



苏联专家 尼·尼·波波夫

峰 峰 煤 田

矿井地質和水文地質問題

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·舍維辽夫同志在峰峰煤礦所作的報告整理而成。

其中敘述了本煤田各礦的充水條件；地質構造與水文地質因素的關係；煤系及奧陶紀石灰岩含水層的突水情況及其鬥爭措施；本煤田的水文地質研究程度及今后的任務；與礦井地質及水文地質有關的開采技術問題；本煤田的煤田地質和水文地質工作的遠景和任務；太行山東麓煤田的綜合研究等問題。

本小冊子涉及的問題對於太行山東麓各煤田來說，具有普遍的意義。

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。

峰峰煤田礦井地質和水文地質問題

煤炭工業部專家工作室譯

煤炭工業出版社出版 社址：北京長安街煤炭工業部

北京市書刊出版業營業登記證出字第084號

煤炭工業出版社印刷 膠印 新華書店發行

開本787×1092 3/32 印張 字數12,000

1958年12月北京第1版 1958年12月北京第1次印刷

統一書號：15035·675 印費：0.001—2.000冊 定價：0.16元

目 录

一、峰峰煤田及峰峰各矿的充水条件.....	3
二、地質构造对各矿充水条件的影响及各含水层之間 的相互关系.....	6
三、煤系石灰岩含水层突水的条件及与其作 斗争的措施.....	7
四、奥陶紀石灰岩含水层在开采峰峰煤田中的 重要意义.....	12
五、峰峰煤田水文地質的研究程度及今后的任务.....	19
六、与矿井地質和水文地質有关的一些生产技术問題.....	21
七、峰峰煤田地質及水文地質工作的远景和任务.....	27
八、太行山东麓煤田的綜合研究問題.....	28

一、峰峰煤田及峰峰各矿的充水条件

峰峰矿务局现有生产矿井五个，这五个矿井分布在彭城及峰峰两矿区。彭城矿区在鼓山与九山之间；峰峰矿区位于鼓山之东。本煤田有两个含煤系，上部为石炭二迭纪的山西统，含有可采煤层三层，厚度由0.1公尺~7公尺。下部为上石炭纪的太原统，含有可采煤层七层，厚度由0.3公尺~2.6公尺。煤系中的主要煤层为第七层煤，厚度约4公尺~6公尺。煤层倾角为 10° ~ 15° ，埋藏深度达400公尺以上。部分地方煤层直接出露于地表。上复有第三纪及第四纪冲积层。冲积层为砂质粘土、礫石及黄土等组成。煤层本身埋藏在砂质页岩、粘土质页岩及石灰岩之间，石灰岩的厚度为1公尺~6公尺，为煤层的直接顶板或底板。煤系下部为奥陶纪石灰岩，厚度在400公尺~600公尺左右，距最下一层煤（下架煤）约20公尺~30公尺，其间大部分为铝土质页岩。煤系上部为石盒子统及石千峰统的砂岩、砂质页岩等，再往上为第三及第四纪冲积层。一般在背斜部分，石盒子及石千峰统均被侵蚀掉，煤系直接露出于地表；煤田沿太行山东麓成长带状分布。鼓山及九山之间为向斜构造，鼓山之东为单斜构造，往东向华北大平原，煤层又被断入深部，这是一般的地质情况。

峰峰煤田无论从一般地质或水文地质条件来讲，都是很复杂的，煤田内有很多含水层，从下至上计有奥陶纪石灰岩、煤系石灰岩、石盒子统和石千峰统砂岩，及第三纪

和第四紀冲积层等四組含水层，除冲积层外，其它各个含水层的水压均与深度成正比。

在研究本煤田的含水层时，我們应将其分为几个不同的含水层組来研究。即奥陶紀石灰岩为第一組；煤系石灰岩为第二組；石盒子統和石千峰統的砂岩为第三組；第三第四紀冲积层为第四組。

奥陶紀石灰岩水的压头有时达 300 公尺以上，充水程度很强，这由它的渗透性能、裂隙及喀斯特的发育情况所决定。奥陶紀及煤系石灰岩含水层水的压头有时超过煤层底板达 100 公尺~200 公尺。充水程度最强的为奥陶紀、大青、伏青及山青石灰岩。这些含水层的单位涌水量，根据鑽孔試驗資料达 1~5 立方公尺/小时。有些鑽孔打到奥陶紀时，单位涌水量高达 25~70 立方公尺/小时。煤系地层内充水程度象这样强的含水层，在其他国家也是少見的，充水程度这样强的含水层，只有当其喀斯特很发达时才会如此。充水程度較弱的为小青及野青石灰岩，它們的单位涌水量除个别情况外，一般为 0.5 立方公尺/小时。

我們把峰峰煤田的含水层分成几个組的主要根据是因为它們有着不同的补給条件和含水性。奥陶紀石灰岩不仅在煤系底部有，而且远远高出煤系，在煤田周围形成了一些奥陶紀石灰岩山系，它們与大气水有着直接的联系，同时与河流也有水力联系。

煤系石灰岩含水层不同于奥陶紀石灰岩，它們分布沒有奥陶紀石灰岩这么广，在其下部及上部均有隔水层。石盒子統及石千峰統砂岩含水层比煤系石灰岩分布較广，大

气降雨的补给范围较大，但由于本身岩性关系，他们的充水程度弱于煤系石灰岩及奥陶纪石灰岩。第三纪和第四纪冲积层分布很广，这个含水层的补给区广大，充水程度与岩性、气候及河流有着直接的关系。有些地方还与奥陶纪石灰岩有联系。一般在河流附近第三纪和第四纪冲积层的充水程度最强，距河流远的地方较弱，在分水岭处就更弱了。

简单的将这几个含水层分成四个组，对我们研究峰峰煤田的水文地质条件时将具有实践和参考的意义（图1）。

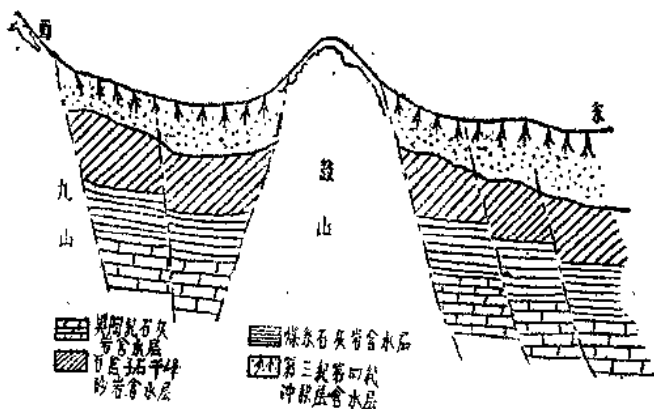


图 1

目前生产矿井充水的主要来源是煤系石灰岩、石盒子统和石千峰统砂岩及第三纪和第四纪冲积层的水。根据现有资料，还没有发现奥陶纪石灰岩水参与干扰。一矿及二矿充水最强，它们的开采深度约300公尺~360公尺，平均排水量为400~500立方公尺/小时；三矿充水较弱，它的开采深度为90公尺~120公尺，排水量一般为30~70立方

公尺/小时。四矿及五矿介于其间，开采深度约为200公尺~210公尺，排水量为100~200立方公尺/小时。从上面的资料可以清楚的看出：充水程度随着开采深度的增加而加大，这个规律不仅在峰峰和中国其他煤田如此，在其它各国也是如此。

煤系石灰岩含水层的特点是：它与其它含水层隔绝，动水量不大，这个特点从矿井充水情况也可看出来。由于这些石灰岩的动水量不大，主要是静水，这就说明它的疏干是可能的。

二、地质构造对各矿充水条件的影响 及各含水层之间的相互关系

峰峰煤田存在着三组大的断层：

1. 第一组为南北向，落差很大的断层，这一组断层沿九山及鼓山延展着；

2. 第二组是在九山及鼓山之间的向斜轴上。鼓山东翼亦被断层所切，主要走向为北东，落差亦很大；

3. 此外还有一组东西方向的断层。

由于这些断层的作用，使峰峰煤田的各个煤层及含水层均被切割开了，因而使煤田内的各个井田形成地堑或地垒。这里的特点是：在不同的构造区内同一含水层存在着不同的压头和矿化度。这说明煤系地层的石灰岩含水层被断层所隔绝了。含水层在不同的井田内被断层隔绝的好处就是比较容易疏干。

三、煤系石灰岩含水层突水的条件及 与其作斗争的措施

地下水突出的事故，在中国以及其它国家的一些矿井中都是比較常見的事，由于突水的关系，使得矿井生产受到了影响。峰峰各矿所发生的不大的突水事故，都是与煤系石灰岩含水层有关，一般均发生在有断层的地方。根据这些資料的分析，可以看出突水事故的次数和涌水量是随深度的增大而加多，此外，突水事故还与含水层的水压、煤层底板岩层的抗压强度及岩性有关。根据对各矿充水条件研究的結果，这些含水层的水是可以采取积极的办法，即疏干的办法来达到避免突水事故的目的。

大家都知道，与地下水作斗争有两种不同的方法：即消极的与积极的两种方法。所謂消极的方法，即建筑防水墙、留煤柱和相应的改变采煤方法及程序等。目的是为了尽可能不触动水源。

所謂积极的方法即将水排出和把水位降低至安全的高度。苏联在采用积极的方法与地下水作斗争的方面得到了广泛的发展，采用这个方法所花费的费用，可在以后采矿的效果上得到补偿。采用积极的措施与地下水进行斗争的条件是：

1. 含水层的渗透性较强；
2. 含水层的动水量不大。

一般如果抽水的费用不超过煤成本的2~5%时，即

可以采用，苏联的抽水費用一般只占煤成本的1~2%。如果水文地質条件特殊，采用消极的方法很危險时，也应该考虑采用积极的方法。

二矿已經进行了一些工作，工作中所取得的效果是良好的，經驗是成功的。二矿在井下打了几个山伏青石灰岩含水层的鑽孔，其中一个进行了放水，涌水量約120立方公尺/小时。在40多天的時間内共放出26万立方公尺的水，水位降低了60~70公尺。水位降低这么大，影响半径达200公尺左右。这种現象說明这里的含水层被分割了，含水层的动水量不大，主要是靜水量。这样的疏干方法在苏联是經常采用的。

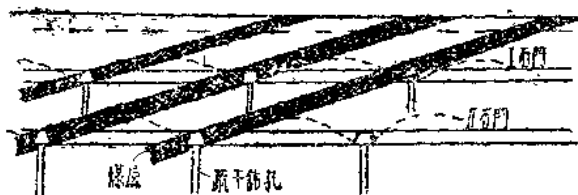


图 2

今后应该怎样进行这种积极的措施呢？图2是一张逐层降低水位的示意图，各含水层的水位在130~140公尺左右，这一类型的煤田，各含水层水头的标高不一定在一个水平上，但是很相近。随着开采深度的加大，含水层的水压亦增加，突水事故的可能性也加大，这种危险性不仅在采下几层煤时存在，即使采上几层煤时亦同样存在。上图說明，在开采工作中，不但要考虑上下层的回采次序，同时也要考虑上下水平的开采关系。如果把各个煤层都从上采到

下，是不合理的。合理的开采顺序是逐水平向下开采，在开采第一水平时，即在第一水平的井巷内打钻孔疏干下一水平时，由于含水层的水是承压的，因此，疏干也就完全可能。当第一水平开采差不多了，第二水平的疏干也将结束，即可进行开采第二水平（图2）。这样工作的结果，不仅可使矿井均衡地进行疏干，同时亦不致影响生产。根据二矿的经验，钻孔之间的距离采用500~600公尺就可以了。因钻孔深度不大，因此钻探工作量亦不会很大。钻孔之间的距离取决于岩石的渗透性能。如果岩性发生了变化，钻孔距离也应改变。这样进行疏干，钻孔深度一般只有35公尺左右，孔径采用3"~4"即可。如果遇见致密的石灰岩时，可将2~3%的HCl注入钻孔内，使石灰岩溶解，裂隙扩大。这样可改变石灰岩的渗透性能。钻机可采用轻型的（如75~100公尺左右的钻机）使用齿轮钻头。

煤系地层多为砂岩，灰岩及砂质页岩等，因此钻孔内可以不下套管，施工前在孔口挖一小槽，在孔口下5~7公尺长的套管，套管周围用混凝土充填（图3）。

由于各个矿的情况不一样，因此这里谈的只能作为考虑问题的一般原则，还可以根据不同特点来研究。

在进行疏干工作时，要经过一些计算过程，这里的含水层不厚，可以用完整井承压水的公式计算：

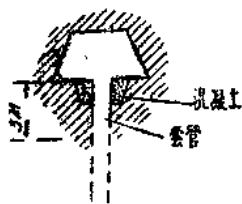


图3

1. 单排鑽孔疏干时鑽孔涌水量計算公式 (图 4) :

$$Q = \frac{2\pi Km(H' - h)}{\ln \frac{2\delta}{\pi \gamma} \cdot Sh \frac{\pi R}{\delta}}$$

- 式中 Q ——每个鑽孔的排水量;
 K ——渗透系数;
 m ——含水层的厚度;
 H' ——含水层的水头高;
 h ——抽水后鑽孔内水位高度;
 S ——鑽孔内水位下降高度;
 γ ——鑽孔半径;
 δ ——鑽孔間距离的一半;
 R ——影响半径.



图 4 单排鑽孔疏干

2. 双排鑽孔疏干时鑽孔涌水量計算公式 (图 5) :

$$Q_{I} = \frac{2\pi Km(H' - H_{01})}{\ln \frac{\delta}{\pi \gamma C_1} + \frac{\pi R_1 R_2}{\delta \cdot C}}$$

$$Q_{II} = \frac{2\pi Km(H'' - H_{02})}{\ln \frac{\delta}{\pi \gamma C_2} + \frac{\pi R'_1 R'_2}{\delta \cdot C}}$$

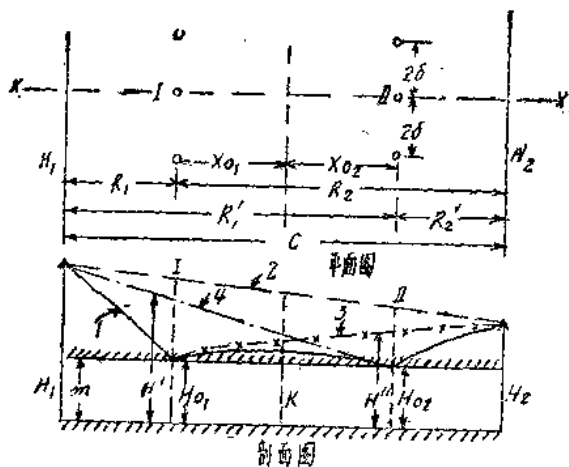


图5 双排鑽孔疏干

1—两排鑽孔抽水时的压力曲线；2—打鑽前的水压曲线；
3—第一排鑽孔抽水时的压力曲线；4—第二排鑽孔抽水时的
压力曲线； H_1 及 H_2 —补给区及天然泄水区的水头高度。

式中 R_2 ——第一排鑽孔距天然泄水区的距离；

Q_I, Q_{II} ——第一排及第二排疏干鑽孔每个鑽孔的涌水量；

K ——含水层的渗透系数；

m ——含水层的厚度；

H' ——第二排鑽孔抽水时，第一排鑽孔的水头高度；

H'' ——第一排鑽孔抽水时，第二排鑽孔的水头高度；

H_{01} ——第一排鑽孔内水头高度；

H_{02} ——第二排鑽孔内水头高度；

R_1 ——第一排鑽孔距补给区的距离；

- R_2 ——第一排鑽孔距天然泄水区的距离；
 R_1' ——第二排鑽孔距補給区的距离；
 R_2'' ——第二排鑽孔距天然泄水区的距离；
 γC_1 ——第一排鑽孔的半径；
 γC_2 ——第二排鑽孔的半径；
 C ——補給区与天然泄水区之間的距离；
 δ ——每排各鑽孔間距的一半。

四、奧陶紀石灰岩含水层在开采 峰峰煤田中的重要意义

峰峰煤田的含煤系下部：有很厚的奧陶紀石灰岩，其中喀斯特很发育。仅鼓山30个泉的总涌水量即达17000立方公尺/小时。此外，奧陶紀石灰岩鑽孔的涌水量也很大，单位涌水量达1~30立方公尺/小时。奧陶紀石灰岩的充水程度是与喀斯特发育的程度有直接的关系。沒有喀斯特时，石灰岩本身的强度是很大的，因此其充水程度也不会很大。这不仅在井陘矿区，即在中国其他各矿区也可得到証明。但当石灰岩具有喀斯特时，其充水程度就十分强。

这里喀斯特发育最强的是在鼓山东翼，在煤系范围内，喀斯特的充水程度就較弱了。奧陶紀石灰岩水的矿化度比煤系石灰岩水低很多。矿化度低說明石灰岩分布很广，与大气水有联系，在某些地方可能与河流也有联系。很可能鼓山东翼的泉水，在某些地方与九山有着联系，不过现在还找不到資料来証明。

至于谈到奥陶纪石灰岩与煤系石灰岩的水力联系问题时，这里的奥陶纪石灰岩充水很强，水压很高，断层又多，所以在开采煤层时是存在有奥陶纪石灰岩突水的危险的，在峰峰的开采史上，还没有发生过奥陶纪石灰岩喀斯特水突出的事情，这可能是由于过去的开采工作还没有遇到喀斯特发育区或与喀斯特有联系的断层破碎带。但是，从中国其它发生过喀斯特水突出的矿区来看，那里的地质和水文地质条件与这里都差不多。井陘矿务局凤山矿曾因奥陶纪石灰岩喀斯特水突出而被淹，当时的涌水量是5000立方公尺/小时，出水地点距奥陶纪石灰岩54公尺，水压超过出水口75~130公尺，所发生的几次突水事故均与断层构造有关。

大家都知道，峰峰煤田的开采工作现在已受到奥陶纪石灰岩水的威胁，有的地方水头超过150公尺以上，大大超过井陘凤山矿的水头。井陘凤山矿与这里的区别只是井陘开采的下层煤距奥陶纪石灰岩50~60公尺，而我们这里现在是开采上几层煤，距奥陶系灰岩较远，但很快就要开采下几层煤了，距奥陶纪石灰岩只有20~30公尺。其次在井陘凤山矿及峰峰几个矿同样都遇到了喀斯特陷落柱，陷落柱是由于石灰岩有很大的溶洞，受上部地层压力作用而形成的，有时喀斯特溶洞的尺寸不很大时，也可能不使上部地层塌落（图6）。峰峰与井陘的陷落柱的生成条件是无大的区别的。

由于要开采下几层煤，因此奥陶纪石灰岩的问题就提到日程上来了。峰峰矿务局及各矿的采煤工程师以及矿井

地質和水文地質師，在考慮開采下部煤層時，應特別小心考慮有喀斯特水突出的危險。井陘風山礦是在奧陶紀石灰岩水頭大於70~120公尺，而采煤巷道距石灰岩50~60公尺時，發生突水的(圖7)。如果煤層與石灰岩的間距增加，而水頭也同樣加大時，其危險性仍然是存在的。

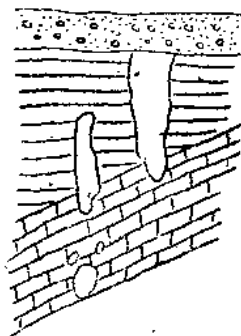


圖 6

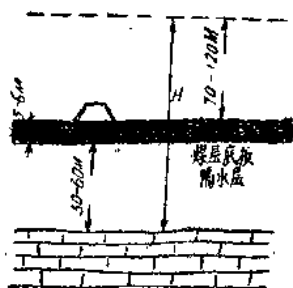


圖 7

根據計算，如果在巷道底板有5~7公尺厚的砂質頁岩或砂岩而沒有被破壞時，水頭在90~100公尺的情況下，也是可以抵住的。因此，如果煤層距奧陶紀石灰岩有50~60公尺，同時具有這樣的隔水層，而沒有斷層及陷落柱，只靠石灰岩水的壓力是不會引起突水事故的。

剛才說到，突水的原因主要與斷層有關，但也並不是所有的斷層都是有突水危險的，斷層帶固然被破壞了，但因受圍岩擠壓的關係，也不是輕易可突破的。如前所述，煤層距石灰岩50~60公尺，水頭如果在70~120公尺以下，即使有斷層也不一定會發生突水事故。以上談的是井陘風

山矿观测的结果，其它矿井是否如此，还应进一步研究。

发生奥陶纪突水事故的条件是：

1. 断层本身必须切割奥陶纪石灰岩溶洞；
2. 奥陶纪喀斯特水的压力大于煤层至石灰岩间地层的抗压力；

如图8所示，右边的断层虽也切割了石灰岩，但断层是在坚硬的石灰岩内，所以不会导致突水。因此在研究断层是否突水时，首先应研究喀斯特的分布情况，以及断层与这些喀斯特的相互关系。但是这个课题在这里并未得到解决，仍旧是矿井地质和勘探部门今后的任务，尤其是科学研究部门应该参与这个工作。如果采煤工程师和地质及水文地质师们知道了喀斯特的分布情况，那末就可以很容易地进行采煤工作和拟订预防措施。

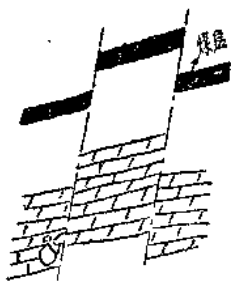


图 8

根据个人工作经验，突水事故（其中也包括喀斯特的突水事故在内）的发生，都是有一定的过程的，也就是说在发生突水前会有一些征兆：

1. 根据鑽孔发现和确定这个地方有喀斯特陷落柱，就可能有关突水危险；
2. 井巷内遇见喀斯特陷落柱的地方；
3. 喀斯特陷落柱附近有断层斜切通过；
4. 底板剧烈隆起的地方，尤其是隆起现象发生在断层附近。