河北省沧州市地质灾害与地下水关系研究

白永辉,张 丽
(河北省地勘局 第四水文工程地质大队,河北 沧州 061000)

摘要:文章主要对沧州市的地面沉降、地裂缝等地质灾害的发育特征进行了分析研究,论述了其与地下水的关系。得出深层地下水水位降深 70m 可作为控制地面沉降发展的警戒水位降深,浅层地下水水位埋深 7m 可作为地裂缝多发的警戒水位埋深的结论。这为地质灾害监测工作相对滞后,而地下水水位监测系统相对完善的平原地区,如何控制地质灾害的发生、发展提供了一个可资借鉴的思路。

关键词:地质灾害;地下水;警戒水位 河北沧州
文章编号:1003-8035(2005)03-0071-03 **中图分类号**:P642.26 **文献标识码**:A

1 前言

沧州市地处河北省中东部,东临渤海、南与山东省及衡水市交界,北接天津市、廊坊市,西与保定市相连。地理坐标东经 115°42′～117°51′,北纬 37°28′～38°57′,面积 14056km^2。

沧州市为我国资源性缺水最严重的城市之一,人均资源量 192m^3,仅相当于全国人均的 8%。作为环渤海沿海开放城市之一,沧州市具有得天独厚的地理环境优势,最近一二十年,国民经济得到了迅猛发展,城市规模不断扩大,需水量逐年增加,致使水资源供需矛盾日益尖锐,水已经成为沧州市社会经济可持续发展的最主要的制约因素之一。为了适应经济建设发展的需要,在地表水资源匮乏的情况下,不得不加大地下水资源的开采强度,使很多地区长期处于超采状态。由于地下水的大量或超量开采,导致区域地下水水位快速下降,加之沧州市地质环境比较复杂,生态环境较为脆弱,引发或加剧了一系列地质灾害。目前沧州市主要的地质灾害为地面沉降、地裂缝、软土触变、土壤盐渍化、沿海风暴潮等。本文从目前对沧州市威胁最大的地面沉降及地裂缝出发,对上述地质灾害与地下水的关系进行初步分析、研究。

2 地面沉降与深层地下水关系

2.1 地面沉降发展概况

沧州市地面沉降始于 1970 年,当时的沉降量仅 9mm。随着社会经济的逐渐发展,地下水开采量逐渐增加,地面累计沉降量也随之增长。至 1980 年,沉降中心累计沉降量为 272mm,沉降速率为 27.2mm/a;至 1990 年,沉降中心累计沉降量为 1131mm,沉降速率为 85.9mm/a,较上一时段增加了 58.7mm/a;至 1997 年,沉降中心累计沉降量达 1996mm,沉降速率为 118.6mm/a,为地面沉降发育最快的时期,并引发了交通、防洪、防汛、城市建设、人民生活等一系列的经济、环境及社会问题。由于人们对地面沉降危害程度的认识不断增强,也采取了一系列的防治措施,如:市区内部分机民井封停、工矿企业到市区外围开辟新水源地,以及 1996 年底大浪淀水库的运营等,因而在一定程度上缓解了地面沉降发展速率,其降至 68.75mm/a。虽然如此,截至 2001 年,沧州市沉降中心累计沉降量已达 2236mm(图 1)。

2.2 深层地下水降落漏斗发育概况

在地面沉降发生、发展的同时,沧州市的深层地下水也经历了从天然流场到缓慢发展、较快发展、相对稳定、迅猛发展等 5 个阶段。自 1969 年以沧州电厂为中心的深层水降落漏斗形成以来,随着地下水开采量的增加,地下水水位不断下降,降落漏斗范围不断扩展。1972 年全市平均水位埋深仅有 2.45m,漏斗中心水位埋深 9.21m;到 1980 年平均水位降至 23.03m,比 1972 年平均下降了 20.58m,下降速率为 2.57m/a,漏斗中心水位埋深 69.99m,中心水位下降速率为 5.11m/a。到 1990 年,漏斗中心水位埋深已降至 82.08m。到 2000 年漏斗中心水位埋深降至

收稿日期:2004-09-24;**修回日期**:2005-02-16
作者简介:白永辉(1974—),男,工程师,在读硕士生,1996 年毕业于成都理工学院水工系,一直从事水文地质工程地质工作.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

95.69m(图 2)。

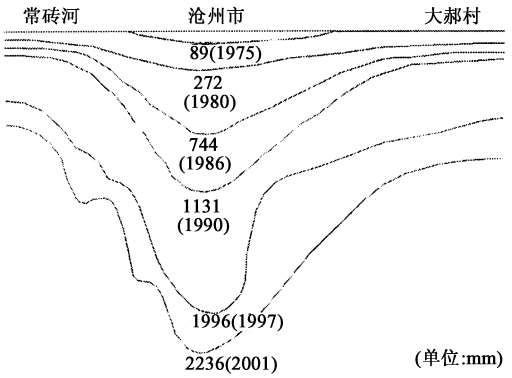

图 1 沧州市地面沉降发展变化图

Fig. 1 Diagram showing developing progress of land subsidence in Cangzhou

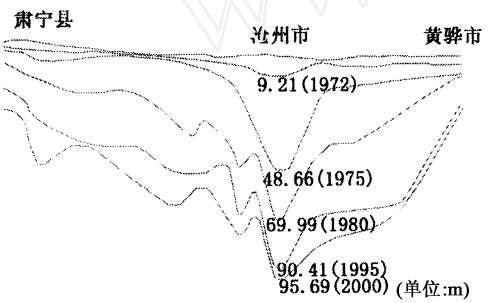

图 2 沧州市深层地下水降落漏斗发展变化图

Fig. 2 Diagram showing developing progress of deep groundwater come of depression in Cangzhou

2.3 地面沉降与深层地下水关系

通过图 1 及图 2 对比,可清楚地发现,沧州地面沉降的发生、发展过程与深层地下水降落漏斗的形成过程基本一致。地面沉降的分布范围、形态与地下水降落漏斗基本相同。

2.3.1 与含水层关系 由于深层地下水的大量超采,造成地下水的孔隙水压力降低,有效应力增大,致使含水层被压缩,土颗粒接触面积增大,孔隙度减小,含水层发生弹性变形。如果孔隙水压力能够很快恢复,则含水骨架是能够得以复原的,这种沉降则仅是暂时性的地面沉降。这也是上海、天津等地采用地下水回灌之所以能够控制地面沉降发展的一个重要原因。若孔隙水压力不能很快恢复,则地面沉降将有可能成为永久性地面沉降。

2.3.2 与粘性土隔层的关系 由于大量超采地下水,造成地下水水位急剧下降。当含水层与粘性土隔层之间的水头差足以克服水与土颗粒之间的结合力时,粘性土层中的结合水从中排出,使其孔隙变小,土颗粒之间发生相对位移,致使粘性土层的孔隙结构被破坏而发生塑性形变。一旦粘性土层发生了这种形变,即便含水层中的孔隙水压力能够恢复,也只能使变形后的粘性土层中的孔隙水压力升高,而不能使其孔隙度和储容水量恢复到初始状态。由此形成了永久性的地面沉降。

基于以上分析,笔者对沧州市地面沉降中心的累计沉降量与该处的深层地下水水位降深进行了分析,发现地面累计沉降量与地下水水位下降幅度呈高度正相关关系(图 3)。

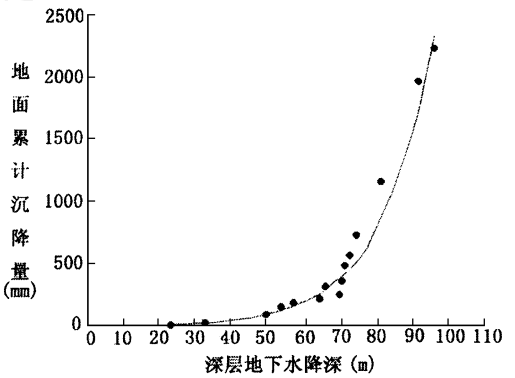

图 3 地面累计沉降量与深层地下水水位降深关系图

Fig. 3 Comparison between accumulative subsidence and depression depth of deep groundwater level

由图 3 可知,水位降深 70m 是地面沉降发展过程中的一个十分明显的拐点。此后地面沉降从缓慢增长几乎变为直线增长,沉降速率远比水位降深 70m 之前大得多。当水位降深较小时,含水层与粘性土隔水层之间的水头差所产生的应力小于土层的前期固结压力,地面沉降发展缓慢;而当水位降深较大时,若含水层与粘性土隔水层之间的水头差所产生的应力大于土层前期固结压力,甚至造成土层结构破坏时,地面沉降的沉降速率必将加快。为此,水位降深 70m 应为沧州市控制地面沉降发展过快的一个警戒水位降深值。由此可为地质灾害监测工作较滞后,但地下水水位监测系统相对完善的平原地区,控制地面沉降等地质灾害的发生、发展提供了可借鉴的思路。即通过地下水位降深控制地质灾害的发生、发展。

3 地裂缝与浅层地下水关系

3.1 地裂缝分布特征

近年来,沧州市的地裂缝发生比较频繁,呈现快

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

速发展趋势。仅近 5a 来新发生地裂缝就达 20 条以上。其主要分布在浅层地下水开采较强烈的地区(如任丘、肃宁、河间、献县等地)。上述地区的浅层地下水水位埋深一般大于 7m。而在黄骅、海兴、盐山等沿海地区,由于浅层水多为咸水,开采量较小,水位埋深比较浅,一般 2～4m,部分地段小于 2m,地裂缝发育较少,甚至不发育(图 4)。其最大可见深度一般均在浅层地下水水面附近。

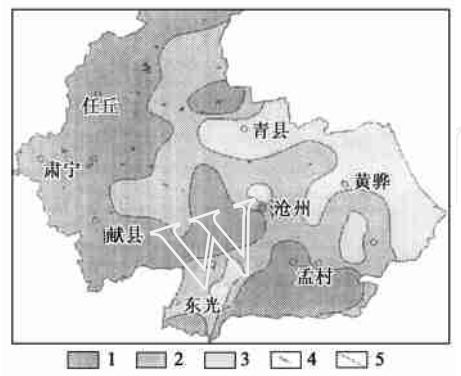

图 4　沧州地裂缝与浅层地下水关系图

Fig. 4　Relation between ground fissure with shallow groundwater layer in Cangzhou

1 - 地下水位埋深 > 7m;2 - 地下水位埋深 4～7m;
3 - 地下水位埋深 < 4m;4 - 地裂缝;5 - 地下水埋深界线

3.2　地裂缝与浅层地下水关系

在地裂缝的产生过程中,地下水作为应力的传递媒介之一,其作用有两个方面。

3.2.1　地下水在对力的传递过程中,具有很强的消散作用,力可以借助地下水体向多个方向扩散,而不是向一个方向或一个部位聚集。由此,在很大程度上可避免地裂缝发生。当地下水不存在时,应力只能借助岩土层传递,其传递的方向性较强且易向某个方向或某个部位聚集,造成岩土层中结合力相对较差的部位(如冲洪积扇的扇缘、古河道带沿线)首先开裂。这一点已得到证实。

3.2.2　地下水可以改变岩土体的塑性。位于地下水位以下的岩土层在应力作用下产生的变形多为塑性变形,不易开裂;而在地下水位以上的土层,由于释水后塑性降低,脆性增强,容易开裂。特别是暴雨或灌溉之后,在水的浸润下岩土体结合力将会更低。同时,由于地表水体的加入,岩土体的重量增大,造成原有的拉张应力变相增强,使得地裂缝更容易产生或显现。这一点也已得到证实。这也就可以说明为什么在沧州地区,甚至在河北平原,地裂缝的最大可见深度一般多位于浅层水的水面附近。

通过分析沧州地裂缝发育情况与浅层地下水水位埋深之间的关系(图 5),可以得出如下的结论:当浅层地下水水位埋深大于 7m 时,地裂缝发生的概率相对比较大;而当浅层地下水水位埋深小于 7m 时,特别是小于 4m 时,地裂缝发生的概率相对比较低,或者根本不发育。

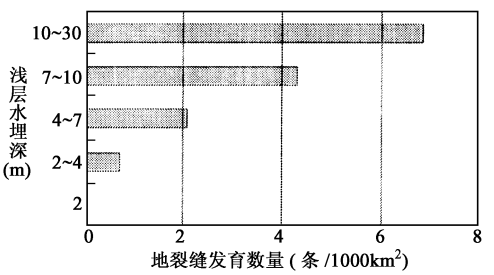

图 5　沧州地裂缝与浅层地下水关系图

Fig. 5　Relation between ground fissure with shallow groundwater layer in Cangzhou

4　结语

通过以上分析,可以得出深层地下水水位降深至 70m 是控制地面沉降发展的警戒水位降深值。浅层地下水水位埋深 7m 是地裂缝多发的警戒水位值。以上结论是在沧州特定的沉积环境条件下得出的。存在着一定的局限性。仅供同行参考。

参考文献:

[1]　环渤海地区(河北部分)地下水资源与环境地质调查评价[R]. 2001.

[2]　陈望和,等. 河北地下水[M]. 北京:地质出版社,1999.

(下转第 78 页)

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Environmental geological problems and control countermeasures of Heibaoshan-Muerqi Basin, Heilongjiang Province

ZHANG Da-peng[1], ZHANG Rui-zhong[2], XU De-lan[3], MA Guo-dong[1], TENG Xian-feng[4]
(1. Qiqihar branch, Heilongjiang Institute of Geological Survey, Qiqihar 161005, China;
2. Team706, Heilongjiang Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals, Qiqihar 161031, China;
3. General Station of Geo-Environment Monitoring of Heilongjiang Province, Haerbin 150096, China;
4. Qiqihar Institute of Mineral Resource Exploration and Development, Qiqihar 161006, China)

Abstract: This paper introduced the economic geographic condition and geologic environmental background of the Heibaoshan-Muerqi Basin, and expatiated the main environmental geologic problems of the basin. There are many environmental geologic problems in the basin, which can be classified as the first environmental geologic problem and the second one by the formation factors. The first environmental geologic problems are the all kinds of problems involved with geology exsiting in the natural environment, which are cause by the exogenic geologic process and the endogenic geologic process. Permafrost soil distributs in the area with the first environmental geologic problems. The second environmental geologic problem is caused by human engineering and economic activities, such as soil erosion, mineral well subsidence and earth's surface water, ground water and soil pollution etc. The paper discussed the region of each environmental geologic problem occurring, and analyzed on characteristics, formation and harm of each key problem. The environmental geologic problems inside the basin are more outstanding, especially the ones induced by human activities, having resulted in much harm at different degrees, therefore it must attach enough importance to them and take prevention and cure measure.

Key words: Heibaoshan-Muerqi Basin; environmental geology; countermeasures; Heilongjiang Province

---

(上接第 73 页)

Study on relationship between geological hazard and groundwater in Cangzhou, Hebei Province

BAI Yong-hui, ZHANG Li
(The 4th Hydrology and Engineering Group of Geology Reconnaissance Office of Hebei Province, Cangzhou 061000, China)

Abstract: On the basis of study of geological hazards, such as land subsidence, ground fissure and so on in Cangzhou of Hebei Province, the authors have drawn a conclusion that groundwater water level drops deep to 70m may be the warning depth for developing land, subsidence, the depth of 7m of groundwater water level may be the warning depth for developing of ground fissures. This conclusion is much helpful for controlling geological hazard especially in places where the monitoring work of the geological hazard is sluggish, but the observation system of groundwater is consummate.

Key words: geological hazard; groundwater; warning groundwater level; Cangzhou, Hebei Province

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net