

浅覆土盾构法隧道施工及管线保护控制技术岩土工程师考试
PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/550/2021_2022__E6_B5_85_E8_A6_86_E5_9C_9F_E7_c63_550978.htm

浅覆土盾构法隧道施工及管线保护控制技术上海已建的盾构法地铁隧道大多集中于深埋、建筑密集的地区，施工方法及环境保护技术已渐趋成熟，而在浅覆土区间隧道中仍然是个技术难题。本文结合了上海地铁二号线浦东新区龙东路～中央化园区间隧道上行线的工程实例，针对盾构法浅覆土区间隧道施工的有关技术进行了初步探索和总结。

1、工程概况 上海地铁二号线浦东新区龙东路～中央公园内间隧道上行线工程两端头井全线总长782.402m，采用法国FCB公司提供的外径6.34m土压平衡式盾构机，隧道内径5.5m，由六块宽1m的高精度钢混凝土管片拼装而成。本区间隧道主要穿越了上海地区相沉积第(2) - 2层灰色砂质粉土、第(3)层淤泥质粉质粘土和(4)层灰色淤泥质粘土。该土质渗透系数小，特征为饱和，流塑、土质均匀，属高压缩性土。本隧道最大的特点在于覆土浅，覆土深度（距隧道顶部）在2.60～9.0m之间，在出洞洞口处最浅仅有2.60m，而且在离出洞口后的300m以内平曲线曲率半径小（399.851m）竖向坡度大，最大值达到24.17%，平均值在21%左右；盾构在该浅覆土段将穿越内环线龙东路段，共有12道公用管线分布在道路下，并在龙东路段一侧有一根

1600mm的污水南干线管线与隧道轴线斜交，施工条件相当苛刻。

2、有关参数的理论选定值

2.1、地表横向断面沉降槽宽度的预测由PECK法地面沉降量的横向分布估算公式计算最大沉降量： $S_{max} = V/2$ $.l = V/2.5iV1$ - - 盾构隧道单位长

度地层损失量 (m^3/m) , 控制在2.5% , $V_1 = 2.5\% \times \quad \times 3.1 \times 3.1 = 0.754m^3/mi$ - - 沉降槽宽度系数 (m) $I = R \times (Z/R) = 3.32 \sim 6.06m$ 地面至隧道中心深度 , 约为5.8 ~ 12.1m $S_{max} = 5 \sim 9cm$ 在距离隧道轴线9m处 , 沉降量衰减到最大沉降值的14%左右 , 所以有关监测断面沉降槽的设定宽度为18m。

2.2、注浆量和注浆压力的选定盾构推进的理论建筑孔隙GP计算公式为 : $GP = \quad \times (R^2 - r^2) \times L + g = 1.52m^3$ R:盾构外半径r : 管片外半径L : 环宽 , 取为1m , G : 盾壳外6根注冻管肋总体积。理论上讲 , 浆液需100%充填建筑总空隙 , 但由于通常的浆液失水固结 , 盾构推进时壳体带土使开挖断面大于盾构外径 , 部分浆液劈裂到周围地层,导致实际注液量要大大超过理论注浆量按照以往工程实践 , 采用理论值的150% ~ 200%进行注浆 , 即控制在2.2 ~ 3.0 m^2 之间 , 注浆压力为0.5Mpa。

2.3、总推力和推进速度的选定盾构总推力应等于盾构进过程中所遇到的各种阻力 , 包括盾构外壳与周围土层摩阻力 F_1 , 切口环刃口切入土层阻力 F_2 , 衬砌管片与盾尾之间的摩阻力 F_3 , 盾构自重产生的摩阻力 F_4 , 开挖面支撑阻力 F_5 (地层产生的主动土压力) , 经计算得到总推力为8755KN。推进速度也即千斤顶速度的确定主要参照施工中反馈的各种信息 , 如地表沉降速率 , 轴线偏差、衬砌管片拼装质量、工期要求等因素 , 本工程考虑在2.5 ~ 3.5cm , min之间。

2.4、其它参数的选定密封仓土压力设定为0.12 ~ 0.20Mpa : 刀盘转速控制在0.50转/min ; 出土量按每年土方体积计算约为32 m^3 左右。

3、地面监测体系 3.1、盾构初推进试验段第一试验的监测设置在盾构出洞后有前2.6m , 测点设置沿轴线点距一般为2.5m和3m , 并设置了A、B两个横向断面沉降观测槽,第二试验段

设在过龙路段前30m的地带上，沿轴线3~4m设1个测点，同时也布设了C、D两个沉降槽。沉降槽断面宽度为左右各9m，分别布设了3个监测点。3.2、龙东路段及1600mm污水管线在龙东路上测点的布设基于不妨碍车辆的通行，采用长钢筋布点，沿轴线点距一般为4~5m，并在沿轴线二侧各增设一排测点，形成较密集有点群，另外沿路中央及两侧绿化隔离带（管线走向）布设E、F、G三条沉降槽，点距为4m，其范围以达到影响区边界为原则，沉降槽的布设是为了监测和分析地下管线弯曲变形程度。沿污水管线走向在轴线两侧各设置的四座测点，点距4m，埋深1.2~1.5m。

施工技术措施及监测成果分析为了保证盾构在浅覆土区域内顺利穿越道路管线和污水干线管道，在出洞100m以内为盾构试推进期，其间及时对土仓压力、推进速度、总推力、出土量，刀盘转速、注浆量和注浆压力等施工参数进行调整，以取得最佳施工参数；当盾构到达及穿越主要目标时，以推进速度和出土量为主要控制指标；当盾尾脱离内衬砌后，出土量为主要控制指标；当盾尾脱离内衬砌后，以注浆量作为主要控制指标，并根据管线附近的地表变形值及时反馈到盾构推进工作室，及时调整有关施工参数，达到信息化施工。

4、施工中采用的参数和施工过程

盾构推进过程中还必须满足上海地铁工程盾构推进中心轴线控进标准 - 50mm ~ + 50mm（包括平面、高程偏差）、地表沉降的控制标准 - 30mm ~ + 10mm以及对各管线变形严格的保护要求，施工中采用的参数和过程如下：

4.1、盾构初推进

本工程段由于盾构机刚进入土层内，盾构姿态的调整是个难点，各项施工参数经常处于不稳定的状态。根据盾构推进记录报表来看，从35m到75m隧道由轴线高程偏差

值均超出50mm的允许值并有继续发展的趋势，盾构机头也有抬头，而且从A、B沉降槽和纵向沉降曲线来看，在浅覆土推进区内，沉降值大多超过-30mm，个别点位严重超标，只是由于该轴线段处在空矿地带，尚未对环境造成太大的影响。分析其原因归结起来有以下几点：a、浅覆土区尽管已堆土加载，但覆土仍属欠固结土，土质松散，再加上盾推进时遇上雨期，下沉速率加快，引起沉降偏大；b、浆液材料配合比的不确定性和注浆量的不稳定性；在初推进期，浆液材料配合比曾采用其他单位推荐的惰性浆液配合比值，试验下来稠度太大；另外由于隧道小半径右转变，并沿24%的坡度向下推进，有些衬砌环外壁容易积聚惰性浆液，在盾尾与衬砌环局部孔隙也容易出现浆液渗漏的问题，导致一些衬砌环注浆量的增多，最大值竟达3.2m²，也引起衬砌管片的上浮。c、盾构机械故障问题：由于该盾构曾在上海地铁一号线使用过，部分机械设备容易出现故障，导致盾构被迫停止向前推进，停留时间过长，引起地面沉降量增大。针对已出现的这些问题，施工单位果断采取了以下措施：a、对有关施工技术参数进行及时调整，将盾构力盘油压稳定在8.5~10.0Mpa之间；刀盘转速仍为0.5转/min；土压力值的设定由原来的0.2Mpa减小到0.12Mpa。推进速度为3.5~4.0mm/min，每天推进速度由5m提高到8m~10m；在更换浆液配合比时，采用前文所述的配合比后，注浆量控制在2m³~2.2m³，采取少量多次的注浆方法，注浆压力为0.5MPa；b、采取在衬砌环外壁粘贴海绵止水带的堵漏措施，对盾容易产生漏浆的部位，充填油脂的使用必须到位；c、加强设备的维修保养工作，每日定时对设备进行检查工作，避免机械故障带来的不必要误工。从85cm开始

到第二试验段，轴线高程偏差很快被控制住，高程偏差值在25mm~35mm之间，平面偏差值维持在+25mm左右，而且地面沉降也没有出现过多的点位超标，盾构的姿态也好转，已具备了穿越龙东路的各项条件。

4.2、龙东路段盾构在穿越龙东路时的各项技术参数为基于前期调整后的值，有关参数为：盾构推进坡度为20%~24%；顶进速度为3.5~4.0cm/min；土压力值设定为0.14MPa；刀盘油压为8.0~9.0MPa；注浆量为2~2.2m²注浆压力为0.5MPa；从盾构机进入龙东路头（122m）直到穿越（185m）的整个过程中，持续推进施工12天，每天完成5~6m的工作量，速度较慢，但从及盾构推进姿态情况来看，反映良好，不仅地面沉降控制得很好，而且管线基本上没有很大的变形，完全没有影响。

4.3、1600污水南干线各施工技术参数值为：盾构推进坡度为22%；土压力设定为0.20MPa；顶进速度为3.0cm/min；刀盘油压设定为900N注浆量为2.0m³；注浆压力为0.5MPa。沿污水管布设的沉降观测点（槽）各点位沉降值都在20mm左右，达到了预期的效果。

5、结论

5.1、在浅覆土区域内盾构法隧道的施工中，用以防止地面沉降过大的注浆措施是至关重要的。同步注浆惰性浆液材料的配合比的选定要因工程而异，象本工程中所采用的浆液配合比是在综合地质情况、试验结果、实际施工多方面因素选定的，这对浅覆土区间隧道盾构法施工是适用的；注浆量在浅覆土区域内不宜过大，在理论孔隙值的120~150%之间即可，否则隧道轴线容易产生上飘，这一点与以往实践所采用的理论孔隙值的150~200%所不同。

5.2、在曲率半径小、越度大的隧道中的盾构推进，各项施工参数的及时调整尤为重要，从本工程中反映出，不仅理论计算值与实

际值有较大的差异,而且以往经验值和工程实际值也存在着一
定的偏差。 5.3在盾构法隧道施工中,遇到管线或其它重要构
筑物的保护问题时,对施工监测信息及时反馈到盾构施工作
业面,并采取相关的措施是非常重要的。把岩土师站点加入
收藏夹 100Test 下载频道开通,各类考试题目直接下载。详细
请访问 www.100test.com