

面向民航维修能力培养的交流电源系统教学设计

李金波¹, 伍群芳², 王 勤², 王 磊³

¹南京航空航天大学通用航空与飞行学院, 江苏 溧阳

²南京航空航天大学自动化学院, 江苏 南京

³正德职业技术学院汽车与机电工程系, 江苏 南京

收稿日期: 2025年10月6日; 录用日期: 2025年11月7日; 发布日期: 2025年11月14日

摘 要

本文以民航维修工程专业培养方案和“飞机电气系统”课程大纲为依据, 构建“知识-能力-素养”三位一体的教学设计。通过优化教学内容、创新教学方法、完善评价体系及融入课程思政, 旨在帮助学生掌握交流电源系统的原理与应用, 提升民航维修所需的工程分析、故障判断能力, 培养符合行业需求的职业素养, 为后续专业学习和实践奠定基础。

关键词

民航维修, 交流电源系统, 教学设计, 产出导向教育, 项目式学习

Teaching Design of AC Power System for Cultivating Civil Aviation Maintenance Capability

Jinbo Li¹, Qunfang Wu², Qin Wang², Lei Wang³

¹College of General Aviation and Flight, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Liyang Jiangsu

²College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing Jiangsu

³Department of Automotive and Mechanical Engineering, Zhengde Polytechnic College, Nanjing Jiangsu

Received: October 6, 2025; accepted: November 7, 2025; published: November 14, 2025

Abstract

Based on the training program of the Civil Aviation Maintenance Engineering major and the course

文章引用: 李金波, 伍群芳, 王勤, 王磊. 面向民航维修能力培养的交流电源系统教学设计[J]. 教育进展, 2025, 15(11): 922-926. DOI: 10.12677/ae.2025.15112117

syllabus of “Aircraft Electrical Systems”, this paper constructs a trinity teaching design of “knowledge-competence-quality”. By optimizing teaching content, innovating teaching methods, improving the evaluation system, and integrating ideological and political education into the curriculum, it aims to help students master the principles and applications of the AC power supply system, enhance the engineering analysis and fault diagnosis capabilities required for civil aviation maintenance, cultivate professional qualities that meet industry requirements, and lay a foundation for subsequent professional learning and practice.

Keywords

Civil Aviation Maintenance, AC Power System, Instructional Design, Outcome-Based Education, Project-Based Learning

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

“交流电源系统”是“飞机电气系统”的核心章节，涵盖交流电路基础、发电机结构等内容[1]，直接对接民航维修工程专业“掌握电气系统维修知识、具备复杂工程问题解决能力”的培养要求。当前，行业对人才的工程实践与职业规范能力要求提升，但传统教学存在理论与实际脱节、能力培养目标不聚焦等问题。

近年来，项目式学习(PBL)以真实问题为导向，在工程专业中已证实能提升实践能力，但在民航维修领域多集中于整机实训，针对“交流电源系统”的专项 PBL 设计较少[2][3]；产出导向教育(OBE)强调以学习成果为核心，民航专业虽引入该理念，但部分课程仍存在“目标 - 实践 - 评价”脱节，尤其在电气系统章节[4][5]，与维修岗位能力的精准匹配缺乏成熟范式；课程思政在民航领域多聚焦安全文化等宏观层面[6]-[8]，针对“交流电源系统”微观场景的思政融入路径有待深化。

为此，本文结合民航维修工程专业培养方案的毕业要求、“飞机电气系统”课程大纲的教学目标，以及“交流电源系统”章节的教学课件内容，开展针对性教学设计，推进实现“知识传授、能力培养、价值引领”的统一。

2. 教学设计理念

本教学设计以民航维修工程专业“培养高可靠性航空器检测与维修高级工程技术人才”的目标为导向，紧扣课程大纲“掌握交流电源系统组成与原理、具备系统分析及故障判断能力”的要求，遵循“理论联系行业实际、能力对接岗位需求”的原则：

2.1. 知识目标锚定行业需求

以课件中交流电路基本概念、交流发电机、恒频/变频电源系统、电能变换装置等内容为核心，结合民航维修中电源参数检测、系统故障排查的实际场景，构建“基础理论 - 系统原理 - 维修应用”的知识链条。

2.2. 能力目标聚焦工程实践

围绕培养方案“问题分析、设计解决方案、使用现代工具”的毕业要求，通过案例分析、任务驱动等方式，训练学生对电源系统故障的判断与处理能力。

2.3. 素养目标融入职业规范

结合民航维修“安全第一、规范操作”的行业准则，在教学中渗透职业责任感、安全意识，同时融入课程思政元素，提升学生的民族自豪感与行业使命感。

3. 教学内容设计

结合“交流电源系统”章节课件内容与课程大纲的学时分配，将教学内容划分为 4 个模块，各模块均对接培养方案的毕业要求与课程大纲的教学目标：

3.1. 交流电路基础概念模块

以课件中周期、频率、有效值、功率参数及三相交流系统为核心，摒弃单纯的公式推导，结合民航维修场景设计教学：

- 1) 参数理解：通过对比课件中恒频电源与宽变频电源的参数差异，引导学生思考不同机型电源参数的选择依据，关联维修中“电源参数异常导致设备故障”的案例；
- 2) 功率分析：结合课件中有功功率、无功功率公式，分析民航维修中“电源系统效率检测”的关键指标，让学生计算某型飞机交流发电机的有功功率损耗，理解无功功率对电网负载的影响，为后续电源保护学习铺垫。

3.2. 交流发电机与电源系统形式模块

聚焦课件中交流发电机结构与恒频/变速恒频/变频电源系统，对接培养方案“工程知识应用”要求：

- 1) 发电机结构教学：结合课件中“无刷交流发电机”“变频启动发电机”的结构示意图，分析维修中常见的故障点(如励磁绕组短路、冷却系统堵塞)，引导学生设计“发电机定期检查”的流程；
- 2) 电源系统对比：利用课件中“组合传动发电机与 VFSG 的性能数据”，组织学生讨论 VFSG 的优势，培养学生基于数据的系统分析能力，呼应课程大纲“选择功能模块电路”的能力目标。

3.3. 电能变换与控制保护模块

围绕课件中变压整流器、电压调节器、过压保护等内容，结合民航维修“系统维护与故障处理”需求：

- 1) 变换装置教学：以课件中“三相桥式整流电路”为例，讲解其在飞机 28VDC 直流电源转换中的作用，让学生模拟“整流器故障导致直流负载断电”的排查过程，训练故障定位能力；
- 2) 保护系统教学：结合课件中“过压保护反延时特性”，分析维修中“瞬时过压不动作、长时间过压必保护”的行业规范，引导学生设计“电源过压故障的应急处理方案”，对接培养方案“设计解决方案”的毕业要求。

3.4. 工程应用拓展模块

结合课件中 ARJ21、波音 787 等机型的电源系统案例，拓展国产大飞机 C919 的交流电源系统特点，让学生对比不同机型电源系统的维修差异，为后续实习实践奠定基础。

4. 教学方法设计

为实现“能力培养”目标，结合课程大纲“交互式教学”要求，采用以下 3 种教学方法：

4.1. 案例教学法

选取课件中“变频发电机可靠性提升”“过压保护故障导致设备损坏”等案例，以及民航维修实际

案例,引导学生从“现象-原因-解决方案”展开分析,培养问题分析能力。例如,针对“组合传动发电机(IDG)故障”案例,让学生结合课件中 IDG 的结构,分析故障可能的部件(如恒速传动装置),并提出维修更换流程。

4.2. 任务驱动法

设计“模拟电源系统检测”任务:给定某型飞机交流电源系统参数,提供课件中“电源系统原理图”,让学生分组使用仿真软件搭建电路,模拟“负载突变时的电压瞬变”,记录数据并分析是否符合课件中“瞬态特性要求”。该任务既训练学生使用现代工具的能力,又对接培养方案“研究能力”的要求。

4.3. 小组讨论法

围绕“宽变频电源系统在现代飞机中的应用优势”主题,让学生结合课件中“宽变频系统重量轻、可靠性高”的数据,以及民航维修中“变频系统维护成本低”的特点,分组讨论并汇报结论。讨论中教师引导学生关注“技术创新与行业需求的匹配”,培养团队协作与沟通能力。

5. 教学评价设计

结合课程大纲考核要求,优化评价体系,实现“过程性评价与能力评价并重”,呼应培养方案的多元毕业要求:

5.1. 过程性评价

- 1) 任务完成度:评价学生在“模拟电源系统检测”任务中的电路搭建准确性、数据记录完整性及故障分析合理性;
- 2) 小组讨论表现:从“观点逻辑性、行业案例结合度、团队贡献度”三个维度评分;
- 3) 自学成果:通过课后作业,检查学生对自学内容的掌握情况,强化自主学习能力。

5.2. 终结性评价

- 1) 理论考核:试题设计融入行业实际,如“某飞机交流发电机输出电压异常,结合课件中电压调节器原理,分析故障原因并提出维修方案”,考查知识应用能力;
- 2) 实践考核:设置“电源系统故障诊断”实操题,提供模拟故障场景,让学生使用检测工具定位故障点,评价其工程实践能力与职业规范意识。

6. 课程思政融入设计

遵循课程大纲“价值引领”要求,结合民航维修行业特点,从两个维度融入课程思政:

6.1. 民族自豪感培养

在“电源系统形式”模块,对比课件中 ARJ21 与国外机型的电源系统参数,介绍 C919 电气系统的自主创新成果,引导学生认识“中国高端制造”的发展成就,激发“为民航强国建设贡献力量”的使命感。

6.2. 职业责任感塑造

在“保护系统”模块,结合课件中“过压保护的反延时特性”,强调民航维修“差之毫厘,谬以千里”的安全要求,通过“某维修人员因忽略电源参数检测导致事故”的反面案例,培养学生“严谨务实、精益求精”的职业素养,对接培养方案“职业规范素养”的毕业要求。

7. 结语

本教学设计以民航维修工程专业培养方案为根本,以“飞机电气系统”课程大纲为指引,深度融合“交流电源系统”课件内容,通过“模块化教学内容、场景化教学方法、多元化评价体系、浸润式思政融入”,实现“知识传授-能力培养-素养塑造”的协同推进。实践表明,该设计能有效提升学生对交流电源系统的理解,强化其工程分析与故障处理能力,培养符合民航维修行业需求的职业素养。

基金项目

(1) 2023 年江苏省高等教育教改研究课题:数字化转型下融入双创教育的电工学课程模块化教学创新实践,课题编号:2023JSJG441。

(2) 2025 年江苏省高等教育教改研究课题:基于生产线控制系统的项目课程化教学模式研究与实践,课题编号:2025JGYB823。

参考文献

- [1] 周洁敏. 飞机电气系统[M]. 第3版. 北京: 科学工业出版社, 2023.
- [2] 刘雪峰. PBL 教学理念在《民用飞机总体设计》课程教学中的应用研究[J]. 大众文摘, 2023(41): 28-30.
- [3] 田社平, 张峰. PBL 在“基本电路理论”课程教学中的实践与探索[J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(1): 88-91.
- [4] 徐文君. 基于 OBE 理念的“航空工程维修基础训练”课程教学改革[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2025(9): 81-83.
- [5] 朱姝姝, 杨兰芳, 刘闯. 基于 OBE 的电气专业“信号与线性系统”课程设计研究[J]. 工业和信息化教育, 2020(1): 32-36.
- [6] 赵旭, 赵媛, 马梦知. 交通运输专业课程思政建设思路与实践路径[J]. 新教育时代电子杂志(教师版), 2024(40): 63-65.
- [7] 任万英, 马锐. 《电力系统继电保护》课程思政探索[J]. 智库时代, 2023(19): 158-160.
- [8] 孟佳, 吴静怡, 付宇卓, 等. 工科大类培养模式下学生学习成效的分析[J]. 黑龙江高教研究, 2020(5): 148-154.