

全苏矿井建设组织
与机械化学研究院编著

殷繼昌 譯

竖井筒开凿集水方法

煤炭工业出版社

豎井井筒開鑿集水方法

全蘇礦井建設組織與機械化科學研究院編著

殷繼昌譯

煤炭工業出版社

內 容 提 要

書中包括有關豎井井筒集水裝置的一些材料：制訂初步設計時的圖樣、表格、示意圖、計算、圖表及其他，井包括放水、集水和向地面排水等問題。

此外，書中研究了排水裝置的供水，井筒管子的固定，稱重的開鑿和圓形的施工組織以及一些技術經濟指標等問題。

本書適用於從事井筒開鑿的工程技術人員，井供設計部門作礦井总体建築設計時參考。

ВОДОУЛАВЛИВАНИЕ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ

ВНИИОМШС編著

根據蘇聯國立礦技術書籍出版社(УПТЕХНИЗДАТ)
1956年哈爾科夫第1版譯

636

豎井井筒開鑿集水方法

殷繼昌譯

煤炭工業出版社出版（地址：北京東黃城根煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業登記證出字第784號

煤炭工業出版社印刷廠印刷 新华書店發行

開本78.7×109.2公分 1/32 *印張5 *字數44,000

1957年12月北京第1版

1957年12月北京第1次印刷

統一書號：15055-530 印數：1,000 一冊 定價：(10)0.80元

序 言

本書是根据頓巴斯和其他矿区开鑿井筒时所采用的集水裝置的經驗总结而写成的。

当制訂方案和施工開井时，应用了斯大林井筒掘进托拉斯“維特卡-格魯包卡亞”和“察茲諾-格魯包卡亞”矿井的集水經驗，“姆什凱托夫斯卡亞-扎別里瓦里納”，“新中央”，“伊格那基耶夫斯卡亞”和“布瓊諾夫斯卡亞-格魯包卡亞”矿井的排水和集水經驗，以及全苏矿井疏干托拉斯有关降低地下水位的设计材料。

本書介紹下列两种型式的集水裝置：

a) 采用排水放水管的封闭式集水裝置；

б) 采用集水槽的开放式集水裝置。

在混凝土井壁、混凝土磚井壁、磚井壁和邱賓筒井壁中，均可考虑采用这两种裝置中的任何一种。

为了制訂向地面排水的集水裝置和水泵設備佈置的标准方案，本書考虑了斯大林諾州和伏罗希洛夫州內各矿井的地質断面特征。

井筒中的排水設備，如果含水層的湧水量不大于10—15立方公尺/时，可采用一台水泵，如果湧水量超过10—15立方公尺/时，則采用两台水泵。

为了排出集水，采用了大批国产的固定水泵和吊泵，并且也采用了气力排水器。

本書由全苏矿井建設組織和机械化科学研究院排水研究室主任A. Г. 塔拉工程師撰述的，参加这一項著作的有：副研究員И. Т. 阿夫节科，主管电气工程師M. Г. 維格爾，采矿工程師И. Г. 郭恩柴連科，H. A. 夫道夫欽科，A. M. 高韋得科夫，經濟工程師B. C. 愛普斯节依和A. H. 什沃林。

参加整理資料的有：技术科学碩士M. B. 沙莫依洛夫斯基，工程師B. M. 节里斯基，B. B. 謝列布連可夫，K. Ф. 耶比法契夫，A. Д. 馬特柯夫斯基，П. И. 高尔洛夫，П. C. 沙柯洛夫，П. Д. 拉亞赫諾維奇，И. C. 斯托耶夫，Г. И. 斯科洛德格特和Ю. З. 扎斯拉夫斯基。

目 录

序 言	3	
第一章 开鑿井筒时的集水方法	3	
1. 所采用的原始資料	3	
2. 含水層中水的排出方法	3	
3. 集漿井壁滲出水的的方法	7	
第二章 向地面排出集水	11	
1. 用水泵排出集水	11	
2. 用气力排水器排出集水	12	
3. 用鑽眼放水	13	
4. 排水水泵设备的种类	13	
第三章 排水设备祠堂开鑿的施工組織	16	
第四章 排水设备的电气設備	17	
1. 动力电源	17	
2. 排水设备水泵的自动化操縱	18	
第五章 在井筒中放水管和排水管的固定方法	18	
1. 放水管的固定方法	18	
2. 排水管的固定方法	19	
第六章 采用集水裝置的經济合理性	19	

第一章 开鑿井筒时的集水方法

1. 所采用的原始資料

为了作集水設計，必須有标明岩石組成和含水層厚度的井筒水文地质断面圖，表明水位降低与單位湧水量的关系的圖表以及各含水層的地下水源，同时也必須了解永久井壁的種類和开鑿井筒的方法。

井筒中集聚含水層中的湧水的兩種方法：將直接由含水層中湧出的水下放到下一水平，以及將从永久井壁滲透出的水，集聚后排至地面，不使水流向工作面。

2. 含水層中水的排出方法

从坚硬含水岩層中排除湧水时采用放水管，从不坚硬和松散的含水層中排除湧水时采用特殊的过滤器。

根据含水岩層的粒度、成分和地下水的化学成分来选择过滤器的型式、規格和材料。

粗粒砂岩、小礫石和裂縫岩石都有很好的脫水性。因此在这些岩層中都可以采用構造最簡單的过滤器，但在坚硬而多裂縫的岩層中根本可以不用过滤器。在多裂縫但不坚硬的岩層或煤層中采用帶有大孔眼的过滤器，或用預防鑽眼塌陷的槽紋式过滤器。

在建井期間，酸性水对集水裝置的侵蝕作用是微不足道的，因此对于集水設備專門的防腐保护不須作出規定。

为了排出含水層中的湧水，采用放水管、鑽有孔眼的短管、插入式过滤器以及骨架-鋼条过滤器。

放水管

放水管(圖1)由切斷的鋼管(国家标准 3262—46 或国家标准 301—50)制成，直徑由 32 公厘到 50 公厘，視含水裂縫的流量而定。

放水管宜用于排除坚硬致密岩層含水裂縫中的湧水。安放管子位置取决于含水裂縫分佈的情况。用膠皮水龙帶或鉄管將水排至水倉，然后用水泵將水从水倉中排至地面。

砌壁时，將管子放在井眼中(在吊盤上进行的)程序如下：

1) 用風鑽將裂縫扩大到一定的尺寸，使排水管能自由地插入；

2) 当砌壁至含水裂縫的水平时，在吊盤上將管子插入裂縫中，管子的一端应插进井筒中；

3) 为了防止水經过壁后空間和壁縫流入井筒中，所以应向鑽眼內注入水玻璃或將放水管和鑽眼空間的縫隙用麻堵塞，如图1所示；

4) 在放水管上接上膠皮水龙帶，水經过膠皮水龙帶而流到下一水平，然后繼續砌筑永久井壁。

插入式过滤器

插入式过滤器宜用于排除不坚硬岩层和煤层的裂隙中的湧水，因为那些地方需要维护放水鑽眼免遭塌陷。插入式过滤器也宜用于排除松散和碎片状岩层（砂、砂礫、礫岩）中的湧水。

插入式过滤器是由帶有鑽眼的瓦斯管組成的。过滤器的—端裝有鋼錐帽，而另一端裝設管頭。

插入混凝土磚、磚和混凝土井壁中的过滤器如圖 2 和圖 3 所示，而插入鋼筋混凝土邱賓筒井壁中的如圖 4 和圖 5 所示。

根据过滤器的佈置情况，水集聚在集水器中（圖 2 和圖 3）或沿着管子下放到集水圈。

过滤器的数量决定于含水層的渗透系数和湧水量。

过滤器的集水部分鑽成圓孔或縫隙。孔眼的直徑和縫隙的寬度决定于含水層粒度的成分和水量。水速不应超过开始帶出岩石时的临界数值。

表 1

过滤器的形式	最适用的孔眼尺寸, l	
	在同一种类的砂層中	在各种砂層中
圓眼的	2.5—3.0 d_{cp}	3.0—4.0 d_{20}
縫隙的	1.25—1.5 d_{cp}	1.5—2.0 d_{20}
網狀的	1.5—2.0 d_{cp}	2.0—2.5 d_{20}

备注：表中的微小数值适用于細粒砂，而較大的数值适用于粗粒砂；
 d_{20} ——在岩石中含有 50% 的微小粒的直徑；
 d_{cp} ——含水砂層中微小粒的平均直徑。

根据水文地质科学研究所的試驗資料并將此种資料与对使用中的鑽眼的观察情况进行比較后，B. M. 戈夫里科和 C. K. 阿伯拉莫夫建議在决定过滤器的眼数时应采用表 1 的資料。

圓形孔眼在管子上錯列着佈置。眼間中心距离一般采用 $l=2.5—3l$ 。

因眼間中心距离和眼的直徑之不同，眼的面积和过滤器表面之比如下：

当 $l=2.5l$	眼的面积 (眼面) 为		25%
当 $l=3.5l$	眼的面积 (眼面) 为		17.5%
当 $l=4l$	眼的面积 (眼面) 为		8%
当 $l=5l$	眼的面积 (眼面) 为		6.3%

B. M. 戈夫里科和 C. K. 阿伯拉莫夫的实验事实的試驗結果和經驗資料指出，孔眼間距离的选擇应根据能保证最大孔眼的面积 (20—25%) 和过滤器的强度来决定。

根据加工的方法，縫隙性孔眼的佈置有下列几种：

a) 縫隙沿管子的周边佈置成普通的帶狀；在过滤器的表面形成两个帶：縫隙帶和联系帶，上帶縫隙的中心綫与下帶縫隙的中心綫相合。

6) 下帶縫隙佈置在上帶縫隙的中間的棋盤式帶狀佈置；

b) 沒有联系帶的棋盤式帶狀佈置。

用普通的帶狀佈置的縫隙所得的孔眼面积百分比最小，而沒有联系帶的棋盤式佈置的則最多。

采用縫隙过滤器的孔眼面积在 6—40% 的範圍內。

直接在含水岩層中装設过滤器时，縫隙的寬度决定于过滤器周圍岩石粒度的成分 (参閱表 1)。每个縫隙的長度是可变的，但一般为縫隙寬度的 10 倍，也就是 100—300 公厘。管上

縱的方向相鄰兩縫隙間的距離為 10—20 公厘。

沿着管子圓周方向的兩縫隙的距離是決定於過濾器孔眼的最大面積和強度，且介於 $l_1 = 1.4 - 10l_2$ 之間。

如果孔眼的尺寸小於微粒的平均粒度(大小)，那麼孔眼就很快被小微粒所堵塞，而使過濾器停止工作；如果間隔大於含水岩層中平均微粒，那麼使外面自然過濾發生困難。

經驗證明，在細粒砂層中，當過濾器的孔眼大時就進入砂子，當過濾器的孔眼太小時就會造成很大的阻力，因此過濾器就工作得不好。

實際工作中，為了疏干砂層，而這裏又不能採用小礫石，所以過濾器要鑽圓孔眼，直徑應為 1.5—4 公厘或縫隙寬度為 1.0—1.5 公厘。

研究了試驗室的試驗資料和砂層中疏干的實際資料，在開鑿井筒時，為了排出含水砂層中的水，過濾器孔眼的大小應如表 2 所示，其直徑為 50 公厘，由軟管製成。

表 2

含水層岩石的組織	間隔的尺寸，公厘	
	圓孔眼的直徑	縫隙的寬度
種類不同和平均顆粒小於 1 公厘的細粒砂、粗砂和小礫石、顆粒小於 4 公厘、顆粒小 10 公厘的中砂和大塊礫石，裂隙性而不堅硬的岩石和堅硬的裂隙性岩石	2—3	1.5
	3—5	3
	5—8	5
	10	8

在裂隙性的岩層中，插入式過濾器應設置在裂隙帶或裂隙水的地方，在松散和破碎性的含水層中則應設置在含水層的底版。

過濾器的設置是在砌築永久井壁時在吊盤上進行。在軟岩層中過濾器用大鎚打入，而在硬岩層中先鑽眼，然後將過濾器設置在鑽眼內。

從過濾器中流出的水流到集水圈或集聚在集水器中，然後流入水倉。

過濾器的管頭，要做成這樣一種構造，在帶有鑽眼的管子堵塞時可能把它清刷干淨，或在必要時可能加以更換。

砌入式過濾器

當水從含水層中沿井筒周圍流出時，為了排除補井壁和混凝土磚井壁壁後空間流出的水，最好是使用砌入式過濾器(圖 6 和圖 7)。此時，含水層是由砂岩或帶有含水裂縫的石灰岩以及松散的岩層(砂，礫石，石子，松散的土壤及其他)組成的。

圖 6 所示的砌入式過濾器放在金屬套管中，它是由直徑 50 公厘的帶有鑽眼的管子組成的。

在壁後空間(套管下面)砌築混凝土底墊，底墊上面放置帶有孔眼的木框。木框的周圍填上一層小礫石，而在井筒周圍的壁後空間則用碎石或不浸水的岩石來充填，充填高度為 500—1000 公厘，不須灌入水泥漿。

水從含水層中流入壁後空間的充填部分，然後流入井筒中。排出的水流入水槽或其他的集水器中，然後流到下一水平。

① 即過濾器。——譯者

充填用的小礫石顆粒的直徑必須大於木框孔眼的尺寸，而充填層外部的顆粒直徑應符合於含水岩層顆粒的尺寸。充填礫石的粒徑，孔眼的尺寸以及含水砂層砂粒的組成，它們之間的比例大體可如表3和表4所示。

表 3

鑽眼的直徑，公厘	充填礫石的粒徑，公厘
1	1.5—2
2—3	2.5—3.5
3—4	4—5
4—6	5—7
6—9	8—11

表 4

岩石的特 征	該種粒度的含量，%	充填礫石顆粒的直徑，公厘
粗粒砂，粒徑由2公厘到1公厘佔多數	80	10—8.0
中粒砂，粒徑由1公厘到0.5公厘佔多數	60	5—4
細粒砂，粒徑由0.5公厘到0.25公厘佔多數	50	2.5—2
微粒砂，粒徑由0.25公厘到0.05公厘佔多數	30—40	1—0.5

在長時期內都是使用了粒徑不同的礫石充填層。經驗證明，當充填層的粒徑不同時，過濾器就工作得較好。

實際上所採用的充填礫石顆粒的直徑與含水岩石顆粒的直徑之比為5:1到8:1。根據水文地質試驗資料，當比值超過15:1時，鑽眼中就會長時間地流進砂子。

均等顆粒礫石充填層的厚度為150公厘。

經驗證明，當礫石的充填體積增大，過濾器的效能也加大。在任何情況下，所採用的礫石充填層的厚度不能小於50公厘。

過濾器的安裝是在砌築永久井壁的同時在吊盤上進行。

此時，必須完成下列各項工作：

1. 砌壁時，當吊盤由下向上提升到含水層下0.5公尺時，在井筒周圍的壁後空間砌築混凝土底墊，帶有法蘭盤的套管插入井壁中；在壁後空間混凝土底墊上放置帶有150×150公厘空格的木框，將帶有鑽眼的管子的末端安置在此木框的中心上。如前所述，木框也是用小礫石或碎石來充填的，壁後空間是用小石子充填的，充填高度以混凝土底墊算起不超過1公尺，不澆灌水泥漿，以便於經過放水管能更好地排水。

2. 兩壁基間的井壁砌完后，當吊盤由上向下移動時，放水管插入套管內；放水管和套管的法蘭盤用螺栓固定；安裝集中器并用銷子把它固定在井壁上；在放水管上安上堵頭；隨着吊盤的下放而延長管子，水沿着管子流到下一水平。

骨架—鋼條過濾器

圖8所示為骨架—鋼條過濾器，這種過濾器與帶有鑽眼的放水管一樣，都是用來排除礫和混凝土井壁壁後空間的水。當含水層的湧水量超過20—25立方公尺/小時，水以含水層沿井筒周圍流出。

在這種情況下，含水層是由砂岩或帶有含小裂隙的石灰岩以及松散岩石（砂，礫石，松散土壤及其他）組成的。

骨架—鋼條過濾器是由金屬條、堅固的支撐圈和連接套管組

成的。金屬網是由鋼條制成的，堅固的支撐圈是由圓鐵環和法蘭盤制成的，而連接套管是由直徑為 50 公厘的管子制成的。這種過濾器的孔眼面積達 60—65%，因此，這種過濾器的濾水能力比其他構造的過濾器高。

在中等粒度和不同粒度的砂中，利用骨架-鋼條過濾器時，在骨架上應裝設過濾網或纏上鐵絲。

過濾器安裝在靠近含水層底板的壁後空間上。排出的水集聚在集水器內，然後用軟管把水放下至下一水平。

集水器是由膠皮水龍帶制成的，水龍帶安裝成向出水口方向傾斜。

過濾器的固定和安裝是在砌壁時在吊盤上進行。

此時，必須做好下列工作：

1) 在含水層底板的下面，沿井筒周圍的壁後空間上砌築混凝土底墊，底墊是用米防止水由壁後流到下一水平的，

2) 在混凝土底墊上面，向井壁內插入套管，這個套管用來使壁後空間中的骨架-鋼條過濾器和佈置在井筒中的集水器相連接，

3) 過濾器安裝在含水層底板水平上的壁後空間內，它和套管相連接，用以使水流入井筒中；

4) 過濾器的周圍用一層礫石或碎石來充填和填實，用作充填物的顆粒的大小應與砌入式過濾器一樣（參照表 3 和表 4）；

5) 在砌築井壁和充填過濾器的同時，在井筒周圍壁後空間進行充填工作，高過過濾器上邊緣，不須澆灌水泥漿，

6) 下放吊盤時，在井筒中安裝集水器並放水給，以便由集水器將水引至下一水平。

過濾器的安裝施工和鋪設圖表，如圖 9 所示。

3. 集聚井壁滲出水的方法

經過永久井壁滲出的水量決定於井壁の種類和質量，以及決定於含水層的厚度和靜水壓力。

滲入井筒中的水或形成噴射的水流或沿井壁流散。當井壁不平時則形成滴水。滴水可能形成大雨和強大的單股水流。最密的滴水是在離開井壁 5—15 公分之處形成的。但是，有時由於靠近井壁的地方有設備或中間盤，所以這種規律并非一定不變的。

為了減少滴水，斯大林井筒掘進托拉斯所屬的礦井井筒掘進時採用了集水裝置，集水裝置是由砌在井壁內的槽和佈置於井筒周圍且向井筒中心突出 150—170 公厘的擋水板組成的。

本書所述的井筒中的集水裝置與井壁的距离應在 200 公厘以下。

各集水裝置在高度上的距离決定於含水層埋藏的位置。

集水裝置的構造決定於井壁の種類，決定於掘進工作的方法和製造集水槽用的材料。

為了運輸和安裝的方便，每個集水槽由 4—6 段組成，安裝時，在井筒中將它們連接起來。

混凝土磚、磚和混凝土井壁的集水裝置

根據已有的材料，集水槽可由鋼板、槽鋼和軟管制成。

槽鋼集水裝置。集水槽的構造如圖 10 所示，它是由長為 2.5—3 公尺各段所組成的。每段由槽鋼制成，槽鋼的側板上有厚為 2 公厘的擋水板，用螺栓固緊。每一段槽鋼的末段板上特

殊的法蘭盤，而在槽子的里面向槽鋼上焊上用于連接螺栓的小耳環。

由地面向井筒內下放集水槽時是分段進行的。

為了排水和防止淤泥，水槽安裝成向放水眼方向傾斜
 $0.02-0.03$ 。

各段在井筒中是用對接法連接起來的。每個連接口法蘭盤之間要放入膠皮襯墊。然後再用螺栓將帶有耳環的各段槽鋼連接起來。

放水管直接和焊在槽鋼上的小鐵管相連。

集水設備的安裝和裝設是在砌壁時在吊盤上進行。如果安裝集水槽的深處是堅硬穩定的岩石時，井壁和岩幫間的空洞和縫隙填入石塊并灌入貧水泥砂漿，而當不堅固的岩石時，則打上混凝土。

當吊盤提升到高于集水槽時（在安裝罐梁和在特殊情況下），則拆掉擋水板，而砌在井壁中的集水槽就不會影響吊盤的移動。

由槽鋼做成的集水槽不須特殊加固就能保證堅固性和耐久性。這種集水槽的缺點是：制作很複雜，沒有正確的圓形過邊形狀，槽上擋水板是用螺栓固定在集水槽上，螺栓很快地生鏽，并且拆除也很麻煩。

因此，槽鋼集水槽宜用于集聚水源不大的岩層中的水，由于這種水源在井筒裝各以前就枯竭了，所以含水層也脫水，以後就沒有再行排水的必要了。

集水槽必須安裝在堅硬（穩定）的岩層中。

鋼板集水裝置。鋼板集水裝置（圖11），在開鑿“姆什凱托夫斯克—扎別拉瓦里”礦箕斗井筒時採用過。它是由兩個側壁的

槽所組成的：一個是垂直的而另一個是傾斜的。後者就是擋水板。集水槽是由厚為2—3公厘的鋼板制成的，鋼板各段的長度為2—4公尺。各段相搭接并用螺栓擰緊。在鋼板之間的連接處放入膠皮襯墊。

集水槽的安裝是在砌築永久井壁時在吊盤上進行。

這種集水裝置的擋水板突出井筒中也會妨碍吊盤的移動。安裝集水槽的地方的井壁厚度減小，所減小的厚度等于槽鋼的寬度。因此安裝集水槽時不能在距基以下一公尺的地方來進行，為的是使吊盤不向下移動，在裝非井筒和砌築永久井壁同時進行的時候，以及以後的時間里，不須把吊盤提升到集水槽以上就可以使用。

如果在安裝集水槽的地方是堅硬穩固的岩石，則井壁和岩幫之間的空洞和縫隙就需要用塊石來充填并灌入貧水泥砂漿，而當不堅固的岩石時，則只要澆灌混凝土就可以了。為了防止淤泥流入集水槽，在安裝集水槽時，應使其向放水眼方向傾斜
 $0.01-0.03$ 。

集水槽拆除以後，井壁上的凹槽應澆灌混凝土，或用磚和水泥砂漿砌實。

集水槽傾斜的形式是依靠加大砌體縫隙的厚度，並且依靠安放集水槽的混凝土層。

裝各和安裝集水槽的程序如下：

1) 在砌壁時進行安裝集水槽的准备工作，使集水槽向水往外流出的方向有坡度；

2) 在安裝前，集水槽在地面上進行安裝和檢查，然後分段放入井筒中；

3) 將集水槽的各段安裝在已準備好的井壁內，并將其間的

接头处连接好，使它们的接头处和井壁一样平；

4) 灌注水泥浆后即继续进行砌壁；

5) 两个壁基间的井壁砌完后，当下放吊盘时，接长向排水硐室下放集水的管子。

图 12 所示为“蔡金诺—格鲁包卡亚”和“布琼诺夫斯卡亚—克魯包卡亚”矿井所采用的钢板集水槽。

这种构造的集水槽的优点：

a) 不减少井壁的断面；

6) 可以沿着井筒的高度安置在任何位置上；

铁管集水槽。这种集水槽是由直径为 150 公厘（国家标准 301—50）的铁管制成的（如图 13），并将钢管弯成环形，使其内径符合于井筒的直径。将弯曲的铁管沿其长度切成两半，使之获得内径与井筒直径相等的两个集水槽。

挡水板和集水槽各段间的连接与槽钢集水槽一样。它们的安装和槽钢集水槽也没有什么区别。集水槽和硐体中的空洞用水泥浆来充填。

由铁管制成的集水槽的集水装置，可在井筒掘进和装备同时进行时采用，此时吊盘即不须在集水槽上移动，当含水层的涌水不大时，在井筒装备以前含水层已脱水，后来就不需要排水。

带活动挡水板的集水槽。集水槽（图 14）是由钢板制成的，井是一个方形断面。集水槽各段的连接是互相搭接并用螺栓拧紧。为了使各段能紧密地相接，所以在连接的地方放入橡皮楔垫。在集水槽的外壁上安装 5 号槽钢支柱，槽钢上带有固定销的缺口和使挡水板固定在集水槽上用的插销孔眼。槽钢支柱也可用作加固肋。

挡水板是由铁板剪成的宽带条所制成的。在带条上固定一个带有限制器和固定销子的铁板。

挡水板安装好以后，将插销插入槽钢的孔眼中。每隔 2—3 公尺向集水槽的底部焊上钢带条架，并将钢带条架插入井壁中。

集中槽的安装是在砌壁时在吊盘上进行。

当吊盘提升到高于集水槽时，挡水板向井壁内已做成的凹槽折翻，吊盘即可自由地通过。因此带有活动挡水板的集水槽不但适用于井筒开整时期，同时也适用于井筒装备时期。

带可拆卸挡水板的集水槽。集水槽（图 15）是由槽钢或钢板制成的。挡水板是由带有铁板条的铁板制成的，并利用铁板条使挡水板固定在集水槽上。

集水槽的安装是在砌壁时在吊盘上进行。

当吊盘提升到高于集水槽时，则将挡水板拆掉。可拆卸挡水板的集水槽不但适用于井筒掘进和装备时期，同时也适用于矿井生产时期。

带井壁井筒中的容量集水槽。悬吊容量集水槽的一般形式如图 16 所示，而安装的部件如图 17 所示。容量集水槽即是宽为 200 公厘和高为 1000 公厘的集水槽。

当井筒为 6 公尺时，这种集水槽的容量约 5 立方公尺。

集水槽是由钢板作的，并由几个环形段所组成。每段的外径应符合于井筒的直径。每段上都有放水管。由这些小管流出的水集聚到位于集水槽下面井筒中所设置的环形集水器内。集水器和吊泵吸水龙带相连接，吊泵将集水排至地面或上一水泵硐室内。

在吊盘上将集水器安置在插入在井壁中可拆卸的支撑上。

支撐是由全部插入在井壁中長 300 公厘的 10 号槽鋼和長 400 公厘的 8 号槽鋼組成的，前一槽鋼上焊有夾板，后—槽鋼是固定在另一個插進井筒中 200 公厘的 10 号槽鋼上。集水槽就安置在槽鋼的突出部分之上。

容量集水裝置和吊泵相配合而代替了臨時排水設備，臨時排水設備是由一般安放在井壁后專門硐室內的固定水泵和水倉所組成的。

為了提升吊盤，所以就必須拆除集水槽。先把集水槽拆除，然後再把伸出的支撐除掉。

容量集水裝置適用於具有排出集水的吊泵情況下，并且適用於井筒開鑿時期，即在井筒裝備以前。

氏賓筒井壁集水裝置。為了排出滴水，集水裝置懸吊在邱賓筒上或刷入在兩圈邱賓筒之間用混凝土磚或磚砌筑的一段井壁中。

懸吊在邱賓筒上的鋼板和鐵管集水裝置。鋼板集水裝置(圖 18)是沿井筒周邊布置的集水槽，并用把手、掛鉤及夾板固定在邱賓筒螺栓上。

集水槽安裝成向放水管方向傾斜 $0.01—0.02$ 。用加長吊掛集水槽的掛鉤和把手的方法來使之形成坡度。

沿井壁流下的水用橡皮擋簾導入集水槽中，這個橡皮擋簾是放在邱賓筒之間的水平縫隙中。

由鋼板制成的集水槽的各段互相搭接于橡皮襯墊上用螺栓擰緊。

鐵管集水槽的各段(圖 19)用螺栓連接和擰緊。為了使連接處緊密的接合，在各段的末端焊上半圓形的法蘭盤，在法蘭盤中間放入橡皮襯墊。

由集水槽中流出的集水沿着管子流向附近的水泵站或氣力排水器。

在井筒裝備時，集水槽的安裝是在吊盤上進行，在井筒裝備以後，則在鋪梁的鋪板上進行。

懸吊在邱賓筒上的容量集水裝置。容量集水裝置(圖 20)是帶有高側壁的鋼板槽并由几段所組成。

在每一段上都有放水管。經過這些小管流出的水都集聚在位於集水槽下面的環形集水器中。集水器和吊泵的吸水管帶相連接，吊泵將水排至上一水平或直接排至地面上。井筒直徑為 6 公尺時，規格為 0.2×1 公尺集水槽的容量約為 5 立方公尺。用專用的支撐來安裝和固定集水槽。

為了使吊泵能夠通過，就必須拆除集水槽。因此容量集水裝置可用在井筒裝備以後或在井筒裝備之前開鑿井筒時。

在特殊氏賓筒井壁中固定的集水槽。在這種情況下，集水槽是由鋼板做成的，帶有可拆卸或活動的擋水板，在井筒裝備時不會妨碍吊盤的移動。

圖 21 所示為在特殊邱賓筒井壁中固定集水槽的方法。它的可拆卸的擋水板向井筒中突出。

為了安放集水槽的可能性，預先製造了在垂直助帶上留有凹槽的特殊邱賓筒。集水槽的寬度決定于凹槽的深度而不超過 120 公厘。

集水槽固定在把手上，而把手固定在連接各段邱賓筒的螺栓上。

把集水槽固定在特殊邱賓筒上的方法，在井筒掘進以後進行井筒裝備時，而且集水裝置必須繼續工作時才採用。

如果集水槽安置在邱賓筒間的混凝土或磚砌體中(圖

22), 那么集水槽的安裝程序应如下:

1) 在最后一圈邱宾筒的下面, 距离 1042 公厘(等于一坵邱宾筒的高度)的地方用長的螺栓(螺栓)吊掛一圈邱宾筒, 該圈邱宾筒用水准尺和墨垂來檢查并打上楔子。

2) 在吊掛的邱宾筒井筒的上面, 由下向上地砌磚或混泥土磚井壁, 向井壁中插入集水槽, 使集水槽安裝成向放水管方向傾斜 0.01—0.02。兩圈間砌体的对面的岩石做成深为 0.15—

0.25 公尺和高为 1—1.1 公尺的环形凹槽。

3) 磚或混泥土磚井壁的壁后空間, 用混泥土來充填, 当集水槽安裝以后, 壁后空間的上部灌注水泥漿充填。

在沒有特殊構造的邱宾筒时, 可采用这种固定集水槽的方法。

設置和安裝各种集水裝置的工作組織圖表如圖 23 所示。

第二章 向地面排出集水

帶有集水裝置的掘進排水系統圖是为了适用于井筒深度为 500 公尺以下和壁后空間的湧水量不大于 25 立方公尺/时的情况而編制的。当湧水量大时, 含水層內必須注入水泥漿。

在頓巴斯很多含水層中, 含水區不大, 水源較小。当急驟地进行排水时, 这些含水層中的积水, 將會被疏干, 而湧水量也会逐漸減少。因此, 尽管在水文地質断面圖上标着有相当大的总的湧水量, 而在頓巴斯矿井井筒掘進时, 却根本沒有用 AHT-150 型水泵, 只使用了 KCM-30-50-70 型水泵, 就是 KCM-100 型水泵也很少采用。

为了排除集水, 采用了專門的吊泵和氣力排水器。如果井筒的深度超过吊泵的揚程的話, 那么, 就要設置中間排水硐室, 并在其中安裝离心式的臥泵。

为了減少水泵硐室的數量, 把几个井筒中的集水用的鑽眼放到一个井筒中, 然后再由那个井筒把水排到地面上。

如果集水量不超过 10—15 立方公尺/时, 則在水泵硐室安置一台水泵。在这种情况下, 为了減少掘進的体积, 水可由

鉄桶做成。当湧水量很大时, 在硐室內就要安裝兩台水泵, 其中一台为备用的。

1. 用水泵排出集水

排出集水的方法决定于集水裝置和集水量。

容量集水裝置(如圖 16)中的水是用吊泵排至上一硐室或直接排到地面上。在这种情况下, 利用膠皮水龙帶使吊泵和集水器相連接。

如果湧水量超过 10—15 立方公尺/时, 在下一中間排水設備未安裝时, 可用这种方法把集水器或集水槽的水排出。

当集水和湧水量在 10 立方公尺/时以下时, 水可能流入設置在穩繩盤上或悬吊在水泵架上的水桶中(圖 24)。如果水桶不能設置在穩繩盤上或悬吊在水泵架上时, 那么, 就把它設置在井壁中, 用吊泵將水从这些水桶中排出。

在排水硐室开鑿和裝备好了以后, 集水就流入这个硐室的

水倉中，再用臥泵(固定的)將水从水倉中排出。

2. 用气力排水器排出集水

近來頓巴斯某些豎井井筒(“布琼諾夫斯卡亞-格魯包卡亞”礦的風井和箕斗井，加里寧5—6号礦的通風井)在掘進時，用气力排水器將集水排到地面上。集水槽位於深度40—50公尺處。壓縮空氣是由壓縮空氣機站供給的。

气力排水器的構造和運轉的一般概念。气力排水設備(圖25)是由設置在集水槽下的U形管、排水管、壓縮空氣管和混合器所組成的。壓縮空氣經過混合器進入排水管中。
气力排水器的空氣消耗量按公式①來計算。

$$\alpha = \frac{h_0}{23 \tau_3 \lg \frac{h_0(k-1)+10}{10}}, \text{ 立方公尺/1立方公尺水,}$$

式中 h_0 ——由集水槽到地面的排水高度;

τ_3 ——气力排水器的效率，即排水功与排水管内空氣等溫膨脹功之比;

k ——淹沒系数， $k = \frac{H}{h_0}$ (H ——由混合器到地面排水管的高度)。

要排出 Q 立方公尺/时的水，每分鐘所需的空氣量按下列公式來計算:

$$v = \frac{Q\alpha}{60}, \text{ 立方公尺/分;}$$

① Я. С. 苏列尼茲“气力排水器”人民委員部建築工業出版社 1940 年。

排水管的直徑可按下列公式來計算:

$$D = \sqrt{\frac{(1+\alpha)Q}{3600 \times 0.785 \times v_{\text{max}}}}, \text{ 公尺,}$$

式中 v_{max} ——濁水洩出的速度;

$v_{\text{max}} = 6-8$ 公尺/秒。

圖 26 所示的是以 $v_{\text{max}} = 8$ 公尺/秒為條件來編制排水圖解計算圖表。

混合器是安裝在排水管上的三通管，借助於三通管，壓縮空氣可進入排水管中。

如果排水管和水的出口距離超過 10—15 公尺，那麼，在井架下面安裝②上載作一個分水器，分水器的規格決定於排水管的直徑(圖 25)。

水由分水器流出，然後又流入輸水管中，而被分離出來的空氣則經過蓋上的小管排出。

根據圖表來計算气力排水器的例题。气力排水器最簡單的計算可按照由上述公式得出的圖表(圖 26)來進行。

為了計算，必須要有排水高度(公尺)和排水量(立方公尺/时的資料)。

噴霧器(混合器)淹沒的深度應當這樣規定，相對的淹沒深度 $\alpha = \frac{h}{H}$ 不能小於 0.25—0.30，最好 $\alpha = 0.6-0.8$ 。

根據圖表中的這些資料，就可以決定空氣消耗量、排水管的直徑和有效系数。

例題。設排水高度 $h_0 = 60$ 公尺，气力排水器的能力 $Q = 20$ 立方公尺/时，

② 管帽——即我國所謂的井欄。——譯者

取 $\alpha = 0.6$, 則

$$h = \frac{\alpha / \alpha_0}{1 - \alpha} = \frac{0.6 \times 60}{1 - 0.6} = 90 \text{ 公尺。}$$

由水平刻度綫排水高度 60 公尺那一点引一重綫①和絕對淹沒深度等于 90 公尺的曲綫相交。

由相交的那一点向左引一水平綫和 $Q = 20$ 立方公尺/时的曲綫相交。

由最后一交点向下所引的垂綫与水平刻度綫相交, 即表示出排水管直徑所需的尺寸(以公厘計, $D = 70$ 公厘)。所需的空气消耗量 $\alpha = \frac{\text{立方公尺空气}}{\text{立方公尺水}}$ 由已引过的曲綫 $h = 90$ 公尺和 $Q = 20$ 立方公尺/时的水平綫和空气消耗量垂直刻度綫相交点来决定 ($\alpha = 4.5$ 立方公尺/立方公尺)。

为了决定有效系数, 由排水高度刻度綫上 60 公尺那一点引垂直綫和絕對淹沒深度 $h = 90$ 公尺曲綫相交, 从这一相交点向左引水平綫和有效系数曲綫相交, 从最后的相交点向上引垂直綫, 它在水平刻度綫上就指出了有效系数之值 ($\eta = 0.57$)。

为了决定管子所需的直徑, 按照圖表(圖 27)以下列方法进行。假設在以下条件来决定管子的直徑: 压力損失 $\Delta p = 0.8$ 大气压; 最初的空气压力 $p = 7$ 大气压; 風管長度 $l = 200$ 公尺; 空气消耗量 $w = 3.0$ 立方公尺/分。由压力損失刻度綫上 0.8 大气压力分度点(圖表的左側)上引水平綫和空气平均压力 6.5 大气压点上的垂直綫相交。从所得到的这个相交点引平行于空气平均压力刻度綫的斜綫和 6.0 大气压平均压力的直綫相交。从这一相交点引水平綫和水管長度 200 公尺的垂直綫相

交。从这个相交点引平行于水管長度刻度綫的斜綫和靠近吸入空气量最初刻度綫的垂綫 $l = 10$ 公尺相交。

从这个相交点引水平綫和 3.0 立方公尺/分垂綫相交。后一交点位于斜綫上, 此斜綫所代表的水管直徑约为 30 公厘。

空气运动的速度(空气速度綫由左向右下方), 当压力为 6.5 計示大气压(7.5 絕對大气压)时, 从圖表中可以看出等于 11.3 公尺/秒。

3. 用鑽眼放水

用鑽眼放水(圖 28), 在 1954 年頓巴斯“伊格那基耶夫斯卡亞”矿曾实行过。

矿井所有的井筒之間, 是用斜的鑽眼来連接。集水由其斗井筒和 1 号罐籠井筒經過这些鑽眼流入 2 号罐籠井筒的井底水倉, 并在那里用 KCM-50 $\times$ 250 的水泵排至地面。

这一措施就可能减少在箕斗井筒和 2 号罐籠井筒中开鑿和砌筑水泵硐室的矿务工程量, 减少了水泵設備、排水管、动力电纜等的数量, 并减少了服务人员。

4. 排水水泵設備的种类

用吊泵或固定式离心水泵把流入水倉中的湧水和集水排到地面。排水硐室最好砌筑在不透水的坚硬岩層中。在这种情况下, 如果水泵設備用来排出一个含水層中的水时, 則硐室应設置在与含水層相接近的地方。如果水泵房是为了排出几个含水層中的水, 那么, 考虑它的位置时应该考虑到水泵的排水高度。

水泵洞室間的距离，約为 200 公尺(根据 ППН-50С 型另泵实际运转的情况来决定)。

湧水量为 10—15 立方公尺/时时，排水洞室应安装一台水泵。湧水量大时，排水洞室内应安装两台水泵，其中一台为备用的。

一台水泵的排水设备

用吊泵排出井壁后面集水桶中的水的排水设备。集水桶設置在井壁后面，如图 29 所示。頓巴斯斯大林井筒掘进托拉斯“維特卡-格魯包卡亞”矿井掘进时曾采用过这种方法。

集水由集水桶沿着管子流入安装在井壁后的集水桶中，用吊泵把集水桶的集水排到地面。通常在一个地方安装 2—3 个集水桶，它們之間用铁管相連起来。集水桶的直徑为 700—800 公厘，高为 2000—3000 公厘。在集水桶的下部分焊有铁管，該铁管插进井筒中。吊泵的吸水水龙帶連接在这个铁管上。当集水桶拆除后，就用碎石混凝土来填塞砌体空間。

当集聚水源不大的含水層中的水和用吊泵排出集水桶中的水时，可采用壁后集水桶的设备。

壁后集水桶缺口的掘进工作組織圖表，如图 30 所示。

第 I 种排水设备。这种排水设备(圖 31)是由一台带有电动机的固定水泵、两个容量各为 1 立方公尺的集水桶和設置在洞室中的磁石开关器所組成的。集水桶的上端高于水泵的軸綫 1700 公厘，借以保証在开动前能注入水。

水泵吸水管直接和集水桶相連接，并在排水管上安装閘刀式水門和逆水閥。

集水量在 10 立方公尺/时以下、直徑为 6 公尺或更大一些

的井筒中，可用这种排水设备。

洞室的开鑿和砌壁以及设备的安装的施工組織圖表，如图 32 所示。

第 II 种排水设备。安装时(圖 33)，將水泵和集水桶設置在高度不同的單独的洞室内。为了使这两个洞室連通起来，沒有規格为 1050 × 1250 公厘的小眼口。水倉采用三个容量各为 1 立方公尺的鉄制集水桶，它們之間用小管相連起来。

为了使开动前能注入水，集水桶应設置高于水泵，当自动化操縱水泵时更为重要。

第 III 种排水设备。这种排水设备(圖 34)是由設置在洞室内的水泵和安装在壁后水泵洞室上边的两个集水桶組成的。集水桶用洞室頂盖上的工字鋼梁来支持。在集水桶的底上焊有一个与水泵吸水管相連的鉄管和一个集水桶檢查用的鉄管。

这种排水设备宜用于井筒直徑为 6 公尺以下的坚硬岩層中。

洞室的开鑿和砌壁以及设备的安装的施工組織圖表，如图 35 所示。

第 IV 种排水设备。这种排水设备(圖 36)是由一台水泵、一个磁石开关器和安装在一个洞室内的四个容量各为 1 立方公尺的鉄制集水桶組成的。

集水桶之間用铁管相連接。集水桶的水管網路允許与任何一个集水桶断开，以便进行檢查。当进入集水桶中的水高于水泵时就保証了开泵前注入水和允許用自动化操縱。

湧水量为 10—15 立方公尺/时、直徑为 6 公尺或更大一些的井筒中，可用这种排水设备。

洞室的开鑿和砌壁以及设备的安装的施工組織圖表，如图