖掘及信息融合等相关内容还研究较少。对于以教员评语为代表的非结构化数据,需要借助于自然语言处理技术以理解其中蕴含的经验知识,有关这方面的研究未见突破;另一方面,对于飞行训练科目及动作识别研究只限于基于飞参数据的事后分析,缺乏考虑结合驾舱音、视频等信息对飞行动作行为进行的实时特征分析及场景呈现。

飞行操纵品质监控或评估。主要用于解决航线运输飞行中的超限事件诊断、飞行员不良操纵筛查,其核心是通过对飞参数据的分析实现对飞行驾驶超限事件的诊断以及风险等级评估。目前基于飞参数据的飞行操纵品质分析主要是基于历史数据,对超限事件进行特征提取及风险评估,但对于飞行驾驶交互过程的刻画及表征还研究不足,未能从根本上揭示超限事件产生的根源。此外,对于飞行训练的质量评价是基于观察打分或调查问卷进行的飞行驾驶规范性或完成质量诊断评估。飞行驾驶的规范性诊断通常采用构建指标体系的方法来进行评价,相应的方法可视为基于行为的绩效评估,这方面的研究难点在于非技术能力的评估^[7],需要从团队管理、机组沟通、情境意识和决策、特殊情况处理等多方面选取与飞行员安全行为相关的指标构建检查量表对驾舱资源管理进行综合评价^[10,13]。

4. 飞行训练教育管理模式的实践创新

航校初始飞行训练是飞行员技能全生命周期管理的首要环节,起到“从零构建飞行员核心胜任力”重要作用,为此,中国民航飞行学院结合多年飞行训练及飞行教育管理经验,在推进“基于胜任力训练”稳步实施方面进行了一系列创新实践,初步形成了理论研究与应用实践迭代创新发展新格局。

4.1. 基于胜任力的初始飞行训练模式探索

胜任力的分级进阶训练管理模式。根据现有飞行训练实践及九大胜任力的定义,我们发现学员胜任力的养成有先后,不同的训练方法亦产生不同的胜任力发展顺序,现有的行为观察及训练大纲制定需考虑胜任力的分级及训练阶段的关联。因此,结合实训数据,我们将九大胜任力划分为基础、桥梁以及高级胜任力,传统的技术能力对应于基础位置,而非技术能力属于高层位置。相应的观察行为也依据胜任力发展顺序分为基础及进阶,在此之上,设计了相应的训练大纲并进行了阶段式培训课程实践,弥补了传统训练偏重于基础胜任力、缺乏系统的训练质量管理方案等不足。

能力溯源训练管理模式。溯源训练的理念在于,从单一各项胜任力的训练到胜任力的系统构建转变,具体内容包括:胜任力溯源、飞行理论溯源、飞行质量溯源、飞行作风溯源等。溯源训练管理体系的核心是胜任力溯源,即以胜任力系统评估与训练实施二者相互演进为基础,改进训练标准、课程及教员培训。飞行理论溯源则加强了理论课程与实际飞行训练的联系。飞行质量溯源结合胜任力评估工具,完善检查 and 实践考核标准,为质量管理提供有效的质控数据,实现训练质量可追溯。飞行作风溯源则结合学员在校的操行记录及日常行为规范,分析反映学员飞行作风的实际行为表现,实现飞行作风可追溯。

4.2. 大数据驱动的智能飞行训练评估技术研发

围绕现有飞行训练管理理论及技术面临的瓶颈,研究团队结合实际获取的多源飞行训练数据,积极开展大数据驱动的智能飞行训练评估关键技术研究,包括面向初始飞行训练的核心胜任力量化标准、测度方法研究;多源混杂模糊飞行训练数据的融合处理及可用性提升研究;数据驱动的飞行操纵行为决策分析及训练场景模拟研究;专家评估经验知识表征及智能化训练评估系统开发等。

5. 总结

飞行训练是保证航空安全的基石,要实现从基于技能的训练、基于任务的训练到基于核心胜任力实施飞行训练的教育培训模式转变,现有飞行训练管理体系亟待变革,科学高效的训练评估方法是核心胜任力培养的关键。为此,未来航校飞行训练改革的主要任务将是深入贯彻民航局发(39)号文、开展飞行训练

体系的理论研究及实践创新；建立完善科学的飞行训练评估体系，实现经验型、定性评估，向数字化、智能化评估转变，为世界民航贡献中国特色的飞行训练规范；广泛结合人工智能及大数据技术，重点突破“多源混杂模糊训练数据的理解与计算”等科学问题，进行智能飞行训练管理系统设计研发，为中国特色飞行训练体系的构建提供实践经验及技术支持。

致谢

本文相关研究受国家自然科学基金民航联合基金重点项目(U2033213)及民航飞行技术与飞行安全重点实验室开放基金项目(FZ2020KF06)资助。

REFERENCES

- [1] H. Sun, D. Jiang, D. Wang. Analysis of training path of airline transport pilots, *China Civil Aviation*, 2019, 305: 88-89.
- [2] Civil Aviation Administration of China. Guidelines on comprehensively Deepening the Reform of Flight Training for Air Transport (CAAC [2019] No. 39). http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/ZFGW/201906/t201906_27_197247.html.
- [3] Civil Aviation Administration of China. Practical test criteria for private pilot's license- Aircraft. Beijing: Civil Aviation Publishing House of China, 2013.
- [4] Civil Aviation Administration of China. Practical test criteria for commercial pilots' Licenses - Aircraft. Beijing: Civil Aviation Publishing House of China, 2013.
- [5] X. Zheng. The Holistic course for Airline Transport Pilots. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2013.
- [6] International Civil Aviation Organization. Manual of Evidence-based Training, 2013. <https://www.icao.int/SAM/Documents/2014-AQP/EBT%20ICAO%20Manual%20Doc%209995.en.pdf>.
- [7] R. Flin, L. Martin, K.M. Goeters, et al. Development of the NOTECHS (non-technical skills) system for assessing pilots' CRM skills. *Human Factors and Aerospace Safety*, 2003, 3: 97-120. DOI: <http://dx.doi.org/10.4324/9781315194035-1>
- [8] E. Salas, K. Wilson, C. Burke, et al. Does crew resource management training work? An update, an extension, and some critical needs. *Human Factors*, 2006, 48(2):392-412. DOI: <http://dx.doi.org/10.1518/001872006777724444>
- [9] P. O'Connor, H. Hörmann, R. Flin, et al. Developing a method for evaluating crew resource management skills: A European perspective. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2002, 12(3): 263-285. DOI: http://dx.doi.org/10.1207/S15327108IJAP1203_5
- [10] R. Helmreich, A. Merritt, J. Wilhelm. The evolution of crew resource management training in commercial aviation. *International Journal of Aviation Psychology*, 9 (1), 1999, 19-32. DOI: http://dx.doi.org/10.1207/s15327108ijap0901_2
- [11] Y. Wang, J. Liu. Research on evaluation model of non-technical skills for civil aviation pilots. *Journal of Safety Science and Technology*, 2017, 13(10): 187-192. DOI: <http://dx.doi.org/10.11731/j.issn.1673-193x.2017.10.031>
- [12] J. Fowlkes, N. Lane, E. Salas, R. L. Oser, Improving the measurement of team performance: The TARGETs methodology. *Military Psychology*, 6 (1), 1994, 47-61. DOI: https://doi.org/10.1207/s15327876mp0601_3
- [13] R. Flin, L. Martin. Behavioral markers for crew resource management: A review of current practice. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2001, 11(1):95-118. DOI: http://dx.doi.org/10.1207/S15327108IJAP1101_6
- [14] X. You, M. Ji, K. Dai, et al. Developing a Multidimensional Scale to Assess Safety Behaviors in Airline Flight. *Acta Psychologica Sinica*, 2009, 41(12): 1237-1251. DOI: <http://dx.doi.org/10.3724/SP.J.1041.2009.01237>
- [15] Y. Zhang, Y. Wang, C. Wang, et al. Acrobatic maneuver reorganization method compared with parameters relevance and feature of sequence change. *Computer Engineering and Applications*, 2016, 52(05): 246-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.3778/j.issn.1002-8331.1403-0283>
- [16] Y. Shen, S. Ni, P. Zhang. Flight action recognition method based on Bayesian network. *Computer Engineering and Applications*, 2017, 53(24): 161-167. DOI: <http://dx.doi.org/10.3778/j.issn.1002-8331.1707-0156>
- [17] W. Peng, W. Liao, X. Zhang, et al. Design of flight operational quality assurance platform for general aviation aircraft. *Flight Dynamics*, 2018, 36(06):92-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.13645/j.cnki.f.d.20180912.011>