

# 浅埋暗挖法在首钢搬迁工程竖井支护中的应用

刘来新

(北京爱地地质勘察基础工程公司,北京 100144)

**[摘要]**首钢搬迁工程旋流井直径大、埋深大,其基坑的开挖和支护不仅要确保边坡稳定,而且要满足变形控制要求。通过旋流井支护方案比选,考虑基坑特点、工程地质条件,采用拱形自撑技术,即浅埋暗挖钢格栅工艺、局部加土钉锚杆喷射混凝土支护方案。采用荷载结构法,经 ANSYS 有限元计算,降水后,不计水压力作用,结构满足受力要求。给出该支护工艺的关键施工措施,体现土方施工的经济性和施工实践的安全性。

**[关键词]**旋流井;浅埋暗挖法;钢格栅;竖井;荷载结构法

[中图分类号] TU753.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2009)01-0076-02

## Application of Shallow Mining Method in Vertical Well Supporting of Shougang Moving Engineering

Liu Laixin

(Beijing Aidi Geotechnical Investigation & Foundation Engineering Co., Beijing 100144, China)

**Abstract:** The whirling well in Shougang moving engineering has large diameter and buried depth. Its excavation and supporting should keep slope stability and control deformation. By supporting schemes comparison, considering of characteristics of foundation excavation and geological conditions, arch self-supporting technology is adopted. That is shallow mining steel grid technology compounding with partial soil nails, anchors and pouring concrete scheme. According to load structure method, with calculation of ANSYS software, structure stress without water pressure can match codes after dewatering. Key construction measures of the supporting technology are given in this paper, which can reflect economic and safety of construction.

**Key words:** whirling well; shallow mining method; steel grid; vertical well; load structure method

### 1 工程概况

拟建首钢搬迁二期2 160mm热带轧机工程水处理区旋流井位于首钢迁安钢铁公司内。旋流井设计±0.00标高相当于绝对标高77.65m,旋流井内径29m,井壁厚1m,深33.29m,底板厚1.2m。旋流井地层情况复杂,上部在土层中,下部在强风化~中风化基岩中,且地层起伏变化大;地下水位高,基底均采用抗浮锚杆。

场地地下静止水位埋深3.3~3.5m,标高73.52~73.94m,属潜水,接受大气降水和附近施工排水渗透补给。

### 2 旋流井支护方案选择

1)沉井施工方案 采用沉井工艺可避免旋流井基坑支护问题。对于一般第四系地层中,该方案具有工艺成熟,施工简单,速度快,造价低(节省护坡费用)等优点;但在基岩中沉井有一定难度。

2)常规基坑支护方案 此类型深基坑排桩或地下连续墙加锚杆护坡支护体系目前较成熟,该方案具有施工速度快,控制变形好等优点,但工程造价较高,且在中等风化的片麻岩中钻孔成桩,施工难度较大。

3)浅埋暗挖钢格栅支护方案 采用钢格栅喷射混凝土支护方案,可以利用圆形基坑特点,充分发挥混凝土抗压性能,避免使用大量桩、墙、土钉、锚杆,从而降

低工程造价。

综合考虑各方案优缺点,根据工程特点及实际地层情况,结合类似工程设计及施工经验,采用浅埋暗挖钢格栅工艺,局部加土钉锚杆喷射混凝土支护方案。

### 3 设计计算

1)地层参数 地层物理力学性质指标如表1所示。

表1 地层物理力学性质指标

Table 1 Physical and mechanical property parameters of the ground

层号	土层名称	层厚/m	天然重度/粘聚力/(kN/m <sup>3</sup> )/kPa	内摩擦角/°	极限摩阻力/kPa
①	素填土	0.8~1.8	18.5	—	—
②	中砂	2.4~2.7	20.5	0.0	28.0 60
③	粉质粘土	2.9~4.2	19.1	36.4	6.6 60
④	粉质粘土	0.0~3.9	19.6	40.0	15.0 60
⑤	碎石	0.0~3.3	21.5	0.0	35.0 150
⑦	全风化片麻岩	1.8~11.2	22.0	15.0	20.0 150~200
⑧	强风化片麻岩	9.2~11.2	24.0	20.0	30.0 200~300
⑨	中风化片麻岩	>11.3	26.0	40.0	50.0 300~350

2)计算工况 根据地质资料分析,分别选取井深15.25、34.44m作为计算工况。

[收稿日期] 2008-04-02

[作者简介] 刘来新,北京爱地地质勘察基础工程公司助理工程师,北京市石景山区晋元庄路23号 100144,电话:13691467007, E-mail:ph99453@163.com

3)计算模型 根据结构受力状况,将结构简化为水平圆形结构,周围受围岩约束,地层压力水平方向垂直作用于结构上。计算采用荷载结构法,用有限元分析程序 ANSYS 分析,计算模型如图 1 所示。该断面模型分成 180 个梁单元,自重不计,初衬采用 C20 混凝土,弹性模量  $2.55 \times 10^4$  MPa。地层弹性模量根据所取埋深地层分别为:15m 处 40MPa;25m 处 80MPa;34.44m 处 200MPa。

4)计算结果分析 圆形结构受垂直于结构面的均匀荷载作用,为合理拱轴,结构只有轴力,没有弯矩。经计算,不降水时,结构轴力:15m 处 2 925kN、25m 处 5 715kN、34.44m 处 5 966kN;降水后,不计水压力作用,结构轴力:15m 处 1 860kN、25m 处 3 099kN、34.44m 处 2 135kN,结构满足受力要求。

5)计算及构造关键点 分层开挖土体(每步 0.7~1.5m),然后安装钢格栅、挂设钢筋网并喷射混凝土,完成护壁挡土结构后,基坑下一步土方开挖时,基坑四周土体必然产生压力作用于基坑支护结构上,其方向近似于水平。这种水平压力通过对护壁结构的作用传递给钢筋混凝土环梁。因此,钢筋混凝土支撑梁设计要经过假设支撑梁道数、跨度和截面,确定基坑开挖深度、挡土结构材料厚度,计算出围梁上单位长度分布的水平压力,根据单位长度水平压力大小,计算出集中在支撑梁上的轴力,然后进行支撑梁配筋计算。

#### 4 施工方案

1)旋流井施工前应先施做现浇钢筋混凝土 C25 锁口圈梁,待混凝土终凝后方可进行下一道工序,锁口圈梁施工前,在其下施工双排水泥注浆孔,直径 150mm,间距 1.0m,长 3m,注水灰比 0.5 的纯水泥浆,用于固化②层中砂层。

2)锚喷护壁由上至下施做, -6.00m 以上循环进尺 1.00m, -6.00~-16.50m 循环进尺 0.75m, -16.50m 以下循环进尺 1.00~1.20m, 开挖后尽快架设格栅,喷射混凝土,形成封闭结构。

3)每幅格栅间设  $\Phi 22 @ 500$  钢筋拉杆,并加设  $\Phi 6.5 @ 150 \times 150$  单层网片,钢筋网搭接长度不小于一个网孔,钢筋拉杆锚入环梁  $35d$  ( $d$  为钢筋直径)。

4)开挖中应密切注意土体稳定性,如发现异常,应及时采取有效措施,必要时采取土体加固措施。

5)旋流井的锚喷护壁格栅应在场外加工成幅,并试拼,要求不平度及扭曲在  $\pm 20$  mm 内。钢格栅加工大样如图 2 所示。

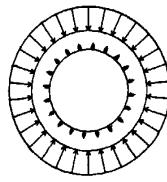


图 1 计算模型  
Fig. 1 Calculating Model

6)施工前应探明旋流井及渣沟场地范围内确无地下管线及其它障碍物,如发现异常情况应通知设计单位共同研究处理。

7)自室外进入井壁的管道应预埋防水套管。渣沟等大口径通道,应与给排水专业配合施工,为了加强洞口附近护壁,应加钢筋混凝土圈梁,洞口内先用 I25b 将每一幅封闭成圈,然后喷射混凝土,待外衬施工完后切出孔口。

8)底板采用单层  $\Phi 16 @ 200 \times 200$  钢筋网片与周圈钢筋焊接,底板外衬混凝土施工时,不能停止降水,待内衬混凝土施工完成后,采取快速封堵隔水措施。

9)在旋流井周围设置土钉(岩石钉),横向间距 1 200mm,土钉直径 130mm,长 6m,纵向间距 2 000mm,岩石钉直径 50mm,长 3m,纵向间距 1 500mm。无粘结压缩性锚杆直径 150mm,长 11m,将土压力传至远处稳定岩层。土钉(锚杆)端部与钢格栅焊接。

10)为防止地表水流入及地表杂物滚落旋流井中,在 -1.0m 以上砌 240mm 砖墙,高出地面 300mm。

11)场地地下水埋深较浅,施工前在旋流井外围封闭设 14 口降水管井,间距 6.76~9.64m,井径 600mm,深 36m,基坑开挖后,坑底设泵抽水。

#### 5 结语

1)支护设计综合考虑基坑特点、工程地质条件,采用拱形自撑技术,取得了良好的支护效果。

2)设计采用荷载结构法、有限元法计算支护结构的内力,计算结果较好地反映了工程实际。

3)该工程于 2005 年 9 月开工,2006 年 3 月竣工,旋流井支护结构水平位移仅几毫米,且支护结构表面平整,满足旋流井二衬施工要求。

4)浅埋暗挖钢格栅(加土钉锚杆)喷射混凝土支护工艺经济、安全、可靠,在竖井支护中应用较其他支护方案有明显优势。

#### 参考文献:

- [1] 牛志平,朱彦,何孝贵,等.北京地铁浅埋暗挖施工技术综合评价与分析[J].城市轨道交通研究,2005,8(6):70~74.  
Niu Zhiping, Zhu Yan, He Xiaogui, et al. Evaluation and analysis of shallow tunnel construction in Beijing Metro[J]. Urban Mass Transit, 2005,8(6):70-74. (in Chinese)
- [2] 冯若谦,周文杰,张书荃.中国白银山隧道施工技术[J].宁夏工程技术,2003,2(2):181-183.  
Feng Ruoqian, Zhou Wenjie, Zhang Shuquan. Construction technology of Baiyinshan tunnel in China[J]. Ningxia Engineering Technology, 2003,2(2):181-183. (in Chinese)

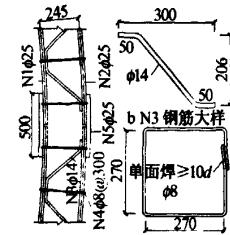


图 2 细部构造图  
Fig. 2 Detail drawings of steel grids