



T/CECS G XXXX: 2026

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路隧道排水系统检测与评估技术规程

Technical Specification for Inspection and Evaluation of
Drainage Systems of Highway Tunnels
(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction
Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路隧道排水系统检测与评估技术规程

Technical Specification for Inspection and Evaluation of Drainage
Systems of Highway Tunnels

T/CECS G: XXX-XX-2025

主编单位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2026 年××月××日

人民交通出版社股份有限公司

北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会公路分会《关于开展 2021 年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECSG）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路[2021]11 号）的要求，由招商局重庆交通科研设计院有限公司承担《公路隧道排水系统检测与评估技术规程》（以下简称“本标准”）的制订工作。

为适应我国公路隧道养护管理需要，规范和统一公路隧道排水系统检测与评估的技术要求，提高隧道养护技术水平，完善公路隧道技术标准体系，在总结近年来公路隧道排水系统检测与评估成熟经验和借鉴其他相关标准、技术成果的基础上，完成了本标准的制订工作。

本标准共分为 10 章，主要内容包括：1 总则、2 术语与符号、3 基本规定、4 检查内容与方法、5 人工调查、6 地质雷达检测、7 管道潜望镜检测（QV）、8 电视检测（CCTV）、9 内窥镜检测、10 排水管沟技术状况评估、附录。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由招商局重庆交通科研设计院有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或胡居义（地址：重庆市南岸区学府大道 33 号；邮编：400067；电子邮箱：hujuyi@cmhk.com），以便修订时研用。

主 编 单 位： 招商局重庆交通科研设计院有限公司

参 编 单 位：

主 编： 胡居义

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员:

征求意见稿

目 次

1	总 则	1
2	术语与符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	检查内容与方法	7
4.1	一般规定	7
4.2	检查内容	8
4.3	检查方法	9
5	人工调查	13
5.1	适用范围	13
5.2	检查工具	13
5.3	检查方法	13
5.4	检测记录	15
6	地质雷达检测	16
6.1	适用范围	16
6.2	检测设备	16
6.3	检测方法	16
6.4	检测记录	17
7	管道潜望镜检测（QV）	18
7.1	适用范围	18
7.2	检测设备	18
7.3	检测方法	19
7.4	检测记录	20
8	电视检测（CCTV）	21
8.1	适用范围	21
8.2	检测设备	21
8.3	检测方法	21
8.4	检测记录	23
9	内窥镜检测	24
9.1	适用范围	24
9.2	检测设备	24
9.3	检测方法	25

9.4 检测记录.....	27
10 排水管沟技术状况评估.....	28
10.1 一般规定.....	28
10.2 检测项目名称、代码及等级.....	28
10.3 结构性缺陷评估方法.....	30
10.4 功能性缺陷评定方估.....	31
附录 A 排水管沟检查记录表.....	34

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 为规范公路隧道排水管沟检测与评估工作，为公路隧道养护维修、病害处治和运营安全管理提供技术依据，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于钻爆法施工山岭公路隧道。

1.0.3 公路隧道排水管沟检测与评估应遵循“全面、系统、客观、科学、实用”的基本原则，并应兼顾检测作业安全、检测效率和评估结果的可靠性。

1.0.4 公路隧道排水管沟检测与评估应积极稳妥采用经过验证的新技术、新方法和新设备。采用本标准未规定的新技术、新方法和新设备时，应对其适用性、可靠性和检测精度进行验证。

1.0.5 公路隧道排水管沟检测与评估除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 公路隧道排水管沟 drainage pipes and ditches in highway tunnel

设置于公路隧道洞内、衬砌背后、路面下方等部位，用于汇集、截排、输送和排出地下水、渗漏水及地表水的各类排水管道、沟渠及其附属设施的统称。主要包括洞内中央排水管（沟）、纵向排水管、横向排水管及其配套井盖等附属设施。

2.1.2 隧道排水管沟维护 maintenance of tunnel drainage pipes and ditches

对隧道排水管沟及其附属设施实施检查、检测、技术状况评定、保养维修、病害处治和跟踪监测等工作的统称。

2.1.3 初始检查 initial inspection

公路隧道排水管沟接养时，为全面掌握其初始技术状况、建立养护技术档案基准而进行的首次全面检测。

2.1.4 日常巡查 daily patrol

以目视观察为主，对排水管沟可视范围及其关联部位进行的日常性巡视检查。

2.1.5 经常检查 frequent inspection

采用目测并辅以简单检查工具，对排水管沟可接近部位的外观状况和排水功能进行的一般性定性检查。

2.1.6 定期检查 periodic inspection

按照规定周期对排水管沟结构状况、排水功能及相关病害进行的全面、系统检查，并据此掌握其基本技术状况。

2.1.7 应急检查 emergency inspection

隧道遭受自然灾害、交通事故、异常水文地质事件或其他可能影响排水管沟结构安全和排水功能的异常事件后，为快速查明受损状况和功能状态而开展的检查。

2.1.8 专项检查 special inspection

针对日常检查、定期检查或应急检查发现的异常区段，以及原因、范围或严重程度尚不明确的病害，采用专用仪器设备或专门技术方法开展的深入检查和检测。

2.1.9 结构性缺陷 structural defect

排水管沟本体或附属构筑物发生的影响结构完整性、稳定性或耐久性的缺损，包括破裂、变形、腐蚀、错口、起伏、脱节、异物穿入、渗漏及坍塌等。

2.1.10 功能性缺陷 functional defect

造成排水管沟有效过水断面减小、水流受阻或排水能力降低的异常状态,包括沉积、堵塞、结垢、结晶、障碍物等。

2.1.11 技术状况评定 technical condition assessment

依据检查和检测成果,对排水管沟结构性缺陷、功能性缺陷及其对排水功能、隧道结构稳定和交通安全的影响进行分析、分级和综合评价的过程。

2.1.12 评估段 assessment section

根据排水设施布置形式、结构特征和检测范围划分的技术状况基本评价单元。

2.1.13 管道潜望镜检测 quick view inspection, QV

利用具有照明、摄像、变焦及影像记录功能的管道潜望设备,通过检查井、检查孔或其他可利用通道,对排水管沟内部状况进行快速观察和初步判定的检测方法。

2.1.14 电视检测 closed circuit television inspection, CCTV

利用安装摄像装置的自行式或其他管内检测设备,对排水管沟内部进行连续影像采集,用于识别、定位和复核结构性缺陷与功能性缺陷的检测方法。

2.1.15 内窥镜检测 endoscopic inspection

利用工业内窥镜或管道内窥镜,经检查井、检查孔或其他检测通道,对小管径排水管或排水管沟局部内部状况进行观察和影像记录的检测方法。

2.1.16 地质雷达检测 ground penetrating radar inspection

利用电磁波在地下介质中的传播和反射特征,对隧道路面下方排水管沟的位置、埋深、走向及异常区段进行探测和初步判别的方法。

2.2 符号

2.2.1 检测方法缩写

QV——管道潜望镜检测;

CCTV——电视检测。

2.2.2 技术状况评定符号

D——排水管道内径或名义直径;

P——缺陷分值或局部、节点排水设施技术状况值;

F——评估段结构性缺陷参数;

S_{max}——评估段结构性缺陷中最严重处的缺陷分值;

S ——评估段结构性缺陷平均损坏状况参数;

SM ——评估段结构性缺陷密度;

G ——评估段功能性缺陷参数;

$Y_{\max}$ ——评估段功能性缺陷中最严重处的缺陷分值;

Y ——评估段功能性缺陷平均运行状况参数;

YM ——评估段功能性缺陷密度;

U_j ——第 j 个评估段的维修急迫性指数;

L ——评估段或排水管段长度;

n ——评估段结构性缺陷数量;

n_1 ——纵向净距大于 1.5 m 的结构性缺陷数量;

n_2 ——纵向净距大于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的结构性缺陷数量;

m ——评估段功能性缺陷数量;

m_1 ——纵向净距大于 1.5 m 的功能性缺陷数量;

m_2 ——纵向净距大于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的功能性缺陷数量;

P_{11} ——纵向净距大于 1.5 m 的结构性缺陷分值;

P_{12} ——纵向净距大于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的结构性缺陷分值;

P_{j1} ——纵向净距大于 1.5 m 的功能性缺陷分值;

P_{j2} ——纵向净距大于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的功能性缺陷分值;

L_{i1} ——纵向净距大于 1.5 m 的结构性缺陷长度;

L_{i2} ——纵向净距大于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的结构性缺陷长度;

L_{j1} ——纵向净距大于 1.5 m 的功能性缺陷长度;

L_{j2} ——纵向净距大于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的功能性缺陷长度;

α ——结构性缺陷影响系数;

β ——功能性缺陷影响系数。

3 基本规定

3.0.1 公路隧道排水管沟检查按照检查目的、深度及触发条件分为日常巡查、经常检查、定期检查、应急检查、专项检查五个层级。

3.0.2 初始检查应在新建或改扩建隧道交付时进行，首次全面掌握隧道排水管沟技术状况，其成果应作为隧道养护期间相关检查与评定工作的基准。

3.0.3 检测单位应按照要求，收集待检测排水管沟区域内的相关资料，组织技术人员进行现场踏勘，掌握现场情况，制定检测方案，做好检测准备工作。

3.0.4 管道检测前应搜集下列资料：

- 1 已有排水管沟的技术资料；
- 2 排水管沟检测的历史资料；
- 3 待检测排水管沟区域内的工程地质、水文地质资料；
- 4 评估所需的其他相关资料。

3.0.5 现场踏勘应包括下列内容：

- 1 检查排水管沟进出口的水位、淤积等情况；
- 2 核对排水管沟的尺寸、材料等资料。

3.0.6 检测方案应包括下列内容：

- 1 检测的任务、目的、范围和工期；
- 2 待检测排水管沟的概况；
- 3 检测方法的选择及实施过程的控制；
- 4 可能存在的问题和对策；
- 5 工作量估算及工作进度计划；
- 6 人员组织、设备、材料计划；
- 7 拟提交的成果资料。

3.0.7 现场检测程序应符合下列规定：

- 1 检测前应根据检测方法的要求对排水管沟进行预处理；
- 2 应检查仪器设备；

3 应进行排水管沟检测与初步判读；

4 检测完成后应及时清理现场、保养设备。

3.0.8 现场检测过程中宜采取监督机制，监督人员应全程监督检测过程，并签名确认检测记录。

3.0.9 检查和检测中发现排水管沟存在严重结构损伤、严重堵塞、异常大量出水或排水功能失效等情况，可能影响隧道结构稳定或交通安全时，应及时报告隧道管养单位，并采取必要的安全防护或临时处治措施。

3.0.10 各类检查、检测、技术状况评定、保养维修和病害处治均应形成完整的文字、数据和影像记录。隧道管养单位应建立排水管沟技术资料档案，并与隧道土建结构养护档案相衔接，实行“一隧一档”。

征求意见稿

4 检查内容与方法

4.1 一般规定

4.1.1 隧道移交管养单位时应排水管沟开展初始检查，隧道运营期间排水管沟检查应包括日常巡查、经常检查、定期检查、应急检查、专项检查 5 个层级，并应符合下列规定：

- 1 日常巡查应按规定频率对公路隧道排水管沟外观及使用情况等进行巡视检查，发现并及时处理可能危及通行安全的病害、损毁及其他异常情况。
- 2 经常检查应按规定频率对排水管沟的外观进行定性检查，应及时排查和跟踪早期缺损、显著病害或其他异常情况。
- 3 定期检查应按规定频率对排水管沟的技术状况进行全面检查，应全面掌握结构病害和技术状况。
- 4 应急检查应在隧道遭遇自然灾害、发生重大交通事故或出现其他严重异常事件后，对受影响的排水管沟结构进行详细检查，应及时掌握结构受损情况。
- 5 专项检查应根据经常检查、定期检查和应急检查的结果，确定需要进一步查明缺损或病害详细情况的隧道，开展更深入的专门检测、分析等工作，全面掌握病害详细状况与原因。

4.1.2 排水管沟各层级检查内容宜参照表 4.1.2。

表 4.1.2 排水管沟各层级检查内容

第一章检查 层级	第二章检查内容
第三章日常 巡查	第四章淤塞、缺损、积水、结冰等。包含中心排水管检查井缺损，出水口堵塞、结冰；路侧边沟盖板缺损，管沟淤塞、结冰；纵横向排水管检查井（如有）堵塞、结冰；路面积水、结冰。
第五章经常 检查	第六章渗漏水、缺损、堵塞、积水、结冰、畅通性等。包含衬砌渗漏水、挂冰；中心排水管检查井缺损，出水口堵塞、结冰，管沟畅通性；路侧边沟盖板缺损，管沟堵塞、结冰；纵横向排水管检查井（如有）堵塞、结冰；路面积水、结冰。
第七章定期 检查	第八章渗漏水、缺损、堵塞物、积水、结冰、畅通性等。包含衬砌渗漏水、挂冰位置、范围及程度；中心排水管走向，检查井位置及缺损、管沟堵塞、结冰、畅通性；路侧边沟盖板缺损，管沟堵塞、结冰；纵横向排水管（如有检查井）堵塞、结冰；路面积水、结冰；沉砂池淤积堵塞、沉砂、滞水、结冰。

续表 4.1.2

第九章检查 层级	第十章检查内容
第十一章应 急检查	第十二章对受异常事件影响的管沟进行重点检查。包含衬砌渗漏水，管沟堵塞、破损等。
第十三章专 项检查	第十四章堵塞、结冰、破损程度等。中心排水管及路侧边沟堵塞程度、结冰、结构变形、错口、起伏、沉积与结垢、障碍物；纵横向排水管（如有检查井）堵塞、变形、结冰。

4.1.3 排水管沟检查方法宜参照表 4.1.3。

表 4.1.3 检查方法与设备参考表

第十五章检查内容	第十六章检查方法	第十七章检查设备
第十八章管道位置	第十九章电磁波反射法	第二十章地质雷达
第二十一章衬砌渗漏水	第二十二章人工调查、机器视觉	第二十三章巡检机器人、高清相机
第二十四章管道畅通性	第二十五章通水试验、示踪试验	第二十六章流量计、示踪剂
第二十七章管道堵塞	第二十八章视频检测	第二十九章管道潜望镜、内窥镜
第三十章管道破损	第三十一章视频检测	第三十二章内窥镜、电视检测

4.1.4 公路隧道排水管沟检测与评估应根据排水设施类型、布置形式、可接近条件、病害特征及检测目的合理选择检测方法，并宜采用无损、快速、信息化的技术手段。

4.1.5 公路隧道排水管沟检查应区分结构性缺陷和功能性缺陷，并应采用结构性检查与功能性检查相结合的技术体系：

- 1 结构性检查应重点检查排水管沟的完整性，识别变形、错口、起伏等缺陷；
- 2 功能性检查应重点检查排水管沟的过水断面和排水状态，识别沉积与结垢、障碍物、排水能力等异常情况。

4.1.6 对检查、检测、保养维修或病害处治过程中发现的持续发展性病害和异常区段，应根据需要开展复查、观测或监测，掌握病害发展趋势及排水功能变化。

4.2 检查内容

4.2.1 排水管沟检查对象宜包括洞内中央排水管（沟）、纵向排水管、横向排水管及其配套井盖等附属设施。

4.2.2 排水管沟检查内容宜包括下列内容：

- 1 衬砌主要检查渗漏水的位置、范围、程度、水量，挂冰的位置、长度、直径、掉落风险。

2 中心排水管主要检查管沟的走向、堵塞程度、结冰、结构变形、错口、起伏、沉积与结垢、障碍物、畅通性，检查井井盖、井圈和井壁的位置、缺损、变形，出水口堵塞程度、结冰、障碍物、畅通性。

3 路侧边沟主要检查盖板的缺损、翘起，沟身的堵塞程度、结冰、结构变形、错口、起伏、沉积与结垢、障碍物、畅通性。

4 纵横向排水管主要检查检查井的堵塞、变形、结冰

5 路面主要检查积水的位置、范围、深度、持续时间，结冰的厚度、面积。

6 沉砂池主要检查淤积堵塞的淤积厚度、体积、堵塞物，结冰的厚度与范围，沉砂的厚度与分布、滞水的水深、面积和持续时间。

4.3 检查方法

4.3.1 日常巡查应符合下列规定：

1 日常巡查宜采用人工与信息化手段相结合的方式，积极采用智能化和自动化的巡检设备。

2 日常巡查应对排水管沟淤塞、缺损、积水、结冰等进行检查，检查方法与设备应符合表 4.1.3 的规定。

3 日常巡查发现排水管沟有异常情况时，应及时予以处理；不能处理的应及时报告，并采取进一步检查措施。

4 日常巡查应采取文字和影像等多种方式记录异常情况，并宜及时录入信息化养护管理数据库。

5 日常巡查频率应根据隧道养护等级确定。隧道养护等级为一级时，不低于 1 次/日；隧道养护等级为二级时，不低于 1 次/3 日；隧道养护等级为三级时，不低于 1 次/周。

6 在特殊时段，除应提高日常巡查工作频率外，巡查内容及要求宜按表 4.3.1 执行。

表 4.3.1 特殊时段日常巡查增加重点工作内容及要求

序号	特殊时段类型	重点巡查内容	巡查要求
1	雨季/暴雨/强降雨天气	边沟、中心排水沟、沉砂池淤积堵塞情况	汛前完成排水管沟全面清理疏通，确保无淤积；对渗漏水加剧的部位采取临时引排措施。
2	冬季/暴雪/冰冻天气	结冰堵塞情况	每日检查排水沟内结冰情况，及时疏通。

4.3.2 经常检查应符合下列规定：

1 经常检查宜以定性判断为主，其检查结果应分为情况正常、一般异常和严重异常。一般异常为存在缺损、积水或结冰，尚未危及交通或结构安全。严重异常为沟管堵塞，积水漫流，结冰，设施缺损严重。

2 经常检查宜采用信息化与人工手段相结合的方式，配以简单的检查工具进行。应记述检查项目的异常性质、范围、程度等，对异常情况进行判定分类，并提出相应养护措施。

3 经常检查应对排水管沟的渗漏水、缺损、堵塞、积水、结冰、畅通性等进行检查，检查方法与设备应符合表 4.1.3 的规定。

4 经常检查频率应根据隧道养护等级确定。隧道养护等级为一级时，不低于 1 次/月；隧道养护等级为二级时，不低于 1 次/2 月；隧道养护等级为三级时，不低于 1 次/季度。

5 当经常检查中发现隧道存在一般异常情况时，应进行进一步的定点检查、观测，增加定点检查密度；当经常检查中发现隧道存在严重异常情况时，应及时采取对策措施，必要时应进行专项检查。

4.3.3 定期检查应符合下列规定：

1 定期检查应配备必要的检查工具或设备，进行目测或量测检查。全面检查各个结构部位，注意发现异常情况和原有异常情况的发展变化；对有异常情况的结构，应在其适当位置作出标记。

2 定期检查应对排水管沟渗漏水、缺损、堵塞物、积水、结冰、畅通性等进行检查，检查方法与设备应符合表 4.1.3 的规定。

3 定期检查频率应根据隧道养护等级确定。隧道养护等级为一级时，不低于 1 次/年；隧道养护等级为二级时，不低于 1 次/2 年；隧道养护等级为三级时，不低于 1 次/3 年。

4 当定期检查中排水管沟出现渗漏水、缺损、堵塞、积水、结冰等状况时，且其产生原因及详细情况不明时，应对其进行专项检查。

5 定期检查应编制定期检查报告，统计分析隧道排水管沟的缺损及病害、成因及范围，评估对隧道安全运行的影响，提出养护工程技术方案建议。

4.3.4 应急检查应符合下列规定：

1 在隧道遭遇异常事件后（比如地震、洪水、火灾、涌水、突泥等异常水文地质

事件、不明来源的大量渗漏水、路面严重冒水等异常现象、排水设施被车辆撞击损坏等），应及时开展应急检查，查明受影响区段排水设施的受损状况和功能状态。

2 应急检查应根据异常事件对排水管沟的影响程度，确定检查方法和设备，检查方法与设备应符合表 4.1.3 的规定。

3 应急检查中排水管沟出现堵塞、破损、缺失等状况时，且其产生原因及详细情况不明时，应进行专项检查。

4 应急检查中发现排水管沟存在严重结构损伤或功能失效，危及隧道结构稳定或行车安全时，应立即报告隧道管养单位并采取临时应急措施。

5 应急检查应编制应急检查报告，分析隧道排水管沟破损状况、成因及范围，评估对隧道安全运行的影响，提出应急养护工程技术方案建议。

4.3.5 专项检查应符合下列规定：

1 下列情形应开展专项检查：

- a) 经常检查、定期检查或应急检查后需做进一步检查时。
- b) 养护决策或养护工程设计需要时。
- c) 经结构监测或经风险评估结果显示需要时。
- d) 达到或超过设计使用年限时。
- e) 其他需开展专项检查的情形。

2 专项检查前应查阅技术资料、档案，并应实地勘察隧道周边环境，熟悉工程现状。

3 专项检查的项目、内容及其要求，应根据经常检查、定期检查或应急检查的结果确定。隧道排水管沟专项检查项目包括堵塞、结冰、破损程度等。

4 专项检查宜优先采用电视检测（CCTV）、管道潜望镜检测（QV）、地质雷达检测等无损检测技术。检测方法的选择应根据检测目的、管径大小、管内水位、淤堵程度及现场条件等因素综合确定。

5 应编制专项检查报告，报告应包括下列内容：

- a) 隧道基本情况。
- b) 检查的组织实施、时间和工作过程。

- c) 检查方法、项目及内容、检测数据与结果分析。
- d) 技术状况评定。
- e) 必要时提供验算分析。
- f) 病害范围、程度、成因等情况分析、以及养护对策建议。
- g) 相关附件材料。

征求意见稿

5 人工调查

5.1 适用范围

5.1.1 人工调查宜用于可直接接近、开启或观察的隧道排水设施及其附属构筑物，可用于排水设施结构状况、功能状况及周边排水异常的检查。

5.1.2 人工调查宜包括下列设施：

- 1 中央排水管（沟）出水口；
- 2 衬砌边墙检查井、中央排水管（沟）检查井、集水井及沉砂池；
- 3 洞内路面两侧排水边沟、排水沟及其盖板、水算等附属构件；
- 4 隧道洞口截水沟、排水沟及出水设施；
- 5 其他具备直接观察条件的排水设施及附属构筑物。

5.1.3 人工调查应以目测检查为主，并宜结合必要的简易量测，对排水设施的结构完整性、排水功能及周边异常状况进行综合检查。

5.2 检查工具

5.2.1 人工调查可根据检查对象和检查内容配备钢卷尺、直尺、裂缝宽度测量仪、测深杆、手电筒、照相或录像设备以及其他必要的辅助工具。

5.2.2 用于长度、宽度、深度、裂缝宽度、水深等参数量测的工具，其量程和精度应满足现场检查及缺损记录要求。

5.2.3 检查工具使用前应进行检查，量测工具应保持完好。需要进行计量检定或校准的量测设备，应在有效检定或校准周期内使用。

5.2.4 在潮湿、积水或照明不足的环境中进行检查时，所采用的照明、影像采集及其他辅助设备应满足现场使用条件和安全要求。

5.3 检查方法

5.3.1 检查前应核对排水设施的位置、类型、尺寸、排水方向、编号以及设计、竣工和既有养护检查资料。对检查井、沟槽及盖板等设施进行开启检查时，应落实相应的安全防护措施。

5.3.2 人工调查应根据排水设施类型，对其结构状况、功能状况及周边异常进行检查。

5.3.3 排水设施结构状况检查宜包括下列内容：

1 排水管（沟）、检查井、集水井、沉砂池及出水口等是否存在开裂、破损、变形、错位、脱开、渗漏、腐蚀、空鼓等结构性缺损；

2 检查井盖、边沟盖板等附属构件是否存在破损、缺失、松动、错位、翘起或其他影响正常使用的情况；

3 洞口、洞顶及边仰坡地表截水沟、排水沟是否存在开裂、破损、渗漏、冲刷、局部坍塌、沟体脱空等异常情况。

5.3.4 排水设施功能状况检查宜包括下列内容：

1 排水管（沟）、检查井、集水井、沉砂池及出水口是否存在淤积、沉积、结垢、堵塞、异物侵入及结冰等异常情况；

2 排水沟及出水口是否存在滞水、漫水、倒灌、返水、异常出水或排水不畅等现象；

3 洞口、洞顶及边仰坡地表截水沟、排水沟是否存在淤堵、水流改道、汇水异常或排水路径改变等情况。

5.3.5 当目视检查发现排水不畅、疑似渗漏或连通性异常，需进一步验证排水管沟的畅通性、密封性或连通性时，可进行通水试验或示踪试验。

1 通水试验应符合下列规定：

- a) 试验前应确认管沟内无人员作业，并做好下游出水口的安全防护；
- b) 应在上游检查井或管沟入口处注水，注水量应满足试验要求；
- c) 应观察并记录水流到达下游的时间、水流状态、管沟及检查井壁渗漏情况；
- d) 当出现排水不畅、水位异常上升或管壁明显渗漏时，应记录其位置和现象；
- e) 试验用水宜采用清水，试验后应排空管内积水。

2 示踪试验应符合下列规定：

a) 应根据检测目的和现场条件选择适宜的示踪方法，可采用染料示踪法、烟雾示踪法或气体示踪法；

b) 染料示踪法宜用于验证排水管沟的连通性及判断水流路径；烟雾示踪法或气体示踪法宜用于定位渗漏点及判断管沟与周边结构的水力联系；

c) 示踪剂投放点宜选择在上游检查井或管沟入口，观察点宜布置在下游检查井、出水口或疑似渗漏部位；

d) 应记录示踪剂投放时间、投放位置、观察时间、示踪剂出现位置及异常现象；

e) 当示踪剂未按预期路径出现或出现异常泄漏时，应记录现象并分析原因。

3 通水试验和示踪试验的结果应纳入人工调查记录，并作为排水管沟功能状况评定的依据。

5.3.6 人工调查发现缺损或异常时，应记录下列内容：

- 1 隧道名称、线路编号及检查日期；
- 2 排水设施名称、类型、编号及所在里程桩号；
- 3 缺损或异常的类型、位置、范围及严重程度；
- 4 淤积、堵塞、沉沙、滞水等功能性异常的分布范围及排水状态；
- 5 必要的长度、宽度、深度、水深、淤积厚度等量测参数；
- 6 缺损或异常部位的照片、视频及对应影像编号。

5.3.7 应结合排水设施本体状况，对其周边关联病害进行检查。排水设施周边存在路面积水、冒水、翻浆、衬砌渗漏水、边坡冲刷及其他可能与排水异常有关的病害时，应记录其位置、范围及与排水设施的空间关系。

5.3.8 对检查中发现的缺损或异常部位，应根据现场条件采用钢卷尺、直尺、裂缝宽度测量仪、测深杆等工具进行必要的量测。宜量测缺损长度、宽度、深度、裂缝宽度、水深、淤积厚度及其他能够反映异常程度的参数。

5.3.9 对检查中发现的缺损、堵塞、异常出水及其他典型病害，应进行拍照或录像。影像资料应能够清晰反映异常部位、整体状况及其与周边结构的空间关系；必要时，宜在影像中设置标尺或其他参照物。

5.4 检测记录

5.4.1 人工调查应现场填写检测记录表，记录表格式宜符合附录 A.0.1 的规定。

5.4.2 对存在严重堵塞、大量异常出水、明显结构破损、盖板或井盖失稳、排水功能失效等可能影响隧道结构安全、正常排水或行车安全的情况，应及时报告，并采取必要的现场安全防护措施，并详细记录；必要时，应开展进一步检测或专项检查。

5.4.3 当人工调查不能查明排水设施内部状况、缺损范围或异常原因时，应采用管道潜望镜检测、电视检测（CCTV）、内窥镜检测、地质雷达检测或其他适宜的检测方法进行补充检测。

5.4.4 现场调查完成后，应对现场记录、量测数据、照片和视频等资料进行复核。检查记录与影像资料应按照隧道、里程桩号及排水设施编号进行对应整理。

5.4.5 经复核确认后的人工调查资料应统一编号、存储和归档，并应保证检查记录、量测数据及影像资料完整、真实和可追溯。

6 地质雷达检测

6.1 适用范围

6.1.1 地质雷达检测适用于对隧道洞内路面下方排水管沟的位置、走向及淤堵状况进行快速普查。

6.1.2 地质雷达检测可用于辅助确定中央排水管（沟）检查井的位置及范围。

6.2 检测设备

6.2.1 地质雷达检测所使用的仪器设备应在检定或校准的有效期内，且应在检测实施前对所用仪器设备进行校准。

6.2.2 地质雷达主机的性能宜满足表 6.2.2 的要求。

表 6.2.2 地质雷达主机主要技术指标

项目	技术指标
系统增益	$\geq 150\text{dB}$
信噪比	$\geq 80\text{dB}$
最大动态范围	$\geq 150\text{dB}$
采集系统功能	信号叠加、时窗、实时滤波、增益、点测或连续测量、位置标记等
计时误差	$\leq 1.0\text{ns}$
最小采样间隔	$\leq 0.5\text{ns}$
A/D 转换	$\geq 24\text{bit}$
工作温度	$-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$
数据处理	具有现场处理和实时显示功能

6.2.3 应根据路面下方排水管（沟）的规格、埋深及现场干扰情况，合理选用对应频率的地质雷达天线，天线选配宜按表 6.2.3 执行。

表 6.2.3 地质雷达天线选配要求

天线中心频率（MHz）	探测深度（m）	探测精度（m）	配置要求
400~500	5	0.25	不少于 1 种
600~1000	2	0.10	不少于 1 种

6.3 检测方法

6.3.1 检测前准备应符合下列规定：

- 1 核实受检区段隧道桩号范围，确认检测作业条件满足要求；
- 2 收集并核对受检区段排水管沟的设计、竣工及既有检查资料；
- 3 根据检测目的和现场条件，确定横向测线和纵向测线的布置方案；
- 4 检查地质雷达主机、天线及配套设备是否正常。
- 5 对排水管沟周边路面结构层及回填材料的相对介电常数或电磁波速进行现场标定。

6.3.2 检测过程应符合下列规定：

- 1 在路面布置横向测线和纵向测线，横向测线应垂直于中央排水管（沟）走向间隔布置，间距宜为 50m，纵向测线应平行于中央排水管（沟）走向，布置在管道正上方，并在检测区段内全程布置；
- 2 现场检测宜先采用横向测线确定中央排水管（沟）的实际位置和埋深，再在其正上方布置纵向测线，对管道走向、检查井位置及淤堵异常区段进行连续扫描；
- 3 当需要对路面下方横向排水管进行定位和普查时，可沿隧道纵向加密布置测线；
- 4 地质雷达检测结果可用于定性判断排水管沟内部是否充满水或存在严重淤堵等异常情况，并可作为确定后续重点检查区段的依据；
- 5 应留存所有测线扫描的地质雷达波形图文件，并按测线类型和起止桩号分类命名保存。

6.4 检测记录

6.4.1 地质雷达检测应现场填写检测记录表，记录表格式宜符合附录 A.0.2 的规定。

6.4.2 每天现场检测作业完成后，应由复核人员对检测记录及相关资料进行复核；发现记录错误、资料不完整或检测结果存疑时，应及时进行复测。

6.4.3 地质雷达检测记录、测线布置资料及波形图文件应统一归档，并作为后续排水管沟内部检测、病害分析和技术状况评定的基础资料。

6.4.4 地质雷达检测发现的异常区段，应作为后续管道潜望镜检测、电视检测或内窥镜检测的重点核查区段。

7 管道潜望镜检测 (QV)

7.1 适用范围

7.1.1 管道潜望镜检测宜用于隧道中央排水管(沟)内部状况的快速检测和初步判定,可用于排水设施日常检查、定期检查及管网普查。

7.1.2 管道潜望镜检测结果宜作为排水管(沟)技术状况初步判定的依据。对影像中存在疑点、无法准确判定或需要进行缺陷定量评价的管段,应采用电视检测(CCTV)等方法进一步检测。

7.1.3 管道潜望镜检测时,管内水位不宜大于管径的 1/2,单个受检管段长度不宜大于 30 m。具备检测条件时,宜分别从管段两端进行双向检测。

7.2 检测设备

7.2.1 管道潜望镜宜具备断面扫描和量测功能。

7.2.2 管道潜望镜检测设备应结构坚固、抗碰撞、耐腐蚀,防水密封性能良好,并应能够快速、牢固地安装与拆卸,在 0℃~50℃及潮湿环境条件下正常工作。设备性能应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 管道潜望镜检查设备主要技术指标

项目	技术指标
图像传感器	≥1/3"CCD, 或同等性能彩色图像传感器
灵敏度(最低感光度)	≤0.01 勒克斯(lx)
视角	≥45°
分辨率	≥1920×1080
照明灯光	聚光≥8500 坎德拉(cd); 泛光≥1500 坎德拉(cd)
图像变形	≤±5%
变焦范围	光学变焦≥30 倍, 数字变焦≥10 倍
存储	录像编码格式: MPEG4、AVI; 照片格式: JPEG
测距精度	≤0.1m

7.2.3 管道潜望镜检测设备应能够对检测影像进行实时显示、录像、截图和存储,采集的影像及截图应连续、完整、清晰,并能够准确反映排水管(沟)内部状况及缺陷边界。

7.2.4 检测设备应定期进行检查、维护和校准,测量设备应在有效检定或校准周期内使用。

7.3 检测方法

7.3.1 检测前准备应符合下列规定：

- 1 确认受检管段检查井或检测孔位置；
- 2 核对受检排水管（沟）的编号、位置、管径、管材、流向及上下游关系；
- 3 检查检测设备、镜头、照明及测距功能，清除影响影像质量的镜头污物或水雾；
- 4 根据检测目的和现场条件，可采取降低水位、排水或通风去雾等措施改善检测条件。

7.3.2 检测过程应符合下列规定：

- 1 将摄像镜头对准受检排水管（沟）的轴向，镜头中心应保持在管道竖向中心线的水面以上；
- 2 调节镜头焦距和照明强度，使受检范围内管壁、排水断面及主要缺陷能够清晰显示；
- 3 每一受检管段应分别对上游和下游方向的内部状况进行检查，检测影像文件应按隧道里程、管段编号或检查孔编号统一编号和存档；
- 4 摄像镜头移动速度不宜过快，拍摄检查井内壁时，应保持摄像头无盲点、慢速、均匀移动；
- 5 发现缺陷或异常部位时，应保持摄像头静止，调整焦距和照明强度，对缺陷部位连续、清晰拍摄不少于 10s；
- 6 检测影像应连续、完整，不对原始检测录像进行删除、剪接或其他影响检测真实性的处理；
- 7 对发现的破裂、变形、腐蚀、错口、起伏、脱节、渗漏、沉积、结垢、障碍物、异物穿入及其他异常情况，应进行截图，并记录其类型、位置、范围及影像特征。

7.3.3 有下列情况之一时，应中止管道潜望镜检测：

- 1 检测设备的照明光源不能保证影像清晰度；
- 2 镜头沾有泥浆、水滴、水雾或其他杂物，影响图像质量且现场无法消除；
- 3 镜头浸入水中或受水面反光影响，无法辨识管内状况；
- 4 管道内部雾气、蒸汽或其他介质严重影响图像质量；

- 5 管内水位、沉积物、障碍物等导致受检部位无法有效观察；
- 6 其他原因造成检测影像不能满足缺陷判读要求。

7.4 检测记录

7.4.1 管道潜望镜检测应现场填写检测记录表，记录表格式宜符合附录 A.0.3 的规定。

7.4.1 对各种缺陷、特殊结构及异常检测状况应进行详细判读和记录。缺陷位置宜采用隧道里程、排水管（沟）编号、检查孔编号以及距检测起点的纵向距离进行定位；必要时，管道环向位置可采用时钟表示法记录。

7.4.2 对检测影像中存在疑点、缺陷类型难以判定、缺陷边界不清晰或严重程度无法确定的部位，应采用管道电视检测（CCTV）或其他适宜方法进行复核。

征求意见稿

8 电视检测（CCTV）

8.1 适用范围

8.1.1 电视检测（CCTV）宜用于对隧道中央排水管（沟）内部状况进行详细检测，可用于排水管（沟）结构性缺陷和功能性缺陷的识别、定位、量测及复核。

8.1.2 CCTV 检测原则上不应带水作业。当现场条件无法满足时，应采取封堵、导流或降低水位等措施，管内水位不应大于管径的 20%。

8.2 检测设备

8.2.1 采用自行式 CCTV 系统检测时，检测设备的性能宜符合表 8.2.1 的规定。

表 8.2.1 自行式 CCTV 检测设备主要技术指标

项目	技术指标
图像传感器	$\geq 1/3''$ CCD, 彩色 CCD、CMOS 或同等性能图像传感器
灵敏度（最低感光度）	≤ 0.1 勒克斯(lx)
视角	$\geq 45^\circ$ ，平扫 $\geq 180^\circ$ ，旋转 $\geq 180^\circ$
分辨率	$\geq 2592 \times 1520$
照明灯光	≥ 1500 坎德拉(cd), 可根据管径的大小调节光源强度
图像变形	$\leq \pm 5\%$
爬行器	电缆长度为 120m 时，爬坡能力应大于 5°
电缆抗拉力	$\geq 2\text{kN}$
存储	录像编码格式：MPEG4、AVI；照片格式：JPEG
工作环境	设备应密封良好，并能在 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 及潮湿环境中正常工作

8.2.2 CCTV 检测设备应具备摄像、照明、距离计量、爬行控制、影像显示、录像、截图及数据存储等功能，采集的影像应连续、完整、清晰，并能够满足管内缺陷判读和定位要求。

8.2.3 检测设备应定期进行检查、维护和校准，计量设备应在有效检定或校准周期内使用。

8.3 检测方法

8.3.1 检测前准备应符合下列规定：

- 1 核实受检管段检查井或检测孔位置，确认检测设备入口条件满足要求；

2 核对受检管段的隧道桩号、管段或检查井编号、管径、管材、流向、管段长度及上下游关系;

3 检查摄像、照明、测距、爬行及影像存储等功能是否正常;

4 当管内水位不满足本规程第 8.1.2 条的规定时, 应按第 8.1.2 条的要求采取降水措施;

5 进行结构性缺陷检测前, 应对受检管段进行必要的疏通和清洗;

6 以沉积、结垢、堵塞等功能性缺陷为主要检测对象时, 应在疏通、清洗前对管内原始状况进行影像记录;

7 采用自行式 CCTV 系统检测时, 宜优先利用既有检查井或检查孔布设检测设备。当既有设施不能满足检测要求, 确需设置临时工作井或打开中央排水管(沟)时, 应结合隧道路面结构、交通组织和排水条件确定实施方案。

8.3.2 检测过程应符合下列规定:

1 将载有摄像镜头的爬行器安放在检测起始位置, 检测前应将距离计数器归零; 检测起点与管段起点不一致时, 应进行距离补偿设置;

2 爬行器的行进方向宜与管内水流方向一致;

3 管径不大于 200mm 时, 直向摄影的行进速度不宜超过 0.10m/s; 管径大于 200mm 时, 直向摄影的行进速度不宜超过 0.15m/s;

4 圆形管道检测时, 摄像镜头移动轨迹应保持在管道中轴线附近, 偏离度不应大于管径的 10%; 矩形管(沟)的偏离度不宜大于短边尺寸的 10%; 对其他特殊断面, 应调整摄像镜头位置, 使受检断面获得清晰、完整的影像;

5 直向摄影过程中, 图像应保持正向水平, 不应随意改变拍摄角度和焦距; 侧向摄影时, 爬行器应停止行进, 并调整拍摄角度和焦距, 使缺陷影像清晰、完整;

6 爬行器行进过程中不应使用摄像镜头的变焦功能; 需要变焦观察时, 应使爬行器保持静止; 继续行进前, 应将镜头焦距恢复至正常直向摄影状态;

7 发现缺陷或异常部位时, 应将爬行器停留在能够完整显示缺陷的位置, 调整镜头角度、焦距和照明条件, 连续清晰拍摄不少于 10s; 必要时应进行环向扫描;

8 检测过程中录像应连续、完整, 不应出现影响判读的画面暂停、间断记录、画面剪接或其他人为改变原始影像的现象;

9 影像画面宜同步显示工程名称、隧道名称、检测管段或检查井编号、检测日期、检测方向及距检测起点的距离等信息;

10 每一管段及检查井的检测过程、管内实际状况、缺陷位置以及对应的照片和视频编号均应填入现场检测记录, 并按隧道桩号、管段编号或检查井编号分类存档;

11 每一管段检测完成后, 应根据电缆实际标记长度对距离计数器显示值进行校核和修正。

8.3.3 检测过程中遇到爬行器无法通过的缺陷、变形或障碍物时,应记录检测中断的位置和原因;具备条件时,应从管段另一端进行反向检测。正、反向检测资料应统一编号,并应明确各自检测起点、检测方向及有效检测范围。

8.3.4 出现下列情况之一时,应中止 CCTV 检测:

- 1 爬行器无法正常行进或遇障碍物不能通过;
- 2 摄像镜头被泥浆、污物或水滴覆盖,影响影像判读且现场无法消除;
- 3 摄像镜头浸入水中,无法清晰观察受检部位;
- 4 管内雾气、水汽或其他介质严重影响影像质量;
- 5 管内水位、沉积物或障碍物导致受检部位不能有效观察;
- 6 检测设备发生故障或其他原因导致检测影像不能满足判读要求。

8.3.5 影像判读应符合下列规定:

1 CCTV 检测影像应对排水管(沟)的结构性缺陷、功能性缺陷及其他异常状况进行判读。判读内容宜包括裂缝、破裂、变形、错口、脱节、渗漏、腐蚀、沉积、结垢、堵塞、障碍物及其他异常情况。

2 缺陷判读时,应结合直向摄影、侧向摄影和必要的环向扫描影像,对缺陷的类型、形态、位置、范围及影响程度进行综合判定。

3 缺陷的纵向位置宜以距检测起点的距离表示,并宜结合隧道桩号、管段编号或检查井编号进行定位;缺陷的环向位置宜采用时钟表示法描述。

4 具备量测条件时,应对裂缝宽度、变形程度、错口量、沉积厚度、障碍物尺寸及其他需要定量评价的缺陷尺寸和影响范围进行量测,并记录相应影像编号。

5 对同一缺陷具有多个观察角度或正、反向检测影像时,应结合不同方向和角度的影像进行综合判读,不宜仅依据单一画面确定缺陷性质和严重程度。

6 对缺陷类型、范围、边界或严重程度不能准确判定的,应进行复测,可采用开挖验证、声纳检测以及其他适宜的检测方法进行复核。

8.4 检测记录

8.5.1 电视检测应现场填写检测记录表,记录表格式宜符合本规程附录 A.0.4 的规定。

8.5.2 现场检测完成后,应由复核人员对原始录像、缺陷截图、距离信息、缺陷判读结果及现场记录进行复核。经复核确认后的原始录像、截图、检测记录和缺陷定位信息应统一编号、存储和归档,并应保证检测资料完整、真实和可追溯。

9 内窥镜检测

9.1 适用范围

9.1.1 内窥镜检测宜用于隧道环向、纵向、横向等小管径排水管内壁状况的检查，也可用于通过既有检查孔或专门设置的内窥检查孔对中央排水管（沟）局部内部状况进行检查。

9.1.2 内窥镜检测宜优先利用既有检查井、检查孔或其他可利用的检测通道。当既有设施不能满足检测要求，确需在洞内路面设置内窥检查孔时，应结合中央排水管（沟）位置、埋深、隧道路面结构、排水异常状况及检测目的合理确定孔位。

9.2 检测设备

9.2.1 内窥镜检测设备及检测方法应符合现行国家标准《无损检测 工业内窥镜目视检测 第1部分：方法》GB/T 41856.1的有关规定；工业电子内窥镜、工业光纤内窥镜及工业内窥镜设备尚应分别符合 GB/T 33886、GB/T 33887 和 JB/T 11130 的有关规定。

9.2.2 工业内窥镜设备主要性能应符合表 9.2.2 的规定。

表 9.2.2 工业内窥镜设备主要技术指标

项目	技术指标
操作杆控制及导向方向	四方向转向
方位固定	机构内部阻力固定
导向角度	单边 150° 以上
轴向控制	360° 轴向转动
录像分辨率	1920×1080 (1080P)，H.264/H.265 编码，MP4 格式
拍照分辨率	1920×1080，JPEG 格式
贮藏温度	-20℃～60℃
工作温度	-20℃～60℃，0℃以下应减少导向操作
相对湿度	最大 90%，无冷凝

9.2.3 管道内窥镜设备主要性能应符合表 9.2.3 的规定。

表 9.2.3 管道内窥镜设备主要技术指标

项目	技术指标
传感器	≥1/2.8" CMOS 或同等性能图像传感器（200 万像素及以上）
视角	≥120°
水平自居中	内置
焦距	约 20 cm
景深	约 100 cm
摄像头尺寸	≥ φ38 mm×81 mm
光源	≥12 颗白光 LED 灯
防水性能	应满足不小于 20 cm 水深条件下的检测要求
视频分辨率	≥1920×1080（1080P），H.264/H.265 编码，MP4 格式
图像功能	支持左右、上下翻转
录音	支持本地录音
LED 调节	光源强度可手动调节
回放	支持视频、照片和声音回放
计量公差	≤±1%
工作温度	-10 ℃～50 ℃
工作湿度	30%RH～90%RH
存储温度	-20 ℃～60 ℃
工作时间	≥6 h

9.2.4 应根据受检排水管（沟）的断面尺寸、检查深度、弯曲半径、管内水位、检测通道及预期检查内容，选择与检测条件相适应的探头、镜头及插入部件。

9.2.5 探头外形尺寸和最小允许弯曲半径应满足检测通道及受检排水管（沟）的通行要求；存在积水或潮湿环境时，探头及插入部件的防水性能应满足现场检测要求。

9.2.6 内窥镜设备应具备照明、实时显示、拍照、录像和数据存储等功能。具备距离量测功能的设备，其计量性能应满足缺陷定位和量测要求。

9.3 检测方法

9.3.1 设置检查孔应符合下列规定：

1 检查孔间距宜为 50m。根据地质雷达普查结果、排水异常情况及排水管（沟）淤积、结垢或堵塞程度，异常区段宜适当加密检查孔；

2 检查孔孔径宜为 50～100mm，应与所采用的内窥镜或其他检测设备的外形尺寸相匹配。需要采用大于 100mm 的检查孔时，应对隧道路面结构整体性、承载能力及修复措施进行评估；

3 钻孔前应根据设计、竣工及既有检查资料确定中央排水管（沟）的位置和埋深；资料不足或位置存在疑问时，宜采用地质雷达等方法进行定位，不得因钻孔损伤中央排水管（沟）、隧道防排水管沟及其他既有设施；

4 每个检查孔成孔后，应拍摄包含里程桩号或孔位编号的孔位照片和芯样照片，并应对钻孔过程中出现的卡钻、异常涌水、空洞及其他异常现象进行记录；

5 检查孔应统一编号，并记录其里程桩号、孔位位置、孔径、孔深及对应受检排水设施等信息；

6 内窥镜检测完成后，应及时对检查孔进行封闭修复。修复材料及修复措施应与原路面结构及使用环境相适应，修复后不得降低路面结构承载能力、防水性能和正常使用功能。

9.3.2 检测前准备应符合下列规定：

1 核对检查孔编号、里程桩号、受检排水设施类型、管径、管材、检测方向及有关基础资料；

2 检查探头、镜头、照明、显示、录像和数据存储等功能是否正常。

9.3.3 检测过程应符合下列规定：

1 对隧道中央排水管（沟）进行内窥镜检测时，每个检查孔的检测过程、孔内及管内状况、检测方向以及对应照片和视频编号均应填写现场检测记录，并按隧道里程桩号和检查孔编号分类存档；

2 应分别对检查孔及其对应中央排水管（沟）的上游、下游方向进行观察，并拍摄能够反映管壁、接口、管底以及管内淤积、结垢、堵塞和其他异常状况的照片和视频；

3 检测视频应从探头进入检查孔时开始录制，至该检查孔检测作业完成时结束。检测过程中的原始录像应连续、完整，不应进行影响缺陷判读和检测真实性的删除、剪接或其他处理；

4 探头推进、转向和回撤时应缓慢、平稳，不应强行通过弯曲、错位、变形、堵塞或其他受阻部位；

5 检测过程中应根据管内状况合理调节镜头方向、焦距和照明强度，使受检部位影像清晰，并应避免出现明显的过曝、反光和眩光；

6 发现开裂、破损、错位、脱开、渗漏、沉积、结垢、堵塞、异物等缺陷或异常状况时，应停止推进探头，并对异常部位进行多角度观察和清晰记录；具备量测条件时，宜对缺陷尺寸及影响范围进行量测；

7 缺陷或异常位置应记录其所在里程桩号、检查孔编号、检测方向及对应影像编号，能够确定具体位置和范围时，宜同时记录距检查孔的距离、缺陷尺寸及影响范围。

9.3.4 当出现下列情况之一时，应停止内窥镜检测，并记录检测终止位置及原因：

1 探头无法继续推进或无法安全通过弯曲、错位、变形、堵塞等受阻部位；

- 2 镜头受到泥浆、水滴或其他杂物遮挡，影响影像判读且现场无法消除；
- 3 探头或镜头浸入水中，无法清晰观察受检部位；
- 4 管内积水、水雾、反光或照明不足等导致影像不能满足判读要求；
- 5 检测设备发生故障或其他原因造成检测不能继续正常进行。

9.4 检测记录

9.4.1 内窥镜检测应现场填写检测记录表，记录表格式宜本规程附录 A.0.5 的规定。

9.4.2 对缺陷类型、位置、范围或严重程度存在疑问的，宜进行复测或采用其他适宜的检测方法进行复核。

9.4.2 经复核确认后的检测资料应统一编号、存储和归档，并应保证检测资料完整、真实和可追溯。

征求意见稿

10 排水管沟技术状况评估

10.1 一般规定

10.1.1 排水管沟评估应依据检测资料进行。

10.1.2 评估应区分结构性缺陷与功能性缺陷。两类缺陷应分别计算、分别评级。

10.1.3 连续型排水管沟应划分评估段落。检查井、沉砂池等局部或节点设施宜单独评估，并归入其所在段落。

10.1.4 当缺陷沿管道纵向的长度不大于 1 m 时，参与缺陷密度计算的长度按 1 m 计；当 1 m 内存在两个及以上缺陷时，用于结构性或功能性缺陷参数计算的缺陷分值可叠加，单个 1 m 评价单元的累计分值不应超过 10 分。

10.1.5 排水管沟评估应以管段为最小评估单位。当对多个管段或区域排水管沟进行检测时，应列出各评估等级管段数量占全部管段数量的比例。当连续检测长度超过 5km 时，应作总体评估。

10.1.6 施工质量检验指标可作为运营期技术状况判定的基准资料，但不得将施工允许偏差直接等同于运营期缺陷等级。运营期缺陷等级应以现状缺损程度、排水功能影响及对隧道交通安全和结构稳定的影响为主要判据。

10.2 检测项目名称、代码及等级

10.2.1 排水管沟缺陷等级与缺陷分值 P 按表 10.2.1 规定分类。

表 10.2.1 缺陷等级及缺陷分值对应表

等级	缺陷程度	缺陷分值 P
1	无或非常轻微	0
2	轻微	0.5
3	中等	2
4	较严重	5
5	严重或重大	10

10.2.2 结构性缺陷宜包括变形、错口、起伏。缺陷代码采用两个汉语拼音首字母的大写字母组合表示，主要结构性缺陷的名称、代码、等级划分及判据应符合表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 主要结构性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称/代码	等级	缺陷描述	P
变形 BX	1	管道状态完好, 无明显变形。	0
	2	变形不大于管径 D 的 15%。	0.5
	3	$15% < \text{变形/管径 D} \leq 25\%$ 。	2
	4	$25% < \text{变形/管径 D} \leq 50\%$ 。	5
	5	变形大于管径 D 的 50%。	10
错口 CK	1	接口位置正常, 无明显横向偏差。	0
	2	相接两个管口偏差不大于管壁厚度的 1/2。	0.5
	3	偏差为管壁厚度的 1/2~1 倍。	2
	4	偏差为管壁厚度的 1~2 倍。	5
	5	偏差达到或超过管壁厚度的 2 倍。	10
起伏 QF	1	纵坡连续, 无明显反坡、洼水。	0
	2	起伏高 H/管径 D $\leq 20\%$ 。	0.5
	3	$20\% < H/D \leq 35\%$ 。	2
	4	$35\% < H/D \leq 50\%$ 。	5
	5	$H/D > 50\%$ 。	10

注: 表中 D 对圆形管道指管道内径; 对非圆形排水沟, 起伏缺陷的相对高度宜以设计净高或经设计确认的等效特征尺寸代替 D, 并在评估报告中注明。

10.2.3 功能性缺陷宜包括沉积、结垢、障碍物及浮渣等。岩溶区或富含碳酸盐地下水的隧道, 应将结垢作为重点缺陷单独判定。主要功能性缺陷的名称、代码、等级划分及判据宜符合表 10.2.3。

表 10.2.3 主要功能性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称/代码	等级	缺陷描述	P
沉积与结垢 CJ	1	无沉积, 无结垢; 或沉积厚度小于管径 D 的 20%, 软质结垢造成的过水断面损失 $< 15\%$, 且硬质结垢造成的过水断面损失 $< 5\%$ 。	0
	2	沉积厚度为 $20\% \sim 30\% D$, 软质结垢过水断面损失 $15\% \sim 25\%$, 或硬质结垢过水断面损失 $5\% \sim 15\%$ 。	0.5
	3	沉积厚度为 $30\% \sim 40\% D$, 软质结垢过水断面损失 $25\% \sim 50\%$, 或硬质结垢过水断面损失 $15\% \sim 25\%$ 。	2
	4	沉积厚度为 $40\% \sim 50\% D$, 软质结垢过水断面损失 $50\% \sim 80\%$, 或硬质结垢过水断面损失 $25\% \sim 50\%$ 。	5
	5	沉积厚度大于 $50\% D$, 软质结垢过水断面损失 $> 80\%$, 或硬质结垢过水断面损失 $> 50\%$ 。	10

缺陷名称/代码	等级	缺陷描述	P
障碍物 ZW	1	无障碍物，或过水断面面积损失<10%。	0
	2	过水断面面积损失 10%~15%。	0.5
	3	过水断面面积损失 15%~25%。	2
	4	过水断面面积损失 25%~50%。	5
	5	过水断面面积损失>50%。	10
排水能力 JS	1	排水管沟出流量与进流量的比值<10%	0
	2	排水管沟出流量与进流量的比值 10%~15%。	0.5
	3	排水管沟出流量与进流量的比值 15%~25%。	2
	4	排水管沟出流量与进流量的比值 25%~50%。	5
	5	排水管沟出流量与进流量的比值>50%。	10

10.2.4 检查井、沉砂池等局部或节点设施的技术状况值按表 10.2.4 定性评定。

表 10.2.4 局部或节点排水设施技术状况值评定

技术状况值	技术状况描述
0	状态及功能完好。
1	水流通过功能基本不受影响。
2	水流通过有一定受阻，运行影响不大。
3	水流通过受阻比较严重，运行受到明显影响。
4	水流受阻很严重，即将或已经导致运行瘫痪。

10.3 结构性缺陷评估方法

10.3.1 排水管沟结构性缺陷参数计算公式：

$$F = \max(S, S_{\max})$$

式中：F—排水管沟结构性缺陷参数，当评估段无结构性缺陷时，F 取 0；

$S_{\max}$ —排水管沟损坏状况参数，为排水管沟结构性缺陷中损坏最严重处的分值；

S—排水管沟损坏状况参数，按缺陷点数计算的平均分。

10.3.2 排水管沟结构性损坏状况参数 S 计算公式：

$$S = \frac{1}{n} \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} P_{i_1} + \alpha \sum_{i_2=1}^{n_2} P_{i_2} \right)$$

$$S_{\max} = \max \{P_i\}$$

$$n = n_1 + n_2$$

式中： n —管段的结构性缺陷数量；

n_1 —纵向净距大于 1.5m 的缺陷数量；

n_2 —纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 的缺陷数量；

P_{i1} —纵向净距大于 1.5m 的缺陷分值，按表 10.2.2 取值；

P_{i2} —纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 的缺陷分值，按表 10.2.2 取值；

α —结构性缺陷影响系数，与缺陷间距有关。当缺陷的纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 时， α 取 1.1。

10.3.3 结构性缺陷密度按下列公式计算：

$$S_M = \frac{1}{SL} \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} P_{i_1} L_{i_1} + \alpha \sum_{i_2=1}^{n_2} P_{i_2} L_{i_2} \right)$$

式中： S_M —管段的结构性缺陷密度；

L —管段长度；

L_{i1} —纵向净距大于 1.5m 结构性缺陷长度（m）；

L_{i2} —纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 的结构性缺陷长度（m）。

10.3.4 排水管沟结构性缺陷技术状况值应按 F 确定，结构性缺陷分布类型可结合 S_m 判定，分别应符合表 10.3.4 和表 10.3.5。

表 10.3.4 评估段结构性缺陷等级

技术状况值	缺陷参数 F	结构状况说明
0	F=0	排水管沟结构完好
1	F≤1	排水管沟结构局部破损，结构稳定基本不受影响
2	1<F≤3	排水管沟局部破损或中等破坏，结构具有进一步变坏趋势
3	3<F≤6	排水管沟结构破损，结构稳定受到明显影响
4	F>6	排水管沟结构严重破损，结构即将失稳

表 10.3.5 结构性缺陷分布类型参考

结构性缺陷密度 S_M	<0.1	0.1~0.5	>0.5
缺陷分布类型	局部缺陷	部分或整体缺陷	整体缺陷

10.3.5 检查井、沉砂池等局部或节点设施，以及不具备连续长度条件的排水沟段，不计算 F 和 S_M ，应按表 10.2.4 进行技术状况评定。

10.4 功能性缺陷评定方估

10.4.1 排水管沟功能性缺陷参数计算公式：

$$G = \max(Y, Y_{\max})$$

式中：G—排水管段功能性缺陷参数。评估段无功能性缺陷时，G 取 0。；

$Y_{\max}$ —排水管段运行状况参数，功能性缺陷中最严重处的分值；

Y—排水管段运行状况参数，按缺陷点数计算的功能性缺陷平均分。

10.4.2 排水管沟功能性损坏状况参数 Y 计算公式：

$$Y = \frac{1}{m} \left(\sum_{j_1=1}^{m_1} P_{j_1} + \beta \sum_{j_2=1}^{m_2} P_{j_2} \right)$$

$$Y_{\max} = \max \{P_j\}$$

$$m = m_1 + m_2$$

式中：m—排水管段的功能性缺陷数量；

m_1 —纵向净距大于 1.5m 的缺陷数量；

m_2 —纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 的缺陷数量；

P_{j_1} —纵向净距大于 1.5m 的缺陷分值，按表 10.2.3 取值；

P_{j_2} —纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 的缺陷分值，按表 10.2.3 取值；

β —功能性缺陷影响系数，与缺陷间距有关。当缺陷的纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 时， $\beta=1.1$ 。

10.4.3 当评估段存在功能性缺陷时，功能性缺陷密度 Y_m 应按下式计算：

$$Y_M = \frac{1}{YL} \left(\sum_{j_1=1}^{m_1} P_{j_1} L_{j_1} + \beta \sum_{j_2=1}^{m_2} P_{j_2} L_{j_2} \right)$$

式中： Y_M —排水管段的功能性缺陷密度；

L—排水管段长度；

L_{j_1} —纵向净距大于 1.5m 功能性缺陷长度（m）；

L_{j_2} —纵向净距大于 1.0m 且不大于 1.5m 的功能性缺陷长度（m）。

10.4.4 评估段功能性缺陷技术状况值应按 G 确定，功能性缺陷分布类型可结合 Y_M 判定，分别应符合表 10.4.4-1 和表 10.4.4-2。

表 10.4.4-1 评估段功能性缺陷技术状况值

技术状况值	缺陷参数 G	运行状况说明
0	G=0	排水管沟排水顺畅
1	G≤1	排水管沟轻微淤积
2	1<G≤3	排水管沟淤积较明显，暴雨时可能溢水
3	3<G≤6	排水管沟严重淤积，局部积水或结冰
4	G>6	排水管沟完全堵塞，造成路面积水漫流

表 10.4.4-2 功能性缺陷分布类型参考

功能性缺陷密度 Y_M	<0.1	$0.1\sim0.5$	>0.5
缺陷分布类型	局部缺陷	部分或整体缺陷	整体缺陷

10.4.5 隧道排水管沟评估完成后，修复养护工程应符合下列规定：

- 1 结构性缺陷或功能性缺陷技术状况值为 2 的排水管沟，宜进行修复养护。
- 2 结构性缺陷或功能性缺陷技术状况值为 3 或 4 的排水管沟，应进行修复养护。

10.4.6 隧道排水管沟修复工程应符合下列规定：

- 1 排水管沟淤积、堵塞时，应使用人工或机械进行清理。
- 2 排水管沟排水能力不足时，应通过改建，扩建或新建排水管沟等方法扩大其排水能力。
- 3 排水管沟结构破损时，应进行修复或更换。

附录 A 排水管沟检查记录表

附表 A.0.1 人工调查记录表

隧道名称:			线位: ☐ 上行线 ☐ 下行线		
实施单位:					
检查日期:					
序号	设施类型	里程桩号/位置	缺损或异常描述 (类型、位置、范围、程度)	影像编号	备注

检查:

复核:

附表 A.0.2 地质雷达检查记录表

隧道名称:		线位: ☐ 上行线 ☐ 下行线		
实施单位:		仪器型号及编号:		
检查日期:		天线频率及编号:		
测线编号	测线方向 (横向/纵向)	起讫桩号	数据存储文件名	备注
测线布置示意图:				

检查:

复核:

附表 A.0.3 管道潜望镜检查（QV）记录表

隧道名称:			线位: ☐ 上行线 ☐ 下行线		
隧道洞口端方向:			隧道起止桩号:		
实施单位:			水流流向:		
排水管（沟）形状:			管径(mm):		
检测仪器型号及编号:					
检查井或检查孔桩号	检查方向	存储文件名	检查井或检查孔内部情况描述	缺陷描述	备注

检查:

复核:

附表 A.0.4 管道电视检查 (CCTV) 记录表

[illegible]

检查:

复核:

附表 A.0.5 管道内窥检查记录表

隧道名称:			线位: ☐ 上行线 ☐ 下行线	
隧道洞口端方向:			隧道起止桩号:	
实施单位:			排水管类型: ☐ 纵向排水管 ☐ 横向排水管 ☐ 环向排水管	
检测仪器型号及编号:			排水管材材质及规格:	
检查井桩号	检查井位置	存储文件名	管道缺陷描述	备注
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			
	☐ 快车道 ☐ 慢车道			

检查:

复核: