

利用电测深资料研究疏勒河流域中下游盆地的第四系

刘多朝, 赵聚林

(甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 依据地层电性差异, 研究河西走廊疏勒河流域中下游平原区的诸第四纪盆地中的第四系, 提出了准第四系厚度的概念。用电测深资料推断了诸盆地的准第四系厚度、岩性结构、隐伏构造等, 为该地区地下水勘查提供了基础性资料。

关键词: 河西走廊; 疏勒河流域; 地下水勘查; 电测深; 第四纪盆地; 准第四系

中图分类号: P631.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2005)05-0431-04

疏勒河流域中下游位于甘肃省河西走廊西段, 即玉门镇以西地区。这里地处内陆, 气候干旱, 降水量少, 海拔在 1 100 ~ 4 000 m 之间。平原区内分布有戈壁、绿洲、荒漠、草场、风蚀地等国家级荒漠生态自然保护区。国务院已批准立项并正在实施的疏勒河农业灌溉暨移民安置综合开发项目, 就位于玉门一踏实盆地与安西一敦煌盆地中。该项目是“九五”期间及 2010 年远景规划的重点农业开发工程, 也是国务院批准的利用世界银行贷款进行水利排灌、移民安置、农林综合开发的国家建设项目。

自 20 世纪 50 年代始至今, 为开发建设河西, 地下水与地表水资源的开发利用评价工作一直进行着, 收集了各部门为探查石油、煤及地下水所进行的不同比例尺的电测深及其他物探方法的工作成果。对空白区进行了大量的补充工作, 从而形成了用电测深资料研究平原区第四系厚度、地层结构及岩性、基底形态及隐伏构造的系统性成果, 并提出了一些

新见解。

1 地质、水文概况

河西走廊疏勒河流域地处青藏高原北部的构造变形带和地震带的北缘^[1,2]。区内逆冲断裂、构造隆升等地质运动强烈, 祁连山和阿拉善地块之间地壳缩短, 使得祁连山不断隆升, 形成了北东东向基岩山脉相隔的相近走向的昌马—石包城盆地、阿克塞东、西盆地、玉门一踏实盆地和安西一敦煌盆地等第四纪盆地(图 1)。

发源于南部祁连山的地表径流, 出山后大量渗入平原区盆地分布广泛的粗颗粒松散沉积物中, 转化为地下水, 于其中赋存、运移, 在盆地的特定部位形成丰富可采的地下水资源。地下水分布特征受诸盆地内第四系厚度、岩性、地质构造与基底形态严格控制。一般而言, 南部盆地地下水埋深大, 水质佳, 地层结构单一; 往北过渡, 地下水位埋深变浅, 水质

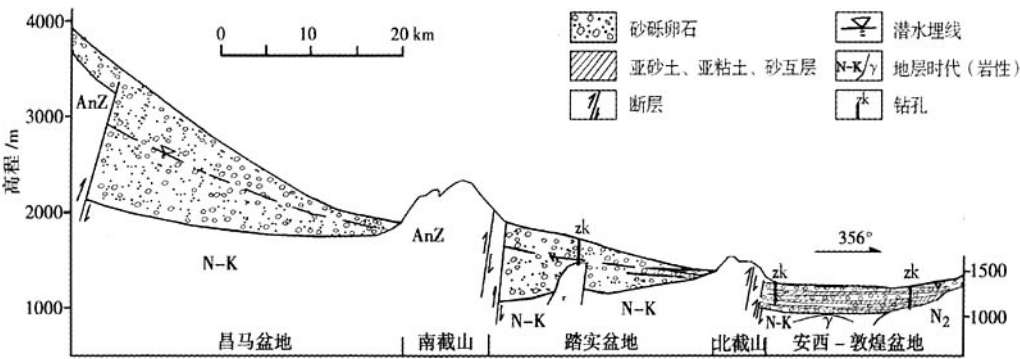


图 1 疏勒河中下游第四纪盆地南北向结构示意图

逐渐变差,矿化度增高,地层呈现多层结构,粗颗粒地层所占比例减少。但对某一盆地而言,盆地南部地下水位埋深大,往北则愈浅,水质逐渐变差,矿化度增高(个别地段达到 $n \times 100 \text{ g/L}$);第四系岩性由南部巨厚的砂砾卵石、砂砾石层,向北逐渐变细,最后呈现砂、粉细砂与亚砂土、亚粘土互层。

2 电阻率特征

在电阻率法勘探中,地层电性特征是用电阻率来衡量的,在自然条件下,影响地层电阻率的因素很多,但经实践证明,最主要的是组成地层的岩石颗粒及充填于其中的孔隙水性质。

区内盆地第四系地层为松散的高电阻率砂砾卵石、砂砾石、亚砂土、亚粘土,同时还存在致密的低电阻率的第三系(白垩系)泥岩。经过大量统计,第四系电阻率一般在 $100 \Omega \cdot \text{m}$ 以上,高者 $3\,000 \sim 5\,000 \Omega \cdot \text{m}$;第三系(白垩系)泥岩电阻率在 $10 \sim 40 \Omega \cdot \text{m}$,且厚度大,电性稳定,是良好的电性标志层。区内诸盆地的地层电阻率统计如表1、表2。

表1 诸盆地第四系电阻率范围统计 $\Omega \cdot \text{m}$

地层	南部盆地		北部盆地	
	干燥层	含水层	干燥层	含水层
砂砾卵石	>1000	250~500	>800	80~400
砂砾石	500~1000	150~300	400~800	100~200
砂砾卵石夹砂土	200~800	150~300	200~600	80~200
砂与亚砂土互层	150~300	100~250	80~200	60~150
细砂与亚粘土互层	20~150	20~120	20~100	10~80

表2 第四系下伏基底地层电阻率范围统计 $\Omega \cdot \text{m}$

时代	主要地层	电阻率	备注
K—N	泥岩	10~40	
D—J	砂岩、泥岩	100~300	
AnZ—O	片岩、砂岩、变质岩	200~800	风化后仅 $n \times 10$
各时期	侵入岩	150~∞	风化后低于100

3 电测深曲线类型

诸盆地电测深曲线归纳起来有代表性的为:AKQH、HKQH、QQH、HKH、AKH、KHKH、HA等。前3种类型分布于诸盆地南、中部水位埋深大、地层结构单一、第四系地层厚度大、地下水水质佳的地区,而后几种类型则分布于盆地北部或边缘水位埋深浅、地层多层结构、第四系地层变薄、基底隆起、水质变差的地区,且深部水与表层水具有垂直分带性。图2、3是该区典型电测深曲线。

万方数据

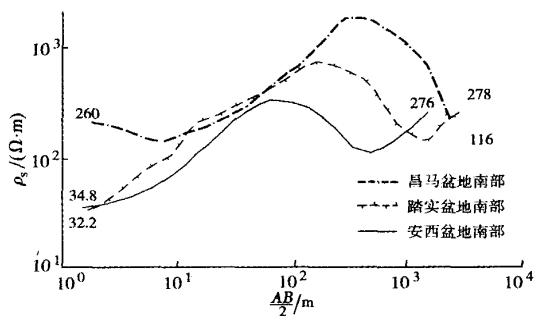


图2 诸盆地中电测深曲线对比

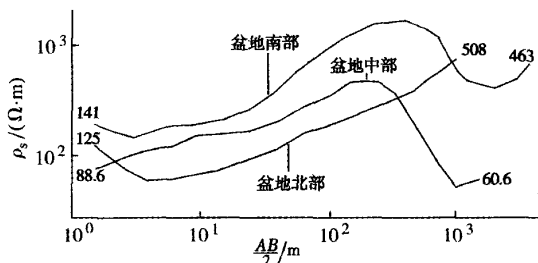


图3 踏实盆地南北向电测深曲线对比

4 准第四系

地质学上依据新构造运动特征与地层接触关系、古地理环境与地层特征、哺乳动物化石种属与产出层位、古地磁与 ^{14}C 测试成果,厘定该区第四系地层下限为 $2.48 \text{ Ma B. P.}^{[1]}$ 。平原区盆地第四纪地层以砂砾卵石、砂、亚砂土、亚粘土为主,并且对第四系地层厚度、岩性、沉积相及分布范围等作了大量的推断与论述。利用物探电测深方法得到的地层电阻率差异推断出的第四系地层,我们称之为准第四系。

准第四系与第四系地层的区别表现在,河西走廊诸盆地深部那一套大厚度低阻层亚砂土、亚粘土或胶结致密的砂砾石(八格棱组⁽¹⁾)与下伏低阻第三系(白垩系)地层之间的电阻率无差异,从而用电测深曲线解释的准第四系地层厚度不能反映这一套地层。

对于勘查评价地下水而言,上述所涉及的低阻地层一般都因埋藏深度大加之赋水条件差而被作为非研究对象,按隔水层对待。相应地,用电测深方法研究的这一套高阻地层是地下水资源赋存的主要场所,是水文地质研究的重点对象。

5 电测深资料解释

河西走廊疏勒河中下游诸盆地是第四系沉积、地下水分布规律很强的典型地区,可谓是一个非常完整的有序系统,与之相对应的是分布规律很强的

电测深曲线。在这些北东东向延伸近南北阶梯式分布的诸盆地中,电测深曲线基本相似(前已述),但南部盆地的电阻率整体比北盆地中的高,尾极小点由南向北呈减小的趋势(图2)。结合区域地质条件及已知地质资料的充分分析,此现象体现了诸南北盆地准第四系厚度及下伏基底埋深由大逐渐变小,地层结构、地层岩性颗粒及由单一过渡为多层结构、由粗变细,地下水埋深、地层渗透性与地下水矿化度由大到小、由好变劣及由低变高的趋势。同时,研究发现,这种地层厚度、结构及其中的地下水特征也体现在每一个独立盆地中的南北向变化(图3),个别盆地中的东西方向也有此规律的显现,如安西—敦煌盆地。

由电测深曲线类型及特征,可以确定盆地中的许多断裂,这些断裂构成了盆地的边界,明析了盆地与山体的接触关系。盆地南部与山体一般均呈断层的接触关系,与地质上提出的走廊山体多以逆冲隆升结果相一致,这些断裂往往是进行地下水均衡计算的边界。图4是确定昌马大坝东侧北东东—南西西向断层存在的电测深曲线对比。

进行电测深曲线之前,首先要充分收集、整理、分析已有的地质资料,特别是钻孔地质剖面与测井成果,求出反演解释曲线的地层电阻率,然后用电测深曲线解释软件或对称四极电测深量板,得到与电性层相对应的地层厚度、电阻率,最终获得准第四系厚度(图5)。由图可见,南部昌马—石包城盆地准第四系厚度最大达到500 m以上,北部安西—敦煌盆地400 m,其东端厚度最小仅100 m左右。当然在条件许可时,可采用经验方法或统计方法,建立一些适应某一地区的水文地质—电测深模型关系,解释含水层厚度^[3],估算地下水矿化度,确定潜水埋深及含水地层的单井涌水量^[4]。

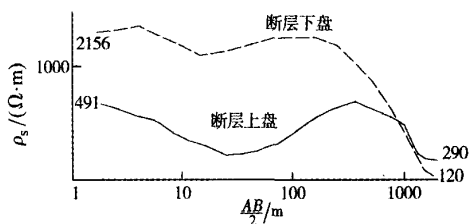


图4 昌马大坝东侧断层两侧电测深曲线对比

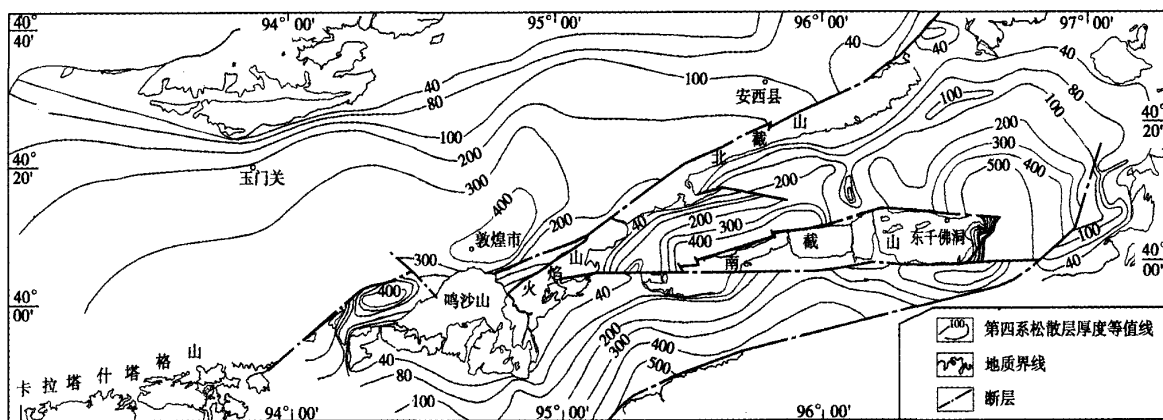


图5 疏勒河中下游盆地准第四系地层厚度

6 结语

河西走廊疏勒河流域中下游平原区第四纪盆地总面积达 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 盆地中呈现高电阻率的砂砾卵石、砂砾石、砂层中蕴藏着几千亿立方米丰富的地下水资源,为了很好地评价、开发、利用,以电阻率差异用电测深法研究这一套即是第四系又在一些盆地中不完全代表第四系的含水系统,特提出准第四系厚度的概念,这也是对以往第四系松散层、含水第四系等称谓的一次完善与补充。

从事河西走廊水文物探工作的已有几代人,他

们付出了大量的心血与艰辛的劳动,在此向辛勤工作的人们表示崇高的敬意与致谢!

参考文献:

- [1] 万天丰, 维明. 论中国大陆的板内变形机制[J]. 地学前缘, 2002, 9(2): 451-463.
- [2] 曹兴山, 屈君霞, 赫明林, 等. 甘肃第四纪地层的划分[J]. 甘肃地质学报, 2004, 13(1): 16-37.
- [3] 赵聚林. IP 找水与 DJ-1 型仪器野外数据采集[J]. 物探与化探, 2003, 27(4): 302-304.
- [4] 赵聚林, 白月波, 刘得福, 等. 电测深资料估算昌马洪积扇区的水文地质参数[J]. 甘肃地质学报, 2004, 13(1): 16-37.

- [5] 左国朝,刘义科,刘春燕.甘新蒙北山地区构造格局及其演化[J].甘肃地质学报,2003,12(1):1-15.
- [6] 《中国矿床发现史·物化探卷》编委会.中国矿床发现史·物

化探卷[M].北京:地质出版社,2002.

- [7] 赵聚林.敦煌五墩地热田地球物理信息分析[J].甘肃地质学报,1999,8(2):72-76.

THE APPLICATION OF ELECTRIC SOUNDING DATA TO STUDYING QUATERNARY SEDIMENTS IN BASINS ALONG THE MIDDLE AND LOWER VALLEY OF THE SHULE RIVER

LIU Duo-chao, ZHAO Ju-lin

(Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: According to electric difference of the strata, the author has studied Quaternary sediments in various Quaternary basins within the middle and lower valley of the Shule River in Hexi Corridor and put forward the concept of quasi-Quaternary. Electric sounding data were used to infer the thickness and lithology of quasi-Quaternary sediments as well as concealed structures. The results obtained provide basic data for groundwater exploration in this region.

Key words: Hexi Corridor; valley of the Shule River; groundwater exploration; electric sounding; Quaternary basin; quasi-Quaternary

作者简介: 刘多朝(1960-),男,工程师,1980年毕业于西安地质学院地球物理勘查专业,从事地球物理勘查26年。

工程地震处理软件综合技术服务

核工业北京地质研究院物化探研究中心多年来一直从事浅层地震方法研究、地震数据采集系统开发及工程检测技术服务,并能够紧跟工程地质市场及一些特殊需要,开发合适的产品并完善技术服务。主要产品及服务内容:

1. 多道瞬态瑞利面波处理软件包(Swsview)

随着工程勘查的发展及一些特殊工程评价的需要,近几年迅速发展起来的瞬态瑞利面波方法在工程勘查领域发挥越来越重要的作用。核工业北京地质研究院是最早开发瞬态瑞利面波处理软件的单位之一。该软件已被国内外仪器厂家采用,在许多工程中发挥了重要作用。到目前为止,已从原DOS版FKSWA软件包发展到了界面十分友好的Windows版Swsview软件包。

2. CSP地震浅反处理软件包

CSP地震浅反处理软件自推出以来,得到了用户的广泛使用和支持,并被国内许多地震仪厂家采用。该软件已从原来的3.0版升级到5.1A版,深受用户好评。为适应工程市场的要求,最近推出了万方数据

CSP6.0浅反处理软件(版权专有),以满足用户的需要。

3. 地脉动(采集)处理软件

该软件可以实现超长时数据采集和处理,动态波形显示和一般数据的频谱显示,实现实时动态观测。

4. 地震映像采集软件

为适应某些特殊工程的需要,专门开发了该软件,以直观模拟显示地下结构。

5. 技术咨询与服务

可根据用户特殊工程要求,开发合适的(采集)处理软件。本中心全面负责所有上述软件的技术咨询、培训及不断升级。

联系人:徐贵来 梅汝吾

核工业北京地质研究院 邮编:100029

E-mail: guilaixu@163bj.com

Tel: (010)64962690; 64921115; 13601272455