

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/ XXXXX—2022

公路堰筑隧道工程质量检验评定规程

Code for quality inspection and evaluation of road cofferdam tunnel engineering

(报批稿)

2022 – XX – XX 发布

2022 – XX – XX 实施

江苏省市场监督管理局

发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 2

 4.1 一般规定 2

 4.2 工程质量检验 3

 4.3 工程质量评定 4

5 总体评定 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 隧道总体 4

6 围堰工程 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 土石围堰 5

 6.3 钢板（管）桩围堰 6

7 基坑围护及支护 8

 7.1 一般规定 8

 7.2 喷射混凝土 8

 7.3 锚杆 9

 7.4 型钢水泥土搅拌墙 10

 7.5 高压旋喷桩 11

 7.6 围护钻孔灌注桩 12

 7.7 地下连续墙 13

 7.8 混凝土冠梁及支撑 15

 7.9 钢支撑 16

 7.10 格构柱 16

8 基坑开挖及回填 17

 8.1 一般规定 17

 8.2 基坑开挖 17

 8.3 土方回填 18

 8.4 降水井 19

 8.5 软土就地固化 20

9 钢筋混凝土结构工程 20

 9.1 一般规定 20

9.2 钢筋制作及安装 21

9.3 混凝土主体结构 22

9.4 预制桩 23

9.5 钻孔灌注桩 24

10 防排水工程 25

10.1 一般规定 25

10.2 结构外防水 25

10.3 细部构造防水 26

10.4 排水沟 28

11 隧道路面 29

11.1 一般规定 29

11.2 沥青混凝土路面 29

附录 A（规范性） 单位、分部及分项工程的划分 31

附录 B（规范性） 水泥混凝土抗压强度评定 32

附录 C（规范性） 结构混凝土外观质量限制缺陷 34

附录 D（规范性） 压实度评定 35

附录 E（规范性） 防水层与混凝土间正拉黏结强度评定 37

附录 F（规范性） 路面横向力系数评定 38

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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这些专利的责任。

本文件由江苏省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省交通运输综合行政执法监督局、华设设计集团股份有限公司、江苏省交通工程建设局、苏交科集团股份有限公司。

本文件主要起草人：郑洲、方忠强、余有光、方太云、孙统立、刘亚楼、夏文俊、王峻、俞先江、周欣、唐风华、王海啸、赵阳、刘毅、姜益涛、王正、孙振锋、黄飞、张宇、吕志洲、郑鑫、华卫兵、沈东美、李相松、胡怀秋。

公路堰筑隧道工程质量检验评定规程

1 范围

本文件规定了公路堰筑隧道工程质量检验评定中基本规定、总体评定、围堰工程、基坑围护及支护、基坑开挖及回填、钢筋混凝土结构工程、防排水工程、隧道路面等内容的一般规定和检验内容。

本文件适用于公路堰筑隧道工程中土建工程的质量检验评定，城市道路堰筑隧道及明挖法隧道工程的质量检验评定可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 20934 钢拉杆
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50208 地下防水工程质量验收规范
- GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收规范
- GB 50286 堤防工程设计规范
- GB/T 50299 地下铁道工程施工质量验收标准
- GB 50446 盾构法隧道施工及验收规范
- GB 50496 大体积混凝土施工规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB/T 51295 钢围堰工程技术标准
- JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准
- JGJ 81 建筑钢结构焊接技术规程
- JGJ-106 建筑桩基检测技术规范
- JGJ 111 建筑与市政工程地下水控制技术规范
- JGJ 120 建筑基坑支护技术规程
- JGJ 145 混凝土结构后锚固工程技术规程
- JGJ/T 199 型钢水泥土搅拌墙技术规程
- JGJ/T 372 喷射混凝土应用技术规程
- JTG 79 建筑地基处理技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范
SL 260 堤防工程施工规范
SL 645 水利水电工程围堰设计规范
YB 3301 焊接H型钢

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

堰筑隧道 cofferdam tunnel

设置临时挡水围堰，在围堰内采用明挖法修建的隧道。

3.2

围堰 cofferdam

挡水结构，使主体结构、围护结构免受河（湖、海）水影响的临时性挡水建筑物。

3.3

土石围堰 earth-rock fill cofferdam

以土、砂、石等材料为主填筑而成的围堰。

3.4

钢板（管）桩围堰 steel sheet(pile) cofferdam

使用钢板（管）桩逐根插打，钢板（管）桩之间相互咬接，必要时加内支撑及封底，挡住外侧水土形成施工空间的围堰。

3.5

软土就地固化 In situ solidification of soft soil

利用固化剂对软弱土体就地进行均匀搅拌，使土体达到一定强度或其他使用要求，从而对土体进行就地利用或达到地基处理要求的方法。

3.6

自密实水泥土 Self-Consolidating cement soil

利用基坑开挖的弃土掺入一定比例的固化剂、水，通过特殊机械进行充分搅拌，形成的具有流动性的回填加固材料。

3.7

关键项目 dominant item

分项工程中对结构安全、耐久性和主要使用功能起决定性作用的检查项目，在本文件中以“Δ”标识。

3.8

一般项目 general item

分项工程中除关键项目以外的检查项目。

3.9

外观质量 appearance quality

通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量及功能状态。

4 基本规定

4.1 一般规定

- 4.1.1 公路堰筑隧道工程质量检验评定应按分项工程、分部工程、单位工程逐级进行，并应符合下列规定：
- a) 在合同段中，具有独立施工条件和结构功能的工程为单位工程；
 - b) 在单位工程中，按路段长度、结构部位及施工特点等划分的工程为分部工程；
 - c) 在分部工程中，根据施工工序、工艺或材料等划分的工程为分项工程。
- 4.1.2 单位工程、分部工程和分项工程应在施工准备阶段按附录 A 进行划分。
- 4.1.3 公路堰筑隧道工程质量检验评定应符合下列规定：
- a) 分项工程完工后，应根据本文件进行检验，对工程质量进行评定。隐蔽工程在隐蔽前应检查合格；
 - b) 分部工程、单位工程完工后，应汇总评定所属分项工程、分部工程质量资料，检查外观质量，对工程质量进行评定；
 - c) 临时工程只进行质量检验不对其评定，永久工程应进行质量检验与评定。
- 4.1.4 公路堰筑隧道工程质量检验评定除应符合本文件的规定外，还应符合国家和行业有关标准的规定。

4.2 工程质量检验

- 4.2.1 分项工程应按基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料等检验项目分别检查。
- 4.2.2 分项工程质量应在所使用的原材料、半成品、成品及施工控制要点等符合基本要求的规定，无外观质量限制缺陷且质量保证资料真实齐全时，方可进行检验评定。
- 4.2.3 基本要求检查应符合下列规定：
- a) 分项工程应对所列基本要求逐项检查，经检查不符合规定时，不得进行工程质量的检验评定；
 - b) 分项工程所用的各种原材料的品种、规格、质量及混合料配合比和半成品、成品应符合有关技术标准规定并满足设计要求。
- 4.2.4 实测项目检验应符合下列规定：
- a) 对检查项目按规定的检查方法和频率进行随机抽样检验并计算合格率；
 - b) 本文件规定的检查方法为标准方法，采用其他高效检测方法应经比对确认；
 - c) 本文件中以路段长度规定的检查频率为双车道路段的最低检查频率，对多车道应按车道数与双车道之比相应增加检查数量；
 - d) 应按式（1）计算检查项目合格率：

$$\rho = \frac{n}{m} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ρ ——检查项目合格率，单位为百分号（%）；

n ——合格的点（组）数；

m ——该检查项目的全部检查点（组）数。

- 4.2.5 检查项目合格判定应符合下列规定：
- a) 关键项目的合格率应不低于 95%，否则该检查项目为不合格；
 - b) 一般项目的合格率应不低于 80%，否则该检查项目为不合格；
 - c) 有规定极值的检查项目，任一单个检测值不应突破规定极值，否则该检查项目为不合格。
- 4.2.6 外观质量应进行全面检查，并满足规定要求，否则该检验项目为不合格。
- 4.2.7 工程应有真实、准确、齐全、完整的施工原始记录、试验检测数据、质量检验结果等质量保证资料。质量保证资料应包括下列内容：

- a) 所用原材料、半成品和成品质量检验结果；
- b) 材料配合比、拌和加工控制检验和试验数据；
- c) 地基处理、隐蔽工程施工记录和隧道施工监控资料；
- d) 质量控制指标的试验记录和质量检验汇总图表；
- e) 施工过程中遇到的非正常情况记录及其对工程质量影响分析评价资料；
- f) 施工过程中如发生质量事故，经处理补救后达到设计要求的认可证明文件等。

4.2.8 检验项目评为不合格的，应进行整修或返工处理直至合格。

4.3 工程质量评定

4.3.1 工程质量等级应分为合格与不合格。

4.3.2 工程质量评定应按分项工程、分部工程、单位工程逐级进行，检验评定用表应符合 JTG F80/1 的有关规定。

4.3.3 分项工程质量评定合格应符合下列规定：

- a) 检验记录应完整；
- b) 实测项目应合格；
- c) 外观质量应满足要求。

4.3.4 分部工程质量评定合格应符合下列规定：

- a) 评定资料应完整；
- b) 所含分项工程及实测项目应合格；
- c) 外观质量应满足要求。

4.3.5 单位工程质量评定合格应符合下列规定：

- a) 评定资料应完整；
- b) 所含分部工程应合格；
- c) 外观质量应满足要求。

4.3.6 评定为不合格的分项工程、分部工程，经返工、加固、补强或调测，满足设计要求后，可重新进行检验评定。

4.3.7 所含单位工程合格，该合同段评为合格；所含合同段合格，该建设项目评定为合格。

5 总体评定

5.1 一般规定

5.1.1 隧道土建工程总体设计包含隧道建筑限界、洞口位置、路面、装饰装修、附属设施、预留预埋、排水系统等内容。

5.1.2 隧道内横截沟、雨废水泵房、消防泵房、地下变电所、车行（人行）横通道等附属设施的位置、尺寸等应满足设计文件要求。

5.1.3 隧道施工后结构沉降、变形、防水、耐久性等应满足设计文件要求。

5.1.4 隧道路面面层的检验，应符合 JTG F80/1 的有关规定。

5.1.5 隧道装饰装修工程应符合 GB 50210 的有关规定。

5.2 隧道总体

5.2.1 基本要求

隧道总体应符合下列基本要求：

- a) 隧道结构内轮廓及所有运营设施均不得侵入建筑限界;
- b) 隧道防水施工质量应符合下列要求:
 - 高速公路、一级公路和二级公路隧道底板、侧墙、顶板、设备箱孔不漏水,结构表面可有少量湿渍;
 - 隧道局部机电设备集中区域不渗水,结构表面无湿渍;
 - 隧道有种植区域的顶板不渗水,结构表面无湿渍。
- c) 隧道防水等级的质量检验应在装修工程施工前进行,防水等级参照 GB 50208 的要求确定。

5.2.2 实测项目

隧道总体实测项目应符合表1的规定。

表1 隧道总体实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	行车道宽度/mm	±10	尺量或激光测距仪:曲线每 20m、直线每 40m 检查 1 个断面
2Δ	内轮廓宽度/mm	+5, -20	
3Δ	内轮廓高度/mm	+5, -10	尺量或激光测距仪:曲线每 20m、直线每 40m 检查 1 个断面
4	隧道偏位/mm	20	全站仪:曲线每 20m、直线每 40m 测 1 处
5	路面高程/mm	±10	水准仪:每 20m (曲线段) 或 50m (直线段) 检查 1 次
6Δ	渗漏水	满足设计要求	红外成像法, 100%检测

5.2.3 外观质量

隧道总体外观质量应符合下列规定:

- a) 隧道内结构轮廓线型应顺直,不得出现严重突变、折变或波浪弯曲现象;
- b) 排水系统无淤积、无堵塞。

6 围堰工程

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工前应对进场材料、构件进行检验和验收。
- 6.1.2 土石围堰、钢板(管)桩围堰的设置应符合设计要求。
- 6.1.3 地基处理采用水泥土搅拌桩时,参照 7.4 的要求进行。
- 6.1.4 围堰的迎水面防渗、防浪措施应符合设计要求。
- 6.1.5 围堰拆除应符合环境保护及水土保持要求。

6.2 土石围堰

6.2.1 基本要求

土石围堰施工应符合下列基本要求:

- a) 回填应分层、分段填压，接头部位应交替搭接，并符合 SL 260 中对压实作业的要求；
- b) 护面的类型、尺寸及强度应符合设计要求。

6.2.2 实测项目

土石围堰实测项目应符合表2的规定。

表2 土石围堰实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	堰顶高程/mm	0~+150	水准仪：按堤轴线方向每 200m 测 4 点
2	堰顶宽度/mm	-50~+150	尺量：按堤轴线方向每 200m 测 4 点
3	坡度	不陡于设计值	尺量：按堤轴线方向每 200m 测 4 点
4	轴线偏差/mm	±150	全站仪：按堤轴线方向每 200m 测 4 点
5	填土压实度	不小于设计值	灌砂法：每 200m 每压实层测 2 处

6.2.3 外观质量

土石围堰外观质量应符合下列规定：

- a) 填土表面应平整、边线顺直，无坑洼现象；
- b) 背水面无渗水现象。

6.3 钢板（管）桩围堰

6.3.1 基本要求

6.3.1.1 钢板（管）桩应符合下列基本要求：

- a) 钢板（管）桩无缺陷，外形尺寸应符合设计要求；
- b) 钢板（管）桩进场后应全数出具检验合格证和出厂检验报告；
- c) 钢板（管）桩的齿槽平直度及光滑度应无电焊渣或毛刺；
- d) 钢管桩与锁口拼装焊接应在加工厂内进行，符合 GB 50661 及 GB 50205 的相关规定。

6.3.1.2 拉杆应符合下列基本要求：

- a) 钢拉杆材料性能应满足设计要求；
- b) 钢拉杆各组件在安装前要进行表面清理；
- c) 钢拉杆组装时应注意保护表面涂层及螺纹；
- d) 应对钢拉杆进行施工后期的防护和防腐；
- e) 采用张拉设备或扭力扳手等措施对钢拉杆进行逐级张拉或紧固，达到设计要求。

6.3.1.3 围堰内填土的施工应符合下列基本要求：

- a) 围堰填土根据水上填筑和水下填筑，采取不同的填筑工艺；
- b) 填土料采用环保型材料，不得对环境造成污染；
- c) 围堰填土应满足设计要求，按设计要求验收合格后方可施工。

6.3.2 实测项目

6.3.2.1 钢板桩实测项目应符合表 3 的规定。

表3 钢板桩实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	与桩墙定位轴线距离/mm	±100	经纬仪、钢卷尺；打桩完成时：1根/20根与设计轴线不同的点
2	桩顶高程/mm	不低于设计高程	水准仪：全数
3	桩长/m	不小于设计值	尺量：全数
4	桩体垂直度	1%L	铅锤法：每桩
注：L为桩长。			

6.3.2.2 钢管桩实测项目应符合表4的规定。

表4 钢管桩实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	钢管桩桩位/mm	±15	经纬仪；全数
2	桩顶高程/mm	不低于设计高程	水准仪量测；全数
3	桩长/m	不小于设计值	尺量：全数
4	首节桩身垂直度	0.5%L	吊线和钢尺检查；全数
5	桩身垂直度	1%L	吊线和钢尺检查；全数
注：L为桩长。			

6.3.2.3 拉杆的实测项目应符合表5的规定。

表5 拉杆实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	长度/mm	≥设计值	尺量：抽查20%
2	拉杆与面板、锚定板连接	满足设计要求	目测：全部
3	水平间距/mm	±50	尺量：全数
4	高程/mm	±50	尺量：全数

6.3.2.4 填土的实测项目应符合表6的规定。

表6 填土实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	每层填土厚度/mm	≤300	挖验或水准仪测量；每200m每压实层测2点
2	填土压实度	不小于设计值	灌砂法；每200m每压实层测2处

6.3.3 外观质量

- 6.3.3.1 钢板（管）桩外观质量应符合下列规定：
- a) 钢板（管）桩外形应顺直、无变形，连接锁扣处应无锈蚀；
 - b) 钢板（管）桩施工及使用期间相邻钢板（管）桩咬合搭接，应无漏水现象。
- 6.3.3.2 拉杆的外观质量应符合下列规定：
- a) 拉杆的表面应光滑，不允许有目视可见的裂纹、折叠、分层、结疤和锈蚀等缺陷；
 - b) 拉杆与钢板（管）桩应紧固连接，不允许有脱落、偏位。
- 6.3.3.3 填土表面应平整、边线顺直，无坑洼现象。

7 基坑围护及支护

7.1 一般规定

- 7.1.1 基坑围护施工完成后的质量检验应在基坑开挖前进行，支锚结构的质量验收应在对应的分层土方开挖前进行。
- 7.1.2 基坑支护结构施工前应对放线尺寸进行校核，施工过程中应根据施工组织设计复核各项施工参数，施工完成后宜在一定养护期后进行质量验收。
- 7.1.3 基坑开挖过程中，应根据分区分层开挖情况及时对基坑开挖面的围护墙外观质量，支护结构的变形、渗漏水情况以及支撑竖向支承构件的垂直度偏差等项目进行检查。
- 7.1.4 基坑支护如采用钢板（管）桩，质量检验见 6.3 相关要求。
- 7.1.5 水泥土挡墙、止水帷幕如采用搅拌桩形式，质量检验见 7.4 相关要求，并满足防渗设计要求。

7.2 喷射混凝土

7.2.1 基本要求

- 喷射混凝土的基本要求应满足：
- a) 喷射混凝土强度应符合设计要求，不得采用干喷工艺施工；
 - b) 受喷基面应无空洞、杂物，疏导、排泄措施应符合设计要求；
 - c) 钢筋网片铺设及固定应符合设计要求。

7.2.2 实测项目

喷射混凝土实测项目应符合表7的规定，钢筋网实测项目应符合表8的规定。

表7 喷射混凝土实测项目

项次	检测项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	喷射混凝土强度/MPa		不小于设计值	28d 试块强度：每 500m ² 喷射混凝土预留试块 1 组，不足 500m ² 按 1 组计。
2	放坡开挖	喷层厚度/mm	平均厚度≥设计厚度；60%的检查点的厚度≥设计厚度；最小厚度≥0.6 设计厚度	地质雷达法或凿孔法：沿隧道纵向分别在边坡顶、护坡道、坡脚等点位布置连续测线（点），每 30m 检查 1 个断面，每个断面检测 3 个点。
3		喷层与土体接触情况	无空洞，无杂物	

表 7 喷射混凝土实测项目（续）

项次	检测项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
4Δ	垂直 开挖	平整度/mm	20	全部检查，2m 直尺检查
5		喷层厚度/mm	平均厚度≥设计厚度；60%的检 查点的厚度≥设计厚度；最小 厚度≥0.6 设计厚度	地质雷达法或凿孔法：取最薄处厚度作为 测试结果。竖向每 5m 布置一条水平测线 （点），30m 测一处，每处测线长度不小于 10m。

表8 钢筋网实测项目

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	网格尺寸/mm	±10	尺量：每 100m ² 检查 3 个网眼
2	搭接长度/mm	≥50	尺量：每 20m 测 3 个点

7.2.3 外观质量

喷射混凝土的外观质量应符合下列规定：
喷射混凝土表面应无漏喷、离鼓、钢筋网外露。

7.3 锚杆

7.3.1 基本要求

- 锚杆的基本要求应满足：
- a) 锚杆的根数不得少于设计要求；
 - b) 锚杆的长度应大于或等于设计长度，锚杆插入锚孔内的长度不得小于设计长度的 98%；
 - c) 锚杆注浆性能应符合相关施工技术规范规定，锚孔内注浆应密实，注浆压力满足设计要求；
 - d) 基坑支护如采用土钉墙形式，土钉的质量检验参照锚杆相关要求。

7.3.2 实测项目

锚杆的实测项目应符合表9的规定。

表9 锚杆实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	抗拔承载力	不小于设计值	锚杆抗拔试验：检查数量按设计要求，设计 未要求时按锚杆数 5%，且不少于 3 根检查
2Δ	锚固体强度	不小于设计值	试块强度：抽查 20%
3Δ	预加力	不小于设计值	检查压力表读数：抽查 20%
4Δ	锚杆长度	不小于设计值	用钢尺量：抽查 20%
5	钻孔孔位/mm	≤100	用钢尺量：抽查 20%

表9 锚杆实测项目（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
6	锚杆直径	不小于设计值	用钢尺量：抽查 20%
7	钻孔倾斜度/（°）	≤3	测倾角：抽查 20%
8	水胶比（或水泥砂浆配比）	设计值	实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
9	注浆量	不小于设计值	查看流量计
10	注浆压力	设计值	检查压力表读数
11	自由套管长度/mm	±50	用钢尺量：抽查 20%

7.3.3 外观质量

锚杆的外观质量应满足下列规定：

- 混凝土表面无本文件附录 C 所列限制缺陷；
- 锚杆不得外露，且与钢筋网连接不得松脱，封锚混凝土或砂浆应无裂缝、疏松。

7.4 型钢水泥土搅拌墙

7.4.1 基本要求

型钢水泥土搅拌墙的基本要求应符合下列规定：

- 型钢水泥土搅拌墙施工应符合 JGJ/T 199 的规定；
- 水泥、外加剂、钢材等原材料的质量、规格等应符合设计要求和现行有关标准的规定；
- 型钢焊缝质量应符合 JGJ 81 的规定；
- 型钢水泥土搅拌墙中拟拔除回收的型钢，插入前应先在干燥条件下除锈，再在其表面涂刷减摩材料，回收 H 型钢应及时进行注浆填充。

7.4.2 实测项目

型钢水泥土搅拌墙中水泥土搅拌桩的实测项目应符合表10的规定，型钢施工的实测项目应符合表11的规定，型钢水泥土搅拌墙施工实测项目应符合表12的规定。

表10 水泥土搅拌桩实测项目

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距/mm	±100	尺量：抽查 2%且不少于 5 点
2	垂直度/%	≤0.5（三轴） ≤1（单轴或双轴）	经纬仪或检查自动测斜仪：每桩全过程
3	搭接/mm	搭接长度的 1/4 且 ≤50	桩头暴露后用钢尺：三轴桩位每根桩，其余为抽查
4	桩径/mm	≥设计值	尺量：抽查 2%且不少于 5 点
5Δ	桩长/mm	≥设计值	查施工记录并结合取芯检查 0.2%，且不少于 3 根
6Δ	强度/MPa	不小于设计值	取芯法：抽查桩数的 0.5%，且不少于 3 根

表11 型钢施工实测项目

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	型钢顶标高/mm	±50	水准仪测量：每根桩
2	型钢平面位置/mm	±50（平行于基坑边线）	用钢尺量：每根桩
3		±10（垂直于基坑边线）	用钢尺量：每根桩
4	型钢长度/mm	±50	用钢尺量：每根桩

表12 型钢水泥土搅拌墙施工实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	表面平整度/mm	±20	2m 直尺：每 200m 测 2 点，且不少于 5 点

7.4.3 外观质量

型钢水泥土搅拌墙外观质量应符合下列规定：

- a) 水泥搅拌墙轴线顺直，外形整齐；
- b) 开挖后墙面无渗漏水；
- c) 型钢位置无偏转。

7.5 高压旋喷桩

7.5.1 基本要求

高压旋喷桩的基本要求应符合下列规定：

- a) 高压旋喷桩施工工艺应根据设计要求结合现场试验或施工经验确定具体施工参数；
- b) 水泥、外加剂等原材料的质量、规格等应符合设计要求和现行有关标准的规定；
- c) 桩位、压力表、流量表的精度和灵敏度，高压喷射设备的性能等，应符合设计和工艺要求。

7.5.2 实测项目

高压旋喷桩的实测项目应符合表13的规定。

表13 高压旋喷桩实测项目

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	加固体强度/MPa	不小于设计值	取芯法：抽查桩数的 1%，且不少于 3 根
2Δ	水泥用量/%	不小于设计要求，并满足工艺要求	查看流量计，每根桩读 3 次数
3	钻孔位置偏差/mm	≤50	钢尺，每根桩
4	钻孔垂直度/%	≤1	经纬仪或角度仪测钻杆，每根桩
5	桩长/mm	不小于设计值	查施工记录并结合取芯检查 0.2%，且不少于 3 根
6	桩体搭接/mm	>200	开挖后用钢尺量，或根据取芯情况判断
7	注浆压力/MPa	按设计或工艺参数	查看压力表，每根桩

7.5.3 外观质量

高压旋喷桩外观质量应符合下列规定：

- a) 高压旋喷桩轴线顺直，外形整齐；
- b) 开挖后墙面无渗漏水。

7.6 围护钻孔灌注桩

7.6.1 基本要求

围护钻孔灌注桩应符合下列基本要求：

- a) 成孔后清孔，并测量孔径、孔深、孔位和沉渣厚度，确认满足设计要求并符合施工技术规范规定后，方可灌注水下混凝土；
- b) 水下混凝土应连续灌注，灌注时钢筋笼不应上浮；
- c) 嵌入冠梁的锚固钢筋长度不得小于设计要求的锚固长度；
- d) 混凝土强度检验频率：灌注桩每浇筑 50m³ 必须至少留置 1 组混凝土强度试件，单桩不足 50m³ 的桩，每连续浇筑 12h 必须至少留置 1 组混凝土强度试件。有抗渗等级要求的灌注桩尚应留置抗渗等级检测试件，一个级配不宜少于 3 组。

7.6.2 实测项目

围护钻孔灌注桩钢筋笼安装实测项目应符合表14的规定，钻孔灌注桩实测项目应符合表15的规定，咬合桩导墙的实测项目应符合表16的规定。

表14 围护钻孔灌注桩钢筋笼安装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主筋间距/mm		±10	尺量：每段检测 2 个断面
2	箍筋或螺旋筋间距/mm		±20	尺量：每段检测 10 个断面
3	钢筋外骨架外径或厚、宽/mm		±10	尺量：每段检测 2 个断面
4	钢筋骨架长度/mm		±100	尺量：每个骨架测 2 处
5	钢筋骨架底端高程/mm		±50	水准仪：测顶端高程测，用骨架长度计算
6Δ	保护层厚度/mm		+20， -10	尺量：测每段钢筋骨架外侧定位块处

表15 围护钻孔灌注桩实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度/MPa		不小于设计值	28d 试块强度或钻芯法
2	桩位/mm	允许值	≤50	全站仪：每桩测中心坐标
		极值	≤100	
3Δ	孔深/mm		≥设计值	测绳：每桩测量
4	孔径/mm		≥设计值	探孔器或超声波成孔检测仪：每桩测量

表 15 围护钻孔灌注桩实测项目（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
5	钻孔垂直度/mm	$\leq 0.5\%L$ ，且 ≤ 200	钻杆垂线法或超声波成孔检测仪：每桩测量
6	沉渣厚度/mm	≤ 200	沉渣仪或重锤量测
7Δ	桩身完整性	每桩均满足设计要求；设计未要求时，每桩不低于Ⅱ类	满足设计要求；设计未要求时，采用低应变反射波法或超声波透射法：20%抽检，且不少于 5 根。
注：L为桩长，计算规定值或允许偏差时以mm计。			

表16 导墙实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	成孔孔径/mm	+30、0	超声波或井径仪：每桩测量
2	成孔垂直度	$\leq 1/300$	超声波或测斜仪：每桩测量
3Δ	成孔孔深	不小于设计值	钻杆长度或用测绳：每桩测量
4	导墙平面位置/mm	≤ 20	钢尺量：检查全部
5	导墙顶面标高/mm	± 20	水准测量：检查全部

7.6.3 外观质量

围护钻孔灌注桩外观质量应符合下列规定：

- a) 凿除桩头预留混凝土后，桩顶应无残余的松散混凝土；
- b) 外露混凝土表面无漏筋现象。

7.7 地下连续墙

7.7.1 基本要求

地下连续墙应符合下列基本要求：

- a) 每一槽段成槽后应清底，并测量槽深、槽宽及倾斜度，确认满足设计要求并符合施工技术规范规定后，方可灌注水下混凝土；
- b) 水下混凝土应连续灌注，灌注时钢筋骨架不应上浮；
- c) 无损和取芯检测数量及结果应符合设计要求；
- d) 槽段接头形式和质量应符合设计要求，墙体接头不应出现夹渣、松散，间隔灌注时接头处不应出现漏水、漏浆；
- e) 相邻两槽段墙体中心线在任一深度的偏差值不得超过墙厚的 1/10；
- f) 墙体强度试块检查每 100m³混凝土不应少于 1 组，且每幅槽段不应少于 1 组，每组为 3 件；墙体混凝土抗渗试块每 5 幅槽段不应少于 1 组，每组为 6 件。

7.7.2 实测项目

地下连续墙钢筋安装实测项目符合表17的规定，地下连续墙实测项目应符合表18的规定。

表17 地下连续墙钢筋安装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主筋间距/mm	± 10	尺量：每段检测 2 个断面
2	箍筋或螺旋筋间距/mm	± 20	尺量：每段检测 10 个断面
3	钢筋外骨架外径或厚、宽/mm	± 10	尺量：每段检测 2 个断面
4	钢筋骨架长度/mm	± 100	尺量：每个骨架测 2 处
5	钢筋骨架底端高程/mm	± 50	水准仪：测顶端高程测，用骨架长度计算
6Δ	保护层厚度/mm	+20, -10	尺量：测每段钢筋骨架外侧定位块处

表18 地下连续墙实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	墙体强度		不小于设计值	28d 试块强度或钻芯法
2Δ	槽壁垂直度	临时结构	$\leq 1/200$	超声波：20%，2 点/幅
		永久结构	$\leq 1/300$	超声波：100%，2 点/幅
3Δ	槽段深度		不小于设计值	测绳：2 点/幅
4	导墙尺寸	宽度（设计墙厚+40）/mm	± 10	用钢尺量：检查全部
		垂直度	$\leq 1/500$	用线锤测：检查全部
		导墙顶面平整度/mm	± 5	用钢尺量：检查全部
		导墙平面定位/mm	≤ 10	用钢尺量：检查全部
		导墙顶标高/mm	± 20	水准测量：检查全部
5	槽段宽度	临时结构	不小于设计值	超声波：20%，2 点/幅
		永久结构	不小于设计值	超声波：100%，2 点/幅
6	槽段位	临时结构/mm	≤ 50	钢尺：100%，1 点/幅
		永久结构/mm	≤ 30	
7	沉渣厚度	临时结构/mm	≤ 150	测绳：100%，2 点/幅
		永久结构/mm	≤ 100	
8	地下连续墙表面平整度	临时结构/mm	± 150	全部检查，2m 直尺检查
		永久结构/mm	± 100	
9	永久结构渗漏水/（L/（m ² ·d））		无渗漏、线流，且 ≤ 0.1	现场检验

7.7.3 外观质量

地下连续墙外观质量应符合下列规定：

- a) 墙顶应无松散混凝土；
- b) 外露墙体在任意槽段内应无突变转折；
- c) 基坑开挖后墙体应无透水、翻砂。

7.8 混凝土冠梁及支撑

7.8.1 基本要求

混凝土冠梁及支撑应符合下列基本要求：

- a) 施工前，应对放线尺寸、标高进行校核，对混凝土冠梁及支撑的钢筋和混凝土进行检验；
- b) 钢筋混凝土支撑应与格构柱顶部的纵向钢筋混凝土系梁同时施工，系梁的钢筋和混凝土检验要求与支撑相同；
- c) 混凝土强度检验频率：每浇筑 50m³ 必须至少留置 1 组混凝土强度试件，单次浇筑不足 50m³ 的构件，每连续浇筑 12h 必须至少留置 1 组混凝土强度试件。

7.8.2 实测项目

冠梁及支撑钢筋制作及安装实测项目应符合表19的规定，混凝土冠梁及支撑实测项目应符合表20的规定。

表19 冠梁及支撑钢筋制作及安装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	主筋间距/mm	两排以上排距	±5	尺量：长度≤20m 时，每构件检查 2 个断面；长度>20m 时，每构件检查 3 个断面
		同排	±20	
2	箍筋、构造钢筋、螺旋筋间距/mm		±10	尺量：每构件测 10 个间距
3	钢筋骨架尺寸/mm	长	±10	尺量：按骨架总数 30%抽测
		宽、高或直径	±5	
4	弯起钢筋位置/mm		±20	尺量：每骨架抽查 30%

表20 混凝土冠梁及支撑实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度	不小于设计值	28d 试块强度
2	截面宽度/mm	+20~0	用钢尺量：检查全部
3	截面高度/mm	+20~0	用钢尺量：检查全部
4	标高/mm	±20	水准测量：检查全部
5	轴线平面位置/mm	≤20	用钢尺量：检查全部

7.8.3 外观质量

混凝土冠梁及支撑外观质量应符合下列规定：
轴线顺直，表面无露筋、开裂、孔洞、蜂窝、麻面、疏松、夹渣等。

7.9 钢支撑

7.9.1 基本要求

- 钢支撑应符合下列基本要求：
- a) 施工前，应对放线尺寸、标高进行校核。钢支撑进场后应全数出具检验合格证和出厂检验报告；
 - b) 钢支撑与围护结构的连接节点、钢支撑的连接节点和格构柱应可靠连接，钢围檩应连续；
 - c) 钢支撑应在土方挖至设计位置后及时安装，施加预应力应符合设计要求；
 - d) 钢支撑系统加工、安装、保护、拆除以及换撑应符合 JGJ 120 中相关要求。

7.9.2 实测项目

钢支撑实测项目应符合表21的规定。

表21 钢支撑实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	预加轴力/kN	±10%	查千斤顶压力表读数，检查全部
2	轴线平面位置/mm	≤30	用钢尺量，检查全部
3	标高/mm	±20	水准测量：检查全部

7.9.3 外观质量

- 钢支撑外观质量应符合下列规定：
- a) 钢支撑外观应顺直，无扭曲、无变形、无锈蚀现象；油漆涂层无起泡、鼓包现象；
 - b) 钢支撑焊缝表面无裂纹、凹陷、焊瘤、气孔、夹渣现象。

7.10 格构柱

7.10.1 基本要求

- 格构柱应符合下列基本要求：
- a) 格构柱制作、安装、堆放过程中，平直度、焊缝质量应符合设计要求；
 - b) 格构柱构件应符合设计要求。

7.10.2 实测项目

格构柱实测项目应符合表22的规定。

表22 格构柱实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	截面尺寸（格构柱）/mm	≤5	用钢尺量：检查全部
2	格构柱长度/mm	±50	用钢尺量：检查全部

表 22 格构柱实测项目（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
3	垂直度	$\leq 1/200$	全站仪测量：检查全部
4	缀板间距/mm	± 20	用钢尺量：检查全部
5	格构柱顶标高/mm	± 20	水准测量：检查全部
6	平面位置/mm	≤ 20	用钢尺量：检查全部
7	平面转角/（°）	≤ 5	用量角器量：检查全部

7.10.3 外观质量

格构柱的外观质量应符合下列规定：

- 格构柱线型平直，无弯折、扭曲、变形、锈蚀现象；
- 连接部位焊缝表面无裂纹、凹陷、焊瘤、气孔、夹渣现象。

8 基坑开挖及回填

8.1 一般规定

8.1.1 基坑开挖的范围、顺序、方法应与设计工况一致，并遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、严禁超挖”的原则。

8.1.2 在开挖前，应做好地面排水，并采取有效措施降低地下水位，确保地下水位在基坑开挖面以下。

8.1.3 压实回填时，应分层、分段、水平、对称填压。

8.1.4 土方堆放与运输应满足施工组织设计要求，符合环保要求。

8.2 基坑开挖

8.2.1 基本要求

基坑开挖应满足下列基本要求：

- 基坑开挖前，支护结构、降排水、监控量测等工作应完成并验收合格；
- 基底验槽合格后，及时浇筑垫层。

8.2.2 实测项目

基坑开挖实测项目应符合表23的规定。

表23 基坑开挖实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	平面尺寸/mm		不小于设计值	尺量：每 20m 长度、宽度各测 3 点
2	标高/mm		0, -50	全站仪：每 20m 测 5 点
3	边坡	坡度	不陡于设计值	坡度尺：每 200m 测 2 点，且不少于 5 点
4		表面平整度/mm	± 20	2m 直尺：每 200m 测 2 点，且不少于 5 点

8.2.3 外观质量

基坑开挖外观质量应符合下列规定：

- a) 基坑边线顺直、外形整齐；
- b) 开挖基面无积水，坑内明沟、盲沟内无杂物、排水通畅。

8.3 土方回填

8.3.1 基本要求

土方回填应满足下列基本要求：

- a) 人工压实回填时主体结构混凝土强度应不低于设计强度的 75%。机械压实回填时应在主体结构混凝土强度达到设计强度且覆土厚度不小于 1m 后进行；
- b) 回填前应清除基底垃圾、树根、淤泥等杂物，无积水；
- c) 回填料应按设计要求验收合格后方可填入；
- d) 自密实水泥土应通过现场试验确定施工配合比。

8.3.2 实测项目

土方回填实测项目应符合表24的规定，自密实水泥土回填的实测项目应满足表25的规定。

表24 土方回填实测项目

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	每层回填层厚/mm	≤300	尺量：每 200m 每层每侧测 5 点
2	两侧回填高差/mm	≤500	水准仪：每 200m 每层每侧测 3 处
3	回填标高/mm	0~-50	水准仪：每 200m 顶部测 5 处
4Δ	回填压实度	不小于设计值	灌砂法或环刀法：每 200m 每压实层测 2 点

表25 自密实水泥土回填实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	无侧限抗压强度/MPa	不小于设计值	检测方法：参考 JGJ/T 70；检测频率：每 400m ³ 制取一组试件
2	表面平整度/mm	≤25	3m 直尺；路宽<9m 时，每 20m 检查 1 点；路宽为 9~15m 时，每 20m 检查 2 点；路宽>15m 时，每 20m 检查 3 点
3	坍落度/mm	满足设计要求	坍落度试验：每 200m ³ 取样不得少于一次

8.3.3 外观质量

土方回填外观质量应符合下列规定：

- a) 填土表面应平整，无坑洼现象；
- b) 回填坡面无积水；
- c) 自密实水泥土表面应平整、密实、接缝平顺，无明显粗、细骨料集中现象，无裂缝、松散、浮料。

8.4 降水井

8.4.1 基本要求

降水井应满足下列基本要求：

- a) 施工前应进行成井工艺和运行效果试验；
- b) 降水井的出水量及降水效果应满足设计要求；
- c) 降水井施工材料质量检验应符合 GB 50202 的规定；
- d) 降水井封井、洗井应符合设计要求；
- e) 降水井应采取措施进行保护；
- f) 基坑疏干井、减压井降排水效果应满足设计要求；
- g) 止水帷幕的类型、止水施工范围和技术指标应满足设计要求。

8.4.2 实测项目

轻型井点施工的实测项目应符合表26的规定，喷射井点施工实测项目应符合表27的规定，管井施工的实测项目应符合表28的规定。

表26 轻型井点施工实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	成孔孔径/mm	± 20	用钢尺量：每井
2	成孔深度/mm	+1000, -200	测绳测量：每井
3	滤料回填量	不小于设计计算体积的 95%	测算滤料用量且测绳测量回填高度：每井
4	黏土封孔高度/mm	≥ 1000	用钢尺量：每井
5	井点管间距/m	0.8~1.6	用钢尺量：每井

表27 喷射井点施工实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	成孔孔径/mm	+50, 0	用钢尺量：每井
2	成孔深度/mm	+1000, -200	测绳测量：每井
3	滤料回填量	不小于设计计算体积的 95%	测算滤料用量且测绳测量回填高度：每井
4	井点管间距/m	2~3	用钢尺量：每井

表28 管井施工实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	泥浆比重	1.05~1.10	比重计：每井
2Δ	滤料回填高度	+10%, 0	现场搓条法检验土性、测算封填粘土体积、孔口浸水检验密封性：每井
3Δ	封孔	设计要求	现场检验：每井

表 28 管井施工实测项目（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
4	成孔孔径/mm	±50	用钢尺量：每井
5	成孔深度/mm	±20	测绳测量：每井
6	含砂量（体积比）	≤1/20000	含砂量计测量：每井

8.4.3 外观质量

降水井外观质量应符合下列规定：

- a) 降水井内无杂物，抽水畅通，无浑浊、堵管现象；
- b) 降水井管身和井口无碰撞、损坏迹象。

8.5 软土就地固化

8.5.1 基本要求

软土就地固化应符合下列基本要求：

- a) 固化剂采用自动化计量系统；
- b) 应通过现场试验验证施工配合比。

8.5.2 实测项目

软土就地固化实测项目应符合表29的规定。

表29 软土就地固化实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	7天不排水抗剪强度/kPa	不小于设计值	十字板剪切试验，每 200m 检查不少于 3 处
2	固化体厚度/mm	±200	取芯法：每 200m 检查不少于 3 处
3	固化体宽度/mm	±100	尺量：每 200m 检查不少于 3 处

8.5.3 外观质量

软土就地固化外观质量应符合下列规定：

- a) 表面平整，无明显坑洼、积水现象；
- b) 加固体无明显结块现象。

9 钢筋混凝土结构工程

9.1 一般规定

9.1.1 结构钢筋的安装、连接、锚固、节点的加强处理等应符合设计要求和现行有关标准的规定，应保证钢筋的保护层厚度。

9.1.2 结构的施工缝、变形缝、后浇带等的位置和处理应按设计要求和施工技术方案进行。

- 9.1.3 大体积混凝土施工应按 GB 50496 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。
- 9.1.4 应根据设计要求预留预埋设施，并对预埋件进行验收。
- 9.1.5 混凝土结构模板及支架、钢筋、混凝土的施工质量验收应符合 GB 50204 的规定；防水混凝土施工质量验收应符合 GB 50208 的规定。
- 9.1.6 地基处理如采用搅拌桩、旋喷桩形式，质量检验要求见 7.4、7.5，并满足沉降、承载力等要求。
- 9.1.7 隧道混凝土调平层的强度、标高等应符合设计要求。

9.2 钢筋制作及安装

9.2.1 基本要求

钢筋制作及安装应符合下列基本要求：

- a) 钢筋安装应保证设计要求的钢筋根数；
- b) 钢筋的连接方式、同一连接区段内的接头面积应满足设计要求；接头位置应设在受力较小处，任何连接区段内同一根钢筋不得有两个接头；
- c) 钢筋的搭接长度、焊接和机械接头质量应满足施工技术规范的规定；
- d) 钢筋表面不得有裂纹及其他损伤；
- e) 钢筋的保护层垫块应分布均匀，数量及材料性能应满足设计要求和有关技术规范的规定；
- f) 钢筋应安装牢固，钢筋网应有足够的钢筋支撑，在混凝土浇筑过程中不应出现移位；
- g) 钢筋植筋的质量检验与验收应满足 JGJ 145 的规定和要求；
- h) 钢筋制作及安装实测项目应符合表 30 的规定，且任一点的保护层厚度不得有超过表 30 中数值 1.5 倍的允许偏差，在受侵蚀性物质影响的环境中保护层厚度的偏差不应出现负值。保护层厚度应在模板安装完成后混凝土浇筑前检查。

9.2.2 实测项目

钢筋制作及安装实测项目应符合表30的规定。

表30 钢筋制作及安装实测项目

项次	检查项目			规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	主筋间距/mm	两排以上排距		±5	尺量：长度≤20m 时，每构件检查 2 个断面；长度>20m 时，每构件检查 3 个断面
		同排	顶板、侧墙、梁、中隔板	±10	
			底板	±20	
2	箍筋、构造钢筋、螺旋筋间距/mm			±10	尺量：每构件测 10 个间距
3	钢筋骨架尺寸/mm	长		±10	尺量：按骨架总数 30%抽测
		宽、高或直径		±5	
4	弯起钢筋位置/mm			±20	尺量：每骨架抽查 30%
5Δ	保护层厚度/mm	顶板、侧墙、梁、中隔板		±5	尺量：每构件各立模板面每 3m ² 检查 1 处，且每侧面不少于 5 处
		底板		±10	

9.2.3 外观质量

钢筋制作及安装外观质量应符合下列规定：

- a) 钢筋表面无裂皮、油污、颗粒状或片状锈蚀及焊渣、烧伤，绑扎或焊接的钢筋网和钢筋骨架不得松脱和开焊；
- b) 焊接接头、连接套筒不得出现裂纹。

9.3 混凝土主体结构

9.3.1 基本要求

混凝土主体结构应符合下列基本要求：

- a) 预埋件的数量、位置和固定应满足设计和施工技术规范的规定；
- b) 混凝土结构不应出现孔洞、露筋、开裂、蜂窝、麻面、疏松、夹渣等现象；
- c) 混凝土强度、抗渗等级应符合设计要求。

9.3.2 实测项目

混凝土（垫层）实测项目应符合表31的规定，混凝土主体结构（梁、板、墙、柱）实测项目应符合表32的规定。

表31 混凝土垫层实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度/MPa	在合格标准内	按附录 B 检查
2	顶面高程/mm	0, -20	水准仪：测 5 处
3	坑底标高/mm	0, -50	测绳和水准仪：测 5 处
4	平整度	10mm 或符合设计要求	全部检查，3m 直尺检查

表32 混凝土主体结构（梁、板、墙、柱）实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度/MPa	在合格标准内	按附录 B 检查
2Δ	混凝土抗渗等级	符合设计要求	参照 GB50208 进行
3	轴线偏差/mm	≤10	全站仪：每浇筑节段/根沿纵横向各测两点
4	断面尺寸/mm	厚度 ±10	尺量：每浇筑节段 8~10 处
		宽度 ±20	尺量：每浇筑节段 8~10 处
5	墙、柱垂直度/mm	≤5	全站仪或垂线检查：每浇筑节段外露面垂直方向每 20m ² 测一处
6	平整度/mm	≤8	2m 直尺检查：两个垂直（水平）每 10m 测 2 点
7	顶面高程/mm	±10	全站仪或水准仪：每浇筑节段 8~10 处
8	预埋件、预留孔洞、变形缝中心位置/mm	≤10，且满足设计要求	全站仪或尺量：抽查每浇筑节段数量的 10%且不少于 3 件

表 32 混凝土主体结构（梁、板、墙、柱）实测项目（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
9	预留孔洞尺寸/mm	± 10 ，且满足设计要求	全站仪或尺量：抽查每浇筑节段数量的 10%且不少于 3 件
10	节段间错台/mm	≤ 5	尺量：测每节每侧面
11 Δ	钢筋保护层/mm	0.9~1.3 倍设计值	钢筋保护层厚度测定仪检查：每浇筑节段抽查 2 处，每处布置 1m \times 2m 测区并检测 10 点。

9.3.3 外观质量

混凝土主体结构外观质量应符合下列规定：

- 混凝土表面应平整光洁、色泽一致，无附录 C 所列限制缺陷；
- 不应出现超过设计要求的裂缝，不应出现渗漏水现象。

9.4 预制桩

9.4.1 基本要求

预制桩应符合下列基本要求：

- 桩身混凝土强度达到设计强度 100%时方可起吊、运输、沉桩；
- 预制桩接头质量应满足设计要求；
- 预制桩钢筋加工及安装实测项目要求见 9.2。

9.4.2 实测项目

混凝土桩预制实测项目应符合表33的规定，预制桩沉桩实测项目应符合表34的规定。

表33 混凝土桩预制实测项目

项次	检测项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度/MPa		在合格标准内	按附录 B 检查
2	长度/mm		±50	尺量：每桩测量
3	横截面/mm	桩径或边长	±5	尺量：抽查 10%的桩，每桩测 3 个断面
		空心中心与桩中心 偏差	≤5	
4	桩尖与桩的纵轴线偏差/mm		≤10	尺量：抽查 10%的桩，每桩测量
5	桩纵轴线弯曲矢高/mm		≤0.1%L，且≤20	沿桩长拉线梁，取最大矢高；抽查 10%的桩
6	桩顶面与桩纵轴线倾斜偏差/mm		≤1%D，且≤3	角尺：抽查 10%的桩，各测 2 个垂直方向
7	接桩的接头平面与桩轴线垂直度		≤0.5%	角尺：抽查 20%的桩，各测 2 个垂直方向
注：L为桩长，D为桩径或边长，计算规定值或允许偏差时以mm计。				

表34 预制桩沉桩实测项目

项次	检测项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩位/mm	顺隧道方向	≤ 40	全站仪：抽查 20%，测桩中心坐标
		垂直隧道方向	≤ 50	
2	桩尖高程/mm		\leq 设计值	尺量：抽查 10%的桩，每桩测量
3	倾斜度		$\leq 1\%$	铅锤法：每桩测量（露出部分）
4	桩身完整性		满足设计要求，设计未要求时，应不影响其性能、使用功能、耐久性	满足设计要求；设计未要求时，采用低应变反射波法或超声波透射法：每桩检测

9.4.3 外观质量

预制桩外观质量应符合下列规定：

- 预制桩混凝土表面不应存在附录 C 所列限制缺陷；
- 桩头应无未处理的劈裂、破碎、破损。

9.5 钻孔灌注桩

9.5.1 基本要求

隧道主体钻孔灌注桩应符合下列基本要求：

- 成孔后清孔，并测量孔径、孔深、孔位和沉淀厚度，确认满足设计要求并符合施工技术规范规定后，方可灌注水下混凝土；
- 水下混凝土应连续灌注，灌注时钢筋笼不应上浮；
- 嵌入底板的锚固钢筋长度不得小于设计要求的锚固长度；
- 混凝土强度、孔深、孔径、钻孔倾斜度见 7.6 相关要求；
- 隧道主体钻孔灌注桩钢筋笼安装实测项目见 9.2 相关要求。

9.5.2 实测项目

钻孔灌注桩实测项目应符合表35的规定。

表35 钻孔灌注桩实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩位/mm	≤ 100	全站仪：每桩测中心坐标。
2	沉渣厚度/mm	端承型桩 ≤ 50 摩擦型桩 ≤ 100	沉渣仪或重锤量测
3Δ	桩身完整性	每桩均满足设计要求；设计未要求时，每桩不低于 II 类	满足设计要求；设计未要求时，采用低应变反射波法或超声波透射法：每桩检测。
4	单桩承载力	满足设计要求	检查方法：单桩竖向抗拔/抗压静载试验；检查数量：总数的 1%，且不少于 3 根；总桩数小于 50 根时，检测数量不应少于 2 根
5	保护层厚度/mm	+20，-10	尺量：测每段钢筋骨架外侧定位块处

9.5.3 外观质量

隧道主体钻孔灌注桩外观质量应符合下列规定：

- a) 桩头凿除后桩顶应无残余松散混凝土；
- b) 外露混凝土不应存在附录 C 所列限制缺陷。

10 防排水工程

10.1 一般规定

防水材料的质量、规格、性能等应符合设计和规范要求；材料进场后应全数出具检验合格证和出厂检验报告。

10.2 结构外防水

10.2.1 基本要求

结构外防水应符合下列基本要求：

- a) 防水施工环境应符合 GB 50208 的相关规定；
- b) 卷材固定及搭接胶粘使用的辅助性建筑材料应符合设计要求；
- c) 结构外防水层施工范围内基面应平整、洁净、干燥，无积水、突变、尖锐物体；
- d) 阴阳角处理应符合设计要求，防水层完工并验收合格后应及时施作保护层。

10.2.2 实测项目

防水涂层实测项目应符合表36的规定，防水卷材实测项目应符合表37的规定，细石混凝土实测项目应符合表38的规定，PVC防水板、PE泡沫塑料板应符合表39的规定。

表36 防水涂层实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	厚度/mm		平均厚度不小于设计值，最小厚度不小于设计厚度的 90%	测厚仪：每施工段测 10 处，每处测 3 点
2Δ	用量（与计算值相比）/kg		不小于设计值	按涂抹面积计算：每施工段
3	基面平整度/mm	现浇结构面	≤5	2m 直尺、塞尺：每施工段测 10 处，每处测 3 点
4	防水层与混凝土间正拉黏接强度		平均强度应大于或等于设计强度值；小于设计强度值的测点数量不超过5%；最小强度不小于设计强度值的85%。	按附录 E 检查

表37 防水卷材实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	相邻卷材有效搭接宽度（不计钉孔）/mm	≥100	尺量：铺贴面积每 100m ² 检查 1 处，每处 10m ² ，且不得少于 3 处

表 37 防水卷材实测项目（续）

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
2Δ	防水卷材固定/mm	钉长	≥30	尺量：铺贴面积每 100m ² 检查 1 处，每处 10m ² ，且不得少于 3 处
		垫片直径	≥20	
3	基面平整度/mm	现浇结构面	≤5	2m 直尺、塞尺：每施工段测 10 处，每处测 3 点

表38 细石混凝土实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土抗压强度/MPa		在合格标准内	按附录 B 检查
2Δ	顶面高程	底板/mm	0, -10	水准仪：面积每 100m ² 检查 1 处，每处 10m ² ，且不得少于 3 处
		顶板/mm	+20, -10	
3	细石混凝土厚度/mm		不小于设计值	尺量：面积每 100m ² 检查 1 处，每处 10m ² ，且不得少于 3 处

表39 PVC 防水板、PE 泡沫塑料板实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	PVC 防水板	设置范围超出种植顶板边缘以外/m	符合设计要求	尺量：铺设面积每 100m ² 抽查 1 处，每处 10m ² ，但不得少于 3 处
		搭接宽度/mm	≥100	尺量：按焊缝条数抽查 5%，每条焊缝为 1 处，但不得少于 3 处
		焊缝宽度/mm	≥10	
		气密性检测	≤10%	双焊缝间空腔充气，压力表达达到 0.25MPa 时停止，保持 15min：按焊缝条数抽查 5%，每条焊缝为 1 处，但不得少于 3 处
2	PE 泡沫塑料板	固定点数	≥6 点/m ²	目测：铺设面积每 100m ² 抽查 1 处，每处 10m ² ，但不得少于 3 处
		拼接间隙/mm	≤5	尺量：铺设面积每 100m ² 抽查 1 处，每处 10m ² ，但不得少于 3 处

10.2.3 外观质量

结构外防水外观质量应符合下列规定：

- 涂层应无漏涂、气泡、脱皮、胎体外漏；
- 卷材防水层应无空鼓、破损、翘边、褶皱，焊接应无脱焊、漏焊、假焊、焊焦、焊穿，粘接应无脱粘、漏粘。

10.3 细部构造防水

10.3.1 基本要求

细部构造防水应满足下列基本要求：

- a) 结构的施工缝、诱导缝、变形缝等应按设计要求采取止水措施，并对止水带采取有效保护措施。后续结构施工，对接缝应进行清理；
- b) 细部构造各类止水密封及防水材料的质量、品种、规格应符合设计要求。材料进场后应全数出具检验合格证和出厂检验报告；
- c) 预埋式注浆管应固定牢靠，并符合设计要求；
- d) 穿墙套管、降水井、格构柱等细部构造防水施工应符合设计要求，并应符合 GB 50208 中有关规定；
- e) 变形缝处预埋件安装、填缝及密封应符合设计要求，并应符合 GB 50208 中有关规定；
- f) 变形缝处内装可卸式止水带应符合下列基本要求：
 - 止水带接头宜留设在底板范围，不得设在转角处；
 - 止水带两端的齿牙应连续、完整，转角处应采用与安装基面轮廓相匹配的定制连接件，安装应符合 GB 50208 中有关规定。

10.3.2 实测项目

止水带实测项目应符合表40的规定，预埋式注浆管实测项目应符合表41的规定，水泥基渗透结晶型防水涂料实测项目应符合表42的规定，填缝材料实测项目应符合表43的规定。

表40 止水带实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	纵向偏差/mm	±50	尺量：每环测 3 点
2Δ	固定点间距/mm	±50	尺量：每环测 3 点
3	止水带轴线与施工缝或变形缝表面距离/mm	≤10	尺量：每环测 3 点

表41 预埋式注浆管实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	安装	直径/mm	符合设计要求
		单管长度/m	符合设计要求
		安装位置/mm	≤10
		接头交错搭接宽度/mm	符合设计要求
2	注浆	最大注浆压力/MPa	符合设计要求

表42 水泥基渗透结晶防水涂料实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	用量（与计算值相比）/（kg/m ² ）	不小于设计值	按涂抹面积计算：每施工段

表43 填缝材料实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	拼接间隙/mm	≤ 2	尺量：每施工段

10.3.3 外观质量

细部构造防水外观质量应符合下列规定：

- a) 止水带应无松脱、扭曲；
- b) 止水带连接缝应无裂口、脱胶；
- c) 变形缝处预埋角钢应符合下列基本要求：
- d) 角钢表面应洁净、平整、无锈蚀、麻点、划痕等缺陷；
- e) 焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑、针状气孔等缺陷；
- f) 嵌填密封材料的缝内两侧基面应平整、洁净、干燥，密封材料嵌填应严密、连续、饱满，粘结牢固。

10.4 排水沟

10.4.1 基本要求

排水沟的基本要求应符合下列规定：

- a) 隧道纵向排水沟、横截沟的材质和规格应满足设计要求；
- b) 排水沟施工完成后，应清理排水系统中的建筑垃圾，及时疏通排水管道；
- c) 横截沟盖板与两侧基础应连接可靠、表面平整。

10.4.2 实测项目

排水沟实测项目应符合表44的规定。

表44 排水沟实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度/MPa	在合格标准内	按附录 B 检查
2	轴线偏位/mm	15	全站仪：每 10m 测 1 处
3	断面尺寸/mm	± 10	尺量：每 10m 测 1 处
4Δ	壁厚/mm	不小于设计值	尺量：每 10m 测 1 处
5	沟底高程/mm	± 20	水准仪：每 10m 测 1 处
6Δ	纵坡/mm	满足设计要求	水准仪：每 10m 测 1 处
7	基础厚度/mm	不小于设计值	尺量：每 10m 测 1 处

10.4.3 外观质量

排水沟的外观质量应符合下列规定：

沟槽盖板应无松动、破损。

11 隧道路面

11.1 一般规定

- 11.1.1 隧道路面沥青、垫层等材料应符合设计要求。
- 11.1.2 隧道边沟、盖板、防撞侧石等预制构件，应符合设计要求和现行有关规范的规定。

11.2 沥青混凝土路面

11.2.1 基本要求

- 11.2.1.1 沥青混凝土路面应满足下列基本要求：
 - a) 应严格控制沥青混合料拌合的加热温度。拌合后的沥青混合料应均匀、无花白、无粗细料分离和结团成块的现象；
 - b) 应按规定要求控制碾压工艺，严格控制摊铺和碾压温度；
 - c) 隧道内路面需要具有良好的排水系统，能将路面表水尽快排出；
 - d) 隧道内沥青混凝土路面铺装应符合环保要求；
 - e) 隧道内底板调平层实测项目见 9.3 相关要求；
 - f) 表 45 中压实度，高速公路、一级公路应选用 2 个标准评定，以合格率低作为评定结果；其他等级公路选用 1 个标准进行评定；
 - g) 当沥青混合料、施工工艺与路面相同时，压实度、渗水系数可并入路面进行检验，压实度可在路面上取芯。
- 11.2.1.2 小型预制构件的基本要求应符合下列规定：
 - a) 预制构件的质量应符合设计要求；
 - b) 安装砌筑稳固，顶面平整，缝宽均匀，线形直顺，曲线段线形圆顺美观。

11.2.2 实测项目

- 11.2.2.1 沥青混凝土路面实测项目应符合表 45 的规定。

表45 沥青混凝土路面实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法和频率
			高速公路、一级公路	其他公路	
1Δ	压实度		≥试验室标准密度的 96% (*98%) ≥最大理论密度的 92% (*94%) ≥试验段密度的 98% (*99%)		按附录 D 检查,长度不大于 200m 时测 5 点,每增加 100m 增加 2 点
2	厚度/mm		+10, -5		水准仪: 以同隧道底板产生相同挠度变形的点为基准点, 测量隧道路面铺装施工前后相对高差: 长度不大于 100m 每车道测 3 处, 每增加 100m 每车道增加 2 处
3	平整度	δ/mm	≤1.2	≤2.5	平整度仪: 全隧道每车道连续检测, 每 100m 计算 δ、IRI
		IRI/ (m/km)	≤2.0	≤4.2	
		最大间隙 h/mm	-	≤5	3m 直尺: 半幅车道板带每 200m 测 2 处×5 尺

表 45 沥青混凝土路面实测项目（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差		检查方法和频率
		高速公路、一级公路	其他公路	
4	渗水系数/(mL/min)	满足设计要求；设计未要求时，SMA 铺装 ≤ 120 ，其他 ≤ 200		渗水试验仪：长度不大于 200m 时测 5 处，每增加 100m 增加 1 处
5	横坡/%	± 0.3	± 0.5	水准仪：长度不大于 200m 测 5 个断面，每增加 100m 增加 1 个断面
6	抗滑构造深度/mm	满足设计要求	—	铺砂法：长度不大于 200m 时测 5 处，每增加 100m 增加 1 处
7	摩擦系数	满足设计要求	—	摆式仪：每 200m 测 1 处 横向力系数测定车：全线连续检测，按附录 F 评定
注：1) 带*号者指 SMA 路面。 2) 表中 δ 为平整度仪测定的标准差；IRI 为国际平整度指数； h 为 3m 直尺与面层的最大间隙。				

11.2.2.2 小型预制构件实测项目应符合表 46 的规定。

表46 小型预制构件实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	混凝土强度/MPa	在合格标准内	按附录 B 检查
2	断面尺寸/mm	± 5	尺量：测 2 个断面，抽查构件总数的 30%
3	长度/mm	+5, -10	尺量：测中线处，抽查构件总数的 30%

11.2.3 外观质量

11.2.3.1 沥青混凝土路面的外观质量应符合下列规定：

- 与排水沟等结构构件衔接处，沥青混凝土路面应无开裂、松散；
- 表面裂缝、松散、推挤、碾压轮迹、油丁、泛油、离析的累计长度不得超过 50m；
- 搭接处烫缝应无枯焦；
- 路面应无积水。

11.2.3.2 小型预制构件的外观质量应符合下列规定：

- 混凝土外观色泽一致，表面平整，棱线顺直，无啃边、掉角；
- 混凝土表面无附录 C 所列限制缺陷。

附 录 A
(规范性)
单位、分部及分项工程的划分

表 A.1 单位、分部及分项工程的划分

单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程
隧道工程 （每座或 每个合同 段）	总体（每座或合同段）		隧道总体
	围堰工程（一个 舱室长度）	土石围堰	填土、防渗墙、护面、地基处理
		钢板（管）桩围堰	钢板（管）桩、填土、拉杆、地基处理
	基坑开挖及回填（一个施工段长度）		软土就地固化、降水井、土方开挖、土方回填、自密实水泥土
	基坑围护及支 护（一个施工段 长度）	支挡式结构	喷射混凝土支护、锚杆、土钉墙、重力式挡墙、重力式挡墙钢筋加固及安装、型钢水泥土搅拌桩、钻孔灌注桩钢筋加工及安装、钻孔灌注桩、咬合桩、地下连续墙钢筋加工及安装、地下连续墙
		支撑系统	混凝土支撑钢筋加工及安装、混凝土支撑、冠梁、格构柱、钢围檩及钢支撑
		止水帷幕	水泥土搅拌桩、高压旋喷桩
	地基及基础（一个施工段长度）		水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、垫层、钻孔灌注桩钢筋加工及安装、钻孔灌注桩、预制桩钢筋加工及安装、预制桩
	防排水（一个变形缝节段）		结构外防水、结构细部防水、排水沟
	钢筋混凝土结构工程（一个变形缝节段）		底板钢筋加工及安装、底板混凝土结构、侧墙和中隔墙钢筋加工及安装、侧墙和中隔墙混凝土结构、顶板钢筋加工及安装、顶板混凝土结构、中隔板钢筋加工及安装、中隔板混凝土结构
	隧道路面（每座 或合同段）	隧道路面	底板调平层钢筋加工及安装、底板调平层、沥青混凝土路面铺装
		防撞侧石	防撞侧石钢筋加工及安装、防撞侧石
		预留预埋工程	预留孔洞、预留预埋件
小型预制构件		小型预制构件钢筋加工及安装、小型预制构件	
注：			
1）表中单位、分部及分项工程的划分可根据具体情况做适当调整；			
2）表中围堰工程、基坑开挖、基坑围护及支护为临时工程，隧道总体、基坑回填、地基及基础、防排水、钢筋混凝土结构工程、隧道路面为永久工程。临时工程只进行质量检验不对其评定，永久工程应进行质量检验与评定。			

附 录 B
(规范性)
水泥混凝土抗压强度评定

B.1 评定水泥混凝土的抗压强度，应以标准养生 28d 龄期的试件、在标准试验条件下测得的极限强度为准，试件应为边长为 150mm 的立方体，大体积混凝土标准养生龄期设计另有要求的应从其要求。每组试件 3 个。制取组数应符合下列规定：

- a) 不同强度等级及不同配合比的混凝土应在浇筑地点或拌和地点随机取样，分别制取试件；
- b) 浇筑一般体积的结构物（如梁、板、柱等）时，每一单元结构物应制取 2 组；
- c) 连续浇筑大体积结构时，每 80~200m³ 或每一工作班应制取 2 组；
- d) 小型构件每批或每工作班至少应制取 2 组；
- e) 应根据施工需要，另制取几组与结构物同条件养生的试件，作为拆模、吊装、张拉预应力、承受荷载等施工阶段的强度依据。

B.2 水泥混凝土抗压强度的合格评定应符合下列规定：

- a) 同批试件组数大于或等于 10 组时，应以数理统计方法评定，并满足下述条件：

$$m_{f_{cu}} \geq f_{cu,k} + \lambda_1 S_n \dots\dots\dots (B.1)$$

$$f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,k} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：
 n ——同批混凝土试件组数；
 $m_{f_{cu}}$ ——同批 n 组试件强度的平均值，单位为兆帕（MPa），精确到 0.1MPa；
 S_n ——同批 n 组试件强度的标准差，单位为兆帕（MPa），精确到 0.01MPa；当 $S_n < 2.5$ MPa 时，取 $S_n = 2.5$ MPa；
 $f_{cu,k}$ ——混凝土设计强度等级，单位为兆帕（MPa）；
 $f_{cu,min}$ —— n 组试件中强度等级最低一组的值，单位为兆帕（MPa），精确到 0.1MPa；
 λ_1 、 λ_2 ——合格判定系数，见表 B.1。

表 B.1 λ_1 、 λ_2 的值

n	10~14	15~19	≥ 20
λ_1	1.15	1.05	0.95
λ_2	0.9	0.85	

- b) 同批试件组数小于 10 组时，可用非数理统计方法评定，并满足下述条件：

$$m_{f_{cu}} \geq \lambda_3 f_{cu,k} \dots\dots\dots (B.3)$$

$$f_{cu,min} \geq \lambda_4 f_{cu,k} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：
 λ_3 、 λ_4 ——合格判定系数，见表 B.2。

表 B.2 λ_3 、 λ_4 的值

混凝土强度等级	<C60	\geq C60
λ_3	1.15	1.10
λ_4	0.95	

B.3 检查项目中，水泥混凝土抗压强度评为不合格时，相应分项工程应为不合格。

附 录 C
(规范性)
结构混凝土外观质量限制缺陷

- C.1 结构混凝土外观质量应进行全面检查。
C.2 外观质量检查前，结构混凝土的表面不得进行涂饰。
C.3 结构混凝土外观质量的限制缺陷应按表C.1 确定。

表 C.1 结构混凝土外观质量限制缺陷

名称	现象	限制缺陷	
		桩基等局部承压构件或部位	顶底板、侧墙、梁、柱、内部结构、小型预制构件等
裂缝	表面延伸到内部的缝隙	存在非受力裂缝和宽度超过设计规定值的受力裂缝	存在宽度超过设计规定限值的非受力裂缝（设计未规定时，内部结构裂缝宽度为 0.3mm，其他结构或构件为 0.2mm）
孔洞	深度超过保护层厚度的孔穴	存在孔洞	
露筋	钢筋未被混凝土包裹而形成的外露	存在露筋	
蜂窝	表面缺失水泥浆形成的局部蜂窝样粗骨料外露	存在蜂窝	主要受力部位：存在蜂窝； 其他部位：单个蜂窝面积大于 0.02m ² ，或蜂窝总面积超过所在面面积的 1%，或深度超过 10mm 及 1/2 保护层厚度的蜂窝
疏松	由于离析、振捣不足而形成的局部不密实	存在疏松	主要受力部位：存在疏松； 其他部位：疏松总面积超过所在面面积的 1%；任何一处面积大于 0.02m ² 的疏松；深度超过 10mm 及 1/2 保护层厚度的疏松
夹渣	混凝土中夹有杂物	存在夹渣	若杂物为钢筋、钢板等易腐蚀金属，视同为露筋；若杂物为土块、木块、混凝土碎块及其他杂物等视同为蜂窝
麻面	混凝土表面局部缺浆、粗糙或密集小凹坑	预制构件：麻面总面积超过所在面面积的 2%； 其他结构或构件：麻面总面积超过所在面面积的 3%	
外形缺陷	棱线不直、翘曲不平、飞边凸肋、啃边、崩角	影响结构使用功能或构件安装的外形缺陷，深度超过 1/2 保护层厚度的啃边、崩角	
其他表面缺陷	掉皮、起砂、污染	预制构件：缺陷超过所在面面积的 2%； 其他构件：缺陷超过所在面面积的 3%	
注：			
1）非受力裂缝系指由荷载以外的作用而产生的裂缝，受力裂缝指由荷载作用而产生的裂缝；			
2）主要受力部位包括梁、板、结构侧墙的跨中、支座、梁柱节点等部位。			

附 录 D
(规范性)
压实度评定

- D.1 隧道路面的压实度应以重型击实标准为准。沥青层压实度应以现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的规定为准。对于特殊干旱、潮湿地区或过湿土,可以现行《公路路基设计规范》(JTG D 30)、《公路路基施工技术规范》(JTG F10)规定的压实度标准进行评定。
- D.2 标准密度应作平行试验,求其平均值作为现场检验的标准值。对于均匀性差的路面结构层材料,应根据实际情况增补标准密度试验,求得相应的标准值。
- D.3 路面压实度应以 1~3km 长的路段为检验评定单元,按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)的要求进行现场压实度抽样检查,求算每一测点的压实度 K_i 。路面结构层压实度检查可采用灌砂法、水袋法或钻孔取样蜡封法。应用核子密度仪时,应经对比试验检验,确认其可靠性。
- 检验评定段的压实度代表值 K (算术平均值的下置信界限)为:

$$K = \bar{K} - t_a S / \sqrt{n} \geq K_0 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

\bar{K} ——检验评定段内各测点压实度的平均值;

t_a ——t分布表中随测点数和保证率(或置信度 α)而变的系数; t_a 见表D.1。

采用的保证率,高速公路、一级公路:路面面层为95%;其他公路:路面面层为90%;

S ——检测值的标准差;

n ——检测点数;

K_0 ——压实度标准值。

沥青面层:当 $K \geq K_0$ 且全部测点大于或等于规定值减1个百分点时,评定路段的压实度合格率为100%;当 $K \geq K_0$ 时,按测定值不低于规定值减1个百分点的测点数计算合格率。

$K < K_0$ 时,评定路段的压实度应为不合格,相应分项工程评为不合格。

表 D.1 t_a / \sqrt{n} 值

n	保证率			n	保证率		
	99%	95%	90%		99%	95%	90%
2	22.501	4.465	2.176	21	0.552	0.376	0.289
3	4.021	1.686	1.089	22	0.537	0.367	0.282
4	2.270	1.177	0.819	23	0.523	0.358	0.275
5	1.676	0.953	0.686	24	0.510	0.350	0.269
6	1.374	0.823	0.603	25	0.498	0.342	0.264
7	1.188	0.734	0.544	26	0.487	0.335	0.258
8	1.060	0.670	0.500	27	0.477	0.328	0.253
9	0.966	0.620	0.466	28	0.467	0.322	0.248
10	0.892	0.580	0.437	29	0.458	0.316	0.244
11	0.833	0.546	0.414	30	0.449	0.310	0.239
12	0.785	0.518	0.393	40	0.383	0.266	0.206
13	0.744	0.494	0.376	50	0.340	0.237	0.184

表 D.1 t_a / \sqrt{n} 值(续)

n	保证率			n	保证率		
	99%	95%	90%		99%	95%	90%
14	0.708	0.473	0.361	60	0.308	0.216	0.167
15	0.678	0.455	0.347	70	0.285	0.199	0.155
16	0.651	0.438	0.335	80	0.266	0.186	0.145
17	0.626	0.423	0.324	90	0.249	0.175	0.136
18	0.605	0.410	0.314	100	0.236	0.166	0.129
19	0.586	0.398	0.305	>100	$\frac{2.3265}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.6449}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.2815}{\sqrt{n}}$
20	0.568	0.387	0.297				

附 录 E
(规范性)

防水层与混凝土间正拉黏结强度评定

- E.1 本附录适用于防水层正拉黏结强度的现场检测和评定。
- E.2 现场使用的黏结强度检测仪（拉拔仪）技术性能应不低于《数显式黏结强度检测仪》（JG/T 507）的规定。
- E.3 测点数量和布置应符合下列规定：
- a) 当一个施工段的面积不大于 500m²时测 5 点，超过 500m²时每增加 500m²增加测 2 点，每一连续施工的防水层长度为一个施工段；
 - b) 测点应随机布置，且间距不小于 5.0m。
- E.4 被测部位表面应清理干净并保持干燥。预切缝形状为 50mm 的圆形，从清理干净的表面向混凝土基体内部切割预切缝，切入深度为 3~5mm、宽度为 1~2mm。切缝完毕，应再次清理表面。
- E.5 应采用高强、快速固化的黏结剂粘贴圆形钢标准块，避免黏结剂进入预切缝。在黏结剂完全固化前不得扰动钢标准块。
- E.6 钢标准块直径为 50mm，厚度不低于 20mm，应采用 45 号钢制作，其带有的传力螺杆应满足所用检测仪的要求。
- E.7 检测应在防水层固化干燥后连接钢标准块。加载应以小于或等于 0.2MPa/s 的匀速进行，记录破坏时的荷载值和防水层温度，并观察破坏形式。检测完成后应对检测部位进行修补。
- E.8 正拉黏结强度应按式（E.1）计算：

$$f_i = \frac{P_i}{A} \dots\dots\dots (E.1)$$

- 式中：
- f_i ——测点 i 的正拉黏结强度，单位为兆帕（MPa）；
 - P_i ——测点 i 破坏时的荷载值，单位为牛（N）；
 - A ——钢标准块的黏结面积，单位为平方毫米（mm²）。
- E.9 不应出现钢标准块与黏结胶间的界面破坏，否则重做。
- E.10 检测部位的温度与设计强度对应的温度不一致时，检测的黏结强度应按检测部位的温度进行修正。
- E.11 防水层黏结强度的合格标准应符合下列规定：
- a) 平均强度应大于或等于设计强度值；
 - b) 平均强度应大于或等于设计强度值；
 - c) 小于设计强度值的测点数量不超过 5%；
 - d) 最小强度不小于设计强度值的 85%。
- E.12 检查项目中防水层黏结强度评为不合格时，相应分项工程应为不合格。

附 录 F
(规范性)
路面横向力系数评定

F.1 评定路段内的路面横向力系数应按SFC的设计或验收标准值进行评定。

F.2 SFC代表值为SFC算数平均值的下置信界限值，即：

$$SFC_r = \overline{SFC} - \frac{t_\alpha}{\sqrt{n}} S \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

SFC_r —— SFC 代表值；

\overline{SFC} —— SFC 平均值；

S —— 标准差；

n —— 采集数据样本数量；

t_α —— t 分布表中随测点数和保证率（或置信度 α ）而变的系数，可查表D.1。

采用的保证率：高速公路、一级公路为95%；其他公路为90%。

F.3 当SFC代表值不小于设计或验收标准时，应以所有单个SFC值统计合格率；当SFC代表值小于设计或验收标准时，该路段应为不合格。