

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2020.04.014

大别山西南麓贫水山区富水规律及找水方向

刘振夏¹, 胡成¹, 许子东²

(1. 中国地质大学(武汉), 武汉 430074;

2. 湖北民族大学科技学院, 湖北 恩施 445000)

摘要: 大别山南麓、江汉平原北缘, 区内无大型河流分布, 地表水资源贫乏; 区内主要分布一套元古界变质岩系, 裂隙发育较差, 地下水资源贫乏。研究表明, 区内地下水主要为岩溶-孔洞裂隙水、变质岩风化-构造裂隙水、岩浆岩风化-构造裂隙水等三类地下水。在广泛分布的副变质岩区不宜开展大规模找水工作, 即使在构造密集区域, 受岩性影响, 也不利于地下水的大规模汇集; 局部分布的正变质岩区、岩溶区、岩浆岩区, 在生产生活需要的前提下, 可选择构造发育地区或岩溶发育地区开展局部找水工作, 寻找富水构造, 开采地下水资源。

关键词: 大别山西南麓; 地下水; 贫水区; 富水规律; 找水方向

中图分类号: P641.7 **文献标识码:** A

0 引言

大别山区是我国著名的红色革命老区, 也是我国14个特殊困难地区之一。研究区地处长江与淮河的分水岭一带, 是我国重要的生态功能区和长江中游地区重要的生态安全屏障。区内地表水资源相对较为贫乏, 同时, 区内地层以元古界变质岩为主, 受地下含水介质的影响, 地下水资源很缺乏^[1-2]。

研究发现, 地层岩性是地下水赋存的重要基础, 地质构造是控制地下水埋藏、分布和运移的主要因素^[3-5]。变质岩地区断层破碎带大多数被充填固结, 富水性较差, 但经后期构造作用和风化作用, 富水性能得到显著增强, 富水地下构造的寻找方向应为尚未胶结或经过再破坏的构造带、年代较新或活动的构造破碎带、多条构造交汇的破碎带等^[6-9]。

目前针对大别山西南麓(江汉平原北缘与大别山南麓地区)的地下水赋存规律研究较少, 但相比其

它变质岩山区开展的相关研究发现, 变质岩区的地下水赋存主要受地层岩性和构造控制。在构造发育区域, 存在较好的富水条件, 随着岩性的塑性增强, 泥质含量增加, 地层的富水性显著下降^[10-12]。本文将结合大别山西南麓地区找水实例, 探寻大别山变质岩贫水区富水规律及找水方向。

1 研究区地质概况

1.1 地形地貌

研究区地处大别—桐柏造山带南缘, 江汉平原东北方位, 地理坐标: E113°30′—114°15′、N31°20′—31°30′。包括府河河谷平原和澧水河谷平原、红层丘陵地区以及大别山西北余脉。府河及其主要支流澧水自北向南流经研究区。

1.2 地质构造

研究区内广泛分布元古界变质岩与侵入岩, 第四系松散堆积物、白垩系—古近系碎屑岩层出露于

收稿日期: 2020-08-20; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 中国地质调查局项目(编号: 121201009000172522、DD20160290)资助。

作者简介: 刘振夏(1994—), 男, 硕士研究生, 环境工程专业, 水文地质找水方法方向, 从事水文地质找水研究工作。通信地址: 湖北省武汉市洪山区鲁磨路388号, 中国地质大学(武汉)环境学院; 邮政编码: 430074; E-mail: 632511323@qq.com

通信作者: 胡成(1976—), 男, 副教授, 博士, 主要从事水文地质环境地质方面的教学与科研工作。通信地址: 湖北省武汉市洪山区鲁磨路388号, 中国地质大学(武汉)环境学院; 邮政编码: 430074; E-mail: hu_cheng@cug.edu.cn

澧水其支流两岸,出露范围小且相对分散。震旦系—寒武系地层仅在研究区东部及西南部少量出露。研究区内广泛分布各类构造现象,包括断层、韧性剪切带、糜棱岩带、挤压破碎带等,这些构造为研究区内的地下水富集提供了富集条件。

2 研究区水文地质条件

根据水文地质调查及水文地质钻探成果,依据地下水埋藏条件、含水介质类型,研究区内地下水可分为松散岩类孔隙水、碎屑岩孔隙-裂隙水、变质岩风化裂隙水、岩浆岩风化-构造裂隙水和岩溶孔隙-裂隙水。研究区水文地质简图如图1所示。

由于第四系、白垩系—古近系主要分布于府河与澧水两岸河谷地区,地表水网较密集,地表水较为充沛,地表水开采潜力大,因而不构成贫水现象,属于相对富水区。研究区内的变质岩、岩浆岩及少部分岩溶区,由于其地表水系匮乏,地下水受地层岩性影响,亦较为匮乏,因而属于贫水区。

2.1 岩溶孔隙-裂隙水

研究区岩溶孔隙-裂隙水分布于东部大别山余脉处,部分零星分布于研究区西部丘陵,主要地层包括震旦系灯影组($Z_2\epsilon_1d$)和震旦系陡山沱组(Z_1d)。西南丘陵岩溶区出露面积小,处于补给-径流带,水位埋藏深,岩溶发育程度较弱。东南大别山余脉岩溶区,出露面积较大,补径排条件完整,地表岩溶发育,且存在变质硅化现象,富水性较好。

2.2 变质岩风化-构造裂隙水

区内变质岩风化裂隙水分布最为广泛,主要地层包括武当群(QbW)和马吼岭岩群(ϵ_2OM),含水介质主要由片岩、变粒岩、千枚岩的风化裂隙带组成。研究区内变质岩地层中地表浅层的风化裂隙发育程度较高,随着深度增大岩体中裂隙减少且逐渐闭合,风化裂隙带厚度一般为10~30 m,为变质岩分布区地下水的主要赋存空间。地下水的开采形式主要为浅井,少部分以泉的形式排泄进入地表河流,主要为侵蚀下降泉,流量较小,地层整体的水量贫乏。

2.3 岩浆岩风化-构造裂隙水

岩浆岩风化-构造裂隙水的含水层由新元古代—志留纪岩浆岩地层组成,主要岩性为辉绿岩、石英二长岩、花岗岩,主要分布于府河东部低山-丘陵区,在研究区其它区域也偶有分布,分布较分散,出露面积较大。新元古界岩浆岩在低山区风化壳薄,发育少量裂隙,地形平缓和低洼处风化壳较厚,为地下水赋存及径流提供场所,地下水位一般为埋深1~5 m,局部排泄区受上覆第四系顶托表现出局部微承压的特点。

3 研究区找水实例

3.1 广水市长岭镇傅家湾地区

傅家湾地区存在长约6.5 km的桂花树湾-松林凹韧性剪切带(F_1),发育于武当群岩组(QbW)之中,南东切穿程家楼单元($Pt_3\nu\beta\mu$)。韧性剪切带中,片理极其发育,其中见较多石英脉侵入,呈透镜状。武当

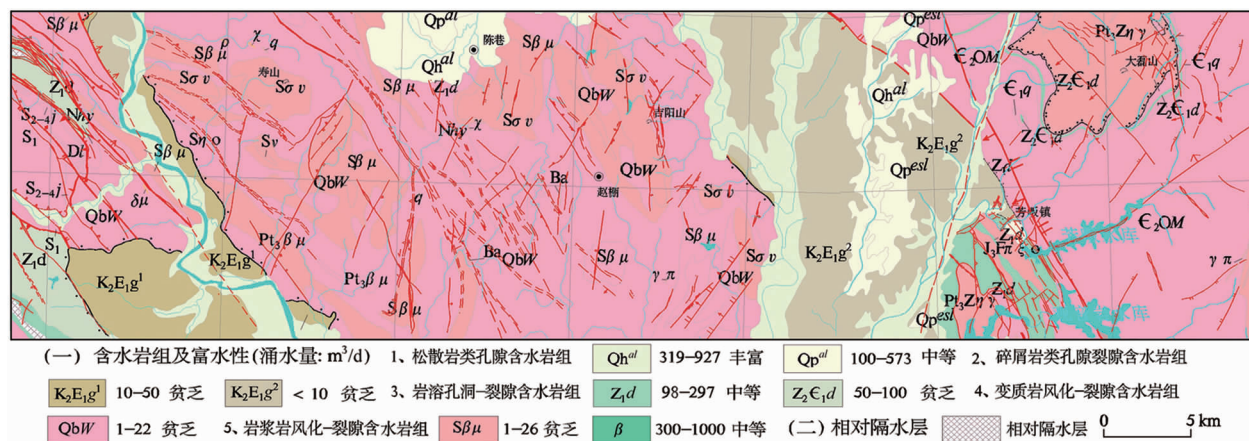


图1 研究区水文地质图

Fig.1 Hydrogeological map of the study area

群岩组(QbW)主要岩性为白云钠长片麻岩,根据地面露头,裂隙发育,但多为泥质填充。程家楼单元主要岩性为变辉长辉绿岩,根据野外地面露头,岩石内部片理化现象明显,裂隙发育,裂隙内无明显泥质填充现象。该构造存在一东一西两个潜在富水构造区。

其中东侧富水构造区还存在着可能联通桂花树湾-松林凹韧性剪切带(F1)与罗家沟-陈家独屋脆性断层(F2)的断裂。罗家沟-陈家独屋脆性断层(F2)发育于横山坡单元($S\eta o$)和大鹤山单元($S\beta\mu$),为二者的界线,其中横山坡单元岩性为石英二长岩,大鹤山单元岩性为变辉长辉绿岩;罗家沟-陈家独屋脆性断层(F2)附近构造裂隙发育,导水性较好。以该潜在富水构造区为目标找水靶区,依据构造的延展方位,NE-SW 向布置高密度电法测线(图 2)。

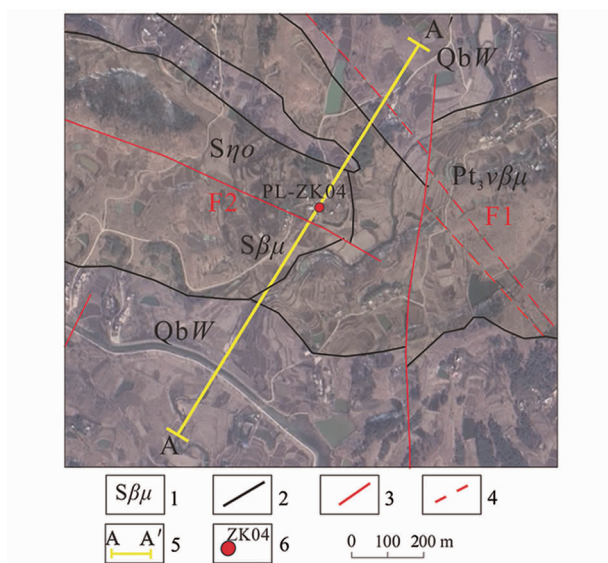


图 2 傅家湾地区高密度测线布置图

Fig. 2 The Fujiawan high density survey line layout map

1. 地层代号; 2. 地层界线; 3. 断层;
4. 韧性剪切带; 5. 物探线; 6 钻孔

该处高密度电法剖面如图 3 所示,根据物探推测在地表里程 550~630 m 附近存在有一凹陷,相对位置错动明显,推测其为断裂构造(F2),较破碎,弱含水。地表里程 950~1000 m 附近相对含水性较高,为弱含水;靠近田地附近有河流,且测点附近存在逆冲推覆剪切带构造(F1),较破碎,推测该位置补水来源为地表水或构造(裂隙)水。

根据物探技术方法解译结果,在剖面位置 692 m 处布设钻孔 PL-ZK04,钻孔深度 70.01 m。钻孔主要取水层位为 37.45~49.50 m、56.00~61.24 m 处的大鹤山单元、横山坡单元变辉长辉绿岩基岩层。经抽水试验,测得最大单井涌水量 162.52 m³/d,地层平均渗透系数 7.85×10^{-4} cm/s,属于中等富水性、中等透水地层。

在傅家湾地区找水达到预期目标,钻孔揭露穿过大鹤山单元、横山坡单元变辉长辉绿岩基岩层的罗家沟-陈家独屋剪切带(F2),该剪切带连通多个主要岩性为变辉长辉绿岩层,变辉长辉绿岩层中由于构造发育,岩石较坚硬,受力后产生脆性破裂,形成一定厚度的破碎带,胶结较差,裂隙不完全填充,形成了地下水流动通道与贮水空间,导致其富水性增强,同时,由于该构造的连通作用,使得多个地层内的地下水相互联系,构成区域富水地块。

3.2 安陆市李畈镇泉水凹地区

泉水凹地区主要地层岩性为青白口系武当群岩组(QbW)绢云钠长石英片岩,区内发育了四五咀剥离断层(F3)。根据地面露头,该地区绢云钠长石英片岩内裂隙发育,但多被泥质填充,断层构造带内岩石片理弯曲,局部破碎严重。该地表有泉出露,泉水流量变幅小,常年不干,推测地下水来源于断层补给。由于有泉水出露,推测此处为潜在富水地区,依据构造的延展方位,在此处布置一条 NE-SW 向高密度测线,以探测该潜在富水区的地质结构及地层富水条件(图 4)。

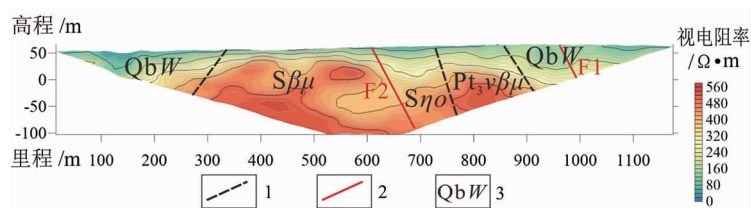


图 3 傅家湾地区高密度电法剖面图

Fig. 3 The Fujiawan high density electrical survey profile

1. 地层界线; 2. 构造; 3. 地层代号

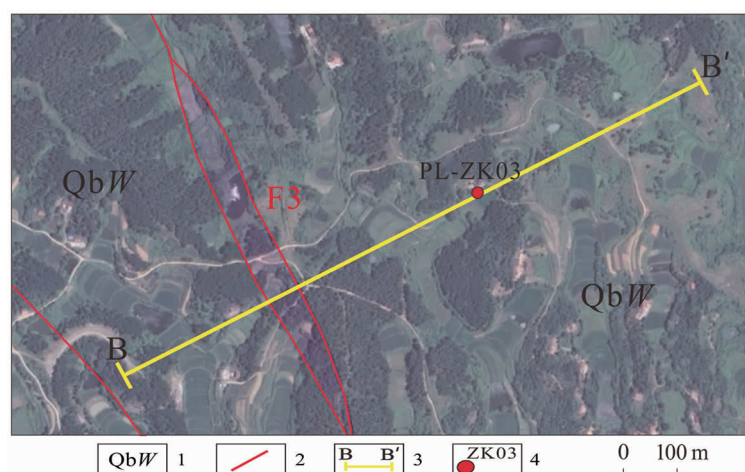


图 4 泉水凹地区高密度电法测线布置图

Fig. 4 The Quanshuiwa high density survey line layout map

1. 地层代号; 2. 断层; 3. 物探线; 4. 钻孔

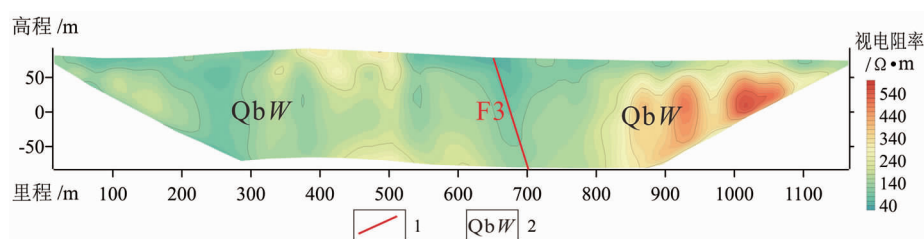


图 5 泉水凹地区高密度电法剖面图

Fig. 5 The Quanshuiwa high density survey profile

1. 构造; 2. 地层代号

该处高密度电法剖面如图 5 所示,在高密度电法剖面地表里程 540 m 附近地表有泉眼,且测点附近存在构造,推测该泉眼补水来源为地表水或构造(裂隙)水;地表里程 700 m 附近存在构造,且电法剖面上见明显“富水”特征,推测为含水。

根据物探技术方法解译结果,在剖面位置 700 m 处布设钻孔 PL-ZK03,钻孔深度 70.67 m。通过钻孔取芯在 15.3~40.6 m 岩芯矿化明显,存在大量黄色矿物结晶颗粒,通过后期取样(19 m 处)薄片鉴定可见褐铁矿,岩矿鉴定总褐铁矿含量 8.31%。钻孔主要取水层位为 24.0~40.84 m,此段岩性为绢云钠长石英片岩。此钻孔经抽水试验,测得最大单井涌水量 1.30 m³/d,地层平均渗透系数 8.56 × 10⁻⁶ cm/s,属于贫乏富水性、微透水地层。

在泉水凹地区找水未达到预期效果,钻孔虽然揭露到目标构造带,但构造带内由于后期成矿作用,褐铁矿富集,因而在地球物理勘测的电阻率剖面上呈现类似于“含水”低阻的特性,但这种低阻特性并不是由地下水富集造成的,而是由于富含金属矿而

导致的低阻特征。青白口系武当群岩组绢云钠长石英片岩由于岩石稍软,内部裂隙以岩层内部压性裂隙为主,呈闭合或者填充状态,故其含水性较差。

3.3 大悟县芳畈镇红卫村地区

芳畈镇红卫村地区主要分布中生代晚侏罗纪芳畈侵入体,该侵入体(J₃Fπξo)主要岩性为斑状石英正长岩。由于其位于小河-芳畈动力变质带内,岩石普遍遭受了糜棱岩化作用,硅化作用也较明显,岩石呈脆性。该地区尚发育芳畈断层群(F4),多条断裂相互交叉连接,依据构造的延展方位,布置了一条 SE 向的音频大地电磁测线,用来探测该区潜在富水区的地质结构及地层富水条件(图 6)。

该处所测音频大地电磁法剖面图如图 7 所示,在深度 200 m 以下,测线皆为高阻区域,推测高阻为乔电片岩大理岩组(Є₁q)变质岩区域,浅部 50~200 m 低阻区,推测为芳畈岩体分布区;在地表里程 0~650 m 处,地表浅层为风化层,受测线东部高地处的水池影响,风化层中含水率较高,导致其电阻率较低。整条测线上有两处明显超低阻异常区。其

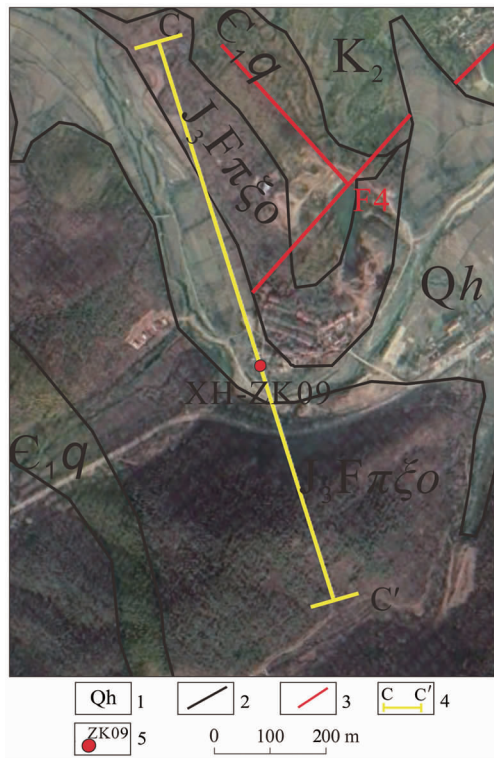


图 6 芳畈地区音频大地电磁法测线布置图

Fig. 6 Layout of acoustic magnetometric lines in Fangfan area

1. 地层代号; 2. 地层界线; 3. 断层; 4. 物探线; 5. 钻孔

中,在 575 m 处发育一深部低阻体,该低阻体位置与压扭性断裂位置相符合,推测该低阻体为压扭性断裂含水后所呈现的低阻现象,该压扭性断裂为主控含水构造。

根据物探技术方法解译结果,在剖面位置 575 m 处布置钻孔 XH-ZK09,钻孔深度 63.70 m。钻

孔主要取水层位为 3.20~63.70 m 芳畈侵入体斑状石英正长岩。此钻孔经抽水试验,测得最大单井涌水量 804.73 m³/d,地层平均渗透系数 1.58×10^{-3} cm/s,属于极丰富水性、中等透水地层。

在红卫村地区找水达到预期目标,钻孔揭露压扭性断裂,该压扭性断裂与多条断裂相连,而这些断裂连通穿过芳畈岩体的多条背斜褶皱。芳畈岩体岩性呈脆性,内部构造发育,裂隙多为张开性裂隙,形成了较好的贮水空间;多条断裂相连,形成导水通道,使大范围内的贮水空间相连,构成大面积的汇水区域,从而构成富水地块。

4 找水方向综合分析

研究区内岩性、构造复杂,通过 3 例不同岩性地区典型找水成功与失败的实例,并结合研究区内其它 15 口钻孔富水性与实际水文地质情况(表 1),对大别山南麓贫水山区的找水方向得出以下分析。

(1) 岩浆岩区

研究区内岩浆岩以侵入岩为主,主要岩性包含辉绿岩、正长岩、花岗岩等。通过钻孔 WJD-ZK01、WJD-ZK06、WJD-ZK07、WJD-ZK09、XH-ZK09 及水文地质条件分析得出岩浆岩地区找水方向:

对于构造不发育的岩浆岩地区,地下水的赋存多以风化裂隙水的形式存在。这种区域往往半风化层富水性最好,全风化层及新鲜基岩的富水性较差,该区域不适合作为找水方向。

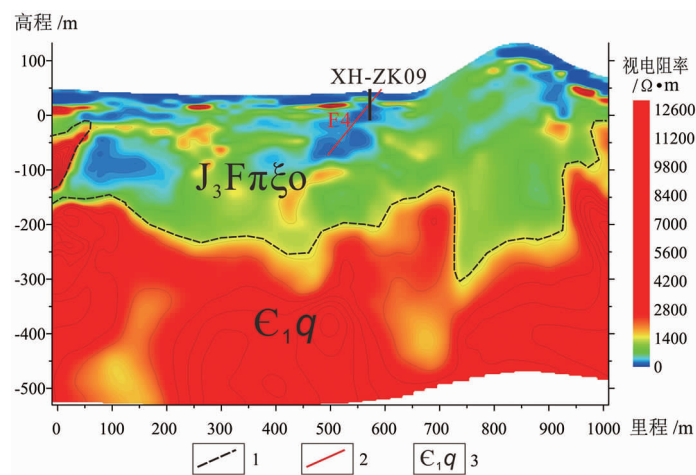


图 7 芳畈地区音频大地电磁法剖面图

Fig. 7 Profile of acoustic magnetotellite in Fangfan area

1. 地层界线; 2. 构造; 3. 地层代号

表 1 研究区找水钻孔富水性情况

Table 1 Situation of water concentration hit by drilling in the study area

编号	岩性	构造情况	富水性	编号	岩性	构造情况	富水性
PL-ZK05	薄层状灰岩	不发育	贫乏	WJDZK05	片岩	极其发育	贫乏
PL-ZK03	绢云石英片岩	不发育	贫乏	WJDZK06	辉绿岩	不发育	贫乏
PL-ZK09	绢云石英片岩	发育	贫乏	WJDZK07	辉绿岩	不发育	贫乏
PL-ZK04	变辉长辉绿岩	发育	丰富	WJDZK09	辉绿岩	不发育	贫乏
PL-ZK01	变辉长辉绿岩	发育	中等	XH-ZK09	石英正长岩	发育	丰富
PL-ZK10	变辉长辉绿岩	不发育	贫乏	XH-ZK06	大理岩	发育	中等
PL-ZK11	变辉长辉绿岩	不发育	贫乏	XH-ZK07	大理岩	发育	中等
WJDZK01	辉绿岩	发育	中等	XH-ZK10	片麻岩	不发育	贫乏
WJDZK04	片岩	发育	贫乏	XH-ZK05	片麻岩	发育	贫乏

对于构造发育的岩浆岩地区,地下水的赋存多以构造裂隙水的形式存在,由于构造裂隙(如各类张扭性断裂)的发育,使得这些区域具备一定的补给面积、导水通道和储水空间等 3 个地下水富集的基本条件,钻孔揭露相应富水构造,即可大量出水,该区域适合作为主要找水方向。

(2)岩溶区

研究区内岩溶区以大理岩、灰岩为主。通过对钻孔 PL-ZK05、XH-ZK06、XH-ZK07 及水文地质条件综合分析发现,岩溶区的变质现象对地下水的富集无明显影响作用,研究区内地表岩溶现象发育的区域,地层内部溶蚀作用明显,适合作为找水方向。地表岩溶不发育的岩溶区,不宜作为找水方向。

(3)变质岩区

研究区内的变质岩有正变质岩和副变质岩两类,其中正变质岩以变辉长辉绿岩为主要代表,副变质岩以片岩和片麻岩为主要代表。

通过对钻孔 PL-ZK03、PL-ZK09、WJD-ZK04、WJD-ZK05、XH-ZK05、XH-ZK10 及水文地质条件分析研究发现,副变质岩地区地下水的赋存多以风化裂隙水的形式存在,即使构造发育地区,由于地层岩性往往呈塑性,裂隙发育也多为闭合或填充状态,地下水流通道闭塞,富水性较差,不宜作为找水目标。

通过对钻孔 PL-ZK01、PL-ZK04、PL-ZK10、PL-ZK11 及水文地质条件分析研究发现,正变质岩区,由于该类岩石由岩浆岩变质而来,其富水类型与岩浆岩区类似,构造发育地区为富水区,适合作为主要找水目标。

5 结语

(1)大别山西南麓广泛分布的副变质岩区不宜

开展大规模找水工作,即使在构造密集区域,受岩性影响,也不利于地下水的大规模汇集,对于该区域的水资源开发,建议以修建水库拦截地表水为主,同时结合浅井开采风化裂隙水进行分散式开采地下水。

(2)大别山西南麓局部分布的正变质岩区、岩溶区、岩浆岩区,在生产生活需要的前提下,可选择构造发育地区或岩溶发育地区开展局部找水工作,寻找富水构造,开采地下水资源。

参考文献:

[1] 李智民,刘云彪,赵德君,等.鄂北严重缺水地区地下水富集模式与找水实践[J].资源环境与工程,2014,28(6):899-903.

[2] 刘清泉,柳玉虎,李永峰,等.大别山北麓斑岩型钼矿床成矿地质条件及矿床成因[J].地质找矿论丛,2013,28(1):27-33.

[3] 许广明,张燕君.西北地区大型内陆盆地地下水系统演化特征分析[J].自然资源学报,2004(6):701-706.

[4] 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.

[5] 刘光亚.基岩蓄水构造的理论与实践[J].河北地质学院学报,1981(4):50-56+28.

[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(6):13-17.

[7] 邓启军,李伟,朱庆俊,等.保定西部山区缺水构造裂隙水找水实例解析——以唐县史家佐村地下水勘查为例[J].地下水,2013(1):81-83.

[8] 刘伟朋,孟顺祥,龚冀丛,等.阜平岩群基岩裂隙水的赋存规律与找水方向[J].中国矿业,2018,27(10):174-179.

[9] 徐庆华.黑龙江争光金矿水文地质特征浅析[J].地质找矿论丛,2014,29(2):299-304.

[10] 卞学军,王宇驰,梁晓艳.鄂北丘陵山区变质岩—岩浆岩区地下水富集规律与供水模式研究[J].资源环境与工程,2018,32(1):78-83.

[11] 鲍志言,张恒,吕建祥.云南保山地区的水文地质条件及找水[J].四川地质学报,2012,32(1):87-91.

[12] 王志奇,关铁琴,卢荣茂.贺兰山(南段)西麓水文地质特征及找水前景[J].地球学报,2002,23(B03):21-24.

The concentration law of water and the water prospecting direction in the water-depletion mountainous areas at the southwest piedmont of Dabie Mountains

LIU Zhenxia¹, HU Cheng¹, XU Zidong²

(1. *China University of Geoscience(Wuhan)*, Wuhan 430074, China

2. *Science and Technology College of Hunbei Minzu University*,

Enshi 445000, Hunbei, China)

Abstract: The southwest piedmont area of Dabieshan mountains is located at the north margin of Jianghan plain. No large rivers flow and the surface water is depleted in the area. A sequence of Proterozoic metamorphic rock occurs here with less developed cracks thus underground water also depleted. Karst-cavern fissure water, metamorphic rock weathering-structural fissure water are the three main types of underground water. The wide spread parametamorphic rock areas, even at the area with dense structure are not suitable for large-scale water exploration because the lithology is not conducive to large-scale groundwater collection. According to the production and living needs local water prospecting can be preferentially carried out at areas where structure or karst are developed to search for the water-concentrated structure and exploit the water resources.

Key Words: the southwest piedmont of Dabie Mountain; underground water; the water-depleted area; water-concentration law; water-prospecting direction