

河北省煤矿区地热异常与地热资源 开发前景浅议^{*}

闫海渠

(河北煤田地质局, 邢台)

摘 要 河北省部分煤矿区存在地热异常现象,地温梯度最高可达 $6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,形成矿井热害。这些地热异常区的形成多与构造和地下水密切相关。开发利用这些煤矿区的地热资源,有助于减轻矿井热害,有利于改善这些地区的能源消费结构,减轻环境污染。

关键词 煤矿 地热异常 热害 地热资源开发 河北

1 引 言

河北省目前许多煤矿的采掘深度已达 $600\sim 800\text{ m}$,有的甚至达 $1\,000\text{ m}$,因而,即使在正常的地温梯度下,随着深度的增加也必将形成矿井温度的升高,对于存在地热异常的矿井而言,矿井热害更成为矿山首要解决的问题之一。《煤矿安全规程》明确规定:采掘工作面的温度不得超过 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$,局部温度超过时,最高温度不得超过 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。按照规定,井下温度超过 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ 即形成矿井热害。因而,在进行煤炭资源勘探时,《规范》明确要求查明工作区地温场特征,圈定地热异常区,划分热害区。

对于存在热害区的井田,煤矿设计部门一般需要设计采用加大矿井通风量的手段来努力降低井下的温度。根据煤矿井下采掘工作面通风量计算公式,当地温超过 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,在其他条件(如采掘方法、面积、瓦斯涌出量、漏风系数等)保持不变的情形下,采掘面地温每增加 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,通风量就需增加约 0.3 倍,若采掘面地温增加 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,通风量需要增加 3.3 倍。通风量的增加势必大大增加煤矿企业生产成本,无疑将直接降低企业的生产效益。

如今,地热作为一种宝贵的和相对洁净的能源,正在越来越受到国内外人们的重视。煤矿区地热资源的开发利用,有着能源利用和减轻矿井热害的双重意义,应该引起人们的足够重视。

2 河北省煤矿区地热异常分布概况

据目前的勘探资料,河北省煤矿区的地热异常,主要分布于邯郸市峰峰矿区、石家庄市元氏煤田、唐山市开滦矿区、河北平原的大城含煤区等。

峰峰矿区 位于矿区东南部的梧桐庄矿,精查勘探期间和建井前曾对 20 个钻孔进行测温或简易测温工作,发现 600 m 处地温为 $24.3\sim 41.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在 $500\sim 900\text{ m}$ 的勘探深度内有 16 个钻孔的地温梯度在 $3\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以上。区内的 1501 孔,孔深 670 m ,层位为中奥陶统峰

^{*} 作者 闫海渠,男,1963 年生,工程师,水文地质工程地质专业,邮编 054022

峰组,孔底温度达 42.9°C 。据钻孔抽水试验结果,涌水量达 $34\text{ m}^3/\text{h}$,井口水温 $36\sim 37^{\circ}\text{C}$,地温梯度达 $4.57^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。其他测温钻孔煤系地层埋藏深度内的地温也均大于 26°C 。建井期间的 1995 年 12 月,由于掘进时揭露断层,造成了地下热水突水淹井事故。淹井后水温达 41°C ,且长期保持较高水温。

此外,在羊东井田北部至邯郸市,呈 NE 向展布的断裂构造带内,也有地热异常显示^[1]。中煤总局第一勘探局 119 队在该断裂带内施工的一口水井中取得了地温资料。该井深约 600m ,抽水时井口水温为 32.3°C 。初步推算, 1000m 深可获得 42°C 的地热水, 1500m 深可获得 53.3°C 的热水。

元氏煤田 元氏煤矿在精查勘探期间及建井前,在 37 个钻孔中进行了测温,地温梯度介于 $1.4\sim 4.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。主要可采煤层 2 煤和 9 煤各有 24 个测温点,各自分别有 11 个点和 16 个点的温度在 26°C 以上,孔深 $560\sim 570\text{m}$ 处的地温为 $25.3\sim 33.1^{\circ}\text{C}$,钻孔地温梯度达 $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以上。位于元氏煤矿首采区的 JY13、Jm2 两孔间的主要可采煤层区地温达 $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。

另外,普查勘探成果显示,位于元氏矿东侧的董堡普查区存在地温更高的热异常区^[2]。

开滦矿区 在开滦煤田钱家营井田,地温热异常区主要分布在平行于向斜轴的钱 61 孔以西井田西翼的长条状块段。初步计算 860m 以浅的地温梯度达 $3.0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以上,最大达 $5.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ (钱 66 孔)。井内地温在 $26\sim 46^{\circ}\text{C}$ 的面积达 45km^2 。深度 600m 以下地温即达 28.9°C 以上。

大城含煤区 位于河北平原的大城煤田预测区,所施工的 3 个地震参数孔中,有 2 个进行了钻孔简易测温工作。测温结果表明,D2、D3 两孔的地温均较高,全孔平均地温梯度达 $3.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,主要煤系地层地温梯度达 $6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。区内煤系地层地温均大于 44°C ,以 D3 孔为例,孔深 900m 处地温为 44.5°C , 1000m 深地温 51.6°C , 1100m 深地温达 57°C 。

上述各煤矿区的地热异常主要位于煤系地层中,已形成矿山热害。

3 煤矿区地热成因

3.1 煤系地层及其上覆新生界松散层为保温层

上述煤矿区属于石炭—二叠系煤田。煤系地层岩性主要为粉砂岩、泥岩、砂质泥岩、砂岩及煤层等,岩石热导率低,不利于热传导。地温勘探资料显示,地温升高和地温梯度大于 $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 的层段,均位于煤系地层,并呈现随埋深增加,地温和地温梯度逐渐增大的现象。地温梯度的最大值出现于煤系地层底部,但至奥陶系灰岩层段,地温梯度则无明显增加,如梧桐庄矿 1501 孔。

元氏矿在元 24、Jy9、Jy1 一线以北为煤系地层,地温较高,而以南为奥陶系灰岩地层,则地温偏低。由此说明,地热不是产生于煤系地层,可以认定地热来源于深部。

3.2 构造是热源传导的重要通道

构造尤其是深大断裂的存在,为深部热源向上传导提供了通道,成为地热形成的主要控制因素。

峰峰矿区梧桐庄矿呈一近三角形的地垒块段,东边界断层 F5 为在新生代还频繁活动

的深断裂,井田东北该断层与井田西北边界 F26 断层交汇处附近曾是 1830 年的磁县彭城 7.5 级大地震的震中。煤炭勘探中发现的地热异常区均位于 F26 断层附近和与该断层相交的韦武庄背斜轴部附近。地温梯度最大的 1501 孔位于背斜的轴部。

元氏煤田位于太行山断褶带太行山东坡断隆区中段赞皇断凸的东北端边缘,呈地堑地垒断裂构造块段。东部的太行山大断裂深达 3 000 m 以上,井田内分布一系列太行山山前大断裂派生的 NNE 向和 NE 向的较大的断裂。这些使其具备了地壳深部热量向上传导的有利条件。大城含煤区位于区域构造上的断隆区,属于冀东南拗陷沧县断隆区大城断凸,含煤区四周的断裂均为深断裂。

3.3 地下水系是造成煤矿区地热异常的重要因素

煤系基底的寒武—奥陶系灰岩层,为裂隙岩溶含水层,是地下水运移、活动的主要场所,也成为地下热水的储存、运移空间。但由于井田周围断层的切割,地下水的径流补给受到阻碍,使其交替循环极为缓慢。井田内地下水处于滞缓的水平径流状态和压力影响下的垂直运动状态,而使其能够成为深部地热向上传导的重要载体。在垂直运动并不断被加温上升后,遇煤系地层阻隔,并与上覆煤系地层进行温度交换,导致出现地热异常。

在梧桐庄矿煤系基底的奥陶系灰岩地层,本为区域岩溶强富水含水层,但区内奥陶系灰岩地下水固溶物含量达 5 g/L 以上,大大高于区域及邻区,水质类型属氯化物硫酸型,地下水径流表现为滞缓状态。

元氏矿属于临城水文地质单元的最北端,由于该区的西、西北寒武、奥陶系隔断层与元古宇石英岩、片麻岩相接,东、东南又与上覆的煤系及第三系隔断层相接,仅南部与水文地质单元有一定水力联系,区内地下水运动缓慢。

钱家营井田位于开平向斜的东南翼。本区奥陶系灰岩地下水在向斜的北部露头区补给后,沿层面运移,并在开平向斜轴部做缓慢深循环,然后方径流至井田,从而使其温度升高,加之又有较大厚度的新生界覆盖(其南部新生界厚达 600~800 m),有效地阻止了深部地热的继续向上传导,因而形成地热异常。

基岩地层埋深 800~1 200 m。煤系及其下伏地层中的含水层,由于埋深大,地下水径流滞缓,难以带走深部地层向上传导的热量,煤系上覆的巨厚新生界冲积层厚度较大,均在 800 m 以上,起着良好的保温隔热作用。测温资料显示,冲积层段地温梯度为 2.2 °C/100m,基本正常,而煤系层段地温梯度达 6 °C/100m,说明深部向上传导的热量在基岩界面大量积聚而形成地热异常。

综上所述,煤矿区地热异常的存在是在构造控制下地下水活动的结果,换言之,是地下水这一强地热载体,通过深循环将深部地热带上来,并与煤系地层发生热交换所致。

4 地热资源开发利用前景

煤矿区地热水埋深较浅(前述的梧桐庄矿 43 °C 热水含水层的埋深不足 700 m,在元氏煤田 1 500 m 深即可获得 53 °C 的热水),开发利用成本较低,并且位于人口较集中地段,或距离城市较近(梧桐庄矿距离峰峰矿务局驻地仅 12 km,元氏矿北距石家庄市也仅 23 km),开发后宜于利用和管理。地热水的温度多在 40~60 °C,属低温热水,适宜于洗浴、温室养殖、种植等,适当加温还可用于生活取暖及工艺流程等。

煤矿区地热水的开发利用,还具备以下优点:

(1)方便职工生活,并可在一定程度上改善煤矿区能源消费结构比较单一的局面,从而减少燃烧煤炭所带来的环境污染。

(2)煤矿区地热水的长期开发利用必将促进地下水的径流,减少地热水与煤系地层的热交换,可以有助于减轻矿井的热害。

(3)增加了煤矿企业效益。从单纯为降低井下工作环境温度增加投入费用,变为投入之费用可以带来相应的经济效益。

(4)对于地下热水水头压力较大的井田,地下热水的开发利用,还可以降低地热水的水头压力,减少地下热水突入矿井的威胁。

开发利用煤矿区的地热水资源,可以有助于减轻矿井的热害,改善煤矿井下工作环境,有助于降低生产成本,增加企业效益。并且,地热水资源的开发利用,有益于改善煤矿区能源消费结构比较单一的局面,从而可以减少环境污染,对于地下热水水头压力较大的煤矿,还可以降低地热水的水头压力,减少地下热水突入矿井的威胁,应该说,这是一举三得。

参 考 文 献

- 1 《河北煤炭开发技术》编委会. 河北煤炭开发技术. 北京: 煤炭工业出版社, 1997.
- 2 李英超. 元氏煤矿地温异常浅析. 河北煤炭, 1993 (4): 10~15.

A Discussion on Geothermal Resource and Prospects of Its Development in Coal Mines of Hebei Province

Yan Haiqu

(Hebei Bureau of Coalfield Geology, Xingtai)

Abstract Abnormal geotemperatures exist in part of coal mines in Hebei Province. The highest gradient of rock temperature is $6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. This would result in thermal hazard in coal mines. The geotemperatures are closely associated with structures and groundwater. The development of geothermal resources in these coal mines would help to lower thermal hazards and environment pollution and be advantageous to the improvement of the structure of energy sources there.

Key words coal mine geothermal anomaly thermal hazard development of geothermal resources
万方数据
Hebei