

# 道路塌陷隐患扫描技术在天津塌陷道路上的应用研究

李 斌

(贵州省质安交通工程检测中心有限责任公司, 贵州贵阳 550001)

**摘 要** 城市道路在复杂的地质条件、人类工程活动及交通荷载的作用下,路基下部可能发育各种规模和形式的空洞、疏松等地下病害体,在地面动荷载、水、路基土体的弱化作用等不利诱发因素下很容易导致道路塌陷等突发事件,严重威胁城市道路和地下建筑物的正常安全运行。通过工程实例,介绍 RDscan 道路塌陷隐患扫描技术用于探测城市道路隐患的方法,包括空洞、富水、脱空等。实践证明,该技术可快速、有效地探测地下病害体的发育特征,保障城市道路安全运行。

**关键词** :RDscan 道路塌陷隐患扫描技术;城市道路检测;塌陷;技术应用

中图分类号 :U418 文献标识码 :B 文章编号 :1009-7716(2013)02-0102-03

## 0 前言

城市道路近几年发展迅速,行人量大、车种复杂,道路下方管线、管道及地铁通道等较多,地下管道破损、地铁等地下工程扰动区及城市地下溶洞、采空区等都会导致地基不均匀沉降,严重的可导致塌陷等突发事件,对经济和人民生活造成较大损失,给社会带来不良影响。所以城市道路隐患检测显得格外重要。

现行的检测方法是电磁波法,利用地质雷达(GPR)设备拖地探测。但是,由于交通、生活和生产所产生的电磁干扰与振动噪声,大大地降低了电磁方法的探测与识别能力,地质雷达的探测深度不超过 5 m。其他的物探方法由于路面与交通条件的限制无法使用。城市道路多为硬质路面,电法检测无法布置电极,地震波法无法布置地震检波器。因此,道路上深度 5 m 以下的探测技术一度成为一个空白。

本次探测工作采用了 RDscan 道路塌陷隐患扫描仪,在天津某商业区进行了试验。

## 1 工程概况

该商业区地处渤海湾西侧,属冲积—海积平原,填垫前为盐田,按地质形成自地表而下分成三大层:第一层为陆相层,含两个亚层。第一亚层为人工填土,土层厚 0.5~1.5 m;第二亚层为冲积型,以粘土为主,层厚 0.7~2.4 m。第二层为海相层,上部为淤泥质粘土层,土层厚 6.9~9.76 m,中部为淤泥质亚粘土,土层厚 4.3~6.2 m,下部为亚粘土—

粘土层,土层厚 1.1~2.0 m。第三层为陆相及海相层,分 5 个亚层。第一亚层为轻亚粘土—粉砂的透镜体,单层厚度 2.2~2.4 m;第二亚层为轻亚粘土,单层厚度 1.3~3.3 m;第三亚层为轻亚粘土,单层厚度 2.0~5.4 m;第四亚层为粘土,单层厚度 3.2~4.9 m;第五亚层为轻亚粘土,单层厚度 1.7~4.5 m。可以看到 16 m 以上土层为软弱型土层,变形沉降较大,地面塌陷容易发生。

该商业区部分道路出现塌陷,本次检测区域已发现 2 处坍塌区(塌陷、陷),如图 1 所示。塌陷已造成路面破坏,塌坑 5 m 深处露出污水管和雨水管,如图 2。



图 1 塌陷区和 RDscan 探测剖面布置



图 2 塌陷造成的破坏

收稿日期 2012-11-09

作者简介:李斌(1983-),男,山西吕梁人,工程师,主要从事公路工程检测工作。

## 2 RDscan 道路塌陷隐患扫描技术

RDscan 道路塌陷隐患扫描技术是一种新型的道路无损检测方法,建立在非均匀介质模型和地震散射理论上。在地震波的激励下,地下岩性、地质构造、采空区、岩溶等波阻抗变化界面就成为被动源,向周围发射散射波,散射波传到地面被接收记录下来。根据记录到的地震散射波运动学和动力学信息,采用合成孔径偏移成像技术,就可重建散射波的地质构造的精细剖面图像。通过剖面上的特征图像就能确定异常体的位置。

该仪器由北京同度工程物探技术有限公司生产,主机的AD转换为24位,一次采样16道,采样率为192 kHz,采样间隔为5 μs。拖地耦合检波器串道间距0.25 m,偏移距0.25 m,采用锤击震源。采集数据由RDscan软件分析处理,该软件的功能包括:方向滤波,波速分析,合成孔径成像和异常体判定。

## 3 塌陷探测方法

在道路坍塌处进行探测,共布置探测剖面6条(见图1、图3),剖面中D3-1、D3-2、D3-3南北向布置,通过塌陷区;D3-4剖面东西向布置,通过塌陷区以及塌陷区;D3-5、D3-6剖面东西向布置,路面未见明显下沉区域,南北向剖面D3-1、D3-2、D3-3在横向6~9 m,深度自0 m至5~8 m均表现为塌陷区。探测深度设计为15 m。

探测时使用小车或者人工拖动检波器串,到指定位置后停下来配合锤击采集,如图4所示。检波器串拖地耦合,避免了传统检波器需要插拔、粘粘的桎梏,大大地加快了数据采集的速度。

采集的原始数据经过RDscan软件处理后,得到6条偏移剖面图,该图是散射系数(波速变化的大小)成像。剖面图中红色、黄色表示正散射系数,波速变高;蓝色、绿色表示负散射系数,波速变低。空洞、脱空区主要表现为深蓝色区,有红蓝相间分布,同时伴有层位的不连续。

将6个剖面图按照现场坐标合成图5的三维筛状图后可以发现地层的连续性和分布特征与已知地质条件相符。十几厘米厚的地层能够从图上清晰区分。I、II塌陷区在剖面图上显示为深蓝色。

探测共发现7处隐伏脱空区,分别集中在2~3 m、4~5 m和9 m的深度上。分析引起塌陷的直接原因是埋深5 m处的管道漏水,造成地层变软脱空。2~3 m的脱空区是坍塌的影响范围,5 m的脱空区是管道漏水所致,9 m以下的脱空区是底层软弱含水所致。综合分析所有剖面图推测漏水是造成地面塌陷的主要原因。

现场找到一根5 m埋深处的污水管,该管破裂,造成污水流失带走周边泥沙,最终导致地下脱空,形成塌陷。

6条RDscan探测剖面内得到4个主要地层位,其位置和性质与钻孔ZK-7揭露的结果一致(见图6)。证实了RDscan的科学性和准确性。

## 4 结语

本文简要介绍RDscan技术在天津某坍塌道路中的应用,取得了满意的结果。验证RDscan道路扫描技术作为一种新型技术在城市道路隐患探测中是可行的。该方法快捷、安全,检测效果好,为城市道路、地铁线路隐患探测、整治提供了可靠的依据。

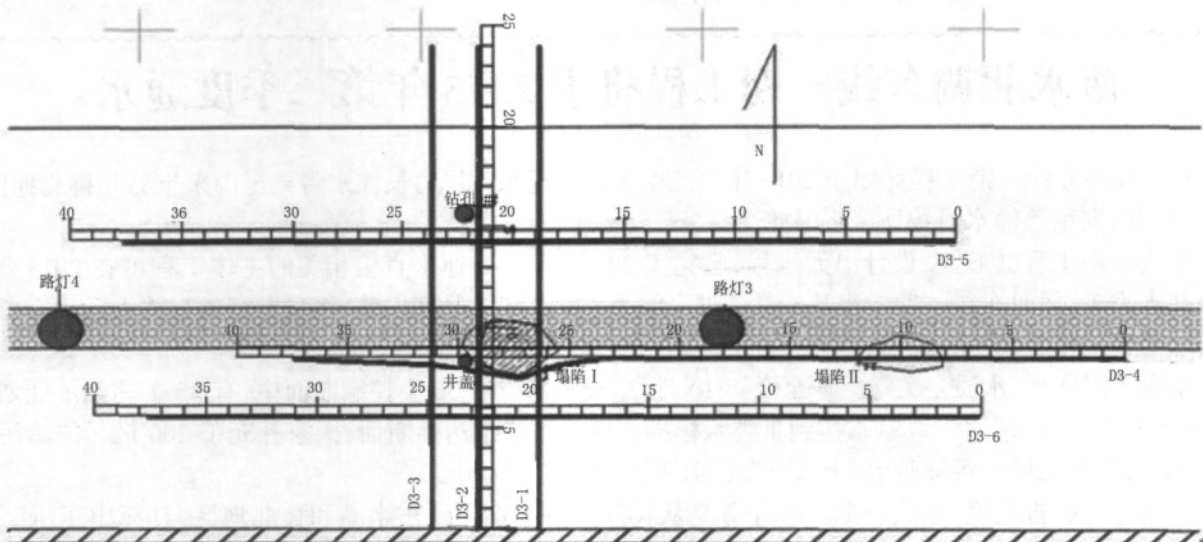


图3 RDscan 测线布置图



图4 RDscan 拖地耦和检波器串工作模式

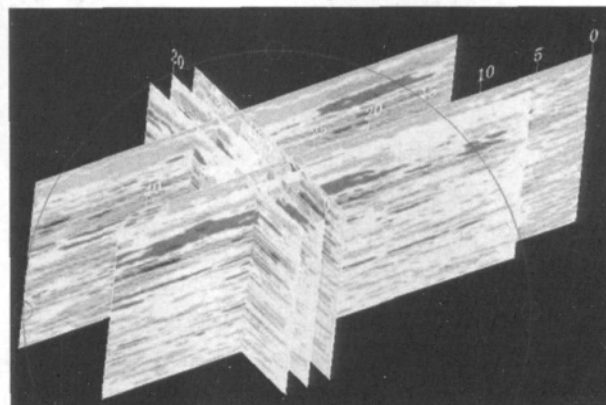


图5 三维筛状图

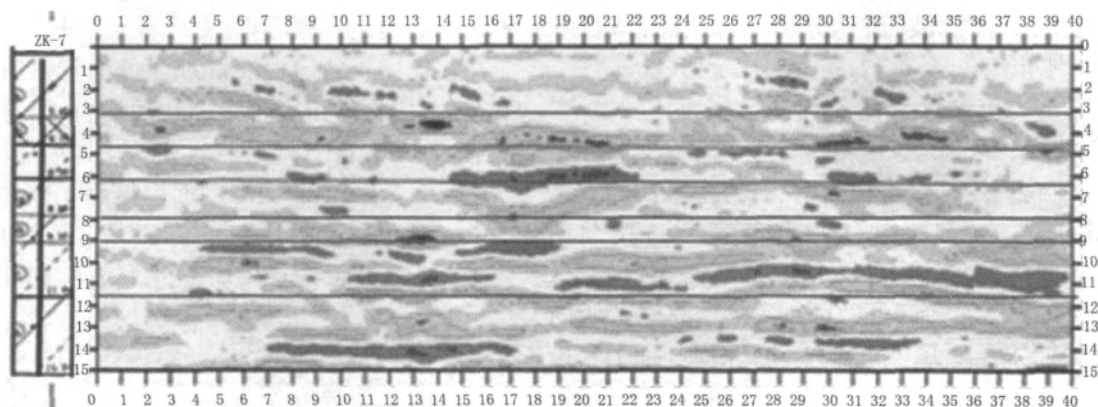


图6 钻孔与RDscan结果的对照

## 参考文献

- [1] 陈洪杰. 面波技术在高铁临近既有铁路地基检测中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2012, 9(1): 17-18.
- [2] 彭湘桂. 探地雷达在北京市城市道路无损检测中的应用[J]. 市政

技术, 2010, 5(9): 28.

- [3] 金荣庄, 尹相忠. 市政工程质量通病及防治[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998: 2-3.
- [4] 宋谷长, 叶远春, 刘庆仁. 北京市城市道路塌陷成因及对策分析[J]. 城市道桥与防洪, 2011, 8(8): 250-252.

## 南水北调东线一期工程将于 2013 年第三季度通水

南水北调东线一期工程计划于 2013 年第三季度正式通水, 届时长江水将调至山东半岛和鲁北地区, 山东、江苏、安徽等输水沿线地区将因此受益。

东线一期工程共 68 项设计单元工程, 已完工 29 项, 预计与通水直接相关的主体工程可在 2013 年 3 月份基本完工, 届时东线一期工程基本具备过水能力。2013 年 6 月底以前, 将基本完成有关水质达标工作和通水验收工作。

东线工程通水, 水质是关键。截至今年 10 月, 东线黄河以南 36 个控制断面中, 有 35 个达到了规划目标, 达标率为 97%, 输水干线基本达到 Ⅲ类水标准。针对不稳定达标断面, 国家补充了 200 亿元的治污项目, 并纳入重点流域水污染防治“十二五”规划, 重点项目已全面开工。

根据可研报告批复, 东线一期工程任务是从长江下游调水到山东半岛和鲁北地区, 补充山东、江苏、安徽等输水沿线地区的城市生活、工业和环境用水, 兼顾农业、航运和其他用水, 多年平均抽江水量为 87.66 亿  $m^3$ 。

stiffness matrix to consider the effect of P-delta. Taking the displacement of pier top and the moment of pier base as the index, the change of beam weight and pier height investigates the variation law, and the stability index is introduced to quantitatively analyze the magnification of P-delta effects. The results show that P-delta effects will increase the displacement of pier top and the moment of pier base of the tall pier under earthquake, and the magnification of pier top displacement and the pier base moment has some relevance with stability index, which can be approximated with a stability index.

**Keywords:** tall pier, earthquake, P-delta, stability index

Study on Property of a New Anti-rut Agent ..... You Qiang(96)

**Abstract:** The article studies a new LQ anti-rut agent. The indoor experiment is used to compare the plain asphalt mixture and the modified asphalt mixture in order to evaluate the influence of LQ anti-rut agent on the high-temperature anti-rut property and the low-temperature bending resistance of the mixture. The experimental results show that the high-temperature anti-rut property and the low-temperature anti-rut property of the mixture are obviously improved after admixed with LQ anti-rut agent, and is higher than the modified asphalt mixture and far higher than the plain asphalt mixture.

**Keywords:** anti-rut agent, rut, low-temperature bending, modification mechanism

## APPLICATION OF ACHIEVEMENTS

Application of DIALux in Road Lighting Design ..... Li Yijun(99)

**Abstract:** With the implementation of the new version *Standard for Lighting Design of Urban Road* (CJJ 45-2006), the road lighting standard of China is symbolized to connect with the international advanced standards. CJJ 45-2006 firstly recommends the luminance as the road lighting evaluation system. The luminance evaluation system is not only bad mastered, but also has the huge calculation quantity because of its very complex calculation process. Therefore, the simulation calculation software has to be adopted for completion. DIALux simulation calculation software has the simple and easy road modeling method, which can quickly and accurately calculate various luminance evaluation indexes. This article discusses the necessity and applicability of this software to be used in the road lighting design of China.

**Keywords:** DIALux, road lighting, road lighting calculations

Application of Road Collapse Vulnerability Scanning Technology in Collapsed Roads of Tianjin - - - Li Bin(102)

**Abstract:** Various scopes and types of the underground faults, i.e. cavity, void and loosing are possibly grown at the lower roadbed of urban roads under the complicated geological conditions, the human engineering activities and the traffic loads. The unfavorable factors of ground dynamic load, water and weakened soil roadbed are very easy to induce the sudden accidents of road collapse and etc. which seriously menace the normal and safe operation of urban roads and underground buildings. The article introduces the application of RDscan road collapse vulnerability scanning technology to detect the vulnerability of urban roads including void, rich water and cavity by the engineering cases. The practice proves that this technology can quickly and efficiently detect the growing characters of underground faults and ensure the safe operation of urban roads.

**Keywords:** RDscan road collapse vulnerability scanning technology, inspection testing of urban road, collapse, technical application