

基于 AI 数字孪生的航空机电维修实训教学体系构建与实证研究

吕生吉

兰州航空职业技术学院，甘肃 兰州 730300

DOI: 10.61369/TACS.2026010046

摘 要： AI 数字孪生技术正在重塑职业技能人才培养的范式，其对优化教学资源体系、创新实训教学模式具有重要现实意义。基于此，本文将浅析航空机电维修实训教学中 AI 数字孪生技术的应用趋势及航空机电维修实训教学现状，并对基于 AI 数字孪生的航空机电维修实训教学体系构建路径进行探讨，以期培养契合新时代发展要求及适应 AI 技术发展需要的航空机电维修职业技能人才提供理论参考。

关 键 词： AI 数字孪生；航空机电维修；实训教学

Construction and Empirical Research on the Practical Training Teaching System of Aviation Electromechanical Maintenance Based on AI Digital Twin

Lv Shengji

Lanzhou Aviation Technology College, Lanzhou, Gansu 730300

Abstract： AI digital twin technology is reshaping the paradigm of vocational skilled talent cultivation, and it holds important practical significance for optimizing the teaching resource system and innovating the practical training teaching model. Based on this, this paper briefly analyzes the application trend of AI digital twin technology in the practical training teaching of aviation electromechanical maintenance and the current situation of the practical training teaching of aviation electromechanical maintenance, and discusses the construction path of the practical training teaching system of aviation electromechanical maintenance based on AI digital twin. It is intended to provide theoretical reference for cultivating aviation electromechanical maintenance vocational skilled talents who meet the development requirements of the new era and adapt to the development needs of AI technology.

Keywords： AI digital twin; aviation electromechanical maintenance; practical training teaching

航空机电维修是保障航空安全、支撑航空产业高质量发展的核心环节。新时代下，随着 AI 技术的飞速发展，对职业院校航空机电维修职业技能人才培养的专业素养、实践能力和安全意识提出了更高的要求。对此，教师应与时俱进地更新教学理念，积极探索 AI 数字孪生技术在航空机电维修实训教学中的创新应用，构建高质量的航空机电维修实训教学模式，提升人才培养质量。

一、航空机电维修实训教学中 AI 数字孪生技术的应用趋势

（一）促进实训场景“虚实共生”

传统的航空机电维修实训教学主要借助实体设备或简单虚拟仿真软件，而，AI 数字孪生技术的应用，能够实现“教室即车间、作业即工单”的教学场景构建。一方面，依托光扫描、实体量测、技术资料复刻等手段，以及 3ds Max、RealityCapture 等工具，教师可以对主流机型的机电系统、零部件结构进行还原见面，为学生提供从基础拆装、常规检测到复杂故障排查的全流程实训场景与内容^[1]。另一方面，AI 数字孪生技术还可以使虚拟场景与实训设备联动，学生在实体实训设备上的操作数据可同步至

线上系统，AI 算法对其进行分析后，可以给出更为科学、精准的学生实操提升方向与练习指导。

（二）推动教学模式“因材施教”

当前，航空机电维修实训教学主要采用“一刀切”的标准化教学模式，难以兼顾不同学生的学习能力与学习需求，从而导致基础薄弱的学生跟不上进度、能力较强的学生得不到拓展。而在航空机电维修实训教学中应用 AI 数字孪生技术，能够推动教学模式向个性化、探究式转型^[2]。在实训教学中，AI 算法通过实时采集学生在线上系统中的操作数据、答题情况、故障排查时长等数据，并自动生成学情报告，为不同学生推荐个性化学习资源。比如，根据数据提炼出的学生哪些知识点掌握不足，为其推送专项知识点解析与练习，帮助学生强化知识掌握。针对能力较强的学

生，系统可以为其推送模拟复杂故障、极端工况下的维修任务，引导学生开展创新探究。

二、航空机电维修实训教学现状

（一）实训资源相对薄弱

由于专业性较强、设备资源昂贵等因素，航空机电维修实训教学往往存在资源短缺、适配性不足等问题。一方面，航空发动机、液压系统、电气控制系统等设备单价昂贵，加之使用过程中易损耗，造成后期维修成本高昂，很多职业院校受资金限制无法配备充足的实训设备以保障学生实训需求^[3]。另一方面，由于教学设备更新速度慢，不能完全适应行业发展的变化。近年来，航空业机型迭代速度不断加快，而部分职业院校实训设备使用的多为老旧机型淘汰下来的二手设备，无法跟上航空公司现役机型、最新维修技术。此外，实训教学活动以展示、拆解为主，缺乏可进行故障模拟、综合调试的功能性设备，这不利于学生深入理解和掌握复杂系统的故障诊断与维修技能。

（二）理实结合仍需加强

在航空机电维修实训教学中，重理论、轻实践的现象较为突出，教学活动不能很好地满足行业需求和岗位要求。究其深层原因，一是教材陈旧，缺乏针对性。大多数实训课程是在理论课的基础上设置的，并未构建完善的实训教学体系，同时实训内容也较为单一，以基础性操作训练为主，较少涉及对复杂设备故障判断、应急处理、综合调试等岗位核心技能的训练^[4]。二是教学方法传统固化，缺乏创新性。部分教师在开展实训教学时，仍延续“教师演示、学生模仿”的传统模式，没有与时俱进地引入信息化教学技术、数智化教学资源开展项目教学、情境教学等创新性教学活动，导致学生学习处于被动地位，缺乏自主探究和运用所学专业知识和技能解决实际问题的能力。

（三）校企协同育人不足

校企合作是航空机电维修实训教学的核心路径，旨在为学生创设真实的实训场景，提供精准的岗位能力指导。然而，一些职业院校虽然与航空机电维修相关企业签订了合作协议，但也仅停留在邀请企业技术骨干到校讲座、组织学生到企业参观等表层合作，缺乏如实训内容共建、师资共培、实训基地共享等深层次的合作，这样企业就很难参与到实训教学的全过程，进而使实践教学难以适应岗位要求。另外，校内实训基地往往只是模拟情境，并缺乏真实的航空维修作业环境，也无法模拟高空作业、复杂气象条件下的维修操作、多人协同维修等真实岗位场景，导致学生在实训过程中难以形成良好的安全意识、标准意识和协作意识。

三、基于 AI 数字孪生的航空机电维修实训教学体系构建路径

（一）基于 AI 数字孪生技术，优化教学内容

首先，教师要根据航空机电维修相关的最新行业标准、岗位要求及典型故障案例，借助 AI 数字孪生构建教学资源库。该资源

库涵盖零件认识、原理分析、维修技能训练、综合应用等方面。同时，以三维建模呈现现役机型的机电设备组成情况，帮助学生了解掌握各部分教学内容及机电部件细节与装配关系^[5]。其次，利用 AI 算法对行业真实维修工单进行拆解与重构，生成包含故障现象、排查流程、解决方案的标准化实训模块，确保教学内容贴近岗位需求，并依据学生能力，自动生成定制化实训任务。

例如，在学习航空电气系统维修诊断相关内容时，教师在 AI 数字孪生平台创设模拟电路故障、电源接入错误等职业场景，让学生运用 AI 故障诊断工具识别故障点、排查故障，同时结合实机通电测试进行验证，强化学生对相应技能的掌握。此外，教师还可以借助基于 AI 数字孪生技术构建的教学案例库，为学生拓展航空维修领域的新技术、新工艺和新规范^[6]。例如，当新型航空电子设备投入使用或维修流程发生优化时，AI 技术能快速将相关内容转化为虚拟实训案例，让学生在校期间就接触到紧跟行业前沿动态的教学内容。

（二）基于 AI 数字孪生技术，创新教学模式

首先，构建“虚实结合”的教学模式。在虚拟实训阶段，引导学生 AI 数字孪生实训平台完成实践任务，让他们经历所有可能发生的故障场景与高危操作，反复演练操作流程，从而积累更多的实践经验，减少传统使用实训设备练习的风险和损耗。在实机实操阶段，学生便能结合虚拟实训的学习成果，在真实设备上有序开展实操训练，进一步巩固个人专业技能，实现“虚拟演练—实机验证”的相辅相成^[7]。其次，在 AI 数字孪生技术的支持下，教师可以开展针对性教学指导。通过 AI 算法分析学生的实训数据，精准定位学生实操中的薄弱环节，并为其提供有针对性的优化建议及学习资源；开发智能教学助手，便于及时解答学生提出的问题；构建 AI 故障诊断模型，自动识别出学生实操中出现的错误，同时推送故障排查思路与解决方案，来帮助学生针对性提升技能。

此外，教师还可以在线上平台创设“多人协同”教学场景。例如，在模拟飞机机电系统综合故障排查任务中，让学生分别扮演机械工程师、电气工程师、航空电子技术员等不同的角色，并借助 AI 数字孪生平台实时共享故障信息、协商制定故障维修方案。平台将根据各个角色行为表现及其协作效果，进行相应的评分反馈^[8]。旨在引导学生意识到协同作业在完成航空机电维修复杂修理任务中的重要性，培养他们的沟通协调能力和岗位适应能力。

（三）基于 AI 数字孪生技术，完善教学资源

在硬件资源层面，积极建设 AI 数字孪生实训机房、三维建模工作站、VR 技术设备、实机实训设备、物联网传感器、航空测试电源模拟设备等。为学生提供沉浸式实训场景，让学生模拟真实的职业场景进行实践操作。线下实机实训设备应选取主流航空机电设备，从而更好地强化学生虚拟实训成果，在虚实同步的基础上，提升学生的专业实践能力和解决问题能力^[9]。在软件资源层面，进一步完善 AI 数字孪生实训平台、三维建模软件、AI 故障诊断系统、实训教学管理系统、数字化教学资源库等在航空机电维修实训教学中的应用。例如，基于 AI 数字孪生实训平台，对航

空机电系统的三维模型库、故障案例库、维修手册等资源进行整合，让学生能够在虚拟平台模拟的典型故障场景中，通过交互式学习，利用虚拟工具开展故障排查与维修操作。

除此之外，师资力量也对航空机电维修实训教学质量有直接影响。职业院校应构建“校内教师 + 企业工程师”共同构成的多元化师资队伍，并通过培训加强教师队伍的 AI 数字孪生技术应用能力^[10]。校内教师主要负责基础理论知识教学和实训指导，他们应定期参加航空机电维修技术论坛，以了解最新的 AI 数字孪生技术和先进的维修技术；企业工程师则负责实操教学与岗位技能指导，并将自身的实际维修工作经验融入实训教学当中，以提升教学内容的实用性和针对性。

四、基于 AI 数字孪生的航空机电维修实训教学实证分析

本次实验对象为兰州航空职业技术学院飞机机电设备维修专业25级飞机机电二班的44名学生。选择两个难度基本相同的实训教学模块，第一个模块采取传统的“教师演示 + 学生线下实操”教学模式；第二个模块采取数字化教学，让学生先在 AI 数字孪生实训平台上进行虚拟实训，在完成学习模式后，进入考核模式，考核成绩合格即可进入线下实训。在线下实训环节，学生结合所学知识技能与线上模拟经验，进行实训操作，最后完成实训考核。对两个模块学生实训成绩进行统计与对比如下表

表1 学生学习成绩对比

	优秀 (90分及以上)	良好 (80-89分)	合格 (60-79分)	不合格 (60分以下)
传统教学	7	17	15	5
数字化教学	15	22	5	2

从表1数据可以看出，在航空机电维修实训教学中，数字化教学 and 传统教学模式对比，学生实训成绩存在显著差异。教师基于 AI 数字孪生开展航空机电维修实训教学，学生的优秀人数、良好人数明显高于教师采用传统实训教学方式的学生人数。这表明基于 AI 数字孪生的航空机电维修实训教学能够使学生的实训学习过程更加有效，能够在实训操作技能测试上取得更好的成绩。

五、结语

综上所述，构建基于 AI 数字孪生的航空机电维修实训教学体系具有良好的可行性与可操作性，在实际实训教学中落地执行，有助于更好地适配航空机电维修人才培养目标，实现学生专业技能与解决问题能力的协同发展。这不仅坚定了教师在实训教学中推广 AI 数字孪生技术的信心，也鼓励更多的研究者开发课程学习中的其他 AI 数字孪生技术的运用。

参考文献

[1] 王波, 吕昊, 付梓轩. "1+X" 证书制度下职教科航空机电设备维修专业课程体系的设计与研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (21): 18-20.

[2] 张启元, 王波, 罗伟超. CCAR-66R3 新体系下飞机维修人才培养方案对策——以职教科航空机电设备维修技术专业为例 [J]. 交通科技与管理, 2024, 5(18): 178-181.

[3] 王铭. 数字孪生技术在课程教学中的应用研究 [J]. 科技经济市场, 2024, (06): 143-145.

[4] 扈晓翔, 肖冰, 刘美洁. 数字孪生技术在专业课教学中的探索与实践 [J]. 教育教学论坛, 2024, (01): 86-89.

[5] 张玉梅, 朱新铭, 石向阳, 等. 数字赋能航空类专业教学与服务创新耦合机制研究——以滨州学院为例 [J]. 交通企业管理, 2023, 38(05): 98-100.

[6] 陈雪芹, 邱实, 吴凡, 等. 航空宇航类课程融入数字孪生技术的教学实践——以 "航天器优化设计方法" 课程为例 [J]. 教育教学论坛, 2023, (36): 140-143.

[7] 王波. 航空机电设备维修专业课程体系改革方案的研究 [J]. 科技资讯, 2023, 21(08): 156-159.

[8] 韩鸿华. "岗课赛证" 背景下的航空维修技能人才培养模式研究 [J]. 航空维修与工程, 2022, (05): 101-103.

[9] 尚金龙, 任斌斌. VR 技术在航空机电设备维修实训中的应用研究 [J]. 内燃机与配件, 2022, (01): 238-240.

[10] 杨超, 方群霞. 人工智能时代高职机电专业的人才培养 [J]. 中国新通信, 2022, 24(01): 159-160.