

地热盖层中井温梯度与地温梯度的关系及应用

胡玉禄¹, 王卿², 胡红文¹, 何国幸¹, 方庆海¹, 高赞东¹

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014 2. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

摘要 在曲阜市地热地质普查中发现了井温梯度与地温梯度的关系, 从理论与实际勘探工作中充分说明和验证了地热盖层地温与井温梯度差的客观存在规律。井温梯度同比于地温梯度, 井温梯度与地温梯度存在一固定差值, 地温梯度与井温梯度之差为 $2.6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{hm}$ 。

关键词 井温梯度 地温梯度 梯度差 地热盖层 作用机理

中图分类号: P314.2 文献标识码: A

地热勘探中, 利用已有水井或勘探钻孔进行温度测量, 进行数据处理, 作为推断地温场参数的依据, 这种方法称作井温测量。这种方法由于利用了原有的钻探工作, 所以工作费用较低, 尤其是用于控制面状地温场变化效果明显, 因此该方法得以普遍应用。本文结合曲阜市和寿光市地热地质普查项目, 主要介绍在地热勘探中井温测量的数据处理和应用方法。

1 井温梯度与地温梯度的概念

地层增温带内单位深度内增加的温度称为地温梯度, 习惯上用深度每增加 100 m 增加的温度数来计量地温梯度的大小 ($^{\circ}\text{C}/\text{hm}$), 是地温场的重要参数, 经常用于表示地温场的强弱^[1]。井温梯度是在井水增温带内每增加单位深度增加的水温度数, 也以 $^{\circ}\text{C}/\text{hm}$ 表示。地热勘探中, 在已经成井的水井或勘探钻孔中, 利用井水作为测温介质, 采用测温仪器所测得的温度, 实际是井中水温, 利用井中水温计算的梯度数值是井温梯度。而地温梯度是不同深度的地层温度计算的结果。二者含意不同, 但也存在着一定联系^[1, 2]。

2 井温梯率与地温梯度差的发现

在曲阜地热普查中, 采用现有机民井的井温测

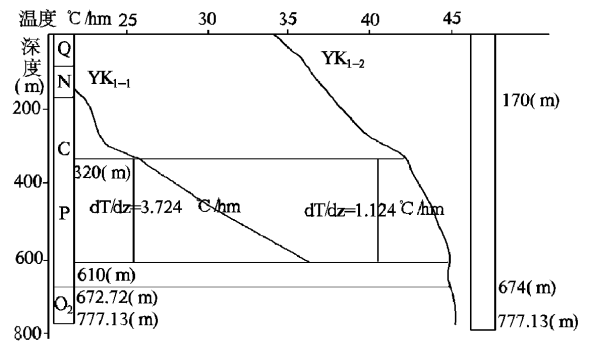


图 1 济南市鸭旺口地热田 YK1 井成井前后测温曲线对比

量调查, 直接测量计算出的是井温梯度与区域地温梯度数值对比发现, 该数值要比自然地温梯度小得多, 个别地段甚至出现了负值, 是不符合地温场规律的, 然而这个数值是实际进行井水温度测量计算的数值, 是客观存在的。为了寻找它们的相互关系, 使井温测量数值在地热勘探中得到有效利用, 对过去济南鸭旺口地热田勘探测温资料进行了详细的研究。将成井前后测温曲线绘制于 1 张图中, 并进行分析对比 (图 1)。计算均采用了与古近纪—新近纪地层岩性差不多的石炭—二叠纪地层段, 经计算地温梯度与成井后井温梯度差 YK1 孔为 $2.60\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{hm}$ 。由此可见在地层岩性基本一致时, 成井前后, 地温梯度与井温梯度存在一个较固定的差值, 在 $2.6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{hm}$

*收稿日期 2004-04-05, 修订日期 2004-05-12, 编辑 孟舞平

作者简介 胡玉禄(1962-), 男, 山东寿光人, 高级工程师, 主要从事水文地质与环境地质勘查研究工作。

左右^[2]。

3 井温梯度与地温梯度差作用机理探讨

首先确立了这样一个前提,某一水井中,下部地层是相对较热的,该井井水也应当是相对热的,下部相对低而上部也相对低,应当是正比变化的。先假设水不在井中或其他受热状态下,自然界中,底部存在比重小的相对热的水会向上运动,上部存在比重大的相对冷的水会向下运动,产生自然的热对流。例如一杯热水,杯子上部烫手,下部不烫手,说明上部温度高于下部温度,是自然热对流的结果。这种作用在井水中也是存在的,并与地温下高上低相互作用于井内,其趋势是相互抵消(图2)。他们相互平衡使井内产生了温度分带现象,井内水温与地温一样也存在上部变温带、中部水温转变带和下部增温带。水温转变带在正常地温梯度区,浅于地温恒温带深度。井温转变深度以上为变温带,在井温转

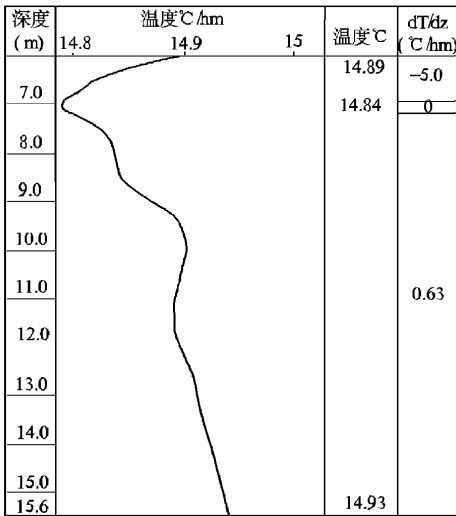


图2 曲阜035井温曲线图

变深度以下井温梯度表现为正常增温(图2);而在低地温梯度区就表现为井温随深度而下降(图3);在高地温梯度区则表现为井温随深度而升高(图4)。这是一条很重要的规律,在整理资料时进行了充分的利用。

4 井、地温梯度孔验证

为了验证上述推断的正确性,尤其是在用于其他不同地区类似地层的地温推断时,在地热钻孔勘

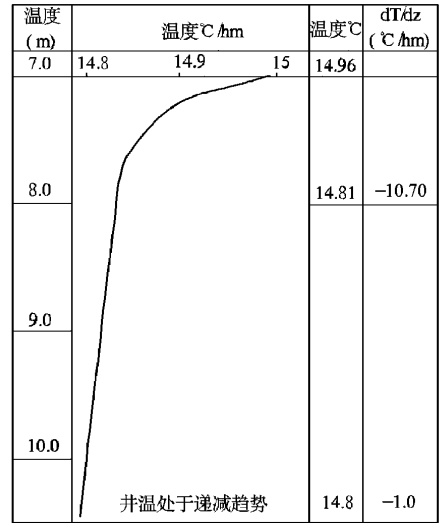


图3 曲阜015井温曲线图

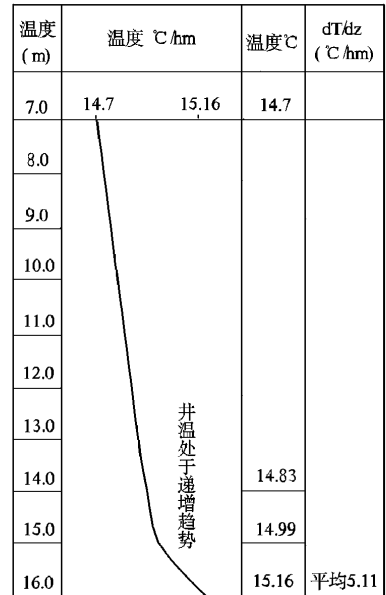


图4 曲阜106井温曲线图

探施工和浅层钻孔测温施工过程中,采取了两种测温方法,即成井前井底测温和成井后井水测温。在施工过程中在每钻进到某一深度后停钻等待,进行足够时间热平衡后,然后进行井底温度测量,这个数据能够代表井底地层的地温,这样一直测到目的深度。而成井后的钻孔,待热平衡完成后(相当于机民井静温测量)进行连续井水温度测量。经计算井温梯度低于地温梯度,如曲阜市地热地质普查1号浅钻孔测温钻孔测温,成井前地温梯度平均值为 $4.5^{\circ}\text{C}/\text{hm}$,成井后井温梯度为 $1.91^{\circ}\text{C}/\text{hm}$,地温梯度与井温梯度之差为 $2.59^{\circ}\text{C}/\text{hm}$ 。与济南市鸭旺口地热田勘探报告中钻孔测温计算的地温梯度是基本一

致的。这充分说明了华北地区地热该层中井、地温梯度差存在的客观规律。

5 结语

(1) 在地热勘探工作过程中,通过对已有资料和实测资料的分析对比,发现了井、地温梯度差。

(2) 井、地温梯度差在理论上找到了依据,在实际勘探工作中得到证实,在地热盖层中它是一条重要的规律。

(3) 井温梯度同比于地温梯度,井温梯度与地温

梯度存在一固定差值,地温梯度与井温梯度之差为 $2.6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{hm}$ 。

(4) 地热勘探中用于地热盖层井温调查数值的校正,配合其他工作方法推测地温梯度,能起到事半功倍的效果。

参考文献:

- [1] 胡玉禄,胡红文,张景康.5m 地温测量在地热勘探中的应用[J].水文地质工程地质,2003,30(4):83-85.
- [2] 吴富春,宋立胜,王锋.西安市地热水开采的现状分析[J].水文地质工程地质,2002,29(1):72-74.

Relationship and Application of Well Temperature Gradient and Ground Temperature Gradient in Geothermal Covering

HU Yu-lu¹, WANG Qing², HU Hong-wen¹, HE Guo-ying¹, FANG Qing-hai¹, GAO Zan-dong¹

(1. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Relationship between well temperature gradient and ground temperature gradient was found in geothermal geology survey of Qufu city. Occruing rule of ground temperature and well temperature gradient in geothermal covering is introduced in this paper. That is, comparing well temperature gradient with ground temperature gradient, there is a fixed deficit, and the dificit is $2.6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{hm}$.

Key words: Well temperature gradient; ground temperature gradient; gradient deficit; geothermal covering; function mechanism