

德州市地面沉降 GPS 监测网建设

梁浩¹, 刘蕾², 张永伟¹, 孟凡奇¹ (1. 山东省地质环境监测总站, 山东济南, 250014; 2. 山东省章丘市第五中学, 山东济南 250200)

摘要 德州市地面沉降在山东省内较为典型。该研究简要分析了该地区地面沉降基本情况, 在此基础上通过 GPS 监测点布设、GPS 监测墩建设, 初步建立了地面沉降 GPS 监测网络, 并选取德州运河办、德州二屯等 15 个监测点 2013 年 9~10 月的监测成果进行分析, 验证了监测数据的可靠性。

关键词 德州市; 地面沉降; GPS 监测网

中图分类号 S127 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)35-351-02

The Construction of GPS Monitoring Network on Land Subsidence in Dezhou

LIANG Hao¹, LIU Lei², ZHANG Yong-wei¹ et al (1. Shandong Geological Environment Monitoring Station, Jinan, Shandong 250014; 2. Zhangqiu No.5 Middle School, Jinan, Shandong 250200)

Abstract In Shandong Province, the land subsidence in Dezhou is typical. The basic situation of land subsidence in the area was analyzed, on the basis of this, through GPS monitoring site layout and GPS monitoring pier construction, GPS monitoring network on land subsidence was established. The monitoring results of 15 monitoring sites such as Dezhou Canal Office, Dezhou Ertun during Sep.-Oct. 2013 were analyzed, and the reliability of monitoring data was verified.

Key words Dezhou City; Land subsidence; GPS monitoring network

地面沉降是指由于自然因素或人类工程活动引发的一种缓变性地质灾害。地面沉降造成地下水基础设施破坏、地面水准点失准、河流防洪能力降低等诸多灾害, 引起社会和政府广泛关注, 防治地面沉降在当前地质工作中尤为重要。

我国长江三角洲、华北平原、汾渭盆地等地区地面沉降灾害均有发生。山东省在区域上处于华北平原的最南缘, 近年来地面沉降已成为较为突出和重点防治的地质灾害类型之一^[1]。其中, 德州地区地面沉降情况较为突出, 已引起多方高度重视。地面沉降的发生发展和孕灾过程不易察觉, 从而易忽视其广泛的社会危害性, 增加了沉降控制与治理的难度和投入。因此, 建立监测网络在防治工作中尤为重要^[2]。

目前, 地面沉降严重的城市, 几乎都已制定了控制地下水开采的管理法令, 同时展开了对地面沉降的系统监测和科学研究。以往地面沉降监测技术主要为大地水准测量, 近年来, 随着科技的进步和社会经济发展的需要, 传统、单一的地面沉降监测方法逐渐被日益完善起来的新型、高效、多源、经济的方法所取代。布设 GPS 地面沉降观测点、星载合成孔径雷达干涉监测技术(D-InSAR)等都以其独特的优势被越来越多的用到地面沉降的监测中^[3]。GPS 是目前较为成熟的大地测量技术之一, 以其高精度、高效率、自动化程度高及劳动强度高等优势应用到地面沉降的监测工作中, 建立 GPS 监测网, 在地面沉降监测工作中起着重要作用^[4]。

1 德州市地面沉降情况简介

德州市深层地下水开采深度大, 开采漏斗形成早、纵深大, 漏斗中心水位埋深已经超过 140 m, 是国内较早发现地面沉降的地区之一, 地面沉降较为突出, 已产生一定危害。德州市区(以德城区为主)是鲁北平原地面沉降出现最早、影响最大、最为严重的地区, 1991 年起区内德棉集团附近区域累计沉降量已经超过 1 200 mm, 是山东省内目前有地面沉降资

料记录累计沉降量最大的地区, 且目前仍在不断发展。在该地区开展地面沉降监测预警工作意义重大, 对于推动山东省其他地区的地面沉降防治工作具有示范作用^[5]。

2 地面沉降 GPS 监测网建设

2.1 GPS 监测点布设 德州市 GPS 监测网络在山东省内建设最早, 监测时间较长。按照沉降中心地带重点部署、外围区域控制的原则, 在德州地区进行了 GPS 监测点的野外踏勘、选点、监测点位拟定工作。初步拟定了德棉集团(德州市地面沉降中心)、二屯镇(山东与河北 2 省交界处)等重点监测地区以及津浦铁路(现京沪铁路)沿线等重要交通设施沿线等 6 处监测点。其余点位按照面上控制的原则平均分布在德州市辖区内。在此基础上, 在拟定点位附近按照以下原则进行布点: 交通便利, 有利于其他测量手段进行与之联测; 地面基础稳定, 易于点的长期保存; 视野开阔, 视场内障碍物的高度角不超过 15°; 远离大功率无线电发射源(如电视台、电台、微波站等), 其距离不小于 200 m; 远离高压输电线和微波无线电信号传送通道, 其距离不得小于 50 m 等^[6]。

最终, 在德州市共布设了 15 个地面沉降区域控制 GPS 监测点(图 1), 其中最为地面沉降防治重点的德城区布设 4 个, 陵县 2 个, 其余齐河、禹城等县城各 1 个。初步建立了覆盖整个德州地区的 GPS 监测网络等地面沉降监测体系。

2.2 GPS 监测墩建设 GPS 点标石埋设所占土地需经土地使用者或管理部门同意, 然后开始施工、埋石。埋设时坑底填以砂石, 捣固夯实后浇灌混凝土底层; 中部放上钢筋, 然后再浇灌混凝土 50 cm, 将石柱用吊车居中放到混凝土上, 石柱周围继续浇灌混凝土, 在离地面 10 cm 时, 浇筑水准标志, 用土盖好, 与地面相平; 最后用大理石胶把归心盘牢固粘合在石柱顶部^[7]。GPS 监测墩示意图 2。

GPS 点均埋设永久性的标石, 基本骨架网的 GPS 标石安装强制对中标志, 以便减少 GPS 测量的对中误差。为了提高监测质量、加强保护、树立形象、便于宣传等, GPS 监测墩选

作者简介 梁浩(1987-), 男, 山东鄄城人, 工程师, 硕士, 从事水文地质、工程地质研究。

收稿日期 2015-11-18

定优质水泥柱作为墩体,墩体上刻有保护标志及保护条款、主管部门和监管单位、埋设时间。平整、清理标石周围 2 m 范围内土地,填绘相应点的 GPS 标石点记录埋石情况。

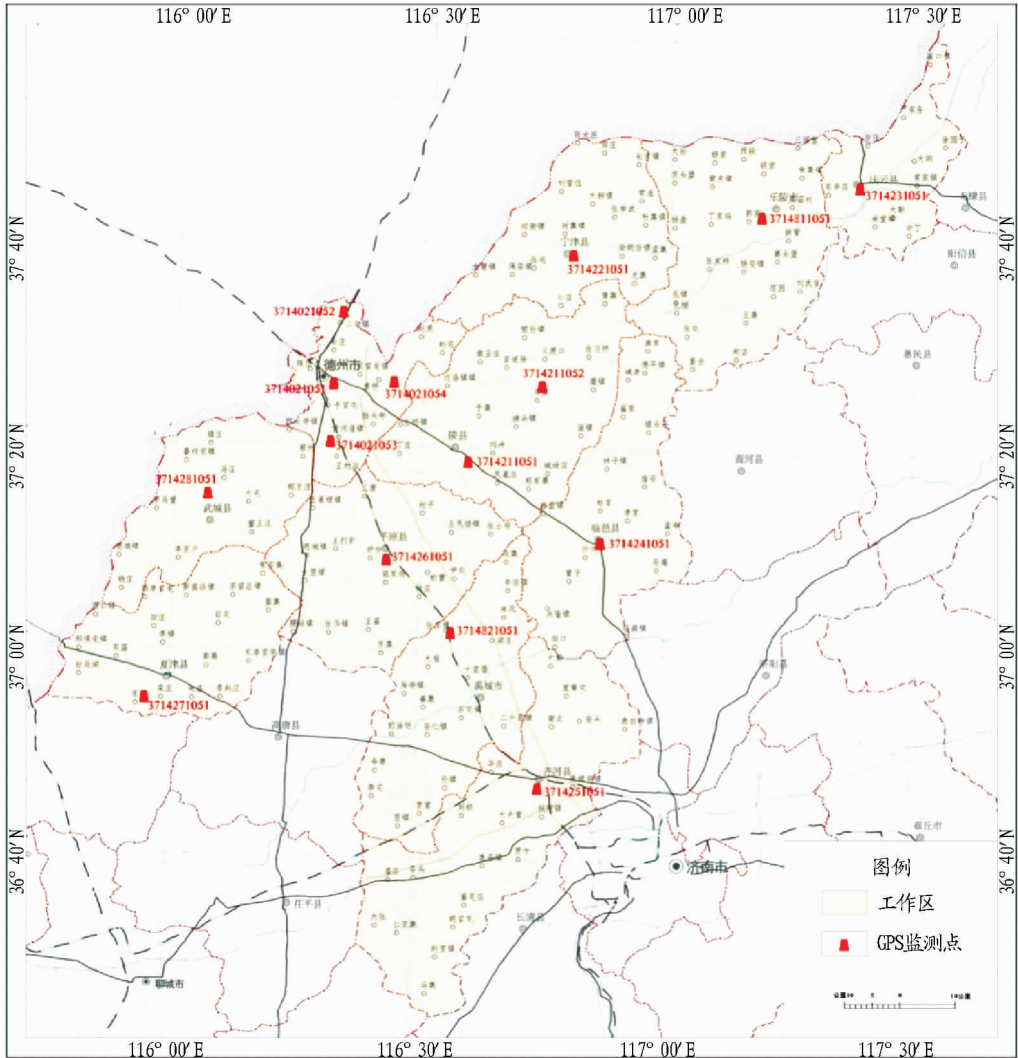


图1 山东省德州市地面沉降 GPS 监测点分布

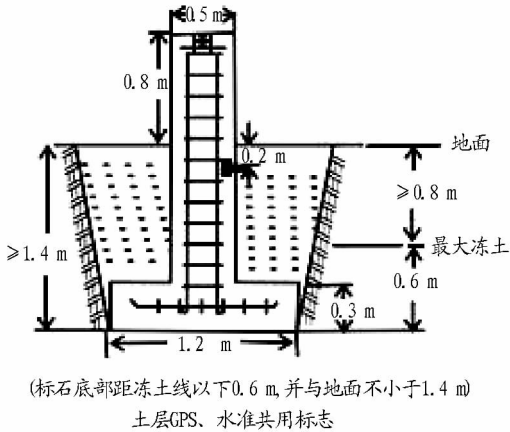


图2 GPS 监测墩示意

3 监测成果分析

3.1 数据选取及解算 此次选取德州运河办、德州二屯等 15 个监测点 2013 年 9~10 月开展的监测成果进行分析。

3.1.1 外业观测概况。联测点外业使用 TPS NET-G3A 双频

GPS 接收机、TPSCR. G3 天线观测,每个点观测 3 个时段,时段长度为 23.5 h。

3.1.2 数据处理软件。采用 2 种平差方案,使用美国麻省理工学院 (MIT) 和 Scripps 海洋研究所 (SIO) 共同研制的 GLOBK 软件 10.40 版本进行数据处理。

3.1.3 平差方案。此次选取 2000 国家大地坐标系以及 ITRF2005 框架、2013.781 历元下两种平差方案进行数据处理。

(1)2000 国家大地坐标系。在 2000 国家大地坐标系下,第一,约束所选取区域周边的国家 GPS 连续运行站、IGS 站,做三维约束平差,求出该项目 CORS 站坐标;第二,约束所选取区域周边的国家 GPS 连续运行参考站、IGS 站、该项目 CORS 站,做三维约束平差,求出该项目联测点坐标。

(2)ITRF2005 框架、2013.781 历元。在 ITRF2005 框架、2013.781 历元下,选取同样的方法及数据,计算出该项目联测点坐标。

3.2 数据检验及精度 在 2000 国家大地坐标系下,德州市 (下转第 366 页)

门必修课。课程应系统地介绍有关食品包装材料、工艺技术、机械设备和设计方法,并相应地安排一些食品包装设计实习。怎样在有限的食品包装课堂教学和实习中让学生得到系统的工程训练是最主要的问题。在食品包装课堂教学中,任课教师针对包装设备结构复杂、讲解时表达困难、学生不易理解的问题,充分利用多媒体教学手段,进一步完善多媒体课件的编写,其中大量采用视频、图片及仿真动画等教学元素,将枯燥的内容变得较为生动易懂,提高了学生的注意力。例如,在讲解包装设备时,先让学生观看相关工厂包装生产的视频资料,使学生有一个生动直观的感性认识后,再对设备的工作原理进行理解,并在讲解中配以相关的图片及仿真动画资料,加深学生的理性认识。通过大量多媒体教学手段的使用,学生普遍反映能较清晰地理解设备的工作原理,明确设备的选型,对学生将来从事相关工作会有所帮助。在实习过程中笔者还十分注重包装国家标准的宣贯,积极探索将新包装材料的试验方法、食品安全问题和环保问题融入包装设计中的系统教学,使学生的设计方案既符合国家标准,又符当代社会所关注的食品安全与环保的时代脉搏。同样,将在该科目实习中发现的问题及时反馈给其他科目任课老师。

(上接第 352 页)

15 个联测点空间直角坐标成果见表 1。由表 1 可知,联测点空间直角坐标 X 分量的中误差平均值为 $\pm 2.6\text{ mm}$,最大值为 $\pm 8.0\text{ mm}$; Y 分量的中误差平均值为 $\pm 4.9\text{ mm}$,最大值为 $\pm 15.7\text{ mm}$; Z 分量的中误差平均值为 $\pm 4.1\text{ mm}$,最大值为 $\pm 13.5\text{ mm}$ 。

从监测点的中误差统计中可以看出,高程分量的精度虽然不及 X 方向的精度,但与 Y 方向精度较为接近,除一个监测点数据中误差超过 10 mm ,其余点均小于 6 mm ,可以满足该地区地面沉降监测的需要。

表 1 德州市 15 个联测点空间直角坐标成果(2000 国家大地坐标系)

序号	点号	点名	X 中误差	Y 中误差	Z 中误差
1	DZ01	德州运河办	0.002 0	0.004 0	0.003 3
2	DZ02	德州二屯	0.001 1	0.002 1	0.001 6
3	DZ03	德州黄河涯	0.003 3	0.006 4	0.005 5
4	DZ04	德州国土局	0.001 1	0.002 1	0.001 6
5	DZ05	陵县四建	0.003 0	0.005 4	0.004 8
6	DZ06	陵县义渡口	0.008 0	0.015 7	0.013 5
7	DZ07	宁津	0.003 0	0.007 6	0.005 6
8	DZ08	庆云	0.001 2	0.001 9	0.001 6
9	DZ09	临邑	0.001 6	0.002 9	0.002 5
10	DZ10	齐河	0.002 1	0.004 1	0.003 3
11	DZ11	平原	0.003 8	0.007 1	0.006 0
12	DZ12	夏津	0.001 5	0.002 8	0.002 3
13	DZ13	武城	0.002 8	0.004 9	0.004 2
14	DZ14	乐陵	0.001 7	0.002 7	0.002 5
15	DZ15	禹城	0.002 2	0.003 8	0.003 2

4 结 语

目前山东省内已经初步建成覆盖德州重要沉降区及区

各科反映的所有问题还会汇总到食品工程实习总指挥(系主任兼)处,每年形成一个食品工程实习反馈报告,并将反馈报告逐一发给各任科教师,各任课教师对报告中所反应的自己科目的问题形成整改措施,并在下一届学生中进行实施,以此形成一个系统改进的联动模式。

3 结 语

通过单科实习课程的改革与探索,将新的问题经过房型网络结构模式所示的反馈流形成一个新的系统联动,启动新一轮的改革循环,并且使食品工程实习房型网络结构模式不断向前推进。该循环模式能够有力地促进食品工程专业本科生的工程素质,达到提升食品工程实习的整体水平的效果。

参考文献

[1] 张敏,王燕.《机械制图》新国标和国际标准的差异性分析[J]. 吉林工程技术师范学院学报,2014(6):61-63.
[2] 邓开野,刘长海. 食品工程原理课程设计教学模式改革与实践[J]. 广西轻工业,2010(5):129-130.
[3] 胡仲秋,李忠宏,张建新. 食品工程原理实验教学的实践与探索[J]. 高校实验室工作研究,2009(3):17-18.
[4] 李忠宏,胡仲秋,段旭昌. 食品工程原理理论课程教学质量的探索与实践[J]. 安徽农业科学,2012(36):17944-17945.
[5] 段旭昌,李忠宏,袁亚宏,等. 食品新技术和食品安全及可持续发展理念在《食品工厂设计》教学中的实践[J]. 教育教学论坛,2013(3):227-228,216.

内主要铁路的 GPS 监测网络。对 2013 年德州市地面沉降 GPS 监测数据中误差值的分析验证结果表明,GPS 沉降监测结果精度较高,可以满足德州市的地面沉降监测需要。该研究证明了该监测网络的可行性及数据可靠性,并初步掌握了区内地面沉降现状情况,对于山东省内其他地区地面沉降监测网络建设起到了重要的示范作用。

德州市地面沉降 GPS 监测网的建设为当地政府提供了重要的参考数据。然而受资金投入、监测设备、管理体制等多方面限制,对地面沉降的研究程度相对天津、上海等地区还有差距。建议今后该地区地面沉降防治工作中合理改善地面沉降监测方案,进一步深入开展地面沉降机理和防控对策研究,加快深层基岩标、分层标等其他地面沉降监测体系建设,以达到数据的实时采集、实时汇总、实时分析,提高监测效率,更好地为当地社会经济发展服务。

参考文献

[1] 韩景敏. 山东省地面沉降及其防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报,1998,9(2):33-35.
[2] 赵子龙,金有,韩雪,等. 三江平原地下水位变化及地面沉降分析[J]. 安徽农业科学,2015,43(14):256-258.
[3] 高伟,徐绍铨,刘爱田,等. GPS 测量在城市地面沉降监测中的应用研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2004,35(3):395-400.
[4] 姜衍祥,杨建图,董克刚,等. 利用 GPS 监测地面沉降的精度分析[J]. 测绘科学,2006,31(5):63-65.
[5] 孟庆峰,戴鲁旗. 德州市地面沉降现状及防治对策[J]. 山东国土资源,2008,24(11):8-9.
[6] 杨建图,姜衍祥,周俊,等. GPS 测量地面沉降的可靠性及精度分析[J]. 大地测量与地球动力学,2006,26(1):70-75.
[7] 梁浩,张永伟,胡玉禄,等. 山东省地面沉降监测与防治研究 2013 年度工作方案[R]. 山东省地质环境监测总站,2013.