

ICS 号 93.060

中国标准文献分类号 P20 / 29

团体标准

T/CMEA *-2025

钢套筒辅助盾构机始发与接收施工规程

Technical Standard of steel bushing

auxiliary shield for initial receiving

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

2025-*-*发布

2025-*-*实施

中国市政工程协会 发布

中国市政工程协会

2025 年第**号

中国市政工程协会关于发布团体标准
《钢套筒辅助盾构机始发与接收施工规程》的公告

现批准《钢套筒辅助盾构机始发与接收施工规程》为中国市政工程协会团体标准，编号为 T/CMEA*-2025，自 2025 年*月*日起施行。

本文件由中国市政工程协会组织中国建筑工业出版社出版发行。

中国市政工程协会

2025 年*月*日

前 言

根据中国市政工程协会关于下达《2023 年度第一批中国市政工程协会团体标准制（修）订计划》的通知（中市协〔2023〕45 号）要求，标准编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，充分考虑了各地区、各企业的不同情况，在广泛征求意见的基础上，编制了本文件。

本文件共分 6 章。主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 钢套筒结构组成；4 始发与接收；5 钢套筒拆解。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国市政工程协会市政工程施工专业委员会负责管理，由中铁十八局有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄送至中铁十八局集团第三工程有限公司《钢套筒辅助盾构始发接收施工规程》编制组（河北省涿州市冠云路，邮编：072750，联系人：温法庆 13963626504，邮箱：13536116004@qq.com），以便修订时参考。。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

目录

1 总则	1
2 术语	2
3 钢套筒结构组成	3
4 始发与接收	6
4.1 始发	6
4.2 接收	7
4.3 监测	8
5 钢套筒拆解	10
5.1 始发钢套筒拆解	10
5.2 接收钢套筒拆解	10
本文件用词说明	12
引用标准名录	13
条文说明	14
目次	16

1 总则

- 1.0.1 为规范钢套筒辅助盾构始发与接收施工技术要求，做到技术先进，安全适用，经济合理，制定本文件。
- 1.0.2 本文件适用于地铁工程钢套筒辅助盾构始发与接收的全过程控制。
- 1.0.3 钢套筒进场后应按设计图纸进行预验收，并进行预拼装检测筒体主要连接尺寸、筒体圆度偏差，连接面密封情况。
- 1.0.4 钢套筒辅助盾构始发与接收施工除应符合本文件外，尚应符合国家和地方现行标准的有关规定。

2 术语

2.0.1 钢套筒 steel sleeve

用钢板、型钢制作的筒状钢结构，包裹在盾构主机外周，用以辅助盾构始发与接收。

2.0.2 过渡连接环 transitional connection ring

连接钢套筒与洞门钢环的中间钢结构，由筒体、加强筋板、临时加固支撑、定位销、连接法兰、球阀、连接板等构成。

2.0.3 钢套筒基座 steel sleeve base

设置在钢套筒底部的钢结构支撑。

2.0.4 钢套筒端盖 backend cover

用于辅助盾构接收钢套筒的圆形端部结构，与筒体形成密闭空间。

2.0.5 钢套筒端部环梁

用于辅助盾构始发钢套筒的环形端部结构，用于筒体与管片之间密封并传力。

2.0.6 椭圆度 ovality

钢套筒组装完成后的筒体最大、最小内径差值与筒体设计内径的比值，以千分比表示。

3 钢套筒结构组成

3.0.1 钢套筒总体结构应满足下列规定：

- 1 钢套筒应具有盾构始发和接收通用性，宜为组合式结构。
- 2 钢套筒底部支撑高度应满足盾构始发井和接收井的底板与洞门钢环最低点的标高差值。
- 3 筒体分段应满足运输及安装的方便性。
- 4 吊点的设计应分析结构件的重心及吊装变形。
- 5 钢套筒应结合水文地质条件、承受内压、盾构机整体重量及尺寸、洞门钢环尺寸设计。

3.0.2 过渡环应满足下列规定：

条文说明： 如图 3.0.2 为钢套筒过渡环结构示意图。

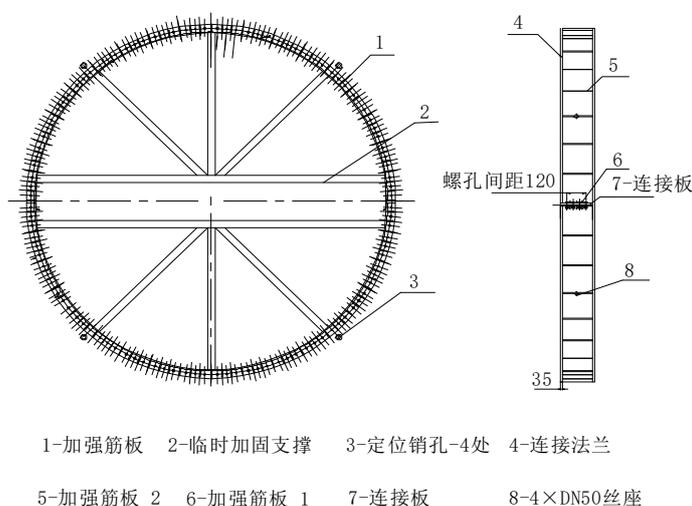


图 3.0.2 钢套筒过渡环结构示意图

1 过渡环法兰应与洞门连接法兰尺寸相匹配，过渡环钢环直径不应小于洞门钢环内径，过渡环长度应根据车站结构尺寸、负环排布、盾构机盾体尺寸、洞门环梁设计等综合确定，当过渡环设计长度大于 600mm 时，底部应设置支撑底座。

2 过渡环两端的连接法兰应采用厚度不小于 30mm 的 Q235 钢板拼接，拼焊法兰分块不宜超过 6 块。

3 过渡环筒体结构宜选用厚度不小于 20mm 的 Q235B 钢板加工制作，可根据实际需求进行分块式制作，应进行场内预拼装验收。

3.0.3 标准环应满足下列规定：

1 钢套筒标准环长度宜为 10m，分 4 个标准环节段，每段长度 2.5m（图 3.0.3），外观结构应一致，靠近连接环的标准环节段不宜设置充填料注入口，其余标准环的顶部按需求设置充填料注入口。

2 标准环节段筒体两端法兰应与钢套筒过渡环连接法兰结构尺寸一致，标准环节段两端法兰圆周应均布设置 4 个定位销孔，每侧中缝连接板各设置两个定位销。

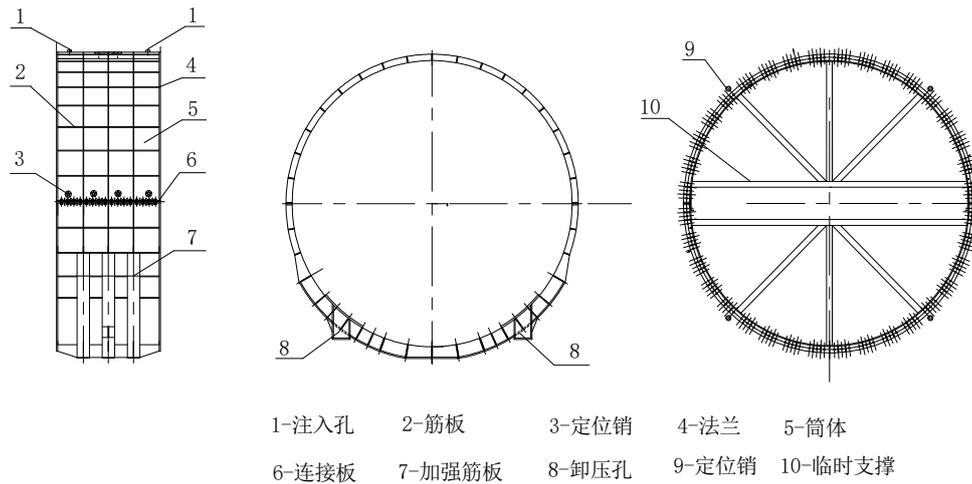


图 3.0.3 标准环结构示意图

3 标准环筒体应采用不小于 20mm 的 Q235 钢板拼接，按上下半圆设计，上半圆与下半圆之间应采用高强螺栓连接，连接界面处应设置橡胶密封。

4 4 个标准环节段法兰盘螺栓孔开孔角度、孔径、定位尺寸应保持一致，端面应设置橡胶密封装置。

5 每节段上下部分应对称设置 4 处吊耳，吊耳强度应满足吊装安全要求。

3.0.4 筒体支座应满足下列规定：

1 钢套筒每个标准环节段应设置两处支座，支座高度应为其外弧面最低点与始发（接收）井底板的距离，其值应与始发井结构设计图纸一致，筒体支座（图 3.0.4）钢板厚度不应小于 20mm。

2 筒体支座由侧立板、底板及对应的加强筋板组成，宽度宜为 300 mm，长度不宜小于筒体直径的 2/3，高度可根据盾构始发（接收）井设计尺寸确定。

3 支座焊缝应满焊，采用三角焊缝的高度应大于 6mm。

4 钢套筒应满足盾构始发、接收需要，还应具有调头、空推等功能，应满足多次循环使用要求。

3.0.5 始发用钢套筒端部钢环梁应满足下列规定：

1 端部钢环梁宜设计为内外环嵌套结构型式。

2 钢环梁组装后密封间隙不宜大于 2mm。

3 钢环梁钢板厚度不应小于 20mm，焊接成型后端面平面度高差应小于 2 mm。

3.0.6 接收端盖应满足下列规定：

1 接收端盖宜为平板型结构（图 3.0.6），钢板厚度不应小于 30mm，宜由上下两半拼接而成，接缝设置位置同筒体，端盖上下连接板处应设置定位销；结合面均应机械加工并设置密封线。

2 端盖受力筋板应选用不小于 50a 的工字钢制作，焊缝应满焊，端盖的反力支撑点应满足受力稳定性要求，端盖底部应设置排渣口、检查口。

3 受力焊缝宜为 $10 \times 45^\circ$ 三角满焊焊缝，应进行超声波探伤；焊接后端盖平面度小于 2 mm，拼接部位

应采用 V 型焊缝。

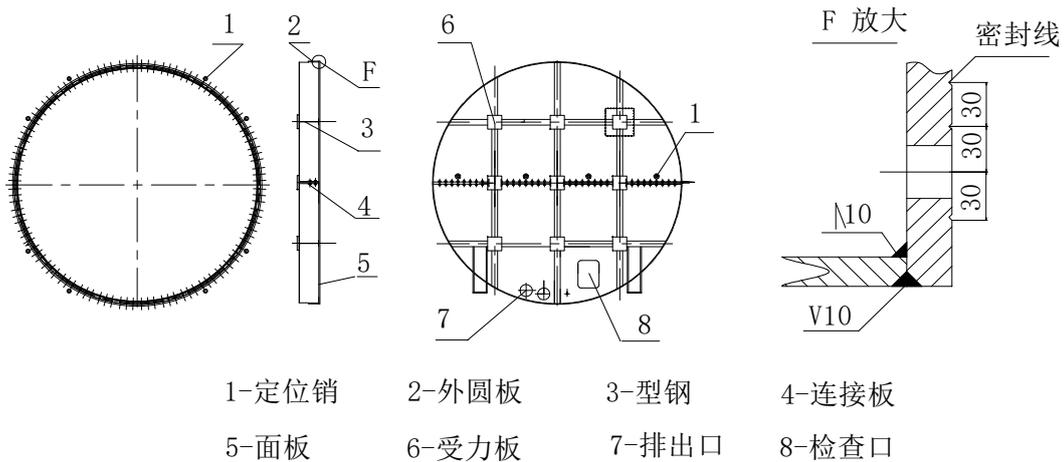


图 3.0.6 接收端盖结构示意图

3.0.7 钢套筒紧固件应满足下列规定：

1 钢套筒筒体间连接、筒体与始发端部环梁连接、筒体与接收端盖的连接、筒体与过渡环的连接应采用高强螺栓连接。过渡环与洞门钢环之间的连接宜采用螺栓连接方式。

2 高强度螺栓连接计算应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 相关规定。

3.0.8 反力系统应满足下列规定：

1 固定钢套筒的三角撑、横向撑宜采用不小于 200×200 的 H 型钢，支撑间距应小于 2m，宜在钢套筒底部、中部、顶部布设受力点可靠的支撑。

3 始发用钢套筒端部门式反力架应根据盾构始发井结构尺寸确定，支撑应与车站结构、反力架可靠焊接。

4 接收用钢套筒端部钢支撑宜设置在端盖的加强肋处，并与车站底板结构可靠固定。

3.0.9 钢套筒构件外表面应采用喷砂除锈后进行防锈处理。

3.0.10 钢套筒进场验收应符合本文件附录 A 的规定。

4 始发与接收

4.1 始发

4.1.1 钢套筒辅助盾构始发步骤：井内安装钢套筒下半部分、盾构机下井组装、组装钢套筒上半部分、钢套筒前部与盾构始发洞门钢环连接、后部与反力系统相接、钢套筒内填充填充料、开始盾构始发掘进。

4.1.2 钢套筒过渡环与洞门连接、下半部组装应满足下列规定：

- 1 钢套筒下井组装前，应复测始发井底板、洞门轴线标高，始发钢套筒轴线应高于隧道轴线 10mm~20 mm。
- 2 采用焊接方法进行连接钢套筒过渡法兰与洞门钢环时，焊缝强度应为一级焊缝。

4.1.3 钢套筒下半部固定应符合下列规定：

- 1 应按组装序号将钢套筒下半部依次吊装下井组装连接，连接部位内弧面偏差应满足设计要求。
- 2 钢套筒支撑座应与始发井底板应接触良好，有缝隙位置宜用细砂找平。
- 3 钢套筒节段间的连接应采用不小于 10mm 厚橡胶垫密封，橡胶密封垫宜选用三元乙丙橡胶，其抗压强度应不小于 1.0MPa。

4 钢套筒下半部固定前应复测轴线，轴线复测符合要求后应及时固定钢套筒下半部，宜分两次对称拧紧紧固螺栓，其扭矩应达到设计值。

4.1.4 宜在钢套筒下半部安装后在钢套筒内铺设后配套台车、电瓶车轨道、吊装盾构机。

4.1.5 筒体底部的两条钢轨间宜浇筑 C15 素砼或铺砂，填铺高度不应高于轨道高度。

4.1.6 钢套筒上半部分组装应分两次对称拧紧紧固螺栓。

4.1.7 钢套筒反力系统安装应满足下列规定：

- 1 钢套筒防扭转加固，检查筒体与洞门过渡钢环连接部位、筒体腰部等处的连接及密封可靠性。
- 2 安装反力架，根据始发井口实际情况确定反力架支撑方式，反力架两侧、底部、上部应可靠固定。
- 3 筒体反力支撑系统应可靠固定，
- 4 端部环梁内外环密封间注密封油脂，应达到油脂由密封间隙处均匀溢出。

4.1.8 钢套筒加固完成、拼装负环后，盾构机向前空推至掌子面，第一次注入填充料。

4.1.9 观察孔封闭后，通过钢套筒顶部预留加料孔注入填充料，注浆压力不宜超过 0.5bar。

4.1.10 钢套筒压力检测应满足下列规定：

1 筒体连接部位密封检查完成后封闭进料口，检查压力表、压力传感器安装情况，向钢套筒内注水，静压试验加水应满足下列规定：

1) 首次加水量宜为筒体直径的三分之一，检查筒体连接处、过渡环与洞门钢环连接处密封情况；

2) 第二次加水宜为筒体直径的三分之二，应静停 1h 后检查筒体水平接缝、筒体底部及洞门位置、后端盖处密封情况；

3) 第三次加水应加满，静停 2h 后检查各密封部位的密封和筒体变形情况。

2 试验压力应按盾构始发位置土水土压力的 1.2 倍确定，不宜超过 3bar，试验压力分级应符合表 4.1.10 规定。

表 4.1.10 压力检测分级表

压力等级 (bar)	加压时间 (min)	保压时间 (min)	备注
0~1.0	10	5	压力降≤0.1bar
1.0~2.0	10	5	
2.0~2.5	15	10	压力降≤0.15bar
2.5~3.0	15	10	

3 试验中若出现渗水点或局部明显变形时，应停止试验并降为常压后处理，满足要求后重新开始试验。

4.1.11 盾构机始发参数应满足下列规定：

- 1 土压力设定宜采用静止土压力理论或郎肯主动土压力理论来设定，最低土压力不应低于主动土压力。
- 2 刀盘转速应根据围护结构型式选择，宜控制 0.8~1.0rpm。
- 3 推力宜控制在 5000~8000 kN，推进速度不宜大于 10mm/min。
- 4 出土量应采用体积测量与称重结合的双重控制，并应根据地面沉降变化速率和累计量调整土压。
- 5 同步注浆压力应高于土仓压力 0.03~0.05MPa，不宜超过土仓压力 0.1 MPa，钢套筒内的负环管片宜注入惰性浆液，0 环管片开始同步注入水泥砂浆。

6 盾体全部进入土体且拼装完成+3 环后，应及时对负环管片进行少量多次双液注浆，二次注浆压力不宜高于土仓压力 1.0bar。

7 轴线控制原则应满足下列规定：

1) 盾构在钢套筒内掘进时不应进行纠偏，应合理选择管片拼装点位，保证合理的盾尾间隙，在钢套筒内应合理分配各组千斤顶的推力，保证管片密封的有效压紧量。

2) 盾体在钢套筒内掘进时盾构姿态宜保持微向上的姿态，刀盘宜高于盾尾 10mm~20mm。

4.2 接收

4.2.1 盾构到达接收前，按方案要求加固盾构接收端头

4.2.2 钢套筒辅助盾构接收前应复测以下项目：

- 1 接收前应做隧道贯通测量。
- 2 钢套筒下井组装前复测接收井底板、洞门轴线标高、洞门尺寸。
- 3 接收钢套筒轴线应低于隧道轴线 10mm~20mm。

4.2.3 钢套筒安装及步骤应满足下列规定：

- 1 清理洞门连接法兰并检查连接螺孔与钢套筒连接孔的形位尺寸。
- 2 钢套筒过渡段与洞门钢环采用焊接方法连接时，焊缝等级应为一级。

- 3 按钢套筒组装顺序依次吊装钢套筒各节段下半部下井组装。
 - 4 钢套筒下半部组装完成后，钢套筒轴线应满足隧道轴线控制要求，钢套筒下半部应可靠固定，钢套筒底部 60° 区域浇筑 C20 砼，厚度应满足设计要求。
 - 5 洞门周边障碍物清理完毕后，依次吊装钢套筒上半部与对应下半部连接。
 - 6 钢套筒筒体吊装完成后，安装钢套筒端盖及反力系统。
- 4.2.4 钢套筒压力检测应符合表 4.1.10 的相关规定。
- 4.2.5 充填料注入应满足下列规定：
- 1 应在钢套筒压力检测合格、洞门破除满足盾构接收条件后注入充填料，充填料应密实。
 - 2 充填料注入期间，应监测钢套筒的变形、密封情况，应及时加固明显变形部位。
- 4.2.6 盾构进入钢套筒掘进应符合以下规定：
- 1 盾构进入钢套筒前应调整盾构掘进姿态，盾构轴线与隧道轴线偏差应小于 20 mm。
 - 2 盾构在钢套筒内推进速度宜小于 10mm/min，合理控制刀盘转速、推力，应有专人监测钢套筒变形及渗漏问题，及时处理异常问题。
- 4.2.7 洞门注浆封堵应满足下列规定：
- 1 盾构机进入钢套筒，最后 1 环管片脱出盾尾后，及时注浆封堵洞门。
 - 2 根据注浆浆液初凝时间，确定洞门密封效果检查时间，应先检查近洞门 10 环管片注浆情况，打开管片顶部注浆孔，应无水渗出。间隔开启筒体过渡段卸压口检查洞门密封效果。
 - 3 洞门密封可靠性确认后，排尽土仓内的渣土，盾构机断电，开始钢套筒、盾构机的拆除工作。

4.3 监测

- 4.3.1 盾构始发钢套筒监测应符合以下规定。
- 1 在钢套筒变形较大处设置土压力传感器及位移应变片，盾构掘进时钢套筒内的土压应不低于掘进地层的水土压力，应严格监测筒体变形，若筒体变形值达到筒体设计变形值的 70%，应及时停止掘进，查找原因并处理。
 - 2 盾构掘进前测得需检查部位的初始值，掘进期间监测频率不宜小于 2 次/天，出现异常时应加大监测频率。
 - 3 始发端头采用冷冻加固时，沉降监测不宜少于 40 天，根据地面沉降变化速率合理调整监测频率。
 - 4 钢套筒辅助盾构始发端头加固应根据实际水文地质、工程环境确定并根据端头加固型式确定监测方案。
- 4.3.2 盾构始发用监测应符合以下规定：
- 1 在钢套筒变形较大处设置土压力传感器及位移应变片，盾构掘进时钢套筒内的土压应不低于掘进地层的水土压力，应严格监测筒体变形，若筒体变形值达到筒体设计变形值的 70%，应及时停止掘进，查找原

因并处理。

- 2 盾构掘进前测得初始值，掘进期间监测频率不宜小于 2 次/天，出现异常时应加大监测频率。
- 3 始发端头采用冷冻加固时，沉降监测不宜少于 40 天，根据地面沉降变化速率合理调整监控频率。
- 4 钢套筒辅助盾构始发端头加固应根据实际水文地质、工程环境确定。

4.3.3 地面沉降监测应满足下列规定：

- 1 钢套筒辅助盾构始发、接收地表沉降监测点沿隧道轴线布设，布设范围不小于 2 倍洞径，监测断面宜小于 5m，沉降槽监测断面横向宽度根据隧道埋深确定，监测点由线路中心向外由密到疏布置
- 2 根据具体水文地质、工程环境情况合理调整监测范围。

4.3.4 建（构）筑物监测应符合以下规定

- 1 根据建（构）筑物的地基结构型式、地基所处的水文地质、使用年限等综合考虑隧道轴线 20m 范围内的地面建（构）筑物沉降（倾斜）变形进行监测要求；
- 2 对特殊要求的建（构）筑物应采取特殊的监测措施，应确定最大变形控制值。

4.3.5 管线沉降监测应满足下列规定：

- 1 管线沉降监测应根据管线的埋深、性质、重要程度、结构型式及其所处水文地质情况，采取特定的保护及监测措施，确定最大变形控制值；
- 2 对有监测条件的重要建筑物宜直接监测其桩基或主体。

4.3.6 监测频率应满足下列规定：

- 1 钢套筒辅助盾构始发、接收掘进期间，应进行全天候监测；
- 2 地面及建筑物、管线监测频率不少于 1 次/天；
- 3 根据沉降数据调整监测频率，重要管线或建筑物应全天候实时监测。

4.3.8 沉降控制标准应符合表 4.3.8 规定。

表 4.3.8 沉降控制标准

监测项目	控制标准		
	累计控制值	速率控制值	备注
建筑物沉降	±10mm	3mm/d	累计控制值、变形速率控制值根据实际情况可合理调整，
管线	±10mm	3mm/d	
地面沉降	-30/+10	3mm/d	

5 钢套筒拆解

5.1 始发钢套筒拆解

- 5.1.1 盾构掘进百环验收合格、洞门密封无渗漏后，钢套筒与负环管片可同时拆除。
- 5.1.2 始发钢套筒拆解步骤应满足下列规定：
 - 1 钢套筒卸压后依次拆除钢套筒监测元器件、筒体防扭转支撑、反力支撑。
 - 2 拆除筒体上半部纵向、环向连接螺栓、各定位销后，依次吊出端部环梁、筒体标准节、过渡环。
 - 3 钢套筒上半部拆除后，清理负环管片外侧的渣土，拆除负环管片。
 - 4 负环管片拆解完毕后，应采用弧形钢板封堵管片与洞门钢环间的空隙。

5.2 接收钢套筒拆解

- 5.2.1 洞门封堵应满足下列规定：
 - 1 盾构主机进入钢套筒且0环拼装完成后，土仓应继续保持土压平衡状态，0环及近洞门10环管片应注双液浆封堵洞门，注浆压力宜高于土仓压力1.0~1.5bar，宜少量多次注入。
 - 2 注浆浆液凝固之后，打开洞门处管片顶部的二次注浆孔，应无水流出；打开钢套筒上预留的卸压口，无流水时打开钢套筒上部填料孔，确认注浆密实之后拆解钢套筒。
- 5.2.2 依次拆除钢套筒监测仪器、支撑、防扭反力支撑系统、监测仪器。
- 5.2.3 应在钢套筒后端盖及上半部钢筒体拆除后，进行盾构机拆机，钢套筒下半部宜由后向前拆除。

附录 A 钢套筒进场验收表

项目名称_____

年__月 日

序号	验收条件	验收内容	验收要点及标准
1	主控条件	外观质量	1. 筒体表面，非加工面应平滑，焊缝的高度、宽度满足设计要求、焊缝无夹渣及裂纹 2. 连接面的表面粗糙度应满足设计图纸要求
2		功能接口	1. 各种功能接口满足现场施工要求，接口部位应操作灵活
3		渗漏检测	1. 钢套筒密封焊缝应无渗漏
4		尺寸偏差	1. 实测钢套筒各节段的长度、直径、圆度、轴线标高，筒体内径允许误差宜控制在±10 mm(任意点检测) 2. 筒体过渡环尺寸与圆度应满足与洞门钢环的连接要求 3. 实测定位销孔、螺栓孔的形位误差符合图纸要求 4. 筒体上下部分、相邻节段连接后的密封应符合设计要求 5. 钢板厚度与设计图纸应一致 6. 吊耳位置应与重心一致，受力应均匀
5		支撑	1. 始发钢套筒端部钢环内外环尺寸与反力架结构尺寸、内环前后端面的平面度应符合设计要求；筒体反扭矩点设置位置应符合设计受力要求 2. 接收钢套筒后端盖反力点、筒体反扭矩点设置位置应满足设计受力要求 3. 支点的布设应满足受力、变形要求，焊缝强度应满足设计要求
6		内业资料	1. 钢套筒受力计算应包括：钢套筒所受扭矩、最大变形部位及变形值 2. 设计图纸应符合相关标准要求，审查、签批手续应齐全有效 3. 不同工序的检测记录资料，尺寸检验记录表，形位公差检测记录表齐全有效；标准配套件验收记录表齐全有效 4. 关键部位焊缝探伤报告，渗漏检测报告 5. 探伤单位资质、人员资格证书与焊缝等级一致 6. 钢套筒在生产过程中出现加工缺陷及其相应整改资料记录
7			
8	一般条件	尺寸偏差	1. 筒体圆度偏差小于 3mm，筒体节段长度偏差小于 2mm，筒体标准环段两端连接法兰平行偏差小于 2mm 2. 各加强筋板的间距均匀、无漏焊部位
9		涂装	1. 钢套筒各部位油漆喷涂均匀，无漏喷及不均匀部位 2. 油漆应喷涂两层，防锈层喷涂前应全面除锈，面漆喷涂前应清理防锈层的不均匀部位，防锈层验收合格后喷涂面漆 3. 油漆涂层厚度满足设计图纸要求
10		内业资料	1. 设计计算资料齐全有效 2. 原材料进厂检验、材质化验资料 3. 钢套筒加工过程中的设计变更及其执行情况 4. 质量缺陷处理资料齐全有效 5. 预验收资料及问题整改资料齐全有效 6. 随机资料及配件确定

本文件用词说明

1 为便于在执行本文件条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《钢结构设计规范》 GB 50017

钢套筒辅助盾构机始发与接收技术标准

条文说明

制定说明

《钢套筒辅助盾构始发接收施工规程》由中国市政工程协会于 202X 年 XX 月 XX 日以 2025 年第 XX 号公告批准、发布。

本文件编制过程中，编制组进行了广泛和深入的调查研究总结了已有的实践经验，同时参考了国内外先进技术标准。

为便于广大设计、施工、检测、科研、学校等单位有关人员在使用本文件时能正确理解和执行条文规定，《钢套筒辅助盾构始发接收施工规程》编制组按章、节、条顺序编制了本文件的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与文件正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握本文件规定的参考。

目次

1 总则.....	17
3 钢套筒结构组成.....	18
4 始发与接收.....	22
4.1 始发.....	22
4.2 接收.....	23
5 钢套筒拆解.....	25
5.2 接收钢套筒拆解.....	25

1 总则

1.0.1 盾构法施工已成为城市地铁隧道施工的主要工法，盾构的始发、接收是盾构施工过程中的较大风险源之一，为有效控制盾构始发、接收风险，钢套筒辅助盾构始发、接收的工法得到了较好的应用，对控制富水软弱地层中盾构始发与接收的安全起到了积极作用，为进一步拓展钢套筒辅助盾构始发与接收施工中的应用，加强在工程水文地质复杂、埋深大、风险控制复杂、施工难度大的盾构始发、接收风险控制，规避因钢套筒变形过大导致的系列风险，制定本文件。

3 钢套筒结构组成

3.0.1 钢套筒设计应满足下列规定：

- 1 钢套筒设计应根据盾构主机外形尺寸，兼顾盾构井结构尺寸，钢套筒长度宜 \geq 盾构主机长度+1m，直径及连接尺寸应与洞门钢环一致。
- 2 始发钢套筒有过渡环、标准环、端部环梁（由内外环组成）、反力系统组成（图1），钢套筒每个节段有上下两个半圆通过高强度螺栓连接。
- 3 接收钢套筒钢套筒由过渡环、标准环、后端盖、反力系统组成（图2），钢套筒每个节段有上下两个半圆通过高强度螺栓连接。
- 4 钢套筒密封面法兰宜设置密封线。

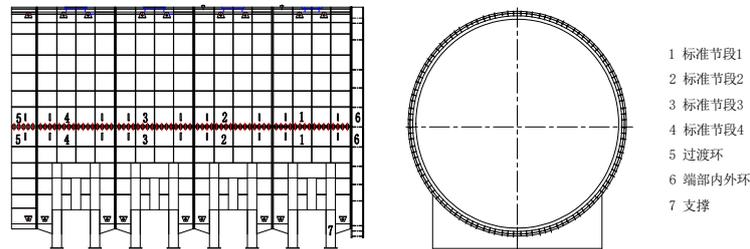


图 1 始发钢套筒结构示意图

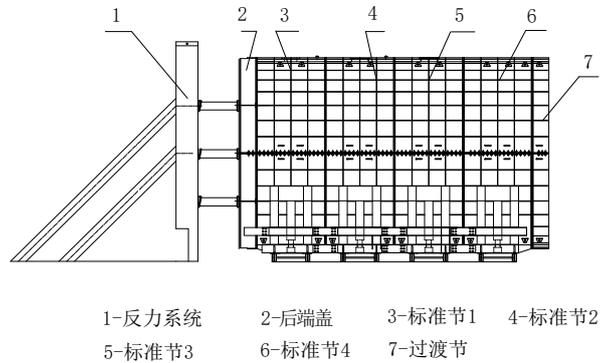


图 2 接收钢套筒组成示意图

4 图 3 为钢套筒过渡环结构。

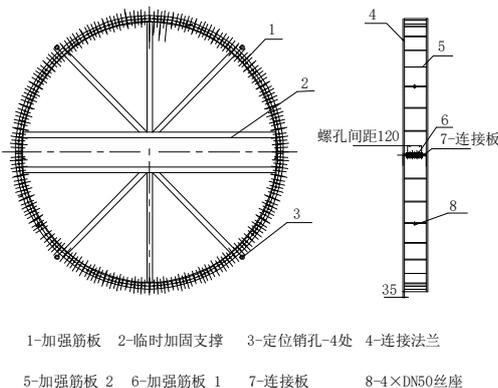


图 3 钢套筒过渡环结构示意图

5 图 4 为钢套筒标准环结构示意图

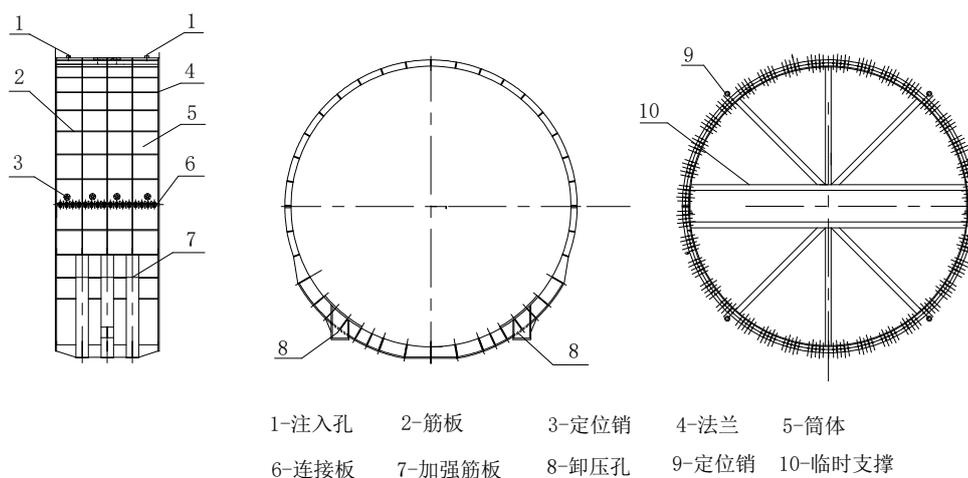


图 4 标准环结构示意图

6 图 5 为钢套筒支座结构示意图

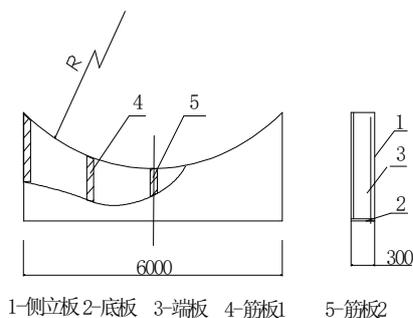


图 5 钢套筒支座结构示意图

7 始发钢套筒端部环梁由内外环组成，图 6 端部钢环安装示意图，图 7 端部环梁内环结构示意图，图 8 端部环梁外环结构示意图。

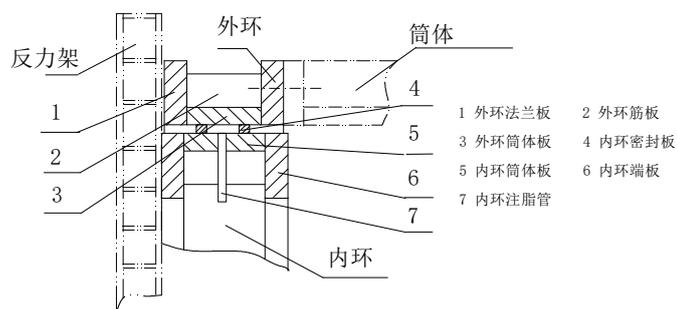


图 6 端部钢环安装示意图

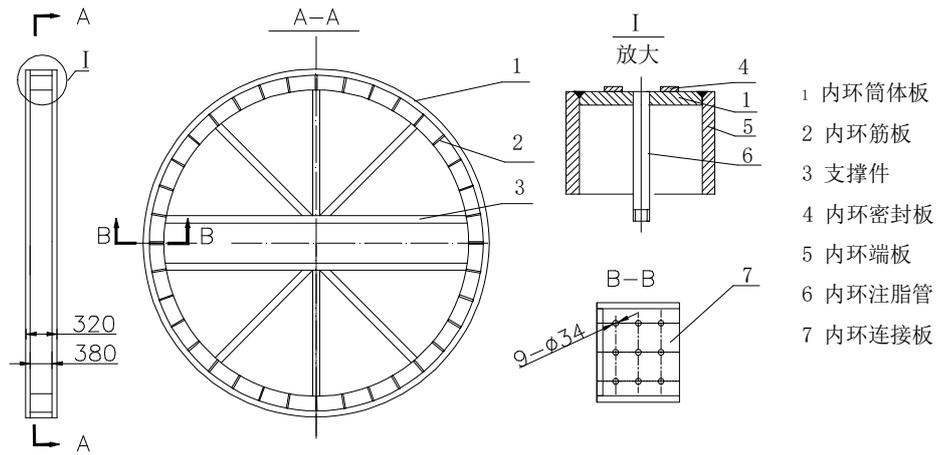


图7 端部环梁内环结构示意图

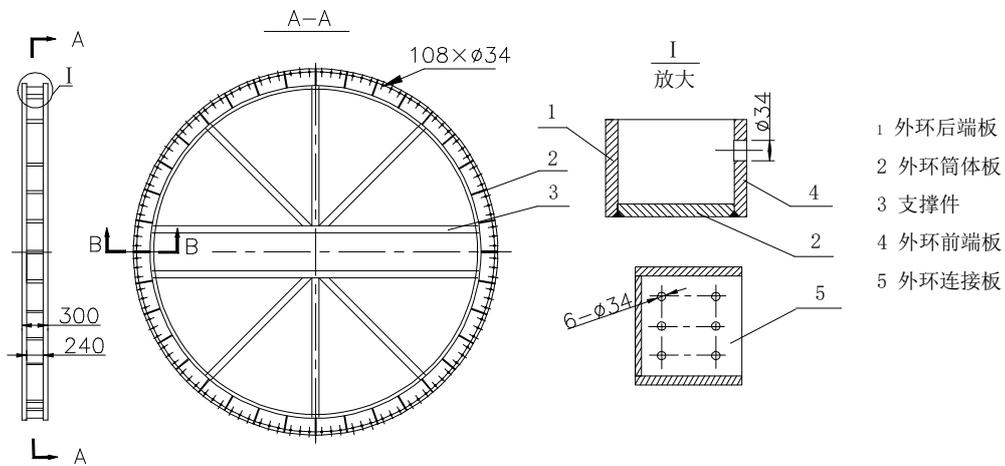


图8 端部环梁外环结构示意图

8 图9为盾构接收钢套筒盾构结构示意图。

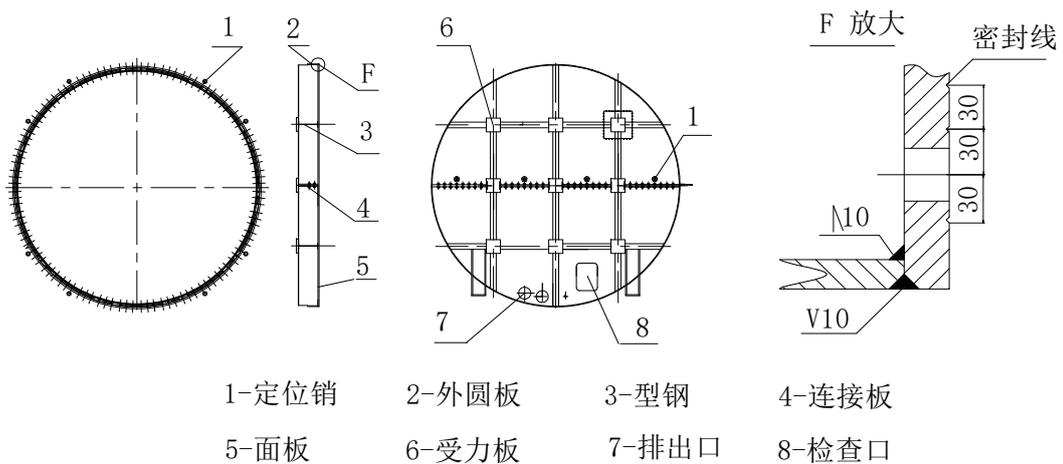


图9 接收钢套筒盾构结构示意图

3.0.2 始发钢套筒端部内外环应满足以下要求

- 1 内外环间用盾尾油脂密封，注脂孔设在内环内侧，相邻注脂孔不宜大于 60° 。
- 2 内外环密封设计宜根据水文地质条件加强设计。

3 内环宽度应大于外环宽度不小于 60mm。

4 内环筒体钢板厚度应不小于 20mm、前后端面钢板厚度应不小于 30mm，端面平面度高差应小于 2 mm。

5 外环（筒体钢板厚度应不小于 20 mm，加强筋板应选用 20mm Q235 钢板；三角焊缝高度应大于 6 mm。

3.0.3 接收钢套筒端盖应满足以下要求：

1 后端盖受力点应均布，支撑应与车站底板预埋件可靠固定。

2 后端盖人孔门应向筒体内部开启。

3 接收端盖为平板型结构，钢板厚度应不小于 30mm，由上下两半拼接而成，接缝设置位置同筒体，端盖上下连接板处设置 4 个定位销；结合面均机械加工并设置密封线。

2 端盖受力筋板应选用不小于 50a 的工字钢制作，焊缝应满焊，端盖上设置 9 处反力支撑点，端盖底部应设置排渣口、检查口。

3 受力焊缝为 $10\times 45^\circ$ 三角满焊焊缝，应进行超声波探伤；焊接后端盖平面度小于 2 mm，拼接部位应采用 V 型焊缝。

3.0.4 钢套筒反力系统包括始发反力系统、接收接收反力系统

1 始发反力系统的反力架为盾构机常规始发用反力架，反力架支撑有斜撑、水平撑组成；

2 接收反力系统包括，斜撑、立柱、水平支撑+楔铁，其中斜撑宜选用为 9 根 $\Phi 500\times 16$ 钢管或 $500\times 500\times 16$ H 型钢。

3.0.5 端部环梁内环受盾构推进千斤顶推力后顶紧反力架，外环无轴向推力。

4 始发与接收

4.1 始发

4.1.9 负环管片拼装、盾构空推、充填料加注

1 钢套筒加固完毕，拼装负环，盾构机向前空推至掌子面，刀盘与掌子面间隙应保证刀盘正常空转。开始充填料注入，充填料应有良好的流动性，充填料应填充密实。

2 充填料加注过程中有专人在钢套筒两侧观测筒体有无变形、接缝位置有无渗漏现象，发现异常应及时进行加固处理。

3 充填料首次注满后，开始拼装负环管片，第一环负环成环后，采用推进模式将管片向后推到推进油缸行程 1700~1850mm 停止，继续拼装第二个负环，再次以推进模式向后推管片到标准环，向前空推盾构刀盘顶到掌子面处停止推进。

4 盾构向前空推前应确认刀盘到掌子面的距离，通过筒体过渡节顶部预留孔观察，刀盘通过洞门小导轨后宜低速转动刀盘，确认刀盘旋转正常后封闭观测孔。

5 钢套筒注入充填料过程中，若钢套筒局部出现较大变形应停止注入充填料，采取可靠的加固措施。

4.1.11 钢套筒压力测试应符合下列规定：

1 充填料注入完成，封闭进料口，检查压力表、压力传感器安装情况，注入压力水进行压力试验；

2 压力试验的压力应按盾构接收位置土压平衡压力的 1.5 倍确定，宜控制 3bar 以内，若盾构接收位置埋深较大时，按钢套筒的设计要求进行压力检测。

3 试验中出现渗水点时应停止试验并降为常压后处理，满足要求后重新开始试验。

4.1.12 钢套筒内始发掘进需控制以下参数：

1 盾构始发端头宜采用旋喷或搅拌加固，按设计要求探孔检查端头加固效果满足盾构安全始发要求后破除洞门钢筋混凝土。

2 钢套筒辅助盾构始发端头加固采用垂直冷冻时，刀盘顶到掌子面时应拔出冷冻管后及时掘进。

3 采用钢套筒辅助盾构始发的地层稳定性较差，基于静止土压力理论的土压力计算公式如公式 1 所示，基于朗肯主动土压力理论的土压力计算公式如公式 2 所示，在土压力确定时应不低于洞门处的主动土压力。

$$\text{静止土压力计算公式} \quad P_0 = K_0 \sum_{i=1}^n \gamma H_i \quad \text{公式 1}$$

$$\text{朗肯主动土压力计算公式} \quad P_a = \gamma H \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) - 2c \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad \text{公式 2}$$

4 刀盘转速的确定应根据围护结构型式地质构成确定。地连墙为全钢筋混凝土结构且已破除时，可选择刀盘转速 0.8~1.0rpm；若地连墙为玻璃纤维筋结构，刀盘具有破混凝土能力，刀盘直接切削地连墙，刀盘转速 0.6~0.8rpm。

刀盘转速的确定应根据工程实际情况，既要考虑掘进地层的地质结构，又要考虑刀盘结构型式及刀具配

置情况，以减小地层扰动保证施工安全为目的。

5 刀盘转速确定后，盾构推进速度与推力有关，推进速度影响到刀盘的扭矩，推力的大小影响到反力系统的稳定性。钢套筒辅助盾构始发时，考虑较小的推力，推力宜控制在 5000~8000KN，推进速度不宜大于 10mm/min。

6 刀盘转速与盾构推力确定后，出土量的多少主要与螺旋机转速有关，为保证土仓压力与掌子面的地层压力平衡，应严格控制螺旋机转速及出土量。

螺旋机转速宜选择 2~4rpm，根据土压力的波动及时调整，出土量应采用体积测量与称重结合的双重控制。根据公式 3 确定理论出土量。

$$\text{出土量计算公式} \quad V = \pi \times R^2 \times B \times K \quad \text{公式 3}$$

式中： V —理论出土量（ m^3 ）； R —刀盘开挖半径（ m ）； B —管片宽度（ m ）；

K —渣土松散系数

根据掘进地层并通过实测确定渣土松散系数 K 及渣土的密度，通过测量渣土箱内渣土的体积推算出土方量，通过龙门吊称重得出渣土重量再折算成体积，与渣土箱测量体积比较，发现异常及时查找原因并妥善处理，规避超挖带来的危害。

5 负环管片在脱出盾尾后，管片外周与钢套筒内周形成的环形空隙需用砂浆进行填充，在刚开始掘进时速度较慢及一些不可预见因素前三环拼装完成后进行注浆，浆液宜采用惰性浆液；后续掘进采用同步注浆，钢套筒内同步注浆量根据公式 4 计算，在钢套筒内可不考虑浆液扩散系数，正环管片进入地层厚应考虑地层扩散系数。根据掘进土压力及同步注浆的方量，可在管片顶部适当注入水泥+水玻璃双液浆，以利于稳定土仓压力、规避超挖带来的不利影响。

$$\text{钢套筒内同步注浆量计算公式} \quad Q = \pi \times (R^2 - r^2) \times B \quad \text{公式 4}$$

式中： Q —注浆量（ m^3 ）； R —钢套筒内径（ m ）； r —管片外径（ m ）； B —管片宽度（ m ）。

4.2 接收

4.2.1 洞门水平探孔、洞门凿除分以下情况。

1 盾构始发端头采用旋喷或搅拌加固，按设计要求探孔检查端头加固效果满足盾构安全始发要求后破除洞门钢筋混凝土

2 洞门围护结构采用玻璃纤维筋时，宜不破除洞门混凝土直接掘进。

4.2.2 采用垂直冷冻加固加固端头土体时，冷冻管应符合下列规定

1 洞门破除完成，钢套筒压力试验合格后，分组解冻隧道范围内冷冻管，冷冻管拔出隧道直径外 0.5m，

恢复冷冻管运行。

- 2 盾构接收完毕，停冻后拔除全部冻结管。
- 3 采用水平冷冻加固时，洞门范围内的冷冻管宜在破除洞门混凝土后拔出。
- 4 围护结构采用玻璃纤维筋时，盾构刀具满足切削混凝土要求时，可不用破除洞门砼结构。

4.2.6 盾构进入钢套筒掘进分三个阶段：

- 1 第一阶段为盾构刀盘距离冷冻体 20-1m，宜遵循以下步骤：

- 1) 距离冷冻体 20m 时，宜停机进行全面的设备维修保养，根据设备整体状况做好必要的备件库存。
- 2) 应优化掘进参数，严格控制盾构姿态。

- 2 第二阶段为盾构机刀盘距离冷冻体 1m 到盾构刀盘穿越洞门进入钢套筒内，宜遵循以下步骤：

- 1) 严格控制盾构姿态，保证注浆量，以较快的速度通过冷冻体；
- 2) 宜选用增加注浆孔管片，及时二次双液注浆，稳定成型管片。

- 3 盾构刀盘进入钢套筒掘进到最后一环管片拼装完成为第三阶段，宜遵循以下步骤：

- 1) 保证足量同步注浆的同时，及时进行二次双液注浆，保证管片止水质量；
- 2) 盾构在钢套筒内推进速度不宜大于 10mm/min；推力宜控制在 4000KN 以下，
- 3) 应有专人监测钢套筒的变形及渗漏情况，发现异常及时停机处理，筒体压力监测应与盾构土仓压力同步；

力同步；

- 4) 洞门经检验无渗水后，排尽土仓内的渣土，钢套筒卸压，盾构机断电，进行钢套筒、盾构机的拆除工作。

5 钢套筒拆解

5.2 接收钢套筒拆解

5.2.1 土压平衡盾构钢套筒接收后拆解

洞门密封满足拆解要求后，启动刀盘、螺旋机排空土仓及螺旋机内的渣土；根据现场实际情况，可以通过加水改良土仓内渣土，以利于渣土排除。

5.2.2 泥水平衡盾构

1 盾体完全进入钢套筒内之后，首先进行近洞门处管片注浆，洞门封堵完成后进行环流系统的洗仓，应对刀盘及土仓进行多次清洗，以减少在拆盾构机时的清理工作。

2 洗仓结束后，将环流系统土仓压力进行缓慢降低，降压过程中注意观察气仓内液位变化，以判断洞门处是否漏水。如无明显异常，待土仓压力降至常压后，打开钢套筒外侧的排浆管，将钢套筒内泥水排空，然后关上球阀，等待 2h 后，再次对钢套筒内进行排水，并测定排水量，如无异常，则说明洞门处密封良好，可以进行拆解，如水量过大，必须对洞门管片继续补浆，直至不再漏水。