

doi: 10.11720/wtyht.2019.2134

黄国民,李世平,陶毅,等.广西碎屑岩地区电法找水实例[J].物探与化探,2019,43(1):77-83.http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.2134

Huang G M, Li S P, Tao Y, et al. A case study of water prospecting by electrical method in clastic rock area of Guangxi[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2019, 43(1): 77-83. http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.2134

广西碎屑岩地区电法找水实例

黄国民,李世平,陶毅,杨承丰,曾庆仕

(广西壮族自治区地质调查院,广西南宁 530023)

摘要: 据统计,“十二五”期间,广西抗旱找水成井 1 747 口,电法在岩溶地区找水成功率为 75%,在碎屑岩地区为 10%,两者成井率相差较大。碎屑岩地区与岩溶地区地层岩性、水文地质条件明显不同,是电法找水效果差异大的主要内因。碎屑岩地区地层岩性主要以泥类岩、砂类岩和砾岩为主,其中泥类岩、砂类岩中的粉砂岩、细砂岩地层含水条件差,该类岩层属低阻岩层,是电法找水干扰层,不是目标层;砂类岩中的粗砂岩和砾岩层属硬脆性岩层,在应力作用下易形成裂隙含水,该类岩层属中高阻岩层,是电法找水主要目标层;此外,碎屑岩地区岩相显著变化的层面上层理裂隙较发育,富含地下水,也是电法找水的主要目标。通过实例分析,总结碎屑岩地区电法找水经验,供今后碎屑岩地区电法找水提供参考。

关键词: 碎屑岩地区;电法;地下水勘查

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2019)01-0077-07

0 引言

“十二五”期间,为解决严重缺水地区受灾群众饮用水问题,广西投入财政资金开展了《广西“十二五”农村饮水安全找水打井》项目,找水成井累计 1 747 口,共为 125.97 万受灾群众找到地下水源。据参与该项目的村屯统计,找到水源的村屯中,岩溶地区占 80% 左右,碎屑岩地区占 20% 左右;电法在岩溶地区找水成井率高达 75%,碎屑岩地区仅为 10%,两者相差大^[8-9]。碎屑岩在广西分布广,碎屑岩地区地层贫水,找水难度大,成为广西地质工作者找水禁区。如何解决碎屑岩地区受灾群众饮水安全问题,成为地质工作者面临的重要课题。

广西壮族自治区地质调查院参与了“十二五”找水工作及广西多个流域 1:5 万水文地质及环境地质调查工作,利用电法成功地部分碎屑岩地区村屯找到了地下水源。由于碎屑岩地区地层岩性主要是泥类岩和砂类岩,这类岩层与岩溶地区灰岩地层

完全不同,其水文地质条件也完全不同。通过分析在碎屑岩地区利用电法找水成功与失败实例,探讨并总结了广西碎屑岩地区电法找水工作经验,为今后广西碎屑岩地区电法找水工作提供参考。

1 碎屑岩地区水文地质特征

按地层岩性分类,碎屑岩地区主要分为泥类岩和砂类岩,两者水文地质特征不同。

1.1 泥类岩地层水文地质特征

泥类岩主要是泥岩、页岩、砂质泥岩等,其矿物颗粒小,孔隙小,孔隙水为结合水,属饱和水^[1-3]。另外,该类地层裂隙多数闭合,无存贮地下水空间,含水极少。因此,该类地层属天然隔水层,雨水难以入渗补给地下水,造成此类碎屑岩地层分布区地下水极度贫乏,不具备找水地质条件。

1.2 砂类岩地层水文地质特征

砂类岩主要为砾岩、粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥质砂岩。该类地层含水量主要取决于孔隙

收稿日期:2017-03-27;修回日期:2018-10-18

基金项目:广西壮族自治区地质调查院项目“广西左江流域 1:5 万水文地质环境地质调查”(DD20160301-01);广西国土资源厅项目“广西‘十二五’农村饮水安全工程找水打井”(桂国土资发[2013]262 号)

作者简介:黄国民(1974-),男,物探高级工程师,2000 年 6 月获中南大学应用地球物理专业学士学位,从事矿产勘查、水文地质勘查、油气等地球物理勘查工作。Email:10017382@qq.com

通讯作者:李世平(1985-),男,物探工程师,从事矿产、水文地质、地热等地球物理勘查工作。

大小、裂隙是否发育及孔隙裂隙中的胶结、填充情况^[1]。孔隙大、裂隙发育,且孔隙裂隙胶结和充填差,则透水性越好,含水空间越大,地下水也越多,反之亦然^[1-3]。砾岩、粗砂岩、中砂岩矿物颗粒较大,孔隙较大,且属硬脆性岩层,在构造应力作用下,裂隙较发育,不易胶结和充填,孔隙裂隙空间较大,能汇集一定量的地下水;细砂岩、粉砂岩、泥质砂岩矿物颗粒较小,孔隙较小,且属韧性岩层,构造应力作用下裂隙也不发育,且孔隙裂隙易被充填,含水空间小,给出地下水极少。因此,砂类岩中粗砂岩、中砂岩、砾岩具备找水地质条件,而细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩不具备找水条件。

1.3 碎屑岩地区含水主要类型

碎屑岩地区地层主要含水类型有两种:裂隙含水和层理含水。

因地层岩石坚硬程度和脆性程度不同,裂隙发育有所不同。越是坚硬的岩石,裂隙发育得越好,含水量较大,如砾岩、粗砂岩、中砂岩地层。裂隙主要分为成岩裂隙、构造裂隙和风化裂隙三种。成岩裂隙是成岩过程中固结干缩而产生的,大多数为闭合裂隙,连通性差、导水性差,含水较少;构造裂隙是砂类岩石在构造运动中受力而产生的裂隙^[1-3]。构造裂隙发育的好坏和区域地质构造运动有关。地质年代早,成岩时间长,遭受地质构造运动多,构造裂隙发育越好,含水量较大;地质年代晚、遭受的地质构造运动相对少,构造裂隙发育差,含水量较少^[1-2]。风化裂隙是在风化应力作用下产生的,是在成岩裂隙和构造裂隙的基础上进一步发育形成的,厚度从地表向下十多米至几十米,未风化的母岩构成了隔水层。

碎屑岩地层具有层理构造,层理面上裂隙比较发育,特别是在岩相显著变化的层面上,例如泥岩和砂岩的接触层面上,裂隙较发育^[2]。如果上部是砂岩,下部是泥岩,砂岩底部的层理面裂隙通过砂岩的孔隙、裂隙和砂岩顶部裂隙相连通,构成含水系统。层理面延伸很远,又起到导水的作用,使含水系统能接受补给又能进行排泄,故层理裂隙能提供地下水源。

总之,碎屑岩地区泥类岩石地层不具备找水地质条件,属天然隔水层;硬脆性砾岩、粗砂岩、中砂岩地层中构造裂隙发育,含有地下水,具备找水地质条件;另外,碎屑岩中岩相显著变化的层面上层理裂隙较发育,也含有地下水,具备找水地质条件。因此,构造裂隙和层理裂隙是碎屑岩地区地下水主要运移和富集的空间,其发育和充填程度决定碎屑岩地区

水含量。构造裂隙及岩相显著变化层面上发育的层理裂隙,是碎屑岩地区电法找水主要目标。

2 碎屑岩地区地球物理特征

分析表 1 的数据可以看出:泥岩、粉砂质泥岩属极低阻特征,粉砂岩、细砂岩等砂类岩属低阻特征,粗砂岩和砾岩等硬脆性砂类岩属中阻特征,含水裂隙电阻率属低阻特征。

表 1 岩石电性参数测井统计

Table 1 Rock electrical parameter statistics

地层	岩性或地质体	$\rho_s/(\Omega \cdot m)$		数据来源
		范围	平均值	
第四系	黏土	10~100	60	实测
	泥岩	10~20	15	
碎屑岩	粉砂岩、细砂岩	10~100	50	测井统计
	中砂岩	100~250	120	
	粗砂岩	100~450	280	
	砾岩	100~410	250	
碎屑岩	充水充泥裂隙	80~200	60~120	测井统计

注:据《广西“十二五”农村饮水安全找水打井物探成果报告》和《左江流域天西幅 1:5 万水文地质环境地质调查物探成果报告》测井数据

粗砂岩或砾岩地层中,含水孔隙裂隙与完整粗砂或砾岩围岩之间存在 1~2 倍电性差异,具备电法找水物理前提;粉砂岩、细砂岩地层中,含少量地下水或被充填的孔隙裂隙与完整粉砂岩、细砂岩之间无电性差异或差异不明显,不具备电法找水的物理前提;泥类岩地层与砂类岩地层、砂类岩与灰岩地层等岩相显著变化,它们之间存在电性差异,具备电法找水物理前提。

3 方法技术及数据处理

3.1 找水依据

碎屑岩地区泥岩类地层属天然隔水层,基本不含水。砂类岩中的粉砂岩、细砂岩地层含水量少,它们均属极低-低阻特征,不是电法找水目标层。粗砂岩和砾岩地层裂隙发育带和岩相显著变化区的层理裂隙发育带是碎屑岩地区主要含水空间,是电法找水主要目标。根据碎屑岩地区地层岩性水文地质特征和地球物理特征,粗砂岩层和砾岩层中构造应力集中的部位或层理面部位是裂隙发育集中部位,这些部位有较多存贮地下水裂隙空间,在地表降水入渗补给充足条件下,能存贮较多地下水源;同时,含水裂隙带与完整粗砂岩或砾岩层存在电性差异,电法找水依据较好。

碎屑岩地区找水的常用电法主要有:高密度电

阻率法、视电阻率联合剖面法、音频大地电磁测深法等。据我们经验,高密度电阻率法和视电阻率联合剖面法在地势较平坦且地下水埋藏较浅(小于 100 m 左右)找水效果较理想;而音频大地电磁测深在地下水埋藏较深(50 m~500 m 左右)且电磁干扰较小的地方找水效果较佳,对地形要求较低。

3.2 找水思路

碎屑岩地区总体找水方案为:电法找到高阻带或高低阻过渡带→电法在高阻带中找局部低阻的含水裂隙带或找到高低阻过渡带,靠近高阻一侧中找到层理发育带→实现间接找水。

通过地面调查,重点分析碎屑岩地区地层岩性及构造裂隙分布,初步确定主攻地下水类型及硬脆性粗砂岩、砾岩分布范围和不同岩性显著变化范围。利用两者之间电性存在差异进行电法测量,圈出粗砂岩、砾岩地层及不同岩相显著变化区空间分布特征;然后在中高阻的粗砂或砾岩地层中找到相对低阻的裂隙发育位置或从高阻到低阻过渡带找到岩相显著变化的层理发育带,最终找到含水裂隙带或含水层理裂隙带,实现在碎屑岩地区找水目标。

3.3 电法找水方法技术

广西碎屑岩地区电法找水方法较多,主要有高密度电阻率法、视电阻率联合剖面法、音频大地电磁测深法等。

3.3.1 高密度电阻率法

在测线上同时布置多个电极,通过电极转换装置,组合成指定的电极装置,进而实现多电极距在观测剖面的多个测点上的视电阻率观测,具有电阻率剖面法和电阻率测深法双重性质,通过查明含水构造、裂隙等空间分布来实现找水之目的^[4-6]。由于其勘探深度有限,主要在地势较平坦且地下水埋藏深度在 100 m 以内的地区开展含水构造、裂隙等勘查。野外垂直目标体布设精测剖面,主要用于探测含水构造、含水裂隙、含水地层,测量点距一般为 5~10 m,以施伦贝谢、对称四极测深装置测量为主。

3.3.2 视电阻率联合剖面法

联合剖面法由两个三极装置联合组成,电源负极置于无穷远(或 C 极),电源正极分接在 A 或 B 极,电极 AMN 或 MNB 分别排列在一条线上进行视电阻率的观测,该方法是寻找和追索良导电陡立地质体的最有效方法。另外,该方法在寻找等轴状地质体和划分岩石分界面等方面也有明显效果。联合剖面法的勘探深度有限,主要在地势较平坦且地下水埋藏深度在 100 m 以内地区针对陡立含水构造、裂隙及高阻陡状地质体进行勘查。野外垂直含水构

造、裂隙、地层布设精测剖面,点距一般为 5~10 m。

3.3.3 音频大地电磁测深法

音频大地电磁测深(AMT)基于电磁感应原理,在地面测量相互正交的音频范围电场和磁场分量(0.1 Hz~50 kHz),计算视电阻率和阻抗相位,研究地下电阻率的电磁法,其测量参数是电场和磁场参数,最后换算成视电阻率参数^[7]。该法在电磁干扰较少的山区使用,且采用天然场受地形影响小,勘查深度可达 800 m。根据勘查深度、干扰情况,现场试验电极距、点距及测量时长等参数,找水测量点距一般为 20~50 m,局部加密到 10 m,电偶极距为 10~30 m,每个测点测量时间为 30~60 min,以获得较圆滑的连续曲线。

3.3.4 电法数据处理与解释

野外获取各种电法高质量的探测数据是取得找水成功的前提。高密度电阻率法的数据处理主要是对坏点数据进行剔除,然后用 2DRES 反演软件进行二维反演,得到反演断面图。野外采用联合剖面法获取高质量数据后,也进行数据预处理,剔除局部坏点,然后用 GRAF 绘制联合剖面成果图。音频大地电磁测深在野外获取高质量数据后,进行数据预处理,对局部干扰频点进行圆滑处理,然后用 5DEM-EH-4 软件或大地电磁法软件进行二维反演,获得电阻率断面。结合工区物性特征,对各种电法测量所获得的成果图件分析解释,取得地质成果图,指导钻探施工。

4 实例分析

4.1 实例 1

广西南宁市良庆区那马镇坛良村和那蓬村位于碎屑岩“红层”上,坛良村位于那蓬村 NW 向约 13 km。该地区缺水极为严重,当地群众生活饮用水井很浅(10~20 m),水井涌水量很小(为风化裂隙水)。水井位于地势低洼处,加之保护不当,常被污水下渗污染或遭洪水灌入污染,造成 2 600 多名群众生活饮用水不安全。

据区域地质资料,坛良村和那蓬村出露地层为侏罗系和白垩系,侏罗系下统汪门组地层(J_1w)上部岩性为厚层状泥质粉砂岩、泥质砾岩、砂岩,下部为中厚层状钙质砂岩与中厚层状钙质砾石互层,其中粗砂层、砾岩、钙质砾岩层等硬脆性岩石在构造应力作用下可能发育裂隙,含有构造裂隙水,而层间相变部位也可能存在层间裂隙水。坛良村东北侧存在一条 NW 向逆断层,当断层通过粗砂岩或砾岩地层

时产生裂隙,为地下水的存贮创造空间条件;钙质砂层出露地表,钙质砂岩中的成岩裂隙和构造裂隙在风化作用下形成风化裂隙发育区,可能存在风化裂隙水。

为此,在那蓬村选用点距为 20 m,频段为 10 Hz ~100 kHz 的 EH-4 成像系统开展音频大地电磁测深调查,在坛良村选用点距为 10 m 的高密度电阻率法开展测量,查明坛良村和那蓬村侏罗系下统汪门组粗砂、砾岩地层分层区,在构造应力集中处有可能找到裂隙水和层理裂隙水;而选用点距为 10~20 m 的高密度电阻率法调查第四系覆盖下的汪门组粗砂岩或砾层中的风化裂隙水(图 1)。

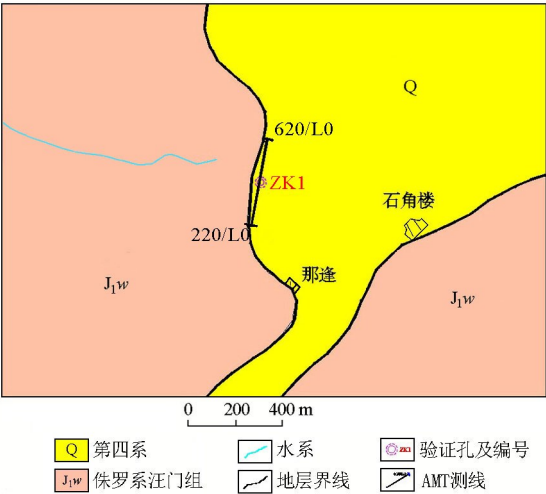


图 1 那蓬村地质图

Fig.1 The geological map of Napeng village

图 2 为那蓬村 L0 线 EH-4 开展的音频大地电磁测量试验成果。在剖面标高 0~50 m 深度内纵向电阻率变化较大(0~400 $\Omega \cdot m$),自上而下电性分层明显,上层为低阻层,应为第四系黏土层和侏罗系下统汪门组(J_1w)上部泥岩、粉砂岩地层综合反映;下层为中高阻层,应为侏罗系下统汪门组(J_1w)底部砾岩层或下伏的二叠系茅口组灰岩反映;标高在 -200~0 m 深度以内,横向和纵向电阻率变化较大,

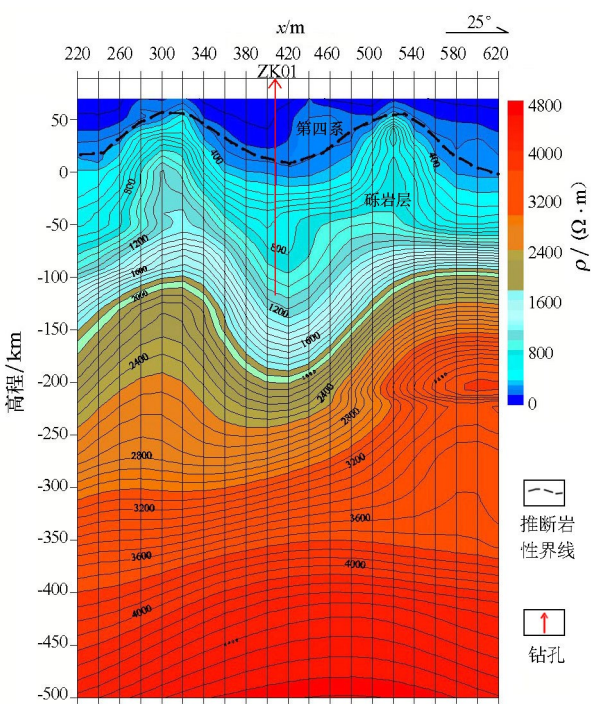


图 2 那蓬村 EH-4 测量电阻率二维反演断面

Fig.2 The Measurement results map of the EH-4 method in Napeng village

在剖面 380~440 m 处下凹成“U”字型低阻异常,电阻率在 400~2 000 $\Omega \cdot m$ 之间,应为侏罗系下统汪门组(J_1w)底部砾岩层内部含构造裂水或下伏的二叠系茅口组灰岩内存在含水溶洞的反映。该段电性变化较大,应是构造裂隙发育含水集中段;标高在 -200 m 深度以下,横向和纵向电阻率变化较均匀,电性呈层状沿深度逐步增大,推断该深度以下岩性变化较小,岩石较完整,裂隙不发育,不是富水段。

图 3 为坛良村 L5 线高密度电阻率等值线成果:整条剖面横向和纵向控制范围内视电阻率值很低,基本在 0~80 $\Omega \cdot m$ 之间变化,说明整条剖面横向和纵向控制范围内岩性基本为低阻层,结合工区地层岩性及物性特征,应为第四系黏土层和泥岩、粉砂岩、细砂岩等低阻岩性层引起。在剖面横向 30~420

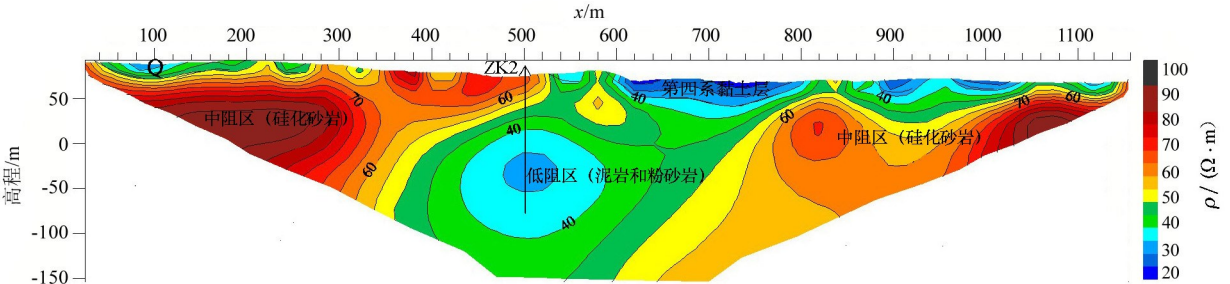


图 3 坛良村 L5 线高密度电阻率二维反演断面

Fig.3 High density resistivity twodimensional inversion profile of L5 in Tanliang village

m,700~1 150 m 两段内,视电阻率值相对较高,说明这两段岩性略有不同,相对高阻段推测为砂岩硅化引起或砂岩层内含水较少,而极低阻段为泥岩及粉砂岩等岩层引起。

ZK1 位于那逢村 L0 剖面坐标 420 m 处,钻孔资料如下:0~3 m 主要为第四系黏土覆盖层;3~37 m 为粉砂岩层;37~210 m 为砾岩层,砾岩主要为灰岩。钻孔于深 150 m 处打到直径约 2 m 含水洞,富含地下水,该处为水厂备用水源。

ZK2 位于 L5 剖面坐标 500 m 处,后经钻孔及测井验证,在孔深 78 m、85 m 和 95~125 m 段有充泥裂隙,特别在 95~125 m 段出现明显且连续的充泥裂隙,其余段岩性主要为泥岩、粉砂岩。该孔为干孔。

4.2 实例 2

崇左市停亮镇浦完村位于白垩系地层上,属典型的碎屑岩“红层”区,人饮问题较突出,浦完村 1 500 多人缺水严重。

据区域地质资料,该屯出露地层岩性主要为第四系和白垩系新隆组第一段(K_1x^1)。第四系为黏土层。白垩系岩性主要为块状砾岩、不等粒长石岩屑砂岩、含砾不等粒砂岩,细中粒长石岩屑砂岩、中一薄层粉砂岩、泥岩、钙质泥质粉砂岩,白垩系新隆组底部为砾岩。该砾岩层属硬脆性岩层,在构造应力作用下裂隙较发育,应含有构造裂隙水,所以电法首选目标为白垩系新隆组砾岩层中的构造裂隙水。浦完村北东侧有一条 NW 向断层通过,构造应力较集中,为裂隙发育提供应力条件,利用电法查明该断层次级裂隙位置,在白垩系新隆组砾岩层找到断层经过位置,就有可能找到地下水源。

图 4 和图 5 分别为视电阻率联合剖面和高密度电阻率测量成果。视电阻率联合剖面点距为 5 m,

开展两种极距测量: $OA=OB=32.5\text{ m}$, $OA=OB=47.5\text{ m}$; $OC=400\text{ m}$;高密度电阻率装置为对称四极装置,点距为 5 m。

在图 5 剖面坐标 50~140 m、190 m~220 m 两处出现中高阻层,其他位置出现低阻层。结合工区物性特征,低阻区应为白垩系下统新隆组第一段地层(K_1x^1)泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥质等岩性综合反映;高阻区应为白垩系下统新隆组第一段地层(K_1x^1)砾岩层反映。高阻区属砾岩层,在剖面坐标 100~120 m 处高阻区中电阻率等值线出现“U”字型相对低阻异常,电阻率联合剖面出现正交点异常,说明该段砾岩层内存在含水裂隙发育,据此,在剖面坐标 110 m 处设计验证孔 ZK05。

ZK05 验证结果为:0~2 m 为第四系黏土,15.5~26.4 m、58.5~63.5 m、65.9~68.0 m、82.4~83.6 m、85.1~87.3 m 为砾岩,其余段为砂泥岩互层,其中 59.8、60.3、61.9、66.8、66.95、67.3、68.7、69.1 m 有较大裂隙发育。井中物探测井结果为:22.8~24.5 m、59.6~60.3 m、61.2~62.8 m、78.8~78.6 m 为相对低阻、高自然伽马值,全孔壁成像显示为破碎裂隙带。抽水试验为出水量 16 t/h,解决了浦完村 1 500 人长期以来的严重缺水问题,也实现了广西白垩系地层找水突破,有重要示范作用。

4.3 实例 3

崇左市停亮镇板荷村位于三叠系和侏罗系分界线附近。根据区域地质资料(见图 6),该屯左侧出露地层为第四系黏土层、三叠系北泗组第二段(T_1b^2)灰岩;右侧出露地层为第四系黏土层及侏罗系汪门组第一段(J_1w^1)石英砂岩,夹屑砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、底部为含砾不等粒砂岩。

用点距 20 m、频段 10 Hz~100 kHz 的 EH-4 成像

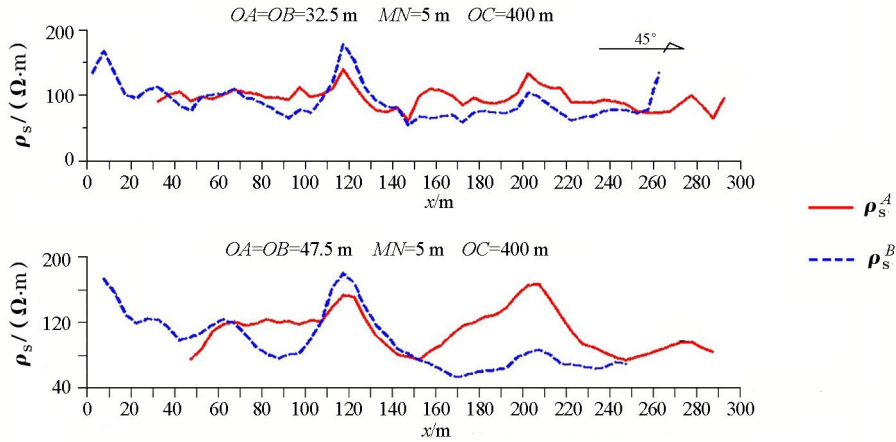


图 4 浦完村 1 线电阻率联合剖面装置测量成果

Fig.4 The measurement results map of 1-line apparent resistivity in Puwan village

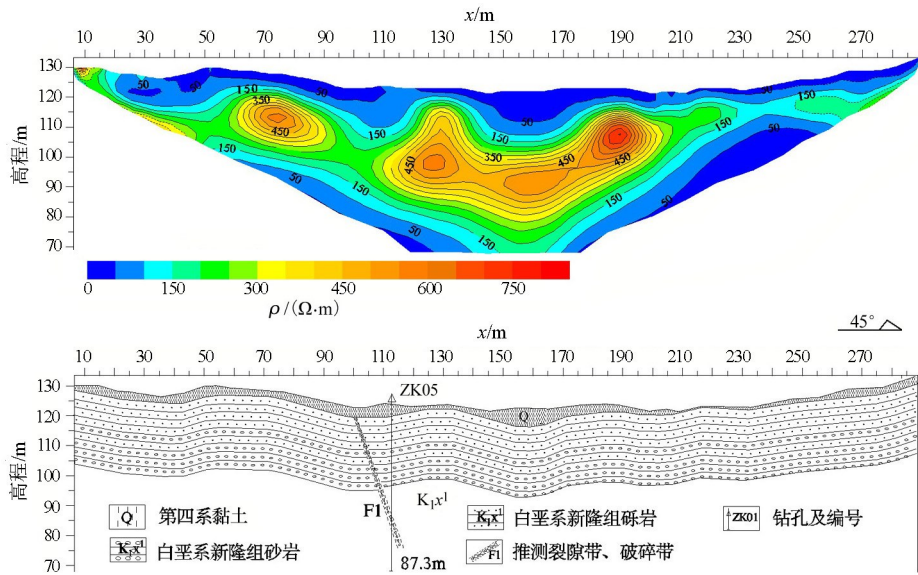


图 5 浦完村 1 线高密度电阻率二维反演断面(上)及地质解释(下)

Fig.5 High density resistivity twodimensional inversion profile (top) and geological interpretation map (bottom) of 1-line in Puwan village

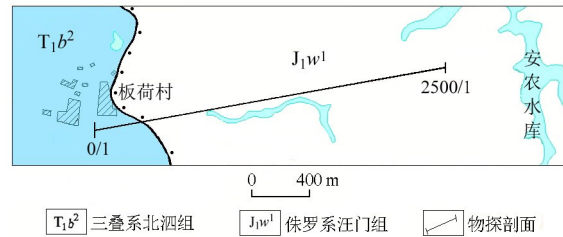


图 6 板荷村地质图

Fig.6 The geological map of Banhe village

系统开展音频大地电磁测深工作(图 7),查明侏罗系汪门组地层与三叠系灰岩地层分界线位置,在地层分界线左侧三叠系灰岩找到层理裂隙,实现电法找水之目的。

从图 7 中可知,剖面电性可划分三部分:左侧 0~400 m 为高阻区、400~700 m 为高阻到低阻过度区、右侧 700~2 500 m 为低阻部区。根据岩性物性

特征,左侧 0~400 m 高阻区应为下伏三叠系北泗组第二段(T_1b^2)灰岩地层岩性的综合反映;中间 400~700 m 段呈台阶状从高阻到低阻过度区,应为三叠系北泗组高阻灰岩区过度到侏罗系汪门组低阻粉砂岩、泥岩、砂岩岩性区;右侧 700~2 500 m 低阻区应为侏罗系汪门组粉砂岩、泥岩、砂岩岩性区,局部的高阻圈闭应为砾岩反映。电法勘探成果很好地分出了三叠系与侏罗系两种地层的接触关系,明确了找水方向。

该屯由于钻孔施工场地原因,没有验证,但电法已清楚地指明了该区找水方向。

5 结论

广西碎屑岩地区地层岩性不同于岩溶地区地层岩性,两者水文地质特征、地下水类型、地球物理特

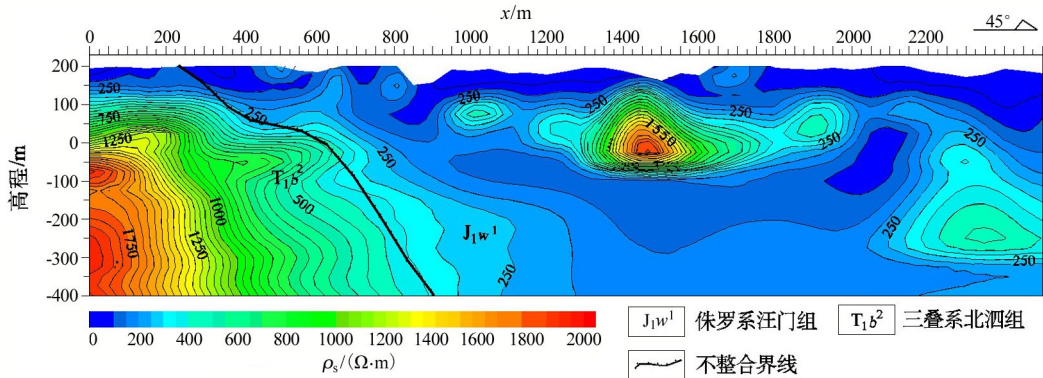


图 7 板荷村 EH-4(AMT)测量电阻率二维反演断面

Fig.7 The measurement results map of the EH-4 (AMT) method in Banhe village

征完全不同,是造成电法找水效果差异大的主要内因。碎屑岩地区地层岩性主要为泥类岩、砂类岩和砾岩,其中泥类岩、砂类岩中的粉砂岩、细砂岩地层含水条件差,该类岩层属低阻岩层,是电法找水的干扰层,不是电法找水目标层;砂类岩中的粗砂岩和砾岩层属硬脆性岩层,在应力作用下易形成裂隙含水,该类岩层属中高阻岩层,是电法找水的主要目标层;碎屑岩地区岩相显著变化的层面上层理裂隙较发育,富含地下水,也是电法找水的主要目标。

碎屑岩地区内开展电法等间接找水方法难以区分充水充泥裂隙,应在间接找水方法工作基础上,配合开展核磁共振直接找水,以区分充水和充泥目的,效果将更显著。

致谢:感谢审稿专家、编辑部及项目成员给予的指导与帮助。

参考文献 (References):

[1] 李亚美,陈国勋.地质学基础[M].北京:地质出版社,1994.
Li Y M, Chen G X. Geological basis [M]. Beijing: Geological publishing house, 1994.

[2] 李晓峰,胡俭春,曲林生.试论碎屑岩地区的找水方法[J].吉林地质,2009,28(4):102-115.
Li X F, Hu J C, Qu L S. Try to talk about clastic rocks flew to find water method [J]. Jilin Geology, 2009, 28(4):102-115.

[3] 王松涛,郭粤莲,蒋安云.瞬变电磁法在碎屑岩中找水的应用[J].中国煤炭地质,2007,19(2):123-125.
Wang S T, Guo Y L, Jiang A Y. Application of water research transiemt electromagnetic method clastic rock areas [J]. Coal geology of China, 2007, 19(2):123-125.

[4] 王士鹏.高密度电法在水文地质和工程地质应用[J].水文地质

工程地质,2000(1):52-53.

Wang S P. Application of high density electrical method in hydrogeology and engineering geology [J]. Hydrogeology and engineering Geology, 2000(1):52-53.

[5] 杨发杰,巨妙兰,刘全德.高密度电阻率探测方法及其应用[J].矿产与地质,2004,18(4):356-360.
Yang F J, Ju M L, Liu Q D. Method and application of high density resistivity detection [J]. Mineral resources and Geology, 2004, 18(4):356-360.

[6] 王永生,张玉池.高密度电法在灰岩地区找水中的应用[J].矿产与地质,2018,32(2):345-351.
Wang Y S, Zhang Y C. Application of high densty resistivity method in water exploration in limestone area [J]. Mineral resources and Geology, 2018, 32(2):345-351.

[7] 曹福祥,尹秉喜,朱庆俊.电导率成像系统在西部地下水勘查中的应用[J].物探与化探,2005,29(4):323-325.
Cao F X, Yin B X, Zhu Q J. The application of the conductivity imaging system to groundwater investigation in western china [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2005, 29(4):323-325.

[8] 黄国民,李世平,陶毅,等.广西“十二五”农村饮水安全工程找水打井物探成果报告[R].广西壮族自治区地质调查院,2015.
Huang G M, Li S P, Tao Y, et al. Guangxi 12th five-year plan rural drinking water safety project to find water drilling geophysical exploration results report [R]. The Guangxi Zhuang Autonomous Region Geological Survey Institute, 2015.

[9] 黄春阳,黄国民,陶毅,等.左江流域天西幅1:5万水文地质环境地质调查物探成果报告[R].广西壮族自治区地质调查院,2017.
Huang C Y, Huang G M, Tao Y, et al. Hydrogeological and environmental geological survey and geophysical exploration results report of 1:50000 tianxi section of zuojiang river basin [R]. The Guangxi Zhuang Autonomous Region Geological Survey Institute, 2017.

A case study of water prospecting by electrical method in clastic rock area of Guangxi

HUANG Guo-Min, LI Shi-Ping, TAO Yi, YANG Cheng-Feng, ZENG Qing-Shi

(Guangxi Geological Survey Institute, Nanning 530023, China)

Abstract: Statistics show that, during the 12th Five-Year Plan period, 1747 wells were drilled for drought-resistant water prospecting in Guangxi. The electric method had a 75% success rate in finding water in karst area and 10% in clastic rock area, showing remarkable difference. The difference in lithology and hydrogeological conditions between the clastic rock and the karst rock is the main internal cause of the great difference in the effects of the electric method. The stratigraphic lithology of the clastic rock area is mainly mud rock and conglomerate rock, among which, the siltstone and fine sandstone in the mud rock and sand rock have poor water content conditions. This kind of rock is a low-reisitivity rock, which is an interference layer of electric water exploration rather than a target stratum. Coarse sandstone and conglomerate in sand rocks belong to hard and brittle rocks, which are likely to form fissures and water. This kind of rock belongs to high resistivity stratum, which is the main target bed for electric water exploration. In the clastic rock area, the upper part of the layer with significant changes in the lithofacies is developed by fracture propagation and is rich in groundwater. Based on the case analysis, this paper summarizes the experience of electrical water prospecting in clastic rock mountains, and provides a reference for the future electrical water prospecting in clastic rock areas.

Key words: clastic rock area; electrical method; water exploration

(本文编辑:沈效群)