

济南泉水保护研究

李 建 江

(北京大学环境学院, 北京 100871)

摘 要: 从济南市水文地质学的角度分析了济南泉水的成因, 结合最近济南市泉水断流和复涌的实际情况, 提出保护泉水的一些具体措施: 1、对济南市区的泉水限制开采等措施, 2、对泉水源区采取保护植被、水土保持, 涵养水源的方法, 3、增加源区的水(开源)。

关键词: 济南市; 泉水; 保护

中图分类号: P641.8

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)03-0142-03

Spring Protection Research in Jinan City

L I Jian-jiang

(Environmental Science College, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: According to hydrological and geological conditions, the cause how spring occurs was analyzed. Considering the condition that spring pause and re-flow, some suggestions are raised: firstly, limiting exploitation in Jinan city; secondly, protecting vegetation, soil sources in waterhead region; thirdly, adding more water to waterhead region.

Key words: Jinan City; spring; protection

济南市, 位居山东省中西部, 泰山穹隆山麓, 黄河的南岸。地形复杂多样, 大体可分为三带, 北部临黄河平原带, 中部山前平原带及南部低山丘陵带。济南被世人冠以“泉城”之雅号, 众多的泉水构成济南独具魅力的风景特色^[1]。

1 水文地质概况

市境南部由太古界泰山群变质岩系组成基底, 盖层总体倾向为北, 倾角 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$; 由南往北依次展布寒武系、奥陶系石灰岩, 岩层一般为单斜产状, 褶皱不显, 断裂发育, 至山前逐渐隐伏于第四系之下; 市区北部下伏中生代燕山期辉长岩、闪长岩, 东、西郊的北部地区下伏古生界石炭、二叠系含煤地层, 与奥陶系灰岩合成假整合; 新生界第四系松散堆积层广布于山前倾斜平原。其中南大沙河、北大沙河、玉符河、巨野河、绣江河和漯河形成冲洪积层。市境以北有齐(河)广(饶)东西向隐伏大断裂。区内断裂有三组: 北北西向的东梧断裂、千佛山断裂、石马断裂、平安店断裂和马山断裂, 近南北向的炒米店断裂, 北东向的港沟断裂。这些断裂对济南地区地下水的分布、运移具有一定的控制作用。

变质岩山区, 基岩裸露, 表层普遍存在风化带, 含孔隙-裂隙潜水, 一般富水性不大。因处于岩溶水系统的至高部位,

地下水位往往表现位降水补给, 浅部循环, 短途排泄, 雨后以表流和地下径流形式流入岩溶水分布区, 成为岩溶水的间接补给区。

寒武、奥陶系广布于南部山区及山前地带, 呈东北-西南条带状分布。南侧的山地丘陵石灰岩裸露, 且降水量较大, 地表溶蚀现象明显, 溶沟、溶槽、溶蚀裂隙普遍发育, 地下岩溶裂隙发育亦较好, 而且连通性强, 为地下水直接补给区。主要为大气降水补给, 赋存裂隙岩溶地下水。在明水、历城和长清以北, 地势逐渐低平, 奥陶系灰岩大致向北倾伏于石炭、二叠系之下, 地下裂隙岩溶发育, 地下水接受南部裂隙岩溶水的径流补给, 在受到煤系地层或岩浆岩体阻隔时, 水位回升而富集, 在济南、明水一带地势低洼处或构造有利出露部位, 上涌成泉排泄, 形成本区裂隙岩溶水的承压排泄区。该区地下水赋存条件良好, 上游补给面积大, 降水多, 水量充沛, 为裂隙岩溶水的强富水地段。

以碎屑岩为主的石炭、二叠及侏罗系地层, 分布于章丘、郭店及长清以北一带, 在构造上位于泰山隆起向济阳拗陷的倾伏部位。石炭系为一套砂、页岩夹煤层及石灰岩相间的煤系地层, 覆盖于奥陶系灰岩之上。因砂、页岩裂隙不发育, 石灰岩层厚度薄, 岩溶发育较差, 岩溶裂隙水不甚丰富。其补给

源以接受奥陶系裂隙岩溶水顶托补给为主,在地形低洼及构造发育地带亦往往成为奥陶系裂隙岩溶水的排泄带。二叠系、侏罗系的砂、页岩及砂砾岩具微弱的孔隙、裂隙,赋存不丰富的孔隙、裂隙水。其中二叠系奎山段砂岩及侏罗系砾岩孔隙发育相对较好,在裸露区接受降水补给,径流排泄于山前地带,并隐伏于冲洪积层之下。除降水补给外,还接受第四系孔隙水补给,故富水性相对较强,成为此区具一定供水意义的主要含水层。

在侵入岩分布地带,如济南北郊辉长岩体、沙沟闪长岩体、茶叶山辉长岩体等处,岩石结构致密,质地坚硬,很少裂隙,风化层薄。地下裂隙水赋存条件差,地下水贫乏。

平原区广泛分布第四系沉积物,岩性松散,孔隙发育,赋存孔隙水。在山前地带分布着冲洪积层,多有黄土状黏性土或砂性土组成。间夹透镜状碎石层,地下水赋存条件不好;北部平原区冲积层几经黄泛沉积而成,岩性松散,具较好的蓄水空间,富水性较强。地下水以大气降水补给为主,沿黄尚接受黄河侧渗补给,山前冲洪积层径流和河川径流的侧渗也是补给源之一。

黄河冲积平原深层地下水,赋存于第四系及上第三系的松散岩类孔隙中。含水层分布广,埋藏深度大,单层厚度薄,累计厚度大,颗粒较粗,孔隙发育,有较好的蓄水空间。此类地下水静压力大,水头高,但运移迟缓,径流途径远,补给困难,可供开采的资源有限。

2 济南市泉水成因及其特点

现代地质工作者调查研究认为,济南泉水来源于市区南部山区,大气降水渗透地下,顺岩层倾斜方向北流,至城区遇到侵入岩体阻挡,承压水出露地表,形成泉水。济南南部山区,为泰山余脉,自南而北有中山、低山、丘陵,至市区变为山前倾斜平原和黄河冲积平原的交接带,高差达500多m,这种南高北低的地势,利于地表水和地下水向城区汇集。在地质构造上,南部山区属泰山隆起北翼,为一平缓的单斜构造。由于北侧断裂切断,形成许多断块,其中千佛山断块是构成城区泉群的构造基础。山区以前震旦系变质岩为基底,上布有1000多m厚的寒武系和奥陶系石灰岩岩层。岩层以3~15°倾角向北倾斜,至市区埋没于第四系冲积层之下。在漫长的地质年代,这些可溶性灰岩,经过多次构造运动和长期溶蚀岩溶地貌发育,形成大量溶沟、溶孔、溶洞和地下暗河等,共同组成了能够储存和输送地下水的脉状地下网道。市区北部为燕山期辉长岩—闪长岩侵入体,质地细密,岩质坚硬,隔水性能好。千佛山断块西有通过纬一路的千佛山断层;东有穿过解放桥和老东门的羊头峪断层,这样就组成了东西北三面阻水岩体,构成了三面封闭的排泄单元。

南部山区,在灰岩出露和裂隙岩溶发育的地方,吸收了大量的大气降水和地表径流,渗入地下形成了丰富的裂隙岩溶水。这些裂隙岩溶水,受太古界变质岩的阻隔,沿岩层倾斜的方向,向北做水平运动,形成地下潜流,至城区遇到侵入岩体的阻挡和断层堵截,地下潜流大量汇集,并由水平运动变为垂直向上运动,促进了岩溶发育和水位抬高,在强大的

静水压力下,地下水穿过岩溶裂隙,在灰岩和侵入岩体的接触地带及第四系冲积层较薄弱处夺地而出,涌出地表,形成天然涌泉。

3 济南市泉水停涌复涌的原因

趵突泉泉群1999年3月2日停涌,2001年9月17日复涌,复涌标高为26.96m,每秒出水量 1.5 m^3 。这次趵突泉断流长达926d,断流原因是降水不足,生活用水过多,超采地下水等。2001年泉水复涌的原因是:济南市采取了对济南两个水库补水;141口市内井关闭117口;市民节水等等。加上2000年济南市降水充足,地下水的高水位和充足降水期有一个滞后阶段。在泉群补给区已查明的渗漏地段及沟谷,建立拦蓄蓄水工程,拦蓄地表洪水,增加补源水量,人为地加大地表水向地下水的转换量,从而提高济南泉城地下水位。种种因素使得泉城泉水复涌。

4 保泉的建议

济南市天然水资源分布的特点:南部变质岩山区及平阴山区,年降水量及地表径流均比平原区为大;从山区到平原,年降水量由710mm递减为645mm;年径流深度由197mm递减为80mm。山高坡陡水流失,成为全市的贫水区。中部山前平原地下水富集,泉水众多,未大量开采前,以泉的形式自然排泄。北部沿黄地区,有着丰富的客水资源(黄河来水),浅层地下水也富集。

4.1 市区——限制开采等措施

减少地下水的开采(关井),要保证泉水常年不断,首先要减少地下水抽取,多使用地表水。还有就是进行地下水回灌。2001年泉水复涌的原因之一是济南市内141口井关闭117口。限制开采的同时要解决好泉水的利用问题,不能让泉白白流走,应该利用起来,先关后用,每天30万t水不能白白流走。

4.2 源区——保护植被,水土保持林等

保护南部山区自然环境,限制开发。为了保护市区泉水,扩大地下水资源,改善泉城的生态环境,1997年山东省济南市继续保泉绿化工程,大力营造水土保持林、水源涵养林;以生态效益为重点,生态效益与经济效益、社会效益相结合,绿化与美化相结合,建成防护林、用材林、经济林、风景林的“生态经济型”综合防护林体系。以造林为基础,造、封、育、管并举,乔、灌、草、藤相结合,采取人工造林、封山育林相结合,科学造林与精心管护相结合等方式,加速工程建设进程。

全区建成完整的绿化体系之后,每年可增加蓄水能力4亿余 m^3 ,至少有1.5亿 m^3 可直接补给市区泉群。而这些效益的发挥,是以建成高标准的、完整的绿化体系为前提的。就整体而言,项目区还没有建立起一个持续、稳定的森林生态系统。目前仍有很多宜林荒山,很多裸岩山地需要绿化,很多梯田隙地需要进一步开发利用,很多疏林地需要补植完善,很多未成林造林地需要加强补植抚育管理。因此,在南部山区建设保泉绿化续建工程十分必要。没有林业这一保障,水土流失就得不到控制,生态环境不能改善,农牧水利及其它

各业的稳定发展就会受到影响,山区经济的发展也无从谈起。

由于南部山区植被稀少,森林分布不均,且多位纯林,水土保持和涵养水源的能力很差,造成严重的水土流失,致使土层变薄,肥力降低,农产薄收。在水土流失严重区,暴雨时山洪暴发,水泥沙石顺坡而下,冲毁村庄农田,破坏交通,淤积库塘河道等排灌设施,使库塘容积变小,效益降低。续建工程区内有大、中、小型水库70余座,塘坝280余处,均淤积严重。续建工程区内水土流失面积达 $1\,450\text{ km}^2$,土壤侵蚀模数 $2\,320\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,平均每年流失水量近 3亿 m^3 ,流失两336万余 t 。

济南市保泉绿化续建工程完成后,南部山区有林地面积将达到 7.5万 hm^2 ,森林覆盖率将达到40.1%。济南市南部山区将形成多林种、多树种、高标准、多层次的绿化体系。这对恢复泉群喷涌,优化泉城生态环境,促进山区经济和旅游的发展具有重要作用。

4.3 源区——增加源区的水(开源)

在泉群补给区,通过水保措施,拦蓄地表洪水,人为地加大地表洪水地渗透量,增加地下径流,补给泉群更多地水量,逐步恢复济南泉群正常喷涌。通过全面的调查分析,将济南泉群补给区划分为三级,即总补给区,主要补给区和重点补给区,根据岩溶发育规律,找到24个重点渗漏地段,在此基础上根据地形条件规划出8个拦洪渗漏蓄水区。确定补给区界限的原则是以构造断裂带为参考,以岩层透水差异性为依据,断裂只不过为岩层透水差异创造了动力条件,断裂本身不一定全是阻水或导水的,可能一段阻水,另一段导水,所以不能以断裂带为界,应以岩层界限作为分界。

区内漏水严重,分布石灰岩透水性强,地下水埋藏深,大部分在60 m以下,有的达到150 m。地下水全部向北流入市区,在市区形成富水区,为泉群喷涌做出贡献。缺水的补给区与富水的排泄区相伴而生,而且面积相差500倍。另外补给区内水位变化大,旱季水位埋藏深,汛期水位迅速回升,又随着地表、地下径流的流走,水位逐渐下降。

拦洪蓄水后直接补给济南泉水;抬高地下水位,增加水量,彻底解决当地吃水问题;改善环境,丰富旅游景点内容,提供水源,使游人增多,收益更大;减轻沟谷下切,缓和山洪威胁。在泉群补给区,通过水保措施,拦蓄地表洪水,人为地加大地表洪水的渗透量,增加地下径流,补给泉群更多的水

量,逐步恢复济南泉群正常喷涌。

济南四大泉群,是由泉口相对集中,彼此位置相近,归纳而成的四个集中的地下水排泄区。从其来源分析,每个泉群中的泉,水流的来源都是不同的,各有各的源头,最后汇聚到排泄区,成为统一的水体。泉群是地下水的天然出露,泉水来源试验,是地下水的示踪试验,也叫连通试验。地下水是否连通,取决于多种因素,其中主要原因是决定于水流动性的水位差,水位高差大,水流动快,例如东南山区地下水流速快,西南山区流速慢。

从实验中发现,五龙潭水路最畅通,珍珠泉最不畅通,而且涌水量最小,东南部来的地下水,黑虎泉所采水样中示踪物峰值出现最早,西南部来的地下水,趵突泉所采水样中峰值出现最早。东南方向是济南东部泉群水源补给地,市区东南夏季多暴雨中心,在此拦洪蓄水对于恢复泉群作用甚大^[2]。

济南泉群补给区的南北界线是清楚的,东西界线争议较大。有的以断层作为东西界线,有的以地表分水岭为界。从山东师大泉水来源实验研究重,发现等水位线可作为界线。如泉群补给区东部边界,在枣林—章灵丘一线,等水位线向北突出,这种轮廓不仅1982年3月1日统测水位线时是这样,1980、1983年年平均等值线也大致相同,说明比较稳定,可作为边界。显然,等水位线向北突出,其东侧的地下水不可能向西流补给泉群。西部的边界也可用同样方法,依据等值线圈定。

这次研究的试验区,是泉水主要补给区,主要补给区的南界,以锦绣川为界,东界以枣林—章灵丘一线,西界在平安店以西。主要补给区是保泉拟建拦洪蓄水工程的主要地区,是恢复泉水与补源的重要基地。这次实验,查清了济南泉水来源地,主要来源地是在锦绣川以北的广大地区,该区地下水从东南、南、西南各个方向向泉城汇聚。东南部面积大,汇水快,为主要源地,西南部面积小,汇水慢,为次要源地。

保泉工程是一项系统工程,只有采取开源与节流并举的方法,才能起到更好的作用。一方面要加速保泉绿化工程建设,增加南部山区地下水的补给,同时,还必须加速引黄保泉工程;加强工业用水及污水处理,提高水的利用率;加大宣传力度,增加市民节水意识,以减少对地下水的开采,达到保泉的目的。

参考文献:

- [1] 济南市史志编纂委员会 济南市志[M]. 济南: 中华书局出版, 1997.
- [2] 山东师范大学地理研究所 加大水保措施增加济南泉群补给区地下径流的研究[R]. 1995. 1.
- [3] 夏春兰, 赖先齐. 新疆石河子地区泉水溢出带农业生态系统演替的研究[J]. 生态学杂志, 1997, 16(2): 69- 72.
- [4] 夏正楷. 宁夏地区的新构造运动与水土流失[J]. 水土保持研究, 2001, 8(2): 32- 34.
- [5] 李诗华, 杜凤军. 泉水复涌话环保[J]. 中学地理教学参考, 2002(1-2): 127.
- [6] 任善萍, 宋德勇, 杜世勇, 等. 黄河(济南段)水功能区划浅析[J]. 中国环境监测, 1994, 10 (5): 58- 59.