

环境地质

沂蒙缺水山区地下水赋存规律及找水定井范例

贾德旺,赵庆令

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:沂蒙山区是山东省重点贫困缺水地区,缺水区域分布较广,区内地质条件复杂,找水难度极大。通过综合分析区内气象水文、岩性特征、地质构造及地形地貌等地质因素,初步查明了不同地段含水层的结构和富水性;并结合水文地质调查、物探、钻探等综合勘探方法和手段,实施了探采结合孔8口,成功率100%,满足了区内约3万余人的饮用及300余亩土地灌溉用水需求,取得了良好的经济和社会效益。为我国北方严重缺水山区找寻地下水起到了宝贵的指导和示范作用。

关键词:找水定井;严重缺水;地下水赋存规律;沂蒙山区

中图分类号:P641.6

文献标识码:B

引文格式:贾德旺,赵庆令.沂蒙缺水山区地下水赋存规律及找水定井范例[J].山东国土资源,2016,32(5):55-63.

JIA Dewang, ZHAO Qingling. Occurrence Regularity of Groundwater Exploration and Drilling Well Location in Water Deficient Area in Yimeng Mountain Area[J]. Shandong Land and Resources, 2016,32(5):55-63.

0 引言

沂蒙山区是革命老区,为新中国的成立和祖国建设做出了巨大的贡献。由于区域自然环境恶劣,区内大面积分布泰山岩群变质岩及各类侵入岩,该类岩石裂隙不发育,赋水性极差,农村人畜生活、生产用水非常困难,个别地方居民几乎全靠水窖来维持生活^[1]。自20世纪80年代以来,伴随着一些乡镇企业的快速发展,对水资源的开采量逐渐加大,造成了地面河流趋于枯竭,地下水水位日渐下降,导致缺水山区面积剧增,并且加大了对地下饮用水的污染,细菌学、毒理学指标检出率越来越高,一些疾病发病率明显升高。沂蒙缺水地区居民饮水难的问题严重影响着人民群众的身体健康,制约着当地经济的发展。

近十几年来,国际社会和中央政府曾对沂蒙山区提供过无偿经济援助,重点是解决区内居民的吃水难问题,但由于缺少详细、可靠的水文地质资料,无法明确找水方向及准确定位施工水井的位置,工作实施效果并不理想,多数村镇居民的吃水难、用水

难题仍未得到解决。该文结合“2008年沂蒙缺水地区水文地质调查”、“2011年山东国土资源系统抗旱打井”工作,对沂蒙缺水山区水文地质特征进行了详细分析研究,并总结了找水定井实践经验,以供为相关区域的类似研究工作提供宝贵参考依据。

1 研究区背景特征

1.1 地理概况

研究区位于山东省中南部,行政区划隶属于临沂市、泰安市,范围主要包括沂水县、蒙阴县、沂南县和新泰市等县市的部分地区。面积约3 036 km²。该区域地处沂蒙山区低山丘陵区,地形以西北部望天陵为最高峰,海拔标高655 m,山间谷地内标高一般小于100 m。地貌形态为浅切割低山区、构造剥蚀低山丘陵区及岩溶低山丘陵区。区内分布大面积的变质岩、火成岩,该类岩石富水性差,碳酸盐岩岩溶裂隙发育不均匀,且地势较高,并多以崮的形式存在,地形地貌条件和地层岩性是造成沂蒙山区缺水的主要因素。

收稿日期:2015-07-15;修订日期:2015-08-05;编辑:曹丽丽

基金项目:沂蒙缺水地区水文地质调查项目(鲁国土资[2008]410号)

作者简介:贾德旺(1971—),男,山东临清人,高级工程师,主要从事水工环地质研究工作;E-mail:jiadewang123@163.com

1.2 气象水文概况

该区气候类型属暖温带半湿润大陆性季风气候,略受海洋性气候的影响。春季天气干燥,降水量小、蒸发量大;夏季天气炎热,降水集中;秋季温和凉爽;冬季寒冷干燥。区内多年(1956—2009年)平均气温13.9℃,平均降水量768 mm,平均蒸发量1 247 mm。区域水系属淮河流域,以蒙山山脉为中心,形成一辐射状水系,区内水系主要为沂河水系,包括沂河、东汶河;水库则以跋山、岸堤水库为主。由于降水时间过于集中,沂河、东汶河及其支流多属季节性河流,岩石渗水性不强,降水来不及渗漏补给地下水就顺地势流失,这也是造成沂蒙山区贫水的原因之一。

1.3 地质条件概况

区内出露地层较为齐全,发育的地层主要有新太古代泰山岩群、元古代震旦纪、古生代寒武纪、奥陶纪、石炭纪、二叠纪、中生代白垩纪、新生代古近纪及第四纪。沂蒙山区处于中朝准台地的东部,属鲁西中台隆。区内古生界盖层较为发育,大部分成倾角平缓的单斜构造复于基底岩石的边缘和北侧。由于燕山运动的影响,地台的复活,岩浆活动强烈,断裂发育,块状断裂使该区成为一个隆断区^[2-3]。区内构造断裂较发育,沂沐断裂带为全国有名的深大断裂带之一,断裂带总体走向为NE—SE向,断裂带以西各断裂走向呈NW—SE向展布的有韩旺断裂、金星头断裂、泰安断裂、新泰—垛庄断裂、马牧池断裂,近EW走向的为夏蔚断裂,断裂性质均属正断层^[4-5]。

2 沂蒙缺水山区水文地质特征

根据区内的地形地貌、岩性分布、含水岩组的富水性特征和地下水的补、径、排条件差异,同时参照山东省水文地质分区图,将整个调查区划分为5个水文地质区,即蒙阴—界牌水文地质区、岱崮—马牧池水文地质区、泉庄水文地质区、沂水单斜水文地质区及沂水—苏村水文地质区(图1),现分述如下:

2.1 蒙阴—界牌水文地质区(I区)

大部分位于新泰—垛庄断裂西南侧,面积约529 km²,地貌类型属剥蚀残丘丘陵和岩溶丘陵,分布的岩性主要为泰山岩群变质岩、寒武—奥陶纪灰岩、白云岩、白垩纪、古近纪的角砾岩、砂岩等。地下水以

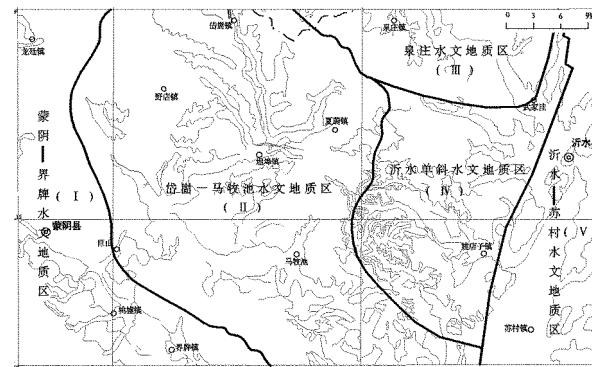


图1 研究区水文地质分区图

寒武—奥陶纪裂隙岩溶水为主,赋存于裂隙、岩溶中,蒙阴—界牌一带为区内主要富水地段,井(孔)单位涌水量一般大于100 m³/(d·m),地下水以大气降水入渗补给及侧向径流补给为主,岸堤水库北侧地下水由西北向东南径流,水库南侧由西界牌向西北径流,以人工开采、泉方式排泄。其他地层中的地下水赋存于岩石的风化裂隙中,储水空间小,降水多以坡流和洪流的形式向沟谷与岸堤水库汇集,入渗量小,富水性差,井(孔)单位涌水量一般小于10 m³/(d·m),水位埋藏浅,补、排条件为局部的就地入渗和就地渗出。

区内东部以地表分水岭为界,地层为泰山岩群,属隔水边界;南部受三山店断裂控制,为阻水边界;西部为泰山岩群变质岩及岩浆岩,属阻水边界,西北部为寒武—奥陶纪地层,为地下水补给边界。

2.2 岱崮—马牧池水文地质区(II区)

位于岱崮—马牧池一带,面积约1 284.76 km²,地貌类型属构造剥蚀低山丘陵,分布有大面积的寒武纪长清群灰岩、页岩、泥灰岩,三山子组白云质灰岩、泥灰岩及泰山岩群等。长清群灰岩裂隙、节理较发育,地下水主要赋存于其中,在山间谷地及山脚坡麓处富水性较好,井(孔)单位涌水量一般在50~200 m³/(d·m),在坡里西北部则达到了500 m³/(d·m)。三山子组白云岩裂隙岩溶较发育,但地层出露位置高,富水性一般,井(孔)单位涌水量一般小于100 m³/(d·m)。第四系孔隙水主要集中于夏蔚—坦埠、仲山—依汶一带,赋存于汶河河谷冲积地层中,上部多为1~2 m厚的粉质粘土,下为细砂及粗砂砾石层,地下水局部微具承压性,岸堤水库上游单位涌水量多在100~200 m³/(d·m),最大大于

$500 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。下游单位涌水量多在 $300 \sim 1000 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。地下水主要以大气降水入渗补给为主,地表水渗漏是另一补给途径,地下水整体由北向南径流,金星头断裂西侧向西南、南径流,排泄方式为径流排泄和人工开采排泄。

该水文地质区的西部为地表水、地下水分水岭统一的隔水边界;东部是由金星头断裂及地表分水岭形成的弱透水边界;北部地层为寒武-奥陶纪灰岩,为该水文地质区的补给边界,南部边界两侧地层均为寒武-奥陶系,地下水由北向南径流,属排泄边界。

2.3 泉庄水文地质区(Ⅲ区)

位于金星头断裂东侧、鄌郚-葛沟断裂西侧、崔家峪-武家洼地表分水岭北侧,面积约 255.58 km^2 ,地貌类型属构造剥蚀低山丘陵,分布的岩性在金星头断裂与韩旺断裂之间以寒武纪灰岩、页岩、泥灰岩为主,井(孔)单位涌水量一般在 $50 \sim 200 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$,而在泉庄乡附近,由于受金星头断裂影响,东盘相对上升,岩浆岩基底埋藏浅,区域水位以下含水层薄,富水性变差,一般井(孔)单位涌水量一般小于 $10 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。韩旺断裂东侧主要为太古代变质岩及火成岩,地下水赋存于岩石的风化裂隙中,贮存空间小,降水多以坡流形式向跋山水库汇集,入渗量较少,富水性差,井的单位涌水量一般小于 $10 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。地下水以大气降水入渗为主,多以泉的形式排泄。

西侧、南侧边界均为地表水与地下水一致的分水岭,东部边界、北侧东段地层岩性以泰山岩群变质岩及火成岩为主,三者均视为阻水边界,北侧西段为寒武纪灰岩,可视为透水边界。

2.4 沂水单斜水文地质区(Ⅳ区)

位于马牧池断块凸起单元的东部,面积约 504.48 km^2 ,地貌类型属构造剥蚀丘陵,山体顶部属浅切割低山,该区构造发育,地形复杂,岩性多样,分布有大面积的古生代长清群、九龙群碳酸盐岩层和泰山岩群变质岩和侵入岩,另外还有部分河流堆积物。长清群、九龙群地层在断裂构造以及侵入岩体的接触带附近分布有带状相对富水区,井孔单位涌水量在 $100 \sim 200 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 之间。沂河上游冲积地层含水层岩性为细砂及粗砂砾石层,地下水局部具承压性,单位涌水量多在 $500 \sim 1000 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$,

山间沟谷地段含水层岩性以粉质粘土、粉细砂、细砂砾层为主,富水性一般小于 $100 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。大气降水是区内地下水的主要补给源,地表水渗漏是另一补给途径,以人工开采、侧向径流排泄为主。

该水文地质区北侧、西侧以地表水、地下水分水岭为界,为弱透水边界;东侧边界为鄌郚-葛沟断裂,断裂两侧为寒武纪、奥陶纪地层,西南边界两侧均为碳酸盐岩地层,为透水边界。

2.5 沂水-苏村水文地质区(Ⅴ区)

位于鄌郚-葛沟断裂以东,面积约 404.18 km^2 ,地貌类型属山间谷地冲洪积平原,地层以第四纪为主,在沂水县城南侧、许家湖西南部出露小面积奥陶纪地层。奥陶纪灰岩、白云岩裂隙岩溶发育,但受断裂构造控制,地下水补给量小,富水性一般,井(孔)单位涌水量一般在 $100 \sim 200 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。沂河冲洪积含水层以中粗砂、砂砾石层组成,含水丰富,井(孔)单位涌水量一般在 $500 \sim 1000 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$ 。地下水主要以大气降水入渗补给为主,侧向径流补给、河流渗漏补给为辅,由东北向西南向径流,以人工开采、侧向径流为主要排泄方式。

该水文地质区的西、南两侧地层与区内一致,可视为透水边界;东侧以地表水、地下水分水岭为界;北侧边界地层为白垩纪,东、北两侧均为隔水边界。

3 找水定井实例分析

该次调查选取不同地段、不同地层岩性的缺水地区施工了8眼探采结合孔,孔位布设时均是在开展区域水文地质、专项水文地质调查的基础上,结合地形地貌、地层岩性、地质构造进行的,少部分钻孔则借助了物探方法。

3.1 蒙阴县高都镇洪沟村 T₁ 号孔

洪沟村处于低山丘陵区,周围无机井,居民用水基本靠地窖或泉水,缺水情况较为严重。村北侧有一条近 SE—NW 向的季节性河流,周边第四纪厚度较薄,地层以第四纪全新统冲积层为主,岩性主要为砂砾石、粗砂及粉质粘土等,厚度一般小于 10 m 。该村南侧由西向东出露的地层主要有青山组、马家沟群、三山子组、馒头组及泰山岩群(图2)。青山组为紫红色、褐黄色、灰绿色角砾岩、集块岩、凝灰岩夹少量辉石安山岩、粗面岩。三山子组以薄层、中厚层白云质灰岩和厚层含燧石结核的白云质灰岩为主。

奥陶纪马家沟群岩性以白云岩、泥灰岩为主。馒头组紫色钙质页岩、砂岩及薄板灰岩为主。从地表来

看,马家沟群地层裂隙岩溶发育,多呈溶槽状分布。

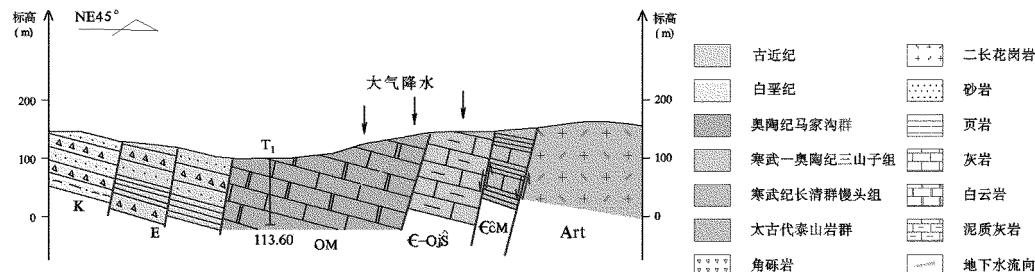


图2 洪沟村T₁号孔地质剖面示意图

受新泰断裂影响,周边次生小裂断较发育,控制着各种地层的展布,断裂呈SE—NW向,断距较小,近垂直向切割地层走向。

综上所述,由于断裂作用使含水地层与弱含水层直接接触,而该区分布有一定面积的马家沟群碳酸盐岩,故判定该区赋存碳酸盐岩类裂隙岩溶水。整体上,地下水接受大气降水补给后,地下水由东南向西北径流,至洪沟村冲沟低洼处形成富集。故在此布设了T₁号探采结合孔,0~10.2 m深度的钻探口径为Φ325 mm,10.2~15.0 m为Φ219 mm,15.0~113.6 m为Φ168 mm。该孔成井深度113.60 m,取水目的层为奥陶纪马家沟群灰岩,经钻探验证,孔深32.4~35.2 m,45.0~47.2 m裂隙岩溶较为发育,抽水试验水位降深5.28 m时,井孔涌水量约192 m³/d,

水化学类型属硫酸钙镁型,矿化度0.247 g/L,通过该次工作解决了周边约3200余人的饮用水问题。

3.2 沂水县夏蔚镇西山村T₂号孔

该孔位于西山村东南约150 m处,孔位周边被第四系覆盖,厚度小于20 m,该点西侧为一近SN向的冲沟,为汛期泄洪沟。沟内地层岩性为朱砂洞组砂岩、灰岩,地表出露基岩为馒头组的页岩、灰岩及薄板灰岩。地层总体倾向N、NE。据现场调查了解,位于西山村东南约500 m处有钻孔一眼,钻孔南侧出露地层为馒头组页岩、薄板灰岩,收集残余岩芯分析认为该地段存在EW向断裂的可能,该处汇水面积大,降水沿坡向顺冲沟向东南径流,降水补给地下水后,受南侧EW向断裂阻水作用,具备形成地下水富集的条件(图3)。

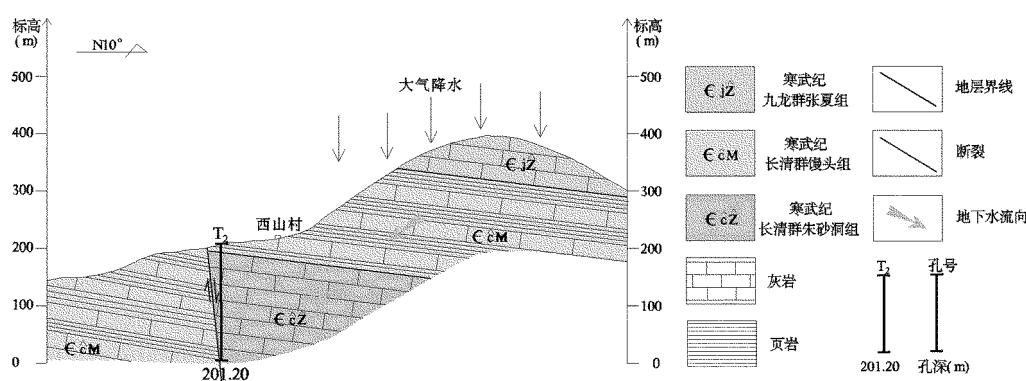


图3 西山村T₂号孔地质剖面示意图

该孔0~10.15 m深度的钻探口径为Φ377 mm,10.15~105.26 m为Φ273 mm,105.26~201.2 m为Φ219 mm。成井深度201.2 m,取水目的层位长清群朱砂洞组灰岩,含水层位74.20~77.05 m,182.35~187.54 m,据抽水试验结果,水位降深2.315 m时,井

孔涌水量达249.60 m³/d,满足周边约227亩农田的灌溉用水需求。

3.3 沂水县黄山铺镇龙山前村T₃号孔

该区新生代第四纪地层广泛分布,岩性以冲积相沉积粘土、砂质粘土为主,底部多分布残坡积碎

石、砂砾层。厚度一般在 6~18 m。

隐伏地层主要为古生代寒武纪长清群馒头组、震旦纪土门群,馒头组岩性以页岩、薄板状灰岩为特征。震旦纪土门群岩性以页岩、薄板灰岩为主。另据测区附近钻孔揭露,局部存在有花岗质岩浆岩的分布。区内断层构造发育以 NW 向、NNW 向为主(图 4)。沿北侧公路南侧钻孔出水量均较好,推测存在隐伏构造,地下水接受大气降水补给后,由南、西南向北、东北方向径流,受断裂阻隔具备形成地下水相对富集的条件。为了查明断裂的位置,寻找裂隙岩溶相对发育较好地段,借助物探工作进行了分析与论证。

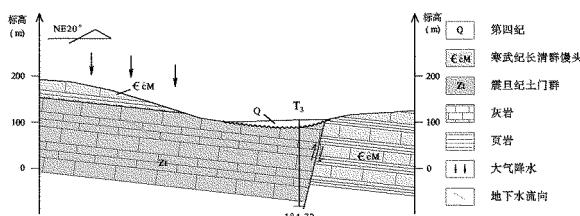


图 4 龙山前村 T3 号孔地质剖面示意图

该区资料的数据处理工作主要由 RES2DINV 软件完成,工作中为了尽量减小地表不均匀体及旁侧干扰等因素的影响,电极排列采用温纳装置(等间距对称四极剖面装置),测点点距(电极间距)5 m。A-A'测线由于场地条件所限,电极数为 90 个,最大隔离系数为 26。B-B'及 C-C'两测线为有效增大勘探深度,电极数为 120 个,最大隔离系数为 32。主要电极(测点)坐标以 GPS 定位,点位误差 ± 5 m。首先在实测数据预处理的基础上(如突变点剔除、数据圆滑及地形改正等),通过剖面二维叠代反演,绘制出电阻率成像剖面。

据 A-A'线反演剖面反映(图 5),拟合模型电阻率在测线方向上延续较好,同一深度变化较小,总体呈均匀分布。其中,近地表电性层(电阻率 11~26.5 $\Omega \cdot m$),基本代表了第四纪粘土、砂质粘土层,厚度一般在 8~12 m。随着深度的增加,电阻率逐渐增大,基本反映出寒武纪页岩、薄板状灰岩的分布。50 m 深度之下,剖面 225~310 m 处所显现的高阻异常,表现出寒武纪灰岩的存在或增厚。但两侧电性的缓慢变化,仅能说明所对应地层在水平方向上岩性的渐变。由 B-B'线反演剖面可见(图 6),浅部电性层(电阻率 13.6~35.4 $\Omega \cdot m$),同样反映为第四纪粘土、砂质粘土层,厚度由南向北逐渐增大。剖面

130~195 m 处(相对 1 号电极距离)所突出的高阻异常,由于其分布范围较小,且在相应深度电阻率值最高,更似岩浆岩类地层岩石的反映。其他地段电阻率值一般较低,且在测线方向上具较好的延续性,表现出寒武纪页岩、薄板状灰岩的分布及稳定。据 C-C'线反演剖面反映(图 7),近地表电性层(电阻率 9.75~57.2 $\Omega \cdot m$)之下,模型电阻率值在测线方向上变化较大,表现出所对应地层在水平方向上的不连续。剖面 0~260 m 处(相对 1 号电极距离)电阻率值相对较低,主要反映出寒武纪页岩、薄板状灰岩的分布。剖面 260 m 以北地段,深部高阻异常主要反映为寒武纪灰岩的电性特征。其中,剖面 365 m 附近,电性层呈“V”型低阻异常,且发育较深,呈陡立低阻脉状异常特征,推测为断层破碎带发育。

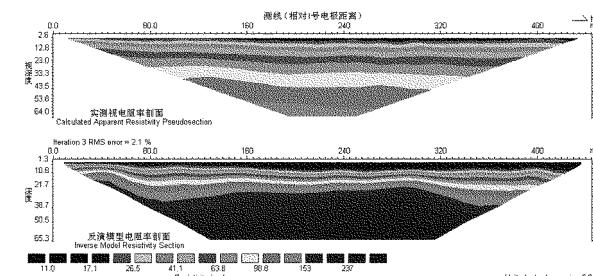


图 5 龙山前村 A-A'测线视电阻率剖面及反演模型电阻率剖面

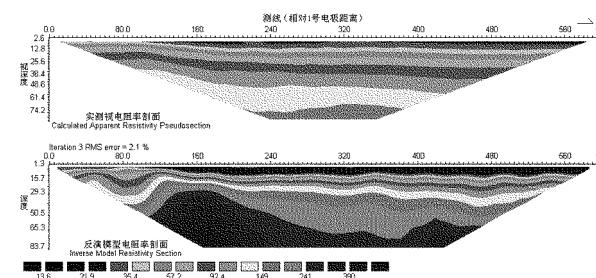


图 6 龙山前村 B-B'测线视电阻率剖面及反演模型电阻率剖面

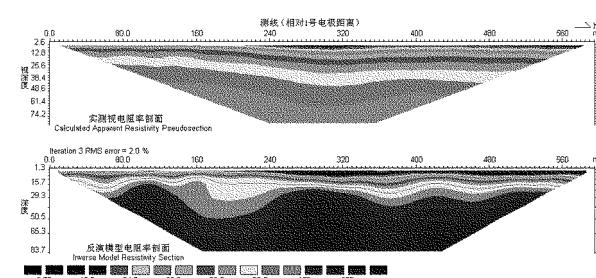


图 7 龙山前村 C-C'测线视电阻率剖面及反演模型电阻率剖面

该孔设计孔深200 m,钻至175 m时遇泰山岩群花岗岩,取水目的层为震旦纪土门群薄板灰岩,终孔深度184.72 m,0~17.05 m深度的钻探口径为Φ377 mm;17.05~179.82 m为Φ273 mm,179.82~184.72 m为Φ219 mm。经钻探验证,33.40~34.4 m,122.6~123.6 m,126.2~128.0 m,143.8~145.0 m裂隙发育,抽水试验水位降深39.328 m时,井孔涌水量约360 m³/d,水化学类型属硫酸钠镁型,通过该次工作解决了周边约6 000余人的饮用水问题。

3.4 沂水县南环路北东官庄村T₄号孔

东官庄村位于沂水县城南侧,西距沂河约2 km,河流长年有水,地表水渗漏对地下水具有一定的补给作用。第四系覆盖层较薄,岩性以粉质粘土、

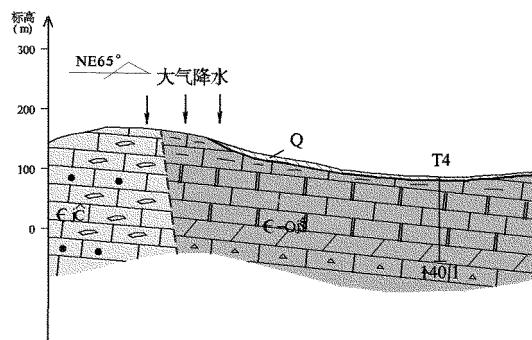


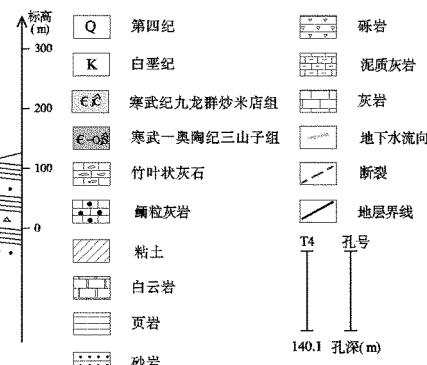
图8 东官庄村T₄号孔地质剖面示意图

综上所述,该区分布有一定面积的碳酸盐岩,而断裂构造使含水地层与弱含水层直接接触,起到了一定的阻水作用,故判定该区赋存碳酸盐岩类岩溶裂隙水。布设了T₄号探采结合孔,该孔成井深度140.10 m,0~4.5 m深度的钻探口径为Φ273 mm,4.5~140.0 m为Φ219 mm。取水目的层为三山子组白云质灰岩、炒米店组灰岩,经钻探验证,孔深48.9~52.6 m,61.4~65.0 m,85.4~88.5 m裂隙岩溶较为发育,抽水试验水位降深13.7 m时,井孔涌水量约276 m³/d,水化学类型属重碳酸钙镁型,矿化度0.962 g/L,可解决周边约4 600余人的饮用水问题。

3.5 沂水县院东头乡独路子村T₅号孔

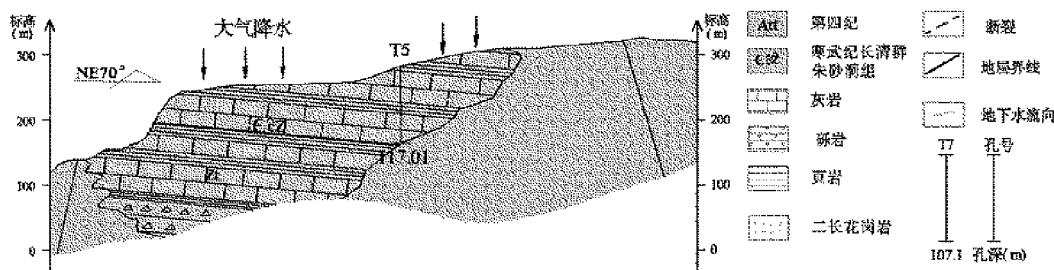
该地处于马牧池断块凸起单元内,地势较高,交通不便,仅有一条山路与外界联系,生活、生产用水非常短缺,一般以收集大气降水、小流量的泉水为主。地表为风化层,厚度小于2.0 m,出露地层为长清群朱砂洞组,地层岩性上部为浅灰色厚层灰岩、含

砂砾石为主,厚度一般小于5 m。该村西南约2.5 km出露基岩为三山子组白云质灰岩,地表见一定的裂隙岩溶发育。推测孔位下伏地层岩性为炒米店组灰岩、生物碎屑灰岩等。该地处于沂水-汤头断裂与鄌郚-葛沟断裂中间,断裂影响及次生小断裂较发育,周边地层变化较大。村庄东侧发育一条近SN向断裂,断裂东侧地层为白垩纪王氏组,上部为紫红色、黄绿色砂页岩夹砂岩、粉砂岩,中部为黄绿色、紫红色砂页岩夹泥灰岩及砂砾岩,下部为砂砾岩夹鲜红色、紫红色粉砂岩、砾岩(图8)。孔隙地下水由北向南径流,岩溶地下水受构造、地层岩性等控制,大致由南向北流动,于城区开采井附近集中排泄。



生物碎屑灰岩及泥质条带灰岩;中部为砖红色泥质粉砂岩、含砾细砂岩,下部为底砾岩,地层倾向NE。拟定孔位东侧有元古-太古代晚期二长花岗斑岩侵入(图9)。据区域地质资料分析及现场调查,该村东西两侧各发育一条近SN向断裂,断裂性质均为正断层,从而构成地垒。大气降水入渗地下后,大体由西南向东北方向径流,受侵入岩体阻挡,具备地下水相对富集的条件,因此确定了T₅号孔位。

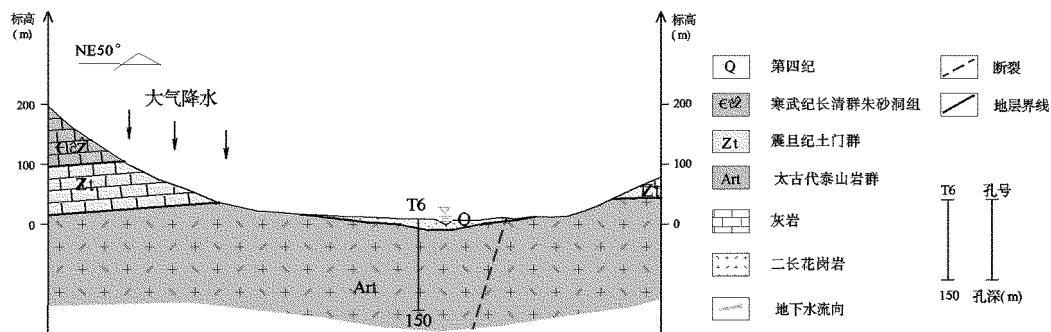
该孔成井深度117.01 m,0~3.0 m深度的钻探口径为Φ273 mm,3.0~65.0 m为Φ219 mm,65.0~117.01 m为Φ168 mm。取水目的层为馒头组灰岩、薄板灰岩,经钻探验证,钻至约18 m处钻孔漏水,17.96~20.13 m,55.72~56.68 m处裂隙发育,见有少量粘土充填,抽水试验水位降深20.56 m时,井孔涌水量约180 m³/d,水化学类型属重碳酸钙型,矿化度0.548 g/L,可解决全村3 000余人的饮水问题。

图9 独路子村T₅号孔地质剖面示意图

3.6 沂水县院东头乡前石门村T₆号孔

石门村位于独路子村南侧约3 km的山间谷地内,冲积物堆积厚度约10 m,西北部有石门水库,汛期泄洪河道由村北侧弯延经过,两侧山体出露地层为震旦纪土门群,岩性主要为黄绿色、灰紫色页岩夹薄层状或似层状泥灰岩、底砾岩、灰岩等,西南部山脚处见有小面积的片麻状中粗料黑云二长花岗岩。周边小断裂较为发育,近SN向展布,据实地调查,

南侧山体断裂两侧地层分别为馒头组及二长花岗岩,分析属阻水断裂(图10)。大气降水沿地形坡度向谷地内汇集后入渗地下,上游水库放水、渗漏也是地下水的一种补给方式。该孔位布设的依据为利用断裂的阻水作用,寻找利用断裂影响带内地下水,同时兼故河道拐弯处砂层沉积厚度较大,易于地下水的赋存。

图10 前石门村T₆号孔地质剖面示意图

该孔成井深度150.20 m,0~9.8 m深度的钻探口径为Φ325 mm;9.8~150.2 m为Φ219 mm。抽水试验水位降深21.09 m时,单井涌水量达到109.44 m³/d,水化学类型属重碳酸钙型,矿化度0.962 g/L,可满足100余亩农田的灌溉用水要求。

3.7 沂水县许家湖西邱村T₇号孔

西邱村位于沂河西侧约1.2 km,地势平坦,第四系大面积分布,厚度10~20 m不等。西侧发育近NE—SW向断裂,断裂西侧出露基岩为奥陶纪马家沟群灰岩、白云岩(图11)。地下水由北向南径流,补给方式为地下水的侧向径流、大气降水入渗、地表水渗漏及农田灌溉回渗补给。该孔位的布设主要是考虑到断裂的影响。

口径为Φ325 mm;19.2~107.9 m为Φ219 mm;179.82~184.72 m为Φ219 mm。钻孔揭露地层:0~15.7 m为第四纪粉质粘土及砾石,下部为砂页岩夹薄板灰岩。36.5~39.5 m,55.5~58.2 m处岩芯破碎,裂隙发育,见有小溶孔,抽水试验水位降深4.76 m时,井孔涌水量达192 m³/d,水化学类型属重碳酸钙镁型,矿化度0.852 g/L,完全可以满足约3 200余人的饮用需求。

3.8 沂南县依汶镇薄板台村T₈号孔

薄板台村南距依汶镇约3 km,处于两座山的沟谷地带,有利于地下水的汇集,谷地内冲沟较为发育,东汶河流经山体南侧,山体走向NE—SW向。出露地层主要为第四纪、寒武纪九龙群炒米店组、崮山组,冲沟内见有张夏灰岩露头,冲沟东侧第四纪岩

该孔成井深度107.9 m,0~19.2 m深度的钻探

性顶部为洪积砾石层,下部为冲洪积粘土及砂砾层,西侧岩性以冲积物、洪积为主的黄褐色砾石层及坡积物为主的黄色粉质粘土层。炒米店组:上部青灰色竹叶状灰岩与薄层泥质灰岩夹鲕粒灰岩,中部为青灰色中厚层竹叶状灰岩夹泥质灰岩及数层紫红色竹叶状灰岩,下部为深灰色薄层鲕状灰岩、薄层泥质

疙瘩状灰岩夹竹叶状灰岩。崮山组:浅灰色薄层泥质疙瘩状灰岩,薄—中厚层竹叶状灰岩、条带状白云质灰岩,青灰色灰岩夹生物碎屑灰岩,鲕状条带状灰岩,底部夹黄绿色页岩(图12)。经过村中南部发育一条近NW—E向断裂,断距较大,断层南侧地层为炒米店组,北侧为馒头组。

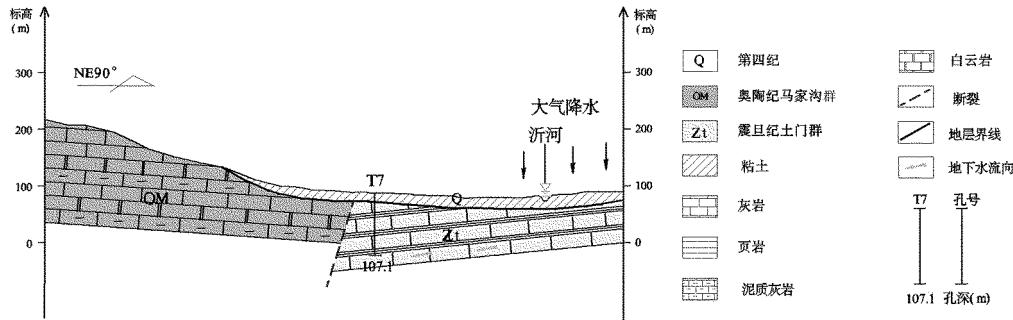


图11 许家湖村T₇号孔地质剖面示意图

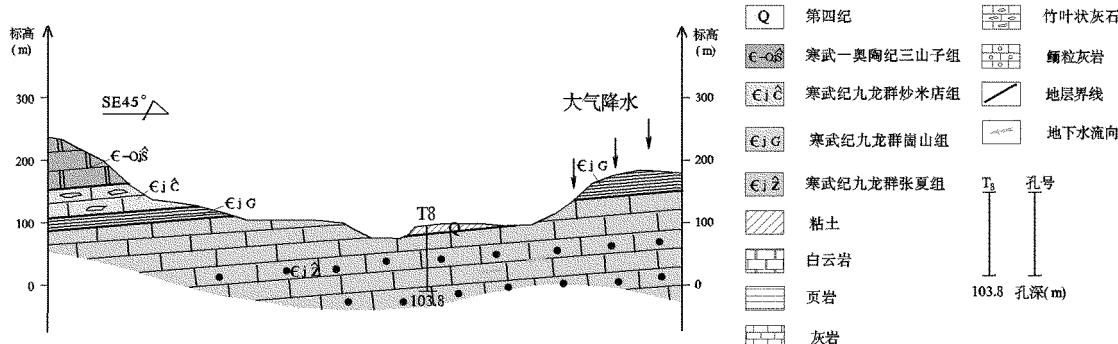


图12 薄板台村T₈号孔地质剖面示意图

冲沟内张夏灰岩裂隙、节理较发育,多呈NW—SE向,大气降水沿地形由两边向沟内汇集,通过节理、裂隙补给地下水,具备一定的富水条件,故在村南侧布设了T₈号孔。设计孔深100 m,实际成井深度103.8 m,0~6.04 m深度的钻探口径为Φ325 mm;6.04~103.8 m为Φ219 mm。取水目的层为张夏组灰岩,经钻探揭露,孔深9.5~11.5 m,47.5~50.5 m裂隙岩溶较为发育,抽水试验水位降深6.16 m时,井孔涌水量约600 m³/d,水化学类型属硫酸钙型,矿化度0.584 g/L,可以满足约10 000余人的饮水需求。

4 结语

在北方山区,控制地下水赋存的因素是多种多样的,其主要影响因素为地质构造、地层岩性、地形地貌、裂隙岩溶发育程度、充填情况等^[6-7]。地层岩

性决定了岩石的含水与不含水的本质,是控制地下水存在的基础。地质构造控制着地下水的运动和赋存条件,它可以沟通或者阻隔不同地层中地下水的水力联系,改变地下水的流向,使弱透水地层中能赋存较多的地下水。地形地貌是影响地下水补给及运动最主要的因素,与其他有关因素共同制约着地下水的补给面积、补给条件、运动方向及排泄地段^[8]。

在山区,沉积岩地层产状对下水赋存有着极大的影响,地下水多为沿层位由高向低处流动,一般情况下顺倾向山坡一面地形较平缓,逆倾向一面山坡较陡,顺倾向一面山坡往往地下水较丰富,而逆倾向山坡一面则不利于地下水的补给和储存。但若逆倾向山坡一面存在阻水断裂、岩层时则也可能会形成较好的储水条件。

在可溶性地层分布地段,岩石的易溶性及所处层位对地下水的富集有着一定的影响。常见的富水

性最好的可溶性岩石,多为溶蚀成蜂窝状的可溶性岩石,其化学成分并非都是较纯的石灰岩,主要因为这些岩石原始结构存在孔隙,化学成分且不均匀,地下水则易通过并溶蚀成蜂窝状,成为地下水良好的通道及储水空间,形成具有重要供水意义的含水层。如奥陶纪马家沟群泥质灰岩、泥灰岩及寒武纪长清群朱砂洞组灰岩,这种易溶蚀成蜂窝状的岩石在地表出露时,往往都可见到很多小孔洞^[9]。

在无断裂构造分布的地区,研究裂隙的发育规律是非常重要的,裂隙一般有成岩裂隙、构造裂隙及外动力影响下产生的裂隙。区内裂隙主要是构造和外动力作用下产生的裂隙。外动力产生的裂隙多发育在近地表浅部,岩溶裂隙则是由于地下水在可溶性岩石裂隙中流动,溶蚀岩石后改造了原来的裂隙而形成的,构造裂隙的发育总的来说是受区域构造体系所控制,在岩性不同的地段,所产生的裂隙的长度、宽度、密度和深度均有差异,即便是同一岩性,由于空间位置的不同及所处的同一构造的位置不同,裂隙发育程度亦不相同,从而造成了岩石富水程度的不一致。另外风化裂隙的深度一般小于50 m,与构造有关的裂隙和岩溶裂隙发育的深度一般小于400 m。

裂隙、断裂破碎带内充填物的存在对地下水的赋存影响也较大,一般多为泥质充填和化学充填,化学充填物多为方解石、石膏等,泥质充填物则以红色

粘土为主。该次施的沂水县夏蔚镇西山村T₂钻孔孔深201.2 m,在孔深74~77 m,182~187 m裂隙溶蚀强烈,但泥质、方解石充填较重,终孔后抽水试验涌水量为170 m³/d时,水位降深达32 m;后经盐酸洗井再次进行抽水试验,当水位降深为2.315 m时,涌水量已达到250 m³/d。

参考文献:

- [1] 韩晔,郑玉萍,祁晓凡,等.鲁南碳酸盐岩丘陵贫水区典型地下水赋存模式分析——以沂南、费县为例[J].南水北调与水利科技,2013,11(4):109~113.
- [2] 李洪奎,杨永波,耿科,等.山东大地构造相研究方法划分方案与基本特征[J].山东国土资源,2014,30(4):1~12.
- [3] 梁太涛,李洪奎,耿科,等.山东省沉积岩建造组合划分[J].山东国土资源,2014,30(5):1~8.
- [4] 郭瑞朋,王来明,田京祥,等.沂沭断裂带中段金矿特征及找矿方向研究[J].山东国土资源,2014,30(1):1~7.
- [5] 彭玉明.沂南县贫水山区找水定井技术研究[J].山东国土资源,2012,28(1):34~38.
- [6] 刘新号.基于蓄水构造类型的山区综合找水技术[J].水文地质工程地质,2011,38(6):8~12.
- [7] 白铭,李续续,张静,居马·吐尔逊.新疆三塘湖盆地地下水赋存控制因素分析[J].水文地质工程地质,2015,42(1):47~52.
- [8] 武选民,文冬光,张福存,等.我国西北人畜饮用缺水地区储水构造特征与工程范例[J].水文地质工程地质,2010,37(1):22~26.
- [9] 王祥永,王建,彭超,等.泰安市山丘区地下水找水方向[J].山东国土资源,2011,27(11):26~31.

Occurrence Regularity of Groundwater Exploration and Drilling Well Location in Water Deficient Area in Yimeng Mountain Area

JIA Dewang, ZHAO Qingling

(Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Yimeng mountain area is water deficient area in Shandong province. Due to its complicated geological conditions, water exploration is very difficult in this area. Through analyzing meteorology and hydrology, lithological characteristics, geological structure and landform, structures and water abundance of aquifer in different sections have been primarily identified. Combining with comprehensive exploration methods, such as hydrogeological survey, geophysical prospecting and drilling, eight exploration and extraction holes have been successfully drilled which could meet not only the drinking need of 30000 residents, but also meet the irrigation demand of 300 mu land. Great economic and social benefit have been achieved. It will provide successful experiences for instructing further exploration of water in water-deficient area.

Key words: Water exploration and drilling well location; Yimeng area; water deficient area