

成果与方法

烟台地区地下水库建设的地质环境条件及其效益浅析

赵书泉¹, 梁凤英², 刘春萍³, 武羽晓³, 张勇²

(1. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013; 2. 山东省地矿工程集团有限公司, 山东 济南 250013; 3. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:烟台市是环渤海经济区的重要组成部分,是山东省乃至整个北方地区重要的工业开发区,但支撑其经济社会以及生态环境发展的淡水资源匮乏,而且由于地下水资源的不合理开发诱发或加剧了地下水资源枯竭和海水入侵等地质环境问题。为此,本文通过典型案例较系统分析总结了该区地下水库建设的 4 个基本条件,即理想的地表拦蓄条件、良好的地下水调蓄条件、优越的补给水源条件和适宜的自然与社会环境条件等;同时对地下水库建设带来的经济社会效益和生态效益进行了论证,并提出了尽快制定勘查与建设方案的建议,以缓解淡水资源匮乏的现状,改善地质环境。

关键词:地下水库;资源环境;效益分析;山东烟台

中图分类号: P618.51; P612 **文献标识码:** A

0 前言

地下水库是指具有一定规模和相对封闭、半封闭边界条件以及调蓄能力的含水层(出水空间)。目前国际上正在进行积极探索利用地下水库对水资源进行调蓄管理,如美国实施的“水银行”工程、“含水层储存恢复计划(ASR)”；欧洲国家,如德国、荷兰、瑞典实施的含水层恢复(AR)工程以及在中东、北非等国家实施的含水层补给工程都取得了较好效果。我国在这方面的研究和实践相对起步较晚,烟台市 1998 年比较成功的对 50 m 以浅的含水层实施了地下水库人工补给调蓄工程,对解决该市的城市供水起到了重要作用。

烟台地处鲁东低山丘陵区,受地形地貌、岩石、构造等地理、地质环境条件的制约,区内淡水资源匮乏,而且由于地下水资源的长期超量开采,导致地下水资源枯竭和海水入侵等地质环境问题^[1]。因此,根据其地质环境特点,修建地下水库,利用地下水库容进行水资源的联合调蓄,对协调水资源与社会生

态环境可持续发展,缓解地质环境问题,具有重要的现实和理论意义。

1 地下水库修建的地质环境条件

1.1 烟台地下水库选址的基本条件

根据烟台地区地质环境条件分析,区内地下水库一般选在山前冲洪积平原、滨海河谷平原地区,要求具备以下 4 个基本条件^[2]：

(1)理想的地表拦蓄条件。地下水库区首先应具备暂时性的地表蓄水场所,地形较平缓,以便为地表水下渗补给提供足够的场地和时间,所以主要河流的河床及两侧冲洪积平原区是较理想的库址,可以通过在河床上修建拦河闸拦蓄地表水。

(2)良好的地下水调蓄条件。良好的地下水调蓄条件包括含水层储水空间大,渗透性较强,埋藏深度不大;含水层产状较平缓,具有相对较封闭的边界条件,基底地层透水性较弱;包气带岩性颗粒较粗,

收稿日期:2004-06-09;修订日期:2004-12-06;编辑:张天祯

作者简介:赵书泉(1969-),男,山东济宁人,高级工程师,主要从事水工环地质与地质灾害技术管理工作。

且没有大面积分布的弱透水层,有利于降水入渗和地表水下渗补给。

(3) 优越的补给水源条件。库区要求控制流域面积较大,以保证汛期有足够多的地表径流量;补给水源除满足数量要求外,还要满足水质方面的要求。因为补给水会对含水层水质产生重要影响,一旦地下水因此而受到污染,治理起来难度相对大。

(4) 良好的环境条件。库区要求地质环境状况良好,人口密度不大,工厂较少,无较大污染源,地下水现状水质较好,符合生活饮用水卫生标准。

1.2 龙口黄水河地下水库案例分析

龙口黄水河地下水库修建于 1995 年,主坝长 5 996 m,坝体平均深度 26.7 m,库区面积 51.82 km²,在库区河道开挖了 7 000 多眼人工渗井(图 1)。

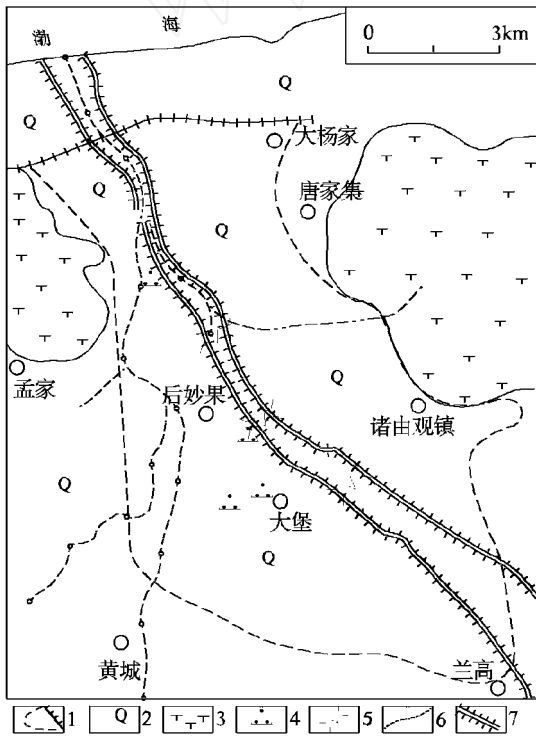


图 1 烟台黄水河地下水库地质环境条件简图

1—地下水库边界;2—第四系;3—新近系玄武岩;4—集中洪水水源地;5—拦河闸;6—排污沟/沟;7—河堤

库区南部分布变质岩,为隔水边界;东部丛林寺河以南分布古近系砂砾岩、粘土岩,属弱透水层,为良好的隔水边界;西部羊岚—宋家疃一带,为山前倾斜平原区,地层透水性较弱,应视为隔水边界。库区基底为古近系砂砾岩、粘土岩,为良好的隔水底板。

库区包气带岩性分为砂质粘土、粘质砂土和砂,库区中下游 5.8 km 的河道表层具有分布稳定的厚约 3~17 m 的粘性土层,透水性较差。库区第四系含水层厚度 10~30 m,主要岩性为砂质粗砂,富水性强,各含水层之间及地表水与地下水之间存在良好的水力联系。

2 地下水库修建的生态环境效益分析

通过以上案例可以看出,地下水库工程的修建对于缓解供水危急、改善烟台地区生态环境状况将发挥重要作用。

2.1 巨大的经济社会效益

山东半岛地区降水集中,河流源短流急,汛期大量地表径流弃泄入海,如此大量的地表弃水与该区缺水态势形成了鲜明对比,所以最大限度地利用这部分弃水对解决该区的缺水问题意义重大。以上案例表明,修建地下水库工程可有效拦蓄地表径流,减少入海弃水量。从已建成的青岛大沽河地下水库、烟台大沽夹河地下水库和黄水河地下水库的情况看,目前 3 处地下水库已建河道拦河坝 15 处,总拦蓄库容达 122 × 10⁶ m³。以龙口市黄水河为例,黄水河多年平均入海径流量为 98 × 10⁶ m³,在地下水库建成后,通过库区的道拦河闸及河床补源渗井,平均每年可夺取地表径流弃水 22.20 × 10⁶ m³,占入海径流量的 22.65%(图 2)。

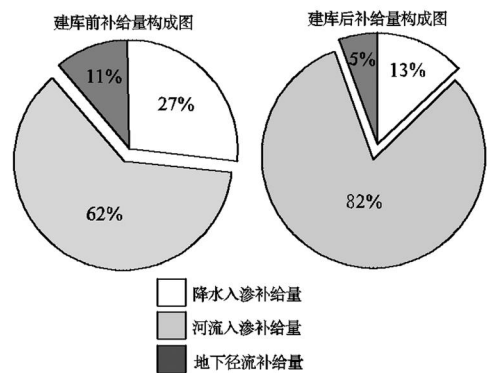


图 2 黄水河地下水库建库前后补给量组成图

地下水库还可以为南水北调工程提供地下蓄水场所。南水北调江水入鲁后,调水量在时间分配上

山东省地矿工程勘察院,山东省西水东调沿线重点城市地下水调查认证报告,2002 年。

将与受水区的需求不一致,农灌季节需水缺口将由冬季调水量补充,冬季调水量单靠地面水库无法蓄存,需要利用地下水库作为蓄水场所。研究表明,该区符合地下水库建设条件的地段 54 处,初步计算地下水库总调节水量 $39.01 \times 10^8 \text{ m}^3$,而区内的峡山水库、王屋水库、门楼水库、米山水库、沐浴水库、棘洪滩水库等 8 个大型水库的兴利调节库容总和仅为 $13.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,是地下水库调蓄库容的 1/3。

修建地下水库还具有良好的水资源经济效益。据初步估算,地下水库建成后,全区可增加调节开采量 $15.0172 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。按 2002 年的物价水平估算,采取农业用水和工业用水 6:4 的比例,则农业灌溉用水经济效益 2.52 亿元/年;工业用水经济效益 12.62 亿元/年,合计直接经济效益 15.12 亿元/a。

2.2 突出的生态环境效益

烟台乃至整个山东半岛地区由于地下水超量开采引发了一系列生态环境地质问题,主要表现为区域地下水位持续下降、海(咸)水入侵和地下水水质持续恶化等^[3],治理上述问题需要从恢复与改善地下水环境状况入手,治理的手段主要是地表水与地下水联合调蓄。以莱州湾南岸山前冲洪积平原为例,由于近年降水偏少,河流上游地区水资源拦蓄利用量增大,使得下游冲洪积平原区地表径流减少、河道干枯,地下水常年入不敷出,已形成大面积区域水位下降漏斗,造成咸水入侵、地下水水质恶化,同时由于地下水位埋深加大,降水、地表水入渗补给量减少,又加剧了水资源不足。地下水库工程建成运行后,可逐渐提高地下水位,改变地下水水动力条件,加强地下水循环,增大地表水入渗补给能力,将能够使区内较突出的地质环境问题得到彻底根除。

保护滨海河谷地区地下水水源地,增大地下水可开采量。山东半岛滨海河谷地区第四系含水层厚

度较大,颗粒较粗,为区内富水地段,已建成的地下水水源地均处于这些地区。由于这些富水地段的中、上游地区修建了大量的水库、塘坝,将流域内地表径流节节拦蓄,使富水区地下水补给量减少,水源地供水能力受到极大遏制。在下游修建有坝地下水库系统工程,可在阻止海水入侵的同时,增大库区地下水可开采量。

3 结论建议

(1) 通过烟台市建设的龙口黄水河地下水库的典型事例可以看出,地下水库建设的基本地质条件为理想的地表拦蓄条件、良好的地下水调蓄条件、优越的补给水源条件和适宜的自然和社会环境条件等。

(2) 胶东半岛地区淡水资源匮乏,但可建地下水库的地段较多,具有重要的经济社会效益;同时,地下水库相对地表水库具有独特的优势,对生态环境问题的恢复具有重要的现实意义,其生态环境效益的负面影响较小,并对该区地下水枯竭和海水入侵环境等环境源的恢复具有重要的现实意义,其生态效益显著。

(3) 建议有关部门尽快制定胶东半岛地下水库勘查与建设的实施方案,为半岛城市群的规划建设提供可靠的水资源支撑。

参考文献:

- [1] 徐军祥,康凤新.山东省地下水可持续开发利用研究[M].北京:海洋出版社,2001,1-54.
- [2] 徐建国,卫政润.环渤海山东地区地下水资源潜力分析及利用对策[J].地质调查与研究,2004,27(3):197-199,203-205.
- [3] 尹泽生.莱州市滨海区与海水入侵研究[M].北京:海洋出版社,1992,93-112.

Study on Geological Environment Condition and Its Effects of Underground Water Reservoir Establishment in Yantai City

ZHAO Shu - quan¹, LIANG Feng - ying², LIU Chun - ping³, WU Yu - xiao³, ZHANG Yong²

(1. Shandong Bureau of Geological Exploration, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geo - engineering Exploration Corporation, Shandong Jinan 250013, China; 3. Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

(下转第 34 页)

在 4 枯 1 丰的调控周期内,枯水年内限量动用储存资源量,保证不突破允许最低水位,在大气降水补给、河流径流渗漏补给和在枯水年内的丰水期进行人工调蓄(回灌)条件下,在丰水年可恢复到采前地下水位,这样即可实现人工调蓄资源潜力。

3 结语

合理开发利用水资源,首先应该树立地表水、地下水全面开发,先地表水后地下水的指导思想,联合开采,相互调节和补充。面对青岛市供水日益紧张的严峻形势,提高人们对节约用水工作的认识,增强危机感和自觉性,提高工业用水重复利用率,推广节水灌溉措施。在连枯年份,合理利用部分地下水储

存资源,只要在枯水年系列中动用的储存资源在丰水年能够得到补偿,就不会产生严重不良后果,改变汛期以排为主的想法和做法,代之以拦蓄为主、蓄排结合,在保证不发生洪涝灾害的前提下,将大气降水最大限度地拦蓄在水库、塘坝、沟渠及地下含水层中,增大地下水资源的天然补给量。

参考文献:

- [1] 张永波. 水工环研究的现状与趋势[M]. 北京:地质出版社, 2001, 4.
- [2] 王贵玲,刘志明,刘花台,等. 地下水潜力评价方法[J]. 水文地质工程地质, 2003, 30(1): 63.
- [3] 徐军祥,康凤新. 山东省地下水资源可持续开发利用研究[M]. 北京:海洋出版社, 2001, 79 - 85.

Potentiality Analysis on Underground Water Resource in Daguhe Water Source Area in Qingdao City

YIN Ming - quan¹, WANG Zhi - liang², WANG Tong - guo¹, YUAN Xi - long¹

(1. Qingdao Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Qingdao 266071, China; 2. Laoshan Bureau of Land and Resources, Shandong Qingdao 266061, China)

Abstract: Water resource in Qingdao city can not meet the demand of rapid developing economy, and lack of water has become an important problem. Daguhe water source area is the largest water - supplying area in Qingdao city. On the basis of the former work achievements, combining with hydrogeological condition in Daguhe area, according to the thoughts of storing water in high flow year and using the storing in low water year, underground water potentiality is analysed comprehensively in Daguhe water source. It is put forward that newly increased adjusting and storing potentiality is $54.54 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$, which can provide storing water resource for settling contradiction between water demand and supply in Qingdao city.

Key words: Underground water resource; potentiality analysis; Daguhe water source; Qingdao city

(上接第 29 页)

Abstract: Yantai city, as an important part of economic areas around Bohai sea, is an important industrial developing zone in Shandong province, even in the whole north part of China, while fresh water is very lack in this area. Furthermore, due to unreasonable exploitation, some geological environment problems, such as drying up of fresh water and seawater intrusion have been heightened. Thus, through typical examples, 4 basic conditions for establishing underground water reservoir in this area are analysed comprehensively, they are as follows: perfect surface water blocking and storing condition, good adjustment condition for undergroundwater, predominant water recharging source and suitable natural and social conditions. Meanwhile, economic, social and ecological efficacies brought by establishment of underground water reservoir are proved as well in this paper. Suggestions are put forward to enact exploration and establishment plan immediately in order to allay the lack of fresh water, and to improve geological environment.

Key words: Underground water reservoir; resource environment; efficacy analysis; Yantai city in Shandong province