

地铁工程勘察水域钻探油桶筏钻探平台的设计与安全保障措施

王维献

(北京市地质工程勘察院, 北京 100048)

摘要:结合北京地铁 6 号线二期下穿北运河岩土工程勘察水域钻探实践,介绍了水域钻探油桶筏钻探平台的结构、特点和适用范围,论述了水域钻探油桶筏钻探平台的设计原理和搭建方案,并对水域钻探安全保障措施进行了总结。

关键词:工程勘察;水域钻探;油桶筏钻探平台;安全措施

中图分类号:P634;U231+.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)04-0040-04

Design and Safety Measures of Oil Drum Raft Drilling Platform on the Waters in Subway Engineering Survey/WANG Wei-xian (Beijing Institute of Geological Engineering, Beijing 100048, China)

Abstract: Based on the water drilling practice of geotechnical engineering investigation in the second phase of Beijing subway Line 6 project, this article introduces the oil drum raft drilling platform on the waters about its structure, features and scope of application. The design principle, design method and establishing plan are discussed and the safety measures of water drilling are summarized.

Key words: engineering investigation; water drilling; oil drum raft drilling platform; safety measures

随着城市发展,地铁建设迅猛增长,多数地铁要下穿城市中的河流、湖泊等地表水体。钻探是岩土工程勘察的基础工作,水域钻探油桶筏作为此类地表水体的一种钻探平台被广泛应用。本文对油桶筏钻探平台进行了介绍和总结,以供大家参考。

1 工程概况

北京地铁 6 号线是一条贯穿中心城区东西方向的轨道交通大动脉,西起昆玉河西岸的五路站,东至东小营站,线路全长 42.9 km。二期工程西起一期终点草房站,东至东小营站,长 12.1 km,全部为地下线,线路下穿通惠河和北运河。

北运河是举世闻名的京杭大运河上游段,海河流域的主要水系之一,地铁在线路里程 K38+200 处下穿该河,此处河水流向为由西北向东南,河底高程 15.43 m,水深 3.0 m,流量 $500 \text{ m}^3/\text{s}$,河底宽 140 m,河面宽 230 m。十年一遇设计洪水位 19.26 m,五十年一遇设计洪水位 22.03 m,一百年一遇设计洪水位 22.51 m,设计洪峰流量 $2030 \text{ m}^3/\text{s}$ 。流量受季节影响较大,主要控制性工程是北关分洪枢纽。

地铁下穿北运河水域共设计勘探孔 8 个,孔间

距 30 m,孔深 36 m。此次水域钻探采用油桶筏钻探平台,平台由 94 个油桶搭建而成,满足了 T14-200 型钻机在水上施工的要求,平台平稳、移动灵活、搭建成本低,取得了较好的效果。

2 钻探平台的确定与设计

2.1 钻探平台的确定

水域勘察不同于陆地勘察,首先要根据场地环境条件选择合适的钻探平台。适用于浅水水域的钻探平台有油桶筏、钻探船、人工岛、栈桥、桁架式构架等,它们之间的最大区别在于对环境的适用性、搭建经济性和移动灵活性,油桶筏的应用最为广泛。各类平台的适用范围及优缺点比较见表 1。

城市地铁工程勘察水域钻探具有多孔钻探、移动频繁、钻机体积及质量小等特点。油桶筏结构简单,容易搭建,不需要专业工人操作,移动灵活,可以重复使用;平台材料容易获得;平台运输容易,小货车即可;平台搭建成本低。根据以上分析,油桶筏是此类工程适用性较强的钻探平台。

2.2 钻探平台的参数设计

钻探平台的设计主要考虑平台的运动和稳定性。

表1 钻探平台比较

钻探平台	适用范围	优点	缺点
油桶筏	静水或流速小、水深浅的河道、池塘、湖泊	漂浮式平台,拆装简单,移动灵活,成本较低,适合多孔钻探	不适合流速大,水深的水域
钻探船	水急浪大、水深深、航运频繁的江河、湖泊、海洋	漂浮式平台,移动灵活,适合多孔钻探	投资大,一般单位不具备条件
人工岛	静水或流速小、水深浅的河道、池塘、湖泊	能克服定位难、作业难、作业安全风险多的问题	固定式平台,不能移动
桁架式构架	水流急,水深浅靠近岸边的水域	不受水流的控制	固定式平台,不能移动,要求钻机体积小,质量轻
栈桥	水流急,水深深,钻探船无法到位,桁架无法搭建水域	不受水流、水深控制,适用水域广	固定式平台,不能移动

平台工作中或锚定后,有6种运动,3种是直线运动,分别为前后进退的纵移、左右横移、上下起伏升降;3种是摇转运动,分别为左右摇晃的横摇、前俯后仰的纵摇、左右转动的摇动。水域环境引起油桶筏的这些运动,会随着风速和流速变化的高低而加剧和减弱,即使是非常明朗的天气,平台运动仍然存在,因此,尽可能地增加平台的稳定性,减弱平台运动是钻探作业最基本的要求。钻探作业的各种工序,应遵循平台运动限制标准(见表2),同时钻探平台设计必须全面考虑工作区域环境的复杂情况和人体所能承受的水平,才能保证作业的顺利和安全。

表2 平台主要运动限制标准

操作工艺	横摇/(°)	纵摇/(°)	升沉/m
搬运设备	3.0	3.0	0.60
起下套管和钻杆	5.0	5.0	0.45
钻进	2.0	2.0	0.32
取样	1.0	1.0	0.10
原位测试	1.2	1.2	0.15
物探	2.0	2.0	0.32

油桶筏水域钻探平台设计时,宜验算平台所承受的水流阻力、水流冲击力、风力以及钻进时的振动力,必须验算其竖向承载能力,平台的竖向承载能力主要由油桶、方木和木板在水中受到的浮力提供,验算公式如下:

$$K = \frac{\text{总浮力}}{\text{总重力}} = \frac{\rho g(nv_1 + v_2)}{(m_1 + m_2 + m_3)g}$$

式中:K——安全系数, $K \geq 4.5$; ρ ——水的密度,取 $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; g ——重力加速度,取 9.8 m/s^2 ; n ——绑扎的油桶总数,个; v_1 ——单个油桶的体积, m^3 ; v_2 ——方木与木板的总体积, m^3 ; m_1 ——钻探平台的质量, kg ; m_2 ——钻机整套设备、工具的质量, kg ; m_3 ——施工作业人员的质量, kg 。

北京地铁6号线北运河水域工程勘察油桶筏钻探平台所采用单个油桶的体积为 0.21 m^3 ,所绑扎的油桶总数为94个,钻探平台的质量为 4252.2 kg

(见表3),钻机整套设备、工具的质量为 1162.08 kg (见表4),施工作业人员4人,其质量取 300 kg 。结合上述公式和原理,进行本钻探平台竖向承载能力的验算。

表3 钻探平台质量组成分析

序号	名称	数量	单位质量/kg	总质量/kg
1	油桶	94个	15.0	1410.0
2	方木	150m	3.5	525.0
3	木板	48 m^2	35.0	1680.0
4	固定钢管	30m	3.5	105.0
5	护栏钢管	62m	3.5	217.0
6	钢管连接扣件	28个	1.1	30.8
7	8号铁丝	4捆	45.0	180.0
8	防护网	58 m^2	1.8	104.4
合计				4252.2

表4 钻机整套设备、工具质量组成分析

序号	名称	数量	单位质量/kg	总质量/kg
1	钻机、钻架	1套	620.00	620.00
2	泥浆泵	1台	95.00	95.00
3	钻杆	40m	4.56	182.40
4	岩心管	6m	10.78	64.68
5	测试、取土器	1套	200.00	200.00
合计				1162.08

$$\begin{aligned} K &= \frac{\text{总浮力}}{\text{总重力}} \\ &= \frac{\rho g(nv_1 + v_2)}{(m_1 + m_2 + m_3)g} \\ &= \frac{1 \times 10^3 \times 9.8 \times (94 \times 0.21 + 6.3)}{(4252.2 + 1162.08 + 300) \times 9.8} \\ &= 4.56 \end{aligned}$$

经计算其安全系数 $K = 4.56 > 4.5$,满足油桶筏水域钻探平台竖向承载能力的要求,完全符合安全操作规程的规定。

2.3 钻探平台的结构设计

经计算,钻探平台纵向由16个油桶组成单纵排油桶和横向6组油桶排绑扎固定搭建成长8m、宽6m、总面积为 48 m^2 的油桶筏,符合钻探场地的平面

要求。油桶筏水域钻探平台的结构见图1,施工现场实物见图2。

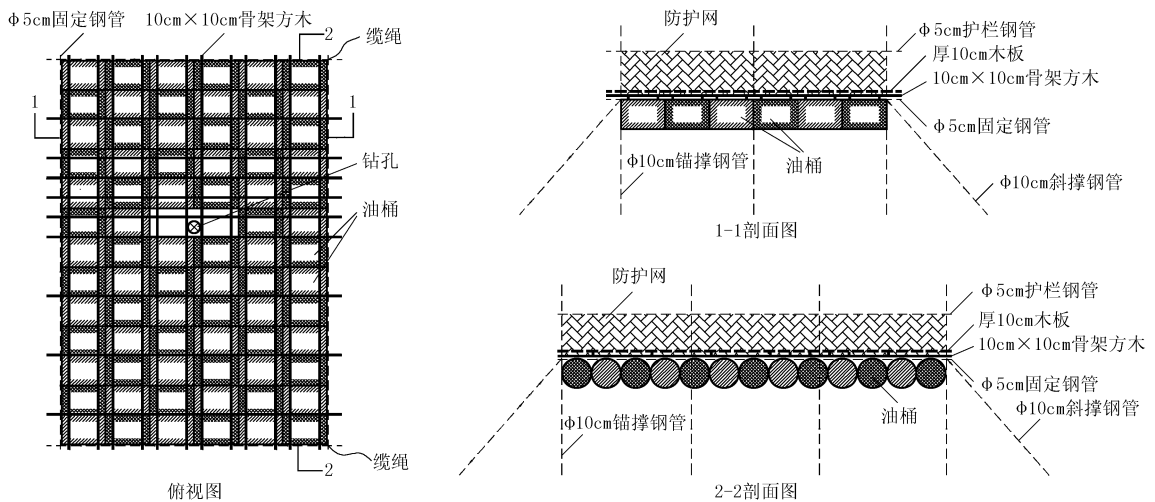


图1 油桶筏水域钻探平台结构图



图2 施工现场油桶筏水域钻探平台实物照片

3 钻探平台的搭建方案

3.1 搭建步骤

第一步:根据计算确定横、纵向油桶数量,准备物资、材料。认真检查油桶有无漏水现象,确保油桶下水后不渗漏,组装时油桶口应朝上。

第二步:固定单纵排油桶,然后入水。将16个油桶用8号铁丝拧在两根10cm×10cm方木上,铁丝要拧紧,方木位于油桶下方,间距0.6m,形成单纵排油桶。共组建6组单纵排油桶,其中第3组和第4组在第6个油桶的位置留出1个油桶的空档,此处作为预留钻探口位置。将6组绑扎好的油桶放入水中,用绳索固定,以防被水冲走。

第三步:水中组合纵排油桶组。在水中排列固定好的单纵排油桶组,中间两排为第6个油桶空缺的油桶组,然后绑扎固定在四周 $\varnothing 5$ cm的固定钢管上,钢管间用扣件连接,钢管与方木间用8号铁丝绑

扎。

第四步:绑扎上层方木。为增加平台的牢固性和整体刚性,保证安全,在油桶上方横向绑扎9根10cm×10cm的方木,并在钻机作业区域适当加密方木。用8号铁丝将上层方木、油桶下方的纵向方木和固定钢管绑扎在一起,对钻探平台进一步加固。

第五步:铺设上层木板。为保证作业面的平整和钻探人员的安全,在上层方木上面铺设10cm厚的木板。接口交错对接,用铁钉与上层方木固定。

第六步:设置护栏及防护网。为保证钻探安全,在平台上部应设置护栏及防护网,护栏立柱间距 ≥ 2 m,上层横杆的高度 > 1.2 m,护栏与平台应固定结实、牢靠,并在护栏的外侧挂防护网。

3.2 安装钻机、摆放钻具

选用T14-200型钻机,搭建平台后,进行安装钻机、摆放钻具工作,首先让油桶筏靠近岸边,把钻机拖拽至平台上,将钻机底梁与平台的横梁连接在一起,钻机立轴应安装在筏面中心处。钻机安装应做到牢固结实,不能晃动、移位。

钻具及原位测试设备应均匀地摆放在平台上,保持平台承重均衡,救生衣放在方便易取之处。为保护环境及钻孔护壁,泥浆池应采用泥浆循环槽,并放在靠近钻孔的位置。

3.3 定位测量

采用GPS进行钻孔的定位测量,由于水域钻孔位受水流的流动性及油桶筏定位的复杂性等因素的影响,一般测定一个,施工一个。陆上和油桶筏上

的工作人员通过对讲机沟通,然后调整油桶筏前后左右的缆绳,使钻机的立轴对正钻孔中心,接着下套管固定,并将套管砸入淤泥。水面标高的变化会导致套管口与平台平面的相对高度随之发生变化,因此孔口标高要经常地进行校正。

3.4 锚泊定位

在平台四周布设 $\varnothing 10$ cm的垂直锚撑及斜撑钢管,钢管作为锚具固定在水底,长度根据水深确定,从各个方向卡住油桶筏。油桶筏的四角要设置缆绳,一端拴在油桶筏上,一端拴在岸边的树或者地锚上,防止其随水流动,发生安全事故。

3.5 制作运输筏

运输筏同样采用油桶搭建。将3个油桶用8号铁丝拧在两根 $10\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ 方木上,形成单纵排油桶,共组建3组单纵排油桶。在水中排列好单纵排油桶组,然后绑扎固定在四周 $\varnothing 5$ cm的固定钢管上,接着在运输筏四周设置护栏和防护网。运输筏通过缆绳与岸边的树或地锚相连,拖拽缆绳形成运输筏的动力。运输筏只能运输钻探相关人员、工具和样品等较轻的物品。筏上人员应穿救生衣,并配备救生圈及救生绳。

4 安全保障措施

(1)施工前必须向河湖管理部门提出申请,说明施工占用河道的区域,施工周期,施工方案,安全措施等,按照要求办理各种相关手续后才能开始作业。

(2)工作开始前,对作业人员进行安全教育,特别是水上安全知识及安全操作规程的教育,并签订安全生产协议。

(3)针对水域周边环境条件,编写行之有效的水域钻探安全应急预案。

(4)测量水深与观察急流的方向,在地形上先观察较大面积的水深和急流方向,然后仔细核对,确定钻孔区域内是否有深坑或急流冲击的地方;用浮标法测定水流的流速,同时了解历年洪水情况,以便采取预防措施。

(5)与河道管理部门沟通,发布安全通航公告,在平台上悬挂红旗,晚上配备照明、警示灯标识。

(6)作业人员必须穿救生衣,平台上应配备足够的救生衣、救生圈、救生绳、通讯设备、灭火器等器材。

(7)不得强力起吊钻具,不得将千斤顶直接放在平台上处理钻探事故。

(8)随时检查垂直锚撑、斜锚撑钢管及缆绳的松紧情况,并根据水位的涨落调整其长度。

(9)随时收听天气预报,监测河流水位情况。遇到大雨、大风、大雾和发现水位变化幅度较大时,应迅速撤离,暂停工作。停钻后,应监测水情,及时清除套管上杂物。

(10)筏面应保持平整、平衡,不得留有缝隙和漏洞,不常用的器具和装满的岩心箱要及时搬运上岸。钻具和测试设备应摆放整齐,用后归位,禁止乱扔乱放。筏面四周应设置护栏和防护网,并悬挂警示彩旗。

(11)水域钻探影响因素较多,应严格钻探操作规程,断开离合器后才能启动动力机,不得强力起吊、提升钻具。需将套管的丝扣全部拧紧,最上面一节的丝扣要装上护圈,防止河水进入套管。必要时应采取保护措施,防止钻孔受水流的影响而导致套管倾斜。严格控制回次进尺,保证钻探质量和岩心采取率。

5 结语

在我国内陆、沿海地区,铁路、公路、管道、城市地铁、城市道路、隧道等线性工程建设中一般都需要进行跨越地表水体的岩土工程勘察工作。油桶筏水域钻探平台以其独特的安全性、稳定性、经济性、灵活性值得被广泛地推广应用于此类工程,水域钻探影响因素较多,并结合实际情况,从平台设计、平台搭建、安全保障措施等方面灵活应用。

参考文献:

- [1] 刘广志,汤凤林.特种钻探工艺学[M].上海:上海科学技术出版社,2005.
- [2] 王光辉,陈必超.浅水海域工程勘察钻探方法和技术措施[J].探矿工程,2003,(4):9-11.
- [3] 周必清.水上钻探的经验[J].探矿工程,1958,(11):7-8.
- [4] 高建波.浅谈水上地质钻探方法选择与应用[J].铁道勘察,2012,38(4):51-54.
- [5] 邵景林,祁建忠,高杰.西气东输管道通过长江工程地质勘察水上钻探工艺合理性分析[J].工程勘察,2002,(2):54-56.
- [6] 任良治.汛期江上工程钻探施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):58-60.
- [7] TB 10014—2012,铁路工程地质钻探规程[S].
- [8] JGJ/T 87—2012,建筑工程地质钻探与取样技术规程[S].