

*****道路新建工程
雨水管道顶管

施
工
专
项
方
案

*****道路新建工程项目经理

2009 年 6 月 5 日

目 录

1. 工程概况	- 1 -
1. 1 工程地质条件	- 1 -
1. 2 施工验收规范	- 1 -
2. 组织管理机构	- 2 -
3. 施工方法	- 3 -
3. 1 施工准备	- 3 -
3. 2 施工测量	- 3 -
3. 3 SMW工法施工	- 4 -
3. 4 坑底压密注浆加固施工	- 9 -
3. 5 基坑开挖及支撑安装	- 11 -
3. 7 顶管施工	- 13 -
3. 8 顶管时的意外应急措施	- 25 -
3. 9 确保顶管施工的技术措施	- 26 -
4. 施工质量保证措施	- 33 -
4. 1 结构施工质量保证措施	- 33 -
4. 2 顶管施工质量要求及其保证措施	- 34 -
5. 安全保证技术措施	- 36 -
5. 1 建立安全管理制度	- 36 -
5. 2 重点工序安全控制的主要技术措施	- 36 -
5. 3 施工用电安全	- 37 -
5. 4 现场安全管理措施	- 38 -
5. 5 顶管施工安全技术措施	- 39 -
6. 现场文明施工及环境保护措施	- 40 -
7. 雨季施工措施	- 41 -
8. 施工进度计划安排	- 42 -
8. 1 施工总体安排	- 42 -
8. 2 施工总进度计划	- 42 -
8. 3 保证工期的技术措施	- 42 -

9. 主要施工机械设备配备表	- 44 -
10. 劳动力组织计划.....	- 45 -

1. 工程概况

本工程顶管顶段位于*****。

管材为钢砼“F”型顶管重力管，管径 $\phi 1000$ 采用顶管工艺施工。包括一座顶管工作坑，一座顶管接收坑，两座检查井。工作坑和接收坑围护采用SMW工法，按照设计要求结构采用 $\phi 800$ 搅拌桩加插型钢作围护挡土形式，内设两道钢围檩一道钢筋砼围檩作支护，坑底用双液注浆进行坑底土体加固。基坑开挖深度为7.38m（接收坑）和7.43m（工作坑）。

1.1 工程地质条件

本工程范围内地基自上而下为：①1层填土，③1层灰色淤泥质粘土，④1层灰色淤泥质粘土，④2-1灰色粘质粉土夹粉质粘土。顶管所穿越的土层，根据地质勘察资料：在③1：灰色淤泥质粉质粘土夹砂质粉土，土质呈高压缩性，流塑状。

1.2 施工验收规范

- (1)《混凝土结构工程验收规范》GB50204-2002；
- (2)《给水排水构筑物施工及验收规范》GBJ141-90；
- (3)《钢筋焊接及验收规范》JGJ18-2003；
- (4)《市政排水构筑物工程及验收规程》DBJ08-224-90；
- (5)《市政地下工程施工质量验收规范》DG/TJ08-236-2006；
- (6)《型钢水泥土搅拌桩墙技术规程》DGJ08-116-2005；
- (7)《地基处理技术规范》DBJ08-40-94；
- (8)《市政道路、排水管道成品与半成品施工及验收规程》DBJ08-87-2000；
- (9)《市政排水管道工程施工及验收规程》DBJ08-220-96；

(10) 《市政排水构筑物工程施工及验收规程》 DBJ08-224-96;

(11) 《市政地下工程施工及验收规程》 DGJ08-236-2006。

工程所涉及的国家 and 地方其他的有关政策和法规，特别是质量、安全生产、环境保护、水土保持方面的政策和法规。

3. 施工方法

3.1 施工准备

(1) 铺设简易施工道路：东侧将*****拓宽至红线边界，浇注 4.5m 宽的砼道路作社会车辆通道，西侧整平压实后铺设 20cm 厚道碴作临时施工道路、材料堆场。

(2) 设备进场拼装调试、验收。

(3) 接驳水、电到位。

(4) 施工用材料进场并按规范要求进行取样复试。

(5) 技术准备：

① 掌握地形、地质、水文等勘察资料，对顶进线路的地层情况、地下水位情况进行充分的分析，预先分析施工中可能遇到的各种不利因素，并提出相应的解决方法和措施。探摸施工区域内地下管线情况，摸清管线的走向、埋深等基本情况。

② 组织有丰富施工经验的技术人员审图，充分了解和掌握设计意图、结构特点和技术要求，并编制相应的施工方案

③ 做好施工过程中监测项目的前期准备，施工过程各种记录表格的准备。

④ 对各工种、各施工班组进行详细的技术交底，做好施工操作人员的再培训
工作。

3.2 施工测量

建立测量控制网的建立，在管道两端的施工现场各建立 3 个固定的测量点，并各设一个测站利用 TPS1200 对固定的测量点进行测量，根据经验，从基准点导到测站的坐标的误差在水平±1CM，垂直±2CM 的范围之内，就能满足顶管

精度方面的要求。

(1)顶管施工测量放样保证业精度，采用三测回制。地面测量选择天气晴朗，相对湿度较小的天气进行。如两井通视，则采用经纬仪按设计要求放出顶管轴线，在地面设控制桩，通过空导点用“2”级全站仪放出，通过控制桩对轴线复核。复测控制桩时，必须做到三测回以上。

(2)在顶管施工期间对控制点进行复测，轴线测量仪器点每班都需校准。如两井不能通视，无法直接利用井的预留孔中心测出顶进轴线，则采用空导点坐标来测出顶进轴线。

(3)井内测量采用由测量仪器定出井下管道顶进轴线测量仪器的位置；同时在测量仪器的对面井沿口与井壁上分别设置测量仪器的复测校核点与线，以便在管道顶进轴线测量过程中对仪器自身位置的位移监察。每隔 6 小时复测一次。

(4)管道顶进轴线测量采用在井内设固定的测站，根据设计坡度，经纬仪调好垂直角度。顶管掘进机内垂直面设置顶进轴线灯箱型光靶；顶管掘进机内水平面设置坡度板，测量掘进机的倾斜和旋转。

(5)在顶进过程中要经常对顶进轴线的测量，每顶进 250~300mm 测量 1 次，并记录 3 次/节管子，顶进轴线与设计轴线一旦发生偏差，要及时采取纠偏纠正措施，减少顶进轴线与设计轴线的偏差数值。在出洞、进洞及纠偏过程中，适当增加测量次数。

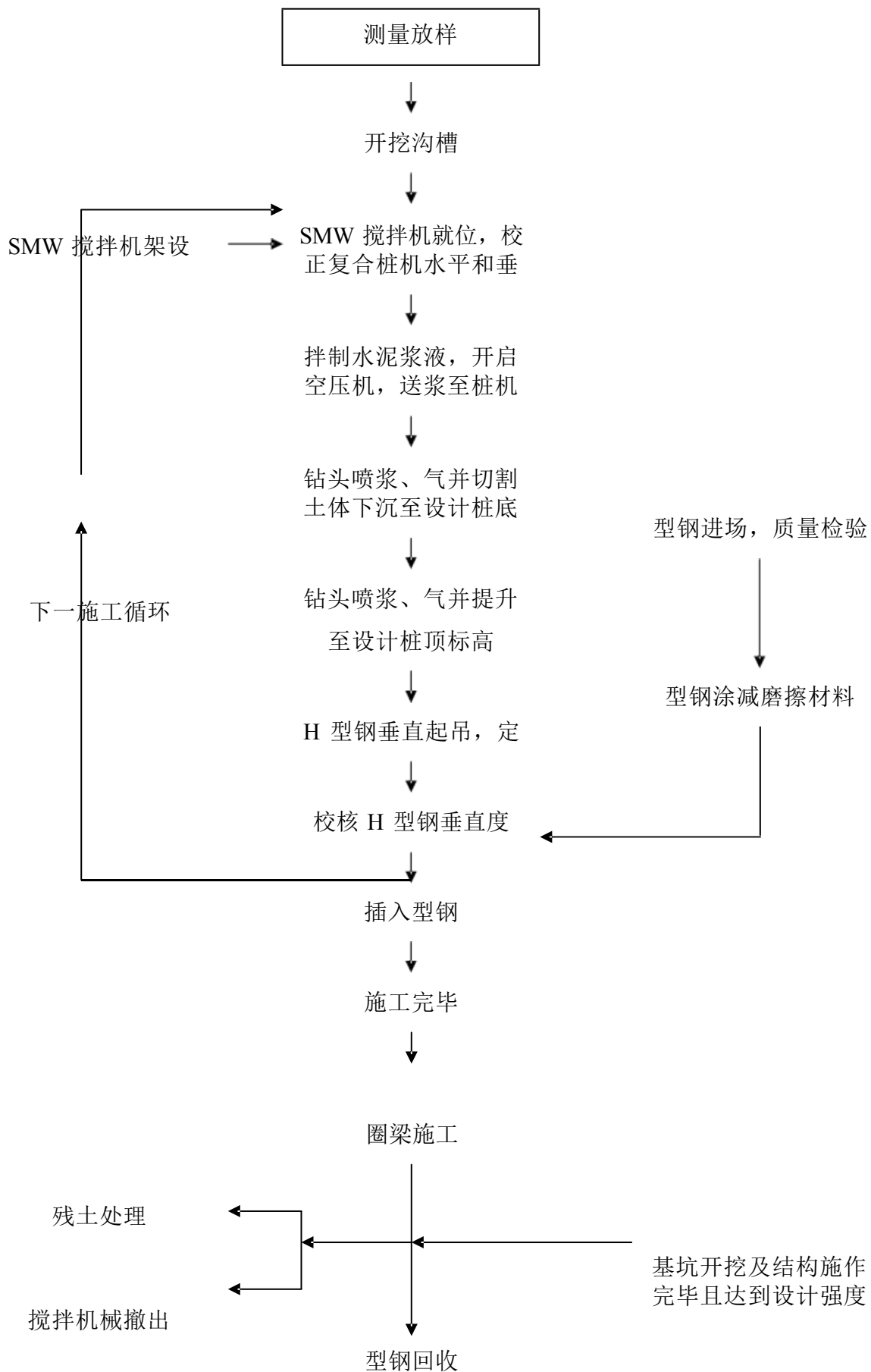
(6)设置对工作井位移与倾斜的监察点，实行不定时监察，随着顶力的增加而增加工作井位移与倾斜的监察测量的频率。

3.3 SMW工法施工

本工程工作坑和接受坑基坑围护墙体采用 SMW 工法， $\Phi 800\text{mm}$ 水泥土搅拌桩搭接 200mm，内插 H 型钢 $500\times 300\times 11\times 15$ ，型钢长度 15.96m，插入密度按设计要求控制。搅拌桩水泥掺量为 20%，采用 P32.5 硅酸盐水泥，水灰比为 1.5，设计要求搅拌桩 28d 抗压强度大于 1.0MPa。水泥土搅拌桩桩顶标高+3.98m，桩底标高-11.98m。桩顶设钢筋砼圈梁，断面为 900×600 。拟采用 1 台 DH508 型三轴水泥土搅拌桩桩机。

(1)工艺流程

SMW 工法围护桩施工工艺流程如下图:



SMW工法围护桩施工工艺流程图

(2)障碍物清理

SMW 工法要求连续施工，故在是前应对围护施工区域地下障碍物进行探测清理，以保证施工顺利进行。

(3)测量放线

根据围护工程施工图,按图放出 SMW 工法边线控制线,设立临时控制桩,做好技术复核单,提请甲方及监理验收。

(4)开挖沟槽

根据基坑围护边线用挖机开挖槽沟,沟槽尺寸为 1000×1200mm,并清除地下障碍物,开挖沟槽土体应及时处理,以保证 SMW 工法正常施工。

(5)桩机就位

由当班班长统一指挥桩机就位,桩机下铺设路基箱,移动前看清上、下、左、右各方面的情况,发现有障碍物应及时清除,移动结束后检查定位情况并及时纠正;桩机应平稳、平正,并用经纬仪或线锤进行观测以确保钻机的垂直度;三轴水泥搅拌桩桩位定位偏差应小于 1cm。成桩后桩中心偏位不得大于 20mm,桩身垂直度偏差不得超过 0.5%。

(6)水泥石配合比

根据 SMW 工法的特点,水泥石配比的技术要求如下:

a.设计合理的水泥浆液及水灰比,使其确保水泥石强度的同时,在插入型钢时,尽量使型钢靠自重插入。若型钢靠自重仍不能顺利到位,则略微施加外力,使型钢插入到规定位置。

b.水泥石和涂有隔离层的型钢具有良好的握箍力,确保水泥石和型钢发挥复合效应,起到共同止水挡土的效果,并创造良好的型钢上拔回收条件,即在上拔型钢时隔离涂层易损坏,产生一定的隔离层间隙。

c.水泥石在型钢起拔后能够自立不塌,便于充填孔隙。

d.本工程设计:水灰比为 1.5;32.5 级普通硅酸水泥掺量为 20%,每立方米水泥掺量为 360kg。浆液配合比为:水泥:膨润土:水=1:0.05:1.5,浆液配比须根据现场试验进行修正。

SMW 搅拌桩施工时每班组需做试块同条件养护,28 天强度应达到 1.0Mpa。

(7)制备水泥浆液及浆液注入

在施工现场搭建拌浆施工平台,平台附近搭建水泥筒仓,在开机前按要求进

行水泥浆液的拌制。将拌制好的水泥浆送入贮浆桶内备用。

水泥浆配制好后，停滞时间不得超过 2 小时，搭接施工的相邻搅拌桩施工间隔不得超过 10 小时。注浆时通过 2 台注浆泵注入。注浆压力：0.4-0.6Mpa，注

浆流量：150-200L/min/每台。

(8)钻机搅拌

桩的搅拌与喷浆：

在各方面检查无误差后开始搅拌，采取二搅二喷工艺，在第一次搅拌提升和第二次搅拌下沉时进行喷浆，第二次搅拌为复搅，提高桩身的均匀度，第一次喷浆量控制在理论喷浆量的 60%-70%，第二次喷浆量控制在 30%-40%。浆液搅拌用灰浆搅拌机搅拌，拌好浆液放入储浆筒待用，浆液质量的测定用比重计测量，先按规定进试拌后测定浆液的比重，作为以后检测的标准。

启动电动机，根据地质情况按速率调整变速卷扬机，使搅拌头自上而下切土搅拌下沉，直到设计深度。在钻杆上作好标记，作为成桩深度的控制，在切土下沉时搅拌头的下沉速度不大于 2.0m/min。启动灰浆泵将配好的水泥浆送到搅拌头后，按计算要求的速度提升搅拌头，边注浆边提升，使水泥浆和原状土充分拌和，直到提升到桩顶设计高后再关闭灰浆泵。搅拌头提升速度应控制在 50cm/min 左右，注浆泵出口压力控制在 0.4-0.6Mpa，同时进行二次搅拌和喷浆，然后进行复搅，再次将搅拌机边搅拌（不注浆）边提升至自然地面，关闭搅拌机。

当搅拌过程中，因电压过低、喷浆管爆裂或其它原因造成停机，采用搅拌桩重新启动时，搅拌头再次下沉切入已形成桩体复搅，如果停机时间超过规定时间 10 小时形成断桩，则采用接桩搅拌后，单根断桩外围补双根桩的办法处理。并做好原始记录。

(9)清洗、移位

将集料斗中加入适量清水，开启灰浆泵，清洗压浆管道及其它所有机具，然后移位再进行下一根桩的施工。

(10)施工冷缝处理

施工过程中一旦出现冷缝则采取在冷缝处围护桩外侧补搅素桩方案。在围护桩达到一定强度后进行补桩，以防偏钻，保证补桩效果，素桩与围护桩搭接厚度约 10cm。

(11)涂刷减摩剂

a、减摩剂重量配合比为：氧化石蜡：阳离子乳化剂：OP：助乳剂：防锈剂：
水：=15：1.3：0.8：2：2：65。

涂刷前要清除 H 型钢表面的污垢及铁锈。

b、减摩剂必须用电热棒加热至完全熔化，用搅棒搅拌时感觉厚薄均匀，才能涂敷于 H 型钢上，否则涂层不均匀，易剥落。

c、如遇雨天，型钢表面潮湿，先用抹布擦干其表面后涂刷减摩剂。不能在潮湿表面上直接涂刷，否则将剥落。

d、如 H 型钢在表面铁锈清除后不立即涂减摩剂，必须在以后涂料施工前抹去表面灰尘。

e、型钢表面涂上涂层后，一旦发现涂层开裂、剥落，必须将其铲除，重新涂刷减摩剂。

f、基坑开挖后，在设置支撑牛腿时，必须清除 H 型钢外露部分的涂层，方能电焊。地下结构完成后拆除支撑，必须清除牛腿，并磨平型钢表面，然后重新涂刷减摩剂。

g、浇筑桩顶钢筋混凝土围檩时，埋设在梁中的 H 型钢部分牛皮纸包裹好。使型钢与砼隔离良好。以利型钢拔除。

(12)插入型钢

三轴水泥搅拌桩施工完毕后，吊机应立即就位，准备吊放 H 型钢。H 型钢使用前，在距其顶端 25cm 处开一个中心圆孔，孔径约 8cm，并在此处型钢两面加焊两块各厚 1cm 的加强板，其规格为 450mm×450mm，中心开孔与型钢上孔对齐。

将高程控制点，用水准仪引放到定位型钢上，根据定位型钢与 H 型钢顶标高的高度差，在型钢两腹板处外侧焊好吊筋（ $\phi 12$ 线材），误差控制：

a、在 $\pm 5\text{cm}$ 以内，型钢插入水泥土部分均匀涂刷减摩剂。

b、安装好吊具及固定钩，然后用 35 吨吊机起吊 H 型钢，用线锤校核其垂直度。

c、在沟槽定位型钢上设 H 型钢定位卡，固定插入型钢平面位置，型钢定位卡必须牢固、水平，而后将 H 型钢底部中心对正桩位中心并沿定位卡徐徐垂直插入水泥搅拌桩体内，采用线锤控制垂直度。

d、H 型钢下插至设计深度后，用槽钢穿过吊筋将其搁置在定位型钢上，待水泥土搅拌桩达到一定硬化时间后，将吊筋及沟槽定位型钢撤除。

e、若 H 型钢插放达不到设计标高时，则重复提升下插使其达到设计标高，此过程中始终用线锤跟踪控制 H 型钢垂直度。

f、H 型钢穿过圈梁，定位误差应不大于 $\pm 30\text{mm}$ ，垂直度偏差不得大于 1%。

(13)型钢拔除

主体结构施作完毕且恢复地面后，开始拔除 H 型钢，采用专用夹具及千斤顶以圈梁为反梁，起拔回收 H 型钢。在拔出 H 型钢的同时，对 H 型钢留下的缝隙用黄砂及时填充，以控制变形量。

(14)报表记录

施工过程中由专人负责记录，记录要求详细、真实、准确。要求每个班组每个台班做一组 $7.07 \times 7.07 \times 7.07\text{cm}$ 试块，试样宜取自最后一次搅拌头提升出来的附于钻头上的土，试块制作好后进行编号、记录、养护，到龄期后随机抽取几组送实验室做抗压强度试验，28 天龄期无侧限抗压强度要求应大于 1.0Mpa 。

(15)施工技术保证措施

测量放线由专职测量人员负责测量放线及桩位的定位；桩机必须端正、稳固、水平、用经纬仪保持垂直度；浆液配制必须按规定的配合比进行配制；为保证水泥土搅拌均匀，必须按要求控制好下沉提升速度，若出现堵管、断浆等现象，应立即停，查找原因进行处理，待故障排除后须将钻具提升或下沉 1m 方能注浆，防止断桩；开挖面以上采用重复搅拌，保证开挖面以上止水效果；减慢下沉速度、减少偏位；严格控制定位及桩架的垂直度；适当提高浆液的水灰比，延长搭接处搅拌体初凝时间，减少钻杆偏位；派专人观察钻杆的偏位，如发现严重偏位时，则提杆重新搅拌；开挖沟槽及清障时，要控制好沟槽两边尺寸，以便设备的就位；桩架下的路基箱铺设要平整，地基土要密实，以防钻进时，桩架倾斜；搅浆系统要保持完好，准备好备用泵等设备；对开槽及溢出的泥土要及时清运，创造良好的施工环境。

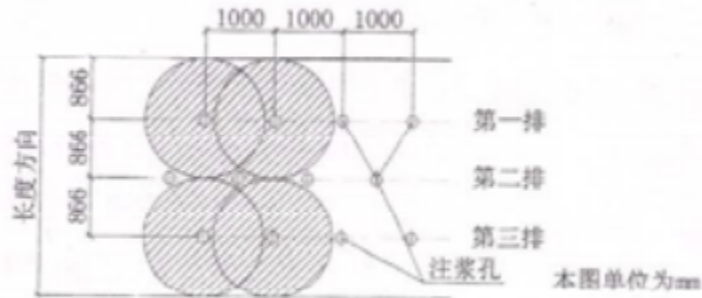
3.4 坑底压密注浆加固施工

本工程中顶管工作坑及接井坑底均采用振冲双液分层注浆加固，加固深度为 3m ，注浆液选用 32.5#的新鲜普通硅酸盐水泥，水玻璃模数为 $3.0\sim 3.3$ ，注浆 28d 加固体静力触探比贯入阻力 $P_s \geq 1.4\text{MPa}$ ，渗透系数 $< 1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 。

3.4.1 施工工艺流程及施工方法

(1) 注浆孔采用等腰三角形、梅花型布孔方式，每排孔平均间距 1.0m，单孔平均孔距 1.0m，相临排孔中间错开。注浆加固影响范围半径为 0.6~0.75m。注浆

层厚 3m，造孔深度应大于设计深度 0.3m，分 11 次上行式注浆，每层厚约 0.3m，这种布孔与分层可使地基加固均匀、密实。布孔位置见下图所示。施工时，钻孔遇到地下埋设物，注浆孔位可根据实际情况作相应调整。



图<T3-3.2.4-01> 双液分层注浆布孔示意图

(2) 注浆孔的施工顺序为先外围内部注浆，外围注浆以用浆量控制为主，内部注浆以压力控制为主。其施工工艺流程为：选孔→连接系统管路→开始注浆→上提钻杆→再注浆→再提钻杆→再注浆→…注浆结束。

(3) 首先利用振动钻机造孔，开孔直径 32mm。在振动钻机钻头布设特定注浆装置，在孔位到达设计深度后开始注浆，注入设计量后上提 0.3~0.5m，再注浆，直至到达加固土体顶部后注浆结束。

(4) 注浆压力为 0.3~1.0Mpa，水灰比为 0.5~0.6，实际值在施工现场根据现场配合比试验确定。注浆完成后用静力触探法对加固土体进行 28 天后的强度检查，抽条加固区的强度应不低于 1.4Mpa。

3.4.2 质量保证措施

压密注浆施工质量控制参照《上海市地基处理技术规范》(DBJ08-40-94)标准严格执行。浆前应充分做好准备工作，包括机械器具、仪器、管路、注浆材料、水、电等的检查及必要的试验，其中压力表和流量测定器应是必备的仪器，注浆一经开始应连续进行，不得无故中断；做好注浆施工记录。

材料要求：注浆用水泥宜采用 32.5#普硅水泥，一般出厂日期不得超过二个月，受潮结块不得使用，水泥的各项技术指标应符合现行国家标准，并应附有出厂试验单及现场检验报告。注浆用水应是自来水或其他清洁水，不宜选用 PH 值

小于 4 的酸性水和工业废水。浆液必须经搅拌机充分搅拌均匀后，才能开始压浆，并应在压浆过程中不停地缓慢搅拌，搅拌时间应小于浆液初凝时间，浆体在泵送

前应经过筛网过滤。孔位放样误差小于 5cm，钻孔深度误差小于 10cm，垂直度

误差不大于 1%。对注浆浆液配比应严格控制，重量误差小于 5%，并在拌浆现场挂配方牌。

浆液初凝时间为 1-2 小时,并根据现场实际情况与设计、监理协商决定。保证注浆泵上的压力表正常读数，以便在注浆时能随时观察注浆压力，控制压力在允许范围内。在注浆时应记录注浆孔位、注浆开始时间、注浆量、注浆压力、注浆结束时间等施工参数。施工时应根据控制要求进行自检、互检、专检及抽检，并做好检查记录。

3.5 基坑开挖及支撑安装

3.5.1 土方开挖

本工程工作井坑内壁：8000×3500×7930；接受井：4500×3500×7880。基坑很小且深，且坑内设有三道支撑。挖土工作面很小，需要配置液压挖掘机及抓斗式挖土机，液压挖掘机负责上部基坑的开挖，抓土机负责基坑下部土体的开挖，基坑底最后 30cm 采用人工开挖。

基坑开挖土方量约为 350m³。采用分层开挖分层支撑法，快速安装钢支撑的工艺进行施工。

由于基坑很小且有搅拌桩与周围地下水系阻隔，坑内地下水保有量很小，土方开挖阶段采用明沟和集水井组合来进行排水，每层土方开挖到位后，在坑周开挖排水沟，基坑对角开挖二个集水井。排水沟：30cm×30cm，集水井：600cm×600cm×600cm，集水井底铺设 20cm 道渣，井内放置钢筋笼，笼周用土工布包裹。

3.5.2 水平支撑施工

工作坑支撑平面采用对撑形式，垂直向设三道钢支撑[32b；接受坑平面设置两对八字撑，垂直向设置三道围檩两道钢支撑[28b。两坑顶圈梁均为钢筋砼，断面为 900×600，其余为钢围檩采用 HM400×300×10×16。

为了尽快地设置钢支撑，在开挖基坑前，在地面上预先对每根钢支撑进行试拼装，检查钢支撑的直线性、焊缝情况和钢支撑的活动端及固定端是否绕曲，钢

支撑的偏心情况，并认真记录。

每层土方开挖到位后，将钢围檩位置测放并标识出来，人工凿除水泥土，暴露出型钢，并剥除隔离涂层，重新测设围檩位置，焊接钢围檩并安装钢支撑。工

作井钢支撑（对撑）安装好后，要设计要求施加预压应力，以减少基坑变形。

(1) 基坑 SMW 工法桩施工完成后，用液压挖掘机挖除表层土后施工第一道钢筋砼圈梁，围檩砼强度达到 100%后方可继续开挖。对于工作坑，需要先安装好钢支撑后再挖土。

(2) 用液压挖掘机继续开挖至第二道围檩以下 300mm 后，设置钢围檩和槽钢对撑及斜撑，设置完成后改用抓斗式挖土机继续开挖。

(3) 由抓土机开挖至第三道支撑标高后，安装第三道钢围檩和钢支撑。施加预应力后继续挖土，至距离基坑底 30cm 时，改由人工开挖整平于基坑垫层底标高，并及时浇筑 150mmC15 素砼垫层。

(4) 基坑开挖过程中如发现围护结构有渗漏，必须随时封堵，基坑周边堆载应小于 20KN/m²，且严禁单侧堆载，支撑充分利用时空效应，严格控制基坑变形，保证施工安全。基坑开挖及支撑流程见图<T3-3.2.5-01>所示。

3.6 底板、前导墙及后靠墙施工

基坑开挖到设计标高后，进行基槽验收，合格后浇注垫层混凝土。进行顶管工作坑底板施工，底板砼强度达到设计强度的 70%以上后进行顶管工作坑前导墙、后靠背的施工。底板、前导墙及后靠背均采用抗渗商品砼。

底板和前导墙及后靠墙、顶管施工期间要加强坑内排水，在坑底对角处设置 2 个 50×50×60cm 的集水井，井内放置潜水泵，及时将井内积水排干。

由吊车将底板钢筋吊至坑底，组织钢筋工进行底板钢筋的绑扎。钢筋绑扎完毕并经验收合格后，即可安排底板混凝土的浇筑。井壁竖向钢筋应在底板混凝土浇筑前预埋好。

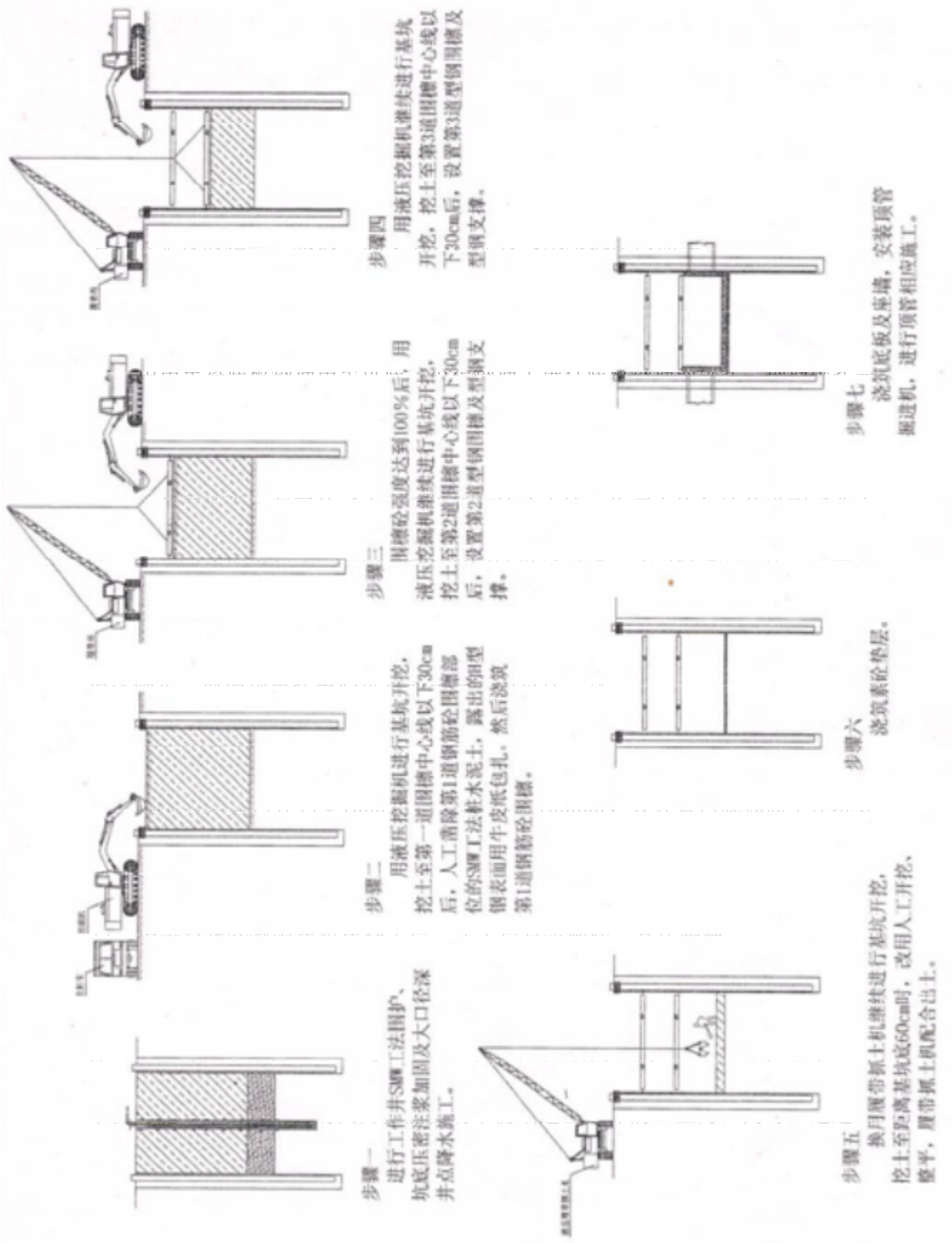
为使顶管有一坚固的后座，需浇筑钢筋砼座墙，将顶力均匀地传递到后背土中。后座尺寸根据设计图纸及顶管设备实际情况确定，与底板连成一体。后座墙与顶井轴线垂直，墙面平整。为使顶管出洞处能安放止水设施，需在基坑前部浇筑前导墙，并将钢板浇筑在前导墙中。前导墙尺寸根据设计图纸及顶管设备实际情况确定。前墙预留孔中心位置的标高要与设计一致。

本工程顶管内径为 $\phi 1000$ ，管壁厚度为 100mm，设计管内底标高工作坑处为 -2.35m，接受坑处为 -2.40m，原地面为 +4.48m，顶管埋深约为 6.88m。顶管长度为 50m，采用“F”型钢承口式钢筋混凝土管，“F-B 型”钢套环，橡胶圈接口。顶管穿越③淤泥质粉质粘土层，该土层呈流塑状，高压缩性。

3.7.1 顶管设备选型

考虑到本标段顶管覆土层较深、管径较小且顶距不长，及施工条件和土质情况，经过综合比较，决定采 MEP 泥水平衡式顶管掘进机，由于该机具有双重平衡功能，即其全断面的大刀盘能自动平衡顶进正面体的土压力，同时，通过对泥水室进行泥水加压，又能平衡地下水压力，这种具有双重平衡功能的顶管掘进机除了施工过程中安全可靠外，对地表隆沉控制精度比较高，一般地表隆沉值控制在 1cm 以内。

此外，MEP 泥水平衡式顶管掘进机还装有主顶速度检测仪、倾斜仪等可对



图<T3-3.2.5-01> 顶管工作、接收井基坑开挖及支撑流程工况示意图

削任 1cm 以内。

此外，MEP 泥水平衡式顶管掘进机还装有主顶速度检测仪、倾斜仪等可对

顶进速度、机头旋转、水平倾角自动进行测量，因此 MEP 泥水平衡式顶管掘进机非常适应在本工程土层中的管道顶进施工。其主要特点如下：

(1) 可以控制切土口的大小，并且本机型掘进机的刀盘是处于浮动状态，当前方土压力变小时刀盘可自动伸出，相应的切土口会变小，始终保持一定的力，平衡正面的土压力，从而达到避免前方土体塌陷而造成地面沉降。

(2)当通过含砂量比较大的土层时可适当增加泥浆浓度，在刀盘与前方土体之间形成一层泥膜，可达到稳定前方土体的效果可使顶进面始终处理平衡的最佳状态，有效地控制地表沉降。

(3)与其他型式顶管方法相比泥水式顶管具有以下特点：

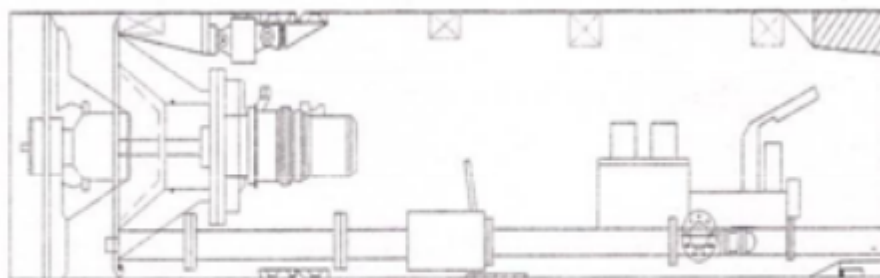
①适用的地质范围较广，可保持挖掘面的相对稳定，对周围土层的影响较小，施工后地面沉降也相对较小；

②泥水顶管的推力较小，最适宜于长距离顶管；

③工作坑内作业环境较好，作业比较安全，由于采用泥水输送弃土，没有吊土、搬运土方等较易发生危险的作业。可以在大气常压下作业，如挖掘面稳定，不会造成地面沉降而影响交通及各种公用管线的安全；

④由于可以连续出土，因此大大提高了推进速度。由于采用了方向诱导装置，使得该机型常规顶速可达到 15-20M/天，并且施工精度极高，方向误差可控制在 10mm 以内。

其结构如下所示。



图<T3-3.3.1-01> 泥水平衡顶管掘进机结构示意图

3.7.2 施工现场布置

顶管现场需占地 10m*12m 约 120m²。施工现场沿工作坑布置 20t 汽车吊一辆，负责现场混凝土管的吊装及井下拼接管道时的起重任务。

工作坑一侧为现场办公室、各班工作室、料库、泥浆房、自动控制室。自动控制室安装有自动控制台，微机及监视通讯设备。工作坑另一侧为管段堆场、弃土场、危险品仓库及汽车吊。现场办公室采用集装箱。

为便于晚上施工，在现场设二座照明灯。

上下爬梯沿工作坑周边环绕布置，井内沿顶进轴线方向依次安装止水装置、导轨、顶铁、主推千斤顶（支架）及后背墙。后座千斤顶中间设置工作平台一座。安装测量设备及 3t 卷扬机。导轨一侧为井内及管内配电箱。

在支架上方搭建工作平台一座，安装出泥系统的基坑旁通装置。

管内最前端为顶管掘进机、出泥系统，然后为中继环、中继电箱及供电浆管路。

工作坑一侧沿沉井壁依次安装供浆、供电、供水、出泥管线。

3.7.3 井内布置

工作井井内布置主要是后靠背、导轨、主顶油缸、油泵车、钢扶梯等。具体参见《顶管工作井内布置图》。

(1) 止水装置安装：顶管施工过程中对洞口止水装置的密封性能要求较高，施工中应严格按设计要求进行止水装置安装。

(2) 导轨安装

顶管导轨的定位准确与否，将直接关系到今后顶管的顶进轴线，故顶管导轨位置需按设计轴线进行准确放样，避免顶管出洞出现的“磕头”现象。

① 本工程导轨由型钢和钢板焊接而成，在工作井底板基础上应事先预埋钢板，预埋钢板的位置与导轨相吻合，以便导轨与之焊接。预埋钢板上的锚固钢筋要焊牢并有足够的锚固强度，导轨安放后，还应在两侧用型钢支撑好，以确保其牢固，必要时再浇筑混凝土，确保导轨在受撞击的条件下，不产生位移，不变形；

② 在安装导轨时，应时记得检查两导轨是否顺直、平行、等高，其纵坡应与管道设计坡度一致；

③ 导轨安装的允许偏差：轴线位置允许偏差为 3mm；顶面高程允许偏差 0~±2mm，两轨内距允许偏差为±2mm。

④ 安装后的导轨应牢固，严禁在使用中产生位移，并应经常检查校核。

(3) 主顶油缸安装

本工程主顶进系统共有 2 只 150T 单冲程等推力油缸，行程 1500mm，总推力 300T（实际控制顶为 200T），2 只主顶油缸组装在油缸架内，安装后的 2 只油缸中心位置必须与设计图一致，以使顶进受力点和后座受力都保持良好状态。安装后的油缸中心误差应小于 10mm。具体安装要求如下：

① 千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心的垂线对称，其合力的作用点应在管道中心的垂直线上；

② 千斤顶油路应并联，每台千斤顶应有进油、退油的控制系统。

(4) 油泵安装和运转

主顶液压动力机组（即油泵）由二台大流量斜轴式轴和柱塞泵供油，采用大通径的电磁阀和和系统管路，减小系统阻力，油缸可以单动，亦可联动。主顶系统由 PLC 可编程序计算机控制，并采用变频调速器实现流量的无级调速。主顶系统操作台设在地面控制室内。油管布置时应顺直、转角少。除此之外还应注意以下几点：

① 油泵在选择时应与千斤顶相匹配，并应具备用油泵；油泵安装完毕，应进行试运转；

② 顶进开始时应缓慢进行，待各接触部位磨合后，再按正常顶进速度顶进；

③ 顶进中若发现油压突然增高，应立即停止顶进，检查原因并经处理后方可继续顶进；

④ 千斤顶活塞退回时，油压不得过大，速度不得过快。

(5) 顶铁的选择、安装和使用

本工程在顶管施工时，将采用 U 型顶铁及环形顶铁。

① 顶铁的安装和使用

a. 安装后的顶铁轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁与导轨和顶铁之间的接触面不得有泥土、油污；

- b. 更换顶铁时，使用的顶铁长度应符合施工要求；顶铁拼装后应锁定；
- c. 顶铁的允许联接长度，应根据顶铁的截面尺寸确定。当采用截面为 20cm×30cm 顶铁时，单行顺向使用的长度不得大于 1.5m；双行使用的长度不得大于 2.5m，且应在中间加横向顶铁相联；
- d. 顶铁与管口之间应采用缓冲材料衬垫，当顶力接近管节材料的允许抗压强度时，管端应增加 U 形或环形顶铁；
- e. 顶进时，工作人员不得在顶铁上方及侧面停留，并应随时观察顶铁有无异常迹象。

② 顶铁的质量要求：a.顶铁应有足够的刚度；b.顶铁宜采用铸钢整体浇铸造或采用型钢焊接成型；当采用焊接成型时，焊缝不得高出表面，且不得脱掉；c.顶铁的相邻面应互相垂直；d.同种规格的顶铁尺寸应相同；e.顶铁上应有锁定装置；f.顶铁单块放置时应能保持稳定。

3.7.4 垂直运输和水平运输布置

本工程垂直运输采用 35T 汽车吊，水平运输分为管内运输和场内地面运输。由于本工程采用的是泥水平衡顶管，100A 排泥管代替了人工管内土方运输，场内运输采用自卸车。

3.7.5 顶管管材、橡胶密封圈、木衬垫准备

(1) 顶管前对钢筋混凝土管材成品进行检查：管接头的槽口尺寸是否正确，光滑平整。钢套环上刃口无底点，焊接处平整，肢部与钢板平面垂直。

(2) 管材现场堆放整齐、搁平。橡胶密封胶圈外观和任何断面都必须致密均匀，无裂缝，孔隙或凹痕等缺陷。橡胶密封圈保持清洁，无油污，不放在阳光下。

(3) 本衬垫采用胶合板材加工，厚度环的间隙符合要求。用管时，槽口上涂胶水，装上橡胶密封圈均匀涂薄一层硅油，承插时外力均匀，橡胶圈不移位，不反转，不露出管外。

3.7.6 工作井、管道内通讯方式及监控摄像系统

为便于地下管道施工时，管道内管道内、管道内与工作井、地下与地上随时联系，顶管施工中地下通讯采用对讲机，其设置位置：掘进机操作台一部，工作

井顶进控制台一部，地面指挥部一部，以此方式加强通讯联系，协调指挥作业。

同时，为便于地面指挥中心有效地监控地下奇峰管进行的状况，及时对各种事故隐患作出处理，我们预备在管道内安装监控摄像系统。

3.7.7 顶管机吊装就位、调试验收

在顶管机吊下井后，为保证顶管出洞段的轴线控制，需要对顶管进行精确定位，尽量使顶管机中轴线与设计轴线吻合。在顶管机准确定位后，必须反复调试，在确定顶管机运转正常后，才具备出洞条件。

3.7.8 管子与接口

(1) 本工程所用管节为“F”管，“F”管受力性能好，接头稳固性高，接口处止水密封性能好。

(2) 管材运送、起吊均有专用夹具，搁置时应用方木垫高，防止“F”型钢板受压变形。

(3) 接管前再次检查管子接头的承插口尺寸，橡胶圈和衬垫板的外观和质地。顶管接口要严格控制成品管槽口秘钢套环的尺寸误差，并要求承口插入面光滑；橡胶止水圈采用楔形氯丁橡胶，必须用粘结剂牢固粘结在插口槽上，每只管节周边八等分检查粘结牢度，检查方法用手掌沿橡胶圈斜边用力推，以粘结底面不脱胶、不翘起为合格；顶管管节下井接插前，必须用硅油在橡胶圈和钢套筒内壁面均匀涂抹一层，不得采用其他润滑剂。

(4) 管材供应：在顶进过程中，管材的供应是非常重要的，如果供应不及时造成顶进停止，后果是非常严重的，由于机头重量一般较大，长时间的滞留会造成机头沉降，使轴线发生偏差；或已顶好的管子和周围土体粘结，使得摩阻力增大。因此，在开始顶进前，需制定详细周全的供应计划，现场应备有足够余量。

7.7.9 顶管动力、照明配备

(1) 顶管动力配套

序号	设备名称	数量	功率 (kw/h)
1	刀盘电机	2	5.5
2	行星 CJ700-G 减速器	2	32
3	纠偏油泵电机	1	5

4	机头液压动力站电机	2	2
5	注浆泵电机	1	3
6	排泥浆	2	15

7		合计	117
---	--	----	-----

进排泥浆：我们选用不仅能泵送清水，而且泵送 $r=1.3$ 以下的离心泵作为进排泥泵。

泥水管路系统：包括泥水钢管、泥水软管、手动明杆式闸阀、流量系统、隔膜式压力等。

动力电缆设置：管内设置二路电缆，按其配套动力负载功率，选择电缆规格，供电采用 TN-S 方式，三相五线制移动电缆装接。为防止顶距加长后的电压降问题，必要时，我们将在中间设置升压变压器增压，同时放大电缆截面，以减少电阻，电缆接头采用电缆接头箱。

(2)照明配套

管内照明采用 36V 电源专用箱及 3KV 以下的变压器，输出电压 24V，能满足管道内照明亮度要求。

在管道右上方每隔 10M 布置一个灯架，照明电缆也固定在上面，按顶进距离逐步延伸装置。

3.7.10 泥水平衡顶管施工工艺流程

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/055324220030011141>