

浅谈浅层地热电法勘探原理及多参数处理

上官士青 徐洋洋 魏 来
(中国矿业大学资源学院 江苏 徐州 221116)

【摘 要】地热是一种新兴能源,广泛应用于发电、采暖、医疗、旅游等。长期以来人们多在勘探高温热泉,对浅层中低温热泉开采利用不足。浅层地热一般分布范围较大,地热资源开采潜力大,地热资源蕴藏丰富,在我国大多数中生代沉积盆地内几乎均匀有分布,应是当前地热能开发的重点对象。本文介绍了地热在的地质基础和物理现象以及电法勘探在寻找浅层地热中的原理及多参数的数据分析。

【关键词】浅层;地热;电法勘探;多参数

1. 地热存在的地质基础

地球内部的热量主要来源于地壳内放射性物质的蜕变、地球引力引起地球收缩产生的重力能、地球表面潮汐摩擦、地壳内的氧化还原反应以及其它方式产生的热量^[7]。地热是普遍存在的,我们所要寻找的是地热埋藏较浅的区域。地热田的热量主要来自于上地幔。由于地质构造等原因,地球表面的热流量分布不均匀,形成地热异常,如果再具备盖层、储层、导热、导水的地质条件,就可以进行地热资源的开发利用。

我国热水型地热系统分为两类,即构造隆起区热对流类和构造沉陷区(盆地)热传导类。构造隆起区热对流类的地热分布特点有:热水强度随远离板块边界而减弱,高温热水区与晚新生代火山分布相背离,低温温泉大多数与碳酸盐岩分布区相联系。构造沉陷区热传导类的热水储存发育与沉积建造岩相特征密切相关。

2. 地热的电法勘探

地热的存在主要会引起视电阻率异常、自由电异常(可正可负,有时正负伴随偶极方式分布)以及由热水蚀变粘土化在外电场下引起的极化过程等电磁物理现象。这些电性异常为地热的电法勘探提供了理论依据。

2.1 电阻率法

电阻率法是勘探地热田中应用广泛且有效的传统方法之一,包括:联合剖面法、对称四级法、中间梯度法、偶极剖面法以及各种高密度电阻率法等。在地热的勘探中,地层中介质视电阻率变化的主要原因是岩石孔隙中水的电阻率的变化。在含盐的水溶液中,电阻率随着温度的升高而降低。并且引起岩石孔隙中水电阻率变化的主要原因是温度变化,矿化度影响较小。这样一来,从低电阻异常便可圈定地下热水分布范围。一般情况下,热水电阻率最低,一般在 $3\Omega\cdot m$ 左右,含热水砂砾也仅在 $10\sim 20\Omega\cdot m$ 之间,与地表冷水视电阻率差异较大,可达几十倍。在资料解释时,通过视电阻率极小值的大小来划定异常范围,从而确定地热分布。由此可见,确定用于圈定地热分布的视电阻率值十分重要,一般要通过试验确定,尽可能应用综合物探方法配合各种地质资料来圈定地下热水的分布范围。

应用电阻率法勘查地热田方面主要通过电测深法和各种剖面法。视电阻率异常是地热资源的主要特征。应用电测深法可以圈定热田的垂向分布,即对热田的盖层和储热体厚度进行定量求解,并有可能推测填充物类型及至分布。如多孔的储热体中充有热水且含一定盐类,热区内将表现为电阻率低值区,在热区以外电阻率迅速升高。蒸汽田的情况则相反,蒸汽的电阻率高,在热田中心或边缘可能出现高值。通过各种剖面法如联合剖面法、对称四级剖面法等可以探明地热田地下地质构造特征,包括地热中心地段低阻带、热流体通道及其分布、产状等。在进行电剖面法进行勘探时,同一条侧线可采用多种电极距从而获得多个深度的岩性变化。

2.2 自然电场法

地热活动可以通过热电耦合或动电效应过程产生自然电场。动电效应是:地下热水在多孔岩石介质中沿控热断裂等空隙流动时,由岩石颗粒对水中离子的选择性吸附作用,形成负离子层,而负离子层又吸附正离子,在孔隙附近的形成较紧密的正离子层;随着正离子距孔隙的距离增大,负离子对其的吸引力减小,使断裂、裂隙的内部成为正离子的扩散区,引起负的自然电位异常。在热液通道的断层面上,往往观测到梯度陡的自然电位异常。由此原理可用自然电场法圈定复盖层下热泉的位置,并可查明泉的承压性质。热电耦合是因地热区内的热储

介质和围岩间存在着温差,温差使热储流体中离子的扩散作用强度和围岩中岩石基质的离子的扩散作用强度存在差异,从而产生电位梯度,引起自然电位的异常。自然电位异常的边界大致与已知的高热异常有关。

实际应用中有电位和梯度两种观测方法,通常以电位观测为主。可以大至确定热储的平面分布,但受地下潜水流干扰较强。自然电位法布线与其他电法勘探相同,要垂直于地质体走向,电位法基点 N 极固定,流动电极 M 点移动,梯度法同时移动 MN,记录 MN 的中点。

2.3 激发极化法

激发极化是在常规电阻率法的基础上,通过测定充、放电过程中产生随时间缓慢变化的附加电场现象(激电效应)发展而来。

理论上,电磁效应与温度无直接关系,但是事实证明,地热存在的热水蚀变带和热水矿化现象可能导致激电异常。对于这些激电现象的具体成因有超电压和薄膜极化等假说。首先,在热水蚀变带中,粘土化现象最普遍,含热水的空隙中常有粘土矿物,在外电场作用下产生极化过程,这样可利用激发极化法圈定热水蚀变带来研究对流型地热储的断面特征。其次地下水来自地下深处,其中含有许多矿物质,含一定量的硫化物和其他金属矿物,且温度高,有利于产生激发极化效应。因此,可以应用激发极化法寻找地下水。

电阻率法剖面装置主要用于发现热储平面位置,而激发极化法则用于研究热储的断面特征。应用激电法时,要注意其别其他激电干扰因素产生的异常。

2.4 多参数数据处理

以上三种方法受多种因素的制约和影响,避免不了反演的多解性,三种方法都面临着如何区分背景干扰的难题。为进一步改善电法在地热勘探中的应用效果,应用时将以上三种电法的参数合理地进行组合得到的多种参数进行分析,为多参数电法。在进行物探数据多参数综合解释时应遵循以下原则:1.结合地质资料;2.明确所有数据异常的地质原因;3.解释应由简到繁、由浅入深;4.解释要多次反复的进行;5.加强验证。具体有以下两种方法:

2.4.1 在实际应用中把激发极化法与电阻率法结合起来,引进电性比值参数 η/ρ_s (即极化率与视电阻率的比值),可突出冷、热水在探测结果上显示的异常。在地热储分析时,不仅有低阻显示,并有激电响应,两种干扰背景值相互消减,因此电性比值将出现明显高于背景值的异常。对于某些低阻高极化地质体仍不能确定是否为地下水异常,需根据其他地质和物探资料进行综合分析。将自然电场法和电阻率法结合,引进参数 V_{sp}/ρ_s ,即自然电位与视电阻率的比值,也可起到突出异常的作用。

2.4.2 将自然电位法、激发极化法、电阻率法三者结合,不引进新参数,将三种方法引起参数异常的原因列举出来,在综合分析剔除不合理项,尽可能多的排除干扰。应用激电法时,要注意其别其他激电干扰因素产生的异常;自然电场法,但受地下潜水流干扰较强;电阻率法应用时应注意并不是所有的低电阻一定代表地热区,如电阻较低的某些金属矿层,因此,实际工作中还需要通过其他物探手段加以区别。综合分析可以准确可靠的圈定地热分布范围。

3. 小结

物探方法所测得的各种数据结果,是地下地质情况综合信息相反映的迭加,要排除干扰,减少电法参数反演的多解性,在探测资料分析时,必须充分研究已有的各种地质资料,综合分析,更(下转第 85 页)

2.2“固化”式方法。即把病毒事先存放在硬件(如芯片)和软件中,然后把此硬件和软件直接或间接交付给对方,使病毒直接传染给对方电子系统,在需要时将其激活,达到攻击目的。这种攻击方法十分隐蔽,即使芯片或组件被彻底检查,也很难保证其没有其他特殊功能。目前,我国很多计算机组件依赖进口,因此,很容易受到芯片的攻击。

2.3 后门攻击方式。后门,是计算机安全系统中的一个小洞,由软件设计师或维护人发明,允许知道其存在的人绕过正常安全防护措施进入系统。攻击后门的形式有许多种,如控制电磁脉冲可将病毒注入目标系统。计算机入侵者就常通过后门进行攻击,如目前普遍使用的 WINDOWS98,就存在这样的后门。

2.4 数据控制链侵入方式。随着因特网技术的广泛应用,使计算机病毒通过计算机系统的数据控制链侵入成为可能。使用远程修改技术,可以很容易地改变数据控制链的正常路径。

除上述方式外,还可通过其他多种方式注入病毒。

3.对计算机病毒攻击的防范的对策和方法

计算机病毒防范,是指通过建立合理的计算机病毒防范体系和制度,及时发现计算机病毒侵入,并采取有效手段阻止计算机病毒的传播和破坏,恢复受影响的计算机系统和数据。防范对策及方法主要有:

3.1 用户应养成及时下载最新系统安全漏洞补丁的安全习惯,从根源上杜绝黑客利用系统漏洞攻击用户计算机的病毒。同时,升级杀毒软件、开启病毒实时监控应成为每日防范病毒的必修课。

3.2 应定期做好重要资料的备份,以免造成重大损失。

3.3 选择具备“网页防马墙”功能的杀毒软件(如 KV2008),每天升级杀毒软件病毒库,定时对计算机进行病毒查杀,上网时开启杀毒软件全部监控。

3.4 请勿随便打开来源不明的 Excel 或 Word 文档,并且要及时升级病毒库,开启实时监控,以免受到病毒的侵害。

3.5 上网浏览时一定要开启杀毒软件的实时监控功能,以免遭到病毒侵害。

3.6 上网浏览时,不要随便点击不安全陌生网站,以免遭到病毒侵害。

3.7 及时更新计算机的防病毒软件、安装防火墙,为操作系统及时

安装补丁程序。

3.8 在上网过程中要注意加强自我保护,避免访问非法网站,这些网站往往潜入了恶意代码,一旦用户打开其页面时,即会被植入木马与病毒。

3.9 利用 Windows Update 功能打全系统补丁,避免病毒从网页木马的方式入侵到系统中。

3.10 将应用软件升级到最新版本,其中包括各种 IM 即时通讯工具、下载工具、播放器软件、搜索工具条等;更不要登录来历不明的网站,避免病毒利用其他应用软件漏洞进行木马病毒传播。

3.11 开启杀毒软件“系统漏洞检查”功能,全面扫描操作系统漏洞,及时更新 Windows 操作系统,安装相应补丁程序,以避免病毒利用微软漏洞攻击计算机,造成损失。

3.12 严把收硬件安全关。国家的机密信息系统所用设备和系列产品,应建立自己的生产企业,实现计算机的国产化、系列化;对引进的计算机系统要在进行安全性检查后才能启用,以预防和限制计算机病毒伺机入侵。

3.13 防止电磁辐射和电磁泄露。采取电磁屏蔽的方法,阻断电磁波辐射,这样,不仅可以达到防止计算机信息泄露的目的,而且可以防止“电磁辐射式”病毒的攻击。

3.14 加强计算机应急响应分队建设。应成立自动化系统安全支援分队,以解决计算机防御性的有关问题。早在 1994 年,美国软件工程学院就成立了计算机应急响应分队。

计算机病毒攻击与防御手段是不断发展的,要在计算机病毒对抗中保持领先地位,必须根据发展趋势,在关键技术环节上实施跟踪研究。实施跟踪研究应着重围绕以下方面进行:一是计算机病毒的数学模型。二是计算机病毒的注入方式,重点研究“固化”病毒的激发。三是计算机病毒的攻击方式,重点研究网络间无线传递数据的标准化,以及它的安全脆弱性和高频电磁脉冲病毒枪置人病毒的有效性。四是研究对付计算机病毒的安全策略及防御技术。

[责任编辑:张艳芳]

(上接第 65 页)好地利用物探数据并取得更加真实的结果。

【参考文献】

- [1]《中国地热资源》,陈墨香等,科学出版社,1994.
- [2]《物探方法在地热勘探中的应用》,贾苓希,物探与化探,1980 年,第 06 期
- [3]《羊八井地热物探的经验》,西藏地质局物探队.
- [4]《地下水调查的物化探方法》,贾苓希等,地质出版社,1992.
- [5]《电法勘探在地热勘查中的应用》,李保国,《水文地质工程地质》,2002.4.

[6]《电法勘探在汤岗子地热田中的应用》,崔瑞华,《地质找矿论丛》,2003.12.

[7]《地热学及其应用》,卡普迈耶, R.海涅尔,科学出版社,1981.

[8]《电法综合参数在辽宁思拉堡地区地热探测中的应用》,杨发杰等,《矿产与地质》,2004.8.

作者简介:上官士青,男,中国矿业大学,本科生。

[责任编辑:张慧]

(上接第 64 页)2.4 正六边形轮廓组

如图 4 正六边形轮廓组中的正六边形 ABCDEF,设 ED 边与 X 轴平行,边长为 L,其中心点的坐标为(x, y),设正六边形以距离 d 向外偏置,共有 i 个正六边形嵌套,则各正六边形的顶点坐标可由以下公式获得:

$$\begin{aligned} A' & \left(x - \frac{1}{2}L - \frac{\sqrt{3}}{2}(i-1)d, y + \frac{\sqrt{3}}{2}L + (i-1)d \right) & B' & \left(x + \frac{1}{2}L + \frac{\sqrt{3}}{2}(i-1)d, y + \frac{\sqrt{3}}{2}L + (i-1)d \right) \\ C' & \left(x + L + \frac{\sqrt{3}}{2}(i-1)d, y \right) & D' & \left(x + \frac{1}{2}L + \frac{\sqrt{3}}{2}(i-1)d, y - \frac{\sqrt{3}}{2}L - (i-1)d \right) \\ E' & \left(x - \frac{1}{2}L - \frac{\sqrt{3}}{2}(i-1)d, y - \frac{\sqrt{3}}{2}L - (i-1)d \right) & F' & \left(x - L - \frac{\sqrt{3}}{2}(i-1)d, y \right) \end{aligned}$$

将这些点信息求出后,以 $A_i(i=1,2,\dots)$ 为起点沿顺时针方向存储为 CLI 中的多义线。

3.结束语

本文提出的改进支撑类型,生成算法简单,适用于基于 CLI 模型的手动生成支撑技术。该方法充分考虑了设计支撑结构的三大因素,设计出的多边形轮廓组支撑较传统的支撑类型,结构简单,易去除。在保证支撑有足够强度的情况下,设置合理的边长和偏置取值范围及嵌

套层数是下一步研究的主要工作。

【参考文献】

- [1]洪军,李泽尘,唐一平等,快速成型中的支撑结构设计策略研究[J],西安交通大学学报,2000,34(9):58-76.
- [2]叶冰,刘廷章,李浩亮等,快速成型中基于单面薄壁的通用支撑设计方法[J],机电一体化,2002,(2):45-47.
- [3]董涛,侯丽雅,朱丽,快速成型制造中的工艺支撑自动生成技术[J],上海交通大学学报,2002,36(7):1044-1048.
- [4]颜永年,单忠德,快速成形与铸造技术[M],北京,机械工业出版社,2004,72-87.

作者简介:史晓楠(1981.7—),女,汉,河南桐柏人,助教,西安科技大学硕士研究生毕业,主要从事计算机图形图像研究。

[责任编辑:韩铭]