

佐证材料目录

一、专业建设

1. 民航通信技术专业人才培养方案.....1
2. 《无线电导航》课程思政研究、总结报告.....16

二、教材建设

1. 《无线电导航》教材（部分）30
2. 《无线电导航》课程思政案例库.....48
3. 《无线电导航》课程思政教学目标.....74

三、课程建设

1. 《无线电导航》课程标准.....80
2. 《无线电导航》数字化资源.....97
3. 《无线电导航》学银在线开设 MOOC
 - ①课程首页.....99
 - ②思政图谱.....100
 - ③目标图谱.....101
 - ④知识图谱.....102
 - ⑤能力图谱.....103
 - ⑥题库.....104
 - ⑦课程思政案例讨论.....105
4. 虚拟仿真平台.....106
5. 课程思政教学实施方案.....108
6. 教学设计方案（学生评价表）118

四、教师能力提升

1. 课程思政课题立项书（结题证书）129
2. 课程思政论文.....132
3. 教师思政能力评价表和提升路径.....144
4. 参加首届中国民航直属高校民航特色专业教师教学竞赛获优胜奖.....150

广州民航职业技术学院

2024 级专业人才培养方案

民航通信技术（导航设备维修）专业

一、专业名称及代码

（一）专业名称：民航通信技术（导航设备维修）

（二）专业代码：500402

二、入学要求

普通高级中学毕业、中等职业学校毕业或具备同等学力

三、修业年限

三年

四、职业面向

（一）主要职业类别

表 1：专业职业面向表

所属专业大类 (代码)	所属专业类 (代码)	对应行业 (代码)	主要职业类别 (代码)	主要岗位类别 (或技术领域)	职业资格证书 或技能等级证书
交通 运输大类 (50)	航空 运输类 (5004)	航空运输业 (56)	雷达导航 工程技术人员 (2-02-09-03)	导航机务员	中国民用航空电信人 员执照 (CCAR-65TM-I-R3)

（二）主要工作岗位（群）与专业学习领域课程设置关系

表 2：主要工作岗位（群）与专业学习领域课程设置关系表

主要工作岗位（群）	典型工作任务	主要职业能力	专业核心课程
设备运行维护	机场导航设备的使用操作，导航设备运行状态的监控，值班守护、飞行校验、以及故障判断处理，告警通知及恢复	1. 能够熟练使用计算机的常用软件； 2. 能够使用相关仪表与工具进行测试； 3. 能够理解设备维护手册内容； 4. 能够执行维护手册的例行维护项目； 5. 能够熟练地操作和使用系统维护软件； 6. 能够进行故障定位； 7. 能够较熟练地阅读英文技术文档； 8. 具有分析问题能力和现场解决问题能力； 9. 具有团队精神，能承受较大的工作压力； 10. 具有较强的上进心和责任心。	民航数据通信与网络 民航卫星通信及系统 测距导航设备维护 着陆导航设备维护 测向导航设备维护 民航自动相关监视
设备安装调测	机场导航设备的硬件安装，数据的调整测试，设备首航飞行校验	1. 能够理解导航设备安装工程流程规范； 2. 能够使用相关测试仪器工具； 3. 能够合理安排工程安装人员，具有工程施工技术能力； 4. 具有团队精神和较强的协调能力； 5. 具有较强的学习能力，能够承受较大的工作压力； 6. 具有较强的上进心和责任心； 7. 具有良好的组织纪律安排性，服从企业	民航数据通信与网络 民航卫星通信及系统 测距导航设备维护 着陆导航设备维护 测向导航设备维护 民航自动相关监视

		的工作安排；	
		8. 具有良好的客户沟通能力；	
		9. 能够较熟练地阅读英文技术文档。	

五、培养目标与培养规格

（一）培养目标

本专业以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的教育方针，培养理想信念坚定，德、智、体、美、劳全面发展，具有一定的科学文化水平、良好的人文素养、安全责任意识、职业道德和创新意识，适应民用机场建设、技术服务、管理等第一线需要，具有一定的科学文化水平、良好的职业道德素质，熟悉民航导航设备维护基本工作流程和工作原理，掌握民航导航技术专业知识和技术技能，面向中小型民用航空机场和通用航空机场的导航技术保障岗位等领域工作的德技并修的高素质劳动者和技术技能人才。

聚焦民航通信技术工科专业，从专业层面对课程思政教学进行顶层设计，梳理毕业生应具备的共性价值观、世界观、职业素养等培养目标，利用专业课程之间的关联性、层次递进性，将“价值引领”的核心目标作为一个系统工程整体推进，使思政育人使命融合于专业课程体系的全要素和全过程，以期实现课程群链的育人功能。紧扣民航工科类专业人才培养定位，结合当代民航精神，总结凝练民航工科类特色专业的课程思政元素，形成包含国家情怀、社会责任和个人品格等“三个层面”的核心价值，以及科学精神、工程师精神、工匠精神、创新精神和劳动精神等“五种精神”的专业追求两大类思政教育元素，形成8个维度一级指标，再对每个维度分解细化为23个二级指标思政点（简称“思政23条”）的思政教育目标框架，逐条分析和阐释，如图1所示。



图1 民航通信技术专业课程思政教育目标体系框架

根据“思政23条”，将专业基础课、专业核心课、专业拓展课、实践类课程与“思政23条”思政点中最能贴合课程的内在属性、育人特点相关联、相对应，各门课程对思政职责任务负荷分担和均衡。对接行业特点和学生未来从事相关岗位职责规范修订人才培养方案，绘制适合具有民航特色专业的“思政目标—专业课程”映射矩阵图（图2）。结合思政目标图谱和矩阵图，将思政教育目标层级纵向分解到人才培养目标，再逐级分解细化专业基础课、专业核心课、专业拓展课和实践类课（含实训实习等）等不同类型课程的课程目标和具体教学目标，明确这些目标的内在关联，最后以课程标准（或课程大纲）的形式固化。

一级指标（8个维度）		家国情怀			责任担当				个人品格		科学精神			工程师精神			工匠精神			创新精神			劳动精神			
课程名称	思政元素 （23条）	国家民族复兴	民族文化自信	共同体意识	法律法规行规	经济意识	安全意识	服务意识	环境与发展	团结协作	职业信念	科学思维	科学探究	科学伦理	民航工程思维	民航工程实践	民航工程伦理	耐心细致	精益求精	追求卓越	创新思维	批判性思维	创新行动力	热爱劳动	辛勤劳动	
专业基础课	电路与电工基础	○	○	○			○					●	●	●												
	模拟电子技术	○	○	○			○					●	●	●												
	数字电子技术	○	○	○			○					●	●	●												
	高频电子技术	○	○	○			○					●	●	●												
	民航概论	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●															
	管制与飞行基础	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●															
	人为因素				●	●	●	●	●	●	●															
	通信原理	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●	○	○	○					○	○	○		
	民航通信工程原理				●	●	●	●	●	●	●				●	●	●								○	○
工程招投标与管理实务					●	●	●	●	●	●				●	●	●								○	○	
专业核心课	民航数据通信	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○					○	○	○		
	民航飞机电子系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	民航自动转报系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	民航甚高频语音通信系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	民航语音交换系统	●	●	●								○	○	○				●	●	●					●	●
	仪表着陆系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	无线电导航系统	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○											●	●
	多普勒全向信标系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	无线电测距系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
专业拓展课	民航卫星通信系统	●	●	●								○	○	○				●	●	●					●	●
	光纤通信技术	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	5G通信网络及应用	●	●	●								○	○	○				●	●	●					●	●
	自动相关监视系统	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○												
实践类课程	数字电子技术实训	○	○	○											○	○	○	●	●	●					●	●
	高频电子技术实训	○	○	○														●	●	●					●	●
	5G虚拟仿真实训	○	○	○											●	●	●	●	●	●					●	●
	第二课堂活动	○	○	○						●	●											○	○	○		
	社会调查	○	○	○						○	○											●	●	●		
	企业实习	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●				○	○	○	●	●	●					●	●
	毕业设计（论文）	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●								●	●	●		

图中“●”为对思政目标的强支撑，“○”为对思政目标的弱支撑

图2 民航通信技术特色专业“思政目标—专业课程”映射矩阵图

（二）培养规格

本专业毕业生应在素质、知识和能力等方面达到以下要求。

1. 素质

（1）坚定拥护中国共产党领导和我国社会主义制度，在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下，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；

（2）崇尚宪法、遵法守纪、崇德向善、诚实守信、尊重生命、热爱劳动，遵守社会公德，讲良知，具有高度社会责任感和社会参与意识；

（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，养成良好的工作作风与诚信意识；

(4) 具有质量意识、环保意识、信息素养、责任意识、法律意识、精益求精的工匠精神，创新思维，具有高度的安全意识；

(5) 具有健康的体魄、积极的心态、良好的人际关系和健全的人格，具有环境适应能力，具有较强的抗挫和抗压能力，能够进行情绪管理，有较强的集体意识和团队合作精神；

(6) 具有终身体育思想，具有一定的审美和人文素养，争取形成一两项体育或艺术爱好；掌握一定的学习方法，具有良好的生活习惯、行为习惯和自我管理能力。

(7) 具有较强的实践能力与创新精神，具有较强的集体意识和团队合作精神，能够进行有效的人际沟通和协作。

2. 知识

1) 通识知识

(1) 掌握马克思主义的基本理论和观点，具有站在正确的立场、应用正确的思想和观点、分析和认识社会形势和问题、抵制错误思想和思潮的能力；

(2) 知晓和践行社会主义核心价值观和价值体系、具备基本的人文社科知识、国防知识，具有良好的思想道德品质、社会公德意识、做人基本良知、团队合作意识和个人修养，遵纪守法；

(3) 熟悉与职业所在行业相关的法律法规、监管政策、文明生产、环境保护、安全消防等相关知识。

2) 专业知识

(1) 掌握电工与电路基础知识、模拟电路、高频电路和数字电路基础知识；

(2) 了解各种常见电子元件性能与参数；

(3) 熟悉中国民航数据通信网络的拓扑结构，掌握通信协议、交换技术及应用等网络基础知识；

(4) 掌握天线与电波传播、导航原理与通信原理的基础知识；

(5) 熟悉民航导航系统典型设备的构成、功能和工作原理；

(6) 了解民航导航设备运行、维护规程；

(7) 了解民航导航设备飞行校验基本流程与要求；

(8) 了解空中交通管理、飞行组织与实施等管制与飞行基础知识；

(9) 了解民航空中交通管理的法律、法规、规章、规范性文件及标准等知识；

(10) 熟悉民航导航常用专业英文术语与专业英语基础知识；

(11) 了解民航导航系统的新知识、新技术；

(12) 掌握光传输技术基础知识与设备工作原理；

(13) 熟悉自动相关监视技术基础知识与设备工作原理；

(14) 了解飞机电子系统基础知识与工作原理。

3. 能力

1) 通用能力

- (1) 具有探究学习、终身学习、分析问题和解决问题的能力；
- (2) 具有良好的语言、文字表达能力和沟通能力；
- (3) 具有人际交往、协调人际关系和团队合作能力，具有较强的纪律性和执行力；
- (4) 具有查阅和使用相关专业资料和相关标准的能力。

2) 专业能力

- (1) 能够用工程语言（图纸）与专业人员进行有效的沟通交流；
- (2) 具有本专业需要的信息技术应用能力；
- (3) 能够读懂民航导航系统相关的专业技术文档；
- (4) 能够识读民航导航设备系统框图；
- (5) 能够使用常用电子电路测量工具与仪器仪表，完成基本电子电路的调试；
- (6) 能够依据操作规范，对民航导航设备进行操作使用和日常维护；
- (7) 能够对民航导航设备进行信号测量、分析，完成简单故障排除；
- (8) 能够规范编写专业技术文件、整理及撰写测试记录；
- (9) 具有应急处理意识和应急处理能力；
- (10) 能够持续跟踪民航导航新技术并进行自主学习；
- (11) 能够完成传输线路的调测与简单故障处理；
- (12) 能够对自动相关监视设备进行信号测量、分析，完成简单故障排除。

六、课程设置及要求

（一）教学参考标准

- 1. 《民用航空电信人员执照管理规则》（CCAR-65TM-I-R3）。
- 2. 《民用航空电信人员执照理论考试大纲》（导航专业）。
- 3. 高等职业学校民航通信技术专业教学标准（2019版）。

（二）课程设置

主要包括公共基础课、专业课、综合素质能力课和集中性实践课。

1. 公共基础课包括入学教育、军事技能训练、军事理论课、思想道德修养与法律基础、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论、习近平新时代中国特色社会主义思想概论、形势与政策、体育、大学生心理健康教育、职业生涯与发展规划、计算机应用基础、大学英语、高等数学、大学生创新创业教育、就业与创业指导、国家安全教育、“四史”教育、劳动教育、中华优秀传统文化、美育、职业素养等。

2. 专业课包括专业基础课、专业核心课、专业拓展课和实践课程。

(1) 专业基础课包括电路基础、电路基础实验、模拟电路、模拟电路实验、数字电路、数字电路实验、电子工艺装配实践、安全用电实践、民航概论、通信原理、高频与天线、无线电导航、人为因素与航空安全等。

(2) 专业核心课包括民航数据通信与网络、民航卫星通信及系统、测距导航设备维护、着陆导航设备维护、测向导航设备维护、民航自动相关监视等。

(3) 专业拓展课包括光纤通信、飞机电子系统、5G 通信技术、飞行与管制基础等。

(4) 实践课程包括模拟电路实训、数字电路实训、综合布线实训、通信设备维护实训等。

3. 专业核心课主要教学内容

(1) 民航数据通信与网络

本课程主要介绍数据通信的基本理论、传输技术、通信协议、数据交换与网络，以及民航数据通信网的结构和特点。通过本课程的学习应掌握数据通信网络的基本原理，熟悉民航数据通信网的组成和工作原理，能够完成交换机、路由器等数据通信网络设备的简单配置和故障判断，掌握民航数据通信设备定期检查及异常处理机制。

(2) 民航卫星通信及系统

本课程主要介绍民航卫星通信的基本发展情况、卫星相关基础知识、民航卫星地球站的特点及组网情况、民航 C 和 Ku 频段的卫星基本参数、GPS 和北斗卫星的基本知识及原理，以及卫星移动通信和宽带通信的发展情况。通过本课程的学习应掌握卫星通信的基本原理和 GPS (BDS) 导航定位系统基本原理，熟悉民航卫星通信的组成、组网等，能够完成民航卫星地球站等设备的简单配置和故障判断，掌握民航卫星地球站等设备定期检查及异常处理机制。

(3) 测距导航设备维护

本课程主要介绍测距仪系统构成、系统原理、系统操作与配置、系统日常维护等。通过本课程的学习应掌握测距仪系统基本原理，能够完成测距导航设备的基本操作、配置和简单故障处理，能够使用仪器仪表测量测距导航设备信号及相关参数，能够根据飞行校验的要求完成测距导航设备参数调整与校验，掌握测距导航设备定期检查及异常处理机制。

(4) 着陆导航设备维护

本课程主要介绍仪表着陆系统的构成、系统原理、系统操作与配置、系统日常维护等。通过本课程的学习应掌握仪表着陆系统基本原理，能够完成着陆导航设备的基本操作、配置和简单故障处理，能够使用仪器仪表测量着陆导航设备信号及相关参数，能够根据飞行校验的要求完成着陆导航设备参数调整与校验，掌握着陆导航设备定期检查及异常处理机制。

(5) 测向导航设备维护

本课程主要介绍全向信标系统构成、系统原理、系统操作与配置、系统日常维护等。

通过本课程的学习应掌握全向信标系统基本原理，能够完成全向信标设备的基本操作、配置和简单故障处理，能够使用仪器仪表测量全向信标设备信号及相关参数，能够根据飞行校验的要求完成全向信标设备参数调整与校验，掌握全向信标设备定期检查及异常处理机制。

（6）民航自动相关监视

本课程主要介绍民航自动相关监视系统构成、系统原理、系统操作与配置、系统日常维护等，通过本课程的学习应掌握自动相关监视系统基本原理，能够完成自动相关监视设备的基本操作、配置和简单故障处理，能够使用仪器仪表测量自动相关监视设备信号及相关参数，能够根据飞行校验的要求完成自动相关监视设备参数调整与校验，掌握自动相关监视设备定期检查及异常处理机制。

4. 第二课堂包括节能减排、绿色环保、金融知识、社会责任、人口资源、海洋科学、管理等人文素养、科学素养、法治教育等课程，以及学生参与各类竞赛或协助学校日常管理等。

5. 实践课程主要教学内容

集中性实践教学环节包括军事技能训练、模拟电路实训、数字电路实训、综合布线实训、通信设备维护实训、顶岗实习、毕业设计等。严格执行《职业学校学生实习管理规定》（2021 版）有关要求，采取工学交替形式推行顶岗实习，开展基于工作过程的实习实训考核评价。

表 3：集中性实践教学环节教学内容

序号	课程名称		知识点/技能点	教学内容	学时
1	军事技能训练		基本军事技能	基本军事技能	2 周
2	模拟电路实训		模拟电路功能电路制作	1、音响放大器制作 2、电电源电路制作 3、功放电路制作 4、信号放大电路制作 5、音调控制电路制作 6、电路统调	1 周
3	数字电路实训		数字电路功能电路制作	1、电路仿真设计 2、计时电路设计与制作 3、触发电路设计与制作 4、电路统调	1 周
4	综合布线实训		网线制作、管线布线、测试	1、两类网线制作、测试 2、大楼管线布线 3、光纤布线、测试	1 周
5	通信设备维护实训		民航通信设备认知、操作与维护	1、民航甚高频通信设备操作维护 2、民航自动转报设备操作维护 3、民航内话系统设备操作维护	2 周
6	毕业实习	岗位实习	学习相关岗位专业知识和技能	岗位的具体业务流程、技能及操作等	11 周
7	毕业设计		专业知识的综合运用	结合具体技术应用和技术发展，运用所学知识，查找文献资料，完成专业电子作品设计或毕业论文	4 周

七、职业资格证书考证安排

表 4：职业资格证书考证安排一览表

序号	考 证 名 称	考核等级	考试时间	备注
1	全国高等学校非计算机专业计算机应用水平考试	I、II 级	第一/二学期	选试
2	全国高等学校英语应用能力考试	A 级	第一学期	选试
3	全国大学英语等级考试	四、六级	第二/三学期	选试

八、实施保障

（一）师资队伍

民航通信技术专业共有专任教师7人，其中专业带头人有2名，骨干教师5名，“双师型”教师7名。专任教师队伍能充分满足本专业教学的需要，整个梯队业务精湛、结构合理、充满活力。

学历结构：硕士4名，占总人数的57%；硕士以上学历占总人数的57%。

职称结构：高级职称4人（其中教授3人，副教授1人）占总人数的57%；中级职称3人，占总人数的43%。民航通信技术专业教师职称情况分布合理，师资力量雄厚。

具有“双师型”教师7人，达到总人数的100%；具有行业一线工作经历的教师5人，达到总人数的71%，符合高职院校工学结合的人才培养模式。

本专业与民航中南空管设备工程公司、中南民航工程咨询监理有限公司等企业建立了长期紧密的校企合作关系。目前本专业具有企业兼职教师8名，其中高级职称2人，占兼职教师总人数的25%；中级职称6人，占兼职教师总人数的75%。兼职教师主要负责学生在校专业实训、企业岗位实习等工作，完全能满足专业教学的需要。

（二）教学设施

1. 校内实践教学环境

校内实训基地（室）应设置和提供本专业实训教学所需的材料、设备和实训教学场地，以满足实训教学要求。本专业校内实训基地（室）如表 5 所示。

表 5：校内主要实训基地（室）一览表

序号	实训基地（室）名称	场地面积（m ² ）	数量（台套）
1	民航通信设备实训室	260	8
2	测距测向导航设备实训室	260	15
3	导航设备实训室	260	67
4	通信导航设备实训室	126	1
5	电子线路与通信原理实验室	195	120
6	电工实训室	166	54
7	电子实训室1	156	22
8	电子实训室2	126	2
9	电子实训室3	126	1

2. 校外实习基地

本专业的校外实习基地为广州中南民航工程咨询监理有限公司等单位。本专业的学生

按照人才培养方案可到校外实习基地进行 6 个月的毕业实习（含认识实习和岗位实习）。本专业主要的校外实习基地如表 6 所示。

表 6：主要的校外实习基地一览表

序号	校外实践教学基地名称	依托单位	建立时间 (年月)	年使用时间 (天)	年接待学生 (人天)
1	民航通信技术专业实习基地	广州中南民航工程咨询监理有限公司	201809	60	30
2	民航通信技术专业实习基地	广州中南民航空管技术装备工程有限公司	201805	90	40
3	民航通信技术专业实习基地	民航中南监理有限公司	201905	90	15
4	民航通信技术专业实习基地	广东南方通信建设有限公司	199310	90	10

（三）教学资源

1. 教材选用基本要求

按照国家规定选用优质教材，禁止不合格的教材进入课堂。按上级教育主管部门和学校的文件规定，按规范程序择优选教材。

2. 图书资源

学校图书馆现有图书总量 165.13 万册，其中纸质藏书 97.53 万册，专业纸质期刊 496 种；电子专业期刊 7009 种，电子图书 67.61 万册，电子期刊 25.6 万册，以及超星电子图书、畅想之星电子图书、维普中文期刊、CNKI（中国知网）等学术论文数据库，满足专业人才培养、专业建设、教科研等工作需要。专业类图书文献主要包括：电子通信类、民航通导类图书与文献资料。

3. 数字教学资源

建有国家级精品资源共享课 1 门，网络课程 10 门，并拥有民用航空电信人员执照、民用航空电信人员培训相关配备完善的教学课件、图片库、视频库和试题库，见表 7。

表 7：课程资源一览表

序号	课程名称	精品在线 开放课程	精品资源 共享课	精品课程	网络课程	优质课程	备注
1	光传输线路与设备维护		√	√	√		国家级精品资源共享课、国家级精品课程
2	无线电导航				√		
3	着陆导航设备维护				√		
4	测距导航设备维护				√		
5	测向导航设备维护				√		
6	通信原理				√		
7	民航数据通信与网络				√		
8	电路基础				√		
9	模拟电路				√		
10	数字电路				√		

11	民航概论				√		
----	------	--	--	--	---	--	--

（四）教学方法

1. 教学模式

加强课程思政建设，以培育学生的价值选择能力、是非辨别能力，美丑鉴赏能力等为目标开发课程思政教育资源。完善课程思政体系，将专业课程作为课程思政的重要载体，立足各个专业的独特视域、理论和方法，实现专业课程授课中知识的传授与价值引导的有机统一。大力推行理实一体化的教学改革，以学生为中心，重视培养学生的学习兴趣，寓教于乐。继续推行“项目导向”、“任务驱动”等教学模式，以实践项目和解决实际问题引导学生动手动脑，努力把教学过程变为学生自主性、能动性学习的过程，在知识传授中培养学生的学习能力，在职业能力训练中培养学生的职业素质 and 创新能力。

2. 教学方法

根据课程特点以真实工作任务或产品为载体，实行案例式、项目式、角色扮演式和仿真式等多种教学方法；开展信息化环境下的“混合式教学”、“翻转课堂”、“泛在学习”等教学模式改革，有效使用数字模拟、网络信息、多媒体等现代化教学手段，充分使用虚拟流程、虚拟工艺或虚拟生产线等现代技术手段，提高教学效果。在培养学生知识和技能的同时，注重方法能力、社会能力等综合素养的培养。见表 8。

表 8：课程教学方法和手段一览表

序号	课程名称	教学方法和手段	主要项目	主要内容
1	民航数据通信与网络	混合式教学	1、数据通信及民航数据通信业务认知 2、数据通信协议及网络命令测试 3、以太网技术及交换机配置实践 4、IP 路由及路由器配置实践 5、数据交换技术与民航数据通信网络 6、宽带网络接入技术	落实“课证一体”的教学要求，参照中国民用航空电信人员执照（CCAR-65TM-I-R3）（民航局 200 号文件）中对应的《计算机网络基础》（ST4）、《数据网》（SP8）两个模块的考试大纲，本课程涵盖其全部知识点内容。本课程学习的主要内容有：数据通信基本理论、传输技术、通信协议、数据交换技术、以太网技术、IP 路由技术，以及民航数据通信业务及民航数据网的结构和特点。
2	测距导航设备维护	理实一体化教学	1、DME 系统认知 2、DME 硬件设备认知 3、DME 本地操作维护 4、DME 远程操作维护 5、DME 系统调测 6、DME 故障处理 7、常用仪器仪表操作使用	介绍 DME 系统工作原理，并以 DME900 型超高频测距仪为例，使学生掌握各板件的功能，板件工作原理、更换步骤以及设备的操作维护。培养学生具备基本的测距导航设备维护能力。
3	着陆导航设备维护	理实一体化教学	1、NM7000 系统概述； 2、NM7000 发射单元组成与配置； 3、NM7000 监视单元组成	介绍 NM7000 型仪表着陆系统设备航向、下滑设备和遥控器单元各板件的功能说明，板件情况、更换步骤及常见故障现象分析等知识。生动形象的讲解

			与配置： 4、NM7000 控制单元组成与配置； 5、NM7000 电源组成与配置 6、遥控器面板按键开关操作； 7、计算机软件操作； 8、发射机测量及调准； 9、监控器测量及调准。	NM7000 设备在实际工作中的维护、维修和管理经验，结合案例分析，给从事导航专业的技术人员提供必要的帮助和技术支持。
4	测向导航设备维护	理实一体化教学	1、认知 DVOR 系统原理与构成； 2、测试及接口单元配置与维护； 3、控制与交换系统配置； 4、DVOR 系统连接与操作； 5、远程维护与监视系统操作； 6、DVOR 系统调试； 7、DVOR 系统发射机调整	课程根据设备应用和维护过实际工作过程所需要的知识和技能抽象出 4 个教学部分，每个部分结合 DOVR 系统的工作原理、工作过程与典型理论，针对设备应用和维护过程中的理论基础进行分析和讨论，教学过程尽量避免冗长的公式推导，帮助学生提升导航理论基础的能力，为后续学习导航类设备课程做好准备。
5	民航自动相关监视	理实一体化教学	1、ADS-B 系统认知； 2、ADS-B 消息格式及解析； 3、1090ES 地面站的操作； 4、监控维护系统的操作； 5、地面站系统设置； 6、地面站软件航迹和信息显示操作； 7、地面站软件站点监视和维护操作； 8、信标机操作	介绍监视技术的发展历史、监视技术的优缺点、ADS-B 系统配置与维护，要求学生掌握设备的安装、操作，将理论与实践结合，解决实际问题。

（五）课程考核

理论与实践一体化评价。本专业大部分课程考核采用过程考核和目标考核相结合的评价方法，过程考核主要在教学过程中对学生的学习态度、操作能力、课堂讨论、作业等情况进行的评价；目标考核是在课程结束时，对学生在知识和技能的整体掌握情况的评价。以公平地评价学生学习的效果。也使学生更注重学习过程，提高了学生学习兴趣。

本专业所有课程的考核成绩均采用百分制，考核形式分为考试与考查两种。凡学期正常考试，课程总评成绩及格以上（含），即可获得该门课程的学分和绩点。考查课程采用五级计分法，分别为优、良、中、及格和不及格，对应分数分别记为 95、85、75、65、50。

（六）质量保障

强化“教务处—二级学院—系”三级教学管理，制定并严格执行教学规章制度，加强教学运行管理，重视教学过程的监督和评价，完善校企联动三级反馈机制，持续改进人才

培养方式，适应人才市场需求的变化；采用第三方评价，促进人才培养质量的稳步提升。

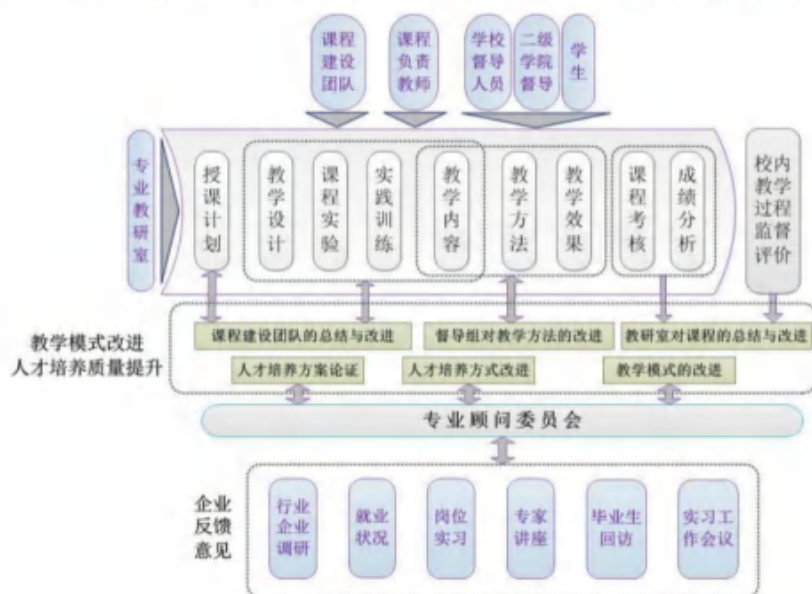


图3 教学质量监督及反馈机制

教学过程评价通过学校教学督导人员、二级学院教学督导组及包含企业兼职教师组成的专业团队、课程建设团队、专业教研室教学过程评价，反馈学生对知识掌握程度、技能点训练水平和教师教学任务的完成质量，用于更新教学案例和优化实训项目。

学生岗位能力评价基于学生在企业实习过程的具体岗位，由企业“师傅”对学生所具备的专业素质和岗位技能进行评价，并结合专业教学团队对学生实习整个过程进行综合评价，并具体反应在教学标准和课程标准不断更新和修订上，使学生更加熟悉和了解专业岗位（群）具备的岗位能力要求和培养目标。

学生职业能力评价通过企业高层和专业技术人员对已经从业的毕业生的就业质量、从事本专业整体所具备的职业能力、获取职业资格证书所具备的专项能力进行评价，并通过专业顾问委员会，修订人才培养方案，适应人才市场需求的变化。

八、毕业标准及学分要求

最低毕业学分：140。

最低毕业学分包含所有必修课和集中性实践教学课程、限选课、公共任选课所获学分的总和，其中公共任选课应不低于2学分。

九、学期周数分配

表9：学期周数分配表

项目	学期教学安排周数	考	学 期	寒 /	学 期	学 年
----	----------	---	--------	--------	--------	--------

学期	军事技能训练	课程教学	校内专业实训	毕业实习	毕业设计	考证与辅导	毕业教育	其他	教学周合计	试	机动周	暑假假期	周数合计	周数合计
一	2	13						*2	17	1	1	5	24	53
二		18	1						19	1	1	8	29	
三		17	1						18	1	1	5	25	51
四		17	1						18	1	1	6	26	
五		16	2						18	1	1	5	25	45
六		15		11	4				15+3	1	1	0	20	
合计	2	96	5	11	4			*2	105+3	6	6	29	149	149

说明：第一学期*2为新生入学教育和新生报到周，第六学期毕业生提前3周离校，即表格中+3。

十、教学进程安排

2024 级民航通信技术（导航设备维修）专业课程体系见附表 1。

十一、学时与学分

表 10：课程结构比例表

课程类型		学分	占总学分的比例	教学学时			占总学时的比例
				总学时	理论学时	实践学时	
公共课程	公共基础课	49.5	35.3%	735	530	205	28.5%
	公共选修课	2	1.4%				
专业课程	专业基础课	27	19.3%	538	379	159	20.9%
	专业核心课	19.5	13.9%	378	202	176	14.7%
	专业拓展课	14	10.0%	264	146	118	10.3%
活动课程	新生入学教育	1	0.7%	24	24	0	0.9%
	美育教育	2	1.4%				
	劳动教育实践	0.5	0.4%	8	0	8	0.3%
集中性实践教学课程	军事技能训练	2	1.4%	112	/	112	4.3%
	校内专业实训	7.5	5.4%	5 周	/	5 周	5.4%
	毕业设计	4	2.9%	4 周	/	4 周	2.8%
	认识实习、岗位实习	11	7.9%	11 周	/	11 周	11.9%
合 计		140	100.0%	2606	1301	1305	100.0%

说明：军事技能训练 1 周计 1 学分；社会实践、岗位实习 1 周 28 学时计 1 学分；毕业设计（或毕业论文、毕业教育）、认识实习 1 周 18 学时计 1 学分；专业实训 1 周 28 学时计 1.5 学分。

附表 1

2024 级民航通信技术（导航设备维修）专业课程体系及教学进程计划表

专业：民航通信技术（导航设备维修） 年级：2024 级 起讫日期：2024 年 9 月至 2027 年 6 月 制订日期：2024 年 6 月

课程类别	课程名称	学分	教学时数			课程类型			各学期教学总周数及学时分配						考核方式
			总学时	理论教学	实践教学	必修	限选	任选	1	2	3	4	5	6	
									17W	19W	18W	18W	18W	15W	
公共基础课程	军事理论课	2	26	26	0	●			2						考查
	国家安全教育	1	6	6	0	●					√				考查
	思想道德与法治	3	44	40	4	●			2	1					考试
	“四史”教育	1	17	15	2	●						1			考试
	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	52	46	6	●					2	1			考试
	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	2	36	32	4	●				2					考试
	形势与政策	2	32	32	0	●			0.5	0.5	0.5	0.5			考试
	劳动教育理论	0.5	10	10	0	●				0.5					考查
	思想政治理论课实践	1	*4	0	*4	●					√	√			考查
	体育（含学生体质健康标准测试）	6	97	16	81	●			2	2	1	1			考查
	大学生心理健康教育	2	16+*16	16	*16	●				1					考试
	职业生涯规划	1	18	9	9	●				1					考查
	就业与创业指导	1	17	8	9	●					1				考查
	计算机应用基础	4	52	26	26	●			4						考查
	大学英语	8	124	116	8	●			4	4					考试
	大学英语口语	2	32	0	32	●			1	1					考试
	高等数学	8	124	116	8	●			4	4					考试
	大学生创新创业教育	2	32	16	16	●				√					考查
	小计	49.5	735	530	205	18			19.5	17	4.5	3.5			
专业基础课程	节能减排、绿色环保、金融知识、社会责任、人口资源、海洋科学、管理等人文素养、科学素养、法治教育等课程	2	*36	*30	*6	/	/	△	√	√	√	√	√	√	考查
	小计	2	*36	*30	*6										
专业核心课程	电路基础	3.5	65	65	0	●			5						考试
	电路基础实验	1	26	0	26	●			2						考试
	安全用电实践	0.5	13	0	13	●			1						考试
	民航概论+美学	2	36	36	0	●				2					考试
	模拟电路	4	72	72	0	●				4					考试
	模拟电路实验	2	36	0	36	●				2					考试
	电子工艺装配实践	1	18	0	18	●				1					考试
	数字电路	3.5	68	68	0	●					4				考试
	数字电路实验	1.5	34	0	34	●					2				考试
	通信原理	3.5	68	40	28	●					4				考试
	高频与天线	1.5	34	34	0	●					2				考试
	无线电导航	1.5	34	30	4	●						2			考试
	人为因素与航空安全	1.5	34	34	0	●						2			考试
	小计	27	538	379	159	13			8	9	12	4			
专业拓展课程	民航数据通信与网络	3.5	68	38	30	●						4			考试
	民航卫星通信及系统	3.5	68	42	26	●						4			考试
	测距导航设备维护	3.5	64	32	32	●							4		考试
	着陆导航设备维护	4	80	40	40	●							5		考试
	测向导航设备维护	3.5	64	32	32	●							4		考试
	民航自动相关监视	1.5	34	18	16	●						2			考试
	小计	19.5	378	202	176							10	13		
集中性实践教学课程	飞行与管制基础	3.5	68	48	20		○				4				考试
	飞机电子系统	3.5	68	34	34		○					4			考试
	光纤通信	3.5	64	32	32		○						4		考试
	5G 通信技术	3.5	64	32	32		○						4		考试
	小计	14	264	146	118		4				4	4	8		
活动课程	新生入学教育	1	24	24	0	●			√						考查
	美育教育	2	*26		*26	●	/	/	√						考查
	劳动教育实践	0.5	8		8	●	/	/		√					考查
	小计														
职业资格证书	高等学校英语应用能力（A 级）考试	(2)	/	/	/	/	/	/							考证
	计算机应用水平 1 级	(2)	/	/	/	/	/	/							考证
	大学英语等级考试（四级）	(2)	/	/	/	/	/	/							考证
集中性实践教学课程	军事技能训练	2	112		112	●			2 周						考查
	校内专业实训	1.5	1 周	/	1 周	●				1 周					考查
	数字电路实训	1.5	1 周	/	1 周	●					1 周				考查
	综合布线实训	1.5	1 周	/	1 周	●						1 周			考查
	通信设备维护实训	3	2 周	/	2 周	●							2 周		考查
	毕业设计/实习报告	11	11 周		11 周	●								11 周	考查
校外	顶岗实习	4	4 周		4 周	●								4 周	考查

	实习	小计	24.5	20 周 +112		20 周 +112	7			2 周	1 周	1 周	1 周	2 周	15 周	
		总学时	140	2579	1281	1298	47	4	1	27.5	26	20.5	21.5	21	/	
本表说明			1. 必修课学分数为 124 学分 2. 限选课学分数为 13 学分，占总学时不少于 10% 3. 任选课学分数不低于 2 学分 4. 带“*” 周数及带“*” 学时不纳入学期周数及总学时计算中													

《无线电导航》课程思政研究报告

一、引言

（一）研究背景与意义

在全国高校思想政治工作会议上，习近平总书记强调，要坚持把立德树人作为中心环节，把思想政治工作贯穿教育教学全过程，实现全程育人、全方位育人。课程思政作为落实立德树人根本任务的关键举措，正成为高等教育改革的重要方向。在职业教育领域，推动专业课程与思政元素的深度融合，对于培养具有扎实专业技能和良好职业素养的高素质技术技能人才具有重要意义。

民航业作为国家重要的战略产业，对人才的政治素质、职业操守和专业能力提出了更高要求。《无线电导航》是民航通信技术专业的核心课程，主要讲授无线电导航系统的工作原理、设备维护及应用等内容。将课程思政融入《无线电导航》教学，不仅能够提升学生的专业知识和技能，还能培养学生的家国情怀、工匠精神和责任担当，为中国民航事业发展培养合格的建设者和接班人。

本研究以广州民航职业技术学院《无线电导航》课程思政建设项目为依托，深入探讨专业课程与思政元素融合的路径和方法，总结课程思政建设的成效和经验，为同类课程的思政建设提供参考和借鉴。

（二）研究目标与内容

本研究的主要目标是：构建《无线电导航》课程思政的理论框架和实践模式，探索专业知识与思政元素深度融合的有效路径，形成可复制、可推广的课程思政建设经验。

研究内容主要包括：

1. 《无线电导航》课程思政的理论基础与价值定位；
2. 课程思政元素的挖掘与梳理；
3. 课程思政教学体系的构建与实施；
4. 课程思政教学资源的建设与应用；
5. 课程思政教学模式的创新与实践；
6. 课程思政建设的成效评价与反思。

（三）研究方法与技术路线

本研究采用文献研究法、行动研究法、案例分析法和问卷调查法等多种研究方法。通过查阅国内外相关文献，梳理课程思政的理论基础和研究现状；通过参与《无线电导航》课程思政

建设的实践过程，开展行动研究，不断优化教学方案；通过对教学案例的深入分析，总结课程思政元素融入的有效方法；通过问卷调查和访谈，了解学生和教师对课程思政建设的反馈和评价。

技术路线如下：

1. 理论研究：梳理课程思政相关理论，明确《无线电导航》课程思政的内涵和目标。
需求分析：分析民航行业对人才的思政素质要求，调研学生的思想现状和学习需求。
2. 元素挖掘：结合课程内容，挖掘蕴含的思政元素，构建思政元素库。
3. 体系构建：设计课程思政教学目标、教学内容和教学方法，构建课程思政教学体系。
4. 资源建设：开发课程思政教材、案例库、数字化资源等教学资源。
5. 教学实施：开展课程思政教学实践，不断优化教学过程。
6. 成效评价：建立课程思政评价体系，对教学效果进行评估和反思。
7. 经验总结：总结课程思政建设的经验和不足，提出改进措施和未来展望。

二、课程思政的理论基础与价值定位

（一）课程思政的内涵与特征

课程思政是指在课程教学中融入思想政治教育元素，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应，实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。课程思政不是简单地在专业课程中添加思想政治教育内容，而是要将思想政治教育的内涵自然地融入专业教学的全过程，通过知识传授、能力培养来实现价值引领。

课程思政具有以下特征：

1. 隐性教育性：课程思政通过专业知识的传授来渗透思想政治教育，不像思想政治理论课那样直接讲授思想政治理论，而是潜移默化地影响学生的思想观念和价值取向。
2. 专业性：课程思政必须紧密结合专业课程的特点和内容，挖掘专业知识中蕴含的思想政治教育元素，不能脱离专业教学空谈思想政治教育。
3. 整体性：课程思政是一个系统工程，需要贯穿于课程教学的全过程，包括教学目标制定、教学内容设计、教学方法选择、教学评价等各个环节。
4. 实践性：课程思政强调在实践中培养学生的思想政治素质，通过实践教学、实习实训等环节，让学生在实际操作中体验和感悟思想政治教育的内涵。

（二）《无线电导航》课程思政的理论基础

1. 立德树人理论

立德树人是教育的根本任务，要求教育不仅要传授知识和技能，还要培养学生的品德和人格。《无线电导航》课程思政以立德树人理论为指导，将思想政治教育融入专业教学，培养学生的家国情怀、职业道德和社会责任感，实现知识传授与价值引领的统一。

2. 协同育人理论

协同育人理论强调教育各要素之间的协同作用，形成育人合力。《无线电导航》课程思政通过整合专业教师、企业导师、思政教师等多方资源，构建协同育人机制，实现专业教育与思想政治教育的有机融合。

3. 建构主义学习理论

建构主义学习理论认为，学习是学生主动建构知识意义的过程。《无线电导航》课程思政通过设计真实的问题情境、开展探究式学习等方式，引导学生在建构专业知识的同时，建构正确的世界观、人生观和价值观。

4. 职业素养形成理论

职业素养形成理论认为，职业素养是在职业活动中通过不断学习和实践而形成的。《无线电导航》课程思政结合民航行业特点，通过案例教学、实践教学等方式，培养学生的职业认同感、职业责任感和职业伦理观，促进学生职业素养的形成。

（三）《无线电导航》课程思政的价值定位

1. 人才培养价值

《无线电导航》课程思政的实施，能够培养学生的以下素养：

- 家国情怀：通过介绍我国北斗卫星导航系统的发展历程和自主创新成果，激发学生的民族自豪感和爱国情怀，增强学生为国家民航事业发展贡献力量的使命感。
- 工匠精神：在讲解无线电导航设备的维护和调试过程中，强调精益求精、追求卓越的工匠精神，培养学生严谨认真、一丝不苟的工作态度。
- 责任担当：通过分析民航导航安全事故案例，让学生认识到自己肩负的责任，培养学生的责任意识和安全意识。
- 团队协作：在实践教学中，通过小组合作完成导航设备的故障排除等任务，培养学生的团队协作精神和沟通能力。
- 创新精神：介绍无线电导航技术的发展趋势和前沿技术，激发学生的创新思维和创新能能力，培养学生勇于探索、敢于创新的精神。

2. 专业建设价值

课程思政的融入能够提升《无线电导航》课程的教学质量和水平，推动专业建设的发展：

- 优化课程内容：通过挖掘课程中的思政元素，丰富课程教学内容，使课程更加贴近行业需求和学生发展需求。

- 创新教学方法：课程思政要求采用多样化的教学方法，如案例教学、情境教学、项目教学等，这些方法的应用能够提高学生的学习兴趣 and 参与度，提升教学效果。

- 加强师资队伍建设：课程思政建设要求教师具备较高的思想政治素质和专业素养，通过开展课程思政教学实践，能够促进教师的专业发展和教学能力提升。

- 提升课程影响力：《无线电导航》课程思政建设的成果能够在同类院校和行业企业中推广应用，提升课程的知名度和影响力，推动专业建设的发展。

3. 行业发展价值

民航业是国家重要的战略产业，对人才的思想政治素质和专业能力要求较高。《无线电导航》课程思政建设能够为行业培养具有良好职业素养和专业技能的人才，满足行业发展的需求：

- 提高人才培养质量：通过课程思政的实施，培养学生的职业道德和职业素养，使学生能够更好地适应行业发展的要求，为行业发展提供人才支持。

- 促进行业文化建设：课程思政中融入的工匠精神、责任担当等理念，能够引导学生树立正确的职业价值观，促进民航行业文化的建设和传承。

- 推动行业技术创新：培养学生的创新精神和创新能力，能够为行业技术创新提供人才保障，推动民航行业的技术进步和发展。

三、课程思政元素的挖掘与梳理

（一）课程内容分析

《无线电导航》课程主要包括以下内容：

1. 无线电导航基础理论：包括无线电波的传播特性、导航坐标系、导航定位原理等。

2. 导航系统工作原理：包括全球卫星导航系统（如北斗、GPS）、仪表着陆系统（ILS）、甚高频全向信标（VOR）、测距机（DME）等导航系统的组成、工作原理和性能特点。

3. 导航设备维护与调试：包括导航设备的日常维护、故障诊断与排除、性能测试与调试等。

4. 导航技术应用：包括导航技术在民航飞行、空中交通管制、机场运行等方面的应用。

（二）思政元素挖掘

通过对课程内容的深入分析，结合民航行业特点和人才培养目标，挖掘出以下思政元素：

1. 家国情怀

- 北斗卫星导航系统的自主研发历程和取得的成就，体现了我国科技自立自强的决心和能力，激发学生的民族自豪感和爱国情怀。

- 我国民航事业的发展成就和未来规划，让学生了解我国民航事业在国家发展中的重要地位，增强学生为国家民航事业发展贡献力量的使命感。

2. 工匠精神

- 无线电导航设备的高精度要求和复杂的维护调试过程，需要技术人员具备精益求精、追求卓越的工匠精神。通过介绍行业内优秀技术人员的案例，如“最美通达人”系列人物，培养学生的工匠精神。

- 在讲解设备维护和调试的规范和标准时，强调严谨认真、一丝不苟的工作态度，培养学生的职业素养。

3. 责任担当

- 民航导航安全直接关系到飞行安全和乘客生命财产安全，技术人员肩负着重大的责任。通过分析伊春空难等安全事故案例，让学生认识到自己肩负的责任，培养学生的责任意识 and 安全意识。

- 在实践教学中，通过让学生承担设备维护和调试的任务，培养学生的责任担当精神。

4. 团队协作

- 导航系统的维护和管理通常需要多个部门和人员的协同合作，如技术人员、管制人员、飞行员等。通过案例教学和实践教学，培养学生的团队协作精神和沟通能力。

- 在小组合作完成项目任务的过程中，让学生学会分工协作、相互支持，提高团队凝聚力和战斗力。

5. 创新精神

- 无线电导航技术的不断发展和创新，如从传统的地基导航到卫星导航的发展，体现了技术创新的重要性。通过介绍导航技术的发展趋势和前沿技术，激发学生的创新思维 and 创新能力。

- 在教学中鼓励学生提出新的想法和解决方案，培养学生勇于探索、敢于创新的精神。

6. 职业道德

- 民航行业对技术人员的职业道德要求较高，如诚实守信、保守秘密、遵守规章制度等。通过讲解行业规范和职业道德准则，培养学生的职业道德意识。

- 通过案例教学，让学生了解违反职业道德的后果，引导学生树立正确的职业价值观。

7. 科学精神

- 无线电导航理论和技术的发展建立在科学研究的基础上，体现了科学精神的重要性。通过讲解科学研究的方法和过程，培养学生的科学思维和科学精神。
- 在实验教学中，引导学生严谨对待实验数据，培养学生的科学态度和科学作风。

（三）思政元素与课程内容的对接

为了实现专业知识与思政元素的有机融合，我们对挖掘出的思政元素进行了系统梳理，并与课程内容进行了精准对接，形成了《无线电导航》课程思政元素对接表（见表1）。

课程模块	知识点	思政元素	融入方式
无线电导航基础理论	无线电波的传播特性	科学精神	通过讲解无线电波传播理论的建立过程，培养学生的科学思维和科学精神
	导航坐标系	家国情怀	介绍我国自主建立的导航坐标系，增强学生的民族自豪感
全球卫星导航系统	北斗卫星导航系统	家国情怀、创新精神	讲述北斗系统的发展历程、技术创新和应用成就，激发学生的爱国情怀和创新意识
	GPS 等其他卫星导航系统	国际视野、创新精神	比较不同卫星导航系统的特点和优势，培养学生的国际视野，引导学生思考技术创新的重要性
仪表着陆系统	系统组成与工作原理	工匠精神、责任担当	讲解系统的高精度要求和复杂结构，强调技术人员的工匠精神；分析系统故障对飞行安全的影响，培养学生的责任意识

	设备维护与调试	工匠精神、团队协作	介绍设备维护的规范和标准，培养学生的工匠精神；通过团队协作完成设备调试任务，培养学生的团队协作能力
甚高频全向信标与测距机	系统工作原理	科学精神、创新精神	讲解系统的工作原理和技术创新点，培养学生的科学精神和创新能力
	设备应用	责任担当、职业道德	介绍设备在民航飞行中的重要作用，培养学生的责任意识；强调设备使用中的职业道德规范，如保守通信秘密等
导航设备维护与调试	日常维护	工匠精神、责任担当	讲解日常维护的内容和要求，培养学生的工匠精神和责任意识
	故障诊断与排除	创新精神、团队协作	通过分析复杂故障的诊断和排除过程，培养学生的创新思维和解决问题的能力；在团队协作排除故障的过程中，培养学生的团队协作精神
导航技术应用	民航飞行中的应用	责任担当、安全意识	介绍导航技术在飞行安全中的关键作用，培养学生的责任意识和安全意识

	空中交通管制中的应用	团队协作、职业道德	讲解导航技术与管制业务的协同配合，培养学生的团队协作精神；强调管制工作中的职业道德要求，如遵守规章制度等
--	------------	-----------	--

四、课程思政教学体系的构建与实施

（一）教学目标设计

基于课程思政元素的挖掘和梳理，结合专业人才培养目标，我们设计了《无线电导航》课程思政的教学目标，包括知识目标、能力目标和素质目标三个维度（见表2）。

目标维度	具体内容
知识目标	1. 掌握无线电导航的基本理论和主要导航系统的工作原理 2. 熟悉导航设备的维护和调试方法 3. 了解导航技术在民航中的应用
能力目标	1. 能够运用所学知识分析和解决导航设备的常见故障 2. 具备导航设备维护和调试的实践能力 3. 能够团队协作完成导航相关项目任务
素质目标	1. 培养家国情怀，增强民族自豪感和爱国精神 2. 树立工匠精神，养成严谨认真、精益求精的工作态度 3. 强化责任担当，提高安全意识和职业责任感 4. 培养团队协作精神，提高沟通和协作能力 5. 激发创新精神，培养创新思维 and 创新能力 6. 树立正确的职业道德观，遵守行业规范和职业准则

（二）教学内容重构

为了实现课程思政教学目标，我们对《无线电导航》课程的教学内容进行了重构，将思政元素有机融入专业知识的教学。具体措施如下：

1. 新增思政专题内容

在课程中新增了“中国无线电导航事业的发展”“北斗精神与民航发展”等思政专题内容，系统介绍我国无线电导航事业的发展历程、取得的成就以及面临的挑战，深入解读北斗精神的内涵和时代价值，引导学生将个人发展与国家民航事业发展紧密结合。

2. 优化现有教学内容

在讲解现有教学内容时，融入相应的思政元素。例如，在讲解“全球卫星导航系统”时，重点介绍我国北斗卫星导航系统的自主研发历程和技术创新成果，激发学生的爱国情怀和创新意识；在讲解“仪表着陆系统”的维护和调试时，强调精益求精的工匠精神和高度的责任担当。

3. 引入行业前沿案例

引入行业前沿案例，如国产导航设备的研发和应用案例、民航导航领域的技术创新案例等，让学生了解行业发展的最新动态，感受科技创新的力量，培养学生的创新精神和实践能力。

（三）教学方法创新

为了提高课程思政的教学效果，我们创新了教学方法，采用了以下多种教学方法相结合的方式：

1. 案例教学法

收集整理了30个“最美通达人”系列典型行业人物案例和21个典型思政教学案例，如“聊聊中国人找‘北’的事儿”“古代航海导航——过洋牵星术”“中国无线电导航事业的奠基人温启祥”等。通过案例教学，让学生从行业榜样身上学习专业技能、敬业精神和创新意识，增强学生的职业认同感和使命感。

2. 情境教学法

构建了“引、学、做、悟、评、拓”逐层推进的混合式教学模式，通过创设真实的问题情境，如模拟导航设备故障场景，让学生在解决实际问题的过程中学习专业知识，培养实践能力和责任担当。

3. 项目教学法

设计了基于工作过程的项目任务，如“某型号导航设备的维护与调试”“导航系统故障诊断与排除”等，让学生以团队形式完成项目任务。在项目实施过程中，培养学生的团队协作精神、沟通能力和创新能力。

4. 线上线下混合式教学法

依托学银在线平台，开设了《无线电导航》课程思政MOOC，制作了57个微课（累计时长460分钟）、57个课件，搭建了虚拟仿真平台。通过线上线下混合式教学，拓展了教学时空，提高了学生的学习兴趣 and 参与度。

5. 企业导师授课法

邀请了三位一线员工担任企业导师，参与课程教学。企业导师通过分享自己的工作经历和行业经验，传授专业技能的同时，潜移默化地传递严谨认真的工匠精神和职业责任感。

（四）教学评价改革

为了全面评价课程思政的教学效果，我们改革了教学评价方式，建立了多元化的教学评价体系，包括以下几个方面：

1. 学生学习效果评价

- 知识掌握：通过课堂测验、期末考试等方式，考查学生对专业知识的掌握程度。
- 能力培养：通过项目作业、实践操作等方式，考查学生的实践能力和解决问题的能力。
- 素质提升：通过问卷调查、访谈、行为观察等方式，了解学生在家国情怀、工匠精神、责任担当等方面的提升情况。

2. 教学过程评价

- 教学内容：评价教学内容中思政元素的融入是否自然、恰当，是否实现了专业知识与思政元素的有机融合。
- 教学方法：评价教学方法是否适合课程思政教学的需要，是否能够激发学生的学习兴趣 and 参与度。
- 教学资源：评价教学资源是否丰富、优质，是否能够满足课程思政教学的需求。

3. 课程思政成效评价

- 学生满意度：通过问卷调查、座谈会等方式，了解学生对课程思政教学的满意度。
- 同行评价：邀请同行教师对课程思政教学进行评价，提出改进建议。
- 社会评价：收集行业企业对学生职业素养的评价，了解课程思政教学对学生职业发展的影响。

五、课程思政教学资源的建设与应用

（一）教材建设

重新编写了《无线电导航》特色教材，新增了“地基增强系统”“性能分析”等章节，融入了21个课程思政案例。教材的编写注重将专业知识与思政元素有机融合，通过案例分析、问题讨论等形式，引导学生思考专业知识背后的思政内涵。教材已在校内使用，得到了学生和教师的一致好评。

（二）数字化资源建设

1. 微课与课件制作

制作了 57 个微课，累计时长 460 分钟，涵盖了课程的主要知识点和思政元素。微课的制作注重趣味性和启发性，通过动画、视频等形式，生动形象地展示专业知识和思政案例。同时，制作了 57 个融入思政元素的多媒体课件，包含历史图片、科研影像、新闻报道等素材，丰富了教学内容。

2. 在线课程建设

在学银在线平台开设了《无线电导航》课程思政 MOOC 一期，课程内容包括课程首页、思政图谱、目标图谱、知识图谱、能力图谱、题库、课程思政案例讨论等板块。课程覆盖了 15 所院校及 8 家企业人员，累计吸引 1049 人参与选课，课程浏览量 1422555 次，师生互动累计达 8911 次，课程活动 290747 次，获得了学生与企业的一致好评。

3. 虚拟仿真平台建设

与中国民航大学、中南空管局共同开发了行业内第一个虚拟仿真软件：基于 NM7000ILS 航向信标信号测试与排故虚拟仿真实验平台。该平台以问题为导向，通过虚拟仿真让学生直观地了解导航设备故障呈现的导航现象，引导学生带着问题进行探究学习。平台的使用提高了学生的实践能力和创新能力，为课程思政教学提供了新的载体。

（三）案例库建设

开发了 30 个“最美通达人”系列典型行业人物案例库和 21 个典型思政教学案例库。行业人物案例库收录了行业典型人物在专业领域取得的卓越成就及展现的杰出品质，为学生树立了清晰的职业榜样；思政教学案例库涵盖了历史、科技、社会、伦理等多个维度，通过视频、文献等多种形式生动呈现，显著增强了学生的代入感。案例库的建设为课程思政教学提供了丰富的教学资源，提高了教学的针对性和实效性。

（四）图谱体系建设

构建了“知识 + 目标 + 思政 + 能力”图谱体系，包括知识图谱、能力图谱、目标图谱和思政图谱。图谱体系的构建实现了对学生知识点掌握情况、能力发展水平、目标达成程度和思政素养提升的全面可视化展示，为教师优化教学和学生个性化学习提供了直观的依据。例如，思政图谱采用花朵形状标签对应不同知识点，每朵花代表一种思政主题，以不同形状直观呈现知识点的分布情况，学生可以清晰地了解知识点与主题的关联及自身的掌握情况，进行有针对性的学习。

六、课程思政建设的成效与经验总结

（一）建设成效

1. 教学质量显著提升

通过课程思政建设,《无线电导航》课程的教学质量得到了显著提升。学生对课程的学习兴趣和参与度明显提高,课堂案例研讨参与率达95%。在首届中国民航直属高校民航特色专业教师教学竞赛中,凭借《无线电导航》课程获得优胜奖1项。学生的专业知识和技能掌握更加扎实,实践能力和创新能力得到了有效培养。

2. 学生素养全面发展

课程思政的实施促进了学生素养的全面发展。通过对学生的问卷调查和访谈发现,学生的家国情怀、工匠精神、责任担当等思政素养得到了显著提升。学生更加了解我国民航事业的发展成就和面临的挑战,增强了为国家民航事业发展贡献力量的使命感;在学习和实践中,学生养成了严谨认真、精益求精的工作态度,提高了责任意识 and 安全意识;团队协作精神和沟通能力也得到了锻炼和提高。

3. 教学资源丰富完善

课程思政建设过程中,开发了丰富的教学资源,包括教材、微课、课件、虚拟仿真平台、案例库、图谱体系等。这些教学资源不仅满足了本校教学的需要,还在省内外14所高校推广应用,为同类课程的思政建设提供了参考和借鉴。学银在线平台上的MOOC课程选课人数达1048人次,累计访问量突破140万次,产生了良好的社会影响。

4. 师资队伍不断壮大

课程思政建设促进了教师队伍的专业发展和教学能力提升。教师在挖掘课程思政元素、设计教学方案、开发教学资源的过程中,加深了对专业知识和思想政治教育的理解,提高了课程思政教学的能力和水平。项目组教师主导立项课程思政相关课题2项,发表课程思政论文1篇,形成了一支具有较高思想政治素质和专业素养的教师队伍。

5. 示范带动效应明显

《无线电导航》课程思政建设的成果在本校和行业内产生了良好的示范带动效应。在校内,课程建设经验带动了《测向导航设备维护》《ADS-B系统原理》等8门专业课程开展课程思政改革;在行业内,与6家企业深化合作,将课程思政成果融入企业人才培养,企业反馈新员工的职业责任感与团队协作能力提升显著。

(二) 经验总结

1. 坚持立德树人根本任务

课程思政建设必须坚持立德树人根本任务,将思想政治教育贯穿于课程教学的全过程。在《无线电导航》课程思政建设中,我们始终以培养德才兼备的民航人才为目标,将家国情怀、工匠精神等思政元素融入专业教学,实现了知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

2. 深入挖掘课程思政元素

深入挖掘课程中的思政元素是课程思政建设的基础。我们通过对课程内容的系统分析,结合民航行业特点和人才培养目标,挖掘出了家国情怀、工匠精神、责任担当等丰富的思政元素,并与课程内容进行了精准对接,为课程思政教学提供了丰富的素材。

3. 创新课程思政教学模式

创新教学模式是提高课程思政教学效果的关键。我们构建了“引、学、做、悟、评、拓”逐层推进的混合式教学模式，采用案例教学、情境教学、项目教学等多种教学方法，结合线上线下教学资源，实现了教学模式的创新。这种教学模式能够激发学生的学习兴趣 and 参与度，提高教学效果。

4. 构建多元化教学评价体系

建立多元化的教学评价体系是课程思政建设的重要保障。我们从学生学习效果、教学过程和课程思政成效等多个维度进行评价，采用问卷调查、访谈、实践操作等多种评价方式，全面、客观地评价课程思政教学的效果，为课程思政建设的持续改进提供了依据。

5. 加强校企合作协同育人

加强校企合作是课程思政建设的重要途径。我们邀请企业导师参与课程教学，引入企业真实项目和案例，将课程思政成果融入企业人才培养。这种校企合作协同育人的模式，能够让学生更好地了解行业需求和职业要求，培养学生的职业素养和实践能力。

七、问题反思与未来展望

（一）存在的问题与不足

1. 课程思政元素的挖掘还不够深入

虽然我们已经挖掘了一些课程思政元素，但在某些知识点中，思政元素的挖掘还不够深入，未能充分发挥专业知识中蕴含的思想政治教育价值。例如，在一些理论性较强的知识点中，如何将科学精神和创新精神更好地融入教学，还需要进一步探索。

2. 课程思政教学评价体系还不够完善

目前的教学评价体系虽然实现了多元化，但在评价指标的科学性和评价方法的操作性上还存在一定不足。例如，如何量化评价学生的思政素养提升，如何对课程思政教学过程进行全面、客观的评价，还需要进一步研究和完善。

3. 课程思政教学资源的共享机制还不够健全

虽然我们开发了丰富的教学资源，并在一定范围内进行了推广应用，但教学资源的共享机制还不够健全，资源的利用率和共享范围还需要进一步扩大。例如，如何与更多的院校和企业共享教学资源，如何建立教学资源的更新和维护机制，还需要进一步探索。

4. 教师的课程思政教学能力还需要进一步提升

部分教师对课程思政的认识还不够深入，在课程思政元素的挖掘和教学方法的创新上还存在一定困难。教师的思想政治素质和课程思政教学能力还需要进一步提升，以适应课程思政建设的需要。

（二）未来展望

1. 深化课程思政元素的挖掘与融合

未来，我们将进一步深化课程思政元素的挖掘，结合行业发展的最新动态和技术创新，不断更新和丰富课程思政元素库。同时，加强对课程思政元素融入方式的研究，实现专业知识与思政元素的深度融合，提高课程思政教学的实效性。

2. 完善课程思政教学评价体系

建立更加科学、完善的课程思政教学评价体系，加强对学生思政素养提升的量化评价，完善教学过程评价的指标和方法。引入大数据分析技术，对学生在课程思政学习中的行为数据进行挖掘，构建个性化思政学习画像，实现精准化育人。

3. 加强课程思政教学资源的共建共享

建立课程思政教学资源的共建共享机制，与更多的院校和企业合作，共同开发优质的教学资源。利用互联网技术，搭建教学资源共享平台，扩大资源的共享范围，提高资源的利用率。同时，建立教学资源的更新和维护机制，确保资源的时效性和准确性。

4. 提升教师的课程思政教学能力

加强教师的思想政治教育和课程思政教学培训，组织教师参加课程思政教学研讨和交流活动，提高教师对课程思政的认识和教学能力。鼓励教师开展课程思政教学研究，申报课程思政相关课题，促进教师的专业发展和教学能力提升。

5. 扩大课程思政建设的推广应用

进一步扩大《无线电导航》课程思政建设成果的推广应用范围，与省内 3-5 所开设同类课程的高校开展“同上一堂课”活动，通过“主校授课 + 分校研讨”模式，推动全省导航类课程的思政改革。同时，加强与行业企业的合作，将课程思政建设成果应用于企业人才培养，为行业发展做出更大的贡献。

八、结论

《无线电导航》课程思政建设是落实立德树人根本任务的重要举措，是培养高素质民航人才的必然要求。本研究通过对课程思政的理论基础、思政元素挖掘、教学体系构建、教学资源建设、教学模式创新和评价体系改革等方面的深入研究和实践，形成了一套较为完善的课程思政建设方案。

实践表明，《无线电导航》课程思政建设取得了显著成效，教学质量明显提升，学生素养全面发展，教学资源丰富完善，师资队伍不断壮大，示范带动效应明显。同时，我们也认识到课程思政建设是一个长期的、持续的过程，还存在一些问题和不足，需要在今后的工作中不断改进和完善。

未来，我们将继续深入推进《无线电导航》课程思政建设，不断创新教学理念和方法，完善教学评价体系，加强教学资源共建共享，提升教师教学能力，扩大建设成果的推广应用，为培养德才兼备的民航人才做出更大的贡献。

无线电导航

胡成伟 刘志刚 曹博 主编

广州民航职业技术学院

二零二四年十月

内容简介

本教材参照《民用航空通信导航监视运行规范》和《民用航空电信人员执照理论考试大纲》，按照职业技能培训和高职院校课程教学改革思路编写，博取国内外同类型教材之优点，引导行业企业深度参与，精准对接职业岗位需求，彰显职业教育“德技并重、理实一体”教学特点。针对目前应用最为广泛的飞机精密进近和降落导引系统：仪表着陆系统，配套有虚拟仿真实验。

本教材按照民用航空导航技术的发展历程，由无线电导航基本概念、无线电导航技术基础、中波导航系统、多普勒甚高频全向信标、测距机、仪表着陆系统、地基增强系统、全球卫星导航系统与 PBN 导航 8 个章节组成。

本教材配有丰富的微课、图表和习题，适合不同层次读者的阅读需要，既可以作为高职院校民航通信技术专业理论和实践一体化教材使用，也可以作为民航导航设备维护人员的培训和应用的参考用书。此外，结合专业知识设计了典型案例，将社会主义核心价值观、辩证唯物主义观点与教材内容巧妙地结合起来，发挥教材的育人功能。

前言

《无线电导航》是民航通信技术专业重要的专业基础课，起着承上启下的作用，对于专业领域不熟悉的学生提供必要的知识储备，为后续专业课程提供实践基础，加深对专业、行业的认识与理解，是基础理论课程向专业实践类课程过渡的桥梁。

鉴于民航通信技术专业课程概念抽象、内容庞杂、学时有限等特点，我们围绕培养学生职业技能为中心进行多方面改革：1.在教材内容方面，以能够理解无线电导航系统的原理、应用和维护任务为出发点，以工作过程为导向，以工程理论为基础，注重工程理论的经验和案例；2.结合《民用航空电信人员执照理论考试大纲》，编排丰富自测题，涵盖课前、课中和课后，将教材内容分解为251个知识点，并制作对应微课，便于读者自学；3.由中国民航大学万棣副教授牵头，共同开发行业内第一套虚拟仿真实验平台：基于NM7000ILS航向信标信号测试与排故虚拟仿真实验，以问题为导向，通过虚拟仿真让学生直观的了解导航设备故障呈现的导航现象，引导学生带着问题进行探究学习探究。

教材根据设备应用和维护实际工作过程所需要的知识和技能抽象出8个教学部分，每个部分结合各导航系统的工作原理、工作过程与典型理论，针对设备应用和维护过程中的理论基础进行分析和讨论，教学过程中结合设备类型与理论相结合进行讲解和实践，尽量避免冗长的公式推导，帮助学生提升导航理论基础的能力，为后续学习导航类设备课程做好准备。

教材由胡成伟、刘志刚、曹博、刘文评、孙鹏涛、唐志虎共同编写完成，其中刘文评老师负责编写机载导航设备部分，全书由曹博老师统稿。本书编写过程中，得到本专业优秀毕业生钟国林（中信海洋直升机股份有限公司）、刘文彬（广州中南民航空管技术装备工程有限公司）、杨旭（日喀则和平机场空管站）、曹琳（民航西藏空管中心）、郭佳彬（韶关丹霞机场）、刘金鑫（翼腾电子科技广州有限公司）的大力支持和帮助，提供了丰富的素材和实验任务，对教材内容和框架提出了宝贵意见，在此表示感谢。

由于时间仓促，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

主编

2024年5月

思政案例集

序号	知识点	课程思政元素	素材	引导问题（或活动）
1	1.1.1 无线电技术	科学精神 家国情怀	永不消逝的红色电波——记党的第一部电台创始人李强	1. 请列举无线电在国防安全中的作用？ 2. 中国共产党的第一台电台是谁研发而来，遇到了哪些困难？
2	1.1.2 导航技术	文化自信	聊聊中国人找“北”的事儿	1.大家了解指南针的历史吗？ 2.指南针对世界的影响是什么？
3	1.1.2 导航技术	文化自信	古代航海导航——过洋牵星术	1.大家知道古代航海除了指南针还有哪些导航技术吗？ 2.古代的航海导航技术至今是否在继续使用呢？
4	1.2.1 早期阶段	安全意识 科学精神	中国无线电导航事业的奠基人温启祥	1.无线电导航和国防安全的关系是什么？ 2.中国无线电导航的奠基人是谁，都有哪些贡献？
5	1.2.3 成熟阶段	团结协作 家国情怀	中国北斗：服务全球 造福人类	1.大家了解北斗在世界上有哪些应用？ 2.北斗为什么要为全世界人类服务？
6	1.3.2 导航参数	科学精神 家国情怀	聊聊中国导航坐标系的演变	1. 大家了解坐标系的起源吗？ 2. 大家了解中国坐标系的发展历史吗？
7	1.5.1 无线电导航在民航中的应用	科学精神 家国情怀	中国民航通信导航监视大事记	1.大家了解中国民航通信导航监视发展历程吗？ 2. 中国民航通信导航监视技术现在是什么水平？
8	1.5.3 无线电导航在海航中的应用	家国情怀 安全意识	2 艘“银河号”，见证 30 年来中国崛起之路	1.大家了解 1993 年的银河号事件吗？ 2.我们国家如何才能在世界大变局中维护自身利益？ 3.作为学生我们应该怎么做？

9	1.6.1 国内民航 法律规范	规则意识 安全意识	反思与警醒，伊春空难	1.大家知道三个敬畏指的是什么吗？ 2.中国首位被判入刑的机长是谁,犯了什么错误？
10	2.1.2 无线电波 划分	规则意识 安全意识	有限的无线电频谱资源	1.无线电频谱资源和水资源、石油资源一样是有限的吗？ 2.有哪些法律规范了对无线电频谱资源的使用？
11	2.3.4 超外差接 收机	科学精神	无线电领域的稳定之锚——超 外差接收机	1. 大家了解伟大无线电发明家埃德温·霍 华德·阿姆斯特朗的故事吗？ 2. 阿姆斯特朗有哪些伟大的发现？
12	2.4.1 天线的作 用	工匠精神 科学精神 家国情怀	国之重器 洞悉宇宙的“中国 天眼”	1. 身在洼地，却能捕捉遥远星系的极微弱 信号，中国天眼是怎么做到的？ 2. 中国造的天眼发现了什么?为什么世界 各国纷纷来合作？
13	3.2.1 摩斯 (Morse) 码	家国情怀	摩斯码——语言的中转站	1. 大家知道电报之父是谁吗？ 2. 摩斯码的原理是什么，在民航中有哪些 应用？
14	4.1.1 发展历程	家国情怀 工匠精神 科学精神 工程意识	国产 DVOR——立足民航安 全，开拓进取	1. 大家了解我国 DVOR 发展历程吗？ 2. 中国是否可以突破技术封锁自主生产 DVOR,哪些厂家可以生产？
15	4.1.2 基本参数	安全意识 规则意识	飞行安全的“隐形杀手”——电 磁干扰	1. 请你谈谈电磁干扰对民航的飞行安全 有什么影响？ 2. 你了解中国有哪些关于电磁防护的法 律？
16	5.1.1 发展历程	家国情怀 工匠精神 科学精神 工程意识	空管核心设备 DME 国产化	1. 大家了解我国 DME 发展历程吗？ 2. 中国是否可以突破技术封锁自主生产 DME，哪些厂家可以生产？

17	5.1.2 基本参数	科学家精神	数学巨擘高斯	1. 历史上被誉为数学王子的科学家是谁？ 2. 高斯的哪一项成就，被应用于民航测距仪？
18	6.1.1 发展历程	家国情怀 工匠精神 科学精神 工程意识	主动作为——精细化打造自主可控 ILS 装备	1. 大家了解我国 ILS 发展历程吗？ 2. 中国是否可以突破技术封锁自主生产 ILS，哪些厂家可以生产？
19	6.1.2.5 电磁环境保护要求	规则意识 安全意识	小心干扰 ILS 信号	1. 请你谈谈机场哪些行为会影响飞机着陆？ 2. 请你说说我们应该如何避免干扰 ILS 信号？
20	7.1.1 发展历程	家国情怀 工匠精神 科学精神 工程意识	自主研发 GBAS	1. 请你说说传统的 ILS 有哪些不足？ 2. 中国是否可以突破技术封锁自主生产 GBAS，哪些厂家可以生产？
21	8.1.1 GNSS 发展历史	家国情怀 工匠精神 科学精神	雄关漫道，长风破浪——三十 载奋斗铸就大国重器	1. 大家知道中国北斗卫星导航系统三步走战略是什么吗？ 2. 请谈谈你对中国北斗卫星导航系统的认识？

目 录

理论篇	1
1.1 无线电导航基本概念	3
1.1.1 无线电技术	3
1.1.2 导航技术	4
1.1.3 无线电导航系统分类	8
1.2 无线电导航发展	10
1.2.1 早期阶段	10
1.2.2 发展阶段	11
1.2.3 成熟阶段	13
1.2.4 未来发展趋势	14
1.3 无线电导航术语与参数	15
1.3.1 导航术语	15
1.3.2 导航参数	16
1.4 无线电导航系统实现	22
1.4.1 无线电定位原理	22
1.4.2 无线电测向原理	26
1.5 无线电导航的应用	31
1.5.1 无线电导航在民航中的应用	31
1.5.2 无线电导航在军事中的应用	35
1.5.3 无线电导航在航海中的应用	36
1.6 法律规范	37
1.6.1 民航法的发展	37
1.6.2 国际民航法律规范	38
1.6.3 国内民航法律规范	43
1.7 练习题	48
第 2 章 无线电导航技术基础	49
2.1 无线电波传播特性	50
2.1.1 无线电波的产生	50
2.1.2 无线电波划分及特性	52
2.1.3 无线电波极化方式	55
2.1.4 无线电波传播方式	57
2.2 模拟调制系统	60
2.2.1 调制的作用与分类	60
2.2.2 幅度调制原理	61
2.2.3 角度调制原理	66
2.3 接收与解调	68
2.3.1 超外差接收机	68
2.3.2 接收机附属控制电路	70
2.3.3 解调	72
2.4 天线与馈线	74
2.4.1 天线的作用	74
2.4.2 天线的分类	80
2.4.3 馈线	84

2.5 练习题.....	87
第 3 章 中波导航系统.....	89
3.1 中波导航系统系统概述.....	90
3.1.1 ADF-NDB 发展历程.....	90
3.1.2 ADF-NDB 基本参数.....	90
3.1.3 ADF-NDB 系统的应用.....	91
3.1.4 ADF-NDB 测向原理.....	93
3.2 NDB 导航台.....	98
3.2.1 摩斯 (Morse) 码.....	98
3.2.2 等幅报.....	99
3.2.3 调幅报.....	100
3.3 自动定向机 (ADF).....	101
3.3.1 ADF 组成.....	101
3.3.2 ADF 工作原理.....	101
3.4 常见的中波导航系统.....	103
3.5 中波导航系统性能分析.....	106
3.5.1 中波导航系统常见误差分析.....	106
3.5.2 中波导航系统未来发展趋势.....	107
3.6 练习题.....	107
第 4 章 多普勒甚高频全向信标.....	109
4.1 多普勒甚高频全向信标系统概述.....	110
4.1.1 VOR 发展历程.....	110
4.1.2 VOR 基本参数.....	111
4.1.3 VOR 系统的应用.....	114
4.1.4 VOR 测向原理.....	117
4.2 DVOR 导航台.....	123
4.2.1 DVOR 导航台组成.....	123
4.2.2 DVOR 导航台工作原理.....	124
4.3 DVOR 机载设备.....	131
4.3.1 DVOR 机载设备组成.....	131
4.3.2 DVOR 机载设备工作原理.....	131
4.4 常见的 DVOR 系统.....	135
4.4.1 天津 764 DVOR-900.....	135
4.4.2 Selex 1150A.....	140
4.4.3 INDRA VRB-53D.....	148
4.5 DVOR 性能分析.....	151
4.5.1 DVOR 常见误差分析.....	151
4.5.2 DVOR 未来发展趋势.....	155
4.6 练习题.....	155
第 5 章 测距机.....	157
5.1 测距机系统概述.....	158
5.1.1 DME 发展历史.....	158
5.1.2 DME 基本参数.....	158
5.1.3 DME 系统的应用.....	164
5.1.4 DME 测距原理.....	167

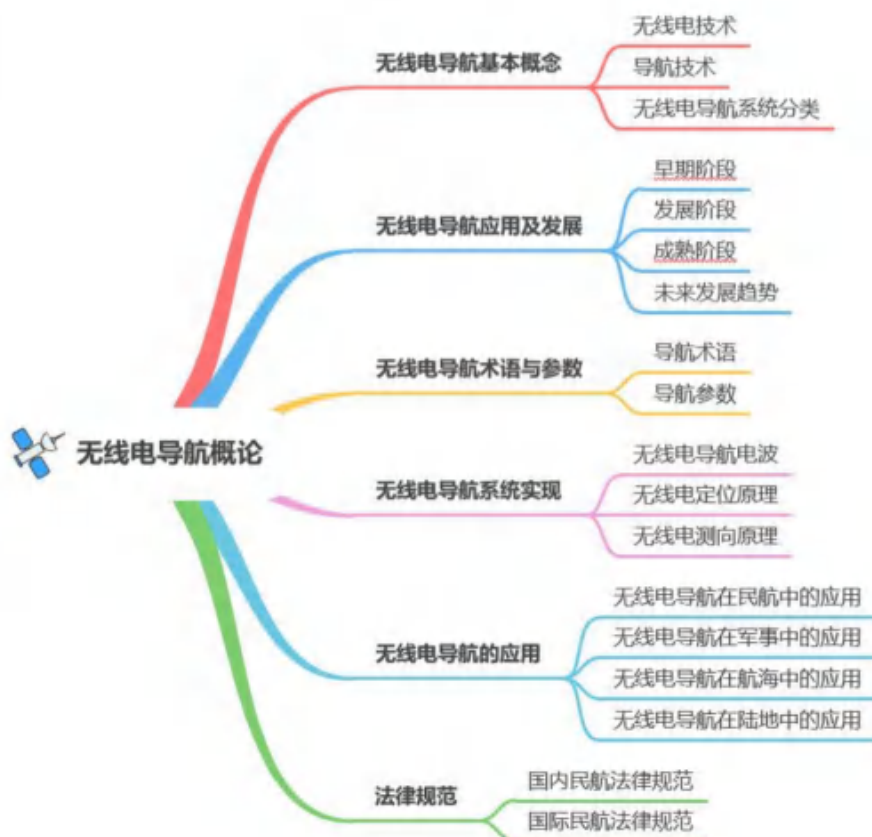
5.2 DME 导航台	173
5.2.1 DME 导航台组成	173
5.2.2 DME 导航台工作原理	173
5.3 DME 机载设备	177
5.3.1 DME 机载设备组成	177
5.3.2 DME 机载设备工作原理	178
5.4 常见的 DME 系统	180
5.4.1 天津 764 DME-900	180
5.4.2 SELEX 1118A/1119A	189
5.5 DME 性能分析	192
5.5.1 常见的误差分析	192
5.5.2 DME 未来发展趋势	194
5.6 练习题	194
第 6 章 仪表着陆系统	197
6.1 仪表着陆系统概述	198
6.1.1 ILS 发展历史	198
6.1.2 ILS 基本参数	199
6.1.3 ILS 精密进近程序	215
6.1.4 ILS 原理	218
6.2 ILS 导航台	253
6.2.1 航向信标工作原理	253
6.2.2 指点信标工作原理	259
6.3 ILS 机载设备	260
6.3.1 ILS 机载设备组成	260
6.3.2 ILS 机载设备工作原理	261
6.4 常见的 ILS 系统	264
6.4.1 NM7000B	264
6.4.2 SELEX 2100	270
6.5 ILS 性能分析	277
6.5.1 常见误差分析	277
6.5.2 ILS 未来发展趋势	285
6.6 练习题	285
第 7 章 地基增强系统	286
7.1 地基增强系统概述	287
7.1.1 GBAS 发展历史	287
7.1.2 GBAS 基本参数	288
7.1.3 增强系统分类	292
7.2 GBAS 工作原理	296
7.2.1 GBAS 地面设备	297
7.2.2 GBAS 机载设备	299
7.2.3 卫星导航星座	300
7.3 GBAS 关键技术	301
7.3.1 载波相位差分技术	301
7.3.2 完好性监测技术	304
7.4 GBAS 性能分析	305

7.4.1 GBAS 常见误差分析	305
7.4.2 GBAS 未来发展趋势	306
7.4 练习题	306
第 8 章 全球卫星导航与 PBN 导航	307
8.1 GNSS 系统概述	308
8.1.1 卫星导航的发展历史	308
8.1.2 GNSS 导航卫星系统	311
8.1.3 GNSS 定位原理	313
8.1.4 GNSS 常见的误差	316
8.2 北斗卫星导航系统	318
8.2.1 北斗卫星导航系统组成及原理	318
8.2.2 北斗短报文	321
8.3 PBN 导航	324
8.3.1 PBN 技术	324
8.3.2 PBN 的组成	325
8.3.3 PBN 误差	327
8.4 RNAV 与 RNP	328
8.4.1 RNAV 概念	328
8.4.2 RNP 概念	329
8.5 练习题	332
实践篇	333
任务 1 认识国产 DVOR-900	334
任务 2 测量 DVOR 信号	339
任务 3 认识国产 DME-900	346
任务 4 测量 DME 信号	351
任务 5 认识 NM7000B 航向信标	357
任务 6 测量 ILS 航向信标信号	362
参考文献	367

理论篇

第1章 无线电导航概论

课程导学



✈ 知识传授

能够列举导航技术的4个发展阶段、6种导航系统分类方式；能够描述17种无线电导航参数和术语；能够解释5种无线电定位原理、3种无线电测向原理，并归纳其技术特点；能够列举至少4种无线电导航技术的应用领域；能够阐述国内、外民航法规体系内容。

✈ 能力培养

通过讲述导航技术的发展历程，培养学生辩证思维分析能力，能够客观全面地分析各种技术的先进性和带来的新问题，理解技术发展的内在规律和承接关系，把握无线电导航的发展趋势，提升学生拓展学习和探究能力。

✈ 价值塑造

通过讲述中国科学家对导航的贡献，厚植学生文化自信和锲而不舍的科学精神。让学生了解无线电导航技术对国家安全和飞行安全的重大意义，增强学生的国防意识和国家安全观念。讲解法律法规案例，培养学生遵守规则意识。

自古以来，人们都在使用导航来指导自己的行动，随着科学技术的发展，现在的导航已经发展成为一门专门研究导航原理方法和导航技术装置的学科。在飞机、舰船、导弹和宇宙飞行器等航行体上，导航系统已经成为一种必不可少的重要设备。在目前众多的导航方式中，无线电导航无疑是应用最广泛也是最重要的一种，可用于航空、航天、航海及在陆地上的移动物体。

1.1 无线电导航基本概念

1.1.1 无线电技术

无线电的发现和无线电技术的运用发展是时代的产物，经过反复实践与逐步改进，集数代人科学研究和技术发明之大成。1820 年，丹麦物理学家、化学家奥斯特发现了电流的磁效应。1831 年，英国著名物理学家和化学家法拉第 (Michael Faraday) 发现电磁感应现象，揭示了电和磁之间不可分割的联系，创造性地提出“场”的思想，这一划时代的伟大发现，使人类掌握了电磁运动相互转变以及机械能和电能相互转变的方法，成为现代发电机、电动机、变压器技术的基础。1865 年，英国物理学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦 (James Clerk Maxwell) 预言了电磁波的存在，并推导出电磁波的传播速度等于光速，光是电磁波的一种形式，揭示了光现象和电磁现象之间的联系，他将电磁场理论用简洁、对称、完美的数学形式表达了出来，也就是被后人誉为“世界最美公式之一”的麦克斯韦方程组。他的预言也在 1888 年，被德国物理学家海因里希·鲁道夫·赫兹 (Heinrich Rudolf Hertz) 用实验得以验证，测定了电磁波的波长和频率，证实了电磁波的传播速度等于光速，为纪念验证电磁波存在，将频率的基本单位命名为赫兹 (Hz)。1895 年，意大利的伽利尔摩·马可尼 (Guglielmo Marconi) 和俄国的波波夫分别利用电磁波成功地进行了摩斯电码的发射和接收实验。1896 年，意大利发明家和物理学家伽利尔摩·马可尼 (Guglielmo Marconi) 在柏林实现船和海岸之间第一次无线电通信，开创了人类开发利用无线电的新纪元。1901 年，马可尼将接收天线安放在风筝上，在康沃尔和纽芬兰之间 (3540km)，实现跨越西洋的无线电通信实验，无线电技术达到实用阶段。1909 年，马可尼与德国科学家布劳恩因发明无线电报技术而共同获得诺贝尔物理学奖，被西方誉为“无线电之父”。无线电经过了一百多年的发展，逐步被人类所认识，并被广泛运用于国防建设、经济发展、社会生活、交通运输的各个领域，在人类社会的发展中起到了重要的推动作用。

无线电技术是指一种通过无线电波来传输和传递信息的技术，它利用电磁波作为传输媒介，使得信息可以在空中通过电磁场的传播来进行通信。“无线”表示在通信过程中没有使用传统的有线电缆或电线进行连接，只通过电磁波在空中传播信息；“电”指的是通信中使用的电磁波。无线电技术的第一个应用领域是通信，要传输的信源在发射端被编码、调制和放大成电磁波，这些电磁波在空气中传播，然后在接收端被捕捉、解调和译码，还原为原始信息如图 1-1 所示。在日常生活中，我们使用最频繁的手机就应用了无线电通信技术。第二个应用领域是导航，无线电导航是在 20 世纪发展起来的以电磁波为传输介质、利用无线电处理技术进行导航的设备。



图 1.1.1 无线电通信系统

2011 年 11 月 3 日，联合国教科文组织决定将每年的 2 月 13 日定为“世界无线电日”，旨在宣传无线电作为广播、通信载体，在促进教育发展、信息传播以及自然灾害中重大信息发布等方面所发挥的重要作用，加

强人们对无线电独特价值的重视。无线电技术是社会安全、国家安全和人民生命财产安全的“守护者”：北斗卫星导航系统（Beidou Navigation Satellite System, BDS, 又称为 COMPASS）为全球提供导航授时通信综合服务的中国方案；铁路专用无线电通信和控制系统确保列车安全高速行进；专用水上通信和全球遇险与安全通信系统确保船舶日夜兼程；专用地空通信和导航系统确保飞机翱翔蓝天；面对重大灾情，无线通信是应急处理唯一的通信手段，空中电波是抢险救灾的生命线；电磁空间安全是国家安全的重要组成部分，在现代战争中，电磁战是影响战争胜负的关键因素。



永不消逝的红色电波——记党的第一部电台创始人李强

2021年10月6日，由中央广播电视总台央视频5G新媒体平台与中国电影资料馆联合完成的首部黑白转彩色4K修复故事片《永不消逝的电波》上映，再现了党的隐蔽战线英雄故事。“电波”响起，你可知道，孕育这红色电波的人，正是**党的第一部电台创始人李强**，为开创党领导的无线电通讯事业作出了历史性贡献。在李强91年的人生历程中，有70余年的岁月献给了中国的革命、建设和改革事业，始终坚持对党和人民忠诚奉献，不畏艰难勇于开拓创新，顽强奋斗坚持到底，把毕生心血和精力都奉献给中国的革命、建设事业。

1928年，随着各地红军和革命根据地的不断发展，党的联络工作急需改进，光靠交通人员往来传递消息不仅速度慢，而且不安全。周恩来在中央特科组建无线电通讯科，由李强担任科长。由于当时国民党对无线电设备控制很严，不仅买不到现成的机器，零件也配不全，甚至连有关的中文专业书籍也没有，只能依靠自己的力量，动手研制无线电收发报机。1929年，李强研制出无线电收发报机，被赞为“党的通信史上划时代的革命”；1935年，因“李强公式”，李强成为苏联7位无线电专家之一；1949年，开国大典上，他领头制作的“九头鸟”扩音喇叭，让毛泽东向全世界发出了最强音：“中华人民共和国中央人民政府，今天成立了！”

1.1.2 导航技术

在人类的发展历史中，导航是一门古老而又年轻的科学和技术。导航就是有目的地、安全有效地引导运动体（船只、潜艇、地面车辆以及飞机、宇宙飞船等）从一地到另一地的控制过程。导航来源于人类交通和军事活动对方位或位置识别的需求，其目的是要解决“我现在在哪里”“我应该向哪个方向去”“多久可以到达目的地”这类基本定位和引导问题，且永远都需要发展。

早期的导航活动来源于人们当时所掌握的地磁现象、天文知识、惯性技术等，导航精度比较低，应用的范围也仅限于陆路和海上交通，对于早期海上舰船的航行安全起到了至关重要的作用，推动了经济的发展，对战争具有重要的辅助作用。从19世纪末到20世纪初，无线电技术开始用于导航中的计时器校准和方位测量，由此进入了无线电导航时代，翻开了导航历史上的崭新一页。

1.地磁导航

中国是对磁现象认识最早的国家之一，战国时期先秦学术著作《管子》有“上有慈（通‘磁’）石者，下有铜金”的文字，这是关于磁现象的最早记载，揭示了磁石能够吸引铁等磁性材料的特性，也体现了中国古代对磁现象的观察和研究，对于后来指南针的发明和应用具有重要意义。指南针被誉为中国古代四大发明之一，作为中国科学史上的璀璨明珠，代表着中国古人对地球磁场的应用。指南针是利用地球磁场作用来指示北方的，利用的是磁场同极性相斥、异极性相吸的原理，然后以北方为起始点，定其为零度，顺时针方向依序确定各方位角，可由此来指示方向。指南针常用于航海、大地测量、旅行及军事等方面，其中最重要作用是航海，它使人们获得了全天候航行的能力，人类也第一次得到了在茫茫大海中航行的自由。指南针的发展经历了漫长的历史阶段，在不同阶段有不同的形式和名称。最初的指南针叫做“司南”，由于它的吸铁性而被人发现。随着科学技术的发展，逐渐演变成“指南鱼”“水浮式指南针”“罗盘”，指南针在航海上的应用对地理大发现和海上贸易有极大的促进作用。

地磁导航是一种无源自主导航技术。它把地磁场当作一个天然的“坐标系”，地球上任意一点都有唯一的磁场大小和方向与之对应，并且与该点的三维地理坐标相匹配，使它具有“向导”功能，利用地磁场的测量

信息来实现对飞行器、船舶、潜艇等进行导航定位，信鸽能远距离飞行传递信息，大雁在秋天能大规模有序向南迁徙，动物具备的这种定向运动能力，其实是利用了地球磁场。既不用像卫星导航那样需要依赖外界设备的帮助，也不像惯性导航那样存在误差累积，其较强的抗干扰和生存能力，使它逐渐发展成为一种热门的导航技术，因此又被喻为地球母亲的“金手指”。地磁场不仅具有导航功能，还充当地球“保护伞”的角色。地磁场从地下延伸至地球表面以上达数万公里，呈椭圆形结构包裹着地球。茫茫宇宙中，地磁场阻挡屏蔽了大量来自太阳系、银河系的辐射粒子，阻止其直接入侵到地球表面，才使人类赖以生存的地球生机盎然。

与现有各型导航系统相比，地磁导航有两大优势：①不易受干扰，作为与生俱来的物理场，它具有无源、抗干扰性强、隐蔽性好等天然优点。从自然科学角度看，干扰地球磁场几乎不可能。除非发生核爆，才有可能引发地球磁场的波动。②使用便捷，地磁导航利用磁力计即可读取载具周围的地球磁场强度数值，不受时间、环境等限制，陆、海、空、天都能适用，具备全天候、全区域特点。

地磁导航主要缺点是：精度较低、使用烦琐、推广应用较难，同时还面临地磁场精确感知、高精度地磁图构建、高效导航匹配算法设计等一系列难题。

卫星导航虽然具有快速、实时、高精度、全天候等优点，应用极为广泛，但也有其自身不足之处。如抗干扰性、保密性、可靠性脆弱以及极区、深山、地下和水下等信号覆盖不全而影响使用等诸多问题。依赖天基、陆基系统和基础设施，以及上/下行链路。一些机载替代导航设备也受种种限制，如地形匹配系统无法在海上使用，恒星跟踪器和计算机视觉系统受天气和光线影响较大等。特别是在战时，卫星一旦受到攻击毁坏，很难短时间内修复，依赖于卫星导航技术的大量高精尖武器，将面临“失明”从而失去战斗力。

正因如此，近年来世界各主要国家都大力发展不依赖于卫星信号的导航定位新技术。如利用多种来源的外界光、电、磁、重力等信号，来实现导航和定位，尤其是隐蔽性好、成本低、抗干扰、精度适中的地磁导航技术，地磁导航技术研究取得一定进展，并在空中飞行器、水面船舶、水下潜航器等上面获得初步应用。例如，基于地磁导航新理念、新技术，美国率先开展了低轨道航天器地磁导航研究，目前已研发出空中、地面和 underwater 地磁导航系统，将其作为卫星导航定位系统的重要补充和备份。北斗地磁导航系统结合了卫星导航和地磁导航技术，通过利用地球的地磁场作为辅助信号，提高了导航系统的稳定性和可靠性。俄罗斯通过对地磁导航技术的深入研究，成功应用于导弹制导，有效增强了突防能力。法国、德国和英国等也都开展了大量理论研究和实践活动，取得了一系列成果。由美空军和麻省理工学院共同进行的研究显示，地磁导航定位精度可精确至 10 m，略低于全球定位系统的 3 m 精度。

聊聊中国人找“北”的事儿

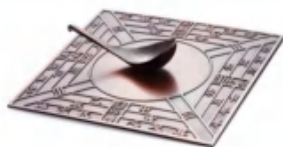
今有先进“北斗导航”，古有“浮针指南北”。未来，这些智慧的结晶，必会持续传承与创新，让人类导航等技术精度更为“精”益求“精”。

(1) 指南车



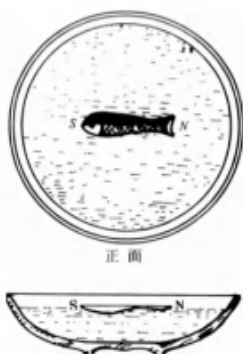
相传在五千多年前黄帝与蚩尤在涿鹿之战中，凭借着指南车的帮助，在大雾弥漫的战场上指示方向最终战胜了蚩尤。东汉时期我国伟大的科学家、发明家张衡成功制造出指南车，直到宋代的《宋史》和《愧郾录》中才较为详细地记载了指南车的内部构造。它与现代指南针利用地磁效应指示方向不同，指南车是利用齿轮的传动系统来指示方向，车内有七个大小不同的齿轮，行驶时指南车依靠内部机械自动装置控制，使车辆在行驶的过程中木人始终指向南方。指南车是我国古代伟大的发明之一，指南车的发明充分体现了我国古代机械制造的高超水平，是我国古代力学在实际应用中的卓越成就。

(2) 司南



指南针的前身——司南，它出现在距今 4000 多年的战国时期，在汉代得到进一步发展。记载司南的最早的文献是《鬼谷子》，其中写道：“郑人之取玉也，必载司南之车，为其不惑也。”后来人们也发现了磁石的指极性，并据此原理制成了司南。司南看上去是一个方盘，方盘上标有方位，中间放一勺状磁石，拨动磁勺，让其自由旋转后静止下来，勺柄所指的方向就是南方。但司南有许多缺陷，如天然磁体不易找到、加工困难、测量精度差、体积大携带不方便等，这是司南在相当长时间内未能得到广泛使用的主要原因。

(3) 指南鱼



到了宋代，我国的科技发展达到了一个高峰。人们发明了一种叫做“指南鱼”的指南针。古代民间常将薄铁叶剪裁成鱼形，“鱼”的腹部略下凹，像一只小船，磁化后浮在水面，鱼头指南。北宋时，曾公亮在《武经总要》载有制作和使用指南鱼的方法：“用薄铁叶剪裁，长二寸，阔五分，首尾锐如鱼型，置炭火中烧之，候通赤，以铁钐钐鱼首出火，以尾正对子位，蘸水盆中，没尾数分则止，以密器收之。用时，置水碗于无风处平放，鱼在水面，令浮，其首常南向午也。”指南鱼以薄铁皮裁剪为鱼形，再通过加热冷却磁化，有两个缺陷，一是磁性弱，二是铁鱼重。

(4) 指南针



在北宋时期，我国的航海事业得到了迅猛发展。人们又在指南鱼的基础上，发明了一种更为先进的指南针。它是由一块磁铁制成，磁针的两端分别指向地理南极和地理北极。把指南针平放在一个稳定的容器中，磁针就会自动指向南方。它极大地提高了航海的准确性，使得我国的航海事业取得了巨大的成功。沈括在《梦溪笔谈》中记载：“方家以磁石磨针锋，则能指南，然常偏东，不全南也。”这是世界上关于地磁偏角的最早记载。公元 1492 年哥伦布第一次航行美洲的时候才发现地磁偏角，比沈括晚了足足 400 年。

(5) 罗盘



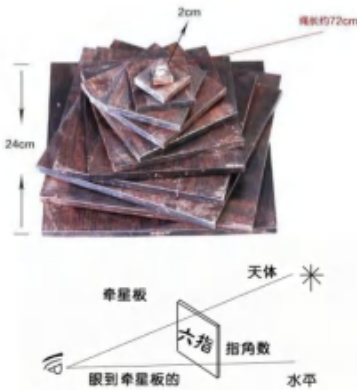
南宋时期，出现了指南针的升级版——罗盘。指南针与方位盘结合，形成了早期的罗盘。罗盘将一个圆划分为 24 个区域，比仅仅指示南北更详细精准，罗盘被广泛地应用于航海。明代郑和就是在罗盘的指引下完成了七次下西洋，是世界古代航海史上时间早、规模大、技术先进、活动范围广的洲际航海活动，比哥伦布到达美洲大陆的航行早了 87 年，比达·伽马绕过好望角到达印度的航行早了 92 年，比麦哲伦的环球航行早了 114 年，有力地促进了中国和亚非各国的经济、文化交流。

在 13 世纪，指南针传入了阿拉伯地区，后来又传到了欧洲。欧洲的航海家们学会了使用指南针，并绘制出地中海的地图，欧洲的历史遂进入航海时代。哥伦布、麦哲伦等著名航海家，都是靠指南针的指引完成了航海壮举。指南针的发明和传播，对于世界航海事业的发展产生了巨大的影响。

2. 天文导航

天文学是人类最古老的科学之一。古人通过对天体精确的观测，认识到天体运行的规律，发现了天体运行与人类社会生活密切的联系。天文导航系统（celestial navigation system，CNS）是人们通过建立各种历法，指导人类生活和生产：通过观察星座的位置，来确定自己的方位等等。天文导航就是根据天上星座的运行规律来对地面上的目标进行定位的一种导航方法。天文导航系统具有高可靠性、强自主性和超强抗干扰能力、导航误差不随时间累积、不依赖地面辅助、不发射任何电子信号不会被敌人侦知等优点，最大的缺点是导航精度不足。

以往去北半球航行的航海家，采取过洋牵星术，通过观察北极星的方向，可以很容易地确定真北的方位；通过观察北极星的仰角，可以容易地知道自己的所在纬度。天文导航方法出现后，人们绘制出了相似星球仪的图案和实物。到了欧洲文艺复兴时期，人们发明了六分仪，更加便于在海上航行时观测星体的高度，从而使天文导航和地磁导航一样成为古代航海最为重要的导航方式。采用惯性/天文组合导航系统，综合两者的优点，形成优势互补，已经在航空航天领域得到了广泛的应用。时至今日，这种方法不仅没有衰退，而且发展到利用现代科学技术，例如太空探索、武器系统、光电跟踪器、射电望远镜等领域，使天文导航进入了一个新的发展阶段。



✂ 古代航海导航——过洋牵星术

过洋牵星术是中国古代航海所用的天文观察导航技术，是指用牵星板测量所在地的星辰高度，然后计算出该处的地理纬度，以此测定船只的具体航向。牵星术的主要工具是牵星板。牵星板是测量星体距水平线高度的仪器，其原理相当于当今的六分仪。通过牵星板测量星体高度，将所测的高度角与牵星图上的数据一对照，就能得出船所在的大概位置，从而调整航行方向。据考证，《武备志》中收录的《郑和航海图》及所附四幅“过洋牵星图”，即：古里往忽鲁谟斯过洋牵星图；锡兰山回苏门答腊过洋牵星图；龙涎屿往锡兰山过洋牵星图；忽鲁谟斯回古里过洋牵星图。虽说只有四幅图，但足以看出郑和船队在远洋航行中如何解决正确判断船舶位置与方向，准确确定航线等一系列重大技术问题，从而为后世

留下了中国最早、最具体、最完备的关于牵星术的记载。明代过洋牵星术常用的星座包括北辰星、织女星、布司星、水平星、北斗星、华盖星、灯笼骨星等。这种航海技术是郑和船队在继承中国古代天体测量方面所取得的成就的基础上，创造性地应用于航海，从而形成了一种自成体系的先进航海技术，从而使中国当时天文航海技术达到了相当高的水平，这个水平代表了十五世纪初天文导航的世界水平，至少比欧洲领先两到三个世纪。

3. 惯性导航

惯性导航技术（Inertial Navigation System，INS）是一种基于物体惯性性质的导航方法，利用惯性测量单元（Inertial Measurement Unit，IMU）中的陀螺仪和加速度计等传感器来测量物体的加速度和角速度，从而确定其位置、方向和速度。从结构上分，惯导可分两大类：平台式惯导系统和捷联式惯导系统。惯性导航主要优点是：完全自主，工作时不依赖外界信息、不受气象条件限制、不易受到干扰；输出参数全面，比如 GPS 卫星导航，只能给出位置，方向，速度信息，但是惯导同时还能提供姿态和航向信息；实时性强，短期精度和稳定性好，目前常见的 GPS 更新速率为每秒 1 次，但是惯导可以达到每秒几百次更新甚至更高；无源性，是一种自主式导航系统。惯性导航系统主要的缺点是：导航误差随时间发散，由于导航信息经过积分运算产生，定位误差会随时间推移而增大，长期积累会导致精度差；初始对准时间长，惯性导航需要初始对准，且对准复杂、对准时间较长；不能给出时间信息；成本高，精准的惯导系统价格昂贵，通常造价在几十到几百万之间。

当前的惯性导航技术已经相当成熟，并广泛应用于许多领域。例如，航空航天领域使用惯性导航系统来确保飞机、导弹和卫星的精确导航。惯性导航还被应用于海洋、陆地和空中无人系统，自动驾驶汽车，船舶和无人机等。此外，智能手机和可穿戴设备等消费电子产品中也常见惯性导航功能的应用。通过传感器技术

和潜艇等，也可用来测绘海底地图。

20 世纪 20 年代末期，陆续出现了四航道信标、航空无线电信标（又称无方向信标 NDB）及垂直指点信标（75 MHz 信标），用于给飞机提供航道指引和飞过某固定点时的指示信息。1940 年无方向信标的自动测向仪投入正式使用。虽然这种系统技术比较陈旧，但因价格便宜、操作简单、工作可靠，大量的民用飞机和小型船舶都装有无无线电自动测向仪，利用信标信号测向。因此，它作为一种低成本系统保留到 21 世纪。迄今，我国有近 1000 个无线电信标台，绝大部分为飞机服务，所有飞机都装有自动测向仪，又名无线电罗盘。

1935 年，法国首先在船上开始装备 VHF 频段的导航雷达，以观测海岸和附近船只，用作近岸导航和船只避撞。

中国无线电导航事业的奠基人温启祥



温启祥，我国著名的导航技术专家，中国无线电导航事业的创始人之一，一生工作勤奋，追求知识，曾被评为全国工业劳动模范。抗战期间温启祥受进步书籍和进步思想影响，拥护党的抗日主张，利用其无线电工场负责人的有利条件及所掌握的无线电技术，支持祖国的抗战事业。上海解放后，他主持修配和赶制了 500 瓦报话机、750 瓦长波归航机和 100 瓦短波发射机，使沪、宁、杭的防空通信系统初具规模，又为前线指挥部提供了通信导航设备，使当时的华东空军机场与福建前线对偷袭的敌机有了防护能力，为解放舟山群岛做出重大贡献。建国后，温启祥参加了“全国十二年科学发展规划”会议，以严格的

科学精神和严密的科研作风，先后开展了航空近程导航系统，飞机着陆引导系统，中程与远程无线电导航系统，以及卫星导航、组合导航和超长波大功率山谷通信天线系统的研究开发工作，并取得了显著的成绩。晚年，他先后主持或参与《电子工业名词辞典》等有关无线电导航部分的编撰或编审。

1.2.2 发展阶段

发展阶段也称第二阶段，时间从第二次世界大战开始至 20 世纪 60 年代初。在这一阶段中，名目繁多的各种无线电导航系统因为战争需要而发明和研制出来，其中的大多数系统得到应用并逐步完善，个别导航系统因种种原因未能普及而退出历史舞台。

20 世纪 40 年代，双曲线定位的近程导航系统台卡（DECCA）得到广泛应用。为了在夜间和复杂气象条件下保证飞机安全准确地着陆，研制了 ILS 和调频无线电高度表。随着飞机与船舰航程的增加，出现了远程导航系统，广泛应用的有罗兰（LORAN）和奥米加（Omega）。此外，多普勒导航雷达也作为自备式远程导航系统得到应用。50 年代初应用的甚高频全向信标系统（VOR）和测距机（DME），相互结合就构成了近程导航的极坐标定位系统（VOR/DME），能同时向飞机提供相对地面导航台的方位和距离信息，美国空军在此基础上研制出了“TACAN”战术空中导航系统。

这一阶段以迅速发展起来的无线电技术为基础，研制和应用了多种无线电导航系统和设备，使导航信号的覆盖范围达到了全球，同时为交通密集、需要较高导航精度的区域提供了相应的导航服务，由此形成了较为完备的导航体系，是导航技术大发展的时期。

1. 台卡系统（DECCA）

DECCA 系统于 1937 年提出，1944 年由英国伦敦台卡导航仪公司研制成功。它属于低频连续波相位无线电导航系统，采用测距差的双曲线定位方式，作用距离 370km，定位精度为 15m，主要在欧洲使用，用于海上船只的近程高精度定位，也可为覆盖范围内的直升机提供导航服务。

第一个 DECCA 系统于 1946 年投入使用，并开始在世界许多地方建立台卡站，1954 年开始普及，在欧洲应用最为广泛。标准 DECCA 系统由一个主台和对称分布在主台四周的 3 个副台（红、绿、紫台）组成，根据电波的相位差测定运载体到主、副台间的距离差实施双曲线定位。由于台卡系统的定位精度和覆盖范围均低于 LORAN C，随着 LORAN C 的建设和发展，台卡用户逐渐减少。

2. 无线电高度表（Radio Altimeter）

《无线电导航》

课程思政案例集

案例 1 永不消逝的红色电波——记党的第一部电台创始人李强

电影《永不消逝的电波》4K 彩色修复版上映，再现了党的隐蔽战线的英雄故事。“电波”响起，你可知道，孕育这红色电波的人，党的第一部电台创始人李强机，为开创党领导的无线电通讯事业作出了历史性贡献。在李强 91 年的人生历程中，有 70 余年的岁月献给了中国的革命、建设和改革事业，始终坚持对党和人民忠诚奉献，不畏艰难勇于开拓创新，顽强奋斗坚持到底，把毕生心血和精力都奉献给中国的革命、建设事业。

案例 2 聊聊中国人找“北”的事儿

今有先进“北斗导航”，古有“浮针指南北”。指南针是中国古代劳动人民在长期的实践中对磁石磁性认识的结果。作为中国古代四大发明之一，它的发明对人类的科学技术和文明的发展，起了无可估量的作用。未来，这些智慧的结晶，必会持续传承与创新，让人类导航等技术精度更为“精”益求“精”。

指南车

相传在五千多年前黄帝与蚩尤在涿鹿之战中，凭借着指南车的帮助，在大雾弥漫的战场上指示方向最终战胜了蚩尤。东汉时期我国伟大的科学家、发明家张衡成功制造出指南车，直到宋代的《宋史》和《愧郾录》中才较为详细的记载了指南车的内部构造。

司南

指南针的前身——司南，它出现在距今 4000 多年的战国时期，在汉代得到进一步发展。记载司南的最早的文献是《鬼谷子》，其中写道：“郑人之取玉也，必载司南之车，为其不惑也。后来人们也发现了磁石的指极性，并据此原理制成了司南。

指南鱼

到了宋代，我国的科技发展达到了一个高峰。人们发明了一种叫做“指南鱼”的指南针。古代民间常将薄铁叶剪裁成鱼形，“鱼”的腹部略下凹，像一只小船，磁化后浮在水面，鱼头指向南。

指南针

在北宋时期，我国的航海事业得到了迅猛发展。人们又在指南鱼的基础上，发明了一种更为先进的指南针。它是由一块磁铁制成，磁针的两端分别指向地理南极和地理北极。

罗盘

南宋时期，出现了指南针的升级版——罗盘。指南针与方位盘结合，形成了早期的罗盘。罗盘将一个圆划分为 24 个区域，比仅仅指示南北更详细精准，罗盘被广泛地应用于航海。

案例 3 古代航海导航——过洋牵星术

早在秦汉之前，中国的先人就驾船渡海，航迹远至南亚各国。到唐、宋、元代，已逐步形成了与南亚、中亚、西亚各国商贸往来的“海上丝绸之路”。

郑和是举世闻名的伟大航海家，从 1405 年起的 28 年间，郑和率领无可匹敌的庞大船队，从南京出发，七下西洋，远达红海与非洲东海岸，28 年遍历亚非 30 多个国家和地区，充分展示了中华民族的高超智慧和非凡勇气，体现了中华民族不畏艰险、勇于开拓、百折不挠的民族精神，充分证明了中华民族在历史上就致力于打开国门、走向世界，同各国人民进行经济、文化交流和睦邻友好往来。

案例 4 中国无线电导航事业奠基人温启祥

无线电导航也被称为“无线电定位”，是指采用无线电的方式来确定某一物体（通常为运动物体）在地球上的位置。我国无线电导航技术从无到有，从依赖国外技术到自主研发，作为中国无线电导航事业奠基人之一的温启祥功不可没。温启祥，1909 年 6 月出生在江苏省无锡县张泾桥，组织研制成功最早的中长波导航台、海上中波中程导航系统、微波飞机着陆雷达、军用塔康导航系统等。温启祥，我国著名的导航技术专家，中国无线电导航事业的创始人之一，一生工作勤奋，追求知识，曾被评为全国工业劳动模范。抗战期间温启祥受进步书籍和进步思想影响，拥护党的抗日主张，利用其无线电工场负责人的有利条件及所掌握的无线电技术，支持祖国的抗战事业。

案例 5 中国北斗：服务全球 造福人类

北斗系统建设之初，国际合作道路走得并不顺畅。中国积极推进 COMPASS 与 GPS、GLONASS、Galileo 之间的兼容与互操作。目前，中美在星基增强、兼容与互操作等多个领域持续开展协调交流，取得多项合作成果；中俄自卫星导航政府间合作协定生效以来，重大战略合作项目委员会有序推进多个合作项目，两系统时间互操作达成共识。另外，中欧之间也在持续深化频率协调。卫星导航系统是世界公共基础设施，中国始终坚持北斗系统对世界的开放性，东盟、南亚、东欧、西亚、非洲陆续加入北斗“朋友圈”，成果共享、合作共赢。

北斗系统的建设发展，与“一带一路”倡议同向而行，从亚太到全球，北斗系统始终注重与“一带一路”国家和地区的合作。如今，北斗系统已在全球超过一半的国家和地区得到应用，向亿级以上用户提供服务，基于北斗的土地确权、精准农业、数字施工、防灾减灾、智慧港口等各种解决方案在众多国家得到应用。2013 年，缅甸农业使用了 500 余台高精度北斗终端，这是北斗高精度产品首次在东南亚国家批量应用于农业数据采集、土地精细管理。2015 年，基于北斗系统的高精度接收机应用于科威特国家银行总部 300 米高摩天大楼建设，实现了施工过程中垂直方向毫米级测量误差，这是北斗首次在海外应用于高层建筑监测。2021 年 10 月，由中方牵头，中国与塔吉克斯坦多家单位联合建成了基于北斗的萨雷兹湖大坝变形监测系统，这项成果写入了第二届中国—中亚北斗合作论坛中塔联合报告。北斗系统走进新加坡，基于北斗高精度的静音打桩系统可进行桩点精准管理，每个打桩点精度可达厘米级。北斗系统走进柬埔寨，为柬埔寨政府部门综合规划、国土整治监控等提供更加完整的基础信息资料。北斗系统走进老挝，为全国土地确权工程放样、地形测图等各种控制测量提供新的方法手段。在中欧班列上，装有北斗终端的集装箱，高精度定位导航功能让物流更便捷，实现了传统运输方式的升级与转型。印度尼西亚、马来西亚、泰国等国家正积极运用北斗系统探索智慧城市建设。目前，国产北斗基础产品已出口 120 余个国家和地区，在东盟、南亚、东欧、西亚、非洲等地得到成功应用。

案例 6 聊聊中国导航坐标系的演变

传说有这么个故事：有一天，笛卡尔（1596—1650 年，法国哲学家、数学家、物理学家）生病卧床，但他头脑一直没有休息，在反复思考一个问题：几何图形是直观的，而代数方程则比较抽象，能不能用几何图形来表示方程呢？这里，关键是如何把组成几何的图形的点和满足方程的每一组“数”挂上钩。他就拼命琢磨。通过什么样的办法、才能把“点”和“数”联系起来。突然，他看见屋顶角上的一只蜘蛛，拉着丝垂了下来，一会儿，蜘蛛又顺着丝爬上去，在上边左右拉丝。

蜘蛛的“表演”，使笛卡尔思路豁然开朗。他想，可以把蜘蛛看做一个点，它在屋子里可以上、下、左、右运动，能不能把蜘蛛的每个位置用一组数确定下来呢？他又想，屋子里相邻的两面墙与地面交出了三条线，如果把地面上的墙角作为起点，把交出来的三条线作为三根数轴，那么空间中任意一点的位置，不是都可以用这三根数轴上找到的有顺序的三个数来表示吗？反过来，任意给一组三个有顺序的数，也可以用空间中的一个点 P 来表示它们。同样，用一组数 (a, b) 可以表示平面上的一个点，平面上一个点也可以用一组二个有顺序的数来表示。于是在蜘蛛的启示下，笛卡尔创建了直角坐标系。

把图形看成点的运动轨迹，这个想法很重要！它从指导思想，改变了传统的几何方法！

案例 7 中国民航通信导航监视大事记

历史的长河里，总有跌宕起伏、相融相汇的精彩瞬间，正是有档案的见证，让我们将其完整地记录下来，世代相传。

1949 年，建国伊始，百业待兴。11 月 9 日，中国航空股份有限公司、中央航空运输股份公司 12 架飞机、56 名飞行人员驾机起义北飞，这是民航历史上浓墨重彩的一笔。

1949 年 11 月 9 日两航北飞驾机起义人员抵津后，在天津市人民政府交际处睦南道招待所合影留念

1958 年，民航局决定由林立仁担任课题组长，研制符合国际民航组织标准

的国产仪表着陆设备，经国家科学技术委员会批准列为重点研究项目。

1964年9月，民航和空军各派出一架伊尔-14飞机，对民航研制的“安全58-1型”仪表着陆系统进行空中测试，设备各项数据符合国际民航组织标准，由国家科委主任聂荣臻元帅签发了发明一等奖证书。

20世纪60年代中期，民航局在昆明、上海、广州机场建设了高频中心发信台和收信台，并在200号发信台建设国产50千瓦、80千瓦大功率高频发信机。

20世纪80年代，国务院重大装备办公室组织中国电科二十八所、国营七八三厂、国营七八四厂开展研制国产空管1、2号系统工作。

案例82 艘“银河号”，见证30年来中国崛起之路

1993年7月7日，“银河号”按计划在天津新港上货后启航，途经上海—香港—新加坡—雅加达，共载628个集装箱驶向中东，主要装载文具、五金以及机械零件等。7月23日，美国无中生有指控“银河号”，将制造化学武器的原料“硫二甘醇”和“亚硫酸氯”运往伊朗，这两种化学液体都有剧毒，而前者是杀虫剂和防腐剂的原材料，也可以作为芥子气的原料。两伊战争时期，伊拉克曾大量进口几百吨该原料，制造出的“芥子气炸弹”给伊朗军队造成很大的伤亡。“亚硫酸氯”则能做杀虫剂和除草剂，但也能加工成神经毒气，这些原料都是重要的工业原料，当时欧美的化工巨头才是最大的产出国。因而这些原料被国际社会密切监视，以防被拿去制造武器。中国虽也有生产这些东西，但是从来不向外出口。

随即美国人关闭了“银河号”所在海域的GPS导航服务，使“银河号”失去了航向辨别能力。8月1日起，美国派出3艘军舰尾随“银河号”，后来还动用了战斗机、直升机、侦察机轮流监视。“银河号”只能按公司指示在阿曼湾，距霍尔木兹海峡约11nm处抛锚待命。中方提出强烈抗议，但美国坚持要登船检查。期间美方高级官员曾放言，如果“银河号”驶向伊朗，将采取一切军事手段击沉。此时，“银河号”的船员们只能在盛夏酷暑的印度洋上，忍受着极度缺水缺粮，银河号甲板之上的表面温度都已经到了50°，而船里面更是到了60°，就这样坚持了22天。8月28日，经过多方协商，“银河号”进入达曼港，由中国政府代表与沙特政府代表一起进行检查，美国派专家作为沙特方面的技术顾问参与检查。“银河号”上所有628个货箱检查完毕后，依然没有找到制造化学武器的原料。但是美国

拒不道歉，还派出军舰、飞机对银河号跟踪监视，并要求银河号返航。在整个事件中，“银河号”在公海上漂泊 33 天之久，并被迫改变航线，延误卸货，给中方造成严重的经济损失，使中方船只及其人员的安全受到威胁，这是新中国历史上美国强加给我们的奇耻大辱。

案例 9 反思与警醒，伊春空难

8·24 黑龙江伊春坠机事故指的是 2010 年 8 月 24 日发生的坠机事故，2010 年 8 月 24 日 21 时 38 分 08 秒，河南航空有限公司机型为 ERJ-190，注册编号 B-3130 号飞机执行哈尔滨至伊春的 VD8387 班次定期客运航班任务在黑龙江省伊春市林都机场距离 30 号跑道 690 米处坠毁，部分乘客在坠毁时被甩出机舱。机上乘客共计 96 人，其中儿童 5 人。事故造成 44 人遇难，52 人受伤，直接经济损失 30891 万元。根据失事现场情况判断和幸存者回忆，飞机在空中没有发生燃烧或爆炸，初步调查没有发现人为破坏迹象。河南航空有限公司于 2010 年 8 月 30 日公布了飞机坠毁事故遇难旅客赔偿标准，每位遇难旅客赔偿总额为 96 万元。

案例 10 有限的无线电频谱资源

各种无线电业务的开展，都离不开一种宝贵的自然资源，那就是无线电频谱资源。和土地、矿藏、水流、森林等一样，无线电频谱也是一种重要而有限的自然资源。《中华人民共和国物权法》第五十条规定：“无线电频谱资源属于国家所有。”这一条款从法律的角度明确了无线电频谱作为国家资源的属性。由于科技发展的局限，人类对 3000GHz 以上频段还不能进行有效的开发利用，无线电频谱资源是有限的。无线电台不进行科学管理，也会造成相互干扰、引发重大事故。

1.历史上就发生过这样的事故，其中最严重的当属在 1977 年 3 月 27 日下午发生在大西洋特内里费岛上的空难。当日一座小型机场上，荷航客机与泛美客机在跑道发生了高速相撞，当场造成了 583 人遇难。事件起因正是由于荷航客机降落时使用无线电与塔台通话时，泛美客机同时插入了与塔台的通话，因此产生了

4 秒的信号干扰，使荷航客机没有听到塔台发出的待命指令，也没听到泛美客机正在跑道上滑行的关键信息，最终降落的荷航客机与起飞滑行的泛美客机相撞，酿成了惨剧。

2.2022 年 10 月 8 日，河南省工业和信息化厅周口无线电中心接到商丘某广播电视台投诉，称其无线电数字电视信号频段受到不明信号干扰。经调查，干扰系某网络电视有限公司非法使用无线电频率，擅自设置、使用地面数字电视台所致，该公司未按规定取得无线电频率使用许可和无线电台执照，对依法开展的其他无线电业务造成有害干扰，事实清楚，证据确凿。该行为违反了《中华人民共和国无线电管理条例》第 6 条、第 14 条、第 27 条规定。河南省工业和信息化厅周口无线电中心依据《中华人民共和国无线电管理条例》第 70 条规定，对该公司作出“没收从事违法活动的设备，并处 40000 元罚款”的行政处罚。

案例 11 无线电领域的稳定之锚——超外差接收机

埃德温·霍华德·阿姆斯特朗（Edwin Howard Armstrong），1890 年 12 月 18 日~1954 年 1 月 31 日，是一位美国无线电工程师，调频广播技术的发明者。

阿姆斯特朗出生于普通家庭，在他出生前后的二三十年，科学领域的大发现、发明层出不穷，在无线电领域也不例外。例如伟大的麦克斯韦先生，在麦克斯韦系统的建立电磁理论后，许多科学家都投入到通信方面的研究，1895 年，意大利的马可尼发明了无线电发射装置，并于 1896 年首次演示试验并获得专利。在 1901 年，他又用大功率的庞大天线，实现了跨越大西洋的无线通信。马可尼的成功大大激励了少年时的阿姆斯特朗，成为了他心目中的英雄。他在少年时不断进行着无数的无线电相关的实验，房间里满是晶体、线圈、检波器、电容等。甚至沿河堤铺设了很长的电线来搭建天线，不分昼夜的用耳机听发来的电报信号。

案例 12 国之重器 | 洞悉宇宙的“中国天眼”

身在洼地，却能捕捉遥远星系的极微弱信号。这是怎么做到的？“中国天眼”500 米口径球面射电望远镜（Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope, FAST），山廓作眼睑，圈梁是眼眶，反射面板当眼球，馈源舱为瞳孔——高空看它，银色巨“眼”，气象非凡：它的口径达 500 米是世界最大单口径射电天文望远镜，相当于 30 个足球场的接收面积，光反射面板就有 4450 块，除了大有 3 大过人之处！

①目之所及，即是“光年之外”，能够接收到 137 亿光年外的电磁信号，观测范围能达到宇宙边缘；

②拥有毫米级精准度，天线精度为 3 毫米，每一块小面板的制造精度是 1.5 毫米；

③天眼“功力”强大，洞悉深暗宇宙。可以将射电信号发送到银河系之外，在银河系以外寻找新星，特别是快速旋转的密度极高的脉冲星。

口径 500 米，仅圈梁、索网和支撑馈源舱的 6 座高塔就用掉 1 万多吨钢材；反射面板总面积 25 万平方米，用掉 2000 多吨铝合金；如果将“中国天眼”装满水，全世界每人可以分到 2 升……

给这只“观天巨眼”做维护保养，难度可想而知。然而，“中国天眼”在设计上的突破创新，为制造带来了巨大的挑战。设计是构想与规划，而制造是把原材料加工成适用的产品，是加工与实现过程。同时，应对制造挑战的过程，也正是国产精细制造不断创造奇迹的过程。例如，要实现“中国天眼”索网可改变形状这个世界首创的设计构想，要求构成索网的钢索具有一定伸缩性，疲劳强度是现有标准的两倍多，国际上未有先例。科学家们通过改进索体工艺，一根钢索开展将近 200 万次的疲劳实验。经历了近百次的失败后，最终成功解决了这个关键问题。在性能调试方面，“中国天眼”的大口径达到但却要实现毫米级的定位精度，其施工难度可想而知。“中国天眼”的灵敏度水平是世界第二大望远镜的 2.5 倍，与德国波恩 100 米望远镜相比，FAST 的灵敏度提高约 10 倍；与美国阿雷西博望远镜相比，其综合性能则提高了 10 倍，这是中国建造的望远镜第一次在灵敏度这个参数上占据了全球科技水平的制高点，其背后是包括设计者、制造者、安装调试工程师在内的广大中国科技者的辛勤付出，更是新时代广大中国科技者

们爱岗敬业、精益求精和团结协作的工匠精神和职业精神的体现。

案例 13 摩斯码——语言的中转站

在古代，人们传递信息的能力都非常低下。小小县城内的县官想传一个人到堂，要靠衙役们一个接一个地大声喊；如果皇帝想下一道圣旨，寄一封书信到远方，要靠快马加鞭、日夜不停地传递，即使这样，仍要耐心等待十几天甚至上月的时间。这样的通信方式对于一丝一毫战机都不可贻误的战争场合是致命的，于是人们想了一些其他办法，比如“飞鸽传书”、“烽火台”，传递的信息量和效率仍然不够。

萨缪尔·摩斯出生于 1791 年，他的早年生活并没有预示他将成为通信领域的先驱。摩斯最初是一名画家，热爱艺术并在欧洲接受了专业的艺术教育。然而，命运的转折点发生在他回到美国后，经历了一场悲剧。1832 年，摩斯正在华盛顿特区绘制一幅巨大的历史画作。这段时期，他收到了来自家乡的一封信，告知他妻子病危。然而，信件的延误使他无法及时赶回家中，最终妻子去世。这个事件让摩斯深感信息传递的缓慢和不确定带来的痛苦，他开始思考一种更快速、更可靠的通信方式。经过无数次试验，莫尔斯“用电传信”的设想终于在几年后实现。试验过程中，他尝试用点、横线、曲线、正方形、三角形等符号来表示英语中的 26 个字母。最后，他和助理艾尔菲德·维尔决定用点、横线和空白共同承担发报机的信息传递任务。他为每一个英文字母和阿拉伯数字设计出代表符号，它们由不同的点、横线和空白组成，电信史上最早的编码“摩斯码”由此诞生。

案例 14 国产 DVOR——立足民航安全，开拓进取

我国民航于 20 世纪 60 年代开始使用甚高频全向信标。

1964 年，我国首次引进四 THOMSON 公司的 1615/2 型电子管式 CVOR，分别安装在大王庄、无锡、昆明和英德四地。

1973 年，引进 10 套 THOMSON 公司的 TAH510 型全晶体管化 CVOR。

由于 1965 年 DVOR 的出现，并得到迅速发展，我国于 1987 年引进 13 套英国 RACAL 公司的 MK I 型全固态 DVOR；1988 年从 THOMSON 公司又引进 12

套 512D 型全固态 DVOR。

从 1993 年开始我国民航进行大规模的航路改造，从澳大利亚 AWA 公司（现属西班牙 Indra 公前）引进 VRB-51D 型 DVOR 150 多套，之后又引进数不少的 ALCATEL 公司（现属欧洲 Thales 公司）生产的 DVOR。

2017 年 10 月 29 日，中国空管首套国产导航设备签约仪式在天津举行。天津七六四通信导航技术有限公司生产 DVOR900 应用到青岛空管站黄城导航台，这是国产导航设备在重要航路导航台的首次运用，标志着空管导航设备国产化迈出了坚实的一步。凝聚着设备厂商几代工程师不辞劳苦的研发和生产改进，也离不开空管各相关单位精益求精的技术测试、技术验证、需求总结和改进建议。

2018 年 5 月 30 日，中国民用航空局向天津七六四通信导航技术有限公司颁发了 DVOR900 型多普勒甚高频全向信标的民航正式使用许可证，七六四公司成为国内第一家取得大型导航装备民航正式许可证的企业，同时标志着国外垄断被打破。

案例 15 飞行安全的“隐形杀手”——电磁干扰

✈ 事件

（1）1962 年，美国进行核试验，导致 1400 千米开外的电磁设备运行混乱或损毁。

在 1962 年，“美军在太平洋中部的约翰斯顿岛进行的一次 140 万吨 TNT 当量核试验，竟造成 1400 千米之外的夏威夷檀香山地区的供电网发生跳闸，连高压线的避雷装置都被全部烧毁”的意外发现引起美军的注意，电磁攻击波的作用也被迅速发现，而自此，电磁武器的理论研究也迅速开始。

（2）1967 年，美国一艘航空母舰的雷达发射的高功率电磁波干扰到了甲板上飞机的导弹点火装置，导致导弹误点火引起炸弹爆炸，造成 134 人伤亡的重大事故。

1967 年 6 月，越南美军基地发生过一起由电磁干扰引起的重大事故。据报道，当时美军一艘军舰上的高功率雷达发射的射频能量，耦合到一台装在飞机上的导弹火箭的马达驱动电路，导致马达驱动将导弹火箭点火，还引发了停在航空母舰飞行甲板上的其它导弹，造成 134 人伤亡的重大事故。

（3）2015 年 1 月 9 日深夜，大连机场导航信号受不明电磁干扰，导致机场

当天夜间 4 个着陆航班盲降信号不稳定，影响后续航班正常运行。

2015 年 1 月 9 日深夜，大连机场导航信号受不明电磁干扰，导致大连机场 1 月 9 日夜间 4 架着陆航班盲降信号不稳定，影响后续航班正常运行，严重威胁机场飞行安全。机场立即启动《导航无线电干扰应急预案》，并第一时间与市无线电管理委员会展开排查，干扰源为晚间播放药品等黑广告的非台。

✈ 分析

民用航空无线电专用频率的电磁干扰被喻为飞行安全的“隐形杀手”，它给飞行安全带来的隐患不容忽视。

无线电干扰是指无线电通信过程中发生的，导致有用信号接收质量下降、损害或者阻碍的状态及事实。

案例 16 守初心 勇担当 国产 DME 当自强

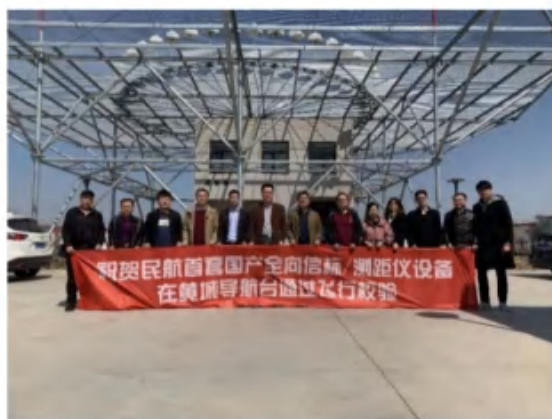
DME 系统是民航非常重要的近程路基导航系统。该系统能够支持高标准的 PBN 规范，具有旺盛的是生命力。全球装备了大量的 DME，并且数量呈上升趋势。目前中国民航装有 DME 台 500 多套，美国 2000 多套。随着 ICAO PBN 运行在全球的推进，DME 将在其中扮演重要的角色。目前国内存量市场预计约 30 亿元，且全部是进口设备，随着国外设备寿命到期，后续的维修服务无法满足。

2015 年，四川九洲主研发的 JZDFM01 型 DME 测距仪获得民用航空空中交通通信导航监视设备临时使用许可，设备适用于民用航空地基无线电脉冲测距导航。2017 年 10 月 29 日，中国空管首套国产导航设备签约仪式在天津举行。天津七六四通信导航技术有限公司生产 DME900 应用到青岛空管站黄城导航台，此套设备是继通信、监视设备后，首套进入民航市场的国产地面导航核心设备。



2019 年 4 月 3 日，青岛空管站圆满完成民航首套国产全向信标/测距仪设备

的飞行校验。



2018年5月30日,中国民用航空局向天津七六四通信导航技术有限公司颁发了DME900型测距仪的民航正式使用许可证,七六四公司成为国内第一家取得大型导航装备民航正式许可证的企业,同时标志着国外垄断被打破。

案例 17 数学巨擘高斯

在人类的历史长河中,有许多璀璨的星辰,他们以其卓越智慧和非凡的成就,照亮了人类文明的天空。其中,被誉为“数学王子”的高斯,无疑是这些耀眼星辰中闪亮的一颗。有一个比喻说得非常好。如果我们把18世纪的数学家想象为一系列的高山峻岭,那么最后一个令人肃然起敬的巅峰就是高斯;如果把19世纪的数学家想象为一条条江河,那么其源头就是高斯。他不仅在数学领域取得了举世瞩目的成就,还以其独特的人格魅力和深厚的科学素养,成为了人们心中不可磨灭的传奇!



约翰·卡尔·弗里德里希·高斯(德语:Johann Carl Friedrich Gauß, 英语:Gauss, 拉丁语:Carolus Fridericus Gauss, 1777年4月30日-1855年2月23日),德国著名数学家、物理学家、天文学家、几何学家,大地测量学家,毕业于Carolinum学院(现布伦瑞克工业大学),他被认为是历史上最重要的数学家

之一，并享有“数学王子”的美誉。

9岁上小学时，他迅速将1到100的整数加和的能力引人注目。相传在一次数学课上，老师给同学们出了一道难题：求从1到100的自然数之和。同学们纷纷拿起纸笔开始计算，而高斯却很快给出了答案：5050。当老师询问他是如何得出这个答案时，高斯解释道：“1加100等于101，2加99等于101……像这样的数对总共有50对，所以从1加到100等于 $50 \times 101 = 5050$ ”。老师听到高斯的解释后惊叹不已，为高斯的聪明才智所折服。

11岁时便能导出二项定理的一般展开式，并对无限级数的展开颇为熟稔。

16岁时，预测在欧氏几何之外必然会产生一门完全不同的几何学，即非欧几里得几何学。他导出了二项式定理的一般形式，将其成功的运用在无穷级数，并发展了数学分析的理论。

17岁的高斯发现了质数分布定理和最小二乘法。通过对足够多的测量数据的处理后，可以得到一个新的、概率性质的测量结果。在这些基础之上，高斯随后专注于曲面与曲线的计算，并成功得到高斯钟形曲线(正态分布曲线)。其函数被命名为标准正态分布（或高斯分布），并在概率计算中大量使用。

案例 18 主动作为——精细化打造自主可控 ILS 装备

ILS 作为民用航空核心导航基础设施，为航空器进近阶段提供安全可靠的导航服务，其应用直接关系到民用航空安全生产水平。全世界的 ILS 都采用 ICAO 的技术性能要求，因此任何配备盲降的飞机在全世界任何装有盲降设备的机场都能得到统一的技术服务。

1961 年，我国民航科研所参照苏联比相制成功研制安全 58 型，在上海龙华机场试用。

1964 年，又把安全 58 型由比相制改为比幅制，为 PIA 开通的卡拉奇---达卡---上海航班提供服务。在极端艰苦的条件下，以林立仁为代表的第一代民航科技人成功研制出“安全 58-1 型仪表着陆设备”，获得国家科委主任聂荣臻元帅签发的国家发明一等奖证书，成为新中国民航科研工作的扛鼎之作。

1975 年，从英国 PLESSEY 公司引进了 STAN37/38 型 ILS，分别安装在北京、

上海、广州、杭州、乌鲁木齐。

20 世纪 80 年代初，我国开始引进美国 WILCOX 公司 MARK II 型设备，国内还有少量其他类型的设备，如天津 764 厂生产的设备以及个别引进的产品，如大连的东芝设备。

1992 年中国民航总局开始进行大规模的航路基础设施改造，开始引进挪威 NORMARC 公司的 3500 系列 ILS 设备。

1995 年，引进了美国 WILCOX 公司的 MARK 10 型设备。

1996 年，引进了挪威 NORMARC 公司的 7000A 系列设备。

2005 年，引进了挪威 NORMARC 公司的 7000B 系列设备。此外，欧洲 THALES(ALCATEL、AIRSYS)公司的 410 系列设备，也逐步打入了中国市场。这些基础设施的大规模改造，为后来民航持续高速发展奠定了坚实的基础。截至 2022 年 9 月，全国已有 258 个民航机场，其中 95%以上至少安装了一套仪表着陆系统，干线机场通常根据跑道数量安装多套仪表着陆系统。

2019 年 3 月 11 日，天津七六四通信导航技术有限公司生产的 ILS-900 新一代仪表着陆设备顺利通过民航II类标准的飞行校验，实现首个国产仪表着陆设备校飞达标，创造了中国民用航空国产设备历史上具有标志性意义的第一次。民航飞行校验中心代表在校飞现场评价：“本次飞行校验过程顺畅，空地配合效率非常高，七六四厂的国产化设备信号质量非常好，远远超出我们的预期。航向、下滑、内指点标的校飞结果，不但符合民航标准，而且最终数据堪称完美！能看到国产化设备拥有如此良好的性能很欣慰！”

2021 年 9 月 26 日，中电科西北集团有限公司国产化仪表着陆系统（ILS）地面设备设计方案顺利通过专家评审，电科西北勇于担当，主动作为，推动完善国产空管导航装备谱系。

四川九洲公司自 2012 年公司首次取得 ADS-B 地面站许可，进入民航空管装备领域以来，九洲空管持续奋进，已经取得 DME、DVOR 等 2 类陆基导航设备的使用许可证（或临时使用许可证）。现在继续面向空管装备国产化需求，目前仪表着陆系统已经完成研发阶段，正在机场安装试验。

案例 19 小心干扰 ILS 信号

✈ 典型案例

(1) 2019 年 10 月, 某航飞广州航班。五边进近过程中, 在广州终端区域, 高度 3000ft, DME 9nm 左右截获下滑道时出现下滑道信号不稳定, 下滑指示大于 1500 的下降率下降且 G/S (下滑道) 方式断开, 脱开自动驾驶人工操作, 根据高距比下降到 2400ft 左右, 下滑道信号恢复正常, 随后正常落地。

(2) 2019 年 10 月, 某航飞广州航班, 广州进近指令保持 900 建立 20L 盲降, 自动驾驶接通, 飞机截获下滑道后产生不正常下俯, 伴随速度增大, 机组脱开自动驾驶人工操纵带杆增加姿态, 期间飞机达到最大下降率 1900ft/min, 高度 2600ft 左右, 偏离下滑道 1 个点, 修正期间塔台询问机组高度, 状态正常后继续进近, 落地正常。

广州白云机场从 2017 年末至 2019 年, 有 20 余架次航班飞行员反映在西跑道低高度接收航向信号存在瞬时抖动的情况, 抖动位置多为在距离跑道入口 3~6km, 飞行高度 400m 以下范围。

(3) 2019 年 1 月, 某航 B737-8 飞机执行西安至沈阳航班, 在沈阳桃仙机场 24 号跑道实施 ILS 进近。当时地面风 240°, 10m/s, 能见度大于 10km。进近过程中, 因机组跟随不稳定的下滑道飞行, 导致出现 SINK RATE 警告 (飞机下降速率过大或者不在正常值), 警告持续三秒, 机组中止进近, 重新进近后安全落地。

(4) 2019 年 4 月, 某航 A320 飞机执行厦门至沈阳航班, 在沈阳桃仙机场 24 号跑道实施 ILS 进近。该机在高度 630m、位置距离接地点 12km, 机组报告由于接收不到下滑道信号, 决定复飞, 重新进近后安全落地。

2019 年 1~4 月桃仙机场已发生了 8 起 24 号跑道下滑道信号不稳定造成飞机中止进近或复飞事件。事发时沈阳桃仙机场 24 号跑道 ILS 运行平稳, 参数正常。

案例 20 揭开着陆“保护神”国产 GBAS 神秘面纱

千里飞行一线牵, 这根“线”就是导航。卫星导航地基增强系统 (GBAS) 是国际民航组织倡导发展的新一代卫星导航着陆产品, 可以更好保障飞行安全, 提高飞行效率。

2013 年底，中国民航启动浦东机场试点工作。

2014 年，陆续完成 GLS 地面设备选址、频率协调、飞机改装及飞行员培训等工作。

2015 年 4 月 26~29 日，中国电子科技集团第二十研究所和北京航空航天大学共同研制的 GBAS 卫星导航着陆系统，在天津滨海国际机场开展了演示验证实验，不仅验证了支持现有基于 GPS 的 GBAS 着陆引导能力，还实际验证了基于北斗（BDS）的 GBAS 着陆引导能力，得到了科技部和民航局领导专家的一致认可。

2015 年 4 月，东航 B6923 号 A321 飞机和山航 B5650 号 B737NG 飞机成功降落在上海浦东机场，标志着中国民航首次 GBAS 演示验证飞行圆满成功。

2015 年 12 月，中国民航正式发布了《卫星着陆系统（GLS）运行批准指南》（AC-121-FS-2015-129）。

2017 年，在中国民用航空局的指导下基于北斗和 GPS 的 GBAS 试飞工作于东营机场进行。东营试飞中心利用 ARJ21-700 飞机 103 架机完成了飞行测试，这是中国制造的民用飞机首次使用北斗为主进行精密进近着陆，拉开了北斗应用于民航领域的序幕，实现国产导航与国产民用大飞机完美结合。

2019 年 4 月 9 日，“AirBus AIB099A 可以落地”，随着塔台管制员一声指令，历时 1 小时 40 分钟的中国民航国产 GBAS 设备首次验证飞行活动在天津滨海国际机场顺利完成。此次验证飞行，由一架具备 GLS 功能的新下线空客 A320neo 飞机从天津滨海国际机场起飞，通过接收地面 GBAS 设备播发的导航信号，顺利接入自动驾驶仪，完成了天津滨海国际机场东跑道 16L、34R 方向各两次精密进近飞行，包含自动进近、自动着陆和自动滑跑等科目。进一步验证 GBAS 地面设备信号性能、机载设备和地面设备的一致性能、不同天气条件和电离层活动条件下的信号质量，以确保设备能够持续稳定提供导航服务。民航局高度重视首次国产 GBAS 设备验证飞行工作，从准备到实施历时近 6 个月。国产 GBAS 设备攻克了卫星导航领域的关键核心技术，打破国外企业在该行业的垄断地位，跻身国际相关行业领域，对于加速赶超及引领行业步伐、建设新时代民航强国、提升中国民航国际话语权具有重大意义。

案例 21 新加坡航空慕尼黑着陆时偏出跑道

> 事故概况 <

2011 年 11 月 3 日，一架新加坡航空公司波音 B777-300ER 型客机（注册号 9V-SWQ），执行 SQ-327 航班从英国曼彻斯特飞往德国慕尼黑，机上载有 143 名乘客和 15 名机组人员。当地时间 12:10（世界协调时 11:10）左右，该机在慕尼黑机场着陆时从右侧偏出 08R 跑道，停止时所有起落架机轮全部脱离道面。乘客通过可移动的客梯离机，事件中无人员伤亡。

> 事故分析 <

在分析和评估事实后，德国航空事故调查局（BFU）得出结论：因为一架离场飞机干扰了航向道信号，导致该架波音飞机偏出了跑道。该机上的 3 个接收天线均接收到了来自地面航向台的相同信号，因此意味着机上设备没有任何故障。由于航向台的信号干扰时间短，无论是近场监测器还是远场监测器（监测仪表着陆系统正常运行功能）都没有发现仪表着陆系统（ILS）出现故障。这意味着飞机是根据航向道的信号飞行。在跑道上空约 30ft 的地方，机组人员才意识到有什么地方不对，因为飞机稍微向左倾斜，然后向左偏转。左侧主起落架接地，随后导致了复飞模式断开，机组人员无法启动自动复飞。

管制员表示由于上午的全天候运行（CAT II/III），ILS 工作量一直很大。在发生这件事情的同时，延误也发生了，导致与 08R 跑道进近航班相关的离场率增加。这就迫使管制员让飞机在最小间隔的边缘，以便等待起飞的飞机可以很快离开，交通状况变得正常。

> 安全建议 <

- （1）给飞行机组人员提供飞机接地后成功执行复飞程序的额外指南。
- （2）采取抗干扰能力强、导航定位精度高的着陆技术，提高安全性和运行效率。

最美通道人系列

1. 韩洁雯：用技术保障兴空 从声音听见兴语

韩洁雯，女，回族，1994年12月出生，2016年毕业于北京科技大学信息安全专业，现为华北空管局大兴空管中心技术保障部管制服务室机务员。入职以来，韩洁雯同志作为一名团员青年，严格要求自己，深知无论是政治上、思想上还是日常工作和生活中，都应起到模范带头作用。该同志在各方面表现突出，得到了领导和同事们的肯定和赞扬。

2. 李铭佳：立足本职岗位 传承机务作风

李铭佳，2010年7月进入华东空管局工作，现任华东空管局设备维修中心虹桥设备室主任。立足本职，踏实肯干，为人谦和，工作务实是对他的真实写照。自入职以来，李铭佳始终在上海浦东机场和虹桥机场导航设备运行保障一线岗位上踏实勤勉地工作，多年来保持了优秀的安全生产记录，圆满完成了进博会、国产大飞机C919试飞等一系列重大保障任务。

3. 记技术保障部薛家岛导航台薛大海

时间伴随着海浪，在潮起潮落中悄然流逝，在青岛最美海岸线的薛家岛导航台，有这样一个人，他以大海一样宽广的胸襟，带领台站员工，几十年如一日，默默坚守在一线，守护着天路的安全，他就是薛家岛导航台的台站长——薛大海。

4. 巩世煊：工——横竖顶天地 人——撇捺写春秋，做一名通导“工人”

他虽然没有工程师般响亮的头衔，却有着非凡的实践技能，凭借着十年磨一剑般的钻研精神和不达目的不服输的劲头，在平凡岗位上默默奉献，以十年如一日的实际行动践行着对工作的执着热爱，对事业精益求精的追求，他就是东营机场通导科巩世煊，一个追求“工匠精神”的通道人。

5. 福建空管分局 钟汶含

2024年3月31日，钟汶含同志圆满完成了其作为国际民航组织（ICAO）亚洲及太平洋（APAC）地区办事处（泰国曼谷）通信、导航和监视（CNS）P-3级区域官员为期3年的驻外工作（2021年4月1日 - 2024年3月31日）。

在过去的三年里，她独自克服了人地生疏、疫情反复等困难，展现出了强烈的责任感、出色的沟通技巧、扎实的专业水平、流利的英语能力、卓越的适应能力和坚定不移的奉献精神，得到了同事和成员国的一致认可。

6. 通信导航人：坚守岗位“不打烊”

盛世华诞，举国同庆。五院通信与导航卫星总体部有一群人用坚守诠释责任，用行动彰显担当，以别样“航天蓝”守护最美“中国红”。国庆假期，从北京航天城到天津柔性生产线，从西昌卫星发射中心到西安卫星飞控中心，亦或是在卫通安播现场、分院跟产现场、某系统论证集同现场……他们坚守岗位、默默奉献，在“严起来、紧起来、动起来”的集结号中辛勤工作，奋斗实干，为圆满完成型号任务和年度目标保驾护航。

7. 导航人与导航台站的故事

对穿梭于天空中的飞机来说，导航台就如同大海中指路的灯塔，指引着飞行的方向。而对于导航人来说，导航台则更多了一份牵挂，更多了一份沉甸甸的责任，因为这里倾注着导航人太多的心血，承载着导航人太多的回忆。

临河、额济纳原本也只是地图中上千地名里普普通通的两个地点，却因导航台站的存在，从此便在导航人心中恒久地占据一席之地。从进入空管的那一刻，保障空管设备正常运行、保障民用航空持续安全便成为导航人毕生的追求。我是一名导航人，这是我记忆中导航人与导航台站之间的故事。

8. 初心永擎，做守望战鹰的红色传令兵

“接上级通知，要求我们立即开机保障，我和小张担任一号班，行动！”在班长刘椿新有序的指挥下，全体通信值班人员迅疾就位，“1号，5号，开机完毕”“5号声音好”“油机工作正常”，随着指挥员起飞命令发出，战机伴随着巨大轰鸣声跃过头顶，机房内，雷达值机员紧盯着荧幕，注视着小光点远去……回忆起自己刚来到场站通导连的一幕幕，班长们反应迅速、操作熟练的形象依然深深的印在我的脑中。

9. 陈霄：脚踏实地 笃定前行

陈霄同志 2011 年来到呼伦贝尔空管站技术保障部工作，主要从事通信导航监视及电力设备的运行保障与维护维修。现任主任工程师、带班主任及党支部宣传委员。自参加工作以来，他努力进取，恪尽职守，爱岗敬业，勇于承担开拓性的工作，切实为空管站安全运行做出了较大贡献。

10. 赵国云：恪守匠心，笃定前行

赵国云同志毕业于西安电子科技大学电子工程学院电子信息工程专业，2013年参加工作来到民航青海空管分局，至今一直在分局技术保障部工作，现任雷达室副主任。

从13年参加工作至今，至今已经9个年头了，自入职以来，他一直在努力学习提高业务能力，不断加强自身的政治理论修养，充分发挥自身特长，理论联系实际，敢于创新，勇于开拓，各方面都取得了较好的成绩，受到领导和同事们的一致好评。另外他还是一名优秀的中国共产党党员，思想与时俱进，紧跟时代步伐，并在2017年6月被分局党委授予“优秀共产党员”称号。

11. 王栋坤：永葆热情 砥砺前行

他，兢兢业业、孳孳不息，主持科室设备维护维修；他，以身作则、冲锋在前，感染青年职工践行初心使命；他，不畏艰难、勇挑重担，保质保量完成工程建设任务。

他是“全国民航优秀共产党员”称号获得者——浙江空管分局技术保障部王栋坤。

12. 官健：惊风不觉漂白日，勤勉于心永不止

官健，2016年入职珠海进近管制中心，担任华泰自动化技术小组组长，在珠海进近转场搬迁工作期间负责华泰自动化设备的安装调试工作，辛勤加班累计时长总计400余小时。在工作中秉持着严谨认真、一丝不苟的态度，多次获评珠海进近技术保障部工作积极分子。在党团生活中，作为珠海进近管制中心技术保障部、机关联合团支部支委成员，积极参与到团的建设当中，是珠海进近青年们的优秀表率。

13. 熊壮：脚踏实地，行稳致远

熊壮，高精尖技术人员，现任华北空管局通信网络中心有线通信专业主任工程师。自2013年8月进入到华北空管局工作以来，始终坚守在设备保障一线。

2019年参加第七届中国民航空管（通信、导航、监视）岗位技能大赛，

荣获自动转报系统个人综合成绩第三名的好成绩，并获得了全国民航金牌员工和全国民航青年岗位能手的荣誉称号。他做事认真，善于思考，珍惜每一次自我提升的机会，逐渐在专业领域崭露头角。

14. 董永谱：德技双修，笃定致远

董永谱，现为湛江空管站技术保障部通信枢纽室主任。自2004年7月参加工作以来，他热爱空管事业，勤于钻研，专业技能过硬，为人正派，乐于奉献，德技双修，匠心育人，用行动诠释了一名空管机务员的责任和担当。

15. 林海敏：克勤克笃 自学自新

作为业务部门的一线职工，他秉持“技术过硬是业务根本”的观念，刻苦钻研专业技能，积极学习新技术新理论，热情地投入业务生产工作。

在温州空管站新增扇区工作中，他团结科室业务骨干们，就各个系统对增扇工作的响应和支撑进行了深入讨论、推演和总结，力争将安全隐患消灭在技术论证阶段。在增扇工作顺利完成后，他又对业务系统增扇响应的配置方法和变更数据进行了详细梳理，并在业务岗位上进行推广学习。他这种善于总结，乐于分享的工作作风，为科室培养了广泛的业务力量，也为通导保障工作筑牢了坚实的根基。

16. 陈怡婷：芳华才气写玲珑，安全责任守心中

陈怡婷，2018年入职珠海进近管制中心技术保障部，入职4年的她凭借其认真的学习态度、优良的工作习惯、严谨的工作作风，成长迅速，在工作岗位上取得了多项殊荣。

工作2年半时取得数据通信专业资质排查“高级”的成绩，并担任第二批次的考官，成为“中南最年轻的资质排查考官”。在珠海新终端区建设中积极参与隐患排查并多次获得表彰：于2020年中南空管局“查隐患、促安全”劳动竞赛活动中取得优胜奖的成绩；2020年至今已先后4次获得珠海进近管制中心安委会表彰通报；2021年有1篇隐患排查案例入选中南空管局优秀案例。凭借自身的努力获得上级的认可，于2019年获得民航中南空管局优秀共青团员及民航珠海进近管制中心优秀共青团员的荣誉称号。

17. 赵均均：不服“暑”的坚守者

有这么一个人

他需要每周巡视 15-20 公里的管线

他需要穿梭区管中心各栋办公楼

他需要维护园区内电话、内外网、视频会议

他就是西南空管局区管网络设备室的赵均均

18. 解皓杰：钻坚研微 锲而不舍

有这么一个人，他在平凡的岗位上播种匠心，拼搏进取、爱岗敬业，工作上积极肯干，作风严谨，本着“安全第一”的民航宗旨，圆满完成了各项生产任务和技术研发工作，他就是华东空管局设备维修中心技术服务部副主任解皓杰。

19. 庞笑娴：不畏浮云遮望眼 一往无前心自闲

庞笑娴，2017 年入职三亚空管站技保部，2018-2020 年担任技保部团支部委员，2021 年取得数据通信高级资质今年 8 月 3 日，三亚新一轮新冠疫情爆发，三亚空管站开启隔离运行模式。庞笑娴在一周前刚举办完与丈夫的婚礼，疫情的突然爆发，导致这对新婚夫妇的蜜月计划也被打乱。一边是新婚蜜月生活，一边是抗疫岗位担当，她毅然选择和丈夫一同奔赴抗疫一线。

20. 申时喜：乘时代之风 踏革新之路

申时喜同志毕业后便入职桂林空管站，在值班过程中突遇山火、山路坍塌、雷暴甚至于毒蛇等特情时他没有退缩，沉着冷静的解决各项难题，在雷达台站孤独坚守的日子里他没有感到烦闷，而是沉下心来思考职业规划，钻研业务，突破自我。

21. 李磊：行而不辍向岗而生 驰而不息战“疫”生根

若能掬一捧明月，他选最柔和的；若能摘下满天星辰，他选最明亮的。数九寒，梅花俏，2021 年的冬天，疫情裹挟而至，他的一个又一个选择也

许不是最宏大的，但，却熠熠生辉。他就是西北空管局天通公司数据网络室班组长李磊，一位 85 后党员干部，亦是待产孕妻依赖的丈夫，年幼女儿倚赖的父亲，封闭运行期间他冲锋在前，坚守蓝天使命。

22. 陈会梓：真情服务，默默奉献

从 2004 年到现在已经有 18 个年头，从初出茅庐的大学生到现在的科室主任，他一直以忠诚敬业、诚信正直、身先士卒、表里如一的状态对待工作。无论是周末还是节假日，只要出现了问题或紧急任务，他都第一时间到达现场。他处处以党员的标准严格要求自己，起到模范带头作用，是青年员工眼中的标杆和榜样，为华东空管局技术保障中心浦东动力设备室“干实事、出成绩、做贡献”。

23. 孙粲：厚德远志，笃学敏行

作为一名党员，他立足岗位、甘于奉献，在各项工作中表现突出，得到领导和同事的一致好评，被评为民航空管系统抗击新冠肺炎疫情优秀共产党员、先进个人和华东空管局优秀共产党员，展现了共产党人的优良作风，真正做到了“不忘初心，牢记使命”。

24. 杨健君

职工姓名：杨健君

单位：深圳空管站

工种：导航机务员

工龄：9 年

工作感悟：我在民航深圳空管站负责导航设备的维护维修，爬天线、测数据、修板件是我的工作。我觉得设备其实也和人一样，有着自己的脾性和情绪，只有用心去体会去沟通，工作才能做好。立足岗位，乐于承担，我将我的青春献民航。

25. 守护援鄂空中“大动脉”的中南通导人

新型冠状病毒肺炎疫情牵动人心。湖北地区是抗疫前线，更是全国空中交通的重要中枢。中南局积极协调政策支持，并组织技术力量，为湖北仪表着陆系统飞行校验延期、广州应急接管武汉区调工作筑牢了安全基础。

疫情发生以来，中南的通信、导航、监视人员，与其他专业人员一起，众志成城，共克时艰。很多机场的通导人员身兼数职，在全力保障设备正常运行的同时，承担了抗疫设备安装、防疫检查、行李搬运等工作。

他们以精湛的技术和奉献的精神跨越了专业的界限，确保了特殊情况下的安全生产秩序正常，为打赢疫情防控人民战争总体战阻击战贡献自己的力量。

26. 一个导航台长的军旅人生

黄伟，江苏泗阳人，1979年11月出生，1999年12月入伍，党员，本科学历，三级军士长，某陆航旅场站通信导航连北远距导航台台长。先后被评为“优秀士官”“优秀共产党员”，荣记三等功一次。2004年，黄伟任北远距导航台台长。15年来，先后保障战鹰执行汶川抗震救灾、国庆大阅兵、朱日和沙场演习等重大任务，优质场次率100%；该导航台被上级表彰为“先进台站”、“小散远”单位建设示范点；先后有两名战士荣记三等功，一名战士保送入学，多人受到上级表彰奖励。

27. 9个通导人的48小时奋战

盛夏时节，暑运期间。在雷达天线罩狭小不透风的空间，在高温闷热、充满油污气味的环境中连续工作，与时间赛跑，与故障搏斗，历经48小时，排除5个故障、2个隐患，雷达恢复正常运行。

28. 刘平：非宁静无以致远

中共党员，2012年8月参加工作，现就职于中南空管局通信网络中心通信枢纽室，任枢纽室技术组组长，负责自动转报、机坪等系统工作。自参加工作以来，他工作负责、学习认真，2016年起担任通信枢纽室新机场运行三组班组长，在2017年民航空管局转报资质排查中获得高级认定，同时

还担任新机场通信枢纽室机坪移交系统负责人，卫星小组、动力小组精通人员，并在 2019 年空管职业技能大赛获得中南地区二等奖，在第七届中国民航空管（通信、导航、监视）岗位职业技能大赛自动转报系统岗位个人第五名。

29. 熊欣：潜心砺剑除隐患 精深细实铸匠心

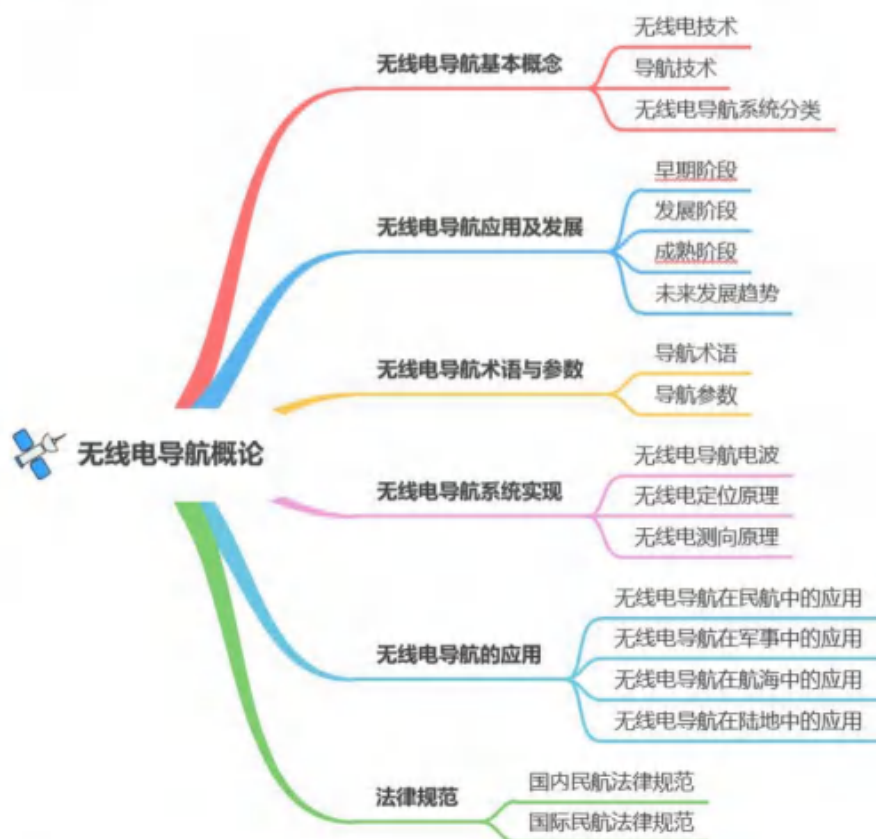
熊欣，2011 年入职民用航空珠海进近管制中心，2021 年取得高级工程师技术职称，现任民航珠海进近管制中心技术保障部、机关联合团支部书记，在岗位上兢兢业业，追求卓越的同时，在团务工作中积极团结团员群众，以身作则，事无巨细的关心、引领青年职工的工作与生活，是珠海进近青年代表的一面旗帜。

30. 张亚茹：“小人物”全力以赴 绽放运行“大力量”

作为一名空管一线工作人员，她深知技能是保证安全的基础，她认真学习业务，严格落实“强三基”要求，以优异的成绩被聘任为最年轻的管制服务技术主任，仅三年时间便从入职时对空管一无所知的“菜鸟”，蜕变为部门技术骨干，并后续在自动化资质排查中获得了高级资格。

第1章 无线电导航概论

课程导学



✈ 知识传授

能够列举导航技术的4个发展阶段、6种导航系统分类方式；能够描述17种无线电导航参数和术语；能够解释5种无线电定位原理、3种无线电测向原理，并归纳其技术特点；能够列举至少4种无线电导航技术的应用领域；能够阐述国内、外民航法规体系内容。

✈ 能力培养

通过讲述导航技术的发展历程，培养学生辩证思维分析能力，能够客观全面地分析各种技术的先进性和带来的新问题，理解技术发展的内在规律和承接关系，把握无线电导航的发展趋势，提升学生拓展学习和探究能力。

✈ 价值塑造

通过讲述中国科学家对导航的贡献，厚植学生文化自信和锲而不舍的科学精神。让学生了解无线电导航技术对国家安全和飞行安全的重大意义，增强学生的国防意识和国家安全观念。讲解法律法规案例，培养学生遵守规则意识。

第 2 章 无线电导航技术基础

课程导学



✈ 学习传授

能够描述电磁波产生的原理，按照频率从小到大顺序排列电磁波谱，列举无线电的 3 种极化方式和 4 种传播模式，能叙述其特性；能够说明信号调制、解调和接收原理，能比较不同技术的优缺点；能够解释天线收、发信号原理，说出 5 种常见天线的特性。

✈ 能力培养

通过比较无线电技术的优缺点，让学生意识到事物的两面性，能够客观分析问题；引导学生运用时域和频域图理解调制的特点，强化学习分析和解决问题能力；通过查阅资源和在线学习相关内容，增强学生的拓展学习能力。

✈ 价值塑造

通过案例有限的无线电频谱资源，正确合理使用频谱资源的重要性，逐步树立规则意识；讲述超外差接收机诞生故事，激发同学创新意识；回顾国之重器中国天眼 22 年的建设历程，培养同学精益求精的工匠精神和团结协作的职业精神，立志科技报国为实现中华民族伟大复兴的中国梦而不懈奋斗。

第3章 中波导航系统

课程导学



✈ 知识传授

能够列举 3 种常见的中波导航系统，描述 3 种典型应用和 5 种误差，计算环形天线方向性函数；能够复述摩斯码的规章，说出 NDB 发射机的 2 种工作模式，并画出工作框图和波形图；能够叙述 ADF 系统主要的 5 个组成部分及功能，解释信号处理流程。

✈ 能力培养

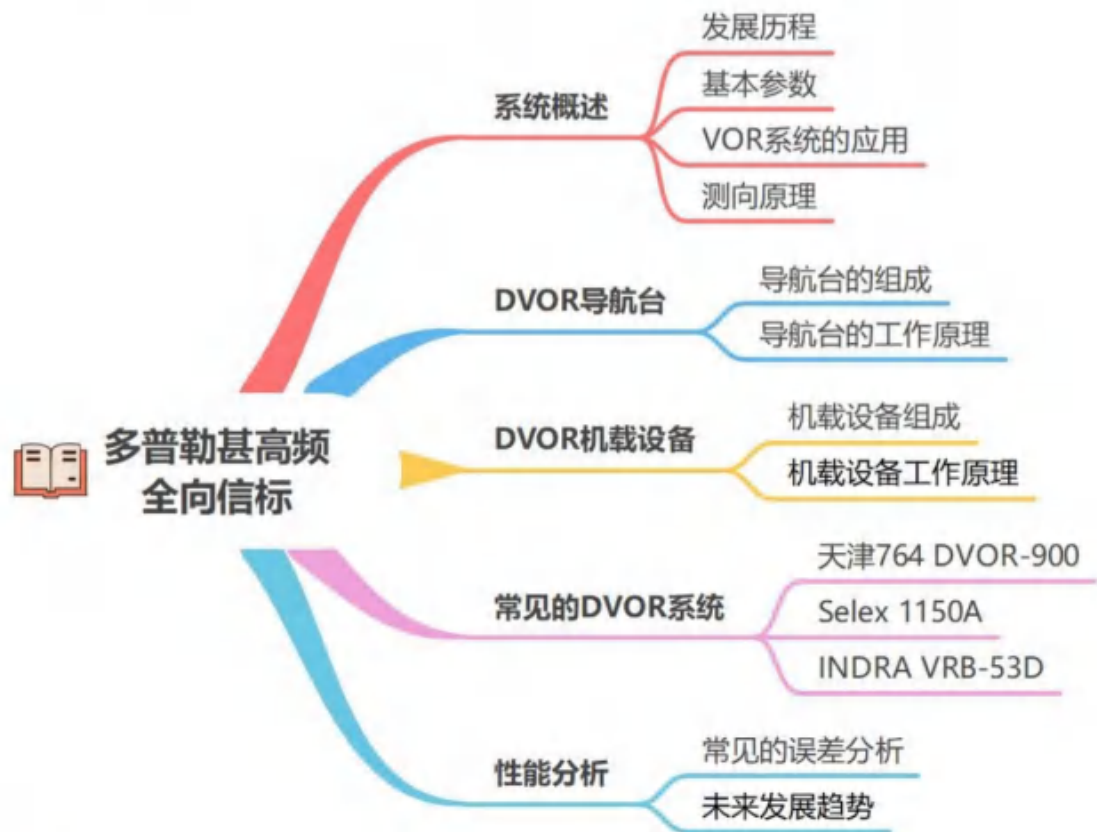
通过分析环形天线测向原理，运用方向性图解答实际问题，启发学生思维，激发和提升学生的学习和探究能力。讲解中波导航系统的发展历史和未来趋势，培养学生运用辩证思维，从整体、全面的角度去思考问题。

✈ 价值塑造

回顾摩斯码曾在我国近代情报史上发挥过重要作用，激发学生将个人理想抱负与国家命运结合。中国无线电导航奠基人温启祥突破国外重重封锁，自主研发我国导航系统，启发学生的爱国情怀，传承求实、求真的科学精神。

第 4 章 多普勒甚高频全向信标

课程导学



✈ 知识传授

能够列举并解释 DVOR 系统的 9 种基本参数、4 种典型应用和 3 种常见的误差分析；能够说出至少 3 种常见的 DVOR 系统，并描述 DVOR 导航台和机载设备的 4 种主要组成部分及工作过程；能够运用多普勒效应，计算和分析 DVOR 空间辐射场，准确地写出 DVOR 信号表达式。

✈ 能力培养

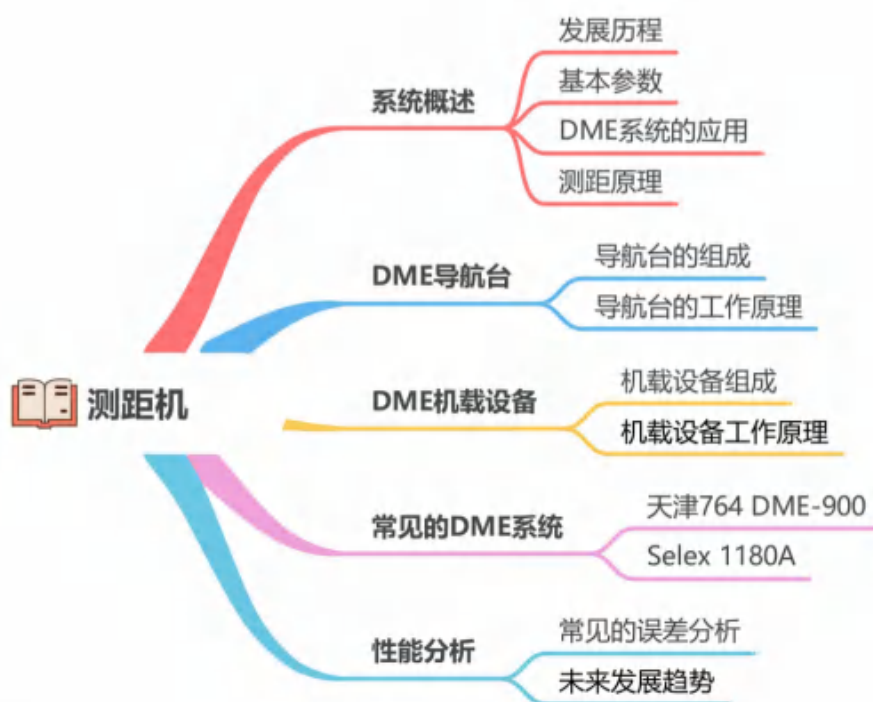
采取从整体到部分的方法来介绍 DVOR 地面和机载设备的构成，使学生初步具有把握整体与部分辩证关系的能力，树立整体意识，培养全局观念；从问题求解的角度，将 DVOR 导航原理和产品设计相结合，培养分析和解决问题能力。

✈ 价值塑造

讲述我国 DVOR 测向导航设备从一片空白，到自主创新，打破技术垄断，树立民族自信心，为中国导航不再为被别人“卡脖子”而奋斗，在潜移默化中锻造和锤炼学生交通强国的家国情怀；列举电磁干扰影响飞行安全案例，引导学生树立规则意识和安全意识。

第5章 测距机

课程导学



✈ 知识传授

能够列举并解释 DME 系统的 7 种基本参数、7 种典型应用和 3 种常见的误差分析；能够说出至少 2 种常见的 DME 系统，并描述 DME 导航台和机载设备的主要组成部分及工作过程；能够运用高斯函数，计算和分析 DME 询问和应答脉冲对特点，准确的画出 DME 脉冲波形。

✈ 能力培养

结合国际标准介绍 DME 导航台和机载设备的构成，使学生初步具备导航系统问题的分析能力；将数学理论、电路原理等知识应用于专业学科，启迪学生理论与实践相结合的思维惯性，培养拓展学习和探究能力。

✈ 价值塑造

通过介绍我国在遭受核心技术封锁的大背景下，空管设备国产化设体现了民航坚守底线，有着敢于创新的精神去探索科技进步的过程，增强学生民族自豪感与文化自信、强化交通强国发展理念；结合专业知识，讲述伟大数学家高斯的故事，熏陶学生锲而不舍的科学精神。

第6章 仪表着陆系统

课程导学



✈ 知识传授

能够准确说出 ILS 系统的 3 个组成部分和功能,归纳总结 ILS 系统运行中 3 种常见的误差;能够对照航图解释 ILS 精密进近程序;能够写出航向信标、下滑信标和指点标常见的 7 种基本参数;能够列举 2 种常见的 ILS 设备名称,并描述 ILS 导航台和机载设备的主要组成部分及工作过程;能够运用天线理论,计算和分析 ILS 信号,准确地画出 ILS 信号波形。

✈ 能力培养

结合国际标准介绍 ILS 地面和机载设备的构成,使学生初步具备导航系统问题的分析能力;将天线理论知识应用于专业设备,培养学生对 ILS 系统原理分析和计算的能力,强化学生应用理论知识分析和解决实际问题能力。

✈ 价值塑造

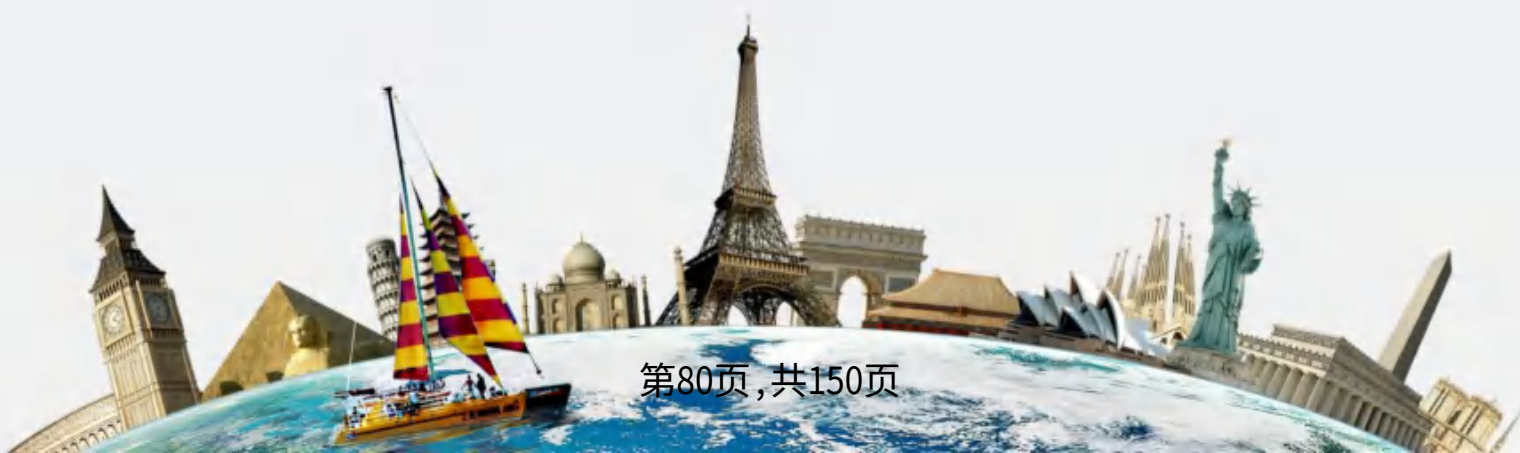
核心空管设备国产化的大背景下,中国民航主动作为,传承和发扬精益求精的工匠精神,提高关键设备制造水平,为早日实现仪表着陆系统国产化应用筑牢基础,旨在增强学生民族自豪感和勇于担当、服务人民交通强国的家国情怀;介绍仪表着陆系统运行中干扰实例,威胁生命安全,强化学生规则意识和安全意识。



《无线电导航》 课程标准

专业名称： 民航通信技术

授课学时： 38 学时



《无线电导航》课程标准

一、课程基本信息

课程名称	《无线电导航》	课程代码	020101
课程学时	38	课程学分	2
课程性质	专业基础课	课程类型	理实一体课
适用专业	民航通信技术专业	授课对象	在校学生
开课单位	民航电子信息工程学院		
制订人		审定人	
制（修）订日期	2024 年 8 月 1 日制订/第 2 次修订		

二、课程性质与任务

（一）课程性质

《无线电导航》是高职民航通信技术专业针对民航通信导航设备维护工作岗位的职业能力进行培养的一门重要的专业基础课程，主要内容是：绪论、无线电技术基础、中波导航系统、多普勒甚高频全向信标、测距机、仪表着陆系统、路基增强系统和 GNSS 与 PBN 导航。

（二）课程任务

通过完成民航机场电信岗位典型设备工作原理的学习，结合民航电信人员执照考试理论与专业技能考核的要求，促进学生关键能力和职业素质的提高，培养学生对无线电导航系统设备进行维护的基本专业能力，从而发展学生的综合职业能力。

（三）课程设计思路

课程按照职业技能培训和高职院校课程教学改革进行设计，以能够理解无线电导航系统的原理、应用和维护任务为出发点，以工作过程为导向，以工程理论为基础，注重工程理论的经验和案例，为在职人员培训和高职院校学生量身定做。

课程根据设备应用和维护过实际工作过程所需要的知识和技能抽象出 8 个教学

部分，每个部分结合各导航系统的工作原理、工作过程与典型理论，针对设备应用和维护过程中的理论基础进行分析和讨论，教学过程中结合设备类型与理论相结合进行讲解和实践，尽量避免冗长的公式推导，帮助学生提升导航理论基础的能力，为后续学习导航类设备课程做好准备。

三、本课程与其他课程的关系

序号	前导课程	为本课程支撑的主要能力
1	《电路分析》	安全用电知识、电路知识
2	《数字电路》	数字电路知识
3	《电路分析》	射频电路知识
序号	后续课程	需要本课程支撑的主要能力
1	《着陆导航设备维护》	着陆原理
2	《测向导航设备维护》	测向原理
3	《测距导航设备维护》	测距原理

四、课程目标

通过《无线电导航》的学习，使学生具有民航电信人员通信、导航设备维护岗位所需要的专业能力、方法能力和社会能力。

1. 素质目标

身心、人文素质目标

- ★ 具有人际交往能力。
- ★ 具有与同龄人相处的能力。
- ★ 具有在小组工作中的合作的能力。
- ★ 具有遵守职业道德的能力。

职业道德素质目标

- ★ 具有语言文字表达能力。
- ★ 具有计划组织能力和团队协作能力。

2. 知识目标

- ★ 能理解无线电导航领域的常用术语。
- ★ 能理解导航系统在空管和机场运行中的作用。
- ★ 能理解 NDB 系统工作原理、信号形式及工作过程。
- ★ 能理解 DVOR 工作原理、信号形式及工作过程。
- ★ 能理解 DME 工作原理、信号形式及工作过程。
- ★ 能理解 ILS 工作原理、信号形式及工作过程。
- ★ 能理解 LRRA 工作原理、信号形式及工作过程。
- ★ 能理解 PBN 等导航新技术及无线电导航发展方向。

3. 能力目标

专业能力

- ★ 具有制定设备维护计划、工作计划的能力；
- ★ 具有查阅手册资料的能力，能对文献资料利用与筛查的能力；

方法能力

- ★ 具有初步的解决问题能力；
- ★ 具有独立学习新设备新技术的初步能力；
- ★ 具有规范记录设备维护记录的能力；

社会能力

- ★ 具有一定的分析与综合能力。

2. 课程思政思维导图

典型工作任务、思政载体、思政方式和思政元素之间的关系如图 1 所示。



图 1 课程思政与典型知识关系

五、课程内容与要求

模块	项目	任务	教学目标	教学重难点	教学实施	学时
模块 1 无线电导航概论	项目 1 无线电导航基本概念及发展历史	1.学习导航基本概念 2.学习导航发展历史	★ 知识目标: 能够列举导航技术的 4 个发展阶段、6 种导航系统分类方式 ★ 能力目标: 通过讲述导航技术的发展历程,培养学生辩证思维析能力,能够客观全面地分析各种技术的先进性和带来的新问题 ★ 素质目标: 通过讲述中国科学家对导航的贡献,厚植学生科学精神。	✦ 重点: 4 种导航系统分类方式,并能准确描述各种导航方式的优缺点。 ✦ 难点: 6 种导航系统分类方式	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:以中国第一台电台为例,激发学生科学精神。	2
	项目 2 导航术语和导航系统实现原理	1.学习导航原理 2.学习导航系统基本工作原理	★ 知识目标: 能够列举 17 种导航术语和 3 种导航参数;能够描述 6 种无线电导航方法的原理 ★ 能力目标: 能够准确阐述无线电导航系统的基本原理,理解电波传播特性在导航中的作用原理。 ★ 素质目标: 通过讲述中国科学家对导航的贡献,厚植学生文化自信。	✦ 重点: 能够列举 17 种导航术语和 3 种导航参数类 ✦ 难点: 能够描述 6 种无线电导航方法的原理	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:以中国导航坐标系的演变为例,厚植学生科技报国。	2
	项目 3 无线电导航的应用和民航法规	1.无线电导航的应用 2.民航法规	★ 知识目标: 能够列举无线电导航在民航、军事和航海种的应用;能够描述国际和国内民航法规 ★ 能力目标: 严格遵守职业道德规范与行业操守,在工作中保持诚实守信、敬业奉献的职业态度。 ★ 素质目标: 通过讲述伊春空难,培养学生安全意识和生命意识。	✦ 重点: 能够列举无线电导航在民航、军事和航海种的应用 ✦ 难点: 能够描述国际和国内民航法规	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:以伊春空难为例,培养学生安全意识和生命意识。	2

模块2 无线电导航技术基础	项目1 无线电波传播特性	1.学习无线电波的划分及特性 2.学习无线电波的极化方式和传播方式	★ 知识目标: 掌握电磁波的划分、4种极化方式和4种传播方式 ★ 能力目标: 深入理解电磁波特性所遵循的物理原理,使学生具备对复杂电磁现象进行原理性剖析的能力 ★ 素质目标: 通过讲述有限的无线电频谱资源,培养学生遵守法律意识。	✦ 重点: 掌握电磁波的划分、4种极化方式。 ✦ 难点: 电磁波4种传播方式	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:以有限的无线电频谱资源为例,培养学生遵守法律意识。	2
	项目2 信号调制与解调	1.学习模拟调制系统 2.学习信号的解调方式 3.学习超外差接收机电路和附属电路	★ 知识目标: 能够描述3种模拟调制基本原理;能够描述模拟系统的解调方式;能画出超外差接收机、附属电路的组成部分,并描述工作原理 ★ 能力目标: 能够准确阐述无线电导航系统的基本原理,理解电波传播特性在导航中的作用原理。 ★ 素质目标: 通过讲述超外差接收的故事,厚植学生科技报国。	✦ 重点: 能够描述3种模拟调制基本原理;能够描述模拟系统的解调方式 ✦ 难点: 能画出超外差接收机、附属电路的组成部分,并描述工作原理	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述超外差接收的故事,厚植学生科技报国。	2
	项目3 天线与馈线	1.学习天线发射接收原理 2.学习馈线的作用	★ 知识目标: 能够描述天线发送和接受信号原理;至少说出8种天线的分类方式;描述馈线的3种分类 ★ 能力目标: 天线发送和接收信号的过程涉及多个环节和多种物理因素,这种逻辑分析能力可以帮助学生在面对复杂的工程问题或科学现象时,能够有条不紊地进行思考和推理。 ★ 素质目标: 通过讲述中国天眼的故事,培养学生科学精神,将个人理想信念和国家命运相结合。	✦ 重点: 能够描述天线发送和接受信号原理;至少说出8种天线的分类方式 ✦ 难点: 描述馈线的3种分类	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述中国天眼的故事,培养学生科学精神,将个人理想信念和国家命运相结合。。	2

模块3 中波导航系统	项目1 中波导航系统概述	1.学习 ADF-NDB 发展历程 2.学习 ADF-NDB 基本参数 3.学习 ADF-NDB 测向像原来 4.学习 ADF-NDB 系统应用	★ 知识目标: 掌握 ADF-NDB 发展历史、基本参数、测向像原理和系统应用 ★ 能力目标: 学生认识到中波导航系统性能特点和技术局限性,培养学生能够在考虑实际因素的基础上,对技术的应用范围和效果进行合理评估,培养他们在实际工程和操作中权衡利弊的能力 ★ 素质目标: 通过讲述最美通导人陈会梓的故事,培养学生专业精神和职业素养。	✦ 重点: 掌握 ADF-NDB 发展历史、基本参数、测向像原理 ✦ 难点: 掌握 ADF-NDB 系统应用	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述最美通导人陈会梓的故事,培养学生专业精神和职业素养。	2
	项目2 ADF-NDB 系统	1.学习地面 NDB 导航系统 2.学习机载 ADF 系统	★ 知识目标: 掌握莫尔斯码标准规范,在民航中的应用;掌握 NDB 的 2 种工作方式和特点;掌握机载 ADF 工作原理和组成 ★ 能力目标: 学生根据 ADF 指示的方位信息,在脑海中构建出自己的位置和前进方向,培养定位与导航思维。 ★ 素质目标: 通过讲述摩斯码—语言的中转站,厚植家国情怀。	✦ 重点: 掌握莫尔斯码标准规范,在民航中的应用;掌握 NDB 的 2 种工作方式和特点 ✦ 难点: 掌握机载 ADF 工作原理和组成	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述摩斯码—语言的中转站,厚植家国情怀。	2

模块 4 多普勒基 高频全向 信标	项目 1 DVOR 概述	1.学习 DVOR 发展历程 2.学习 DVOR 基本参数 3.学习 DVOR 测向原理 4.学习 DVOR 系统应用 5.DVOR 信号流程和信号特征 6.DVOR 设备框图	★ 知识目标: 掌握 DVOR 发展历史、基本参数、测向像原理（信号特征）和系统应用、信号流程、设备框图 ★ 能力目标: 在学习 DVOR 概述时需要他们进行逻辑推导,学生要理解其基于多普勒效应产生方位信息的原理。这种原理推导过程能够锻炼学生的逻辑思维,使他们学会从基本物理规律出发,逐步推导出系统的工作方式,培养严谨的科学思维习惯。 ★ 素质目标: 通过讲述国产 DVOR 发展历程,培养学生爱国情怀与民族自豪感。	✦ 重点: 掌握 DVOR 发展历史、基本参数、测向原理 ✦ 难点: 掌握 DVOR 系统应用	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政: 1.通过讲述国产 DVOR 发展历程,培养学生爱国情怀与民族自豪感。 2.讲述最美通达人 张亚茹的故事,培养学生对职责的敬畏和精益求精的工匠精神。 3.讲述最美通达人 陈霄的故事,用行动诠释责任担当,彰显新时代奋斗精神	4
	项目 2 DVOR 导航台和机载设备工作原理	1.学习地面 DVOR 导航系统 2.学习机载 DVOR 系统	★ 知识目标: 掌握地面导航台组成、原理和信号发射流程;掌握机载设备组成、原理和信号发射流程。 ★ 能力目标: 讲解 DVOR 导航台和机载设备的工作原理,培养学生对复杂的信号流程和设备功能进行逻辑剖析,这有助于培养他们的逻辑思维,学会按照一定的顺序和因果关系分析问题,提高对复杂工程原理的分析能力 ★ 素质目标: 通过讲述最美通达人陈霄案例,厚植职业道德与敬业精神	✦ 重点: 掌握地面导航台组成和原理 ✦ 难点: 掌握机载设备工作原理和组成	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述最美通达人陈霄案例,厚植职业道德与敬业精神。	2

模块5 测距机	项目1 DME 概述	1.学习 DME 发展历程 2.学习 DME 基本参数 3.学习 DME 测距原理 4.学习 DME 系统应用	★ 知识目标： 掌握 DME 发展历史、基本参数、测距像原理（信号特征）和系统应用 ★ 能力目标： DME 概述涉及到无线电、电磁学、信号处理等多个学科的理论知识。学生在学习过程中，能够加深对这些理论知识的理解，强化知识理解与应用能力。 ★ 素质目标： 通过讲述国产 DME 发展历程，培养学生爱国情怀与民族自豪感。	✦ 重点： 掌握 DME 发展历史、基本参数、测距原理 ✦ 难点： 掌握 DME 系统应用	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政：通过讲述国产 DME 发展历程，培养学生爱国情怀与民族自豪感。	2
	项目2 DME 导航台和机载设备工作原理	1.学习地面 DME 导航系统 2.学习机载 DME 系统	★ 知识目标： 掌握地面导航台组成、原理和信号发射流程；掌握机载设备组成、原理和信号发射流程。 ★ 能力目标： DME 系统包括地面信标和机载（或船载）设备两大部分，每个部分又包含多个子系统和组件。学生在学习概述时，需要理解 DME 系统的整体架构，包括信号发射、接收、处理和显示等各个环节的协同工作。这有助于培养学生的系统思维能力，使他们学会从整体角度看待复杂的工程系统 ★ 素质目标： 通过讲述最美通导人陈怡婷案例，激发责任担当与使命感	✦ 重点： 掌握地面导航台组成和原理 ✦ 难点： 掌握机载设备工作原理和组成	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政： 1.讲述最美通导人 赵国云的故事，赵国云在，用精益求精的态度诠释工匠精神。 2.讲述数学巨擘——高斯的故事，其坚韧、创新与奉献精神，彰显奋斗担当，激励大家以知识报国、追求卓越。	4

模块6 仪表着陆系统	项目1 ILS 概述	1.学习 ILS 发展历程 2.学习 ILS 基本参数 3.学习 ILS 精密进近程序 4.学习 ILS 天线原理	★ 知识目标： 掌握 ILS 发展历史、基本参数、工作原理 ★ 能力目标： 通过学习 ILS 概述，将 ILS 与其他导航系统进行比较，这种比较能力有助于学生全面了解导航技术的多样性，根据不同的飞行阶段和任务要求选择合适的导航系，培养比较与综合导航能力。 ★ 素质目标： 通过讲述国产 ILS 发展历程，培养学生爱国情怀与民族自豪感。	✦ 重点： 掌握 ILS 发展历史、基本参数、工作原理 ✦ 难点： 掌握 ILS 系统应用	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政： 1.通过讲述国产 ILS 发展历程，培养学生爱国情怀与民族自豪感。 2.最美通达人 王栋坤的故事，在潜移默化中强化安全责任与职业使命感	3
	项目2 ILS 导航台和机载设备工作原理	1.学习地面 ILS 导航系统组成、原理、信号发射流程和波形。 2.学习机载 ILS 系统组成、原理、信号发射流程。	★ 知识目标： 掌握地面导航台组成、原理、信号发射流程和波形；掌握机载设备组成、原理和信号发射流程。 ★ 能力目标： 理解 ILS 导航台和机载设备工作原理要求学生具备较强的逻辑思维，能够对复杂的信号流程和设备功能进行剖析，培养原理剖析与推导能力。 ★ 素质目标： 通过讲述最美通达人官健案例，敬业奉献精神的培养。	✦ 重点： 掌握地面导航台组成和原理 ✦ 难点： 掌握机载设备工作原理和组成	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政： 1.通过讲述最美通达人陈怡婷案例，激发责任担当与使命感。 2.讲述最美通达人 熊壮：脚踏实地，行稳致远的故事，在潜移默化中锤炼学生爱岗敬业的精神。	3

模块 7 地基增强系统	项目 1 GBAS 概述	1.学习 GBAS 发展历程 2.学习 GBAS 基本参数 3.学习 GBAS 原理	★ 知识目标: 掌握 GBAS 发展历史、基本参数、原理和系统应用 ★ 能力目标: 比较与综合导航能力目标,学生可以将 GBAS 与其他导航和定位系统进行比较,分析它们在工作原理、精度、适用范围、可靠性等方面的差异。这种比较能力有助于学生全面了解导航技术的多样性,根据不同的应用场景和需求选择合适的导航方式。 ★ 素质目标: 通过讲述国产 GBAS 发展历程,培养学生爱国情怀与民族自豪感。	✦ 重点: 掌握 GBAS 发展历史、基本参数、原理 ✦ 难点: 掌握 GBAS 系统应用	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述国产 GBAS 发展历程,培养学生爱国情怀与民族自豪感。	2
模块 8 全球卫星导航与 PBN 导航	项目 1 GNSS 和 PBN 概述	1.学习 GNSS 和 PBN 发展历程 2.学习 GNSS 和 PBN 原理	★ 知识目标: 掌握 GNSS 和 PBN 发展历史、基本参数、原理和系统应用 ★ 能力目标: GNSS 和 PBN 概述涉及多个学科知识,学生在学习过程中,需要理解并整合这些跨学科知识,构建完整的导航知识体系。这有助于拓宽学生的知识面,培养他们将不同学科知识融会贯通的能力。 ★ 素质目标: 通过讲述国产北斗发展历程,培养学生爱国情怀民族自豪感和科学精神。	✦ 重点: 掌握发 GNSS 和 PBN 展历史、基本参数、原理 ✦ 难点: 掌握 GNSS 和 PBN 系统应用	线上与线下混合式教学、案例教学法、讲授法。 课程思政:通过讲述国产北斗发展历程,培养学生爱国情怀民族自豪感和科学精神。	2

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

六、课程实施与保障

（一）教学方法与手段

教 法



【问题教学法】

设置思考问题，以问题为线索，企业工程师视频等作为问题导入，引导学生学会思考，学会学习和创造。



【任务驱动法】

创建虚拟仿真和实验场景，进行导航设备试验任务，在任务驱动学生进行学习活动的同时，探究解决学习问题，形成师生互动、生生合作的探究式学习氛围。



【情景教学法】

在虚拟仿真训练和实验前，构建典型工作任务，使学生在进行任务前进入工作状态，代入工作角色。



【讨论法】

以学生为中心，针对项目中的重点和难点问题，通过组织学生讨论，学生自主活动，活跃课堂气氛，加强学生对知识内容的掌握度。

学 法



【实验法】

本组课以工作中的典型工作任务为学习项目进行，为实现问题探究，使用虚拟仿真和设备进行实验。



【小组探究法】

以学生为中心，针对教学中的重点和难点问题，利用思维导图、职教云等工具，通过组织学生讨论，学生代表汇报分享，重点突破教学重难点。



【角色扮演法】

以学生为中心，在试验的教学和实操过程中，分组扮演企业工程小组进行操作。角色扮演使现场实操更有仪式感和带入感，有助于学生对知识技能的吸收。

（二）课程评价与考核

1. 教学评价

《无线电导航》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 60%，40%。具体考核评价标准如表 1 所示：

表 1 《无线电导航》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 (60%)			期末成绩 (40%)
各单项分值 (总分)	过程评价	结果评价	增值评价	期末考试
	45	45	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

主要教材

教材为校企合作共编教材《无线电导航概论》，为首套“中国民航电信技术类规划教材”。参照民航通信导航规章，按照职业技能培训和高职院校课程教学改革思路编写，博取国内外同类型教材之优点，引导行业企业深度参与，精准对接职业岗位需求，彰显职业教育“德技并重、理实一体”教学特点。针对目前应用最为广泛的飞机精密进近和降落导引系统：仪表着陆系统，配套有虚拟仿真实验。

教材按照民用航空导航技术的发展历程，由无线电导航基本概念、无线电导航技术基础、中波导航系统、多普勒甚高频全向信标、测距机、仪表着陆系统、地基增强系统、全球卫星导航系统与 PBN 导航 8 个模块组成。



参考教材



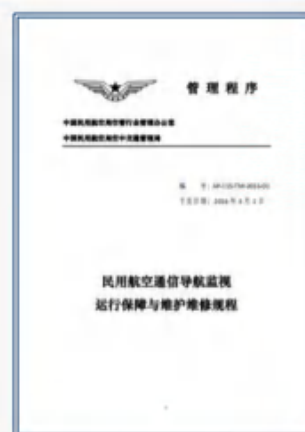
《导航原理》（电子工业出版社），十二五规划教材



《导航原理与系统》（清华大学出版社）



《民用航空电信人员执照理论考试大纲》
(WM-TM-2021-01-R2)



《民用航空通信导航监视运行保障与维护维修规程》
《AP-115-TM-2016-01》

（四）课程资源



（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	仪表着陆系统设备实训室	具有 NM7000、THALAS410、MK10 或 Selex2100 等目前机场在用的仪表着陆系统一套以上。	信号测量 功率测量 频率测量 故障排查	4

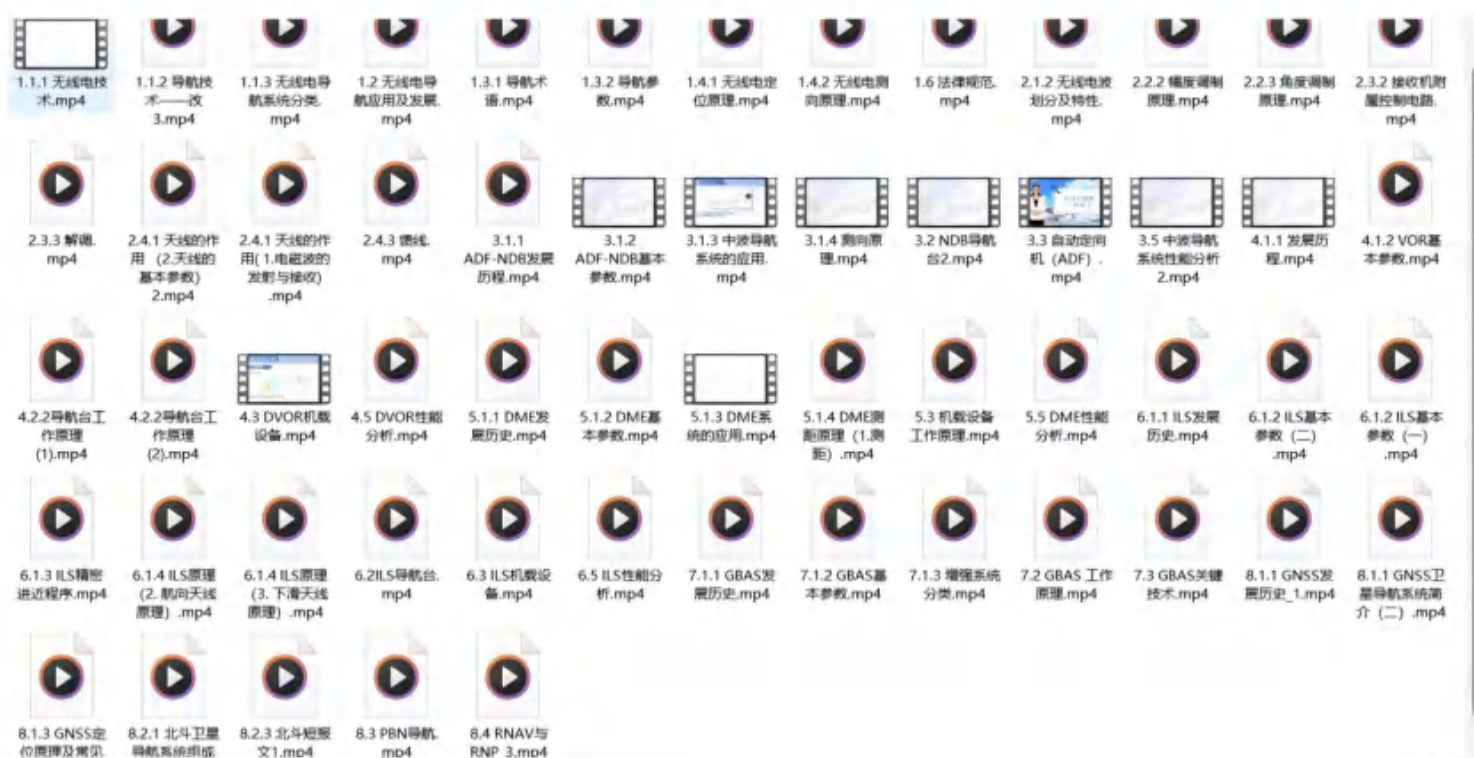


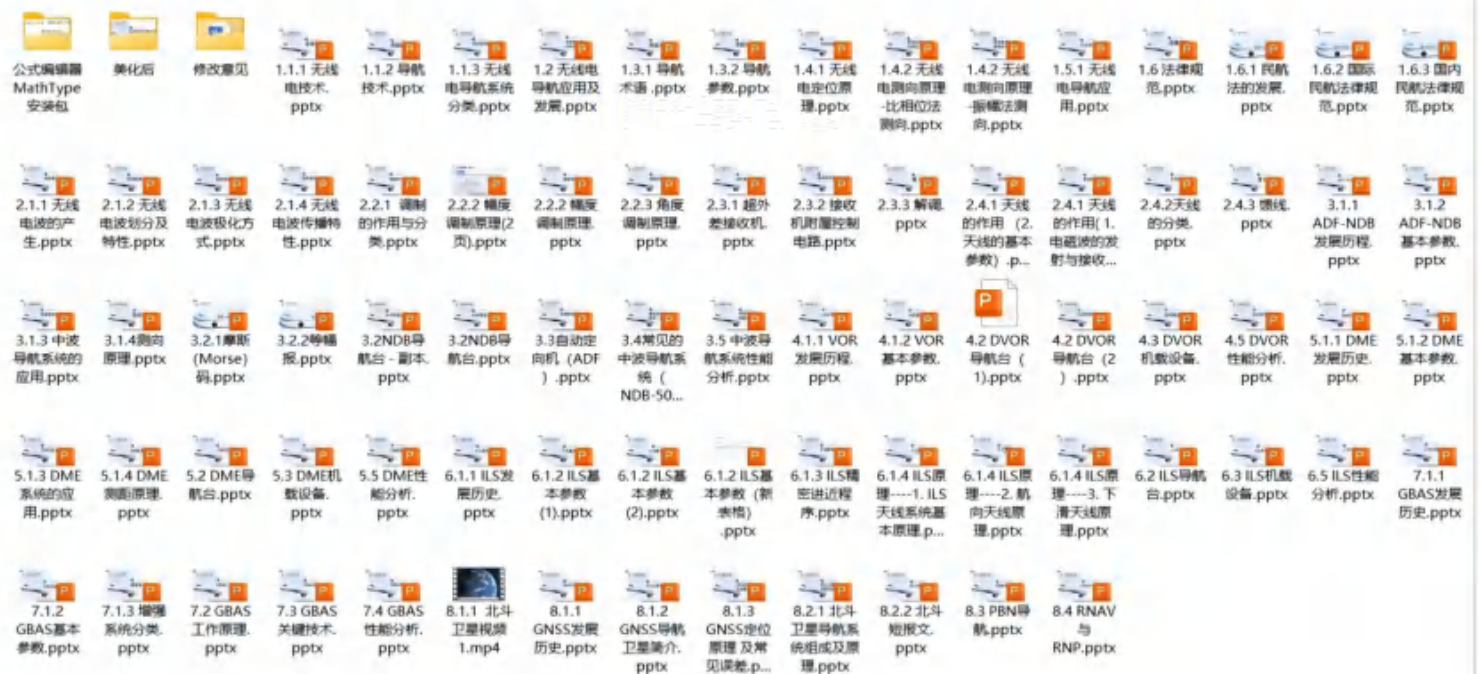


《无线电导航》

课程标准







当前位置: [首页](#) > [课程](#) > [无线电导航](#)



无线电导航

分享: [QQ](#) [微信](#)

主讲教师: 曹博 副教授 / 广州民航职业技术学院

期次: 第1期

起止日期: 2024-12-01至2025-07-31

教学进度: [暂停](#) [进行中](#) [已结束](#)

学时: 38学时

课程简介: 《无线电导航》是民航通信技术专业重要的专业基础课,起着承上启下的作用。对于专业领域不熟悉的学生提供必要的知识储备,为后续专业课程提供实践基础,加深对专业、行业的认识与理解,是基础理论课程向专业实践类课程过渡的桥梁。

1422555

累计页面浏览量

1049

累计选课人数

8911

累计互动次数

[编辑本页](#)

[课程统计](#)

[期次管理](#)

[进入课程](#)





2D

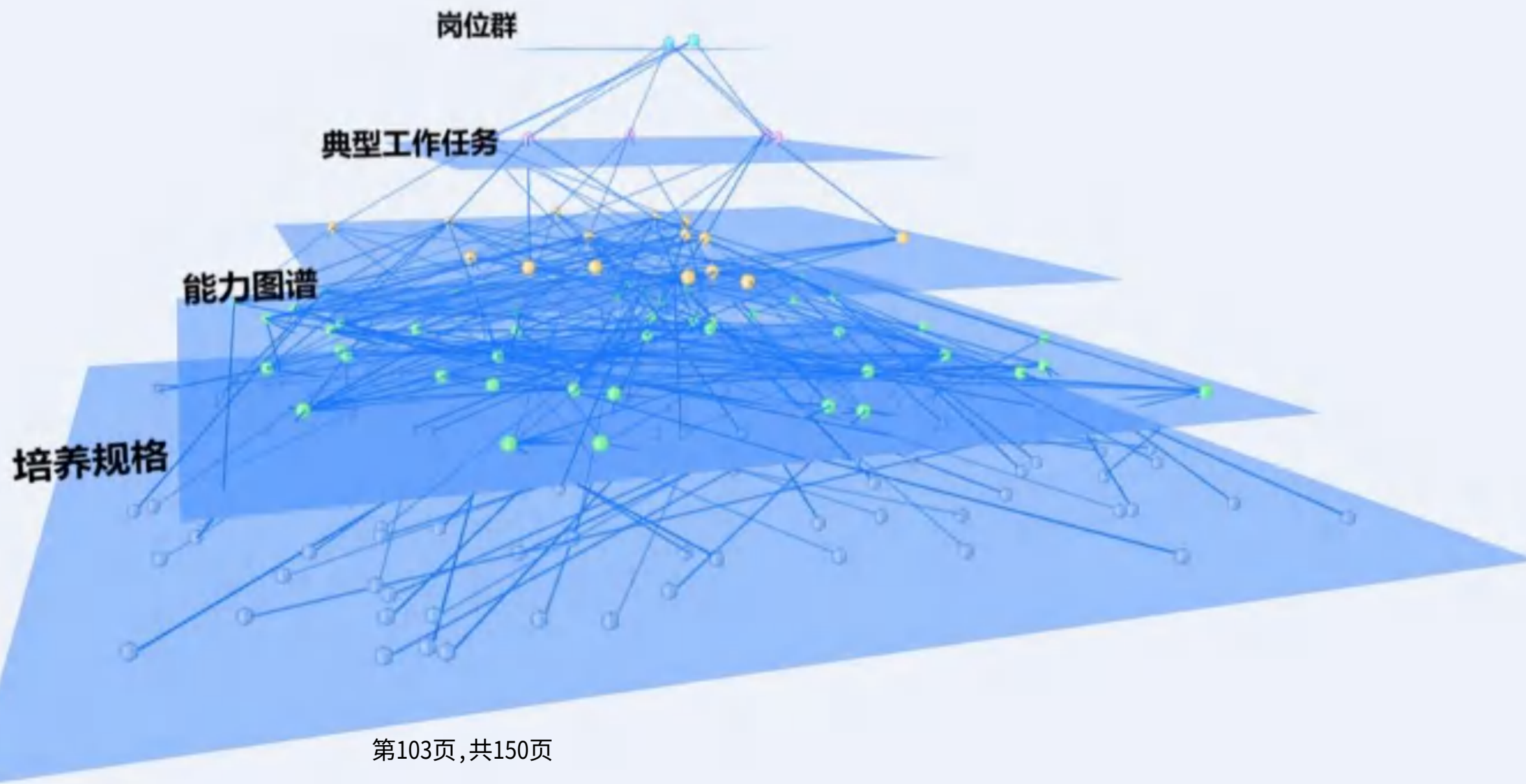


+

70%

-

还原



+ 新建题库		批量导入	新建文档	☒ 显示题目详情	安全设置	题库管理	1000000000	AI出题	退出	
课程	无线电导航	题型	全部题型	知识点	知识点					
标签	无标签	正确率	100%	难度	1					
全部题目:										5/11 题数
序号	文件夹/题目	题型	难度	正确率	已做题数	已做题数	已做题数	已做题数	已做题数	
	模块1 初识导航——无线电导航概论 3分 100%									管理
	模块2 循序渐进——无线电导航技术基础 3分 100%									管理
	模块3 承上启下——中波导航系统 3分 100%									管理
二	模块4 云罗罗盘——多普勒基准全向信标 3分 100%									管理
一	模块5 指航必较——测距机 3分 100%									管理
	模块6 空中灯塔——仪表着陆系统 3分 100%									管理
	模块7 建设实践——陆基增强系统									

我发布的话题

- 

曹博 · 05-09 23:53

课中思政案例：天河漫漫 北斗璀璨——三十载奋斗铸就大国重器（8.1.1 卫星导航的发展历史）

问题1：北斗系统从无到有、从区域走向全球，历经三十年奋斗才成为大国重器。在学习和成长过程中，我们会遇到各种困难和挫折，如何从北斗团队的奋斗历程中汲取力量，坚持完成自己的目标？

7

128
- 

曹博 · 05-09 23:50

课中思政案例：GBAS开启精准着陆时代（7.1.1 GBAS发展历史）

问题1：GBAS 系统让飞机着陆更精准，显著提升了航空安全。在日常生活中，还有哪些技术的进步像 GBAS 一样，极大地提升了某个领域的安全性？它们在推广应用过程中又面临着哪些挑战？

7

125
- 

曹博 · 05-09 23:44

课前思政案例：最美通导人 | 官健（5.3. DME机载设备）

问题1：官健参与多项设备升级改造和转场工作，在这个过程中积累了丰富的经验。结合你的学习生活，当面对复杂的学习任务或大型活动时，我们应该从官健的经历中学习哪些方法来高效完成任务？

10

111

证 明

兹证明曹 博老师参与了《基于 NM7000 ILS 航向信标信号测试与排故虚拟仿真实验》建设工作。在建设过程中，充分发挥了民航职业院校的专业优势，主动参与平台建设。具体表现如下：

一、积极参与前期的方案讨论与设计，提出了关于职业教育虚拟仿真实验的建议和想法，为系统建设的可行性和科学性提供了有力支持。

二、在建设实施阶段，依据职业院校学生认知特点和规律，结合民航电信人员岗位需求，提出了优化虚拟仿真实验的步骤方案，确保了各项工作的顺利推进。

三、主动配合团队成员，共同解决了建设过程中遇到的问题，展现出了良好的团队协作精神。

四、建设完成后，组织学生对系统进行了测试和优化，为系统的稳定运行做出了重要贡献。

特此证明。

中国民航大学电子信息与自动化学院

2024 年 10 月 10 日



基于NM7000ILS航向信标信号测试与排故虚拟仿真实验

课程一流课程

实验简介视频 | 教学引导视频

万博 | 中国民航大学 | 上线时间: 2024年

所属专业类: 电子信息类 对应专业: 信息工程 课程类型: 专业核心课 实验类型: 综合设计型

所属课程: 导航原理与系统、仪表着陆系统

实验以学生为主体, 针对本科院校、职业院校和行业培训, 设计不同的实验内容。实验以问题为导向, 通过仿真视频让学生直观的了解导航设备故障呈现的导航现象, 引导学生带着问题进行学习探究, 掌握航向信标信号传输处理过程, 分析故障, 熟悉排故技巧, 从系统的角度加深对导航原理本质的理解。实验将教学资源分为三部分: 理论认知、仿真测试和排故探究。在最短的时间达到最好的学习效果, 达到立德树人理念下的新工科人才培养目标。



我要做实验

我要开课

10 8 分享

纠错/举报

5.0

154人评价

去评价 >

共享应用 每日0点更新

浏览量

1585

实验人次

292

实验人数

261

实验平均用时

63'

实验完成率

94%

实验通过率

破人次 90.1%

破人数 96.6%



按人次 按人数

优秀 71.50%
达标 18.49%
不达标 9.93%

实验介绍

实验必读

实验教学目标 实验原理 实验教学过程与实验方法 实验步骤 实验结果与结论

该实验充分落实以“学生中心、产出导向、持续改进”的工程教育理念, 教学设计和实验实施基于学生的学习与发展成效 (OBE) 理念, 以学生接受教育后所取得的学习成果为导向, 从知识、能力、素质培养目标出发, 在最短的时间达到最好的学习效果。

1. 知识目标

- (1) 通过实验, 理解仪表着陆系统在民用航空导航中的主要应用, 深入掌握**仪表着陆系统工作原理以及系统设计思想**;
- (2) 通过实验, 能够深入分析**航向信标辐射场的形成机理、信号传播处理过程**;
- (3) 能够运用导航理论和**常见故障分析方法**, 判断故障现象, 对实验结果做合理解释。

2. 能力目标

- (1) 学生在三维场景下进行实验操作式学习, 提高学习兴趣, 从被动接受转为主动学习, 培养自主**学习能力**;
- (2) 通过实验, 使学生熟悉导航监控工作环境, 掌握仪器仪表的使用方法, 规范操作程序, 使学生具备工程**实践能力**;
- (3) 通过实验, 让学生认识系统故障状态, 独立分析问题, 设计**能力**。

3. 素质目标

- (1) 通过知识能力、素质能力的有机融合, 使学生具备发现问题、引出更多的问题的**学习探索能力**;

实验系统浏览器要求



教学支持热线

13920454277 13821560824

团队成员

万博 | 中国民航大学
负责人

教师

实验系统设计, 在线教学服务

主要成员



广州民航职业技术学院

《无线电导航》 课程实施方案

一、课程教学整体设计

(一) 依据典型工作任务，融“岗课赛证”重构教学体系

1. 教学内容

《无线电导航》为民航通信技术专业核心课程，起着承上启下的作用，对于民航通信导航领域不熟悉的学生提供必要的知识储备，为专业课程提供实践基础，加深对专业、行业的认识与理解，是基础理论课程向专业实践类课程过渡的桥梁。课程聚焦民航产业升级、深化教学改革，教学团队通过调研和问卷调查，采用“二维四步五解”职业能力分析法，对民航通信技术专业对应职业岗位（群）分析，形成工作任务与职业能力分析表，形成9个典型工作任务，45项工作内容，65项职业技能，为构建教学内容提供依据。

根据行业岗位需求，教学内容紧跟民航导航技术装备高速发展步伐，以现行《民用航空通信导航监视运行保障与维护维修规程》、《民用航空电信人员执照理论考试大纲》为依据，与实际工程案例紧密结合，用深入浅出的语言展示民航无线电导航相关基本理论知识，使学生能够胜任民航导航设备检查与维护、安装与调试、导航信号测量与分析等工作任务，将课程分解为251个知识点，录制原创500分钟微课，1500道习题，便于学生预习和自学。

《无线电导航》为省级首批课程思政示范课，设计41个典型案例，在提升职业技能的同时，将家国情怀、工匠精神、科学精神等思政元素融入课程，可使学生更好地实现个人价值与社会价值的有机统一，成为合格的社会主义建设者与接班人。

课程结合人才培养方案、课程标准、职业岗位典型工作任务分析，整合优化情境内容，设计8个教学模块，本次内容从中选择10个课时，如图1所示。



图 1 教学模块设计

2.教材信息

主要教材

教材为校企合作共编教材《无线电导航概论》，为首套“中国民航电信技术类规划教材”。参照民航通信导航规章，按照职业技能培训和高职院校课程教学改革思路编写，博取国内外同类型教材之优点，引导行业企业深度参与，精准对接职业岗位需求，彰显职业教育“德技并重、理实一体”教学特点。针对目前应用最为广泛的飞机精密进近和降落导引系统：仪表着陆系统，配套有虚拟仿真实验。

教材按照民用航空导航技术的发展历程，由无线电导航基本概念、无线电导航技术基础、中波导航系统、多普勒甚高频全向信标、测距机、仪表着陆系统、地基增强系统、全球卫星导航系统与 PBN 导航 8 个模块组成。



参考教材



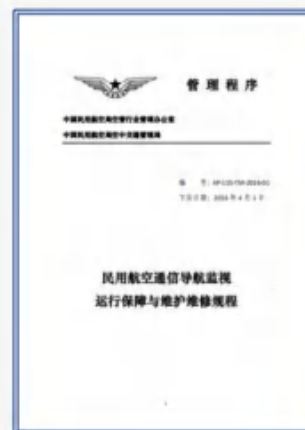
《导航原理》（电子工业出版社），十二五规划教材



《导航原理与系统》（清华大学出版社）



《民用航空电信人员执照理论考试大纲》
(WM-TM-2021-01-R2)

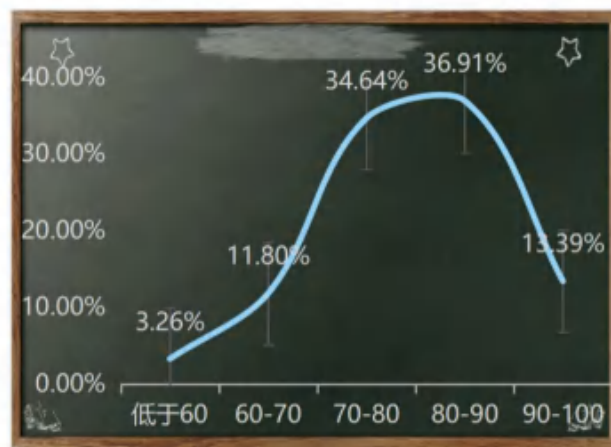


《民用航空通信导航监视运行保障与维护维修规程》
《AP-115-TM-2016-01》

（二）基于系统调研分析，融“前导后续”全面分析学情

本课程授课对象为民航通信技术专业大二学生，课程开设在大二下学期。依托学校大数据分析质量监控平台、智慧职教平台和问卷调查等，对 3 个班级 127 名学生进行学情分析，获取学习成绩、行为数据等信息，从知识储备、行为倾向、职业素养三方面开展学情分析。

①本课程学习必须具备《电路分析》《数字电路》《电子线路》《民航概论》《高等数学》等基础知识，并为《着陆设备维护》《测向设备维护》《测距设备维护》等后续课程的学习做准备。在本项目学习之前，学生已经学习并掌握了电路原理、无线电基础知识、电子仪表的基本实验规则，超过80%的学生平均成绩在75分以上。在学生拥有此理论和方法基础后，进入无线电导航课程环节。



知识储备

②民航通信技术专业男生占比79.53%，女生占比20.47%，92.91%学生选择了理科，特别是物理（95.56%），而选择文科历史的很少（4.44%）；66.63%的学生入学成绩未过本科线，39.37%的学生超过本科线。



行为倾向

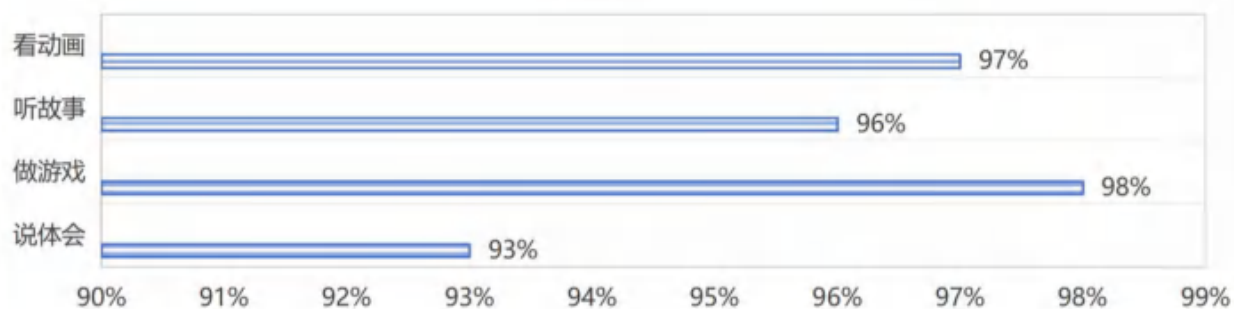
课堂专注力不足，且不愿意学习复杂理论和数学公式，但愿意与老师和同学交流，有解决复杂问题的潜力。学生对无线电导航有很强的学习愿望，但是浅尝辄止，操作随意不规范，不愿意持续反复的进行标准化练习，容易受到挫折，95.8%的学生更喜欢以看动画、听故事、做游戏等教学方式来完成课程学习

他们表现出的共同特点总结为“三喜两厌”。

①“三喜”为喜动手实操、喜电脑与互联网应用、喜颗粒化可视教学资源。

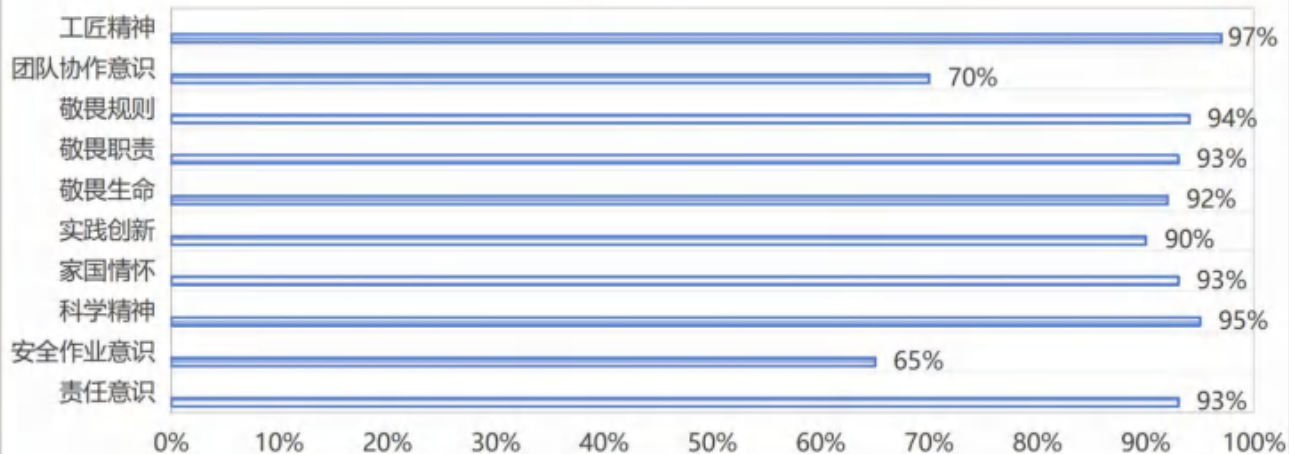
②“两厌”为厌枯燥无味的理论内容，厌传统的教学方式。

学习方式



学生们有较强的责任意识和强烈的求知欲望，但是**安全作业意识仍需加强、团队协作意识仍需提高**。学生对**工匠精神、三个敬畏**认同度较高，并在完成任务过程中积极传承和弘扬。学生渴望学习和未来工作岗位相关的知识和技能，对工程项目真实案例表现出强烈的好奇心。

职业素养



（三）对接职业岗位需求，融“课程思政”确定教学目标

依据实际研发岗位要求培养学生“**知原理、会检测、懂安装、能维护、排故障**”五大职业核心能力和“**守规章、重安全、有担当、能创新、讲团结**”五大职业素质目标，采用理论考试对知识目标达成情况进行考核，结合项目任务对学生实操能力进行评测。同时在考试题目中增加考核职业素养和课程思政的内容，在学生参与课程的全过程中采用自评、互评、共评等多种方式量化职业素养和素质目标达成情况。

（四）运用 AI 分析技术，融“横向纵向”健全综合评价

使用超星泛雅教学平台、虚拟仿真平台等信息化工具收集数据，进行定量分析，采用“横向纵向”、多阶多轮的综合评价机制，包括过程评价占 45%、结果评价占 45%、增值评价占 10%，其中过程评价包含：1.课前初评：评知识基础由系统评测；2.课中一评：评技能基础由组内自评；3.课中二评：评技能应用由组间互评；4.课中三评：评综合素养由师(包括企业导师)生共评；5.课后再评：评综合能力由系统评测，如图 3 所示。通过多环节、多主体、多维度，教师评价、组内自评、组间互评、师生共评等形式对四大素质目标及五大核心能力进行综合评价。同时探索对学生个体素质进行增值性评价的方法，通过对每位学生参与项目前后各项素质测评维度加权值对比分析，得出每个学生个体纵向增值性报告，对学生的情况进行充分全面的了解。

二、课程教学思想

（一）以学生为中心，构建“理-虚-实”一体化教学模式

课程始终以学生为中心，设计教学任务核心理念为：构建“理一虚一实”的新型教学模式。以【民用航空电信人员执照理论考试大纲】为“理”，以【虚拟仿真平台】“虚”，以省重点建设实训基地——【民航电信人员培训基地】为“实”，虚实结合，扬长避短，辅以课程思政资源、微课资源，构建知识图谱-思政图谱，运用超星泛雅移动学习端，实现理论点拨、虚拟仿真、实训操作的衔接融合，从而切实解决民航电信人员职业能力培养过程中存在的高投入、难观摩、难再现等痛点问题，有效提高人才培养质量。

（二）以问题为导向，构建“六环五问”混式合教学模式

教学团队正面回应教学痛点问题，用五类目标问题组织教学，通过**课前 BOP: Bridge-In** (引入)、**Objective** (目标)、**Pre-assessment** (预评估)；**课中 P: Participatory Learning** (参与式学习)；**课后 PS: Post-assessment** (评估) 和 **Summary** (总结) 环节，构建了“六环节五问题”目标问题导向式教学模式，通过微课视频、虚拟仿真和案例创建多维学习空间，通过评估环节了解教学情况，并进行跟踪反馈和持续改进，如图 5 所示。

该模式将课程“知识链”重构为“目标问题链”，围绕五类目标问题设计教学活动，形成层层递进的目标问题链条，实现学生从低阶到高阶能力的培养，培养学生分析、解决复杂工程问题的能力和科学探索精神。

基本问题：将基本概念列为基本问题，在课前推送给学生，培养学生自学能力。（匹配视频库、目标问题库）

重点问题：将导航设备原理凝练为重点问题，培养学生总结归纳问题的能力。（匹配知识图谱）

难点问题：将导航设备原理转化为难点问题，培养学生分析复杂工程问题能力。（匹配企业工程案例库）

实践问题：结合企业工程案例，采用虚实结合，培养学生工程实践能力。（匹配虚拟仿真）

拓展问题：用好行业前沿新技术和新工艺，提出若干拓展问题，培养学生解决复杂工程问题能力和创新能力。（匹配素拓项目库）

该模式的具体实施路径由两个闭环构成，其中红色箭头闭环是由目标出发，再通过教学评价检验目标达成度；虚线箭头闭环也由目标出发，重点关注教学组织。两个闭环均由目标出发，围绕目标设计教学问题，通过教学组织把目标问题内化为目标素质，并基于教学评价进行持续改进。

（三）以立德为中心，构建“1234”课程思政建设模式

《无线电导航》课程于2023年立项为省级首批课程思政示范课，课程以学生为中心，拓展教学时间与空间，以超星泛雅平台、民航通信技术一体化实训平台、实训中心、校企合作四个平台为依托，采用“目标问题导向”混合式教学模式，通过场景教学法、案例教学法、分组辩论和角色扮演法等方式，将家国情怀、工匠精神、科学精神、三个敬畏、实践创新等融入教学，使教学目标和思政目标相互交融、相辅相成，为我国建设民航强国提供强有力人才保障，结合教学内容提炼21个思政资源库，如图6所示。

教学团队构建了“一核心、双主线、三阶段、四平台”的课程思政建设模式，如图7所示。

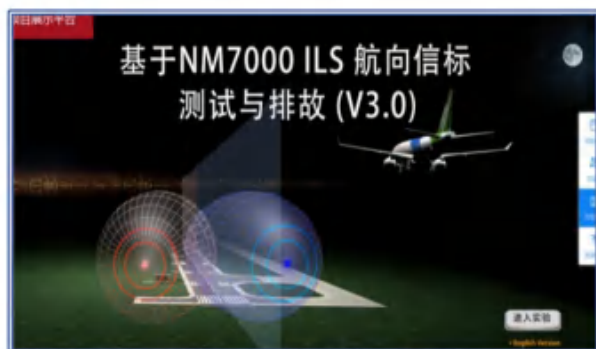
（1）“一核心”即以社会主义核心价值观为核心。爱国、敬业、诚信、友善是每一位公民应当遵循的基本行为准则，涵盖了社会公德、职业道德、家庭美德、个人品德等方面。

（2）“双主线”是厚植家国情怀，涵养进取品格为思政主线；贯彻国家安全观，促进中国民航通信导航事业高质量发展，践行民航强国建设使命为专业线

（3）“三阶段”是将课程思政贯穿于课前、课中、课后全过程。课前，教师通过线上平台发布前置作业，学生进行自主探究学习，培养耐心韧心；课中教师引入思政主题，并通过案例分析、视频学习、交流讨论等手段进行主题思政教育，培养学生的思政素养；课后布置相关的实践任务，鼓励学生参与社会实践，培养学生的社会责任感等，从而实现全过程育人。

三、课程教学资源

(一) 虚拟仿真开启想象新空间



NM7000 ILS航向信标信号测试与排故虚拟仿真实验



Navigation Simulator

(二) 数字资源构建学习快通道

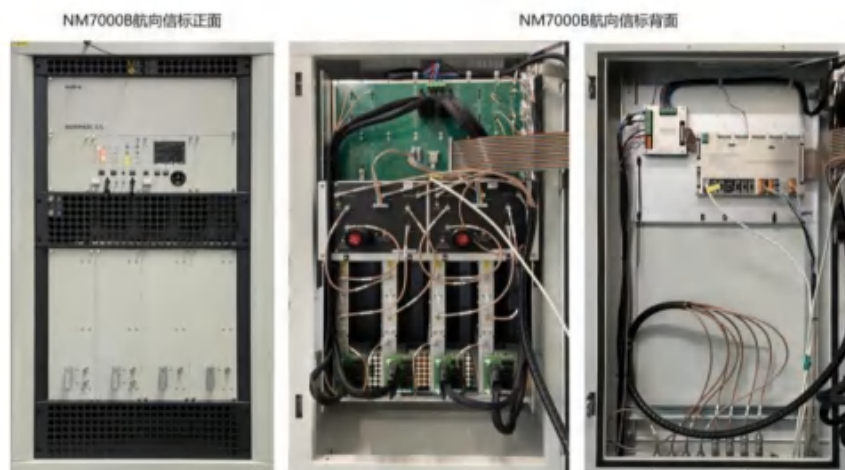


460分钟微课资源



配套PPT资源(500页)

(三) 导航设备指引成长正方向



NM7000



DME-900

DVOR-900

(四) 思政案例塑造灵魂高标准



思政案例21个

最美通导人——8位

- 1.最美通导人 | 张亚茹：“小人物”全力以赴 绽放运行“大力量”
- 2.张珍慧：守初心 砺匠心
- 3.秉承匠心守初心 开拓进取勇创新——第四届“西南空管匠人”——何非
- 4.李德仁：满腔热血铸通强国防
- 5.最美通导人 陈霄：脚踏实地 笃行前行
- 6.中国通信泰斗叶培大
- 7.最美科技工作者风采专栏 | 站在全球信息通信行业发展第一线的引领者——记王志勤同志的先进事迹
- 8.70年70人“话”通信 | 赵慧玲：回忆“网络时代”

人物案例40个

(五) AI 资源开拓教育新视野



知识图谱



AI学情分析助手



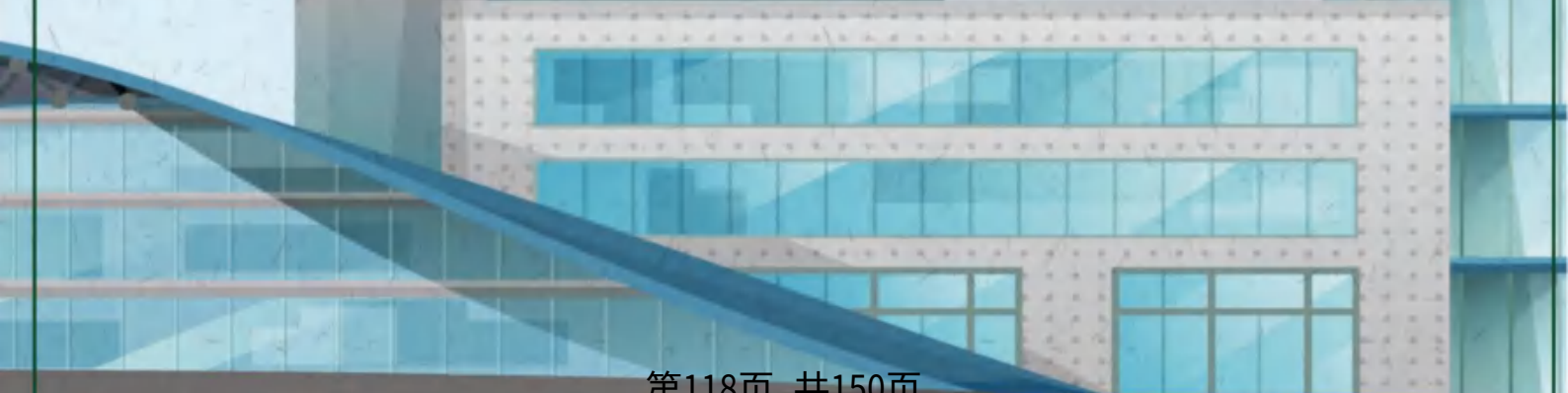
AI智能分析学情

五、课程教学效果

- ✈ 在校生成各项成绩显著提高。
- ✈ 在校学生考取证书、1+X证书通过率逐年提高，其中1+X 5G通过率为100%。
- ✈ 在校生成竞技水平提高，大学生电子设计竞赛中，获得国家二等奖2项，省级奖项5项；全国大学生网络与信息技术大赛获得国家级一等奖5项目。
- ✈ 我校毕业生，在工作岗位中考取航空电信人员执照通过率100%，夯实学生可持续发展基础。



学时 1 DVOR 系统概述教学设计



1. 教学分析

1.1 课程信息

教学内容	DVOR 系统概述	课程名称	无线电导航
授课形式	混合式教学、移动学习	专业名称	民航通信技术
授课对象	23 导航设备维护 2 班	授课学时	1 学时
授课地点	民航通信技术理实一体教室 L4-109	授课教材	《无线电导航概论》

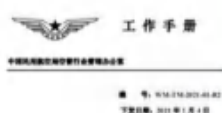
1.2 课程内容

教学内容选取依据：

- 1、职业技能要求：①《民用航空通信导航监视运行保障与维护维修规程》第四章 设备维护和维修要求
② 典型工作任务 3 测向测距导航系统运行与维护要求。

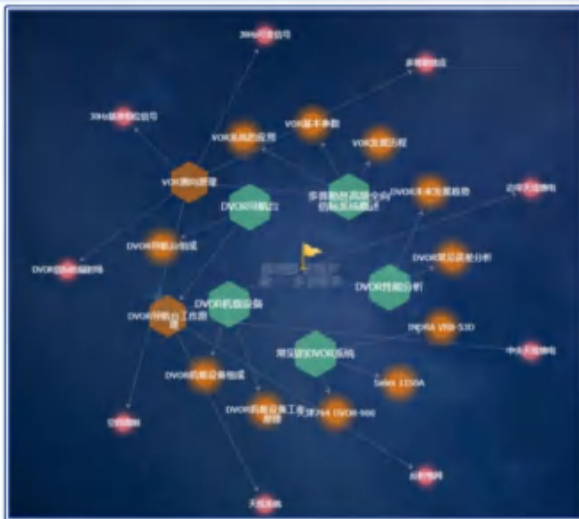
 管理程序 中国民用航空局空中交通管理局 编号：AP-135-734-2018-01 下发日期：2018 年 4 月 1 日 民用航空通信导航监视 运行保障与维护维修规程	第四章 设备维护和维修 第一节 设备定期维护 第四十七条 设备定期维护分为周/月度维护、季/半年/年度维护等两种等级，运行保障单位可结合实际对两种等级对应的维护周期进行适当选择、调整。 第四十八条 运行保障单位应按照本规程，参考相关设备型号操作指导材料中有关维护操作的内容和设备厂家的维护手册，并结合运行实际制定本单位和运行岗位适用的设备维护制度和程序，明确设备定期维护内容、维护间隔周期和操作方法，并在设备正式运行或试运行起始后按制度组织实施维护工作。
---	---

2、执照理论要求：《民用航空电信人员执照理论考试大纲》中导航专业考试内容及要求 **DHS4.1**，本次课程涵盖了其中的 5 个知识点。

 工作手册 中国民用航空局空中交通管理局 编号：AP-135-734-2018-01 下发日期：2018 年 4 月 1 日 民用航空电信人员执照 理论考试大纲	DHS4.3	DVOR 设备的工作性能及技术指标
	DHS4.3.1	了解 DVOR 频率范围、波道间隔
	DHS4.3.2	了解 DVOR 的频率分配原则
	DHS4.3.3	了解 DVOR 设备 30HZ、1020HZ 音频信号的频率稳定度及调制度
	DHS4.3.4	了解 DVOR 设备 9960HZ 副载波的频率稳定度及调制度、调频指数
	DHS4.3.5	了解 DVOR 监控系统指标

本次课教学节选自模块四“多普勒甚高频全向信标”中的子情景一“DVOR 系统概述”。本次课程主要有 4 个教学内容：**DVOR** 发展历程、**DVOR** 基本参数、**DVOR** 的应用。

针对学习能力强的同学，可按照知识图谱自主选择知识点学习；其他同学按照思维导图顺序学习。

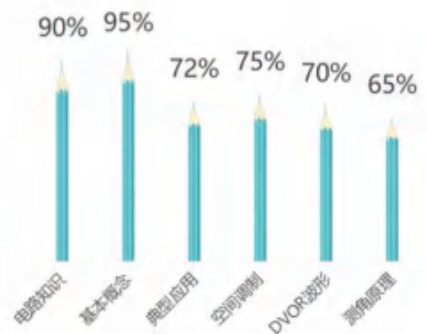


模块四 知识图谱和思维导图

1.3 学情分析

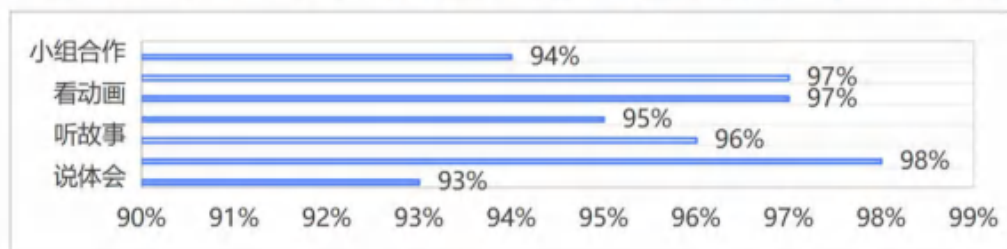
知识和技能基础

- 1.通过课前任务的学习，已经初步掌握的 DVOR 的发展历史和基本参数，部分同学学习积极性高，成绩优异。
- 2.经前导课程《天线原理》《电子线路》等学习，已经掌握了调制、极化、相位等基本概念。
3. 通过课前超星泛雅 AI 学情分析助手，学生对空间调制、测角原理、DVOR 波形、典型应用掌握不够。

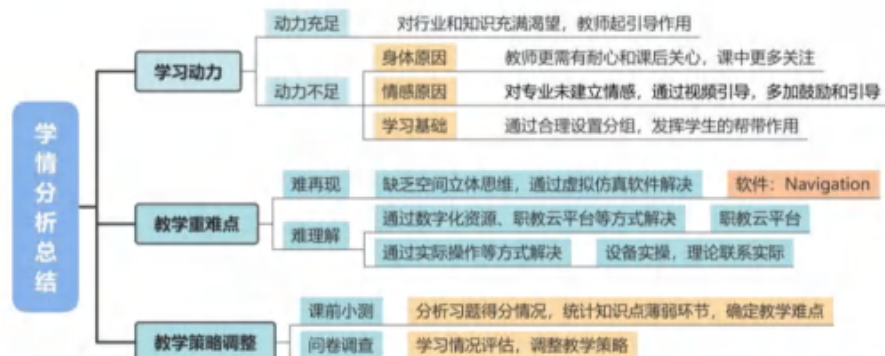


学习特点

- 1.学生不喜欢抽象的理论知识，对数学及公式比较排斥；喜欢看动画、观视频、听故事、做游戏、说体会、做总结等生生互动的方式来完成学习；喜欢通过小组协作的方式来完成学习任务；



评估结果



1.4 教学目标

知识目标

- (1) 了解国产 DVOR 的发展历史;
- (2) 能够列举并解释 DVOR 系统的 9 种基本参数和 4 种典型应用;

能力目标

- (1) 培养自主学习能力;
- (2) 能熟练操作 Navigation Simulator 仿真软件。

素质目标

- (1) 讲述我国 DVOR 发展历史, 树立民族自信心, 在潜移默化中锤炼学生交通强国的家国情怀;
- (2) 通过列举电磁干扰影响飞行安全案例, 引导学生树立规则意识和安全意识。

1.5 重点难点

重点

基于职业技能要求、民航电信人员理论考试大纲:

- (1) 能够列举并解释 DVOR 系统的 9 种基本参数。

解决方法:

- (1) 课前在超星泛雅平台上传微课视频, 组织学生观看。
- (2) 布置课前、课中、课后习题, 巩固知识点。

难点

基于课前小测、学前问卷调查:

- (1) 能够列举并解释 DVOR 系统 4 种典型应用。

解决方法:

- (1) 课前在超星泛雅平台上传微课视频, 组织学生观看。
- (2) 通过虚拟仿真软件 Navigation Simulator, 模拟引导飞行。

2.教学思想

2.1 教学设计

本次课为模块 4 多普勒甚高频全向信标中的第一个教学情景, 1 学时的教学内容以任务为驱动开展混合式教学, 以翻转课堂的模式将教学过程分解为课前准备, 课中导学, 课后拓展。学生课前自学线上资源, 通过思维导图、知识图谱等方法, 熟悉步骤, 并进行课前线上测评; 课中聚焦重难点, 通过理论方法的讲授探究与虚拟仿真教学, 令学生在掌握 DVOR 的基本参数和典型应用; 课后学生巩固所学内容, 为下一次课的做准备, 三个环节环环相扣。



2.2 教学方法

教法

问题教学法、任务驱动法、情景教学法

学法

自主探究、小组探究

2.3 课程资源

民航通信技术理实一体教室



实践



讲授理论



设备

为有效解决以上教学重点和难点，高效执行本课堂教学策略，运用多种信息技术手段开展教学活动。

信息技术手段和资源

通过虚拟仿真软件，解决课程教学难点



虚拟仿真资源

通过实物讲解，理论联系实际，突破教学重难点



DVOR-900

解决DVOR原理抽象，难以理解的问题



微课、动画授课、PPT

通过课程思政案例讲解，达成素质目标



思政案例

使用在线学习平台真正的实现翻转课堂，支撑课下自主学习



在线学习平台

学习通APP进行课堂活动管理，实现教、学、考、管、评、问等功能



APP学习通

给予学习能力强的学生，自主选择学习进度的途径



知识图谱

能及时发现未完成小测、作业等课堂活动并提醒，减轻教师负担



AI助教

MOOC 学银在线网址: <https://www.xueyinonline.com/detail/244380189>

3.教学安排（六环五问）



①课程引入 **Bridge**

设计意图

课前诊断

测试结果





1. 学生能简单描述 DVOR 基本参数。

共性问题 2. 学生知道 DVOR 的系统的典型应用，但是不能完全理解。

3. 结合做题的分析和问卷调查，大部分学生对 DVOR 的原理和应用理解不透彻。

个性问题 个别同学的课前测得分只有 50 分，需要重点关注。

调整前 按照顺序依次讲解 DVOR 发展历史-基本参数-典型应用。

教学调整

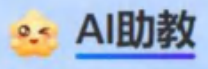
调整后 1. 课前发布引入思政案例，在潜移默化中锻造和锤炼学生交通强国的家国情怀，课堂上不展开讲解；

2. 课中引入思政案例（2）：飞行安全的“隐形杀手”——电磁干扰，培养学习安全意识，针对课前小测挑选重点部分讲解；

3. 增加虚拟仿真软件的练习，展示 DVOR 对飞机的引导；

4. 针对个别课前成绩差的同学，课中重点关注状态、课中小测成绩，引导回答问题，激发学习兴趣和自信心。

3.2 课中学练 P——参与式学习 (Participatory Learning) 【目标问题导向】

环节	教学内容	教师活动	学生活动	教学资源
知识点 1: DVOR 发展历史 10min	1. 讲述 DVOR 基本概念。 2. 针对知识点（1）的问题。	1. 发布签到，统计人数 在超星泛雅平台中发布签到； 2. 故事引入，导出主题 播放案例视频，讲解案例，引导学生养成安全意识； 3. 目标导向，发布问题 发布知识点（1）问题，开展头脑风暴。	1. 登录系统，进行签到 在超星泛雅中完成在线签到； 2. 观看视频，抓住重点 对比 DVOR 和 NDB 特点。 2. 头脑风暴，达成目标 查阅资料，在超星泛雅平台参与头脑风暴。	 超星泛雅平台  思政案例  AI 助教

环节	教学内容	教师活动	学生活动	教学资源
知识点 2: DVOR 系统 典型应用 15min	1.DVOR 系统的 4 种典型应用 2.针对知识点（3）的问题。 目标问题导向	1.理论讲授 DVOR 系统的 4 种典型应用 2.演示虚拟仿真软件 Navigation Simulator 3.超星泛雅平台答疑 破难点	1.通过课件学习 DVOR 系统的 4 种典型应用 2.操作虚拟仿真软件 Navigation Simulator 3.超星泛雅平台提问	 动画  PPT

环节	教学内容	教师活动	学生活动	教学资源
知识点 3: DVOR 基本参数 讲案例 15min	1.讲解案例：飞行安全的“隐形杀手”——电磁干扰。 融思政 2.针对知识点（2）的问题。 目标问题导向	1.发布签到，统计人数 在超星泛雅平台中发布签到； 2.故事引入，导出主题 播放案例视频，讲解案例，引导学生养成安全意识； 融考证 3.目标导向，发布问题 发布知识点（2）问题，开展头脑风暴。	1.登录系统，进行签到 在超星泛雅中完成在线签到； 2.观看视频，抓住重点 通过听老师讲述电磁干扰导致事故的飞行故事案例，培养认真负责的工作态度及生命至上、安全第一的使命情怀。 2.头脑风暴，达成目标 查阅资料，在超星泛雅平台参与头脑风暴。	 虚拟仿真软件  PPT、微课

3.2 课中学练 S——学习总结 Summary: 课堂评价

环节	教学内容	教师活动	学生活动	教学资源
总结 Summary 评价 5min	1.自我评价 2.自我打分 3.知识总结	1.查看学生评价情况 2.查看学生课堂反馈 3.查看学生课堂参与情况	1.自我评价情况 2.授课情况反馈 3.知识总结	 超星泛雅平台 AI 助教



师生自评互评

课堂评分表

课堂评分表						
评分项目			配分	评分细则	自评	教师评
过程评价 (45%)	纪律情况 (10%)	按时上课	5	违反不得分		
		积极回答问题	5	依据课堂表现给分		
		配合教师活动	0	为否定项，违反扣 10-100 分		
结果评价 (45%)	知识目标 (20%)	针对知识点问题得分	20	参与得 10 分；及格得 15 分；90 分以上 20 分		
		技能目标 (15%)	15	正确设置软件 5 分；读懂软件界面 5 分；结合理论正确操作 15 分		
		素质目标 (15%)	5	主动帮助同学酌情 1-5 分		
增值评价 (10%)	小测成绩 (30%)	帮助同学	5	多种方式理解知识酌情 1-5 分		
		创新能力	5	积极参与案例讨论酌情 1-5 分		
		思政案例讨论	5	参与得 6 分；及格得 8 分；90 分以上 10 分		
	课前小测	课前小测	10	参与得 6 分；及格得 8 分；90 分以上 10 分		
		课中小测	10	参与得 6 分；及格得 8 分；90 分以上 10 分		
		课后小测	10	参与得 6 分；及格得 8 分；90 分以上 10 分		
	成绩提升 (4%)	成绩提升情况	4	综合考察课前、课中、课后三次成绩对比，酌情给 1-4 分		
		课堂参与 (4%)	4	与上次课程比，活跃程度，酌情给 1-4 分		
		获得奖励 (2%)	2	参赛获奖或者课程表现图突出酌情给 1-2 分		

3.3 课后测验 P——课后测验 (Post-assessment)

环节	教学内容	教师活动	学生活动	教学资源
课后	1.课后习题 2.下次课程内容	1.发布课后习题 2.发布下次课程内容 3.发布拓展作业	1.完成课后习题 2.查看下次课程内容 3.完成拓展作业	 超星泛雅平台

课后安排、课堂反馈



4.教学反思与诊改

对接行业发展需求，进一步使用新技术

针对人工智能行业新技术迭代更新极其快速，深度学习新应用层出不穷，教学团队已开始探索教学中结合使用像 ChatGpt 等 AI 新技术，目前该技术已在学生学业分析上有所作用，后续将花更多的时间去探索和研究。

中国交通教育研究会

交教研字〔2024〕55号

中国交通教育研究会 2024-2026年度教育科学研究课题立项通知书

广州民航职业技术学院 曹博同志：

您申报的课题高职交通运输专业课程思政教学体系重构策略研究——以民航通信技术专业为例已被列为中国交通教育研究会教育科学研究一般课题。课题立项编号JT2024YB186。

请根据《中国交通教育研究会教育科学研究课题管理办法》，原则上在3个月内组织实施课题开题，在2年内高质量完成课题研究工作，并积极推动研究成果公开发表（出版）和实践检验。研究成果公开发表或出版时应标注中国交通教育研究会课题名称及立项编号。



中国商业技师协会

2023 年度职业教育研究课题 立项通知书

曹博：

您申报的课题，经专家评审并公示，已正式批准为中国商业技师协会 2023 年度职业教育研究立项课题。

请您在保证没有知识产权争议前提下，认真开展研究，高质量地如期完成您申报书中所预期的科研成果。

课题名称：课程思政背景下《无线电导航》精品在线开放课程建设与研究

课题类别：一般课题

课题编号：ZGSYJSXH20230034

完成时间：2023 年 12 月 31 日前





中国商业技师协会
China Association of Business Professionals

中国商业技师协会立项课题结题证书

课 题 名 称：课程思政背景下《无线电导航》精品在线开放课程建设与研究

课 题 编 号：ZGSYJSXH20230034

课 题 类 别：一般课题

课 题 主 持 人：曹博

课 题 成 员：刘志刚、刘文评、孙鹏涛、李俊凤、王秀丽、王贵、唐志虎、刘坤

课题鉴定成果：合格





ISSN 1671-9654

CN 43-1396/Z

长沙航空职业技术学院

JOURNAL OF CHANGSHA AERONAUTICAL VOCATIONAL AND TECHNICAL COLLEGE

学报



中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊
中国学术期刊(光盘版)收录期刊
中国期刊网全文收录期刊
万方数据·数字化期刊群全文收录期刊
中文科技期刊数据库收录期刊
中国知网优先数字出版期刊
超星学术期刊“域出版”合作期刊
全国高职高专优秀学报
全国高职高专十佳学报

2024年6月
第24卷 第2期

CHANGSHA HANGKONG ZHIYE JISHU XUEYUAN XUEBAO

第132页,共150页

长沙航空职业技术学院学报

第二十四卷第二期

二〇二四年六月

长沙航空职业技术学院

JOURNAL OF CHANGSHA AERONAUTICAL VOCATIONAL AND TECHNICAL COLLEGE

学报

2024 年 第 2 期
第 24 卷 总第 93 期

编辑委员会

主 任：刘喜宾

副主任：朱国军 曾全胜

委 员：刘长生 刘楚达 杨 丰 杨 虹 何国清
何 蕾 陈 勇 陈 律 吴巧洋 吴云锋
吴德华 易江义 都昌兵 黄洪波 黄登红
彭圣文 彭连刚 雷世平 熊 纯



中国·长沙
CHANGSHA CHINA

长沙航空职业技术学院
学报

主管单位：湖南省工业和信息化厅
主办单位：长沙航空职业技术学院
出版发行：《长沙航空职业技术学院学报》编辑部
国内统一连续出版物号：43-1396/Z
国际标准连续出版物号：1671-9654
地 址：湖南省长沙市雨花区跳马镇新田村
邮 编：410124
电子邮箱：hyxbbjb@126.com
投稿网址：http://cshk.cbpt.cnki.net/
电 话：0731-85473724
印刷单位：湖南省日大彩色印务有限公司
发行范围：公开发行
出版日期：2024 年 6 月 15 日

编辑部
主 编：曹全胜
执行主编：杨 虹
副 主 编：张芙蓉
英文编辑：刘晓红

目 次

航空维修与保障

钴铬粘结相对碳化钨涂层磨粒磨损性能的影响
.....刘康生，胡水莲，谢道秀（1）

航空变距螺旋桨工作状态力学分析
.....吕孟军，李 军，常一冰（5）

某型航空发动机压气机滚棒轴承失效故障分析
.....刘杰薇，侯 明，刘振臣（9）

基于 AirSim 的无人机飞行模拟训练系统设计与实现
.....刘肩山，谢志明，唐 毅（15）

工程技术研究与应用

HS-X 型水力测功机装用的飞轮装置维修探索
.....唐 波，吴颖哲，张亚萍（20）

低碳钢板材焊接变形控制方法综述.....夏吉震（25）

QAR 数据可视化研究.....邹 红，严福斌，张 登（29）

教育理论研究

“鲁班工坊”品牌价值赋能高职院校思政教育的四重逻辑
.....王一珂（33）

论共生理论视域下思政小课堂与社会大课堂协同育人的价值意蕴.....王军峰（39）

高职院校党建工作在推进课程思政建设中的功能解析.....喻莎莎，何 平（44）

高职劳动教育数字化转型的价值、困境和实践进路.....陈佳妮（48）

论教师教学个性生成——基于杜威民主主义教育思想视角.....程 美（53）

课程教学研究

价值 困境 路径：课程思政引领高职院校彰显职教特色.....陈志峰，母则闯，吕加宝，陈振清（57）

课程思政与民航工科特色专业课程融合贯通路径建构研究.....李斯伟，曹 博（62）

产教融合视域下高职在线课程建设探索与实践.....易江义，周彩霞（68）

基于“教学做一体化”模式的高职超声波检测课程教学改革.....喻星星，曹 艳，熊 娟（72）

基于虚拟仿真技术的抛锚式英语口语教学模式构建.....邵 毅，蒋焕新（77）

社会科学研究

大数据背景下档案管理优化发展路径探索.....傅少容（81）

新生代农民工教育培训生态分析.....杜 芳（86）

“十三五”以来我国通用航空产业政策文本量化分析.....陈 勇，谢盈盈（91）

Contents

Aviation Maintenance and Support

Effect of Co and Cr Matrix on Abrasive Wear Properties of Tungsten Carbide Coatings

..... LIU Kang-sheng, HU Shui-lian, XIE Dao-xiu(1)

Mechanical Analysis of Aviation Variable Pitch Propellers in Different Working Conditions

..... LV Meng-jun, LI Jun, CHANG Yi-bing(5)

Failure Analysis for Rolling Bearing of an Aero-engine Compressor LIU Jie-wei, HOU Ming, LIU Zhen-chen(9)

Design and Implementation of Flight Simulation Training System for Drone Based on AirSim Platform

.....LIU Jian-shan, XIE Zhi-ming, TANG Yi(15)

Research and Application of Engineering Technology

Exploration of Maintenance of Flywheel Device Used in HS-X Hydraulic Dynamometers

.....TANG Bo, WU Ying-zhe, ZHANG Ya-ping(20)

Overview of Welding Deformation Control Methods for Low Carbon Steel Plates XIA Ji-zhen(25)

QAR Visualization Application Research ZOU Hong, YAN Fu-bin, ZHANG Deng(29)

Research on Educational Theory

The Fourfold Logic of Empowering Ideological and Political Education in Higher Vocational Colleges with the Brand Value of
“Luban Workshop”..... WANG Yi-ke(33)

On the Value Implication of Collaborative Education between Ideological and Political Small Classroom and Social Large
Classroom from the Perspective of Symbiosis TheoryWANG Jun-feng(39)

Analysis of the Function of Party Building Work in Higher Vocational Colleges in Promoting Curriculum Ideological and Political
ConstructionYU Sha-sha, HE Ping(44)

The Value, Dilemma, and Practical Approach of Digital Transformation in Higher Vocational Labor Education CHEN Jia-ni(48)

On the Generation of Teacher’s Teaching Personality Based on Dewey’s Democratic Education Thought Perspective
..... CHENG Mei(53)

Research on Course Teaching

Value, Dilemma, and Path: Curriculum Ideological and Political Education Leading Higher Vocational Colleges to Highlight the
Characteristics of Vocational Education CHEN Zhi-feng, MU Ze-chuang, LV Jia-bao, CHEN Zhen-qing(57)

Research on the Integration and Construction Path of Curriculum Ideological and Political Education and Characteristic Majors
and Courses in Civil Aviation Engineering LI Si-wei, CAO Bo(62)

Exploration and Practice of Online Professional Courses Construction in Higher Vocational Colleges from the Perspective of
Industry Education IntegrationYI Jiang-yi, ZHOU Cai-xia(68)

The Teaching Reform of Ultrasonic Testing Course in Higher Vocational Colleges Based on the Model of “Integration of Teaching,
Learning and Practice”YU Xing-xing, CAO Yan, XIONG Juan(72)

Construction of Anchored Oral English Teaching Model Based on Virtual Simulation Technology
..... SHAO Yi, JIANG Huan-xin(77)

Research on Social Science

Exploration of the Development Path for Optimizing Archive Management in the Context of Big Data FU Shao-rong(81)

Analysis of Education and Training Ecology of the New Generation of Migrant Workers DU Fang(86)

Quantitative Analysis of Policy Texts for China’s General Aviation Industry Since the 13th Five-Year Plan period
.....CHEN Yong, XIE Ying-ying(91)

DOI:10.13829/j.cnki.issn.1671-9654.2024.02.014

课程思政与民航工科特色专业课程融合贯通路径建构研究

李斯伟, 曹 博

(广州民航职业技术学院, 广东 广州 510403)

摘要: 课程思政与专业课程融合贯通是新时代高校课程改革的重要方向。在课程思政研究和民航类高校课程思政实施现状的基础上, 深刻分析了当前课程思政融于专业课程教学因缺乏系统性顶层设计造成的实践偏误, 借鉴高校思政建设成功经验, 从专业层面总结提炼了包含核心价值和专业追求两大类思想政治教育元素, 构建专业思政教育目标体系, 绘制“思政目标—专业课程”映射矩阵图, 建立“两依、四话、三融”模型, 为课程思政与专业课程融合贯通提供实践路径, 为课程思政教学改革提供方法论指导。

关键词: 课程思政; 民航工科特色专业; 课程教学; 融合贯通

中图分类号: G711 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-9654(2024)02-0062-06

Research on the Integration and Construction Path of Curriculum Ideological and Political Education and Characteristic Majors and Courses in Civil Aviation Engineering

LI Si-wei, CAO Bo

(Guangzhou Civil Aviation College, Guangzhou Guangdong 510403)

Abstract: The integration of curriculum ideological and political education with majors and courses is an important direction of curriculum reform in colleges and universities in the new era. Based on the research on curriculum ideological and political education and the current implementation status of ideological and political education in civil aviation colleges and universities, this paper deeply analyzes the practical errors caused by the lack of systematic top-level design in the integration of curriculum ideological and political education into majors and courses teaching. Drawing on the successful experience of ideological and political construction in colleges and universities, this paper summarizes and extracts two major types of ideological and political education elements from the professional level, including core values and professional pursuits, and constructs a professional ideological and political education target system, draws a mapping matrix diagram of “ideological and political goals-- majors and courses”, establishes a model of “two dependences, four words, and three integrations”, provides practical paths for the integration of curriculum ideological and political education with majors and courses, and provides methodological guidance for the reform of curriculum ideological and political education.

Key words: curriculum ideological and political education; characteristic majors in civil aviation engineering; course teaching; integration

收稿日期: 2023-09-21

基金项目: 本文为广东省高职院校课程思政示范计划项目“无线电导航课程思政示范课程”(编号: KCSZ04183)、广州民航职业技术学院2022年校级教研项目“立德树人视角下民航特色专业课程思政教学体系研究与实践”(编号: 22x0219)阶段性研究成果。

作者简介: 李斯伟(1967—), 女, 湖南长沙人, 教授, 研究方向为职业教育理论与课程教学改革研究。

建设民航强国是一个既近又远、既难又可实现的奋斗过程,需要民航人付出艰苦的努力。建设民航强国的战略,对民航院校的技术类人才培养提出了更高的要求,需要增强忠诚担当和使命感,具有严谨科学的专业精神、良好的团队协作作风、安全和管理意识、工程伦理等,充分体现价值引领与民航职业教育紧密联系。立足思政大格局,置身建设民航强国的大坐标,深入研究如何突破民航行业专业教育与思政教育之间的壁垒,实现在专业知识传授中强调主流价值引领,实现专业课程思政的深化和拓展作用,构建课程思政与民航工科类特色专业课程融合贯通,形成层次进阶、互相支撑、内容丰富、教学渗透的系统性课程思政体系,是目前亟待解决的问题。

一、课程思政研究及民航高校课程思政实施现状

教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》文件以来,国内学者和高校教师纷纷开展课程思政研究与教学实践,如邱伟光对课程思政的价值意蕴进行了分析,提出了建构路径^[1]。陆道坤认为专业教师的思政素质参差不齐,影响了课程思政落实的效果,需要学校提高重视程度,积极开展教师培训^[2]。李鹏波提出要根据不同专业的特点,找到与专业课程相关的切入点,在实践教学中培养学生的思政思维和能力,循序推动教学^[3]。从研究文献看出,国内学者从理念、内涵阐释、建设路径、教学能力、教学评价等不同角度,指导高校教师课程思政的教学设计与实践。

近几年各高校如火如荼地开展“课程思政”教学实践活动,本科院校以一流学科建设为抓手,高职院校以高水平专业建设为良机,通过上下内外联动、同向协同推进,在专业课程思政建设中涌现出大量鲜活的思政教学案例,涌现出一大批“样板田”“领头雁”,示范引领作用凸显。在课程思政建设工作推进中,民航类院校相继开展了课程思政建设,涌现了一批有价值的专业思想政治教育案例,也取得了较丰富的成果。孟斌以专业基础课“民航概论”为例,从重塑教学目标、课程知识与思政元素有效耦合、创新教学方法三个方面提出教学设计策略,探索“课程思政”在民航类专业中的实施路径^[4]。魏扬帆以空乘专业

形体课程为例,梳理形体课程内容及其逻辑关系,挖掘思政元素及资源,形成“一体两翼三支点”框架育人体系^[5]。林泉探讨了“民航安全法规与标准”课程中强化思想政治教育及内容课堂教学策略^[6]。但是,针对民航工科特色专业的课程思政建设案例相对较少。随着民航产业的快速发展,现代民航工程呈现集成、融合、智能、创新等特点,因此,民航工程教育不仅要重视专业工程技术,更要重视人文素养和工程伦理。民航工科特色专业人才培养如何充分体现价值引领与工程教育的内在联系,对促进专业建设和育人方式变革具有重大意义。

二、民航工科特色专业课程思政教学现状及问题分析

行百里者半九十,民航类专业“课程思政”虽然取得一定成效,但仍然没有解决好课程思政教育与专业教育融合贯通的根本问题,在具体实施过程中还存在统筹推进不到位、探索实践有误区、教学能力有短板、思政评价不完善等突出问题。

(一) 目标设计:思政与专业课程体系融合贯通的系统性不强

从目前状况看,单门课程实施课程思政建设的活跃度高,具有自主性和可操作性强的特点。但是,随着课程思政建设的全面推进,由于各门专业课程各自挖掘思政元素,在专业层面上缺乏系统性设计和指导,缺乏对课程思政体系的内容和方式进行整体布局 and 规划,课程思政自由发挥、单兵作战,有些课程之间的思政目标和案例出现趋同现象。现阶段课程思政与专业教育教学贯通融合的系统化顶层设计研究尚不深入,不同类型课程担当育人功能的差异化不明显、思政目标不明确等多个问题凸显,这种情形下培养出来的学生参差不齐,达不到整体协同育人的预期效果。

(二) 课程教学:思政与教学设计过程融合贯通的路径不明晰

思政如何与教学贯通融合,教师是关键。多数教师对课程思政的内涵仍然存在一定的认识误区,比如片面理解课程思政是思政鸡汤课,在思政教学实践中,教师对思政与教学设计融合贯通的逻辑关系模糊不清,没有真正找到思政融合贯

通的实现路径,未能形成以“专业群—专业—课程(群)”的视角思考思政教学问题,未将“价值引领”的思政核心目标作为一个系统工程加以推进。此外,在教学实践中对情感和价值观的传递仍以灌输为主要形式,忽视新时代大学生的心理接受和情感体验,难以引起学生的情感共鸣,学生参与积极性不高,教师对意识形态把控能力、思政资源挖掘能力、思政话语体系转化能力和思政融入教学能力等都有待进一步提升。

(三) 学生评价:思政与课程目标达成思政评价体系不够完善

现有的教学评价体系是面向“知识和能力导向”的评价体系,而课程思政育人目标较为宏观抽象,思政目标是包含隐性的情感因素、态度和价值观的一种目标,是渗透和连接知识和能力目标的“纽带”,与之对应的隐性教育效果缺乏有效的具象可量化的评价方法和指标。不少教师重感悟、轻评价,思政教学过程中普遍缺乏师生、生生之间的积极情感活动,普遍轻视学生学习过程中的经历体验等,缺乏课程思政建设中育人目标的达成度评价。评价内容、评价标准和评价方法基本没有形成规范性,也是广大一线教师和教学管理部门落实思政教学的难点。

三、课程思政与民航工科特色专业课程融合贯通路径

(一) 民航工科特色专业思政目标体系构建

民航工科特色专业,如民航飞机维修专业、民航电子与自动化专业、民航机场工程专业、民航通信技术专业等,培养保障飞行安全的复合型高素质工程技术技能人才。民航工科特色专业课程具有很强的专业性、实践性、安全性和规范性等多个特征。随着民航行业日新月异的发展和工程应用,民航工程规模的内部结构组成日益复杂多样,民航工程师不仅要关注专业技能,更应关注社会、环境、可持续发展,重视伦理道德和价值取向,呈现出“工程+责任+创新+交流”等的“工程+”模式。因此,民航工科类特色专业课程还具有跨学科性的特征。

聚焦民航通信技术工科专业,从专业层面对课程思政教学进行顶层设计,梳理毕业生应具备

的共性价值观、世界观、职业素养等培养目标,利用专业课程之间的关联性、层次递进性,将“价值引领”的核心目标作为一个系统工程整体推进,使思政育人使命融合于专业课程体系的全要素和全过程,以期实现课程群链的育人功能。紧扣民航工科类专业人才培养定位,结合当代民航精神,总结凝练民航工科特色专业的课程思政元素,形成包含国家情怀、社会责任和个人品格等“三个层面”的核心价值,以及科学精神、工程师精神、工匠精神、创新精神和劳动精神等“五种精神”的专业追求两大类思政教育元素,形成8个维度一级指标,再对每个维度分解细化为24个二级指标思政点(简称“思政24条”)的思政教育目标框架,如图1所示。



图1 民航工科特色专业课程思政教育目标体系框架

根据“思政24条”,将专业基础课、专业核心课、专业拓展课、实践类课程与“思政24条”思政点中最能贴合课程的内在属性、育人特点相关联、相对应,各门课程对思政职责任务负荷分担和均衡。对接行业特点和学生未来从事相关岗位职责规范修订人才培养方案,绘制适合具有民航特色专业的“思政目标—专业课程”映射矩阵图(图2。图中“●”为对思政目标的强支撑,“○”为对思政目标的弱支撑。)。结合思政目标体系框架(图1)和映射矩阵图(图2),将思政教育目标层级纵向分解到人才培养目标,再逐级分解细化专业基础课、专业核心课、专业拓展课和实践类课(含实训实习等)等不同类型课程的课程目标和具体教学目标,明确这些目标的内在关联,最后以课程标准或课程大纲的形式固化。

一级指标 (8个维度)		家国情怀			责任担当				个人品德		科学精神			工匠精神			工匠精神			创新精神			劳动精神			
课程名称	思政元素 (24条)	国家民族复兴	民族文化自信	共同体意识	法律法规行规	经济意识	安全意识	服务社会	环境与发展	团结协作	职业信念	科学思维	科学探究	科学伦理	民航工程思维	民航工程实践	民航工程伦理	耐心细致	精益求精	追求卓越	创新思维	批判性思维	创新行动力	热爱劳动	辛勤劳动	
专业基础课	电路与电工基础	○	○	○			○					●	●	●											劳动	
	模拟电子技术	○	○	○			○					●	●	●											劳动	
	数字电子技术	○	○	○			○					●	●	●											劳动	
	高频电子技术	○	○	○			○					●	●	●											劳动	
	民航概论	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●														劳动	
	管制与飞行基础	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●														劳动	
	人为因素																								劳动	
	通信原理	●	●	●		●		●		●	●	●	●	●	○	○	○				○	○	○			劳动
	民航通信工程原理				●	●	●	●	●	●	●					●	●	●							○	○
工程招投标与管理实务				●	●	●	●	●	●	●					●	●	●							○	○	
专业核心课	民航数据通信	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○				○	○	○		
	民航飞机电子系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	民航自动转报系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	民航甚高频通信系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	民航语音交换系统	●	●	●								○	○	○				●	●	●					●	●
	仪表着陆系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	无线电导航系统	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○												
	多普勒全向信标系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	无线电测距系统	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
专业拓展课	民航卫星通信系统	●	●	●								○	○	○				●	●	●					●	●
	光纤通信技术	○	○	○								○	○	○				●	●	●					●	●
	5G通信网络及应用	●	●	●								○	○	○				●	●	●					●	●
	自动相关监视系统	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○												
实践类课程	数字电子技术实训	○	○	○											○	○	○	●	●	●					●	●
	高频电子技术实训	○	○	○														●	●	●					●	●
	5G虚拟仿真实训	○	○	○											●	●	●	●	●	●					●	●
	第二课堂活动	○	○	○						●	●											○	○	○		
	社会调查	○	○	○							○	○										●	●	●		
课程	企业实习	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●				○	○	○	●	●	●					●	●
	毕业设计 (论文)	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●								●	●	●		

图2 民航通信技术特色专业“思政目标—专业课程”映射矩阵图

(二) “二四三”模型创设思政与教学融合路径

要实现思政元素与课程教学的融合贯通,教师自身要先受教育,深层次理解课程思政教育的内涵,从广泛视角审视教学,明锐察觉思政元素的存在,厘清思政、专业、课程、教学、评价等要素之间的逻辑关系。经过实践探索,总结了“两依、四话、三融”创设思政与教学融合的“二四三”模型。“两依”是指教师在挖掘思政元素时,一是要依据教育部的思政指导纲要,二是要依据“思政目标—专业课程”映射矩阵图(图2),明确思政教育目标及课程在总体目标中分担的“责任田”。“四话”是结合专业知识文化、未来职场工作、经济建设成就、时代热点时事等四个话题挖掘课程的思政元素,种好自己的“责任田”。

“三融”是指将挖掘的思政元素融入到教材编写、课程教学和学生评价中,对思政教育元素的融入进行系统化、再造性的设计与实践^[7]。

1. “四话”促思政元素与课程内容高度融合

教师开展课程思政需深度挖掘专业(面)、课程(点)中思政元素,建设思政教学案例资源,对专业思政教育目标达成起到支撑作用。思政教学内容建设,遵循一精析、二深萃、三细琢、四撰写原则,先通过理顺思路,再详细分析本门课程思政教育资源种类,最后通过深萃、细琢,正确剖析思政元素在知识点中的分布以及与专业知识的结合度,提炼生动有趣的育人元素,以大学生接受的方式编撰课程思政教学案例集。例如,“民航自动转报系统”课程,通过引入反面警示

案例,在民航电报规范知识点中,加强思政元素挖掘的针对性,引入“2010年伊春机场坠机事故”案例,分析造成这次空难的主要原因是空管气象数据库管理员错误设置气象报告的地址码,造成机场的特殊天气报告不能正确进入航空气象数据库。从技术、道德、安全等多维度分析事故原因,树立安全意识和科学严谨的工作作风是所有空管从业人员的基本素质要求,牢固树立“把同一件事作对一万次”的民航安全意识,让学生建立严谨细致和具有责任意识的工作作风,增强课程育人的实效性。“民航甚高频通信系统”课程,从毕业生未来职场工作话题入手,选取广州白云机场空管局技保部和汕头、湛江等多地空管站的优秀空管技术骨干人物事迹为载体,用讲故事的形式传授专业知识,挖掘忠诚担当、创新精神、安全意识等思政元素,让学生主动将个人价值与社会责任、岗位贡献等关联统一,实现个人与社会的同频共赢。

2. “三融”促思政元素与课程教学深度耦合

融入教材编写是基础环节。教材是育人育才的重要依托,它既是一种重要课程资源,也是一种教学活动载体。课程思政元素进教材,需要满足“1+4”的编写原则,即以学生发展为本,服务于专业人才培养、服务于课程标准、服务于育人逻辑规律、服务于工作岗位要求的原则。以“数字通信”思政教材编写为例,融入思政元素和相应素材重构教材内容体系。教材设计了“答疑解惑”“想一想”等带有明显标记的栏目,训练学习者的逻辑思维。教材前言部分给出全书思政元素与章节知识点融合整体设计表,为使用教材的教师提供参考。教材以阅读材料、学海无涯、科学家事迹、哲学思维、美学教育等多个特色栏目展现课程思政素材,将践行社会主义核心价值观、科学思维、辩证唯物主义观点、创新思维等与教材内容巧妙地结合起来,将价值观的引领潜移默化地传递,发挥润物无声的教材育人功能。

融入课程教学是关键环节。课程教学与思政元素融合,教学过程需要新型的教学模式支撑,教学效果需要“临床性”的教学实践来检验。将“思政”隐于叙事,用叙事阐明道理,引发学生

思想碰撞,实现“学一思一行”的价值塑造。鉴于价值观认同有累计性、长期性和发展性特点,采用基于智慧教学平台的混合式教学模式创新课程教学,不仅能引导学生科学思维,也给课程思政留有很大的时间与空间。为使“思政元素”自然融于教学,教师应以学生为中心,践行保障参与、保障对话、保障分享、保障多样和保障探究等“五保”准则,其中保障参与即保障学生对行为、情感和认知均有投入;保障对话即形成师生、生生之间相互倾听的“多元交响”;保障分享即分享学习感悟,协同建构学习关系,将思维“可视化”;保障多样是尊重学生理解差异;保障探究是对新的疑问持续探索。教师在教学过程中需要从种种不同视角,形成“发现—追究—反思—展望”的良性循环。例如,在“民航飞机电子系统”教学中,探索以“BOPPPS+对分课堂”的混合模型引领课堂教学革新。BOPPPS分6个步骤完成教学过程,具有教学整体性设计、重学生参与和教学程式化特点。对分课堂把教与学的活动分为概括精讲留白、自主独立学习、小组合作讨论和答疑解惑点评四个步骤^[9],将这两种模式有机交融,即BOPPPS的“参与式学习”被对分课堂四个环节取代,就能得到“1+1>2”的效果,使二者取长补短发挥更大教学效能。例如,“现代民航飞机惯导系统陀螺仪传感器”融入课程思政,阐释应用“BOPPPS+对分课堂”模型的教学实施路径。“现代民航飞机惯导系统陀螺仪传感器”内容为4学时,分两次课完成,课前导入相关内容及中国激光陀螺蜕变、雨课堂前测,第一次课教师高度概括精讲内容,第二次课的“民航飞机惯导系统激光陀螺仪”内容采用隔堂讨论的对分教学完成,课后以主观题为主后测,最后按要求提交学习成果清单,以思维导图形式总结学习内容、学习感受及小组合作制作中国激光陀螺之父高伯龙故事微视频等。这部分教学内容挖掘和提炼诚实守信、团结协作、创新思维、辩证唯物主义思想、民族自信、科技报国等思政元素贯穿整个教学过程。图3给出了“BOPPPS+对分课堂”引领下的课程思政融入教学实施技术路线图。

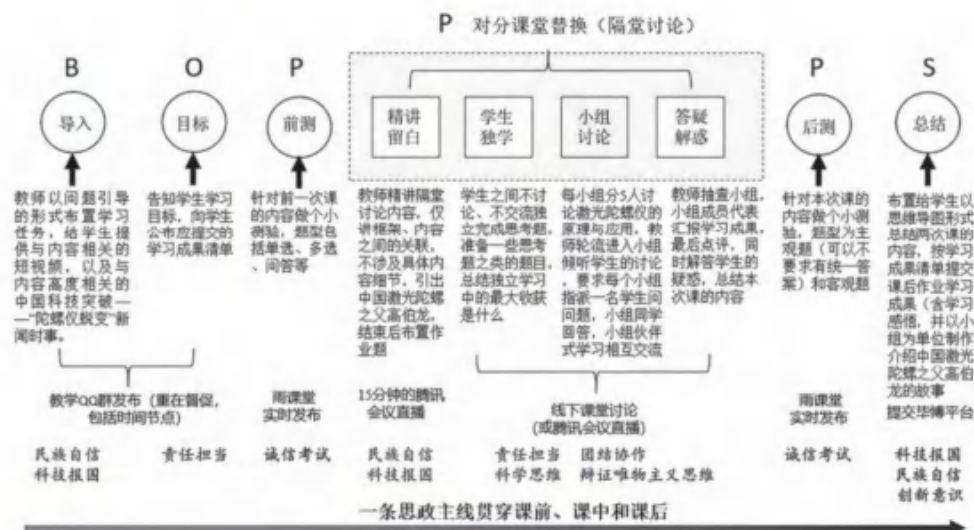


图3 “BOPPPS + 对分课堂”引领下的课程思政融入课程教学实施技术路线图

融入学生评价是难点环节。科学合理评价是思政育人成效检验的有力抓手^[9]。第一,分解专业思政教育目标,建立“增值逻辑”导向评价体系,使思政育人目标和专业学习目标深耦合。第二,“增值逻辑”关注学生学习变化,体现在评估课前和课后学习变化(或增量),而非将课后评价作为最终评价。第三,针对不同类型课程,构建认知能力和非认知能力考核评价指标,将前后两次相似学习任务成绩利用百分等级成长模型转化为平均值,纵向比较学生学习进步空间,解决不同水平学生增值空间不一致带来的评价不科学问题。教师、学生、智慧教学平台、虚拟仿真教学实验系统和企业“五元协同”,多个途径获取学生成绩,既有量化的结果性评价数据,也有定性的过程性数据等多种数据类型,最终汇流于数据可视化评价平台,建立“学生成长档案袋”,输出可视化的“学生个人成长画像”,评价包括思政要素评价在内的每个学习阶段前后的增值情况,生成客观反映学习者个性化成长需要的评价体系。

四、结束语

思政与民航工科特色专业融合贯通,必须紧扣专业特点,坚持目标导向和教学评价持续性结合,通过“目标—教学—评价”三大维度系统设计和统筹。本文从思政融入目标设计、融入教学和融入评价等三个方面,构建了课程思政与专业(面)、课程(点)融合贯通的实施路径,为民

航工科特色专业课程思政体系建设的后续持续改进,提供了较为详实的方案。但是,课程思政是一个动态调整的系统工程,把育人目标融入专业教学工作全过程是一个长期的、坚持不懈的过程,课程思政一直在路上。

参考文献:

- [1] 邱伟光. 课程思政的价值意蕴与生成路径[J]. 思想理论教育, 2017(7):10-14.
- [2] 陆道坤. 课程思政推行中若干核心问题及解决思路——基于专业课程思政的探讨[J]. 思想理论教育, 2018(3):64-69.
- [3] 李朋波. 高校专业课与思政课实现融合的路径研究[J]. 教育现代化, 2019(70):275-278.
- [4] 孟斌,路娜,张黎,等. 民航类专业“课程思政”教学改革与实践研究——以“民航概论”课程[J]. 长沙航空职业技术学院学报, 2020(4):29-32.
- [5] 魏扬帆. “一体两翼三支点”民航特色形体课程思政框架体系研究[J]. 成都航空职业技术学院学报, 2022(3):6-10.
- [6] 林泉. “总体国家安全观”指引下的“课程思政”改革——以《民航安全法规与标准》为例[J]. 民航管理, 2019(5):74-77.
- [7] 韩宪洲. 课程思政方法论探析——以北京联合大学为例[J]. 北京联合大学(人文社科版), 2020(2):1-6.
- [8] 张学新. 对分课堂:中国教育的新智慧[M]. 北京:科学出版社, 2016:4.
- [9] 褚金星. 高职院校课程思政评价难的机理分析与破解之策[J]. 中国职业技术教育, 2023(5):87-91.

长沙航空职业技术学院学报

JOURNAL OF CHANGSHA AERONAUTICAL
VOCATIONAL AND TECHNICAL COLLEGE

季刊 2001年创刊

第24卷 第2期

2024年6月出版

Quarterly Started in 2001

Vol.24 No.2

Jun. 2024

主管单位：湖南省工业和信息化厅

主办单位：长沙航空职业技术学院

出版发行：《长沙航空职业技术学院学报》编辑部

国内统一连续出版物号：43-1396/Z

国际标准连续出版物号：1671-9654

主 编：曾全胜

地 址：湖南省长沙市雨花区跳马镇新田村

邮 编：410124

电子邮箱：hyxbjb@126.com

投稿网址：http://cshk.cbpt.cnki.net

电 话：0731-85473724

印刷单位：湖南省日大彩色印务有限公司

发行范围：公开发行

出版日期：2024年6月15日

Administrated by: Industry and Information Technology Department of
Hunan Province

Sponsored by: Changsha Aeronautical Vocational and Technical College

Published and Distributed by: Editorial Department of *Journal of Changsha
Aeronautical Vocational and Technical College*

CN: 43-1396/Z

ISSN: 1671-9654

Chief Editor: ZENG Quansheng

Address: Xintian Village, Tiaoma Town, Yuhua District, Changsha City,
Hunan Province

Zip Code: 410124

E-mail: hyxbjb@126.com

Website: http://cshk.cbpt.cnki.net

Tel: 0731-85473724

Printed by: Hunan Rida Color Printing Co., Ltd.

Distribution Area: Public Release

Publication Date: Jun. 15, 2024

定价：10.00元

ISSN 1671-9654



《无线电导航：从评价到提升——打造课程思政的“广航模式”》

《无线电导航》教师思政能力评价表及提升路径

一、《无线电导航》教师思政能力评价表

一级指标	二级指标	评价标准	评分方式	权重
思政理论素养	1. 政治站位与政策理解	— 深刻理解习近平新时代中国特色社会主义思想，能准确把握民航行业发展战略与国家安全教育要求— 熟悉《高等学校课程思政建设指导纲要》等政策文件，将“立德树人”根本任务贯穿教学全过程	专家评审 + 教学文档分析	20%
	2. 思政元素挖掘能力	— 能从《无线电导航》课程知识点中提炼家国情怀、工匠精神、责任担当等思政元素（如北斗系统自主创新案例、民航安全事故教训）— 思政元素与专业知识融合自然，避免生硬堆砌	课程大纲审查 + 案例库开发成果	15%
课程思政设计能力	3. 教学目标设计	— 明确知识、能力、素质三维目标，素质目标涵盖家国情怀、职业伦	教学大纲评审 + 学生能力图谱分析	15%

		理等思政要素（如通过导航设备维护案例培养责任意识）- 目标可量化、可观测，符合民航行业人才培养需求		
	4. 教学内容重构	- 新增 “中国无线电导航事业发展” 等思政专题，占总课时比例 $\geq 10\%$ - 优化传统教学内容，融入行业前沿案例（如国产导航设备研发实践）	教材审查 + 教学案例库	15%
教学实施能力	5. 教学方法创新	- 熟练运用案例教学法（如 “最美通导人” 系列案例）、情境教学法（如虚拟仿真故障排故）等混合式教学模式- 课堂互动率 $\geq 30\%$ ，学生案例研讨参与率 $\geq 95\%$	课堂观察 + 教学平台数据	15%
	6. 数字化资源应用	- 有效使用学银在线 MOOC 平台、虚拟仿真实验平台等教学资源，课程浏览量、互动次数达到同类课程前列- 自主开发微课、课件等数字化资源，融入思政元素比例 $\geq 80\%$	平台数据统计 + 资源审查	10%

教学评价能力	7. 多元化评价体系	- 建立包含知识考核、能力测评、素质评价的三维评价体系，素质评价占比 $\geq 30\%$ - 采用问卷调查、行为观察、企业反馈等多维度评价方式	评价方案审查 + 学生反馈	10%
持续发展能力	8. 教研与培训参与	- 每年参加课程思政专题培训 ≥ 20 学时，参与校企联合教研项目 ≥ 1 项- 发表课程思政相关论文或主持课题 ≥ 1 项	培训记录 + 科研成果	10%
	9. 自我反思与改进	- 定期进行教学反思，形成课程思政教学改进报告（如针对思政元素融入深度不足的优化方案）- 主动收集学生、同行反馈，调整教学策略	教学反思文档 + 改进计划	10%

二、《无线电导航》教师思政能力提升路径

（一）构建“四维一体”培训体系

1. 理论筑基：思政素养提升工程

- 开展“民航思政大讲堂”系列培训，邀请行业专家解读北斗精神、民航安全文化等内涵，强化教师政治站位。
- 组织《高等学校课程思政建设指导纲要》专题研讨，通过“理论学习 + 案例剖析”模式，提升教师对政策文件的理解与转化能力。

2. 实践赋能：教学能力强化计划

- 实施“虚拟仿真教学能力认证”，教师需通过 NM7000 ILS 虚拟平台操作考核，将故障排故过程与责任担当教育结合。

- 开展“课程思政教学设计大赛”，要求教师提交包含思政元素的教案、课件及教学视频，通过“专家评审+学生投票”评选优秀案例。

3. 科研驱动：教研创新培育机制

- 设立“民航课程思政专项课题”，鼓励教师联合企业开展“导航设备维护中的职业伦理”等研究，成果反哺教学。
- 组建“课程思政研究小组”，定期开展跨学科研讨，如将无线电波传播理论与科学精神培养结合，形成教学案例库。

4. 校企协同：双师双能锻造路径

- 实施“教师企业挂职计划”，选派教师到中南空管局等单位参与导航设备维护实践，收集真实行业案例（如2024年某机场VOR设备故障处置事件）。
- 邀请企业导师参与课程开发，共同设计“基于工作过程的思政教学模块”，如将设备调试规范与工匠精神融入项目任务。

（二）完善“三位一体”支持机制

1. 资源共建共享平台

- 搭建“民航课程思政资源库”，整合30个“最美通导人”案例、21个思政教学案例及57个微课资源，实现省内外14所高校共建共享。
- 开发“思政元素智能检索系统”，教师可通过关键词（如“北斗”“安全事故”）快速匹配教学素材，降低备课成本。

2. 教学改革激励制度

- 设立“课程思政教学成果奖”，对入选省级示范课程的团队给予专项奖励，并在职称评审中予以倾斜。
- 将课程思政教学效果纳入教师绩效考核，占比不低于20%，与评优评先直接挂钩。

3. 质量监控反馈体系

- 建立“课程思政教学督导组”，通过“推门听课+学生访谈”实时评估教学效果，每学期形成《教学质量诊断报告》。
- 开发“思政素养动态监测系统”，通过学生行为数据（如案例讨论参与度、作业价值观分析）构建个性化学习画像，为教师提供精准改进建议。

（三）创新“三维融合”教学模式

1. 课堂教学：沉浸式思政体验

- 实施“引学做悟评拓”六步教学法：通过“北斗导航系统研发历程”视频引入家国情怀→学习导航坐标系知识→分组完成虚拟设备调试→反思职业责任→评价团队表现→拓展至国际导航技术对比。

- 开发“课程思政情境包”，包含 3D 导航设备模型、事故模拟动画等，增强学生代入感。

2. 实践教学：岗位思政渗透

- 在“导航设备维护实训”中设置“安全责任承诺书”签署环节，要求学生严格执行操作规范，培养严谨作风。
- 组织“民航安全月”主题实践，学生需撰写《导航设备故障处置中的伦理问题分析报告》，强化责任意识。

3. 线上教学：数字化思政延伸

- 利用学银在线平台开展“同上一堂课”活动，联合省内 5 所高校同步直播“无线电导航与国家安全”专题课，课后通过“主校授课 + 分校研讨”模式深化学习。
- 开发“思政知识图谱”，以花朵形状标签直观展示知识点与思政主题的关联，学生可通过手机 APP 进行个性化学习。

（四）实施“阶梯式”教师发展路径

1. 新手教师：筑基阶段（0-3 年）

- 配备“双导师”（专业导师 + 思政导师），通过“跟岗听课→联合备课→独立授课”三步培养，掌握思政元素挖掘与基础教学方法。
- 要求完成“课程思政入门认证”，通过理论考试与教学设计答辩后方可独立承担课程。

2. 骨干教师：提升阶段（3-5 年）

- 参与“课程思政教学创新工作坊”，学习虚拟仿真、混合式教学等前沿技术，开发至少 2 个特色思政教学案例。
- 担任“青年教师导师”，指导新手教师开展教学实践，形成“传帮带”机制。

3. 专家教师：引领阶段（5 年以上）

- 主持省级以上课程思政课题，带领团队开发“导航设备维护中的工匠精神”等精品资源，在行业内形成示范效应。
- 参与制定《民航类课程思政教学标准》，推动思政教育与行业认证体系对接。

三、保障措施

1. 组织保障

- 成立由校领导任组长的“课程思政建设领导小组”，统筹协调教务处、马克思主义学院、民航学院等部门资源。

- 设立“民航课程思政研究中心”，负责教师培训、资源开发及质量监控，配备专职人员 3-5 名。

2. 经费保障

- 每年划拨专项经费，用于教师培训、资源开发、科研奖励等，确保各项提升计划落地。
- 争取行业企业支持，联合设立“民航课程思政创新基金”，资助校企合作项目。

四、预期成效

1. 教师能力显著提升

- 三年内实现 100% 教师通过课程思政教学能力认证，开发特色案例库 ≥ 50 个，发表论文 ≥ 10 篇。
- 教师团队在省级以上教学竞赛中获奖率提升至 30%，培养校级课程思政教学名师 5-8 人。

2. 教学质量全面优化

- 学生家国情怀、工匠精神等思政素养测评优良率 $\geq 85\%$ ，课程满意度 $\geq 90\%$ 。
- 建成省级课程思政示范课程 2-3 门，出版《无线电导航课程思政案例集》1 部。

五、结语

《无线电导航》教师思政能力提升是一项系统性工程，需通过科学的评价体系引导、多元的培训路径支撑、完善的保障机制护航。通过“四维一体”培训、“三位一体”支持、“三维融合”教学及“阶梯式”发展，可有效提升教师思政育人能力，推动课程思政建设从“有形”向“有效”转变，为培养“政治坚定、技术精湛、作风过硬”的民航人才提供坚实保障。未来，需进一步深化校企协同、强化技术赋能，持续优化评价体系，确保课程思政建设走深走实。

荣誉证书

曹博 同志：

在民航直属院校首届民航专业教师教学岗位技能
大赛获空管理论教学组优胜奖。

特发此证，以资鼓励。

中国民航大学

中国民用航空飞行学院

中国民航管理干部学院

广州民航职业技术学院

上海民航职业技术学院

二〇二五年四月