

前 言

根据《河南省住房和城乡建设厅关于印发2023年工程建设标准编制计划的通知》（豫建科〔2023〕288号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要技术内容共分为15章和1个附录：总则、术语、基本规定、施工准备、施工测量、预制衬砌生产与验收、掘进及后浇结构施工、特殊地段施工、衬砌拼装、壁后注浆、联络通道防水、施工运输、施工监测、成型联络通道验收、施工安全与环境保护、附录。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由郑州交通发展投资集团有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中若有意见和建议，请寄郑州交通发展投资集团有限公司（地址：郑州市郑东新区康宁街100号，邮编：450000，传真：0371-55155515，邮箱：zzmetro@zzmetro.cn）。

主编单位：郑州交通发展投资集团有限公司

参编单位：郑州市建设工程质量安全技术监督中心

中国铁建股份有限公司

中铁十一局集团有限公司

中铁十四局集团有限公司

中铁十六局集团有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

中铁第五勘察设计院集团有限公司

中铁工程装备集团有限公司

中铁第六勘察设计院集团有限公司

郑州大学

编制人员：何 况 贾明奔 和学庆 张永泉 柴宇飞

郭波前 李晓龙 荆留杰 严文荣 宁 璇

马树强 孙立军 丁 庆 尼 垒 赵 阳

李晓晨 申继鹏 王西俭 刘 坤 王学沛

黄 哲 李 永 杨文广 李 飞 周 熠

黄 伟 邓 超 叶 青 海 洋 魏 然

喻 乐 邓文灿 左燕凤 崔 超 包宏涛

白中坤 郭长龙 于兴国 刘雷雷 简晓华

盛 杰

审查人员：谢继义 张 昭 冯阵图 高晓培 于文龙

闫继龙 翟永亮

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 施工准备	5
4.1 前期调查	5
4.2 技术准备	5
4.3 设备选型与配置	5
4.4 设施准备	7
4.5 工作井与洞门特殊管片	7
5 施工测量	9
5.1 一般规定	9
5.2 掘进施工测量	9
5.3 贯通测量	10
5.4 竣工测量	10
6 预制衬砌生产与验收	12
6.1 一般规定	12
6.2 原材料	12
6.3 钢筋混凝土预制衬砌模具	12
6.4 钢筋骨架	13
6.5 混凝土	14
6.6 钢筋混凝土管片和管节	14
6.7 钢管片（管节）	16
6.8 预制衬砌贮存与运输	17
6.9 预制衬砌现场验收	17
7 掘进及后浇结构施工	20
7.1 一般规定	20
7.2 掘进机组装、洞内运输与调试	20
7.3 掘进机现场验收	21
7.4 掘进机始发	22
7.5 掘进机掘进施工	22
7.6 姿态控制	23
7.7 掘进机接收	24
7.8 后浇结构施工	24
7.9 平移和过站	24
7.10 掘进机解体	24
8 特殊地段施工	25
8.1 一般规定	25
8.2 施工措施	25
9 衬砌拼装	27
9.1 一般规定	27
9.2 拼装作业	27
9.3 拼装质量控制	27
9.4 衬砌修补	28
10 壁后注浆	29
10.1 一般规定	29
10.2 注浆材料与参数	29
10.3 注浆作业	29
11 联络通道防水	31
11.1 一般规定	31

11.2	接缝防水	31
11.3	特殊部位的防水	31
12	施工运输	32
12.1	一般规定	32
12.2	水平运输	32
12.3	垂直运输	32
13	施工监测	33
13.1	一般规定	33
13.2	监测项目及要	33
13.3	隧道环境监测	34
13.4	隧道结构监测	34
13.5	监测控制值和预消警	35
13.6	监测成果和信息反馈	36
14	成型联络通道验收	37
14.1	一般规定	37
15	施工安全与环境保护	39
15.1	一般规定	39
15.2	施工安全	39
	本标准用词说明	46
	引用标准名录	47

1 总 则

1.0.1 为规范联络通道工程施工与验收，保证施工质量和工程安全，保护环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于在砂土、粉土和黏性土地层中采用土压平衡式盾构机和土压平衡式顶管机联络通道工程的施工与验收。

1.0.3 联络通道工程的施工与验收除应执行本标准外，尚应符合国家及河南省现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 联络通道 connecting passage

连接同一线路区间左线、右线的两个行车隧道之间的横向通道或门洞，供乘客由事故隧道向无事故隧道安全疏散使用。

2.0.2 掘进机 boring machine

机械法联络通道掘进机的简称，特指采用盾构法或顶管法进行联络通道施工的机械设备，由主机和后配套组成的机电液一体化设备。

2.0.3 正线隧道 main line tunnel

载客列车运营的贯穿全程的线路隧道，连接工作竖井与联络通道，作为掘进机进出及施工材料等运输的通道。

2.0.4 洞门特殊管片 composite segment

拼装在正线隧道联络通道处管片，该管片预留了掘进机始发和接收的洞门，洞门位置采用钢混复合管片拼装而成，钢混复合管片中的混凝土材料采用纤维筋混凝土。

2.0.5 工作井 working shaft

掘进机组装、拆卸、吊运管片（管节）和渣土等使用的工作竖井。

2.0.6 掘进机始发 boring machine launching

掘进机开始掘进的施工过程。

2.0.7 掘进机接收 boring machine arriving

掘进机到达接收位置的施工过程。

2.0.8 掘进机基座 boring machine cradle

用于保持掘进机始发、接收等姿态的支撑装置。

2.0.9 机械法 mechanical method

本标准所指的机械法包含盾构法、顶管法。

2.0.10 套筒 sleeve

用于掘进机始发、接收过程中的密封装置，套筒一端与洞门钢混复合管片的钢结构采用一定方式密封连接。

2.0.11 填充物 tiller

用于填充套筒、建立套筒内压力和检测套筒密封性能的介质。

2.0.12 台车 trolley

掘进机后配套设备，主要配备了液压驱动泵站、高压电力控制箱、冷却系统、注浆系统和泡沫系统等。

2.0.13 负环衬砌 temporary lining

为掘进机始发或接收掘进传递推力的临时管片（管节）。

2.0.14 预制衬砌 precast lining

预制衬砌包含管片和管节。管片是盾构法联络通道的基本单元，管片的类型有钢筋混凝土管片、钢管片等；管节是顶管法联络通道的基本单元，管节的类型有钢筋混凝土管节、钢管节。

2.0.15 开模 mould loosening

打开预制管片（管节）模板的过程。

2.0.16 出模 demoulding

预制管片（管节）脱离模具的过程。

2.0.17 防水密封条 sealing gasket

用于管片和管节接缝处的防水材料。

2.0.18 壁后注浆 back-fill grouting

用浆液填充隧道管片（管节）环与地层之间空隙的施工工艺。

2.0.19 铰接装置 articulation

用液压千斤顶连接，可调节前后壳体姿态的装置。

2.0.20 姿态 position and stance

掘进机的空间状态，通常采用横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角和切口里程等数据描述。

2.0.21 收敛值 convergence value

圆形联络通道管片（管节）拼装成环后直径的最大变化量的绝对值。

2.0.22 错台 step

相邻管片（管节）接缝处的高差。

3 基本规定

3.0.1 机械法联络通道施工应建立施工管理体系、质量管理体系、质量控制和检验制度，并应采取安全和环境保护措施。

3.0.2 联络通道掘进机的类型和技术性能应满足工程地质和水文地质条件、线路条件、环境保护和结构设计要求。

3.0.3 联络通道施工应制定专项方案和专项应急预案。

3.0.4 原材料、半成品和成品应进行进场验收。

3.0.5 施工现场应满足垂直运输装置、管片（管节）存放、材料、渣土堆放、供配电站、库房等生产设施用地和施工运输要求。

3.0.6 施工过程应实施项目信息化管理，应配置远程监控系统；施工期间应保证隧道内网络良好。

3.0.7 施工期间应对邻近的建（构）筑物、地下管线、道路与轨道交通线路等进行监测，并对重要或有特殊要求的建（构）筑物采取必要的保护措施。

4 施工准备

4.1 前期调查

4.1.1 联络通道施工前期调查应包括以下内容：

- 1 工程地质和水文地质情况；
- 2 工程影响范围内的地面建（构）筑物，需要加固或基础托换的建（构）筑物；
- 3 地下建（构）筑物及管线等。

4.1.2 应对联络通道所在的正线隧道和工作井施工条件进行调查。

4.2 技术准备

4.2.1 联络通道施工前，应具备下列资料：

- 1 工程地质和水文地质勘察报告；
- 2 施工所需的设计图纸资料和工程技术要求文件；
- 3 工程施工相关文件；
- 4 联络通道所处位置的环境调查报告，包括建（构）筑物、地下管线、道路和障碍物等内容的踏勘；
- 5 施工组织设计；
- 6 拟使用掘进机的相关资料。

4.2.2 联络通道施工前，应完成下列工作：

- 1 复核洞门特殊管片预留洞门精度和安装后的里程及坐标；
- 2 根据联络通道计划轴线，确定钢管片（管节）调节环宽度；
- 3 掘进机基座、负环管片（管节）、内支撑体系和反力架等设施及定向测量数据的检查验收；
- 4 管片（管节）预制、运输、存放和储备；
- 5 洞门密封装置检查验收；
- 6 核查正线隧道内临时运输轨道安全。

4.2.3 施工组织设计应满足质量、安全、工期和环保要求。

4.2.4 施工前应进行技术培训与技术交底。

4.2.5 施工前应根据工程特点和环境条件，完成测量和监测的准备工作。

4.3 设备选型与配置

4.3.1 联络通道掘进机选型及配置应遵循适用、可靠、先进、经济等原则。

4.3.2 设备选型依据应包括下列内容：

- 1 工程地质和水文地质勘察报告；
- 2 隧道线路、联络通道设计文件；
- 3 施工安全要求；
- 4 施工环境及其保护要求；
- 5 工期要求；
- 6 辅助施工方法；
- 7 类似工程施工经验。

4.3.3 掘进机的壳体结构应能保证在其所承受的正常施工荷载作用下，各结构件均处于安全可靠状态。

4.3.4 刀盘应符合下列规定：

- 1 刀盘结构的强度和刚度应满足工程要求；
- 2 刀盘结构形式应适应工程地质条件，刀盘面板应采取耐磨措施，刀盘开口率应能满足掘进和出渣要求；
- 3 刀具的选型和配置应根据工程地质条件、开挖直径、切削速度、掘进里程、最小曲线半径及地下障碍物情况等确定；
- 4 刀盘添加剂喷口的数量及位置应根据工程地质条件、刀盘结构、刀盘开挖直径等确定；
- 5 刀盘宜配置滚刀，在刀盘开口处宜设置格栅。

4.3.5 刀盘主驱动应符合下列规定：

- 1 刀盘主驱动形式应根据地质和环境要求确定，最大设计扭矩应满足工程地质条件和脱困要求；
- 2 刀盘转速应根据工程地质条件和施工要求确定，转速应可调；
- 3 刀盘驱动主轴承密封应根据覆土厚度、地下水位、添加剂注入压力等确定。

4.3.6 推进液压缸宜采取分区控制，每个分区液压缸应具备行程监测功能，总推力应根据推进阻力及所需的安全系数确定。

4.3.7 盾构法施工时管片拼装机的自由度应满足拼装要求，各动作应准确可靠，操作应安全方便。

4.3.8 螺旋输送机的结构和尺寸应根据工程地质和水文地质条件、匹配掘进机直径和掘进速度、适应刀盘切削破除洞门工况等确定。

4.3.9 铰接装置应满足联络通道轴线曲率半径的要求，最大推力应大于前后壳体姿态变化引起的阻力，每组铰接液压缸应具备行程监测功能。

4.3.10 渣土改良系统和注浆系统应与工程地质条件及施工方法相适应。注浆系统应具备物料注入速度和注入压力调节功能。

4.3.11 内支撑体系应根据工程地质条件、正常施工荷载作用和正线隧道结构确定，应能保证在正线隧道发生应力重分配时，各结构件及正线隧道处于安全可靠状态。

4.3.12 反力系统应根据推进阻力的总和、所需的安全系数、工程地质条件和正线隧道的管片结构强度确定。

4.3.13 掘进机主机和后配套设备结构应满足导向系统的安装和通视要求，掘进管理系统应与导向系统实现数据交互。

4.4 设施准备

4.4.1 辅助设施应根据掘进机类型、掘进方法和施工工艺要求等配置。

4.4.2 辅助设施应符合下列规定：

1 根据工程需要和环境保护要求，盾构法应配置符合盾尾同步注浆需要的浆液站，顶管法施工应配置相应的减摩注浆和置换注浆装置；

2 应选择合理的水平和垂直运输设备；

3 正线隧道内预留联络通道施工所需的水、电等条件，应满足掘进机施工要求；

4 始发基座应满足掘进机组装、调试及始发条件；

5 接收基座应能安全接收掘进机，并满足检修或整体移位的要求；

6 正线隧道内最低处及工作井内应布置排水或排泥浆设施；

7 洞门密封装置应满足掘进机始发和接收密封要求，始发和接收前应进行密封性能检测；

8 正线隧道内的线路、照明和管路等应满足掘进机运输至联络通道施工位置所需条件。

4.5 工作井与洞门特殊管片

4.5.1 洞门特殊管片应符合下列规定：

1 洞门特殊管片预留洞门尺寸应满足掘进机始发和接收的要求；

2 洞门特殊管片应在正线隧道施工时按要求安设完成，并应符合质量要求；

3 左右线联络通道洞门中心沿隧道纵向的相对偏差要求不宜大于70mm，洞门特殊管片拼装后的旋转角度应满足相关要求；

4 正线隧道联络通道处左线和右线洞门特殊衬砌管片拼装后角度应满足设计及相关要求；

5 洞门密封应在掘进机始发或接收前按要求完成安设，并应符合质量要求。

4.5.2 洞门特殊管片应进行专项设计。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

5 施工测量

5.1 一般规定

5.1.1 施工测量主要内容应包括地面控制网测量、联系测量、隧道内控制测量、掘进施工测量、贯通测量和竣工测量。

5.1.2 地面控制网测量、联系测量和隧道内控制测量应采用与正线一致的测量方法和技术标准，并应符合《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308中的相关规定。

5.1.3 测量前，应对施工现场进行踏勘，收集相关测量资料，办理测量资料交接手续，并对既有测量控制点进行复测和保护。

5.1.4 施工前，区间始发隧道和接收隧道应建立统一的控制测量系统，应依据地面控制网、车站控制点、台车进入隧道方式，结合联络通道掘进机所配置的导向系统的精度、特点和测量仪器精度等。

5.1.5 联络通道横向贯通测量中误差允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ，高程贯通测量中误差允许偏差为 $\pm 25\text{mm}$ 。

5.1.6 联络通道贯通后应以工作井的近井控制点为起算数据，采用附和路线形式，对正线左线和右线原有控制点及联络通道内加密控制点进行复核或布设并施测地下控制网，完成联络通道贯通测量。

5.1.7 施工测量控制点宜埋设在施工影响的变形区以外。当施工现场条件限制时，埋设在变形区内的施工测量控制点使用前应进行复核。

5.2 掘进施工测量

5.2.1 联络通道施工前，复测始发与接收洞门的相对位置关系。

5.2.2 掘进机就位后应采用人工测量方法测定掘进机的初始姿态，人工测量与掘进机导向系统测量较差不应大于点位测量中误差。

5.2.3 当采用人工测量时，应符合下列规定：

- 1 掘进机测量标志点应牢固设置在掘进机上，且不应少于3个，标志点可粘贴反射片或安置棱镜；
- 2 掘进机测量标志点的三维坐标应与掘进机几何坐标建立换算关系；
- 3 掘进机测量标志点测量宜采用极坐标法，并宜采用双极坐标法进行检核，测量中误差允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

5.2.4 当采用自动导向系统测量时，应符合下列规定：

- 1 始发前，应对输入自动导向系统的线路设计参数进行检查，确认无误后方可输入；
- 2 输入自动导向系统的线路设计参数导出后应进行复核确认；

3 隧道掘进中测量控制点迁站应符合下列要求:

- 1) 迁站前, 自动导向系统应测量盾构姿态;
 - 2) 迁站时, 掘进机应停止掘进;
 - 3) 迁站后, 应对使用的相邻控制点间几何关系进行检核, 确认控制点位置正确;
 - 4) 应利用迁站后控制点进行掘进机姿态测量;
 - 5) 迁站前后测定的掘进机姿态测量较差应小于点位测量中误差;
- 4 每施工一环后, 应对成型管片(管节)进行人工复核测量。

5.2.5 掘进机姿态测量应满足下列规定:

- 1 掘进机姿态测量主要内容应包括横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角和切口里程;
- 2 掘进机姿态计算取位精度要求应符合表5.2.5要求;

表 5.2.5 数据计算取位精度要求

名称	单位	计算取位精度
横向偏差	mm	1
竖向偏差	mm	1
俯仰角	'	1
方位角	'	1
滚转角	'	1
切口里程	m	0.01

3 掘进机配置的导向系统宜具有实时测量功能, 当采用人工辅助测量时, 测量频率应根据其导向系统精度确定, 掘进机姿态应根据人工测量成果及时调整。

5.2.6 壁后注浆完成后, 宜进行管片(管节)测量, 内容包括管片(管节)环中心坐标、底部高程、水平直径、竖直直径和前端面里程, 测量中误差允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 以内。

5.3 贯通测量

5.3.1 联络通道贯通后应进行贯通测量, 测量内容包括隧道的纵、横向和高程贯通误差。

5.3.2 贯通测量时, 应在贯通面设置贯通相遇点。

5.3.3 进行平面贯通误差测量时, 宜利用联络通道贯通面两侧正线的平面控制点分别测定贯通相遇点的坐标不符值。

5.3.4 计算平面贯通测量误差时, 应将坐标不符值分别投影到联络通道线路和线路的法线方向上确定纵、横向贯通测量误差。

5.4 竣工测量

5.4.1 联络通道贯通后应以始发和接收工作井内的控制点为起算点，对正线隧道及联络通道内的控制点重新组成附合路线或附合网，测量结果作为联络通道竣工测量以及后续施工测量的依据。

5.4.2 竣工测量应包括隧道轴线平面偏差、高程偏差、衬砌环收敛值以及隧道纵、横断面测量等。

5.4.3 竣工测量宜采用全站仪解析法、断面仪法、近景摄影测量法和三维激光扫描法。

5.4.4 联络通道内宜每5m测量1个横断面（不少于3个断面）及特征断面，横断面上的测点位置、数量应按设计要求确定。

5.4.5 横断面测量中误差允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

5.4.6 竣工测量结果应按要求归档，并作为验收依据。

6 预制衬砌生产与验收

6.1 一般规定

- 6.1.1 预制管片（管节）生产应具有健全的质量管理体系，并应制定质量控制和检验、安全生产和绿色生产制度。
- 6.1.2 预制管片（管节）生产操作人员应进行技术培训，合格后方可上岗。
- 6.1.3 预制管片（管节）生产设备和设施应满足生产要求。
- 6.1.4 预制管片（管节）生产应编制施工技术方案。

6.2 原材料

- 6.2.1 预制钢筋混凝土管片（管节）原材料应符合下列规定：
 - 1 应具备产品质量证明文件，并应经检测合格；
 - 2 宜采用非碱活性骨料；当采用碱活性骨料时，混凝土中碱含量的限值应符合国家标准《预制混凝土衬砌管片》GB/T 22082的相关要求；
 - 3 预埋件规格和性能应符合相关要求。
- 6.2.2 预制钢管片（管节）制作用材应符合设计要求。
- 6.2.3 玻璃纤维筋的质量应符合现行行业标准《土木工程用玻璃纤维增强筋》JG/T 406的有关规定。

6.3 钢筋混凝土预制衬砌模具

- 6.3.1 模具应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和良好的密封性能，并应满足管片（管节）的尺寸精度要求。
- 6.3.2 模具应便于安装、拆卸和使用。
- 6.3.3 模具验收应符合下列规定：
 - 1 模具材料应满足质量要求，焊条材质应与被焊物的材质相适应；
 - 2 模具安装后应进行初验，符合设计要求后可试生产，并应在试生产的管片（管节）中随机抽取3环进行水平拼装检验，合格后方可正式验收；
 - 3 每套模具应具有原始出厂数据；
 - 4 模具应配备检测工具。
- 6.3.4 当出现下列情况之一时，应对模具进行检验：
 - 1 模具每周转100次；
 - 2 模具受到重击或严重碰撞；
 - 3 钢筋混凝土管片（管节）尺寸不合格；
 - 4 模具停用超过6个月，投入生产前。

6.3.5 合模与开模应符合下列规定：

- 1 合模前应仔细清理模具各部位，内表面不应有杂物和浮锈；
- 2 模具内表面应均匀涂刷脱模剂，模具夹角处不应漏涂，且应无积聚、流淌现象，脱模剂不应污染钢筋骨架和预埋件；
- 3 螺栓孔预埋件、注浆孔预埋件以及其他预埋件和模具接触面应密封良好；
- 4 合模与开模应按正确流程操作；
- 5 合模后应核对快速组装标记，模具接缝处应密封良好。

6.4 钢筋骨架

6.4.1 钢筋的品种、级别、规格和安装位置应符合设计要求。

6.4.2 钢筋加工应符合下列规定：

- 1 应按钢筋下料表进行钢筋切断或弯曲；
- 2 弧形钢筋加工时应防止平面翘曲，成型后表面不得有裂纹，并验证成型尺寸；
- 3 受力钢筋不应设置接头；
- 4 钢筋加工的允许偏差和检验方法应符合表6.4.2要求。

表6.4.2钢筋加工允许偏差和检验方法

序号	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法	检验数量
1	主筋和构造筋长度	± 10	尺量	每班同设备生产的同类型、同规格钢筋，应抽检不少于5根
2	主筋折弯点位置	± 10		
3	箍筋内径尺寸	±5		

6.4.3 钢筋骨架应符合下列规定：

- 1 钢筋骨架制作前，应按钢筋下料表核对钢筋级别、规格、长度、根数及胎具型号；
- 2 焊接前应对焊接处进行检查，不应有水锈、油渍，焊接后不应有焊接缺陷；
- 3 钢筋骨架的允许偏差和检验方法应符合表 6.4.3 要求。

表6.4.3钢筋骨架制作允许偏差和检验方法

序号	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法	检验数量
1	钢筋骨架	长	+5, -10	尺量	按照日生产量的3%进行抽检，每日抽检不少于3件，且每件检验4点
		宽	+5, -10		
		高	+5, -10		
2	主筋	间距	±5		

		层距	±5		
3		箍筋间距	±10		

6.4.4 钢筋骨架安装应符合下列规定：

1 骨架入模时不应对模具造成损坏，入模后骨架各部位的保护层应符合设计要求；

2 浇筑混凝土前，应进行钢筋隐蔽工程验收。

6.4.5 弧形钢筋和钢筋骨架存放时，不应发生变形。

6.5 混凝土

6.5.1 混凝土配合比设计应符合下列规定：

1 混凝土坍落度不宜大于120mm；

2 混凝土中碱含量和氯离子含量应符合设计要求；

3 混凝土的各项性能应满足设计要求；

4 特种混凝土的配合比设计应满足国家现行相关标准的规定。

6.5.2 混凝土生产与浇筑应符合下列规定：

1 当混凝土生产时，每天应至少留置三组抗压试件，其中两组试件与管片同条件养护，另一组试件与管片同条件养护出模后再进行标准养护。一组与管片同条件养护的试件用于检验出模强度，另一组与管片同条件养护的试件用于检验出厂强度，经同条件养护出模后再标准养护的试件用于检验评定混凝土28d抗压强度；

2 每次取样应至少留置两组抗渗试件；检验混凝土其他性能的试件留置应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定；

3 当混凝土浇筑时，需保证预埋件牢固；

4 混凝土浇筑成型后，应在混凝土初凝前再次进行压面、收光。

6.5.3 混凝土养护应符合下列规定：

1 混凝土浇筑成型后至开模前，应对混凝土进行保湿、养护；

2 当采用蒸汽养护时，应经试验确定养护方案，并应监控和记录温度变化；

3 管片（管节）出模后应进行养护。

6.6 钢筋混凝土管片和管节

6.6.1 钢筋混凝土管片（管节）的质量应符合下列规定：

1 应按设计要求进行成品的结构性能检验，检验结果应符合设计要求；

2 混凝土强度等级和抗渗等级等性能应符合设计要求；

3 吊装预埋件首次使用前应进行抗拉拔试验，试验结果应符合设计要求；当设计无要求时，总抗拉拔力不应低于单块管片（管节）自重7倍；

4 钢筋混凝土管片（管节）外观质量不应有严重缺陷；当出现一般缺陷时，应采取技术措施进行处理，管片（管节）外观质量缺陷等级划分应符合表6.6.1-1的规定；

表6.6.1-1钢筋混凝土管片（管节）外观质量缺陷等级划分

名称	缺陷描述	缺陷等级
漏筋	管片（管节）内钢筋未被混凝土包裹而外露	严重缺陷
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	严重缺陷
孔洞	混凝土中出现深度和最大长度均超过保护层厚度的孔穴	严重缺陷
	混凝土中有少量深度或最大长度未超过保护层厚度的孔穴	一般缺陷
夹渣	混凝土内夹有少量杂物且深度达到或超过保护层厚度	严重缺陷
	混凝土内夹有少量杂物且深度小于保护层厚度	一般缺陷
疏松	混凝土局部不密实	严重缺陷
裂缝	土表面延伸至内部且超过设计给出的允许宽度或深度的裂缝	严重缺陷
	其他少量不影响管片（管节）结构性能或使用功能的裂缝	一般缺陷
预埋部位缺陷	管片（管节）预埋件松动	严重缺陷
	预埋部位存在少量麻面、掉皮或掉角	一般缺陷
外形缺陷	外弧面混凝土破损到密封槽位置	严重缺陷
	存在少量且不影响结构性能或使用功能的棱角磕碰、翘曲不平或飞边凸肋	一般缺陷
外表缺陷	密封槽及平面转角部位的混凝土有剥落缺陷	一般缺陷
	其他部位的混凝土表面有少量麻面、掉皮、起砂或少量气泡等	一般缺陷

5 钢筋混凝土管片（管节）几何尺寸和主筋保护层厚度允许偏差应符合表6.6.1-2的规定。

表6.6.1-2钢筋混凝土管片（管节）几何尺寸和主筋保护层厚度允许偏差

序号	项目	允许偏差（mm）
1	宽度	±1
2	弧长	±1

3	厚度	+3, -1
4	主筋保护层厚度	设计要求或-3~+5

6 钢筋混凝土管片（管节）水平拼装检验允许偏差应符合表6.6.1-3的规定。

表6.6.1-3钢筋混凝土管片（管节）水平拼装检验允许偏差

序号	项目	允许偏差（mm）
1	环向缝间隙	0, +2
2	纵向缝间隙	0, +2
3	成环后内径	±2
4	成环后外径	+6, -2
5	纵、横向螺栓穿过率	100%

6.6.2 钢筋混凝土成品检验应符合下列规定：

- 1 应逐片检查外观质量，检查结果应符合本标准第6.6.1条第4款的规定；
- 2 每套模具每生产14环管片（管节），应抽查1环管片（管节）进行几何尺寸和主筋保护层厚度检验，检验结果应符合本标准表6.6.1-2的规定；
- 3 每套模具每生产100环管片（管节）应进行水平拼装检验1次，检验结果应符合本标准表 6.6.1-3的规定；
- 4 当管片模具根据本标准第6.3.4条的规定进行检验后，所生产的管片应进行水平拼装检验一次，检验结果应符合本标准表6.6.1-3的规定。

6.6.3 管片（管节）出模强度应符合设计要求；当设计无要求时，应根据管片（管节）尺寸、混凝土强度设计等级、起吊方式和存放形式等因素确定。

6.7 钢管片（管节）

6.7.1 钢管片（管节）制作应符合下列要求：

- 1 应按设计要求或制作说明制作；
- 2 钢管片（管节）材质应符合设计要求，钢管片（管节）背板应采用整块钢材，不应拼接；
- 3 钢材弯曲矫正后，表面不应有明显的凹痕或损伤，划痕深度不应大于0.5mm，且不得大于钢材厚度允许偏差值的1/2；
- 4 钢材焊接宜采用二氧化碳气体保护焊，并应符合现行行业标准《二氧化碳气体保护焊工艺规程》JB/T 9186的有关规定，焊接时应控制变形；

5 钢管片（管节）表面防腐处理前应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1的有关规定；

6 钢管片（管节）外露表面的防腐处理和涂层加工应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定。

6.7.2 钢管片（管节）质量应符合下列规定：

- 1 钢管片（管节）的外观质量和尺寸偏差应符合设计要求；
- 2 钢管片（管节）外观应清洁，不得有裂缝、毛边或飞溅物；
- 3 钢管片（管节）的螺栓孔应畅通，内圆面应平整；
- 4 钢管片（管节）焊缝表面不应有焊接缺陷，焊缝和涂层质量检验应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定。

6.7.3 钢管片（管节）成品检验应符合下列规定：

- 1 应逐片检查外观质量及几何尺寸；
- 2 每生产14环管片，应抽检1环管片进行几何尺寸检验；
- 3 每生产100环管片（管节），应进行水平拼装检验1次；
- 4 检验结果应符合设计要求和现行行业标准《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T164的有关规定。

6.8 预制衬砌贮存与运输

6.8.1 应在管片（管节）内弧面角部和端面，标记管片型号与编号、模具编号、生产日期和生产单位名称。

6.8.2 管片（管节）贮存场地应坚实平整。

6.8.3 管片（管节）可采用内弧面向上或侧立的方式码放，每层管片（管节）之间应正确设置垫木，码放高度应经计算确定。

6.8.4 在管片（管节）翻转、吊装和运输过程中，应采取防护措施。

6.9 预制衬砌现场验收

I 主控项目

6.9.1 混凝土管片（管节）进场时的混凝土强度、抗渗等级等性能和管片（管节）结构性能应符合设计要求。

检查数量：符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定或设计要求。

检验方法：检查混凝土试件的强度和抗渗等性能实验报告、管片（管节）结构性能检验报告和出厂合格证。

6.9.2 钢筋混凝土管片（管节）外观质量不应有严重缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或尺量。

6.9.3 钢管片（管节）外观不应出现防腐涂层脱落。

检查数量：全数检查。

检验方法：目测。

6.9.4 钢管片（管节）外观不应有裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：目测或放大镜观察。

II 一般项目

6.9.5 存在一般缺陷的管片（管节）数量不得大于同期生产管片（管节）总数量的10%；

对于一般缺陷，应由生产单位按技术要求处理后重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

6.9.6 钢筋混凝土管片（管节）几何尺寸和主筋保护层厚度允许偏差应符合本标准表6.6.1-2的规定。

检查数量：宜根据工程验收需要划分，每100环抽查1环，不足100环时按100环计。

检验方法：尺量。

6.9.7 钢管片（管节）表面锈蚀应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/8923.1的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.9.8 钢管片（管节）几何尺寸偏差应符合现行行业标准《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T164的有关规定。

检查数量：宜根据工程验收需要划分，每100环抽查1环，不足100环时按100环计。

检验方法：尺量。

6.9.9 钢管片（管节）焊缝不应有裂缝、咬边、亏焊、焊瘤等质量缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：目测或放大镜观察。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

7 掘进及后浇结构施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 掘进机现场组装完成后应对各系统进行调试并验收。
- 7.1.2 掘进施工应划分为始发、掘进和接收阶段。
- 7.1.3 掘进参数应根据地质情况、洞门结构类型和工程实践确定。
- 7.1.4 掘进施工应控制排土量、掘进机姿态和地层变形。
- 7.1.5 管片（管节）拼装时应停止掘进，并应保持掘进机姿态稳定。
- 7.1.6 掘进过程中应对已成环管片（管节）与地层的间隙填充注浆。
- 7.1.7 掘进过程中，掘进机与后配套设备、导向系统、抽排水设备、水平运输与垂直运输设备和供电系统等应能正常运转。
- 7.1.8 掘进机掘进过程中遇到下列情况时，应及时处理：
- 1 掘进机前方地层发生坍塌或遇有障碍；
 - 2 掘进机本体滚动角大于等于 3° ；
 - 3 掘进机轴线偏离计划轴线大于等于50mm；
 - 4 掘进机推力与预计值相差较大；
 - 5 管片（管节）严重开裂或严重错台；
 - 6 壁后注浆系统发生故障无法注浆；
 - 7 掘进机扭矩发生异常波动；
 - 8 动力系统、密封系统、导向系统、控制系统等发生故障。
- 7.1.9 在曲线段施工时，应采取措施减小已成环管片（管节）竖向位移和横向位移对轴线的影
- 7.1.10 掘进应按设定的掘进参数沿计划轴线进行，并应进行记录。
- 7.1.11 根据横向、竖向偏差和滚动角偏差，应采取措施调整掘进机姿态，并应防止过量纠偏。
- 7.1.12 当停止掘进时，应采取措施稳定开挖面。
- 7.1.13 应对掘进机姿态与管片（管节）状态进行复核测量。
- 7.1.14 施工现场消防管理应满足GBT50720有关规定，动火作业时，应有专人负责。
- 7.1.15 施工期间应监控掘进机姿态、掘进参数和内支撑体系参数。

7.2 掘进机组装、洞内运输与调试

- 7.2.1 组装前应完成下列准备工作：
- 1 根据掘进机的部件情况和场地条件，应制定组装方案；

- 2 根据部件尺寸和重量应选择组装设备和洞内运输设备；
- 3 核实起吊位置的地基承载力，应采取应对措施；
- 4 应核实掘进机组装、洞内运输作业面的净空尺寸。

7.2.2 掘进机组装应按照作业安全操作规程和组装方案进行。

7.2.3 掘进机洞内运输过程应有专人负责观察安全间隙变化情况。

7.2.4 现场应配备消防设备，动火作业时，应有专人负责。

7.2.5 组装后应先进行各系统的空载调试，然后进行整机空载调试。

7.2.6 宜采用钢板作为媒介，对套筒与洞门特殊管片（管节）进行双面满焊作业，焊接后的强度符合设计要求，焊缝探伤报告质量等级符合要求。

7.3 掘进机现场验收

7.3.1 掘进机现场验收应满足掘进机设计的主要功能及工程使用要求，验收项目应包括下列内容：

- 1 掘进机壳体；
- 2 刀盘；
- 3 管片拼装机（盾构）；
- 4 管片（管节）吊机；
- 5 螺旋输送机；
- 6 出渣系统；
- 7 注浆系统；
- 8 集中润滑系统；
- 9 推进系统（盾构）；
- 10 顶进系统（顶管）；
- 11 铰接装置；
- 12 电气系统；
- 13 渣土改良系统；
- 14 盾尾密封系统（盾构）；
- 15 始发与接收套筒；
- 16 导向系统；
- 17 内支撑体系；
- 18 止退装置。

7.3.2 当掘进机现场验收时，应记录运转状况，并应进行评估，满足技术要求后方可验收通过。

7.3.3 当掘进机各系统验收合格并确认整机正常运转后，方可开始掘进施工。

7.4 掘进机始发

7.4.1 始发掘进前，宜采取洞门密封措施保证始发安全；应对密封措施进行质量检查，合格后方可始发掘进。

7.4.2 始发掘进前，反力系统应进行安全验算，对反力系统影响范围内的正线隧道壁后进行补充注浆。

7.4.3 始发掘进前，应对掘进机姿态进行复核，掘进机姿态应与联络通道计划轴线相适应。

7.4.4 始发掘进时，应保护掘进机的各种管线，并应确定管片（管节）拼装、壁后注浆、出土及材料运输等作业方式。

7.4.5 始发洞门圈间隙应进行填充注浆。为防止磨削洞门过程中，由于顶推反力作用引起主隧道结构变形，导致管片（管节）接缝渗水，可适当扩大主隧道洞门附近注浆范围，提高主隧道管片（管节）接缝间止水效果。

7.4.6 始发掘进时应控制掘进机的姿态、推力、扭矩、土仓压力等参数，加强监测，并应根据监测结果调整掘进参数。

7.4.7 应根据地层情况及管片（管节）结构承载能力、裂缝等要求，合理确定千斤顶推力范围，推力应稳定逐级施加，防止推力过大，造成主隧道管片（管节）破坏。

7.4.8 顶推过程中为避免较大的顶推压力损坏联络通道混凝土管片（管节），宜在联络通道混凝土管片（管节）与千斤顶接触一侧加设钢环套，钢环应选取采用较高等级钢材。

7.5 掘进机掘进施工

7.5.1 土压平衡盾构掘进应符合下列规定：

1 开挖渣土应充满土仓，渣土形成的土仓压力应与刀盘开挖面外的水土压力平衡，并使排土量和开挖土量相平衡。

2 应根据联络通道工程地质和水文地质条件、埋深、线型、地表环境、施工监测结果、掘进机姿态和类似工程施工经验，设定盾构刀盘转速、掘进速度和土仓压力等掘进参数。

3 掘进中应监测和记录掘进机运转情况、掘进参数变化和排出渣土状况，并应及时分析反馈，调整掘进参数和控制掘进机姿态。

4 应根据工程地质和水文地质条件，向刀盘前方及土仓注入添加剂，渣土应处于流塑状态。

5 掘进过程中应实时监测油脂腔压力，间歇注入盾尾油脂，保证压力以预防出现渗漏水（泥浆）现象。

7.5.2 土压平衡顶管顶进应符合下列规定：

1 开挖渣土应充满土仓，渣土形成的土仓压力应与刀盘开挖面外的水土压力平衡，并使排土量和开挖土量相平衡。

2 应根据联络通道工程地质和水文地质条件、埋深、线型、地表环境、施工监测结果、顶管姿态和类似工程施工经验，设定顶管刀盘转速、掘进速度和土仓压力等掘进参数。

3 掘进中应监测和记录掘进机运转情况、掘进参数变化和排出渣土状况，并应及时分析反馈。

4 根据反馈情况调整掘进参数和控制顶管姿态。

5 应根据工程地质和水文地质条件，向刀盘前方及土仓注入添加剂，渣土应处于流塑状态。

6 应根据联络通道长度、顶管直径、工程地质和水文条件，向管节外空隙加注触变泥浆，触变泥浆应在顶进过程中得到补充。

7 掘进过程中需实时监测油脂腔压力，间歇注入盾尾油脂。

8 掘进过程中，各种管线需要跟随掘进延长，应做好管线的梳理及后配套设备的保护。

7.6 姿态控制

7.6.1 盾构姿态控制应符合下列规定：

1 应通过调整盾构掘进液压缸的行程控制盾构姿态。

2 应实时测量盾构里程、轴线偏差、俯仰角、方位角、滚动角，每环测量盾尾间隙，根据测量数据和隧道轴线线型，选择管片拼装点位。

3 应对管片姿态进行测量和复核，并记录。

4 纠偏时应控制单次纠偏量，应逐环和小量纠偏，不得过量纠偏。

5 可采取液压缸分组控制或反转刀盘等措施调整盾构的轴线偏差及滚动角。

7.6.2 顶管姿态控制，应符合下列规定：

1 应通过调整铰接液压缸的行程控制顶管姿态偏离设计轴线不大于50mm。

2 应实时测量顶管里程、轴线偏差、俯仰角、方位角、滚动角和管节与洞门密封之间的间隙，应根据测量数据和隧道轴线线型，控制铰接液压缸的行程。

3 首环管节拼装应严格控制错台量。

4 应对管节姿态进行测量和复核，并记录。

5 纠偏应控制单次纠偏量，应及时纠偏和小量纠偏，不得过量纠偏。

6 可采取铰接系统或反转刀盘等措施调整顶管机的轴线偏差不大于50mm及滚动角不大于3°。

7.7 掘进机接收

7.7.1 掘进机接收前，应对洞门周边土体进行加固，采取洞门密封措施保证接收安全，应对密封措施进行质量检查，合格后方可接收掘进。

7.7.2 掘进机刀尖接触接收洞门前，应对掘进机姿态进行测量和调整。切削洞门管片时，可间断性开启螺旋机，注入膨润土润滑，保证土压平衡。

7.7.3 掘进机撤除反力前管片（管节）环缝挤压应密实，无渗水现象。

7.7.4 掘进机尾部经过洞门后，应及时密封管片（管节）与洞门间隙。

7.8 后浇结构施工

7.8.1 后浇结构包括通道平台、洞门及防火门框，其施工应有施工技术方案，并批准。

7.8.2 后浇结构施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50666的有关规定。

7.9 平移和过站

7.9.1 平移和过站前，应进行施工现场调查、专项方案编制，并根据方案完成现场准备工作。

7.9.2 平移和过站设备应满足安全要求。平移和过站时应有专人指挥，专人观察掘进机的移动状态。

7.10 掘进机解体

7.10.1 掘进机解体前应对始发洞门圈和接收洞门圈间隙的填充注浆效果进行检验，检验合格后方可拆机。

7.10.2 掘进机解体前，应制定解体方案，并准备解体使用的吊装设备、工具、材料等。

7.10.3 掘进机解体前，应对各部件进行检查，并应对流体系统和电气系统进行标识。

7.10.4 对已拆卸的零部件应进行清理。

8 特殊地段施工

8.1 一般规定

8.1.1 掘进机进入下列特殊地段时，应采取施工安全措施：

- 1 覆土厚度不大于正线隧道盾构直径的浅覆土层地段；
- 2 建（构）筑物的地段；
- 3 地下管线和地下障碍物地段；
- 4 涉水地段；
- 5 存在有毒有害气体地段；
- 6 工程地质条件复杂地段。

8.1.2 特殊地段施工应符合下列规定：

- 1 应查明和分析地质状况和联络通道周边环境状况，并应制定专项施工技术措施和应急预案；
- 2 根据联络通道所处位置与地层条件，应合理设定开挖面压力，并应控制地层变形；
- 3 根据联络通道所处位置与工程地质和水文地质条件，应确定壁后注浆的材料、压力和注浆量，施工过程中应根据量测结果及时调整；
- 4 应对地表、建（构）筑物、管线等变形进行监测分析，并应根据监测结果及时调整掘进参数。

8.2 施工措施

8.2.1 建（构）筑物地段施工应符合下列规定：

- 1 施工前，应对建（构）筑物地段进行详细调查，评估施工对建（构）筑物的影响，并应采取相应的保护措施，控制地表变形；
- 2 根据建（构）筑物基础与结构的类型、现状和沉降控制值等，应采取保护措施；
- 3 应加强地表和建（构）筑物变形监测及反馈，及时调整掘进参数；
- 4 盾构法施工时，壁后注浆应使用快凝早强注浆材料。

8.2.2 地下管线与地下障碍物地段施工应符合下列规定：

- 1 应查明地下管线和障碍物的类型、位置、允许变形值等，并应制定保护措施；
- 2 对受施工影响可能产生较大变形的管线；
- 3 应及时调整掘进参数；
- 4 当从地面处理地下障碍物时，应选择合理的处理方法。

8.2.3 涉水地段施工应符合下列规定：

1 应查明工程地质、水文地质条件和河床状况，并应设定适当的开挖面压力，加强开挖面管理与掘进参数控制；

2 应配备足够的排水设备与设施；

3 盾构法施工时，应采用快凝早强注浆材料，加强壁后注浆；

4 穿越前，应对掘进机密封系统做全面检查和处理；

5 穿越江河时，应根据地层条件预测刀具和盾尾密封的磨损，制定刀具配置方案和盾尾密封更换方案；

6 应采取防止对堤岸和周边建（构）筑物影响的措施。

8.2.4 存在有害气体地段施工应符合下列规定：

1 施工前应对掘进机密封系统进行全面检查和处理；

2 施工中应加强通风换气并对有害气体进行监测预警；

3 当存在易燃易爆气体地段施工时，相关设备应满足防爆要求。

9 衬砌拼装

9.1 一般规定

9.1.1 拼装前，管片（管节）防水密封材料的粘贴效果应验收合格。

9.1.2 管片选型应符合下列规定：

1 应根据设计要求，选择管片类型、排版方法、拼装方式和拼装位置；

2 当曲线地段或需纠偏时，管片类型和拼装位置选择应根据联络通道计划轴线和上一环管片姿态、盾构姿态、盾尾间隙、推进油缸行程差和铰接油缸行程差等参数综合确定。

9.1.3 管片（管节）应按便于拼装的顺序存放，存放场地基础应满足承载力要求。

9.1.4 吊装和运输管片前，应检查验收吊装和运输管片设备，清除地面、井下及周围的障碍物，满足吊装和运输工作的场地和空间的需求。

9.1.5 拼装管片（管节）时，作业范围内不应站人和穿行。

9.2 拼装作业

9.2.1 管片（管节）拼装前，应对上一管片（管节）环面进行清理。

9.2.2 管片拼装时，应控制推进液压缸的压力和行程，并应保持盾构姿态和开挖面稳定。

9.2.3 管节拼装时，应有止退措施，应保持顶管姿态和开挖面稳定。

9.2.4 应根据管片（管节）位置和拼装顺序，逐块依次拼装成环。

9.2.5 管片（管节）连接螺栓紧固力矩应符合设计要求。管片拼装完成，脱出盾尾后，应对管片螺栓及时锁紧。管节顶推完成后，应对上一环管节螺栓及时复紧。

9.2.6 拼装管片（管节）时，应防止管片（管节）及防水密封条损坏。

9.2.7 对已拼装成环的管片（管节）应进行收敛值检查。

9.3 拼装质量控制

9.3.1 管片（管节）不应有内外贯穿裂缝、宽度大于0.2mm的裂缝及混凝土剥落现象。

9.3.2 管片（管节）防水密封质量应符合设计要求，不得缺损，粘结应牢固、平整。

9.3.3 螺栓质量及拧紧度应符合设计要求。

9.3.4 管片（管节）拼装过程中应对联络通道轴线和高程进行控制，其允许偏差和检验方法应符合表9.3.4的规定。

表9.3.4联络通道轴线和高程允许偏差和检验方法

检测项目	联络通道允许偏差 (mm)	检验方法	检查环数	检查点数
轴线平面位置	±50	用全站仪测中线	逐环	1 点/环
轴线高程	±50	用水准仪测高程	逐环	1 点/环

9.3.5 施工中管片（管节）拼装允许偏差和检验方法应符合表9.3.5的规定。

表9.3.5管片（管节）拼装允许偏差和检验方法

检测项目	允许偏差 (mm)	检验方法	检查环数	检查点数
衬砌环内错台	0-5	用尺量	逐环	4 点/环
衬砌环间错台	0-6	用尺量	逐环	4 点/环
衬砌环椭圆度	±5‰	用全站仪 断面仪	逐环	-

9.3.6 粘贴管片（管节）防水密封条前应将管片（管节）密封槽清理干净，粘贴后的防水材料应牢固、平整和严密、位置应正确、不得有起鼓、超长和缺口现象。

9.3.7 螺栓孔密封圈安装应符合设计要求，不得遗漏，且不宜外露。

9.3.8 管片（管节）嵌缝及手孔封堵防水应符合设计要求。当无设计要求时，应符合国家现行标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定。

9.4 衬砌修补

9.4.1 当已拼装完成的钢筋混凝土管片（管节）表面出现本标准第6.6.1条中规定的一般缺陷时，应及时修补。修补后质量应符合验收要求。

9.4.2 管片（管节）修补时，应分析管片（管节）破损原因及程度，制定修补方案。

9.4.3 修补材料强度不应低于衬砌混凝土强度。

9.4.4 修补后的管片（管节）表面平整，无破损，外观良好。管片修补位置做好养护工作，在修复的地方做好记录。

10 壁后注浆

10.1 一般规定

10.1.1 应根据工程地质条件、地表沉降状态、环境要求及设备性能等选择注浆方式。

10.1.2 当采用顶管法时，掘进施工完成后，应将管节与地层间隙填充密实。

10.1.3 当采用盾构法时，管片成环结构脱出盾尾后，应将管片与地层间隙填充密实。

10.1.4 注浆期间应实时监测地面情况，防止地面发生沉降或隆起。

10.2 注浆材料与参数

10.2.1 根据注浆要求，应通过试验确定注浆材料和配比。可按工程地质条件、联络通道条件和工程环境选用单液或双液注浆材料。

10.2.2 注浆材料的强度、流动性、可填充性、凝结时间、收缩率和环保等应满足施工要求。

10.2.3 应根据注浆量和注浆压力控制壁后注浆过程，注浆速度应根据注浆量和掘进速度确定。

10.2.4 注浆压力应根据工程地质条件、注浆方式、管片（管节）强度、设备性能、浆液特性和隧道埋深等因素确定。

10.2.5 壁后注浆的注浆量充填系数应根据地层条件、施工状态、监测数据和环境要求确定。

10.2.6 膨润土触变泥浆应满足表10.2.6的规定。

表10.2.6 触变泥浆技术参数

比重	粘度	pH值	失水量	静切力
1.1g/cm ³ ~1.6g/cm ³	>30s	≥7	<25cm ³ /30min	100Pa

10.2.7 二次注浆的注浆量和注浆压力应根据环境条件和沉降监测结果等确定。

10.3 注浆作业

10.3.1 注浆前，应根据注浆施工要求准备拌浆、储浆、运浆和注浆设备，并应进行试运转。

10.3.2 注浆前，应对注浆孔、注浆管路和设备进行检查。

10.3.3 注浆用浆液应符合下列规定：

1 浆液应按设计配合比拌制；

2 浆液的相对密度、稠度、和易性、杂物最大粒径、凝结时间、凝结后强度和浆体固化收缩率均应满足工程要求；

3 拌制后浆液应易于压注；

4 触变泥浆宜粘度高、失水量小、稳定性好，补充浆液宜黏滞小、流动性好。

10.3.4 应合理制定壁后注浆的工艺，并根据注浆效果调整注浆参数。

10.3.5 应配备对注浆量、注浆压力、注浆时间等参数进行记录的仪器。

10.3.6 注浆作业应连续进行，作业后应及时清洗注浆设备和管路。

10.3.7 采用管片（管节）注浆孔注浆后，应封堵注浆口。

10.3.8 顶管施工应采取触变泥浆注浆并应符合下列规定：

1 顶进时应遵循“同步注浆与补浆相结合”和“先注后顶、随顶随注、及时补浆”的原则，制定合理的注浆工艺。

2 顶进完成后进行触变泥浆置换，应采用水泥砂浆、粉煤灰水泥砂浆等易于固结或稳定性好的浆液置换填充壁后空隙。

11 联络通道防水

11.1 一般规定

11.1.1 联络通道防水应包括管片（管节）自防水、管片（管节）接缝防水和特殊部位防水。

11.1.2 防水材料在存放和拼装前应采取防雨、防潮措施。

11.2 接缝防水

11.2.1 防水材料应按设计要求选择，施工前应分批进行抽检。

11.2.2 防水密封条粘贴应符合下列规定：

1 应按管片（管节）型号选用；

2 密封条在密封槽内应套箍和粘贴牢固，不得有起鼓、超长或缺口现象，且不得歪斜、扭曲。

11.2.3 当采用遇水膨胀橡胶密封垫时，应按设计要求粘贴。

11.2.4 当采用嵌缝防水材料时，应清理管片（管节）槽缝，并应按规定进行嵌缝作业，填塞应平整、密实。

11.3 特殊部位的防水

11.3.1 采用注浆孔进行注浆时，注浆结束后应对注浆孔进行密封防水处理。

11.3.2 注浆孔及螺栓孔处密封圈应定位准确，并应与密封槽相贴合。

11.3.3 隧道与联络通道的接缝处防水，宜采用注浆与钢板密封结合的方式。

11.3.4 洞门密封钢板宜设置两层，内层应快速完成焊接。

11.3.5 外层焊接应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定。

12 施工运输

12.1 一般规定

12.1.1 施工运输应根据已建正线隧道的内径和线型、联络通道施工工效，选择运输方式、运输设备及其配套设施。运输设备性能应安全可靠,运输能力应满足施工要求。

12.1.2 隧道内水平运输宜采用轨道运输方式，垂直提升宜采用汽车吊、履带吊等提升方式。

12.1.3 根据最大起重量，应对提升设备的能力和索具、挂钩、杆件的强度等进行检算。

12.1.4 运输设备应有防溜车、防坠落措施，操作、维护和保养应符合操作规程要求。

12.2 水平运输

12.2.1 有轨运输的轨道应保持平稳、顺直、牢固，并应进行养护。当采用卡车、内燃机车牵引时，不应对环境空气造成影响。

12.2.2 牵引设备的牵引能力应满足隧道最大纵坡和运输重量的要求。

12.2.3 车辆配置应满足出渣、进料及掘进机掘进速度的要求。

12.2.4 隧道内水平运输宜设置专用通道。

12.3 垂直运输

12.3.1 垂直运输方式应根据工作井深度和联络通道施工工效等因素确定。

12.3.2 提升设备的提升能力应满足出渣和进料的要求。

12.3.3 当垂直提升时，应根据安全需要采取稳定措施。

12.3.4 操作人员应按指令作业，物件吊运应平稳。

12.3.5 垂直提升通道内不应有障碍物。

12.3.6 施工运输过程中为保证施工安全应按照《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276执行。

13 施工监测

13.1 一般规定

13.1.1 施工监测方案应根据设计要求，并结合施工环境、工程地质和水文地质条件、掘进速度等制定。

13.1.2 施工监测内容应包括联络通道隧道、联络通道两端正线隧道前后各20环、联络通道埋深1.5倍内的周边环境。

13.1.3 施工监测方案应根据监测对象的变形量、变形速率等进行调整，对突发的变形异常情况应及时启动应急监测方案。

13.1.4 掘进机通过后，地面和隧道内同一断面内的监测数据应同步采集，并应收集同期掘进机施工参数。

13.1.5 施工监测仪器和设备应满足测量精度、抗干扰性和可靠性等要求，仪器和设备的精度与选型应符合国家现行有关标准的规定。

13.2 监测项目及要求

13.2.1 施工监测项目应按表13.2.1选择。穿越水域、建（构）筑物及其他有特殊要求地段时，应根据设计要求确定监测项目。

表13.2.1施工监测项目

类别	监测项目
必测项目	邻近地表隆沉、建（构）筑物和管线变形
	施工影响范围内正线隧道变形
	联络通道隧道变形
选测项目	岩土体分层沉降
	施工影响范围内正线隧道衬砌环内力
	联络通道衬砌环内力

13.2.2 沉降监测宜采用水准测量方法，必要时可采用自动化监测，水准基点应埋设在变形影响范围外，且不少于3个。

13.2.3 水平位移监测宜采用边角测量或GNSS等方法，应建立水平位移监测控制网，水平位移监测控制点宜采用具有强制对中装置的观测墩和照准装置。

13.2.4 当采用物理传感器监测时，传感器埋设应符合仪器埋设规定和施工监测方案的规定。

13.2.5 当竖向位移监测采用静力水准测量方法时，静力水准的埋设、连接、观测、数据处理等应符合国家现行有关标准要求，测量精度应与水准测量要求相同。

13.2.6 监测点应埋设在能够反映变形、便于观测、易于保存的位置。

13.2.7 监测方法与精度应符合国家现行标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308和《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的有关规定。

13.3 隧道环境监测

13.3.1 隧道环境施工监测应包括地表沉降观测、邻近建（构）筑物变形监测和地下管线变形监测等。

13.3.2 地表沉降应设置观测点。

13.3.3 施工期间主隧道管片结构沉降、收敛控制值和变化速率应符合表13.3.3的规定。

表13.3.3主隧道管片结构竖向位移、净空收敛监测项目控制值

监测项目	累计值（mm）	变化速率（mm/d）
管片结构沉降	10~25	2
管片结构收敛	0.2%D	3

注：D指主隧道的外直径，单位：mm。

13.3.4 邻近建（构）筑物变形监测应根据结构状况、重要程度、影响范围有选择地进行变形监测。

13.3.5 邻近地下管线的监测点宜直接设置在管线顶部。对无法直接观测的管线宜采取周边土体分层沉降代替管线沉降监测。

13.3.6 从联络通道施工前应进行初始观测，直至监测对象稳定时结束。

13.3.7 变形监测频率应根据工程要求和监测对象的变形量和变形速率确定。

13.3.8 当掘进机穿越地面建（构）筑物、铁路、桥梁、管线等时除应对穿越的建（构）筑物进行观测外，还宜对邻近土体进行变形监测。

13.4 隧道结构监测

13.4.1 隧道结构监测内容应包括联络通道及影响范围内正线隧道衬砌环沉降、收敛的测量，必要时，还应进行施工影响范围内正线隧道衬砌环应力等测量。

13.4.2 隧道衬砌应力测量宜采用应力计量测，衬砌与地层间的应力采用水、土压力计量测。

13.4.3 联络通道初始观测值应在衬砌拼装完成后24h内量测。

13.4.4 施工期间变形监测频率应符合表13.4.4的规定。

表13.4.4 联络通道隧道工程监测频率

监测内容	监测频率	变化速率（mm/d）
------	------	------------

	切削特殊衬砌及纠偏期间	正常掘进期间	注浆期间	施工结束后	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)
邻近地表隆沉、建(构)筑物和	1次/d	1次/d	1次/d	监测频率 1次/d，变化速率达到稳定标准停止监测	10~20	3
管线垂直位移监测	1次/d	1次/d	1次/d		10~20	2
施工影响范围内正线隧道垂直位移监测	1次/d	1次/d	1次/d		10~25	2
联络通道隧道收敛	1次/d	2次/d	1次/d		0.2%D	3

注：D指联络通道隧道的外直径，单位：mm。

13.5 监测控制值和预报警

13.5.1 监测项目控制值应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的规定。

13.5.2 监测预警标准和预警等级应根据工程特点、监测项目控制值及当地施工经验等确定。

13.5.3 当监测数据达到预警标准或实测变形值达到控制值时，应进行警情报送。

13.5.4 预警管理制度应根据监测预警等级和预警标准制定，预警管理制度应包括不同预警等级的警情报送对象、时间、方式和流程。

13.5.5 当现场巡查过程中发现下列警情之一时，应根据警情紧急程度、发展趋势和造成后果的严重程度按预警管理制度进行警情报送：

- 1 周边地表出现突然明显沉降（隆起）或较严重的突发裂缝、坍塌；
- 2 建（构）筑物等周边环境出现危害正常使用功能或结构出现过大变形、沉降、倾斜或裂缝等；
- 3 周边地下管线变形明显增长或出现裂缝、泄漏等；
- 4 隧道结构出现明显变形、较大裂缝、较严重漏水；
- 5 根据工程经验判断可能出现的其他警情。

13.5.6 取消预警状态，应符合下列规定：

- 1 对处于预警状态的工点，经风险处置后判断风险状态已排除可进行消警；

- 2 由施工单位根据处理方案采取对应措施，监测单位跟踪监测，根据监控情况确认工程达到安全状态后，应取消预警状态；
- 3 施工单位对系统预警提出消警建议报告，根据系统预警级别的不同按相应消警程序执行。

13.6 监测成果和信息反馈

- 13.6.1 监测数据采集、计算和处理应实现信息化管理。
- 13.6.2 施工监测数据应结合施工和现场环境状况进行综合分析，并应绘制变形时态曲线图。
- 13.6.3 宜选择与实测数据拟合较好的函数对势态曲线进行回归分析，并对变形趋势进行预测。
- 13.6.4 监测成果应包括现场监测资料、计算分析资料、各种曲线图表和文字报告等，资料应完整、清晰。
- 13.6.5 监测完成后应及时向有关单位提供阶段性监测成果。
- 13.6.6 监测工作完成后应提供监测技术总结报告。

14 成型联络通道验收

14.1 一般规定

14.1.1 成型联络通道验收应符合国家现行相关标准规定。

14.1.2 成型联络通道验收质量合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量100%合格；
- 2 一般项目的质量95%及以上合格；
- 3 具有完备的施工质量验收依据和质量验收记录。

14.2 验收项目

I 主控项目

14.2.1 结构表面无贯穿性裂缝、无缺棱掉角，管片（管节）接缝应符合设计要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察检验，检查施工记录。

14.2.2 联络通道防水符合设计要求。

检验数量：逐环检验。

检验方法：观察检验，检查施工记录。

14.2.3 成型联络通道结构不应侵入行车限界。

检查数量：端部轮廓面。

检验方法：尺量。

II 一般项目

14.2.4 联络通道轴线平面位置和高程偏差应符合设计要求。

表14.2.4联络通道轴线平面位置和高程偏差

检测项目	联络通道允许偏差 (mm)	建议检验方法	检查数量
轴线平面位置	±100	全站仪测中线	每 5 环
轴线高程	±100	水准仪测高程	每 5 环

14.2.5 联络通道允许偏差值应符合表14.2.5的规定。

表14.2.5联络通道允许偏差

检测项目	联络通道允许偏差 (mm)	检验方法	检查频率
盾构法联络通道衬砌 环椭圆度	平均值6‰D最大 值10‰D	测距仪或尺量后计算	每5环，不少于3环

顶管法联络通道衬砌环椭圆度	6%D	测距仪或尺量后计算	每5环，不少于3环
衬砌环内错台	10	尺量	4 点/环
衬砌环间错台	14	尺量	4 点/环

注：D指联络通道的外直径，单位：mm。

14.2.6 后浇结构质量应符合下列规定：

1 混凝土外观不应存在明显质量缺陷，结构实体质量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工验收规范》GB 50666的有关规定；

2 混凝土现浇结构外观质量应根据缺陷类型和缺陷程度进行分类，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定；

3 混凝土现浇结构外观质量、位置偏差、尺寸偏差不应有影响结构性能和使用功能的缺陷，质量验收应作出记录；

4 防火门框尺寸应符合设计要求。

15 施工安全与环境保护

15.1 一般规定

15.1.1 联络通道施工安全与环境保护应符合国家现行相关标准规定。

15.1.2 施工前，应根据掘进机类型、工程地质、施工进度和联络通道设置位置等条件，选择合适的通风方式、通风设备和隧道内温度等控制措施。

15.1.3 隧道内作业场所应设置照明和消防设施，并应配备通信设备和应急照明。

15.1.4 联络通道施工现场应配置远程监控系统和应急联络通信设施。

15.1.5 隧道和工作井内应设置排水设备。

15.1.6 隧道内作业位置与场所作业通道应畅通。

15.1.7 当存在可燃性或有害气体时，应使用专用仪器进行检测，并应加强相关措施，气体浓度应控制在安全允许范围内。

15.2 施工安全

15.2.1 施工作业环境气体应符合下列规定：

1 空气中氧气含量不得低于20%（按体积计）；

2 甲烷浓度应小于0.5%（按体积计）；

3 有害气体容许浓度应符合下列要求：

1) 一氧化碳不应超过30mg/m³；

2) 二氧化碳不应超过0.5%（按体积计）；

3) 氮氧化物换算成二氧化氮不应超过5mg/m³。

4 空气中含有10%及以上的游离二氧化硅的粉尘不得大于2mg/m³，空气中含有10%以下的游离二氧化硅的矿物性粉尘不得大于4mg/m³。

15.2.2 隧道内温度不应高于32℃。

15.2.3 隧道内噪声不应大于90 dB。

15.2.4 施工通风应符合下列规定：

1 宜采取机械通风方式；

2 按隧道内施工高峰期人数计，采取有效的通风方式，保证每人供应新鲜空气的需求。

15.3 环境保护

15.3.1 施工中产生的废渣、废油和废水等应及时、集中处置。

15.3.2 施工中，应采取措施避免施工噪声、振动、水质和土壤污染及地表下沉等对周边环境造成影响。

15.3.3 施工中，应采取措施避免对成型正线隧道造成污染或损伤，施工完成后，应对作业区域进行清理。

附录A 施工记录表

表A.0.1 盾构法联络通道掘进记录表

工程名称:

施工部位:

环 号		拼装点位		班 组					
设定土压值 (Mpa)		滚动角显示 (deg)		刀盘转速 (rad)					
时间 记录	掘进开始	年 月 日 时 分	拼装开始	年 月 日 时 分					
	掘进结束	年 月 日 时 分	拼装结束	年 月 日 时 分					
掘进 机姿 态 (mm)	对应里程/管理行程								
	切口	平偏							
	中盾								
	盾尾								
	切口	高偏							
	中盾								
	盾尾								
推进 参数	土压显示值(Mpa)								
	推进速度(mm/min)								
	总推力(kN)								
	刀盘扭矩(kN · m)								
	千斤 顶油 压	上区(bar)							
		下区(bar)							
		左区(bar)							
		右区(bar)							
	千斤 顶行 程 (mm)		掘进前			掘进后			
		上(D 组)	上			上			
		下(B 组)	左		右	左		右	
左(C 组)									
右(A 组)		下			下				
盾 尾 间 隙 (mm)	左上	9 号拼装点	按照左侧对应点位 实际量取 (拼装前)			按照左侧对应点位 实际量取 (拼装后)			出土记录 1、渣土估 方: 2、渣土排 出状态:
	右上	2 号拼装点							
	左下	7 号拼装点	左上	上	右上	左上	上	右上	
	右下	4 号拼装点							
	上	1 号拼装点	左		右	左		右	
	下	6 号拼装点							
	左	8 号拼装点							
	右	3 号拼装点	左下	下	右下	左下	下	右下	

注: 1.本记录表作为过程记录资料;

2.掘进机姿态和掘进参数按管理行程均分三次, 及时记录。

操作司机:

表A 0.2 顶管法联络通道掘进记录表

工程名称： 施工部位：

环号		小块位置		班组				
设定土压 值 (MPa)		滚动角显 示 (deg)		刀盘转 速 (rad)				
时间 记录	掘进开始	年月日时分		拼装开始	年月日时分			
	掘进结束	年月日时分		拼装结束	年月日时分			
掘进 机姿 态 (mm)	对应里程/管理行程							
	切口	平偏						
	中盾							
	盾尾							
	切口	高偏						
	中盾							
	盾尾							
推进 参数	土压显示值 (MPa)							
	推进速度 (mm/min)							
	总推力 (kN)							
	刀盘扭矩 (kN·m)							
	铰接 行程 (mm)	掘进前			掘进后			
		上 (D组)	上			上		
		下 (B组)	左		右	左		右
左 (C组)								
右 (A组)		下			下			
出土记录 1、渣土估方： 2、渣土排出状态：								

注：1.本记录表作为过程记录资料；

2.掘进机姿态和掘进参数按管理行程均分三次，及时记录。

操作司机：

表A.0.3 联络通道壁后注浆记录

工程名称								施工部位			
日期	施工班组	注浆操作者	浆液类型	注浆						备注	
				环号	点位	注浆时间		压力 (MPa)	注浆量 (m ³)		
						始 时 分	终 时 分				
年 月 日											

记录人： 监理工程师： 年 月 日

表A 0.5 钢套筒密封试验记录表

序号	记录时间	注浆量 (m ³)	注浆时间 (min)	套筒前 部压力 表 (MPa)	套筒密封情况及解决措施	记录人
1	年 月 日 时 分					

注：该记录表保压过程中每小时记录一次。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对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 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的，“应按……确定”、“应按……执行”或“应符合…… 的规定”。

引用标准名录

- 《地下工程防水技术规范》 GB 50108
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》 GB 50307
- 《盾构法隧道施工及验收规范》 GB 50446
- 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 《城市轨道交通工程监测技术规范》 GB 50912
- 《污水综合排放标准》 GB 8978
- 《城市区域环境振动标准》 GB10070
- 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523
- 《预制混凝土衬砌管片》 GB/T 22082
- 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081
- 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
- 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 《地下铁道工程施工质量验收标准》 GB/T 50299
- 《城市轨道交通工程测量规范》 GB/T50308
- 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》 JGJ 276
- 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
- 《土木工程用玻璃纤维增强筋》 JG/T 406
- 《预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程》 JC/T 2030
- 《铁路隧道工程施工安全技术规程》 TB 10304
- 《盾构隧道管片质量检测技术标准》 CJJ/T 164
- 《二氧化碳气体保护焊工艺规程》 JB/T 9186