

岩巷掘进综合防尘

王 傳 久 編

中国工业出版社

目 录

第一节 概述	1
第二节 供水方式和水的处理	3
一、静压供水	3
二、水泵供水	5
三、水車供水	5
四、水的净化	11
五、水中加湿润剂	13
第三节 风钻湿式凿岩	15
一、中心式供水湿式凿岩	16
二、侧式供水湿式凿岩	33
三、侧式供水与中心式供水的比較	44
第四节 电钻和风鎚湿式凿岩	51
一、水电钻凿岩	51
二、风鎚洒水凿岩	57
第五节 放炮喷雾和洗刷岩帮	58
一、喷雾器的使用	59
二、洗刷岩帮的方法	66
第六节 装岩洒水和加强通风	68
一、装岩洒水的方法	68
二、加强通风的方法	69
三、净化风流	72
第七节 水针的加工	74
一、焊接管水针的加工方法	74
二、双套管水针的加工方法	78
三、水针的修复	79
第八节 岩尘浓度的测定	80
一、工作原理	80

IV

二、使用的仪器	82
三、采样前的准备工作	83
四、現場采样方法	84
五、現場气象的測定	86
六、样品的称重和浓度的計算	88
七、岩尘分散度的測定	88
八、填表	89

第一节 概 述

在矿井岩石巷道掘进中，由于打眼、放炮、装岩和运输等工作，掘进工作面产生大量的粉尘。其中由打眼产生的粉尘约占85%，放炮约占10%，装岩约占5%。在粉尘中一般含有游离二氧化矽（ SiO_2 ）30%~70%，这些含有二氧化矽的粉尘简称为矽尘。矽尘是由许多微细而分散的坚硬物质组成的，其分散度按粒径的大小测定结果如下：

大于10微米（ $1\text{微米} = \frac{1}{1000}\text{毫米}$ ）的占5.5~7%；

5~10微米的占4~11.5%；

2.5~5微米的占25.5~35%；

2.5微米以下的占46.5~65%。

矽尘直径大于10微米的，很快就会落地，对人体无显著害处。矽尘直径小于10微米的，能够在空气中长期浮游，一般要经过5~7小时才能降到地面，还有部分矽尘降落或粘着在巷道的帮顶或支架上，当受到通风及爆破冲击波的影响时，又会在空中飞扬，这些矽尘最容易被作业人员吸入体内。

矽尘粒度不同，对人体的危害程度也不同。粒度较大的矽尘进入呼吸道，即被气管分泌的粘液粘着，能够随咳痰吐出，很少进入肺泡，但长期刺激可能发生慢性气管炎。5微米以下的矽尘是最有害的，它可以自由通过支气管进入细胞，沉积在肺泡内，使二氧化矽的细粒在肺泡内起吸水作用生成矽酸（ H_2SiO_3 ），引起肺泡中毒，发生纤维性病变，使肺泡失掉了弹性，不能呼吸。吸入人体内的矽尘多了，不能呼吸的肺泡就会增多，呼吸功能随着减退，由此而产生矽肺病。

建国十五年以来，党和国家对采矿工业中矽肺病的预防问

題，給予極大的重視。1956年國務院頒布的《關於防止廠礦企業中矽塵危害的決定》中就明確規定：“廠礦企業的車間或工作面每立方米空氣中所含游离二氧化矽10%以上的粉塵，必須降低到2毫克以下。”煤炭工業部頒布的《煤礦保安暫行規程》第525條也規定：“使用機器打眼時，如果鑽粉中含有10%以下的游离二氧化矽，必須採用綜合防塵措施，將粉塵濃度降低到每立方米2毫克以下，並且要每月測定一次粉塵濃度。”粉塵濃度降低到這個限度以下，就可以基本上消除矽肺病的危害。

實踐證明，要把矽塵降低到每立方米2毫克以下，首先必須消滅干打眼，推行風鑽、電鑽和風鑄的濕式凿岩。但是，單獨依靠濕式凿岩控制打眼過程中所產生的岩粉是不夠的。根據測定結果，無論是側式供水濕式凿岩還是中心式供水濕式凿岩，也只能把工作面空氣中的岩塵濃度降低到10毫克/立方米左右，達不到國家規定的標準。要達到國家規定的標準，還必須在掘進過程中同時採取放炮噴霧、洗刷岩幫、裝岩洒水與加強通風等防塵措施，這就構成了岩巷掘進綜合防塵的基本內容。

為了貫徹國家規定，煤炭工業部自1957年起，曾召開了多次防塵工作會議，總結了開灤等煤礦實行綜合防塵的經驗，向矽塵危害進行鬥爭，取得了良好效果。1962年12月，煤炭工業部在安徽濉溪召開全國煤礦岩巷掘進經驗交流會，總結了岩巷掘進十六項經驗，將綜合防塵方面的濕式凿岩和洒水降塵經驗納入其中。這說明綜合防塵不僅是消滅矽肺病的好辦法，而且是組織快速掘進的重要條件。因為工作面實行濕式凿岩後，作業環境和勞動條件得到顯著的改善，為實行多台風鑽打眼、多工序平行交叉作業創造了條件，這就可以縮短打眼時間，增加循環次數，加快掘進速度。京西超嶺平峒連續十五個月平均月進202米、陳家坎平峒連續二十一個半月平均月進202.5米、西山平峒大斷面一次成巷十九個月平均月進83米等快速掘進經驗都證明了這一點。

綜合防塵是貫徹執行安全生產方針和勞動保護政策的重要工作，也是煤礦生產建設的一項重要技術措施。推行這項工作，要

有对矿工安全和健康負責的政治責任感，有堅持不懈的決心，還要掌握先進的技術。為了更好地與矽塵危害作鬥爭，本書介紹了京西、開灤和華東等煤礦綜合防塵的技術經驗。這些經驗經過實踐證明是有顯著效果的，但在推廣時，還要結合本礦區的條件，因地制宜地加以利用和不斷改進。

第二节 供水方式和水的处理

推行濕式凿岩和洒水降塵，首先必須解決水源向工作面的供水問題。在組織掘進工作中，可根據現場的不同條件，結合礦井同時施工的岩巷、半煤岩巷的工作面個數，以及每個工作面同時打眼的风钻台數，按每台风钻耗水量約 0.25 立方米/小時來考慮用水量，因地制宜地選用下列幾種方式。

一、靜 壓 供 水

在多水平開采的礦井中，可以利用上水平的自然湧水沿井筒或斜眼安設輸水管路引到下水平（依靠上下水平標高差距產生的靜壓力），再經輸水管送到井下各使用濕式凿岩和噴霧洒水的掘進工作面。

輸水管路沿井筒安設的水管直徑宜為 75~100 毫米鋼管，沿水平大巷宜為 63~75 毫米直徑的鋼管，輸送到掘進工作面的是直徑 25 毫米的膠皮水管，再以直徑 13 毫米的膠皮水管接在風鑽上。

輸水管路的干綫水管是用法蘭盤連接的，通到工作面的是用活接頭連接，連接處應當緊密，在 5~7 個大氣壓下不應滴水。

在單一水平開采的礦井中，可在離井口不遠的地面上，修建一個儲水池，將附近河水或地下水用水泵排入水池，再利用水的靜壓力，通過輸水管將水送到工作面。

利用靜压供水的水位差，一般应保持垂高40~50米，使之有3~4个大气压力。超过50米时，管路中的压力大于湿式凿岩使用的压力（中心式供水），不但容易使管路和风钻跑水，以及由钎尾向风钻反水洗钻，而且还会因水压超于风压而降低风钻的冲击与回轉效率，这就需要在井底車場以上40~50米处設置一个中間减压水箱，使之到工作面的水压力适合湿式凿岩时使用。水位差小于30米时，到工作面的水压力将不足3个大气压，供水量不足，炮眼內的岩粉不能很好地被湿润，影响降尘效果，在軟岩石中还容易卡钎子。

中間减压水箱的容积，按湿式凿岩的工作面个数而定，以容一小时所消耗的水量为宜。为了控制水箱中的水量，避免箱內水的溢出，可在中間水箱装設一个自动調节的浮筒閘門，水滿时浮筒上升即閘住上部水門开关。水箱中的水位下降时，浮筒也随着下降，閘門即自动打开，水即繼續进入水箱。浮筒与上部水門之間是用杠杆系統連接的。通过浮筒閘門的調节，便能不断地供水。

另一种减压的方法，是在水压超过不大的情况下，利用普通水門来調节管路水压。

利用地面供水时，要严防輸水管路冻结。防冻的办法是用草绳将主水管纏繞紧密，在表层上再涂抹一层石灰，然后埋入地区的冰冻层以下。在安設管路时，要保持有适当的坡度，并使管內水經常流动。当停止用水时，要使管路中的水全部流淨，以免冻结成冰引起胀裂。

巷道的排水管必須固定好。因为充滿水后的管子，由于水压作用，常因固定不牢而发生震动，以致弯曲、崩坏和在接头处发生跑水等，造成工作面供水的困难。

在巷道有丰富含水层的条件下，也可以在含水层打一个直径50毫米的钻孔，将水引出，接上管路，利用水的压力，将水送到掘进工作面使用。例如：开灤赵各庄矿九水平皮帶斜井上山，曾利用石灰岩钻孔水源作为防尘水源，收到良好效果。

二、水泵供水

在工作面附近有水源的地方，开凿一个儲水池，旁边装設一台4.5~7.5瓩小水泵。水泵的功率及揚程可根据送水的距离和采用的管径而定。輸水管路的安設与靜压供水基本相同，由水泵向前的一段为直径50~63毫米的鋼管，靠近工作面40米左右为直径25毫米的胶皮管或鉄管，然后通过分水器用直径13毫米的胶皮管5~6米，接到风钻上。

如果工作面附近无水，可利用井筒淋帮水汇集在截水槽中，再用管路将水集中于特制的水箱中(或利用井底水窝的积水)，然后用水泵把水輸入工作面。

用水泵供水时，水泵的压头也不宜过大或过小，到达工作面的水压宜保持在3~5个大气压。

如果水泵站的水源充足，可以在一根主干管上接上通向各工作面去的支管，为几个工作面供水。主干管的直径宜为100毫米，支管直径为50毫米。水泵的排水能力，必須适应各工作面耗水量的要求。

在矿井涌水量较大、昼夜連續排水的条件下，可在主水泵的管路上，选择适合压头的地点，接一个三通管，用适当直径的管路将水分別輸入工作面。如果矿井涌水量不大、不可能連續排水时，也可装設一个小水泵供水。

三、水車供水

水車是由一个容积0.6~1.0立方米的鉄板水箱、木托、車底和矿車輪套共同組成的，如图1、图2所示。水車的上部有一个进水口，一个直径为38毫米的进风閥門，一个直径为25毫米的出水閥門，下边接一个直径为25毫米、长约650毫米(小于水車高度)的出水管伸入水車，在出水管的下端100毫米长的管壁上打上許多对称小孔，孔径为7毫米，外边围上蒙紗，借以过滤水中渾浊的污泥。水車的下边有一个泄水堵，借以泄出清洗水車时的渾浊

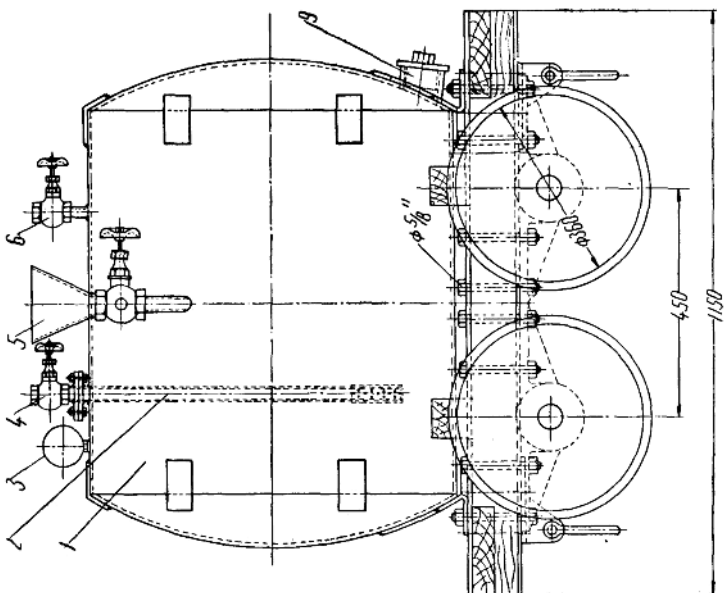
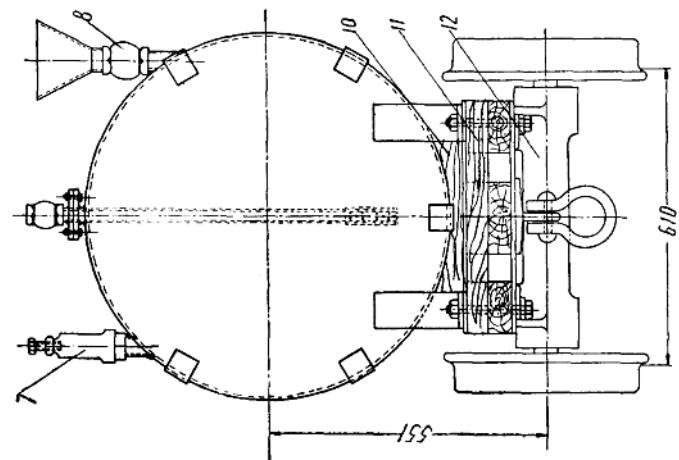


图 1 水 車

1—水箱；2—出水管；3—压力表；4、8—閘門；5—进水口；6—进风閘門；7—安全閘；9—泄水堵；10—木托；11—車底；12—矿車輪套

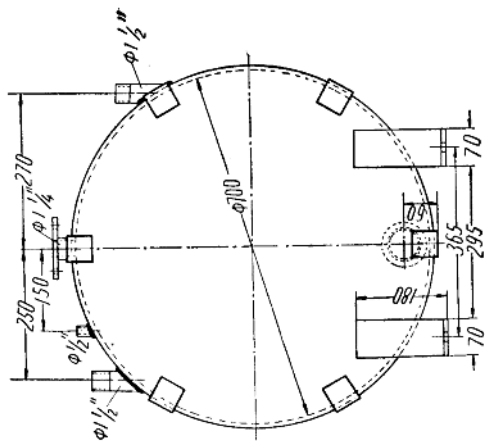
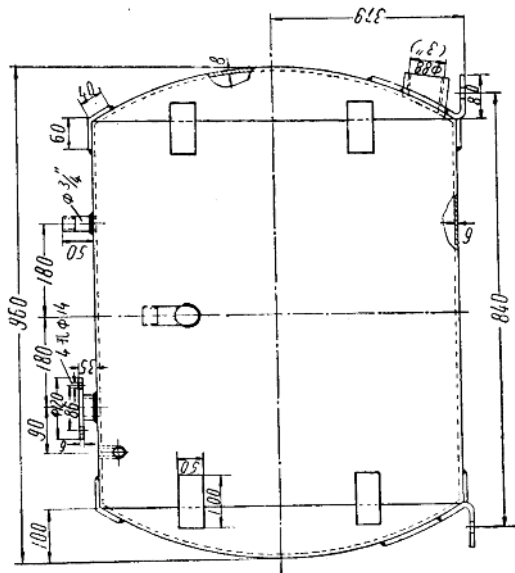


图 2 水 箱

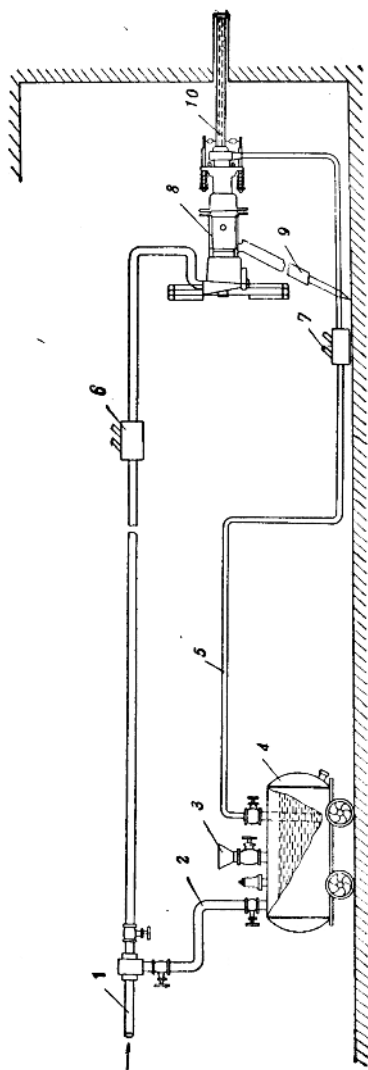


图 3 水車供水作业順序图

1—压风干管；2—风筒；3—进水口；4—水車；5—水管；6—分水器；7—
分水器；8—风钻；9—风钻；10—钻架

污水。水車上应装有安全閥，其构造如同压风机风包上的安全閥，以防止压力过大时，发生水車爆炸事故。

水車是用厚度为6~8毫米的铁板制成，全部接縫为焊接。水車制成后必須在地面进行30分钟的水压試驗，檢驗水車的耐压强度。耐压試驗的压力应为額定风压的1.5倍（10.5~12个大气压），証明无变形、裂縫漏水等現象，方可入井使用。水車在正常的情况下，应每半年試驗一次耐压。在水車的进水口处应加装一个 $2\frac{1}{2}$ "的閥門，灌水时先将閥門慢慢打开，放出压风后再完全打开閥門进行灌水，以便保証安全。

水車供水的作业順序是：灌水时先将水車内压风放出，从进水口灌入清水，然后将进水口閥門关紧，再将入风閥門打开，使压风进入水車，随后打开风钻水閥門，压风即将水車内的水經过水管压入风钻，如图3所示。

在第二次灌水时，应先将入风閥門关闭，慢开进水閥門，放出水車内的压风，再由进水口灌水。灌滿水后仍将进水閥門关紧，再打开入风閥門，即可向工作面供水。

向水車灌水，可以根据水源条件采取以下方法：

1. 利用工作面的岩层涌水，使之聚集在巷道一側挖好的沉淀儲水池，用人力或1~2.8瓩小水泵灌入水車。

2. 如果工作面沒有涌水，可在井下有水源的地方，挖一个固定的儲水池，将水車推至儲水池旁灌滿水后再推向工作面。

3. 在矿井建設初期井下无水时，可直接在地面灌水再运往各工作面。为了保証供水及时，应有足够周轉的水車。

当工作面采用多台风钻打眼时，一个水車供水不及时，为不影响工作面用水，可使用双水車并列供水。使用方法是：甲乙水車均灌滿水，作业开始时用甲水車供水，即打开甲水車的輸水閥門及进风閥門，关闭乙水車的輸水閥門及进风閥門。当甲水車水将用完时打开乙水車的进风閥門及輸水閥門，同时关闭甲水車的輸水閥門及进风閥門，乙水車的水即可进入风钻。这时，再将甲

水車的进水口打开灌水，做到两个水車交替循环連續供水。

水車一般是靠在距工作面40米左右、不影响运输和爆破的巷道一帮。在单軌小断面巷道，要开帮作一个水車洞存放水車，工作面每推进一定距离时，要相继接长管路，每前进100~200米左右，将水車向前移动一次。如果巷道不长，也可将水車固定在一个地点，不再向前移动，直到巷道掘砌竣工为止。水車距工作面的最远距离可达200~300米，距离过远时，管路压力损失較大，会使供水不足。

水車的容积要根据施工的巷道断面及运输便利而定。巷道断面大、可以固定水車的大断面巷道，容积可在1立方米以上。水車移动頻繁的小断巷道，容积可在0.5~0.6立方米。

由水車往工作面的輸水管路出口一般选用直径为25毫米的鋼管，距工作面30~40米处接上直径为25毫米的胶皮管，前端接上一个直径为50~75毫米、长400~500毫米的分水器，上边装有4~8个截門，再以长为5~6米、直径为13毫米的胶皮管接到每台风钻上。

水車供水的水压应保持4~5大气压，到工作面的水压应保持在3~4大气压，比风钻的风压小0.5~1.0大气压。使用日本古河322-D型风钻和东洋TY24LD型风钻，应根据要求的风压（4.5~5.0大气压），适当降低水压，最大不超过4.5个大气压。

使用水車时，风管、水管接头，必須保証完好无損，防止脫扣跑风、跑水，以避免水的浪费和水压不足。

以上三种供水方式，各有优缺点。用靜压供水压力一致，管路简单，供水充足，但需用的管路較长。水泵供水能使工作面简单化，但相应地增加了水泵的电耗、設備維修等费用。水車供水容易解决，比較便利，但由于水量不足，不适于多台风钻作业，在断面較小的巷道，尚須开凿水車洞，水质不易保持清洁，因此，凡有条件的矿井应尽量采用靜压供水，或水泵供水，但在无縫鋼管供应不足的情况下，采用水車供水是适宜的。

四、水的淨化

防尘用水必须严格要求洁淨，特别是使用井下水，其含尘量約为1500克/升，用前要經過化驗分析，如果发现水中含污泥超过50毫克/升，大腸杆菌超过3个/升，就应經過沉淀或过滤，清除污泥，并作消毒处理，净化以后再用。利用污水，不仅影响降尘效果，而且容易发生供水故障，堵塞风钻进水孔、钎子中心孔或水針孔，影响钎子孔輸水，溅在工人身上也容易引起疾病。

水的淨化方法是：凡利用工作面岩层裂隙涌水作为水源的，首先在工作面附近的一側掘二个沉淀儲水池，如图4所示，其容积为3~4立方米，水經過第一个渾水池流到第二个清水池，过滤澄清以后，再将第二个清水池的水灌入水車使用。渾水池中由下向上，鋪置两层不同粒度的砂子和砾石，总厚度为600毫米，最下一层鋪0.1~1.0毫米粒度的細砂一层，厚度为300毫米，向上鋪40毫米厚的棕皮一层，再鋪10~15毫米的砾石一层，厚度300毫米，这样沉淀过滤的結果，水中的含尘量降低80%，可由1500毫克/升降低到300毫克/升以下。沉淀水池要每隔1~2个月清理一次，并更換砂子和砾石。

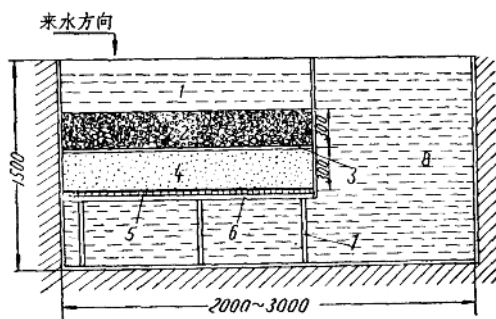


图4 沉淀儲水池

1—渾水池；2—砾石；3—棕(厚40毫米)；4—細砂；5—金屬网；6—底梁；7—立柱；8—清水池

經過上述方法沉淀以後，如水中仍有大量岩塵，就需要進一步過濾。過濾的方法是在水車與風鑽之間的輸水管上裝置一個礫石過濾器，水在水車中被壓出後，再經過過濾器過濾，清除水中的混雜物後再使用。

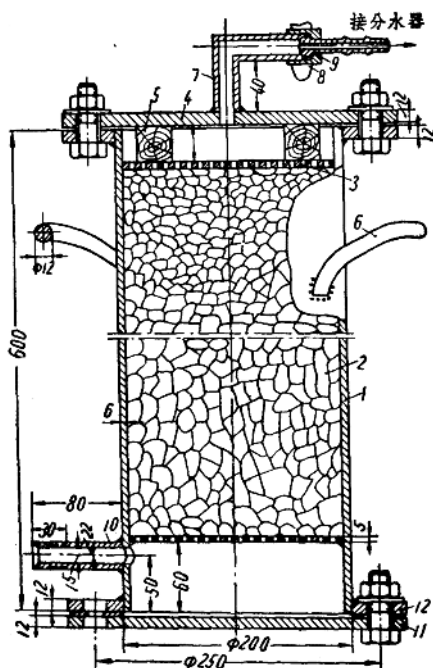


图 5 礫石过滤器

1—外壳；2—礫石；3—格子板；4—頂蓋；5—条状隔板；6—手柄；7—出水口；8—出水口接头；9—固定用螺絲帽与胶皮管接头；10—入水口；11—底座；12—法兰盘

礫石过滤器(图 5)是采用截断的无缝鋼管制成的，直径为 200 毫米，高为 600 毫米，两端用法兰盘和螺絲釘鉗固，过滤器中装入不溶解于水的、块度为 5 ~ 20 毫米的礫石或碎石，水車的水由下面

的导管进入,经过砾石过滤层后,再由上面的导管流出送到风钻。

如果有两台风钻同时作业时,可在过滤器盖上的出水管接上一个三通管,用胶皮管接通第二台风钻。当采用多台风钻同时作业时,则应将过滤器的出水管接到分水器上,然后接通每台风钻。

根据水的污浊程度,过滤器须2~3天清洗一次。

其次,水车必须每隔10~15天定期冲洗一次,因为长期使用水车,水中含有的泥尘,逐渐沉积在箱底,如果不冲洗清洁,就会使水质污浊。

防尘工作中不得使用井下酸性水,因为酸性水对水泵、水车、水针的腐蚀性很大,降低设备的服务年限,从而造成浪费。因此,对使用矿井水应进行水质分析,化验水中氢离子浓度(pH)值, pH等于7.07时,水呈中性, pH值大于7.07时呈硷性, pH值小于7.07时呈酸性。pH值为1~3时,则酸性极强,腐蚀性也最大。如果化验后矿井水中 pH 值小于7.07时,则应停止使用,另从地面用管路引水或用水车灌水送到工作面。

五、水中加湿润剂

1. 湿润剂的作用

在湿式凿岩和洒水降尘用水中,加入少量的湿润剂(氯化物的或非离子化的),能使水的湿润效果增高。使用湿润剂的溶液冲洗炮眼时,根据测定可使工作面岩尘浓度降低1~1.5毫克/立方米,特别是采用侧式供水湿式凿岩,其效果更为显著。

实践证明,在侧式或中心式供水湿式凿岩中单纯使用水洗时,都不能将细微分散的粉尘完全被阻留在水中。其主要原因,是在打眼过程中水与岩尘接触时间很短,粉尘粒子表面有一层阻碍水湿润的吸附气体薄膜,加上冲洗水有充气的现象,粉尘则依旧可以从炮眼中逸出。

利用少量的湿润剂能使水的除尘效能增高。湿润剂有以下特性;

(1) 能降低水的表面張力: 水的表面張力在 20°C 时, 等于72尔格/平方厘米, 溫度增高, 表面張力减少, 溫度降低时, 表面張力則增大(溫度每变化 1°C , 表面張力則相应的改变0.155尔格/平方厘米)。湿润剂在正常溫度下能使水溶液的表面張力降低到50~30尔格/平方厘米, 当粉尘与水滴膜相撞时, 則容易被冲破而湿润。

(2) 能吸附在粉尘粒子的表面上, 有效地包围粉尘: 湿润剂的分子分布在空气与水的分界面上, 分子的亲水性部分容易被水吸引, 而轉到水的方面, 分子的疏水性部分被水排斥, 轉到与水相接触的固体粒子方面, 在这种情况下, 湿润剂的亲水性使水包围粉尘粒子的能力增大, 从而增加了粉尘的湿润性。

2. 湿润剂的选择

选择湿润剂应该能滿足下列要求: (1) 无毒; (2) 无恶臭; (3) 能溶于任何矿井水中, 溶解度大; (4) 在低温时不发生結晶現象; (5) 无沉淀物和盐析現象; (6) 保存一昼夜而溶液的性质仍不改变; (7) 制成溶液的表面張力, 不因压缩空气的作用而有很大改变; (8) 对粉尘的湿润效果良好; (9) 对金属无侵蚀作用; (10) 无可燃性; (11) 成本低; (12) 运输和使用方便。

我国河北开滦煤矿选用的湿润剂为氯化鈉(食盐), 基本上符合上述要求。氯化鈉有包围粉尘粒子的作用, 根据測定, 用0.1%氯化鈉溶液, 工作面的粉尘浓度可降低30%左右。苏联使用一种JB湿润剂, 为黄色膏状物, 是混合2~3-丁烷基酚与氯化乙二醇加工制成的, 溶于水中不产生离子, 能显著降低水的表面張力(由72尔格/平方厘米降低到30尔格/平方厘米), 使用0.05%JB溶液, 工作面粉尘浓度比单独用水降低50~54.5%。

3. 湿润剂的浓度与效果

湿润剂应用量的多少与降尘的关系很大, 一般加入水中的最