

公路黄土隧道土建结构预防性养护技术规 程

Technical Specifications for Preventive Maintenance of Civil
Structures in Loess Highway Tunnels

2025 - 04 - 11 发布

2025 - 07 - 10 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 预防性养护检查	2
5 预防性养护时机	2
6 预防性养护设计	4
7 预防性养护施工	6
8 预防性养护验收	6
9 预防性养护后评价	6
附录 A（资料性）公路黄土隧道土建结构检查记录表	7
附录 B（资料性）公路黄土隧道病害展布图	8
附录 C（资料性）公路黄土隧道土建结构预防性养护记录表	9

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。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会(SXS/TC37)归口。

本文件起草单位：山西省交通科技研发有限公司、山西交科公路勘察设计院有限公司、山西交通科学研究院集团有限公司。

本文件主要起草人：赵雪峰、宿钟鸣、郭震山、何信、张川川、祝华杰、李承峰、毛敏、申雁鹏、汪贤安、朱小林。

公路黄土隧道土建结构预防性养护技术规程

1 范围

本文件规定了公路黄土隧道土建结构预防性养护的术语和定义、预防性养护检查、预防性养护时机、预防性养护设计、预防性养护施工、预防性养护验收和预防性养护后评价。

本文件适用于公路黄土隧道土建结构的预防性养护，其他土质隧道可参照执行。

2 规范性引用文件

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

- JTG H12 公路隧道养护技术规范
- JTG H30 公路养护安全作业规程
- JTG 3370.1 公路隧道设计规范 第一册 土建工程
- JTG 5220 公路养护工程质量检测评定标准 第一册 土建工程
- JTG/T 3372 公路黄土隧道设计与施工技术规范
- JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范
- JTG/T 5440 公路隧道加固技术规范
- DB14/T 1720 黄土公路隧道工程监测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路黄土隧道

全部或部分修筑在黄土地层中的公路隧道。

3.2

隧道预防性养护

隧道总体技术状况评定为2类、3类（重要结构分项评定状况值为2），为延缓其性能过快衰减而采取的预防处理和控制措施。

3.3

预防性养护检查

根据经常检查、定期检查的结果，为进一步查清隧道的早期病害或其他异常情况而进行的补充检查。

3.4

预防性养护时机

基于隧道土建结构技术状况、养护资金规模等现实情况，考虑公路技术等级、使用年限、交通量大及组成、气候条件等影响因素确定的实施预防性养护的时间。

3.5

预防性养护后评价

完成公路黄土隧道预防性养护工作后，对其效果、质量和经济效益等进行系统评估，通过分析养护措施的实施效果，判断是否达到了预期目标，并为后续养护工作提供依据和改进建议。

4 预防性养护检查

4.1 预防性养护检查应收集近三年检查和养护历史资料，检查项目及方法按照表 1 选取。

4.2 预防性养护检查的方法和频率宜按照《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）的规定执行，宜采用车载扫描或摄像类设备检查，对重点病害应辅以人工检查。

表1 公路黄土隧道土建结构预防性养护检查项目及方法

项目		内容	方法
洞口		边仰坡剥落、裂缝；黄土陷穴或坑洞、落水洞、冲沟、地裂缝等	人工调查、宽度测定尺
洞身		黄土陷穴或坑洞、落水洞、冲沟、地裂缝等	人工调查、宽度测定尺
洞门		洞门沉降、裂缝、渗水等	人工调查、宽度测定尺
衬砌	裂缝调查及检测	裂缝位置、形态、走向、宽度、长度、深度、发展趋势及形变速率等	人工调查，宽度观测仪
	渗漏水调查及检测	渗漏水的位置、水量、水温、pH值、季节性特征、浑浊程度等	温度计、pH试纸
	表面破损	起层、剥落、蜂窝、麻面、孔洞、露筋等	人工调查，卷尺
路面		防滑性能衰减、平整度衰减等	摩擦系数测定仪、平整度仪
检修道		缺损、变形、积水等	人工调查
排水设施	洞内	缺损、变形、堵塞、积水、结冰等	人工调查
	洞外	淤积、损坏情况；积水积雪	人工调查
吊顶及预埋件		缺损、变形、漏水（挂冰）等	人工调查
内装饰		缺损、脏污、变形等	人工调查
标志、标线、轮廓标		缺损、脏污等	人工调查
注：包含斜（竖）井、人行横通道、车行横通道等土建结构。			

4.3 预防性养护检查应填写公路黄土隧道土建结构检查记录表（见附录 A），并应绘制公路黄土隧道病害展布图（见附录 B）。公路黄土隧道病害展布图应包含病害性质、范围、程度等。

5 预防性养护时机

5.1 应根据近三年检查资料和预防性养护检测数据与检查情况、养护资金、养护目标等，进行科学的预防性养护决策，判断预防性养护时机。

5.2 公路黄土隧道技术状况评定方法宜按照《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）的规定执行。

5.3 公路黄土隧道技术状况评定为2类、3类（重要结构分项评定状况值为2），为预防性养护的最佳时机。重要结构包含洞口、洞门、衬砌、路面及仰拱、排水设施。

5.4 公路黄土隧道预防性养护条件可参照表2。

表2 公路黄土隧道预防性养护条件

项目	预防性养护条件
洞口	轻微开裂、倾斜、沉陷；山体轻微坍塌；洞顶、山体有轻微缺口、冲沟、涌水、黄土陷穴、落水洞；护坡有轻微裂缝、断裂、倾斜、滑动、下沉、周围地基错台
洞身	影响洞身的山体轻微裂缝、倾斜、滑动、下沉、周围地基错台；存在黄土陷穴和落水洞
洞门	侧墙轻微开裂、渗水，墙身轻微倾斜、沉陷、错台；衬砌轻微起层、剥落；混凝土钢筋轻微外露
衬砌	衬砌轻微起层、侧壁轻微剥落；洞顶轻微渗水、挂冰；拱顶、拱腰有较多裂缝；墙身施工缝轻微开裂、错位
路面及仰拱	路面有拱起、沉陷、错台、开裂、滑溜
检修道	栏杆变形、损坏、锈蚀；道板、盖板缺损；道路局部破损
排水设施	中央窨井盖、边沟盖板破损；沟管开裂、漏水；排水沟、积水井淤积堵塞、尘沙、积水
吊顶及各种预埋件	锈蚀、变形、缺损、漏水（挂冰）
内装饰	脏污、缺损、变形
标志、标线、轮廓标	缺失、破损、脏污

5.5 衬砌结构是公路黄土隧道中关系到结构安全和行人行车安全最重要的土建结构，其预防性养护的评定标准如下：

- 外荷作用导致衬砌结构发生变形、移动和沉降一般为逐渐变化，公路黄土隧道在雨季可能发生较为明显的变化。在寒冷地区，结构由于冻胀而发生变形，并随着季节的循环往复发生，隧道预防性养护评定标准：变形速率 $3 \text{ mm/年} > v \geq 1 \text{ mm/年}$ ；
- 衬砌结构发生开裂破损，应根据裂缝有无发展状况等因素进行评定，见表3。表中裂缝主要以水平裂缝或剪断裂缝为主，对于施工缝处的环向裂缝，评定等级应降低一个等级，当宽为 $0.3 \text{ mm} \sim 0.5 \text{ mm}$ 以上的裂缝，其分布密度大于 200 cm/m^2 时，应提升一个评定等级或采用判定分类中较高的判定，当裂缝较多时，宜按照宽度最大的裂缝作为主要的评定对象；

表3 公路黄土隧道裂缝评定标准

裂缝发展状况	裂缝宽度 b mm			裂缝长度 l m			评定状况
	$b > 5$	$5 \geq b > 3$	$b \leq 3$	$l > 10$	$10 \geq l > 5$	$l \leq 5$	
裂缝发展	√	√	—	—	—	√	2/3
	—	—	√	—	√	—	2
	—	—	√	—	—	√	2
不确定裂缝是 否存在发展	√	—	—	—	√	—	2/3
	√	—	—	—	—	√	2/3
	—	√	—	—	√	—	2/3
	—	√	—	—	—	√	2
	—	—	√	√	√	√	1/2

注：“√”表示相应情况下宜采取的判定分类。

- c) 衬砌断面存在强度降低、起层和剥落以及钢材锈蚀等状况时，判定标准宜按照《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）的规定执行；
- d) 衬砌裂缝和施工缝存在漏水状况，当漏水与冻害、盐害以及其他病害结合时，判定标准宜按照《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）的规定执行。

6 预防性养护设计

6.1 应按照公路养护科学决策要求，做好公路黄土隧道预防性养护规划，编制公路黄土隧道预防性养护年度计划，综合考虑各方面因素，确定预防性养护投资、规模，并对满足预防性养护实施条件的隧道积极实施预防性养护。

6.2 预防性养护方案选择流程见图 1。

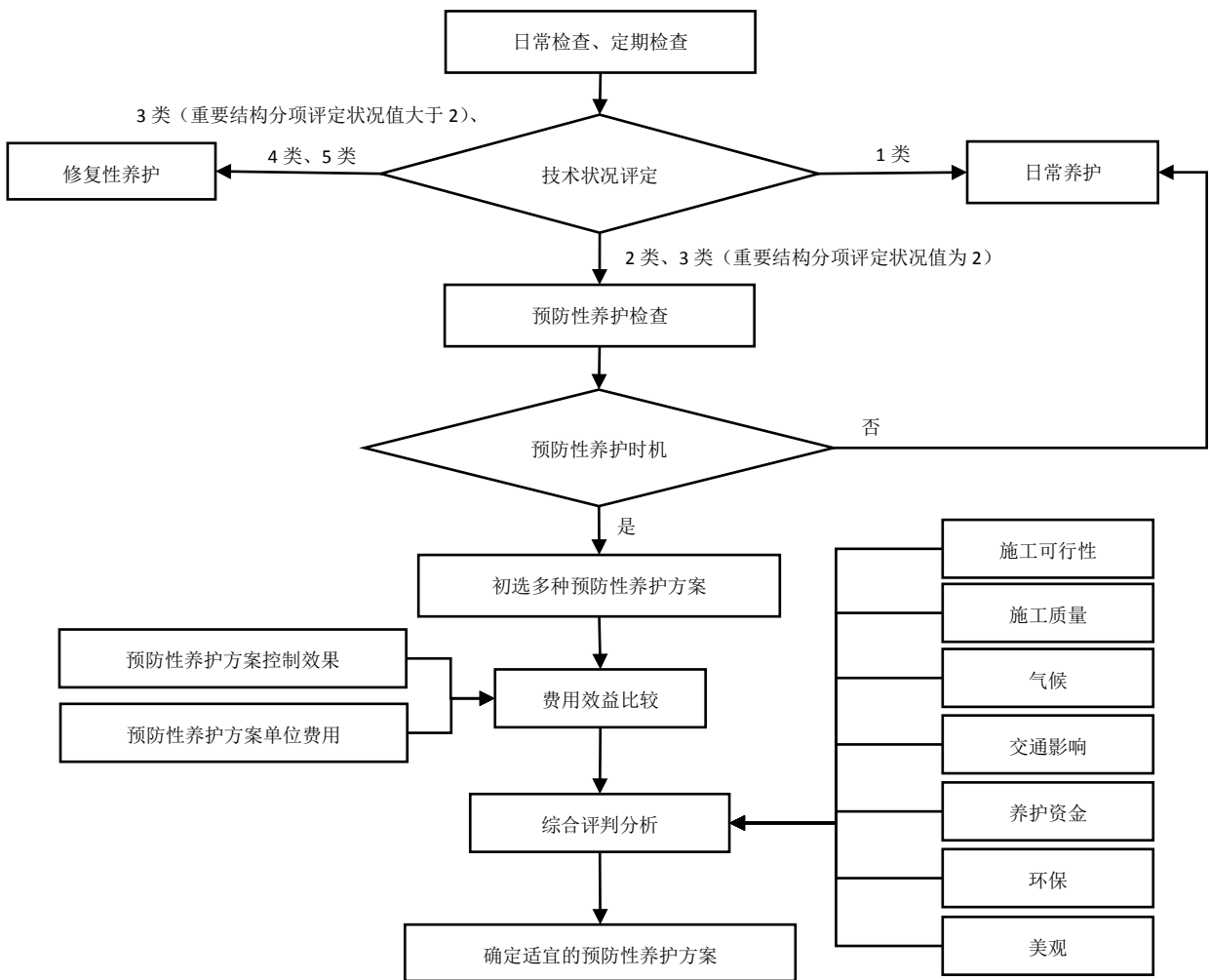


图1 预防性养护方案选择流程

6.3 预防性养护方案选择时，应综合考虑技术、环境、经济、交通等因素，并应符合下列规定：

- a) 技术因素应主要考虑技术有效性、技术成熟度、施工难易度、施工资源可获得性等；
- b) 环境因素应主要考虑资源节约、能源节约、噪声污染、空气污染、水污染等；
- c) 经济因素应主要考虑工程造价、使用寿命等；
- d) 交通因素应主要考虑施工效率与工期、封闭交通时间、交通组织方式等。

6.4 根据选择的预防性养护方案,编制预防性养护工程施工图设计文件,应包括下列全部或部分內容:

- a) 工程概述;
- b) 设计依据;
- c) 隧道地质、原设计情况、历史养护状况;
- d) 养护目标;
- e) 土建结构技术状况、病害情况及成因;
- f) 处治技术方案;
- g) 材料技术要求;
- h) 养护施工工艺;
- i) 质量验收标准;
- j) 施工组织方案和注意事项;
- k) 工程数量;
- l) 施工图预算。

6.5 公路黄土隧道常见病害的预防性养护处治方法见表4。

表4 公路黄土隧道常见病害的预防性养护处治方法

部位	病害	处置方法
洞口	杂物堆积、挡土墙裂缝、表面风化	清理杂物,混凝土灌注加固,清理风化层并封闭灌浆
边仰坡	护坡道有缺口、冲沟、深陷	护坡修整,加防护网,完善排水系统
	黄土陷穴、落水洞、地裂缝	回填封闭处治、完善山体排水设施
	土体流坡、坍塌	加防落网、锚杆加固、挡土墙
洞门	墙身有轻微裂缝、表面风化	注浆封闭,清理风化层,封闭修复
	墙身开裂、渗水	排水
	混凝土结构钢筋轻微外露	混凝土封闭
衬砌	轻微起层、剥落	表面局部修补
	渗水裂缝、挂冰	凿槽引排、注浆封堵
	干燥或潮湿裂缝	注浆封闭、涂刷防水材料
	点渗	凿孔封堵(滴漏)、凿槽引排(涌流)
	面渗	双液注浆、表面封堵
路面及仰拱	路面裂缝	直接灌浆或局部修补
	路面积水	疏通并修复排水设施
	路面抗滑	超薄磨耗层
检修道	道板、盖板缺损	更换道板、盖板
排水设施	排水沟破损、淤积堵塞、积水	修复排水系统,清理淤积
	中央窨井盖、边沟盖板缺损	更换中央窨井盖、边沟盖板
	沟管开裂、漏水	高分子材料注浆或表面修补
	排水沟沉砂、积水,沉砂池淤积堵塞	疏通排水沟、沉砂池
吊顶及预埋件	预埋件脏污、漏水	清洁并及时修复
内装饰	脏污缺损	清理、修复更换
标志、标线、轮廓标	标志缺失、标线不清晰	更换或补充、维修或重新施划
注:处治方法应结合本地区公路黄土隧道的常用处治方案,当有可靠工程经验时可采用经验方法。		

7 预防性养护施工

- 7.1 预防性养护工程施工前,各级管养单位应当根据设计文件和相关要求,组织对交通保障、养护安全作业方案进行审查,并按规定报有关部门批准。各预防性养护工程参建单位应严格履行国家和省相关的施工规定、程序,配备相应的技术人员及施工、检测设备。规范使用安全生产费,保证施工安全。
- 7.2 预防性养护工程施工应严格按照规范、标准和技术指南及省交通运输厅相关规定执行,对进场材料严格把关,加强各项工艺流程控制,强化质量管控,严格落实工程质量责任制。各级管养单位应当建立健全预防性养护工程质量检查管理制度,通过自查、抽查或委托专业机构检查等方式确保工程质量。规模较大和技术复杂的预防性养护工程可根据需要开展监理咨询。
- 7.3 预防性养护工程应当按照审查通过的设计文件进行施工,对施工中发现的设计问题,管养单位应当书面提出设计变更建议。设计变更按照省交通运输厅有关规定执行。
- 7.4 预防性养护工程施工应严格执行国家关于安全和环保方面的相关规定。
- 7.5 预防性养护工程应以机械化施工为主,采取措施减少施工作业对交通的影响,做到安全生产、文明施工、节约资源、保护环境。
- 7.6 预防性养护工程施工应填写公路黄土隧道预防性养护记录表(附录C)。
- 7.7 预防性养护工程施工过程中宜开展监控量测。

8 预防性养护验收

- 8.1 预防性养护验收宜按照养护工程计划文件、设计文件、有关批复文件及《公路养护工程质量检测评定标准》(JTG 5220)和《公路隧道养护技术规范》(JTG H12)执行。
- 8.2 预防性养护验收由管养单位组织实施,验收报告应及时归档。

9 预防性养护后评价

- 9.1 预防性养护工程应实行后评价机制,通过实施后评价,进一步修正预防性养护决策方法,确保预防性养护技术达到预期效果。
- 9.2 预防性养护后评价主要工作内容为:
- a) 定期检查评定公路黄土隧道土建结构技术状况;
 - b) 总结分析预防性养护技术的效果;
 - c) 总结公路黄土隧道预防性养护决策、设计、施工经验,形成符合实际的预防性养护技术清单。
- 9.3 各级管养单位应根据预防性养护效果分析,在缺陷责任期内,形成预防性养护后评价报告。

附录 A
(资料性)

公路黄土隧道土建结构检查记录表

表A.1给出了公路黄土隧道土建结构检查记录表。

表A.1 公路黄土隧道土建结构检查记录表

隧道名称（上、下行）：				路线名称：		
养护机构：				检查日期：	年 月 日	
结构名称	里程桩号	检查内容	异常位置	状况描述 (性质、范围、程度等)	标度	备注
注：结构名称包括：洞口、洞身、洞门、衬砌、路面及仰拱、检修道、排水设施、吊顶及各种预埋件、内装饰、标志、标线、轮廓标。						
检查人：				记录人：		

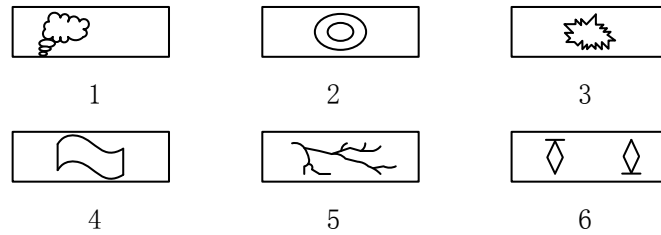
附录 B
(资料性)
公路黄土隧道病害展布图

B.1 公路黄土隧道病害展布图可按图 B.1 所示，其图例可按图 B.2 所示采用。

	桩号	
土建结构	左墙	
	拱部	
	右墙	

隧道名称（上、下行）： _____ 路线名称： _____
 养护机构： _____ 检查日期： _____
 检查人： _____ 记录人： _____

图B.1 公路黄土隧道病害展示图



1-出水冒泥；2-衬砌凸起；3-围岩碎落；4-墙体变形；5-衬砌或围岩开裂；6-漏水、挂冰、堆冰

图B.2 病害表述图例

附 录 C

(资料性)

公路黄土隧道土建结构预防性养护记录表

表C.1给出了公路黄土隧道土建结构预防性养护记录表。

表C.1 公路黄土隧道土建结构预防性养护记录表

隧道名称（上、下行）：		路线名称：	
养护机构：		养护日期：	年 月 日
预防性养护项目	异常现象描述	预防性养护措施	备注
预防性养护实施单位	签名： 日期：		
隧道管养单位	签名： 日期：		
注：预防性养护项目包括：洞口、洞身、洞门、衬砌、路面及仰拱、检修道、排水设施、吊顶及各种预埋件、内装饰、标志、标线、轮廓标。			