

# 礦山抽水試驗工作簡介

王 堅 誠

水文地質調查的後一階段（詳細勘探），為了給礦床開采提交可供設計的資料，必須充分的了解並闡明礦區內含水層的分布，各含水層的湧水量及其滲透係數，估計開采坑道可能的湧水量。要想達到此目的，只依靠在室內作各種岩石的滲透性試驗（如：利用卡門斯基滲透儀等）是不能滿足的，因為它忽略了礦區地質構造及地下水動力學的一般特點，這種結果，顯然是與實際情況有著極大的差別。因此只有在野外進行必要的水文鑽孔的抽水試驗工作，所獲得的結果，才能為礦床開采設計提供可靠的資料依據。

抽水試驗一般可分為單孔抽水和多孔（鑽孔組）抽水兩種。根據蘇聯數十年來在許多礦區內工作的經驗證明，通常在進行層狀礦床的勘探與水文地質研究時，應尽可能的不用多孔抽水，而採用能以比較均勻的說明礦區地下水情況的必要數量的單個水文鑽孔來代替。而這種鑽孔，一般仍可在原勘探網所布置的鑽孔中來選擇，因此，這不僅能大大的節省了鑽探工作量，同時也能利用這些水文鑽孔，來完成普通岩心鑽所執行的地質任務，本文僅對單孔抽水試驗作一些介紹：

## 一、專門水文鑽孔（抽水鑽孔）的布置

在進行抽水鑽孔布置之前，首先應該充分的了解該區的地質及水文地質情況，詳細研究以往地質調查及水文地質調查中所獲得的現有資料，如：整個礦區的含水情況，含水層的層位，數量及其分布等。然後根據礦區的具體情況來決定，一般在確定抽孔的數量時，應考慮以下幾點：

- (一) 大地構造情況；
- (二) 礦區地質構造情況；
- (三) 礦區內含水情況；

而鑽孔的具體位置應布置在礦床中能具有最大代表性的地區：

- 如：1. 地表與地下分水嶺的地段內；
- 2. 地表水體和貯水池附近的地方；
- 3. 河谷的斜坡上；
- 4. 滲透性良好的岩層所廣泛發育的地方；
- 5. 喀斯特地段內；
- 6. 含礦地層中構造隆起和下沉的地段；
- 7. 較大的構造破碎帶；
- 8. 設計開采豎井的位置附近。

## 二、專門水文鑽孔的設計

為了保證能正常的進行抽水工作，抽水鑽孔的開孔直徑應不小於 150 公厘，終孔的直徑應不小於 91 公厘。而具體的抽水設計，應根據勘探程度的要求來決定，通常有下列幾種方法：

### (一) 回填混合抽水法

首先鑽透所有的含水層，在鑽進過程中，不進行含水層的封閉工作，終孔後，由下而上的逐層抽水和逐層封閉。如圖 1 共有三個含水層，當鑽至 a 處後即進行第一次抽水，其結果為  $I = 1 + 2 + 3$  等 3 個含水層的混合水量，然後再將含水層 3 封閉，進行第二次抽水，如是則得： $II = 1 + 2$ ， $III = 1$

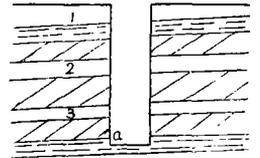


圖 1

而含水層的單獨近似湧水量可由  $1 = I - II$ ， $2 = II - III$  來求出，

### (二) 分層抽水法

鑽進過程中，由上而下的逐層抽水和逐層封閉，這種方法能夠精確的了解各個含水層的湧水量。如圖 2 共有兩個含水層，當鑽 a 時，先抽含水層 1 的水，接着封閉含水層 1，然後再抽第 2 個含水層。

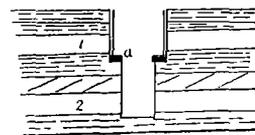


圖 2

### (三) 分層分段抽水法

首先試驗主要含水層，然後再把幾個次要的含水層併在一起作混合試驗。如圖 3 共有 5 個含水層，其中含水層 1 和 4 是主要含水層，因此它們就應該成為抽水的主要對象。在鑽進過程中，鑽至 a 時即進行含水層 1 的抽水試驗，試驗後不封閉，繼續鑽進至 B 處，抽含水層 1、2、3 等 3 個含水層的混合湧水量，然後封閉以上所有的含水層，再繼續抽含水層 4 的水量及含水層 4、5 兩層的混合水量，因此含水層

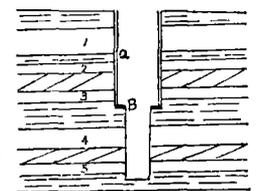


圖 3

1和4的湧水量已可了解，而含水層2、3，的近似混合湧水量及含水層5的湧水量近似值亦可用： $2+3=(1+2+3)-1$ 的方法來求出。因此用這種方法是比較適合的，因為它只需在試驗孔內下一套管封一次孔，即可求出兩個主要含水層的單獨湧水量和兩個次要含水層混合水量的近似值及一個次要含水層的近似值。

值得注意的是，回填混合抽水及分層分段抽水的方法，都存在着很大的缺點。因為它不能確定每一含水層的單獨湧水量，因而在進行水文地質詳細勘探時，一般不被單獨採用，只是在布有許多分層抽水鑽的情況下配合少數上述的鑽孔，或是用於詳細勘探以前的水文地質調查中。

必須指出，在一般層狀礦床（特別是煤田）的水文地質調查中，必須確定每一含水層的水位，湧水量等數字，才能作為開采建井設計的依据。

如果在一個區域內，布置了幾個水文鑽孔來了解各個含水層時，我們並不一定需要從一個水文鑽孔來了解所有的含水層，可以利用這幾個鑽孔來了解這幾個含水層，那幾個鑽孔來了解那幾個含水層。其目的是在於使每個含水層都能得到合乎要求的結果。這樣不僅可以簡化鑽孔構造，並在時間、人力和物力等方面都能獲得很大的節省。

### 三、抽水設備

抽水工具的選擇，決定於抽水孔內含水層的水位及湧水量，常用的抽水工具有以下幾種：

（一）提桶：這種工具通常在地下水埋藏較深而水量不大的情況下使用，它的構造很簡單，由三個部分組成，一為提引接頭，一為桶身，一為提水活門，此三部分均可利用現有的套管、廢鑽具等加工制作，以絲扣联接之。

提桶是借其上端的環與升降機的鋼絲繩联接，隨升降機的操作而上下提水，當提桶下至孔內水面時，由於桶的自重繼續下沉，水的浮力迫使活門打開，水即進入桶內，當提桶裝滿水後上提時，由於水的壓力，迫使活門關閉，所以水可以提出。

提桶的大小可隨鑽孔的孔徑及湧水量而變更，其直徑可由73—127公厘，長度可由2—12公尺。

（二）水泵：它包括一般鑽機上所使用的往復式水泵和離心式水泵，其吸上揚程（實際吸水高度）約為6.5公尺左右，排水量約100—200公升/分，隨水泵的種類而改變，因而它最適用於在地下水埋藏不深的情况下使用（地下水水位深度在1—2公尺以內最合適）。如果抽水深度在10—20公尺以內時，亦可採用

下隊的方法來進行，即以抽水孔為中心，挖一 $2 \times 4$ 平方公尺的土坑，其深度不一，能使吸上揚程達到抽水時動力水位深度的要求為原則（圖4）。

#### （三）拉桿式抽水機：

通常當孔內水位深而水量比較大時才採用，其吸水的深度一般可達50公尺，出水量隨抽水機的直徑及拉桿運行的速度而改變，可約達3公升/秒。

拉桿式抽水機的制作是十分簡單的，其基本材料為鑽場上的鑽桿和套管（圖5），

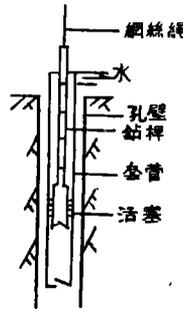


圖5

它不需要另設動力，只需將升降機的鋼絲繩與拉桿上端联接，抽水機即可隨升降機運轉而進行工作。在使用這種工具抽水時，不需要長期測量孔內水位，當孔內水位到達一定深度時，若出水量與抽水效率平衡時，抽水機管內將會有空氣混合，使水在出水管口流出時發生呼呼的聲音，這樣我們就可以根據拉桿式抽水機的管長知道孔內的水位了。

（四）空氣壓縮機：當孔內地下水埋藏深而水量又大時，就必須採用它來抽水。空氣壓縮機的種類很多，其效率也不一致，視下入孔內的水管、風管配合的方式來決定，其流量可達數百公升/每秒以上。國產天津出品的移動式9立方公尺，80 HP，7公斤/平方公分氣壓的空氣壓縮機，由於它自帶動力，移動及安裝方便，通常為野外抽水試驗工具最合適的一種。

利用這種工具抽水時，須在抽水孔內下兩根管子，一為風管（空氣管）、一為排水管，兩者下部以調合器联接，當空氣壓縮機將空氣送入風管進至調合器時，空氣即與水形成氣和水的混合物，由於這種混合物的比重較水的比重小，因此即開始沿排水管上升，當有足夠的空氣時，孔內的水將由於此種原因而被溢出。

### 四、關於利用空氣壓縮機抽水的幾個問題

（一）空氣壓縮機抽水時所用之風管、水管路系統配置的幾種方式：

1. 偏心式：空氣及混合物均沿輸送管的圓形截面流動，其混合器為一長2~3公尺的水管制成，在距其底端1~2公尺處之一側，穿以直徑為5公厘的小孔，並以帶有斜截面的彎風管焊於其有孔部分的周圍（圖6）。

2. 同心式帶有中央導空氣管者（風管位於水管

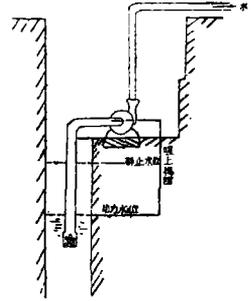


圖4

內)：空氣沿風管的圓形截面流動，而混合物沿風、水管間的環狀截面內流動，其混合器即為一長約1~2公尺的管子，在距其下端1.5公尺處之側面，穿以小孔，混合器的底部應為錐形體，並在其一定間隔內，于四周焊以鐵筋骨，以防止其振動(圖7)。

3.同心式帶有中央排水管(水管于風管中)者：空氣沿風、水管間之環狀截面內流動，其混合器的結構，基本與上式相同，但其下端的錐形體方向應相反(圖8)。

混合器穿孔的數目，應符合下列關係，即孔的截面總和，應相當于風管截面的1.5~2倍，孔距約

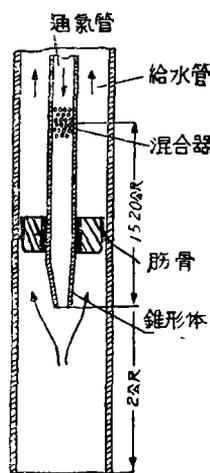


圖 7

為10~15公厘(經驗數字)。

(二)沉沒比的確定：風管下入水中的深度視液體上升的高度而定，一般應符合下列規律：

$$d = \frac{H}{H+h} \times 100\%$$

$$x = \frac{H}{h}$$

抽水時d值應為40~60%，x值應為0.8~1.2。

(三)風量計算：抽水時送入孔內的風量視其動力水位及排水量而變更(圖9)，一般可由下列兩公式求出：

$$V = K \frac{h}{23 \log \frac{H+10}{10}}$$

$$K = 2.17 + 0.0164h$$

$$V_2 = V q_2$$

V—每上升一立方公尺時所需之空氣量(即空氣消耗率)(立方公尺)。

H—管子沉入水中的深度，自動水位算起(公尺)。

h—液體上升的高度，自動水位算起(公尺)。

V<sub>2</sub>—預計送入孔內之總空

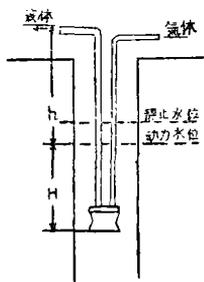


圖 9

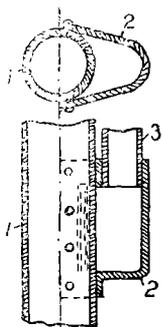


圖 6

氣量(立方公尺)。

q<sub>1</sub>—預期上升之水量(立方公尺)。

另外可參考下表：

揚程 h	15	20—30	30—60	60—90	90—160	160—190
風量 V	3.2	4~4.5	4.5~6.5	6.5~8.0	8~12	12~13

(四)風管、水管截面積的計算，取決于排水量及風量，可按下列公式計算：

$$\omega = \frac{q_1 + q_2}{v \mu}$$

ω—水管之截面面積(平方公尺)。

q<sub>1</sub>—預期所排出之水量(立方公尺，/秒)。

q<sub>2</sub>—排水時所需之空氣量(立方公尺，/秒)。

vμ—混合液流動之速度，據經驗資料約等于8~9公尺/秒。

風管的截面面積根據經驗資料約等于水管截面面積的

$$\frac{1}{6}, \text{即 } a = \frac{\omega}{6}$$

a—風管的截面面積(平方公尺)。

(五)空氣壓縮機發動機容量的計算可按下列公式進行：N =  $\frac{Qh}{75\eta}$  (馬力)

Q—預期的排水量(立升/秒)。

h—液體上升的高度(揚程)(公尺)。

η—0.15~0.25—有功效率。

### 五、抽 水 工 作

(一)抽水前的准备工作

1. 觀測工具抽水前應將所有的觀測工具在現場準備好，它包括：

- (1) 安培表(電表)；
- (2) 絕緣電測綫；
- (3) 緩變溫度計；
- (4) 普通溫度計；
- (5) 流量觀測箱，三角堰；
- (6) 鋼卷尺等。

2. 清理鑽孔 抽水資料的正確與否，是與抽水前的清理井孔、沖洗含水層的工作有着密切的關係。孔壁不清潔會使抽水造成許多困難，影響資料的正確性，所以在抽水試驗前必須首先清理井孔，以保證含水層出水正常。清理抽水孔的方法很多，最常見的是用鑽機上的現有水泵，將清水通過鑽桿壓入孔內，使水通過井底將孔內的岩粉隨循環而沖出孔外，如孔壁被泥沙堵塞過甚時，可用篩孔沖洗器來增加水對孔壁的沖刷力，洗孔能得到很好的效果。洗孔開始時，孔內返出的水是混濁的，但隨著洗孔時間的增長，水即逐漸轉清，至孔內流出之水完全清晰時，洗孔即可結束。

(二)試抽 為了更進一步清理井孔，了解含水

層的水位变化情况，估計正式抽水时現有設備的可能最大水位降低深度，因此在抽水之先，需進行試抽工作：

1. 試抽前測量孔內的水位及水溫。
2. 試抽时应逐步加大抽水的效率，並及時測定孔內的水位，以期取得現有機械效能使孔內水位降低的最大深度的具体数字。
3. 抽水过程中，測量抽出的水量及孔內水溫，記錄抽水的時間。

1. 試抽后詳細測量孔內水位直至穩定为止，以作正式抽水时，選擇水位降低深度的參考。

(三) 正式抽水

1. 当孔內靜止水位測定后，即可开始抽水，每一含水層的抽水均應作三次水位降低。在疏松的岩層中抽水，水位降低的深度應由小至大，否則，過濾器將易被砂礫所堵塞，影响抽水的結果。而在膠結較好的裂縫的岩層中抽水时，水位降低的深度則應由大至小，这样在第一次水位降低的过程中，实际上起了再次清理含水層的作用，能獲得較好的抽水效果。

斷，而是用調整排水量來達到目的。第二次水位降低轉入第三次水位降低时，應和第一次同样的精確，待三次水位降低完成后，測定孔內水位，直至取得抽水后恢复靜止水位止。

六、抽水資料的檢查与整理

1. 每次水位降低的实际材料，除于現場应詳細記錄外（並作出草圖），並需于第三次水位降低穩定后，以第一、二及三次水位降低所取得实际資料，于現場作出湧水量与水位降低关系曲綫草圖，並檢查其曲綫是否合乎要求，如不符合要求，則說明試驗有錯誤，应立即重新進行（此圖請參閱專門水文地質学 P.158）。

2. 根据抽水的实际材料，于現場应完成下列草圖：
  - (1) 水位降低与湧水量关系曲綫圖；
  - (2) 水位与流量及時間关系曲綫圖；
  - (3) 水溫及气温变化曲綫圖；
  - (4) 水位恢复曲綫圖。

上述圖件在現場整理，是为了便于檢查抽水結果，然后再在室內將有关資料整理成下列圖表：

抽水試驗实际材料綜合記錄表

試驗孔名	含水層名	含岩性 水層石質	抽水時之試驗深度公尺	含厚水層之度公尺	抽水前之水位的位公尺	水位降低數	抽水時之水位降低深度公尺			流量 公升秒			每次水位降低穩定延續時間 小時			抽水后之水位公尺	鑽孔直徑公尺	套管深度公尺	試驗設備所用之	抽水日期	
							S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	I	II	III					起	止
A	1	粗粒砂岩	41	15	3.7	3	7.8	15	26.5	9.5	18.5	25.5	8	8	8	3.5	150	无	提桶	54.11.2	54.11.7

2. 抽水时仔細觀察鑽孔內的湧水量与动力水位彼此間的联系。在正常情况下，湧水量愈大，动力水位愈低，湧水量愈小，动力水位也相应的增高，但是一般在抽水时，湧水量和动力水位間的关系，不是一下就可以弄清的，而是需要在抽水進行一定的時間后才能查明。在开始抽水时，鑽孔內的湧水量和动力水位，通常会產生很大的变化，而以后变化則逐漸減少，至使动力水位与湧水量間平衡起來，这可由同一時間內所測定的动力水位和湧水量來証明。

3. 抽水过程中，詳細測定孔內动力水位及湧水量变化的情况，每隔半小时至一小时測定水溫、气温一次，並及時將記錄填于表中。

每次水位降低，当孔內动力水位及湧水量已达穩定时，为了証实其真實性，通常須使穩定延續一个較長的時間，其具体時間視含水層的岩性及抽水目的而定，但至少应在 8 小时以上。如已达成上述状态时，則可轉入下一次水位降低。在轉入下一次水位降低时，抽水一般不間

- (1) 抽水試驗实际材料綜合記錄表（見附表）。
- (2) 含水層抽水試驗綜合圖（圖10）。此圖上应包括試驗孔的地層柱狀剖面、鑽孔結構、含水層的層位、厚度及上述抽水試驗圖，最后並註明整理日期及試驗者的姓名（見示意圖）。

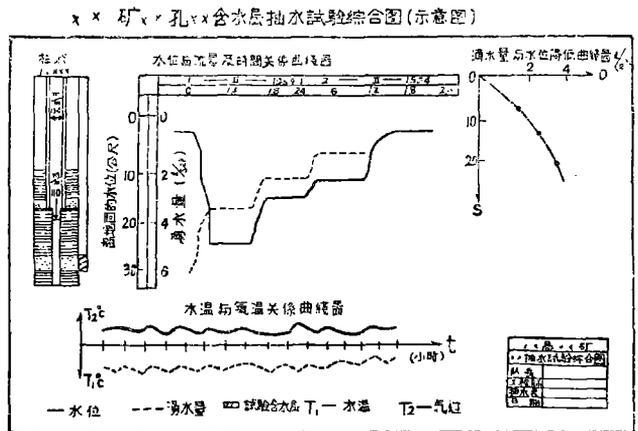


圖 10

## 七、抽水試驗時的注意事項

1. 抽水前必須沖洗井孔，至孔內流出的水全部清晰為止。
2. 試抽後必須取得恢復後的靜止水位，才能開始正式抽水。
3. 抽水工具的選擇應決定於試抽所獲得的資料。
4. 使用提桶抽水時，應在升降提桶的鋼絲繩上作出標記，以保證下入孔內的深度一致。
5. 用空氣壓縮機抽水時，若流量與水位均已穩定，此時應保持風壓不變。
6. 每一含水層的抽水試驗，一般均應作三次水位降低，每次水位降低之穩定延續時間應不少於 8 小時。
7. 測定動力水位及湧水量時，應在同一時間進行（提桶抽水除外），一般是每次測定相隔的時間，其順序可為：5、5、5、15、15、15、30、30、30、

30、60、60……，開始時較密，逐漸轉疏。

8. 抽水時，應在現場作出各種抽水的草圖，並及時檢查與校正，水文地質人員應於現場將三次水位降低所取得的資料，作出水位降低與湧水量關係曲線圖，檢查其曲線是否正確。如發現不正確，應立即提出重新抽水，但不准停抽。否則，待含水層封閉後，再提出返工，實際上已不可能，而且全部抽水工作就會報廢。

9. 正式抽水後，應詳細測定孔內水位，直至完全穩定為止。

水文地質工作，由於黨和毛主席的正確領導和蘇聯專家的親切幫助，幾年來已有很大的發展，但畢竟還很年青。尤其是在抽水試驗工作方面，還缺乏足夠的成熟的工作經驗。本文系根據蘇聯先進知識，結合作者在礦山勘探抽水試驗工作中的一些經驗所寫成，限於水平及時間，內容還不夠全面，僅供同志們工作中的參考。

# “錳鐵帽”對多金屬硫化礦床的找礦意義

岑 海 韋俊銘

隨着國家工業建設發展的需要，愈來愈多地要求地質工作人員尋找更多的礦產資源，其中包括有色金屬原料。有關尋找有色金屬礦產標誌很多，地質人員都應當熟識它，並進一步認識這些標誌與礦床關係的密切程度（主次關係）。這樣對我們尋找礦產來講，將更為有利。

過去人們總以為鐵帽是尋找有色金屬礦產的最好標誌，這顯然是對的。由於金屬硫化礦床受氧化後常生成鐵帽露在地表，因而當人們發現鐵帽以後，常推斷鐵帽之下可能有金屬礦床存在，這是符合事實的（當然有些鐵帽與有色金屬礦床是全然無關的）。下面筆者想談一下與鐵帽相近似的一種錳鐵帽（指與有色金屬礦產有關的），希望通過這樣的討論來提醒大家注意，並根據這樣的標誌來發現礦床。我國在過去就發現了與錳鐵帽有關的礦床（如棲霞山），但對此還重視不夠，就目前筆者工作地區所發現的材料來看，其成因類型與棲霞山礦床是極相類似的，而礦化範圍較棲霞山還廣泛，是一個極有遠景的地區。我們相信在祖國廣大的領土上，將會發現同樣類型而又價值的礦床。希望地質工作同志們對錳鐵帽予以足夠的重視。

## 錳和鐵的一般地球化學特性及 多金屬礦床中錳鐵帽的形成

在地殼中錳鐵量是相當多的，其中又以鐵多於錳，而錳又屬鐵族元素之一，因此兩者的地球化學特性是極相類似的。

無論在沉積岩、火成岩與變質岩中或多或少都含有錳的成分，而在地表中的錳一般都呈氧化物出現，即使還未全部氧化，但最終是向這個趨勢發展——從低價錳過渡到高價錳。錳礦物中常見的是二價錳、三價錳與四價錳，在地表中二價錳以變成四價錳為終止，亦即錳成為四價錳時為最穩定。這種變化過程是很迅速的，如新鮮的菱錳礦露於烈日下很快地就在表面附有一層褐黑色的氧化錳薄膜。

鐵在各種岩石中同樣是或多或少存在的，其量在一般情況下均多於錳。在地表來講不管鐵原來與何元素結合，最終將變成氧化物，而且還以變成三價氧化鐵為終止。

在多金屬礦床中錳的原生礦物一般是菱錳礦、薔薇輝石、鈣薔薇輝石、含錳方解石、錳鐵方解石、鐵錳白雲石、錳白雲石、錳鐵石榴石以及極少量含錳硫