



苏联專家 格·尼·舍維遼夫

淄博双山矿透水問題

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本小冊子是根據蘇聯煤礦井地質專家格·尼·舍維辽夫同志在雙山煤礦所作的報告整理而成。

其中敘述了該礦透水的來源和原因；礦井預計涌水量詳算；礦井恢復及恢復後的一些具體問題等。

本小冊子可供煤礦井地質及水文地質人員閱讀，也可供礦井地質教學人員及科學研究人員參考。

085

淄博雙山礦透水問題

格·尼·舍維辽夫著

煤炭工業部專家工作室譯

*

煤炭工業出版社出版（地址：北京東長安街煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本767×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $\frac{1}{2}$ 字數9,000

1958年12月北京第1版 1958年12月北京第1次印刷

統一書號：15035·645 印數：0,001—2,000冊 定價：0.10元

目 录

一、双山矿概况.....	1
二、透水的来源和原因.....	1
三、矿井預計涌水量的計算.....	6
四、关于矿井恢复的問題.....	9
五、矿井恢复以后的若干具体問題.....	14

一、双山矿概况

正如大家所知道的，双山矿是济南管理局淄博矿务局的一个生产矿井，年产能力为40万吨，约占淄博矿务局总产量的十分之一。它有两个斜井和一个立井，目前有一个8公尺及一个160公尺两个水平正在开采。开采的煤层是七行和十行，七行煤厚为0.8~1公尺；十行煤由两个分层所组成：上分层和下分层，上分层厚0.9~1公尺；下分层厚1.3~2公尺，中间有1.5~2公尺的頁岩层。

双山矿于1958年4月20日下午1点30分钟，于-160水平十行煤下分层巷道的底板处，突然发生了透水。出水之后，前6天的水量由6立方公尺/分增加到12立方公尺/分，由于设备的限制没有能够将水排除，因而-160公尺水平就淹没了，以后曾经在-106公尺水平增泵排水，但都没有成功。水位继续上涨，水量也增加到20立方公尺/分以上。到5月8日水位涨到了-12公尺水平，因而矿井的下部开采水平全部被淹，并且停止了生产。

二、透水的来源和原因

1. 透水的来源

根据目前的资料来看，淄博煤田具有四个含水层，其含水程度各有不同。

最上一层是第四纪含水层，这一含水层在矿区内分布

較广，含水性較强，对浅部煤层的开采很有影响，但对双山矿來說，則影响不大，因为該矿的开采水平已到达-160公尺，距該含水层較远。

其次是由侏罗紀、三迭紀地层所組成的砂岩含水层。这一含水层含水性很弱，而且分布范围只限于向斜部分，在双山矿这个含水层的含水性也不强。因而双山矿的透水也不可能認為是这一含水层来的。

第三，是石炭二迭紀的砂岩、砂質頁岩与部分石灰岩組成的含水层。这一含水层，一般具有較大的水压，其含水性不小于其他含水层。这一部分含水层可以分为两个含水带：第一个含水带为煤层上部和煤层間含水带，根据生产矿井的勘探資料証明，这个含水带已經研究得比較清楚，对开采沒有多大影响。除矿井資料外，鑽孔資料也說明了該含水层的含水性不大；第二个含水带是煤层下部含水带，即徐家庄石灰岩。这一含水层距十行煤18—19公尺，厚度为12公尺左右，在地表有很多露头，經常接受大气水的补給。而它的下面就是奥陶紀石灰岩，通过断裂带常互相发生影响。这一含水层的水压高度几乎和地表面相平，随着开采深度的加深，在煤层的底板，压力可以达到30~40个大气压。由这些情况看来，双山矿透水的主要来源則是徐家庄石灰岩。下列情况可証明这一点的：双山矿透水以后，附近的很多泉水在2~7天內就干涸了。其中屬於徐家庄石灰岩水的鼎丰1、2号井，距出水地点約1500公尺。4月26日水位开始下降，27日即干涸了。屬於奥陶紀石灰岩水的姑子庵泉及范泉，与出水地点相距2000~2100公尺，23日水位

开始下降，27日也干涸了，但奥陶紀泉水的干涸是由于徐家庄石灰岩水位下降后，奥陶紀泉水通过岩层风化裂隙补给徐家庄石灰岩而形成的。因而双山矿突水的主要来源，則不能視為奥陶紀的水源。这次透水是从煤层底板突出的，与其他許多透水事故一样，透水前首先是底板发生膨胀。因此，我們同意中国同志所作的結論：双山此次透水与徐家庄石灰岩有着密切的关系。

第四个含水层是奥陶紀石灰岩，它距十行煤底板約50~60公尺，这一含水层，在淄博区分布普遍而且厚度很大，地表到处可以見到它的露头和由它組成的山脉，因此与大气水有着密切的关系。奥陶紀石灰岩一般均具有很多裂隙和溶洞，因此含水性也是很大的。考虑到奥陶紀石灰岩距徐家庄石灰岩很近，双山矿透水事故是否与奥陶紀石灰岩有着密切的联系呢？这是一个很实际且很重要的問題。这个問題对于处理双山矿的透水事故有着很重要的意义。如果水是由奥陶紀石灰岩来的話，則双山矿井內的涌水量将会是十分大的。

根据資料来看，双山矿此次透水，与奥陶紀石灰岩直接的联系不大。根据有些泉在透水后并没有显著的变化和干涸就可証明这一点。遺憾的是，在双山矿区内没有一个水文鑽孔来观测透水前后奥陶紀石灰岩与徐家庄石灰岩的水位变化情况。

綜上所述，可以得出結論：双山矿此次透水主要与徐家庄石灰岩有关。这就是所要談的第一个問題，即水的来源問題。

2. 透水的原因

造成透水的原因往往是含水层的水的压力大于隔水层的抗压力。在双山矿透水区的掘进当中，曾经遇到过两个断层，同时发现煤层及其围岩都有破碎的情况，这无疑会降低隔水层的抗压能力。双山矿透水地点的标高为-145.30公尺，在十行煤底板有3.2公尺的粘土页岩和10公尺的砂页岩等，十行煤距徐家庄灰岩总厚为18—20公尺左右。根据资料看来，水压达到34个大气压。在苏联煤炭工业中，常常利用斯列隆烈夫公式来计算隔水层的厚度，如下式所示（图1）：

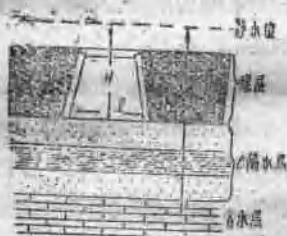


图 1

$$t = \frac{l(\sqrt{\gamma^2 l^2 + 8K_p H} - \gamma l)}{4K_p}$$

式中 l ——巷道宽度；
 γ ——底板岩石容重；
 K_p ——岩石抗张强度；
 t ——隔水层的厚度；

H ——底板水头压力。

結合双山的情况采用如下数据:

$l=2.5$ 公尺; $\gamma=2.2$;

$H=340$ 公尺; $K_p=10$ 吨/平方公尺。

計算結果, 隔水层厚度最小需要14公尺。

为了校正上述計算結果, 可用下列公式进行計算 (图2);

$$A=0.5l\sqrt{\frac{50P}{K_p}},$$

式中 A ——煤柱宽度;

l ——巷道高度或宽度;

P ——水的压力;

K_p ——岩石的抗张强度。

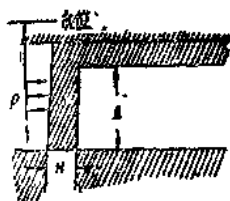


图 2

根据这个公式計算的結果, 隔水层的厚度为17公尺, 必須指出在实际計算中应根据岩石抗张强度实际試驗的結果, 采用2—3倍的安全系数。由于我們沒有进行岩石的抗张强度試驗, 因此还不能計算出隔水层的真正厚度。这里只采用了較小的数值 (10 吨/平方公尺), 这个数字本身已包括了安全系数在內。一般頁岩都具有較大的抗张强度, 因而完全有可能抵住水的压力。

根据上面計算的結果, 对照双山的实际情况, 說明此次透水是与断裂构造有关。可以設想, 如果沒有断裂, 在这种情况下是不会发生任何透水事故的。

三、矿井預計涌水量的計算

計算預計涌水量的方法有下列几种：

第一种方法是根据抽水試驗資料，直接計算含水层的涌水量。但由于双山矿过去沒有做过抽水試驗工作，因而这个方法現在还不能利用。

第二种方法是一种近似的計算方法。就是利用邻近矿井在相似的情况下以透水时水量的大小来进行推算。但是，双山矿現在还不能找到这种相似条件的数据，因此这一方法也不能采用。

由于上述方法都不能利用，因此只好以双山矿淹没的体积与水位上升的情况进行計算。这种計算方法，需要在—一个水平进行多次的观测，观测的目的是为了了解水位上升的速度与淹没的体积。这种观测可每隔5公尺进行一次，例如在—130公尺水平观测后，再在—125公尺水平观测。根据汇报，在—130公尺至—125公尺水平間計算的結果，涌水量为26.79立方公尺/分。这是一个較小的数值。因为此区透水所形成的降压漏斗是很大的，因此涌水量还会增加。

后来，又在—106公尺水平安泵排水，排水时间为2时15分鐘，当时的排水能力为10.5立方公尺/分。开泵以前，水位上升的速度是0.997公尺/小时，开泵后水位仍繼續上升，速度是0.622公尺/小时，根据这些数字計算为：

$$0.997 : (0.997 - 0.622) = X : 10.5 \text{ 立方公尺/分,}$$

$X = 27.8$ 立方公尺/分 (涌水量)。

这也只是一个近似的数字。根据在 -90 公尺至 -78 公尺水平間按采空体积計算出涌水量为 27.2 立方公尺/分，-76 公尺至 -60 公尺水平为 23 立方公尺/分，-50 公尺至 -43 公尺水平为 22.1 立方公尺/分。計算时，巷道与采区的充水体积是以下列比例为依据的：

新巷道充水系数按巷道体积的.....	100%
风巷等稍旧巷道.....	80%
旧巷道.....	60%
废巷道.....	40%
回采区.....	30%

这些計算数字都只是近似值，其正确性常受下列因素的影响：巷道和采区的坍塌、下沉、破碎膨胀的实际情况；岩石本身的湿度等等。因此，只能作为一个大致的数字，同志们根据这些計算的資料做出了水位上升与涌水量变化关系曲线图，但这也只能是一个大致的情況。应该了解：透水时的水量与排水时的水量有时差别很大，两者并不是完全相适应的。

最可靠的方法还是进行实际的抽水試驗，在 -11 水平，根据安在 -8 公尺水平的五台水泵，四天来的排水結果为：

5月9日 15.19立方公尺/分，水位在-11.21公尺

5月10日 15.29立方公尺/分，水位在-11.273公尺

5月11日 15.25立方公尺/分，水位在-11.274公尺

5月12日 16.39立方公尺/分，水位在-11.417公尺

四天內水位共下降了0.21公尺。动水位在-11公尺水

平变化不大。因此可采用单位涌水量的方法来计算矿井今后的涌水量。

双山矿一号孔内，徐家庄石灰岩的水压标高为+234.1公尺，该孔距出水点2000公尺左右，因此采用这个钻孔的资料来计算涌水量是不适当的。四号孔虽距出水点500公尺，水压标高为+184.38公尺，但这一数字存有疑问，因此也不能利用。根据所作的水文地质剖面图，在这一地区内，徐家庄石灰岩的水压标高采用+185公尺，是比较恰当的。用此数值计算-11公尺水平的单位涌水量则为 $q=0.0724$ 立方公尺/分（不包括矿井原来涌水量在内），其矿井最大涌水量则为 $Q=23.924$ 立方公尺/分，如再加上矿井原有的涌水量2.7立方公尺/分，则 $Q=26.624$ 立方公尺/分。当然，这个数字还不能代表这个矿井将来要排的总涌水量，它只是动水水量，排水时必须加上为恢复矿井所必须排出的静水量在内。

根据各种方法计算的结果，双山矿的涌水量不会超过30立方公尺/分。应该说明这只是大致的数值，还应考虑到水位下降与涌水量（ Q ）的关系。这一关系对承压水来说是直线的，对潜水来说则是抛物线式。但是，承压水在深度很大的情况下，也不一定呈直线，往往也有呈曲线出现的。但是仍旧可以采用 $S=AQ+BQ^2$ 公式来计算涌水量。因此，为了更正确地计算涌水量起见，还应再作两次抽水试验。

四、关于矿井恢复的问题

双山矿出水后，同志们作了不少工作，并且研究出两个不同的方案，即利用注浆堵水和直接抽水的方法，准备工作也是按照这两个方面来进行的。现在双山已打三个钻孔，目的是想用这些钻孔注浆来封闭出水地点。另外也在井下安装了15台水泵，能力为52.4立方公尺/分。为了满足这两方面的要求，相应地还做了许多其他的工作。这些工作对于处理事故都是有意义的，都是重要的。

在研究处理方案方面，开始是着重在堵水工作，当然现在也已开始注意到了排水的方案。但在同志们之间，对于合理选择处理这次透水事故的方案，意见还没有完全统一。所以现在还有必要来谈谈有关这两个方案的一些具体问题，以及我自己的意见。

1. 注浆堵水的方法，就是通过专门的钻孔将水泥浆压入徐家庄石灰岩的溶洞、裂隙中去，并使其固结，变为一个完整而完全的隔水层，这个方法对坚硬岩石来说，是比较有效的。但是，在估价注浆堵水的可能性和效果方面，还必须考虑到下列条件：

第一，如果岩石裂隙小于0.2~0.15公厘，或者相反，当裂隙、溶洞很大时，注浆则不可能。换句话说，石灰岩的单位吸水率，只有在0.05~10公升/分的范围以内，注浆方法才有效。

第二，地下水有可能侵蚀水泥，因此在注浆前，必须

根据現有資料对地下水的侵蝕性进行評價。一般最穩定的为“波特兰”水泥。在侵蝕性的硫酸水中，火山灰水泥和矾土水泥也較穩固。

第三，地下水的流速，对注漿具有很大的影响。在流速很大的情况下，往裂隙含水层中注入水泥，一般都能被水冲失而得不到良好的效果。在地下水运动的情况下，如果水的速度在20公尺/昼夜以内，可以采用一般的水泥漿。超过这个速度时，就需用快干水泥漿。一般說，如果地下水流速大于80公尺/昼夜时，用注漿的方法是不合理的。

注漿的方法在煤炭工业和建筑企业中得到了广泛的采用。例如注漿可用来塞堵岩层中的裂隙，从而减少井内涌水，降低排水費用；隔絕巷道中地下水不使突出；以及加固建筑物及河堤的基础等。但是，为了有效地使用这一方法，就必须考虑到許多具体条件，如：深度、岩层产状与岩石物理性質、含水性等。

淄博矿区曾用这种方法恢复了1934年被淹沒的夏家林井。这个井的最大涌水量約为80~90立方公尺/分，出水地点的标高为+84公尺。1956年到1957年間，共打了22个鑽孔，利用了其中的三个孔进行注漿，注入水泥約500吨左右（包括一部分粘土、水玻璃、火硷），結果隔絕了突水地点。

但是，双山矿的条件与新博夏家林井則有着很大的区别，这就是：

（1）双山矿出水地点比夏家林井出水地点深229.4公尺。

(2) 双山矿的涌水量比夏家林当时的涌水量小 2~3 倍。

(3) 无论在岩石錯动所造成的落差或在岩石破碎带的宽度方面，其所引起突水原因的构造断层，在各种不同的情况下，也各具有不同的特点。

(4) 双山矿出水，不单单涉及徐家庄石灰岩水的问题，而且还涉及到奥陶纪灰岩水的问题。

当然，它所处的更具体的条件还没有时间来进行很详细的对比研究，这里只能大致列举几点。

双山矿如果采用注浆的方法，必须先打一些专门钻孔并进行注浆，预计要 3~4 个月，需要水泥约 2000~3000 吨，而且能否取得良好效果尚有疑问。此外，徐家庄石灰岩的裂隙又不均匀，同时透水地点与巷道又有直接的联系，可以想象；在高压注入的情况下，水泥浆很可能流到巷道中去，因而造成水泥的大量消耗。其次，如果要保持现在的 -8 公尺水平，而又同时进行注浆，这是不可能的，因为地下水的流动会使水泥浆无法凝结，而造成大量消耗。所以如果要采用注浆法，就需要放弃 -8 公尺水平，但这将会造成全矿井的淹没。

一般說，采用注浆方法隔绝突水地点，只有在下列情况下，才最为合理：

- (1) 矿井缺乏排水设备；
- (2) 现有井筒的面积不能使水泵设备等安装进去；
- (3) 预计涌水量很大，排水的成本要比注浆的成本高得多；

(4)排水要用很长的時間，与注漿比較起来，長得多。

根据对矿井突水資料以及水文地質条件的分析，双山矿的最大涌水量不会超过 30 立方公尺/分，因此，用排水的方法恢复双山矿是完全可能的。

該矿現在已装有 52.4 立方公尺/分的排水設備。有 13 条排水管，一条是 6"，其他 12 条都是 8"，最小的排水能力也有 42 吨/分。此外，还可在风井增加补充設備。同时，現在的水位距地表只有 200 公尺左右，老采区除外，矿井被淹体积只 109800 立方公尺。根据上述情况看来，双山矿如果采用直接排水的方法，無論在時間上或在材料消耗上，都是比較适宜的。

下面对恢复矿井所应采取的方法提出一些初步意見。

恢复矿井必須要以多、快、好、省的原则进行。根据这一情况，建議进行以下工作：

(一)进行抽水試驗，使水位由 -11.4 公尺降到 -20 公尺之后，再由 -20 公尺降到 -40 公尺水平。根据抽水試驗的結果，正确地計算出矿井的最大涌水量。

(二)沿七行和十行煤巷道增設排水系統，使实际排水能力不小于 50 立方公尺/分。

(三)尽快編制出排水方案和具体的工作进行程序及图表。

(四)为了做好这一工作，应立卽成立一个委员会。这个委员会应包括双山矿及矿务局的采矿、机电和地質方面的工程技術人員在內，它的主要任务是：

- (1) 正确确定水泵位置;
- (2) 編制进行工作的程序和图表;
- (3) 考虑电能的来源;
- (4) 安排电能供应系統;
- (5) 計算排水的成本。

(五) 考虑到雨季就要来临，必須做好預防地表水的工作。首先在地表进行泉水及徐家庄石灰岩露头的調查。在漏水的地方用粘土加以堵塞，除了用粘土堵塞外，还要考虑排除地表水的方案。这一工作要由矿务局及勘探队水文地质人員組成的水文地质委员会来作。这个委员会应首先把注意力集中于泉水及徐家庄石灰岩露头的观测方面，因为这些泉水及徐家庄石灰岩，是这次透水的主要来源。必須很好地进行这项工作，使雨水不再流入井内。此外，还要着重研究矿井的現有資料，确定徐家庄石灰岩和奥陶紀石灰岩的水力联系，并应編制淄博煤田南部地区的水文地质图，該图应标明徐家庄石灰岩与奥陶紀石灰岩的关系以及断层情况，正确地确定徐家庄石灰岩与奥陶紀石灰岩的接触地带（这是最危险的地带）。

(六) 根据所得資料，計算出矿井的最大涌水量。部分注漿准备工作也应同时进行。这两項工作同时进行的意义在于：

(1) 根据抽水結果，如果涌水量很大时，可考虑使用注漿的方法；

(2) 利用現有的三个鑽孔，确定一下徐家庄石灰岩的具体条件和注漿的可能性；

(3) 这些鑽孔可作为水文地質鑽孔用来观测地下水的动态、水头压力、各含水层的相互关系及含水性等。以后則可作为长期观测孔之用。总之，这些鑽孔对今后合理处理突水事故具有十分重要的意义的。

如上所述，抽水試驗工作在目前是十分重要的，它決定我們选择处理事故的方法。如果抽水結果良好，我們即可由試驗阶段轉入正式的排水工作。此外所打的三个鑽孔，对确定注漿方案也是很重要的，但作为注漿鑽孔来用，必須在抽水不可能的情況之下，才能利用。

五、矿井恢复以后的若干具体問題

現在对矿井排水恢复以后的具体問題提出如下几点意見：

(一) 在 - 160 公尺水平，沿十行煤巷道，在必要的地方应修筑防水墙。

(二) 要拟定 - 160 公尺水平，和深部在掘进与回采时的防水措施，其内容包括：

(1) 在掘进中預先拟定所遇見的断裂带的預防措施；

(2) 在 - 160 公尺水平或更深的地方，在所遇見的斷层带或底臌的地方，应特別加固，因为这是一个危險地带。应考虑在巷道底部砌碛加固；

(3) 在危險地带要修挡水墙，有些地方可修临时挡水墙；

(4) 規定需要的材料及設備的数量；