

目录

第一章	顶管设备的选择	1
第二章	竖井设计	5
第三章	顶管机组装	10
第四章	管节预制.....	12
第五章	顶进施工.....	23

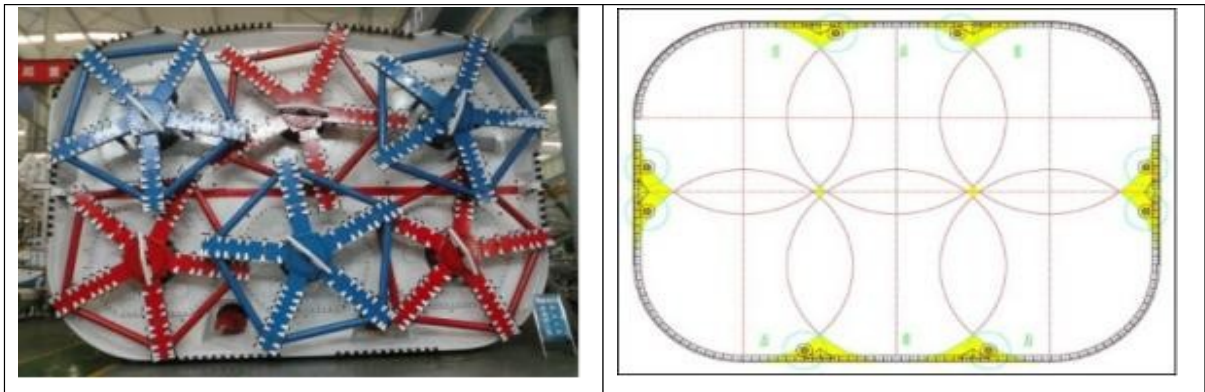
顶管法施工是通过设定工作基坑，在基坑内借助于顶进设备产生的顶力，使得管道克服周围土摩擦力从而按照顶管机头扩孔路径移动，最终达到接收坑的一种施工工艺；是地下管廊建设的一种有效手段。

第一章 顶管设备的选择

管廊工程使用的顶管机一般为多刀盘土压平衡顶管机和泥水平衡顶管机。根据管廊的断面尺寸，为专门定制设备。下面为某型号土压平衡矩形顶管机构造。

(1) 切削搅拌系统

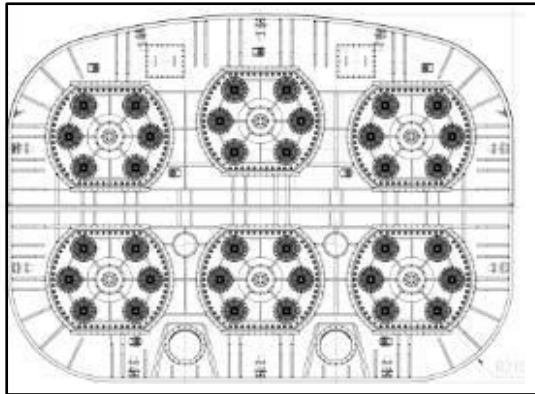
矩形顶管配置了 6 个辐条式刀盘，刀盘开口率 70%以上，采用 3 前 3 后平行轴式布置，相邻刀盘的切削区域相互交叉，开挖覆盖率能达到 93%~95%。考虑要通过加固区，在前盾切口环全圆布置切刀，对盲区进行主要切削。



刀盘切削下来的土体充满整个土仓，并经过刀盘附带的搅拌棒充分搅拌均匀后，由底部螺机出土孔进行出土。

(2) 驱动系统

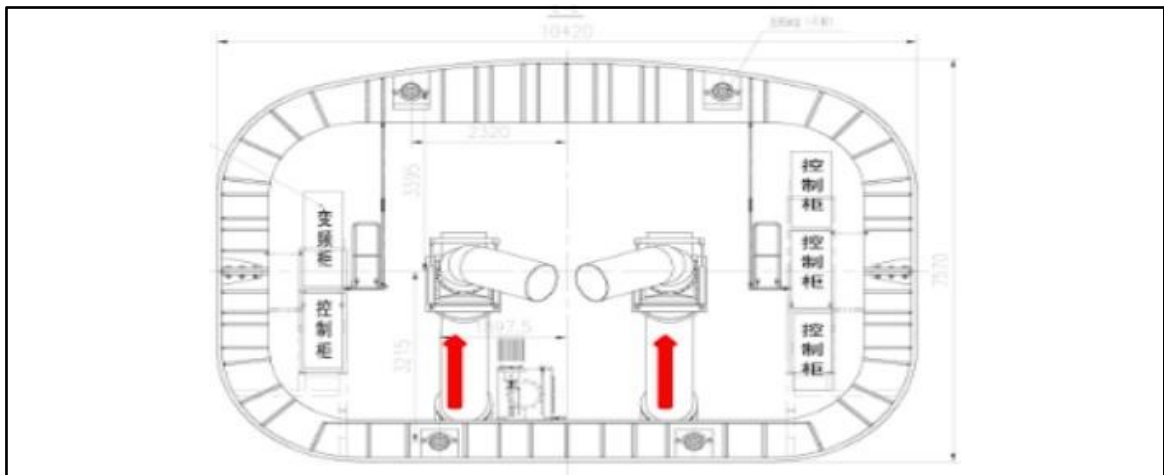
- (1) 驱动形式：变频驱动；
- (2) 速度：0~1.16 rpm，无级变速；
- (3) 最大理论扭矩：1444kN² m（单个刀盘）
- (4) 驱动功率：30kw³ 6³ 6（6 组）



(1) 出渣系统

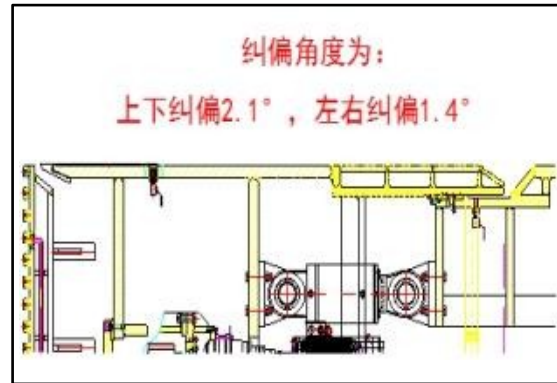
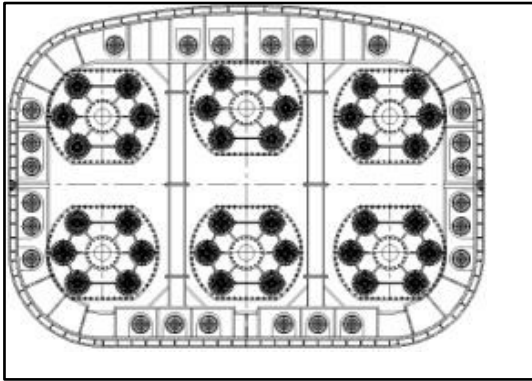
螺旋输送机结构包括壳体、轴式叶片、驱动装置、尾部闸门几部分。螺旋输送机安装在土压仓下部，其作用是排除渣土、碎石以及调控土压仓压力，实现土压平衡。

排出的渣土经过洞内水平运输至始发井口，吊运至集土坑。



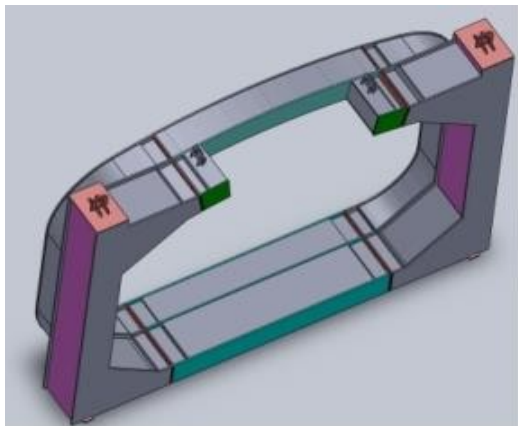
(1) 纠偏系统

纠偏系统主要作用就是在推进过程中，若出现轴线偏离一定角度，则使用纠偏油缸进行纠偏，以纠正矩形盾构顶管的姿态，纠偏油缸属于主动铰接，纠偏油缸的布置主要考虑结构上合理，满足上下、左右纠偏的效果。



(2) 顶推系统

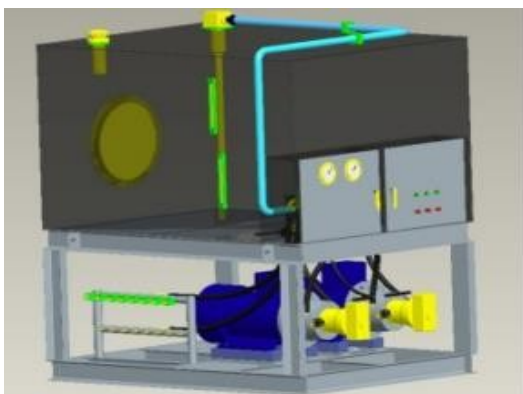
顶推系统主要是为矩形顶管机及管节提供顶进动力，由顶铁、主顶油缸、液压泵站组成。



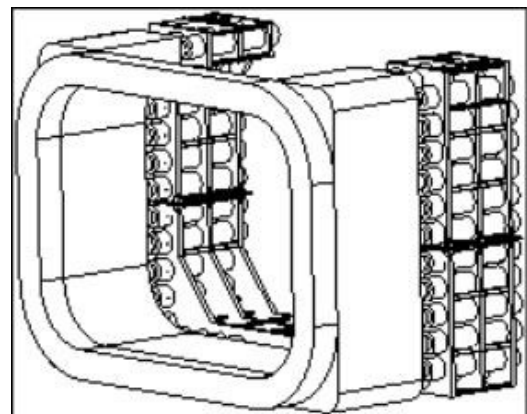
组合顶铁



主顶



液压泵站



组合图

(3) 渣土改良系统

顶管机配置膨润土和泡沫两套改良系统，可单独使用，也可同时使；六个刀盘的每根辐条上均布置渣土改良孔，掘进过程中，通过管路将渣土改良剂送至土仓，改良土体



。

(4) 触变泥浆减阻系统

在壳体上和每节管片上均布置有触变泥浆注浆孔，壳体上注浆孔在一定程度上能起到调整盾体姿态的作用，管节上的注浆孔，主要用来减小摩阻力，同时也能最大限度的解决背土问题。

(5) 导向测量系统

在始发井处设置激光经纬仪，在矩形盾构顶管内设置导向靶。通过激光在导向靶上的投射斑点的位置来判断矩形盾构顶管的当前姿态。

(6) 控制系统

矩形顶管操作控制室设置在地面上，通过Profibus协议与远程I/O模块组建顶管的控制系统。同时，设备选用工业电脑作为图形终端通过以太网协议与PLC实现数据交流

。



第二章 竖井设计

竖井是顶管施工的主要工作场所，一般分为工作井和接收井，在此统一称为工作井。顶管施工管道一般埋深较大，其中工作井地面及周围需架设起重设备、堆放材料，因此工作井较接收井不仅在顶管施工中需要承受顶管反力，还需要在基坑支护计算中考虑更多的受力。

1 竖井的平面尺寸

• 竖井的平面尺寸

• 工作井最小长度

(1) 当按顶管机长度确定时，工作井的最小内净长度可按下列公式计算：

$$L \geq l_1 + l_3 + k$$

式中 L ——工作井的最小内净长度 (m)；

l_1 ——顶管机下井时最小长度，如采用刃口顶管机应包括接管长度 (m)；

l_3 ——千斤顶长度 (m)，一般可取 2.5m；

k ——后座和顶铁的厚度及安装富余量，可取 1.6m。

(2) 当按下井管节长度确定时，工作井的内净长度可按下列公式计算：

$$L \geq l_2 + l_3 + l_4 + k$$

式中 l_2 ——下井管节长度 (m)：

钢管一般可取 6.0m，长距离顶管时可取 8.0~10.0m；钢

筋混凝土管可取 2.5~3.0m；

玻璃纤维增强塑料夹砂管可取 3.0~6.0m；

l_4 ——留在井内的管道最小长度，可取 0.5m。

工作井的最小内净长度应按上述两种方法计算结果取大值。

• 工作井最小宽度

(1) 浅工作井内净宽度可按下列公式计算：

$$B = D_1 + (2.0 \sim 2.4)$$

式中 B ——工作井的内净宽度；

D_1 ——管道的外径 (m)。

(2) 深工作井内净宽度可按下列公式计算：

$$B = 3D_1 + (2.0 \sim 2.4)$$

序号	工作井结构形式	特点
	合型	2、周围地面的沉降小，对井坑周围环境影响小； 3、需要专用施工机具和专业施工队伍，造价适中； 4、必须采取有效的降水措施，保证干槽作业； 5、适合人工顶管井和机械顶管的接收井、短距离机顶的工作井。

3 后背墙设计

• 顶力计算

顶管法施工顶力应克服顶进阻力，顶进阻力与顶进距离、顶进方法、顶进机械、注浆效果、管道类型、管径、土质情况等密切相关。

实际顶进施工中，顶进阻力应按当地的经验公式计算，无经验公式时，可按如下公式计算：

$$P = D \pi L f + N_F$$

式中：P——计算总推力（kN）； D——
管道外径（m）；

L——管道计算顶进长度（m）；

f——触变泥浆减阻，摩擦系数；

N_F ——顶进时，顶管机的迎面阻力（kN），不同顶管机的迎面阻力不同。不同端口顶管机的迎面阻力计算可按下表选用

表2 顶管机迎面阻力（ N_F ）的计算式

顶管机端面	常用机型	迎面阻力 N_F （kN）	式中符号
刃口	机械式人工挖掘式	$N_F = \pi(D_g - t)tR$	T——刃口厚度（m）
喇叭口	挤压式	$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 (1 - e)R$	e——开口率
网格	挤压式	$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 \alpha R$	α ——网格截面参数， 可取 $\alpha=0.6\sim 1.0$
网格加气压	气压平衡式	$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 (\alpha R + P_n)$	P_n ——气压（kN/m ² ）
大刀盘切削	土压平衡式泥水平衡式	$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 \gamma_s H_s$	γ_s ——土的重度（kN/m ³ ） H_s ——覆盖层厚度（m）

注：1 D_g ——顶管机外径（m）；

2 R ——挤压阻力（kN/m²），可取 $R=300\sim 500$ kN/m²。

采用触变泥浆减阻的顶管，管壁与土的平均摩阻力可按下表采用。

表3 触变泥浆减阻管壁与土的平均摩阻力 (kN/m²)

土的种类		软粘土	粉性土	粉细土	中粗砂
触变泥浆	混凝土管	3.0~ 5.0	5.0~ 8.0	8.0~ 11.0	11.0~ 16.0
	钢管	3.0~ 4.0	4.0~ 7.0	7.0~ 10.0	10.0~ 13.0

注：当触变泥浆技术成熟可靠、管外壁能形成和保持稳定、连续的泥浆套时， f 值可直接取 3.0~5.0kN/m²

顶进阻力应小于设计工作井允许顶力、工作井背土体允许顶力与管道材质允许顶力最小值。当顶进阻力超过最下允许顶力时，需设置中继间。

• 后背设计

顶管后背是在顶管施工中提供顶进反力的结构包含后靠背、后座墙以及工作坑后方的土体三个部分，他们的组合必须完全能够承受管体顶进时所产生的反作用力。

后靠背是将顶进反应力分散至后座墙，防止应力集中，导致后座墙发生破坏，一般采用混凝土后靠背，钢制后靠背，靠背的设计应与后座墙一起进行。

后座墙一方面应具有足够的刚度，保证顶管施工中不被顶裂、不发生变形；另一方面后座墙的面积应足够大，使得传递的应力在土体的承载力范围内，保证后背在顶管施工中不允许出现位移现象。

1 后座墙为沉井或地下连续墙体时，可采用拼装式后背，一般为混凝土和钢板制作的结构。

2 后座墙为原状土或桩体时，应采用整体式后背。

3 后背应与管道轴线垂直，允许不垂直度为 5mm/m。

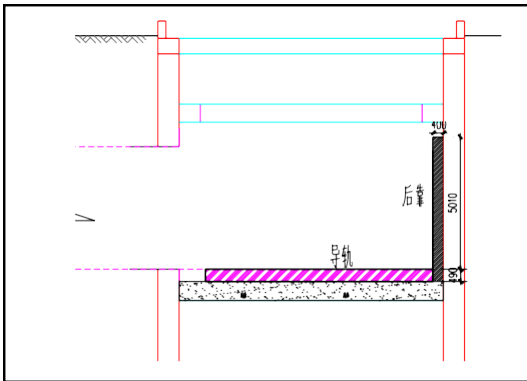
工作坑后土体。若计算顶进反力超过土体承受范围时，需对后背墙土体进行加固。常用加固方式有注浆加固，旋喷桩加固，深层搅拌桩加固等。

第三章 顶管机组装

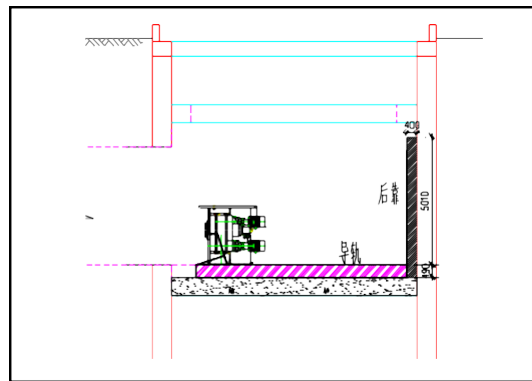
管廊顶管机为专用大型设备。设备吊装和组装必须制定专门的方案，确保吊装安全。矩形顶管机通过汽车运输至顶管施工场地，为避免超宽采用分体设计，需要采用大型液压平板拖车运输，运输前对全部运输线路进行实地考察，运输过程中，确保每个部件固定可靠，并做充分的防雨淋、防碰磕、防晒等保护，防止顶管机运输过程中出现损坏。

1 矩形顶管机组装工艺流程

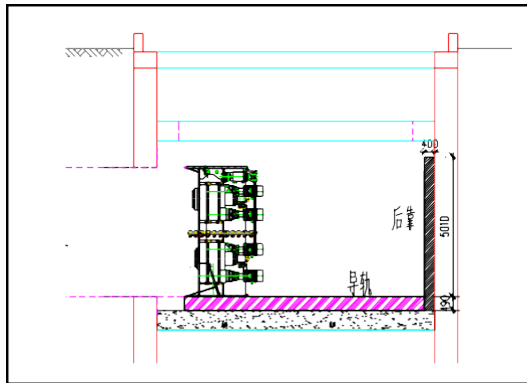
由于顶管机分体设计，下井组装工艺流程如下所示。



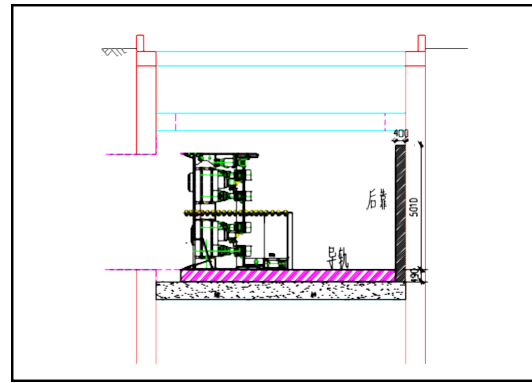
第一步：安装基座导轨和后靠板



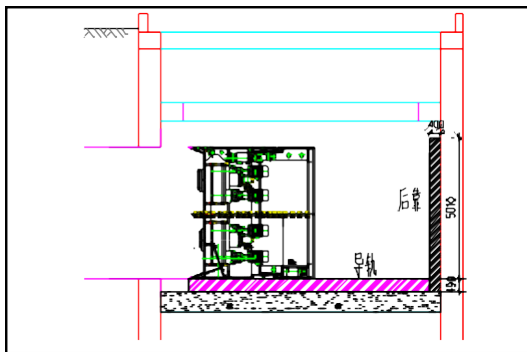
第二步：安装前壳下半部分



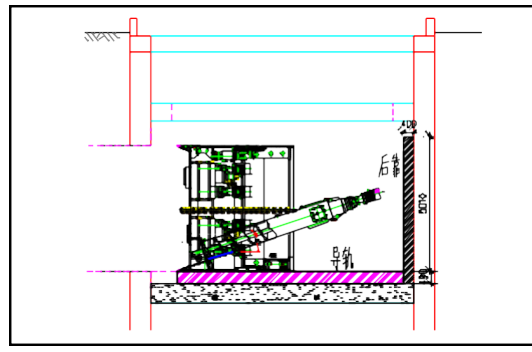
第三步：安装前壳上半部分



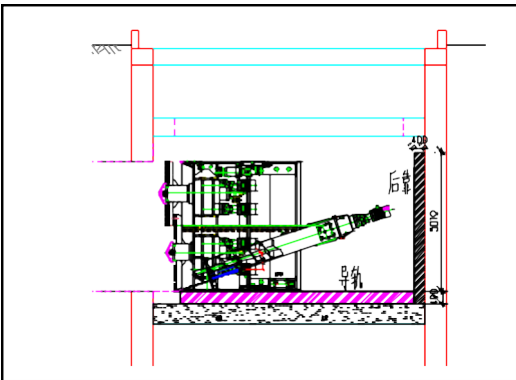
第四步：安装后壳下半部分



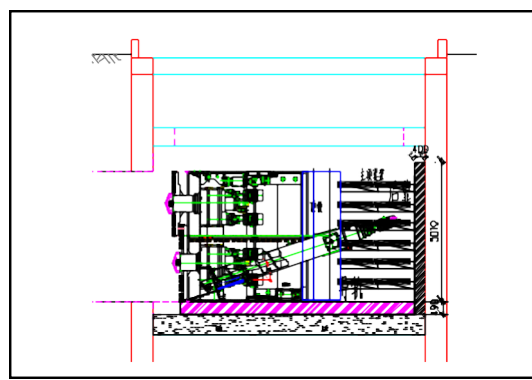
第五步：安装后壳上半部分



第六步：安装螺旋机



第七步：安装刀盘



第八步：安装油缸系统及顶铁

2 顶管机拆解及运输

顶管机拆解分块与顶管机安装相同，顺序相反，拆解顺序依次为刀盘、螺旋输送机、后壳上半部分、后壳下半部分、前壳上半部分、前壳下半部分；每块拆解完成后立即装车运至停放场地，采用大型液压平板拖车转运，运输前对全部运输线路进行实地考察，运输过程中，确保每个部件固定可靠，并做充分的防护措施，防止顶管机运输过程中出现损坏及发生事故。

第四章 管节预制

1 预制管节设计

• 管节设计

管廊工程管节的设计一般由设计单位给出。

某工程管廊结构设计为椭圆形钢筋混凝土管节，结构净空宽度 9m，高度 6.1m。

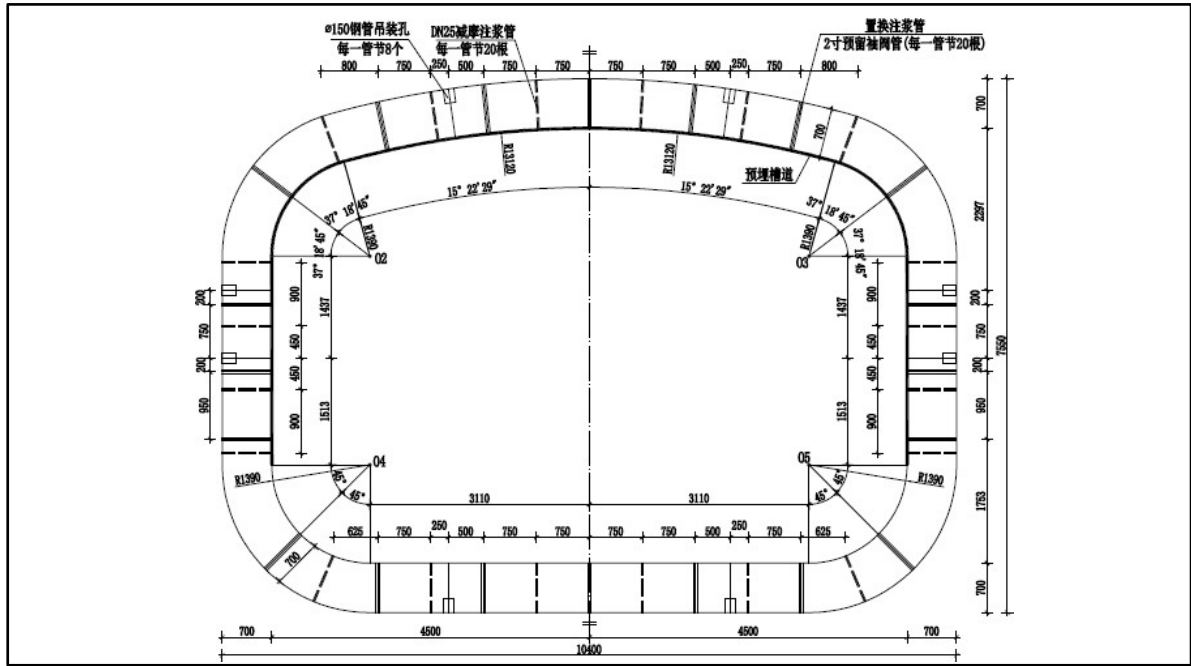
1 顶管采用 C50 预制钢筋砼管，结构外尺寸为 10400 * 7550，壁厚为 700mm，抗渗等级为 P12；

2 每节管节长度为 1.5m，每节管节重量约 77.2T；

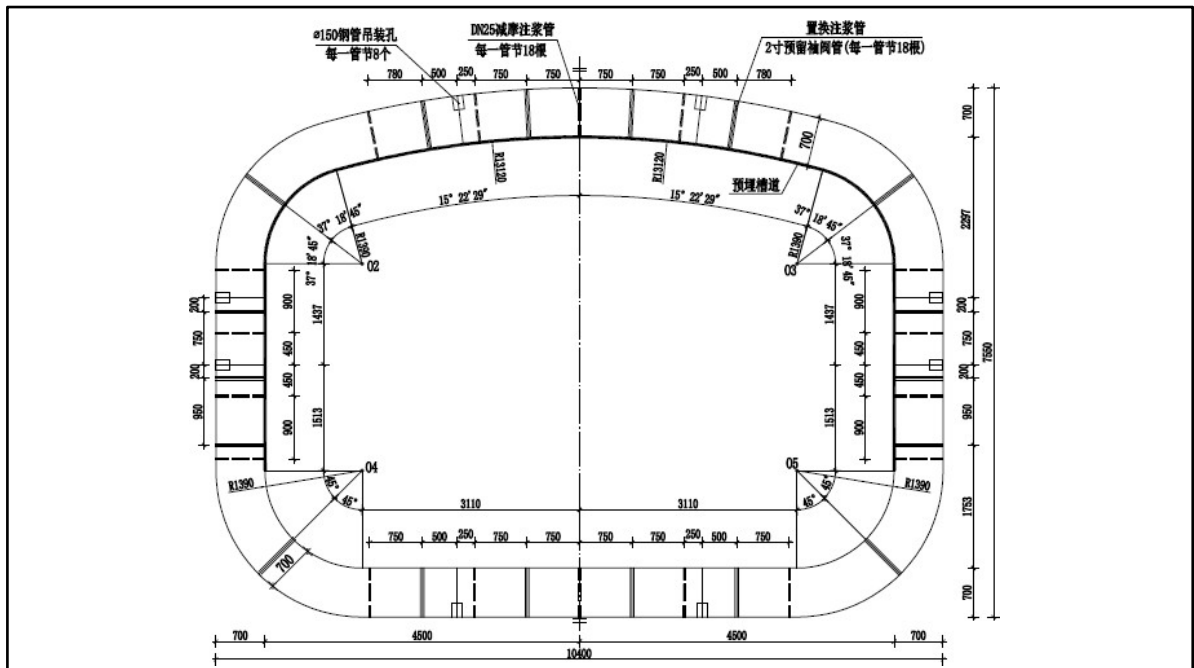
3 主筋采用 HRB400E 级钢，主筋保护层迎水面不小于 50mm，背水面不小于 40mm；

4 顶管管节分为 A 型和 B 型两种，其中 A 型管节每节 20 根 DN25 减模注浆管，20 根 DN50 浆液置换管，B 型管节每节 18 根 DN25 减模注浆管，18 根 DN50 浆液置换管。A 型管节与 B 型管节顶底板注浆孔和减模注浆孔交替布置。顶进施工时，A 型为第一管节，A 型管节与 B 型管节交替排列施工；

5 矩形管节之间纵向连接采用承插式 F 型接头。



A 型顶管管节设计图



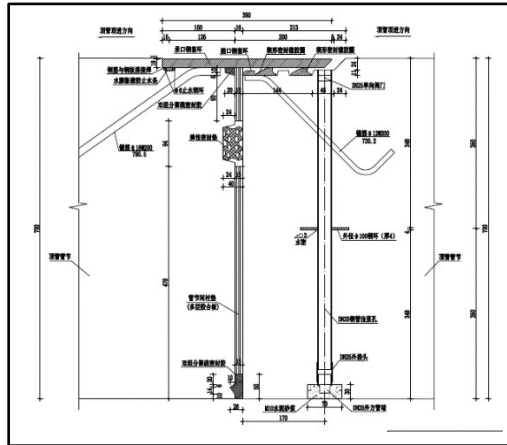
B 型顶管管节设计图

• 防水设计

防水设计由设计给出。某工程防水设计为：

- 1 顶管迎土面一侧设有凹槽，采用双组份聚硫密封胶填缝；
- 2 管节立面采用五层胶合板作为衬垫；
- 3 管身采用双层锯齿形弹性密封止水圈和弹性密封垫作为防水材料；
- 4 顶管内侧设有凹槽，施工完成后采用双组分聚硫密封胶进行嵌缝；

- 5 管节触变泥浆孔，施工完成后采用水泥浆进行浆液置换。



顶管管节防水设计图

2 管节预制重点

• 管节制作

管节截面大，特别是长宽尺寸跨幅大、壁厚、又需要内外模组装成型，尺寸误差难控制，对模具加工精度要求较高，特别四角垂直度和弧度难以控制，内外框及对角尺寸误差也必须控制到最小，承口和插口两混凝土端面的垂直度和平整度也必须保证，否则顶进作业时容易造成顶管轴线偏移、钢圈暴烈、止水胶圈移位或脱落，严重时，还会造成整个顶管结构受损而报废等施工质量问题。

管节通过采用定制高精度钢模进行立式振捣成型（钢承口向下），模具结构新颖，刚度好，精度高，很多部位部件通过精加工，内外模都由四件侧模拼成，设中心支撑架对内模支撑，内模不用移位，通过内模四角收紧螺杆将内模收紧定位和松开拆模，所以，拆装模具较快，操作极其方便，能做到产品外观完美无损，矩形框对角尺寸及构件各侧面垂直度和弧度尺寸误差极小。

• 钢套环施工

管节承口和插口端的管面均预埋钢板环。钢板厚度大，制作工艺复杂，加工难度较大。

制作承插口钢环这类厚钢板弯曲加工机械设备，单独将厚 18mm 的承口钢环的四角弯曲成半径为 2.09m，弧度为 $74^{\circ} 37'$ 的弧形的半成品，再通过工厂特制的钢环组合钢平口将所有钢环定型加工焊接，钢环预埋筋也在此焊接，达到钢环尺寸误差较小、安装变形小、预埋筋焊接牢固的良好效果。

- **预埋件施工**

主要是吊装孔（含偏心孔和中心孔位）的定位必须准确，否则，容易造成顶管起吊时偏斜或无法起吊，直接影响管节的移位、翻转、装车，下井时如因孔位不正引起管体倾斜还会造成管与管无法对齐，造成顶进轴线偏移等更严重的问题。

通过在模具上做定位孔或定位刻线，来保证每节管所有的预埋件安装尺寸精确并快速安装。吊装孔的定位措施是通过在内模上刻线与可移动的垂直定位架来定位吊装孔成型钢管后，再用预埋筋将钢管与管体主筋焊接，这样既能保证吊装孔位置准确、垂直，也能保证有足够的预埋钢筋将吊装孔钢管焊接牢固（如果直接在外模钻孔来定位吊装孔，操作时虽然定位方便，但焊钢管预埋筋实在困难）。

- **管节翻身施工**

由于工厂预制管节生产时钢承口向下，而要方便堆放、运输并填止水密封膏，管节必须翻转，使钢承口向上，但构件尺寸太大并重型，所以翻管难度大。

通常做的圆管直径小，容易翻转，但这么大型的矩形管翻转是存在较大难度并不安全的，为避免安全事故并保证管节翻转到位，工厂特制翻管架和上下平台，管节依靠翻管架两端的插销插入管节两侧的中心孔支撑，放稳后脱离吊机起吊装置，使管节“悬空”，再利用一些装置牵引钢丝绳，使管节通过翻管架的两插销慢慢转动而完成翻转（翻转时一定要控制好速度和平衡度）。必须保证翻管架足够刚度、承载力和合理空间位置。

3 管节现场预制场布置

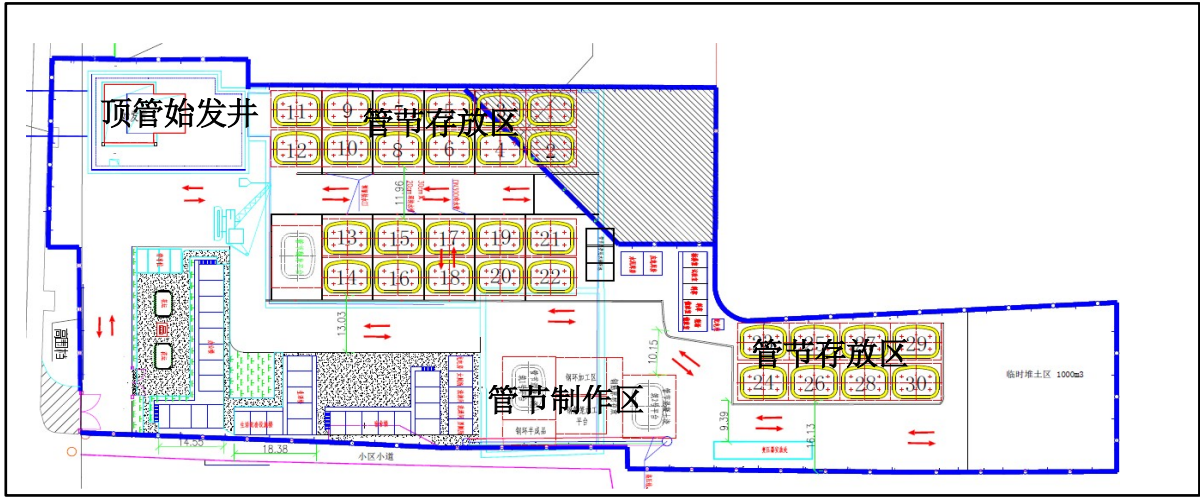
1 原材料堆场采用硬地坪，砂、石原材料根据不同规格进行分仓堆放，并挂显著标识以表明管节生产专用，水泥、掺和料、外加剂等用专用筒仓储存。

2 设置独立的钢筋断料、弯折（弧）工段，采用进口弯弧机和弯折机，混凝土由专用搅拌机提供。

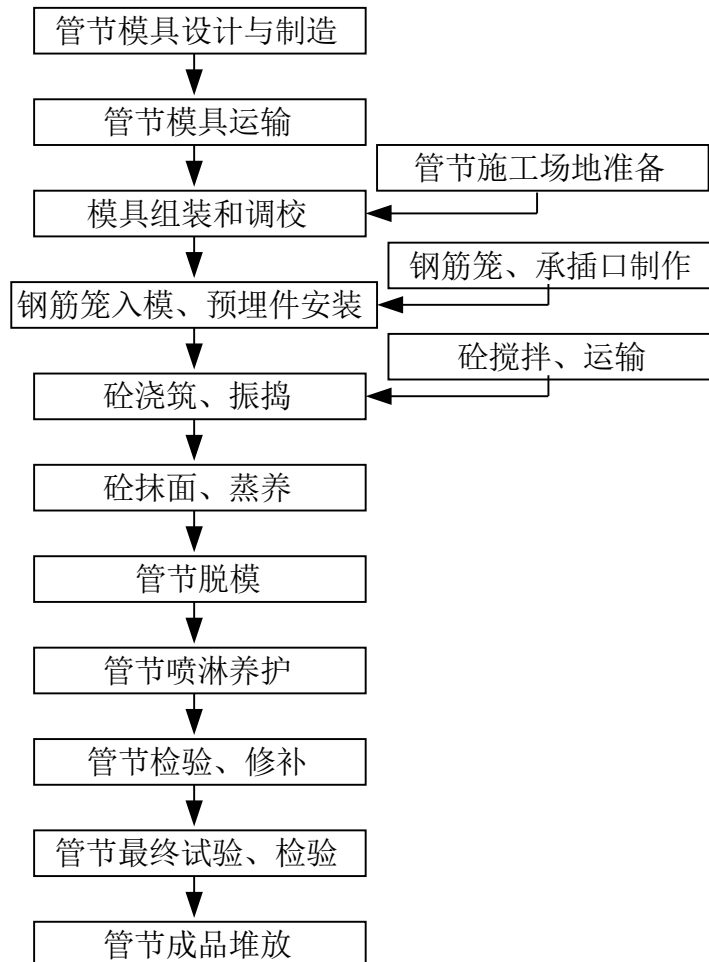
3 管节生产车间分为五个区域：即钢筋骨架成型区、管节浇捣成型和蒸养区、管节脱模整修区、管节水养护区、管节成品堆放区。

4 配置钢筋混凝土管节拼装检验平台，其表面平整度达到 0.25mm，并能承受管节的重量而不变形。

5 配置相应数量的管节抗渗检漏架。



4 管节生产制作流程



管节生产制作工艺流程图

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/968132046120006114>