

冻结钻施工中发挥水力作用的浅见

王永丰¹, 张洪信²

(1. 山东煤田地质局第三勘探队, 山东 泰安 271000; 2. 山东泰山基础工程公司, 山东 泰安 271000)

摘 要:冻结钻钻孔要求高垂直度,通过对施工过的高垂直度钻孔偏斜原因分析,提出并介绍了冻结钻施工中发挥水力作用有利于冻结钻钻孔的防斜降斜。

关键词:冻结钻;钻压;碎岩方式;水力作用;钻孔偏斜

中图分类号:TD265.3⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2004)04-0054-02

在地下工程掘进之前,用人工制冷的方法将地下工程周围岩土冻结成封闭的冻土结构物——冻结壁,用以承受地压和隔绝地下水或砂的涌入,然后在冻结壁的保护下进行掘进与支护的施工,此种施工方法称为人工冻结法凿井。1955 年我国引进冻结法凿井技术,目前,在煤矿建井中,用冻结法凿井的井筒已达 400 多个。近年来,冻结法施工在城建、地铁、市政等软土地质条件下的工程也开始应用。

冻结岩土所需的钻孔(简称“冻结钻”),施工要求高垂直度,钻孔偏斜率一般要求在 3‰之内,避免冻结钻孔偏斜进入井筒开凿直径内,保证地下工程掘进时周围冻结壁的连续性。所钻地层以松散软地层为主,基岩硬地层占的比例很小,钻进方式主要采用无心全面钻进。冻结钻施工在防斜降斜的钻具组合方面已经做过很多的研究,在此基础上,笔者通过对已施工的高精度垂直孔测井资料的分析,结合冻结钻施工工艺和设备,提出了冻结钻施工中发挥水力作用的浅见,以达到防斜降斜、提高钻效的目的。

1 冻结钻的孔身结构和施工设备

1.1 冻结钻的孔身结构

冻结孔的钻孔结构根据地层条件、冻结管直径和施工工艺来确定。在冻结方式中,一次冻结全深的方式安全可靠,应用较广泛,因此大多数采用一径

到底的孔身结构,孔径的大小必须保证冻结管顺利下入。原煤炭部建井规范对冻结管的要求如表 1。冻结管材质一般是低碳钢,脆性不能过大,以防冻结破裂。

表 1 不同深度冻结孔对冻结管的要求

深度/m	壁厚/mm	外径/mm
<200	≥5	108~127
200~300	≥6	127~168
>300	≥7	159~168

根据冻结钻的设计深度,冻结钻的孔径一般不大于 200 mm。

1.2 冻结钻施工设备

冻结钻施工的钻探设备主要为 DZJ-500~1000 型冻结注浆孔专用钻机。根据目前设备的情况,冻结孔使用的钻机一般要求具备有 TSJ-1000 型钻机施工能力以上的钻机,其常用设备配备为: DZJ-500~1000、TSJ-1000、TSJ-2000 型钻机, TBW850/50、NBB-250/60 型泥浆泵(后一种为取心钻进时用),17.5、22 m 四角金属钻塔,90 kW x 2/30 kW 电动机。

2 高精度垂直钻孔的偏斜率数据分析

表 2 例举了施工过的不同地质条件下的 3 个高精度垂直孔的测斜记录。

表 2 不同地质条件下 3 个高垂直度钻孔的偏斜率

序号	终孔深度 /m	设计偏斜率 /‰	松散软地层每 50 m 的偏斜率/‰						硬地层(基岩)每 50 m 的偏斜率/‰				
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
1	630	10	1.00	1.50	2.53	2.75	3.16	3.57	4.28	5.25	6.20	7.26	8.72
2	430	10	0.80	1.40	2.67	4.05			5.44	6.13	7.00	8.15	8.65
3	330	5	1.00	1.00	0.20	0.25	0.32	0.33	1.18				

收稿日期:2003-07-24

作者简介:王永丰(1969-),男(汉族),山东荣成人,山东煤田地质局第三勘探队高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程技术工作,山东省泰安市泰山大街 869 号,(0538)8412371,wyfengl52@sohu.com;张洪信(1965-),男(汉族),山东济南人,山东泰山基础工程公司副总工程师、工程师,煤田地质专业,从事工程勘察与基础施工技术工作,山东省泰安市路工街 13 号,(0538)8419074。

对比发现,松散软地层钻孔偏斜率变化较小,基岩硬层钻孔偏斜率变化较大,分析认为导致高精度垂直孔偏斜率变化有以下几方面的原因。

2.1 钻压变化引起孔内防斜降斜钻具的不稳定性

松散软地层钻进钻压相对于克服基岩硬地层所需的钻压较小,加压钻具的稳定性较好,利于松散软地层钻进时的防斜降斜。

2.2 基岩硬地层的倾角和岩石的各向异性

地层的倾角导致钻孔的自然弯曲,岩石的各向异性造成切削具破碎岩石时产生“钻速差”和“附加力矩”,从而使基岩硬地层中钻进钻孔产生偏斜。

2.3 碎岩方式的不同

钻进中岩石的破碎方式影响了钻孔的偏斜率,松散软地层碎岩方式以刮削大体积破碎为主,而基岩硬地层的碎岩方式主要以磨削为主。碎岩方式为大体积破碎时,减少了因岩石的倾角和各向异性造成的“钻速差”和“附加力矩”对孔斜的影响,同时保持低压钻进工艺,增强了钻具的稳定性,减弱了钻具摆动和钻头的护壁作用,钻具导向性改善。

3 冻结钻施工提高水力作用的分析与应用

从上面的几方面原因来看,虽然采用防斜降斜的钻具组合,但钻进中钻压的增大和碎岩方式的不同在很大程度上影响着钻孔轨迹的偏斜。针对冻结钻钻进地层主要为松散软地层这一特点,以现有设备提高并发挥冻结钻中水力作用,就是要尽可能地发挥泥浆泵的水力能量,改进钻头的水力结构,提高钻头的水力参数。增大切削具破碎岩石的体积,保持孔底清洁,同时相应降低钻压,增强防斜降斜钻具工作的稳定性,降低钻孔的偏斜,这将有利于使用防斜降斜钻具高效施工高精度垂直冻结孔。

提高钻头的水力参数的途径主要有 4 个方面:提高泵压和泵功率;降低循环系统的压耗;增大钻头压降;优选排量。

3.1 泥浆泵的性能和选择

喷射钻井所需泵压为 10 ~ 20 MPa,而冻结钻施工过程中使用较为普遍的泥浆泵为 TBW-850/50 型,额定泵压为 5 MPa,属于低压泵,泵压远远不能满足喷射钻进的需求。提高泵压和泵功率是提高钻头水力作用的一个重要途径,但提高泵压或泵功率又受到设备配置和基础条件的限制。因此,从冻结钻的孔径来考虑,在满足钻孔携粉的条件下,泥浆泵的选择应降低泵量提高泵压。实践证明,选用 TBW-350/80 型泥浆泵既满足了钻孔携粉要求,又显著地提高

了钻头的水力作用。

3.2 泥浆

循环系统的压耗系数与泥浆密度、泥浆粘度和管路内径有关,冻结钻施工使用的加重管因冻结孔孔径限制一般为 $\varnothing 89$ 、 $\varnothing 121$ mm 两种规格,其内径的大小决定了所使用的 $\varnothing 73$ 、 $\varnothing 89$ mm 两种规格钻杆对循环压耗影响不是很大。因此,降低循环系统的压耗应以降低泥浆密度、减小泥浆粘度为主。

通常使用的是优质膨润土配制的低固相泥浆,其固相含量的高低对泥浆的密度和粘度影响很大。施工中,通过增加有机处理剂的含量来维持泥浆因降低固相含量的性能稳定,改善了泥浆的流变特性,同时做好泥浆的机械除砂工作。实践证明,泥浆的漏斗粘度在 17 ~ 19 s 时能较好地携粉和维持松散软地层的孔壁稳定,进一步降低循环系统的压耗。

3.3 钻头

冻结钻施工根据孔径和地层情况主要选择牙轮钻头,在砾石层段选用镶齿钻头,粘土层选用钢齿钻头,且根据排量加装钻头喷嘴,增大钻头的压降,提高钻头的水力作用。所加喷嘴直径 5 ~ 7 mm 为宜。

牙轮钻头钢齿的磨损影响了钻效和钻孔偏斜,同时在以粘土为主的地层中钻进时,经常发生泥包现象,一方面影响钻效和钻孔偏斜,一方面相对增大了钻头的背压,不利于钻头的水力作用。

为此,对普通三翼刮刀钻头进行了改进:增大钻头体与外径之间的环状间隙,镶硬质合金水嘴,改善钻头的水力作用;改变翼片的形状,形成内凹式的同时,增大钻头底唇外围的出刃;改变原三翼钻头翼片的角度,将刮削碎岩方式变为“犁”削,在相同或减小钻压的钻进条件下,增大碎岩体积。实践证明,在相同钻压和泵量的条件下,在粘土层等软地层钻进,该钻头与牙轮钻头相比其机械钻速提高了 21%。

4 结语

在高垂直度的钻孔施工中,钻压的大小和钻头碎岩方式是影响钻孔偏斜的关键因素。通过改善钻进过程中的水力作用,有利于进一步使用低钻压而获得较高钻效,有利于增强孔内防斜钻具的稳定性,为施工高垂直度的冻结钻提供了技术保障。

参考文献:

- [1] 韩广德,等.中国煤炭工业钻探工程[M].北京:煤炭工业出版社,2000.
- [2] 陈庭根,管志川.钻井工程理论与技术[M].山东东营:石油大学出版社,2000.