

综合物探测量技术在献县凸起基岩热储勘查中 孔位选定中的应用

张财华

河北省煤田地质局水文地质队 河北 邯郸 056000

摘要: 为了查明献县4000m以浅地温场特征,查明元古界蓟县系高于庄组热储特征,该热储可以为深部地热资源的开发利用提供地质依据。探获该热储,孔位尤为重要,为了精准确定钻孔孔位,实施了二维地质、大地电磁测深等工作,经过综合分析前期物探资料,在献县梅庄洼农场施工GRY1号探测施工一个参数孔,取得了深部温度场一系列物性参数,成功的发现了地热第二空间,为地热资源的综合利用提供了地质依据,证实了利用MT和二维地震综合的物探手段确定孔位是正确的,值得推广应用。

关键词: 物探; 献县; 基岩热储; 孔位选定

1 概况

献县地热田位于沧县台拱带西部献县凸起,地热资源丰富,但目前仅利用2000m以浅地热资源。为了查明献县4000m以浅地温场特征,目的层为元古界蓟县系高于庄组热储,查明该热储可以为深部地热资源的开发利用提供地质依据。为了精准确定钻孔孔位,实施了二维地质、大地电磁测深等工作,经过综合分析前期物探资料,在献县梅庄洼农场施工GRY1号探测施工一个参数孔,初步了解了区内深部地热资源的空间分布状况,取得了深部温度场一系列物性参数,同时也发现了地热第二空间,为地热资源的综合利用提供了地质依据。

2 热储特征

GRY1号孔位于献县地热田,目前献县地热田主要热储为蓟县系高于庄组热储蓟县系高于庄组热储、蓟县雾迷山热储、第三系明化镇组热储。

(1) 蓟县高于庄组热储

高于庄组揭露厚度252.82m(3767.46m~4025.82m),岩性为白云岩,与上覆地层不整合接触,裂隙发育,连通性好,形成良好的储层。据GRY1号钻孔揭露,该热储顶板埋深3767.46m,出口最高水温达103.50℃。该热储埋藏较深,目前还未开采利用。

(2) 蓟县系雾迷山组热储层

热储岩性为白云岩,与上覆地层不整合接触,曾长期裸露地表遭受风化剥蚀和溶蚀,空洞十分发育,连通性好,形成良好的储层。该热储在献县县城一带顶板埋深1300.00~1500.00m,具有埋藏浅、温度高、水量大的特点。

(3) 第三系明化镇组热储

全区均有分布,顶板埋深450m左右,底板埋深1200~1500m,分为明化镇组上段、明化镇组下段。明化镇组上段砂厚比30%~40%,孔隙度约30%,具有良好的富水性及透水性,水质为CL-Na型;明化镇组下段以半成岩状的粉砂为主,具有良好的富水性和透水性,砂厚比约20%,孔隙度一般23%~27%,井口水温可达60℃以上,目前区内对该热储利用程度较低。

3 献县凸起 MT 测量物性特征

为了了解献县凸起地层的分布规律,准确确定GRY1号钻孔孔位,特实施MT电法测线3条,测线总长度30km,坐标物理点33个,试验点2个,孔旁测深点1个,合计完成大地电磁测深物理点36个,详见MT测线布置图,对孔位的选定提供了物探基础。

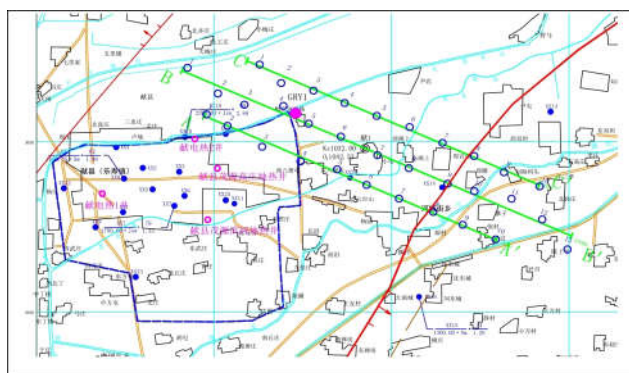


图1 MT测线布置图

(1) A线反演电阻率断面图(图2)

该测线共布设10个测点,点距1000m,剖面长度9000m。从已知的区域地质平面图可知A线为第四系覆盖区。结合断面图的电性分析来看,A线整条测线为新生界覆盖,地层较厚,为1000m左右,在反演电阻率断

作者简介: 张财华,男,1981.4,地质高级工程师

面图上表现为蓝色区域,反演电阻率小于 $200\Omega\cdot\text{m}$ 。根据“XX24”揭露地层信息显示已证实。总览A线反演电阻率断面图,通过已知钻孔资料和大地电磁测深资料综合分析,推断蓟县系地层为无穷大电性标志层,即断面图上反演电阻率值为6000的黄色分界线,1号点埋深在1500m左右,自西向东埋深逐渐变浅,至6号点处埋深约1100m,自7号点向东埋深逐渐变深,在8号点处反演电阻率等值线变密变陡,推测该处可能有断层(DF1)存在。

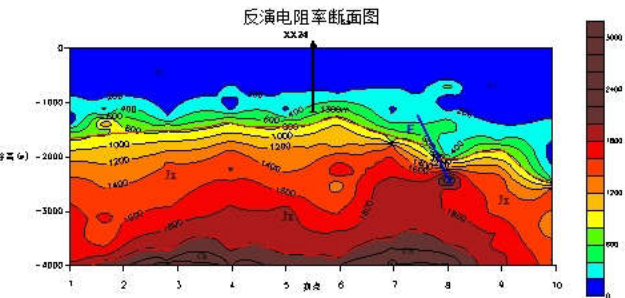


图2 A线反演电阻率断面图

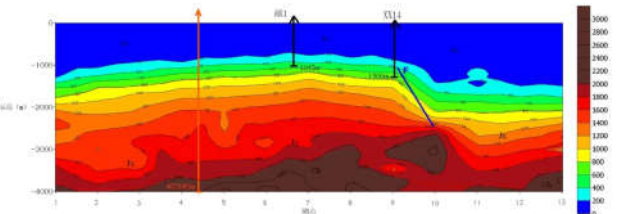


图3 B线反演电阻率断面图

(2) B线反演电阻率断面图(图3)

该测线共布设13个测点,点距1000m,剖面长度12000m。从已知的区域地质平面图可知A线为第四系覆盖区。结合断面图的电性分析来看,B线整条测线为新生界覆盖,地层较厚,为1000m左右,在反演电阻率断面图上表现为蓝色区域,反演电阻率小于 $200\Omega\cdot\text{m}$ 。1号点埋深在1500m左右,自西向东埋深逐渐变浅,至7号点处埋深约1100m,自8号点向东埋深逐渐变深,在9、10号点之间反演电阻率等值线变密变陡,推测该处可能有断层(DF1)存在。和A线8号点附近发现的断裂构造是同一条断层。

根据附近钻孔对比推测,图中,蓝色区域为第四系地层,浅蓝色和绿色区域为第三系地层,红色区域为蓟县系雾迷山组及杨庄组地层,深褐色为高于庄组地层。

(3) C线反演电阻率断面图(图4)

该测线共布设10个测点,点距1000m,剖面长度9000m。从已知的区域地质平面图可知C线为第四系覆盖区。结合断面图的电性分析来看,C线整条测线为新生界覆盖,地层较厚,为1200m左右,在反演电阻率断面图

上表现为蓝色区域,反演电阻率小于 $200\Omega\cdot\text{m}$ 。总览C线,蓟县系地层自西向东埋深逐渐变浅,至6号点处埋深约1100m,自7号点向东埋深逐渐变深,在8号点处反演电阻率等值线变密变陡,推测该处可能有断层(DF1)存在。

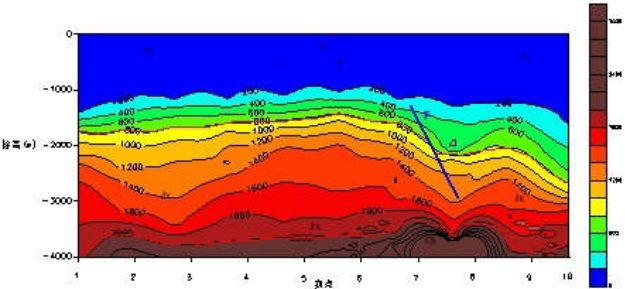


图4 C线反演电阻率断面图

综合分析本次MT成果,结合现场施工场地情况,综合确定为A、B、C线西部区域为孔位的初步位置,结合电阻率曲线形态来看,B线3点-8点之间显示地层平缓,元古界埋藏较浅,是较理想的勘查靶区。

4 献县凸起二维地震测量物性特征

为了进一步控制献县凸起断裂构造的分布,本次布置了3条二维地震测线,位置详见图5。

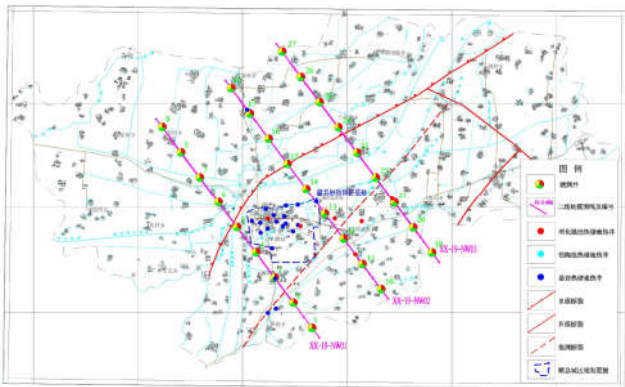


图5 二维地震测线布置图

根据踏勘了解到的工作区情况和区内地质资料,结合邻区二维地震资料分析,解释如下:

(1) XX-19-NW01线综合解释

该测线第四系地层埋深500m左右,近似水平。其下为新近系明化镇组、馆陶组地层。明化镇组地层北端深度约1600m,向南逐渐变薄,向南呈缓慢抬升状,并略有起伏,在测线上厚度在550-1100m之间,相对02、03线明华镇组地层表现相对略薄。馆陶组由北向南呈缓慢抬升状,并略有起伏,该地层在测线北端推测深度约1900m,受基底抬升影响,馆陶组在测线南端深度约1000m。该组地层厚度约250-900m,相对02、03线该地层明显较厚。详见图6。本次重点勘查目的层为基岩热储,因此本线不

是理想区块。

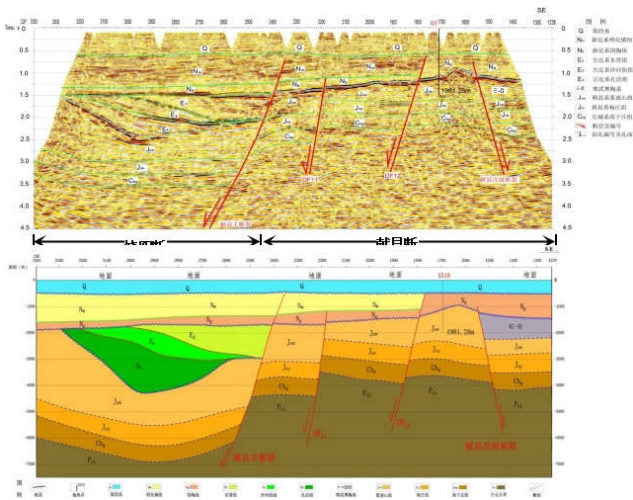


图6 XX-19-NW01线综合解释示意图

(2) XX-19-NW02线综合解释

该测线第四系地层埋深在510m左右，近似水平；其下为新近系明化镇组、馆陶组地层，明化镇组地层向南受基底抬升影响，明化镇组逐渐变薄，中部临近献县县城偏南附近最薄。新近系馆陶组，基本呈水平状，并略有起伏，该组地层在测线北端推测深度约1900m，向南受基底抬升影响，逐渐变薄尖灭。详见图7。

本次探查的目的层为基岩热储，主要为蓟县系雾迷山组和高于庄组热储，要选取基岩埋深适中的区块。剖面上显示测线上基岩面起伏较大，中部凸起基岩为蓟县系白云质灰岩，深度1240m左右。根据周边地热井显示，2线中部新生界厚度适中，基岩埋藏较浅，是深部热储勘查的有利靶区，因此，初步选取图中选定区域作为勘查区。

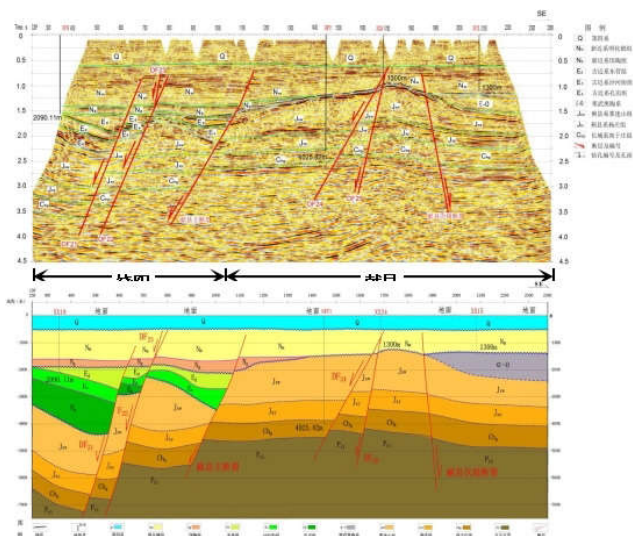


图7 XX-19-NW02线综合解释示意图

(3) X-19-NW03线综合解释

测线第四系地层埋深在525m左右，其下为新近系明化镇组、馆陶组地层，基本呈水平状。明化镇组地层在测线北端较厚，中部南部受基底抬升影响，逐渐变薄。馆陶组在献县断裂以西沉积较厚，向南受基底受台阶状断裂抬升影响，逐步变浅并变薄直至缺失。

本次勘查的目的层—蓟县系热储，该线显示基岩面起伏较大，中部凸起基岩为蓟县系白云质灰岩，深度1050m左右，北部受献县断裂影响，基岩变深，推测深度可达4370米左右。向南，受献县次级断裂影响，沉积有寒武-奥陶系地层，该组地层向南埋深逐渐变大。

在测线中部基底呈潜山状隆起地段，发育一断裂（献县主断裂），该组断裂的南北两侧，基底界面发生明显变化，其下蓟县组内部反射波亦明显被错断，上部新近系明化镇组地层亦被错断，推测其为献县主断裂。献县主断裂向北古近系地层开始沉积变厚。另在测线中南部发育南倾的献县次级断裂，该断裂以南沉积寒武奥陶系地层。按本次勘查层位和深度来说，中部区块符合要求，如图8中所示，但由于受断裂发育的影响，区内形成多个地垒地堑，地层连续性较差，不利用后续热储的开发利用。

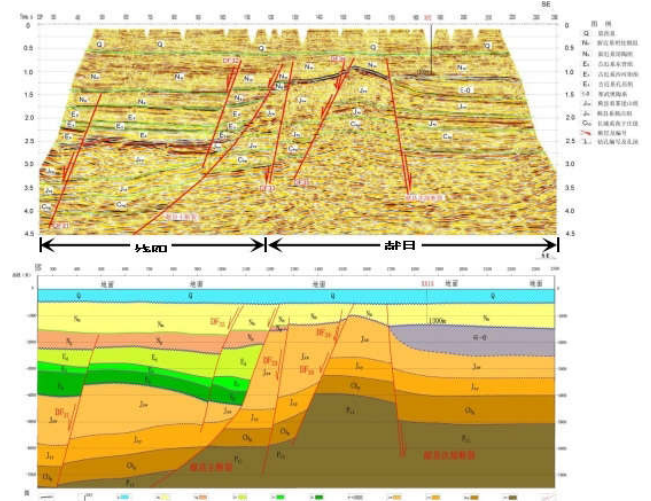


图8 XX-19-NW03线综合解释示意图

5 孔位的综合确定

通过在献县凸起实施MT和二维地震，结合现场施工条件，综合确定XX-19-NW02线的中部13点、14点之间，MT线中B线3-8点之间，初步定在B线5点附近，从现场来看，孔位位置位于农庄哇农场内，西部为子牙河河道，为避免汛期给施工带来不便，离河道较远，且地层稳定，元古界地层相对较浅。具体位置详见图9（孔位布置示意图）。

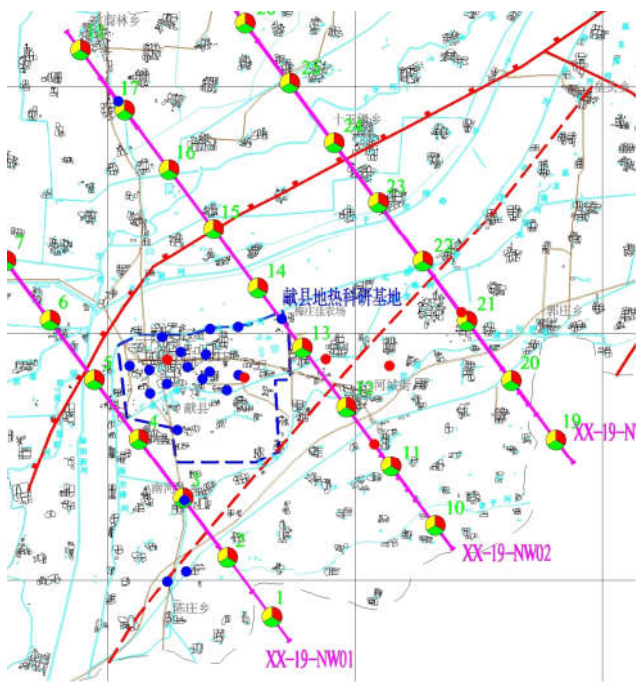


图9 孔位布置示意图

6 结论

通过MT和二维地震综合的物探手段确定了参数孔孔位，该参数孔于2016年11月7日开钻，2017年5月20日完成钻探工作，钻探进尺4025.82m，查明了4000米以浅的地层分布，探获了蓟县系雾迷山组、高于庄组热储，出水温度103.5℃，此外，又联合南、北两个2000m地热井

建立了地热资源梯级利用试验基地，完成了科研基地内地热资源三级梯级利用试验，获取了相关试验数据，评价了中低温地热资源梯级利用的综合利用效能、环境效益及社会效益，也成为我省地质类高校科研学习基地。因此，本次通过MT和二维地震综合的手段确定孔位是正确的，选取了最佳的孔位，此选孔经验可以推广应用。

参考文献

[1]中国地质调查局.水文地质手册[M].北京:地质出版社,2012.

[2]《科技导报》.第十九期,干热岩开发专题.2015

[3]陈墨香.华北地热[M].科学出版社.1988.24-98.

[4]张德忠,刘志刚等.河北地热[M].地质出版社.2013.40-55.

[5]河北省煤田地质局水文地质队,《河北省中部平原沧县台拱带干热岩资源预查》,2017.

[6]中国地质科学院水文地质环境地质研究所,《京津冀地热资源梯级综合利用示范阶段成果报告》,2018.

[7]王贵玲,张发旺,刘志明.国内外热能开发利用现状及前景分析[J].地球学报,2000(2):134-139

[8]陈墨香,汪集旻.中国地热资源形成特点和潜力评估[M].北京科学出版社,1994.

[9]蔺文静,刘志明,王婉丽,等.中国地热资源及其潜力评估[J].中国地质,2013,40(1):312-320