

《空气动力学基础与飞行原理》
课程思政示范课程
项目成果

项目负责人：丘宏俊
项目组成员：刘超，周堃
所在学校：广州民航职业技术学院

目 录

| 序号 | 项目成果名称 | 起止页码 | 对应建设任务 |
|----|---|---------|--------|
| 1 | 《空气动力学基础与飞行原理》课程标准 | 1-20 | (1) 项 |
| 2 | 开发课程思政资源、教学动画列表 | 21-78 | (2) 项 |
| 3 | 教材《简明飞机飞行原理(第3版)》 | 79-91 | (3) 项 |
| 4 | 教材《航空概论》 | 92-100 | |
| 5 | 智慧职教《空气动力学基础与飞行原理》教学资源库与教学平台首页与链接 | 101 | (4) 项 |
| 6 | B 站、微信公众号的课程资源 | 102-103 | (5) 项 |
| 7 | 课程思政示范课程实践报告 | 104-136 | (6) 项 |
| 8 | 国家精品开放课程《空气动力学基础与飞行原理》应用情况 | 137 | (7) 项 |
| 9 | 课程思政示范课程建设总结报告 | 138-148 | (8) 项 |
| 10 | 论文：飞机维修类专业课程思政教学评价体系的构建路径研究 | 149-154 | (9) 项 |
| 11 | 论文：Research on a Dual-Source Aerodynamics and Flight Principles Knowledge Q&A System Based on GraphRAG, ISAIE2025 | 155-164 | |
| 12 | 教材应用情况 | 165- | |

主要建设任务：

- 1、落实“立德树人”的根本任务、依照职业教育“五个对接”，重新制定 1 份课程标准，用于指导课程思政资源开发与教学实施。
- 2、根据育人目标，优化、精选思政素材，开发 15 份以上课程思政素材，使思政内容/元素能更好地与知识学习、能力培养、素质养成有机融合。
- 3、出版包含丰富课程思政元素、数字化教学资源的教材《简明飞机飞行原理(第3版)》。
- 4、完善国家精品开放课程《空气动力学基础与飞行原理》，融入丰富的、多形态的课程思政内容，补齐课程思政的短板。
- 5、进一步完善 B 站、微信公众号上的课程资源，以更好为课程教学和普及航空知识服务。
- 6、基于所开发的课程思政教学资源，探究新型育人机制和教学实施方法，研究如何将课程思政教育有机融入课堂教学，达成“盐溶于汤、润物无声”的育人效果。
- 7、进一步推广国家精品开放课程《空气动力学基础与飞行原理》，力争应用单位达 800 家，应用人数达 30000 人左右，在同类课程中起到引领和示范作用。
- 8、形成 1 份示范课程建设与应用的总结报告。
- 9、将相关开发、实践经验上升为理论，发表相关学术论文。

广州民航职业技术学院

《空气动力学基础与
飞行原理》
课程标准

2024年4月

《空气动力学基础与飞行原理》课程标准

一、课程基本信息

| | | | |
|---------|---|------|---|
| 课程名称 | 空气动力学基础与飞行原理 | 课程代码 | 10029 |
| 课程学时 | 60 | 课程学分 | 3.0 |
| 课程性质 | 专业基础课 | 课程类型 | 理论+实践课 |
| 适用专业 | 飞机机电设备维修专业、飞机电子设备维修、飞机部件修理专业、飞机结构修理专业、通用航空器维修 | 授课对象 | 飞机机电设备维修专业、飞机电子设备维修、飞机部件修理专业、飞机结构修理专业、通用航空器维修专业学生 |
| 开课单位 | 飞机维修工程学院 | | |
| 制订人 | 丘宏俊 | 审定人 | |
| 制（修）订日期 | 2024年6月15日制订/第1次修订 | | |

注：（1）课程性质：公共基础课、专业基础课、专业核心课、其他；

（2）课程类型：理论课、理论+实践课、理实一体课、实践课；

（3）制订人：参与课程标准制订的主要成员，包括校外专家。

二、课程性质与任务

（一）课程性质

《空气动力学基础与飞行原理》是飞机维修专业的专业基础课，为国家级精品在线开放课程，同时也是国家级飞机机电设备维修专业教学资源库核心课程之一。该课程基于民航行业标准和机务维修工作过程，主要介绍航空发展史、飞机的分类、大气特性、空气动力学基础知识、飞机的升阻特性、飞机的飞行理论、飞机基本飞行过程、高速飞机的基本特点、直升机的结构和空气动力等内容。

（二）课程任务

通过课堂理论教学、虚拟仿真教学、飞机现场教学和模拟操纵等教学形式，采用符合民航行业标准的笔试为考核方式，使学生了解和掌握飞机基本结构和系统的工作原理，并具备一定的检查、维修、故障排除的动手能力，使学生对飞机的基本组成及功用有基本的了解，掌握空气动力学基础知识和飞机的飞行原理，为后续专业课《飞机构造基础》、《飞机机电专业英语》、《飞机系统与附件》、《自动飞行控制》、《外场飞机结构检查及腐蚀防护技术》等课程建立理论基础。

（三）课程设计思路

本课程依据民航行业标准及飞机维修岗位职业标准，以培养岗位核心能力为目标，构建学习模块，基于岗位能力要求和中国民用航空维修人员执照（CCAR63R3）考试大纲要求，飞机维修技能大赛和 1+X 民用航空器航线维修证书考核要求，以岗位工作任务为导向整合教学内容、建设教学资源，开发循序渐进的项目，优化教学任务，践行以学生为中心的教学方法，采用线上线下混合式教学，实施“精讲理论、现场教学及虚拟仿真操作”的递进式“理实虚一体化”教学模式，符合学生的认知规律，帮助学生在学习过程中逐步建立起完整的知识体系和技能体系，使学生达到懂原理、知维护、会操作。

本课程落实立德树人的根本任务，以中国特色社会主义核心价值观为引领，结合民航行业特点，充分将家国情怀，爱国主义、职业道德，团队精神、机务作风，当代民航精神，劳动精神，工匠精

神，科学素养及创新思维等思政教育有机融入教学内容中，实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一。

三、本课程与其他课程的关系

| 序号 | 前导课程 | 为本课程支撑的主要能力 |
|----|------------|--|
| 1 | 高等数学 | 逻辑推理能力和数字计算能力 |
| 2 | 工程制图 | 识图、绘图及建模基本能力 |
| 3 | 航空机械基础 | 航空常用机构、机械传动和机械零部件分析能力 |
| 4 | 工程力学 | 静力学、材料力学和运动力学基本知识掌握能力 |
| 序号 | 后续课程 | 需要本课程支撑的主要能力 |
| 1 | 飞机构造基础 | 飞机的组成与功用分析能力，飞机飞行原理的理解能力，飞机构造与系统的关联分析能力。 |
| 2 | 飞机机电专业英语 | 典型民航飞机的气动设计原理分析能力，飞机操纵面的空气动力分析能力。 |
| 3 | 飞机系统与附件 | 波音 737/空客 320 飞机结构与机械系统各主要部件和机构的功用及工作原理 |
| 4 | 自动飞行控制 | 飞行原理与飞机操纵方法 |
| 5 | 外场飞机结构损伤抢修 | 飞机机体结构检查方法，腐蚀对飞机结构强度、刚度和稳定性影响的分析能力 |
| 6 | 直升机构造与维护 | 直升机原理与基本构造方法 |

四、课程目标

(一) 素质目标

(1) 积极践行社会主义核心价值观，具有深厚的家国情感和民族自豪感，爱党、爱国，具有高尚的道德准则和行为规范，诚信友善，具有社会责任感和社会参与意识；

(2) 具有高度的安全意识，拥有敬畏生命、敬畏规章、敬畏职责的职业信仰，形成规章意识、红线意识、风险意识、举手意识的职业理念，养成民航机务维修人员作风要求与诚信意识；

(3) 爱岗敬业，具有良好的民航职业道德和职业素养，热爱民航事业，践行“忠诚担当的政治品格，严谨科学的专业精神，团结协作的工作作风，敬业奉献的职业操守”的当代民航精神；

(4) 掌握基本的科学分析方法、树立科学思想，崇尚科学精神，具有利用科学的思维分析问题并解决实际问题的能力。

(二) 知识目标

(1) 了解飞行器的定义与分类，以及飞机的主要组成部分及其功能。

(2) 掌握飞机机翼的形状与参数，理解这些参数如何影响飞行性能。

(3) 学习大气分层与特性，了解气象条件对飞行活动的影响，熟悉国际标准大气（ISA）的规定。

(4) 理解空气动力学的基本规律，包括流体力学基础和飞机空气动力的类型及其特点。

(5) 掌握飞机飞行的基本理论，包括升阻特性、稳定性和操纵性。

(6) 掌握飞机飞行的基本飞行过程，性能指标和影响因素。

(7) 理解飞机机动飞行及其操纵方法。

(8) 掌握高速空气动力学的基础知识及高速飞机的特点。

(三) 能力目标

(1) 专业能力：具备将所学知识应用于具体情境的能力，可正确识别各类飞行器，通晓不同飞行器的基本组成和构造，能够利用

空气动力学原理解释飞行中的常见现象，评估飞机的起飞、爬升、巡航、下降和着陆性能及其影素；

（2）实践操作与创新能力：具备一定的检测、拆装、修理和测试的动手操作能力，能依据空气动力学原理和飞机系统知识进行故障识别与定位，运用空气动力学原理解飞机结构的受力情况，进行损伤评估，实施正确的检查方法和修复技术，确保维修后的飞机符合空气动力学性能要求。基于空气动力学原理，更好地适应现代飞机的复杂结构和维护需求，创新优化维修流程，如设计更高效的检查方案，减少不必要的拆装，提高维修效率和质量。

（3）社会能力：培养科学、诚信、敬业的职业态度，树立严格遵守安全、质量、效率及环保规范的意识，强化团队合作与沟通技巧，能够在团队中发挥积极作用，促进协作解决问题。

（4）独立学习与知识更新能力：具有较强的独立学习能力和持续学习的习惯，能够自主获取和更新空气动力学与飞行原理的知识，适应航空技术的快速进步。

五、课程内容与要求

| 模块 | 项目 | 任务/内容 | 教学目标 | 教学重难点 | 教学实施 | 学时 |
|---------------|----------------|---|--|--|---|----|
| 飞行器概念与飞机构造(6) | 飞行器概念, 飞机分类与构造 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 飞行器的概念; 2. 航空器的概念与分类; 3. 飞机的分类 4. 飞机基本构造。 | <p>知识目标: 了解飞行器的概念, 掌握飞行器的概念与特点, 了解不同飞机分类, 掌握飞机的基本构造。</p> <p>能力目标: 可正确识别各类飞行器, 通晓不同飞行器的基本组成和构造。</p> <p>素质目标: 家国情怀、爱国主义、集体主义、团队精神的引领与塑造。</p> | <p>重点: 不同飞行器的概念与特点, 飞机基本构造;</p> <p>难点: 飞机与滑翔机的联系与区别, 直升机与旋翼机的联系与区别</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授, 小组讨论。</p> <p>课程思政:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “中华民族悠久的飞天史”——家国情怀; 2. “两弹一星”——爱国主义、集体主义、社会主义精神和科学精神 3. “莱特兄弟与飞行者一号”——科学精神, 团队精神 4. “冯如”——航空救国, 爱国主义精神 | 2 |
| | 机翼形状与参数 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 机翼平面剖面形状与参数; 2. 机翼平面形状与参数; 3. 机翼安装参数。 | <p>知识目标: 了解飞机剖面形状、平面形状的定义, 掌握不同形状机翼的特点, 掌握常用的机翼形状参数。</p> <p>能力目标: 可正确识别各类机翼, 能用机翼参数描述不同机翼。</p> <p>素质目标: 工匠精神的引领与塑造。</p> | <p>重点、难点: 机翼形状参数, 机翼安装参数。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “航空领域的大国工匠”——工匠精神。 | 2 |

| | | | | | | |
|-------------|-----------|--|--|---|---|---|
| | 航空动力装置 | <ol style="list-style-type: none"> 1.掌握航空发动机的分类 2.了解活塞式发动机及螺旋桨的特点 3.掌握航空燃气涡轮发动机的分类、构造、特点 4.了解APU的概念与特点 5.了解不同发动机安装方法及特点 | <p>知识目标：了解航空发动机的分类、APU的基本概念、发动机的安装方法，掌握涡轮发动机的基本构造和工作过程。</p> <p>能力目标：能正确理解不同航空发动机的特点。</p> <p>素质目标：航空救国、航空报国、航空强国价值的引领与塑造。</p> | <p>重点、难点：燃气涡轮式发动机的基本结构与工作过程，不同发动机安装方法的优缺点。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1. “中国航空发动机的研发历程”——航空救国、航空报国、航空强国。</p> | 2 |
| 低速空气动力学（14） | 飞行大气环境 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解大气的基本成分 2.掌握对流层、平流层的特点 3.掌握大气特性 4.了解国际标准大气（ISA） | <p>知识目标：了解大气的基本组成与国际标准大气；掌握对流层、平流层的特点，大气的基本特性。</p> <p>能力目标：能理解不同大气环境对飞行性能的影响。</p> <p>素质目标：当代民航精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：对流层、平流层的特点，大气的基本特性</p> <p>难点：对流层、平流层的特点，空气湿度、黏性</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授，小组讨论。</p> <p>课程思政： 1. “中国机长”与当代民航精神。</p> | 2 |
| | 空气流动的基本规律 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解常用的流体模型 2.掌握飞行相对气流 3.了解流线与流线谱的相关概念 4.掌握气体流动的基本规律：连续性定理与伯努利定理 5.掌握空速表的测速原理 | <p>知识目标：了解流体模型、流线与流线谱的基本概念；掌握相对气流、气体流动基本规律，空速表原理。</p> <p>能力目标：能用空气流动规律的相关知识区分分析飞行的相关问题。</p> <p>素质目标：科学精神、航空安全的引领与塑造。</p> | <p>重点、难点：连续性定理、伯努利定理，空速表原理</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1. 人物“伯努利”——科学精神； 2. 行业案例——航空安全。</p> | 2 |

| | | | | | | |
|--|----|---|--|---|---|---|
| | 升力 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解飞机总空气动力 2.掌握升力产生的原理 3.了解翼型的压力分布 4.掌握升力公式及其物理意义 5.掌握升力系数随迎角的变化规律 6.了解升力系数的气体影响因素 7.了解压力中心的变化规律 | <p>知识目标：了解飞机总空气动力、翼型压力分布、影响升力系数的因素、压力中心的变化规律；掌握升力产生的原理、升力公式、影响因素及升力系数的变化规律。</p> <p>能力目标：能用升力的相关知识区分析飞行的相关问题。</p> <p>素质目标：科学精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：升力产生的原理，升力公式及物理意义，升力系数的变化规律。</p> <p>难点：升力产生的原理，翼型压力分布，升力系数随迎角的变化规律。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1.升力的不同分析方法——科学精神。</p> | 3 |
| | 阻力 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解阻力的基本概念 2.了解附面层的基本概念与特点 3.掌握废阻力的产生原因、影响因素及减小措施 4.了解翼尖涡流的基本概念与特点 5.掌握诱导阻力的产生原因、影响因素及减小措施 6.掌握阻力公式及其物理意义 7.掌握阻力系数随迎角的变化规律 | <p>知识目标：了解阻力的基本概念、附面层、翼尖涡等基本概念；掌握阻力的产生、影响及减小措施，阻力公式及阻力系数的变化规律。</p> <p>能力目标：能用阻力的相关知识区分析飞行的相关问题，并将相关知识应用到飞机维修实践中，保证维修质量，减小飞行阻力。</p> <p>素质目标：团队精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：阻力的产生、影响及减小措施，阻力公式及阻力系数的变化规律。</p> <p>难点：附面层、翼尖涡的概念与特点，阻力系数随迎角的变化规律。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1.翼尖涡流与大雁长途迁徙——团队精神。</p> | 3 |

| | | | | | | |
|--------------|----------|--|--|--|-----------------------------------|---|
| | | 8.了解影响阻力系数的其他因素 | | | | |
| | 低速空气动力特性 | 1.掌握升阻比的概念 2.掌握升阻比随迎角的变化规律 3.了解性质角 4.了解飞机的极曲线 5.了解地面效应 | 知识目标：掌握升阻比的概念，升阻比随迎角的变化规律，了解性质角、极曲线。 能力目标：能用升阻比的相关知识区分析飞行的相关问题。 | 重点：升阻比的概念、升阻比随迎角的变化规律。 难点：升阻比随迎角的变化规律。 | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 2 |
| | 增升装置 | 1.理解使用增升装置的原因 2.掌握常用的增升装置的概念与特点 3.掌握扰流板的概念与特点 4.了解增升原理与使用原则 | 知识目标：理解增升装置使用的原因，掌握常用增升装置、扰流板的概念与特点，了解增升装置的使用原则。 能力目标：能用增升装置的相关知识区分析飞行的相关问题，并将相关知识应用到飞机维修实践中。 | 重点：增升装置使用的原因与原则，增升装置、扰流板的概念与特点。 难点：不同增升装置的增升原理与使用限制 | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授，小组讨论。 | 2 |
| 飞行原理 (10) | 预备知识 | 1.掌握飞机重心的概念与重心表示 2.掌握机体轴坐标系 3.了解飞机的焦点 | 知识目标：掌握飞机重心的相关知识，机体轴坐标系；了解飞机焦点的向概念。 能力目标：能用机体轴坐标系相关知识去描述飞机的运动。 | 重点：重心概念，机体轴坐标系。 难点：重心表示方法，飞机焦点。 | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 1 |

| | | | | | |
|-------|---|---|---|--|---|
| 飞机的平衡 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解飞机平衡的相关概念 2.掌握飞机俯仰力矩、偏航力矩、滚转力矩的产生过程与影响因素 3.了解飞机平衡的条件 | <p>知识目标：了解飞机平衡的相关概念与平衡条件；掌握飞机俯仰力矩、偏航力矩、滚转力矩的产生过程与影响因素。</p> <p>能力目标：能用平衡相关知识去分析飞机飞行相关问题。</p> | <p>重点：飞机各种平衡力矩的产生，尤其是俯仰平衡力矩。</p> <p>难点：平尾负升力，侧滑所产生的空气对平衡的作用。</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 2 |
| 飞机的稳定 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解飞机稳定的概念及达稳定性条件 2.掌握飞机的俯仰、方向、滚转稳定性的条件（三轴稳定力矩、阻尼力矩） 3.掌握影响飞机稳定性的因素 4.了解方向稳定与横向稳定的相关关系 | <p>知识目标：了解稳定性的概念，掌握三轴稳定力矩、阻力力矩的产生，影响稳定性的因素；。了解方向稳定与横向稳定的关系。</p> <p>能力目标：能用稳定相关知识去分析飞机飞行相关问题。</p> <p>素质目标：航空安全理念、当代民航精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：三轴稳定力矩、阻尼力矩，影响稳定性的因素。</p> <p>难点：上反角、后掠角对方向、横向稳定的作用，荷兰滚的产生原因。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1.航空案例——航空安全、民航精神。</p> | 4 |
| 飞机的操纵 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解飞机操纵的基本概念 2.了解飞机操纵系统 3.掌握飞机俯仰、航向、滚转操纵的方法 4.掌握操纵力的产生过程 5.掌握影响操纵性能的因素 6.了解航向操纵与滚 | <p>知识目标：了解飞机操纵的基本概念、操纵系统；掌握俯仰、航向、滚转操纵的方法，操纵力的产生，影响操纵性能的因素（尤其是重心），了解常用的辅助操纵。</p> <p>能力目标：能用操纵相关知识去分析飞机飞行相关问题。</p> | <p>重点：舵面运动与飞机姿态的关系，操纵力的产生，重心对操纵的影响。</p> <p>难点：操纵力矩如何平衡，操纵力的减小与消除，重心对操纵性能的影响，方向操纵与横向操纵的关系。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授，现场教学。</p> <p>课程思政： 1.航空案例——航空安全、民航精神。</p> | 3 |

| | | | | | | |
|--------------|------|---|--|---|---|---|
| | | 转操纵的关系 7.了解常用的辅助操纵 | 素质目标：航空安全观、当代民航精神的引领与塑造。 | | | |
| 基本飞行 (12) | 预备知识 | 1.了解机场环境 2.了解飞行航线 3.了解空中交通管制 4.了解飞行高度 5.掌握飞行速度 | 知识目标：了解机场环境、飞行航线、空中交通管制的相关知识，掌握常用的飞行速度。 能力目标：能用飞行知识去分析飞机飞行相关问题。 素质目标：航空安全观、当代民航精神的引领与塑造。 | 重点：飞行高度层的设置，空中交通管制，飞行高度，飞行速度。 难点：高度层设置，高度表拨正，不同飞行速度的关系。 | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 课程思政： 1.航空案例——航空安全、民航精神。 2.航空案例——航空安全、民航精神。 | 2 |
| | 起飞 | 1.了解起飞的定义 2.掌握正常起飞过程飞机操纵原理 3.掌握起飞性能 4.掌握影响起飞性能的因素 5.了解舰载机起飞 | 知识目标：了解飞机起飞的定义，掌握起飞过程操纵原理、起飞性能及其影响因素。 能力目标：能用起飞知识去分析飞机起飞相关问题。 素质目标：航空报国精神的引领与塑造。 | 重点：抬前轮离地的概念与操纵，起飞性能及其影响因素。 难点：抬前轮离地操纵，中断起飞过程，增升装置使用对起飞性能的影响。 | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 课程思政： 1.人物“罗阳”——航空报国精神。 | 2 |

| | | | | | | |
|--|----|--|---|--|-----------------------------------|---|
| | 平飞 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解平飞运动方程 2.掌握平飞所需速度、所需拉力、所需功率的概念及变化规律 3.了解剩余拉力、剩余功率的概念 4.掌握平飞性能常用参数及其影响因素 5.了解平飞操纵基本方法，飞行包线的概念 6.掌握飞机的巡航性能 7.了解影响巡航性能的因素 | <p>知识目标：了解平飞运动方程、平飞操纵基本概念，掌握平飞关键指标及常用的平飞性能参数，飞机的巡航性能。</p> <p>能力目标：能用平飞知识去分析飞机平飞相关问题，并将相关知识应用到飞机维修实践中。</p> | <p>重点：平飞所需速度、所需拉力、所需功率的计算，平飞性能，巡航性能。</p> <p>难点：平飞所需拉力随速度的变化规律，平飞最小速度、最大速度的规定，平飞两个速度范围。</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授，小组讨论。 | 2 |
| | 上升 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解上升运动方程 2.掌握上升过程中升力与重力的关系 3.掌握上升性能及其影响因素 4.了解上升操纵的基本方法 | <p>知识目标：了解上升运动方程、上升操纵等基本概念，掌握上升性能及其影响因素。</p> <p>能力目标：能用上升知识去分析飞机上升相关问题。</p> | <p>重点：上升中升力与重力的关系，上升性能及其影响因素。</p> <p>难点：上升受力分析，陡升速度、快升速度，升限。</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 2 |
| | 下降 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解不同状态下降运动方程 2.掌握下滑过程中的受力关系 3.掌握下滑性能及其影响因素 4.了解其他下降性能 | <p>知识目标：了解上升运动方程、上升操纵等基本概念，掌握下滑性能及其影响因素。</p> <p>能力目标：能用下降知识去分析飞机下降相关问题。</p> | <p>重点：下滑中的受力分析，下滑性能及其影响因素。</p> <p>难点：滑翔比，重力对下滑性能的影响。</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 2 |

| | | | | | | |
|-------------|------------|--|--|--|--|---|
| | | 5.了解下降操纵的基本方法 | | | | |
| | 着陆 | <p>1.掌握飞机着陆的基本过程，尤其是着陆滑跑</p> <p>2.掌握着陆性能及其影响因素</p> <p>3.了解非正常着陆的概念</p> <p>4.了解舰载机着陆</p> | <p>知识目标：掌握飞机的着陆过程，着陆性及其影响因素。</p> <p>能力目标：能用着陆知识去分析飞机着陆相关问题，并将相关知识应用到飞机维修实践中。</p> <p>素质目标：航空安全观、当代民航精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：着陆过程，着陆性能及其影响因素。</p> <p>难点：着陆接地要求，着陆滑跑要求，飞机减速措施。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授、小组讨论。</p> <p>课程思政： 1.航空案例——航空安全、民航精神。</p> | 2 |
| 机动飞行 (4) | 载荷因素与盘旋的概念 | <p>1.了解飞机机动飞行的概念</p> <p>2.掌握载荷因素的定义及典型飞行状态的过载</p> <p>3.掌握盘旋的概念</p> <p>4.了解盘旋运动方程</p> <p>5.掌握盘旋性能及其变化规律</p> | <p>知识目标：了解飞机机动飞行的概念，掌握载荷因素的概念，掌握盘旋的概念、性能及其变化规律。</p> <p>能力目标：能用过载知识去分析飞机的受载问题，用盘旋知识去分析飞机盘旋、转弯相关问题。</p> | <p>重点：盘旋性能，盘旋拉力曲线</p> <p>难点：坡度对盘旋性能的影响，盘旋拉力曲线的变化规律。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> | 2 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|---|--|---|--|---|
| | 盘旋操纵 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解盘旋侧滑的相关概念及产生原因 2.了解盘旋的基本操纵方法 3.了解稳定盘旋的方法 | <p>知识目标：了解盘旋中侧滑的相关概念及成因，了解盘旋基本操纵及稳定盘旋的方法。</p> <p>能力目标：用盘旋知识去分析飞机盘旋、转弯相关问题。</p> | <p>重点：侧滑的概念，稳定盘旋的方法。</p> <p>难点：侧滑产生的原因，稳定盘旋的盘舵用量。</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 2 |
| | 高速气流特性与激波 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解空气压缩性的概念 2.掌握飞行马赫数的概念，及其与压缩性的关系 3.了解气流速度与流管截面积的关系 4.掌握激波的概念与分类 | <p>知识目标：了解空气压缩性，气流速度与截面的关系；掌握飞行马赫数的概念，激波的概念与分类。</p> <p>能力目标：用高速气流知识去分析气流高速流动产生的相关问题。</p> <p>素质目标：不畏艰难、持续钻研、创新精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：飞行马赫数与空气压缩性的关系，激波的概念与分类。</p> <p>难点：声音传播的影响规律，激波的形成及特点。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1、拓展阅读“高速飞行的三大障碍”——不畏艰难、持续钻研、创新精神</p> | 2 |
| 高速空气动力(8) | 高速空气动力特性 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解亚声速空气动力特性 2.了解跨声速飞行的特点 3.掌握临界马赫数的概念及计算方法 4.了解局部激波的形成与发展 5.了解跨声速升力特性 6.了解跨声速阻力特性 7.了解超声速空气动力特性 | <p>知识目标：了解亚声速、跨声速、超声速的空气动力特性，掌握临界马赫数的概念。</p> <p>能力目标：用高速空气动力特性知识去分析高速飞行产生的相关问题。</p> <p>素质目标：爱国主义、科学精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：临界马赫数的概念与计算，跨声速空气动力特性。</p> <p>难点：临界马赫数的计算，局部激波的形成与发展，跨声速的升力系数变化规律</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1、人物“钱学森”、“郭永怀”——爱国主义，科学精神</p> | 3 |

| | | | | | | |
|------------|-----------|--|--|--|--|---|
| | | 力特性 | | | | |
| | 高速机翼 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解高速机翼的基本特征 2.了解常用翼型参数对高速气动特性的影响 3.掌握后掠翼的气流特性与失速特性 4.了解后掠翼的升阻特性 5.了解后掠翼的防失速措施 6.了解其他高速飞行技术或措施 | <p>知识目标：了解高速机翼的特点及翼型参数对高速空气动力的影响；掌握后掠翼的气流特性及空气动力特性。</p> <p>能力目标：用高速机翼知识去分析高速飞机的相关问题。</p> | <p>重点：后掠翼的气流特性及空气动力特性</p> <p>难点：后掠翼的气流特性，后掠翼的失速特性</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 3 |
| 直升机飞行原理（6） | 直升机的特点与分类 | <ol style="list-style-type: none"> 1.了解直升机的特点与用途 2.了解直升机的分类 3.掌握单旋翼直升机的特点 4.了解双旋翼直升机的特点 5.掌握单旋翼直升机的基本构造 | <p>知识目标：了解直升机的特点与分类，掌握单旋翼直升机的特点与构造，了解双旋翼直升机。</p> <p>能力目标：用直升机知识去分析不同的直升机的特点。</p> <p>素质目标：科学精神的引领与塑造。</p> | <p>重点：直升机的特点与分类，单旋翼直升机的特点与构造。</p> <p>难点：直升机的反扭矩平衡，旋翼的构造。</p> | <p>线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。</p> <p>课程思政： 1、拓展阅读“大飞机不是小飞机的放大”——科学精神</p> | 2 |

| | | | | | | |
|--|--------|---|---|--|-----------------------------------|---|
| | 旋翼空气动力 | <p>1.掌握旋翼基本结构与参数</p> <p>2.了解旋翼拉力产生及影响因素</p> <p>3.了解直升机不平衡力矩产生</p> <p>4.了解直升机不同铰链的应用</p> | <p>知识目标：掌握旋翼基本结构与参数；了解旋翼不平衡问题及解决方法。</p> <p>能力目标：用旋翼空气动力知识去分析不同的旋翼的特点。</p> | <p>重点：旋翼基本构造与参数，旋翼拉力</p> <p>难点：旋翼不平衡拉力，挥舞运动，摆震运动</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授。 | 2 |
| | 直升机操纵 | <p>1.了解直升机飞行空气动力分解</p> <p>2.掌握直升机的操纵机构</p> <p>3.掌握直升机基本操纵方法</p> <p>4.了解直升机飞行性</p> | <p>知识目标：了解直升机拉力分解，掌握直升机的操纵机构及操纵方法。</p> <p>能力目标：用直升机操纵知识去分析直升机操纵过程。</p> | <p>重点：直升机操纵机构，直升机操纵方法</p> <p>难点：自动倾斜器的控制，油门/总距杆的操纵方法</p> | 线上与线下混合式教学、图片、视频展示、案例教学法、讲授，现场教学。 | 2 |
| | | | | | | |

(注：在“教学目标-素质目标”中要明确思政目标，教学实施中要增加课程思政相关内容。)

六、课程实施与保障

（一）教学方法与手段

教学方法：根据学情分析和教学内容特征，选择采用项目教学法、任务驱动法、讲授法、角色扮演法、案例教学法、情境教学法、实训作业法、现场教学法、翻转课堂教学法、理实一体化、探究式、讨论式、参与式等教学法，激发学生学习兴趣和主动性。

教学手段：采用网络教学平台实现混合式教学；采用飞机维修模拟机教学实现虚拟操作、结合真机线下操作，训练学生的职业操作规范，提升职业素养；引进行业、企业专家参与教学，双师协同，加深学生对飞机维修工作的认识。

（二）课程评价与考核

1.教学评价

《空气动力学基础与飞行原理》课程总评成绩采用基于工作过程的平时成绩和期末考试成绩相结合的形式进行评价。其中，平时成绩和期末考试成绩权重分别为 40%，60%。具体考核评价标准如表 1 所示：

表 1 《空气动力学基础与飞行原理》课程考核评价标准

| | | | | | |
|---------------|-----------|----|------|------|-----------|
| 课程总评成绩 | 100 分 | | | | |
| 课程总评成绩构成（百分比） | 平时成绩（40%） | | | | 期末成绩（60%） |
| 各单项分值（总分） | 考勤 | 作业 | 期中测验 | 实践训练 | 期末考试 |
| | 20 | 20 | 20 | 40 | 100 |

2.考核要求

总评成绩达到 60 分为合格（百分制）。

（三）教材选用

1.推荐教材

[1]丘宏俊编著,《简明飞机飞行原理(第2版)》[M],西北工业大学出版社,2021.12.

2.教学参考资料

(1)叶露主编,《飞行原理》[M],清华大学出版社,2022.8.

(2)胡强,朱妮,屈峰等,《空气动力学与飞行原理》[M],机械工业出版社,2021.8.

（四）课程资源

1.学习资料

(1)陈裕芹 王超主编,《飞机维修基本技能(上下册)》中国民航出版社,2024.3

(2)民用航空器维修基础系列教材第3册—《飞机结构与系统》

(3)陈裕芹 黄方道主编,《飞机维修实训工卡》,中国民航出版社。

2.信息化教学资源

(1)国家精品在线开放课程 MOOC—《空气动力学基础与飞行原理》:

<https://mooc.icve.com.cn/cms/courseDetails/index.htm?cid=kqdgzm0441yt765>

(2)国家级飞机机电设备维修专业教学资源库专业核心课——《空气动力学基础与飞行原理》:

<https://zyk.icve.com.cn/courseDetailed?id=ub10awmmn6zk2chz->

<u15wa&openCourse=znfuahgna4dccouv0ahhpa>

(五) 教学条件

1.校内实训室（基地）

| 序号 | 实训室（基地）名称 | 主要设备 | 主要实训项目 | 工位数 |
|----|------------|-------------------|----------------------------|-----|
| 1 | 飞机维修虚拟仿真中心 | A320/B737 飞机维修模拟机 | 各系统的虚拟操作、测试、部件识别及排故 | 192 |
| 2 | 起落架系统实训室 | 起落架系统部件 | 起落架部件识别、检查、拆装 | 60 |
| 3 | 飞机操纵系统实训室 | 飞机操纵系统部件 | 操纵系统部件识别、检查、测试、拆装 | 60 |
| 4 | 飞机空调系统实训室 | 飞机空调系统部件 | 操纵系统部件识别、检查、测试、拆装 | 60 |
| 5 | 飞机燃油系统实训室 | 飞机燃油系统部件 | 燃油系统部件识别、检查、测试、拆装 | 60 |
| 6 | 飞机液压实训室 | 飞机液压部件 | 液压系统部件识别、检查、测试、拆装 | 60 |
| 7 | 大机库 | B737 飞机、MD82 飞机 | 飞机整体部件识别、飞机基础勤务工作、防冰排雨系统维护 | 60 |

2.校外实训基地

| 序号 | 实训基地名称 | 实训设备 | 实训项目 |
|-----|--------|------|------|
| 1 | | | |
| ... | | | |

七、其他说明

《空气动力学基础与飞行原理》

课程思政示范课程

课程思政资源与专业数字资源

项目负责人： 丘宏俊

项目组成员： 刘超, 周堃

所在学校： 广州民航职业技术学院

《空气动力学基础与飞行原理》课程思政资源一览表

| 序号 | 课程思政资源名称 | 主要内容 | 主旨 |
|----|-----------------------|--|--|
| 1 | 拓展阅读：中华民族悠久的飞天史 | 从“嫦娥奔月”到“千年梦圆”中国人所取得辉煌的飞天成就，以及中华民族历史上所做出的航空成就。 | 政治认同、家国情怀、爱国、中华优秀传统文化教育，并加深对“飞行器”相关知识理解。 |
| 2 | 拓展阅读：超级滑翔机 | 典型民航飞机通过滑翔方式成功迫降。 | 树立全面航空安全观，并加深对“飞行器”相关知识理解。 |
| 3 | 拓展阅读：两弹一星 | 两弹一星与“两弹一星”精神。 | 爱国主义、集体主义、科学精神、中国特色社会主义、社会主义核心价值观教育。 |
| 4 | 先锋人物：冯如 | 中国航空之父“冯如”的感人事迹。 | 通过典型人物进行爱国主义、“航空救国”、“航空报国”教育。 |
| 5 | 拓展阅读：莱特兄弟与飞行者一号 | 莱特兄弟的生平事迹，飞行者 I 号的发明与历史地位。 | 创造、创新精神教育，正确面对失败，持之以恒精神教育。 |
| 6 | 拓展阅读：无尾飞机与飞翼 | 非常规布局飞机布局技术介绍。 | 拓展飞行知识，引导学生探索更先进的飞行技术，培养创新与创造精神。 |
| 7 | 拓展阅读：航空航天领域的大国工匠与工匠精神 | 2020 年评选出的 35 位“大国工匠”中，大部分来自航空航天领域。 | 工匠精神教育。 |
| 8 | 拓展阅读：“中国机长”与当代民航精神 | 四川航空 3U8633 航班“5·14”事件，“中国民航英雄机组”感人事迹。 | 当代民航精神教育，职业精神、职业规范教育，增强职业责任感，并加深对“飞行天气”相关知识理解。 |
| 9 | 拓展阅读：流线之美 | 自然界的流线形态，工程上的流线设计。 | 美学教育，工程实践教育。 |
| 10 | 先锋人物：丹尼尔·伯努利 | 流体力学之父“丹尼·尔伯努利”生平介绍。 | 科学精神教育，加深对伯努利原理的理解。 |

| | | | |
|----|---------------------|---------------------------------|--|
| 11 | 拓展阅读：小昆虫和小胶布导致的空难 | 2 件由“微小”事件导致的重大航空灾难 | 当代民航精神、行业规范、行业标准教育，并加深对“空速管”相关知识的理解。 |
| 12 | 拓展阅读：机翼升力的多种解释与科学精神 | 机翼升力产生原理的不同解释。 | 科学精神、科学思维、批判精神教育，并加深对升力产生原理的理解。 |
| 13 | 拓展阅读：大雁飞行与团队精神 | 大雁结队长途迁徙的科学原理及体现出来的精神。 | 团队精神教育，并加深对“翼尖涡”、“诱导阻力”相关知识的理解。 |
| 14 | 拓展阅读：两个相互插错的插头导致的空难 | 由“微小”事件导致的重大航空灾难（西安 5.7 空难）。 | 当代民航精神教育，职业精神、职业规范教育，增强职业责任感，并加深对“飞机稳定性”、“荷兰滚”相关知识的理解。 |
| 15 | 拓展阅读：进错跑道导致的空难 | 由人为因素导致的重大航空灾难（新加坡航空空难）。 | 当代民航精神教育，职业精神、职业规范教育，增强职业责任感，并加深对“飞行区域”相关知识的理解。 |
| 16 | 拓展阅读：高度表设置错误导致的空难 | 由人为因素导致的重大航空灾难（北方航空 6901 航班空难）。 | 当代民航精神教育，职业精神、职业规范教育，增强职业责任感，并加深对“飞行高度”相关知识的理解。 |
| 17 | 拓展阅读：严重超载导致的空难 | 由人为因素导致的重大航空灾难（阿塞拜疆航空空难）。 | 当代民航精神教育，职业精神、职业规范教育，增强职业责任感，航空安全观的教育，并加深对“飞行重量”相关知识的理解。 |
| 18 | 先锋人物：罗阳 | 典型人物“罗阳”感人事迹 | “航空报国”、爱岗敬业、无私奉献、社会主义核心价值观教育。 |
| 19 | 拓展阅读：致命跳跃导致的空难 | 由人为因素导致的重大航空灾难（南方航空 3456 航班空难）。 | 当代民航精神教育，职业精神、职业规范教育，增强职业责任感，航空安全观的教育，并加深对“飞机着陆操纵”相关知识的理解。 |

| | | | |
|----|----------------------------|-----------------------------------|--|
| 20 | 拓展阅读: C919 飞机适航取证试飞的“三大战役” | C919 飞机研发历程, 历经困难, 重要作用。 | 社会主义核心价值观, 国家发展战略, 家国情怀教育 |
| 21 | 先锋人物: 恩斯特·马赫 | 恩斯特·马赫生平简介。 | 科学精神、科学思维、批判精神教育, 并加深对“高速气流传播规律”、“马赫数”相关知识的理解。 |
| 22 | 先锋人物: 钱学森 | 中国航天之父“钱学森”感人事迹。 | 爱国主义、奉献精神、社会主义核心价值观、科学家精神教育 |
| 23 | 先锋人物: 郭永怀 | 两弹一星元勋“郭永怀”感人事迹。 | |
| 24 | 先锋人物: 理查德·惠特科姆 | 理查德·惠特科姆生平简介。 | 科学精神、科学思维教育, 并加深对相关概念的理解。 |
| 25 | 拓展阅读: 新中国第一架自制飞机 | 新中国第一架飞机“初教 5”的研发历程简介。 | 航空发展史教育。 |
| 26 | 拓展阅读: 大飞机不是小飞机的简单放大 | “直 6”直升机的研发历程简介。 | 科学精神教育, 系统工程教育。 |
| 27 | 拓展阅读: 武直-10 | “武直 10”直升机的研发历程简介。 | 航空报国精神, 科技自立自强精神教育。 |
| 28 | 拓展阅读: 未按规定装载导致的空难 | 由人为因素, 2 起未按规定装载导致的重大航空灾难。 | 当代民航精神教育, 职业精神、职业规范教育, 增强职业责任感, 航空安全观的教育, 并加深对“飞机配载”相关知识的理解。 |
| 29 | 拓展阅读: 南京“7·31”空难 | 由人为因素导致的重大航空灾难(中国通用航空公司 7.31 空难)。 | 当代民航精神教育, 职业精神、职业规范教育, 增强职业责任感, 航空安全观的教育, 并加深对“飞机配平”相关知识的理解。 |

广州民航职业技术学院

《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》课程思政
资源采购项目

合 同 书

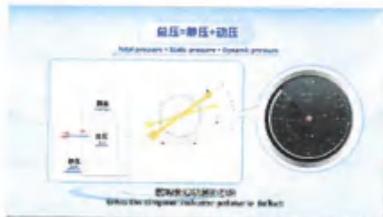
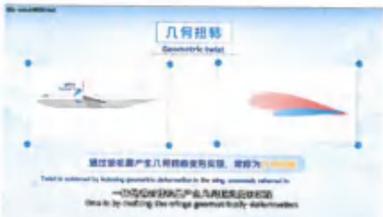
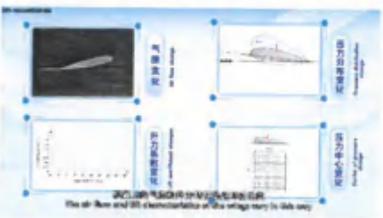
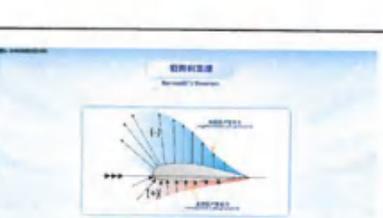
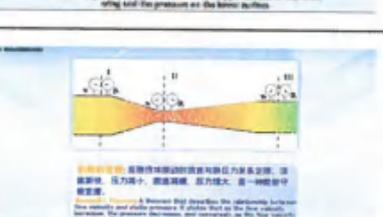
采购编号：

合同编号：

| 合同编号 | 年月 | 分类 | 件号 |
|------|--------|----|------|
| GCAC | 202412 | CG | 0221 |

甲方：广州民航职业技术学院

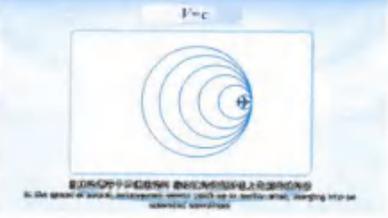
乙方：深圳市广厦信息技术有限公司

| 《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》课程思政-知识点清单 | | | |
|---------------------------------|---|--|----------|
| 知识点名称 | 动画截图 | 主要内容 | 动画时长 |
| 1.空速管测试原理 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.空速管的定义与重要性 2.空速管的结构组成 3.空速管的工作原理 4.空速管故障引发的航空事故案例 5.航空安全警示 | 00:01:44 |
| 2.机翼安装角与机翼扭转 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.机翼扭转变形的目的 2.机翼安装角的定义 3.机翼扭转的分类 4.实现负扭转的方法 | 00:01:02 |
| 3.飞机升力特性 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.失速相关概念 2.零升迎角的特性 3.迎角变化对机翼压力分布的影响 4.失速时机翼的压力分布 5.升力系数随迎角的变化规律 6.压力中心随迎角的变化规律 7.升力特性的综合展示 | 00:01:52 |
| 4.机翼产生升力的原理 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.机翼升力的作用与解释理论 2.基于伯努利定理的升力解释 3.基于牛顿第三运动定理的升力解释 4.基于环流理论的升力解释 5.机翼升力解释与科学精神 | 00:02:00 |
| 5.连续性定理与伯努利定理 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.理想流体流动的基本定律 2.连续性定理 3.伯努利定理 4.丹尼尔·伯努利简介 5.定理适用范围与超声速流动现象 | 00:01:14 |
| 6.翼尖涡与诱导阻力 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.翼尖涡流的形成 2.翼尖涡流的流态 3.诱导阻力的产生 4.减小诱导阻力的方法 5.翼梢小翼的作用 6.翼尖涡流的利用 | 00:01:40 |



| | | | |
|-------------|--|---|----------|
| 7.附面层 | | <ol style="list-style-type: none"> 1.附面层的定义与产生原因 2.附面层的分类 3.附面层的转换 4.紊流附面层底层的层流 5.附面层分离现象 | 00:02:22 |
| 8.俯仰稳定 | | <ol style="list-style-type: none"> 1.俯仰力矩的产生因素 2.飞机俯仰平衡状态 3.俯仰稳定性的概念 4.俯仰稳定过程 5.俯仰稳定性的综合作用 | 00:02:51 |
| 9.方向稳定与横向稳定 | | <ol style="list-style-type: none"> 1.侧滑的定义与分类 2.侧滑的形成过程 3.方向稳定性的定义 4.方向稳定的影响因素 5.方向阻尼力矩 6.横向稳定性的定义 7.横向稳定的影响因素 8.横向阻尼力矩 | 00:04:07 |
| 10.荷兰滚 | | <ol style="list-style-type: none"> 1.荷兰滚现象的定义 2.荷兰滚现象的成因 3.荷兰滚现象的影响 4.荷兰滚现象的抑制方法 | 00:02:48 |
| 11.飞机基本操纵 | | <ol style="list-style-type: none"> 1.飞机基本操纵的定义与分类 2.俯仰操纵 3.滚转操纵 4.偏航操纵 5.关联操纵 | 00:01:50 |
| 12.反偏航 | | <ol style="list-style-type: none"> 1.反偏航的定义与现象 2.反偏航的产生原因 3.减小或消除反偏航的方法 4.差动副翼 5.弗利兹副翼 6.扰流板辅助横滚 7.副翼 - 方向舵联动 | 00:01:39 |



| | | | |
|--------------|---|--|----------|
| 13.起飞过程与操纵 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.推出与发动机启动 2.滑行前检查与设定 3.滑行与起飞前准备 4.加速滑跑与起飞 5.离地后操作 6.起飞过程中的故障处理 | 00:03:31 |
| 14.着陆过程与操纵 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.收听 ATIS 2.请求着陆许可与建立盲降 3.着陆设定与检查 4.进近与决断 5.过跑道头 6.拉平与接地 7.滑跑与减速 8.复飞操作 | 00:03:50 |
| 15.内侧滑与外侧滑 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.侧滑的分类与定义 2.侧滑的产生原因 3.侧滑的影响与修正方法 | 00:01:59 |
| 16.激波 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.激波的定义与扰动传播 2.激波的形成机制 3.激波的特点与分类 4.激波的典型现象 | 00:02:05 |
| 17.翼型跨声速气动特性 |  | <ol style="list-style-type: none"> 1.跨声速飞行的定义与特点 2.局部激波的形成与发展过程 3.翼型跨声速升力特性 4.翼型跨声速阻力特性 5.钱学森与郭永怀的贡献 | 00:03:46 |



中华民族悠久飞天史

【丘宏俊】

中华文明历经上下五千年的起源、形成和发展，中华民族自古以来就对探索太空、发现宇宙奥秘进行了孜孜不倦的探索与追求，发明了许多飞行工具，为人类探索太空与认识宇宙作出了重大贡献。

从“嫦娥奔月”到“千年梦圆”。

嫦娥奔月是中国上古时代的神话传说故事，反映了中华民族对太空星辰的向往。



嫦娥奔月

明朝万户（陶成道，他为了实现自己的航天梦想，坐在绑上了47支火箭的椅子上，手里拿着风筝，飞向天空。但是火箭在高空爆炸了，万户也为此献出了生命。人们称他为“世界航天第一人”。）的飞天壮举，反映了中华民族对飞天事业孜孜不倦的探索与追求。



万户飞天

新中国成立后，中华民族迈着雄健的步伐在浩瀚的天宇上走出了一条令世人刮目相看的“飞天之路”，从“东方红送乐”到“神舟飞天”，再到“嫦娥揽月”，从“天问探火”到“北斗指路”，这些标志着中国飞天发展史的大国重器，载着中华民族自古以来就有的飞天梦想腾飞、升空。



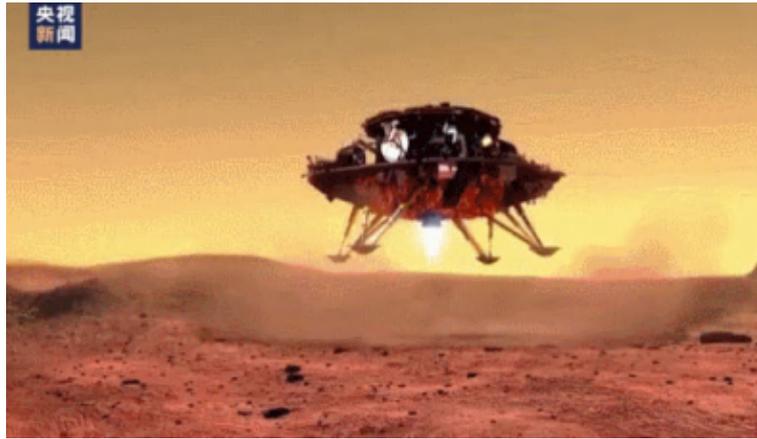
东方红一号卫星



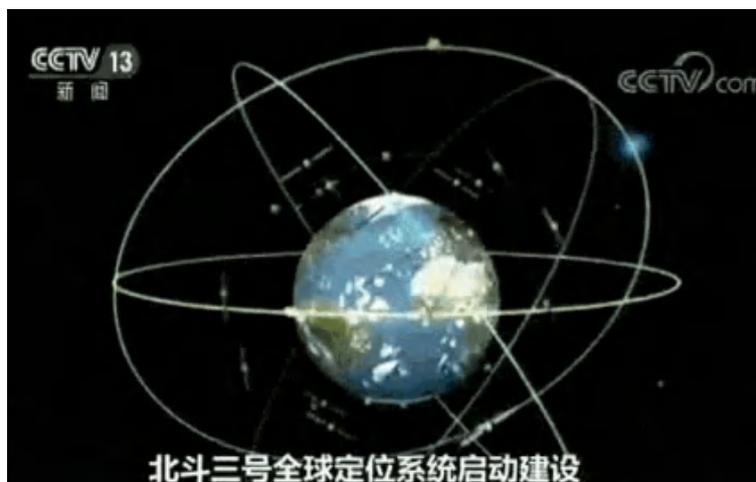
神州号飞船



嫦娥五号

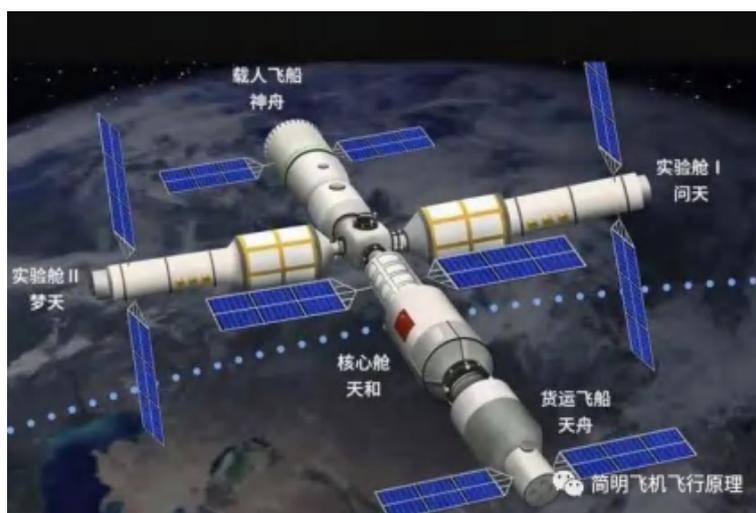


天问一号



北斗全球定位系统

“千年飞天梦，今朝一夕圆”，如今，我国的载人航天事业已进入了“空间站时代”，我们先后成功发射了“天和”核心舱、“问天”实验舱、“梦天”实验舱，于2022年建成了中国空间站，拥有了自己的太空家园，将为人类的和平与进步做出重大的贡献。



中国空间站

风筝

风筝由中国古代劳动人民发明于春秋时期，距今已有 2000 多年。有“公输班削竹木以为鹊，成而飞之，三日不下”、“墨子为木鸢，三年而成”的记载。公元 1600 年，东方的风筝传到了欧洲，19 世纪英国发明家乔治·克雷由风筝产生灵感而发明滑翔机。



中国古代风筝

孔明灯

孔明灯，又叫天灯，俗称许愿灯、祈天灯，是一种古老的汉族手工艺品，是最古老的热气球。其发明者一种说法为“莘七娘”、另一种说法为“诸葛亮”。孔明灯在古代多用作军事用途，现代人放孔明灯，多作为祈福之用。孔明灯的飘移方向人无法控制，使用不当，容易威胁飞行安全、破坏基础设施和造成火灾等问题。



孔明灯

竹蜻蜓

竹蜻蜓是一种中国传统的民间儿童玩具，流传甚广。竹蜻蜓由两部分组成，外形呈T字形，横片为旋翼（螺旋桨）的形状，快速一搓竖柄，松手，竹蜻蜓就飞上天空。后来，西方人根据竹蜻蜓的形状和原理发明了直升机的螺旋桨。



竹蜻蜓

新中国成立后，我国的航空航天事业取得了蓬勃发展。党的二十大报告充分肯定了近些年我国在“载人航天、探月探火、大飞机制造”等领域取得的重大成就，并进一步指出“加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国”，“坚持科技强军、人才强军”，为我国航空航天事业发展擘画了新的蓝图，我国的航空航天事业将大有可为。广大航空航天工作者责任重大、使命光荣，要充分发挥航空航天在科技创新、制造强国、质量强国、新时代军事战略方针等方面的引领作用，传承弘扬“空天报国精神”，踔厉奋发、埋头苦干、守正创新、勇攀高峰，为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴贡献航空航天人的力量。

超级滑翔机

【文/丘宏俊】

在人类航空史上，曾有多次因飞机失去前进驱动力而通过滑翔的方式成功迫降的案例，最大限度地减少了损失，以下为几起典型案例。

中美洲航空 110 航班：1988 年 5 月 24 日，中美洲航空一架波音 B737 飞机执飞从伯利兹伯利兹市的菲利普 S.W.高臣国际机场飞往新奥尔良市莫尔臣机场的 110 航班。飞行过程中飞机误闯“雷暴”区，导致双发因吸水而熄火失去动力。机组通过滑翔方式成功迫降在一片草地上。事故造成机上 45 人仅有 7 人轻伤，且飞机经维修后直接飞走。



越洋航空 236 航班：2001 年 8 月 24 日，越洋航空一架空客 A330 飞机执飞从加拿大多伦多皮尔逊国际机场飞往葡萄牙里斯本国际机场的 236 航班。飞行过程中因燃油管漏油，于大西洋上空漏尽燃料双发失去动力。机组以滑翔方式并通过一连串的机动飞行成功降落在亚速尔群岛拉日什空军基地（Lajes Airport），飞机上 306 人全部生还，并以滑翔 120km 创下了民航飞机滑翔飞行的世界纪录。



全美航空 1549 航班：2009 年 1 月 15 日，全美航空一架空客 A320 飞机执飞从纽约拉瓜迪亚机场经停卡罗莱纳州的夏洛特，飞往西雅图的 1549 航班。飞机起飞不久后，因“鸟击”导致双发失去动力，在起飞 6 分钟后通过滑翔方式成功迫降在纽约哈德逊河上，飞机上 155 人全部生还。故事被改编为电影《莎利机长》。



两弹一星

【丘宏俊】

“两弹一星”是指核弹（原子弹和氢弹）、导弹和人造地球卫星。20世纪50-70年代，以毛泽东同志为核心的第一代中央领导集体，为保家卫国、维护世界和平，高瞻远瞩，果断地做出了独立自主研制“两弹一星”的战略决策。大批优秀的科技工作者、解放军战士、工人和群众，以身许国，怀着对新中国的满腔热爱，响应党和国家的召唤，义无反顾地投身到这一神圣而伟大的事业中，进行了艰苦卓绝的研究和探索工作，创造了一个个“科技奇迹”。



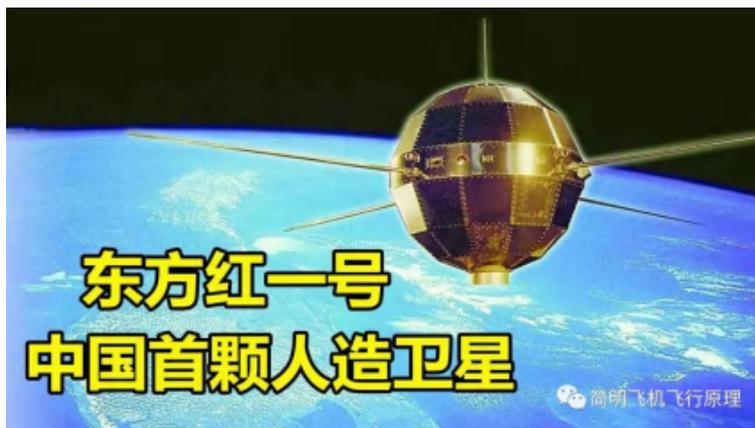
核弹：原子弹



核弹：氢弹



导弹：东风一号



人造卫星：东方红一号

“两弹一星”不但使中国拥有了具有威慑力的核武器系统，起到了保家卫国的作用并使国人获益至今，使中国逐步进入强国之列，而且还塑造了“两弹一星精神”。它是爱国主义、集体主义、社会主义精神和科学精神的真实写照，是中华民族宝贵的精神财富，对中华民族伟大复兴具有深远意义。

邓小平同志说过：“如果六十年代以来中国没有原子弹、氢弹，没有发射卫星，中国就不能叫有重要影响的大国，就没有这样的国际地位，这些东西反映一个民族的能力，也是一个民族、一个国家兴旺发达的标志。”

江泽民同志在1999年召开的“两弹一星”表彰大会上指出：“两弹一星精神”的核心内涵为“热爱祖国、无私奉献、自力更生、艰苦奋斗、大力协同、勇于攀登”。随后还称赞中国航天队伍是一支“特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献”的队伍。

2022年4月12日习近平总书记在海南视察文昌航天发射场发表的讲话时指出：要大力弘扬“两弹一星”精神、载人航天精神，坚持面向世界航天发展前沿、面向国家航天重大战略需求，强化使命担当，勇于创新突破。



两弹一星精神



“两弹一星”元勋



冯如

—— 中国航空之父

【文/丘宏俊】

冯如(1884.1.12-1912.8.25), 广东恩平人, 是中国第一位飞机设计师、制造师和飞行家, 被誉为“中国航空之父”。

冯如出身于穷苦家庭, 从小就喜欢制作风筝和车船等玩具, 对神话故事尤其是飞天故事更是满心向往, 12岁随亲人漂洋过海到美国谋生。他目睹美国先进工业, 认为国家富强必须依靠工业发达, 改变中国贫穷落后面貌非学习机械、发展工业不可。1903年, 当得知莱特兄弟发明了飞机后, 冯如决心要依靠中国人的力量来制造飞机。自1906年, 冯如就开始潜心钻研航空技术, 设立飞机制造厂, 经过多次尝试, 于1909年、1910年先后成功研制并试飞了中国人自己制造的飞机。1909年9月21日首飞的“冯如一号”, 达到了当时世界飞机的先进水平, 完成了属于中国人的首次载人动力飞行。



冯如
(1884-1912)



“冯如一号”模型

1911年, 冯如回绝国外高薪聘请, 率领技术人员, 连同2架飞机和相关器材设备, 回国进行飞机研制。1912年8月25日, 冯如在广州燕塘飞行表演中不幸失事牺牲, 被追授为陆军少将, 被尊为“中国首创飞行大家”。

冯如的一生虽然短暂, 但其贡献与思想影响深远。他坚忍不拔、勤奋好学、勇于创新, 为中华崛起而奋斗。他是我国最早提出“航空救国”思想主张的杰出代表, 早期就对飞机在未来航空领域的重要性提出了高屋建瓴的见解, 并矢志不渝地为之奋斗一生, 把毕生精力都献给了祖国的航空事业。



【科普中国】“冯如”

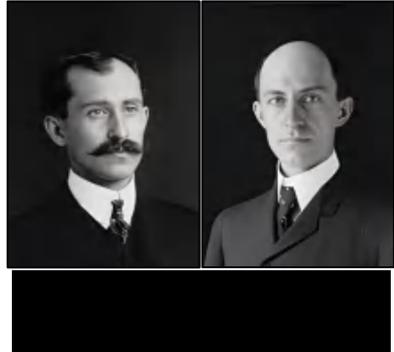


【解码科技史】“冯如”

莱特兄弟与飞行者一号

【文/丘宏俊】

威尔伯·莱特 (Wilbur Wright, 1867.4.16–1912.5.12)、奥维尔·莱特 (Orville Wright, 1871.8.19–1948.1.30)，莱特兄弟 (Wright Brothers) 是美国著名的发明家，发明制造了世界第一架动力飞机“**飞行者一号 (Flyer I)**”，于1903年12月17日在美国北卡罗来纳州成功试飞了这架飞机，标志着人类进入了可控的动力飞行时代，这一天也成了飞机诞生之日。飞机是历史上最伟大的发明之一，改变了人类的交通、经济、生产和日常生活，也改变了军事。



“飞行者一号”模型

莱特兄弟从小就有一个梦想——让人像小鸟一样飞上天空。他们为了实现这个梦想，一边经营自行车修理，一边进行飞行器研制。哥哥威尔伯勤勤恳恳，扎扎实实，拥有工程师的细致和谨慎；弟弟奥维尔则富有艺术家的想象力，敢于不断创新。他们互相支持，互相帮助，不断尝试，共同克服了一个又一个困难，经历了无数次失败，但都不曾放弃。

莱特兄弟通过观察老鹰的飞翔，研究鸟类的飞行，深入钻研了大量航空理论。他们先后进行了1000多次滑翔试飞，自制了200多个不同的机翼，进行了上千次风洞实验，修正了前人一些错误的飞行数据。经过不断钻研，不断改进，莱特兄弟不仅迅速掌握了当时的飞行器制造技术，而且在许多方面取得了重大突破，于1903年10月设计制造出了著名的“飞行者一号”。在试飞过程中，他们不仅面临巨大的风险，还要承受失败的痛苦和社会的压力，但他们从未退缩，始终坚持自己的信念。虽然“飞行者一号”的首飞只艰难地飞行了12秒、120英尺距离，但在人类航空史上具有划时代意义。

“飞行者一号”是以木材和布为主要材料制造的双翼机，用一台活塞式发动机驱动反向旋转的双螺旋桨作为推进装置，采用前置双升降舵（“鸭式”构型）控制俯仰，通过扭转机翼控制滚转（无副翼），通过尾部安装与滚转耦合的双方向舵控制偏航。“飞行者一号”的长度6.43m、翼展12.3m、高度2.3m，机翼面积47.4 m²，起飞重量360 kg，飞行速度3.05m/s（首次飞行）。

无尾飞机与飞翼

【文/丘宏俊】

无尾飞机 (tailless airplane) 是指一种不设置水平尾翼和前翼 (如鸭翼) 的特殊设计飞机。这种布局取消了传统飞机上用于提供俯仰稳定和操纵的水平尾翼组件, 仅保留垂直尾翼, 甚至还可以无垂直尾翼。无尾飞机一般采用三角机翼, 它的俯仰平衡和操纵靠机翼后缘的复杂控制系统 (多功能舵面), 如升降副翼 (elevon)、襟副翼 (flaperon)、扰流板、襟翼、可变弯度翼梢等。这些装置不仅可以提供升力变化以实现俯仰控制, 还可能组合使用以提供滚转和偏航控制。由于取消了平尾和减小了机身载荷, 无尾飞机的结构更为紧凑、重量更轻; 雷达反射面积减小, 无尾飞机具有相对较好的隐身性能。无尾飞机也存在一些挑战和限制, 为保持飞机平衡可能需要付出一定的阻力代价, 且其起飞和着陆性能可能相对较差。



飞翼 (flying wing), 又称全翼机, 是一种特殊设计布局的飞机, 取消了常规飞机明显的机身和尾翼部分, 将传统的机翼、机身、尾翼结构融合成一个单一、连续的翼型机体。飞翼消除了机身与机翼、尾翼之间的干扰阻力, 整体阻力较低, 有较高空气动力效率; 提高了结构的紧凑性, 内部空间宽敞、连续, 有利于搭载更多有效载荷或乘客; 具有平滑、连续的外形, 可显著减少了雷达波反射的边缘和角点, 具有良好的隐身性能。飞翼也面临着一些固有的技术和操作挑战, 首先是稳定性较差, 需要增加对稳定的主动控制技术; 其次是由于缺少传动的尾翼和舵面, 操控难度较高, 尤其是大迎角飞行时, 飞机的气动特性可能会变得非常复杂, 需要通过创新的舵面设计、主动流动控制技术以及高度集成的飞行控制系统, 对飞行控制硬件和算法的要求极高; 此外其起飞和着陆性能较差。



工匠精神

【 丘宏俊 】

航空航天是自 20 世纪以来人类在认识自然和改造自然的过程中最活跃、发展最迅速、对人类社会生活影响最为深刻的科学技术领域之一，也是表征一个国家科学技术、制造工艺先进性的重要标志。航空航天领域人才辈出，在新中国航空航天事业高速发展过程中，涌现出了一大批科学家和能工巧匠，在 2020 年评选出的 35 位“大国工匠”中，大部分来自航空航天领域，他们不但为我国航空航天事业发展做出了突出贡献、为国家发展建立了功勋，而且生动诠释了“工匠精神”。

| 序号 | 姓名 | 项目及职务 | 毕业院校 |
|----|------|---------------|----------|
| 1 | 朱英富 | 辽宁舰总设计师 | 上海交通大学 |
| 2 | 吴光辉 | C919总设计师 | 南京航空航天大学 |
| 3 | 韩克苓 | C919常务设计师 | 西北工业大学 |
| 4 | 杨伟 | 歼20总设计师 | 西北工业大学 |
| 5 | 梁建英 | 复兴号总设计师 | 同济大学 |
| 6 | 谢军 | 北斗卫星总设计师 | 国防科技大学 |
| 7 | 胡伟武 | 龙芯首席科学家 | 中国科学技术大学 |
| 8 | 邓景辉 | 直20总设计师 | 西北工业大学 |
| 9 | 程荣辉 | 涡扇20总设计师 | 西北工业大学 |
| 10 | 吴伟仁 | 探月工程总设计师 | 中国科学技术大学 |
| 11 | 徐芑南 | 蛟龙号总设计师 | 上海交通大学 |
| 12 | 常进 | 悟空卫星首席科学家 | 中国科学技术大学 |
| 13 | 唐长红 | 运20总设计师 | 西北工业大学 |
| 14 | 胡震 | 深海勇士号总设计师 | 南华大学 |
| 15 | 董建鸿 | 新舟700总设计师 | 西北工业大学 |
| 16 | 南仁东 | 中国天眼总设计师 | 清华大学 |
| 17 | 段宝岩 | 中国天眼总体设计 | 西安电子科技大学 |
| 18 | 潘建伟 | 墨子号总设计师 | 中国科学技术大学 |
| 19 | 陈勇 | ARJ21总设计师 | 西北工业大学 |
| 20 | 童文 | 华为5G首席科学家 | 东南大学 |
| 21 | 杨宏 | 天宫一号总设计师 | 西安电子科技大学 |
| 22 | 朱枫鹏 | 天宫二号总设计师 | 哈尔滨工业大学 |
| 23 | 唐长红 | 轰20总设计师 | 西北工业大学 |
| 24 | 李东 | 长征五号总设计师 | 北京航空航天大学 |
| 25 | 孙家栋 | 嫦娥一号总设计师 | 哈尔滨工业大学 |
| 26 | 吴伟仁 | 嫦娥二号总设计师 | 中国科学技术大学 |
| 27 | 杨孟飞 | 嫦娥五号总设计师 | 西安电子科技大学 |
| 28 | 孙泽洲 | 嫦娥三号四号总设计师 | 南京航空航天大学 |
| 29 | 程荣辉 | 涡扇15总设计师 | 西北工业大学 |
| 30 | 欧阳绍修 | 空警200/500总设计师 | 西北工业大学 |
| 31 | 杨孟飞 | 探月探测器总设计师 | 西安电子科技大学 |
| 32 | 张荣桥 | 天问一号总设计师 | 西安电子科技大学 |
| 33 | 樊会涛 | 三型空空导弹总设计师 | 西北工业大学 |
| 34 | 陈迎春 | CR929总设计师 | 西北工业大学 |
| 35 | 王铁军 | F级50兆瓦重型燃气轮机 | 西安交通大学 |

2020 年评选出的 35 位“大国工匠”

工匠精神，目前尚无严格的定义，多数人认为它是一种职业精神，是职业道德、职业能力、职业品质的体现，是从业者的一种职业价值取向和行为表现。工匠精神的基本内涵包括“敬业、专注、精益、传承和创新”等方面的内容。



▶ **敬业**。敬业是从业者对职业的敬畏和热爱而产生的一种的职业精神状态，干一行爱一行，全身心投入，对工作始终持认真、负责的态度。

▶ **专注**。专注体现了耐心、执着、坚持的精神，要求从业者具备良好的心理素质和平和的心态，兢兢业业、一丝不苟、持之以恒地保持对品质、服务的高标准、严要求。

▶ **精益**。精益就是精益求精，是从业者对每件产品、每道工序都凝神聚力、反复改进、不断完善、追求极致的职业品质。“没有最好，只有更好”是工匠所追求的一种境界。

▶ **传承**。传承是一种尊师重教、不断进取的学习精神，要求从业者尊重技艺、恭敬师傅、尊重同行，保持强烈的求知欲和不断进取精神，加强自身修养并保持恭敬谦逊的态度。

▶ **创新**。创新是追求突破、追求革新的创造精神，要求从业者敢于打破常规，别出心裁，大胆实践，勇于突破，在专业领域里不懈努力、不断进步，推陈出新。



【科普中国】“工匠精神”

“中国机长”与当代民航精神

【文/丘宏俊】

电影《中国机长》是根据四川航空 3U8633 航班“5·14”事件改编而成，影片中“飞机穿越雷暴”部分具有电影创作的浪漫主义色彩。2018 年 5 月 14 日，四川航空的一架空客 A319 飞机（编号 B-6419）执飞重庆至拉萨的 3U8633 航班，在万米高空出现了驾驶舱右座前风挡玻璃突然破裂脱落、座舱释压的极端罕见险情。面对突发状况、生死关头，机长刘传健等全体机组成员临危不乱、果断应对、正确处置，凭借顽强的意志、过硬的本领，克服高空低压、低温、大风等恶劣环境，在多部门的密切配合下，成功备降成都双流机场，确保了机上 119 名乘客和 9 名机组成员的生命财产安全，创造了**世界民航史上的奇迹**。

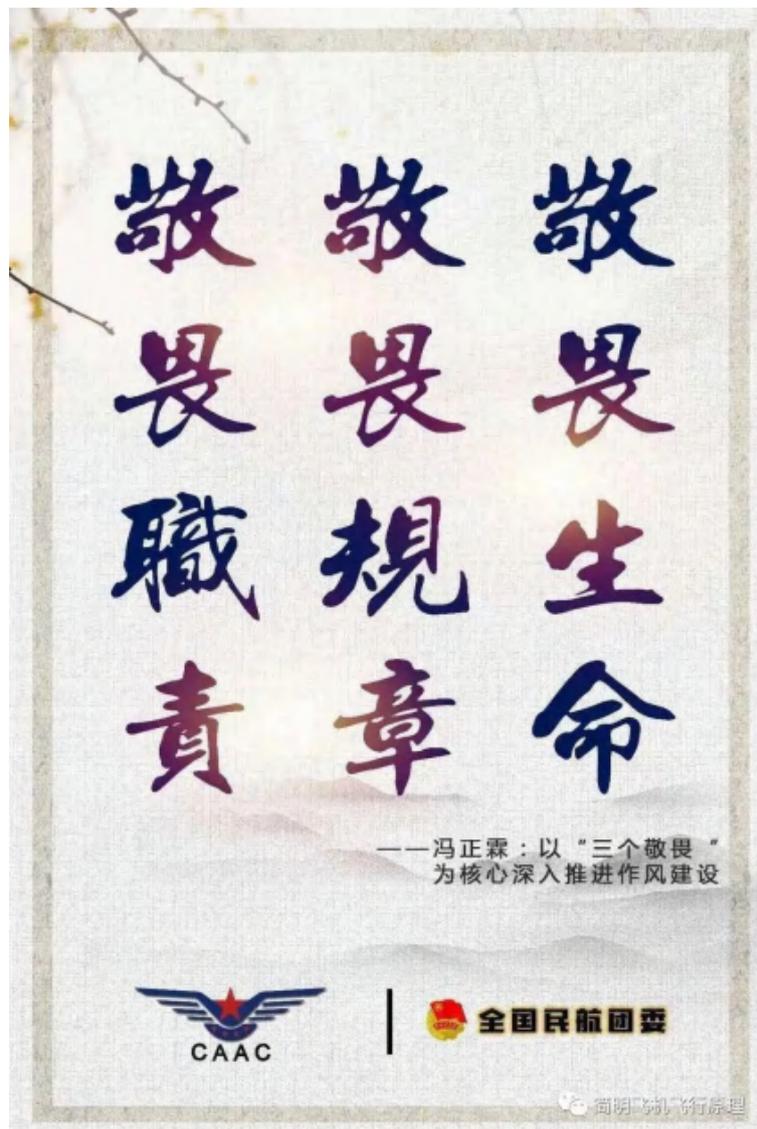


2018 年 6 月 8 日，四川航空 3U8633 航班机组被授予“中国民航英雄机组”称号，机长刘传健被授予“中国民航英雄机长”称号。2018 年 9 月 30 日，习近平总书记在会见中国民航英雄机组时，提倡在全社会学习英雄机组的英雄事迹。





“5·14”事件成功处置绝非偶然，机组危急关头表现出来的沉着冷静和勇敢精神，来自平时养成的强烈责任意识、严谨工作作风、精湛专业技能。英雄机组生动诠释了“敬畏生命、敬畏规章、敬畏职责”的理念，很好地践行了“当代民航精神：忠诚担当的政治品格、严谨科学的专业精神、团结协作的工作作风、敬业奉献的职业操守”。它们是中国民航在长期发展实践中形成的优良传统和精神文化的升华。





【央视·面对面】刘传健：中国机长

丹尼尔·伯努利

—— 流体力学之父

【文/丘宏俊】

17-18 世纪瑞士的伯努利家族（德语：Bernoulli，又译作贝努力）是一个非常著名的家族，人才辈出，一个家族3代人产生了8位科学家，他们在数学、科学、技术、工程乃至法律、管理、文学、艺术等方面享有名望，有3位（雅各布·伯努利、约翰·伯努利、丹尼尔·伯努利）更是出类拔萃、声名显赫。



雅各布·伯努利
Jacob Bernoulli
1654年~1705年



约翰·伯努利
Johann Bernoulli
1667年~1748年

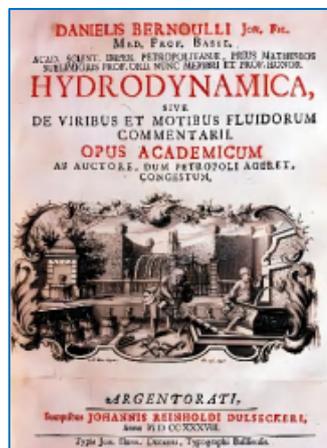


丹尼尔·伯努利
Daniel Bernoulli
1700年~1782年

丹尼尔·伯努利（Daniel Bernoulli, 1700.2.8 —1782.3.17），瑞士物理学家、数学家、医学家，是著名伯努利家族中最杰出的一位。他涉及众多科学领域，1713 年开始学习哲学和逻辑学，1715 年获得学士学位，1716 年获得艺术硕士学位，1721 年获得医学博士学位，曾担任多个学科的教授。其主要成就集中在数学和物理领域，在数学领域，他的工作涉及到代数、微积分、级数理论、微分方程、概率论等方面，但他最出色的工作是将微积分、微分方程应用到物理学，研究流体问题、物体振动和摆动问题，被推崇为数学物理方法的奠基人。丹尼尔·伯努利的学术著作非常丰富，1738 年出版的《流体力学》是他最重要的著作，书中用能量守恒定律解决流体的流动问题，给出了流体力学的基本方程，后人称之为“伯努利方程”，提出了“**流速增加、压强降低**”的伯努利原理，其被誉为“**流体力学之父**”。



【秒懂百科】丹尼尔·伯努利



小昆虫和小胶布导致的空难

【文/丘宏俊】

(1) 伯根航空 301 航班事故

事故经过: 1996年2月6日,土耳其伯根航空的一架B757飞机执飞从多米尼加国际机场至德国法兰克福国际机场的301航班,起飞后5分钟突然左倾落海,事故导致机上189人全部遇难。

事故原因: 由飞机长时间没使用,机长一侧的空速管被昆虫(胡蜂)筑巢堵塞,导致空速表失灵,再加上机长操作不当,从而酿成了此次惨重的事故。

泥蜂在757皮托管筑巢闯大祸
1996年致189人遇难伯根航空301号航班



【空中浩劫】伯根航空301航班

高明飞机飞行原理

(2) 秘鲁航空 603 航班事故

事故经过: 1996年10月2日,秘鲁航空的一架B757飞机执飞从美国迈阿密国际机场至智利贝尼特斯准将国际机场的603航班,由于严重的机械故障导致飞机失速,飞机最终坠毁在太平洋上,事故导致飞机上70人全部遇难。

事故原因: 空勤人员在清洁飞机时,给静压孔贴了胶布,事后忘记取下,起飞前的绕机检查不仔细没有发现相关问题(静压孔堵塞),起飞后导致飞机多个系统故障,产生大量的错误数据信息,再加上地面空管没能正确导航,从而酿成了此次惨重的事故。



【空中浩劫】秘鲁航空603航班

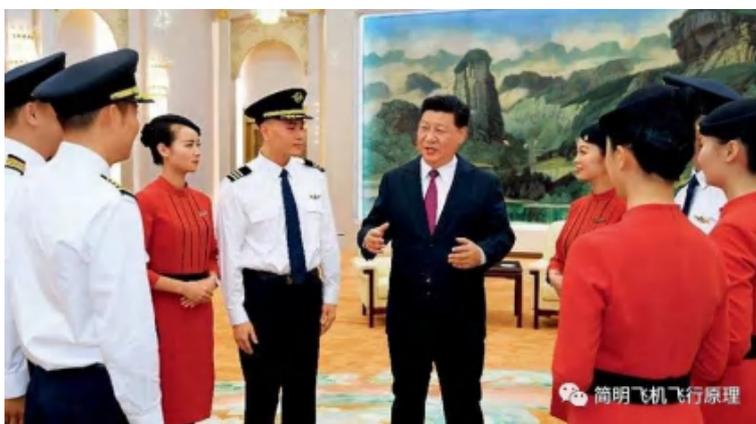
高明飞机飞行原理

(3) 启示：航空安全无小事

虽然这 2 次事故的起因看上去为偶发事件或微小事物，但最终却导致了机毁人亡的惨重事故。此 2 次事故给我们的启示是：“**航空安全无小事**”。飞机的设计、制造、维护、使用任何环节都不能麻痹大意，要树立全面安全观，坚持**安全第一、质量第一**。在飞机设计中，使用更多的“防差错”设计，提高飞机安全裕度；在飞机生产制造中，严格控制生产过程，保证产品质量；在飞机维护使用中，要牢记“**三个敬畏：敬畏生命，敬畏职责，敬畏规章**”，全面贯彻落实“**安全第一，预防为主**”的方针。



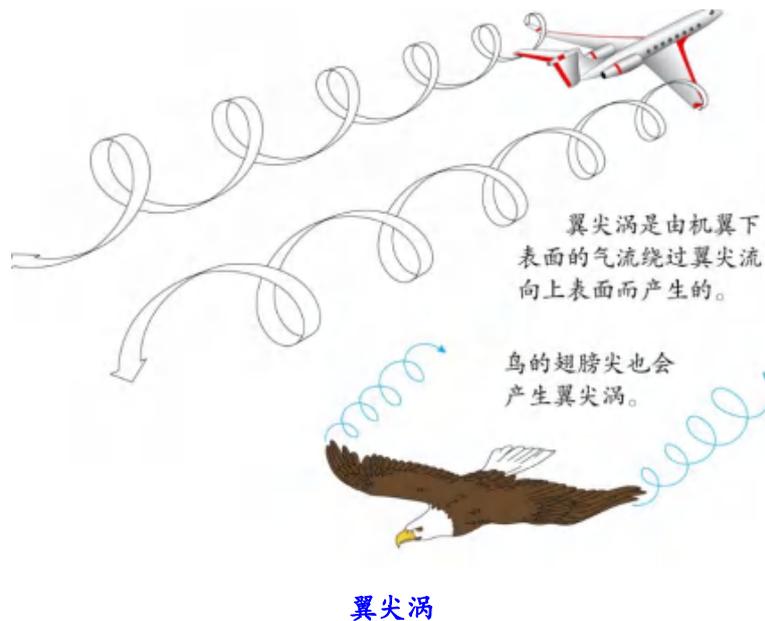
2018 年 9 月 30 日，习近平总书记在会见四川航空“中国民航英雄机组”时强调：**安全是民航业的生命线，任何时候任何环节都不能麻痹大意**。民航主管部门和有关地方、企业、从业者要牢固树立以人民为中心的思想，正确处理安全与发展、安全与效益的关系，始终把安全作为头等大事来抓，把安全责任落实到岗位、到人头。



大雁飞行与团队精神

【文/丘宏俊】

大雁为了最终到达梦想的彼岸，它们结伴飞行，可大大提高飞行距离；在飞行中不停地叫喊，给同伴以鼓舞、信心和力量；轮流领飞，每一只大雁都有可能成为领头雁；有大雁掉队了，会有另外大雁留下来陪伴；中途休息时，会有一些大雁主动站岗放哨……。大雁在长途迁徙过程中的结伴飞行很好地利用了空气动力学中的“翼尖涡”外围的“上洗流”，更是生动地诠释了伟大的团队精神。



随着社会的发展和社会分工的细化，人与人之间的密切配合与分工协作显得益发重要。现代社会对人才需求的标准越来越高，**不仅要有丰富的知识、精湛的技艺、敬业的精神，更要具有团队协作精神**，具备良好的团队精神才有可能在未来的竞争中立于不败之地。

所谓团队精神，是为了共同的目标，有机地集成团队中的每一个个体，将个体的潜能和个性充分发挥出来，让所有成员为了统一目标奋斗，协同合作，自觉地认同必须担负的责任，愿意为此共同奉献，是大局意识、协作精神和服务精神的集中体现，核心是协同合作，反映

的是个体利益和整体利益的统一，是组织文化的一部分。



我们可以通过参与团队活动去实践、培养团队精神，并注意提升这几方面素养：

▶ **正确理解团队精神的内涵**。团队并不是若干个体的简单相加，而是要形成一个有机的整体，更不能相互拆台，一盘散沙。团队精神并不是简单等同于集体主义精神，并不反对成员合理发挥个性。

▶ **主人翁意识的培养**。主人翁意识是团队精神当中的重要部分。具备主人翁意识，才不会迷失方向，维护团队利益；才会有同舟共济、患难与共的情怀；才可能积极、主动、创造性地开展工作；才可能有不断提升自己的动力。

▶ **全局意识、大局观念的培养**。“不谋全局者不能谋一域，不谋万世者不能谋一时”，要用整体、系统、全过程发展的思想和准则去看待和处理问题，行为处事时，不能只考虑自身利益，不考虑他人和团队利益，要把握好全局和局部、当前和长远、宏观和微观、主要矛盾和次要矛盾、特殊和一般的关系，要树立一盘棋思想、以大局为重，实现团队利益的最大化。

▶ **表达/聆听沟通能力与宽容品格的培养**。协作是团队精神最突出的特点，有效的沟通有助于团队协作。沟通能力包含着表达能力、聆听能力，在团队工作过程中，我们不但要敢于表达、善于表达，而且要乐意聆听、懂得聆听，营造良好的沟通氛围。团队并不抹杀个性，难免意见不一、利益冲突的情形，要学会接受不同意见，相互尊重、相互体谅、相互包容，保证团队的高效运转。

▶ **敬业精神、学习能力的培养**。敬业是从业者对职业的敬畏和热爱而产生的一种的职业精神状态，全身心投入，对工作始终持认真、负责的态度，从而形成高效的执行能力。执行力是一个团队成功的重要保证。学习能力是指触类旁通地学习知识或掌握技能，既是个体保持竞争力的手段，也是团队持续发展的动力。



【科普中国】大雁结队飞行的原因



【B站】团结就是力量

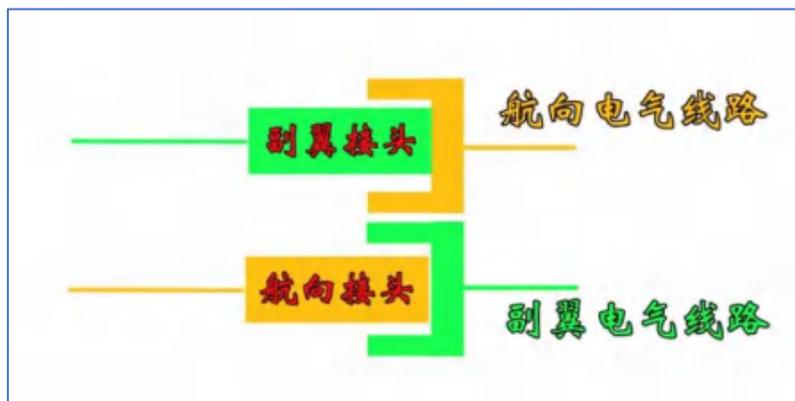
两个相互插错的插头导致的空难

【文/丘宏俊】

事故经过：1994年6月6日，中国西北航空公司的一架苏制Tu-154M型飞机（注册号B-2610）执飞西安至广州的WH2303航班，由于严重的机械故障导致飞机在空中解体，坠毁在距咸阳机场49公里的长安县鸣犊镇，事故导致飞机上160人无一幸存。



事故原因：这是一起由于严重的人为差错所导致的空难。飞机在空中飞行时，受到外界干扰会产生轴向角加速度，使飞机偏离预定状态，飞机上的阻尼器会产生阻止飞机偏离预定状态的阻尼作用，使飞机恢复到正常状态。由于一系列的人为差错，这架飞机自动驾驶系统/阻尼器上的两个插头相互插错，即控制副翼（横滚）的插头安插在控制方向舵（航向）的插座中，而控制方向舵的插头安插在控制副翼的插座中。飞机起飞后不久在空中出现了发散性的飘摆，在两个插头相互插错的情况下，阻尼器不仅未能产生稳定飞机姿态的作用，而且使飞机的飘摆愈演愈烈，导致飞机的动稳定性变差，机组无法正常控制飞机，随后飞机出现失速，在急速下坠过程中产生了严重过载，导致飞机在空中解体，造成了此次空难。



事故教训与启示：(1) 设计上无有效的防差错措施。人都会犯错误，防止人为差错导致飞行事故，除了制订各种行为规范、操作规程以及提高从业人员素质外，在一些关键环节，要从设计/制造上采取防差错措施，确保飞机在组装、维护与使用中不会出现差错；另外，就是在出现差错后的容错、补救措施，提高飞机的安全裕度。(2) 从业人员的责任心及安全意识缺失。此次空难是从业人员缺少“敬业”与“认真”精神的一个鲜明例证，各行各业都要重视和培养“工匠精神”，培养员工的职业精神和职业道德，强调对工作的敬业、专注和精益求精。(3) 管理混乱、质量保证体系不健全。此次空难是工人违规操作引起的，管理人员玩忽职守、擅离岗位起到推波助澜的作用，应急处置措施不健全失去了避免这次空难事故的

最后机会。对航空装备这类系统庞大、结构复杂的产品，不论是设计制造，还是使用维护都要有健全的质量保障体系，严格按规范流程操作。在工作过程中，心怀“三个敬畏”（敬畏生命，敬畏职责，敬畏规章），增强“四个意识”（规章意识、风险意识、举手意识、红线意识），落实“五个到位”（准备到位、施工到位、测试到位、收尾到位、交接到位）。



进错跑道导致的空难

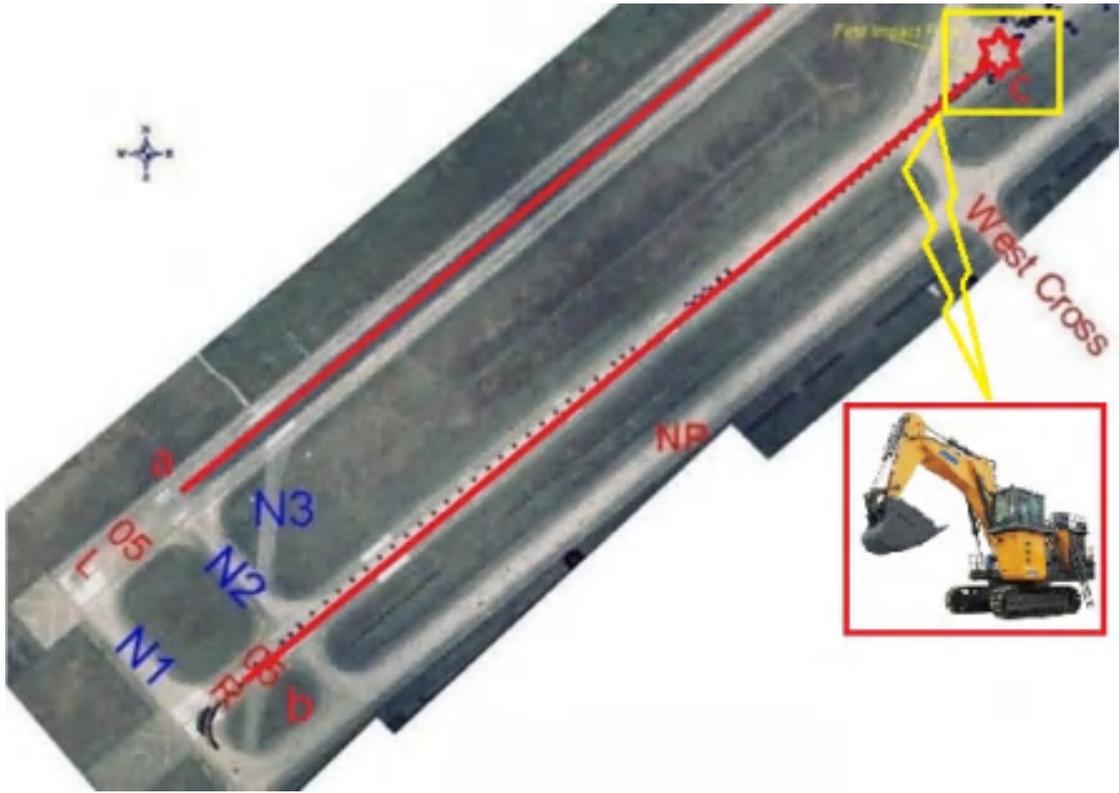
【文/丘宏俊】

事故经过：2000年10月31日晚，新加坡航空的一架波音B747-400飞机（注册号9V-SPK）执飞从新加坡樟宜国际机场出发，经停台北中正国际机场（今台湾桃园国际机场）飞往美国洛杉矶国际机场的006航班。飞机在起飞滑跑过程中高速擦撞了停放在跑道上的施工机具，之后翻覆造成机身断裂，并引起大火。事故造成飞机上179人中的83人遇难，其中乘客79人、机组4人。



事故原因：这是一起主要由人为差错所导致的空难，大雨下能见度不佳为客观原因。(1) 台风“象神”将至导致机场疾风暴雨、能见度低。机组不希望航班延误，急于起飞。(2) 机场的指示设施不到位，导致飞机误闯正在施工维修而暂停开放的跑道(05R)。(3) 机组与塔台沟通不良，交通管制员的操作不符合程序。(4) 机组人员疏忽，未能察觉飞机进入错误跑道(正确跑道为05L)，且忽略了飞机相关仪表的提示。





对准跑道

没对准跑道



Rising runway

Localizer pointer and scale

事故教训与启示：(1) 增加起飞前检查项目，目视确认飞机是否在正确跑道上。(2) 改进飞行员在恶劣天气下的处理程序和训练方法，尤其是在滑行时加强飞行员和塔台之间的沟通。(3) 机场应遵守相关法规，正确使用标志。(4) 增加机场地面设备，以辅助空管人员在低能见度下也能确切掌握飞机的具体位置。



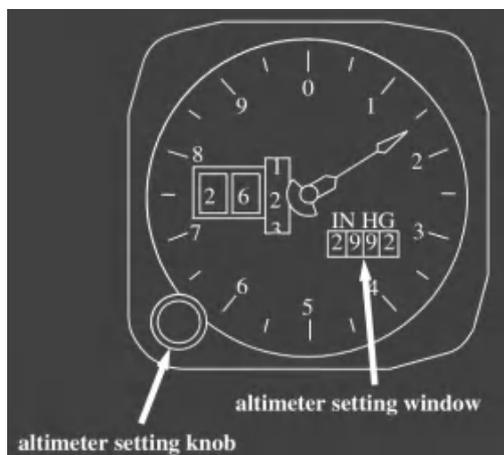
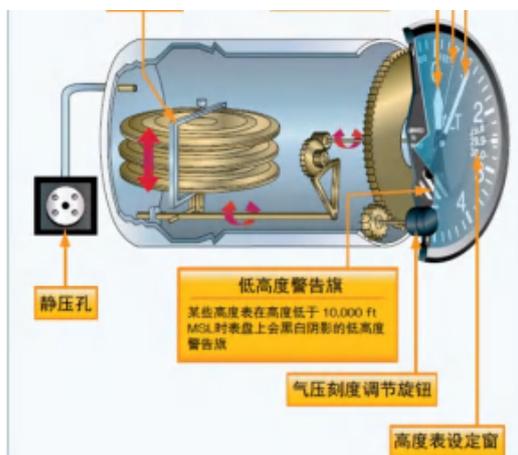
高度表设置错误导致的空难

【文/丘宏俊】

事故经过:1993年11月13日,中国北方航空一架麦道 MD-82 型飞机(注册号 B-2141)执飞沈阳经停北京至乌鲁木齐 CJ6901 航班。在乌鲁木齐机场进近时,因机组操作失误失事,导致飞机坠毁在距离乌鲁木齐地窝堡机场跑道 2.2 公里的农田里。事故导致飞机上 102 人中的 12 人遇难,其中包括 4 名机组成员。



事故原因: (1) 高度表参照设置错误。进近前,塔台管制员向机组通报:“场压 947 百帕,高度表拨正值 1024 百帕……”。机长在调整高度表时,对调至 947 还是 1024 产生了疑惑,并将修正海平面气压(QNH1024 百帕)错误理解为场面气压(QFE),并进行了错误的高度表参照调整,使得压力高度表的指示值比飞机的实际高度高 600 多米。高度表参照设置错误,让机长误以为飞机飞行高度过高,并按照错误的高度指示指导飞机下降,导致飞机下降速度过快,副驾驶也没有发现相关的错误并及时纠正。(2) 缺乏培训,不熟悉设备,听不明警告信息。在飞机错误的进近下降过程中,飞机的近地警告系统(GPWS)曾 2 次发出“GLIDE SLOPE(下滑道偏离)”和多次发出“PULL UP(拉起)”的警告信息,但由于机组的英语水平较低和缺乏培训,未能听明白警告系统发出的信息,错失挽救飞机的机会。(3) 操作错误。当机组发现飞机下降过快时,打开了自动驾驶垂直导航的“高度保持”模式,飞机自动调整姿态,增大了飞机迎角,但自动油门处于断开模式,且处于慢车位置,机组没能及时加油复飞,造成飞机失速,撞上地面的高压线,最终坠毁在乌鲁木齐地窝堡机场东延长线 2 公里处。



事故教训与启示: (1) 加强航空理论学习。飞行员不仅要熟练掌握飞行驾驶技巧,还需要具备扎实的理论知识,以提升其操作和处理特殊情况的能力。(2) 加强培训,熟悉设备使

用方法。此次航班事故由于飞行员不熟悉设备、听不懂警告信号，而错失时机导致事故发生。

(3) 加强机组成员的协同配合。此次航班事故与机组之间的交叉检查、管理没有发挥相应作用，机组协作配合不佳相关。(4) 管制员的管制规范化。高度表拨正值是一个统称，并不是某一具体的高度表拨正值。管制员的不规范管制信息，会给飞行员带来很大迷惑性，要求管制员简洁、明了、规范地发布信息。



严重超载导致的空难

【文/丘宏俊】

事故经过：2004年5月18日，阿塞拜疆航空公司租用丝绸之路航空公司的伊尔-76TD运输机（注册号4K-AZ27，19年机龄）执飞从山西太原武宿国际机场经停乌鲁木齐地窝堡国际机场前往阿塞拜疆巴库盖达尔·阿利耶夫国际机场的货运航班。飞机在乌鲁木齐机场起飞加速滑跑阶段加速缓慢，快到跑道尽头时才勉强把飞机拉起来，起落架还连续撞坏了两组跑道引进灯。勉强起飞后飞行姿态异常笨拙、爬升困难，爬升到36米高度后再也无力爬升。由于飞行高度过低，机翼擦碰到了树木和电线杆，造成机翼前缘损伤。飞机挣扎飞行大约2分钟后，最后坠落在距离跑道头以西10公里、离农户住宅区只有30-40米的洼地后爆炸起火，事故造成机上7人全部遇难。



事故原因：(1) 无视航空安全、严重超载。经事后调查发现，4K-AZ27货机申报载货重量44吨，实际载重超过70吨，远超伊尔-76TD飞机的额定载重（40吨），甚至超过飞机极限载重（50吨）的50%，属于无视航空运输安全规定的严重超载行为。(2) 发动机老旧、性能严重衰退。飞机的4台D-30KP型涡轮风扇发动机，有2台已经过了报废年限，另外2台也已经接近报废年限，导致飞机的动力大打折扣，再加上起飞机场海拔较高、气温较高，发动机的性能进一步受影响。(3) 恶劣天气影响。当时乌鲁木齐有7级大风、强烈的沙尘暴天气和风切变现象，也是导致飞机坠毁的客观原因

事故教训与启示：树立全面安全观，坚持安全第一、质量第一，克服麻痹大意，防止违规蛮干。



罗 阳

—— 航空报国先驱

罗阳（1961.06.29-2012.11.25），辽宁沈阳人，曾任“歼-15”舰载机等多个型号飞机研制的工程总指挥，沈阳飞机工业（集团）有限公司董事长、总经理、党委副书记。2012年11月25日，我国航母舰载机“歼-15”成功起降“辽宁舰”，创造中国的历史的第二天，罗阳在执行任务时突发急性心脏病，经抢救无效，因公殉职，终年51岁。



罗 阳
(1961-2012)



罗阳同志被评定为烈士，被追授“全国优秀共产党员”，当选“2012年感动中国年度人物”，被评为第四届全国道德模范——全国敬业奉献模范。2018年12月18日，党中央、国务院授予罗阳同志“改革先锋称号”，颁授改革先锋奖章，并获评用生命践行航空报国的优秀代表。2019年9月25日，被评选为“最美奋斗者”……。



罗阳同志的一生是航空报国的一生，他将自己30多年的全部精力和智慧都奉献在祖国航空事业的发展上，直至生命最后一刻，用身躯践行了航空报国的伟大宗旨。罗阳用自己的兢兢业业、鞠躬尽瘁，诠释了什么叫爱岗敬业、无私奉献、恪尽职守、不负重托。

习近平同志指出，罗阳同志秉持航空报国的志向，为我国航空事业发展做出了突出贡献，他的英年早逝是党和国家的一个重大损失。他身上所具有的信念的能量、大爱的胸怀、忘我的精神、进取的锐气，正是我们民族精神的最好写照，是我们“民族的脊梁”。

如今，一支支“罗阳青年突击队”秉承罗阳烈士的遗志，弘扬航空报国精神，扎根航空装备研制一线，在急难险重任务中携手拼搏奉献，在建设航空强国的火热实践中绽放光芒。



航空工业沈飞 罗阳青年突击队

航空工业沈飞团委

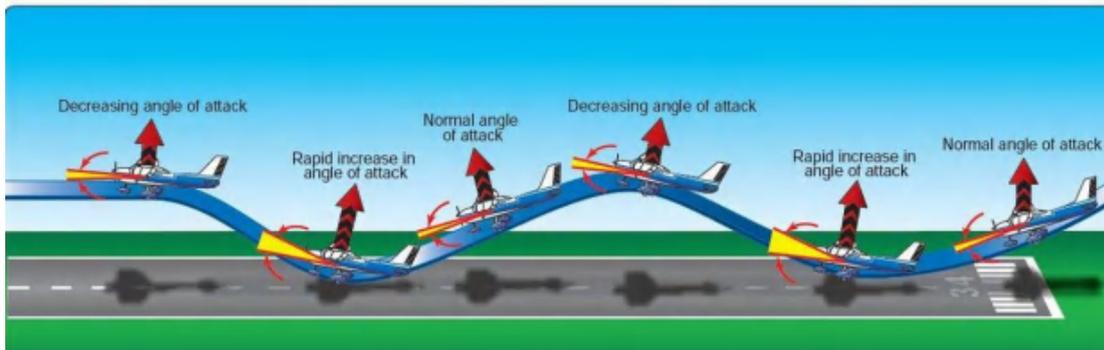


【央视·国防故事】航空报国·罗阳

致命跳跃导致的空难

【文/丘宏俊】

事故经过：1997年5月8日，中国南方航空有限公司一架 B737-300 飞机（注册号 B-2925）执飞重庆至深圳 CZ3456 航班。在夜晚、大雨、能见度差的情况下，飞机在第一次着陆接地后产生严重的多次跳跃（海豚跳），造成飞机严重受损，飞机复飞后部分操纵系统失灵，机组控制不了飞机姿态，以致飞机第二次着陆时，大速度带下俯角触地，造成飞机解体、起火。此次事故造成机上旅客 65 人，死亡 33 人，机组 9 人，死亡 2 人。





事故原因：（1）恶劣天气。飞机在最后进近过程中遇到大雨，能见度差，跑道积水，灯光效果不好，机组看不清地面跑道。在这种情况下，机组没有果断采取复飞措施，是造成不正常着陆的主要原因，也是最终导致事故的起因。（2）机长处置不当。由于“看不清地面”，机组没有及时拉杆退出下滑建立正常着陆姿态，导致飞机重着陆产生跳跃，跳跃后处置不当，产生多次跳跃，导致飞机结构严重损坏。机组（长）在未判明飞机受损程度的情况下盲目复飞，复飞后出现了“主警告”和多种警告，飞机操纵系统失灵，给第二次着陆埋下了隐患。第二次着陆时，机组无法控制飞机姿态，飞机带着较大的下俯角度、较大的接地速度和左倾坡度触地，随后飞机解体、起火。

事故教训与启示：这是一起人为原因造成的重大责任事故。（1）机组作风涣散，违章飞行。机组没有按“八该一反对”和“禁止在大雨中落地”的规定果断复飞，盲目蛮干，勉强着陆。（2）飞行技术管理松懈，部分机长技术素质低。机长技术素质低，缺少大雨中飞行经验，在关键时刻无法正确处置。（3）安全管理不严，干部失职，领导不力。“安全第一”思想不牢，对安全隐患认识不足。本次飞行机组搭配不合理，两名驾驶员均为其它空勤工种改学驾驶，且单飞时间均较短（左座驾驶员单飞22小时；右座驾驶员单飞88小时），机组整体力量弱，技术水平低，不能胜任夜间复杂气象条件下飞行任务。



该复飞的复飞

该穿云的穿云

该返航的返航

该备降的备降

该绕飞的绕飞

该等待的等待

该提醒的提醒

该动手的动手

反对盲目蛮干

C919 适航取证试飞的“三大战役”

【文/丘宏俊】

失速、最小离地速度和自然结冰被称作 C919 适航取证试飞的“三大战役”，都是意义重大、风险和难度极高的试飞科目。

失速是飞机飞行中应极力避免出现的危险状态，防止失速是飞机研制的一大技术难题。为了验证 C919 飞机的失速特性，试飞员主动、反复地让飞机进入失速状态，并试验改出失速的方法。



最小离地速度是指飞机能够安全离地并继续起飞的最小速度，是飞机起飞过程中的重要参数。为把飞机性能充分验证出来，C919 飞机尾部加装了尾橇，飞机滑跑至抬起前轮后，保持尾橇擦地，一路擦着火花起飞，以获取飞机腾空瞬间的速度临界值。在此过程中，若飞机抬起姿态小，则尾橇无法擦地，飞机的最小离地速度就得不到验证；若姿态稍大，则可导致机尾损坏，酿成严重后果，试飞难度大、风险高。



自然结冰试飞一直以来都是飞机适航取证中至关重要的环节，以验证在结冰气象条件下飞机仍具备安全飞行和运营的能力。自然结冰试飞属于航空学与气象学的交叉学科，准备周期长、组织协调复杂，风险难度高，需要调动跨专业、跨行业、跨地域的资源 and 力量。



C919 飞机大事记：

2007 年 2 月 26 日，国务院原则批准大型飞机研制重大科技专项正式立项。

2009 年 1 月 6 日，中国商飞公司正式发布首个单通道常规布局 150 座级大型客机，机型代号“COMAC919”，简称“C919”。

2015 年 11 月 2 日，C919 首架飞机在中国商飞浦东基地正式总装下线。

2017 年 5 月 5 日，C919 飞机在上海浦东机场圆满首飞。

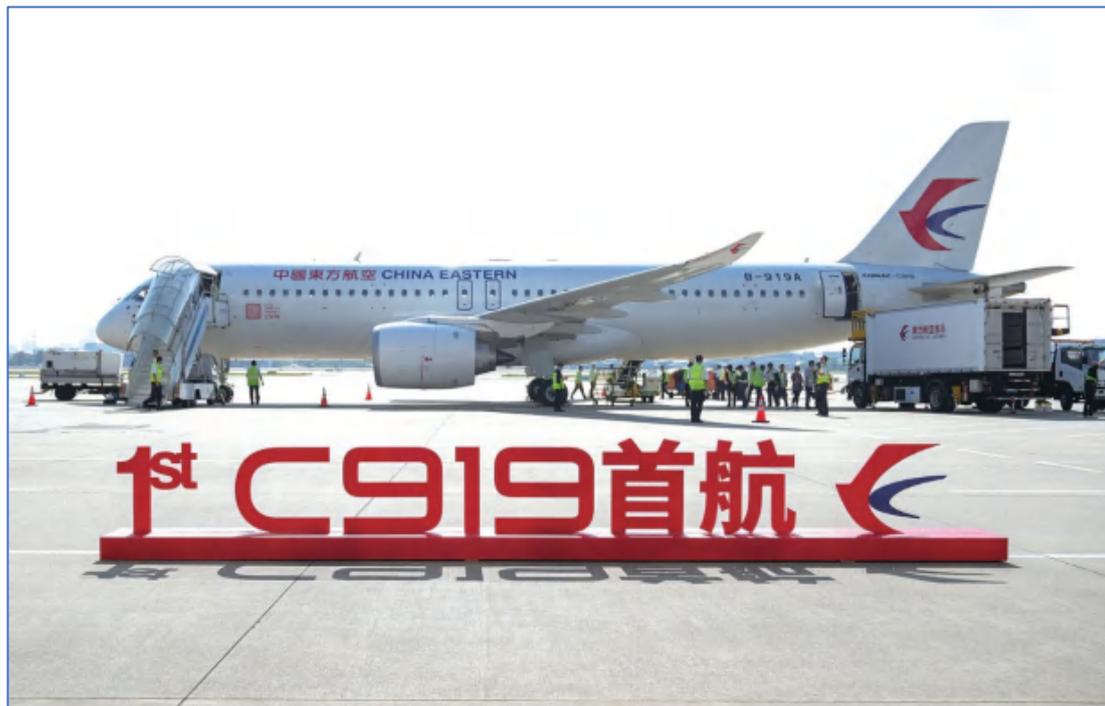
2022 年 9 月 29 日，C919 飞机获中国民用航空局颁发的型号合格证（编号 TC0066A）。

2022 年 12 月 9 日，C919 全球首架交付机交付给中国东方航空公司。

2023 年 5 月 28 日，全球首架交付 C919 飞机（注册号 B-919A）执飞上海至北京的 MU9191 航班，成功实现商飞。

C919 飞机是我国按照国际通行适航标准研制、具有自主知识产权的大型客机，是在以习近平同志为核心的党中央亲切关怀和坚强领导下，深入实施创新驱动发展战略取得的重大成果，是建设制造强国的重要标志，是新时代改革开放和社会主义现代化建设的重要成就，是在中国人在追逐“大飞机梦”道路上的重要里程碑，对增强我国经济实力、科技实力、民族凝聚力、国际影响力具有十分重要的意义。





钱学森

—— 中国航天之父

钱学森（1911.12.11-2009.10.31），生于上海，籍贯浙江省杭州市，空气动力学家、系统科学家，工程控制论创始人之一，“两弹一星”功勋奖章获得者，被誉为“中国航天之父/中国导弹之父/中国自动化控制之父/火箭之王”，为我国科技事业做出了杰出贡献。

钱学森 1934 年毕业于交通大学机械系，1935 年进入美国麻省理工学院航空系学习，1936 年毕业后转入美国加州理工学院航空系学习，师从世界气体力学大师冯·卡门，1939 年获得航空、数学博士学位，曾任麻省理工学院、加州理工学院教授，国内多个单位/部门的首任领导。他在系统工程、工程控制、应用力学、物理力学、航天与喷气等多个领域都做过开创性工作，取得了巨大成就。



钱学森
(1911-2009)

新中国成立后，钱学森决定放弃外国优厚的条件，从 1950 年就踏上了艰难的归国之路，由于受到美国政府的无理阻拦，历经 5 年的辗转和多方努力，1955 年才回到祖国怀抱。归国之后，钱学森致力推动我国科技事业的发展，献身国防，志在强国，成就了“两弹一星”伟大事业。钱学森是为新中国的成长做出无可估量贡献的老一辈科学家团体之中，影响最大、功勋最为卓越的杰出代表人物，肩负了一个科学家的最高职责。他是新中国爱国留学归国人员中最具代表性的国家建设者，履行了一个炎黄子孙的崇高使命。他是新中国历史上伟大的人民科学家，不仅是知识的宝藏、科学的旗帜，而且是民族的脊梁，誉满天下。

毛泽东同志曾这样评价：美国人把钱学森当成 5 个师，在我看来，对我们说来钱学森比 5 个师的力量大多啦。



【央视·国家记忆】钱学森

郭永怀

—— “两弹一星”元勋

郭永怀（1909.4.4—1968.12.5），山东省荣成市人，著名力学家、应用数学家、空气动力学家，近代力学事业的奠基人之一，“两弹一星”功勋奖章获得者。

郭永怀 1935 年毕业于北京大学物理系，1941 年进入美国加州理工学院的空气动力学研究中心学习，师从世界气体力学大师冯·卡门，1945 年获博士学位，曾任美国康奈尔大学教授、中国科学技术大学化学物理系首任系主任。他长期从事航空航天工程、空气动力方面的研究，发现了上临界马赫数，发展了奇异摄动理论中的变形坐标法，解决了跨声速气体动力学的难题，是一位为中国核弹，氢弹和卫星实验工作均做出巨大贡献的科学家。



郭永怀
(1909-1968)

1956 年郭永怀毅然放弃国外优厚的生活环境，拒绝美国知名学府的百般挽留回国，为了能够顺利回国，甚至亲手烧掉了十多年来呕心沥血撰写的一大批科研资料。回国后，郭永怀便以忘我的精神，全力以赴地投入新中国的科学事业和“两弹一星”的研制中。1968 年 12 月 4 日，郭永怀在（青海基地）试验中发现了一个重要线索，便急着赶回北京探讨相关问题。5 日凌晨，飞机在首都机场降落的时候，突然失去了平衡，坠毁在 1 公里以外的玉米地里，机毁人亡。郭永怀在生命的最后一刻，与警卫员紧紧抱在一起，用身体保护了重要技术资料的完整，用生命践行了“随时准备为党和人民牺牲一切”的誓言。

1968 年 12 月 25 日，中央授予他烈士称号。1999 年，被追授“两弹一星功勋奖章”。2018 年 7 月，国际小行星中心将编号为 212796 号的小行星永久命名为“郭永怀星”。



【央视·国家记忆】郭永怀

大飞机不是小飞机的放大

【文/丘宏俊】

直-5 是 1950 年代中国仿制前苏联米-4 所生产的首架直升机，1963 年定型量产，1980 年停产，总共生产了五百多架。由于直-5 飞机的原型技术比较落后，飞行性能、航程和装载能力有限，直-5 难以满足中国军队的现实需求，中国航空工业开始了直-5 后继型号直-6 的研究。



直-6 是在直-5 的基础上改型设计、自行研制的多用途直升机。相较于直-5，直-6 配备了新型涡轴-5 发动机，在发动机布局、旋翼桨叶和机身上也作了改进。从 1960 年代至 1970 年代，直-6 总计生产制造了 15 架，但由于发动机技术的落后以及单发布局的安全性和可靠性差，直-6 项目以失败告终。



直-6 的研制中国正处于文化大革命年代，虽然直-6 以失败告终，但中国直升机人艰难探索，曲折前进，为发展第二代直升机进行了积极探索，锻炼了队伍，积累了经验，在直升机自主研制的道路上迈出了重要一步，也让人们明白“大飞机不是小飞机的放大”。

从字面意义上理解，大飞机似乎只是小飞机的放大版，但实际上并非如此简单。大飞机与小飞机的区别不仅在外观尺寸上，它们在设计、制造和使用维护上有着更高的要求 and 更复杂的挑战。

首先，大飞机的设计和制造需要解决许多与小飞机不同的空气动力和结构力学问题。这些问题的解决涉及到对飞行器性能、安全性和可靠性的综合考虑，需要综合考虑气动布局、人机交互系统设计、材料和制造技术等多个方面。

其次，大飞机和小飞机在运营和维护方面也存在显著差异。大飞机需要更完善的维护和保养体系，以保证其安全性和可靠性；运营成本也更高，需要更多的资源和资金投入。

大飞机的成功研制需要一个国家在科技、工业和资源等多个方面具备强大的实力和积累，是一个国家航空水平的重要体现，也是一个国家综合国力的重要标志。



新中国第一架自制飞机

【文/丘宏俊】

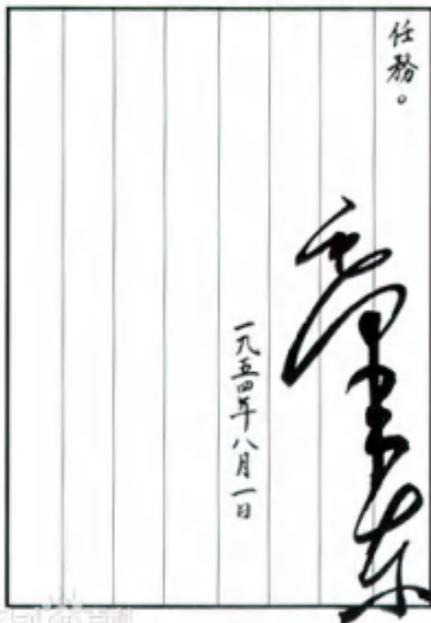
1954年7月3日，中国南昌飞机制造厂（320厂，洪都集团）参照前苏联雅克-18教练机制造，命名为初教-5的初级教练机成功首飞。

初教-5为单发双座轻型教练机，采用后三点式起落架构型，安装一台M-11FP五缸气冷式活塞螺旋桨发动机，配备飞行仪表、发动机仪表、无线电台和半罗盘、机内通话设备等。初教-5结构简单（长度8.1m，翼展10.6m，高度3.1m），重量较轻（空重816kg，起飞重量1120kg），操纵容易，能在土质跑道上起降（起飞/着陆滑跑距离200多米），可用于飞行学员进行飞机基本驾驶技能的训练。



初教-5是新中国第一架自行制造的飞机，是中国航空工业从修理走向制造的里程碑，结束了新中国不能自行制造飞机的历史，掀开了中国航空工业发展史上崭新的一页。毛泽东主席亲笔签署了给航空工业职工的嘉勉信，称“这在建立我国的飞机制造业和增强国防力量上都是一个良好的开端。”

箋用廳公辦央中黨產共國中



箋用廳公辦央中黨產共國中





未按规定装载导致的空难

【文/丘宏俊】

(1) 法恩航空 101 航班事故

事故经过：1997 年 8 月 7 日，美国法恩航空（Fine Air）的一架麦道 DC-8 飞机执飞从美国迈阿密国际机场至多米尼加共和国美洲国际机场的 101 货运航班。飞机以较大的迎角擦尾起飞，起飞后出现严重的后倾，机组曾试图重新配平飞机，但没起作用，飞机在起飞后不久便失速坠地，穿过一条公路，在一个停车场起火爆炸，事故造成机上全部 4 人和地面 1 人遇难。



事故原因：装载人员未按规定装载，造成飞机重心超限，且飞机纵向配平不正确酿成了此次事故。(1) 没有正确核算飞机的载重量，由于没有把托盘、货网等重量计入飞机载重，导致实际载重比记录载重多出约 2.3 吨。(2) 随意调整货物位置，未按规定摆放、固定货物，导致重心后移超出了合理的重心范围。(3) 没有将实际装载情况告知机组，导致飞机起飞配平错误。

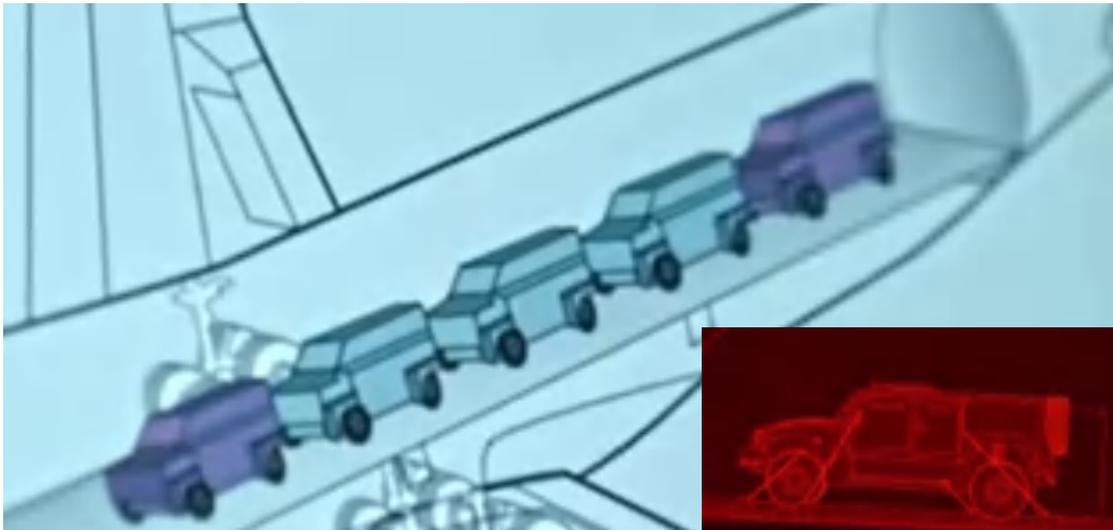


(2) 美国国家航空 102 号班机事故

事故经过：2013 年 4 月 29 日，美国国家航空一架波音 B747-400 飞机执飞从阿富汗堡垒营（Camp Bastion）经停阿富汗巴格拉姆空军基地（Bagram Airfield）飞往阿联酋阿勒马克图姆国际机场的 N8-102 货运航班。飞机从巴格拉姆空军基地起飞后不久便失控坠毁，事故造成机上 7 名机组员全部遇难。



事故原因：机内货物没有正确固定好而产生了移动，撞坏了飞机的液压系统和控制部件，导致飞机失控、失速酿成了此次事故。飞机运载了 5 辆 MRAP 防地雷反伏击装甲车（车重 12~18 吨），由于固定装甲车的索带的拉紧角度不对，导致固定最后一辆车的索带在起飞抬头时发生断裂，装甲车向后滑移，撞坏了语音记录器、后压力隔板、2 套液压管路和水平安定面致动螺杆，导致飞机无法记录语音、俯仰控制与配平失效。



事故教训与启示：飞机配载工作直接关系到航空安全

飞机配载工作直接关系到航空安全，相关人员既要加强相关知识学习和相关技能的训练，又要树立“安全是航空运输的底线”思维，遵守中国民用航空规章以及国际、国内运输规则、公约等准则，遵循业载分配顺序，宁加勿拉，严格核对有关重量，做到“三相符”（重量相符，单据相符，装载相符）。任何时候都不能放松警惕，要始终保持高度的安全意识。



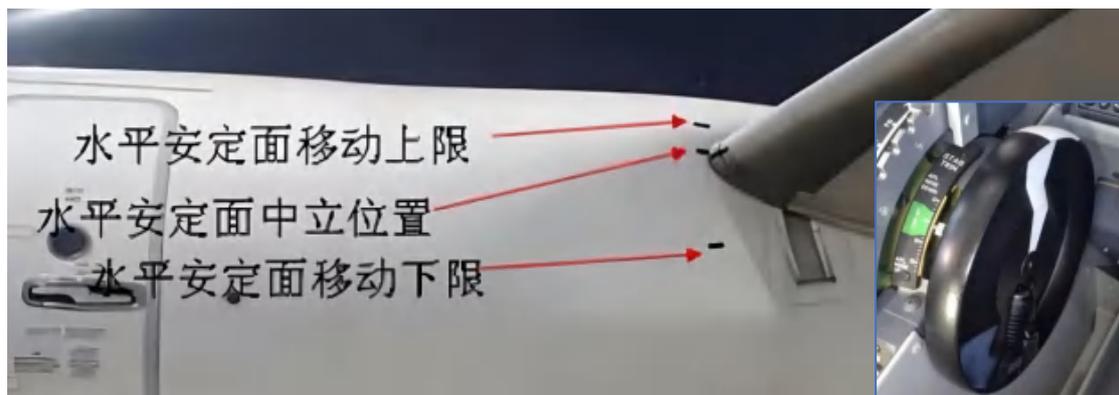
拓展阅读——南京“7·31”空难

【文/丘宏俊】

事故经过：1992年7月31日，中国通用航空公司的一架苏制雅克（Yak）-42D型（注册号B-2755）飞机执飞南京至厦门的GP7552航班，在南京大校场机场起飞过程中，由于出现了严重的起飞构型错误，飞机不能正常起飞冲出跑道，撞上了机场尽头2米高的护场圩堤后爆炸断成三截，事故共造成126人中108（存争议）人遇难。



事故原因：机组人员未严格执行操作程序，起飞前未将全动式水平尾翼调整到与飞机重心相适应的角度，致使该飞机起飞始终未能有效离地而冲出跑道。雅克-42D型飞机按规定程序，机组需要在飞机滑出前将水平尾翼调节到起飞所需角度，并经地面机务人员确认后，方可起飞。而在这次飞行任务中，机组既没有正确调节水平尾翼角度，又没有请机务人员观察校对，飞机上的水平尾翼警告系统发出警告后，还盲目按压解除按钮，导致警告系统失效，未能及时发现水平尾翼存在的隐患，从而导致了此次惨重的事故。



事故启示：这是一起由一系列严重的人为差错导致的空难，与当时缺乏培训与经验亦有关，反映了航空公司的管理制度存在一定问题。机组在起飞前未按规定程序操作，地面机务人员也存在玩忽职守的问题，飞机发出警告后没能正确应对，这一切都说明需要严格按照规程规范操作飞机才能确保航空安全。深层次的调查还表明此次事故与机组严重超时飞行而处于过度疲劳状态有关。

(b) 合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出以下规定限制的飞行时间：

(1) 任一日历月，100 小时的飞行时间；

(2) 任一历年，900 小时的飞行时间。

(c) 合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出以下规定限制的飞行值勤期：

(1) 任何连续 7 个日历日，60 小时的飞行值勤期；

(2) 任一日历月，210 小时的飞行值勤期。





“十四五”职业教育国家规划教材

航空类专业职业教育系列教材



简明飞机飞行原理 (第3版)

丘宏俊◎编著

课程教学
教学课件
微课视频
习题答案
考试题库

新形态教材

西北工业大学出版社

【79】

航空类专业职业教育系列教材

简明飞机飞行原理

(第3版)

丘宏俊 编著

西北工业大学出版社
西安

【内容简介】 本书落实“立德树人”的根本任务,对标航空运输业标准,采用通俗语言系统阐述飞机基本飞行原理。内容涵盖飞行器基本概念、飞机分类构造及其飞行环境;以飞机机翼为切入点,深入解析飞机的低速空气动力特性、平衡、稳定性及操纵性,基本飞行过程及高速空气动力;简述了飞机的机动飞行和特殊飞行;同时对螺旋桨飞机空气动力、直升机飞行原理、飞机典型系统、载重平衡等知识进行了介绍。全书结构合理,覆盖面广,图文并茂,并配有丰富的配套资源,可读性强;通过有机融入课程思政元素、行业案例及拓展资料,致力于实现航空知识学习、专业技能提升、职业素养培育与价值观塑造的多维教育目标。

本书可作为航空运输院校飞机设计、飞机制造、飞机维修、飞行技术、空中交通管制等专业飞行原理、飞行技术的教材或参考书,也可作为飞行员培训的基础培训教材,还可作为广大青少年和航空爱好者的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

简明飞机飞行原理 / 丘宏俊编著. —3 版. -- 西安 : 西北工业大学出版社, 2025. 6. -- ISBN 978-7-××××-×

I. F403-39

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025×××号

JIANMING FEIJI FEIXING YUANLI

简明飞机飞行原理

丘宏俊 编著

责任编辑: 华一瑾

策划编辑: 华一瑾

责任校对: 李阿盟

装帧设计: 董晓伟

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029)88493844, 88491757

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 兴平市博闻印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:

字 数: 千字

版 次: 2025 年 6 月第 3 版 2025 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5612-×××-×

定 价: 68.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

第3版前言

落实立德树人的根本任务,对接国家新发展战略、新业态、航空运输业的新标准,构建“知识—能力—价值”三维育人体系,我们在《简明飞机飞行原理(第2版)》的基础上进行了全面修订:

(1)有机融入思政元素:通过“拓展阅读”“先锋人物”等栏目,将社会主义核心价值观、航空安全、航空报国精神、当代民航精神、科学精神、工匠精神、团队精神等有机融入专业知识体系,力求实现“盐溶于汤、润物无声”的育人效果。

(2)对接行业标准与岗位需求:紧密围绕航空产业升级需求,重构章节内容并强化职业技能导向,教材内容全面对标《民用航空器维修人员执照管理规则》(CCAR-66 R3)“航空概论(M1)”模块的培训内容,推动岗课赛证融通。

(3)纳入前沿领域与科技:将无人机、eVTOL(electric Vertical Take-Off and Landing,电动垂直起降飞行器)、智能飞行器、低空经济等新领域、新科技融入教材,支撑国家新发展战略。

(4)建设数字化教学资源:结合现代教育技术,配套建设具备整体性、科学性、交互性与开放性的数字化教学资源,形成强大的教学服务支撑体系,有力促进信息化教学改革与实践。

本书第3版由丘宏俊担任主编,梁卫颖、刘超,以及中航工程集成设备有限公司总工程师李凯研究员共同参与了教材的修订。

修订过程中,我们广泛参考了国内外相关学术成果、译著及同行教材,在此向所有为本书提供帮助和支持的专家、学者及同仁致以最诚挚的谢意。

特别感谢西北工业大学张开富教授对全书进行详细审阅,并提出了宝贵的修改意见与建议。感谢西北工业大学出版社华一瑾编辑在本书的策划、编审校及出版过程中付出的辛勤努力和卓有成效的工作。

由于笔者能力有限,再版中难免有疏漏与不妥之处,敬请广大读者不吝赐教,以便我们持续改进与完善。

编者

2025年4月

目 录

| | |
|-------------------|-----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 第一节 飞行器简介 | 1 |
| 第二节 飞机简介 | 4 |
| 第三节 飞行大气环境介绍 | 12 |
| 复习思考题 | 18 |
| 第 2 章 飞机低速空气动力 | 20 |
| 第一节 空气流动的基本规律 | 20 |
| 第二节 升力 | 27 |
| 第三节 阻力 | 34 |
| 第四节 飞机低速空气动力性能 | 43 |
| 第五节 增升装置 | 46 |
| 复习思考题 | 53 |
| 第 3 章 飞机的平衡、稳定和操纵 | 55 |
| 第一节 预备知识 | 55 |
| 第二节 飞机的平衡 | 57 |
| 第三节 飞机的稳定 | 63 |
| 第四节 飞机的操纵 | 74 |
| 复习思考题 | 89 |
| 第 4 章 基本飞行 | 90 |
| 第一节 预备知识 | 90 |
| 第二节 起飞 | 97 |
| 第三节 平飞 | 106 |
| 第四节 上升 | 117 |
| 第五节 下降 | 123 |
| 第六节 着陆 | 129 |
| 复习思考题 | 143 |
| 第 5 章 机动飞行与特殊飞行 | 144 |
| 第一节 飞机的载荷因数 | 144 |
| 第二节 盘旋 | 145 |

| | |
|------------------------|------------|
| 第三节 其他机动飞行* | 155 |
| 第四节 特殊飞行* | 158 |
| 复习思考题 | 161 |
| 第 6 章 飞机高速空气动力 | 162 |
| 第一节 高速气流特性 | 162 |
| 第二节 激波与膨胀波 | 166 |
| 第三节 飞机的高速空气动力特性 | 170 |
| 第四节 高速机翼 | 178 |
| 第五节 其他高速飞行技术 | 187 |
| 复习思考题 | 192 |
| 第 7 章 螺旋桨飞机空气动力 | 193 |
| 第一节 螺旋桨飞机概述 | 193 |
| 第二节 螺旋桨运动规律 | 193 |
| 第三节 螺旋桨拉力和旋转阻力 | 197 |
| 第四节 螺旋桨的有效功率和效率 | 203 |
| 第五节 螺旋桨的副作用 | 206 |
| 复习思考题 | 211 |
| 第 8 章 直升机飞行原理 | 212 |
| 第一节 直升机的特点和分类 | 212 |
| 第二节 单旋翼带尾桨直升机的组成 | 215 |
| 第三节 直升机旋翼空气动力 | 217 |
| 第四节 直升机的操纵 | 223 |
| 第五节 直升机所需功率和飞行性能 | 227 |
| 第六节 直升机的几个特殊问题 | 231 |
| 复习思考题 | 234 |
| 第 9 章 载重与平衡 | 235 |
| 第一节 称重和平衡的必要性 | 235 |
| 第二节 载重与平衡的基本术语、原理 | 236 |
| 第三节 飞机称重 | 243 |
| 第四节 载重与平衡调整 | 248 |
| 第五节 飞机配平 | 254 |
| 复习思考题 | 257 |
| 参考文献 | 258 |

航空类专业职业教育系列教材

教材目录

- 航空地面设备构造与维修（旅客服务类、货运类）（本科高职）
- 飞机加油车构造与维修（本科高职）
- 航空地面设备专业英语（本科高职）
- 航空地面设备构造与维修（机务类）（本科高职）
- 飞机结构修理专业英语（本科高职）
- 民用飞机结构腐蚀与防护（本科高职）
- 飞机金属材料腐蚀防护与控制技术（本科高职）
- 民用飞机客舱设施与维修（本科高职）
- 航空电子技术基础（本科高职）
- 典型民航飞机通信系统（本科高职）
- R44直升机系统（本科高职）
- 通用航空器维修专业英语（本科高职）
- 简明飞机飞行原理（第3版）（本科高职）**
- 航空电机技术基础（本科高职）
- 航空基础概论（修订版）（中职）
- 飞机钣金工艺学（修订版）（中职）
- 飞机装配工艺学（上）（中职）
- 飞机装配工艺学（下）（中职）
- 飞机钣金工理论与实训（中职）
- 飞机铆接工理论与实训（中职）



西北工业大学
官方微信



西北工业大学出版社
天猫旗舰店

定价：68.00元

出 版 合 同

甲 方

著作权人或著作权代理人： 丘宏俊

著作权人或著作权代理人身份证号： _____

地址： 广东省 广州市 白云区 机场路 向云西街10号

电话： _____

乙 方

西北工业大学出版社有限公司

地址： (710072) 西安市友谊西路127号

签约编辑及电话： 华一瑾 / 029-88494578

作品名称： 简明飞机飞行原理（第3版）

作者姓名： 丘宏俊

署名方式： 丘宏俊 编著

甲、乙双方就上述作品的出版达成如下协议：

第一条 甲、乙双方共同遵守《中华人民共和国著作权法》。甲方授予乙方在合同有效期内，在中国区域内，以图书、音像制品、电子出版物、数字出版等形式出版、发行上述作品各种文本的专有使用权（包括但不限于信息网络传播权、数字化汇编权）。

第二条 甲方保证是上述作品的著作权人或著作权代理人，并保证拥有第一条授予乙方的权利。因上述权利的行使而违犯《中华人民共和国著作权法》行为（如作品中含有侵犯他人名誉权、肖像权、署名权等人身权的内容，存在抄袭、剽窃等侵犯知识产权行为，等等），甲方承担全部责任，包括按仲裁机构或法院裁定的形式、数额向被侵权人赔偿的损失，并赔偿因此给乙方造成的损失，同时乙方可以终止合同。

第三条 甲方交付乙方出版的作品中不得含有下列内容：

- （一）反对宪法确定的基本原则的；
- （二）危害国家统一、主权和领土完整的；
- （三）泄露国家秘密、危害国家安全或者损害国家荣誉和利益的；
- （四）煽动民族仇恨、民族歧视，破坏民族团结，或者侵害民族风俗、习惯的；
- （五）宣扬邪教、迷信的；
- （六）扰乱社会秩序，破坏社会稳定的；
- （七）宣扬淫秽、赌博、暴力或者教唆犯罪的；
- （八）侮辱或者诽谤他人，侵害他人合法权益的；
- （九）危害社会公德或者民族优秀文化传统的；
- （十）有法律、行政法规和国家规定禁止的其他内容的。

若该作品中有上述有关内容，则甲方承担一切责任。乙方在进行出版环节时，对作品中涉及上述有关内容的，要求甲方删除、修改，而甲方不能按乙方要求进行删除、修改，则乙方有权终止合同，并且不对甲方进行任何赔偿。

第四条 上述作品的内容、篇幅、体例、图表、附录等应符合下列要求：

- （一）甲方交付的作品必须符合齐（齐全）、清（清晰）、定（定稿）的要求。
- （二）甲方提供书稿电子文档的同时，应附一份单面打印清样。
- （三）中文应使用规范简体字，字迹应工整，标点及各类符号的使用应当规范。
- （四）西文应打印或手写清晰，应能辨清文种、大小写、正斜体和上下角标。
- （五）物理量和单位应符合国家标准。
- （六）书稿插图按下列第③项处理：

① 甲方提供经乙方认可后能供直接制版的全部原图。

② 甲方提供符合出版要求的全部底图，乙方代甲方描绘，所需费用按乙方标准由甲方支付。

③ 甲、乙双方另行商定，见第二十二节的补充条款。

（七）书稿应符合双方约定的具体要求，其折合版面字数不得超过 45 万字，如有超出应另行约定。

第五条 甲方应于 2024-08-31 前, 将符合第四条规定的上述作品交付乙方。若甲方不能按期交稿, 应在交稿期限到期前30日内通知乙方, 双方另行约定交稿日期和出版日期。若交稿时间推迟达12个月及以上, 则双方重新商议该作品出版事宜。

第六条 乙方应于 2025-01-31 前出版该作品。如乙方不能按期出版, 应在出版期限到期前30日内通知甲方, 并另行约定出版时间。如乙方在另行约定期限内仍不能出版, 除非因不可抗力原因所致, 甲方可以终止合同, 乙方应全额退还甲方已付款项。

因出版管理部门审核原因, 导致乙方不能按时出版或不能出版该作品的, 乙方应及时通知甲方, 双方协商解决。乙方不承担违约赔偿责任。

第七条 甲方授权乙方以多种文本、多种载体在世界范围内进行版权贸易, 所得收益(除去相关支出费用)甲、乙双方按5:5分成。

第八条 在合同有效期内, 一方许可第三方出版包含上述作品内容的选集、文集、全集等, 须取得对方的书面授权, 并将所得收益的50%交付对方。

第九条 甲方授权乙方以及与乙方进行合作的第三方将作品以数字出版的方式进行宣传和销售, 乙方向甲方支付3%的数字出版版税, 本条款不随本协议的终止而中止。

第十条 乙方尊重甲方确定的署名方式。乙方如需要更动上述作品的名称, 或对作品进行修改、删节、增加图表及前言、后记等, 应征得甲方同意。

第十一条 上述作品的校样由乙方按出版规程组织审校。同时, 为尊重作者, 减少内容差错, 校样可由甲方审校一次, 甲方应在 10 日内签字后退还乙方。若甲方未按期审校完, 乙方可自行按计划校对、付印。因甲方修改造成版面改动超过10%或未能按期出版, 甲方承担改版费用或推迟出版的责任。

第十二条 乙方采用下列第 (三) 款的方式及标准向甲方支付报酬:

(一) 基本稿酬加印数稿酬: ~ 元/千字×实有千字 + 印数(以千册为单位)×基本稿酬×1%。

(二) 一次性稿酬: ~ 元。

(三) 版税: ~ 元(图书定价) × 12 % (版税率) × 实际销售数。

(四) 甲、乙双方另行商定, 见第二十二条的补充条款。

第十三条 以基本稿酬加印数稿酬方式或一次性付酬方式付酬的, 乙方在上述作品出版6个月内向甲方支付报酬; 以版税方式付酬的, 乙方在上述作品出版12个月后向甲方首次支付报酬, 此后每年年终与甲方结算一次版税。甲方所获报酬的所得税应纳税额由乙方代扣、代缴税务部门。

乙方向甲方支付报酬前, 甲方应先向乙方提供作品的勘误表或审读报告。

甲方所获报酬的所得税应纳税额由乙方代扣、代缴税务部门。

第十四条 上述作品首次出版2年内, 乙方可以自行决定重印。首次出版2年后, 乙方重印应事先通知甲方。如果甲方需要对作品进行修改, 应于收到通知后5日内答复乙方, 否则乙方可按原版组织重印。

第十五条 乙方重印, 应将印数通知甲方, 并在重印6个月内按第十二条的约定向甲方支付印数稿酬。

第十六条 甲方有权核查乙方应向甲方支付报酬的账目。如甲方指定第三方进行核查, 需提供书面授权书。如核查结果无误, 甲方应承担适量的核查费。如核查结果有误, 乙方应及时支付应向甲方支付报酬的费用, 并承担相应的核查费。

第十七条 在合同有效期内，如图书脱销，甲方有权要求乙方重印，但预订数应达到 500 册以上，若达不到上述册数，乙方可以拒绝重印。如预订数达到上述册数，乙方收到甲方重印的书面要求后3个月内未组织重印，甲方可以终止合同。

第十八条 对于专业性较强的上述作品，经双方协商，采用下列第 款的方式给予出版支持：

(一) 甲方同意向乙方支付出版费（大写） ，该费用于 前付清后乙方付印。

(二) 甲方同意使用上述作品 册，并以上述作品定价的 % 向乙方支付费用，该费用于 前付清。

(三) 甲、乙双方另行商定，见第二十二条款的补充条款。

第十九条 依照本合同由甲方负责排版的，应于作品发印时向乙方提供包括作品封面、内文、插图等内容的电子版原文件。

第二十条 上述作品首次出版后60日内，乙方向甲方赠送图书 20 册。

第二十一条 乙方出版上述作品的修订版、缩编本应另行取得甲方授权，双方就修订版、缩编本的付酬方式和标准另行约定。

第二十二条 补充条款

| | |
|------|---------------------------|
| 补充条款 | 乙方负责描图，图书销售超过2000册结算版税稿酬。 |
|------|---------------------------|

第二十三条 甲、乙双方因合同的解释或履行发生争议，由双方协商解决。若协商不成，可申请仲裁或向人民法院提起诉讼。

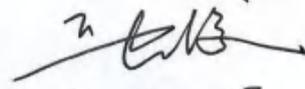
第二十四条 本合同的变更、续签及其他未尽事宜，由甲、乙双方另行商定。

第二十五条 本合同自签字之日起生效，有效期为10年。

第二十六条 本合同一式 肆 份。

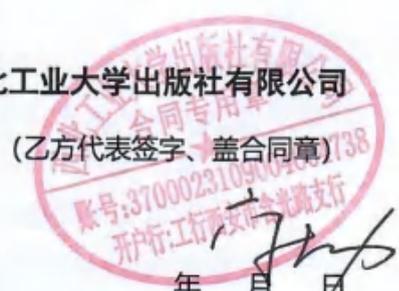
甲方（著作权人或著作权代理人）：

（签字、盖章）


2015 年 3 月 15 日

乙方：西北工业大学出版社有限公司

（乙方代表签字、盖合同章）



出版证明

广州民航职业技术学院丘宏俊老师编写的《简明飞机飞行原理（第3版）》书稿于2025年2月交稿，并进入出版运行环节。由于完整的三审三校等出版运行流程和CIP审批等事宜需要一定的时间周期，预计8月底可以出版。目前书稿国际标准书号已下发（ISBN:978-7-5775-0024-9），CIP已提交申请，待出版行政管理部门审核发放。

特此证明。

西北工业大学出版社出版有限公司

2025年6月30日



航空类专业职业教育系列教材



航空概论

丘宏俊 钟梓鹏 周 堃◎主编

课程教案
教学课件
微课视频
习题答案
考试题库

新形态教材

西北工业大学出版社

【92】

航空类专业职业教育系列教材

航空概论

丘宏俊 钟梓鹏 周 堃 主编

西北工业大学出版社
西安

【93】

【内容简介】 为贯彻立德树人的重要使命,紧贴航空运输行业的实际需求,本书用系统而精练的方式阐述航空基础知识。本书从飞行器的基本认识与分类出发,着重强调了航空安全的重要性,随后深入浅出地剖析了普通飞机(固定翼)与直升机(螺旋桨)的基本构造,阐述了多种常见航空发动机的类型、结构特点及安装布局,简明扼要地介绍了空气动力学基础、飞行原理和基本飞行过程,以及飞机运行中的典型系统。

本书可作为高等院校航空相关专业的基础教材,助力学生构建基本的航空知识框架,同时,也能够服务于航空运输行业的在职培训,提升从业人员的专业素养,还可作为广大青少年和航空爱好者的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

航空概论 / 丘宏俊,钟梓鹏,周堃主编. --西安:
西北工业大学出版社, 2024. 11. --(航空类专业职业教育系列教材). -- ISBN 978 - 7 - 5612 - 9587 - 8

I. V2

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024YU5716 号

HANGKONG GAILUN

航 空 概 论

丘宏俊 钟梓鹏 周堃 主编

责任编辑: 华一瑾

策划编辑: 华一瑾

责任校对: 张 潼 季苏平

装帧设计: 高永斌 董晓伟

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029)88493844, 88491757

网 址: www.nwpu.com

印 刷 者: 西安五星印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 17. 875

字 数: 446 千字

版 次: 2024 年 11 月第 1 版 2024 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5612 - 9587 - 8

定 价: 68.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

前 言

新中国成立后,我国航空事业实现了高速蜕变,从萌芽初建成长为如今的航空大国,正朝着航空强国的目标稳步迈进。伴随着我国航空事业的蓬勃发展,对各类航空专业人才的需求日益增长,涵盖了飞机研制工程师、飞行员、乘务员、维修技师、地面服务人员、航务调度、空中交通管理员及众多管理与技术专才。

航空是一个高度专业化、技术密集且对安全性要求极高的行业,每位从业者均需具备航空器的基本认知与分类,熟悉航空法律规范与安全标准,理解飞机结构与系统,了解气象知识,掌握空气动力学基础理论及飞行科学原理等核心知识。这些都是航空从业人员专业素养的基石,也是确保飞行安全和运营效率的关键因素。

为落实立德树人的根本任务,我们对接航空运输业的标准,编写了《航空概论》一书,旨在系统、扼要地阐述航空基础知识。本书摒弃大量计算公式、复杂推导过程的写作风格,采用通俗易懂的语言来阐述航空基础知识,结构合理、知识覆盖面广、图文并茂、可读性强。此外,本书与数字化资源深度融合,提供丰富、灵活、高效的学习体验,通过整合课程思政资源、行业案例及拓展资料,以实现航空知识传播、技能提升、素质培育与价值观塑造的多维教育目标。

全书共分为8章。第1章概述了飞行器概念及其分类,第2章介绍了航空安全、适航管理及法律法规,第3章剖析了普通飞机(固定翼)结构与直升机(螺旋桨)构造,第4章介绍了航空发动机的类型、结构特征与安装方式,第5章深入讲解了空气动力学基本原理与应用,第6章围绕飞行平衡、稳定及操控进行了介绍,第7章描述了飞机基本飞行过程的各个阶段及性能指标,第8章则详述了飞机关键系统的构成与运作机制。每章后均配有习题,便于教学实践与自我

检测。

书中标记“*”的内容为选学内容,旨在适应不同学科背景与教育层次的学生需求,各教学单位可根据具体培养计划灵活选用章节内容。

本书由丘宏俊、钟梓鹏、周堃任主编,中航工程集成设备有限公司总工程师李凯研究员、航空工业通飞华南公司研发中心程志航研究员共同参与本书的编写,全书由丘宏俊统稿。其中,丘宏俊负责第1,3,5,8章的编写;钟梓鹏负责第2,4章的编写;周堃负责第6,7章的编写。

在本书编写过程中曾参考了国内外相关领域的学术成果、翻译作品及同行教材,在此对所有贡献者一并表示诚挚的谢意。

由于笔者水平有限,书中难免有疏漏与不妥之处,敬请广大读者不吝赐教,以便持续改进与完善。

编 者

2024年8月

目 录

| | | |
|------------|--------------------------|----|
| 第1章 | 飞行器概念与航空器分类 | 1 |
| 1.1 | 飞行器 | 2 |
| 1.2 | 航空器 | 3 |
| 1.3 | 航天器 | 8 |
| 1.4 | 火箭、导弹和制导武器 | 11 |
| 1.5 | 航空器分类 | 13 |
| | 习题 | 31 |
| 第2章 | 航空安全概论 | 33 |
| 2.1 | 航空安全的重要性 | 34 |
| 2.2 | 航空安全的相关概念 | 36 |
| 2.3 | 国际航空安全管理 | 39 |
| 2.4 | 中国航空安全管理 | 46 |
| | 习题 | 56 |
| 第3章 | 飞机构造基础 | 58 |
| 3.1 | 飞机基本构造 | 59 |
| 3.2 | 飞机受载与变形 | 60 |
| 3.3 | 机翼构造 | 62 |
| 3.4 | 机身构造 | 68 |
| 3.5 | 尾翼构造 | 76 |
| 3.6 | 起落架构造 | 78 |
| 3.7 | 直升机构造 | 84 |
| | 习题 | 88 |
| 第4章 | 航空动力装置基础 | 91 |
| 4.1 | 航空动力装置的分类 | 92 |
| 4.2 | 航空活塞式发动机 | 92 |

| | | |
|------------|----------------|-----|
| 4.3 | 无压气机空气喷气发动机 | 97 |
| 4.4 | 燃气涡轮发动机 | 98 |
| 4.5 | 螺旋桨 | 110 |
| 4.6 | 辅助动力装置 | 112 |
| 4.7 | 发动机安装 | 113 |
| 4.8 | 涡扇发动机危险区 | 116 |
| 4.9 | 航空燃料简介* | 119 |
| | 习题 | 121 |
| 第5章 | 空气动力学基础 | 123 |
| 5.1 | 大气环境与特性 | 124 |
| 5.2 | 气流基本规律 | 128 |
| 5.3 | 升力 | 135 |
| 5.4 | 低速阻力 | 139 |
| 5.5 | 飞机低速空气动力特性 | 146 |
| 5.6 | 增升装置 | 147 |
| 5.7 | 高速空气动力 | 153 |
| | 习题 | 164 |
| 第6章 | 飞行原理基础 | 168 |
| 6.1 | 预备知识 | 168 |
| 6.2 | 飞机的平衡 | 173 |
| 6.3 | 飞机的稳定性 | 178 |
| 6.4 | 飞机的操纵性 | 191 |
| | 习题 | 196 |
| 第7章 | 基本飞行过程 | 198 |
| 7.1 | 预备知识 | 199 |
| 7.2 | 起飞 | 201 |
| 7.3 | 上升 | 206 |
| 7.4 | 平飞 | 208 |
| 7.5 | 下降 | 214 |
| 7.6 | 着陆 | 217 |
| 7.7 | 机动飞行及特殊飞行 | 222 |
| | 习题 | 229 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 典型飞机系统 | 231 |
| 8.1 ATA100 规范系统编排 | 232 |
| 8.2 燃油系统(28-00-00) | 234 |
| 8.3 飞行操纵系统(27-00-00) | 238 |
| 8.4 液压系统(29-00-00) | 243 |
| 8.5 电源系统(24-00-00) | 248 |
| 8.6 通信系统(23-00-00) | 251 |
| 8.7 导航系统(34-00-00) | 254 |
| 8.8 环境控制系统 | 261 |
| 习题..... | 269 |
| 部分习题参考答案..... | 272 |
| 参考文献..... | 277 |

航空类专业职业教育系列教材

教材目录

- 航空地面设备概论 (本科高职)
- 航空材料与成形工艺基础 (本科高职)
- 航空工程材料 (本科高职)
- 飞机部件修理专业英语 (本科高职)
- 航空地面设备构造与维修 (货运类) (本科高职)
- 航空地面设备构造与维修 (旅客服务类) (本科高职)
- 飞机加油车构造与维修 (本科高职)
- 航空地面设备专业英语 (本科高职)
- 波音737NG飞机动力装置 (CFM56-7B&APU)
- 航空地面设备构造与维修 (机务类) (本科高职)
- 飞机结构修理专业英语 (本科高职)
- 民用飞机结构腐蚀与防护 (本科高职)
- 飞机金属材料腐蚀防护与控制技术 (本科高职)
- 民用飞机客舱设施与维修 (本科高职)
- 航空电子技术基础 (本科高职)
- 典型民航飞机通信系统 (本科高职)
- R44直升机系统 (本科高职)
- 通用航空器维修专业英语 (本科高职)
- 简明飞机飞行原理 (本科高职)
- 航空电机技术基础 (本科高职)
- 航空基础概论 (第2版) (中职高职)
- 飞机钣金工艺学 (第2版) (中职高职)
- 飞机装配工艺学 (第2版) (中职高职)
- 飞机钣金工理论与实训 (第2版) (中职高职)
- 飞机铆接工理论与实训 (中职高职)
- 树脂基复合材料装配连接技术 (本科高职)
- 燃气涡轮发动机原理与结构 (本科高职)
- 燃气涡轮发动机系统 (本科高职)
- 航空概论**



西北工业大学
官方微信



西北工业大学出版社
天猫旗舰店

ISBN 978-7-5612-9587-8



9 787561 295878 >>

定价: 68.00元



空气动力学基础与飞行原理



所属项目：飞机机电设备维修

项目来源：国家项目

所属分类：交通运输大类/航空运输类/飞机机电设备维修

课程层次：

创建时间：2017年05月12日

课程学时：60

开课周期：2017年06月06日 - 2099年01月01日

3113人正在学习

开始学习

收藏课程

空气动力学基础与飞行原理

教学大纲

课程简介

课程教材

课程评价

推荐课程

课程概述视频

知识图谱

课程思政资源

课程介绍

课程思政

人物

拓展阅读

拓展阅读：中华民族悠久的飞天史.pdf

拓展阅读：两弹一星.pdf

拓展阅读：C919适航取证试飞的“三大战役”.pdf

拓展阅读：莱特兄弟与飞行者一号.pdf

拓展阅读：新中国第一架自制飞机.pdf

拓展阅读：航空航天领域的大国工匠与工匠精神.pdf

拓展阅读：高速飞行的三大障碍.pdf

拓展阅读：大飞机不是小飞机的放大.pdf

拓展阅读：大雁飞行与团队精神.pdf

测验：课程思政（拓展阅读）

典型案例

课程思政作业

01 飞机和大气的一般介绍

导学（移动端扫码学习）

飞行器简介

测验（飞行器简介）

飞行器简介

拓展阅读：中华民族悠久的飞天史.pdf

飞行器简介

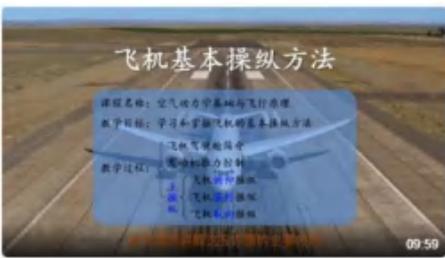
拓展阅读：两弹一星.pdf

国家门户网站“哔哩哔哩”开放学习资源 (UP主: 丘老九, 可直接访问)

https://space.bilibili.com/478111757?spm_id_from=333.1387.0.0

视频数据 专栏数据 权益中心 | 13/18项权益 > 每日中午12点更新昨日数据 >

| | | | | | | | |
|---------------------|-----|----------------------|-------|------------------|-----|-----------------|-----|
| 粉丝总数 > 9,814 | ▲ 5 | 播放量 > 303,926 | ▲ 190 | 评论 707 | ▲ 3 | 弹幕 724 | ▲ 3 |
| 点赞 6,200 | ▲ 1 | 分享 2,223 | ▲ 5 | 收藏 12,300 | ▲ 5 | 投币 4,241 | |



飞机基本操纵方法 (微课版)

4557 4 2022-05-01

飞机基本操纵方法 (微课版)。五一劳动节, 向劳动者致敬。

视频 · 21

最新发布

最多播放

最多收藏

播放全部

查看更多 >



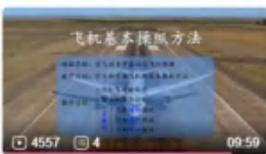
翼梢小翼实验

05-18



舰载机起降技术大全 (电磁弹射技术)

2022-05-17



飞机基本操纵方法 (微课版)

2022-05-01



机翼受损会导致什么后果

2022-03-26



新型高速公路免费通行方案

2021-10-01



【为10亿人准备的项目】飞行知识ABC - 乘坐一次飞机要经历..... 起飞前旅客篇

2021-05-26



失速

2021-05-14



飞机基本操纵方法

2021-04-28



垂直起飞

2021-04-19



短距起飞

2021-04-19



弹射起飞

2021-04-16



简明飞机飞行原理 - 舰载机起降

2021-04-16



B737NG飞机系统-空调系统 (ATA-21)

2021-04-09



B737NG飞机系统-气源系统 (ATA-36)

2021-04-09



B737NG飞机系统-起落架系统 (ATA-32)

2021-04-09



B737NG飞机系统-液压系统 (ATA-29)

2021-04-09



B737NG飞机系统-燃油系统 (ATA-28)

2021-04-09



简明飞机飞行原理-低速空气动力 (飞行核心知识)

2021-04-08



简明飞机飞行原理-飞机概述 (航空科普知识)

2020-11-18



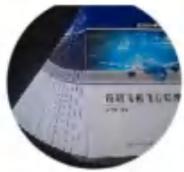
B737NG飞机系统-飞行操纵系统 (ATA-27)

2020-07-02



B737NG飞机系统-基本介绍 (ATA-1-5)

2020-06-29



简明飞机飞行原理

陕西

介绍航空知识、传播航空新闻。 >

2篇原创内容

49个朋友关注

已关注公众号

发消息

消息 服务

2023年4月1日

简明飞机飞行原理 - 配套课件

阅读 933 赞 10



2023年3月31日

小昆虫和小胶布导致的空难

阅读 60 赞 2



2022年9月12日

中华民族悠久的飞天史



简明飞机飞行原理

陕西

介绍航空知识、传播航空新闻。 >

2篇原创内容

49个朋友关注

已关注公众号

发消息

消息 服务

简明飞机飞行原理提供的服务

教学资源

配套课件

教学资源库

B站开放学习资源

开放课程 >

课程思政

中华民族飞天史

两弹一星

工匠精神

当代民航精神

团队精神

取消

《空气动力学基础与飞行原理》
课程思政示范课程
实践报告

项目负责人： 丘宏俊

项目参与人： 刘 超，周 堃

一、课程基本信息

课程名称：空气动力学基础与飞行原理

课程性质：专业基础课

授课对象：飞机维修相关专业

学时学分：60 学时，3 学分

项目负责人：丘宏俊

团队成员：刘超，周堃

表 1 项目成果应用专业及学生人数

| 专业名称 | 人数 | 专业名称 | 人数 |
|--------------|-----|------------|-----|
| 22 级飞机机电设备维修 | 846 | 22 级飞机结构修理 | 175 |
| 22 级飞机电子设备维修 | 181 | 22 级飞机部件修理 | 173 |
| 22 通用航空器维修 | 94 | | |
| 23 级飞机机电设备维修 | 739 | 23 级飞机结构修理 | 187 |
| 23 级飞机电子设备维修 | 193 | 23 级飞机部件修理 | 185 |
| 23 通用航空器维修 | 97 | | |

注：飞机维修相关专业分“中外合作专业”和“非中外合作专业”，都开始了《空气动力学基础及飞行原理》这门课程，所用教材及教学内容略有差别，但所开发的课程思政资源都可以用于专业课程的思政教学。

二、课程思政建设的指导思想与目标

1. 指导思想

深入贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务。依据教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》及相关文件精神。结合学校、学院关于课程思政建设的总体部署和要求。立足航空航天领域人才培养的特殊使命和国家战略需求。课程思政作为落实立德树人根本任务的重要抓手，强调在专业课程中有机融合思想政治教育元素，实现知识传授与价值引领的统一。

本项目以《空气动力学基础与飞行原理》课程为例，结合所开发的优质课程思政教学资源，深入探讨新型育人机制和教学实施方法，力求构建一套系统化、可操作、可持续的课程思政育人模式，推动思想政治教育与专业教育的深度融合，全面提升人才培养质量。

2. 育人目标

培养具有坚定理想信念、深厚家国情怀、强烈使命担当、严谨科学精神、高尚职业道德和健全人格的新时代航空航天人才。

厚植家国情怀与航空报国志向：通过讲述中国航空航天发展历程、成就（如C919）及其背后的科学家、工程师故事（冯如、钱学森、郭永怀、罗阳等人），激发学生投身祖国航空航天事业的热情和责任感。

培养当代民航精神：以典型航空案例（如川航3U8633事件），厚植当代民航精神。

培育科学精神与创新思维：通过空气动力学基本原理的探索历程（如伯努利、马赫、惠特科姆）、复杂问题的建模与求解、前沿技术（如高超声速、智能飞行控制）介绍，培养学生追求真理、勇于探索、敢于质疑、严谨求实的科学态度和批判性、创新性思维。

强化工程伦理与责任担当：结合飞行安全案例（如西安5.7空难、新加坡航空进错跑道事故）、适航规章、环境保护（如绿色航空、噪声控制）等，引导学生深刻理解工程师的社会责任、职业道德（严谨、细致、诚信）和安全第一的生命至上理念。

传承工匠精神：融入大国工匠事迹（如航空领域的先进人物），传承工匠精神。

提升文化自信与哲学思辨：挖掘中国古代飞行探索智慧（如风筝、竹蜻蜓），对比中西方航空发展路径，阐释科学技术发展中的哲学思想（如矛盾统一、量变质变在流动机理、飞行稳定与控制中的体现）。

锤炼意志品质与团队协作精神：通过课程设计、实验操作、复杂问题研讨等环节，培养学生克服困难、精益求精的工匠精神，以及沟通协作、共同攻关的团队意识。

三、思政元素挖掘与融入设计

1. 课程思政的挖掘原则

课程思政教学资源开发是实现课程育人目标的基础。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中，通过分析飞行原理背后的科学精神、航空事故背后的道德警示、航空人物背后的精神力量，围绕“家国情怀”、“当代民航精神”、“航空安全观”“工匠精神”、“团队精神”、“科学精神”等核心价值理念，开发了一系列具有代表性的课程思政资源，主要包括以下几个方面：

拓展阅读材料：引入多个航空空难案例，如“空速管故障导致的事故”“西安 6.6 空难”“超载引发的飞行事故”等，通过真实事件揭示人为因素对航空安全的影响，强化学生对“安全第一、质量第一”的认识。

先锋人物故事：讲述冯如、钱学森、罗阳等航空先驱的感人事迹，弘扬航空报国精神，增强学生的民族自豪感和历史使命感。

行业精神内涵：深入解读“当代民航精神”，引导学生树立正确的价值观和职业伦理观。

多媒体与互动资源：制作微课视频、动画演示、虚拟仿真等内容，增强教学的趣味性和沉浸感，提高学生的参与度和理解力。

这些资源不仅丰富了教学内容，还拓展了教学资源的形态结构，为多种教学方法的应用提供了坚实支撑，形成了集知识性、思想性、实践性于一体的课程思政资源体系。

所开发的课程思政资源可以参考“《空气动力学基础与飞行原理》课程思政资源”。

2. 课程思政的融入设计

要实现课程思政教育“盐溶于汤、润物无声”的育人效果，关键在于将思政元素自然地融入专业教学之中，做到“无痕化”“浸润式”。不同的思政元素适用于不同类型的知识点和教学方法。通过案例教学、情境教学、任务驱动等多种教学方法的交叉使用，既能激发学生兴趣，又能引导他们深入思考，实现知识与价值的双重建构。

表 2 主要思政元素与融入点示例

| 知识点/教学环节 | 蕴含的思政元素 | 融入方式与载体 | 预期育人效果 |
|----------|----------------|--|------------------------------|
| 绪论/航空发展史 | 家国情怀、航空报国、文化自信 | 重点讲述我国悠久的航空航天史，特别是新中国航空工业从无到有、从弱到强的艰辛历程与辉煌成就；介绍我国两弹一星、大飞机专项、探月探火工程等国家重大战略需求。 | 激发爱国热情，树立航空报国志向，增强民族自豪感和使命感。 |

| | | | |
|--------------|------------------|---|----------------------------------|
| 流体基本性质/伯努利方程 | 科学精神、探索求真、哲学思辨 | 介绍科学家探索发现的历史（如莱特兄弟、伯努利），强调实验验证与理论推导的结合。 | 培养尊重科学、追求真理、辩证思维的精神。 |
| 低速翼型/机翼理论 | 工匠精神、严谨细致、创新思维 | 分析优秀翼型设计如何平衡升力、阻力、稳定性等矛盾；介绍我国在翼型设计上的突破；强调精确计算和细节对飞行安全的重要性。 | 培养精益求精的工匠精神、系统性思维和严谨作风。 |
| 高速空气动力学基础 | 前沿意识、攻坚克难、科技自立自强 | 介绍高超声速飞行面临的挑战与我国在该领域的研究进展；强调关键核心技术自主可控的重要性。 | 树立前沿科技意识，培养勇于挑战难题、服务国家战略的决心。 |
| 飞行性能与稳定性操纵性 | 安全责任、工程伦理、系统思维 | 结合典型飞行事故案例（如西安 6.6 空难），分析人为因素、设计缺陷与安全法规的关系；强调飞行员/工程师对乘客生命安全的责任重于泰山；讨论系统各部分的协调与平衡。 | 强化安全第一、生命至上的责任意识，培养系统安全观和工程伦理素养。 |
| 实验/实践环节 | 实践能力、团队协作、实事求是 | 在风洞实验、模拟飞行等环节，强调操作规范、数据真实、团队分工协作；分析实验误 | 提升动手实践能力，培养团队协作精神和诚信品质。 |

| | | | |
|------------|-----------------|--|--------------------------------|
| | | 差，培养严谨态度。 | |
| 课程设计/大作业 | 综合应用、创新实践、解决问题 | 设计具有实际背景的题目（如优化某型飞机航段性能），鼓励创新方案，强调工程规范和技术文档撰写。 | 培养综合运用知识解决复杂工程问题的能力、创新意识和规范意识。 |
| 航空新技术/绿色航空 | 可持续发展、社会责任、全球视野 | 探讨航空减排技术（生物燃料、电动飞机）、噪声控制、未来空中交通管理，引导学生思考航空发展与环境保护、社会福利的关系。 | 树立绿色发展理念，培养社会责任感和国际视野。 |

四、课程思政教学的育人思路与实施方法

1. 课程思政教学的育人思路

《空气动力学基础与飞行原理》课程思政示范课程构建应坚持以学生为中心，注重全过程、全方位、全员育人。具体包括以下三个方面：

- 全过程育人：贯穿教学各环节的价值引导

课程思政不是某一节课的任务，而是贯穿整个教学过程的价值渗透。从课前预习、课堂讲授到课后实践、项目作业，每一个教学环节都应蕴含思政元素。例如，在讲解“空速管”时，不仅要讲清其物理原理，更要通过相关事故案例分析，引导学生认识到严谨作风和责任意识的重要性。

- 全方位育人：融合多元教学形式与资源平台

依托现代信息技术，整合线上线下的教学资源，构建多维度、立体化的育人平台。通过职教云、云课堂APP等在线平台，开展混合式教学，打破时空限制，实现资源共享、师生互动、生生协作，促进学生自主学习与深度思考。

- 全员育人：教师主导、学生主体、社会协同的育人合力

课程思政不仅是教师的责任，更需要学生主动参与、积极内化。同时，企业导师、行业专家、社会力量也应参与到育人过程中，形成多方协同育人的良

好格局。例如，邀请航空公司工程师进课堂分享经验，或组织学生参观航空航天基地，感受国家科技发展成就。

2. 课程思政教学的实施方法

《空气动力学基础与飞行原理》课程思政示范课程为有效推进课程思政落地生根，必须积极探索多样化的教学方法，提升教学的针对性和实效性。所开发的优质教学资源不仅拓展了教学资源的形态结构，同时也拓展了教与学的时空结构和活动方式，为多种教与学方法的运用提供广阔的空间，可支持传统课堂教学、翻转课堂、项目导向学习、自主学习、泛在学习等形式，形成了强大的教育教学能力，有力支撑教学改革，提高人才培养质量。课程思政资源通过“拓展阅读”的形式引入了多个航空空难案例，通过案例分析，可以深刻认识到树立全面航空安全观的重要性。这些案例揭示了人为因素在航空事故中的重要作用，强调了安全第一、质量第一的原则，以及克服麻痹大意、防止违规蛮干的重要性。通过这些案例融入课堂教学，可以引导学生树立正确的航空安全观，培养学生的安全意识和责任心。通过先锋人物故事（如“冯如航空救国”、“罗阳航空报国”）或行业精神（如“当代民航精神”），深化学生对职业使命的理解。

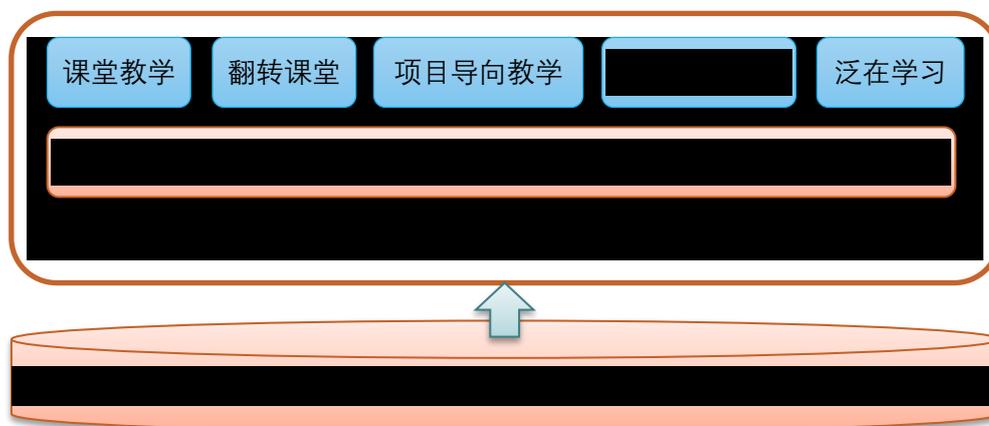


图1 示范课程教学资源支撑下的

● 线上线下混合式教学模式

依托职教云+MOOC+SPOC 等在线平台，构建“线上+线下”混合式教学模式。课前，教师通过平台推送学习资料、发布讨论题和预习任务，引导学生进行自主学习；课中，重点讲解重难点知识，组织案例研讨、小组合作等活动，深化理解；课后，通过在线测试、作业反馈等方式巩固学习成果。

这种教学模式打破了传统课堂的时间与空间限制，提升了学生的学习主动性，增强了教学的互动性与个性化，使课程思政教育更加自然、深入地融入教学全过程。

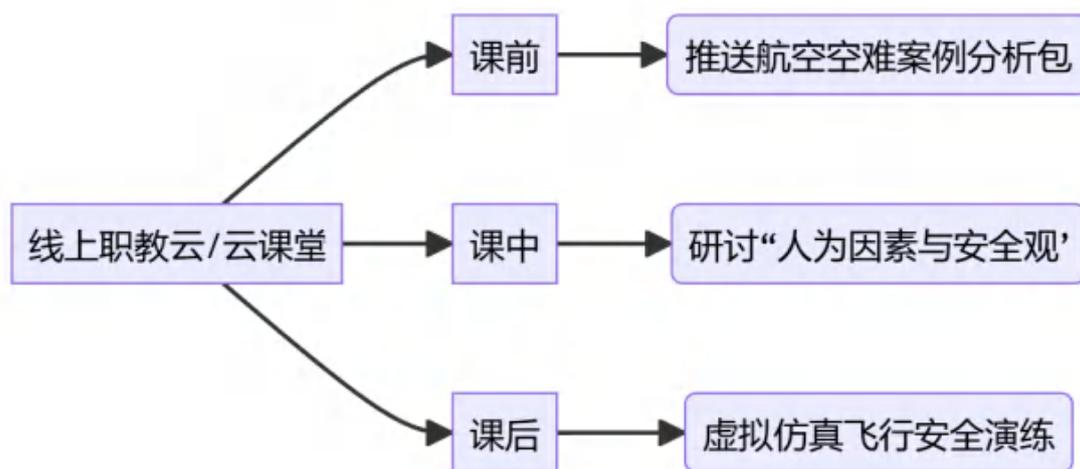


图2 线上线下混合教学模式

● 案例教学法：用真实事件传递价值观念

案例教学法是一种将理论知识与现实情境相结合的有效方式。在课程中，选取典型航空事故案例（如空速管堵塞、荷兰滚现象、超载事故等），引导学生分析事故成因、责任归属及改进措施，从中提炼出“安全意识”“责任担当”“制度执行”等思政要素。

案例教学法是一种将理论知识与现实情境相结合的有效方式。在课程中，选取典型航空事故案例（如空速管堵塞、荷兰滚现象、超载事故等），引导学生分析事故成因、责任归属及改进措施，从中提炼出“安全意识”“责任担当”“制度执行”等思政要素。

● 任务驱动教学法：在项目实践中培养综合能力

任务驱动教学法是以项目为载体，引导学生在完成任务的过程中掌握知识、提升能力、塑造品格。在课程中，设计多个综合性任务，如“设计一种翼梢小翼并分析其飞行原理”“模拟一次航空事故调查并提出整改建议”等。

● 情境教学法：创设情感体验环境，激发价值共鸣

情境教学法通过设置特定情境，让学生在角色扮演、模拟操作、情景再现中获得情感体验，从而加深对知识的理解和价值认同。例如，在讲解“飞行原理”时，可以设置一个模拟驾驶舱场景，让学生亲身体验飞行员在紧急情况下的心理状态与应对策略。

● 启发式教学法：激发思维活力，培育批判精神

启发式教学法强调以问题为导向，通过提问、讨论、辩论等方式引导学生主动思考，激发学生的思维活力和创新能力。在课程中，教师经常提出一些开放性问题，如“如果你是机长，遇到突发情况会如何决策？”“你认为哪些因素最容易引发航空安全事故？”

通过引导学生展开讨论，鼓励他们发表独立见解，不仅提升了学生的批判性思维能力，也有助于他们在交流中形成正确的价值判断。

● 多元化评价体系：全面衡量学生综合素质

建立科学合理的多元化评价体系，是确保课程思政教育有效实施的关键。本课程采用过程性评价与结果性评价相结合的方式，从知识掌握、能力表现、素质养成三个维度对学生进行全面评价。

过程性评价：关注学生在课堂讨论、小组合作、案例分析、任务完成等过程中的表现；

结果性评价：考察学生的期末考试成绩、项目成果展示、实践任务完成质量等；

思政素养评价：通过问卷调查、自我反思、同伴互评等方式，评估学生在价值观、道德品质、职业素养等方面的成长。

五、实施效果

为了更好实施飞机维修相关专业基础课《空气动力学基础与飞行原理》课程思政教学，以更好总结在课程思政实施过程的经验为将来的课程思政总结经验，进行了该门课程的课程思政实施情况调查分析。我们设计《空气动力学基础与飞行原理》的课程教学情况调查问卷与课程思政调查问卷。在23级飞机机电设备维修专业抽取2个班、飞机结构修理抽取1个班、飞机电子设备维修抽取1个班、飞机部件修理，共5个班223位同学参加问卷调查。最终获取有效问卷217份，参与率达97.3%，调查数据具有代表性。通过对问卷结果进行分析有：

(1) 大多数同学具有正直的三观，对作为一名合格的飞机维修人员所应具备的价值、素质能正确理解，超过80%同学认同“政治认同、家国情怀”、“工匠精神”、“团队精神”，对“社会主义核心价值观”、“航空安全观”和“民航精神”也有好的认识。

(2) 大多数同学对专业课程的课程思政有比较正确的了解与认识，接近90%的同学支持在专业课程中实施课程思政，超过82.03%认为“不但要学好专业知识，还有学会做人、做事”。

(3) 大多数同学认同当前老师所实施的课程思政教学，他们更希望老师通过讲解一些案例的方式进行课程思政，近90%同学都认可老师课程思政的设计和 content，超72.35%同学认为课程思政与课程内容相得益彰。

(4) 老师在实施课程时，超90%同学不会反感，并会将思政内容中所蕴含的内容、价值等与自己将来从事的飞机维修职业联系起来，起到了很好的思想政治教育作用。

(5) 大多数同学认同当前课程思政示范课程所选用的教材（超过 83%的人满意）、所开发的教学资源 and 所采用的课程思政教学方法（超过 93%的人满意）。

六、结论

通过对《空气动力学基础与飞行原理》课程思政实施情况可得出以下结论：

(1) 大多数都同学具有正直的三观，对作为一名合格的飞机维修人员所应具备的价值、素质有正确的理解。

(2) 大多数同学对专业课程的课程思政有比较正确的了解与认识，并且支持在专业课程中实施课程思政。

(3) 大多数同学认同当前课程思政示范课程所选用的教材、所开发的教学资源和所采用的课程思政教学方法。

综上所述，《空气动力学基础与飞行原理》课程很好地落实“立德树人”的根本任务，有效实施了课程思政，起到了很好的思想政治教育作用，起到了示范作用。

附件1：《空气动力学基础与飞行原理》课程教学情况问卷调查结果分析。

附件2：《空气动力学基础与飞行原理》课程思政调查问卷调查结果分析。

附件3：《空气动力学基础与飞行原理》教案样例。

《空气动力学基础与飞行原理》课程教学情况问卷

第1题：请输入你学号的后四位数字 [填空题]

第2题：请输入你的姓名 [填空题]

第3题：《空气动力学基础与飞行原理》这门课是否符合你的预期 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 非常符合 | 129 | 59.45% |
| 符合 | 72 | 33.18% |
| 基本符合 | 15 | 6.91% |
| 不符合 | 1 | 0.46% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第4题：你认为任课老师是否胜任《空气动力学基础与飞行原理》的教学 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 胜任 | 183 | 84.33% |
| 基本胜任 | 32 | 14.75% |
| 不胜任 | 2 | 0.92% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第5题：对于《空气动力学基础与飞行原理》这门课的教学，以下几种授课方式，你更倾向于选择哪种 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 自学主，考试给复习提纲 | 38 | 17.51% |
| 翻转课堂教学 | 43 | 19.82% |
| 使用案例进行教学 | 39 | 17.97% |
| 按常规教学 | 97 | 44.7% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

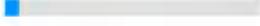
第6题：你对当前老师所采用的教学方式是否满意 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 非常满意 | 131 | 60.37% |
| 满意 | 73 | 33.64% |
| 基本满意 | 13 | 5.99% |
| 不满意 | 0 | 0% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第7题：你更喜欢任课老师用什么方式讲解课程内容 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 翻转课堂 | 20 |  10.26% |
| 系统讲授 | 94 |  48.21% |
| 案例分析 | 81 |  41.54% |
| 本题有效填写人次 | 195 | |

第8题：你认为教师是否有效地解释了课程内容 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 总是 | 131 |  60.37% |
| 经常 | 73 |  33.64% |
| 有时 | 12 |  5.53% |
| 很少 | 1 |  0.46% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第9题：你认为哪些教学方法最有助于你理解课程内容 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 讲解 | 112 |  51.61% |
| 演示 | 43 |  19.82% |
| 讲案例 | 47 |  21.66% |
| 播放相关视频 | 15 |  6.91% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第10题：你认为本门课程的哪些方面做得较好 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 教学方法 | 129 |  59.45% |
| 教学内容 | 63 |  29.03% |
| 教学资源 | 25 |  11.52% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第11题：通过学习这门课，你在哪些方面得到了提升 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|----------------|-----|---|
| 航空知识 | 183 |  84.33% |
| 与今后工作相关的一些素养要求 | 158 |  72.81% |
| 思维方式 | 134 |  61.75% |

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 思想品德 | 106 |  48.85% |
| 增加对行业的了解 | 115 |  53% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

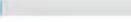
第12题：你对使用教材、课件是否满意 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 非常满意 | 116 |  53.46% |
| 满意 | 65 |  29.95% |
| 基本满意 | 26 |  11.98% |
| 不满意 | 7 |  3.23% |
| 非常不满意 | 3 |  1.38% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第13题：当前教学内容中，你对“课程思政素材”是否满意 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-------------------|------------|---|
| 很满意，可以使我学习渐入佳境 | 124 |  57.14% |
| 满意，这些知识是基础 | 75 |  34.56% |
| 基本满意 | 16 |  7.37% |
| 不满意，以前学过，没必要花时间再学 | 2 |  0.92% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第14题：当前教学内容中，你对“教材中所包含的空气动力学与飞行原理方面的知识”是否满意 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-------------------------------|------------|---|
| 满意，教材中的知识代表了国际上相关知识的新方向 | 142 |  65.44% |
| 基本满意，教材中的知识包含了本学科或以后职业所需的基本知识 | 70 |  32.26% |
| 不满意，教材中的知识逻辑不强、内容不够丰富，且晦涩难懂 | 4 |  1.84% |
| 无所谓，教材上有啥就学啥，老师讲啥就听啥 | 1 |  0.46% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第15题：在课程教学过程中，你对“教师补充的教学内容”是否满意 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------------------------|-----|---|
| 满意，所补充的教学内容为外文教材的有益补充，使我受益匪浅 | 155 |  71.43% |
| 基本满意，所补充的教学内容为外文教材有关联，扩展了我的知识面 | 60 |  27.65% |
| 不满意，所补充的教学内容与外文教材重复，觉得没有必要 【116】1 | 1 |  0.46% |

| 选项 | 小计 | 比例 |
|----------------------|------------|-------|
| 无所谓，教材上有啥就学啥，老师讲啥就听啥 | 1 | 0.46% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第16题：你对当前老师所选用的教材感觉如何 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------------|------------|--------|
| 太需要了，这些教材让我学习起来更轻松高效了 | 177 | 81.57% |
| 还行，这些教材对我来说无太大帮助 | 39 | 17.97% |
| 不需要，我希望看外文原版教材 | 1 | 0.46% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第17题：你认为《空气动力学基础与飞行原理》门课开发了哪些数字化课程资源，你使用过哪些资源 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------------------|------------|--------|
| 职教云 | 184 | 84.79% |
| 教学资源库 | 119 | 54.84% |
| 精品在线开放课程 | 95 | 43.78% |
| “简明飞机飞行原理”微信公众号 | 83 | 38.25% |
| “丘老九”在B站上up的教学视频 | 121 | 55.76% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第18题：你对“国家精品在线开放课程《空气动力学基础与飞行原理》”的感觉如何 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-------------------------------|------------|--------|
| 我经常使用，经常看里面的学习资料、完成上面的习题 | 127 | 58.53% |
| 我偶尔去看看，有时间就去打下卡，要完成老师要求的任务 | 75 | 34.56% |
| 我没有怎么使用过 | 9 | 4.15% |
| 给我造成了学习负担，要不是与平时成绩挂钩，我压根不会去使用 | 6 | 2.76% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第19题：你觉得这么课最需要改革的内容 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 当前的考核方式 | 137 | 63.13% |
| 所使用教材、教学资料 | 42 | 19.35% |
| 现在所采用的教学方式 | 7 | 3.23% |
| 希望能请一些行业人员来授课 | 31 | 14.29% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第20题：如果改革教材，你有什么期望 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 中、英文双语教材 | 154 | 70.97% |
| 删除一些以前学过的物理知识 | 65 | 29.95% |
| 增加更多空气动力学方面的知识 | 89 | 41.01% |
| 增加更多飞机驾驶方面的知识 | 78 | 35.94% |
| 增加更多行业案例 | 86 | 39.63% |
| 增加更多课程思政方面的内容 | 50 | 23.04% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第21题：你认为课程的作业、考核量是否合适 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------------------------|------------|--------|
| 作业太多了，最好不要布置作业 | 44 | 20.28% |
| 作业量能对应教学要求 | 136 | 62.67% |
| 可以多布置一些作业，以方便掌握知识和考试复习 | 37 | 17.05% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第22题：你希望教师在教学中增加哪些活动或项目，或做那些改进 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 减少讲解的时间 | 90 | 41.47% |
| 可以带我们现场参观飞机 | 139 | 64.06% |
| 增加行业知识、案例的讲解 | 138 | 63.59% |
| 增加对英语基础知识的讲解 | 87 | 40.09% |
| 增加课堂的互动 | 83 | 38.25% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第23题：你认为老师在《空气动力学基础与飞行原理》课程思政实施得怎么样 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------------------|------------|--------|
| 没实施过课程思政 | 29 | 13.36% |
| 潜移默化地进行课程思政 | 179 | 82.49% |
| 过分强调课程思政，耽误知识学习了 | 9 | 4.15% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第24题：老师在《空气动力学基础与飞行原理》实施的课程思政教学，对你哪些方面比较有影响 [多选题]

《空气动力学基础与飞行原理》课程思政问卷调查

第1题：请输入学号的后四位数字 [填空题]

第2题：请输入你的姓名 [填空题]

第3题：未来作为一名合格的飞机维修人员，除了掌握飞机维修相关知识和技能外，你认为还需要： [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------------------|------------|--------|
| 具有坚定的政治立场，具有家国情怀 | 195 | 89.86% |
| 具有社会主义核心价值观 | 170 | 78.34% |
| 树立全面航空安全质量观 | 174 | 80.18% |
| 具有工匠精神 | 179 | 82.49% |
| 具有团队精神 | 177 | 81.57% |
| 通晓行业法规和中国民航精神 | 167 | 76.96% |
| 科学的批判精神 | 153 | 70.51% |
| 人文情怀 | 153 | 70.51% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第4题：专业课程有必要进行课程思政么 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------------------------|------------|--------|
| 无论持什么政治立场，都有必要进行思想政治教育 | 191 | 88.02% |
| 无所谓 | 15 | 6.91% |
| 文化差异太大，没必要进行课程思政 | 11 | 5.07% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第5题：你认为专业课程的课程思政难度在哪里 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 外国人的教学要求课程思政么 | 106 | 48.85% |
| 外来文化是否符合我国国情 | 147 | 67.74% |
| 如何获得合适的课程思政素材 | 142 | 65.44% |
| 如何实施课程思政 | 120 | 55.3% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第6题：你本人对外来政治文化持何种态度 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|----------------------|----|--------|
| 为其统治阶级服务，多带感情色彩，全盘否定 | 45 | 20.74% |

| 选项 | 小计 | 比例 |
|----------------------|------------|---|
| 各个民族都有其先进文化，批判接受 | 144 |  66.36% |
| 外国文化代表着先进、新潮，一定要紧跟潮流 | 7 |  3.23% |
| 不关心外来政治文化，不持态度 | 21 |  9.68% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第7题：你对课程中融入思政元素的态度是怎样的 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 非常支撑 | 103 |  47.47% |
| 支持 | 89 |  41.01% |
| 无所谓 | 20 |  9.22% |
| 不支持 | 5 | 2.3% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第8题：你认为“思政课程（思想政治课）”和“课程思政”是一回事么 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 它们的目的是一致的 | 72 |  33.18% |
| 它们各有各的特色、各有各的作用 | 131 |  60.37% |
| 不太清楚它们之间的联系与区别 | 14 |  6.45% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第9题：你认为思政元素对个人成长和发展有何影响 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-------------------------|------------|---|
| 无影响，学好专业知识就可以了 | 29 |  13.36% |
| 有影响，不但要学好专业知识，还有学会做人、做事 | 178 |  82.03% |
| 说不清楚 | 10 |  4.61% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

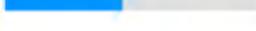
第10题：你认为在课程中融入思政元素是否会影响专业知识的学习 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|--------------------------|------------|---|
| 有影响，会占用一定的学习时间 | 40 |  18.43% |
| 无影响，还可以帮助学习/了解专业知识外的其他知识 | 147 |  67.74% |
| 说不清楚，取决于如何实施 | 30 |  13.82% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

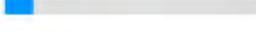
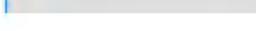
第11题：你认为教师在融入思政元素时的教学态度如何 【121】 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 非常强调课程思政 | 74 |  34.1% |
| 强调课程思政 | 105 |  48.39% |
| 一般 | 34 |  15.67% |
| 没有进行过课程思政 | 4 |  1.84% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第12题：你认为思政元素应该以何种方式融入到课程中 [多选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 老师讲解 | 178 |  82.03% |
| 案例分析 | 158 |  72.81% |
| 小组讨论 | 122 |  56.22% |
| 实践操作 | 126 |  58.06% |
| 举办专门论坛 | 99 |  45.62% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第13题：你认为目前课程中的思政元素内容是否合理 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 非常合理 | 116 |  53.46% |
| 合理 | 75 |  34.56% |
| 一般 | 24 |  11.06% |
| 不合理 | 2 |  0.92% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第14题：你认为思政元素的质量如何 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|---|
| 非常高 | 110 |  50.69% |
| 较高 | 76 |  35.02% |
| 一般 | 29 |  13.36% |
| 低 | 2 |  0.92% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第15题：你认为思政元素与课程内容是否相得益彰 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------|-----|---|
| 相得益彰 | 157 |  72.35% |

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 一般 | 54 | 24.88% |
| 文不对题，牵强附会 | 6 | 2.76% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第16题：老师在进行课程思政时，我感觉 [单选题]

第17题：你认为教师在课程思政中扮演的角色是什么 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 说教者 | 40 | 18.43% |
| 讲解者 | 75 | 34.56% |
| 引导者 | 95 | 43.78% |
| 组织者 | 7 | 3.23% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第18题：老师在分析一些航空事故时，对一些严重的后果你有什么想法 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|------------------------------|------------|--------|
| 太惨烈了 | 21 | 9.68% |
| 生死由命 | 13 | 5.99% |
| 未来作为一名航空从业人员，该如何尽量避免此类事情再次发生 | 183 | 84.33% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第19题：你认为哪些思政元素对你的价值观塑造最有帮助 [单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|-----------------|------------|--------|
| 典型人物 | 50 | 23.04% |
| 典型事迹 | 63 | 29.03% |
| 航空事故 | 44 | 20.28% |
| 对一些问题的科学解释 | 60 | 27.65% |
| 本题有效填写人次 | 217 | |

第20题：你对教师在课程思政中有哪些建议或意见 [填空题]



《空气动力学基础与飞行原理》

“绪论”部分课程思政教案

负责人：丘宏俊

课程名称：《空气动力学基础及飞行原理》

授课专业：飞机机电设备维修专业

第 1 讲 课程教案

| | | | |
|--|--|--|---|
| 授课主题 | 飞行器的定义与分类 | | |
| 相应章节 | 绪 论 | | |
| 授课时间 | 年__月__日第__周星期__第____节 | 课时 | 2 |
| 授课类型 | <input checked="" type="checkbox"/> 理论教学 <input type="checkbox"/> 实践教学 | 地点 | |
| 学情分析 | 刚入学的大学生对飞行器的概念知之甚少，但这部分内容对同学建立器飞行器的基本概念，对将来职业有一个更好的了解，有很大的帮助。在教学课程中可以通过大量的图片，图文并茂进行讲解。 | | |
| 教学目的与要求 | 通过学习，明确飞行器的定义、分类、区别与特点；通过无形课程思政，有形课程思政——讲解“两弹一星”的相关内容，进行“爱国主义、科学精神、民族文化、团队协作、创业创新”教育。 | | |
| 教学重点 | 飞行器的概念、分类，航空器的概念，飞机的分类 | | |
| 教学难点 | 空气静力/动力航空器，固定翼飞机与滑翔机的区别，直升机与旋翼机的区别 | | |
| 教学方法 | 讲授、讨论、启发 | | |
| 教具仪器 | 幻灯片 | | |
| 教学设计 | 导入新课、新课内容、知识拓展、作业布置 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>引入： 从你曾经是某型号飞行器的设计与制造者，拉近学生与教学内容的距离，感觉所学的内容不会离自己很遥远，建立亲近感。</p> <p>讲述：</p> <p>一、飞行器的概念，飞行器的概念、分类。</p> <p>提问： 何为飞行器？</p> <p>解答： 飞行器：是由人类制造、能飞离地面、在大气层内或大气层外空间（太空）飞行器统称。</p> <p>飞行器包括：航空器、航天器、火箭导弹/指导武器。</p> <p>课程思政： 中华民族在人类飞行史上做出过哪些贡献？</p> <p>解答： 中华民族悠久的飞天史，从远古时代中华民族的飞天史讲解到今天新中国在航空航天领域的建设成就。</p> <p>提问： 何为航空器？</p> <p>解答： 航空器：是指在大气层中飞行的飞行器，需要以空气为介质产生升力来克服自身重力才能升空飞行的飞行器。</p> | | <p>教学备注</p> <p>备注：通过中华民族悠久的讲解，增强学生的民族自豪感，认同感等家国情怀</p> | |

| | |
|--|-----------------------------------|
| <p>航空器可分为：空气静力航空器和空气动力航空器。 通过航空器分类图解释航空器的分类。</p> <p>提问：何为空气静力航空器？ 解答：依靠空气产生的静浮力升空飞行，其主体是一个充盈着密度小于空气的气体（如氢气、氦气和热空气）的气囊，又称为轻于空气的航空器。通过图表展示热气球、孔明灯、飞艇等空气静力航空器。 比较热气球与飞艇的特点。</p> <p>提问：何为空气动力航空器？ 解答：空气动力航空器：依靠自身与空气相对运动产生的升力升空飞行，又称为重于空气的航空器，种类多、应用广。通过图表展示常见的空气动力航空器。</p> <p>思考：如何使手抛飞机飞得更远？ 解答：让手抛飞机基于与地面水平，柔和用力就可以使手抛飞机飞远。先不解释原因，留下疑问。</p> <p>通过图片引出将要讲解航空器。</p> <p>讲解：飞机的概念。 飞机：最主要、应用范围最广的航空器，具有驱动前进的动力装置、产生升力的固定机翼、可操纵舵面、用于装载的机身等。 通过图片解释飞机的基本分类。</p> <p>讲解：滑翔机的概念。 滑翔器：无动力飞行器，通过抛射/拖拽升空，或高处下降，然后通过有利气流特性来继续飞行，是极限运动设备。 通过图片展示滑翔机。 通过图片展示喷气飞人。</p> <p>思考：飞机与滑翔机有什么区别？ 解答：有无动力装置的区别。失去动力的飞机将变为滑翔机，飞机还能靠滑翔飞行。</p> <p>讲解：动力伞的概念。 动力伞：又称动力滑翔伞，主要由滑翔伞与发动机两大部分组成，风靡世界的极限运动之一。 通过图片展示动力伞。</p> <p>讲解：直升机的概念。 直升机：以动力驱动的旋翼作为主要升力和驱动力来源，能垂直起降及前后、左右、悬停飞行的旋翼航空器。 通过图片展示直升机。</p> | <p>备注：通过手抛飞机的实例，引起对本门课程的探究欲望。</p> |
|--|-----------------------------------|

| | |
|---|---|
| <p>讲解：自旋翼机的概念。 旋翼机：无动力驱动、气流吹动旋翼作为主要升力，具有推进装置，不能垂直起飞、悬停的旋翼航空器，起降需要滑跑。 通过图片展示旋翼机。</p> <p>思考：直升机与旋翼机有什么区别？ 解答：直升机的旋翼由动力直接驱动，自旋翼机的旋翼不是有动力直接驱动，而是靠相对气流驱动。</p> <p>讲解：无人机的概念。 无人机：是无人驾驶飞行器的统称（UAV），利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞行器。 通过图片展示无人机。</p> <p>讲解：扑翼机的概念。 扑翼机：是一种能模仿鸟/昆虫煽动翅膀飞行的飞行器，扑动的机翼不仅产生升力，还产生向前的推动力，又称振翼机。 通过图片展示扑翼机。</p> <p>二、航天器的概念、分类。</p> <p>提问：何为航天器？ 解答：航天器：空间飞行器、太空飞行器，主要按天体力学的规律在外太空运行，执行探索、开发、利用太空和天体等特定任务的各类飞行器，分为无人航天器和载人航天器。 通过图片展示航天器的基本分类。</p> <p>二、讲解航天器的概念与分类。</p> <p>讲解：人造卫星的概念。 人造卫星：环绕地球在空间轨道飞行的无人航天器，种类多、应用广，按用途分可分为三大类：科学卫星，技术试验卫星和应用卫星。 通过图片展示人造卫星。</p> <p>讲解：空间探测的概念。 空间探测器：又称深空探测器/宇宙探测器，用于对远方天体和空间进行探测的无人航天器。 通过图片展示空间探测器。</p> <p>讲解：空间站的概念。 空间站：又称太空站、航天站，是一种在近地轨道长时间运行、可供多名航天员巡访、长期工作和生活的载人航天器。 通过图片展示空间站，并讲解我国空间站的建设计划。</p> | <p>备注：通过自旋翼机讲解，联系国庆70周年阅兵，激发学生民族自豪感。</p> <p>备注：通过讲解无人机，让同学明白在此领域蕴含巨大商机，萌芽同学们创新、创业的种子。</p> <p>备注：通过讲解扑翼机，让同学明白飞行器研究的前沿领域，引导同学们的科学探索精神。</p> <p>备注：通过图片展示航空器实物，多为我国最新的航天建设成就，可以激发同学们的爱国热情、民族自豪感。</p> |
|---|---|

| | |
|--|-----------------------------------|
| <p>讲解：航天飞机的概念。 航天飞机：是一种载人往返近地轨道和地球的有人驾驶、可重复使用的运载工具，能像运载火箭垂直起飞，又能像飞机在返回大气层后在机场着陆，又称太空穿梭机。 通过图片展示航天飞机。</p> <p>三、讲解火箭、导弹/制导武器的概念与分类。</p> <p>讲解：火箭的概念。 火箭：靠发动机喷射产生的反作用力向前推进的飞行器，自带推进剂，可在大气层内，也可在外太空飞行，是实现航天飞行的运载工具，可分为探空火箭和运载火箭。 通过图片展示火箭的分类与实物，介绍了我国火箭的发展与成就。</p> <p>讲解：导弹的概念。 导弹：是一种携带战斗部，靠自身动力装置推进，由制导系统导引控制飞行航迹，摧毁目标的飞行器，通常由战斗部、控制系统、发动机和弹体等组成。 通过图片展示导弹的分类与实物，介绍了我国最新型导弹。</p> <p>四、课程思政——“两弹一星”精神</p> <p>讲解：“两弹一星”精神。 1、何为“两弹一星”； 2、“两弹一星”工程的基本概况，对中华民族的重大意义； 3、“两弹一星”精神。</p> <p>五、课堂小结</p> <p>六、课后作业 1、引导学生观看与“两弹一星”相关的视频； 2、上网查找资料，了解“两弹一星”功勋科学家的先进事迹。</p> | <p>备注：讲解“两弹一星”精神，进行集中、专门思政教育。</p> |
| <p>教学后记</p> | |
| <p>此讲内容为《空气动力学基础与飞行原理》必要的、有益的补充，在课程教学中无法详细讲解，但相关内容已经制作为相关的教学视频，通过网上发布，通过引导学生课外自主学习，完成相关教学内容的学生与课程思政。</p> <p>由于同学的学习压力小，自主学习习惯/能力差，这种靠引导学生自主学习的参与度/质量如何，有待考证？</p> | |

第 2 讲 课程教案

| | | | |
|---|---|-------------|---|
| 授课主题 | 飞机构造与功用 | | |
| 相应章节 | 绪 论 | | |
| 授课时间 | 年__月__日第__周星期__第____节 | 课时 | 2 |
| 授课类型 | <input checked="" type="checkbox"/> 理论教学 <input type="checkbox"/> 实践教学 | 地点 | |
| 学情分析 | 本课程将围绕飞机的飞行原理进行讲解，为了后续的教学工作，同学们必须对飞机有更深入的了解，明确飞机的基本构造与功用，与飞机相关的一些基本概念、术语。此部分内容有较强的专业性，多数同学以前没有涉及，在讲解过程中需要做到更细致、更明了。 | | |
| 教学目的与要求 | 通过学习，明确飞机的五大基本构成与功用，了解中国航空发展史，为今后的课程学习奠定必要的基础，通过无形课程思政，有形课程思政——讲解“工匠精神”的相关内容，进行“工匠精神”教育。 | | |
| 教学重点 | 飞机的五大基本构造与功用 | | |
| 教学难点 | 机翼上的可操纵翼面，起落架的构型与比较，发动机的分类与比较 | | |
| 教学方法 | 讲授、讨论、启发 | | |
| 教具仪器 | 幻灯片 | | |
| 教学设计 | 回顾学过内容、导入新课、新课内容、知识拓展、作业布置 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>简单回顾前面所学过的内容，强调本课程主要研究飞机飞行原理，引出新课的讲解内容——飞机构造与功用。</p> <p>讲述：</p> <p>一、飞机的概念。</p> <p>提问：何为飞机？</p> <p>解答：飞机：由动力装置（发动机）产生前进驱动力，与空气产生相对运动，由固定机翼产生升力，在大气层内飞行的重于空气的航空器。</p> <p>本节将介绍飞机的主要组成部分及其功用。</p> <p>二、航空发展史。</p> <p>引入：要了解飞机，先要了解航空发展史。</p> <p>1、简单讲解世界航空发展史——莱特兄弟与飞行者 I 号；</p> <p>飞行者 I 号：莱特兄弟的飞行者（“flyer”），1903 年 12 月 17 日，在北卡罗来纳，飞行距离 120 英尺，持续时间 12 秒。飞机诞生。</p> | | 教学备注 | |

| | |
|--|--|
| <p>2、讲解中国航空发展史：</p> <p>2.1 冯如 I 号：冯如 1909 年 9 月 21 日，驾驶自制的“冯如 1 号”，在美国加州奥克兰首飞成功，完成了属于中国人的首次载人动力飞行。</p> <p>课程思政：介绍冯如的生平和其爱国情怀。</p> <p>2.2 中国航空发展：在新中国成立之后，经历了从无到有的过程，特别是在十八大后取得了蓬勃、跨越式发展。</p> <p>三、课程思政——“工匠精神”。</p> <p>通过对中国航空发展史的讲解，特别是十八大以后的航空发展成就，引出在航空领域的“大国工匠”，讲述“工匠精神”。</p> <p>四、飞机的构造与功用。</p> <p>提问：飞机有哪些重要部件组成？</p> <p>解答：飞机的五大部分：机翼，机身，尾翼，起落装置，动力装置。通过图片展示飞机的五大组成部分。</p> <p>4.1 机翼的构造与功用</p> <p>机翼：是飞机最重要的部件，对称安装在机身上，最主要作用是产生升力，在飞机的稳定性与操纵性起到重要重要。安装了多种可操纵舵（翼）面。</p> <p>图文并茂讲解：</p> <p>机翼上的可操纵翼面：副翼、襟翼、缝翼、扰流板等</p> <p>机翼结构：非实心。</p> <p>机翼分类：单翼、双翼、多翼；上单翼、中单翼、下单翼。</p> <p>思考与讨论：民用运输机多采用下单翼，军用运输机多采用上单翼，原因为何？</p> <p>解答：通过网上检索资料，微信公众号：“简明飞机飞行原理”找答案。</p> <p>4.2 机身的构造与功用</p> <p>机身：飞机上用来装载人员、货物、武器和机载设备的部件；它将机翼、尾翼、起落架等部件连接成一个整体；由多个舱段装配成一个整体；阻力占全机阻力的 30%~50%。</p> <p>图文并茂讲解：</p> <p>民航飞机机身构造；</p> <p>军用歼击机机身构造；</p> <p>座舱增压概述；</p> <p>各式驾驶舱展示；</p> <p>各式民航飞机机身展示：</p> <p>思考与讨论：机身与机翼对飞机，两者谁对飞机更重要？</p> | <p>备注：1. 讲解先进人物“冯如”，学习其“爱国”、“报国”情怀。2. 引导学生，通过微信公众号“简明飞机飞行原理”，加强对中国航空发展史的了解。</p> <p>备注：通过对航空发展史的讲解，无缝的引出对“工匠精神”的解读。</p> <p>备注：培养学生的独立思考能力，引导学生形成通过信息化手段的自学能力形成。</p> |
|--|--|

解答：机身。

4.3 尾翼的构造与功用

尾翼：安装在飞机尾部的一种装置，为飞控系统的重要组成部分，可以增强飞行的稳定性和操纵性。大多数尾翼包括水平尾翼和垂直尾翼，也有少数采用V型尾翼。

图文并茂讲解：

水平尾翼：简称平尾，由固定的水平安定面和可动的升降舵组成。

垂直尾翼：简称垂尾，由固定的垂直安定面和可动的方向舵组成。

非常规构型机翼。

4.4 起落架的构造与功用

起落架：位于飞机下部用于起飞降落或地面（水面）滑行、停放时支撑飞机的重要装置，多采用三点式布局。

图文并茂讲解：

起落架：可分为前三点式、后三点式、自行车式、多支柱式。

起落架：优缺点比较。

非常规起落架。

4.5 动力装置的构造、功用与分类

飞机动力装置：为飞机运行提供动力的装置，常称飞机发动机，能为飞机提供推力/拉力、电力、液压力、压缩气体等不同形式的能量，包括发动机、螺旋桨、APU等。

通过图片展示航空发动机的分类。

活塞式飞机发动机：往复式内燃机，通过曲轴带动空气螺旋桨等推进器旋转产生拉力的动力装置。

涡轮式飞机发动机：是一种利用旋转机件对穿过它的气体进行压缩，与燃料混合、燃烧产生能量的动力装置，具有压缩/气机、燃烧室、涡轮三大部份。

涡轮喷气式飞机发动机：燃烧产生的能量，一部分用于涡轮带动压缩机（风扇）转动，另一部分通过尾喷气的反作用力产生推力，包括涡轮喷气式、涡轮风扇式。

涡轮风扇式飞机发动机：由涡轮喷气式改进而来，通过（内涵道）喷管喷射出的燃气与（外涵道）风扇排出的空气共同产生反作用推力的燃气涡轮发动机。

喷气式发动机的优缺点比较。

各式民用、军用发动机展示。

涡轮转轴式发动机：涡轮不但带动压缩机转动，而且还通过转轴带动螺旋桨、旋翼运动产生拉力，包括涡轮螺旋桨发动机、涡轮轴发动机等。

冲压喷气发动机：是一种利用迎面气流进入发动机后减速，空气静压提高，进入燃烧室与燃料混合燃烧，由喷口高速排出喷气而产生推力的一种空气喷气发动机，包括扩压器，燃烧室和尾喷管三大部件。静止/低速的条件下无用。

| | |
|---|---|
| <p>辅助动力装置：又称 APU (Auxiliary Power Unit)，是一个小型涡轮发动机，当飞机在地面主发动机关车的时候提供空调引气和电源，提供压缩空气供发动机启动，部分可提供附加推力；若发动机空中停车，也可向飞机提供气源和电源重启发动机，一般装在飞机的尾部。</p> <p>五、课堂小结</p> <p>六、课后作业</p> <p>1、针对飞机中的几个典型问题，设置思考、讨论题目，课后完成相关的任务。</p> <p>2、以某类型、某系列飞机为研究对象，更深入地了解中国航空发展史。</p> | <p>备注：通过对 APU 的讲解，强调“航空安全”的重要性，让学生初步形成职业意识。</p> <p>备注：培养学生的独立思考能力，引导学生形成通过信息化手段的自学能力形成。</p> |
| <p>教学后记</p> | |
| <p>此讲内容为《空气动力学基础及飞行原理》必要的、有益的补充，能为课程知识学习奠定必要的基础，在课程教学中无法详细讲解，但相关内容已经制作为相关的教学视频，通过网上发布，通过引导学生课外自主学习，完成相关教学内容的学生与课程思政。</p> <p>由于同学的学习压力小，自主学习习惯/能力差，这种靠引导学生自主学习的参与度/质量如何，有待考证？需要一些其他措施？</p> | |

第 3 讲 课程教案

| | | | |
|--|---|-------------|---|
| 授课主题 | 机翼形状与飞行大气环境 | | |
| 相应章节 | 绪 论 | | |
| 授课时间 | 年__月__日第__周星期__第____节 | 课时 | 2 |
| 授课类型 | <input checked="" type="checkbox"/> 理论教学 <input type="checkbox"/> 实践教学 | 地点 | |
| 学情分析 | <p>经过前面的学习，同学们对飞行器、飞机已经有了一个基本的了解，但在讲授空气动力学方面知识时，还需要更深入地了解飞机，特别是与机翼相关的一些内容，因此需要更详细讲解机翼参数，为后面空气动力学知识讲解奠定必要的基础。飞机的飞行性能不但与飞机本身相关，还与飞行大气环境相关，为了后面更好讲解飞行性能，需要对大气知识有所了解；同学们在中学已经学习过部分大气知识，有一定基础，可以针对一些与飞行相关的重点、难点大气知识进行讲解。</p> | | |
| 教学目的与要求 | <p>通过学习，明确机翼形状的基本参数，为后续课程学习奠定必要基础，了解飞行大气环境，并明确大气特性对飞行性能的影响。通过无形课程思政，有形课程思政——讲解“当代民航精神”的相关内容。</p> | | |
| 教学重点 | 机翼基本参数，对流层、平流层特点，国际标准大气 | | |
| 教学难点 | 对流层特点的成因，空气湿度计量，湿度对飞行性能的影响 | | |
| 教学方法 | 讲授、讨论、启发 | | |
| 教具仪器 | 幻灯片 | | |
| 教学设计 | 回顾学过内容、导入新课、新课内容、知识拓展、作业布置 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>简单回顾前面所学过的内容，强调为了更深入研究飞机飞行性能需要更详细了解机翼的相关内容，并对飞行环境、大气特性有所了解。</p> <p>讲述：</p> <p>一、机翼对飞机的重要性、机翼形状参数。</p> <p>1、讲解机翼设计/形状对飞机的重要性，机翼形状分类。</p> <p>2、机翼剖面形状的定义、翼型的概念： 翼型：指机翼的剖面形状，平行于飞机的对称面（纵轴），假想将机翼切开，所得到剖切面的形状。</p> <p>3、翼型参数：</p> <p>弦长： 相对厚度： 最大厚度位置： 相对弯度：</p> | | 教学备注 | |

前缘曲率半径:

4、机翼平面形状:指从上往下看,机翼在水平面上的投影。常见的机翼平面形状有矩形、梯形、椭圆形、后掠形、三角形等。

5、各种不同形状机翼的优缺点比较。

6、机翼平面形状参数:

机翼面积:

翼展:

展弦比:

根梢比:

后掠角:

7、机翼与机身的位置关系:

机翼安装角:

几何扭转角:

上/下反角:

二、飞行大气环境

提问:为什么要了解飞机大气环境?

解答:飞机是在大气中飞行的飞行器,飞机的空气动力特性、发动机工作性能的好坏除了与它们本身的构型有关,还与大气环境密切相关。

1、大气成分

大气成分:主要有由多种气体成分混合而成的纯干空气、水蒸气以及尘埃颗粒。

纯干空气:由78%的氮气、21%的氧气和余下的1%的各种微量气体(如二氧化碳、氢、氫、氦、氖等)组成。

2、大气分层

大气分层:以温度变化为基准,可将大气分为对流层、平流层、中间层、电离层和散逸层五层。

3、思考与讨论:哪个大气层为民航飞机理想的飞行空间?

解答:对流层顶部、平流层底部。

4、对流层、平流层特点的分析

三、大气特性

- 1、密度、密度的变化规律
- 2、压力、压力的变化规律
- 3、温度、温度的变化规律
- 4、理想气体定律与气体状态方程
- 5、空气湿度、湿度对飞行性能的影响
- 6、空气黏性
- 7、空气可压缩性

四、国际标准大气

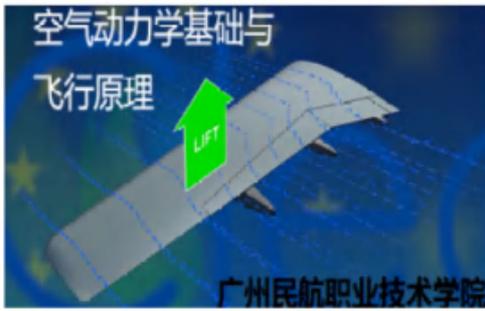
提问:为什么要建立国际标准大气?

解答:为了更好衡量飞机在不同大气环境下的飞行性能。

- 1、国际标准大气的定义

备注:通过讲解空气湿度,解释日常生活中的一些现象,引导学以致用。

| | |
|--|--|
| <p>2、国际标准大气的规定 3、ISA 偏差计算</p> <p>五、危险飞行天气简介与课程思政 1、危险飞行天气对航空安全构成重大威胁。 2、雷暴天气及其对飞行安全的影响。</p> <p>课程思政 3、由雷暴天气，并结合《中国机长》电影，讲解“当代民航精神”——忠诚担当的政治品格，严谨科学的专业精神，团结协作的工作作风，敬业奉献的职业操作。 4、低空风切变及其对飞行安全的影响</p> <p>五、课堂小结 六、课后作业 1、思考作为一个飞机维修专业的学生，在校学习时，该做好哪些准备、加强哪方面的修养，才能在今后工作中能更好的践行“当代民航精神”。 2、思考为什么低空风切变容易造成飞机坠机？</p> | <p>备注：加强“航空安全”概念的理解。 备注：通过雷暴天气，并结合《中国机长》电影，解读“当代民航精神”。</p> |
| <p>教学后记</p> | |
| <p>此讲内容为《空气动力学基础及飞行原理》必要的、有益的补充，能为课程知识学习奠定必要的基础，在课程教学中无法详细讲解，但相关内容已经制作为相关的教学视频，通过网上发布，通过引导学生课外自主学习，完成相关教学内容的学生与课程思政。</p> <p>由于同学的学习压力小，自主学习习惯/能力差，这种靠引导学生自主学习的参与度/质量如何，有待考证？需要一些其他措施？</p> | |



空气动力学基础与飞行原理

刘艺涛

国家精品

一流好课

广州民航职业技术学院 | 高职 | 交通运输大类

第14期开课

课程已进行至: 18/18周

学时: 48 | 开课时间: 2025年3月3日 - 2025年6月30日 | 推荐学习安排: 每周2.67小时

☆ 收藏 分享



扫码加入课程

已结束

专家入口

29728 人 (本期375人)
累计选课人次

874 个 (本期20个)
学员所属单位

263380 次 (本期615次)
累计互动次数

2318458 条
累计日志总数



刘艺涛

广州民航职业技术学院

教师详情

刘艺涛, 广州民航职业技术学院教授, 南粤优秀教师, 毕业于南京航空航天大学, 硕士研究生, 为国家精品在线开放课程负责人、国家教学资源库子项目负责人, 获全国航空工业行指委教学成果奖二等奖1项, 主要研究方向为信息化教学、飞机机电系统、无人机应用等。

教师团队

双师型教师



周莹

高级工程师

广州民航职业技术学院

高级工程师, 博士, 毕业于北京航空航天大学航空科学与工程学院飞行器设计专业, 原中航通飞研究院总体气动专业副主任设计师, 从事AG600...



刘贵芳

广州民航职业技术学院



梁卫波

广州民航职业技术学院

本科及研究生均毕业于西北工业大学, 获航空宇航推进理论与工程博士学位, 主讲《燃气涡轮发动机原理与结构》, 《燃气涡轮发动机系统》...



徐红波

广州民航职业技术学院

长期讲授课程《空气动力学基础与飞行原理》以及执照课程M1-飞行原理和空气动力学部分内容, 对课程的侧重点能很好把握。



王 Jun

广州民航职业技术学院

王 Jun, 广州民航职业技术学院航空机械讲师, 毕业于南京航空航天大学, 硕士研究生, 广东省航空协会会员, 在国内外期刊发表论文十余篇, E...



丘宏俊

广州民航职业技术学院

丘宏俊, 副教授, 工学博士, 主要研究方向: 飞机制造/飞机装配/飞机维修, 数字化/信息化制造。

双师型教师



陶理

讲师

广州民航职业技术学院

讲师, 硕士研究生, 飞机部件修理专业教研室主任, 主要讲授《航空机械基础》、《飞机系统与附件》、《空气动力学基础与飞行原理》、《航...

双师型教师



高永强

讲师

广州民航职业技术学院

讲师, 毕业于中国民航大学, 硕士研究生, 致力于飞机机电设备维修专业教学, 2019年获广东省职业院校教学能力大赛教学设计项目三等奖, ...

双师型教师



刘超

讲师

广州民航职业技术学院

中共党员, 教学骨干, 连续4年获得学校教学质量评价优秀, 曾获2018年全国高职院校教学能力大赛一等奖, 省级教学能力比赛3项, 2020年广东...

《空气动力基础与飞行原理》

课程思政示范课程

建设与应用总结报告

项目负责人：丘宏俊

项目组成员：刘超，周堃

所在学校：广州民航职业技术学院

2025年6月

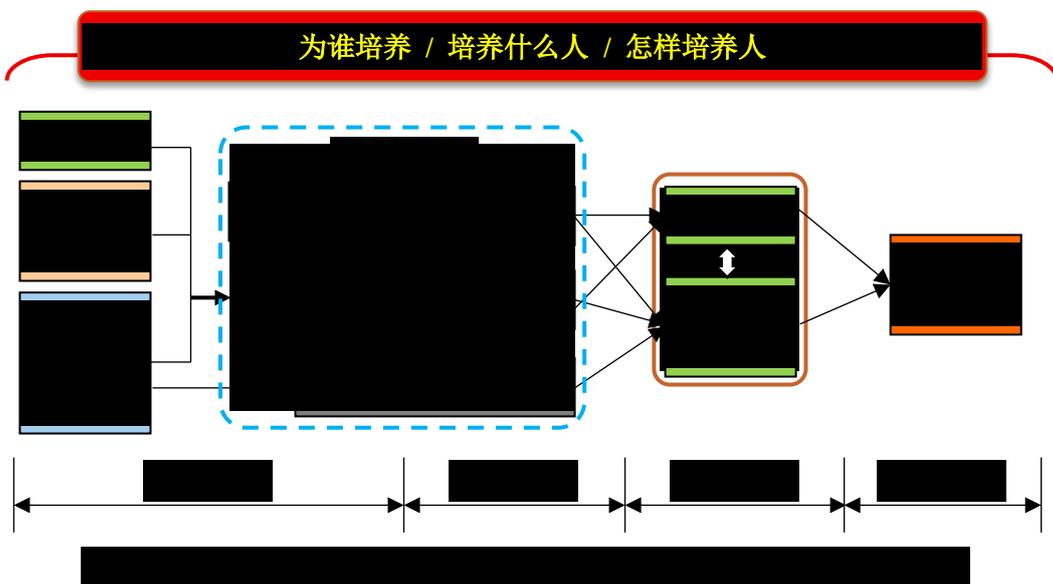
一、引言

随着高等教育“立德树人”根本任务的深入推进，课程思政已成为高校思想政治教育的重要抓手。《空气动力学基础与飞行原理》作为航空类专业的核心课程，是航空维修人员执照考试基础部分核心模块的内容。掌握空气动力学基础知识和飞机的飞行原理，为后续专业课的学习建立理论基础，课程在飞机维修各专业课的学习中起着承前启后的作用。其知识体系与航空航天领域高度关联，天然蕴含着丰富的思政教育资源。我们对课程进行统一设计规划，在统一指导框架下完成课程的建设与应用。课程通过整合《简明飞机飞行原理》和《航空概论》教材、国家精品在线开放课程资源、职教云专业教学资源库及课程思政专题资源(附件)，探索将思想政治教育有机融入课堂教学的路径，构建“知识传授+能力培养+价值引领”三全育人模式。本报告围绕课程思政示范课程建设目标，总结新型育人机制与教学实施方法，为同类课程提供可借鉴的实践经验。

二、课程思政资源建设与特色

1. 思政引领，改进建设思路，科学规划课程，提高课程建设标准。

落实“立德树人”的根本任务，在“为谁培养人、培养什么人、怎样培养人”的思想引领下，通过组建多元团队对课程进行统一设计规划，在统一指导框架下完成课程的建设与应用。课程组建包括课程专家、企业专家、专业教师在内的多元课程开发/教学团队，通过对最新行业标准与规范、培养对象、技术规范的调研分析，进行课程整体设计规划，形成了统一的教学标准、课程开发框架，再进行课程开发与应用，确保课程满足职业教育的新形态、新要求。本课程的建设与应用按照如图 1 所示的路线图进行。



2. 开发多形态、高质量的精品开放教学资源，支撑多种教学的方法和服务。

基于课程标准与框架，深度挖掘提炼航空航天领域中所蕴含的思想价值和精神内涵，科学合理拓展课程的广度、深度和温度，深挖课程思政元素，将包括社会主义核心价值观、工匠精神、团队精神、当代民航精神等方面内容的思政元素，有机地融入到教材、数字化教学资源的开发中。以纸质教材为基础，依托信息化技术，将教学资源以“多媒介、多形态、多层次、多用途”的形态结构组织起来，包括：国家精品在线开放课程、国家教学资源库、专业教学平台、微信公众号、门户网站学习资源、课程思政素材、仿真教学 CAL、配套课件等不同形式的教学资源，教学资源满足 4A（Anyone, Anytime, Anywhere, Anydevice）的泛在教学标准，呈现“视、听、读、写、练”多感观立体化的学习体验，很好地践行“以学生为中心”教学理念，并使教材保持相对稳定的同时跟随产业升级和技术发展。

《空气动力学基础及飞行原理》课程思政示范课程目前已开发的多种形态的教学资源，如图 2 和表示所示。

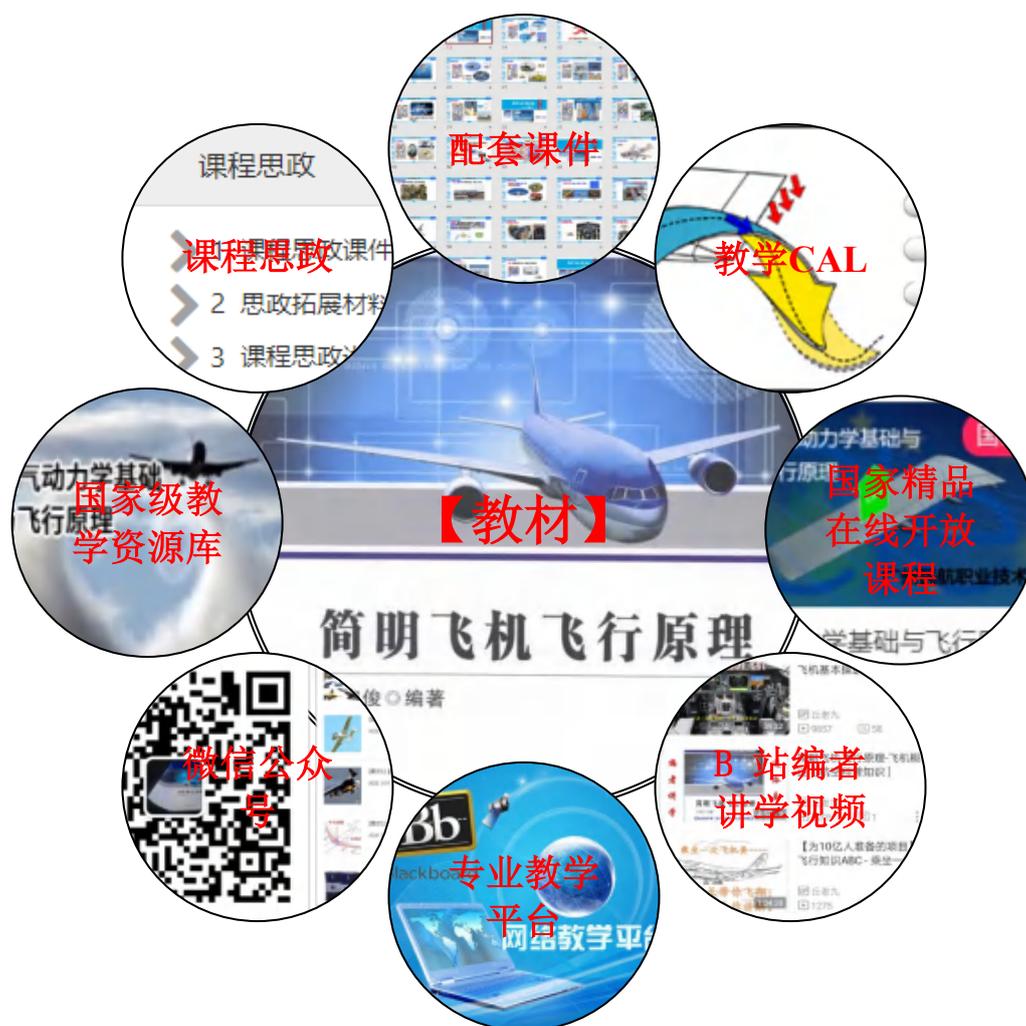


图 2 《空气动力学基础与飞行原理》多态化教学资源

表 1 《空气动力学基础与飞行原理》课程思政开发资源一览表

| 资源类型 | 建设成果 | 特色 |
|-----------|--------------------|--|
| 课程思政元素 | 29 份课程思政材料 | 将社会主义核心价值观、航空安全、航空报国精神、当代民航精神、科学精神、工匠精神、团队精神等有机融入专业知识体系。 |
| 专业教学动画 | 17 份专业教学动画 | 针对教学重点、难点开发的专门教学动画，并有机融入课程思政元素。 |
| 教材 | 《简明飞机飞行原理（第 3 版）》 | 通过“拓展阅读”、“先锋人物”等形式，有机将 29 个课程思政资源嵌入到教材中。 |
| | 《航空概论》 | |
| 数字化教学资源库 | 职教云《空气动力学基础与飞行原理》 | 依据教材与教学框架，开发的课件、教学视频，并融入课程思政资源、专业教学资源。 |
| 国家级在线开放课程 | MOOC《空气动力学基础与飞行原理》 | |
| 网络开放学习资源 | B 站 UP “丘老九” | |
| | 微信公众号“简明飞机飞行原理” | |

3. 课程思政资源特色与亮点。

主题覆盖全面：课程思政资源涵盖“政治认同、家国情怀、职业责任、科学精神、工匠精神、团队精神”六大主题，形成系统化育人链条。

案例与人物结合：通过航空案例（如“小昆虫导致空难”）、先锋人物（如“冯如”“钱学森”“罗阳”）和现代成就（如“C919 大飞机研制”）的结合，实现“历史传承+现实激励”的价值引导。

数字资源赋能：依托国家精品在线开放课程、职教云平台和门户开放网站，开发多形态教学资源，增强学生对专业知识与思政内涵的直观理解。

AI 赋能：基于自主开发教材和大语言模型，开发了“基于 GraphRAG 的双源空气动力学与飞行原理知识问答系统”。

三、新型育人机制探究

1. “三全”育人模式

全员育人理念是指全体师生共同参与育人工作，形成育人合力。在《空气动力学基础与飞行原理》课程思政示范课程建设中，教师应以身作则，不仅传授专业知识，更要引导学生树立正确的价值观和人生观。同时，鼓励学生积极参与课堂讨论、实践活动等，发挥学生的主体作用，形成师生互动、共同育人的良好氛围。

全程育人是指将育人工作贯穿于学生的整个学习过程中。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中，应从课前预习、课堂讲解、课后复习到实践环节等各个环节融入思政教育元素。例如，在课前预习环节，可以推送相关思政资源供学生自主学习；在课堂讲解环节，可以结合专业知识讲解思政案例；在课后复习环节，可以布置相关思政作业供学生思考；在实践环节，可以引导学生将所学知识应用于实际问题的解决中，培养学生的实践能力和创新精神。

全方位育人是指注重学生的人格、思想、情感、社交等多个方面的发展。在《空气动力学基础与飞行原理》课程思政示范课程建设中，应通过多元化的教学活动全方位地实现育人目标。例如，可以组织学生进行小组讨论、角色扮演、案例分析等，培养学生的团队协作能力、沟通能力和批判性思维能力；可以邀请行业专家进行讲座或座谈，拓宽学生的视野和知识面；可以组织学生参加社会实践、志愿服务等活动，增强学生的社会责任感和公民意识。

2. “三维一体”育人模式

知识维度：以空气动力学与飞行原理为核心，构建“基础理论→工程应用→行业实践”知识链。

能力维度：通过案例分析、团队协作、模拟实训等环节，培养学生的批判思维、创新能力和实践技能。

价值维度：融入社会主义核心价值观、工匠精神、团队精神、当代民航精神等，实现“润物无声”的价值引领。

3. “双师协同”育人机制

专业教师与思政教师联动：邀请思政教师参与课程设计，针对“两弹一星精神”“工匠精神”等主题开展专题讲座，增强课程思政的理论深度。

在校教师与行业专家互补：邀请航空企业工程师、飞行员参与案例教学，分享行业实践中的思政故事，提升学生职业认同感。

四、教学实施方法研究

所开发的优质教学资源不仅拓展了教学资源的形态结构，同时也拓展了教与学的时空结构和活动方式，为多种教与学方法的运用提供广阔的空间，可支持传

统课堂教学、翻转课堂、项目导向学习、自主学习、泛在学习等形式，形成了强大的教育教学能力，有力支撑教学改革，提高人才培养质量。课程思政资源通过“拓展阅读”的形式引入了多个航空空难案例，通过案例分析，可以深刻认识到树立全面航空安全观的重要性。这些案例揭示了人为因素在航空事故中的重要作用，强调了安全第一、质量第一的原则，以及克服麻痹大意、防止违规蛮干的重要性。通过这些案例融入课堂教学，可以引导学生树立正确的航空安全观，培养学生的安全意识和责任心。通过先锋人物故事（如“冯如航空救国”、“罗阳航空报国”）或行业精神（如“当代民航精神”），深化学生对职业使命的理解。

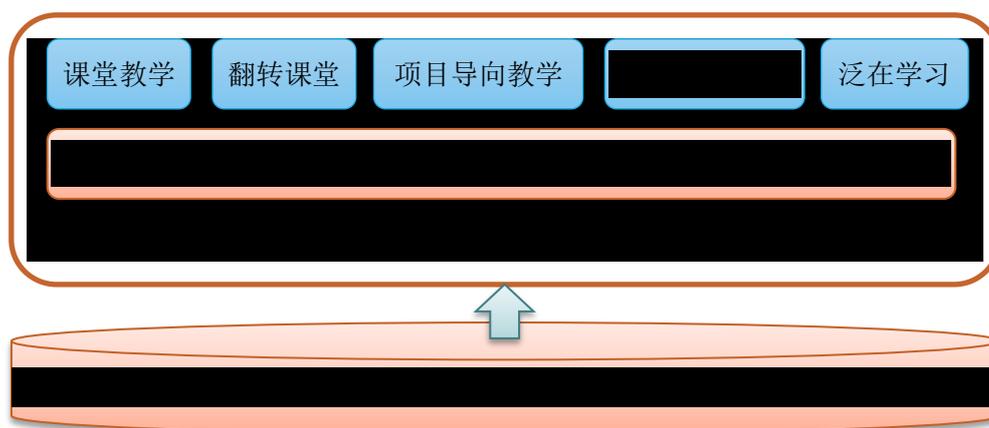


图3 示范课程教学资源支撑下的教与学

1. 线上线下混合式教学模式

依托职教云+云课堂 APP 等在线平台，采取“线上+线下”混合式教学模式。课前，教师可以通过在线平台推送学习资料、发布讨论和思考题，引导学生自主学习；线下课堂，教师可以讲解巩固重难点知识，组织案例研讨和实践活动，加深学生对专业知识和思政元素的理解。这种教学模式不仅提高了教学效率和效果，还增强了学生的自主学习能力和实践能力。

2. 案例教学法

案例教学法是通过引入真实案例将思政元素融入专业知识讲解中的有效方法。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中，可以选取与课程内容紧密相关的思政案例进行分析和讨论。例如，在讲解“空速管”时，可以引入两起由微小事件引起空速管故障而导致的空难案例进行分析；在讲解“荷兰滚”时，可以引入“西安 6.6 空难”进行分析；在讲解“起飞性能”时，可以引入严重超载所导致的控制；在讲解航空装备质量保障体系时，可以引入相关质量事故案例进行分析。通过案例分析，可以加深对相关知识的理解，引导学生深入思考问题本质和解决方案，培养学生的批判性思维能力和解决问题的能力。

3. 任务驱动教学法

任务驱动教学法是以项目为载体,让学生在完成任务的过程中学习专业知识并培养实践能力和团队协作能力的方法。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中,可以设计一些与课程内容相关的项目任务供学生完成。例如,可以要求学生设计一款飞行器模型并分析其飞行原理;可以要求学生分析一起航空事故案例并提出改进措施等。通过完成任务的过程,学生可以深入理解和掌握专业知识,同时培养实践能力和团队协作能力。

4. 情境教学法

情境教学法是通过创设问题情境、价值判断情境等引导学生进行思想碰撞和情感体验的方法。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中,可以创设一些与课程内容相关的情境供学生体验和思考。例如,在讲解飞行原理时,可以创设一个模拟飞行场景供学生体验;在讲解航空安全时,可以创设一个航空事故处理场景供学生思考。通过情境体验,学生可以更深入地理解专业知识和思政元素,同时培养情感体验和价值观判断能力。

5. 启发式教学法

启发式教学法是通过启发学生的思维、调动学生的学习主动性和积极性的方法。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中,可以采用提问、讨论等方式启发学生思考。例如,在讲解飞行原理时,可以提出一些启发性的问题供学生思考;在讲解思政案例时,可以引导学生进行讨论和辩论。通过启发式教学,可以培养学生的批判性思维能力和创新能力。

6. 多元化评价体系

建立科学、合理的多元化评价体系是确保课程思政教育有效实施的重要保障。在《空气动力学基础与飞行原理》课程中,应从知识、能力、素质等多个维度评价学生的成长。具体来说,可以采用过程性评价和结果性评价相结合的方式进行评价。过程性评价可以关注学生的课堂表现、作业完成情况、实践环节参与度等;结果性评价可以关注学生的期末考试成绩、项目任务完成情况等。通过多元化评价体系,可以全面了解学生的学习情况,为后续教学提供有力支持。

五、课程建设成果与应用情况

1. 正式出版了多本教材,获得了广泛的应用。

教材《简明飞机飞行原理》自2014.8正式出版发行以来,已经获得广州民航职业技术学院、南京金城学院、南京工业职业学院、厦门南洋职业学院、北京经

济管理学院、西安航空职业技术学院、成都航空职业技术学院等学校的相关专业连续多届的教学使用。教材受到了教学单位与广大读者的一致好评。教材已经入选首批“十四五”职业教育国家规划教材。

教材《航空概论》一经出版就获得了良好的应用。

2. 开发了多形态的开放教学资源，获得广泛的应用。

基于教学标准，依托信息化技术，将课程思政、教学内容、教学资源、教学服务统筹规划，以纸质教材为基础，开发了“多媒介、多形态、多层次、多用途”的数字化教学资源，包括：课件 200+、视频 500+、专门动画 60+、微课 100+、图片 300+、题库 2500+、课程思政资源 20+。建设具有整体性、科学性、交互性、开放性的优质教学资源化，提供一套集“价值塑造、知识学习、能力培养、素质养成、教学服务”五位一体的教学解决方案。课程资源的使用情况位居全国同类课程的前列。

在智慧职教平台 MOOC 学院所开发的国家级精品在线开放课程“空气动力学基础与飞行原理”，目前已 14 次开课，受到来自 874 个不同单位近 30000 人的学习使用。



发布在 B 站（UP 主“丘老九”）的教学资源收获了近 10000 粉丝、300000+ 播放量、近 12000+ 次收藏、6000+ 点赞，获得了广泛传播与好评，实现了优质教学资源的更加开放共享，为相关课程的泛在学习、民航行业发展和传播航空知识做出了突出贡献。



3. 有力支撑教学改革，显著提升了教学效果、教学质量。

课程思政示范课程投入使用后，有力地支撑了教学改革，使理论教学时间缩减了 25%，多种新型的教学手段得以实施。通过对《空气动力学基础与飞行原理》近几年开课使用学生的出勤率、学业成绩、综合能力及满意度方面的数据进行分析，并将其与传统教学进行对比。结果表明，在示范课程支撑下的教学效果较传统教学的所有指标都有了明显的提升，学生对课程的整体满意度高达 94% 以上。

精品开放课程投入使用后，显著提高了人才培养质量，学生综合素质得到了明显提升。学生在参加“飞行器设计”、“航空创意”等大赛中取得了重大突破，有多个学生团队在全国性的“创新杯”、“华模杯”、“彩虹杯”、“挑战杯”等航空知识比赛中取得了可喜的成绩，近几年先后 7 次获得相关奖项。



4. 学生思想政治素质明显提升。

通过《空气动力学基础与飞行原理》课程思政实施情况分析可得出：

(1) 大多数同学具有正直的三观，对作为一名合格的飞机维修人员所应具备的价值、素质能正确理解，超过 80% 同学认同“政治认同、家国情怀”、“工匠精神”、“团队精神”，对“社会主义核心价值观”、“航空安全观”和“民航精神”也有好的认识。

(2) 大多数同学对课程思政有比较正确的了解与认识，接近 90% 的同学支持在课程中实施课程思政，超过 80% 认为“不但要学好专业知识，还有学会做人、做事”，多数同学对外来文化、外来思想持较正确的态度，也明确课程实施课程思政的重要性，认同不但要学习知识，而且要塑造三观，培养技能。

(3) 大多数同学认同当前老师所实施的课程思政教学，他们更希望老师通过讲解一些案例的方式进行课程思政，近 90% 同学都认可老师课程思政的设计和 content，超 70% 同学认为课程思政与课程内容相得益彰。

5. 服务行业发展。

精品开放课程还直接服务行业发展，有力地支撑了航空器维修人员的证照考试培训，支持“书+证+照”融合的人才培养方式。据广州民航职业技术学院 147 维修培训机构统计，该课程所对应 CCAR-66R3-M1 模块的培训效果良好，培训

学员普遍反映 M1 模块的内容以前系统学习过，已经有了良好的基础，培训考试的压力较小，该模块考试的一次性通过率接近 100%。

六、总结、反思与展望

1. 总结

《空气动力学基础与飞行原理》课程思政示范课程，通过系统性开发教材、专业资源与思政元素，构建了“知识-能力-价值”三位一体的育人体系。

通过示范课程的应用，深入探究了新型育人机制和教学实施方法，研究了如何将课程思政教育有机融入课堂教学。通过对中华民族飞天史、新中国载人航天事业发展、航空装备质量保障体系、航空安全观、空难案例以及新中国第一架自制飞机研发历程等课程思政资源的分析，提出了全员育人、全程育人、全方位育人的新型育人机制，并详细阐述了线上线下混合式教学模式、案例教学法、任务驱动教学法等教学实施方法。这些方法和机制的实施不仅提高了学生的专业知识和技能水平，更培养了学生的家国情怀、科学精神和职业素养。

2. 反思

在课程思政示范课程的建设与实施过程中，尽管取得了显著成效，但仍存在一些亟待解决的问题与挑战。以下从现存问题和未来改进方向两个方面进行反思：

(1) 数字化资源互动性薄弱。职教云资源库、门户网站的学习资源以静态图文为主或讲课视频位置，但 AR/VR 技术、虚拟仿真等现代教学手段的运用仍显不足，缺乏互动性、代入感不强，可通过 VR、人工智能技术一些具有沉浸感、交互强的数字化教学资源。

(2) 课程思政资源的表现不足。目前课程思政资源多以文字和静态图片展现为主，表达力、感召力不够强，可通过视频、动画和虚拟仿真技术增强课程思政资源的表现力。

(3) 跨学科资源整合不足。课程思政资源多聚焦于航空航天领域，但缺乏与其他学科（如历史、艺术、管理）的深度融合。例如，“流线之美”与美学教育的结合仅停留在视觉层面，未能延伸至工程伦理或设计哲学的探讨，可通过深度融合历史、艺术、管理等多学科视角，提升课程思政的广度和深度。

(4) 评价体系与反馈机制不完善。当前评价以过程性考核（课堂表现、小组作业）和成果性考核（项目设计）为主，但缺乏对学生价值观内化的量化评估工具，可通过改进科学化、可量化的对策，实现价值观内化效果的精准评估与动态优化。例如，对“团队精神”“职业责任感”的评价多依赖主观判断，科学性有待提升。

3. 展望

未来,我们将继续深化课程思政改革,为培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人贡献力量。展望未来,我们将继续深化课程思政改革,探索更多有效的育人机制和教学实施方法。具体来说,我们将进一步完善课程思政资源库建设,丰富思政资源内容和形式;加强师资队伍建设,提高教师的课程思政意识和能力;加强与行业企业的合作与交流,拓宽学生的实践渠道和视野;加强课程思政教育的评价与反馈机制建设,确保课程思政教育的有效实施和持续改进。具体措施为:

(1) 推动数智化资源与技术赋能。开发“航空事故虚拟复盘”模块,通过模拟“航班事故”场景,让学生直观感受“微小差错”的致命后果,深化“敬畏生命”的认知。实施人工智能赋能教育战略,深度开发人工智能在课程教学中的应用。

(2) 提升学生参与度与内化效果。采用“角色扮演+情景模拟”模式,例如让学生扮演“航空事故调查员”,通过分析典型空难等案例,自主总结“人为差错”与“防差错设计”的关联,强化责任意识。基于学生兴趣差异,设计分层思政任务。例如,对工程类学生侧重“工匠精神”与“安全意识”,对管理类学生侧重“航空安全管理”与“职业伦理”。

(3) 完善评价体系与动态反馈机制。多维度评价工具开发,设计“思政素养评估量表”,结合问卷调查、行为观察(如团队协作表现)、成果分析(如项目报告中的价值表达),实现思政教育效果的量化评估。闭环反馈机制建设,通过学生座谈会、在线问卷实时收集反馈,定期调整案例库与教学策略,可增设“机组操作规范改进建议”环节,将学生观点纳入教学迭代。

GUANG DONG JIAO YU

广东教育

3

2025 职教

广东省优秀期刊

- P4 构建中高本衔接体系 强化数字化赋能职业教育
- P22 校行企协同，产教研融合：高职“双师型”教师队伍建设研究与实践
- P48 县域中职教研体系构建的研究



ISSN 1005-1422



9 771005 142255



南方教育网
southedu.org gdjy.cn

国际标准连续出版物号:ISSN1005-1422
国内统一连续出版物号:CN44-1145/G4
邮发代号:46-50 定价:13.00元



主管 广东省教育厅
主办 广东教育杂志社

出版 广东教育杂志社
广东省职业技术教育学会

编辑 《广东教育》(职教)编辑部

社长 姚伟新

副主任 朱守铨 陈春阳
责任编辑 何丽华
营销部 黄海滨
美术编辑 辛頌

电话 办公室: 020-83545480
编辑部: 020-83543180
营销部: 020-83517065
传真: 020-83566031
地址 广州市小北路155号
邮政编码 510045

定价:13.00元

官方网站 南方教育网 (www.gdjj.cn)

国际标准连续出版物号 ISSN1005-1422
国内统一连续出版物号 CN44-1145/G4
发行范围 国内外发行
邮发代号 46-50
国内总发行 广东省报刊发行局
订 阅 全国各地邮局(所)
广告发布登记号 440000100066
制版印刷 广东新华印刷有限公司南海分公司

总第 1163 期 2025 年 3 月 25 日出版

A

特别策划

构建中高本衔接体系 强化数字化赋能
职业教育——758 项新修(制)订的职
业教育专业教学标准发布 何丽华 4

技术赋能

智能技术赋能的增值性教学评价改革实
践——以婴幼儿动作发展指导课程为例

刘美琴 7

数字赋能课程资源建设, AI 助力研学
课堂教学实践——以中职电机与变压器
制造与维修课程为例

李琳 董成波 10

数字化设计与编程加工在线精品课程建
设与实践研究 庞致军 13

基于智慧课堂的中职英语“三阶四能”
教学模式有效性的实践研究

董诗雅 刘晶 16

B

高教专论

新时代党建引领民办高校治理的路径优
化 叶运黎 黄里明 19

校行企协同, 产教研融合: 高职“双师
型”教师队伍建设研究与实践

夏冬梅 22

《悉尼协议》视角下高职装备制造类专
业质量保证体系建设研究——以电气自
动化技术为例

林彩梅 刘海庆 唐梅 26

高职林木种苗生产技术课程教学改革研
究初探

周鹏 车显荣 徐语为 柯碧英 30

高校理科青年教师专业发展的现状与支
持服务体系构建 王功敏 33

低年资护士心理灵活性与广泛性焦虑的
相关性及其影响因素分析

刘萍 李阳 胡文 36

汉语多词素词认知加工机制: 表征方式
与激活进程 胡睿 肖少北 40

德国“二元制”特点及对我国新时代高
职教育的启示 江悠盈 邓奥 44

职教研究

县域中职教研体系构建的研究——以佛
山市顺德区为例 何洪波 48

围绕“厚人文、懂关怀、有温度”的理
念培养养老护理技能人才的中职护理教
育体系研究 钟丽明 51

当代中职生人际困扰剖析及策略探索

余璇 刘焕芳 孙荣梅

谭顺翔 郭秋生 54

“三教”改革背景下中职学校中医药文
化的传承与创新策略探究

黄雪莹 暴梅佳 彭燕晴 58

“岗课赛证”综合育人助力“三教”改
革的实践与研究——以中职会计事务专
业为例 谢铮 熊国海 曾妮欢

马爽 丘静怡 林伟 62

思政视野

基于“6+6+N”模式的高职软件专业课
程思政实践探索

何成 陈幅寓 67

高职教师课程思政数字化能力提升策略
研究 王贵 72

飞机维修类专业课程思政教学评价体
系的构建路径研究

刘超 丘宏俊 李佳丽 76

飞机维修类专业课程思政 教学评价体系的构建路径研究

文/广州民航职业技术学院 刘超 丘宏俊 李佳丽

课程思政作为当下高校教育领域的一种核心理念与新兴模式,深刻体现了思想政治工作的新思路与新实践,是新时代强化意识形态阵地建设、推动教育高质量发展的关键环节。实践经验充分表明,专业课程与思政元素的深度融合,构成了专业课教学的创新性探索,教师将德育元素巧妙地融入专业教学之中,不仅能促进专业知识与技能传授和思想道德教育的和谐共生,还可以实现学生专业技术与人文精神的同步提升。这一举措对于高等院校深入贯彻立德树人这一根本教育任务,具有不可估量的重要价值与深远影响。^[1]课程思政是在专业教育中融入思想教育的一种课程观^[2],在飞机维修类专业课程的教学实践中,深度融合思政教育元素,是强化专业教育与思想引导相结合的关键策略。该策略不仅可以丰富课程内容,更在培养学生成为德技并修的高素质专业人才方面发挥着不可替代的作用,能有力推动高等教育实现“立德树人”。然而,随着课程思政教学的不断深化,为了科学且全面地评估其成效,一个紧迫而关键的问题摆在我们面前,即系统性地构建一套全面且高效的专业课程思政教学评价体系。该体系旨在通过多维度、多层次的评估标准,确保评价的全面性和准确性,从而精准反映课程思政教学在促进学生知识增长、能力提升及价值观塑造等方面的综合效果。这不仅是提升教学质量的关键一环,也是推动课程思政持续发展的重要保障。

2020年6月,教育部印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》,该文件指出高校要结合各个专业和学科的特点分类推进课程思政建设,将课程思政融入教学全过程。^[3]同年10月,《深化新时代教育评价改革总体方案》指出应针对不同类型教育特点,分类设计、稳步推进,增强评价改革的系统性、整体性、协同性。^[4-5]

近年来,高职专业课的课程思政教学评价体系构建成为不同专业领域的专家学者深入研究的热点课题,他们从各个方面进行了深入的研究。如倪婷婷等人构建了基于CIPP模型的公共体育课程思政评价指标体系^[6],卢滢宇等人构建了基于因子分析法的高校理工科课程思政评价体系^[7],肖华芝等人构建了基于柯氏模型的高校英语课程思政效果评价体系。^[8]当前,课程思政评价体系的研究重心多倾向于基础学科领域,相比之下,针对飞机维修类专业课程的思政评价体系构建尚显不足,缺乏对该专业领域特色与课程思政深度融合的有效的深入实证探索。因而,职业教育工科类专业开展课程思政教学评价,构建飞机维修类专业课程思政教学评价体系,对培养德技并修的飞机维修类专业学生具有重要的现实意义。

一、飞机维修类专业课程思政教学评价体系研究的内在价值

课程思政教学评价是一个系统性流程,它遵循既定的评价标准,运用科

学严谨的方法,对课程中融入思政元素的教学活动及其成效进行全面测量、细致分析及客观评定。专业课的课程思政教学评价体系则是这一流程的核心架构,它巧妙地将多样化的评价要素融合于一体,构建一个综合性的框架,旨在作为衡量课程思政教学成效的关键参照标准,飞机维修类专业课程思政教学评价的内在价值主要包括以下几个方面。

(一) 落实立德树人根本任务

飞机维修类专业主要服务民航运输一线,直接关系旅客安全,具有较强的专业性。飞机维修类专业学生需掌握飞机结构专业基础知识,具备飞机部件快速识别、拆装与维护等专业技能,同时还需要具有飞机维修行业认真负责、精益求精的职业道德。根据人才培养方案,该专业有近70%的专业课程及实训课,因此,在专业课程中进行价值塑造是培养合格人才的关键手段,而构建课程思政教学评价体系可以检测学生在掌握专业知识的同时,其价值观的塑造情况,而且对课程思政教学实施起到保障与监督作用,对教学效果起到诊断与反馈作用。

(二) 提升教学质量与效果

教学目标的达成度是需要数据证明的,构建评价体系能够迅速汇聚并解析教学过程中的各项数据,为教师提供详尽的学生学习状况及自身教学成效的反馈信息。基于此,教师可以精准地调整教学策略与方法,以更加适应学生的学习需求,进而推动教学质量与效果的显著提升。

(三) 提升教师师德师风及教学能力

无论是课程思政教学评价体系构建,还是评价实施过程,都需要专业教师认真思考如何在专业课程中有效融入思政元素。学校要引导飞机维修类专业教师积极参与思政教学,深化他们对课程思政重要性的认识,激发他们在专业课程教学中自发进行思政融入的热情与意识。这一过程不仅有助于提升教师的专业素养,还对其职业道德与师风建设产生积极促进作用,推动教师全面发展。

二、飞机维修类专业课程思政教学评价体系构建设计

当前,教学评价的核心就是要解决“谁来评、评价谁和如何评”的问题,而课程思政教学的评价体系更要在传统的评价上加强对思政元素的评价,但是,思政教学效果很多时候是无法直接衡量的,思政育人也是一项长期的工程。因此,为了更好地解决核心问题,学校在设计课程思政教学评价体系时,可遵循以下流程:第一,明确评价目标与原则;第二,构建评价体系框架;第三,制定评价标准与指标;第四,选择评价方法与技术;第五,实施评价工作;第六,持续优化评价体系(如图1所示)。

(一) 评价目标与原则

学校在设计评价体系时,首先需明确评价目标,由于教师和学生是教与学的主体,因此,首先应评教师,对教师的教学设计及教学实施中的思政效果进行评估;然后评学生,评价学生对思政内容的理解程度和价值观念的塑造情况,以及学生维修专业技能与思政素养的融合发展情况。另外,评价体系的构建需遵循以下原则:科学性,即确保评价标准和方法的科学性和合理性;客观性,即坚持客观公正,坚持用数据说话,避免主观臆断和偏见;全面性,即注重对学生思政素养、专业知识、技能等多方面的综合评价;发展性,即关注学生的成长轨迹和发展潜力,鼓励持续进步和创新。

(二) 评价体系框架

学校在构建框架时,一个很重要的方面就是评价维度的确定,为了全面有效地评价教学效果,可从以下几个大的维度来思考评价指标:思政素养,包括价值观念、职业道德、社会责任感等;专业知识与技能,包括飞机维修相关的理论知识、实践操作技能等;教学过程与方法,包括教师的教学设计、教学组织、教学方法及课程思政融入情况等;学习效果与反馈,包括学生的学习成

果、满意度及反馈意见等。在评价层次上,应从专业层面的思政教学效果、整门课程的思政教学效果、各个教学单元的思政教学效果以及具体课时内的思政教学效果四个方面逐层递进。

(三) 评价标准与指标

根据上述的评价体系框架,学校需明确具体的评价内容与标准,如在思政素养评价标准方面,可衡量学生是否具备正确的价值观念和社会责任感、是否能够遵守职业道德规范、是否能够将思政理念融入专业学习和实践中;在专业知识与技能评价标准方面,需衡量学生的理论知识掌握程度、实践操作技能熟练度以及解决问题的能力 and 创新能力;在教学过程与方法评价标准方面,需分析教学设计是否合理、是否融入思政元素、教学组织是否有序、是否能够有效引导学生参与、教学方法是否多样、是否能够激发学生的学习兴趣等;在学习效果与反馈评价标准方面,需了解学生的学习成果是否达到预期目标、学生对课程的满意度和反馈意见,以及教师在教学过程中的自我反思和改进情况。

(四) 评价方法与技术

在评价方法的选择方面,学校可用定量与定性相结合、过程性评价与增值性评价相结合的方式。其中定量评价主

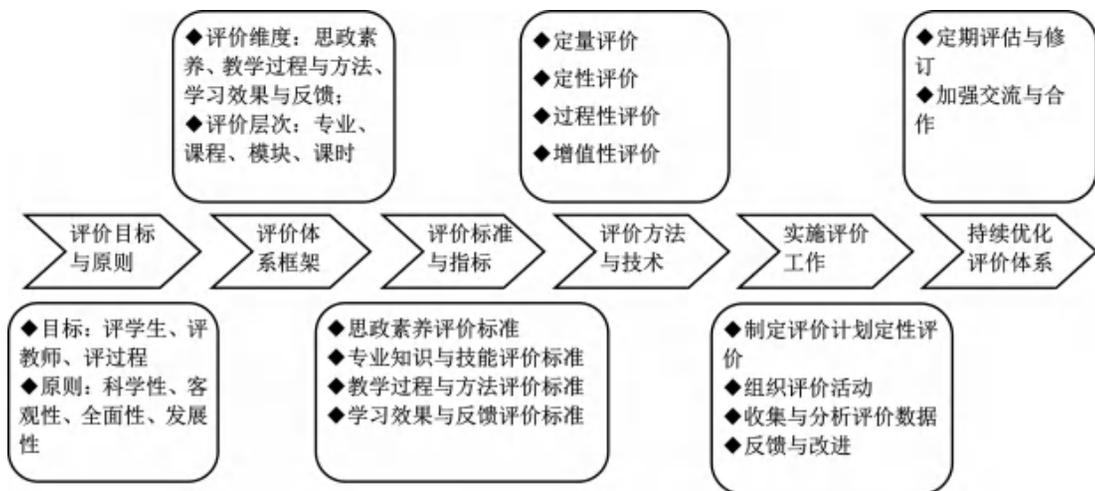


图1 课程思政评价体系构建流程

要是通过考试、作业、项目等方式收集量化数据,如成绩、完成度等,并利用统计软件对数据进行处理和分析,形成量化评价报告。定性评价则通过课堂观察、访谈以及案例分析等方式收集质性数据,如学生的学习态度、课堂氛围等,采用质性研究方法对数据进行整理和分析,形成质性评价报告。过程性评价关注学生的学习过程和发展轨迹,采用随堂作业、课堂记录、谈心谈话等方式进行评价,强调对学生学习过程的监测和反馈,及时调整教学策略和方法。增值性评价通过对比学生在不同时间点的表现,评价学生的进步幅度和成长轨迹,强调对学生成长过程的增值评价,鼓励学生持续进步和创新。

(五) 评价工作实施

在实施评价工作时,学校首先要制定评价计划,明确评价的时间、地点、对象、内容和方法等,确保评价工作的有序进行和有效实施;其次,组织评价活动,邀请相关专家、教师、学生等参与评价活动,形成多元评价主体;然后,对评价的数据进行收集与分析,采取多视角、多维度评价数据,确保数据的全面性和准确性;最后,评价结果要及时反馈给师生,让他们了解自身的优点和不足,并鼓励他们进行自我反思,不断优化课程思政教学评价体系。

(六) 评价体系持续优化

随着技术发展及知识体系的更新,学校需定期对评价体系进行评估和修订,确保其适应教育教学的发展需求;同时,可引入新的评价理念和技术手段,提高评价体系的科学性和有效性。另外,学校可加强交流与合作,特别是与行业企业的交流,从而让飞机维修专业教师随时保持对行业的最新认识,了解企业对人才核心素养的需求,便于将

相关要求快速地融进课程教学中。

三、结语

专业课程与思政教育的深度融合,不仅能在无形中塑造学生的思想道德观念,更是思政教育在专业教育领域的一次开创性实践。教师深入挖掘专业课程内蕴含的思政教育资源,并巧妙融入日常教学之中,对于培育具备高度专业素养与良好道德素养的复合型人才,以及落实立德树人的根本教育使命,具有不可估量的重要价值。课程思政教学效果评价是全面落实课程思政的关键一环,构建飞机维修类专业课程思政教学评价体系对培养具备强烈的爱国情怀和民航强国情怀、团结协作的工作作风、敬业爱岗的职业道德的高素质飞机维修人才具有重要意义。因此,未来的研究可聚焦深化现有课程思政教学评价体系的设计思路,进一步细化体系架构,并辅以实证数据的严格验证,从而实现课程思政教学效果的量化评估,为教学实践提供精准的数据支持;同时,基于评估结果提出更具针对性的改进策略与建议,以持续优化课程思政的教学质量。

参考文献:

- [1] 崔灿,杨化奎,温巍,等.路桥类专业课课程思政教学评价体系的构建[J].产业与科技论坛,2024,23(11):211-213.
- [2] 徐丽华,盛庆红,李兵,等.高校测绘类课程“课程思政”教学探索[J].西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(09):168-172.
- [3] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL].(2020-05-28).http://www.gov.cn/

zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm.

[4] 龙亚飞,王芙蓉,孟卓妮,等.工学类专业课程思政教学评价指标体系构建探索[J].科教文汇,2024(11):1-7.

[5] 中共中央 国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》[EB/OL].(2020-10-13)[2023-12-15].https://www.gov.cn/zhengce/2020-10/13/content_5551032.htm.

[6] 倪婷婷,吴昊.基于CIPP模型的公共体育课程思政评价指标体系构建[J].当代体育科技,2024,14(16):152-155.

[7] 卢滢宇,曹勃,陈梦纳.基于因子分析法的高校理工科课程思政评价体系实证研究[J].中国教育技术装备,2024(12):1-8.

[8] 肖华芝,彭雁萍.基于柯氏模型的高校英语课程思政效果评价体系构建[J].兴义民族师范学院学报,2024(03):87-95.

[基金来源:2023年广东省教育科学规划课题(高等教育专项):飞机维修专业课程思政教学效果评价体系构建与实践研究(编号:2023GXJK688)、2021年广东省高等职业教育教学质量与教学改革工程项目:飞机维修类课程“互联网+课程思政”教学改革与创新(项目编号:GDJG2021306)、2023年广东省高职教育教学改革研究与实践项目:中外合作模式下《空气动力学基础与飞行原理》课程思政探究与实践(编号:2023JG339)、2023年广东省高职院校课程思政示范课程《空气动力学基础与飞行原理》(编号:KCSZ04184).]

责任编辑 陈春阳

“广东教育传媒”是广东教育杂志社官方微信号，整合《广东教育》《广东第二课堂》《高教探索》《师道》等媒体资源，致力于提供全方位的教育资讯，打造零距离服务平台。



Acceptance Letter

Dear Author(s):

Congratulations! Your manuscript has passed the peer review (the reviewers' comments are available in the attached file on AIS) and has been accepted by the 2025 2nd International Symposium on Artificial Intelligence for Education (ISAIE 2025). The conference will be held in Changsha • China from 09/19/2025 – 09/21/2025. We are glad to invite you to attend the conference and make an oral report.

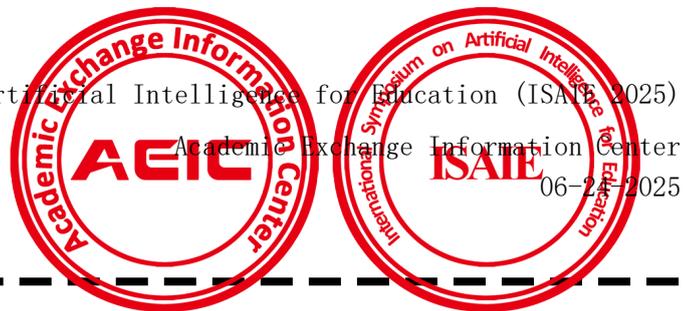
Manuscript No.: 3U6FEZNXST

Author name(s): Hongjun Qiu, Chao Liu, Kun Zhou

Manuscript title: Research on a Dual-Source Aerodynamics and Flight Principles Knowledge Q&A System Based on GraphRAG

Your manuscript, after presented in the oral report or poster in the conference, will be published on Conference Proceeding, after which it will be submitted for index in EI Compendex, Scopus .

2025 2nd International Symposium on Artificial Intelligence for Education (ISAIE 2025)



Notices:

1. Authors need to revise the manuscript as per the reviewers' comments before re-uploading the final version (in Word or PDF) to the AIS system.
2. Authors need to ensure that the submitted manuscript is an original paper with a similarity lower than 20%. Once the manuscript is submitted to AIS, the authors are not allowed to re-submit it to other journals for publication.
3. Authors need to confirm their attendance one week before the conference is held. If the authors are not able to be present on the conference after agreeing to attend the conference, the authors need to reach the conference secretary for re-arrangement.

Again, congratulations and we look forward to meeting you in Changsha • China

论文录用通知

尊敬的作者：

您（们）好！很高兴地通知您，经过同行专家评审（评审意见详见系统附件），您投递的文章已被第二届教育人工智能国际学术会议（ISAIE 2025）录用。会议将于2025/09/19 - 2025/09/21在中国·长沙市举行，我们诚挚地邀请您出席会议并作口头报告或海报展示。

论文编号：3U6FEZNXST

作者姓名：丘宏俊，刘超，周堃

论文名称：Research on a Dual-Source Aerodynamics and Flight Principles Knowledge Q&A System Based on GraphRAG

文章经过审核并在会议报告或海报展示后，所录用的论文将在Conference Proceeding上发表，并提交至EI Compendex, Scopus。



注意事项：

1. 请按审稿意见认真修改，并把最终确认的论文(word和pdf版本)更新提交至艾思系统；
2. 请确保您的文章内容属于原创，并确保全文重复率不高于20%，严禁提交或发表在其他刊物上；
3. 文章作者须在会议召开前一周确认是否出席会议，如因特殊情况无法参会，请与会议秘书联系并说明情况。

最后，我们再一次向您表示祝贺，并期待在中国·长沙市与您见面！

Research on a Dual-Source Aerodynamics and Flight Principles Knowledge Q&A System Based on GraphRAG

Hongjun Qiu *

GuangZhou Civil Aviation College, Guangzhou, 510403, China, qiuhongjun@gcac.edu.cn

Chao Liu

GuangZhou Civil Aviation College, Guangzhou, 510403, China, liuchao@gcac.edu.cn

Kun Zhou

GuangZhou Civil Aviation College, Guangzhou, 510403, China, zhokun@gcac.edu.cn

Abstract

Addressing the challenges of outdated textbook knowledge and fragmented internet information within the aviation domain, this paper proposes a dual-source aerodynamics and flight principles knowledge Q&A system based on GraphRAG. This system integrates the authoritative rigor of textbooks with the timeliness of internet information. A knowledge graph is constructed from self-compiled textbooks, supplemented by an internet timeliness knowledge anchoring mechanism, forming a cohesive dual-source knowledge framework. A domain-enhanced GraphRAG strategy is designed to significantly improve the accuracy and comprehensiveness of retrieved results. A knowledge fusion mechanism is implemented to facilitate multi-source knowledge conflict. By fine-tuning the DeepSeek, the system generates systematic, authoritative answers tailored to users' query. The prototype system shows that it outperforms traditional aviation Q&A systems, with an average improvement of 24.8%. The proposed architecture enables migration to other domains by replacing domain knowledge sources.

CCS CONCEPTS

General and reference ~ Document types ~ Reference works

Keywords

Knowledge, GraphRAG, Aerodynamics and Flight Principles (AFP), Q&A system, Retrieval

1 INTRODUCTION

Knowledge of Aerodynamics and Flight Principles (AFP) is characterized by its strong theoretical foundation and high timeliness. Fundamental concepts and mathematical models are predominantly classical content, whereas regulations like airworthiness standards and operational procedures require real-time updates. Existing knowledge systems exhibit significant limitations: textbook knowledge bases suffer from long update cycles (averaging >3 years), while internet information is highly fragmented [1] (72.5% of content lacks authoritative verification). Q&A in the aviation domain often involves complex knowledge structures and rigorous reasoning logic. Large Language Models (LLMs), when lacking sufficient domain knowledge support, are prone to hallucination, leading to significant knowledge gaps between students' theoretical learning and practical operations.

* Corresponding author.

The recently proposed Graph Retrieval Augmented Generation (GraphRAG) technique [2] addresses this by combining knowledge graphs (KGs) with generative models. It leverages the structural information of KGs to provide more precise and rich context for generative models, thereby improving their performance and addressing issues of model stability and efficiency. GraphRAG offers a promising solution for intelligent Q&A systems. While GraphRAG shows potential in general domains, it exhibits clear limitations when applied to specialized teaching scenarios due to its lack of inherent knowledge logic modeling capabilities. Domain-specific development based on GraphRAG is necessary [3, 4]. Although some aviation Q&A systems exist [5], they often over-rely on structured databases, resulting in weak natural language understanding and limited intelligence.

To address these challenges, this paper proposes and develops a dual-source AFP knowledge Q&A system based on GraphRAG. The system uses textbook knowledge as its backbone to ensure theoretical authority and incorporates internet knowledge to inject timeliness. The system architecture is shown in Figure 1. Guided by domain experts and utilizing self-compiled textbooks, we construct KGs and knowledge base (KB) for AFP. When a user poses a query, the system employs GraphRAG guided by KGs to retrieve relevant knowledge from both the proprietary knowledge base and LLMs/internet sources. The retrieved knowledge is then filtered according to predefined strategies to present the user with systematic, authoritative knowledge tailored to their specific requirements, ensuring controllability over the source, process, and outcome of the generated content.

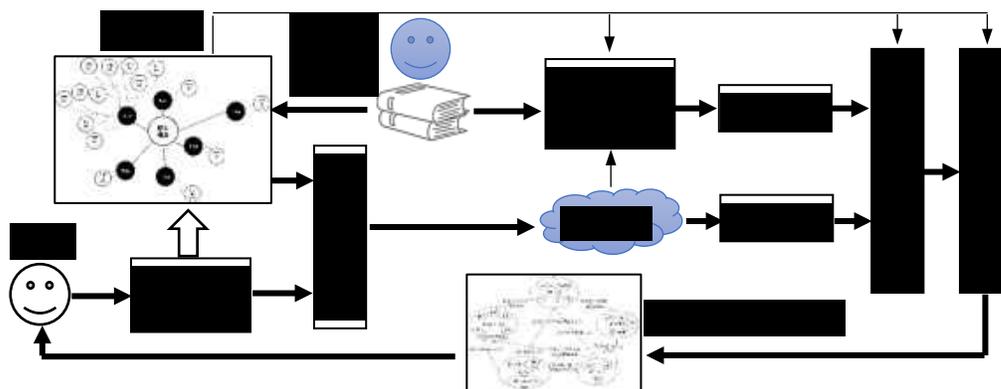


Figure 1. The dual-source AFP knowledge Q&A system architecture.

2 CONSTRUCTION OF THE DUAL-SOURCE KNOWLEDGE SYSTEM

2.1 Construction of Textbook-Based Knowledge Graph and Knowledge Base

Constructing a domain KG and KB from textbooks is a multimodal information processing task, typically involving subtasks such as multimodal named entity recognition, multimodal entity relationship extraction, and multimodal event extraction [6, 7]. With the rise of LLMs, information extraction can be achieved more flexibly and efficiently by leveraging their ability to respond to specific instructions. Due to the current lack of annotated datasets specifically for aviation KG construction tasks, this paper employs few-shot learning by providing a small number of example samples to assist LLMs in solving entity relationship extraction problems in textbook text.

The construction of the AFP KG and KB is based on the original textbooks of "JIANMING FEIJI FEIXING YUANLI" [8] and "HANGKONG GAILUN" [9]. Considering the characteristics of textbooks and applications, the primary tasks are identifying entities within the textbooks and extracting relationships between them. Entity recognition involves

identifying entities with specific meanings in the text and correctly classifying them into predefined entity types. Entities identifiable from textbook mainly include: Chapter, Section, Sub-heading, Basic Concept, Chart, Formula, Case, QR code, etc. Relationships between entities can be categorized as: ① Hierarchical Relationships: Chapter → contains → Section → contains → Sub-heading → contains → Concept. ② Knowledge Relationships: Concept → derives → Formula, Concept → illustrates → Chart, Formula → applies to → Case, Concept → demonstrates → QR code. ③ Instructional Relationships: Concept → explained by → Case, etc.

Due to the lack of annotated datasets for aviation KG construction tasks, predefined prompt templates were used to help quickly locate and extract required information, reducing the time and effort of manual annotation and accelerating the KG construction process. Furthermore, for highly rigorous fields like aviation, prompt templates essentially create a "safe channel" between "human cognition" and "machine computation," mitigating risks associated with purely AI-generated content. Prompt templates help ensure consistency in the format and structure of extracted information, which is crucial for subsequent steps like data cleaning and integration. The prompt template serves as the core bridge connecting unstructured text with structured KGs. It constrains LLM output behavior through "standardized instructions," transforming natural language understanding tasks into controllable data generation tasks, significantly improving the efficiency and quality of KG construction.

After identifying entities and extracting relationships from textbook, multimodal entity alignment and term ambiguity fusion are crucial. Entities and relationships are mapped into a continuous vector space, preserving the structural information of the graph. The data is integrated, deduplicated, aligned, and processed for consistency to form a unified, structured, high-quality knowledge system. A database for storing and querying high-dimensional vectors is designed, storing the vectorized knowledge to form the AFP Knowledge Base. Efficient indexing strategies are implemented to improve query efficiency. To address the challenges encountered in constructing the KGs and ensure knowledge quality, domain experts will periodically review the KG to verify coverage of entity/relationship types against the textbook knowledge and perform spot checks on automatically extracted results.

2.2 Internet Knowledge Anchoring

To overcome the limitations of proprietary knowledge, such as update lag and insufficient breadth, internet knowledge is introduced into the Q&A system to enhance the depth and breadth of answers and support richer, more dynamic learning experiences. This paper designs an Internet Knowledge Anchoring mechanism. It identifies key knowledge points within the proprietary knowledge base and automatically locates relevant high-quality information resources on the internet, "anchoring" them to corresponding knowledge content nodes. This constructs a "dual-source knowledge channel" where proprietary and internet knowledge operate in parallel. Through systematic credibility grading, precise positioning, and dynamic updating mechanisms, this achieves the organic integration of internet knowledge with textbook knowledge, providing timeliness assurance for the aviation knowledge Q&A system while ensuring authority and reliability. The quantitative evaluation metrics for credible site grading are adopted, as shown in Table 1.

Table 1. Quantitative evaluation metrics for credible sites.

| Level | Representative Sites | Authority Score | Update Requirement |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|
| T1 Government | faa.gov, caac.gov.cn, easa.europa.eu | 0.90-0.95 | Daily monitoring |
| T2 Manufacturer | boeing.com, airbus.com | 0.85-0.89 | Update every 3 days |
| T3 Academic | aiaa.org, sae.org, icas.org | 0.75-0.84 | Weekly update |
| T4 Forum/Community | pprune.org, flightglobal.com | 0.35-0.74 | Monthly review |

3 DESIGN OF DOMAIN-ENHANCED GRAPHRAG RETRIEVAL ENGINE

To effectively utilize the constructed dual-source knowledge system, and to enhance the system's understanding and generation capabilities in the professional domain, this paper proposes a Domain-Enhanced GraphRAG Retrieval Engine. It models semantic associations and collaborative retrieval across sources through graph structures [10], thereby building a knowledge service system with strong generalization and high precision.

3.1 Query Routing Design

Query routing design is a key component for achieving efficient retrieval in the retrieve engine. Its core objective is to accurately direct query requests to the most appropriate knowledge source based on user query intent, improving retrieval efficiency and result quality. Query routing begins with user query intent analysis. Natural language processing techniques are applied to perform lexical, syntactic, and semantic analysis on the query statement to extract key features. For instance, queries rich in professional domain terminology are preliminarily judged to lean towards deep knowledge in the proprietary knowledge base, while queries involving broad information or requiring high timeliness are more suited for internet knowledge sources.

To achieve precise routing, this paper constructs a Query Routing Decision Strategy. This strategy comprehensively considers query features, knowledge source, and historical retrieval data. Query features include query length, keyword type, semantic complexity, etc. Knowledge source characteristics encompass coverage, update frequency, authority, etc. The primary strategy for selecting the appropriate knowledge source is outlined in Table 2.

Table 2. Query strategies for different problem types.

| Problem Feature | Recommended Strategy | Processing Method |
|---|----------------------|---------------------------------------|
| Basic Concept (e.g., "Bernoulli's Principle") | Local Priority | Direct query to textbook KB |
| Deep Reasoning (e.g., "Payload reduction calculation for plateau airports") | Local Primacy | Textbook knowledge + Formula Engine |
| Timeliness Requirement (e.g., "2024 Airworthiness Standards") | External Expansion | Trigger internet search |
| Cross-Domain Problem | Hybrid Retrieval | Textbook foundation + External latest |

Considering the differences in information timeliness, authority, and completeness among different knowledge sources, a dynamic weight allocation mechanism is introduced to balance the contribution of content from the proprietary knowledge base and the internet.

3.2 Knowledge Graph-Guided Retrieval

In constructing a GraphRAG system, the KG serves not only as a vital source for information retrieval but also as a key tool for enabling multi-hop reasoning and context modeling. To improve retrieval efficiency within the knowledge system, this paper proposes a KG-Guided Retrieval mechanism. By combining KG information with semantic understanding, it enables more precise knowledge node localization and content recall.

3.2.1 Node localization.

Aims to quickly and accurately locate relevant nodes in the KG based on the user query, the combining semantic similarity assessment with knowledge source weighting is adopted, through the following specific steps:

1. Node Semantic Encoding: Use Sentence-BERT to generate semantic embeddings for labels and descriptions of all KG nodes, forming a node vector set.

2. Query Vectorization: Convert the user input into a semantic vector of uniform dimension.
3. Semantic Matching Calculation: Compute the cosine similarity between the query vector and each node vector to obtain preliminary relevance scores.
4. Knowledge Source Weight Factor: Introduce a weight ω_s based on the authority and accuracy of the node's source. Proprietary nodes have higher weights (e.g., $\omega_s = 0.8$), internet nodes lower (e.g., $\omega_s = 0.8$).
5. Aggregate Scoring Function:

$$Score_i = \alpha \cdot \cos(\vec{q}, \vec{n}_i) + (1 - \alpha) \cdot \omega_s \quad (1)$$

Where α is a hyperparameter balancing semantic similarity and source weight.

6. Top-K Node Recommendation: Select the top K nodes based on the aggregate score as candidates.

3.2.2 Adaptive retrieval radius.

After node localization, the retrieval radius around the located node needs to be determined. The radius size directly impacts result comprehensiveness and accuracy. Too small risks missing relevant information; too large introduces noise. An adaptive retrieval radius mechanism is introduced: for specific queries, retrieve only the node and its direct neighbors; for broader queries, expand the radius to second or third-order neighbors.

3.3 Subgraph Aggregation

In GraphRAG systems, KGs support multi-hop reasoning but direct retrieval in large graphs can cause redundancy or noise. This paper employs a Subgraph Aggregation mechanism to extract the most relevant subgraph for the current query and structure it to support high-quality content generation and reasoning.

3.3.1 Instructional path-based relation pruning.

Some KG relationships exist but do not form the main logical path in instruction. For educational application scenarios, this paper designs a novel relation pruning algorithm based on instructional pathways, through the following specific steps:

1. Identify primary knowledge points involved in the query (e.g., "induced drag").
 2. Find the instructional path for this point in the KG (manually annotated or auto-generated via graph traversal).
 3. Build a local subgraph centered on this point.
 4. Prune edges unrelated to the instructional path, retaining only relationships consistent with the learning sequence. This reduces complexity and improves logical coherence and pedagogical suitability.
- This method significantly reduces the complexity of the graph structure while enhancing the logical coherence and pedagogical suitability of the generated content. Following subgraph pruning, this paper proposes a multi-granularity knowledge assembly strategy to further enhance the quality of generated content.

3.3.2 Multi-granularity knowledge assembly strategy.

During knowledge assembly, the system dynamically selects the appropriate knowledge granularity based on query type and user needs: for foundational concept queries, atomic-level knowledge is prioritized; for principle-related inquiries, module-level knowledge is integrated; for summarization requests, system-level structures are generated. These multi-granular knowledge components are logically integrated through a dedicated knowledge assembler to ensure coherence and completeness of the output.

4 MULTI-SOURCE KNOWLEDGE FUSION

Given the dual-source system, knowledge from proprietary and internet sources must be processed simultaneously. Differences in expression, definition standards, and time dimensions can lead to conflicts or inconsistencies. Multi-source knowledge fusion is crucial. To enhance system reliability and answer accuracy, this paper employs a fusion mechanism comprising Conflict Detection and Knowledge Alignment modules.

4.1 Conflict Detection Strategy

This paper designs a multi-layer conflict detection strategy to identify and flag the following three typical types of conflicts, shown in Table 3.

Table 3. Three canonical conflict types and resolution strategies.

| Conflict Type | Manifestation | Detection & Resolution Strategies |
|--------------------|---|--|
| Rule Conflict | Differences between textbook definitions and external regulations | 1. Compute semantic distance between definitions using similarity models. |
| Numerical Conflict | Inconsistent performance parameter thresholds or units. | 1. Standardize parameters from multiple sources. 2. Compare threshold distributions statistically. 3. Flag conflicting values and sources. |
| Logical Conflict | Contradictions in procedures | 1. Model fault-handling procedures using process modeling techniques. 2. Verify logical consistency with specialized verification tools. 3. Conduct by domain experts to identify potential conflicts. |

4.2 Knowledge Alignment Strategy

Aims to integrate knowledge from different sources into a unified, consistent representation after conflict detection.

4.2.1 Terminology mapping.

Knowledge from diverse sources often employs distinct terminology systems. For instance, textbooks may use "landing gear retraction/extension system," while online resources might describe similar concepts as "landing gear operating mechanism." To address this:

1. Collect extensive terminology from textbooks and web sources.
2. Engage aviation maintenance experts to review and annotate terms.
3. Establish cross-source term mapping relationships During knowledge fusion, terms from web resources are converted to textbook concepts via this mapping table, achieving unified knowledge representation. The mapping table requires regular updates to accommodate terminological evolution.

4.2.2 Spatiotemporal normalization.

For knowledge involving temporal/spatial information, unit inconsistencies may exist across sources (e.g., meters (m) in textbooks vs. feet (ft) in web resources). To address this: establishing standardized units for spatiotemporal attributes and convert all data to unified units, or preserve original units for traceability and verification.

4.2.3 Dynamic weighted fusion algorithm.

Aims to knowledge fusion, the system performs weighted averaging or weighted voting on multi-source knowledge according to their assigned weights, yielding the final integrated result as formalized in Equation 2.

$$Final\ Score = \alpha \cdot \omega_r + \beta \cdot \omega_a + \gamma \cdot \omega_t \quad (2)$$

Where, ω_r : relevance score based on semantic similarity to query, ω_a : weight based on source credibility score, ω_t : weight for newer knowledge. $\alpha + \beta + \gamma = 1$ (coefficients optimized via training data).

5 SYSTEM IMPLEMENTATION

5.1 Technology Stack

A prototype system for aviation education was built using open-source tools and technologies, comprising four core modules: textbook knowledge parsing, KG and dual-source KB construction, retrieval framework deployment, and LLMs fine-tuning for AFP knowledge Q&A, with specific implementation techniques detailed in Table 4.

Table 4. System implementation and technology stack.

| Core Module | Technical Essence | Technology Stack |
|----------------------------------|--|--|
| Textbook Knowledge Parsing | Structuring textbook content | Pdflumber → Text Extraction OCR → Chart Extraction LaTeX → Formulas Extraction |
| KG & dual-source KB construction | Integrating textbooks & web resources knowledge | OpenAI → Entity/Relation/Attribute Extraction Neo4j → KG & KB Storage |
| Retrieval framework deployment | Retrieval Implementation Based-on GraphRAG | Added Dual-Source collaborative retrieval strategy to customize Microsoft's open-source GraphRAG framework |
| LLMs fine-tuning | LLMs leveraged in aviation-specific applications | DeepSeek → APF knowledge Q&A |

5.2 Prototype System

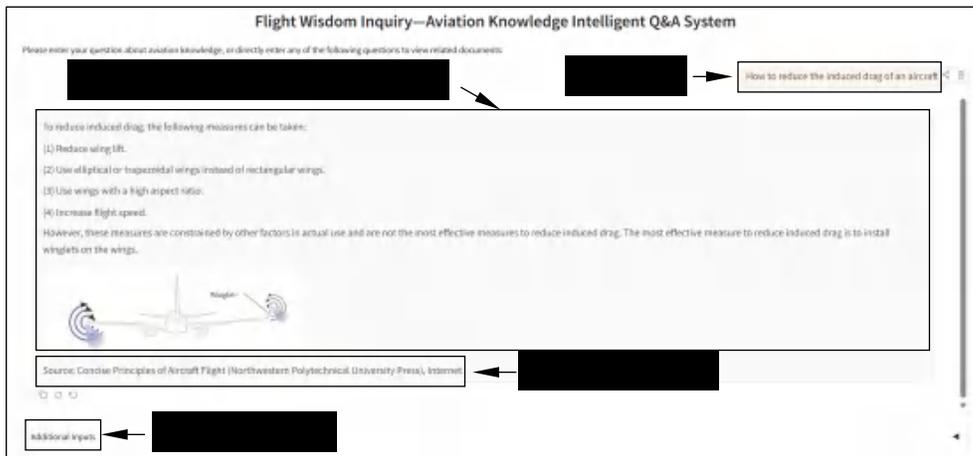


Figure 2. The dual-source AFP knowledge Q&A prototype system

Based on the above technology and software library, a prototype Dual-Source AFP Knowledge Q&A System was built, shown in Figure 2. It features an intuitive user interface for querying, browsing, and analyzing knowledge. Users can input keywords, questions, or natural language descriptions. The system leverages the retrieval

framework and fine-tuned LLM to quickly return relevant results, presented with text and graphics, clearly indicating knowledge sources. If the results do not meet the user's query, the user may either regenerate the answer or continue questioning. Negative feedback will automatically trigger source credibility downgrading.

When tested with 500 verification questions, this system achieved Recall@5 scores of 98.1% (basic concepts), 93.5% (deep reasoning), and 89.7% (timeliness-sensitive queries). This outperformed traditional aviation Q&A systems (85.3%, 70.8%, 50.5% respectively), with an average improvement of 24.8%.

6 CONCLUSION

This paper proposed and implemented a dual-source AFP knowledge Q&A system based on GraphRAG, focusing on solving problems of incomplete information coverage, incoherent instructional logic, and multi-source knowledge conflicts in educational and professional knowledge retrieval and generation. By constructing a dual-source knowledge system integrating proprietary textbook KBs with open internet resources, and combining KGs with LLM generation techniques, we presented a practically valuable intelligent Q&A system architecture. The Dual-Source Architecture successfully balances textbook authority with internet timeliness. The system architecture features domain portability, enabling rapid adaptation to other domains by replacing textbook knowledge sources and adjusting credibility grading criteria.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was jointly supported by Guangdong Province Ideological Education Demonstration Project for Vocational Colleges (Grant No. KCSZ04184), Guangdong Higher Vocational Education Teaching Excellence Initiative (Grant No. 2023JG339) and Scientific Research Projects of GCAC (Grant Nos. 24X4154, 23X4133).

REFERENCES

- [1] Zhang Y., Wang Z., Chen X., et al. Research Status and Prospect of Network Security Key Technologies in Cloud Computing Environment--Based on the Analysis of CiteSpace Knowledge Map [J]. *Advances in Applied Mathematics*, 2025, 14(6): 55-63.
- [2] Edge D, Trinh H, Cheng N, Bradley J, Chao A, Mody A, Truitt S, Metropolitan D, Ness R, Larson J. From local to global: A graph rag approach to query-focused summarization. (2024-04-24).
- [3] Wei Y., Ren Y., Zhao H., et al. Construction of Knowledge Graph for New Potato Varieties in China Based on GraphRAG [J]. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2025, 26(06): 1229-1241.
- [4] Dong Z., Qin K., Zhou Z., et al. GraphRAG-based Traditional Chinese Medicine Knowledge Question Answering System [J/OL]. *Journal of Qufu Normal University (Natural Science Edition)*, 1-11 [2025-06-13]
- [5] Wang F. . Has the "Big Data" Era of Aviation Maintenance Arrived? *China Civil Aviation News*. [2018-03-29]
- [6] Wang Yongsheng, Li Peifeng, Wang Zhongqing, Zhu Qiaoming. A Survey of Multimodal Information Extraction Research. *Journal of Software*, 2025, 36(4): 1665-1691.
- [7] Liu J., Leng F., Wu W., et al. Textbook Knowledge Graph Construction Method Based on Multimodality and Knowledge Distillation [J]. *Journal of Frontiers of Computer Science and Technology*, 2024, 18(11): 2901-2911.
- [8] Qiu H. J. (2024). *_JIANMING FEIJI FEIXING YUANLI_*. 2nd ed., Xian: Northwestern Polytechnical University Press.
- [9] Qiu H. J., Zhong Z. P., Zhou K. (2024). *_HANGKONG GAILUN_*. Xian: Northwestern Polytechnical University Press.
- [10] Chen, Z., Li, Q., Zhang, Y., & Wang, B.. A multi-hop QA dataset with multi-modal evidence. In *Proceedings of ACL-IJCNLP 2021* (pp. 4560-4572).

出版使用证明

广州民航职业技术学院丘宏俊等编写的《简明飞机飞行原理（第2版）》于2016年8月在我社出版，书号：978-7-5612-4987-1；中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第184997号。全书总字数40.1万字，2016年8月第1次印刷3000册，2018年5月第2次印刷3000册，2020年11月第3次印刷5000册，2024年8月第4次印刷3000册，累计印刷14000册。

该书结构脉络清晰、章节的编排合理，内容新颖，重点突出，图文并茂。据不完全统计，已被广州民航职业技术学院、桂林航天工业学院、河南工业职业技术学院、南京工业职业技术大学、河南工业职业技术学院、平顶山学院、肇庆航空职业技术学校、陆军炮兵防空兵学院、新疆天山职业技术大学、江苏商贸职业学院、信阳航空职业学院等多所院校作为专业课教材选用，累计销售12580余册。

(特别说明：因目前出版行业图书(教材)的销售模式所限，出版社无法完全统计具体的使用对象)

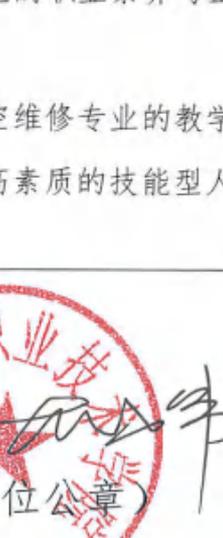
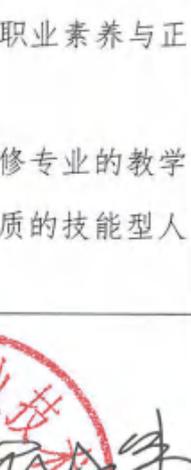
特此证明。

西北工业大学出版社有限公司

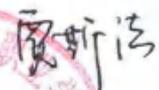
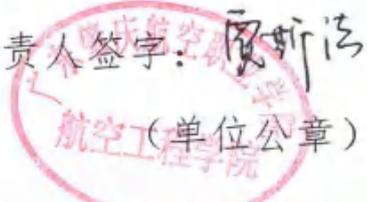
2025年7月8日



教材教学应用及效果证明

| | | | |
|------------------|---|------|---------------|
| 教材名称 | 简明飞机飞行原理 (第2版) | 册次 | 1 |
| 国际标准书号 (ISBN) | 978-7-5612-4987-1 | 出版单位 | 西北工业大学出版社有限公司 |
| 使用单位 | 广州民航职业技术学院 | | |
| 使用单位 联系人 | 蔡俊杰 | 电话 | 020-86122290 |
| 教材教学应用 及效果 | <p>《简明飞机飞行原理(第2版)》自2016年9月开始被我校飞机维修多个相关专业选用为《空气动力学基础与飞行原理》课程(国家精品在线开放课程)的教材,沿用至今。</p> <p>教材对接行业标准,采用通俗易懂的语言系统地阐述了飞机的基本飞行原理。其内容覆盖广,包括但不限于飞行器基本概念、空气动力特性、稳定性与操纵性、高速飞行及特殊飞行状态等多个方面。全书结构合理,逻辑清晰,图文并茂,并配备了丰富的教学资源,极大地增强了教材的可读性和实用性,能有力支撑信息化教学改革与实践。此外,通过有机融入课程思政元素,教材不仅致力于提升学生的航空知识和专业技能,还注重培养学生的职业素养与正确的价值观,实现了多维度的教育目标。</p> <p>《简明飞机飞行原理(第2版)》在我校航空维修专业的教学中发挥了重要作用,为我校提高教学质量和培养高素质的技能型人才提供了有力支持,受到广大师生的一致好评。</p> | | |
| 教材使用单位 意见 | <p style="text-align: center;">以上情况属实。</p> <div style="text-align: right;"> <p>负责人签字: </p>  (单位公章) <p>2015年7月10日</p> </div> | | |

教材教学应用及效果证明

| | | | |
|--------------------------|--|-------------|---------------|
| 教材名称 | 简明飞机飞行原理 (第 2 版) | 册次 | 1 |
| 国际标准书号 (ISBN) | 978-7-5612-4987-1 | 出版单位 | 西北工业大学出版社有限公司 |
| 使用单位 | 广东肇庆航空职业学院 航空工程学院 | | |
| 使用单位 联系人 | 余铁森 | 电话 | 13392101940 |
| 教材教学应用 及效果 | <p>我院自 2022 年起，在飞机机电设备维修、飞机电子设备维修、通用航空器维修、航空发动机维修技术等专业教学中，全面采用《简明飞机飞行原理（第 2 版）》作为核心课程教材。</p> <p>该教材对标航空运输业标准，采用通俗语言系统阐述飞机空气动力学基础与飞行原理。全书结构合理，覆盖面广，图文并茂，并配有丰富的配套资源，可读性强。教材通过有机融入课程思政元素、行业案例及拓展资料，致力于实现航空知识学习、专业技能提升、职业素养培育与价值观塑造的多维教育目标。</p> <p>该教材受到了广大师生的一致好评，为推动我院相关专业建设、提高人才培养质量发挥了积极作用。</p> | | |
| 教材使用单位 意见 | <p>以上情况属实。</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p>负责人签字：</p> <p> (单位公章)</p> <p>2025 年 7 月 6 日</p> </div> | | |

出版使用证明

广州民航职业技术学院丘宏俊等编写的《航空概论》于2024年11月在我社出版，书号：978-7-5612-9587-8；中国国家版本馆CIP数据核字第2024YU5716号。全书总字数44.6万字，2024年11月第1次印刷3000册，累计印刷3000册。

该书结构脉络清晰、章节的编排合理，内容新颖，重点突出，图文并茂。据不完全统计，已被广州民航职业技术学院、洛阳职业技术学院、河南工业职业技术学院、西安东方职业学校等多所院校作为专业课教材选用，累计销售1250余册。

(特别说明：因目前出版行业图书(教材)的销售模式所限，出版社无法完全统计具体的使用对象)

特此证明。

西北工业大学出版社有限公司

2025年2月28日



6.

教材获奖证明、特色项目说明等其他材料

丘宏俊，钟梓鹏，周莜，《航空概论》，西安：西北工业大学出版社，2024.11 被选为飞机机电设备维修专业教学资源库(国家级)核心课程、国家精品在线开放课程《空气动力学基础与飞行原理》的配套教材。

特此证明。



2025年2月28日

教材校内使用情况证明

由我校丘宏俊，钟梓鹏，周堃老师主编的《航空概论》于2024年11月由西北工业大学出版社出版，面向全国发行，印数3000册。该教材从2024/2025学年开始在我校2024级通用航空器维修专业的学生中使用，受到授课教师及学生的普遍好评。

该教材符合我校通用航空器维修专业人才培养目标及课程教学需要，理论联系实际，论述正确、系统性强。对于我校通用航空器维修专业人才的培养有较好的促进作用。

特此证明。

广州民航职业技术学院

飞机维修工程学院
飞机维修工程学院

广州民航职业技术学院

教务处

2025年2月28日