

利用线路岩土/空间参数与遥感技术 实现轨道稳定性分析与监测的综合系统

美国联邦铁路局研究结果 RR06- 17

摘要 美国联邦铁路局研究开发办公室通过一项研究项目, 开发出一种轨道表面及地下岩土移动勘测系统。该系统利用各种遥感设备搜集数据, 结合其他线路专项数据, 为轨道特性进行长期监测提供支持。该移动勘测系统为模块式结构, 适用于各种平台, 并成功地利用高精度微分全球定位系统(HADGPS)技术, 以不同的速度对轨道表面坐标进行测量, 精度达厘米。该移动系统曾用于西弗吉尼亚州铁路运输线路几处地质薄弱区段, 进行数据采集。为对现场试验获得的数据进行存储及显示, 同时有助于对其他地理空间信息的集成, 还开发了全州范围内基于互联网的地理信息系统(GIS)。借助最新的大容量(兆兆级)信息技术系统, 对西弗吉尼亚州被监测铁路线路进行长期比较研究。为对该系统的应用进行评估, 还在其他州使用该系统进行曲线轨道移动测量、脱轨分析及铁路站场勘测。

1 研究背景

轨道与结构缺陷是造成美国有记录的铁路事故与事件发生的主要原因。1988年至1999年联邦铁路局的统计结果表明, 平均每年1065起事件的发生是由与轨道相关的原因造成的, 占整个事件的34%。根据联邦铁路局2000年的记录, 轨道缺陷引起的事件占有记录铁路事件的36%。

最近报界引用联邦铁路局历史记录时提出, 1996年至1998年在西弗吉尼亚州发生的事件与1993年至1995年相比, 增加了56%, 其主要原因是轨道缺陷。这些与轨道有关的列车事故的增加归结起来有几个方面的原因。线路的直接因素包括营业里程的增加, 地形复杂与地质条件等。另外, 这

些地段受气候的影响较大, 在接近排污系统的地方更加突出。

西弗吉尼亚州的部分地区2001年和2002年遭受了大洪水, 给运输系统带来了巨大的破坏。洪水使这些地区潜在的岩土安全隐患更加突出。

为保证美国铁路运行安全, 本研究项目的主要目的是, 加强对轨道与路基稳定性的监测, 利用最适合的遥感技术对岩土/空间数据进行采集与监测。

2 监测方法

2.1 通过遥感仪器实施监测

研究人员开发并使用了几种不同的模块和适用平台, 对西弗吉尼亚州河岸附近铁路线路不同区段上的轨道路基条件进行了勘测。研究人员对这些地段的有关地震、

重力、阻力、地球物理、地面贯入雷达(GPR)和地形数据进行了采集、分析和对比。图1、2、3显示了不同



图1 安装在公铁两用车上的 GPR 天线

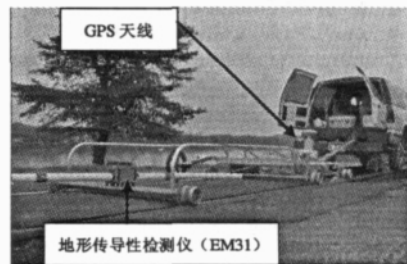


图2 安装在轨道行驶车上的地形传导性检测仪(EM31)

(2) 职教部门在铁路“四新知识”迎面扑来的新形势下, 要从单纯的培训型向“培训+管理”职能的转变, 特别是要强化管理的职能和手段, 动员方方面面的力量投入到职工培训工作中, 这才是硬道理,

才是铁路职工培训生命之树常青的源动力。

(3) 职教部门要加强对车间、班组日常业务学习、岗位练兵和技术比武的督导检查。站段职教部门不能光坐在办公室起草文件, 下发

通知, 要沉到车间、班组督导检查, 要做到“强力推进抓车间, 督导检查盯班组”。特别是要发挥包保干部在班组日常业务学习、培训管理上的作用, 形成职教工作齐抓共干的态势。

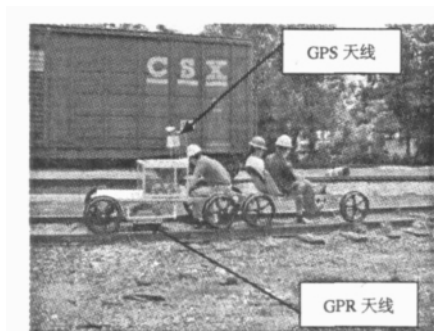


图 3 安装在脚踏式轨道车上的 GPR 天线的移动平台。

2.2 高精度微分全球定位系统 (HADGPS) 技术集成

HADGPS 需要一个临时的基站或可靠的通道与永久基站联系。图 4 显示的是系统移动装置。利用移动装置以不同的速度对西弗吉尼亚州的几个运输线路和轨道区段, 以及新墨西哥州、亚拉巴马州、密苏里州和伊利诺伊州的单线铁

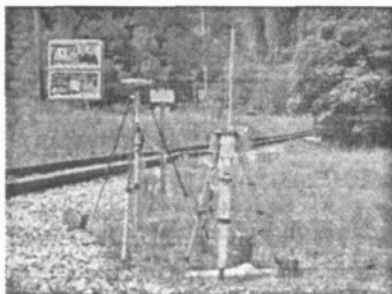


图 4 上: 将 GPS 天线安装到机上。

下: 从移动 GPS 装置获得厘米精度所需的临时 GPS 基站

路及车场的轨道表面进行了勘测。

2.3 HADGPS 勘测技术与其他勘测技术的对比

为与 HADGPS 技术进行比较, 利用装备了光雷达(LIDAR)技术的直升飞机对西弗吉尼亚州 40 英里长的线路进行了勘测。首先对勘测数据进行处理, 然后集成到基于互联网的 GIS 平台, 以便与 HADGPS 数据进行有效比较。还使用了传统的勘测技术, 与 HADGPS 技术进行比较, 勘测范围为亚拉巴马州一个铁路车场的 3000 英尺轨道线路。

2.4 利用 GIS 平台, 将西亚拉巴马州的移动勘测数据与其他大地-空间数据进行集成

利用基于互联网的 GIS 技术, 使系统有能力对采集的数据进行集成、显示, 并与其他各种数据进行比较, 这些数据包括但不限于来自两次航拍的数据, 以及此前在其中一条铁路运输线上行驶的公铁两用车上的速拍照相机获得的记录图像。

还利用存储区域网络(SAN)开发了数据库, 能可靠地存储、备份及传输 GIS 数据。数据库的硬件和软件安装在马歇尔大学校园里一个现代化装备的试验室内, 同时配备了备用电源, 环境监控、计算机安全和物理安全系统。

3 监测结果

图 5 和图 6 为通过西弗吉尼

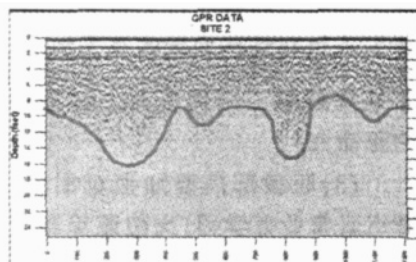


图 5 1200 英尺轨道 GPR 勘测结果。图中绿色为道碴与路基界面。

亚州地下勘测仪器获得的典型结果。

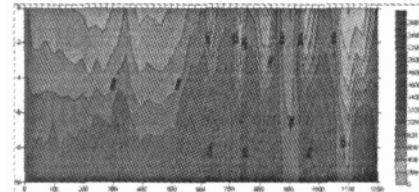


图 6 1200 英尺轨道地形传导性勘测结果。蓝色反映的是湿状态, 红色反映的是干状态。

图 7 和图 8 是利用 HADGPS 技术在同一地点多次勘测的典型结果。数据是从每小时大约 20 英里速度运行的公铁两用车上采集的。

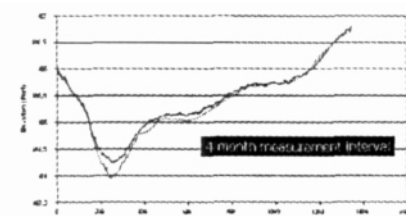


图 7 利用 HADGPS 技术, 相隔 4 个月对西弗吉尼亚州 1600 英尺的轨道区段进行勘测获得的两个垂直断面的比较

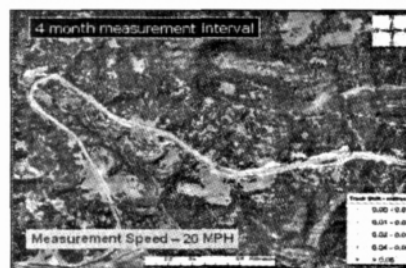


图 8 利用 HADGPS 技术, 相隔 4 个月对新墨西哥州 2 英里轨道区段勘测获得的轨道移动图像。

4 结论

实际应用表明, 高精度微分全球定位系统(HADGPS)适用于对铁路轨道上部结构的勘查和监测, 可大大减少工人利用传统的勘测技术在轨道线路附近作业带来的危险性, 提高人员的工作安全, 实现一般的铁路作业。HADGPS 的勘测精度完全满足某些施工规范, 与光雷达(LIDAR)技术相比, 可提高测量精度, 同时可创建原始资料, 便于今后的比较分析。(翻译 宋文伟)