

动水巷道内堵水技术

—— 开滦矿区
三条水平
巷道的小径
钻孔动水
堵水技术

戴国权 著

煤炭工业出版社



动水巷道内堵水技术

——开滦矿区三条水平巷道的
小径钻孔动水堵水技术

戴国权 著

煤炭工业出版社

动水巷道内堵水技术

**——开滦矿区三条水平巷道的
小径钻孔动水堵水技术**

戴国权 著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/2}$ 印张 $1^{7/8}$
字数38千字 印数1—1,120
1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷
书号15035·2900 定价0.35元

前 言

开滦矿务局范各庄矿于1984年6月2日发生了突水量最高时平均达 $2244\text{m}^3/\text{min}$ 的水灾事故，6月6日吕家坨矿开始透水，6月25日林西矿开始了漏水。这次水灾先后淹没了范各庄矿和吕家坨矿，威胁了林西矿、赵各庄矿和唐家庄矿的安全生产，共少出煤800多万吨，在人力、物力和财力上的损失在中国采矿史上是罕见的。这次水灾的发生与治理可分为突水、灾变应急处置和治水三个阶段，其中治水工程分为堵、排、截三个方面，本书仅涉及堵水工程中范（各庄）、吕（家坨）矿边界三条水平巷道内动水堵水的技术，其核心是三段动水堵水法。这项动水堵水法在 $388.8\text{m}^3/\text{min}$ 流量下的首次实施。本书作了简略介绍，可供参考。书中错误之处，切望指正。

本书是为总结吕家坨矿塔坨工地堵水指挥部全体职工努力奋战的成果而著述的，作者仅是参加者之一。书中的有关资料曾由孙贵武、袁本衍、罗履常、顾文灿、文田等同志帮助校核，虞修同志绘制了部分图纸。在此，仅向这些同志，以及所有参加堵水工程的同志致以谢意。

目 录

1. 范各庄矿的突水简况	1
2. 吕家垵矿透水和林西矿漏水的背景及其简况	7
3. 东五矿矿区的治水方针	13
4. 范、吕矿边界三条水平巷道在动水条件下小 径钻孔堵水工程方案的简述	14
5. - 284m导洞的堵水工程	20
6. - 303m大巷的堵水工程	26
7. - 94m风道的堵水工程	34
8. 其它	45
9. 结论	52
参考文献	54

1. 范各庄矿的突水简况

1.1 突水经过

1984年3月20日在距范各庄矿2171°综合机械化回采工作面158.2m处的风道内(风道标高为-311.600m,副井上井口地面标高为+29.345m),打了平行于该回采工作面沿7°煤层(煤厚约4m)的预湿煤体注水孔(风煤1°孔),当天打到82.0m时,未拔出钻杆,出水量为 $0.203\text{m}^3/\text{min}$,3月24日拔出全部钻杆后,出水量增大到 $0.621\text{m}^3/\text{min}$ 。为了探清异常现象的出水源,相继又打了11个探水孔,其中沿7°煤层的探水孔有煤-1孔、煤-2孔、煤-3孔、煤-4孔和煤-5孔,在7°煤层顶板岩层中的探水孔有岩-1孔、岩-2孔、岩-3孔、岩-4孔、岩-5孔和岩-6孔,如图1所示。各钻孔的尺寸参数及其出水情况见表1。4月29日停打探放水孔,5月12日在煤-5孔以北6m、以南12m的风道范围内煤壁裂隙和底板出水,在底板出水部位打上木垛。5月20日煤-5孔发生堵孔,出水量减少到 $1.04\text{m}^3/\text{min}$,有时甚至不出水,此时煤-5孔以北8m处顶板发生涌水,淋水面积逐渐扩大。为了保护煤壁,将拱形支架用钢板焊接在一起,长达40m,以期加固煤壁的整体性。钻孔孔口管用钢轨卡缆与拱形支架彼此连接。正准备疏通煤-5孔等工作时,风道煤壁失去了稳定性,于6月2日10时25分发生了突水。

前后经过对探水孔出水的水质与范各庄矿所有潜在水灾威胁的水源水质的对比分析、对探水孔内的水压与范各庄矿

注水孔和探水孔的尺寸参数及其出水情况表 表 1

钻孔号	孔深 (m)	开孔 直径 (mm)	终孔 直径 (mm)	钻 孔 出 水 情 况
风煤-1	82	42	42	3月20日6点班开孔,当天10点班打到82m,未拔钻杆, $Q_{\text{水}} = 0.203 \text{ m}^3/\text{min}$ 。3月24日拔出全部钻杆后, $Q_{\text{水}} = 0.621 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月11日, $Q_{\text{水}} = 0.58 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月15日, $Q_{\text{水}} = 0.54 \text{ m}^3/\text{min}$ 。
煤-1	64.13	60	60	4月14日, $Q_{\text{水}} = 0.015 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月16日, 出水量无变化。
煤-2	60.27	60	60	初水量 $0.040 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月16日, $Q_{\text{水}} = 0.015 \text{ m}^3/\text{min}$ 。
煤-3	55	60	60	初水量 $0.017 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月16日, $Q_{\text{水}} = 0.34 \text{ m}^3/\text{min}$ 。
煤-4	54.46	60	60	初水量 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月16日, $Q_{\text{水}} = 0.15 \text{ m}^3/\text{min}$ 。
煤-5	55.86	89	60	初水量 $0.502 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月14日, $Q_{\text{水}} = 4.886 \text{ m}^3/\text{min}$ 。4月24日, $Q_{\text{水}} = 7 \text{ m}^3/\text{min}$ 。
岩-1	97.16	89	75	初水量 $0.001 \text{ m}^3/\text{min}$, 以后出水量无变化。
岩-2	82	89	75	初水量 $0.08 \text{ m}^3/\text{min}$, 以后出水量无变化。
岩-3	73.33	89	58.5	初水量 $0.266 \text{ m}^3/\text{min}$, 4月16日 $Q_{\text{水}} = 0.546 \text{ m}^3/\text{min}$ 。
岩-4	68.33	89	75	初无水。
岩-5	28.32	89	89	初水量 $0.013 \text{ m}^3/\text{min}$, 以后出水量无变化。
岩-6	65.48	89	75	初无水。

注: 1. 风煤-1和煤-1~煤-5孔在开孔时都未下孔口管, 后来扩孔补上孔口管, 孔口管长度3~6m不等, 但煤-5孔中于5月19日又下56m长护孔管, 孔口不漏水。

2. 所有岩石探水孔在开孔时, 都下孔口管, 长度5~6m, 孔口不漏水。

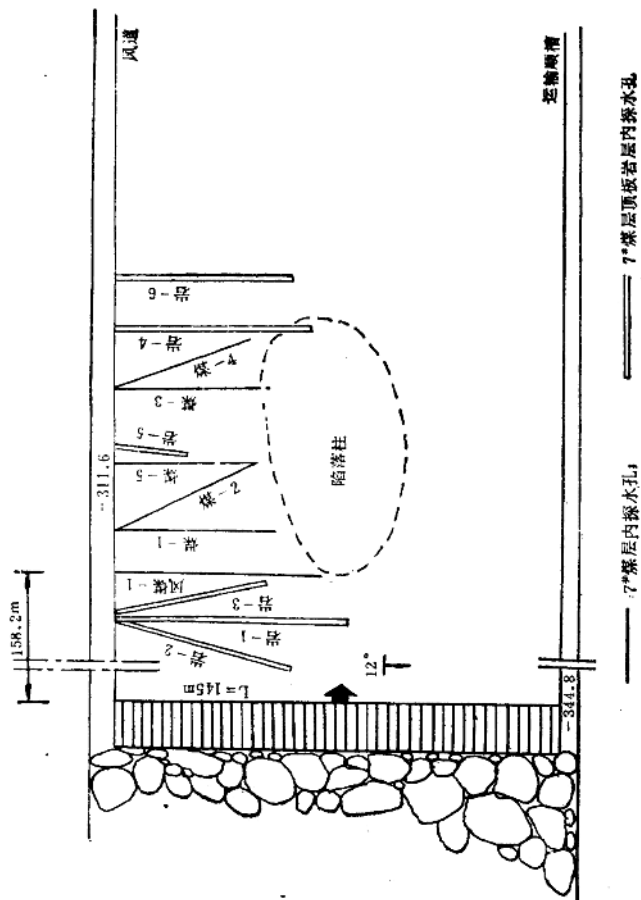


图 1 范各庄矿 2171° 综合机械化回采工作面风道内探水示意图

所有潜在水灾威胁的水源水压的对比分析,以及对以后的钻探等各个方面的资料研究,表明水来自与奥陶纪石灰岩相连接的导水陷落柱,并查明了导水陷落柱的形态,如图2所示。

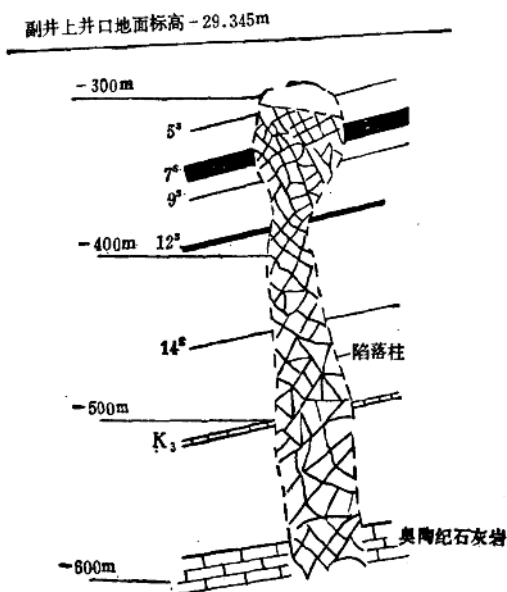


图2 2171*导水陷落柱形态沿煤层倾斜剖面示意图
(用自煤炭科学技术1986年1月刊P8)

作者认为,由于导水陷落柱在奥陶纪石灰岩水位标高 $+5.98\text{m}$ 的水压(2171*回采工作面风道内各出水孔口的水压达到 $311.60 + 5.98 = 317.58\text{mH}_2\text{O} \approx 3.18\text{MPa}$)下,使沿煤层打的探水孔遭受了涌出水的冲刷,孔径逐渐被冲大,

范各庄矿初期突水量表

表 2

日 期	时段 (min)	矿井淹水水位 标高 (m)	平均突水量 (m^3/min)	说 明
6月2日 10时25分				2171*回采工作面 开始突水
6月2日10时25分~ 6月3日7时9分	1244	- 311.600以 下	$\frac{534124}{1244} - 35.4$ ≈ 394 (- 310m水平以 下正常涌水量 计算)	1. 2171*回采工作面风 道标高- 311.600m; 2. 6月2日17时22分水 淹- 490m水平大巷; 3. - 310m水平以下正 常涌水量(1984年5月 份)为 $35.4\text{m}^3/\text{min}$.
6月3日7时9分~ 6月4日7时9分	1440	- 311.600~ - 215.505	$\frac{2155315}{1440} - 46.6$ ≈ 1450	1. 6月3日4时以后, 在 范各庄矿东侧2130m 和2320m处的 O_2 和 O_1 奥陶纪石灰岩 观 测孔内水位下降速度 突然增大; 2. 6月3日7时11分水淹 - 310m水平大巷; 3. 6月3日4时45分~ 6月3日6时45分的2个 小时内, 平均突水量 达到高峰 $2244\text{m}^3/\text{min}$, 尤其在6月3日 6时15分~6时25分的 10分钟内, 突水量最 高达到 $3836\text{m}^3/\text{min}$; 4. 矿井正常涌水量 (1984年5月份)为 $46.6\text{m}^3/\text{min}$.
6月4日7时9分~ 6月5日7时9分	1440	- 215.505~ - 186.217	$\frac{904833}{1440} - 46.6$ ≈ 582	

续表

日 期	时段 (min)	矿井淹水水位 标高 (m)	平均突水量 (m ³ /min)	说 明
6月5日7时9分~ 6月6日7时9分	1440	-186.217~ -163.726	$\frac{719953}{1440} - 46.6$ ≈ 453	
6月6日7时9分~ 6月6日15时30分	501	-163.726~ -156.170	$\frac{193994}{501} - 46.6$ ≈ 341	6月6日15时30分范 各庄矿水位标高 -156.170m时, 相邻的 吕家坨矿开始透水。
6月2日10时25分~ 6月6日15时30分	6065	-156.170以 下	$\frac{4508219}{6065} - 44.3$ ≈ 699	

注: 1. 计算突水量所使用的矿井采空区淹没系数是用1976年唐山地震淹没矿井时期内取得的资料校正的;

2. 平均突水量 = 井下总水量 - 矿井正常涌水量 (不计淹水水位的影响)。

破坏孔口管外侧煤体, 冲破风道煤壁, 最后冲刷成为奥陶纪石灰岩水大量涌向2171*回采面风道的突水通道, 于是在1984年6月2日10时25分发生了中国采矿史上罕见的突水事故。

1.2 初期突水量

自范各庄矿2171*回采工作面突水至吕家坨矿发现透水为止的101小时5分钟时间内, 范各庄矿的初期突水量见表2。由表2可知, 范各庄矿发生突水后, 突水通道越冲刷越大, 突水量也逐渐增大, 6月3日4时45分至6时45分的2小时内, 平均突水量达到高峰2244m³/min, 尤其在6时15分至6时25分的10分钟内, 突水量最高达到3836m³/min。当范各庄矿井下淹水面于6月3日7时11分上升到-311m水平, 即与2171*回采工作面风道标高相平后, 由于突水压差逐渐减少, 故突水量随着范各庄矿井下淹水水位的上升而逐渐下降。

2. 吕家坨矿透水和 林西矿漏水的背景及其简况

2.1 吕家坨矿透水背景

吕家坨矿是范各庄矿的邻矿，如图3所示。这两个矿自开采以来，由于范、吕矿边界处的煤层倾角较大，在近期内范各庄矿不打算采用大倾角机械化开采，故将原属范各庄矿煤层倾角较大的区域划归吕家坨矿，由吕家坨矿采用水力开采，后又变迁。因此，范、吕边界原定的宽40m的矿井隔离煤柱不复存在，在-232m 7槽煤巷处的煤柱仅剩7m。又由于吕家坨矿水采的水压增大，又采入了原规定的矿井隔离煤柱线内，以致范、吕矿边界矿井隔离煤柱的宽度实际上可能不足7m。

自范各庄矿突水后，井下淹水水位不断上升，当6月6日15时30分水位上升到-156.170m处，在吕家坨矿东翼开始发现过水，最后冲破宽度可能不足7m的实际矿井隔离煤柱而发生透水。随之，吕家坨矿于6月6日18时15分水淹-690水平，6月10日8时30分水淹-425m水平。

2.2 吕家坨矿初期透水量

吕家坨矿发生透水后，由于人员不敢立即进入唯一过水的-425m水平东翼大巷，故未能测得透水量。同时大量的水经主、副井-425m水平井口向下灌，在此情况下不可能从井筒中正确地测出水位，再换算成透水量。因此，在透水后4个小时多，即6月6日19时48分才能在-425m水平东

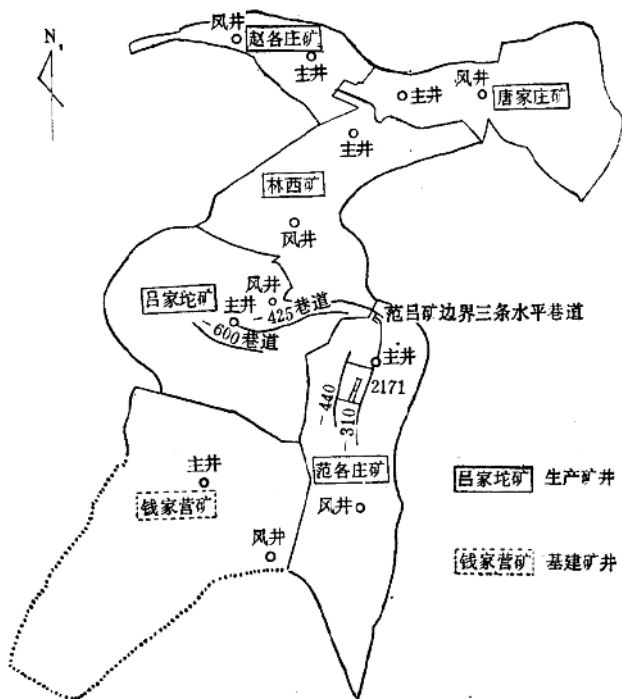


图 3 开滦矿务局东六矿矿区平面示意图

——生产矿井；- - -基建矿井

冀大巷粗略地测得透水量,直到6月9日零点才能在-425m水平下山建立水位观测站,以井下水位换算成透水量。吕家坨矿初期透水量见表3。

2.3 林西矿漏水背景及其简况

林西矿是吕家坨矿北侧的相邻矿。造成林西矿漏水的主要原因是:

呂家坨矿初期涌水量

表 3

日 期	矿井水位标高 (m)		范各庄矿		呂家坨矿		说 明
	范各庄矿	呂家坨矿	井下总水量 (m^3/min)	突水量 (m^3/min)	井下总水量 (m^3/min)	透水量 (m^3/min)	
6月6日15:30	-156.170	-	387	341	12.9	-	范各庄矿井下总水量和突水量指6月6日7:09~6月6日15:30之间的平均量。
6月6日19:48	-168.995	-	-	-	-	350	在呂家坨矿 -425m 水平东翼大巷测得的透水量。
6月9日0:00 ~ 24:00	-139.920 ~ -129.700	-484.500 ~ -441.000	374	327	236 (-425m 水平以下水量)	228	呂家坨矿 -425m 水平以下正常涌水量 $8.2\text{m}^3/\text{min}$ 。
6月10日0:00 ~ 24:00	-129.700 ~ -124.895	-441.000 ~ -410.283	379	323	314	303	6月10日8时30分水淹 -425m 水平大巷。

续表

日期	矿井水位标高 (m)		范各庄矿		吕家坨矿		说明
	范各庄矿	吕家坨矿	井下总水量 (m ³ /min)	突水量 (m ³ /min)	井下总水量 (m ³ /min)	透水量 (m ³ /min)	
6月11日0:00 ~ 24:00	-124.895 ~ -120.305	-410.283 ~ -368.847	435	388	373	340	
6月12日0:00 ~ 24:00	-120.305 ~ -115.580	-368.847 ~ -334.715	406	360	366	353	
6月13日0:00 ~ 24:00	-115.580 ~ -117.600	-334.715 ~ -304.126	419	372	401	388	
6月6日15:30 ~ 6月24日24:00	-156.170 ~ -68.425	-210.881以下	258	211	214	201	自吕家坨矿发生透水起 至林西矿开始发生漏水为 止。

注：表中井下总水量 = 矿井正常涌水量（不计淹水水位的影响）+ 突（透）水量。

(1) 吕家坨矿水力采煤未控制住开采边界，而深入至林、吕矿的矿井隔离煤柱内，以致其使矿井隔离煤柱在第7煤层的实际宽度在个别处仅有16m，如图4所示；

(2) 吕、林矿在其矿井隔离煤柱两侧开采煤层后，其裂隙带在矿井隔离煤柱上方相交。

当吕家坨矿淹水水位达到-210.881m时，吕家坨矿的水经过其裂隙带漏入林西矿。在6月25日9时漏入林西矿的水量为 $6\text{m}^3/\text{min}$ ，以后林西矿漏水量日渐增大，8月14日最高达到 $14.2\text{m}^3/\text{min}$ 。如果林西矿继续增大漏水量，吕、林矿漏水通道有可能为透水通道。

林西矿一旦发生透水，不仅林西矿被淹，而且还会威胁到赵各庄矿和唐家庄矿有淹矿危险，因林西、赵各庄和唐家庄三个矿由于历史上开采影响，实际上并不存在矿井隔离煤柱。

2.4 范各庄矿、吕家坨矿和林西矿1984年8月14日井下涌水量和排水量分布情况

如图5所示，在范各庄矿和吕家坨矿都安设了潜水泵进行排水，吕家坨矿还采取了堵水措施，并取得了部分堵水效果。

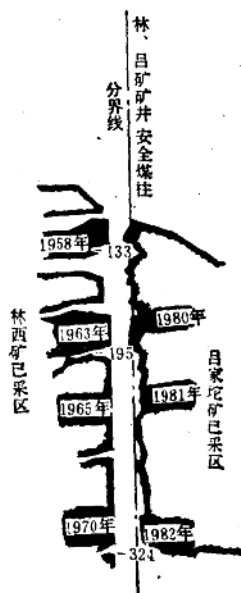


图4 林西矿、吕家坨矿第七煤层矿井安全煤柱的实际存在情况

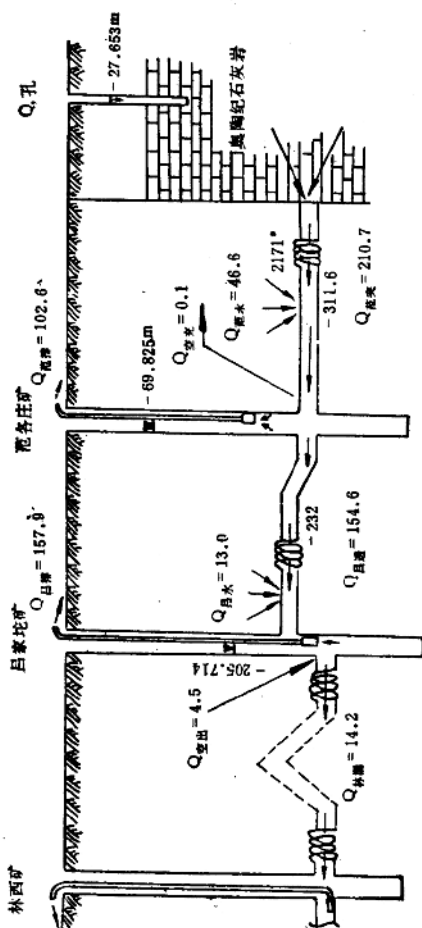


图 5 范各庄矿、吕家坨矿和林西矿1984年8月14日井下涌水量和排水量分布图 (水量单位为 m^3/min)

$Q_{\text{范各庄}}$ —范各庄矿突水量; $Q_{\text{范各庄}}$ —范各庄矿正常涌水量; $Q_{\text{范各庄}}$ —范各庄矿潜水泵排出的水量; $Q_{\text{吕家坨}}$ —吕家坨矿透水量; $Q_{\text{吕家坨}}$ —吕家坨矿正常涌水量; $Q_{\text{吕家坨}}$ —吕家坨矿潜水泵排出的水量; $Q_{\text{林西}}$ —林西矿井下涌水量; $Q_{\text{林西}}$ —林西矿正常涌水量; $Q_{\text{林西}}$ —林西矿潜水泵排出的水量; $Q_{\text{林西}}$ —林西矿采掘巷道的水量; $Q_{\text{林西}}$ —林西矿井下水位下降, 由采掘巷道排出的水量;