

# 第二批国家级一流本科课程申报书

## ( 线下课程 )

课程名称：飞机装配工艺学

专业类代码：0820

课程负责人：曹艳

联系电话：13991186375

申报学校：西安航空学院

填表日期：2021年05月15日

推荐单位：陕西省教育厅

中华人民共和国教育部制  
二〇二一年四月

## 填报说明

1.专业类代码指《普通高等学校本科专业目录（2020）》中的专业类代码（四位数字）。

2.以课程团 名义申报的，课程负责人为课程团 牵头人；以个人名义申报的，课程负责人为该课程主讲教师。团 主要成员一般为近 5 年内讲授该课程教师。

3.申报课程名称、所有团 主要成员 与教务系统中已完成的学期一致，并 截图上传教务系统中课程开设信息。

4.文中○为单 ； □可多 。

5.文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。

6.具有 伪标识的申报书及申报材料由推荐单位打印留存备查，国家级评审以网络提交的电子版为准。

7.涉密课程或不能公开个人信息的涉密人员不得参与申报。

## 一、课程基本信息

课程名称	飞机装配工艺学	是否曾被推荐	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否																														
课程负责人	曹艳																																
负责人所在单位	西安航空学院																																
课程编码+ 课编码 (教务系统中的编码)	B0811050																																
课程分类	<input type="radio"/> 通识课 <input type="radio"/> 公共基础课 <input checked="" type="radio"/> 专业课																																
	<input type="checkbox"/> 思想政治理论课 <input type="checkbox"/> 创新创业教育课 <input type="checkbox"/> 教师教育课 <input type="checkbox"/> 实验课																																
课程性质	<input checked="" type="radio"/> 必修 <input type="radio"/> 选修																																
开课年级	大三																																
向专业	飞行器制造工程																																
学 时	48																																
学 分	3																																
先修(前序)课程名称	飞行器制造专业导论、机械设计、飞机结构与系统、飞行器制造认识实习、计算机辅助飞机制造 A																																
后续课程名称	飞机钣金铆接实习、飞行器制造工程生产实习、飞机装配课程设计、毕业设计																																
主要教材	飞机装配工艺学, ISBN: 9787561243497, 薛红前, 西北工业大学出版社, 2014																																
	 <table border="1" data-bbox="619 1473 1310 1675"> <tr> <td>名称: 飞机装配工艺学</td> <td>ISBN: 9787561243497</td> </tr> <tr> <td>作者: 薛红前</td> <td>版次: 第1版</td> </tr> <tr> <td>参考价格: ¥25.00</td> <td>教材说明:</td> </tr> <tr> <td>出版社: 西北工业大学出版社</td> <td>出版年月: 2016-09</td> </tr> <tr> <td>教材类型: 默认</td> <td>获奖等级:</td> </tr> <tr> <td>是否自编: 否</td> <td>备注:</td> </tr> <tr> <td>生效时间: 2000-01-01 00:00</td> <td>失效时间:</td> </tr> </table>			名称: 飞机装配工艺学	ISBN: 9787561243497	作者: 薛红前	版次: 第1版	参考价格: ¥25.00	教材说明:	出版社: 西北工业大学出版社	出版年月: 2016-09	教材类型: 默认	获奖等级:	是否自编: 否	备注:	生效时间: 2000-01-01 00:00	失效时间:																
名称: 飞机装配工艺学	ISBN: 9787561243497																																
作者: 薛红前	版次: 第1版																																
参考价格: ¥25.00	教材说明:																																
出版社: 西北工业大学出版社	出版年月: 2016-09																																
教材类型: 默认	获奖等级:																																
是否自编: 否	备注:																																
生效时间: 2000-01-01 00:00	失效时间:																																
最近两期开课	2019年3月6日-2019年6月15日, 飞机装配工艺学, 教师曹艳																																
	<table border="1" data-bbox="608 1803 1374 1928"> <thead> <tr> <th>课程序号</th> <th>课程名称</th> <th>课程类别</th> <th>教学班</th> <th>周课时</th> <th>学分</th> <th>起止周</th> <th>授课语言</th> <th>考试类型</th> <th>上课人数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B0811050.01</td> <td>飞机装配工艺学</td> <td>必修课</td> <td>班名称: 飞行器制造2017</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1-12</td> <td></td> <td>考试</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>B0811050.02</td> <td>飞机装配工艺学</td> <td>必修课</td> <td>班名称: 飞行器制造2016</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1-12</td> <td></td> <td>考试</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>			课程序号	课程名称	课程类别	教学班	周课时	学分	起止周	授课语言	考试类型	上课人数	B0811050.01	飞机装配工艺学	必修课	班名称: 飞行器制造2017	4	3	1-12		考试	35	B0811050.02	飞机装配工艺学	必修课	班名称: 飞行器制造2016	4	3	1-12		考试	35
课程序号	课程名称	课程类别	教学班	周课时	学分	起止周	授课语言	考试类型	上课人数																								
B0811050.01	飞机装配工艺学	必修课	班名称: 飞行器制造2017	4	3	1-12		考试	35																								
B0811050.02	飞机装配工艺学	必修课	班名称: 飞行器制造2016	4	3	1-12		考试	35																								

	2020年2月24日-2020年6月20日，飞机装配工艺学，教师曹艳																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>课程序号</th> <th>课程名称</th> <th>课程类别</th> <th>教学班</th> <th>周课时</th> <th>学分</th> <th>起止期</th> <th>授课语言</th> <th>考试类型</th> <th>上课人数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B0811050.01</td> <td>飞机装配工艺学</td> <td>专业课</td> <td>班级：飞行器制造2119</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1-11,13</td> <td></td> <td>考试</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>B0811050.02</td> <td>飞机装配工艺学</td> <td>专业课</td> <td>班级：飞行器制造2120</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1-11,13</td> <td></td> <td>考试</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table>	课程序号	课程名称	课程类别	教学班	周课时	学分	起止期	授课语言	考试类型	上课人数	B0811050.01	飞机装配工艺学	专业课	班级：飞行器制造2119	4	3	1-11,13		考试	35	B0811050.02	飞机装配工艺学	专业课	班级：飞行器制造2120	4	3	1-11,13		考试	33
课程序号	课程名称	课程类别	教学班	周课时	学分	起止期	授课语言	考试类型	上课人数																						
B0811050.01	飞机装配工艺学	专业课	班级：飞行器制造2119	4	3	1-11,13		考试	35																						
B0811050.02	飞机装配工艺学	专业课	班级：飞行器制造2120	4	3	1-11,13		考试	33																						
最近两期学生人数	两学期共计 138 人																														

注：2020年春季学期，因受新冠肺炎疫情影响而用在线方式进行授课的，如符合教改设计理念并取得预期效果，可视为完成一个教学周期；教务系统截图至少包含课程编码、课程编码、开课时间、授课教师姓名等信息。

## 二、授课教师（教学团队）

课程团队主要成员（序号1为课程负责人，总人数限5人之内）								
序号	姓名	出生年月	单位	职务	职称	手机号码	电子邮箱	授课任务
1	曹艳	1967.04	西安航空学院	教师	高级工程师	13991186375	caoyan_85@163.com	课程牵头人、主讲教师
2	赵东平	1982.01	西安航空学院	教师	副教授	18092442812	zhaodongp@163.com	课程体系主讲教师
3	王战锋	1980.02	西安航空学院	教师	高级工程师	18191251919	chuchen_123@163.com	课程体系主讲教师
4	王博	1983.10	西安航空学院	教师	讲师	18729508710	wangbo4303@163.com	课程资源建设人员
课程负责人和团队其他主要成员教学情况（500字以内）								
（教学经历：近5年来在承担该课程教学任务、开展教学研究、获得教学奖励方的情况）								
1. 课程负责人近五年来承担学校主要教学任务：								
序号	课程名称	课程类别	周学时	届数	学生总人数			
1	飞机装配工艺学	专业必修课	4	6	550			
2	飞机装配课程设计	专业必修课	30	6	550			
3	现代航空制造概论	专业必修课	4	2	100			
5	本科毕业设计	专业必修课		6	40			
2. 团队教学研究情况：								



课题名称	来源	年限
《飞机装配工艺》精品资源共享课程建设	本校	2014
《飞机装配课程设计指导书》教材编写	本校	2019
《DELMIA 装配过程与生产系统仿真》教材编写	本校	2018
教育部产学研合作协同育人项目“飞机虚拟装配拆装工艺仿真实验”结题	教育部高等教育司	2018.01-2020.09

### 3. 获得的教学表彰/奖励

序号	获奖时间	获奖名称类别
1	2015 年	《飞机装配工艺》获省级精品资源共享课
2	2017 年	西安航空学院教学质量优秀奖（曹艳）
3	2019-2020 年	西安航空学院飞行器学院师德模范（曹艳）
4	2018 年	西安航空学院优秀实习指导教师（王博）
5	2019 年	“三面向、三平台、三融合”的航空类应用型人才培养模式探索与实践”获得校级教学成果一等奖（赵东平）
6	2019 年	全国三维数字化创新设计大赛，省级二等奖 国家制造业信息化培训中心、中国图学学会（赵东平）

## 三、课程目标（300 字以内）

（结合本校办学定位、学生情况、专业人才培养要求，具体描述学习本课程后应该达到的知识、能力水平）

（一）结合学校应用型本科及服务航空的办学定位，本课程目标为：

### 1. 满足飞机装配职业岗位专业能力需求

- (1) 运用飞机装配基础理论，设计飞机组部件装配工艺方案。
- (2) 针对装配连接工艺技术，分析典型技术问题并给出方案。
- (3) 针对组部件装配工艺，设计相应的装配工装。

### 2. 工程应用的过程方法

- (1) 应用 OBE 理念和专业思维方法，实践和反思飞机装配行业技术问题和解决方案。
- (2) 有效利用信息化手段，构建开放、多元、互动的教学环境，设计和组织基于工程认证内容的教学活动。

### 3. 航空工程行业价值观和素养

(1) 具备责任担当、贡献国家、服务社会的人文社会科学素养，理解并遵守航空工程职业道德和规范。

(2) 教学相长，知行合一，在教学活动中渗透科学精神、合作意识、职业认同感和家国情怀。

## 四、课程建设及应用情况（2000 字以内）

（本课程的建设发展历程，课程与教学改革要解决的点，今，课程内容与资源建设及应用情况，课程教学内容及组织实施情况，课程成绩评定方式，课程评价及改成效等情况）

### （一）课程历史沿革及取得成绩

西安航空学院于 2012 年由专科升级为普通本科院校，《飞机装配工艺学》是由专科《飞机装配工艺》课程沿革发展而来。

专科： 2011 年获省级精品课程

本科： 2015 年获省级精品资源共享课程

《飞机装配工艺学》作为本科飞行器制造工程专业核心课程，已连续开课 6 届学生，总计约 550 人。课程随着学校教学改革进程，本着学生为本、工程应用导向、不断完善课程体系和提高课程质量的理念，从问题出发有针对性地进行课程建设。

### （二）遇到的主要问题

1. 本科学生对职业岗位的期许与教师专业素养、环境及自身能力有落差，教师怎么办？
2. 课程教学体系有进阶式发展设计，但实际是串行教学模式，重复浪费有限课时，课程内容怎么处理？
3. 学生对专业课程学习的意愿需求有较大差异，教学组织实施过程如何面对？

### （三）课程与教学改革重点

#### 1. 升级师生理念思维，提高教师专业素养能力，解决学生的困惑不定问题

课程的基石是教师，教师首先要改革自己，以建设精品课程为推力，以行动促思维方式的改变，剔除惯性思维，以信念-价值观-能力-知识-技能为层次导向的教学理念，将人文社科与课程知识点交叉融合，知识素质有机融合，课堂有了温度和能量。

特别是借助 2017 年-2020 年学校本科评估时间段，以评促改，以评促建，调整课程结构需要的人才师资，引进博士和有工作经验的企业高级专业人才，强化理论分析及工程应用环节，提高课程教学整体水平。

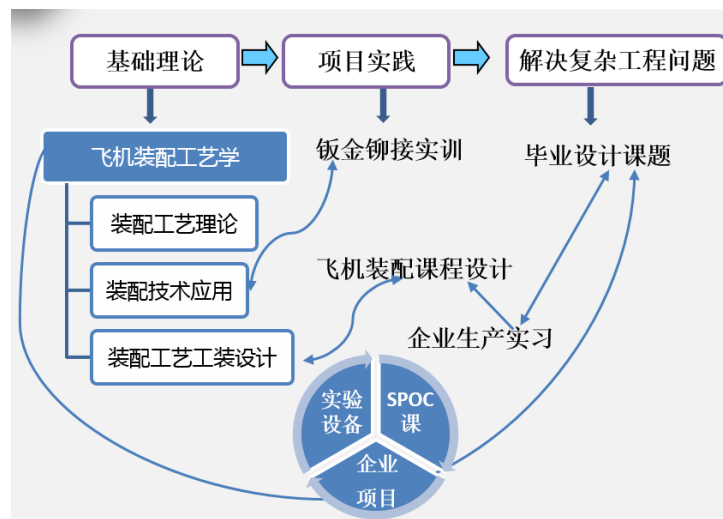
邀请组织行业专家给学生作技术报告、专业负责人根据就业数据和优秀学长案例激发学生专业兴趣、学生在航空企业实习的亲身体验及随堂的课程思政，逐步使学生形成对装

配职业的认同感和自我定位，同时理解了学为中心的内涵，知道自己该做什么，怎么做。

## 2. 将串行执行的课程体系重新规划改革，课程内容模块化、多样化，增强交叉融合可行性

将产业变革与课程体系建设紧密结合，校企合作提炼职业岗位学习需求，课程内容为学科知识加工作场所技能，课程体系遵照认知规律和能力培养目标划分为基础理论、项目实践与复杂工程问题解决三个部分进阶，《飞机装配工艺学》根据课程目标将专业能力达成内容划分为三个模块“装配技术基础”、“装配技术应用”、“装配工艺工装设计”，贯穿到整个进阶过程。

《飞机装配工艺学》课程模块与课程体系的交叉融合关系规划如下：



师生共建多样化、数字化的课程资源，体现学生中心，增强学生的主动性和自信心：

### 1) 课程资料的概念、平台、内容多样化

教材、图书、工程手册、期刊、专业网站资料、公众号、学长成果等

### 2) 与知识对应的工程案例和虚拟仿真课程资源建设

建设飞机机体典型组件、部件数学模型并进行虚拟仿真工艺设计和工装设计，创造条件进行实物制造。

### 3) 实验室开放项目规划实施

飞机结构实验室-飞机装配结构认知

飞机连接技术实验室-飞机装配型架结构设计

### 4) 专业课程体系 Spoc 课的建设利用

利用《飞机钣金铆接实习》Spoc 课实际操作部分，将装配连接工艺技术理论与实践结合，项目情景化学习。

### 5) 课程试题库建设

现有期末考试题、章节练习题、思考题、项目训练题等数十套。

## 3. 教学实施过程改革创新，主动面对学生的专业课程需求差异

目前大三学生对自身的毕业走向大致有三类规划，第一种直接就业，第二种期望进一步升入更高层次的高校读研，第三种准备放弃对口专业就业，灵活就业。不同的需要表现为课堂学习不同的理念态度，使得各类学生都能在课堂找到其特点，表现优势增强自信是教学实施的动力。

#### 1) 对话式学习教学设计-知识、思维、心灵对话

学生为中心的教学设计，充分了解学生的思想、专业现状和爱好。教师角色为站在学生背后一起前行的指导者，知与行合一，在课堂授课及课件里，都表现出教师的人文情感

#### 2) 学与思结合，从案例到解决方案的探析学习方法训练

以 OBE 工程产品成果导向理念，将飞机组件铆接装配项目纳入训练，过程分析、评价、创造，教学生如何做？如何学？如何思维？形成根据边界条件向目标转化的解决问题能力。

#### 3) 跟随产业先进理念技术，课堂知识举一反三，拓展视野激发创新

教材中未更新的先进制造理念技术，对相应知识点拓展更新，探究未来开阔脑洞。

4) 课前课中课后，适当利用数字化教学工具（QQ 群、雨课堂、腾讯课堂）让课程参与者互动沟通，允许个性化发展，提高整体学习质量。

### 4. 加强过程评价和多样化评价

加强过程评价:2017 年专业人才培养方案，《飞机装配工艺学》课程过程评价占 20%，期末考核占 80%；2019 年专业人才培养方案，《飞机装配工艺学》课程过程评价占 30%，期末考核占 70%；今后过程评价还将增加占比。

过程评价多样化表现：

#### 1) 学生课程学习过程经历分享

认可学生个体特点差异，鼓励表现特长，上课下分享学习思路、笔记和成果。

#### 2) 课程学习的讨论思考主动性

课堂思考题、讨论题的回答率和探索性，课下预习复习、内容分析的逻辑条理性。

#### 3) 章节测验题正确率

根据线上评分指标，小组互相评阅，共享班级成绩表，沟通促进整体学习氛围。

#### 4) 实践作业的工艺结构正确性

手工制作装配模型，利用专业设计软件 CATIA 建模仿真，理解装配结构的工艺性。

#### 5) 期末考试知识点掌握程度可追溯：

试题契合人才培养类型的学习效果评价，诊断改进有依据

### 5. 课程改革成效

1) 教师专业素养提高并融入情感教育，营造了和谐的师生关系，对学生的职业认同和价值观有积极影响，互相促进提高了教学质量。

2) 课程体系交叉融合,提高了课时利用率,发挥了专业核心课的作用,师生共建多样化课程内容资源,学生的主动性和自信心增强。

3) 以 OBE 工程产品成果导向的教学实施过程,契合课程目标达成,同时有兼顾了学生对课程需求的差异化。

## 五、课程特色与创新(500字以内)

(概述本课程的特色及教学改革创新点)

1. 专业核心课为主线的课程体系规划实施与培养目标有机契合,历史沿革悠久,支持学生能力有序实现。
2. 产业变革与课程内容融合,OBE 成果导向教学实施,从情景任务到解决方案的探析学习方法,即产业学院=心智发展+职业准备,以期达到知识学习与素质培养有机结合的专业人才培养目标。
3. 借助信息化技术和专业应用软件,以课程目标需求构建《飞机装配工艺学》课程教学资源,适应今后教育教学新模式。

## 六、课程建设计划(500字以内)

(今后五年课程的持续建设计划、要进一步解决的今,改方向和改进措施等)

1. 强化专业核心课程协同平台规划与模块化 Spoc 课建设
2. 基于 OBE 工程认证的拓展训练项目强化
3. 基于过程评价体系的可量化操作指标强化
4. 产学结合虚拟现实模块化内容的系列化

## 七、附件材料清单

### 1. 课程负责人和团 成员的 10 分 “说课” 视

[含课程概述、教学设计思路、教学环境（课堂或线上或实践）、教学方法、创新特色、教学效果评价与比较等。技术要求：分辨率 720P 及以上，MP4 格式，图像清晰稳定，声 清楚。视 中标注出 人姓名、单位，课程负责人出 时不得少于 3 分 。“说课”使用的语言及字幕为国家 用语言及文字。]

### 2. 教学设计样例说明

（提供一节代表性课程的完整教学设计和教学实施流程说明，尽可能细致地反映出教师的思考和教学设计，在文档中应提供不少于 5 张教学活动的图片。要求教学设计样例应具有较强的可读性，表述清晰流畅。课程负责人签字。）

### 3. 最近一学期的教学日历

（申报学校教务处盖章。）

### 4. 最近一学期的测 、考试（考核）及答案（成果等）

（申报学校教务处盖章。）

### 5. 最近两学期的学生成绩分布统计

（申报学校教务处盖章。）

### 6. 最近一学期的课程教案

（课程负责人签字。）

### 7. 最近一学期学生评教结果统计

（申报学校教务处盖章。）

### 8. 最近一次学校对课堂教学评价

（申报学校教务处盖章。）

### 9. 教学（课堂或实践）实录视

提供完整的一节课堂实录视 （标注课程内容、课程对象、上课时 以及上课地点，至少 40 分 。技术要求：分辨率 720P 及以上，MP4 格式，图像清晰稳定，声 清楚。教师必 出 ，视 中 标注教师姓名、单位；要有学生的头，并 告知学生可能出现在视 中，此视 会公开。少数民族语言视 国家 用语言字幕。）

### 10. 课程团 成员和课程内容政治审查意见

（申报课程 校党委负责对本校课程团 成员以及申报课程的内容进行政审，出具政审意见并加盖党委印章；团 成员涉及多校时，各校党委分别对本校人员出具意见； 校成员由其所在单位党组织出具意见。团 成员政审意见内容包括政治表现、是否存在违法违纪记录、师德师风 、学术不端、五年内是否出现过 大教学事故等 今；课程内容审查包括价值取向是否正确，对于我国政治制度以及党的理论、路线、方 、政策等理解和表述是否准确无误，对于国家主权、 土表述及标注是否准确，等等。）

### 11. 课程内容学术性评价意见

[由学校学术性组织（校教指委或学术委员会等），或相关 组织的相应学科专业 域专家（不少于 3 名）组成的学术审查小组，经一定程序评价后出具。由学术性组织盖章或学术审查小组全 专家签字。无统一格式要求。]

12. 其他材料，不超过 2 份（ 择性提供）

以上材料均可能在网上公开，请严格审查，确保不违反有关法律及保密规定。

# 《飞机装配工艺学》教学设计样例

## 知识点——飞机部件结合装配准确度

课程负责人：常艳

“飞机装配工艺学”是飞行器制造工程本科专业的核心专业课程，属于专业必修课，理论学时 48，共 3 学分。

### 1. OBE 成果导向理念-提炼学习课题

飞机装配工艺设计是本课程目标之一，在飞机部件装配及总装配过程中，部件对接结合分离面（接头）对飞机装配准确度有很大影响，接头的结构形式、配合关系等知识点学生理解往往不到位，是课程教学中的一个**重难点**。

**学习课题：**AG600 型水陆两栖飞机中翼与外翼是如何连接的？

### 2. 从概念到思考拓展-根据课题目标划分知识点

- 1) 飞机部件概念；
- 2) 飞机部件装配的技术目标；
- 3) 部件对接接头结构形式分类；（重点）
- 4) 叉耳式和凸缘式两种对接接头的结构和配合要求；（难点）
- 5) 拓展接头的外延，思考引伸出-任何结构装配都存在对接接头

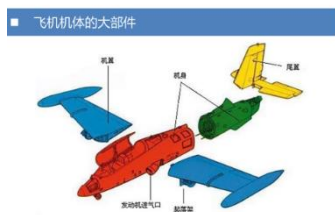
### 3. 教学过程组织



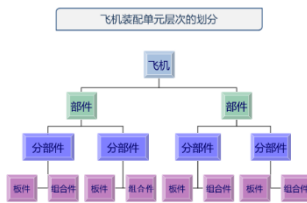
- 1) 问题化引入——由飞机总装-飞机装配过程阶段简介- 部件概念；
- 2) 案例情景化导入——由机身与机翼对接装配现场情景-分析装配对象和装配技术目标-叉耳式接头；
- 3) 装配虚拟仿真形式表现-叉耳接头结构形式和配合要求
- 4) 工程项目任务化导入——由机身分部件对接装配现场情景等，分析装配对象和装配技术目标-凸缘式接头；
- 5) 装配虚拟仿真形式表现-凸缘接头结构形式和装配过程；
- 6) 重点难点分析、讨论
- 7) 拓展提升-学思结合
- 8) 归纳总结、课下练习

## 4. 教学过程实施

- 1) 问题化引入：飞机机体是如何装配起来的？



部件概念



分析



应用

- 2) 案例情景化内容导入

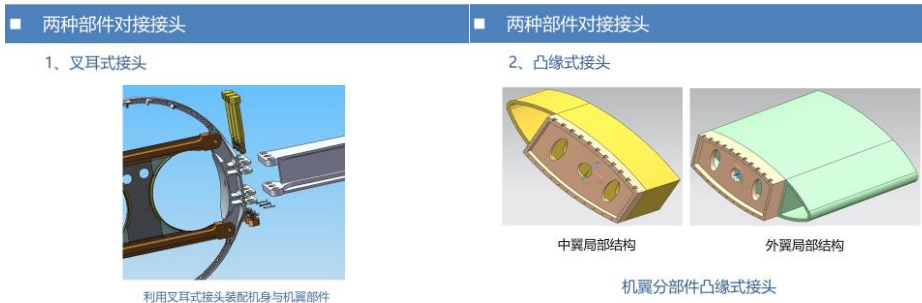


装配目标

工程应用

课题主角

### 3) 装配虚拟仿真形式表现



### 虚拟仿真资源表现接头工程应用

### 4) 重点难点分析讲解

二者之间装配结构有相像的地方吗？

两种部件对接接头

1、凸缘式接头

- 凸缘式对接接头配合要求

- 对接面之间的间隙偏差要求；
- 对接孔的同轴度偏差要求。

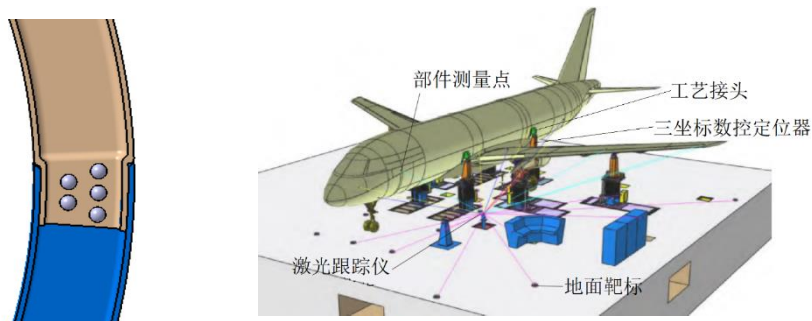
中机身两分部件对接装配

凸缘式联轴器

机翼分部件凸缘式对接接头

### 化繁为简联想简单通用结构，理解深层相同原理

### 5) 拓展提升，学思结合



传统钣金搭接接头

先进数字化装配定位工艺接头

从局部到整体——从部件接头理解到装配结构均有接头

从接头视角延伸到定位视角，融合应用至课程目标

5) 总结归纳，课下练习



课下答疑



学生讲解



学生学习笔记分享



QQ 群作业成果分享



实践作品评价

课程教学照片

# 国家线下一流本科课程申报课程教学日历 (2020)

申报学校 (盖章)



课程名称： 飞机装配工艺学

课程负责人： 曹艳

序号	日期	周次	讲次	学时 (分钟)	教学内容 (要点)	授课地点	学生人数	教学形式
1	2020.2.25	1	1	2 (90分钟)	飞机装配工艺概论	居住地	35	线上讲授
2	2020.2.28	1	2	2	1.1 飞机的基本结构及分解	居住地	35	线上讲授、讨论
3	2020.3.03	2	3	2	1.2 飞机装配工艺基准	居住地	35	线上讲授、讨论
4	2020.3.06	2	4	2	1.3 飞机装配的定位特点和方法	居住地	35	线上讲授、讨论
5	2020.3.10	3	5	2	1.4 装配工艺过程设计	居住地	35	线上讲授、讨论
6	2020.3.13	3	6	2	2.1 飞机装配准确度的基本概念和要求	居住地	35	线上讲授、讨论
7	2020.3.17	4	7	2	2.2 提高装配准确度的补偿方法	居住地	35	线上讲授、讨论
8	2020.3.20	4	8	2	3.1 互换协调的概念和应用	居住地	35	线上讲授、讨论
9	2020.3.24	5	9	2	3.2 保证互换协调的基本方法	居住地	35	线上讲授、讨论
10	2020.3.27	5	10	2	4.1 装配型架的构造和用途	居住地	35	线上讲授、讨论
11	2020.3.31	6	11	2	4.2 型架构造中的定位件和夹紧件	居住地	35	线上讲授、讨论
12	2020.4.03	6	12	2	5. 装配型架的安装	居住地	35	线上讲授、讨论
13	2020.4.07	7	13	2	6.1 普通铆接工艺	居住地	35	线上讲授、讨论
14	2020.4.10	7	14	2	6.2 密封铆接工艺	居住地	35	线上讲授、讨论

15	2020.4.14	8	15	2	6.3特种铆接工艺	居住地	35	线上讲授、讨论
16	2020.4.17	8	16	2	7.1复合材料特点及结构成型工艺	居住地	35	线上讲授、讨论
17	2020.4.21	9	17	2	7.2复合材料机械连接技术	居住地	35	线上讲授、讨论
18	2020.4.24	9	18	2	8.1胶接技术特点、机理及应用	居住地	35	线上讲授、讨论
19	2020.4.28	10	19	2	8.2胶接工艺过程	居住地	35	线上讲授、讨论
20	2020.5.05	11	20	2	8.3蜂窝夹层结构的胶接	居住地	35	线上讲授、讨论
21	2020.5.08	11	21	2	9.飞机结构焊接技术	居住地	35	线上讲授、讨论
22	2020.5.12	12	22	2	10.飞机部件装配与总装配	居住地	35	线上讲授、讨论
23	2020.5.15	12	23	2	11.飞机装配工艺设计应用	教室D1130	32	线下讲授、练习
24	2020.5.19	13	24	2	12.装配型架设计应用	教室D1130	32	线下讲授、练习
25	2020.5.22	13	25	2	复习	教室D1130	35	线下讲授，总结归纳





2019~2020 学年第 2 学期期末考试

飞机装配工艺学 试卷 A

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分	总分人
得分										
阅卷人										

适用班级：飞行器制造工程 2019、2020

得分	
----	--


一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

- 机体结构上可拆卸的连接方式有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等，其结构之间的分离面称为\_\_\_\_\_分离面。
- 装配型架骨架的常见结构形式有框架式、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_等。
- 飞机装配长寿命可靠先进连接技术，主要有自动铆接技术、\_\_\_\_\_技术和\_\_\_\_\_技术等。
- 飞机装配工艺常用定位方法有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、装配孔定位法和装配型架定位法，其中\_\_\_\_\_定位法的适用范围最广。
- 与以骨架为基准的装配结构相比较，以蒙皮外形为基准的装配结构中往往多了一个称为\_\_\_\_\_的结构件。
- 铆接成组铆钉时，一般对边距的要求是\_\_\_\_\_铆钉直径。
- 飞机装配协调的内容是指工艺装备与工艺装备之间、\_\_\_\_\_之间及\_\_\_\_\_之间的协调。

- 一般提高柔性装配型架“柔性”的方式有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 飞机装配结构承力较大部位上常用两种特种螺栓，分别是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 胶接装配时，胶层的厚度应当\_\_\_\_\_。

得分	
----	--

二、单项选择题（每题 1 分，共 15 分）

- ( ) 利用坐标装配孔定位时，每个构件上的装配孔数量不应少于几个？  
A. 1 个      B. 2 个      C. 3 个
- ( ) 在大梁与蒙皮对合面处设计允许加垫片，以消除装配时积累的间隙误差，这种补偿方法属于：  
A. 设计补偿      B. 工艺补偿      C. 连接补偿
- ( ) 前机身与后机身装配的同轴度，一般可以通过装配准确度那项指标来检查？  
A. 剪刀差      B. 阶差      C. 表面平滑度
- ( ) 钛合金铆钉由于其硬度高塑性差，锤铆时常用的方法是：  
A. 采用热铆工艺      B. 增加顶铁重量      C. 加大锤击力
- ( ) 机体胶接结构根据受力情况，将胶接接头强度由强到弱排序为：  
A. 剪切、剥离、劈裂      B. 劈裂、剪切、剥离      C. 剪切、劈裂、剥离
- ( ) 下图所示胶接接头结构形式，承受外载荷能力最强的是：  

- ( ) L 型截面的复合材料长桁结构，适合采用下列哪种方法成形。

# 西安航空学院课程考试试卷

A. 热膨胀成形法      B. 金属模压法      C. 缠绕成形法

8. ( ) 复合材料与高强度结构钢相比较, 所具备的特点是:

A. 对裂纹敏感度低      B. 比强度低      C. 低温性能好

9. ( ) 解决复合材料紧固件拉脱强度低的问题, 有效的措施是:

A. 加大紧固件底角      B. 增加垫片      C. 增加紧固件数量

10. ( ) 厚度相差较大的两个零件不适合采用哪种方式连接?

A. 铆接      B. 胶接      C. 点焊

11. ( ) 板件先焊后胶的连接工艺, 焊缝内金属的防腐靠什么实现?

A. 铆钉      B. 胶层      C. 焊点

12. ( ) 装配型架卡板的两个端头, 一般情况下:

A. 两端都是固定的      B. 两端都是活动的      C. 一端是固定的, 一端是活动的

13. ( ) 机械连接复合材料构件时, 通常选用与其电位相近的:

A. 钛合金紧固件      B. 铝合金紧固件      C. 结构钢紧固件

14. ( ) 目前安装装配型架较先进的方法是:

A. 利用光学仪器安装型架      B. 利用标准样件安装型架      C. 利用 IGPS 测量系统安装型架

15. ( ) 飞机结构特点决定了飞机装配中首先要保证协调, 且互换协调的关系是:

A. 互换一定协调      B. 协调一定互换      C. 互换不一定协调

得分

## 三、判断题 (每题 1 分, 共 15 分)

1. ( ) 飞机部件合理划分为板件, 在装配工作中可以改善劳动条件, 便于机械化操作。

2. ( ) 飞机结构工艺刚度低, 所以装配时常采用超六点定位方法。

3. ( ) 机身部件与机翼部件之间相对位置的准确度不影响机体外形的空气动力性能。( )

4. ( ) 密封铆接的施工期是指密封胶配好后到涂覆所允许的最长时间。

5. ( ) 胶接工艺中, 预装配工序主要是为了检查零件间的协调关系和胶接面的贴合程度。

6. ( ) 板件胶接的粘附破坏发生在胶接接头内聚力小于粘附力的情况。

7. ( ) 正六边形蜂窝夹芯结构, 适合用拉伸法制造。

8. ( ) 在复合材料结构件上钻孔时, 若钻头出口端出现分层, 原因可能是快钻透时进给量偏小。

9. ( ) 能够整体成形, 减少机体零件数量, 是复合材料工艺性好的重要体现。

10. ( ) 两个相互配合零件的同名尺寸若要取得协调, 它们的尺寸传递过程之间必然存在一定的联系。

11. ( ) 飞机成批生产阶段比研制阶段, 所使用的专用装配型架数量少、结构相对复杂。

12. ( ) 装配型架的安装工作十分重要, 因为型架的准确度, 往往取决于型架安装的准确度。

13. ( ) 结构模线是飞机部件某个切面 1: 1 的结构装配图。

14. ( ) 飞机制造中使用的样板是一种平面量具。

15. ( ) 点焊件的接头形式一般为搭接。

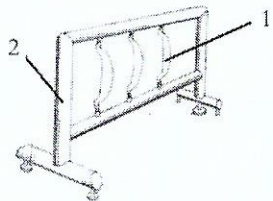


得分	
----	--

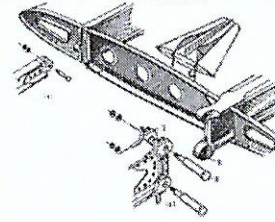
### 四、问答题（4 小题，共 30 分）

1. 列举两种飞机机体常见组件装配体案例，说明组件铆接装配工艺过程主要分为哪三个阶段？有何主要工艺特点？（7 分）

2. 装配型架是飞机装配工艺装备数量较多的一种，装配型架一般是由哪四部分组成的？型架平板与工作梯分别属于哪个部分？请写出下图所示壁板装配型架各序号所代表的组成结构名称。（8 分）

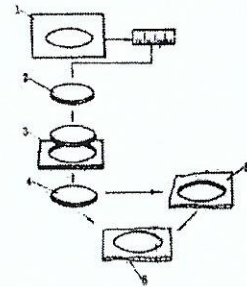


3. 飞机部件对接装配时常见的对接接头有那几种？下图机翼与机身对接采用的是那种接头？其主要配合要求有哪些？（6 分）



4. 蒙皮与长桁胶接，影响其接头强度的主要因素有哪些？提高其胶接强度的工艺措施有哪些？（5 分）

5. 下图表示了蒙皮和口盖的生产协调路线，写出一般飞机生产中保证协调准确度使用三种原则，并说明下图采用了哪一种原则？（4 分）





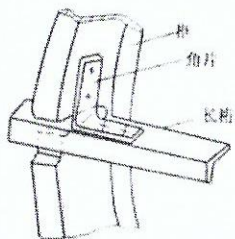
# 西安航空学院课程考试试卷

得分	
----	--

## 五、综合应用题（3 小题，共 20 分）

1. 若用直径 4mm 的铝合金半圆头铆钉进行铆接，夹层厚度为 15mm，简要写出铆接工艺步骤，并计算所需要的铆钉长度。（5 分）

2. 图示为壁板的骨架结构，请根据下表要求填写骨架铆接装配工艺两种方案的技术内容。（9 分）



以骨架为基准			
角片为基准工件时		角片为补偿件时	
装配顺序 (零件名)	定位方法	装配顺序 (零件名)	定位方法

3. 锤铆过程中会产生一些铆接缺陷，请根据下表所列具体缺陷现象结构，分析得出产生缺陷的三种原因。（6 分）

缺陷现象名称	缺陷结构	产生原因
钉杆歪斜		
铆钉头周围有帽缘		

2019~2020 学年第 2 学期期末考试

飞机装配工艺学 试卷 A

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分	总分人
得分										
阅卷人										

适用班级：飞行器制造工程 2019、2020

得分	
----	--

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

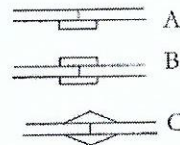
- 机体结构上可拆卸的连接方式有螺栓连接和铰链连接件等，其结构之间的分离面称为设计分离面。
- 装配型架骨架的常见结构形式有框架式、组合式、分散式及整体底座式等。
- 飞机装配中长寿可靠先进连接技术，主要有自动铆接技术、电磁铆接技术和干涉连接技术等。
- 飞机装配工艺常用定位方法有划线定位法、基准件定位法、装配孔定位法和装配型架定位法，其中装配型架定位法的适用范围最广。
- 与以骨架为基准的装配结构相比较，以蒙皮外形为基准的装配结构中往往多了一个称为补偿件的结构件。
- 铆接成组铆钉时，一般对边距的要求是大于等于 2 倍铆钉直径。
- 飞机装配协调的内容是指工艺装备与工艺装备之间、工艺装备与工件之间及工件与工件之间的协调。

- 柔性装配型架应用越来越广泛，一般提高装配型架“柔性”的方式 拼装型架方式 和 可卸定位件方式。
- 飞机装配结构承力较大的部位上常用到两种特种螺栓，分别是高锁螺栓和锥形螺栓。
- 胶接装配时，胶层的厚度应当薄而均匀。

得分	
----	--

二、单项选择题（每题 1 分，共 15 分）

- ( B ) 利用坐标装配孔定位时，每个构件上的装配孔数量不应少于几个？  
A. 1 个      B. 2 个      C. 3 个
- ( A ) 在大梁与蒙皮对合面处设计允许加垫片，以消除装配时积累的间隙误差，这种补偿方法属于：  
A. 设计补偿      B. 工艺补偿      C. 连接补偿
- ( B ) 前机身与后机身装配的同轴度，一般可以通过装配准确度那项指标来检查？  
A. 剪刀差      B. 阶差      C. 表面平滑度
- ( A ) 钛合金铆钉由于其硬度高塑性差，锤铆时常用的方法是：  
A. 采用热铆工艺      B. 增加顶铁重量      C. 加大锤击力
- ( C ) 机体胶接结构根据受力情况，将胶接接头强度由强到弱排序为：  
A. 剪切、剥离、劈裂      B. 劈裂、剪切、剥离      C. 剪切、劈裂、剥离
- ( C ) 下图所示胶接接头结构形式，承受外载荷能力最强的是：



# 西安航空学院课程考试试卷

7. ( C ) L型截面的复合材料长桁结构, 适合采用下列哪种方法成形。  
A. 热膨胀成形法      B. 金属模压法      C. 缠绕成形法
8. ( A ) 复合材料与高强度结构钢相比较, 所具备的特点是:  
A. 对裂纹敏感度低      B. 比强度低      C. 低温性能好
9. ( A ) 解决复合材料紧固件拉脱强度低的问题, 有效的措施是:  
A. 加大紧固件底角      B. 增加垫片      C. 增加紧固件数量
10. ( C ) 厚度相差较大的两个零件不适合采用哪种方式连接?  
A. 铆接      B. 胶接      C. 点焊
11. ( B ) 板件先焊后胶的连接工艺, 焊缝内金属的防腐靠什么实现?  
A. 铆钉      B. 胶层      C. 焊点
12. ( C ) 装配型架卡板的两个端头, 一般情况下:  
A. 两端都是固定的      B. 两端都是活动的      C. 一端是固定的, 一端是活动的
13. ( A ) 机械连接复合材料构件时, 通常选用与其电位相近的:  
A. 钛合金紧固件      B. 铝合金紧固件      C. 结构钢紧固件
14. ( C ) 目前安装装配型架较先进的方法是:  
A. 利用光学仪器安装型架      B. 利用标准样件安装型架      C. 利用 IGPS 测量系统安装型架
15. ( A ) 飞机结构特点决定了飞机装配中首先要保证协调, 且互换协调的关系是:  
A. 互换一定协调      B. 协调一定互换      C. 互换不一定协调

得分

## 三、判断题 (每题 1 分, 共 15 分)

1. ( √ ) 飞机部件合理划分为板件, 在装配工作中可以改善劳动条件, 便于机

械化操作。

2. ( √ ) 飞机结构工艺刚度低, 所以装配时常采用超六点定位方法。
3. ( × ) 机身部件与机翼部件之间相对位置的准确度不影响机体外形的空气动力性能。( )
4. ( √ ) 密封胶接的施工期是指密封胶配好后到涂覆所允许的最长时间。
5. ( √ ) 胶接工艺中, 预装配工序主要是为了检查零件间的协调关系和胶接面的贴合程度。
6. ( × ) 板件胶接的粘附破坏发生在胶接接头内聚力小于粘附力的情况。
7. ( × ) 正六边形蜂窝夹芯结构, 适合用拉伸法制造。
8. ( √ ) 在复合材料结构件上钻孔时, 若钻头出口端出现分层, 原因可能是快钻透时进给量偏小。
9. ( √ ) 能够整体成形, 减少机体零件数量, 是复合材料工艺性好的重要体现。
10. ( √ ) 两个相互配合的零件的同名尺寸若要取得协调, 它们的尺寸传递过程之间必然存在一定的联系。
11. ( × ) 飞机成批生产阶段比研制阶段, 所使用的专用装配型架数量少、结构相对复杂。
12. ( √ ) 装配型架的安装工作十分重要, 因为型架的准确度, 往往取决于型架安装的准确度。
13. ( √ ) 结构模线是飞机部件某个切面 1: 1 的结构装配图。
14. ( √ ) 飞机制造中使用的样板是一种平面量具。
15. ( √ ) 点焊件的接头形式一般为搭接。



# 西安航空学院课程考试试卷

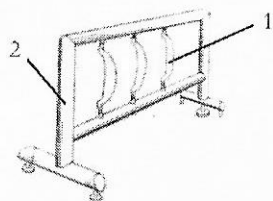
得分	
----	--

## 四、问答题（4 小题，共 30 分）

1. 列举两种飞机机体结构常见组件装配体案例，组件铆接装配工艺过程主要分为哪三个阶段？有何主要工艺特点？（7 分）

答：1) 常见组件有翼肋、隔框、大梁、壁板等（2 分）；2) 组件装配工艺过程主要分为零件的定位及定位铆接；钻孔、镗窝和铆接、补充铆接及安装工作三个阶段。（3 分）；3) 工艺特点有装配的开敞性好；可采用自动化铆接；绝大多数与气动外形有关，外形要求较高；要有足够刚度，保证铆接后变形小；有些部位要求良好的密封性；有些部位带对接接头，准确度高。（2 分）

2. 装配型架是飞机装配工艺装备数量较多的一种，装配型架一般是由那四部分组成的？型架平板与工作梯分别属于哪个部分？请写出下图所示壁板装配型架各序号所代表的组成结构名称。（8 分）

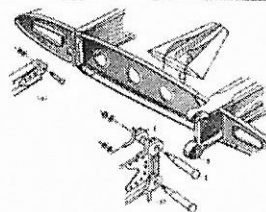


答：1) 装配型架一般由骨架、定位件、夹紧件和辅助装配四部分组成（4 分）；2)

型架平板属于定位件，工作梯属于辅助装置（2 分）；3) 1 定位件，2 骨架。（2 分）

3. 飞机部件对接装配时常见的对接接头有那几种？下图机翼与机身对接采用的是那种接头？其主要配合要求有哪些？（6 分）

答：1) 部件对接接头有叉耳式接头、凸缘式接头、铰链式接头等；（3 分）2) 图为叉耳式接头；（1 分）3) 叉耳式接头配合要求有：沿耳宽方向叉耳之间的间隙偏差要求和对接孔的同轴度偏差要求。（2 分）

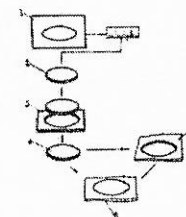


4. 蒙皮与长桁胶接，影响其接头强度的主要因素有哪些？提高其胶接强度的工艺措施有哪些？（5 分）

答：1) 影响其接头强度的主要因素有：胶粘剂的性质；被粘材料表面的胶接特性；接头设计、接头成型工艺；周围环境应力等。（3 分）2) 提高其胶接强度的工艺措施有：加大胶接面积；提高边缘零件的刚度；采用补铆少量铆钉或点焊。（2 分）

5. 下图表示了蒙皮和口盖的生产协调路线，写出一般飞机生产中保证协调准确度使用三种原则，并说明下图采用了哪一种原则？（4 分）

答：1) 相互联系原则、相互修配原则、独立制造原则（3 分）；2) 图示为相互修配原则（1 分）



得分	
----	--

## 五、综合应用题（3 小题，共 20 分）

1. 若用直径 4mm 的铝合金半圆头铆钉进行铆接，夹层厚度为 15mm，简要写出铆接工艺步骤，并计算所需要的铆钉长度。（5 分）

答：铆接工艺步骤：制孔、放铆钉、铆接。（1.5 分）

已知  $\Sigma \delta = 15\text{mm}$ ， $d = 4\text{mm}$ （1 分）

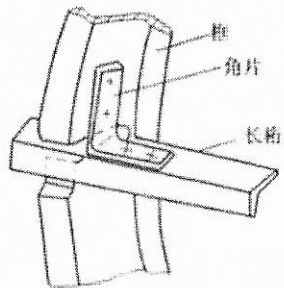
按公式计算铆钉长度  $L = 1.3d + S$ （1 分）

$L = 1.3d + S = 1.3 \times 4 + 15 = 20.2\text{ (mm)}$ （1 分）

## 西安航空学院课程考试试卷

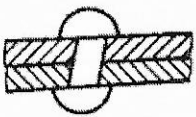
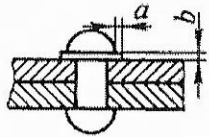
答 铆钉长度应为 20 mm。(0.5 分)

2. 图示为壁板骨架结构，请根据下表要求填写骨架铆接装配工艺两种方案的技术内容。(9 分)



以骨架为基准			
角片为基准工件时		角片为补偿件时	
装配顺序(零件名)(3分)	定位方法(1.5分)	装配顺序(零件名)(3分)	定位方法(1.5分)
框(或长桁)	型架定位	框(或长桁)	型架定位
角片	装配孔定位(或基准件定位)	长桁(或框)	基准件定位(或型架定位)
长桁(或框)	基准件定位	角片	基准件定位

3. 锤铆过程中会产生一些铆接缺陷，请根据下表所列具体缺陷现象结构，分析得出产生缺陷的三种原因。(6 分)

缺陷现象名称	缺陷结构	产生原因
钉杆歪斜		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铆枪与板件不垂直</li> <li>2. 钉孔歪斜</li> <li>3. 铆枪压缩空气压力过大</li> </ol>
铆钉头周围有帽缘		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 孔杆过长</li> <li>2. 铆接时间太长</li> <li>3. 罩铆直径太小</li> </ol>



## 西安航空学院试卷及成绩分析表 (试卷类)

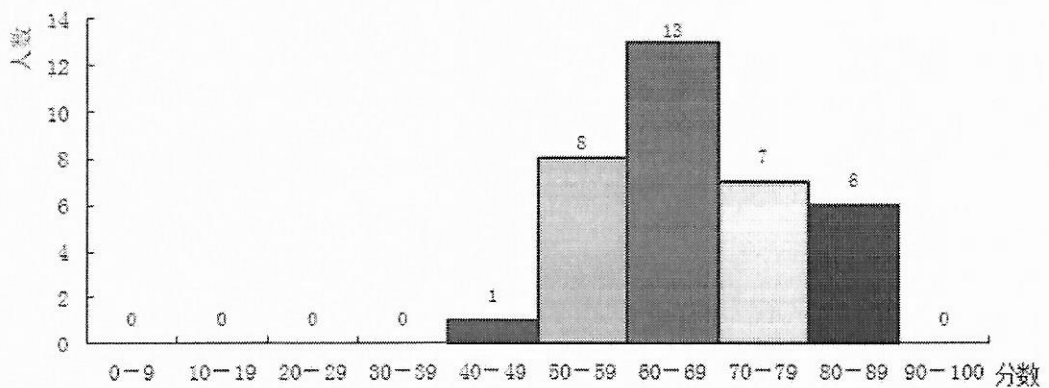
2018-2019 学年第 2 学期      开课单位: 飞行器学院

课程性质: <input checked="" type="checkbox"/> 必修, <input type="checkbox"/> 选修		课程名称: 飞机装配工艺学																																							
任课教师: 曹艳		班级: 飞行器制造工程 2016																																							
考试时间: 2019. 5. 23																																									
试卷来源: <input checked="" type="checkbox"/> 命题 <input type="checkbox"/> 题库 <input type="checkbox"/> 其它		卷别: <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		考核方式: <input checked="" type="checkbox"/> 闭卷 <input type="checkbox"/> 开卷 <input type="checkbox"/> 其它																																					
卷面质量分析	考题要求	基本知识	理解分析	综合运用	合计																																				
	分值	50%	26%	24%	100																																				
1、试卷出错: <input type="checkbox"/> 无 <input checked="" type="checkbox"/> 有: 原理性错误(图表、数据等) <u>  0  </u> 处, 一般性错误 <u>  1  </u> 处。																																									
命题质量分析	<p>(1) 试题与课程教学大纲的契合度较高, 试题考核知识点分布覆盖教学大纲 90% 以上要求。试题总量适当, 在规定的 120 分钟考试时间内, 大多数学生在 100 分钟左右完成。</p> <p>(2) 试题设计的主、客观题比例基本符合要求, 综合性、应用性的主观题所占比例为 40%。各种题型的分数分配与课程大纲基本符合, 测试基本内容、综合应用的试题比重基本符合要求, 创新内容没有体现。</p> <p>(3) 试题本身的难度、深度与教学大纲、人才培养方案要求相符, 考查了学生对知识的掌握程度, 也考核了学生实际应用的能力。</p> <p>(4) A、B 两套试卷试题重复率不超过 15%, 同时与近 3 年使用过的试卷重复率不超过 10%, 符合学校要求。</p>																																								
教学效果分析	<p>1. 试题类型及分布</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>题型</th> <th>(一) 填空</th> <th>(二) 选择</th> <th>(三) 判断</th> <th>(四) 问答</th> <th>(五) 综合应用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>分数</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 各题得分率</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>题号</th> <th>一</th> <th>二</th> <th>三</th> <th>四</th> <th>五</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>得分率</td> <td style="text-align: center;">0.6</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">0.6</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 成绩概况</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>最高分</th> <th>85</th> <th>最低分</th> <th>42</th> <th>平均分</th> <th>67.46</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>试卷难度</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">0.33 (试卷难度=1-全体学生平均分/试卷满分)</td> </tr> </tbody> </table>					题型	(一) 填空	(二) 选择	(三) 判断	(四) 问答	(五) 综合应用	分数	30	15	15	25	15	题号	一	二	三	四	五	得分率	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8	最高分	85	最低分	42	平均分	67.46	试卷难度	0.33 (试卷难度=1-全体学生平均分/试卷满分)				
题型	(一) 填空	(二) 选择	(三) 判断	(四) 问答	(五) 综合应用																																				
分数	30	15	15	25	15																																				
题号	一	二	三	四	五																																				
得分率	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8																																				
最高分	85	最低分	42	平均分	67.46																																				
试卷难度	0.33 (试卷难度=1-全体学生平均分/试卷满分)																																								

4. 成绩分布统计表

成绩	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-100
人数	0	0	0	0	1	8	13	7	6	0
比例	25.7%						37.1%	20.0%	17.1%	0%

5. 成绩分布直方图



(1) 学生课程卷面成绩分布状况基本合理，不同分数段的学生人数及比例见上表，其中占比最高的学生成绩在 60-69 分，占比 37%，平均成绩偏低，失分点主要在知识的理解分析及归纳整理上，例如装配体归类及工艺特点分析等，今后教学过程，还要加强课上课下思维方式引导和分析方法引导。

(2) 课程涉及的飞机装配基础知识点学生基本掌握，装配工艺设计与装配工艺装备设计知识点还有不少同学未掌握。目前装配基础知识模块有飞机结构实验室现场支持，学生体验学习的效果较好，课程今后还要在教学环境和教学方法上增加体验学习环节，加强现场教学和虚拟仿真项目教学内容建设。

学风分析

该班学生平时上课出勤率高、课下作业也都能够完成，但整体思维不够开阔，研讨性的问题有少部分同学参与热情高，有一定的积极影响，上课教师需要进一步了解学生的思想和兴趣，改善课程教学方法，教师还可以在学生团队合作方面加强引导，促使把课程当任务完成的学生也积极探索，从根本分析，学生的人生理念还没有确立，解决问题的方法途径较少，遇到难题容易懈怠与退缩，要改善需要整个氛围的影响和上课教师的积极推进。



存在的问题及改进措施	<p>通过试卷和成绩分析得出：教学环节还应引导学生形成正确的理念与思维，方式方法上加强体验学习环境；考核环节，加强对过程的考核评价，形成适应工程应用毕业目标的评价指标；卷面设计上，问答题还是要留出答题空白，避免卷面不整洁；试卷命题方面，课程组根据课程大纲和学生学习情况，逐步建设从基础认知到能力考核的试题库，在整个课程教学过程中有目标地练习。</p>
任课教师（签字）： <u>李艳</u> 教研室主任（签字）： <u>赵安平</u> <u>2019</u> 年 <u>6</u> 月 <u>5</u> 日	

注：表中使用的字符 ，选中的用 ，未选中的用 。红色的说明文字请删除



## 西安航空学院试卷及成绩分析表 (试卷类)

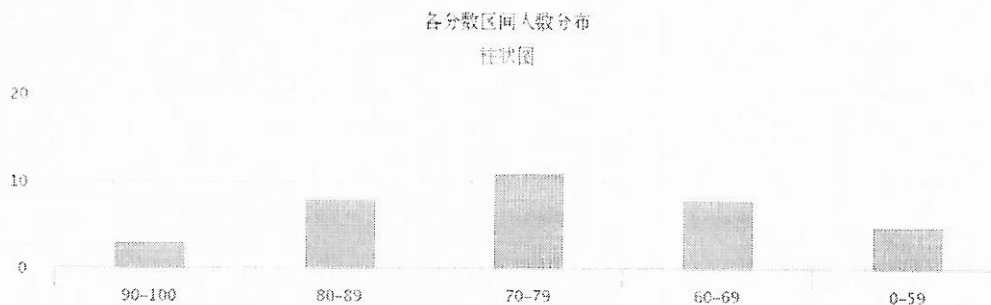
2019-2020 学年第 2 学期 开课单位: 飞行器学院

课程性质: <input checked="" type="checkbox"/> 必修, <input type="checkbox"/> 选修		课程名称: 飞机装配工艺学																																			
任课教师: 曹艳		班级: 飞行器制造工程 2119																																			
考试时间: 2020.6.16																																					
试卷来源: <input checked="" type="checkbox"/> 命题 <input type="checkbox"/> 题库 <input type="checkbox"/> 其它		卷别: <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		考核方式: <input checked="" type="checkbox"/> 闭卷 <input type="checkbox"/> 开卷 <input type="checkbox"/> 其它																																	
卷面 质量 分析	考题要求	基本知识	理解分析	综合运用	合计																																
	分值	49%	24%	27%	100																																
1、试卷出错: <input type="checkbox"/> 无 <input checked="" type="checkbox"/> 有: 原理性错误(图表、数据等) <u>0</u> 处, 一般性错误 <u>1</u> 处。																																					
命题 质量 分析	<p>(1) 试题与课程教学大纲的契合度较高, 试题考核知识点分布覆盖教学大纲 95%以上要求。试题总量适当, 在规定的 120 分钟考试时间内, 大多数学生在 90 分钟左右完成。</p> <p>(2) 试题设计的主、客观题比例符合要求, 综合性、应用性的主观题所占比例约为 50%。各种题型的分数分配与课程大纲符合度较高, 测试分析理解、综合应用的试题与课程目标统一, 创新内容基本没有体现。</p> <p>(3) 试题本身的难度、深度与教学大纲、人才培养方案要求相符, 考查了学生对知识的掌握程度, 也考核了学生综合应用的能力。</p> <p>(4) A、B 两套试卷试题重复率不超过 15%, 同时与近 3 年使用过的试卷重复率不超过 10%, 符合学校要求。</p>																																				
教学 效果 分析	<p>1. 试题知识点及平均得分率统计</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">知识点</th> <th style="width: 15%;">飞机装配基础</th> <th style="width: 15%;">飞机装配的准确度</th> <th style="width: 15%;">铆接和铆接结构装配</th> <th style="width: 15%;">胶接和胶接结构装配</th> <th style="width: 15%;">复合材料结构成型及连接技术</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均得分率</td> <td style="text-align: center;">75.99%</td> <td style="text-align: center;">72.32%</td> <td style="text-align: center;">62.76%</td> <td style="text-align: center;">69.12%</td> <td style="text-align: center;">77.71%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">知识点</th> <th style="width: 15%;">点焊和胶焊结构装配</th> <th style="width: 15%;">飞机部件装配及总装配</th> <th style="width: 15%;">飞机装配型架的设计</th> <th style="width: 15%;">飞机装配型架的安装</th> <th style="width: 15%;">飞机制造中保证互换性的方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均得分率</td> <td style="text-align: center;">86.43%</td> <td style="text-align: center;">64.90%</td> <td style="text-align: center;">80.33%</td> <td style="text-align: center;">95.71%</td> <td style="text-align: center;">73.93%</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 成绩概况</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">最高分</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">92</td> <td style="width: 10%;">最低分</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">55</td> <td style="width: 10%;">平均分</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">73.91</td> <td style="width: 10%;">卷面及格率</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">85.71%</td> </tr> </table>					知识点	飞机装配基础	飞机装配的准确度	铆接和铆接结构装配	胶接和胶接结构装配	复合材料结构成型及连接技术	平均得分率	75.99%	72.32%	62.76%	69.12%	77.71%	知识点	点焊和胶焊结构装配	飞机部件装配及总装配	飞机装配型架的设计	飞机装配型架的安装	飞机制造中保证互换性的方法	平均得分率	86.43%	64.90%	80.33%	95.71%	73.93%	最高分	92	最低分	55	平均分	73.91	卷面及格率	85.71%
知识点	飞机装配基础	飞机装配的准确度	铆接和铆接结构装配	胶接和胶接结构装配	复合材料结构成型及连接技术																																
平均得分率	75.99%	72.32%	62.76%	69.12%	77.71%																																
知识点	点焊和胶焊结构装配	飞机部件装配及总装配	飞机装配型架的设计	飞机装配型架的安装	飞机制造中保证互换性的方法																																
平均得分率	86.43%	64.90%	80.33%	95.71%	73.93%																																
最高分	92	最低分	55	平均分	73.91	卷面及格率	85.71%																														

### 3. 成绩分布统计表

成绩	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-100
人数	0	0	5	8	11	8	3
比例	14.29%			22.86%	31.43%	22.86%	8.57%

### 4. 成绩分布直方图



(1) 学生课程卷面成绩分布符合正态分布状况，不同分数段的学生人数及比例见上表，平均成绩适中，其中占比较高的分数段在 70-79 分，占比 31.43%，而 70 分以上人数占 63%左右，表明大多数学生对课程内容基本掌握，失分情况从知识点来看，铆接结构装配、胶接结构装配、部件与总装配掌握情况相对较弱。

(2) 本学期的课程内容基本在网课中完成，实验室现场体验式学习情景缺乏，且与课程配合的钣金铆接实践模块也未对应实施，铆接结构装配知识点总体考核效果不理想，课程今后还要在教学环境和教学方法上加大体验学习的比例。

### 学风分析

该班学生上课出勤率高、作业完成情况良好，课下研究题也都能够完成，部分同学能够自律且思维开阔，整体活跃度比较好，但讨论性的问题还是只有部分同学参与，上课教师需要进一步了解学生的思想和兴趣，引导学生相互分享，强化团队的合作，目前把课程当任务完成的学生还比较多，自主探索、咨询的学生人数相对较少，从根本分析，学生的人生理念还没有确立，解决问题的方法途径不足，遇到难题容易懈怠与退缩，要改善需要整个氛围的影响和上课教师的积极推进。

### 存在的问题及改进措施

通过试卷和成绩分析得出：任课教师多与学生沟通，了解他们的状态，在教学过程引导学生形成正确的理念与思维方式；在教学环节及方式方法上加强体验学习环境的营造。试卷命题方面，从教学大纲知识点出发，目前覆盖比例比较全面，但试题深度和对应用创新的处理还不到位，课程组正在逐步建设从基础认知到应用能力考核评价下的需求试题库。


任课教师（签字）： 牛艳

教研室主任（签字）： 赵东平 2020 年 6 月 20 日

西安航空学院

# 教 案

2019~2020 学年第 2 学期

课程名称	飞机装配工艺学			课程编号	B0811050
系、部	飞行器学院	教研室	航空制造教研室	学 分	3
授课教师	曹艳		职 称	高级工程师	
课程性质	必修课 ( <input checked="" type="checkbox"/> )			选修课 ( <input type="checkbox"/> )	
授课对象	班级: 飞行器制造工程 2119、2120			共 2 个班	
课程学时	<u>48</u> 学时	周学时	<u>4</u> 学时	起止周	1—12
学时分配	理论讲授: <u>48</u> 学时; 实验 <u>0</u> 学时; 上机: <u>    </u> 学时				
授课方式	课堂讲授 ( <input checked="" type="checkbox"/> ); 实践课 ( <input type="checkbox"/> )		考核方式	考试 ( <input checked="" type="checkbox"/> ); 考查 ( <input type="checkbox"/> )	
使用教材	教材名称: 《飞机装配工艺学》 主编: 薛红前 出版社: 西北工业大学出版社 出版日期: 2014.04				
主要参考资料	《航空制造工程手册》飞机装配分册 航空工业出版社				
课程负责人: 					

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 1 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 课程目标内容及学习理念与方法

**目的任务**

1. 了解 OBE 理念
2. 清楚解决问题的思维逻辑
3. 熟悉课程学习的方式方法

**重点难点** 学生理解并愿意在课程学习中实践

**教学方法** 讲授法、案例法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 你常用的学习方式有哪些？

**备课时间** 2020 年 2 月

**上课时间** 2020 年 2 月 25 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

年 月 日

飞机装配工艺学  
课程学习理念与方法与课程规划

教学内容与过程	
<p>一、教师与学生相互认识（2分）</p> <p>二、介绍该课程的学习理念 OBE 理念——（15分）</p> <p>1. OBE 简介</p> <p>1.1 成果导向教育(Outcome based education, 简称 OBE, 亦称能力导向教育、目标导向教育或 求导向教育) 作为一种先进的教育理念, 于 1981 年由 Spady 等人提出后, 很快得到了人们的 视与认可, 并已成为美国、英国、加拿大等国家教育改 的主流理念。美国工程教育认证协会 (A-BET) 全 接受了 OBE 的理念, 并将其贯穿于工程教育认证标准的始终。2013 年 6 月, 我国被接纳为《华盛顿协议》签约 备成员。2016 年 6 月 2 日, 中国成为国际本科工程学位互认协议《华盛顿协议》的正式会员。用成果导向教育理念引导工程教育改 , 具有现实意义。</p> <p>1.2 OBE 强调如下 4 个 今:</p> <p>我们想让学生取得的学习成果是什么? 为什么要让学生取得这样的学习成果? 如何有效地帮助学生取得这些学习成果? 如何知 学生已经取得了这些学习成果?</p> <p>1.3 这 所说的成果是学生最终取得的学习结果, 是学生 过某一段学习后所能达到的最大能力。它具有如下 6 个特点:</p> <p>1.3.1 成果并 先前学习结果的累计或平均, 而是学生完成所有学习过程后获得的最终结果;</p> <p>1.3.2 成果不只是学生相信、感觉、记得、知 和了解, 更不是学习的暂时表现, 而是学生内化到其心灵深处的过程历程;</p> <p>1.3.3 成果不仅是学生所知、所了解的内容, 还包括能应用于实 的能力, 以及可能涉及的价值观或其他情感因素;</p> <p>1.3.4 成果越接近“学生真实学习经 ”, 越可能持久存在, 尤其是经过学生 期、广泛实践的成果, 其存续性更 ;</p> <p>1.3.5 成果应兼 生活的 要内容和技能, 并注 其实用性, 否则会变成易忘记的信息和片 的知识;</p> <p>1.3.6“最终成果”并不是不 学习过程中的结果, 学校应根据最后取</p>	课后分析

得的 峰成果，按照反向设计原则设计课程，并分 段对 段成果进行评价。

#### 1.4 成果导向的教学设计的 点是确定 4 个对应关系：

- 1.4.1 内外 求与培养目标的对应关系。
- 1.4.2 培养目标与毕业要求的对应关系。
- 1.4.3 毕业要求与课程体系的对应关系。
- 1.4.4 毕业要求与教学内容的对应关系。

#### 2. 学习方法介绍：（15 分 ）

##### 2.1 以学生为主体，教师引导

“ 断性”和“ 跃式”的，要让学生会自己修补一个个“ 断点”、跨上一个个“台 ”。 学而不思则罔，思而不学则殆”

#### 3. 社会 要毕业生具备职业能力：

专业能力、社会能力、方法能力

职业核心能力可分为方法能力和社会能力两大类：

方法能力是指主要基于个人的，一般有具体和明确的方式、手段的能力。它主要指独立学习、获取新知识技能、处理信息的能力。方法能力是劳动者的基本发展能力，是在职业生涯中不断获取新的技能、知识、信息和掌握新方法的主要手段。职业方法能力包括：“自我学习”、“信息处理”、“数字应用”等能力。

社会能力是指与他人交往、合作、共同生活和工作的能力。社会能力既是基本生存能力，又是基本发展能力，它是劳动者在职业活动中，特别是在一个开放的社会生活中必须具备的基本素质。职业社会能力包括：“与人交流”、“与人合作”、“解决 今”、“ 新创新”、“外语应用”等能力。

#### 5. 课堂设计：

- 5.1 课堂课前课后 习复习
- 5.2 腾讯课今直播

#### 三、我校 行器制 工程专业目前就业趋向（20 分 ）

##### 1. 机装 职业岗位：

- 1.1 机 装 工（操作机械设备或使用工装、工具，进行 机机械设各件、组件或成品组合装 与调试的人员。）

1.2 机装 工艺员

1.3 其它相关岗位：

起落架 件装 试 工、结合测 工、 机线缆工、 机盘箱装 试 工、  
机系统安装调试工等

2. 民航 机维修职业岗位：

机机械 件维修工

四、与 机装 相关的基础知识（25分 ）

1. 机的结构组成

用图形来帮助讲述

2. 机研制的一般过程

1995年国 科工委制定的《常规武器装备研制程序》规定新 机的研制分为  
五个 段：

2.1 论证 段→（F）

2.1 方案 段→（C）

2.3 工程研制 段→（S）

2.4 设计定型 段→→（S）

2.5 生产定型 段→（p）

3. 机制 生产企业的组织：

3.1 设计

3.2 工艺

3.3 生产

3.4 质检

3.5 管理

利用各 机生产厂的实 情况强化

五、布置 点复习内容（5分 ）

# 教 案

飞机装配工艺学 课 2 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 飞机装配工艺介绍及飞机结构的分解

**目的任务** 了解飞机装配工艺的研究内容和现状；掌握飞机结构的划分方式及与飞机装配的关系。

**重点难点** 1) 掌握飞机结构的划分方式； 2) 掌握飞机结构设计分离面和工艺分离面的概念和应用。

**教学方法** 讲授法、案例法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业**

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 2 月 28 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

年 月 日



## 第一章 飞机装配过程和装配方法

### 第一节 飞机结构的分解

教学内容与过程	
<p>一、 复习上一节课内容——（5 分钟）</p> <p>1.毕业生需要具备的三种基本能力。</p> <p>2 简述 OBE 学习理念。</p> <p>二、 飞机装配工艺介绍——（35 分钟）</p> <p><b>1.飞机装配是飞机制造过程的重要组成部分</b></p> <p>1.1 飞机制造过程的划分：</p> <p><b>毛坯制造、零件加工、装配安装、试验。</b></p> <p>1.2 飞机的装配工作过程</p> <p>飞机的装配过程是将大量的飞机零件，按一定的组合和顺序，逐步组装成组合件、板件、段件和部件，最后将各部件对接成完整的飞机机体的过程。在此过程中，还要在机体上逐步安装发动机、仪表、操纵系统以及各种附件、装置和特种设备等。</p> <p><b>2.飞机装配工作在飞机制造中的地位</b></p> <p>2.1 一般机器制造中和飞机制造过程中装配工作的差异</p> <p>2.1.1 装配和安装工作的劳动量不同；</p> <p>2.1.2 装配工作的周期不同（飞机装配约占飞机制造总劳动量和生产周期的50%。）</p> <p>2.2 飞机外形的准确度主要依靠装配质量保证。</p> <p>2.3 飞机装配工作的特点</p> <p>2.3.1 飞机机体构造复杂，零件和连接件的数量多。（例如：一架歼击机有近2 万各零件，有将近 20 万各铆钉和螺栓连接件；一架大型飞机有近 10 万个零件，200 多万各铆钉和螺栓连接件。而即使配置很复杂的一辆汽车，零件最多也不超过 5 千。）</p> <p>2.3.2 装配和安装工作的机械化和自动化程度比较低，手工劳动量占很大比重，劳动生产率低。</p>	课后分析

2.3.3 飞机装配和安装的质量要求高，技术难度大。

### 3.飞机装配工艺的目标任务

#### 3.1 目标

在一定设计的客观条件下，提高飞机装配和安装的生产效率和技术水平。

#### 3.2 任务

3.2.1 掌握飞机结构的基本分解方式

3.2.2 掌握飞机装配准确度的保证方法

3.2.3 掌握飞机装配的连接方式之一——铆接相关知识

### 三、 飞机结构的分解——（重点）（45 分钟）

#### 1. 飞机的工艺分解及装配单元的划分

飞机装配过程一般是由零件先装配成比较简单的组合件和板件，然后逐步装配成比较复杂的段件和部件，最后由部件对接成整架飞机。

即整架飞机—部件—段件—组合件—板件（构件）

画表格表示飞机工艺分解的顺序：（装配系统表）

#### 2.分离面的种类和选取原则

##### 2.1 分离面

为满足飞机的使用、维护以及生产工艺上的要求，整架飞机的机体可分解成许多大小不同的装配单元，飞机的机体可分解成许多部件及可卸件。

定义：飞机机体结构划分成许多部件和可卸件之后，部件和部件的对接结合处就形成了分离面。

##### 2.2 设计分离面

2.2.1 定义：是根据构造和使用的要求而确立的。

2.2.2 特点：设计分离面一般采用可卸连接（螺栓连接，铰链接合等），以便于在使用和维修过程中迅速拆卸和重新安装。

##### 2.3 工艺分离面

2.3.1 定义：是由于生产（制造和装配）的需要，为了合理地满足工艺过程的要求，将部件进一步分解为更小的装配单元。

2.3.2 特点：工艺分离面一般都采用不可卸连接（铆接、胶接、焊接等）装配成部件后，这些分离面就消失了。

2.3.3 对工艺分离面的设计要求：飞机结构的可划分性首先取决于结构设计，即飞机结构上是否存在相应的分离面，而且划分出来的装配件，必须具有一定的工艺刚度。使所设计的飞机不仅能满足构造和使用上的要求，还必须同时满足生产工艺上的要求。即设计的工艺性要好。

### 3. 工艺分离面的划分原则（难点）

#### 3.1 能不能划分——取决于设计结构

#### 3.2 怎样划分——取决于装配原则

工艺分离面的划分，需要考虑两种装配原则：分散装配原则和集中装配原则，即装配工作的分散和集中。

3.2.1 采用分散装配原则的效果主要是：增加平行工作地；结构开敞可达性好，改善了劳动条件，并有利于装配连接工作的机械化和自动化。从而能提高劳动生产率，缩短装配周期，也有利于提高装配质量。

3.2.2 采用集中装配的主要优点是：需要的专用装配工艺装备较少，协调关系比较简单。因此可使生产准备周期缩短，也可减少工艺装配的费用。

分散装配和集中装配的优缺点是相对的，不能把他们看成一成不变，而与生产任务密切相关，并决定于部件的具体结构。

总之，工艺分离面的划分方案，实质是合理处理装配工作的集中和分散的问题，它取决于生产的技术经济效果，是拟定部件装配方案中应认真分析的重要问题。

#### 3.3. 提高板件化程度的重要性

3.3.1 为提高装配工作的机械化和自动化程度创造了条件；

3.3.2 有利于提高连接质量

### 四、 布置重点复习内容（5分钟）

# 教 案

飞机装配工艺学

课 3 讲

主讲人 曹艳

**课 题** 飞机装配的基准

**目的任务** 掌握飞机装配基准的种类、特点及应用范围。

**重点难点** 1) 以骨架外形为基准的装配基准；2) 以蒙皮外形为基准的装配基准；

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 飞机装配件一般分为哪几种？机翼的受力构件主要有哪些？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 3 月 3 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第一章 飞机装配过程和装配方法

### 第二节 飞机装配基准

#### 教学内容与过程

#### 一、 复习上一节课内容——（5 分钟）

1. 飞机结构一般分解成哪些装配单元？
2. 飞机机翼和机身的受力构件一般有哪些？

#### 二、引入新内容——飞机装配基准——（80 分钟）

##### 1.基准的概念和分类

1.1 基准就是确定结构件之间相对位置的一些点、线、面。

##### 1.2 基准分类

飞机设计需要建立这样的基准，如飞机水平基准线、对称轴线、翼弦平面、弦线、梁轴线、长桁轴线、框轴线、肋轴线等，统称尾设计基准。

设计基准一般不存在于结构上的点、线、面，在生产中往往无法直接利用，因此，在装配过程中要建立装配工艺基准，它是存在于结构件上的点、线、面。可以用来确定结构件的装配位置。

有时把不存在于结构上的设计基准，用标识物标记在结构上，不但在装配时可以利用，而且还可以长期保存。如飞机水平基准线，飞机对称轴线都可以采用这种方法标记在结构上。

##### 工艺基准的分类

按功能分

- a)定位基准（用于确定结构件在设备或工艺装配上的相对位置）
- b)装配基准（用于确定结构件之间的相对位置）
- c)测量基准（用于测量结构件装配位置尺寸起始位置）

##### 2、保证部件装配中气动外形的装配基准（重点）

各部件的气动外形主要是在装配过程中形成的，其形成的方法按定位方法和装配基准的不同主要有以下三种。

##### 2.1 以部件骨架表面为基准

##### 2.1.1 装配过程（难点）

课后分析

首先把部件骨架在型架内装配定位，然后在骨架上装上蒙皮（或板件），再在蒙皮上施加外力（利用型架卡板或橡皮绳），使蒙皮紧贴在骨架上，最后连接（铆接）骨架与蒙皮。

\*\*扎风筝

### 2.1.2 结构特点

肋、隔板、框等骨架零件为整体式结构，无外形补偿件。

### 2.1.3 装配误差

“由内向外”积累，误差反映在部件外形上。

### 2.1.4 外形误差组成

- a)骨架零件外形误差
- b)骨架装配误差
- c)蒙皮厚度误差
- d)蒙皮与骨架贴合间隙
- e)装配变形

### 2.1.5 特点

累计误差反映在部件外形，使其准确度降低。若提高准确度，需提高....

### 2.1.6 应用范围

外形准确度要求较低的部件。

翼型高度较小，不便于采用结构补偿的部件。

## 2.2 以蒙皮外表面为基准

### 2.2.1 装配过程（难点）

#### 2.2.1.1 无补偿件的结构

按卡板定位蒙皮，安装半肋施压紧力，并与蒙皮铆接，对合连接上、下半肋。

#### 2.2.1.2 有补偿件的结构

定位翼肋腹板（或框），按卡板定位蒙皮并加力使其贴合卡板，安装补偿件与蒙皮合肋腹板（或框）铆接。也可将补偿件带在壁板上，定位后补偿件与肋（或框）连接。

### 2.2.2 结构特点

翼肋、隔板为上、下两半组成，用重叠补偿连接

翼面类部件采用弦平面分离面，上、下半肋一般不连接。

翼肋、隔板、框等与蒙皮之间无补偿件。

### 2.2.3 装配误差

“由外向内”积累，误差通过结构补偿件消除。

### 2.2.4 外形误差组成

a)卡板外形误差

b)蒙皮与卡板贴合间隙

c)装配变形

### 2.2.5 特点

利用补偿能获得较高的部件外形准确度。

### 2.2.6 应用范围

外形准确度要求较高的部件，且结构布置合连接通路都能满足要求。

## 2.3 以工艺孔为基准

### 2.3.1 装配过程

为简化型架，有时采用以工艺孔为基准的方法。装配过程为：蒙皮与部分骨架零件先装成板件，而部件骨架按定位孔在型架中定位装配，型架上不用卡板，然后，蒙皮板件按装配孔在骨架上定位并连接，或者用钢带压板件与骨架贴合后再连接，最后形成部件外形。

### 2.3.2 特点

部件气动外形准确度，主要取决于工艺孔位置及其孔、销配合的精度。

### 2.3.3 装配误差

基准转换。

工艺孔和定位件协调制造的环节多，误差积累较大。

蒙皮板件的刚度和其外形准确度。

### 2.3.4 应用范围

适用于外形准确度要求较低的部件。

## 2.4 小结

上述部件装配过程中形成气动外形的不同方法，在很大程度上由部件结

构特点所决定，如果部件骨架与蒙皮之间没有补偿件结构，一般就不可能采用以蒙皮外表面为基准的方法。

三、 **布置重点复习内容**（5分钟）



# 教 案

飞机装配工艺学 课 4 讲  
曹 艳

主讲人

**课 题** 飞机装配的定位方法

**目的任务** 掌握飞机装配的各种定位方法及定位特点。

**重点难点** 飞机装配中常见的四种定位方法：基准件定位法、划线定位法、装配孔定位法、型架定位法。

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 飞机装配时常用的装配基准一般有哪两种？各有何特点？

**备课时间** 2020年 1-2月

**上课时间** 2020年 3月 06日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第一章 飞机装配过程和装配方法

### 第三节 飞机装配定位

#### 教学内容与过程

#### 一、 复习上一节课内容——（5分钟）

3. 飞机结构一般分解成哪些装配单元？
4. 飞机机翼和机身的受力构件一般有哪些？

#### 二、 引入新内容——飞机装配定位方式——（80分钟）

##### 1. 飞机装配定位概念

装配定位就是要准确地确定被装配的零件、组合件、板件、段件之间的相互位置。被装配的工件定位好以后，应加紧固定，然后再进行连接。

##### 2. 飞机装配的定位要求

- 2.1 保证零件之间的相互位置准确，装配后能满足规定的准确度要求。
- 2.2 被装配工件的定位和夹紧固定可靠，操作迅速、方便。
- 2.3 所用的工艺装备要简单，力求降低制造费用。

##### 3. 飞机装配定位的特点

飞机装配中，由于工件刚度低，为防止变形，保证定位准确度要求；也为了使定位误差不至于集中积累在某一个面上，以提高定位准确度；同时又为了便于在装配时检验零件（装配工件）的制造准确度，常采用多定位面的“超六点定位原则”。

过定位往往可能出现“定位干涉”现象。产生定位干涉的原因主要是工件和工件、或工件和定位件之间的协调误差过大。解决办法除了检查工件和定位件的准确度以外，还应分析装配基准的选择是否合理，以求准确解决定位干涉问题。

##### 4. 飞机装配定位方法和特点

###### 4.1 划线定位法

4.1.1 方法：根据飞机图纸用通用量具划线定位。（也可用专用样板划线，还可用明胶模线晒相的方法）

4.1.2 特点：简便易行；装配准确度地；工作效率低；节省工装费用。

课后分析

4.1.3 适用：新机研制；易于测量、准确度要求不高的零件定位；做为其它定位方法的辅助定位。

#### 4.2 按基准工件定位

4.2.1 方法：以产品结构件上的某些点、线、面确定待装件的位置。

4.2.2 特点：简便易行、节省工装、装配开敞性和协调性好；基准件必须具有较好的刚性和位置准确度。

4.2.3 适用：有配合关系的，或尺寸或形状相一致的零件之间的装配；与其它定位方法混合使用。

#### 4.3 装配孔定位法

4.3.1 方法：在相互连接的零件（或组合件）上，按一定的协调路线分别制出孔，装配时零件以对应的孔定位来确定零件（或组合件）的相互位置。

4.3.2 特点：定位迅速、方便；不用或仅用简易的工装；定位准确度比划线定位高，比工装定位低。

4.3.3 适用：单曲度、平滑双曲度壁板中蒙皮、长桁、框的装配；内部加强件的定位；平面组合件非外形零件的定位；组合件与组合件之间的定位。

#### 4.4 装配夹具定位法

4.4.1 方法：利用夹具（型架）定位件确定结构件的装配位置或加工位置（精加工台）。

4.4.2 特点：定位准确度高；限制装配变形或强迫低刚性结构件符合工装；能保证互换部位的协调；生产准备周期长。

4.4.3 适用：应用广泛，能保证各类结构件的装配准确度要求。

**说明：**由于飞机制造中，零件、组合件尺寸大、刚度小，所以飞机装配中的装配夹具的功能和一般机械产品装配夹具的功能有本质区别。机械产品的装配夹具主要目的是提高劳动生产率；而飞机装配夹具是保证零组件在空间相对准确位置所必不可少的；另外飞机装配夹具除了起定位作用外，还有校正零件形状和限制装配变形的作用，所以飞机装配夹具的定位件不遵守“六点定位法”。

通过零组件在型架内装配，可发现不协调的地方，检查或修正的依据就是型架定位器的工作面，根据工艺规程对不协调部位或则敲修、或则施

加垫片。另外，为减少装配变形，铆接工作应在定位器打开最少的情况下进行。

成批生产中，为扩大装配工作面采用分散装配原则，故在夹具定位时存在大量二次定位。二次定位时指装配过程中，某些外形及接头已经装配好，而下移个装配阶段又在另一个夹具上再次定位，则称为二次定位。由于夹具的制造误差与产品的装配误差给二次定位带来了困难，一般采用游动结构或较小尺寸的定位销来解决这个问题。

## 二、布置重点复习内容（5分钟）

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 5 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 飞机装配工艺过程设计

**目的任务** 了解飞机装配工艺过程中的主要内容

**重点难点** 部件装配工艺方案

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业**

1. 飞机装配时的定位方法都有哪些？
2. 装配孔定位法是如何操作的？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 3 月 5 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第一章 飞机装配过程和装配方法

### 第四节 飞机装配工艺过程设计

#### 教学内容与过程

#### 一、复习上一节课内容——（5分钟）

1. 飞机装配的定位方法都有哪些？
2. 装配孔定位方法是如何操作的？

#### 二、引入新内容——飞机装配工艺过程设计——（40分钟）

##### 1. 飞机装配工艺设计的主要内容

##### 1.1 飞机装配工艺设计的主要依据：

- 1) 产品结构
- 2) 技术条件
- 3) 生产规模
- 4) 生产条件

##### 1.2 飞机装配工艺设计的主要内容：

##### 1.2.1 部件装配方案

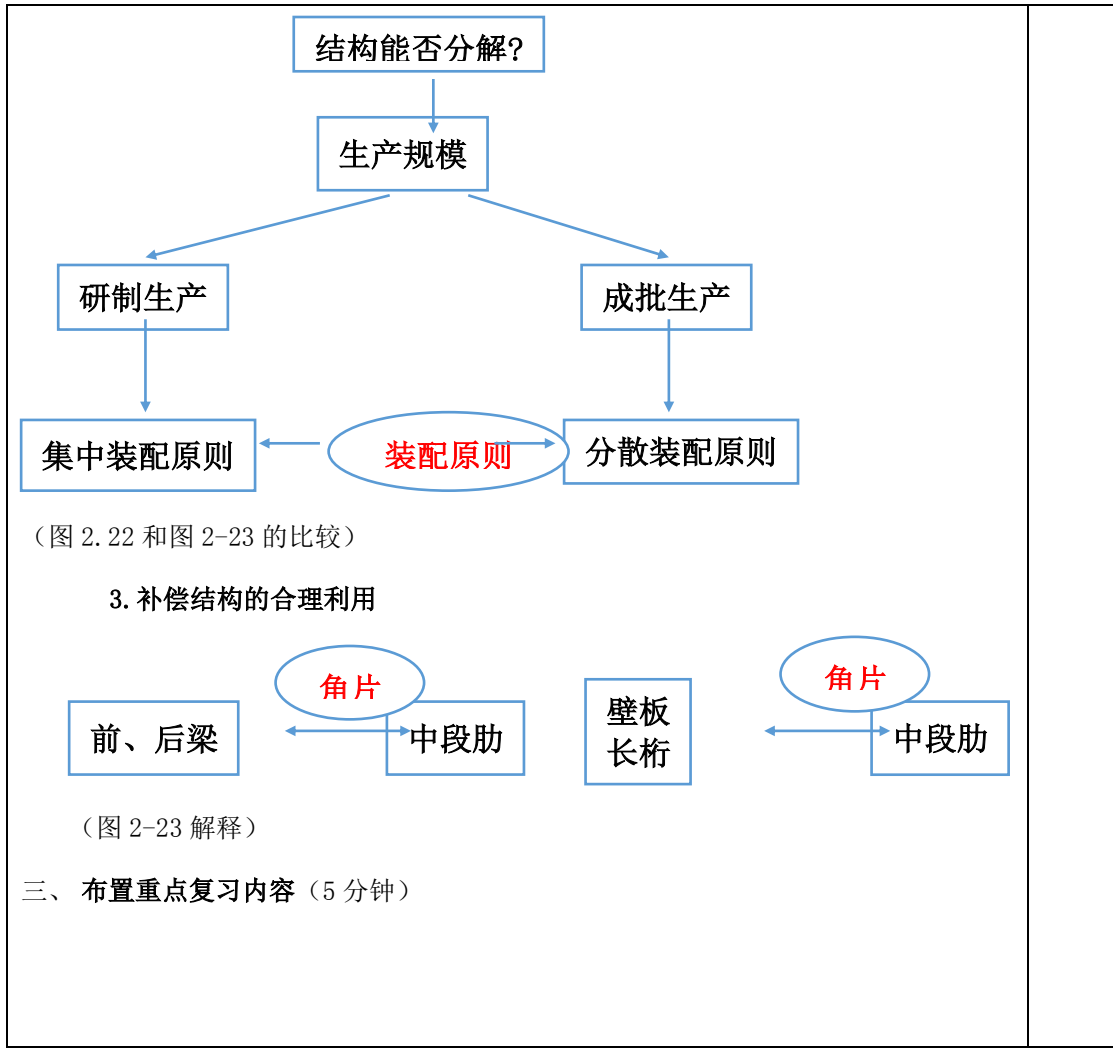
- 1) 部件工艺分离面图表
- 2) 部件装配图表（或称装配流程图）
- 3) 装配指令性工艺规程
- 4) 工艺装备协调图表
- 5) 工艺装备品种表

##### 1.2.2 工作工艺规程

##### 2. 飞机装配单元的划分

课后  
分析





# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 6-7 讲

主讲人 曹 艳

课 题 飞机装配准确度

目的任务 了解飞机装配准确度基本概念，掌握提高装配准确度的方法

重点难点 装配准确度保证方法

教学方法 讲授法、图解法。

使用教具 多媒体课件

提问作业 1. 飞机装配工艺设计步骤？

备课时间 2020 年 1-2 月

上课时间 2020 年 3 月 13、17 日

审 批

教研室主任（签字）：

年 月 日

抽 查

系主任（签字）：

## 第二章 飞机装配的准确度

### 第 1、2 节 飞机装配准确度要求及提高装配准确度的方法

教学内容与过程	
<p>一、复习上一节课内容——（10 分钟）</p> <p>1.飞机装配时采用哪两种装配基准？</p> <p>2.飞机装配中常用的定位方法有哪些？</p> <p>二、引入新内容——</p> <p>（一）飞机装配的准确度要求——（50 分钟）（重点、难点）</p> <p><b>1.部件气动力外形准确度的要求</b></p> <p><b>1.1 外形准确度要求（</b></p> <p>1.2 外形波纹度的要求</p> <p>1.3 外形表面平滑度要求</p> <p>a)蒙皮口盖对缝间隙及阶差的偏差。顺气流和垂直气流方向的偏差有不同要求。</p> <p>b)螺栓（钉）头、铆钉头、焊点相对蒙皮凸凹量偏差。</p> <p><b>2 部件相对位置准确度要求</b></p> <p>2.1 机身各段的同轴度要求。</p> <p>2.2 机翼、尾翼位置要求 2.3 操纵面位置要求</p> <p><b>3 部件内部结构件位置准确度要求</b></p> <p>基准轴线位置要求（框轴线、翼肋轴线、梁轴线、长桁轴线的实际位置与理论位置的偏差，即框、肋、梁、长桁装配位置要求）</p> <p><b>4、部件结构件的配合准确度</b></p> <p>4.1 不可卸零件间配合要求（零件贴合面之间的间隙偏差）</p> <p>4.2 叉耳对接接头配合要求（螺栓孔和螺栓之间一般为无公称间隙的高精度配合）</p> <p>a)沿耳宽方向叉耳之间的间隙偏差</p> <p>b)对接孔的同轴度偏差</p> <p>4.3 围框式对接接头配合要求</p>	课后分析

a)对接面之间的间隙偏差 b)对接孔的同轴度偏差

## 5 部件功能性准确度要求

产品图样和设计技术条件所规定的装配技术要求（重量、重心、重量平衡、清洁度、密封性、接触电阻、表面保护、操纵性等）。

### （二）制造准确度和协调准确度（35 分钟）

#### 1.制造准确度概念

是指飞机零件、组合件或部件的实际形状和尺寸与飞机图纸上所规定的公称尺寸相吻合的程度，符合程度越高，制造准确度越高，即制造误差越小。

#### 2.协调准确度概念

是指两个相配合的零件、组合件或部件之间配合部分的实际形状和尺寸相符合的程度，这种符合程度越高，则协调准确度越高，即协调误差越小。

#### 3.协调准确度获得的途径

是通过模线、样板和立体标准工艺装备建立起相互联系的制造路线。

## 5.飞机装配中对协调准确度的要求内容

5.1 工件与工件之间的协调准确度

5.2 工件和装配夹具之间的协调准确度

### 三、各种装配方法的装配准确度分析

#### 一）在型架内以骨架外形为基准装配的准确度

1.装配夹具制造误差

2.骨架在装配夹具中的定位误差

3.蒙皮在骨架上的定位误差

4.蒙皮的厚度误差

5.装配过程中的变形误差

#### 二）在型架内以蒙皮外形为基准装配的准确度

1.装配夹具的制造误差

2.蒙皮与装配夹具的协调误差

3.装配过程中的变形误差

### 三) 按装配孔装配的准确度

1. 基准零件的制造误差
2. 其它各零件的制造误差 (零件外形相对于坐标定位孔的误差)
  - 2.1 零件上装配孔的误差
  - 2.2 零件外形误差
3. 基准零件和其它零件的协调误差
4. 蒙皮在骨架上的定位误差
5. 蒙皮的厚度误差
6. 装配过程中的变形误差

### 四) 在夹具内按坐标定位孔装配的准确度

1. 装配夹具的制造误差
2. 骨架零件的制造误差 (零件外形相对于坐标定位孔的误差)
  - 2.1 零件上坐标定位孔位置误差
  - 2.2 零件外形误差
3. 骨架零件和装配夹具的坐标孔之间的协调误差
4. 蒙皮在骨架上的定位误差
5. 蒙皮的厚度误差
6. 装配过程中的变形误差

### 五) 按基准定位孔装配的准确度

1. 装配夹具的制造误差
2. 基准组合件在装配夹具中的定位误差 (主要取决于基准组合件装配夹具与产品装配夹具之间的协调误差)
3. 其它组合件按基准定位孔在基准组合件上定位的误差
  - 3.1 其它组合件和基准组合件之间基准定位孔的协调误差
  - 3.2 组合件外形相对于组合件上基准定位孔的误差
4. 蒙皮的制造误差
5. 装配过程中的变形误差

### 四、小结

决定产品最后形状和尺寸准确度的各种误差中有系统误差和偶然误

差。装配夹具的制造误差可属于系统误差，而装配误差尺寸链中的大多数是属于偶然误差，如零件制造误差、定位误差和变形误差。

定位误差取决于装配夹具定位面和有关零件表面之间形状和尺寸的协调误差。在装配时一般通过装配夹具上的夹紧件施加夹紧力，使定位误差显著减小，所以定位误差是在装配夹具和零件之间协调的基础上乘以夹紧系数。

装配过程中的变形误差对装配件最后的准确度有很大影响。由于变形误差是由于结构或工艺因素引起的，其大小很难通过理论分析和计算得出，只能根据经验给出一个近似值。

#### **五、布置重点复习内容——（5分钟）**



# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 8-9 讲  
艳

主讲人 曹

**课 题** 飞机装配中的协调互换

**目的任务** 掌握互换与协调的概念及保证的方法

**重点** 互换与协调的对飞机装配的意义和保证方法

**难点** 互换协调的保证方法

**教学方法** 讲授法、案例法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 提高飞机装配准确度的方法有哪些？

**备课时间** 2020年 1-2月

**上课时间** 2020年 3月 20日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

年 月 日

### 第三章 飞机装配中的互换协调

教学内容与过程	
<p>一、 复习上节课的重点内容——（5 分钟）</p> <p>1. 提 装 准确度的工艺补偿和设计补偿方法 有哪些？</p> <p>二、引入新内容 1——机制造中的互换性（30 分钟）</p> <p>飞机由于构造和制造特点，决定了飞机制造保证互换性的内容和特点——</p> <p>（一）飞机制造中的互换要求</p> <p>1.气动外形互换要求</p> <p>    气动外形互换包括两个内容：</p> <p>2.部件对接接头的互换要求</p> <p>3.强度互换要求</p> <p>4.重量互换要求</p> <p>    在保证互换性的方法上，除了刚性件外，凡与气动力外形有关的零件和装配件不能采用公差配合制度和各种通用量规来保证。必须采用一种建立在模线、样板基础上的保证互换性的方法及计算机辅助设计与制造技术。</p> <p>（二）使用互换和生产互换</p> <p>1.使用互换</p> <p>    容易损坏的组部件</p> <p>2.生产互换</p> <p>    装配时不需要修配和精加工</p> <p>3. 结构复杂、刚度小的组部件，可以达到一定程度互换，然后在装配中修配或采用补偿件进行调整。</p> <p>二、引入新内容 2——保证协调准确度的基本方法（50 分钟）</p> <p>产品准确度——制造准确度和协调准确度</p> <p>整个生产的过程就是通过工艺环节进行尺寸传递的过程</p> <p>两个相互配合的零件的同名尺寸取得协调，它们的尺寸传递过程之间必然存在一定的联系。</p> <p>生产中有三种不同的原则取得两个尺寸协调的过程：独立制造原则、相互联系原则和相互修配原则。</p> <p>（一）按独立制造原则进行协调</p> <p>按独立制造原则进行协调时，协调准确度实际要低于各个零件本身的制</p>	课后分析

造准确度。

## （二）按相互联系原则进行协调

按相互联系原则进行协调，协调准确度只取决于各零件尺寸单独传递的那些环节，尺寸传递过程中的公共环节准确度，并不影响零件之间的协调准确度。

**结论：**若其它条件相同，采用独立制造和相互联系制造两种不同的协调原则时，即使零件制造准确度相同，但却得到不同的协调准确度。按相互联系原则能得到更高的准确度。

## （三）按相互修配原则进行协调

采用相互修配原则进行协调时，协调准确度仅取决于将 A 零件的尺寸传递给 B 零件时这一环节的误差。

相互修配的零件不能互换。

## （四）三种协调原则在飞机制造中的应用

## （五）计算机辅助设计和计算机辅助制造技术是飞机制造技术发展的方向

### 三、引入新内容 3——模线和样板（85 分钟）

将放样技术作为生产中传递几何形状和尺寸的原始依据，依此形成了飞机制造中保证互换性的方法：模线—样板工作法。

模线—样板工作法是按照相互联系制造原则建立的。

**模线**——按 1：1 尺寸在专门图板上准确画出飞机的真实外形和结构形状。

模线分理论模线和结构模线。

**样板**——根据模线加工出具有工件真实外形平板，这就是样板。在生产中，样板作为加工或检验各种工艺装备及测量工件外形的量具。

（一）**理论模线**——绘制在铝板或透明胶版上飞机部件 1：1 理论图

#### 1 理论模线的作用

- 1.1 确定飞机各部件的理论外形
- 1.2 为绘制结构模线提供部件任意切面的理论外形
- 1.3 确定各切面外形的斜角值

#### 2.理论模线的绘制要求

一般以部件为单位进行绘制，有的部件将其中相对独立的装配单元分别绘制理论模线，但必须与相关部件的理论模线协调。

（二）**结构模线**——飞机部件某个切面 1：1 的结构装配图。

#### 1.结构模线的作用

结构模线也称外形检验样板

- 1.1 保证飞机内部结构协调的依据

1.2 作为加工生产用的各种样板依据

1.3 为制造工艺装备量取一些经过模线协调的尺寸。

## 2.结构模线的绘制要求

飞机部件结构模线上画有部件的各个主要切面的结构。

2.1 为协调每个切面上的全部结构，故一个切面上的结构不分开绘制。

2.2 模线是 1: 1 绘制，不需要标注尺寸，对零件形状一般不取剖面图，而通过各种符号表示

2.3 结构模线上还绘制各种工艺孔

2.4 早期结构模线绘制在金属板上，按理论模线加工出切面外形。后来绘制在透明胶板上。画在透明胶板上的结构模线可以通过接触照相法晒在金属板上。

## 3.结构模线上的各种工艺孔

在保证零件及装配件之间的协调方面，样板上的工艺孔起着非常重要的作用。它们在制造工艺装备以及装配过程中是主要的工艺基准，也是在零件上钻孔的依据。

### （三）样板

样板是一种平面量具，是加工和检验带曲面外形的零件、装配件和相应的工艺装备的依据。

样板的主要特点：样板之间必须相互协调。

常用样板：

#### 1.外形样板

一般用于检验平面弯边零件、平板零件和单曲度型材零件。同时也是制造与协调成套零件样板的依据。

外形样板是通过样板的外廓边缘线和样板上的标记符号，表示出整个零件的形状。

#### 2.内形样板

内型样板是零件成形模的制造依据，也是检验零件成形模的样板。

#### 3.展开样板

对于弯边线为直线的零件，毛料尺寸可以直接计算得到；对于弯边线为曲线的零件，也可大致计算得到。

根据零件展开后形状制成的样板，称为展开样板。

形状复杂的钣金零件，其毛料形状要通过反复试验求得，按所求得的形状制成的样板，被称为毛料样板。

#### 4.切面样板

对于形状复杂的立体零件，必须用一组切面样板才能把零件的形状控制住。每块样板上必须刻有基准线。

**5. 下料样板、切钻样板、夹具样板**

**四、布置重点复习内容（5分钟）**

# 教 案

飞机装配工艺学 课 10-11 讲

主讲人 曹 艳

课 题 装配型架的设计

目的任务 掌握装配型架的结构组成和整体设计步骤

重点 整体结构设计

难点 骨架和定位件选择

教学方法 讲授法、案例法。

使用教具 多媒体课件

提问作业 飞机装配常用的三种协调原则是什么？

备课时间 2020 年 1-2 月

上课时间 2020 年 4 月 3 日

审 批

教研室主任（签字）：

年 月 日

抽 查

系主任（签字）：

年 月 日

## 第四章 装配型架的设计

教学内容与过程	
<p>二、 复习上节课的重点内容——（5 分钟）</p> <p>1. 点焊与 接相比有何特点。</p> <p>2. 胶焊结构中胶价剂的主要作用是什么？。</p> <p>二、引入新内容 1——装配型架的功用和技术要求——（40 分钟）</p> <p>（一）型架的概念</p> <p>飞机装配过程中采用的适合飞机结构和生产特点的工艺装备。</p> <p>（二）型架的种类</p> <p><b>1.按用途和工作性质分为：</b></p> <p>1.1 装配型架</p> <p>1.2 对合型架</p> <p>1.3 精加工型架</p> <p>1.4.检验型架</p> <p><b>2.装配型架按其装配对象的连接方法分为：</b></p> <p>2.1 铆接装配型架</p> <p>2.2 胶接装配型架</p> <p>2.3 焊接装配型架等</p> <p><b>3.装配型架按工序可划分：</b></p> <p>3.1 组合件装配型架</p> <p>3.2 板件装配型架</p> <p>3.3 部件装配型架等</p> <p>（三）装配型架的构造</p> <p><b>1.骨架</b></p> <p>型架的基体，用于固定和支撑定位件、夹紧件和其它元件；保持各元件的空间位置准确度及其稳定性。</p> <p>骨架应具有足够的刚度。</p> <p><b>2.定位件</b></p> <p>型架的主要工作元件，用以保证工件在装配过程中具有准确的位置。</p> <p>定位件应准确可靠，相互协调和使用方便。</p> <p><b>3.夹紧件</b></p>	课后分析



使工件牢靠地固定在定位件上的加力元件。

夹紧件应装夹迅速可靠，使用方便，不损伤工件表面。夹紧件一般是与定位件配合使用，称为定位夹紧件。

#### **4.辅助设备**

包括工作踏板、工作梯、托架、工作台、起重吊挂、地面运输车及照明、压缩空气管路等。

#### **(四) 型架的功用和特点**

##### **1.保证产品的准确度和互换性**

与一般机床夹具相比，型架除了起着定位与夹紧零件的作用外，由于尺寸大刚度小，为保证产品的准确度，**型架有以下特点：**

1.1 型架首先要保持零件准确外形，要有一定的过定位（适当增加定位件的数量）

1.2 型架要能限制工件的连接变形；

1.3 型架要有协调性和成套性。

##### **2.改善劳动条件，提高装配工作效率，降低成本。**

#### **(五) 对装配型架的一般要求**

##### **1.装配型架的定位件必须要有较高的位置准确度**

###### **1.1 影响型架定位件准确度的因素有：**

a.定位件理论误差

b.定位件在骨架上的安装误差

c.骨架在工作载荷作用下产生的挠度

d.使用过程中造成型架准确度不稳定的其它因素

###### **1.2 提高型架定位件准确度的措施**

a.正确选择定位件的结构和配合精度

b.选择适当的安装方法，型架的准确度要靠安装来实现

c.合理选择骨架及其它元件的几何尺寸。

d.其它使用中会产生影响的因素（解决型架准确度的稳定性问题）：

焊接内应力、螺接间隙、操作中的冲击力、铆接振动、过分强迫装配、意外外载荷、热膨胀、胶接和钎接夹具工作中反复不均匀加热及冷却、地基下沉等。

##### **2.提高装配工作的效率**

2.1 使工人再最有利的姿态下进行操作

2.2 使型架结构尽可能开敞

##### **3.型架构造简单，元件应标准化**

## 二、引入新内容 2——装配型架设计的一般问题（40 分钟）

### （一）型架设计的原始资料

- 1.型架设计任务单
- 2.装配件的结构图和技术条件
- 3.产品装配方案或指令性工艺规程和工艺装备协调图表
- 4.型架设计技术条件
- 5.型架元件及结构得标准化资料

### （二）型架设计的内容和步骤

#### 1.主要依据

型架设计技术条件

#### 2.工作过程

- 2.1 草图设计或型架设计方案的拟定
- 2.2 绘制工作总图
- 2.3 绘制零件图

#### 3.主要工作内容

- 3.1 型架设计的基准选择
- 3.2 装配对象在型架中的放置状态
- 3.3.选择工件的定位基准，确定主要定位件的形式和其布置，尺寸公差的选择；
- 3.4 工件的出架方式
- 3.5 型架的安装方法
- 3.6 型架结构形式的确定
- 3.7.骨架刚度的验算
- 3.8 型架支承于地基估算
- 3.9.考虑温度对型架准确度的影响

### （三）型架设计基准的选择

一般情况下，应以飞机部件的设计基准作为成套的装配型架和成套的标准工艺装备的设计基准。这样可以避免基准转换时繁杂的计算，也可消除制造时由于基准转换引起的误差积累。

- 1.对相邻部件的装配型架，或同一部件中不同组合件的装配型架，应当选择统一的设计基准线。
- 2.型架设计基准的选择，应力求简化尺寸的计算，以便制造和检验。
- 3.型架设计基准的选择，应与其安装方法相适应。

### （四）装配对象在型架中的放置状态

工件在型架中的放置状态，应使工人在最有利的工作姿态下进行工作，即应使大部分操作是在站立姿态下；还应考虑节省车间面积。

- 1.一般尺寸的梁、隔框、翼肋等平面组合件，可以平放或竖放，最好设计成转动式夹具；机身隔板、机头罩等设计成转动式夹具。
- 2.对于板件，一般采用立放。
- 3.机身类部件、段件放置状态与飞行状态一致。
- 4.翼面类部件，一般垂直放置。翼面类部件的精加工型架多采用平放方式。

#### **（五）选择工件的定位基准、定位件形式及其布置方式**

采用过定位，过定位的程度根据工件的刚度而定。

- 1.刚度小的薄蒙皮，采用包络式夹具定位。
- 2.板件型架一般每个框或肋处都有一块内型板或一对内、外卡板。
- 3.梁或框等平面组合件夹具，定位间距一般为 200~500mm.
- 4.具有较大刚度的板件或组合件在部件装配型架上一般采用四个工艺接头定位件。

#### **（六）出架方式**

大尺寸部件一般采用三种出架方式：

- 1.从型架上方吊出
- 2.纵向出架
- 3.侧向出架
- 4.架车式型架（架车被固定在车间地面上）

#### **四、布置重点复习内容（5分钟）**

# 教 案

飞机装配工艺学 课 12 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 装配型架的安装

**目的任务** 掌握装配型架的安装方法

**重点** 装配型架安装的现有和未来方法

**难点** 装配型架安装的技术原理

**教学方法** 讲授法、案例法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 飞机装配常用的三种协调原则是什么？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 4 月 3 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

年 月 日

## 第五章 装配型架的安装

教学内容与过程	
<p>一、复习上节课的重点内容——（5分钟）</p> <p>1. 装 型架的定位件分为哪几类？具体 有哪些？</p> <p>二、引入新内容 1——装配型架安装的重要意义——（10分钟）</p> <p>1.能否保证飞机装配的准确度，在很大程度上决定与装配型架的准确度，而且主要是型架安装的准确度。</p> <p>2.每个部件在各个装配阶段，都采用了各不相同的装配型架，在型架的安装中，还要保证这些型架之间的协调准确度。</p> <p>3.在飞机成批生产中，所使用的装配型架和标准工艺装备数量多，结构复杂，制造工作量大。</p> <p>二、引入新内容 2——飞机型架安装方法及技术发展——（70分钟）</p> <p>（一）用通用测量工具安装型架</p> <p>1) 型架安装基准线的确立</p> <p>拉线和吊线建立纵向基准线、水平基准线和横向基准线。</p> <p>2) 对通用测量工具安装型架的评价</p> <p>因安装准确度低，周期长，目前一般作为辅助方法使用。</p> <p>（二）标准样件的概念</p> <p>具有飞机部件、组合件或零件真实外形和对接接头的、尺寸准确的刚性立体样件，作为部件、组合件或零件的尺寸和形状的标准，是制造与协调有关工艺装备的依据。</p> <p>安装型架用的标准样件称为安装标准样件。</p> <p>用标准样件安装型架的过程</p> <p>1.型架骨架装配</p> <p>2.标准样件在型架中的定位</p> <p>标准样件在型架中的定位和固定，一般通过标高板。</p> <p>3.型架卡板的安装</p> <p>3.1 卡板外形塑造</p> <p>3.2 卡板安装</p> <p>4.接头定位器安装</p> <p>5.对用标准样件安装型架方法的评价</p>	课后分析

## 优点

- 1.能保证工艺装备之间的协同性。
- 2.制造周期短
- 3.复制型架一致性好、速度快
- 4.便于型架的定期检修

## 缺点

- 1.标准样件的制造工作量大
- 2.标准样件随尺寸大刚度小而变形
- 3.标准样件的制造成本高，属于专用工艺装备。
- 4.标准样件本身需要定期检修。

### （三） 用型架装配机安装型架

#### 用大型工具坞安装型架

实质上，大型工具坞是一个大型空间坐标架，由三个相互垂直的坐标尺组成，即一组纵坐标尺、一组垂直坐标尺、一组横坐标尺。

#### 把工具坞机床化，发展成为型架装配机

##### 用型架装配机安装型架方法：

- 1.在划线钻孔台上安装型架卡板
- 2.在型架装配机上安装型架梁上的叉形接头

利用型架装配机上的三组作标尺和变距板、金具等附件，可以准确地确定型架定位件在空间的任意位置。

### 3.型架总装配

#### 对型架装配机安装型架的评价

型架装配机与大尺寸的标准样件相比较，具有生产准备工作量少等优点。型架装配机由于尺寸的限制，不能用于大尺寸的装配型架，也不能用于大型分散式的装配型架；用型架装配机能够达到的安装准确度有限；对大型装配型架，定期检修比较困难。

### （四） 用光学仪器安装型架

#### 用光学仪器安装型架的基本原理

- 1.一条光学视线可以控制两个自由度
- 2.两条光学视线可以控制三个自由度
- 3.定位件沿光学视线的纵向位置，一般用长度测量工具控制
- 4.其余两个自由度，即绕垂直轴和横向水平轴的转动，则有经纬仪或带光学直角头的准直望远镜来控制。

#### 常用光学仪器

普通精密水平仪、普通精密经纬仪、准直望远镜、光学直角头和坐标经纬仪。

### 1.准直望远镜—— 专为型架安装设计。

1.1 准直望远镜外壳机械轴与光轴有精确的位置要求

1.2 准直望远镜的最短视距为零

1.3 准直望远镜观察到的物体为正像

1.4 准直望远镜有两个光学测微器

1.5 准直望远镜可以进行自动反射测量

1.6 准直望远镜可以进行自准直测量

**准直望远镜的优点**——可以连续观测远近不同的反射镜而不必调焦，且测量精度不随反射镜面与望远镜之间的距离大小而变化。

### 2.光学直角头

是准直望远镜的一个重要附件，与准直望远镜配合使用，通过光学直角头中的五棱镜，可使望远镜的视线准确转折 90 度。

### 3.坐标经纬仪

使用方法：首先调整经纬仪的位置，利用自动反射或自准直原理，使经纬仪的反射镜面垂直于一个准直望远镜的视线。当经纬仪绕横轴转动时，可扫描出一个与准直望远镜的视线相垂直的平面。

### 光学视线的建立

1.用光学仪器安装型架时，首先要在型架上用准直望远镜建立基准视线和辅助视线，然后以这些视线为基准安装各个定位件。

2.型架上建立一条光学视线，就是在型架骨架上确定两个光学站球体中心的位置，并把支持球体的两个杯形座定位，固定在型架的骨架上。

3.安装型架时，一般要建立两条或两条以上的视线，其中一个称为基准视线，它是建立其他辅助视线的基准。基准视线最好位于飞机的对称面、机翼弦平面或水平基准面上。辅助视线最好平行于基准视线，并使这些视线构成铅垂面或水平面。必要时，辅助视线也可以是斜的。

### 光学工具坞

以三根相互垂直的工具轴为基础建立的。三根工具轴分别代表空间直角坐标系的三个坐标轴，也是靠光学仪器保证。

光学工具坞，适合于安装大型复杂的装配型架，用起来比较灵活方便。

光学工具坞可以建立在装配车间型架旁边，装完一台型架后，可安装在别的型架旁边使用。

光学仪器还可以与机械式工具坞结合起来使用。

### 对用光学仪器安装型架方法的评价

与利用标准样件或型架装配机安装型架的方法相比，用光学仪器安装型架的方法具有以下**优点**：

- 1.提高了型架的安装准确度
- 2.光学仪器使用比较灵活，范围广
- 3.光学仪器可以通用，可以平行作业，提高劳动生产率
- 4.型架安装好以后，把光学站留下来，便于型架就地定期检修

#### 缺点：

- 1.光学仪器仅作测量用，不能解决型架定位件安装的支撑问题，需要另配备定位件的夹持和位置调整用装置。
- 2.观察光学仪器和调整定位件的位置，需要分别由两个人进行，会影响工作效率和准确度。
- 3.光学站若安装在型架上，会因外界环境变化而变化，从而导致准确度下降。

### （五）用激光准直仪安装型架

#### 激光束特点：

有色可见；良好的方向性，发散度比较小；可以被光敏目标所接收，光束和目标中心的偏差可以用电压表指示出来。

#### 激光准直仪

激光准直仪外形与准直望远镜相似，准直望远镜的附件如球体、杯形体、调整支架、光学直角头等都可以用于激光准直仪。

激光准直仪中主要是激光器，目前使用最普遍的是氦氖气体激光器

#### 光敏目标

一个激光准直仪系统包括激光准直仪、电源箱、光敏目标和指示放大器用激光准直仪安装型架的方法与使用准直望远镜是一样的，也可以用光学直角头把激光光束转折 90 度。

### 用激光自动准直的型架装机安装型架

激光自动准直的型架装机是一种半自动化的空间坐标定位设备。可实现五个自由度的自动控制。装机沿激光光束方向的准确定位，可按长杆千分尺或工具轴手工定位。

### 对用激光准直仪安装型架方法的评价

与光学仪器安装型架相比，用激光自动准直的型架装机，具有准确度高和安装效率高等优点。若配合激光测距，优势会更明显。

缺点：1 目前使用的氦氖气体激光器寿命较短；激光器激光光束中心随



温度变化而产生便宜，影响准直的精度。2.一般车间，由于温度和气流的影响，也会使激光束中心偏移，影响准直准确度。3.使用激光自动准直的型架安装机，由于安装机较重，会影响地坪，从而影响型架，也影响型架安装的准确度。

**四、布置重点复习内容（5分钟）**

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 13 讲

主讲人 曹艳

**课 题** 普通铆接

**目的任务** 掌握普通铆钉铆接的工艺过程和连接技术；

**重点难点** 飞机装配中铆接的技术特点和方法。

**教学方法** 讲授法、案例法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 型架安装中的关键技术是什么？型架安装的方法有哪些？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 4 月 7 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

年 月 日

## 第六章 铆接和铆接结构装配

### 第一节 普通铆接

#### 教学内容与过程

<p>一、 复习上节课的重点内容——（5 分钟）</p> <p>1. 机装 中提 装 准确度的方法 有哪些？</p> <p>二、 引入新内容 1——铆接技术介绍——（20 分钟）</p> <p>（一）普通铆接的工艺过程</p> <p>普通铆接是指常用的凸头或埋头铆钉铆接，铆接过程为：制铆钉孔—制埋头窝—放铆钉—铆接。见课本图。</p> <p>（二）普通铆接的缺点</p> <p>增加了结构重量；降低了强度，容易引起变形；疲劳强度低；密封性能差。导致其它连接方法迅速发展，如胶接，点焊和胶接点焊等</p> <p>（三）铆接的优点</p> <p>连接强度比较稳定；容易检查和排除故障（与胶接焊接比较）；使用工具比较简单，价廉；适用于比较复杂的结构的连接。</p> <p>（四）铆接的发展</p> <p>1.无头铆钉干涉配合铆接技术可以提高接头的疲劳寿命，满足现代飞机的疲劳性能和密封性要求。</p> <p>2.各种形式的自动钻孔设备和铆接设备为不断提高铆接的机械化和自动化程度，提高铆接质量提供了条件。</p> <p>三、 引入新内容 2——普通铆接工艺过程——（150 分钟）</p> <p>一、钻孔和镗窝</p> <p>1.对铆钉孔的要求</p> <p>1.1 铆钉孔的质量要求</p> <p>孔径公差 1.2 孔的椭圆度 1.3 孔的垂直度 1.4 孔边毛刺 1.5 孔的粗糙度</p> <p>1.2 不同直径的铆钉孔的加工方法</p> <p><math>d &lt; 5\text{mm}</math> 钻孔、扩孔；<math>d &gt; 6\text{mm}</math> 或夹层厚度<math>&gt; 15\text{mm}</math> 钻孔、扩孔、铰孔。</p> <p>2.影响钻孔质量的主要因素</p>	课后分析
---	------

1.1 工件材料 1.2 钻头转速、 1.3 进刀量 1.4 刀具的锋利程度

## 2.确定铆钉孔的位置

### 2.1 铆钉孔位置包含内容

边距、排距（行距）、孔距

### 2.2 铆钉孔钻孔的方法

- 1) 按划线钻孔（钻孔的方向）
- 2) 按导孔钻孔——导孔通常是制在孔的边距较小、材料较硬或较厚的零件上，在零件制造阶段就制出，装配定位后，钉孔按导孔钻出。例如蒙皮和长桁的铆钉孔，是按长桁的导孔钻出。
- 3) 按钻模钻孔

## 3.镗窝

### 3.1 埋头窝的深度要求

埋头窝的深度为负差，铆后铆钉头只允许铆钉头高出蒙皮表面。

### 3.2 埋头窝的制作方法

一般使用镗窝方法，镗窝有专用的镗窝钻。为保证埋头窝深度公差，应采用能限制窝深的镗窝钻套。

当蒙皮厚度 $<0.8\text{mm}$  时采用冲窝方法。

## 二、制孔工具设备

### 1.风钻

以压缩空气为动力，将高压空气经导管进入机身汽缸，推动活塞做高速往复运动，打击并回转钻杆。

优点：重量轻，尺寸小，可以手动控制，调节进气阀进气量以调节转速，超载时会自行停转，钻孔直径为 2~6mm。

### 2.自动钻镗装置——自动和半自动的钻镗装置。

- 1) 在靠模板上装钻镗动力头的方法。
- 2) 由于飞机骨架零件在装配过程中的定位和装配误差较大，所以不能采用普通的数控自动钻孔装置。而采用计算机控制的，并且带识别装置的自动钻镗设备。

工作头装数字摄像机检测（骨架零件铆钉孔到骨架零件实际边缘的尺寸是

否合适并调整)——检测完毕回到零位——在工作头上换上钻镗动力头——将蒙皮安装在骨架上——制出定位铆钉孔——定位铆钉后再钻出所有铆钉孔。

3) 自动钻孔装置比手工钻孔劳动量能降低 50~60%。

### 三、铆接

#### 1. 铆钉材料及铆钉长度选择

材料：碳素钢和合金钢，铝合金和钛合金等。

长度：经验式

参见标准

#### 2. 锤铆

##### 2.1 锤铆过程

利用铆枪的活塞撞击铆卡，铆卡撞击铆钉，在铆钉的另一端由顶铁顶住，使铆钉杆镦粗，形成镦头。

##### 2.2 锤铆方法

正铆和反铆。钉头和钉杆。

##### 2.3 正铆

2.3.1 优点：铆接埋头铆钉时表面质量好，因蒙皮不受锤击。

2.3.2 缺点：需要使用较重的顶铁才能在铆接时顶住铆钉，劳动强度大；另外，铆枪必须在工件内部，使用范围受限制。

2.3.3 适用范围：所以一般在铆接蒙皮表面时才使用。

##### 2.4 反铆

2.4.1 优点：顶铁重量轻，一般只有正铆的四分之一，并且部分锤击力直接打在钉头周围的零件表面上，能够使工件贴紧。

2.4.2 缺点：表面质量不易保证

2.4.3 适用：铆接骨架结构时一般都用反铆。

##### 2.5 锤铆工具

铆枪和顶铁

顶铁重量的经验估算公式：

W 反  $\geq 0.5d(\text{kg})$

W 正  $\geq 2d(\text{kg})$

## 2.6 锤铆存在的问题

- 1) 铆接质量不稳定
- 2) 铆接变形大
- 3) 噪音大，长期使用易患职业病，所以要发展打击率低，冲击能量大的铆枪。
- 4) 劳动生产率低

## 3.压铆

### 3.1 压铆原理

利用静压力墩粗铆钉杆，形成墩头。

压铆力的计算：不同材料和不同直径的铆钉所需要的压铆力可用经验公式估算。

### 3.2 压铆优点

- 1) 铆接质量稳定
- 2) 劳动生产率高（压铆系数）
- 3) 工件变形较小
- 4) 工人的劳动条件好

### 3.3 压铆机

#### 3.3.1 固定式（单个压铆机或成组压铆机）

结构名称：喉深，钳口高，开启高

适用范围：成组压铆机一次一般压铆 6~8 个铆钉。

3.3.2 手提式（轻便，钳口尺寸小，只用于边缘处铆钉，也可以用于架内铆接，以提高铆接质量。）

## 四、布置重点复习内容（5 分钟）

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 14 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 密封铆接和干涉配合铆接

**目的任务** 掌握密封铆接的形式和工艺过程；

掌握干涉配合的特点；

**重点难点** 重点—密封铆接的铆接形式，干涉配合铆接特点

难点—密封铆接工艺过程，

**教学方法** 讲授法、案例法等

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 普通铆接的工艺过程？正铆和反铆各有何特点？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 4 月 10 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第六章 飞机装配机械连接技术

### 密封铆接、干涉配合铆接

教学内容与过程	
<p>一、 复习上节课的重点内容——（5分钟）</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 简述普 接的工艺流程。</li><li>2. 正 和反 各有何特点？</li></ol> <p>二、 引入新内容 1——密封铆接（40分钟）</p> <p>（一）密封铆接的基本要求：</p> <p>能承受一定的内外压差；耐温度变化；在气体、燃油、氧气中保持稳定；密封结构不仅能承受静载荷还能承受振动载荷。</p> <p>（二）普通铆接的泄漏途径：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 沿铆钉或螺钉与钉孔之间的间隙泄漏</li><li>2. 沿零件之间的缝隙泄漏</li></ol> <p>（三）密封形式</p> <p><b>1. 缝内密封</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1 概念——在零件之间的贴合面上或钉孔处涂上密封胶或腻子或胶膜。 缝内刷胶密封、缝内胶膜密封、缝内涂腻子密封。</li><li>1.2 优点：比较可靠</li><li>1.3 工作工艺过程（预装配制钉孔；分解去毛刺；用汽油丙酮清洗和涂胶；重新装配并对准孔；最后铆接或螺接。）</li><li>1.4 缺点：涂胶以后需要在规定的时间内装配。</li></ol> <p><b>2. 缝外密封</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1 概念——在铆缝外涂密封胶，是在装配件连接好以后进行。</li><li>2.2 优点：工序比缝内密封简单。</li><li>2.3 工艺过程（先洗净铆缝；刷稀胶，使稀胶渗透到夹缝中去；然后再在铆缝和铆钉上刷第二遍稠胶；最后用刮铲刮掉气泡。）</li></ol> <p><b>3. 表面密封</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>3.1 概念：在缝内、缝外密封之后，再涂一层密封胶。</li></ol>	课后分析



3.2 适用：一般用于整体油箱。

#### 4.紧固件自身密封

4.1 镢埋头铆钉

4.2 全冠头铆钉

4.3 半冠头铆钉

4.4 BRILES 铆钉

密封铆钉与普通铆钉比较，有以下特点：

1) 钉杆端面带圆角

2) 铆钉头上表面带圆弧凸面或锥形凸面。

(以上两点共同的作用是在铆接时减少铆钉与铆卡和顶把的接触面积，使作用力集中在钉杆的中心线附近)

3) 利用钉杆的镢粗，起到自身密封的作用。

#### (四) 密封材料

性能要求：

1.良好的粘合力；

2.耐老化性能，和飞机同样的使用寿命；

3.耐环境要求

4.良好的工艺性能

5.无毒

6.工艺期限要宽（活性期、施工期、初始硫化期）

7.密封胶在缝外填角，铆钉头堆胶时，要有良好的堆砌性能。

8.有较长的储存期

#### (五) 密封试验

密封试验有气密试验和油密试验

### 三、 引入新内容 2——干涉配合铆接（40 分钟）

#### (一) 干涉配合铆接概念

铆接后铆钉孔乃至沉头窝均能与铆钉钉杆之间形成有一定干涉量的配合。

#### (二) 影响干涉量的因素

1. 铆接前钉与钉孔钉间隙和埋头窝深度
2. 铆接前铆钉的外伸量
3. 铆模形状
4. 压铆力和压铆时铆模的闭合高度
5. 钉孔表面粗糙度低于普通铆接。

### (三) 干涉量的计算方法和测量技术

#### 干涉配合铆接类型

1. 普通铆钉干涉配合铆接
  2. 冠头铆钉干涉配合铆接
  3. 无头铆钉干涉配合铆接
- 1) 铆接后沿铆钉杆全长可形成较均匀的干涉配合，有适当干涉量的干涉配合，能成倍提高连接件的疲劳寿命。
  - 2) 能可靠地保证铆钉自身的密封性。

#### 三、布置重点复习内容（5分钟）

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 15 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 特种铆接

**目的任务** 掌握特种铆接的形式和工艺过程；

**重点难点** 重点一特种铆接的铆接形式，特种铆钉特点

**教学方法** 讲授法、案例法等

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 干涉配合铆接与过盈配合有什么区别？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2016 年 4 月 14 日

**审 批**

教研室主任（签字）：

年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第六章 飞机装配机械连接技术

### 特种铆接

教学内容与过程	
<p>一、复习上节课的重点内容——（5分钟）</p> <p>密封铆接的形式有哪几类？各有何特点</p> <p>三、引入新内容——特种铆接——（80分钟）</p> <p><b>1、概述：</b></p> <p><b>1.1 特种铆接的应用</b></p> <p>结构封闭，通路不畅的地方</p> <p><b>1.2 特种铆接的优点</b></p> <p>2.1 铆接质量稳定；</p> <p>2.2 操作简单；</p> <p>2.3 铆接无锤击噪音。</p> <p><b>1.3 特种铆接的种类</b></p> <p>3.1 单面铆接</p> <p>3.2 环槽铆钉铆接</p> <p><b>2、单面铆接（盲铆）</b></p> <p><b>2.1 普通抽芯铆钉</b></p> <p><b>2.1.1 组成：</b>芯杆、钉套。</p> <p><b>2.1.2 工具：</b>拉铆枪</p> <p><b>2.1.3 铆接工艺过程：</b></p> <p>铆接镦头形成后再继续抽拉，钉杆被拉断；然后去除钉头外面的多余部分，并在修平处涂上防腐剂。</p> <p><b>2.1.4 普通抽芯铆钉缺点：</b></p> <p>1.4.1 承受振动载荷时，钉杆容易从钉套中脱落。</p> <p>1.4.2 钉杆、钉套不能形成一个整体，抗拉强度很低，只适用于夹层厚度比较小的非主要受力部位。</p> <p><b>2.1.5 改进措施：</b>增加锁圈</p> <p><b>2.2.鼓包型抽芯铆钉</b></p> <p><b>2.2.1 组成：</b>芯杆、钉套、锁圈。</p> <p><b>2.2.2 优点：</b>芯杆被锁圈锁住，不易脱落。</p>	课后分析

**2.2.3 缺点：**由于钉套尚未充分在孔中胀大就失稳形成鼓包，这对于孔壁施加的预应力是不足的，尤其对于较厚的工件更是如此。

### **2.3.拉丝型抽芯铆钉**

**2.3.1 优点：**使芯杆与孔能产生干涉配合。

#### **2.3.2 铆接工艺过程：**

2.3.2.1 将芯杆、钉套和锁圈一起插入工件内

2.3.2.2 当芯杆拉入钉套时，消除夹层间隙，直至工件层可靠地压在一起；

2.3.2.3 芯杆端部将钉套胀大，并挤压钉孔，同时芯杆直接开始收缩；

2.3.2.4 芯杆拉到位，形成容纳锁圈的空腔，然后压入锁圈；

2.3.2.5 芯杆拉断。

**2.3.3 适用：**工件夹层较厚的部位。

### **2.4.拉铆枪工作头**

#### **2.5.单面螺钉**

##### **2.5.1 优点**

##### **2.5.2 工艺过程**

### **3、环槽铆钉铆接（虎克钉）**

**3.1.组成：**带环槽的钉杆和钉套组成

**3.2.工艺特点：**不是镦粗钉杆，而是用拉枪将钉套的一部分材料挤到钉杆的环槽内，形成紧固件，起到螺母的作用。

#### **3.3.分类：**

**3.3.1 抗剪型和抗拉型**

**3.3.2 拉铆型和镦铆型**

### **4、钛合金铆接**

#### **4.1.钛合金的优缺点：**

**4.1.1 优点：**强度高，比重小，耐热性好。

**4.1.2.缺点：**硬度高，塑性差，难以形成镦头，常产生裂纹，材料和加工费用高。

#### **4.2.钛合金的钻孔**

4.2.1 钻头锋利，刚性好

4.2.2 尽量适用短钻头，采用低转速，快进给。

4.2.3 钻孔时采用超声波做为辅助

4.2.4 充分供给切屑液

#### **4.3 钛合金的铆接**

**4.3.1 材料 TB2 在静压下的冷塑性基本满足要求**

4.3.2 不适宜锤铆

4.3.3 采用热铆效果好

四、布置重点复习内容（5分钟）

# 教 案

飞机装配工艺 课 16 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 复合材料结构与制造

**目的任务** 掌握复合材料的特点、制造方法及在飞机结构中的应用。

**重点难点** 复合材料的制造加工方法

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 试陈述胶接结构装配的典型工艺过程。

**备课时间** 2010年 1-2月

**上课时间** 2010年 4月 17日

**审 批**

教研室主任（签字）： 年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

教学内容与过程

一、复习上节课的重点内容——（10 分钟）

1. 胶接结构装的典型工艺过程。

（三）蜂窝夹芯的制和加工方法。

二、引入新内容——复合材料组成和特点——（65 分钟）

（一）复合材料组成

复合材料是由两种或两种以上的原材料，通过各种工艺方法组合成的新材料。

（二）复合材料特点

1.比强度和比模量高 2、破损安全性能和疲劳性能好

3.高温性能好 4.工艺性能好

（三）复合材料的缺点

1.断裂伸长小；抗冲击性差；横向强度和层间剪切强度低；树脂的吸湿性对结构性能有影响。

2.制造过程中手工劳动量多，质量不稳定，成本较高。

（四）|复合材料种类

纤维增强复合材料的种类：玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、凯芙拉—芳纶纤维、碳化硅纤维等。

（五）复合材料结构件成形工艺

1、层压成形法工艺过程 2、金属模压法

3、热膨胀成形 4、缠绕成形法

（六）复合材料结构件的机械加工

一、钻孔与铤窝

二、切割

1) .机械加工 2.激光切割 3.高压水切割

（七）复合材料的质量控制

1、.原材料的控制 2、工艺过程控制 3、成品的检验

（八）复合材料的质量检测

1、无损检测分类 2、检测方法

三、布置重点复习内容（5 分钟）

课后分析



# 教 案

飞机装配工艺 课 第 18 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 胶接和胶接结构

**目的任务** 掌握飞机装配的胶接结构和胶接工艺过程以及胶接原理。

**重点难点** 胶接结构及其胶接工艺

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 层压式复合材料的加工特点有哪些？

**备课时间** 2010年 1-2月

**上课时间** 2010年 4月 24日

**审 批**

教研室主任（签字）： 年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第八章 胶接和胶接结构装配

### 第一节 胶接接头的形成及胶黏剂

#### 教学内容与过程

<p><b>一、复习上节课的重点内容——（5 分钟）</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 板件装 有什么特点？</li><li>2. 件装 有什么特点？</li></ol> <p><b>二、引入新内容 1——胶接装配介绍——（20 分钟）</b></p> <p><b>（一）、胶接概念</b></p> <p>胶接就是通过胶粘剂将零件连接成装配件。</p> <p><b>（二）、胶接的优点</b></p> <p>2.1.不削弱基体材料，所形成的连接缝是连续的，受力时应力分布比较均匀；可以连接薄板，同时改善板材的支持情况，提高结构的临界应力。</p> <p>因此，胶接可以减轻结构重量，提高结构疲劳强度；多层胶接可以提高材料利用率，并提高结构破损安全性能。</p> <p>2.2.胶接可以连接不同材料，可以连接厚度相差较大的材料。</p> <p>2.3.胶接结构表面平滑，有良好的气动力性能。</p> <p>2.4.胶缝本身有良好的密封性，适用于气密舱和整体油箱等密封的结构。</p> <p>2.5.胶层对金属有防腐保护作用，可以绝缘和防止电化学腐蚀。</p> <p><b>（三）、胶接的缺点</b></p> <p>2.1.胶接质量容易受很多因素的影响，性能分散性较大。</p> <p>2.2.生产质量控制严格，胶接质量不易检查，无损检测方法不够满意。</p> <p>2.3.胶粘剂以高分子材料为主体，使用温度范围受限制，且有老化问题。</p> <p><b>（四）、胶接典型结构</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.蒙皮……桁条壁板</li><li>2.蒙皮……波纹板或其它形式的加强板组成的板件</li><li>3.多层板或多层结构</li><li>4 面板与夹芯材料组成的夹层壁板或夹层结构</li></ol> <p><b>（五）、胶接结构材料</b></p> <p>铝合金、钛合金、非金属材料 and 复合材料。</p> <p><b>三、引入新内容 2——胶接接头的形成和特性——（30 分钟）</b></p>	<p>课后分析</p>
--	-------------

## **(一)、概述**

### **1.胶接头概念**

胶接是通过胶粘剂的作用把被粘物连接在一起，形成胶接头。

### **2、胶接强度的形成**

#### **2.1、粘附力**

胶粘剂与被粘表面之间产生的力=交界面上不同分子间的作用力

#### **2.2.胶粘剂的内聚力**

胶粘剂分子间相互束缚在一起的作用)

#### **2.3、粘附破坏和内聚破坏**

### **3、影响胶接强度的因素**

#### **3.1.影响内聚力的因素**

#### **3.2.影响粘附力的因素**

3.3.影响应力分布的因素(受外力;胶接头固化过程;使用环境均会产生接头内应力)

## **(二)、粘附力和粘接机理**

### **1.粘附力的产生机理**

粘附力是胶粘剂与被粘表面之间的作用力。一般认为粘附力是被粘物分子或原子与胶粘剂分子或原子之间作用力的宏观表现。粘附力的产生应包括胶粘剂与被粘物表面之间的物理的、化学的和机械的作用。

### **2.影响胶接强度的因素**

胶粘剂与被粘表面的接触情况，即胶接表面被胶液浸润的程度。

### **3.提高胶接强度的措施**

3.1 胶粘剂要有较低的粘度(通过溶剂或加温来调节)

3.2 胶接前对被粘表面进行处理，清除尘埃和油污，改善表面的结构和性质

3.3 胶接时，加温加压，使胶液从被粘表面排除吸附的空气和水分，并随之与表面密切接触。

## **(三)、内聚力和胶粘剂的固化**

### **1.固化的概念**

胶粘剂在浸润被粘物表面后，必须通过适当的方法使它变成固体，即本身产生足够的内聚力，这样，胶接头才能承受各种负荷，这个过程称为固化。

### **2.固化的方式**

2.1 热塑性高分子化合物组成的胶粘剂……可以通过熔融体的冷凝或溶剂的挥发等物理变化来完成固化。

2.2 热固性高分子化合物……要在一定的温度、压力或交联剂的作用下，通过化学反应，聚合成不熔化也不溶解的，具有一定机械强度的固体高分子结构物质。（一般金属结构胶粘剂主要由热固性高分子化合物组成）

#### （四）、胶接接头的内应力

- 1.收缩应力……固化收缩
- 2.热应力……温度变化

#### （五）、胶接接头的应力分布

- 1.搭剪
- 2.不均匀扯离
- 3.剥离

### 四、引入新内容 3——胶黏剂介绍——（30 分钟）

#### （一）、胶粘剂的分类（从应有角度分）

- 1..结构胶粘剂（承载）
- 2.非结构胶粘剂（不承载，如压敏胶，导电胶）。

#### （二）、航空胶粘剂的技术要求

- 2.1.良好的综合性能
- 2.2.良好的工艺性和经济性

#### （三）、胶粘剂的组分

##### 1.沾料（基料）

1.1 高分子化合物中，**热固性树脂**适于做为结构胶粘剂的主要成分。  
金属结构胶中，最常用的热固性树脂是：

1.1.1 **酚醛树脂**（加热固化，固化时需要加压）

1.1.2 **环氧树脂**（通过固化剂的化学作用固化，固化温度随固化剂种类而异，固化压力低）

##### 1.2 热固性树脂的增塑剂或增韧剂

1.2.1 **热塑性树脂**（聚乙烯醇缩醛树脂和聚酰胺树脂）

1.2.2 **橡胶**（丁腈橡胶，氯丁橡胶、聚硫橡胶）

##### 1.3 改性树脂型的胶粘剂

航空结构胶粘剂广泛应用

##### 2.固化剂

若胶粘剂中含有橡胶，还应加入硫化剂和硫化促进剂以硫化橡胶。

##### 3.填料

填料对胶粘剂性能有很大影响。

##### 4.稀释剂和溶剂

#### **4.1 稀释剂**

降低胶粘剂粘度的易流动液体。可以改善胶粘剂的工艺性能，降低胶粘剂的活性，从而延长胶粘剂的使用期。

#### **4.2 有机溶剂**

用于溶解沾料，降低粘度，在含橡胶的胶粘剂中用的较多。其作用与稀释剂基本相同，只是涂胶时需要，涂胶后必须迅速挥发。

#### **（四）胶粘剂的种类和性能**

- 1.改性酚醛树脂胶粘剂
- 2.改性环氧树脂胶粘剂

#### **（五）胶粘剂的检验和胶接性能测试**

##### **1.胶粘剂的检验**

一般在研制生产单位进行，生产使用前要复验。

##### **2.钣金结构基本胶接性能测试**

- 2.1 剪切强度
- 2.2 不均匀扯离
- 2.3 剥离
- 2.4 根据产品结构和使用作耐环境试验

#### **四、布置重点复习内容（5分钟）**

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 19 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 胶接工艺过程

**目的任务** 掌握飞机装配的胶接工艺过程

**重点难点** 典型胶接工艺

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 胶接与铆接相比有哪些特点？

**备课时间** 2010年 1-2月

**上课时间** 2010年 4月 28日

**审 批**

教研室主任（签字）： 年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第八章 胶接和胶接结构装配

### 第二节 典型胶接工艺及蜂窝夹心结构

#### 教学内容与过程

<p><b>一、复习上节课的重点内容——（5分钟）</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 胶接有什么特点？</li><li>2. 胶接应力的分布形式有哪些？</li><li>3. 胶价剂的主要组分是什么？</li></ol> <p><b>二、引入新内容 1——胶接工艺过程——（20分钟）</b></p> <p>典型胶接工艺过程包括：<b>预装配，胶接表面制备，涂胶和晾置，装配，固化，胶缝清理和密封，试验和检验。</b></p> <p><b>(一)\预装配</b></p> <p>预装配是为了检查零件间的协调关系和胶接面的贴合程度，并进行必要的修配，以达到装配准确度的要求。</p> <p>胶层厚度严重影响胶缝强度。胶层应当薄而均匀。在预装配时，要放置代替胶膜厚度的垫片。</p> <p><b>(二)、胶接表面制备</b></p> <p>零件表面清洁度和表面状态对胶接质量有决定性影响。</p> <p>胶接前表面处理的目的是：除去表面污物；改变表面粗糙度；改变表层结构形态；改变表面物理化学性质；提高表面防腐蚀能力。</p> <p><b>(三)、涂胶和烘干</b></p> <p><b>1.在新处理好的金属表面上及时涂一层薄薄的底胶。</b></p> <p>要严格控制底胶厚度，采用喷枪喷涂或机械化静电喷涂。<b>喷涂后要进行烘干和固化。</b></p> <p>除涂底胶外，也有表面涂偶合剂、胶接促进剂等其它表面化学处理剂。</p> <p><b>2.零件涂底胶后，在规定时间内涂胶。</b></p> <p><b>(四)、装配</b></p> <p>在胶接模具或夹具中组装全部零件，定位并夹紧。</p> <p><b>(五)、固化</b></p> <p>温度、压力和时间对胶缝强度有决定性影响。</p> <p><b>(六)、清理和密封防护</b></p> <p>固化后，取出胶接件，清理胶缝，对外露的胶缝及不同金属材料胶接的</p>	<p>课后分析</p>
---	-------------

毗邻部分，用耐介质、耐老化性能好且抗剥离强度高的密封胶密封保护。  
常用聚硫橡胶密封胶粘剂。

### 三、引入新内容 2——加温加压设备与胶接夹具（10 分钟）

实现胶接装配中零件的定位及胶缝的固化处理。

（一）、压力机

（二）、热压罐

（三）、加温加压夹具

### 四、引入新内容 3——蜂窝夹层结构的制造（25 分钟）

**蜂窝夹层结构的制造过程包括：**蜂窝夹芯的制造；夹芯外形的加工；蒙皮和蜂窝夹芯胶接前的清洗；涂胶和装配；固化；装配件的修整和密封；检验和试验。

#### （一）、蜂窝夹芯的制造

##### 1.常用材料

纯铝箔、防锈铝箔、硬铝箔。

##### 2.制造方法

**2.1 成形法：**先将铝箔条成形成波纹状，然后将波纹状涂胶叠合，胶接成蜂窝芯块。适用于厚度大或刚性大的合金箔，或非正六边形的特殊形状蜂格夹芯。

**2.2 拉伸法：**先在铝箔上涂上或印上胶条，然后将铝箔叠合，胶接成叠层，最后拉伸成蜂窝芯块。一般正六边形或方形蜂格的夹芯都采用这种方法制造。

##### 3.供应状态：

由专业工厂生产，以蜂窝叠层或拉伸好的蜂窝芯块的形式，作为一种夹芯材料提供。

##### 4.拉伸法制造蜂窝夹芯的工艺流程

4.1 铝箔表面处理

4.2 铝箔涂胶

4.3 铝箔的叠合和固化

4.4 夹芯的拉伸成形和加工

#### （二）、蜂窝夹层结构的装配

1.蜂窝夹芯和零件预装配和修配

2.对夹芯进行除油、冲洗和烘干等处理

3.对蒙皮和其它金属零件经表面处理涂底胶并贴上胶膜



4.在胶接夹具中进行装配

5.封装在真空袋中，送入热压罐中加温加压固化

6.用密封胶密封全部可能进水进气的通路和外露的胶缝

7.进行渗漏试验

8.进行无损检测

#### 五、引入新内容 4———胶接质量无损检测（15 分钟）

##### （一）、胶接质量内容

##### 1.粘附质量

##### 2.内聚质量

##### （二）、胶接质量检验方法

1.一般外观目视检查（有无缺胶现象，挤出的胶瘤是否均匀，胶层颜色是否正常等）

##### 2.无损检测方法

##### 2.1 声振检测仪检验

2.1.1 声阻仪

2.1.2 多层胶接检验仪

2.1.3 胶接强度仪

2.1.4 涡流声检验仪

##### 2.2 超声检测

##### 2.3X 射线检验

#### 六、引入新内容 5———胶接质量控制（10 分钟）

##### 全面质量控制的方法

（一）、环境控制

（二）、人员控制

（三）、胶接材料控制

（四）、设备控制

（五）、工艺过程控制

（六）、产品质量控制

#### 七、布置重点复习内容（5 分钟）

# 教 案

飞机装配工艺学 课 第 20 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 蜂窝夹层结构胶接工艺过程

**目的任务** 掌握复合材料蜂窝夹层结构胶接工艺过程

**重点难点** 典型蜂窝夹层结构胶接工艺

**教学方法** 讲授法、图解法。

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 胶接工艺主要步骤？

**备课时间** 2010 年 1-2 月

**上课时间** 2010 年 5 月 5 日

**审 批**

教研室主任（签字）： 年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 教学内容与过程

### 一、复习上节课的重点内容——（10分钟）

1. 胶接结构装的典型工艺过程。

（四）蜂窝夹芯的制和加工方法。

### 二、引入新内容——复合材料组成和特点——（65分钟）

#### （一）复合材料组成

复合材料是由两种或两种以上的原材料，通过各种工艺方法组合成的新材料。

#### （二）复合材料特点

1.比强度和比模量高 2、破损安全性能和疲劳性能好  
3.高温性能好 4.工艺性能好

#### （三）复合材料的缺点

1.断裂伸长小；抗冲击性差；横向强度和层间剪切强度低；树脂的吸湿性对结构性能有影响。  
2.制造过程中手工劳动量多，质量不稳定，成本较高。

#### （四）|复合材料种类

纤维增强复合材料的种类：玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、凯芙拉—芳纶纤维、碳化硅纤维等。

#### （五）复合材料结构件成形工艺

1、层压成形法工艺过程 2、金属模压法  
3、热膨胀成形 4、缠绕成形法

#### （六）复合材料结构件的机械加工

##### 一、钻孔与铤窝

##### 二、切割

1) .机械加工 2.激光切割 3.高压水切割

#### （七）复合材料的质量控制

1、.原材料的控制 2、工艺过程控制 3、成品的检验

#### （八）复合材料的质量检测

1、无损检测分类 2、检测方法

### 三、布置重点复习内容（5分钟）

课后分析

# 教 案

飞机装配工艺 课 第 21 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 点焊和胶焊结构

**目的任务** 掌握胶接点焊的原理和方法

**重点难点** 胶焊的特点

**教学方法** 讲授法、图解法

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业**

1. 简述复合材料的特点。
2. 介绍两种复合材料结构成形方法。

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 5 月 8 日

**审 批**

教研室主任（签字）： 年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：

## 第九章 点焊和胶焊结构

教学内容与过程	
<p>三、 复习上节课的重点内容——（5 分钟）</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 复合材料的特点。</li><li>2. 复合材料成形工艺。</li></ol> <p>二、引入新内容 1——点焊和胶焊结构——（25 分钟）（重点）</p> <p>（一）胶接点焊（胶焊）概念</p> <p>点焊与胶接组合的混合连接。</p> <p>（二）点焊与铆接及胶接的比较</p> <p>1.优点：生产率高，成本低是最显著的优点。</p> <p>2.缺点：</p> <p>（三）胶接点焊优点</p> <p>解决了铝合金焊件的阳极化问题并提高点焊结构强度，成本有所降低。</p> <p>（四）先焊后胶的工艺过程和特点</p> <p>1.工艺过程</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1 零件表面按单纯点焊进行酸蚀处理，以除去氧化膜，降低表面接触电阻。</li><li>1.2 点焊后注入胶液，胶液固化后进行阳极化处理。</li></ol> <p>2.特点：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1 由焊点承受全部载荷，胶层只起密封防腐和补强的作用。</li><li>2.2.焊缝内金属表面是靠胶层来保护，焊缝外表面则靠阳极化膜来保护。</li></ol> <p>（五）先胶后焊的工艺过程特点</p> <p>1. 工艺过程：先涂胶后点焊</p> <p>2.特点：主要由胶层承受载荷，而焊点则起胶层固化时的定位、加压作用。</p> <p>（六）胶焊结构的应用</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.主要用于框、肋、口盖以及蒙皮—桁条式壁板。</li><li>2.受力较大并要求阳极化处理的装配件，采用胶焊结构。</li></ol> <p>三、引入新内容 2——点焊原理——（25 分钟）</p> <p>（一）背景资料：</p> <p>焊接方法分类：电弧焊、电阻焊、高能束焊（电子束、激光束）、钎焊等。</p>	课后分析

**(二) 点焊过程:**

**(三) 点焊特点:** 接头形式为搭接; 只在有限的接触面积上, 即点上进行焊接; 接头区金属熔化。

**(四) 点焊形成过程**

**1.点焊形成接头的必要及充分条件**

形成尺寸合乎规定的, 交互熔化的金属区或焊核。

**2.焊点形成过程**

**电阻公式**

**2.1 焊件在电极间预压, 保持足够小的接触电阻;**

**2.2 加焊接压力, 通电加热, 金属熔化形成容核;**

**2.3 在压力下断电, 冷却后形成焊核。**

加锻压力或采用二次脉冲电流的方法。

**3.焊接规范 (硬规范和软规范)**

3.1 焊接电流的大小和通电时间对点焊质量有重要影响。

3.2 电极接触表面的形状和尺寸也是影响点焊质量的另一个因素。

**4.点焊的工艺过程**

4.1 焊件放在下电极上, 上电极下降;

4.2 加预压力, 加焊接压力;

4.3 通焊接电流, 断电;

4.4 加锻压力, 上电极上升。

**(五) 点焊机**

**四、引入新内容 3——点焊质量的控制与检验—— (5 分钟)**

点焊接头的质量取决于焊点的质量。

**(一) 常见的点焊缺陷:**

未焊透、飞溅、压坑过深、裂纹、缩孔、烧伤等。

**(二) 质量控制和检验**

1.图纸的工艺性审查

2.与焊接有关的工序检验

3.焊接接头的质量检验和自动监控

4.焊接接头质量的自动控制

**五、引入新内容 4——胶接点焊工艺和特点—— (25 分钟) (难点)**

**(一) 胶焊工艺过程分类**

1.先胶后焊

2.先焊后胶

<p>(二) 先焊后胶工艺过程</p> <p>(三) 先胶后焊工艺过程</p> <p>(四) 先胶后焊的适用</p> <p>大宽度多排点的焊缝以及波纹板等结构形式。</p> <p>(五) 美式胶焊的三大技术关键</p> <p>三、布置重点复习内容 (5 分钟)</p>	
--	--

# 教 案

飞机装配工艺 课 第 22 讲

主讲人 曹 艳

**课 题** 飞机部件装配与总装配

**目的任务** 掌握部件装配、总装配的工艺特点

**重点难点** 部件和总装的主要分阶段和工艺装备特点

**教学方法** 讲授法、图解法

**使用教具** 多媒体课件

**提问作业** 1. 为什么常用胶焊结构而不是纯点焊？

**备课时间** 2020 年 1-2 月

**上课时间** 2020 年 5 月 12 日

**审 批**

教研室主任（签字）： 年 月 日

**抽 查**

系主任（签字）：



## 第 10 章 板件、组合件和段件、部件的装配

教学内容与过程	
<p>一、复习上节课的重点内容——（5 分钟）</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 单 有何优点？</li><li>2. 简述普 抽芯 接工艺过程</li><li>3. 简述环槽 接工艺过程</li></ol> <p>二、引入新内容 1——组合件、板件装配——（20 分钟）</p> <p>1、组合件和板件的结构和工艺特点</p> <p>1.1 组合件结构</p> <p>组合件有平面形状（加强肋，加强框、大梁等）；也有曲面形状（如翼尖、舱门等）</p> <p>1.2.板件结构</p> <p>板件主要有蒙皮、长桁和隔框或翼肋的一部分组成。</p> <p>1.3. 组合件和板件的工艺特点</p> <ol style="list-style-type: none"><li>3.1 开敞性好——自动钻铆</li><li>3.2 绝大部分的板件与部件的气动外形有关，外形要求高——多用埋头铆钉，应有足够刚度。</li><li>3.3 兼作整体油箱的机翼板件还必须有良好的密封性。</li><li>3.4 有的组合件和板件带有部件之间的对接接头或对接型材，必须用装配型架保证对接面 and 对接孔的准确度。</li></ol> <p>2.组合件、板件的装配过程</p> <p>2.1 零件定位和定位铆接</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1.1 根据结构复杂程度和准确度要求，采用不同定位方法</li><li>2.1.2 大部分零件应能互换，一般不留加工余量，但对配合精度要求较高的部位除外。</li><li>2.3 零件定位好后要进行定位铆接。</li></ol> <p>2.2.钻孔、镗窝和铆接</p> <p>2.3.补铆及安装工作</p> <p>3、板件装配示例</p> <p>3.1 用内、外卡板定位板件装配</p>	课后分析

### 3.2 用内型板定位的板件装配

### 3.3 板件装配时用装配孔定位

## 二、引入新内容 2——段件、部件装配——（20 分钟）

### 一、段件、部件装配的技术要求

- 1.保证部件设计分离面的协调和互换以及外形准确度
- 2.部件内各系统力求在段、部件内完成，还要试验。

### 二、段件、部件的装配特点

结构复杂，工作量大，.开敞性差；劳动生产率低。

### 三、段件和部件装配过程

#### 1.型架内装配

1.1 确定了部件的各接头和外形准确度。

1.2 用接头定位器固定

1.3 定位方法

1.3.1 用外卡板定位

以蒙皮为基准的装配的飞机广泛采用外卡板；

某些以骨架为基准装配的部件，也采用外卡板，此时卡板的作用首先是确定骨架外形，以便把骨架装配好，然后，放上蒙皮，此时卡板仅仅起到夹紧蒙皮的作用。

1.3.2 用内卡板定位

1.3.3 用定位孔定位

#### 2.型架外装配和安装

2.1 前提：足够刚度

2.2 具体工作

2.2.1 补铆和螺栓连接

2.2.2 不影响部件外形尺寸的零件或组合件的安装和连接。

2.2.3 各种系统的安装和试验

#### 3.精加工、检验和移交

## 四、布置重点复习内容（5 分钟）



### “飞机装配工艺学”学生评教记录

序号	学期	开课单位	课程名称	教师工号	教师姓名	班级名称	评价时间	学生评教分数
1	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-07-01 22:48:41.0	100
2	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-06-30 11:28:44.0	100
3	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 23:13:05.0	100
4	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 20:38:45.0	100
5	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-26 21:00:47.0	100
6	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-07-01 22:10:03.0	100
7	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-25 00:33:13.0	100
8	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-28 12:30:18.0	100
9	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-27 15:05:22.0	100
10	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-26 22:31:35.0	99.9
11	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-06-21 19:33:52.0	99.5
12	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-07-01 23:07:00.0	99.5
13	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 20:38:21.0	97.9
14	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 22:14:46.0	97.9
15	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-07-01 23:02:57.0	97.8
16	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 21:03:50.0	97.8
17	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 22:23:03.0	97.1
18	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-07-01 19:11:56.0	97
19	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 21:02:38.0	95.6
20	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 20:41:57.0	95.3
21	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 22:35:20.0	94.5
22	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-06-28 19:01:39.0	93.4
23	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2120	2020-07-01 22:31:35.0	91.3
24	2019-2020-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2119	2020-06-21 21:58:54.0	90.1
学期平均分								97.69

序号	学期	开课单位	课程名称	教师工号	教师姓名	班级名称	评价时间	学生评教分数
1	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 14:14:57.0	100
2	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-06-10 06:37:33.0	100
3	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-06-11 20:03:17.0	100
4	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-13 17:16:24.0	100
5	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-06-11 19:58:45.0	100
6	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-14 00:11:52.0	100
7	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 17:03:47.0	100
8	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-16 13:04:40.0	99.9
9	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 13:53:10.0	99.3





序号	学期	开课单位	课程名称	教师工号	教师姓名	班级名称	评价时间	学生评教分数
10	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-06-04 20:23:25.0	99
11	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-13 22:49:23.0	98.9
12	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 17:51:20.0	98.9
13	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-17 12:30:15.0	98.7
14	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 13:44:36.0	98.4
15	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-16 08:03:51.0	98.3
16	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-15 14:01:40.0	97.5
17	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-16 09:31:14.0	97.4
18	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 13:36:12.0	96.9
19	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-06-20 13:03:40.0	96.3
20	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 20:19:59.0	96.2
21	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-06-13 13:03:57.0	95.8
22	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 13:56:57.0	95.7
23	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-13 22:40:18.0	95.5
24	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-13 13:18:46.0	95.3
25	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-13 10:56:40.0	95.1
26	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-14 12:43:27.0	94
27	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 13:21:08.0	93.5
28	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-17 17:03:16.0	93.5
29	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-16 17:39:22.0	93
30	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 18:39:33.0	92.1
31	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 10:58:33.0	91.2
32	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-14 13:13:17.0	90.8
33	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-17 11:26:16.0	90.4
34	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2017	2019-05-13 22:13:34.0	90.3
35	2018-2019-2	飞行器学院	飞机装配工艺学	200712001	曹艳	飞行器制造2016	2019-05-17 22:07:12.0	90.1
学期平均分								96.34

教学质量监控与评价处  
2021年5月13日





西安航空学院课堂教学质量评价表（普通课）

2019 -2020 学年第 2 学期

教师姓名	曹艳	类别： <input checked="" type="checkbox"/> 专 <input type="checkbox"/> 兼 <input type="checkbox"/> 聘	职称	高工	任课单位	飞行器学院
讲授课程	飞机装配工艺学					
授课题目	总复习					
授课时间	2020年5月22日 星期五 第1小节			授课地点	阎教1130	
授课班级	飞行器制造2119		应到学生：35 实到学生：35		到课率：100%	
一级指标	二级指标				分值	得分
教学态度 (20分)	1. 仪态端庄大方，言行文明。				5	5
	2. 教案书写认真规范，教学资料齐全。				5	5
	3. 严格要求，善于管理。				5	5
	4. 遵守教学规章制度，按时上下课。				5	5
教学内容 (30分)	1. 概念准确，重点突出，难点讲清，条理清晰。				10	10
	2. 教学组织合理，内容充实，深度、广度适宜。				10	10
	3. 内容娴熟，能脱稿讲解。				10	10
教学方法 (20分)	1. 普通话教学，语言生动流畅，富有激情。				5	5
	2. 板书工整、规范，合理应用多媒体课件。				5	4
	3. 因材施教，教学方法灵活多样。				5	4
	4. 注重师生互动，善于理论联系实际。				5	5
教学效果 (30分)	1. 课堂纪律好，气氛活跃，学生注意力集中。				10	10
	2. 学生能够认真听讲，积极思考，大胆发言。				10	9
	3. 能够调动学生学习的主动性、积极性。				10	9
总分					100	96

(此表请正反两面打印)

听课记录

- 一. 飞机装配的特点
- 二. 飞机的结构组成
- 三. 飞机装配的基准定位
- 四. 飞机连接技术
- 五. 飞机总装大纲

总体评价

条理清晰, 重点突出, 内容娴熟, 能够将理论与实际相结合

问题与建议

无

是否与授课教师沟通交流: 是 否

是否与学生沟通交流: 是 否

听课人类别: 校领导 职能部门领导 院(部)领导 教研室主任 教师

听课人单位: 飞行器学院 教研室: 附件教研室 听课人(签字): 侯伟

## 学校政治审查意见

西安航空学院飞行器制造工程专业课程“飞机装配工艺学”申报第二批省级线下一流本科课程，该课程团队负责人和成员遵纪守法，无违法违纪记录，不存在师德师风、学术不端等问题，五年内没有出现过重大教学事故；该课程内容及上传的申报材料无危害国家安全、涉密及其它不适合公开传播的内容，价值取向正确，拥护国家政治制度以及党的理论、路线、方针政策，思想导向正确。

中国共产党西安航空学院委员会

2021年5月15日





## 学校教学工作委员会对课程的评价意见

“飞机装配工艺学”课程遵循学校应用型本科办学定位和人才培养理念，作为飞行器制造工程专业的核心专业课程，在人才培养方案中培养目标明确，以就业岗位能力要求提炼课程教学体系和内容。结合自建 SPOC 课程模块和雨课堂平台，已经实施 6 个教学周期，授课方式以线下为主。

课程负责人有行业工程背景，教学经验丰富，课程团队以双师型成员为主，跟随产业变革，以建设高质量课程为推力，以行动促思维方式的改变，教学过程将人文社科与课程知识点交叉融合，以信念价值观引导知识能力的提升，知识素质有机融合，不断提高专业素养，努力当好课程主力军。

以 OBE 工程认证理念组织教学实施，充分利用实验室和专业实践项目与课程资源建设融合，师生共建多样化、数字化的课程资源，体现师生共情，学生中心。

经过多年建设，课程质量从 2015 年获得省级精品资源共享课基础上已经有很大提升，支持学生目标能力实现，整体符合线下一流课程建设标准，同意推荐“飞机装配工艺学”课程参评省级线下一流课程。

西安航空学院教学工作委员会

2021 年 5 月 15 日

委员签字：