

断裂找水在豫北山区的应用

兰自亭, 刘玉忠

(河南省地质矿产勘查开发局第一水文地质工程地质队, 新乡 453002)

摘要:以构造控水理论为基础, 系统分析理论为指导, 运用水文地质调查与综合物理探矿相结合的方法, 对缺水严重的豫北山区碳酸盐岩地区基岩地下水进行了找水探讨。受断裂构造的影响, 地下水的形成、运移和富集具有一定的规律性。断裂旁侧富水, 断裂带富水, 断裂交汇部位片状富水, 这些都是找水打井的有利地段。通过水文地质调查和人文物探, 查明区域地下水位以及含水岩组的埋藏条件, 进而确定井位和井深。

关键词:豫北山区; 断裂; 富水地段; 岩溶裂隙

中图分类号: P641.7

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2005)02-0120-04

1 前言

豫北山区是我国北方有名的干旱缺水地区, 范围涉及安阳、鹤壁、新乡、焦作等地的山丘区。干旱在山区各种自然灾害中名列首位, 严重地影响着农业生产和人畜用水。寻找基岩地下水的方法, 主要是以构造控水理论为基础, 通过对地下水的补、径、排条件及富集规律的系统分析, 确定地下水的富集部位、开采条件及方法。断裂构造是豫北山区的主要构造形态, 断裂蓄水构造也是成井最多的一类蓄水构造, 它对于不同类型的含水岩组, 都具有一定的富水意义, 其富水段的位置及水量的大小, 主要取决于断裂的性质、规模、破碎程度, 以及含水岩组的区域含水性及补给条件等因素。

2 环境地质条件

2.1 地形、地貌

太行山在豫北呈不规则的向东突出的弧形带状山脉, 西北部与山西高原相接, 东南部与豫北平原相邻, 地貌类型较为复杂, 其间分布有中山、低山、丘陵和串珠状的山间盆地。山体中断层发育沟谷深切, 形成许多悬崖峭壁。由于太行山广泛裸露碳酸盐岩, 岩溶地貌发育^[1], 地表形态以岩溶地貌为主, 地下则为岩溶裂隙。

2.2 含水岩组特征

该地基底为太古界登封群深变质岩系; 盖层为中元古界汝阳云梦山组陆源碎屑、寒武系一中奥陶统浅海相碳酸盐岩系、中石炭统一二叠系海陆交互相一陆相含煤岩系。除寒武系一中奥陶统广泛分布外, 其余均零星出露。地层岩性是地下水赋存的基础, 区内主要赋水地层是奥陶系一寒武系的碳酸盐岩(其中晚奥陶世沉积缺失)。区内分布的主要含水岩组特征如下:

(1) 寒武系中统鲕粒灰岩含水岩组

主要指张夏组厚层亮晶鲕粒灰岩, 本含水岩组厚 140 ~ 210 m 左右。焦作地区徐庄组顶部有近 20 m 的薄板状云质灰岩, 鹤壁庙口张夏组底部有 28 m 的绿色页岩, 均可作为张夏组的下覆隔水层。张夏组的上部白云岩化程度高, 为相对隔水层。本含水岩组含水介质密集为裂隙一溶孔型, 中等岩溶化, 属中等富水含水岩组。在局部构造有利地段, 为强或极强富水含水岩组, 如焦作九里山泉域局部地段。

(2) 寒武系上统与奥陶系下统白云岩含水岩组

在豫北山区寒武系上统与奥陶系下统地层较完整, 奥陶系下统为厚层状中晶云岩, 岩溶主要发育在亮甲山组, 多为溶孔, 孔隙度高, 为稀疏裂隙一溶孔型含水介质, 属中等岩溶化。寒武系上统薄层微晶灰岩, 孔隙度低, 可作为相对隔水层。本含水岩组属弱富水含水岩组。

收稿日期: 2005-01-18

基金项目: 原地矿部定向科研基金项目: 河南省缺水山区找水方法研究

作者简介: 兰自亭(1963-), 男, 工程师, 主要从事水、工、环地质工作。

(3)奥陶系中统泥晶灰岩含水岩组

奥陶系岩性为角砾状粉晶灰岩、泥晶灰岩、含云质灰岩、白云岩,厚度不一。第 1、2 段厚度 20 ~ 26 m,比较稳定;第 3 ~ 5 段厚度 196 ~ 287 m,以焦作地区厚度为最大。本含水组属密集裂隙—溶洞型含水介质,岩溶水沿层面或层间裂隙渗流和溶蚀,沿层面形成溶洞,在断裂构造发育的地段或岩溶水的排泄区岩溶更为发育^[2]。本含水岩组属强—极强富水含水岩组。

2.3 地下水的补、径、排条件及动态特征

区内碳酸盐岩广泛裸露,断裂构造密集分布,岩溶发育强烈,沟谷纵横,有利于大气降水和地表水(坡面流)的入渗,其补给方式主要为大气降水入渗、河流渗漏和相邻系统潜流补给。径流方向则是由西北向东南径流,在分水岭地带最高水位高达 1 000 m,向南东逐渐降低,低水位区标高在 150 m 左右;由于不同含水岩组的相互交接,其径流条件变化较大,具有明显的陡水力坡度和非连续水流。地下水的输出为人工开采、矿坑排水、泉及向下游的径流排泄。

受断裂构造控制,使地下水系统形成高低水位区,补给区一般为高水位区,具有陡水力坡度和非连续水流的特点;径流、排泄区为低水位区,具有水力联系密切的统一地下水流场。高水位区动态变化大,水位年变幅为数十米,低水位区动态变化较小,年变幅小于 20 m;由于降水量的周期性变化和开采量的阶梯状增加,地下水位总的趋势呈阶梯状下降。

3 断裂构造特征及控水作用

3.1 断裂构造特征

本区位于青羊口大断裂以西,焦作—商丘深断裂以北的太行山区。总体构造线近南北向,整体为一宽缓的大型复式背斜。区内断裂发育,有近南北向、北西西向、北北东向和北东向四组,前两组规模较大,以高角度正断层为主,后两组规模较小,主要为平推断层。各组断层纵横交错,自西向东,由北而南作阶梯状

下降,使本区呈现复杂的构造地貌。

3.2 控水作用

断裂构造的富水特征,决定于断裂的力学性质和规模,断裂带两盘的岩石性质,以及地下水的补给条件^[3]。在断裂构造的影响下,豫北山区地下水主要呈以下富水特征:

(1)断裂旁侧带状富水

区内断裂构造,多以高角度压性、压扭性断裂为主,断裂物质细碎而结构紧密,具有不同程度的阻水作用。而在这些断裂带的两盘,由于岩层相对位移,产生一系列与主干断裂斜交的张裂隙和扭裂隙,尤其是在碳酸盐岩层中,岩溶沿此裂隙发育,形成断裂旁侧裂隙岩溶发育带。在这种情况下,压性、压扭性断裂使地下水径流受阻,水位抬高,宜于富集,断裂旁侧裂隙岩溶发育宜于地下水储存,从而形成断裂旁侧的带状富水段。断裂旁侧的富水性与区域地下水补给、径流条件密切相关,多在地下水补给径流上游一盘(迎水盘)富集,如沁阳市虎村供水井(图 1)。

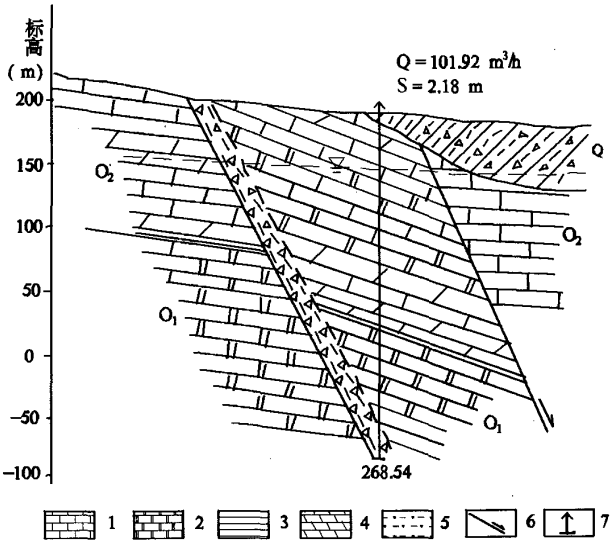


图 1 沁阳市虎村供水井水文地质剖面图
Fig. 1 The hydrogeologic section for a water supply well
in Hucun, Qinyang City

1. 灰岩; 2. 白云岩; 3. 页岩; 4. 泥灰岩; 5. 角砾岩; 6. 断层; 7. 钻井

该井位于沁阳市虎村西北 500 m 山麓斜坡地带,井深 268.54 m,水位埋深 2.18 m,涌水量

达 $101.92 \text{ m}^3/\text{h}^\text{①}$ 。其地质构造背景,该井位于朱村断层北侧,含水岩组为奥陶系中统灰岩含水岩组和奥陶系下统白云岩含水岩组,灰岩裂隙密集,白云岩相对稀疏。其水源来自远距离的侧向补给,次为当地降水入渗补给,地下水接受补给后,沿断裂带旁侧由西向东集中径流,导水性和富水性极强。

(2) 断裂带富水

区内展布的北西、北西西向断裂,多具张性、张扭性特征,并具多期活动性。断裂带本身结构疏松,胶结和充填程度较低,是地下水富存的有利场所,常常构成廊道式断裂富水段或导水通道。地下水源补给充足时,富水性强,特别是在下游部位,更有利于地下水的富集,如卫辉市上山岭供水井(图2)。

该井位于北西西向张扭性断裂带之上,断层产状 $295^\circ \angle 78^\circ$,南盘下降,由张夏组鲕状灰岩组成,北盘为徐庄组和寒武系下统页岩夹灰岩、泥灰岩,发育牵引背斜。断层带宽度 45 m,岩层产状混乱,岩石破碎,井深 140 m,出水段位于 110 ~ 140 m 的白云岩中,水位埋深 63.26 m,出水量约 $40 \text{ m}^3/\text{h}^\text{①}$ 。

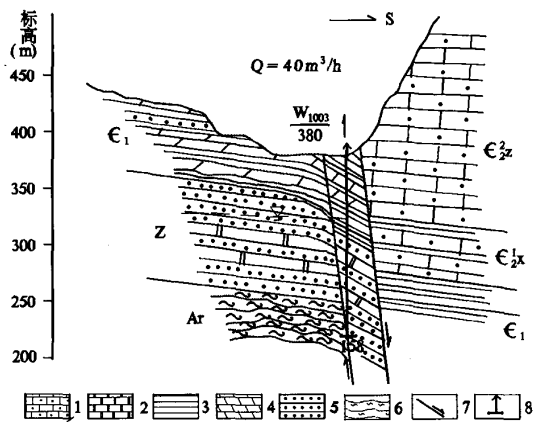


图2 卫辉市上山岭断裂带富水剖面图

Fig. 2 The profile showing water abundance of fault zone in Shangshanling village, Weihui City

1. 鲕粒灰岩; 2. 白云岩; 3. 页岩; 4. 泥灰岩; 5. 砂岩; 6. 片麻岩; 7. 断层; 8. 钻井

(3) 断裂交汇部位片状富水

在主干断裂和与其配套的分支断裂相交部位,岩层受力集中,岩石破碎,在一定范围内形成

裂隙密集发育段,是地下水富集的有利部位。在不同方向、不同规模的断裂复合部位,岩层经受了两次或两次以上的构造运动,使之岩石破碎,在交接部位形成一定范围的裂隙发育带,相应地形成地下水片状富水段。如辉县市石盆村供水井(图3),位于两条断层相交的钝角部位,含水层为张夏组鲕状灰岩、云质灰岩,井深 202.14 m,降深 8.49 m,涌水量为 $36.96 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

此外,在断层尖灭端和压性、压扭性断层的明显转折的外侧,为应力集中部位,张性裂隙极为发育,也是地下水富集的有利场所。

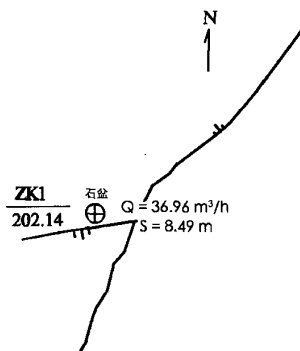


图3 辉县石盆村供水井所处构造位置示意图

Fig 3 Sketch showing the structural situation of the water supply well at Shipen village, Huixian County

4 断裂找水方法

(1) 水文地质特征分析

查明蓄水构造的蓄水条件和水循环条件,找出其中的富水段或富水带,以便选择和确定最佳的开采地段,需要通过详细的水文地质测绘,研究蓄水构造的分布和性质、含(隔)水岩组特征、控水构造类型及组合关系。对于含水介质,要研究它的空隙特征及非均质特性;对于水循环条件,要研究蓄水构造、地下水的补给和排泄条件及相互关系,确定蓄水构造及其所处的地下水系统或外界水量交换的形式、地下水主要的径流部位的富水特征^[3]。

(2) 物探异常特征分析

水文物探可从另一角度反映含水岩组和蓄水构造的富水特征,其主要表现为地球物理特征的异常反应。在构造的相应部位均应有物探异常反应,这些部位常构成基岩裂隙水的相对集中

①裴建国,刘新号,袁中侠,等.河南省缺水山区找水方法研究,河南省地质矿产勘查开发局,1993.

径流带。根据各参数曲线的变化特征,结合蓄水构造的蓄水条件和地下水动力特征分析,推断含水层位置和富水性,同时,还应注意对含水层充填程度的判断。

(3) 富水地段的确定

对断裂蓄水构造来说,首先应掌握其在地下水系统中所处的位置,查明主要补给区的构造位置(如主要补给区位于断层的哪一盘等),然后圈定补给区范围。补给区范围的圈定一般可考虑地表水分水岭、蓄水构造的延伸范围、含水岩组出露条件以及隔水边界等因素。径流条件是确定找水靶区的关键。豫北缺水山区,一般都是地形、地质和水文地质条件相对复杂的地区,且缺少地质资料,需要通过对沟谷切割强度、构造展布方向和规模、地层产状等实地调查及水文物探,分析确定主要径流方向和径流部位。蓄水构造的主要径流部位即为基岩裂隙水的相对富水段。

(4) 井位、井深的确定

在系统分析富水特征的基础上,参照已有的实例,综合分析、反复对比、优化选择、确定井位。井深应在区域地下水位和含水岩组底板确定的基础上,以揭露或大部分揭露区域地下水位以下的主要含水层为依据而定。此外,在确定井位时,应考虑

供水方便和经济条件以及施工条件,同时考虑洪水、滑坡、崩塌等自然灾害对水井安全运行影响。

5 结束语

开展找水方法和有效开发利用地下水的研究,对豫北缺水山区提高定井准确率和提高地下水开发利用水平,改变其因干旱造成的贫困面貌,具有重要的社会和经济效益。目前在断裂构造分布广泛且成井数量多的基岩山区,是寻找基岩裂隙水最普遍的蓄水构造,也是缺水山区寻找地下水的主要方向。以系统分析理论为指导,以水文地质测绘和水文物探为基础,通过对地下水运移、富集和储存特征的高度总结,可以使基岩山区找水更趋于直观化,经初步实践,取得了较好的效果,为缺水山区部分村庄用水困难解决了实际问题。

参考文献:

- [1] 翁金桃,全长水. 焦作地区岩溶发育特征与含水层划分[M]. 南宁:广西师范大学出版社,1989,70-83.
- [2] 贾传义. 山丘地区地下水研究[J]. 地下水,2004,(2): 85-87.
- [3] 张贵. 珠琳地区岩溶水分布规律及找水经验[J]. 水文地质与工程地质,2003,(1): 73-75.

On Water-finding in the Faulted Zone of the Mountains in Northern Henan Province

LAN Zi-ting, LIU Yu-zhong

(No. 1 Hydro-Geological Engineering Team, Henan Bureau of Geology and Mineral Resources, Xinxian, Henan 453002)

Abstract: Based on the theory that faults control water, through the method of hydro-geological survey and the comprehensive geophysical prospecting, the research of water-finding has been worked in the lime stone mountains of northern Henan Province, where the water is badly lack. The formation, movement and enrichment of groundwater effected by the faulted zone follow some rules. The water can get rich at the sides of a fault, in the faulted zones and the intersection of the faults. And these are good places of drilling for searching water. The groundwater level and the burying condition of the aquifers must be found out firstly, and then the place and depth of the wells can be fixed.

Key words: mountains of northern Henan Province; faulted zone; water-rich place; karst fracture