

市轨道交通 1 号线二期工程土建施工 3 标段

河口站～玉湖站区间

# 盾构到达专项施工方案

# 目录

<b>1、编制依据、范围</b> .....	<b>3</b>
1.1 编制依据.....	3
1.2 编制范围.....	4
<b>2、工程简介</b> .....	<b>4</b>
2.1 工程概况.....	4
2.2 区间隧道结构设计.....	5
2.3 工程地质与水文地质.....	5
2.3.1 地形地貌.....	5
2.3.2 工程地质条件.....	5
2.3.3 水文地质.....	9
2.4 到达段周边环境情况.....	10
<b>3、到达难点、重点及控制措施</b> .....	<b>10</b>
3.1 盾构到达防止涌水涌砂.....	10
3.2 到达端头既有管线保护措施.....	11
<b>4、施工方案及技术措施</b> .....	<b>12</b>
4.1 到达端头加固技术方案.....	13
4.1.1 端头土体加固施工方案.....	13
4.1.2 旋喷桩加固及技术措施.....	14
4.2 盾构接收方案及技术措施.....	17
4.2.1 贯通前测量盾构姿态调整.....	17
4.2.2 到达前施工参数控制.....	18

4.2.3 管片壁后二次注浆.....	19
4.2.4 钢套筒接收方案.....	19
4.2.5 盾构机到达掘进.....	27
4.2.6 盾构接收注意事项.....	28
4.2.7 盾构接收及吊出.....	29
4.2.8 钢套筒的拆除.....	29
4.2.9 其他.....	29
<b>5、施工监测.....</b>	<b>29</b>
<b>6、质量及安全控制措施.....</b>	<b>30</b>
<b>7、安全文明施工.....</b>	<b>32</b>
<b>8、风险源辨识及应急预案.....</b>	<b>33</b>
8.1 施工风险源分析.....	33
8.1.1 开挖面失稳.....	33
8.1.2 盾构到达涌水涌砂.....	34
8.1.3 反力架变形、钢套筒移位.....	34
8.1.4 钢套筒密闭不满足要求.....	34
8.1.5 其他突发性事故.....	35
8.2 应急组织.....	36
8.2.1 应急组织体系.....	36
8.2.2 应急职责分工.....	37
8.3 信息报告与通知.....	39
8.3.1 报告主体与流程.....	39

---

8.3.2 报告主要内容 .....	39
8.3.3 信息、联络通讯要求 .....	39
8.4 事故报告时间要求.....	40
8.5 抢险疏散路线.....	40
8.5.1 场地内疏散路线 .....	40
8.5.2 场外救治路线 .....	40
8.6 应急物资储备.....	41
<b>9、附图.....</b>	<b>42</b>

# 1、编制依据、范围

## 1.1 编制依据

- 1、轨道交通 1 号线二期工程土建施工 3 标段合同文件；
- 2、《轨道交通 1 号线二期工程河口站～玉湖站衬砌圆环结构布置图》；
- 3、《轨道交通 1 号线二期工程河口站～玉湖站隧道结构及防水施工图设计》；
- 4、《轨道交通 1 号线二期工程河口站～玉湖站管片结构及配筋施工图设计》；
- 5、《轨道交通 1 号线二期工程河口站～玉湖站特殊衬砌环设计图》；
- 6、《轨道交通 1 号线二期工程河口站～玉湖站区间岩土工程勘察报告》；
- 7、《河口站-玉湖站施工监测方案》；
- 8、现场施工及验收规范和相关技术标准；
- 9、轨道交通 1 号线二期工程土建施工 3 标段施工组织设计；  
《地铁设计规范》（GB50157-2013）；  
《地下铁道工程施工及验收规范》（GB50299-1999）（2003 年版）；  
《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015 版）；  
《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）；  
《地铁轨道交通工程监测技术规范》（GB 50922-2013）；  
《城市轨道交通工程质量安全检查指南》（试行）；  
《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46-2014 版；  
《钢结构焊接规范》（GB50661-2011）；  
《钢结构高强度螺栓连接设计、施工及验收规程》（JGJ82-2011）；  
《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB50303-2015）；  
《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33-2012）；

- 《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ80-2016）；
- 《建设工程施工现场供用电安全规范》（GB50194-2014）；
- 《盾构法隧道施工及验收规范》（GB50446-2017）；
- 《建筑工程资料管理规程》（JGJ-T185-2009）；
- 10、中电科轨道交通有限公司盾构工程重大风险控制关键节点验收管理办法（试行）；
- 11、《地铁建设工程关键节点条件验收实施细则》；
- 12、住房和城乡建设部办公厅发布关于加强城市轨道交通工程关键节点风险管控的通知（建办质[2017]68 号）；
- 13、其他由业主或监理工程师指定的工程规范和技术说明；
- 14、中交天合泥水盾构机设计图纸及相关技术文件；
- 15、本公司多年从事地铁工程、城市轨道交通工程及市政工程的施工经验；
- 16、招标文件明确的和设计、施工所涉及的可适用于本合同段的标准、规范、规程以及国家、部委、黑龙江省、市及中电科轨道交通有限公司有关安全、质量、文明施工管理办法和要求，工程验收等方面的标准及法规文件。

## 1.2 编制范围

轨道交通 1 号线二期工程土建施工 3 标段河口站～玉湖站盾构区间。

## 2、工程简介

### 2.1 工程概况

市轨道交通 1 号线二期工程土建施工 3 标段包括一站两区间土建施工：河口站～玉湖站区间隧道（下穿松花江）、河口站、河口站～冰雪大世界站。区间采用盾构法施工，区间走向线如图 2-1-1 所示。

根据沿线工程地质与水文地质条件、地层特性、地面环境等因素，太人区间选择泥水平衡盾构施工。

### (1) 线路平纵断面

【河口站～玉湖站】区间隧道为穿越松花江主航道段地下隧道，起始于河口极地馆附近的河口站，向东敷设至太阳桥向东南方向转入松花江，穿越松花江主航道后到达道里区，进入友谊路与经纬街拟建玉湖站。本区间设计里程右线 SK13+941.574～SK15+844.226，右线总长度为 1902.652m，左线 XK13+941.571～XK15+844.226（左线长链 21.317m），左线总长度 1923.972m。本区间设置 1 个联通通道泵站、2 个联络通道。隧道顶部覆土埋约深为 10.9～24.0m。本段区间隧道纵坡为“V”型坡，最大坡度为 25%，最小平面曲线半径 R=400m。太人区间隧道平面图见附图一。

## 2.2 区间隧道结构设计

①隧道内径 5500mm；隧道外径 6200mm；管片厚度为 350mm。

②衬砌采用有一定接头刚度的单层柔性衬砌，即预制钢筋混凝土管片错缝拼装。

③衬砌环类型为标准环、左转弯环、右转弯环三种，转弯环设计为双面楔形环，楔形量 37.2mm。标准环每环由 1 块小封顶、2 块邻接块、3 块标准块构成，环宽 1200mm。

④管片混凝土强度等级 C55、抗渗等级为 P12。管片纵向和环向均采用弯螺栓连接。

## 2.3 工程地质与水文地质

### 2.3.1 地形地貌

拟建场地位于市松北区，从河口（江心岛）下穿松花江主航道到达道里区友谊路，线路区属于河床、低漫滩地貌单元，区间地面高程介于 108.28～121.59m 之间，场地地形起伏较大。

### 2.3.2 工程地质条件

根据钻探揭示及对地层成因、年代的分析，本工点地层主要由第四系全新统人工堆积层（Q4m1）、第四系全新统低漫滩冲积层（Q42a1）、第四系下更新统东深井组冰水堆积层（Q12dfg1）、白垩系嫩江组（K2n）组成。各地层岩性描述如下：

(1) 全新统人工堆积层（Q4m1）

1-1层杂填土：杂色，松散，潮湿，主要填土成分由砂类土，黏性土和建筑垃圾组成，主要分布于河口站及玉湖站附近表层，填土堆积年限20-30年，层底深度约2.0~6.9m，平均厚度约4.51m。

1-2层素填土：黄褐色，松散，潮湿，主要由细砂及粉土组成，填土堆积年限20-30年，层底深度约2.6m，平均厚度约2.6m。

1-3层填筑土：褐灰色夹棕红色，饱和，棱角形为主，一般粒径15-30mm，最大90mm，矿物成分以砂岩为主，粗砂及砾石充填，仅在太阳桥下QTRGGZX-026孔处揭露，层底深度约2.2m，平均厚度约2.2m。

#### (2) 第四系全新统低漫滩冲积层 (Q42a1)

2-1层粉质黏土：灰褐色，可塑，含少量粉砂，主要分布于玉湖站附近人工填土层以下部分，层底深度约4.3~7.6m，平均厚度约2.73m。

2-1-3层淤泥质粉质黏土：灰褐色，流塑，含少量铁质氧化物及大量细砂，仅QTRGZX-024孔表层有分布，层底深度2.9m，平均厚度2.9m。

2-2层粉砂：灰黄色~黄褐色，松散，饱和，成分以长石、石英为主，含云母，局部表层含0.3m左右的淤泥质粉质黏土，广泛分布于表层，层底深度约1.9~8.7m，平均厚度约4.23m。

2-2-1层粉砂：褐黄色，松散，稍湿，成分以石英，长石为主，仅QTRGZX-071孔表层有分布，层底深度约4.5m，平均厚度约2.5m。

2-2-2层粉砂：黄褐色，稍密，饱和，成分以石英，长石为主，含少量黏性土，呈层状分布，层底深度2.0~13.8m，厚度约4.35m。

2-2-3层粉砂：褐灰色，中密，饱和，矿物成份以石英及长石为主，含少量黏性土，仅在河口站附近有少量分布，层底深度约11.4~16.2m，平均厚度约4.67m。

2-2-4层粉质黏土：：灰褐色~灰黑色，可塑，土质均匀，局部与粉砂互层，呈透镜体分布，层底深度约6.8~10.4m，平均厚度约1.43m。

2-2-5层黏土：：灰褐色~黄褐色，可塑，土质较均匀，仅在孔QTRGZX-074呈透镜分布，层底深度6.0m，平均厚度约3.0m。



2-3层细砂：灰褐色～灰黄色，稍密，饱和，成分以长石、石英为主，含云母，局部含少量黏性土，呈层状分布，层底深度约3.7～13.1m，平均厚度约3.77m。

2-3-1层细砂：黄褐色～灰褐色，松散～稍密，饱和，成分以长石、石英为主，普遍分布，层底深度约2.5～10.0m，平均厚度约4.51m。

2-3-2层细砂：黄褐色～灰褐色，中密，饱和，成分以长石、石英为主，普遍分布，层底深度约10.0～22.6m，平均厚度约5.3m。

2-3-3层细砂：灰褐色，密实，饱和，矿物成份以石英及长石为主，含少量砾石，仅在孔TYGZX-028有分布，层底深度18.0m，平均厚度2.0m。

2-3-4层粉砂：黄褐色～褐灰色，稍密，饱和，成分以长石、石英为主，局部含少量黏性土，普遍分布，层底深度约3.8～13.5m，平均厚度约3.83m。

2-3-5层中砂：褐灰色，稍密，饱和，成分以石英，长石为主，普遍分布，层底深度约5.0～14.5m，平均厚度约3.72m。

2-4层中砂：黄褐色～褐灰色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含少量云母，局部含少量粉质黏土，呈层状分布，层底深度约16.2～32.0m，平均厚度约5.42m。

2-4-1层中砂：黄褐色～褐黄色，中密，饱和，成分以长石、石英为主，含少量云母，局部含少量粉质黏土，呈层状分布，层底深度约8.3～22.3m，平均厚度约5.51m。

2-4-2层粉质黏土：深灰色～灰黑色，可塑，呈透镜分布，层底深度约11.1～20.3m，平均厚度约1.82m。

2-4-4层黏土：灰褐色，褐灰色，可塑，局部含少量砂，仅在河口站呈透镜分布，层底深度约20.3m，平均厚度约1.5m。

2-4-5层黏土：灰褐色，褐灰色，软塑，土质均匀，仅在孔QTRGZX-061处呈透镜分布，层底深度约15.6m，平均厚度约1.2m。

2-4-6层细砂：黄褐色～褐灰色，中密，饱和，成分以长石、石英为主，含云母，呈层状分布，层底深度约14.1～23.7m，平均厚度约4.21m。

2-4-7层细砂：灰褐色～褐灰色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含云母，呈层状分布，层底深度约20.1～24.1m，平均厚度约1.73m。

2-4-8层粉砂：灰褐色，稍密，饱和，成分以石英、长石为主，含少量黏性土，层底深度约16.1m，平均层厚约3.9m。

2-4-9层粗砂：浅灰色～灰褐色，中密-密实，饱和，成分以长石、石英为主，含云母，呈层状分布，层底深度约7.6～25.7m，平均厚度约6.41m。

### (3) 第四系下更新统东深井组冰水堆积层(Q12dfg1)

7-1层粉质黏土：灰黑色～灰褐色，可塑，土质均匀，局部含粉砂互层，呈层状分布，层底深度约11.3～29.0m，平均厚度约3.4m。

7-1-1层粉质黏土：灰黑色～灰褐色，软塑，含铁锰氧化物，仅在勘探孔TYGZX-028处有分布，层底深度约23.4m，平均厚度约1.5m。

7-1-2层黏土：灰黑色，可塑，土质均匀，切面稍有光泽，透镜体分布，层底深度约20.7～28.7m，平均厚度约2.8m。

7-1-5层细砂：灰褐色，中密，饱和，成分以石英、长石为主，局部透镜体分布，层底深度约13.5～18.0m，平均厚度约1.6m。

7-1-7层中砂：灰褐色，密实，饱和，成分以石英、长石为主，含少量黏性土，仅在QTRGZX-003孔呈透镜分布，层底深度25.2m，厚度约1.5m。

7-2层中砂：灰褐色～褐灰色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含云母碎，局部夹黏性土薄层，层底深度约15.5～38.0m，平均厚度约4.22m。

7-2-2层粉质黏土：褐灰色，可塑，偶见细砂薄层，透镜体分布，层底深度约21.7～29.0m，厚度约1.1～2.0m。

7-2-4层粉砂：灰褐色，密实，饱和，矿物成分以石英、长石为主，含少量黏性土，局部为粉质黏土，仅在QTRGGZX-051孔透镜体分布，层底深度为26.5m，厚度为3.5m。

7-2-6层细砂：灰褐色，密实，饱和，成分以石英、长石为主，含少量粉质黏土，局部透镜体分布，层底深度约21.8～31.5m，平均厚度约2.49m。

7-2-7层粗砂：褐灰色～灰褐色，密实，饱和，成分以石英，长石为主，含少量粉质黏土，层底深度约16.6～38.0m，平均厚度约5.73m。

7-2-8层砾砂：褐灰色～灰褐色，密实，饱和，成分以石英，长石为主，层底深度约25.0～30.1m，平均厚度约4.0m。

7-3层黏土：浅灰色～灰褐色，可塑，局部夹粉砂薄层，局部为粉质黏土层状分布，层底深度约21.9～33.5m，平均厚度约2.88m。

7-3-4层粗砂：灰褐色，密实，饱和，成份以石英长石为主，在玉湖站呈透镜体分布，层底深度约27.7～32.0m，平均厚度约3.4m。

7-4层中砂：灰褐色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含少量黏性土，层底深度约25.8～49.0m，平均厚度约4.48m。

7-4-1层粉质黏土：：灰褐色，可塑，含少量细砂，透镜体分布，层底深度约30.2～41.2m，平均厚度约2.19m。

7-4-2层黏土：：深灰色～灰褐色，可塑，含少量细砂及砾石，呈层状分布，层底深度约35.1～42.8m，平均厚度约2.35m。

7-4-3层细砂：灰褐色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含少量黏性土，层底深度约29.3～42.2m，平均厚度约3.65m。

7-4-4层粗砂：褐灰色～灰褐色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含少量黏性土，层底深度约24.3～49.6m，平均厚度约5.7m。

7-4-5层砾砂：灰褐色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，层底深度约36.5m，平均厚度约1.7m。

7-5层砾砂：灰褐色～褐灰色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含少量黏性土，层底深度约36.6～47.2m，平均厚度约4.4m。

7-5-1层粗砂：灰褐色～褐灰色，密实，饱和，成分以长石、石英为主，含少量黏性土，层底深度约39.4～51.6m，平均厚度约4.55m。

7-5-2层圆砾：浅灰色～灰褐色，密实，饱和，主要由砂岩，石英组成，一般砾径约

2~20mm，呈亚圆状，层底深度约 35.0~43.3m，平均厚度约 2.8m。

7-5-4 层粉质黏土：：灰黑色，硬塑，土质不均，含粉土互层，层底深度 36.9m~42.5m，平均厚度。太人区间左右线地质纵剖面见附图二、三。

【河口站~玉湖站】隧道主要穿越 2-4 中砂，2-4-1 中砂，2-4-2 粉质黏土，7-1 粉质黏土，7-2 中砂。河口站~玉湖站区间隧道地层比例见图 2-3-1。

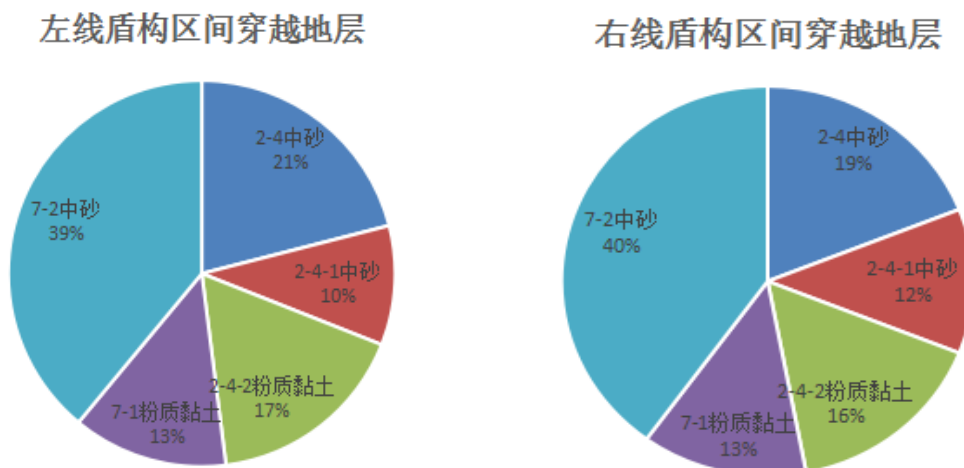


图 2-3-1 河口站~玉湖站区间隧道地层比例图

### 2.3.3 水文地质

本工点位于松花江河床、低漫滩地貌中，勘察期间勘察范围内地表水深度最大约 7.5m，地表水水位变幅较大。根据地下水赋存条件，地下水类型主要为第四系孔隙水及微承压水。

据勘探揭示的地层结构，勘探深度内场地水文地质条件有地表水、孔隙潜水、承压水。

#### (1) 第四系孔隙潜水

在松花江低漫滩普遍分布，含水层岩性主要为粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂等砂类土，夹黏性土层，含水层厚度一般为 35.4~48.2m，该类型地下水与松花江江水水力联系密切，主要受松花江江水径流补给，排泄方式主要为蒸发及侧向补给两岸。本次勘察期间孔隙潜水初见水位埋深为 0.0~6.2m，稳定水位埋深为 0.0~6.1m（高程 108.29~117.32m），水位变幅较大。

#### (2) 微承压水

在松花江低漫滩分布较广，第四系下更新统东深井组冰水堆积层含水岩组由粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂、圆砾土组成，顶部存在7-1、7-1-1、7-1-2黏性土层，层状分布，局部不连续，使得上下含水层局部可相通，层顶埋深8.7~27.5m，厚度1.2~11.1m，底部为泥岩隔水层，该含水层存在微承压性。该微承压水主要补给来源为上部孔隙潜水下渗和松花江江水的侧向渗流，排泄方式以径流及侧向补给松花江为主，与松花江水具密切水力联系，呈互补互排关系。

## 2.4 到达段周边环境情况

(1) 区间隧道地下管线布置见表2-4-1。

表2-4-1 区间管线情况汇总表

管线类型	规格 (mm)	管线材质	与结构相对关系	埋深	位置
电力管线	300×150	铜	隧道正穿	0.8m	左线 1584 环，右线 1566 环
通讯管线	Φ20	光纤	隧道正穿	0.52m	左线 1583 环，右线 1565 环
给水管线	Φ300	PE	隧道正穿	2.53m	左线 1588 环，右线 1570 环
排水管线	Φ300	砼	隧道正穿	2.16m	左线 1590 环，右线 1572 环
燃气管线	Φ50	铸铁	隧道正穿	0.48m	左线 1585 环，右线 1567 环

(2) 区间周边建筑物调查表

表2-4-2 区间建筑情况汇总表

区间周边建筑物调查			
序号	名称及风险等级	区间隧道与建构筑物关系	建构筑物基础、结构形式简述
1	玉湖	隧道正穿	混凝土结构

## 3、到达难点、重点及控制措施

### 3.1 盾构到达防止涌水涌砂

(1) 风险分析

本工程盾构到达端头处于松花江漫滩区，玉湖站为地下三层站，玉湖

站小里程端头井距离松花江约 300m，盾构隧道顶埋深 18.89m，洞身位于 2-4 中砂层中，洞底为 7-2 中砂层，位于孔隙潜水层中，水量丰富、透水性强，易发生涌砂、涌水现象。

(2) 控制措施：

1) 对接收端头（玉湖站小里程端），进行旋喷加固，到达前检查加固效果，且在接收端头增加钢套筒密闭接收，确保盾构安全到达。

2) 保证钢套筒的安装精度和强度，确保钢套筒密效果。

3) 盾构机到达阶段的监测。加密监测点为 2 米一个，每 10 米设一观测断面，盾构进出洞阶段，采取与掘进同步的跟踪测量。

4) 盾构到达前 10 环管片同步注浆完成后需进行二次补注浆，浆液采用水泥、水玻璃双液浆，水玻璃用水稀释 1：3，水泥浆水灰比为 1：1，水泥浆与水玻璃体积比 1：1，二次注浆于管片脱出盾尾 5 环开始实施，并于管片脱出盾尾 7 环内注完。

5) 优化掘进参数、减少对土层的扰动。

### 3.2 到达端头既有管线保护措施

到达端头附近有燃气管、通信网络、电力、雨水等。在盾构到达施工过程中严格监测地面沉降，根据监测结果采取措施，保证地下管线的安全，管线与端头井位置关系见图 3-3-1 图所示。

区间隧道下穿地下管线，燃气、高压电缆、通讯电缆等重要的管线列为重点保护处理对象。

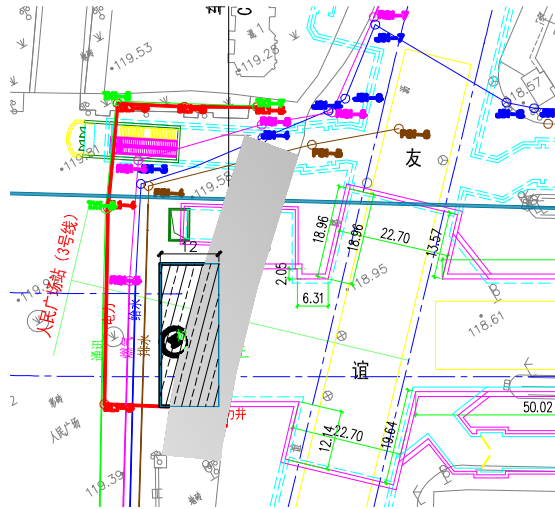




图 3-3-1 到达端头区域管线图

泥水盾构在进出洞循环建压时容易漏气漏浆，导致泥水仓压力建不起来，导致掌子面坍塌，地面沉降较大引起的管道变形、破裂。造成燃气管道突发事件，施工时制定以下保护控制措施：

盾构穿越既有管线的总体施工技术措施归结为：气压平衡模式+盾尾同步注浆+地面沉降监测，实行信息化施工。在推进过程中应严格执行以下几点技术要求：

(1) 严格控制和调整推进速度。盾构机在接近燃气管时，放慢推进速度，控制在 15mm/min 左右。

(2) 合理设定气仓压力平衡值。严格控制气仓压力，尽量使土仓压力与当前地层压力保持平衡，以减小沉降。

(3) 严格控制同步注浆，确保注浆压力和注浆量的控制；本次穿越施工时，注浆应根据监测数据实际情况即时调整，注浆量初步考虑在 6.0 方。

(4) 严格控制管片拼装质量。管片拼装时尽量用足千斤顶，决不允许可用千斤顶闲置。在盾构推进结束后回缩的千斤顶应尽可能的少，以满足管片拼装即可，以减少千斤顶回缩造成盾构机的后退，而造成地面的沉降。

(5) 穿越后的二次注浆：二次补浆以少量多次为原则，在测点刚脱出盾尾时，测点沉降速度较快，此时补浆频率每天施工 1~2 次，注浆量根据注浆压力控制，注浆压力控制在 0.3~0.5MPa。经过补浆后，测点沉降速度变缓，补浆改为 2~3d 施工一次。当测点稳定后，补浆施工不再进行。

## 4、施工方案及技术措施

盾构区间采用两台泥水平衡盾构机，两台盾构机均从河口站大里程端头井始发，到达玉湖站小里程端头井后，盾构机分解吊出转场。盾构施工工筹详见下图 4-1-1 所示。

### (1) 盾构施工节点时间

盾构于 2018 年 5 月 8 日从河口站大里程端左线始发，2018 年 9 月 30 日到达玉湖站，于 2018 年 6 月 8 日从河口站大里程端右线始发，在 2018 年 10 月 31 日完成右线掘进施工。

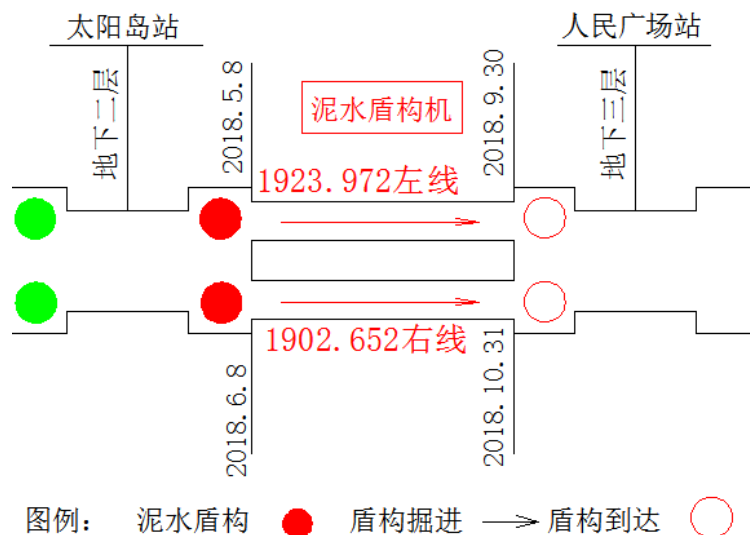


图 4-1 太人区间施工计划示意图

### 4.1 到达端头加固技术方案

太~人区间到达端头 12m 宽高压旋喷法加固地层+钢套筒盾构接收技术。

#### 4.1.1 端头土体加固施工方案

采用  $\phi 600@450$  三重管旋喷桩加固，以确保盾构到达安全。本区间到达端头玉湖站小里程端头，具体情况见下表：

表 4-1-1 到达端头加固情况表

序号	端头名称	加固概况	备注
1	玉湖站大里程端头	加固范围：长度为 12m，加固宽度为盾构隧道结构上下、左右各 3m；	加固方法：采用 $\Phi 600@450$ 旋喷桩和钢套筒接收

盾构到达端头隧道上方土体由上至下依次为 4.4m 厚 1-1 杂填土层、2.6m 厚 2-2-2 粉砂层、2.2m 厚 2-3 细砂层、5.6m 厚 2-3-2 细砂层及 4.1m 厚 2-4 中砂层，隧道范围内为 2-4 中砂层，隧道底部为 7-2 中砂层和局部 7-1 黏土层。到达端头地层情况详见图 4-1-1。

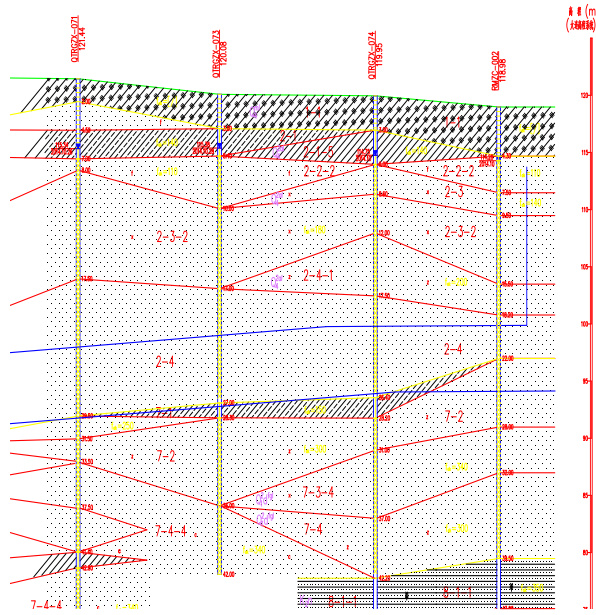


图 4-1-1 盾构到达端头地质纵剖面示意图

盾构端头加固工程量概况见下表 4-1-2。

表 4-1-2 盾构到达端头加固设计工程量统计表

区间名称	项目	到达端头加固
太人区间	旋喷桩成孔深度 (m)	29.07
	旋喷桩空桩长度 (m)	16.87
	旋喷桩实桩长度 (m)	12.2
	旋喷桩数量 (根)	2031

加固平面示意图见图 4-1-2。

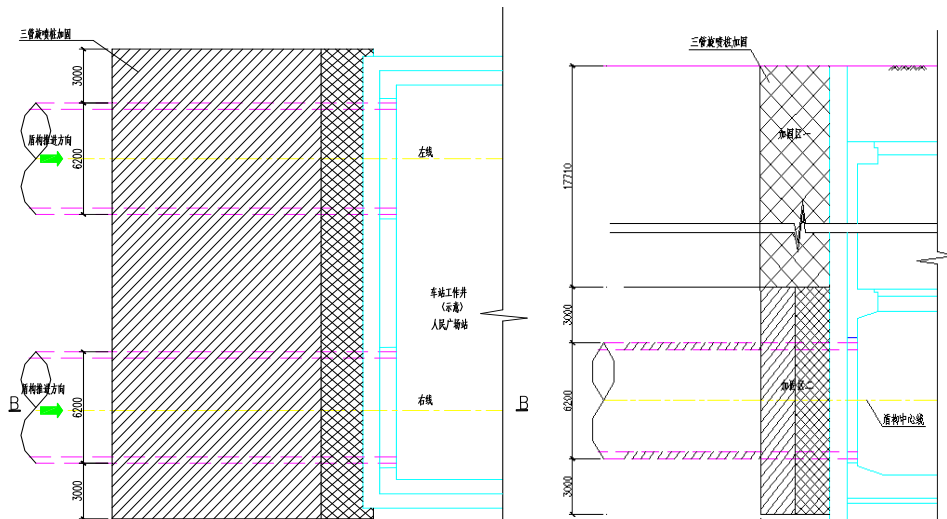


图 4-1-2 太人区间盾构接收端头加固平面及剖面图

## 4.1.2 旋喷桩加固及技术措施

(1)旋喷桩采用 42.5 级以上普通硅酸盐水泥,水灰比 1:1,水泥掺量加固区为 240kg/m,弱加固区为 120kg/m,水泥最终用量需根据试验确定。无侧限抗压强度不小于 0.8MPa,渗透系数不得大于  $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ,在盾构通过前,进行垂直和水平钻孔,检验渗水量,保证盾构顺利到达安全。

表 4-1-3 三管旋喷桩施工技术参数表

项 目		技术参数
压缩空气	气压 (MPa)	0.7
	气量 (ml/min)	1500~3000
水泥浆	浆比重 (kg/L)	1.50~1.53 (水灰比 1: 1)
	浆量 (L/min)	25~80
提升速度 (cm/min)		10~20
旋转速度 (rpm/min)		12~20
喷嘴直径 (mm)		1.9
返浆比重 (g/cm <sup>3</sup> )		1.2~1.3

旋喷桩施工采用 XY-2 地质钻机引孔, CYP 型旋喷机作业。施工设备如表 4-1-4 所示。

表 4-1-4 主要机械设备配套表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	地质钻机	XY-2	台	3
2	高喷台车	CYP	台	2
3	高压泵	JC3091	台	1
4	高压注浆泵	GZB-100	台	1
5	中压灌浆泵	HBW	台	2
5	空压机	LGB-6/8	台	1
6	空压机	JB50A	台	1
7	储气罐	300/1.0	台	1
8	储气罐	0.5/0.8	台	1
9	袖阀管		根	若干

(2) 旋喷桩试验桩施工

1) 试验目的：通过试桩确定旋喷速度、喷射压力、提升速度及水泥浆液配比等技术参数，作为以后施工的依据。

2) 技术准备

浆液配制：

①设计技术指标：水泥掺量 $\geq 35\%$ ，28d 无侧限抗压强度 $\geq 0.8$  Mpa。

②水泥浆配合比配制：根据设计技术要求对拟处理土进行配合比试验，水泥采用 P.042.5 级普通硅酸盐水泥，水灰比试配了 1:1，水泥浆密度为 1512kg/m<sup>3</sup>。

(3) 工艺参数的确定

根据不同水泥浆配比及不同压力进行试桩试验，试桩根数 9 根，单根桩长 20 米，主要通过改变喷浆压力和提升速度控制注浆量，试验桩间距 450mm。

(4) 采用三重管旋喷法施工，施工工艺流程见图 4-1-3 所示。

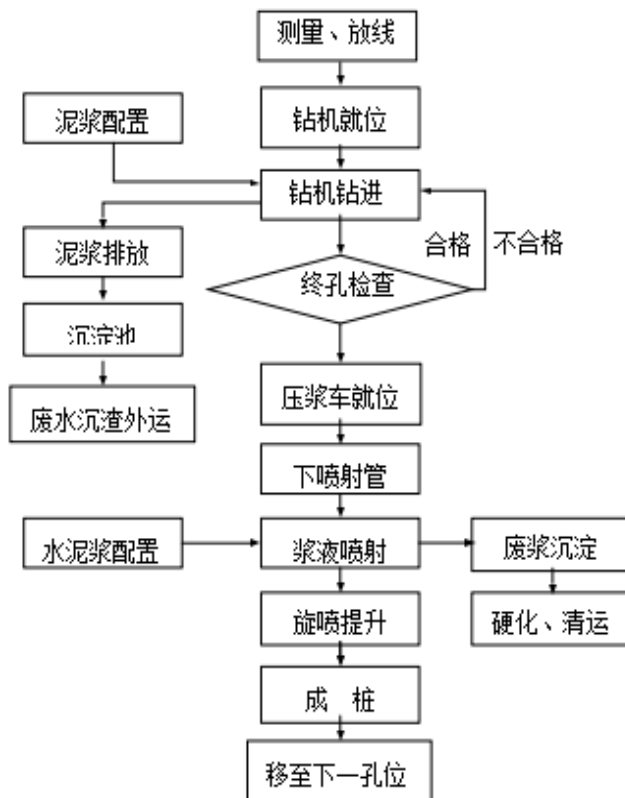


图 4-1-3 旋喷桩施工工艺流程图

### (5) 加固效果检查

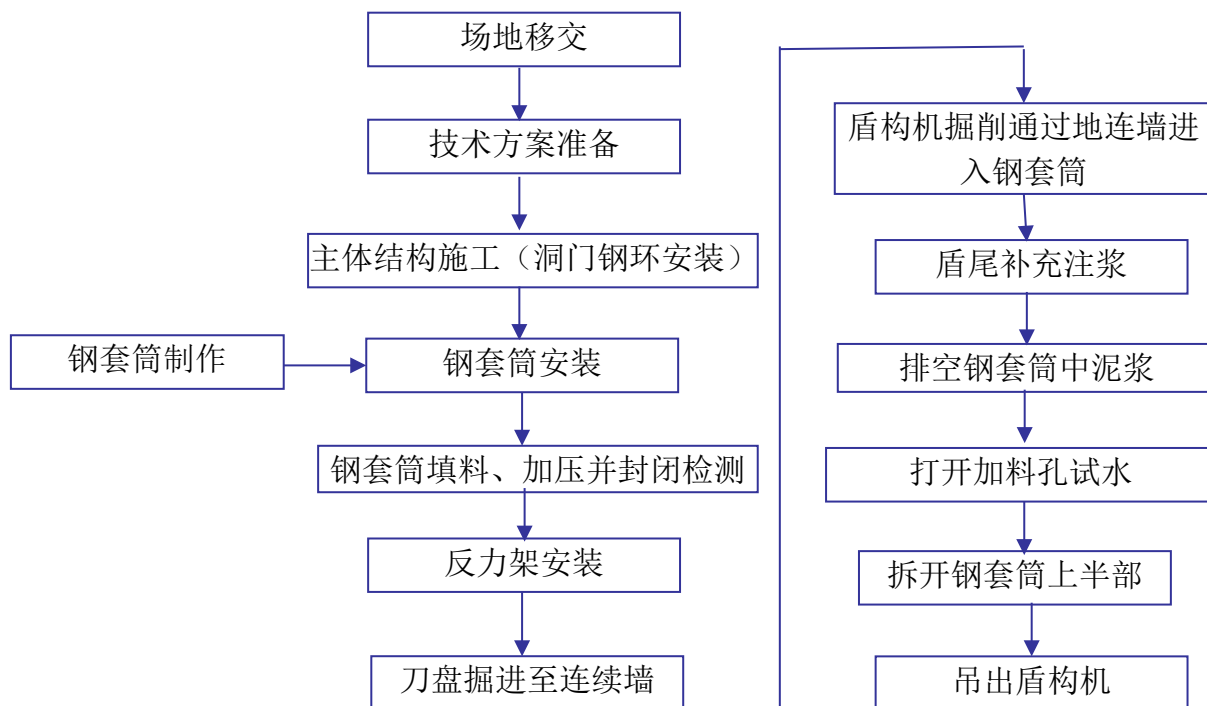
土体加固后对土体的加固效果进行检查，检查内容包括加固土体强度、洞门处渗透性以及土体的匀质性。检查的方法和标准见表 4-1-5 所示。

表 4-1-5 端头土体加固检查方法和标准

内容 编号	检查项目	标准	检查方法	备注
1	加固土体强度	$\geq 0.8\text{MPa}$	钻孔取芯的桩数为工程桩总数的 2~5%，分别采用水平、边界、斜向三种不同的取芯方式进行取芯，每次取芯孔数不少于 2 孔	取岩土芯进行抗压强度试验
2	加固体渗透性	$\leq 10^{-7}\text{cm/s}$	在洞门范围上下左右及中心各施工钻孔 1 个，检查其渗水量。	钻孔要打穿地下连续墙，始发端进入加固体 2m，到达端进入加固体 2.5m。
3	加固体匀质性	加固体均匀	利用钻孔岩土芯进行检查	现场判定

## 4.2 盾构接收方案及技术措施

盾构到达采用钢套筒密闭到达接收，主要工作包括盾构到达前的复核测量、盾构到达掘进参数控制、钢套筒的定位、钢套筒和反力架的安装于固定、洞门过渡环周围的焊接、隧道贯通场地清理等工作。钢套筒接收施工流程见图 4-2-1。



4-2-1 钢套筒接收施工流程图

#### 4.2.1 贯通前测量盾构姿态调整

##### (1) 盾构机姿态人工复核测量

盾构到达前，要对洞内所有的测量控制点进行一次整体的、系统的控制测量复测，对所有控制点的坐标进行精密、准确的平差计算。精确测量测站、后视点的坐标和高程，每一测量点的测量不少于 8 个测回。

在 100m 和 50m 处对导向系统进行复核测量。在盾构到站前的最后一次导向系统搬站时，充分利用在贯通前线路复测的结果，精确测量测站、后视点的坐标和高程。同时在贯通前 50m 时，进一步加强对盾构姿态和管片测量，根据复测结果及时纠正偏差，并结合实测的接收洞门位置适当调整隧道贯通时的盾构姿态；确保盾构机按实测洞门位置顺利进入钢套筒。盾构出洞时其刀盘偏差控制在：平面 $\leq 30\text{mm}$ 、高程 $\leq 30\text{mm}$ 。

##### (2) 到达洞门复核测量

为准确掌握到达洞门施工情况，在盾构贯通前对盾构到达洞门进行复核测量，测量项目包括：洞门中心位置偏差、洞门全圆半径等。

##### (3) 盾构姿态调整

根据盾构姿态测量和洞门复测结果，逐渐将盾构姿态调整至预计的位置。确定盾构贯通姿态时，一般考虑盾构到达时施工进度较慢，盾构存在下沉的情况，贯通前30m逐渐将盾构姿态抬高15mm~30mm，具体按掘进情况进行适时调整，达到盾构出洞所需最佳盾构姿态。

#### 4.2.2 到达前施工参数控制

(1) 在加固体内掘进时，应密切关注盾构机姿态变化，若出现刀盘载头或突变量达2cm时，应立即停止掘进，停机对土体进行处理。

(2) 最后30环注浆配合比中适当增加水泥用量，同时增加同步注浆量，每环注浆要达到密实均匀，保证注浆量的同时也要保证盾尾密封的安全，在掘进过程中根据注浆压力和地面监测情况进行实时调整，以达到管片壁后同步注浆充填密实的效果。

(3) 盾构机到洞门口时，为保证洞门位置连续墙的稳定，泥水仓顶部压力控制在1.5~1.6bar，总推力：1500~1000t；刀盘转速：1.0~0.8rpm；掘进速度15~20mm/min；

(4) 在接收段盾构掘进过程中每环管片在掘进600~700mm时需将上环管片螺栓进行二次复紧，管片脱出盾尾后对管片螺栓再次复紧，确保管片之间挤压密实。

(5) 在靠近洞门口的15环管片间设置拉紧装置，拉紧装置设置4道，分别设置在2#、6#、10#、14#共4道，拉紧装置采用10mm钢板，其中一端弯弧（与管片手孔一致）并钻孔套入管片螺栓内进行固定，然后将拉板之间进行焊接，防止管片因正面推力减小而造成环缝间隙张开。

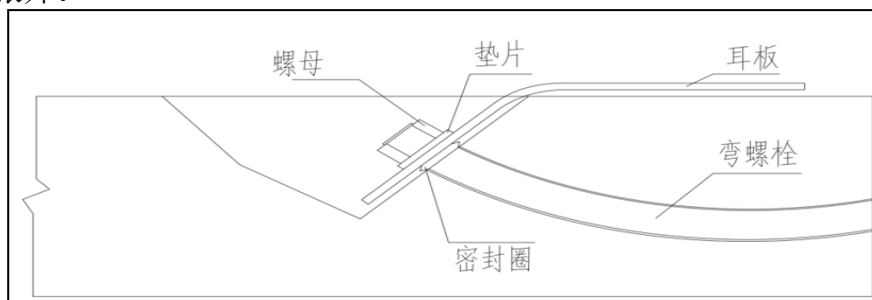


图4-2-2 管片拉紧装置安装示意图

#### 4.2.3 管片壁后二次注浆



为了截断盾尾后部可能存在的地下水通道，将管片壁后建筑空隙充分回填密实，在盾构机刀盘抵拢掌子面后，需要将脱出盾尾后十环管片实施整环二次注浆，注浆料采用水泥-水玻璃双液浆，注浆完成后利用电钻钻透注浆孔，钻孔深度为管片外弧面 40~50cm，检查是否出现渗漏水现象，若出现漏水则再次实施补充注浆，直到检查无渗漏水为止；

表 4-2-1 双液浆配比及浆液主要性能表

试验编号	水灰比 (质量比)	水泥浆：水玻璃 (体积比)	凝结时间（秒）	备注
配比	1:1	1:1	50~70	根据现场试验调整

#### 4.2.4 钢套筒接收方案

为确保盾构顺利到达接收，采用密闭接收装置接收方案，即在洞门外，采用特制钢套筒与洞门预埋钢套筒连接。钢套筒安装之前，采用低强度材料回填，安装完钢套筒后在钢套筒内回填砂土压实，接收钢套筒内预加一定压力，与土仓切口压力相同，然后泥水盾构机直接掘进到钢套筒内，在盾尾补充注浆，等浆液凝固后，依次拆解钢套筒和盾构机并吊出，完成到达施工。到达接收方案如图 4-2-3 所示。

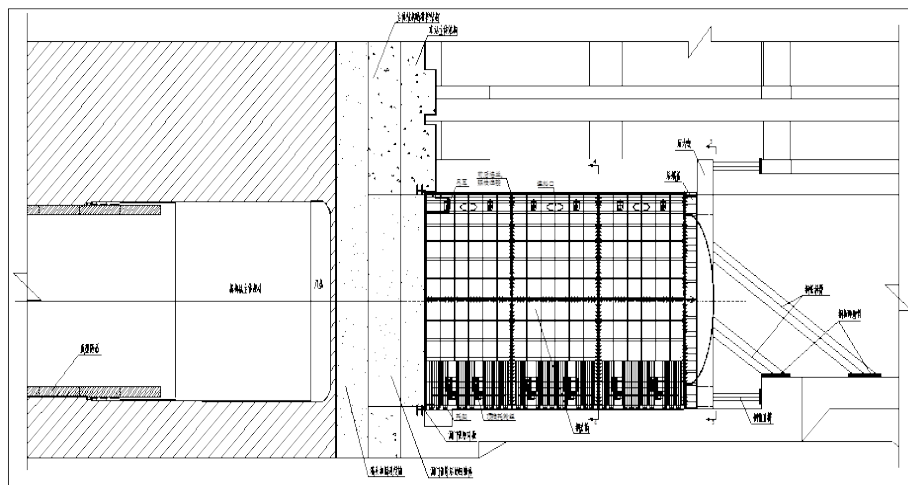


图 4-2-3 钢套筒接收示意图

##### 1、钢套筒设计

钢套筒主体部分总长 9800mm，直径（内径）6800mm。接收钢套再次利用始发钢套筒。

增加接收端盖。

### (1) 预埋件安装

钢套筒的固定主要通过钢套筒与洞门钢环焊接、钢套筒底座与底板预埋钢板连接、钢套筒与反力架间的千斤顶连接以及底座四周临时增加的锚筋与底板间的连接四种方式，在主体结构施工阶段，需要在主体结构底板上预埋钢套筒与底板的连接钢板及反力架钢板，根据钢套筒结构尺寸，钢套筒中心至钢套筒基座底部高度为 3390mm，即钢套筒中心至钢套筒基座底部（预埋件顶部）高度为 3390mm，在对应高度的平面上预埋钢板，具体见图 4-2-4、4-2-5。

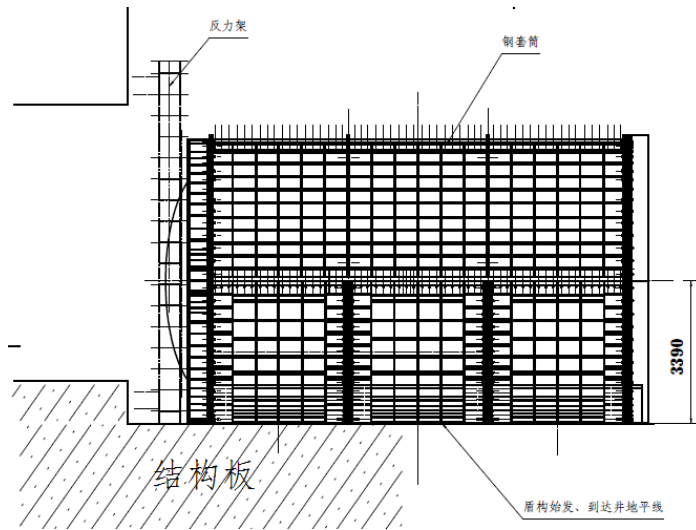


图 4-2-4 钢套筒与底板关系图

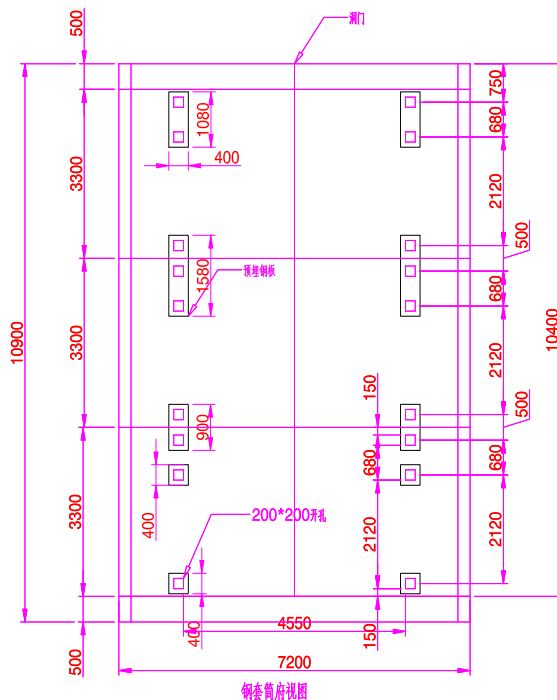


图 4-2-5 钢套筒与底板预埋件平面图

预埋钢板采用 2cm 厚钢板，尺寸：1080\*400mm（2 块），1580\*400mm（2 块），900\*400mm（2 块），400\*400mm（4 块），锚筋采用 HRB335 直径 32 钢筋，锚筋与钢板的连接采用穿孔焊接，焊接满足规范要求，锚筋锚入底板内部 30d（960mm），锚筋布置在底座开孔位置，开孔四个角落各布置一根锚筋。

## 2、钢套筒的安装及试压

安装流程如下：

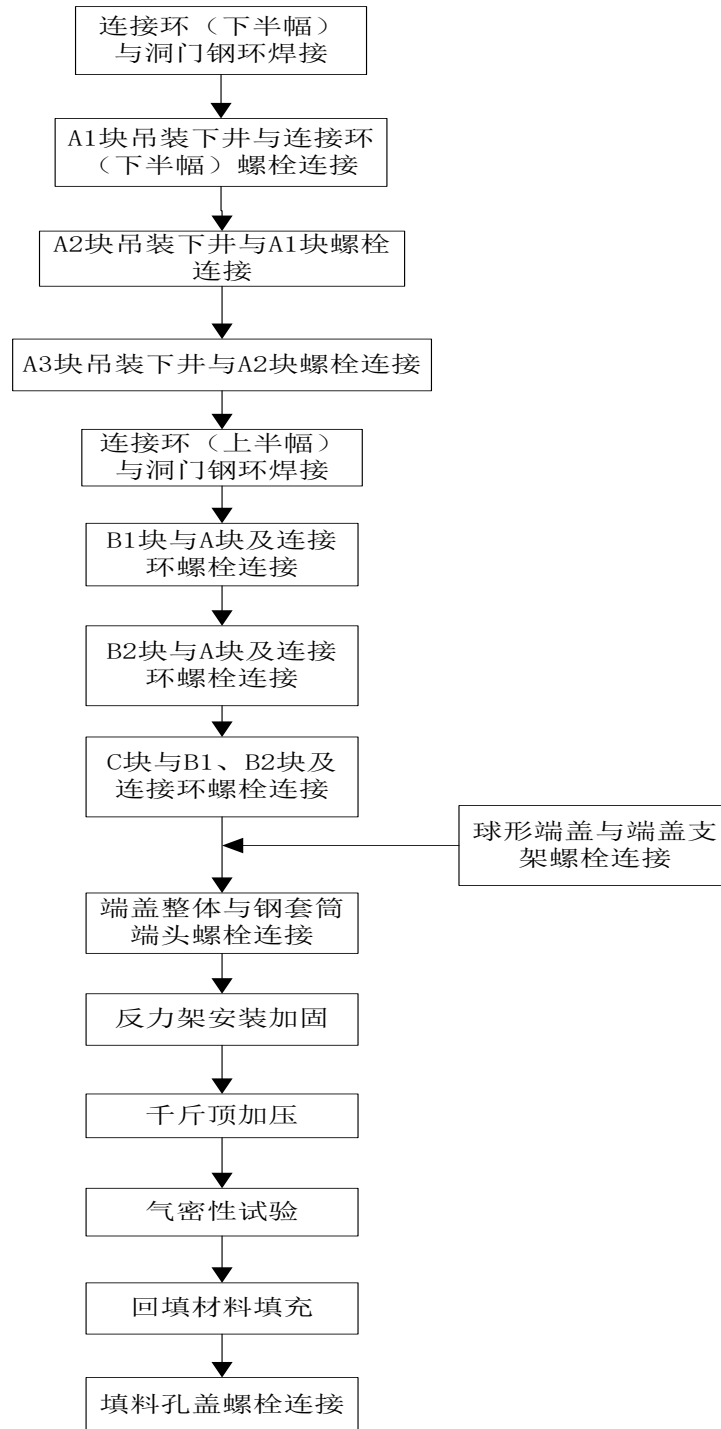


图 4-2-6 接收钢套筒安装流程

### 3、主体部分连接

(1) 在开始安装钢套筒之前，首先在基坑里确定出井口盾体中心线，也就是钢套筒的安装位置，使从地面上吊下来的钢套筒力求一次性放到位，不用再左右移动。

(2) 在地面把三节钢套筒下半段的最底部法兰边缘处割去约 30~50 mm，因为钢套筒的托架已分别焊接在各节钢套筒的下半段上，而钢套筒下半段底部的法兰边缘比托架的底部要高，切割高度要根据实际测量出来的底板标高与洞门中心的标高定。

(3) 吊下第一节钢套筒的下半段，使钢套筒的中心与事先确定好的井口盾体中心线重合，在下半段的钢套筒左右两边的法兰处放好 6 mm 厚的橡胶密封垫，在与第二节的下半部连接过程中要注意水平位置与纵向位置的一致，确保螺栓孔对位准确，并用 M30 的高强螺栓连接紧固。

(4) 将下半部连接好以后，再将第 1 节上半部吊下井并连接，然后再将过渡连板与第 1 节钢套筒对接。依次将第 2、3 节上半块吊下井连接。将各个连接螺栓紧固。

#### 5、后端盖的连接

后端盖由冠球盖与后盖板两部分组成，安装后端盖时应在地面上把这两部分连接好再吊下井，后盖板与冠球盖之间加 6mm 厚的橡胶板后用 M30 螺栓（8.8 级）上紧在钢套筒后法兰上。

后端盖在地面上将椭圆盖板与后盖板连接紧固后再吊下与第 3 节连接法兰连接，后端盖板与法兰连接过程中底部的连接螺栓已经将螺母点焊在法兰盘的后面，只需直接将连接螺栓紧固即可。

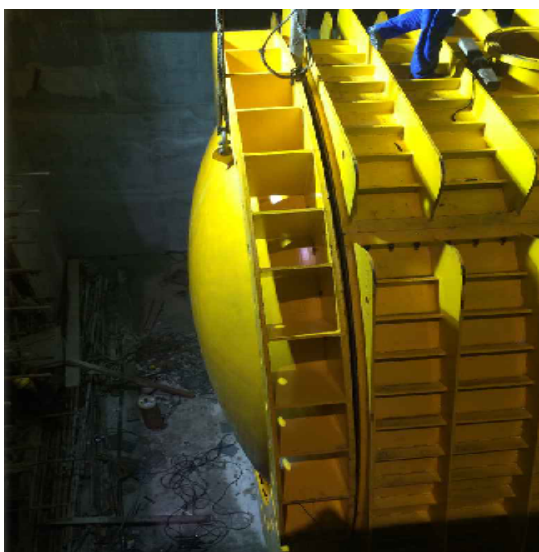


图 4-2-7 后端盖和过渡环安装示意图

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/146022235054010105>