

# 水泥混凝土路面病害类型分析及治理方案

李 双

河北道桥工程检测有限公司 河北石家庄 050000

**摘 要：**水泥混凝土路面是指以水泥混凝土为主要材料的路面，简称为混凝土路面，也被称做为刚性路面或者白色路面，属于一种高级路面。水泥混凝土路面在使用过程中，受荷载、环境、施工等因素影响，会出现各种类型的病害，应根据病害产生的类型和严重程度采取针对性的治理方案，延长路面的使用寿命。

**关键词：**水泥混凝土路面；病害；治理；延长使用寿命

## 引言

水泥混凝土路面以胶凝材料、骨料、水为主要原料，经拌合、浇筑、养护成型，具备承载能力强、抗磨耗性好、维护费用低等特点，水泥混凝土路面因强度高、稳定性好、使用寿命长等优势，成为公路、城市道路等工程的主要路面类型之一，广泛应用于高等级公路、城市主干道、工业园区道路等工程领域。但水泥混凝土属于脆性材料，抗折强度低、变形能力差，在长期使用过程中，受交通荷载反复作用、温度与湿度等自然因素交替影响，再加上施工质量把控不严、后期养护不及时等人因素，路面会逐渐出现各类病害，且病害具有“初期隐蔽、后期蔓延”的特点，若未及时治疗，会从局部破损发展为整体结构失效，严重影响道路通行能力。因此，深入研究水泥混凝土路面的病害类型及成因，制定高效、经济的治理措施，强化全生命周期养护管理，对保障道路工程质量、发挥道路基础设施功能具有重要的现实意义。

## 一、水泥混凝土路面常见病害类型

### （一）裂缝类病害

#### （1）横向裂缝

横向裂缝多与道路走向垂直，成因主要为温度应力，路面浇筑后收缩不均，或夏季高温、冬季低温时，混凝土热胀冷缩产生的拉应力超过其抗折强度；此外，交通荷载反复作用，路面基层不均匀沉降也会诱发横向裂缝。

#### （2）纵向裂缝

纵向裂缝多与道路走向平行，成因主要为施工时路

面分幅浇筑的接缝处理不当，结合面粘结不牢；基层压实度不均，局部沉降差异大；交通荷载偏载作用，轮迹带处应力集中。

#### （3）网状裂缝

网状裂缝又称龟裂，表现为路面出现相互交错的细密裂缝，形成网状，是路面结构失效的前兆。成因主要为基层强度不足、稳定性差，出现软化、沉降；混凝土面板软化、沉降；混凝土面板厚度不足，承载能力无法满足交通需求；长期冻融循环与荷载共同作用，导致面板内部结构逐步破坏。

## （二）混凝土表层病害

### （1）磨损与露骨

磨损表现为路面表面砂浆层逐渐脱落，骨料外露；露骨则是砂浆层完全脱落，骨料直接暴露并出现松动。成因主要包括：路面材料级配不合理，砂浆层厚度不足、强度偏低；交通荷载中重型车辆多，轮胎与路面磨损剧烈；路面养护不及时，表面抗滑层老化后未及时修复；冰冻地区融雪剂的腐蚀作用，破坏路面表层结构。

### （2）起皮与剥落

起皮为路面表面出现薄片状脱落，剥落则是脱落面积更大、深度更深，多发生在路面接缝、角隅及行车道轮迹处。成因主要为：施工时浇筑振捣不当，砂浆与骨料粘结不牢固；养护期不足，路面强度未达标即开放交通；温度骤变时，路面表层热胀冷缩产生内应力，导致砂浆层开裂脱落；雨水渗入表层缝隙，冻融循环下体积膨胀，破坏表层结构。

### （3）麻面与坑洞

麻面是路面表面出现密集的小凹坑，坑洞则是麻面进一步发展形成的深度大于10mm的破损坑。成因主要包括：施工时模板漏浆、振捣不密实，导致表面存在气

**作者简介：**李双（1984.01-），女，汉族，河北唐山人，本科学历，高级工程师，研究方向为道路桥梁检测与养护。

孔与疏松层；骨料含泥量过高，降低砂浆与骨料的粘结力；行车荷载作用下，疏松部位被逐步磨碎，形成凹坑并不断扩大。

### （三）结构类病害

#### （1）断板

断板是裂缝进一步发展的结果，指混凝土面板被裂缝分割为三块及以上的独立板块，是水泥混凝土路面的严重结构病害。成因主要为：初期裂缝未及时封闭，雨水沿裂缝渗入基层，导致基层软化、淘空，面板失去支撑；重型车辆反复碾压，裂缝处应力集中，使裂缝不断延伸、贯通，最终形成断板；施工时面板配筋不合理、接缝传力效果差，也会加剧断板的发生。

#### （2）唧泥与错台

唧泥与错台多伴随裂缝、断板发生，二者相互影响、恶性循环。唧泥是指雨水渗入路面基层，在行车荷载的反复冲击下，基层中的细粒材料随水从接缝或裂缝中挤出，形成泥浆状物质；错台则是指相邻混凝土面板出现竖向高度差，多在唧泥后发生。成因主要为：基层材料级配不良，细粒含量过高，遇水易软化、流失；路面接缝密封失效，雨水易渗入；基层压实度不足，存在沉降隐患，唧泥后基层出现空洞，面板在荷载作用下发生不均匀沉降，最终形成错台。

## 二、水泥混凝土路面病害的治理措施

水泥混凝土路面病害治理应遵循“预防为主、防治结合，因地制宜、对症下药”的原则，根据病害类型、严重程度、路面结构及交通状况，选择合理的治理方法，同时注重治理后的养护，避免病害复发。治理措施可分为局部修复措施和整体改造措施，分别适用于表层病害、轻度结构病害和重度结构病害。

### （一）裂缝类病害治理

#### （1）轻微裂缝（宽度 $< 3\text{mm}$ ，未贯穿）

采用封缝处理：清理裂缝内杂物和灰尘，注入环氧树脂类封缝胶，表面贴抗裂贴增强密封效果。

#### （2）中等裂缝（ $3\text{mm} \leq \text{宽度} < 15\text{mm}$ ，贯穿或半贯穿）

实施灌浆补强：沿裂缝钻孔，采用压力灌注水泥基灌浆料或聚氨酯灌浆材料，填充裂缝并粘结破损部位，固化后打磨表面。

#### （3）严重裂缝（宽度 $\geq 15\text{mm}$ ，板体松动）

采取板块修复或更换：若裂缝处板体结构受损，切除破损板块，重新浇筑混凝土，设置传力杆保证板块间荷载传递；若多个板块开裂，考虑局部加铺沥青混凝土罩面。

### （二）混凝土表层病害治理

#### （1）磨耗层修复

针对磨损、露骨较轻的路面，清除表面松散杂质，采用专用路面修补砂浆或环氧树脂砂浆，均匀摊铺在路面表面，经振捣、抹光、养护后，形成新的磨耗层，恢复路面平整度与抗滑性；磨损严重的路段，可采用微表处工艺，提升表层修复效果。

#### （2）起皮、剥落修补

剔除起皮、剥落部位的松散混凝土，清理基层并涂抹界面剂，增强新老混凝土的粘结力，然后浇筑高强度修补混凝土或砂浆，压实抹光后进行保湿养护，养护期内禁止开放交通。

#### （3）麻面、坑洞填补

对麻面部位，清理表面浮尘后，用砂浆进行刮抹修补；对坑洞部位，剔除坑洞内松散杂质，切割成规则形状，清理干净后浇筑修补材料，确保与原路面平顺衔接，养护达标后开放交通。

### （三）结构类病害治理

#### （1）断板治理

断板未发生松动、沉降时，采用植筋胶接法，在裂缝两侧钻孔植筋，注入结构胶，将断裂面板粘结为整体，再进行灌缝封闭；断板发生松动、沉降时，需拆除破损面板，清理基层并加固，重新浇筑混凝土面板，设置传力杆，确保接缝传力效果。

#### （2）唧泥与错台治理

先清理接缝或裂缝处的泥浆，采用压力注浆法向基层空洞处注入水泥浆或水泥粉煤灰浆，填充空洞、加固基层，待浆液凝固后，对有错台的面板采用磨平法或抬升法处理，磨平法适用于错台高度 $\leq 10\text{mm}$ 的情况，直接磨平高出的面板部位；抬升法适用于错台高度 $> 10\text{mm}$ 的情况，采用液压千斤顶将沉降的面板抬升至设计高度，再注浆填充基层，恢复路面平整度。

## 三、预防性养护措施

病害治理的成本远高于预防，强化全生命周期的预防措施，从设计、施工、养护、运营管理等多环节把控，是减少水泥混凝土路面病害、延长使用寿命的关键。

### （一）优化设计方案

结合道路所处的地理环境、交通荷载等级、气候条件，优化路面结构设计，合理确定面板厚度、基层类型及厚度；注重接缝设计，合理设置缩缝、胀缝和施工缝，配置传力杆、拉杆，增强接缝传力与约束效果；在冰冻地区、地下水丰富的路段，设置隔水层、排水层，防止

基层受水浸泡软化；根据交通荷载分布，优化面板配筋设计，在轮迹带、角隅等应力集中部位加强配筋。

## （二）严控施工质量

施工质量是路面工程的基础，直接决定路面病害的发生概率。一是严把原材料质量关，选用强度等级符合设计要求的水泥、级配良好的骨料，控制骨料含泥量、泥块含量，确保混凝土配合比合理，满足强度、抗折、抗冻等性能要求；二是规范施工工序，路基、基层分层压实，严格控制压实度、平整度，防止不均匀沉降；混凝土浇筑时严格把控振捣、抹光工艺，确保振捣密实、表面平整，养护期内保证保湿、保温，待强度达标后再开放交通；三是加强接缝施工质量，确保接缝位置准确、缝隙均匀，传力杆、拉杆安装牢固，密封胶填充饱满。

## （三）强化日常养护与检测

建立常态化的路面养护与检测体系，定期对路面进行巡查、检测，及时发现初期病害并处理，做到“早发现、早治理、小修小补”。一是加强日常巡查，重点检查路面裂缝、接缝、唧泥等病害，做好记录并及时处理；二是定期进行专业检测，采用探地雷达、弯沉仪等设备，检测路面基层密实度、面板承载能力，及时发现基层空洞、结构失效等隐蔽病害；三是做好日常防护，及时清理路面杂物、积水，对损坏的接缝密封胶及时更换，防止雨水渗入；在冰冻地区，合理使用融雪剂，减少对路面的腐蚀。

## （四）规范交通运营管理

加强道路交通运营管理，减少交通荷载对路面的不利影响。一是设置交通标志，限制重型车辆超载、超限行驶，避免路面承受过大荷载；二是合理规划交通流，减少车辆急刹车、急转弯，降低路面局部应力集中；三是在道路施工、养护期间，设置临时交通管制，避免车辆在未达标路面上行驶，保护路面工程质量。

## 结论

水泥混凝土路面的病害形成是设计、施工、自然环境、交通荷载、养护管理等多重因素共同作用的结果，病害类型多样、成因复杂，且具有连锁反应的特点。表层病害若未及时处理，会逐步发展为结构病害，降低路面使用性能，增加养护成本；结构病害若治理不当，会导致路面整体失效，影响行车安全与通行效率。

针对水泥混凝土路面病害，应坚持“预防为主、防治结合”的理念，从设计阶段优化结构方案，施工阶段

严控工程质量，运营阶段强化日常养护与检测，根据病害类型与严重程度，选择针对性的局部修复或整体改造措施，实现病害的科学治理。同时，随着道路工程技术的不断发展，新型环保、高强度的混凝土材料、先进的施工工艺与检测设备、智能化的养护管理系统将不断应用于水泥混凝土路面工程中，为提升路面抗病害能力、实现智能化养护管理提供技术支撑。未来，水泥混凝土路面的病害防治应朝着“绿色化、智能化、精细化”方向发展，通过研发高性能、长寿命的路面材料，优化结构设计与施工工艺，构建基于物联网、大数据的路面健康监测与养护管理平台，实现病害的提前预警、精准治理，最大限度延长水泥混凝土路面的使用寿命，降低全生命周期成本，充分发挥道路基础设施在交通运输中的支撑作用。

## 参考文献

- [1] 张渡. 农村地区水泥混凝土路面常见病害及处治技术研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(9): 144-146.
- [2] 赖永钦. 高速公路水泥混凝土路面病害分析与处治技术研究[J]. 交通建设与管理, 2022(6): 114-117.
- [3] 汪长青. 城市道路水泥混凝土路面病害分析及解决措施[J]. 工程技术研究, 2023, 8(21): 117-119.
- [4] 邹德彪, 龚小斌. 水泥混凝土路面沥青加铺层病害分析及预防性养护技术研究[J]. 北方交通, 2024(1): 21-24.
- [5] 陈智. 农村公路水泥混凝土路面常见病害的产生机理与养护措施[J]. 价值工程, 2024, 43(20): 74-77.
- [6] 董艳朋. 水泥混凝土路面常见病害成因及防治措施[J]. 交通世界(中旬刊), 2019(10).
- [7] 潘艳珠, 王端宜, 谭宝龙. 水泥混凝土路面板底脱空的原因及防治措施[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2006(1).
- [8] 徐宪江. 最新公路工程施工要点与通病防治大全[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2001.
- [9] 李华, 缪昌文, 金志强. 水泥混凝土路面修补技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
- [10] 中华人民共和国交通运输部. JTG D40-2011公路水泥混凝土路面设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [11] 中华人民共和国交通运输部. JTG/T 5144-2021公路水泥混凝土路面养护技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2021.