

《材料创新研究体验》研讨课大纲

“梦之弓”——复合弓设计与试制

16 学时, 1 学分

1、名称

“梦之弓”——复合弓设计与试制

2、背景、目的及解决的问题

弓箭的使用，在人类技术史上以至整个社会发展中的作用实属一次真正的“革命”。自从有了弓箭，人类的活动天地就更为广阔，人类便开始走出山洞巢穴，离开大树、森林，来到平坦广阔的平原草地安家。人类有了弓箭，不但能够得到更多的猎物，为自身的生存繁衍创造良好的物质条件，而且也大大加强了自身的安全防御能力。

复合弓是区别于“单弓”的一种弓，并不是现代意义上的复合弓，因为它是由多种材料共同制造而成的，因此也称为“复合弓”。中国传统复合弓以干、角、筋、胶、丝、漆，合称“六材”。干，包括多种木材和竹材，用以制作弓臂的主体，多层叠合。干材的性能，对弓的性能起决定性的作用。干材以柘木为上，次有櫟木、柞树等，竹为下。角，即动物角，制成薄片状，贴于弓臂的内侧(腹部)。制弓主用牛角，以本白、中青、未丰之角为佳；“角长二尺有五寸（近 50 厘米），三色不失理。谓之牛戴牛”，这是最佳的角材。筋，即动物的肌腱，贴于弓臂的外侧(背部)。筋和角的作用，都是增强弓臂的弹力，使箭射出时更加劲疾，中物更加深入。选筋要小者成条而长，大者圆匀润泽。胶，即动物胶，用以粘合干材和角筋。丝，即丝线，将傅角被筋的弓管用丝线紧密缠绕，使之更为牢固。择丝须色泽光鲜，如在水中一样。漆，将制好的弓臂涂上漆，以防霜露湿气的侵蚀，而且要求择漆须色清。

随着威力更大、使用更加方便的火器的出现，弓箭不可避免地走向了衰落，在狩猎和军事中逐渐放弃。然而，在近几十年来，随着射箭器材的创新，现代弓箭的威力、精确度都和过去的传统弓箭相比有了质的飞跃，同时人们在物质生活丰富的同时，弓在体育竞技、狩猎、个人兴趣等方面得到越来越多人的喜爱。在这样的大背景下，现代弓箭运动得以蓬勃发展，并成为一项参与者众多的运动。

弓本身并不能创造能量。弓只是起到了一个转移能量的作用。当我们拉一个复合弓的时候，弓片会发向内弯曲，这就是你拉弓的力量传递到了弓片上，而弓片的变形是将你的拉弓的动能转变为了弓片形变的势能。当我们释放弓弦的时候，弓片所存储的势能又通过弓弦的位移传递给了箭，转换为箭飞行时的动能。能量的传递就是这样完成的。我们选择一个弓的一个重要的因素就是看这个弓有没有“劲”。其实就是弓存储和释放能量能力。主要有 2 个方面的意思，一是弓能够存储多少能量，另外一个就是有多少能量能够有效的传递给箭。

综上，本项目教学主要包括四方面内容：

(1) 介绍弓的历史发展、种类及现状，让学生了解“弓”的历史文化。

(2) 通过介绍弓片材料涉及的力学行为，让学生了解材料力学性能的一些基本概念，应力、应变、弹性变形、塑性变形、断裂和储能密度。

(3) 通过提供学生不同种类的材料，包括竹片、金属弹簧片、玻璃钢、绳、纤维、胶和漆等，在成本可控的前提下，让学生对复合弓结构进行设计，并完成试制和检测。

(4) 通过本项目训练，让学生体验项目执行的各个步骤和相关规范性。包括：项目调研、项目设计、实验执行、性能测试和评价、汇报。同时，激励团队合作，促进学生和老师的交流。

3、指导教师

陈坚

4、学时安排

授课：2~4 学时；实验：8 学时；讨论：2~4 学时；汇报：2 学时。共 16 学时。

授课内容：

(1) 介绍弓的历史、发展、结构和性能，课程要求、教学计划和考核方式。其中，课程要求具体包括：成本可控、射程远且精度较高的弓设计和试制。

(2) 介绍不同材料的力学性能、常用制备方法和关键性能指标，模型展示；

(3) 介绍常用原材料的基本物理性能，以及该项目需要使用的分析测试设备的功能、基本原理、操作方法和测试结果分析方法；学生自由分组。

(4) 在课程结束之前，集中安排学生小组汇报研发成果，教师点评。汇报

方式可以采用口头演讲、宣传展板等方式。汇报内容包括：样弓展示、设计方案、技术路线、测试分析结果、成本分析评价。

5、实验准备：原材料及相关设备等

(1) 原材料：学生可用本课程提供的原材料，包括：竹片、木材、金属弹簧片、玻璃钢、绳、纤维、胶和漆等。但不限于仅使用这些，允许自行选购其他可用材料。

(2) 相关设备：BOSCH 博世曲线锯，温箱。

6、实验内容和考核指标

该装置和核心层材料性能必须满足如下要求：

性能要求：弓箭的射程，精度。

研发工艺要求：基于现有试验条件和试验装置，研发工艺尽量简便易行，在特殊情况下，可根据该装置性能需要进行灵活变化。

环保要求：尽量使用低成本的无机非金属材料、工业和建筑废渣，制备过程安全无毒，不会对环境产生二次污染。

测试指标：价格成本，制定弓箭的室外射程测试。

7、考核方式

总评成绩 $100\% = \text{课堂考勤 } 10\% + \text{试验安全性和服从实验室管理规定情况 } 10\% + \text{样品质量或水平, 或样机实用效果 } 40\% + \text{汇报水平 } 40\%$

8、实验项目预算

要求一个小组每个项目所需研发活动总经费不超过 300 元。