

以能力培养为导向的飞行气象学实践教学体系的构建与探索

邵靖媛^{1*}, 庄子波², 刘佳颖¹, 张鑫¹, 史雨涵¹

¹中国民航大学飞行分校, 天津

²中国民航大学空中交通管理学院, 天津

收稿日期: 2025年8月27日; 录用日期: 2025年10月7日; 发布日期: 2025年10月14日

摘要

飞行气象学是飞行技术专业的核心课程, 实践教学是提升飞行学员天气判断能力、航空气象资料认读能力及各类恶劣天气下应对处置能力的关键环节。目前的飞行气象学课程存在重理论轻实践的问题, 导致飞行学员气象相关的各项能力普遍不足。本文以飞行学员的能力培养为导向, 结合气象类APP与飞行模拟机平台, 探索飞行气象学实践教学体系的构建。教学结果显示, 该实践教学体系解决了飞行气象学课程中理论教学和实践能力脱节问题, 增强了飞行学员的学习积极性, 提高了飞行学员的气象素质与实操能力。

关键词

飞行气象, 实践教学体系, 飞行模拟机平台

Construction and Exploration of an Ability-Oriented Flight Meteorology Practice Teaching System

Jingyuan Shao^{1*}, Zibo Zhuang², Jiaying Liu¹, Xin Zhang¹, Yuhan Shi¹

¹Flight Branch, Civil Aviation University of China, Tianjin

²College of Air Traffic Management, Civil Aviation University of China, Tianjin

Received: August 27, 2025; accepted: October 7, 2025; published: October 14, 2025

Abstract

Flight meteorology is the core course of flight technology major. Practical teaching is the key link to improve the ability of student pilots to evaluate weather, to interpret aviation meteorological data

*第一作者。

文章引用: 邵靖媛, 庄子波, 刘佳颖, 张鑫, 史雨涵. 以能力培养为导向的飞行气象学实践教学体系的构建与探索[J]. 职业教育发展, 2025, 14(10): 256-264. DOI: 10.12677/ve.2025.1410489

and to deal with adverse weather conditions. At present, the course of flight meteorology has the problem of attaching more importance to theory and less to practice, leading to the general inadequacy of meteorology-related abilities of students. This paper explores the construction of an ability-oriented flight meteorology practice teaching system with meteorological applications and flight simulator platforms. The teaching results show that the practical teaching system bridges the gap between theoretical teaching and practical ability in the course of flight meteorology, enhances the learning enthusiasm of the pilot students, and improves the meteorological quality and practical ability of the pilot students.

Keywords

Flight Meteorology, Practical Teaching System, Flight Simulator Platform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,国家对本科阶段学生实践能力的培养日益重视,并为此制定了一系列的政策。与普通的大学生相比,作为我国未来飞行储备人才的民航高校大学生飞行学员的实践能力尤为重要[1]-[3]。中国民用航空局副局长胡振江在国际飞行训练展会上指出由于中国民航发展速度过快、新机长数量和比例不断增加,目前中国民航出现飞行员实际操作能力下降的特点。他进一步提出,航空学校和航空公司需要转变发展观念,创新飞行员培训方法,加强飞行学员的训练工作,从而提升飞行学员操作能力。2017年中国民航局发布的《民航教育培训“十三五”规划》中指出十三五期间针对民航特色学科将全面深化教育改革,推进理论教育与工程实践相结合[4]。可见,新时代背景下民航局对民航高校飞行学员实践能力的培养提出了新的要求。

实践教学体系的构建需以科学的教育理论为指导。Kolb提出的体验式学习理论(Experiential Learning Theory)强调通过具体经验、反思观察、抽象概括和主动实验四个循环阶段实现知识内化与能力转化[5]。Lave和Wenger的情境学习理论(Situated Learning)进一步指出,学习应嵌入真实活动、情境中,通过参与实践促进认知与技能发展[6]。飞行气象学作为高度应用型的学科,教学更应依托真实或高度仿真的情境,促进学员在体验中构建知识、发展能力。本文基于上述理论,构建以能力培养为导向的飞行气象学实践教学体系,突出“做中学”和“情境中学”,强化理论向实践的迁移。

2. “飞行气象学”课程实践教学体系建设的背景

飞行气象学是民航局教学大纲中飞行技术专业的核心课程之一,也是飞行员私商仪执照考试的必考内容。飞行气象学课程强调理论与实践的结合,以培养飞行学员的气象素质为总目标,不仅注重学员对基本气象要素、危险天气的成因等理论知识的理解,更注重培养学员在未来飞行生涯中所必备的各项气象能力[7]-[9]。

然而,目前飞行气象学课程重理论轻实践的问题尤为突出,缺少与教学内容相匹配的实验课程,现有实验内容单一且落后,仅仅是民航气象报文、天气图表的简单识读,对飞行学员各项气象能力的培养作用有限。同时,这种重理论轻实践的教学模式导致学生的学习积极性也不高,甚至降低了学员对飞行气象学课程的学习兴趣[10][11]。实验环节长期忽视的弊端在飞行学员进入航校与航空公司后逐渐显现出来,学员不知道怎样将气象理论知识应用到实际飞行中,面对各类天气缺少决策能力,直接影响飞行安全[1]。

日益增长的飞行人才能力需求与高校培养的飞行学员实际能力之间存在现实矛盾,如何培养飞行学员在未来飞行中的实践能力成为亟待解决的问题。笔者结合飞行气象教学经验,总结出以培养飞行学员

各项气象能力为导向的飞行气象学实践教学体系，通过结合现有的气象类手机程序与飞行模拟机平台，改革实践教学方法。

3. 飞行学员气象能力的结构分析

目前，对飞行学员所需要具备的气象能力还没有统一的行业标准，庆锋、庄子波认为飞行学员需要掌握航空危险天气对飞行的影响，进而初步具备正确认识和理解航空气象信息及初步的航空天气预报能力[12]。李海龙等认为飞行学员飞行职业生涯需要具备良好的气象素质，包括理解航空气象基础理论知识，总结归纳气象要素对飞行的影响，具备依据气象条件运筹谋划飞行训练的能力[13]。张建辉等认为飞行学员必须具备相应的航空气象知识，才能充分利用有利天气，避开不利状况，预防危险，保障飞机的运行安全[1]。可以看出，飞行气象学领域的学者对飞行学员所需要具备的气象能力有很多的论述，但侧重的方向不同，缺乏系统和全面的思考。

依据民航局飞标司公布的私、商、仪、航线运输执照理论考试知识点，并结合多本飞行气象学教材、航空公司气象培训教材，作者认为飞行学员应具备以下三种主要能力：天气判断能力、恶劣天气下应对处置能力以及航空气象资料认读能力。

3.1. 天气判断能力

飞行学员能依据云的特征准确识别云状，并根据温度、湿度、气压、风、能见度等气象要素综合判断未来天气发展趋势，制定和调整下阶段的飞行计划。

3.2. 恶劣天气应对处置能力

飞行学员遇到侧风、低能见度、以及雷暴、颠簸、飞机积冰等恶劣天气时，能准确判断该危险天气对飞行造成的影响，利用仪表等机载设备提供的信息果断决策，正确处置。

3.3. 航空气象资料认读能力

飞行学员熟练识读 METAR、TAF 等航空气象报文，准确识读地面图、高空图、重要天气预报图、高空风温图等天气图，能根据气象云图、雷达图判断云与降水情况，能在飞行前综合应用各类气象资料分析出飞机起降及航路飞行过程中的气象条件，进而制定飞行计划。

4. 以能力培养为导向“飞行气象学”课程实践教学体系的架构

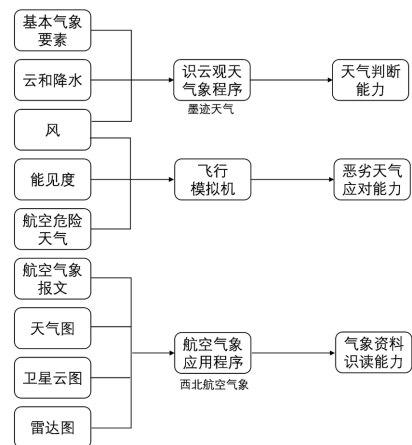


Figure 1. Schematic diagram of practical teaching system of flight meteorology course oriented to ability training
图 1. 以能力培养为导向飞行气象学课程实践教学体系示意图

以培养飞行学员应具备的三种主要能力为导向，有针对性地对现有的飞行气象学实践课程进行改革，充分利用现有的气象类手机软件以及中国民航大学飞行模拟机平台，建立以能力培养为导向的飞行气象学课程实践教学体系。如图 1 所示。

4.1. 天气判断能力实验设计

飞行员需要具备基本的气象素质，能通过云状等信息判断未来天气的变化趋势，为培养飞行学员天气判断能力，在飞行气象学课程实践教学体系中加入了看云识天气的实践内容。学员需要通过云的外貌特征识别不同类型的云，并观察云的发展、演变过程及对飞行的影响，实践过程中，选取每日的固定时间 7 时、12 时、18 时三个时段连续观测 30 天，每次观测时，用相机拍下所观测的主要云的图片，并按照实验报告规定的格式填写观测到的云的类型、特点及对飞行的影响，看云识天气的记录表如图 2 所示。每 7 天教师利用云的照片和天气实况数据带领学生回顾过去一周的天气形势，总结观测的云的类型、特点，并分析不同种类的云与降水的对应关系。

日期	时间	云种	云高	简写符号	填图符号	天气现象	云的主要特征	对飞行的影响
	7:30							
	12:00							
	18:00							
	7:30							
	12:00							
	18:00							
	7:00							
	12:00							
	18:00							

Figure 2. Cloud record table
图 2. 云记录表

云的种类识别的主要依据是中国气象局的《地面气象观测规范云》[14]和中国民航局《民用航空气象地面观测规范》[15]，同时在实际教学中，可引入多种支持实时气象信息查询与 AI 识云功能的气象应用程序(如墨迹天气、Windy、Flight Weather 等)。该类工具通常集成人工智能图像识别、多源数据融合及可视化技术，能够为学员提供实时的气象要素信息、云状自动识别及天气演变趋势辅助判断功能。例如，飞行学员可以借助墨迹天气 APP 中的 AI 观云识天功能实时了解目前天空中云的种类以及该种云对应的天气变化情况，从而实现自主学习。目前，墨迹天气的 AI 观云识天利用 AI 技术、图片识别技术等已实现云的种类的有效识别，飞行学员在使用时仅需上传云的照片，程序就可以自动给出云的种类、云的主要特征以及该种云对应的天气情况等信息。同时，墨迹天气会实时提供观测地的温度、湿度、气压、风

向、风速和降水情况，帮助飞行学员对天气趋势进行判断与检验。图 3 为墨迹天气 APP 在看云识天气实践教学的应用情况的展示。

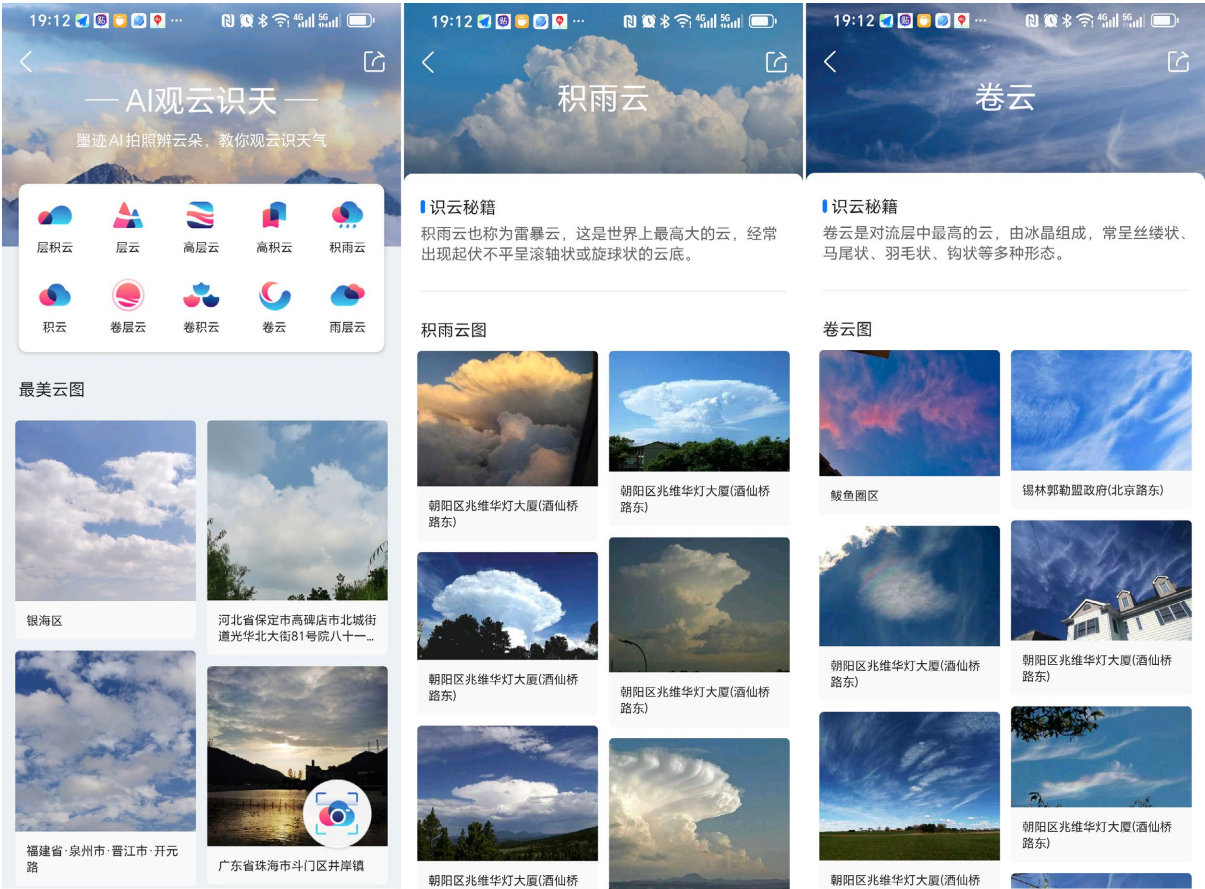


Figure 3. Application of ink weather APP in practice teaching
图 3. 墨迹天气 APP 在实践教学中的应用

4.2. 恶劣天气应对能力实验设计

实际飞行中，飞行员的特情处置能力尤为重要。飞行气象学课程的核心，就是要培养飞行学员应对侧风、低能见度、雷暴、颠簸、飞机积冰等恶劣天气时果断决策，正确处置的能力[16]。针对这一部分的实践教学，应用中国民航大学飞行模拟机平台开展，模拟机逼真模拟各类恶劣天气场景，飞行学员通过实际操作应对处置，最终实现提高飞行学员应对恶劣天气的能力的目的。

中国民航大学飞行模拟机平台根据航空公司合法授权的 A320 飞机数据包模拟仿真飞机的气动性能，实现对飞机的飞行特性、动力特性等的模拟，飞机驾驶舱硬件系统模拟 A320 飞机内部结构和布局，全尺寸 1:1 仿真驾驶舱，驾驶舱内各组件功能与飞机基本保持一致，并能够正确响应操作指令。视景系统为三通道柱幕，具有大容量、高清晰度的窗外景象同时保证双视点左右驾驶员能够逼真的从视觉模拟飞行性能，包括地面滑行、起飞、爬升、巡航、转弯等。同时，视景系统可模拟仿真逼真的各类天气和不同能见度的气象效果，支持雨、雪、雾、多云等多种的大气效果。故障仿真系统可以通过设置能见度、风、云、降水等环境参数设置故障，可按照预先设定的触发方式触发故障，当故障触发时，驾驶舱具有正确的驾驶舱效应，包括相应的面板灯亮，ECAM 告警信息，以及正确的音响警告。同时，模拟机的飞行数据可

以实时输出，用于重现飞行轨迹、品质监控、数据分析、风险评估等研究。

实验过程中，教师在飞行模拟器上设置低能见度、侧风、雷暴、积冰、风切变五种不同情景，要求飞行学员对每一个情景飞一个完整的起降过程。飞行学员通过飞行模拟机平台，身临其境的感觉低能见度、侧风、雷暴、积冰、风切变等恶劣天气对飞行造成的影响，训练飞行过程中危险天气出现时的特情处置能力。图 4 为飞行模拟器不同能见度设置下视觉系统对窗外情景的模拟情况。图 5 为学生应用飞行模拟器平台展开实践的过程展示。



Figure 4. Exterior display of flight simulator under different visibility scenarios
图 4. 不同能见度情景下飞行模拟器外景展示



Figure 5. Application of flight simulator platform in teaching practice
图 5. 飞行模拟器平台在教学实践中的应用

4.3. 航空气象资料识读能力实验设计

气象信息是执行飞行任务必备的航行情报，获取飞行气象信息和天气资料是飞行学员在制定飞行计

划的先决条件[17]。飞行学员熟练识读 METAR、TAF 等航空气象报文,利用地面图、高空图、重要天气预报图、高空风温图等天气图以及气象云图、雷达图准确获取飞机起降以及航路飞行过程中的气象信息,并能在飞行前综合应用各类气象资料制定飞行计划。

为培养飞行学员航空气象资料的识读与分析能力,飞行气象学课程实践教学体系改变了过去 METAR、TAF 报文简单识读的实验内容,应用多种专业航空气象应用(如西北航空气象、Windy、AeroWeather 等)开展航空气象资料综合实验。该类工具通常提供全国范围的机场实况报文(METAR、SPECI)、预报报文(TAF)、多层次重要天气图、卫星云图及雷达图等西北航空气象 APP。飞行学员根据多种专业航空气象应用设定的飞行计划,例如,在西北航空气象 APP 中输入起降机场,APP 将给出飞行相关机场的气象报文、航路相关的各类天气图以及预警信息,飞行学员综合应用航空气象资料分析天气形势,判断飞行过程中可能遇到的重要天气,云和降水的影响范围及强度变化趋势,并对飞行计划进行调整,自行设计当前气象条件下飞行航路与飞行高度,选择备降机场。图 6 为西北航空气象 APP 在航空气象资料识读实践教学的应用情况的展示。当飞行学员取得执照后,也可以利用中国民航局开发的云执照 APP 中通用气象信息服务的功能开展实践。学员通过分析不同平台的数据,全面提升气象资料的综合研判与飞行决策能力。



Figure 6. Application of northwest aviation meteorology APP in practice teaching
图 6. 西北航空气象 APP 在实践教学中的应用

5. 以能力培养为导向“飞行气象学”课程实践教学体系的教学效果

“飞行气象学”课程实践教学体系建立后,针对两届飞行卓越班学生开展教学试验。通过与普通班

学生考试成绩与实验报告册的对比,发现采用实践教学体系的飞行学员飞行气象学课程的成绩显著提高,实验报告册的撰写内容更加丰富,分析与讨论的深度也明显增加。从课堂氛围的角度,教师会明显感受到采用实践教学体系的飞行学员的课堂参与度和积极性显著提高,班级学习氛围浓厚,实验时学生会积极的讨论。例如,在模拟机实验时,教师会对每个学员的飞行设置不同的天气条件,一位学生在机长位进行模拟飞行时,其他学生会在后面热烈讨论该天气条件对飞行的影响以及该生操作过程的优缺点。在开展航空资料识读实验时,学生像真实飞行中机组飞行前准备一样,积极讨论航路天气,自行制定飞行计划。从教学评价的角度,采用实践教学体系的飞行学员课堂反馈度高,对教师的满意度也明显提升。很多学生表示通过实践教学,更深刻地体会到气象在未来飞行中的重要性,也更喜欢飞行气象学课程。同时,学生的学习主动性被充分调动起来,理论学习方面除了课本知识外,学生愿意自己课后查阅资料去自主学习更多的气象知识,理论和实操能力都得到了提升,一定程度上解决了飞行气象学课程中理论教学和实践能力脱节问题。

6. 结论

本文以能力培养为导向,结合气象类应用程序与飞行模拟机平台,构建了飞行气象学实践教学体系,并进行了初步教学实践与探索。该体系以天气判断能力、恶劣天气应对处置能力与航空气象资料识读能力为核心,依托体验式学习与情境学习理论,通过设计看云识天气、模拟机特情处置及气象资料综合研判等实践环节,有效促进了理论教学与实践应用的深度融合。教学实践表明,该体系显著提升了飞行学员的学习积极性、气象素养及实操能力,解决了传统课程中理论与实践脱节的问题。

未来的研究可进一步探索虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等新技术在气象实践教学中的应用,同时加强对学员长期能力发展及教学效果可持续性的跟踪评价,持续优化实践教学体系,为民航飞行人才培养提供有力支撑。

基金项目

中国民航大学科研启动基金(2020KYQD120)。

参考文献

- [1] 张建辉, 司海青, 汪海波, 等. 基于飞行仿真软件的航空气象教学实验平台建设及应用[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(12): 188-193.
- [2] 顾莹, 王志强. 新工科背景下航空气象课程思政建设思考[J]. 科技风, 2020(8): 43.
- [3] 孙吉明, 管玮乔, 李楚艳. 航空气象实践教学的探索与改革[J]. 高教学刊, 2019(22): 122-124.
- [4] 中国民用航空局. 民航教育培训“十三五”规划[R]. 北京: 中国民用航空局, 2017.
- [5] Kolb, D.A. (2014) *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. FT Press.
- [6] Lave, J. and Wenger, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511815355>
- [7] 程林, 杨晓强, 贺强. 面向民航特色应用气象专业的流体力学课程建设讨论[J]. 课程教育研究, 2019(25): 246-247.
- [8] 黄仪方. 航空气象[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2011: 2-3.
- [9] Gultepe, I., Sharman, R., Williams, P.D., Zhou, B., et al. (2019) A Review of High Impact Weather for Aviation Meteorology. *Pure and Applied Geophysics*, **176**, 1869-1921. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02168-6>
- [10] 王敬民. 对“航空气象”课程教学改革思考[J]. 中国民航学院学报, 2000(2): 60-63.
- [11] 李俊醇. 基于OBE理念的飞行气象学课程改革探索[C]//福建省商贸协会. 华南教育信息化研究经验交流会2021论文汇编(三). 福州: 福建省商贸协会, 2021: 1146-1149.
- [12] 庆锋, 庄子波. 飞行气象学[M]. 北京: 中国民航出版社, 2016.

- [13] 李海龙. 高高原航线飞行员胜任特征模型研究[D]: [硕士学位论文]. 德阳: 中国民用航空飞行学院, 2016.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 35222-2017 地面气象观测规范云[S]. 2017.
- [15] 中国民用航空局空管行业管理办公室. AP-117-TM-02R1 民用航空气象地面观测规范[S]. 北京: 中国民用航空局, 2012.
- [16] 焦慎林. 民航飞行员胜任特征模型研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 中国民航大学, 2019.
- [17] 王思祺. 航空公司的气象需求分析[J]. 气象科技进展, 2017, 7(1): 213-215, 225.