

滦河冲洪积扇及其下游滨海平原环境地质问题及对策研究

刘新社

(华北有色工程勘察院, 石家庄 050021)

摘 要:位于河北省内的滦河冲洪积扇及其滨海平原第四系分布广泛,岩性主要有卵砾石、砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉土、粉质粘土、粘土,可划分为四个含水组,分别相当于 Q_4 、 Q_3 、 Q_2 、 Q_1 。滨海平原区域内,Ⅰ或Ⅱ含水组为咸水体,呈楔形插入淡水体中。各含水层组之间隔水层多稳定分布,以越流形式发生水力联系。地下水的补给方式主要是大气降水的河渠渗漏,灌溉回渗及侧向径流。地下淡水开采量的不断增加导致地下水位持续下降,局部形成地下水位降落漏斗,导致地面沉降。在滨海地区,斜插向淡水层中的咸水体底界下移侵入淡水层,并受到海水入侵的威胁。地表污水的渗透,污染了地下水,局部地段大肠菌群超标,氮污染严重。针对该区具体情况,提出了几项治理措施:(1)利用滦河冲洪积扇——天然“地下水库”,建立水资源统一管理模型;(2)利用工程增加河水入渗量;(3)限制南部地区深层地下水的开采,防止生态环境恶化;(4)加强咸水、半咸水等非传统水资源开发;(5)发展节水型农业,加强废水再利用;(6)加强环境污染治理,防止地表污水入渗污染地下水。

关键词:滦河冲洪积扇;水文地质;环境地质;地下水库

中图分类号:P641.8

文献标识码:A

文章编号:1007-6956(2004)增刊-0060-06

前言

滦河是河北省第一大河流,全长 1 200 km,汇水面积 45 000 km²。滦河冲洪积扇及其下游滨海平原地处京、津、唐环渤海经济发展区,主要包括滦县、滦南县、昌黎县、乐亭县和唐海县,总面积 4 532 km²。长期以来,特别是近几年来,淡水资源的短缺问题日显突出,直接制约着该区的发展。虽然前人在我国的许多地区就该方面的问题做了研究^[1~4],但对解决该区的问题仍不够具体。本文中以详实的勘察资料为基础,深入研究了区内主要的水文地质和环境地质问题,以人类社会的可持续发展为目的,提出了综合治理思路与方法。

1 气象、水文概况

本区属暖温带半湿润大陆季风气候,滦县气象站 1929 ~ 2002 年历年平均降水量为 660.9 mm,年最大降水量为 1 156.5 mm(1967 年),年最小降水量为 293.6 mm(1941 年)。降水量主要集中在 7 ~ 9 月份,占全年的 80%以

上,近 20 年有变小的趋势。区内主要河流为滦河和新滦河,滦河流域现有大型水库 3 座,中型水库 5 座,还有近百座小型水库,总库容量达 33.32 亿 m³,其中潘家口水库容量为 29.3 亿 m³,大黑汀水库容量为 3.37 亿 m³,两水库直接控制了滦河入海流量的 70%,每年定期开闸放水。滦河多年平均径流量为 46.54 亿 m³/a(滦县水文站 1929 ~ 1979 年),引滦入津(10 亿 m³/a)、入唐(唐山)(3 亿 m³/a)以后滦河流量发生了明显的变化,多年平均径流量降为 21.8 亿 m³/a(滦县水文站 1980 ~ 2002 年)。滦河中下游由原来的常年性河流逐渐变成了季节性河流,即水库放水时才有水流。

2 水文地质条件

区内滦河由北向南贯穿全区入海,由滦河冲洪积扇和滨海平原构成北高南低的地貌景观。第四系地层在区内广泛分布,下更新世至全新世均有沉积,沉积物主要由滦河携带,岩性有砂卵砾石、砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉土、粉质粘土、粘土。沉积物的厚度变化、岩性特征和分布规律,严格受地形、地貌、构造及气象、地表水

收稿日期:2004-08-11

基金项目:中央财政补贴地方勘查项目“河北省滦河冲洪积扇地下水资源勘查与综合治理”

作者简介:刘新社(1965-),男,高级工程师,从事水文地质、工程地质、环境地质学研究。

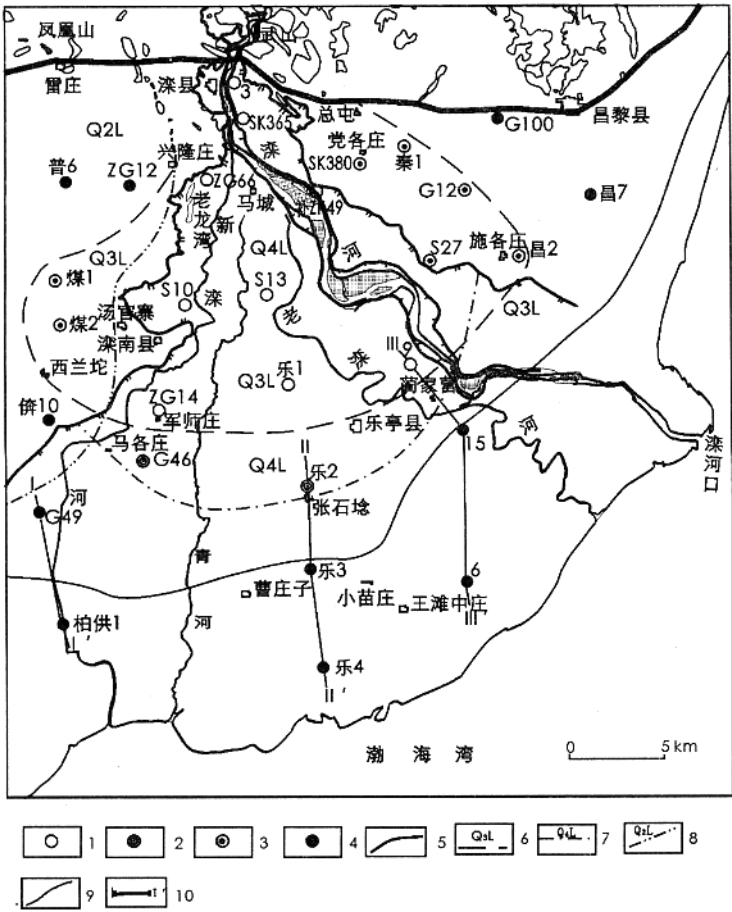


图1 河北省滦河冲洪积扇地下水资源水文地质略图

Fig.1 Groundwater hydrogeological map of the alluvial-pluvial fan along Luanhe River, Hebei Province

1. Q₄、Q₃ 见砾石钻孔; 2. Q₄ 见砾石钻孔; 3. Q₃ 见砾石钻孔; 4. 未见 Q₄、Q₃ 砾石钻孔; 5. 咸淡水分界线; 6. Q₃ 砾石分布界限; 7. Q₄ 砾石分布前缘界限; 8. Q₂ 砾石分布区及界限; 9. 滦河二级阶地; 10. 剖面线及编号

系的控制, 从山前至滨海, 沉积物粒度由粗变细, 地层单层厚度变薄, 层数增多。滦河冲洪积扇及滨海平原含水层, 从上到下(由新到老)共划分为: I、II、III、IV 四个含水组, 分别相当于 Q₄、Q₃、Q₂、Q₁。I、II 两个含水层组之间, 隔水层局部地段缺失, 水力联系密切; II、III、IV 含水层组之间隔水层分布稳定, 以越流形式发生水力联系。I、II 含水层水量丰富, 尤以冲洪积扇中上部的卵砾石层为突出, 分布面积大到 1 000 km², 厚度达到 40 ~ 80 m, 能储存大量的地下水, 可作为良好的地下水库库址。滨海平原区域内, I 或 II 含水组为咸水体, 呈楔形插入淡水体中(图 1、2)。

本区地下水的补给来源, 主要有大气降水、河

渠渗漏、灌溉回渗及侧向径流等。I、II 含水层组直接出露于地表, 除能直接接受大气降水外, 还能接受滦河渗漏补给。滦河河床广泛分布着砂砾卵石层, 渗透条件良好, 每年洪水期都会有大量水库弃水和洪水流过河床, 用适当的方法加大滦河渗漏补给地下水具有巨大潜力。地下水的排泄方式有人工开采、潜水蒸发及侧向径流, 其中人工开采是主要的排泄方式, 约占总排泄量的 70% ~ 80%。在人工开采中, 又以农业开采量占主要地位, 占排泄量的 60% ~ 70%。地下水总的径流方向为北西→南东流泄。滦河冲洪积区地下水径流条件良好, 滨海平原区地下水径流条件较差。此外, 滨海平原地区由于地下水埋藏浅, 蒸发作用强烈, 往往形成大面积的盐碱地。

3 主要环境地质问题

3.1 地下水位持续下降

随着工农业的发展, 地下水开采量不断增加, 地下水持续下降, 区内已形成一些局部的地下水位降落漏斗。例如, 滦县雷庄一带是唐山古冶镇的重要水源, 由于地下水大量开采, 上世纪 70 年代中期已形成地下水位降落漏斗。该地下水位降落漏斗深度及范围目前还在进一步扩大, 漏斗中心水位 -16.93 m, 平均年下降值 0.56 m 左右。

再如乐亭县曹庄子、王滩、钟庄一带, 上世纪 80 年代开始大量开采深层地下水(第 III、IV 含水层组), 由于深层地下水主要靠越流补给, 在补给困难的情况下, 地下水位便急速下降形成降落漏斗, 并成为宁河—唐海地下水降落漏斗的一部分。漏斗中心水位 -22.20 m, 平均年下降值 0.5 m 左右。该漏斗已经引起该区地面沉降, 咸水体底界下移, 并受到海水入侵的威胁。

3.2 地面沉降

在滨海平原区的地下水开采中, 由于浅部(第 I、II 含水层)地下水为咸水, 无法直接利用, 所以便开采深层地下水。滨海平原区粘性土沉积层较厚, 颗粒较细, 大量开采深层地下淡

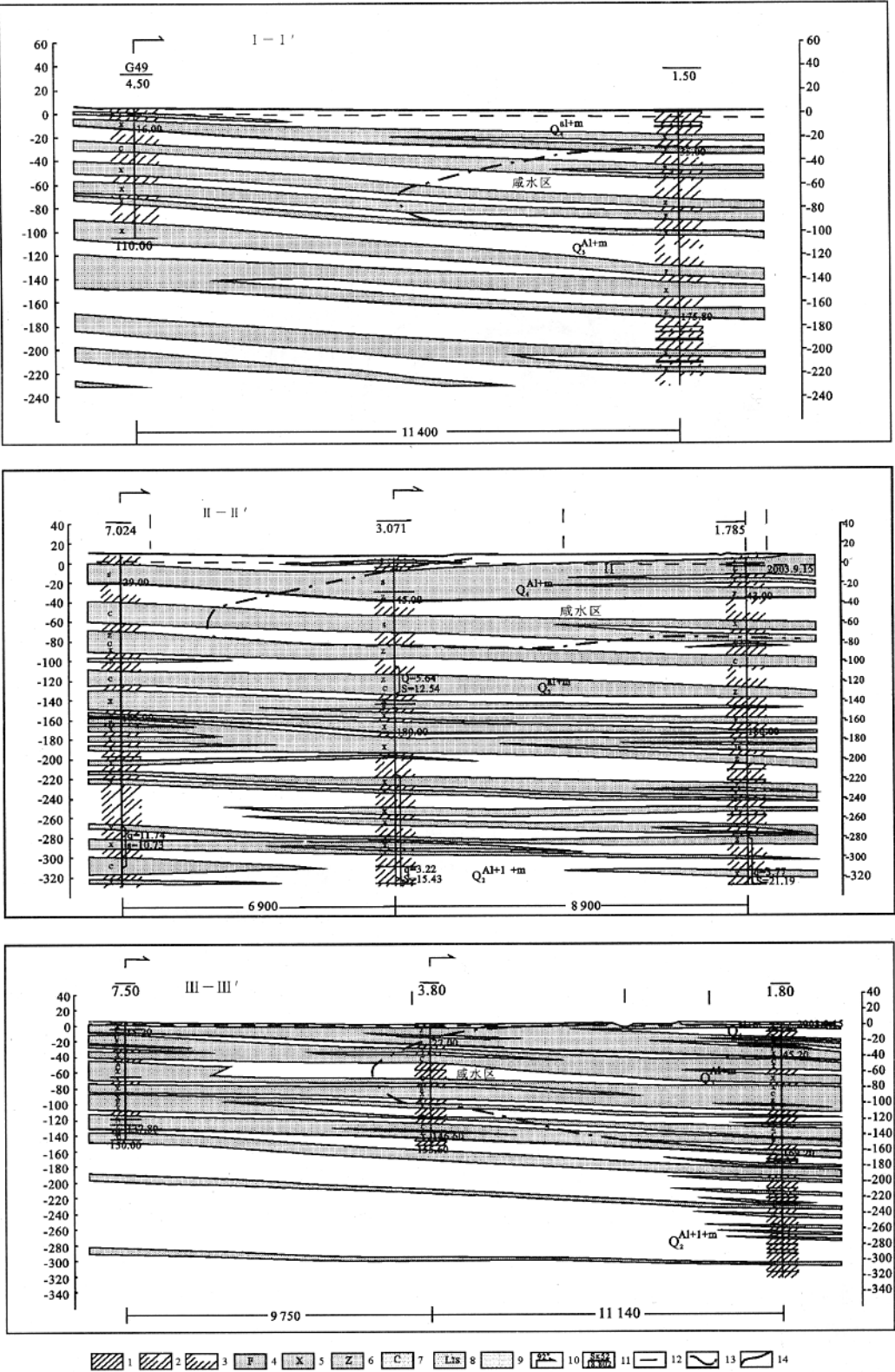


图 2 河北省滦河冲洪积扇水文地质剖面图

Fig. 2 Hydrogeologic section of the alluvial - pluvial fan, Luanhe River, Hebei

1. 粘土; 2. 粉质粘土; 3. 粉土; 4. 粉砂; 5. 细砂; 6. 中砂; 7. 粗砂; 8. 砾砂; 9. 砂砾卵石; 10. 剖面

方向; 11. 孔(井)编号; 12. 剖面线及编号; 13. 咸淡水分界线; 14. 地层界限
万方数据

水,首先形成地下水的降落漏斗,承压含水层水头压力降低,含水层骨架压缩,上覆粘性土层释水压密,从而产生地面沉降。根据国家地震局测绘大队 1996 年实测资料,该区乐亭西南部沿海地带自上世纪五十年代始,由于区域构造沉降和地下水超采,造成地面累计沉降量达 200.0 ~ 370.0 mm,自 1975 年以来,年平均沉降量 5.0 ~ 10.0 mm。

据乐亭县防汛指挥部资料,该县历史上平均 5 ~ 6 年就发生一次 3.2 m 以上的风暴潮,因为地面沉降造成的地面及海挡的标高损失,所以使风暴潮造成的损失加大,同时还面临着海水入侵的潜在危险。

3.3 咸水体入侵淡水层

滨海平原区含水层中存在着一定范围的咸水体。在垂向上,咸水体位于浅层淡水与深层承压淡水之间,呈楔形侵入状;在平面上,咸、淡水分界线与滨海平原区基本一致,从滦河冲洪积扇前缘到海岸线,咸水体厚度逐渐变大。该区历史上经历了多次海侵,古海水残留于松散层中,因此,该区咸水体可能为古海水残留、现代海水入侵以及局部地下水强烈蒸发多种因素共同作用的结果。

从上世纪 70 年代以来,在水平方向上,咸、淡水分界线基本未变,咸水范围也未扩大;但在垂向上,由于大量开采深层承压淡水,水头压力减小,咸水体通过越流补给进入深层承压淡水含水层。同时,人为开采造成的天窗也可能加剧咸水体底界下移,入侵深层淡水。

3.4 地下水污染

该区地表水体主要有滦河、饮马河、北河,其水体均受到不同程度的污染,以饮马河污染最为严重,滦河次之,北河较轻。其中,滦河水耗氧量、油类、溶解氧、挥发酚、六价铬超过地表水 V 类标准;饮马河水耗氧量、溶解氧、挥发酚、氨氮超过地表水 V 类标准十几到几十倍;北河水的指标虽基本符合地表水 V 类标准,但油类超标。

由于地表水的渗漏污染,局部地段地下水交替运动缓慢,蒸发强烈,从 1970 年到 2003 年,地下水中硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体均有不同程度的增加。滦河冲洪积扇中上

部地下水质量总体良好,但洪积扇下部及滨海平原区地下水质量总体较差,局部地段的菌落总数、大肠菌群超标,氮污染严重。

受原生地质环境的影响,该区地下水的氟、锰含量偏高。滦河冲洪积扇前缘,地下水中锰含量超过生活饮用水标准;滦南县壮里庄至捞鱼庄一带以及昌黎县城、大营、姜各庄等地氟含量,超过生活饮用水标准,个别地段发生地氟病。

4 综合治理思路及方法

综上所述,该区各种不良地质现象相互联系,其根本原因是由于地表水大量浪费,地表水、地下水调配开发不当所致。比如,海水入侵导致浅层地下水咸化,迫使大量开采深层地下水。然而,由于地下水运动以垂直交替为主,深层地下水主要靠越流补给,在补给困难的情况下,地下水位就迅速下降,结果便引起地面沉降,进一步加剧海水入侵,形成恶性循环。因此,综合治理的关键是如何扩大水资源,既包括地表水也包括地下水。建议采取如下具体措施:

4.1 利用冲洪积扇天然“地下水库”,建立水资源统一管理模型

滦河冲洪积扇是本区的天然“地下水库”,为了充分利用这个有利条件,有必要建立水资源统一管理的模型^[3,4]。管理模型的功能,首先是在枯水年和枯水期动用“地下水库”的静储量时,一定要保证在滦河冲洪积扇中—上部形成合理的地下水位降深,防止不合理开采。所谓合理是指应满足以下几个条件:①能充分调动地下水库静储量;②水位降深不能过大,以免取水成本过高;③不能引起咸水体在水平方向上入侵淡水体,即在咸、淡水分界线附近应保持足够的淡水水头压力。这样不至于给当地生态造成影响。管理模型第二个作用就是在丰水年或丰水期让地表水渗漏转化为地下水,充分利用滦河上游大小众多的小水库调节地表水,使滦河尽可能长时间的有地表水流,加强滦河入渗,增加地下水资源量,而不能采用泄洪的方式,使这部分水资源白白流入大海。近年来,每年通过滦河进入该区的多年平均地表客水量为

21.28 亿 m^3/a , 除去大黑汀水库、桃林口水库以及沿河下至滦县水文站河段内平均年总耗水量的 8.40 亿 m^3 , 尚有 12.88 亿 m^3/a 。因此滦河多年平均径流量是很可观的, 如果全部转为地下水, 相当于一个多引滦入津工程; 如果能转化一半则相当于两个引滦入唐工程。

4.2 利用工程增加河水入渗

在滦河河床上修建阶梯式拦河矮坝, 用以拦截、储存和迟滞河水, 可以延长河水停留在河床内的时间, 使河水尽可能多的转化为地下水。在滦河下游咸淡水分界线附近采用帷幕注浆把咸淡水分开, 这样具有几个优点: ①淡水不能通过地下径流流入咸水区, 从而增加淡水资源; ②增加了地下水库的绝对库容; ③咸水体不能入侵淡水体, 则地下水库内合理水位降深值可以增大, 从而增大地下水库的可利用库容。

4.3 限制南部深层地下水的开采, 防止生态环境恶化

由于该区地下水运动以垂直交替为主, 侧向补给较小, 特别是南部承压含水层主要靠越流补给, 所以深层地下水大量开采, 便会引起地下水位下降形成降落漏斗, 引发地面沉降、咸水体底界下移、以及防风暴潮能力下降等一系列环境地质灾害, 恶化生态环境。因此, 南部深层承压水应限制开采, 除生活饮用外, 工业用水、农业用水应全部使用滦河地表水或调用冲洪积扇中部的地下水。

4.4 加强咸水、半咸水等非传统水资源的开发

在沿海咸水区, 一方面要运用生态学的多种生物物种、生物群落的共生原理和它们之间相互协调、相互促进的功能原理, 建立结构合理、功能稳定、经济效益高的农业生态体系, 实行旱作农业, 推广耐旱、耐盐作物品种, 开发区域农、林、牧、渔多种生物技术; 另一方面要利用地下微咸水、半咸水、或地下咸水与淡水混合利用进行浇灌, 适应生态环境, 减少咸水, 淡化咸水, 进而改善生态环境。在工业用水方面因地制宜, 靠海岸附近建立合适的工业, 利用微咸水、半咸水、咸水以及海水作为工业冷却用水。

4.5 发展节水型农业, 加强废水再利用

目前, 该区地下水开采量中, 农业取水量占总开采量的数据 $\sim 70\%$ 左右, 农业产业结构不

尽合理, 农田灌溉仍采用粗放式大水漫灌, 地下水资源浪费严重, 应调整农业产业结构, 发展节水农业, 改变灌溉方式, 节约用水。

充分发挥土壤水的调节功能, 引进开发选用节水灌溉新技术。土壤水的调节和利用, 是根据土壤巨大的蓄水保水特性 (一般 2 m 土体能蓄水保水 600 ~ 700 mm) 调节土壤水的运动与转化, 使土壤能最大限度适时适量地满足作物对水分的需要。引进开发利用包括喷灌、滴灌、渠道防渗、管道输水, 以及化学地膜、生物地膜等节水灌溉新技术, 根据作物产量与灌溉时间、灌溉水量、灌溉次数之间的最优组合, 拟定灌溉制度, 以提高水资源的有效利用率。在工业用水方面, 加强废水的再利用, 尽量使用循环水, 将现有经济模式从淘汰经济转变为循环经济。

4.6 加强环境污染治理, 防止地表水通过入渗污染地下水

该区地下水污染比较严重, 特别是滦河和饮马河, 后者的耗氧量、油类、溶解氧、挥发酚、六价铬、氨氮超过地表水 V 类标准几倍到几十倍。地下水的污染主要是由地表水引起的, 尤其是该区包气带厚度较小, 包气带岩性以粉土、砂土为主, 河床内以砂砾卵石为主, 污染的地表水较容易通过渗漏使地下水污染。地表水的污染是由于一些厂矿企业不重视环保, 污水不进行处理, 乱排乱放引起。因此, 饮马河、滦河污染治理迫在眉睫, 建议地方政府狠抓各厂矿企业及城镇的污水治理问题, 防止地下水资源受到污染。

参考文献:

- [1] 陈梦熊, 马凤山. 中国地下水资源与环境[M]. 北京: 地震出版社, 2001, 403 - 412.
- [2] 李俊义. 唐山市非传统水资源利用的调查与思考[J]. 河北水利, 2003, 95: 12 - 13.
- [3] 徐建国, 卫政润, 张涛, 等. 环渤海山东地区地下水库建设条件分析[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(3): 197 - 202.
- [4] 王卫东, 宋庆春, 李宝兰, 等. 大连市滨海河谷地下水资源开发利用的可行性[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(4): 268 - 272.

Environmental Geological Problem and Countermeasure in the Alluvial-pluvial Fan and the Littoral Plain of Luanhe River

LIU Xin-she

(The North China Investigation Institute of Non-Ferrous Metal Engineering, Shijiazhuang 050021)

Abstract: The alluvial-pluvial fan and the littoral plain of Luanhe River are located in the east part of Hebei Province. Quaternary sediments are mainly egg gravel, granule sand, coarse-middle-thin sand, silt, clay, and they can be divided into 4 aquifers corresponding to the strata of Q_4 , Q_3 , Q_2 and Q_1 . In the littoral plain, the I and II aquifers are salty water insert in the fresh water bodies like a cuniform. The watertight strata between the aquifers mostly keep stable. The overwash is the main way among them. The groundwater replenishment is the leaking of the rivers and dykes from the raining water, the irrigation and side runoff. The groundwater level drops fast with the increase of the water pumping. The subsidence cones were formed in some local regions, which result in the land surface subsidence. In the littoral plain, the bottom of the salty water body moved downward, and the salty water has invaded into the fresh water. And these areas are endangered with the sea water intruding. The leakage of the polluted surface water has made the shallow groundwater to be polluted. In some local place, the water is polluted seriously by the nitrogen, and coliforms are over standard. Some suggestions are put forward in this paper to change this situation. (1) Establish the unified management modal to use the natural groundwater reservoir (the alluvial-pluvial fan). (2) Increase the river water leakage to use the engineering. (3) Limit the deep groundwater pumping in the south part to prevent the environment worsening. (4) Develop the use of the salty, half salty water. (5) Develop saving-water agriculture, and increase the use of waste water. (6) Strengthen the management of the environment pollution to prevent the leakage of the polluted water.

Key words: alluvial-pluvial fan; environmental geology; hydrological geology; groundwater reservoir