

下辽河平原地区历史地面沉降情况研究

孙岐发¹, 田 辉¹, 张 扩²

(1. 沈阳地质矿产研究所/中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034;
2. 中国地质大学 工程技术学院, 北京 100083)

摘 要:地面沉降不但影响到下辽河平原地区的经济生产,而且导致湿地逐年退化,对生态环境产生非常严重的影响. 该区域没有监测网络,无法知道具体的沉降范围和大小. 为了查清下辽河平原历史地面沉降状况,有效地服务于地方经济发展和环境改善,首次在下辽河平原区域提出了地形图比对方法. 通过搜集不同时期地形图,对同一高程点进行比对,结果表明下辽河平原地区围绕着油田集中采油区和地下水集中开采区,存在地面沉降现象,最大沉降量达到 3 m. 地形图比对有效地解决了下辽河平原无法确定沉降范围和量级的困难,是一种在没有监测网络的情况下,掌握工作区地面沉降情况的良好方法.

关键词:下辽河平原;地面沉降;生态环境;地下水开采

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.05.007

STUDY ON THE HISTORY OF LAND SUBSIDENCE IN LOWER LIAOHE RIVER PLAIN

SUN Qi-fa¹, TIAN Hui¹, ZHANG Kuo²

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The ground subsidence in Lower Liaohe River Plain, which results in the degradation of wetlands, has seriously impacted on not only the local economy, but also the ecological environment. Without a monitoring network, the scopes and sizes of the subsidence in this region are not clearly known. In order to find out the historical land subsidence in Lower Liaohe Plain so as to effectively improve the local economy and environment, the terrain map matching method is put forward. By collection of topographic maps of different periods, the elevations for the same spots are compared. The result shows that the land subsidence does exist in and around the concentrated areas of the oil fields and the groundwater exploitation, with maximum subduction up to 3 m. The topographic map matching effectively solves the problems of determination of scope and magnitude of subduction in the Lower Liaohe Plain. It is a practicable method to know the subsidence situation without the network monitoring data.

Key words: Lower Liaohe River Plain; land subsidence; ecological environment; groundwater exploitation

1 问题的提出

下辽河平原地域辽阔,土地肥沃,人口密集,城市群聚,是国家重点的能源基地、矿产基地和粮食基地,是东北老工业基地核心部分,在国民经济中占有重要地位. 下辽河平原各主要城市及油田区域及其周围地下水供水形势极为严峻,是超采及不合理开采引起地质环境问题集中的部位. 地下水降落漏斗主要分布在

沈阳、辽阳、鞍山等城市. 随着未来地下水开发利用程度的不断提高,引发的地质环境问题将更加突出. 目前,在辽河西岸的盘山县东郭苇场,沉降造成苇场泵站报废、灌区不能正常运行,给芦苇种植、河蟹养殖造成了严重的影响. 特别是由于地面沉降给湿地生态环境保护造成很大影响,近几年更加严重. 红旗灌区芦苇湿地已在多年前被列入国家级自然保护区. 由于地面沉

收稿日期:2013-11-19;修回日期:2014-03-14. 编辑:张哲.

基金项目:中国地质调查局国土资源大调查项目“东北平原地面沉降调查与监测”(编号 12120113011500)资助.

作者简介:孙岐发(1966—),男,博士,教授级高工,现从事水、工、环地质调查、监测与防治工作,通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail/152468435@qq.com

降,湿地逐年退化,照此发展下去,将对生态环境产生非常严重的影响^[1-3]。综上所述,沉降问题现已非常严重,如何确定沉降的影响范围和量级尤其重要,是科学指导地面沉降防治的依据。

2 自然地理概况

下辽河平原位于辽宁省中部,地处辽东及辽西山地之间,辽北丘陵的西南部,倾向辽东湾,由辽河等水系冲积而成,地势低平,总体由北向南缓倾,地面总体标高在 50 m 以下,向两侧辽东、辽西丘陵山地过渡地区地形增高。辽河、浑河、太子河、大凌河、小凌河、绕阳河汇集本区注入渤海。平原内,地面坡降较小,分布有大面积沼泽洼地、河滩、牛轭湖等。下辽河平原行政区划涉及沈阳、铁岭、抚顺、辽阳、鞍山、阜新、营口、盘锦和锦州 9 个地级市,总面积约 23 470 km²。

下辽河平原地处中纬度地带,属暖温带大陆性半湿润、半干旱季风气候区,年平均降水量为 623.2 mm,多年平均蒸发量为 1669.6 mm。

下辽河平原区河流发育,有辽河水系、绕阳河水系、大凌河水系及小凌河水系。在下辽河平原最南端,辽河入海口处,有著名的盘锦湿地自然保护区,占地 1000 hm²,需要得到很好的保护^①。

3 区域地质概况

下辽河平原是河系运动过程的遗迹,接受地表水流由外围剥蚀区携带的大量碎屑物质堆积于盆地中,形成三面环山、一面开口的半封闭式冲积平原。按其形态与分布位置分为东、西部山前倾斜平原、中部冲积平原及滨海三角洲平原。

该地区第四系地质结构按本项目划分方案可分为 4 层结构。上部结构层为全新统黏土质沉积、粉砂质沉积,局部为砂砾石;中部结构层为晚更新统沉积,以砂质粉砂质沉积为主,中下部夹黏土质沉积;下部结构层为中更新统黏土质、粉砂质及砂砾石质沉积,黏土在上,粉砂及砂在下,两者各占一半;底部为早更新统沉积,主要为砂质及砾石沉积物,靠海岸线一侧夹 2 层黏土。

下辽河平原属巨型的山间断陷盆地,以巨厚的第四系和新近系为主体,组成一个补给、径流、排泄过程完整的地下含水系统。含水系统的北、东、西部以裸露的基岩为界,南部则以渤海为界。垂向上厚度巨大,可分为两个亚系统:第四系松散岩类孔隙水亚系统和新近系孔隙裂隙水亚系统^②。

4 下辽河平原地区油田及地下水开采情况

辽河油田成立于 1973 年,主要分布在辽河中上游平原以及内蒙古东部和辽东湾滩海地区。已开发建设 26 个油田,其中的兴隆台、曙光、欢喜岭、锦州、高升、沈阳、茨榆坨、冷家等 8 个主要生产基地分布在下辽河平原。截至 2001 年底,辽河油田累计探明石油地质储量 21.38×10⁸ t,生产原油 2.65×10⁸ t,生产天然气 412×10⁸ m³。

下辽河平原各主要城市周围地下水供水形势极为严峻,是超采及不合理开采引起的地质环境问题集中部位。地下水降落漏斗主要分布在沈阳、辽阳等城市。沈阳地区大规模开采地下水资源始于上世纪 80 年代,主要集中在辽河、浑河扇区。随着工农业生产的发展和人口增长,需水量成倍增加,供需矛盾日益增长。首山漏斗随着上世纪 70 年代地下水开采量快速增长而形成,位于辽阳市区的西南部,总面积 309.4 km²,是辽宁省大型地下水降落漏斗之一。漏斗区所处的水文地质单元属太子河冲洪积扇。首山漏斗区地下水的补给以垂向为主,边界侧向径流补给为辅,多年平均地下水综合补给量为 2.87×10⁸ m³,漏斗区地下水的年可开采量 2.75×10⁸ m³,年实际开采量为 3.12×10⁸ m³,属较重超采型。

5 地面沉降研究方法的确定

地球表面的海拔标高在一定时期内不断降低的环境地质现象叫地面沉降,是地层形变的一种形式。地面沉降有自然的地面沉降和人为的地面沉降。自然的地面沉降一种是在地表松散或半松散的沉积层在重力的作用下,由松散到细密的成岩过程;另一种是由于地质构造运动、地震等引起的地面沉降。人为的地表沉降主要是大量抽取地下液体所致^[4]。

截至 2011 年 12 月,中国有 50 余个城市出现地面沉降,长三角地区、华北平原和汾渭盆地已成重灾区。在这种形势下,国家已经形成“空地一体化”的监测体系,对掌握地面沉降量级,确定沉降范围形成良好的支撑。下辽河平原地面沉降破坏已经显现,有不断加重的趋势,历史上既没有系统的监测网络,又没有可靠的监测数据。利用合成孔径雷达干涉测量技术(InSAR),技术可行,但成本较高,历时长,至今也没有相关成果。建立新的监测网络只能确定地面沉降的现状,不能掌握下辽河平原地面沉降的累积数据和沉降范围。在这种情况下,有一种能够确定下辽河平原地面沉降量级和

①孙岐发,等. 东北平原地面沉降调查与监测项目总体设计. 沈阳地质矿产研究所,2013.

②孙岐发,等. 下辽河平原地区地面沉降监测工程设计. 沈阳地质矿产研究所,2013.

范围的方法尤其重要. 因此, 我们搜集了 1958、1977、1990 和 2007 年的监测数据, 覆盖整个下辽河平原地形图, 利用地形图比对的方法, 很好地解决了确定下辽河平原地面沉降的范围和量级的难题.

6 下辽河平原地面沉降特征

为查清地面沉降现状, 我们搜集了 1977 及 2007 年的地形图共 166 张, 覆盖整个下辽河平原 23 000 km², 比对不同时期的高程点 268 对. 数据显示, 下辽河平原在盘锦、新城子地区均存在大于 2.19 m 的沉降区域, 在辽阳、鞍山地区存在大于 1.56 m 的沉降区域, 在沈阳、梁山、辽中地区存在大于 0.63 m 的沉降区域; 在沈阳个别地区还存在少许升高现象, 其他地区基本稳定. 沉降值大于 2.19 m 的面积有 82 km², 沉降值大于 1.56 m 的面积有 225 km², 大于 0.63 m 的沉降面积有 4 203 km², 有 540 km² 面积存在少许抬升现象(详见表 1).

表 1 下辽河平原地面沉降数据表
Table 1 Ground subsidence data of the lower Liaohe River plain

沉降值/m	沉降面积/m ²						
	新城子	鞍山、辽阳	沈阳	梁山	盘锦	辽中	合计
>2.19	67				15		82
2.19~1.56	122	22			81		225
1.56~0.63	844	200	281	303	1925	650	4206
0.63~0			17950				17950
<0			540				540
总计							23000

通过分析发现, 沉降区域主要分布在辽河油田采油厂和地下水集中开采区. 通过高程数据分析可以看出, 在油田集中开采区延曙光采油厂、欢喜岭采油厂、锦州采油厂出现严重沉降区域, 在茨榆坨采油厂有局部沉降现象. 除以上区域外, 在首山地下水开采漏斗区域、沈阳沈北开发区也出现了明显的沉降现象(图 1). 通过地形图比对, 查明了下辽河平原地面沉降分布状况及沉降量级, 为有针对性地开展地面沉降监测并对其进行科学防治提供了依据.

7 地形图比对的可靠性分析

老地形图上的高程系统为 1956 年高程系统, 新地形图上的高程系统为 1985 年高程系统, 新的比旧的低 0.029 m. 为了保证比对的精度, 首先将地形图的高程系统统一到 1985 年高程系统.

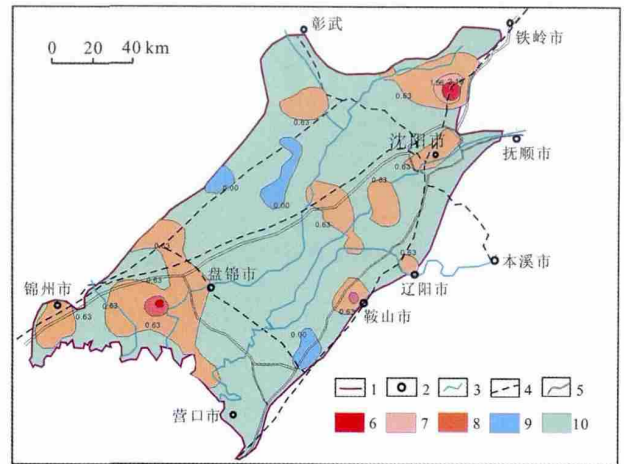


图 1 下辽河平原沉降分区图

Fig. 1 The subsidence zoning of Lower Liaohe River Plain
1—工作区范围(working area); 2—地级市(city); 3—河流(river); 4—铁路(railway); 5—公路(highway); 6—沉降大于 2.19 m (subsidence more than 2.19 m); 7—沉降在 1.56~2.19 m 之间(subsidence between 1.56 and 2.19 m); 8—沉降在 0.63~1.56 m 之间(subsidence between 0.63 and 1.56 m); 9—沉降 0~0.63 m 之间(subsidence between 0 to 0.63 m); 10—沉降小于 0 m (subsidence less than 0 m)

为确保地形图比对的可靠性, 图上比对后, 通过实地调查, 将实际不存在的点剔除, 只留下固定高程点的数据, 作为有效数据.

通过实地调查, 出现地面沉降的区域全部在地下水开采形成的沉降漏斗区或油田集中采油区.

8 结语

下辽河平原地面沉降由来已久, 30 年来累积沉降在 2 m 以上的区域 2 个, 1.56 m 以上的区域 1 个, 最大值在 0.63 m 以上的区域 3 个, 沉降区域主要集中在油田集中开采的区域和地下水主要开采区域. 通过地形图比对, 有效地掌握下辽河平原地区存在沉降现象区域的范围和大小, 为科学防治地面沉降提供了依据, 是一种在缺少地面沉降监测网络和监测数据的条件下, 确定地面沉降状况的好方法, 值得应用和推广.

参考文献:

[1] 薛禹群, 张云, 叶淑君, 等. 中国地面沉降及其需要解决的几个问题[J]. 第四纪研究, 2003, 23(6): 585—593.
[2] 段永侯. 我国地面沉降研究现状与 21 世纪可持续发展[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998, 9(2): 1—52.
[3] 刘毅. 地面沉降研究的新进展与面临的新问题[J]. 地学前缘, 2001, 8(2): 273—277.
[4] 孙歧发. 断层对厂区地表沉降作用分析[J]. 煤矿开采, 2010, 15(2): 44—45.