

## 6、顶管施工方案

### 6.1、工程概况：

#### 6.1.1、工程简介：

本顶管工程属于上海市陆家嘴杨东小区锦和路雨污水工程重点管段。

根据上海市政工程设计研究院设计，顶管采用 $\Phi 800$ 、 $\Phi 2000$ 钢管各一根，顶管管线设计总长86m，其中锦和雨9#——10#井顶管43m，锦和污7#——8#井顶管43m。其中锦和雨9#井和锦和污7#井为顶管工作井，锦和雨10#井和锦和污8#井为顶管接收井。原地面清理至设计标高后，管顶覆土8.05m到8.25m不等。

#### 6.1.2、工程地质情况：

根据工程地质勘查报告，顶管施工作业层内的土质和水位分布情况如下：

- 1) 原地面~2.41m，以素填土为主，含少量碎石块；
- 2) 2.41~1.21m，灰黄色粉质粘土，含铁锰质，夹粉土；
- 3) 1.21~0.21m，灰色淤泥质粉质粘土，夹不规则粉土；
- 4) 0.21~-4.19m，灰色砂质粉土，土质不均匀，局部夹粘性土；
- 5) -4.91~-14.59m，灰色淤泥质粘土，夹薄层或团状粉土、粉砂，含少量碎蚌壳；

根据上海市政工程设计研究院设计，顶管作业层在-3.8m~-6.0m范围内，按照地质报告，属灰色淤泥质粘土，夹薄层或团状粉土、粉砂，含少量碎蚌壳，施工时局部可能容易产生流砂和上翘现象，顶管时要随机应变，根据土质变化相应调整纠偏力度。

#### 6.1.3、现场周围环境和工程特点：

顶管需从黄浦江上游引水箱涵底部穿过，两根管子距箱涵底部分别为 3.14m 和 3.34m，对地面沉降或隆起要求都很高。

本工程具有作业面深、顶进距离短等特点，施工时必须保证地面沉降（或隆起）和沉井受力均在规范范围内，不影响周围环境，特别不能对引水箱涵产生不利影响，并按时完工，体现顶管施工的高质量和高效率。

## 6.2、施工准备：

#### 6.2.1、施工用场地清理：

以工作井为中心，平整、压实施工用场地一块，20m\*12m，铺好碎石和黄沙，打素砼地坪，以便文明施工。沉井两侧行车轨道位置铺路基箱 8 块，跨度 10 m，其中每边 4 块，各长 20m，并找平。

#### 6.2.2、施工道路：

由于二处顶管均靠近公路，运送顶管设备和管材较方便，不需铺设公路到各井的临时道路。

### 6.2.3、工作坑定位：

工作坑是人、机械、材料较集中的活动场所，是顶管施工时在现场设置的临时性设施，据设计要求，取锦和雨 9#和锦和雨 7#作为顶管工作井。

### 6.2.4、工作井的基础与导轨：

本工程 9#和 7#工作井井底设计标高分别为-6.80m、-5.50m，相应顶管内底设计高程分别为-6.00m、-4.60m，落差较大，为方便顶管工作的顺利进行，先根据工作井、接收井流槽设计图浇筑适当厚度的轻质煤渣混凝土，并在混凝土内部预埋 15cm×15cm 的方木作轨枕（方木埋入混凝土的面包油毡）。

导轨安装是顶管施工中的一项重要工作，安装的正确与否直接影响管子的顶进质量，因此选用钢轨，并保证足够的刚度。其安装要求如下：

(1)两导轨应平行、等高，或略高于该处管道的设计高程，其坡度应与管道坡度一致。

(2)安装后的导轨应牢固，不得在使用中产生位移，并应经常检查校核。

(3)两导轨的间距按有关公式计算得出。

(4)导轨安装的允许偏差不能超过规范允许值。

(5)导轨安装要保证管道前进方向的准确和管子拼接加长时，前后管节同轴。

(6)

建设部标准《市政排水管渠工程质量检验评定标准》(CTJ—90)中关于顶管工作坑允许偏差的规定,见下表。

顶管工作坑允许偏差

序号	项目		允许偏差	检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	工作坑每侧宽度,长度		≥设计规定	每座	2	挂中线用尺量
2	后	垂直度	0.1%H	每座	1	用垂线与角尺
	背	水平线与中心线偏差	0.1%L		1	
3	导轨	高程	+3mm, 0	每座	1	用水平仪测
		中线位移	左 3mm 右 3mm		1	用经纬仪测

注:表内H为后背的垂直高度(单位:m);

L为后背的水平长度(单位:m)。

#### 6.2.5、顶力计算

根据有关规范中的顶管总顶力计算公式计算知,两根顶管的总顶力分别小于顶管工作井最大顶力6500KN、4500KN。

#### 6.2.6、测量标志的设置

(1)核对业主提供的坐标控制点和一级水准控制点,并对沉井施工采用的二级控制点进行复核,办好交接手续。

(2)对上道工序移交的沉井坐标和高程进行复测,办好交接手续。

(3)

用电子经纬仪和测距仪测量工作井和接收井的顶管洞口坐标，定出顶管轴线；用激光水准仪测量工作井和接收井顶管洞口标高，定出顶管高程。经监理复核后，办理验收手续。

(4)将地面管道中心桩用经纬仪（精度指标不低于 4"）引入工作井两侧井壁上，作为顶管中心的测量基线。

(5)将地面的临时水准点用水准仪（精度指标不低于 3mm）引入工作井的底部，设置两点，选择不易碰撞及不遮挡测量视线的地方设置。

(6)设置好每一段顶管的轴线基准点，并引出施工活动区域，并设置涂红白漆的钢筋支架以保护，避免造成顶进误差。

(7)工作井的中心桩与水准点设置必须牢固可靠，要经常校对并保证准确。

(8)中心桩应设可靠的延长桩。

(9)管道中心桩的位置，要考虑到后背或基础变形的影响。

(10)工作井井口周围设置沉井位移及沉降监测点（避免顶进误差）。

#### 6.2.7、施工用水、用电及夜间施工照明：

1) 正常施工时，为配置触变泥浆，每日需用自来水 4m<sup>3</sup>。本顶管机为泥水平衡式，泥水处理系统的水源采用自来水。

2) 施工用电，主要由主顶液压站、纠偏液压站、卷扬机、注浆泵、搅拌泵、螺旋输送机、刀盘电机、送水泵、排泥泵和电焊机构成，设备总功率 150KW。施工时可从大临用电线路上

接引，并按市政要求配置设有两级保护的配电箱。

3) 夜间施工照明的主照明采用固定灯架的 3KW 探照灯一盏，并配活动灯架两只，配 500W 碘钨灯，以覆盖工作井内和吊车施工区域。

#### 6.2.8、施工用地清理：

沉井主体封底后，沿沉井外壁四周打板桩并围枋，把沉井接至地面，并以工作井为中心，平整、压实施工用场地一块，20m×10m（详见施工总平面布置图

#### 6.2.9、顶管设备安装：

①在井口路基箱上铺设 5T 门吊的大车轨道，跨度误差 2cm，水平度误差 1cm，并按规范专门打接地桩接地。门吊就位后，试车检测大车同步性，如不同步调整电机。

②井内轨道安装按照规范要求，保证高程和基准线精度。轨道下排架固定时，除须与井底板相连外，横梁和竖梁加长后撑于井壁。

送水泵和排泥泵须做水泥墩底板，机座与预埋螺栓相连。

③贮浆箱放置时，连接送水泵的贮浆箱应低于连接排泥泵的贮浆箱，保证稀泥浆能及时循环。

④后背箱就位后应根据顶进轴线找正，并保证竖直精度。然后才能在后背箱和井壁之间打素砼（加早强剂）。24 小时后，后背达到承载能力时方可正式顶管。

⑤油缸支架安装时，支腿或底板须与井内预埋件相连，并按顶进轴线找正。油缸就位后，应空载伸出，检查平行度，保

证顶力合力与顶进轴线平行。

⑥激光经纬仪测量架固定，不能与其它设备相连，必须与井单独连接，以保证其它设备因顶力反作用力而位移时，不影响到测量精度。

在井底较低处，用竹筐及纱网做集水坑，保证泥浆泵正常工作。

⑦在预留洞口打 12mm 膨胀螺栓 16 个，环向均布，套上止水橡胶圈，压上钢压板（整体式），用螺母轻轻压紧（顶管机通过后再压紧）。

### 6.3、进场顶管设备简介：

本工程遇到的  $\Phi 800$ 、 $\Phi 2000$  钢管顶管，属于中、小口径顶管，且在含水量远远超过最大含水量的土层中施工， $\Phi 800$  顶管段首选泥水平衡式顶管机， $\Phi 2000$  顶管段首选切削平衡式顶管机。这两种设备，在过饱和土层中顶管时，对周围土体影响最小，又是井外操作，可连续出土，施工时省时、省力、质量好。

本公司准备采用的泥水平衡顶管机，是由日本 RASA 公司出品的新一代机型，DH800 型；切削平衡顶管机是自行研制机型，DH1800。

### 6.4、主要施工方法：

#### 6.4.1、施工方法选择：

本顶管工程有 2 处顶管，2 种直径规格。应上海市政工程设计研究院的设计要求，采用平衡式顶管机的顶管法施工。结合管子埋深、管径、地面复杂情况和总工期要求，采用不同的顶管施工方式，其中  $\phi 800$  的管子口径较小，采用**泥水平衡顶管法**， $\phi 2000$  的管子口径较大，顶管覆土较深，顶程较短，出土量大，地面建筑物少，工作面土层在淤泥质粘土层中，故采用**切削平衡顶管法施工**。切削平衡顶管法具有设备投资小，工作可靠，操作简单，质量稳定、维修方便、沉降较小、土体扰动小、抗不可预见情况处理能力强等优点。下面将分别介绍两种施工方法所用机械施工原理：

泥水平衡顶管法采用的泥水平衡机头，头部有 1 个切土刀盘（直径 1020 mm），由 3 个 7.5KW 电机提供动力，后面有偏心旋转的破碎槽，可破碎 100 mm 以下的块石，后部为隔离仓板。机头出土采用刀盘切削原状土，切削后经过与稀泥浆（送水泵提供）搅拌成浓泥浆，再由排泥泵送出管外。经沉淀后稀泥浆循环使用。

切削平衡顶管法采用的土压平衡机头，头部有 4 个切土小刀盘（每个切削面直径 760 mm），切削面积占 60%，分别由 4 个 7.5KW 电机提供动力，中部有 1 个插入前部密封仓的螺旋输送机，从保持压力平衡的密封仓里取土，顶头后部有运土小车接土并由卷扬机送至井内，再由吊车吊至地面。

这两种机头形式在江南地区多次施工中应用证明，即能保证地面沉降很小，又能保证施工时无塌方流砂等安全隐患，且有很高的生产效率。

#### 6.4.2、施工步骤：

本顶管工程中，由于利用已做好的沉井作工作井和接收井，故只需安装顶管设备后即可顶管施工。各工作井的施工顺序将由沉井交付使用的情况而定（详见施工总进度计划表）。

#### 6.4.3、沉井内顶管后背墙调整：

由于沉井为圆环状，为使沉井后背墙均匀受力，顶管后背墙略做处理，拟在现场根据实际情况制作素砼后背墙，并与预埋件相连。

#### 6.4.4、进出洞措施：

顶管能否顺利出洞是顶管得以成功的基础，我们充分考虑到本工程的土质条件、管道埋深和地下工程的不可预见性和危险性，结合我们的成熟经验，提出以下出洞措施：

(1)、为切实保证顶管出洞后沉井的安全，事先对工作井地基严格按设计要求用压密注浆法进行加固。

(2)、在沉井下沉之前，必须把预留洞用砖砌体封没，主要目的是防止洞口土体塌方，保证施工安全。

(3)、为使顶管进出洞口不发生水土流失，导致工程受损，在进出洞口安装可靠的止水装置是十分必要的，本工程采用的洞口防水装置为双道橡胶法兰形式，具有以下特点：①具有良

好的水密性能；②

安装简便易行。为使进出洞口止水装置发挥良好的水密性，必须在安装该装置时满足与设计轴线同轴的要求。这样橡胶法兰便会被四周均匀压缩，达到止水效果。

(4)顶管进入接收井时，为确保顺利进洞，除提前进行复测外，当顶力突然增大时，人工破洞，也确保设备和沉井安全。

#### 6.4.5、顶管施工工艺：

由于顶管时，主油缸反力作用在沉井井壁上，井壁要承受较大后座力。按上海市政工程设计研究院设计，锦和雨 9#井最大顶力为 6500KN，锦和污 7#井最大顶力为 4500KN，基本上能满足一次顶进的顶力需求。如实际施工时的顶力超过预计，将采用增设中继间和进行触变泥浆减阻等措施来保证。顶力由 2 只主顶油缸提供，30Mpa 下，单缸推力 180T，总推力 360T。

#### 6.4.6、中继间的设置：

为保证沉井受力不超过规定，设置一中继间。中继油缸为 12 个，环向均布，缸径 100mm，行程 300mm，工作压力 30Mpa，额定推力合力 300T。中继间为两钢制中继环套接而成，为防止前后环往复使用造成磨损后漏水，设置可调顶压橡胶密封圈。采用本中继间形式，前后连接钢管无需特制。中继油缸动力由井内主液压站供应，高压软管连接，电磁阀井内控制。

预计此二段顶管均不需中继间，为以防万一，现场备中继间 2 只，视顶力情况使用。

#### 6.4.7、触变泥浆减阻：

顶力的控制关键是最大限度地降低顶进阻力，而降低顶进阻力最有效的方法是注浆。我们设想在管外壁与土层形成一条完整的环状的泥浆润滑套，改变原来的干摩擦状态，就可以大大减轻顶进阻力。要达到这一目的：

①选择优质的触变泥浆材料，膨润土取样测试，其主要指标为造浆率、失水率和动态塑性指数比，这些指标必须满足设计要求。

②浆液的配置、搅拌、膨胀时间，都必须按照规范要求执行。

③压浆方法要以与顶进同步注浆为主，补浆为辅，在顶进过程中，要经常检查各推进段的浆液形成情况，还可以通过各中继间和主顶装置的油压值推算出各段的注浆减阻效果，从而及时加以改进。

④注浆设备和管路要可靠，具有足够的压力和良好的密封性能。

⑤注浆工艺必须由专职人员进行操作，质检员定期检查。

压注触变泥浆又分为三类，分别控制：

a. 机尾三节钢管同步压浆，以形成原始浆套，填充固有间隙和纠偏间隙。

b. 沿线压浆，以补充管道沿线浆套缺损。

c. 顶点压浆，根据沉降测量反馈数据，对沉降过大处补偿性压浆，以支撑地表。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/325311024033011314>