

# 埋地传感器道面检测技术在大学生创新创业训练项目中的应用

武志玮,刘鑫,陈琦,刘智勇,刘国光,程国勇

(中国民航大学 机场学院,天津 300300)

**摘要:**在机场道面的教学过程中,出于对机场运行安全的考虑,学生往往不能到现场进行道面检测,实践应用环节欠缺。为此,提出新的教学方法,引导学生研发了一种机场道面检测埋地传感器组件,并应用该组件进行道面检测试验,分析机场道面状况及其力学性能参数的变化,从而对道面的整体性能进行评价。实践证明,通过埋地传感器的研发及应用,学生的技术创新及实践能力得到提升。在新的教学模式下,通过问题导向的方法,激发学生的创造性思维,引导学生解决问题,理论与实践相结合,大大提高学生的操作应用能力,有益于培养学生的创新实践能力。

**关键词:**创新能力;机场道面;实时监控;埋地传感器

中图分类号:U3416.2

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)04-0116-04

近年来,随着中国民航事业的高速发展,国家对民航人才的需求日益增大,作为民航特色院校,承载着培养民航技术相关人才的重任,而机场跑道作为机场的重要组成部分,直接影响飞机的起降安全。据统计资料显示,民航客机事故的高发期主要集中在起飞、开始爬升和进场着陆阶段,近年发生的民航客机事故多与道面性能劣化有关。由于民航客机事故直接影响机场的安全运营和旅客的生命安全,所以一直以来备受机场管理部门的关注。凌建明<sup>[1]</sup>等人总结建立了机场道面评价体系,为中国机场道面管理系统的开发应用提供了技术基础。通过对道面进行定期的检测实现对道面的评价,但是无法实现对道面性能的实时动态监控。对此,研发一种机场道面检测用埋地传感器组件,从道面性能监测入手,长期采集和记录表征道面性能的相关参数指标,进而深入分析机场道面状况和力学性能,为预测机场道面性能变化趋势、提升机场道面养护水平和降低机场道面运行管理风险提供有力支撑,具有重要的理论意义与实践意义。

作为机场工程方面的专业人才,必须加大创新能力及实践能力的培养<sup>[2]</sup>,因此,熟练掌握机场道面知识及其检测手段十分必要,然而在实际

收稿日期:2015-01-13

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目(201410059018);中国民航大学实验技术创新基金(01-13-02);中国民航大学教育教学改革研究课题(CAUC-ETRN-2013-18);中国民航大学青年骨干教师项目(10700222)

作者简介:武志玮(1980-),女,中国民航大学机场学院讲师,博士,主要从事材料科学与工程研究,(E-mail)14660989@qq.com。

的教学中,基于对机场安全性及检测技术复杂性的考虑,学生往往不能进行实地的现场道面检测,在实际教学过程中,多以图片的形式展示道面检测的仪器及现场的检测过程,学生只有感性认识缺乏实践能力,学生在学习的过程中也比较吃力。这种强调知识获取忽视操作应用能力的教学方式不利于创新实践能力培养<sup>[3]</sup>。因此,基于上述问题,提出新的教学模式,通过问题导向的方法,针对机场道面检测的问题,充分发挥学生的创新能力,由学生提供解决问题的思路,通过与教师展开讨论分析,提出可行方案并付诸于实践。对于应用环节,教师指导学生利用埋地传感器组件分别进行室内室外道面检测试验,采集和记录表征道面性能的相关参数指标,分析机场道面状况和力学性能,从而对道面整体性能作出评价。结合试验研究和理论分析的最新成果,通过技术创新和实际应用相结合的方法,激发了学生的学习热情,有益于创新实践能力的培养<sup>[4]</sup>。

在此新的教学模式下,研发了埋地传感器道面检测技术,设计了埋地传感器并申请了专利<sup>[5-7]</sup>,然后对不同类型的物体所引起的道面板振动展开了研究。

### 一、仪器创新与试验模式改革

埋地传感器组件的设计、制作和加工的在教师的指导下由学生独立完成,其设计图见图1。

整个测试系统由埋地传感器、数据采集终端和电源组成。其中,埋地传感器包括柱状外壳、温度传感器、湿度传感器、加速度传感器、多个限位、下部固定底座和上部可拆卸盖板,埋地传感器通过同轴电缆及电源线与设置于机场道面外侧草面区的数据采集终端和电源连接。温度传感器、湿度传感器、加速度传感器和多个限位器以可拆卸的方式间隔设置在柱状外壳的表面四周。柱状外壳的底面固定在测点下部固定底座的表面上。上部可拆卸盖板以可拆卸的方式设置于柱状外壳顶面上。

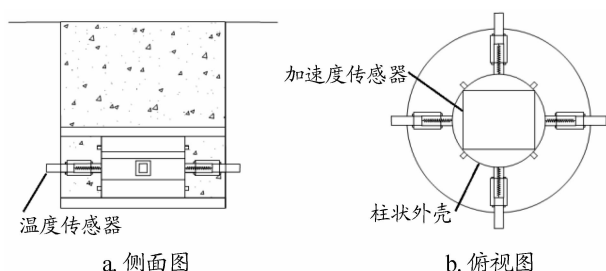


图1 埋地传感器示意图

在后期进行的室内外实验中,为体现大学生创

新训练的主体作用,采用如下试验模式。

#### (一)寻找科学的试验方法

进行机场跑道测试最困难之处在于不能影响机场的正常运营,在试验方法设计上必须考虑合理的埋置手段。因此,在跑道测试上选择在道面钻孔设置埋地传感器,在跑道两侧土面区选择将传感器埋置于土面下,从而避免了对飞行器安全的影响,保证了试验方法的科学性和可应用性。

#### (二)寻找高效的试验分组

在试验中,1位学生负责现场总协调,观察周边环境及过往车辆,1位学生负责记录数据,1位学生负责控制采集设备。试验在同一场地分两组同时进行,数据结果相互对比验证,保证了实验结果的可靠性。

#### (三)设计合理的试验流程

在试验流程设计方面,首先进行传感器的埋设和系统调试,然后施加相应级别的实验荷载,记录随机通过的车辆荷载,记录荷载作用下埋地传感器所得到的振动信号。

#### (四)总结可靠的试验结论

实验数据的分析由两名应届毕业生负责完成,首先对实验采集的振动曲线进行合理的截取,然后对截取的数据进行小波变换,提取数据的特征值,并对该特征值进行BP神经网络分析,从而计算道面承载力、评价道面结构性功能指标。

## 二、试验情况

### (一)室内实验

为了探索动荷载在不同区域的变化规律和不同级别动荷载对道面板不同区域的影响,还进行了室内模型实验。

在一块长400 cm、宽为50 cm、厚为12 cm的普通混凝土板中预留5个直径为10 cm、高为12 cm的圆形孔洞,其底座垫有钢板,对混凝土板施加落锤重力。

根据所预留的孔洞来设置加速度传感器,每个孔布置一个,共五个,并将加速度传感器引出的线与信号采集器连接,通过装有信息采集系统的电脑和信号采集器与无线路由器形成局域网连接,即可从电脑中获得该预留孔道面板振动时的加速度信号。

通过落锤(1.54kg)在 $h = 30、60、90、120、150、180$  cm高度下自由落体对如图2所示的冲击区施加作用,从而实现不同级别的动荷载对道面板的施加

激励。具体的加载区域布置及实验过程如图2所示。



图2 预留孔道面板振动测试试验示意图

### (二) 室外场地试验

由于室内模拟的局限性和特殊性,项目组在室外选择了一段公路进行模拟测试,考察振动所带来的影响。

某公路的每块道面板长为400 cm、宽为300 cm、厚为20 cm的普通混凝土板,测区对应位置公路上设有减速带,路上时有各种不同类型的机动车辆通过。在公路减速带对应的路肩边的土区用挖土工具开挖比埋地传感器大的孔洞及引线槽,为保护加速度传感器,将其用塑料袋包裹好后置于所挖的孔洞中,引线沿引线槽与信号采集器连接(见图3)。通过装有信息采集系统的电脑、信号采集器与无线路由器形成局域网连接,即可从电脑中获得机动车辆通过该公路及其减速带引起路肩土区振动的加速度信号。

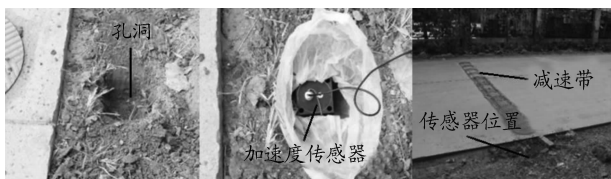


图3 公路现场传感器的布置

由于不同车型对路面产生的振动不同,因此不同重量的车型表示对道面施加不同级别的激励。具体布置形式见图4示意图。

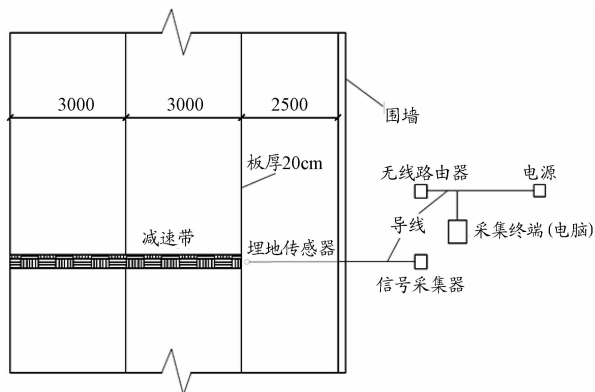


图4 某公路路肩位置振动测试试验示意图

### 三、试验教学效果分析

通过在大学生创新创业训练项目开展教学研究改革,在实践中摸索和总结规律,探索理论结合试验的教学模式,得到了如下有益经验,可以用于完善实验教学体系,丰富实验设备来源,提升实验室开放水平,提高毕业生的动手能力,增强毕业生就业竞争力。

一是,将科研成果引入试验教学,为学生提供试验开放平台,提升了实验室建设的行业特色。将具有理论深度科研成果分阶段、有步骤地利用大学生创新创业训练、科技立项和毕业设计等与学生交流互动的机会,在学生力所能及的范围内逐步引入。既培养了学生的思考能力和创新能力,又锻炼了学生的动手能力和实践能力。让更多的学生参与科技项目研究,甚至让部分大一新生刚入校门就接触专业试验,通过潜移默化,将感性认识慢慢在学生学习过程中转化为理性认识。

二是,在试验教学中产生新的科研成果,体现了实验室立足教学、重视科研、服务社会的综合能力。通过开发试验教学平台,学生在教学环节中接触到了更新、更广、更专业的内容,对所学专业的理解更加深入,同时结合课堂教学内容对所做试验有了不同层次的、更深入的认识,也提出了很多创新性的想法。既实现了该教学平台的升级改造,也对改进后的平台做进一步研究,产生了一批具有理论性和科学性的成果。

三是,探索本科生提前接触科研、在压力中成长的“混合”教育模式,为实验室建设找到新方向。通过该项目的探索,让本科生介入到申请人的科研项目中并独立承担重要研究任务,提前接受研究生阶段的培养,在“研究生培养目标+本科生教育模式”的“混合”培养下实现快速成长成才。如2014届的一位毕业生,经过参与项目研究后,对其所承担的研究课题有了深入的理解,发表了核心期刊论文1篇,一般期刊论文1篇,EI检索中文期刊录用待刊1篇,获得实用新型专利1项,并最终在毕业阶段选择留校深造,目前在研究生班成绩名列前茅。

“混合”教育模式实践初步取得了令人满意的效果,目前,正准备进行更深入的相关实验建设方法研究。

### 四、结语

通过机场道面检测埋地传感器技术的研发与应

用,提出一种新的教学方法。通过问题导向的方法,提出问题,激发学生创造性思维,发挥学生主动学习能力,提出解决方案,并应用于实践。在提出方案的过程中,学生通过研究场道工程、混凝土结构设计原理、材料力学、计算机编程等课程相关知识,提出创造性方案,充分发挥了其技术创新的能力;在方案应用的过程中,传感器布设、信息采集、数据处理及计算机编程等都需要扎实的专业知识背景,而将这些知识加以应用大大提高了学生理论与实践结合的能力;在参与试验的整个过程,学生需要动手操作,重复试验过程,较好地锻炼了学生的实践操作能力。

机场道面检测埋地传感器组件的研发及应用作为一个启示,给予很多思考空间,在实际的教学过程中,教师往往会遇到诸多的问题,通过改革传统的教学方法,提出新的教学模式,以问题作为向导,激发学生学习的兴趣,充分发挥其创新能力及实践应用能力,大大提高教学效果,更有益于培养学生的创新实践能力。

#### 参考文献:

- [1] 凌建明,郑悦锋,金维明. 机场道面评价体系研究[J]. 交通运输学报. 2001(1):29-33.
- [2] 种小雷,王晓龙,张志刚,等. 机场工程专业实践教学改革设想与体系规划[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(6):28-31.
- [3] 乔克,孙海燕,袁军,等. CDIO模式下创新型土木工程人才培养研究[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(1):26-29.
- [4] 邬喆华. 抗震教学中工程震害分析能力的培养[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(3):66-70.
- [5] 刘鑫,刘国光,陈琦,等. 一种机场跑道中线灯:中国, ZL 2014 2 0489469. 1 [P]. 2014-12-17.
- [6] 王志玮,刘国光,陈屹巍. 一种机场道面检测用埋地传感器组件及实施方法:中国, ZL 2014 100446991. 1 [P]. 2014-5-21.
- [7] 王志玮,刘国光,陈屹巍. 一种飞机滑行位置实时定位系统及控制方法:中国, ZL 2014 100450643. 1 [P]. 2014-5-21.

## Application of pavement detection methods based on buried sensor on training programs of innovation and entrepreneurship for undergraduates

WU Zhiwei, LIU Xin, CHEN Qi, LIU Zhiyong, LIU Guoguang, CHENG Guoyong  
(Airport College, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, P. R. China)

**Abstract:** In the process of teaching airport pavement course, considering the airport operational safety issues, students often are not admitted to detect the pavement in the field, lacking of practical application. To solve this problem, we presented a new teaching method, guiding students to develop an airport pavement detect buried sensor assembly. They can use the components to carry out pavement testing, collect and track the pavement's relevant parameters of indicators of mechanical properties under load, analyze changes of pavement in health conditions and mechanical properties of parameters, and then evaluate the pavement's overall performance. Practice has proved, in the process of researching and application of the buried sensor assembly, students put forward and solve problems, which showed completely their technological innovation capability and practical application ability. In the new teaching model, the problem-oriented approach can stimulate students' creative thinking and guide them to solve problems. The teaching method combines theory and practice, and improves greatly students' application ability, which is beneficial for training students' innovative and practical abilities.

**Keywords:** innovation ability; airport pavement; real-time monitoring; buried sensor