# 复杂地质条件下冲孔桩持力层岩性判定及泥浆处理

余锦洲[1]　陈黎明[2]
(1、深圳市工勘岩土工程有限公司　深圳 518026; 2、东南大学建筑设计研究院深圳分院　深圳 518000)

摘　要: 对广东 LNG 接收站复杂地质条件下大型泥浆护壁冲孔桩持力层的岩性判定问题进行具体分析, 并根据施工条件制定桩基验槽的一般程序, 同时对冲孔桩施工中泥浆的制备与处理提出具体方法。

关键词: 冲孔桩; 地质条件; 岩性判定; 泥浆处理

## 1　前言

广东 LNG 液化天然气接收站位于深圳市大鹏湾东岸秤头角, 项目一期总投资达 72 亿元人民币, 占地面积 40 万 ㎡, 填海面积 12 万 ㎡, 是我国首个 LNG 项目, 属国家试点项目和广东省重点工程。该接收站一期的核心工程就是 2 座 16 万 ㎥ 的储罐, 直径达 84.5m, 高 42m, 如图 1 所示。采用 f 1200 冲孔灌注桩基础, 总桩数为 360×2=720 根, 在储罐投影范围内满堂布桩, 桩距 4.0m, 桩端进入中风化基岩 1.5m。笔者于 2004 年 3 月作为勘察单位的驻现场代表为广东承包商 SNC 提供为期 5 个月的桩基验槽服务, 现就复杂地质条件下冲孔桩持力层岩性判定及泥浆处理问题进行分析探讨。




图 1　LNG 天然气站储罐施工现场

## 2　工程地质条件

储罐拟建场地的原始地貌类型有海陆交互带的滩涂、残丘、冲沟等, 地形起伏相当大, 后经人工回填, 采用开山土石混合料分层碾压形成标高+5.0m 的平坦场地。根据地质调查资料, 本工程场地的原始地层前期受到花岗岩侵入, 发生热接触变质, 后期区域性断裂官湖- 沙头断裂从罐区的北部通过, 断层破碎带宽度超过 100m, 因此储罐下的基岩岩性相当复杂, 既有泥盆系的砂岩、白垩系的凝灰质砾岩, 也有因构造作用及热接触变质形成的构造角砾岩、碎裂岩和角岩等。

此外, 1# 罐区西南角还有砾岩、砂岩、泥岩互层的情况, 基岩埋深起伏大且倾向不定, 尤其是 2# 罐区回填土中含有花岗岩块石及与下伏地层岩性相同的块石, 填土层下的砂卵石层中的卵石成分又与下伏基岩成分相似, 如此复杂的地质条件给验桩工作造成了极大的困难。

## 3　桩基施工情况

本工程两储罐均采用泥浆护壁冲孔灌注桩, 而冲击成孔工艺使得岩性的判断具有相当大的难度, 由于基岩受冲击破碎成石屑并由泥浆循环从桩孔中带出, 使原岩结构受到破坏。此外因工期紧, 施工现场有多达 30 台的桩机同时进行施工, 且施工现场环境较混乱, 这都影响到桩基验槽和判断的准确性。

(1) 在冲击成孔过程中, 存在 2 台桩机共用 1 个泥浆池的情况, 可能因两根桩的岩屑相互混杂而对两根桩的岩面界定造成误判。

(2) 当相邻两桩孔持力层岩性变化过大时, 上一个桩孔混凝土浇注完毕后, 其用过的泥浆池及泥浆沟在未清挖的情况下让下一个桩孔继续使用, 导致沉淀在泥浆池中的岩屑通过泥浆泵循环到下一个桩孔中, 造成误判。

(3) 施工单位未能及时清孔返浆和捞取岩屑颗粒, 延误了岩面的判定, 造成桩长超深。

(4) 岩面判定后未能按要求每隔 25cm 取一个岩样, 导致软弱夹层或孤石的错判或漏判。



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

## 4 持力层岩性判定的一般程序

为了保持判断的前后一致性，提高可操作性，必须制定岩性判定的一般程序，具体如下：

### 4.1 参考《地质勘察报告》

熟悉勘察报告，了解地层情况，验桩前先对照勘察报告中桩孔附近的钻孔，推算出将要验收的桩孔的理论中风化岩面深度。对与勘察报告相差较大的桩孔应做好记录并及时更新，进一步细化中风化基岩面的等高线图。

### 4.2 查看桩机施工记录

施工钻进记录是岩性判断的重要依据，应查看桩机的冲击速度和冲击钻进的时程曲线，发现异常时应立即通知相关单位。本场地基岩受构造作用，裂隙发育，中风化基岩的冲击速度为 10~20cm/h。

### 4.3 根据岩样成分判定

在验收过程中，仔细观察桩孔的岩样，根据砾岩、砂岩碎屑的含量加以判定，如岩样成分混杂，则必须令施工单位继续冲击，直至岩样成分较纯为止。这种情况可能有两个原因，一是确实未到达中风化岩面，二是到达中风化岩面，但工人未及时通过返浆置换桩孔中的岩屑，导致中风化岩面以上的填石、孤石岩屑混杂于中风化砾岩和砂岩中，造成误判。特别注意取样时必须在现场要求施工单位从孔底或溢浆孔捞取，不得在泥浆沟中捞取沉淀下来的钻碴。

### 4.4 根据岩屑新鲜程度判定

根据岩屑的新鲜程度判断是否达到中风化岩面，一是施工过程中钻孔岩样看来都为砾岩或砂岩，但岩面不新鲜，岩屑呈次圆状。岩样不新鲜、风化程度较高，可能是块状强风化；岩屑有磨圆，可能是砂卵石层中的冲下来的卵石。这种情况下必须令施工单位置换桩孔中的泥浆，把孔内原有的岩屑置换完并捞净泥浆池，然后再冲击 30~50cm，再取样鉴定。另一种情况是岩屑较新鲜，岩屑棱角分明，呈不规则状，这种情况就是真正的中风化基岩。

### 4.5 终孔岩样判定

中风化岩面界定后，必须令施工单位每隔 25cm 取一个岩样摆入岩样箱，继续冲击直至满足设计要求，连续进入中风化基岩 1.5m。

### 4.6 重新界定岩面

施工过程个别桩孔存在软弱夹层或孤石时，应重新界定岩面，直至满足设计要求。本场地软弱夹层有两种情况，一是互层中的泥岩，属软岩，黑色，受冲击后形成高塑性黑色粘土，故将泥岩判断成软弱夹层；二是风化不均匀，中风化层夹强风化岩块。

## 5 泥浆制备及处理问题

### 5.1 泥浆的作用

泥浆是桩孔施工的冲洗液，主要作用是清洗孔底、携带钻碴、平衡土压力、护壁防塌等。由于本场地的岩土层细颗粒含量少，自身造浆性能差，成孔时均采用人工造浆，配置优质泥浆护孔。

### 5.2 泥浆配制

⑴ 泥浆制备一般采用膨润土，也可采用高塑性粘土，按桩机类型及穿越的地层进行配比设计，在泥浆池中配制而成。

⑵ 制备的泥浆性能指标为：比重 1.15~1.25，粘度 10~25s，含砂率<6%，胶体率>95%，以满足成孔护壁的要求。

⑶ 成孔阶段的泥浆比重应适当增大，以使孔口稳定，清孔过程中应不断置换泥浆，直至浇注水下混凝土，浇注前孔底 0.5m内的泥浆比重应小于 1.25。

### 5.3 现场泥浆处理

施工过程中产生的高粘度大比重的废泥浆及大量的钻碴，处理不当容易造成施工场地和海水污染。本工程的总承包商为国外著名公司，对 HSE(健康、安全、环境)的要求很高。针对泥浆处理的问题，根据本工程的特点采取了以下有效措施：

⑴ 因本工程在细颗粒含量少的地层中冲击钻进，故采用了重力沉淀法进行泥浆处理，即在储罐外围设计大容量沉淀池，泥浆中的钻碴靠自身重力沉淀，形成含水量较大的浓稠状废浆，最后采用槽罐车运出场地。

⑵ 在施工阶段，制定周密的废浆钻碴清运计划，包括：废浆钻碴的日产出量和处理方式；按每日需运出的废浆钻碴量安排运输车辆；废浆钻碴的弃置场地的落实；运输过程中防止泄漏的措施等。

⑶ 施工前，在储罐外围设置大容量的贮浆池储备轮换泥浆，施工过程中保持泥浆的性能指标。

⑷ 及时清理泥浆循环沟、泥浆池，将符合外运的废泥浆和废渣运离施工现场。

⑸ 分区域施工，各区域施工完成后立即对现场进行处理，挖除泥浆循环沟和泥浆池，恢复场地并铺设素混凝土垫层。 (下转第 37 页)



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

载能力极限状态及正常使用极限状态的要求,分别进行承载能力、裂缝宽度计算。钢结构应进行构件强度、稳定及变形计算;

(2) 地基承载力计算:应保证各种结构基础底面的压力小于或等于修正后的地基承载力特征值。

4.6 稳定性验算

(1) 抗浮验算:各种结构应按施工期间最高水位进行抗浮验算(有降水措施的除外);

(2) 后靠背验算:工作井在顶力作用下,井外土体必须保持稳定,不发生剪切破坏;

(3) 结构整体稳定验算:包括抗滑移、抗倾覆验算;当顶管井位于岸边或水中时还应作抗冲刷验算;

(4) 基坑稳定验算:包括入土深度、整体稳定、抗管涌、抗隆起、抗承压水验算;

(5) 专项验算:沉井结构应进行下沉系数计算、下沉稳定验算等。

## 5 其它设计

5.1 进、出洞设计:为防止工具管进、出洞时洞口土体坍塌、工具管"叩头",必须对洞口附近局部软弱土体进行加固;工作井内侧洞口须设置防止流动性土和地下水由洞口进入井内的措施。

5.2 交通设施:工作井应设置供人上下的楼(爬)梯;接收井深度较大时,也应设置供人上下的设施;

5.3 安全设施:工作/接收井井口均应设置栏杆。

## 6 结语

顶管技术近年在广州地区的发展非常迅速,目前由于缺乏相关的设计技术标准,使该技术的合理使用存在一定难度。鉴于顶管井绝大部分为临时性结构,在设计顶管井时应综合考虑各种因素,使其达到结构安全、施工方便和造价合理。

### 参 考 文 献

[1] GB 50068-2001 建筑结构可靠度设计统一标准[S]

[2] GB 50010-2002 混凝土结构设计规范[S]

[3] GB 50017-2003 钢结构设计规范[S]

[4] JGJ 94-94 建筑桩基技术规范[S]

[5] CECS 137:2002 给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程[S]

[6] DBJ/T 15-20-97(广东省标准) 建筑基坑支护工程技术规程[S]

[7] 赵志缙. 高层建筑基础工程施工[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1986

[8] 余彬泉,陈传灿[M]. 顶管施工技术. 北京:人民交通出版社,2000

(上接第 28 页)

## 6 结语

6.1 在地质条件复杂、基岩面起伏较大的桩基工程中,尤其是冲孔灌注桩,应进行施工勘察,在适当的位置布设超前钻,以最直观的方法了解地质情况。

6.2 在冲孔过程中,一个泥浆池只能配置单台桩机,不允许 2 台或更多的桩机共用,以降低岩性误判的可能性。

6.3 在施工过程中,应及时清理泥浆沟和泥浆池,及时返浆捞碴,注意从孔底或溢浆口捞取,不得在泥浆沟中捞取。

6.4 对岩性的判定要果断和肯定,不得犹豫不决,影响其它单位对验桩工程师的信任度。

6.5 冲孔桩验桩是一项繁琐的重复性工作,尤其对于数量较多的桩,要做到判断准确,避免错判或漏判,需要严谨仔细的工作态度。

6.6 对于大型泥浆护壁冲孔桩基础工程,泥浆的制备及处理成为工程的技术难题,需要高效合理的施工组织,以满足文明施工及 HSE 的要求。

### 参 考 文 献

[1] JGJ 94-94 建筑桩基技术规范[S]

[2] 《深圳市区域稳定性评价》编写组. 深圳市区域稳定性评价[M]. 北京:地质出版社,1991



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net