

# 焦作演马庄矿 岩溶水隐伏补给口的勘查与堵截

方玉先  
(焦作矿务局)

## 一、矿区水文地质条件

演马庄矿位于太行山南麓的焦作矿区,地势比较平坦,标高90—130米,东西长5.5公里,南北宽3公里,面积16.5平方公里;演马庄井田为一地垒构造,北部是九里山断层,南部是凤凰岭断层;其西是韩王井田,构造复杂,断层发育;东为九里山井田,构造简单,煤层稳定,这三个井田地层基本连续。

地层自上而下为冲积层,厚30~100余米,北薄南厚,由黄土、红土、砾石、砾岩组成。二叠系由砂岩、粉砂岩、泥岩、煤层组成。石炭系总厚约100米,由砂岩、粉砂岩、泥岩、薄层灰岩、煤层、铝土组成,其中灰岩共有9层( $L_1 \sim L_9$ )。奥陶系灰岩厚约500米,为煤系地层基底。

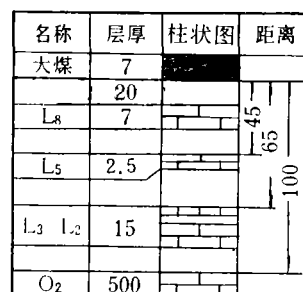
主要含水层有冲积层,石炭系第八层灰岩(以下简称 $L_8$ ),第二、三层石灰岩(以下简称 $L_2$ 、 $L_3$ ),奥陶系灰岩( $O_2$ )(图1)。

冲积层主要是砾石、砾岩,有3~5层,总厚10~30米,水位标高90米左右,凿井时涌水8~12米<sup>3</sup>/分。

$L_8$ 厚7米,位于现采大煤以下20米,水位标高80~85米。裂隙溶洞发育,属管道裂隙型,多呈北西向,有单一的,也有上下排列,中间由裂隙连通成串珠状。所有裂隙都从“管道”上下端延伸。管道裂隙最宽0.7米,最高1.4米。据井下所见,220米长的 $L_8$ 岩巷见44个管道裂隙。

$L_8$ 是矿井水的主要直接出水层,共发生5米<sup>3</sup>/分以上的突水12次,最大89米<sup>3</sup>/分,正常涌水50~75米<sup>3</sup>/分。出水点标高7~200米,降压彻底。

$L_2$ 、 $L_3$ 总厚15米,距煤底65米。裂隙溶洞发育,距奥陶系灰岩近,易接受补给,水量大,曾发生2次突水,一次是1977年发生在1441回风巷,距断层3米,水压13公斤,突水



单位: 米

图1 主要含水层示意图

Fig. 1 Distribution map of main aquifers

120米<sup>3</sup>/分,后稳定为90米<sup>3</sup>/分;另一次是1979年二一巷见8米错距的断层,水压28公斤,突水240米<sup>3</sup>/分,造成淹井。1441突水后,相距300米的观测孔水位仅下降30米。由于水量巨大,目前矿井尚无能力对其实行疏放降压;资料表明,没有断层不会发生突水。

O<sub>2</sub>灰岩广露北部太行山区,受水面积约2700平方公里,以溶洞和溶隙为主,多分布于顶面以下100米。在矿区,O<sub>2</sub>有统一水位,标高90米左右,年变化幅度5~8米,大雨后一天,矿区O<sub>2</sub>水位即开始回升。

上述含水层互有水力联系,O<sub>2</sub>是补给者。在浅部,由于冲积层覆盖于其它含水层露头之上,起沟通作用;在深部,由于某些断层的导水作用,使各灰岩含水层发生水力联系。

## 二、L<sub>8</sub>补给口的勘查

L<sub>8</sub>主要补给途径有二:一个在浅部露头带,接受冲积层补给;另一个在深部西二地区,通过断层接受L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>、L<sub>5</sub>的补给,是最主要的补给口。

勘查补给口可分为先定向,继定位,最后定点,即逐步缩小范围,圈定补给口的过程。

定向:确定L<sub>8</sub>的主要来水方向。主要根据地面观测孔水位及井下涌水量动态变化特征和构造条件等综合分析确定。

定位:在主要来水方向上,根据地面钻孔注水试验及构造特征,大体确定补给口的范围。

定点:在上述范围内,通过地面钻孔连通试验及水位、水量动态,构造特征,确定补给口的具体位置。

勘查的具体方法如下:

### (一)一次筛选性的勘查——浅部L<sub>8</sub>补给口的堵截。

1964年12121工作面-55米标高L<sub>8</sub>突水,水量为89米<sup>3</sup>/分。突水后,冲积层水位下降19米,表明冲积层补给L<sub>8</sub>。后经进一步勘查,确定具体位置。1965~1966年在930米的截流线上,对L<sub>8</sub>进行堵截。共打钻孔35个,孔深70米,共注入黄土20577米<sup>3</sup>,砂74米<sup>3</sup>,水泥109<sub>4</sub>吨,截断冲积层的补给水源,堵截水量18米<sup>3</sup>/分。

1966年浅截后,井下L<sub>8</sub>涌水量还有57米<sup>3</sup>/分,证明另有更大补给口存在。初步判定是L<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>通过断层补给。

从12121突水点以北到浅部补给口的L<sub>8</sub>强迳流带上,出现L<sub>8</sub>水位低洼(谷型)地带。此“谷型”的中心地带,地下水流速最大,当井下L<sub>8</sub>涌水量发生明显变化时,此地带L<sub>8</sub>水位灵敏度最高,即水位升降最快,幅度最大;当截流带建成时,原有“谷型”完全消失。

在堵截过程中,凡是被泥浆充填的地段,由于L<sub>8</sub>裂隙溶洞被堵,水流活动减弱,因此水位灵敏度就降低,水位也偏高。

水位灵敏度高,水位低,坡度小,是导水能力强的表现;灵敏度低,水位高,水力坡度大,是导水能力弱,有一定补给水量的表现。当井下L<sub>8</sub>突水时,L<sub>8</sub>观测孔水位动态,有下列4种形态(图3):

A线 突水后水位迅速下降,极少回升,水位低平。是灵敏度高,导水性强,补给水量小的表现;

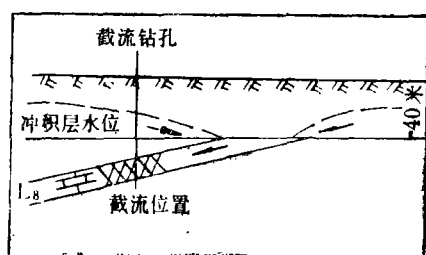
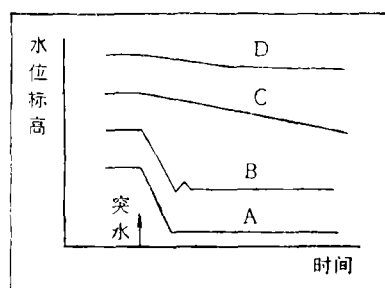
图 2 浅部 $L_8$ 截流剖面示意图Fig. 2 Schematic section of flow interception at the shallow part of  $L_8$  limestone

图 3 突水后水位特征示意图

Fig. 3 Characteristic of water table after water invasion

B线 突水后 水位迅速下降, 很快又有所回升, 水位较低, 有一定水力坡度, 形成“谷型”。是导水性强, 补给水量大的表现, 是主要来水方向;

C线 突水后水位长时间缓慢下降, 是导水性差, 补给水量小的表现;

D线 突水后水位下降缓慢, 幅度小, 水位偏高。是导水性差, 来水量小的表现, 但其上游有一定补给水量。

据分析, 本区主要来水方向, 在水位动态上应同时具备三个特点: (1) 水位灵敏度高, (2) 有一定水力坡度; (3) 水位高度较低。

根据上述情况, 演马庄井田 $L_8$ 的主要来水方向分析、确定如下:

灵敏度西部最高。当井下关闭水闸门, $L_8$ 涌水量减少 $28\text{米}^3/\text{分}$ 后, 经48小时, 西部 $L_8$ 水位上升14.8米, 北部上升7.6米, 东部上升2.3米;

水力坡度西部14~22‰, 东部33‰, 北部截流前是14‰, 截流后是100‰;

水位高度西部适当, 东部及南部低平, 北部偏高, 接近原始水位。

又据西部构造复杂, 地层破碎等特点, 因此, 确定西部是 $L_8$ 的主要来水方向。

## (二) 用注水试验圈定补给口范围

虽然西部定为主要来水方向, 但范围很广(长4公里, 宽1.5公里), 1971年根据地质构造分析, 认为补给口范围在远西, 距演马庄矿井下西大巷突水点3公里的韩王井田西部 $F_6$ 、 $F_8$ 之间300米宽的过水地带。但通过地面钻孔, 对 $L_8$ 作单孔和群孔注水试验。打10个钻孔, 配合22个观测孔, 作14次注水试验, 最大注水量 $2\text{米}^3/\text{分}$ 。在 $F_6$ 、 $F_8$ 之间,  $L_8$ 水位平坦, 水力坡度仅1‰。当主孔注水时,  $L_8$ 水位上升值基本一致; 注水量与观测孔水位上升值呈直线关系, 每增加 $1\text{米}^3/\text{分}$ 水, 附近水位升高1.76米。该地段, 灵敏度高, 虽有一定导水能力, 但水力坡度小, 注水时水位上升值大, 显然是过水量小的表现。根据水力积分仪和其它方法计算 $F_6$ 、 $F_8$ 之间过水量为 $13.3\text{米}^3/\text{分}$ , 其中 $5\text{米}^3/\text{分}$ 水从韩王矿排出,  $8.3\text{米}^3/\text{分}$ 水向东流入演马庄矿井下。此计算结果为后来演马庄矿淹没所证实。

又1979年演马庄矿因 $L_2$ 突水淹没, 随着 $L_8$ 水位的回升, 韩王矿 $L_8$ 水量增加 $8.2\text{米}^3/\text{分}$ ; 1982年演马庄矿排水恢复后, 随着 $L_8$ 水位的下降, 韩王矿 $L_8$ 水量减少 $7.1\text{米}^3/\text{分}$ , 与计算结

果基本相符。

当万<sub>4</sub>孔 $L_2$ 注水 $1.4\text{米}^3/\text{分}$ 时,  $F_2$ 以北 $L_2$ 水位明显上升, 距万<sub>4</sub>孔1500米的万<sub>4</sub>孔水位上升0.67米, 距万<sub>4</sub>孔2100米的N86孔水位上升0.46米。但 $F_2$ 以南 $L_2$ 水位上升不明显, 如N16和3—5孔仅上升0.04和0.06米(图4)。

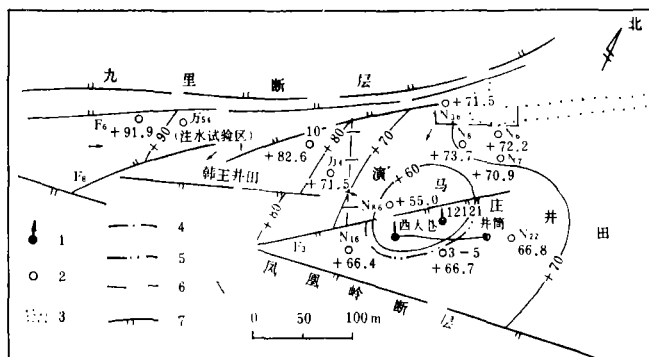


图4 演马韩王矿 $L_2$ 补给口勘查图

Fig. 4 Reconnaissance of recharge entrance of  $L_2$  limestone at Yanma and Hanwang coal mine

1. 井下 $L_2$ 突水点 2.  $L_2$ 观测孔 3.  $L_2$ 与冲积层接触带 4. 浅部 $L_2$ 截流线 5. 推测西二 $L_2$ 补给范围 6.  $L_2$ 水位等高线 7. 断层

$F_2$ 以北 $L_2$ 水位灵敏度高, 注水时水位上升如此之大, 说明导水性强, 过水量小。这一结论已为后来演马庄矿井下西三皮带揭露 $L_2$ 出水仅 $3\text{米}^3/\text{分}$ 所证实。因此, 确认远西不是主要来水方向。

从矿井 $L_2$ 水量情况分析, 来自韩王井田 $8.3\text{米}^3/\text{分}$ , 来自演马东部 $10\text{米}^3/\text{分}$ 。演马南部水位低平, 不能大量来水。因此 $73\text{米}^3/\text{分}$ (1971年)的 $L_2$ 水中大约 $40\sim 45\text{米}^3/\text{分}$ 水应来自近西, 即演马庄矿自身的西二地区(图4)。

### (三) 用连通试验确定补给口位置

通过注水试验, 把 $L_2$ 补给口范围限定在西二地区, 但范围仍很大, 还不能进行堵截, 为了准确确定该补给口的具体位置, 于是在西二地区进行连通试验。共打5个钻孔, 进行16次投放指示剂(亚硝酸钠), 其中投放 $L_2$ 4次, 投放 $L_3$ 3次, 投放 $L_2$ 、 $L_3$ 8次, 投放 $O_2$ 一次(表1)。

为了确保指示剂全部进入投放层位, 上部含水层用套管隔离, 再将钻杆下到投放层位, 然后通过钻杆注入指示剂溶液, 并连续注入清水。与此同时, 向钻杆外注入清水, 让其水位略高于钻杆内水位。

$L_2$ 、 $L_3$ 投放指示剂时, 井下西大巷和12121两个 $L_2$ 突水点都见指示剂, 西大巷总比12121早见1.5~2个小时。指示剂投入 $O_2$ 时, 两突水点均未见。投入 $N_{86}$ 孔的 $L_2$ 时, 只有西大巷突水点见, 最快3.5小时, 而12121突水点始终不见。投入 $N_{121}$ 孔的 $L_2$ 时, 也只在西大巷见, 最快5小时35分(图5)。

试验期间, 西大巷 $L_2$ 涌水量 $49\text{米}^3/\text{分}$ , 突水点标高-69.9米; 12121的 $L_2$ 涌水量 $9.8\text{米}^3/\text{分}$ , 标高-55米。两突水点相距500米, 互相干扰, 西大巷突水前, 12121涌水量 $44\text{米}^3/\text{分}$ 。

表 1 连通试验情况表

Table 1 Data of communicating test

| 孔 号 | 层 位                           | 日 期      | 指示剂 | 水位高程<br>(米) | 西 大 巷 |       | 12121 |       |
|-----|-------------------------------|----------|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|
|     |                               |          |     |             | 距离(米) | 初 见   | 距离(米) | 初 见   |
| 2—4 | L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> | 68.12.2  | 17  | +80         | 170   | 20.59 | 620   | 23.29 |
| N91 | L <sub>3</sub>                | 69.1.24  | 2.5 | +80         | 90    |       | 570   |       |
| N92 | L <sub>5</sub>                | 71.10.22 | 2   | +74.56      | 30    | 5.35  | 500   |       |
| N92 | L <sub>5</sub>                | 71.11.27 | 10  | +83.14      | 30    | 6.05  | 500   |       |
| N92 | L <sub>5</sub>                | 71.12.1  | 10  | +82.95      | 30    | 6.00  | 500   |       |
| N92 | L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> | 71.11.2  | 15  | +84.58      | 30    | 13.00 | 500   | 15.00 |
| N92 | L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> | 71.11.29 | 15  | +82.81      | 30    | 13.20 | 500   | 14.50 |
| N92 | O <sub>2</sub>                | 71.11.23 | 18  | +94.68      | 30    |       | 500   |       |
| N93 | L <sub>5</sub>                | 72.1.4   | 10  | +11.26      | 190   |       | 370   |       |
| N93 | L <sub>5</sub>                | 72.1.7   | 13  | +11.00      | 190   | 13.00 | 370   |       |
| N93 | L <sub>5</sub>                | 72.1.24  | 13  |             | 190   | 14.00 | 370   |       |
| N93 | L <sub>5</sub>                | 72.1.26  | 4   |             | 190   | 3.30  | 370   |       |
| N93 | L <sub>2</sub>                | 72.1.18  | 13  | +82.26      | 190   | 16.00 | 370   | 18.00 |
| N93 | L <sub>2</sub>                | 72.1.27  | 13  | +82.26      | 190   | 13.20 | 370   | 15.30 |
| N94 | L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> | 73.11.22 | 17  | +84.80      | 370   | 25.00 | 250   | 27.00 |
| N94 | L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> | 73.11.25 | 21  |             | 370   | 19.00 | 250   | 22.30 |

注：①指示剂为亚硝酸钠，单位：公斤。②初见时间单位：时、分。

L<sub>5</sub> 水位分别以两突水点形成漏斗，最大的降落中心在西大巷突水点。

连通试验表明：

1. L<sub>5</sub> 在西二地区直接接受 L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 补给。

2. L<sub>5</sub> 接受 L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 的补给口只有一个，而且范围比较集中。显然，投放 L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 时两突水点接收到的时间之差，就是 L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 水进入 L<sub>5</sub> 后分别流到两突水点所需时间之差，流抵西大巷比流抵 12121 快。

3. L<sub>5</sub> 接受 L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 的补给口必在两突水点之间的 L<sub>5</sub> 水位分水岭处。

4. L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub> 补给 L<sub>5</sub> 必须通过断层，正常地段不可能。

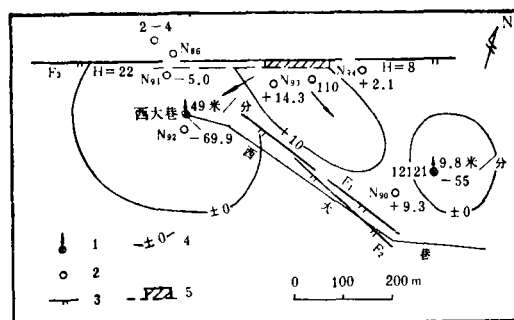


图 5 西二连通试验及截流位置图

Fig.5 Location map showing the communicating test and flow interception at the area W2

1. 井下 L<sub>5</sub> 突水点 2. 观测孔 3. 断层  
4. L<sub>5</sub> 水位等高线 5. 截流线及主要地段

因此,  $L_2$ 、 $L_3$ 补给 $L_1$ 的位置必在 $N_{03}$ 孔北侧 $F_3$ 上, 称西二 $F_3$  $L_3$ 补给口。

此外, 从 $N_{02}$ 孔投入 $L_1$ 时只有西大巷见指示剂, 而12121没有见到的情况分析另还有 $L_1$ 单独补给 $L_3$ 的补给口, 其位置应在西大巷突水点附近。

故西二补给口分为二个, 一个在 $F_3$ 东段, 补给水量约28米<sup>3</sup>/分; 另一个在西大巷突水点附近, 补给水量10~16米<sup>3</sup>/分。

此外, 从 $L_3$ 补给口所在位置, 还证实另一个结论:  $L_3$ 涌水量与突水点到补给口的距离成反比关系, 即涌水量越大, 则其距离越小, 当距离为零时, 就是 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $O_2$ 直接突水的局面, 这时涌水量最大。因为距离越小,  $L_3$ 与 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $O_2$ 之间的水位差就越大, 故补给量也越大。焦作矿井底板突水量大于30米<sup>3</sup>/分有14次, 其中距离为零的有11次, 距离在350米以内的有2次, 情况不明1次。距离与涌水量的反比关系是一个相对概念, 对直接突水层 $L_3$ 来说, 大约涌水量超过30米<sup>3</sup>/分, 其补给口必在突水点附近, 而不会在边远地带。

### 三、西二 $F_3$ 的堵截

1979年矿井被淹没, 1981年至1982年进行堵截, 1981年12月矿井排水恢复。淹井期堵住17.9米<sup>3</sup>/分, 恢复以后堵住5米<sup>3</sup>/分, 共堵住22.9米<sup>3</sup>/分。

堵截由地面钻孔进行, 堵截地段断层错距8~20米, 全长350米, 重点在东段120米处。钻孔沿断层成单排线状排列, 孔距5~20米, 孔深约230米。钻孔穿过上盘 $L_3$ , 过断层后要求立刻进入下盘 $L_2$ 、 $L_3$ , 对 $L_3$ 、断层带和 $L_2$ 、 $L_3$ 进行堵截, 重点堵截断层带和 $L_2$ 、 $L_3$ , 这样, 就能够迅速有效地切断 $L_3$ 的补给水源(图6)。

堵截段孔径89~110毫米, 下108或127毫米套管过煤层。

堵截段方式有三: ①三个层段一起堵; ②分段自上而下; ③分段自下而上。如果是分段自下而上, 则多下一路套管。三个层段一起堵, 钻孔结构简单, 钻进方便, 钻进与堵截可实行流水作业, 方便, 进度快, 初期为了尽快恢复矿井, 采用此法。分段自上而下, 则钻探、堵截均方便, 质量也高, 但需拖住一台钻机, 进度慢。分段自下而上, 钻探与堵截可实行流水作业, 质量也较高, 由于多下一路套管, 因此, 起管困难, 进度慢。在时间不太紧迫情况下, 采取分段自上而下为好, 这样可以降低工程费用, 提高质量; 在时间要求十分紧迫情况下, 采取三个层一起堵为好, 可以争取时间。

堵截材料是水泥和砂。为了节约水泥, 提高堵水质量, 加快进度, 只要许可, 各孔均采用先注砂, 继注水泥砂浆, 最后注水泥浆的办法。水砂之比为20:1(重量比)的水砂注入孔内, 待孔口返水, 即停止注入水砂; 在水灰比为1:1的水泥浆中加入10~20%的细砂,

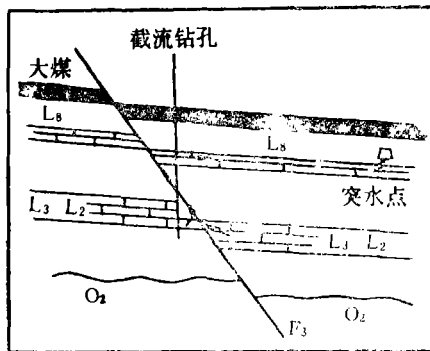


图6  $F_3$ 截流剖面示意图

Fig.6 Sketch section of flow interception of  $F_3$  fault

用泥浆泵送入孔内，待孔口有压力时，即停止加砂，改注纯水泥浆。注水砂时，每个孔可连续注；注砂浆和水泥浆时，每 2~3 天注一次。终孔结束标准：单泵，水灰比 1:1，孔口压力 25 公斤延续一小时以上。

经验证明，由于采取大量注砂，灰岩中的较大裂隙溶洞被砂充填，水泥主要起加固作用，这样能够节省 30~50% 的水泥。

根据突水机理，如果能够封住断层带，即  $L_2$ 、 $L_3$  补给  $L_4$  的通道，就能切断水源，因此，砂子起着防止水泥过多向外扩散的作用。当然，砂也能切断水源，只是强度太低而已。

西二  $F_3$  堵截工程共施工各类钻孔 40 个，总进尺 9234 米，其中堵水钻孔 34 个 7858 米，长期观测孔 6 个 1376 米。堵水钻孔分二类：能注 32 个，不能注 2 个。共注入砂 300.2 米<sup>3</sup>，水泥 4299.4 吨。单孔注入水泥最多 444 吨，注入砂最多 42.5 米<sup>3</sup>（表 2）。矿井  $L_4$  涌水量已由 76.9 米<sup>3</sup>/分减为 54 米<sup>3</sup>/分，堵住 22.9 米<sup>3</sup>/分； $F_3$  补给口被堵住 82%，原补给量约 28 米<sup>3</sup>/分。

表 2 各堵水孔注量表

Table 2 Amount of cement injected into each flow interception borehole

| 孔 号 | 砂 (米 <sup>3</sup> ) | 水泥 (吨) | 孔 号 | 砂 (米 <sup>3</sup> ) | 水泥 (吨) | 孔 号 | 砂 (米 <sup>3</sup> ) | 水泥 (吨) |
|-----|---------------------|--------|-----|---------------------|--------|-----|---------------------|--------|
| 1   |                     | 12.6   | 3—2 |                     | 50.2   | 5—5 |                     | 83.0   |
| 1—1 | 14.0                | 155.5  | 3—3 | 2.5                 | 107.7  | 5—6 | 17.2                | 404.5  |
| 1—3 | 10.0                | 444.4  | 4   |                     | 76.3   | 111 | 31.1                | 86.2   |
| 1—4 | 12.8                | 7.0    | 4—1 |                     | 93.2   | 112 | 13                  | 112.0  |
| 1—5 | 1.4                 | 10.5   | 4—2 | 15.6                | 306.8  | 118 | 1                   | 10.0   |
| 1—6 | 14.3                | 43.6   | 4—3 | 13.5                | 259.1  | 119 | 42.5                | 49.5   |
| 1—7 |                     | 41.7   | 4—4 | 12.7                | 280.5  | 3—4 | 25.5                | (串浆)   |
| 2   |                     | 48.7   | 4—5 | 20.8                | 388.5  | 3—5 |                     | 274.1  |
| 2—2 |                     | (串浆)   | 5   | 9.0                 | 153.6  | 3—6 | 1.4                 | 36.0   |
| 3   | 1.2                 | 31.4   | 5—1 | 17.6                | 167.5  | 3—7 | 2.0                 | 289.3  |
| 3—1 | 15.1                | 49.4   | 5—3 | 6                   | 286.6  |     |                     |        |

#### 四、堵截过程中出现的重要现象

1.  $F_3$  断层煤层以下有分叉，由 2~3 条小断层组成破碎带；断层倾角也有变化，其范围在 60°~70° 之间。上述情况给钻探造成困难，以致后期不得不在重点地段加密钻孔。

2.  $F_3$  东段  $L_2$ 、 $L_3$  裂隙状溶洞发育。1—5 孔钻进到断层与  $L_2$  之间掉钻 3.15 米，直径 0.6 米；3—5 孔也掉钻 8.82 米。显然，这是  $L_2$ 、 $L_3$  水进入  $L_4$  通道的一部份。

3.  $F_3$  东段  $L_2$ 、 $L_3$  与  $L_4$  有密切水力联系。1—1 孔  $L_2$  注水 0.5 米<sup>3</sup>/分，相距 35 米的 110 孔  $L_4$  水位上升 0.17 米。3—1 孔  $L_2$  注水 2.2 米<sup>3</sup>/分，相距 46 米的 110 孔水位上升 0.02 米。3—3 孔  $L_2$  注水 1.4 米<sup>3</sup>/分，相距 36 米的 1—3 孔  $L_4$  水位上升 0.3 米。4—5 孔  $L_2$  注水 2 米<sup>3</sup>/分，

相距92米的110孔水位上升0.31米。112孔 $L_2$ 、 $L_3$ 注灰时,相距25米的110孔水位上升1.04米。1—3孔穿过 $L_3$ 至 $L_2$ 时,孔内水位出现半小时一次的规律性自然跳动,幅度0.7~0.8米,可能与补给口有关。

4.  $F_3$ 东段西翼54米已经完全堵好,通过钻孔投放指示剂于 $L_3$ ,西大巷出水点没有接收到。 $F_3$ 东段东翼66米也基本堵好, $L_3$ 水流速已减少75%。

5. 注浆过程中有串浆现象,如1—6孔 $L_2$ 注灰浆,浆液从20米远的2—1孔 $L_3$ 冒出孔口;在4—3孔 $L_2$ 注水泥浆,浆液从20米远的4—4孔 $L_2$ 冒出。一孔注浆,附近钻孔冒浆的现象,说明补给通道已被水泥浆充满。

## INVESTIGATION AND BLOCKING OF KARST WATER ENTRANCE IN YANMA-ZHUANG COAL MINE, JIAOZUO

Fang Yuxian

(Jiaozuo Bureau of Mines)

### Abstract

The Yanmazhuang coal mine is characterized by complicated hydrogeological conditions and a large ground water flow. The water gushes into the mine from the eighth limestone layer ( $L_8$ ) of the upper Carboniferous at the bottom of the coal measures, which is recharged by the underlying aquifers of  $L_2$  limestone (the second layer of the lower Carboniferous limestone) and Ordovician limestone. In order to reduce the inflow of mine water, it is necessary to find and block up the entrance of supply to the  $L_8$  limestone.

By means of analysing the water regime and geological structures, and conducting water injection and hydraulic connection test, the site of water entrance 120m in length was located, through the steps of determining its orientation, its locality and its exact position. Forty 230m deep boreholes were drilled down to the entrance of inflow. Then grout was injected into the  $L_8$  and  $L_2$  limestones and into the fault zone. After the water supply entrance was blocked up, the actual inflow to the mine was reduced by 22.9m<sup>3</sup>/min. The effect was satisfactory.