

试析市政道路沥青混凝土路面空隙率的控制

王力勉 刘军锋 樊祥云

济南华强市政工程有限责任公司

摘要：沥青混凝土路面是市政道路的主要构造层，直接影响着道路的使用寿命和交通安全。对于沥青混凝土路面而言，空隙率是评估其质量和性能的关键指标之一。本文首先阐述了市政道路沥青混凝土路面空隙率过高的危害，其次分析了市政道路沥青混凝土路面空隙率的影响因素，最后结合实际提出了市政道路沥青混凝土路面空隙率的控制措施，希望能给相关工作提供一点助益。

关键词：市政道路；沥青混凝土路面；空隙率

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.048

市政道路作为城市基础设施的重要组成部分，承载着日益增长的车辆流量和行人活动，而沥青混凝土作为市政道路最常见和广泛应用的路面材料之一，其质量和性能对道路的可靠性、耐久性及舒适性至关重要。对于沥青混凝土路面而言，空隙率是一个关键参数，直接影响着路面的力学性能、排水能力和抗滑性能等。因此，在市政道路沥青混凝土路面施工中，应采用合理的手段有效控制路面的空隙率。

一、市政道路沥青混凝土路面空隙率过高的危害

（一）降低路面的强度和稳定性

沥青混凝土路面的强度主要来自颗粒间的黏结力和内聚力，当空隙率过高时，这些力的作用将受到削弱，从而导致路面承载能力下降，久而久之即容易发生龟裂、坍塌等现象，进而影响到车辆的平稳性和抓地力，增加车辆在行驶中打滑和失控的风险，以及还会影响驾驶员的操控能力。

（二）影响路面的排水性能

沥青混凝土路面的排水性能直接关系着道路在降雨天气下的通行能力和安全性。当路面存在过高的空隙率时，其排水性能会受到影响，导致雨水很难迅速排走，从而引起积水现象，而积水不仅会给行车带来困扰，还容易造成车辆打滑和行人滑倒，增加交通事故的风险。

（三）加速路面的老化和破坏

沥青混凝土路面的空隙容易积聚水分和杂物，导致水分渗入路面内部，损害沥青混凝土的稳定性和耐久性。尤其是在寒冷地区，水分在冻融循环中会导致路面的龟裂和剥落，加剧路面的破坏程度。而随着时间的推移，这些问题会进一步恶化，往往需要进行更频繁的维

修和养护，使得道路维护周期缩短和维护成本增加。

（四）导致车辆的损坏和制动受限

当车辆通过空隙率过高的沥青混凝土路面时，车轮与路面接触的面积会变小，导致行车时的颠簸明显增加，这不仅会使驾驶员和乘客的舒适度下降，还可能导致车辆受损，如悬挂系统、轮胎和底盘等部件受损。与此同时，路面空隙也会减弱车辆的制动和减速效果，延长车辆的制动距离，从而增加车辆碰撞的风险。

（五）增加环境的噪音和污染

车辆在空隙率过高的沥青混凝土路面上行驶的过程中，车轮与路面之间的摩擦会产生较大的噪音，从而给周围居民及驾驶员和乘客带来不良的影响。其次，空隙率过高还会导致路面表面不平整，增加车辆的颠簸和振动，进而导致更多的颗粒物和污染物扬尘，加剧空气污染问题。

二、市政道路沥青混凝土路面空隙率的影响因素

（一）施工工艺因素

在市政道路沥青混凝土路面施工过程中，如果没有充分控制好平整度，则路面可能出现高低起伏、凹凸不平的情况，从而导致沥青混凝土在较高的区域形成过厚的层、在较低的区域形成过薄的层，进而导致路面空隙的形成。其次，施工中如果压实不到位，包括采用了不正确的压实方法、不适当的压实设备或者不恰当的压实时间等，则沥青混凝土骨料之间的空隙无法充分填充，也可能导致路面空隙率过高。再者，沥青混凝土在施工过程中需要加热至适当的温度，以确保混合物能够顺利铺设和固化，施工温度过高或过低都将影响沥青的黏结性和流动性，导致路面空隙的形成；若是在高温下，沥青会变得稀薄，难以黏合骨料，形成空隙；若是在低温下，沥青会变得黏稠，难以充分填充骨料之间的空隙，增加空隙率。此外，施工后忽视了养护的重要性也可能导致路面空隙率增加，因为如果未能及时进行路面养护，则路面的固化过程可能会受到干扰，导致沥青混凝土无法完全固化和硬化，进而形成空隙和裂缝。

（二）材料因素

材料的选择是影响市政道路沥青混凝土路面空隙率的重要因素之一，如果施工中所选沥青材料质量不达标，则容易导致沥青混凝土路面产生空隙。例如，沥青材料的黏度过高或过低都会影响沥青与骨料的黏结性，

导致空隙的形成。其次，原材料的质量也是一个重要的影响因素，如果沥青材料或骨料存在掺杂物或杂质，则会导致混凝土的强度和黏结性下降，从而增加路面空隙的形成概率。再者，如果原材料的质量不稳定，批次之间存在差异，也会导致路面空隙率的变化。此外，混凝土配比亦是决定沥青混凝土路面性能的一项关键因素，合理的配比可以确保沥青充分填充骨料间隙，形成致密的路面结构；而如果配不合理，例如沥青含量过低、骨料粒径过大或过小，则会导致沥青与骨料之间的间隙增加，形成路面空隙。

（三）交通载荷因素

交通载荷是指车辆在路面上行驶时施加在路面上的力量，包括车辆重量、轮胎与路面之间的摩擦力、车辆行驶时的冲击负荷等，它们会对路面产生压力和剪切力，导致沥青混凝土材料的变形和破坏。而当路面无法承受交通载荷时，就会形成空隙。因为频繁的交通负荷会导致路面材料的疲劳损伤，使得空隙率逐渐变高；特别是在交通拥堵的城市道路上，受到车辆频繁行驶和停止的影响，交通载荷对路面的影响往往更加显著。具体来说，交通载荷引起市政道路沥青混凝土路面空隙形成的机制主要有两方面：一是交通载荷引起路面沥青混凝土的应力集中。当车辆通过道路时，轮胎与路面接触会产生垂直载荷，导致路面材料受到压力的集中作用，而随着交通流量的增加和车辆重量的增加，路面承受的应力也会增加，直到超过沥青混凝土材料的承载能力，便会形成变形和裂缝。二是交通载荷引起路面材料的疲劳破坏。当车辆通过道路时，不仅会产生静态负荷，还会产生动态负荷，而路面材料在动态负荷的作用下会发生应力循环加载和卸载，导致材料内部的微小裂缝逐渐扩展和连接，最终形成明显的裂缝和空隙。

（四）水分和化学侵蚀因素

首先，水分是导致市政道路沥青混凝土路面空隙率增高的主要因素之一。当路面存在裂缝或破损时，雨水、地下水或其他水源可能渗入路面内部，致使路面内部空隙率逐渐增加；同时，在温度变化的影响下，这些水分还会发生膨胀和收缩，导致路面材料的变形和剥落，加剧路面的破坏程度。其次，化学侵蚀也是造成沥青混凝土路面空隙形成的重要原因之一。道路上的车辆排放物、盐类、酸雨等化学物质会与路面材料发生反应，引发化学侵蚀，导致沥青混凝土的化学性质发生变化，进而造成路面的强度和耐久性下降；而随着时间的推移，路面材料会逐渐疏松和破碎，最终形成更多的空隙。

（五）自然环境因素

自然环境因素对市政道路沥青混凝土路面空隙率有着显著的影响。首先，气候条件是一个重要的自然环境因素。在高温季节，阳光直射会加剧路面温度的升高，引起沥青材料膨胀，导致路面产生龟裂和空隙；而在低温季节，寒冷的气候会导致沥青材料收缩，使得路面出现裂缝和断裂；这些温度变化引起的热胀冷缩现象，会加剧沥青混凝土路面空隙的形成。其次，降雨是另一个重要的自然环境因素。降雨会导致路面表面积水，当积水渗入沥青材料内部时，会引起胀缩变形，导致路面空隙的产生；同时，雨水还会与路面上的杂质和化学物质反应，加速沥青的老化和损坏，进一步增加路面的空隙率。再者，地基条件也会对路面的空隙率产生重要影响。地基的不均匀沉降和松散程度会导致路面下沉和变形，从而引发路面裂缝和空隙的形成。此外，自然灾害如地震、洪水等也可能引起路面空隙率增加。地震会引起地面的震动和变形，导致路面破裂和错位，增加路面空隙率；洪水则可能冲刷路面，造成路面的坍塌和侵蚀，也会增加路面空隙率。

三、市政道路沥青混凝土路面空隙率的控制措施

（一）严格把关原材料质量

原材料的质量对市政道路沥青混凝土路面的空隙率有着十分关键的影响，通过严格把关原材料质量，可以有效地控制沥青混凝土路面空隙率，提高路面的质量和使用寿命。沥青混凝土路面施工所需的原材料包括沥青、骨料和添加剂等。其中，沥青是沥青混凝土的主要成分，通过选用优质的沥青材料可以提高路面的抗剪切性能和耐久性，降低路面的老化速度，减少路面空隙的形成；骨料是沥青混凝土的骨架材料，对路面的承载能力和稳定性具有重要影响，通过选用优质的骨料可以提高路面的密实性和抗压强度，减少路面空隙的形成；添加剂如胶粘剂、填料等的使用则可以改善沥青混凝土的工艺性能，提高路面的密实性和耐久性，减少路面空隙的形成。在实践中，为了有效保证原材料的质量，首先需要建立严格的供应商选择和评估机制，选择具有良好信誉和稳定供货能力的供应商，并对供应商进行定期评估和监督，确保其所提供的原材料质量符合要求。其次，需要建立完善的原材料检测体系，包括对沥青、骨料和添加剂等进行严格的抽样检测和实验室测试，以便及时发现和排除不合格原材料，确保路面材料的质量稳定。同时，还要加强对原材料生产和供应环节的监管，确保原材料的生产过程符合相关标准和规范，杜绝使用假冒伪劣产品。此外，在施工过程中也要注重对原材料的控制，确保原材料的储存条件符合要求，防止受潮、变质等问题影响材料的质量。

（二）合理设计混凝土配比

合理设计混凝土配比对于控制市政道路沥青混凝土路面空隙率至关重要。所谓合理设计混凝土配比，就是在确定沥青、骨料和添加剂等材料的用量和比例的基础上，制定出满足工程要求的混凝土配方。在实践中，首先，需要根据工程要求选择合适的骨料粒径，并根据不同粒径的骨料按一定的合理比例进行搭配，以便更好地填充混凝土中的空隙，减少沥青混凝土路面的空隙率。其次，需要确定合理的水灰比，也即混凝土中水的质量与水泥的质量之比，以便更好地控制混凝土中的水胶比，减少路面空隙的形成。如果水灰比过大，则会导致混凝土的流动性增加，使混凝土容易产生空隙；而如果水灰比过小，则会导致混凝土的工作性能变差，也易产生空隙。最后，还需要合理地应用添加剂，从而改善混凝土的工作性能和耐久性。例如，通过使用高效减水剂，可以减少混凝土中的水用量，降低水灰比，控制路面的空隙率；通过使用粉煤灰、矿粉等掺合料，可以有效填充混凝土中的空隙，提高路面的密实度。

（三）加强施工工艺控制

在市政道路沥青混凝土路面施工过程中，通过采取合理的施工工艺，并保证施工工艺操作的质量，可以有效控制路面空隙的形成。在实践中，首先需要加强路面铺设工艺的控制。在路面铺设过程中，除了要合理确定混凝土配比外，还要合理控制施工温度，避免过高或过低的温度对路面质量造成不利影响。其次，需要加强振捣和压实工艺的控制。在沥青混凝土铺设完成后，应及时进行振捣和压实，其中振捣是为了排除混凝土内部的气泡和空隙，使混凝土颗粒间形成更紧密的接触，从而提高路面的密实性和耐久性；压实则是为了提高路面的强度，需要选用适当的压路机械和施工方法进行压实，确保路面压实的均匀和全面。再者，需要加强缝隙处理工艺的控制。通过合理安排缝隙，能够减少路面的裂缝和空隙，提高路面的抗裂性和耐久性；当遇到较大的裂缝和空隙时，可以采用填充材料或热补修等方法进行修复，以确保路面的平整度和密实性。此外，还需要在施工完毕后及时进行路面养护，如覆盖保护层、喷洒养护剂等，以确保其正常固化和硬化。

（四）定期维护和修复

在市政道路正式投入使用之后，需要定期对其进行维护和修复，以有效预防和及时修复沥青混凝土路面的裂缝和空隙，保持道路的耐久性和使用寿命。在实践中，首先，需要定期清扫路面，清除垃圾和杂草，确保水分畅通。其次，需要定期进行路面检查，及时发现和

修复裂缝和损坏区域，防止小问题演变成大问题。一般情况下，当路面出现较大的裂缝、孔洞或损坏区域时，可以根据实际情况选择采用补丁修复、热再生修复或覆盖修复等方法进行修复，也可以联合多种修复方法进行综合修复，以增强路面的完整性和平整度。此外，在进行道路维护和修复时，还应注意以下几点：第一，应选择合适的材料和工艺，确保修复的质量和效果。第二，应合理控制维护和修复的工期，尽量减少对交通的影响。第三，在维护和修复期间应采取交通管制措施，确保施工区域的安全和顺畅。第四，在修复完毕后应进行严格的质量检查和评估，确保修复工作的质量和可靠性。

结语

综上所述，市政道路沥青混凝土路面空隙率过高会降低路面的强度和稳定性、影响路面的排水性能、加速路面的老化和破坏、导致车辆的损坏和制动受限以及增加环境的噪音和污染，因此在施工过程中，必须设法排除各种因素的影响，有效控制路面的空隙率。实践表明，通过严格把关原材料质量、合理设计混凝土配比、加强施工工艺控制以及定期维护和修复，可以显著提高沥青混凝土路面空隙率的控制效果。

参考文献

- [1] 宋家楠. 寒冷地区基体沥青混合料空隙率对灌注式复合混凝土路面性能的影响[J]. 北方交通, 2023(03): 48-51.
- [2] 杨明, 唐文波, 陈军. 基体空隙率对灌浆沥青路面路用性能的影响研究[J]. 北方交通, 2023(02): 52-55.
- [3] 林海兰. 市政道路沥青混凝土路面空隙率的控制研究[J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(12): 194-196.
- [4] 于立泽. 大空隙率沥青混合料力学与排水特性的影响机理研究[D]. 东北林业大学, 2022.
- [5] 卢玲. 高速公路大空隙率排水沥青路面施工技术[J]. 交通世界, 2022(Z1): 125-126.
- [6] 罗义龙. 公路空隙率排水沥青路面施工技术[J]. 运输经理世界, 2021(34): 34-36.
- [7] 刘克, 杨德胜, 张昭, 吴建良, 杨锡武, 张锋. 刚性路面加铺薄层沥青设计空隙率和压实特性[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2022, 46(06): 1111-1115.
- [8] 陶志鹏. 透水沥青路面混合料配合比设计及其路用性能研究[D]. 南昌工程学院, 2020.