

基于 BOPPPS 的飞机电子系统课程混合式教学模式探索与实践

朱芳 叶宝玉

广州民航职业技术学院，广东广州，510403；

摘要：以民航高职飞机电子系统课程为例，研究了基于 BOPPPS 的混合式教学模式的设计和实践过程。该模式结合民航机务岗位需求与航电装备教学特点，将 BOPPPS 模型的六阶段闭环设计与信息化教学工具深度融合，形成了“课前导学-课中精练-课后拓展”的三段式教学体系。实践表明，通过线上线下融合重构教学流程，学生的实践能力和岗位维护技能得到了提高，课程的教学效果得到了提升，为民航高职院校的教学改革提供了研究实践，赋能民航高职教育教学质量的改进。

关键词：BOPPPS；混合式教学；教学设计；探索实践

DOI：10.69979/3029-2735.25.10.093

民航高职《飞机电子系统》课程是机电设备维修类专业的核心专业课程，承担着培养民航机电设备维护专业人才的关键使命。该课程的教学内容包括飞机机载电子系统的原理、组成和常见故障维护这三个模块。在系统原理模块，包括机载仪表、通信、导航、自动飞行等子系统的工作原理认知；在系统组成模块，包括每个机载子系统的部件组成、部件在机身上的位置，比如，传感器、控制盒、收发机、天线、执行机构的协同机制等部件的组成分析；在故障维护模块，包括每个子系统的诊断实践，比如，系统无显示、信号干扰、系统参数显示异常、故障灯点亮等典型故障的标准化排故流程。该课程涉及多个基础学科，具有理论抽象性强、设备操作复杂、故障场景动态变化、维护实操安全等级高等特点，对学生的系统思维和岗位胜任力都是极大的挑战。

在传统教学实践中，由于硬件投入费用高、设备比低、飞机电子系统故障设定单一等因素，导致授课难度大，严重影响了教学质量。为有效解决数字化转型背景下课程教学过程中存在的三高三难问题，在教学中将 BOPPPS (Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participatory, Post-assessment, Summary) 理论融合进课程教学及维护实践环节中，设计了基于 BOPPPS 理论的教学方法，将职教云、虚拟维护平台的线上教学资源与线下授课实践相融合，设计了新的教学过程，实现了教学方式的创新^[1]。

1 传统教学过程中存在的问题

飞机电子系统融合了多学科的专业知识，从事该系统的维护人员必须具备扎实的理论知识和熟练的操作技能^[2]。飞机电子系统课程最理想、最有效的教学模式是在教室进行电子系统的理论原理教学，分析了飞机电子系统的典型故障之后，再到飞机上进行真实的系统使

用和排故实践操作，单这种教学模式往往很难实现，主要存在三高及三难^[3]。

一高是投入高，为了满足人才培养的目标，与就业接轨，教学飞机机型就必须接近民航企业当下的主流机型。当今民航的主流机型是波音 737-800、空客 A320，还有更先进的波音 787、空客 A350 和 C919。但新飞机或者服役状态的民航客机购置成本高昂，波音 737-800 航电实训设备单价超 500 万元，且维护所需航材价格也不菲，真实航电设备软件升级费用年均超 80 万元，且需匹配局方 CCAR-66R3 考试的新型设备要求，这些因素导致设备购置费和维护更新费用高，学校无力承担新机型的费用，教学飞机机型老旧，电子系统落后。随着时代的发展，飞机在发展，飞机电子系统也在不断地发展，飞机电子系统课程的教学内容与具体的机型有关，不同的机型有着不同的机载航电系统，对应的原理、操作及维护方式也不同，这就导致课程所需的硬件及耗材投入昂贵；二高是风险高，某些实践操作存在一定的安全风险，从安全性出发导致课程时间排故设置简单，同时考虑配件及耗材的更换，安全操作规范等，就导致无法在教学飞机上人为制造过于复杂的故障，在课程实践排故设置时就只能设置一些操作简单、零部件损伤小或者无损伤及易于恢复的故障来进行教学，无法实现飞机日常飞行中常见故障的实践维护教学；三高是难度高，航空电子维护的实践技能教学对教师的教学能力和专业水平要求极高。

在难点方面，一难是教学实施难，受教学环境、教学飞机数量等因素的限制，生均设备占有量低，许多课程的实践教学环节难以顺利进行，同时由于飞机电子系统的部分排故项目存在安全隐患，比如飞机通电检查项目，这就导致 60% 的高风险操作仅能通过视频演示；二

难是理解难,部分课程内容涉及多学科复杂的理论知识和专业维护技能,学生在学习过程中需要回顾以往专业基础知识,往往很难快速理解和掌握当前所学的内容;三难是难再现,对于一些不可复现、不可逆的飞机电子系统线路故障维护环节,传统的教室授课和模拟器操作模式导致学生出现拆装熟练但原理模糊的能力断层,调查显示 83% 学生无法独立分析系统交联故障,故障模拟装置仅能复现 30% 的典型故障,缺乏总线通信异常、电磁干扰等复合型故障库。以上原因导致了课程实际的教学效果与教学目标之间会出现很大偏差。

同时,传统教学效果反馈滞后,纸质工卡评估体系无法实时追踪学生的操作规范性,如力矩扳手精度误差,技能达标率长期低于 65%。民航局《智慧民航建设路线图》要求院校在 2025 年前实现虚拟仿真覆盖 80% 高风险实训,倒逼教学改革。因此,在有限的资源条件下,为更好地让学生理解飞机电子系统的原理、操作,掌握维护技能,提升飞机电子系统的实际教学质量,就需要引进新技术对传统的教学模式进行革新和调整。

2 基于 BOPPPS 的课程混合式教学模式创新

BOPPPS 模型通过目标导向-数据驱动-虚实融合的闭环设计,可有效破解设备更新慢、设生比低、实训风险高、技能迁移难等痛点^[4-5]。在飞机电子系统的教学过程中,我们通过职教云平台和虚拟飞机维护平台,运用 PPT、教学视频、头脑风暴、讨论、测验等教学资源和手段,基于 Douglas Kerr 提出的 BOPPPS 六阶段模型,结合民航机务人才培养的特性,通过结构化的教学设计框架和灵活的学习方式,构建时间、空间和数据三维的混合式教学体系,形成线上与线下的双向互动闭环^[6]。

课程教学实践如下:

(1) Bridge-in (导入)。线上利用职教云平台发布课程相关短视频或者维护案例,比如波音 737NG 主飞行显示器上速度带或高度带消失并伴随故障旗、仪表显示界面完全黑屏或不显示、A320 GPWS 误报警等案例视频,结合 AR 技术或动画实现三维电路图动态展示,如学习陀螺仪表时,将陀螺仪稳定性和进动效应可视化显示;再提出引导性问题,同时使用平台课前讨论区收集学生观点,形成课前讨论墙。线下课堂教学中展示学生线上讨论的重要观点,开展故障树头脑风暴,引导学生分组绘制理论知识的思维导图或者维护案例的可能诱因图谱,引发课堂共鸣,以提高教学效率。

(2) Objective (教学目标)。发布课程目标清单,标注核心能力,将课程目标与职业能力相关联,增强课程的实用性,提供教学目标关联的课程资源,供学生自主探索,在课堂教学中制定 SMART 原则导向的阶梯目标,基于具体性 (Specific)、可衡量性 (Measurable)、

可实现性 (Achievable/Actionable)、相关性 (Relevant) 和时限性 (Time-bound) 五个维度,将课程目标分解为分阶段、可执行的子目标体系,将学生能力培养分解为可执行的步骤,这种分层递进的教学目标实现方法既保证目标的清晰可控,又通过阶段性激励增强行动力。比如在 VHF (Very High Frequency) 通信系统课程中,基础层目标可设定为识别 VHF 接收机组件并完成通电检查,进阶层目标可设定为 15 分钟内定位 VHF 通信静噪故障,创新层目标可设定为设计 C919 航电系统电磁兼容性改进方案。

(3) Pre-assessment (前测)。在前测环节可综合运用虚拟仿真、案例分析、协作任务等多种手段,覆盖知识、技能、素养三个维度,设计包括选择题、简答题和自评量表的分层前测卷,通过结构化测试与动态反馈机制,诊断学生的起点水平,快速收集学情数据,识别学生差异,精准定位学生薄弱环节,以便实时调整教学策略,为后续模块化教学提供定制化支持。比如在系统原理教学环节,可通过问卷或测试题检验学生对《电子技术》、《空气动力学》等先修课程的掌握程度,重点考核大气数据原理、飞行姿态等基础知识,确保知识衔接性。在操作逻辑测试教学环节,可提供典型飞机电子系统的时序图或功能描述,要求学生将其转化为流程图,并标注判断节点、输入输出接口等要素,检验其对系统逻辑的理解能力。在故障维护教学环节,可提供电子版飞机维护手册,要求学生快速定位特定系统的测试程序,对其文档检索与应用能力进行检测,还可利用 2D/3D 模拟机开展虚拟操作,要求学生在模拟驾驶舱内完成 EFB 数据读取、甚高频通信系统通话等任务,对其操作规范性与流程熟练度进行测试。利用职教云平台统计的测试数据,动态调整后续教学内容权重。根据前测结果将教学目标分为基础层,如仪表认读;进阶层,如系统参数调试;挑战层,如风切变预警系统逻辑分析,实现差异化教学适配。

(4) Participatory Learning (参与式学习)。提供飞机电子系统模拟维修平台中的相关章节,支持学生自主探究,推动学生通过主动探究实现深度学习。构建虚实双环的实训体系,虚拟环:在飞机维修模拟机中创建电子系统的三级故障库,基础级单设备故障,进阶级交联故障,挑战级环境干扰故障,学生通过 VR 设备完成飞机电子系统相应故障维护操作;实操环:采用模拟器-实操设备-岗位工卡三阶递进法,在实际的故障维护操作中,要求小组录制操作视频并上传至教学平台进行同伴互评。

(5) Post-assessment (后测)。后测环节需结合民航行业标准和机务维修实际需求,通过多元化的考核手段

验证学生的知识掌握与实践能力，需覆盖知识掌握、实操技能、职业素养、创新思维四大维度，通过模块化考核、真实场景模拟、动态反馈机制，确保学生达到民航维修人员执照的职业能力要求。教师可在职教云平台上发布课堂测验，学生完成相关系统的在线考试，题目涵盖原理分析、参数计算、系统逻辑图绘制等，也可在飞机现场或模拟驾驶舱抽取题目，要求学生口头回答操作流程或故障诊断思路来对学生进行口试评估；还可在模拟机及实操飞机上进行实操技能测试。教师可根据学生线上或线下的测验结果来检验学习成果，生成个性化教学方案，对学生进行针对性指导，学生也可根据后测结果制定改进计划。

(6) Summary(总结)。总结环节需围绕知识巩固、能力提升与职业素养培养展开，结合民航行业标准与教学实践反馈进行系统性、结构化梳理，强化知识的迁移能力。教师发布思维导图，回顾核心知识框架，要求学生重构四大系统，仪表、通信、导航、自动飞行控制的关联逻辑节点，制作课程知识胶囊，支持碎片化复习，对比不同机型（如B737NG与A320）的航电系统差异，例如EICAS与ECAM系统的告警逻辑区别，提升学生对技术标准的认知；汇总典型故障案例，如EFIS黑屏、VHF通信信号失真等，通过因果图法梳理故障链，总结现象-原因-排故路径的标准化流程，强化学生的故障诊断能力；分析学生排故实操数据，提炼高频错误点，针对性强化规范操作意识；基于考核数据量化分析教学短板，并结合学生反馈调整教学手段，优化教学方法，持续提升教学实效性。

3 教学成效

为了探究基于BOPPPS的混合式教学模式的效果，本研究将采用BOPPPS混合模式教学的21级飞机机电设备维修专业学生与20级采用传统讲授+模拟器模式教学的两届学生进行学习效果的量化比较，经过分析学生的教学考核成绩，发现21级学生的平均成绩提升了约13%~20%，在CCAR-66R3实操考核中21级学生的线路标准施工(SWPM)达标率从61%提升至89%，排故平均用时缩短6.2分钟；在岗位胜任力方面企业评估显示实21级学生适应周期缩短40%，复合故障诊断准确率提高35%，其结果显示BOPPPS模式班在课程知识点的掌握及维护技能上均优于传统教学班。同时，参与职业院校技能大赛的学生人数增加了一倍，学生的飞机电子系统故障实操技能大大提升，在飞机维修技能大赛中频频斩获奖项，展现出了良好的专业素养，如2024~2025一带一路暨金砖大赛之首届飞机故障检测与维修（虚拟仿真平台）大赛一等奖、二等奖，2024金砖国家职业技能大赛国内赛

二等奖，2024一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛国内赛一等奖、第三届厦门市职业技能竞赛飞机维修项目一等奖、2023年金砖国家职业技能大赛飞机维修技能大赛二等奖等，2023年第二届全国技能大赛“飞机维修”项目铜奖、2023年广东省第三届职业技能大赛“飞机维修”赛项第二名等。这些成绩和奖项充分显示了BOPPPS混合教学方法在提高学生学业表现和职业竞争力方面的显著成效。同时，团队成员在教学上也取得了可喜的成绩，承担省级和校级教学改革项目多项，发表教学改革论文数篇。

4 小结

本课程依托职教云平台“飞机电子系统”课程在线开放课程以及B737NG飞机虚拟维护平台，构建基于BOPPPS理论的教学模式，将BOPPPS从单课时设计扩展至课程全周期，构建“理论-虚拟-实操”螺旋上升培养路径，有效提高了学生学习的自主性。实践证明，基于BOPPPS的混合式教学模式，通过结构化设计和技术赋能，可以为学生提供更高效、灵活、个性化的学习体验，最终提升教学质量和提高学生的综合能力。

参考文献

- [1] 杨珊珊,张宏,陈冰.数智时代高职混合式BOPPPS教学设计与实践——以Linux基础及应用课程为例[J].焦作大学学报,2025(3):93-96
- [2] 王晓钰,郑冰清,王静,等.多元化教学模式在中药药理学课程中的应用[J].中国中医药现代远程教育,2023(5):20-22.
- [3] 许青,陶生宝.基于BOPPPS模型的数据库课程教学设计与实践[J].大众科技,2023(8):153-156.
- [4] 付莉,付秀伟,陈玲玲,等.云班课+BOPPPS教学模式在电子技术实践教学中的应用[J].实验室研究与探索,2020(11):167-170.
- [5] 秦睿玲,李忠浩,赵月平,等.基于学生中心理念的“MOOC+学习通+BOPPPS”混合式教学实施策略[J].黑龙江畜牧兽医,2021(15):139-143.
- [6] 董桂伟,赵国群,管延锦,等.基于雨课堂和BOPPPS模型的有效教学模式探索:以“材料物理化学”课程为例[J].高等工程教育研究,2020(5):176-182.

作者简介：朱芳（1980.12-），女，汉族，湖北咸宁人，博士，副教授，研究方向：飞机电子系统维护。基金项目：广州民航职业技术学院校级课题（项目编号：JG202423）；中国交通教育研究会2024~2026年度教育科学研究课题一般课题（项目编号：24Z7147）。