

# 北京平原区新生界立体地质调查钻探泥浆护壁技术

贾长城, 刘春生

(北京市地质工程设计研究院, 北京 密云 101500)

**摘要:**结合北京市平原区新生界立体地质调查钻探施工工程, 阐述了北京平原区第四系取心钻探工程的地层特点、施工技术难点。重点介绍了松散地层不同地层泥浆特性、配比及护壁效果、措施。

**关键词:**松散地层; 取心; 泥浆技术; 护壁

**中图分类号:** P634.6    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672-7428(2008)01-0018-03

**Borehole Wall Protection with Slurry in Cenozoic Stereo Geological Investigation in Plain Area of Beijing/JIA Chang-cheng, LIU Chun-sheng** (Beijing Institute of Geo-engineering and Research, Miyun Beijing 101500, China)

**Abstract:** Combining with drilling construction in Cenozoic stereo geological investigation in plain area of Beijing, the paper introduced the features of strata and construction difficulties of coring engineering of Quaternary. The features and proportions of slurry and effect of borehole wall protection in different loose strata were mainly introduced.

**Key words:** loose strata; coring; slurry technology; borehole wall protection

## 1 工程概况

北京市平原区新生界立体地质调查是北京市多参数立体地质调查项目中城市三维地质结构调查所属的 3 个子课题之一, 工程总计钻孔 29 个, 其中 100 m 浅孔 17 个, 200~500 m 中深孔 11 个, 860 m 深孔 1 个。钻探工作区范围为整个北京平原区。

### 1.1 主要技术要求

(1) 岩心采取率指标分别为粘性土不小于 90%, 砂类土不小于 70%, 砂砾石 30%~40%, 完整基岩大于 90%。

(2) 岩心质量要求: 保证岩心原状不扰动, 尤其是砂层及以上的样品, 不能因机械振动、人为敲打而导致样品松散和破碎。

(3) 钻孔孔斜每 100 m 不超过 2°。

(4) 钻孔深度: 按照设计孔深进行钻探, 如果该孔达到设计孔深仍然没有揭穿第四系, 则要加深钻孔直到揭穿预定层位为止。

### 1.2 工程地质条件

全部钻孔部署在平原区的 17 条由基准孔控制的基准剖面上, 10 条北西-南东走向, 7 条北东-南西走向, 平均间距 10 km, 分布在整个北京平原区范围内。

北京市平原区地势呈西北高、东南低, 是由永定河、潮白河、温榆河等几大河流联合作用而形成的

冲、洪积平原, 地层变化频繁。由于北京平原区新生界成因类型主要为冲积相、洪积相、湖沼相并夹有海相层, 加上沉积环境的改变, 构造运动的影响以及水流变化对原来沉积物的破坏使第四纪沉积物的结构变得非常复杂。

### 1.3 工程难点

(1) 钻遇地层复杂, 多数钻孔没有可比较的地层资料, 地层包括了砂层、粘土层、砾石地层、卵石地层、第三系风化岩层、地下溶洞等各种地层, 给钻探施工的工艺准备和施工带来较大困难。

(2) 要保证岩心不受扰动, 不能因机械振动导致样品松散和破碎。

(3) 北京地区地下水丰富, 在粗砂层中更为突出, 孔壁稳定性差。

综上所述, 地层松散易塌, 取心要求较高, 地下水丰富, 因而冲洗护壁难度较大, 对冲洗液要求较高。

## 2 钻进方法

### 2.1 钻孔结构

根据北京市平原区的地层条件, 结合综合测井的需要, 钻孔结构设计为两径。钻孔开孔采用  $\varnothing 110$  mm 单管或双管硬质合金钻具取心钻至孔深 25 m 左右, 用  $\varnothing 176$  mm 硬质合金钻具扩孔, 然后下入

收稿日期: 2007-05-13; 改回日期: 2007-12-05

作者简介: 贾长城(1970-), 男(汉族), 北京人, 北京市地质工程设计研究院工程师, 地质机械专业, 从事钻探工程技术工作, 北京市密云县滨河路 46 号, 101greatwall@sina.com; 刘春生(1969-), 男(满族), 北京人, 北京市地质工程设计研究院工程师, 钻探工程专业, 从事钻探工程技术工作, ayil969@sohu.com。

Ø168 mm 套管,再采用单管、双管或三重管钻具配硬质合金或金刚石钻头钻进至设计孔深。

## 2.2 钻具级配

钻具级配采用主动钻杆 + Ø60 mm 钻杆 + 钻铤 + 岩心管 + 扩孔器 + 钻头的组合方式。在粉质粘土地层采用单管或单动双管,在砂层钻进时采用单动双管或三重管钻具;卵石层采用金刚石单管取心钻具钻进。

## 2.3 设备选型

根据地质条件,钻孔结构、钻孔深度及钻进方法、工艺要求,浅孔采用 XY-1(XY-2)、DPP100-3 型钻机、1NB/30 型泥浆泵;中深孔选择钻探设备包括 XU600-3 型钻机、BW320/80 型泥浆泵、NJ-600 型泥浆搅拌机、旋流除砂器等;深孔采用 XY-5 型钻机、3NB/50 型泥浆泵等。

## 3 第四系地层冲洗护壁措施

第四系地层、第三系地层为 1~4 级,虽然地层级别不高,但施工难度相当大。要在孔内进行物探测试使用套管护孔就会有影响;遇到承压含水砂层、卵石层时孔底涌水稀释泥浆,严重破坏地层压力平衡,引起孔内事故。

综合考虑,一般情况下可采用泥浆护壁钻进,遇涌水或水解性较强地层时,采用套管护壁。

### 3.1 各类地层特点及冲洗液选择

冲洗液的使用,直接影响钻孔的安全和质量,由于松散地层的特性是怕冲、易塌、遇水蚀变,所以,要求冲洗液既要有较高的护壁和携带岩屑能力,同时,要有较大的静切力和较小的动切力,尽可能小的失水量。经过实践和摸索,各种松散地层的冲洗液配方及性能要求如下。

(1)粘土类地层:水敏性稍差但遇水膨胀,要求泥浆失水量小、粘度较小、固相含量低。泥浆配方为:膨润土 6%(占基浆量),火碱 5%(占粘土量),PAM(水解度 30%)100 ppm,减阻剂 0.5%,KHm 防塌剂 1%。性能为:密度 1.15~1.17 kg/L,失水量 ≤20 mL,泥皮厚度 ≤1.5 mm,含砂量 ≤4%,pH 值 8.5~9.5,漏斗粘度 20~25 s。

(2)砂土类地层:水敏性较强,遇水内聚力下降,要求泥浆失水量小、粘度较大、固相含量低。泥浆配方为:膨润土 5%(占基浆量),PAM(水解度 30%)100 ppm,Na-CMC 0.5%,减阻剂 0.5%,KHm 防塌剂 1%。性能为:密度 1.10~1.15 kg/L,失水量 ≤15 mL,泥皮厚度 ≤1.0 mm,含砂量 ≤4%,

pH 值 8.5~9.0,漏斗粘度 22~28 s。

(3)砂砾石地层:水敏性极强,遇水内聚力迅速下降,要求泥浆失水量小、粘度较大、固相含量低。泥浆配方为:膨润土 5%(占基浆量),PAM(水解度 30%)150 ppm,Na-CMC 1.0%~1.5%,减阻剂 0.5%,KHm 防塌剂 1.0%~1.5%。性能为:密度 1.10~1.15 kg/L,失水量 ≤15 mL,泥皮厚度 ≤1.0 mm,含砂量 ≤4%,pH 值 8.5~9.5,漏斗粘度 25~30 s。

(4)卵砾石地层:水敏性强,内聚力小,组成成分复杂,粒度大小不均,钻进中易产生冲击振动。要求泥浆失水量小、粘度较大、固相含量低、有一定的减震作用。泥浆配方为:膨润土 5%(占基浆量),PAM(水解度 30%)150 ppm,Na-CMC 0.5%~1.0%,减阻剂 0.5%,KHm 防塌剂 1.0%~1.5%。性能为:密度 1.10~1.15 kg/L,失水量 ≤15 mL,泥皮厚度 ≤1.0 mm,含砂量 ≤4%,pH 值 8.5~9.5,漏斗粘度 28~35 s。

## 3.2 冲洗液的管理

### 3.2.1 泥浆净化

泥浆净化采用槽长坑多的办法,使泥浆在地表有较好的沉淀过程,每次提钻后必须清除岩屑一次,保证泥浆质量。

泥浆循环系统布置应符合以下要求:

(1)循环槽长度 ≤20 m,内宽 220~250 mm,高 220 mm,坡度 1/100~1/80。

(2)槽中每隔 1.5~2 m 要上下交错安设挡板,上挡板高 100 mm,距槽底 50 mm,下挡板高 100 mm,直接安靠至槽底。

(3)水源箱(池)及沉淀箱(池)各 2 个,每个容积:水源箱 1 m<sup>3</sup>以上、沉淀箱 0.5 m<sup>3</sup>以上。

### 3.2.2 现场管理

(1)每班设专人管理泥浆,负责对泥浆的配制和性能测试,根据钻进实际情况,随时调节泥浆性能,但必须征得机长和钻探工程师的同意。

(2)泥浆的配制要根据地层要求所需泥浆性能、各种泥浆处理剂要严格按顺序添加,不得颠倒。

(3)现场应备有粘度计、比重计、含沙量计、失水量仪以及 pH 值试纸等。正常情况下每班至少测定一次泥浆性能,并将测得数据填入报表。现场泥浆管理员应定时清理泥浆循环系统,注意根据孔内情况及时调整泥浆性能。

(4)不准向泥浆中任意添加清水,不要让污水、雨水流进泥浆。

(5)使用化学处理剂时,要了解其性能,注意防毒、防腐蚀,机场应配备必要的劳动保护用品。

### 3.3 护壁堵漏措施

#### 3.3.1 护壁

浅孔或地层相对稳定时,应采用泥浆护壁,深孔或地层相对松散时,应采用上部套管护壁,下部泥浆护壁。

#### 3.3.2 使用套管护壁的注意事项

(1)在深孔钻进过程中,套管采用管箍丝扣连接时,由于套管长、质量大,下入孔底目的地层相对较差,套管易产生悬吊脱扣,因此下套管时,套管与套管除上好丝扣外必须用钢筋焊接。

(2)泥浆钻进下入套管较长时,在孔口管上端以下 300 mm 的地方焊井字架,孔口挖 500 mm × 500 mm × 800 mm 的坑,然后浇注混凝土固定。

(3)除孔口管和跟管钻进外,下套管前必须换优质泥浆;下套管时应在套管外涂抹黄油,包一层塑料布,然后再涂一层黄油,

#### 3.3.3 堵漏

本工程施工中,新 10、新 11 孔在第四系与基岩接触带均钻遇溶蚀地层,发生大漏失。个别孔先后采用稠泥浆堵漏、黄土堵漏、惰性材料堵漏和水泥堵漏。

从处理效果看,对于一般的小漏失,采用稠泥浆堵漏效果较好;对于一般的中~大漏失,采用稠泥浆堵漏效果甚微。采用黄土堵漏、惰性材料堵漏和水泥堵漏有一定的效果,但成本太高。因而,建议在今后类似情况(松散地层),小漏失宜采用泥浆随钻堵漏,中~大漏失宜采用综合堵漏措施,一般溶洞地层(或接触带)则应顶漏钻进通过。

## 4 施工质量效果

由于针对不同地层采取了正确的冲洗护壁措施,从而保证了松散地层钻孔的安全,降低了护壁成本,一般浅孔套管段小于 20 m,深孔套管小于 30 m,最深的新 8 孔裸眼段长达 800 余米。

提高了岩心采取率,确保了质量。本工程总计进尺 5803 m,其中粘性土采取率 94%,砂性土采取率 92.8%,砾卵石采取率 59.9%;基岩采取率 91.1%;平均采取率 85.8%。钻孔孔斜每 100 m 孔斜均控制在 1.5°之内。

各类地层取心效果见图 1~3。



图 1 砂砾石岩心图片



图 2 砂质粘土岩心图片



图 3 卵石岩心图片

## 5 结语

对于北京平原区的地层,合理选用冲洗液,配合严格的泥浆管理措施既可解决 0~400 m 松散地层裸孔取心的技术要求,为目前广泛采用的物探测井和工作提供了便利条件,不必进行多次测井和扩孔。同时,又能提高钻孔质量,保证施工安全,降低钻探成本。

## 参考文献:

- [1] 李世忠. 钻探工艺学(上、中)[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [2] 郭绍什,等. 钻探手册[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [3] 秦沛,郑小体. 北京市平原区松散地层钻探取心技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(增刊):90-93.