

基于深度学习的市政道路病害识别与分类方法研究

赵浩宇

深圳市政院检测有限公司，广东 深圳 518000

摘 要： 在我国经济快速发展和城市化进程加快的背景下，市政道路作为经济发展的关键要素，其质量和数量都得到了显著提升。然而，随着交通量的增加，一些道路的路基和路面出现了高发病率的病害现象，这严重影响了人们的出行安全。本文深入探讨了市政道路的常见病害类型及其成因，如路面开裂、坑洼、龟裂等。为了确保道路的安全和畅通，需要对市政道路病害进行迅速而精确的识别与分类。本章还举例介绍了在病害识别中应用的方法——探坑法。可以以此方法统计各测试位置的病害情况，作为整个调查区域的病害测试结果。

关 键 词： 市政道路；病害识别；病害分类；深度学习

Research on the Identification and Classification Method of Municipal Road Diseases Based on Deep Learning

Zhao Haoyu

Shenzhen Municipal Institute Testing Co., Ltd., Guangdong, Shenzhen 518000

Abstract： Against the backdrop of rapid economic development and accelerated urbanization in China, municipal roads, as a key element of economic development, have significantly improved in both quality and quantity. However, with the increase of traffic volume, the subgrade and pavement of some roads have a high incidence rate of diseases, which seriously affects people's travel safety. This article delves into the common types and causes of diseases on municipal roads, such as pavement cracking, potholes, and fractures. In order to ensure the safety and smoothness of roads, it is necessary to quickly and accurately identify and classify municipal road diseases. This chapter also provides examples of the method used in disease identification – the probing method. This method can be used to count the disease situation of each testing location as the disease testing result for the entire survey area.

Keywords： municipal roads; disease identification; disease classification; deep learning

引言

市政道路的健康状况直接关系到市民的出行安全和城市的正常运行。随着我国社会经济的快速发展，城市化进程的加速，市政道路的建设和维护面临着前所未有的挑战。在日益增长的交通量、气候变化以及材料老化的影响下，道路病害问题日益严重，如裂缝、坑洞和龟裂等，这些问题若未能及时检测与修复，将对道路的耐久性和交通安全造成重大影响。因此，对市政道路病害进行迅速而精确地识别与分类，成为确保道路安全与流通性的关键所在。

一、市政道路常见病害与分类

随着我国社会经济的快速发展，城市化进程明显加快。地方公路作为经济发展的重要因素，随着各级政府加强交通基础设施建设，其质量和数量都有了很大提高。但是，经济的快速发展，人们的生活水平随之提高，对出行的要求愈加注重，加大了交通量，导致一些道路路基路面病害现象发病率高，如果没有得到及时的处理会影响人们的出行安全^[1]。面对这一挑战，能够对市政道路病害进行迅速而精确地识别与分类，成为确保道路安全与流通性的关键所在。

（一）市政道路常见病害类型及原因分析

1. 路面开裂

在建筑结构的使用过程中，裂缝的出现往往经历了一个由细到粗、由轻微到严重的发展过程。初期，裂缝较细，宽度在2mm以下，此时结构无明显的变形和散落现象。随着时间推移，裂缝进入发展期，宽度扩大至2—5mm之间，此时裂缝区域开始出现轻度的散落或变形。当裂缝特征显著时，裂块较小，裂缝区的变形和散落现象变得明显，裂缝宽度甚至超过5mm。这些裂缝的产生，往往是由于材料质量不达标、施工工艺不规范，以及恶劣天气环境等多种因素共同作用的结果^[2]。

2.坑洼

随着时间的推移，市政道路的路面逐渐出现了凹凸不平的现象，这一状况不仅影响了道路的美观，更对行车安全构成了严重的威胁。造成路面不平的主要因素是多方面的：先是长期车辆碾压造成的路面材料磨损和结构性损伤，这些机械性的破坏随着时间的积累而加剧；之后是地基的不均匀沉降，它使得路面失去了原有的平整度。这些因素的共同作用导致了路面状况的持续恶化，为车辆行驶埋下了潜在的安全隐患。随着病害的加剧，不仅行车舒适度大幅下降，而且在极端情况下，可能会引发车辆失控，造成交通事故，对市民的生命财产安全构成威胁。

3.龟裂

裂缝的存在已经变得极为显著，在裂缝区域，我们可以观察到明显的散落和变形现象。这种情况的出现，极有可能是由于多种因素的交织作用：首先是材料本身的质量问题，可能是材料强度不足或耐久性差；之后是施工过程中的工艺不当，如施工技术不规范或监督不严；再者是环境因素的作用，包括温度的波动、湿度的变化等。这些因素相互影响、相互加剧，共同导致了裂缝的扩展和结构的稳定性下降。随着裂缝的加剧，不仅影响了道路的美观和行车舒适性，更重要的是，它削弱了道路的结构完整性，降低了其承载能力，为交通安全埋下了隐患^[9]。

4.块状裂缝

裂缝的宽度和块度各不相同，其损坏程度是根据受影响的面积来衡量的。这种损害模式的出现，往往与多种因素相关联：首先是材料老化导致的性能下降，随着时间的推移，材料可能会失去原有的强度和弹性；之后是车辆反复碾压造成的结构疲劳，长期的荷载作用使得路面或建筑结构的承受能力逐渐减弱。这些因素的共同作用，逐渐侵蚀了路面或建筑结构的完整性，造成了不同程度的破坏。随着损害的加剧，不仅道路的美观和使用寿命受到影响，更严重的是，它可能导致结构性故障，增加维修成本，甚至威胁到行车安全。

5.纵向裂缝与横向裂缝

裂缝在路面上呈现出与行车方向或平行或垂直的独特走向，其损害程度通常通过测量裂缝的长度以及由此换算出的面积来综合评估。这种裂缝的形成，往往与多种因素有着直接且复杂的联系：先是温度的波动引起的材料热胀冷缩反应，这种物理变化会导致材料内部应力的积累和释放；之后是材料本身的收缩特性，随着时间推移，材料可能会经历自然的收缩过程^[10]。这些因素相互作用，共同对结构施加影响，导致裂缝的延伸和扩大，从而逐步侵蚀结构的完整性与稳定性。随着裂缝的不断扩展，不仅道路的承载能力和使用寿命受到严重影响，而且对行车安全构成了潜在威胁。

（二）市政道路病害分类

市政道路在使用过程中，会出现多种病害，根据其成因、表现形式和影响程度，可以分为以下几类：

裂缝类病害，作为最常见的病害之一，包括横向裂缝、纵向裂缝、网状裂缝和不规则裂缝等。这些裂缝的产生主要归因于温度变化、车辆荷载、材料老化等因素，导致路面结构层的强度降

低。横向裂缝通常与温度变化、施工质量、荷载作用有关；纵向裂缝则多与路面的不均匀沉降、不良施工方法或过大的行车荷载相关；而龟裂、网裂往往是路面结构中夹有柔软和泥灰层，或沥青与沥青混合料质量差等原因引起。根据病害的影响程度，可分为微裂缝、小裂缝、中裂缝和大裂缝。微裂缝的缝宽小于5mm，对车辆行驶的平稳性影响不大；小裂缝的缝宽为5～15mm，会引起车辆轻微跳动；中裂缝的缝宽为15～25mm，会引起车辆明显跳动；而大裂缝的缝宽大于25mm，会引起车辆剧烈跳动。

变形类病害，包括车辙、波浪和拥包等现象，主要是由车辆荷载的持续和反复作用所引起，导致路面结构层发生塑性变形。这些病害的存在不仅破坏了路面的平滑度，而且显著降低了驾驶的舒适性和安全性。

松散类病害，体现在路面材料的疏松、剥落乃至形成坑槽等方面，这主要是由于水损害和材料老化等因素导致路面结构层的粘结力丧失。坑洞的形成，往往是由路面材料的破损或腐蚀所致，而材料的剥落则通常归咎于路面与基层之间的粘结力不足，或是路面本身的质量问题^[11]。

在上述三大类病害之外，市政道路还可能遭受沉陷、泛油等其它类型的病害。这些病害的形成机理错综复杂，需综合考量自然侵蚀、人工干预以及人为破坏等多重因素。自然侵蚀型病害，包括剥蚀、路面材料老化、边坡塌方等，主要由降雨、温度波动等自然力量引起；人工干预型病害，如车辆超载导致的路面损伤；而人为破坏型病害，可能在城市建设的活动中发生，例如混凝土桥墩遭挖掘、砖石结构被推翻、沥青路面受油渍污染等情况。

这种分类方法有助于对市政道路病害进行系统的识别、评估和处理，确保道路的正常使用和交通安全^[9]。通过对病害成因、表现形式和影响程度的多维度分析，可以更有效地制定维护和修复措施，保障市政道路的长期稳定与安全。

二、路面病害结构测试方法举例

探坑法是一种用于测试道路病害的方法，主要通过逐层开挖的方式，对路面结构层的病害进行深入分析。这种方法可以帮助工程师和维护人员准确判断路面病害的原因和严重程度，从而采取有效的修复措施。本方法适用于以逐层开挖的方式检查路面结构内部损坏状况，可为路面的养护维修决策提供依据。

探坑法作为一种关键的路面养护技术，已被广泛应用于沥青路面结构病害的检测。该方法是在山东省交通科学研究院的研究成果基础上，结合路面实际情况，通过现场操作验证而精心编制的。这种测试方法在本次规程的修订过程中，得到了正式的认可和采纳。

路面结构病害测试通常被归类为破坏性测试。为了最大限度地减少对路面的损害以及潜在的后遗症，测试过程中优先考虑采用无损或低损的方法。在确定测试点或执行特定项目的测试方法时，将严格遵循相关的行业规范和标准。

在实际操作中，病害修补的现场通常使用风镐进行开挖，以便根据现场的具体情况确定合适的尺寸和深度。值得注意的是，

尽管切割机在切割过程中可能会产生泥浆或大量灰尘，但在现场使用切割机进行切缝的情况并不常见。然而，当需要观察车辙病害时，由于需要产生光滑的断面以便于观察，通常会采用切割机进行切割^[7]。

三、基于深度学习的市政道路病害识别方法

道路作为城市交通的动脉，其健康状况直接关系到市民的出行安全和城市的正常运行。本章将深入探讨市政道路病害识别的方法，从传统的人工判读到现代的自动化技术，分析各种方法的特点、应用及其在保障道路安全和质量方面的重要作用。通过这一章节，我们将见证技术进步如何推动市政道路病害识别方法的革新与发展。

（一）市政道路病害识别方法

市政道路病害的识别是确保道路安全和质量的重要环节，目前主要采用以下两种方法：

1. 人工判读

该方法主要依托于专业人员的丰富经验和深厚知识，通过对道路表面的细致观察和分析，对可能存在的病害进行精准识别和全面评估。它尤其适用于那些发生在小面积区域、情况复杂或具有特殊性的病害识别任务^[8]。尽管这种传统的人工判读方式在实施上较为直接和便捷，但其工作效率并不高，且由于依赖个人主观判断，因此在病害的识别过程中可能会受到一定程度的主观性影响，从而影响最终判断的准确性。

2. 自动化识别技术

采用道路检测车、无人机等高科技设备，能够高效地采集到道路表面的详细图像数据。通过将这些数据与计算机视觉、人工智能等前沿技术相结合，得以实现对市政道路病害的自动化识别与分类。这种集成创新的识别技术不仅显著提高了病害识别的准确率，而且在极大程度上提升了工作效率，因此，它已经成为了现代市政道路病害检测与识别领域的一个不可或缺且日益重要的发展趋势^[9]。

（二）市政道路病害识别技术详解

传统的市政道路病害识别主要依靠人工巡查和观察，而随着

科技的进步，自动识别技术已经逐渐成为该领域的主流。

1. 人工识别技术在实践中面临着效率不高和易受主观判断干扰的双重局限。与之形成鲜明对比的是，自动识别技术在作业效率和识别准确性上都展现出其突出的优势。其中，图像处理技术是自动识别领域的一种关键技术，它通过一系列精细的步骤——包括对采集到的路面图像进行预处理、特征提取以及分类识别等，从而实现路面病害的自动化检测与识别。这一方法不仅效率高、精度准，但其性能的优化和提高依赖于大量样本数据的训练和精细化调整，以确保识别系统达到高度的精确度和可靠性^[10]。

2. 传感器技术，特别是利用激光雷达、红外线传感器等先进设备，为路面状况的实时监测提供了强有力的支持，进而实现了路面病害的自动检测与识别。这一技术的显著特点在于其强大的实时监测能力，能够迅速捕捉到路面的微小变化，确保病害的及时发现和处理。然而，值得注意的是，这类高科技设备的成本相对较高，这可能在一定程度上影响了其广泛应用的普及率。尽管如此，传感器技术在提升道路维护效率和保障行车安全方面所展现的价值，使其成为了市政道路病害识别领域的一颗璀璨明珠。

总之，市政道路病害的识别正逐步从传统的人工判读转向高效、准确的自动化技术，这不仅提高了病害识别的效率，也为道路维护和管理提供了更为科学的数据支持。

结束语

总之，通过深入探讨，了解到市政道路病害的识别和分类对于确保道路安全和质量至关重要。从传统的人工判读到现代的自动化技术，技术的进步极大地提升了病害识别的效率和准确性。无论是人工识别技术还是自动化识别技术，都为我们提供了有效的病害识别和处理方法。当然，技术的发展和运用并非一蹴而就，它需要我们不断地探索和优化。在实际操作中，我们需要结合具体的道路情况和病害类型，选择最合适的技术和方法，并对其进行不断的调整和改进。同时，我们也需要注重数据的积累和分析，以便更好地理解 and 预测道路病害的发生和发展趋势，从而制定出更加科学合理的养护和管理策略。

参考文献

- [1] 孙宇杰. 市政道路路基路面病害现象的应对探讨 [J]. 产业科技创新, 2023, 5(02): 92-94.
- [2] 吴杰, 马茂, 彭陈琳. 市政道路沥青路面病害机理及处理措施研究 [J]. 交通科技与管理, 2024, 5(11): 102-104.
- [3] 刘光礼, 乔阳. 市政道路岩溶路基病害特点及处理方案 [J]. 四川水泥, 2024, (04): 217-219+222.
- [4] 夏思茹, 张恒兵, 刘升传, 等. 探地雷达在沈阳某区市政道路病害检测中的应用 [J]. 勘察科学技术, 2023, (06): 54-56.
- [5] 付康胜. 隧道施工致道路塌陷风险及后果评估体系研究 [J]. 四川建材, 2023, 49(11): 230-232.
- [6] 王刚. 市政道路地下病害非开挖修复技术应用研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (30): 186-188.DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202330061.
- [7] 穆云龙. 市政道路桥梁施工技术及其病害防治分析 [J]. 建筑结构, 2023, 53(07): 149.
- [8] 樊祥龙, 马顺芳. 浅析市政道路沥青混凝土路面病害及检测技术 [J]. 科技与创新, 2023, (06): 88-90+93.DOI: 10.15913/j.cnki.kjyxc.2023.06.026.
- [9] 陈楷. 市政道路复合式路面维修方案探讨 [J]. 西部交通科技, 2023, (05): 181-184.DOI: 10.13282/j.cnki.wccst.2023.05.052.
- [10] 时杰. 市政道路快速养护精细化施工设备分析 [J]. 交通世界, 2023, (13): 1-2.DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2023.13.001.