ICS 07 060
CCS A 47

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T XXXX—2023

水工隧洞质量检测技术规程

Technical code for quality detection of Hydraulic Tunnel

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

辽宁省市场监督管理局 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 3
4.1　基本要求 3
4.2　检测流程 3
4.3　检测方法 3
4.4　检测仪器 3
4.5　检测比例 4
4.6　检测单元 4
4.7　质量评价 4
5 不衬砌隧洞 4
5.1　检测项目 4
5.2　外观质量 4
5.3　横断面尺寸 5
5.4　轴线坐标 5
5.5　平整度 5
5.6　岩石抗压强度 5
5.7　岩体完整性 6
5.8　水质分析 6
6 锚喷隧洞 6
6.1　检测项目 6
6.2　外观质量 6
6.3　裂缝 7
6.4　横断面尺寸 7
6.5　轴线坐标 7
6.6　平整度 7
6.7　黏结强度 8
6.8　喷层厚度 8
6.9　挂网位置及范围 8
6.10　抗压强度 9
6.11　灌浆质量 9
6.12　水质分析 9
7 钢筋混凝土衬砌隧洞 9
7.1　检测项目 9
7.2　外观质量 10

7.3 裂缝 10
7.4 连接缝止水 10
7.5 横断面尺寸 10
7.6 轴线坐标 11
7.7 平整度 11
7.8 钢筋数量、钢筋间距、保护层厚度 11
7.9 混凝土与围岩接触面脱空 12
7.10 衬砌厚度 12
7.11 内部缺陷 12
7.12 抗压强度 13
7.13 抗冻性能和抗渗性能 13
7.14 灌浆质量 13
7.15 水质分析 13
8 钢衬砌隧洞 14
8.1 检测项目 14
8.2 外观质量 14
8.3 横断面尺寸 14
8.4 钢衬与混凝土接触状况 14
8.5 针孔 15
8.6 涂层厚度 15
8.7 附着力 15
8.8 焊缝质量 16
8.9 钢板厚度 16

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。

本文件由辽宁省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司，辽宁省水利事务服务中心。

本文件主要起草人：汪魁峰、富天生、艾新春、于小苇、崔海龙、吴海东、牛爱民、徐宗白、刘丽、刘志宏、马洪山、宋立元、宫治军、宫旭、张瑞、杨春旗、汤彦明、臧志刚、常世华、罗东翔、刘湘妮、韩宇舟、信亮、韩炯清、李伟榕、王淑伟、孙海波、王莹莹、张晓飞、周庆涛、马铁元、万毅、刘欢、肖婷婷、田晓彤。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有意见和建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通信地址：辽宁省水利厅（沈阳市和平区十四纬路5号），联系电话：024-62181315。

文件起草单位通信地址：辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司（沈阳市和平区十四纬路5-4号），联系电话：024-62181276。

水工隧洞质量检测技术规程

1 范围

本文件规定了水工隧洞洞身实体质量检测的内容、方法、技术要求。

本文件适用于1级、2级、3级水工隧洞的竣工验收检测和安全鉴定检测。施工期实体检测，4级、5级水工隧洞检测可参照执行。

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 3323.1 焊缝无损检测射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
GB/T 3323.2 焊缝无损检测射线检测 第2部分：使用数字化探测器的X和伽玛射线技术
GB/T 5750.3 生活饮用水标准检验方法 水质分析质量控制
GB/T 11344 无损检测 超声测厚
GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测技术 检测等级和评定
GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
GB/T 50784 混凝土结构现场检测技术标准
DL/T 330 水电水利工程金属结构及设备焊接接头衍射时差法超声检测
DL/T 5299 大坝混凝土声波检测技术规程
JGJ/T 152 混凝土中钢筋检测技术标准
JGJ/T 208 后锚固法检测混凝土抗压强度技术规程
SL/T 62 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范
SL 105 水工金属结构防腐蚀规范
SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
SL/T 264 水利水电工程岩石试验规程
SL 279 水工隧洞设计规范
SL/T 291.1 水利水电工程勘探规程 第1部分：物探
SL/T 352 水工混凝土试验规程
SL 377 水利水电工程锚喷支护技术规范
SL 582 水工金属结构制造安装质量检验通则
SL 631 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——土石方工程
SL 632 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——混凝土工程
SL 635 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——水工金属结构安装工程
SL 713 水工混凝土结构缺陷检测技术规程
SL 734 水利工程质量检测技术规程
CECS 69 拔出法检测混凝土强度技术规程
T/CECS 02 超声回弹综合法检测混凝土抗压强度技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水工隧洞 hydraulic tunnel

在山体或地下开挖的，具有封闭断面的过水通道。

[来源：SL279—2016，2.1.1]

3.2

不衬砌隧洞 unlined tunnel

内壁大部分不衬护的水工隧洞。

[来源：SL 279—2016，2.1.6]

3.3

检测单元 detection unit

根据水利工程的结构或设备特点及检测工作需要，采取相应检测技术、方法划分的可独立评价其质量的基本检测单位。

[来源：SL 734—2016，2.0.2]

3.4

测区 detection area

按检测方法要求，在检测单元内为取得检测数据而选定的测试区域。

[来源：SL 734—2016，2.0.3]

3.5

测线 line of detection

按检测方法要求，在检测单元内为取得检测数据而选定的测试线段。

[来源：SL 734—2016，2.0.4]

3.6

测点 detection point

按检测方法要求，在检测单元内为取得检测数据而选定的测试点。

[来源：SL 734—2016，2.0.5]

3.7

外观质量 quality of appearance

通过检查和必要的量测所反映的工程外表质量。

［来源：SL 176—2007，2.0.12］

3.8

内部缺陷　internal defects

混凝土结构内部存在的不密实区、低强度区、空洞、异物等缺陷。

［来源：SL 713—2015，2.0.2］

3.9

涂层局部厚度　coating local thickness

在基准面上进行规定次数测量所得涂层厚度的平均值。

［来源：SL 105—2007，2.0.4］

3.10

全数检测　comprehensive inspection

对工程项目中全部检测单元和检测项目进行的检测。

［来源：SL 734—2016，2.0.7］

4　基本规定

4.1　基本要求

4.1.1　检测单位的质量检测活动应客观、公正、规范，并接受水行政主管部门的监督管理。

4.1.2　检测单位和检测人员应按相关规定开展质量检测工作，确保检测数据真实可靠，对质量检测结果负责。

4.1.3　检测工作应明确检测目的、检测范围和检测内容。

4.1.4　检测工作宜避免对结构造成损伤，无法避免时，应采取相应措施不影响工程原有性能和指标。

4.1.5　检测工作应包括工程调查、大纲编写、现场检测、检测结果分析、报告编制等内容。

4.2　检测流程

4.2.1　检测单位应与委托人签订质量检测合同，编制检测方案，组织检测活动开展与实施，提交检测报告。

4.2.2　如委托人对检测报告中的检测结果有异议，可按合同中约定的方式进行处理。

4.3　检测方法

4.3.1　应根据检测目的、结构类型、结构状态、环境条件等选用适宜的检测方法。

4.3.2　宜优先选用无损检测方法。

4.3.3　同一个检测项目，有多种检测方法可以选择时，应优先选择精度高的检测方法。

4.4　检测仪器

应选择在检定或校准有效期内的完好设备，精度满足检测要求。

4.5 检测比例

4.5.1 应根据地质条件、工程布置、工程质量现状以及洞段长度大致相近的要求确定。
4.5.2 应选取能较全面反映工程实际状况的洞段进行抽样检测。
4.5.3 可综合洞段数量和长度、检测内容和条件等因素确定，并符合表 1 的规定。

表 1 检测洞段抽样比例

洞段数量(段)	≤5	6～10	11～20	＞20
抽样比例（%）	50～100	30～50	20～30	20

4.6 检测单元

4.6.1 根据采用的检测方法，并结合结构设计（分缝、分段、分块）或功能划分检测单元。
4.6.2 宜将 10m 长或相邻分缝之间的洞体划分为左拱脚（左边墙）、左拱肩、顶拱、右拱肩、右拱脚（右边墙）、底拱等 6 个检测单元，长度不足可与相邻检测单元合并。
4.6.3 钢衬砌隧洞宜以安装节、不同规格钢衬划分为 1 个检测单元。
4.6.4 同一类检测单元数量大于 10 个时，抽检比例可为 1/4；同一类检测单元数量大于 20 个时，抽检比例可为 1/5。
4.6.5 几何尺寸检测按长度布置断面，当抽检洞段长度小于等于 500m 时，应抽检 1 个断面；长度大于 500m 时，每 500m～800m 抽检 1 个断面。

4.7 质量评价

4.7.1 根据工程实际情况需要进行抽检的，宜对抽检的检测单元或检测项目进行质量评价。
4.7.2 对工程全数检测后，应对工程进行全数检测项目的质量评价。
4.7.3 工程质量检测中出现不合格检测项目时，检测单位确认后应及时通知委托方，委托方应按照有关规定进行处理。

5 不衬砌隧洞

5.1 检测项目

包括外观质量、横断面尺寸、轴线坐标、平整度、岩石抗压强度、岩体完整性、水质分析等。

5.2 外观质量

5.2.1 检测方法及依据

宜采用资料调查、观察触摸、量测、摄录等方法，应符合SL 631中的相关规定。

5.2.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、洞室壁面质量状况等。

5.2.3 检测项目评价标准

洞室壁面上无残留的松动岩块和可能塌落的危石碎块，岩石面干净，无岩石碎片、尘埃、爆破泥粉等。

5.3 横断面尺寸

5.3.1 检测方法及依据

优先采用激光隧道断面检测仪法，全断面测量应不少于1个断面。当采用全站仪法或经纬仪法时，应符合SL 734中的相关规定。

5.3.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、设计值、允许偏差等。

5.3.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

5.4 轴线坐标

5.4.1 检测方法及依据

采用全站仪或GPS设备等方法，应符合SL 734中的相关规定。测点布置在进出口和转折点处，按照设计已明确其坐标位置的特征点进行检测。

5.4.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号、检测方法、检测值、设计值、允许偏差等。

5.4.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

5.5 平整度

5.5.1 检测方法及依据

检测方法应符合SL 631中的相关规定。采用测线法，符合下列的规定：

a) 检测单元起点与终点张拉测线；
b) 选取6～10个表面特征点，量测特征值。

5.5.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、平均值、设计值、允许偏差等。

5.5.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

5.6 岩石抗压强度

5.6.1 检测方法及依据

采用钻芯法，应符合SL/T 264中的相关规定。

5.6.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、试件数量、试件单轴饱和抗压强度值、点荷载强度值、设计围岩类别等。

5.6.3 检测项目评价标准

试件单轴饱和抗压强度、点荷载强度均应满足标准或符合设计要求。

5.7 岩体完整性

5.7.1 检测方法及依据

宜采用岩石声波参数测试仪法或地震仪法，应符合 SL/T 264 中的相关规定。

5.7.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、岩体纵波速度、岩体完整性指标、设计围岩类别等。

5.7.3 检测项目评价标准

岩体纵波速度、岩体完整性指标均应满足标准或符合设计要求。

5.8 水质分析

5.8.1 检测方法及依据

应符合GB/T 5750.3中的相关规定。

5.8.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、分析方法、测定结果值等。

5.8.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准要求。

6 锚喷隧洞

6.1 检测项目

包括外观质量、裂缝、横断面尺寸、轴线坐标、平整度、黏结强度、喷层厚度、挂网位置和范围、抗压强度、灌浆质量、水质分析等。

6.2 外观质量

6.2.1 检测方法及依据

宜采用资料调查、观察触摸、量测、摄录等方法，应符合GB 50086中的相关规定。

6.2.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、喷层表面状况等。

6.2.3 检测项目评价标准

喷层应密实、平整、无裂缝、无脱落、无漏喷、无露筋、无空鼓、无渗漏水。

6.3 裂缝

6.3.1 检测方法及依据

长度、宽度检测采用尺量方法，应符合SL 734中的相关规定。深度检测应符合SL/T 352、SL 713、DL/T 5299中的相关规定。

6.3.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、数量及分布位置、长度、宽度、深度、走向等。

6.3.3 检测项目评价标准

结果应满足标准或符合设计要求。

6.4 横断面尺寸

6.4.1 检测方法及依据

优先采用激光隧道断面检测仪法，全断面测量应不少于1个断面。当采用全站仪法或经纬仪法时，应符合SL 734中的相关规定。

6.4.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、设计值、允许偏差等。

6.4.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

6.5 轴线坐标

6.5.1 检测方法及依据

采用全站仪或GPS设备等方法，应符合SL 734中的相关规定。测点布置在隧洞进、出口和转折点处，按照设计已明确其坐标位置的特征点进行检测。

6.5.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号、检测方法、检测值、设计值、允许偏差等。

6.5.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

6.6 平整度

6.6.1 检测方法及依据

宜采用测线法，在检测单元起点与终点张拉测线，选取10个表面特征点量测特征值。

6.6.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、平均值、设计值、允许偏差等。

6.6.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

6.7 黏结强度

6.7.1 检测方法及依据

采用钻芯拉拔法，应符合SL 377中的相关规定。

6.7.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、试件数量、检测值、平均值、破坏形式。

6.7.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求，且破坏形式正常。

6.8 喷层厚度

6.8.1 检测方法及依据

单点测量采用钻孔法，应符合SL 377中的相关规定。芯样按十字线位置量测4点厚度值，取其平均值作为该孔厚度结果值。

6.8.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、最大值、最小值、平均值、合格率，试件数量、检测值、平均值、设计值。

6.8.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

6.9 挂网位置及范围

6.9.1 检测方法及依据

采用雷达法，应符合SL 734中的相关规定。

6.9.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、钢筋间距最大值、最小值、平均值、

设计值；保护层厚度的最大值、最小值、平均值、设计值。

6.9.3 检测项目评价标准

钢筋间距和保护层厚度应满足标准或符合设计要求。

6.10 抗压强度

6.10.1 检测方法及依据

采用钻芯法，应符合SL/T 352中的相关规定。

6.10.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、试件数量、检测值、平均值、设计值。

6.10.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

6.11 灌浆质量

6.11.1 检测方法及依据

采用压（注）水试验、钻芯法、钻孔电视法、层析成像（声波CT）法、声波法、超声波法、雷达法，应符合SL/T 62和SL/T 291.1中的相关规定。

6.11.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、透水率或渗透系数、充填密实度或浆液充填厚度。

6.11.3 检测项目评价标准

应满足标准或符合设计要求。

6.12 水质分析

6.12.1 检测方法及依据

应符合 GB/T 5750.3 中的相关规定。

6.12.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、分析方法、测定结果值等。

6.12.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准要求。

7 钢筋混凝土衬砌隧洞

7.1 检测项目

包括外观质量、裂缝、连接缝止水、横断面尺寸、轴线坐标、平整度、钢筋数量、钢筋间距、保护层厚度、混凝土与围岩接触面脱空、衬砌厚度、内部缺陷、抗压强度、抗冻性能、抗渗性能、灌浆质量、水质分析等。

7.2 外观质量

7.2.1 检测方法及依据

宜采用资料调查、观察触摸、量测、摄录等方法，应符合SL 632中的相关规定。

7.2.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、混凝土表面状况、蜂窝、麻面累计面积，孔洞面积、深度，漏筋数量、范围，裂缝数量及分布位置、长度、宽度、深度、形态等。

7.2.3 检测项目评价标准

蜂窝、麻面累计面积不超过 0.5%或符合设计要求；孔洞单个面积不超过 0.01m^2，且深度不超过骨料最大粒径或符合设计要求；裂缝深度不大于钢筋保护层厚度或符合设计要求。

7.3 裂缝

7.3.1 检测方法及依据

长度、宽度检测采用尺量方法，应符合SL 734中的相关规定。深度检测应符合SL/T 352、SL 713、DL/T 5299中的相关规定。

7.3.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、数量及分布位置、长度、宽度、深度、形态、走向等。

7.3.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.4 连接缝止水

7.4.1 检测方法及依据

宜采用目视或无损检测方法，应符合SL 734中的相关规定。

7.4.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号、检测方法、止水状态等。

7.4.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.5 横断面尺寸

7.5.1 检测方法及依据

优先采用激光隧道断面检测仪法，全断面测量应不少于1个断面。当采用全站仪法或经纬仪法时，应符合SL 734中的相关规定。

7.5.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号、检测方法、检测值、设计值、允许偏差等。

7.5.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.6 轴线坐标

7.6.1 检测方法及依据

采用全站仪或GPS设备等方法，应符合SL 734中的相关规定。测点布置在进出口和转折点处，按照设计已明确其坐标位置的特征点进行检测。

7.6.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号、检测方法、检测值、设计值、允许偏差等。

7.6.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.7 平整度

7.7.1 检测方法及依据

宜采用测线法，在检测单元起点与终点张拉测线，选取10个表面特征点量测特征值。

7.7.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、平均值、设计值、允许偏差等。

7.7.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.8 钢筋数量、钢筋间距、保护层厚度

7.8.1 检测方法及依据

采用电磁感应法或雷达法，应符合SL 713或JGJ/T 152中的相关规定。

7.8.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、最大值、最小值、平均值、合格率。

7.8.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.9 混凝土与围岩接触面脱空

7.9.1 检测方法及依据

采用雷达法、冲击波法、超声波法或超声横波反射法，应满足SL 734中的规定；必要时采用钻芯和无损检测综合法，符合下列规定：

a) 首先采用无损检测仪初测，查看混凝土与围岩接触面状况，选择和确定代表性的被测点位；
b) 采用钻芯机钻孔进行验证，必要时孔内成像仪摄录。

7.9.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、脱空状况等。

7.9.3 检测项目评价标准

应满足标准或符合设计要求。

7.10 衬砌厚度

7.10.1 检测方法及依据

采用雷达法、冲击回波法、超声波法或超声横波反射法，应符合SL 734的规定。必要时采用钻芯和无损检测综合法，符合下列规定：

a) 首先采用无损检测仪按测线进行连续测量，查看衬砌厚度沿测线方向分布情况；
b) 再选取典型代表性位置，采用钻芯机钻孔进行验证测试；
c) 芯样按十字线位置量测 4 点厚度值，取其平均值作为该孔厚度结果值。

7.10.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、平均值、设计值等。

7.10.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.11 内部缺陷

7.11.1 检测方法及依据

采用雷达法、冲击回波法、超声波法或超声横波反射法，应符合SL 734中的相关规定。必要时采用钻芯和无损检测综合法，符合下列规定：

a) 首先采用无损检测仪按测线进行连续测量，查看衬砌混凝土内部缺陷分布情况；
b) 再选取典型缺陷代表性位置，采用钻芯机钻孔进行验证测试，孔内成像仪摄录。

7.11.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、混凝土内部质量状况等。

7.11.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.12 抗压强度

7.12.1 检测方法及依据

采用回弹法或钻芯法，应符合SL/T 352中的相关规定；采用声波法，应符合DL/T 5299中的相关规定；采用超声回弹综合法，应符合T/CECS 02中的相关规定；采用拔出法，应符合CECS 69中的相关规定；采用后锚固法，应符合JGJ/T 208中的相关规定；必要时采用无损检测和钻芯综合法，符合下列规定：

a) 首先采用无损检测仪初测，查看混凝土内部质量状况，选择和确定代表性的被测点位；
b) 采用钻芯机在代表性点位钻取直径为100mm的混凝土芯样；
c) 符合SL/T 352中的相关规定，测试混凝土芯样试件抗压强度值。

7.12.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、推定值、推定区间上限值、芯样抗压强度平均值、轴向抗拉强度值、设计值等。

7.12.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.13 抗冻性能和抗渗性能

7.13.1 检测方法及依据

采用钻芯法测定混凝土抗冻性，应符合SL 734中的相关规定；采用钻芯法测定混凝土抗渗性能，应符合GB/T 50784中的相关规定。

7.13.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、试件数量、抗冻性能、抗渗性能等。

7.13.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.14 灌浆质量

7.14.1 检测方法及依据

采用压（注）水试验、钻芯法、钻孔电视、层析成像（声波CT）、声波法、超声波法、雷达法，应符合SL/T 62和SL/T 291.1中的相关规定。

7.14.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、透水率或渗透系数、充填密实度或浆液充填厚度。

7.14.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

7.15 水质分析

7.15.1 检测方法及依据

应符合 GB/T 5750.3 中的相关规定。

7.15.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、分析方法、测定结果值等。

7.15.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准要求。

8 钢衬砌隧洞

8.1 检测项目

包括外观质量、横断面尺寸、钢衬与混凝土接触状况、针孔、涂层厚度、附着力、焊缝质量、钢板厚度等。

8.2 外观质量

8.2.1 检测方法及依据

宜采用资料调查、观察触摸、量测、摄录等方法，应符合SL 582和SL 635中的相关规定。

8.2.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、涂层外表质量状况等。

8.2.3 检测项目评价标准

涂料涂装表面光滑、色泽均匀一致，无皱纹、无起泡、无流挂、无针孔、无裂纹、无漏涂；金属喷涂表面均匀、无金属熔融粗颗粒、无起皮、无鼓泡、无裂纹、无掉块及其他影响使用的缺陷。

8.3 横断面尺寸

8.3.1 检测方法及依据

优先采用激光隧道断面检测仪法，全断面测量应不少于1个断面。当采用全站仪法或经纬仪法时，应符合SL 734中的相关规定。

8.3.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、设计值等。

8.3.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

8.4 钢衬与混凝土接触状况

8.4.1 检测方法及依据

采用脉冲回波法、声波反射法、超声横波反射三维成像法，应符合SL/T 291.1中的相关规定。

8.4.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、钢衬与混凝土脱空状况等。

8.4.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

8.5 针孔

8.5.1 检测方法及依据

采用针孔仪法，应符合SL 105中的相关规定。

8.5.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、针孔状态等。

8.5.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

8.6 涂层厚度

8.6.1 检测方法及依据

采用测厚仪法，应符合SL 105中的相关规定。检测单元符合下列规定：1dm^2为1个测区，不少于6个测区，每个测区测量10点。

8.6.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、最小局部厚度等。

8.6.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

8.7 附着力

8.7.1 检测方法及依据

采用划格法或拉开法，应符合SL 105中的相关规定。

8.7.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、设计值等。

8.7.3 检测项目评价标准

应满足标准或符合设计要求。

8.8 焊缝质量

8.8.1 检测方法及依据

——焊缝外观质量，采用焊接检验尺和钢直尺辅以目视对各类焊缝进行100%检查，应符合SL 734中的相关规定。

——焊缝内部质量，采用超声波法，应符合GB/T 11345中的相关规定；采用射线法或衍射时差法，分别依据GB/T 3323或DL/T 330进行验证检测。

8.8.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、焊缝质量、焊缝类别、设计焊缝类别等。

8.8.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。

8.9 钢板厚度

8.9.1 检测方法及依据

采用超声波法，应符合GB/T 11344中的相关规定。每个检测单元均匀布置5个测点。

8.9.2 检测成果要求

应明确检测洞段、检测单元数量、检测桩号范围、检测方法、检测值、设计值等。

8.9.3 检测项目评价标准

检测结果应满足相关标准或设计要求。