

ICS xx.xxx

山东土木建筑学会标准

Pxx

T/SDCEASXXXXXX—2021

城市隧道工程施工质量验收标准

Standard for construction quality acceptance of
urban tunnel engineering

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

山东土木建筑学会

发布

山东土木建筑学会标准

城市隧道工程施工质量验收标准

**Standard for construction quality acceptance of
urban tunnel engineering**

主编单位：济南市交通工程质量与安全中心

中铁十四局集团有限公司

批准部门：山东土木建筑学会

实施日期：2021 年 月 日

前言

根据山东土木建筑学会团体标准编制、修订计划安排，为规范城市隧道工程施工质量验收程序、组织和验收标准，确保工程质量，主编单位经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准共6章，主要内容有：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.基坑工程；5.地基处理；6.明（盖）挖法；7.盾构法；8.钻爆法；9.工程防水。

本标准由山东土木建筑协会负责管理，由济南市交通工程质量与安全中心负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至济南市交通工程质量与安全中心（地址：山东省济南市解放东路1号；邮政编码：250014，电话：0531-62356426，邮箱：zhijianzhan8-3@163.com）。

主 编 单 位：济南市交通工程质量与安全中心
中铁十四局集团有限公司

参 编 单 位：济南城建集团有限公司
济南黄河路桥建设集团有限公司
中铁第四勘察设计院集团有限公司
中铁上海工程局集团有限公司
中铁四局集团有限公司第八工程分公司
青岛亿联建设集团股份有限公司

主要起草人员：

主要审查人员：

目 录

1 总 则.....	2
2 术 语.....	3
3 基本规定.....	4
4 基坑工程.....	8
5 地基处理.....	23
6 明（盖）挖法.....	36
7 盾构法.....	45
8 钻爆法.....	56
9 工程防水.....	71
附录 A 单位（子单位）、分部、分项、检验批划分.....	82
附录 B 检验批质量验收记录.....	86
附录 C 分项工程质量验收记录.....	88
附录 D 分部（子分部）工程质量验收记录.....	89
附录 E 单位（子单位）工程质量竣工验收记录.....	90
本标准用词说明.....	95
引用标准名录.....	96

1 总 则

1.0.1 为加强山东省城市隧道工程施工质量管理，统一城市隧道工程施工质量验收标准，保证工程质量，满足安全可靠、技术先进、经济合理、可操作性强的要求，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省城市隧道工程建筑与结构部分（除机电设备安装工程外）的施工质量验收。

1.0.3 城市隧道工程的施工质量验收除应符合本标准规定外，尚应符合国家、行业和本省现行有关规范的规定。

2 术 语

2.0.1 城市隧道 urban tunnel

城市中用于机动车、非机动车等通行的隧道及其附属设施。

2.0.2 工序 constructional procedure

施工过程中具有相对独立特点的作业活动,或有必要的技术间歇及停顿分割的作业活动,是组成施工过程的基本单位。

2.0.3 关键工序 key construction procedure

对城市隧道工程的结构安全或使用功能有直接影响的施工工序。

2.0.4 见证取样检测 verifiable sampling for test

在监理单位或建设单位见证员的监督下,由施工单位取样员现场取样,并送至具备相应资质的检测单位所进行的检测。

2.0.5 单元槽段 PANEL

为保证地下连续墙稳定性和施工能力等综合因素而确定划分的基本施工单元。

2.0.6 型钢水泥土搅拌墙 SMW

在连续套接的多轴水泥土搅拌桩内插入型钢形成的复合挡土止水结构。

3 基本规定

3.0.1 城市隧道工程施工现场应具有健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

3.0.2 城市隧道工程施工前，应掌握工程影响范围内工程与水文地质情况、建（构）筑物、地下管线的状况及保护要求，并根据设计文件要求编制施工组织设计文件或专项施工方案。施工组织设计文件和专项施工方案应通过施工单位技术负责人审查、总监理工程师审批后，方可施工。涉及危险性较大分部分项工程的专项施工方案应按有关规定组织专家论证。

3.0.3 施工中应根据设计提出的工程环境保护要求，制定落实各项保护措施，并按设计要求对工程进行监测。

3.0.4 地下水控制工程的质量验收应符合现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 的规定。

3.0.5 施工测量应符合现行国家标准《工程测量规范》GB50026 和《城市轨道交通工程测量规范》GB/T50308 的规定。工程的监控量测应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB50911 的规定。施工所需的测量基准点和控制点应有保护措施，并定期复测。

3.0.6 工程采用的新技术、新工艺、新材料，应按照有关规定组织专家评审，并制定相应的施工质量验收标准。

3.0.7 施工中，应对隐蔽工程验收，合格后方可进入下到工序施工。

3.0.8 城市隧道工程施工质量检验、检测所用方法应符合国家现行标准规定，检验、检测用仪器设备应经计量检验合格，并在计量检定有效期内。

3.0.9 城市隧道工程施工质量控制应符合下列规定：

1 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备的质量应符合相关技术文件或产品质量标准的规定，并具有质量证明文件，同时应按相关的质量验收标准组织进场验收和复试；进场验收和复试结果应经监理工程师确认；对于钢筋、水泥、混凝土等工程主要材料，监理工程师应按规定进行见证取样检测；

2 施工设备进入现场应按有关规定组织检查、验收，并形成验收记录或提交相关检测报告；

3 施工过程中，每道工序完成后，各相关专业技术人员应共同对施工质量进行检查验收，并形成交接验收记录；未经监理工程师检查确认，不得进行下道工序的施工。

3.0.10 城市隧道工程施工质量验收应符合下列规定：

- 1 应符合本标准和相关专业施工质量验收规范的规定；
- 2 应符合工程设计文件的要求；
- 3 参加工程施工质量验收的人员应具备规定的资格；
- 4 工程施工质量验收应在施工单位自检评定合格的基础上进行；
- 5 涉及结构安全和使用功能的试块、试件和现场检测项目，应按规定进行见证取样检测；
- 6 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收；
- 7 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

3.1 质量验收单元划分

3.1.1 城市隧道工程施工质量验收单元应按单位（子单位）工程、分部工程、分项工程和检验批进行划分。

3.1.2 单位工程应按下列原则进行划分：

- 1 具备独立施工条件或具备独立使用功能的地下构筑物为一个单位工程；
- 2 规模较大的单位工程，可根据其独立使用功能或结构形式，划分为若干子单位工程。

3.1.3 分部工程应按专业性质或施工部位划分。

3.1.4 分项工程应按主要施工工序、工艺进行划分。

3.1.5 分项工程可由一个或若干个检验批组成，检验批应根据施工质量控制及验收需要按施工段、变形缝进行划分。

3.1.6 城市隧道工程单位（子单位）、分部工程划分应符合本标准附录 A 表 A.0.1 的规定，分项工程和检验批的划分应符合本标准附录 A 表 A.0.2 的规定。

3.2 质量验收

3.2.1 检验批质量合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验应全部合格。
 - 2 一般项目的质量经抽样检验应基本合格；当采用计数检验时，合格点率应达到 80%及以上，且不得存在严重缺陷。
 - 3 应具有完整的施工自检记录和施工质量验收记录。
- 3.2.2 分项工程质量验收合格应符合下列规定：**
- 1 分项工程所含的检验批的质量均应验收合格。
 - 2 分项工程所含的检验批质量验收记录应完整。
- 3.2.3 分部工程质量验收合格应符合下列规定：**
- 1 分部工程所含分项工程的质量均应验收合格。
 - 2 施工质量控制资料应完整。
 - 3 有关安全和使用功能核查及抽查结果应符合相应规定。
 - 4 观感质量应验收合格。
- 3.2.4 单位工程质量验收合格应符合下列规定：**
- 1 单位工程所含分部工程的质量均应验收合格。
 - 2 施工质量控制资料应完整。
 - 3 安全和使用功能核查及抽查结果应符合本标准规定。
 - 4 观感质量验收应合格。
- 3.2.5 工程质量验收资料应符合下列规定：**
- 1 检验批质量验收记录应符合本标准附录 B 表 B.0.1 规定。
 - 2 分项工程质量验收记录应符合本标准附录 C 表 C.0.1 规定。
 - 3 分部工程质量验收记录应符合本标准附录 D 表 D.0.1 规定。
 - 4 单位工程质量验收记录应符合本标准附录 E 表 E.0.1-1、表 E.0.1-2、表 E.0.1-3、表 E.0.1-4 规定。
- 3.2.6 工程竣工验收合格应符合下列规定：**
- 1 应完成合同约定的内容，单位工程质量均应验收合格。
 - 2 单位工程质量验收中提出的整改意见应全部销项。
 - 3 抽查主要功能指标，应符合本标准和设计文件的规定。
 - 4 竣工备案资料应按规定整理齐全。
- 3.2.7 当检验批施工质量不符合要求时，应按下列规定可以进行验收：**
- 1 经返工重新处理的，应重新进行验收。
 - 2 经有资质的检测单位检测、鉴定能够达到设计文件要求的，应予以验收。

3 经有资质的检测单位检测、鉴定达不到设计文件要求的，但经原设计单位核算认可能满足结构安全和使用功能要求的，可予以验收。

3.2.8 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸，但仍能满足安全使用功能要求的，可按处理技术方案和协商文件的要求进行验收。

3.2.9 经返修或加固处理仍不能满足安全使用功能要求的分项、分部工程，严禁验收。

3.3 验收程序和组织

3.3.1 检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目质量负责人等相关人员进行验收。

3.3.2 分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等相关人员进行验收。

3.3.3 单位工程验收应由总监理工程师组织，建设单位项目负责人、设计单位项目负责人、施工单位项目负责人等均应参加验收。

3.3.4 工程竣工验收应在建设单位组织验收组按施工合同标段进行验收。验收组应有建设、勘察、设计、施工、监理等单位的有关负责人组成，亦可邀请有关专家参加。验收组组长应由建设单位有关负责人担任。

3.3.5 当参加验收各方对工程质量验收意见不一致时，应由政府建设行政主管部门或工程质量监督机构协调解决。

3.3.6 工程竣工验收合格后，建设单位应在规定时间内，将工程竣工验收报告和有关文件报建设行政主管部门备案。

4 基坑工程

4.1 一般规定

- 4.1.1 基坑围护结构施工方案应综合考虑基坑深度及平面尺寸，施工场地及周围环境保护要求、施工装备、工艺能力及施工工期等因素。
- 4.1.2 基坑开挖影响范围内有对沉降、振动敏感的建筑(构)物及地下管线时，其围护不宜采用打入桩或振动法沉桩。
- 4.1.3 围护结构施工时宜按设计图纸作适当外放，基坑开挖后围护结构不应侵入结构和侵占结构施工作业面。
- 4.1.4 基坑围护结构施工应有设计文件和经过总监理工程师审批的施工组织设计文件。
- 4.1.5 基坑围护结构单元桩体或墙体的排列应符合设计文件规定；单元桩体或墙体间以及不同类型和不同刚度的围护墙体交接处应采取加固防渗措施。
- 4.1.6 围护墙体与支撑围檩或支撑端头处应有可靠的传力节点构造，围檩及支撑不应偏心受力，钢围檩集中受力部位应加肋板。
- 4.1.7 土钉、锚杆等不拆除的围护结构，施工前应征得城市规划部门许可，施工后应在竣工图中标注，并不应超出用地红线范围。
- 4.1.8 围护结构施工前，应探明并清除围护结构部位的地下障碍物，围护结构的导墙、导沟、护筒施工时应挖至原状土。采用地下连续墙或钻孔灌注桩围护时，围护结构部位有厚度较大的填土层或暗浜时，施工前应对填土层或暗浜采取有效处理措施。
- 4.1.9 基坑开挖应根据水文地质勘察报告并结合周边环境采取适当的降排水措施。
- 4.1.10 基坑开挖与回填过程中应严格进行施工监测，实行信息化施工。

4.2 围护桩

4.2.1 混凝土预制桩的施工质量验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202 的规定。

主控项目

4.2.2 预制桩、灌注桩的混凝土强度应符合设计文件要求。

检验数量：

1 围护结构预制桩、灌注桩的同一配合比混凝土试件每 5 根不应小于一组；

2 结构预制桩、灌注桩直径大于 1m 或单桩混凝土量超过 25m³ 的桩，每根桩应留置一组试件，直径小于或等于 1m 或单桩混凝土量不超过 25m³ 的桩，每灌注台班不应少于 1 组试件。

检验方法：检查抗压强度试验报告。

4.2.3 旋喷桩、水泥土桩墙和咬合桩的强度应符合设计文件要求

检验数量：同一配合比每 20 根桩不应少于 1 组。

检验方法：检查抗压强度试验报告。

4.2.4 桩顶冠梁混凝土强度应符合设计文件要求。

检验数量：同一配合比每次灌注、每 100m³ 不应少于 1 组。

检验方法：检查抗压强度试验报告。

一般项目

4.2.5 围护结构灌注桩顺轴线方向的桩位的允许偏差应为±100mm，垂直轴线方向的允许偏差应为 0mm~+50mm。

检验数量：全部检查。

检验方法：经纬仪和全站仪测量、钢尺量测。

4.2.6 灌注桩成孔深度允许偏差应为 0mm~+300mm。

检验数量：逐孔检查。

检验方法：测绳量测。

4.2.7 灌注桩的钢筋笼的制作和安装方向应符合设计文件要求，主筋间距允许偏差应为±10mm；长度允许偏差应为±50mm。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察检查，钢尺量测。

4.2.8 咬合桩的桩身垂直度偏差应小于 3‰。

检验数量：全部检查。

检验方法：钢尺量测。

4.2.9 灌注桩桩身垂直度允许偏差应小于或等于 1%。

检验数量：全部检查。

检验方法：吊线量测，测斜仪。

4.2.10 钢筋笼的直径的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ；箍筋间距的允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

检验数量：全部检查。

检验方法：钢尺量测。

4.2.11 冠梁施工前，应将围护桩桩顶浮浆凿除清理干净，桩顶以上露出的钢筋长度应符合设计文件要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察检查，钢尺量测。

4.2.12 旋喷桩允许偏差和检验方法应符合表 4.2.12 的规定。

表 4.2.12 旋喷桩允许偏差和检测方法

检查项目	允许差值		检测方法
	单位	数值	
钻孔位置	mm	≤ 50	钢尺量测
钻孔垂直度	%	≤ 1.5	经纬仪测钻杆或实测
孔深	mm	± 20	检测钻杆标记
注浆压力	按设计文件要求		检查注浆压力记录表
桩体搭接	mm	> 200	钢尺量测
桩体直径	mm	≤ 50	开挖后钢尺量测
桩中心允许偏差	mm	$\leq 0.2D$	开挖后桩顶下 500mm 出钢尺量测， D 为直径

检查数量：全数检查

4.2.13 水泥土桩墙允许偏差和检测方法应符合表 4.2.13 的规定。

表 4.2.13 水泥土桩墙允许偏差和检测方法

检查项目	允许差值		检测方法
	单位	数值	
桩位偏差	mm	≤ 50	测量检查
桩墙厚度	大于设计文件规定的厚度		钢尺量测
孔深	mm	± 20	用测绳量测
垂直度	%	≤ 1	经纬仪测钻杆或开挖后实测

检验数量：全数检查。

4.2.14 水泥土搅拌桩墙型钢插入的时机、深度及标高应符合设计文件要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录、测量检查。

4.2.15 灌注桩及咬合桩允许偏差和检验方法应符合表 4.2.15 的规定。

表 4.2.15 灌注桩及咬合桩允许偏差和检测方法

检查项目	允许差值		检测方法
	单位	数值	
桩径	mm	- 20	开挖后钢尺量测
孔深	mm	± 20	用测绳量测
沉渣厚度	mm	端承桩 ≤ 50 摩擦桩 ≤ 100 围护结构桩 ≤ 300	沉渣仪或重锤量测
混凝土充盈系数	> 1		检查施工记录
套管的顺直度	mm	10	挂线钢尺量测

检验数量：全数检查。

4.3 地下连续墙

主控项目

4.3.1 地下连续墙墙体混凝土抗压强度和抗渗强度等级应符合设计文件要求。

检验数量：每一单元槽段混凝土制作抗压强度试件一组，每五个单元槽应制作抗渗压力试件一组。

检验方法：检查试验报告。

4.3.2 地下连续墙的钢筋骨架和预埋件的安装应无变形，预埋件应无松动和遗漏，标高、位置应符合设计文件要求。

检验数量：按单元槽段全部检查。

检验方法：观察检查和钢尺量测。

4.3.3 地下连续墙的裸露墙面应表面密实、无渗漏。空洞、露筋、蜂窝累计的面积不应超过单元槽段裸露面积的 5%。

检验数量：按单元槽段全部检查。

检验方法：观察检查和钢尺量测。

4.3.4 作为永久结构的地下连续墙垂直度允许偏差应为 1/300，临时结构允许偏差应为 1/150。

检验数量：全部检查。

检验方法：开挖后吊线，钢尺量测；超声波测槽仪或成槽机上的监测系统。

一般项目

4.3.5 地下连续墙允许偏差、检验数量和检验方法应符合表 4.3.5 的规定。

表 4.3.5 地下连续墙允许偏差、检验数量和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检测数量		检测方法
			范围	点数	
导墙尺寸	宽度	+40	每个槽段	5	钢尺量测
	墙面平整度	≤5			2m 靠尺、塞尺量测
	导墙平面位置	±10			钢尺量测
沉渣厚度	≤100	重锤测或沉积物测定仪测			

槽深		+ 100			重锤测
钢筋笼尺寸	长度	± 50	每片钢筋网	上、中、下各一点	钢尺量测
	宽度	± 20			
	厚度	0—10			
	主筋间距	± 10			
	分布筋间距	± 20	4	用钢尺量，任取一断面，连续量取间距，取平均值作为一点	
预埋件中心位置	± 10	每件	1	钢尺量测	
地下连续墙表面平整度		≤ 100	每段墙体	5	此为均匀黏土层，松软及易坍土层由设计单位确定
墙体的预埋件位置	水平向	≤ 10	每件	1	钢尺量测
	垂直向	≤ 20			水准仪测量

4.4 土钉墙

主控项目

4.4.1 土钉的布置形式应符合设计文件要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察检查，核对设计文件。

4.4.2 钉孔锚固砂浆强度和喷射混凝土强度应符合设计文件要求。

检验数量：每 100m² 砂浆或混凝土取试件 1 组，不足 100m 按 1 组计。

检验方法：检查抗压强度试验报告。

4.4.3 土钉墙钢筋网的规格、尺寸、网与土钉的连接应符合设计文件要求。

检验数量：按网面积的 10%进行检查。

检验方法：观察检查，钢尺量测或检查焊接试验报告。

一般项目

4.4.4 土钉墙坡面平整度的允许偏差应为 20mm。

检验数量：全数检查。

检验方法：2m 靠尺量测。

4.4.5 土钉孔允许偏差及检验方法应符合表 4.4.5 的规定。

表 4.4.5 土钉孔允许偏差及检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检测方法
孔深	不小于设计文件规定	钢尺量测成孔工具外露尺寸
孔距	± 50	钢尺量测
孔径	± 5	钢尺量测
长度	± 50	钢尺量测钢筋外露尺寸
钻孔倾斜度偏差	< 50	量钻孔角度

检验数量：全数检查。

4.4.6 钢筋网网格的间距允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

检验数量：每次喷射混凝土检查 2 个断面。

检验方法：钢尺量测，观察检查。

4.4.7 喷射混凝土面层厚度的允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

检验数量：每施工段检查 3 个断面，每个断面不少于 5 个点。

检验方法：凿孔实测或预埋厚度标志。

4.4.8 喷射混凝土应与坡面、钢筋网紧密结合，表面应平顺、无裂隙、无露筋。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

4.5 土层锚杆（索）

主控项目

4.5.1 锚杆的组装安放和注浆应符合设计文件要求。

检验数量：每检验批取试件 2 组，每组试件不少于 6 块。

检验方法：检查抗压强度试验报告。

4.5.2 锚杆的张拉值及锁定值应符合设计文件要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：查看压力记录表。

4.5.3 锚杆注浆量、注浆压力应符合设计文件要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：检查施工记录。

4.5.4 锚杆应进行抗拉和验收试验，并应符合下列规定：

1 抗拉试验锚杆的加荷方式应为设计文件规定荷载的 25%、50%、75%、100%、133%；

2 验收试验锚杆的加荷方式应为设计文件规定荷载的 25%、50%、75%、100%、120%；

3 验收试验锚杆总位移量不应大于抗拉试验锚杆总位移量。

检验数量：抗拉试件数量宜为总数量的 2%，且不应少于 2 根；验收试件数量宜为总数量 3%，且不应少于 3 根。

检验方法：检查拉拔试验报告。

一般项目

4.5.5 锚杆杆体插入孔中长度的允许偏差应为 $\pm 30\text{mm}$ 。

检验数量：全部检查。

检验方法：钢尺量测杆体外露标记。

4.5.6 锚杆允许偏差、检验数量和检验方法应符合表 4.5.6 的规定。

表 4.5.6 锚杆允许偏差、检验数量和检验方法

项目	允许偏差	检验数量		检验方法
		范围	点数	
锚杆位置	$\pm 100\text{mm}$	每个锚杆	1	测量检查
钻孔倾斜度	3%			测量锚杆角度
钻孔深度	0mm— $\pm 100\text{mm}$			钢尺量测锚杆外露长度

空位高程	$\pm 50\text{mm}$	每孔	水准仪
------	-------------------	----	-----

4.6 桩间混凝土网喷

主控项目

4.6.1 喷射混凝土强度等级应符合设计文件要求。

检验数量：每 500m^2 喷射混凝土留置抗压试件 1 组，不足 500m^2 按 1 组计。

检验方法：检查抗压强度试验报告。

一般项目

4.6.2 喷射混凝土厚度的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

检验数量：每施工段每 50m 为一个断面，每个断面不少于 5 个检查点。

检验方法：凿孔实测或预埋厚度标志。

4.6.3 钢筋网的制作、安装应符合设计文件要求，网格间距允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

检验数量：检查挂网面积的 5%。检验方法：观察检查，钢尺量测。

4.7 横撑支护

4.7.1 钢质横撑、围檩、活络头、斜撑牛腿等钢构件的制作和拼装质量验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。

4.7.2 混凝土支撑的钢筋、模板支架及混凝土的施工质量验收应符合本标准第 6.2 节～第 6.4 节的规定。

主控项目

4.7.3 钢质横撑安装前应先拼装，拼装后两端支点中心线偏心不应大于 20mm。安装后总偏心量不应大于 50mm。

检验数量：全部检查。

检验方法：用细线找中线，钢尺量测偏心量。

4.7.4 钢质横撑应在土方挖至其设计文件规定的位置后安装，应按设

计文件要求对坑壁施加预应力，施加预应力应两侧同步、对称、分级重复进行，预加轴力允许偏差应为 $\pm 50\text{kN}$ ，并应顶紧后固定。设有腰梁的横撑，腰梁应连续，并应连接牢固且与桩体之间密贴，不密实处应使用不低于C20的细石混凝土垫实，支撑的拆除顺序应符合设计文件要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察检查，测量检查。

一般项目

4.7.5 横撑安装位置高程允许偏差应为 $\pm 50\text{mm}$ ，水平间距允许偏差应为 $\pm 100\text{mm}$ 。

检验数量：全部检查。

检验方法：测量检查。

4.7.6 钢或混凝土支撑安装的允许偏差及检验数量应符合表 4.7.6 的规定。

表 4.7.6 钢及混凝土支撑安装的允许偏差及检验数量

项目		允许偏差 (mm)	检验数量	
			范围	点数
围標标高		± 30	每施工段	5
立柱位置	标高	± 30	每立柱	2
	平面	± 50		
开挖超深（开槽安设支撑不在此范围内）		< 200	每支护面	1
支撑安装时间		符合设计文件要求	每道支撑	1
混凝土支撑截面尺寸		± 5	每道支撑	2

检验方法：测量检查，钢尺量测和检查施工记录。

4.8 立柱桩

4.8.1 立柱桩、逆作法桩宜采用灌注桩和型钢格构柱组合桩；抗浮桩宜采用灌注桩。其他桩基施工应符合相应规范的规定。

4.8.2 钻孔灌注桩的施工质量应符合现行国家标准《钻孔灌注桩施工

规程》DG/TJ08—202 的规定。

4.8.3 钢筋混凝土预制桩和钢桩应采用焊接接桩，沉桩前应进行接桩焊接工艺试验。

4.8.4 灌注桩作逆作法桩，应在桩中埋设注浆管，以对桩底进行处理。

4.8.5 灌注桩、钢筋混凝土预制桩、钢桩的施工质量应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 的有关规定，如为永久性工程桩应按设计要求进行桩基完整性和承载力检测。

4.8.6 立柱桩、逆作法桩的钢立柱部分的原材料、焊接及加工质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 有关规定；钢立柱的制作及安装施工质量应符合本节的规定。

主控项目

4.8.7 立柱桩、逆作法桩的钢立柱与下部灌注桩钢筋笼的连接方式与插入深度应满足设计文件要求。

检查数量：每根检查；

检验方法：用尺测量。

4.8.8 立柱桩、逆作法桩受荷的各阶段，其混凝土强度应满足设计文件要求。

检查数量：每阶段应检查 1 次；

检验方法：核查同条件养护试块。

一般项目

4.8.9 在桩柱搭接范围内，灌注桩钢筋笼的箍筋间距不应大于 100mm。

检查数量：每根检查；

检验方法：用尺测量。

4.8.10 立柱桩的钢立柱横断面的轴线与设计轴线的夹角不宜大于 5°。

检查数量：每根检查；

检验方法：用尺测量。

4.8.11 立柱桩的钢立柱制作允许偏差应符合表 4.8.11 规定。

表 4.8.11 立柱桩的钢立柱制作允许偏差

序号	检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量		检验方法
			范围	点数	
1	长度	±20	每根	1	尺测量
2	截面几何尺寸	±20	每根	2	尺测量
3	柱身弯曲矢高	≤20	每根	1	拉线、尺测量
4	柱身扭曲	符合设计要求	每根	1	拉线、尺测量

4.8.12 逆作法桩的钢立柱制作允许偏差应符合表 4.8.12 的规定。

表 4.8.12 逆作法桩的钢立柱制作允许偏差

序号	检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量		检验方法
			范围	点数	
1	长度	永久: ±10 临时: ±20	每根	1	尺测量
2	截面几何尺寸	永久: ±5 临时: ±20	每根	2	尺测量
3	柱身弯曲矢高	永久: ≤5 临时: ≤20	每根	1	拉线、尺测量
4	柱身扭曲	符合设计要求	每根	1	拉线、尺测量

4.8.13 立柱桩的钢立柱成桩允许偏差应符合表 4.8.13 规定。

表 4.8.13 立柱桩的钢立柱成桩允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查数量		检验方法
			范围	点数	
1	垂直度	1/200	每根	1	线锤及直尺测量
2	顶标高 (mm)	±20	每根	1	水准仪及钢尺测量
3	桩位偏差 (mm)	≤20	每根	1	拉线测量

4.8.14 逆作法桩的钢立柱成桩允许偏差应符合表 4.8.14 规定。

表 4.8.14 立柱桩的钢立柱成桩允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
----	------	------	------	------

			范围	点数	
1	垂直度	临时: 1/200 永久: 1/500	每根	1	线锤及直尺测量
2	顶标高 (mm)	± 20	每根	1	水准仪及钢尺测量
3	桩位偏差 (mm)	≤ 20	每根	1	拉线测量

4.9 基坑开挖与回填

4.9.1 基坑应自上而下分层、分段依次开挖。放坡开挖基坑应随基坑开挖的同时刷坡，边坡应平顺，坡度应符合设计文件要求；地下连续墙或混凝土灌注桩围护的基坑，应在混凝土或锚杆浆液达到设计文件要求的强度后开挖；土钉墙围护应随挖土随做土钉。

4.9.2 路面恢复时回填土的质量应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定；地下管线周围的回填土质量应符合设计文件及各专业管线的填土要求。

主控项目

4.9.3 基坑用机械开挖至基底应预留 0.2m~0.3m 厚土层采用人工开挖，不应扰动基底土层，如发生超挖时应按设计文件要求处理。

检验数量：每个基坑全部检验。检验方法：观察检查，钢尺量测。

4.9.4 基底应经过验槽后，方可进行结构施工。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察检查，检查验槽记录。

4.9.5 基坑回填土的土质、含水率应符合设计文件要求。

检验数量：回填土源全部检查。

检验方法：检查土质试验报告，实地查看。

4.9.6 基坑回填宜分层、水平机械压实，压实后的厚度应根据压实机械确定，且不应大于 0.3m；结构两侧应水平、对称同时填压；基坑分段回填接茬处，已填土坡应挖台阶，其宽度不应小于 1.0m，高度不应大于 0.5m。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察检查，钢尺量测。

4.9.7 基坑位于道路下方时，基坑回填碾压密实度应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ-1 的规定。

检验数量：当机械碾压时，每层填土按基坑长度 50m 或基坑面积为 1000m²（不足 50m 或小于 1000m² 按 1 组计）时取一组；当机械夯实时，每层填土按基坑长度 25m 或基坑面积为 500m²（不足 25m 或小于 500m² 按 1 组计）时取 1 组，每组取样点不少于 6 个，其中部和两边各取 2 个。

检验方法：环刀法或灌砂法。

一般项目

4.9.8 基坑开挖允许偏差、检验数量及检验方法应符合表 4.9.8 的要求。

表 4.9.8 基坑开挖允许偏差、检验数量及检验方法

项目	允许偏差	检验数量		检验方法
		范围	点数	
轴线位置	± 5mm	纵横轴线	4	经纬仪或全站仪测量
长、宽	以轴线控制，不小于设计文件规定值，外放值符合设计文件规定	整个基坑	4	钢尺量测
基底标高	-20mm—+10mm	每断面	5	水准仪测量
边坡	不陡于设计文件规定值	每 5-10m	1	坡度尺量测

4.9.9 基坑基底平整度允许偏差应为 20mm。

检验数量：每 10m 一个断面，检查 5 点。

检验方法：3m 靠尺检查。

4.9.10 基坑顶面标高的允许偏差应为 ±20mm，平整度允许偏差应为 20mm。

检验数量：每 10m 一个断面，检查 5 点。

检验方法：水准仪测量，3m靠尺检查。

4.9.11 基坑回填分层厚度应符合设计文件要求。

检验数量：按每层每50m抽查10点。

检验方法：钢尺量测或检查施工记录。

5 地基处理

5.1 一般规定

5.1.1 地基处理施工应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202的有关规定。

5.1.2 地基处理工程的质量验收宜在施工完成并在间歇期后进行，间歇期由设计确定。

5.1.3 高压喷射注浆地基、水泥土搅拌桩地基等复合地基的承载力检验应达到设计要求。复合地基承载力的检查数量不应小于总桩数的1%，且不应小于3点。有单桩承载力或桩身强度检验要求时，检查数量不应小于总桩数的1%，且不应小于3根。

5.2 天然地基

基本要求

5.2.1 地基持力层应为设计地层。当与设计不符时，施工单位应会同勘察、设计、监理、建设单位共同确定。

5.2.2 基坑开挖后，应检验下列内容：

- 1 核对基坑的位置、平面尺寸、坑底高程；
- 2 核对基坑土质和地下水情况；
- 3 空穴、古墓、古井、防空掩体及地下埋设物的位置、深度、性状。

主控项目

5.2.3 天然地基应符合下列规定：

表 5.2.3 天然地基质量检验标准

检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
------	------	------	------

	单位	数值		
地基承载力	不小于设计值		1000 m ² 3 点 每项工程不少于 3 点	原位测试
土质情况	和设计一致		视地质变化情况 每处 1 点	现场勘察

一般项目

5.2.4 天然地基应符合下列规定：

表 5.2.4 天然地基质量检验标准

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
	单位	数值		
轴线偏位	mm	≤ 50	2 (每节两 endpoint)	用全站仪测量
平面尺寸	满足设计要求		纵向 2 点, 横向 2 点	用钢尺量
坑底标高	mm	± 20	沿纵向每 10 米测 3 点	水准仪测量
平整度	mm	20	沿纵向每 10 米测 2 处	3m 检测尺、塞尺量测

5.3 素土、灰土地基

基本要求

5.3.1 施工前应检查素土、灰土土料、石灰或水泥等材料及配合比应符合设计要求，灰土的搅拌均匀性。

5.3.2 施工过程中应检查分层铺设的厚度、分段施工时上下两层的搭接长度、夯实时含水量、夯实遍数、压实系数。

5.3.3 施工结束后，应进行地基承载力检验，并应达到设计要求。

主控项目

5.3.4 灰土地基应符合下列规定：

表 5.3.4 灰土地基质量检验标准

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
	单位	数值		
地基承载力	不小于设计值		1000 m ² 3 点 每项工程不少于 3 点	原位测试
配合比（灰土地基）	设计要求		—	滴定法
压实度	不小于设计值		3 点每节每层	环刀法

一般项目

5.3.5 灰土地基应符合下列规定：

表 5.3.5 灰土地基质量检验标准

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
	单位	数值		
石灰粒径	mm	≤ 5	200t/次 每批不少于一次	筛分法
土料有机质含量	%	≤ 5	5000m ³ /次 每批不少于一次	试验室焙烧法
土颗粒粒径	mm	≤ 15	5000m ³ /次 每批不少于一次	筛分法
含水量	%	± 2	5000m ³ /次 每批不少于一次	烘干法
分层厚度偏差	mm	± 50	每层	水准仪

5.4 砂和砂石地基

基本要求

5.4.1 施工前应检查砂、石等原材料质量和配合比，砂、石应拌合均匀。

5.4.2 施工过程中应检查分层厚度、分段施工时搭接部分的压实情况、加水量、压实遍数、压实系数。

主控项目

5.4.3 砂及砂石地基应符合下列规定：

表 5.4.3 砂及砂石地基质量检验标准

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
	单位	数值		
地基承载力	不小于设计值		1000 m ² 检查 3 点 每项工程不少于 3 点	原位测试
配合比	设计值		—	筛分法
压实系数	不小于设计值		3 点每节每层	灌砂法、灌水法

一般项目

5.4.4 砂及砂石地基应符合下列规定：

表 5.4.4 砂及砂石地基质量检验标准

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
	单位	数值		
砂石料有机质含量	%	≤ 5	400m ³ /次 每批不少于一次	灼烧减量法
砂石料含泥量	%	≤ 5	400m ³ /次 每批不少于一次	水洗法
砂石料粒径	mm	≤ 50	400m ³ /次 每批不少于一次	筛析法
分层厚度	mm	± 50	每层每 10 米 2 处 (沿桩号方向)	水准测量

5.5 注浆地基

基本要求

5.5.1 施工前应掌握有关技术文件（注浆点位置、浆液配比、注浆施工技术参数、检测要求等）。

5.5.2 注浆施工前应进行室内浆液配比试验。现场宜进行注浆试验，确定设计参数和施工设备、施工参数及施工工艺。

5.5.3 注浆点位、浆液配比、注浆深度、注浆压力及浆液流量、注浆管提升速度、注浆顺序等关键技术指标和参数应符合设计要求及施工规范规定，并应在注浆施工中准确地记录。施工记录宜采用自动流量和压力记录仪。施工中应经常抽查浆液的配比及主要性能指标，注浆的顺序、注浆过程中的压力控制等。

5.5.4 注浆工程竣工验收检验应依据设计指标，检验时间宜为注浆结束后 28d 进行。对于设计明确提出承载力要求的工程，应采用载荷试验进行检验，检验点的数量应为每 100m² 检测 1 孔，且每个单体工程检测点数量不少于 3 点；若无特殊要求时可选用标准贯入、静力触探或轻便触探等试验对加固地层进行检测，检测点为注浆孔数的 2%~5%。检验点合格率小于或等于 80%，或虽大于 80%，但检测的强度平均值达不到设计强度或防渗要求时，应对不合格的注浆区实施重复注浆。

主控项目

5.5.5 注浆选用的水泥、砂、黏土、水玻璃、各种化学浆材、外加剂等原材料的质量应符合设计文件和国家现行标准规定。

检查数量：按批检查；

检验方法：查验产品合格证，抽样查验复试报告。

5.5.6 注浆体强度应符合设计文件规定。

检查数量：按注浆孔数的 2%~5% 检查；

检验方法：按设计要求检验；无特殊要求时可选用标准贯入、

5.5.7 对于设计明确提出承载力要求的工程，地基承载力应符合设计文件规定。

检查数量：按每 100m² 检测 1 孔，且每个单体工程检测点数量不少于 3 点的要求检查；

检验方法：用载荷试验检验。

5.5.8 注浆地基质量检验应符合下列规定：

表 5.5.8 注浆地基质量检验标准

检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
------	------	------	------

	单位	数值		
注浆选用的水泥、砂、黏土、水玻璃、各种化学浆材、外加剂等原材料质量	符合设计文件及有国家现行有关标准		按批检查	查合格证及复试报告
地基承载力	不小于设计值		1000 m ² 3 点 每项工程不少于 3 点	原位测试
处理后地基土的强度	不小于设计值		1000 m ² 3 点 每项工程最少 3 点	原位测试

一般项目

5.5.9 各种注浆材料称量误差应小于 3%

检查数量：随机抽查；

检验方法：检查称量装置读数。

5.5.10 注浆孔位误差不应大于 20mm

检查数量：每孔量测；

检验方法：用尺量测。

5.5.11 注浆孔深误差不应大于 100mm

检查数量：每孔量测；

检验方法：用量测注浆管长度的方法检验。

5.5.12 注浆压力与设计参数相比偏差不应大于 10%

检查数量：每孔抽查；

检验方法：检查压力表读数。

建筑地基要求：注浆地基的质量检验应符合表 5.5.11 的规定。（更全面）

5.5.13 注浆地基质量检验应符合下列规定：

表 5.5.11 注浆地基质量检验标准（标红为增加内容）

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
	单位	数值		

原材料检验	水泥		设计要求		散装水泥每 500t 为一批，袋装水泥每 200t 为一批	抽样送检	
	注浆用砂	粒径	mm	< 2.5		400m ³ /次 每批不少于一次	筛析法
		细度模数	< 2.0				筛析法
		含泥量	%	< 3			水洗法
		有机质含量	%	< 3			灼烧减量法
	注浆用黏土	塑性指数	> 14			5000m ³ /次 每批不少于一次	界限含水率试验
		黏粒含量	%	> 25			密度计法
		含砂率	%	< 5			洗砂瓶
		有机质含量	%	< 3			灼烧减量法
	粉煤灰	细度模数	不粗于同时使用的水泥			200t/次 每批不少于一次	筛析法
		三氧化硫	%	< 2			离子交换法
		烧失量	%	< 3			灼烧减量法
	水玻璃：模数		3.0 ~ 3.3		每批一次	抽样送检	
	其它化学浆液		设计值		每批一次	抽样送检	
	注浆材料称量		%	± 3		每桩	称重
注浆孔位		mm	± 50		每桩	全站仪或用钢尺量	
注浆孔深		mm	± 100		每桩	量测注浆管长度	
注浆压力（与设计参数比）		%	± 10		每桩	检查压力表读数	

5.6 高压喷射注浆地基

基本要求

- 5.6.1 高压喷射注浆法施工参数和工艺方案应结合现场试验或施工经验确定。需扩大处理范围或提高强度的工程应采取复喷等措施。
- 5.6.2 高压喷射注浆法在采用高压水作为喷射介质时，相邻两桩施工间隔时间不应小于 48h，跳孔施工间距不应小于 4m~6m 中发现已完成桩有窜浆现象应及时加大跳孔距离间隔和相邻桩施工时间间隔。其他高压喷射注浆法工艺宜采用跳孔施工。
- 5.6.3 钻杆分段提升的搭接长度应大于 100mm。施工中断，恢复施工时应与停止前喷射过的区域搭接不小于 500mm
- 5.6.4 高压喷射注浆施工应监控并准确地记录喷射压力和流量、钻杆提升速度等参数。记录宜采用流量和压力显示记录仪。
- 5.6.5 在复杂敏感环境下施工时应采取减少对周边环境扰动的措施。
- 5.6.6 高压喷射注浆可采用开挖检查、取芯、载荷试验或局部开挖透水检验等方法进行检验，检验时间宜为高压喷射注浆结束 28d 后进行。
- 5.6.7 全方位高压喷射工法（MJS 工法）应严格根据环境监测数据，通过调节回流水、回流气、排浆阀门大小等措施控制排浆量，以调整和控制加固范围内的地内压力。
- 5.6.8 全方位高压喷射工法（CMJS 工法）施工过程中，若出现地内压力异常下降或上升、地面冒浆、回浆不正常等异常等情况时，应查明产生的原因并及时采取措施。
- 5.6.9 全方位高压喷射工法（CMJS 工法）施工质量应符合本节高压喷射注浆法有关材料、施工精度、技术参数、桩体质量等方面的规定。

主控项目

- 5.6.10 高压喷射注浆地基应符合下列规定：

表 5.6.10 高压喷射注浆地基质量检验标准（标蓝是增加内容）

检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
------	------	------	------

浆液拌制原材料质量	符合设计文件及有国家现行有关标准	按批检查	查合格证及复试报告
复合地基承载力	不小于设计要求	全部桩的 1%且不少于 3 棵	开挖检查、取芯、载荷试验等
单桩承载力	不小于设计要求	全部桩的 1%且不少于 3 棵	开挖检查、取芯、载荷试验等
水泥用量	不小于设计要求	每台班	查看流量表
桩长	不小于设计要求	每颗	测钻杆长度
桩体强度	不小于设计要求	1 颗/100 颗 每项工程不少于 3 颗	28d 试块强度或钻芯法

一般项目

5.6.11 高压喷射注浆地基应符合下列规定：

表 5.6.11 高压喷射注浆地基质量检验标准（标蓝是增加内容）

检查项目	允许偏差		检查数量	检验方法
水胶比	设计值		每台班	实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
钻孔位置	mm	≤ 50	每颗	用钢尺量
钻孔垂直度	≤ 1/100		每颗	全站仪测钻杆
桩位	mm	≤ 0.2D (D 为设计桩径)	每颗	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量
桩径	mm	≥ -50	每颗	用钢尺量
桩顶标高	不小于设计值		每颗	水准测量，最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入

喷射压力	设计值	每台班	查看压力表读数
提升速度	设计值	每台班	测机头上升距离及时间
旋转速度	设计值	每台班	现场测定
褥垫层夯填度	≤ 0.9	1000 m ² 3 点 每项工程不少于 3 点	水准测量
桩体搭接	>200	抽查	开挖后用钢尺量测或根据取芯情况判断

5.7 水泥土搅拌桩地基

基本要求

5.7.1 水泥土搅拌法施工前应根据设计进行工艺性试桩，数量不得少于 2 根；检查水泥及外掺剂的质量、桩位、搅拌机工作性能，并应对各种计量设备进行检定或校准。当桩周为成层土时，应对相对软弱土层增加搅拌次数或增加水泥掺量。

5.7.2 水泥土搅拌法桩体应均匀和连续，喷浆提升（或下沉）过程中，速度应稳定，喷浆应连续进行。施工因故中断，恢复施工时应与中断前施工区域沿深度方向搭接长度不小于 500mm。

5.7.3 搅拌桩施工过程中，应对浆液水灰比、水泥浆或水泥注入量、搅拌机定位、喷浆量、喷浆提升（或下沉）速度、复搅提升速度搅拌头深度、搅拌头直径、搅拌杆垂直度等进行专人检查和记录记录宜采用自动施工参数记录仪。

5.7.4 竖向承载水泥土搅拌桩地基竣工验收时，承载力检验应采用复合地基载荷试验，检验数量为桩总数的 0.5%~1%，且每项单体工程不应少于 3 点。

主控项目

5.7.5 水泥土搅拌桩地基应符合下列规定：

表 5.7.5 水泥土搅拌桩地基质量检验标准（上海地标与建筑地基相衔接）

检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
浆液拌制原材料质量	符合设计文件、有国家现行有关标准	按批次检查	查合格证及复试报告
成桩质量	均匀性、直径、桩位偏差、搭接情况等符合规范及设计要求	桩基总数的 5%	浅部开挖桩头目测法
单柱承载力	不小于设计要求	不少于总桩数的 1%且不应少于 3 根	静载试验
复合地基承载力	不小于设计要求	按本标准第 6.1.2 条	原位测试
水泥用量	不小于设计要求	每台班	查看流量表
桩长	不小于设计要求	每颗	测钻杆长度
桩身强度	不小于设计值	3 颗/100 颗 每项工程不少于 3 颗	28d 试块强度或钻芯法

一般项目

5.7.6 水泥土搅拌桩地基应符合下列规定：

表 5.7.6 水泥土搅拌桩地基质量检验标准（上海地标与建筑地基相接合）

检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
水胶比	设计值	每台班	实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
提升速度	设计值	每台班	测机头上升距离及时间
下沉速度	设计值	每台班	测机头下沉距离及时间

桩位偏差 (mm)	≤ 50	每颗	全站仪或用钢 尺量
桩顶标高	+100, -50	每颗	水准测量, 最 上部 500mm 浮 浆层及劣质桩 体不计入
桩底标高 (mm)	± 100	每颗	水准仪
桩垂直度	≤ 1/100	每颗	全站仪测量
柱径 (mm)	+30, -10	每颗	用钢尺量钻头
搭接 (mm)	搭接长度的 1/4 并不大 于 50	抽查	桩头暴露后用 钢尺量
导向架垂直度	≤ 1/150	每根	全站仪测量
褥垫层夯填度	≤ 0.9	1000 m ² 3 点 每项工程不少于 3 点	用钢尺量

注: D 为设计桩径。

5.7 冻结法地基

主控项目

5.7.1 采用冻结法施工的地基处理, 地层冻结设计应由具有资质的专业设计单位进行设计, 并应编制专项冻结施工方案, 应按设计文件要求和方案进行质量验收。

检验数量: 全部检查。

检验方法: 查看设计文件和检查施工方案。

5.7.2 在开挖前和结构施工过程中, 应检查冻结壁的厚度、深度、温度指标。

检验数量: 按设计文件给定的数量检查。

检验方法: 利用测温孔的温度记录, 根据设计文件计算冻结的深度和厚度。

5.7.3 冻结壁暴露的时间应符合设计文件要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：检查施工记录。

5.7.4 应检查施工设备完好情况，材料储备情况、备件储备情况、应急设备和材料齐备情况应符合施工方案的规定。

检验数量：全数检查。

检验方法：每天现场检查和检查施工记录。

5.7.5 结构施工时，与冻结壁接触的混凝土温度不应低于 5℃。

检验数量：每 20 m² 设一处测温孔。

检验方法：用温度计测量。

5.7.6 当停止冷冻作业时，混凝土强度和结构完成的情况应符合设计文件要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录和核对设计文件。

一般项目

5.7.7 在开挖过程中，应检测开挖面的冻结壁温度、冻土进入开挖面厚度和冻结壁的变形情况。

检验数量：每段、每次开挖检查一次。

检验方法：现场检查、测温和测量仪器检查。

5.7.8 保温板或保温层的厚度允许偏差应为 ±5mm。

检验数量：抽查 10%。

检验方法：钢尺量测。

6 明（盖）挖法

6.1 一般规定

6.1.1 本节适用于明挖法、盖挖法施工的隧道工程。

6.1.2 对于安装高度超过 8m，或安装跨度超过 18m，或承受总荷载大于 15KN/m²，或受集中荷载大于 20KN/m²的模板和支架专项施工方案应通过专家评审后方可施工。

6.1.3 施工前应对施工范围内的平面、高程测量控制网进行复测，并通过监理工程师复核确认。

6.1.4 基坑应保持地下水位稳定在基地 500mm 以下。

6.1.5 施工前应对基坑的坑底标高、纵横轴线、基坑尺寸进行复测。施工时，监理应对结构板标高、轴线等进行复核。

6.1.6 当结构采用逆作法施工时，除应符合现行行业标准《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ/165 的规定外，还应符合下列要求：

1 逆作结构宜采用模板支架体系施工，若采用土模时，应保证梁、板的平整度及起拱要求。

2 应按设计要求预留钢筋连接器或插筋，并采取保护措施。

3 结构板与立柱桩节点应按设计要求进行加强处理，不得降低立柱桩受力性能。

4 施工缝宜设置成阶梯形状，以增加防渗长度。

5 预留混凝土浇筑孔和振捣孔。

6.1.7 大体积混凝土施工应符合《大体积混凝土施工规范》GB50496 的规定，对混凝土配合比、运输、浇筑、养护等环节采取控制措施，防止混凝土产生收缩裂缝。

6.1.8 混凝土养护应符合下列规定：

1 采用覆盖、洒水、喷涂等措施。

2 养护时间不应少于 7d。

3 混凝土强度达到 1.2MPa 前，不得进行施工作业。

4 当日最低温度低于 5℃时，不应采用洒水养护。

6.1.9 结构的模板、钢筋、混凝土施工质量验收还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定；

6.1.10 结构防水工程施工质量验收应符合本标准第 9 章的有关规定。

6.2 钢筋工程

基本要求

6.2.1 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置；
- 2 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距、位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 预埋件的规格、数量和位置。

主控项目

6.2.2 进场钢筋的质量保证资料齐全，每批的出厂质量合格证明书及各项性能检验报告应符合国家有关标准规定和设计要求；受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求；钢筋的力学性能检验、化学成分检验等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

6.2.3 钢筋加工时，受力钢筋的弯钩和弯折、箍筋的末端弯钩形式等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于 3 件。

检验方法：尺量。

6.2.4 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计要求；受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头时，其接头应按现行国家标准《混凝土结构工程施

工质量验收规范)GB50204 的有关规定进行力学性能检验。

检查数量：按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定确定。

检验方法：按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的相关规定进行检验。

6.2.5 钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格、数量、安装位置、锚固方式必须符合设计要求，钢筋安装应安装牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，丈量。

一般项目

6.2.6 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.2.7 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量：同一厂家、同一类型的成型钢筋，不超过 30t 为一批，每批随机抽取 3 个成型钢筋。

检验方法：观察，丈量。

6.2.8 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 6.2.8 的规定。

表 6.2.8 钢筋加工的允许偏差

序号	检查项目	允许偏差 (mm)	检查范围		检查方法
			范围	点数	
1	受力钢筋沿长度方向的净尺寸	±10	每批、每一类型抽查 1%，且不少于 3 件	1	丈量
2	弯起钢筋的弯折位置	±20		1	
3	箍筋外廓尺寸	±5		2	丈量，宽、

					高各量 1 点
--	--	--	--	--	---------

6.2.9 钢筋安装偏差及检验方法应符合表 6.2.9 的规定，受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90%及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不应少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不应少于 3 面。

表 6.2.9 钢筋安装位置允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	绑扎钢筋网	长、宽	± 10	丈量
		网眼尺寸	± 20	丈量连续三档，取最大偏差值
2	绑扎钢筋骨架	长	± 10	丈量
		宽、高	± 5	丈量
3	纵向受力钢筋	锚固长度	-20	丈量
		间距	± 10	丈量两端、中间各一点，取最大偏差值
		排距	± 5	
4	纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度	基础	± 10	丈量
		柱、梁	± 5	丈量
		板、墙、壳	± 3	丈量

5	绑扎箍筋、横向钢筋间距		± 20	尺量连续三档，取最大偏差值
6	钢筋弯起点位置		20	尺量
7	预埋件	中心线位置	5	尺量
		水平高差	+3, 0	塞尺量测

注：检查中心线位置时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差的较大值。

6.2.10 同一连接区段内的受力钢筋，接头面积百分率应符合混凝土结构工程施工质量验收规范)GB50204 的有关规定。

检查数量：按《混凝土结构工程施工质量验收规范)GB50204 的相关规定确定。

检验方法：观察，尺量。

6.3 模板支架

基本要求

6.3.1 施工前应对进场的材料进行检验，模板支架所采用的材料应符合相关技术规程的规定。

6.3.2 模板支架和基础的预压应符合《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T194 的规定。

主控项目

6.3.3 模板支架搭设应符合专项施工方案的要求。

检查数量：全数检查；

检验方法：采用观察方法，或进行量测。

6.3.4 模板支架的尺寸偏差质量验收应符合表 6.2.6 的规定。

表 6.3.6 模板支架的尺寸允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检验方法
----	------	------	------	------

			范围	点数	
1	模板厚度	$\pm 10\%$	每批	3	仪器、尺测量
2	钢管外径	± 0.5	每批	3	仪器、尺测量
3	钢管壁厚	$\pm 10\%$	每批	3	仪器、尺测量
4	立杆间距	± 50	每 10m	2	尺测量
5	立杆垂直度	3‰	10%		仪器、尺测量
6	水平杆间距	± 50	每 10m	2	尺测量
7	剪刀撑间距	± 50	每 10m	2	尺测量
8	拉条螺栓间距	± 50	每 10m	2	尺测量
9	轴线偏差	≤ 10	每 10m	2	仪器、尺测量
10	结构板标高	± 5	每 10m	2	尺测量或水准仪
11	立柱，侧墙偏差	± 5	每 10m	2	仪器、尺测量

注：表中检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向测量，并取其中的较大值。

一般项目

6.3.5 模板表面应平整，无孔洞；拼缝应严密，无漏浆。

检查数量：全数检查；

检验方法：采用观察方法，或进行量测。

6.4 混凝土浇筑

基本要求

6.4.1 应对现浇结构的外观质量进行检查，外观质量缺陷应按表 6.4.1 的规定评定。

表 6.4.1 现浇结构外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能
连接部位	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有影响使用功能的外形
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有影响使用功能的外表

6.4.2 现浇结构拆模后，应由监理或建设单位、施工单位对外观质量和尺寸偏差进行检查；做好记录，并及时按施工技术方案对缺陷进行处理。

主控项目

6.4.3 现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。

检查数量：全数检查；

检验方法：采用观察方法，并检查技术处理方案。

6.4.4 现浇结构不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。设备混凝土基础不应有影响结构性能和设备安装的尺寸偏差。

检查数量：全数检查；

检验方法：测量检验。

一般项目

6.4.5 现浇结构的外观质量不宜有一般缺陷。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察方法。

6.4.6 现浇结构的尺寸允许偏差质量检验应符合表 6.3.6 的规定。

表 6.4.6 现浇结构的尺寸允许偏差

序号	检查项目		允许偏差 或允许值	检查数量		检验方法
				范围	点数	
1	轴线位移 (mm)		≤ 15	每 20m	1	仪器、尺测量
2	净宽限界		满足设计要	每 10m	1	仪器、尺测量
3	净空限界		满足设计要	每 10m	1	仪器、尺测量
4	层高 (mm)		± 10	每 10m	1	尺测量或水准仪
5	结构板	标高 (mm)	± 10	每 10m	2	水准仪 2m 靠尺检查
6		平整度 (mm)	≤ 10		2	
7	柱、梁	截面尺寸	+8, -5	每个构件	2	尺测量
8	侧墙	垂直度 (mm)	≤ 8	每 10m	2	尺量或垂线吊量 2m 靠尺检查
9		平整度 (mm)	≤ 8		2	

10		截面尺寸	+8, -5		2	
11	立柱	位移 (mm)	≤ 8	每个构件	1	丈量, 垂线吊量, 用 2m 直尺检查
12		垂直度 (mm)	≤ 8		1	
13		平整度 (mm)	≤ 8		1	

续表

序号	检查项目	允许偏差 或允许值	检查数量		检验方法
			范围	点数	
14	预埋管、预埋件 中心位移 (mm)	≤ 5	每件	1	尺测量
15	预留孔洞 中心位移 (mm)	≤ 10	每孔洞	1	尺测量
16	自动扶梯预留宽度 (mm)	≤ 15	每台 自动扶梯	4	尺测量

注: 检查中心线位置时, 应沿纵、横两个方向测量, 并取其中的较大值。检查数量: 在同一检验批内, 对梁、柱应抽查构件数量的 10%, 且不少于 3 件; 对墙和板, 应抽查 10%, 且不少于 3 幅; 对大空间结构, 墙可按相邻轴线高度 5m 划分检查面, 板可按纵、横轴线划分检查面, 抽查 10%, 均且不少于 3 面; 对设备基础, 应全数检查。

7 盾构法

7.1 一般规定

7.1.1 盾构法施工应符合现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB50446 的有关规定。

7.1.2 盾构机性能应满足工程地质与水文地质条件、环境保护、隧道线路和结构设计等要求，组装质量应符合相应规范和产品技术指标规定。

7.1.3 管片生产单位应有相应的生产技术标准、健全的质量管理体系、质量控制和质量检验制度，管片生产应编制管片生产方案、生产工艺标准及作业指导书。

7.1.4 盾构组装完成后，应进行现场验收，验收完成后方可始发作业。

7.1.5 盾构施工应建立完整的测量和监控量测系统。

7.1.6 盾构施工期间的地基处理应根据工程地质与水文条件、地表环境、临近建（构）筑物情况和设计要求选择合理施工方法。

7.2 管片制作

7.2.1 管片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，应满足管片尺寸和精度等质量要求。

7.2.2 装配模具成模精度误差应控制在设计范围内，出厂前应进行技术验收，可采用常规方法和三维检测技术进行检测，若不合标准应进行校正。

7.2.3 模具质量验收应符合下列规定：

- 1 各类型预埋件和模具接触面应密封良好；
- 2 钢模组合好后应及时核对吻合标志，模具内弧面宽度应采用专用工具测量，测量尺寸精度应控制在 0.4mm 以内；
- 3 管片脱模后，应在管片内弧面易见位置印制代表生产日期、制造编号、管片分块号及配筋类型等不易被抹掉的标记。

7.2.4 钢筋混凝土管片应采用高精度钢模制作，模具每周转 100 次应

采用三维检测技术进行偏差检验，并根据检测结果进行校正。

7.2.5 钢筋混凝土管片模具组装允许偏差应符合表 7.2.5 规定。

表 7.2.5 模具组装允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差 /mm	检验方法	检查数量
1	宽度	± 0.4	内径千分尺或三维检测	6 点/片
2	弧弦长	± 0.4	样板、塞尺或三维检测	2 点/片，每点 2 次
3	模具对角线	± 0.8	内径千分尺或三维检测	每条对角线 3 处
4	靠模夹角间隙	0.2	样板、塞尺或三维检测	每个夹角 2 点

7.2.6 钢筋骨架浇筑混凝土前，应进行钢筋隐蔽工程验收。

7.2.7 钢筋骨架允许偏差和检验方法应符合表 7.2.7 规定。

表 7.2.7 钢筋骨架允许偏差表

序号	项目		允许偏差 (mm)	检验方法	检查数量
1	钢筋骨架	长	+5、-10	尺量	每片骨架检查 4 点
		宽	+5、-10	尺量	每片骨架检查 4 点
		高	+5、-10	尺量	每片骨架检查 4 点
2	受力钢筋	间距	± 5	尺量	每片骨架检查 4 点
		层距	± 5	尺量	每片骨架检查 4 点
		保护层厚度	± 5	尺量	每片骨架检查 4 点
3	箍筋间距		± 10	尺量	每片骨架检查 4 点
4	分布筋间距		± 5	尺量	每片骨架检查 4 点

7.2.8 钢筋混凝土管片成品允许偏差应符合表 7.2.8 规定。

表 7.2.8 单块混凝土管片允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差 /mm	检验方法	检查数量
----	----	----------	------	------

1	宽度	± 1	游标卡尺或三维检测	6 点/片
2	弧弦长	± 1	样板、塞尺或三维检测	2 点/片，每点 2 次
3	管片对角线	± 1	样板或三维检测	每条对角线 3 处
4	管片平整度	± 0.2	靠尺或三维检测	每个端面 4 点，接触面 ± 0.5，每延米 ± 0.2

7.2.9 钢筋混凝土管片成品检验应符合下列规定：

- 1 应逐片检查外观质量；
- 2 每生产 15 环管片应抽检 1 环管片进行尺寸检验；
- 3 管片强度、保护层厚度及抗渗等级应满足规范及设计要求；
- 4 每生产 200 环管片应进行 1 次三环拼装试验，管片拼装允许偏差应符合表 7.2.9 规定。

表 7.2.9 三环试验管片拼装允许偏差表

序号	项目	检测要求	检测方法	允许偏差 (mm)
1	环缝间隙	每环测 6 点	插片	≤ 1.0
2	纵缝间隙	每条缝测 4 点	插片	≤ 2
3	成环后内径	测 4 条 (不放衬垫)	用钢卷尺	± 2
4	成环后外径	测 4 条 (不放衬垫)	用钢卷尺	+6、-2
5	纵、环向螺孔不同轴度	螺栓能顺利穿进	安装螺栓	小于等于 1

7.2.10 钢管片的钢材、焊接材料、防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料的品种、规格、性能等应符合设计要求。

7.2.11 钢管片制作应符合下列要求：

- 1 应按设计要求或制作说明制作；
- 2 钢管片材质应符合设计要求，钢管片背板应采用整块钢材，严禁拼接；
- 3 钢材弯曲矫正后，表面不应有明显的凹面或损伤，划痕深度不应大于 0.5mm，且不得大于钢材厚度负允许偏差值的 1/2；

7.2.12 单块钢管片制作的允许偏差应符合表 7.2.12 规定。

表 7.2.12 单块钢管片制作的允许偏差表

序号	项目	允许偏差	检测数量		检验方法
			范围	点数	
1	宽度	符合设计要求	每块	内外侧各 3	尺量
2	弧弦长	符合设计要求	每块	内外侧各 1	尺量
3	环面的平整度	0.2	每块	2	尺量
4	环面与端面	1	每块	4	尺量

注：环面平整度每延米 ± 0.2 。

7.2.13 钢管片质量要求应符合下列规定：

- 1 外观质量及外形尺寸偏差应符合设计要求；
- 2 钢管片外观应清洁，无裂缝、毛边及飞溅物；
- 3 钢管片的螺栓孔应畅通，内圆面应平整；
- 4 钢管片焊缝表面不应有焊接缺陷；
- 5 钢管片表面应按设计要求喷涂防锈、防火涂料。

7.2.14 钢管片成品检验应符合下列规定：

- 1 应逐片检查外观质量；
- 2 每生产 15 环管片应抽检 1 环管片进行尺寸检验；
- 3 每生产 200 环管片应进行 1 次三环拼装试验；
- 4 检验结果应符合《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T164 的规定。

7.2.15 对有防杂散电流要求的管片，应按设计文件要求进行测试。

7.2.16 管片表面应平整、无缺棱、掉角、麻面和露筋；注浆孔应完整、预留管内无水泥浆等杂物，止水槽附近不允许有缺陷。外观检查应符合表 7.2.16 的规定。

表 7.2.16 管片外观质量要求表

序号	项目	质量要求	检测方法
1	贯穿裂缝	不允许	20 倍放大镜读数测量

序号	项目	质量要求	检测方法
2	拼接面裂缝	拼接面方向长度不超过密封胶槽、且宽度小于 0.20mm	20 倍放大镜读数测量
3	非贯穿裂缝	内表面不允许，外表面裂缝宽度不超过 0.20mm	20 倍放大镜读数测量
4	内、外表面露筋	不允许	观察
5	孔洞	不允许	观察
6	麻面、粘皮、蜂窝	表面麻面、粘皮、蜂窝总面积不大于表面积的 5%允许修补	钢卷尺或钢直尺测量
7	疏松、夹渣	不允许	观察
8	缺棱掉角、飞边	不应有、允许修补	观察
9	环、纵向螺栓孔	畅通、内圆面平整，不得有塌孔	螺栓试穿

7.2.17 产品标识应全数检查，检查应包括：

1 管片标识内容：产品型号、生产序号、模具编号、生产日期、配筋类型、生产厂家、合格状态；

2 管片标识位置：管片型号标于内弯弧面右上角，分块号标于正对内弯弧面的右面端面上端。

7.2.18 管片混凝土强度和抗渗等级检验应符合下列规定：

1 混凝土试件应在混凝土浇筑地点随机取样制作。每天拌制的同配合比的混凝土，每 100m³ 环成型不少于 3 组。经同条件养护脱模后再标准养护的试件用于检验评定混凝土 28d 强度。同配合比连续生产每 500m³ 制作一组抗渗试件。

2 同一验收批的混凝土应由强度等级相同、生产工艺和配合比基本相同且不超过 3 个月生产的管片组成。对大批量连续生产的管片，应按统计法评定其混凝土强度。混凝土试件抗渗等级应满足设计要求。

7.2.19 管片应达到 28d 养护龄期方可进行检漏试验。每生产 50 环管片应抽查 1 块做检漏试验，连续 3 次达到标准，则改为每生产 100 环抽查 1 块，再连续 3 次达到检测标准，最终检测频率为每生产 200 环抽查 1 块管片做检漏试验。如出现 1 次不达标，则恢复 50 环抽查 1 块的最初抽查频率，再按上述要求进行抽查。检漏合格标准为按设计水压持压规定时间，管片侧面渗水高度 ≤5cm。

7.3 盾构始发-接收施工与洞口防护

7.3.1 盾构始发、接收防护措施应满足隧道轴线、洞门结构、盾构机外径等工况和要求，并符合设计文件或施工工艺规定。

7.3.2 始发前应对洞门外经改良后的土体进行质量检查，合格后方可始发掘进；应制定洞门围护结构破除方案，采取密封措施保证始发安全。

7.3.3 始发前应进行反力架刚度、稳定性、加工质量验算及检查。

7.3.4 洞门凿除物应及时清除，不应损坏洞围止水装置，发生损坏后应及时修补。

7.3.5 常规盾构基座应有足够强度、刚度，并满足整体稳定性、盾构装拆和检修要求。基座导轨高程、轨距、中心位置及坡度应准确，固定应牢固。

7.3.6 盾构机始发时宜采用延伸轨道。

7.3.7 始发过程中应对始发基座、反力架、负环管片和洞门密封等进行全程监测，如有异常及时处理。

7.3.8 盾构工作井结构强度、几何尺寸、抗渗等级，以及洞圈尺寸、中心坐标应满足设计文件和盾构始发接收要求。

7.3.9 开洞门前应进行地基处理并钻孔取样检测，在洞门上的试探孔不应少于9个，必要时可加密，全部探孔无泥水渗漏时方可凿除洞门。

7.3.10 盾构定位及到达端洞口位置应复核测量，并符合下列规定：

1 盾构推进至到达施工范围时，应对盾构位置和隧道测量控制点进行测量。

2 盾构贯通姿态应控制贯通时中心轴线与隧道设计轴线的偏差及接收洞门位置偏差。

7.3.11 待盾构进入加固范围时，应将洞门围护结构剩余部分快速破除，确保钢筋割除干净。

7.3.12 盾构始发接收地基加固范围应符合设计文件规定。

7.3.13 盾构始发接收后，洞门处管片与工作井壁间的间隙应及时封堵，并采取注浆充填和加固措施。洞口永久结构应及时施工完成。

7.3.14 后靠设计应满足盾构掘进时对其产生的作用力和变形的要求。

7.3.15 盾构施工辅助设施配置应符合施工工艺、质量控制和进度控制要求。

7.3.16 盾构始发、接收防护装置的安装应符合施工工艺要求，并满足止水要求。

7.3.17 盾构始发、接收工作井周围应设置防护栏杆，栏杆高度不应低于1.2m，立杆之间不宜大于2m。栏杆颜色应使用较醒目颜色。

7.4 盾构掘进及管片拼装

7.4.1 管片出场前应进行预拼装试验。

7.4.2 盾构各系统验收合格并确认正常运转后，方可开始掘进施工。

7.4.3 试掘进时应掌握地面沉降控制、轴线偏差纠正等方面的规律与方法。

7.4.4 掘进应遵守下列控制标准：

1 隧道防水控制应按国家现行标准要求，控制防水材料选用及施工工艺，满足设计与运营要求，区间隧道不允许漏水。

2 隧道沉降值控制在设计范围内，盾构推进引起的地面沉降不应影响周围建（构）筑物和地下管线的安全和正常使用。

3 应保证正面土体稳定，应根据实际工况调整千斤顶区域油压和平衡压力。如停顿时间较长时，应及时采取措施，确保正面土体稳定。

7.4.5 盾构掘进时，应控制好实际土仓压力、掘进速度、出土量、壁后注浆等参数之间的关系，以控制地表的隆陷值。

7.4.6 盾构掘进中遇有下列情况之一时应停止掘进，分析原因并采取相应的处理措施：

1 盾构前方发生坍塌或遇有障碍。

2 盾构自转角度过大。

3 盾构位置偏离过大。

4 盾构推力较预计的增大。

5 可能发生影响管片防水、运输、注浆及盾构相应系统设备故障等情况。

6 盾构掘进引起周边环境变形过量或管线事故等。

7.4.7 掘进中应做好测量和复核隧道轴线、管片状态及盾构姿态，发现偏差及时纠正。

7.4.8 盾构掘进过程中和掘进结束后，应做好施工监测。

7.4.9 掘进施工中应定期测量和复核隧道轴线、管片状态及盾构姿态，

发现偏差及时纠正。

7.4.10 掘进中盾构姿态允许偏差为 $\pm 5\text{cm}$ 。盾构姿态允许偏差为 5cm ，纠偏时应遵循小摆头大摆尾原则，选择缓和曲线逐步纠偏，严禁急转弯。

7.4.11 掘进过程中盾尾密封管理应符合下列规定：

1 盾尾密封钢丝或钢板安装在盾尾后，应及时涂抹手涂型盾尾油脂。

2 始发阶段，当负环管片拼装完、顶推至与盾尾刷形成密封腔时，开始压注油脂并使油脂溢出盾尾刷。

3 正常段掘进盾尾油脂的压注量应控制在 $1.5\text{kg}/\text{m}^2\sim 2\text{kg}/\text{m}^2$ 。

4 穿越江河段或富含承压水地质段时应适当增加压注量，并密切关注盾尾油脂压力波动情况。

7.4.12 拼装作业应按要求逐块拼装管片，安装应准确到位，确保完好无损。

7.4.13 管片拼装应采取以下控制措施：

1 管片拼装时错台应控制在 2mm 以内，特殊情况下应控制在 5mm 以内，不应出现喇叭口。

2 管片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。

3 管片防水密封质量应符合设计要求，不得缺损，粘贴应牢固、平整。

4 管片拼装过程中应对隧道轴线和高程进行控制，其允许偏差和检验方法应符合《盾构法隧道施工及验收规范》GB50446的规定。

5 管片嵌缝防水应符合设计要求。当无设计要求时，应符合《地下工程防水技术规范》GB50108的规定。

7.4.14 管片接缝防水应符合下列规定：

1 接缝防水材料应按设计要求选择，施工前应分批进行抽检。

2 防水密封条粘贴应按管片型号选用，变形缝、柔性接头等接缝防水处理应符合设计要求。

3 粘贴管片防水密封条前应将管片密封槽清理干净，粘贴后的防水密封条应牢固、平整和严密，位置正确，不得有起鼓、超长和缺口现象。

4 遇水膨胀橡胶密封垫应按设计要求粘贴，并做好防水保护。

5 采用嵌缝防水材料时，应清理管片槽缝，并按规定进行嵌缝作业，填塞平整密实。

7.4.15 应对已拼装成环的衬砌环进行椭圆度抽查，确保拼装精度，拼装精度允许偏差应符合现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB50446 的规定

7.4.16 管片防水条应齐全、无缺损，粘贴牢固、平整、防水垫圈无遗漏。

7.4.17 管片拼装成环质量应符合现行国家标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB50446 的规定。

7.4.18 在下列检查环节中，若发现存在质量问题的管片，要对其进行调整、修补或其它处理：

- 1 管片类型。
- 2 管片外观，有无缺陷（露筋、蜂窝、裂缝等）。
- 3 管片有无破损（缺角、飞边、棱角磕碰等）。
- 4 密封条类型符合要求。
- 5 密封条粘贴合格。
- 6 预留孔洞是否有杂物。
- 7 标识是否清楚可见。

7.4.19 拼装过程中有管片损坏，应及时使用规定材料修补。管片损坏超过标准时，应调换。

7.4.20 成型管片隧道结构应符合下列规定：

- 1 钢筋混凝土管片结构抗压强度、抗渗压力符合设计规定。
- 2 管片结构表面无渗漏裂缝，无缺棱、掉角，管片接缝严密。
- 3 隧道防水效果未达到设计要求时，应采取注浆、堵漏等技术措施予以处理。

7.4.21 隧道贯通后应对成型管片进行整体性测量评估，成果应符合成型隧道轴线平面位置和高程偏差要求，按表 7.4.22 的规定确定。

表 7.4.22 隧道轴线和高程允许偏差和检验方法（mm）

检验项目	允许偏差	检验方法
隧道轴线平面位置	± 75	仪器

隧道轴线高程	± 75	仪器
--------	------	----

7.4.22 对涉及混凝土结构安全的重要部位应进行结构实体检测，盾构区间实体检测内容应包括混凝土强度检测、净空尺寸和钢筋保护层厚度检测。

7.4.23 成型隧道允许偏差应符合表 7.4.24 规定。

表 7.4.24 成型隧道允许偏差

检验项目	允许偏差	检验方法	检验数量	
衬砌环椭圆度 (‰)	± 8	全站仪、断面仪测量	10 环	—
衬砌环内错台 (mm)	15	尺量	10 环	4 点/环
衬砌环间错台 (mm)	20	尺量	10 环	4 点/环

7.4.24 盾构施工前应对风险等级评估，根据施工实际情况编制专项施工方案和专项应急预案，专项施工方案实施前应进行条件验收。

7.5 隧道注浆

7.5.1 壁后注浆分为同步注浆和二次注浆，应根据工程地质、水文地质、地表沉降和周边环境变形指标选择注浆方式和注浆参数。管片壁后注浆体检测应在同步注浆和二次注浆后进行，检测项目应符合表 7.5.1 规定。

表 7.5.1 盾构壁后注浆体检测项目

序号	横断面的位置	检测项目				
		空洞	裂缝	气泡	蜂窝	疏松
1	拱顶	✓	✓	✓	✓	✓
2	拱腰	✓	✓	○	○	○
3	拱墙	✓	✓	○	○	○
4	拱脚	✓	✓	○	○	○

5	仰拱	√	○	○	○	○
---	----	---	---	---	---	---

注：√为必测项目，○为选测项目

7.5.2 注浆浆液配比和压注工艺应与工程所处地质与水文条件、环境保护、盾构机设备、变形控制等条件相适应并通过试验段进行调整优化。

7.5.3 掘进注浆控制应符合下列规定：

1 盾构安装调试完毕，根据注浆施工要求准备拌浆、储浆、运浆和注浆设备，并进行试运转。

2 注浆前应对注浆孔、注浆管路和设备进行检查。

3 操作人员应及时做好注浆量、注浆压力、注浆时间等参数的实时记录，严格控制注浆参数，按批检查浆液质量，浆液以坍落度、扩散度为主要指标，温度在 20℃ 及以上时水泥浆液存放时间不得超过 10h。

4 应安排专人巡视检查注浆系统内是否存在管路接头漏浆现象及注浆泵运作状况。

5 注浆作业后应及时清洗注浆设备和管路。

7.5.4 压浆浆液拌制应符合试验确定的配合比要求。

7.5.5 每环压浆量应不低于盾尾建筑空隙的 1.1 倍，并保证地表沉降控制在环境保护要求的规定以内。

7.5.6 注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性和隧道埋深等因素确定。注浆压力应根据外界水土压力动态调整，以填充管片与土体间的建筑空隙并抵挡外界水土压力，保护成环管片。

7.5.7 施工时宜采用地表沉降监测信息反馈，结合洞内超声波探测背衬后有无空洞的方法，综合判断是否需要二次注浆。

7.5.8 盾构短期停机，应及时清洗管道，检查注浆泵和管道是否堵塞并及时处理；若盾构长期停机，除完成上述工作外，应及时压注膨润土浆液或粉煤灰浆液，多余浆液处理后外运。

8 钻爆法

8.1 基本规定

- 8.1.1 本节适用于采用钻爆法施工的隧道工程。
- 8.1.2 采用喷锚衬砌或复合式衬砌的隧道，施工单位应有系统、完整、真实的监控量测数据和图表。
- 8.1.3 隧道装饰装修工程应符合现行《建筑装饰装修工程质量验收规范》（GB50210）的有关规定。
- 8.1.4 隧道总体质量控制标准应符合表 8.1.4 的规定。

表 8.1.4 隧道总体质量控制标准

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	行车道宽度 (mm)	± 10	尺量或激光断面仪检查: 曲线每
2	内轮廓宽度 (mm)	不小于设计值	20m、直线每 40m 检查 1 个断面
3	内轮廓高度 (mm)	不小于设计值	激光测距仪或按激光断面仪检查: 曲线每 20m、直线每 40m 检查 1 个断面, 每个断面测拱顶和
4	隧道偏位 (mm)	20	全站仪: 曲线每 20m、直线每 40m 测
5	边坡或仰坡坡度	不大于设计值	尺量: 每洞口检查 10 处

8.2 洞口及明洞工程

基本要求

- 8.2.1 隧道洞口开挖前，应结合设计文件，遵循“早进晚出”的原则，复核确认明暗分界位置的合理性，控制边仰坡开挖高度。
- 8.2.2 洞口不稳定的地表土及山坡危石等应清除、防护或加固，洞口边坡及仰坡应自上而下开挖，不得掏底开挖或上下重叠开挖。宜采用人工配合机械开挖，或者采用控制爆破措施减少对边仰坡及围岩的扰动。

8.2.3 人工回填时，拱圈混凝土的强度应达到设计强度的 75%；机械回填时，加强对隔水层的保护，拱圈混凝土的强度应达到设计强度且拱圈顶人工夯填厚度不小于 1.0m。

8.2.4 墙背回填应两侧同时进行，洞口段存在偏压时，应采取偏压防治措施。应随时检查监测边坡和仰坡的变形状态。

主控项目

8.2.5 洞口开挖应符合下列规定：

1 洞口边、仰坡的范围及形式应符合设计要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察和测量。

2 洞口边、仰坡的坡度不应大于设计坡度。

检验数量：按不大于 10m 检查一个断面。

检验方法：测量。

8.2.6 明洞结构应符合下列规定：

1 基础的地基承载力应符合设计要求，严禁超挖后回填虚土。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察和测量。

2 明洞结构混凝土厚度不应小于设计值。

检验数量：每 10m 检查一个断面，每个断面测拱顶、两侧拱腰和两侧边墙共 5 点。

检验方法：尺量或雷达探测法。

3 明洞结构钢筋的加工及安装、混凝土强度应符合现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204）的有关规定。

8.2.7 明洞回填材料应符合下列规定：

1 回填材料及粒径应符合设计要求。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察和测量。

2 回填压实质量应符合设计要求。

检验数量：同区段、同填层检验不少于 3 处。

检验方法：压实度检测。

一般项目

8.2.8 洞口开挖应符合下列规定：

- 1 洞口开挖允许偏差应符合表 8.2.8 的规定。

表 8.2.8 洞口开挖允许偏差

项次	检查项目	允许偏差
1	开挖边缘至道路中线距离 (mm)	+50, 0
2	开挖底面高程 (mm)	0, -100
3	基坑长度、宽度	+100, 0

检验数量：全数检查。

检验方法：测量，尺量（每边测点不少于 5 处）。

- 2 洞口边、仰坡应稳定、无危石。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.2.9 明洞混凝土浇筑外观质量应符合下列规定：

- 1 蜂窝麻面面积不得超过该面总面积的 0.5%，深度不得超过 10mm

- 2 隧道衬砌钢筋混凝土结构裂缝宽度不得超过 0.2mm。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量。

8.2.10 明洞回填允许偏差应符合表 8.2.10 的规定。

表 8.2.10 明洞回填质量控制标准

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	每层回填层厚 (mm)	≤ 300	尺量：每层每侧测 5 点
2	两侧回填高差 (mm)	≤ 500	水准仪：每层每侧测 5 处
3	坡度	满足设计要求	尺量：检查 3 处
4	回填厚度 (mm)	不小于设计值	水准仪：拱顶测 5 处

8.3 洞身开挖

基本要求

8.3.1 不良地质段隧道洞身开挖前应做好预加固、预支护。

8.3.2 当施工前方地质出现变化或接近围岩分界线时,应采用地质雷达、超前小导坑、超前探孔等方法探明工程地质和水文地质状况后,方可进行开挖。

8.3.3 开挖轮廓应预留变形量,并根据监控量测反馈信息及时动态调整。应根据开挖方法、断面大小、地质条件等因素确定合理的循环进尺。

8.3.4 应采用控制爆破减少开挖对围岩的扰动,隧道临近有需要保护的重要建(构)筑物时,应严格控制爆破振动,可选择机械开挖。

主控项目

8.3.5 钻爆法开挖应符合下列规定:

1 隧道开挖断面中线、高程应符合设计要求。

检验数量:每一开挖循环检查一次。

检验方法:激光断面仪,全站仪测量。

2 隧道开挖断面应严格控制欠挖,拱脚、墙脚以上1米范围内严禁欠挖。当围岩完整、石质坚硬时,岩石凸出部分侵入锚喷支护不应大于3cm,侵入衬砌不应大于5cm。

检验数量:每一开挖循环检查一次。

检验方法:激光断面仪,全站仪测量。

3 开挖完成后洞顶应无松石、悬(危)石。

检验数量:每一开挖循环检查一次。

检验方法:观察。

一般项目

8.3.6 洞身开挖允许偏差应符合表 8.3.6 的规定。

表 8.3.6 洞身开挖允许偏差

项次	检查项目		允许偏差	检查方法和频率
1	拱部超挖 (mm)	I 级围岩 (硬岩)	平均 100, 最大 200	全站仪或激光断面仪检查: 每 20m 检查 1 个断面, 每个断面自拱顶起每 2m 测 1 点
		II、III、IV 级围岩 (中硬岩、软)	平均 150, 最大 250	
		V、VI 级围岩 (破碎岩、土)	平均 100, 最大 150	
2	边墙超挖 (mm)	每侧	+100, 0	
		全宽	+200, 0	
3	仰拱、隧底超挖 (mm)		平均 100, 最大 250	水准仪: 每 20m 检查 3 处

8.4 支护

基本要求

8.4.1 采用设计为复合式衬砌、钻爆法施工的隧道, 必须按照设计和施工规范要求的数量和量测项目进行监控量测, 用量测信息指导开挖、初期支护等施工, 并提供系统、完整、真实的量测数据和图表。

8.4.2 初期支护应能维护围岩的基本稳定、确保后续工序施工的安全。

8.4.3 初期支护应紧跟开挖及时施作、及早封闭成环, 其距离应符合设计和《公路隧道施工技术规范》(JTGF60) 要求。

主控项目

8.4.4 喷射混凝土应符合下列规定:

1 喷射混凝土强度必须满足设计要求。

检验数量: 单洞两车道或三车道隧道每 10 延米, 应至少在拱部或边墙各取 1 组 (3 个) 试件。其他工程, 每喷射 50~100m³ 混合料或小于 50m³ 混合料的独立工程, 不得少于 1 组。

检验方法: 试验。

2 喷射混凝土支护允许偏差应符合表 8.4.4 的规定。

表 8.4.4 喷射混凝土支护允许偏差

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	喷层厚度 (mm)	平均厚度 \geq 设计厚度; 60%的检查点的厚度 \geq 设计厚度; 最小厚度 ≥ 0.6 设计厚度, 且 ≥ 50	凿孔法: 每 10m 检查 1 个断面, 每个断面从拱顶中线起每 3m 测 1 点 雷达探测法: 沿隧道纵向分别在拱顶、两侧拱腰、两侧边墙连续测试共 5 条测线, 每 10m 检查 1 个断面, 每个断面测 5 点
2	空洞检测	无空洞、杂物	

8.4.5 钢筋网应符合下列规定:

1 钢筋的质量和规格应满足设计及规范要求, 使用前应调直、清除锈蚀和油渍。

检验数量: 全部。

检验方法: 检查质量证明文件、试验报告、尺量、观察。

2 钢筋网格尺寸允许偏差应符合表 8.4.5 的规定。

表 8.4.5 钢筋网格尺寸允许偏差

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	网格尺寸 (mm)	± 10	尺量: 每 100m ² 检查 3 个网眼

8.4.6 钢架应符合下列规定:

1 钢架型号、规格及尺寸应满足设计和规范要求。

检验数量: 全部。

检验方法: 检查产品合格证、尺量。

2 钢架之间应采用纵向钢筋连接, 基础应牢固, 钢架安装基底高程不足时, 不得用石块、碎石砌垫, 应设置钢板或采用强度等级不小于 C20 混凝土垫块。

检验数量: 全部。

检验方法: 观察。

3 钢架安装数量及安装间距应符合表 8.4.6 的规定

表 8.4.6 钢架安装数量及安装间距允许偏差

项次	检查项目	允许偏差	检验方法和数量
1	樁数 (樁)	不少于设计	目测或雷达探测法: 逐樁检查
2	安装间距 (mm)	± 50	尺量或雷达探测法: 逐樁检查

8.4.7 锚杆应符合下列规定:

1 锚杆的材质, 类型、质量、规格、数量和性能必须符合设计和规范要求。

检验数量: 全部。

检验方法: 检查产品的合格证、试验报告、尺量。

2 锚杆长度不应小于设计长度, 锚杆插入孔内的长度不得短于设计长度的 95%。

检验数量: 检查锚杆数的 10%, 且不少于 2 根。

检验方法: 尺量。

3 砂浆锚杆和注浆锚杆的灌浆强度不应小于设计值和规范要求, 锚杆孔内灌浆密实饱满。

检验数量: 每工作班 2 组。

检验方法: 查砂浆试块强度试验报告。

8.4.8 超前小导管应符合下列规定:

1 超前小导管的打入角度应满足设计要求。

检验数量: 每循环检验不少于 3 根。

检验方法: 观察, 尺量。

2 超前小导管注浆浆液强度、配合比、注浆压力和注浆量应满足设计要求, 浆液应充满钢管及周围的空隙。

检验数量: 每循环检验不少于 3 根。

检验方法: 检查施工记录, 观察孔口溢浆情况。

3 两组超前小导管之间纵向水平搭接长度应不小于 1m。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 观察, 尺量。

8.4.9 管棚应符合下列规定:

1 超前钢管的数量、打入角度应满足设计要求。

检验数量: 全数检查。

检验方法：观察，尺量。

2 管棚注浆浆液强度、配合比、注浆压力和注浆量应满足设计要求。

检验数量：每循环检验不少于 3 根。

检验方法：检查施工记录，观察孔口溢浆情况。

3 两组管棚之间纵向水平搭接长度应不小于 3m。

检验数量：全数检查。

检验方法：尺量。

4 管棚钢管接头采用丝扣连接，连接长度不应小于 50mm，同一断面内的钢管接头数不大于 50%，且相邻接头至少错开 1m。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

一般项目

8.4.10 喷射混凝土应符合下列规定：

1 喷射混凝土支护应与围岩紧密结合牢固，不得有空洞。喷层内不应存在片石和木板等杂物。严禁挂模喷射混凝土，受喷面必须是原岩面。

检验数量：全部。

检验方法：观察。

2 喷射混凝土表面应无漏喷、离鼓、钢筋网和钢架外露。

检验数量：全部。

检验方法：观察。

8.4.11 钢筋网应符合下列规定：

1 钢筋网铺设应在初喷混凝土后进行。采用双层钢筋网时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被喷射混凝土全部覆盖后铺挂。

检验数量：每一开挖循环检查一次。

检验方法：观察、检查施工记录。

2 钢筋网应随受喷岩面起伏铺设，与初喷混凝土面的最大间隙不宜大于 30mm。

3 钢筋搭接长度不得小于 30 倍钢筋直径，并不得小于一个网格长边尺寸。

检验数量：每 20m 测 3 点。

检验方法：尺量。

4 钢筋网喷射混凝土保护层厚度应符合设计要求，并不得小于 20mm。

检验数量：每 10m 测 5 点。

检验方法：凿孔法。

5 钢筋网片与锚杆或其他固定构件连接不得松脱。

检验数量：全部。

检验方法：观察。

8.4.12 钢架应符合下列规定：

1 钢架应紧贴初喷混凝土面安装，当钢架和围岩初喷混凝土面之间有间隙时应采用钢楔块或木楔块楔紧，并用喷射混凝土充填密实。

检验数量：全部。

检验方法：观察。

2 钢架安装允许偏差应符合表 8.4.12 的规定。

表 8.4.12 钢架安装允许偏差

项次	检查项目		允许偏差	检查方法和频率
1	喷射混凝土保护层厚度 (mm)		外侧保护层 ≥ 40 内侧保护层 ≥ 20	凿孔法：每 20m 测 5 点
2	倾斜度 ($^{\circ}$)		± 2	铅锤法：逐榦检查
3	拼装偏差 (mm)		± 3	尺量：逐榦检查
4	安装偏差 (mm)	横向	± 50	尺和水准仪：逐榦检查
		竖向	不低于设计高程	
5	连接钢筋	数量 (根)	不少于设计值	目测：逐榦检查
		间距 (mm)	± 50	尺量：逐榦检查 3 处

注：钢架临空一侧为内侧。

3 钢架焊接应无假焊、漏焊，基底应无虚渣及杂物。

检验数量：全部。

检验方法：观察。

8.4.13 锚杆应符合下列规定：

- 1 锚杆质量控制标准应符合表 8.4.13 的规定。

表 8.4.13 锚杆质量控制标准

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	锚杆抗拔力(kN)	28d 抗拔力平均值 \geq 设计值， 最小拔力 ≥ 0.9 设计值	拉拔仪：抽查 1%，且不少于 3 根
2	孔位 (mm)	± 150	尺量：抽查 10%
3	孔深 (mm)	± 50	尺量：抽查 10%
4	孔径 (mm)	\geq 锚杆杆体直径+15	尺量：抽查 10%

- 2 锚杆垫板与岩面间应无间隙。

检验数量：全部。

检验方法：观察。

8.4.14 超前小导管应符合下列规定：

- 1 超前小导管实测项目应符合表 8.4.14 的规定。

表 8.4.14 超前小导管实测项目

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	长度 (mm)	不小于设计值	尺量：逐根检查
2	数量 (根)	不少于设计值	目测：现场逐根清点
3	孔位 (mm)	± 50	尺量：每 5 环抽查 5 根
4	孔深 (mm)	大于钢管长度设计值	尺量：每 5 环抽查 5 根

- 2 超前小导管尾端与钢架焊接应无假焊、漏焊。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

8.4.15 管棚应符合下列规定：

- 1 管棚实测项目应符合表 8.4.15 的规定。

表 8.4.15 管棚实测项目

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	长度 (mm)	不小于设计值	尺量: 逐根检查
2	数量 (根)	不少于设计值	目测: 现场逐根清点
3	孔位 (mm)	± 50	尺量: 每 5 环抽查 5 根
4	孔深 (mm)	大于钢管长度设计值	尺量: 每 5 环抽查 5 根

8.5 衬砌

基本要求

8.5.1 隧道衬砌应在围岩和初期支护变形基本稳定后进行; 特殊条件下 (围岩变形较大、成流变特性时) 隧道衬砌应在初期支护完成后及早施作。

8.5.2 衬砌施工前应进行中线、高程、断面尺寸的测量。

8.5.3 二次衬砌宜采用全断面的方法一次浇注完成, 环向施工缝应与设计的沉降缝、伸缩缝结合布置; 在软硬围岩分界处、地质突变处, 应设置沉降缝; 所有施工缝、沉降缝、伸缩缝均应作防水处理。

8.5.4 隧道衬砌应由下向上依次浇注, 当采取先拱后墙的浇注顺序时, 当隧道有仰拱时, 宜先浇注仰拱。

8.5.5 初期支护与二次衬砌应密贴, 二次衬砌后背应进行回填注浆, 并在浇筑第二次衬砌时预留注浆孔, 注浆孔的设置应符合设计要求。

主控项目

8.5.6 仰拱及仰拱填充应符合下列规定:

1 仰拱及仰拱填充混凝土浇筑前基底应无积水、杂物、虚渣。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

2 仰拱及仰拱填充混凝土强度应符合设计要求, 有抗渗要求的混凝土的抗渗等级应符合设计要求。

检验数量: 每一浇筑段检验一次。

检验方法: 标养试件抗压强度试验。

3 仰拱混凝土厚度应不小于设计值。

检验数量：每 20m 检查一个断面，每个断面测 5 点。

检验方法：丈量。

8.5.7 衬砌钢筋应符合下列规定：

1 钢筋的品种、级别、规格和数量以及预埋件的规格、数量必须符合设计要求。当钢筋的品种、级别、规格需作变更时，应办理设计变更。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

2 钢筋的连（焊）接接头的方式应符合设计要求和相关规定，钢筋连（焊）接接头，应按批抽取试件做力学性能检验，其质量必须符合现行国家标准的规定。

检验数量：每 300 个接头为一批，不足 300 个也按一批计。每批抽检不少于一次。

检验方法：接头外观质量检验；观察和丈量。焊接接头、机械连接接头力学性能检验；检查力学性能试验报告。

8.5.8 混凝土衬砌应符合下列规定：

1 衬砌混凝土强度应符合设计要求，有抗渗要求的混凝土的抗渗等级应符合设计要求。

检验数量：每一浇筑段检验一次。

检验方法：标养试件抗压强度试验。

2 实体混凝土强度应符合设计要求。

检验数量：每一浇筑段检验一次，两侧边墙及拱顶各取不少于两个测区。

检验方法：回弹法检测，当回弹检测结果小于设计值时，对该组混凝土进行钻芯取样检测。

3 衬砌混凝土浇筑密实，衬砌背后无空洞、杂物。

检验数量：每一浇筑段检验一次，沿隧道纵向分别在拱顶、两侧拱腰、两侧边墙连续测试共 5 条测线。

检验方法：地质雷达仪检测。

一般项目

8.5.9 仰拱及仰拱填充应符合下列规定：

- 1 仰拱及仰拱填充质量控制标准应符合表 8.5.9 的规定。

表 8.5.9 仰拱及仰拱填充质量控制标准

项次	检查项目	允许偏差	检验方法和频率
1	钢筋保护层厚度 (mm)	+10, -5	尺量：每 20m 测 5 点
2	仰拱底面高程 (mm)	± 15	水准仪：每一浇筑段不少于两个断面，每断面检查不少于 5 点
3	仰拱填充顶面高程 (mm)	± 10	水准仪：每 20m 测 5 点

- 2 仰拱混凝土表面应无露筋，仰拱填充混凝土表面应无开裂。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.5.10 钢筋接头应尽量设置在应力较小处，并应分散布置。在“同一截面”内受力钢筋接头数量，应符合设计要求，当设计无要求时，应符合下列规定：

- 1 焊（连）接接头在受弯构件的受拉区不得大于 50%，轴心受拉构件不得大于 25%；

- 2 绑扎接头在构件的受拉区，不得大于 25%，在受压区不得大于 50%；

- 3 钢筋接头应避开钢筋弯曲处，距弯曲点的距离不得小于钢筋直径的 10 倍，并且不得小于 200mm；

- 4 同一受力钢筋的两个搭接距离不应小于 1500mm。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察和尺量。

8.5.11 钢筋的安装及保护层厚度允许偏差应符合表 8.5.11 的规定及设计要求。

表 8.5.11 钢筋的安装及保护层厚度允许偏差

项次	检查项目		允许偏差	检查方法和频率	
1	主筋间距 (mm)		± 10	尺量或按雷达探测法检查: 每模板测 3 点	
2	两层钢筋间距 (mm)		± 5	尺量: 每模板测 3 点	
3	箍筋间距 (mm)		± 20	尺量: 每模板测 3 点	
4	钢筋长度 (mm)		满足设计要求	尺量: 每模板检查 2 根	
5	钢筋保护层厚度 (mm)		+10, -5	尺量: 每模板检查 3 点	
6	绑扎搭接长度	受拉	HPB 级钢	30d	尺量: 每一搭接处
			HRB 级钢	35d	
		受压	HPB 级钢	20d	
			HRB 级钢	25d	
7	钢筋保护层厚度 (mm)	混凝土垫块厚度 钢筋与模板间隙、 钢筋与防水层间隙	不小于设计值	尺量: 不小于 3m 一个检查断面、且每模衬砌不少于 2 个断面、每检查断面分别在拱脚边墙、拱腰和拱顶 7 处以上	
		混凝土保护层	+10, -5	钻孔法: 每模衬砌不少于两个断面, 每个断面不少于 5 点	

注: d 一钢筋直径。

8.5.12 钢筋应平直、无损伤, 表面无裂纹、油污、颗粒状或片状锈蚀。

检验数量: 全部检查。

检验方法: 观察。

8.5.13 混凝土衬砌应符合下列规定:

1 混凝土衬砌质量控制标准应符合表 8.5.13 的规定。

表 8.5.13 混凝土衬砌质量控制标准

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	衬砌厚度 (mm)	90%的检查点的厚度 \geq 设计厚度, 且最小厚度 ≥ 0.5 设计厚度	丈量: 每 20m 检查 1 个断面, 每个断面测 5 点 雷达探测法: 沿隧道纵向分别在拱顶、两侧拱腰、两侧边墙连续测试共 5 条测线, 每 20m 检查 1 个断面, 每个断面测 5 点
2	墙面平整度 (mm)	施工缝、变形缝处 ≤ 20	2m 直尺: 每 20m 每侧连续检查 5 尺, 每尺测最大间隙

2 混凝土衬砌外观质量应符合下列规定:

(1) 蜂窝麻面面积不得超过该面总面积的 0.5%, 深度不得超过 10mm。

(2) 隧道衬砌钢筋混凝土结构裂缝宽度不得超过 0.2mm, 混凝土结构裂缝宽度不得超过 0.4mm。

检验数量: 全部检查。

检验方法: 观察, 丈量。

9 工程防水

9.1 一般规定

9.1.1 工程防水各分项工程施工质量应符合本章及国家现行标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 的规定。

9.2 围护结构防水

基本要求

9.2.1 钻孔灌注桩挡墙、地下连续墙等围护结构防水施工质量应符合本节规定。

9.2.2 地下连续墙与内衬结构连接处，应凿毛并清洗干净，必要时应作特殊防水处理。

主控项目

9.2.3 地下连续墙混凝土强度和抗渗等级应符合设计文件规定。

检查数量：每幅槽段混凝土应制作抗压强度试件 1 组，每 5 幅槽段混凝土应制作抗渗等级试件 1 组；

检验方法：查验试验报告。

一般项目

9.2.4 钻孔灌注桩及桩间应无漏泥、线流现象。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察检验，并抽查施工记录。

9.2.5 地下连续墙墙面、墙缝渗漏水检验应符合表 9.2.5 的规定。

表 9.2.5 地下连续墙墙面、墙缝渗漏水检验

序号	检查项目	规定	检查数量		检验方法
			范围	点数	

1	墙面 渗漏	分离墙	无线流	幅槽 段	全段	丈量、观察检 查和检查隐蔽 工程验收记录
		单层墙或 叠合墙	无滴漏和小于防 水二级标准的湿 迹			
2	墙缝 渗漏	分离墙	仅有少量夹泥和 渗水			观察检查和检 查隐蔽工程验 收记录
		单层墙或 叠合墙	无可见夹泥和渗 水现象			

9.3 明（盖）挖法隧道工程防水

基本要求

9.3.1 防水混凝土、水泥砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层、塑料板防水层、膨润土防水材料防水层、金属板防水层应符合《地下防水工程质量验收规范》GB50208 和 9.4 节有关规定。

9.3.2 防水混凝土结构的变形缝、施工缝、后浇带等细部构造施工质量应符合《地下防水工程质量验收规范》GB50208 和 9.4 节有关规定。

一般项目

9.3.3 基坑立柱桩桩头应均匀涂刷水泥基渗透结晶型涂料或混凝土界面剂，遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶应兜绕成环。桩头穿越底板防水层、格构柱穿过顶板防水层，穿孔处应封闭。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察检验，并查验隐蔽工程验收记录；防水密封材料出厂合格证、质量检验报告与现场抽样试验报告。

9.3.4 基坑支撑割拆后，在内衬上的预留洞施工缝接缝面应清洗干净。遇水膨胀止水条与遇水膨胀密封胶应固定。混凝土界面剂应涂匀，注浆管及其设置应满足设计要求。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察检验，并查验隐蔽工程验收记录。

9.3.5 基坑降水井井管应均匀涂刷水泥基渗透结晶型涂料或混凝土界面剂，遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶应兜绕成环。降水井井管穿越底板防水层或者穿过顶板防水层时，井管外应焊接 2 个止水片，井管内封孔后在底板或顶板处应在井管内焊接 2 个止水片。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察检验，并查验隐蔽工程验收记录检查；检查防水材料出厂合格证、质量检验报告与现场渗水试验报告。

9.3.6 逆作箱形结构施工缝接缝面应凿毛，止水条逆向固定应牢靠，应在接缝面涂有混凝土界面剂及采用注浆加强密封措施。接缝外贴式、中埋式止水带应符合设计要求，橡胶、塑料止水带接头应牢度。与顶板一起浇筑的墙体应做成斜坡形，其下部应预留空间 300mm-500mm。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察检验，并查验隐蔽工程验收记录。

9.4 钻爆法隧道工程防水

基本要求

9.4.1 防水混凝土、卷材防水层、涂料防水层、塑料板防水层、金属板防水层应符合《地下防水工程质量验收规范》GB50208 和本节有关规定。

9.4.2 混凝土结构的变形缝、施工缝等细部构造施工质量应符合《地下防水工程质量验收规范》GB50208 和本节有关规定。

9.4.3 防水材料应有产品合格证书和性能检测报告，材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求，不合格的产品不得在工程中使用，严禁使用国家明令禁止使用及淘汰的材料。

主控项目

9.4.4 防水层施工应符合下列规定：

1 防水板、土工复合材料的材质、性能、规格必须符合设计要求。

检验数量：按进场批次检验。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告及材质性能试验报告等。

2 防水板铺设前应对喷射混凝土基面进行认真检查,不得有钢筋、凸出的管件等尖锐突出物;割除尖锐突出物后,割除部分应用砂浆抹平,保证基面平整。

检验数量:全部。

检验方法:查验隐蔽工程验收记录、观察。

3 防水板必须按设计要求进行搭接,搭接应牢固,其允许偏差应符合表 9.4.4 的规定。

表 9.4.4 防水板搭接宽度及缝宽允许偏差

序号	检查项目		允许偏差	检查方法和频率
1	搭接长度 (mm)		≥ 100	尺量:每 5 环搭接抽查 3 处
2	缝宽 (mm)	焊接	焊缝宽 ≥ 10	尺量:每 5 环搭接抽查 3 处

9.4.5 施工缝与变形缝应符合下列规定:

1 施工缝、变形缝所用遇水膨胀止水条、止水带等材料的品种、规格、性能等应符合设计要求。

检验数量:品种、规格全部检查,性能按批取样试验。

检验方法:检查产品合格证、出厂检验报告并进行有关性能试验。

2 施工缝、变形缝的防水构造必须符合设计要求,不得有渗漏。

检验数量:检查全部的施工缝和变形缝。

检验方法:观察和检查隐蔽工程验收记录。

3 止水带与衬砌端头模板应正交,发现破损应及时修补。

检查数量:全部。

检验方法:观察。

一般项目

9.4.6 防水板施工应符合下列规定:

1 防水板铺设范围及铺挂方式应符合设计要求。铺设时防水板应留有一定的余量,挂吊点设置的数量应合理,固定点间距:拱部宜为 0.8m~1.0m;直边墙宜为 1.2m~1.5m;曲边墙宜为 1.0m~1.2m,局部

凹凸较大时，在凹处应进行加密。

检验数量：每 20m 检查 3 处。

检验方法：观察，尺量。

2 防水板的铺设应与基层固定牢固，不得有折皱、气泡、绷紧和破损现象。

检验数量：全部。

检验方法：核查隐蔽工程验收记录、观察。

3 防水板接缝与施工缝错开距离应不小于 500mm。

检验数量：每环接缝检查不少于 5 处。

检验方法：观察，尺量。

4 防水板双焊缝焊接质量应符合设计要求。

9.4.7 施工缝与变形缝施工应符合下列规定：

1 安装止水条（带）时，应采取有效措施确保位置准确，固定牢靠。不得穿孔或用铁钉固定；转弯处应做成弧形或安装成盆状，并用专用钢筋套箍固定。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察。

2 止水条（带）接头连接应符合设计要求，止水带应采用热压焊接，接缝平整、牢固，不得有裂口和脱胶现象；接头处不得留断点，搭接长度不应小于 50mm；混凝土浇筑前应校正止水带位置，保持其位置准确、平直。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察，尺量。

3 施工缝与变形缝处理止水条（带）施工允许偏差应符合表 9.4.7 的规定。

表 9.4.7 止水条（带）允许偏差

序号	检查项目	允许偏差（mm）	检查方法和数量
1	纵向偏位	± 50	尺量：每环检查至少 3 处
2	偏离衬砌中心线	≤ 30	尺量：每环检查至少 3 处

4 止水带应无脱松、扭曲，连接缝应无裂口、脱胶。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察。

9.5 盾构法隧道防水

基本要求

9.5.1 对密封垫材料除硬度、扯断强度、扯断延伸率、压缩永久变形以及遇水膨胀材料的膨胀倍率等常规性能指标检测外，还应按设计要求对遇水膨胀橡胶密封垫长期水浸泡的质量变化率、反复干湿循环的性能变化率、防霉等耐久性指标进行检测。

9.5.2 管片正式生产前，应按设计要求进行混凝土氯离子扩散系数或混凝土渗透系数的检验，其指标应满足设计文件要求。

9.5.3 管片在安装密封垫前，密封垫沟槽内不应有大于 5mm 气泡。拼装施工、竣工时，结构表面应无渗漏、缺棱、掉角，管片碎裂等现象。

主控项目

9.5.4 盾构法隧道防水主控项目质量检验应符合表 9.5.4 的规定。

表 9.5.4 盾构法隧道防水主控项目质量检验

序号	检验项目			规定	检查数量		检测方法
					范围	点数	
1	整条隧道	隧道渗漏	隧道漏量	符合设计	整条隧道 任意100m ²	1次-2次	尺量、观察、检查、 设临时围堰储水检测
			局部湿迹与漏	规定		2次-4次	
2	管片混凝土	直径8m以下隧	强度等级	符合设计 规定	每10环	制作抗压试件一组	检查试验报告、质量 评定记录

		直径8m 以上隧			每工作 台班			
3		直径8m 以下	抗渗等 级		每30环	制作抗渗试 件一组		
		直径8m 以上			每10环			
4		外防水涂			整条隧道或	1		
5	管片接 缝	直径8m 以下 隧道	密封垫	《高分子 防水材料 第4部：盾 构法隧道 管片用橡 胶密封垫》 GB18173.4	常规指标400	1次	检查产 品合格 证、质 保单及 抽样检 测报告	若设计 要求整 环或局 部嵌 缝，则 嵌缝材 料的检
					全性能检测	1次-2次		
		直径8m 以上 隧道			常规指标200	1次		
					全性能检测 整条隧道	2次-3次		
6	隧道与 井接头	密封材料	符合设计 规定	进出洞一组 接头	1	检查产品合格 证、质保单或抽 样检测报告		

7	隧道与 联络通 道接头	密封材料	符合设计 规定	每组接头	1	检查产品合格 证、质保单或抽 样检测报告
8	联络 通道	防水混凝土、塑 料防水板或聚 合物水泥、聚合	符合国家 现行标准 规定	每个联络通 道	1	

一般项目

9.5.5 盾构法隧道防水一般项目质量检验应符合表 9.5.4 的规定。

表 9.5.5 盾构法隧道防水一般项目质量检验

序号	检测项目			规定	检查数量		检测方法	备注
					范围	点数		
1	管片 混凝土	直径 8m 以下隧 道	管片 检漏	渗水厚 度 <管片 保护 层厚	每 100 环	2	检查单块管片 检漏报告	试生产阶 段检漏频 度应加大; 管片宽度 >1.2m 者, 可加大检
2		直径 8m 以上隧			每 50 环	2		

		道		度				查频度
3		管片接缝其他防水材料		符合设计规定	整条隧道	1	检查隐蔽工程验收记录	若设计要求整环或局部嵌缝, 则检查数量与方法同管片接缝其他防水材料
4	管片接缝	手孔封堵作业质量						
5	隧道与井接头	井接头渗水量		符合设计规定	每组接头	1	观察、尺量与计量, 检查隐蔽工程验收	
6	隧道与联络通道接头	接头及通道渗漏量						
7	联络通道	防水作业			通道	1		

9.6 渗漏水治理

基本要求

9.6.1 应按国家现行标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 附录 C 的规定对渗漏水现状与渗漏量进行调查、统计, 并绘制出隧道渗漏水平面展开图。

9.6.2 渗漏水治理中的防水砂浆抹面的质量应按抹涂面积数量抽查检

验。

9.6.3 渗漏水注浆堵漏宜在冬季施工，并参照国家现行标准《地下工程渗漏水治理技术规程》JGJ/T212 制订治理方案。注浆施工材料与工艺的要求应符合表 9.6.3 的规定。

表 9.6.3 渗漏水注浆施工材料与工艺的要求

序号	检查项目		注浆材料与辅助材料		注浆工艺			注浆工 与设备
			注浆材 料	封缝密封 材料	注浆压力	注浆嘴	注浆方 式	
1	施工缝 (裂 缝)	干燥或 潮湿而 不滴漏	聚氨酯、 亲水性 环氧	弹性水泥、聚 硫、聚氨酯及 改性环氧	0.2MPa ~ 0.8MPa	粘贴式注 浆嘴或压 环式注浆 嘴	骑缝(针 眼法)注 浆或钻 斜孔注 浆	手摇泵 压力罐 注浆枪
		严重渗 漏	超细水 泥、油溶 性聚氨 酯、丙烯 酸盐	聚合物快凝 水泥(也可以 不封)				
2	变形缝	严重渗 漏	油性 聚氨酯 (水泥 膨润土)	遇水膨胀 橡胶或密封 胶、聚合物快 凝水泥或水	0.3MPa ~ 2MPa	金属或硬 质塑料管 击入缝内 “打坝”注	插管或 埋管注 浆(可间 歇压注)	电动柱 式泵或 齿轮泵

				泥砂浆		浆		
--	--	--	--	-----	--	---	--	--

一般项目

9.6.4 注浆材料及防水抹面材料应符合设计及施工工艺规定。

检查数量：按批次检查；

检验方法：查验产品合格证、质量检验报告、隐蔽工程验收记录或现场抽样报告。

9.6.5 注浆效果应符合设计或施工工艺要求。

检查数量：全数检查；钻孔取芯、超声波检测时可按裂缝、接缝总数的 10% 检查；

检验方法：用渗漏水量计量检测；有注入深度要求时，可用钻孔取芯检测、超声波检测。

9.6.6 快硬水泥、防水砂浆抹面应平实，无裂缝和渗漏现象。

检查数量：全数检查；

检验方法：用观察法检验。

附录 A 单位（子单位）、分部、分项、检验批划分

A.0.1 城市隧道工程施工质量验收单位（子单位）、分部工程划分应按照本规范第 3.2.2 及 3.2.3 条的规定并结合工程实际情况确定，具体划分可参照表 B.0.1 执行。

A.0.2 城市隧道工程施工质量验收分项工程及检验批的确定应按照本规范第 3.2.4 及 3.2.5 条的规定并结合工程实际情况确定，具体划分可参照表 B.0.2 执行。

表 A.0.1 城市隧道工程单位（子单位）、分部工程划分

项目	工程类型	单位工程	子单位工程	分部工程
1	隧道工程	明挖法隧道	敞开段、暗埋段、工作井	基坑工程、明挖法、地基处理、工程防水
		盾构法隧道	每条隧道	基坑工程、盾构法、地基处理、工程防水
		钻爆法隧道	每条隧道	基坑工程、钻爆法、地基处理、工程防水
		附属工程	隧道内部结构、联络通道、泵房	基坑工程、混凝土结构、地基处理、工程防水

注：隧道工程作为城市道路使用时，则需按照《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1-2008）的规定，添加子单位工程-道路工程、分部工程-基层、面层。

表 A.0.2 城市隧道工程分项工程、检验批划分

项目	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批划分
1	基坑工程	基坑围护结构	围护桩（预制桩、灌注桩、旋喷桩、水泥土桩墙、咬合桩）	按施工段划分检验批
			地下连续墙（导墙、成槽、钢筋笼、成墙）	导墙按施工段划分检验批，成槽、钢筋笼、成墙按槽段划分检验批

			土钉墙	按施工段划分检验批
			土层锚杆（锁）	按施工段划分检验批
			桩间混凝土网喷	按施工段划分检验批
			地下连续墙（导墙、成槽、钢筋笼、成墙）	导墙按施工段划分检验批，成槽、钢筋笼、成墙按槽段划分检验批
		基坑开挖与回填	基坑开挖	按开挖段划分检验批
			横撑支护	按作业段划分检验批
			立柱桩	按作业段划分检验批
			土方回填	按回填段划分检验批
地下水控制	基坑明排水、轻型井点、喷射井点、降水管井、回灌管井、管井封井	每一独立群井系统划分为一个检验批		
2	地基处理	素土、灰土地基	按处理段划分检验批	
		砂和砂石地基	按处理段划分检验批	
		注浆地基	按处理段划分检验批	
		高压喷射注浆地基	按处理段划分检验批	
		水泥土搅拌桩地基	按处理段划分检验批	
		冻结法地基	按处理段划分检验批	
3	明（盖）挖法	钢筋工程	按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 规定划分检验批	
		模板支架		
		混凝土浇筑		
4	盾构法	管片制作（模板、钢筋、混凝土、预制构件）	每 100 环划分一个检验批，除强度检验项目外，每一检验批至少抽查管片总数的 20%	
		盾构始发、接收施工与洞口防护	按进出洞次数划分检验批	

			盾构掘进及管片拼装	每 100 环划分一个检验批，除强度检验项目外，每一检验批至少抽查管片总数的 20%
			隧道注浆	每 100 环划分一个检验批，除强度检验项目外，每一检验批至少抽查管片总数的 20%
5	钻爆法	隧道总体		隧道总体
		洞口及明洞工程	洞口边仰坡防护、洞门及翼墙的浇筑、截水沟、洞口排水沟、明洞浇筑、明洞回填、（明洞防水层）	每个洞口、明洞划分为一个检验批
		洞身开挖	洞身开挖	每 200 延米
		支护	喷射混凝土、锚杆、钢筋网、钢架、仰拱、仰拱回填、超前锚杆、超前小导管、管棚	每 200 延米
		衬砌	衬砌钢筋、混凝土衬砌、	每 200 延米
		（防排水）	（防水层、止水带、排水）	每 200 延米
6	附属工程混凝土结构		钢筋工程	按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 规定划分检验批
			模板支架	
			混凝土浇筑	

7	工程防水	基坑围护防水	细部构造防水、特殊构造防水、围护结构防水、地下连续墙防水
		明（盖）挖法隧道工程防水	防水混凝土、水泥砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层、塑料板防水层、膨润土防水材料防水层、金属板防水层、细部构造防水、特殊构造防水
		盾构法隧道工程防水	管片防水混凝土、细部构造防水、特殊构造防水
		钻爆法隧道工程防水	卷材防水层、塑料板防水层、金属板防水层、细部构造防水
		渗漏水治理	裂缝、施工缝、后浇带堵水与补强；变形缝堵水、防水混凝土修补

附录 B 检验批质量验收记录

B.0.1 检验批质量验收由施工单位项目专职质量员检查评定，专业监理工程师组织验收，并按表 B.0.1 记录。

表 B.0.1 检验批质量验收记录

工程名称												施工单位						
单位工程名称		分部工程名称										分项工程名称						
验收部位		检验日期			项目经理			项目技术负责人			交方班组							
工程数量							质检员					施工员		接方班组				
检验项目		检验依据/允许偏差 (规定值或±偏差值)	检查结果/实测点偏差值或实测值															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	应测点数	合格点数	合格率 (%)			
主控项目																		
一般项目																		

施工单位 检验结论	项目专职质量员： _____ 年 月 日													平均合格 率 (%)		
监理单位 验收结论	验收意见： 专业监理工程师： _____ 年 月 日															

附录 C 分项工程质量验收记录

C.0.1 分项工程质量由监理工程师组织项目专业技术负责人等进行验收，并按表 C.0.1 记录。

表 C.0.1 分项工程质量验收记录

工程名称		施工单位		
单位工程		子单位工程		
分部工程		子分部工程		
分项工程名称		检验批数		
项目经理		项目技术负责人	质检员	
序号	检验批部位、区段	施工单位自检情况		监理单位验收情况 验收意见
		合格率 (%)	检验结论	
平均合格率 (%)				
施工单位 检验结果	项目专业技术负责人： 年 月 日	验收 结论	专业监理工程师： 年 月 日	

附录 D 分部（子分部）工程质量验收记录

D.0.1 分部（子分部）工程质量应由总监理工程师组织施工单位项目经理和技术质量负责人等进行验收，并按表 D.0.1 记录。

表 D.0.1 分部（子分部）工程质量验收记录

工程名称							
施工单位							
单位（子单位） 工程名称					分部工程名称		
项目经理		技术负责人		质量负责人			
1 分 项 工 程	序号	分项工程名称	检验 批数	合格 率(%)	施工单位检验 结果	监理单位验 收意见	
2 质量保证资料							
3 安全和功能检验（检测）报告							
4 观感质量验收							
5 验收结论					平均合格率 (%)		
验 收 单 位	（分包单位）		项目经理		年 月 日		
	施工单位		项目经理		年 月 日		
	（勘察单位）		项目负责人		年 月 日		
	（设计单位）		项目负责人		年 月 日		
	监理单位		总监理工程师		年 月 日		
	（建设单位或项目管理）		项目负责人		年 月 日		

附录 E 单位（子单位）工程质量竣工验收记录

E.0.1 单位（子单位）工程质量验收记录表 E.0.1-1 由施工单位填写，验收结论由监理（建设）单位填写，综合验收结论应对工程质量是否符合设计和规范要求及总体质量水平做出评价，由参加验收各方共同商定、建设单位填写。表 E.0.1-2～表 E.0.1-4 由检查小组填写，其中安全和使用功能核查及抽查和观感质量验收项目及抽查数量由参加验收人员根据本标准规定及现场实际情况确定，检查结论由总监理工程师审查后填写。

表 E.0.1-1 单位工程质量竣工验收记录

工程名称				单位工程	
子单位工程				施工单位	
工程类型		工程造价		项目经理	
开工日期		完工日期		项目技术负责人	
序号	项目	验收记录 (由施工单位填写)			验收结论 (由监理单位填写)
1	分部工程	共 分部，经查 分部 符合标准及设计要求 分部			
2	质量控制资料 核查结果	共 项，经核查符合要求 项，经核定不符合规范要求 项。			
3	结构安全和使用 功能核查及 抽查结果	共核查 项，符合要求 项， 共抽查 项，符合要求 项， 经返工处理符合要求 项。			
4	观感质量核查 结果	共抽查 项，符合要求 项， 不符合要求 项。			
5	综合验收结论 (参加验收各方 共同商定，由 建设单位填写)				
参	建设单位	勘察单位			

加 验 收 单 位	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日
	设计单位	监理单位
	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	(公章) 总监理工程师: 年 月 日
	施工单位	
	(公章) 单位质量(技术)负责人: 年 月 日	

表 E.0.1-2 单位（子单位）工程质量控制资料核查记录

工程名称			施工单位		
单位工程			子单位工程		
序号	资料名称	份数	核查意见	核查人	
1	图纸会审、设计变更、洽商记录				
2	工程定位测量、交桩、放线、复核记录				
3	施工组织设计、（专项）施工方案及审批记录				
4	原材料出厂合格证书及进场检（试）验报告				
5	成品、半成品出厂合格证及见证检测报告				
6	施工试验报告及见证检测报告				
7	施工技术交底记录				
8	施工记录				
9	工程质量事故及事故调查处理资料				
10	检验批、分项、分部工程质量验收记录				
11	新材料、新工艺施工方案及施工记录				
12	竣工图				
验收结论					
质量保证资料验收组： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>					

表 E. 0. 1-3 单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录

工程名称		施工单位		
单位工程		子单位工程		
序号	安全和功能检验资料核查项目	份数	核查意见	抽查结果
验收结论				
安全及使用功能验收组：				
年 月				
日				

表 E. 0. 1-4 单位（子单位）工程观感质量验收记录

工程名称		施工单位			
单位工程		子单位工程			
序号	检查项目	抽查质量情况	好	中	差
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
观感质量综合评价					
验收结论					
观感质量验收组：（签字）：					
年 月 日					

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……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 3 《地下防水工程质量验收规范》 GB 50208
- 4 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 5 《盾构法隧道施工及验收规范》 GB 50446
- 6 《地下铁道工程施工质量验收标准》 GB/T 50299
- 7 《公路工程质量检验评定标准》 JTG F80/1
- 8 《铁路隧道工程施工质量验收标准》 TB 10417
- 9 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ-1

山东土木建筑学会标准

城市隧道工程施工质量验收标准

**Standard for construction quality acceptance of
urban tunnel engineering**

条文说明

1 总 则

1.0.2 本标准不包含城市隧道工程中机电设备安装工程等的施工质量验收，作为附属设施的房屋建筑工程可单列为单位工程，按其专业工程质量检验评定标准评定。

1.0.3 在本标准中缺乏适宜的技术规定时，可以参照相关标准。

2 术 语

本标准涉及的大部分术语已在现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和其他专业规范中包含。

3 基本规定

本标准中质量验收单元划分、质量验收、验收程序和组织参照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 结合城市隧道工程特点予以编制。

3.0.4 对城市隧道工程中的地下水控制工程进行规定，后续章节中不在

3.0.5 对城市隧道工程中的施工测量、工程的监控量测进行规定。

4 基坑工程

4.2 围护桩

4.2.7 根据围护桩的受力特点，部分围护桩的配筋相对于基坑位置内外的数量和分布不同，安装时要核对图纸中钢筋笼的安装方向，确保配筋正确。

4.2.9 制定本条是为了防止灌注桩下部因垂直度偏差过大而侵入基坑内。

4.3 地下连续墙

4.3.4 为保证地下连续墙不影响隧道施工和防止其侵入二次结构净空，对其施工精度制定了具体标准。其他质量标准，特别是结构混凝土抗压强度和抗渗压力也要达到要求，以满足使用和安全需要。通过增强地下连续墙的稳定和抗渗性能，增强基坑支护结构的支护强度，刚度，从而使得基坑支护结构可以长时间使用，而用作永久性的基坑支护。

4.3.5 制定本条规定为了保证地下连续墙位置、垂直度、厚度、直顺等符合设计文件要求。地下连续墙以槽段为单元进行施工，为保证工程质量和各工序的顺利进行以及施工安全，每一槽段从开挖、泥浆护壁、钢筋笼制作及吊放入槽、混凝土配合比及灌注等都要进行工序的中间检查。

4.4 土钉墙

4.4.5 土钉的成孔有人工和机械成孔，人工成孔一般使用洛阳铲成孔，机械成孔一般使用钻机，检查孔深主要量测洛阳铲或钻杆进入土层的深度。

4.5 土层锚杆（索）

4.5.3 因为锚杆的注浆量、注浆压力是锚杆质量的重要保证，所以特制

定本条。

4.5.4 拉拔试验主要用来检验锚杆的安装质量，如无特殊需要，不做破坏性试验，拉拔到规定值即可。

4.7 横撑支护

4.7.1 特制定此条，为保证钢支撑受力稳定，构件的偏心量要受到严格控制。

4.7.3 钢支撑是保持基坑稳定的关键构件，其安装、拆除的时机、顺序和结构施工的位置密切相关，施工过程中，其边界条件要符合设计文件要求。

4.8 立柱桩

4.8.8 本条从控制立柱桩受荷载作用时间和缩短施工周期方面综合考虑。工程实践中，以下问题经常引起争议：立柱桩混凝土未达设计强度，即开始施工支撑；有多道水平支撑工程，立柱桩在水平支撑全部施工后，才承担全部设计荷载，如果等混凝土达到设计强度，再施工第一道支撑，影响施工工期。条文规定施工应按支撑设计文件的要求进行，设计方应根据情况，提出不同工况条件下的混凝土强度要求。

4.9 基坑开挖与回填

4.9.5 基坑回填后一般均需立即恢复道路或修筑建(构)筑物，为保证工程质量，减小回填土的沉降量，制定本条规定。

土质试验报告指按国家标准《土工试验方法标准》GB/T50123-1999(2007年版)附录D的表格进行土的密度、含水率、相对密度、颗粒分析，以及击实试验、承载力试验、回弹模量试验、固结试验、黄土湿陷试验等，具体的试验项目和指标要符合设计文件要求。

4.9.7 检验方法由《地铁工程施工质量验收标准》GB/T50299中5.9.7条的“核子密度仪法或灌沙法”改为“环刀法或灌沙法”。

5 地基处理

5.1 一般规定

5.1.1 地基工程施工质量验收考虑间歇期是因为地基土的密实、孔隙水压力的消散、水泥或化学浆液的胶结、土体结构恢复等均需有一个期限，施工结束后立即进行质量验收存在不符合实际的可能。至于间歇期多长时间，具体可由设计人员根据实际情况确定。有些大工程施工周期较长，一部分已达到间歇要求，另一部分仍在施工，就不一定待全部工程施工结束后再进行取样检查，可先在已完工程部位进行。

5.3 地基处理

5.3.2 砂和砂石地基每层铺筑厚度及施工含水量可参考表 5.3.2 所列数值。

表 5.3.2 砂和砂石地基每层铺筑厚度及施工含水量

序号	压实方法	每层铺筑厚度 (mm)	施工含水量 (%)	施工说明	备注
1	平振法	200~250	15~20	用平板式振捣器往复振捣	不宜使用干细砂或含泥量较大的砂所铺筑的砂地基。
2	插振法	振捣器插入深度	饱和	(1) 用插入式振捣器； (2) 插入点间距可根据机械振幅大小决定； (3) 不应插至下卧黏性土层； (4) 插入振捣完毕后，所留的孔洞应用砂填实。	不宜使用细砂或含泥量较大的砂所铺筑的地基。
3	水撼法	250	饱和	(1) 注水高度应超过每次铺筑面层； (2) 用钢叉摇撼捣实，	

				插入点间距为 100mm; (3) 钢叉分四齿, 齿的间距 80mm, 长 300mm, 木柄长 90mm。	
4	夯实法	150-200	8-12	用蛙夯或汽夯, 一夯压半夯全面夯实。	
5	碾压法	250-350	8-12	12t 及以上的压路机往复碾压。	

5.3.3 地基承载力检验, 可以选用静力触探、标准贯入、动力触探、十字板剪切和静载试验等方法进行检验。对此, 本条用何指标不予规定, 应按设计要求而定。

5.5 注浆地基

5.5.1 由于地质条件的复杂性, 针对注浆加固目的, 在注浆加固设计前进行室内浆液配比试验和现场注浆试验是十分必要的。浆液配比的选择也应结合现场注浆试验, 试验阶段可选择不同浆液配比。现场注浆试验包括注浆方案的可行性试验、注浆孔布置方式试验和注浆工艺试验三方面。可行性试验是当地基条件复杂, 难以借助类似工程经验决定采用注浆方案的可行性时进行的试验。一般为保证注浆效果, 尚需通过试验寻求以较少的注浆量, 最佳注浆方法和最优注浆参数, 即在可行性试验基础上进行注浆孔布置方式试验和注浆工艺试验。只有在经验丰富的地区可参考类似工程确定设计参数。常用浆液类型见表 5.5.1。

表 5.5.1 常用浆液类型

浆液类型		浆液名称
粒状浆液(悬液)	不稳定粒状浆液	水泥浆
		水泥砂浆
	稳定粒状浆液	黏土浆
		水泥黏土浆
化学浆液(溶液)	无机浆液	硅酸盐
	有机浆液	环氧树脂类
		甲基丙烯酸酯类
		丙烯酰胺类
		其他

水泥为主剂的浆液主要包括水泥浆、水泥砂浆和水泥水玻璃浆。

水泥浆液是地基治理、基础加固工程中常用的一种胶结性好、结石强度高的注浆材料，一般施工要求水泥浆的初凝时间既能满足浆液设计的扩散要求，又不至于被地下水冲走，对渗透系数大的地基还需尽可能缩短初、终凝时间。

地层中有较大裂隙、溶洞，耗浆量很大或有地下水活动时，宜采用水泥砂浆，水泥砂浆由水胶比不大于 1.0 的水泥浆掺砂配成，与水泥浆相比有稳定性好、抗渗能力强和析水率低的优点，但流动性小，对设备要求较高。

水泥水玻璃浆广泛用于地基、大坝、隧道、桥墩、矿井等建筑工程，其性能取决于水泥浆水胶比、水玻璃浓度和加入量、浆液养护条件对填土地基，由于其各向异性，对注浆量和方向不好控制，应采用多次注浆施工，才能保证工程质量。

对化学注浆加固的施工顺序应按设计要求进行，检查时如发现施工顺序与设计要求有异，应及时制止，以确保工程质量。

对水泥为主剂的注浆加固的检测时间有明确的规定，土体强度有一个增长的过程，故检验工作应在施工结束后间隔一定时间进行，对于黄土地基，间隔时间宜为 7d~10d；其他地基间隔时间宜为 28d。

对注浆加固效果的检验要针对不同地层条件设置相适应的检测方法，并注重注浆前后对比。

5.6 高压喷射注浆地基

5.6 高压喷射注浆材料宜采用普通硅酸盐水泥。所用外加剂及掺合料的数量应通过试验确定。

水泥使用前需做质量鉴定，搅拌水泥浆所用水应符合混凝土拌合用水的标准，使用的水泥都应过筛，制备好的浆液不得离析，拌制浆液的筒数、外加剂的用量等应有专人记录。外加剂和掺和料的选用及掺量应通过室内配比试验或现场试验确定。水泥浆液的水胶比越小，高压喷射注浆处理地基的强度越高。但水胶比也不宜过小，以免造成喷射困难。

3 桩体质量及承载力检验应在施工结束后 28d 进行。

5.7 水泥土搅拌桩复合地基

5.7 水泥土搅拌桩复合地基：

1 施工前除了检查水泥及外掺剂的质量、桩位等，还应对搅拌机工作性能及各种计量设备进行检查，计量设备主要是水泥浆流量计及其他计量装置。

2 对地质条件复杂或重要工程，应通过试成桩确定实际成桩步骤、水泥浆液的水胶比、注浆泵工作流量、搅拌机头下沉或提升速度及复搅速度、测定水泥浆从输送管到达搅拌机喷浆口的时间等工艺参数及成工艺。

6 明（盖）挖法

6.1 一般规定

6.1.2 危险性较大的模板工程及支撑体系应按照住房和城乡建设部建办质〔2018〕31号《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》进行管理。

6.1.5 复检基坑的几何尺寸可以验证基坑的坑底标高、纵横轴线与内部结构的底板标高、纵横轴线是否一致，发现围护墙侵入结构边墙界线时，可事先采取措施。在施工单位测量放样的基础上，监理单位应进行复核。

6.1.6 结构采用逆作法施工时，逆作结构制作应采取措施保证平整度，控制结构沉降。逆作结构应为后期结构施工预留钢筋连接、混凝土浇筑等施工条件，逆作结构的施工缝应做好防水处理。

6.2 钢筋工程

6.2.1 钢筋的进场、加工、连接和安装应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的有关规定。

6.3 模板工程

6.3.3~6.3.4 现浇结构的模板支架应设置预拱度，并按要求进行预压，避免混凝土浇筑时产生较大沉降，直接影响混凝土结构施工质量。

6.4 混凝土工程

6.4.6 外观质量的缺陷通常会影响到结构性能、使用功能或耐久性。如出现严重缺陷，应制定专项方案，并对缺陷进行修复处理，重新检查验收。

7 盾构法

7.2 管片制作

7.2.2 具体做法为在外观检查完成后,进行精度检测,由技术人员采用内径千分尺对模具内腔 12 个固定点(F 块四个点)进行测量,每个测量点都达到设计标准值允许的误差范围内($\pm 0.3\text{mm}$),认为管片模具在宽度方向为合格,其他尺寸由用厂家提供的样规来检验。

7.2.3 模具各接触面、拼装面、定位装置表面、密封胶条等,应清理干净。每次清理完成应由专职质检员进行全面检查,发现不合格的立即要求返工,杜绝没清理干净的模型进行组模生产。

7.2.4 钢筋混凝土管片应采用高精度的钢模制作,管片制作的钢筋、混凝土施工质量应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

7.2.6 钢筋隐蔽工程验收主要包括:(1)纵向主筋的品种、规格、数量、位置等;(2)箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等;(3)预埋件的规格、数量、位置等。

7.2.9 三环拼装试验根据设计要求,每 200 环进行拼装一次,即检测频率为 3 环/200 环。管片检漏试验根据设计要求,每 100 环抽取一块管片进行试验,检验标准为在 0.8MPa 水压下恒压 3 小时,渗水深度 $\leq 5\text{cm}$ 。

7.2.10 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 的规定,焊接时应控制变形。钢管片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规范》GB 50205 的规定。对水工隧道尤其是排污隧道应按设计要求采取防腐蚀措施。通常钢管片的防腐要求严格,故对防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料提出要求。

7.2.13 焊缝主要是指钢管片两侧面板与两端面板间的焊缝,以及它们与顶弧板之间的焊缝。

7.3 盾构始发-接收施工与洞口防护

7.3.7 始发基座和反力架可采用现浇钢筋混凝土结构或钢结构。反力架设置与盾构轴线位置匹配。始发前应在基座轨道上涂抹润滑油脂，以减少盾构推进阻力；可在盾构刀盘外圈、外圈刀具和帘布橡胶板上涂抹润滑油脂，以避免推进时刀具损坏洞门帘布橡胶板。负环管片应提前预埋钢板，拼装完成后，除螺栓连接外，管片内外弧面环与环、块与块全部焊接筋板加固。成环管片与负环管片支撑间安装楔形块防止管片椭圆。

7.3.10 复核测量内容有：（1）定向；（2）主导线；（3）测量管片位置和走向偏差。通过测量，对接收前的地段加强盾构掘进的轴线控制，使盾构进站时其切口平面偏差满足：平面 $\leq\pm 50$ mm，高程 $\leq\pm 20$ mm；在接收前要求盾构坡度比设计坡度略大。

接收基座中心轴线应与盾构接收井的轴线一致，同时还要兼顾隧道设计轴线。接收基座的轨面标高应适应盾构姿态，为保证盾构刀盘贯通后拼装管片有足够的反力，可考虑将接收基座的轨面坡度适当加大。接收基座定位放置后，可采用工字钢对接收基座前方和两侧进行加固，防止盾构推上接收基座的过程中，接收基座移位造成盾构接收失败。

盾构到达段掘进阶段的速度根据实际情况决定，密封仓内无压力，刀盘停止转动。盾构通过密封环后立即拉紧密封环的钢丝绳，清除密封仓内的泥土。

7.3.15 具体做法为在外观检查完成后，进行精度检测，由技术人员采用内径千分尺对模具内腔 12 个固定点（F 块四个点）进行测量，每个测量点都达到设计标准值允许的误差范围内（ ± 0.3 mm），认为管片模具在宽度方向为合格，其他尺寸由用厂家提供的样规来检验。

7.4 盾构掘进及管片拼装

7.4.5 盾构掘进应根据隧道工程地质和水文地质条件、隧道埋深、线路平面与坡度、周边环境、施工监测成果、盾构姿态以及试掘进阶段的掘进数据，确定和及时调整刀盘转速、掘进速度和仓内压力等参数。盾构掘进施工应严格控制排土量、盾构姿态和地表沉降。

7.4.7 盾构施工必须严格控制地层变形，使其变形量控制在允许范围内，在施工过程中应及时进行监测，进行信息反馈，按优化的施工参数

进行控制。

7.4.8 为确保盾构和管片位置的正确性，必须经常进行复核测量。盾构姿态人工复核测量每周不少于 1 次，最长掘进距离不应大于 150m。管片位置人工测量每天 1 次，根据测量结果进行管片位置与位移分析，进行信息反馈。

7.4.10 为防止尾刷更换过程中盾尾部位喷泥涌水等塌方事故，应尽量避免在不稳定地层如砂层、淤泥层进行尾刷更换。在有可能的情况下，可以在预计停机更换盾尾刷的里程提前开仓检查地层是否与分析的情况一致，如果检查可以换尾刷，则继续掘进至盾尾位于先前开仓位置。

7.4.11 管片拼装过程中应根据盾构姿态、盾尾间隙、上一衬砌环的姿态、线路情况，按设计文件给定的管片位置和顺序逐块拼装成环。

7.4.13 为避免损坏防水密封条，并应保证管片拼装质量，减少错台，保证其密封止水效果。安装管片后应顶出推进油缸，扭紧连接螺栓，保证防水密封条接缝紧密，防止由于相邻两片管片在盾构推进过程中发生错动，防水密封条接缝增大和错动，影响止水效果。

7.5 隧道注浆

7.5.1 二次注浆是对壁后注浆的补充，其目的是填充注浆后的未填充部分，补充注浆材料收缩体积减小部分，处理渗漏水和处理由于隧道变形引起的管片、注浆材料、地层之间产生剥离，通过填充注浆使其形成整体，提高止水效果等。

7.5.2 浆液主要性能指标包括：

胶凝时间：一般为 3~10h，根据地层条件和掘进速度，通过现场试验加入促凝剂及变更配比来调整胶凝时间。对于强透水地层和需要注浆提供较高的早期强度的地段，可通过现场试验进一步调整配比和加入早强剂，进一步缩短胶凝时间，获得早期强度，保证良好的注浆效果。

固结体强度：一天不小于 0.2MPa（相当于软质岩层无侧限抗压强度），28 天不小于 2.5MPa（略大于强风化岩天然抗压强度）。

浆液结石率：>95%，即固结收缩率<5%。

浆液稠度：12±2cm。

浆液稳定性：倾析率（静置沉淀后上浮水体积与总体积之比）小于 5%。

7.5.3 穿越风险工程过程中，连续 2 环同步注浆量高于控制范围，且注

浆压力低于控制范围时，应暂停掘进，分析原因并制定处理措施。
同步注浆速度应与掘进速度相匹配。可按盾构完成一环掘进的时间内完成当环注浆量来确定其平均注浆速度。

7.5.5 在施工中注浆量根据注浆效果作调整，注浆量与盾构掘进时扰动土层范围有关系，扰动范围是变量，一般情况下充填系数取 1.30~1.80；在裂隙比较发育或地下水量大的岩层地段，充填系数一般取 1.50~2.50。

7.5.6 注浆压力过大会导致浆液溢出地面或造成地表隆起，应力过小会降低注浆作用。注浆出口压力稍大于注浆出口处的静止水土压力，注浆压力一般大于出口压力 0.1MPa~0.3MPa。

8 钻爆法

8.1 基本规定

8.1.2 隧道设计与施工以岩承理论为指导，施工监控量测是岩承理论指导下修建隧道的核心内容之一，是判断围岩稳定性和结构安全的重要手段，是指导设计与施工的重要依据。与一般地面工程相比较，隧道工程监控量测具有特殊的作用。工程实践表明，隧道设计单独孤立的使用力学计算或经验方法都不能取得良好的效果。为此，施工单位应按照设计和施工规范要求的测量项目和频率进行施工监控量测，用测量信息指导设计与施工，并提交系统、完整、真实的量测数据与图表。

8.2 洞口及明洞工程

8.2.6 由于隧道洞口往往地质条件较差、风化严重，洞门、挡土墙及明洞等结构基础要进行基底承载力的检查验收，如不满足设计要求，要采取相应的地基加固处理工程措施，确保洞口工程设置在稳定的地基上。

8.3 洞身开挖

8.3.5 为确保衬砌断面尺寸满足设计要求，原则上隧道不能欠挖。但对于中硬岩、硬岩，难免个别部位存在少量欠挖，若对其进行补爆处理，势必造成较大的超挖，故本条规定了不影响衬砌质量前提下隧道欠挖的最大允许值。

软弱围岩多采用台阶法或分部开挖法施工。在施工过程中拱脚、墙脚部位对结构的稳定性起着至关重要的作用。工程实践中曾大量出现隧道拱脚、墙脚下沉，甚至塌方的事例，因此规定拱脚、墙脚以上1m范围内严禁欠挖。

8.4 支护

8.4.3 隧道开挖后及时进行支护是保证施工安全和提高支护效果的重要

手段，因为隧道施工其实就是利用了围岩的成拱效应，从环形结构的受力变形特点来看，上部下压、下部上抬，两边只能向外突，但两边受围岩约束又阻碍了其变形。所以，要求尽早封闭成环将会更好对围岩起到支撑作用，保护围岩的稳定。

8.4.4 喷射混凝土厚度的检查常用凿孔法。凿孔检查的做法宜在混凝土喷好 8h 以内，用短钎或电钻将孔凿出。此时混凝土强度较低，易于实行，发现混凝土厚度不够可以补喷，施工管理也方便。

IV、V、VI级围岩条件下，初期支护设有钢架，喷层相对较厚，利用雷达探测法检测，喷层与围岩界面易于识别，能准确判断喷层厚度，因此宜采用雷达检测法检测喷射混凝土厚度。I、II、III级围岩条件下，喷层较薄，地质雷达难以识别喷层与围岩界面，且地质雷达检测对施工干扰大、技术要求高，因此宜采用凿孔法检测喷层厚度。

8.4.7 理论分析和工程实践证明，锚杆抗拔力不能真实反映工程质量，锚杆砂浆饱满度对锚杆的作用效果起着重要影响。因此，将锚杆孔内砂浆密实饱满列为主控项目。

8.4.8 由于目前缺乏对注浆效果有效检验的方法和手段，实测项目未列出超前小导管注浆施工质量实测内容，在施工过程中按设计要求检查注浆量和注浆压力。

8.4.9 同本标准第 8.4.8 节的条文说明。

8.5 衬砌

8.5.6 仰拱对保证隧道结构稳定和安全十分重要。二次衬砌仰拱和边墙基础尽可能紧跟开挖面，并同时施作。仰拱钢筋保护层厚度在工前检查。

8.5.7 衬砌主筋间距检测采用尺量和地质雷达法，其中施工过程中采用尺量；二次衬砌施工完成后采用地质雷达法，同时衬砌背部回填密实度、主筋间距和厚度进行检测。

8.5.13 通过对单洞两车道隧道二次衬砌厚度的调研分析，本标准规定衬砌厚度合格标准为 90% 的检查点的厚度不小于设计厚度，且最小厚度不小于 0.5 倍设计厚度。对于单洞三车道、单洞四车道隧道二次衬砌厚度的检验，最小厚度的规定值通过结构计算分析确定。

9 工程防水

9.1 一般规定

9.1.1 隧道工程不同施工方法中的防水混凝土、各类防水层、防水板施工有许多共性，而且在现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 中有明确的规定，本章突出各种施工方法中的特殊用法。

9.2 围护结构防水

9.2.3 地下连续墙混凝土应为防水混凝土，作为单层墙结构首先要注意防水混凝土材料的品质，检测强度和抗渗等级。

9.2.4 钻孔灌注桩挡墙通常与深层搅拌桩防渗帷幕配合使用，以解决灌注桩间的密封。因此，彼此咬合处的缺损与渗漏水、漏泥现象是常见的病害，它们影响主体结构侧墙混凝土的浇筑质量。为此，要求堵漏处理后，桩表面不得流挂、不得淌水。

9.3 明（盖）挖法隧道防水

9.3.3 桩与底板接头用遇水膨胀止水条与密封胶兜绕密封，指的既是桩头与底板的周沿，也可以是桩头中钢筋的周沿。

9.3.4 支撑拆除后，内衬留下的窗洞用浇筑混凝土填实，很难严实，尤其洞口的上部容易有间隙。因此，宜沿施工缝周沿预留注浆管，作为窗洞施工缝一旦渗漏时堵止水用。这类注浆管宜为全断面可以出浆的注浆管。遇水膨胀密封胶宜为单组分罐装挤出型的密封胶，它容易在窗洞凸凹不平的混凝土侧面粘结，包括潮湿面粘结。其后，一旦缝隙开裂遇水还能膨胀止水。遇水膨胀止水条也可以用在窗洞施工缝的周沿，它的固定很重要，应通过粘结与射钉相结合的方式固定。

9.5 盾构法隧道防水

9.5.1 由于抗渗等级这一指标不足以反映工程界越来越重视的耐久性，

以检测离子半径小、渗透性强的氯离子扩散系数来确定混凝土的耐久性，已成为混凝土、防水工程界的共识。目前国家现行标准《地下铁道设计规范》GB 50157、《城市轨道交通设计规范》DGJ 08-109 中都规定了“应检测管片混凝土的渗透系数或氯离子扩散系数”。

倘若检测的混凝土达不到有关指标的话，则必须通过涂刷外防水涂层使之提高抗氯离子渗透扩散的能力。因此，除了应对涂层材料检测外，还应对涂刷涂层的混凝土作检测。

由于有些检测方法要求试件在氯盐溶液中浸泡时间长达 3 个月，加上试件的养护时间在 28d~60d 之间，检测周期长，因而提出了应在盾构推进多个月前开始检测，管片试生产、生产也应尽早进行。

9.5.3 管片缺损包括运送至现场接收检验和防水施工、送下井前的检查。这里规定的是关系到防水效果的后两种检查。近年的研究证明密封垫底脚的漏水是密封垫防水的关键。密封垫沟槽中的孔穴会直接影响止水的效果。

9.6 渗漏水治理

9.6.3 关于裂缝注浆堵水的工艺：如钻斜孔穿过裂缝方式，使用单向上逆的压环式注浆嘴注浆，对干燥或潮湿裂缝宜采用骑缝针眼法方式，与混凝土面成 90°角，并使用粘贴式金属或塑料注浆嘴低压注浆等。

变形缝注浆堵水的难题是冬、夏季温差变化后的复漏。对于轻度变形的渗漏缝，应选用弹性聚氨酯、弹性环氧等注浆液；对于较大变形及水压力的渗漏缝，应选用聚硫、聚氨酯以及遇水膨胀的密封胶等材料。

附录 B 检验批质量验收记录

B.0.1 本表格参照山东省工程建设标准《市政工程资料管理标准》DB37/T5118-2018 表 C7-01 检验批质量验收记录。

附录 E 单位（子单位）工程质量竣工验收记录

E.0.1 单位（子单位）工程质量控制资料核查记录、安全和使用功能核查、抽查记录、观感质量验收记录参照山东省工程建设标准《市政工程施工资料管理标准》DB 37/T 5118-2018 中相关的通用表格，其他表格详见《市政工程施工资料管理标准》DB 37/T 5118-2018。