



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43991—2024

## 城市隧道运维服务规范

Service specifications for operation and maintenance of urban tunnel



2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



目次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 总体要求 ..... 2

    4.1 高效运行 ..... 2

    4.2 安全可靠 ..... 2

    4.3 绿色低碳 ..... 2

    4.4 持续改进 ..... 2

    4.5 数字化运维 ..... 2

5 服务内容 ..... 3

    5.1 隧道接管 ..... 3

    5.2 养护管理 ..... 3

    5.3 运营服务 ..... 3

    5.4 健康监测 ..... 3

    5.5 数据管理 ..... 3

    5.6 全生命周期评价 ..... 4

6 服务要求 ..... 4

    6.1 养护要求 ..... 4

    6.2 运营要求 ..... 6

7 服务保障 ..... 9

    7.1 运维服务主体 ..... 9

    7.2 人员管理 ..... 9

    7.3 物资管理 ..... 10

    7.4 应急管理 ..... 10

    7.5 档案管理 ..... 10

8 检查与检测 ..... 10

    8.1 检查 ..... 10

    8.2 检测 ..... 11

9 评价与改进 ..... 12

    9.1 服务质量评价 ..... 12

    9.2 服务质量改进 ..... 13

附录 A（规范性） 路面完好率计算方法 ..... 14

附录 B（规范性） 设备完好率计算方法 ..... 16

附录 C（规范性） 城市隧道亮度检测及计算方法 ..... 17

附录 D（资料性） 城市隧道结构检测记录表示例 ..... 19

附录 E（资料性） 城市隧道环境检测记录表示例 ..... 21

参考文献 ..... 23



# 前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国城市公共设施服务标准化技术委员会(SAC/TC 537)提出并归口。

本文件起草单位：东来智慧交通科技(深圳)有限公司、深圳市优特普技术有限公司、厦门引领未来科技有限公司、北京市标准化研究院、重庆交通大学、上海城建城市运营(集团)有限公司、中铁工程装备集团有限公司、深圳市城市公共安全研究院有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、中铁第六勘察设计院集团有限公司、上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司、重庆市城投路桥管理有限公司、浙江省二建建设集团有限公司、内蒙古显鸿科技股份有限公司、中道基业养护科技有限公司、华东交通大学、福州市规划设计研究院集团有限公司、深圳市粤通建设工程有限公司、武汉长江隧道建设有限公司、中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中铁六局集团有限公司、中铁十一局集团有限公司、中铁十五局集团有限公司、中铁十九局集团有限公司、中铁二十局集团有限公司、中铁一局集团城市轨道交通工程有限公司、中铁二局集团电务工程有限公司、中铁十四局集团电气化工程有限公司、中铁十六局集团铁运工程有限公司、中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司、中铁北京工程局集团城市轨道交通工程有限公司、中铁桥隧技术有限公司、中交隧道工程局有限公司。

本文件主要起草人：王小琿、聂怀东、蓝俞静、栾琳、黄志伟、刘雪涛、田川、林志、戴振宇、贾连辉、施钟淇、杜传金、丁浩、赵荣欣、范建国、游克思、李政、何国康、黄志勇、陈宇啸、陈华鹏、林功波、邹爱华、黄煜诚、赵发祥、付小锋、蒋升、汤军红、管振祥、刘晓勇、吴胜涛、孙思松、杨洪建、彭显银、赵健、李培龙、付一小、赵钧、黄永衡、苏权科、郭忠印、滕丽、张立媛、姚晓励、魏晓龙、吴华勇、凡红、郭庆、刘秋卓、蔡鹏程、陈为、许亚军、张文明、刘少华、沈垒、曹汝庆、安路明、刘贵香、陈斌、苏东华、骆万春、刘涛、马金永、徐湃。





# 引 言

随着工业化、城市化、现代化进程的加快,为缓解或有效解决日益严重的城市交通问题,修建各种城市隧道和地下构筑物在我国城市间呈现急剧增长的趋势。城市隧道是一项集多个学科门类的复杂系统工程,具有项目投资大、技术复杂、运营设施多、涉及面广等特点。因其所处的交通位置比较重要,车流量多,人流密集,每天都有大量车辆经过,上班高峰甚至会出现拥堵,这就给城市隧道的安全带来了隐患,一旦出现事故造成交通堵塞,对城市交通的影响将是“血栓”性的,有可能造成重大人员伤亡和灾难性经济损失,而且会对环境和社会造成恶劣的影响。尤其是大城市的交通堵塞问题,已经严重制约了我国城市经济的快速增长。城市隧道是否安全运行则是关系人民财产和社会稳定的大事。所以,规范城市隧道的运维服务至关重要。

本文件通过全生命周期管理和数字化运维等手段,帮助运维服务主体打造智能、安全、高效、绿色的城市隧道运维服务模式,解决当前城市隧道运维服务系统化程度低、管理手段单一、缺乏信息共享等问题,达到保障城市隧道的安全和性能、延长城市隧道的使用寿命、提升城市隧道的运维服务质量和水平的目的。



# 城市隧道运维服务规范

## 1 范围

本文件规定了城市隧道运维服务的总体要求、服务内容、服务要求、服务保障、检查与检测、评价与改进。

本文件适用于运维服务主体对新建、改建、扩建的城市隧道开展运维服务。  
其他隧道的运维服务可参照使用。



## 2 规范性引用文件

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

- GB/T 19580 卓越绩效评价准则
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- JTG/T D70/2-01—2014 公路隧道照明设计细则
- JTG H12—2015 公路隧道养护技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**城市隧道**    **urban tunnel**

在城市范围内，供车辆和行人通行的具备一定技术条件和设施的隧道。

### 3.2

**日常巡查**    **routine inspection**

在较短的时间周期内（一般小于 1 周）对城市隧道的土建结构和机电设备的外观和工作状态进行检查的活动。

### 3.3

**定期检查**    **regular inspections**

按一定时间周期（每月、每季度、每年）对城市隧道的土建结构和机电设备的技术性能进行检查的活动。

### 3.4

**运维服务**    **operation and maintenance services**

对城市隧道进行管理和维护的过程。

注：运维服务包括对隧道结构、设备、照明、通风、排水等各个方面的检查、维修和保养。同时，运维服务还需要对隧道内的交通流量、车流量、天气等外部因素进行监测和管理，以确保隧道的安全和畅通。

### 3.5

**运维服务主体**    **operation and maintenance services unit**

提供运维服务的内部或外部服务组织。

3.6

**事件 incident**

任何对城市隧道运行稳定性和通行能力产生影响的客观事实。

3.7

**事故 accident**

突然发生造成城市隧道运行稳定性和通行能力下降的未预期事件。

3.8

**应急预案 emergency planning**

在事故后果和应急能力分析的基础上,针对城市隧道内可能发生的突发事件或灾害,事先制定的一套应急措施和操作流程。

注:其目的是在紧急情况下迅速响应,采取有效措施,保障人员生命安全、减少财产损失、迅速恢复城市隧道通行等。

3.9

**全生命周期管理 life cycle operation and maintenance management**

以数据的采集和评价为核心,对城市隧道的规划、设计、建设、运营、维护和拆除的整个过程进行全面、系统和协调的管理。

3.10

**数字化运维 digital operation and maintenance**

利用物联网、云计算、大数据、地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)、人工智能、移动互联网等技术对城市隧道进行运营和维护的过程。

## 4 总体要求



### 4.1 高效运行

应从运维服务主体接管城市隧道开始至城市隧道运营服务终止,运用系统化管理模式规范城市隧道运维服务,实现城市隧道的稳定运营和高效管理。

### 4.2 安全可靠

应建立有效的城市隧道安全管理机制,增强事故预防和应急处置能力,减小灾害发生的机会和程度,保障城市隧道的正常运营。

### 4.3 绿色低碳

应通过优化控制技术、升级高效节能设备、提高能源利用率、推广可再生能源等措施,实现城市隧道的绿色低碳运维。

### 4.4 持续改进

应根据运维服务质量评价结果制定改进措施并及时执行,提高城市隧道运维服务质量。

### 4.5 数字化运维

应利用物联网、云计算、大数据、地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)、人工智能、移动互联网等信息技术,推动城市隧道的运维服务从经验判断型向数据分析型转变,实现城市隧道的智慧化管理。



5 服务内容

5.1 隧道接管

- 5.1.1 应在城市隧道竣工验收合格后方可开展运维服务。
- 5.1.2 接管前,应根据城市隧道竣工图、设施设备清单,针对土建结构、机电设施和场地环境的运行条件编制验收计划,并按计划进行验收。
- 5.1.3 接管时,宜完整掌握城市隧道在建设过程中形成的档案资料。
- 5.1.4 接管时,应明确运维服务的分界范围(里程桩号),宜设置界碑或其他明显分界标识。

5.2 养护管理

- 5.2.1 应贯穿城市隧道运维服务全过程,包括但不限于养护计划的制定、机电设备巡检、土建结构巡检、缺陷管理、清洁维护和保养维修等。
- 5.2.2 土建结构养护范围应包括但不限于城市隧道主体结构、工作井结构、连接结构、连接通道、附属建筑结构、道路结构和路面。
- 5.2.3 机电设备养护范围应包括但不限于综合监控和通信系统、消防和火灾报警系统、通风系统、排水系统、供配电系统和照明系统等。

5.3 运营服务

应包括交通(6.2.1)、环境(6.2.2)、能源(6.2.3)、安全(6.2.4)、应急(6.2.5)和数字化(6.2.6)等方面的服务。

5.4 健康监测

- 5.4.1 运维服务主体应对采集的数据进行深入分析,进行的健康监测应做到运维状态全感知,监测内容包括但不限于:
  - a) 交通流量:包括车辆进出隧道的数量、速度和密度;
  - b) 机电设备:包括综合监控和通信系统、消防和火灾报警系统、通风系统、排水系统、供配电系统和照明系统的运行状况;
  - c) 土建结构:包括主体结构(隧道的收敛变形、地表土体沉降、拱顶沉降和围岩离层)、工作井结构、连接结构、连接通道、附属建筑结构、道路结构和路面的技术性能;
  - d) 隧道环境:包括隧道内的空气质量、烟雾浓度、温度、水位、噪声、振动、土壤污染和侵蚀情况;
  - e) 能源消耗:包括水、电、气、暖等能源消耗情况。
- 5.4.2 运维服务主体应根据城市隧道健康监测结果,对城市隧道的技术状况进行评定并形成报告,针对其中存在的问题和风险提出处置方案。

5.5 数据管理

- 5.5.1 应做好城市隧道运维服务数据的采集、分析和处理,并保证数据真实准确、及时完整。
- 5.5.2 应对收集到的隧道运营数据进行处理和分析,并建立运行数据库。
- 5.5.3 运行数据库应具备扩展和异构数据兼容功能,运行数据库内容应完整、准确、规范,并建立统一命名规则、分类编码和标识编码体系。
- 5.5.4 应建立有效的数据备份和恢复机制。

5.6 全生命周期评价

应围绕城市隧道的技术性能和运维服务质量开展分析与评价,内容包括但不限于路面性能、土建结构性能、设备技术性能、附属设施技术性能、运维服务质量、成本效益、社会影响和环境影响。

6 服务要求

6.1 养护要求

6.1.1 基本要求

- 6.1.1.1 养护作业应符合 JTG H12—2015 的规定。
- 6.1.1.2 运维服务主体应按制定的计划和方案进行养护工作。
- 6.1.1.3 运维服务主体应保障城市隧道的结构通道完整、功能完善,设备运行正常。
- 6.1.1.4 养护作业应在隧道交通量较小的时段进行,不应在同一隧道内的两侧同时进行。对交通有影响的作业应提前向社会发布信息。
- 6.1.1.5 运维服务主体应树立全生命周期管理的运维服务理念,科学合理安排运维服务计划,减少对交通通行的影响,提高城市隧道的运维服务质量。
- 6.1.1.6 养护作业现场应设置安全设施,并采取有效的安全防护措施,确保交通安全和作业安全。

6.1.2 结构及通道

- 6.1.2.1 城市隧道各部分混凝土结构应无明显剥落、缺损和露筋现象,城市隧道内衬砌结构外观应无明显裂缝与渗水。
- 6.1.2.2 城市隧道的洞门应完好,墙身结构应无开裂、起层和剥落等现象,衬砌结构应无裂损、变形和背后空洞,材料应无劣化现象。
- 6.1.2.3 衬砌裂缝应及时修补,并设立观测标记进行跟踪监测,当发现裂缝宽度、长度、变化速率超过设计规定值时,应及时进行预警和处置。
- 6.1.2.4 城市隧道侧墙、设备箱门应清洁,设备箱门、通道门、泵房门均应关闭,管理用房、设备用房应无裂纹。
- 6.1.2.5 城市隧道的内装饰板层应无破损、松动现象,应保证表面污移及时清洁,装饰用石材及顶部防火材料应无起拱脱落现象。
- 6.1.2.6 重要结构部位裂缝缺陷监测频率不应少于每月 1 次,当重要结构部位裂缝缺陷有发展、变化或严重化的倾向时,应增加监测频率。
- 6.1.2.7 城市隧道宜定期开展结构沉降观测,建成通车 2 年内每月进行 1 次沉降测量,2 年后每季度进行 1 次沉降测量,当发现结构沉降变化速率发生异常时,应增加监测频率,并按照城市隧道设计相关要求 要求进行预警和处置。

6.1.3 路面

- 6.1.3.1 城市隧道路面的各种窨井盖、横截沟篦板、检修孔盖应无缺损、无跳动;横截沟应无积泥,排水畅通。
- 6.1.3.2 城市隧道车行沥青路面和水泥混凝土路面应保持清洁、平整、通行平稳,路面完好率应符合表 1 规定。路面完好率的计算方法应符合附录 A 中 A.1 的规定。

表 1 路面完好率评价指标

指标	快速路	主干路	次干路	支路及其他
路面完好率	≥99.0%	≥98.5%	≥98.0%	≥95.0%

6.1.3.3 城市隧道车行路面技术状况评价指标应符合表 2 规定,车行路面综合评价指数的计算方法应符合 A.2 的规定,城市隧道非机动车行路面的路面完好率和路面技术状况评价应符合表 1 和表 2 中支路项的规定。

表 2 路面技术状况评价指标

指标	快速路	主干路、次干路	支路
路面行驶质量指数(RQI)	≥4.10	≥3.60	≥3.40
路面状况指数(PCI)	≥90	≥85	≥80
沥青路面抗滑能力评价横向力系数(SFC)	≥42	≥40	—
综合评价指数(PQI)	≥90	≥85	≥80

6.1.4 附属设施

6.1.4.1 应定期进行维护和保养,设施完好率不应小于 98%。

6.1.4.2 维护和保养工作应包括但不限于以下内容:

- a) 交通标志线清晰可见;
- b) 水位警示线准确可靠;
- c) 环保景观设施完好无损;
- d) 排水设备及时清理;
- e) 排水管道保持畅通;
- f) 雨水口等收集设施正常工作;
- g) 泵房设备正常运行;
- h) 管理用房干净整洁。

6.1.5 机电设备

6.1.5.1 城市隧道内各类机电设备完好率应符合下列要求:

- a) 综合监控和通信系统设备完好率不小于 98%;
- b) 消防和火灾报警系统设备完好率不小于 99%;
- c) 通风系统设备完好率不小于 98%;
- d) 排水系统设备完好率不小于 98%;
- e) 供配电系统设备完好率不小于 98%;
- f) 照明系统设备完好率不小于 98%。

6.1.5.2 城市隧道内各类机电设备完好率的计算方法应符合附录 B 的规定。

6.1.5.3 集水池内污泥不应影响水泵运行,水池的水位不应超过水位报警线,废水的 pH 值范围应为 6~9,废水排放达标率应达到 100%。

6.1.5.4 城市隧道主照明不应出现连续 3 组照明灯不亮,不应出现因电源缺相造成一列照明灯不亮;光



过渡段照明不应出现连续 2 组灯不亮。

6.1.5.5 城市隧道夜间及基本照明段亮度应符合 JTG/T D70/2-01—2014 的规定,亮度检测方法应符合附录 C 的规定。

6.1.5.6 城市隧道路面亮度总均匀度不应小于 0.5,亮度总均匀度计算方法应符合附录 C 的规定。

6.2 运营要求

6.2.1 交通服务

6.2.1.1 应实时监控城市隧道内及城市隧道两端洞口处的路面通行状况,当出现交通流量异常时,应及时发出预警并处置。

6.2.1.2 当监控员发现城市隧道通道有故障车辆,应根据故障车吨位立即通知值班长、施救员和综合巡检员。

6.2.1.3 施救员在接到指令后应在 2 min 内出车,事故救援处置设备在路况不拥堵情况下应在 15 min 内到达现场处置。按公式(1)进行计算,施救除障及时率不应小于 95%。

$$TEI = \frac{M_1 + M_2}{2N} \times 100\%$$

.....( 1 )

式中:

TEI ——施救除障及时率;

$M_1$  ——通知牵引至牵引车启动小于等于 2 min 的出车次数;

$M_2$  ——牵引车启动至到达牵引地点小于等于 20 min 的到位次数;

$N$  ——总牵引次数。

6.2.2 环境服务

6.2.2.1 应建立完善的城市隧道内部检测体系,制定全面、可操作的环境监测计划。

6.2.2.2 城市隧道的平均渗漏量不应大于 0.05 L/(m<sup>2</sup> · d),任意 100 m<sup>2</sup> 防水面积渗漏量不应大于 0.15 L/(m<sup>2</sup> · d)。

6.2.2.3 城市隧道内一氧化碳测试值不应大于 250 mg/L,人车混合通行的城市隧道,城市隧道内一氧化碳测试值不应大于 87.5 mg/L。

6.2.2.4 城市隧道内能见度系数应符合如下要求:

- a) 城市隧道设计限速大于 40 km/h 时,能见度系数不大于 0.005 m<sup>-1</sup>;
- b) 城市隧道设计限速介于 20 km/h~40 km/h 时,能见度系数不大于 0.007 m<sup>-1</sup>;
- c) 城市隧道设计限速不大于 20 km/h 时,能见度系数不大于 0.009 m<sup>-1</sup>。

6.2.2.5 采用纵向通风的城市隧道,城市隧道内风速不应小于 2.5 m/s。

6.2.2.6 城市隧道内受限空间硫化氢浓度不应大于 15 mg/L。

6.2.2.7 城市隧道内各种设备传至车道内的噪声不应大于 80 dB(A)。

6.2.2.8 城市隧道内 20 min 内二氧化氮测试值不应大于 1.0 ppm,人车混合通行的城市隧道,城市隧道内 20 min 内二氧化氮测试值不应大于 0.4 mg/L。

6.2.3 能源服务

6.2.3.1 根据隧道的规模、用途和地理位置等因素采取合适的能源管理措施,应包括但不限于以下内容。

- a) 采用节能设备和技术:选择高效的设备和技术来减少能源消耗。
- b) 优化照明系统:选择高效的照明设备、使用自动控制系统、设置照明亮度和时序控制等,以减少



照明能耗。

- c) 优化通风系统:确保通风和空调系统的设计和运行是高效的,以降低空气循环所需的能量。通过使用能效高的设备、合理的风量控制和空气质量监测来实现。
- d) 节能维护和运营:建立节能维护计划,定期检查和维护隧道设备,确保其正常运行并保持高效。及时修复设备故障避免能源浪费。
- e) 能源监测和数据分析:使用能源监测系统和数据分析工具,安装能源监测系统,实时监测隧道的能源使用情况,并进行数据分析,以识别能源浪费和改进机会,发现节能潜力和优化能源管理策略。
- f) 节能意识培训:为隧道工作人员开展节能意识培训,增强员工能源意识,鼓励员工采取节能行动。
- g) 可再生能源和能源储存:在隧道附近安装太阳能电池板、储能设备和其他可再生能源设备,以减少对传统能源的依赖。
- h) 能源审查,包括但不限于以下内容:
  - 1) 能源利用效率审查:分析隧道建设、运营过程中的能源消耗情况,包括电力、燃气、油料等,评估其利用效率,并针对浪费现象提出改进措施;
  - 2) 能源环保措施审查:检查隧道在建设和运营过程中是否采取了必要的环保措施,如废水处理、废气排放控制等,以及这些措施的效果是否符合相关环保法规的要求;
  - 3) 能源安全管理审查:检查隧道建设和运营过程中涉及的能源安全管理制度是否完善,包括用能设备安全操作规程、节能管理制度等,以及这些制度的执行情况;
  - 4) 人力资源及培训审查:评估隧道建设和运营过程中人力资源的配置情况,包括能源管理人员的数量和素质、能源使用人员的技能水平等,以及是否需要加强相关培训;
  - 5) 应急预案审查:检查隧道建设和运营过程中针对可能出现的能源供应中断、事故等紧急情况的应急预案,以及这些预案的可行性和有效性。
- i) 能源评估,包括但不限于以下内容:
  - 1) 能效评估:对隧道的能源利用效率进行评估,包括电力、燃气、油料等消耗量的比较和分析,以及与同类项目的对比评估;
  - 2) 环境影响评估:评估隧道建设和运营过程中对环境的影响,包括空气、水、土壤等环境因素的变化情况,以及是否符合相关环保法规的要求;
  - 3) 安全管理评估:对隧道的能源安全管理进行评估,包括用能设备安全操作规程的执行情况、节能管理制度的完善程度等,以及与同类项目的对比评估;
  - 4) 人力资源评估:评估隧道建设和运营过程中人力资源的配置情况,包括能源管理人员的数量和素质、能源使用人员的技能水平等,以及与同类项目的对比评估;
  - 5) 应急预案评估:对隧道的应急预案进行评估,包括预案的可行性和有效性,以及与同类项目的对比评估。

6.2.3.2 应定期统计和分析能源消耗数据,制订节能管理及技术改造方案;配合政府相关部门要求,提供能源使用的相关资料;采用高效节能的照明灯具和控制系统,通过安装能源监测设备落实节能措施。

#### 6.2.4 安全服务

6.2.4.1 应建立安全管理系统、设置安全管理机构,编制安全操作规程和安全检查制度,保证安全生产所必需的资金投入。

6.2.4.2 应配备专职的安全生产管理人员,并根据需要配备兼职的安全生产管理人员。

6.2.4.3 作业安全管理应包括养护作业安全管理以及应急作业安全管理等,并应形成文件。

6.2.4.4 应设置符合安全标准的作业场地设施,并且培训养护人员使用正确的作业方式进行作业,特殊

项目的养护人员应配备防护用品,以保障员工的作业安全。

6.2.4.5 排水系统设备汛期前应完好,泵站设施维护时,应先对有毒、有害、易燃和易爆气体进行检测与防护。

6.2.4.6 应做好消防设施的维护和管理,加强火源管控,防止火灾事故的发生。

6.2.4.7 检查井应具备防坠落功能,井盖应具备防盗功能。

6.2.4.8 非专业人员不应进入雨水口、管道、检查井等有限空间。

6.2.4.9 专业人员应满足有限空间作业相关的防护规定后方可进入。

6.2.4.10 应建立安全信息管理系统。

6.2.5 应急服务

6.2.5.1 运维过程中遇紧急情况时,应立即启动应急响应程序并及时处置,应急处置结束后,按应急预案做好秩序恢复、损害评估等善后工作。

6.2.5.2 当发生交通阻塞时,根据城市隧道所在路段的基本通行能力、实际交通量、阻塞时长等,及时采取相应的交通管理和疏导措施。

6.2.5.3 当发生火灾事故时,按照事故类别启动相应应急预案,并通知路政、交警、消防、救援人员到现场处理事故。

6.2.5.4 当发生结构灾害时,立即对灾害潜在的运营安全风险进行专项评估,并协同相关部门组织交通管制,开展灾害治理。

6.2.5.5 当发生内涝灾害时,按照事故类别启动相应应急预案,并通知水务、路政、交警、救援人员到现场处理事故。

6.2.6 数字化服务

6.2.6.1 城市隧道数字化运维服务应结合隧道内外环境、交通流量、隧道特征、运维服务内容、管理模式建立数字化运维服务技术平台。

6.2.6.2 数字化运维服务平台应包括但不限于以下内容:

- a) 实时监测:实时监控城市隧道的各种状态,包括城市隧道环境参数、道路状况、交通流量、气象信息、机电设备运行状态等,实现多源数据融合感知和数据综合分析;
- b) 设备管理:集中管理城市隧道内的各种设备,如通风、照明、监控等,提供远程控制功能;
- c) 维修与保养:根据设备的工作状态和历史数据,制定维修和保养计划,提高设备的寿命和可靠性,支持维护计划的制定和执行,包括巡检、保养、维修等;
- d) 安全预警:当发现有安全隐患或超出预设的阈值时,自动发出预警,提醒运维服务人员进行处理;
- e) 故障报警和事件处理:及时发现和解决城市隧道运行中的问题;
- f) 数据分析:对收集的数据进行分析,找出城市隧道的运行规律,帮助运维服务管理者做出科学决策;
- g) 协调共享:支持跨部门协作功能,提高信息共享和协同作业效率;
- h) 应急响应:制定应急预案,一旦发生突发事件,自动或半自动启动应急响应程序;
- i) 资源管理:加强对运维服务主体人员、设备、物资的管理,确保资源的高效利用;
- j) 公众服务:为公众提供各种运维服务,如交通信息、安全提示等;
- k) 培训教育:为运维服务主体提供在线培训和教育资源,提高其技能和知识。

6.2.6.3 数字化运维服务平台运行应符合以下要求:

- a) 安全可靠,具有可靠的身份验证机制、访问控制机制、加密技术等,防止未经授权的用户访问数据或篡改系统设置,保障平台数据不被攻击和泄露;



- b) 稳定高效,实时采集和处理城市隧道的运行数据,并以图表、图形等方式进行可视化展示确保 24 h 不间断的运行;
- c) 简单易用,将传感器、监控设备、通信设备等集成在一个平台上进行统一管理,操作方便,提高用户体验;
- d) 可扩展性,支持多种设备和终端接入,可扩展其他功能模块,并满足政府相关部门的接口要求;
- e) 智能化,与互联网相结合,自动采集和处理城市隧道的运行数据,通过移动端进行运维管理,为运维决策提供支持。

6.2.6.4 数字化运维服务平台的用户管理应符合以下要求。

- a) 设置隧道用户注册系统,允许用户创建账户、设置密码和提供必要的个人信息,并根据用户的角色和需求,分配不同的权限级别。
- b) 设置隧道用户预约系统,对于需要预约才能通行的隧道,允许用户预约特定的时间段,并确保预约信息的准确性和实时性。
- c) 设置隧道用户反馈和投诉系统,允许隧道用户对隧道运维服务提出意见和建议。
- d) 自动根据隧道的收费标准计算、收取隧道通行费用并进行记录,收费信息准确、安全。
- e) 确保平台上用户数据的安全存储和隐私保护。
- f) 策划并实施隧道用户满意率测评,满意率的测评符合下列要求:
  - 1) 准确使用满意率的测评工具和方法;
  - 2) 客户满意率不小于 92%;
  - 3) 三年内保持客户满意率的持续增长。

7 服务保障

7.1 运维服务主体

- 7.1.1 应为独立法人,具有运维资质,满足从事运维服务所需要的条件。
- 7.1.2 应建立运维服务管理制度,包括但不限于人员管理、环境管理、设施设备管理、安全管理、维护管理、应急管理等制度。
- 7.1.3 应编制中长期运维工作计划,工作计划包括但不限于养护内容、养护周期、维修方案及安全保障措施,应与有关主管部门(包括:住房和城乡建设、交通运输、应急管理、公安、环保、市政等部门)建立联动机制,实现对突发事件与紧急情况的及时上报与处置。
- 7.1.4 应按照 GB/T 19580 的规定建立质量管理体系,制定运维服务质量管理目标,完善运维服务质量管理机制。

7.2 人员管理

- 7.2.1 应根据运维服务需要设置相关岗位,包括但不限于项目经理、强弱电工程师、安全工程师、质量工程师、土建运维工程师、通风给排水工程师、监控室操作员等,同时明确各岗位责任人的工作职责、工作流程和岗位操作规程。
- 7.2.2 应定期接受安全教育和岗位技能培训,经考核合格后上岗。
- 7.2.3 各岗位人员应掌握岗位规范,并遵守岗位职责。
- 7.2.4 作业人员应按计划进行日常巡查、定期检查等,对现场问题进行有效排除并及时上报。作业过程中应携带装备,并采取防护措施。
- 7.2.5 作业人员应按有关规定持有相应专业、工种的执业资格证或上岗证书,应对城市隧道内发生的故障及时处理或排除。
- 7.2.6 作业前,项目经理应对直接操作人员进行安全操作规程和注意事项培训。项目部应按批准的施

工组织设计或专项安全技术措施方案向有关人员进行技术交底。

### 7.3 物资管理

7.3.1 应配置与运维服务相适应的基础设施,包括但不限于:

- a) 用于办公、生活、仓储等的建筑、工作场所;
- b) 用于产品实现过程的硬件和软件,包括电脑、软件资料、安全防护设施等;
- c) 支持性服务,包括水、暖、电、气的供应,交通运输,维修服务配套设施,通信或信息系统等。

7.3.2 应储备必要的备品备件,包括供电、照明、通风、排水、消防、监控等设备零部件,且数量满足运维服务需要。

7.3.3 应定期对运维工具和设施设备进行保养、检测,并做好记录。

7.3.4 应按规定对用于运维服务的检测仪器、仪表、量具等进行计量检定,并保留有效证明文件。

7.3.5 大型施工机械设备应提前进场进行保养、调试和试运行工作。小型施工机械设备根据工程需要合理配置,提前进场。

7.3.6 应配备必要的应急物资,并安排专人管理。应急通讯工具和抢险工具应完好。

### 7.4 应急管理

7.4.1 宜基于信息技术和人工智能技术建立包含监测、预警、响应、预案管理等功能的应急管理系统,做到对突发事件的全过程动态管理。

7.4.2 应根据可能发生的事故编制应急预案,应急预案的编制应符合 GB/T 29639 的规定。

7.4.3 应建立完善的应急保障机制,确保包括通信与信息保障、应急队伍保障、物资装备保障及其他各项保障到位。

7.4.4 应建立应急抢险队伍,并定期组织应急预案的培训和演练。

7.4.5 应建立反恐机制,明确组织机构、管理职责、资源配置,做好各类反恐防范设施台账和相关培训演练活动。

7.4.6 防控监控设备不应超过使用年限规定,监控录像保存时间不应少于 90 d。

### 7.5 档案管理

7.5.1 应按照“一隧一档”的方式建立城市隧道档案。

7.5.2 城市隧道移交或接管的档案资料应包括城市隧道的建设、养护、检测评估等内容。

7.5.3 应建立档案管理制度和档案借阅制度,并采用专人保管档案资料。

7.5.4 应及时记录各类突发事件和日常养护情况,并归档保存。

7.5.5 宜充分利用信息化手段,实现城市隧道档案资料的信息化、数字化管理。

## 8 检查与检测

### 8.1 检查

8.1.1 应采用日常巡查、定期检查和专项检查相结合的方式,对土建结构、机电设备及其附属设施的技术状况进行检查,检查频率根据隧道的使用情况和重要程度确定。应将检查要求形成文件,做好检查记录并归档管理。

8.1.2 日常巡查和定期检查内容应包括但不限于以下内容:

- a) 城市隧道土建结构外观及路面状况;
- b) 城市隧道车辆安全疏散设施状况;
- c) 城市隧道人员安全疏散救援设施状况;



- d) 城市隧道运维服务标识;
- e) 综合监控和通信系统;
- f) 消防和火灾报警系统;
- g) 通风系统;
- h) 排水系统;
- i) 供配电系统;
- j) 照明系统。

8.1.3 专项检查的内容应包括但不限于以下内容:

- a) 当城市隧道出现异常事件后,遭受影响的结构(梁、井、管片等);
- b) 结构变形、裂缝、渗漏水;
- c) 衬砌裂损、剥落、变形;
- d) 围岩变形、下沉、周边收敛;
- e) 直接影响车辆通行的部位;
- f) 车行道及通道中其他附属设施。

8.2 检测

8.2.1 应采用一般检测和专业检测相结合的方式对城市隧道的结构和环境进行检测。

8.2.2 有条件的城市隧道宜采用自动化的检测方式。

8.2.3 对城市隧道结构和环境的检测内容应形成文件,做好检测记录并归档管理。检测记录应完整准确以便于准确评估隧道内的结构安全和环境状况,并采取有效的处理措施。

8.2.4 城市隧道结构检测记录表示例见附录 D,城市隧道环境检测记录表示例见附录 E。表格中的内容可根据隧道结构和环境的检测要求进行修改,以确保适应不同场景。

8.2.5 一般检测内容应包括但不限于以下内容:

- a) 城市隧道渗漏情况;
- b) 一氧化碳浓度;
- c) 隧道能见度;
- d) 受限空间硫化氢浓度;
- e) 照度/亮度;
- f) 风速风向;
- g) 废水[化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)、悬浮物(SS)、总磷(TP)pH 值、浊度、硫化物、重金属];
- h) 噪声(设备噪声和交通噪声)。

8.2.6 专业检测内容应包括但不限于以下内容:

- a) 结构变形的情况;
- b) 结构裂缝宽度;
- c) 混凝土碳化程度;
- d) 路面平整度;
- e) 路面抗滑性能;
- f) 盾构法隧道的沉降、收敛情况;
- g) 盾构法隧道管片背后脱空、渗漏水情况;
- h) 盾构法双层隧道沉降、收敛和牛腿结构稳定性;
- i) 沉管隧道沉降情况、水平位移、垂直剪力键、管段接缝、接头压缩和张开量;
- j) 山岭矿山法隧道衬砌背后脱空情况。





















空调设备检查:(正常/故障/需修复)

备注: \_\_\_\_\_

## 5. 安全设施

紧急出口标志检查:(正常/需更换)

灭火设备检查:(正常/需更换)

防火门和排烟系统检查:(正常/需修复)

备注: \_\_\_\_\_

## 6. 其他问题

隧道内污染情况:(正常/需清理)

潮湿或漏水问题:(无/轻微/严重)

其他问题: \_\_\_\_\_

## 7. 结论和建议

结构安全性评估:(安全/需维修/需紧急维修)

建议维护和修复措施:

下次检测日期: \_\_\_\_\_

检测人员签名:\_\_\_\_\_

附录 E  
(资料性)

城市隧道环境检测记录表示例

下面给出了城市隧道环境检测记录表的示例。

示例：

城市隧道环境检测记录表	
隧道名称：_____	
检测日期：_____	
检测人员：_____	
检测目的：_____	
1.大气环境参数	
1.1 温度(℃)：_____	
1.2 湿度(%)：_____	
1.3 气压(kPa)：_____	
1.4 风速(m/s)：_____	
1.5 风向：_____	
1.6 有害气体浓度(如 CO、NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> 等)：	
——CO 浓度(mg/L)：_____	
——NO <sub>2</sub> 浓度(mg/L)：_____	
——SO <sub>2</sub> 浓度(mg/L)：_____	
1.7 PM2.5 浓度(μg/m <sup>3</sup> )：_____	
1.8 PM10 浓度(μg/m <sup>3</sup> )：_____	
1.9 其他气象参数或有害气体浓度：_____	
2. 照明和光照条件	
2.1 照明水平(lx)：_____	
2.2 光照条件：(良好/一般/差)_____	
2.3 备注：_____	
3. 噪声水平	
3.1 噪声级别(dB)：_____	
3.2 噪声来源：_____	
3.3 是否超过标准(是/否)：_____	
3.4 备注：_____	
4. 空气质量	
4.1 通风情况：(正常/不足/需改善)_____	
4.2 空气清新度：(正常/有异味/污浊)_____	
4.3 其他空气质量参数(如 CO <sub>2</sub> 浓度等)：_____	
4.4 备注：_____	
5. 其他环境因素	
隧道内污染情况：(正常/需清理)_____	

潮湿或漏水问题:(无/轻微/严重)\_\_\_\_\_

其他问题:\_\_\_\_\_

6. 结论和建议

隧道内环境评估:(合格/不合格)\_\_\_\_\_

建议改进措施:\_\_\_\_\_

下次检测日期:\_\_\_\_\_

检测人员签名:\_\_\_\_\_



参 考 文 献

[1] GB/T 5700—2008 照明测量方法

[2] GB 50166—2019 火灾自动报警系统施工及验收标准

[3] GB 50688—2011 城市道路交通设施设计规范

[4] JTG D70/2—2014 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施

[5] JTG 2182—2020 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程

[6] JTG/T F72—2011 公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范

[7] JTG/T 3520—2021 公路机电工程测试规程

[8] JT/T 610—2004 公路隧道火灾报警系统技术条件

---





