

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 项目成果

项目负责人：丘宏俊

项目组成员：周堃，刘超，钟梓鹏，梁卫颖，
徐红波，王渊

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	对应预期成果
1	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总结报告	1-20	(1)(5)(6)项
2	《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》课程标准	21-40	(1)项
3	双语教材《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》	41-63	(4)项
4	中文教材《简明飞机飞行原理(第3版)》	64-76	(2)项
5	中文教材《航空概论》	77-85	
6	智慧职教《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》教学资源库与教学平台、门户网站学习资源首页与链接	86-89	(3)项
7	课程思政资源、教学动画列表	90-180	
8	项目实践报告	181-227	(5)项
9	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	228-233	(7)项
10	论文：Research on a Dual-Source Aerodynamics and Flight Principles Knowledge Q&A System Based on GraphRAG, ISAIE2025	234-243	
11	教学团队	244	(8)项

申报书预期成果列表

- (1) 研究新的精品课程建设思路，提高课程的建设标准与内涵，可用于指导精品课程的建议与应用。
- (2) 正式出版《空气动力学基础与飞行原理》配套教材《简明飞机飞行原理(第3版)》，新教材能更好满足职业教育“五个对接”要求，融入更多的课程思政元素，能更好地支撑课程思政。
- (3) 优化《空气动力学基础与飞行原理》精品开放教学资源，包括：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，优化课程思政素材供给，补齐原来精品开放课程“欠缺课程思政资源”的短板，科学合理拓展课程的广度、深度和温度；依托信息化技术，开发了“多媒介、多形态、多层次、多用途”的教学资源，能更好地支撑中外合作模式下的教学。
- (4) 引进外文教材，再结合最新行业标准，编写《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》中英双语教材/教学资料。
- (5) 探究中外合作教学模式下教学内容、教学方法、教学体验等多维度和多层次的融合，中外合作教育模式下的课程思政的实施，质量保证方法。
- (6) 形成本课题研究的总结报告。
- (7) 基于课题研究、建设、应用成果形成一套较完善的中外合作模式下的教学资源开发、课堂教学及课程思政实施的理论与方法，发表相关论文1篇。
- (8) 组建一支能胜任中外合作模式的《空气动力学基础与飞行原理》课程资源开发、课程教学、课程思政的教师团队。

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 总结报告

项目负责人：丘宏俊

项目组成员：周堃，刘超，钟梓鹏，梁卫颖，
徐红波，王渊

所在学校：广州民航职业技术学院

2025年6月

一、前言

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。高等学校若要落实立德树人的根本任务，仅凭思想政治课程（以下简称为“思政课程”）这一主渠道是远远不够的，必须进行“课程思政”建设，充分挖掘其他课程潜在的思想政治教育资源，发挥其育人功能，承担立德树人的根本任务。课程思政的目的在于通过课程的设计、建设与实施，在课程教学中融入思想政治教育内容，让学生在掌握学科知识的同时，帮助学生树立正确的价值观、世界观和人生观，培养学生的社会责任感和创新思维能力，提升他们的综合素质和竞争力。

我校的“飞机机电设备维修专业”为国家“双高专业”，同时，该专业还是“中外（加拿大）合作办学专业”，其中有一部分课程需要采用英文教材、由外方教师用英文授课。如《空气动力学基础与飞行原理》对应外方的课程为《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》（以下统一用《空气动力学基础与飞行原理（AMT500）》命名）作为飞机机电设备维修专业的核心课程，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。该课程目前由中外老师联合授课，曾采用“外方教师主导、中方教师辅助”的授课模式。作为一门中外合作办学教育的课程，可提供更丰富的教学内容，可采用更灵活的教学方法，可更好地拓展国际视野。与此同时，由于文化差异、课程设计和教学方法的不同，在课程教学实施过程中也存在着诸多难题，特别是在实施课程思政方面。

针对此问题，本项目以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持中国特色社会主义教育理念，落实立德树人的根本任务，以国家示范性院校双高建设专业为依托，以飞机机电设备维修（中外合作专业）核心专业课，以《空气动力学基础与飞行原理（AMT500）》为研究对象，探究中外合作教育模式下的课程教学与课程思政，以丰富课程思政的理论研究和拓展课程思政的实施手段。

本项目突出的特点是中外合作模式下的课程思政，在引入国外先进教育理念、教育方法、教学内容的同时，要求课程思政内容贯穿整个课程体系，落实立德树人的根本任务。为了实现这一目标，需要坚持思政工作与合作课程的有机结合，引进国外教育理念和教学方法，也要根据本土特点（如职业教育“五个对接”，学生英语基础不够扎实，存在语言障碍的实际问题）进行改进和适应，有意识地将人文精神、法律意识、社会责任等内容渗透其中，发挥课程思政在学生思想道德教育方面的指导作用，加强人文交流，促进跨文化对话，通过教学内容、教学

方法、教学体验等多维度和多层次融合，推动中外文化的交流和认知，不断提升学生的人文素养和社会责任感，帮助学生成为具有抱负和情怀的全球公民。

本项目按照中外合作办学的基本要求，依托飞机机电设备维修双高专业和飞机机电设备维修国家级专业教学资源库，研究如何根据教学内容和目标，选择适当的教学策略，根据课程要求和学生实际情况，制定具体的教学计划，开发建设丰富的教学资源，特别是课程思政资源，通过设计丰富多样的教学活动，改革课程的教学方法，在教学过程中及时收集学生反馈，对教学效果进行评估，重点是结合近几年在课程思政教学实施过程中的一些做法与经验，探究一种比较合适的中外合作教育模式下的课程教学与课程思政方法。

二、研究目标及解决的关键问题

结合研究项目的特点，本项目拟达成的目标和拟解决的关键问题包括以下 3 个方面：

(1) 探究中外合作模式下的课程思政的科学设计与合理规划。落实立德树人的根本任务，在中外合作模式下对《空气动力学基础与飞行原理》课程进行整体设计和合理规划，形成了统一的教学标准与课程开发框架，再进行课程开发与应用，确保课程满足教育的新形态、新要求。

(2) 引进外国教学资源，结合本土特点，探究在多种平台支撑下包含丰富课程思政元素的中英双语课程资源的开发。基于教学标准与课程框架，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，依托信息化技术，开发了“多媒介、多形态、多层次、多用途”的教学资源，呈现“视、听、读、写、练”多感观的学习体验，建设具有“整体性、科学性、交互性、开放性”的优质教学资源。

(3) 探究中外合作教育模式下的课程思政的建设理论与实践途径。在引入国外先进教育理念、教育方法、教学内容的同时，根据本土特点进行改进和适应，探究外国教学内容和教育理念与跟本土优质教学资源结合，通过教学内容、教学方法、教学体验等多维度和多层次的融合，有意识地将新时代中国特色社会主义的人文精神、法律意识、社会责任等内容渗透其中，提高学生的综合素质和思想道德水平。

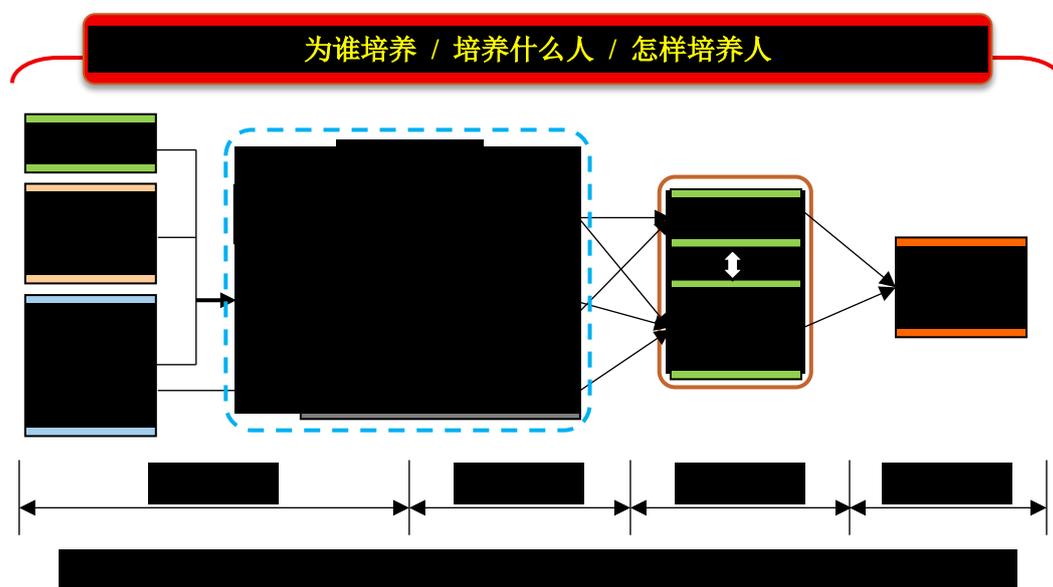
三、中英双语教学资源的开发

本项目突出的特点是中外合作模式下的课程思政，要求使用英文教学资源、中外联合教学。在引入国外先进教育理念、教育方法、教学内容的同时，要求课程思政内容贯穿整个课程体系，落实立德树人的根本任务。为了实现这一目标，

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持中国特色社会主义教育理念，引进国外教育理念和教学方法，也要根据本土特点（如职业教育“五个对接”）进行改进和适应，通过教学资源、教学方法、教学体验等多维度和多层次融合，有意识地将新时代中国特色社会主义思想的人文精神、法律意识、社会责任、行业素养等内容渗透其中，提高学生的综合素质和思想道德水平。

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。

中外合作模式下的课程思政，在引入国外先进教育理念、教育方法、教学内容的同时，要求落实立德树人的根本任务，实施课程思政，同样需要解决“为谁培养人、培养什么人、怎样培养人”的问题。为了实现这一目标，首先需要研究本专业/本课程的中外合作的框架模式，并结合我国国情和最新行业标准与规范，按照职教“五个对接”要求，组建包括中方教师、外方教师、企业专家在内的多元课程开发/教学团队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。以课程框架和教学标准为指导，在开发教学资源和实施教学过程中，始终以“立德树人”为指导思想，达成课程所应具备的“价值塑造、知识学习、能力培养、素质养成”功能。在满足中外合作办学要求的基础上，结合培养对象的实际情况，开发建设新的教学资源，探究新型的教学方法，强调在教学资源开发时融入课程思政元素，在教学过程中实施课程思政。本项目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、高质量的中英双语教学资源，支撑多种教学的方法和服务。

基于课程标准与框架，深度挖掘提炼世界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、数字化教学资源中。为了满足中外合作模式的人才培养模式，我们引进国外教材编写了中英双语教材《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》。同时，加强中文教材的建设，重新编写了参考教材《简明飞机飞行原理（第3版）》和《航空概论》。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、门户网站学习资源、中英双语课程思政素材、中英双语微课、中英双语仿真教学 CAL、中英双语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”多感官立体化的学习体验，可拓展教与学的时空结构和活动方式，形成了强大的教育教学服务能力，有力支撑教学改革，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（AMT500）》课程目前已开发的多种形态的教学资源如图 2 所示。



图 2 《空气动力学基础与飞行原理（AMT500）》多态化教学资源

为了更好地满足中外合作模式课程教育的需要,我们在中文课程资源的基准上,又增加了“中英双语”课程资源,目前《空气动力学基础及飞行原理(AMT500)》所开发的教学资源如表 1 所示。

表 1 《空气动力学基础与飞行原理 (AMT500)》开发资源一览表

资源类型	建设成果	特 色
中文课程思政元素	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。
中英文课程思政元素	6 份课程思政材料	将社会主义核心价值观、航空安全、当代民航精神、工匠精神、团队精神等有机融入专业知识体系。
中英双语专业教学动画	17 份专业教学动画	针对教学重点、难点开发的中英双语教学动画,并有机融入课程思政元素。
外教教学视频	12 份教学视频	外教全英文讲授
中英文教学微课	83 份中英双语微课	中方教师中英双语讲授
教 材	《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》	中英双语教材,有机融入课程思政元素
	《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,开发中英的课件、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》	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。
网络开放学习资源	B 站 UP “丘老九”	

3. 课程资源特色与亮点。

中英双语教学资源:通过批判吸收的方法,在引进国外教育资源时进行合理

的本土化改进，确保课程既具有国际标准，又能适应本土需求。根据教学标准，开发双语教学资源。双语教学资源不仅帮助学生掌握专业英语，还能增进他们对西方文化和航空领域的理解，增强跨文化交流的能力。这对于培养具备全球竞争力的专业人才至关重要。同时，还能为职教出海奠定坚实的基础。

中外合作模式下的课程思政：在引入国外先进教育理念、方法和教学内容的同时，结合我国国情和最新行业标准与规范，将职业责任、科学精神、工匠精神、团队精神、中国特色社会主义的人文精神、法律意识和社会责任等元素有机地融入到课程体系中，形成系统化育人链条。这种结合不仅提升了学生的职业技能，还增强了他们的社会责任感和国际视野。

数字赋能，多维度多层次的教学资源整合：课程资源开发过程中，充分考虑了“架构、内容、形式、服务”等多个维度，并利用多种技术手段在不同平台上呈现丰富的教学资源。这包括但不限于精品在线开放课程、微信公众号、门户网站学习资源等多种形式，提供视、听、读、写、练等多感官的学习体验，增强学生对专业知识与思政内涵的直观理解。

AI 赋能：合理利用人工智能技术，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、中外合作联合育人机制探究

在中外合作模式下的教学过程中，旨在通过整合国内外优质教育资源，培养兼具家国情怀与国际竞争力的复合型人才，既要吸收世界教育的先进教学资源、理念和方法，又不能让有害的西方价值观念进入课堂。基于双方的合作框架，在课程设置与教学内容上，注意关口前移，严把意识形态关，既要注重国际经验本土化的问题，又要体现课程的国际化。

为了探寻更为有效的中外合作的课程思政教学方法，我们对近些年来《空气动力学基础及飞行原理(AMT500)》课程所采用的教学方法进行了归纳总结，并通过对比教学效果，总结了一种比较合适的中外合作教育模式下的课程教学与课程思政方法。

1. 外方教师独立授课。

这是一种外方教师完全独立的教学方法。外方合作院校在规定时间内派遣一定数量、相关专业的老师到中方授课。授课过程中采用全英文授课，包括教学资料、讲解和评测。这种授课方式的主要问题是：一、受学生外语水平的制约，存在语言鸿沟的问题，传授效果上会存在问题。二、授课时间比较集中，授课方式比较单一。三、落实课程思政方面无法保障。总的来说，这种授课方式弊端较多。

2. “外主内融”联合授课方式。

这种方法采用由“外方教师为主，中方教师为辅”的教学模式。在整个教学活动的实施过程中，采用了如图 3 所示的实施方法，外方教师（远在加拿大）通过线上教学（teams 平台）实施远程现场教学，中方教师在课堂对外方教师所讲解的内容进行翻译和串讲，并通过线下课堂讲解、线上教学平台多种信息化手段完成对课程的补充教学，辅助外方教师教学。这种方法的突出特点是中外双方教师共同参与，由外方教师主导。

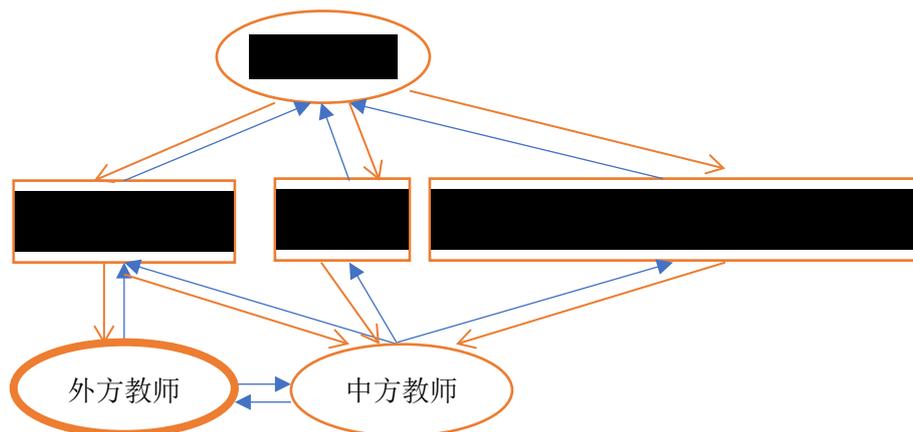


图 3 “外主内融”联合授课方式



图 4 “外主内融”联合授课方式的课堂教学效果

这种教学方法能够较好地满足中外合作模式教学要求，由于是采用外方教师远程现场教学，教学的实时性、互动性较好。但其缺点也是比较明显的，主要表现为：（1）教学时间比较难协调统一，由于中加两个之间存在 12 个小时的时差，外方教师与中方学生能一起上课的时间比较难协调。（2）受外方教师不同教学水平、表达能力的影响，教学效果很难达到统一，在这种教学过程中，中方教师主要是起到“翻译”的作用，在课程翻译上会耗费一定时间，体现不出一个专业教师所应有的作用。（3）整个教学过程完全由外方主导，赋予中方教师的主导权比较少。外方的教学内容存在这与我国国情、行业发展不适应的问题，存在所学知

识不能很好实现职业教育“五个对接”作用，而且采用这种教学方法，要实施课程思政也非常困难。

3. “内外并融”联合授课方式。

这种方法采用由“外方教师提供教学资料（课件、教学视频、考试作业），中方教师负责组织实施”的教学模式。在整个教学活动的实施过程中，采用了如图 5 所示的实施方法，外方教师将事先准备（录制）好上课用的教学视频和部分教学资料提供给中方，中方教师在课堂上首先播放外教的上课视频，然后对视频中的教学内容进行翻译和串讲，并通过线上教学平台多种信息化手段完成对课程的补充教学，中方教师可以根据教学进度自主安排一些教学内容。

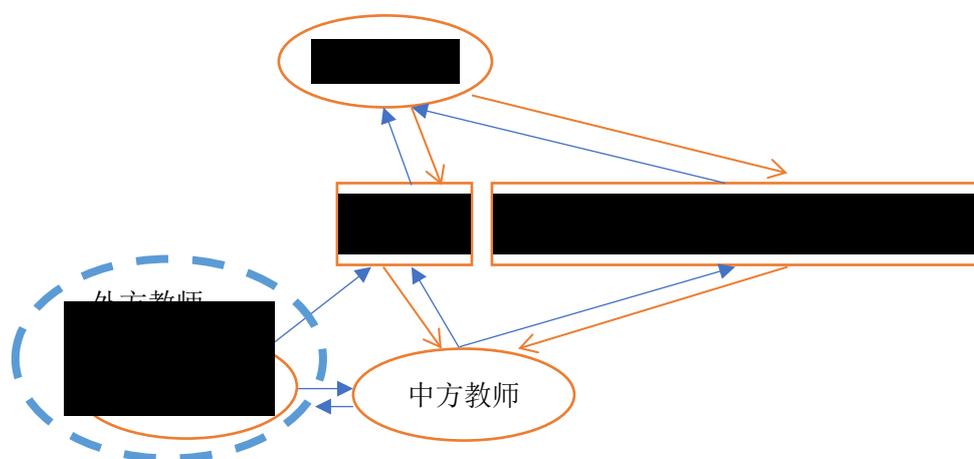


图 5 “内外并融”联合授课方式

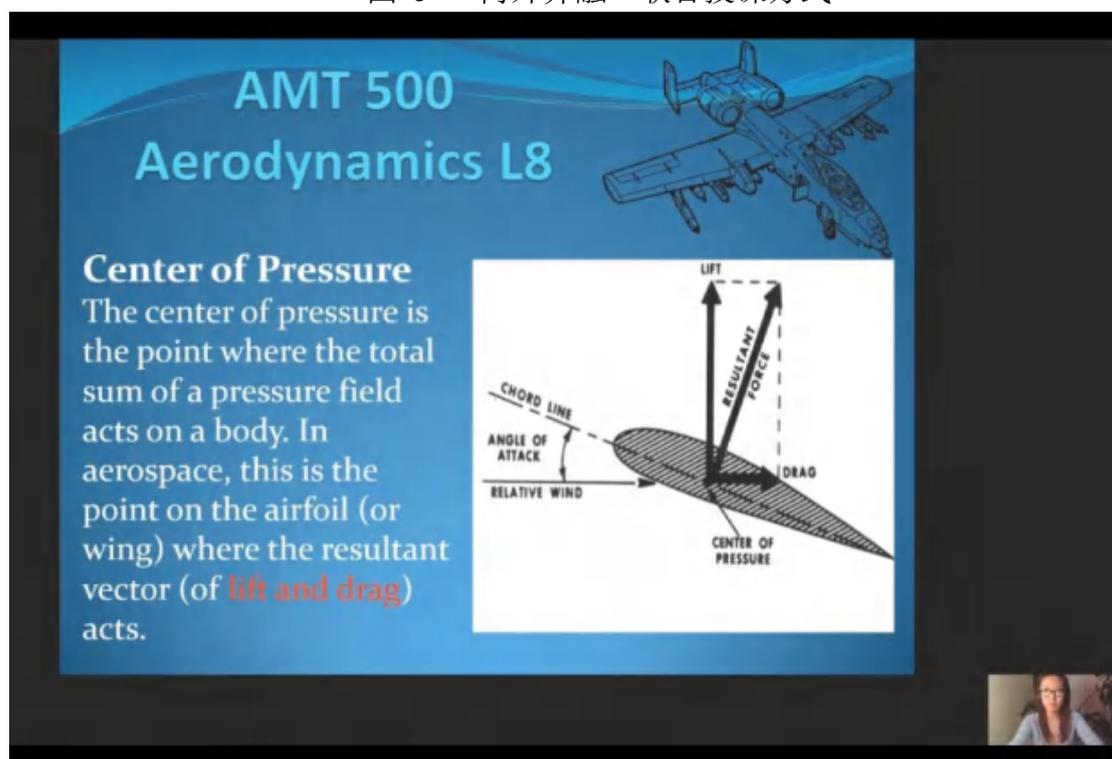


图 6 “内外并融”联合授课方式的教学效果

这种教学方法也能够满足中外合作模式教学要求，由于是采用外方教师是通过录制教学视频的方式进行教学，教学的实时性、互动性都没有第1种方法好，其好处是解决了教学时间比较难协调的问题，并赋予中方教师一定的自主权。但其缺点也是比较明显的，主要表现为：（1）由于是视频教学，实时性、互动性较差，教学效果也较差。（2）由于受到学时英语基础的影响，大多数同学无法完全理解外教所讲解的内容，中方老师仍然需要花大量时间做翻译工作。（3）由于在播放视频、翻译讲解上耗费了比较多的教学时间，赋予中方教师的主导权还是比较少，中方教师在补充教学内容和实施课程思政方面仍然存在较大的困难。

4. “内主外融” 联合授课方式。

这种方法采用由“外方教师提供教学资料和教学视频，中方教师主导教学实施”的教学模式。在整个教学活动的实施过程中，采用了如图7所示的实施方法，外方教师将事先准备（录制）上课用的教学视频和相关的教学资料提供给中方，中方教师在课堂上可以根据学生的实际情况和教学效果分析，自主决定采用是播放外教的的教学录像，还是采用外教提供的教学资料进行双语课程教学，并通过线上教学平台多种信息化手段完成对课程的补充教学，中方教师可以自主安排一些满足国内行业需求的教学内容。

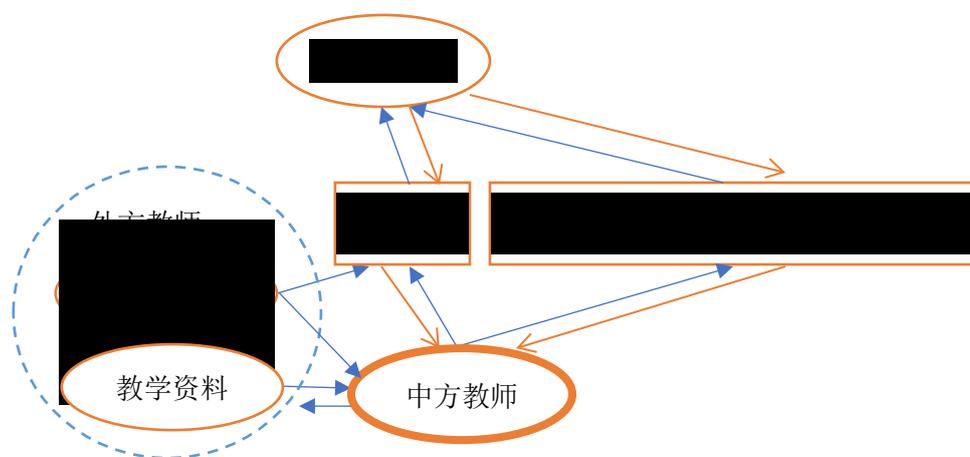


图7 “内主外融” 联合授课方式

这种教学方法也能够满足中外合作模式教学要求，由于是采用外方教师提供教学资料和教学视频，中方教师主导教学实施，教学的实时性、互动性都较第2种、第3种方法都有了比较明显的提升，也很好地解决了教学时间比较难协调的问题，并赋予中方教师更多的自主权。在整个教学过程中，中方教师作为主导方，可以根据教学实施过程中的具体情况，自主决定采用是播放外教的的教学视频，还是采用外教提供的教学资料进行双语课程教学，原本用在教学内容翻译上耗费的时间大大减少了，腾挪出来的教学时间可用于补充教学内容和实施课程思政上，这样可以使得课程教学更好地实现职业教育“五个对接”和落实“立德树人”的

根本任务。这种方法的主要缺点表现为：受到中方教师外语水平的影响，实施双语教学的水平与效果有待考究。



图 8 “内主外融”联合授课方式的教学效果

表 2 《空气动力学基础及飞行原理 AMT500》联合育人模式比较

模式名称	特点	优点	缺点
外方独立授课	外教亲临中方学校现场授课。	完全满足中外合作办学的要求。	1) 传授效果受语言鸿沟影响； 2) 授课方式单一； 3) 无法实施课程思政。
外主内融	外教远程在线现场教学，中方教师翻译、串讲。	教学的实时性、互动性较好。	1) 教学时间比较难协调统一； 2) 教学效果很难达到统一 3) 中方教师主导作用弱，实施课程思政困难。
内外并融	外方事先准备好教学资料/教师视频，中方老师辅助播放视频、翻译、串讲。	解决了教学时间比较难协调的问题，并赋予中方教师一定的自主权。	1) 实时性、互动性较差，教学效果也较差； 2) 花大量时间做翻译工作；

			3) 中方教师主导作用比较弱。
内主外融	外方事先准备好教学资料/教师视频，中方老师可根据实际情况自主决定是播放教学录像，还是进行双语课程教学。	1) 教学的实时性、互动性都较好； 2) 解决了教学时间比较难协调的问题； 3) 赋予中方教师更多的自主权，实施课程思政较容易。	教学效果取决于中方教师的外语水平和专业水平。

通过对在中外合作模式下《空气动力学基础及飞行原理 (AMT500)》以上四种不同的课程思政教学方法的分析可以发现，虽然每种方法都有各自的优缺点，但通过对比不难发现第4种教学方法“内主外融”还是有比较明显的优势。它不但能满足中外合作的联合办学要求，在引进国外教育理念和教学内容的基础上，赋予中方老师更多的自主权，可根据本土特点（如职业教育“五个对接”）进行改进和适应，在实施课程思政、落实立德树人的根本任务上也做得比较好。通过对比这四种不同教学方法，并课堂现场表决的形式，绝大多数同学也倾斜于接受“内主外融”教学方式。因此，我在今后的中外合作模式下《空气动力学基础及飞行原理 (AMT500)》的课程思政教学过程中，我们更倾斜于采用“内主外融”教学模式。

经过不断地教学实践，我们发现在开发的中英双语教学资源上再实施“内主外融”的教学模式，学生更乐意接受，并能取得更好的效果。今后，我们将开放更多的中英双语教学资源，以更好服务中外合作教学，也为职教出海做好准备。

四、教学实施方法探究

所开发的中英双语优质教学资源能有力支持中外合作办学，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。在中英双语优质教学资源的支持下，采用“内主外融”教学模式，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“伯努利科

学精神”)或行业精神(如“当代民航精神”),深化学生对职业使命的理解。

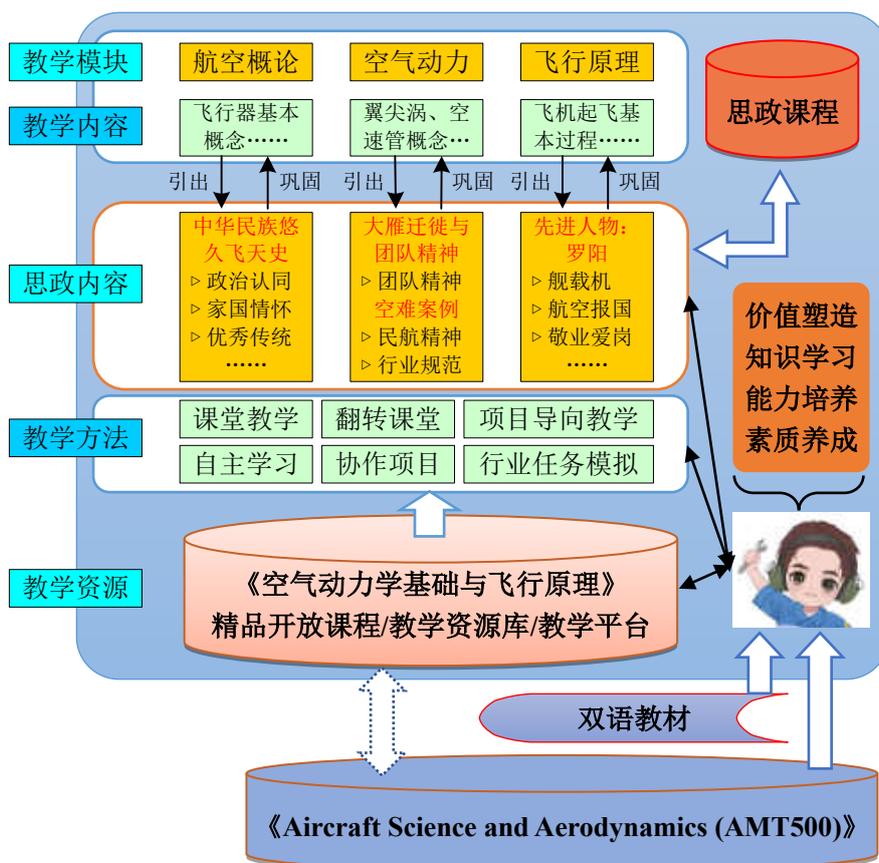


图9 中英双语课程教学资源支撑下的教与学

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/AMT500》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/AMT500》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/AMT500》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/AMT500》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/AMT500》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. 出版了多本教材,获得了广泛的应用。

为了满足中外合作模式的人才培养模式,我们引进国外教材与教学资料编写了中英双语教材《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》。目前,教材已

经在广州民航职业技术学院飞机维修相关的中外合作专业获得了应用。随着教学实践的推进，我们将对教材进行迭代，正在考虑正式出版教材。将来，教材还可实现“职教出海”服务，还要服务“一带一路”国家相关专业的教学。

除了中英双语教材《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》，中方也开发了非常成熟的教材，可辅助中外合作教学，且已经取得了良好的应用。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、南京工业职业技术学院、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。教材自 2024.11 正式出版发现以来，已经获得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、西安东方职业技术学校等多所院校选为专业课教材。

2. 开发了多形态的开放教学资源，获得广泛的应用。

为了更好服务中外合作人才培养模式，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+、外方教学视频 10+、中英双语教学视频 80+、中英双语课程思政资源 6 份。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。



图 9 《空气动力学基础与飞行原理》国家精品在线开放课程应用截图

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。



图 10 自媒体开放教学视频的应用情况

3. 有力支撑中外合作人才配模式、教学改革，显著提升了教学效果、教学质量。

不同教学模式的教学效果对比

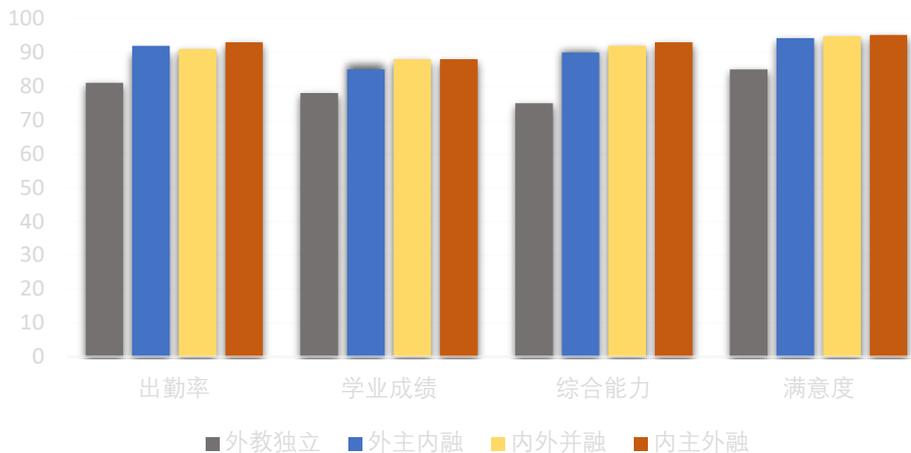


图 11 不同教学模式的教学效果对比

中英双语教学资源，不仅体现在语言媒介的转换，更在于通过文化适配性重构和教学场景创新，实现人才培养的本土化与国际化深度融合。通过双语教学，学生不仅掌握专业知识，还能熟练使用英语进行专业表达、文献阅读和科研写作，为其参与国际交流、海外深造及未来在全球职场中竞争奠定基础。双语教学资源的引入促进了探究式、讨论式、项目式等多样化教学方法的应用，打破传统填鸭式教学模式，激发学生自主学习能力，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/AMT500》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，在中英双语教学资源

支撑下的“内主外融联合授课”的教学效果较“外教独立授课”、“外主内融联合授课”、“内外并融联合授课”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。

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/AMT500》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內容，超70%同学认为课程思政与课程內容相得益彰。

5. 团队建设。

为了更好适应中外合作模式的教学需要，通过引进包括具有多年企业工作实践经验的高水平人才加入教师队伍（5位博士、3名企业工作经验人员），派遣专业教师赴企业实践锻炼的方式（全双师型教师），建成了一支思想政治觉悟高、业务能力强的高水平教学团队，为我校《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》、其他飞机维修专业的课程教学、航空维修人员培训、航空知识传播做出了突出的贡献。团队教师在各级教学能力比赛中成绩斐然，先后有多人次得教学质量优秀奖，1人获“南粤优秀教师”称号，指导学生参赛成绩斐然。



六、挑战与对策

中外合作办学模式在促进教育国际化、引进优质教育资源和培养具有国际视野的人才方面发挥了重要作用。然而，这种模式也面临着一些挑战，包括但不限于学生水平差异、文化冲突、师资建设、课程设置、教学管理等方面的问题。以下是关于这些挑战及相应对策的概述：

1. 学生水平差异大。

同一班级中学生英语水平可能有较大的差异，从听不懂、看不明到雅思 7.5 不等。应对策略：（1）开展预备课程或预科教育，帮助学生提前适应新的学习环境。（2）分层教学，采用“基础层+提高层+拓展层”三级资源包，为不同水平学生设计差异化学习路径。

2. 资源适配性不足。

部分原版教材存在“水土不服”现象，如教学内容无法与中国当前行业发展相对应，西方教材的个体主义叙事与中国集体主义价值观的结构性冲突，案例脱离中国国情。应对策略：本土化改造，建立“引进—改编—创新”机制，如图 13 所示。

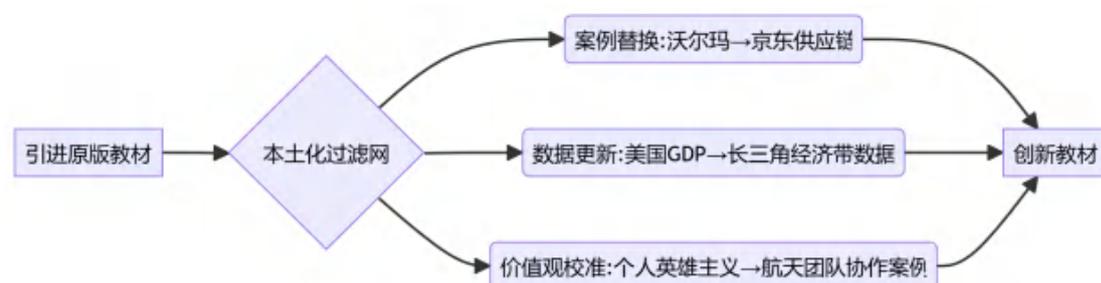


图 13 教学资源的本土化改编机制

3. 师资队伍问题。

中外合作的教學模式，師資隊伍建設，也存在較大困難，如文化差異可能導致溝通障礙，外籍教師對中國學生的特點和需求不夠熟悉，語言能力可能影響教學效果。應對策略：提供跨文化交流培訓，幫助外籍教師更好地理解中國文化和社会環境；加強對中外籍教師的語言能力培訓和支持，確保教學質量；建立穩定且多元化的中外教師團隊，通過聯合教研活動促進經驗交流。

七、总结、反思与展望

1. 总结

本项目围绕中外合作模式下《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》课程的

思政教育展开深入探究与实践，成功构建了“内主外融”的教学模式，有效融合了国外先进教育理念与本土思政元素，实现了专业教育与思想政治教育的有机统一。通过科学规划课程体系、开发中英双语教学资源、实施联合授课等策略，项目不仅提升了学生的专业素养，还显著增强了他们的思想政治素质。

在项目实施过程中，我们成功开发了多形态、高质量的中英双语教学资源，包括纸质教材、数字化教学资源库和在线开放课程等，这些资源不仅丰富了教学内容，还通过融入课程思政元素，提升了课程的思想性和教育性。同时，通过对比分析四种不同的联合授课模式，我们确定了“内主外融”为最优教学模式，该模式有效解决了教学时间协调难、课程思政实施难等问题，提高了教学效果和教学质量。

2. 反思

尽管项目取得了显著成果，但在实施过程中也面临一些挑战和问题。首先，学生英语水平差异较大，给教学带来了一定难度。部分学生在全英文或双语教学环境下难以跟上教学进度，影响了学习效果。未来，我们需要进一步加强预备课程或预科教育，帮助学生提前适应新的学习环境，并实施分层教学，以满足不同水平学生的学习需求。

其次，部分原版教材存在“水土不服”现象，教学内容与中国国情和行业发展不适应，尤其是在中英双语课程思政资源方面还不够丰富。这要求我们在引进国外优质教育资源的同时，加强本土化改造，建立“引进—改编—创新”机制，确保教材内容的适用性和针对性。

最后，中外合作的教学模式对师资队伍建设提出了更高要求。文化差异、语言能力等因素可能影响教学效果。因此，我们需要加强跨文化交流培训，提升外籍教师的中文水平和对中国文化的理解；同时，加强对中外籍教师的联合教研活动，促进经验交流和教学相长。

3. 展望

展望未来，我们将继续深化课程思政改革，探索更多有效的思政元素融入方式。通过引入更多真实案例、行业精神等内容，丰富课程思政的内涵和外延，进一步提升学生的思想政治素质和职业素养。同时，我们将持续优化中英双语教学资源，确保教材内容的时效性和前沿性，并探索更多元化的教学资源形式，如虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等，推动数智化资源与技术赋能，以提升学生的学习体验和参与度。

此外，我们还将积极拓展国际合作与交流渠道，与更多国际知名航空院校建立合作关系，共同开发优质教学资源、开展学术研究和人才交流等活动。通过国

际合作与交流，不断提升学校的国际影响力和竞争力，为全球航空业培养更多高素质技术技能人才。

最后，我们将积极推动职教出海战略，借助中外合作办学的成功经验和实践成果，将优质职业教育资源输出到“一带一路”沿线国家和地区，促进国际职业教育交流与合作，为全球职业教育发展贡献中国智慧和方案。

广州民航职业技术学院

《空气动力学基础与
飞行原理(AMT500)》
课程标准(56 学时)



2024 年 12 月

《空气动力学基础与飞行原理(AMT500)》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(AMT500)	课程代码	010303
课程学时	56	课程学分	2.5
课程性质	专业基础课	课程类型	理论课
适用专业	飞机机电设备维修专业、飞机机电设备维修专业(飞机及发动机维修)、飞机电子设备维修、飞机结构修理专业	授课对象	飞机机电设备维修专业、飞机机电设备维修专业(飞机及发动机维修)、飞机电子设备维修、飞机结构修理专业学生
开课单位	飞机维修工程学院		
制订人	周堃	审定人	
制(修)订日期	年 月 日制订/第 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(AMT500)》是飞机机电设备维修专业、飞机机电设备维修(飞机及发动机维修)、飞机电子设备维修、飞机结构修理专业的专业基础课。该课程基于国军标、航空工业标准、民航行业标准和机务维修工作过程，主要任务是向学生介绍航空发展史、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、飞机的平衡、稳定性和操纵性、

高速飞机的基本特点、螺旋桨的结构和空气动力等内容。也是飞机维修工程学院与加拿大卡纳多学院合作开设的飞机机电维修、飞机结构修理和飞机电子设备维修三个专业方向的专业基础课。

（二）课程任务

通过课堂理论教学、飞机现场教学等教学形式，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的空气动力学知识及飞行原理，理解检查、维修、故障排除对于飞机安全飞行的重要性，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》、《外场飞机结构检查及腐蚀防护技术》等课程建立理论基础。通过中外合作办学的形式，培养外语能力强、熟悉行业国内国际规范及操作流程、掌握新知识/新技术、具有国际交流能力的高技能人才。

（三）课程设计思路

本课程根据国军标、航空工业标准、民航行业标准及飞机维修岗位职业标准，以培养职业能力为核心，基于岗位能力要求和中国民用航空维修人员执照 CCAR66-R3 M1 模块考试范围要求。课程主要针对民航机务人员、机务专业学生、航空爱好者等非航空空气动力学或流体力学专业人员，采用简明的方式介绍航空概论、空气动力学原理及飞行原理等相关知识，使之掌握相关的空气动力学概念，满足民用航空器维修人员的专业知识储备要求。

针对常规飞机的设计特征，设计有如“课堂+博物馆+科学中心”的学习情境，以身边的航空器飞行作为导向整合，细化教学内

容。

本课程以中国特色社会主义核心价值观为引领，结合中国航空工业发展及中国民航行业特点，充分将爱国情怀、职业道德、职业梦想、机务作风、当代民航精神、劳动精神、工匠精神、严谨科学素养及创新思维等思政教育有机融入教学内容中，实现知识传授与价值引领的有机统一。

三、本课程与其他课程的关系

序号	前期课程名称	为本课程提供的主要支撑能力
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	制图测绘	工程零部件基本测绘能力
4	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
5	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	后续课程名称	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 飞机/空客 320 飞机气动设计原理分析能力，飞机操纵面的空气动力分析能力。
4	外场飞机结构检查及腐蚀防护技术	飞机机翼、机身、尾翼等结构分布与承受气动载荷的分析能力，气象条件和空气中污染物对飞机结构的腐蚀分析能力。
5	校内综合实训	飞机的组成与功用分析能力，飞机主要零部件的位置和受气动载荷的影响分析能力。

四、课程目标

(一) 素质目标

(1) 积极践行社会主义核心价值观，具有深厚的爱国情感和中

华民族自豪感，热爱劳动，履行道德准则和行为规范，具有社会责任感和参与意识；

(2) 具有良好的民航职业道德和职业素养，热爱民航事业，弘扬和践行“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，具有高度的安全意识；

(3) 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；

(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

掌握航空器的分类、概念及飞机的基本组成，解决飞机升空及向前飞行的基本问题（掌握升力及阻力），知道已经升空的飞机如何维持稳定可控的飞行（掌握飞机飞行的稳定性及操纵性基本原理）、知悉完成航线飞行需要经历的各个飞行阶段及操纵要点（起飞、爬升、巡航、下降、着陆、机动飞行及预备知识）、掌握高速空气动力学特性。

(三) 能力目标

(1) 专业能力培养目标：掌握飞行器的分类及飞机的基本组成、航空动力装置的分类及基本原理、基本流体力学知识、升力及阻力的产生原理、常规布局飞机的操纵性及稳定性知识、常规布局

飞机的飞行性能知识、定常转弯及失速等基本机动飞行知识，深刻体会飞机正常操纵、安全飞行对于航空维修的重要意义，培养出严谨的工作作风。

(2) 方法能力培养目标：具备一定的独立学习、理解与运用能力；掌握获得飞机空气动力及飞行操纵的基本原理；培养实际动手操作能力。

(3) 社会能力培养目标：培养科学、诚信、敬业、严谨的工作态度和较强的安全、质量、效率及环保意识，具有良好的职业道德素质，工作认真负责，能吃苦耐劳，善于与人沟通协调，有较强的组织能力和团队合作精神。

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
Chapter1: Introduction to flying 初识飞行	项目 1:History of Flight 飞行的 历史	航空史简介	知识目标: 了解人类先驱 对飞行的尝试 素质目标: 激发学生对蓝 天与航空的热爱	重点: — 难点: —	(包含: 教学模式、教学方 法、课程思政等。) 线 上与线下混合式教学、 案例教学法、讲授法。 课程思政: 以先驱者们对 飞行的尝试, 激发学生对天空 的向往。介绍我国航空先驱对 飞行的尝试。	2
	项目 2: Aircraft Classifications and Ultralight Vehicles 飞机的 分类	飞机的分类介绍	知识目标: 掌握航空器的 分类。	重点: 重于空气的航空 器、25 部运输类飞机、 23 部通用飞机 难点: —	线与线下混合式教学、 案例教学法、讲授法。 课程思政: 融入国产飞机 元素, 说明中国航空工业已占 据举足轻重的地位	
	项目 3: Aircraft Designs, Certification, and Airworthiness 飞 机设计、审定及适 航	介绍飞行器的分类 及对应的合格审定 标准	知识目标: 飞行器 能力目标: 了解 CCAR23 及 CCAR25 部等规章对应 的飞行器类型 素质目标: —	重点: CCAR23-R4、 CCAR25-R4 部规定的飞 机范围 难点: 23 部和 25 部飞机 起飞重量的分划	线与线下混合式教学、 讲授法, 任务驱动法。 课程思政: 典型国产通用 飞机及运输类飞机介绍	

模块	项目	任务/内容	教学目标	教学重难点	教学实施	学时
Chapter 2: Aircraft Construction 飞机构造	项目 1: Lift and Basic Aerodynamics 升 力及基本空气动力 学	1. 飞机平飞的受力 状况 2. 重心的合理配置	知识目标: 掌握飞机平飞的力平衡状态, 了解重心前后位置对飞机平衡及操纵的影响 能力目标: 会分析平飞时两力平衡的外力 素质目标: 激发学生对空气动力学的兴趣, 培养学生主动思考的习惯	重点: 升力与重力的平衡、阻力与推力的平衡 难点: 重心前后位置的影响 (涉及俯仰力矩)	线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 以不同类型的飞机为例, 说明作用在飞机上的外力如何产生, 又如何平衡, 培养学生主动思考的习惯	2
	项目 2: Major Components 主要 部件	1. 机身的构成及作用 2. 机翼的构成及作用 3. 尾翼的构成及作用 4. 起落架的构成及作用 5. 动力装置的构成及作用	知识目标: 掌握飞机的基本组成部分 能力目标: 会分析各个组成部分的设计特点及功用 素质目标: 培养学生认真完成维修工作的责任心	重点: 飞机各组成部分的作用 难点: 机身的构造、机翼、尾翼各操纵布局、起落架布置包含哪些方面的作用; 动力装置的形式; 附件	线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 以国内外典型机型为例, 分析机型的五个方面的设计特征, 培养严谨务实的机务作风。	2

	<p>项目 3: Subcomponents 组件</p>	<p>1. 了解飞机系统的组成及作用</p>	<p>知识目标: 了解电源、飞行操纵、起落架系统的作用 素质目标: 学生能够正确认识小型飞机的飞行系统, 为日后学习大型飞机系统附件做知识储备</p>	<p>重点: — 难点: —</p>	<p>线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 为日后学习大型飞机系统附件做知识储备</p>	
	<p>项目 4: Types of Aircraft Construction 飞机机身的结构类型</p>	<p>1. 认识 3 种典型的飞机结构</p>	<p>知识目标: 了解三种典型飞机机身结构类型, 掌握现代大型飞机机身结构的类型 素质目标: 培养学生认真完成维修工作的责任心</p>	<p>重点: 半硬壳机身的结构特点及应用范围 难点: 半硬壳机身的结构件识别</p>	<p>线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 培养学生认真完成维修工作的责任心</p>	
<p>模块</p>	<p>项目</p>	<p>任务/内容</p>	<p>教学目标</p>	<p>教学重难点</p>	<p>教学实施</p>	<p>学时</p>
<p>Chapter 3 Principles of Flight 飞行原理基础</p>	<p>项目 1: Structure of Atmosphere 大气层的结构</p>	<p>1. 介绍大气环境的特征参数: 黏性、压强、气压高度、密度、高度等 2. 大气压强、温度和湿度对大气密度的影响</p>	<p>知识目标: 掌握大气基本概念, 对压强、温度、湿度对大气密度的影响规律有初步的认识 素质目标: 培养学生认真完成维修工作的责任心</p>	<p>重点: 大气参数; 伯努利定理; 压力分布 难点: 密度高度、气压高度的概念</p>	<p>线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 培养学生对空气动力学基础理论的好奇心</p>	<p>2</p>

	项目 2: Theories in the Production of Lift 产生升力的原理	1. 伯努利定理 2. 认识机翼上下表面压力差的产生机理 升力的产生机理	知识目标: 掌握流体力学基本理论; 大气基本参数, 伯努利定理 素质目标: 培养学生认真完成维修工作的责任心	重点: 伯努利定理、升力产生的机理 难点: 机翼上下表面压力和静压的变化规律	线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 培养学生对空气动力学基础理论的好奇心	2
	项目 3: Airfoil Design 翼型设计	1. 翼型的几何参数 2. 翼型的类型 3. 升力及压力分布	知识目标: 翼型和平面机翼的几何参数、适用于不同速度范围的翼型对空气动力学基础理论的好奇心	重点: 几何参数定义	线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 培养学生对空气动力学基础理论的好奇心	2
	项目 4: A Third Dimension 三维机翼	1. 翼尖涡	知识目标: 翼尖涡的产生原理	重点: 翼尖涡的成因	线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法	2
Chapter 4 Aerodynamics of Flight 空气动力学	项目 1: Forces Acting on the Aircraft 飞机受到的力	1. 飞机定直平飞的受力及平衡 2. 推力 3. 升力及其表达式 4. 升阻比 5. 阻力的形成及其	1. 掌握飞机定直平飞受力的两平衡关系 2. 掌握飞机加速、减速、定速飞行时推力与阻力的关系; 3. 了解推力方向随迎角	教学重难点 重点: 定直平飞及其表达式; 阻力公式; 阻力的分类; 升力公式、阻力公式、诱导阻力的产生	教学实施 线上和线下混合式教学, 采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政: 通过包括国产军用飞机及民用飞机在内的众多案	4

		分类 6、重量-重心对飞机俯仰力矩的影响	或喷口方向改变对力平衡关系带来的影响 4、掌握升力的计算公式及各项参数对升力的影响 5、掌握升力及升力系数随迎角的变化规律 6、掌握升阻比随迎角增加的变化规律 7、掌握阻力的表达式及飞行速度的变化规律 8、掌握阻力的分类及产生机理，了解减小上述阻力的手段 9、了解重心前后位置对飞机俯仰特性产生的影响	机理	例，告诉学生我们在全世界同行都在为追求飞机的卓越性能和良好的经济性作出不懈努力，培养出信心和自豪感
项目 2: Wingtip Vortices and Ground Effect 翼尖涡及地面效应	1、翼尖涡的生成原理	1、掌握翼尖涡的生成原理 2、掌握翼尖附近不同位置的翼尖涡诱导气流的方向	1、掌握翼尖涡的生成原理 2、掌握翼尖附近不同位置的翼尖涡诱导气流的方向	重点：翼尖涡的生成原理，翼尖涡诱导气流的方向 难点：诱导气流方向的理解和记忆	2
项目 3: Axes of an Aircraft 飞机的机体轴	1、飞机的 3 根机体轴 2、围绕机体轴的运动定义	1、掌握纵轴(滚转轴)、横轴(俯仰轴)、竖轴(偏航轴)的定义 2、掌握控制飞机的操纵面与三轴运动的对应关系	1、掌握纵轴(滚转轴)、横轴(俯仰轴)、竖轴(偏航轴)的定义 2、掌握控制飞机的操纵面与三轴运动的对应关系	重点：机体坐标轴的定义及围绕机体坐标轴的机体运动名称 难点：操纵面与绕机体轴运动的关系	2 线上和线下混合式教学，采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政：通过包括国产军用

<p>项目 4: Moment and Moment Arm 力矩和力臂</p>	<p>1、重心前后移动对俯仰力矩的影响</p>	<p>1、了解重心前后移动对俯仰力矩的影响</p>	<p>重点: — 难点: —</p>	<p>飞机及民用飞机在飞行中的奇特现象，培养学生对飞行特性的好奇心，并对飞行中可能产生的风险产生敬畏之心</p>
<p>项目 5: Aircraft Design Characteristics 飞机设计特征</p>	<p>1、飞机的稳定性</p>	<p>1、掌握静稳定性和动稳定性的概念 2、掌握飞机的三轴静稳定性(纵向、横向及航向)的概念 3、了解荷兰滚运动及螺旋模态</p>	<p>重点: 三轴静稳定性、荷兰滚运动、螺旋运动 难点: 纵向静稳定性、荷兰滚运动、螺旋运动</p>	
<p>项目 6: Effect of Wing Planform 机翼平面形状的影响</p>	<p>1、不同类型的机翼的空气动力特性</p>	<p>1、掌握展弦比和根梢比的概念 2、掌握机翼平面形状的分类 3、了解平面形状对飞机失速特性及升阻特性的影响</p>	<p>重点: 机翼平面形状的分类, 失速特性 难点: —</p>	
<p>项目 7: Aerodynamic Forces in Flight Maneuvers 飞行中的空气动力</p>	<p>1、转弯过程中飞机的受力分析 2、飞行参数对转弯性能的影响分析</p>	<p>1、掌握转弯过程的升力变化、载荷因数变化规律 2、了解飞行速度、转弯坡度对转弯率的影响 3、掌握协调转弯、内侧滑转弯及外侧滑转弯的概念</p>	<p>重点: 转弯过程的受力分析, 内侧滑及外侧滑 难点: 内侧滑及外侧滑的理解</p>	

<p>项目 8: Stalls 失速</p>	<p>1、失速的条件及分类</p>	<p>1、掌握进入失速的条件； 2、了解失速迎角随马赫数变化而改变 3、了解转弯时更容易失速 4、了解结冰失速</p>	<p>重点：失速迎角 难点：区分低速失速、高速失速及转弯失速</p>	<p>1</p>
<p>项目 9: Basic Propeller Principles 螺旋桨空气动力学基本原理</p>	<p>1、螺旋桨空气动力特性</p>	<p>1、掌握螺旋桨的速度矢量三角形 2、了解定距桨和变距桨的区别 3、了解螺旋桨对飞机操纵特性的四种副作用</p>	<p>重点：螺旋桨的速度矢量三角形</p>	<p>1</p>
<p>项目 10: Load Factors 载荷因数</p>	<p>1、载荷因数的定义 2、飞机的限制载荷及极限载荷 3、不同类型飞机限制载荷因数的范围 4、定常转弯坡度与载荷因数的关系 5、转弯失速速度及设计机动速度</p>	<p>1、掌握载荷因数的定义 2、了解 23 部普通类、通勤类及特技类飞机的限制载荷因数；掌握 25 部运输类飞机限制载荷因数数值 3、掌握定常转弯载荷因数随着坡度变化的规律 4、了解设计机动速度</p>	<p>重点：载荷因数的概念；定常转弯中特定坡度角的载荷因数</p>	<p>2</p>
<p>项目 11: Weight and Balance 重量与平衡</p>	<p>1、重量重心对飞机结构、性能及操纵稳定性的影响</p>	<p>1、了解重量重心对飞机结构性能及操纵稳定性的影响</p>	<p>—</p>	<p>1</p>

	<p>项目 12: High Speed Flight 高速空气动力学</p>	<p>1、高速气流特性，跨声速、亚声速、超声速、超声速的声速范围 2、失速速度随着马赫数增加的变化规律 3、正激波及斜激波特性 4、后掠翼的气动特性，T型尾翼的失速特性 5、大马赫数飞行的抖振现象 6、高速飞行控制</p>	<p>1、掌握超声速气流下的气体运动规律 2、掌握流附面层及紊流附面层的概念 3、掌握激波的生成原理及波面前后空气压力、密度、温度、速度的变化规律 4、了解后掠翼提高临界马赫数的原理 5、了解大马赫数气流分离及抖振的原理 6、了解高速飞机的飞行操纵面设计特征</p>	<p>重点：高速气流的运动规律；正激波及斜激波的产生原理及气流经过波面的运动规律 难点：高速气流的运动规律</p>	<p>5</p>
<p>Chapter 5 Flight Controls 飞行控制</p>	<p>项目 1: Flight Control Systems 飞行控制系统</p>	<p>1、飞行控制系统的发展历史 2、主飞行控制系统 3、辅助飞行控制系统</p>	<p>1、了解飞行控制系统的发展历史及几种主要飞行控制系统的类型 2、掌握主飞行控制系统操纵原理 3、掌握克服不利偏航的操纵原理、副翼-方向舵交联操纵原理、襟副翼操纵原理；了解T型尾翼、全动平尾及组合式方向舵的工作原理 4、能够区分不同类型的襟翼和前缘装置，了解这些襟翼和前缘装置的气动特性 5、掌握扰流板的几大功</p>	<p>重点：副翼、方向舵、升降舵 难点：副翼-方向舵交联、克服不利偏航、配平片和调整片卸载力矩的原理</p>	<p>4</p>

		<p>能</p> <p>6、了解配平片和调整片</p>			
	<p>重点：活塞发动机的组成及气缸工作原理、螺旋桨剖面速度三角形</p> <p>难点：螺旋桨剖面速度三角形</p>	<p>1、掌握活塞发动机单个气缸的工作原理</p> <p>2、了解活塞发动机的气缸布置形式</p>	<p>1、活塞发动机</p> <p>2、螺旋桨几何参数</p> <p>3、气化工器原理</p>	<p>项目 1: Powerplant 动力装置</p>	
	<p>重点：—</p> <p>难点：—</p>	<p>1、了解增压器及涡轮增压器的作用</p> <p>2、了解涡轮增压器对提高功率率的作用</p>	<p>1、增压器和涡轮增压器</p>	<p>项目 2: Supercharger and Turbochargers 机械增压器和涡轮增压器</p>	
	<p>重点：—</p> <p>难点：—</p>	<p>1、了解活塞发动机系统的组成</p>	<p>1、活塞发动机的其他系统附件（点火、排气、滑油、冷却、起动系统）</p>	<p>项目 3: 其他设备</p>	
	<p>重点：涡轮发动机的组成</p> <p>难点：—</p>	<p>1、了解涡喷、涡扇、涡桨、涡轴发动机的组成及工作原理</p> <p>2、了解涡轮发动机的压力比 (EPR)、排气温度 (EGT)、高压转子转速 N2</p>	<p>1、涡轮发动机的分类及组成</p> <p>2、涡轮发动机的运行参数</p>	<p>项目 4: Turbine Engines 涡轮发动机</p>	
<p>1</p>					
<p>线上和线下混合式教学，采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。</p> <p>课程思政：通过包括国产军用飞机及民用飞机在内的众多案例，培养学生对飞机动力装置及其附件的好奇心，树立对飞机维修工作的责任意识</p>					
<p>1</p>					
<p>Chapter 6 Powerplant 航空动力装置</p>					

		及低压转子转速 N1				
Chapter 7 Aircraft Performance 飞行性能	项目 1: Introduction of Importance of Performance Data 性能数据的重要性	1、典型飞行剖面的 阶段组成	1、掌握典型飞行剖面的 组成: 起飞、爬升、巡 航、下降、着陆	重点: 一 难点: 二	重点: 一 难点: 二	2
项目 2: Performance 飞行性能	1、平飞性能 2、爬升及下降性能 3、巡航性能指标	1、掌握平飞阻力-速度曲 线图、平飞功率-速度曲 线图 2、掌握爬升状态的受力 分析, 掌握最大爬升角和 最大上升率 3、螺旋桨和喷气式飞机 的久航速度和远航速度	重点: 平飞阻力-速度曲 线图; 平飞功率-速度曲 线图; 难点: 以陡升和快升方 式爬升的理想速度; 远 航速度和久航速度	重点: 一 难点: 二	2	
项目 3: Takeoff and Landing Performance 起飞 及着陆性能	1、影响起飞及着陆 性能的因素	1、掌握飞机起飞及着陆 性能的影响因素(重量、海 拔、道面状况、风、海 拔高度、温度等)	重点: 对影响起飞距离 和着陆距离的因素, 进 行定性分析	重点: 对影响起飞距离 和着陆距离的因素, 进 行定性分析	2	

Chapter 8: Weather Theory 天气理 论	项目 1: Atmosphere 大气 层	1、大气层组成及大气层的分层 2、大气压力的变化规律 3、海拔高度对飞机飞行及人体机能的影响 4、温度和湿度	1、掌握大气的化学成分组成 2、掌握对流层和平流层中大气参数的变化规律 3、掌握大气参数随着高度增加的变化规律 4、掌握相对湿度和露点的概念	重点：对气流层中及平流层底部大气参数的变化规律 难点：相对湿度、温度的变化、海拔对飞行性能的影响	线上和线下混合式教学，采用任务驱动法、小组讨论法、案例教学法、情景教学法等教学方法。 课程思政：通过包括国产军用飞机及民用飞机在内的众多案例，培养学生对飞行环境的敬畏心及对飞机维修的责任心	1
测验及预留学时	测验 1 测验 2 测验 3 期中测验					7

(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、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(AMT500)》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 50%，50%。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 AMT500》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 (50%)				期末成绩 (50%)
各单项分值 (总分)	考勤	作业	期中测验	课堂表现	期末考试
	30	50	10	10	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]周堃 张永刚 王渊 丘宏俊编,《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》[M], 校内自编, 2024. 06.

2. 教学参考资料

[1] 丘宏俊 编著, 简明飞机飞行原理(第 2 版)[M], 西安: 西北工业大学出版社, 2016. 08

（四）课程资源

1. 学习资料

[1] 丘宏俊 编著, 简明飞机飞行原理(第 2 版)[M], 西安: 西北工业大学出版社, 2016. 08

2. 信息化教学资源

国家级精品在线开放课程 MOOC—《空气动力学基础与飞行原理》:



<https://mooc.icve.com.cn/cms/courseDetails/index.htm?classId=600f3a57b860f5e9bb0aff748dd987ae>

(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	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
3	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

Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)



空气动力学基础与飞行原理(AMT500)



ZHOU Kun, ZHANG Yonggang, WANG Yuan, QIU Hongjun
GUANGZHOU CIVIL AVIATION COLLEGE

目录 Index

Chapter 1 Introduction to Flying	1
第 1 章 初识飞行	1
1 History of Flight 飞行的历史	1
1.1 Mankind longing for the sky 心向蓝天的人类	1
1.2 The Chinese Attempts to Reach the Sky 拓展阅读: 中华民族悠久的飞天史	5
2 Aircraft Classifications and Ultralight Vehicles 飞行器的分类和超轻型飞机	8
3 Aircraft Designs, Certification, and Airworthiness 飞机的设计、审定和适航	11
3.1 Categories of Aircraft 航空器的分类	11
3.2 Aviation Safety and Management 拓展阅读: 航空安全与管理	12
4 Quiz 习题	14
Chapter 2 Aircraft Construction	16
第 2 章 飞机构造	16
1 Lift and Basic Aerodynamics 升力及基本空气动力学	16
2 Major Components 主要部件	20
2.1 Fuselage 机身	20
2.2 Wings 机翼	21
2.3 Alternative Types of Wings 非传统机翼	23
2.4 Empennage 尾翼	24
2.5 Landing Gear 起落架	26
2.6 The Powerplant 动力装置	27
3 Subcomponents 子组件	29
4 Types of Aircraft Construction 飞机的结构类型	30
4.1 Truss Structure 构架结构	31
4.2 Monocoque 硬壳结构	32
4.3 Semi-monocoque 半硬壳结构	33
4.4 The Amazing Chinese Large Civil Aircraft 拓展阅读: 神奇的中国民用大飞机	34
4.4.1 The COMAC C919 中国商飞 C919	34
4.4.2 CAIGA AG600M Kunloong 航空工业通飞 AG600M 鲲龙	36
5 Quiz 习题	39
Chapter 3 Principles of Flight	41
第 3 章 飞行原理	41
1 Structure of Atmosphere 大气层的结构	41
1.1 Air is a Fluid 空气是流体	41

1.1.1 Viscosity 黏性.....	42
1.1.2 Friction 摩擦力.....	43
1.1.3 Pressure 压强.....	44
1.2 Atmospheric Pressure 大气压强.....	45
1.3 Pressure Altitude 压力高度.....	47
1.4 Density Altitude 密度高度.....	47
1.4.1 Effect of Pressure on Density 压强对密度的影响.....	49
1.4.2 Effect of Temperature on Density 温度对密度的影响.....	49
1.4.3 Effect of Humidity on Density 湿度对高度的影响.....	50
2 Theories in the Production of Lift 产生升力的原理.....	51
2.1 Newton' s Basic Law of Motion 牛顿运动定律.....	52
2.2 Bernoulli' s Principle of Differential Pressure 伯努利定理及压力差.....	54
3 Airfoil Design 翼型设计.....	55
3.1 Low Pressure Above 上翼面的吸力.....	59
3.2 High Pressure Below 下翼面的压力.....	60
3.3 Pressure Distribution 压力分布.....	60
3.4 Airfoil Behaviour 翼型的特性.....	62
4 A Third Dimension 三维机翼.....	63
5 Chapter Summary 小结.....	64
6 Quiz 习题.....	65
Chapter 4 Aerodynamics of Flight.....	67
第4章 空气动力学.....	67
1 Forces Acting on the Aircraft 飞机受的力.....	67
1.1 Thrust 推力.....	71
1.2 Lift 升力.....	74
1.3 Lift/ Drag Ratio 升阻比.....	78
1.4 Drag 阻力.....	80
1.4.1 Parasite Drag 废阻力.....	80
1.4.2 Form Drag 压差阻力.....	80
1.4.3 Interference Drag 干扰阻力.....	81
1.4.4 Skin Friction Drag 摩擦阻力.....	82
1.4.5 Induced Drag 诱导阻力.....	84
1.4.6 Geese flight and team spirit 拓展阅读: 大雁飞行与团队精神.....	88
1.5 Weight 重力.....	90

2 Wingtip Vortices 翼尖涡	92
2.1 Formation of Vortices 翼尖涡的形成	92
2.2 Avoiding Wake Turbulence 回避尾流	93
3 Ground Effect 地面效应	96
4 Axes of an Aircraft 飞机的机体轴	101
5 Moment and Moment Arm 力矩和力臂	104
6 Aircraft Design Characteristics 飞机设计特征	105
6.1 Stability 稳定性	106
6.1.1 Static Stability 静稳定性	106
6.1.2 Dynamic Stability 动稳定性	107
6.1.3 Longitudinal Stability (Pitching) 纵向稳定性 (俯仰运动)	108
6.1.4 Lateral Stability (Rolling) 横向稳定性 (滚转)	115
6.1.5 Directional Stability (Yawing) 航向 (偏航) 稳定性	118
6.2 Free Directional Oscillations (Dutch Roll) 航向振荡 (荷兰滚)	121
6.2.1 Air Disaster Caused by Two Wrong Plugs 拓展阅读: 两个相互插错的插头导致的空难 ..	122
6.3 Spiral Instability 螺旋模态不稳定	124
7 Effect of Wing Planform 机翼平面形状的影响	125
8 Aerodynamic Forces in Flight Maneuvers 机动飞行中的空气动力	129
8.1 Forces in Turns 转弯时飞机的受力	129
8.2 Forces in Climbs 爬升时飞机的受力	133
8.3 Forces in Descents 下降时飞机的受力	136
9 Stalls 失速	136
10 Basic Propeller Principles 螺旋桨空气动力学基本原理	142
10.1 Torque and P-Factor 扭矩及螺旋桨效应	148
10.2 Torque Reactions 反扭矩	149
10.3 Cockscrew Effect 螺旋桨滑流的影响	150
10.4 Gyroscopic Action 陀螺效应	151
10.5 Asymmetric Loading (P-Factor) 螺旋桨效应 (非对称推力)	153
11 Load Factors 载荷因数	155
11.1 Load Factor in Aircraft Design 飞机设计中的载荷因数	156
11.2 Load Factor in Steep Turns 大坡度转弯中的载荷因数	159
11.3 Load Factor and Stalling Speeds 载荷因数与失速速度	161
11.4 Load Factor and Flight Maneuvers 载荷因数与机动飞行	164
11.4.1 Turns 转弯	164

11.4.2 Stalls 失速.....	164
11.4.3 Spins 尾旋.....	165
11.4.4 High Speed Stalls 高速飞行中的失速.....	166
11.5 Vg Diagram 速度-过载包线图.....	166
12 Weight and Balance 重量与平衡.....	169
12.1 Effect of Weight on Flight Performance 重量对飞行性能的影响.....	171
12.2 Effect of Weight on Stability and Controllability 重量对操纵性与稳定性的影响.....	171
13 High Speed Flight 高速空气动力学.....	172
13.1 Subsonic Versus Supersonic Flow 亚声速与超声速流动的异同.....	172
13.2 Speed Ranges 速度范围.....	173
13.3 Mach Number Versus Airspeed 马赫数与空速.....	176
13.4 Boundary Layer 附面层.....	178
13.4.1 Laminar Boundary Layer Flow 层流附面层.....	178
13.4.2 Turbulent Boundary Layer Flow 紊流附面层.....	178
13.4.3 Boundary Layer Separation 附面层分离.....	179
13.5 Shock Waves 激波.....	180
13.6 Sweepback 后掠角.....	183
13.7 Mach Buffet Boundaries 马赫数抖振边界.....	186
13.8 High Speed Flight Controls 高速飞行控制.....	187
14 Chapter Summary 总结.....	190
15 Quiz 习题.....	190
Chapter 5 Flight Controls.....	194
第 5 章 飞行控制.....	194
1 Flight Control Systems 飞行控制系统.....	198
1.1 Flight Controls 飞行控制.....	198
1.2 Primary Flight Controls 主飞行控制.....	198
1.2.1 Ailerons 副翼.....	201
1.2.2 Adverse Yaw 不利偏航.....	201
1.2.3 Elevator 升降舵.....	207
1.2.4 T-Tails T 型尾翼.....	209
1.2.5 Stabilator 全动式平尾.....	213
1.2.6 Canards 鸭翼.....	214
1.2.7 Rudder 方向舵.....	216
1.2.8 V-Tail V 型尾翼.....	217

1.3 Secondary Flight Controls 辅助飞行控制.....	218
1.3.1 Flaps 襟翼.....	219
1.3.2 Leading Edge Devices 前缘装置.....	222
1.3.3 Spoilers 扰流板.....	225
1.3.4 Trim Systems 配平系统.....	226
1.3.5 Trim Tabs 配平调整片.....	226
1.3.6 Balance Tabs 随动片/补偿片.....	228
1.3.7 Servo Tabs 伺服调整片.....	229
1.3.8 Anti-Servo Tabs 反伺服调整片/反补偿片.....	229
1.3.9 Ground Adjustable Tabs 简易调整片.....	230
1.3.10 Adjustable Stabilizer 可配平水平安定面.....	231
2 Autopilot 自动驾驶仪.....	232
3 Chapter Summary 总结.....	233
4 Quiz 习题.....	234
Chapter 6 Aircraft Systems.....	236
第 6 章 飞机系统.....	236
1 Powerplant 动力装置.....	236
1.1 Reciprocating Engines 活塞发动机.....	236
1.2 Propellers 螺旋桨.....	244
1.2.1 Fixed Pitch Propeller 定距螺旋桨.....	245
1.2.2 Adjustable Pitch Propeller 变距螺旋桨.....	246
1.2.3 Propeller Overspeed in Piston Engine Aircraft 活塞发动机的螺旋桨超速.....	249
1.3 Induction System 进气系统.....	249
1.4 Carburetor Systems 汽化器系统.....	250
1.5 Outside Air Temperature Gauge 外温指示表.....	251
1.6 Fuel Injection Systems 燃油喷射系统.....	252
2 Supercharger and Turbochargers 机械增压器和涡轮增压器.....	253
2.1 Supercharger 增压器.....	253
2.2 Turbo Superchargers 涡轮增压器.....	254
3 Ignition System 点火系统.....	255
4 Engine Cooling Systems 发动机冷却系统.....	256
5 Oil Systems 滑油系统.....	257
6 Exhaust Systems 排气系统.....	258
7 Starting System 起动系统.....	258

8 Turbine Engines 涡轮发动机	258
8.1 Types of Turbine Engines 涡轮发动机的种类.....	259
8.1.1 Turbojet 涡轮喷气发动机.....	259
8.1.2 Turboprop 涡轮螺旋桨发动机.....	260
8.1.3 Turbofan 涡轮风扇发动机.....	261
8.1.4 Turboshift 涡轮轴发动机.....	262
8.2 Turbine Engine Instruments 涡轮发动机仪表.....	262
8.2.1 Engine Pressure Ratio (EPR) 发动机增压比	263
8.2.2 Exhaust Gas Temperature (EGT) 排气温度 EGT	263
8.2.3 Torquemeter 扭矩传感器.....	263
8.2.4 N_1 Indicator 低压转子转速指示.....	263
8.2.5 N_2 Indicator 高压转子转速指示	264
9 Quiz 习题	264
Chapter 7 Aircraft Performance	266
第 7 章 飞行性能	266
1 Introduction 引言	266
2 Importance of Performance Data 性能数据的重要性.....	266
3 Enroute Performance 航路飞行性能.....	267
3.1 Straight and Level Flight 定常直线平飞.....	268
3.2 Climb Performance 爬升性能	270
3.2.1 Angle of Climb (AOC) 爬升角 AOC	272
3.2.2 Rate of Climb (ROC) 爬升率	274
3.2.3 Climb Performance Factors 爬升性能的影响因素.....	275
3.3 Range Performance 航程.....	277
4 Takeoff and Landing Performance 起飞及着陆性能.....	284
4.1 Runway Surface and Gradient 跑道道面及坡度.....	284
4.2 Takeoff Performance 起飞性能	286
4.3 Landing Performance 着陆性能.....	292
4.4 Air Disaster Caused by Severe Overload 拓展阅读：严重超载导致的空难	298
5 Performance Speeds 特征速度	300
6 Quiz 习题	302
Chapter 8 Weather Theory	304
第 8 章 天气理论	304
1 Introduction 引言	304

2 Atmosphere 大气层	304
2.1 Composition of the Atmosphere 大气的组成.....	305
2.2 Atmospheric Pressure 大气压力.....	307
3 Altitude and Atmospheric Pressure 大气压力与高度.....	308
4 Altitude and Flight 海拔高度与飞行.....	309
5 Altitude and the Human Body 海拔高度对人体的影响.....	310
6 Atmospheric Stability 大气的稳定性.....	310
6.1 Moisture and Temperature 湿度和温度.....	310
6.2 Relative Humidity 相对湿度.....	311
6.3 Temperature/Dew Point Relationship 温度与露点	312
7 Chapter Summary 总结.....	313
8 Quiz 习题	313

Chapter 1 Introduction to Flying

第 1 章 初识飞行

1 History of Flight 飞行的历史

1.1 Mankind longing for the sky 心向蓝天的人类

From prehistoric times, humans have watched the flight of birds, and longed to imitate them, but lacked the power to do so. Logic dictated that if the small muscles of birds can lift them into the air and sustain them, then the larger muscles of humans should be able to duplicate the feat. No one knew about the intricate mesh of muscles, sinew, heart, breathing system, and devices not unlike wing flaps, variable-camber and spoilers of the modern airplane that enabled a bird to fly. Still, thousands of years and countless lives were lost in attempts to fly like birds.

在很久很久以前，人们就在看天空中飞行的鸟类，渴望模仿他们，却没有升空的能力。鸟类靠着细小的肌肉升空并持续飞行，但人类粗大的肌肉无法复现这样的特征。这样错综复杂的肌肉网、肌腱、心脏、呼吸系统和像现代飞机襟翼、变弯度机翼、扰流板的各种结构使得鸟类能够飞行。不断地，人们在数千年间不断地尝试模仿鸟类飞行，无数的人因此献出生命。

The identity of the first “bird-men” who fitted themselves with wings and leapt off of cliffs in an effort to fly are lost in time, but each failure gave those who wished to fly questions that needed to be answered. Where had the wing flappers gone wrong? Philosophers, scientists, and inventors offered solutions, but no one could add wings to the human body and soar like a bird. During the 1500s, Leonardo da Vinci filled pages of his notebooks with sketches of proposed flying machines, but most of his ideas were flawed because he clung to the idea of birdlike wings. [Figure 1] By 1655, mathematician, physicist, and inventor Robert Hooke concluded that the human body does not possess the strength to power artificial wings. He believed human flight would require some form of artificial propulsion.

我们已经不记得谁是第一个从悬崖一跃而下的“鸟人”，每一次失败都会给渴望飞

VISUAL COURSE / 微课



翔的人们留下未解的问题：扑翼哪里出了问题。哲学家、科学家、发明家纷纷提出解决方案，不过人类插上翅膀依然无法像鸟类那样翱翔。公元16世纪，列奥纳多·达·芬奇在他的笔记本上画了许许多多飞行机器的草图，但由于他执拗于模仿鸟类（图 1），大部分方案仍存在着缺陷。1655年，数学家兼物理学家罗伯特·虎克提出了：单靠人类自身的功率，无法驱动人工翅膀。他认为，飞行需要借助某种额外的人工推进力。



Figure 1 Leonardo de Vinci' s ornithopter
图 1 列奥纳多·达·芬奇的扑翼机

The quest for human flight led some practitioners in another direction. In 1783, the first manned hot air balloon, crafted by Joseph and Etienne Montgolfier, flew for 23 minutes. Ten days later, Professor Jacques Charles flew the first gas balloon. A madness for balloon flight captivated the public's imagination and for a time flying enthusiasts turned their expertise to the promise of lighter-than-air flight. But for all its majesty in the air, the balloon was little more than a billowing heap of cloth capable of no more than a one-way, downwind journey.

在人类对飞行的探索中，部分实践者采取了另一路径。1783年，约瑟夫及埃迪安·蒙哥尔费制造了第一台载人热气球，它飞行了23分钟。十天之后，法国物理学家查理教授放飞了第一个氢气球。很快，民众的想象很快就被对热气球的狂热所虏获，飞行爱好者们利用他们的专业知识来兑现靠浮力飞行的承诺。然而，大部分升空的气球只不过是翻腾的布堆，它们只能随风飘向下游。

Balloons solved the problem of lift, but that was only one of the problems of human flight. The ability to control speed and direction eluded balloonists. The solution to that problem lay in

a child's toy familiar to the East for 2,000 years, but not introduced to the West until the 13th century—the kite. The kites used by the Chinese for aerial observation, to test winds for sailing, as a signaling device, and as a toy, held many of the answers to lifting a heavier-than-air device into the air.

气球解决了升力的问题，但那只是载人飞行的诸多关键技术之一。气球驾驶员无法控制速度和方向。在遥远的东方，问题的答案已经存在于一样小小的儿童玩具——风筝之中，长达 2000 年。风筝在 13 世纪才被引进到西方。在中国，风筝被用于空中观察、为航海活动测量风速、作为传递信号的设备，当然也被当做玩具。重于空气的飞行器升空的关键技术在风筝上可以找到、

One of the men who believed the study of kites unlocked the secrets of winged flight was Sir George Cayley. Born in England 10 years before the Mongolfier balloon flight, Cayley spent his 84 years seeking to develop a heavier-than-air vehicle supported by kite-shaped wings. [Figure 2] The “Father of Aerial Navigation,” Cayley discovered the basic principles on which the modern science of aeronautics is founded; built what is recognized as the first successful flying model; and tested the first full-size man-carrying airplane.

英国空气动力学之父乔治·凯利从风筝上解开了有翼飞行的秘密。凯利出生于蒙哥菲尔兄弟试飞热气球之前 10 年的英国，他花费毕生共 84 年去设计一款风筝形状的重于空气的飞行器（图 2）。凯莱发现了现代航空科学的基本原理，并试飞了第一台全尺寸载人飞机。

For the half-century after Cayley's death, countless scientists, flying enthusiasts, and inventors worked toward building a powered flying machine. Men, such as William Samuel Henson, who designed a huge monoplane that was propelled by a steam engine housed inside the fuselage, and Otto Lilienthal, who proved human flight in aircraft heavier than air was practical, worked toward the dream of powered flight. A dream turned into reality by Wilbur and Orville Wright at Kitty Hawk, North Carolina, on December 17, 1903.

凯利爵士去世半个世纪后，无数科学家、飞行爱好者和发明家试图制造带动力的飞行器。威廉·塞穆尔·汉森（发明了巨型单翼机，它由机身内部的一台蒸汽机来推动）、奥托·李林塔尔等人证明了终于空气的航空器是可以飞行的，为人类的动力飞行作出了贡献。这个梦想终于在 1903 年 12 月 17 日的北卡罗来纳州基蒂霍克海滩，由威尔伯·莱

特和奥维尔·莱特兄弟实现。



Figure 2 Glider from 1852 by Sir George Cayley, British aviator (1773–1857)

图 2 英国航空之父乔治·凯利爵士于 1852 年设计的滑翔机

The bicycle-building Wright brothers of Dayton, Ohio, had experimented for 4 years with kites, their own homemade wind tunnel, and different engines to power their biplane. One of their great achievements in flight was proving the value of the scientific, rather than a build-it-and-see approach. Their biplane, The Flyer, combined inspired design and engineering with superior craftsmanship. [Figure 3] By the afternoon of December 17th, the Wright brothers had flown a total of 98 seconds on four flights. The age of flight had arrived.

莱特兄弟在俄亥俄州的代顿市制造自行车，他们用风筝进行了长达 4 年的试验，还自制了风洞，使用不同的发动机来驱动他们的双翼机。他们的成就证明了科学理论指导而不是漫无目的地尝试的价值。他们的双翼机“飞行者号”将创新的设计与过人的工艺相结合（图 3）。直至 12 月 17 日下午，莱特兄弟已经在四次飞行中积累了一共 98 秒的飞行时间。人类飞行的时代终于来到了。



Figure 3 The First Flight by the Wright Brothers

图 3 莱特兄弟的首飞

1.2 The Chinese Attempts to Reach the Sky 拓展阅读：中华民族悠久的飞天史

Chinese civilization has gone through five thousand years of origin, formation and development. Since ancient times, the Chinese nation has been tirelessly exploring and pursuing space exploration and discovering the mysteries of the universe. It has invented many flying tools and has made great contributions to mankind's exploration of space and understanding of the universe.

Significant contribution contribution.

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。

From "Chang'e flies to the moon" to "A thousand-year dream comes true". Chang'e's flight to the moon is a myth and legend in ancient China, which reflects the Chinese nation's yearning for the stars in space; the flying feat of Wanhua (Tao Chengdao) in the Ming Dynasty reflects the Chinese nation's tireless exploration and pursuit of the cause of flying.

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；明朝万户（陶成道）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。

Kites were invented by the working people of ancient China during the Spring and Autumn Period, more than 2,000 years ago. There are records such as "Gongshu Ban cut bamboo and

VISUAL COURSE / 微课



wood to make a magpie, and it flew continuously for three days." "Mozi made a wooden kite, and it took three years to make it." In 1600 AD, kites from the East were introduced to Europe. In the 19th century, Sir George Cayley was inspired by kites and invented the glider.

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·凯莱由风筝产生灵感而发明了滑翔机。

Kongming lantern, also called sky lantern, commonly known as wishing lantern and sky praying lantern, is an ancient Chinese handicraft and the oldest hot air balloon. One version of its inventor is "Xin Qiniang" and another version is "Zhuge Liang". Kongming lanterns were mostly used for military purposes in ancient times. Modern people put them up for blessings. The drifting direction of the Kongming Lantern cannot be controlled by humans, and if used improperly, it can easily threaten flight safety, damage infrastructure, and cause fires and other problems.

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。

The bamboo dragonfly is a traditional Chinese folk children's toy that is widely spread. The bamboo dragonfly is composed of two parts, with a T-shaped appearance. The horizontal piece is in the shape of a rotor (propeller). Quickly rub the vertical handle and let go, and the bamboo dragonfly will fly into the sky. Later, Westerners invented the helicopter rotor based on the shape and principle of the bamboo dragonfly.

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。

Feng Ru (simplified Chinese: 冯如; traditional Chinese: 馮如), was a pioneering Chinese aviator and aircraft designer. On Sept. 21, 1909, a biplane with four starting wheels tucked beneath took to the skies in Oakland, California, six years after Orville and Wilbur Wright's first flight. It was the first successful Chinese flight with a self-made plane and the nation's first manned and powered flight. As the first aircraft designed and constructed by the Chinese, Feng

Ru 1 and 2's flight marks a leap forward in China's aviation history.

飞机设计师冯如是中国航空先驱。1909年9月21日，他设计的带有四轮式起落架的双翼机在加州奥克兰成功试飞，仅仅比莱特兄弟的首飞晚6年。他是首位自制带动力飞机飞行的中国人，他的首飞也是中华民族的首飞。冯如1号和冯如2号飞机的飞行是中国航空史的巨大飞越。

After the founding of the People's Republic of China, the Chinese nation has taken vigorous steps in the vast sky and embarked on a "flying road" that has impressed the world, from "Dongfanghong sends music" to "Shenzhou flying to the sky", and then to "Chang'e embraces the moon", from "Tianwen Detection of Fire" to "Beidou Guidance"... These important inventions mark the history of China's aerospace development, making Chinese nation's dream of flying come true. "The thousand-year dream of flying into space has come true overnight." Today, my country's manned space industry has entered the "space station era". We have successfully launched the "Tianhe" core module, the "Wentian" experimental module, and the "Mengtian" The experimental module will be built into the Chinese Space Station in 2022. It will have its own space home and will make a significant contribution to the peace and progress of mankind.

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。“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。

After the founding of New China, my country's aerospace industry has achieved vigorous development. The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China fully affirmed the major achievements my country has made in recent years in the fields of "manned spaceflight, lunar exploration, and large aircraft manufacturing" and further pointed out that "accelerating the construction of a manufacturing power, a quality power, an aerospace power, "Transportation Power, Network Power, Digital China" and "Strengthening the Army with Science and Technology and Talents" have drawn a new blueprint for the development of my

country's aerospace industry. my country's aerospace industry will have great potential. The majority of aerospace workers have great responsibilities and glorious missions. They must give full play to the leading role of aerospace in technological innovation, making the country strong in manufacturing, quality, and military strategic guidelines in the new era. They must inherit and carry forward the "spirit of serving the country through air and space," work hard, and Work hard, be honest and innovative, and bravely climb to new heights, and contribute the strength of aerospace people to the comprehensive construction of a modern socialist country and the comprehensive promotion of the great rejuvenation of the Chinese nation.

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年来我国在“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。

2 Aircraft Classifications and Ultralight Vehicles 飞行器的分类和超轻型飞机

VISUAL COURSE / 微课



The FAA uses various ways to classify or group machines operated or flown in the air. The most general grouping uses the term aircraft. This term is in 14 CFR 1.1 and means a device that is used or intended to be used for flight in the air.

美国联邦航空局（FAA）使用多种方法对飞行器进行分类。大部分组别使用“航空器”这个术语。在美国联邦法案第 14 编（14 CFR）第 1.1 章中可以查到这个术语，它的释义是在大气中飞行的器械。

Ultralight vehicle is another general term the FAA uses. This term is defined in 14 CFR 103. As the term implies, powered ultralight vehicles must weigh less than 254 pounds empty weight and unpowered ultralight vehicles must weigh less than 155 pounds. Rules for ultralight vehicles are significantly different from rules for aircraft; ultralight vehicle certification, registration, and

operation rules are also contained in 14 CFR 103.

FAA 使用的另一个术语是超轻型飞机。这个术语在 14 CFR 第 103 章中有相应的定义。如同术语所暗示的，带动力的超轻型飞机空重须小于 254 磅，无动力超轻型飞机重量应小于 155 磅。超轻型飞机的规定与常规飞机有较大不同。超轻型飞机的审定、注册和使用规则可在 14 CFR 第 103 章中查到。

The FAA differentiates aircraft by their characteristics and physical properties. Key groupings defined in 14 CFR 1.1 include:

FAA 根据各类特性及物理属性，将航空器进行分类。14 CFR 第 1.1 章列出了主要的分类：

- Airplane—an engine-driven fixed-wing aircraft heavier than air, that is supported in flight by the dynamic reaction of the air against its wings.

飞机——是一种比空气重、由发动机驱动的固定翼航空器。靠空气与机翼的相对运动产生升力来维持飞行。

- Glider—a heavier-than-air aircraft, that is supported in flight by the dynamic reaction of the air against its lifting surfaces and whose free flight does not depend principally on an engine.

滑翔机——重于空气的航空器，依靠空气与升力面的相对运动产生升力升空。

- Lighter-than-air aircraft—an aircraft that can rise and remain suspended by using contained gas weighing less than the air that is displaced by the gas.

轻于空气的航空器——利用轻于空气的气体排开空气升空并维持悬空的航空器。分为两类：

- Airship—an engine-driven lighter-than-air aircraft that can be steered.

飞艇——由发动机驱动、可控制航向的轻于空气的航空器。

- Balloon—a lighter-than-air aircraft that is not engine driven, and that sustains flight through the use of either gas buoyancy or an airborne heater.

气球——无发动机驱动的轻于空气的航空器。要么利用气囊内气体的浮力，要么利用加热器升空。

- Powered-lift—a heavier-than-air aircraft capable of vertical takeoff, vertical landing, and low speed flight that depends principally on engine-driven lift devices or engine thrust for lift during these flight regimes and on nonrotating airfoil(s) for lift during horizontal flight.

动力起降飞行器——可垂直起飞、垂直着陆、只依靠发动机产生的升力进行低速飞行的重于空气的航空器，它们在水平飞行时不依靠旋转翼产生升力。

- Powered parachute—a powered aircraft comprised of a flexible or semi-rigid wing connected to a fuselage so that the wing is not in position for flight until the aircraft is in motion. The fuselage of a powered parachute contains the aircraft engine, a seat for each occupant and is attached to the aircraft's landing gear.

动力滑翔伞——是一种有着柔性或半刚性的机翼的动力航空器，机翼下面吊挂着机身。机翼只在滑翔伞运动时才能充分展开。动力滑翔伞的机身安装有发动机、乘员座椅和起落架。

- Rocket—an aircraft propelled by ejected expanding gases generated in the engine from self-contained propellants and not dependent on the intake of outside substances. It includes any part which becomes separated during the operation.

火箭——发动机中产生膨胀气体并喷射作为动力的航空器。膨胀气体由发动机自带的推进剂产生，并不依赖进气道。火箭包含在发射过程中抛弃的部分。

- Rotorcraft—a heavier-than-air aircraft that depends principally for its support in flight on the lift generated by one or more rotors.

旋翼类航空器——主要依靠一个或者多个旋翼产生升力的重于空气的航空器。分为下列两类：

- Gyroplane—a rotorcraft whose rotors are not engine-driven, except for Initial starting, but are made to rotate by action of the air when the rotorcraft is moving; and whose means of propulsion, consisting usually of conventional propellers, is independent of the rotor system.

旋翼机——除起动过程外，旋翼机的旋翼并不由发动机驱动。旋翼机运动时，旋翼由于空气的作用而旋转并产生升力。旋翼机的动力装置包含常规的螺旋桨，它是独立于旋翼系统的。

- Helicopter—a rotorcraft that, for its horizontal motion, depends principally on its engine-driven rotors.

直升机——主要依靠发动机驱动的旋翼来实现水平运动的旋翼机。

- Weight-shift-control—a powered aircraft with a framed pivoting wing and a fuselage controllable only in pitch and roll by the pilot's ability to change the aircraft's center of gravity with respect to the wing. Flight control of the aircraft depends on the wing's ability to flexibly

deform rather than the use of control surfaces.

悬挂式滑翔机——通过驾驶员调节重心而实现俯仰和滚转控制的动力航空器，采用了控制架和悬挂式索具。依靠机翼的柔性变形而非操纵面来实现飞行控制。

3 Aircraft Designs, Certification, and Airworthiness 飞机的设计、审定和适航

3.1 Categories of Aircraft 航空器的分类

The FAA certifies three types of aviation products: aircraft, aircraft engines, and propellers. Each of these products has been designed to a set of airworthiness standards. These standards are parts of Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR), published by the FAA. The airworthiness standards were developed to help ensure that aviation products are designed with no unsafe features. Different airworthiness standards apply to the different categories of aviation products as follows:



美国联邦航空局 FAA 审定三种类型的航空产品：航空器、航空发动机和螺旋桨。每一类产品都是按照各自的一套适航标准来设计的。这些适航标准是美国联邦法案（CFR）第 14 编的一部分，由 FAA 来发布。适航标准的制定是为了确保航空产品涉及到安全性。不同的适航标准适用于不同类型的航空产品，如下所示：

- Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Airplanes- 14 CFR part 23

正常类、通用类、特技类和通勤类飞机——14 CFR 第 23 部

- Transport Category Airplanes—14 CFR part 25

运输类飞机——14 CFR 第 25 部

- Normal Category—14 CFR part 27

正常类旋翼航空器——14 CFR 第 27 部

- Transport Category Rotorcraft—14 CFR part 29

运输类旋翼航空器——14 CFR 第 29 部

- Manned Free Balloons—14 CFR part 31

载人自由气球——14 CFR 第 31 部

- Aircraft Engines—14 CFR part 33

航空发动机——14 CFR 第 33 部

- Propellers—14 CFR part 35

螺旋桨——14 CFR 第 35 部

Some aircraft are considered “special classes” of aircraft and do not have their own airworthiness standards, such as gliders and powered lift. The airworthiness standards used for these aircraft are a combination of requirements in 14 CFR parts 23, 25, 27, and 29 that the FAA and the designer have agreed are appropriate for the proposed aircraft.

部分航空器被归类于“特殊类型”，它们没有自己的适航标准，如滑翔机和动力滑翔翼。这些航空器的适航标准需要在局方与设计方统一，在综合 CFR 14 第 23 部、25 部、27 部及 29 部相关内容之后予以制定。

3.2 Aviation Safety and Management 拓展阅读：航空安全与管理

In the aviation field, safety always comes first, and the overall value, efficiency, and services of air transportation must be based on a solid safety foundation. If air transportation is regarded as 100, safety is the first 1. Once there is a problem with safety, all services, efficiency and economic value will instantly return to zero. Aviation safety is the cornerstone of the development of the air transport industry. It is related to the safety of passengers and directly affects the reputation and economic interests of airlines.

在航空领域，安全永远是第一位的，航空运输的整体价值、效率、服务等都必须建立在坚实的安全基础之上。如果把航空运输看作 100，安全就是前面那个 1，一旦安全出现问题，所有的服务、效率和经济价值都将瞬间归零。航空安全是航空运输业发展的基石，关系到乘客的生命安全，也直接影响到航空公司的声誉和经济利益。

Aviation safety refers to the adoption of various management and technical measures in aviation activities to ensure flight safety, passenger safety, aircraft safety and aviation facility safety, and to prevent accidents such as casualties, property losses and environmental damage related to aircraft operations. . Aviation safety is relative, not absolute. In the context of aviation, safety refers to "a state in which the risks of aviation activities related to the operation of aircraft or directly supporting the operation of aircraft are reduced and controlled to an acceptable level."

航空安全是指在航空活动中采取各种管理和技术措施，以确保飞行安全、旅客安全、航空器安全及航空设施安全的状态，防止发生与航空器运行相关的人员伤亡、财产损失和环境破坏等事故。航空安全是相对的，不是绝对的。在航空范畴内，安全是指“与航空器的运行有关或直接支持航空器运行的航空活动的风险被降低并控制在可接受水平的

状态”。

In the process of the development of the aviation industry, people continue to adopt new measures and methods to manage aviation and achieve aviation safety purposes. ICAO, national civil aviation administrations, aircraft owners and operators, air navigation service providers, airports, major aircraft and power plant manufacturers, maintenance organizations, industry and professional associations, aviation education and training institutions, aviation practitioners etc., and jointly assume aviation safety-related responsibilities.

在航空业发展的过程中，人们不断地采取新的措施和方法去管理航空，实现航空安全目的。国际民航组织、国家民用航空管理局、航空器所有人和经营人、空中航行服务提供者、机场、航空器和动力装置主要制造商、维修组织、行业和专业协会、航空教育和培训机构、航空从业人员等，共同承担航空安全的相关职责。

The International Civil Aviation Organization (ICAO), founded in 1947, is a specialized agency in the United Nations system responsible for handling international civil aviation affairs. Its main responsibilities are to study issues of international civil aviation, formulate international standards and regulations for civil aviation, encourage the use of safety measures, unify business regulations and simplify international border procedures.

国际民用航空组织（International Civil Aviation Organization, ICAO），成立于1947年，是联合国系统中负责处理国际民航事务的专门机构。其主要职责是研究国际民用航空的问题，制定民用航空的国际标准和规章，鼓励使用安全措施，统一业务规章和简化国际边界手续。

The National Civil Aviation Administration is responsible for formulating and implementing aviation industry development plans, policies and regulations, and supervising the safe operation of civil aviation activities, including airline operations, airport management, air traffic management, aviation safety and the formulation and implementation of technical standards. It also participates in international civil aviation affairs and promotes international civil aviation exchanges and cooperation. The Federal Aviation Administration (FAA) is the U.S. government agency that oversees and manages the civil aviation industry. The European Union Aviation Safety Agency (EASA) is the EU government agency that supervises and manages the civil aviation industry. The Civil Aviation Administration of China (CAAC) is the Chinese government agency that supervises and manages the civil aviation industry.

国家民用航空管理局负责拟订并实施航空的行业发展规划、政策法规，监管民用航空活动的安全运行，包括航空公司的运营、机场管理、空中交通管理、航空安全和技术标准的制定与执行等。它还参与国际民航事务，促进国际间民用航空的交流与合作。美国联邦航空管理局（Federal Aviation Administration, FAA）是美国监督和管理民用航空业的政府机构。欧洲航空安全局（European Union Aviation Safety Agency, EASA）是欧盟监督和管理民用航空业的政府机构。中国民用航空局（Civil Aviation Administration of China, CAAC）是中国监督和管理民用航空业的政府机构。

Aviation safety is a systematic project that requires the joint efforts of governments, enterprises, organizations and individuals. We must firmly establish the concept of "safety first", form a top-down safety awareness and consistent actions, and ensure the safety and security of air transportation. Reliable and efficient.

航空安全是一个系统工程，需要政府、企业、组织和个人多方面的共同努力，要牢固树立“安全第一”的理念，形成从上至下的安全意识和行动一致，确保航空运输的安全、可靠和高效。

4 Quiz 习题

1. Which one is a heavier than air aircraft?
A. Glider B. airship C. balloon D. Hot air balloon
2. Which one is not a heavier than air aircraft?
A. Glider B. airship C. Gyroplane D. Helicopter
3. The main difference between Gyroplane and Helicopter?
4. The airworthiness standards applied to Transport category airplanes is ?
A. 14CFR part 23 / CCAR23 B. 14CFR part 33 / CCAR33 C. 14CFR part 25 / CCAR25
D. 14CFR part 27 / CCAR27
5. Rotorcraft is a _____ aircraft that depends principally for its support in flight on the lift generated by one or more _____

A. heavier than air, wings B. lighter than air, wings C. heavier than air, rotors D. lighter than air, rotors

6. Airplane—an _____ fixed-wing aircraft, that is supported in flight by the _____.
- A. engine-driven, dynamic reaction of the air against its wings
 - B. engine-driven, buoyancy
 - C. non-engined, dynamic reaction of the air against its wings
 - D. non-engined, buoyancy
7. The _____ is the Chinese government agency that supervises and manages the civil aviation industry.
- A. EASA
 - B. FAA
 - C. CAAC
 - D. NTSB
8. The _____, founded in 1947, is a specialized agency in the United Nations system responsible for handling international civil aviation affairs
- A. EASA
 - B. FAA
 - C. CAAC
 - D. ICAO
9. Helicopter is a _____ that, for its horizontal motion, depends principally on its _____.
- A. rotorcraft, engine driven rotors
 - B. rotorcraft, non-driven rotors
 - C. fixed wing aircraft, engine driven rotors
 - D. fixed wing aircraft, non-driven rotors
10. Gyroplane—a _____ whose rotors are _____
- A. rotorcraft, engine driven
 - B. rotorcraft, non-engine driven
 - C. fixed wing aircraft, engine driven
 - D. fixed wing aircraft, non-engine driven



“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

【64】

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

【65】

【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： 610103197802113630

地址： 广东省 广州市 白云区 机场路 向云西街10号

电话： 13631363935

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传统文化的；
- （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。

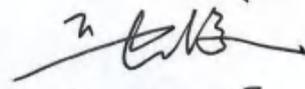
第二十四条 本合同的变更、续签及其他未尽事宜，由甲、乙双方另行商定。

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。

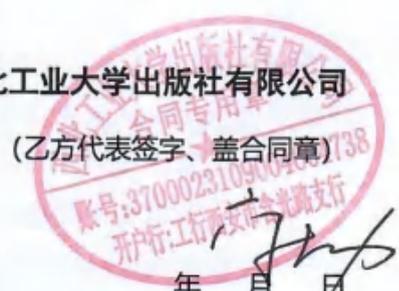
甲方（著作权人或著作权代理人）：

（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

【77】

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

【78】

【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AMT500

[复制课程链接](#)

主持教师: 周堃

数据总览

班级数: **81**

学生: **4417**

课件: **603**

题目: **1175**

作业: **87**

考试: **70**

测验: **72**

公告: **0**

主持教师



周堃

主持教师

工号: 10000689

广州民航职业技术学院

教学团队(*授课教师可与主持教师一起参与课程建设, 权限由主持教师进行配置)

[团队如何共建课程?](#)

请在【班级】界面, 添加授课教师!

861



周堃

授课教师

工号: 10000689

广州民航职业技术学院



刘传生

授课教师

工号: 10000171

广州民航职业技术学院



李文琴

授课教师

工号: 10000180

广州民航职业技术学院



王靓

授课教师

工号: 10000164

广州民航职业技术学院



丘宏俊

授课教师

工号: 10000258

广州民航职业技术学院



王渊

授课教师

工号: 10000633

广州民航职业技术学院



徐红波

授课教师

工号: 10000532

广州民航职业技术学院



李慎兰

授课教师

工号: 10000553

广州民航职业技术学院



雷曙光

授课教师

工号: 10000174

广州民航职业技术学院



刘大勇

授课教师

工号: 10000555

广州民航职业技术学院



任艳萍

授课教师

工号: 10000247

广州民航职业技术学院



宋辰璐

授课教师

工号: 10000264

广州民航职业技术学院



周宇静

授课教师

工号: 10000188

广州民航职业技术学院



中外合作模式教学资源 (智慧职教平台, 专家可直接访问)

[https://zjy2.icve.com.cn/teacher/directaccess/courseIndex?](https://zjy2.icve.com.cn/teacher/directaccess/courseIndex?courseId=dtmxalup5bjind0u6isgcw&id=dtmxalup5bjind0u6isgcw&noLoginUserId=b-lvafuntjpfj5x10jkdcw&noLoginSchoolId=cxywad6nc71pt5e-0fgpoa)

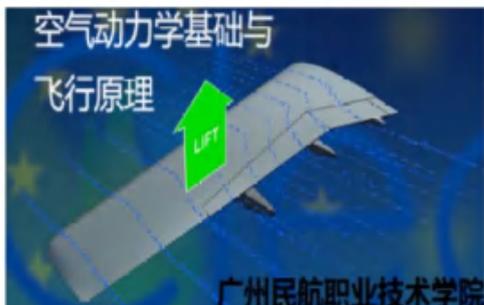
[courseId=dtmxalup5bjind0u6isgcw&id=dtmxalup5bjind0u6isgcw&noLoginUserId=b-lvafuntjpfj5x10jkdcw&noLoginSchoolId=cxywad6nc71pt5e-0fgpoa](https://zjy2.icve.com.cn/teacher/directaccess/courseIndex?courseId=dtmxalup5bjind0u6isgcw&id=dtmxalup5bjind0u6isgcw&noLoginUserId=b-lvafuntjpfj5x10jkdcw&noLoginSchoolId=cxywad6nc71pt5e-0fgpoa)

- 飞机和大气介绍 (18)
- 飞机低速空气动力 (35)
- 飞机的平衡、稳定和操纵 (0)
- 基本飞行 (9)
- 机动飞行与特殊飞行 (3)
- 飞机高速空气动力 (19)
- 拓展资源 (393)
- 课程介绍 (11)
- 【87】其他 (9)
- Aircraft Science and Aerodynamics AMT500 (83)**
 - Chap01-Introduction to Flying (4)
 - Chap02-Aircraft Construction (4)
 - Chap03-Principles of Flight (7)
 - Chap04-Aerodynamics of Flight (28)
 - Chap05-Flight Controls (20)
 - Chap06-Aircraft Systems (8)
 - Chap07-Aircraft Performance (5)
 - Chap08-Weather Theory (7)

媒体类型:	全部	应用类型:	全部	审核状态:	全部	智能审核状态:	全部			
素材来源:	全部	自定义分类:	全部	按上传开始时间	按上传结束时间					
按文件名搜索	按上传者搜索	查询	添加素材	本地上传	提交审核	提交智能审核	删除			
序号	文件名	审核状态	智能审核状态	上传者	上传时间	媒体类型	应用类型	是否融入课程思政元素	素材来源	操作
1	微课-Chap08-02-Atmosph...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
2	微课-Chap08-03-Altitude-...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
3	微课-Chap08-06-Dew-Pol...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
4	微课-Chap08-07-Summar...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
5	微课-Chap08-05-Altitude-...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
6	微课-Chap08-01-Introducti...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
7	微课-Chap08-04-Altitude-...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:18:24	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
8	微课-Chap07-03-Enroute-...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:03:49	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
9	微课-Chap07-01-Introducti...	已上架	未提交	丘宏俊	2025-06-07 14:03:49	视频类	教学录像	否	原创	查看 编辑
微课-Chan07-										

共 83 条 10条/页 < 1 2 3 4 ... 9 > 前往 1 页





空气动力学基础与飞行原理

☆ 收藏 分享

刘艺涛

国家精品 一周好课

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: 17/18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



扫码进入课程

进入课程

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

2318430 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

周堃
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

梁卫颖
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。

王渊
广州民航职业技术学院

王渊, 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, EI...

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

高春瑾
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...

国家精品在线开放课程《空气动力学基础与飞行原理》(可直接访问)

<https://mooc.icve.com.cn/cms/courseDetails/index.htm?cid=kqdgzm044lyt765>

粉丝总数 >

9,784

▲ 10

播放量 >

302,511

▲ 166

评论

706

弹幕

720

点赞

6,184

▲ 4

分享

2,207

收藏

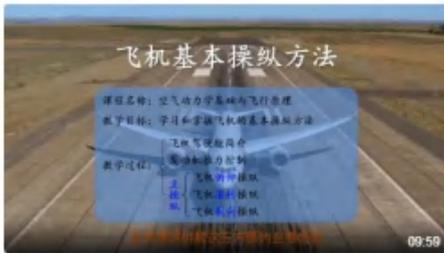
12,255

▲ 3

投币

4,229

▲ 2



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)。五一节发布, 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 >



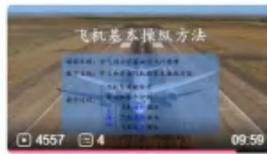
翼梢小翼实验

05-18



舰载机起降技术大全 (电磁弹射技术)

2022-06-17



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



弹射起飞

2021-04-19



弹射起飞

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

国家门户网站“哔哩哔哩”开放学习资源 (UP主: 丘老九, 专家可直接访问)

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

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 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：周堃，刘超，钟梓鹏，梁卫颖，
徐红波，王渊

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/AMT500》中文课程思政资源一览表

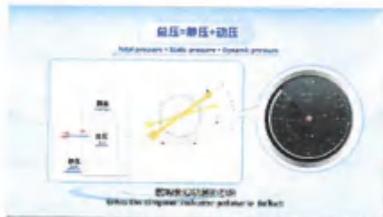
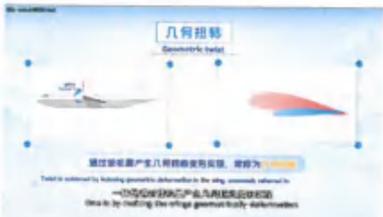
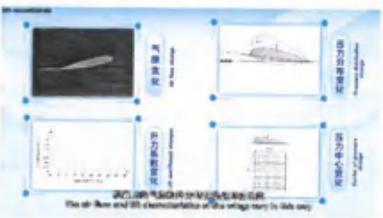
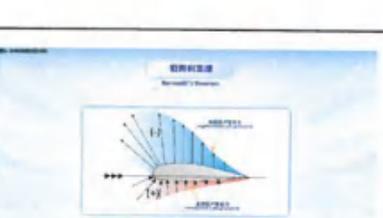
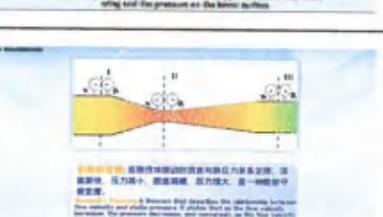
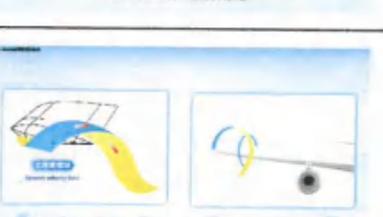
序号	课程思政资源名称	主要内容	主旨
1	拓展阅读：中华民族悠久的飞天史	从“嫦娥奔月”到“千年梦圆”中国人所取得辉煌的飞天成就，以及中华民族历史上所做出的航空成就。	政治认同、家国情怀、爱国、中华优秀传统文化教育，并加深对“飞行器”相关知识理解。
2	拓展阅读：超级滑翔机	典型民航飞机通过滑翔方式成功迫降。	树立全面航空安全观，并加深对“飞行器”相关知识理解。
3	拓展阅读：两弹一星	两弹一星与“两弹一星”精神。	爱国主义、集体主义、科学精神、中国特色社会主义、社会主义核心价值观教育。
4	先锋人物：冯如	中国航空之父“冯如”的感人事迹。	通过典型人物进行爱国主义、“航空救国”、“航空报国”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。

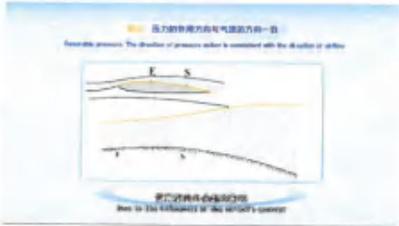
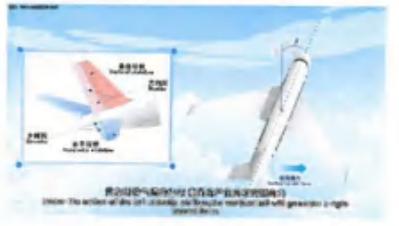
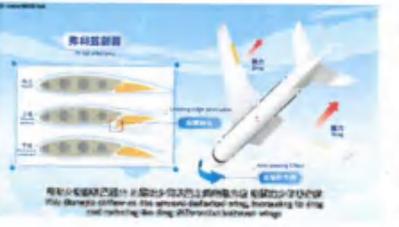
20	拓展阅读: C919 飞机适航取证试飞的“三大战役”	C919 飞机研发历程, 历经困难, 重要作用。	社会主义核心价值观, 国家发展战略, 家国情怀教育
21	先锋人物: 恩斯特·马赫	恩斯特·马赫生平简介。	科学精神、科学思维、批判精神教育, 并加深对“高速气流传播规律”、“马赫数”相关知识的理解。
22	先锋人物: 钱学森	中国航天之父“钱学森”感人事迹。	爱国主义、奉献精神、社会主义核心价值观、科学家精神教育
23	先锋人物: 郭永怀	两弹一星元勋“郭永怀”感人事迹。	
24	先锋人物: 理查德·惠特科姆	理查德·惠特科姆生平简介。	科学精神、科学思维教育, 并加深对相关概念的理解。
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。

《空气动力学基础与飞行原理/AMT500》中英双语课程思政资源一览表

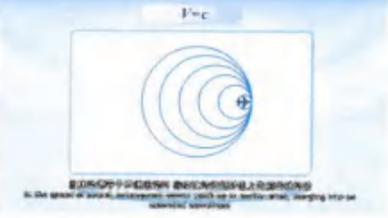
序号	课程思政资源名称	主要内容	主旨
1	The Chinese Attempts to Reach the Sky 拓展阅读：中华民族悠久的飞天史	从古代中国关于飞天的神话故事及飞天尝试，到 20 世纪初冯如试制飞机的壮举，再到新中国航空航天领域的巨大成就，介绍世界航空史当中的中国故事	树立起世界航空航天之林当中的中国形象，建立对中国航空航天事业的自信
2	Aviation Safety and Management 拓展阅读：航空安全与管理	以 FAA 及中国民用航空局的分类为例，介绍不同国家航空产品的分类；强调 FAA、EASA 及中国民用航空局在世界航空安全领域的重要地位。	向学生明确中国的民用航空标准制定范围非常完整，对安全水平的要求不低于 FAA、EASA、ICAO 的同级别标准。中国民航是安全可靠且先进的。
3	The Amazing Chinese Large Civil Aircraft 拓展阅读：神奇的中国民用大飞机	介绍中国民用大飞机：中国商飞 C919 大型旅客机及中航工业通飞 AG600M 大型水陆两栖飞机	向学生表明中国大飞机剑指世界同级别的最先进水平，在部分领域已初具领先优势
4	Geese flight and team spirit 拓展阅读：大雁飞行与团队精神	介绍大雁编队飞行的空气动力学原理，以及大雁飞行的团队规则。强调人们工作时也应当具备相应的团队精神	强调团队合作、凝心聚力在机务工作、空勤工作、飞机研发制造工作中的重要性
5	Air Disaster Caused by Two Wrong Plugs 拓展阅读：两个相互插错的插头导致的空难	介绍中国西北航空 B2610 号飞机的飞行事故及调查结果	强调飞机的防差错设计、航空维修从业人员敬业精神、对人为因素的研究分析的重要性
6	Air Disaster Caused by Severe Overload 拓展阅读：严重超载导致的空难	介绍阿塞拜疆航空 IL-76TD 运输机在乌鲁木齐机场起飞后坠毁的事故及调查结果	强调树立全面安全观的重要性，坚持安全第一、质量第一的原则，要克服违规蛮干的思想

《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。



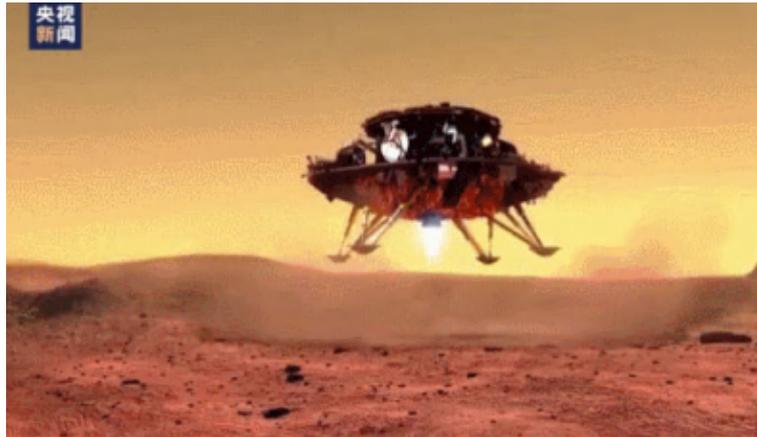
东方红一号卫星



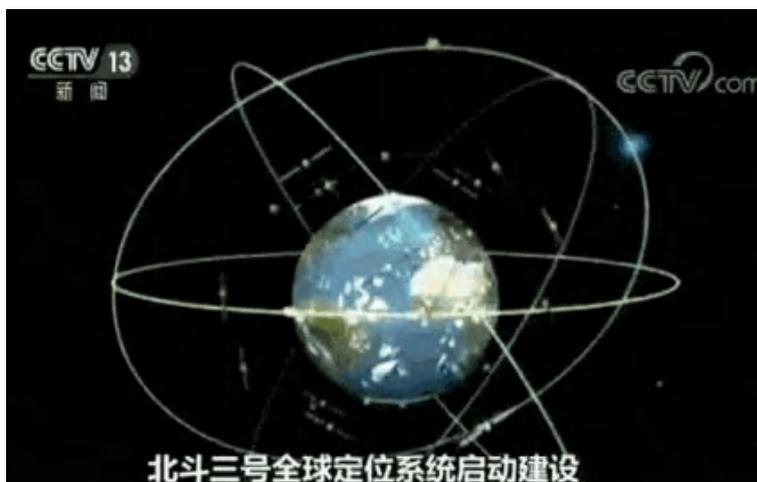
神州号飞船



嫦娥五号

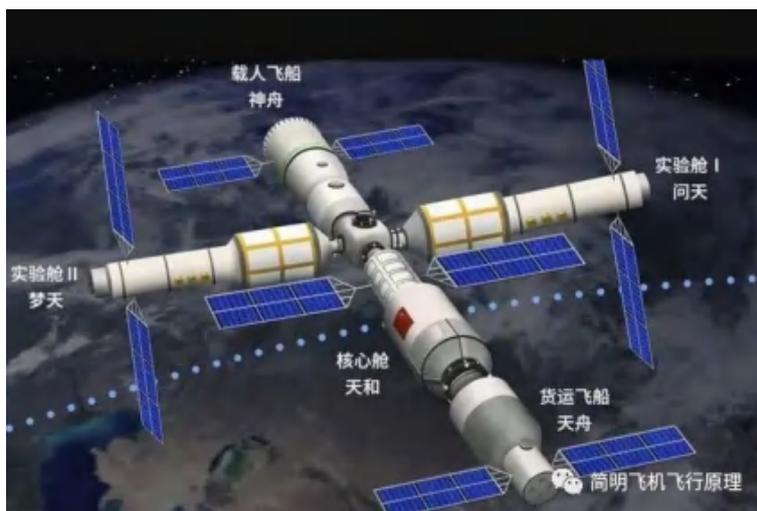


天问一号



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”。



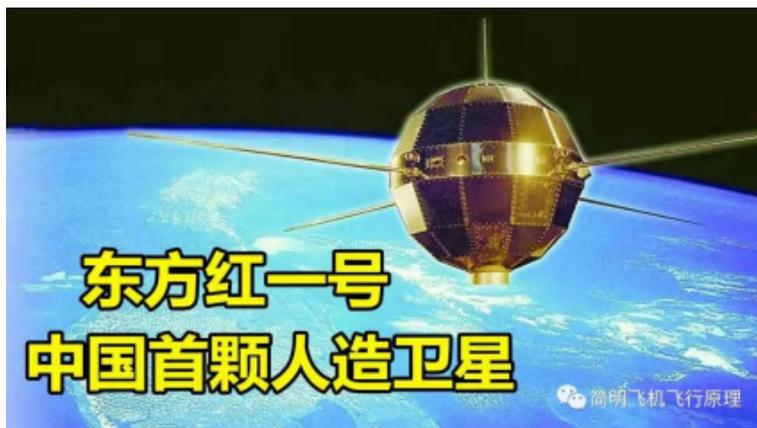
核弹：原子弹



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”

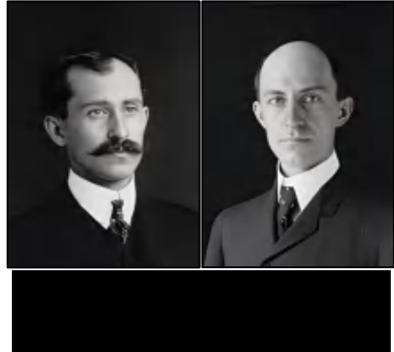


【解码科技史】“冯如”

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）。

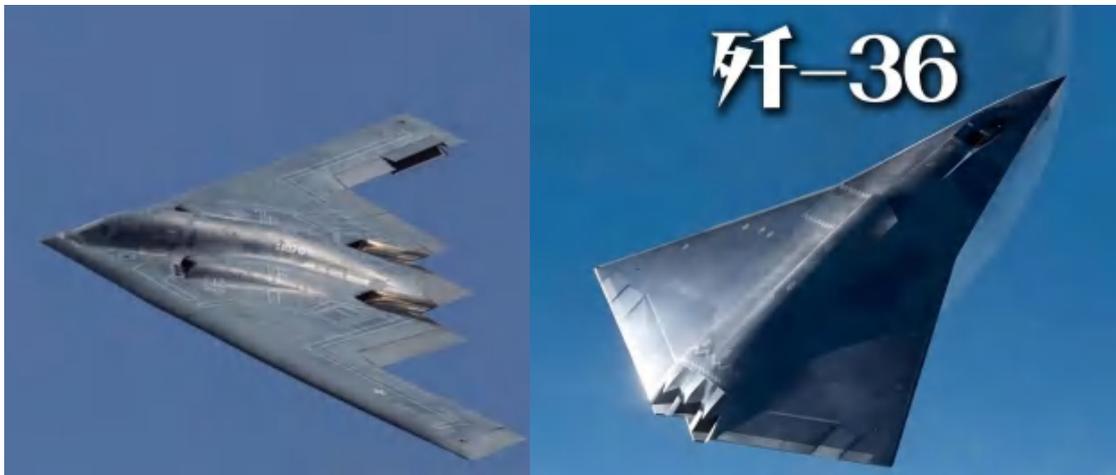
无尾飞机与飞翼

【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

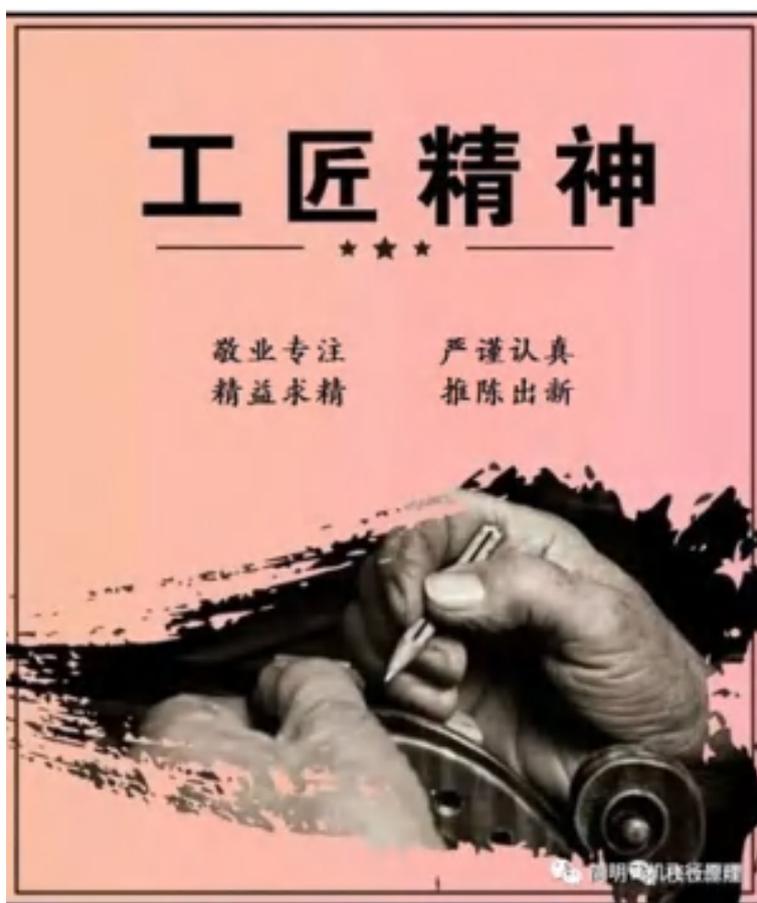
【丘宏俊】

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**。

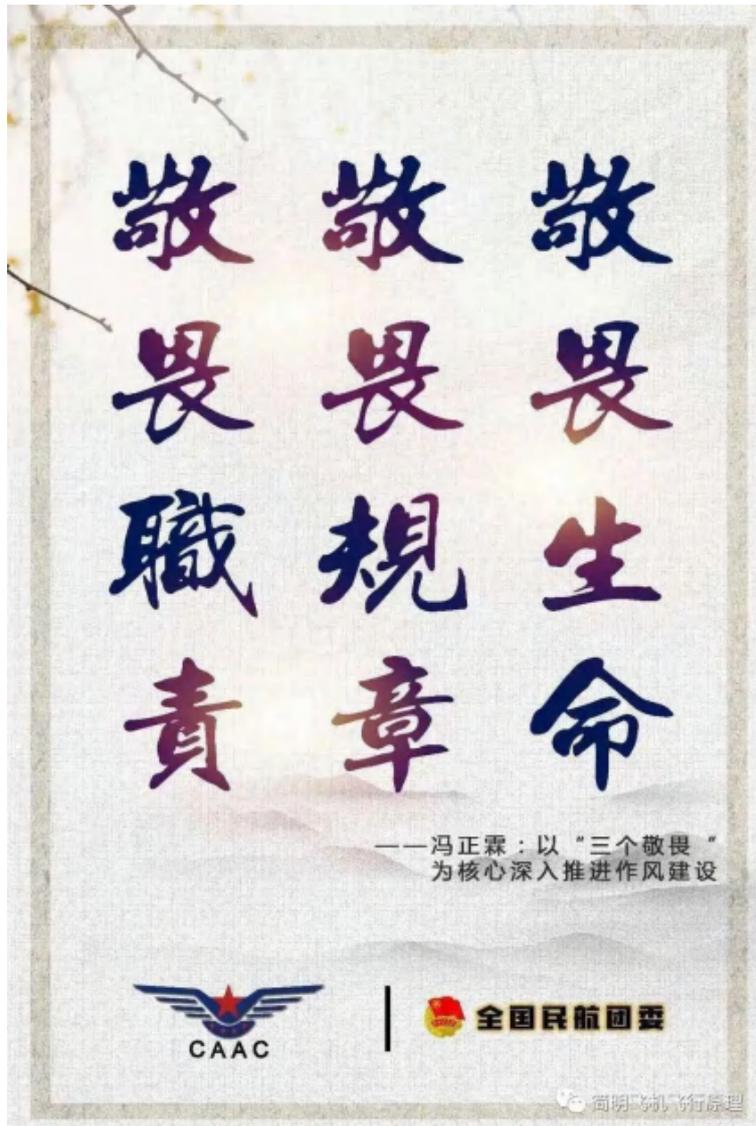


2018 年 6 月 8 日，四川航空 3U8633 航班机组被授予“中国民航英雄机组”称号，机长刘传健被授予“中国民航英雄机长”称号。2018 年 9 月 30 日，习近平总书记在会见中国民航英雄机组时，提倡在全社会学习英雄机组的英雄事迹。





“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

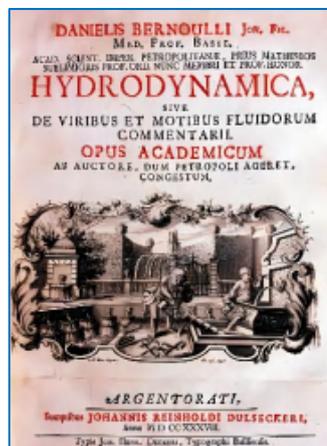


丹尼尔·伯努利
Daniel Bernoulli
1700年~1782年

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



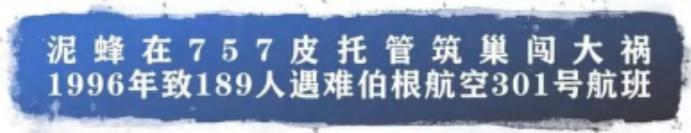
小昆虫和小胶布导致的空难

【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。



【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

(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。



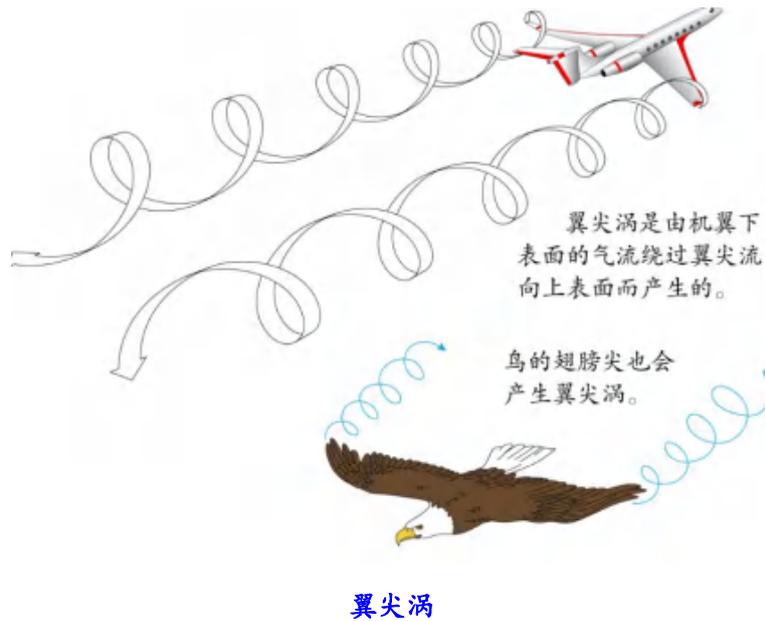
2018 年 9 月 30 日，习近平总书记在会见四川航空“中国民航英雄机组”时强调：**安全是民航业的生命线，任何时候任何环节都不能麻痹大意**。民航主管部门和有关地方、企业、从业者要牢固树立以人民为中心的思想，正确处理安全与发展、安全与效益的关系，始终把安全作为头等大事来抓，把安全责任落实到岗位、到人头。



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

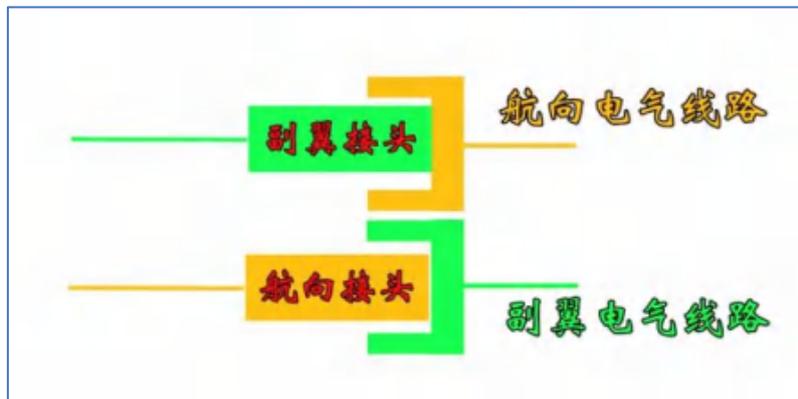
两个相互插错的插头导致的空难

【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

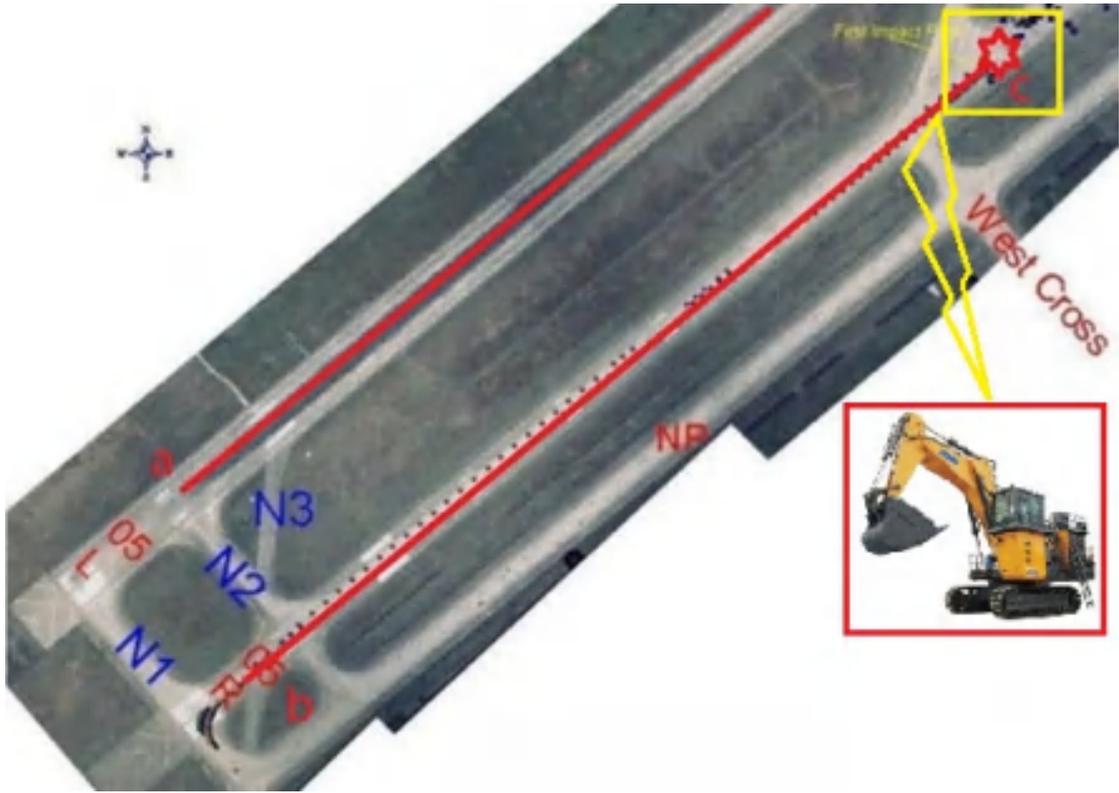
【文/丘宏俊】

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。



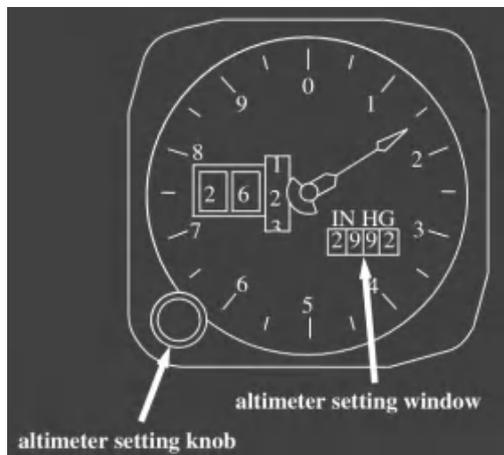
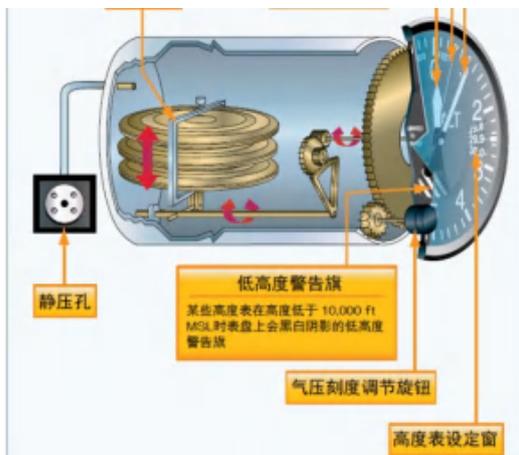
高度表设置错误导致的空难

【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

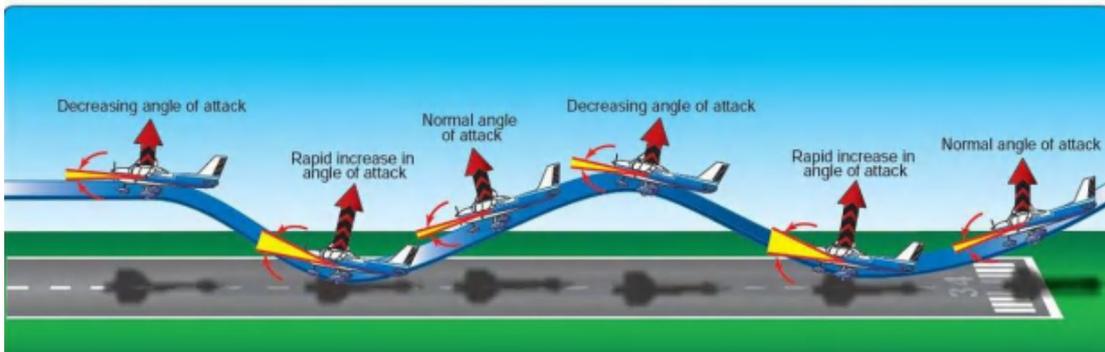


【央视·国防故事】航空报国·罗阳

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。

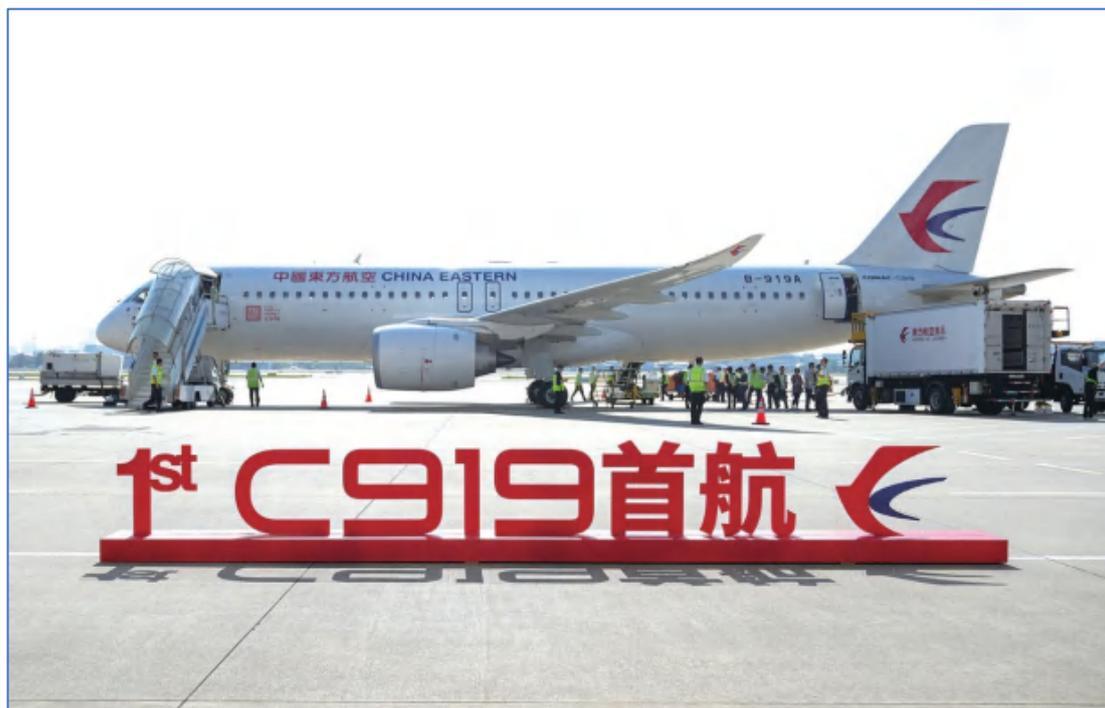
2022 年 9 月 29 日，C919 飞机获中国民用航空局颁发的型号合格证（编号 TC0066A）。

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。

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。

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】

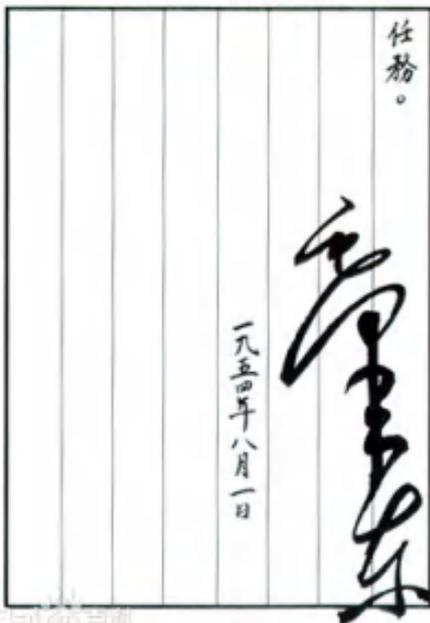
1954年7月3日，中国南昌飞机制造厂（320厂，洪都集团）参照前苏联雅克-18教练机制造，命名为初教-5的初级教练机成功首飞。

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。

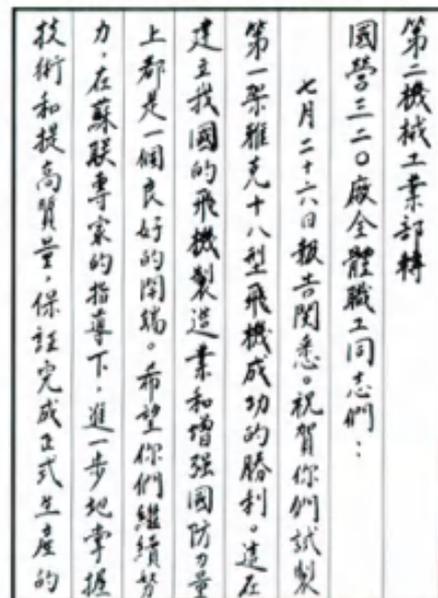


初教-5是新中国第一架自行制造的飞机，是中国航空工业从修理走向制造的里程碑，结束了新中国不能自行制造飞机的历史，掀开了中国航空工业发展史上崭新的一页。毛泽东主席亲笔签署了给航空工业职工的嘉勉信，称“这在建立我国的飞机制造业和增强国防力量上都是一个良好的开端。”

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。

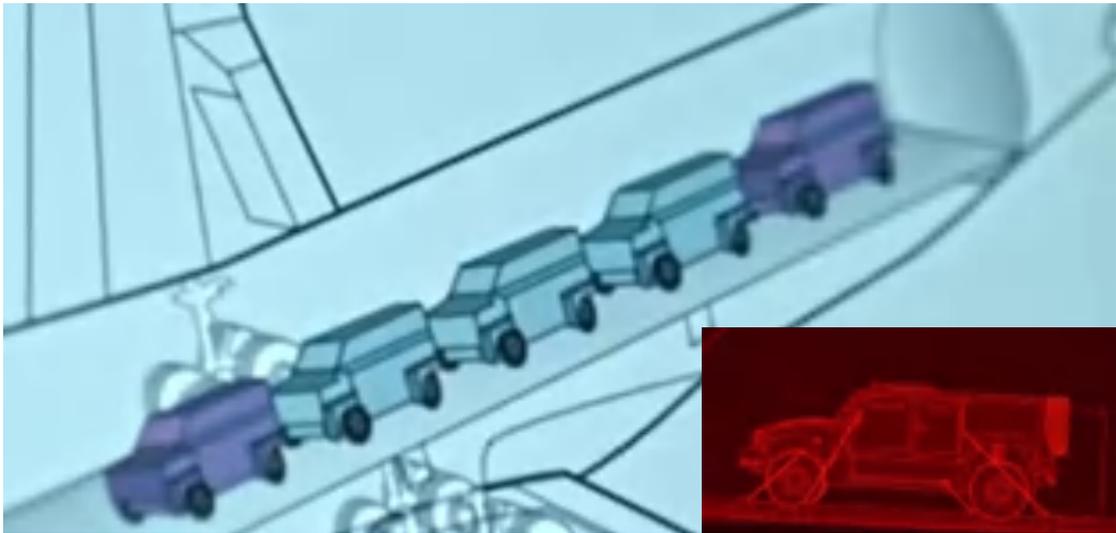


(2) 美国国家航空 102 号班机事故

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。



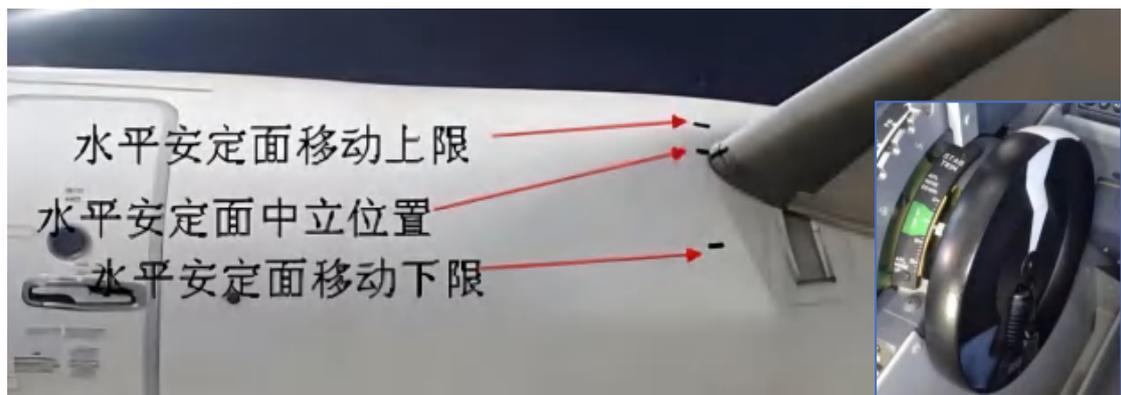
拓展阅读——南京“7·31”空难

【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。



Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)



空气动力学基础与飞行原理(AMT500)



ZHOU Kun, ZHANG Yonggang, WANG Yuan, QIU Hongjun
GUANGZHOU CIVIL AVIATION COLLEGE

目录 Index

Chapter 1 Introduction to Flying.....	1
第 1 章 初识飞行.....	1
1 History of Flight 飞行的历史.....	1
1.1 Mankind longing for the sky 心向蓝天的人类.....	1
1.2 The Chinese Attempts to Reach the Sky 拓展阅读：中华民族悠久的飞天史.....	5
2 Aircraft Classifications and Ultralight Vehicles 飞行器的分类和超轻型飞机.....	9
3 Aircraft Designs, Certification, and Airworthiness 飞机的设计、审定和适航.....	12
3.1 Categories of Aircraft 航空器的分类.....	12
3.2 Aviation Safety and Management 拓展阅读：航空安全与管理.....	13
4 Quiz 习题.....	15
Chapter 2 Aircraft Construction.....	18
第 2 章 飞机构造.....	18
1 Lift and Basic Aerodynamics 升力及基本空气动力学.....	18
2 Major Components 主要部件.....	22
2.1 Fuselage 机身.....	23
2.2 Wings 机翼.....	24
2.3 Alternative Types of Wings 非传统机翼.....	26
2.4 Empennage 尾翼.....	27
2.5 Landing Gear 起落架.....	29
2.6 The Powerplant 动力装置.....	30
3 Subcomponents 子组件.....	32
4 Types of Aircraft Construction 飞机的结构类型.....	34
4.1 Truss Structure 构架结构.....	34

4.2 Monocoque 硬壳结构	35
4.3 Semi-monocoque 半硬壳结构	36
4.4 The Amazing Chinese Large Civil Aircraft 拓展阅读: 神奇的中国民用大飞机	37
4.4.1 The COMAC C919 中国商飞 C919	37
4.4.2 CAIGA AG600M Kunlun 航空工业通飞 AG600M 鲲龙	40
5 Quiz 习题	43
Chapter 3 Principles of Flight	45
第 3 章 飞行原理	45
1 Structure of Atmosphere 大气层的结构	45
1.1 Air is a Fluid 空气是流体	46
1.1.1 Viscosity 黏性	46
1.1.2 Friction 摩擦力	47
1.1.3 Pressure 压强	48
1.2 Atmospheric Pressure 大气压强	49
1.3 Pressure Altitude 压力高度	51
1.4 Density Altitude 密度高度	52
1.4.1 Effect of Pressure on Density 压强对密度的影响	53
1.4.2 Effect of Temperature on Density 温度对密度的影响	54
1.4.3 Effect of Humidity on Density 湿度对密度的影响	54
2 Theories in the Production of Lift 产生升力的原理	56
2.1 Newton's Basic Law of Motion 牛顿运动定律	57
2.2 Bernoulli's Principle of Differential Pressure 伯努利定理及压力差	59
3 Airfoil Design 翼型设计	61
3.1 Low Pressure Above 上翼面的吸力	65
3.2 High Pressure Below 下翼面的压力	66

3.3 Pressure Distribution 压力分布	66
3.4 Airfoil Behaviour 翼型的特性	68
4 A Third Dimension 三维机翼	69
5 Chapter Summary 小结	70
6 Quiz 习题	71
Chapter 4 Aerodynamics of Flight.....	73
第 4 章 空气动力学	73
1 Forces Acting on the Aircraft 飞机受的力	73
1.1 Thrust 推力	77
1.2 Lift 升力	80
1.3 Lift/Drag Ratio 升阻比	84
1.4 Drag 阻力.....	87
1.4.1 Parasite Drag 废阻力	87
1.4.2 Form Drag 压差阻力	88
1.4.3 Interference Drag 干扰阻力	89
1.4.4 Skin Friction Drag 摩擦阻力	90
1.4.5 Induced Drag 诱导阻力	91
1.4.6 Geese flight and team spirit 拓展阅读: 大雁飞行与团队精神	96
1.5 Weight 重力	98
2 Wingtip Vortices 翼尖涡	100
2.1 Formation of Vortices 翼尖涡的形成.....	100
2.2 Avoiding Wake Turbulence 回避尾流	102
3 Ground Effect 地面效应	105
4 Axes of an Aircraft 飞机的机体轴	110
5 Moment and Moment Arm 力矩和力臂.....	113

6 Aircraft Design Characteristics 飞机设计特征	114
6.1 Stability 稳定性	115
6.1.1 Static Stability 静稳定性	116
6.1.2 Dynamic Stability 动稳定性	116
6.1.3 Longitudinal Stability (Pitching) 纵向稳定性 (俯仰运动)	118
6.1.4 Lateral Stability (Rolling) 横向稳定性 (滚转)	125
6.1.5 Directional Stability (Yawing) 航向 (偏航) 稳定性	129
6.2 Free Directional Oscillations (Dutch Roll) 航向振荡 (荷兰滚)	132
6.2.1 Air Disaster Caused by Two Wrong Plugs 拓展阅读: 两个相互插错的插头导致的 空难 133	
6.3 Spiral Instability 螺旋模态不稳定	135
7 Effect of Wing Planform 机翼平面形状的影响	137
8 Aerodynamic Forces in Flight Maneuvers 机动飞行中的空气动力	140
8.1 Forces in Turns 转弯时飞机的受力	140
8.2 Forces in Climbs 爬升时飞机的受力	145
8.3 Forces in Descents 下降时飞机的受力	148
9 Stalls 失速	149
10 Basic Propeller Principles 螺旋桨空气动力学基本原理	154
10.1 Torque and P-Factor 扭矩及螺旋桨效应	161
10.2 Torque Reactions 反扭矩	162
10.3 Cockscrew Effect 螺旋桨滑流的影响	164
10.4 Gyroscopic Action 陀螺效应	165
10.5 Asymmetric Loading (P-Factor) 螺旋桨效应 (非对称推力)	167
11 Load Factors 载荷因数	169
11.1 Load Factor in Aircraft Design 飞机设计中的载荷因数	171

11.2 Load Factor in Steep Turns 大坡度转弯中的载荷因数	173
11.3 Load Factor and Stalling Speeds 载荷因数与失速速度	176
11.4 Load Factor and Flight Maneuvers 载荷因数与机动飞行	179
11.4.1 Turns 转弯	179
11.4.2 Stalls 失速	180
11.4.3 Spins 尾旋	181
11.4.4 High Speed Stalls 高速飞行中的失速	181
11.5 Vg Diagram 速度-过载包线图	182
12 Weight and Balance 重量与平衡	185
12.1 Effect of Weight on Flight Performance 重量对飞行性能的影响	187
12.2 Effect of Weight on Stability and Controllability 重量对操纵性与稳定性的影响	187
13 High Speed Flight 高速空气动力学	188
13.1 Subsonic Versus Supersonic Flow 亚声速与超声速流动的异同	188
13.2 Speed Ranges 速度范围	189
13.3 Mach Number Versus Airspeed 马赫数与空速	192
13.4 Boundary Layer 附面层	194
13.4.1 Laminar Boundary Layer Flow 层流附面层	195
13.4.2 Turbulent Boundary Layer Flow 紊流附面层	195
13.4.3 Boundary Layer Separation 附面层分离	195
13.5 Shock Waves 激波	196
13.6 Sweepback 后掠角	200
13.7 Mach Buffet Boundaries 马赫数抖振边界	203
13.8 High Speed Flight Controls 高速飞行控制	204
14 Chapter Summary 总结	208
15 Quiz 习题	208

Chapter 5 Flight Controls	213
第 5 章 飞行控制.....	213
1 Flight Control Systems 飞行控制系统	217
1.1 Flight Controls 飞行控制.....	217
1.2 Primary Flight Controls 主飞行控制.....	218
1.2.1 Ailerons 副翼.....	220
1.2.2 Adverse Yaw 不利偏航.....	220
1.2.3 Elevator 升降舵	227
1.2.4 T-Tails T 型尾翼	229
1.2.5 Stabilator 全动式平尾	234
1.2.6 Canards 鸭翼.....	236
1.2.7 Rudder 方向舵.....	237
1.2.8 V-Tail V 型尾翼	238
1.3 Secondary Flight Controls 辅助飞行控制.....	240
1.3.1 Flaps 襟翼.....	240
1.3.2 Leading Edge Devices 前缘装置.....	243
1.3.3 Spoilers 扰流板.....	246
1.3.4 Trim Systems 配平系统.....	247
1.3.5 Trim Tabs 配平调整片	247
1.3.6 Balance Tabs 随动片/补偿片	249
1.3.7 Servo Tabs 伺服调整片	250
1.3.8 Anti-Servo Tabs 反伺服调整片/反补偿片	250
1.3.9 Ground Adjustable Tabs 简易调整片	251
1.3.10 Adjustable Stabilizer 可配平水平安定面	252
2 Autopilot 自动驾驶仪	253

3 Chapter Summary 总结	255
4 Quiz 习题	255
Chapter 6 Aircraft Systems	257
第 6 章 飞机系统	257
1 Powerplant 动力装置	257
1.1 Reciprocating Engines 活塞发动机	257
1.2 Propellers 螺旋桨	266
1.2.1 Fixed Pitch Propeller 定距螺旋桨	268
1.2.2 Adjustable Pitch Propeller 变距螺旋桨	269
1.2.3 Propeller Overspeed in Piston Engine Aircraft 活塞发动机的螺旋桨超速	272
1.3 Induction System 进气系统	272
1.4 Carburetor Systems 汽化器系统	273
1.5 Outside Air Temperature Gauge 外温指示表	275
1.6 Fuel Injection Systems 燃油喷射系统	275
2 Supercharger and Turbochargers 机械增压器和涡轮增压器	276
2.1 Supercharger 增压器	276
2.2 Turbo Superchargers 涡轮增压器	278
3 Ignition System 点火系统	279
4 Engine Cooling Systems 发动机冷却系统	280
5 Oil Systems 滑油系统	281
6 Exhaust Systems 排气系统	282
7 Starting System 起动系统	282
8 Turbine Engines 涡轮发动机	282
8.1 Types of Turbine Engines 涡轮发动机的种类	283
8.1.1 Turbojet 涡轮喷气发动机	284

8.1.2 Turboprop 涡轮螺旋桨发动机	284
8.1.3 Turbofan 涡轮风扇发动机	285
8.1.4 Turboshift 涡轮轴发动机	286
8.2 Turbine Engine Instruments 涡轮发动机仪表	287
8.2.1 Engine Pressure Ratio (EPR) 发动机增压比	287
8.2.2 Exhaust Gas Temperature (EGT) 排气温度 EGT	288
8.2.3 Torquemeter 扭矩传感器	288
8.2.4 N_1 Indicator 低压转子转速指示	288
8.2.5 N_2 Indicator 高压转子转速指示	288
9 Quiz 习题	289
Chapter 7 Aircraft Performance	290
第 7 章 飞行性能	290
1 Introduction 引言	290
2 Importance of Performance Data 性能数据的重要性	290
3 Enroute Performance 航路飞行性能	291
3.1 Straight and Level Flight 定常直线平飞	292
3.2 Climb Performance 爬升性能	294
3.2.1 Angle of Climb (AOC) 爬升角 AOC	297
3.2.2 Rate of Climb (ROC) 爬升率	298
3.2.3 Climb Performance Factors 爬升性能的影响因素	300
3.3 Range Performance 航程	303
4 Takeoff and Landing Performance 起飞及着陆性能	310
4.1 Runway Surface and Gradient 跑道道面及坡度	311
4.2 Takeoff Performance 起飞性能	313
4.3 Landing Performance 着陆性能	320

4.4 Air Disaster Caused by Severe Overload 拓展阅读: 严重超载导致的空难.....	327
5 Performance Speeds 特征速度.....	329
6 Quiz 习题.....	331
Chapter 8 Weather Theory.....	334
第 8 章 天气理论.....	334
1 Introduction 引言.....	334
2 Atmosphere 大气层.....	334
2.1 Composition of the Atmosphere 大气的组成.....	335
2.2 Atmospheric Pressure 大气压力.....	337
3 Altitude and Atmospheric Pressure 大气压力与高度.....	339
4 Altitude and Flight 海拔高度与飞行.....	339
5 Altitude and the Human Body 海拔高度对人体的影响.....	340
6 Atmospheric Stability 大气的稳定性.....	341
6.1 Moisture and Temperature 湿度和温度.....	341
6.2 Relative Humidity 相对湿度.....	342
6.3 Temperature/Dew Point Relationship 温度与露点.....	343
7 Chapter Summary 总结.....	344
8 Quiz 习题.....	344

had flown a total of 98 seconds on four flights. The age of flight had arrived.

莱特兄弟在俄亥俄州的代顿市制造自行车，他们用风筝进行了长达 4 年的试验，还自制了风洞，使用不同的发动机来驱动他们的双翼机。他们的成就证明了科学理论指导而不是漫无目的地尝试的价值。他们的双翼机“飞行者号”将创新的设计与过人的工艺相结合（图 3）。直至 12 月 17 日下午，莱特兄弟已经在四次飞行中积累了一共 98 秒的飞行时间。人类飞行的时代终于来到了。



Figure 3 The First Flight by the Wright Brothers

图 3 莱特兄弟的首飞

1.2 The Chinese Attempts to Reach the Sky 拓展阅读：中华民族悠久的飞天史

Chinese civilization has gone through five thousand years of origin, formation and development. Since ancient times, the Chinese nation has been tirelessly exploring and pursuing space exploration and discovering the mysteries of the universe. It has invented many flying tools and has made great contributions to mankind's exploration of space and understanding of the universe. Significant contribution contribution.

VISUAL COURSE / 微课



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。

From "Chang'e flies to the moon" to "A thousand-year dream comes true". Chang'e's flight

to the moon is a myth and legend in ancient China, which reflects the Chinese nation's yearning for the stars in space; the flying feat of Wanhu (Tao Chengdao) in the Ming Dynasty reflects the Chinese nation's tireless exploration and pursuit of the cause of flying.

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；明朝万户（陶成道）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。

Kites were invented by the working people of ancient China during the Spring and Autumn Period, more than 2,000 years ago. There are records such as "Gongshu Ban cut bamboo and wood to make a magpie, and it flew continuously for three days." "Mozi made a wooden kite, and it took three years to make it." In 1600 AD, kites from the East were introduced to Europe. In the 19th century, Sir George Cayley was inspired by kites and invented the glider.

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·凯莱由风筝产生灵感而发明了滑翔机。

Kongming lantern, also called sky lantern, commonly known as wishing lantern and sky praying lantern, is an ancient Chinese handicraft and the oldest hot air balloon. One version of its inventor is "Xin Qiniang" and another version is "Zhuge Liang". Kongming lanterns were mostly used for military purposes in ancient times. Modern people put them up for blessings. The drifting direction of the Kongming Lantern cannot be controlled by humans, and if used improperly, it can easily threaten flight safety, damage infrastructure, and cause fires and other problems.

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。

The bamboo dragonfly is a traditional Chinese folk children's toy that is widely spread.

The bamboo dragonfly is composed of two parts, with a T-shaped appearance. The horizontal piece is in the shape of a rotor (propeller). Quickly rub the vertical handle and let go, and the bamboo dragonfly will fly into the sky. Later, Westerners invented the helicopter rotor based on the shape and principle of the bamboo dragonfly.

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。

Feng Ru (simplified Chinese: 冯如; traditional Chinese: 馮如), was a pioneering Chinese aviator and aircraft designer. On Sept. 21, 1909, a biplane with four starting wheels tucked beneath took to the skies in Oakland, California, six years after Orville and Wilbur Wright's first flight. It was the first successful Chinese flight with a self-made plane and the nation's first manned and powered flight. As the first aircraft designed and constructed by the Chinese, Feng Ru 1 and 2's flight marks a leap forward in China's aviation history.

飞机设计师冯如是中国航空先驱。1909年9月21日，他设计的带有四轮式起落架的双翼机在加州奥克兰成功试飞，仅仅比莱特兄弟的首飞晚6年。他是首位自制带动力飞机飞行的中国人，他的首飞也是中华民族的首飞。冯如1号和冯如2号飞机的飞行是中国航空史的巨大飞越。

After the founding of the People's Republic of China, the Chinese nation has taken vigorous steps in the vast sky and embarked on a "flying road" that has impressed the world, from "Dongfanghong sends music" to "Shenzhou flying to the sky", and then to "Chang'e embraces the moon", from "Tianwen Detection of Fire" to "Beidou Guidance"... These important inventions mark the history of China's aerospace development, making Chinese nation's dream of flying come true. "The thousand-year dream of flying into space has come true overnight." Today, my country's manned space industry has entered the "space station era". We have successfully launched the "Tianhe" core module, the "Wentian" experimental module, and the "Mengtian" The experimental module will be built into the Chinese Space Station in 2022. It will have its own space home and will make a significant contribution to the peace and progress of mankind.

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。“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。

After the founding of New China, my country's aerospace industry has achieved vigorous development. The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China fully affirmed the major achievements my country has made in recent years in the fields of "manned spaceflight, lunar exploration, and large aircraft manufacturing" and further pointed out that "accelerating the construction of a manufacturing power, a quality power, an aerospace power, "Transportation Power, Network Power, Digital China" and "Strengthening the Army with Science and Technology and Talents" have drawn a new blueprint for the development of my country's aerospace industry. my country's aerospace industry will have great potential. The majority of aerospace workers have great responsibilities and glorious missions. They must give full play to the leading role of aerospace in technological innovation, making the country strong in manufacturing, quality, and military strategic guidelines in the new era. They must inherit and carry forward the "spirit of serving the country through air and space," work hard, and Work hard, be honest and innovative, and bravely climb to new heights, and contribute the strength of aerospace people to the comprehensive construction of a modern socialist country and the comprehensive promotion of the great rejuvenation of the Chinese nation.

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

航空发动机——14 CFR 第 33 部

- Propellers—14 CFR part 35

螺旋桨——14 CFR 第 35 部

Some aircraft are considered “special classes” of aircraft and do not have their own airworthiness standards, such as gliders and powered lift. The airworthiness standards used for these aircraft are a combination of requirements in 14 CFR parts 23, 25, 27, and 29 that the FAA and the designer have agreed are appropriate for the proposed aircraft.

部分航空器被归类于“特殊类型”，它们没有自己的适航标准，如滑翔机和动力滑翔翼。这些航空器的适航标准需要在局方与设计方统一，在综合 CFR 14 第 23 部、25 部、27 部及 29 部相关内容之后予以制定。

3.2 Aviation Safety and Management 拓展阅读：航空安全与管理

In the aviation field, safety always comes first, and the overall value, efficiency, and services of air transportation must be based on a solid safety foundation. If air transportation is regarded as 100, safety is the first 1. Once there is a problem with safety, all services, efficiency and economic value will instantly return to zero. Aviation safety is the cornerstone of the development of the air transport industry. It is related to the safety of passengers and directly affects the reputation and economic interests of airlines.

在航空领域，安全永远是第一位的，航空运输的整体价值、效率、服务等都必须建立在坚实的安全基础之上。如果把航空运输看作 100，安全就是前面那个 1，一旦安全出现问题，所有的服务、效率和经济价值都将瞬间归零。航空安全是航空运输业发展的基石，关系到乘客的生命安全，也直接影响到航空公司的声誉和经济利益。

Aviation safety refers to the adoption of various management and technical measures in aviation activities to ensure flight safety, passenger safety, aircraft safety and aviation facility safety, and to prevent accidents such as casualties, property losses and environmental damage related to aircraft operations. . Aviation safety is relative, not absolute. In the context of aviation, safety refers to "a state in which the risks of aviation activities related to the operation of aircraft or directly supporting the operation of aircraft are reduced and controlled to an

acceptable level."

航空安全是指在航空活动中采取各种管理和技术措施，以确保飞行安全、旅客安全、航空器安全及航空设施安全的状态，防止发生与航空器运行相关的人员伤亡、财产损失和环境破坏等事故。航空安全是相对的，不是绝对的。在航空范畴内，安全是指“与航空器的运行有关或直接支持航空器运行的航空活动的风险被降低并控制在可接受水平的状态”。

In the process of the development of the aviation industry, people continue to adopt new measures and methods to manage aviation and achieve aviation safety purposes. ICAO, national civil aviation administrations, aircraft owners and operators, air navigation service providers, airports, major aircraft and power plant manufacturers, maintenance organizations, industry and professional associations, aviation education and training institutions, aviation practitioners etc., and jointly assume aviation safety-related responsibilities.

在航空业发展的过程中，人们不断地采取新的措施和方法去管理航空，实现航空安全目的。国际民航组织、国家民用航空管理局、航空器所有人和经营人、空中航行服务提供者、机场、航空器和动力装置主要制造商、维修组织、行业和专业协会、航空教育和培训机构、航空从业人员等，共同承担航空安全的相关职责。

The International Civil Aviation Organization (ICAO), founded in 1947, is a specialized agency in the United Nations system responsible for handling international civil aviation affairs. Its main responsibilities are to study issues of international civil aviation, formulate international standards and regulations for civil aviation, encourage the use of safety measures, unify business regulations and simplify international border procedures.

国际民用航空组织（International Civil Aviation Organization, ICAO），成立于 1947 年，是联合国系统中负责处理国际民航事务的专门机构。其主要职责是研究国际民用航空的问题，制定民用航空的国际标准和规章，鼓励使用安全措施，统一业务规章和简化国际边界手续。

The National Civil Aviation Administration is responsible for formulating and implementing aviation industry development plans, policies and regulations, and supervising

the safe operation of civil aviation activities, including airline operations, airport management, air traffic management, aviation safety and the formulation and implementation of technical standards. It also participates in international civil aviation affairs and promotes international civil aviation exchanges and cooperation. The Federal Aviation Administration (FAA) is the U.S. government agency that oversees and manages the civil aviation industry. The European Union Aviation Safety Agency (EASA) is the EU government agency that supervises and manages the civil aviation industry. The Civil Aviation Administration of China (CAAC) is the Chinese government agency that supervises and manages the civil aviation industry.

国家民用航空管理局负责拟订并实施航空的行业发展规划、政策法规，监管民用航空活动的安全运行，包括航空公司的运营、机场管理、空中交通管理、航空安全和技术标准的制定与执行等。它还参与国际民航事务，促进国际间民用航空的交流与合作。美国联邦航空管理局（Federal Aviation Administration, FAA）是美国监督和管理民用航空业的政府机构。欧洲航空安全局（European Union Aviation Safety Agency, EASA）是欧盟监督和管理民用航空业的政府机构。中国民用航空局（Civil Aviation Administration of China, CAAC）是中国监督和管理民用航空业的政府机构。

Aviation safety is a systematic project that requires the joint efforts of governments, enterprises, organizations and individuals. We must firmly establish the concept of "safety first", form a top-down safety awareness and consistent actions, and ensure the safety and security of air transportation. Reliable and efficient.

航空安全是一个系统工程，需要政府、企业、组织和个人多方面的共同努力，要牢固树立“安全第一”的理念，形成从上至下的安全意识和行动一致，确保航空运输的安全、可靠和高效。

4 Quiz 习题

1. Which one is a heavier than air aircraft?
A. Glider B. airship C. balloon D. Hot air balloon
2. Which one is not a heavier than air aircraft?
A. Glider B. airship C. Gyroplane D. Helicopter

from the fuselage. The main section of the fuselage also includes wing attachment points and a firewall. On single-engine airplanes, the engine is usually attached to the front of the fuselage. There is a fireproof partition between the rear of the engine and the flight deck or cabin to protect the pilot and passengers from accidental engine fires. This partition is called a firewall and is usually made of heat-resistant material such as stainless steel. However, a new emerging process of construction is the integration of composites or aircraft made entirely of composites.

半硬壳结构机体的蒙皮是铺设在其下部结构上的。下部结构包括各种尺寸的隔框/框架，以及桁条，用以支撑应力蒙皮，并承担机身的部分弯曲应力。机身的主要部分还包括机翼连接点及一道防火墙。在单发飞机上，发动机通常安装在机身前部。在发动机后部以及驾驶舱（或座舱）之间有一道防火的分隔，它用于在发动机意外起火时保护驾驶员及乘客。这道分隔叫做防火墙，通常使用不锈钢等耐热材料制造。但是，随着部分复合材料甚至是全复材飞机的出现，飞机的制造工艺发生了改变。

4.4 The Amazing Chinese Large Civil Aircraft 拓展阅读：神奇的中国民用大飞机

4.4.1 The COMAC C919 中国商飞 C919

The C919 is a domestically produced large aircraft developed by my country in full compliance with ICAO airworthiness standards and mainstream market standards. It embodies the latest achievements of China's aviation industry. It integrates a number of advanced technologies and concepts in design and manufacturing.

C919 是我国完全按照国际民航组织的适航标准和主流市场标准研制的国产大飞机，体现了中国航空工业的最新成就，它在设计和制造上集成了多项先进的技术和理念。

The fuselage of the C919 is a typical semi-monocoque structure. It adopts a modular design concept, which improves production efficiency and facilitates maintenance. It reflects the modern manufacturing concept. The cabin layout and seat range can also be adjusted according to the different needs of airlines. From 158 seats to 192 seats, it is suitable for both short-distance routes and medium- and long-distance routes, and has high market adaptability.

C919 的机身是一种典型的半硬壳结构，采用模块化设计理念，提升了生产效率，

也便于维护，反映了现代化制造理念，还可以根据航空公司的不同需求调整客舱布局，座级范围从 158 座到 192 座，既适用于短途航线，也能满足中长途航线的运营，有较高的市场适应性。

The C919 adopts an advanced aerodynamic configuration. The wings adopt a supercritical airfoil. This design can effectively reduce drag during high-speed flight and improve fuel efficiency. The wingtips are equipped with winglets, which can reduce wingtip vortices and further reduce drag, improve fuel economy.

C919 采用了先进的气动布局，机翼采用超临界翼型，这种设计可以有效降低高速飞行时的阻力，提高燃油效率，翼尖装配有翼梢小翼，可以减少翼尖涡流，进一步降低阻力，提升燃油经济性。

The C919's airframe structure uses a large amount of composite materials, with a high proportion of composite materials, which helps reduce the weight of the aircraft and improve economic performance.

C919 的机体结构大量使用了复合材料，其复合材料的使用比例较高，有助于减轻飞机自重，提升经济性能。

The C919 is currently equipped with CFM International LEAP series engines, which are high-efficiency, low-emission turbofan engines that comply with the latest international environmental standards and can meet future air transportation needs for energy conservation and emission reduction. China is committed to developing its own civil aviation engines. In the future, the C919 may be equipped with domestically produced power units, further increasing its localization rate.

C919 目前配备的是 CFM International LEAP 系列发动机，这是一种高效、低排放的涡扇发动机，符合国际最新的环保标准，能够满足未来航空运输对节能减排的需求。中国正致力于开发自己的民用航空发动机，未来 C919 有可能搭载国产动力装置，进一步提升其国产化率。

The C919 is equipped with advanced avionics equipment and flight control systems, and adopts fly-by-wire control. Through an integrated and digital display system, it provides pilots

with more intuitive and easy-to-operate flight information, improving flight safety and efficiency.

C919 装备了先进的航电设备和飞行控制系统，采用电传操纵方式，通过集成化、数字化的显示系统，为飞行员提供更加直观、易于操作的飞行信息，提高了飞行的安全性和效率。

C919 is not only a civil aviation aircraft, but also a concrete practice of China's implementation of innovation-driven development strategy and a symbol of comprehensive national strength. It is not only related to economic development, but also involves strategic layout in multiple dimensions such as politics, military, and science and technology. It is an important symbol of my country's progress from an aviation power to an aviation power. C919 embodies the wisdom and sweat of tens of thousands of scientific researchers and engineers. They are not afraid of difficulties and have the courage to explore, and are a model of teamwork and craftsmanship. The C919 is independently designed and manufactured in China, but it also uses mature systems and components from international suppliers. During the entire development process, it not only adheres to self-reliance and independent innovation, but also strengthens open cooperation.

C919 不仅是一架民航飞机，更是中国实施创新驱动发展战略的具体实践，也是综合国家实力的象征。它不仅关乎经济发展，还涉及政治、军事、科技等多个维度的战略布局，是我国从航空大国向航空强国迈进的重要标志。C919 凝聚了数以万计科研人员和工程师的智慧与汗水，他们不畏艰难、勇于探索，是团队合作和工匠精神的典范。C919 是中国自主设计和制造，但也采用了国际供应商的成熟系统和部件，在整个研制过程中既坚持自力更生、自主创新，又加强开放合作。



Figure 17 China Eastern 7801 from Shanghai-Hongqiao, landing at 36R as part of its 100-hour validation.

图 17 作为 100 小时验证的一部分，东航 7801 从上海虹桥起飞，降落在 36R。

4.4.2 CAIGA AG600M Kunloong 航空工业通飞 AG600M 鲲龙

The AG600 aircraft is a major aviation equipment developed to meet the urgent needs of my country's emergency rescue system and national natural disaster prevention and control system. It is my country's first large-scale special aircraft developed in accordance with civil airworthiness standards.

AG600 飞机是为满足我国应急救援体系和国家自然灾害防治体系建设迫切需要研制的重大航空装备，是我国首次按照民用适航标准研制的大型特种飞机。

As a large amphibious aircraft, the AG600 technology demonstrator has achieved three first flights on land, water and sea in 2017, 2018 and 2020 respectively, fully verifying the aero-hydrodynamic integrated layout of the large amphibious aircraft, high wave resistance and sea-worthy hull, A series of key technologies such as high-fulcrum single-strut landing gear and water injection and extraction control have laid a solid and reliable technical foundation for the subsequent development of a full-state airworthiness certification configuration.

作为水陆两栖大飞机，AG600 技术验证机于 2017、2018、2020 年分别实现了陆上、水上和海上三次首飞，充分验证了大型水陆两栖飞机气水动融合布局、高抗浪适海船体、高支点单支柱起落架、投汲水控制等一系列关键技术，为后续转入全状态适航取

证构型研制奠定了坚实可靠的技术基础。

The AG600M aircraft has fully entered the airworthiness certification stage, marking the full formation of my country's large-scale amphibious aircraft technology system with completely independent intellectual property rights and independent research and development of amphibious aircraft industrial capabilities, and the establishment of a complete airworthiness verification method for large-scale amphibious aircraft. The independent research and development, manufacturing, test flight and management teams of special aircraft are becoming increasingly mature. The AG600 aircraft is planned to be capable of performing fire-fighting missions and put into actual combat applications in 2023. In 2024, the fire extinguisher will obtain the China Civil Aviation Airworthiness Certificate and be delivered to users. In 2025, the rescue aircraft will obtain the China Civil Aviation Airworthiness Certificate and be delivered to users.

AG600M 飞机全面转入适航取证阶段，标志着我国具有完全自主知识产权的大型水陆两栖飞机技术体系和自主研发水陆两栖飞机工业能力全面形成，构建了完整的大型水陆两栖飞机适航验证方法，大型特种飞机自主研发、制造、试飞、管理队伍日趋成熟。AG600 飞机计划于 2023 年具备执行灭火任务能力并投入实战应用，2024 年灭火机取得中国民航适航证并交付用户使用，2025 年救援机取得中国民航适航证并交付用户使用。

The AG600 aircraft is a large subsonic aircraft. Due to the particularity of its mission, it must have good high-altitude cruise economy and excellent low-altitude and low-speed performance.

AG600 飞机属于大型亚音速飞机，因其执行任务的特殊性，既要具备较好的高空巡航经济性，也需要具备优良的低空低速性能。

In order to provide a more comfortable cabin environment when the aircraft is flying at high altitudes. Adding a pressurized cabin to an amphibious aircraft is like putting the fuselage of a large airliner on a ship. In order to organically combine the upper pressurized fuselage barrel section and the lower hull, the team continued to research and carry out program demonstrations, and finally determined a pressurized cabin solution suitable for large amphibious aircraft.

为了飞机在高空飞行时具备更加舒适的舱内环境。在水陆两栖飞机上增加增压舱，就像是将一个大型客机的机身放在船上。为了将上部增压机身筒段和下部船体有机组合起来，团队不断攻关开展方案论证，最终确定了适合于大型水陆两栖飞机的增压舱方案。

The stress complexity of the AG600M aircraft's pressurized end frame is far more complex than that of civil aviation aircraft of the same level. The special-shaped pressurized cabin also faces complex and changeable use environment tests: water dropping from the fire field to extinguish the fire, water rescue in harsh sea conditions, salt spray Fatigue damage under corrosion, etc.

AG600M 飞机增压端框的受力复杂程度远超同级别的民航客机，异形增压舱还要面临复杂多变的使用环境考验：火场上空投水灭火、恶劣海况下的着水救援、盐雾腐蚀下的疲劳损伤等。

The improved and optimized AG600M aircraft adopts an advanced fly-by-wire flight control system, adopts a redundant architecture design, adds control stabilization functions and envelope protection functions, and realizes ground, water and air control law control, making the flight control The system can achieve safe and worry-free flight under various environmental conditions and mission profiles, improve the flight quality of the aircraft, optimize the human-machine control interface, and greatly improve the system performance.

改进优化后的 AG600M 飞机采用了先进的电传飞控系统，采用多余度的架构设计，增加了控制增稳功能与包线保护等功能，实现了地面、水面和空中控制律控制，使飞控系统能实现多种环境条件和任务剖面下安全无忧飞行，提高了飞机的飞行品质，优化了人机操纵界面，系统性能得到较大的提升。



Figure 18 AG600M conducts serviceability flight in Zhuhai

图 18 AG600M 在珠海进行适用性飞行

5 Quiz 习题

1. The longitudinal axis also called () axis.
A. yaw B. pitch C. roll
2. The lateral axis also called () axis.
A. roll B. pitch C. yaw
3. The vertical axis also called () axis.
A. roll B. pitch C. yaw
4. CG means ()center of gravity, CL means () center of lift
5. Four forces act upon an aircraft in relation to straight-and-level, unaccelerated flight, they are ()

total drag increases rapidly due to the sharp increase of parasite drag. As seen in Figure 31, at some given airspeed, total drag is at its minimum amount. In figuring the maximum range of aircraft, the thrust required to overcome drag is at a minimum if drag is at a minimum. The minimum power and maximum endurance occur at a different point.

相反地，废阻力随着速度平方地增长而增加。在定常平飞状态，当空速下降至失速速度附近，总阻力增加，这归因于诱导阻力地急剧增加。类似地，当飞机达到极限速度 V_{NE} ，总阻力也会显著增加，其中增加最为急剧的是废阻力。如图 31 所示，在特定的速度下，总阻力达到最小值。在计算飞机的最大航程时，当阻力最小时克服阻力的需用推力也最小。对于螺旋桨飞机而言，最小功率速度与久航速度对应，它与远航速度有一定差别。

1.4.6 Geese flight and team spirit 拓展阅读：大雁飞行与团队精神

In order to finally reach the other side of their dreams, geese fly together, which can greatly increase the flight distance; they shout constantly during flight to give encouragement, confidence and strength to their companions; they take turns leading the flight, and each goose may become the leader; If a goose lags behind, other geese will stay to accompany them; during a break, some geese will take the initiative to stand guard... The wild geese fly together during their long-distance migration, making good use of the "upwash" outside the aerodynamic "wingtip vortex" and vividly interpreting the great team spirit.

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。

The reason why geese can maintain formation and complete migrations of thousands of kilometers together is because they have a common goal and direction. This means for the team that a clear common goal is the prerequisite for unity and collaboration, and team members need to work together around this goal to ensure that the team moves in the same direction.

大雁之所以能维持队形，共同完成数千公里的迁徙，是因为它们拥有共同的目标和方向。这对于团队来说意味着，明确共同目标是团结协作的前提，团队成员需围绕这一目标共同努力，确保团队朝着同一方向前进。

Wild geese fly in a V-shaped formation when migrating long distances. This arrangement reduces air resistance, allowing each goose to take advantage of the updraft generated by the flapping wings of the previous goose, thereby saving physical energy. This reveals that collaboration among team members can improve overall efficiency, and each person's efforts can not only help themselves, but also benefit other team members.

大雁在长途迁徙时，会采用 V 字队形飞行。这种排列减少了空气阻力，使每只大雁都能利用前一只大雁拍打翅膀所产生的上升气流，从而节省体能。这启示团队成员间的协作可以提高整体效率，每个人的努力不仅能帮助自己，也能惠及团队其他成员。

During flight, the leading goose will bear the greatest air resistance and expend the greatest effort. Therefore, the geese rotate positions regularly, giving different members the opportunity to act as the leader. This means the sharing of responsibilities and pressures in the team, emphasizing that leaders should be rotated appropriately to give each member the opportunity to play a leadership role and develop the overall leadership of the team.

在飞行过程中，领头的大雁会承受最大的空气阻力，所花费的力气最大。因此，大雁们会定期轮换位置，让不同的成员有机会充当领航者。这意味着团队中责任和压力的共享，强调领导者应该适时轮换，让每个成员都有机会发挥领导作用，培养团队的整体领导力。

Wild geese will encourage each other by calling to maintain team cohesion and morale during flight. This is reflected in team work, which is to enhance trust and support among team members through positive communication and feedback, and to maintain a positive attitude even in the face of challenges.

大雁在飞行中会通过叫声相互鼓励，保持队伍的凝聚力和士气。这体现在团队工作中，就是通过正面的沟通和反馈，增强团队成员之间的信任和支持，即使面临挑战也能保持积极向上的态度。

If a goose falls behind due to illness or injury, other geese will accompany it and help it until it is able to rejoin the group or regain health. This behavior reflects the spirit of mutual help and care in the team, emphasizing that team members should support each other in difficult times and overcome difficulties together.

如果有大雁因为生病或受伤而掉队，其他大雁会陪伴并帮助它，直到它能够重新加入队伍或恢复健康。这种行为体现了团队中的互助和关怀精神，强调在困难时刻团队成员之间应相互扶持，共同克服难关。

With the development of society and the refinement of social division of labor, close cooperation and division of labor among people have become increasingly important. Modern society's demand for talents is getting higher and higher. Not only must they have rich knowledge, superb skills, and a dedicated spirit, but they must also have a team spirit. Only with a good team spirit can they be invincible in the future competition.

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。



Figure 37 Wild Geese in Wedge Formation

图 37 大雁编队飞行

1.5 Weight 重力

Gravity is the pulling force that tends to draw all bodies to the center of the earth. The CG

相对气流之前，使机翼重新回复至水平。在回复的过程中，会产生一种横航向耦合的振荡运动，在这过程当中机头不断地在水平面上画 8 字。横向和航向振荡虽然幅度相近，但并不同步。

In most modern aircraft, except high-speed swept wing designs, these free directional oscillations usually die out automatically in very few cycles unless the air continues to be gusty or turbulent. Those aircraft with continuing Dutch roll tendencies are usually equipped with gyro-stabilized yaw dampers. Manufacturers try to reach a midpoint between too much and too little directional stability. Because it is more desirable for the aircraft to have “spiral instability” than Dutch roll tendencies, most aircraft are designed with that characteristic.

除大后掠角高速飞机以外，大部分现代飞机的荷兰滚振荡运动通常在数个周期之内能够收敛，除非遇到了持续的阵风或紊流。若飞机存在持续不收敛的荷兰滚运动趋势，它们通常配备了利用陀螺实现增稳的偏航阻尼器。设计师试图保证飞机的航向稳定性适中。一般来说，飞机的横向稳定性和航向稳定性是此消彼长的，设计师会将飞机设计成航向稳定性强一些的，也即螺旋模态不稳定、荷兰滚运动是稳定的。

6.2.1 Air Disaster Caused by Two Wrong Plugs 拓展阅读：两个相互插错的插头导致的空难

On the morning of June 6, 1994, a Tupolev-154M aircraft (registration number: B2610) of China Northwest Airlines was on flight WH2303 from Xi'an to Guangzhou. There are 5 flight crew, 9 crew members and 146 passengers. Shortly after takeoff, due to serious mechanical failure, the plane disintegrated midair 49 kilometers away from Xianyang Airport. None of the 160 people survived.

1994年6月6日上午，中国西北航空公司的一架苏制图-154M型（注册号：B2610）执飞西安至广州 WH2303 航班任务。其中飞行员 5 人，乘务组 9 人，旅客 146 人。飞机起飞后不久，由于严重的机械故障，在距咸阳机场 49 公里空中解体，160 人无一生还。

On the day of the incident, the crew and weather conditions were in compliance with flight standards. 24 seconds after the plane took off from the ground, the aircraft body swayed abnormally to a large extent. The crew immediately reported to the ground that the aircraft was swinging and making abnormal noises. The ground did not know the specific situation that occurred on board, and instructed the crew to continue ascending to strive for a greater safety margin. The crew kept climbing at a speed of 400 kilometers per hour and strived for altitude. At this time, the body swayed left and right, and the amplitude increased to 30°. The crew

reported to the ground that neither person could stabilize their posture. The crew briefly connected the autopilot, but after it was connected, the aircraft drifted more seriously and was quickly disconnected. After that, the oscillation amplitude of the aircraft continued to increase, and finally stalled and entered a tail spin, falling rapidly. After that, the airspeed of the falling aircraft increased rapidly, and it disintegrated in the air at an altitude of 2,800 meters under the action of strong aerodynamic pressure.

事发当天，机组、天气均符合飞行标准。飞机起飞离地后 24 秒，机体发生异常飘摆，幅度很大。机组随即向地面报告飞机摆动并有异响。地面并不清楚机上发生的具体状况，指示机组继续上升，以争取更大的安全裕度。机组用 400 公里/时速度保持爬升，争取高度。此时机体左右摇摆，幅度增大到 30°，机组向地面报告两个人都稳定不住姿态。机组短暂接通过自动驾驶仪，但接通后飞机飘摆愈加严重，遂迅速断开。此后飞机振荡幅度持续增大，最终失速并进入尾旋，快速下坠。此后，下坠中的飞机空速迅速增加，在强大的空气动力压的作用下于 2800 米高度空中解体。

Later analysis from the flight recorder data and the wreckage collected at the accident site revealed that the plug that controls the ailerons of the autopilot mount was plugged into the rudder socket, and the plug that controlled the rudder was plugged into the aileron socket. The aircraft's yaw damper not only failed to suppress the Dutch roll, but instead became the cause of aggravating the Dutch roll. This was the direct cause of the plane losing control in the air and crashing.

事后从飞行记录仪的数据和事故现场收集的残骸可解析发现，自动驾驶仪安装座控制副翼的插头插在方向舵插座上，而控制方向舵的插头插座了副翼插座上。飞机的偏航阻尼器不仅未能抑制荷兰滚运动，反而成为了加剧荷兰滚运动的成因。此为飞机在空中失控并坠毁的直接原因。

The underlying reasons for this flight accident mainly include: 1) The design of the Tu-154 aircraft lacked effective error prevention measures. 2) The employees' sense of responsibility and safety awareness are lacking. Although the plugs can be plugged into each other, the plugs and sockets of the rudder and aileron are of different colors. When plugged in correctly, the plug and socket should be the same color. This error should have been checked. 3) The quality assurance system is not perfect, and the maintenance personnel and shift supervisor failed to complete self-inspection, re-inspection and full-time inspection (three inspections). 4) Management is chaotic, the supervisor on duty neglects his duties, maintenance personnel operate in violation of regulations, and emergency response instructions are blocked.

此次飞行事故的深层次原因主要包括：1) 图-154 飞机的设计缺乏有效的防差错措施。2) 从业人员的责任心和安全意识缺失。虽然插头可以互插，但方向舵与副翼的插头、插座颜色不同。插接正确时，插头与插座颜色应相同。这一差错本应被检查出来。3) 质量保障体系不健全，机务人员及值班主任未能完成自检、复检和专职检验（三检）。4) 管理混乱，值班主任玩忽职守、机务人员违规操作、应急处置指令受阻。

The lessons learned from this air crash are profound. The professionalism of employees is the support for the safe and healthy development of the industry. Paying attention to details and professionalism should be the basic qualities of maintenance personnel. Error-proof design is an effective measure to prevent human error. In addition, more efforts should be made to analyze human errors.

此次空难事件教训十分深刻。从业人员的敬业精神是行业安全健康发展的支撑，重视细节与敬业精神应当是机务人员的基本素质。防差错设计是防止人为差错的有效措施。此外，还应加大对人为差错的分析力度。

6.3 Spiral Instability 螺旋模态不稳定

Spiral instability exists when the static directional stability of the aircraft is very strong as compared to the effect of its dihedral in maintaining lateral equilibrium. When the lateral equilibrium of the aircraft is disturbed by a gust of air and a sideslip is introduced, the strong directional stability tends to yaw the nose into the resultant relative wind while the comparatively weak dihedral lags in restoring the lateral balance. Due to this yaw, the wing on the outside of the turning moment travels forward faster than the inside wing and, as a consequence, its lift becomes greater. This produces an overbanking tendency which, if not corrected by the pilot, results in the bank angle becoming steeper and steeper. At the same time, the strong directional stability that yaws the aircraft into the relative wind is actually forcing the nose to a lower pitch attitude. A slow downward spiral begins which, if not counteracted by the pilot, gradually increases into a steep spiral dive. Usually the rate of divergence in the spiral motion is so gradual the pilot can control the tendency without any difficulty.

航向稳定性较强的飞机的螺旋模态往往是不稳定的，因为与航向稳定性相比，它们的上反效应往往不是那么的强，维持横向平衡的能力稍微弱一些。当侧风或侧滑运动影响到飞机的横向平衡，飞机强烈的航向稳定性会使飞机机头指向相对气流，飞机的上反效应相对较弱，使飞机横向力矩恢复平衡的上反效应总是比航向运动慢半拍。偏航运动

英尺，只剩下 260 英尺余量。以上均为理想条件。大部分驾驶员看见跑道尽头近在咫尺时会感到恐惧，会下意识地用力踩刹车。小飞机的刹车不像小汽车那样有防抱死系统，因此机轮会抱死并打滑，飞机会滑水，直至地速下降到 54 节以下。（54 节是根据计算公式算出：胎压 36psi，系数 8.6 圆整至 9，得 $9 \times \sqrt{36} = 54$ ）

The 260 feet that a pilot might feel is left over has long since evaporated as the aircraft hydroplaned the first 300–500 feet when the brakes locked. This is an example of a true story, but one which only changes from year to year because of new participants and aircraft with different N-numbers.

驾驶员也许认为还剩下 260 英尺可用，但随着刹车的抱死及水滑的发生，300 甚至是 500 英尺距离转瞬即逝。这是一个真实的例子，只不过每年都有新人和不同注册号的飞机发生这种故事（美国飞机注册号是 N 打头）。

In this example, the pilot actually made many bad decisions. Bad decisions, when combined, have a synergy greater than the individual errors. Therefore, the corrective actions become larger and larger until correction is almost impossible.

在这个例子中，驾驶员实际上做了很多错误的决断。当它们综合起来，带来的后果比每一个错误单独产生的后果加起来还严重。因此，驾驶员必须越来越努力地去修正它的上一个错误，直至修正动作超出了驾驶员的能力。

4.4 Air Disaster Caused by Severe Overload 拓展阅读：严重超载导致的空难

Accident: On May 18, 2004, Azerbaijan Airlines rented an Il-76TD transport aircraft of Silk Road Airlines (registration number 4K-AZ27, 19 years old) to fly from Shanxi Taiyuan Wusu International Airport via Urumqi. Cargo flights from DI Wopu International Airport to Heydar Aliyev International Airport in Baku, Azerbaijan. The plane accelerated slowly during the takeoff and rollout phase at Urumqi Airport. It was barely able to pull up near the end of the runway. The landing gear even damaged two sets of runway entry lights. After reluctantly taking off, the flight attitude was extremely awkward and it was difficult to climb. After climbing to an altitude of 36 meters, it was no longer able to climb. Due to the low flying altitude, the wing struck trees and telephone poles, causing damage to the leading edge of the wing. After struggling to fly for about 2 minutes, the plane finally crashed into a depression 10 kilometers west of the runway and only 30-40 meters away from a farmer's residential area, then exploded and caught fire. The accident killed all seven people on board.

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

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。

Causes of the accident: (1) Neglect of safety rules and severe overloading. After the investigation, it was found that the 4K-AZ27 cargo aircraft declared a cargo weight of 44 tons, and the actual load exceeded 70 tons, far exceeding the rated load of the IL-76TD aircraft (40 tons), and even exceeding 50% of the aircraft's maximum load capacity (50 tons). It is a serious overloading behavior that ignores air transportation safety regulations. (2) The engine is old and its performance has seriously declined. Two of the aircraft's four D-30KP turbofan engines have passed their end-of-life date, and the other two are also close to their end-of-life date, which has greatly reduced the power of the aircraft. In addition, the departure airport has a high altitude and high temperature. , the engine performance is further affected. (3) Impact of bad weather. At that time, there were level 7 winds, strong sandstorms and wind shear in Urumqi, which were also the objective reasons for the plane crash.

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。

Enlightenment from the accident: Establish a comprehensive safety concept, adhere to safety and quality first, overcome carelessness, and prevent violations and reckless actions.

事故启示：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。



Figure 144 CRASH OF AN ILYUSHIN II-76TD IN ÜRÜMQI: 7 KILLED

图 144 乌鲁木齐 IL-76TD 空难 (7 死)

5 Performance Speeds 特征速度

True airspeed (TAS)—the speed of the aircraft in relation to the air mass in which it is flying.

真空速 (TAS) ——飞机飞行时相对于气体微团的运动速度。

Indicated airspeed (IAS)—the speed of the aircraft as observed on the ASI. It is the airspeed without correction for indicator, position (or installation), or compressibility errors.

指示空速 (表速, IAS) ——在空速表 (ASI) 中所指示的空速。指示空速尚存在仪表、位置 (空速管安装位置) 及压缩性误差。

Calibrated airspeed (CAS)—the ASI reading corrected for position (or installation) and instrument errors. (CAS is equal to TAS at sea level in standard atmosphere.) The color coding for various design speeds marked on ASIs may be IAS or CAS.

校正空速 (CAS) ——对位置和仪表误差进行过修正的空速表读数。空速表中标注各种设计速度的颜色带就是以指示空速或校正空速来给出的。

Equivalent airspeed (EAS)—the ASI reading corrected for position (or installation), for instrument error, and for adiabatic compressible flow for the particular altitude. (EAS is equal to CAS at sea level in standard atmosphere.)

当量空速 (EAS) ——对位置误差、仪表误差、压缩性误差进行修正后的空速。本质上说, EAS 是标准海平面上的真空速, 它与实际来流单位体积的空气来流具有相同的动能

V_{s0} —the calibrated power-off stalling speed or the minimum steady flight speed at which



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 项目实践

项目负责人：丘宏俊

项目组成员：周堃，刘超，钟梓鹏，梁卫颖，
徐红波，王渊

所在学校：广州民航职业技术学院

一、研究目的

为了更好地实施飞机机电设备维修（中外合作专业）核心专业课《空气动力学基础与飞行原理 (AMT500)》课程思政教学，研究中合作教育模式下的课程教学与课程思政。以国家示范性院校双高建设专业为依托，以飞机机电设备维修（中外合作专业）核心专业课《空气动力学基础与飞行原理 (AMT500)》为研究对象，按照中外合作办学的基本要求，研究如何根据教学内容和目标，选择适当的教学策略，根据课程要求和学生实际情况，制定具体的教学计划，设计丰富多样的教学活动，合理安排教学资源，在教学过程中及时收集学生反馈，对教学效果进行评估，重点是结合近几年在课程思政教学实施过程中的一些做法与经验，探究一种比较合适的中外合作教育模式下的课程教学与课程思政方法。

二、研究方法过程

为了探寻更为有效的中外合作的课程思政教学方法，我们对近些年来《空气动力学基础与飞行原理(AMT500)》课程所采用的教学方法进行了归纳总结，并通过对比教学效果，总结了一种比较合适的中外合作教育模式下的课程教学与课程思政方法。

2.1 外方教师独立授课。

这是一种外方教师完全独立的教学方法。外方合作院校在规定时间内派遣一定数量、相关专业的老师到中方授课。授课过程中采用全英文授课，包括教学资料、讲解和评测。这种授课方式的主要问题是：一、受学生外语水平的制约，存在语言鸿沟的问题，传授效果上会存

在问题。二、授课时间比较集中，授课方式比较单一。三、落实课程思政方面无法保障。总的来说，这种授课方式弊端较多。

2.2 “外主内融”联合授课方式。

这种方法采用由“外方教师为主，中方教师为辅”的教学模式。在整个教学活动的实施过程中，采用了如图 1 所示的实施方法，外方教师（远在加拿大）通过线上教学（teams 平台）实施远程现场教学，中方教师在课堂对外方教师所讲解的内容进行翻译和串讲，并通过线下课堂讲解、线上教学平台多种信息化手段完成对课程的补充教学，辅助外方教师教学。这种方法的突出特点是中外双方教师共同参与，由外方教师主导。

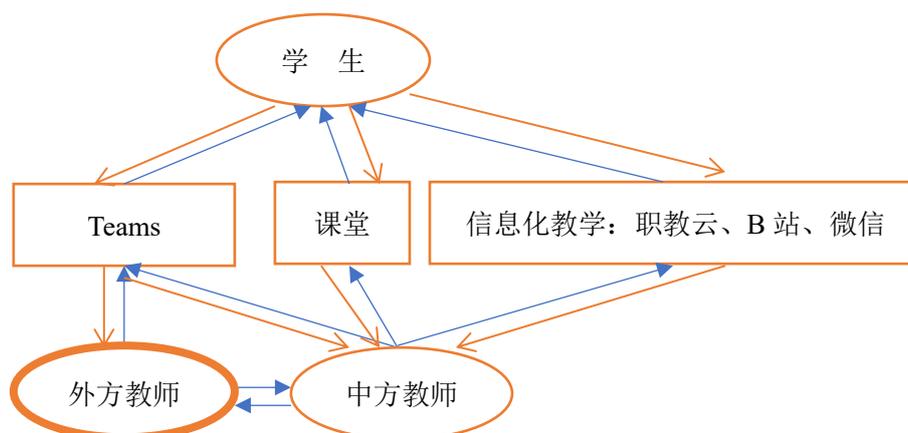


图 1 “外主内融”联合授课方式



图 2 “外主内融”联合授课方式的课堂教学效果

这种教学方法能够较好地满足中外合作教学要求，由于是采用外方教师远程现场教学，教学的实时性、互动性较好。但其缺点也是比较明显的，主要表现为：（1）教学时间比较难协调统一，由于中加两个之间存在 12 个小时的时差，外方教师与中方学生能一起上课的时间比较难协调。（2）受外方教师不同教学水平、表达能力的影响，教学效果很难达到统一，在这种教学过程中，中方教师主要是起到“翻译”的作用，在课程翻译上会耗费一定时间，体现不出一个专业教师所应有的作用。（3）整个教学过程完全由外方主导，赋予中方教师的主导权比较少。外方的教学内容存在这与我国国情、行业发展不适应的问题，存在所学知识不能很好实现职业教育“五个对接”作用，而且采用这种教学方法，要实施课程思政也非常困难。

2.3 “内外并融”联合授课方式。

这种方法采用由“外方教师提供教学视频，中方教师负责组织实施”的教学模式。在整个教学活动的实施过程中，采用了如图 3 所示的实施方法，外方教师将事先准备（录制）好上课用的教学视频和部分教学资料提供给中方，中方教师在课堂上首先播放外教的上课视频，然后对视频中的教学内容进行翻译和串讲，并通过线上教学平台多种信息化手段完成对课程的补充教学，中方教师可以根据教学进度自主安排一些教学内容。

这种教学方法也能够满足中外合作教学要求，由于是采用外方教师是通过录制教学视频的方式进行教学，教学的实时性、互动性都没有第 1 种方法好，其好处是解决了教学时间比较难协调的问题，并赋

予中方教师一定的自主权。但其缺点也是比较明显的，主要表现为：

(1) 由于是视频教学，实时性、互动性较差，教学效果也较差。(2) 由于受到学时英语基础的影响，大多数同学无法完全理解外教所讲解的内容，中方老师仍然需要花大量时间做翻译工作。(3) 由于在播放视频、翻译讲解上耗费了比较多的教学时间，赋予中方教师的主导权还是比较少，中方教师在补充教学内容和实施课程思政方面仍然存在较大的困难。

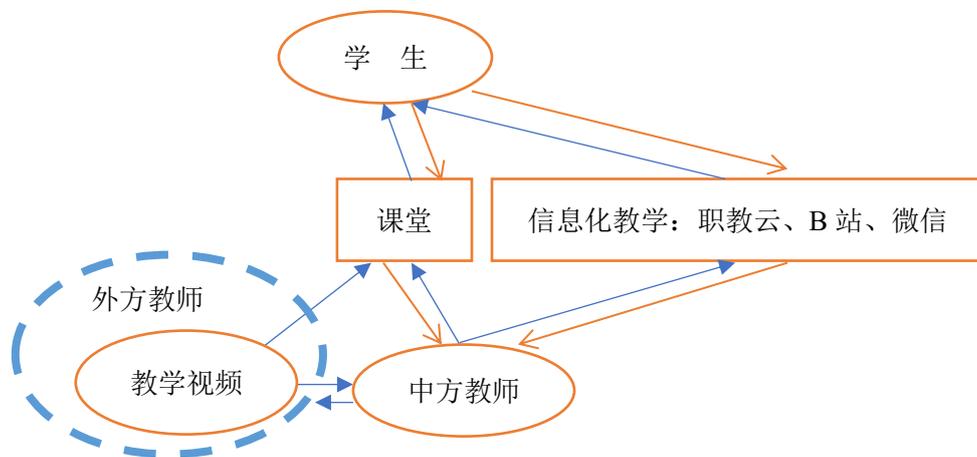


图 3 “内外并融”联合授课方式

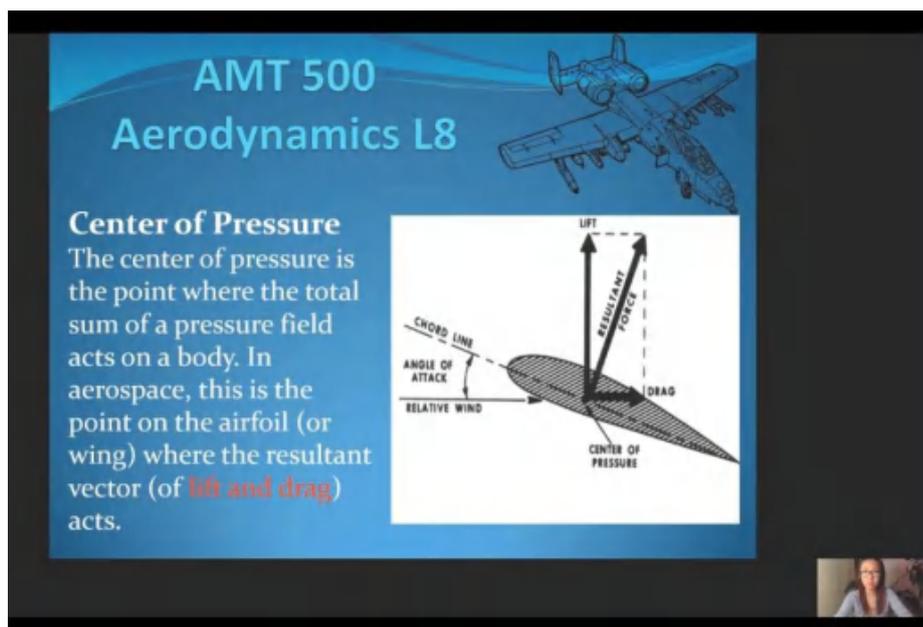


图 4 “内外并融”联合授课方式的教学效果

2.4 “内主外融” 联合授课方式。

这种方法采用由“外方教师提供教学资料 and 教学视频，中方教师主导教学实施”的教学模式。在整个教学活动的实施过程中，采用了如图 5 所示的实施方法，外方教师将事先准备（录制）上课用的教学视频和相关的教学资料提供给中方，中方教师在课堂上可以根据学生的实际情况和教学效果分析，自主决定采用是播放外教的教学录像，还是采用外教提供的教学资料进行双语课程教学，并通过线上教学平台多种信息化手段完成对课程的补充教学，中方教师可以自主安排一些满足国内行业需求的教学内容。

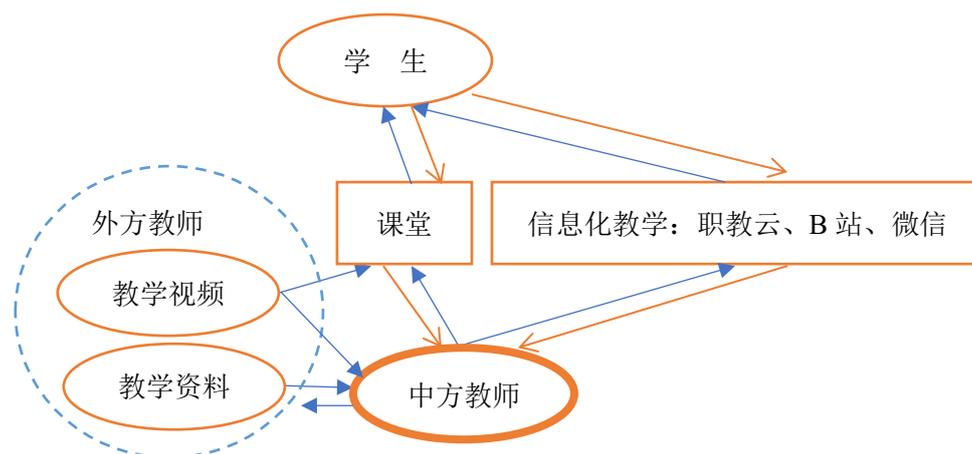


图 5 “内主外融” 联合授课方式

这种教学方法也能够满足中外合作教学要求，由于是采用外方教师提供教学资料 and 教学视频，中方教师主导教学实施，教学的实时性、互动性都较第 1 种、第 2 种方法都有了比较明显的提升，也很好地解决了教学时间比较难协调的问题，并赋予中方教师更多的自主权。在整个教学过程中，中方教师作为主导方，可以根据教学实施过程中的具体情况，自主决定采用是播放外教的教学录像，还是采用外教提供的教学资料进行双语课程教学，原本用在教学内容翻译上耗费的时间

大大减少了，腾挪出来的教学时间可用于补充教学内容和实施课程思政上，这样可以使得课程教学更好地实现职业教育“五个对接”和落实“立德树人”的根本任务。这种方法的主要缺点表现为：受到中方教师外语水平的影响，实施双语教学的水平与效果有待考究。



图 6 “内主外融”联合授课方式的教学效果

三、研究结果

通过对在中外合作模式下《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》以上三种不同的课程思政教学方法的分析可以发现，虽然每种方法都有各自的优缺点，但通过对比不难发现第 3 种教学方法还是有比较明显的优势。它不但能满足中外合作的联合办学要求，在引进国外教育理念和教学内容的基础上，赋予中方老师更多的自主权，可根据本土特点（如职业教育“五个对接”）进行改进和适应，在实

施课程思政、落实立德树人的根本任务上也做得比较好。通过对比这三种不同教学方法，并课堂现场表决的形式，绝大多数同学也倾斜于接受第 4 种教学方式。因此，我在今后的中外合作模式下《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》的课程思政教学过程中，我们更倾斜于采用第 4 种模式。

依照中外合作联合办学的框架，落实立德树人的根本任务，结合我们当前所开发的课程思政资源，经过项目组的反复研究，我们拟采用如图 7 所示的“多元主体共同参与的联合育人模式”。

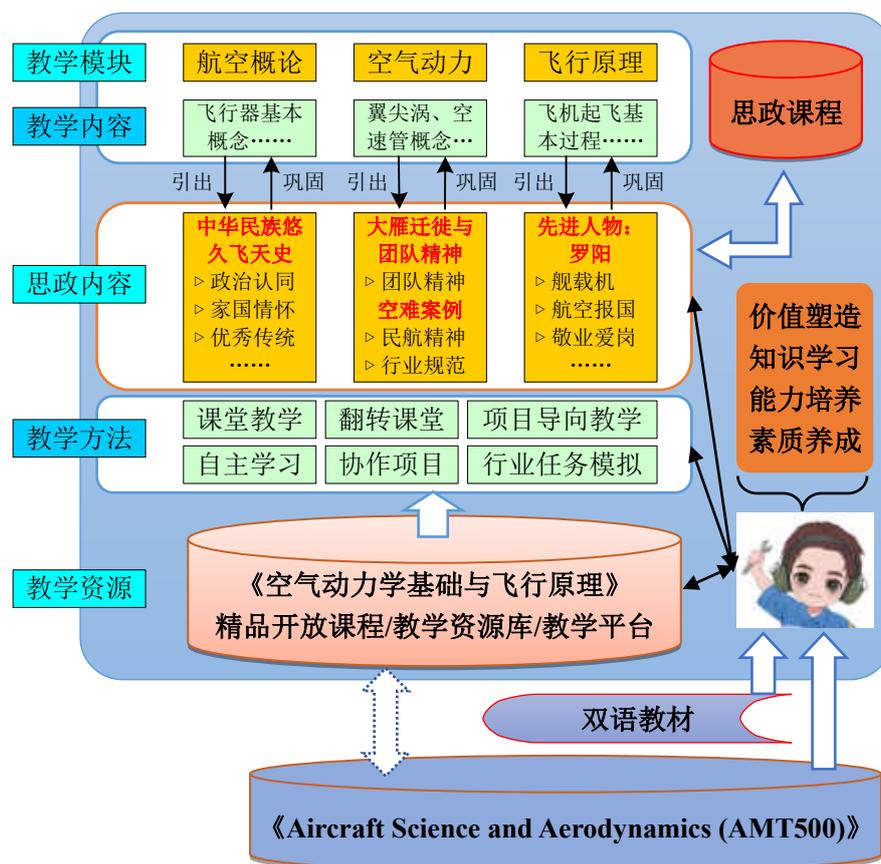


图 7 《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》多元联合育人机制

在“多元主体共同参与的联合育人模式”，既要吸收世界教育的先进理念、内容和方法，又不能让有害的西方价值观念进入课堂。基于双方的合作框架，在课程设置与教学内容上，注意关口前移，严把意识

形态关,既要满足中外合作办学的基本要求、体现课程的国际化,又要注重国际经验本土化的问题。按照职业教育“五个对接”的基本要求,进行合理的本土化改进,开发双语教材。采用创新工作机制,构建多元主体共同参与的育人模式,将在外方教材/教学资料、中英双语教材、本土所开发的优质课程资源和课程思政资源的共同的支撑下,合理划分教学模块、设计教学内容,采用新型的教学方法。课程思政达到了“盐溶于汤、润物无声”的效果,在实现学科知识传授的同时,合理利用所开发的优质“课程思政”资源,强化政治方向和思想引领,注重把爱国主义、民族情怀贯穿渗透到课程教学中,帮助学生树立起文化自信、文化自信、政治立场、家国情怀、工匠精神、团队精神,养成行业所需要的全面安全观。在中方主导的教学模式中,借助本课程所开发的优质课程资源和现代化教学手段,拓展教学的时空结构和活动方式,开展线上线下混合式教学,采用多种教学方法,将课程思政元素融入启发式共同解析理论、探讨式问题分析、案例教学、强化训练、课后培优案例制作,学生通过泛在自主学习、听取工匠专家讲座、实物观摩等手段,落实立德树人根本任务,达成课程所应具备的“价值塑造、知识学习、能力培养、素质养成”功能。

**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
课程学前学情调查**

一、调查目的

为了更好地实施飞机机电设备维修（中外合作专业）核心专业课《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》课程思政教学，研究中合作教育模式下的课程教学与课程思政。为了摸清学生所具备的基础，尤其是外语基础，以及对该门课程的了解、预期目的，为教学内容和教学方案的实施提供依据，进行了该门课程的学前学情调查分析。

二、调查方法与过程

采用调研、座谈方法和填写问卷的方式进行。本次调查通过访谈的形式访谈了 10 同学代表，主要是通过问卷调查的形式进行全面的调查，问卷包括 13 道单选题、1 到道多选题和 1 道填空题。参与调查的人数总共 187 人，覆盖了所开课班级的全部人数，调查对象比较全面，数据与结果可较好反映该门课程的学前学情。

三、调查数据与结果分析

通过对课程学前学情问卷调查分析，可得出以下结论：

- (1) 大多数同学对该门课程已经有一定程度的了解。
- (2) 多数同学对中外合作课程有比较正确的了解与认识，学习目的（动机）比较正确。
- (3) 大多数同学反映英语基础比较差，英语基础比较好的同学占比不到 4%。
- (4) 大多数同学已经对航空知识有一定的了解。

(5) 大多数同学倾向“外教+中方教师”共同完成课程教学或者由“中方教师单独”完成教学，只有不到 2%同学倾向由外教单独授课。

(6) 大多数同学都希望能提供中英文对照教材和丰富的课程资源、教学案例等。

(7) 多数同学认同以老师课堂讲解为主+引导学习的教学方式，更喜欢活跃的课堂氛围。

(8) 多数同学对课程思政有一定了解和正确的认识。

四、调查结论

通过对《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》课程学前学情调查可得出以下结论：

(1) 多数同学对这么课有比较正确的认识，学习动机正确。

(2) 多数同学的英语基础比较差，可能会影响到教学效果，在授课课程中需要注意并正确处理此问题。

(3) 多数同学希望采用“外教+中方教师”的授课方式。

(4) 多数同学希望能提英文对照教材和丰富的课程资源。

(5) 多数同学希望实施课程思政。

附：《AMT500》课程学前学情分析问卷数据分析报告。

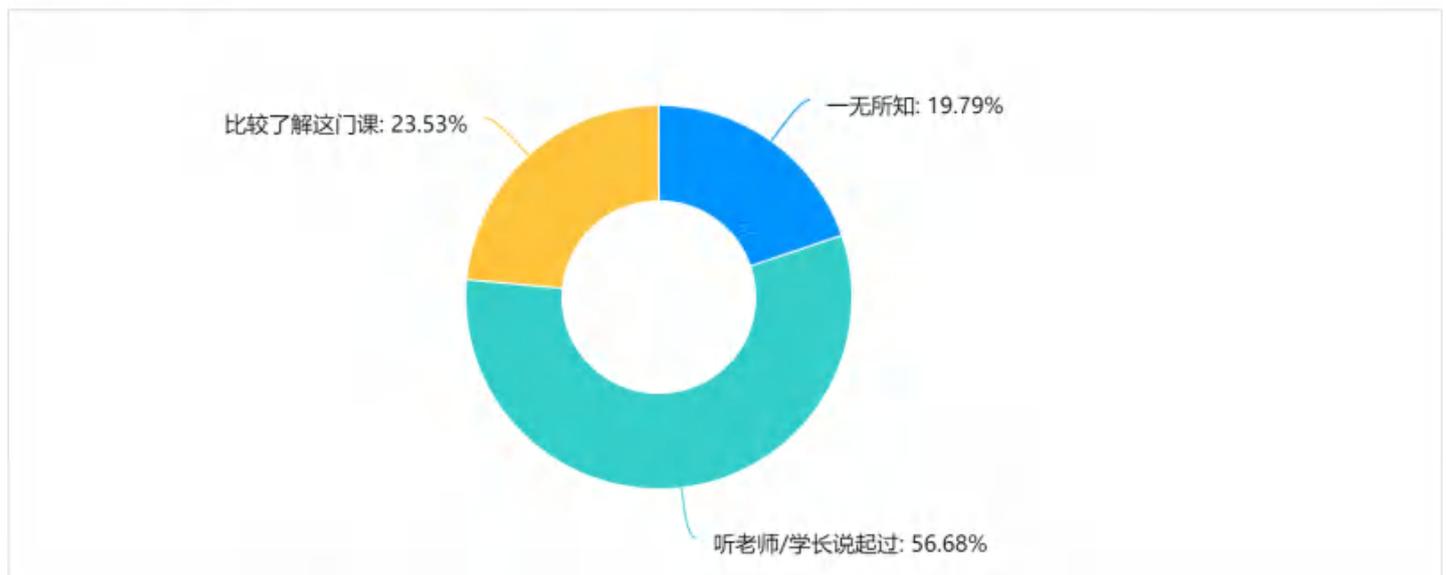
AMT500课程学前学情问卷

第1题：请输入你学号的后四位数字。 [填空题]

第2题：请输入你的名字 [填空题]

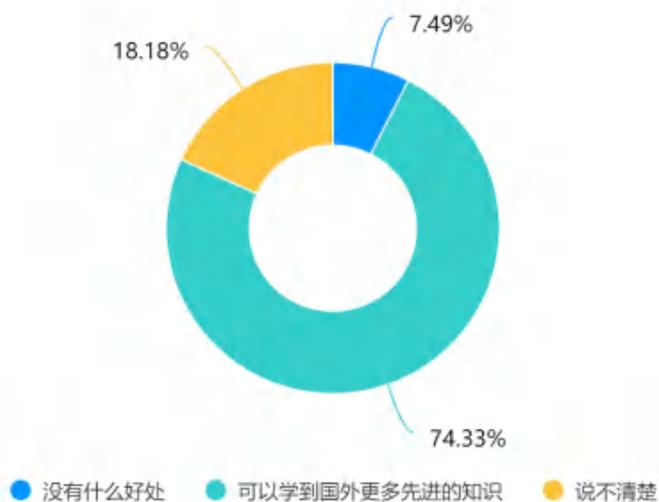
第3题：你是否对中外合作课程《空气动力学基础与飞行原理（AMT500）》这么课程有所了解 [单选题]

选项	小计	比例
一无所知	37	19.79%
听老师/学长说起过	106	56.68%
比较了解这门课	44	23.53%
本题有效填写人次	187	



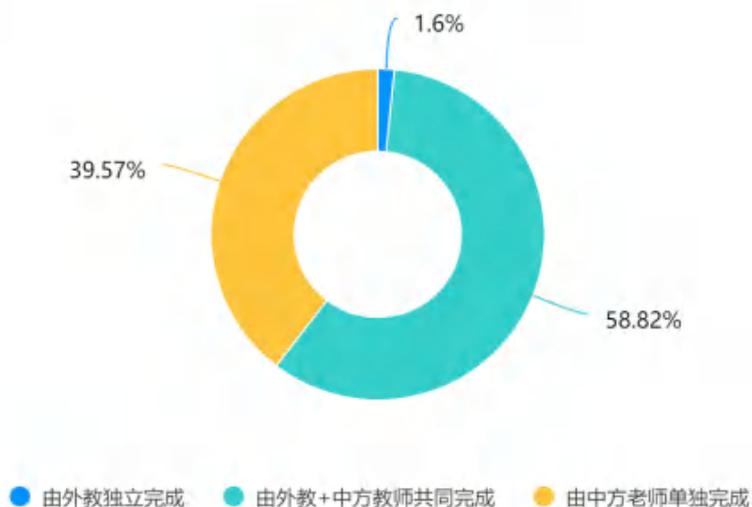
第4题：你认为中外合作课程有什么好处 [单选题]

选项	小计	比例
没有什么好处	14	7.49%
可以学到国外更多先进的知识	139	74.33%
说不清楚	34	18.18%
本题有效填写人次	187	



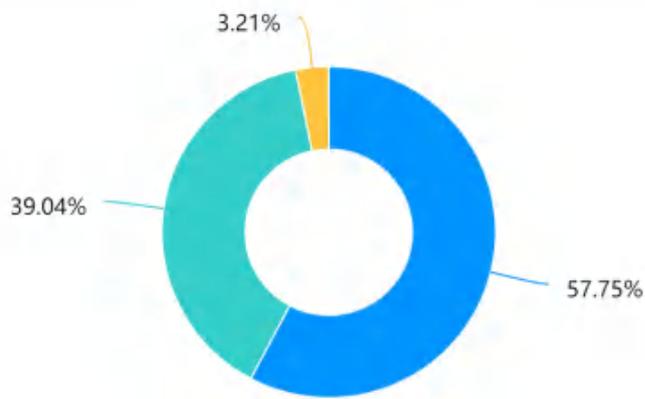
第5题：你期待AMT500这门课的教学以什么方式进行 [单选题]

选项	小计	比例
由外教独立完成	3	1.6%
由外教+中方教师共同完成	110	58.82%
由中方老师单独完成	74	39.57%
本题有效填写人次	187	



第6题：你认为你自己的英语基础如何 [单选题]

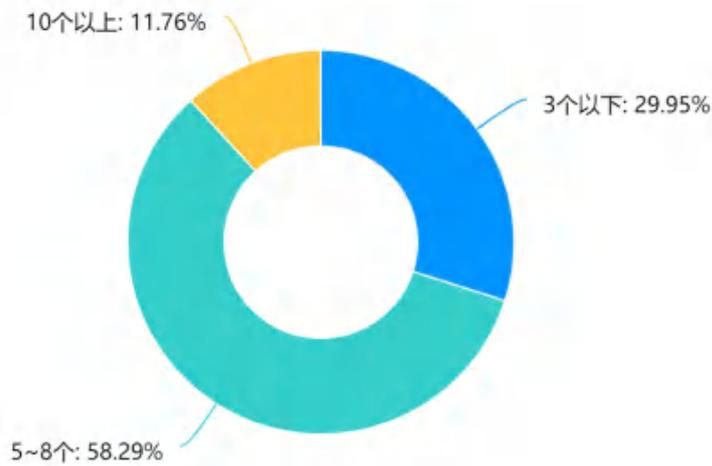
选项	小计	比例
基础差，听说读写都有困难	108	57.75%
基础较好，能正常看懂英文资料	73	39.04%
基础好，听说读写都可以	6	3.21%
本题有效填写人次	187	



● 基础差，听说读写都有困难 ● 基础较好，能正常看懂英文资料 ● 基础好，听说读写都可以

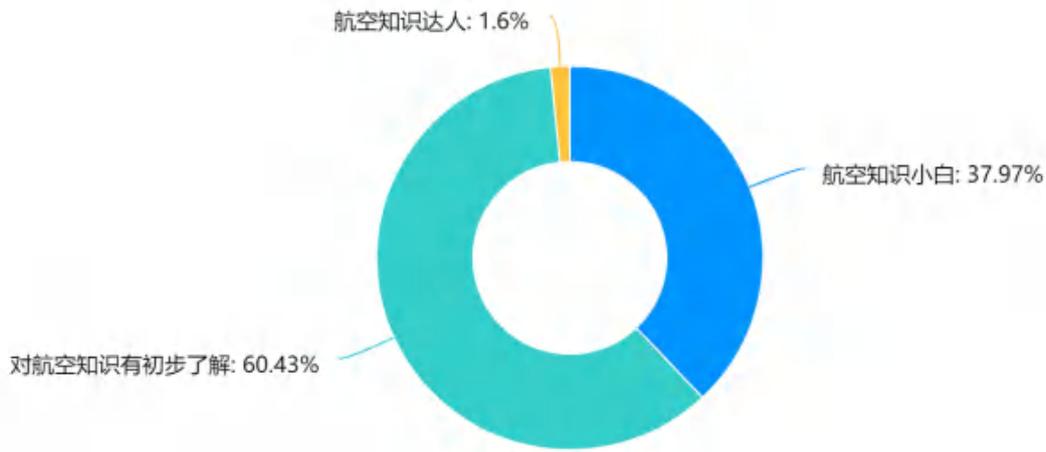
第7题：不借助翻译工具，“aircraft”、“aerodynamic”、“lift”、“induced drag”、“AOA”、“wingtip”、“camber”、“relative wind”、“airfoil”、“flap”、“sweepback”、“longitudinal axis”、“pitch”、“aileron”、“stability”这几个词汇中，你清楚意思的有几个 [单选题]

选项	小计	比例
3个以下	56	29.95%
5~8个	109	58.29%
10个以上	22	11.76%
本题有效填写人次	187	



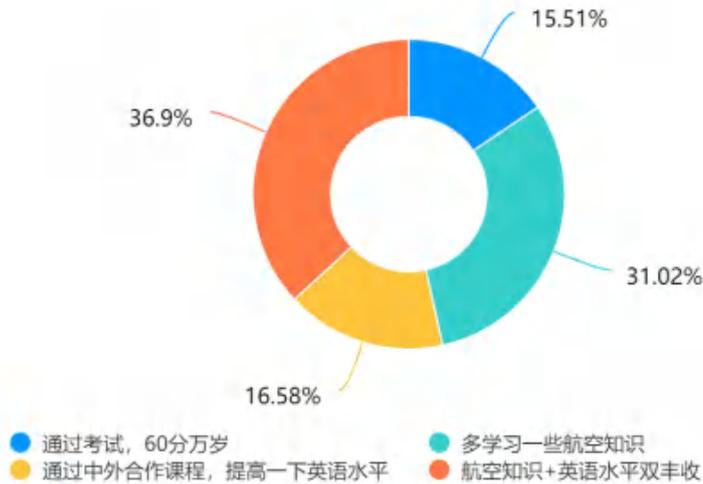
第8题：你的航空知识了解多少 [单选题]

选项	小计	比例
航空知识小白	71	37.97%
对航空知识有初步了解	113	60.43%
航空知识达人	3	1.6%
本题有效填写人次	187	



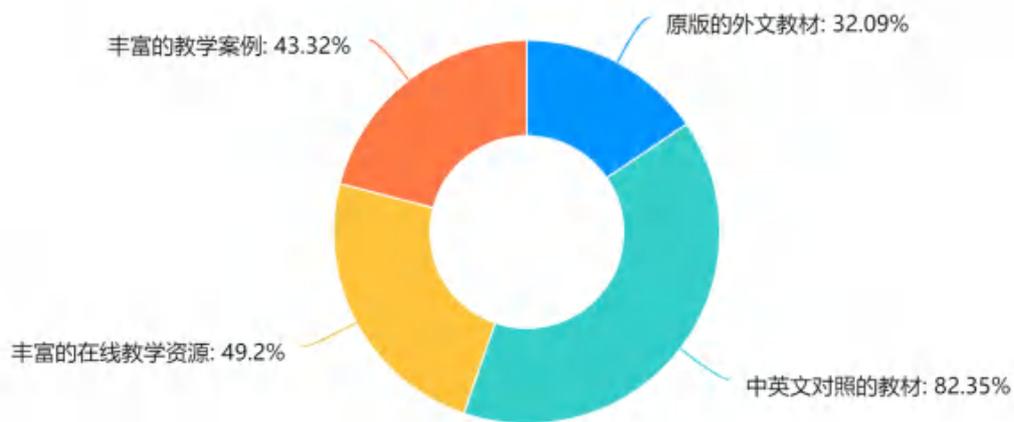
第9题：通过学这门课，你希望达到什么目标 [单选题]

选项	小计	比例
通过考试，60分万岁	29	15.51%
多学习一些航空知识	58	31.02%
通过中外合作课程，提高一下英语水平	31	16.58%
航空知识+英语水平双丰收	69	36.9%
本题有效填写人次	187	



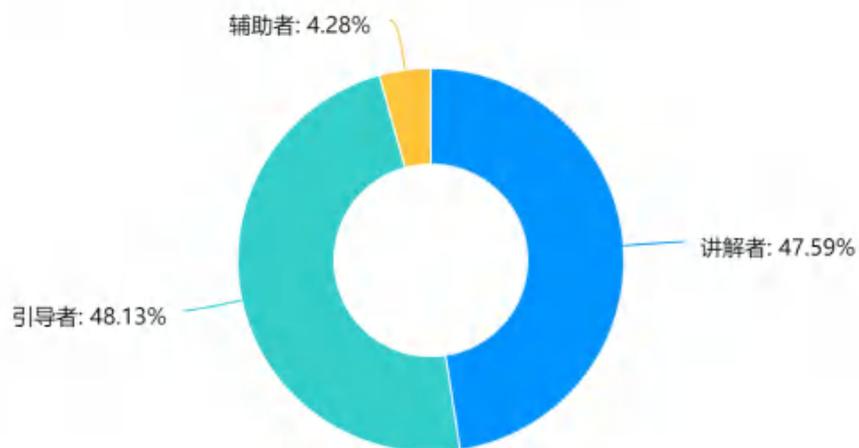
第10题： 你希望课程中包含哪些类型的教学资源 [多选题]

选项	小计	比例
原版的外文教材	60	32.09%
中英文对照的教材	154	82.35%
丰富的在线教学资源	92	49.2%
丰富的教学案例	81	43.32%
本题有效填写人次	187	



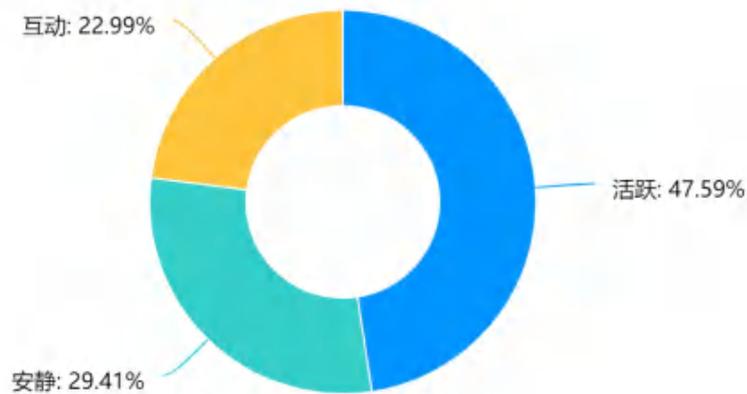
第11题： 在学习过程中，你更倾向于怎样的教师角色 [单选题]

选项	小计	比例
讲解者	89	47.59%
引导者	90	48.13%
辅助者	8	4.28%
本题有效填写人次	187	



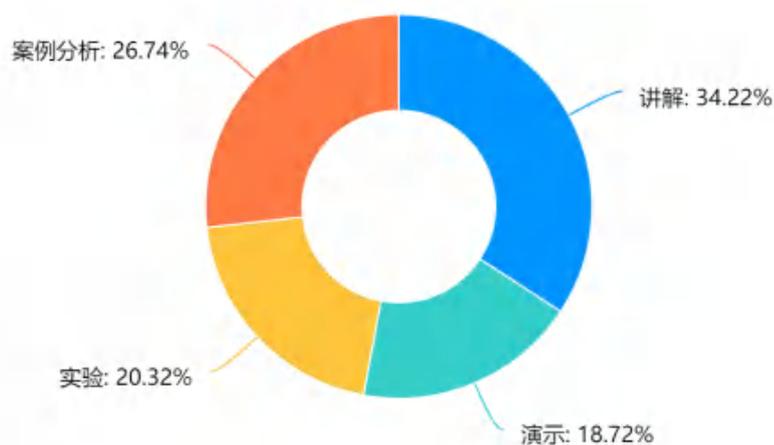
第12题： 你更喜欢怎样的课堂环境 [单选题]

选项	小计	比例
活跃	89	47.59%
安静	55	29.41%
互动	43	22.99%
本题有效填写人次	187	



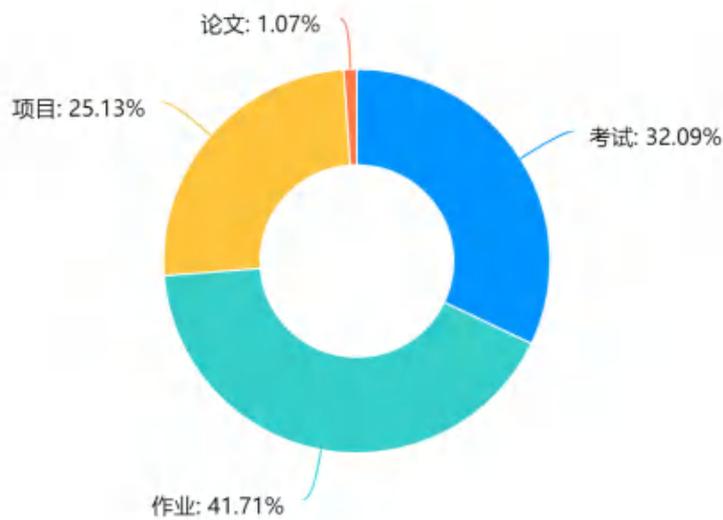
第13题： 你认为最有效的课堂教学方式是什么 [单选题]

选项	小计	比例
讲解	64	34.22%
演示	35	18.72%
实验	38	20.32%
案例分析	50	26.74%
本题有效填写人次	187	



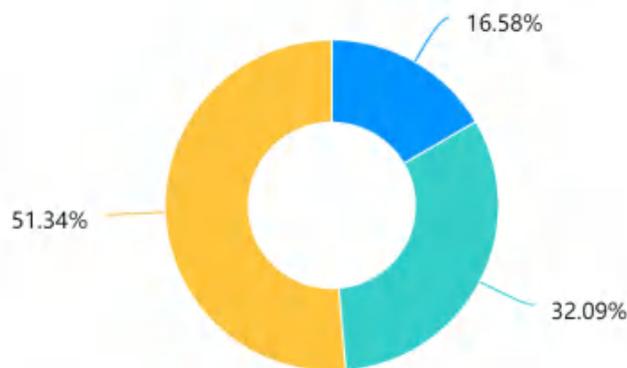
第14题： 你认为怎样的评估方式最公平合理 [单选题]

选项	小计	比例
考试	60	32.09%
作业	78	41.71%
项目	47	25.13%
论文	2	1.07%
本题有效填写人次	187	



第15题：你对课程思政了解多少 [单选题]

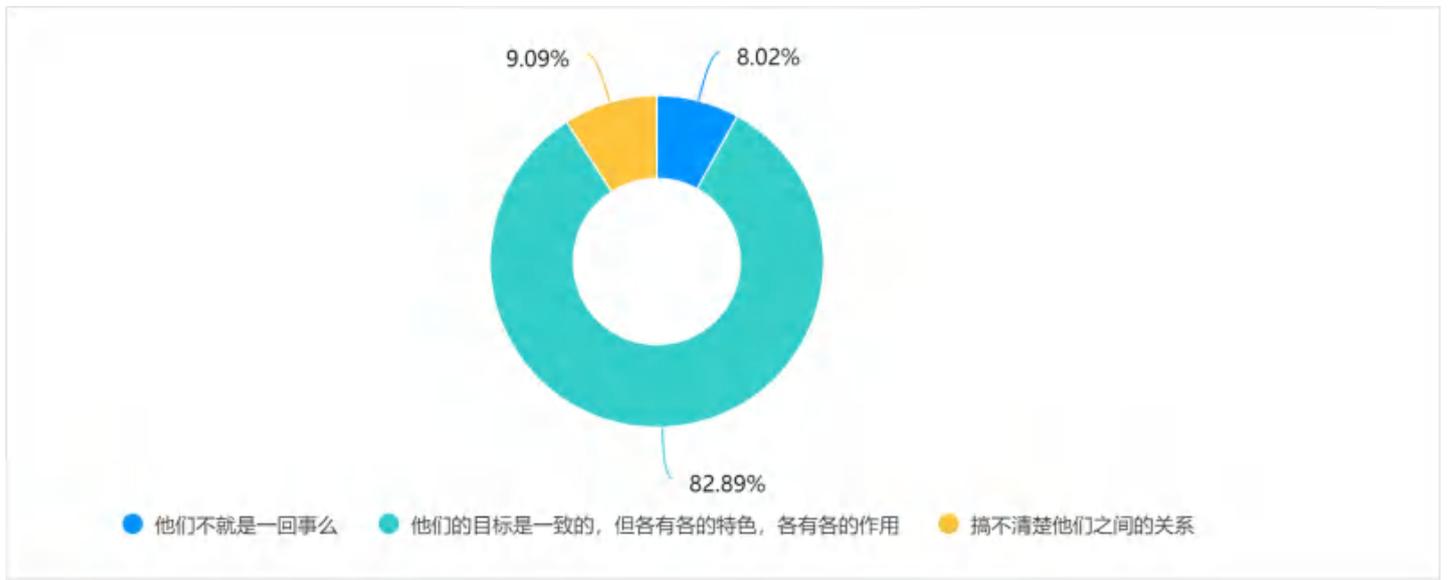
选项	小计	比例
什么是课程思政，不就是思想政治课么	31	16.58%
听其他课的老师提起，理解不深	60	32.09%
课程思政对全面培养学生素质很有帮助	96	51.34%
本题有效填写人次	187	



● 什么是课程思政，不就是思想政治课么 ● 听其他课的老师提起，理解不深 ● 课程思政对全面培养学生素质很有帮助

第16题：你认为“思政课程（思想政治课）”与“课程思政”有何异同 [单选题]

选项	小计	比例
他们不就是一回事么	15	8.02%
他们的目标是一致的，但各有各的特色，各有各的作用	155	82.89%
搞不清楚他们之间的关系	17	9.09%
本题有效填写人次	187	



第17题: 对课程, 你有什么其他建议或意见 [填空题]

**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
课程思政实施情况调查**

一、调查目的

为了更好地实施飞机机电设备维修（中外合作专业）核心专业课程《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》课程思政教学，研究中合作教育模式下的课程教学与课程思政。为了对该门课的课程思政实施效果进行分析研究，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。

二、调查方法与过程

本次调查主要是通过问卷调查的形式进行全面的调查，问卷包括 14 道单选题、3 道多选题和 1 道填空题。参与调查的人数总共 201 人，超过了所开课班级的全部人数（部分同学重复），调查对象比较全面，数据与结果可较好反映该门课程的课程思政实施情况。

三、调查数据与结果分析

通过对课程思政实施情况调查分析，可得出以下结论：

（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）大多数同学对中外合作课程的课程思政有比较正确的了解与认识，接近 90% 的同学支持在中外合作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，也明确中外合作课程实施课程思政的困难。

(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。

(4) 老师在实施课程时，超 90%同学不会反感，并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。

四、调查结论

通过对《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》课程思政实施情况可得出以下结论：

(1) 大多数同学都具有正直的三观，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) 大多数同学对中外合作课程的课程思政有比较正确的了解与认识，并且支持在中外合作课程中实施课程思政。

(3) 大多数同学认同当前老师所实施的课程思政教学。

综上所述，《Aircraft Science and Aerodynamics (AMT500)》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。

附 1：《AMT500》课程思政实施情况问卷数据分析报告。

附 2：《AMT500》课程思政实施方案与教案样例。

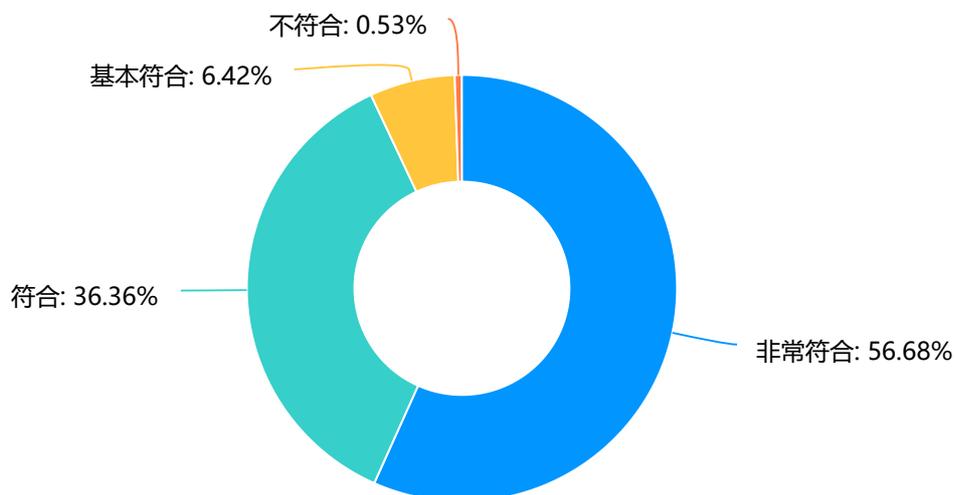
AMT500课程教学情况问卷

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]

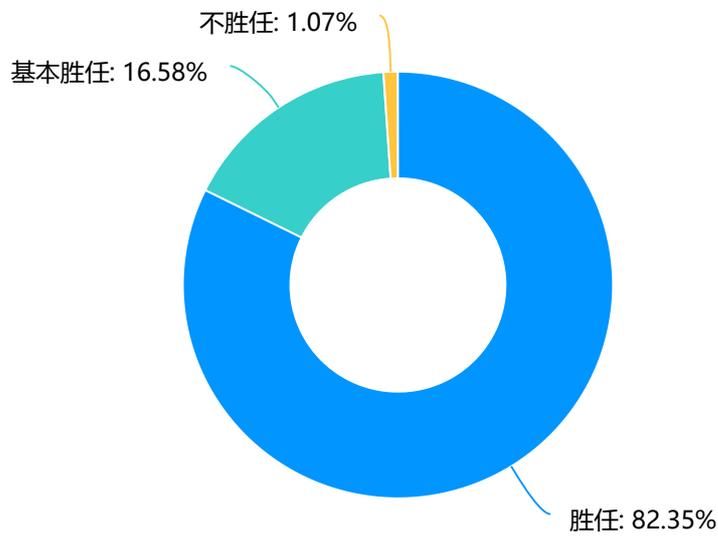
第3题：AMT500这门课是否符合你的预期 [单选题]

选项	小计	比例
非常符合	106	56.68%
符合	68	36.36%
基本符合	12	6.42%
不符合	1	0.53%
本题有效填写人次	187	



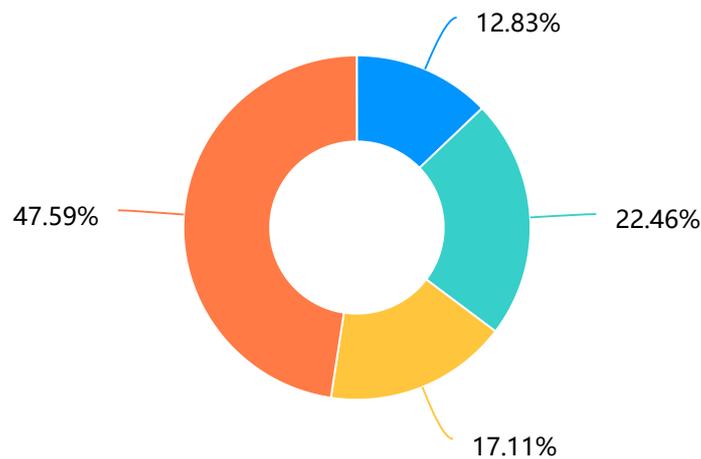
第4题：你认为任课老师是否胜任AMT500的教学 [单选题]

选项	小计	比例
胜任	154	82.35%
基本胜任	31	16.58%
不胜任	2	1.07%
本题有效填写人次	187	



第5题：对于AMT500这门课的中外合作教学，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
全程由外教全英文授课，不需中方老师参与	24	12.83%
外教全英文授课，中方教师作为助教进行翻译或串讲	42	22.46%
观看外教录制的授课视频，中方教师进行翻译或串讲	32	17.11%
使用外教提供的教学资料，由中方教师主讲进行双语教学	89	47.59%
本题有效填写人次	187	

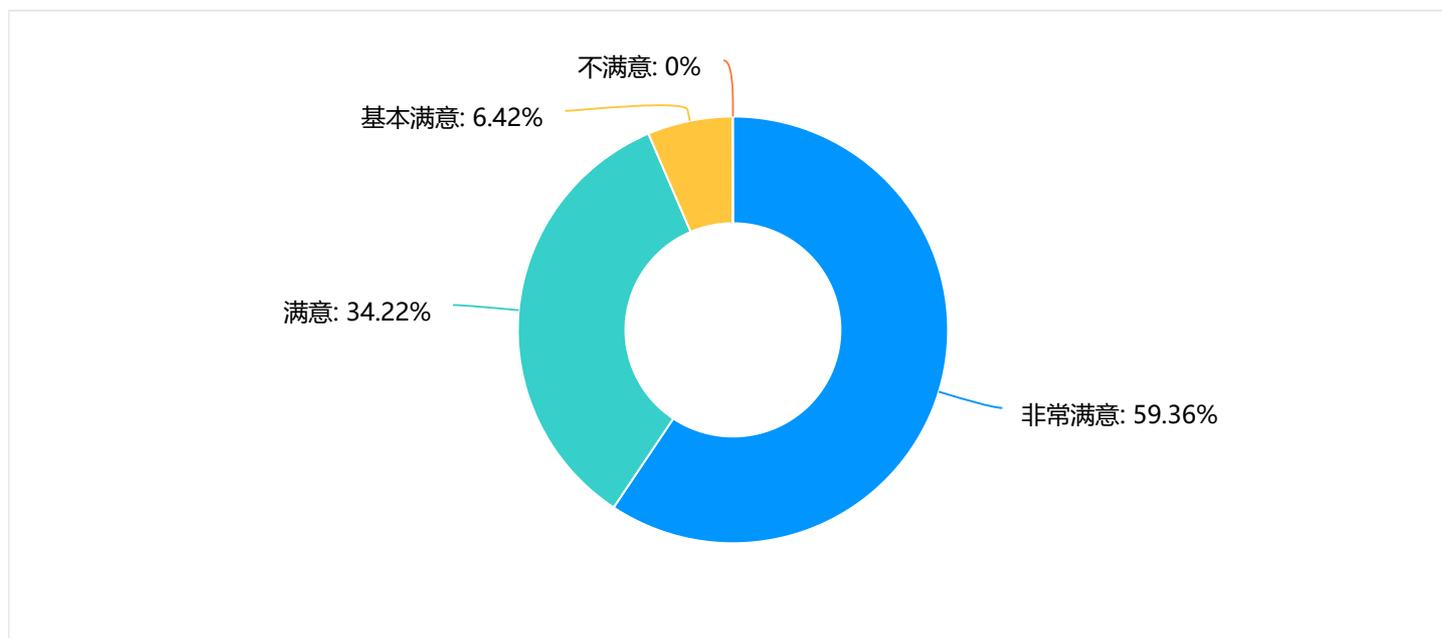


- 全程由外教全英文授课，不需中方老师参与
- 外教全英文授课，中方教师作为助教进行翻译或串讲
- 观看外教录制的授课视频，中方教师进行翻译或串讲
- 使用外教提供的教学资料，由中方教师主讲进行双语教学

第6题：你对当前老师所采用的教学方式（使用外文教材/教学资料，由中方老师进行双语教学）是否满意 [单选题]

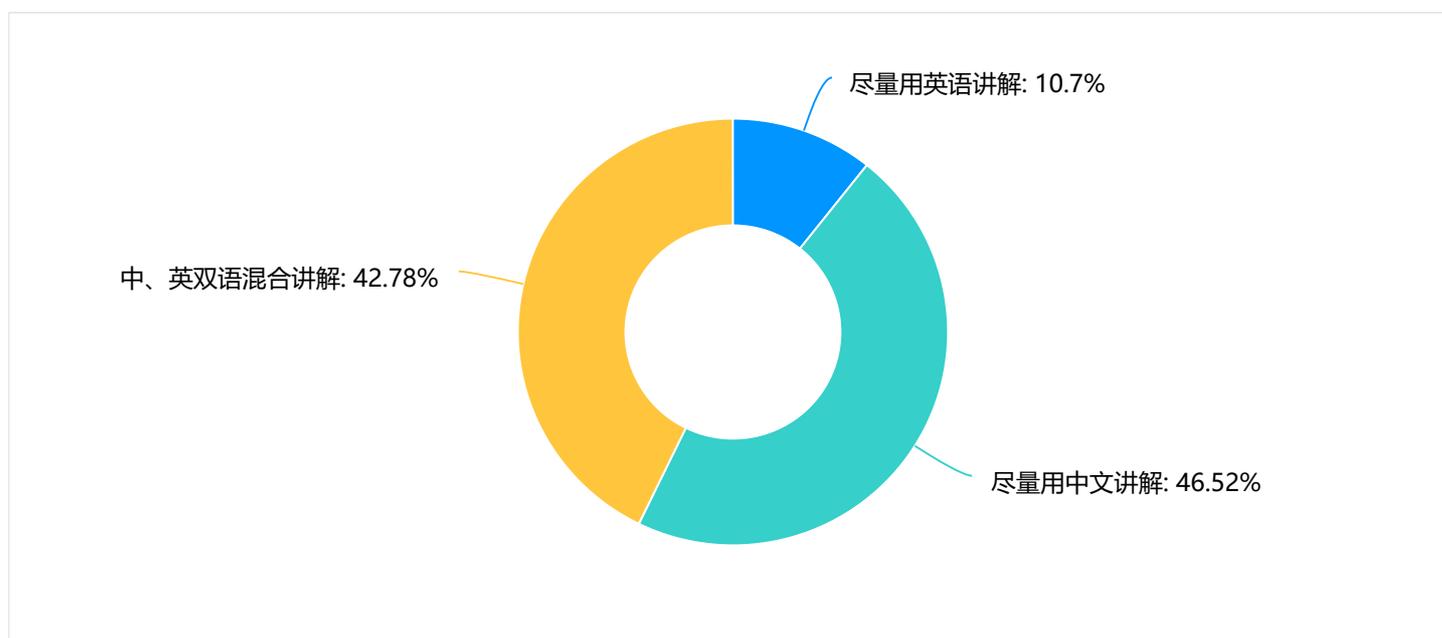
选项	小计	比例
非常满意	111	59.36%
满意	【205】	34.22%

基本满意	12	6.42%
不满意	0	0%
本题有效填写人次	187	



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]

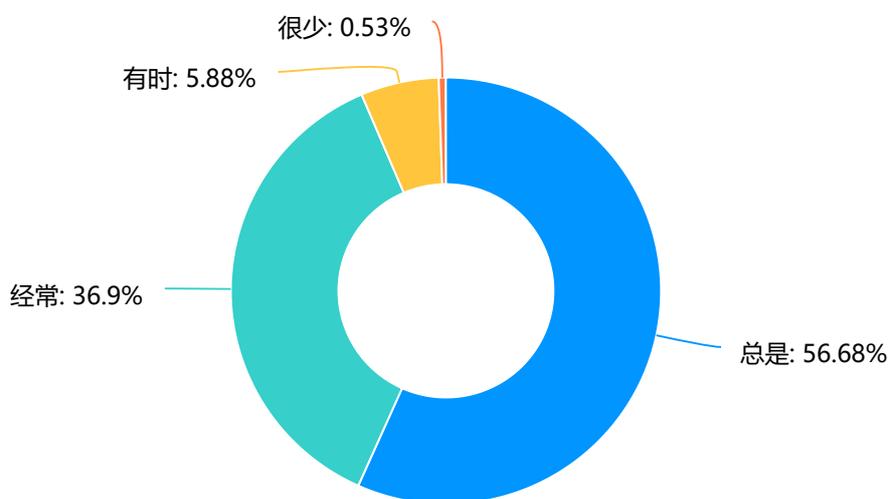
选项	小计	比例
尽量用英语讲解	20	10.7%
尽量用中文讲解	87	46.52%
中、英双语混合讲解	80	42.78%
本题有效填写人次	187	



第8题：你认为教师是否有效地解释了课程内容 [单选题]

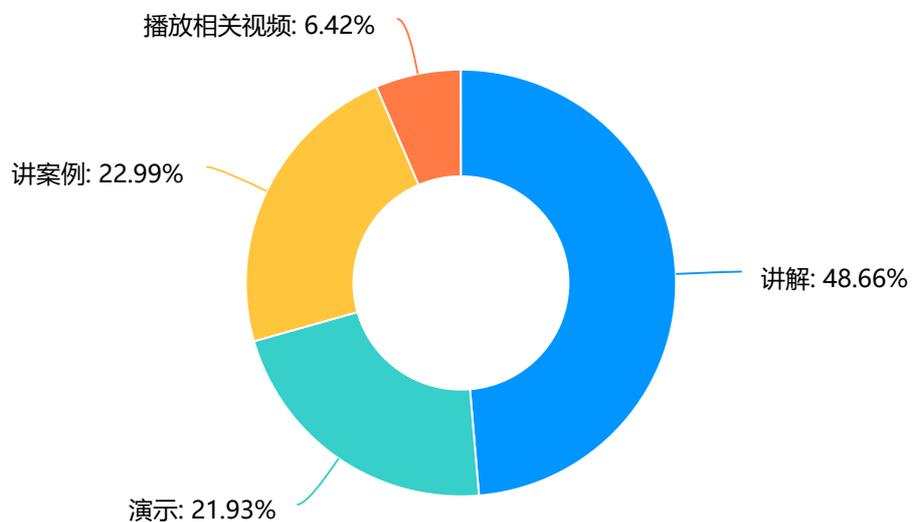
选项	小计	比例
总是	【206】 106	56.68%

经常	69	36.9%
有时	11	5.88%
很少	1	0.53%
本题有效填写人次	187	



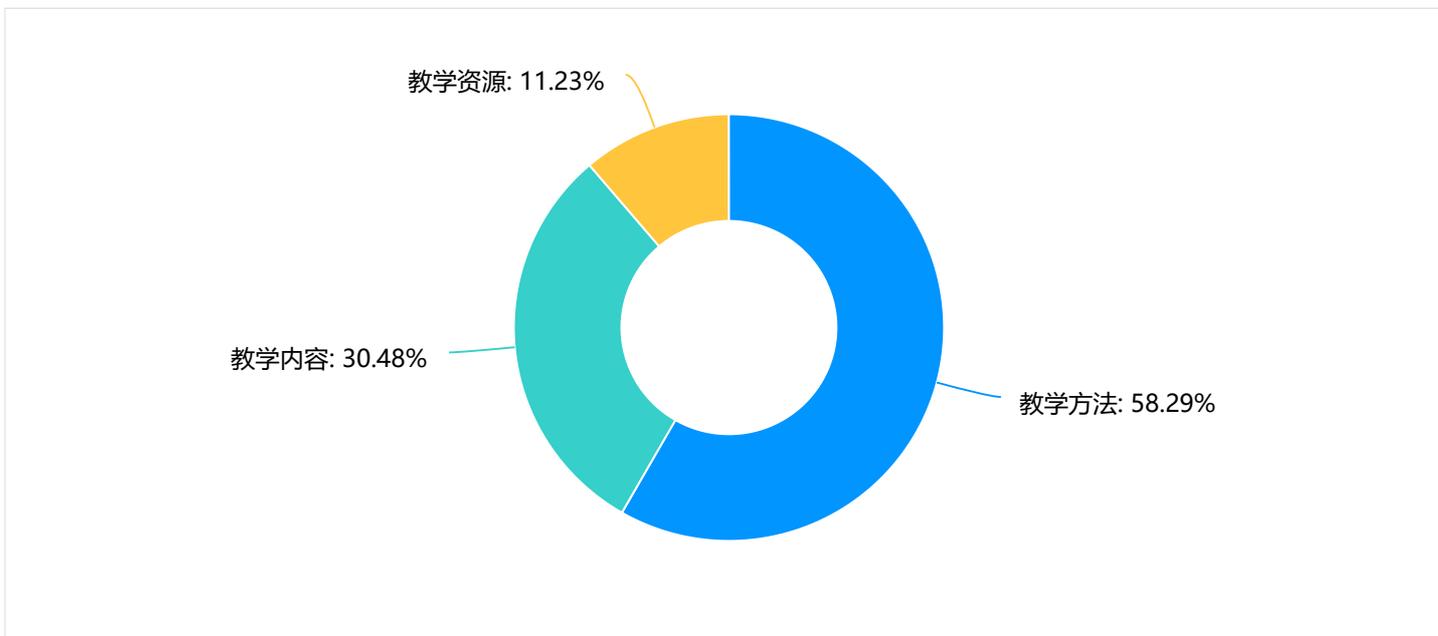
第9题： 你认为哪些教学方法最有助于你理解课程内容 [单选题]

选项	小计	比例
讲解	91	48.66%
演示	41	21.93%
讲案例	43	22.99%
播放相关视频	12	6.42%
本题有效填写人次	187	



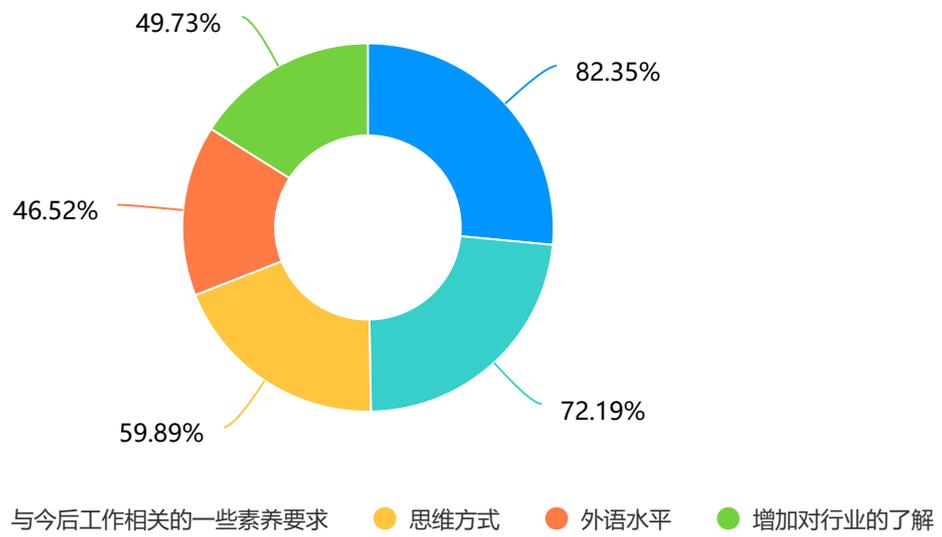
第10题： 你认为本门课程的哪些方面做得较好 [单选题] 【207】

选项	小计	比例
教学方法	109	58.29%
教学内容	57	30.48%
教学资源	21	11.23%
本题有效填写人次	187	



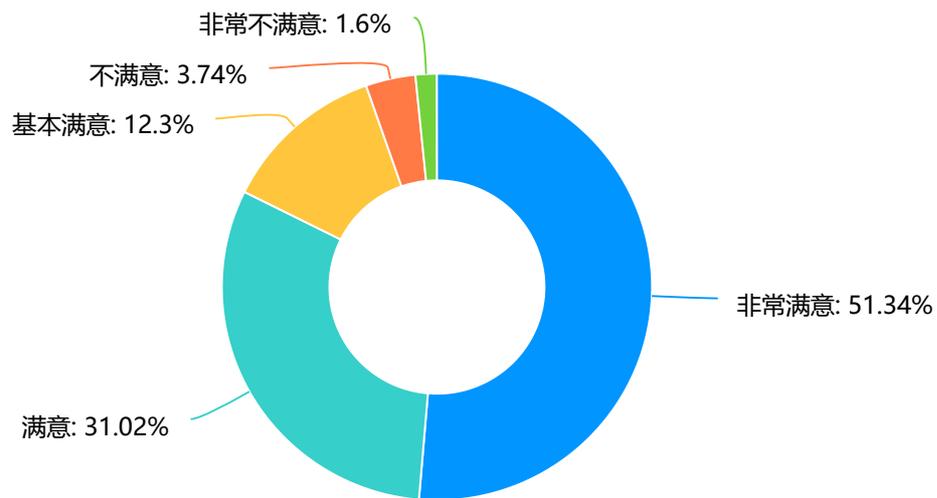
第11题： 通过学习这门课，你在哪些方面得到了提升 [多选题]

选项	小计	比例
航空知识	154	82.35%
与今后工作相关的一些素养要求	135	72.19%
思维方式	112	59.89%
外语水平	87	46.52%
增加对行业的了解	93	49.73%
本题有效填写人次	187	



第12题：你对使用外文教材、外文课件是否满意 [单选题]

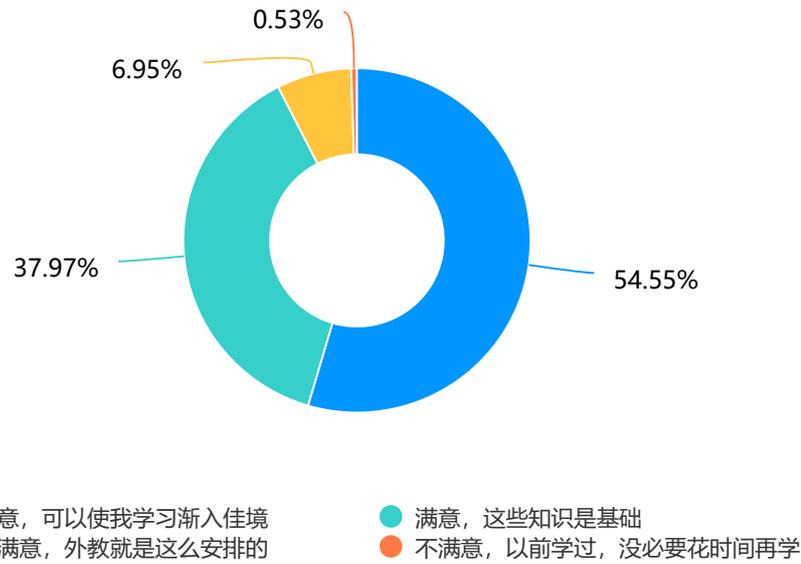
选项	小计	比例
非常满意	96	51.34%
满意	58	31.02%
基本满意	23	12.3%
不满意	7	3.74%
非常不满意	3	1.6%
本题有效填写人次	187	



第13题：当前教学内容中，你对“外文教材中有较多中学的物理知识”是否满意 [单选题]

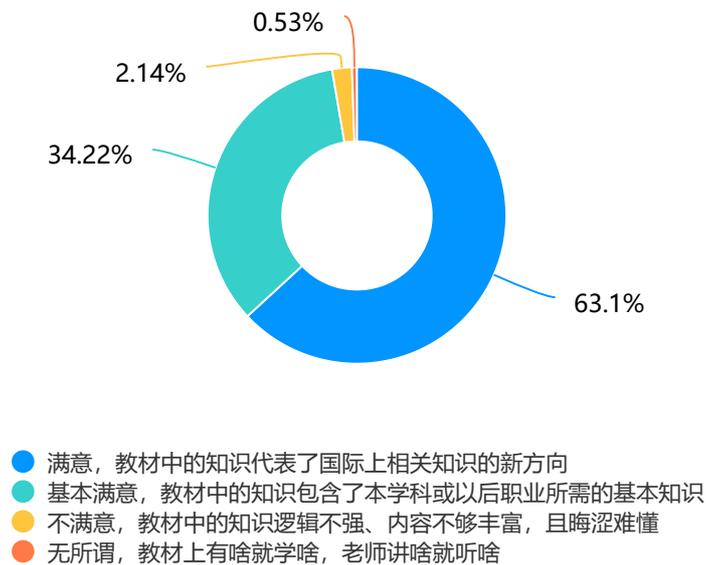
选项	小计	比例
很满意，可以使我学习渐入佳境	102	54.55%
满意，这些知识是基础	【209】	37.97%

基本满意，外教就是这么安排的	13	6.95%
不满意，以前学过，没必要花时间再学	1	0.53%
本题有效填写人次	187	



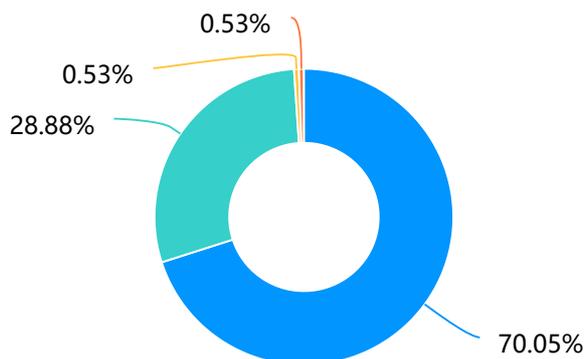
第14题：当前教学内容中，你对“外文教材中所包含的空气动力学与飞行原理方面的知识”是否满意 [单选题]

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	118	63.1%
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	64	34.22%
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	2.14%
无所谓，教材上有啥就学啥，老师讲啥就听啥	1	0.53%
本题有效填写人次	187	



第15题：在课程教学过程中，你对“中方教师补充的【210】”是否满意 [单选题]

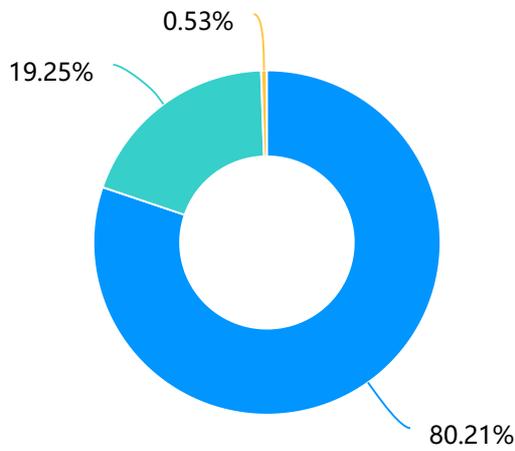
选项	小计	比例
满意，所补充的教学内容为外文教材的有益补充，使我受益匪浅	131	70.05%
基本满意，所补充的教学内容为外文教材有关联，扩展了我的知识面	54	28.88%
不满意，所补充的教学内容与外文教材重复，觉得没有必要	1	0.53%
无所谓，教材上有啥就学啥，老师讲啥就听啥	1	0.53%
本题有效填写人次	187	



- 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
- 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
- 不满意，所补充的教学内容与外文教材重复，觉得没有必要
- 无所谓，教材上有啥就学啥，老师讲啥就听啥

第16题：你对当前老师所提供的中英双语教材感觉如何 [单选题]

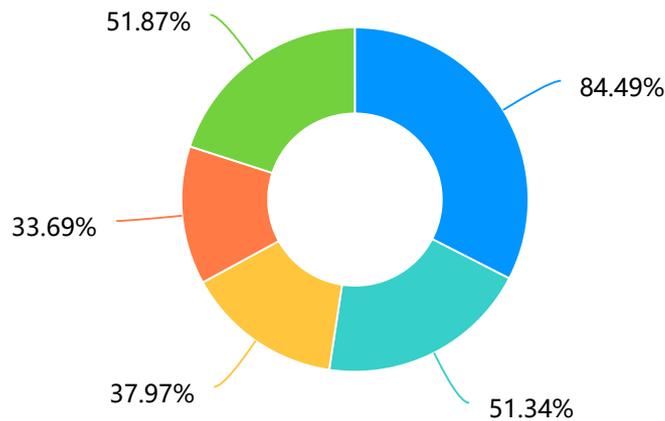
选项	小计	比例
太需要了，这些教材让我学习起来更轻松高效了	150	80.21%
还行，这些教材对我来说无太大帮助	36	19.25%
不需要，我希望看外文原版教材	1	0.53%
本题有效填写人次	187	



- 太需要了, 这些教材让我学习起来更轻松高效了
- 还行, 这些教材对我来说无太大帮助
- 不需要, 我希望看外文原版教材

第17题: 你知道AMT500这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	158	84.49%
教学资源库	96	51.34%
精品在线开放课程	71	37.97%
“简明飞机飞行原理”微信公众号	63	33.69%
“丘老九”在B站上up的教学视频	97	51.87%
本题有效填写人次	187	

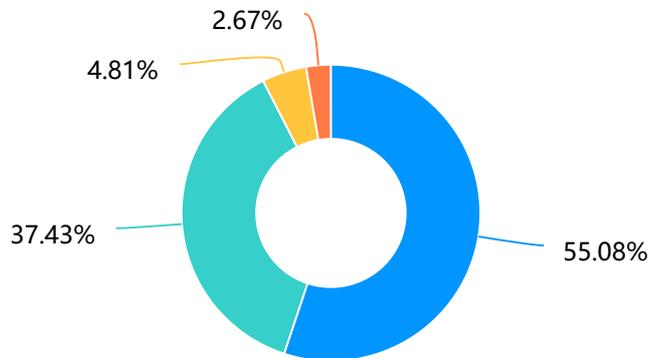


- 职教云
- 教学资源库
- 精品在线开放课程
- “简明飞机飞行原理” 微信公众号
- “丘老九”在B站上up的教学视频

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	103	55.08%
我偶尔去看看, 有时间就去打下卡, 要完成老师要求的【202】		37.43%

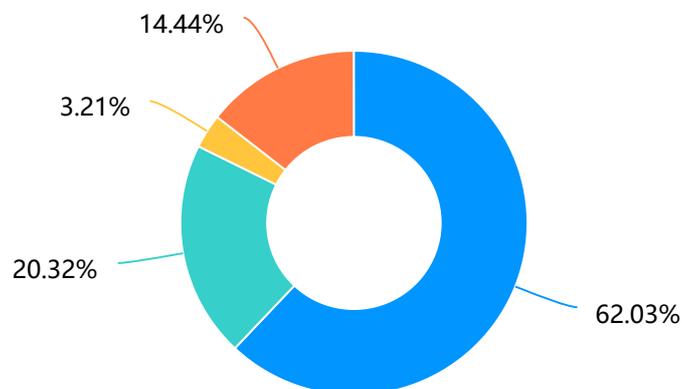
任务		
我没有怎么使用过	9	4.81%
给我造成了学习负担，要不是与平时成绩挂钩，我压根不会去使用	5	2.67%
本题有效填写人次	187	



- 我经常使用，经常看里面的学习资料、完成上面的习题
- 我偶尔去看看，有时间就去打下卡，要完成老师要求的任务
- 我没有怎么使用过
- 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

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
当前所采用的中外合作教学方式	116	62.03%
所使用外文教材、教学资料	38	20.32%
希望由外教单独授课	6	3.21%
希望采用全中文的授课方式	27	14.44%
本题有效填写人次	187	

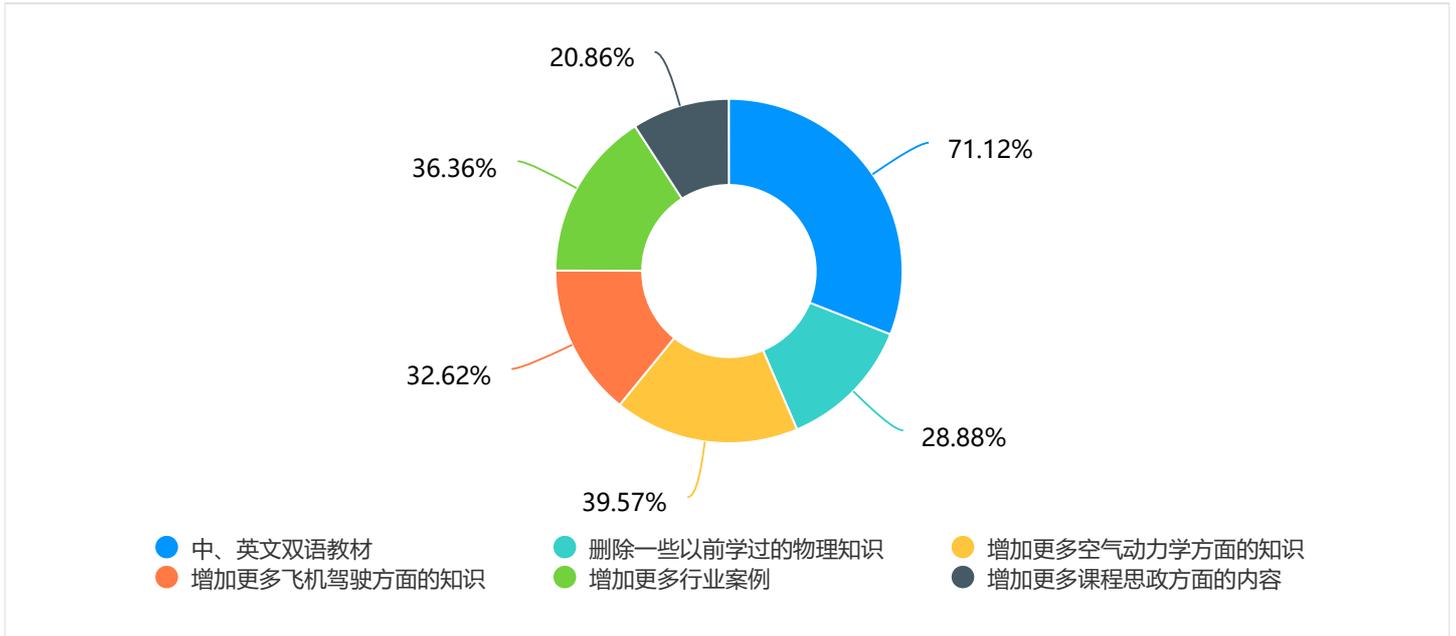


- 当前所采用的中外合作教学方式
- 所使用外文教材、教学资料
- 希望由外教单独授课
- 希望采用全中文的授课方式

【213】

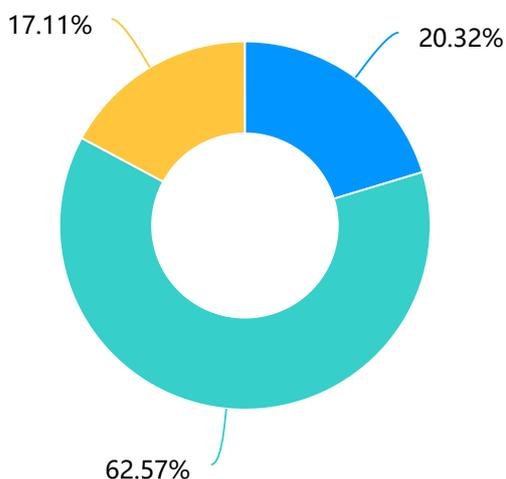
第20题：如果改革教材，你有什么期望 [多选题]

选项	小计	比例
中、英文双语教材	133	71.12%
删除一些以前学过的物理知识	54	28.88%
增加更多空气动力学方面的知识	74	39.57%
增加更多飞机驾驶方面的知识	61	32.62%
增加更多行业案例	68	36.36%
增加更多课程思政方面的内容	39	20.86%
本题有效填写人次	187	



第21题：你认为课程的作业、考核量是否合适 [单选题]

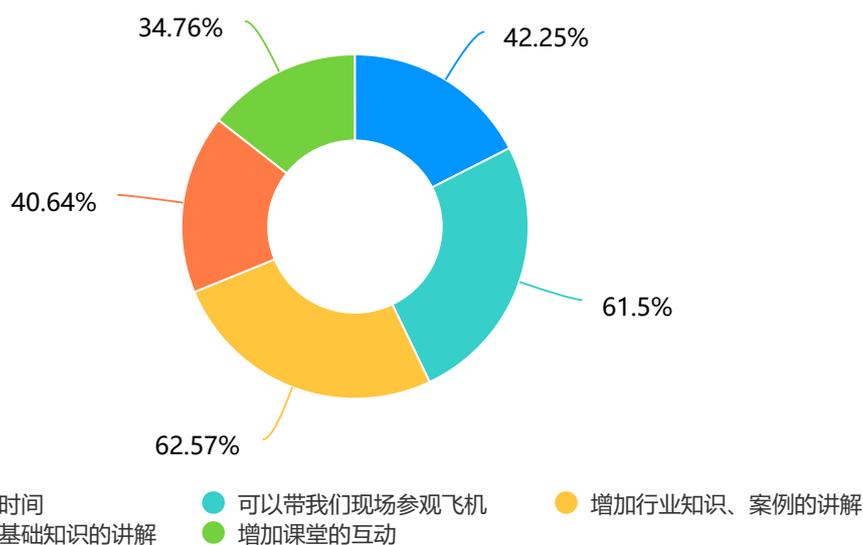
选项	小计	比例
作业太多了，最好不要布置作业	38	20.32%
作业量能对应教学要求	117	62.57%
可以多布置一些作业，以方便掌握知识和考试复习	32	17.11%
本题有效填写人次	187	



● 作业太多了, 最好不要布置作业 ● 作业量能对应教学要求 ● 可以多布置一些作业, 以方便掌握知识和考试复习

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	79	42.25%
可以带我们现场参观飞机	115	61.5%
增加行业知识、案例的讲解	117	62.57%
增加对英语基础知识的讲解	76	40.64%
增加课堂的互动	65	34.76%
本题有效填写人次	187	

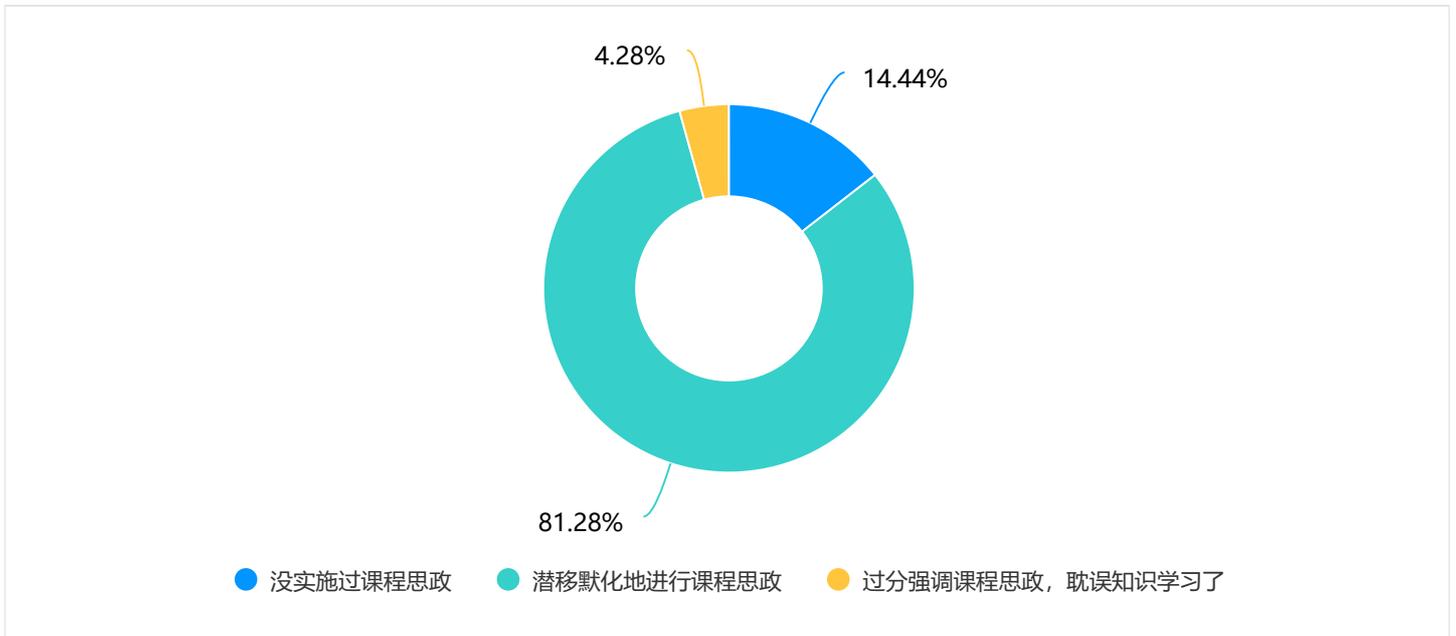


● 减少讲解的时间 ● 可以带我们现场参观飞机 ● 增加行业知识、案例的讲解
● 增加对英语基础知识的讲解 ● 增加课堂的互动

第23题: 你认为老师在AMT500课程思政实施得怎么样 [单选题]

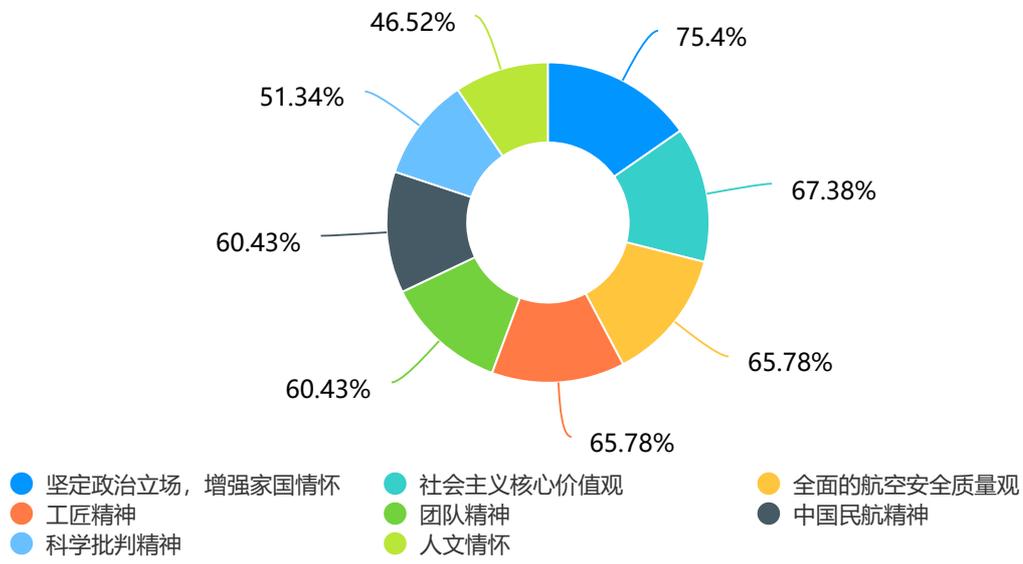
选项	小计	比例
没实施过课程思政	27	14.44%
潜移默化地进行课程思政	【245】	81.28%

过分强调课程思政，耽误知识学习了	8	4.28%
本题有效填写人次	187	



第24题：老师在AMT500实施的课程思政教学，对你哪些方面比较有影响 [多选题]

选项	小计	比例
坚定政治立场，增强家国情怀	141	75.4%
社会主义核心价值观	126	67.38%
全面的航空安全质量观	123	65.78%
工匠精神	123	65.78%
团队精神	113	60.43%
中国民航精神	113	60.43%
科学批判精神	96	51.34%
人文情怀	87	46.52%
本题有效填写人次	187	



第25题： 你对未来的课堂教学有哪些期待或建议 [填空题]

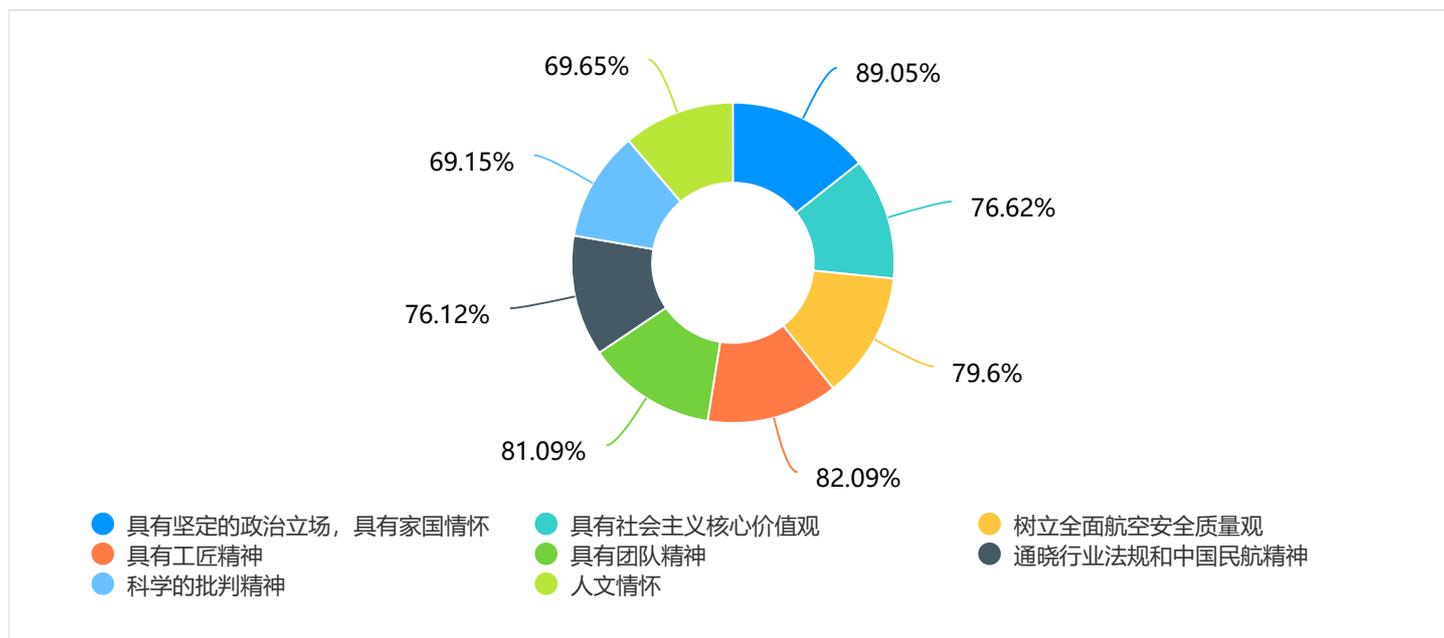
AMT500课程思政问卷调查

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]

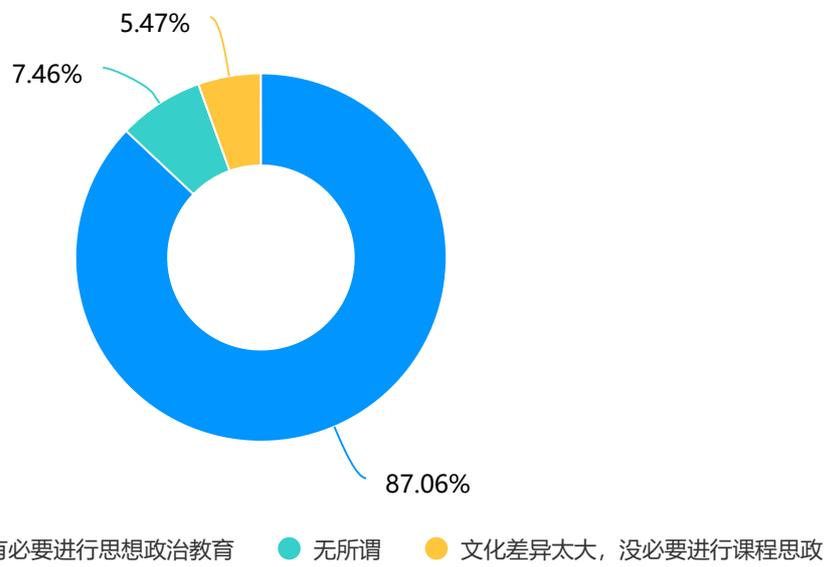
第3题：未来作为一名合格的飞机维修人员，除了掌握飞机维修相关知识和技能外，你认为还需要： [多选题]

选项	小计	比例
具有坚定的政治立场，具有家国情怀	179	89.05%
具有社会主义核心价值观	154	76.62%
树立全面航空安全质量观	160	79.6%
具有工匠精神	165	82.09%
具有团队精神	163	81.09%
通晓行业法规和中国民航精神	153	76.12%
科学的批判精神	139	69.15%
人文情怀	140	69.65%
本题有效填写人次	201	



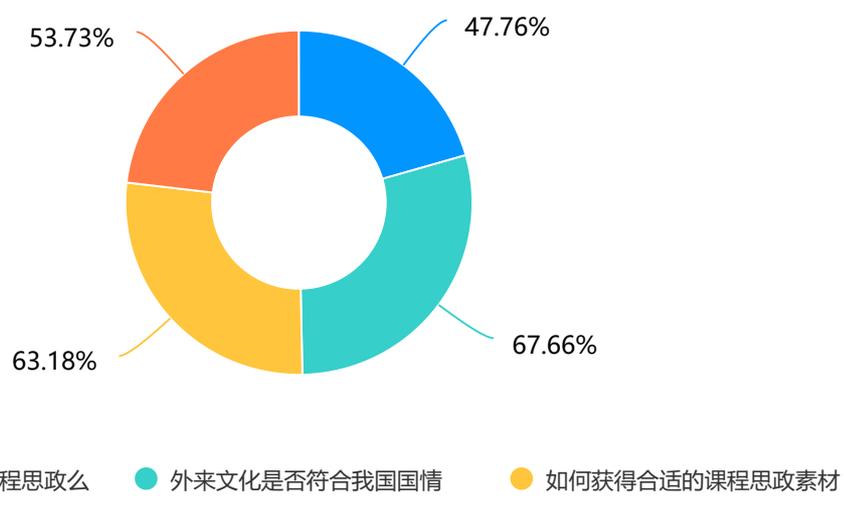
第4题：中外合作课程有必要进行课程思政么 [单选题]

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	175	87.06%
无所谓	15	7.46%
文化差异太大，没必要进行课程思政	11	5.47%
本题有效填写人次	【201】	



第5题：你认为中外合作课程的课程思政难度在哪里 [多选题]

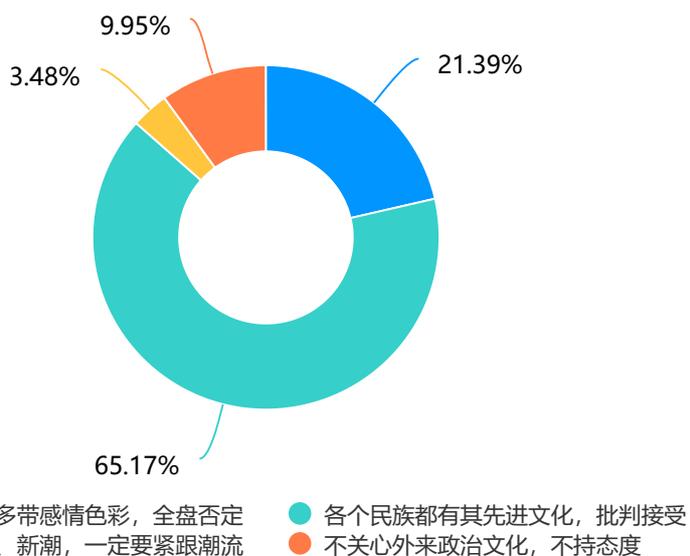
选项	小计	比例
外国人的教学要求课程思政么	96	47.76%
外来文化是否符合我国国情	136	67.66%
如何获得合适的课程思政素材	127	63.18%
如何实施课程思政	108	53.73%
本题有效填写人次	201	



第6题：你本人对外来政治文化持何种态度 [单选题]

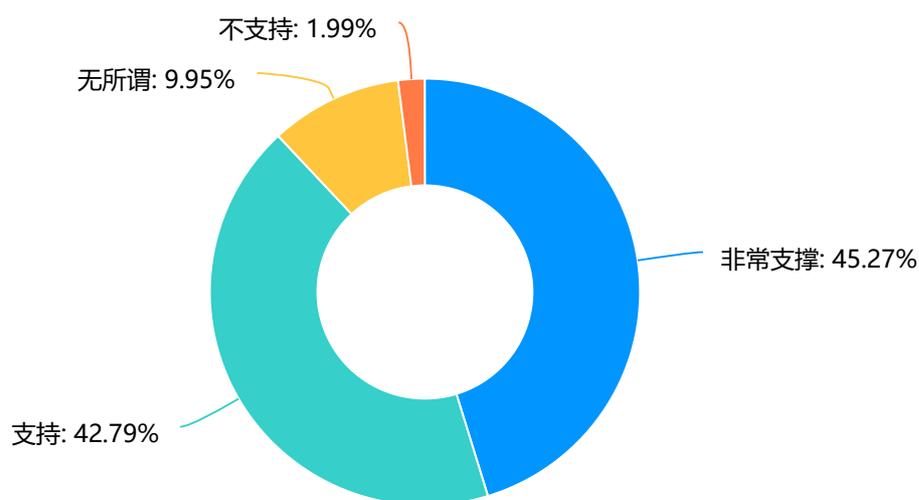
选项	小计	比例
为其统治阶级服务, 多带感情色彩, 全盘否定	43	21.39%
各个民族都有其先进文化, 批判接受	131	65.17%
外国文化代表着先进、新潮, 一定要紧跟潮流	【219】	3.48%

不关心外来政治文化，不持态度	20	9.95%
本题有效填写人次	201	



第7题： 你对课程中融入思政元素的态度是怎样的 [单选题]

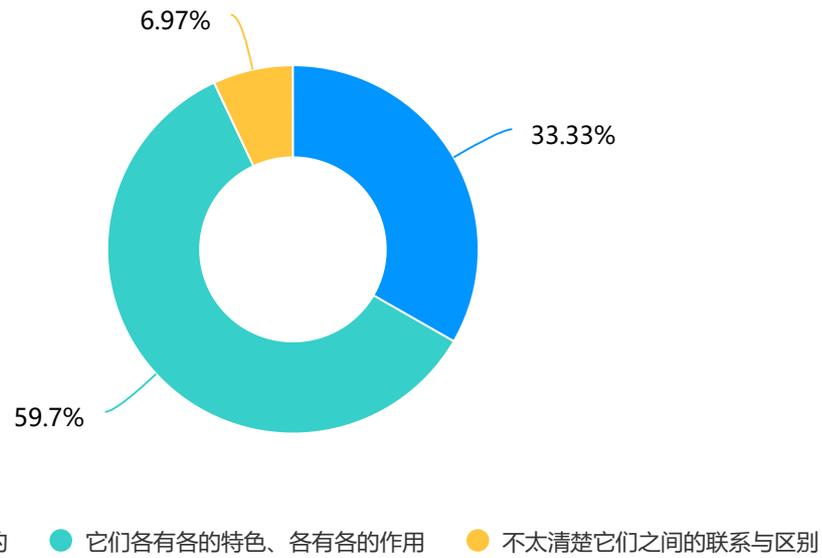
选项	小计	比例
非常支撑	91	45.27%
支持	86	42.79%
无所谓	20	9.95%
不支持	4	1.99%
本题有效填写人次	201	



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]

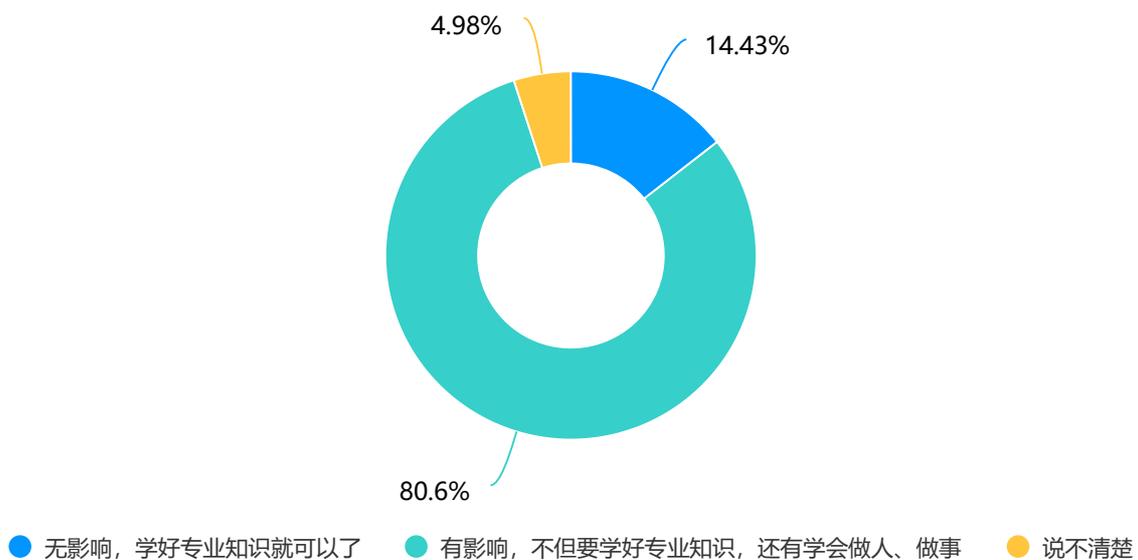
选项	小计	比例
它们的目的是是一致的	【220】 67	33.33%

它们各有各的特色、各有各的作用	120	59.7%
不太清楚它们之间的联系与区别	14	6.97%
本题有效填写人次	201	



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]

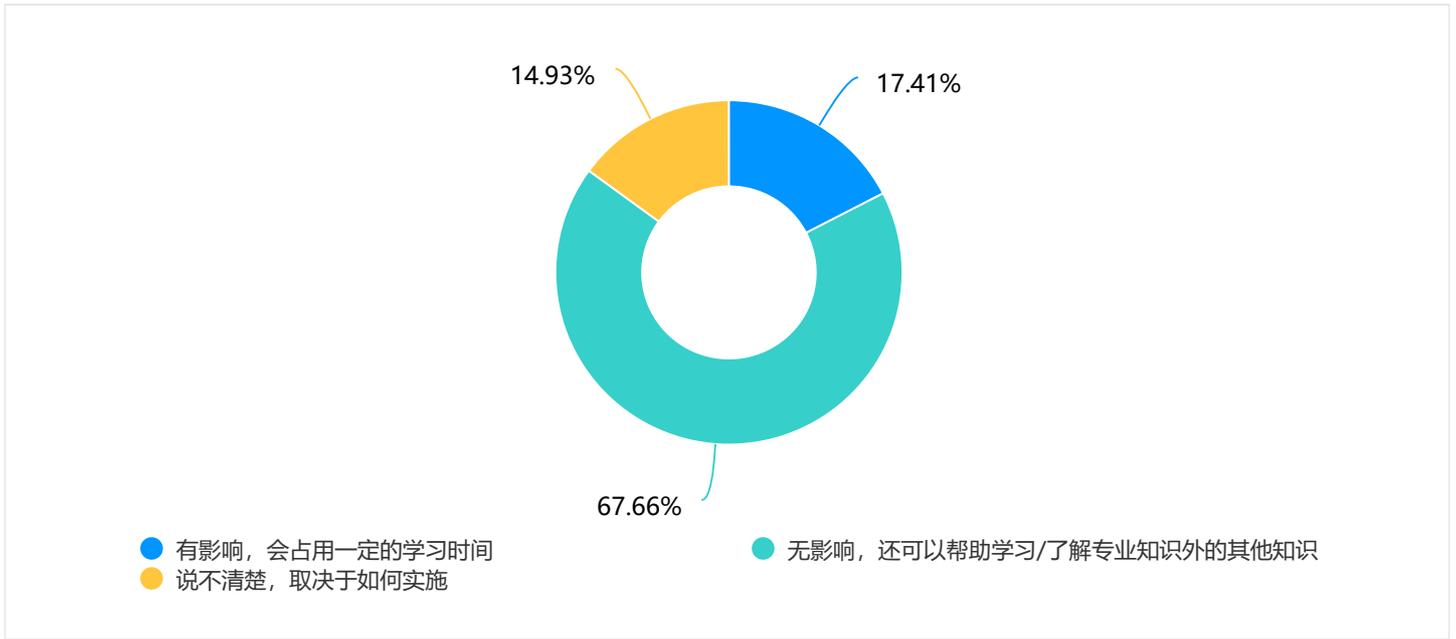
选项	小计	比例
无影响，学好专业知识就可以了	29	14.43%
有影响，不但要学好专业知识，还有学会做人、做事	162	80.6%
说不清楚	10	4.98%
本题有效填写人次	201	



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]

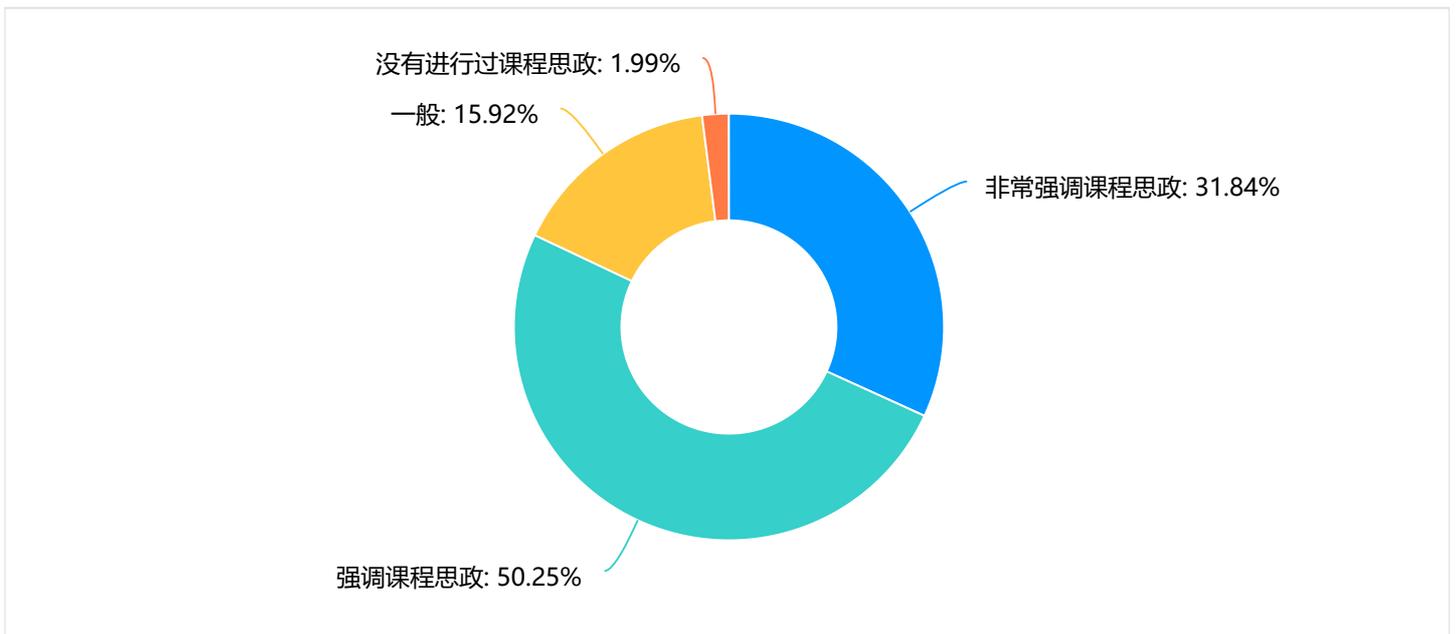
选项	小计	比例
有影响，会占用一定的学习时间	【221】 35	17.41%

无影响，还可以帮助学习/了解专业知识外的其他知识	136	67.66%
说不清楚，取决于如何实施	30	14.93%
本题有效填写人次	201	



第11题： 你认为教师在融入思政元素时的教学态度如何 [单选题]

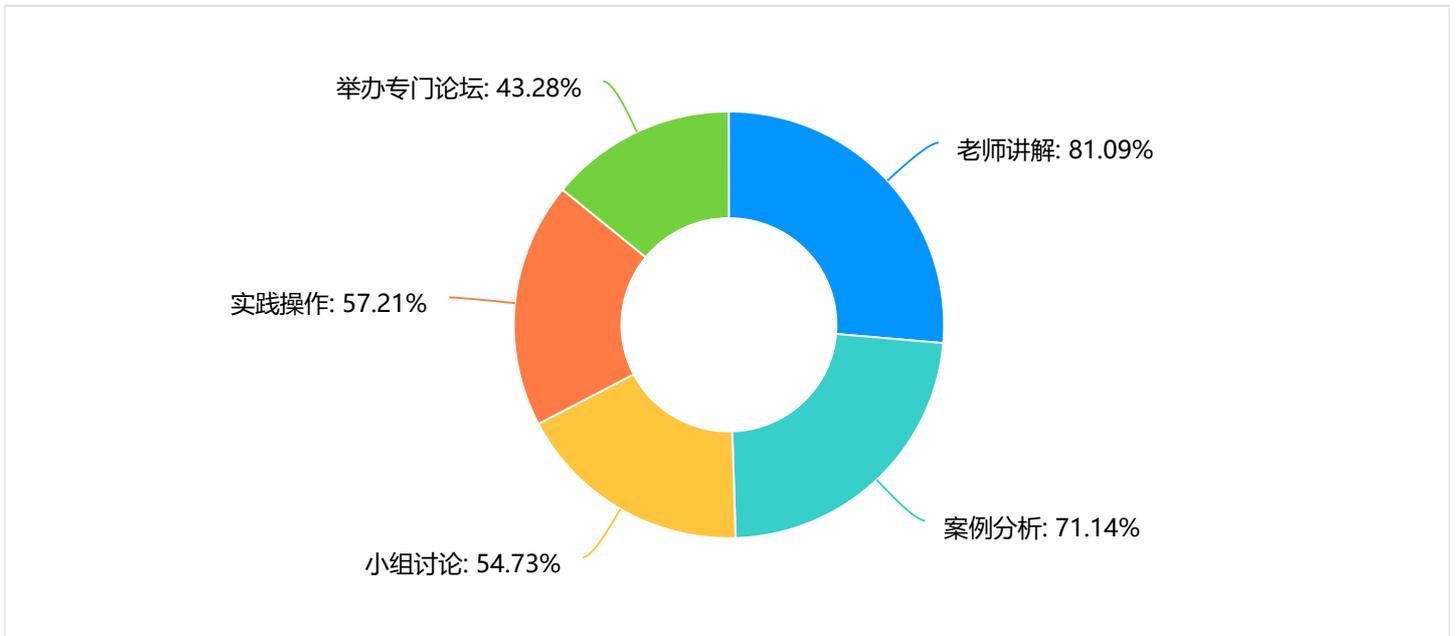
选项	小计	比例
非常强调课程思政	64	31.84%
强调课程思政	101	50.25%
一般	32	15.92%
没有进行过课程思政	4	1.99%
本题有效填写人次	201	



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]

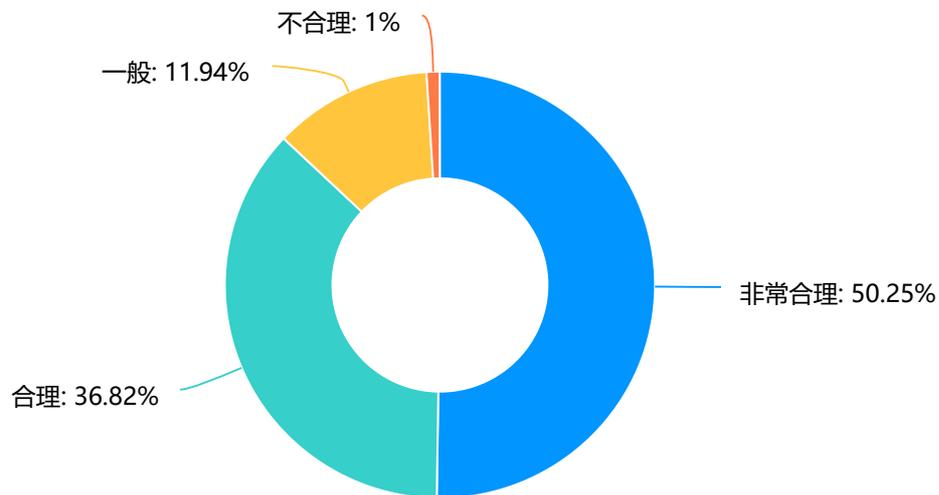
选项	小计	比例
	222	

老师讲解	163	81.09%
案例分析	143	71.14%
小组讨论	110	54.73%
实践操作	115	57.21%
举办专门论坛	87	43.28%
本题有效填写人次	201	



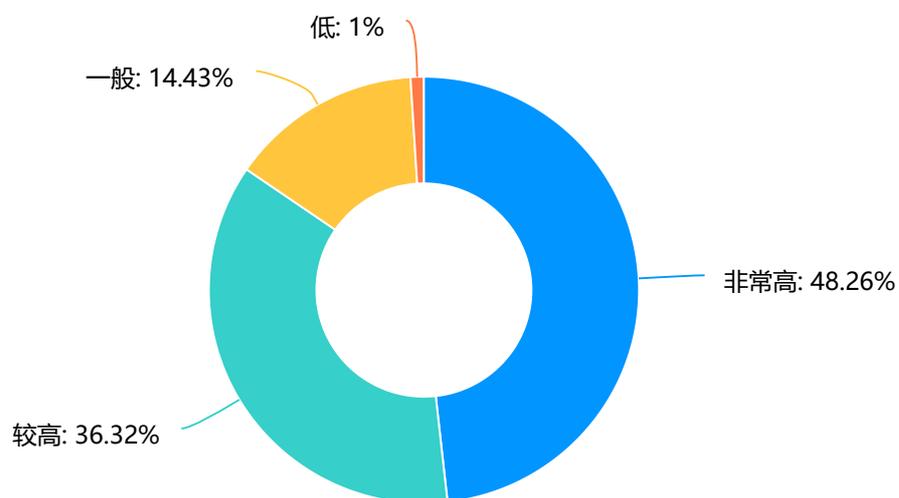
第13题： 你认为目前课程中的思政元素内容是否合理 [单选题]

选项	小计	比例
非常合理	101	50.25%
合理	74	36.82%
一般	24	11.94%
不合理	2	1%
本题有效填写人次	201	



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	97	48.26%
较高	73	36.32%
一般	29	14.43%
低	2	1%
本题有效填写人次	201	

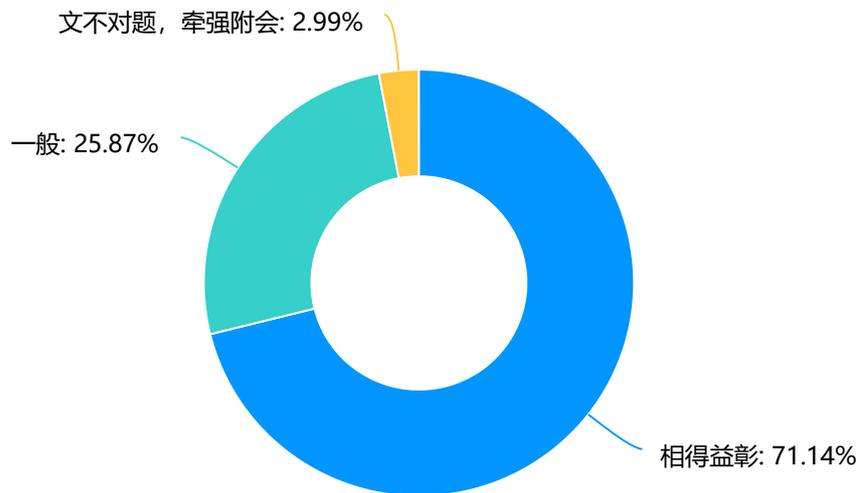


第15题： 你认为思政元素与课程内容是否相得益彰 [单选题]

选项	小计	比例
相得益彰	143	71.14%
一般	52	25.87%
文不对题，牵强附会	【224】	2.99%

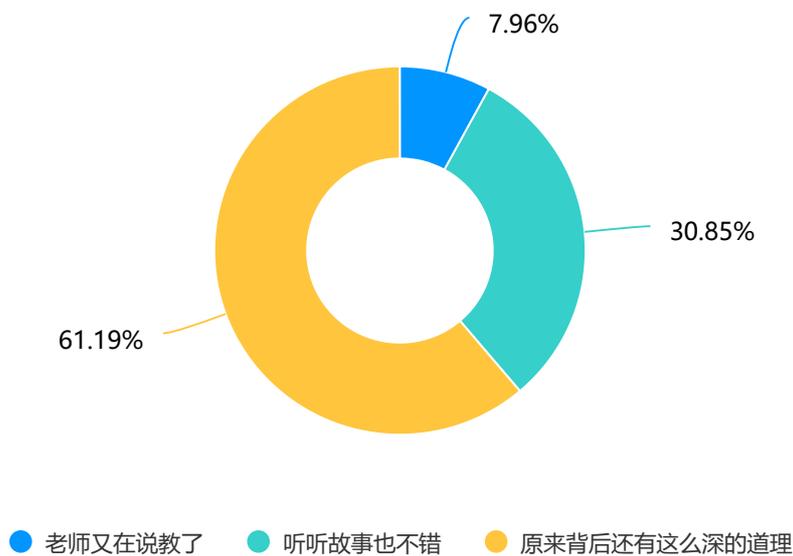
本题有效填写人次

201



第16题：老师在进行课程思政时，我感觉 [单选题]

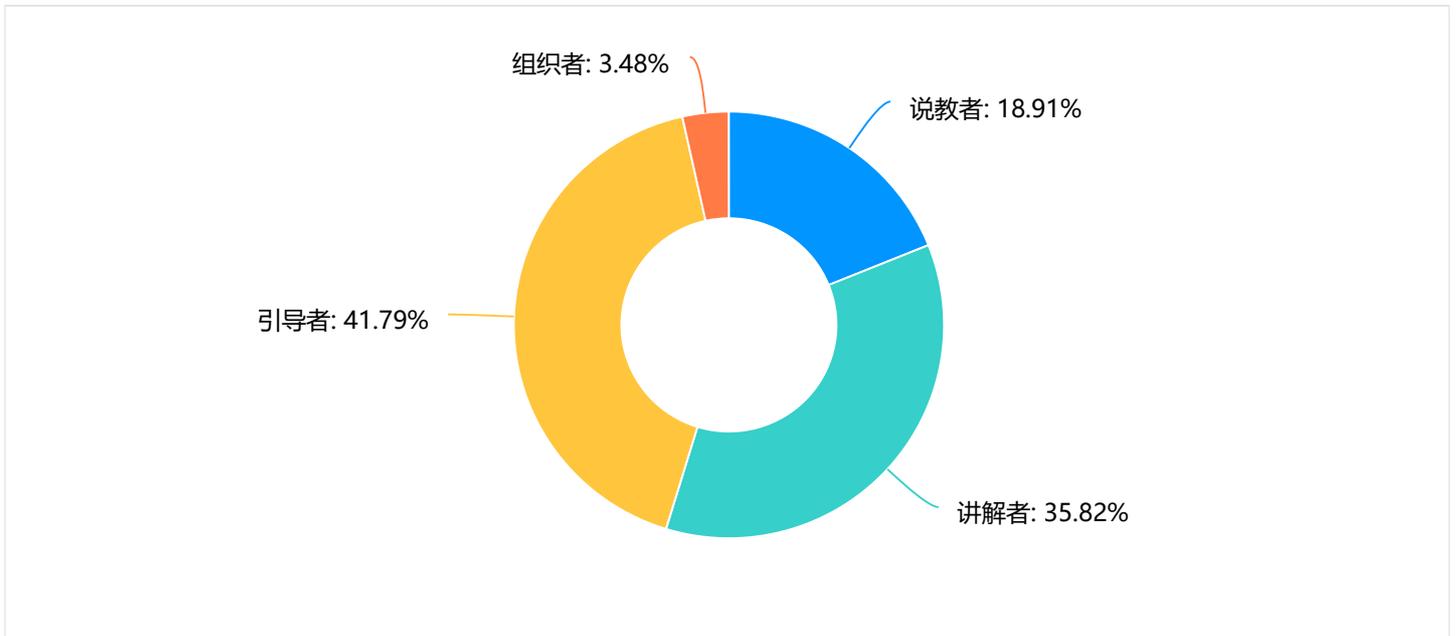
选项	小计	比例
老师又在说教了	16	7.96%
听听故事也不错	62	30.85%
原来背后还有这么深的道理	123	61.19%
本题有效填写人次	201	



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]

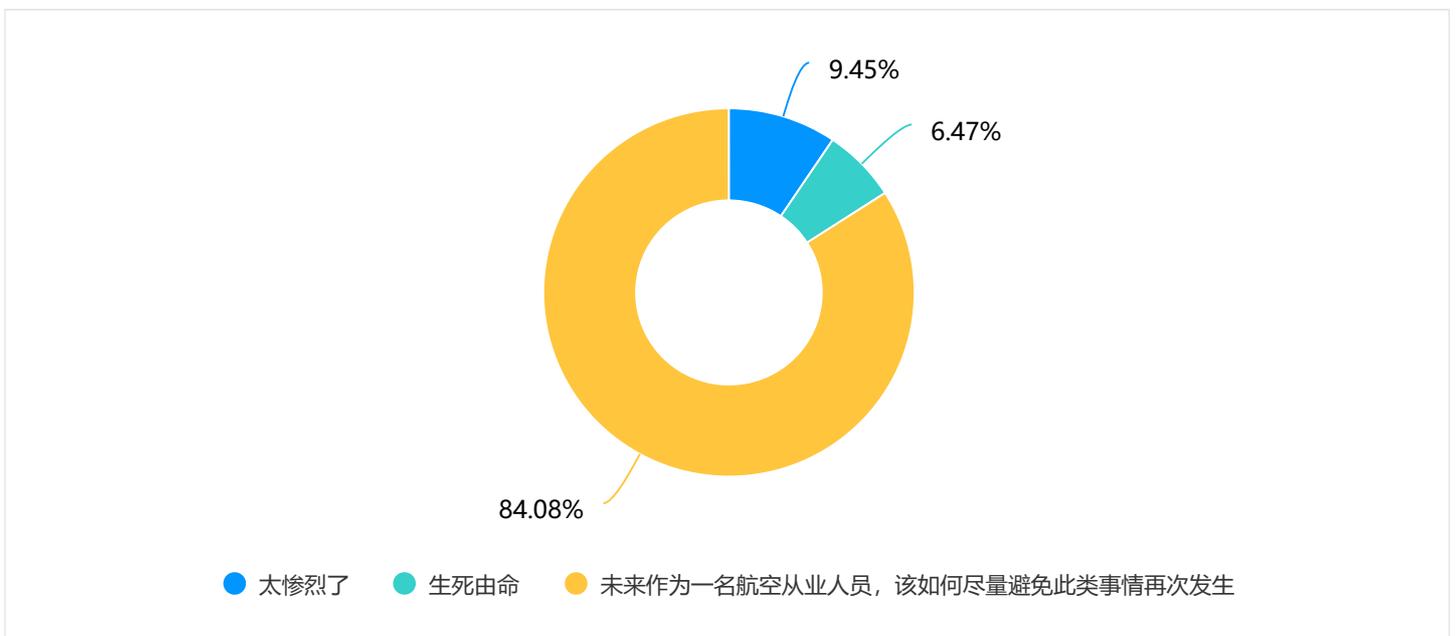
选项	小计	比例
说教者	38	18.91%
讲解者	72	35.82%
引导者	84	41.79%

组织者	7	3.48%
本题有效填写人次	201	



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]

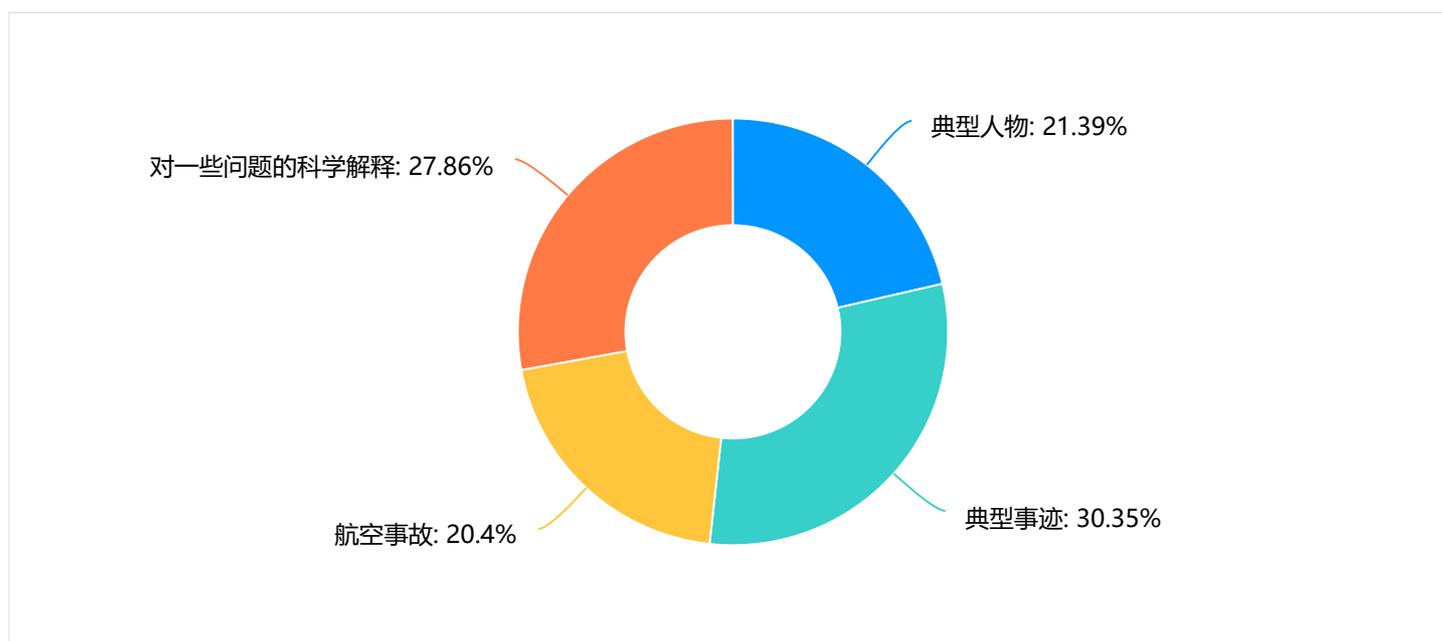
选项	小计	比例
太惨烈了	19	9.45%
生死由命	13	6.47%
未来作为一名航空从业人员，该如何尽量避免此类事情再次发生	169	84.08%
本题有效填写人次	201	



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	43	21.39%
典型事迹	61	30.35%
本题有效填写人次	201	

航空事故	41	20.4%
对一些问题的科学解释	56	27.86%
本题有效填写人次	201	



第20题： 你对教师在课程思政中有哪些建议或意见 [填空题]

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 陈幅冥 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

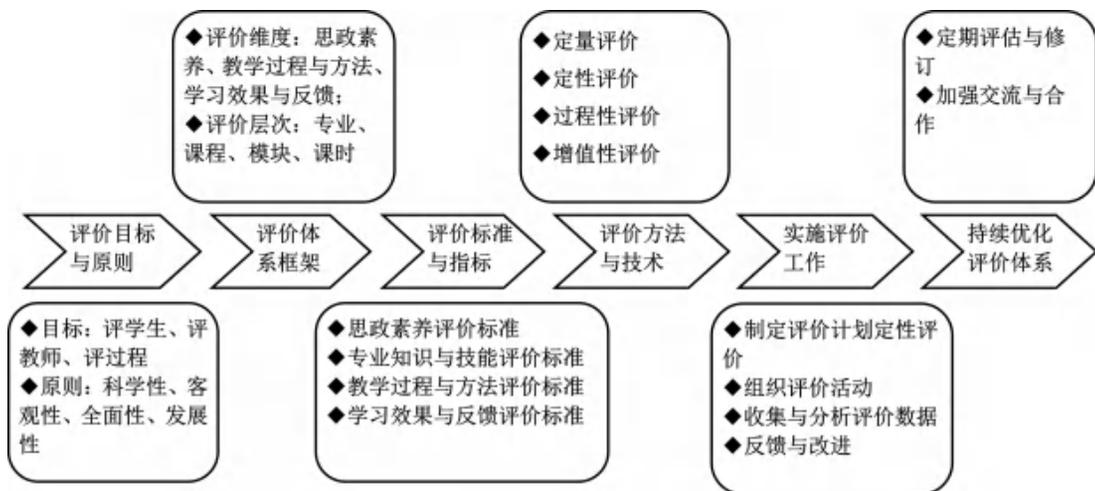


图1 课程思政评价体系构建流程

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.

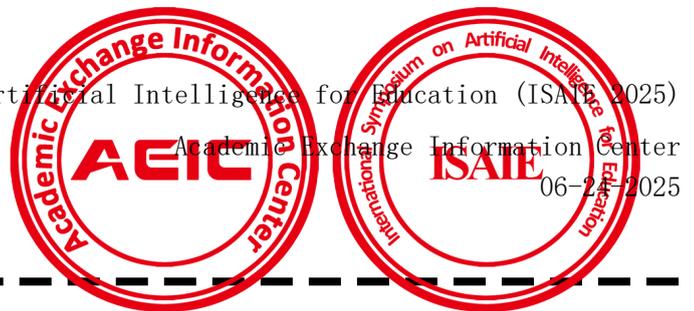
Manuscript No.: 3U6FEZNXST

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！

【235】

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, zhoukun@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.

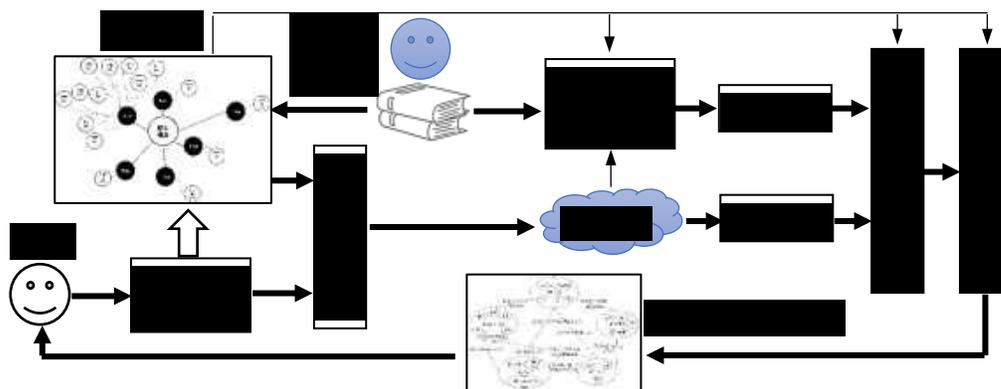


Figure 1. The dual-source AFP knowledge Q&A system architecture.

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

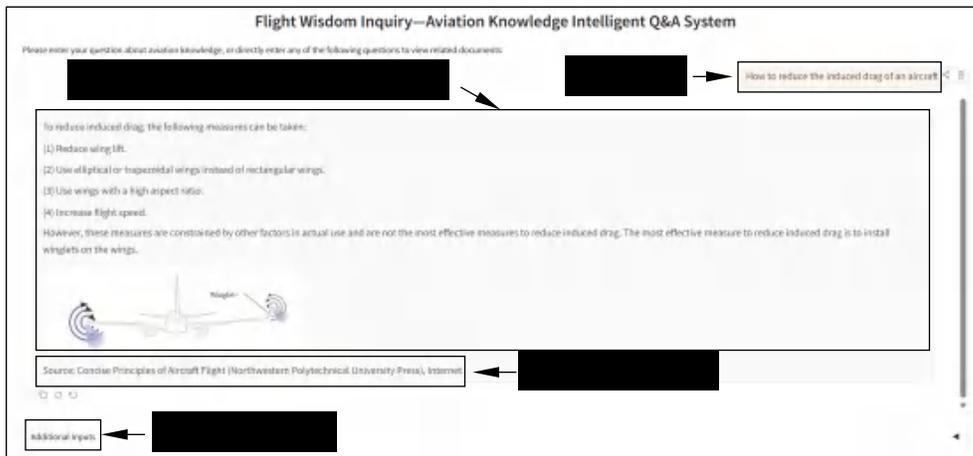


Figure 2. The dual-source AFP knowledge Q&A prototype system

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, Metropolitansky 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).

《空气动力学基础及飞行原理 (AMT500)》教学团队

序号	姓名	学位	职称	专业
1	丘宏俊	博士	副教授	飞机机电设备维修
2	周 堃	博士	高 工	飞机机电设备维修
3	刘 超	硕士	副教授	飞机机电设备维修
4	钟梓鹏	硕士	副教授	通用航空器维修
5	梁卫颖	博士	副教授	飞机机电设备维修
6	徐红波	博士	副教授	飞机结构修理
7	王 渊	硕士	讲 师	飞机机电设备维修
8	刘传生	硕士	教 授	飞机机电设备维修
9	李文攀	硕士	副教授	飞机电子设备维修
10	王 舰	硕士	副教授	飞机机电设备维修
11	李慎兰	博士	副教授	飞机结构修理
12	雷曙光	硕士	教 授	飞机机电设备维修
13	刘大勇	博士	副教授	飞机结构修理
14	任艳萍	硕士	副教授	通用航空器维修
15	宋辰瑶	博士	副教授	通用航空器维修
16	周宇静	硕士	副教授	飞机电子设备维修



空气动力学基础与飞行原理AMT500

[复制课程链接](#)

主持教师: 周堃

数据总览

班级数: 81

学生: 4417

课件: 603

题目: 1175

作业: 87

考试: 70

测验: 72

公告: 0

主持教师



周堃

主持教师

工号: 10000689

广州民航职业技术学院

教学团队(*授课教师可与主持教师一起参与课程建设, 权限由主持教师进行配置)

[团队如何共建课程?](#)

请在【班级】界面, 添加授课教师!

【245】



周堃

授课教师

工号: 10000689

广州民航职业技术学院



刘传生

授课教师

工号: 10000171

广州民航职业技术学院



李文琴

授课教师

工号: 10000180

广州民航职业技术学院



王靓

授课教师

工号: 10000164

广州民航职业技术学院



丘宏俊

授课教师

工号: 10000258

广州民航职业技术学院



王渊

授课教师

工号: 10000633

广州民航职业技术学院



徐红波

授课教师

工号: 10000532

广州民航职业技术学院



李慎兰

授课教师

工号: 10000553

广州民航职业技术学院



雷曙光

授课教师

工号: 10000174

广州民航职业技术学院



刘大勇

授课教师

工号: 10000555

广州民航职业技术学院



任艳萍

授课教师

工号: 10000247

广州民航职业技术学院



宋辰璐

授课教师

工号: 10000264

广州民航职业技术学院



周宇静

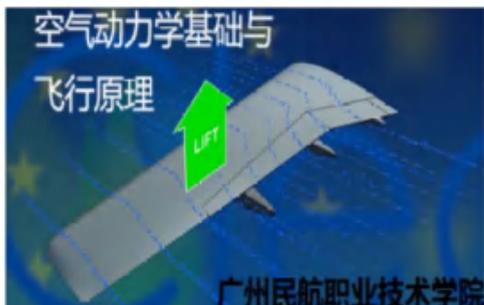
授课教师

工号: 10000188

广州民航职业技术学院



ht
co



空气动力学基础与飞行原理

☆ 收藏 分享

刘艺涛

国家精品 一周好课

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: 17/18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



扫码进入课程

进入课程

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

2318430 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

梁卫颖
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。

王渊
广州民航职业技术学院

王渊, 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, EI...

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

高春瑾
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课教学, 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...

<https://mooc.icve.com.cn/cms/courseDetails/index.htm?cid=kqdgzm044lyt765>