

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

公路工程沉管法隧道质量评定规范

Specification for quality acceptance of immersed tunnel in highway engineering

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

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	1
4 基本规定	2
4.1 一般规定	2
4.2 工程质量评分	2
4.3 工程质量评定	4
5 隧道总体要求	4
5.1 一般规定	4
5.2 隧道总体	4
6 管节制作	5
6.1 一般规定	5
6.2 钢筋混凝土管节	5
6.3 钢壳混凝土管节	6
6.4 预埋件	10
7 基槽开挖	10
7.1 一般规定	10
7.2 水下开挖	11
7.3 基槽清淤	11
8 沉管基础	12
8.1 一般规定	12
8.2 地基处理	12
8.3 基础处理	14
8.4 基础垫层	15
8.5 后填法垫层	15
9 管节安装	16
9.1 一般规定	16
9.2 管节对接	16
10 管节接头	16
10.1 一般规定	16
10.2 端钢壳	16
10.3 GINA 止水带	18
10.4 OMEGA 止水带	18
10.5 钢剪力键	18
10.6 混凝土剪力键	19

11	最终接头	19
11.1	一般规定	19
11.2	最终接头安装	19
12	基槽回填	20
12.1	一般规定	20
12.2	锁定回填	20
12.3	一般回填	20
12.4	护面回填	21
13	隧道防火及装修	21
13.1	一般规定	21
13.2	防火涂层	21
13.3	防火板	21
13.4	装饰板	22
13.5	安全门安装	22
14	隧道防水及防腐	22
14.1	一般规定	22
14.2	结构防水	22
14.3	施工缝防水	23
14.4	结构防腐	24
15	附属结构	24
15.1	一般规定	24
15.2	压重混凝土	24
15.3	管沟	25
15.4	防撞侧石	25
15.5	路缘石	26
15.6	边沟	26
15.7	截水沟	27
16	衔接段隧道	27
16.1	一般规定	27
16.2	基坑开挖	27
16.3	地基加固	28
16.4	基坑回填	28
附录 A (规范性)	单位、分部及分项工程的划分	29
附录 B (规范性)	分部工程验收外观质量扣分细则	30
附录 C (规范性)	分部工程权值	31
附录 D (规范性)	钢壳沉管自密实混凝土脱空检验方法	32
D.1	基本技术要求	32
D.2	冲击映像法顶板脱空检测技术	32

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专利的责任。

本文件由深中通道管理中心提出。

本文件由广东省公路学会归口。

本文件起草单位：深中通道管理中心、上海海科工程咨询有限公司、中交第一航务工程局有限公司、广东交科检测有限公司、中交天津港湾工程研究院有限公司

主编：

参加编写人员：

主审：

参加审查人员：

本文件为首次发布。

公路工程沉管法隧道质量评定规范

1 范围

本文件规定了公路工程中钢筋混凝土和钢壳混凝土的水中沉管隧道工程、衔接段隧道土建工程的质量验收标准与评定方法。

本文件适用于公路工程沉管法隧道的水中沉管隧道工程、衔接段隧道土建工程的质量评定。

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 51201 沉管法隧道施工与质量验收规范
- GB/T 51318 沉管法隧道设计标准
- JTG/T 3371-01 公路沉管隧道设计规范
- JTG/T 3371 公路水下隧道设计规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTS 206 水运工程地基基础施工规范
- JTS 237 水运工程地基基础试验检测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预制 fabrication

在特定场所内工厂化生产沉管隧道管节等成品构件的活动。

3.2

浮运 towing or transportation

指通过船舶或其它方式将管节拖运至指定地点的活动。

3.3

沉放 immersion

指将浮在水面的管节沉放至管节基础或者设置在基础上的临时支撑上的施工过程。

3.4

对接 connection

将沉放于水下的管节精确调整位置和高程后,使正在沉放管节与已经沉放的管节或岸上段连接贯通的施工过程。

3.5

最终接头 closure or final joint

实现沉管隧道贯通的连接结构,又称合拢接头。

3.6

管节接头 immersion joint

管节与管节、管节与衔接段之间的连接结构。

3.7

钢壳混凝土管节 composite steel-concrete element

采用双层钢板-混凝土组合结构的沉管管节。

3.8

钢筋混凝土管节 reinforced concrete element

采用钢筋混凝土结构的沉管管节。

3.9

GINA 止水带 GINA gasket

安装于管节接头处的压缩式防水专用橡胶制品。

3.10

OMEGA 止水带 OMEGA seal

安装于管节接头或节段接头处的可更换式防水专用橡胶制品。

3.11

回填 backfill

隧道管节沉放完成后，在隧道基槽内采用填料对管节两侧和顶部进行填筑的活动。填料一般为颗粒状的岩石或者满足设计要求的其他材料。

3.12

锁定回填 locking fill

通常采用颗粒材料，填充在隧道周围比较低的位置，以便将隧道管节控制在安装位置的活动。

3.13

块石护面 rock protection or armour

用于回填和基床防冲刷的保护层，也用于保护隧道不受潜在的撞击和抛锚的破坏。

3.14

碎石基础垫层 gravel bed foundation

在基槽开挖后、管节沉放前进行施工。碎石基础垫层通常经过刮平，偏差符合要求后，不再需要调整而直接将管节安装在碎石基础垫层上面。基床面上不需要设置临时支撑。

3.15

水下基槽开挖 underwater trench excavation

挖掘拟建沉管隧道水下基槽的作业，开挖基槽的工作，通常分两个阶段进行，第一阶段为粗挖，第二阶段在沉放管节之前进行的精挖。

3.16

水下基床整平 underwater foundation bed leveling

在水下开挖好的基槽内抛填特定规格的块石，然后采用专用设备进行振平处理，从而形成平整连续的块石基床层的施工过程。

4 基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 公路工程沉管法隧道质量评定应按分项工程、分部工程和单位工程逐级进行评定。

4.1.2 公路工程沉管法隧道单位工程、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 公路工程沉管法隧道质量评定应符合下列规定：

- 分项工程完工后，应根据本规范进行检验，对工程质量进行评定。隐蔽工程在隐蔽前应检查合格；
- 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；
- 临时工程只检验质量不对其进行评定。

4.2 工程质量评分

4.2.1 分项工程质量检验

4.2.1.1 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。

4.2.1.2 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。

4.2.1.3 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、质量及半成品、成品应符合有关技术标准规定并符合设计要求。

4.2.1.4 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) 本规范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) 本规范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) 应按以下公式计算检查项目合格率：

$$A = \frac{B}{C} \times 100 \quad (1)$$

式中：

A —— 检查项目合格率（%）；

B —— 合格的点（组）数；

C —— 该检查项目的全部检查点（组）数。

4.2.1.5 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。

4.2.1.6 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。

4.2.1.7 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。

4.2.1.8 检验项目评为不合格的，应进行整修或返工处理直至合格。

4.2.2 分部工程质量评分

采用以检查项目合格率为基础、加权平均计算的评分法，满分为100分，存在外观缺陷或资料不全等问题时应予扣分。

$$D = \frac{\sum (A \times E)}{\sum (E)} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

D —— 分部工程实测得分；

A —— 检查项目合格率（%）；

E —— 检查项目权值。

检查项目为分部工程中所有分项工程的实测项，其中关键检查项目权值为2，一般检查项目权值为1。

分部工程评分=分部工程实测得分-外观缺陷扣分-资料扣分

外观缺陷扣分：工程外观质量存在缺陷问题时应予以扣分，外观检测内容和扣分标准见附录B。

资料扣分：按照第4.2.1条规定，对质量保证资料进行检查，资料不符合真实、准确、齐全、完整的要求时应予扣分，每项内容对应扣分不超过3分，累计扣分不超过10分。施工资料和图表残缺，缺乏最基本的数据，或有伪造涂改的，不予检验和评定，应进行整改。

4.2.3 单位工程质量评分

单位工程质量评分规则及评分公式见公式3。单位工程评分由相应分部工程评分和分部工程权值加权平均计算，各分部工程权值见附件c。

$$F = \frac{\sum (D \times G)}{\sum (G)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

F —— 单位工程评分；

D —— 分部工程实测得分；

G —— 分部工程权值。

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 分项工程、分部工程、单位工程质量评定应有符合本标准附录 X 规定的资料。

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。

5 隧道总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 隧道净高、净宽尺寸应符合设计要求。

5.1.2 隧道轴线标高应符合设计要求。

5.2 隧道总体

5.2.1 基本要求

5.2.1.1 沉管隧道轴线位置、埋置深度、纵横向坡率符合设计要求。

5.2.1.2 管节接头接缝严密，接头及墙壁不得渗水。

5.2.1.3 隧道内壁防火涂层均匀一致、防火板安装牢固，安全门等配套设施安装完善。

5.2.1.4 路面平整干燥，标线清晰，路缘石安装规范。

5.2.2 实测项目

隧道总体的实测项目应符合表1的要求。

表 1 隧道总体的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率		权值
1	行车道宽 (mm)	± 10	尺量或测距仪	曲线段每 20 米，直线段每 40 米检查一点	1
2	隧道净宽 (mm)	不小于设计值	尺量		1
3	隧道净高 (mm)	不小于设计值	尺量或测距仪		2
4	隧道中线偏位 (mm)	± 50	全站仪		1

5.2.3 外观质量

5.2.4 沉管隧道线性平顺，装饰板美观。

5.2.5 变宽段流畅顺适。

5.2.6 隧道内无积水，顶板和墙面无渗漏水渍。

6 管节制作

6.1 一般规定

6.1.1 管节制作前，应针对工程具体特点进行相关试验。

6.1.2 管节制作所使用材料、制品等的品种、规格和材质应符合设计要求。

6.1.3 管节制作所使用的钢筋、混凝土和模板应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204) 且应符合本规范第 6.2.1 条和第 6.2.2 条的规定。

6.1.4 管节钢壳制作应符合《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)，《水运工程结构防腐蚀施工规范》(JTS209) 等的规定，且应符合本规范第 6.3.1 条的规定。

6.1.5 管节制作时预留的金属构件及预埋件施工应符合《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205) 的规定，且应符合本规范第 6.4.1 条和 6.4.2 条的规定。

6.1.6 干坞应根据施工条件选用固定干坞或移动干坞，施工质量应符合设计及国家现行有关标准的要求。

6.2 钢筋混凝土管节

6.2.1 钢筋工程

6.2.1.1 钢筋工程应符合如下基本要求：

- 钢筋、机械连接器等材料的品种、规格、技术性能应符合设计及规范要求。
- 钢筋的级别、直径、根数应符合设计要求。
- 同一截面接头数量、搭接长度、焊接和机械接头质量应符合设计及规范要求。
- 钢筋骨架外侧应设置保护层垫块，保护层垫块应符合设计要求。
- 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。绑扎搭接接头中钢筋的横向净距不应小于钢筋直径，且不应小于 25mm。
- 受力钢筋应平直，表面不应有裂纹、裂皮、油污及其它损伤。

6.2.1.2 钢筋工程的实测项目应符合表 2 的要求。

表 2 钢筋工程的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方式和频率	权值
1	钢筋绑扎网 (mm)	网的长、宽	± 10	尺量	1
		网眼尺寸	± 20	尺量连续三档，取最大偏差值	

表 2（续）钢筋工程的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方式和频率	权值
2△	纵向受力钢筋 间距(mm)	两排及以上排距	±5	尺量，每断面钢筋检测 10 个点，检测两个断面，节段长度大于 20 米，检测 3 个断面	2
		同排	±10		
3	箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距 (mm)		±10	尺量，每构件检查 10 个间距	2
4	钢筋骨架尺寸(mm)	长	±10	尺量，按骨架总数 30%抽查	1
		宽、高	±5		
5△	保护层厚度 (mm)		0, +10	尺量，每节段立模面每 3m ² 检测 1 处，且每侧面不少于 5 处。	2

6.2.2 钢筋混凝土管节混凝土浇筑

6.2.2.1 钢筋混凝土管节混凝土浇筑应符合如下基本要求：

- 混凝土原材料应具有稳定性，砂石、水泥、粉煤灰、矿粉及添加剂等材料均应符合设计要求和国家现行标准规定。
- 管节混凝土配合比应专门设计并经验证，并应符合强度、重度、抗裂性、抗渗性、耐久性等设计要求，胶凝材料的选用应经试验确定。
- 应根据设计要求与试验控制混凝土重度。

6.2.2.2 钢筋混凝土管节混凝土浇筑的实测项目应符合表 3 的要求。

表 3 管节浇筑后预制品几何尺寸的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方式和频率	权值
1△	混凝土强度 (MPa)	合格标准内	依据《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)执行。	2
2△	管内净宽 (mm)	0, +10	尺量或激光测距仪：每 10m 一个断面，每断面 3 处	2
3△	管内净高 (mm)	0, +10	尺量或激光测距仪：每 10m 一个断面，每断面 3 处	2
4△	墙厚 (mm)	0, -10	尺量或激光测距仪：每 10m 一个断面，每个竖墙 2 个测点	2
5	顶、底板厚度	0, -5	尺量或激光测距仪：每 10m 一个断面，每断面顶、底板各 4 个点，	
6	管节宽度 (mm)	±10	尺量或激光测距仪：每 10m 一个断面，每断面顶、底板各 4 个点，每个竖墙 2 个测点	1
7	管节高度 (mm)	±5	尺量或激光测距仪：每 10m 一处	1
8	管节长度 (mm)	±30	尺量或激光测距仪：每管节 2 处	1
9	墙身平整度	10	尺量或激光测距仪：10m 范围	1
10	墙身垂直度	10	尺量或激光测距仪：每 10m 一处	1

6.2.2.3 混凝土管节的外观质量不应有一般缺陷，不允许有蜂窝、麻面、空洞。

6.3 钢壳混凝土管节

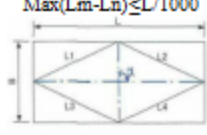
6.3.1 钢壳加工与拼装

6.3.1.1 钢壳加工与拼装应符合如下基本要求：

- 钢壳制作所用的钢板等原材应符合设计要求。
- 钢壳的焊缝质量应符合设计要求。
- 钢壳内预留孔洞切口应打磨平整，隔舱内部清理干净无杂物。
- 焊接施工工艺及焊缝质量应符合设计要求。
- 返修焊应按原焊缝质量要求检验，同一部位的返修焊不应超过两次。

6.3.1.2 钢壳成品几何尺寸的实测项目应符合表 4 的要求。钢壳成品几何尺寸的允许偏差、检查方法和频率

表 4 钢壳成品几何尺寸的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方式和频率	权值
1	管节宽度 (mm)	-10, +25	尺量或激光测距仪：每 10m 一点	1
2	管节高度 (mm)	-5, +20	尺量或激光测距仪：每 10m 一点	1
3Δ	管节长度 (mm)	$\pm (10 + (L-20)/10)$	尺量(或激光测距仪)：每管节 2 处，每处 1 点 	2
4Δ	车道孔净宽 (mm)	-5, +15	尺量或激光测距仪：每 10m 一断面，每断面 3 点	2
5	中管面净宽 (mm)	± 8		1
6Δ	内孔净高 (mm)	-5, +20		2
7Δ	构件厚度 (mm)	± 10	尺量或激光测距仪：每 10m 一断面，每断面顶、底板各 4 个点，每个竖墙 2 个测点	2
8	底板及侧墙水平精度 (mm)	± 10	尺量或激光测距仪：10m 范围	1
9	顶板水平精度 (mm)	± 15	尺量或激光测距仪：10m 范围	1
10	侧墙垂直度 (mm)	± 10	尺量或激光测距仪：10m 范围 	1
11	纵向墙面板平整度 (mm)	± 10	尺量(直尺、塞尺)或激光测距仪：每墙 6 个点	1
12Δ	互角度 (m)	L/1000	尺量或激光测距仪：顶板两侧及中央四条边长： $\text{Max}(L_m - L_n) \leq L/1000$ 	2
注：①表中 L 为钢壳单管节长度，实际测量 L 值取为纵向端钢壳封板之间距离，以 m 为单位。				

6.3.1.3 钢壳成品焊缝检验标准应符合表 5、表 6 的要求。

表 5 焊缝探伤质量要求、检查方法和频率

项次	焊缝部位	质量等级	探伤方法	检验等级	评定验收等级	探伤比例	探伤部位	权值
1	面板拼接焊缝 对接焊缝	I 级	UT 超声	B 级	II 级	100%	焊缝全长	2
			RT 射线	B 级	II 级	10%	焊缝端头及交叉部位、引熄弧部位 (每处标准片长为 300mm)	
			MT 磁粉	/	I 级	FCB 焊 100%	焊缝端头背面, 每处长度 1000mm	
			MT 磁粉	/	I 级	20%	焊缝端头正面, 每处长度 1000mm	
2	面板拼接角焊缝	I 级	UT	B 级	II 级	100%	焊缝全长	
			MT	/	I 级	20%	焊缝端头及交叉部位, 每处长度 500mm	
3	横隔板对接焊缝	I 级	UT	B 级	II 级	100%	焊缝全长	
			RT	B 级	II 级	5%	焊缝下端部	
			MT	/	I 级	10%	焊缝端头及引熄弧处, 每处长度 200mm。	
4	横隔板与面板拼接角焊缝	I 级	UT	B 级	II 级	100%	焊缝全长	
			MT	/	I 级	10%	焊缝端头及交叉部位、引熄弧部位, 每处长度 500mm。	
5	横隔板与面板深插角焊缝	I 级	UT	B 级	II 级	横隔板板厚 $\geq 18\text{mm}$: 100% 横隔板板厚 $< 18\text{mm}$: 20%	横隔板板厚 $\geq 18\text{mm}$: 焊缝全长横隔板板厚 $< 18\text{mm}$: 焊缝端头及引熄弧处, 每处长度 200mm。	
			MT	/	I 级	10%	焊缝端头及交叉部位、引熄弧部位, 每处长度 500mm。	
6	纵隔板、纵肋角 焊缝	II 级	MT	/	I 级	10%	焊缝端头及交叉部位、引熄弧部位, 每处长度 200mm。	
7	支墩预埋件	II 级	MT	/	I 级	100%	焊缝全长	
8	端钢壳剪力键	I 级	UT	B 级	II 级	100%	-	
			MT	/	I 级	20%	-	
9	内外面板、横隔板工艺孔封板对接缝	I 级	UT	B 级	II 级	100%	焊缝全长	
		I 级	MT	/	I 级	20%	-	
10	浇筑孔与排气孔与面板角焊缝	II 级	MT	/	II 级	10% (抽取数量 比)	焊缝全长	
11	吊点	I 级	UT	B 级	II 级	100%	焊缝全长	
			MT	/	I 级	100%	焊缝全长	
12	预埋洞室	II 级	MT	/	II 级	10%	仅深熔焊	

表 5 (续) 焊缝探伤质量要求、检查方法和频率

项次	焊缝部位	质量等级	探伤方法	检验等级	评定验收等级	探伤比例	探伤部位	权值
13	总组对接小节段对接焊缝 (不含块体对接)	I 级	UT	B 级	II 级	100%	焊缝全长 (板材对接焊缝 100%, 型材 10%)	2
			RT	B 级	II 级	所有“十”“T”字接头	内外面板合拢“十”“T”字接头, 标准片长 300mm (不含型材, 每处抽两	
			MT	/	I 级	100%	内外面板合拢“十”“T”字接头; 角焊缝跨接处 (交叉处) 长度 500mm (不含型材)。	
14	临时连接处 (如临时吊码、支撑、马板拆除后的部位)	/	MT	/	II 级	100%	所有部位 (行车道及接水面)	
15	其他	II 级	MT	/	II 级	10% (抽取数量比)	焊缝全长	
注1: 焊缝不允许有裂纹存在; 注2: 磁粉探伤应包括焊缝的正反面及焊缝热影响区; 注3: 初注明外, 本工程每一条焊缝均需无损探伤, 探伤比例是指探伤长度与焊缝长度之比; 注4: 无损检验的最终检验应在焊接 24h 后进行; 不合格焊缝要进行返修, 返修部位及补焊受影响区域应按原焊缝要求进行复验; 注5: 探伤执行标准 GB/T 3323、JB/T 6061、GB/T 11345; 注6: 横隔板与面板深熔角焊缝, 横隔板板厚 $\geq 18\text{mm}$ 要求 100%UT 探伤, 如果首件制检测结果优良, 后续管节可适当降低检测比例, 具体比例根据首件制成果总结确定; 注7: 第 15 项“其他”主要指防火板、装饰板龙骨、机电预留预埋外焊构件等。								

表 6 钢壳焊缝尺寸的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	起弧段与止弧段长度 (mm)	≤ 50 且合计长度小于整条 焊接线长度的 10%	钢尺、焊缝量规 量: 逐件检查	1
2	起弧段与止弧段焊脚 高度(mm)	-1.0, +2.0		
3	中间段焊脚高度 (mm)	0, +2.0		

6.3.1.4 钢壳焊缝外观的实测项目应符合表 7 的要求。

表 7 钢壳焊缝外观的允许偏差、检查方法和频率

项次	主控项目	规定值或允许偏差	检查方式和频率	权值
1	针状气孔表面裂纹	不允许发生	目测	1
2	焊缝表面凹凸不平	凹凸高差 $\leq 2\text{mm}$	目测	1
3	咬边	不允许发生	目测	1
4	焊瘤	不允许发生	目测	1

6.3.2 钢壳混凝土管节混凝土浇筑

6.3.2.1 钢壳混凝土管节混凝土应符合如下基本要求:

- 混凝土原材料应具有稳定性, 砂石、水泥、粉煤灰、矿粉及添加剂等材料均应符合设计要求和国家现行标准规定。
- 管节混凝土配合比应专门设计并经验证, 并应符合强度、重度、抗裂性、抗渗性、耐久性等设计要求, 胶凝材料的选用必须经试验确定。
- 应根据设计要求与试验控制混凝土重度。

- d) 混凝土浇筑应连续，浇筑速率及终止浇筑符合设计要求。
- 6.3.2.2 管节浇筑后预制成品几何尺寸的实测项目应符合表 8 的要求。

表 8 管节浇筑后预制成品几何尺寸的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差 (mm)	检查方法和频率	权值
1Δ	混凝土强度 (MPa)	在合格标准内	依据《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)执行。	2
2Δ	钢壳混凝土脱空检测	在合格标准内	按本标准附录 D 的方法进行检查	2
3Δ	管节宽度	-10,+30	尺量或激光测距仪：每 10m 一处	2
4	管节高度	-10 , +20	尺量或激光测距仪：每 10m 一处	1
5	管节长度	$\pm (15 + (L-20) / 10)$	尺量或激光测距仪：每管节 2 处	1
6Δ	车道孔净宽	-5 , +20	尺量或激光测距仪： 每 10m 一个断面，每断面 3 处	2
7	中管廊净宽	± 10	尺量或激光测距仪： 每 10m 一个断面，每断面 3 处	1
8Δ	内孔净高	-15 , +20	尺量或激光测距仪： 每 10m 一个断面，每断面 3 处	2
9Δ	壁厚	± 10	尺量或激光测距仪：每 10m 一个断面， 每断面顶、底板各 4 个点，每个竖墙 2 个测点	2
10	侧墙垂直度	± 15	尺量或激光测距仪：每 10m 一处	1
11	底板水平精度	± 15	尺量或激光测距仪：10m 范围	1
12	侧墙水平精度	± 15	尺量或激光测距仪：10m 范围	1
13	顶板水平精度	± 20	尺量或激光测距仪：10m 范围	1
14Δ	管节纵向挠度	± 10	全站仪测量：每管节 2 处	2
注1：表中 L 为管节长度，以 m 为单位； 注2：管节纵向挠度项仅针对浮态浇筑或半浮态浇筑时检测，全陆域浇筑时不检测；				

6.4 预埋件

6.4.1 预埋件应符合如下基本要求：

- a) 预埋件的防腐，焊缝质量应符合设计及规范要求。
- b) 预埋件位置、方向应符合设计要求。

6.4.2 除管节舾装设备预埋件外，其他预留预埋的实测项目应符合表 9 的要求。

表 9 预留预埋质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方式和频率	权值
1	预埋件中心线位置 (mm)	± 10	尺量或全站仪：逐件检查	1
2	预留孔 (洞) 中心位移 (mm)	± 10		1

7 基槽开挖

7.1 一般规定

7.1.1 基槽开挖过程中应对基槽开挖形成的边坡、基底冲刷和回淤进行全程监测。

7.1.2 土质基槽底面以上 2m 至河床顶面为粗挖部分，剩余部分为精挖部分。

7.2 水下开挖

7.2.1 水下开挖应符合如下基本要求：

- 基槽开挖的平面位置应符合设计要求，断面尺寸不应小于设计规定。
- 基槽精挖阶段应进行验槽，复核槽底地层与勘察设计阶段地层的一致性。
- 基槽开挖至设计标高时，应对土质进行核对，槽底土质应符合设计要求。

7.2.2 基槽开挖的实测项目应符合表 10 的要求。

表 10 基槽开挖允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	槽底轴线	槽底轴线平均允许偏差-50cm~+50cm，每管节内偏差范围介于-100cm~-50cm 和+50cm~+100cm 的断面数量比例不超过 10%。	多波束声纳系统探测、密度检测仪检测：每 5~10m 一个测试断面	1
2△	基槽底标高（土层）	槽底标高正常（？）允许偏差-60cm~+40cm，每管节内偏差范围介于-85cm~-60cm 和+40cm~+65cm 的测点数量比例不超过 20%。		2
3△	基槽底标高（岩层）	槽底标高正常（？）允许偏差-50cm~0cm，每管节内偏差范围介于-65cm~-50cm 的测点数量比例不超过 20%。		2
4	基槽边坡、槽底单边坡线	-20cm~+250cm		1
5	基槽边坡坡度或坡面超欠挖	不小于设计坡度		1

7.3 基槽清淤

7.3.1 基槽清淤应符合如下基本要求：

- 基础垫层施工前基槽底回淤沉积物厚度应符合设计要求，否则应清淤至符合设计要求。
- 基槽回淤过大时，应设置防淤措施，防淤措施应符合设计要求。

7.3.2 基槽回淤的实测项目应符合表 11 的要求。

表 11 基槽回淤的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	基槽精挖后块石抛填之前 密度>1.26g/cm ³ 的回淤沉积物厚度	>20cm	1.多波束测深系统全断面扫描：①以基槽精挖验收数据为基础开展回淤监测工作，监测频次至少 1 个月 1 次；②块石抛填前 10 天、前 3 天或清淤后各测一次；③台风、热带风暴等极端天气后至少扫描一次。 2.多波束测量数据分析发现异常情况时，进行潜水探摸检查。 3.密度仪检测回淤物密度。	1
2	块石抛填后，碎石抛填前 密度>1.26g/cm ³ 的回淤沉积物厚度	>10cm	1.多波束测深系统全断面扫描：①以块石抛填验收数据为基础开展回淤监测工作，监测频次至少 1 个月 1 次；②碎石抛填前 10 天、前 3 天或清淤后各测一次；③台风、热带风暴等极端天气后至少扫描一次。 2.多波束测量数据分析发现异常情况时，进行潜水探摸检查。 3.密度仪检测回淤物密度。	1
	密度>1.15g/cm ³ 的回淤沉积物厚度	>30cm		1
3△	碎石整平后管节沉放前 回淤沉积物厚度	>15cm	1.多波束测深系统全断面扫描：①整平完成后扫描一次；②管节沉放前 1 天扫描一次；③台风、热带风暴等极端天气后至少扫描一次。 2.多波束测量数据分析发现异常情况进行潜水探摸；管节沉放前 1 天进行潜水探摸检查。 3.每个管节首船位碎石整平完成后，在首船位碎石垫上放置与单个管节碎石垫船位数相同数量的回淤盒，后续每完成一个船位的碎石整平工作即取出一个回淤盒，至沉放前一天全部取出。 4.无船位时，应与监理单位、设计单位沟通确定回淤盒位置。	2
	密度>1.26g/cm ³ 的回淤沉积物厚度	>4cm		2
	密度>1.15g/cm ³ 的回淤沉积物厚度	>8cm		2
4	边坡坡面回淤厚度检测 密度>1.26g/cm ³ 的回淤沉积物厚度	>40cm	1.多波束测深系统全断面扫描：以基槽精挖后扫描数据为基础开展回淤监测工作，监测频次至应根措施流水确定，可采用：至少 1 个月 1 次；碎石整平前 15 天、管节沉放前 7 天、1 天各扫描一次；台风、热带风暴等极端天气后至少扫描一次。 2.密度仪检测回淤物密度	1
注1：管节沉放前淤质密度测试过程中应保护好碎石垫，以免受损坏； 注2：如遇台风过境等极端气候条件及隧址上游进行施工作业时，应加强监测，并适当缩短监测时间间隔。				

8 沉管基础

8.1 一般规定

8.1.1 沉管基础的厚度、宽度和标高应符合设计要求。

8.1.2 沉管地基处理的强度、深度、变形性能应符合设计要求和《沉管法隧道施工与质量验收规范》(GB 51201)的有关规定。

8.1.3 应根据沉管隧道设计、地质条件、基础类型、回淤程度、基础施工方法等确定基础垫层预留沉降值。没有类似经验时,应通过模型试验或现场施工试验确定。

8.2 地基处理

8.2.1 高压旋喷桩

8.2.1.1 高压旋喷桩应符合如下基本要求:

- 桩身应完整连续,桩径、桩长、桩身强度应符合设计要求;高压旋喷桩所用水泥、水、掺合料的品种标号、配比和外加剂掺量应符合设计要求。
- 高压旋喷桩施工的程序、压力、注浆量、提升速度及旋转速度等应符合参数的要求。
- 高压旋喷桩复合地基检测与检验可根据工程要求和当地经验采用开挖检查、取芯、标准贯入、载荷试验等方法进行检验,并结合工程测试及观测资料综合评价加固效果。

8.2.1.2 高压旋喷桩的实测项目应符合表 12 的要求。

表 12 高压旋喷桩的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1△	复合地基承载力①	不小于设计值	静载试验:同种置换率不少于一次	2
2△	桩身强度②	28d 不小于设计值	钻孔取芯:抽查 2%	2
3△	复合地基平均标贯击数	不小于 20 击	查施工记录:设置人工岛时,岛内布置一组标贯检测	2
4	桩距(mm)	±50	查施工记录:逐根检查	1
5△	桩长	不小于设计值	查施工记录:逐根检查	2
6	桩位(mm)	≤0.2D	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量:抽查 10%	1
7	桩径(mm)	≥-50	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量:抽查 10%	1
8	垂直度(%)	1.0	查施工记录:逐根检查	1
9	单桩每延米喷浆量(%)	不小于设计值和试验确定的值	查施工记录:逐根检查	1
10	桩体渗透性③	桩身平均渗透系数不大于 $7 \times 10^{-6} \text{cm/s}$, 桩体最大渗透系数不大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$	钻孔取芯:抽查 2%	1

注1: 鉴于人工岛高压旋喷复杂环境,复合地基承载力检测宜采用原型试验法;
 注2: 对于部分场地过于复杂钻孔取芯法失败的高压旋喷桩,宜由第三项标贯试验替代;
 注3: 对隧道结构下方高压旋喷防渗墙有桩体渗透性要求,其它加固桩不作此要求。

8.2.2 PHC 预制桩

8.2.2.1 PHC 预制桩应符合如下基本要求:

- 填芯混凝土所用的水泥、碎石、砂等原材料应符合设计要求,桩芯填充应饱满,桩顶面平整;填芯混凝土与管桩连接紧密,周边不得出现收缩裂缝。
- PHC 桩终锤标准采用标高或贯入度进行控制,对于桩顶标高未达到设计标高但贯入度满足停锤要求的 PHC 桩应做好标记和沉桩记录。

8.2.2.2 PHC 预制桩的实测项目应符合表 13 的要求。

表 13 PHC 预制桩的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	设计标高处桩顶平面位置	边桩(mm)	100	查施工记录,逐件检查	1
		中间桩(mm)	200		
2	桩身垂直度(每米)		5	查施工记录:抽查10%且不少于10根	1
3△	桩身完整性	水上	所有桩不得低于Ⅱ类桩要求	高应变法①:抽查不少于2%且不少于5根	2
		陆上		低应变法:逐根检测	
6△	复合地基承载力		符合设计要求	静载试验②:陆上抽检不少于总桩数1%,且不少于3处;水上抽检同种置换率不少于一处	2
注1:水下PHC桩打设桩身完整性宜采用高应变检测。					
注2:水下PHC桩复合地基承载力检测宜采用水下静载试验方法。					

8.2.3 深层水泥搅拌桩

8.2.3.1 深层水泥搅拌桩应符合如下基本要求:

- 搅拌桩所用的水泥和外加剂质量应符合设计要求。
- 水泥浆的水灰比和每立方米加固体水泥用量应符合设计要求。
- 成桩后应采用钻芯法检查桩体的完整性、均匀性、桩身强度和变形指标,抽检桩数不应少于已完成桩数的 0.5%。
- 深层水泥搅拌桩钻孔取芯率不应低于 85%,宜每米取不少于 1 个芯样进行无侧限抗压强度试验,芯样试件的无侧限抗压强度平均值应符合设计要求。
- 深层水泥搅拌桩的位置、范围和形式应符合设计要求。

8.2.3.2 深层水泥搅拌桩的实测项目应符合表 14 的要求。

表 14 深层水泥搅拌桩的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	桩顶高程	±100	钻孔取芯:	1
2	桩长	0, +300	钻孔取芯:	1
3△	桩体强度	1	钻孔取芯,无侧限抗压试验:	2
4	桩体均匀性	不低于设计标高且误差小于 0.5m	钻孔取芯:	1
5△	桩端持力层	符合设计要求	标准贯入试验:	2
6	桩体弹性模量	符合设计要求	弹性模量试验:	1
7	桩体渗透系数	符合设计要求	室内渗透试验:	1
8△	复合地基承载力	符合设计要求	水下载荷板试验:	2
9	复合地基变形模量	符合设计要求	水下载荷板试验:	1
注1:试验桩宜100%检测; 注2:当采用钻芯法难以判别桩底持力层或设计对持力层有特殊要求时,可在底增加标准贯入试验检测持力层; 注3:桩体渗透系数试验方法应符合现行行业标准《水泥土配合比设计规程》(JGJ/T233)的有关规定; 注4:当需要确定桩体水平方向的应力应变关系时,宜进行旁压试验,原位取芯检测时间宜在成桩后不少于14天进行。				

8.2.4 挤密砂桩

8.2.4.1 挤密砂桩应符合如下基本要求:

- a) 挤密砂桩的施工范围不应小于设计给定的范围，置换率不应小于设计值且桩间距相对均匀。
 - b) 挤密砂桩用砂质量和规格应符合设计要求。
 - c) 挤密砂桩桩身应连续完整，不得漏打，打设完毕后基底无明显隆起或隆起已处理平整。
 - d) 挤密砂桩地基强度或地基承载力的检测数量及结果应符合设计要求。
- 8.2.4.2 挤密砂桩的实测项目应符合表 15 的要求。

表 15 挤密砂桩的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	桩位水平偏差(mm)	± 250	检查施工定位记录：逐根检查	1
2	桩距(mm)	± 100	检查施工定位记录：逐根检查	1
3	桩顶标高(mm)	± 500	检查施工记录：逐根检查	1
4	垂直度(%)	不大于 1.5%	检查施工定位记录：逐根检查	1
5	桩径	不小于设计值	检查施工记录：逐根检查	1
6△	桩底标高	振动贯入速率 $<1.0\text{m/min}$ ，且连续振动 10s 以上仍小于该速率时，可停止沉管	检查施工记录：逐根检查	2
7	每段桩体的填料量及每根桩的填料总量(m)	不小于设计值和试验确定的值	检查施工记录：逐根检查	1
8△	标准贯入	不小于设计值	抽查成桩数 0.2%	2

8.3 基础处理

8.3.1 夯平块石

8.3.1.1 夯平块石应符合如下基本要求：

- a) 抛填石料规格应符合设计要求，石料不成片状，无明显风化裂缝，不含目测可见泥块。
- b) 块石抛填后的断面尺寸应符合设计要求，块石抛填高度应预留夯沉量，预留值应根据现场地基状况确定。
- c) 分层施工的换填地基上下层接触面间回淤沉积物厚度不应大于设计要求。
- d) 大面积水下夯平前宜按夯平层所处不同地层及水深条件分别开展典型施工试验，分段确定夯平的技术要求指标。

8.3.1.2 夯平块石的实测项目应符合表 16 的要求。

表 16 夯平块石的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	块石顶部标高 (cm)	± 30	多波束声呐系统探测： 每 5-10m 一个断面	1
2	块石两侧顶边线 (cm)	0~+100	多波束声呐系统探测： 每 5-10m 一个断面	1

8.3.2 块石振密

8.3.2.1 块石振密应符合如下基本要求：

- a) 石料的规格和强度应符合设计要求，不成片状，无明显风化和裂缝。
- b) 块石抛填后的断面尺寸不应小于设计要求。
- c) 块石振密相邻断面和相邻振密点之间搭接距离应符合设计要求。

8.3.2.2 块石振密的实测项目应符合表 17 的要求。

表 17 块石振密的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	平均沉降量 (mm)	100	多波束声纳系统探测： 每 5~10m 一个断面，2~5m 一个测点	1
2	顶面高差 (mm)	±250		1
3△	变形模量 (MPa)	不小于设计值	通过典型试验确定	2
4	振密率 (%)	不小于设计值		1

8.4 基础垫层

8.4.1 先铺法垫层

8.4.1.1 先铺法垫层应符合如下基本要求：

- 碎石垫层铺设前块石或堆载碎石顶回淤厚度和碎石铺设后回淤厚度应符合设计要求。
- 碎石的规格及质量应符合设计要求。
- 碎石基床应设置预抬量，预抬量值应结合管节沉放施工监测资料、对接施工工艺要求、沉降分析等综合确定。

8.4.1.2 碎石垫层的实测项目应符合表 18 的要求。

表 18 碎石垫层的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1△	垫层顶部所有测点标高最大允许偏差 (mm)	±40	声纳、多波束，人工整平段采用全站仪： 逐垄检查	2
2	垫层两侧顶边线与设计位置平面允许偏差 (mm)	±200		1
3	碎石垄纵向宽度 (mm)	0mm~200		1
4	碎石垄纵向错位 (mm)	±150		1
注：碎石垄按每个管节进行抽查（潜水员测量或数据拟合），沿垄宽方向每垄至少两个断面；对淤积较严重区段，纵向垄宽等指标进行特殊考虑。				

8.5 后填法垫层

8.5.1 后填法垫层应符合如下基本要求：

- 后填法施工时临时支座应符合承载力和沉降要求，临时支撑可采用混凝土垫块或专用基础。
- 管节下充填程度应符合设计要求。
- 材料质量和灌注压力应符合设计要求或根据试验确定。

8.5.2 后填法的实测项目应符合表 19 的要求。

表 19 后填法的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	顶面标高 (mm)	±20	水准仪：全数检查	1
2	横纵向定位精度 (mm)	±50	全站仪：全数检查	1
3	倾斜度	<1/125	倾斜仪：全数检查	1

9 管节安装

9.1 一般规定

- 9.1.1 基础标高及支座平面位置与标高应符合设计要求。
- 9.1.2 应清除 GINA 止水带四周及对接端端面上的杂物，并探摸检查 GINA 止水带，应稳固、无偏位、无破损。
- 9.1.3 管节沉放过程中抗浮系数不应小于设计要求。

9.2 管节对接

- 9.2.1 管节对接应符合如下基本要求：
- GINA 止水带表面及对接端面应无杂物。
 - 基槽碎石垫层顶面沉淀物淤积厚度应符合设计要求。
 - 应对管节内部的水泵、闸阀、压舱水箱、管路系统、油压系统、发电机、通讯联络系统及测量定位系统进行检查。
 - 在拉合作业前后应检查 GINA 止水带的接触和压合情况。
- 9.2.2 管节对接的实测项目应符合表 20 的要求。

表 20 管节对接质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	轴线绝对误差 (mm)	± 50	全站仪测量：管节两端各检查 1 处	1
2	管节高程绝对误差 (mm)	± 50	全站仪或水准仪测量：检查轴线、侧墙处，管节两端各检查 3 处	1
3Δ	相邻管节轴线接头错位 (mm)	± 50	全站仪测量：检查轴线处，检查 1 处	2
4Δ	相邻管节高程接头错位 (mm)	± 50	全站仪测量：检查相邻管节轴线、侧墙处，检查 3 处	2
5Δ	GINA 止水带检查	符合设计要求	水下录像检查压接情况及管内测量止水带压缩量	2
注1：管节安装实测项目的检查，应以管节首次贯通测量结果为准； 注2：超出规定值的管节，经评估后能达到设计要求，满足结构安全和使用功能，可认定为质量合格。				

10 管节接头

10.1 一般规定

- 10.1.1 管节接头所采用的原材料应符合设计要求。
- 10.1.2 管节接头区域的柔性材料应具备适应全方位变形的能力。
- 10.1.3 管节接头所涉及的焊缝、高强螺栓均应 100% 检验并全部合格。
- 10.1.4 止水带等止水材料安装前应进行全面检查，保证其完整性；安装后应进行止水实验，保证其水密性。

10.2 端钢壳

- 10.2.1 端钢壳应符合如下基本要求：
- 所有与 GINA 橡胶止水带相接触的面，焊缝均应打磨平整。
 - 端钢壳定位准确。
 - 端钢壳加工质量应符合设计及规范要求。
 - 端钢壳出厂前需进行预拼装检验，拼装质量应符合设计及规范要求。
 - 端钢壳面板需保证水密性焊接，焊缝质量应符合设计要求。

10.2.2 钢壳混凝土沉管端钢壳制作的实测项目应符合表 21 的要求，钢筋混凝土沉管端钢壳制作的实测项目应符合表 22 的要求。

表 21 钢壳混凝土沉管端钢壳制作的允许偏差、检验方法和频率

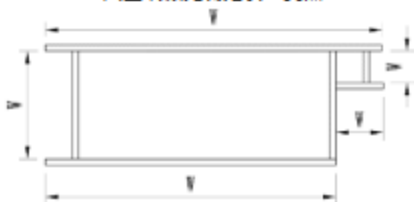
项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	中心间距 (mm)	侧墙-中墙	-5, +15	尺量或激光测距仪	1
		中墙-中墙	±8		
2	梁以及柱弯曲 (mm)		L/1000	 尺量或激光测距仪：跨中央 1 点	1
3	翼缘板宽及隔板宽 (mm)	$0.5m \leq W \leq 1.0m$	±3	 尺量或激光测距仪：支点	1
		$1.0m \leq W \leq 2.0m$	±4		
		$2.0m \leq W$	±(3+W/2)		
4Δ	面板平整度 (mm)		≤4	全站仪，平面拟合	2
5Δ	GINA 止水带接触面平整度 (mm)		≤1	1m 直尺和塞尺量	2
6Δ	OMEGA 止水带接触面平整度 (mm)		≤1	0.5m 直尺和塞尺量	2
7Δ	横向垂直度 (mm)		≤3	拟合面与设计面在管节左右外缘之差	2
8Δ	竖向倾斜度 (mm)		≤3	拟合面与设计面在管节上下外缘之差	2

表 22 钢筋混凝土沉管端钢壳制作的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	外包宽度 (mm)	±10	全站仪、尺量：逐件检查	1
2	外包高度 (mm)	±10	全站仪、尺量：逐件检查	1
3Δ	面板平整度 (mm)	≤3	全站仪，平面拟合	2
4Δ	GINA 止水带接触面平整度 (mm)	≤1	1m 直尺：逐件检查	2
5Δ	OMEGA 止水带接触面平整度 (mm)	≤1	0.5m 直尺：逐件检查	2
6Δ	横向垂直度 (‰)	≤3	左右侧壁外缘两点之差：逐件检查	2
7Δ	竖向倾斜度 (‰)	≤3	顶底板外缘两点之差：逐件检查	2

10.3 GINA 止水带

10.3.1 GINA 止水带应符合如下基本要求：

- 止水带的材质、规格及质量符合设计要求，GINA 止水带应全数做全项检测。
- 止水带断面尺寸、长度、转角尺寸应符合设计文件的要求。
- GINA 止水带固定螺栓紧密，顶板和侧墙顶部设有防护罩保护。

10.3.2 GINA 止水带的实测项目应符合表 23 的要求。

表 23 GINA 止水带安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	螺栓预紧力(mm)	《参照紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1-2010 执行	扭矩扳手：逐件检查	2

10.3.3 GINA 止水带的表面不得有任何损伤、污染物。

10.4 OMEGA 止水带

10.4.1 OMEGA 止水带应符合如下基本要求：

- 止水带的材质、规格及质量应符合设计要求。
- OMEGA 止水带的现场接头质量应进行验收。
- OMEGA 止水带的断面尺寸、长度、转角尺寸等应符合设计要求。
- 止水带螺栓预紧力应符合设计要求。
- 每个管节接头 OMEGA 止水带应达到设计规定的检漏水压及保压时长要求。

10.4.2 OMEGA 止水带的实测项目应符合表 24 的要求。

表 24 OMEGA 止水带安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	预埋套筒及压件系统螺孔定位 (mm)	±0.5	尺量：逐件检查	2
2Δ	螺栓预紧力 (mm)	《参照紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1-2010 执行	扭矩扳手：逐件检查	2

10.4.3 OMEGA 止水带的表面不得有任何损伤、污染物。

10.5 钢剪力键

10.5.1 钢剪力键应符合如下基本要求：

- 钢剪力键形状及尺寸应符合设计要求。
- 钢结构焊接质量应符合设计要求。
- 钢剪力键防腐处理应符合设计要求。

10.5.2 钢剪力键预制及安装的实测项目应符合表 25、表 26 的要求。

表 25 钢剪力键预制的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	外包宽度(mm)	0, +4	尺量：逐件检查	1
2	外包高度(mm)	0, +3	尺量：逐件检查	1
3	钢剪力键与预埋件接触面的平面度公差(mm)	≤1	用激光平面度测量仪检查：逐件检查	1

表 26 钢剪力键安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	预埋件与钢剪力键接触面 的平面度公差(mm)		≤ 1	用激光平面度测量仪检查：逐件检查	1
2	钢剪力键螺栓预紧力(mm)		不小于设计值	扭力扳手：逐件检查	1
3	预埋件定位偏差(mm)	水平向	≤ 10	尺量：逐件检查	1
		竖向	≤ 20		1

10.6 混凝土剪力键

10.6.1 混凝土剪力键应符合如下基本要求：

- 钢筋、机械连接器等材料的品种、规格、技术性能应符合设计及规范要求。
- 同一截面接头数量、搭接长度、焊接和机械接头质量应符合设计及规范要求。
- 钢筋骨架外侧应设置保护层垫块，保护垫块规格应符合设计要求
- 混凝土剪力键及预埋件的尺寸、强度应符合接头变形及水密性要求，安装时机应符合设计要求。
- 支撑现浇混凝土结构的模板应通过模板设计使其具有足够的强度、刚度和稳定性。
- 混凝土配合比、拌制、运输和浇筑应符合设计及规范要求。

10.6.2 混凝土剪力键施工的实测项目应符合表 27 的要求。

表 27 混凝土剪力键施工的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	剪力键平整度 (mm)	+2	2m 靠尺和楔形塞尺	1
2	支承垫的高度 (mm)	+2	全站仪测量	1
3	剪力键的安装 (mm)	+2	全站仪测量	1

11 最终接头

11.1 一般规定

- 最终接头制作质量及精度应符合设计要求。
- 最终接头与相邻管节轴线位置、埋置深度、纵横向坡率应符合设计要求。
- 基础标高及平面位置应符合设计要求。
- 应确保最终接头安装后无渗漏。

11.2 最终接头安装

- 最终接头安装前应清除止水带四周及对接端端面上的杂物,并探摸检查止水带,止水带应稳固、无偏位、无破损。
- 最终接头管节对接的实测项目应符合表 28 的要求。

表 28 最终接头管节对接质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	轴线绝对误差 (mm)	± 25	全站仪测量：管节两端各检查 1 处	1

表28 最终接头管节对接质量检验的允许偏差、检查方法和频率（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
2	管节高程绝对误差（mm）	± 50	全站仪或水准仪测量：检查轴线、侧墙处，管节两端各检查3处	1
3Δ	相邻管节轴线接头错位（mm）	± 50	全站仪测量：检查轴线处，检查1处	2
4Δ	相邻管节高程接头错位（mm）	± 50	全站仪测量：检查相邻管节轴线、侧墙处，检查3处	2
5Δ	GINA 止水带检查	符合设计要求	水下录像检查压接情况及管内测量止水带压缩量	2

12 基槽回填

12.1 一般规定

12.1.1 回填范围、顺序、厚度应符合设计要求。

12.1.2 回填材料规格及质量应符合设计要求。

12.2 锁定回填

12.2.1 锁定回填应符合如下基本要求：

- 管节沉放后应立即进行两侧锁定回填，固定管节位置。锁定回填应对称、均匀沿隧道两侧和管节方向进行。
- 锁定回填高度和宽度应以提供足够的侧向抗力，确保管节沉放后的横向稳定为原则。

12.2.2 锁定回填的实测项目应符合表 29 的要求。

表 29 锁定回填的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	锁定、一般回填顶轮廓线标高（mm）	10~100kg	-400~+400	多波束，每 5~10m 一个测试断面。	1
		碎石	-300~+300		
2	护面层顶轮廓线标高（mm）	10~100kg	-400~+400		
		100~200kg	-500~+500		
		300~500kg	-700~+700		
		800~1000kg	-900~+900		
		1-3t	-900~+900		
注1：表中负值为向下或向内； 注2：两侧锁定回填高差不大于1m；当锁定回填与一般回填石料规格不同时，锁定回填顶面不得侵入一般回填层； 注3：护面层回填块石边坡坡率按照自然休止角控制。					

12.3 一般回填

12.3.1 一般回填应符合如下基本要求：

- 抛填块石应根据设计要求、施工能力、潮位和波浪影响，确定分层和分段顺序。
- 抛填前对基槽和坡面进行检查，超过设计要求的回淤或塌坡应进行清理。

12.3.2 一般回填的实测项目应符合表 29 的要求。

12.4 护面回填

12.4.1 护面回填应符合如下基本要求：

- 抛填块石的实际坡度不应陡于设计坡度。
- 管节顶部及一般回填上部的护面石（靠近隧道结构侧）回填应严格控制落距，选择适当方式，以避免块石回填对沉管结构造成不利影响。

12.4.2 护面回填的实测项目应符合表 29 的要求。

13 隧道防火及装修

13.1 一般规定

13.1.1 防火及装修所采用的原材料应符合设计及规范要求。

13.1.2 防火材料应按照有关标准开展型式检验并合格。

13.1.3 防火及装修所采用的板块材料应保证其完整性。

13.1.4 防火及装修工程外观质量应符合设计要求。

13.2 防火涂层

13.2.1 防火涂层应符合如下基本要求：

- 防火涂料规格、质量应符合设计要求。
- 涂层无漏涂、脱粉、明显裂缝等外观缺陷。

13.2.2 防火涂层的实测项目应符合表 30 的要求。

表 30 防火涂层的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	防火涂层厚度	厚度符合设计要求	按《钢结构防火涂料应用技术规范》（CECS 24）执行	2
2Δ	附着力	根据涂层类型及厚度确定	按《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210 有关规定执行	2

13.3 防火板

13.3.1 防火板应符合如下基本要求：

- 防火板厚度应符合设计及相关规范要求。防火板应满足在 RABT 时间—温度曲线的火灾条件下相关材料的设计温度要求。
- 防火板的安装龙骨、支撑固定件等应牢固可靠。

13.3.2 防火板的实测项目应符合表 31 的要求。

表 31 防火板安装的允许偏差、检验方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	立面垂直度（mm）	±7	用 2m 垂直检测尺检查：全数检查	2
2	表面平整度（mm）	±5	用 2m 靠尺、塞尺检查：全数检查	1
3	接缝宽厚（mm）	≤5	用钢直尺检查：全数检查	1

13.4 装饰板

- 13.4.1 装饰板应符合如下基本要求：
- 装饰板材料规格及质量应符合设计及相关规范要求。
 - 内壁装饰应不侵入建筑限界。
 - 装饰板安装龙骨系统应牢固可靠。
- 13.4.2 装饰板的实测项目应符合表 32 的要求。

表 32 装饰板安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	立面垂直度 (mm)	2	2m 垂直检验尺检验	2
2	表面平整度 (mm)	2	2m 靠尺、塞尺检验	1
3	阴阳角方正 (mm)	2	直角检验尺检验	1
4	接缝高低差 (mm)	1	钢直尺和塞尺检验	1
5	接缝宽度 (mm)	1	钢直尺检验	1

13.5 安全门安装

- 13.5.1 安全门安装应符合如下基本要求：
- 防火门的耐火等级及其附件的质量应符合设计要求。
 - 防火门安装应牢固，预埋件的数量、位置应符合设计要求。
 - 防火门应具备自动关闭功能。
- 13.5.2 安全门的实测项目应符合表 33 的要求。

表 33 安全门安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	门框两对角线长度差 (mm)	6	尺量抽查 50%，并不得少于 10 樘，不足 10 樘时全数检查	2
2Δ	门框正、侧面的垂直度(每 1m) (mm)	2	尺量抽查 50%，并不得少于 10 樘，不足 10 樘时全数检查，塞尺量：抽查 50%，不得少于 10 樘，不足 10 樘时全数检查	2
3	门无下槛时，门扇与地面之间留缝限值 (mm)	4~8	尺量抽查 50%，并不得少于 10 樘，不足 10 樘时全数检查	1

14 隧道防水及防腐

14.1 一般规定

- 14.1.1 管节防水材料的品种、型号、规格、质量和表面涂层应符合设计要求，钢材的除锈和防腐应符合设计要求，并应符合《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的相关规定。
- 14.1.2 施工缝止水带的尺寸、规格、技术性能指标、埋设位置应符合设计要求。
- 14.1.3 防水或防腐涂层基面应洁净、平整、坚实。

14.2 结构防水

- 14.2.1 结构防水应符合如下基本要求：
- 水泥基渗透结晶型防水材料技术性能指标应符合设计要求。

- b) 喷涂聚脲防水涂料技术性能指标应符合设计要求，配套使用的底涂料、涂料修补材料、层间处理剂的性能指标应符合《喷涂聚脲防水工程技术规程》（JGJ/T 200）的要求。
- c) 混凝土结构阴角均应做成 $R \geq 50\text{mm}$ 的圆弧或 $50 \times 50\text{mm}$ 的钝角。
- d) 结构阴阳角、变形缝位置应分别设置宽度为 500mm 、 1000mm 的加强层，加强层材料为 0.5mm 厚聚脲防水涂料。

14.2.2 水泥基渗透结晶型防水材料的实测项目应符合表 34 的要求；涂料防水层的实测项目应符合表 35 的要求。

表 34 水泥基渗透结晶型防水材料质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	防水剂用量 (kg/m^2)	≥ 1.5	检查施工记录	2

表 35 涂料防水层质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	防水层厚度 (mm)	平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得小于设计厚度的 80%	在进行涂膜正拉粘结强度检测并破坏的部位用刀片垂直于基层割取 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 涂膜试样，将试样表面清理干净，用卡尺测量涂膜的厚度：每 500m^2 检测一次	2
2	正拉粘结强度 (MPa)	≥ 2.0 且正常破坏	用附着力测定仪检查：每 500m^2 检测一次	1

14.3 施工缝防水

14.3.1 施工缝防水应符合如下基本要求：

- a) 止水带的材质、规格、性能、表面防腐应符合设计及规范要求。
- b) 中埋式止水带转角过渡半径应不小于 200mm 。
- c) 止水带接头不得设于拐角处，中心线应与变形缝中心线相重合。
- d) 钢板止水带应顺直安装，与混凝土结构连接紧密；钢板止水带接口焊缝应满焊，焊缝高度不小于 5mm ，焊缝应进行防腐处理。
- e) 遇水膨胀止水胶的材质、性能应符合设计及规范要求；遇水膨胀止水胶应连续不间断，与混凝土基面紧密贴合。

14.3.2 施工缝止水带的实测项目应符合表 36 的要求；钢板止水带的实测项目应符合表 37 的要求；遇水膨胀止水胶条的实测项目应符合表 38 的要求。

表 36 施工缝止水带质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	施工缝止水带环向定位 (mm)	± 50	在浇筑下一段前用钢尺测量两端和中部：每 5 米一处	2
2	与结构缝中心线偏差 (mm)	± 10	在浇筑下一段前用钢尺测量两端和中部：每 5 米一处	1

表 37 钢板止水带的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1Δ	施工缝止水带环向定位 (mm)	± 50	在浇筑下一段前用钢尺测量两端和中部：每 5 米一处	2

表 38 遇水膨胀止水胶条质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	断面宽度 (mm)	≥ 0	尺量：每 20m 检查 5 处	1

14.4 结构防腐

14.4.1 结构防腐应符合如下基本要求：

- 防腐涂料各项性能指标、钢材表面处理、喷涂条件及工艺应符合设计要求。
- 涂料受损处应用同类涂层修补至同等厚度。
- 钢材不得有返锈或被污染现象。
- 牺牲阳极块的材质、规格、性能等应符合设计和规范要求。
- 牺牲阳极块阳极芯棒与端钢壳的焊接形状、尺寸应符合设计要求。焊接工艺评定应符合《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)的要求。

14.4.2 钢壳防腐涂层的实测项目应符合表 39 的要求；牺牲阳极块安装的实测项目应符合表 40 的要求。

表 39 钢壳防腐涂层允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	涂膜厚度 (mm)	90%测点不低于设计要求，最小厚度不低于设计厚度 90%	按面积的 10%进行检测，每 10m ² 不少于 3 个测点，每个测点测读 3 次，每次测量位置间距 25~75mm，取 3 次的平均值	2
2	钢材表面粗糙度 (μm)	60~100 中等	每 10m ² 检测一次 每 10m ² 检测一次	1
3Δ	附着力 (MPa)	≥ 8	每 500m ² 检测一次，每次不少于 3 处	2
4	除锈等级	Sa2.5(或 StB)	每 500m ² 检测一次 (核实设计中设计文件)	1

表 40 牺牲阳极块安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	焊脚尺寸 (mm)	不小于设计值	尺量：逐件检查	1
2	安装数量	符合设计要求	检查安放布置图和施工记录或现场测量检查：全部检验	
3	牺牲阳极块支座定位偏差 (mm)	± 20	尺量纵横两方向：逐件检查	

14.4.3 外观质量应符合如下要求：

- 涂装后构件表面应无漏涂、针孔、气泡、流挂、起皱、咬底等缺陷。
- 牺牲阳极块与构件应接触紧密，表面无污染。

15 附属结构

15.1 一般规定

- 附属结构预制、浇筑所采用的原材料应符合设计要求。
- 排水设施沟底坡向和坡度应符合设计要求。
- 防撞设施标高应符合设计要求。

15.2 压重混凝土

15.2.1 压重混凝土应符合如下基本要求：

- 混凝土材料、配合比应符合设计要求。

b) 混凝土重度应符合设计要求，最大偏差不超过 1.5%。

15.2.2 压重混凝土的实测项目应符合表 41 的要求。

表 41 压舱混凝土质量检验的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	高程(mm)	-30, +10	水准仪:每 20m 测 1 断面, 每断面测 4 点	1
2	平整度(mm)	20	直尺、塞尺测量:每 200m 测 4 个断面, 每断面测 5 个点	1
3Δ	混凝土强度	在合格标准内	根据现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)中规定的“水 泥混凝土抗压强度评定方法”检测	2

15.3 管沟

15.3.1 管沟应符合如下基本要求:

- a) 管沟所用材料的种类和质量应符合设计及规范要求。
- b) 沟底坡向和坡度应符合设计要求。

15.3.2 管沟安装的实测项目应符合表 42 的要求。

表 42 管沟安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	沟底标高 (mm)	-50, 0	用水准仪测量底部两边线:每 5~10m 一处	1
2	中心线位置距离 (mm)	±50 且不影响行车道宽度	用全站仪测量:每 5~10m 一处	1
3	设计中心线两边宽度 (mm)	0, +100	用钢尺测量底部:每 5~10m 一处	1
4	沟截面厚度或壁厚 (mm)	±30	用钢尺测量:每 5~10m 一处	1

15.4 防撞侧石

15.4.1 防撞侧石应符合如下基本要求:

- a) 防撞侧石材料、质量应符合设计及规范要求。
- b) 防撞侧石安装应稳固，顶面平整，缝宽均匀，勾缝密实，线条直顺，曲线圆滑美观。

15.4.2 防撞侧石预制及安装的实测项目应符合表 43、表 44 的要求。

表 43 防撞侧石预制的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	长度 (mm)	±2	钢尺测量，取大值：抽查 1%，且不少 10 块	1
2	宽度 (mm)	±2		1
3	厚度 (mm)	±5		1
4	平面对角线差 (mm)	四边形	钢尺测量：抽查 1%，且不少于 10 块	1
		六边形	钢尺测量，取大值：抽查 1%，且不少于 10 块	1

表 43 防撞侧石预制的允许偏差、检查方法和频率（续）

项次	检查项目	规定值或允许偏差		检查方法和频率	权值
5	外露面平整度 (mm)	3	3	钢直尺和塞尺测量两对角线方向: 抽查 1%, 且不少于 10 块	1
6Δ	混凝土强度 (mm)	在合格标准内		根据现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)中规定的“水泥混凝土抗压强度评定方法”检测	2

表 44 防撞侧石安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差		检查方法和频率	权值
1	直顺度 (mm)	15		20m 拉线尺量: 每 200m 测 4 处	1
2	相邻两块高差 (mm)	3		水平尺: 每 200m 测 4 处	1
3	相邻两块缝宽 (mm)	±3		尺量: 每 200m 测 4 处	1
4	顶面高程 (mm)	±10		水准仪: 每 200m 测 4 处	1

15.4.3 外观质量应符合如下要求:

- 外露面应平顺, 勾缝密实均匀, 无杂物污染。
- 外观应完整且不得阻水。

15.5 路缘石

15.5.1 路缘石应符合如下基本要求:

- 路缘石的质量应符合设计要求。
- 安装应稳固, 顶面平整, 缝宽均匀, 勾缝密实, 线条直顺, 曲线圆滑美观。

15.5.2 路缘石预制及安装的实测项目参照 15.4.2 有关要求执行。

15.5.3 路缘石外观质量要求参照 15.4.3 有关要求执行。

15.6 边沟

15.6.1 边沟应符合如下基本要求

- 边沟所用材料的种类和质量应符合设计及规范要求。
- 沟底坡向和坡度应符合设计要求。

15.6.2 边沟预制的实测项目参照本规范第 15.3.2 条有关要求执行, 边沟安装的实测项目应符合表 45 的要求。

表 45 边沟安装的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差			检查方法和频率	权值
		土沟	浆砌	现浇混凝土		
1	轴线偏位 (mm)	70	50	20	全站仪或尺测量: 每 200m 一处	1
2	沟底标高 (mm)	-30, 0	±15	-10, 0	水准仪测量: 每 200m 一处	1
3	墙面顺直度 (mm)	-	30	30	拉 20m 线用钢尺测量: 每 200m 一处	1
4	宽度 (mm)	±30	±30	±20	钢尺测量: 每 200m 一处	1

15.7 截水沟

15.7.1 截水沟应符合如下基本要求：

- 截水沟使用材料质量、规格应符合设计及规范要求，
- 截水沟轴线位置、断面尺寸、坡度及沟底标高应符合设计要求。
- 截水沟篦子、后浇带混凝土表面应与路面平齐。

15.7.2 截水沟施工的实测项目应符合表 46 的要求。

表 46 截水沟施工的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	轴线位置 (mm)	50	全站仪等测量：每 5~10m 一个断面	1
2	砌体断面尺寸 (mm)	不小于设计值	钢尺测量：每 5m 一个断面	1
3	沟底高程 (mm)	± 15	水准仪等测量：每 5m 一个断面	1

16 衔接段隧道

16.1 一般规定

16.1.1 衔接段隧道基坑、混凝土结构、围堰、护岸等工程的施工与质量验收应执行本规范。

16.1.2 衔接段隧道应在相邻沉管管节连接前施工完毕，并按设计及施工组织要求设置端封墙、水密门、鼻托、千斤顶拉合系统、测量定位系统等设施。

16.1.3 管节水力压接时，应进行水平推力作用下衔接段的抗滑移稳定性验算，抗滑移安全系数不应小于 1.3。

16.1.4 衔接段隧道钢筋、混凝土、预埋件工程应符合本规范第 6.2 节和第 6.4 节的有关规定。

16.2 基坑开挖

16.2.1 基坑开挖应符合如下基本要求：

- 在土石方工程开挖施工前，应完成支护结构、地面排水、地下水控制、基坑及周边环境监测、施工条件验收和应急预案准备等工作的验收，合格后方可进行土石方开挖。
- 应定期测量和校核设计平面位置、边坡坡率和水平标高。平面控制和水准控制点应采取可靠措施加以保护，并应定期检查和复测。
- 基坑土方开挖台阶设置合理，坡面平整，开挖作业不得过多扰动基底土层。

16.2.2 基坑开挖的实测项目应符合表 47 的要求。

表 47 基坑开挖的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差					检查方法和频率	权值
		基坑 基槽	挖方场地平整		管沟	地(路) 面基层		
			人工	机械				
1	标高(mm)	+10 -20	±30	±50	-50	-50	水准仪:每 100m²检测 1 点	1
2	长度、宽度(由设计中心线向两边量)(mm)	+200 -50	+300 -100	+500 -150	+100	/	全站仪、钢尺量,(缺频率)	1
3	边坡(mm)	符合设计要求					坡度尺,(缺频率)	1
4	表面平整度(mm)	20	20	50	20	20	2m 靠尺和塞尺,每 100m²检测 1 点	1
5	基底土质(mm)	设计要求					观察或土样分析	1

16.3 地基加固

16.3.1 地基加固应符合如下基本要求：

- 深层水泥搅拌桩、PHC 桩、高压旋喷桩、挤密砂桩等相关施工要求及检验指标应符合本规范第 8.2 的规定。
- 钻孔灌注桩所用的混凝土、钢筋质量应符合设计要求，钢筋笼不得变形，焊缝饱满，焊渣清理干净。

16.3.2 钻孔灌注桩的实测项目应符合表 48 的要求。

表 48 钻孔灌注桩的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	钢筋笼顶标高 (mm)	± 50	钢尺或水准仪测量：逐根检查	1
2	桩位置 (mm)	≤ 100	全站仪或拉线用钢尺测量两方向，取大值：逐根检查	1
3	垂直度	1/200	吊线测量：抽查 10%且不少于 3 根，每根测一次	1
4△	孔深	$\geq$ 设计值	量测或测钻杆、塞管长度：逐根检查	2
5	孔径	$\geq$ 设计值	井径仪或超声波检测：逐根检查	1
6	沉渣厚度	符合设计要求	沉渣仪或量测：逐根检查	1
7	桩顶标高(mm)	-50, +30	水准仪：逐根检查并剔除桩顶浮浆层及劣质桩体	1
8△	混凝土强度(MPa)	在合格标准内	依据《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)执行	2
9△	桩身完整性	符合设计要求	按设计要求或 100%	2

注：当桩身完整性类别为 III 类或 IV 类时，宜采用钻芯法进行验证检测。

16.4 基坑回填

16.4.1 基坑回填应符合如下基本要求：

- 基坑回填密实，顶面平整，回填不得损坏隧道结构及防水保护层。
- 基坑回填每层压实遍数、分层厚度和压实系数应符合设计要求。
- 结构周边回填应同步推进结构周围回填高差不应超过 2m，回填应及时对结构的位移、变形等进行监测。

16.4.2 基坑回填的实测项目应符合表 49 的要求。

表 49 基坑回填的允许偏差、检查方法和频率

项次	检查项目	规定值或允许偏差					检查方法和频率	权值
		基 坑 基 槽	挖方场地平整		管沟	地(路) 面基层		
			人工	机械				
1△	标高(mm)	-50	±30	±50	-50	-50	水准仪	2
2	回填土料	符合设计要求					取样检查或直观鉴别	1
3△	分层压实度	不小于设计要求					按规范要求	2
4	表面平整度(mm)	20	20	30	20	20	用2m尺或水准仪	1

附录 A

(规范性)

单位、分部及分项工程的划分

单位、分部及分项工程的划分应符合表A.1的要求。

单位工程	分部工程	分项工程
沉管隧道工程（每座或每个合同段）	沉管隧道总体	沉管隧道总体
	钢筋混凝土管节	钢筋工程、模板工程（不参与评定）、混凝土工程、预埋件
	钢壳混凝土管节	钢壳制作、混凝土工程、预埋件
	沉管基础	地基加固、基槽开挖、块石夯实及振密、基础垫层、基槽清淤
	管节安装	管节对接
	管节接头	端钢壳、GINA 止水带、OMEGA 止水带、钢剪力键、混凝土剪力键
	最终接头	最终接头制作、最终接头安装、最终接头基础
	基槽回填	锁定回填、一般回填、护面回填
	隧道防火及装修	防火涂层、防火板、装饰板、安全门
	隧道防水防腐工程	结构防水、施工缝防水、结构防腐
	附属设施	压重混凝土、管沟、防撞侧石、路缘石、边沟、截水沟
	衔接段隧道	基坑开挖、基坑围护（不参与评定）、地基加固、基坑回填、钢筋工程、模板工程（不参与评定）、混凝土工程、预埋件、端封墙（不参与评定）
注：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。		

附录 B

(规范性)

分部工程验收外观质量扣分细则

表B.1给出了各分部工程验收外观质量的扣分细则

表 B.1 各分部工程验收外观质量的扣分细则

分部工程	检查内容及扣分标准	备注
沉管隧道工程（每座或每个合同段）	管节预制 1、管节预制件浇筑后浇筑孔和排气孔均全部封闭处理，焊缝打磨平整，不符合要求每处扣 2-3 分，并进行整改； 2、混凝土结构表面，任一延米的隧道面积中，蜂窝麻面不超过 1%，单个蜂窝面积不超过 0.02m^2 ，深度不超过 10mm，不符合要求时，每超过 1%（或单个蜂窝面积超过 0.02m^2 ，深度超过 10mm）扣 5 分； 3、隧道主体结构出现裂缝，裂缝累计长度每超过隧道长度的 1%扣 1-2 分； 4、混凝土结构有空洞、钢筋外露现象的，每处扣 2-5 分，并进行处理。	按每个管节或管节接头累计扣分
	管节安装 1、管节接缝处不渗水，不符合扣 2-5 分，并进行整改； 2、管节间无错台，缝宽无明显差别，不符合要求扣 1-3 分。	
	管节接头 1、GINA 止水带安装严密，与端钢壳间无间隙，压板、压块及连接螺栓的防腐涂层无脱落现象，不符合要求每处扣 1-2 分； 2、混凝土剪力键铺装平整、不得出现裂缝、蜂窝麻面露筋现象，发现一处扣 2-3 分。	
	隧道防火及装修 1、防火涂料涂刷均匀，无漏刷、鼓包或流挂现象，不符合要求每处扣 1-2 分； 2、防火板安装挂扣紧固，表面平整，不得有破损、缺角板块，发现一处扣 2 分； 3、板材间缝隙宽窄均匀，均用密封胶填充密实，不符合要求扣 2 分。	
	隧道防水防腐工程 1、止水带不得出现破损，转角处不得有接头，不符合要求扣 2-3 分； 2、隧道内不得出现渗水，每出现一处漏水或墙壁上有水印扣 2-3 分； 3、防腐层补刷均匀，无漏刷现象，不符合要求扣 2-3 分。	
	附属设施 1、接缝处理整洁，填缝料填充饱满，不污染周边混凝土，不符合要求扣 1-2 分； 2、路缘石或防撞石安装线性顺直，无错台，相邻构件间缝隙不得过大，不符合要求每处扣 1-2 分。 3、排水沟内侧及沟底应平顺，无阻水现象，外侧无脱空，不符合要求时，每处扣 1-2 分。	
	衔接段隧道 1、混凝土结构表面，任一延米的隧道面积中，蜂窝麻面不超过 1%，单个蜂窝面积不超过 0.02m^2 ，深度不超过 10mm，不符合要求时，每超过 1%（或单个蜂窝面积超过 0.02m^2 ，深度超过 10mm）扣 5 分； 2、施工缝平顺无错台，不符合要求时每处扣 1 分； 3、隧道主体结构出现裂缝，裂缝累计长度每超过隧道长度的 1%扣 1-2 分； 4、混凝土结构有空洞、钢筋外露现象的，每处扣 2-5 分，并进行处理； 5、墙壁上临时预埋件或临时设施、杂物未清除处理时扣 1-2 分。	

附 录 C
(规范性)
分部工程权值

表C.1给出了各分部工程的权值。

表 C.1 各分部工程权值

单位工程	分部工程	权值
沉管隧道工程	沉管隧道总体	2
	钢筋混凝土管节	2
	钢壳混凝土管节	2
	沉管基础	2
	管节安装	2
	管节接头	2
	最终接头	2
	基槽回填	1
	隧道防火及装修	1
	隧道防水防腐工程	1
	附属设施	1
	衔接段隧道	1
	沉管隧道总体	2

附录 D

(规范性)

钢壳沉管自密实混凝土脱空检验方法

D.1 基本技术要求

D.1.1 钢壳自密实混凝土结构顶板允许脱空按照设计要求执行。钢壳自密实混凝土结构顶面脱空技术指标主要包括脱空高度、脱空面积比等。

D.1.2 混凝土允许脱空高度 $\leq 5\text{mm}$ ，针对底板顶和顶板顶进行分格脱空检测，分格规格为 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ ；

D.1.3 T 肋位置的分格需要以 T 肋为中心、骑跨 T 肋进行(30cm 的分格须保证在 T 肋两侧各 15cm)；

D.1.4 骑跨 T 肋的单个分格(不连片)等效脱空高度 $> 5\text{mm}$ 时需要注浆补强；

D.1.5 骑跨 T 肋的分格，出现相邻的 2 个及以上分格等效脱空高度均 $> 3\text{mm}$ 时需要注浆补强(一个分格骑跨 T 肋、相邻分格不骑跨 T 肋也适用本条)；

D.1.6 非 T 肋位置的分格等效脱空高度 $> 5\text{mm}$ 时需要注浆补强；

D.1.7 脱空检测考虑采用冲击映像法和中子法，由第三方独立完成，冲击映像法要求对底板顶和顶板顶进行 100%检测，采用冲击映像法检测出“分格存在脱空 $> 5\text{mm}$ 的单点或单个分格中脱空 $> 3\text{mm}$ 的面积大于 30%”采用中子法进行复测。

D.1.8 注浆补强材料要求采用环氧树脂，具体材料性能指标及注浆补强工艺方案由承包人上报管理中心及设计确认。

D.2 冲击映像法顶板脱空检测技术

D.2.1 检测设备

D.2.1.1 采用扫描式冲击映像仪对钢壳自密实混凝土结构顶板脱空度进行检测：冲击器与接收传感器一体化设计，滚动扫描冲击、连续接收影像信号。

D.2.1.2 冲击映像仪应符合下列要求：

- 冲击映像仪应具有制造厂的产品合格证，检测前需经过检定或校准，有效期不小于 1 季度，如经过权威论证且有实际使用数据统计验证可靠性后，可提高检验有效期。
- 冲击器应根据检测构件的厚度配备产生不同冲击频率的钢球型冲击器或电磁激振的圆柱形冲击器。
- 冲击映像仪应选择垂直冲击测试面的冲击方式，且冲击力度应基本保持一致，偏差小于 $\pm 5\%$ 。
- 接收传感器应针对钢壳混凝土接触面具体情况，选择合适频响范围的传感器。
- 冲击映像法检测装置，应能根据检测对象与目的，调整震源偏移距以保证有足够的分辨率和检测精度，精度要求达到 $4\pm 1\text{mm}$ (能分辨 4mm 以上脱空值，误差 $\pm 1\text{mm}$)。

D.2.1.3 采集软件应能实时显示环境噪音和每次冲击时传感器的输出信号，分析软件应可实时读取和显示相应的输出信号，包括相对应的时间和测试信号曲线，且具有时间域窗口选择、数字滤波、时域分析、频率幅值谱(FFT)分析功能，宜具有三维图形等分析功能。

D.2.1.4 冲击映像仪不宜在有机机械振动和高振幅电(磁)噪音干扰环境下使用，测试前确保不能有震源影响信号采集。

D.2.1.5 冲击映像仪有下列情况之一时，应按规定进行校准后方可使用：

- 新仪器启用前；
- 超过校准有效期；
- 更换模块和传感器；
- 仪器维修后；
- 对测试值有怀疑时。

D.2.1.6 冲击映像仪使用后，应对冲击装置的冲击器和接收传感器及时清洁，妥善保管。冲击映像仪

应定期保养，当仪器长时间不用时，应将电池取出或给电池定期充电。

D.2.2 检测流程

D.2.2.1 使用冲击映像法进行检测的人员，应经培训合格后方准上岗。

D.2.2.2 检测前应进行调查、收集检测项目的相关资料，制定检测方案，对仪器设备进行状态核查。

D.2.2.3 调查、收集的资料宜包括下列内容：

- a) 工程概况信息，主要包括工程名称及设计、施工、监理、建设和委托单位名称等；
- b) 被检测结构或构件的名称、设计图纸、设计变更、施工记录、施工验收等资料；
- c) 钢和混凝土相关资料，主要包括原材料品种和规格、混凝土浇筑和养护情况、设计强度等级、物性参数等资料；
- d) 构件、结构所属环境条件、使用期间的加固情况；
- e) 明确委托方检测目的和具体要求；
- f) 结构或构件外观质量及存在的问题。

D.2.2.4 检测方案宜包括下列主要内容：

- a) 工程概况、结构或构件设计及施工情况；
- b) 检测依据、目的及委托方要求；
- c) 委托方与受托方单位名称、负责人姓名、职务及其联系方式；
- d) 检测人员与分工；
- e) 仪器设备，以及具体测试方法、步骤、数量、位置及进度；
- f) 测区划分、测线布置；
- g) 安全、文明及环保措施；
- h) 所需相关方配合的工作。

D.2.2.5 检测部位表面应清洁、平整，无沙粒、浮土和积水等，且不应有蜂窝、孔洞等外观质量缺陷。必要时应清扫、磨平。
