

大口径冲击钻进工艺在河南张得煤田钻探孔中的应用

张家军

(河南省地矿局第一地质工程院,河南 驻马店 463000)

摘要:冲击钻进工艺是对付基岩、卵砾石和漂石地层等复杂地层的高效钻探技术,可以提高钻进效率并有效防止孔斜,目前主要应用于大口径工程钻孔(一般直径 >600 mm),如钻孔灌注桩和水文水井钻探中。在河南省禹州市张得煤田预查矿区的钻进过程中,大口径冲击回转钻进工艺的应用有效解决了回转钻进导致孔斜过大的技术难题,并提高了钻进效率。

关键词:煤田钻探;卵砾石;冲击钻进;防斜

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)08-0029-02

冲击钻进主要利用冲击锤的冲击力使基岩、卵砾石和漂石产生局部压碎和剪切破坏^[1],也有向周边挤压的作用,能使孔壁坚固密实^[2],主要应用于大口径工程钻孔如钻孔灌注桩、水文水井中,钻孔直径一般都在 600 mm 以上。该项技术的主要优点有:钻进效率高;可有效解决在卵砾石、漂石等地层中钻速低的问题;钻头寿命长;具有较好的防斜效果;钻探成本低。

河南省禹州市张得煤田预查矿区 ZK0805 钻孔在施工至 15 m 左右时,钻遇直径 >20 cm 的卵石、漂石,钻孔顶角与设计要求偏差较大,以致无法继续钻进。虽然尝试过多种方法,仍然解决不了孔斜问题。

为此,特引进大口径冲击钻进工艺,有效地解决了卵砾石、漂石问题,并有效地防止了孔斜的发生,使得后续的钻进工作顺利进行。

1 工程概况

ZK0805 钻孔设计孔深 960 m,直孔,设计倾角 90° 。

1.1 地质特征

该钻孔上部主要为第四系黄土层,含砂质粘土、砂砾、卵砾层及亚砂土。根据已揭示的地质资料显示,15.8~22.8 m 为卵砾石、漂石层,砂质胶结,结构极为松散,22.8~25 m 为泥包卵砾石层,泥质胶结;200 m 以深为二叠系石千峰组,主要是泥岩、砂质泥岩、砂岩及石英砂岩(平顶山砂岩);上、下石盒子组,以泥岩和砂岩为主,含三~九段煤段;山西组,

含主要煤层。主煤层在 900 m 左右位置。

1.2 工程质量要求

(1)岩心采取:设计钻孔为上部覆盖层不取心,基岩全取心,中生界地层岩心采取率 $\leq 50\%$,含煤地层岩心采取率 $\leq 70\%$ 。岩心要洗净、按顺序编号、贴票、装箱妥善保管。

(2)钻孔测斜:钻进 50 m、以下每 100 m、见主要煤层和终孔均须测量孔斜,孔斜每 100 m 不得超过 1.0° ,可以累积计算,凡孔斜 $>5^\circ$ 的任意测量点都需测孔斜方位角。孔斜超限区段必须采取纠正措施,否则不得继续施工。遇见基岩、见煤层前或后 10 m 内、每钻进 100 m 和终孔进行孔深检查。对孔深误差超限者,应进行合理平差和孔深校正。每 100 m、钻进基岩、见煤、终孔均需丈量钻具,校正孔深。孔深误差超过 $\pm 0.15\%$,则平差改正,用改正后孔深;若孔深误差不超过 $\pm 0.15\%$,则不平差仍用校正前孔深。

(3)原始资料记录:各种原始记录应用钢笔或碳素笔按统一规定的格式、内容认真填写,做到数据准确,内容齐全,字迹清楚,无涂改、刮改现象,不得撕毁、遗漏和丢失,终孔后装订成册。交接班班长和机长要亲笔签字,不得代签。岩心按次序装箱,不得颠倒,洗净、编号。凡 0.10 m 的大块岩心均需编号,岩心在机场不得露天堆放。钻孔完工后,应由钻机机台将岩心运送到地质岩心库妥善保存。

(4)接近煤层时,操作人员要精力集中,认真观察钻进情况,发现异常及时提钻,换双管(取煤管)进行钻进,钻进时严格控制回次进尺。

收稿日期:2008-01-06

作者简介:张家军(1968-),男(汉族),河南固始人,河南省地矿局第一地质工程院工程师,探矿工程专业,从事钻探技术及管理工作,河南省驻马店市乐山路 90 号,catchercai@126.com。

(5) 简易水文观测: 所施工钻孔均需进行全孔消耗量观测和回次水位观测, 按有关规程执行。钻进中遇到漏(涌)水、溶洞、大裂隙、破碎带、严重坍塌层段、流沙和气体涌出等, 做到起止深度记录清楚。测定主要含水层分层稳定水位。

(6) 终孔层位: 钻孔进入寒武系长山组 10 m 终孔。

(7) 封孔: 按封孔通知书和封孔设计书进行。

1.3 设备的选择

根据地层特点及地质设计的要求, 选用 XY-44 型液压钻机, BW250 型泥浆泵, K407 型四角钻塔, $\varnothing 50$ mm 钻杆, 配备 $\varnothing 68$ mm 钻铤。

1.4 钻孔结构

使用 $\varnothing 130$ mm 硬质合金钻头开孔, 穿过第四系地层, 进入基岩后, 换成 $\varnothing 94$ mm 钻具施工至终孔。

1.5 钻井液及护壁

在施工时全孔使用优质泥浆, 即清水 + 优质膨润土 + CMC + 火碱 + 腐殖酸钾, 泥浆性能要求为: 粘度 20 ~ 24 s, 密度 1.05 ~ 1.10 g/cm³, 失水量 ≥ 15 mL/30 min, 含砂量 < 4%, pH 值 7 ~ 10; 破碎、易坍塌、漏失地层的泥浆粘度为 22 ~ 26 s, 失水量 10 ~ 15 mL/30 min, 含砂量 < 4%, pH 值 7 ~ 10。

2 大口径冲击钻进工艺的应用

2.1 冲击钻进工艺的选用

ZK0805 钻孔于 2007 年 4 月 6 日开钻, 用 $\varnothing 130$ mm 硬质合金钻头开孔, 施工至 15.8 m 时, 遇见砂卵石层, 换用 $\varnothing 130$ mm 金刚石钻头后, 于 4 月 8 日穿过该层(卵石层厚约 7 m)。施工至 65 m 处测斜, 发现钻孔顶角已达 2° 多。采取纠斜措施后, 钻孔顶角仍呈增大趋势。经研究决定, 钻孔用水泥浆封住, 使用 $\varnothing 150$ mm 钻头重新开孔, 待穿过卵石层后再换成 $\varnothing 130$ mm 钻头钻进。但是, 在钻进至 25 m, 换成 $\varnothing 130$ mm 钻头钻进约 5 m 后, 经测斜发现钻孔顶角已达 4°, 仍然超过设计要求。

4 月 16 日, 经集体研究, 并请示甲方同意后, 将原钻孔封住, 钻塔向西移 1.5 m, 重新开孔。具体方案是: 移动钻塔后, 使用 $\varnothing 219$ mm 牙轮钻头重新开孔, 待穿过卵石层后, 下入 $\varnothing 165$ mm 套管, 以隔离卵石层, 防止施工下部时出现掉块卡钻现象。套管的上下部均用水泥砂浆固定。待水泥凝固后, 用 $\varnothing 130$ mm 钻头继续往下施工。

4 月 20 日, 准备就绪, 开始施工。施工至 23 m 时下入 $\varnothing 165$ mm 套管。套管下至约 17 m 处时遇

阻, 下至 19.1 m 处, 已经彻底不能继续下放了。经测斜, 钻孔顶角已达 1.5°, 仍然超过设计要求, 此方案宣告失败。

4 月 25 日, 经请教有关专家, 决定引进冲击钻进工艺。使用的冲击钻机为 CJ800 型, 施工最大孔深 70 m, 施工口径 400 ~ 800 mm, 冲击行程 2 ~ 3 m, 冲击频率 3 ~ 5 次/min, 冲击锤质量 800 kg。

具体钻进过程: 使用 $\varnothing 360$ mm 冲击锤进行施工, 孔径达 400 mm, 施工至 23 m 后(确认已经穿过卵石层), 清孔, 用水泥砂浆将钻孔完全封住, 待水泥凝固后, 用 $\varnothing 150$ mm 钻头施工 10 m, 换成 $\varnothing 130$ mm 钻头继续施工至基岩, 再用 $\varnothing 94$ mm 钻头施工至终孔。

2.2 冲击钻进工艺施工的技术难点及解决措施

冲击回转钻进工艺以前只应用在大口径工程钻孔中, 钻孔直径 > 600 mm, 冲击锤的质量 > 800 kg, 这样才能有效地冲击卵石, 提高施工效率。而在地质钻探孔中, 出于经济方面的考虑, 钻孔直径 ≥ 400 mm, 且又要求有很高的施工效率。因此, 我们将冲击锤的直径缩小到 360 mm, 长度加大至 1.5 m, 并在冲击锤内部增加配重, 使其达到 800 kg, 这样既提高了施工效率, 又增加了钻孔的垂直度。

在第四系地层中, 卵石层的下部一般为较松软的土层, 使用冲击锤冲击完卵石后, 要将锤底部的卵石全部取上来, 以不影响下一步的施工也是一个技术难题。我们为此专门加工了一个 $\varnothing 400$ mm 的冲爪锥, 利用冲击钻机反复捞取, 直至取出新鲜的土样为止。

3 冲击钻进效果分析

3.1 钻进效率比较与分析

4 月 27 日开始冲击钻进施工, 29 日施工至 23 m 后停钻, 共施工 41 h。钻进效率对比见表 1。

表 1 不同钻进方式钻进效率对比

钻头选型	施工时间/h	施工孔深/m	施工效率/(m·h ⁻¹)
普通取心钻头	93	65	0.70
牙轮钻头	76	23	0.30
冲击回转	41	23	0.56

从表 1 看出, 普通取心钻头钻进效率较高, 牙轮钻头钻进效率最低。

3.2 钻进成本比较与分析

XY-44 型钻机主电机的功率为 37 kW, 泥浆泵电机的功率为 15 kW, 冲击回转钻机电机的功率为

(下转第 39 页)

际上正是由于横向惯性效应引起的几何弥散导致的。

(4)由图 2 可知,在后续反射中,波形峰值开始下降,应力波法发生衰减。这主要由于横向惯性效应的存在,致使应力波能量发生损耗,即使基桩动测不受桩材本身阻尼和桩周土阻尼,以及桩端阻尼等因素的影响,横向惯性效应也能导致应力波反射的衰减,并且横向惯性效应越显著,衰减越明显。

(5)一般而言,只有当桩的横向尺寸远小于波长时,桩的横向动能远小于纵向动能,一维应力波理论才能给出足够好的近似结果,否则必须计及由横向惯性效应导致的波的几何弥散。因此,在实际工程测桩时,需在桩头设置软垫,采用低频振源,增大入射波长度,尽量减少因横向惯性效应导致的几何弥散。

4 结论

(1)本文通过对桩纵向振动考虑横向惯性效应的运动方程进行拉氏变换,推导出桩顶位移和速度的响应传递函数以及桩顶速度导纳表达式,得出了

(上接第 30 页)

25 kW,电费为 0.7 元/kW·h,水泥砂浆单价为 350 元/m³。

本次冲击回转钻进实行总费用发包,按 50 元/m 计算,施工 23 m 共花费 1150 元。不同钻进方法的成本见表 2。

表 2 不同钻进方式钻进成本对比 /元

钻头选型	使用钻头个数	钻头单价	钻头总费用	电费及泥浆费用	水泥砂浆费用	其他费用	合计费用
普通取心钻头	3	700	2100	3585	-	-	5685
牙轮钻头	1	3150	3150	2966	-	-	6116
冲击回转	1	-	-	718	1011	1150	2879

从表 2 看出,牙轮钻头钻进施工成本最高,冲击回转钻进施工成本最低。

3.3 钻进效果

4 月 29 日晚间用水泥砂浆封孔,5 月 3 日开始钻进,穿过水泥砂浆段后,经在 40 m 处测斜,钻孔顶角为 0°,满足设计要求。

不少有益结论。

(2)横向惯性效应与桩体直径和激振脉宽有着紧密的联系。横向惯性效应随桩径的增大而增强。

(3)由于横向惯性效应的作用,引起的应力波的几何弥散,从而致使应力纵波波速的下降,效应越明显,波速下降程度越大。

(4)由于横向惯性效应的存在,致使应力波能量发生损耗,即使基桩动测不受桩材本身阻尼和桩周土阻尼,以及桩端阻尼等因素的影响,横向惯性效应也能导致应力波反射的衰减,并且横向惯性效应越显著,衰减越明显。

参考文献:

[1] 王靖涛. 桩基应力波检测理论及工程应用[M]. 北京:地震出版社,1999.

[2] Love A. E. H. A treatise on the mathematical theory of elasticity [M]. New York: Dover Publication, 1944.

[3] 王雪峰,吴世明. 基桩动测技术[M]. 北京:科学出版社,2001.

[4] Love A. E. H. Some problem of geodynamics [J]. Cambridge, 1911.

4 结语

ZK0805 钻孔设计孔深为 960 m,要求钻孔顶角 ≤1°/100 m。如果开孔时顶角偏大,下部施工时就会出现许多难以预料的困难,甚至出现报废钻孔的重大事故。因此,开孔时必须控制好钻孔的顶角。

对于小口径地质钻探钻孔,在卵砾石层中钻进特别是在胶结性差的砂卵石层中钻进,控制孔斜一直是个难题。使用大口径冲击钻进工艺可有效解决这个技术问题。

大口径冲击钻进工艺应用在小口径地质钻探孔中,目前还比较少见。该种工艺受到许多方面的限制,如孔深方面只能施工 70 m 以浅的钻孔,另外孔径方面也受到限制,一般要求孔径 >400 mm。

参考文献:

[1] 曹却非. 钻孔灌注桩冲击钻进施工法[J]. 公路与汽运,2003, (2).

[2] 徐月松. 冲击钻进工艺在复杂地层钻孔桩施工中的若干技术问题[J]. 探矿工程,2001, (2).