

# 高速公路运营隧道洞口和洞门病害分析及处治对策

吴兴建<sup>1</sup> 徐 娇<sup>2</sup>

1. 陕西高速公路工程试验检测有限公司 陕西 西安 710086

2. 陕西交控物贸集团有限公司 陕西 西安 710000

**摘要:**发现运营公路隧道洞口和洞门病害并提出处治对策对于确保公路安全畅通具有重要意义。以陕西省485座高速公路运营隧道为调查对象,总结了隧道洞口和洞门的病害类型,并提出了各类病害的处理对策。研究成果对隧道洞口和洞门的典型病害分析与处治对策可提供一定参考。

**关键词:**公路隧道;洞口病害;洞门病害;处治对策

## 1 引言

随着我国公路交通基础设施的不断建设和完善,越来越多的公路隧道投入到管理运营中。截至2022年年末,全国公路隧道24850座、26784.公里,其中特长隧道1752座、7951.1公里,长隧道6715座、11728.2公里<sup>[1]</sup>。无论是隧道数量还是隧道公里数,都居世界首位<sup>[2]</sup>。陕西省也越来越多的高速公路隧道投入到管理运营中。截至2022年底,陕西交通控股集团有限公司运营管理分公司管辖运营公路隧道达1498座(单洞),里程超过1423公里。

随着运营时间的增长,隧道洞口和洞门病害的严重程度也在逐渐增加。近年来,由于隧道洞口边仰坡岩体滑塌,造成了多起交通事故。夏卫国等根据洞口病害所处位置不同,将原因归纳为工程自身病害和外因造成的被动病害,并从“早进晚出”的设计理念和“短进尺、弱爆破、强支护”的施工原则方面探讨隧道洞口病害预防和处治<sup>[3]</sup>;孟庆生等指出了隧道洞口和洞门病害类型,但未进行成因分析<sup>[3]</sup>;仇朝珍等从规范<sup>[4]</sup>的角度,简要介绍和分析了隧道洞口和洞门病害<sup>[5]</sup>。综上所述,学者对公路运营隧道洞口和洞门病害研究还较缺乏。由此,本文以陕西省485座高速公路运营隧道为调查对象,就洞口存在病害的124座和洞门存在病害的251座隧道展开病害调查分析和处治对策,期望能为陕西省乃至全国公路隧道洞口和洞门病害的管养工作提供借鉴和参考。

## 2 隧道洞口和洞门病害类型及原因分析

### 2.1 隧道洞口和洞门病害类型

#### (1) 隧道洞口病害类型

隧道洞口的各种病害可能会直接影响行车安全,造成交通事故的发生。对124座隧道的洞口病害进行分析与归类,发现主要表现为四类病害:岩体裸露与滑塌、落石;布鲁克网破损与碎石堆积;挡土墙裂缝与渗漏水;排水系统不畅通。

#### 1) 岩体裸露与滑塌、落石

洞口两侧未经加固处治或处治效果不佳的岩体长期暴露在自然环境下,易造成局部岩体的滑塌和落石。



图1 岩体裸露



图2 岩体滑塌

#### 2) 布鲁克网破损与碎石堆积

布鲁克网主要针对具有坍塌、崩塌、浅层滑动、危岩落石等潜在地质灾害的土质或岩石边坡进行加固和防护。本次调查发现,布鲁克网防护主要存在布鲁克网的损坏和碎石堆积问题。



图3 布鲁克网碎石堆积,且局部破损,有碎石掉落

### 3) 挡土墙裂缝与渗漏水

挡土墙结构形式是对隧道洞口自然坡体加固的常用方法。此类病害中,主要为挡土墙裂缝和渗漏水问题。

#### 4) 排水系统不畅通

洞口排水系统主要由洞口两侧的排水边沟和洞顶的截水沟组成。主要存在排水系统的破损和堵塞等问题。

### (2) 隧道洞门病害类型

隧道洞门的病害,同样对过往车辆带来了安全隐患。对251座隧道的洞门病害进行分析与归类,发现主要表现为三类病害:端墙裂缝;端墙渗漏水;端墙瓷砖缺损。

#### 1) 端墙裂缝

洞门裂缝主要产生于端墙式洞门。主要包括竖向、横向、斜向和网状裂缝。

#### 2) 端墙渗漏水

洞门渗漏水主要发生与端墙式洞门。主要病害包括:渗迹、浸渗、涌流和喷射水流。



图4 洞门浸渗



图5 洞门涌流

#### 3) 端墙瓷砖缺损

为了美化端墙式洞门,常常在设计中对洞门进行贴砖设计。在自然条件下,瓷砖与墙体的粘结能力逐渐降低,存在瓷砖缺损的现象。

### 2.2 隧道洞口与洞门病害原因分析

#### (1) 隧道洞口病害原因分析

##### 1) 岩体裸露与滑塌、落石

①岩体风化,局部掉落。隧道建设时,洞口岩体质量较好,未做支挡结构设计或支挡结构设计不到位。随

着时间的推移,岩体在自然条件下逐渐风化和破碎,致使局部岩土体掉落至路面,影响行车安全。

②洞口地质条件调查不够,防护措施不到位。隧道在勘察设计时,对洞口周边土体的地质情况调查不够深入,致使未做防护加固,在持续性降雨的情况下,极易造成土体的滑塌。

##### 2) 布鲁克网破损与碎石堆积

①地质条件差,岩体破碎。用布鲁克网加固的岩体都比较破碎,此类岩体在自然条件和过往车辆的振动条件下,易发生掉落现象。随着掉落岩块的堆积,超过了布鲁克网的承受范围,导致拉裂破坏。

②管养工作不到位,未及时清理碎石。布鲁克网产生了碎石堆积现象,管养工作没有跟进,未及时进行清理,会导致一些碎石通过布鲁克网的空隙掉落至行车路面,给过往行车带来安全隐患。

##### 3) 挡土墙裂缝与渗漏水

①墙身强度不够,地基不均匀沉降。本次调查中发现的挡墙一般都是浆砌片石挡土墙,此类挡土墙在进行地基加固时,由于施工质量原因,造成地基承载力的各向差异,产生不均匀沉降,引起挡墙裂缝的产生。

②管养工作不到位,排水结构堵塞未疏。隧道主要集中于秦岭以南,在役时间长,且雨水充沛,挡墙排水孔易堵塞。堵塞后,管养单位未能及时对排水孔进行疏浚,导致墙后水体沿着整个挡墙面往外流出。

##### 4) 排水系统不畅通

①设计或施工不到位,截水沟不完整。截水沟主要用于拦截和排除顺山体流动的地表水。在检查中发现,部分截水沟未沿洞顶施工完整,且出水口直接接入挡土墙内部。

②管养工作不到位,未及时清理沟内杂物。截水沟和排水沟沟内杂物主要包括落石、枯枝落叶等。排水不畅,易致积水流入端墙或坡体内部,影响洞门的稳定性。

### (2) 隧道洞门病害原因分析

#### 1) 端墙裂缝

①地基施工质量存在缺陷,地基不均匀沉降。地基基础在施工过程中,由于施工质量的缺陷,地基处理的压实度存在差异,致使端墙后期运营过程中,地基沉降不均匀,导致端墙裂缝产生。

②端墙排水措施不到位,墙背局部土压力增加。端墙墙后回填土施工时,由于排水措施在设计或者施工中存在缺陷,致使墙背排水不畅,在下雨过程中,由于雨水的浸入,导致墙后土压力局部增加。

#### 2) 端墙渗漏水

①设计或施工不到位，排水措施存在缺陷。端墙墙后排水措施在施工过程中就存在缺陷，致使排水不畅，从端墙缝隙流出。

②管养工作不到位，洞口排水设施病害未及时处治。洞口排水设施存在破损、堵塞等缺陷时，管养单位未及时处治。致使坡体自然水体流至端墙后，从墙体中流出。

### 3) 端墙瓷砖缺损

管养工作不到位，未及时对缺损瓷砖进行治理。管养人员在对隧道洞门进行巡检时，发现了端墙瓷砖缺损病害，但并未及时开展整治工作。

## 3 解决对策

### 3.1 隧道洞口病害解决对策

(1) 锚索+框架梁支护。当洞口边仰坡岩体裸露存在失稳风险可对公路正常运行造成威胁时，可采用锚索+框架梁的支护结构形式<sup>[6]</sup>，对边坡不稳定区域岩体进行加固。

(2) 主动防护网+被动防护网支护。当洞口边仰坡岩体裸露，但整体稳定尚较好，仅存在岩体较破碎而可能产生崩塌灾害时，可在坡面的合适位置上设置主动防护网+被动防护网的支护形式对坡体进行加固。

(3) 修复排水系统，保证排水通畅。当洞口边仰坡存在渗漏水时，可以通过修复洞口排水系统的方式，使排水通畅，防止水流从边仰坡内部流出。



图6 锚索+框架梁支护



图7 被动防护网支护

### 3.2 隧道洞门病害解决对策

(1) 封闭裂缝，并对裂缝发展状态进行长期监控。当洞门裂缝较宽或者较集中时，需要对裂缝进行封闭处理，并监测裂缝的发展状态，当出现急剧变化时，以便采取紧急措施，保证过往司乘安全。

(2) 修整截水沟，设置泄水孔。洞门端墙的渗漏水主要来源于边仰坡的季节性裂隙水。可以通过整修洞口截水沟的方式，保证水流通畅。同时可以在洞门内部设置泄水孔，及时排出洞门内部的水分，防止水分浸泡并软化洞门基础，导致洞门的破坏。

(3) 修复缺损瓷砖，保证洞门美观。当洞门瓷砖缺损时，应及时对缺损部分进行修复处治，防止瓷砖掉落影响过往司乘的安全，同时保证洞门的美观。

## 4 结语

通过对陕西省485座高速公路运营隧道洞口和洞门进行调查分析，总结了洞口和洞门的病害类型，分析了病害产生的原因：存在设计施工缺陷，年久老化且维修不及时与降雨风化长期劣化作用等。针对洞口病害类型差异，提出了锚索+框架梁支护、主动防护网+被动防护网支护和修复排水系统三种处治对策。针对洞门病害类型差异，提出了封闭裂缝，并对裂缝发展状态进行长期监控、修整截水沟，设置泄水孔和修复缺损瓷砖三种处治对策。管养单位在隧道巡检过程中，发现洞口、洞门有病害时，应及时进行分析诊断并进行修复处治，防止病害给过往司乘带来安全隐患，保证隧道的正常运营。

## 参考文献

- [1]交通运输部.2021年交通运输行业发展统计公报[EB/OL].2022-5-25.
- [2]夏卫国,张兴来,钟云健.公路隧道洞口病害预防与处治技术探讨[J].交通标准化,2008(06):208-211.
- [3]孟庆生,黄启舒.贵州省公路隧道常见病害调查与成因分析[J].公路与汽运,2019(05):147-151.
- [4]仇朝珍,卫轶科.公路隧道土建结构定期检查常见病害及成因分析[J].公路交通技术,2017,33(03):88-91.
- [5]JTG H12-2015,公路隧道养护技术规范[S].
- [6]龚宇,易平.隧道洞口段滑坡体处治技术研究[J].公路工程,2014,39(04):211-214.