

城市道路传统与新型路面材料的性能与运用

文 / 张 林 尚诚工程管理集团有限公司枣庄分公司

摘要：随着城市化进程的加速，城市道路建设的重要性日益凸显。本文旨在探讨城市道路传统路面材料（如沥青混凝土、水泥混凝土）和新型路面材料（如透水混凝土、橡胶沥青）的性能特点，并分析它们在城市道路中的应用情况。通过对各种路面材料性能的比较，为城市道路建设中材料的选择提供参考依据，以提高城市道路的使用性能和耐久性。

关键词：城市道路；传统路面材料；新型路面材料；性能；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.082

引言

城市道路作为城市交通的重要组成部分，其路面材料的选择直接影响到道路的使用性能和耐久性。传统路面材料在城市道路建设中应用广泛，但随着人们对环境保护和可持续发展的要求不断提高，新型路面材料应运而生。了解传统与新型路面材料的性能特点和应用情况，对于合理选择路面材料、提高城市道路建设质量具有重要意义。

一、城市道路传统路面材料

（一）沥青混凝土

沥青混凝土具备良好的柔韧性和抗疲劳性能，其中的沥青赋予混合料弹性，能有效吸收和分散车辆荷载反复作用下的应力，减少路面疲劳损坏，延长使用寿命。同时，其路面平整度高，使车辆行驶平稳，减少颠簸震动，降低燃油消耗和轮胎磨损。此外，施工相对方便，无需复杂模板支设和养护，施工速度快，且完成后经适当处理可较快开放交通。正因这些良好的性能特点，沥青混凝土被广泛应用于城市道路面层，在快速路、主干路、次干路等中占据重要地位如图一。这些道路交通流量大、车速高，对路面平整度、舒适性和抗疲劳性能要求高，而沥青混凝土恰好能满足需求。



图 1

在交通流量大、车速高的道路上，其优势更为显著，能提供良好行车条件，提高道路通行能力和服务水平^[1]。而且，沥青混凝土路面还有一定降噪效果，可改善城市环境质量。

（二）水泥混凝土

水泥混凝土强度较高，通过合理设计与施工控制，可达到高抗压与抗弯拉强度，承受较大荷载，确保路面稳定安全。稳定性好，不易变形，水泥水化反应后形成的水泥石硬度高且稳定，能抵御外界因素影响，减少路面变形与裂缝。耐磨性强，使用寿命长，表面硬度高，能经受轮胎摩擦磨损。水泥混凝土常用于城市道路基层和面层。基层中可提供良好承载与稳定性，为面层铺设奠基。面层适用于重载交通道路、停车场等，能满足其对路面强度和耐久性的高要求。在港口、机场跑道等场所也是理想选择，还具有较好防火与抗滑性能，在特殊场合有重要应用价值^[2]。

二、城市道路新型路面材料

为了解决城市内涝、交通拥堵、环境污染等问题，新型路面材料的研发和应用成了城市道路建设的重要方向。透水混凝土和橡胶沥青作为城市道路新型路面材料，具有各自独特的性能特点和应用优势。

（一）透水混凝土

透水混凝土是一种由骨料、水泥、水和外加剂等材料组成的多孔混凝土，具有诸多优异性能。其孔隙率在15% -25%之间，良好的透水性能可使雨水迅速渗透到地下，有效缓解城市内涝，减轻城市排水系统压力，提高防洪能力，尤其在降雨量较大地区作用显著。同时，透水混凝土的孔隙结构还赋予其一定的吸声降噪功能。车辆行驶在其路面上时，轮胎与路面摩擦声及空气振动声会被孔隙吸收和散射，从而降低路面噪声，改善居民生活环境，提高行车舒适性。在生态环保方面，透水混凝土能增加城市透水面积，促进雨水自然渗透和循环，补充地下水资源，改善城市生态。此外，其原材料可部分采用工业废渣和建筑垃圾，减少对自然资源的开采与浪费，降低环境污染。透水混凝土的应用范围广泛。适用于人行道、非机动车道、公园广场等对透水性能要求较高的场所，能减少地面积水，增加绿色空间，提升城市生态品质。此外，它还可作为城市道路雨水收集系统的

一部分。在道路建设中,将其铺设在道路两侧绿化带或人行道下,形成雨水渗透带。一部分雨水透过混凝土渗透地下,补充水资源;另一部分雨水沿道路坡度流入收集系统,经处理后可用于城市绿化、道路冲洗等,实现雨水的资源化利用^[3]。

(二) 橡胶沥青

橡胶沥青是一种将废旧橡胶粉与沥青混合而成的新型材料其性能优势显著。首先,它具备出色的高温稳定性和低温抗裂性。通过添加橡胶粉,沥青的性能得到了改良,使得路面在高温环境下不易出现车辙、拥包等问题,在低温时也能有效避免开裂,从而显著提高了路面的使用性能,延长了路面的使用寿命。其次,橡胶沥青能够降低路面噪声。其良好的弹性和阻尼性能可以有效吸收车辆行驶过程中产生的振动和噪声,使行车更加舒适。相较于传统沥青路面,橡胶沥青路面可降低噪声3-5分贝,这对于缓解城市交通噪声污染具有重要意义。橡胶沥青的应用还实现了废旧橡胶的回收利用,有利于环境保护。废旧橡胶作为一种难以降解的固体废弃物,若不妥善处理,将对环境造成严重污染。而将其制成橡胶沥青,不仅减少了废旧橡胶的堆积和污染,还降低了沥青的生产成本,实现了资源的循环利用。

在应用方面,橡胶沥青常用于城市道路的面层,尤其是高速公路、城市快速路等。这些道路对路面的使用性能和行车舒适性要求较高,橡胶沥青的优异性能恰好能够满足这些需求。使用橡胶沥青铺设路面,可以减少路面病害的发生,延长道路的使用寿命。同时,橡胶沥青特别适用于交通流量大、重载车辆多的道路。在这类道路上,车辆的频繁行驶和重载作用会对路面产生较大的压力和磨损。橡胶沥青良好的高温稳定性和抗疲劳性能,能够有效提高路面的承载能力和抗磨损性能,确保道路的安全畅通。

三、传统与新型路面材料的性能比较

路面材料的选择对于道路的质量、性能和使用寿命具有重要影响。传统的路面材料如水泥混凝土和沥青混凝土在道路建设中应用广泛,而新型路面材料如透水混凝土和橡胶沥青则具有独特的性能优势。

(一) 力学性能

1. 强度

水泥混凝土是以水泥为胶凝材料,将骨料、砂和水按一定比例混合而成的复合材料。水泥的水化反应使其硬化后具有较高强度,抗压强度一般在20-50MPa之间,抗弯拉强度在4-6MPa之间,适用于承受重载交通的道路路面,如高速公路、国道等。沥青混凝土由沥青、骨料和矿粉等按一定比例混合而成。其强度相对较低,抗压强度一般在5-20MPa之间,抗弯拉强度在0.5-1.5MPa之间。沥青混凝土的强度主要取决于沥青的黏结力和骨料

间的嵌挤力,且由于沥青的温度敏感性,在高温下强度会有所下降,在高温地区或重载交通路段需采取措施提高其强度。

透水混凝土是具有大量连通孔隙的混凝土,孔隙率一般在15%-30%之间。其强度取决于配合比和养护条件,抗压强度在10-30MPa之间,抗弯拉强度在1-3MPa之间。与普通混凝土相比,透水混凝土强度较低,但透水性能优异,能有效缓解城市内涝问题。实际应用中,需根据工程要求和使用条件,合理选择配合比和养护条件,以满足设计要求。橡胶沥青是将废旧橡胶轮胎粉碎后与沥青混合的改性沥青。橡胶颗粒的加入增强了沥青的黏结力和韧性,使橡胶沥青的强度有所提高,抗压强度一般在8-25MPa之间,抗弯拉强度在0.8-2MPa之间。这使其在道路工程中的应用范围进一步扩大,在重载交通路段和抗裂要求较高的路段有较好应用前景。

2. 稳定性

水泥混凝土稳定性较好,硬化后形成坚固整体,骨料通过水泥浆紧密黏结,能有效抵抗外力,且热膨胀系数小,温度变化时变形小,适用于对稳定性要求高的场所,如机场跑道、港口码头等。沥青混凝土稳定性相对较差,高温下易产生车辙。因沥青是黏弹性材料,受温度影响大,高温时黏度降低、黏结力减弱、骨料嵌挤力下降,导致变形增大。提高其稳定性需采取选用高质量沥青、优化配合比、采用改性沥青等措施,施工中要严格控制温度和压实度。透水混凝土稳定性较差,因其连通孔隙多,骨料接触面积小、黏结力弱,外力作用下易变形。可通过添加增强剂、优化配合比、加强养护等提高稳定性,设计施工中还需考虑排水问题,避免积水影响稳定性。橡胶沥青高温稳定性和低温抗裂性优于普通沥青混凝土,橡胶颗粒可提高沥青弹性和韧性,使其高温不易软化流淌,低温不易脆裂,适用于高温和寒冷地区,能提高道路使用性能和寿命。

(二) 耐久性

1. 抗老化性能

沥青混凝土的抗老化性能较差,容易在阳光、空气和水分的作用下发生老化。沥青是一种有机材料,在长期的使用过程中,会受到紫外线、氧气和水分的侵蚀,导致其性能逐渐下降。沥青的老化会使其黏度增大,脆性增加,从而影响沥青混凝土的路用性能。为了提高沥青混凝土的抗老化性能,可以采用添加抗老化剂、选用优质沥青、加强路面的养护等措施;水泥混凝土的抗老化性能较好,但在长期的使用过程中可能会出现裂缝等问题。水泥混凝土在硬化后,会形成一个相对稳定的结构,但在受到外界因素的影响时,如温度变化、干湿循环、荷载作用等,可能会产生裂缝。裂缝的出现会降低水泥混凝土的耐久性,使其更容易受到外界因素的侵蚀。

为了提高水泥混凝土的抗老化性能,需要在设计和施工过程中采取相应的措施,如合理设置伸缩缝、加强混凝土的养护、选用优质的原材料等;透水混凝土的耐久性相对较差,需要定期进行维护。由于透水混凝土具有大量的连通孔隙,其表面容易受到污染和侵蚀,从而影响其透水性能和耐久性。此外,透水混凝土的骨料之间的黏结力较弱,在长期的使用过程中容易出现脱落等问题。为了提高透水混凝土的耐久性,需要定期对其进行清洗和维护,及时修复表面的损坏和裂缝;橡胶沥青的抗老化性能优于普通沥青混凝土。橡胶颗粒的加入能够提高沥青的抗老化性能,使其在长期的使用过程中能够保持较好的性能。此外,橡胶沥青的弹性和韧性也能够有效地缓解路面的应力集中,减少裂缝的产生,从而提高路面的耐久性。

2. 抗水损害性能

沥青混凝土抗水损害性能较差,水会减弱沥青与骨料间黏结力,使骨料脱落,还会使沥青膜剥离,降低其强度和耐久性。可通过添加抗剥落剂、选碱性骨料、优化配合比等提高其性能。水泥混凝土抗水损害性能较好,但长期浸泡下可能受侵蚀,因其硬化后内部结构致密,能阻水分渗透,然长期浸泡后,水中有害物质会进入内部反应,致其强度和耐久性下降。需在设计施工中合理选水泥品种、控制水灰比、加强养护等提高其性能。透水混凝土透水性能好,但抗水损害性能需提高,因其孔隙率大,水易进入内部影响性能。可添加防水剂、优化配合比、加强养护等,设计施工中还需考虑排水问题。橡胶沥青抗水损害性能优于普通沥青混凝土,橡胶颗粒可提高沥青粘附性和抗水性,缓解路面应力集中,减少裂缝,提高抗水损害性能。

(三) 功能性

1. 透水性能

透水混凝土具有良好的透水性能,能够有效缓解城市内涝问题。透水混凝土的孔隙率较大,水能够通过孔隙迅速渗透到地下,从而减少地表积水。此外,透水混凝土还能够补充地下水资源,改善城市生态环境。在城市道路、广场、停车场等场所的建设中,透水混凝土得到了越来越广泛的应用;沥青混凝土和水泥混凝土的透水性能较差。这是因为它们的结构较为致密,水难以通过其内部孔隙渗透到地下。在降雨较多的地区,沥青混凝土和水泥混凝土路面容易出现积水现象,不仅影响行车安全,还会对城市排水系统造成较大的压力。

2. 降噪性能

橡胶沥青具有较好的降噪性能,能够降低路面噪声。橡胶颗粒的加入能够增加路面的弹性,减少车辆行驶时产生的振动和噪声。此外,橡胶沥青的孔隙率较大,能

够吸收部分声波,从而进一步降低路面噪声。在城市道路、高速公路等对噪声要求较高的场所,橡胶沥青得到了广泛的应用。沥青混凝土、水泥混凝土和透水混凝土的降噪性能相对较差。虽然它们的结构和材料有所不同,但在降低路面噪声方面的效果不如橡胶沥青。在一些对噪声要求较高的场所,需要采取其他措施来降低路面噪声,如设置声屏障、铺设降噪路面等。

3. 环保性能

透水混凝土的环保性能较好。透水混凝土能够增加城市的透水面积,使雨水能够迅速渗透到地下,补充地下水资源,减少地表径流,从而有效地缓解城市内涝问题。此外,透水混凝土还能够降低城市的热岛效应,改善城市生态环境。橡胶沥青能够实现废旧橡胶的回收利用,减少废旧橡胶对环境的污染。将废旧橡胶轮胎粉碎后与沥青混合制成橡胶沥青,不仅能够提高沥青的性能,还能够减少废旧橡胶的堆积,节约资源,保护环境。沥青混凝土和水泥混凝土的环保性能相对较差。沥青混凝土在生产和施工过程中会产生一定的废气和废渣,对环境造成一定的污染。水泥混凝土的生产需要消耗大量的水泥和骨料,同时会产生大量的二氧化碳排放,对环境也有一定的影响^[5]。

结语

城市道路传统路面材料和新型路面材料各有其优缺点,在城市道路建设中应根据实际情况合理选择。传统路面材料如沥青混凝土和水泥混凝土在力学性能和耐久性方面具有一定的优势,而新型路面材料如透水混凝土和橡胶沥青在功能性和环保性能方面表现出色。随着科技的不断进步和人们对环境保护的重视,新型路面材料的应用前景将更加广阔。在未来的城市道路建设中,应加强对新型路面材料的研究和推广应用,以提高城市道路的建设质量和服务水平,实现城市的可持续发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国行业标准. 城镇道路工程施工与质量验收规范(CJJ 1-2008) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [2] 中华人民共和国行业标准. 透水水泥混凝土路面技术规程(CJJ/T 135-2009) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [3] 中华人民共和国行业标准. 橡胶沥青路面技术规程(CJJ/T 273-2019) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [4] 沙爱民. 路面材料与施工技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2018.
- [5] 李立寒. 道路工程材料 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2017.