



東南大學
SOUTHEAST UNIVERSITY

研究生讲座报告

中国垂直隧道研究-以北海液压隧道为例

课程名称:	专业讲座
姓名:	桑阳
学院:	苏州联合研究生院
专业:	岩土工程
学号:	224642
课程老师:	赵学亮

2022 年 9 月 15 日

東南大學講座報告

SOUTHEAST UNIVERSITY

专业： 岩土工程
姓名： 桑阳
学号： 224642

讲座名称： 中国垂直隧道研究-以北海液压隧道为例

演讲人： 王霄 讲座日期： 2022 年 9 月 15 日 讲座地点： 线上

一、 研究目的和背景

1. 垂直隧道法（VTM）概述：

VTM 已被广泛用于超过 16 个项目。水平隧道大多是内径在 3.5 米至 4.8 米之间的屏蔽隧道。

2. 垂直隧道法示意图：

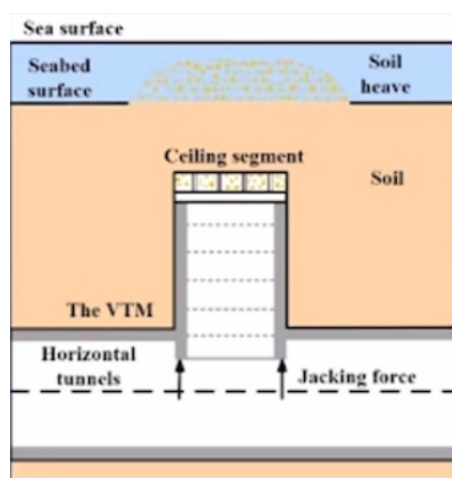


图 1: vtm 示意图

3. 垂直隧道施工过程中千斤顶力的研究进展：

千斤顶力是直接影响垂直隧道过程的最基本参数之一。它由地质条件、立管材料和千斤顶速度等决定。对垂直隧道施工过程中的千斤顶力的研究不足。劫持力是随着千斤顶距离的增加而减弱，还是首先增加然后减少，尚未得出结论。

4. 工程背景：

北海铁山港污水处理厂位于中国北海市。这个项目有两个部分。一部分是用凹槽法建造的，另一部分是用管道千斤顶法建造的。在管道千斤顶第 2 小节的 400 米处，有 29 个厚度为 20 毫米的升降立管。这些立管是使用 VTM 建造的。在管道千斤顶第 2 小节中，水平管道的内径为 1956 毫米，管道的厚度为 22 毫米。

为了避免在施工过程中污染海水，采用了多点排水系统。29 个立管的直径为 500 毫米，高度为 12.5 米。每个立管有 21 个部分，第一部分的高度为 50 厘米，其他后续部分的高度为 60 厘米。

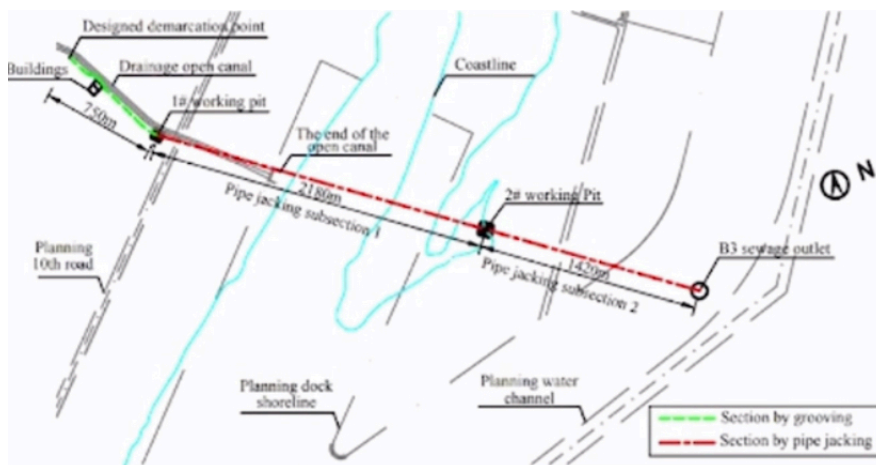


图 2: 地理信息

在施工过程中，对 1-26 号立管进行了数据监控。它们根据地质条件分为两组。第 1 组（编号 3 10，第 13 号）只嵌入粗糙的砾石砂层，第 2 组（第 12-14，第 26 号）嵌入了几种土壤层中。

二、 研究内容和步骤

1. 理论分析方法

(1) VTM 法施工时荷载分析：VTM 结构中的千斤顶力（F）必须高于：

- 渗透阻力（S）
- 沿管道运行的摩擦阻力（R）
- 立管的重量（G）
- 立管（W）上方的外部水压。

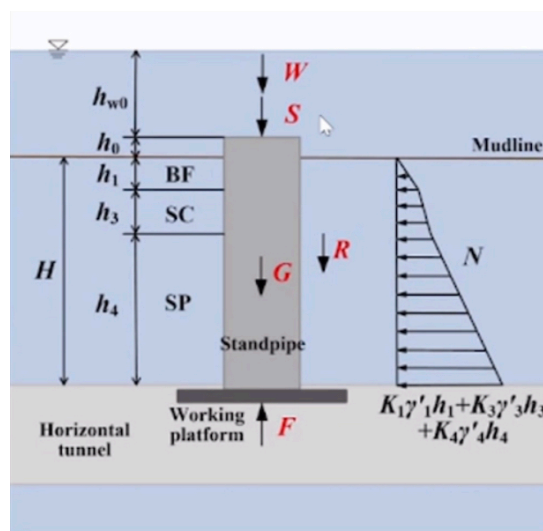


图 3: 荷载示意图

$$F = S + R + G + W \quad (1)$$

$$S = 0 \quad (2)$$

$$G = G_1 + G_2 + nG_3 \quad (3)$$

$$W = \gamma_w h_w A_s \quad (4)$$

$$R = (\mu_{avg} \times \bar{N}) \times D \times \pi \times L \quad (5)$$

(2) 千斤顶力监测：通过千斤顶的油压力表监测千斤顶力。

2. 研究过程

(1) 千斤顶力数据分析：

1. 通过千斤顶油压力表监测数据，将数据根据地质条件也分为两组进行记录。每组中取两个代表性立管数据与另一组进行对比，两组监测数据如下图，其中第一组取 6 号和 9 号代表性立管，第二组取 11 号和 12 号代表性立管。

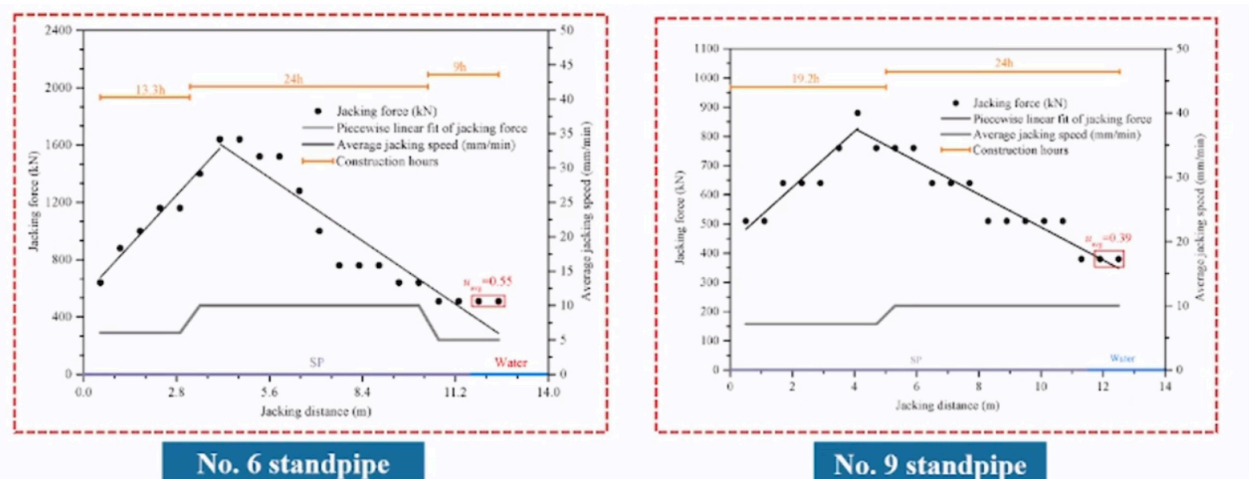


图 4：第一组数据

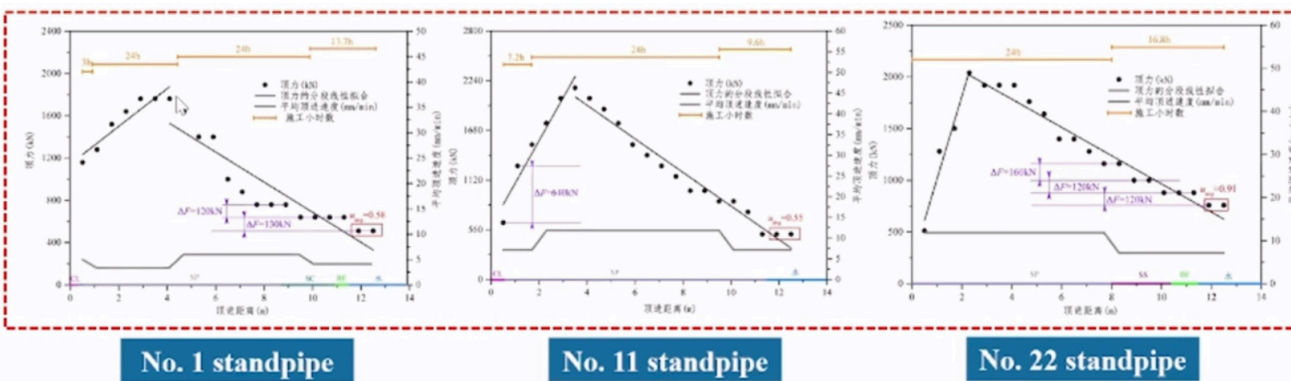


图 5：第二组数据

2. 对两组数据分析可得到以下结论：

- 第一组顶力最大值小于第二组顶力的最大值。
- 第一组中 75 的 w_{avg} 值等于或接近 0.55。因此， $U_{avg} = 0.55$ 在 SP 层中建议使用。
- 平均摩擦系数第 1 组的值小于第 2 组的值。可以看出，单层的摩擦系数小于多层土壤的摩擦系数。
- 千斤顶力的局部变化主要归因于面阻力，随着千斤顶距离的增加，摩擦阻力越接近抛物线形状。
- 9 号立管的最大千斤顶力是所有 26 个立管中最小的，它的 u_{avg} 值也是最小的。它表明，在 9 号立管上应用的土壤减弱措施可以很好地润滑土壤-管道界面，从而降低摩擦阻力和千斤顶力。
- 当穿越不同的土壤层时，垂直隧道项目的顶力会发生变化。与该项目中其他土壤层相比，低限液粘土的千斤顶力最大。千斤顶速度也受到岩土条件的影响，分级差的沙子（SP）比其他土壤层要大。

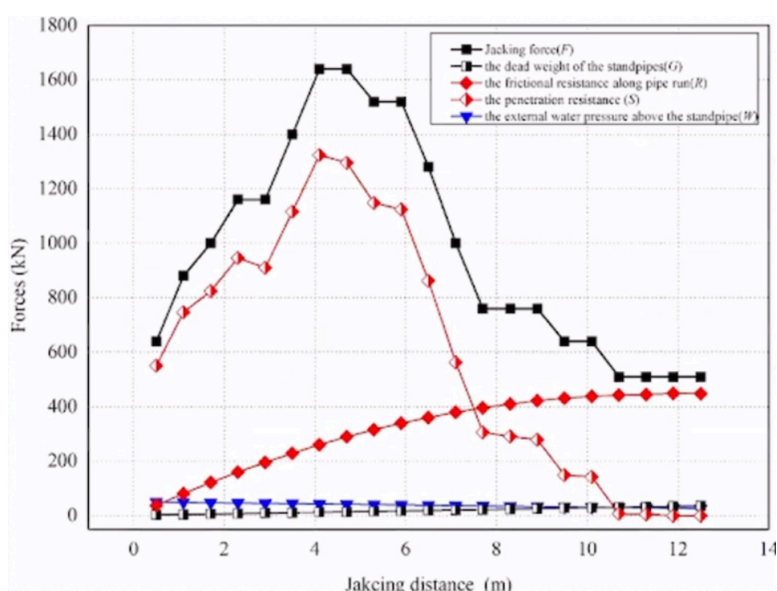


图 6: 顶力及其构成（6 号立管）

三、 研究软件

Matlab, SPSS。

四、 研究总结

1. 千斤顶力与千斤顶距离的变化趋势是先增加到峰值，然后减少的过程。它达到了一般千斤顶距离三分之一的峰值，这可以为类似项目提供参考。
2. 千斤顶力主要由面阻力和摩擦阻力组成。与他们相比，其他两股力量要低得多。此外，千斤顶力的局部变化主要归因于面阻力。
3. 土壤减弱措施可以降低摩擦阻力，从而降低千斤顶力。在等级差的沙子中， U_{avg} 建议为 0.55。
4. 在不同的土壤层中，千斤顶力不同，在低限液体粘土中是最大的。此外，等级差的沙子的千斤顶速度比其他土壤层要快。