

浅议空气压缩机抽水的工作原理

煤炭部地质局 高洪烈

目前,在水文地质勘探工作中,仍然广泛地使用空气压缩机(简称压风机)进行抽水试验,对压风机工作原理及使用方法已有较多论述,然而笔者认为其中一些问题的认识尚有商榷之处,现据许多地区使用压风机的状况谈一些自己的看法,以供参考。

通常认为压风机能把水抽出来是气水混合比重减轻的结果,诚然,这一现象在抽水过程中是存在的,但不尽是压风机抽水的原理。

钻孔压风机抽水时,风管中的气体通过混合器进入水中,当混合器中的气体压力大于混合器外的静水压力时,气体便以气泡形式进入水中,同时受到浮力的气泡的上升也是必然的。由于大量上升气泡的分布受钻孔出水管断面的限制,气泡上方的水被密布于断面上的上升着的气泡所阻挡,要向下运动将产生困难,而实则受到向上的推力。抽水刚开始时,进入水中的气泡所产生的推力,由于小于其上部水柱的重量而仅能在混合器以上形成气水混合体,使水管内的水位抬

升,与此同时,气泡推开周围的水向水柱的上部运移,从而使上部水柱中也逐渐富含气泡。随着从混合器中进入钻孔气体量的增加,气泡密布过水断面和混合器以上整个水柱,当由气泡产生的总的有效浮力(可称:上托力)大于其上部被驱动的水柱重量时,则气水混合体便会连续上升,水即被抽出。在连续抽水过程中,此种情况可以简视为气泡和水是大体成层状分布,每一层气体负担了其上一层水体的重量。当每层水体趋向于一个很小的厚度且间杂有若干气泡时,这种情况便大体符合于抽水时的实际情况。

由于在实际上每一层气泡并非布满于整个过水断面,在气泡之间总是会存在充满水的“间隙”,而且在这种气水混合体的上升过程中,气泡的上升处于主动地位,水处于被动地位,故每一层气泡与它所负担的水柱层厚度之间,总会有一些气泡运动速度大于其周围水的运速,一部分水便会形成相对的在各层气泡的间隙中的向下运动,这些向下

min,一直持续到9月份,从10月份涌水量开始下降,11、12月减少(见图2)

从历年涌水量看,矿井开采到-150m水平以下,矿井涌水量基本稳定。

三、关于西翼湖区开采的几点建议

1. 8层煤顶板裂隙比较发育,含水性较强,涌水量较大,开采中必须加强水文地质工作,特别是在浅部水平开采要进行超前探放水。

2. 根据湖下采煤试验结果,严格控制开采上限与采高,保证采后裂隙带高度在富水

带以下。为安全起见,上部开采水平,可以考虑由下而上的开采顺序,同时做好井上下水动态观测,及时了解湖水与富水带、富水带与过渡带的水力联系。井田深部开采时,可根据实际情况适当减少探放水工程,仍执行“有疑必探,先探后掘”的原则,务必坚持“不探不掘,先探后掘”。

3. 目前矿井涌水量主要是矿井东翼补给的大气降水和地表水,雨季涌水量是枯季的4~5倍,要加强矿井东翼地表防治水工作,堵塞水源通道,疏通渠道,在煤层露头附近禁止耕种水田。另外,要制止乡村小矿开采

运动的水的一部分，又往往会被继续向上运动的其它气泡层所重新推动而向上运动，即在气水混合体的上升过程中气泡总是向上运动的，而水在总的向上运动的过程中还会有一部分在气泡之间往下“漏失”。运动途径越长，则气体和水在运动中所表现的差异性也愈强，往下“漏失”的水也愈多，沿着运动途径的气体比例也愈来愈大。当运动途径足够长以后，则水将“漏光”而只剩下气体。故在利用压风机抽水时，水位埋深的增加使能够抽出的水量将随之减少，出水也逐渐变得不均匀。当水位埋深足够大以后，则抽不出水了。从许多地区使用压风机的情况来看，水位埋深达到200m时，用一般压力的压风机尚可抽上水来，只不过流量仅相当于正常流量的十到二十分之一，甚至更小。如果再要增大流量，则要增大压风机风压和风量（主要是风压），以提高气泡上升的速度和气泡在出水管断面上的分布密度，缩短产生水在气泡间“漏失”的时间，减少向下的水“漏失”量。

混合器以上水管中的水被抽出后，钻孔中的水将立即补充进来，钻孔内水位便迅速下降，形成孔壁水位与孔内水位差 Δh_1 。在 Δh_1 作用下，含水层中的水流入钻孔（其水量受含水层的富水性及过滤器或孔壁的阻力

所控制），又在 Δh_2 的作用下从钻孔中进入水管管口（图1）。在其它条件相同时，一定的抽出流量有一定的 Δh_2 与之相适应，这就是在抽水流量为Q时混合器的实际沉没深度。混合器沉没深度 Δh_2 增加，一般情况下抽水量亦会相应增大，只是在 Δh_2 增大到足够大后，流量才不会继续增大，这个深度可称之为混合器下沉的最佳深度，它是由抽水设备及安装、钻孔的结构、含水层的水位埋深和富水性大小等因素所共同

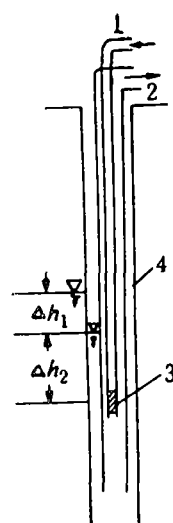


图1

- 1—风管，
- 2—出水管，
- 3—混合器，
- 4—孔壁

决定的，如诸多条件相同，此时便主要取决于含水层的富水性。在连续抽水过程中，当从钻孔中被抽出的水量和从含水层流入钻孔中的水量相等时，孔中动水位便会稳定下来；如果从钻孔中抽出的水量大于同时从含水层中流入钻孔内的水量时，孔内水位便会继续下降，使混合器沉没深度 Δh_1 减少，进而使从孔内流入出水管内的流量减少，直至从含水层流入钻孔的水能够和抽出的水达到

露头煤柱，以免东翼涌水量继续增大，威胁西翼正常开采。

4.虽然断层透水性较差，但接近断层时仍要布置一定的探放水工程，特别是落差较大的断层，在煤层上下含水层直接与太原组石灰岩接触地段，必须做好探放水工作。由于断层上盘含水层裂隙发育，涌水量较大，过断层巷道最好布置在断层下盘或距断层较远的位置。太原组四灰含水性较强，故过断层巷道不能接近或揭露四灰，以防突水。要充分考虑采动对断层的影响，按设计留足断层保

护煤柱，确保开采后不会引起断层活化以直达地表，勾通湖水。

5.采掘中，当接近原先打的勘探钻孔要超前探水，揭露后要设法堵塞。

6.当岩浆岩为煤层顶板时，必须进行人工强制放顶，防止顶板大面积垮落，采后裂隙发育程度增高，增大矿井涌水量。

7.基岩裂隙水与湖水水质有显著区别，两种水源水质都比较稳定，可以充分利用这一差别进行水患预测预报。

量平衡时水位才会稳定下来。许多在现场进行抽水试验的同志，一般是不计算混合器的沉没比的，如果采用反向抽水，到最大降深点时，只是把风管下入压风机风压所允许的最大深度（例如：风压为7个大气压时，混合器下入深度不超过水面以下70m），而改变降深点时逐步上提风管即可，混合器上提后，水量减少，降深也相应减少。如果我们先计算好混合器沉没深度，再按照计算深度下入风管的话，则在含水层富水性较弱或孔壁阻力过大的情况下，不论如何调整，混合器的实际沉没深度仍然不会达到计算深度的，如果仍拘泥于原计算深度，则不利于取得较大的降深。只有在含水层的富水性很强时，按照计算得到的混合器沉没深度才有可能和实际沉没深度相一致，此时混合器的沉没深度的计算才有价值。

图2是根据韩城及峰峰等矿区使用压风机抽水的实际资料作出的，从图2中可以看出：

1. 随着动水位埋深的增大，压风机的抽水流量减少，当钻孔中水位埋深超过一定数值时，抽出水量已经很小了。

2. 在相同动水位深度条件下，钻孔的单位涌水量越大，抽水流量也大。压风机风量较大，抽水流量也可以增大。

3. 富水性很弱的钻孔，尽管动水位埋深不同，但压风机抽水流量均很小。此时抽水流量不取决于压风机的能力而主要取决于钻孔的富水性。在这些资料中可以查出，此时的混合器在动水位下的埋深也是较小的。

以上资料证明本文分析的压风机抽水工作原理，对现场抽水试验工作将是有益的。

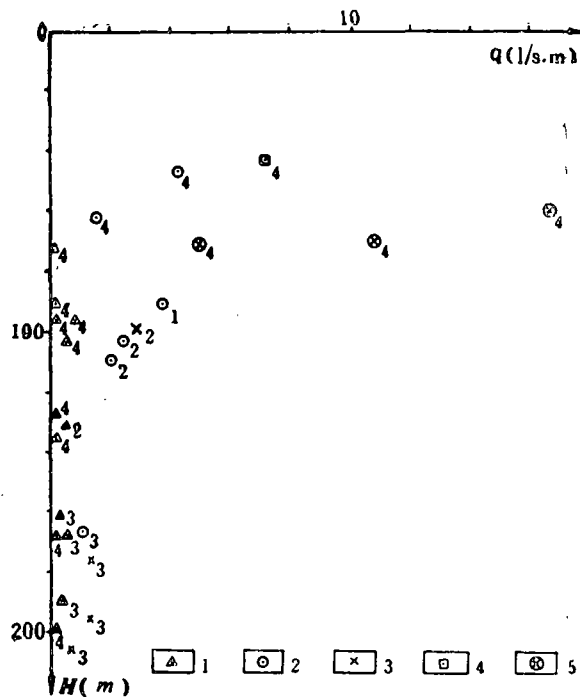


图2 动水位埋深与抽水流量关系图

1— $q < 0.1$ ，2— $0.1 < q < 0.5$ ，3— $0.5 < q < 1$ ，4— $1 < q < 5$ ，5— $q > 5$ ， q —钻孔抽水单位涌水量 ($l/t \cdot m$)。

注：图中点旁号为该点抽水时所采用的压风机型号：1为1/w $q/7_{-1}$ 型，2为LGY20-10/7型，3为W12/7型，4为W9/7型。