

平頂山煤田水文地質工作的几点体会

河南省地質局平頂山地質隊

平頂山煤田位于淮陽地盾北緣。煤田类型为地台边缘凹地型，地層系統基本上与華北各地相同，区内構造由兩向斜及一背斜所組成。总面積約 330 平方公里，含煤 43 層，震旦紀、寒武紀等古老地層在礦区南部，九里山、土牛山一帶有其分布。煤系地層大部分为第四紀地層所掩盖，出露稀少。礦区北部有二迭紀平頂山砂岩及三迭紀石千峯統紅砂岩露出，構成高山，拔海 400—500 余公尺。地形陡峻、南沿山坡，切割溝谷甚多，具有泉水及季節性地表水流。

一、礦床水文地質条件簡述：

礦区界于沙河、汝河之間，四周尽屬平原。此二河流蜿蜒曲折，流經礦区南北約 20—30 公里。汝河流量 0.8—5210 吨/秒，沙河流量 0.81—2440 吨/秒。向东汇集淮河。河床寬闊，坡度平緩，已進于老年期。礦区南緣有淇河流經其間，水量較小而随季節变化，流量 0.08—7.8 公尺³/秒。煤田范圍内无大河流，但間歇性小溪溝甚多，均向南流入淇河，部分滲入疏松第四紀地層。

本区屬大陸性半干旱气候，雨量不多，且多集中于七、八月份，冬季雪量亦少，年雨量 400—500 公厘，蒸發量約相当于降雨量二倍以上，年平均溫度 15°C，絕對最高 40°C，絕對最低 -17°C，冻结深度达 22 公分。

煤田内含水層有：

1. 第四紀潛水，自上而下可分三含水層：

(1) 上部塌磊含水層：分布在山坡地帶，由黃土質亞粘土、礫石及卵石組成。沉積类型有殘積、洪積、坡積，厚度 3—40 余公尺，卵石直徑几公分—2 公尺。由試驗結果含水量不大， $q=0.01-0.2$ 公升/秒， $K=0.003-4.37$ 公尺/晝夜。潛水靠山麓帶，屬重碳酸鈣鎂型水，南部低地为重碳酸鹽氯化物鈣鎂型水，礦化度 120—270 毫克/公升。

(2) 粘土夾鈣質結核層：

此層位于上下塌磊層之間，由亞粘土及鈣質結核組成，淺部組織疏松，孔隙内含潛水，厚度 10—300 余公尺，向东逐漸增大，为湖沼相沉積物，含水性亦

很弱， $q=0.0049-0.032$ 公升/秒，水質特征：在淺部一般礦化度很弱，200—400 毫克/公升，为重碳酸鈣型水。

(3) 下部塌磊含水層：

位于粘土層之下，掩盖基岩之上，由砂礫黃土組成，一般埋藏深度 40 余公尺，水面标高 80—100 公尺。地表无露头，厚度由数公尺到 10 余公尺。由孔隙及裂隙含水，局部具承压現象。 $q=0.0046-0.07$ 升/秒， $K=0.013-0.55$ 公尺/晝夜，水質为重碳酸鈣型水。

2. 裂隙承压水：

本礦区二迭紀煤系地層，为陸相沉積，以砂頁岩为主，含可采煤 8 層，地層厚約 700 余公尺，有中至粗粒砂岩含水層，共 15 層（主要含水層）。因裂隙發育，而具裂隙承压水，因含水層厚度不大，并与不透水頁岩互層，互不產生水力联系。另其含水層補給区皆位于高山坡一帶，潛水逕流較快，下滲机会少，補給水量有限。石盒子統、山西統各煤組在几个礦区 20 多次抽水，

$K=0.00204-0.645$ 公尺/晝夜， $q=0.00039-0.272$ 公升/秒，湧水量均很小，水質为重碳酸鈣鈉型，开采以防止水患。

3. 溶洞承压水：

上石炭紀太原統煤系内含 5—8 層石灰岩具裂隙溶洞承压水。喀斯特在平頂山礦区發育至海平面下 -220 公尺，龍山廟礦区至 -250 公尺，馬棚山礦区 -200 公尺，含水層分布在廣闊平原地帶，上复第四紀含水層在溶洞發育地区，含水性特大，平頂山礦区 $K=6.05$ 公尺/晝夜，馬棚山礦区 $K=2.142$ 公尺/晝夜，龍山廟礦区 $K=1.596$ 公尺/晝夜。

水头压力超出頂板标高約 80 余公尺，水位于第四紀潛水內，为煤田主要含水層，但本含水組石灰岩随埋藏部位而加深，其喀斯特减少，深部在 -250 公尺标高以下，溶洞不發育，鑽孔中皆未發現漏水，含水性很小， $K=0.0029-0.03$ 公尺/晝夜。

下奥陶紀白云質灰岩，厚約 300 余公尺，具溶洞水，位于煤系底部，在香山寺礦区有露头分布，地面

未見喀斯特溶斗及泉水流出，鑽孔中很少遇見溶洞。試驗湧水量并不大， $K=0.00039-0.00159$ 公尺/晝夜。

二、礦區水文地質勘探工作基本要求：

平頂山煤田根據上述水文地質條件，滿足A₂+B級儲量批准水文地質要求，必須闡明以下幾個問題：

1. 搞清第四紀含水層含水性，滲透性，尤其是第四紀水對基岩地下水補給關係；
2. 確定基岩含水層層位、岩性、厚度、水位、水量及滲透性等；
3. 根據抽水資料，計算豎井、巷道預計湧水量；
4. 蒐集平頂山及龍山廟礦區已建二、三、四、五種大型豎井各煤組含水層實際排水量和開采排水資料，以便確定本區預計開采湧水量；
5. 分析地表水、潛水、地下水水質成分，提供礦區工業及生活用水水源；
6. 對礦體頂底板工程地質條件及太原統水頭壓力對開采影響作出評價。

三、工作中的體會：

1. 劃分含水組，研究含水層滲透性。平頂山煤田煤系地層厚度大，含水層約30餘層次，湧水量又小，不能分層抽水，而按可采煤層間劃分含水組（見圖1）。每組包括3—4個含水層進行混合抽水試驗，確定岩層

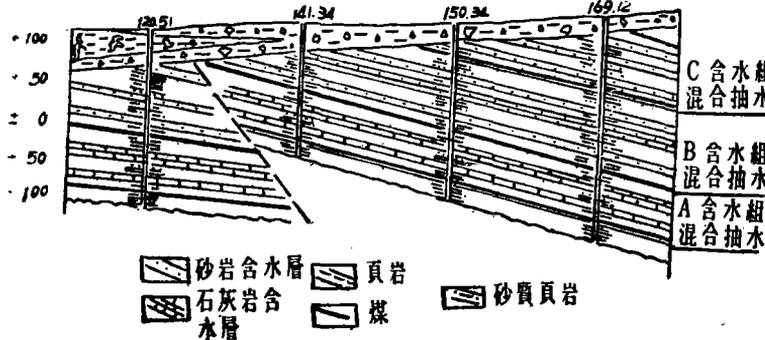


圖 1. 按可采煤層間劃分含水組示意圖

滲透性，其成果很好，大大減少試驗複雜程序，而提供了較可靠預計井巷湧水量設計資料（含水組劃分參看圖1）。

2. 正確地進行水文地質設計：

礦區進行地質勘探，必須編制水文地質設計。明確整個地質勘探要求，各級儲量分布與勘探方法，充分研究地質、地形、水文地質、氣候等資料，圍繞關鍵問題布置工作。如已經在開采過的地區，必須進行老窿調查，有生產礦井，應搜集生產井水文資料，考

慮礦區水文地質特點。例如，礦區有無河流經過，構造破壞程度，根據這些資料，初步劃分礦床水文地質類型，參照部頒布的礦床地質勘探要求（草案）進行工作布置。

水文地質鑽探應盡量考慮下列條件布置適宜地段：

- (1) 高級儲量地區及未來開采井布置及其附近；
- (2) 含水層最厚和裂隙、溶洞發育地方；
- (3) 巨大構造破碎地帶；
- (4) 地表水或貯水池附近。

根據平頂山煤田實際情況，有的孔很難具備上述條件，那就首先考慮整個井田勘探，必須對每井田含水組有1—2個專門水文孔。並對湧水量大的含水層水文孔實驗不僅要在含水量大的地段布置工作，在含水量小的地區也要適當布置工作，這樣才能提供主要水文資料。

我隊已在平頂山煤田進行6個礦區大面積詳細勘探，對幾個礦床水文地質鑽孔布置方面，有幾點體會如下：

一、平頂山礦區：

礦區有第四紀及基岩兩類含水層。第四紀有上部場磊層與下部場磊層，中夾粘土層，共三個含水層。為供給基岩含水層的主要水源。

基岩含水層分F、E、C、B、A與O六含水層組。

其中F、E、C、B四含水組湧水量均小，對開采煤層影響不大。惟A組為溶洞裂隙承压水，在標高一220公尺以上含水量甚大，同時下接奧陶紀灰岩，富含溶洞水，水量亦大。

礦區地質設計是提供1年產量200萬噸大型井田和2小型井儲量。水文地質設計由於1954年開始工作沒有經驗，為了探明第四紀含水層滲透性質，在礦區中間及兩邊緣共布置3個鑽孔，分別抽第四紀水。

勘探網500×500

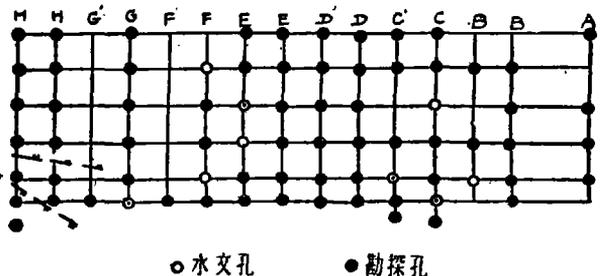


圖 2. 平頂山礦區勘探設計圖

基岩含水組布置方法是集中于 E' 和 C 兩排勘探綫。每組均布置了2—4个孔的揚水試驗。对主要含水層石炭紀溶洞控制比較好，在一 220 公尺水平上打了两个水文孔，湧水量皆大。—220公尺标高以下，布置 2 个孔，湧水量皆小。基本上探明了溶洞水是随埋藏深度变化，水量逐漸減低。鑽孔分布面積控制亦大。在一般地段，对溶洞水瞭解基本上滿足設計要求，但亦感其 E、C、B 各組布置得太机械，都集中在兩排勘探綫上，未能灵活分散，全面控制。这样对瞭解20平方公里大面積水文工作，是有缺点的，且試驗工作在一孔做几次，生產上也很受影响。

二、龍山庙礦区：（見圖3）

龍山庙礦区是毗鄰着平頂山煤田西端，勘探面積約14平方公里。礦区依斷層划分成兩井田，設計能力为二大型豎井，年產量 240 万吨。在水文鑽孔布置上为 14 个孔約 20 層次抽水試驗，平均每一平方公里达 2 个抽水試驗孔，每一含水層均有三个以上抽水資料。依照礦区是緊接着平頂山煤田，除構造稍复雜外，水文条件基本近似，平頂山煤田水文地質資料可引述利用。同时平頂山已开始建立豎井，掘進井筒排水量水文資料亦可参考使用。現感到龍山庙煤田对石炭紀溶洞水設計 4 个孔深淺抽水是必須而正确的。但对 E、C、B 湧水量小含水組，布置了三次抽水，过多了些。两个井田合起来取得两个試驗也就够了。

三、香山寺礦区（見圖4，圖5）

本区是平頂山煤田最西部分，东与龍山庙礦区相联接。为一長而狹窄礦区，面積 9 平方公里。是平頂山煤田最后一个勘探礦区，水文地質工作已由取得龍山庙、平頂山、馬棚山詳細水文地質工作經驗基礎上，進行本区工作。設計本礦区水文工作，充分考慮着 E、F、C、B 煤組內裂隙水，出水率很低。平頂山煤田已有二、三、四、五礦大型豎井，

豎井实际湧水量皆数十吨至数百吨。故对勘探 E、C、B 各可采煤井田布置 1—2 个專門水文孔。本区石炭紀灰岩具溶洞裂隙，淺部一帶，湧水量較上述几个礦区还大， $K = 13.84$ 公尺 / 晝夜且水头压

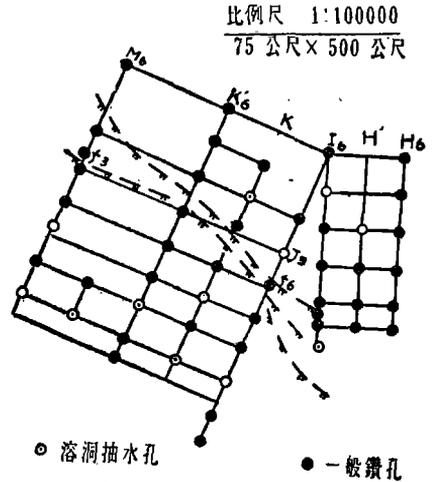


圖 3. 龍山庙礦区勘探設計圖

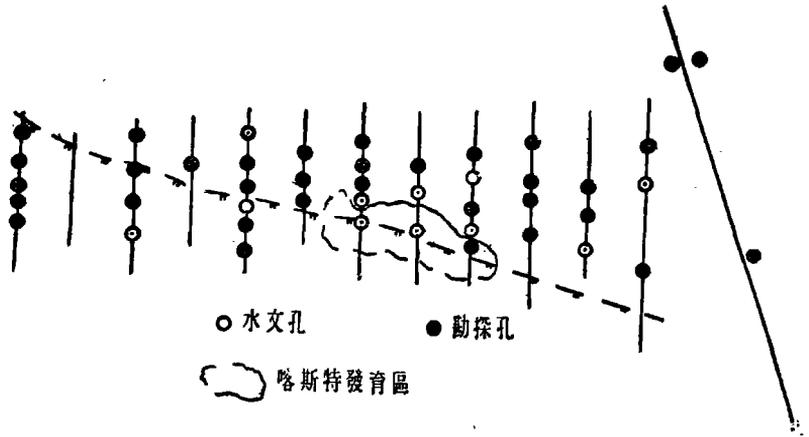


圖 4. 香山寺礦区勘探設計圖

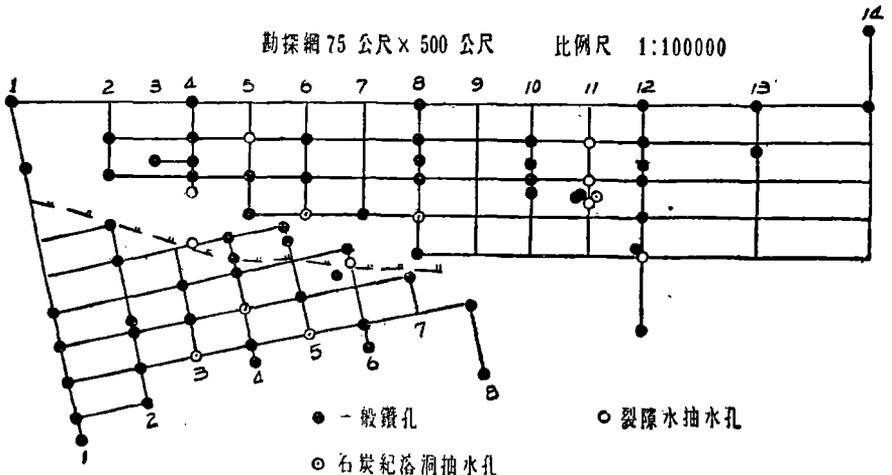


圖 5. 馬棚山高皇庙礦区勘探設計圖

力超出頂板，为主要含水層和勘探对象。工作布置在煤系边缘露头一带，5—7勘探綫有大規模喀斯特出現。工作量也集中瞭解这地区，对每勘探綫分深、淺，水平标高，划分界綫，進行工作。由于工作量布置位置适当，在湧水量大部位有鑽孔抽水，在湧水量小部位也有鑽孔抽水。而正确划分出喀斯特分布規律和地段。这样正确提供了預計湧水量和开采措施。

馬棚山礦区补充水文工作教訓：

馬棚山礦区位于平頂山煤田东緣，水文条件同于平頂山礦区，面積24平方公里，分成馬棚山及高皇庙二礦区，設計能力为三对大型豎井及二中小型豎井，合計年產量 435 万吨。

水文布置，主要按照井田划分，对井田內含水量之F、E、C、B各組，布置一个孔抽水。对含水量大之石炭紀溶洞水，只在高皇庙礦区布置三个孔，分深淺地段抽水，提供資料，含水性質变化不大，滿足了設計需要。

但是在馬棚山两个大型井田內，对主要含水層石炭紀喀斯特水，井田只布置了一个水文孔，其深部認為已由附近几个礦区查明含水量不大，而忽略未抽水。上述二孔由于試驗結果，一孔湧水量大 $K=2.142$ 公尺/晝夜；一孔 $K=0.0073$ 公尺/晝夜，相差325倍，提交报告中，設計部門認為資料相差懸殊，缺乏代表性，不能依此資料計算井巷預計湧水量，后經研究，請示專家，增补一个水文孔，为此問題而拖延报告批准，这一教訓是值得注意的。

关于如何正确布置水文鑽孔問題，阿加比也夫專家給我們提供正确建議如下：

水文地質孔的数量应根据勘探網的密度而确定：

勘探網密度 (公尺)	勘探孔量	水文地質鑽孔的係數 (每平方公里)		
		在不大的勘探面積上 (2—4平方公里)	在中等勘探面積上 (8—16平方公里)	在大的勘探面積上 (20—30平方公里)
1000×1000	1	在指的勘探網密度不能用于不大的勘探面積上	0.3~0.4	0.2~0.3
500×500	4		0.4~0.6	0.3~0.4
250×250	16	1~2	0.6~1.2	0.4~0.8

注：(1) 在勘探面積不大并通常按 200×200 的勘探網和更密的網來勘探的金屬礦床，其水文地質孔大致应按 400×400 公尺的勘探網來布置。

(2) 当勘探將來用露天方法开采时，而礦床埋藏于較厚的 (20 多公尺) 砂-粘土質岩石之下，根据該地質岩性的水平变化，工程地質应按 1000×1000 公尺的勘探網來布置。同时对未來采礦場最初和最終的边界應予以注意。

但是每个井田不得少于三个水文孔，如果井田面積过大每兩平方公里的面積上可布置一个水文孔。

水文地質条件簡單的情况下，每个井田也不应少于三个水文孔，如有河流、断層时，三个水文孔不能瞭解清楚，还应增加水文孔。这些水文孔都应穿过各主要含水層

(次要的就不一定)。如圖6所示，也就是說每个主要含水層均不得少

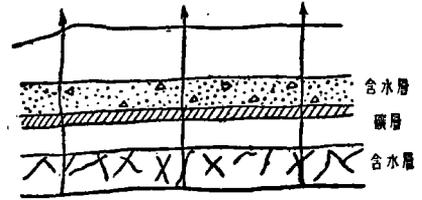


圖 6

于三个抽水試驗資料。第三个水文孔作檢查之用，才能确定哪个資料較為正确，所以說水文地質条件簡單的井田也不能少于三个水文孔。

四、开鑿豎井、水平巷道、系統湧水量几点体会

水文地質計算問題，目前是在礦区水文地質面前存在困难之一，瞭解井巷將來开采在各煤組深度湧水量大小，以便确定排水工程設備，这也是礦井設計工作者最迫切之要求。但是到目前，确定井巷預計湧水量公式研究得还不够。即現有計算公式，对各种礦床水文地質条件，在許多情况下，不能滿足实际要求。因此在提交儲量报告时，必須充分研究礦区水文地質特点及开采方式，多考慮一些公式來計算，以便求得較可靠預測湧水量資料，提交設計应用。

几年来，我們在平頂山煤田几个礦区，提交七对大型豎井預計湧水量資料，目前已开發的豎井 4 对，并收集了实际湧水量資料。有如下几点体会：

一、豎井預計湧水量計算和建井实际排水資料驗證：

本煤田豎井湧水量預測一般皆利用鑽孔抽水試驗資料在工業部門初步选定位置，一般开鑿豎井皆位于 A₂+B 級地区，依据鑽孔資料，确定所穿过含水層厚度(M)水位降低(S)渗透係數(K)再依据地質儲量，确定礦井生產能力，考慮礦井半徑(r)；

选用裘布依公式計算：

$$\text{第四紀潛水 } Q = 1.366K \frac{H^2 - h^2}{\log R - \log r}$$

$$\text{基岩承压水 } Q = 2.73K \frac{MS}{\log R - \log r}$$

計算R值与鑽孔抽水R值相同。

平頂山一、二、三、五礦井豎井并筒預計湧水量皆采取上述公式計算。目前礦井已开采实际和預計湧水量近于相同。可說明利用这些公式确定礦井湧

水量可靠性仍較高。

平頂山一、二、三、五礦井預計湧水量和实际湧水量相比拟定如下表：

礦井 名称	年万 產 量吨	穿含 水 过層	計算公式	預計湧 水量 公尺	实际 井湧水 量 公尺 ³
				晝夜	晝夜
平頂山 一礦井	30	第四紀	$Q=1.366K \frac{H^2}{\log R - \log r}$	88	58
		B 含水組	$Q=2.73K \frac{S \cdot M}{\log R - \log r}$	638	530
二礦井	30	第四紀	$Q=1.366K \frac{H^2}{\log R - \log r}$	8.5	12
		B 含水組	$Q=2.73K \frac{S \cdot M}{\log R - \log r}$	728	930
五礦井	120	第四紀	$Q=1.366K \frac{H^2}{\log R - \log r}$	32	7.38
		E組	$Q=2.73K \frac{S \cdot M}{\log R - \log r}$	120.23	90
		C組	"	26	32

二、水平运输巷道湧水量計算公式：

本区煤系，地下水均处于承压条件下，巷道近水是由承压变为非承压的状态，計算公式应采用連續水流原理，由承压水变为无压水計算公式比較合理（見圖7）。

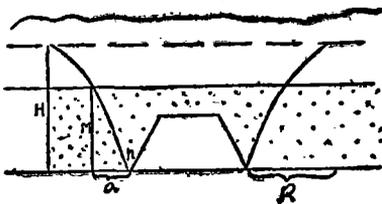


圖 7. 水平巷道計算公式示意圖

由达尔西定理，应用裘布依公式

$$Q = -K \frac{dH}{ds} M l$$

積分得出：
$$q = \frac{K(2MH - M - h)}{2R}$$

其中巷道 $h=0$ ，
$$q = \frac{KM(2H - M)}{2R}$$

总流量是兩測巷道之和， $Q = 2 \times q \times l$

三、开采系統湧水量計算：依專家建議本煤田一般采用下列兩公式計算預計湧水量相比拟：

1. 大井法公式計算：

$$Q = 2.73K \frac{MS}{\log R - \log r_0}$$

式中 $r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$

F 为井田开采面積，含水層厚度及滲透係数采用井田范圍內平均值，影响半徑 $R = R + r_0$

2. 阿里托夫斯基公式

$$b_{1-2} = \frac{Q_2 - Q_1}{\log S_2 - \log S_1}$$

$$b_{1-3} = \frac{Q_3 - Q_1}{\log S_3 - \log S_1} \quad b_{cp} = \frac{b_{1-2} + P_{1-3}}{2}$$

$$a_{1-2} = Q_1 - b \log S_1 \quad a_{1-3} = Q_1 - \log S_3$$

$$a_{cp} = \frac{a_{1-2} + a_{1-3}}{2}$$

鑽孔試驗水位降低至最大湧水量

$$Q_{ck} = a + b \log S_1$$

換算成大井系統湧水量代入公式

$$Q_w = Q_{ck} \frac{\log R_{ck} - \log r_{ck}}{\log R_{1w} - \log r_w}$$

S_1, S_2 —— 鑽孔試驗中水位降低；

Q_1, Q_2 —— 鑽孔試驗中湧水量；

a, b —— 滲透水流常数；

Q_{ck} —— 当鑽孔水位降低最大預計湧水量；

Q_w —— 井田开采系統湧水量。

