

长株潭红层区物探找水初探

何禹 郭海 彭杰 李强 曹创华
湖南省地质调查所

DOI:10.12238/gmsm.v7i5.1825

[摘要] 长株潭地区是全国资源节约型和环境友好型社会建设的示范区,是全国重要的综合交通枢纽以及交通运输设备、工程机械、节能环保装备制造、文化旅游和商贸物流基地,是区域性的有色金属和生物医药、新材料、新能源、电子信息等战略性新兴产业基地。长株潭地区大部区域为红层,红层在水文地质上被认为是贫水地层,找水难度相当大。基于此,本文首先分析了长株潭红层区基岩裂隙水的分类、基本特征、区域地质条件及水文地质条件,寻找合适富水靶区,最终利用综合物探方法在长株潭红层成功找水案例分析,总结了长株潭地区红层找水的物探技术方法。

[关键词] 长株潭红层区; 裂隙水; 综合物探

中图分类号: P641.135 文献标识码: A

geophysical water search in the red layer area of Changzhutan

Yu He Hai Guo Jie Peng Qiang Li Chuanghua Cao

Hunan Provincial Geological Survey Institute

[Abstract] Changsha-Zhuzhou-Xiangtan area is the national resource saving and environment-friendly society construction demonstration area, the national important comprehensive transportation hub and transportation equipment, engineering machinery, energy conservation and environmental protection equipment manufacturing, cultural tourism and trade logistics base, regional non-ferrous metals and biological medicine, new materials, new energy, electronic information and other strategic emerging industry base. Most area of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan area is red layer, which is considered as poor water formation in hydrogeology, so it is quite difficult to find water. This paper first analyzes the classification, basic characteristics, regional geological conditions and hydrogeological conditions of bedrock fissure water in Changsha-zhutan red layer area, looks for suitable water-rich target areas, and finally uses the comprehensive geophysical exploration method to successfully find water in Changsha-zhutan red layer, and summarizes the geophysical exploration method of water finding in the red layer in Changsha-zhutan area.

[Key words] Changzhutan red layer area; fissure water; comprehensive geophysical exploration

引言

红层地质年龄相对较轻,经历的地壳变动相对较少,褶皱不剧烈,产状平缓,其岩性主要是砾岩、砂岩、粉砂岩、粘土质粉砂岩、粘土岩或泥质页岩等,有时会夹杂有灰岩结核,岩相变化大,并含透镜状或薄层状多孔疏松砂岩,都不同程度地发育有层间剪切带,还常见有诸如石膏等易溶岩类,与老地层相比,成岩作用差,有的呈半胶结状,强度较低,总体上属软岩类,是一个很复杂的弹性模量相差甚大的软硬相间的不等厚的底层组合岩体。红层即红色地层,其典型地貌即为“丹霞地貌”,命名于广东省丹霞山,与此类似的还有江西龙虎山、甘肃五彩山以及美国大峡谷等,此类沉积发育于陆地,备受地质学家的关注,是十分重要的古地磁研究材料^[1]。

长株潭地区的红层一般发育在内陆盆地和湖泊环境由陆相碎屑组成,包括角砾岩、砾岩、砂砾岩、砂岩和细粒碎屑岩。红层碎屑岩因其物性差异不明,在红层中寻找地下水一直是个难题。在红层找水中,通过对区域水文地质的充分调查,选择综合物进行精细分析是找水成功的关键。

1 长株潭红层区基岩裂隙水的基本特征

红层地区岩层多以红色、紫红色为主而得名。红层形成时期为中生代晚期、新生代早中期,主要包括白垩系和第三系的砂、砾、泥岩和页岩,这其中泥岩所占比例较大,属于软质岩石,节理裂隙不发育。中间发育的节理裂隙大部分被分化的泥质充填,含水较少,为相对贫水区。

基岩裂隙水的埋藏和分布非常不均匀,其含水带的形态也

是多种多样,并受地质构造和地貌条件的控制。考虑到分布于不同类地区的基岩裂隙水的不同特点和规律,常将裂隙水分为碳酸盐岩石岩溶裂隙水、砂页岩裂隙水、红层裂隙水、花岗岩裂隙水、变质岩裂隙水、火山岩裂隙水等。长株潭红层地区属于红层裂隙水,红层孔隙裂隙水形成是因为受到外力风化、卸荷及构造等作用,产生不均匀的分布脉网状裂隙。这些裂隙进一步的分化、溶蚀或通过裂隙沟通淋滤了泥岩中的可溶成分如石膏,将使砂岩孔隙得到疏松,这些疏松的裂隙相互沟通从而形成红层中相互流通的孔隙水^[2-7]。

孔隙裂隙水在红层中的分布与红层的岩相特征、生成时代、可溶盐成分、含量、岩石的结构、构造、埋藏深度、所处的地貌环境、水动力条件有关。

在湖相成因的泥岩、泥灰岩、泥质、钙质粉砂岩。孔隙裂隙水常赋存于其微小裂隙和淋滤后形成的溶孔、晶洞中,其发育深度一般130m左右。上部为风化裂隙发育带,含风化裂隙潜水,厚度0~40m。下部为溶孔溶隙发育带,含承压或半承压孔隙裂隙水,具多层发育的特征。其下限与红层中石膏的普遍出现深度基本一致,总厚度60~110m。风化裂隙潜水带与溶孔、溶隙发育带间常有相对的隔水层^[8-10]。

2 长株潭红层区找水条件分析

长株潭地区地质地层相对复杂,有很多基本地质问题还有待进一步的研究,加之红层找水受,气象、水文、植被、地形、地貌、地层岩性、结构构造、古地形地貌等控制因素的影响,找水呈现复杂化。①红层的物质组无论是泥岩、砂岩还是砾岩,都含泥量高,属软质岩石,节理裂隙总体上不发育。即使发育也多被泥质充填,含水意义不大;②红层形成于中生代晚期、新生代早中期,距今200万a~1.4亿a之间,只经历了燕山后期与喜山期构造运动,构造不太发育;③红层产状平缓,近水平,难以形成大型的蓄水构造(如向斜蓄水构造等)。

红层地区找水虽然复杂而不利,但仔细分析,结合前人在红层中找水的经验,可以得到一些有益的启示。①从红层的物质组成上避开厚层状、均质单一的泥岩、砂岩或砾岩,尽量找泥岩与砂岩互层,尤其是泥岩与砾岩互层的地段;②红层本身含水意义不大,但可以起到较好的阻水作用,与外围地层一起形成阻水型蓄水构造;在红层的边缘处或外围(若在红层中开钻也可打穿红层)可以找到有开采意义的地下水。③从红层盆地整体研究,盆地边缘红层底部往往有底砾岩。该层一般含少量裂隙水,再加上盆地地形的汇水条件,往往形成很好的含水层(带)或大的蓄水构造。④长株潭地区的底砾岩,因古红盆沉积物来源有较多灰岩成分而称为“灰砾岩”。灰砾岩多为钙质胶结,岩溶发育,井孔中可见溶孔、溶洞,甚至暗河等岩溶形态,富含岩溶水,含水量丰富。灰砾岩是红层中最有意义的含水层。⑤红层中褶皱、大断层极少,但小断层、派生断层及节理、裂隙仍是主要的控水因素,是红层找水必须加强研究的对象。

3 综合物探方法的应用

在充分收集相关资料,对区域地质资料和水文地质资料进

行分析,结合现场调查结果后,在选定一处有利靶区后,利用综合物探的方法能有效提高找水成功率。物探方法种类很多,又各自有各自的限制条件与适用条件,能够将各种方法进行组合,相互验证将得到较好的方法,笔者将以长株潭水文地质调查中红层断裂富水性调查为例,介绍物探红层中找水的特殊性与方法的选择性。

该水文点主要为查明一条被北东向隐伏断裂的含水性,断裂中间4~5km被第四系覆盖,无法追索断裂的具体走向。表层为第四系白垩系组,上部为桔黄色粘土、泥质粉砂,下部为砂砾石、砾砂;下伏为白垩系罗镜滩组上部为紫红色钙质砾岩、砂砾岩,下部紫红色厚层块状砾岩、砂砾岩。通过仔细分析该隐伏断裂,发现该断裂贯穿捞刀河,捞刀河为这条断裂提供了补给和排泄的边界,为一条红层富水断裂。有待物探作进一步的验证。

该区岩性电性特征为:人工填土与砂层 $100\sim 300\ \Omega\cdot M$;红层泥质砂岩 $30\sim 60\ \Omega\cdot M$;红层砾岩 $60\sim 100\ \Omega\cdot M$ 。

首先采用联合剖面对隐伏断裂进行验证,在断裂连接线上中心垂直推断断裂各向两边拉500m联合剖面测线,采用 $AB=100m$ 、 $200m$ 、 $300m$ 三个不同极距进行测量,所测曲线如下图1:

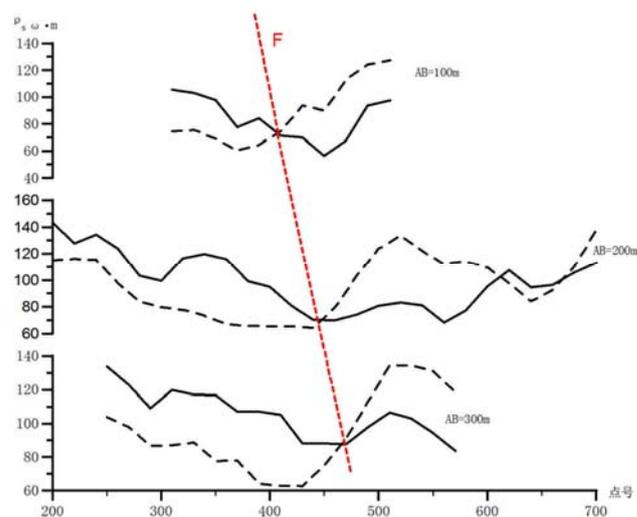


图1 联合剖面曲线

由浅向深($AB=100m\sim 300m$)正交点向大号倾斜,且正交点分离较好,推断此隐伏断裂存在,且向大号倾斜。

在联合剖面的基础上采用高密度电法及激电测深方法进行验证及含水层的推断,高密度电法反演断面、激电测深视电阻率及视极化率断面图如图2和图3。

高密度电法同激电测深较吻合,420~480号测点,深度在30~70m显示为相对低阻,推断为红层泥质砂岩,向下视电阻率不断增大,推断为红层砾岩。70m~150m砾岩视电阻率在460号测点,大号视电阻率明显高于右测视电阻率;视极化率460号测点向大号有一珠状高极化率异常。推断有一向大号倾斜的断裂,且相对富水,与联合剖面推断吻合。

结合联合剖面法、高密度电法、激电测深法,最后给出460号测点的地质垂向解译图,如图4所示。

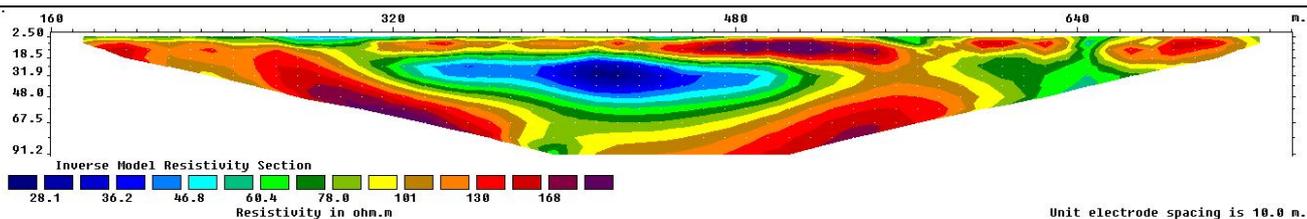


图2 高密度电法反演断面图

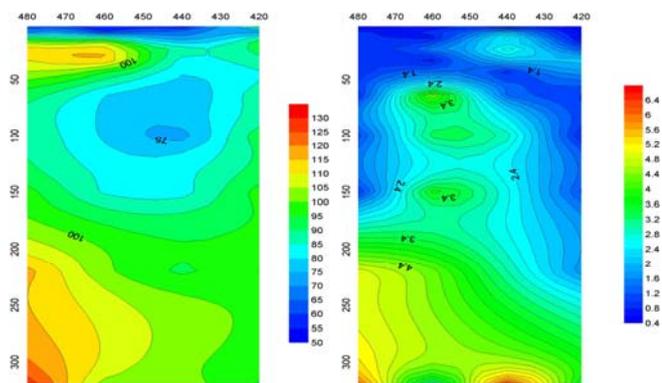


图3 激电测深视电阻率(左)及视极化率(右)断面图

建议在460号测点进行钻探验证,后期钻探验证结果显示,该测点下部情况与推断解释基本吻合。

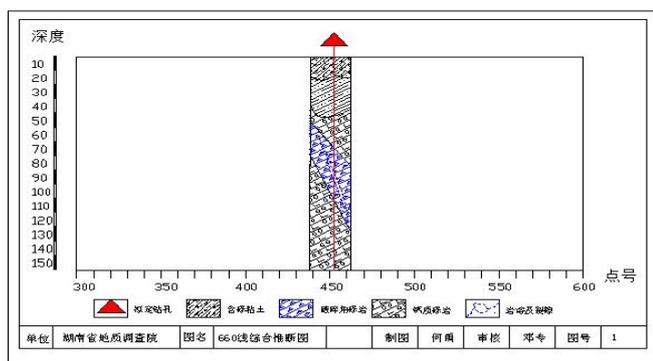


图4 460号测点地质垂向解释图

4 结论

从构造格架布局或组合形式找出大区的补给区、径流区、排泄区,从而圈出富水区。在富水区中再结合结构面序次及类型圈出富水地带,并根据复合控制、岩性控制、圈出富水地段。最后按复合关系,岩性结构面产状及其密集程度圈出富水地点。而现实工作中往往是要在某一范围内确定富水地点即井位。同样可采用上述的方法,首先确定该单位范围属上述大区的哪一个部分。从该范围四周用构造和新构造分析方法,延伸至本区内。红层找水的目的层有:软硬相间砂岩、砾岩;底砾岩、灰砾岩或红层阻水构造等。红层找水中综合物探非常重要,多种物探方法的相互补充,对最终水文钻探的指导意义至关重要。综合物探成果反过来更能验证地质推断的合理性。在红层找水中需注意以下几个方面:

(1)充分查找有利目的层,如软硬相间的砂岩、砾岩;底砾

岩、灰砾岩。(2)认真分析调查区域的补、径、排条件,分析出含水断裂构造。(3)前人总结的经验,如“两沟相交,泉水滔涌”,“山扭头,有水流”,“凸山对凹水,有水在凹间”“遇到掌心地,找水最有利”,“地形人字山,有水藏中间”,“向斜岩层蓄水好,水量丰富易找”等,这从地貌角度要求我们认真分析有利的地貌条件^[11]。(4)关注地层产状的变化,红层产状较平缓,当地层产状发生大的变化,甚至扭曲时,此处将作为找水的重要地带,要加强研究。(5)综合物探在确定某一范围内最佳富水地点是至关重要的,更在寻找隐伏断裂方面有其独有优势,要充分发挥物探在定井中的作用,达到物探解译资料与地质推断解释能够相互验证与补充^[2]。(6)联合剖面在确定断裂构造方面有优势,但是不能直观反映其埋深及走向。高密度电法反演断面图则显示异常区域的整体形态,激电测深则能反映下部富水性。综合三种方法的组合,能很好解决靶区内找水定井的困难。

[基金项目]

湖南省自然资源科技计划项目“湖南干旱缺水地区电(磁)信息建模与高效探测技术研究(编号:20230124DZ)”。

[参考文献]

- [1]成理将揭开新疆奥陶纪“红色海洋”之谜.成都理工大学.2021-2-22.[2021-2-22]
- [2]王学刚,肖华.湖南红层找水初探[J].湖南地质,2002,21(3):196-200.
- [3]段仲源,寇敏燕,熊智彪,等.红层裂隙水特征与找水方法[J].华东地质学院学报,2002,25(4):283-287
- [4]武选民,文冬光,郭建强,等.西部严重缺水地区人畜饮用地下水勘查示范工程[M].北京:中国大地出版社,2006:265-299.
- [5]武毅,郭建强,曹福祥,等.多种物探技术勘查宁南深层岩溶水的组合试验[J].物探与化探,2002,26(2):113-117.
- [6]潘玉玲,张昌达.地面核磁共振找水理论和方法[M].北京:地质出版社,2000.
- [7]郭建强,薛忠岐.地球物理技术在地下水资源勘查中的作用[C].严重缺水地区地下水勘查论文集:第2集,2004.
- [8]傅良魁.应用地球物理教程[M].北京:地质出版社,1991.
- [9]张守恩.水文及工程地球物理勘探[M].北京:中国矿业大学出版社,1997.
- [10]牛之琏.时间域电磁法原理[M].长沙:中南工业大学出版社,1992.
- [11]鞠勤海,王新杰,王莹超.地裂缝地质灾害调查中的综合物探技术应用[J].物探与化探,2013(1):143-146.