

SM 植物胶和 SD 系列金刚石钻进工艺 在深厚砂卵石层的应用

宋宏图

(四川省煤田地质局一三七地质队,四川 达州 635006)

摘要:结构复杂松散的深厚砂卵石层的钻探施工技术和工艺是十分复杂的。以雅(安)泸(沽)高速公路 C11 合同段青杠嘴特大桥钻探工程的应用为例,介绍了 SM 植物胶和 SD 系列金刚石钻具在深厚砂卵石层钻探施工的钻孔结构、SM 植物胶的配制、金刚石钻头选择、钻进参数、SD 系列钻具及套管选择等方面的经验。

关键词:SM 植物胶;SD 系列钻具;金刚石钻头;钻进参数

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)03-0013-03

1 工程概况

雅(安)泸(沽)高速公路 C11 合同段位于四川省汉源县境内。该工程钻探工作的特点是:勘探区内几座大桥,先后几次跨过大渡河,而勘探区内河床砂卵石层厚度大,最厚处约 100 m,且结构复杂,给钻探施工带来很大困难。因此,认真研究深厚砂卵石层钻探技术和工艺,是保证钻探质量和提高钻效的关键。

2 勘探区段内地质条件与地质要求

2.1 地质条件

勘探区位于川西南高原与四川盆地的过渡带,地形地貌主要受地质构造和岩性控制,勘探段出露地层主要有第四系全新统冲、洪积层(Q^{4dl+pl})是卵石(夹、质)土,卵石成分以花岗石、安山岩、流纹岩、石英砂岩、石英岩为主,白云岩、灰岩、辉绿岩次之,磨圆较好,呈次圆~圆状,分选性较好,中细砂及少量岩屑充填,结构不均,局部夹圆砾土,中细砂土;湿~饱和,稍密~密实;在卵石(夹、质)土中常夹漂石(夹、质)土,该层多呈透镜体分布。

2.2 地质对钻孔的质量要求及技术要求

技术要求:终孔孔径不小于 91 mm;全孔取心钻进,岩心依次序摆放、保管,并作好各回次样品孔深标记,并对所取岩心及时作好素描、鉴定等,填写好钻探班报记录。

采取率要求:砂卵石层、块石土采取率 $\geq 75\%$, 强风化基岩采取率 $\geq 80\%$, 弱风化基岩采取率 \geq

85%。

3 设备的选择

根据地层情况及钻孔深度和地质要求结合现场踏勘情况,钻探设备选择情况为:XY-2 型岩心钻机;3D-5/40 型高压泵;BW-160H 型单缸泥浆泵、BW160/10 型卧式三缸活塞泥浆泵;SM-1 型钻井液搅拌机;7 m 钢管三角塔($\varnothing 89$ mm);以及相应的附属设备。

4 钻探施工技术与工艺

4.1 钻进方法与钻孔结构

在对该段进行可行性研究阶段的工程地质勘探中,采用清水跟管钻进方法。其钻探效率极低,且材料消耗大,机械损耗严重而取心质量达不到技术要求。根据地层情况及前期钻探施工的经验,本区上部砂卵石层先采取 SM 植物胶和 SD 金刚石单动双管半合管取样钻具钻进取心,后跟进厚壁管套管护壁,以护住上部较为松散的砂卵石层,下部采用植物胶金刚石钻进,辅以投黄泥球(掺锯末)挤压护壁及下入多级套管的方法,钻穿砂卵石层。基岩采用 SM 植物胶金刚石钻进,经过实践应用,大大提高了钻进效率和岩心采取率,降低了生产成本。

4.2 钻孔结构

根据地层情况及钻孔深度选择钻孔结构如下:
一般选用 $\varnothing 150$ mm 金刚石单管钻进至 5~10 m,跟进 $\varnothing 178$ mm \times 12 mm 厚壁套管,再用 $\varnothing 130$ 、

收稿日期:2007-11-07

作者简介:宋宏图(1966-),男(汉族),重庆綦江人,四川省煤田地质局一三七地质队副队长,探矿工程专业,从事钻探生产及技术管理工作,四川省达州市华蜀南路 198 号,sh9888@163.com。

110 mm 植物胶金刚石钻具钻进,并下入 $\varnothing 127$ mm 套管,每级钻进深度控制在 15 ~ 25 m,直至钻到基岩后,用 $\varnothing 94$ mm SD 金刚石钻进到设计孔深。

在跟管时常遇大漂石、孤石,套管打不下去,这时不能硬打吊锤,因为这样会导致套管管靴损坏,同时会损坏套管的连接扣,严重时断裂,使下一级配钻具或套管不能通过。此时必须起拔套管(在施工杠子上、青杠嘴大桥时有深刻教训)。此时可采用爆破跟管法,以穿透大孤石跟入套管。

4.3 金刚石钻头的选择

根据地层情况及前期钻探施工的经验,我们在金刚石钻头的选择上较为慎重。金刚石钻头对岩层的适应性是影响取心质量和钻进速度的重要因素。而选择的原则首先是确保钻头的钻进速度。因为钻进速度越快,则取心质量越好;其次是考虑金刚石钻头的使用寿命,以尽可能地降低成本,在本段勘探中采用了平底热压金刚石钻头,其钻头技术参数为:

砂卵石层:金刚石目数为 60 ~ 80 混合目;金刚石硬度 100%;金刚石品级为 SMD 优质级;胎体硬度 35 ~ 46。

基岩:金刚石目数为 60 ~ 80 混合目;金刚石浓度 100%;金刚石品级为 SMD 优质级;胎体硬度 30 ~ 35。

5 泥浆技术

根据地层情况,选用 SM 植物胶配制低固相泥浆,因为 SM 植物胶配制的泥浆,可以提高粘度,减少振动,降低失水量,提高泥浆稳定性、润滑性和改善泥浆流变性。

5.1 配方

SM 植物胶的浓度一般为 0.5% ~ 0.8%,膨润土的浓度一般为 3% ~ 5%,纯碱(工业用碱)为土粉和 SM 粉总质量的 5% ~ 6%,另外,加入 2000 mg/L (0.2%) 的羧甲基纤维素(CMC),进一步增粘降失水,提高防塌效果。

5.2 配制流程

先将纯碱(工业用碱)加入 1/3 搅拌桶的清水中进行溶解,然后将 SM 粉和土粉同时均匀地加入水中,边搅拌边撒入,应注意不可快速倒入,防止结团。在搅拌均匀(约 15 ~ 20 min)后,再加入羧甲基纤维素(CMC)和水至所需数量,高速搅拌均匀(约 15 ~ 20 min)。搅拌后,放入泥浆池中浸泡约 6 h,待胶粉充分溶解,浆液稠化后即可使用。现场应布置 3 个泥浆池:进浆池、回浆池、制浆池。

5.3 浆液的维护管理

(1)现场应设专人管理泥浆,保证泥浆性能指标始终符合要求:密度 1.0 ~ 1.5 g/cm³,粘度 60 s 以上。

(2)定期测定泥浆性能,浆液变稀时,只要没变质,可加入泥浆调整或加入 SM 粉和膨润土粉搅拌均匀。

6 钻进参数和操作中的注意事项

根据近年来在砂卵石层中施工钻进经验,为确保取心质量,钻进参数应遵循:“低压力,中转速,小泵量”的原则,以达到平稳的钻进速度的目的。采用技术参数为:转速 300 ~ 500 r/min,钻压 5 ~ 7 kN,流量 30 ~ 40 L/min。

在钻进操作过程中应注意以下几个问题。

(1)控制合理的起下钻速度,操作升降机要平稳,尽量减小惯性作用,以避免在孔内产生较大的压力脉冲,导致孔壁的垮塌,回灌浆液时避免冲刷孔壁。

(2)下钻后,应用大泵量冲孔,然后降低泵量钻进,当地层结构松散、取心困难时,尽可能降低泵量,以确保岩心采取质量。

(3)在钻进过程中,如果进尺正常,不得随意改变钻进参数,也不要随意提动钻具,以防岩心堵塞。当由于岩心堵塞而无法进尺时,可以上下往复提动 5 ~ 10 cm 后再钻进。

(4)应经常对 SD 钻具进行维护保养,检查钻具的单动性能是否良好,要保证水眼畅通。卡簧座与钻头内台阶间隙的配合调整一般为 3 ~ 4 mm,松散层为 2 ~ 3 mm,完整层 5 mm。

(5)黄泥球的投入量和投入次数要适当控制,特别是锯末的添加要适量,并经筛滤。要根据地层和孔壁稳定情况适时地进行,一般钻进 5 ~ 10 m 可投入挤压,确保孔壁的稳定,使每一级裸孔达到 15 ~ 30 m 深度。

跟厚壁管时的超前钻进控制,在砂卵石及松散层、破碎层的钻进过程中,应采用植物胶金刚石钻进取心,出管脚的长度应控制在 1.0 ~ 1.2 m 以内。厚壁套管每次跟进长度视进度而定,一般控制在 1.0 ~ 1.2 m 以内。

(6)孔内爆破:在厚壁套管跟管遇阻时,可采用孔内爆破方法。爆破前应将孔内的沉渣打捞干净,并准确丈量管脚前空出的安全距离,一般距管脚的安全距离不得低于 0.5 ~ 0.8 m,药包一定要检查

好、放到位,并及时引爆。如未爆破,扫孔时应大泵量、慢转速扫,防止发生意外。

(7)下打厚壁套管时,须用安全扶正器套入吊锤扶正杆,严禁用手去套住吊锤套正杆,以防伤手。

(8)起拔套管时,应仔细检查塔上吊绳及吊滑轮、钢丝绳卷扬机等,以确保起拔顺利安全。

7 技术指标及经济效益

根据此次施工情况,我们对青杠嘴特大桥初勘的 ZK5、ZK7 号孔和详勘的 ZK9、ZK12、ZK14、ZK17、ZK18、ZK19 号孔做了对比试验(表 1)。从对比试验效果看,使用 SM 植物胶、SD 系列钻具和金刚石钻头(ZK9、ZK12、ZK14、ZK17、ZK18、ZK19 号孔)的钻探效果比使用清水或普通泥浆(ZK5、ZK7 号)明显提高,而且使用 SM 植物胶、SD 系列钻具和金刚石钻头的 6 个孔的岩心采取率均较好地满足了工程地质的要求。

查明了覆盖层的详细分层及密实情况,了解了

含角砾低液限粘土、块石夹土、卵石土、卵石(夹)土、流纹斑岩为主与流纹岩、流纹质火山集块岩等的分布位置。

表 1 钻探成果比较表

孔号	孔深 /m	覆盖层 厚度 /m	覆盖层 采取率 /%	覆盖层 施工 天数	套管 深度 /m	裸孔 深度 /m	备注
ZK5	40.94	35.80	47	14	35.48	5.14	初勘
ZK7	69.34	63.10	56	20	58.17	11.57	初勘
ZK9	73.53	73.53	95	14	41.10	32.43	未见基岩
ZK12	83.35	83.35	96.4	16	46.10	37.25	未见基岩
ZK14	82.50	78.80	95.1	13	40.78	41.72	
ZK17	91.15	77.30	95.7	14	45.46	45.69	
ZK18	113.25	93.20	94.8	21	54.77	58.48	
ZK19	78.04	68.45	95.0	12	38.24	39.80	

初勘的 ZK7 孔和详勘的 ZK9 孔钻至同样深度(63.10 m)的成本做一比较(未计算设备折旧、运输、管理、税收等费用),具体对比见表 2。

表 2 钻孔经济指标比较表

钻进方法	直接消耗								间接消耗						合计
	钻 孔		辅助钻孔		燃油消耗		管材消耗		钻头消耗		管理人员		房租水电		金额 /元
	时间 /h	金额 /元	时间 /h	金额 /元	消耗量 /L	金额 /元	消耗 率/%	金额 /元	数量 /个	金额 /元	人员 /(人×天)	金额 /元	人员 /(人×天)	金额 /元	
清水钻进 (ZK7 孔)	154	3696	46	966	385	1824.90	20	1200	5	2750	2×20	4000	5×20	667	15103.9
SM 植物胶钻 进(ZK9 孔)	9183	2203.92	48.17	1011.57	229.58	1088.2	12	720	3	1650	2×14	2800	5×14	467	9940.69

8 使用 SM 植物胶和 SD 系列钻具的优点

(1)明显提高钻进效率。SM 植物胶具有粘弹性、粘度高、失水量小等特点,有良好的护壁作用。护壁排粉效果十分理想,且能保持孔内清洁,减少了卡埋钻事故。在松散破碎带无需反复捞取沉淀物,大大减少了钻进辅助时间,显著提高了钻进效率,一般可提高 30%~55%。与初勘钻探相比,效率明显提高。

(2)取心质量好。SM 植物胶具有良好的护壁作用,在岩样表面形成一层保护膜,辅以 SD 系列钻具,由于该钻具单动性能好,同心度好,稳定性强,使岩样保持原状结构,大大提高了岩心采取率。

(3)降低了劳动强度。使用常规方法钻进松散地层,必须下多层护壁套管,起拔套管时,钻机与材料消耗大,工人劳动强度高,且易发生套管折断或脱节事故,造成人力、物力和时效的浪费。采用 SM 植物胶和 SD 系列钻具钻进,不需要完全跟套管钻进,

甚至在 30~60 m 以内可裸眼钻进(青杠嘴特大桥 ZK18 号孔裸孔井段达 58.48 m),待钻入完整基岩后再下套管,且容易起拔,这样就减少了起下套管时间,降低了工人的劳动强度。

(4)节约成本。SM 植物胶润滑性能好,使孔内阻力减小,功率消耗降低,可减轻机械与钻具的磨损,特别是钻具的磨损,有利于延长金刚石钻头和钻具寿命。同时,也可节约膨润土粉、处理剂的用量。

9 结语

SM 植物胶和 SD 系列金刚石钻具结合对深厚砂卵石覆盖层钻进是一种较好的办法。钻进效率一般可提高 30%~50% 以上,覆盖层岩心采取率可达 90% 以上。

在此次勘探中,我们创造了砂卵石层钻进深度 93.20 m、裸孔钻进 58.48 m 的单位最好记录。

(下转第 17 页)

段封闭。所用的材料及配比为:水泥:砂子:氯化钙 = 1: 1: 0.03 = 610 kg: 610 kg: 20 kg, 经搅拌机强力搅拌均匀后用泵入法灌注, 为确保其硬固要静止 2 ~ 3 日。

4.2 下入导斜器并进行第二次固定封闭

下入导斜器时, 为保持钻具刚性, 钻具下部需接 1 个立根钻铤(长度为 13 m), 钻铤下端再接一根长度为 1 m 的短钻杆, 下部拍扁, 钻 2 个直径为 6 mm 的圆孔, 以此与导斜器用销钉固定。下入时要慢速、小心, 不得碰到孔壁, 以防将固定的销钉切断。当下入到 770 m 处时, 将钻具提起一定高度后墩下, 靠钻具自重将连接固定销钉切断, 然后提升钻具。再用水泥进行固定导斜器的封闭, 使用水泥和砂子各 100 kg, 氯化钙 3 kg, 泵注后停 2 ~ 3 日。

4.3 扫孔及导斜钻进

导斜器固定牢靠后, 先用小一级口径的无心锥形钻头(Ø75 mm)扫孔, 当扫至 764 m(导斜器以上 1 m)处时换用直径 73 mm、长 0.6 m 的短岩心管接直径 75 mm 的取心钻头钻进。钻头内出刃 1 mm, 底出刃 1.5 mm, 无外出刃。为保证钻具的稳定, 在短岩心管上端仍然接一根长 13 m(1 个立根)直径 68 mm 的钻铤。开始钻进时, 要轻压慢转, 压力为 2500 ~ 3500 N, 转速 75 ~ 100 r/min, 钻进 0.5 m 后, 提钻换用长 1.5 m 的岩心管和底出刃 2 mm、外出刃 1 mm 的钻头继续钻进。当钻至孔深 765.50 m 时取上半圆状岩心, 到孔深 767.20 m 取出了完整岩心, 证明导斜钻进成功, 此后, 适当增大压力到 4500 ~ 6000 N 继续钻进, 但每次钻程进尺需控制在 1.5 m 以内。

4.4 补采煤样及煤层顶、底板样

当导斜钻进至 778.25 m 时已进入含煤层段, 用

2 个钻程, 进尺 1.51 m, 取上煤层顶板岩样, 再下钻换用长 1 m、钻头外径 75 mm 的单动双管采煤器, 开始钻进取煤, 钻进技术参数控制为: 压力 5000 N, 转速 150 r/min, 泵量 100 ~ 150 L/min。为保证采煤质量, 每次钻程进尺不得超过 0.5 m, 钻进煤层共用 6 个钻程, 进尺 3 m, 其中煤厚 2.68 m, 采长 2.45 m, 采取率 91.4%, 随后用 2 个钻程, 取上煤层底板。

至此, 历时 10 日、导斜总进尺 18.76 m 的补打斜孔采取煤样及煤层顶、底板样顺利地施工完毕, 达到了预期的目的。

5 施工体会

中深孔终孔后补打斜孔采取煤样及煤层顶、底板样, 工序繁多且耗时费力, 施工时, 应根据钻孔情况, 因地制宜的采取有效技术措施, 分步骤进行施工。其中, 关键之处在于以下几点:

(1) 导斜器的结构要利于导斜钻进;

(2) 导斜器的下入深度要合适(须下入到煤层顶板 10 m 左右);

(3) 导斜器下入到预定位置后应保证牢固、不转向;

(4) 导斜钻进时应采用小一级口径的钻头, 并严格控制钻程。

只要把握住以上几点, 补打斜孔取煤就有了技术保证, 成功率就会显著提高。

参考文献:

- [1] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000. 514 ~ 518.
- [2] 赵运兴. 煤田钻探技术手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1989. 746 ~ 751.

(上接第 15 页)

工程钻探是一门实践性很强的学科, 对于我们在此段勘探中所取的经验不能一成不变地套用, 还须根据不同地层情况加以取舍, 并在实践中总结、完善, 才能达到最佳效果。如上部遇松散的砂卵石层和块(漂)石时, 采用跟进厚壁管护壁的方法非常有效, 特别是在植物胶护壁较差、孔内漏失严重时, 可采用跟进厚壁管法。由于目前市场上无专门用于地质勘探的厚壁套管, 我们通过市场调查比较, 最终选择了上部用 Ø178 mm × 12 mm 厚壁管, 下部用 Ø127 mm × 9 mm 石油钻杆改制的护壁套管, 因为是报废的石油钻杆, 管壁厚薄不均, 且材质各异, 使用效果

不太理想。在本阶段的勘探过程中, 由于跟进深度过深, 一般为 35 ~ 40 m(最深时达 58.17 m), 在拔管时因拔断而损失长度达 50 m 之多, 给钻进带来新的难度, 如能找到材质好、成色新的套管使用则效果会更佳。

参考文献:

- [1] 编写组. 钻探技术手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1997.
- [2] 刘铮. 地质勘探技术手册[M]. 北京: 中国工程技术出版社, 2006.
- [3] 王坚. 植物胶在松散破碎层施工中的应用[M]. 北京: 地质出版社, 2005.