

弯扭组合材料力学实验教学模式探索 ——基于 YDD-1 多功能试验机的研究

林雄萍

(集美大学诚毅学院, 福建 厦门 361021)

[摘要] 材料力学实验是高校工科专业技术基础课程《材料力学》、《工程力学》、《建筑力学》的重要组成部分。通过材料力学实验可以加深学生对材料力学的基本概念, 基本理论的理解和认识, 使学生牢固掌握材料力学性能指标的检测方法、培养学生分析能力、解决能力、理论联系实际的能力。通过以集美大学诚毅学院为例, 探讨针对不同专业, 基于 YDD-1 多功能试验机的弯扭组合材料力学实验的不同教学模式。

[关键词] 材料力学; 工程力学; 建筑力学; 弯扭组合实验

[中图分类号] G 642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-6493(2013)04-0102-05

力学是现代科学的基础学科之一, 是工科院校的主干课程, 而作为其重要支柱的力学实验是教学中的实践环节, 是提高课程教学质量的重要手段, 更是大学生理论联系实际, 实现知识向技能转化的重要平台, 其对于深化学生理解力及拓展学生思维有着重要的作用^[1-2]。在普通高校工科专业中, 材料力学实验是《材料力学》、《工程力学》、《建筑力学》三门专业基础课的重要组成部分^[3]。本文以集美大学诚毅学院为例, 探讨不同专业背景之下不同力学课程基于 YDD-1 多功能试验机的弯扭组合材料力学实验教学模式。

一 各力学课程专业背景

材料力学作为机械专业和车辆专业主修课之一, 从理论上研究工程结构构件的应力分析和计算, 并对构件的强度、刚度和稳定性进行设计或校核其可靠性^[4]; 工程力学作为机电专业主修课之一, 涵盖了材料力学、静力学两部分内容, 研究物体的受力与平衡的规律, 以及在外力作用下的变形与破坏(或失效)的规律^[5], 并将计算和校验结果同实际工程应用相联系; 而建筑力学作为工程管理专业辅修课之一其内容主要是将理论力学中的静力学、材料力学、结构力学等课程中的主要内容,

依据知识自身内在连续性和相关性, 重新组织形成的建筑力学体系^[6]。基于上述的不同, 在给不同专业开设材料力学实验时应有所区分。

二 弯扭组合材料力学实验原理概述

弯曲与扭转的组合变形是工程结构中最常见的情况^[7]。组合变形的主应力电测实验长期以来是我校多学时材料力学实验教学项目之一, 学生在教师的指导下, 测定三个方向的线应变, 计算出主应力, 达到验证理论的目的^[8]。学院利用 YDD-1 多功能试验机加载薄壁圆筒和等强度梁完成弯扭组合变形实验(见图1), 受力简图如图2, 运用电测法^[9]通过在测点位置粘贴45度角应变花(图3), 以电阻为传感器反映试件受力变形时, 各测点的应力大小及分布情况。

根据试件安装示意图(图4), 我们可以观测到, 测点位置分别位于薄壁圆筒顶部受力部分中间点(A)以及底部中间点(A'); 顶部任意点(B)以及该点所对应的底部点(B'); 外侧缘中部与B点在同一纵向截面点(C); 等强度梁顶部中点(D)及任意点(E)。

[收稿日期] 2013-07-28

[基金项目] 福建省科技计划重点项目(2012H0031); 福建省科技厅高校专项(JK2011028); 集美大学诚毅学院教育教学改革项目(集大诚毅教综[2013]4号)

[作者简介] 林雄萍(1981—), 女, 福建莆田人, 集美大学诚毅学院实验师, 硕士生, 主要研究方向为结构设计与优化技术。



图 1 在 YDD - 1 试验机上安装试件

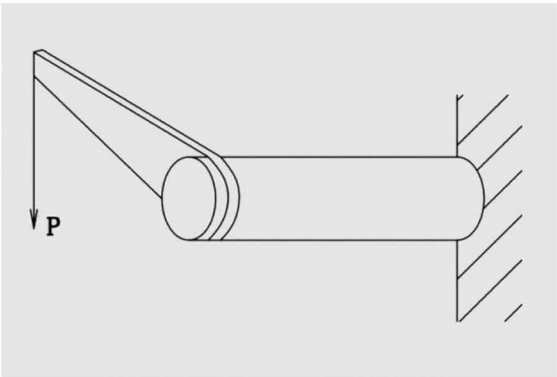


图 2 实验受力简图

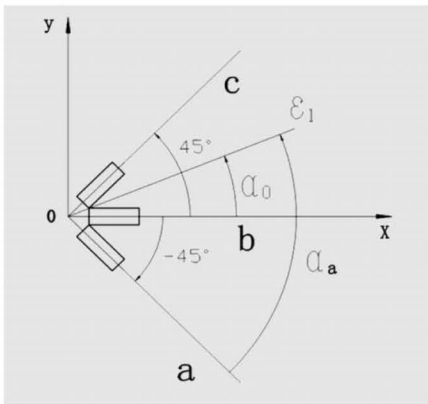


图 3 直角应变倾斜 45 度粘贴方式

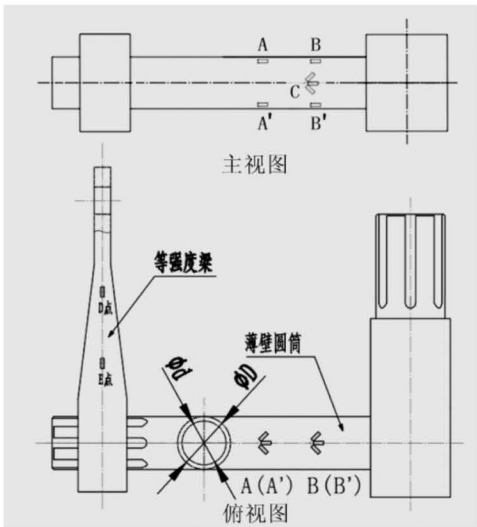


图 4 试件安装示意图

三 不同力学课程的弯扭组合材料力学实验模式建构

(一) 工程力学课程实验测点选取

对于机电专业开设的工程力学课程，中性层是梁的特殊位置，且等强度梁是提高工程弯曲强度重要措施之一。因此，研究这两种情况下的应力分布是相当重要的。为机电专业开设的材料力学实验，选择的测点如下：1、薄壁圆筒变形时的特殊位置——中性层 C 点及其同一纵向面内 B 点；2、等强度梁上分布的 D 点和 E 点。

1. 通过连接测点 B 和 C,我们可以实时记录该两点的所受的力、应力及应变 X - Y 曲线(图 5)。图中所示曲线为利用数据采集分析系统获得的实时曲线，包括力以及三个应变片的应变大小及方向。实验采取增量加载方式，随着 P 增大（图 2），各个应变片应变随之增大，当 P 达到实验设定最

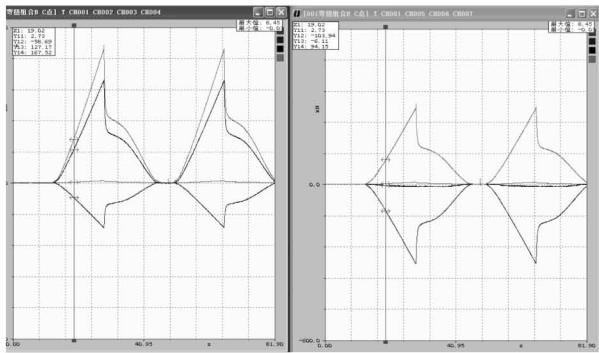


图 5 弯扭组合薄壁圆筒中性层实测实验曲线
(左侧 B 点，右侧 C 点)

大值，即撤销 P，三个应变随之减小直至恢复初始状态，通过读取应变值计算应力。通过实验，我们可以观测到，随着加载等强度梁，薄壁圆筒正向扭转，B 点应变片由 a 到 b 和 c，应变逐渐减小，C 点应变片 b 由于处在中性层位置，因此其应变始终在零点附近，且 a 片与 c 片应变大小相等方向相

反,从而让学生直观地认识到中性层的受力特征。根据 B 点应力图(图 6)我们可以看出两图中的主应力夹角非常接近,且 C 点应力图(图 7)中由于

其处于中性层位置,与大小相等,方向相反,这与理论分析吻合,向学生证明了实验的准确性,解释了如何通过分析主应力大小来分析轴的破坏位置。

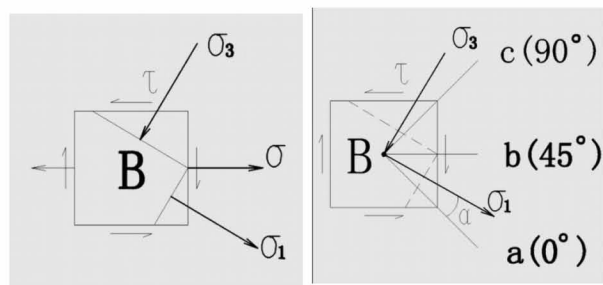


图 6 B 点单元体图与测试主应力分布图

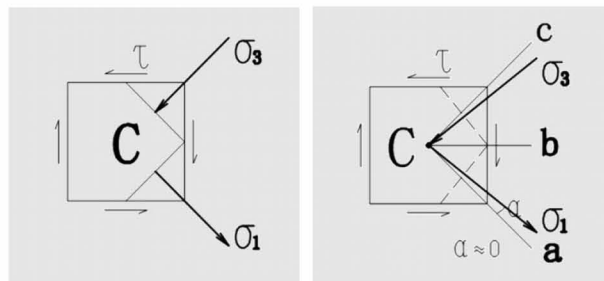


图 7 C 点单元体图与测试主应力分布图

2. 通过连接测点 D 和 E,我们可以实时记录该两点的所受的力、应力及应变 X-Y 曲线(图 8)。

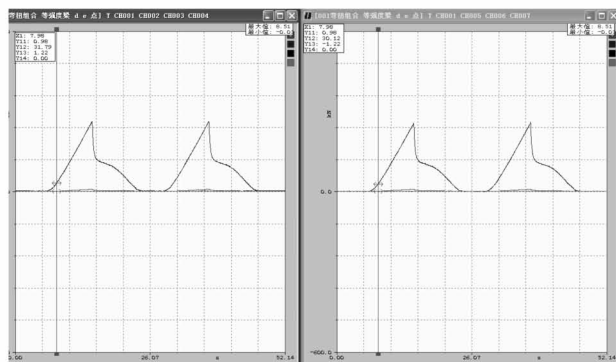


图 8 弯扭组合等强度梁实测实验曲线
(左侧 D 点,右侧 E 点)

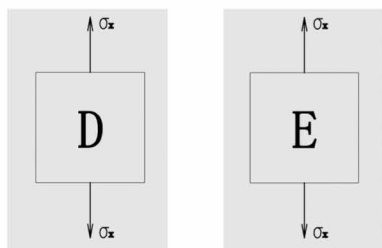


图 9 D 点与 E 点应力图

$$\sigma(x) = \frac{M(x)}{W_Z(x)}$$

图 10 应力计算公式

通过曲线,我们可以观测到在同一压力 0.98kN 下, D 点应变为 31.79, E 点应变为

30.12,两者基本相等。根据 D 点与 E 点的应力图(图 9),由于 D 点所受弯矩小于 E 点所受弯矩,结合公式(图 10),为了提高梁的弯曲强度,使其截面上的最大正应力都相等,且都等于许用应力, D 处横截面积应小于 E 处横截面积,这与试件的实际形状相吻合,很好地为该专业学生解释了工程中广泛采用的“鱼腹梁”、“桁车大梁”以及“阶梯轴”等等强度梁的实际使用意义^[10-11]。

(二) 建筑力学课程实验测点选取

建筑力学课程作为工程管理专业一门辅修课程,主要教学任务是研究能使建筑结构安全、正常地工作且符合经济要求的理论和计算方法^[6]。为此,在开设实验课时,可以略去等强度梁概念。在选择与工程力学一样的中性层对比点同时选择 A 点以及与其同在外缘顶部的任意点 B 点进行比较,为学生讲解在受弯扭组合变形时轴上不同位置的不同应力分布情况,以了解轴上不同位置的的安全性与稳定性。

1. 通过连接 A 点和 B 点,我们可以实时记录该两点的所受的力、应变及应变 X-Y 曲线(图 11)。

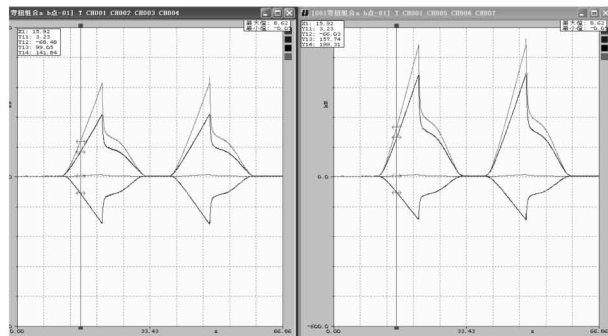


图 11 弯扭组合薄壁圆筒顶部实测实验曲线
(左侧 A 点,右侧 B 点)

通过实验,我们可以观测到同样位于薄壁圆筒外缘顶部的两点,在薄壁圆筒被弯曲和扭转时,所受扭矩一样,但弯矩不一样。

2. 连接测点 B 和 C, 实验结果如图 6、图 7 分析。

(三) 材料力学课程实验测点选取

材料力学是所有力学课程的基础,且是机械与车辆专业非常重要的一门主干课程,其通过研究构件的强度、刚度和稳定性,了解材料在外力作用下表现出的变形和破坏等方面的性能^[7]。对其知识点的掌握上要比工程力学与建筑力学深入的多。为此,我们在与工程力学选取同样测点的基础上,再加测外缘顶部 B 点及其底部对称位置 B' 点。

1. 通过连接测点 B 和 B', 我们可以实时记录该两点的所受的力、应变及应变 X-Y 曲线(图 12)。

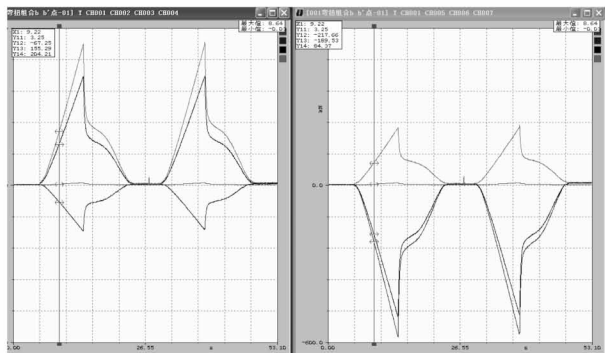


图 12 弯扭组合薄壁圆筒顶部与底部对称位置
实测实验曲线(左侧 B 点,右侧 B' 点)

通过图像分析,我们可以得出,同样是处于薄壁圆筒外缘对称的两点在受到弯曲和扭转时,其应变大小基本相等,方向相反,与教材中的理论分析吻合。其 B 点和 B' 点应力分析如图 6。

2. 连接测点 B 和 C, 实验结果如图 6、图 7 分析。

3. 连接测点 D 和 E, 实验结果如图 9、图 10 分析。

基于上述的实验分析,我们可以得出弯扭组合实验试件上,根据测点的位置不同,我们可以了解到在某一压力下,各测点位置的应力大小。对于为机电专业《工程力学》开设的实验,测量等强度梁测点 D 和 E、中性层测点 C 和比较点 B,目的是为了让学生更好地了解工程结构中的梁的截面设计及其受力的特殊位置;对于为工程管理《建筑力学》开设的实验,中性层测点 C 和比较点

B、薄壁圆筒外缘顶部中点 A 和任意比较点 B,目的是为此专业学生简单了解梁弯曲和扭转时的各应力分布;对于为机械专业《材料力学》开设的实验,则在以上点测量的基础上加测外缘任意点 B 及其对称点 B',目的是让此专业学生深入了解轴在弯曲与扭转的共同作用下,轴上各点的应力分布与应力大小,并通过比较分析各点的应力情况确定轴上零件的安装与加载方案。

四 结束语

材料力学实验是我国材料力学教学改革的重要组成部分,为了提高教学质量,必须加强实验环节,通过实验教学模式的改进,强化学生创新能力的培养^[12-13]。材料力学、工程力学和建筑力学的本质都是实验学科,其理论的建立和发展均已严格的材料力学实验为基础。它可以为学生从事构件的材料选用、形状与尺寸设计、强度和稳定性校核、检测等专业工作打下基础^[14]。本文以材料力学实验中具有典型意义的综合性实验——弯扭组合实验为例,针对不同专业知识背景和具体实际应用,探讨适合该专业的实验模式,有层次有区分的对待,更有针对性和说服力的进行实验授课,通过对原有的实验教学模式、教学内容和教学方法的不断改革,培养学生的创新精神和创新能力^[15],以期达到理论联系实际,不断提高教学质量。

[参考文献]

- [1] 郑蓓蓉,周晨,谢晓文,等.构建机械基础实验教学体系培养大学生创新能力[J].实验室研究与探索,2009(11):137-139.
- [2] 吴本英,马金柱.地方高校材料力学实验教学的实践与探讨[J].继续教育研究,2008(2):88-89.
- [3] 万鸣.按专业类设置材料力学实验的教学改革实践[J].科技创新导报,2009(2):137.
- [4] 刘鸿文,吕荣坤.材料力学实验[M].北京:高等教育出版社,2006:22.
- [5] 单辉祖,谢传锋.工程力学[M].北京:高等教育出版社,2004:73.
- [6] 李前程,安学敏,赵彤.建筑力学[M].北京:高等教育出版社,2004:91.
- [7] 刘鸿文.材料力学[M].北京:高等教育出版社,1992:8.
- [8] 冯英先,徐志洪,董雪花.材料力学实验教学改革实践与探讨[J].力学与实践,2002(24):59-60.

- [9] 宋志勇. 浅谈现代材料力学实验常用测试手段 [J]. 科技资讯, 2007 (7): 179.
- [10] 韩业军. 型共用车 H 型钢鱼腹梁工艺改进探讨 [J]. 铁道车辆, 2007 (11): 14-15.
- [11] 贺茂生, 任回兴, 葛国库, 等. 大跨度波形钢腹板 PC 结合连续梁悬臂作业桁车设计 [J]. 公路, 2010 (5): 17-22.
- [12] 吴国辉, 邹广平, 张学义. 浅谈材料力学实验教学与学生创新意识培养 [J]. 黑龙江教育, 2011 (4): 80-81.
- [13] 徐国强, 胡玉林. 材料力学实验教学模式改革的探索和实践 [J]. 高校实验室工作研究, 2011 (4): 36-37.
- [14] 舒开鸣, 赵大华. “材料力学实验”课程教学改革研究—以九江学院为例 [J]. 长春理工大学学报, 2010 (4): 152-153.
- [15] 杨金林, 陈元斌, 张群艳, 等. 机械基础实验教学改革与探索 [J]. 实验室研究与探索, 2007 (2): 73-75.

(责任编辑: 孙永泰)

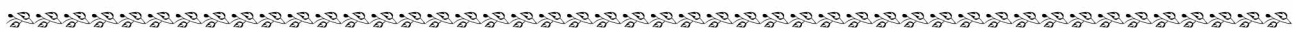
The Study of Mechanical Experiment Teaching Mode in Terms of Materials Composed of Bending and Torsion for Mechanical Majors ——on the basis of YDD-1 Versatile Testing Machine

LIN Xiong-ping

(Chengyi Institute, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Material mechanics experiment is an important part of professional technique elementary courses of college science and engineering such as material mechanics, engineering mechanics and architectural mechanics. Students can deeply understand the basic concept, basic theory of material mechanics by material mechanics experiment and can firmly master the test method of material mechanics performance index. Students' ability to analyze the problem, to solve the problem and to link theory with practice can be trained. Taking Chengyi College, Jimei University as an example, this essay mainly discusses different mechanical experiment teaching modes in terms of materials composed of bending and torsion on the basis of YDD-1 versatile testing machine.

Key words: material mechanics; engineering mechanics; architectural mechanics; experiment of bending and torsion



(上接第 89 页)

Research on Development Strategy of the Secondary Colleges ——the Exploration of Characteristic Development Strategy of School of Education of Hubei Normal University

JIANG Xin-hua, ZHANG Chang-ying

(College of education, Hubei Normal University, Huangshi 435000, China)

Abstract: In the face of increasingly fierce competition, the realistic choice of the Secondary Colleges in local colleges and universities are to take the path of characteristic development. This paper analyzes the opportunities and challenges that will face in the process of school of education of Hubei Normal University taking the path of characteristic development. On this basis, the push strategy about the development of school characteristics is proposed in this paper.

Key words: Hubei Normal University; Secondary Colleges; characteristics; development