

省级课程思政示范教学团队

中飞院-航空电子电气团队



目录

- 1、 四川省教育厅省级课程思政示范课程认定名单
- 2、 教学与思政双目标课程大纲
- 3、 课程思政案例精选
- 4、 课程思政课件 PPT（节选）
- 5、 课程思政示范视频脚本设计-精选 4 个
- 6、 课程组成员主讲-课程思政建设教育改革与教学能力提升讲座照片
- 7、 教学成果教学团队获奖材料（省教学成果，省教学名师，优秀教材等）
- 8、 教学信息反馈-学生评价
- 9、 省级课程思政示范课程网站

四川省教育厅

四川省教育厅

关于 2019 年高等学校省级“课程思政”示范课程 拟认定名单的公示

各普通高等学校：

按照《四川省教育厅关于开展 2019 年高等学校省级“课程思政”示范课程认定工作的通知》要求，各高校积极组织推荐申报，共 95 所高校申报了 307 门“课程思政”示范课程（其中：思政课示范课程 91 门、“课程思政”示范课程 227 门）。按照申报范围及认定要求，经形式审查和专家评审，我厅拟认定电子科技大学《毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论》等 225 门课程为省级“课程思政”示范课程。现将名单予以公示，公示期为 2019 年 12 月 31 日至 2020 年 1 月 7 日。

公示期内，如对拟认定课程有异议，请以书面形式向教育厅高等教育处反映。以单位名义反映问题的信件，须加盖本单位印章，并提供联系人及电话；以个人名义反映问题的信件，须签署本人真实姓名，并写明本人工作单位、通讯地址和联系电话。

联系电话：028-86110894。

电子邮箱：jyt86110894@163.com。

附件：1. 四川省高等学校省级思政课示范课程拟认定名单
2. 四川省高等学校省级“课程思政”示范课程拟认定名单



附件 1

四川省高等学校省级思政课示范课程拟认定名单

(排名不分先后)

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类别
1	电子科技大学	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	本科	商继政	评审认定
2	四川大学锦江学院	思想道德修养与法律基础	本科	阎钢	评审认定
3	西南石油大学	马克思主义基本原理概论	本科	张小飞	评审认定
4	西南民族大学	思想道德修养与法律基础	本科	段吉福	评审认定
5	四川大学	中国近现代史纲要	本科	冯兵	评审认定
6	四川旅游学院	马克思主义基本原理概论	本科	吴小莉	评审认定
7	西华师范大学	中国近现代史纲要	本科	曹钧学	评审认定
8	西南交通大学	中国特色社会主义理论与实践研究	本科	谢瑜	评审认定
9	成都理工大学	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	本科	张春和	评审认定
10	四川农业大学	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	本科	孟志宏	评审认定
11	西南财经大学	中国特色社会主义理论与实践研究	本科	刘君涵	评审认定
12	绵阳师范学院	中国近现代史纲要	本科	韩晓娟	评审认定
13	成都中医药大学	中国近现代史纲要	本科	马飞	评审认定
14	四川警察学院	中国近现代史纲要	本科	周长明	评审认定
15	四川师范大学	形势与政策	本科	范锡文	评审认定
16	西昌学院	中国近现代史纲要	本科	张炜	评审认定
17	成都工业学院	形势与政策	本科	罗英	评审认定
18	中国民用航空飞行学院	思想道德修养与法律基础	本科	张世良	评审认定
19	宜宾学院	思想道德修养与法律基础	本科	黄树彬	评审认定
20	西南科技大学	中国近现代史纲要	本科	张嘉友	评审认定
21	西南医科大学	马克思主义基本原理概论	本科	王虹	评审认定
22	西华大学	马克思主义基本原理概论	本科	王贝	评审认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类别
23	攀枝花学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	本科	朱云生	评审认定
24	四川轻化工大学	中国特色社会主义理论与实践研究	本科	叶文明	评审认定
25	西南财经大学天府学院	形势与政策	本科	丁灵芝	评审认定
26	乐山师范学院	思想道德修养与法律基础	本科	邹大勇	评审认定
27	成都体育学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	本科	何维芳	评审认定
28	四川工业科技学院	思想道德修养与法律基础	本科	江晓燕	评审认定
29	内江师范学院	中国近现代史纲要	本科	徐涛	评审认定
30	成都师范学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	本科	李柳	评审认定
31	成都职业技术学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	蒋家胜	评审认定
32	四川交通职业技术学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	徐文	评审认定
33	四川工商职业技术学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	罗莉	评审认定
34	四川幼儿师范高等专科学校	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	邱林	评审认定
35	四川中医药高等专科学校	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	刘建文	评审认定
36	四川化工职业技术学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	张国蓉	评审认定
37	雅安职业技术学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	李霓	评审认定
38	眉山职业技术学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	赵玉兰	评审认定
39	成都纺织高等专科学校	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	曾小林	评审认定
40	泸州职业技术学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	钟发霞	评审认定
41	四川工程职业技术学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	邓小燕	评审认定
42	四川财经职业学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	胡恒丽	评审认定
43	川北幼儿师范高等专科学校	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	刘迎春	评审认定
44	绵阳职业技术学院	思想道德修养与法律基础	专科高职	李丹	评审认定
45	乐山职业技术学院	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	专科高职	胡芝	评审认定

附件 2

四川省高等学校省级“课程思政”示范课程拟认定名单

(排名不分先后)

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
1	四川大学	光信息处理	本科	曹益平	直接认定
2	四川大学	新生研讨课	本科	陈红	直接认定
3	电子科技大学	信息安全导论	本科	周世杰	直接认定
4	电子科技大学	电子测量原理	本科	田雨	直接认定
5	西南交通大学	工程力学	本科	沈火明	直接认定
6	西南交通大学	土力学	本科	崔凯	直接认定
7	西南财经大学	财政学	本科	周克清	直接认定
8	西南财经大学	电子支付	本科	帅青红	直接认定
9	西南民族大学	法理学	本科	田钒平	直接认定
10	中国民用航空飞行学院	飞机电子电气系统	本科	朱新宇	直接认定
11	中国民用航空飞行学院	飞行中人的因素	本科	孟豫	直接认定
12	西南石油大学	采油工程	本科	李年银	直接认定
13	成都理工大学	构造地质实习	本科	赵建军	直接认定
14	西南科技大学	测量学	本科	王卫红	直接认定
15	西南科技大学	光电子技术	本科	周自刚	直接认定
16	西华师范大学	环境工程导论	本科	任兆刚	直接认定
17	西华师范大学	油画创作基础	本科	文 鹏	直接认定
18	西华大学	模拟电子技术	本科	吴昌东	直接认定
19	西华大学	中国法律史	本科	唐丹	直接认定
20	四川师范大学	网络安全技术	本科	李敏	直接认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
21	四川轻化工大学	金属腐蚀理论与腐蚀控制	本科	陈琳	直接认定
22	四川农业大学	政治经济学	本科	蒋远胜	直接认定
23	西南医科大学	传染病学	本科	吴刚	直接认定
24	西南医科大学	组织学与胚胎学	本科	赵宏贤	直接认定
25	成都信息工程大学	大气流体力学	本科	王伟	直接认定
26	成都信息工程大学	工程导论	本科	魏维	直接认定
27	成都大学	新媒体概论	本科	刘彤	直接认定
28	成都中医药大学	医学伦理学	本科	刘毅	直接认定
29	成都中医药大学	无机化学	本科	倪燕	直接认定
30	西昌学院	植物学	本科	袁颖	直接认定
31	西昌学院	环境科学概论	本科	杨红	直接认定
32	四川音乐学院	MIDI 音序技术	本科	杨万钧	直接认定
33	四川文理学院	外国文学	本科	曾宪文	直接认定
34	四川民族学院	刑法分论	本科	胡选洪	直接认定
35	四川旅游学院	红色四川	本科	刘国华	直接认定
36	四川旅游学院	管理学原理	本科	李三山	直接认定
37	四川工商学院	英语国家社会与文化	本科	李娜	直接认定
38	四川工商学院	平面广告设计	本科	王黎黎	直接认定
39	宜宾学院	教育学	本科	刘伟	直接认定
40	宜宾学院	英语基础写作	本科	樊军	直接认定
41	攀枝花学院	大学英语	本科	廖红	直接认定
42	攀枝花学院	钢结构设计原理	本科	孙金坤	直接认定
43	绵阳师范学院	新闻传播伦理与法规	本科	杨祖恩	直接认定
44	绵阳师范学院	数据结构	本科	汤琳	直接认定
45	成都医学院	生物化学与分子生物学	本科	王建东	直接认定
46	成都文理学院	大学生职业素养与人生规划	本科	高华锦	直接认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
47	成都体育学院	郑氏伤科理论与临床	本科	丁海丽	直接认定
48	成都体育学院	排球主修理论与实践	本科	王世伟	直接认定
49	成都师范学院	中国石窟艺术	本科	马涛	直接认定
50	成都师范学院	口述史实践	本科	伯先	直接认定
51	成都工业学院	大学英语	本科	常淑丽	直接认定
52	成都工业学院	机器人技术及应用	本科	李刚俊	直接认定
53	成都东软学院	网络安全	本科	宁多彪	直接认定
54	成都东软学院	沟通与演讲	本科	曹洁	直接认定
55	阿坝师范学院	《中国地理》	本科	侯雨乐	直接认定
56	乐山师范学院	融合教育的理论与实践	本科	李秀	直接认定
57	川北医学院	医学生创新创业基础	本科	李禄峰	直接认定
58	川北医学院	儿童少年卫生学	本科	周政华	直接认定
59	四川传媒学院	原创戏剧孵化	本科	王家元	直接认定
60	四川传媒学院	纪录片创作	本科	李晓川	直接认定
61	内江师范学院	数学文化	本科	王新民	直接认定
62	内江师范学院	范长江新闻思想研究	本科	张蕾	直接认定
63	四川警察学院	公安管理学	本科	钟云华	直接认定
64	成都理工大学工程技术学院	工程素质教育	本科	幸晋渝	直接认定
65	西南科技大学城市学院	景观规划设计原理	本科	罗小娇	直接认定
66	西南科技大学城市学院	高等数学	本科	文华艳	直接认定
67	四川大学锦城学院	管理学原理	本科	李燕	直接认定
68	成都信息工程大学银杏酒店管理学院	管理学原理	本科	李黎媚	直接认定
69	四川外国语大学成都学院	俄语口译	本科	朱加宁	直接认定
70	四川工业科技学院	大学生心理健康教育	本科	蔡林	直接认定
71	四川工业科技学院	高等数学（管理类）	本科	程其勇	直接认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
72	西南财经大学天府学院	包装设计	本科	谢鑫辉	直接认定
73	西南财经大学天府学院	财务报表分析	本科	张琴	直接认定
74	宜宾职业技术学院	职业英语	专科高职	罗国旗/刘林林	直接认定
75	四川中医药高等专科学校	精神科护理	专科高职	吴学华	直接认定
76	四川长江职业学院	运动技术专修（团操）	专科高职	陈雪倩	直接认定
77	四川现代职业学院	机械零件课程设计	专科高职	黄宁	直接认定
78	民办四川天一学院	人力资源管理实务	专科高职	贾朝莉	直接认定
79	四川交通职业技术学院	Java 编码技术	专科高职	周春容	直接认定
80	四川建筑职业技术学院	建筑结构	专科高职	张爱莲	直接认定
81	四川工商职业技术学院	UI 设计	专科高职	王月颖	直接认定
82	四川城市职业学院	高等数学	专科高职	任晓容	直接认定
83	南充职业技术学院	中国会计文化	专科高职	盛强	直接认定
84	绵阳职业技术学院	大学英语	专科高职	陈昌学	直接认定
85	乐山职业技术学院	光伏电站安装与运维综合实训	专科高职	王丽	直接认定
86	成都职业技术学院	数据分析	专科高职	张卫林	直接认定
87	成都农业科技职业学院	植物组织培养	专科高职	唐敏	直接认定
88	四川水利职业技术学院	测绘基础	专科高职	汪仁银	直接认定
89	成都纺织高等专科学校	单片机技术及应用	专科高职	刘红	直接认定
90	内江职业技术学院	禽生产与禽病防治	专科高职	张娟	直接认定
91	成都中医药大学	中药提取工艺学	本科	李小芳	评审认定
92	四川大学	文学/文化批评	本科	石坚	评审认定
93	电子科技大学	航空航天概论	本科	李滚	评审认定
94	西华师范大学	环境生态学	本科	任丽平	评审认定
95	西昌学院	土地管理学	本科	胡金朝/李立娜	评审认定
96	成都理工大学	环境保护与可持续发展	本科	许文来	评审认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
97	电子科技大学	漫话数学建模	本科	荆燕飞	评审认定
98	西南交通大学	大学物理	本科	孙燕云	评审认定
99	西南交通大学	行车组织	本科	彭其渊	评审认定
100	川北医学院	生理学	本科	敬华娥	评审认定
101	西华大学	大学物理 B	本科	吉驭斌	评审认定
102	成都体育学院	郑怀贤武学精粹	本科	刘涛	评审认定
103	西南财经大学	商业银行经营管理	本科	张桥云	评审认定
104	内江师范学院	中国现代文学	本科	刘云生	评审认定
105	四川轻化工大学	中国现当代文学	本科	王余	评审认定
106	成都中医药大学	妇产科学	本科	罗晓红	评审认定
107	中国民用航空飞行学院	民航安全管理	本科	贺元骅	评审认定
108	西华大学	食品安全学	本科	陈祥贵	评审认定
109	西南医科大学	医古文	本科	王全	评审认定
110	四川旅游学院	中国工艺美术史	本科	秦安建	评审认定
111	四川大学	社会主义经济专题	本科	蒋和胜	评审认定
112	西南民族大学	民族学导论	本科	郭建勋	评审认定
113	四川音乐学院	中国音乐史	本科	包德述	评审认定
114	西华师范大学	计算机动画制作	本科	曹 蕾	评审认定
115	四川旅游学院	中国饮食文化	本科	杜莉	评审认定
116	成都体育学院	中国体育史	本科	宋秀平	评审认定
117	四川工商学院	数字电子技术	本科	刘玲	评审认定
118	成都大学	教育学 A	本科	万正维	评审认定
119	西南财经大学	政治学	本科	廖宏斌	评审认定
120	西南科技大学	民法学总论	本科	徐 文	评审认定
121	西昌学院	导游学	本科	陆铭宁	评审认定
122	宜宾学院	大学语文	本科	刘艳	评审认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
123	四川传媒学院	新闻学概论	本科	冉光泽	评审认定
124	绵阳师范学院	合唱排练与指挥	本科	王小明	评审认定
125	绵阳师范学院	计算机导论	本科	李敏	评审认定
126	四川农业大学	管理学原理	本科	李冬梅	评审认定
127	四川传媒学院	广告策划与创意	本科	肖建春	评审认定
128	成都东软学院	角色设计	本科	王运栋	评审认定
129	四川文理学院	大学英语	本科	李雪梅	评审认定
130	四川大学锦城学院	建筑职业道德教育	本科	伍朝晖	评审认定
131	成都医学院	医学统计学	本科	陈卫中	评审认定
132	西南石油大学	通用英语 I -1	本科	吕旭英	评审认定
133	四川师范大学	宪法学	本科	陈驰	评审认定
134	西南医科大学	医学仪器原理	本科	要小鹏	评审认定
135	成都信息工程大学银杏酒店管理学院	新闻学概论	本科	毛丽娟	评审认定
136	乐山师范学院	宏观经济学	本科	于恩锋	评审认定
137	川北医学院	医学文献检索与利用	本科	肖凤玲	评审认定
138	成都信息工程大学	社会政策概论	本科	徐翀	评审认定
139	成都工业学院	大学物理	本科	刘俊伯	评审认定
140	攀枝花学院	审计学	本科	陈容	评审认定
141	阿坝师范学院	《艺术概论》	本科	马小勇	评审认定
142	内江师范学院	小学班队工作原理与实践	本科	季晓华	评审认定
143	攀枝花学院	冶金原理	本科	周兰花	评审认定
144	成都工业学院	材料力学	本科	郑向华	评审认定
145	成都东软学院	人力资源管理专业导论	本科	胡秋菊	评审认定
146	成都理工大学工程技术学院	机器人技术基础及应用	本科	郑才国	评审认定
147	成都艺术职业大学	《纺织品艺术设计-扎染》	职业本科	杨艳	评审认定

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
148	四川交通职业技术学院	工程招投标与合同管理实务	专科高职	杨陈慧	评审定认
149	成都职业技术学院	国学	专科高职	杨扬	评审定认
150	成都纺织高等专科学校	高职英语	专科高职	王朝晖	评审定认
151	泸州职业技术学院	大学生心理健康教育	专科高职	付先全	评审定认
152	四川信息职业技术学院	信息安全技术概述	专科高职	孙雅妮	评审定认
153	成都纺织高等专科学校	基础工艺实训	专科高职	阳川	评审定认
154	民办四川天一学院	陈设设计	专科高职	沈澈	评审定认
155	四川交通职业技术学院	汽车电气设备构造与维修	专科高职	王钰	评审定认
156	四川财经职业学院	《财经法规与会计职业道德》	专科高职	杨勇	评审定认
157	宜宾职业技术学院	建筑装饰设计原理（中外建筑美学）	专科高职	郭莉梅	评审定认
158	雅安职业技术学院	基本护理技术	专科高职	王静	评审定认
159	四川城市职业学院	财经法规与会计职业道德	专科高职	冉铖	评审定认
160	四川幼儿师范高等专科学校	大学语文	专科高职	陈亚平	评审定认
161	四川文轩职业学院	《大学英语 2》	专科高职	刘大利	评审定认
162	成都职业技术学院	旅行社产品设计	专科高职	薛佳	评审定认
163	川北幼儿师范高等专科学校	教育学	专科高职	汪蓉	评审定认
164	四川电力职业技术学院	企业文化与综合素质	专科高职	赵尧麟	评审定认
165	南充职业技术学院	综合英语	专科高职	李薇	评审定认
166	绵阳职业技术学院	全国导游基础知识	专科高职	陈国元	评审定认
167	广安职业技术学院	幼儿活动设计	专科高职	周燕	评审定认
168	宜宾职业技术学院	机械制图与计算机绘图	专科高职	唐永艳/郭容	评审定认
169	四川中医药高等专科学校	儿科护理	专科高职	林梅	评审定认
170	南充职业技术学院	食品营养与卫生安全	专科高职	尚英	评审定认
171	四川化工职业技术学院	宴会设计	专科高职	宣雯娟	评审定认
172	四川中医药高等专科学校	细胞生物学和医学遗传学	专科高职	吴静蓉	评审定认

序号	学校名称	课程名称	课程层次	课程负责人	申报类型
173	四川建筑职业技术学院	结构设计原理	专科高职	杨转运	评审定认
174	眉山职业技术学院	果树生产技术	专科高职	马建英	评审定认
175	四川水利职业技术学院	视觉设计基础	专科高职	阳 馨	评审定认
176	成都工贸职业技术学院	电子商务综合运营	专科高职	王容平	评审定认
177	四川科技职业学院	急救护理学	专科高职	敖以玲	评审定认
178	四川西南航空职业学院	形体	专科高职	毛晓荣	评审定认
179	四川托普信息技术职业学院	企业管理	专科高职	官培财	评审定认
180	四川国际标榜职业学院	家具表面装饰技术	专科高职	郭颖艳	评审定认

《飞机电子电气系统》教学大纲

课程英文名称: Aeronautical Instrument & Electrical Systems

课程编号: C0208935

总学时: 60

实验/实践学时: 0

上机学时: 0

先修课程: 无

适用专业: 飞行技术

一、课程性质与任务

1. 课程性质: “飞机电子电气系统”是飞行技术专业的一门重要的专业基础课,学习该课程是为飞行中正确使用飞机电源、航空仪表设备等提供理论根据,同时也为航线运输机的电源系统、航空仪表设备等的使用奠定坚实的理论基础。

2. 课程任务: 学习完本大纲规定的内容后,应达到下列基本要求:

- (1) 掌握飞机电气系统的组成及功用;
- (2) 掌握飞机电源系统的类型,各类型电源的组成结构、功能特点,调压器调压原理,电源并联供电条件及要求;
- (3) 理解飞机电源系统的控制、常见故障及保护方式;
- (4) 掌握飞机输配电系统的常见结构类型及结构特点;
- (5) 掌握飞机上常见的用电设备类型及工作特点;
- (6) 理解电磁干扰与电磁兼容的基本概念,飞机防静电、防雷击等的基本要求;
- (7) 掌握无线电波的传播特点和传播方式;
- (8) 理解无线电接收机/发射机的组成以及各部件的功用;理解无线电收/发机的主要性能指标;理解单边带通信的基本原理和特点;理解卫星通信系统的原理和特点;理解莫尔斯码的基本知识。
- (9) 了解典型机载无线电通信设备的原理、功用和使用特点。
- (10) 掌握高度、空速、升降速度、航向、姿态等基本原理,构造,认读,测量方法以及误差等。
- (11) 了解基本仪表的参数在飞行中的重要作用;掌握基本飞行仪表的使用特点;
- (12) 了解发动机仪表的功用和使用特点;

同时在知识学习的全过程中,体现四个特色:

- (1) 以局方私照、商照、仪表等级执照理论考试知识点为教学必须的基本内容,为培养合格的飞行员守好本门课程所涉及的责任田。
- (2) 以本科教育办学水平为目标,在涵盖执照理论考试知识点的基础上,适当提升课程的深度和广度。
- (3) 结合课程及教材特点:让理论知识,实践操作与行业法规有机的融合在整个学习过程中,拓宽飞行员的知识面和加深其对法规的理解。
- (4) 坚持把思政教育贯穿到课程教学的全过程,用好课堂教学这个主渠道,为国家培养政治坚定、作风优良、理论扎实、技术精湛、身心健康,富有社会责任感,符合国际民

航培训标准的航线运输机驾驶专门应用型人才的专业目标而服务。

二、课程教学内容、形式和结业标准

1. 教学内容：本课程包括航空电气、航空仪表、航空通信三个部分。

“航空电气系统”部分的飞机直流供电系统、飞机交流供电系统、飞机电能变换设备、电路装置及配电、飞机用电设备和电磁干扰及防护等；

“航空仪表系统”部分的航空仪表基础，发动机仪表，测量飞机高度、速度、姿态、航向的仪表，其它仪表等；

“航空通信系统”部分的电波传播的基本知识和无线电收/发原理等内容。

2. 教学形式：本课程采用课堂讲授方式进行。

3. 结业标准：本课程采用闭卷考试的方式进行考核，按平时成绩 20%，期末考试 80% 比例计算，总评成绩 60 分（含）以上为合格。

三、课程教学学时分配

章次	教学内容	学时				
		理论	实验	实践	上机	本章课时合计
	第一部分：航空电气系统部分					
第一章	飞机电气系统概述	2				2
第二章	飞机直流供电系统	4				4
第三章	飞机交流供电系统	6				6
第四章	飞机电能变换设备	3				3
第五章	电路装置及配电	3				3
第六章	飞机用电设备	3				3
第七章	电磁干扰及防护	3				3
小计		24				24
	第二部分：航空通信系统部分					
第一章	通信的基本知识	4				4
第二章	无线电收/发原理	4				4
第三章	典型民航飞机通信系统	4				4
小计		12				12

	第三部分：航空仪表系统部分					
第一章	航空仪表基础	4				4
第二章	全静压仪表及系统	6				6
第三章	测量飞机姿态的仪表	4				4
第四章	测量飞机航向的仪表	6				6
第五章	发动机仪表、辅助仪表	4				4
小计		24				24
合计		60				60

四、教学内容及基本要求

第一部分：航空电气系统部分

第一章 飞机电气系统概述 2 学时

【教学内容要点】

- 1.飞机供电系统的功用。

【教学重难点】

- 1.本章重点：电气系统的基本概念，电源系统的组成。
- 2.本章难点：飞机电气系统知识体系架构。

【教学要求】

- 1.理解飞机电气系统的组成、电源的分类。
- 2.结合多电飞机供电系统的重大发展变革，强调专业素养的重要性及与时俱进学习能力的重要性，引导学生行业自豪感及责任感的培养。

第二章 飞机直流供电系统 4 学时

【教学内容要点】

- 1.航空蓄电池；
- 2.飞机直流发电机；
- 3.直流发电机的电压调节；
- 4.直流电源的控制与保护。

【教学重难点】

- 1.本章重点：蓄电池的工作特点，发电机的工作特点，调压器工作原理，直流电源的负载均衡。
- 2.本章难点：并联运行直流发电机的负载均衡。

【教学要求】

- 1.了解蓄电池的分类及铅酸蓄电池和镉镍蓄电池的活性物质;
- 2.了解蓄电池的主要电气特性;
- 3.掌握蓄电池容量的定义和铅蓄电池容量检测方法;
- 4.了解锂离子电池的性能特点;
- 5.结合蓄电池的安全风险知识培养学生的社会责任意识;
- 6.结合电池运输等相关法规,强化学生遵纪守法的社会责任意识;
- 7.了解直流发电机的工作原理;
- 8.掌握直流发电机的电气性能;
- 9.掌握并激直流发电机自激发电的条件;
- 10.掌握发电机电压调节的基本原理;
- 11.理解直流电源的并联运行;
- 12.了解反流和过压的定义及其危害;

第三章 飞机交流供电系统 6 学时

【教学内容要点】

- 1.飞机无刷交流发电机;
- 2.恒速恒频交流电源;
- 3.变速恒频交流电源;
- 4.飞机交流电源的控制关系;
- 5.飞机交流发电机的故障及其保护。

【教学重难点】

- 1.本章重点: 交流发电机的分类和结构特点, VSCF/CSCF 电源系统的基本原理与工作特点。
- 2.本章难点: 恒速传动装置的组成和工作原理。

【教学要求】

- 1.了解交流电源系统的主要优点、主要形式,掌握交流电源的主要参数;
- 2.了解飞机无刷交流发电机的种类、组成及特性;
- 3.掌握液压机械式恒速传动装置的组成及部分的功用;
- 4.了解恒速传动装置的三种工作状态及故障防护的知识;
- 5.了解组合传动发电机的特点;
- 6.了解变速恒频交流电源的特点;
- 7.了解变频交流电源的特点;
- 8.结合电源系统的技术更新历程及我国大飞机项目推进,提升学生的技术信心及民族自信,增强爱国主义认知和民族自豪感;
- 9.了解电气系统常用英文缩写的含义;
- 10.理解交流电源并联运行条件;

- 11.理解交流电源及飞机供电系统的常见控制逻辑关系，培养学生辩证思维能力；
- 12.掌握交流电源系统中常见故障的种类及特征。

第四章 飞机电能变换设备 3 学时

【教学内容要点】

- 1.旋转变流机；
- 2.静止变流器；
- 3.变压整流器。

【教学重难点】

- 1.本章重点：二次电源的类型和工作原理。
- 2.本章难点：旋转变流机的工作原理。

【教学要求】

- 1.了解旋转变流机、静止变流器和变压整流器工作原理；
- 2.了解旋转变流机、静止变流器和变压整流器的主要组成和功用
- 3.结合电能变换的原理，引导学生加强合作意识，增强“和谐”的价值观。

第五章 电路装置及配电 3 学时

【教学内容要点】

- 1.导线及其连接装置；
- 2.电路控制装置；
- 3.电路保护装置。

【教学重难点】

- 1.本章重点：电磁控制装置的工作原理及工作特点，保护装置的类型及工作原理。
- 2.本章难点：固态继电器、混合继电器工作。

【教学要求】

- 1.了解导线和汇流条的功用；
- 2.了解常用开关的使用方法；
- 3.理解电磁继电器、极化继电器、固态继电器和混合继电器的特点；
- 4.理解常见接触器的使用特点；
- 5.理解保险丝的分类和使用特点；
- 6.掌握断路器的的工作原理。
- 7.结合法规修订要求及具体航班事故分析，引导学生加强法规意识、安全责任意识，与行业发展共进，不断开拓视野，树立社会主义核心价值观。

第六章 飞机用电设备 3 学时

【教学内容要点】

- 1.电动机械;
- 2.飞机发动机的电力起动设备;
- 3.灯光照明设备;
- 4.测量仪表与告警指示设备。

【教学重难点】

- 1.本章重点: 发动机的电力启动、灯光照明系统工作。
- 2.本章难点: 分级启动的原理及特点。

【教学要求】

- 1.了解电动机械的分类和使用特点;
- 2.了解飞机活塞发动机电力起动的常用方法;
- 3.了解涡轮螺旋桨发动机电力起动的增速措施(不要求 WJ-5A 的起动方法);
- 4.结合我国的 MA-60 飞机在“一带一路”倡议中发挥中重要作用,培养学生的民族自豪感,树立社会主义核心价值观。
- 5.了解涡轮风扇发动机的起动方法;
- 6.了解飞机内、外灯光照明设备的分类及功用;
- 7.结合中国 LED 芯片行业将为全球节能减排贡献巨大力量这一事实,培养家国情怀,提升学生的社会责任感。
- 8.了解测量仪表和警告指示设备的功用。

第七章 电磁干扰及防护 3 学时

【教学内容要点】

- 1.电磁干扰的危害;
- 2.电磁兼容及干扰的传播;
- 3.电磁干扰的控制。

【教学重难点】

- 1.本章重点: 电磁干扰的基本原理,接地和搭接等电磁干扰控制技术。
- 2.本章难点: 电磁干扰的耦合机理。

【教学要求】

- 1.了解电磁干扰的危害及影响因素;
- 2.结合《中华人民共和国无线电管理条例》与最近发生的“黑电台”干扰民航安全飞行的具体事例,培养提升学生的法制意识。
- 3.了解电磁兼容的定义,掌握电磁干扰的传播方式;
- 4.了解电磁兼容的控制技术。
- 5.结合电磁兼容和矛盾的特殊性与普遍性辩证关系,强化学生辩证唯物主义思想,提升学生发现问题与解决问题的能力。

第二部分: 航空通信系统部分

第一章 通信的基本知识 4 学时

【教学内容要点】

第一节 通信概述

- 1.通信的一般概念
- 2.有线通信和无线通信
- 3.模拟通信和数字通信
- 4.民用航空业务中所使用无线电通信的情况
- 5.未来的航空通信系统及发展趋势

第二节 无线电波的传播规律

- 1.无线电波的传播
- 2.在不均匀媒质中电波的传播
- 3.无线电波的传播方式
- 4.地面对电波传播的影响
- 5.电离层对电波传播的影响
- 6.各波段电波的传播特点

【教学重难点】

- 1.本章重点：航空通信的种类，无线电的传播方式；
- 2.本章难点：不同通信方式下的无线电传播方式。

【教学要求】

- 1.了解无线电通信的发展及其在民用航空中的应用；
- 2.引导学生从社会生活及自身的切身体验来了解通信改变生活，感受科学发展给人类带来的便捷与快乐。增强学生的求知欲和理解科学技术就是第一生产力；
- 3.理解无线电电波在均匀媒质和非均匀媒质中的传播规律；
- 4.掌握无线电波在非均匀媒质中传播的主要方式；
- 5.理解地面和电离层对电波传播的影响；
- 6.通过多径传播在移动通信的新技术中发挥有利作用，引导学生采用客观的、辩证的方式看待事物，要看到事物的两面性。
- 7.理解各波段电波的传播特点；

第二章 无线电收/发原理 4 学时

【教学内容要点】

第一节 无线电收/发原理概述

- 1.无线电通信系统的组成
- 2.调制和解调

第二节 幅度调制

- 1.普通调幅
- 2.单边带调制

第三节 卫星通信与数据链

- 1.莫尔斯电码
- 2.卫星通信、数据链

【教学重难点】

1. 本章重点：信号的调制，调制的意义；
2. 本章难点：区分几种调制方式的原理及优点。

【教学要求】

- 1.理解无线电接收机和发射机的组成、各部件的功用及性能指标；
- 2.理解幅度调制和单边带调制。
3. 理解几种幅度调制方式的特点和适用性，引导学生学会运用辩证唯物主义观点和方法理解调制技术，培养学生的辩证思维能力。
- 4.介绍我国目前的北斗卫星以及墨子号量子卫星，增强民族自豪感和自信心，弘扬爱国情怀，树立报国志向。

第三章 机载通信设备 4 学时

【教学内容要点】

第一节 民用航空通信系统

- 1.音频控制系统
- 2.甚高频、高频通信系统
- 3.选择呼叫系统、飞机通信寻址报告系统
- 4.卫星通信系统、紧急定位发射机
- 5.未来的民用航空通信系统

第二节 典型机载通信设备

【教学重难点】

1. 本章重点：高频、甚高频、卫星通信系统的应用环境；
2. 本章难点：ACS 中的选择和逻辑，ACARS、数据链的基本原理和应用。

【教学要求】

- 1.理解典型机载通信设备的功能及特点；
- 2.理解 ACS、ACARS、ELT 等设备的工作原理。
- 3.四川航空 3U8633（遇险班机陆空通话实录）“中国民航英雄机组”，作风优良、技术精湛受到业内普遍赞誉，树立社会责任和新时代民航精神。
- 4.结合中国自主研发大飞机 C919 和支线飞机 ARJ21，培养学生的民族自豪感，树立社会主义核心价值观。

第三部分:航空仪表系统部分

第一章 航空仪表基础 4 学时

【教学内容要点】

第一节 概述

- 1.基本飞行仪表的分类
- 2.基本飞行仪表的 T 型布局

第二节 陀螺基本

- 1.概述（陀螺的概念和组成）
- 2.两自由度陀螺的特性
- 3.单自由度陀螺的特性
- 4.激光陀螺

【教学重难点】

1. 本章重点：两种机械陀螺的性质，T 型布局；
2. 本章难点：陀螺的空间稳定性，进动性。

【教学要求】

- 1.掌握仪表排布的基本规则，能够区分驾驶领航仪表与发动机仪表。
- 2.通过在简要介绍航空仪表时，用 ARJ—21，C919 与国外的 A320 和 B737 对比，说明我们在飞机方面取得的成就。培养学生的家国情怀，引发他们的社会自豪感和文化自信。
- 3.结合仪表的 T 型布局，引出民航的众多行业标准，让同学们体会到飞机从设计，制造，使用就要遵循无所不在的规章，标准，培养学生敬畏规章，遵守行业标准的意识。
- 4.理解两自由度陀螺的特性,影响陀螺特性的因素；
- 5.理解单自由度陀螺的特性及进动特点；
- 6.掌握两自由度陀螺进动性、两自由度陀螺稳定性、表观运动、单自由度陀螺进动性的基本概念；
- 7.理解激光陀螺测量物体转动角速度的原理。
- 8.通过央视新闻，了解我国激光陀螺的奠基人—背心院士高伯龙院士的先进事迹；以此召开讨论，激发同学们认真学习的热情；结合高院士的专业选择与事业选择，引领同学们树立正确的人生观，世界观与价值观。身在目前主流掌握在欧美的民航行业，激发同学们的航空报国的情怀，树立科技自强的信心。

第二章 全静压仪表及系统 6 学时

【教学内容要点】

第一节 气压式高度表

- 1.国际标准大气
- 2.高度表的原理
- 3.高度表的结构
- 4.高度表的使用
- 5.高度表的误差

第二节 升降速度表

- 1.升降速度表的原理
- 2.升降速度表的结构
- 3.升降速度表的误差

第三节 空速表

1.空速与动压、静压、气温的关系

2.测量空速的原理

3.空速表的结构

4.空速表的误差

第四节 马赫数表

1.M 数与动压、静压的关系

2.M 数表的原理

第五节 全静压系统

1.组成

2.全静压系统介绍

3.使用注意事项

【教学重难点】

1. 本章重点：全压、静压的概念，各种应用大气压力的仪表原理，不同高度的区别，不同空速的区别；

2. 本章难点：不同高度的区别，不同空速之间的区别于联系，全静压系统不同故障下的现象。

【教学要求】

1.掌握气压式高度表测量飞机相对高度、标准气压高度和绝对高度的方法；

2.通过航班事故，教育学生：一名合格的民航飞行员除了要有精湛的飞行技术外，还要具备良好的职业素养，这包括：政治素养、责任意识、规章意识、团队精神和对生命的敬畏。对民航飞行员而言，“人民为先”绝不是一句空话，而是实实在在的行为准则，要落实在行动上。

3.掌握气压式高度表的基本原理和使用特点；掌握指示空速表的测量原理；

4.了解真空速表的测量方法；

5.理解升降速度表的基本原理，掌握升降速度表的延迟误差；

6.理解马赫数表的原理；

7.理解全静压系统的功用和基本组成以及使用特点。

8.现阶段，就是要把飞行员的特殊使命和责任落实在我们日常的飞行理论学习中。“只有把人生理想融入国家和民族的事业中，才能最终成就一番事业。”

第三章 测量飞机姿态的仪表 4 学时

【教学内容要点】

第一节 转弯侧滑仪

1.转弯仪

2.侧滑仪

3.转弯侧滑仪的使用特点

第二节 航空地平仪

1.地平仪的功用

- 2.地平仪的测量原理
- 3.地平仪的组成及分类
- 4.地平仪的修正原理
- 5.地平仪的指示
- 6.直读式地平仪典型结构介绍
- 7.地平仪的使用特点

第三节 姿态基准系统

【教学重难点】

1. 本章重点：转弯仪的基本原理，地平仪的两个组成部分及其原理；
2. 本章难点：转弯仪所测量旋转的轴，侧滑仪的地面指示，地平仪的误差。

【教学要求】

- 1.理解飞机姿态角的含义;理解转弯侧滑仪的功用、基本原理以及综合应用方法;
- 2.通过学习转弯协调仪的使用，引导学生思考人生中把握好度的方法，深刻理解马克思主义唯物辩证法的原理。
- 3.掌握地平仪的功用，理解地平仪的基本原理；
- 4.掌握地平仪的组成及各主要部分作用；
- 5.理解地平仪的误差，掌握其使用特点；
- 6.飞行中通过仪表的配合才能共同反映飞机状态引导学生理解民航精神中团结协作的工作作风。
- 7.理解姿态基准系统的功用。

第四章 测量飞机航向的仪表 6 学时

【教学内容要点】

第一节 磁罗盘

- 1.地磁与航向
- 2.磁罗盘结构
- 3.飞行误差
- 4.使用特点

第二节 陀螺半罗盘

- 1.工作原理
- 2.仪表的基本结构
- 3.自走误差
- 4.使用特点

第三节 陀螺磁罗盘

- 1.组成及分类
- 2.工作原理
- 3.使用特点

第四节 罗盘系统

【教学重难点】

1. 本章重点：磁罗盘应用环境及误差，陀螺半罗盘的基本原理，陀螺磁罗盘的基本原理；罗盘系统的不同状态及其意义；

2. 本章难点：磁罗盘的飞行误差，陀螺半罗盘的校准，陀螺磁罗盘的修正速度。

【教学要求】

1.理解磁航向、罗航向、真航向的定义和它们之间的换算关系；

2.通过中国古代发明的罗盘对世界文明的重大贡献，增强民族自豪感和自信心。

3.理解磁罗盘的基本原理和飞行误差；

4.理解陀螺半罗盘的基本原理和自走误差；

5.了解陀螺磁罗盘的组成和测量航向的原理；

6.掌握陀螺磁罗盘使用特点；

7.掌握各航向仪表的功用；

8.理解罗盘系统的功用。

9.我国成为全世界第四个能够独立研制激光陀螺的国家，为我国重器安上了自主导航的“中国芯”。培养学生的民族自豪感，培养家国情怀，提升学生的社会责任感。

第五章 发动机仪表、辅助仪表 4 学时

【教学内容要点】

1. 测量压力的仪表

2. 测量温度的仪表

3. 测量转速的仪表

4. 测量油量的仪表

5. 测量流量的仪表

6. 航空时钟、指位表

【教学重难点】

1. 本章重点：两种温度传感器，扭矩表的应用对象，推力的常见表征参数，发动机振动的常见单位；

2. 本章难点：油量表的测量原理，流量表的测量原理。

【教学要求】

1.掌握进气压力表、电动压力表、转速表、温度表、油量表、流量表的功能、使用特点；

2.了解发动机仪表的配置；

3.了解进气压力表、电动压力表、转速表、温度表、油量表、流量表的简单工作原理。

4.结合发动机仪表的主次之分，引导在生活，学习，飞行中，抓住主要矛盾，不忽视次要矛盾，注意两者之间的唯物辩证关系。

六、教材及参考书

教材：《民航飞机电子电气系统》 主编：朱新宇，胡焱 出版社：西南交通大学出版社 出版时间：2016.08

参考书：

1. 《飞机电源系统》 主编：刘建英 出版社：中国民航出版社 出版时间：2013
2. 《Aircraft Systems: Mechanical, electrical and avionics subsystems integration》 主编：Ian Moir 出版社：John Wiley & Sons 出版时间：2008
3. 《飞机仪表》 主编：王世锦 出版社：科学出版社 出版时间：2014

开课教研室： 航空工程学院电子信息工程教研室（盖章）

大纲执笔： 李军辉、刘璐

大纲修订： 胡焱、高丽霞

大纲审定： （所属单位领导签字）

大纲修改时间： **2018.03**

中国民用航空飞行学院，

案例一 “背心院士”高伯龙：一生为激光陀螺旋转

案例名称	“背心院士”高伯龙： 一生为激光陀螺旋转	适用课程	《飞机电子电气系统》
撰写人		职称	
案例概述 (包括事件的时间、地点、人物、事情经过、结果，字数不少于600)	“背心院士”高伯龙：一生为激光陀螺旋转。2014年，激光陀螺创新团队走入公众视野。电视里，高伯龙院士那几秒钟的镜头，给人们留下极为深刻的印象——他穿着白背心，全神贯注地盯着电脑屏幕，两根弯曲的手指慢慢敲击着键盘……有网友评论：“高伯龙院士穿着五块钱的背心，干着上亿元的大事。”也有网友说：“这是真正的伟大。” 20世纪60年代，美国研制出世界上第一台激光陀螺实验装置。激光陀螺，被称为惯性导航系统的“心脏”，是飞机、舰船、导弹等精确定位和精准制导的核心部件。这一科研成果引发世界震动。1971年，时任国防科工委副主任的钱学森将激光陀螺的大致技术原理写在两张小纸片上，交给了国防科技大学的前身——长沙工学院，然而，要依据纸上描述造出实物，无异于让一个从未见过火箭的人去设计火箭，以高伯龙为骨干的课题组，就是依靠这两张纸片上的密码开始了激光陀螺的研制。那时，已过而立之年的高伯龙是哈军工的一名物理教员。当时的他并不知道，10年之后，他将与这枚小小的“陀螺”共同高速旋转，直到生命尽头。“搞激光陀螺，对我来说是一次艰难的选择。因为，你生活在高山上，必须学会爬山而不能想着去游泳。”多年后，高伯龙院士这样描述自己的选择，“一个人的志愿和选择应当符合国家的需要”。把国家的需要当作自己的需要，把国家的选择当作自己的选择。这是高伯龙院士给出的人生答案。 从1975年到1994年，高伯龙带领团队，二十年怀揣忧患意识，践行科技自立，将激光陀螺核心关键技术的“命门”牢牢把握在自己手中，也终于让中国从激光陀螺研制技术的“陪跑者”变成“引领者”。 历史和现实告诉我们，关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。只有拥有强大的自主创新能力，在日益激烈的国际竞争中才能把握先机、赢得主动。		
蕴含的思政元素 (深入挖掘案例中所蕴含的思政元素)	1. 在人生选择的时候——“把自己的志愿与国家的需要密切结合” 引领同学们树立正确的人生观，世界观与价值观 2. 自主研发创新图强的典范、树立科技自强的信心 3. 激发同学们的航空报国的情怀 4. 工匠精神，精益求精，科学严谨的专业精神 5. 社会主义核心价值观（爱岗敬业） 6. 民族精神（无私奉献、顽强拼搏、奋勇抗争） 7. 42年如一日，诠释了决不懈怠、决不退缩、决不言弃的艰苦奋斗精神		

注：一个案例一张表格

案例二 北斗导航进入全球组网时代

案例名称	北斗导航进入全球组网时代	适用课程	《飞机电子电气系统》
撰写人	张华忠	职称	副教授
案例概述 (包括事件的时间、地点、人物、事情经过、结果)	北斗卫星导航系统是中国着眼于国家安全和经济社会发展需要，自主建设、独立运行的卫星导航系统，是为全球用户提供全天候、全天时、高精度的定位、导航和授时服务的国家重要空间基础设施。随着北斗系统建设和服务能力的发展，相关产品已广泛应用于交通运输、海洋渔业、水文监测、气象预报、测绘地理信息、森林防火、通信时统、电力调度、救灾减灾、应急搜救等领域，逐步渗透到人类社会生产和人们生活的方方面面，为全球经济和社会发展注入新的活力。 中国卫星导航系统管理办公室透露，中国将于 2020 年 3 月、5 月组织最后两次北斗三号组网卫星发射，完成北斗卫星导航系统全球组网。2020 年，我国将全面完成北斗三号全球系统建设，提供特色服务。2035 年，我国还将建成以北斗系统为核心，更加泛在、更加融合、更加智能的综合定位导航授时（PNT）体系。北斗系统将以更强的功能、更优的性能，服务全球，造福人类。 基本导航服务。为全球用户提供服务，空间信号精度将优于 0.5 米；全球定位精度将优于 10 米，测速精度优于 0.2 米/秒，授时精度优于 20 纳秒；亚太地区定位精度将优于 5 米，测速精度优于 0.1 米/秒，授时精度优于 10 纳秒，整体性能大幅提升。 短报文通信服务。中国及周边地区短报文通信服务，服务容量提高 10 倍，用户机发射功率降低到原来的 1/10，单次通信能力 1000 汉字（14000 比特）；全球短报文通信服务，单次通信能力 40 汉字（560 比特）。 星基增强服务。按照国际民航组织标准，服务中国及周边地区用户，支持单频及双频多星座两种增强服务模式，满足国际民航组织相关性能要求。 国际搜救服务。按照国际海事组织及国际搜索和救援卫星系统标准，服务全球用户。与其他卫星导航系统共同组成全球中轨搜救系统，同时提供返向链路，极大提升搜救效率和能力。 精密单点定位服务。服务中国及周边地区用户，具备动态分米级、静态厘米级的精密定位服务能力。		
蕴含的思政元素 (深入挖掘案例中所蕴含的思政元素)	1.引领同学们树立正确的人生观，世界观与价值观 2.树立科技自强的信心 3.激发同学们的航空报国的情怀 4.工匠精神，精益求精，科学严谨的专业精神 5.社会主义核心价值观（爱岗敬业） 6.民族精神（无私奉献、顽强拼搏、奋勇抗争） 7.培养学生的民族自豪感，培养家国情怀，提升学生的社会责任感。		

案例三 华为禁令事件

案例名称	华为禁令事件	适用课程	《飞机电子电气系统》
撰写人	申翰林	职称	副教授
案例概述	早在 2018 年 1 月初，美国政府便坚决反对华为和 AT&T 签约合作，禁止华为手机进入美国市场；2018 年 8 月特朗普签署了“国防授权法”，禁止美国政府和承包商使用华为和其他中国公司的某些技术；2018 年 11 月美国政府联系德国、意大利和日本在内的国家，要求他们的电信公司避免使用华为的设备；2018 年 12 月，应美国要求，华为副董事长、首席财务官孟晚舟在加拿大温哥华被捕。 华为作为一家民营企业，由员工百分之百控股，目前已经超过爱立信成为全球最大的通信设备供应商，其产品和解决方案已经应用于全球 170 多个国家，出货量和市场份额都拿到了全球第二，服务了全球三分之一的人口。此外，华为在 5G 专利技术占比达到 50% 左右，签订了全球数量最多的 5G 商用合同，是目前最大的 5G 厂商。但也正是因为华为的实力不断提升，让美国感受到了很大的压力，对其采取了一系列打压措施。 2019 年 5 月 16 日，美国商务部以国家安全为由，将华为公司及其 70 家附属公司列入管制“实体名单”，禁止美企向华为出售相关技术和产品，封杀令一出，世界哗然。 2019 年 5 月 20 日，谷歌暂停与华为的业务合作，并不再向华为授权提供谷歌的各种移动应用，在未来华为将只能使用安卓手机操作系统的开源公共版本，这对华为手机的海外市场会带来很大的影响。 其后，英特尔、高通、赛灵思和博通等芯片设计商和供应商也开始停止向华为供货。英特尔是华为服务器芯片的主要供应商，高通为华为的许多智能手机提供处理器和调制解调器，赛灵思销售用于网络的可编程芯片，博通主要为华为提供交换芯片。 2019 年 5 月 23 日事件继续升级，英国电信运营商 EE 宣布下周启用 5G 服务，不支持华为 5G 手机；英国芯片设计商 ARM 断供华为；微软、东芝、日本两大通信运营商 KDDI 和软银等企业也与华为暂停了业务合作。 5 月 25 日，SD 协会、JEDEC 协会和 PCI-SIG 组织三大国际标准组织从会员名单中移除。除了行业标准组织，学术圈近日也吵得沸沸扬扬，世界上最大的非营利性专业技术学会 IEEE 协会禁止华为员工参与旗下的期刊的编辑和审稿工作，学术本应不分国界，IEEE 的做法让很多人不满。		
蕴含的思政元素	1. 中华民族自强不息的顽强品格； 2. 中国在世界多元化发展中的大国担当； 3. 党和国家永远都是中国人民的坚强后盾； 4. 工匠精神，精益求精，科学严谨的专业精神 5. 社会主义核心价值观（法治、爱国、敬业） 6. 霸权主义、强权政治必然遭到来自中国为首的国际社会正义力量的全力抵制。		

案例四 C919 先进配电技术

案例名称	C919 先进配电技术	适用课程	《飞机电子电气系统》、《飞机电气系统》、《飞机供电系统》
撰写人	刘璐	职称	副教授
案例概述	C919，全称 COMAC C919，是中国首款按照最新国际适航标准，具有自主知识产权的干线民用飞机，是由中国商用飞机有限责任公司于 2008 年开始研制的。C 是中国英文名称“China”的首字母，也是中国商飞英文缩写 COMAC 的首字母，第一个“9”的寓意是天长地久，“19”代表的是中国首型大型客机最大载客量为 190 座。 C919 大型客机是我国按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的大型喷气式民用飞机，航程 4075-5555 公里，于 2017 年 5 月 5 日成功首飞。C919 将是一款绿色排放、适应环保要求的先进飞机，通过环保的设计理念，有望将飞机碳排放量较同类飞机降低 50%。 C919 采用变速变频交流发电机（VFG）为主电源，并配以单独的永磁发电机（FC PMG）保障飞控系统的电源控制模块（PCM）供电，辅助动力装置配备起动发电机（ASG），并搭载冲压空气涡轮发电机（RAT）作为应急交流发电机。直流电源除 TRU 外，也配备了相应蓄电池作为备用和应急直流电源。 C919 的输配电系统在以汇流条功率控制组件（BPCU）为核心的常规自动配电架构基础之上，进一步采用了基于 12 个远程配电装置（RPDU）的先进分布式配电方式实现全机 115VAC 和 28VDC 的输配电及负载管理，大大减轻了飞机电网的结构重量。分布式远程配电的系统中，大量运用先进的固态功率控制器（SSPC）使得输配电系统的管理与发动机指示及机组警告系统（EICAS）高效数据协同，更加直观高效综合显示电源系统概况的同时，还能够在驾驶舱通过断路器显示与控制（CBIC）界面操作实现远程通断控制。 技术应用对比：目前国际上采用同类型的飞机输配电架构的飞机还有波音 787，空客 A350。		
蕴含的思政元素	1. 民族自信、技术自信 2. 工匠精神，精益求精，科学严谨的专业精神		

案例五 中国北方航空 6901 号班机空难

案例名称	中国北方航空 6901 号班机空难	适用课程	《飞机电子电气系统》
撰写人	钟玲玲	职称	讲师
案例概述 (包括事件的时间、地点、人物、事情经过、结果)	中国北方航空 6901 号班机(CJ6901)是由沈阳经北京飞往乌鲁木齐的定期航班。1993 年 11 月 13 日,一架编号为 B-2141 的 MD-82 执行此航班,在乌鲁木齐机场进近时坠毁于距跑道约 2.2 公里的农田中。10 名机组成员中,4 人遇难;92 名旅客中,8 人遇难,60 多人受伤。 1993 年 11 月 13 日下午 2 时 33 分, CJ6901 号班机与乌鲁木齐交通管理部门建立联系,并且从报告 7000 英尺高度下降,预计下午 2 时 37 分飞越阜康导航台,下午 2 时 55 分落地。下午 2 时 35 分塔台向班机通报:“场压 947 百帕,高度表拨正值 1024 百帕,温度-3℃,地面静风,向西落地”。班机与下午 2 时 51 分 29 秒报告建立盲降,高度 600 米,因管制用语不规范和飞行员的误解,飞行员将管制所提供的修正海平面气压 QNH1024hPa 错误地理解为场面气压 QFE,并进行了错误的高度表拨正,致使左座高度表读数高出飞机实际距地高度 2128 英尺。因高度表拨正错误,左座飞行员按照错误的高度指示断开自动驾驶系统,离开了下滑道,右座飞行员未发现高度指示不正常。近地警告系统(GPWS)随即发出两次“GLIDE SLOPE”(低于下滑道)的语音警告,机组人员并未理睬。其后,GPWS 又发出四次“PULL UP”(拉起)报警,机组成员也未能听懂。当发现下降高度过低时,机组重启自动驾驶系统,但未加油门,导致飞机失速,撞上地面高压线,坠毁于地窝堡机场跑道外 2.2 公里处。 从事故经过我们可以看出,空管和飞行人员的配合有误,是导致事故的直接原因。管制员用语不规范,高度表拨正值是一个笼统概念,并不具体指“修正海压”“场面气压”“标准气压”中的任意一个具体的高度表拨正值,相反,“高度表拨正值”的用语,会让飞行员误认为他们应当将高度表调整到所提的拨正值,造成误解。飞行活动是一个整体活动,不佳的团队配合将影响到整个飞行活动的顺利进行,进而影响飞行安全。其次,飞行员航空理论水平低下,混淆场面气压值和修正海压等重要概念,调错高度表,误认为高度高而盲目下降。第三,机组配合不当,没有及时复核高度等重要参数。第四,飞行员英文水平低,听不懂警告语音,以至于延误了复飞和修正的机会。第五,平时飞行训练不到位,对机载设备不够熟悉。 飞行员职业最大的特点是责任大,因此飞行员一定要有较高的责任意识,要确保飞行安全,而强烈的规章意识是飞行安全的强有力保障。此外,飞行员还需要有良好的心理素质和应变能力。正是由于飞行员职业的上述特点,飞行员的职业素养要求也较其他职业来得更高。一名合格的民航飞行员,除了要有精湛的飞行技术外,还要具备良好的职业素养。飞行员的职业素养概括起来有两点,一是技术层面的素养,二是非技术层面的素养。技术层面的职业素养包括:情景和决断意识、稳定进近的意识、备降和复飞意识等等,非技术层面的素养包括:政治素养、道德意识、责任意识、规章意识、团队精神和身心素质等等。		

蕴含的思政元素 (深入挖掘案例中所蕴含的思政元素)	1.当代民航精神（忠诚担当的政治品格、严谨科学的专业精神、团结协作的工作作风、敬业奉献的职业操守） 2.工匠精神，精益求精，科学严谨的专业精神 3.社会主义核心价值观（爱岗敬业） 4.强烈的责任意识，扎实的基本功，高超的技术水平和职业素养 5.严守安全底线 6.敬畏生命，敬畏职责，敬畏规章。
------------------------------	---

案例六 西安空难事件

案例名称	西安空难事件	适用课程	《飞机电子电气系统》
撰写人	刘希军	职称	副教授
案例概述	1994 年 6 月 6 日上午，西北航空公司的 WH2303 航班执行西安---广州任务。其中飞行员 5 人，乘务组 9 人，旅客 146 人。机型为苏制图-154M 型 B2610 号。飞机在距咸阳机场 49 公里空中解体，160 人无一幸存。 机组在开车前后，滑行，起飞前均进行了检查单等标准程序。 机组用 400 公里/时速度保持爬升，争取高度。此时机体左右摇摆，幅度增大。机组向地面报告两个人都稳定不住姿态。 机组再次报告飞机难以控制，响声越来越大，摆幅瞬时达到 20 度。 飞机自动偏离了爬升航路，开始向右作不规则的转弯。 飞机出现自动抬头现象，仰角达到 20 度,速度瞬间降到 380 公里/时。驾驶舱持续响起失速告警。 飞机突然向左滚转，接着进入大角度、高速度俯冲，侧倾角达到 70 度。 飞机在 12 秒中，从 4717 米疾速下降到 2884 米，平均每秒下降 150 米。严重过载远远超过了飞机额定的承受能力。超速警告响彻驾驶舱。 驾驶舱语音记录传来“哐！哐！”两声机体断裂巨响，随即黑匣子停止记录。飞机在 2884 米高度上空中解体。失事地点距咸阳机场 49 公里处。 从飞行参数记录仪所记录的数据看出：飞机起飞离地后，所有横向、侧向参数均发生低频大幅度变化。这清楚地表明：飞机出现了发散型横向飘摆。 从事故现场收集到的残骸证实：自动驾驶仪安装座上有两个插头相互插错，即控制副翼的插头(绿色)插在控制航向舵的插座（黄色）中，而控制航向舵的插头(黄色)插在了控制副翼的插座（绿色）中。 在正常情况下，飞机离地后便成为自由体，当受到外界气流干扰时，会产生轴向角加速度，使飞机偏离预定状态。此时，安装在飞机上的阻尼器会产生阻止飞机偏离预定状态的阻尼力矩，使飞机恢复到正常状态。但是，在控制航向阻尼与控制滚动阻尼两个插头相互插错的情况下，不仅未能产生稳定飞机姿态的作用，反而促使飞机反复偏航与滚动。因此，这两个插头的相互插错导致飞机的横向飘摆愈演愈烈，最终酿成飞机的方向舵、尾翼以及右机翼等相继折断而使飞机解体。		
蕴含的思政元素	1. 从业人员的认真与敬业精神是国家发展的支撑。企业文化的本质只是两个词：一是敬业；二是认真。而更重要的是要使这种企业文化被全社会所承认。“敬业”与“认真”精神要被化入国民的骨髓中，要作为社会的常识。 2. 要有工匠精神，科学严禁的专业精神。防错设计是防止人为差错的有效措施。每个人都会犯错误，飞行员、地面指挥人员和工程维修人员也不例外。为了保证飞行安全，防止因人为差错而导致飞行事故，世界各国采取了一系列措施，包括制订各种行为规范、操作规程以及提高从业人员的素质等。 3. 要有强烈的责任意识，扎实的技能和职业素养。要加大对人为差错的分析研究力度。飞行安全体系是由“人、机、环”三个相互作用、相互联系的要素组成。		

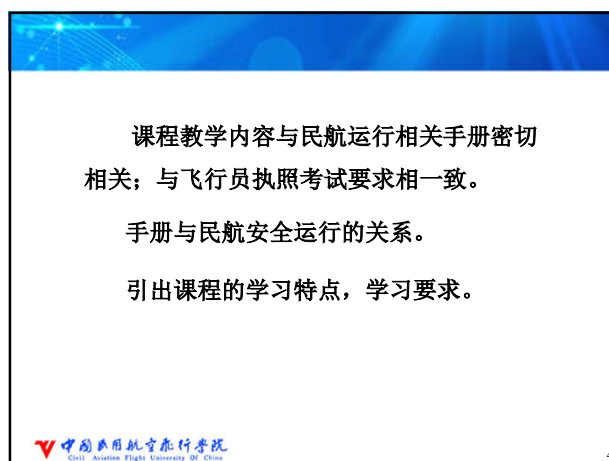
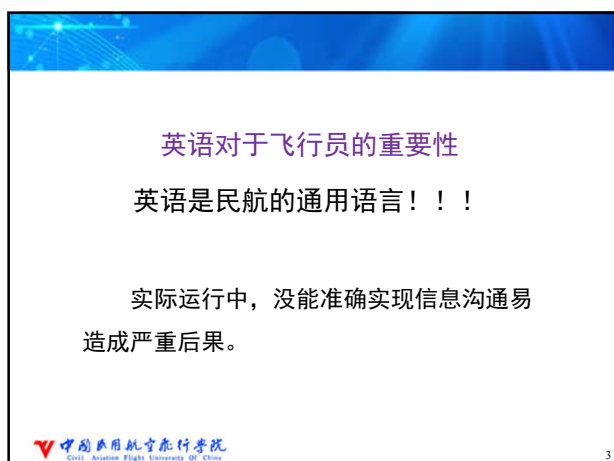
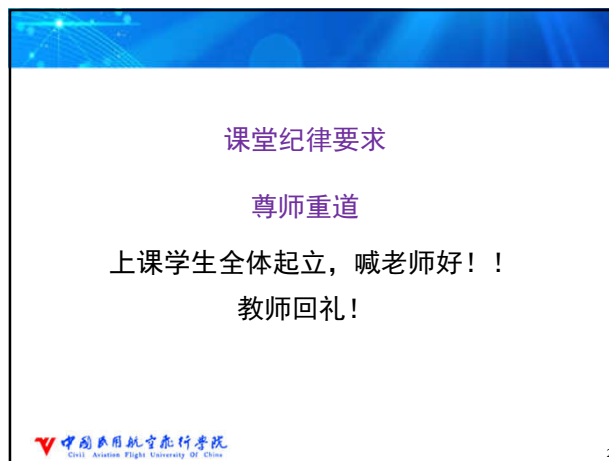
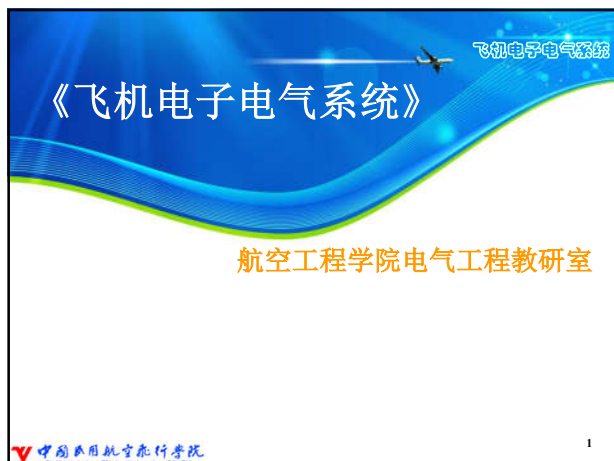
中国民航飞行学院课程思政优秀案例库

案例七 ARJ21-700 试飞 ACP 失效与静电防护

案例名称	ARJ21-700 试飞 ACP 失效与静电防护	适用课程	《飞机电子电气系统》、《飞机电气系统》、《电磁干扰电磁兼容》
撰写人	刘璐	职称	副教授
案例概述	ARJ21-700 飞机 104 架机在飞行试验过程中，音频控制面板（ACP）设备多次出现单侧或者多侧无线电语音失效的故障。故障时，驾驶员首先互相听不到对方讲话（之前均正常），飞行内话功能丧失；随后，飞行员通过 VHF1、VHF2、VHF3、及 HF1 与地面联系，均无法建立通信；监听导航台也没有声音；使用应急模式进行应急通信，可以成功接收和发射，通话质量良好；若复位对应 ACP 断路器，则可以恢复正常通信。同时，ACP 失效故障的产生是一个随机事件，地面无法模拟空中状态，故障复现和排除困难巨大。 经过故障排查和原因分析，初步确认在飞行试验中，飞机穿越带电云层过程中，飞机机壳与 ACP 模块、音频插孔板（AJP）插线板之间产生静电感应电压。ACP 模块、AJP 插线板之间与飞机机壳未采取有效的搭接或未进行搭接等因素，导致静电感应电压在三者之间产生静电放电现象，对 ACP 模块的正常工作造成影响，引起 ACP 模块性能降级或失效。 最终整改措施确定为：增加音频接口板的防静电接地。工程技术团队和试飞机组扎实过硬的技术业务能力配以坚持不断地努力下，飞机再未出现 ACP 故障。 从专业的角度看，飞机在飞行的过程中，容易产生静电放电的现象，包括电晕放电（电位 100kv，飞机尖端处电场强度高，击穿空气放电）、流光放电（非金属，如雷达罩）和跳火（电弧、电火花），此类干扰引起的频谱范围从 0.1MHz~3000MHz。本例即为飞机静电放电引起的感应电压造成。 ARJ21-700 飞机申请适航审查时，中国民用航空法规中运输类飞机适航标准中的 CCAR-25.899 还未曾颁布。ARJ21-700 是国内首次全面开展民航飞机静电地面试验，试验数据和工程经验为后续的适航验证奠定了坚实的基础，排查的方法和流程也值得行业借鉴。 2016.3.17 日生效的中国民用航空法规中运输类飞机适航标准 CCAR-25-R4 第 899 条电搭接和防静电保护 (a)电气搭接和防静电的保护设计，必须使得造成如下危害的静电积聚最小： (1)人员电击受伤；(2)点燃可燃蒸汽，或(3)干扰安装的电子电气设备 (b)通过如下方法，以证明复合本条(a)段的要求： (1)将部件对机身可靠搭接；(2)采取其他可接受的方法消除静电，使其不再危及飞机、人员或其他安装的电子电气系统的正常运行。		

蕴含的思政元素	1. 当代民航精神（忠诚担当的政治品格、严谨科学的专业精神、团结协作的工作作风、敬业奉献的职业操守） 2. 工匠精神，精益求精，科学严谨的专业精神 3. 强烈的责任意识，扎实的基本功，高超的技术水平和职业素养 4. 法律规章意识 5. 法规的持续发展：发现问题、解决问题、规范问题的认知提升能力
----------------	---

5、课程思政课件PPT（节选）



介绍1983年伊利诺斯750航班事故。

电源故障→错关正常电源→全机断电→
飞机失去至关重要的通信、导航仪表→飞机
失事，机上人员全部丧生。

对比ARJ-21飞机的仪表板与现今在民
航投入运行最多的A320和B737飞机的仪表
板。

仪表相关内容学习对飞行专业学生很重
要。

第一部分 飞机电气系统

回顾该课程学习所需的基础电学知识。

我国的特高压输电技术发展。

电力在飞机上的应用情况。

主要内容

- 1 飞机电气系统概述
- 2 飞机电路控制与保护装置
- 3 飞机电源系统
- 4 飞机输配电系统
- 5 飞机用电设备
- 6 电磁干扰及防护

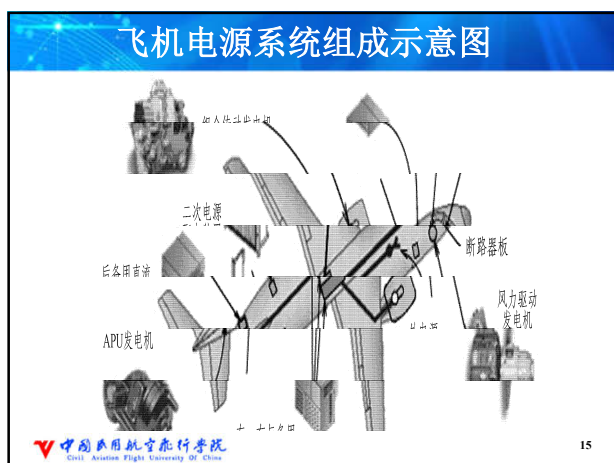
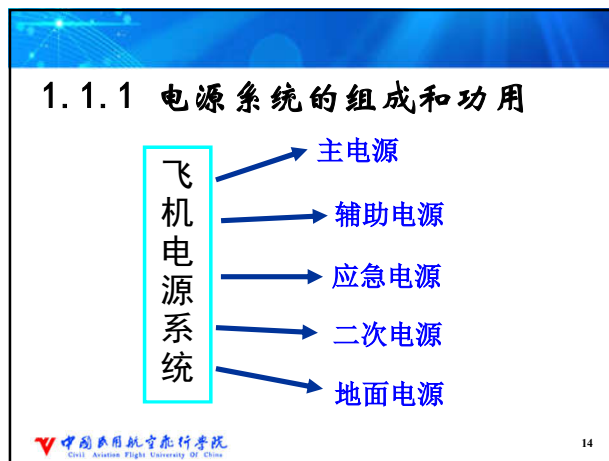
1 飞机电气系统概述

飞机电气系统的构成

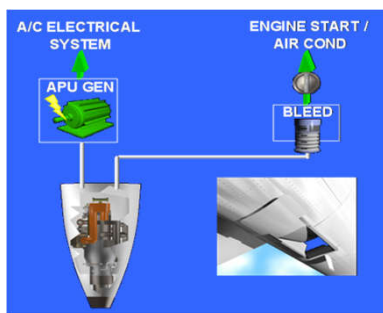
- 飞机供电系统
- 用电设备

1.1 飞机供电系统概述

飞机上电能产生、调节、控制、变换和传输分配系统称为飞机供电系统。



辅助电源



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

17

应急电源



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

18

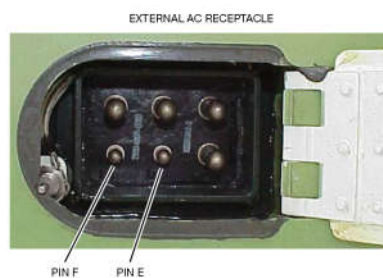
二次电源



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

19

地面电源



交流地面电源插座

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

20

飞机供电系统是飞机的重要子系统，在CAAR121部第313条“其他设备”中对电源的安装做了规定“飞机只有安装下列设备，方可以实施本规则的运行：(c)符合运输类飞机型号合格审定适航要求的电源和配电系统，或者在任一电源或者配电系统部件失效时，利用外部电源，能为所需要的仪表和设备供电的发电和配电系统。在系统中准许使用普通部件，只要局方认为其设计能合理地防止失效。当使用由发动机驱动的多电源时，它们应当分别安装在各台发动机上。”

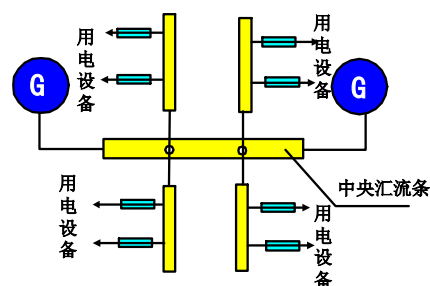
飞机输配电系统

- 又称**飞机电网**。
- 由**电线**、**配电装置**和**保护元件**等构成。
- 由**电源汇流条**到用电设备端。

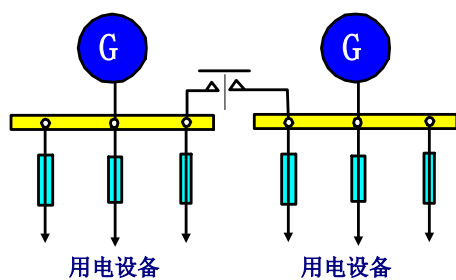
配电方式 分类

- **集中式**
- **分散式**
- **混合式**

集中式配电



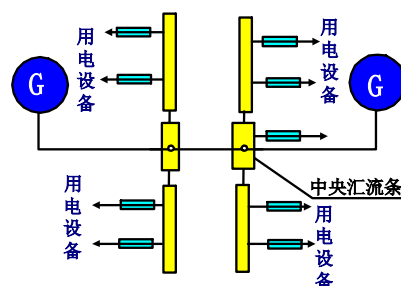
分散式配电(独立式)



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

25

混合式配电



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

26

配电系统的控制方式

- 常规式
- 遥控式
- 固态式

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

27

常规式配电系统控制

- 电源线和用电设备输电线都集中于座舱内。
- 由飞行员控制电源和用电设备电路的接通或断开。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

28

遥控式配电系统控制

- 配电汇流条设于用电设备附近。
- 飞行员在座舱内通过继电器或接触器接通或断开电路。
- **特点：**座舱内只有控制线，没有供电线。

固态式配电系统控制

- 应用微型计算机和分时多路传输总线来控制电源和用电设备的通或断。
- 减轻了飞行人员的负担，降低了飞机电网的重量，提高了电网的可靠性和维修性。

特点：既有遥控式的特点，又简化了控制线。

1.1.2 供电状态和电源容量

1. 供电状态：正常和非正常供电

- **正常供电：**在各个飞行阶段均可完成对用电设备的供电任务。
- **非正常供电：**系统的一种意外的短时失控状态。

应急供电：

使用应急电源的工作状态。

应急电源主要有（应急）蓄电池和应急发电机两类。

我国的适航法规CCAR-25R4规定：当正常电源(除蓄电池之外的电源)不工作、燃油(从熄火和重新启动能力考虑)为临界状态，且飞机最初处于最大审定高度的情况下，飞机能按目视飞行规则安全飞行至少五分钟。

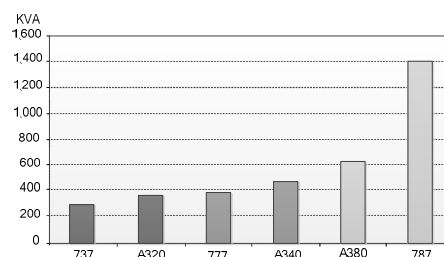
2. 电源容量选取

主电源容量:

飞机上主发电系统的台数与单台发电系统额定容量的乘积。

- 直流电源容量单位为千瓦(kW)。
- 交流电源为千伏安(kVA)。

现代民航客机供电系统容量



过载能力

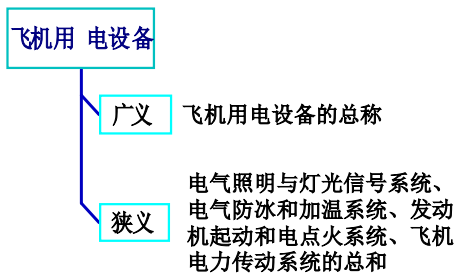
- 交流发电机允许在150%额定负载下工作2分钟，以满足电源故障时人工监控负载的需要和短时工作用电设备的需要。
- 在200%额定负载下工作5秒钟，以满足电动机启动和配电电路导线接地短路排除故障的需要。

在中国民航适航标准CCAR25中，第1351条“电气系统和设备-总则”中规定：

发电系统包括电源、主电源汇流条、传输电缆以及有关的控制、调节和保护装置。发电系统的设计必须符合下列规定：

- (1) 电源在单独工作或并联运行时功能正常；
- (2) 任一电源的失效或故障均不得造成危险或损害其余的电源向重要负载供电的能力；
- (3) 在任何可能的运行条件下，所有重要负载设备端的系统电压和频率（如果适用）均能保持在该设备的设计限制范围之内；
- (4) 因切换、清除故障或其他原因而引起的系统瞬变不会使重要负载不工作且不会造成冒烟或着火的危险；
- (5) 备有在飞行中相应机组成员容易接近的措施，以将各电源与该系统单独断开或一起断开；
- (6) 备有措施向相应机组成员指示发电系统安全运行所必需的系统参量，如每台发电机的输出电压和电流。

1.1.3 用电设备



飞机用电设备按重要性分三类

- 飞行关键设备
- 任务关键设备
- 一般用电设备

飞行关键设备

- 确保飞机安全返航或就近降落(包括维持可操纵飞行)所必需的最低限度的用电设备。
- 如：仪表、飞行控制系统、仪表着陆系统和通信电台等。
- 正常供电期间由主电源供电，当主电源失效转入应急供电时，应能自动或人工地转为由应急电源供电。

任务关键设备

- 完成飞行任务所必须的设备。
- 如：座舱增压和空调设备等。
- 在飞机应急供电时，为确保重要负载得到供电，将视故障的严重程度，切除部分乃至全部任务关键设备。

一般用电设备

- 不能正常工作时，并不危及飞行安全的设备。
- 如：座舱照明和厨房炊具等。
- 根据故障的严重程度，将首先切除部分以至全部一般用电设备。

在民航法规中对某些关键的系统或设备有明确的要求。

例如：在CCAR-25适航法规第25.1165条“发动机点火系统”规定：“(h) 涡轮发动机飞机的每个发动机点火系统必须作为重要电气负载。

用电设备对电能的要求

- 用电设备的供电频率特性
(直流、交流；恒频、变频)
- 用电设备的起动特性
(白炽灯、电动机)
- 用电设备的输入电压特性
(电压大小、稳定性；稳态变化、瞬态变化)
- 用电设备对供电系统的影响

结合实际生活中的相关应用情况进行讨论！

在中国民航适航标准CCAR25中，第1431条对“电子设备”的安装与使用提出如下要求：“(c) 无线电和电子设备、控制装置和导线，必须安装成在任一部件或系统工作时，对中国民用航空规章所要求的任何其它无线电和电子部件或系统的同时工作不会有不利影响。(d) 电子设备必须被设计和安装成当由于电源供电瞬变或其他原因产生的瞬变时不会导致重要负载不工作。”

1.2 飞机电源系统技术发展

电源系统的发展方向。

电源系统新技术。

电源系统在飞机上重要性的进一步提升。

一、飞机电源系统发展沿革

- 低压直流电源
- 恒频交流电源
- 变频交流电源
- 混合电源（低压直流+变频交流）

低压直流电源：

飞机上使用最早的电源系统，于20世纪40年代趋于成熟。根据飞机不同，调压点电压有28.5V、28V、27.5V等，统称为28V电源系统。

飞机上使用的直流发电机的最大功率为18kW。

低压直流电源系统在轻型飞机和小型直升机上仍得到普遍应用。除了28V直流电源系统外，有的飞机采用14V供电。

(1) 恒速恒频交流电源

交流发电机通过恒速传动装置（Constant Speed Drive, CSD, 恒装）由飞机发动机驱动的，因此交流发电机的转速是恒定的，它向汇流条输出恒频交流电。

优点：

- a、恒频交流电对机上各类交流负载都适用，用电设备和配电系统的质量比变频系统轻，配电也较简单。
- b、恒频交流发电机可单台运行，也可并联运行，且电气性能好，供电质量高。

组合传动发电机：Integrated Drive Generator, IDG。
B737、A320、B777、A340等飞机上使用。

(2) 变速恒频交流电源

目前采用较多的是交-直-交系统，即由发动机带动交流发电机发出变频交流电，经过整流变成直流电，再逆变为所需频率和电压的交流电。

优点：

- a、电气性能好。
- b、系统损耗小而效率高。
- c、使用维护性好。
- d、可靠性高，使用寿命长。

变频交流电源：

优点：

- a、简单，体积重量小，平均故障间隔时间显著增长；
- b、电能转换效率从CSCF的70%左右，提高到90%；
- c、突破CSCF系统不能电力启动发动机的不足。

混合电源：

两种不同形式的发电机由飞机发动机传动向飞机供电网络提供电能。目前采用较多的形式为直流发电机提供低压直流电，交流发电机提供变频交流电。

民用飞机特别是旅客机的用电设备中加热防冰负载的用电量约占飞机总用电量的 50% 之左右，电动机用电量占 25%~35%，照明设备占 5% 左右，而加热、防冰及照明设备一般对电能频率没有严格的要求，可以使用变频交流电。

二、先进飞机电源系统

飞机上的二次能源

- 液压能
- 气压能
- 电能

全电飞机 (AEA)

All Electric Aircraft

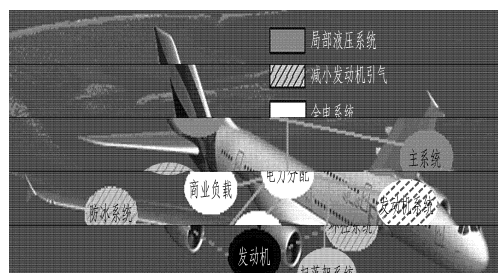
- 要求实现所有机载设备和操纵系统的电气化。
- 70年代初出现全电飞机 (AEA) 的概念。

多电飞机 (MEA)

More Electric Aircraft

- 用电能部分地取代液压能和气压能。
- 波音公司在80年代末提出了多电飞机 (MEA) 的计划。

A380 多电飞机方案



我国的C919飞机的进展。
我校大飞机学院的支撑作用。
我国的强国之梦。

- 1、课后习题练习，P14 第1题、第2题、第3题。
- 2、查找美国适航法规 FAR25 第 1351 条，了解相应内容。

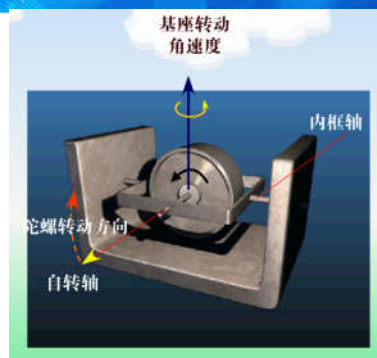
THE END

10.3.3 单自由度陀螺的特性

单自由度陀螺的特性



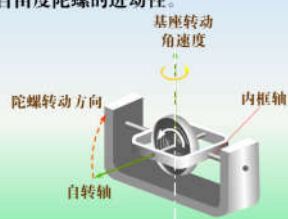
中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

单自由度陀螺的进动性

当单自由度陀螺的基座绕着它缺少自由度的方向转动时，陀螺将绕内框轴转动，这种特性称为单自由度陀螺的进动性。



进动方向

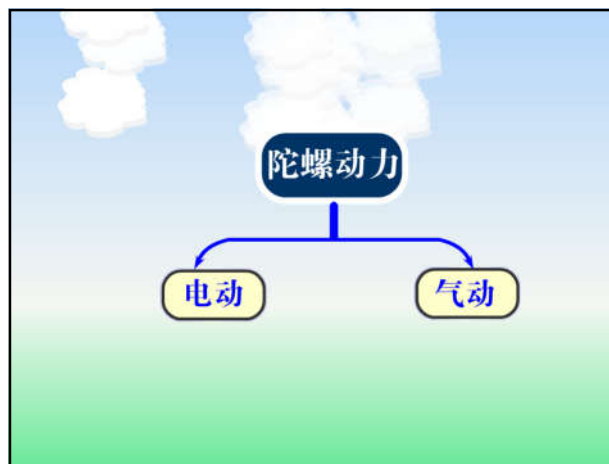
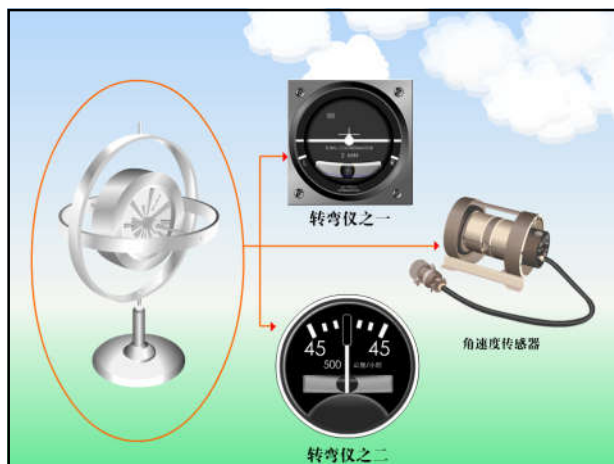
角动量矢量(或自转角速度矢量)沿最短途径转向基座旋转角速度矢量方向。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

进动特点

- 两自由度陀螺等速进动；两自由度陀螺在外力矩消失后，立即停止进动。
- 单自由度陀螺加速进动；单自由度陀螺在基座旋转停止后，等速进动。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

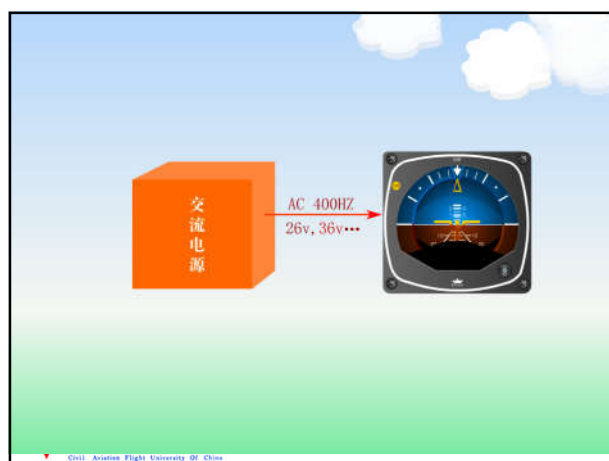


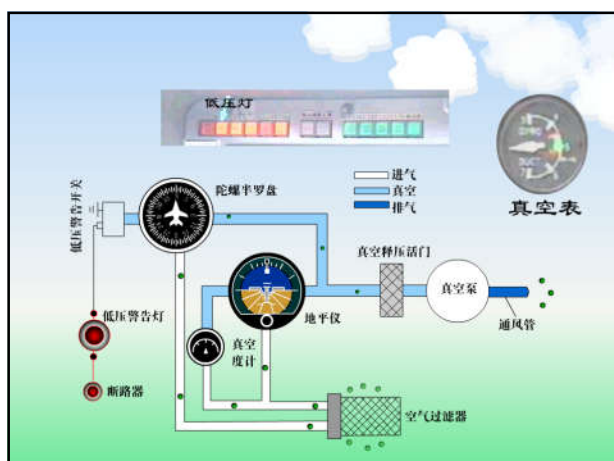
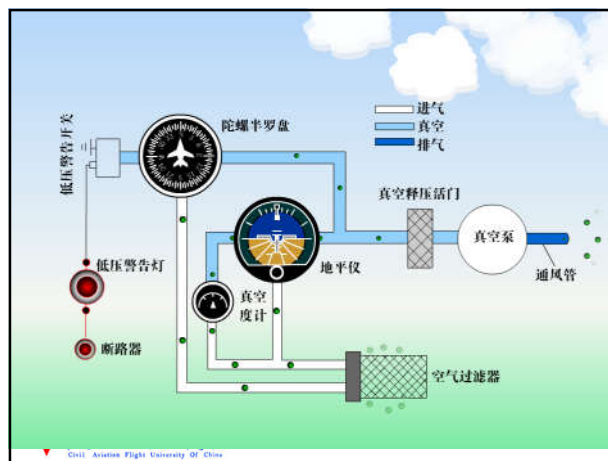
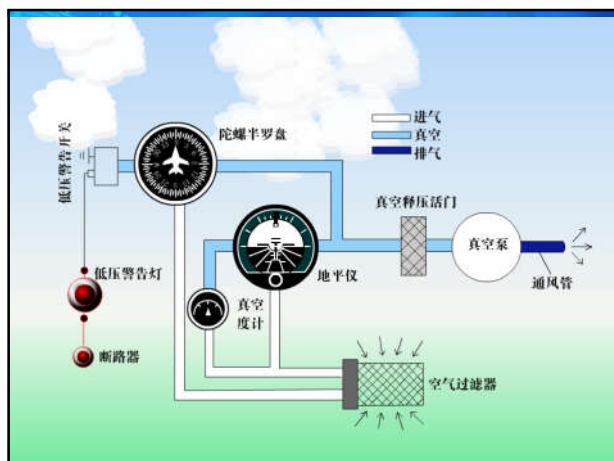
10.3.4 陀螺仪表的动力源

飞机上的陀螺仪表：地平仪、陀螺半罗盘和转弯侧滑仪。

它们靠气源或电驱动。

大多数轻型飞机上，地平仪和陀螺半罗盘的气源由真空系统提供，转弯仪由电气系统供电。





飞行期间，应重视对真空系统真空度的监视。

如果真空系统压力在正常范围（4.4~5.2inHg）以外，气动陀螺仪表（通常指的是气动地平仪和气动陀螺半罗盘）的指示不可靠。

有些飞机上装备有真空系统压力低“GYROS”警告灯，当真空系统压力低于3~3.5inHg时，该灯燃亮

第10章 陀螺基础

飞机电子电气系统

- 10.1 陀螺概念
- 10.2 刚体陀螺
- 10.3 激光陀螺

中国民用航空飞行学院

13

10.3.3 激光陀螺(laser gyroscope)

(一) 概述

1、定义

应用激光技术测量物体相对惯性空间的角速度和转动角度的光学装置。



中国民用航空飞行学院

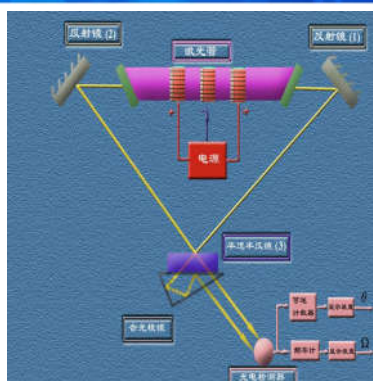
(二) 原理

1、组成

激光发生器、光电探测器等

敏感部分：
环形激光腔

- 激光发生器：用来产生激光。
- 光电探测器：可以把光信号转变成电信号输出。



中国民用航空飞行学院

2、原理

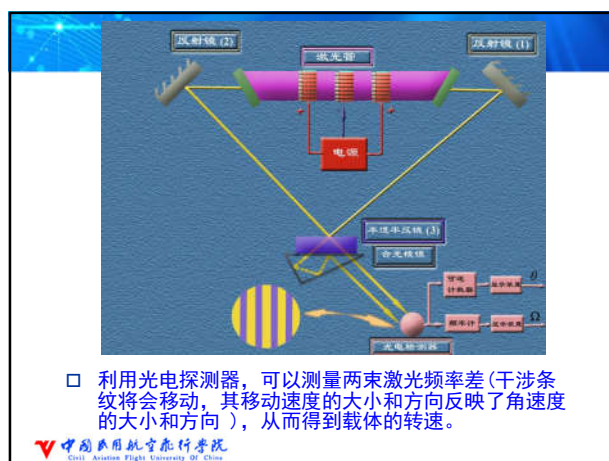
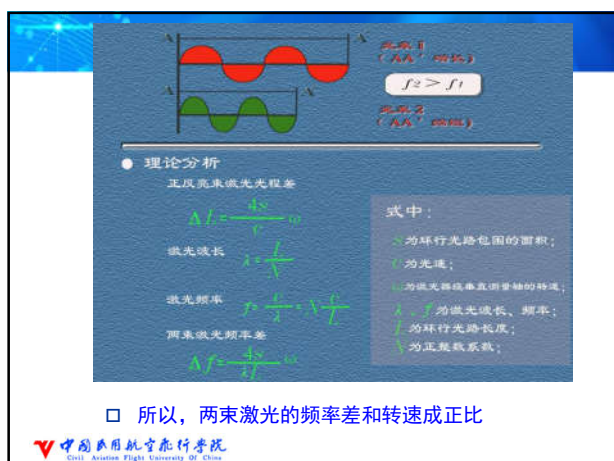
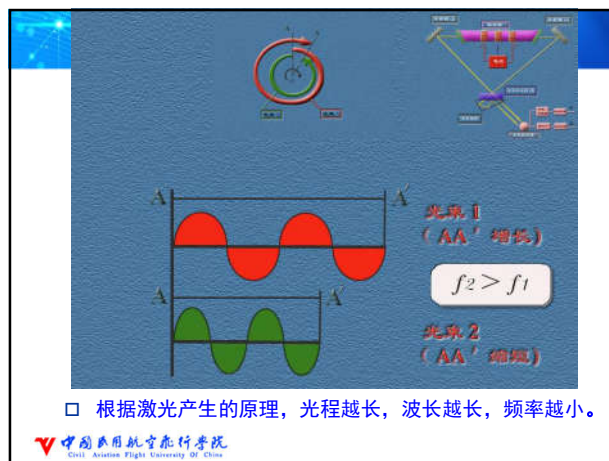
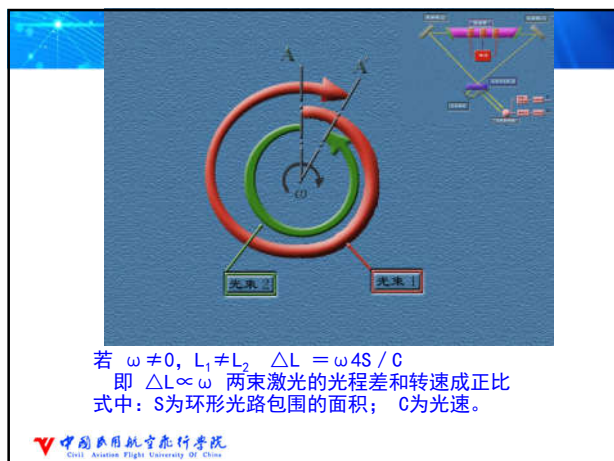
光在激光器环形光路中行进时，

若 $\omega = 0$ ，则
 $L_1 = L_2$ ，
 $\Delta L = 0$

式中：
 ω 为激光器转动角速度；
 L_1 、 L_2 为光束1、2的光程；
 ΔL 为光束1、2的光程差。



中国民用航空飞行学院



综上所述，激光陀螺的工作原理是：

激光陀螺绕垂直测量轴转动时，正、反向两束激光的**光程**发生变化，从而使两束激光的**频率**发生变化，其**频率差**与转动**角速度**成正比，利用光电检测器测量这个频率差，就可得出载体的转动**角速度**，通过积分即得出载体的**转动角度**。

激光陀螺与刚体陀螺最大的区别在哪里？

2、优点

- ①结构简单，没有活动的机械转子，不存在摩擦，也不受重力加速的影响；
- ②角速度测量范围很宽，从 0.01° /小时到 1000° /秒以上；
- ③测量精度很高，可达 0.001° /小时；
- ④能直接提供数字式输出，与数字式计算机联接方便；
- ⑤启动很快，可以说是瞬间启动，而一般陀螺需要几分钟的启动准备时间；
- ⑥工作可靠，寿命长，总成本不高等。

□ 激光陀螺应用：

- a) 战略导弹系统和潜艇导航应用；
- b) 卫星定向和跟踪；
- c) 天体观测望远镜的稳定和调向；
- d) 各种运载火箭应用；
- e) 舰船、巡航导弹和军、民用飞机的惯性导航；
- f) 光学罗盘及高精度寻北系统；
- g) 战术武器制导与控制系统；
- h) 陆地导航系统(+GPS)；
- i) 姿态/航向基准系统；
- j) 汽车导航仪、天线/摄像机的稳定、石油钻井定向、机器人控制、各种极限作业的控制装置等工业和民用领域。



应用：在现代飞机上，激光陀螺广泛用作惯性导航系统的测量元件，用来测量飞机三维转动角速度，得到飞机的**姿态**，**航向**，作为人工飞行的参考或者自动飞行的重要输入参数。



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

国外激光陀螺发展情况：

国外中低精度的激光陀螺已经产品化，被广泛用于航空、航天、航海、武器系统和其它工业领域中。世界上研制激光陀螺的单位已有40多家，包括美国霍尼韦尔(Honeywell)、利顿(Litton)、史密斯(Smith)、诺思罗普(Northrops)、联信(AlliedSignal)等，日本航空电子工业有限公司(JAE)，日本三菱(Mitsubishi)公司，日立公司，德国利铁夫(LITEF)公司，法国法国光子(IXSEA)公司世界著名的惯导公司，精度范围覆盖了从战术级到惯性级、战略(精密)级的各种应用。



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

国内激光陀螺历史

中国“激光陀螺奠基人”：高伯龙院士



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

1、自主研发、创新图强的典范

“实践反复告诉我们，关键核心技术是**要不来、买不来、讨不来**的。”

从1975年到1994年，高伯龙带领团队，怀揣忧患意识，践行科技自立，将激光陀螺核心关键技术的“命门”牢牢把握在自己手中，也终于让中国从激光陀螺研制技术的“陪跑者”变成“引领者”。

历史和现实无数次的告诉我们，只有拥有强大的自主创新能力，在日益激烈的国际竞争中才能把握先机、赢得主动。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

2、在人生选择的时候——“把自己的志愿与国家的需要密切结合”

选专业的时候，放弃了喜欢的数学，选择了国家需要的核物理

选择攻关方向的时候，勇挑重担，选择了西方严密技术封锁、没有任何资料可以借鉴的激光陀螺方向。

http://news.tsinghua.edu.cn/publish/tbnews/9650/2019/20190916082838443701784/20190916082838443701784_.html



29

3 “吾心信其可行，则移山填海之难，终有成功之日。”

正是高伯龙等老一辈科学家迎难而上、永不放弃的孜孜追求，才造就了今天的辉煌。

同学们，面对学飞路上的困难，要有信心！



30

总结：

激光陀螺的原理

激光陀螺的功用

激光陀螺与刚体陀螺的区别



31

第11章 全静压仪表及系统

全静压仪表及系统

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China

全静压仪表及系统

1996年2月6日，伯根航空301航班，一架波音757客机从多米尼加共和国首都圣多明哥起飞后5分钟突然左倾落海，机上189人无一生还。

导致这次空难的直接原因是伯根航空301班机在机场停放的25天中，没有按照规定套上**皮托管**保护套。而当地有一种泥蜂无孔不入，特别喜欢在管状物内用泥做巢。机长一侧的皮托管进气口被当地的泥蜂做巢堵塞，自动驾驶系统从被堵塞的皮托管获取**空速信息**，错误操作所致。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China

全静压仪表及系统

大量的飞行事故的调查发现，许多错误的产生并不是单一的原因，都是环环相扣，层层累积的结果。就如习总书记在北京大学考察时的讲话所说，如果第一粒扣子扣错了，剩余的扣子都会扣错！我们安全的扣子也需要从第一颗就要扣好！扎实的航空理论知识就是我们学习飞行中的第一颗扣子。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China

全静压仪表及系统

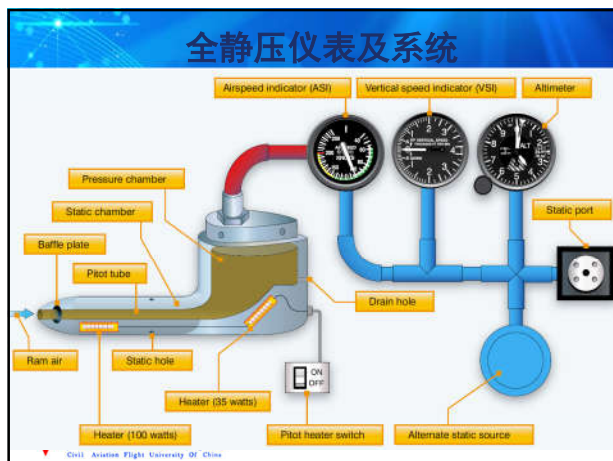
测量飞机高度、速度的仪表主要包括：

1. **高度表**（Altimeter）、**升降速度表**（Vertical Speed Indicator或Rate-of-climb indicator）；

2. **指示空速表**（Indicated Airspeed Indicator）、**真空速表**（True Airspeed Indicator）、**马赫表**（Machmeter）。

这些仪表在轻型飞机上一般被称为**全静压仪表**（Pitot Static Instrument），在大型运输机上一般被称为**大气数据仪表**（Air Data Instrument）。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China



全静压仪表及系统

要求: 功用、基本原理、使用特点以及使用有关的误差。

重点: 气压式高度表、指示空速表、升降速度表、全静压系统。

难点: 全静压系统的常见故障分析

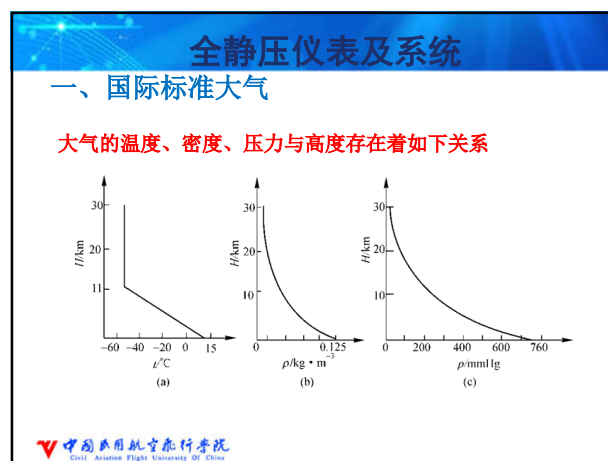
中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

一、国际标准大气

- 以海平面为零高度；
- 标准海平面气压 P_0 为760 mmHg (1013.2 hPa或29.92 inHg)、气温 T_0 为15°C、空气密度 ρ_0 为0.125 kg·s²/m⁴；
- 对流层的顶界为 11 km；在对流层内，气温垂直递减率 γ 为-0.0065 °C/m；
- 在平流层内，高度低于 25 km 时，气温不随高度变化，等于-56.5°C，高于25 km时，气温略有升高；
- 空气的气体常数 R 为29.27 m²/°C。
- 在低层大气中：大气压力递减率约为1.0 inHg/1000ft；
大气温度递减率约为2 °C/1000ft。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China



全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表是通过感受大气压力来指示飞行高度的仪表。

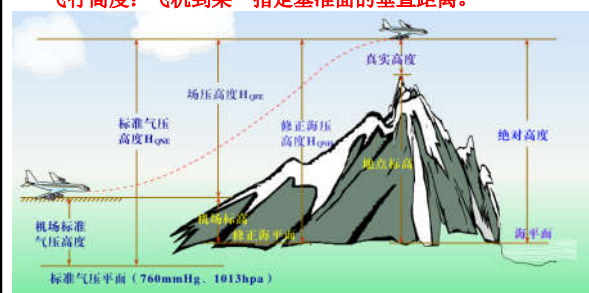


中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

飞行高度：飞机到某一指定基准面的垂直距离。



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

飞行高度：飞机到某一指定基准面的垂直距离。

1. 相对高度：飞机到某一机场场面的垂直距离。
2. 真实高度：飞机到正下方地面的垂直距离。 $\Rightarrow$ 几何高度
3. 绝对高度：飞机到平均海平面的垂直距离。

在标准大气条件下，

场压高度等于相对高度，修正海压高度等于绝对高度

4. 标准气压高度：飞机到标准气压平面的垂直距离。
5. 场压高度：以起飞或着陆机场的场面气压 (QFE) 为基准面的气压高度，简称场压高。 $\Rightarrow$ 气压高度
6. 修正海压高度：以修正海平面气压 (QNH) 为基准面的气压高度，简称海压高、修正高。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

飞行高度：飞机到某一指定基准面的垂直距离。

几种高度的关系

- 绝对高度 = 相对高度 + 机场标高 = 真实高度 + 地点标高
- 标准气压高度 = 相对高度 + 机场标准气压高度
- 海压高度 = 场压高度 + 机场标高
- 标准气压高度 = 海压高度 + 气压修正高度

气压修正高度是指按照标准大气高度公式计算出来的修正海平面气压值与标准大气压值之差对应的高度值。在海平面附近或较低高度上气压与高度的换算值约为：
11mm/mmHg、8.25m/hPa或1000ft/inHg (重要关系)。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

飞行高度：飞机到某一指定基准面的垂直距离。



气压式高度表：标准气压高度、场压高度、海压高度。



无线电高度表：真实高度

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

测量飞行高度的方法

1. 通过测量大气压力测量飞行高度
气压式高度表实现
2. 通过测量大气密度测量飞行高度
3. 利用无线电波的反射特性测量高度
无线电高度表实现
4. 通过测量飞机的垂直加速度，再二次积分求解飞行高度
惯性高度表实现

无线电高度表和惯性高度表将在《民航运输机电子系统》课程中能够学习，本课仅学习气压式高度表（我们通常所说的高度表均指气压式高度表）。

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的原理

标准气压高度公式

1. 在11000 m以下时，

$$H = 44\,307.7 \left[1 - \left(\frac{P_H}{760} \right)^{0.1903} \right]$$

2. 在11000 m至25 000 m时，

$$H = 11\,000 + 6337 \ln \frac{169.63}{P_H}$$

式中， H 为标准气压高度， P_H 为高度 H 处的静压

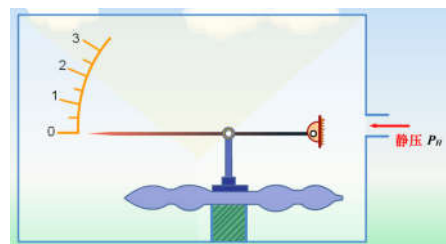
在标准大气条件下，高度与大气静压存在单值对应关系，知道某处的静压，就可以计算出该处的标准气压高度。

根据标准大气中静压与高度对应的关系，测量静压的大小，就可以计算出飞行高度。

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的原理



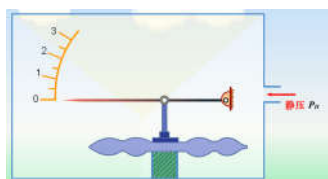
气压式高度表基本原理图

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的原理

根据标准大气条件下，高度与大气压力（静压）的关系，利用真空膜盒测量大气压力，从而表示飞行高度。



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的原理

气压式高度表实质上是一种特殊的测量大气绝对压力的压力表，它必须具有一个能选择基准面的装置，选择的基准面不同，测量出的高度也不同。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的结构

气压式高度表主要由感受、传送、指示和调整等部分组成。

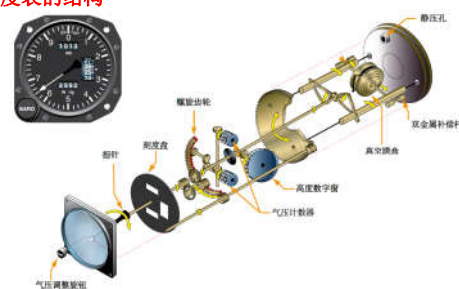
1. 感受部分通常由两只或更多的真空膜盒串联组成，可以增大膜盒变形量，提高仪表灵敏度；
2. 传送部分由连杆、齿轮等组成，它把真空膜盒的变形传给指示部分；
3. 调整部分由气压调整旋钮、齿轮组、数字显示器等组成；
4. 指示部分由指针和/或数字、刻度盘、气压窗等组成。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的结构

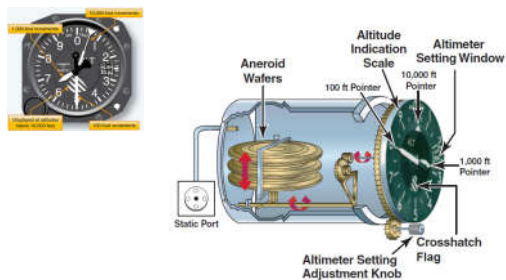


中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的结构



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的结构---气压调整旋钮

1. 选择高度基准面，测量不同种类的高度；
2. 修正气压方法误差。

使用:转动调整旋钮，使气压显示窗显示选择的气压基准值，高度指针则指示相对所选基准面的高度。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的结构---高度表表面



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的结构---高度表表面



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的使用

第91.403条 按目视飞行规则运行的仪表和设备

(a) 航空器按目视飞行规则飞行时,应当至少安装下列仪表和设备:

(1) 一个磁罗盘;

(2) 一个指示时、分、秒的准确的计时表;

(3) 一个灵敏的气压高度表;

(4) 一个空速表。

(b) 除固定翼飞机的航空作业运行外,作为管制飞行而实施的目视飞行规则飞行,应当按照本规则第91.405条的仪表飞行规则进行装备。

中国民用航空飞行学院

Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的使用

第91.405条 按仪表飞行规则运行的仪表和设备

(a) 航空器按仪表飞行规则飞行时,应当至少安装下列仪表和设备:

(1) 一个磁罗盘;

(2) 一个指示时、分、秒的准确的计时表;

(3) 两个带转鼓计数器或者同等指示方法的灵敏气压高度表;

(4) 一个可以防止因凝结或结冰而发生障碍的空速指示系统;

(5) 一个转弯侧滑仪;

(6) 一个姿态指示器 (人工地平仪);

(7) 一个航向指示器 (方向陀螺);

(8) 一个指示陀螺仪表的供电是否充足的设备;

(9) 一个在驾驶舱内指示大气温度的设备;

(10) 一个爬升和下降速度指示器。

中国民用航空飞行学院

Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的使用

第91.121条 高度表拨正程序

(a) 规定过渡高度和过渡高度层的机场。航空器起飞前,应当将机场修正海平面气压 (QNH) 的数值对正航空器上气压高度表的固定指标;航空器起飞后,上升到过渡高度时,应当将航空器上气压高度表的气压刻度1013.2百帕对正固定指标。航空器着陆前,下降到过渡高度层时,应当将机场修正海平面气压 (QNH) 的数值对正航空器上气压高度表的固定指标。

(b) 规定过渡高和过渡高度层的机场。航空器起飞前,应当将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标;航空器起飞后,上升到过渡高时,应当将航空器上气压高度表的气压刻度1013.2百帕对正固定指标。航空器降落前,下降到过渡高度层时,应当将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标。

中国民用航空飞行学院

Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的使用

第91.121条 高度表拨正程序

(c) 在没有规定过渡高度或过渡高和过渡高度层的机场。航空器起飞前,应当将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标;航空器起飞后,上升到600米高时,应当将航空器上气压高度表的气压刻度1013.2百帕对正固定指标。航空器降落前,进入机场区域边界或者根据机场空中交通管制员的指示,将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标。

(d) 高原机场。航空器起飞前,当航空器上气压高度表的气压刻度不能调整到机场场面气压的数值时,应当将气压高度表的气压刻度1013.2百帕对正固定指标 (此时高度表所指的高度为假定零点高度)。航空器降落前,如果航空器上气压高度表的气压刻度不能调整到机场场面气压的数值时,应当按照着陆机场空中交通管制通知的假定零点高度 (航空器接地时高度表所指示的高度) 进行着陆。

中国民用航空飞行学院

Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的使用

飞行阶段	气压调整	高度表指示
起飞前	修正海压	机场标高
飞行中	标准气压	飞机标准气压高度
着落前	修正海压	飞机修正海压高度
着陆后	修正海压	机场标高

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的误差

高度表的误差分为机械误差、方法误差和使用误差。

1. 机械误差

由于高度表在构造、材料、制造上的缺陷以及使用中的磨损、变形等引起的误差，叫做机械误差。例如，有时在起飞前校场压时，气压刻度指示机场场压，高度指针却不指零，原因就是存在机械误差。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的误差

2. 方法误差

当实际大气条件不符合标准大气条件时，指示将出现误差，这种误差叫做高度表的方法误差。它又分为气压方法误差和气温方法误差两种。

(1) 气压方法误差

高度表测量基准面气压不符合标准大气条件而引起的误差，叫做气压方法误差。气压方法误差可通过转动气压调节钮，将气压式高度表的气压刻度调整为当前所需压力值来进行修正。

从高飞往低，防止高度低

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的误差

2. 方法误差

(2) 气温方法误差

高度表测量基准面的气温以及气温垂直递减率不符合标准大气条件而引起的误差,叫做气温方法误差。**气温方法误差需要通过领航计算进行修正。**

从热飞往冷, 防止高度低

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的误差

3. 使用误差

飞行员通过高度表气压调整旋钮错误设定基准面的气压值而导致的误差。

设定的气压值高于基准面气压: 高度表多指;

设定的气压值低于基准面气压: 高度表少指。

全静压仪表及系统

二、气压式高度表 (Altimeter)

高度表的误差

为了保证飞行安全, 飞行员应该记住“从热飞往冷或从高飞往低, 防止高度低”。此外, 飞行中还应综合分析高度表、升降速度表、无线电高度表和地平仪的指示。如果其他几种表都表明高度有变化, 而高度表没有相应的指示, 可以判断高度表出了故障。这时, 可由升降速度表和地平仪了解高度的变化; 由无线电高度表或座舱高度表 (非密封座舱) 了解飞机的相应高度。

En route at FL270, the altimeter is set correctly. On descent, a pilot fails to set the local altimeter setting of 30.57. If the field elevation is 650 feet, and the altimeter is functioning properly, what will it indicate upon landing ?

A: 650 feet.

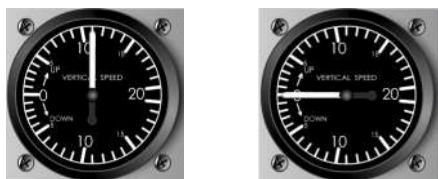
B: 1300 feet.

C: 0 feet.

全静压仪表及系统

三、升降速度表

升降速度表主要用来测量飞机的**升降速度**，同时还可以辅助地平仪反映飞机是否平飞。

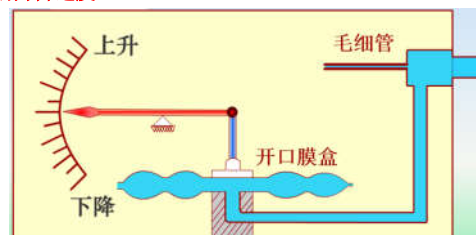


中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

三、升降速度表

升降速度表原理: 利用毛细管对气流的阻滞作用, 把气压变化率转变成成为压力差, 利用开口膜盒感受压力差, 从而测量飞机的升降速度。



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

三、升降速度表

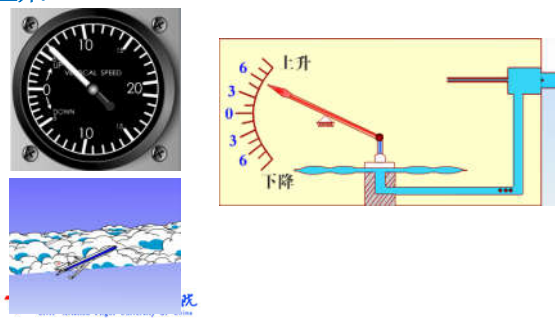
飞机平飞, 膜盒内外没有压力差, 仪表指示为零



全静压仪表及系统

三、升降速度表

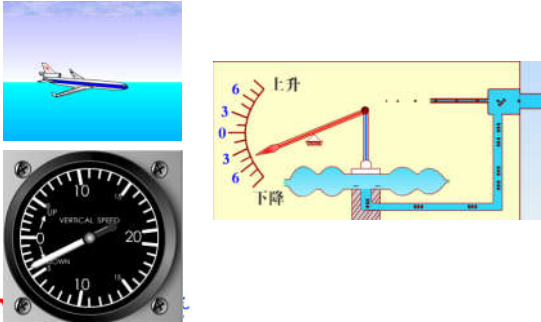
飞机上升, 由于毛细管阻滞作用, 膜盒外压力大于内压力, 指示上升。



全静压仪表及系统

三、升降速度表

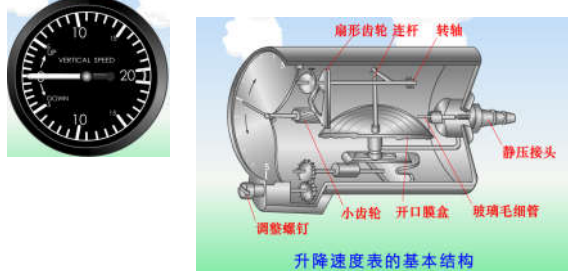
飞机下降时，相反



全静压仪表及系统

三、升降速度表

升降速度表的结构



升降速度表的基本结构

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China

全静压仪表及系统

三、升降速度表

升降速度表的误差

1. 气温误差

飞机外部、表壳内部气温和毛细管中平均气温不相等时，毛细管两端会产生压力差，使仪表出现误差，这就是气温误差。

特点：升降速度越大，误差越大；仪表在零刻度附近，基本上没有气温误差，准确度较高。

$$\Delta V_{\text{升降}} = V_{\text{升降}} \left(1 - \frac{T_H T_{\text{内}}}{T_{\text{管均}}^2} \right)$$

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China

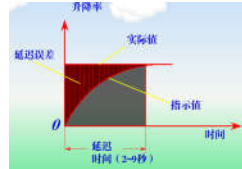
全静压仪表及系统

三、升降速度表

升降速度表的误差

2. 延迟误差

飞机升降速度跃变时，升降速度表需要经过一段时间才能指出相应数值，在这一段时间内，仪表指示值与飞机升降速度实际值之差，叫做**延迟误差**。自升降速度开始跃变到指示接近相应的稳定值所经过的时间，叫做**延迟时间**。



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University of China

全静压仪表及系统

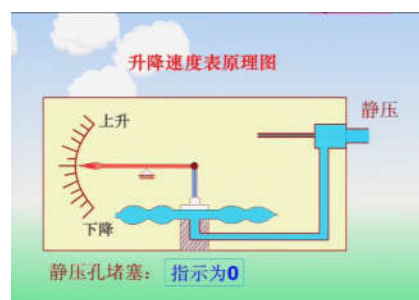
三、升降速度表

升降速度表的使用

升降时，柔和操纵；
该平时，俯仰操纵留有提前量；
注意参考地平仪的指示。

全静压仪表及系统

三、升降速度表



全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

飞机相对于空气的运动速度叫做空速，**空速表**就是测量飞机空速的仪表。



全静压仪表及系统

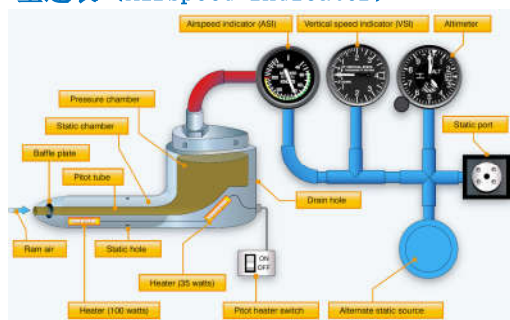
四、空速表 (Airspeed indicator)

真空速：飞机相对于空气运动的真实速度。用于领航计算，由真空速、风速可知地速，从而确定已飞距离和待飞时间。

指示空速：按海平面标准大气条件下动压与空速的关系得到的空速，又称表速。指示空速主要用于飞行操控。

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

1 空速与动压、静压、气温的关系

$$(1) V < 400 \text{ km/h}$$

$$P_T = \rho_H V^2 / 2$$

式中: P_T — 动压; ρ_H — 飞机所在高度的空气密度;

V — 飞机的空速。

$$\therefore \rho_H = P_H / gRT_H$$

式中: T_H — 飞机所在高度的温度; g — 重力加速度。

$$\text{可得 } P_T = P_H V^2 / 2gRT_H \quad \therefore V = K$$

式中, $K =$

$$\text{可见 } V = f(P_T, P_H, T_H)$$

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

1 空速与动压、静压、气温的关系

$$(1) V < 400 \text{ km/h}$$

$$P_T = \rho_H V^2 / 2$$

式中: P_T — 动压; ρ_H — 飞机所在高度的空气密度;

V — 飞机的空速。

$$\therefore \rho_H = P_H / gRT_H$$

式中: T_H — 飞机所在高度的温度; g — 重力加速度。

$$\text{可得 } P_T = P_H V^2 / 2gRT_H \quad \therefore V = K$$

式中, $K =$

$$\text{可见 } V = f(P_T, P_H, T_H)$$

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

1 空速与动压、静压、气温的关系

$$(2) V > 400 \text{ km/h, 须考虑空气压缩性}$$

$$P_T = \rho_H V^2 (1 + \epsilon) / 2$$

式中, ϵ — 空气压缩性修正量。

$$\epsilon = M^2 / 4 + M^4 / 40 + \dots$$

式中, M — 马赫数, 与空速、气温有关。

$$\text{可见 } V = f'(P_T, P_H, T_H)$$

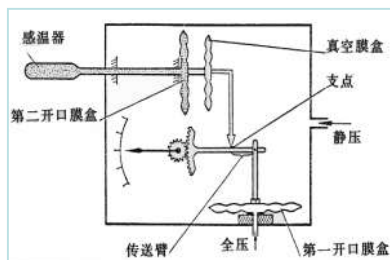
中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

2 测量真空速的原理

通过感受动压、静压、气温测量真空速



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

根据空速与动压、静压、气温的对应关系，用第一开口膜盒测动压，真空膜盒测静压，第二开口膜盒和感温器测温度。间接测真空速。

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

3 测量指示空速的原理（根据指示空速定义）

$$\begin{aligned} \because P_t &= \frac{1}{2} \rho V^2 \\ \text{设: } \rho &= \rho_0, P_t = \frac{1}{2} \rho_0 V_z^2 \\ \therefore V_z &= \sqrt{\frac{2P_t}{\rho_0}} \end{aligned}$$

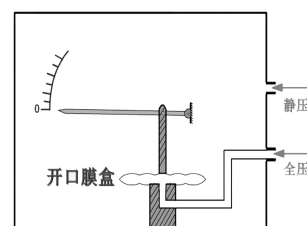
式中: P_t —动压; ρ —空气密度;
 V —真空速; V_z —指示空速;
 ρ_0 —标准海平面大气密度;

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

3 测量指示空速的原理（根据指示空速定义）



指示空速表的基本原理

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

3 测量指示空速的原理 (根据指示空速定义)

指示空速的原理:指示空速表是根据海平面标准大气条件下,空速与动压的关系,利用开口膜盒测动压,从而表示指示空速。

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

4 指示空速与真空速的关系

$$P_T = \frac{1}{2} \rho_H (TAS)^2$$

$$P_T = \frac{1}{2} \rho_0 (IAS)^2$$

●在海平面标准大气,指示空速IAS=真空速TAS

●高度H↑,因为ρH↓, TAS↑, 则TAS>IAS

$$\frac{1}{2} \rho_H (TAS)^2 = P_T = \frac{1}{2} \rho_0 (IAS)^2$$

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

5 测量指示空速的作用

指示空速虽然不等于真空速,但是它反映了动压的大小,即反映了飞行时作用在飞机上的空气动力情况,这对操纵飞机有重要作用。

$$Y = C_y S \frac{1}{2} \rho_H V^2 = C_y S P_0$$

式中:Y为升力,S为机翼面积,C_y为升力系数,它反映迎角的大小。在小于临界迎角范围内,迎角越大,升力系数也越大。

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

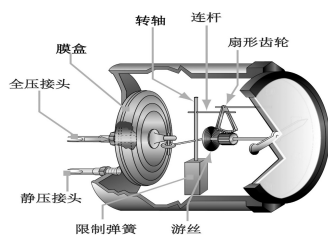
5 测量指示空速的作用

由上式可见,增大迎角时,升力系数变大,要想保持升力不变,必须减小动压;反之,减小迎角时,要想保持升力不变,必须增大动压。因此,大的迎角对应于小的动压,即对应于小的指示空速;小的迎角对应于大的动压,即对应于大的指示空速。这就是说,飞行员根据指示空速,可以保持所需要的迎角飞行。

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

6 指示空速表的结构



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)



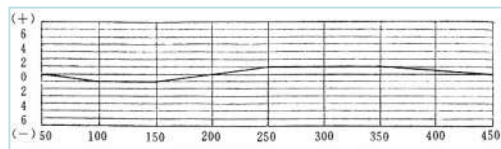
中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

7 空速表的误差

(一)机械误差



查表修正 $VC = Vi + \Delta V$ 式中: VC -修正空速, Vi -表速, ΔV -修正值

中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China

全静压仪表及系统

四、空速表 (Airspeed indicator)

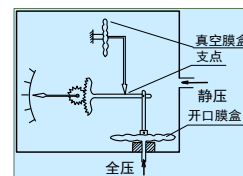
(二)方法误差

通过感受动压、静压而指示空速的真空速表,当外界气温不符合标准大气条件时,将产生误差,这种误差叫做气温方法误差。

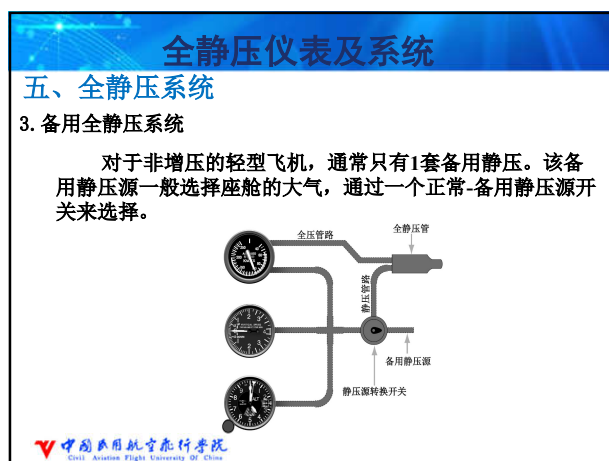
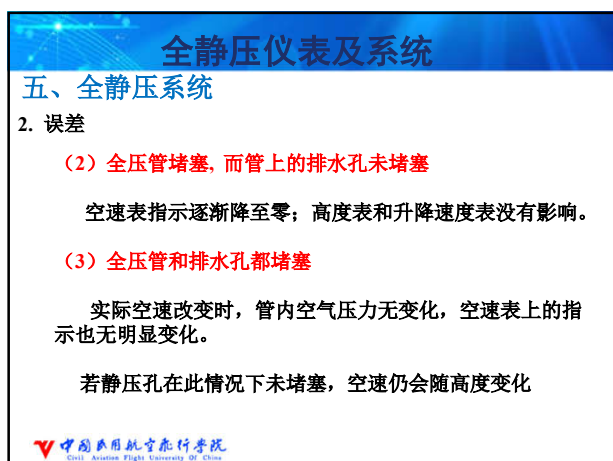
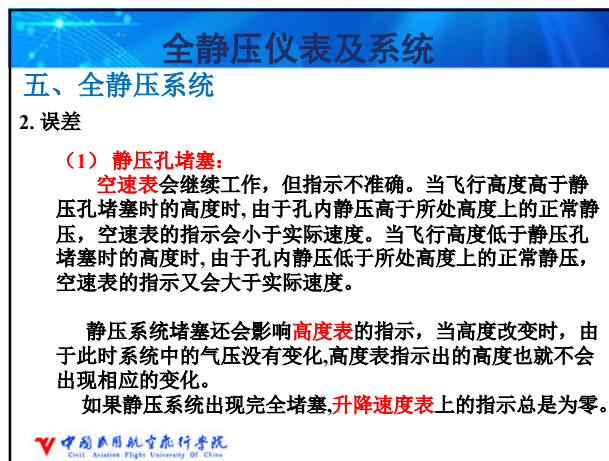
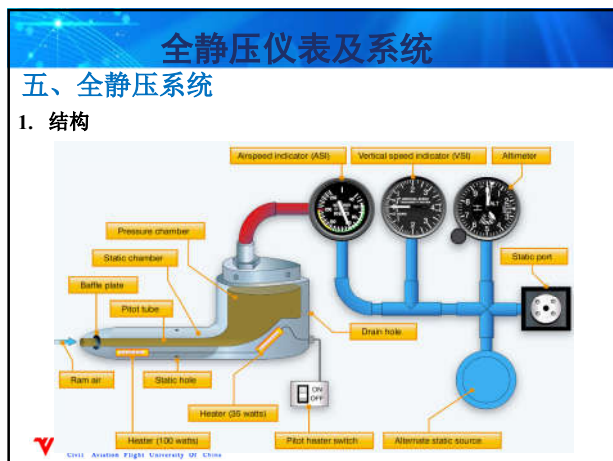
$t \uparrow$, 少指; $t \downarrow$, 多指。

领航计算修正。

$$(V = K \sqrt{P_T T_H / P_H})$$



中国民用航空飞行学院
Civil Aviation Flight University Of China



全静压仪表及系统

五、全静压系统

3. 备用全静压系统

现代民航的大型运输机，通常安装有3套全静压系统（大气数据系统）。其中1号、2号（左、右）全静压系统分别为机长位和副驾驶位的全静压仪表提供信号源，而第3套全静压系统就作为备用存在。下图所示为A320飞机的备用全静压系统。

全静压仪表及系统

五、全静压系统

4. 使用注意事项

飞行前应检查全静压管、全压管和静压孔的布套和堵塞应取下并检查是否有脏物堵塞。

全静压仪表及系统

五、全静压系统

4. 使用注意事项

大、中型飞机应在临起飞前接通电加温开关；小型飞机则在可能结冰的条件下飞行时（如有雾、雨、雪等）接通电加温。

当“正常”全、静压失效时，一般应首先检查电加温是否正常。若电加温不正常，应设法恢复正常；如果“正常”全、静压仍不能有效工作，则应将全压或静压转换开关放到“备用”位。

全静压仪表及系统

五、全静压系统

4. 使用注意事项

1996年2月6日，伯根航空301航班空难和1996年10月2日，秘鲁航空603航班空难，都和本章节学习的全静压系统生效或有误有直接的关联。在飞行中飞行员掌控着上千万的资产，承载着上百旅客的生命，如果稍有不慎，不仅不能完成运输任务，甚至会导致严重飞行事故，这不仅给国家和人民的生命财产带来巨大的损失，而且会给社会带来不良的政治影响。

一名合格的民航飞行员，除了要有精湛的飞行技术外，还要具备良好的职业素养，这包括：政治素养、责任意识、规章意识、团队精神和对生命的敬畏。对民航飞行员而言，“人民为先”绝不是一句空话，而是实实在在的行为准则，要落实在行动上。在我们现阶段，就是要把飞行员的特殊使命和责任落实在我们日常的飞行理论学习中。“只有把人生理想融入国家和民族的事业中，才能最终成就一番事业。”

自动飞行系统概述

主讲老师：李军辉

1

内容目录

一、自动飞行系统历史与发展

二、自动飞行系统子系统

三、自动飞行系统功用

2

自动飞行系统历史与发展

19世纪末，由于人们的空气动力学和飞行力学知识十分浅薄，自动控制理论也处在萌芽时期-实现飞行器自动控制的设想未能付诸实现。



3

自动飞行系统历史与发展

首次由陀螺控制的两轴自动驾驶仪是由Elmer Sperry公司于1914年在巴黎演示成功而开创的。所以早期的自动驾驶仪称为“陀螺驾驶仪”，它用来保持飞机**稳定平飞**，即稳定飞机的角运动，它是一种基于反馈原理与飞机空气动力响应形成闭合回路的自动系统。



4

自动飞行系统历史与发展

- 现在典型的自动驾驶仪的发展是在第二次世界大战期间。
- 美国研制了功能完善的C-1电气室自动驾驶仪可实现对飞机的**三轴姿态稳定**控制。
- 德国研制了无人驾驶的飞行器-导弹（V-1飞航式导弹和V-2弹道式导弹）。



自动飞行系统历史与发展

- 第二次世界大战后，飞机自动驾驶仪获得了较大的发展，AP与其他航空电子设备相结合，实现了飞机航迹的自动控制。
- 1947年9月，美国C-54飞机完成了跨大西洋不着陆的自动飞行，从起飞到着陆实现了全过程的自动化。



自动飞行系统历史与发展

- 成功突破音障以后，飞机的飞行包线（飞行速度和高度变化范围）逐渐扩大，越来越复杂的飞行任务对飞机性能要求也越来越高，仅靠气动布局和发动机设计所获得飞机性能已经很难满足复杂飞行任务的要求。
- 20世纪，五六十年代以后发展了**改善飞机稳定和操纵性**的飞行自动控制装置。
- 让飞机从**能飞**到**改善飞行性能和品质**，形成了自动飞行控制系统。

7

自动飞行系统历史与发展

- 20世纪60年代以前的自动驾驶仪均以**舵机回路的稳定系统**为主，配合较少的输入指令（如转弯、升降、高度保持等）去操纵飞机。后来发展成为配合无线电导航，惯性导航的横滚指令输入，增加了**外回路**控制部分。要求实现自动进近和自动着陆，进一步扩大了外回路控制部分，并且和自动油门结合后形成了较为完整的**自动飞行控制系统**（**Automatic Flight Control System——AFCS**）。

8

自动飞行系统历史与发展

- 这样，AFCS 的主要功能不再是角姿态的稳定和控制，而是航迹选择和保持以及速度的自动控制。这时，方式控制板（Mode Control Panel——MCP）成为不可缺少的部件，飞行员通过方式控制板选择自动飞行系统的工作方式，并设置一定的参数。



自动飞行系统历史与发展

- 自动飞行控制系统是在20 世纪60 年代中逐步发展起来的。
- 70 年代是模拟式AFCS 盛行。
- 80 年代开始了AFCS 从模拟式向数字式过渡。
- 数字式的AFCS 开始和飞行管理计算机系统（FMCS）结合工作。

自动飞行系统历史与发展

- 电传飞行控制系统
数字式AFCS 和计算机技术的高速发展为电传飞行控制（Flight By Wire——FBW）创造了条件。
- 光传飞行控制系统
利用多通道光纤数据网络作为驾驶舱和飞机机体各部分连接。抑制意外的电磁和电击干扰。

思政点：C919，C929 AFS

- 1、同学们查阅国产大飞机的自动飞行控制系统的技术路线（作报告），
分析比较国产大飞机和波音，空客在自动飞行控制系统的异同点，了解自动飞行控制系统的发展。
比较不同自动飞行控制系统的优缺点。
了解中航618所的相关事迹。

自动飞行系统历史与发展

■ 自动飞行控制系统的发展方向

管制员驾驶员数据链通信 (CPDLC) 的应用让机载计算机能够读出地面空中交通管制 (ATC) 的指令, 并转化为选定飞行路径和速度的驾驶指令交给AFCS去执行。

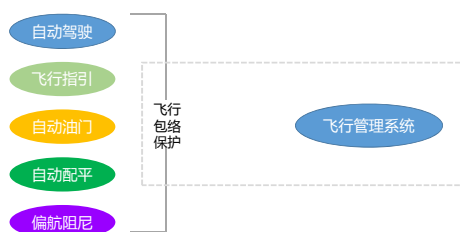
13

AFS分系统

- ATA-100 (Air Transportation Administration——ATA) 对飞机系统内容分类的编排, 自动飞行系统属于ATA-22 章的内容
- 现代大中型飞机上的自动飞行系统包括
 - 自动驾驶仪 (Automatic Pilot——AP)
 - 飞行指引仪 (Flight Director——FD)
 - 自动油门系统 (Automatic Throttle——AT)、
 - 偏航阻尼系统 (Yaw Damper——YD)
 - 自动俯仰配平系统 (Auto Pitch Trim)

14

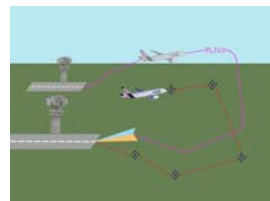
自动飞行



15

AFS分系统

- 自动驾驶仪的功用是通过自动地控制飞机的飞行, 减轻驾驶员的工作负担, 它还可以在恶劣的气象条件下完成飞机的自动着陆。



16

AFS分系统

- **飞行指引仪**的功用是在PFD或ADI上显示驾驶指令杆，以指导驾驶员人工驾驶飞机或监控飞机的姿态。



17

AFS分系统

- **自动油门系统**的功用是自动控制发动机的输出功率，以减轻驾驶员的工作负担。



18

AFS分系统

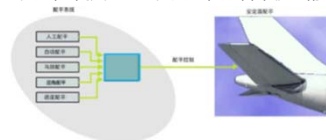
- **偏航阻尼器**的功用是在飞机的整个飞行过程中，通过增加飞机绕偏航轴的阻尼来改善飞机绕偏航轴的动态稳定性，并将荷兰滚运动减小到乘客可接受的程度。



19

AFS分系统

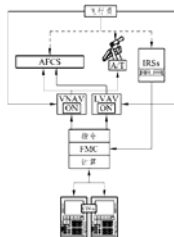
- **自动俯仰配平系统**的功用是在所有飞行阶段，通过自动调整水平安定面，以保持飞机的俯仰稳定性。
- 自动俯仰配平系统和偏航阻尼器结合在一起，称为增稳系统。它改善了飞机的稳定性，提高了飞行安全和旅客乘机的舒适性。



20

AFS分系统

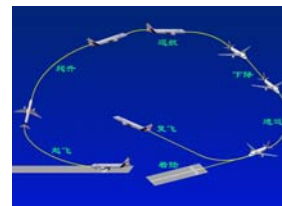
- 飞行管理计算机系统 (FMS) 的功用是为飞机完成最佳飞行、进行导航和飞行剖面的计算。FMS 的输出信号控制自动飞行控制系统的工作，并对其进行监视。这样，就防止了飞机在不正常条件下的自动飞行。



21

AFS功能

- 自动飞行系统可在飞机起飞、离场、爬升、巡航、下降和进近着陆的整个飞行阶段中使用。
- 其主要作用有两点：
 - 一是实现飞机的自动飞行控制；
 - 二是改善飞机的性能。



22

AFS功能

- 飞机的自动飞行控制就是利用一套专门的系统，在无人参与的情况下，自动操纵飞机按规定的姿态和航迹飞行，通常可以实现沿飞机三轴姿态角和飞机在三个方向空间位置的自动稳定和控制。

23

AFS功能

- 采用自动飞行的优点如下：
 1. 长距离飞行时解除飞行员的疲劳，减轻飞行员的劳动负荷。
 2. 在某些坏天气或复杂的气象条件下，飞行员难于精确控制飞机的姿态和航迹时，自动飞行控制系统可以实现对飞机姿态和航迹的精确控制。
 3. 当气象条件比较复杂，飞行员难于合理地操纵进近着陆阶段时，可以由自动飞行控制系统精确地完成进近和着陆的机动飞行。

24

AFS功能

■ 改善飞机的性能

- 设计飞机时，为了减小质量和阻力，提高有用升力，常将飞机设计成静不稳定的，飞行员难于控制飞机。为了解决这一类静不稳定问题，可以在飞机上安装不同类型的飞行控制系统，使静不稳定的飞机变成静稳定的，使阻尼特性不好的飞机变成阻尼特性好的飞机，这就是现代飞机上常用的增稳系统或阻尼系统。

25

思考：人与AFS

- 有了AFS，不再需要人，不再需要飞行员？
- 人在机器面前的优势，与劣势？
- 中国率先停飞737MAX的原因和背景（与自动飞行相关）

26



示范讲课视频脚本——教学设计内容一	
设计主题	绪论（民航飞机电子电气系统，西南交通大学出版社，2018）
1. 整体设计思路、指导依据说明	
本课程是飞行学员执照考试和学习后续课程的重要专业基础课程。绪论是本课程的第一课，需要重点讲解本课程的目的、任务、教学资源、教学组织方式、教学要求、考核要求等，使学生了解本课程在专业学习中的重要作用，掌握本课程学习方法。同时，要将习近平新时代中国特色社会主义思想、新时代民航精神等思政内容贯穿于教学过程中，以社会主义核心价值观为引领，使学生抱着建设民航强国的责任与担当搞好课程学习。	
2. 学生情况分析	
教学对象为飞行技术专业2年级学生，已经具备了一定的数学、物理和电学基础，但该专业学生出勤率高，但以“通过”为目标的倾向较严重。	
3. 教学目标分析	
根据民航局对飞行员职业能力（执照）的基本要求，结合新时代民航精神贯彻实施的需要，确立教学目标为： 1、讲授飞机电子、电气方面的基础知识，使学生掌握基本的飞机特种设备知识； 2、结合案例教学，使得知识的讲授更加鲜活，提高学生的学习兴趣； 3、落实课程思政目标，传承学校“九字经”，能力培养与素质教育相向而行。	
4. 教学重点、难点分析	
教学重点： 使学生掌握本课程的基本原理和知识，了解课程学习特点，明确课程教学要求。 教学难点： 提升学生对本课程的学习兴趣，将思政教学以润物细无声的形式溶入课程教学过程中。	

5. 教学过程设计与目标

方式 1：师生互相致敬。

设计意图与设计目标：培养学生的人文情怀，体现“文明、和谐、平等、友善”的社会主义核心价值观。

方式 2：带领学生朗诵英语句子。

设计意图与设计目标：带领学生朗诵课程题目对应的英语句子，使学生清楚英语是民航的通用语言，在学习知识的同时加强专业英语学习，为了解国外民航法规、学习国外民航知识做好准备，培养他们的国际视野。

方式 3：案例教学。

设计意图与设计目标：一方面使学生明白学习本课程的重要作用。1983 年伊利诺斯 750 航班事故是与本课程相关的一个很好的思政接口。飞行员错关工作正常的发电机，说明他不具备细致严谨的工匠精神；他没有按照检查单进行确认检查，程序意识、法制意识缺乏；因为断电，而导致重要的通信、仪表设备无法工作，最后导致空难。从而提醒将要成长为飞行员的学生要践行新时代民航精神，履行社会责任，避免飞行事故。

方式 4：介绍与课程相关方面我国取得的成就。

设计意图与设计目标：

1) 通过在简要介绍航空仪表时，用 ARJ-21 与国外的 A320 和 B737 对比，说明我们在飞机方面取得的成就。培养学生的家国情怀，引发他们的社会自豪感和文化自信。

2) 在提及到电源时，引出我国领先的特高压输电，进一步加强他们的社会自豪感和文化自信，激发他们努力学习的社会责任。

方式 5：知识与法规相结合。

设计意图与设计目标：在学科知识学习后，讲解法规要求，增强学生遵章守纪的法制意识，以此践行社会主义核心价值观和新时代民航精神。

注：由于时间关系，录像未包含该部分内容。

方式 6：布置课外作业。

设计意图与设计目标：课本中的课后作业，要求按时完成作业增强学生遵章守纪的法制意识；要求学生独立完成，增强学生的社会责任意识，按照新时代民航精神，体现责任与担当；了解美国的民航法规，增强英语能力，开拓国际视野。

注：由于时间关系，录像未包含该部分内容。

示范讲课视频脚本——教学设计内容二	
设计主题	激光陀螺（民航飞机电子电气系统，西南交通大学出版社，2018）
1. 整体设计思路、指导依据说明	
本课程是飞行学员执照考试和学习后续课程的重要专业基础课程。激光陀螺是惯性导航系统的核心部件。在现代飞机上，激光陀螺广泛用作惯性导航系统的测量元件，用来测量飞机三维转动角速度，得到飞机的姿态，航向，作为人工飞行的参考或者自动飞行的重要输入参数。 关于激光陀螺在局方公布的航线运输驾驶员执照理论考试大纲中，也有明确要求。在教学过程中，结合课外，做好课内。让同学们在知识理解与掌握上达标；在思政方面，结合央视新闻中，关于我国激光陀螺的奠基人—背心院士高伯龙的视频内容，组织同学们讨论，学习，实现正确的价值引领目标。	
2. 学生情况分析	
教学对象为飞行技术专业2年级学生，该专业学生到勤率高，已经具备了一定的数学、物理和电学基础，但普遍“讨厌”公式推导，重应用，轻原理。以考试和执照“通过”为目标的倾向较严重。	
3. 教学目标分析	
根据民航局对飞行员职业能力（执照）的基本要求，结合新时代民航精神贯彻实施的需要，确立教学目标为： 1、通过激光陀螺和机械陀螺的比较，理解激光陀螺的原理，掌握激光陀螺的功用。 2、结合央视新闻视频教学内容，组织学生讨论，提高学生的课堂参与度，落实课程思政目标；	
4. 教学重点、难点分析	
教学重点： 激光陀螺的原理与功用 教学难点： 知识上掌握激光陀螺的功用，结合高院士的事迹，落实隐形思政的目标。	

5. 教学过程设计与目标

方式 1：中英结合，认识重点专业词汇与术语。

设计意图与设计目标：板书重点专业英语词汇，注重专业英语词汇的读写。使学生清楚认识到英语是民航的通用语言，在学习知识的同时加强专业英语学习，一是为通过英语的 ATPL（航线运输驾驶员执照理论考试）打好基础，二是为了解国外民航法规、学习国外民航知识做好准备，培养学生的国际视野。

方式 2：播放与激光陀螺密切相关的央视新闻（3 分钟左右），组织学生展开讨论

设计意图与设计目标：

通过新闻，了解我国激光陀螺的奠基人—背心院士高伯龙院士的先进事迹；同学们在学习现成激光陀螺理论时，已经深感晦涩难懂，甚至有部分同学已然放弃。高院士要在两张纸的基础上，在国外严密技术封锁的条件下，怀揣忧患意识，践行科技自立，从无到有，从弱到强，将激光陀螺核心关键技术的“命门”牢牢把握在自己手中，也终于让中国从激光陀螺研制技术的“陪跑者”变成“引领者”。以此召开讨论，激发同学们认真学习的热情；结合高院士的专业选择与事业选择，引领同学们树立正确的人生观，世界观与价值观。历史和现实无数次的告诉我们，关键的核心技术是要不来、买不来、讨不来的，身在目前主流掌握在欧美的民航行业，激发同学们的航空报国的情怀，树立科技自强的信心。

方式 3：教学氛围与教学态度引导。

设计意图与设计目标：教学实施时，教师的情绪热情饱满，带着专业自信和民族自豪感，以平易近人的态度把握课堂气氛，积极引导思考学习，培养学生的人文情怀，体现“文明、和谐、平等、友善”的社会主义核心价值观。

方式 4：用自制陀螺教具，加深学生对知识的理解

设计意图与设计目标：课堂上携带自制教具，让抽象的问题具体化，原理形象化，提高学生对知识的接受程度，给学生留下深刻的印象，提高教育效果。

示范讲课视频脚本——教学设计内容三	
设计主题	全静压仪表及其系统案例分析（民航飞机电子电气系统，西南交通大学出版社，2018）
1. 整体设计思路、指导依据说明	
本课程是飞行学员执照考试和学习后续课程的重要专业基础课程。全静压仪表及其系统是飞机仪表的核心部件。飞机上的全静压仪表，是我们民航飞机上最基本也是最重要的仪表，飞行中最重要的高度，空速，升降速度等飞行参数都依赖于这个系统提供，所以全面掌握全静压系统及其仪表的工作原理，理解该系统与其它航空系统的交联关系是非常重要的。 关于全静压仪表及其系统在局方公布的航线运输驾驶员执照理论考试大纲中，也有明确要求。在教学过程中，结合课外，做好课内。让同学们在知识理解与掌握上达标；在思政方面，结合同学自行收集的相关案例，通过课下收集，学习，课上分享，讨论，进一步理解全静压仪表及其系统的工作原理，重要性以及与飞机其它系统的关系。加深相关理论在实践中的运用，强调飞行学员的责任意识和职业素养。	
2. 学生情况分析	
教学对象为飞行技术专业2年级学生，该专业学生到勤率高，已经具备了一定的数学、物理和电学基础，但普遍“讨厌”公式推导，重应用，轻原理。以考试和执照“通过”为目标的倾向较严重。	
3. 教学目标分析	
根据民航局对飞行员职业能力（执照）的基本要求，结合新时代民航精神贯彻实施的需要，确立教学目标为： 1、全面掌握全静压系统及其仪表的工作原理，理解该系统与其它航空系统的交联关系。 2、结合案例分析，组织学生分享，讨论，提高学生的课堂参与度，通过案例加深理论在实践中的运用，强调飞行学员的责任意识和职业素养，落实课程思政目标；	
4. 教学重点、难点分析	
教学重点： 全静压系统及其仪表的工作原理 教学难点： 理解该系统与其它航空系统的交联关系，通过案例分享，落实隐形思政的目标。	

5. 教学过程设计与目标

方式 1：中英结合，认识重点专业词汇与术语。

设计意图与设计目标：板书重点专业英语词汇，注重专业英语词汇的读写。使学生清楚认识到英语是民航的通用语言，在学习知识的同时加强专业英语学习，一是为通过英语的 ATPL（航线运输驾驶员执照理论考试）打好基础，二是为了解国外民航法规、学习国外民航知识做好准备，培养学生的国际视野。

方式 2：回顾理论，引出主题

设计意图与设计目标：大量的飞行事故的调查发现，许多错误的产生并不是单一的原因，都是环环相扣，层层累积的结果。就如习总书记在北京大学考察时的讲话所说，如果第一粒扣子扣错了，剩余的扣子都会扣错！人生的扣子从一开始就要扣好。我们安全的扣子也需要从第一颗就要扣好！扎实的航空理论知识就是我们学习飞行中的第一颗扣子。我们不仅需要从书本上学习基本理论，还需要借鉴实际的案例，分析理论在实践中的作用。

方式 3：学生案例分享，在分享中加深全静压系统知识。

设计意图与设计目标：事先布置好查阅资料，收集案例的作业。课堂上以小组为单位进行分享。同学甲介绍相关事故经过，同学乙结合仪表工作原理具体分析。学会将所学知识灵活运用在具体事件中。既锻炼了小组的团队合作能力，又加强了对所学知识的应用，还锻炼了同学的表达能力。

方式 4：教师总结，强调飞行员的责任意识和职业素养

设计意图与设计目标：与其他职业相比，民航飞行员职业最大的特点就是责任重大。飞行活动具有重大的社会意义、经济意义和政治意义。在飞行中飞行员掌控着上千万的资产，承载着上百旅客的生命，如果稍有不慎，不仅不能完成运输任务，甚至会导致严重飞行事故，这不仅给国家和人民的生命财产带来巨大的损失，而且会给社会带来不良的政治影响。正是由于飞行员职业的上述特点，飞行员的职业素养要求也较其他职业来得更高。一名合格的民航飞行员，除了要有精湛的飞行技术外，还要具备良好的职业素养，这包括：政治素养、责任意识、规章意识、团队精神和对生命的敬畏。在我们先阶段，就是要把飞行员的特殊使命和责任落实在我们日常的飞行理论学习中。

示范讲课视频脚本——教学设计内容四	
设计主题	飞机电网控制方式（民航飞机电子电气系统，西南交通大学出版社，2018）
1. 整体设计思路、指导依据说明	
该知识点属于飞机电网知识系统中的一个重要环节，电网的控制方式与输配电方式密切相关，更与各种工作情况下的电网重构能力密切关联，是飞行学生从专业角度认知飞机供电系统工作原理的一个重要环节。本知识点的讲解，着力于形象生动地构建具体专业技术知识体系的同时，更注重利用与我校我国及国际上具体的飞机应用技术的结合，激发学生好奇心、调动学生积极性、引起学生行业共鸣，并以社会主义核心价值观为引领，潜移默化地培养学生安全精飞、民航报国的责任担当。	
2. 学生情况分析	
教学对象为飞行技术专业2年级学生，已经具备了一定的数学、物理和电学基础，但对较为抽象的飞机电网系统知识存在一定“畏惧”或“抗拒”心理，难以理论联系实际的理解掌握知识点。	
3. 教学目标分析	
根据民航局对飞行员职业能力（执照）的基本要求，结合新时代民航精神贯彻实施的需要，确立教学目标为： 1、讲授飞机电子、电气方面的基础知识，使学生掌握基本的飞机特种设备知识； 2、结合案例教学，使得知识的讲授更加鲜活，提高学生的学习兴趣； 3、落实课程思政目标，传承学校“九字经”，能力培养与素质教育相向而行。	
4. 教学重点、难点分析	
教学重点： 使学生掌握民航飞机上常用的三种输配电控制方式，并且理解三种控制方式之间的逻辑关联与发展的辩证关系。 教学难点：	

提升学生对本课程的学习兴趣，将思政教学以润物细无声的形式溶入课程教学过程中。

5. 教学过程设计与目标

方式 1：知识与法规相结合。

设计意图与设计目标：在学科知识学习后，讲解法规要求，增强学生遵章守纪的法制意识，以此践行社会主义核心价值观和新时代民航精神。

中国民航法规 CCAR-25 1355 条明确定义了民航飞机的输配电系统中的控制环节及某些特殊控制要求，以此为切入点引入控制方式知识点的学习，既能够很好的从输配电连接方式过渡到输配电控制环节，又很自然的强化了学生的法规法制意识。同时，教学实施中展示了国内外三大法规管理机构标识图标及中英文条款内容，凸显了同类法中的共同要求，又拓展的学生的国际视野，为了解国外民航法规、学习国外民航知识做好引导。

方式 2：理论与实际应用相结合。

设计意图与设计目标：结合我校飞机的实际应用引领学科知识学习，激发学生的专业自豪感，潜移默化引导爱校爱飞的专业精神。

抓住理论学习阶段学生对实际飞机的向往渴望，以我校自有的轻小型初教机的输配电原理及机型情况为基础，通过展示飞机结构图及原理电路图，辅助设计动画演示生动重点突出地开展知识点讲解，层层递进凸显控制方式的革新历程并过渡到大型民航运输机的实际应用，巩固知识学习的同时通过对原文资料的引用、对关键术语直接用英文朗读，也很好的引导学生在知识学习的同时应加强专业英语学习。

方式 3：国产大飞机先进技术介绍，培养民族自信自豪感。

设计意图与设计目标：C919 飞机的电网控制方式可与波音和空客的多电飞机机型比肩，肯定国产飞机应用技术方面先进性，激发学生的学习兴趣，并引发民族自豪感，培养行业自信。

教学实施中，该知识点能很好的承上启下衔接电网构型及电网控制保护的相关知识体系，凸显固态配电应用技术先进性，展示电网控制技术的革新成果，巩固知识点掌握。而且，借助 C919 与波音 787、空客 A350 的对比更能生动形象体现我国大飞机项目所取得的成就。

方式 4：案例分析引导，培养“严谨科学的专业精神”。

设计意图与设计目标：分析成功迫降的案例中电源系统自动控制转换的特征、强化其在紧急情况下的价值，引导学生转换视角从专业的角度看待问题，正面积极引导构建“专业自信”。

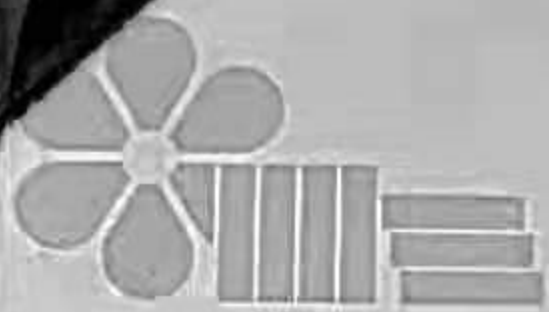
利用在飞行学生中较为熟悉的“哈德逊奇迹”成功迫降事件，引导学生思考在 208 秒生死瞬间飞机供电的快速重构控制逻辑，凸显基于遥控控制方式的自动控制保障机制。希冀借此正面积极的案例，激发学生通过努力学习构建自己的专业自信，并培养加强其社会责任意识。

方式 5：教学氛围与教学态度引导。

设计意图与设计目标：教学实施时，教师的情绪热情饱满，带着专业自信和民族自豪感，以平易近人的态度把握课堂气氛，积极引导思考学习，培养学生的人文情怀，体现“文明、和谐、平等、友善”的社会主义核心价值观。

课程思政建设教育改革与教学能力提升讲座照片





2010

四川省教学名师奖

证书

朱新宇 同志：

为了表彰您在高等学校人才培养工作中
做出的突出贡献，特颁发四川省教学名师奖，
以资鼓励。

四川省教育厅
厅长

徐文涛

二〇一〇年九月





四川省教学成果奖 获奖证书

证书编号: 20040903

获奖名称: 飞行技术专业航空电子电气学科的课程改革与实践

获奖者: 何晓薇 王有隆 朱新宇
徐亚军 胡 焱

获奖等级: 一等奖



四川省第八届高等教育优秀教学成果

证书

证书编号: GJ10179-7

成果名称:

具有国际视野的卓越航空维修工程人才培养模式创新

完成者:

朱新宇、尚永锋、李世林、梁科、黄选红、
杨晓强、龙江、彭卫东、龚雯婷

完成单位:

中国民用航空飞行学院

获奖等级: 壹等奖



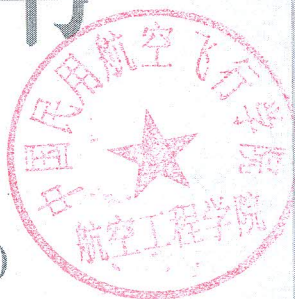


CAAC

中国民航教学成果奖

获奖证书

证书编号: CAAC09208(5—4)



获奖名称: 飞行技术专业电气仪表通信课程的改革与实践

获奖者: 朱新宇 王有隆 胡 焱
魏 麟 徐亚军

获奖等级: 二 等 奖

原件已审, 此复印件与原件一致

2016.9.13



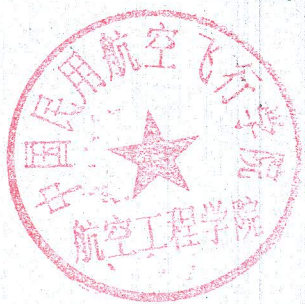
荣誉证书

HONORARY CREDENTIAL

朱新宇 王友隆 胡焱：

经评定，《民航飞机电气仪表及通信系统》荣获第一届西南地区大学出版社优秀图书奖。

特颁此证。



原件已审，此复印件与原件一致

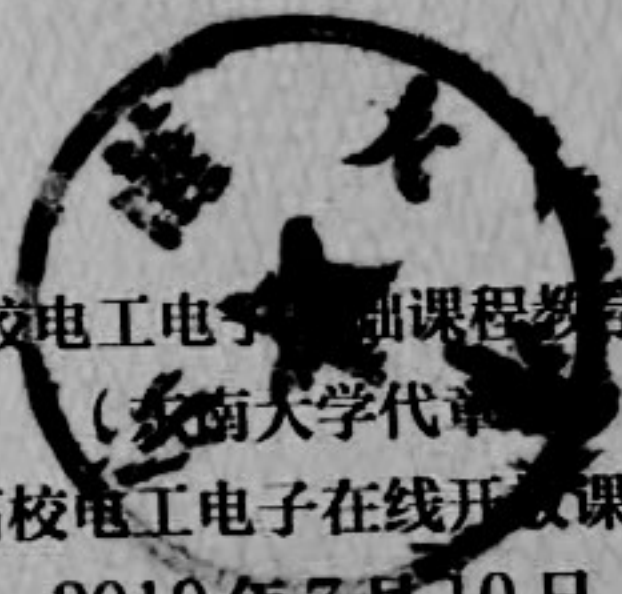
2016.9.13

西南地区大学出版社协会
(中国大学出版社协会代章)
二〇〇九年六月

荣誉证书

在 2019 年度中国高校电工电子在线开放课程联盟线上线下精品课程评选活动中，朱新宇 负责的课程《飞机电气系统》，荣获“联盟线上线下精品课程”称号。

特发此证，以示表彰。



教育部高等学校电工电子基础课程教学指导分委员会
(东南大学代章)

中国高校电工电子在线开放课程联盟

2019 年 7 月 10 日

四川省第八届高等教育优秀教学成果

证书

证书编号: GJ109710-9

成果名称:

构建中国特色飞行教学体系,培养国际一流卓越飞行人才

完成者:

关立欣、徐建民、葛志斌、何永威、刘渡辉、
熊英博、肖全、杨俊、何晓薇、赵廷渝

完成单位:

中国民用航空飞行学院

获奖等级: 壹等奖





CAAC

中国民航教学成果奖

获奖证书

证书编号: CAAC18104(07-04)

获奖名称: 构建基于国际标准的 MPL
课程体系, 创新运输航空飞
行员培养模式

获奖者: 徐建民 孔亮 熊英博
何晓薇 杨俊 雷霆
宋午阳

获奖等级: 一等奖

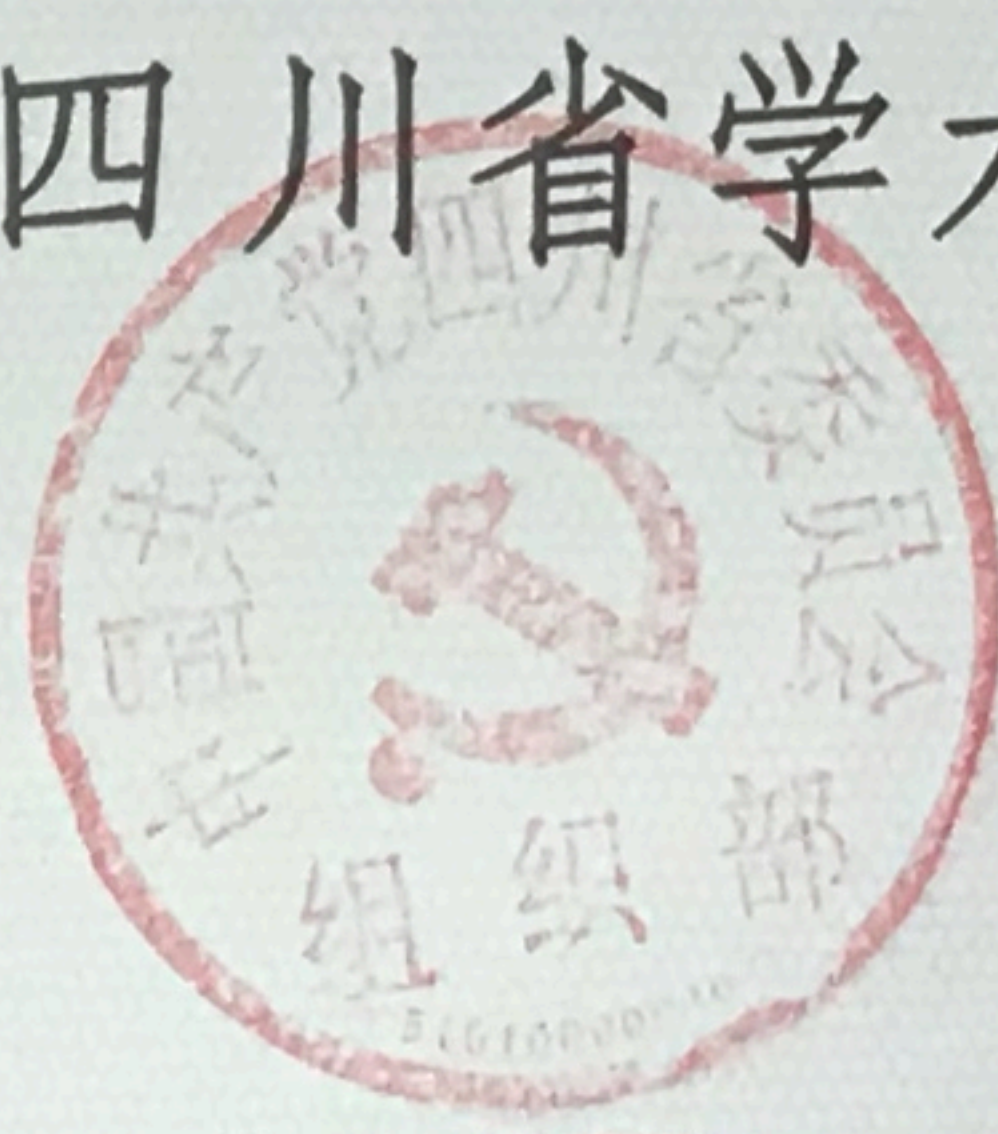


证书

经四川省第二届专家评议(审)委员会评定,省委组织部、省发展和改革委员会、省教育厅、省科学技术厅、省财政厅、省人力资源和社会保障厅、省科学技术协会、省社会科学界联合会批准
何晓薇 为第八批四川省学术和技术带头人后备人选。

省带头人后备人选第 2009107号

二〇〇九年十二月二十九日





2009

四川省教学名师奖

证书

何晓薇同志：

为了表彰您在高等学校人才培养工作中
做出的突出贡献，特颁发四川省教学名师奖，
以资鼓励。

四川省教育厅
厅长

涂文涛



36	飞行 1718	航空气象	李老师上课认真负责，对学生的学习进度较为关注，随时督促落后学生，表扬积极学生，关于学生学习情况传达及时有效，教学效果较好。	优秀
37	飞行 1718	航空法规 A	董老师上课认真负责，对于本门需要讲授的知识点讲授清楚，善于引导学生自主思考问题并解决问题。上课内容丰富，不仅仅局限于课本知识，教学过程幽默风趣，课堂气氛活跃， 内同学一致评价较高。	优秀
38	飞行 1718	飞机电子电气系统	刘老师上课认真负责，从未出现耽误课堂的行为，在教学内容方面对课内知识点讲授清晰，有条理有重点，上课内容丰富，不仅仅局限于课本知识，教学过程幽默风趣，课堂气氛活跃， 同学一致评价较高。	优秀
39	飞行 1718	飞行英语通话 A	曾老师上课精湛老练，一看就是老教授教学经验丰富，将课本与 ICAO 考试技巧完美结合，使同学们在学习的同时也学到很多应考技巧。	优秀
40	飞行 1718	飞行性能	王老师上课认真负责，对于本门需要讲授的知识点讲授清楚，善于引导学生自主思考问题并解决问题，在传授课内知识点的同时，也加入了一些课外知识，拓宽了学生的知识面，课后对学生问题的解答也能做到耐心解答， 同学一致评价较高，是位不可多得的好老师。	优秀
41	飞行 1719	航空法规 A	老师跳出单纯性的教授知识，而是提出一些启发性问题，更多的让学生进行小组合作，主动回答问题。	良好
42	飞行 1719	飞机电子电气系统	老师每节课前均能回顾上节课所讲的知识重点，并再帮助回忆，对学生的理解有很大帮助。	良好
43	飞行 1720	飞行英语通话 A	黄老师全英文教学，盯到每一个学生，同时课后练习与记忆作业及时检查。	良好
44	飞行 1720	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论 A	张老师上课结合实际，利用事实案例教育我们，提高思想教育。	优秀
45	飞行 1720	空中领航	刘老师教授的内容通俗易懂，有重点，便于记忆。	优秀

25	飞行 1715	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论 A	老师上课认真, 极具个人特色生动形象, 讲解内容时旁征博引, 风趣幽默, 深得本 同学喜爱。	优秀
26	飞行 1715	空中领航	老师上课有严格要求同学, 注重课堂纪律, 讲解知识点配有丰富的例子。	优秀
27	飞行 1715	航空体育 B3	老师结合同学们自身的实际情况来变更每节课的训练内容, 如现在刚开学就主要进行力量耐力方面的训练, 来让同学们为以后的训练铺垫。	良好
28	飞行 1715	航空气象	老师上课时结合生活实际, 在关于各种云的学习中, 结合生活实际中拍摄的各种云朵详细介绍, 上课耐心细致。	良好
29	飞行 1715	航空法规 A	老师上课风趣幽默生动有趣, 讲解法规时结合生活实际内容, 让人易于理解。	优秀
30	飞行 1715	飞机电子电气系统	老师上课详细讲解每个重点知识点, 讲解方法结合实际利于同学们理解。	优秀
31	飞行 1715	飞行英语通话 A	老师上课的时候讲解简明易懂, 相关知识有很高的素养和储备很有责任心, 有自己的个人特色和教学思路。	优秀
32	飞行 1715	飞行性能	老师上课认真负责, 但是经常读 ppt, 有些同学难以在课本上找到相关内容, 不过老师在课堂上很耐心, 会一一讲解知识点中要注意的地方。	良好
33	飞行 1718	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论 A	罗老师上课认真负责, 对于本门课程的知识讲授清楚, 无漏讲错讲等情况的发生, 老师上课时也增加了许多风趣事例, 总体评价良好。	优秀
34	飞行 1718	空中领航	刘老师, 能够从学生实际出发, 适当缓和课堂气氛, 充分调动学生学习的积极性, 与同学互动较多, 对重点与难点区分的非常清楚, 教学效果较好。	优秀
35	飞行 1718	航空体育 B3	潘老师上课特别认真, 教学目标明确, 了解每一位学生的身体状况, 关心学生, 在要求完成的体育项目上一丝不苟, 要求严格, 休息与运动结合充分, 在一些危险项目上, 例如旋梯、活滚和固滚, 做到了言传身教, 随时陪同训练的学生, 以保证学生安全, 有丰富的教学经验和科学的教学方法, 内同学一致评价较高。	优秀

393	飞行 1741	飞机性能	老师讲课很认真，并且每次上课都会提问同学来回答问题，还能通过一些事例让我们更容易接受知识。	优秀
394	飞行 1741	空中领航	老师在课堂上管理气场很足，同学们都在认真听讲，生怕出现差错，并且老师的课讲的也很有趣。老师很负责，很多同学因为上课玩手机被老师批评。同学们都很喜欢上领航。	优秀
395	飞行 1741	中国近代史纲要	老师讲课很认真，通过 PPT 形式来讲课。	优秀
396	飞行 1744	仪表飞行程序	讲课进度过快，学生听课十分吃力。	及格
397	飞行 1744	空中领航学	该教师讲课充满激情，关注几乎每一位同学的理解情况并及时调整自己的授课进度。也经常与我们分享其在航空方面的经历。	优秀
398	飞行 1744	飞行英语阅读	讲课进度与细节上有很大改善，课堂热情提高。	良好
399	飞行 1745	空中领航	老师上课节奏较快，部分同学跟不上。	良好
400	飞行 1745	飞机性能	老师讲课耐心，对重难点的讲解很透彻且会耐心的重复，加强同学们的记忆。	良好
401	飞行 1745	仪表飞行	老师上课节奏较快，讲解不够细致。	良好
402	飞行 1751	飞行英语阅读	英语老师发音纯正，每节课都会听写单词，带着同学们练习口语的发音，而且经常会给同学们表现的机会之后老师会做出很专业的点评。	优秀
403	飞行 1751	航空体育	航体课老师细心教导，以身示范相关器械的使用和训练方法，同学们的器械能学得很好。	优秀
404	飞行 1751	空中领航	老师在课堂上用生动的语言和强大的个人魅力教授飞行原理知识，而且还用非常逼真的软件来给同学们示范，教学效果很好。	优秀
405	飞行 1751	中国近现代史纲要	老师对课本的理解深厚，因此同学们可以跟着老师的步伐一点一点地学习得非常扎实，同学们的近现代史知识得到了补充。	优秀
406	飞行 1751	飞机电子电气系统	老师上课幽默生动，常常联系课外知识一同讲解课本中比较难理解的知识点，同学们非常喜欢老师的教学方式方法。课堂效果很好。	优秀
407	飞行 1751	飞行性能	老师在课堂上用生动的语言和强大的个人魅力教授飞行性能知识，而且还用非常逼真的软件来给同学们示范，教学效果很好。	优秀
408	飞行 1751	仪表飞行程序	老师对课本知识非常熟练，因此在课堂上老师讲解非常流利顺畅，让同学们始终处在在学习状态。	优秀
409	飞行 1754	航空动力装置	老师上课认真仔细，结合了 PPT 讲解，课后及时布置作业，同学们每次都能按时上交，老师批改作业认真。	优秀
410	飞行 1754	马克思主义原理概论	老师对于马克思主义原理概论认真讲解，就算是理科同学也不会听不懂，同学们也很喜欢老师的上课方式。	优秀
411	飞行 1754	飞行原理	老师的飞行原理讲解十分精彩生动，同学们认真仔细。	优秀
412	飞行 1755	飞行性能	老师上课认真，每次上课都会提问上节课讲到的知识点，提醒同学们在休息之余也不应搁置学业。	优秀
413	飞行 1755	航空体育	老师每节课都认真负责，关心爱护同学们，王飞老师的课同学们从来没有迟到的现象。	优秀

458	飞行 1720	航空体育	邹老师教学认真, 教授的器械使用动作同学们接受的快, 练习效果好。	良好
459	飞行 1720	航空法规	宋老师上课风格活泼, 课堂气氛活跃, 宋老师上课播放课外视频, 拓宽知识面。	良好
460	飞行 1720	电子电气系统	谢老师很好, 很受同学们欢迎, 教学认真。	良好
461	飞行 1706	飞行英语通话	老师专业基础扎实, 对同学们认真负责, 每次布置的作业都会认真批改并记录, 作为考察同学的依据, 课下也能认真回答同学们的问题, 是一个非常好的老师。	优秀
462	飞行 1706	航空气象	老师在上课时思维灵活, 能够吸引同学们的注意力, 使同学们寓教于乐, 不仅学到了东西, 更是得到了很多快乐。其次, 老师运用多种方法教学, 使原本有些枯燥的课程变得生动有趣。	优秀
463	飞行 1736	航空体育	上学期及本学期代课老师。授课非常认真, 对技术型体能训练教授地到位, 要点清晰明了。并且课堂时间安排合理, 上学期考试通过率高。	优秀
464	飞行 1736	民航飞机电子电气	讲课生动细致, 知道学生的疑点。	优秀
465	飞行 1736	飞机性能	课程重点很突出, 细节极好, 授课认真, 对工作态度很好, 课程跟的紧。上课氛围好, 细节会多次强调。	优秀
466	飞行 1736	飞行英语阅读	单词、课文、课外补充较为充足, 听说读写面面俱到。	优秀
467	飞行 1736	空中领航	授课风趣幽默, 书本内容记忆深刻, 之后可用于实机操作中, 细节好, 领航要素讲述充分。教学直击重点。	优秀
468	飞行 1736	仪表飞行程序	次重点与重点分明, 老师授课时精力充沛, 重点强调充分。课堂气氛活跃, 同学积极配合。	优秀
469	飞行 1736	中国近代史	老师讲课面面俱到, 讲课生动形象, 师生互动充分。	优秀
470	飞行 1740	民航飞机电子电气系统	老师上课认真, 每次课前都会对上一节知识进行复习, 检测大家学习情况。	优秀
471	飞行 1740	飞行英语阅读	上课的节奏有些块, 有些基础薄弱的同学跟老师有些吃力, 适当放慢点速度。	良好
472	飞行 1740	飞机性能	老师耐心的为同学答疑解惑, 通过作业来检测大家的学习情况	优秀
473	飞行 1708	飞行英语通话	拥有丰富的教学, 实践经验, 能够准确把握同学学习掌握情况和教学进度。	良好
474	飞行 1708	航空气象	上课严谨, 用一丝不苟的精神感染着学生, 知识面较广, 能够拓展同学课外相关知识	优秀
475	飞行 1708	航空法规	对教学工作认真负责, 教学方法新颖独特, 贴合实际。	优秀
476	飞行 1708	飞行性能	始终保持严谨教学, 严格考勤, 定时对学生学习情况进行考察。	优秀
477	飞行 1708	航空体育	教学风趣幽默, 对不同学生给予不同意见, 因地制宜。	良好
478	飞行 1708	飞机电子电气系统	课堂气氛活跃, 注重与同学的互动, 课堂效率高。	优秀
479	飞行 1708	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系	拥有丰富的历史知识, 对知识点的讲解深入到位。	优秀
480	飞行 1717	空中领航	刘老师上课注重课堂纪律, 但能够从学生实际出发, 适当缓和课堂气氛, 充分调动学生学习的积极性, 对重点与难点区分得非常清楚, 教学效果较好。	优秀

368	飞行 17 基地 1	飞机系统	老师上课与模型结合，还带学生参观飞机展览馆，通过实物教学。	良好
369	飞行 1701	载重与平衡	老师上课着重计算，会用很多题型加以练习，很多细节也会着重强调。	优秀
370	飞行 1701	航空体育	老师讲话风趣幽默，但是课堂上还是认真严谨，安排合理，锻炼学生体能，张弛有度。	优秀
371	飞行 1701	飞机电子电气系统	老师会用很多事例结合来讲，比较有趣，同学们也听得很认真。	优秀
372	飞行 1702	载重与平衡	老师上课着重计算，会用很多题型加以练习，很多细节也会着重强调。	优秀
373	飞行 1702	航空体育	老师讲话风趣幽默，但是课堂上还是认真严谨，安排合理，锻炼学生体能，张弛有度。	优秀
374	飞行 1702	飞机电子电气系统	老师会用很多事例结合来讲，比较有趣，同学们也听得很认真。	优秀
375	飞行 1711	航空体育	老师对待课程教学一丝不苟，给了同学充分的指导，让同学们更好地学习好课程内容。	优秀
376	飞行 1711	飞行性能	老师教学方法多样，严谨不失幽默，同学们更好地融入课堂。	优秀
377	飞行 1712	航空气象	重点内容以及涉及执照内容会反复强调。板书详略得当，能直观的了解重要内容。	优秀
378	飞行 1712	飞机电子电气系统	常态化地对重要内容进行抽查提问，每一章节内容讲解生动，会加入随堂练习。	优秀
379	飞行 1712	陆空通话	每节课会对上节内容进行提问。课堂进程适中，气氛活跃，所授知识容易理解。	优秀
380	飞行 1712	航空气象	重点内容以及涉及执照内容会反复强调。板书详略得当，能直观的了解重要内容。	优秀
381	飞行 1712	飞机电子电气系统	常态化地对重要内容进行抽查提问，每一章节内容讲解生动，会加入随堂练习。	优秀
382	飞行 1712	陆空通话	每节课会对上节内容进行提问。课堂进程适中，气氛活跃，所授知识容易理解。	优秀
383	飞行 1715	飞行性能	老师上课认真负责，自身的知识面广航空领域的知识相当扎实，同时老师讲解内容时有侧重点便于学生掌握。	优秀
384	飞行 1715	航空气象	老师上课时举例生动形象，经常拿出自己在平时生活中照的照片给我们看以加深理解，在教学中并不是照本宣科。	优秀
385	飞行 1715	飞行英语通话 A	老师上课的时候讲解经常用一些简单实用的方法来提高我们的学习效果，如通过击掌来教我们重低音应该在什么时候发。	优秀
386	飞行 1715	飞机电子电气系统	老师上课详细讲解每个重点知识点，知识点覆盖面虽全但也有取舍，但是讲课有时较快。	良好
387	飞行 1715	模拟飞行训练 (PCATD)	老师上课会在每次飞行前演示一遍给我们看，并在每一个需要注意的地方予以说明。	优秀
388	飞行 1715	空中领航	老师上课严肃活泼，课堂纪律好，教学风趣，经常布置相关进度的作业确保同学们及时掌握相关知识，是一位负责任的好老师。	优秀

175	飞行 1743	空中领航学	教师上课精力充沛，上课方式大部分同学都很喜欢，课后也很耐心回答同学们问题；老师课外知识渊博，同学们和老师交流的时候都受益匪浅。	优秀
176	飞行 1743	载重平衡与飞行计划	老师备课充分，也运用一些比较易懂的方式来给我们授课，重点难点分明，思路清晰。	优秀
177	飞行 1744	航空安全管理	该教师教学经验丰富，善举例子，讲课生动，但建议多结合课本。	良好
178	飞行 1744	航空法规	授课重点不突出，不能很好结合课本。	中等
179	飞行 1744	空中领航	授课富有热情，课堂练习到位。	优秀
180	飞行 1747	飞行英语阅读	老师上课态度认真，专业知识丰富扎实，能够结合英语和相关专业知识为同学们清晰明了的讲解知识，对同学们的学习有很大帮助。	优秀
181	飞行 1748	航空法规	教学有计划，讲课不枯燥，同学学习兴趣较好，与老师互动频繁，学习效率。	优秀
182	飞行 1749	飞行英语阅读	老师上课认真，课堂气氛活跃，内容丰富效果较好，同学评价较好。	良好
183	飞行 1749	载重平衡与飞行计划	老师上课认真，内容充实，同学满意度较高。	良好
184	飞行 1750	飞行英语阅读	老师上课能与学生打成一片，并且根据课本知识拓展相关的专业知识给学生。课间播放一些与上课内容相关的视频案例。	良好
185	飞行 1750	航空安全管理	老师上课结合自身和行业案例，生动形象，引发学生深入思考，课堂气氛活跃。	良好
186	飞行 1750	重量平衡和飞行计划	老师上课语调平缓，毫无波澜。使学生产生一种昏昏欲睡的状态，不能够突出学习侧重点。	中等
187	飞行 1754	飞机电子电气系统	目前课程基本结束，老师在上课时间我给我们答疑解决问题，帮助我们更好的复习重点，很多同学觉得书厚不知道怎么复习，在老师的帮助下逐渐抓住了要点。女老师形象气质佳，同学们十分喜欢，而且同学们上课很专注，老师严格按照教育大纲教学，上课专业认真，一丝不苟，结合多媒体设施讲解，使原本枯燥的课程变得生动有趣。	优秀
188	飞行 1754	空中领航学	领航老师是所有老师中讲课进度最快的老师，到了期末复习阶段导致我们班有很多课上老师带着复习的时间，老师严谨认真，帮助我们复习重点认真备考，是领航学老师中资历很老的老师。	良好
189	飞行 1754	载重平衡与飞行计划	老师教学态度认真积极，教学内容贴合教材，教学方法多样，结合多媒体设施教学，这个课程有很多图表题，在老师的带领下逐渐解决每一个图表的问题。	优秀
190	飞行 1755	电子电气系统	老师讲的非常友善，对同学们的问题都耐心解答。	优秀
191	飞行 1755	飞行性能	老师非常严格，对我们的要求很高。	优秀
192	飞行 1755	航空体育	老师每节课都认真负责，关心爱护同学们，王飞老师的课同学们从来没有迟到的现象。	优秀
193	飞行 1756	飞行英语阅读	课堂气氛低沉，缺少互动。	良好
194	飞行 1756	飞机电子电气系统	在知识点背后有较好的例举解释和视频的相辅。同时重点突出，讲解详细。	优秀
195	飞行 1756	航空安全管理	重点不突出。	良好
196	飞行 1756	航空法规	课堂氛围活跃。	良好
197	飞行 1756	航空体育	老师上课认真，着重学生身体素质方面的锻炼。	良好

10、省级课程思政示范课程网站

飞机电子电气系统课程思政网址：

<http://bkzl.cafuc.edu.cn/eol/jpk/course/layout/page/index.jsp?courseId=1358>

飞机电子电气系统课程思政网站截图：

飞机电子电气系统

中国民用航空飞行学院
课程思政示范课程
— 截止当前浏览456次 —

- 课程负责人情况
- 教学团队情况
- 课程描述
- 教学大纲
- 课件
- 授课教案
- 讲课录像
- 课程思政建设
- 课程思政申报书
- 政策措施

课件

名称	查看属性
第1章 概述	🔗
第2章 飞机电路控制与保护装置	🔗
第3章 飞机电源系统 1-4节	🔗
第3章 飞机电源系统 5-9节	🔗
第4章 飞机配电系统	🔗
第5章 飞机用电设备	🔗
第6章 电磁干扰及防护	🔗
第7章 通信的一般知识	🔗
第8章 无线电通信	🔗
第9章 机载通信设备	🔗
第10章 1仪表基础	🔗
第10章 陀螺知识1	🔗
第10章 陀螺知识2	🔗
第11章 全静压仪表及系统	🔗
第12章 测量飞机姿态的仪表	🔗
第13章 测量飞机航向的仪表(磁罗盘)	🔗
第13章 航向仪表	🔗
第14章 发动机仪表1	🔗
第14章 发动机仪表2	🔗