

JTG

中华人民共和国推荐性行业标准

JTG/T 5131—2026

公路水下隧道养护技术规范

Technical Specifications of Maintenance for Highway Underwater Tunnel

交通运输部信息公告
交通运输部
浏览专用

2026-07-16 发布

2026-10-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

前 言

根据《交通运输部关于下达 2021 年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》（交公路函〔2021〕309 号）的要求，由中交基础设施养护集团有限公司承担《公路水下隧道养护技术规范》（以下简称“本规范”）的制定工作。

编写组贯彻执行国家和交通运输部的有关技术政策，充分调研和收集分析国内外水下隧道的相关资料，全面总结水下隧道养护工程实践经验和科技成果，借鉴国内外相关标准规范的先进技术方法，并在广泛征求全国相关单位和专家意见的基础上，完成了本规范的编制工作。本规范针对水下隧道的日常巡查、清洁维护、检查监测、评定、养护工程、安全管理及技术管理等方面，作出了具体的规定。

本规范共 8 章和 4 个附录，主要包括：1 总则、2 术语和符号、3 基本规定、4 土建结构、5 机电设施、6 其他工程设施、7 安全管理、8 技术管理，附录 A 土建结构检查记录表、附录 B 土建结构技术状况评定标准及评定表、附录 C 机电设施技术状况评定及检查记录表、附录 D 其他工程设施技术状况评定标准表。

崔玉萍负责起草本规范第 1 章，陈双全负责起草第 2 章和第 3 章，陈双全、贺维国、李宏哲、付伟、于勇、蒋孝辉、汪文兵负责起草第 4 章，王少飞、张建阳、史玲娜、侯磊负责起草第 5 章，朱磊负责起草第 6 章，陈双全、王彦林负责起草第 7 章，王彦林、闫禹负责起草第 8 章。蒋孝辉、朱磊、于勇负责起草附录 A，贺维国、李宏哲、蒋孝辉负责起草附录 B，王少飞、史玲娜、侯磊负责起草附录 C，于勇、侯磊负责起草附录 D。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：陈双全（地址：北京市东城区安定门外大街 185 号京宝大厦；邮编：100011；电话：010-64289800；传真：010-64289885；电子邮箱：719318851@qq.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：中交基础设施养护集团有限公司

参 编 单 位：港珠澳大桥管理局

招商局重庆交通科研设计院有限公司

中交隧桥（南京）技术有限公司

中铁第六勘察设计院集团有限公司

中交第二公路勘察设计院有限公司

青岛国信胶州湾交通有限公司

中交公路规划设计院有限公司

主 编：崔玉萍

主要参编人员：陈双全 王彦林 王少飞 蒋孝辉 张建阳 贺维国
朱 磊 于 勇 史玲娜 侯 磊 付 伟 闫 禹
李宏哲 汪文兵

主 审：刘洪洲

参与审查人员：刘艳滨 陈 越 李伟平 杨秀军 刘学增 李 健
刘传新 许崇帮 王学斌 吴红军 黄煜诚 郑宜枫
吴有铭

交通运输部信息公开
浏览专用

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	3
2.1 术语	3
2.2 符号	4
3 基本规定	5
4 土建结构	9
4.1 一般规定	9
4.2 日常巡查	10
4.3 清洁维护	12
4.4 结构检查	14
4.5 结构监测	27
4.6 技术状况评定	30
4.7 预防养护工程	34
4.8 修复养护工程	36
4.9 应急养护工程	41
5 机电设施	42
5.1 一般规定	42
5.2 日常巡查	45
5.3 清洁维护	46
5.4 经常检查	47
5.5 定期检查	60
5.6 技术状况评定	73
5.7 预防养护工程	76
5.8 修复养护工程	86
5.9 应急养护工程	89
6 其他工程设施	91
6.1 一般规定	91
6.2 日常巡查	91
6.3 清洁维护	92

6.4	检查评定	93
6.5	预防养护工程	95
6.6	修复养护工程	96
6.7	应急养护工程	97
7	安全管理	98
7.1	一般规定	98
7.2	养护作业	99
7.3	应急处置	100
8	技术管理	102
8.1	一般规定	102
8.2	技术方案管理	102
8.3	技术档案管理	103
8.4	信息化管理	104
附录 A	土建结构检查记录表	105
附录 B	土建结构技术状况评定标准及评定表	110
附录 C	机电设施技术状况评定及检查记录表	119
附录 D	其他工程设施技术状况评定标准表	121
	本规范用词用语说明	124

1 总则

1.0.1 为规范与指导公路水下隧道养护技术工作，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于以钻爆法、盾构法、沉管法、堰筑法修建的各级公路水下隧道。

条文说明

《公路水下隧道设计规范》(JTG/T 3371—2022)将公路水下隧道定义为“下穿河流、湖泊、海湾或海峡等水域的公路隧道”，适用于以钻爆法、盾构法、沉管法及堰筑法施工的新建公路水下隧道。国内在役公路水下隧道主要采用上述四种方法修建，因此本规范主要适用于采用上述四种方法为主修建的各级公路水下隧道。

1.0.3 公路水下隧道养护应贯彻全寿命周期管理的理念，遵循预防为主、防治结合、质量可靠、经济合理的原则，保持隧道处于正常使用状态。

条文说明

公路水下隧道养护通过结合隧道的结构和所处环境特点，建立可靠的检查、监测体系，根据技术状况评定结果，进行科学养护防治决策，安全高效实施养护，从而保持公路水下隧道在使用期间处于正常使用状态，达到全寿命周期内综合效益最佳的目标。

1.0.4 公路水下隧道应按“一隧一档”建立养护技术档案，并宜实行数字化和智能化管理。

条文说明

通过建立隧道养护技术档案，实现隧道养护数据信息的动态更新和管理，从而提高养护管理和决策工作的科学化水平和效率。新建隧道力争建成时一次实现养护技术档案数字化和智能化管理，早期修建的隧道则通过改造逐步实现数字化和智能化管理。

1.0.5 公路水下隧道养护应积极稳妥地采用新材料、新设备、新工艺、新技术。

1.0.6 公路水下隧道养护除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

交通运输部信息公开
浏览专用

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 公路水下隧道养护 maintenance for highway underwater tunnel

为保持公路水下隧道的正常使用而进行的日常巡查、清洁维护、结构检查、结构监测、技术状况评定和养护工程等工作。

2.1.2 土建结构 civil structures

隧道的各类土木建筑结构物，包括洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、结构排水设施、吊顶及预埋件、内装饰、标志标线等。其中：附属结构包括检修道、防撞侧石、通风道、疏散通道、电缆廊道以及地下设备用房等结构物，结构排水设施包括集水池、沉砂池、排水沟等结构物。

2.1.3 机电设施 mechanical & electrical equipments

为隧道运营服务的相关设施，包括供配电、通风、照明、排水、消防、监控和通信等相关设施。

2.1.4 其他工程设施 other structures

隧道土建结构和机电设施以外的电缆沟、设备洞室及工作井、洞外联络通道、洞口限高门架、洞口绿化、声屏障、污水处理设施、洞口雕塑、隧道铭牌、通风塔、附属房屋等。

2.1.5 养护工程 maintenance engineering

为保障隧道正常使用、恢复隧道技术状况或设计标准以及提升服务功能，集中实施的养护作业。一般分为预防养护工程、修复养护工程、应急养护工程和专项养护工程四类。

2.1.6 隧道技术状况 tunnel technical conditions

反映隧道总体以及土建结构、机电设施、其他工程设施的安全性、功能性、耐久性的综合指标。

2.1.7 分层综合评定法 layered comprehensive evaluation method

采用先分部再综合进行隧道技术状况评定的方法，即先确定各分项技术状况值，然后依次计算土建结构、机电设施、其他工程设施的技术状况，最后确定隧道总体技术状况。

2.1.8 预防养护工程 preventive maintenance

当隧道整体性能良好但出现轻微病害及隐患时，为延缓其性能过快衰减、延长使用寿命而预先实施的主动防护等工程。

2.1.9 修复养护工程 rehabilitative maintenance

当隧道出现明显病害或部分丧失服务功能时，为恢复其技术状况而实施的功能性修复、结构性修复或定期更换等工程。

2.1.10 应急养护工程 emergency maintenance

因突发事件造成隧道损毁、交通中断或产生重大安全隐患时，为较快恢复安全通行而实施的应急性抢通、保通和抢修等工程。

2.1.11 专项养护工程 special maintenance

为提升或恢复隧道服务功能而集中实施的完善增设、加固改造、拆除重建或灾后恢复等工程。

2.1.12 初始检查 initial inspection

开通前对隧道的零状态基准数据进行的检查。

2.1.13 隧道安全控制区 protected area of tunnel

在隧道结构外边线范围外划定的一定区域。

2.2 符号

E_i ——机电设施各项目的设备完好率，0 ~ 100%；

w_i ——分项权重；

JDCI——机电设施技术状况评分，值域为 0 ~ 100 分；

JGCI——土建结构技术状况评分，值域为 0 ~ 100 分；

JGCI_i——土建结构分项状况值，值域为 0、1、2、3、4；

JGCI_j——土建结构各分项检查段落检测状况值，值域为 0、1、2、3、4， j 为检查段落号，按实际分段数量取值；

QTCI——其他工程设施技术状况评分，值域为 0 ~ 100 分。

3 基本规定

3.0.1 公路水下隧道养护应符合下列规定：

- 1 公路水下隧道应综合考虑隧道结构特点、所处环境、使用要求以及隧道技术状况等，编制隧道中长期养护规划和年度养护计划。
- 2 公路水下隧道养护应包括日常巡查、清洁维护、检查评定、结构监测、养护工程、安全管理和技术管理等内容。
- 3 公路水下隧道应定期进行日常巡查、清洁维护、检查评定和结构监测，依据隧道技术状况制定养护对策。
- 4 公路水下隧道应减少养护作业对通行车辆的干扰。

3.0.2 公路水下隧道养护对象应包括土建结构、机电设施及其他工程设施。

3.0.3 公路水下隧道应按养护检查等级实施动态分级养护，并按公路等级、隧道长度、交通量进行分级，分级不宜低于表 3.0.3-1 和表 3.0.3-2 的规定。公路水下隧道技术状况等级为 4 类时，养护检查等级应采用 I 级。

表 3.0.3-1 高速公路、一级公路水下隧道养护检查等级

单车道年平均日交通量 [pcu/(d·ln)]	隧道长度 L (m)			
	$L > 3\,000$	$3\,000 \geq L > 1\,000$	$1\,000 \geq L > 500$	$L \leq 500$
$\geq 10\,001$	I 级	I 级	I 级	I 级
5 001 ~ 10 000	I 级	I 级	I 级	I 级
$\leq 5\,000$	I 级	I 级	I 级	II 级

表 3.0.3-2 二级及二级以下公路水下隧道养护检查等级

年平均日交通量 (pcu/d)	隧道长度 L (m)			
	$L > 3\,000$	$3\,000 \geq L > 1\,000$	$1\,000 \geq L > 500$	$L \leq 500$
$\geq 10\,001$	I 级	I 级	I 级	II 级
5 001 ~ 10 000	I 级	I 级	II 级	II 级
$\leq 5\,000$	I 级	II 级	II 级	II 级

条文说明

本规范养护检查等级分级划分与《公路养护技术标准》（JTG 5110—2023）第 4.2.3 条保持一致。

3.0.4 公路水下隧道技术状况评定应包括土建结构、机电设施、其他工程设施和总体技术状况评定。评定应根据定期检查结果进行，并采用分层综合评定法按图 3.0.4 规定的流程进行。

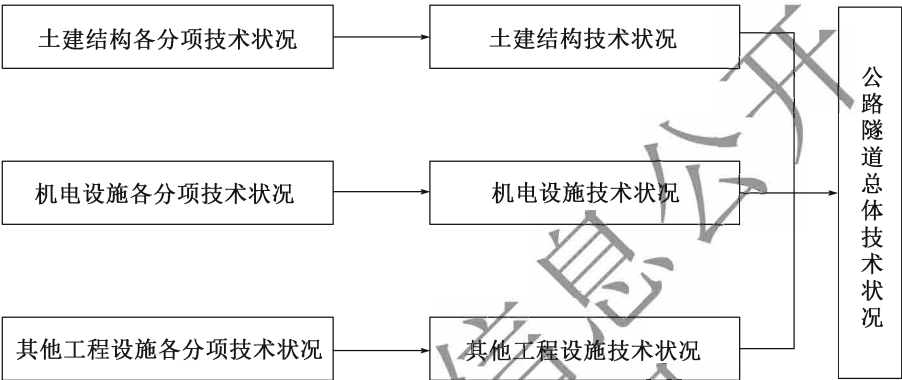


图 3.0.4 公路水下隧道技术状况评定流程

- 3.0.5** 公路水下隧道技术状况评定应符合下列规定：
- 1 土建结构、机电设施和其他工程设施的技术状况评定类别应分别符合表 3.0.5-1 ~ 表 3.0.5-3 的规定。
 - 2 总体技术状况类别应取土建结构、机电设施和其他工程设施中最差的技术状况类别。

表 3.0.5-1 土建结构技术状况评定类别

技术状况类别	评定类别描述
1 类	完好状态。完好无异常，或异常情况轻微，对交通安全无影响
2 类	轻微损坏。存在轻微破损，现阶段趋于稳定，对交通安全尚无影响
3 类	中等损坏。存在中等破损，发展缓慢，可能会影响交通安全
4 类	严重损坏。存在较严重破损，发展较快，已影响交通安全
5 类	危险状态。存在严重破损，发展迅速，已危及交通安全

表 3.0.5-2 机电设施技术状况评定类别

技术状况类别	评定类别描述
1 类	完好率高，运行正常
2 类	完好率较高，运行基本正常，部分易耗部件或损坏部件需要更换，但对交通安全尚无影响

续表 3.0.5-2

技术状况类别	评定类别描述
3 类	完好率中等，尚能运行，可能会影响交通安全，部分设备、部件和软件需要更换或改造
4 类	完好率较低，已影响交通安全，相关设施需要全面改造

表 3.0.5-3 其他设施技术状况评定类别

技术状况类别	评定类别描述
1 类	完好无异常，或有异常、破损情况但较轻微，能正常使用
2 类	存在中等破损，部分功能受损，已影响正常使用
3 类	存在严重破损，使用功能大部分或部分丧失，已妨碍正常使用

3 隧道总体技术状况评定流程应按图 3.0.5 的规定执行。

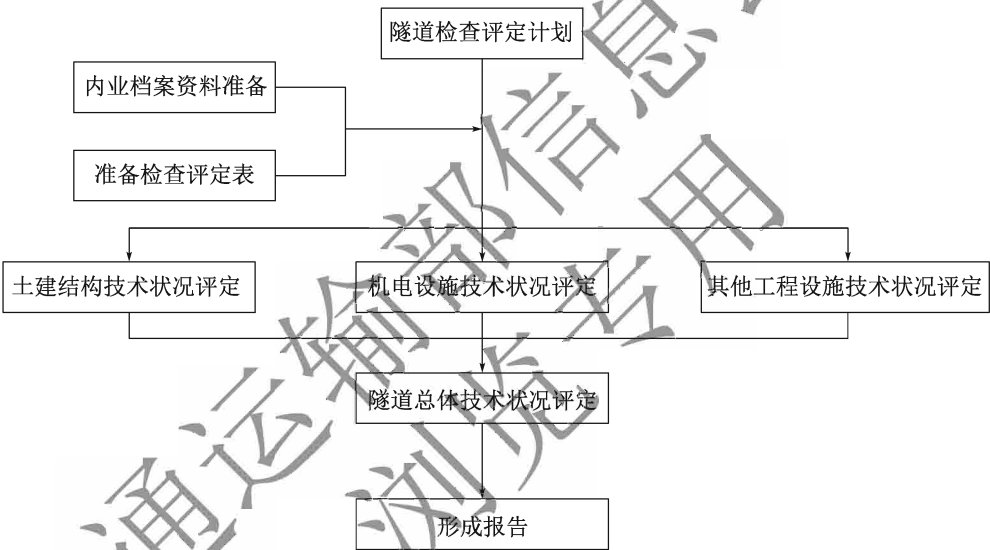


图 3.0.5 隧道总体技术状况评定流程

条文说明

本规范将其他工程设施纳入总体评定取值，主要基于以下考量：

- (1) 水下隧道“其他工程设施”安全权重的提升。电缆沟、设备洞室及工作井等与隧道防渗防涝直接相关，与山岭隧道不同，水下隧道的其他工程设施位于防洪堤、人工岛等特殊地段，其安全风险高于山岭隧道同类设施，不可以忽视。
- (2) 水下隧道各子系统间的安全耦合度更高，通常不将任何一类设施排除在总体评定之外。隧道处于高水压、密闭空间环境，安全冗余度低于山岭隧道。在此条件下，任一子系统的劣化都可能因连锁效应放大风险——例如附属房屋、通风塔可能影响运营安全，绿化系统排水不畅可能导致积水倒灌隧道。
- (3) 本规范与《公路隧道养护技术规范》（JTG 5130—2026）保持一致，取土建结

构、机电设施和其他工程设施三者最差技术状况类别作为总体技术状况类别。

3.0.6 公路水下隧道土建结构、机电设施和其他工程设施应依据其技术状况评定结果，合理确定养护对策。

3.0.7 公路水下隧道养护规划应符合下列规定：

1 公路水下隧道养护规划应在保证隧道使用功能的前提下，按全寿命周期管理的理念和经济、环境、社会综合效益最佳的原则进行编制。

2 公路水下隧道中长期养护规划宜按 25 ~ 30 年，短期养护规划宜按 5 ~ 10 年，并根据实际情况，每 3 ~ 5 年对养护规划进行一次评估与修订。

3.0.8 公路水下隧道预防养护工程、修复养护工程、应急养护工程应符合本规范第 4 章、第 5 章、第 6 章的有关规定，专项养护工程可根据具体工程特点及有关要求进行。

3.0.9 当养护工程开展养护设计时，应符合下列规定：

1 应考虑隧道运行安全、技术状况、地质条件、周围环境影响、实施条件等因素，通过技术、经济、生态环保等多方面、多方案综合比选确定。

2 应对养护作业安全作出相应规定。

3 应对养护工程技术要求、材料性能、主要施工工艺、质量验收标准等作出相应规定。

4 应根据隧道运行状况，做好交通组织方案设计，降低养护作业对交通的影响。

5 应对“四新”技术应用情况进行检查与反馈。

3.0.10 公路水下隧道养护工程设计除应符合现行《公路工程技术标准》(JTG B01)规定外，尚应符合下列规定：

1 预防养护工程设计应根据预防养护工程目标合理确定。

2 修复养护工程设计不应低于隧道原设计标准。

3 应急养护工程设计应根据隧道结构安全和通行安全的目标合理确定。

4 涉及结构加固、新增结构以及机电设施的专项养护工程设计宜按现行标准执行。

3.0.11 公路水下隧道养护工程施工质量应满足养护工程设计、国家和行业相关验收标准的要求。

3.0.12 公路水下隧道养护作业应采取保障通行的安全措施。

4 土建结构

4.1 一般规定

4.1.1 公路水下隧道土建结构应包括洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、吊顶及预埋件、结构排水设施、内装饰、标志标线等。

条文说明

公路水下隧道土建结构以两侧路堑段或敞开段侧墙端面路面高程位置为隧道起止点，本规范将土建结构的养护对象划分为九类，分别为：

(1) 洞口包括路堑段侧墙（挡水墙）、边坡及支护、敞开段、遮光设施、洞口外周隧道管理范围内的排水工程等。

(2) 除钻爆法隧道洞门外，本规范将盾构法、沉管法、堰筑法隧道首个矩形现浇节段作为洞门考虑。

(3) 衬砌结构包括钻爆法、盾构法、沉管法、堰筑法隧道洞身结构、横通道、双洞之间联络通道以及廊道、服务隧道，以及隧道两侧暗埋段、雨水废水泵房。

(4) 附属结构主要包括不同工法修建的水下隧道内部结构，如行车道板、检修道、逃生通道（含防火门、楼梯、滑道等）、排烟道或风道、电缆廊道、地下变电室、地下风机房等，是重要程度仅次于衬砌结构的养护对象。当附属结构和衬砌结构一体设计施工时，纳入衬砌结构。

(5) 隧道路面起止点同隧道起止点，包括服务隧道以及隧道内通道的路面。

(6) 吊顶及预埋件包括隧道顶部悬吊件及其预埋件或锚固件，如行车道上方风机、可变信息标志、接水盒等悬吊件及锚固件。

(7) 结构排水设施主要指与隧道主体结构一体化建造、以重力自流为主要工作方式的排水设施，包括纵向边沟、中心管沟、横截沟、集水池、雨污水池、地埋排水涵管及其附属检查井等。不含排水泵、压力排水管及排水电控设备等机电排水设施。

(8) 内装饰包括隧道侧墙装饰板、设备箱门、防火板（涂料）、敞开段装饰等。

(9) 标志标线包括标志牌、标线、视线诱导标等。

4.1.2 土建结构养护应包括日常巡查、清洁维护、结构检查、结构监测、技术状况

评定、养护工程等工作。

4.1.3 土建结构养护应利用隧道结构监测系统获得的数据,结合检查结果及时掌握土建结构技术状况,并制定养护对策。

4.1.4 土建结构养护作业过程中产生的废水、垃圾和废渣应符合环保方面的有关要求。

4.2 日常巡查

4.2.1 土建结构日常巡查应对隧道洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面等是否处于正常工作状态、是否妨碍交通安全等进行检查。日常巡查的主要项目与内容应按表4.2.1执行。

表 4.2.1 土建结构日常巡查的主要项目与内容

检查项目	检查内容
洞口	边坡岩土体有崩塌、滑塌迹象,地表出现冲沟等情况
	护坡坡体、坡脚损坏等情况
	遮光设施结构破坏、混凝土剥落、构件有掉落迹象等情况
	挡墙、敞开段等结构开裂、错台、下沉、断裂、渗漏水等情况
	洞口横截沟堵塞、破损、淤积、渗漏等情况
洞门	墙身开裂、结构倾斜、滑移、断裂、渗漏水等情况
	墙背填料流失、墙底脱空等情况
衬砌结构	大范围渗漏水或涌水、涌砂情况
	混凝土大面积开裂、剥落等情况
	变形缝、管片接缝填塞物脱落、破损、错台等情况
	管片螺栓孔、注浆孔填塞物脱落、螺栓松动等情况
	剪力键破损、接头变形、错台等情况
附属结构	车道板结构开裂、错台、断裂等破损情况
	检修道结构开裂、错台、盖板缺损等情况
	逃生通道结构开裂、错台、剥落、渗漏水等情况,通道内的盖板、滑梯、楼梯、防火门、栏杆等松动、变形、缺损
	排烟道、电缆廊道结构开裂、错台、剥落、渗漏水等情况
	设备用房结构开裂、墙体倾斜、渗漏水等情况
路面	散落物、积水、拱起、沉陷、开裂、错台、渗水等情况
吊顶及预埋件	锚固构件松动、缺损、焊缝开焊,锚固区混凝土开裂、剥落等情况

续表 4.2.1

检查项目	检查内容
结构排水设施	水沟（管）、沉砂池、集水池淤塞、缺损、渗漏水等情况
	最低点的水尺完整稳固等情况
内装饰	装饰板、设备箱门、防火板松动、脱落、缺损等情况
标志标线	固定件松动、脱落、缺损等情况

条文说明

隧道养护单位通过现场巡视、实地察看等方式，主动及时发现隧道土建结构出现的显著表观缺损、病害及异常等情况，并对涉及结构安全关键部位或构件进行巡查，避免产生可能严重危害运行安全的情况。

4.2.2 日常巡查应每日进行。当出现极端异常天气、周边施工活动、灾害以及监测系统预警等异常情况时，应增加巡查频次至 3~4 次/d。

条文说明

根据相关管理办法，在出现极端异常等情况下，隧道养护单位需增加巡查频次，以便及时准确掌握隧道的安全状况。结合调研情况，隧道养护单位通常按照 24 小时 3 班分时段进行巡查，因此按照 3~4 次/d 的频次进行巡查。

4.2.3 日常巡查宜以目测为主，并采用人工与信息化手段相结合的方式。

4.2.4 日常巡查应做好记录并定期整理归档，宜每月归档一次。

条文说明

巡查记录主要包含巡查时间、巡查范围、巡查人员和巡查中发现的病害类型、程度、位置等情况。记录方式以文字记录为主，并辅以照相或摄像手段，一般每月归档一次。

4.2.5 当日常巡查发现隧道内有妨碍通行的障碍物或其他异常情况时，应及时设置警示标志，视情况予以清除或采取其他处理措施，处理后应跟踪巡查确认隐患已消除。

条文说明

隧道洞口泥水进入、洞门与衬砌结构等混凝土剥落、装饰板等松脱掉落以及隧道运营设施损坏均会妨碍隧道通行。隧道运行期间可能会出现各类其他异常，情况也较多，

例如路面散落物（渣土、石块、涂料、油漆等）、动物闯入、水管法兰松动或爆管导致水淹等。

4.3 清洁维护

4.3.1 应定期对隧道洞门、衬砌结构、附属结构、路面、结构排水设施、标志标线等进行清洁维护，保持隧道环境干净、整洁和行车安全、舒适。

4.3.2 土建结构清洁维护应根据隧道养护检查等级、清洁项目、脏污程度、清洁方式及效率和环境条件、交通安全等因素确定清洁方案。水下隧道清洁频率不宜低于表 4.3.2-1 和表 4.3.2-2 的要求。

表 4.3.2-1 高速公路、一级公路水下隧道清洁频率

清洁项目	养护检查等级	
	I 级	II 级
路面	1 次/d	2 次/周
洞门、防撞侧石	1 次/月	1 次/2 月
遮光设施	1 次/半年	1 次/年
顶板	1 次/半年；有防火板时按需	1 次/年；有防火板时按需
检修道、横通道、逃生通道	1 次/月	1 次/2 月
电缆廊道、服务隧道	1 次/季度	1 次/半年
结构排水设施	1 次/月	1 次/2 月
内装饰	1 次/2 月	1 次/季度
标志、标线、视线诱导标	1 次/月	1 次/2 月

表 4.3.2-2 二级及二级以下公路水下隧道清洁频率

清洁项目	养护检查等级	
	I 级	II 级
路面	1 次/周	1 次/半月
洞门、防撞侧石	1 次/季度	1 次/半年
遮光设施	1 次/年	1 次/2 年
顶板	1 次/年；有防火板时按需	1 次/2 年；有防火板时按需
检修道、横通道、逃生通道、 电缆廊道、服务隧道	1 次/季度	1 次/半年
结构排水设施	1 次/季度	1 次/半年
内装饰	1 次/季度	1 次/半年
标志、标线、视线诱导标	1 次/季度	1 次/半年

条文说明

结合国内公路水下隧道实际养护频率调研情况，按清洁范围和清洁频率的不同对清洁项目进行了分类划定，并给出了主要清洁项目建议频率，养护单位可以根据交通情况、自然气候、隧道状况等差异，在保证设施清洁的前提下适当调整清洁维护频率。本规范列出主要的清洁项目，当有其他增项时可以根据结构的使用要求，结合养护经验，通过技术经济比选确定合适的清洁方式和频率。

4.3.3 隧道内路面的清洁维护应满足下列要求：

- 1 路面应保持干净、整洁，无抛撒物、散落物。
- 2 应以机械清扫为主，清扫时应防止产生扬尘。
- 3 当路面被油类物质或化学品污染时，应采取有效措施及时清除。
- 4 冬季应防止路面结冰、积雪。

条文说明

油类物质或化学品清除难度大，需要采取有效措施清除，避免产生次生交通事故。当出现油类物质或化学品污染时，养护单位需在区分油类物质或化学品的种类确定风险程度后进行相应处理。

4.3.4 隧道内装饰、洞门、防撞侧石、顶板、遮光设施的清洁维护应满足下列要求：

- 1 应保持干净、整洁，无污垢、污染、油污和痕迹。
- 2 侧墙装饰板、防撞侧石的清洁宜以机械作业为主，以人工作业为辅。洞门、顶板、遮光设施的清洁宜采用人工作业。
- 3 当采用湿法清洁时，应防止路面积水或结冰，并对隧道内机电设施进行保护，防止水渗入。宜选用中性清洁剂，并冲洗干净。
- 4 当采用干法清洁时，应避免损伤内装饰以及隧道内机电设施。清洁时应采取必要的降尘措施。

4.3.5 检修道、横通道、逃生通道、电缆廊道、服务隧道等清洁维护应满足下列要求：

- 1 应保持环境整洁，指示标志清洁、醒目。
- 2 应定期清扫楼梯、地面灰尘等，护栏、防火门出现脏污时应及时擦拭干净。
- 3 通道内、防火门下有杂物、积水时，应及时清除。

4.3.6 通风道应定期清除积水、杂物以及可能损伤通风设施或影响通风效果的异物。

4.3.7 隧道结构排水设施清洁维护应按下列规定进行：

- 1 应保持无堵塞、无淤积、无杂物。

2 汛期以及冰冻季节前,应及时检查和清理疏通水沟(管);冬季应及时清除洞顶、井口、洞口挂冰。

3 应及时清理集水池、沉砂池、窨井等的底部沉积物。

条文说明

水下隧道一般将边沟水引入隧道泵房集水池后采用管道泵送排出,边沟中容易残留塑料瓶、烟头等漂浮物,易在算子处堆积导致下水不畅,故需要加强边沟低点下水口位置清理。有盖板的边沟因盖板遮盖,养护时要格外重视。

对于盲沟、泄排水管等狭小的空间清理,国内已逐步采用水下管道清洗机器人等新设备进行;对于泵房集水池以及窨井或容易产生有毒有害气体的空间进行作业,需注重采取相应的通风、监测等安全措施,确保作业人员安全。

4.3.8 隧道的标志、标线和视线诱导标清洁维护应满足下列要求:

- 1 当标志、标线和视线诱导标表面有脏污时,应及时进行清洗。
- 2 当清洗标志、标线和视线诱导标时,应避免损伤其表面覆膜或涂层等。

条文说明

标志、标线和视线诱导标清洁均纳入土建结构清洁维护工作范围;电光标志的清洁纳入机电设施清洁范围,其他标志清洁纳入土建结构清洁范围。

4.4 结构检查

4.4.1 土建结构检查应包括初始检查、经常检查、定期检查、应急检查和专项检查。

条文说明

土建结构检查根据检查目的、内容和周期的不同分为初始检查、经常检查、定期检查、应急检查和专项检查。通过结构检查了解隧道初始状况,及时掌握隧道当前状况。检查前需详细制定检查计划和方案,检查期间采取有效的安全防护措施,配备防护器材和通信器材。

4.4.2 新建或改建水下隧道初始检查宜与交工验收同步进行,最迟不应超过交工验收后12个月。检查完成后应建立结构初始状态档案,可在隧道建设过程中提前开展基准状态参数采集工作。实施维修加固或病害处治后,应在开通3个月内开展初始检查。使用多年尚未进行初始检查的隧道,应根据运营期历次检查等资料尽快建立初始状态。

条文说明

初始检查目的是服务于结构零状态基准数据采集,建立技术档案。初始检查是日后

经常检查、定期检查、专项检查及技术状况评估的基础。通过初始检查，可以确定隧道结构各构件的基准技术状况，便于对后期发现的结构缺损和病害作对比分析。初始检查要尽量获得投入运营前的真实初始状态，而不是运营一段时间后甚至是经过维修处理的状态数据。初始检查与交工检测同步进行有利于提高工作效率和数据原始性。对于使用多年，尚未进行初始检查的隧道，也要根据运营期历次检查等资料尽快建立初始状态。

4.4.3 初始检查应符合下列规定：

- 1 初始检查应包括定期检查所规定的检查项目，并根据隧道结构特点、服役环境、建设期各类资料等综合确定专项检查项目。
- 2 当初始检查直接采用交工阶段检测资料时，应现场校核隧道基本数据，按本规范附录 A 第 A.0.1 条的要求填写隧道初始检查记录表。
- 3 对于采用特殊材料、新工艺或特殊设计的构件，应在初始检查前根据设计文件、服役环境、材料劣化机理、使用功能要求等确定检查项目及其评定指标。
- 4 对于已安装结构监测系统的隧道，应及时采集监测参数初始值。
- 5 当存在明显缺损或其他异常情况时，应进行现场复查或检测，分析部位结构受损原因和影响程度，评定其技术状况。

4.4.4 公路水下隧道初始检查完成后，应按下列内容要求编制初始检查报告：

- 1 隧道建设期资料分析和周边环境状况描述；
- 2 检查的实施过程、时间节点和检查工作内容；
- 3 检查中采用的检查设备、方法、依据；
- 4 初始检查记录表、隧道检查记录资料；
- 5 典型缺损的照片、文字说明及缺损分布图，缺损状况的描述应说明缺损的部位、类型、性质、范围、数量和程度等；
- 6 需要采取养护措施的建议。

4.4.5 公路水下隧道应通过开展经常检查，及时发现缺损、病害或洞内外其他异常情况，合理确定养护对策措施。

4.4.6 公路水下隧道土建结构经常检查频率应符合下列规定：

- 1 隧道土建结构经常检查频率不应低于表 4.4.6 的要求。

表 4.4.6 公路水下隧道土建结构经常检查频率

检查分类	养护检查等级	
	I 级	II 级
经常检查	1 次/月	1 次/2 月

2 在汛期、冰冻季节或极端异常天气情况下，应提高经常检查频率。

3 当经常检查发现衬砌明显变形、开裂、涌水等严重异常情况时，采取处治措施前应提高经常检查频率。

4.4.7 经常检查宜采用人工与信息化手段相结合的方式，配以简单检查工具进行。应按本规范附录 A 第 A.0.2 条的要求填写隧道经常检查记录表，对异常情况作出判定分类，并提出相应的养护措施。

条文说明

简单检查工具指皮尺、钢卷尺、铁锤、手电筒和粉笔等常用的、易于携带的工具。信息化手段包括利用车载检测车、自动化巡检机器人、激光扫描、红外成像渗漏水检测、虚拟现实等技术手段。

4.4.8 经常检查宜以定性判定为主，破损状况分为一般异常和严重异常。

4.4.9 公路水下隧道经常检查项目、检查内容和判断标准应符合下列规定：

1 经常检查项目应包括洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、结构排水设施、吊顶及预埋件、内装饰、标志标线等。

2 钻爆法隧道经常检查内容和判定标准应按表 4.4.9-1 执行。

表 4.4.9-1 钻爆法隧道经常检查内容和判定标准

检查项目		检查内容	判定标准	
			一般异常	严重异常
洞口		边仰坡有无危石、积水、积雪；洞口有无挂冰；支护工程有无开裂、倾斜、沉陷等；遮光设施是否完好	存在落石、积水、积雪隐患；洞口局部挂冰；边沟轻度淤塞；支护工程构造物局部开裂、倾斜、沉陷；遮光设施部分起层、剥落、松动等，有妨碍交通的可能	坡顶落石、积水漫流或积雪崩塌；洞口挂冰掉落路面；支护工程因开裂、倾斜或沉陷而致剥落或失稳；遮光设施部分结构脱落、变形、挂冰等；边沟淤塞，已妨碍交通
洞门		结构开裂、倾斜、沉陷、错台、起层、剥落；渗漏水（挂冰）	出现起层、剥落；存在渗漏水或结冰，尚未妨碍交通	拱部及其附近部位出现剥落；存在喷水或挂冰等，已妨碍交通
衬砌结构		开裂、倾斜、沉陷、错台、起层、剥落等；渗漏水	衬砌起层且边墙出现剥落，尚未妨碍交通，将来可能构成危险；存在渗漏水，尚未妨碍交通	衬砌起层，且拱部出现剥落，已妨碍交通；大面积渗水，或拱部漏水严重，已妨碍交通
附属结构	检修道或防撞侧石	结构破损、盖板缺失	存在局部结构破损、盖板缺失，尚未妨碍交通	结构破损严重，盖板缺失较多，已妨碍交通

续表 4.4.9-1

检查项目	检查内容	判定标准	
		一般异常	严重异常
路面	落物、积水或结冰；路面拱起、坑槽、龟裂、错台、车辙、推移和泛油；伸缩缝破损情况	存在落物、积水、结冰；路面局部坑槽、龟裂、错台、车辙、推移和泛油等，尚未妨碍交通；伸缩缝轻微损坏，尚未妨碍交通	落物较多，存在大面积路面积水、结冰或坑槽、龟裂、错台、车辙、推移和泛油等，伸缩缝脱落、损坏，已妨碍交通
吊顶及预埋件	变形、缺损、漏水、锈蚀	存在缺损、漏水，锈蚀，尚未妨碍交通	缺损严重，或渗漏、锈蚀严重，已妨碍交通
结构排水设施	排水沟、沉砂池、集水池等缺损、堵塞、积水、结冰；横截沟盖板破损情况	存在缺损、积水、结冰，横截沟盖板轻微松动破损，尚未妨碍交通	沟管堵塞、淤积，积水、浸流、结冰，设施破损严重，已妨碍交通
内装饰	装饰板、防火板（涂料）、设备箱门脏污、变形、缺损、脱落	装饰板、防火板（涂料）存在缺损、局部脱落；局部设备箱门破损失效，尚未妨碍交通	装饰板、防火板（涂料）存在缺损、局部脱落；设备箱门破损失效，已妨碍交通
标志标线	是否完好；有无变形	存在脏污、部分缺失，可能会影响交通安全	严重缺失、脱落，已妨碍交通

3 盾构法隧道经常检查内容和判定标准应按表 4.4.9-2 执行。

表 4.4.9-2 盾构法隧道经常检查内容和判定标准

检查项目		检查内容	判定标准	
			一般异常	严重异常
洞口		敞开段结构有无开裂、倾斜、挂冰、渗漏等	侧墙局部渗漏、结冰，尚未影响交通	侧墙有明显倾斜、大范围开裂、存在喷水或挂冰等，已妨碍交通
		遮光设施是否完好	减光设施部分起层、剥落、松动等，尚未影响交通	减光设施部分结构脱落、变形、挂冰等，已妨碍交通
衬砌结构	明挖暗埋段	结构裂缝、错台、起层、剥落	侧墙起层且出现剥落状况，尚未妨碍交通，将来可能构成危险	侧墙起层且顶部出现剥落状况，已妨碍交通
		变形缝错台、位移、压溃	存在轻微相对位移、错台，存在开裂、破损，尚不妨碍交通	存在明显相对位移、错台，混凝土压溃，已妨碍交通
		渗漏水	存在流挂、滴漏，变形缝接水盒轻微锈蚀，尚未妨碍交通	出现严重滴漏、线流、漏泥沙等现象，已妨碍交通
	管片	管片开裂破损、材料劣化、锈蚀、渗漏水	裂缝以轻微裂缝为主，存在少量纵向或斜向裂缝，尚未妨碍交通，将来可能构成危险	出现多处纵向或斜向裂缝，出现掉块，已妨碍交通

续表 4.4.9-2

检查项目		检查内容	判定标准	
			一般异常	严重异常
衬砌结构	管片	管片开裂破损、材料劣化、锈蚀、渗漏水	多处出现起毛、酥松, 出现少量剥离, 尚未妨碍交通	出现起鼓, 大面积剥离, 出现掉块, 已妨碍交通
			混凝土表层出现轻微锈迹, 螺栓浅层锈蚀, 钢管片表层多处出现轻微锈迹, 尚未妨碍交通	主筋严重锈蚀; 螺栓因锈蚀全周截面减少, 螺帽因锈蚀断裂脱落; 钢管片表层普遍存在少量点蚀
			存在渗漏, 并以流挂、滴漏为主, 尚未妨碍交通	出现线流、漏泥沙, 已妨碍交通
	接缝	接缝张开、错台、压溃、渗漏水	接缝张开导致密封垫松动脱出, 压溃、错台分布稀疏; 存在渗漏, 并以浸渗、滴漏为主, 尚未妨碍交通	出现严重错台、破损; 涌流, 已妨碍交通
	螺栓孔、注浆孔	螺栓孔、二次注浆孔封堵 (重点检查水域段)	局部孔位堵塞物脱落, 出现浸渗、滴漏	孔位堵塞物多处存在脱落, 出现涌流、漏泥沙
附属结构	排烟道、逃生通道、廊道	开裂、破损、渗漏; 防火门密闭性	存在局部开裂、破损、渗漏, 少量防火门密闭性失效, 尚未妨碍设施服务功能	存在大范围开裂、破损、渗漏, 较多防火门密闭性失效, 已妨碍设施服务功能
	检修道或防撞侧石	结构破损、盖板缺失	存在局部结构破损、盖板缺失, 尚未妨碍交通	结构破损严重, 盖板缺失较多, 已妨碍交通
	车道板	裂缝、破损	存在混凝土裂缝、破损	存在结构性开裂、破损, 已妨碍交通
	地下设备用房	结构性开裂、破损、渗漏	存在局部非结构性开裂、破损、渗漏, 尚未妨碍设施服务功能	存在结构性开裂、破损、渗漏, 已妨碍设施服务功能

4 沉管法隧道经常检查内容和判定标准应按表 4.4.9-3 执行。

表 4.4.9-3 沉管法隧道经常检查内容和判定标准

检查项目	检查内容	判定标准	
		一般异常	严重异常
洞口	敞开段结构有无开裂、倾斜、挂冰、渗漏等	侧墙局部渗漏、结冰, 尚未影响交通	侧墙有明显切斜、大范围开裂、存在喷水或挂冰等, 已妨碍交通
	减光设施是否完好	减光设施部分起层、剥落、松动等, 尚未影响交通	减光设施部分结构脱落、变形、挂冰等, 已妨碍交通

续表 4.4.9-3

检查项目		检查内容	判定标准	
			一般异常	严重异常
衬砌结构	明挖暗埋段	结构裂缝、错台、起层、剥落	侧墙起层且侧壁出现剥落状况，尚未妨碍交通，将来可能构成危险	侧墙起层且顶部出现剥落状况，已妨碍交通
		变形缝错台、位移、压溃	存在轻微相对位移、错台，存在开裂、破损，尚不妨碍交通和结构安全	存在明显相对位移、错台，混凝土压溃，已妨碍交通和结构安全
		结构和变形缝处渗漏水	存在流挂、滴漏，变形缝接水盒轻微锈蚀，无进一步发展趋势，尚未妨碍交通	出现严重滴漏、线流、漏泥沙等现象，接水盒满水溢水或松动脱落，已妨碍交通
	管节	结构裂缝、起层、剥落、露筋	结构存在轻微裂缝、起层、剥落、露筋状况，无进一步发展趋势，尚不妨碍交通和结构安全	结构出现严重裂缝、起层、拱部已有剥落或即将剥落；存在大段露筋，已妨碍交通及结构安全
		渗漏水	存在流挂、滴漏，无进一步发展趋势，尚未妨碍交通	出现线流、漏泥沙等现象，已妨碍交通
	管节（节段）接头	接头两侧结构相对位移、错台	存在轻微相对位移、错台，尚不妨碍交通和结构安全	存在明显相对位移、错台，导致行车道设施出现位移或变形，已妨碍交通和结构安全
		剪力键开裂、变形、破损；剪力键垫层变形、移位	混凝土剪力键出现轻微裂缝或钢剪力键出现轻微变形，尚不妨碍交通和结构安全；剪力键垫层存在轻微错位、移位、变形，钢构件轻微锈蚀，尚不妨碍交通和结构安全	混凝土剪力键出现严重裂缝或钢剪力键出现明显变形，已妨碍交通和结构安全；剪力键支座、垫层存在明显错位、移位、变形，钢构件锈蚀严重，已妨碍交通和结构安全
		渗漏水	接头处止水带轻微破损，存在轻微渗漏水，紧固件轻微松动，尚不影响结构安全	接头处止水带破损变形严重，止水带大量渗漏，存在明显线流和漏泥沙现象，紧固件明显松动脱落，已影响结构安全
附属结构	排烟道、电缆廊道	构件损坏、盖板及支架缺损的位置和状况	构件局部损坏，桥架局部松动，不影响设施服务功能	构件大范围损坏，大范围桥架松动脱落，已影响设施服务功能
	检修道或防撞侧石	结构破损、盖板缺失	存在局部结构破损、盖板缺失，尚未妨碍交通	结构破损严重，盖板缺失较多，已妨碍交通
	逃生通道	结构破损、开裂、锈蚀、盖板缺失，防火门密闭性	结构轻微破损、开裂或锈蚀，少量盖板缺损、防火门密闭性不足，不影响设施服务功能	结构严重破损、开裂或锈蚀，盖板缺失较多，较多防火门密闭性失效，已影响设施服务功能

5 堰筑法隧道经常检查内容和判定标准应按表 4.4.9-4 执行。

表 4.4.9-4 堰筑法隧道经常检查内容和判定标准

检查项目		检查内容	判定标准	
			一般异常	严重异常
洞口		敞开段结构有无开裂、倾斜、挂冰、渗漏等	侧墙局部渗漏、结冰, 尚未影响交通	侧墙有明显切斜、大范围开裂、存在喷水或挂冰等, 已妨碍交通
		减光设施是否完好	减光设施部分起层、剥落、松动等, 尚未影响交通	减光设施部分结构脱落、变形、挂冰等, 已妨碍交通
衬砌结构	堰筑法现浇结构	结构裂缝、压溃、错台起层、起毛、酥松、起鼓、剥落剥离; 钢筋漏筋锈蚀	局部起层、剥落状况, 尚未妨碍交通, 将来可能构成危险	起层且出现剥落状况已妨碍交通
		渗漏水	存在轻微渗漏水, 尚未妨碍交通	大面积渗水、顶板漏水严重、顶部挂冰, 已妨碍交通
	变形缝	错台、破损	存在轻微相对位移、错台, 存在开裂、破损, 尚不妨碍交通和结构安全	存在明显相对位移、错台, 混凝土压溃, 已妨碍交通和结构安全
		变形缝处渗漏水	存在流挂、滴漏, 变形缝接水盒轻微锈蚀, 无进一步发展趋势, 尚未妨碍交通	出现严重滴漏、线流、漏泥沙等现象, 接水盒满水溢水或松动脱落, 已妨碍交通
附属结构	排烟道、电缆廊道	构件损坏、盖板缺损的位置和状况	构件局部损坏, 局部盖板松动, 不影响设施服务功能	构件大范围损坏, 盖板大面积缺损, 已影响设施服务功能
	逃生通道	结构破损、开裂、锈蚀、盖板缺失, 防火门密闭性	结构轻微破损、开裂或锈蚀, 少量盖板缺损、防火门密闭性不足, 不影响设施服务功能	结构严重破损、开裂或锈蚀, 盖板缺失较多, 较多防火门密闭性失效, 已影响设施服务功能
	地下设备用房	结构性开裂、破损、渗漏	存在局部非结构性开裂、破损、渗漏, 尚未妨碍设施服务功能	存在结构性开裂、破损、渗漏, 已妨碍设施服务功能

6 盾构法、沉管法、堰筑法隧道洞口边仰坡、支护与防护工程及遮光设施、洞门、路面、检修道或防撞侧石、吊顶及预埋件、结构排水设施、内装饰、标志标线等检查可按表 4.4.9-1 中钻爆法隧道检查项目执行。

4.4.10 当经常检查发现隧道存在一般异常情况时, 采取处治措施前应进行监测, 并在后续重点跟踪检查; 当经常检查发现隧道存在严重异常情况时, 应及时采取措施进行处治; 当对其产生原因及详细情况不明时, 应开展专项检查。

4.4.11 公路水下隧道应通过定期检查，系统掌握结构技术状况和功能状况，开展土建结构技术状况评定，为制订养护工作计划提供依据。

4.4.12 定期检查频率应符合下列规定：

- 1 定期检查频率应为1次/年。
- 2 当经常检查发现重要结构判定为严重异常时，应立即开展一次定期检查。
- 3 新建隧道应在交工验收1年后进行首次定期检查。

条文说明

按规定的時間间隔或频率进行定期检查，有助于掌握隧道的技术状况，为年度养护计划的制订提供可靠的依据。重要结构分项主要指具有承重作用的结构分项，不同工法隧道包括洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、吊顶及预埋件等，其重要程度高，影响隧道主体及通行安全。

4.4.13 不同工法水下隧道定期检查项目和检查内容应符合下列规定：

- 1 隧道定期检查项目应包括洞口、洞门、衬砌结构、路面、检修道或防撞侧石、结构排水设施、吊顶及预埋件、内装饰、标志标线等。
- 2 钻爆法隧道定期检查内容应符合表4.4.13-1的要求。

表 4.4.13-1 钻爆法隧道定期检查内容

检查项目		检查内容
洞口	边仰坡	滑坡、岩石崩塌的征兆及其发展趋势；边坡、碎落台、护坡道的缺口、冲沟、潜流涌水、沉陷、塌陷等及其发展趋势
	支护与防护工程	挡土墙裂缝、破损、倾斜、鼓胀、滑动的位置、范围及其程度；墙后积水、基础脱空等现象的位置、范围及其程度
	遮光设施	设施缺损、松动、脱落、锈蚀等范围和程度
洞门		结构裂缝的位置、宽度、长度、范围和程度；结构倾斜、沉陷、断裂范围、变位量、发展趋势；洞门与洞身连接处环向裂缝开展情况、外倾趋势；混凝土起层、剥落的范围和深度，钢筋有无外露、锈蚀；墙背填料流失范围和程度
衬砌结构		衬砌裂缝、破损的位置、宽度、长度、深度、范围和程度；表面起层、剥落的范围和深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况
附属结构	检修道或防撞侧石	检修道结构破损程度，盖板缺失破损的范围、位置和程度
路面		路面起拱、沉陷、错台、开裂、溜滑、裂缝、车辙和推移、坑槽和泛油的范围和程度；路面积水、结冰等范围和程度；伸缩缝破损的范围和程度
吊顶及预埋件		吊顶及预埋件是否完好，有无锈蚀、脱落等危及安全的现象和程度；漏水（挂冰）范围及程度

续表 4.4.13-1

检查项目	检查内容
结构排水设施	排水沟结构缺损程度, 窨井盖、边沟盖板等完好程度, 沟管开裂漏水状况; 横向截水沟、纵向排水沟算子等完好程度, 沟管开裂漏水状况; 排水沟(管)、泵房集水池等淤积堵塞、沉砂、滞水、结冰等状况
内装饰	装饰板脏污、变形、缺损的范围和程度等; 防火板(涂料)松动脱落、缺损范围、位置及程度; 设备箱门的破损范围、功能完好程度
标志标线	外观缺损、表面脏污状况, 连接件锈蚀、脱落的程度

3 盾构法隧道定期检查内容应符合表 4.4.13-2 的要求。

表 4.4.13-2 盾构法隧道定期检查内容

检查项目		检查内容
洞口	敞开段结构	结构裂缝位置、宽度、长度范围及深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况
	遮光设施	设施缺损、松动、脱落、锈蚀等范围和程度
衬砌结构	明挖暗埋段	混凝土裂缝、破损的位置、宽度、长度、范围或程度，墙身变形缝开裂宽度、错位置；结构表面起层、剥落范围和深度；结构及变形缝渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况；变形缝处接水盒松动及溢水情况
	管片	管片裂缝的位置、宽度、长度、深度、范围或程度；结构表面起层、酥松、起鼓、剥离、剥落的范围和程度；钢筋和钢管片锈蚀的位置、范围和程度
	接缝	错台的位置、范围和程度；破损压溃的位置、范围和程度；嵌缝的脱落位置 and 范围；渗漏水位置、状态、水量、浑浊情况；螺栓、螺帽锈蚀的位置、范围和程度
	螺栓孔、注浆孔	填塞物脱落的位置；渗漏水的状态、水量、浑浊情况
附属结构	排烟道、逃生通道、电缆廊道、车道板	混凝土裂缝的位置、宽度、长度、范围或程度，墙身变形缝开裂宽度、错位置；结构表面起层、剥落范围和深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况；防火门外观破损变形程度、防火门密闭性
	车道板	混凝土裂缝、破损的位置、宽度、长度、范围或程度
	地下设备用房	混凝土裂缝的位置、宽度、长度、范围或程度；结构表面起层、剥落范围和深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况

4 沉管法隧道定期检查内容应符合表 4.4.13-3 的要求。

表 4.4.13-3 沉管法隧道定期检查内容

检查项目		检查内容
洞口	敞开段结构	结构裂缝位置、宽度、长度范围及深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况
	遮光设施	设施缺损、松动、脱落、锈蚀等范围和程度

续表 4.4.13-3

检查项目		检查内容
衬砌结构	明挖暗埋段结构	裂缝的位置、宽度、长度、范围或程度，墙身变形缝开裂宽度、错位置；结构表面起层、剥落范围和深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况；变形缝处接水盒松动及溢水情况
	管节	混凝土裂缝、破损的位置、宽度、长度、深度、范围或程度；结构表面起层、酥松、起鼓、剥落、剥离范围和深度；钢筋外露锈蚀的位置、范围和程度；渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结情况；钢壳结构锈蚀、起鼓变形，焊缝开裂、防腐层脱落范围和程度
	管节（节段）接头	管节接头处渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结情况；OMEGA止水带变形及破损的位置、范围及程度，止水带压条、紧固件的锈蚀和松动状况；钢剪力键变形及裂纹程度；混凝土剪力键损坏面积及程度、裂缝宽度、深度，剪力键支座或垫层的变形、破损、移位情况；端钢壳外观及锈蚀情况、与管节连接处开裂、渗漏水等状况
附属结构	检修道或防撞侧石	检修道结构破损程度、盖板缺失破损的范围、位置和程度
	排烟道、逃生通道、电缆廊道	构件损坏、盖板缺损的位置和状况；防火门外观破损变形情况、防火门密闭性
	地下设备用房	混凝土裂缝的位置、宽度、长度、范围或程度；结构表面起层、剥落范围和深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况

5 堰筑法隧道定期检查内容应符合表 4.4.13-4 的要求。

表 4.4.13-4 堰筑法隧道定期检查内容

检查项目		检查内容
洞口	敞开段结构	结构裂缝位置、宽度、长度范围及深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况
	遮光设施	设施缺损、松动、脱落、锈蚀等范围和程度
衬砌结构	堰筑法现浇结构	混凝土裂缝、破损的位置、宽度、长度、深度、范围或程度；结构表面起层、酥松、起鼓、剥落、剥离范围和深度、发展程度；变形缝、施工缝开裂宽度、错位置；渗漏水位置、湿渍面积、水量、浑浊、冻结情况
	变形缝	错台、破损位置、范围和程度；渗漏水位置、范围和状态；变形缝处接水盒松动及溢水情况
附属结构	排烟道、电缆廊道	构件损坏、盖板缺损的位置和状况
	逃生通道	构件损坏、盖板缺损的位置和状况；防火门外观破损变形情况、防火门密闭性
	地下设备用房	混凝土裂缝的位置、宽度、长度、范围或程度；结构表面起层、剥落范围和深度；渗漏水位置、水量、浑浊、冻结情况

6 盾构法、沉管法及堰筑法隧道洞门、路面、结构排水设施、吊顶及预埋件、内装饰、标志标线等定期检查内容可按本规范表 4.4.13-1 钻爆法水下隧道检查项目执行。

4.4.14 公路水下隧道定期检查应符合下列规定：

1 定期检查应配备必要的设备或工具，进行目测或量测检查。应抵近检查各个结构部位，重点关注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做出标记。

2 检查结果应按本规范附录 A 第 A.0.3 条的要求填入“定期检查记录表”，将检查数据及病害按附录 A 第 A.0.4 条的要求绘入“隧道展示图”。发现评定状况值为 2 以上的情况，应做影像记录，并详细准确记录缺损或病害状况，分析成因，对结构的技术状况进行评定。

3 当发现评定状况值为 3 或 4 且产生原因及详细情况不明时，应做专项检查。

4 检查完成后应编制定期检查报告。报告应包括下列内容：

- 1) 检查记录表、隧道展示图及相关调查资料等；
- 2) 土建结构技术状况评定；
- 3) 对土建结构养护维修、专项检查的建议等。

4.4.15 公路水下隧道应通过应急检查，及时掌握结构受损情况，为采取对策措施提供依据。应急检查应符合下列规定：

1 应根据受异常突发事件影响的结构，合理选用检查方法、工具和设备。

2 应急检查内容和方法应与定期检查相同，并针对发生异常情况或受异常事件影响的结构或部位做重点检查。

3 应急检查评定标准应与定期检查相同。当难以判明缺损的原因、程度等情况时，应做专项检查。

4 检查完成后应编制应急检查报告，总结检查内容和结果，评估异常事件的影响，合理确定对策措施。

4.4.16 公路水下隧道应通过专项检查，完整掌握缺损或病害的详细资料，为是否实施处治以及采取何种处治措施等提供技术依据。水下隧道专项检查项目应符合下列规定：

- 1 应根据经常检查、定期检查或应急检查的结果针对性地确定专项检查项目。
- 2 钻爆法隧道专项检查项目可按表 4.4.16-1 选取。

表 4.4.16-1 钻爆法隧道专项检查项目

检查项目		检查内容
结构变形	线形、高程	路面中线位置、路面高度以及纵横坡度等测量
	隧道横断面	隧道横断面测量，隧道内壁位移测量（与相邻或完好断面比较）
	净空变化	隧道净空收敛测量（自身变化比较）
	接缝、变形缝检查	错台、张开

续表 4.4.16-1

检查项目		检查内容
裂缝	裂缝调查	裂缝的位置、宽度、长度、开展范围或程度
	裂缝检测	裂缝的发展变化趋势及其速度；裂缝的方向及深度
渗漏水	渗漏水调查	漏水的位置、水量、浑浊、水源及防排水系统的状态
	渗漏水检查	水温、pH 值、电导度、水质化学分析
	防排水系统	堵塞、破坏情况
材质	结构强度检查	混凝土强度
	结构表面病害	起层、酥松、起鼓、剥落、剥离等
	混凝土碳化	碳化深度
	防火板（涂料）	防火板（涂料）脱落位置和范围、锚固质量
	钢筋（材）锈蚀	剔凿检测法、电化学测定法、综合分析判定法
衬砌结构及围岩状况	无损检查	无损检测衬砌厚度、空洞、裂缝和渗漏水，以及钢筋、钢拱架、衬砌配筋位置及保护层厚度、围岩状况、仰拱充填层密实程度等情况
	钻孔检查	钻孔测定衬砌厚度，内窥镜观测衬砌及围岩内部状况
荷载状况	衬砌应力及拱背压力检查	衬砌不同部位的应力及其变化、拱背压力的分布及其变化
	水压力检查	检查衬砌背后水压力大小、分布及变化规律

3 盾构法隧道专项检查项目可按表 4.4.16-2 选取。

表 4.4.16-2 盾构法隧道专项检查项目

检查项目		检查内容
结构变形	线形、高程	路面中线位置、路面高度以及纵横坡度等测量
	隧道横断面	隧道横断面测量，隧道内壁位移测量（与相邻或完好断面比较）
	净空变化	隧道净空收敛测量（自身变化比较）
	接缝、变形缝检查	错台、张开量
裂缝	裂缝调查	裂缝的位置、宽度、长度、开展范围或程度
	裂缝检测	裂缝的发展变化趋势及其速度；裂缝的方向及深度
渗漏水	渗漏水调查	漏水的位置、水量、浑浊、水源及防排水系统的状态
	渗漏水检查	水温、pH 值、电导度、水质化学分析
材质	结构强度	混凝土强度
	保护层厚度	钢筋保护层厚度
	结构表面病害	起层、酥松、起鼓、剥落、剥离等
	混凝土碳化深度	混凝土的碳化深度
	防火板（涂料）	防火板（涂料）脱落位置和范围、锚固质量
	钢筋、管片螺栓和钢管片锈蚀	锈蚀的位置、范围和程度

续表 4.4.16-2

检查项目		检查内容
衬砌结构 及围岩状况	围岩状况	衬砌厚度、衬砌背后空洞、注浆密实情况、裂缝和渗漏水，以及渗漏水位置、范围及程度等
	接缝、伸缩缝	破损位置、范围和程度
	螺栓孔、注浆孔	填塞物脱落和渗漏水情况
荷载状况	覆土状况	隧道顶覆土厚度及冲淤变化检查

4 沉管法隧道专项检查项目可按表 4.4.16-3 选取。

表 4.4.16-3 沉管法隧道专项检查项目

检查项目		检查内容
结构变形	线形、高程	路面中线位置、路面高度以及纵横坡度等测量
	隧道横断面	隧道横断面测量，隧道内壁位移测量（与相邻或完好断面比较）
	净空变化	隧道净空收敛测量（自身变化比较）
	接缝、变形缝检查	错台、张开量
裂缝	裂缝调查	裂缝的位置、宽度、长度、开展范围或程度等
	裂缝检测	裂缝的发展变化趋势及其速度；裂缝的方向及深度
渗漏水	渗漏水调查	漏水的位置、水量、浑浊、冻结及防排水系统的状态等
	渗漏水检查	水温、pH 值、电导度、水质化学分析
材质	结构强度检查	结构材料强度检测
	保护层厚度检查	钢筋等易腐蚀构件保护层厚度检查
	结构表面病害	起层、酥松、起鼓、剥落、剥离等
	混凝土碳化程度	混凝土碳化深度检测
	防火板（涂料）检查	防火板（涂料）脱落位置和范围、锚固质量
	钢筋（材）锈蚀程度	钢筋锈蚀检查，钢构件的锈蚀、起鼓情况；钢壳结构焊缝开裂、起鼓变形
衬砌结构 状况	管节接头	剪力键 X、Y、Z 三个方向上的相对位移量；钢剪力键螺栓受力及变形，焊缝检测；OMEGA 止水带的变形、水密性检测；止水带压条锈蚀程度
荷载状况	覆土状况	隧道顶覆土厚度及冲淤变化检查

5 堰筑法隧道专项检查项目可按表 4.4.16-4 选取。

表 4.4.16-4 堰筑法隧道专项检查项目

检查项目		检查内容
结构变形	线形、高程	路面中线位置、路面高度以及纵横坡度等测量
	隧道横断面	隧道横断面测量，隧道内壁位移测量（与相邻或完好断面比较）
	净空变化	隧道净空收敛测量（自身变化比较）
	接缝、变形缝检查	错台、张开量

续表 4.4.16-4

检查项目		检查内容
裂缝	裂缝调查	裂缝的位置、宽度、长度、开展范围或程度
	裂缝检测	裂缝的发展变化趋势及其速度；裂缝的方向及深度
渗漏水	渗漏水调查	漏水的位置、水量、浑浊、水源及防排水系统的状态
	渗漏水检查	水温、pH 值、水质化学分析
材质	结构强度	结构材料强度检测
	保护层厚度	钢筋等易腐蚀构件保护层厚度检查
	结构表面病害	起层、酥松、起鼓、剥落、剥离等
	混凝土碳化程度	混凝土碳化深度检测
	防火板（涂料）	防火板（涂料）脱落位置和范围、锚固质量
	钢筋锈蚀程度	钢筋锈蚀检查
衬砌结构状况	无损检查	无损检测结构厚度、空洞、脱空、渗漏水位置、范围及程度等
荷载状况	覆土状况	隧道顶覆土厚度及冲淤变化检查

4.4.17 公路水下隧道专项检查除应符合本规范 4.4.16 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 应对有关技术资料、档案进行核查，并对隧道地表环境等开展实地调查。
- 2 结构变形、受力和环境因素监测数据分析与应用应包括下列内容：
 - 1) 根据监测数据绘制隧道病害平面展布图。
 - 2) 分析裂缝特征与变形、受力的关系，结合基础资料，判断裂缝成因，分析预测裂缝发展趋势。
 - 3) 根据渗漏水 pH 值、水质监测数据，分析水腐蚀性及其对衬砌劣化、钢筋锈蚀的影响。
 - 4) 因材质劣化、氯化物环境或化学腐蚀环境引起的起层、剥落，分析腐蚀性离子含量及其对衬砌劣化、钢筋锈蚀的影响。
 - 5) 当受周边工程活动影响时，应结合周边工程活动性质，分析其对结构受力、变形的影响，提出建议措施。
- 3 专项检查完成后，应编制检查报告，报告内容应包括：
 - 1) 检查的主要经过，包括检查的组织实施、时间和主要工作过程等。
 - 2) 所检查结构的技术状况，包括检查方法、试验与检测项目及内容、检测数据与结果分析及缺损状态评价等。
 - 3) 对缺损或病害的成因、范围、程度等的分析及其维修处治措施建议。

4.5 结构监测

4.5.1 公路水下隧道运行期结构监测应符合下列规定：

- 1 应与施工阶段监测衔接,采用施工阶段已布设的控制点。
- 2 应采用先进、可靠、实用、高效的监测方法,宜以自动化监测为主,人工监测为辅。
- 3 宜对隧道结构变形、结构受力、工作条件、结构材料等项目进行定期测量、观测,及时采集并确定监测项目的初始值,首次测量的时间及量测数据等应按要求归档。
- 4 应及时记录监测结果,形成监测成果,宜采用信息化管理。
- 5 应对历次监测成果进行对比分析,分析病害发展情况,判断病害原因及影响范围,与结构检查结果相互印证,为技术状况评定提供依据。
- 6 监测前应明确主要监测参数的预警值,达到预警值时应及时预警。
- 7 当出现较严重损坏或危及安全运行的施工活动时,应适时增加结构监测内容。
- 8 结构监测系统宜与隧道养护管理系统对接,实现数据互换、信息共享和协同互补。

4.5.2 结构监测项目应根据隧道结构特点、地质条件、病害类型、周边环境条件等因素确定,可在下列内容中选择:

- 1 工作条件监测:土压力、水压力、覆盖层厚度、地层变形、腐蚀性离子等。
- 2 结构受力监测:混凝土应力、钢筋应力、锚杆内力、接触面压力等。
- 3 结构变形监测:结构沉降变形、挠度、裂缝、收敛变形等。
- 4 结构材料监测:表面碳化深度、混凝土强度变化、钢筋腐蚀程度等。

4.5.3 监测前应根据隧道工程地质条件、周边环境、埋深、施工方法、结构特点、病害特征、施工活动影响等制定结构监测方案,并符合下列规定:

- 1 监测范围应包括隧址区内典型地形地质地段、结构受力不利位置、病害严重部位以及受施工活动影响的段落。
- 2 监测点与监测断面布置、监测项目及其频率应满足反映监测对象的变化规律和结构安全状态的控制要求。
- 3 采用自动化监测时,宜与已建立的隧道结构监测系统相互兼容。

4.5.4 隧道结构监测点设置应符合下列规定:

- 1 结构变形长期监测点布置宜符合表 4.5.4 的规定,未布设的隧道宜在初始检查阶段及时补设。

表 4.5.4 结构变形长期监测点布置

隧道结构	监测点	监测断面间距
敞开段、明挖暗埋段	宜在两侧墙脚至少各布设 1 个测点	不宜大于 50m,伸缩缝、变形缝位置宜适当加密
洞门	宜布设 2~3 个监测点	不同高程处布设监测断面,断面不宜少于 2 个

续表 4.5.4

隧道结构	监测点	监测断面间距
钻爆法隧道	竖向、水平位移监测点宜在两侧墙角至少各布设 1 个测点，净空收敛竖向、水平向各布设不少于 1 条测线	不宜大于 50m，伸缩缝、变形缝位置宜适当加密
盾构法隧道	竖向、水平位移监测点宜在防撞侧石上布设 1~2 个测点，净空收敛竖向、水平向监测断面各布设不少于 1 条测线	不宜大于 40m；竖向、水平位移监测点宜在防撞侧石上布设 1~2 个测点，净空收敛竖向、水平向监测断面各布设不少于 1 条测线
沉管法隧道	竖向、水平位移监测点宜布设在底板 4 个角点或侧墙、中隔墙底部位置，不宜少于 2 个监测点，净空收敛竖向、水平向各布设不少于 1 条测线	宜布设在接头两侧及管节中间
堰筑法隧道	竖向、水平位移宜在侧墙布设监测点，监测点不宜少于 2 个，净空收敛竖向、水平向各布设不少于 1 条测线	不宜大于 50m，伸缩缝、变形缝位置宜适当加密

2 结构受力、工作条件和结构材料监测的监测点、断面应满足反映监测对象的实际状态以及分析隧道结构安全状态的需要，宜选择特殊地质、埋深突变、软硬地层交互、断面变化段以及与泵房、联络通道、横通道等交叉段，病害较严重或施工活动影响较大的地段布设。

3 当监测点出现异常时，应及时检测、校准及换算，保持数据的有效性和连续性，损坏的监测点应及时维修或补设。

4.5.5 监测频率应能够反映所监测项目的重要变化过程而又不遗漏其变化时刻，初期监测时宜采用较高值，出现异常时宜提高频率，监测结果稳定后可适当降低，但不得少于 1 次/年。

4.5.6 结构监测采集的结构变形、受力、周围环境等监测数据分析与应用应符合下列规定：

1 宜分析变形、受力等参数的变化速率和累计变化量，绘制时程曲线、变形散点图，分析各历时和空间的变化规律及发展趋势。

2 宜分析各物理量之间的相互影响关系以及在不同地质条件下相关程度的大小，分析地质条件对结构变形、受力的影响。

3 宜根据水压力监测数据，结合具体工程气象、地质条件、地表水位、河（海）床变化监测数据分析其对病害、隆沉变形和结构安全的影响。

4 宜根据地层水平位移的变化速率和累计变化量，绘制时程曲线、变形散点图，分析其变化规律和发展趋势。

4.5.7 当监测数据异常时,应及时对监测系统及结构进行检查或检测。当出现下列情况之一时,应进行预警:

- 1 监测数据超过预警值。
- 2 隧道内部结构变形持续增大、病害持续发展。
- 3 隧道出现严重开裂、路面隆起、地面坍塌等现象。
- 4 根据现场经验判断,出现其他需要报警的情况。

4.5.8 监测成果应包括现场监测资料、计算分析资料、图表曲线、文字报告等,并符合下列规定:

- 1 监测成果应按时反馈给相关单位。
- 2 监测数据宜采用信息化管理,数据采集、传输与管理、数据类型与格式应满足现行《信息技术—大数据—大数据系统基本要求》(GB/T 38673)的要求。
- 3 监测成果应提供真实、可靠、有效的监测数据和监测结论。
- 4 监测成果等应及时归档。

4.5.9 结构监测系统应定期进行巡查和维护,并满足下列要求:

- 1 应对监测系统进行检查和维护,及时维修或更换,建立系统维护台账,使系统保持良好的运行状态。
- 2 应核查监测数据、做好记录,确保监测数据的有效性和可用性。
- 3 应对监测设备及防护措施的保护状态,传感器、采集器与传输线路的接头紧固情况进行检查。
- 4 监测传感器、数据采集与传输设备检验可结合结构检查开展。
- 5 应对监测基准点、监测点的位置及完好情况进行检查确认。
- 6 检查和维护人员应相对固定。

4.6 技术状况评定

4.6.1 土建结构技术状况评定应根据洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面等分项评定等级,采用加权综合评分确定水下隧道土建结构技术状况等级,制定养护对策。

条文说明

公路水下隧道土建结构需先对洞口、洞门、衬砌结构、附属结构及路面等各分项进行评定,然后进行加权综合评分,确定土建结构技术状况。该方法沿用了《公路隧道养护技术规范》(JTG 5130—2026)技术状况评定采用的分层综合评定法。

4.6.2 土建结构技术状况评定和对策制定应利用监测获得的数据,结合定期检查数据对土建结构状态进行综合分析。

条文说明

土建结构分项评定需综合考虑分项的破损程度、破损发展趋势、对行车和结构安全的影响，确定土建结构技术状况。开展结构监测的目的在于掌握隧道的结构受力、变形等结构状况，为隧道结构技术状况提供可靠有效的量化判定依据。

4.6.3 土建结构技术状况评定应逐洞进行，先逐项确定分项技术状况值，再进行土建结构技术状况评定。土建结构各分项技术状况评定标准应按本规范附录 B 表 B-1 ~ 表 B-22 执行，评定结果应按本规范附录 B 表 B-23 填入土建结构技术状况评定表。

4.6.4 土建结构分项技术状况评定应符合下列规定：

1 土建结构分项内容应符合表 4.6.4 的规定，根据具体情况可增减分项内容。

表 4.6.4 土建结构分项内容

序号	土建结构分项	分项内容
1	洞口	边仰坡、支防护工程及排水工程、挡墙、敞开段、遮光设施
2	洞门	洞门
3	衬砌结构	明挖暗埋段、钻爆隧道衬砌与变形缝、盾构隧道管片与接缝、沉管隧道管节与接头、堰筑隧道现浇结构与变形缝、横通道、联络通道、斜井、竖井、雨水废水泵房
4	附属结构	防撞侧石、车道板、检修道、逃生通道、通风道、廊道、地下变电所、配电房、风机房等
5	路面	沥青路面、水泥混凝土路面
6	吊顶及预埋件	隧道顶部悬吊件及预埋件（如行车道上方风机、可变信息标志等锚固件和吊件）
7	结构排水设施	集水池、沉砂池、排水沟、排水管、滤层、盖板
8	内装饰	装饰板、设备箱门、防火板
9	标志标线	标志、标线、视线诱导标

2 洞口、洞门应分别作为独立的检查段，其余土建结构分项应按长度划分检查段，检查段长度应根据隧道设计、运行状况及检查需要等因素综合确定，特殊地质、埋深突变、软硬地层交互、断面变化段及主洞与泵房、联络通道、横通道等结构交叉段，病害较严重以及施工活动影响较大地段宜采用较小的检查段长度。

3 土建结构分项状况值应取所有检查段中最不利分项状况值。

条文说明

本规范土建结构分项划分基于调研获取的公路水下隧道养护手册和地方标准，考虑使用习惯，与《公路隧道养护技术规范》（JTG 5130—2026）分项划分基本一致。对于水下隧道附属结构，使用时可以根据工法类型和隧道实际情况增减分项内容。

当纵向存在不同工法时，明挖法、钻爆法、堰筑法隧道检查段通常采用施工缝、变形缝为界，沉管法隧道检查段以管节接头为界，盾构隧道盾构段一般结合逃生门、设备房等设施布设特点进行段落划分，病害较多或严重时宜采用较短的检查段。联络通道、隧道内雨污水泵房可以作为一个检查段或衬砌结构检查段的一部分进行检查。

4.6.5 土建结构技术状况评定应符合下列规定：

1 土建结构技术状况评分应按式 (4.6.5-1) 计算。

$$JGCI = 100 \cdot \left[1 - \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n \left(JGCI_i \times \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \right] \tag{4.6.5-1}$$

式中： w_i ——分项权重；

$JGCI_i$ ——分项状况值，值域0、1、2、3、4。

2 分项状况值应按式 (4.6.5-2) 计算。

$$JGCI_i = \max (JGCI_{ij}) \tag{4.6.5-2}$$

式中： $JGCI_i$ ——各分项检查段落状况值；

j ——检查段落号，按实际分段数量取值。

3 不同工法水下隧道土建结构各分项权重应按表 4.6.5-1 ~ 表 4.6.5-4 取值。

表 4.6.5-1 钻爆法隧道土建结构各分项权重

分项		分项权重 w_i	分项	分项权 w_i
洞口		15	路面	15
洞门		5	吊顶及预埋件	10
衬砌结构	衬砌	30	结构排水设施	6
	变形缝	10	内装饰	2
附属结构		2	标志标线	5

表 4.6.5-2 盾构法隧道土建结构各分项权重

分项		分项权重 w_i	分项	分项权重 w_i
洞口		5	路面	10
洞门		5	吊顶及预埋件	5
衬砌结构	明挖现浇结构及变形缝	10	结构排水设施	6
	管片	35	内装饰	2
	管片接缝	5	标志标线	5
附属结构		12		

表 4.6.5-3 沉管法隧道土建结构各分项权重

分项		分项权重 w_i	分项	分项权重 w_i
洞口		5	路面	10
洞门		5	吊顶及预埋件	5
衬砌结构	明挖现浇结构及变形缝	5		
	管节	25		
	管节接头	20	结构排水设施	6
附属结构		12	内装饰	2
			标志标线	5

表 4.6.5-4 堰筑法隧道土建结构各分项权重

分项		分项权重 w_i	分项	分项权重 w_i
洞口		5	路面	10
洞门		5	吊顶及预埋件	5
衬砌结构	现浇结构	35	结构排水设施	6
	变形缝	15	内装饰	2
附属结构		12	标志标线	5

4 土建结构技术状况评定分类界限值应按表 4.6.5-5 的规定执行。

表 4.6.5-5 土建结构技术状况评定分类界限值

技术状况 评分	土建结构技术状况类别				
	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类
JGCI	≥ 85	$\geq 70, < 85$	$\geq 55, < 70$	$\geq 40, < 55$	< 40

条文说明

- 1 土建结构技术状况评分采用综合考虑不同分项影响的计算公式，与《公路隧道养护技术规范》（JTG 5130—2026）公式相同。
- 2 按照最不利原则，采用检查段最差技术状况值作为分项的技术状况值是公路隧道土建结构评定通常采用的方法，此方法较为严格但偏安全。
- 3 本规范按照整体隧道（包括工法段和两侧洞口段）进行技术状况评定，编制组基于对国内多座典型水下隧道试评定的情况，提出了分项权重参数建议值。水下隧道结构类型多，可以根据具体的结构和功能特点，用专家评估法适当调整各分项权重，若表内有缺项时，可以将其权重视为 0，并分摊到其他分项，但总分值保持不变。
- 4 分类界限参考《公路隧道养护技术规范》（JTG 5130—2026）土建结构技术状况分类界限值，这是根据国内众多隧道实际评定情况统计而来。公路水下隧道土建主体结构仍以洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、吊顶及预埋件为主，与山岭隧道相

比整体差异不大。从调研来看,国内水下隧道基本采用公路山岭隧道的评定方法和分类界限值,根据试评定结果来看,这一分类界限值用于公路水下隧道也是适宜的。

4.6.6 土建结构技术状况评定应符合下列规定:

1 当洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、吊顶及预埋件任一项目的分项技术状况值达到3且影响隧道结构或交通安全时,土建结构技术状况应直接评定为4类。

2 当洞口、洞门、衬砌结构、附属结构、路面、吊顶及预埋件任一项目的分项技术状况值达到4且影响隧道结构或交通安全时,土建结构的技术状况应直接评定为5类。

4.6.7 出现下列情况之一时,隧道土建技术状况应评为5类:

- 1 钻爆法隧道洞口边仰坡不稳定,出现边坡滑动、落石等现象。
- 2 钻爆法隧道洞门墙体空鼓明显、斜向裂缝、整体滑移、墙身倾斜等。
- 3 钻爆法隧道顶部混凝土出现大范围开裂、空鼓、剥落现象等。
- 4 管片出现严重错台、纵向贯穿裂缝,且呈逐渐发展的趋势。
- 5 管节接头出现明显错台、剪力键变形过大等现象。
- 6 堰筑法隧道现浇节段出现明显错台、变形缝漏水严重等。
- 7 隧道内出现涌水、涌泥、涌沙等。
- 8 隧道内路面发生严重错断、隆起,变形缝严重渗漏等。
- 9 隧道行车道范围上方预埋件铁件锈蚀严重,有脱出结构的迹象等。
- 10 已经妨碍隧道安全通行的其他情况。

4.6.8 对于完成评定分类的隧道土建结构,应分别采取不同的养护对策,并符合下列规定:

1 评定为1类的隧道宜进行预防养护工程。

2 评定为2类的隧道应进行预防养护工程、修复养护工程。

3 评定为3类的隧道应及时进行修复养护工程,对破损部位采取维修、修复或加固等措施,加强破损部位所在段落日常巡查,对破损部位宜进行结构监测,必要时可进行交通管制。

4 评定为4类的隧道应在检测评估后及时采取病害处置及维修措施,必要时可封闭交通。

5 评定为5类的隧道应及时封闭交通,及时进行检测评估,根据评估建议进行处理。

4.7 预防养护工程

4.7.1 隧道土建结构预防养护工程应符合下列规定:

1 应综合考虑隧道技术状况、交通量、运营状态等特征，合理确定预防养护工程措施，可适时或分期实施。

2 日常开展的预防养护工程应满足隧道养护手册要求，预防养护工程应符合养护设计文件的材料和验收标准要求。

4.7.2 洞口应及时清除侧墙顶的堆积土石。当洞口敞开段侧墙、遮光设施、边仰坡结构、岩石出现局部轻微裂缝时，可采取封闭灌浆修补措施。当洞口截、排水设施开裂、损坏、阻塞时，应及时进行修补、疏通。

4.7.3 洞门应及时清除墙顶的堆积土石，冬季应清除顶部积雪和挂冰。当洞门墙身结构局部轻微开裂、渗水时，可采用封闭灌浆进行修补。当墙身混凝土剥落、钢筋轻微外露时，可采用聚合物水泥砂浆修补。

4.7.4 当洞身衬砌结构出现轻微起层、剥落、剥离、非结构性裂缝等表观缺损时，应及时修补；对于已渗水的衬砌裂缝，宜采取封闭注浆的方式进行封堵。

4.7.5 衬砌结构防水体系预防养护工程应符合下列规定：

1 钻爆法、堰筑法隧道变形缝嵌缝、接水盒出现脱落时，应采用满足设计要求的产品或材料重新进行嵌缝和更换。

2 盾构法隧道接缝、手孔和注浆孔嵌缝或填塞物出现脱落时，应采用满足设计要求的产品或材料重新进行填塞。

3 变形缝、管片接缝等出现渗漏水时，宜进行注浆或止水条封堵。

4 沉管隧道 OMEGA 止水带紧固件紧固力出现松动现象时，应及时进行补加。

4.7.6 当横通道结构出现轻微开裂、起层、剥落等表观缺损时，应及时进行修补。钢管片等结构件应定期进行除锈防腐，及时拧紧连接螺栓。

4.7.7 设备房墙体出现轻微开裂、起层、剥落等表观缺损时，应进行修补，结构表面开裂、起层、剥落可采取聚合物水泥砂浆修补，轻微渗水宜进行注浆封堵。

4.7.8 检修道、逃生通道、电缆廊道、排烟道、通风道等附属结构的预防养护工程应符合下列规定：

1 结构出现局部破损、翘曲或缺失时，应进行修复和补充。

2 栏杆出现变形损坏，螺栓出现松动、扭曲，钢构件表面锈蚀时，应进行维修或更换。

3 逃生口、防火门、防淹门、防烟挡板出现损坏、变形、表面锈蚀时，应进行维修、更换及防腐处理。

4 排烟道维修结束后,应确保风道检修口恢复至密闭状态。

4.7.9 隧道路面预防养护工程应符合下列规定:

1 当路面出现返水时,应及时封堵处理,或疏通引排入边沟,防止路面积水或结冰。

2 水泥混凝土路面出现角隅断裂、坑槽、隆起、剥落等病害时,应在清除破损面后,采用早强水泥混凝土修复,轻微断板应采用环氧树脂进行灌缝处理。

3 沥青混凝土路面的预防养护工程措施应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142)的有关规定。

4.7.10 隧道内结构排水设施预防养护工程应符合下列规定:

1 当排水边沟、中心排水沟、沉砂池等排水设施出现淤积堵塞和结冰时,应及时进行疏通和清理。

2 当沟槽结构出现开裂、剥落、防水层破损时,应及时维修。

3 当井盖或盖板发生破损、翘曲时,应及时维修或更换。

4 金属排水管道应定期做好防腐处理,防冻保温层缺损时应及时修补恢复。

4.7.11 隧道内防火板、装饰板或瓷砖出现变形、破损、脱落、连接件锈蚀严重时,应及时维修或更换。防火涂料出现空鼓、剥离时,应及时清除并进行补涂。

4.7.12 标志标线预防养护工程应符合下列规定:

1 应及时清洗标线和标志牌面的脏污,清除遮挡标志的障碍物。

2 应及时补划破损、脱落的标线,修补破损、变形的标牌,修复倾斜弯曲的支柱,紧固松动的连接构件。

3 应及时更换锈蚀损坏、老化失效的标志,并及时补充缺失的标志。

4 应及时维修损坏的限高、限速设施。

5 隧道轮廓标等出现损坏时,应及时维修或更换。

4.8 修复养护工程

4.8.1 当隧道土建结构出现明显病害或部分丧失服务功能时,应及时进行修复养护工程,并符合下列规定:

1 应根据隧道病害类型、发育程度、地质状况、结构与运行安全等因素,开展修复养护工程设计,合理确定隧道修复或加固方案。

2 应根据设计文件制定修复养护工程施工方案,经技术评审后实施。

3 应满足设计文件的材料等级和相关验收标准的要求。

4 修复作业时,应采取必要的防护措施,减少对运行和既有结构的影响。

- 5 结构监测变形超设计要求时，应查明原因，进行检测评估并采取相应措施。
- 6 修复养护工程实施完成后，相应段落的土建结构分项技术状况应达到 0 或 1。

4.8.2 隧道洞口的修复养护工程应符合下列规定：

- 1 当边坡出现失稳迹象，支挡结构、遮光设施出现明显开裂及变形时，应及时进行修复或加固。
- 2 应根据洞口边仰坡冲刷破坏程度、地质状况、支护形式等因素综合确定加固措施，宜采取灌浆锚固、注浆加固等措施。

4.8.3 隧道洞门端墙出现结构倾斜、沉陷或错台时，宜采取灌浆锚固、注浆加固、反压、拆除重建等措施。

4.8.4 钻爆法隧道衬砌结构修复养护工程宜符合下列规定：

- 1 外力引起的主要病害维修措施宜按表 4.8.4-1 执行。

表 4.8.4-1 钻爆法隧道外力引起的主要病害维修措施

维修措施	外力来源						
	围岩压力	滑坡	水压力	冻胀力	地基沉降	膨胀力	地表超载
边坡加固	—	★	—	—	—	—	—
背后注浆	★	★	★	★	★	★	—
挂网喷射	☆	☆	☆	—	—	☆	—
锚杆加固	☆	☆	—	—	—	☆	—
粘贴钢板加固	★	—	☆	☆	—	—	☆
套拱加固	★	☆	★	★	—	★	☆
灌浆加固	★	★	—	—	—	★	—
埋管引排	—	—	☆	☆	—	☆	—
电伴热	—	—	—	★	—	—	—
增设隔热保温层	—	—	—	★	—	—	—
卸载	—	—	—	—	—	—	★

注：★表示治理效果较好；☆表示治理效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

- 2 材料劣化引起的主要病害维修措施宜按表 4.8.4-2 执行。

表 4.8.4-2 钻爆法隧道材料劣化引起的主要病害维修措施

维修措施	劣化类型			
	起毛、酥松、起鼓	碳化	钢筋锈蚀	剥落剥离
表面清除	★	★	★	☆
砂浆涂抹	☆	☆	☆	☆
防腐处理	—	—	★	—

续表 4.8.4-2

维修措施	劣化类型			
	起毛、酥松、起鼓	碳化	钢筋锈蚀	剥落剥离
挂网喷射	—	—	—	★
局部改建	—	☆	—	☆

注：★表示治理效果较好；☆表示治理效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

3 渗漏水引起的主要病害维修措施宜按表 4.8.4-3 执行。

表 4.8.4-3 钻爆法隧道渗漏水引起的主要病害维修措施

维修措施	渗漏水类型		
	衬砌渗漏	路面返水	施工缝、变形缝渗漏
表面清除	★	☆	★
导水引排	★	★	★
砂浆涂抹	★	—	☆
防腐处理	★	★	★
挂网喷射	☆	—	—
局部改建	☆	☆	☆

注：★表示治理效果较好；☆表示治理效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

4 当隧道结构厚度不足时，宜采用锚杆加固或施加套拱的处理方法。

5 当隧道结构存在背后空洞时，应以设置轻质材料缓冲层的处理方法为主，根据空洞规模大小，针对性采取相应的处理方法。

4.8.5 盾构法隧道管片结构修复应符合下列规定：

1 外力及材料劣化引起的主要病害维修措施宜按表 4.8.5-1 执行。

表 4.8.5-1 盾构法隧道外力及材料劣化引起的主要病害维修措施

维修措施	病害类型				
	地基沉降	管片收敛变形	管片结构破损	管片材料劣化	钢筋锈蚀
卸载	☆	☆	☆	—	—
砂浆涂抹	—	—	☆	★	☆
防腐处理	—	—	—	—	★
粘贴芳纶布	—	☆	★	☆	—
粘贴钢板加固	—	★	☆	☆	—
壁后注浆	☆	☆	—	—	—

注：★表示治理效果较好；☆表示治理效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

2 渗漏水主要病害维修措施宜按表 4.8.5-2 执行。

表 4.8.5-2 盾构法隧道渗漏水主要病害维修措施

维修措施	管片环纵缝及螺孔	管片与工作井联结部位	隧道与联络通道相交部位	二次注浆孔或冻结孔
注浆止水	★	★	★	—
壁后注浆	★	★	★	★
嵌填密封	☆	—	—	—

注：★表示对病害处治效果较好；☆表示对病害处治效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

4.8.6 沉管法隧道衬砌结构维修应符合下列规定：

1 沉管法隧道外力或材料劣化引起的主要病害维修措施宜按表 4.8.6-1 执行。

表 4.8.6-1 沉管法隧道外力或材料劣化引起的主要病害维修措施

维修措施	病害类型						
	结构沉降	结构破损	材料劣化	钢筋锈蚀	端钢壳、钢剪力键锈蚀	钢剪力键松动	混凝土剪力键破损
覆盖层减载	☆	—	—	—	—	—	—
管底注浆	★	☆	—	—	—	—	☆
表面封闭或修补	—	★	★	☆	—	—	☆
纤维复合材加固	—	☆	☆	—	—	—	—
钢板补强加固	—	★	☆	—	—	—	☆
防腐处理	—	—	—	★	★	—	—
紧固螺栓	—	—	—	—	—	★	—

注：★表示对病害处治效果较好；☆表示对病害处治效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

2 沉管法隧道渗漏水主要病害维修措施宜按表 4.8.6-2 执行。

表 4.8.6-2 沉管法隧道渗漏水主要病害维修措施

维修措施	管节渗漏				管节接头渗漏水		
	浸渗	滴漏	线漏	面渗漏	端钢壳处渗漏	OMEGA 紧固件松动渗漏	OMEGA 止水带破损渗漏
结构注浆	★	★	★	★	★	—	—
嵌填密封	☆	☆	☆	—	—	—	—
刚性防水层	★	—	★	★	—	—	—
导水引排	—	★	☆	—	☆	—	—
紧固螺栓	—	—	—	—	—	★	—
修补或更换	—	—	—	—	—	—	★
管底注浆	—	—	☆	☆	☆	—	☆

注：★表示对病害处治效果较好；☆表示对病害处治效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

4.8.7 堰筑法隧道衬砌结构主要病害维修措施宜按表 4.8.7-1、表 4.8.7-2 执行。

表 4.8.7-1 堰筑法隧道外力或材料劣化引起主要病害维修措施

维修措施	病害类型				
	地基沉降	结构破损	材料劣化	钢筋锈蚀	变形缝破损
地表卸载	—	☆	—	—	☆
砂浆涂抹	—	☆	★	☆	★
防腐处理	—	—	☆	★	—
粘贴纤维布	—	★	☆	—	—
粘贴钢板加固	—	☆	☆	☆	—
注浆	★	★	—	—	★
增大截面	—	★	★	☆	—

注：★表示对病害处治效果较好；☆表示对病害处治效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

表 4.8.7-2 堰筑法隧道渗漏水主要病害维修措施

维修措施	渗漏类型			变形缝破损
	滴漏	线漏	面渗漏	
直接堵塞	★	—	—	—
注浆堵漏	★	★	★	★
埋管引排	☆	★	☆	★
内装止水带	—	—	—	★
嵌填密封	—	☆	—	☆

注：★表示对病害处治效果较好；☆表示对病害处治效果一般或在一定条件下适用；—表示不适用。

4.8.8 隧道路面的修复养护工程应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）和《公路水泥混凝土路面养护技术规范》（JTJ 073.1）的有关规定，并符合下列规定：

- 1 因外力条件变化、路面返水等引起衬砌变形导致隧道内路面拱起、沉陷、错位、开裂时，应按本规范第 4.8.4 ~ 4.8.7 条的规定采取相应的衬砌病害处治及加固措施。
- 2 路面局部沉陷、错位、严重碎裂时，宜采取铣刨重铺措施。
- 3 当路面下有专用疏散通道、电缆廊道等时，路面维修施工应采取措施保护原结构的防水结构层不受影响，当防水层破坏时应按原设计标准恢复。

4.8.9 隧道结构排水设施、附属结构、吊顶及预埋件等出现破损时，应及时进行维修或更换，并满足下列要求：

- 1 涉及衬砌结构维修或病害处治时，宜与衬砌结构整体考虑设计和维修，并考虑结构防渗和防火要求。
- 2 后置预埋件的抗拔力应满足承载能力要求。

4.9 应急养护工程

4.9.1 发生自然灾害或特殊事件后，应根据本规范第 4.4 节应急检查或专项检查报告的建议进行处置。应急养护工程应遵循快速反应、有效抢险、保障安全、临时措施与永久措施相结合的原则，按保障隧道结构安全及快速恢复隧道安全通行能力为目标进行应急养护工程工作，并根据应急检查评估结果确定受损情况，尽快处理。

条文说明

自然灾害主要指地震、极端异常天气等，特殊事件主要包括抛锚、拖锚、车辆撞击、打孔、堆载、水淹、火灾、爆炸等突发情况。

4.9.2 应急养护工程开始的同时应及时采取监测措施，实时监测环境荷载和结构变化，及时采取应对措施。

4.9.3 应急养护工程宜采用制式器材。无条件时可采用就地取材，便于应急养护工程的快速实施。

4.9.4 应急养护工程采取处置措施的技术要求可按本规范第 4.8 节修复养护工程的规定执行。

4.9.5 应急养护工程结束后，应及时开展修复养护工程。

5 机电设施

5.1 一般规定

5.1.1 机电设施养护对象应包括供配电、照明、通风、排水、消防、监控和通信等设施。

5.1.2 机电设施养护工作应包括日常巡查、清洁维护、经常检查、定期检查、技术状况评定和养护工程等内容。

条文说明

日常巡查是指通过乘车或步行目测及其他数字化手段对机电设施外观和运行状态进行的一般性巡视检查，并对检查结果及时记录。

清洁维护是指对隧道内机电设备及设备房内运行设备外观的日常清洁，以保持其干净整洁。

经常检查是指通过目测或使用简单工具，对机电设施仪表读数、运转状态或损坏情况进行检查，并对检查结果进行定性判断。

定期检查是指通过检测仪器，对机电设施的功能指标、性能参数进行试验和对比，并对检查结果进行定性判断。

技术状况评定是指对机电设施各分项进行检查、测试、试验等，并将结果与规范规定的技术要求进行比较，以确定机电设施运行状况的类别。

养护工程分为预防养护工程、修复养护工程、专项养护工程、应急养护工程。预防养护工程是指为确保机电设施性能参数符合相关技术要求，防止发生故障或损坏，延长机电设施使用寿命的养护措施，包括预防调试和预防更换。修复养护工程是指根据经常检查和定期检查结果，对发生故障的设施或系统进行整体更换，以及根据交通量增长情况实施的新增工程。专项养护工程是指按照行业专项行动要求对机电设施进行的集中性、系统性维修，结合机电设施的设计寿命、运行性能、功能需求等要求，对机电设施进行数智化改造、升级，使其满足原有技术标准或达到行业发展提升的新标准。应急养护工程是指隧道内发生异常事件、重大事故、自然灾害后，对机电设施造成损坏、功能缺失后的维修。

5.1.3 新建公路水下隧道机电设施应进行初始检查；初始检查宜在交工验收后 6 个月内完成，最迟不应超过 12 个月；初始检查时机电设施技术状况评定应为 1 类。

5.1.4 机电设施养护应使各类设备、系统技术状况达到设计文件要求，其功能应恢复至正常工作状态。

5.1.5 机电设施养护管理单位应接收、整理并保存机电工程交（竣）工资料，并及时对养护资料进行整理和归档。

条文说明

交（竣）工资料清单包括但不限于：设备和材料报验资料，包括产品出厂检验合格证明和检测机构出具的合格检测报告；所用主要原材料、设备的现场抽查质量检验结果，包括施工单位的委托送样及监理单位的抽检委托送样检验报告；设备和软件安装调试记录；隐蔽工程验收记录及施工影像资料；施工过程中的检验测试记录，包括施工单位的自检记录和监理单位的抽检记录；施工结束后的检验测试记录；工程项目交（竣）工检测报告；竣工图纸（设计图纸）及变更说明文件等；产品使用说明书或培训、维护手册；其他应具备的资料，包括施工过程中遇到的非正常情况记录、根据工程实际情况需要具备的相关行业检测验收文件。

5.1.6 机电设施养护应满足下列通用要求：

1 机电设施外场设备基础养护应符合下列规定：

1) 基础应保持平整、清洁，不碎裂、无裸露配筋、无影响强度的裂纹，裸露金属基体无锈蚀；

2) 如基础出现滑移、失稳等迹象，应采取加固措施。

2 机电设施外场设备支撑立柱养护应符合下列规定：

1) 无明显歪斜；

2) 外部清洁，无车辆溅落物等污渍及寄生动物巢穴；

3) 防腐层完整、无锈蚀。

3 控制机箱、配电箱箱体养护应符合下列规定：

1) 机箱密封良好、内外部清洁，无车辆溅落物等污渍及寄生动物巢穴；

2) 内外表面防腐层无剥落、无锈蚀；

3) 门锁开闭灵活、无锈蚀。

4 控制机箱、配电箱内部养护应符合下列规定：

1) 元器件上无明显灰尘、织网等积落物；

2) 元器件和线路的颜色、形状、声音、气味等无异常；

3) 元器件及线路排列整齐、标识清楚；

4) 接插件连接牢固，无熔化、锈蚀等现象；

- 5) 指示灯显示正确、亮度适当、互不窜光;
- 6) 排风、散热部件工作正常;
- 7) 设备接线图完整、清晰。
- 5 各种设备安装件机械部分养护应符合下列规定:
 - 1) 各部件安装牢固、功能正常;
 - 2) 各零件润滑良好、无锈蚀。
- 6 设备的电气特性,除本规范另有规定外,均应符合下列规定:
 - 1) 电气接点应清洁、压力适当、接触良好,同类接点同时接、断,定、反位接点不得同时接触,并保持规定的接点间隙;
 - 2) 设备绝缘电阻应不小于 $50M\Omega$ (500V 测试电压)。
- 7 外场设备防雷与接地装置养护应符合下列规定:
 - 1) 外部防雷装置的安装应牢固,接线应正确,连接导线应绝缘良好、无损伤;
 - 2) 浪涌保护器应工作正常,无接触不良、漏电流过大等问题,雷雨季节应加强浪涌保护器的检查和养护;
 - 3) 接地连接牢固可靠,保护接地电阻、防雷接地电阻、共用接地电阻的阻值应符合本规范规定。
- 8 其他养护要求应符合下列规定:
 - 1) 熔断器应安装牢固、接触良好,起到分级防护作用;
 - 2) 光电缆线路的电气特性应符合相关标准要求;
 - 3) 空调设施应工作良好,满足设备工作需要;
 - 4) 信息安全设施养护应符合现行《信息安全技术 信息系统安全运维管理指南》(GB/T 36626)、《网络安全技术 网络安全运维实施指南》(GB/T 45940) 的有关规定;
 - 5) 日常巡查中发现的故障应及时维修。

5.1.7 机电设施应结合正常工况和应急预案定期进行联调联试。

5.1.8 机电设施养护工作应科学制定养护计划,合理配备专业养护人员;养护人员上岗前应经过培训,熟悉机电设施的技术要点,特种作业人员应按规定持证上岗。

5.1.9 机电设施养护应配备测试仪器、安全防护及高空作业器具、电工工具、清洁工具等,机电设施测试应符合现行《公路机电工程测试规程》(JTG/T 3520) 的有关规定。

5.1.10 机电设施养护应准确记录各种设备的检查情况,检查记录表可按本规范附录 C 第 C.0.1 ~ C.0.4 条的要求填写。

5.2 日常巡查

5.2.1 机电设施日常巡查应以设施外观、异响检查为主，主要检查机电设施是否处于正常工作状态和是否存在故障隐患。

5.2.2 机电设施日常巡查的主要检查项目与内容应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 机电设施日常巡查的主要检查项目与内容

检查项目	检查内容
供配电设施	1. 供配电设施运行状态正常、无异味、无异常振动、无放电声音； 2. 现场仪表数值正常、指示灯指示正常； 3. 设备、电缆、外壳等无异常发热、放电迹象； 4. 后台无异常信号
照明设施	1. 照明设施运行状态、开启情况正常，灯具无脱落、异常放电情况； 2. 统计故障灯具盏数，无连续 3 盏不亮的情况； 3. 隧道路面亮度均匀，无明显光斑，应急照明无故障； 4. 照明控制柜指示灯正常； 5. 引道照明灯杆基础、支撑稳固，无明显歪斜
通风设施	1. 通风设施无松动、晃动迹象，无掉落物； 2. 风机进、出口无异物堵塞； 3. 风机固定及其配套设施外观无明显异常，风机控制柜指示灯正常； 4. 后台无异常信号
排水设施	1. 排水设施运行状态正常、无异常信号； 2. 集水池水位、各阀门运行正常； 3. 电源柜、控制柜、排水泵等无异味、无异常振动、无放电声音； 4. 排水管道固定牢固、无锈蚀、无变形、无渗漏情况； 5. 排水管道末端排水正常、无堵塞
消防设施	1. 消防设施运行状态正常、无异常信号； 2. 消防水池水位、各阀门运行正常； 3. 电源柜、控制柜、消火栓泵、加压泵等设备无异味、无异常振动、无放电声音； 4. 消防管道固定牢固、无锈蚀、无变形、无渗漏情况； 5. 疏散指示标志运行正常、逃生通道无堵塞、防火设施正常无破损
监控设施	1. 隧道内各种监控设备、信息采集和发布设备以及监控室各类监控设备的主要功能正常； 2. 监控图像清晰、信息准确、无异常信号； 3. 机箱完整，基础、支撑稳固，无明显歪斜； 4. 服务器运行正常、无异味、无异常振动
通信设施	1. 运行系统无通信故障异常信号； 2. 通信传输系统、交换系统及配套电源等指示灯正常、无异味、无异常振动； 3. 光缆和电缆排列整齐、绑扎牢固、无破损、标识清楚； 4. 整体处于正常信息安全状态

5.2.3 机电设施日常巡查频率不应少于 1 次/d；在发布雨、雪、冰雹、大风及雷电等异常天气橙色及以上预警后，应提高日常巡查频率。

5.2.4 机电设施日常巡查宜采用人工巡查、仪器检查及数字化手段相结合的方式。

5.2.5 机电设施日常巡查发现异常情况时，宜及时做好记录上传养护管理系统，并进行拍照和摄像；影响正常交通时应发布警示信息，并进行持续跟踪。

5.3 清洁维护

5.3.1 应定期对隧道内机电设备及隧道设备房内运行设备进行清洁维护，包括设备外观及内部清洁、除尘、除油、氧化物清理、除锈、喷漆、杂物清理等工作；设备内部清洁应结合检修计划停机，并在做好安全措施后进行。

5.3.2 机电设施清洁维护应包括表 5.3.2 规定的设备。

表 5.3.2 机电设施清洁维护包含的设备

设施名称	设备名称
供配电设施	高压配电设备、低压配电设备、电力变压器、箱式变电站、微机综合保护装置、配电箱(柜)、电源柜、直流屏、交流屏、EPS/UPS 电源、自备发电设备、电力监控系统、防雷接地设施、电力电缆、电缆桥架等
照明设施	隧道功能照明灯具、设备房照明灯具、引道照明灯具、景观照明灯具、洞口轮廓灯具、照明控制系统等
通风设施	射流风机、轴流风机、增压风机、混流风机、风阀、防火阀、通风/排烟风道及管道、风机控制系统、风阀控制箱、振动温度检测箱、消音器等
排水设施	液位检测器、排水管道、流量检测器、阀门、排水泵、水泵控制柜等
消防设施	手动火灾报警系统、自动火灾报警系统、灭火器、液位检测器、消火栓、泡沫-水喷雾灭火系统、消防管道、阀门、水泵接合器、消防水泵、水泵控制柜、气体灭火设施等
监控设施	车辆检测器、闭路电视监视系统、环境检测设备、电光标志、发光诱导设施、可变标志、视频交通事件检测系统、本地控制器、大屏幕显示系统、监控中心设备、监控系统软件、监控系统计算机网络等
通信设施	紧急电话与有线广播系统、无线通信设施、光端机、交换机、路由器、通信管道、通信光缆/电缆、信息安全设施等

5.3.3 机电设施清洁维护应综合考虑养护检查等级、交通量、设施防护等级、污垢对机电设施功能影响程度、清洁方式和环境条件等因素，其频率不宜低于表 5.3.3 的规定值。

表 5.3.3 机电设施清洁维护频率

设施名称	养护检查等级	
	I 级	II 级
供配电设施	1 次/月	1 次/季度
照明设施	1 次/季度	1 次/半年
通风设施	1 次/半年	1 次/年
排水设施	1 次/月	2 次/季度
消防设施	1 次/月	2 次/季度
监控设施	1 次/季度	1 次/半年
通信设施	1 次/季度	1 次/半年

5.3.4 机电设施清洁时应遵守设备不停电时的安全距离；除照明灯具外，其余机电设施应采用干式清洁，并应防止灰尘进入设施内。

条文说明

机电设施干式清洁不使用水，可以选用吸尘器、毛刷、带电清洗剂、纯棉抹布等进行处理。

5.4 经常检查

5.4.1 机电设施应通过经常检查，及时发现设备故障或其他异常情况，确定养护对策。

5.4.2 供配电设施经常检查应符合下列规定：

- 1 供配电设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.2 确定。

表 5.4.2 供配电设施经常检查技术要求及其频率

设施名称	检查项目	技术要求	频率
电力电缆	缆线	1. 外表无锈蚀、损伤； 2. 检测电缆线间、相间和对地绝缘正常； 3. 电缆铠装或铅包无腐蚀，全塑电缆无被啮咬的痕迹； 4. 接头处无异常，无烧焦痕迹	1 次/季度 和 1 次/异常天气后
	电缆沟、孔井	1. 沟井内干净无杂物，无积水、无积油； 2. 盖板或覆盖物完整无缺； 3. 电缆保护管无损坏或锈蚀，电缆引入室内处封堵严密； 4. 路线桩标完整无缺	1 次/季度 和 1 次/异常天气后

续表 5.4.2

设施名称	检查项目	技术要求	频率
电力电缆	电缆托架及支架	1. 外表无腐蚀变形、断开; 2. 接地良好	1 次/年
	接地装置	1. 接地连接处无松动、脱落、腐蚀、断线; 2. 接地电阻正常	1 次/年
	特殊巡视	在遇到天气突变, 如导线结冰、大风、大雨雪、汛期等情况, 及时发现线路遭受的影响和损坏	按需进行
高压配电设备	高压隔离开关、负荷开关	1. 触头接触紧密, 无污染损伤, 灭弧装置正常无烧损; 2. 操动机构无污染、无卡涩、转动灵活; 3. 高压熔断器外观无污染、灼烧痕迹, 熔芯未熔断	1 次/年
	高压断路器	1. 触头接触紧密无烧损, 动静触点中心相对, 真空泡完好无损; 2. 灭弧室绝缘外壳、排气管完好无锈蚀, 灭弧室内无残留物; 3. 操动机构、控制电源及熔断器无异常, 操作灵活, 分合闸回路完好; 4. 高压断路器柜“五防”功能正常	1 次/年
	高压互感器、避雷器	1. 互感器瓷(或环氧树脂)绝缘子清洁完好无裂纹、无电痕, 干式电压互感器无流胶现象, 整体保持干燥, 外露铁芯无锈蚀; 2. 避雷器接地装置完好, 导线及接地引下线无烧灼、松脱现象, 瓷套管清洁密封, 无裂纹、电痕	1 次/年
	二次控制回路及综合继保	1. 二次接线及端子排无松动异常, 熔断器正常, 回路控制电压正常; 2. 各类仪表、信号指示灯工作正常; 3. 继保单元整定值、动报情况、工作状态与实际情况相符	1 次/季度
	继电保护装置	应符合现行《继电保护和电网安全自动装置检验规程》(DL/T 995) 的有关规定	按规程要求进行
电力变压器	高低压引接线	1. 各侧接线电缆、母线、端子、连接金具清洁完整, 螺栓无松脱现象; 2. 接头接触良好, 试温蜡片无熔化	1 次/季度
	绝缘子/套管	清洁无破损、裂纹和闪络放电痕迹	1 次/季度
	分接开关	绕组和分接开关接触良好, 分接位置及电源指示正常	1 次/半年
	油浸式变压器	用短路法干燥变压器, 使受潮线圈恢复正常绝缘电阻值	1 次/年
	干式变压器	1. 支撑结构牢固可靠, 电缆母排压接无松动; 2. 检测绕组整体温度均匀, 无明显温度异常、无破损	1 次/年
	接地装置	1. 接地连接处无松动、脱落、腐蚀、断线; 2. 接地电阻正常	1 次/年

续表 5.4.2

设施名称	检查项目		技术要求	频率
低压配电设备	(箱) 柜体及基础		1. 基础应无影响强度的裂纹, 金属结构无锈蚀; 2. 柜体端正整齐, 无明显倾斜, 柜门锁闭正常; 3. 柜体与基础固定牢固、接地良好	1 次/半年
	母线及接头、电缆及终端头		1. 电缆终端头无漏油或异常; 2. 母线排绝缘子、间距、连接处无异象, 油漆无脱落; 3. 各接头螺栓紧固良好, 无变形闪痕, 各部温度正常	1 次/季度
	接地装置		保护导体和保护中性导体的连接处无松脱断线、无锈蚀	1 次/季度
	(箱) 柜内部		1. 检查元器件和线路的颜色、形状、声音等内容, 要求无异色老化、异常形状变化, 无异声、异味; 2. 内部线路及元器件排列整洁、标识清楚; 3. 接插件连接牢固, 无溶解、锈蚀等现象; 4. 排风、散热部件工作正常	1 次/半年
低压电器	熔断器		1. 新熔体的规格形状与更换的熔体一致; 2. 熔体与保险座接触良好, 接触部位无烧伤痕迹	1 次/季度
	断路器		1. 触头接触紧密无烧伤; 2. 脱扣器正常; 3. 绝缘良好; 4. 整定值满足系统保护要求	1 次/季度
	交流接触器		拧紧紧固件, 清除表面污垢, 尤其是进线端相间污垢	1 次/季度
	自耦降压、变频或软启动器		1. 设备无异响, 紧固件无松动; 2. 元器件无过热, 变色、焦臭; 3. 功能参数应符合要求	1 次/季度
	电容器		1. 散热良好; 2. 接头处、接地线有松脱锈蚀应除锈后拧紧	1 次/季度
	热继电器		1. 外壳与底座清洁牢固、密封良好、安装端正; 2. 热元件、双金属片、触头或动触对杆弹性正常、整定位置正确可靠, 动作机构无卡死	1 次/年
	刀开关		外观无污染裂纹, 安装螺丝紧固	1 次/季度
	互感器		无损伤异味, 绝缘良好, 外部接线完好	1 次/季度
电源设备	交流稳压电源	电器触头、触点	1. 电源输入输出连接点无过热, 压紧螺丝紧固良好; 2. 触头无磨损烧伤、开焊脱落	1 次/季度
		断路器、接触器	1. 接触器吸合良好, 触头无打火及异常震动; 2. 断路器清洁无损, 负荷正常, 触头连接导线无过热	1 次/季度
		电压调节装置	1. 调压滑臂滑动可靠无阻, 位置正确; 2. 伺服电机减速器链轮校正润滑; 3. 自耦变压器表面无灰尘碳粉, 碳刷无磨损过大及过热	1 次/半年

续表 5.4.2

设施名称	检查项目		技术要求	频率
电源设备	不间断电源 UPS	蓄电池检测	蓄电池端电压、内阻测量、放电试验符合要求	1 次/季度
		UPS 内部器件	1. 各功率驱动元件和印刷电路插件板表面清洁无杂质、插接牢固, 电子元件无漏液、变形、过温痕迹; 2. 电缆及连接端无老化、磨损和过热	1 次/年
		备用 UPS	长期关机的机组每 3 个月应工作不少于 12h, 进行功能试验及电池检测	1 次/年
		全面停电检查	设备完全停电状态, 检查所有输入、输出电力电缆及其连接端子	1 次/2~3 年
	应急电源 EPS	蓄电池	蓄电池端电压、内阻测量、放电试验符合要求	1 次/季度
		EPS 内部器件	1. 各功率驱动元件和印刷电路插件板表面清洁无杂质、插接牢固, 电子元件无漏液、变形、过温痕迹; 2. 电缆及连接端无老化、磨损和过热	1 次/年
		备用 EPS	长期关机的机组每 3 个月应工作不少于 12h, 进行功能试验及电池检测	1 次/年
		全面停电检查	设备完全停电状态, 检查所有输入、输出电力电缆及其连接端子	1 次/2~3 年
	柴油发电机组	发电机组	1. 发动机“三清”检查更换; 2. 检查燃油系统放气, 检查输油压力正常	1 次/年 或累计运行 500h
		发电机组	1. 模拟试验各故障报警、安全保护装置的性能正常; 2. 发电机轴承润滑良好, 电刷磨损情况及接触良好	1 次/年 或累计运行 1 000~1 500h
电力监控系统	远程控制模式		1. 通风照明控制方案、设备定期主备切换、设备故障自动切换等监控程序工作正确, 符合源程序设定要求; 2. 现地控制单元与远程 I/O 通信正常, 设备远程控制正常可靠	1 次/季度
	功能参数调整与测量		1. 现场模拟量、开关量输入输出、事件顺序记录的模块通道校验、数据核对与现场实际工况一致; 2. 功能参数按运行需要调整, 定值上传下发通道正常到位	1 次/季度
	回路检查		1. 远程投切照明回路、风机启停、停送电开关合分闸、电力参数监测等操作控制回路通道正常, 无短接或短线情况; 2. 终端受控设备动作与指令一致	1 次/季度

2 供配电设施经常检查应配备专门的高压和低压安全用具、防护器具、绝缘工具、拆装检修工具, 对拆装工艺复杂的需提前储备备件。

3 在极端天气到来前, 应加强对防雷设备的检查。

5.4.3 照明设施经常检查应符合下列规定：

1 照明设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.3 确定。

表 5.4.3 照明设施经常检查技术要求及其频率

设施名称	检查项目	技术要求	频率
照明设施	支撑立柱	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/月 和 1 次异常情况后
	隧道照明灯具	1. 电压稳定, 亮度正常; 2. 电磁接触器、配电盘无积水; 3. 开关装置定时准确、动作状态无异常; 4. 补偿电容器、触发器、整流器、金属构件无损坏; 5. 灯具和配电盘的接地应连接可靠, 相线对地绝缘应符合要求; 6. 各安装部件无松动、腐蚀; 7. 照明亮度符合设计要求	1 次/年
	引道照明路灯	1. 灯杆外观无损伤, 焊接机连接部件稳定; 2. 涂装无损坏; 3. 灯具和配电盘的接地应连接可靠, 相线对地绝缘应符合要求; 4. 基础稳定, 无开裂、损伤; 5. 灯体无损伤; 6. 防护等级符合要求; 7. 照明亮度符合设计要求	1 次/年
	照明线路	1. 回路工作正常;	1 次/月
		2. 无腐蚀及损伤; 3. 托架无松动及损伤; 4. 对地绝缘符合要求	1 次/年

2 照明设施经常检查除应配备电工工具、高空作业车、清洁卫生用具外, 还应配备照度计、亮度仪等设备。

3 具备后台控制功能的照明设施, 应结合软件功能一并对照明控制系统进行检查。

5.4.4 通风设施经常检查应符合下列规定：

1 通风设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.4 确定。

表 5.4.4 通风设施经常检查技术要求及其频率

设施名称	检查项目	技术要求	频率
射流风机	安装吊架	1. 风机安装吊架焊缝无开裂、锈蚀; 2. 保险绳无锈蚀、断裂; 3. 安装螺栓牢固、不松动	1 次/年 和 1 次异常情况后
	风机运转	1. 风机运转过程无异响; 2. 风机运转时电流值在额定值内; 3. 风机反转正常 (如有); 4. 风机远程控制功能正常	1 次/月

续表 5.4.4

设施名称	检查项目	技术要求	频率
射流风机	风机各安装部位	无松动、腐蚀现象	1 次/年
	风机叶片	1. 叶片无损伤、异响、过热; 2. 叶片与机壳无摩擦; 3. 叶片涂装无剥离	1 次/月
	电动机	1. 传动轴无振动、异响、过热; 2. 润滑油灵活; 3. 绝缘电阻符合要求; 4. 三相电流平衡	1 次/月
	软启动器	1. 设备内无凝露; 2. 主回路端子应接触良好, 铜排连接处无过热现象; 3. 控制回路各连接件不松动, 连接可靠	1 次/月
	变频器	1. 控制电路板连接无松动、电容器无漏液、板上线条无锈蚀、断裂等; 2. 各接触器动静触头无拉弧、毛刺或表面氧化、凹凸不平等现象; 3. 输出频率、电流、电压在正常范围内	1 次/月
轴流风机	风机运转	1. 运转过程无异响和异常振动; 2. 各计量仪器、仪表读数正常;	1 次/月
		3. 基础螺栓和连接螺栓的状态无异常; 4. 轴承温度、油温、油压无异常; 5. 手动旋转的平衡状态; 6. 正、反转间隔一定时间的试验符合要求; 7. 叶片安装状态稳固; 8. 风机远程控制功能正常	1 次/年
	风机减速机	1. 油量正常;	1 次/月
		2. 无异响、油温正常; 3. 润滑油润滑正常	1 次/年
	风机润滑油冷却装置	1. 配管、冷却器、交换器、循环泵的状态正常; 2. 运转中无振动、异响、过热现象	1 次/月
	风机气流调节装置	1. 动作状态无异常;	1 次/月
		2. 内翼无损伤、裂纹; 3. 密封良好	1 次/年
	风机动翼、静翼及叶轮	1. 翼面无损伤、剥离; 2. 焊接部无损伤; 3. 叶轮液压调节装置正常	1 次/年
	风机导流叶片及异型管	无生锈、涂装剥离、螺母松动	1 次/年

续表 5.4.4

设施名称	检查项目	技术要求	频率
轴流风机	风机驱动轴	1. 接头、齿轮润滑状态无异常; 2. 传动轴的振动与轴承温度无异常;	1 次/月
		3. 油脂满足运转要求	1 次/年
	风机电动机	1. 运动过程无异响、振动、过热; 2. 连接部的工作状态正常;	1 次/月
		3. 绝缘符合要求; 4. 三相电流平衡	1 次/年
	风机消音器	1. 消音器壁面无明显灰尘; 2. 噪声符合要求;	1 次/月
		3. 检查吸音材料	1 次/年
	变频器	1. 控制电路板连接无松动、电容器无漏液、板上线条无锈蚀、断裂等; 2. 各接触器动静触头无拉弧、毛刺或表面氧化、凹凸不平等现象; 3. 输出频率、电流、电压在正常范围内	1 次/月
	风机房	1. 机房内干净整洁、无杂物; 2. 机房内温湿度、通风、照明等满足使用要求; 3. 机房内设备工作正常	1 次/月
	其他	1. 仪表的检查、校正和更换; 2. 供油装置的检验; 3. 必要时的金属探伤; 4. 组装、检查后的试运转及风速、推动试验	1 次/3~5 年
	风机各安装部位	无松动、腐蚀现象	1 次/年
风阀	风阀运行	能够正常开启和关闭,开度符合设计要求	1 次/月
	风阀座	1. 风阀座与隧道结构间稳固、无松动; 2. 风阀座上轴承支座稳固、无松动; 3. 润滑脂(油)无干硬或减少	1 次/月
	导叶片	轴承转动声平稳,无尖锐杂声	1 次/月
	连杆机构	运转平稳,无尖锐杂声,无漏油现象	1 次/月
	风阀控制箱	1. 内部接线稳定、无松动; 2. 消防信号模块有巡检信号,风阀动作后主机能收到反馈信号	1 次/月
通风管道 (设备间)	通风百叶	叶片开启、闭合灵活	1 次/月
	风管主管	1. 风管外观无损坏、锈蚀; 2. 风管之间连接牢固	1 次/月
	支吊架	牢固稳定、无锈蚀	1 次/季度

2 射流风机和轴流风机应进行维护性开启检查，频率宜为 1 次/15 天。

3 通风设施经常检查应按设备操作规程进行，主要性能指标如风速、推力、功率、噪声及防护等级等应符合相关要求。

4 通风设施经常检查应配备专用电工工具和机修工具，可配备风压计、风速计、声级计等设备。

5 吊装部件在检修时，应检查紧固各吊装连接件，对固定件提前储备，对松动、破损件进行更换。

5.4.5 排水设施经常检查应符合下列规定：

1 排水设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.5 确定。

表 5.4.5 排水设施经常检查技术要求及其频率

设施名称	检查项目	技术要求	频率
水泵自动控制系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/季度 和 1 次异常天气后
	自动控制系统	1. 远程/就地控制正常； 2. 水泵正常运行时电流值及仪表的指示范围正常； 3. 根据水位水泵启动正常	1 次/月
	软启动器	1. 设备内无凝露； 2. 主回路端子应接触良好，铜排连接处无过热现象； 3. 控制回路各连接件不松动，连接可靠	1 次/月
排水泵	水泵	1. 外观有无污染与损伤； 2. 运转时有无异响、振动、过热，压力上升时闸阀的动作是否正常； 3. 紧固泵体的各部连接螺栓是否稳固； 4. 轴承部位加油与排气检查； 5. 启动试验与自动阀同时进行； 6. 清除离心泵泵内垃圾	1 次/季度 和 1 次异常天气后
	水泵耦合器	检查稳固性、密封性	1 次/季度 和 1 次异常天气后
排水管道	管道	1. 排水通道是否畅通； 2. 管道是否有泄漏、裂缝、变形、腐蚀； 3. 保温装置的状况	1 次/季度 和 1 次异常天气后
	阀门	1. 阀门正常使用、关闭严密、无渗漏水等情况； 2. 阀门手柄完好，阀杆润滑良好； 3. 调压阀压力值正常	1 次/月
	支架	管道支架是否有塌落、断裂、错位	1 次/季度 和 1 次异常天气后
液位检测器	总体	1. 液位控制装置动作是否可靠； 2. 超声波液位计检查； 3. 仪器检测精度标定	1 次/季度

2 排水设施经常检查应按设备操作规程进行,主要性能指标应符合使用要求,冬季应检查防冻性能。

3 排水设施经常检查应配备专用的维护和机修工具。

4 排水泵应进行密封性能和出水压力检测,并应符合使用要求。

5 每年汛期前应加强对排水设施的检查。

5.4.6 消防设施经常检查应符合下列规定:

1 消防设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.6 确定。

表 5.4.6 消防设施经常检查技术要求及其频率

设施名称	检查项目	技术要求	频率
灭火器	总体	1. 数量齐备,灭火器在使用有效期内; 2. 灭火器压力指示器的指针在绿区范围内; 3. 喷嘴及软管无变形、裂纹及老化现象; 4. 灭火器筒体无机械损伤、锈蚀、灭火剂泄漏等异常情况; 5. 灭火器的保险装置完好	1 次/月
水泵自动控制系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/季度 和 1 次异常天气后
	自动控制系统	1. 远程/就地控制正常; 2. 水泵正常运行时电流值及仪表的指示范围正常; 3. 根据水位水泵启动正常	1 次/月
消防水泵	水泵	1. 外观有无污染与损伤; 2. 运转时有无异响、振动、过热,压力上升时闸阀的动作是否正常; 3. 紧固泵体的各部连接螺栓是否稳固; 4. 轴承部位加油与排气检查; 5. 启动试验与自动阀同时进行; 6. 清除离心泵泵内垃圾	1 次/月 和 1 次/异常天气后
	水泵耦合器	检查稳固性、密封性	1 次/月 和 1 次/异常天气后
消防管道	管道	1. 排水通道是否畅通; 2. 管道是否有泄漏、裂缝、变形、腐蚀; 3. 保温装置的状况	1 次/月 和 1 次/异常天气后
	阀门	1. 阀门正常使用、关闭严密、无渗漏水等情况; 2. 阀门手柄完好,阀杆润滑良好; 3. 调压阀压力值正常	1 次/月
	支架	管道支架是否有塌落、断裂、错位	1 次/月 和 1 次/异常天气后
泡沫-水喷雾灭火系统	泡沫液储罐	1. 液位显示连通管正常; 2. 出口阀门操作灵活; 3. 泡沫液位检查	1 次/月

续表 5.4.6

设施名称	检查项目	技术要求	频率
泡沫-水喷雾 灭火系统	报警阀组	1. 排水设施通畅、无堵塞； 2. 信号阀、球阀等处于正常的启闭状态； 3. 压力开关接线良好； 4. 压力表显示值应符合设定值； 5. 泡沫-水喷雾阀的手动开启装置完好； 6. 电磁阀及其过滤器应安装牢固； 7. 控制阀组正常； 8. 现场手动控制装置运行正常	1 次/月
	泡沫产生器、 比例混合器	外观完整、无破裂	1 次/月
	雨淋阀组	手动开启装置、电磁阀、过滤器等组件完好，无漏水、 锈蚀	1 次/月
	传动管	无机械损伤	1 次/月
	水雾喷头	外观完整、无破损、周围无遮挡物，滤网无堵塞	1 次/月
液位 检测器	总体	1. 液位控制装置动作是否可靠； 2. 超声波液位计检查； 3. 仪器检测精度标定	1 次/季度
手动火灾 报警系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/季度 和 1 次异常天气后
	隧道手动火灾 报警系统	1. 手动火灾报警按钮报警正常； 2. 警报器功能正常； 3. 报警控制器与中央控制计算机通信正常； 4. 报警控制器故障报警功能正常	1 次/月
火灾自动 报警系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/季度 和 1 次异常天气后
	火灾探测器	1. 点型感烟、感温探测器和双/三波长火焰探测器表面 清洁，无尘土和污渍； 2. 视频型火灾探测器镜头应保持清洁，无尘土和污渍； 3. 线型感温光纤火灾探测器和光纤光栅感温火灾探测 器表面无锈蚀，保护层完好、无损伤	1 次/月 和 1 次/异常天气后
	火灾报警控制器	1. 报警控制器与中央控制计算机通信正常； 2. 报警控制器故障报警功能正常	1 次/月
横通道门 控制系统	总体	1. 可本地、远程控制门的开关； 2. 中心可监视门的开关状态	1 次/月

2 消防设施经常检查应配备专用的维护和机修工具。

3 消火栓、消防喷淋泵组、消防泡沫泵组、喷淋阀组等消防设施的控制功能应完好。

4 消防设施与通风排烟、应急照明和火灾报警设施联动功能应保持正常。

5.4.7 监控设施经常检查应符合下列规定：

1 监控设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.7 确定。

表 5.4.7 监控设施经常检查技术要求及其频率

设施名称	检查项目	技术要求	频率
车辆检测器	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	自检功能	自动检测设备运行状态，发生故障时能实时上传故障信息	1 次/季度 和 1 次/异常天气后
烟雾传感器	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	烟雾传感器感光镜头	烟雾传感器感光镜头应保持清洁，无尘土和污渍	1 次/年
CO 传感器	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	CO 传感器吸气装置	吸气泵运转无异响、过热	1 次/月
风速风向传感器	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	风速风向仪等机械运转部件	润滑注油	1 次/年
照度传感器	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	仪器检测精度标定	根据现行《亮度计》(JJG 211) 进行标定	1 次/年
闭路电视监视系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	摄像机外罩	摄像机外罩应保持清洁	1 次/季度 和 1 次/异常天气后
	云台等机械运转部件	润滑注油	1 次/年
可变信息标志、可变限速标志、车道控制标志、交通信号灯	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	风扇等机械运转部件	润滑注油	1 次/年
	显示屏幕和亮度传感器	屏幕和亮度传感器应保持清洁，无车辆溅落物等污渍及寄生物排泄物	1 次/月 和 1 次/异常天气后

续表 5.4.7

设施名称	检查项目	技术要求	频率
视频 交通事件 检测系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/季度 和 1 次/异常天气后
	显示器	显示器应保持清洁, 无尘土和污渍	1 次/周
	摄像机镜头	摄像机镜头应保持清洁, 无尘土和污渍	1 次/月 和 1 次/异常天气后
	检测参数	视频交通事件检测参数调优	1 次/年
电光标志	指示标志	灯的亮度、色度正常	1 次/月
		设备的状态正常	1 次/年
发光诱导 设施	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/季度 和 1 次/异常天气后
	发光诱导标	亮度、色度正常	1 次/月
		设备的状态正常	1 次/年
本地 控制器	电源	浪涌保护器无异常, 散热器无异常, 电源测试无异常	1 次/月 和 1 次/异常天气后
	通信	通信功能正常, 发送控制命令时延符合要求	
	功能	运行状态良好, 远程、本地可控, 自检功能无异常	
监控中心 设备 及系统	电视墙	1. 拼接完整、稳固; 2. 接头及光电缆外部标识清楚、无老化; 3. 金属连接器无锈蚀; 4. 带金属列架与接地极连接可靠, 接地极引出线无锈蚀	1 次/半年
	控制台内部线路	1. 检查控制台内元器件和线路的颜色、形状、声音等内容, 要求无异常颜色、异常形状变化、无异响、异味; 2. 电路及元器件排列整洁、标识清楚; 3. 接插件连接牢固, 无溶解、熔解、锈蚀等现象; 4. 各种指示灯应表示正确、亮度适当、易于辨别、互不窜光; 5. 排风、散热部件工作正常	1 次/半年 和 1 次/异常天气后
	风扇机械运转部件	润滑注油	1 次/年
	显示器及监视器 喷涂防静电	屏幕及设备外观应保持清洁, 无尘土和污渍	1~2 次/月
	机房环境监测系统	无渗水, 烟感正常无告警, 通风正常, 温度和湿度应符合规范要求	1 次/月 和 1 次/异常情况后
大屏幕 显示系统	支撑	1. 部件完整、稳固; 2. 金属件无锈蚀; 3. 金属机箱与接地极连接可靠, 接地极引出线无锈蚀	1 次/年
	风扇机械运转部件	润滑注油	1 次/年
	显示屏幕 及控制设备	屏幕应保持清洁, 无尘土和污渍	1 次/周

续表 5.4.7

设施名称	检查项目	技术要求	频率
监控系统 计算机 网络	列架设备及布线	1. 部件完整、稳固； 2. 外部标识清楚、无老化； 3. 金属件无锈蚀； 4. 金属机箱与接地极连接可靠，接地极引出线无锈蚀	1 次/年
	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/月 和 1 次/异常天气后
	风扇等机械运转部件	润滑注油	1 次/年
	显示屏幕及控制设备	屏幕应保持清洁，无尘土和污渍	1 次/季度
监控系统 软件	服务器技术状况	1. 检查服务器 CPU、内存使用峰值情况，应满足使用要求； 2. 检查系统重要文件空间使用情况，应满足使用要求	1 次/年
	存储设备 技术状况	1. 检查 I/O 读写速率情况、存储硬盘空间使用情况，应满足使用要求； 2. 检查存储 RAID 级别情况和存储系统日志情况，应满足使用要求	
	数据库调优	检查数据库的 CPU、内存、表空间等使用情况，应满足使用要求	
	中间件调优	1. 检查中间件服务的 CPU、内存使用情况，应满足使用要求； 2. 检查中间件业务会话连接情况，应满足使用要求	
	应用软件 技术状况	检查应用软件的情况和反馈响应情况、关键进程资源消耗检查与分析、应用软件的日志审计与分析，应满足使用要求	
	监控系统软件 备份、病毒查杀	软件定期或改动后进行备份；防病毒代码库定期升级；漏洞扫描、数据备份及恢复验证、日志缓存清理等	

2 监控软件维护不应少于 1 次/年；维护时应对软件进行升级完善，保证联动控制功能的实现及软件的可靠性、安全性。

5.4.8 通信设施经常检查应符合下列规定：

1 通信设施经常检查技术要求及其频率可按表 5.4.8 确定。

表 5.4.8 通信设施经常检查技术要求及其频率表

设施名称	检查项目	技术要求	频率
通信管道 与光缆、 电缆线路	人孔	1. 无积水、淤泥、动物巢穴及其他杂物； 2. 管道堵头无脱落，封闭良好； 3. 人孔内托架、托板完好	1 次/年 和 1 次/异常情况后
	光缆、电缆	1. 固定牢固、标识清楚； 2. 弯曲状态良好、张拉适度； 3. 无变形和破损	1 次/年 和 1 次/异常情况后

续表 5.4.8

设施名称	检查项目	技术要求	频率
通信管道与光缆、电缆线路	光缆、电缆、防雷和接地设施	防雷和接地设施工作状态正常	1 次/年和 1 次/异常情况后
IP 网络系统	通信机房与设备清洁	1. 通信机房干净整洁、无杂物; 2. 设备机柜内干净整洁、无杂物; 3. 配线架和线路无灰尘等积落物; 4. 标识、路由图、结构图等清晰	1 次/月
	机柜散热设施	1. 排风和散热部件工作正常; 2. 滤尘网清洁或更换	1 次/月
	机房防雷和接地设施	防雷和接地设施工作状态正常	1 次/年和 1 次/异常情况后
	IP 网管数据备份	IP 网管数据应备份到专用存储介质	1 次/季度
	IP 网管接口平均发送光功率和接收光功率记录	记录 IP 网管接口平均发送光功率和接收光功率	1 次/季度
	自动保护倒换功能检查	模拟故障操作后, 系统应自动切换到备用线路	1 次/半年
	IP 网络主、备系统处理器切换功能检查	主系统处理器出现故障时能够自动启动备用系统处理器	1 次/半年
紧急电话与有线广播系统	机箱箱体	按本规范第 5.1.6 条的规定执行	1 次/年和 1 次/异常情况后
	紧急电话	通话效果应良好	1 次/年

2 通信设施经常检查应配备专用的检测和维修设备。

5.5 定期检查

5.5.1 机电设施定期检查频率不应少于 1 次/年。

5.5.2 供配电设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.2 确定。

表 5.5.2 供配电设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
电力线缆	运行环境(走廊路由)	电力线缆安全距离内的其他工程、物体不影响线路的安全运行	实操检验
	线路、电缆相位检查	进出线各回路三相相序正常、一致、无反接	核相仪

续表 5.5.2

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
电力线缆	电缆中间接头、终端头检查	1. 无接触不良, 闪络痕迹; 2. 短时允许最高工作温度不超过 120℃	红外测温仪
	交流耐压试验	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	交流耐压试验仪
	保护接地电阻	强电单一接地阻值 $\leq 4\Omega$; 强弱电综合接地阻值 $\leq 1\Omega$	接地电阻测试仪
	绝缘电阻	1. 电缆主绝缘电阻与历次测量和同类型设备试验结果无显著差别; 2. 电缆外护套每千米绝缘阻值不低于 0.5M Ω ; 3. 母线绝缘阻值不应低于 1M Ω /kV; 4. 电力线路绝缘阻值一般不小于 0.5M Ω	兆欧表
高压配电设备	二次回路端子紧线、各类指示灯	1. 端子接线紧固无松动、抛空情况; 2. 各指示灯指示正常, 与实际运行情况相符	实操检验
	计量仪表	参照国家相关标准, 测量精度满足实际要求	实操检验
	开关柜“五防”功能	检修程序锁和联锁, 闭锁功能满足安全技术规范要求	实操检验
	配电房、开关柜环境	室内通风设施良好, 箱门关闭良好, 箱内无雨水或杂物, 开关柜进出线孔封堵到位, 配电房防小动物进入措施到位	实操检验
	SF6 断路器 SF6 气体检漏、微水测量	1. 对 SF6 断路器所有密封面定性检漏无漏点, 气体压力在 0.4~0.6MPa; 2. 运行中 SF6 气体水分含量 $\leq 300\text{mL/L}$	实操检验
	高压元器件受潮情况	1. 金属导电件无锈蚀损伤, 镀层完好无烧灼、拉弧痕迹; 2. 绝缘组件完好无裂纹、破损, 无放电痕迹及脏污现象	实操检验
	高压母排	1. 支柱绝缘子清洁无裂纹, 瓷轴无损坏; 2. 环境温度 25℃ 时, 母线接头允许运行温度 70℃, 接触点有锡覆盖层运行温度 85℃; 3. 短路故障后, 母排及绝缘子不变形、断裂及烧坏	实操检验
	综合继电保护	应符合现行《量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验》(GB/T 14537) 的有关规定	微机继电保护测试仪
	交流耐压及开关特性	各高压组件应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	交流耐压试验仪器、 高压开关特性测试仪
	保护接地电阻	强电单一接地阻值 $\leq 4\Omega$; 强弱电综合接地阻值 $\leq 1\Omega$	接地电阻测试仪
	绝缘电阻	各高压组件应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	2500V 兆欧表

续表 5.5.2

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
电力 变压器	夜间检查	根据变压器检查项目闭灯检查, 无接触不良和局部放电现象	目测检查
	变电所场地环境巡检	变压器室不漏水, 门窗、排风、照明装置完好, 消防设施齐全可用	实操检验
	变压器和避雷绝缘保护	支持绝缘子、各侧套管表面清洁无裂纹, 无破损闪络现象	实操检验
	电压电流监测	1. 通过调整分接开关, 二次电压变化范围控制在 $\pm 5\%$ 额定电压以内; 2. 线电流不得超过低压侧额定值的 25%, 三相负荷平衡	实操检验
	变压器分接开关	挡位正确, 接触良好, 弹簧压力足, 镀层无脱落, 滚轮无卡住, 开关箱密封严密 (油浸式)	实操检验
	变压器温控箱	各相绕组及铁芯温度巡回指示精度正常, 风机启停控制、超温报警及跳闸保护整定值设置无误且动作可靠, 通信正常	实操检验
	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测试仪
低压配电 设备	配电室 (装置) 环境	1. 配电室通风、照明, 安全防火装置完好, 门窗闭合; 2. 配电装置四周通道畅通无杂物, 无不安全或异常现象, 电缆进出口封堵严密	实操检验
	二次回路端子紧线、控制回路元件	二次接线牢固, 状态指示及控制功能正常	实操检验
	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测试仪
	绝缘电阻	各设备导体对外壳 $\geq 10M\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪
电源设备	交流稳压器碳刷厚度、自耦线圈匝间电压	1. 碳刷厚度保证在移动中跨接至少 2 匝; 2. 匝间电压 $< 1V$	功能验证
	交流稳压器工作效率	运行输出的有功功率与输入的有功功率之比 $> 90\%$	功能验证
	交流稳压器保护功能	具备过、欠压、缺相、过载、短路保护和延时上电功能 (若有)	功能验证
	交流稳压器绝缘检测	环境温度 $< 40^\circ\text{C}$, 相对湿度 $< 85\%$ 时, 电源线端子对地或机壳间绝缘电阻 $\geq 2M\Omega$	功能验证
	UPS 逆变器输出电压和频率	输出电压在额定值的 $\pm 3\%$, 频率精度达到工频的 $\pm 0.2\%$	电能质量分析仪
	UPS 系统性能功能测试	工作正常	功能验证
	UPS 电池充放电试验、容量检查	技术参数符合实际需求	功能验证

续表 5.5.2

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
电源设备	UPS 负荷检查	三相平衡, 负载率范围为 UPS 容量的 30% ~ 60%	电能质量分析仪
	柴油机组蓄电池检测	端电压和容量满足机组启动	实操检验
	柴油发电机组各分部装置性能测试	工作正常	实操检验
	电源设备接地电阻检测	$\leq 4\Omega$	接地电阻测试仪
电力监控系统	通信管理	监视网络上各节点的运行工况, 通信故障时产生报警并自动复位	功能验证
	遥测功能	能遥测 10kV 回路、低压总开关回路、变压器温度、配电柜内温度、0.4kV 馈线电流, 以及 UPS/EPS、发电机电压、电流和频率等参数	功能验证
	遥信功能	能遥信 10kV 进出线、变压器出线、0.4kV 出线、无功补偿状态、UPS/EPS 各种状态	功能验证
	遥控功能	能遥控高/低压母线、无功补偿装置投切, 以及照明控制柜、风机控制柜等的分合闸, 市电/发电机供电转换	功能验证
	配电室环境监控	具备入侵自动报警功能, 以及温度、湿度、烟雾监测功能	实操检验
	电力监控计算机	能够正常显示传感器上传的数据, 可以查询设计文件要求的各类报表及历史数据	功能验证

5.5.3 照明设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.3 确定。

表 5.5.3 照明设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
隧道照明	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪
隧道照明	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测试仪
	路面平均亮度 (入口段、过渡段、中间段、出口段)	符合设计要求	亮度计
	紧急停车带路面平均亮度	符合设计要求	亮度计
	路面亮度总均匀度	符合设计要求, 无要求时 ≥ 0.3	亮度计
	路面亮度纵向均匀度	符合设计要求, 无要求时 ≥ 0.5	亮度计
	灯具开闭可调	各照明回路的启动时间、间隔可调	实操检验

续表 5.5.3

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
隧道照明	照明控制方式	具有自动、手动两种控制方式或符合设计要求	实操检验
	应急照明	主供电回路断电时, 应急照明灯能自动开启	实操检验
引道照明	灯杆防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	接地摇表
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪
	灯具开闭可调	各照明回路的启动时间、间隔可调	实操检验
	照明控制方式	有自动、手动两种控制方式或符合设计要求	实操检验
	路面平均亮度	符合设计要求	亮度计
	定时控制功能	可控	实操检验

5.5.4 通风设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.4 确定。

表 5.5.4 通风设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
射流风机	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测试仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪
	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	风速运转时隧道断面平均风速	符合设计要求	风速仪
	风速全速运转时隧道噪声	符合设计要求	声级计
	响应时间	发送控制命令后至风机启动带动叶轮转动的的时间小于 5s 或符合设计要求	实操检验
	方向可控性	接收手动、自动控制信息改变通风方向	实操检验
	运行方式	风机具有手动、自动两种运行方式	实操检验
	远程控制模式	自动运行方式下, 通过标准串口, 接收本地控制器或计算机控制系统的指令, 控制风机启动、停止和送风方向	实操检验
轴流风机	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测试仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪
	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	风速运转时隧道断面平均风速	符合设计要求	风速仪
	响应时间	发送控制命令后至风机启动带动叶轮转动的的时间小于 5s 或符合设计要求	实操检验

续表 5.5.4

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
轴流风机	风阀启闭时间	$\leq 30s$	秒表测量
	风向可控性	接收手动、自动控制信息改变通风方向	实操检验
	风量可控性	接收手动、自动控制信息调节通风量	实操检验
	风机叶片角度调节和控制功能	风机静止时, 叶片角度可以进行调节和控制, 叶片的实际角度可以显示	功能验证
	风道开闭功能	风道设有开关装置, 能对风道进行全开、全闭	功能验证
	远程控制模式	自动运行方式下, 通过标准串口, 接收本地控制器或计算机控制系统的指令, 控制风机启动、停止和送风方向	实操检验
风阀	风阀运行	能够正常开启和关闭, 开度符合设计要求	功能验证
	风阀控制箱	消防信号模块有巡检信号, 风阀动作后主机能收到反馈信号	实操检验
通风管道 (设备间)	通风百叶	叶片开启、闭合灵活	功能验证
	风管主管	风管之间连接牢固	功能验证

5.5.5 排水设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.5 确定。

表 5.5.5 排水设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
排水泵	电机及电缆绝缘电阻	电机及电缆绝缘电阻值 U-V 测量值 $> 0.5M\Omega$; 电机及电缆绝缘电阻值 V-W 测量值 $> 0.5M\Omega$; 电机及电缆绝缘电阻值 W-U 测量值 $> 0.5M\Omega$; 电机及电缆相间对地绝缘电阻值 U-PE 测量值 $> 0.5M\Omega$; 电机及电缆相间对地绝缘电阻值 V-PE 测量值 $> 0.5M\Omega$; 电机及电缆相间对地绝缘电阻值 W-PE 测量值 $> 0.5M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	保护测量	电机线圈温度电阻值 $< 750\Omega$; 湿度电阻值 $> 150k\Omega$; 浮子开关通断检查 $< 10\Omega$	实操检验
	安全接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
排水管道	排水管道	不存在渗漏水情况	功能验证
	水泵耦合器	符合设计要求	水压表
	阀门	阀门能够正常开闭, 符合设计要求	功能验证
水位显示	液位传感器	水池中的液位传感器能够将水位信息传送至监控中心计算机系统	功能验证

5.5.6 消防设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.6 确定。

表 5.5.6 消防设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
灭火器	灭火器数量及其有效期	灭火器数量符合设计要求；有效时间在质保期内，压力指示箭头在绿色标签范围内	目测检查
	灭火器腐蚀情况	应无腐蚀	目测检查
	设备箱体及标识	完好	目测检查
水位显示	液位传感器	水池中的液位传感器能够将水位信息传送至监控中心计算机系统	功能验证
加压设施	加压设施气压	符合设计要求	气压表数据
供水设施	供水管道	不存在渗漏水情况	功能验证
	阀门	阀门能够正常开闭，符合设计要求	功能验证
	电伴热	符合设计要求	功能验证
消防水泵	出水压力	符合设计要求	水压表数据
	工作电流	电流值应在额定电流的 95% ~ 105% 范围内	万用表
	安全接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
消火栓系统	消火栓	打开阀门后在规定时间内达到规定的流量	功能验证
	水成膜泡沫灭火装置	水压正常，成膜效果良好，喷水距离符合设计要求	功能验证
泡沫-水喷雾灭火系统	雨淋阀本体的密封圈	正常	功能验证
	控制阀和密封膜	正常	功能验证
	阀瓣断头和紧锁销	正常	功能验证
	系统功能测试	系统泄放试验，如不报警、水泵不启动或水压不正常应进行检修	功能验证
水泵接合器	送水加压功能	符合设计要求	水压表
气体灭火设施	气溶胶	有效时间在质保期内	功能验证
	与火灾报警控制器联动	符合设计要求	功能验证
手动火灾报警系统	火灾报警主机接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	报警器音量	90 ~ 120dB (A)	声级计
	报警信号输出	能将报警器位置信息传送到监控中心	实操检验
	报警器按钮与报警器的联动功能	报警器可靠接收报警器信号的控制	功能验证

续表 5.5.6

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
火灾自动报警系统	火灾报警主机接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	火灾探测器自动报警响应时间	$\leq 60s$	模拟火灾测试
	火灾探测器灵敏度	可靠探测火灾，不漏报；并能将探测数据传送到火灾控制器和上端计算机	实操检验
	故障报警功能	火灾探测器、通信链路断路或火灾报警主机电源断电时，上端计算机能够报警	功能验证
车行横通道门控制	总体	能现场和远程控制车行横通道门的开闭，监控中心可监视车行横通道门的开闭状态	功能验证
人行横通道门控制	总体	正常情况下为关闭状态，开启方向为疏散方向，能在门两侧开启，具有自动关闭功能	功能验证

5.5.7 监控设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.7 确定。

表 5.5.7 监控设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
车辆检测器	车流量相对误差	线圈、地磁： $\leq 2\%$ 微波、视频、毫米波雷达： $\leq 5\%$	人工计数测量与采集结果比较
	车速相对误差	$\leq 5\%$	测速仪测量与采集结果比较
	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $BER \leq 10^{-8}$ ；以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪或网络测试仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪
	防雷接地电阻（微波、视频、毫米波雷达车辆检测器）	$\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪
	共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	自检功能	自动检测设备运行状态，故障时实时上传故障信息	功能验证
	复原功能	加电后，设备能自动恢复到正常通信状态，并被上位机或控制系统识别，断电或故障前存储数据保持不变	功能验证

续表 5.5.7

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
烟雾传感器	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	烟雾传感器测量误差	$\pm 0.0002\text{m}^{-1}$ 符合设计要求	相应仪器对比
	数据采集功能	具有采集烟雾数据的功能	功能验证
	数据上传周期	符合设计要求	实操检验
	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $\text{BER} \leq 10^{-8}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪
	与风机等设备的联动功能	符合设计要求	功能验证
CO 传感器	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	CO 传感器测量误差	$\pm 1\mu\text{mol/mol}$ 或符合设计要求	相应仪器对比
	数据采集功能	具有采集烟雾数据的功能	功能验证
	数据上传周期	符合设计要求	实操检验
	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $\text{BER} \leq 10^{-8}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪
	与风机等设备的联动功能	符合设计要求	功能验证
风速风向传感器	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	风速传感器测量误差	$\pm 0.2\text{m/s}$ 或符合设计要求	相应仪器对比
	风向传感器测量误差	正、反方向正确	
	数据采集功能	具有采集烟雾数据的功能	功能验证
	数据上传周期	符合设计要求	实操检验
	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $\text{BER} \leq 10^{-8}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪
	与风机等设备的联动功能	符合设计要求	功能验证
亮度传感器	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	亮度传感器测量误差	$\pm 2\%$ 或符合设计要求	相应仪器对比
	数据采集功能	洞外亮度计应具有采集洞外亮度 L_{20} 的功能; 洞内亮度计应具备采集洞内路面平均亮度的功能	功能验证
	数据上传周期	符合设计要求	实操检验

续表 5.5.7

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
亮度传感器	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $BER \leq 10^{-8}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪
	与照明等设备的联动功能	符合设计要求	功能验证
闭路电视监视系统	监视器画面指标	应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》(JTG 2182)的有关规定	主观评分 (不小于 2 分为合格)
	高清视频信号		数字视频测试仪
	高清 G、B、R 视频信号		数字视频测试仪
	数据传输性能	符合设计要求	以太网性能测试仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪
	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪
	共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	云台水平转动角度	$\geq 350^\circ$	实操检验
	云台垂直转动角度	上仰 $\geq 15^\circ$, 下俯 $\geq 90^\circ$	实操检验
	摄像机安装稳定性	受大风影响或接受变焦、转动等操控时, 画面动作平滑、无抖动	实操检验
	调焦功能	自动调焦	功能验证
	变倍功能	可对摄像机镜头的放大倍数进行调整	功能验证
	切换功能	监控终端可切换系统内任何摄像机	功能验证
	录像功能	可录像, 且录像回放清晰	功能验证
	复原功能	加电后, 设备能自动恢复到正常通信状态, 能与上位机或控制系统连接, 并可可靠工作	功能验证
可变信息标志可变限速标志车道控制标志交通信号灯	像素失控率	可变信息标志、可变限速标志每年失控率不应大于 1‰; 车道控制标志、交通信号灯每年失控率不应大于 10‰	在全屏点亮模式下目测检查
	显示屏平均亮度	可变信息标志、可变限速标志不小于 $5000cd/m^2$; 车道控制标志、交通信号灯不小于 $1500cd/m^2$	亮度计
	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $BER \leq 10^{-8}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪
	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪
	共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	视认距离	满足行车视距要求	实操检验
	显示内容	及时、正确地显示监控中心计算机发送的内容	功能验证

续表 5.5.7

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
可变信息标志可变限速标志车道控制标志交通信号灯	亮度调节功能	可变信息标志、可变限速标志能根据环境亮度自动调节显示屏的亮度	功能验证
	自检功能	能够向监控中心计算机提供显示内容的确认信息及本机工作状态自检信息	功能验证
	复原功能	加电后, 设备能自动恢复到正常通信状态, 并被上位机或控制系统识别, 断电或故障前存储数据保持不变	功能验证
视频交通事件检测系统	事件检测率	符合设计要求; 无要求时, 在隧道照明设施正常开启条件下 $\geq 90\%$	现场模拟事件进行检测或播放标准事件视频源检测
	交通参数检测相对误差	交通量 $\leq 10\%$, 车速 $\leq 15\%$	实操检验
	有效检测范围	符合设计要求; 无要求时, 停车事件 $\geq 300\text{m}$, 逆行事件 $\geq 200\text{m}$, 行人事件 $\geq 100\text{m}$, 抛洒物事件 $\geq 100\text{m}$	现场模拟事件进行检测或播放标准事件视频源检测
	典型事件检测功能	具备停车、逆行、行人、抛洒物、烟雾等事件检测功能; 系统自动进行检测并输出检测数据, 有报警信息提示	功能验证
	自动录像功能	系统自动捕获并存储交通事件发生过程的影像, 能按要求设定记录时间	功能验证
	自动诊断和报警功能	视频信号丢失、系统设备故障、网络通信故障等情况发生时, 系统能自诊断、记录并告警	功能验证
	时钟同步功能	与监控系统或通信系统主时钟同步	功能验证
	中心设备接地连接	保护地、防雷地的接地连接可靠连接到接地汇流排上	接地电阻测量仪
电光标志	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	电光标志亮度	疏散指示标志为 $5 \sim 300\text{cd}/\text{m}^2$; 其他电光标志的白色部分为 $150 \sim 300\text{cd}/\text{m}^2$	亮度计
发光诱导设施	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	控制功能	可手动控制诱导设施的启动、停止	功能验证
本地控制器	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	IP 网络吞吐率	1518 帧长 $\geq 99\%$	以太网性能测试仪
	IP 网络传输时延	$\leq 10\text{ms}$	以太网性能测试仪
	IP 网络丢包率	不大于 70% 流量负荷时 $\leq 0.1\%$	以太网性能测试仪

续表 5.5.7

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
本地控制器	与计算机通信功能	能与监控中心计算机正常通信	功能验证
	对所辖区域内下端设备控制功能	按设计周期或监控中心控制采集、处理、计算下端设备的数据	功能验证
	本地控制功能	监控中心计算机或通信链路故障时, 具有独立控制功能	功能验证
	断电时恢复功能	加电或系统重启后可自动运行原预设控制方案	功能验证
监控中心设备及系统	接地连接	保护地、防雷地的接地连接可靠连接到接地汇流排上	目测检查
	共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪
	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测量仪
	与本地控制器的通信功能	能与本地控制器正常通信	功能验证
	与外场设备的通信轮询周期	30 ~ 60s 可调	实操检验
	与下端设备数据交换	按设定的系统轮询周期, 及时准确地与车辆检测器、气象检测器、可变标志等交换数据	实操检验
	数据备份、存储功能	具有数据备份、存储功能, 并带有时间记录	功能验证
	加电自诊断功能	可循环检测所有监控中心内、外场设备运行状况, 正确及时显示故障位置、类型	功能验证
	系统工作状态监视功能	外场设备的工作状态在计算机或大屏幕上正确显示	实操检验
大屏幕显示系统	亮度	达到白平衡时的亮度不小于 $450\text{cd}/\text{m}^2$	亮度计
	亮度不均匀度	不大于 10%	亮度计
	显示功能	正确显示切换的图像及其他信息	功能验证
	窗口缩放	可对所选择的窗口随意缩放控制	实操检验
	多视窗显示	同时显示多个监视断面的窗口	实操检验
监控系统计算机网络	网络技术状况	应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312) 的有关规定	网络认证测试仪
	以太网系统性能	符合设计要求	以太网性能测试仪
	以太网链路层健康状况	应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312) 的有关规定	以太网性能测试仪
	新增布线	符合设计要求或现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312) 的有关规定	以太网性能测试仪
监控系统软件	软件功能	各功能模块正常工作, 软件功能满足设计和运营管理中增加的软件功能要求	实操检验
	图像监视功能	能够监视隧道的运行状况	功能验证
	监控数据处理性能	并发客户端数量符合系统最大使用要求	实操检验

续表 5.5.7

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
监控系统软件	数字视频管理	查看视频图像时, 视频从前端到客户端的延迟时间符合设计要求	实操检验
	统计、查询、打印报表功能	迅速、正确地进行统计和查询指令、设备状况、系统故障、交通参数等数据, 并打印相关报表	功能验证
	信息发布功能	指令信息通过系统正确地传送到可变标志、交通信号灯、车道控制器及消防、救援部门	功能验证
	GIS 定位与查询	可在 GIS 地图上进行监控点的定位与查询	实操检验
	软件可靠性	符合设计要求	实操检验
	软件兼容性	符合设计要求	实操检验
	软件安全性	符合设计要求	实操检验
	隧道应急预案	符合设计要求	实操检验

5.5.8 通信设施定期检查技术要求及其方法可按表 5.5.8 确定。

表 5.5.8 通信设施定期检查技术要求及其方法

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
通信线路	网络技术状况	应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312) 的有关规定	网络认证测试仪
	光纤性能	符合设计要求	光时域反射计
	光缆护层绝缘电阻	$\geq 1000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	1000V 绝缘电阻测试仪
	音频电缆绝缘电阻	$\geq 1000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	高阻兆欧表
无线通信设施	漏泄电缆	电气连通情况	万用表
		传输衰减符合设计要求	实操检验
	天线和基站	电源输入电压、输出电压、输出电流符合设计要求	万用表
		发射功率符合设计要求	无线通信综合测试仪
IP 网络	场强均衡符合设计要求		场强测试仪
	接地连接	保护地、防雷地的接地连接线可靠连接到接地汇流排上	目测检查
	IP 网络接口平均发送光功率	符合设计要求	光功率计
	IP 网络接口接收光功率	符合设计要求	光功率计
IP 网络	IP 网络接口接收灵敏度	与竣工值相比变化 2dB 以内	光功率计、光衰减器、流量发生器

续表 5.5.8

设施名称	检查项目	技术要求	检查方法
IP 网络	IP 网络吞吐率	符合设计要求	以太网性能测试仪
	IP 网络传输时延	符合设计要求	以太网性能测试仪
	IP 网络丢包率	轻载或重载条件下应无丢包	以太网性能测试仪
	自动保护倒换功能	工作环路故障或大误码时, 自动切换到备用线路	功能验证
	IP 网络流量控制功能	网络流量超出端口流量时, 具有流量控制功能	流量发生器
	IP 网络 VLAN 功能	能够按端口划分 VLAN	功能验证
紧急电话 与有线 广播系统	接地电阻	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	目测检查
	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	接地电阻测试仪
	分机音量	与竣工值相比变化 5dB 以内	声级计
	分机话音质量	话音清晰, 无明显断音、丢字缺陷	主观评价
	呼叫响应性能	响应灵敏	实操检验
	噪声抑制	话机通话时和广播播放及静态时, 要求无杂音	主观评价
	通话呼叫功能	按下通话按键, 可呼叫控制台主机	功能验证
	地址码显示功能	控制台能显示呼叫位置信息	功能验证
	振铃响应	呼叫在控制台有振铃响应	功能验证
	话音提示功能	呼叫后, 话机有等待信号或提示音	功能验证
	录音功能	控制台可自动录音	功能验证
	故障报警功能	中心可立即自动显示故障信息	功能验证
	取消呼叫功能	控制台可取消呼叫	功能验证
	定时自检功能	系统能按设定的周期自动检测线路连接、电池、设备的工作状态	功能验证
	手动自检功能	系统能手动设置实时检测线路连接、电池、设备的工作状态	功能验证
	加电自动恢复功能	加电后, 系统能自动恢复到工作状态	功能验证
	广播音量	与竣工值相比变化 5dB 以内	声级计
	广播声音质量	环境噪声 $\leq 90\text{dB}$ 时, 话音清晰, 隧道中能听清广播内容	主观评价
	音区切换功能	具有音区多路切换选择广播功能, 可进行单音区、多音区广播	功能验证
	音量调节功能	可对广播音量的大小进行调节	功能验证

5.6 技术状况评定

5.6.1 机电设施技术状况评定不应少于 1 次/年。

5.6.2 机电设施技术状况评定应根据日常巡查、经常检查资料以及定期检测结果，结合设备完好率统计数据，确定机电设施的技术状况等级。

5.6.3 机电设施技术状况评定宜采用考虑机电设施各项目权重的方法。

5.6.4 机电设施技术状况评定应采用设备完好率进行评定，其计算方法应符合下列规定：

1 设备完好率应按式 (5.6.4) 计算，各机电设施可分系统并按对运营安全的重要度建立设备完好率考核指标。

$$\text{设备完好率} = \left(1 - \frac{\text{设备故障台数} \times \text{故障天数}}{\text{设备总台数} \times \text{日历天数}} \right) \times 100\% \quad (5.6.4)$$

2 设备完好率计算中的“设备故障台数”“设备总台数”可按表 5.6.4 机电设施设备完好率考核单位进行计算。

表 5.6.4 机电设施设备完好率考核单位

分项	设备名称	单位
供配电设施	高压断路器柜、高压互感器与避雷器柜、高压计量柜、高压隔离开关和负荷开关、电力变压器、箱式变电站、电力电容器柜、低压开关柜、配电箱、插座箱、控制箱、综合微机保护装置、直流电源、UPS 电源、EPS 电源、自备发电设备	台
	防雷装置、接地装置、变电所铁构件	个/处
	电力线缆、电缆桥架	条
照明设施	隧道灯具、洞外路灯	盏
	照明线路	条
通风设施	轴流风机及离心风机、射流风机	台
排水设施	排水泵、液位控制装置	台
	排水管道	条
消防设施	点型火焰探测器、图像型火灾报警装置、火灾报警控制器、电动机、气体灭火设施、消防车、消防摩托车	台
	点型感烟感温探测器、光纤光栅感温火灾探测系统、液位检测器、消防栓、灭火器、阀门、手动报警按钮、水泵接合器、消防水泵、横通道门控制箱	个/处
	线型感温光纤火灾探测系统、水喷雾灭火设施、给水管道	条
监控设施	照度传感器、烟雾传感器、CO 传感器、风速风向传感器、车辆检测器、摄像机、编解码器、视频矩阵、监视器、硬盘录像机、电光标志、视频交通事件检测器、本地控制器	台
	大屏幕投影系统、可变信息标志、可变限速标志、车道指示器、交通信号灯、监控室设备	个/处

续表 5.6.4

分项	设备名称	单位
通信设施	光缆、电缆、泄漏电缆、射频电缆	条
	光端机、路由器、交换机	台
	有线广播、紧急电话	个/处
	通信远端机、合路器、近端机、手持机、语音控制台、服务器、工作站	台

5.6.5 机电设施各分项技术状况评定值分为0、1、2、3；机电设施设备完好率考核单位应按表5.6.5执行。

表 5.6.5 机电设施设备完好率考核单位

分项	技术状况评定值			
	0	1	2	3
供配电设施	设备完好率≥98%	93%≤设备完好率<98%	85%≤设备完好率<93%	设备完好率<85%
照明设施	设备完好率≥95%	86%≤设备完好率<95%	74%≤设备完好率<86%	设备完好率<74%
通风设施	设备完好率≥98%	91%≤设备完好率<98%	82%≤设备完好率<91%	设备完好率<82%
排水设施	设备完好率≥98%	95%≤设备完好率<98%	89%≤设备完好率<95%	设备完好率<89%
消防设施	设备完好率≥98%	95%≤设备完好率<98%	89%≤设备完好率<95%	设备完好率<89%
监控设施	设备完好率≥98%	91%≤设备完好率<98%	81%≤设备完好率<91%	设备完好率<81%
通信设施	设备完好率≥98%	91%≤设备完好率<98%	81%≤设备完好率<91%	设备完好率<81%

5.6.6 机电设施技术状况的评定方法应符合下列规定：

1 机电设施技术状况评分应按式(5.6.6)计算。

$$JDCI = 100 \times \left(\frac{\sum_{i=1}^n E_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \quad (5.6.6)$$

式中： E_i ——按本规范第5.6.5条对各分项判定的设备完好率，0~100%；

w_i ——各分项权重；

$\sum w_i$ ——各分项权重和；

JDCI——机电设施技术状况评分，0~100。

2 机电设施各分项权重宜按表5.6.6-1取值。

表 5.6.6-1 机电设施各分项权重表

分项	分项权重 w_i	分项	分项权重 w_i
供配电设施	20	消防设施	18
照明设施	13	监控设施	9
通风设施	15	通信设施	7
排水设施	18		

3 机电设施技术状况评定分类界限值宜按表 5.6.6-2 的规定执行。

表 5.6.6-2 机电设施技术状况评定分类界限值

技术状况 评分	机电设施技术状况评定分类			
	1 类	2 类	3 类	4 类
JDCI	≥97	≥92, <97	≥84, <92	<84

5.6.7 评定划定的各类机电设施应分别采取不同的养护对策,并符合下列规定:

- 1 评定为 1 类的机电设施应进行正常养护。
- 2 评定为 2 类的机电设施或评定状况值为 1 的分项,应进行预防养护工程。
- 3 评定为 3 类的机电设施或评定状况值为 2 的分项,应进行修复养护工程,并应加强日常巡查和经常检查。
- 4 评定为 4 类的机电设施或评定状况值为 3 的分项,应实施修复养护工程或专项养护工程,并应加强日常巡查,以及采取交通管制措施。

5.7 预防养护工程

5.7.1 预防性养护应考虑减少非计划影响机电设施运行次数,避免因设备更新、备件停产造成设备停止运行的时间。

5.7.2 预防养护工程应根据机电设施运行数据和备件情况采取超前检修、提前更换、兼容性提升等工作。

5.7.3 供配电设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.3 的要求。

表 5.7.3 供配电设施预防养护工程要求及频率

设施名称	预防养护工程项目	预防调试			预防更换		
		技术要求		频率	技术要求		频率
供配电设施	橡塑绝缘电力电缆	1. 主绝缘的绝缘电阻; 2. 外护套绝缘电阻; 3. 内衬层绝缘电阻; 4. 铜屏蔽层绝缘电阻和导线电阻比; 5. 主绝缘交流耐压试验	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	按规程要求周期进行检测;重要电缆 1 年/次,一般电缆 3 ~ 5 年/次,主绝缘交流耐压试验必要时试验	1. 电缆; 2. 绝缘子; 3. 瓷瓶	应符合相关电力施工、试验及验收规范要求,并作调试记录	根据养护、检查、试验结果或必要时

续表 5.7.3

设施名称	预防养护工程项目	预防调试		预防更换	
		技术要求	频率	技术要求	频率
供配电设施	避雷器	1. 绝缘电阻; 2. 泄露电阻; 3. 持续电流试验; 4. 工频参考电流下的工频参考电压; 5. 底座绝缘电阻; 6. 检查放电计数器动作情况; 7. 在线检测装置的检验; 8. 复合外套外观及憎水性检查; 9. 局部放电试验	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T596)的有关规定 按规程要求周期进行检测;交接时或必要时	防(避)雷设备 应符合相关电力施工、试验及验收规范要求,并作调试记录	根据养护、检查、试验结果或必要时
	接地装置	1. 电力设备的接地电阻; 2. 设备接地引下线与接地网的连接情况及连通电阻的测试	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596)的有关规定 按规程要求周期进行检测;交接时或必要时,一般不超过6年	接地网构件 应符合相关电力施工、试验及验收规范要求,并作调试记录	根据养护、检查、试验结果或必要时
	真空或 SF6 断路器	1. 绝缘电阻; 2. 交流耐压试验; 3. 导电回路电阻; 4. 开关机械特性试验; 5. 分、合闸电磁铁动作时间	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596)的有关规定 按规程要求周期进行检测;交接时、大修后或必要时	1. 断路器; 2. 绝缘子; 3. 套管; 4. 瓷瓶; 5. 避雷器; 6. 互感器; 7. 综合继保装置	按预防性试验结果更换新部件,并作调试记录 根据养护、检查、试验结果或必要时
	隔离开关、负荷开关及高压熔断器	1. 绝缘子及绝缘拉杆的绝缘电阻; 2. 导电回路电阻	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596)的有关规定 按规程要求周期进行检测;交接时大修后或必要时		

续表 5.7.3

设施名称	预防养护工程项目	预防调试		预防更换	
		技术要求	频率	技术要求	频率
供配电设施	绝缘支撑及连接元件	1. 绝缘电阻; 2. 耐压试验	1. $>500\text{M}\Omega$; 2. 直流 100kV 或交流 72kV, 保持 1min 无闪烁	交接时大修后或必要时	
	高压互感器	1. 绕组及末屏绝缘电阻; 2. 交流耐压试验	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	按规程要求周期进行检测; 交接时大修后或必要时	
	金属氧化物避雷器	1. 绝缘电阻; 2. 直流 1mA 电压及 0.75U _{1mA} 下的泄露电压	应符合现行《交流无间隙金属氧化物避雷器》(GB/T 11032) 的有关规定	每年雷雨季节前; 交接时大修后或必要时	1. 断路器; 2. 绝缘子; 3. 套管; 4. 瓷瓶; 5. 避雷器; 6. 互感器; 7. 综合继保装置
	母线	1. 绝缘电阻; 2. 交流耐压试验; 3. 连接正确性检查; 4. 母线接头接触性检查	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	按规程要求周期进行检测; 交接时或大修后	按预防性试验结果更换新部件, 并作调试记录
	高压开关柜	1. 绝缘电阻; 2. 交流耐压试验; 3. 辅助和控制回路的绝缘电阻、交流耐压试验; 4. 隔离插头的导电回路电阻; 5. 高压带电显示装置; 6. “五防”性能	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	按规程要求周期进行检测; 交接时或大修后	根据养护、检查、试验结果或必要时

续表 5.7.3

设施名称	预防养护工程项目	预防调试			预防更换		
		技术要求		频率	技术要求		频率
供配电设施	电力变压器	1. 绕组电流电阻; 2. 绕组绝缘电阻、吸收比和极化指数; 3. 交流耐压试验	应符合现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 的有关规定	按现行《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596) 要求周期进行检测, 或交接时、大修前后或必要时	1. 连接金具; 2. 螺栓; 3. 绝缘子; 4. 套管; 5. 阀门; 6. 密封件; 7. 吸湿硅胶; 8. 变压器油	重复出现同类型重大缺陷; 耐压试验过程中电流出现突变或急剧跳跃, 放电声响明显; 绝缘电阻不满足规程要求; 长期满负荷或过负荷运行; 输入正常时三相输出电压在额定标准范围内偏差大于 5%	按规定要求
	低压配电柜	1. 电气间隙, 爬电、间隔距离; 2. 绝缘电阻和介电强度	1. 电气间隙 $\geq 8\text{mm}$, 爬电距离 $\geq 14\text{mm}$, 间隔距离 $\geq 25\text{mm}$; 2. 主电路相间、相对地及与其他辅助电路之间绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$, 耐压 2.5kV 无击穿和放电现象; 3. 绝缘手柄与导电部件之间绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$, 耐压 3.75kV 无击穿和放电现象	1 次/年	1. 熔断器; 2. 电容器; 3. 启动器; 4. 断路器; 5. 绝缘件; 6. 母排	按操作规程更换新部件, 并作调试记录	按规定要求

续表 5.7.3

设施名称	预防养护工程项目	预防调试		预防更换		
		技术要求		频率	技术要求	频率
供配电设施	低压断路器	1. 操动机构合闸接触器和分合闸电磁铁最低动作电压; 2. 电磁铁线圈的绝缘电阻和直阻, 辅助、控制回路绝缘; 3. 脱扣试验	1. 电磁铁或接触器的最低动作电压应在额定操作电压的 35% ~ 60% 之间, 使用电磁机构的合闸线圈通流时端电压为额定操作电压的 80% (电流峰值 $\geq 50\text{kA}$ 时为 85%) 时应可靠动作; 2. 绝缘电阻 $\geq 2\text{M}\Omega$, 直流电阻符合相关规定; 3. 过流、欠压、分励、自由、热脱扣器动作正常, 符合现场使用要求	1 次/年	1. 熔断器; 2. 电容器; 3. 启动器; 4. 断路器; 5. 绝缘件; 6. 母排	按操作规程更换新部件, 并作调试记录 按规定要求
	软启动器	起始电压、软启动时间、电流限幅倍数、运行过流保护	功能参数应符合现场使用要求	1 次/年		
	(热) 继电器	动作整定值	功能参数应符合现场使用要求	1 次/年		
	电源设备	1. 稳压电源; 2. UPS/EPS; 3. 柴油发电机组	功能参数应符合现场使用要求, 不符合时要求查明原因, 调整到规定值	按需要	1. 稳压电源; 2. UPS/EPS; 3. 柴油发电机组	按操作规程更换新部件, 并作调试记录 按规定要求
	电力监控系统	—	—	—	完善或增加新功能模块、插件、软件包	符合设计或相关规范要求 按规定要求

5.7.4 照明设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.4 的要求。

表 5.7.4 照明设施预防养护工程要求及频率

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试		预防更换		
		技术要求		频率	技术要求	频率
照明设施	照明灯具	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合额定发光要求, 不符合时要求查明原因, 调整到规定值	1 次/季度或故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、其他易损部件 更换新部件并作调试记录	按规定要求

5.7.5 通风设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.5 的要求。

表 5.7.5 通风设施预防养护工程要求及频率

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试		预防更换		
		技术要求		频率	技术要求	频率
通风设施	射流风机	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合使用要求, 不符合时要求查明原因调整到规定值	1 次/季度或故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、其他易损部件 更换新部件并作调试记录	按规定要求
	轴流风机					

5.7.6 排水设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.6 的要求。

表 5.7.6 排水设施预防养护工程要求及频率

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试		频率	预防更换		频率
		技术要求			技术要求		
排水设施	自动控制系统	水泵自动控制	根据水位准确控制水泵启停, 逻辑控制程序满足不同工况要求	1 次/半年或故障排除后	水泵自动控制	有触点继电器、PLC 控制模块等易损部件更换	按规定要求
	排水泵	排水泵电机	电机绝缘电阻值>0.5MΩ, 电缆绝缘满足要求, 冷却液(石蜡油)检查无进水情况		排水泵电机	冷却液(石蜡油)更换检查、机封检查更换	
	排水管道	管道	管路支架、膨胀节、连接件满足排水要求		管道	抱箍、垫片定期检查应更换新部件并作调试记录	

5.7.7 消防设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.6 的要求。**表 5.7.7 消防设施预防养护工程要求及频率**

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试		预防更换			
		技术要求		频率	技术要求	频率	
消防设施	自动控制系统	水泵自动控制	根据水位准确控制水泵启停，逻辑控制程序满足不同工况要求	1 次/半年或故障排除后	水泵自动控制	有触点继电器、PLC 控制模块等易损部件更换	按规定要求
	消防水泵	消防水泵电机	电机绝缘电阻值>0.5MΩ，电缆绝缘满足要求，冷却液（石蜡油）检查无进水情况		消防水泵电机	冷却液（石蜡油）更换检查、机封检查更换	
	给水管道	管道	管路支架、膨胀节、连接件满足排水要求		管道	抱箍、垫片定期检查应更换新部件并作调试记录	
	手动火灾报警系统	1. 电源输入电压； 2. 直流输出电压	应符合使用要求，不符合要求时应查明原因，并调整到规定值		防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	
	火灾自动报警系统	1. 电源输入电压； 2. 直流输出电压	应符合使用要求，不符合要求时应查明原因，并调整到规定值		防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	

5.7.8 监控设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.8 的要求。**表 5.7.8 监控设施预防养护工程要求及频率**

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试		预防更换			
		技术要求		频率	技术要求		频率
监控设施	车辆检测器	1. 电 源 输 入 电压; 2. 直 流 输 出 电压;	应符合使用要 求, 不符合要求 时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半 年 或 必要时	连续两次 误差 超过 20%	应更换新 部件并作调 试记录	按规定 要求

续表 5.7.8

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试		预防更换			
		技术要求		频率	技术要求		频率
监控设施	车辆检测器	3. 线圈直流环阻; 4. 线圈电感量; 5. 虚拟线圈灵敏度	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或必要时	连续两次误差超过 20%	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	烟雾传感器	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或故障排除后	连续两次误差超过 20%	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	风速风向传感器	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或故障排除后	连续两次误差超过 20%	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	CO 传感器	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或故障排除后	连续两次误差超过 20%	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	亮度传感器	基准传感器进行误差校准	应符合误差允许范围要求, 不符合要求时应查明原因, 并校准到规定值	1 次/半年或故障排除后	连续两次误差超过 20%	应整机更换	按规定要求
	闭路电视监视系统	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或故障排除后	防雷元件、熔断器、出入云台电缆和护套、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	可变信息标志	1. 电源输入电压; 2. 直流输出电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、LED 显示模块、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求

续表 5.7.8

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试			预防更换		
		技术要求		频率	技术要求		频率
监控设施	可变限速 标志	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、LED 显示模块、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	车道控制 标志	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、LED 显示模块、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	交通信号灯	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、门锁、密封胶条、LED 显示模块、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	视频交通 事件检测 系统	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压; 3. 虚拟检测 区域	电源输入电压、直流输出电压、虚拟检测区域应符合相关要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/季度或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	电光标志	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求

续表 5.7.8

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试			预防更换		
		技术要求		频率	技术要求		频率
监控设施	发光诱导 设施	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	本地控制器	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	防雷元件、熔断器、有触点继电器、风扇、密封胶条、PLC 模块、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	大屏幕 显示系统	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/半年或 故障排除后	光源、熔断器、有触点继电器、风扇、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	监控中心 设备及系统	1. 电源输入 电压; 2. 直流输出 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/季度或 故障排除后	防雷元件、熔断器、开关及有触点继电器、风扇、密封胶条、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求

5.7.9 通信设施预防养护工程要求及频率应符合表 5.7.9 的要求。

表 5.7.9 通信设施预防养护工程要求及频率

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试			预防更换		
		技术要求		频率	技术要求		频率
通信设施	IP 网络	1. 电源输入 电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值	1 次/月	防雷元件、熔断器、风扇、网卡、光模块、跳纤、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求

续表 5.7.9

设施名称	预防养护 工程项目	预防调试			预防更换		
		技术要求		频率	技术要求		频率
通信设施	IP 网络	2. 告警数据分析	分析与统计告警数据, 形成报告	1 次/季度	防雷元件、熔断器、风扇、网卡、光模块、跳纤、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
	紧急电话与有线广播系统	1. 分机电源供电电压	应符合使用要求, 不符合要求时应查明原因, 并调整到规定值; 光伏供电系统应检查光伏组件输出电压、储能元件电压	1 次/月	防雷元件、熔断器、门锁、密封胶条、储能元件、其他易损部件	应更换新部件并作调试记录	按规定要求
		2. 告警数据分析	分析与统计告警数据, 形成报告	1 次/月			

5.7.10 预防养护工程的时机和目标应满足下列规定:

- 1 当机电设施技术状况评定为 2 类、3 类或机电设施分项评定状况值为 2 时, 为预防性养护的最佳时机。
- 2 预防养护工程实施后, 机电设施对应系统分项状况值应达到 0 或 1。
- 3 养护措施应根据机电设施各系统情况制定预防养护工程措施, 合理安排周期和流程, 减少全寿命周期的养护费用。

5.7.11 预防养护工程的依据应按照隧道机电设施各系统的设计使用年限或行业产品寿命年限进行评估, 结合同类隧道养护情况及机电设施运行数据统计。

5.8 修复养护工程

5.8.1 机电设施修复养护工程应包括设备整机更换、系统功能提升及根据交通量增长情况实施的新增工程。机电设施修复养护工程启动前应进行技术状况评定。

5.8.2 当机电设施出现严重故障或性能下降且无法修复时, 应实施设备整机更换或提升系统功能。

5.8.3 机电设备整机更换应符合下列规定：

- 1 机电设施经养护后关键功能、性能不能满足规范中规定的技术指标要求时，应更换新设备。
- 2 继续养护的费用与购买类似新设备相比经济性不高时，宜更换新设备。
- 3 机电设施连续运行年限达到设施生产单位标称的使用年限时，可更换新设备。
- 4 隧道运营对机电设施有数智化升级等更高的应用需求时，可更换新设备。

5.8.4 照明、通风、监控设施应根据交通量增长情况实施新增工程，并应符合现行《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》（JTG D70/2）、《公路隧道照明设计细则》（JTG/T D70/2-01）、《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2-02）的有关规定。

5.8.5 修复养护工程实施后，隧道路面及侧墙亮度、通风能力应符合设计文件要求。

5.8.6 机电设施修复养护工程要求应符合表 5.8.6 的规定。

表 5.8.6 机电设施修复养护工程要求

设施名称	修复养护工程项目	修复养护工程启动条件	修复养护工程对策
供配电设施	高压配电设备	各部件老化影响正常使用运行，或属落后淘汰设备不符合国家技术要求，设备安全防护等级不达标	更换设备
	电力变压器	重复出现同类型重大缺陷；耐压试验过程中电流出现突变或急剧跳跃，放电声响明显；绝缘电阻不满足标准要求；长期满负荷或过负荷运行；输入正常时，三相输出电压在额定标准范围内偏差大于 5%	更换设备
	低压配电设备	壳体锈蚀严重，元器件动作次数超过标准规定或功能不符合现场工作要求	更换设备
	电源设备	设备故障且无法修复	更换设备
	电力电缆	超过设计使用或折旧年限，或绝缘电阻不符合规范要求	更换电缆
	风/光供电系统	供电功率、电压、频率不能满足实际使用要求	更换设备
	电力监控系统	软件系统性能的稳定可靠性、易操作性及系统的可扩展与兼容性不能满足实际应用需求	软件升级/更新换代
照明设施	照明灯具	连续 3 盏不发光	更换连续不发光区域的灯具
		清洁维护后仍达不到设计文件规定的亮度要求	成批更换不满足要求区段的所有灯具
		达到灯具额定寿命	成批更换所有灯具
		照明控制亮度与实际亮度需求偏差超过 30%	改造/升级照明控制系统

续表 5.8.6

设施名称	修复养护工程项目	修复养护工程启动条件	修复养护工程对策
通风设施	射流风机	风机运转时, 隧道断面平均风速不符合设计要求时且无法修复	更换/增加射流风机
	轴流风机	风机运转时, 隧道断面平均风速不符合设计要求时且无法修复	更换轴流风机
排水设施	自动控制系统	壳体锈蚀严重、元器件动作次数超过标准规定或功能不符合现场工作要求, 控制系统不能满足实际应用需求	改造/升级控制系统
	排水泵	重复出现同类型重大缺陷	更换排水泵
消防设施	自动控制系统	壳体锈蚀严重、元器件动作次数超过标准规定或功能不符合现场工作要求, 控制系统不能满足实际应用需求	改造/升级控制系统
	消防水泵	重复出现同类型重大缺陷	更换消防水泵
	手动火灾报警系统	报警按钮与警报器无法联动且无法修复	更换设备/系统
	火灾自动报警系统	火灾探测器自动报警响应时间或火灾探测器灵敏度不符合设计文件要求且无法修复	更换设备/系统
监控设施	车辆检测器	线圈、地磁车辆检测器的交通量相对误差应 $\leq 2\%$, 其他类型车辆检测器(视频、毫米波雷达等)的交通量相对误差应 $\leq 5\%$, 超出该范围且无法修复	更换设备
监控设施	CO 传感器	测量误差超出 $\pm 1\mu\text{mol/mol}$ 且无法修复	更换设备
	烟雾传感器	测量误差超出 $\pm 0.0002\text{m}^{-1}$ 且无法修复	更换设备
	照度传感器	测量误差超出 $\pm 2\%$ 范围且无法修复	更换设备
	风速传感器	测量误差超出 $\pm 0.2\text{m/s}$ 且无法修复	更换设备
	风向传感器	正、反风向错误且无法修复	更换设备
	摄像机	监视器换面指标在 2 分以下且无法修复	更换设备
	可变信息标志	显示屏平均亮度小于 5000cd/m^2 且无法修复	更换设备
	可变限速标志	显示屏平均亮度小于 5000cd/m^2 且无法修复	更换设备
	车道控制标志	平均亮度小于 1500cd/m^2 且无法修复	更换设备
	交通信号灯	平均亮度小于 1500cd/m^2 且无法修复	更换设备
	视频交通事件检测系统	在隧道照明设施正常开启条件下, 事件检测率小于 90% 且无法修复	更换设备/系统
	电光标志	疏散指示标志亮度小于 5cd/m^2 且无法修复; 其他电光标志的白色部分亮度小于 150cd/m^2 且无法修复	更换设备
	发光诱导设施	不能启动且无法修复	更换设备
	本地控制器	对所辖区域内下端设备无法控制且无法修复	更换设备
	监控中心设备及系统	大屏幕平均亮度小于 50cd/m^2 且无法修复时, 其他设施故障且无法修复	更换设备/系统

续表 5.8.6

设施名称	修复养护工程项目	修复养护工程启动条件	修复养护工程对策
监控设施	监控中心平台软件	软件功能无法满足隧道运营管理需求或有数智化升级等更高的应用需求	软件升级/更新换代
	监控中心计算机网络	网络健康测试不符合相关标准要求且无法修复	更换设备
通信设施	通信管道和通信线路	通信管道和通信线路有扩容需求或接收光功率小于传输设备光接收灵敏度技术要求且无法修复	更换管道/线路
	紧急电话与有线广播系统	语音质量严重劣化, 已经无法分辨通话内容且无法修复	更换设备/系统
	IP 网络	流量负荷达到 70% 时, IP 网络丢包率 $> 0.1\%$ 且无法修复	更换设备

5.8.7 当修复养护工程需要对机电设施进行整机移位时, 在移位后应进行测试, 功能和性能应符合设计文件要求。

5.9 应急养护工程

5.9.1 当隧道发生火灾、爆炸、水淹、自然灾害并造成机电设施严重损坏时, 应实施应急养护工程。

5.9.2 当机电设施发生故障的程度不足以造成交通中断或不存在行车安全隐患时, 可按修复养护工程实施; 机电设备故障类型及排除时限应符合表 5.9.2 的要求; 涉及行车安全隐患的设备故障无法立即排除时, 应采取必要的安全防护措施。

表 5.9.2 机电设施故障类型及排除时限

故障类型	故障现象	故障排除时限
一般故障	机电设施故障对通行及设备安全不构成威胁且不至于在短期内发展成紧急、重大故障	$\leq 120\text{h}$
重大故障	机电设施故障对通行安全或设备寿命及安全可能有影响, 有进一步发展趋势	$\leq 72\text{h}$
紧急故障	机电设施故障影响行车安全或设备安全	$\leq 24\text{h}$

5.9.3 应对受影响的隧道区段开展应急检查, 评估机电设施故障状况, 提出应急抢修方案。

5.9.4 应急检查的重点内容应为供配电线路、照明设施、排水管道、消防管道、通

信线路等。

条文说明

当隧道发生火灾事故并造成机电设施出现严重损坏时，应急检查的重点内容为供电线路、照明设施、消防设施、通信线路等。

当隧道发生爆炸事故并造成机电设施出现严重损坏时，应急检查的重点内容为供电线路、照明设施、排水管道、消防管道、通信线路等。

当隧道发生水淹事故并造成机电设施出现严重损坏时，应急检查的重点内容为供电线路、排水管道、通信线路等。

5.9.5 应急检查工作完成后应提交应急检查报告，包括检查记录、故障状况、评估结论、应急抢修方案、维修建议等内容。

5.9.6 应急抢修应先恢复基本业务，力求将突发事件的影响降至最低；在基本业务恢复之后，应及时对故障系统、设备进行维修或更换。

5.9.7 机电设施应急养护工程质量检验评定应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》(JTG 2182)的有关规定。

5.9.8 机电设施应急养护工程实施完成后，不应低于原有技术状况水平。

6 其他工程设施

6.1 一般规定

6.1.1 其他工程设施应包括电缆沟、设备洞室及工作井、洞外联络通道、洞口限高门架、洞口绿化、声屏障、污水处理设施、洞口雕塑、隧道铭牌、附属房屋、通风塔等设施。

条文说明

电缆沟包括隧道内外电缆管沟。设备洞室包括各类消火栓、灭火器、风机照明设备控制柜箱等预留洞室。工作井包括盾构隧道工作井或钻爆隧道的斜井、竖井。污水处理设施主要指污水消能池、污水沉淀池，不含专门水处理设备。附属房屋主要包括地面生产生活房屋、通风塔内的监控房、变电所、风机房、消防泵房等设备用房。

6.1.2 其他工程设施养护应包括日常巡查、清洁维护、检查评定、养护工程等内容，并符合下列规定：

- 1 日常巡查应包括日常巡查中发现、记录、报告或处理明显异常。
- 2 清洁维护应包括电缆沟与设备洞室的清理、洞外联络通道内垃圾清扫、洞口限高门架与洞口环保景观设施脏污清除、附属房屋等设施的清洁维护。
- 3 检查评定应包括发现其他工程设施的异常，掌握并判定其技术状况，确定相应的养护对策。

6.1.3 其他工程设施日常巡查、检查评定宜与隧道土建结构同步进行。

6.2 日常巡查

6.2.1 日常巡查应包括下列内容：

- 1 其他工程设施有无明显的结构变形破坏；
- 2 电缆沟和设备洞室及工作井有无部位（件）缺损、涌水；
- 3 洞外联络通道路面有无破损、积水、杂物，隔离设施是否完好；
- 4 洞外限高门架有无撞击受损；

- 5 洞口绿化区有无树木倾倒、侵限；
- 6 吸音板等有无松脱；
- 7 地面污水处理设施有无明显淤积；
- 8 附属房屋、通风塔周围场地有无积水等。

6.2.2 当日常巡查中发现异常时，应进行记录、报告或处理。

6.3 清洁维护

6.3.1 其他工程设施清洁维护频率应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 其他工程设施清洁维护频率

检查分项	清洁维护频率
电缆沟	1 次/季度
设备洞室及工作井	1 次/季度
洞外联络通道	1 次/月
洞口限高门架	1 次/年
洞口绿化	1 次/半年
声屏障	1 次/季度
污水处理设施	1 次/季度
洞口雕塑、隧道铭牌	1 次/半年
附属房屋	楼地面、墙台面 1 次/周，吊顶、门窗 1 次/月，屋面 1 次/年。风机房、变电所、监控室按机电设施的相关规定确定清洁维护频率
通风塔	楼地面、门窗 1 次/月，墙面 1 次/年。风机房、变电所、监控室按机电设施的相关规定确定清洁维护频率

6.3.2 宜定期清除电缆沟、设备洞室的杂物积尘，清理排水孔，保持电缆沟内整洁、设备洞室内无积水。

6.3.3 应清扫洞外联络通道的路面，清除隔离设施脏污，清理排水设施。

6.3.4 应清除洞口限高门架脏污，保证功能满足要求。

6.3.5 洞口绿化应与周围环境协调，清洁维护工作应满足下列要求；

- 1 应定期修剪隧道进出口范围内的乔木，避免侵入行车限界或影响行车视距。
- 2 适时修剪抚育树木，保持树木透光适度、通风良好，减少病虫害的发生。
- 3 适时修剪草皮，保持美观。

6.3.6 应清洗声屏障表面脏污，保持外观干净、整洁。

6.3.7 应清洗洞口雕塑、隧道铭牌，保持整洁、美观。

6.3.8 应清除污水处理和净化池沉积的泥沙、杂物，污水处理池和净化池容积不应受挤占。

6.3.9 应进行附属房屋设施清洁维护，保持房屋及周围环境达到整洁、美观，周围场地应排水畅通，并应符合下列规定：

1 应清除地基基础周围堆物、杂草，疏通排水系统，保证勒脚完好无损，防止室内受潮与虫害等。

2 应清除楼地面脏污、积尘，保持楼地面清洁。

3 应清除墙台面及吊顶脏污、积尘，清洁墙台面及吊顶。

4 应清除门窗脏污、积尘。

5 应清除屋面积雪、积尘、积水。

6.3.10 应定期对通风塔进行清洁维护，保持风塔室内外整洁，外墙无脏污，周围场地排水通畅，并应符合下列规定：

1 应定期清除风塔内楼地面、门、窗脏污、积尘。

2 应清除风塔内影响通风效果的异物。

3 应清除楼梯间内的杂物、积水。

6.4 检查评定

6.4.1 其他工程设施检查可分为经常检查和定期检查，应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1 其他工程设施检查的主要内容

分项设施	经常检查内容	定期检查内容
电缆沟	是否完好，有无涌水	是否完好，有无杂物、积尘、积水
设备洞室及工作井	是否完好，有无渗漏水，标志是否齐全	是否完好，有无渗漏水、杂物、积尘，标志是否齐全、清晰
洞外联络通道	隔离设施是否完好，标志是否齐全，路面有无落物	隔离设施是否完好，标志是否齐全、清晰，路面是否清洁、有无坑洞、隆沉、积水
洞口限高门架	门架是否变形，结构是否完好，标志是否齐全	结构是否完好，标志是否齐全、清晰，门架有无变形，净空误差能否满足限高要求
洞口绿化	树木是否妨碍行车，有无树木枯死	树木是否妨碍行车，有无树木枯死、草皮失养，整体绿化效果是否美观

续表 6.4.1

分项设施	经常检查内容	定期检查内容
声屏障	是否完好	是否完好, 是否具备效应功能
污水处理设施	是否渗漏, 有无淤积	是否渗漏, 有无杂物、泥沙沉积
洞口雕塑、 隧道铭牌	是否存在毁损	表面是否脏污, 是否存在破损
附属房屋	承重构件有无变形, 非承重墙体有无渗漏, 屋面有无渗漏, 楼地面、门窗是否完好	承重构件有无变形、裂缝、松动; 非承重墙体有无渗漏、破损; 屋面排水是否畅通、有无渗漏; 楼地面、门窗是否完好; 顶棚有无变形; 水卫、电照、暖气等设备是否完好
通风塔	承重构件有无变形, 非承重墙体有无渗漏, 屋面有无渗漏, 楼地面、门窗是否完好	承重构件有无变形、裂缝、松动; 非承重墙体有无渗漏、破损; 屋面排水是否畅通、有无渗漏; 楼地面、门窗是否完好

6.4.2 电缆沟、设备洞室渗漏水以及附属房屋、通风塔基础变形、承重结构开裂时, 应根据需要进行应急检查和专项检查。

6.4.3 其他工程设施技术状况评定应符合下列规定:

- 1 应根据定期检查资料, 确定其他工程设施的技术状况等级。
- 2 应根据其他工程设施各分项完好程度、损坏发展趋势、设施正常使用程度等检查结果, 确定各分项技术状况值。

6.4.4 其他工程设施技术状况评定计算方法应符合下列规定:

- 1 其他设施各分项技术状况评定值分为 0、1、2, 分项技术状况评定标准应按本规范附录 D 的有关要求执行。
- 2 其他工程设施技术状况评分应按式 (6.4.4) 计算。

$$QTCI = 100 \cdot \left[1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left(QTCI_i \times \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \right] \quad (6.4.4)$$

式中: QTCI——其他工程设施技术状况评分;

$QTCI_i$ ——各分项设施状况值, 值域为 0、1、2, 按本规范附录 D 表 D.0.1 ~ 表 D.0.10 取值;

w_i ——分项权重。

- 3 其他工程设施各分项权重宜按表 6.4.4 取值。

表 6.4.4 其他工程设施各分项权重

分项	权重 w_i	分项	权重 w_i
电缆沟	10	消音设施	4
设备洞室及工作井	15	污水处理设施	10
洞外联络通道及洞口限高门架	12	洞口雕塑、隧道铭牌	3
洞口环保景观设施	5	附属房屋及通风塔	41

6.4.5 其他工程设施技术状况判定标准及界限值宜按表 6.4.5 的规定执行。

表 6.4.5 其他工程设施技术状况判定标准及界限值

设施技术状况分类	技术状态	QTCI 界限值
1 类	设施完好，无异常，或有异常情况但非常轻微，能保障隧道运营安全	≥ 70
2 类	设施存在轻微破损，现阶段对隧道运营安全保障不会有影响	$\geq 40, < 70$
3 类	设施存在破坏，可能对隧道运营安全保障产生影响	< 40

6.4.6 其他工程设施评定后，宜分别采取不同的养护措施：

- 1 设施技术状况为 1 类及状况值评定为 0 的分项设施，应正常使用，进行预防养护工程。
- 2 设施技术状况为 2 类及评定状况值为 1 的分项，应观察使用，进行修复养护工程。
- 3 设施技术状况为 3 类及评定状况值为 2 的分项，应停止使用，视需要进行处理。

6.5 预防养护工程

6.5.1 其他工程设施预防养护工程应结合隧道检查评定结果适时进行。

6.5.2 预防养护工程的时机选择应符合本规范第 6.4.6 条的规定，并应在材料性能或使用功能过快下降前进行，预防养护工程实施后技术状况应达到 1 类。

6.5.3 电缆沟、设备洞室轻微破损的应及时进行表面封闭修补，设备洞室的轻微渗漏水应查明原因并进行处治。

6.5.4 洞口联络通道路面预防养护工程可按现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142) 和《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1) 的规定执行。

6.5.5 洞口限高门架、声屏障钢构件锈蚀应及时进行防锈处理。

6.5.6 污水处理池和净化池的上下爬梯、预留管、进出水口钢材锈蚀、涂层开裂、脱落应及时进行防锈和防腐处理。

6.5.7 洞口雕塑出现晃动倾斜、表层破裂时应及时进行稳固和表面修补；隧道铭牌出现掉漆、锈蚀、松动时，应进行防锈处理，松动时应及时紧固。

6.5.8 附属房屋、通风塔的预防养护工程应符合下列规定：

- 1 外墙装饰板、雨棚、门窗、楼梯、爬梯等钢构件、连接件、预埋件应每年进行一次防腐处理。
- 2 房屋门窗、排水管道的构配件出现松动、损坏，应及时进行修理或更换。
- 3 防雷接地装置应在每年雨季前进行防锈处理。
- 4 雨季前应对场地周边排水系统进行疏通、清理，保证雨水能够排至隧道影响范围以外。

6.6 修复养护工程

6.6.1 其他工程设施修复养护工程宜结合隧道检查结果进行，并进行现场调查、检测，根据检测评定情况进行处理。

6.6.2 修复养护工程时机的选择应符合本规范第 6.4.6 条的规定，养护后技术状况不应低于 2 类。

6.6.3 电缆沟、设备洞室出现渗漏水、严重错裂时，应按土建结构衬砌结构修复养护工程措施进行渗水处理和修复。

6.6.4 洞外联络通道路面修复养护工程可按现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142) 和《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1) 的规定执行。

6.6.5 洞口限高门架、声屏障结构出现严重破损或变形时，应进行拆换或改移。

6.6.6 污水处理池和净化池因基础沉陷而发生严重错裂时，应及时处置。

6.6.7 洞口雕塑、隧道铭牌损坏后，应及时进行修复或拆换。

6.6.8 附属房屋、通风塔的修复养护工程应符合下列规定：

- 1 房屋屋面及墙体渗漏应进行维修，并满足下列要求：
 - 1) 应根据房屋防水等级、使用要求、渗漏现象及部位，查明渗漏原因，找准漏

点，制定相应的维修方案；

- 2) 选用材料应与原防水层相容，与基层应结合牢靠；
- 3) 屋面防水层维修完成后应平整，不得积水、渗漏；
- 4) 墙体渗漏维修前，应对渗漏墙体的墙面、外面粉刷分格缝、门窗框周围、窗台、穿墙管根部、阳台和雨棚与墙体的连接处、变形缝等渗漏部位进行现场查勘，确定渗漏部位，查明渗漏原因，制定相应的维修方案。

2 房屋门窗损坏、排水系统损坏无法使用时应进行修理或更换。

3 房屋墙体粉刷起壳、剥落、疏松等损坏部位应凿除并清理干净后重新粉刷。

4 防雷接地装置的损坏应予以维修，并满足下列要求：

1) 修换防雷接地装置前，应对接地本体进行接地电阻测试，接地线和接地体焊接开焊、断裂的应修理或更换；

2) 接地体锈蚀严重无法修复时，应按设计要求换装新接地体；

3) 避雷网、避雷带、引下线发生开焊、断裂、变形等结构性损坏时，应修复或更换；仅发生锈蚀、防锈漆脱落时，应除锈并重新涂刷防锈漆；

4) 修换接地装置及固件均宜采用镀锌制品，各部连接点应牢固可靠。

5 房屋周边场区排水系统损坏、排水功能不满足使用要求时应恢复、增设或重建。

6.7 应急养护工程

6.7.1 其他工程设施在自然灾害、特殊事件中损伤或出现地基承载能力不足时，应采取应急养护工程。

6.7.2 其他工程设施的应急养护工程宜结合土建结构与机电设施的养护一起实施。

7 安全管理

7.1 一般规定

7.1.1 隧道养护的安全管理应包括隧道养护作业和突发事件应急处置。

7.1.2 隧道进行养护维修作业前，应制定安全应急预案。

7.1.3 应利用可变信息标志、临时性交通标志等沿线设施及交通广播、网络媒体等信息服务平台，及时发布隧道养护作业和突发事件信息。

7.1.4 隧道养护作业及突发事件应急处置前，应在隧道入口合理设置相应的提示、警告标志。

7.1.5 应根据隧道结构类型、公路等级、水文地质环境等因素，综合划定隧道安全控制区范围。在隧道安全控制区范围内从事的养护作业活动除开展安全风险评估外，对于可能影响隧道结构安全的施工作业，尚应采取控制间距、监测、岩土体预加固等措施。

条文说明

《公路安全保护条例》规定：禁止在公路隧道上方和洞口上方 100m 范围内从事采矿、采石、取土、爆破作业等危及公路隧道的活动。国内部分省（自治区、直辖市）已立法划定水下隧道安全控制区，规定了禁止行为和限制行为，但具体设置范围有差异。本规范暂时提出了隧道安全控制区概念，并给出了上述原则。

7.1.6 因抢险、防汛而需在水域修筑堤坝、压缩或拓展河床时，应上报有关部门批准，并采取保障隧道安全的工程措施。

7.1.7 养护作业时，装卸物资必须在划定的作业控制区内，不得侵占作业控制区以外的空间，也不得危及隧道结构安全和通行车辆的正常行驶。

7.2 养护作业

7.2.1 养护作业前，应做好下列工作：

- 1 编制施工组织设计，按现行《公路养护安全作业规程》（JTG H30）的要求确定合理的养护作业控制区。
- 2 检测隧道内 CO、烟雾等有害气体的浓度及能见度，判定施工的安全性。
- 3 观察隧道结构状况是否会影响作业安全，如有危险，先处理后作业。
- 4 检查施工信号灯是否准确、明显，施工标志设置是否规范。
- 5 对养护机械、台架等进行安全检查，并在机械上设置醒目的反光标志，在施工台架周围布设防眩灯。

7.2.2 隧道养护时机的选择应符合下列规定：

- 1 养护作业应采取有效的交通组织和安全防护措施，宜选择在交通量较小时间段进行。
- 2 养护作业应结合实际情况减少占道，当不得限制或封闭交通时，宜选择车辆较少的时段进行。过往车辆对隧道养护车辆和人员应注意避让。
- 3 当养护作业不得限制或封闭交通时，作业前应制定交通组织方案，在存在影响交通安全情形时，应按相关规定提前向社会公众发布。
- 4 当车流量较大、交通组织较为困难的隧道内养护作业占道施工时，除应利用隧道进出口及沿线信息、信号等展示设备进行社会公告外，并采取固定隔离、强制减速、防撞装置等安全保障措施。

7.2.3 在隧道养护作业影响范围内，应按现行规范规定布置养护作业控制区。对影响净高或净宽的养护作业，应布设限高或限宽标志。

7.2.4 隧道养护作业人员应符合下列规定：

- 1 在作业前应接受专项安全教育、技术交底、作业规程培训，并考核合格。
- 2 应穿着统一的安全标志服，佩戴安全帽，高空作业时应正确佩戴安全帽、系好安全带，严禁随意抛扔工具、材料、垃圾等。
- 3 占道施工时，必须在养护作业控制区内进行养护作业，严禁横穿车道。
- 4 占道施工时，上下作业车辆或装卸物资必须在工作区内进行。
- 5 作业控制区较长时应有专职人员巡视，并应保持与监控部门联络畅通，保障安全设施可靠。
- 6 电力设施、特种设备等应按有关行业安全操作规程执行。

7.2.5 隧道养护作业时，应遵守下列规定：

- 1 养护作业路段内的照明应满足养护作业及车辆通行要求。
- 2 养护作业路段内应保持良好的通风条件，并符合相关卫生、安全等规定。
- 3 养护作业未完成前，不得擅自改变养护作业控制区的范围和安全设施的布设。
- 4 作业人员不得在养护作业控制区外活动或将机械设备、材料置于养护作业控制区以外。
- 5 养护作业用电安全应符合相关供用电与临时用电规定。
- 6 养护作业安全设施设备应定期检查维护，保持设施完好。
- 7 养护机械、台架等应由相关资质人员操作。
- 8 养护作业时，在作业车辆上设置明显的警示标志，开启危险报警闪光灯。

7.2.6 隧道养护作业完成后，应及时清理作业现场，按相关规定移除作业控制区内的安全设施，并清扫路面，恢复隧道的正常使用状态。

7.2.7 隧道养护作业应执行现行《公路养护安全作业规程》(JTG H30)的有关规定。

7.3 应急处置

7.3.1 隧道养护突发事件应急处置应包括隧道养护作业发生的安全事故和雨雪冰冻自然灾害、特殊事件等突发事件。

7.3.2 应对隧道养护作业危险源进行辨识和风险评估工作，并根据风险评估结果，针对养护作业项目的特点制定安全应急预案。

7.3.3 隧道养护安全应急预案应包括应急组织体系、应急人员组成及联络方式、危险源辨识、应急材料及设备、应急措施等。

7.3.4 隧道养护应急预案宜根据养护作业计划安排，适时组织演练。

7.3.5 应按隧道养护应急预案的要求配备相应的物资及装备，建立使用台账，并应定期检查和维护。

7.3.6 隧道养护应急处置应满足下列要求：

- 1 接报事故或事件内容后应立即响应，及时向相关单位报送和向社会发布信息。
- 2 生命安全优先，应及时进行人员救护和疏散。
- 3 应及时实行交通管制，优先保障救援。
- 4 应按遏制事态扩大、同时防止次生灾害的原则，配合所在地政府和相关专业机

构做好处置工作。

5 当影响通行时应尽快清除障碍、清洁路面，恢复交通，减少受事故影响的人员及车辆积压。

7.3.7 隧道养护突发事件应急预案演练应根据实际情况结合运营应急目标采取实战演练、桌面推演等方式进行，且每年不少于一次。

7.3.8 隧道养护突发事件应急预案应根据管养机构变化和预案演练评估结果等情况修订、完善和重新备案，修订周期不应超过三年。

7.3.9 隧道养护应急处置结束后，应及时分析事故原因，总结经验教训，提高应急处置能力。

交通运输部信息公开
浏览专用

8 技术管理

8.1 一般规定

8.1.1 公路水下隧道养护技术管理应包括技术方案管理、技术档案管理和信息化管理等工作。

8.1.2 公路水下隧道应建立健全养护技术管理制度，严格遵守和贯彻执行有关技术标准、规范和规程，提高隧道养护质量和技术水平。

8.1.3 公路隧道养护管理单位应按养护检查等级和养护需求，配备专门的养护技术人员，分类制定隧道养护的技术要求。

8.1.4 公路水下隧道养护技术人员应进行定期培训考核，定期培训考核不应少于1次/年。

8.1.5 应根据隧道养护数据和检查评定结果，及时掌握隧道技术状况，为养护工程决策提供科学依据。

8.2 技术方案管理

8.2.1 公路水下隧道养护技术方案应包括养护大纲、养护规划、年度养护计划、结构检查方案、结构监测方案、养护工程设计及施工技术方案等。

8.2.2 涉及隧道结构安全、养护作业安全及运行安全的养护技术方案或养护对策，应通过相关审查后按规定程序组织实施。

8.2.3 应逐步提升公路水下隧道的机械化养护和快速维修能力，鼓励采用快速、便捷、耐久的技术，积极实施预防养护工程。

8.2.4 宜对养护施工效果进行观察记录和总结反馈。

8.3 技术档案管理

8.3.1 公路水下隧道应以单座隧道为单元建立养护技术档案，技术档案应包括隧道建养交接资料、隧道基础资料、检查与评定资料、养护维修资料。

条文说明

《公路长大桥隧养护管理和安全运行若干规定》（交公路发〔2018〕35号）第二十四条规定，长大桥隧经营管理单位应当按“一桥一档”“一隧一档”建立长大桥隧技术档案，内容包括长大桥隧基本情况、养护巡查检查记录、技术状况、维修加固等以及其他归档制度要求的资料，做到内容完整、更新及时、方便使用。

8.3.2 隧道建养交接资料宜包括下列内容：

- 1 工程交、竣工资料；
- 2 建设阶段对运营期养护的要求；
- 3 建设期间的四新技术、耐久性研究方面的成套技术资料和成果；
- 4 建设期各类信息化软件及数据、设计、施工监控的有限元模型和 BIM 模型等。

8.3.3 隧道基础资料宜包括下列内容：

- 1 隧道设计施工图及竣工图，结构计算分析报告；
- 2 施工过程中的试验检测及科研资料；
- 3 工程事故处理资料；
- 4 施工全过程的结构位移和变形测试资料；
- 5 观测或监测点资料；
- 6 交工、竣工验收资料。

8.3.4 隧道检查与评定资料宜包括下列内容：

- 1 初始检查结果；
- 2 日常巡查记录；
- 3 经常检查记录；
- 4 定期检查报告；
- 5 专项检查报告；
- 6 应急检查报告。

条文说明

各类检查评定报告需由实施检查的单位出具并加盖检查单位公章及检测专用章，报

告内容包括检查时间、实施单位、检查方式、评价依据、检查结果、评定结论、养护对策建议等。

8.3.5 隧道养护维修资料应包括隧道养护工程设计文件、竣工图纸、施工资料、监理资料、监测资料、养护质量评定资料、质量事故处理报告、交工竣工验收等资料。

8.3.6 公路水下隧道技术档案资料宜逐步实现数字化存储与管理，并及时更新、科学利用养护数据。

条文说明

技术档案管理作为公路水下隧道养护管理的重要组成部分，是隧道状况可追溯性的前提，要予以高度重视。水下隧道的养护资料很多，尤其是安装结构监控系统后，其监测数据数量非常庞大，不可能都打印出来作为纸质文档保存。因此，水下隧道的技术资料管理采用纸质档案与电子档案相结合的方式，即需要相关人员或单位签章的文件同时采用纸质档案和电子档案，其他文件采用电子档案。

8.4 信息化管理

8.4.1 公路水下隧道应建立适合自身特点的养护信息化管理系统，用以辅助开展养护管理工作。

8.4.2 隧道数据信息应包括文档及影像资料，数据信息应按标准数据格式进行存储。

8.4.3 养护信息化管理内容包括数字路产、日常养护、结构检查、动态评估、养护决策、养护工程、养护计划等。

8.4.4 养护管理系统除应具有数据存储、查询、检索、统计分析等基本功能外，宜拓展辅助巡检、辅助决策、可视化展示等功能。

8.4.5 隧道养护工程师及其他授权使用人员应及时更新完善养护信息化管理系统。

附录 A 土建结构检查记录表

A.0.1 隧道土建结构初始检查可按表 A.0.1 规定的信息采集要求，制定初始检查记录表。

表 A.0.1 隧道初始检查记录表

公路隧道管理机构名称：

1. 路线编号		2. 路线名称		3. 隧道桩号	
4. 隧道编号		5. 隧道名称		6. 河航道（水域）名称	
7. 河航道等级		8. 环境类别（根据设计）		9. 隧道全长（m）	
10. 净宽（m）		11. 净高（m）		12. 养护检查等级	
13. 隧道结构形式					
14. 隧道长度表					
15. 施工方法					
16. 结构采用“四新技术”或特殊设计情况					
17. 新建隧道在施工过程中的返工、维修或加固情况					
18. 交（竣）工验收阶段主要缺陷及整改情况					
19. 冲淤防护工程及其初始状态					
20. 加固改造后的隧道情况					

续表 A.0.1

21. 设计单位		22. 施工单位	
23. 养护单位		24. 交工时间 (年 月 日)	
25. 初始检查 (年 月 日)		26. 初始检查时的气候 及环境温度	
27. 测量基准点、长期观测点情况			
28. 隧道高程 (防撞侧石顶或路面)			
29. 止水带紧固件紧固力			
30. 衬砌结构尺寸			
31. 材质强度			
32. 保护层厚度			
33. 碳化深度			
34. 衬砌应力			
35. 衬砌背后水压力			
36. 水位 (洪、枯、平均水位)			
37. 建议			
38. 记录人		39. 隧道养护工程师	
40. 隧道初始检查机构			

A.0.2 可按表 A.0.2 规定的信息采集要求, 制定隧道经常检查记录表。

表 A.0.2 隧道经常检查记录表

隧道名称:

路线名称:

隧道编码:

路线编码:

养护机构:

检查日期: 年 月 日

天气:

里程桩号/ 异常位置	结构名称	检查内容	异常描述 (性质、范围、程度等)	判定		养护措施		
				一般 异常	严重 异常	跟踪 监测	维修 处治	定期 或专项检查
.....								
检查人:				记录人:				

A.0.3 可按表 A.0.3 规定的信息采集要求, 制定隧道定期检查记录表。如有照片等资料可单独编辑成册, 将其编号填入表中对应栏中。

表 A.0.3 隧道定期检查记录表

隧道名称:

路线名称:

隧道编码:

路线编码:

养护机构:

上次检查日期: 年 月 日

检查日期: 年 月 日

里程桩号	结构名称	缺损 位置	检查 内容	状况描述 (性质、范围、程度等)	标度 (0~4)	影像或图片 (编号/时间)
.....						
检查人:				记录人:		

A.0.4 隧道病害展示图可按图 A.0.4-1 ~ 图 A.0.4-3 所示采用, 其图例可按图 A.0.4-4 所示采用。

桩号			
衬砌结构	左边墙		
	左拱腰		
	拱部	-----	中轴线
	右拱腰		
	右边墙		
路面			
隧道名称:		检查日期: 年 月 日	
检查人:		记录人:	

图 A.0.4-1 钻爆法隧道病害展示图

管片编号/里程桩号			
衬砌结构			
	标准块3		
	标准块2		
	标准块1		
	邻接块1		
	封顶块	-----	中轴线
	邻接块2		
	标准块2		
	标准块3		
			
路面			
隧道名称:		检查日期: 年 月 日	
检查人:		记录人:	

图 A.0.4-2 盾构法隧道病害展示图

里程桩号			
衬砌结构	左侧墙		
	顶板	-----	中轴线
	右侧墙		
路面			
隧道名称:		检查日期: 年 月 日	
检查人:		记录人:	

图 A.0.4-3 沉管法、堰筑法隧道病害展示图

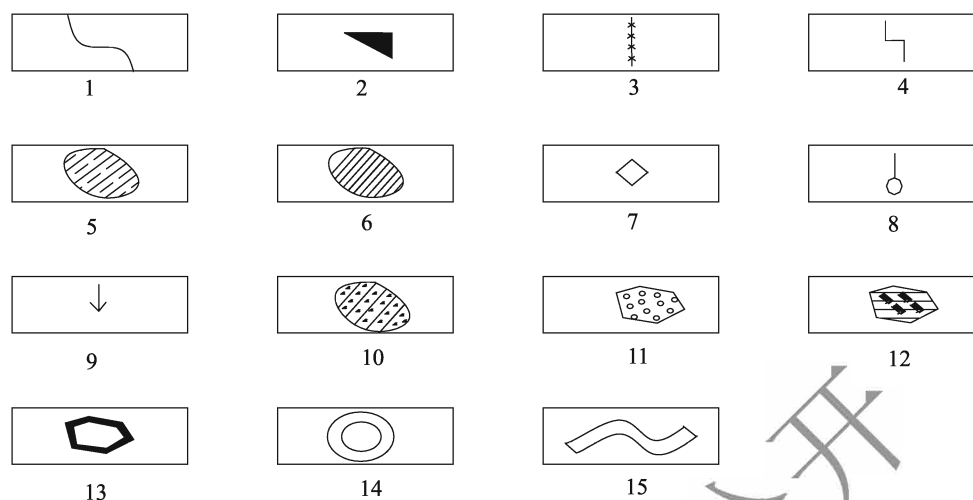


图 A.0.4-4 病害表述图例

1-裂缝；2-缺损；3-压溃；4-错台；5-湿渍；6-流挂；7-滴漏；8-线流；9-涌流；10-漏泥砂；11-材料劣化；12-钢筋锈蚀；13-剥落；14-空鼓；15-变形

附录 B 土建结构技术状况评定标准及评定表

表 B-1 洞口技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好，无破坏现象
1	挡土墙、护坡、敞开段、遮光设施等有轻微裂缝产生，结构排水设施等存在轻微破坏
2	挡土墙、护坡、敞开段、遮光设施等产生开裂、变形，土石零星掉落，结构排水设施存在一定裂缝、阻塞
3	挡土墙、护坡、敞开段、遮光设施等产生严重开裂、明显的水久变形，墙脚或坡面有土石堆积，结构排水设施完全堵塞、破坏，排水功能失效
4	挡土墙、护坡、敞开段、遮光设施等断裂、失稳、部分倒塌

表 B-2 洞门技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好，无破坏现象
1	墙身存在轻微的开裂、起层、剥落
2	墙身结构局部开裂，墙身轻微倾斜、塌陷或错台，壁面轻微渗水，尚未妨害交通
3	墙身结构严重开裂、错台；边墙出现起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落；钢筋外露、受到锈蚀，墙身有明显倾斜、沉陷或错台趋势，壁面严重渗水（挂冰），将会妨害交通
4	结构大范围开裂、砌体断裂、混凝土块可能掉落或已有掉落；墙身出现部分倾倒、垮塌，存在喷水或大面积挂冰等，已妨碍交通

表 B-3 钻爆隧道衬砌结构技术状况评定标准

状况值	技术状况描述		
	外荷载作用所致	材料劣化所致	结构渗漏水
0	结构无裂损、变形和背后空洞	材料无劣化	无渗漏水
1	出现变形、位移、沉降和裂缝，但无发展或已停止发展	存在材料劣化，钢筋表面局部腐蚀，衬砌无起层、剥落，对断面强度几乎无影响	衬砌表面存在浸渗，对行车无影响
2	出现变形、位移、沉降和裂缝。发展缓慢，边墙衬砌背后存在空隙，有扩大的可能	材料劣化明显，钢筋表面全部生锈、腐蚀，断面强度有所下降，结构物功能可能受到损害	衬砌拱部有滴漏，侧墙有小股涌流，路面有浸渗但无积水，拱部、边墙因渗水少量挂冰，边墙脚积冰，不久可能会影响行车安全

续表 B-3

状况值	技术状况描述		
	外荷载作用所致	材料劣化所致	结构渗漏水
3	出现变形、位移、沉降，裂缝密集，出现剪切性裂缝，发展速度较快；边墙处衬砌压裂，导致起层、剥落，边墙混凝土有可能掉下；拱部背面存在大的空洞，上部落石可能掉落至拱背；衬砌结构侵入内轮廓界限	材料劣化严重。钢筋断面因腐蚀而明显减小。断面强度有相当程度的下降，结构物功能受到损害；边墙混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落	拱部有涌流、侧墙有喷射水流，路面积水，沙土流出、拱部衬砌因渗水形成较大挂冰、胀裂，或涌水积冰至路面边缘，影响行车安全
4	衬砌结构发生明显的永久变形。裂缝密集，出现剪切性裂缝，裂缝深度贯穿衬砌混凝土，并且发展快速；由于拱顶裂缝密集，衬砌开裂，导致起层、剥落，混凝土块可能掉下；衬砌拱部背面存在大的空洞，且衬砌有效厚度很薄，空腔上部可能掉落至拱背；衬砌结构侵入建筑限界	材料劣化非常严重，断面强度明显下降。结构物功能损害明显；由于拱部材料劣化，导致混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落	拱部有喷射水流，侧墙存在严重影响行车安全的涌水，地下水从检查井涌出，路面积水严重，伴有严重的沙土流出和衬砌挂冰，严重影响行车安全

表 B-4 钻爆隧道衬砌结构接缝技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	接缝正常，无变形、错台、渗漏水
1	接缝有轻微变形、错台，但无发展或已停止发展；接缝有轻微浸渗，对行车无影响
2	接缝出现变形、错台、挤压，发展缓慢，但有扩展可能；接缝拱部有滴漏，侧墙有小股涌流，拱部、边墙因渗水少量挂冰，边墙脚积冰，不久可能会影响行车安全
3	接缝出现变形、错台、挤压开裂，发展速度较快；接缝拱部有涌流、侧墙有喷射水流，路面积水，沙土流出，拱部衬砌因渗水形成较大挂冰、胀裂，或涌水积冰至路面边缘，影响行车安全
4	接缝处出现严重变形、错台，挤压导致混凝土压碎、开裂，发展速度较快；接缝拱部有喷射水流，侧墙存在严重影响行车安全的涌水，路面积水严重，伴有严重的沙土流出和衬砌挂冰，严重影响行车安全

表 B-5 盾构隧道管片技术状况评定标准

状况值	技术状况描述	
	外荷载作用所致	材料劣化所致
0	结构无裂损、变形	材料无劣化
1	表层存在轻微开裂，存在少量轻微的环向裂缝，但无发展或已停止发展	存在材料劣化，引起少量轻微的起毛、酥松；混凝土表层出现轻微的锈迹；螺栓表层存在锈迹；管片无起层、剥落，对管片结构强度几乎无影响
2	裂缝以环向裂缝为主，存在少量纵向裂缝或斜裂缝，有扩大的可能	材料劣化明显，导致混凝土表层多处出现起毛、酥松；构造筋存在局部锈蚀或因保护层过薄而出现外露；螺栓浅层锈蚀；管片强度有所下降，结构物功能可能受到损害

续表 B-5

状况值	技术状况描述	
	外荷载作用所致	材料劣化所致
3	局部存在纵向裂缝或斜裂缝，因裂缝或破损混凝土存在掉块的可能性	材料劣化严重，导致混凝土酥松、起层，存在掉块的可能性；主筋出现严重的纵向裂缝，保护层起鼓，敲击有空响，主筋出现锈蚀；螺栓因锈蚀部分截面减少；断面强度有相当程度的下降，结构物功能受到损害
4	裂缝发育密集，出现多处纵向裂缝或斜裂缝，因裂缝或压溃已出现掉块	材料劣化非常严重，主筋严重锈蚀，混凝土表层已因锈蚀出现掉块并出现钢筋外露，螺栓锈蚀全周截面明显减少，螺栓锈蚀脱落；结构断面强度明显下降；结构物功能损害明显

表 B-6 盾构隧道管片接缝技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	无破损、渗漏水
1	个别接缝位置或变形缝存在轻微的压溃、错台、湿渍，对结构无影响，对行车无影响
2	压溃、错台分布稀疏，持续发展可能出现掉块现象；因接缝张开、密封垫松动出现渗漏水，水质清澈，以流挂、滴漏为主，不久可能会影响行车安全
3	多处存在压溃、错台，局部已出现混凝土掉块、明显错台；局部接缝张开、密封垫脱落出现线流、涌流或漏泥沙；顶部出现少量挂冰，影响行车安全
4	出现严重的压溃、错台，多处出现混凝土掉块；渗漏水严重，以线漏、涌流为主，伴有漏泥沙；顶部出现明显的挂冰，严重影响行车安全

表 B-7 盾构隧道螺栓孔、注浆孔技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	无脱落、湿渍
1	填塞物存在轻微的脱落、孔位附近存在湿渍，对行车无影响
2	局部孔位填塞物存在脱落、流挂、滴漏，不久可能会影响行车安全
3	多处孔位填塞物存在脱落、滴漏、线流；出现少量挂冰，影响行车安全
4	孔位填塞物均存在连续的脱落、线流或伴有漏泥沙；封顶块或邻接块孔位出现明显的挂冰，严重影响行车安全

表 B-8 沉管隧道管节技术状况评定标准

状况值	技术状况描述	
	外荷载作用所致	材料劣化所致或其他非外荷载
0	结构无变形，无位移，无裂损	材料无劣化，无表面裂缝，无渗漏水，结构表面无湿渍

续表 B-8

状况值	技术状况描述	
	外荷载作用所致	材料劣化所致或其他非外荷载
1	出现较小的变形、裂缝和相对位移，但总量小于允许值，且无发展或已停止发展	存在材料劣化，钢筋表面局部腐蚀，结构无起层、剥落，存在少量表面裂缝、结构表面有少量湿渍，且无发展或已停止发展；对断面强度几乎无影响
	出现上述现象之一或多项，对行车无影响	
2	出现较小的变形、裂缝和相对位移，总量虽然小于允许值，但呈一定发展趋势，有扩大的可能	材料劣化较明显，钢筋表面较大面积生锈、腐蚀，存在较多的表面裂缝，结构表面有较多湿渍，断面强度有所下降，结构物功能可能受到损害
	出现上述现象之一或多项，不久可能影响行车安全	
3	出现较大的变形和相对位移，总量达到或超过允许值，且发展速度快；结构裂缝较多，部分裂缝宽度超过限值，发展速度较快	材料劣化严重，钢筋断面因腐蚀而明显减小，断面强度有相当程度的下降，结构物功能受到损害；侧墙混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落；存在密集的表面裂缝；结构表面存在漏水点，结构表面有较多湿渍和渗漏水，渗漏量发展速度快或持续时间长，路面有积水
	出现上述现象之一或多项，影响行车安全	
4	出现较大的变形和相对位移，总量超过允许值，且不可恢复；结构裂缝多，且大部分宽度超过限值，多数裂缝深度贯穿混凝土结构厚度，并且发展快速	材料劣化非常严重，断面强度明显下降，结构物功能损害明显，混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落；存在密集且分布范围广的表面裂缝；结构存在多处漏水点，水量大，涌流或漏泥沙，路面严重积水
	出现上述现象之一或多项，严重影响行车安全	

表 B-9 沉管隧道管节接头技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	无
1	剪力键轻微变形、破损；止水带出现轻微变形，对行车无影响
2	剪力键局部变形、破损，结构物可能受到损害；止水带出现局部变形或湿渍，不久可能会影响行车安全
3	剪力键有破损现象，结构物功能受到一定损害；止水带出现多处变形、流挂、滴漏，影响行车安全
4	剪力键存在严重的错位或破损；止水带破损或严重变形，出现线流、涌流，严重影响行车安全

表 B-10 堰筑隧道现浇结构技术状况评定标准

状况值	技术状况描述		
	外荷载作用所致	材料劣化所致	结构渗漏水
0	结构无裂损、变形	材料无劣化	无渗漏水
1	出现变形、位移、沉降和裂缝，但无发展或已停止发展	存在材料劣化，钢筋表面局部腐蚀，衬砌无起层、剥落，对断面强度几乎无影响	混凝土表面存在浸渗，对行车无影响
2	出现变形、位移、沉降和裂缝，发展缓慢，有扩大趋势	材料劣化明显，钢筋表面全部生锈、腐蚀，断面强度有所下降，结构物功能可能受到损害	顶板有滴漏，侧墙有小股涌流，路面有浸渗但无积水，顶板、侧墙因渗水少量挂冰，侧墙脚积冰，不久可能会影响行车安全
3	出现变形、位移、沉降，裂缝密集，出现剪切裂缝，发展速度较快；顶板或侧墙处混凝土压裂，导致起层、剥落，混凝土有可能掉下；混凝土结构侵入内轮廓界限	材料劣化严重。钢筋断面因腐蚀而明显减小；断面强度有相当程度的下降，结构物功能受到损害；顶板或侧墙处混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落	顶板有涌流、侧墙有喷射水流，路面积水，沙土流出，顶板、侧墙混凝土因渗水形成较大挂冰、胀裂，或涌水积冰至路面边缘，影响行车安全
4	混凝土结构发生明显的永久变形；裂缝密集，出现剪切性裂缝，裂缝深度贯穿衬砌混凝土，并且发展快速；由于顶板或侧墙裂缝密集，混凝土开裂，导致起层、剥落，混凝土块可能掉下，结构侵入建筑限界	材料劣化非常严重，断面强度明显下降，结构物功能损害明显；由于顶板或侧墙材料劣化，导致混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落	顶板有喷射水流，侧墙存在严重影响行车安全的涌水，地下水从检查井涌出，路面积水严重，伴有严重的沙土流出和衬砌挂冰，严重影响行车安全

表 B-11 堰筑隧道变形缝技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	结构完好，无渗漏水
1	个别变形缝存在轻微的压溃、错台、湿渍，对结构无影响，对行车无影响
2	破损、错台分布稀疏，持续发展可能出现掉块现象；接缝张开，存在渗漏水，水质清澈，以流挂、滴漏为主，不久可能会影响行车安全
3	多处存在破损、错台，局部已出现混凝土掉块、明显错台；局部接缝张开，出现线漏；顶部出现少量挂冰，影响行车安全
4	出现严重的破损、错台，多处出现混凝土掉块；渗漏水严重，以线漏、涌流为主，伴有漏泥沙；顶部出现明显的挂冰，严重影响行车安全

表 B-12 车道板技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好
1	有轻微变形、裂缝、水迹等，无发展或已稳定，尚未妨碍交通
2	局部存在表面起层、剥落、破损、裂缝，轻微渗水，钢筋有局部锈迹，发展缓慢，尚未影响交通安全
3	大面积存在表面起层、剥落、破损、裂缝、渗水，钢筋轻微锈蚀，发展速度较快，可能影响交通安全
4	结构发生明显的永久变形；裂缝密集，深度贯穿结构，钢筋普遍锈蚀，并且发展快速，混凝土块可能掉落或已有掉落，已影响交通安全

表 B-13 检修道或防撞侧石技术状况评定标准

状况值	技术状况描述	
	定性描述	定量描述
0	栏杆、防撞侧石及检修道面板均完好	—
1	栏杆变形，防撞侧石或检修道面板有少量缺角、缺损，金属有局部锈蚀，尚未影响其使用功能	栏杆、面板、防撞侧石损坏长度 $\leq 10\%$ ，缺失长度 $\leq 3\%$
2	栏杆变形损坏，螺栓松动、扭曲。金属表面锈蚀，部分防撞侧石或检修道面板缺损、开裂，部分功能丧失，可能会影响行人和交通安全	栏杆、面板、防撞侧石损坏长度 $> 10\%$ 且 $\leq 20\%$ ，缺失长度 $> 3\%$ 且 $\leq 10\%$
3	栏杆倒伏、严重损坏，侵入限界，防撞侧石或检修道面板缺损开裂或缺失严重，原有功能丧失，影响行人和交通安全	栏杆、面板、防撞侧石损坏长度 $> 20\%$ ，缺失长度 $> 10\%$

表 B-14 排烟道技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好
1	有轻微变形、破损、裂缝，无变化或已稳定，尚未妨碍交通
2	排烟道板破损、开裂，拱部安装的烟道板牛腿、侧壁安装烟道板龙骨等钢制连接固定件锈蚀，尚未影响交通安全
3	排烟道板存在较严重的变形、破损，牛腿、龙骨等钢制连接件严重锈蚀，发展速度较快，可能影响交通安全
4	排烟烟道板严重破损、开裂甚至掉落、倾倒，混凝土块或构造物有脱落迹象，已影响交通安全

表 B-15 逃生通道技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好
1	墙板轻微变形、破损、裂缝，无变化或已稳定，滑梯、栏杆等轻微变形、缺损，金属有局部锈蚀，尚未妨碍人员通行
2	墙板破损、开裂，栏杆、滑梯变形、损坏，螺栓松动，金属表面锈蚀，尚未影响人员通行
3	墙板存在较严重的变形、破损，栏杆、滑梯缺损严重，已影响人员通行

表 B-16 廊道技术状况评定标准

状况值	技术状况描述	
	定性描述	定量描述
0	廊道结构整体完好	—
1	廊道牛腿轻微松脱、锈蚀, 上下盖板少量缺角、缺损, 金属构件有局部锈蚀, 尚未影响其使用功能	整体损坏率 $\leq 10\%$
2	廊道牛腿部分锈蚀、紧固件脱落; 上下盖板缺损、开裂, 金属构件有局部锈蚀, 部分功能丧失, 可能会影响通道设施和检修人员安全	整体损坏率 $> 10\%$ 且 $\leq 20\%$
3	廊道牛腿大范围严重锈蚀; 上下盖板缺损开裂或缺失严重, 金属构件锈蚀断裂, 功能基本丧失, 影响通道设施和检修人员安全	整体损坏率 $> 20\%$

表 B-17 防火门、设备箱门技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好
1	正常开闭, 存在脏污, 尚未妨碍交通
2	存在脏污, 部分门不能正常开闭、脱落或缺失, 影响消防安全或可能影响交通安全
3	存在脏污, 部分门不能正常开闭、脱落或缺失, 影响消防安全和交通安全

表 B-18 路面技术状况评定标准

状况值	水泥混凝土路面技术状况描述	沥青混凝土路面技术状况描述
0	完好	完好
1	路面有轻微裂缝等。引起使用者轻微不舒适感	局部有轻微的龟裂等、轻微松散、露骨但无坑槽, 局部出现轻微泛油、局部出现拥包、轻微车辙。引起使用者轻微不舒适感
2	路面有局部的沉陷、隆起、坑洞、表面剥落、露骨、破损、裂缝, 引起使用者明显的不舒适感, 可能会影响行车安全	局部有明显龟裂裂缝等, 局部面层松散、露骨、出现坑槽, 局部较明显泛油、局部拥包、车辙、高低不平明显。引起使用者明显的不舒适感, 可能会影响行车安全
3	路面出现较大面积的沉陷、隆起、坑洞、表面剥落、露骨、破损、裂缝等, 影响行车安全; 抗滑系数过低引起车辆打滑	多处出现龟裂裂缝等, 多处面层松散、露骨、坑槽较多, 多处出现明显泛油、拥包、明显车辙、高低不平, 但病害区隧道变形较小或不明显; 影响行车安全; 抗滑系数过低引起车辆打滑
4	路面出现大面积的明显沉陷、隆起、坑洞、路面严重错台、断裂、表面剥落、露骨、破损、裂缝, 严重影响交通安全, 可能导致交通意外事故	大面积出现龟裂裂缝、面层松散、露骨、坑槽、拥包、明显车辙、高低不平, 病害区隧道变形明显, 严重影响交通安全, 可能导致交通意外事故

表 B-19 吊顶及预埋件技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好
1	存在轻微变形、破损，浸水，尚未妨碍交通
2	吊杆等预埋件锈蚀，尚未影响交通安全
3	吊杆等预埋件严重锈蚀，可能影响交通安全
4	预埋件锚固区混凝土严重破损、开裂甚至掉落，出现喷涌水、严重挂冰，预埋件和吊杆严重锈蚀或断裂，各种桥架和挂件出现严重变形或脱落，严重影响行车安全

表 B-20 结构排水设施技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	设施完好，截水、排水功能正常
1	结构有轻微破损，但排水功能正常
2	轻微淤积，结构有破损，暴雨季节出现溢水，可能会影响交通安全
3	严重淤积，结构较严重破损，溢水造成路面局部积水、结冰，影响行车安全
4	完全阻塞，结构严重破损，溢水造成路面积水漫流、大面积结冰，严重影响行车安全

表 B-21 内装饰技术状况评定标准

状况值	技术状况描述	
	定性描述	定量描述
0	内装饰完好	—
1	个别内装饰或瓷砖变形、破损、不影响交通	损坏率 $\leq 10\%$
2	部分内装饰板或瓷砖变形、破损、脱落、对交通安全有影响	损坏率 $> 10\%$ ，且 $\leq 20\%$
3	大面积内装饰板或瓷砖变形、破损、脱落，严重影响行车安全	损坏率 $> 20\%$

表 B-22 标志标线技术状况评定标准

状况值	技术状况描述	
	定性描述	定量描述
0	完好	—
1	存在脏污、不完整，尚未妨碍交通	损坏率 $\leq 10\%$
2	存在脏污、部分脱落、缺失，可能会影响交通安全	损坏率 $> 10\%$ ，且 $\leq 20\%$
3	大部分存在脏污、脱落、缺失，影响行车安全	损坏率 $> 20\%$

表 B-23 土建结构技术状况评定表

隧道情况		隧道名称		路线名称		隧道长度		建成时间	
评定情况		管养单位		上次 评定等级		上次 评定日期		本次 评定日期	
洞口洞门技术 状况评定		分项名称	位置	状况值	权重 w_i	检测项目	位置	状况值	权重 w_i
		洞口	进口			洞门	进口		
			出口				出口		
编号	里程	状况值							
		衬砌结构	变形缝	附属结构	路面	吊顶 及预埋件	结构排水 设施	内装饰	标志标线
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
...									
Max (JGCI _i)									
权重 w_i									
$JGCI = 100 \cdot \left[1 - \left(\frac{1}{4} \sum_{i=1}^n JGCI_i \times \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \right]$						土建结构 评定等级			
养护措施建议									
评定人					负责人				

注：本表中分项为钻爆法隧道土建结构分项，其他工法类型隧道土建技术状况评定表参照使用。

附录 C 机电设施技术状况评定及检查记录表

C.0.1 机电设施技术状况评定可按表 C.0.1 填写。

表 C.0.1 机电设施技术状况评定表

隧道情况	隧道名称		路线名称		隧道长度		建成时间	
评定情况	管养单位		上次 评定等级		上次 评定日期		本次 评定日期	
设施名称		供配电设施	照明设施	通风设施	排水设施	消防设施	监控设施	通信设施
设备完好率 E_i								
评定状况值 (0~3)								
权重 w_i								
$JDCI =$ $100 \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^n E_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right)$			机电设施 评定等级					
养护措施建议								
评定人					负责人			

C.0.2 日常巡查记录按表 C.0.2 填写。

表 C.0.2 日常巡查记录表

隧道名称：_____ 路线名称：_____

隧道编码：_____ 路线编码：_____

养护机构：_____ 检查日期：____年__月__日 天气：_____

设备名称						
检查位置						
检查内容						
检查结果	正常		异常		异常且严重	
巡视车、作业车 使用情况	车号					
	台数					
注意事项						

检查人：

记录人：

C.0.3 机电设施故障可按表 C.0.3 填写。**表 C.0.3 机电故障记录表**

隧道名称: _____ 路线名称: _____

隧道编码: _____ 路线编码: _____

养护机构: _____ 故障日期: ____年__月__日 天气: ____

编号	故障日	故障地点	设备名称	故障或事故概要	原因及处置	修复时间	备注

检查人: _____

记录人: _____

C.0.4 机电设施故障月报表可按表 C.0.4 填写。**表 C.0.4 机电设施故障月报表**

隧道名称: _____ 路线名称: _____

隧道编码: _____ 路线编码: _____

养护机构: _____ 日期: ____年__月__日

编号	故障日	故障地点	设备名称	故障或事故概要	原因及处置	修复时间	备注

制表: _____

复核: _____

审定: _____

附录 D 其他工程设施技术状况评定标准表

D.0.1 电缆沟技术状况评定标准可按表 D.0.1 采用。

表 D.0.1 电缆沟技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	电缆沟结构基本完好，沟内无杂物、积尘积水或少量积尘积水，能保障电缆正常使用
1	电缆沟结构破损，沟内积尘积水，影响电缆正常使用但不影响交通和行人安全
2	电缆沟结构破损严重，沟内积尘积水严重，严重影响电缆正常使用，可能会影响交通和行人安全

D.0.2 设备洞室及工作井技术状况评定标准可按表 D.0.2 采用。

表 D.0.2 设备洞室技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	设备洞室及工作井结构完好或基本完好，无渗漏水或少量渗漏水，标志齐全清晰或部分缺失，能保障设备正常使用
1	设备洞室及工作井结构破损，洞室内渗漏水，标志缺失，影响设备正常使用，不影响交通和行人安全
2	设备洞室及工作井结构破损严重，洞室内渗漏水严重，标志缺失，严重影响设备正常使用，可能影响交通和行人安全

D.0.3 洞口联络通道技术状况评定标准可按表 D.0.3 采用。

表 D.0.3 洞外联络通道技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	隔离设施整洁完好或基本完好，少量脏污，标志齐全或部分缺失，通道路面完好或轻微裂缝，排水基本通畅，能保障正常情况下通道处于封闭状态，紧急状况下基本正常使用
1	隔离设施部分缺失、脏污严重，标志缺失，通道路面有微小沉陷、隆起、有积水，能保障正常情况下车辆不误入，紧急状况下车辆能通过
2	隔离设施缺失，通道路面有明显的隆起、积水严重，标志缺失，不能保障正常情况下通道处于封闭状态及紧急状况下车辆通过

D.0.4 洞口限高门架技术状况评定标准可按表 D.0.4 采用。

表 D.0.4 洞口限高门架技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	门架结构完好或轻微破损,外观整洁,标志基本齐全,满足限高要求
1	门架结构破损、变形较严重,标志部分缺失,净空误差大但基本满足限高要求,不影响交通安全
2	门架结构破损或整体变形,标志缺失,净空误差很大不能满足限高要求,可能影响交通安全

D.0.5 洞口绿化技术状况评定标准可按表 D.0.5 采用。

表 D.0.5 洞口绿化技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	树木透光适度、通风良好,无枯死,草皮适时修剪,整体绿化效果美观
1	无杂草、无枯死,发现死树及时清除补种,整体绿化效果较美观
2	树木枯死、倾倒,草皮失养,严重影响洞口美观

D.0.6 消音设施技术状况评定可按表 D.0.6 采用。

表 D.0.6 消音设施技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好、整洁,消音功能正常
1	存在脏污、缺失,基本具备消音功能
2	缺失、脏污十分严重,失去消音功能

D.0.7 污水处理设施技术状况评定可按表 D.0.7 采用。

表 D.0.7 污水处理设施技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	污水处理池和净化池不渗漏,无沉积泥沙、杂物,使用正常
1	污水处理池和净化池池壁局部渗漏,沉积泥沙、杂物,影响正常使用
2	污水处理池和净化池渗漏非常严重,泥沙、杂物沉积非常严重,无法正常使用

D.0.8 洞口雕塑技术状况评定可按表 D.0.8 采用。

表 D.0.8 洞口雕塑技术状况评定标准

状况值	技术状况描述
0	完好,整洁美观
1	破损较严重,表面脏污非常严重,影响洞口景观
2	严重破损,需更换

D.0.9 附属房屋技术状况评定可按表 D.0.9 采用。**表 D.0.9 附属房屋技术状况评定标准**

状况值	技术状况描述
0	承重构件完好或基本完好，非承重墙体完好或少量损坏；屋面、墙体无渗漏或局部渗漏；楼地面平整完好或稍有裂缝，门窗基本完好，顶棚无明显变形，水卫、电照、暖气等设备基本完好、能正常使用或基本正常使用
1	承重构件少量损坏，非承重墙体较严重损坏；屋面、墙体局部渗漏较严重；楼地面严重起砂；门窗变形较严重或部分缺失；顶棚明显变形；水卫、电照、暖气等设备损坏较严重，基本无法正常使用
2	承重构件明显损坏，非承重墙体严重损坏；屋面严重漏雨；楼地面严重起砂开裂；门窗严重变形或大部分缺失；顶棚严重变形；水卫、电照、暖气等设备有严重损坏、无法正常使用

D.0.10 通风塔技术状况评定可按表 D.0.10 采用。**表 D.0.10 通风塔技术状况评定标准**

状况值	技术状况描述
0	承重构件完好或基本完好，非承重墙体完好或少量损坏；屋面、墙体无渗漏或局部渗漏；楼地面平整完好或稍有裂缝，门窗基本完好
1	承重构件少量损坏，非承重墙体较严重损坏；屋面、墙体局部渗漏较严重；楼地面严重起砂；门窗变形较严重或部分缺失
2	承重构件明显损坏，非承重墙体严重损坏；屋面严重漏雨；楼地面严重起砂开裂；门窗严重变形或大部分缺失

本规范用词用语说明

1 本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定”。
- 2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。
- 3) 当引用本规范中的其他规定时，表述为“应符合本规范第×章的有关规定”“应符合本规范第×.×节的有关规定”“应符合本规范第×.×.×条的有关规定或“应按本规范第×.×.×条的有关规定执行”。