

煤矿井筒检查孔施工工艺探讨

董润平¹, 胡忠义²

(1. 阳煤集团基本建设工程管理部, 山西 阳泉 045000; 2. 阳泉新宇岩土工程有限责任公司, 山西 阳泉 045000)

摘要:煤矿井筒检查孔不同于普通的煤田勘探孔及水文地质钻孔,它既需要全孔取心,又需要分层(段)进行抽水试验,技术要求高,施工难度大。如果工艺设计不合理,施工措施不得力,极易出现孔内事故,影响钻孔质量,加大施工成本。就煤矿井筒检查孔的钻探成孔、起下套管及抽水试验等方面总结了经验及教训,为今后类似工程施工提供借鉴。

关键词:煤矿井筒;检查孔;钻进;套管;抽水

中图分类号:P634.5 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2012)10-0012-04

Discussion on Construction Technology of Coalmine Shaft Pilot Hole/DONG Run-ping¹, HU Zhong-yi² (1. Yangmei Group Infrastructure Project Management Department, Yangquan Shanxi 045000, China; 2. Yangquan Xinyu Geo-technical Engineering Co., Ltd., Yangquan Shanxi 045000, China)

Abstract: Coalmine shaft pilot hole is different to coal mine prospecting hole or geological hole, which has high technical requirements for difficult construction and contains full hole coring and stratified pumping test tasks. In case with the irrational technical design and inefficient construction measures, downhole accidents occur very easily, the construction quality would be influenced with cost increasing. The paper summed up the experiences of drilling, casing and pumping to be reference to the similar projects.

Key words: coalmine shaft; pilot hole; drilling; case; pumping

0 引言

“十二五”末,阳煤集团煤炭产量要上亿吨。为实现亿吨目标,各煤矿的矿井通风能力、瓦斯抽采能力必须提高,因此煤矿通风井筒工程也就相应增多,随之煤矿井筒检查孔工程也便增多。

规范要求,井筒间距大于50 m时,设计2个井筒检查孔,但检查孔距井筒中心的距离不得大于25 m,如图1所示。



图1 进、回风井筒检查孔同时施工

煤矿井筒检查孔的施工任务主要是:(1)获取井筒位置的地质、水文地质剖位,厚度、埋藏深度;

(2)查明岩石成分和岩性结构;(3)查明可采煤层的厚度及埋藏深度;(4)研究该地段的地质构造和水文地质条件;(5)采取岩、煤心及土、水、岩石样;(6)测定岩石的物理力学性质;(7)测定地下水的物理性质、化学成分及气体成分;(8)分层(段)进行水文地质试验,测定水文地质参数;(9)测定各含水层(段)的地下水位;(10)分层(段)计算井筒涌水量。为建井工程设计与施工提供技术资料。

煤矿井筒检查孔的施工特点是:(1)除全孔取心,采取各层(段)的土、岩、煤样外,为了分层(段)进行抽水试验,还要下管止水,安装抽水设备,以及进行洗孔等一系列的钻探辅助工作,因此钻探工序复杂,施工周期长;(2)为了了解钻进过程中水文地质条件的变化,除了详细鉴定描述岩性之外,还要观测孔内水位、冲洗液消耗以及涌、漏水等情况,因此观测项目多。

因此,就要求对煤矿井筒检查孔的各道工序必须认真设计、严格施工,一旦有疏漏,必然会给下道工序带来不便,甚至影响钻孔的整体资料提交。

收稿日期:2012-05-22

作者简介:董润平(1971-),男(汉族),山西阳泉人,阳煤集团基本建设工程管理部工程师,探矿工程专业,从事煤矿基建工程技术与管理工
作,山西省阳泉市北大街5号科技楼,yqxxytdrp@tom.com;胡忠义(1964-),男(汉族),山西阳泉人,阳泉新宇岩土工程有限责任公司常务副总
经理、工程师,钻探工程专业,从事钻探工程技术与管理工
作,山西省阳泉市北大街西河路18号。

1 煤矿井筒检查孔施工设计

1.1 施工工序

设备安装到位——开钻进——安设 $\varnothing 168$ mm 护孔管—— $\varnothing 113$ mm 复合片肋骨取心钻头钻进至终孔层位——电测——复合片扩孔钻头扩孔——下管、止水、止水验收——洗井——下泵、抽水试验——封孔——竣工验收。

1.2 钻孔结构

第四系地层采用 $\varnothing 168$ mm 钻头加肋骨片成孔,下 $\varnothing 168$ mm 套管;下泵段地层,先用 $\varnothing 133$ mm 扩孔钻头扩孔,再用 $\varnothing 146$ mm 扩孔钻头扩孔,下 $\varnothing 127$ mm 套管,套管内安设立式潜水泵;下部地层,或用 $\varnothing 89$ mm 套管封闭,或裸孔抽水试验。

2 煤矿井筒检查孔的成孔工艺

2.1 $\varnothing 113$ mm 复合片肋骨钻头一径全孔取心成孔工艺

初期施工煤矿井筒检查孔时,我们习惯沿用煤田孔的钻具结构: $\varnothing 94$ mm 钻头 + $\varnothing 89$ mm 岩心管 + $\varnothing 68$ mm 钻铤 + $\varnothing 50$ mm 钻杆,但施工效果不太理想。一方面,井筒检查孔满足抽水试验的孔径一般不应小于 $\varnothing 110$ mm,因此, $\varnothing 94$ mm 钻头成孔后,还需一次扩孔工序,但在基岩中扩孔,不仅效率低,而且还容易出现孔内事故,因此成孔工期较长,钻探成本较高;另一方面,煤矿井筒检查孔穿越的地层一般为砂岩、砂质泥岩、泥岩,而泥岩相对较多且可钻性差,尤其是上部地层的铝质泥岩,极易吸水膨胀导致钻孔缩径及糊钻事故,同时砂、泥岩换层频繁,又易出现孔壁坍塌掉块,造成卡钻、埋钻等事故。

$\varnothing 113$ mm 复合片肋骨取心钻头的使用,解决了上述问题。钻具结构优化为: $\varnothing 113$ mm 钻头 + $\varnothing 89$ mm 岩心管 + $\varnothing 68$ mm 钻铤 + $\varnothing 50$ mm 钻杆,钻头与岩层的切削面加大了,钻具与孔壁的环境间隙也加大了,这便明显提高了泥浆的排渣能力,也明显降低岩心管与孔壁间的粘附力,不仅提高了钻进效率,同时也降低了糊钻、埋钻等事故率。工期减少了,成本降低了。 $\varnothing 113$ mm 肋骨钻头如图2所示。

当然,孔径增大以后,钻杆如果受压,极易发生多次弯曲,钻杆弯曲部位与孔壁形成点接触,不仅摔打孔壁使之失稳,还易造成钻杆磨损及折断。解决这一问题的办法是依靠钻铤加压,使钻杆永远处于受拉状态,钻铤的质量选择为所需钻压的1.3倍左右。实践证明,采用钻铤加压后,钻杆锁接手、钻铤锁接手与岩心管的消耗明显减少。

2.2 满足钻孔垂直度的施工工艺



图2 $\varnothing 113$ mm 复合片肋骨取心钻头

煤矿井筒检查孔垂直度要求很高,它不仅要达到满足煤、岩层的勘探深度及厚度的精度要求,满足上下钻具的要求,更重要的是要满足抽水试验中安设、起拔套管的要求。因此,必须在下列各个环节加以重视。

(1) 要满足基台、设备的安装质量,确保天车、转盘、钻孔三点一线;

(2) 采用塔式钻具组合,依靠钻铤加压;

(3) 下孔口护孔管后,一径完成取心成孔工作,避免多次开孔引发钻孔偏斜;

(4) 通过倾角较大的地层及软硬地层交界面时,要轻压慢转,防止顺层跑或顶层进;

(5) 定点测斜,发现孔斜及时处理,根据孔斜程度采取有效的降偏、纠偏措施。

2.3 扩孔工艺

煤矿井筒检查孔要分层(段)进行抽水试验,在钻孔内安设抽水设备,因此井筒检查孔必须有较大的孔径,也就是必须要进行扩孔工序。

扩孔的口径大小与抽水工艺及抽水设备有关,若使用空压机抽水, $\varnothing 108$ mm 套管内便可进行, $\varnothing 133$ mm 的扩孔直径便能满足要求。但在阳泉周边地区,井筒检查孔均较深,水位也较深,如果使用空压机抽水,有的含水层水头标高不能满足空压机抽水沉没比的要求,抽水试验数据会失真,因此该工艺使用较少,较普遍使用的是立式深井泵。根据阳泉周边地区的水文地质情况, $\varnothing 100$ mm 泵径、375 m 扬程的深井泵一般能满足试验要求,这样安设深井泵层段便需下入 $\varnothing 127$ mm 套管,钻孔孔径便需 $\varnothing 153$ mm。该层段的孔径需两级扩孔而成,一级 $\varnothing 133$ mm,二级 $\varnothing 153$ mm。扩孔钻头如图3所示。

值得注意的是,套管的口径与钻孔孔径必须满



图3 复合片扩孔钻头

足一定的级配,两者的环状间隙不能太小。曾有过深刻的教训,原在阳煤集团七元矿施工的2个井筒检查孔QY-I、QY-3号孔,Ø113 mm钻头成孔后,用Ø108 mm套管前接加焊肋骨片的Ø108 mm钻头进行冲扫钻孔,比较顺利地通过,Ø133 mm扩孔钻头扩孔的工序没有进行,侥幸的是Ø108 mm套管下放安设比较顺利,但抽水试验结束以后,起拔套管时出现了问题,套管被抱死拔不动,只好用反丝钻杆处理,但效果并不理想,QY-I号钻孔残留11根套管110 m,QY-3号钻孔残留10根套管103 m。原想的省事变成了费事,使工期、成本都有所增加。

下部的Ø113 mm孔径无需扩孔,如果抽水试验,孔径完全满足大于Ø110 mm的要求,如需下套管,可下Ø89 mm套管,用变径接头与上部的Ø127 mm套管相连,此处的Ø89 mm套管只起封闭上部含水地层及过水通道的作用。

2.4 泥浆的使用

井筒检查钻孔施工过程中,为了取得可靠的水文地质资料,应尽可能地避免使用泥浆作为冲洗液,因为泥浆能形成泥皮堵塞孔壁,给洗孔工作造成困难。为此,原则上应采用清水钻进,少用或不用泥浆。

但是,在施工过程中会遇到很多不同的复杂地层,地层破碎、坍塌掉块、涌水漏水等情况,如不使用泥浆,很难正常施工,还易发生孔内事故。

因此,对井筒检查钻孔钻探中使用泥浆的问题,必须采取谨慎而又积极的态度,要从实际出发,既不可一律不用,也不可滥用。使用泥浆钻进的层(段),要严格限制泥浆的稠度,使用时只加普通钠基膨润土便可,只要能满足上浮岩粉的要求,泥浆越稀越好,对自然造浆的地层,可适量加入纯碱调整,特殊情况下也可适量加入纤维素(Na-CMC)及广谱护壁剂,如果发生漏水情况,尽量采用锯末等材料封堵,避免使用堵漏剂及水泥。

使用泥浆钻进的钻孔,在抽水试验进行之前,必

须采取必要的破壁洗孔等措施,如清水射流洗井、钢丝刷洗井、活塞洗井等措施,洗井结束的标志为水清砂净,要确保所获得的水文地质资料的可靠性。

2.5 取心工艺

煤矿井筒检查钻孔取心项目很多,要取土样、岩样、煤样、瓦斯样。取心质量要求较高,取心率要求:土层和基岩中不少于75%,砂层、破碎带及软弱夹层不少于60%,煤层及其顶底板采取率不低于90%,钻孔取样时,应尽量避免扰动。

因此,取心工艺的选择很重要,采取岩心时,尽量使用岩心卡断器,并要注意卡簧及卡簧座的级配,现场还要根据取心现情,随时对卡簧进行必要的修磨,以便提高岩心采取率;采取煤心时,尽量使用单动双管采煤器,因为双管的外管连接钻头消磨岩石使之破碎,而内管在钻进过程中保持不动,这样避免了取出的煤心受到扰动,基本保持原始状态,不仅采取率高,并且采煤质量好。

2.6 钻探过程中的观测要点

(1)岩性观测,既要详细鉴定、描述岩性特征,如岩性成分、结构、构造、风化特征、遇水膨胀分解特征等;又要描述岩心的水文地质特征,如岩心的完整度、胶结物、裂隙发育程度等。了解其力学性质及透水性。

(2)水位观测,包括钻进中常规的提钻后、下钻前水位观测,也包括钻进过程中出现的泥浆大漏失、钻孔涌水等现象时的水位观测,为后续的抽水试验提供参考。

(3)钻孔泥浆消耗量的观测,钻进钻穿裂隙发育岩层或含水层时,泥浆消耗量往往发生明显的变化,此时必须将消耗量及钻孔的深度记录在案。此段地层必是抽水试验及立井施工重点关注的层段。

(4)其它现象的观测,如瓦斯逸出、钻具陷落、孔壁坍塌等现象,也应详细记录在案。

3 套管安设及钻孔止水工艺

煤矿井筒检查钻孔的施工中,套管安设、起拔及钻孔止水是很关键的工序,此工序的质量好坏,直接关系到抽水数据的准确性。

3.1 套管安设

(1)下管时,要对套管严格检查,不符合要求的套管不准下入孔内;(2)将下入孔内的套管,认真丈量并编号,按顺序下入并做好记录;(3)下管前用优质泥浆替换孔内的泥浆,确保套管壁后的地层护壁良好,套管外壁用塑料薄膜包绕并涂黄油润滑;(4)

套管止水接头上部5~10 m采用正反接头联接;(5)下管过程,各岗要分工明确、精心操作,确保下管作业安全、连续、顺利,否则,一旦操作失误,极易出现溜管事故。

3.2 套管起拔

操作时要避免强拉硬拽,遇阻时要多上下活动,无效时,可旋转套管,使其从下部正反接头处断开,然后再处理下部的单根套管。

3.3 止水

抽水段与下部地层的止水,先下锥形木塞架桥,然后向孔内投入一定量的水泥球或粘土球,之后下锥形钻头将其捣实、挤压,隔断与下部地层的水力联系;套管与壁后地层间的止水,采用膨胀橡胶与海带联合止水的方法进行,膨胀橡胶与海带均有与水膨胀的特性,将其间隔、分段缠绕在最下端的一节套管上,用细铁丝绑好,为了防止下管过程膨胀橡胶与海带窜动及磨损,在套管上加焊几道钢筋圈予以保护,为了保证其止水效果,下管过程要快,防止其膨胀,下管以后要等候,让其充分膨胀。

3.4 止水效果检验

钻孔止水后,应采用水位压差法进行止水效果检验,测定止水后套管内外的水位,采用注水的方法造成套管内外的水位差,其差值达到10 m时稳定0.5 h,若水位波动幅度不超过0.10 m,则止水有效,否则重新进行止水。

4 抽水试验

阳泉地区的煤矿井筒检查钻孔,穿越的地层主要有:第四系松散层、二叠系上统上石盒子组、二叠系下统下石盒子组、二叠系下统山西组、石炭系上统太原组、石炭系中统本溪组。抽水试验的层段划分主要以地质年代的组来进行。抽水试验的顺序为由上到下。

一般情况下,井筒位置均远离沟槽,在山坡及山梁上居多,因此,第四系松散层相对较浅,含水也不太丰富,大多无需单独抽水,钻穿后安设护孔套管,换径开始正常的取心钻进。如果情况特殊时才单独进行抽水试验,在含水的第四系层段下入 $\varnothing 168$ mm滤水管,先行抽水试验,再起拔滤水管,安设 $\varnothing 168$ mm技术套管封闭第四系松散层,之后才开始正常的取心钻进。

大多情况下,第一抽水段为第四系松散层+上、下石盒子组,抽水孔径为153 mm,先在变径处下木塞架桥,然后用粘土球或水泥球封堵捣实。用钻杆

抽拉活塞并向孔内泵送清水洗孔,水清砂净后下泵抽水试验。

第二抽水段为山西组,先用优质泥浆在孔内循环,并用钻头扫透山西组顶端的架桥封堵物,扫至太原组顶端。起杆后,在山西组与太原组交接处的隔水层段同径止水,下入 $\varnothing 127$ mm套管,并在底端采用膨胀橡胶与海带联合止水,对山西组洗孔,水清砂净后,进行山西组的抽水试验。

第三抽水段为太原组,根据收集来的水文地质资料,判断太原组含水层的承压水头是否能达到下石盒子层段,如果能,本钻孔无需再扩孔,如果不能,必须扩孔,延伸 $\varnothing 127$ mm套管安设长度,确保立式深井泵能抽到太原组的水。套管的安设结构为:上部下泵段为 $\varnothing 127$ mm套管,下部封闭山西组段的套管为 $\varnothing 89$ mm套管。

个别地区,由于15号煤顶板的 K_2 灰岩含水量较大,又处于可采煤层15号煤的顶板位置,需单独进行抽水试验。

5 钻孔封闭与竣工验收

抽水试验完毕后,将钻杆下入孔内,从下向上,泵入水灰比为1:2的水泥浆,对全孔进行封闭。整个工作完成后,对工程进行竣工验收,提交竣工资料。

6 结语

煤矿井筒检查孔由于其技术要求多,施工难度大,施工中易出现一些工程问题。因此,必须针对工程要求及特点,认真进行施工总体设计,确定合理的施工工序及钻孔结构。使用 $\varnothing 113$ mm复合片肋骨钻头一径全孔取心成孔工艺,既提高纯钻效率,又降低事故率,值得推广使用。优化钻孔结构,安设 $\varnothing 127, 89$ mm组合套管,既满足施工要求,又缩短工期,有参考借鉴意义。

参考文献:

- [1] 耿建国. 煤矿井筒检查孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(3): 50-53.
- [2] 闫小利, 郑树楼, 王振福. 陕西关中地区深层地热井成井工艺探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(5): 36-39.
- [3] 陈金照. 大河煤田钻孔复杂因素分析及施工技术对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(10): 21-24.
- [4] 贾长城. 山西昔阳白羊岭煤矿煤层气勘探取心技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(4): 25-28.
- [5] 潘广灿, 鄯松杰, 张金来. PDC肋骨钻头单动双管钻探工艺在铝土矿地层的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(7): 47-49.