

# 实验名称：高性能复合材料的研制

项目负责人：李岩、于夜洪  
同济大学航空航天与力学学院  
liyan@mail.tongji.edu.cn

# 实验简介

- 所属课程：《航空材料》（课号：45006301）
- 面向专业：飞行器制造工程
- 学生人数：30人/学年
- 实验学时数：8学时

# 《航空材料》 课程介绍

- 课程总学时数：51学时
- 课程性质：

《航空材料》是飞行器制造专业的**专业必修课**。

通过本门课程学习，使学生掌握航空用材料的基本知识，了解材料微观结构与性能的关系，从而**具备为飞行器的设计与制造合理选材的基本技能**，在此基础上，**把握航空用材料的未来发展趋势及具备新材料的开发与研制的能力**。

# 开设实验课目的

配合课程的学习，实验教学的目的是使学生进一步巩固课堂所学知识，并能综合运用所学知识自己动手实现对**航空材料的选材、制备、表征及性能评价**。本课程主要以**综合开放实验**的形式面向所有学习本课程的学生。

# 实验目的

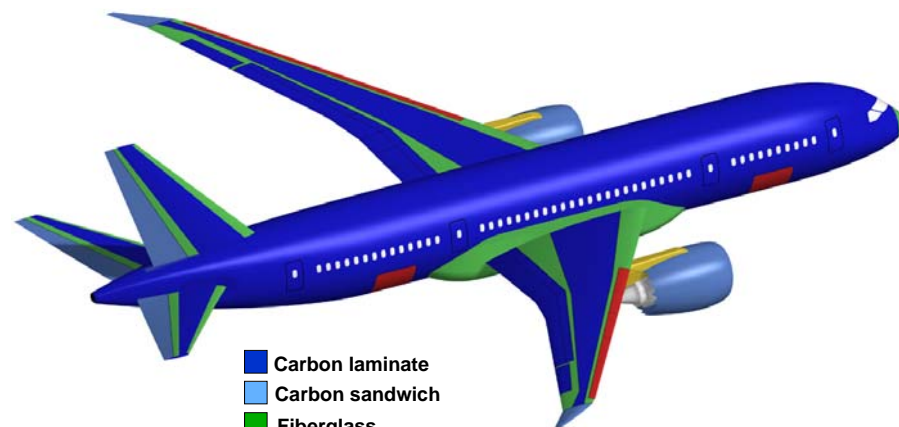
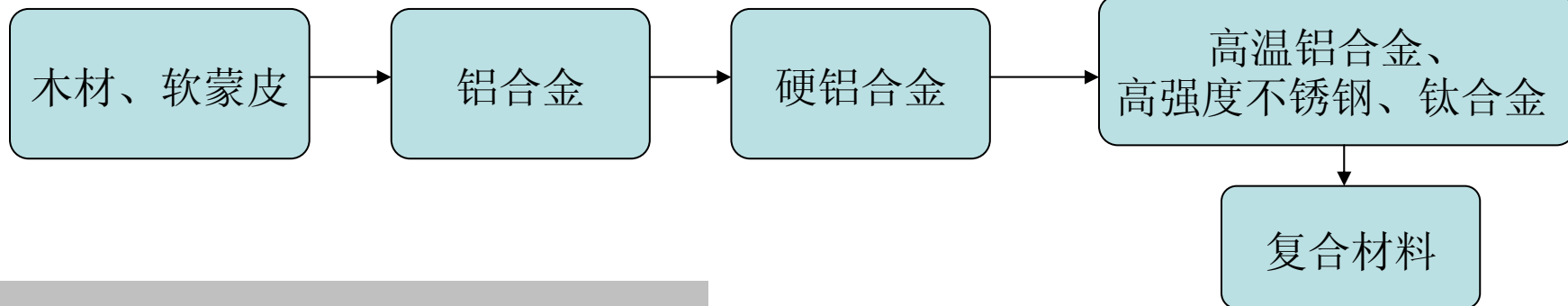
## • 航空材料发展历史

时速<200km/h

时速<300km/h

时速<600km/h

1000km/h<时速<3000km/h



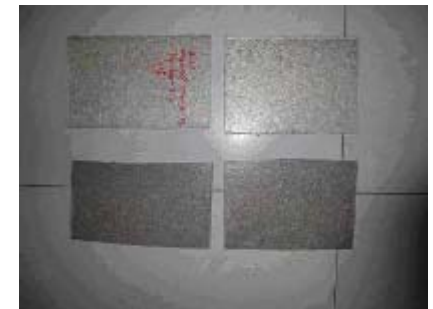
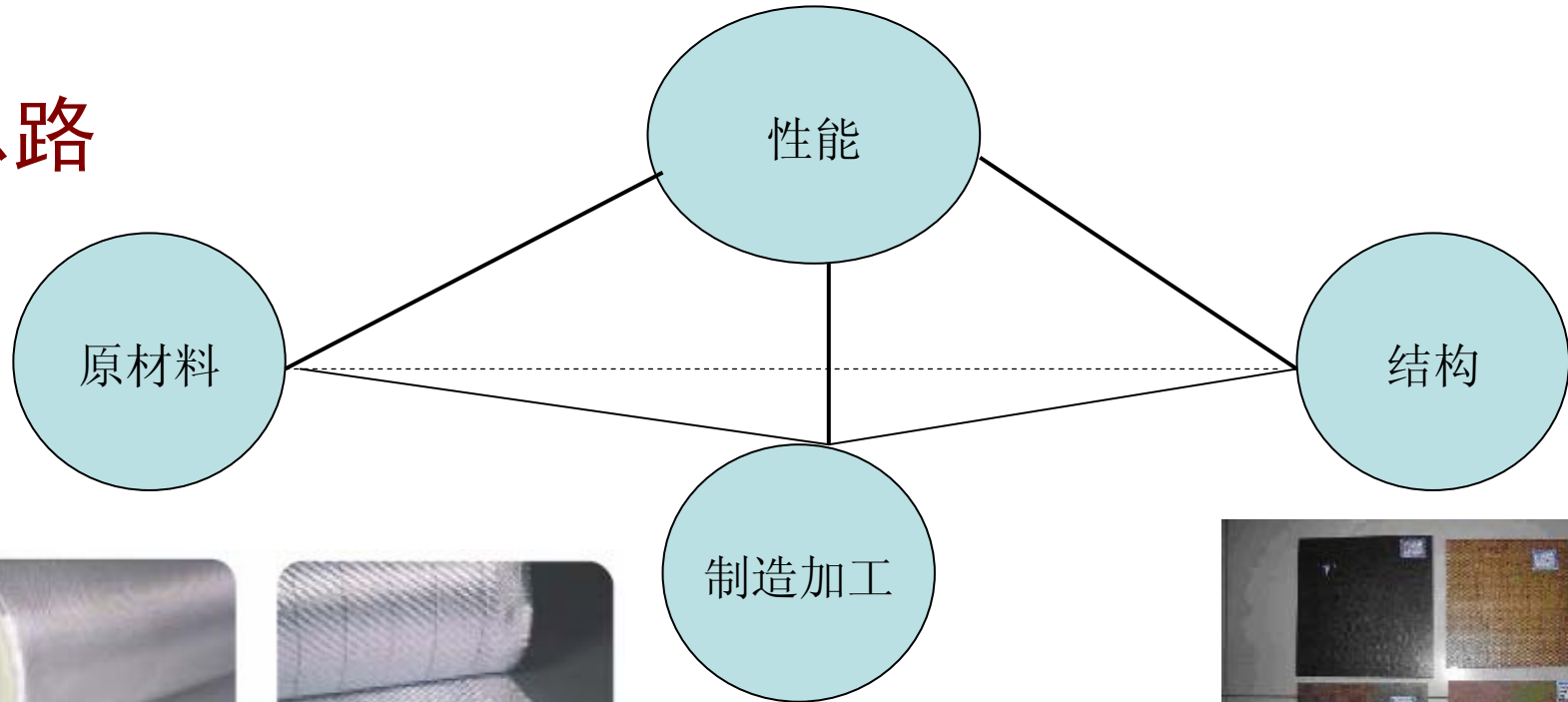
- Carbon laminate
- Carbon sandwich
- Fiberglass
- Aluminum
- Aluminum/steel/titanium pylons

# 设立本实验的意义

- 先进复合材料是当今飞行器制造中所使用的热点材料，目前，空客和波音两大飞机制造公司都在其最新型的飞机上开始大量使用复合材料。
- 为了与国际接轨并增强国际竞争力，复合材料的专业知识是当今飞行器制造专业学生所必须重点掌握的。
- 本实验涵盖了原材料的选择、原材料加工工艺参数的确定、材料的制备、材料的性能测试等全方位的知识。

# 实验项目内容

思路



## • 实验内容

- 1) **选材**—根据预期性能选择原材料
- 2) **成型工艺**确定—利用差式扫描量热系统 (DSC) 确定复合材料的固化工艺参数;
- 3) **材料制备**—通过选择热压、树脂传递模塑及热压罐成型工艺, 制造复合材料层合板;
- 4) **材料加工**—利用复合材料切割机加工复合材料试样;
- 5) **材料性能测试**—  
利用材料万能试验机测试复合材料拉伸、弯曲及冲击性能; 利用动态力学分析系统 (DMA) 测试复合材料的动态性能;  
研究复合材料的湿热老化行为。



- **先进性**

本实验结合航空航天与力学院所开展的有关航空领域的科研活动，从可选择的原材料范围、到材料的测试手段都是最先进的。

涉及的科研活动有：

美国波音公司“飞进内饰材料研制”；

大型民机用纤维增强金属层板（FML）

## • 特色:

- 1) 知识覆盖全面;
- 2) 学生独立设计和完成实验;
- 3) 增加材料性能的评比环节, 以制备出最优性能材料的小组为优胜, 并有奖励, 以此调动学生的积极性, 并进一步启发学生开动脑筋, 思考如何全方位的提高材料的性能, 以此加深对知识的理解, 并充分发挥学生灵活运用所学知识的能力。

- **可持续性:**

本实验所需的原材料有充足的保证，实验设备均为近几年所添置，因此，完全可保证实验的可持续性。

- 实施方案：

本实验配有指导性**实验大纲和实验指导书**，具体实验方案由学生以小组为单位单独设计，每组的设计方案再与实验**指导教师**进行可行性论证后，方可进行。

学生在进行实验操作之前，均由实验室老师详细讲解各项仪器设备的使用方法和安全注意事项，在学生独立操作实验时，必须有实验指导老师在一旁，以保证实验的安全性。

# 实验环境

实验室



# 实验环境

使用设备：



热压机



热压罐



复合材料切割机



抛光磨光两用机



材料万能试验机



光学显微镜





恒温水槽



恒温恒湿箱



人工程控气候箱



紫外老化箱

# 参与积极性



学生刚接触航空复合材料常用的增强纤维-碳纤维、玻璃纤维时的兴奋与新奇

# 学生实验（案例）



步骤一：裁减碳纤维布



步骤二：配树脂



步骤三：制备碳纤维预浸料  
(热压成型)



步骤四：压制复合材料层合板  
(热压成型)

# 学生实验（案例）



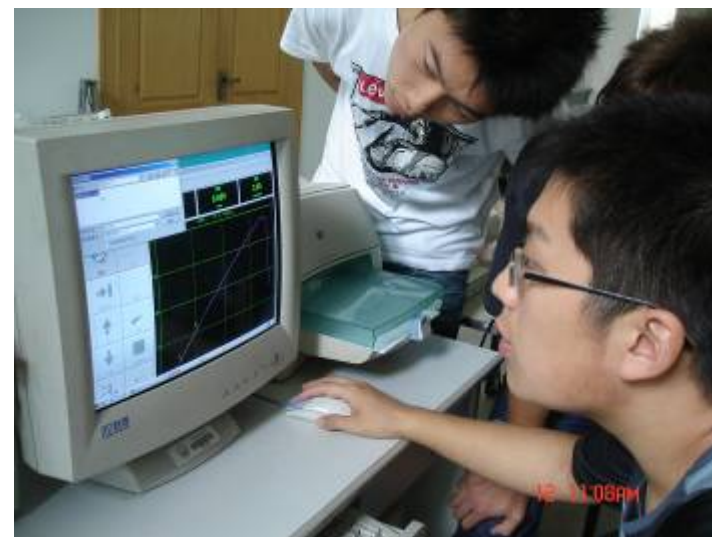
步骤三：上紧模具（RTM成型）



步骤四：树脂注塑（RTM成型）



步骤五：力学性能测试



步骤六：结果分析

# 学生感想选摘

- 此次实验，让我们对复合材料有了更为深刻的认识，整个实验过程可谓是让我们经历了一个较为全面的复合材料制作与性能分析系统。原来对于复合材料只是限于课本上的理解和认识，而这次实验对我们来说是一次很好的体验，大大增加了我们对复合材料的认识；在指导老师的帮助下，我们自己动手制作了复合材料，这个过程让我们对复合材料的结构更加熟悉，不仅锻炼了我们的动手能力，也让我们能近距离感受到现代材料科学发展的迅速。通过对实验数据的处理，让我们感受到科研过程的严谨与准确，同时增强了我们动手研究和处理问题的能力。

**杨伟东 052909**

- 这次实验大大增强了大家的动手动脑能力，在这次实验中，大部分的试验操作都是我们同学亲自动手操作的，试验老师主要起指导作用。而且在数据处理过程中，大家要充分发挥个人的动脑能力和集体的协作能力。

**王振华 052884**

# 学生感想选摘

- 航空材料本是一门非常有实用性的课程，故而需要在实践与实验中加深理解，探究材料的特性。本次实验让我们接触到了比较新的复合材料的制作工艺和流程等，对于对复合材料比较生疏的我们来说使一次很好的体验，大大增加了我们对复合材料的认识，这远比看课本介绍的效果好得多。最后通过对实验所得数据的处理，又让我感受到了一个研究人员应该进行的科研工作，即增强了我们研究处理问题的能力。总之，这是一个很有帮助的实验，对于大学阶段能遇到这样的实验，我感到非常高兴，希望以后的学习生活中会有更多类似的体验。

陈丹萍 052908

- 合成造物功能强大啊！当我剪切玻璃纤维时，当我看到毫无承载能力的液体树脂时，单纯的想象绝对不会预知它们结合产物的神奇功能！

也许，人生亦如此，即使看似弱小的人组合，若能精诚合作，就有可能产生强大的合力，抵挡曲折、压力，越过难关，取得成功！

# 学生感想选摘

- 通过这次实验，不仅让我们加深了对课堂上学到的理论的理解。更重要的事，通过这次实验，我对科学实验有了新的认识与感受。以前总觉得实验就是玩玩而已，在自己亲手做了实验之后，自己才真实地感受到实验是必须用科学的态度去对待的…。通过试验，我们不仅深入了解了理论知识，也教会了我们一种态度，而后者才是最重要的。

魏城龙 063246

- 在实验中我们不仅对书本上所学的知识进行了巩固，加深了我们对复合材料的认识，同时也锻炼了我们的动手能力，为我以后接触更复杂的材料与成型方法打下了基础

朱亮 063240

# 学生感想选摘

- 本次实验让我们对复合材料的制作工艺有了很深的理解，让我们没有拘泥于书本中的指示，对整个制作过程有了更详细的理解。

徐佳敏 063233

- 总体上实验是比较成功的，通过这次实验，同学们对复合材料有了初步的认识。有效地锻炼了同学们的动手能力，培养了同学们的严谨精神和团队合作精神。

田野 063238

- 本次实验完成得挺成功，让我们都受益匪浅，在实验中不仅让我们对所学的知识进行了巩固，加深了我们对复合材料的认识，也见识到复合材料加工的设备与工艺，同时对我们是一次很好的锻炼，培养了我们集体的合作精神和对待科学认真严谨的态度。

张雨晗 063249



# 学生感想选摘

- 这次实验让我们亲手制作了自己的复合材料，实验并不是一帆风顺，我们组制作的过程甚至可以说是比较失败的，但动手的过程使得我们对复合材料不再只是停留在感性的认识阶段，我想这就是最大的收获。

张禹063250