

多媒体技术在结构试验教学中的应用

——以盾构隧道极限承载力试验为例

柳 献, 王 辉

(同济大学 地下建筑与工程系, 上海 200092)

摘要: 试验教学是土木工程专业教育的重要环节之一, 多媒体信息技术的发展为结构试验教学提供了便利。文章以盾构隧道极限承载力试验为例, 详细介绍了多媒体试验视频的制作过程, 并对多媒体信息技术在土木工程结构试验教学中的应用效果进行了评价。

关键词: 多媒体信息技术; 土木工程专业; 结构试验; 教学改革

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1005-2909(2015)04-0147-04

一、土木工程结构试验教学改革的必要性

随着我国经济和城市化进程的迅速发展, 土木工程专业进入了一个全新的发展阶段。高速铁路、大跨桥梁、超高层结构、综合地下空间工程建设如火如荼, 亟需大批具有扎实专业知识技能、技术应用能力和实践创新能力的专业技术人才^[1-2]。因此, 如何不断提高土木工程专业教学质量, 加强创新能力的培养成为高等教育的重要课题。试验教学是土木工程专业学生掌握试验方法和技能、提高工程和创新能力的重要手段之一。

目前的试验教学中还存在若干问题亟需解决^[3-4]: (1) “重理论, 轻实践”的教学观念。本科生的试验教学一直处于弱势地位, 学生参与试验多数抱着敷衍了事的心态。(2) 教学内容单一陈旧。由于试验条件的限制和试验教学设计的复杂性, 目前国内大多数院校的土木工程专业试验均作为理论课的“附属物”, 教学内容以常规性、验证性材料或简单构件试验为主, 基本没有开展工程意义更强的结构试验。(3) 教学方法单一。以灌输式教学为主, 学生处于被动学习状态, 难以真正提起兴趣。

同时, 大型土木工程结构试验周期长, 试验过程复杂, 且具有一定的破坏性和危险性, 学生直接参与和操作试验比较困难。教学方法和理念的陈旧, 以及土木工程结构试验自身的特点大大制约了结构试验教学的发展。而近年来迅速兴起的多媒体信息技术使解决这一难题成为可能, 通过多媒体技术对结构试验全过程进行记录, 并加以后期处理, 用于试验教学, 有利于激发学生兴趣, 提高教学效果。

收稿日期: 2015-02-26

作者简介: 柳献(1977-), 男, 同济大学地下建筑与工程系副教授, 博士, 主要从事隧道与地下建筑方向研究, (E-mail) xian.liu@tongji.edu.cn。

二、盾构隧道极限承载力试验视频制作

试验教学视频基于土木工程专业结构试验制作,在整个拍摄和制作过程中有一些问题需要特别注意。首先,视频内容专业性强。视频将表现大型土木工程结构试验全过程,制作视频需要对整个试验过程有较为深入的了解和认识。因此,试验参与人员将完成视频脚本的撰写,并参与指导视频制作全过程,对于跨学科知识要求高。其次,大型土木工程结构试验准备工作复杂,试验周期长,需要消耗大量人力、物力,一般都是结合教师科研课题进行,视频素材的采集过程必然受到试验进展和场地等各方面因素的限制。因此,在视频采集前需要明确拍摄目的和内容,拟定信息采集流程并严格执行。

文章结合同济大学土木工程学院地下建筑与工程系所进行的地铁盾构隧道极限承载力试验^[6],如图1,针对土木工程结构试验的视频制作与应用展开讨论。

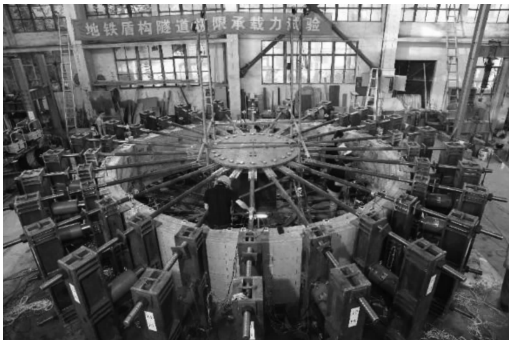


图1 地铁盾构隧道极限承载力试验

(一) 试验概况

盾构隧道一般采用预制管片拼装式的衬砌结构,荷载作用下衬砌结构的径向位移、管片间接缝内外张合位移是衡量其结构变形状态的基本指标。本试验以典型盾构隧道衬砌结构为背景,进行圆形隧道通缝拼装衬砌结构极限承载试验,探求隧道结构衬砌环受荷后变形特征,获得结构极限承载力,分析结构变形随荷载发展规律,指导工程实践。

试验采用的钢筋混凝土预制管片厚度0.35 m,环宽(沿隧道纵向尺寸)1.2 m。拼装出的圆环衬砌结构外径6.2 m,内径5.5 m。全环分为4种类型的6块预制管片,如图1所示,包括1个封顶块(F块)、2个邻接块(L1和L2块)、2个标准块(B1和B2块)和1个底块(D块)。根据地铁圆形盾构隧道衬砌结构受力特点,多个集中荷载近似地层压力分布荷载。圆形装配式衬砌环水平放置,由24个拉杆式反力架

形成汇于中心钢环的对拉加载框架12对,整个加载装置构成一个自平衡体系,如图2。

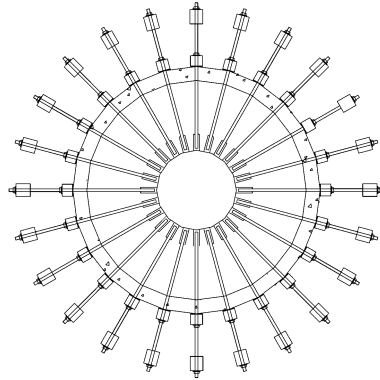


图2 加载装置布置平面图

整个试验从设计准备至后期数据处理全周期长达1年时间,如此大规模长周期的结构试验很难组织学生进行试验现场的参观学习,因此,采用多媒体信息技术对试验设计、实施、收尾全过程进行记录,并配以解说,用于课题教学,让学生全面了解试验过程。同时,对于本试验而言,完整试验过程的视频记录十分重要。由于地铁盾构隧道极限承载力试验参与人员众多,试验加载持续时间长,涉及因素众多,在试验全过程中,试验人员难以完整记录试验现象,在试验结束后也很难重现试验现象。试验全过程的视频记录可较为完整地记录试验实施过程及期间发生的各种试验现象,在一定程度上突破时间的限制,把一次性不可重复的试验过程变成可反复观察、研究的多媒体信息资料,以便于后期试验的分析和研究。

(二) 试验视频制作

盾构隧道极限承载力试验视频制作过程包括脚本撰写、素材采集和后期制作三个步骤,视频涉及大量土木工程专业知识,试验人员全程参与视频制作。

1. 脚本撰写

试验多媒体视频的基础是设计视频内容框架,撰写视频脚本。脚本的好坏直接关系到素材采集的完整性和可行性,乃至最终的视频质量。由于学科差异较大,视频素材采集和制作人员在土木工程专业知识上存在明显空缺。因此,视频脚本务必要通俗易懂、可操作性强。

首先,明确拍摄目的。本视频基于地铁盾构隧道极限承载力试验,通过记录试验准备、试验设计、试验实施和试验结果处理和现象分析的全过程,为土木工程结构试验教学提供素材和依据。因而,视

频重点应为试验各部分原理、设计思路的介绍和试验过程的完整记录。

其次,设计视频完整框架。视频框架与试验进行的流程一致,主要包括试验背景、试验目的、试验设计、试验过程和试验结果五个部分,按照时间的顺序清晰完整地展现整个盾构隧道极限承载力试验设计、实施和后期结果处理全过程。

最后,撰写试验视频脚本。脚本内容根据试验先后顺序分为五个部分。

(1)引言。地铁盾构隧道极限承载力试验由同济大学土木工程学院、上海申通地铁集团技术中心、上海隧道工程设计院、上海隧道股份有限公司共同实施完成。

(2)试验背景和目的。上海地铁盾构隧道投入运营多年,逐渐进入衬砌结构的频繁维护期。为确保衬砌结构的安全,需要对地铁衬砌结构的承载性能有进一步的研究,了解结构变形特征和安全系数,探求运营地铁隧道衬砌结构维护的理论依据和技术手段,为此特进行盾构隧道极限承载力试验研究。

(3)试验设计。试验设计主要包括设计准备工作、试验场地、试件介绍、加载系统和测量系统。试验设计前进行了大量的调研准备工作,对相关试验的设计和实施进行了深入研究,并结合理论计算确定试验各加载点荷载比值。试验在同济大学抗火实验室进行,实验室内设施齐全、空间宽敞,适宜进行本次试验。本次试验采用的试件为上海市盾构隧道标准衬砌试件,试验加载经过精心设计,为模拟盾构隧道衬砌结构在土体中受力情况,采用3组24点径向加载。试验测量系统以机械测量与光学测量两种方法结合,更加准确地观察和描述试验现象,测量的主要内容包括径向位移、接缝张开、接缝错台、混凝土应变和螺栓应变。

(4)试验过程。试验过程主要包括荷载设计和控制程序、试验准备、试验过程和试验收尾工作。加载过程前半段为荷载控制阶段,后程为位移控制阶段,模拟实际工况中侧向土压力达到被动土压力后不再增加的情况,同时定义了试件的破坏标志。试验准备阶段的主要工作包括场地布置、吊装衬砌管片和加载装置、试件安装和预加载。在试验人员检查测量设备、准备测量记录试验现象后,正式加载开

始。试验卸载后再次描绘衬砌结构上裂缝开展情况,现场对管片进行拆卸。

(5)试验成果。通过盾构隧道极限承载力试验获得了测试数据整理报告和上海地铁衬砌整环结构极限承载力试验研究综合报告,主要包括衬砌结构分析计算结果和试验测试结果的比较分析,试验研究主要结论以及运营隧道衬砌结构修复加固建议指南。

2. 素材收集

相比于普通多媒体视频制作的素材采集过程,试验视频的素材采集过程在很大程度上受试验进度制约。试验的设计准备阶段时间跨度长,素材采集有选择地针对其中关键部分进行拍摄。而盾构隧道衬砌结构的正式加载时间持续大约12个小时,各加载步骤和数据采集均按照试验前制定的流程操作,需要采集内容集中且不可重复,所以特设置多台相机,严格按照视频脚本进行素材采集。合理安排采集进度和正确选择采集内容保证了素材收集的完整性,提高了工作效率,素材采集工作有条不紊地进行。

同时,为防止视频制作人员因土木工程专业知识的欠缺导致对素材采集重点把握的不准确,每次素材采集前试验人员会按照视频脚本再次明确素材采集内容,保证素材收集的完整性。

3. 后期制作

完成视频素材收集后,根据视频脚本进行,对所收集素材进行剪辑、选择、整合与变换,制作盾构隧道极限承载力试验视频多媒体文件。后期制作的主要工作包括素材剪辑整合和视频配音两个部分。

(1)素材剪辑整合。为满足结构试验课堂教学要求,整个视频的长度控制在30分钟以内。视频需要完整展现整个试验从设计准备到结束收尾全过程,使学生对结构试验整体流程有清晰的认识。因此,试验视频需具有简洁性和完整性。视频脚本对所拍摄的视频素材进行筛选,剔除重复和次要内容,将筛选后的视频素材与文字、音频和图片素材有机组合,辅以视频过渡动画,完成视频初稿。

(2)视频配音。试验参与人员对照视频原稿和脚本文件,完成配音讲稿的撰写,如表1,再应用专业音频处理软件进行视频的配音工作。

表1 视频配音稿

分:秒~分:秒	讲稿内容
00:00~00:15	本次试验由同济大学土木工程学院地下建筑与工程系…
00:16~00:30	本视频主要由五个部分组成:试验设计准备、试验…
…	…

完成视频内容制作后,按照相应的格式将视频文件导出,便于其发布和播放。

(三)视频多媒体的应用

大型土木工程结构试验,由于场地和试验进度等条件限制,往往难以大范围组织学生现场参观或参与。试验原理和试验过程的讲述较为抽象,学生大多时候只能机械记忆试验内容和方法,对试验设计的原理过程和具体的操作没有深入理解。本视频完整记录了盾构隧道衬砌结构极限承载力试验从设计准备到试验收尾的全过程,通过对各部分原理和具体操作的具象展示,其用于课堂教学之中,相比于传统的试验教学有巨大优势。

(1)激发学习兴趣,提高学习热情。运用视频系统记录土木工程结构试验全过程,通过后期剪辑制作,形成完整试验视频。试验视频图文并茂、视听一体,便于学生接受,有利于提高学生学习兴趣。

(2)全方位刺激感官,提高教学效果。相比于传统课堂教学,多媒体信息技术用于试验教学,为学生提供听觉和视觉上更全面的感官刺激,有利于提高教学效果。

此外,大型土木工程结构试验准备周期长、试验费用高,多媒体视频完整记录试验过程,借助其传播途径的便捷性,更多学生接触此类试验、了解实验过程,享受优质教育资源,实现教育资源的公

开化、公平化。

三、结语

结合盾构隧道极限承载力试验,文章系统介绍了多媒体试验视频制作从脚本撰写、素材收集到后期制作的全过程,并讨论了试验视频的应用效果。课堂教学中利用多媒体信息处理技术记录土木工程结构试验全过程,有利于激发学生学习兴趣,提高试验教学效果,并推动优质教育资源的公开化、公平化,具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 林峰,顾祥林,何敏娟. 现代土木工程特点与土木工程专业人才的培养模式[J]. 高等建筑教育,2006,15(1):26-28.
- [2] 李兵宽. 土木工程类大学生综合素质评价[D]. 杭州:浙江大学,2002.
- [3] 刘晓丹,张国侠. 土木工程专业《结构试验》课程实验教学改革创新研究[J]. 价值工程,2014(11):257-258.
- [4] 徐莹,尹玉,白宪臣. 建筑材料试验教学改革探讨[J]. 黄河水利职业技术学院学报,2004(1):74-75.
- [5] 王吉红. 多媒体技术在物理试验教学中的思考[J]. 中国教师,2007(S2):150,133.
- [6] 同济大学. 地铁盾构隧道极限承载试验研究[R]. 2013.

Application of multimedia technology in structure experiment teaching: taking the experiment on the ultimate bearing capacity of tunnel linings as an example

LIU Xian, WANG Hui

(Department of Geotechnical Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: Experiment teaching is important in civil engineering education. The development of multimedia information technology facilitates the structure experiment teaching. Taking the experiment on the ultimate bearing capacity of tunnel linings as an example, we introduced the process of experiment video making in detail and evaluated its effect in structure experiment teaching of civil engineering specialty.

Keywords: multimedia information technology; civil engineering specialty; structure experiment; teaching reform