

地面沉降危害及防治对策

张迎珍

(太原师范学院城市与旅游学院,山西太原,030012)

摘 要:探讨了地面沉降的主要原因,阐述了全国地面沉降灾害的类型及演化规律,提出了防治地面沉降灾害的对策。

关键词:地面沉降;地质灾害;地下水环境

中图分类号:P694 **文献标识码:**A

作为自然灾害,地面沉降的发生有着一定的地质原因。但是,随着人类社会经济的发展、人口的膨胀,地面沉降现象越来越频繁,沉降面积也越来越大。在人口密集的城市,地面沉降现象尤为严重。目前,我国已有16个省、市的近50个城市发生了地面沉降。从地域上看,地面沉降主要分布在长江三角洲地区,松辽、黄淮海广大平原地区,东南沿海平原以及内陆河谷平原和山间盆地,沉降面积达48 655 km²,年均直接经济损失1亿元以上,成为制约我国社会、经济可持续发展的重要灾种之一。

1 地面沉降的成因

1.1 地面沉降的地质原因

从地质因素看,自然界发生的地面沉降大致有下列3种原因:一是地壳松散地层或半松散地层等在重力作用下,在松散层变成致密的、坚硬或半坚硬岩层时,地面会因地层厚度的变小而发生沉降;二是因地质构造作用导致地面凹陷而发生沉降;三是地震导致地面沉降。

1.2 地面沉降的人为原因

地面沉降现象与人类活动密切相关。现在我们研究地面沉降的原因时不难发现,人为因素已大大超过了自然因素。尤其是近几十年来,人类过度开采石油、天然气、固体矿产、地下水等地下资源,使贮存这些固体、液体和气体的沉积层的孔隙压力发生趋势性的降低,有效应力增大,从而导致地层的压密,直接导致了今天全球范围内的地面沉降。人为因素造成的地面沉降广泛见于一些大量开采地下水的大城市和石油或天然气开采区。地面沉降主要由抽水作用形成,但又与软土层的厚度、地壳下沉以及高层建筑等因素密切相关。薛禹群认为,造成我国地面沉降的成因,主要是地下水的长期超量开采,同时,第四纪以来的活动断裂和构造沉降,加剧了这一灾害的发生和危害。

(1)超采地下水引起地面沉降^[1]。沿海地区多沉积巨厚的松散层,其颗粒较细,结构复杂。由于大量开采深层地下水,引起孔隙水压力降低和有效应力增大,致使含水层被压缩,颗粒接触面积增大,孔隙度减小并释

表2 钢纤维混凝土抗压强度结果统计分析

混凝土设计标号	试样组数	平均强度 R/MPa	最低强度 R _{min} /MPa	标准差 S _r /MPa	$R-K_1 \cdot S_n$ /MPa	0.9R /MPa	$K_2 R$ /MPa	评定结果
C40	32	50.0	42.1	4.87	42.2	36.0	34.0	$R-K_1 \cdot S_n > 0.9 R < K_2 R$

后,先用平板式振捣器振捣密实,然后用振动梁振捣整平,再用金属滚筒碾压平整,待钢纤维混凝土表面无泌水时,用金属抹刀局部抹平,初凝前做拉毛处理。

(3)钢纤维混凝土施工质量评价。为确保钢纤维混凝土施工质量,针对梁体铺装的施工特点,加大了混凝土试件的取样频率,施工中共取样32组,抗压强度结果统计分析见表2。

4 结语

为确保钢纤维混凝土施工质量,施工时应注意以下事项:

(1)钢纤维混凝土施工严格按配合比配料,施工操作中往往有未散开的结团,应予以剔除,同时为防止因剔除而导致钢纤维含量减少,应多加钢纤维1 kg~2 kg。

(2)对振动梁振平后的钢纤维混凝土易采用金属滚筒进行往返滚压,把浮在表面的钢纤维压入混凝土中,以减少钢纤维浮面。

(3)钢纤维混凝土的搅拌不同于一般混凝土。必须要求先将钢纤维和碎石干拌均匀后,投入砂和水泥搅拌,再往转动着的搅拌机中加水搅拌。

(4)钢纤维混凝土的早期强度较高,施工时宜加强早期湿养护,一般采用薄膜或麻袋覆盖洒水养护。

参考文献

- [1] 中国工程建设标准化协会.钢纤维混凝土结构设计与施工规程[S].北京:中国建筑工业出版社,1992.
- [2] 中国工程建设标准化协会.钢纤维混凝土试验方法[S].北京:中国建筑工业出版社,1989.

(责任编辑:胡建平)

第一作者简介:张明龙,男,1976年1月生,1997年毕业于石家庄铁道学院无机非金属材料专业,工程师,中铁十二局集团三公司襄渝项目部,山西省太原市西线街39号12局3公司,030024.

The Application of Steel Fiber Concrete in the Beam Pavement Construction

ZHANG Ming-long

ABSTRACT: This paper expounds the strengthening mechanism of steel fiber concrete, and connecting with the example of the application of steel fiber concrete in the beam pavement construction in Haikou Prefabricated Beam Plant, discusses on the optimum design scheme of the mixture ratio of the steel fiber concrete, and sums up the features of the construction techniques.

KEY WORDS: steel fiber concrete; strengthening mechanism; beam pavement

水,产生弹性变形,其沉降量一般相当黏性土压缩率的15%,当含水层中的水压恢复后,骨架则复原,只形成暂时性地面沉降。黏性土层孔隙度大,孔隙微小,主要含结合水,当含水层与黏性土层之间的水头差足以克服水与颗粒之间的结合力时,水便从黏性土层中排出。释水时孔隙压缩,使黏土矿物颗粒接触面积增大,颗粒间发生相对位移,孔隙结构被破坏而发生塑性形变。当含水层中水压恢复后,只能使黏性土层被压缩的孔隙中水压升高,而不能使孔隙度和储容水量恢复到初始状态,形成永久性地面沉降。

(2)开采地热引起地面沉降。沿海某些地区蕴藏有地热资源,地下水开采量逐年增加,抽取地下水引起水位下降,地层内孔隙水压力减少有效应力增加,必然引起地层进一步压实而导致地面沉降。

(3)开采油气资源引起地面沉降。在油气田区,开采油气资源也会引起地面沉降。根据大港油田的有关资料,2500 m以下普遍出现了欠压密地层,当油气开发后,必将使流体压力降低,固体颗粒有效应力增加,使地层进一步固结压密,从而引起地面沉降。因此,石油天然气的开采也是引起油气田区地面沉降的因素之一。

(4)地表荷载引起地面沉降。由于城市规模扩大,高大建筑物不断增加,铁路、桥梁等交通设施及运输荷载的影响,地表荷载加重,也加速了地面的沉降。

1.3 地面沉降模式

我国出现的地面沉降的城市较多,按发生地面沉降的地质环境可分为3种模式:一是现代冲积平原模式,如我国的几大平原。二是三角洲平原模式,尤其是在现代冲积三角洲平原地区,如长江三角洲就属于这种类型。常州、无锡、苏州、嘉兴、萧山的地面沉降均发生在这种地质环境中。三是断陷盆地模式,它又可分为近海式和内陆式两类。近海式指滨海平原,如宁波;而内陆式则为湖冲积平原,如西安市、大同市的地面沉降可作为代表。

2 地面沉降的危害

严重的地面沉降及其造成的灾害,对我国东部地区的国家经济建设及其生态环境均造成很大影响。由于沿海地区地面较低,地面沉降将会进一步丧失地面标高,地面沉降还导致地面开裂、地下井管变形、防洪工程功能降低、国家测量标志失效、下水道排水不畅、桥梁净空减少、水质恶化等;地面建筑如高楼、公路、铁道、码头、机场等也都会受到不同程度的影响;滨海地区由于温室效应,已导致海平面上升,如果与地面沉降相叠加,那么沿海大片低地将被海水所淹没。地面沉降的基本危害包括以下几个方面:

(1)损失地面标高造成雨季地表积水,防洪和泄洪能力下降,沿海地区抵抗风暴潮的能力降低。在滨海地区,地面沉降活动使陆地地面高程下降,海平面相对上升,导致海水侵袭和风暴潮灾害加剧。与此同时,滨岸防潮堤不仅大幅度沉降,且发生局部开裂,防御能力降低。风暴潮灾害也日益严重,不仅潮位越来越高,而且高潮频次也不断增加,风暴潮造成的损失愈来愈大。地面沉降城市也普遍存在比较严重的滞汛积水问题,不仅影响城市交通和环境,而且使地下室和低层建筑物在汛期被水淹没,造成比较严重的经济损失。其他地面沉降的城市或地区均已出现了不同程度的危害,其中主要危害是雨季地表积水和加重洪水危害,2004年8月5日,太原市降水量97 mm,整个太原市区汪洋一片,市政设施管理处11个排水泵站33台水泵全部启动,连续48 h才将积水排完,总排水量约 $356 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。2003年10月10日,因持续降雨,城区3295户进水。此次印度洋海啸更是给我们敲响了警钟,地震引起的大海啸虽然是罕见的,但并不是不可能的,它造成的危害是灾难性的和毁灭性的,我国滨海地区也是地面沉降发生较为普遍的地区,应早日建立起预警机制^[2]。

(2)城市管网遭到破坏。城市给排水管道和供气管道随地面不均匀沉降而弯曲变形,导致管道漏水漏气,进而折断,直接影响市民生活及工业生产,给当地人民的生命财产安全造成巨大威胁。上海市曾发生地面沉降折断大口径(300 mm)煤气管导致煤气泄漏事故。

(3)铁路安全受到威胁。由于地面沉降造成铁路路基不均匀下沉,铁路安全受到威胁。如京沪铁路从沧州市沉降中心穿过,由于铁路路基下

沉,在沧州市地面沉降中心地段,路基碎石垫层已加厚了500 mm,不仅造成经济损失而且影响铁路安全运行。地面沉降的发展也给未来的高速铁路的建设和运营带来不利影响。

(4)河床下沉,河道防洪排涝能力降低,影响南水北调等引水工程安全;桥下净空变小影响泄洪和航运。地面沉降对本来就低洼的沿海地区所产生的负效应和危害表现为降低了泄洪功能和抵御洪涝灾害的能力,大幅度增加了低洼湿地面积,使耕地沼泽化,恶化了生态环境;为防止河水外溢,沉降区河岸一再加高,使河床相对抬高,形成地上悬河;而且拦河堤坝等防洪设施因沉降而发生破坏,造成城市御洪能力下降,出现严重的水患威胁,其危害将是巨大的。同时地面沉降造成河床下沉,影响引水工程的正常运行,特别是南水北调工程的安全。南运河从沧州市横穿而过,是引黄入津的通道,也是南水北调东线的经由之路,由于地面沉降,造成河床下沉,其过水能力锐减,原设计流量为120 m³/s,现在已不及原设计能力的1/2。这给引黄入津和南水北调东线工程带来不利影响,而且地面沉降造成桥梁错断、桥下净空减小等,严重影响了运河航运和交通安全。

(5)浅层地下水位相对变浅引起一系列环境问题。在滨海地区,地面沉降活动使陆地地面高程下降,海平面相对上升,海水入侵,浅层地下水位变浅,水质恶化,引起一系列环境问题。一是市区建筑物地基承载力下降,造成建筑物地基破坏;二是加快混凝土及金属管线的腐蚀,基础侵蚀增强;三是降低交通干线路基的强度,缩短了使用寿命;四是影响城市绿化,树木成活率低下;五是加大城市建设成本;六是土地盐碱化,工农业生产用水紧张^[3]。

(6)地面高程资料大范围失效。地面沉降还导致观测和测量标志失效。地面高程资料是国民经济建设和发展的重要基础资料,在水文、地震、环保、地质、市政建设等行业广泛利用,且必不可少,而大范围的高程损失及其不均动态变化,给相关工作带来严重影响和干扰,如使河流水位、海洋潮位、地形高程失真,给城市规划和建设造成困难,同时也加大了相关工作的经费投入。

(7)地裂缝频发危及城乡安全。地面沉降和地裂缝在成因上有一定联系,地面不均匀沉降诱发地裂缝,因此在许多地区伴生出现,两者的叠加,其危害性更大。地裂缝主要危害是造成房屋开裂、破坏地面设施、城市地下管道等生命线工程,造成农田漏水。

3 地面沉降灾害防治对策

防治措施可分为:监测预报措施、控沉措施、防护措施和避灾措施。

3.1 监测预测

首先要加强地面沉降调查与监测工作,基本方法是设置分层标、基岩标、孔隙水压力标、水准点、水动态监测点、海平面观测点等。定期进行水准测量;进行地下水开采量、地下水位、地下水压力、地下水水质监测及回灌监测等。区域控制不同水文地质单元,重点监测地面沉降中心、重点城市及海岸带。查明地面沉降及致灾现状,研究沉降机理,找出沉降规律,预测地面沉降速度、幅度、范围及可能的危害,为控沉减灾提供科学依据并且建立预警机制。

3.2 控沉措施^[4]

(1)根据水资源条件,限制地下水开采量,防止地下水水位大幅度持续下降,控制地下水降落漏斗规模。

(2)根据地下水资源的分布情况,合理选择开采区,调整开采层和开采时间,避免开采地区、层位、时间过分集中。

(3)人工回灌地下水,补充地下水水量,提高地下水水位。

3.3 防护措施

地面沉降除有时会引起工程建筑不均匀沉降外,主要是因沉降区地面标高降低,导致积涝、海水入侵等次生灾害。针对这些次生灾害,采取的主要防护措施是修建或加高加固防洪堤、防潮堤、防洪闸、防潮闸以及疏导河道、兴建排洪排涝工程,垫高建设场地,适当增加地下管网强度等。

3.4 避灾措施

搞好规划,一些对沉降比较敏感的新扩建工程项目要尽量避开地面沉降严重和潜在的沉降隐患地带,以免造成不必要的损失。

26 000 m³ 单元组合式矩形蓄水池的施工

赵利霞

(同煤集团永定庄煤业有限责任公司,山西大同,037024)

摘要:简要介绍了某 26 000 m³ 单元组合式蓄水池的工程概况,重点对施工方案的确
定以及主要工程的施工方法进行了探讨。

关键词:蓄水池;施工方案;施工方法

中图分类号:TV54

文献标识码:A

1 工程概况

26 000 m³ 单元组合式蓄水池为地下池壁钢筋混凝土结构,是集环保、电气、热机及热工为一体的综合大型清水池。建筑高度为 7.05 m,平面尺寸为 75.15 m×62.12 m,底板厚为 300 mm,顶板厚为 250 mm。池内共有 176 根支柱支撑顶面,支柱断面为 350 mm×350 mm,中间有两道隔墙,形成 3 个封闭的水池。整个蓄水池埋入地面以下,顶板复土厚 1 m,四周砌 MU10 片石护坡围护,池顶复土。

水池内壁、顶板底面和底板采用 1:2 防水砂浆抹面,厚 20 mm,外壁、支柱及其他表面采用 1:2 水泥砂浆抹面,厚 15 mm。底板地面和水池外壁贴一层高密度防渗膜。每个池内设一个集水坑,池底排水坡向集水坑,坡度为 0.5%,池底设有检修孔、通风孔、溢流管等。

此蓄水池分为 5 种单元类型,共 30 个单元格,每个单元格之间设止水带,止水带在底板和顶板拐角采用“L”型,中间隔墙与底板、顶板拐角采用“T”型,中间的连接单元采用“十”型。单元格相接处的底板和顶板设伸缩缝,伸缩缝采用聚硫密封胶、橡胶止水带、闭孔型聚乙烯泡沫塑料板封闭。

2 施工方案

2.1 施工方案的确定

4 结语

地面沉降一旦形成便难以恢复,其发展过程基本上是不可逆的,影响也是持久的。值得庆幸的是,我国已开始重视这个问题,加大了地面沉降监测的投入,控制人口增长、合理开采地下水等一系列政策的出台使我国很多地区的地面沉降现象已经或将得到控制,对地面沉降的机理、防治等方面的研究取得了一系列成果。但是,以往我国对地面沉降研究的重点及监控措施的投入只限于沿海大城市,如在天津、上海等城市基本上实现了“水要取、地微沉”的优化目标。而在沿海其他沉降地区,对地面沉降研究和监测工作仍然十分薄弱,今后这些地区的经济建设将继续快速发展,需水量也将相应的不断增长,如果地面沉降得不到控制,将会出现整治跟不上发展、从而造成地质环境日趋恶化的严峻局面。

- (1)本工程要严格坚持先地下后地上、先结构后装修的原则。
- (2)基础完成后要立即进行回填土,以免影响上部结构施工。
- (3)主体竣工后,进行充水试验,待达到要求后,再进行抹灰装饰、回填土。

本工程采用“L”型跳跃式施工,具体单元格施工顺序见图 1。

A	B	A	B	A	B
C	D	C	D	C	A
E	F	E	F	D	B
G	H	G	E	C	A
J	I	H	F	D	B

图 1 施工顺序图

2.2 主要工程的施工方法

2.2.1 土方工程

- (1)定位放线。根据定位控制桩洒出开挖边线。
- (2)土方开挖施工工艺流程为:土方开挖→修整边坡、做围堰→人工清槽→验槽→下道工序。
- (3)土方开挖。26 000 m³ 单元组合式矩形蓄水池明挖基础根据现场测量,按 1:0.5 放坡,预留 800 mm 工作面。土方开挖采用反铲挖掘机分层开挖,自卸车运土,弃土运至指定地点。开挖时人工配合清基和边坡修整。

参考文献

- [1] 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.
- [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] 阎文中.西安地面沉降成因分析及其防治对策[J].中国地质灾害与防治学报,1998,9(2):27-32.
- [4] 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. (责任编辑:胡建平)

第一作者简介:张迎珍,女,1966 年生,1988 年毕业于兰州大学地质系水文与工程专业,2001 年山西大学资源与环境学院研究生结业,讲师,太原师范学院城市与旅游学院,山西省太原市,030012.

The Harms of the Land Subsidence and the Preventing Countermeasures

ZHANG Ying-zhen

ABSTRACT: This paper probes into the main reasons of the land subsidence, expounds the types and evolution regulations of Chinese land subsidence disasters, and advances some measures for preventing the disaster of the land subsidence.

KEY WORDS: land subsidence; geological disaster; ground water environment