

绿色材料在城市道路工程中的应用

文 / 吴修明 山东高速服务开发集团有限公司聊城分公司

摘要:在我国城市化快速发展的背景下,我国城市道路工程规模日益增大,而传统建材所面临的资源浪费和环境污染问题日益突出,因此,采用绿色材料进行城市道路工程已成为必然。文章通过对城市道路施工中采用绿色材料进行了研究,并对其进行了阐述。通过对其优势、关键技术的研究,阐明其在道路工程中的应用,揭示其在改善道路性能和减少环境污染中的作用。研究表明,采用绿色材料是解决城市道路可持续发展问题的有效途径,对于促进我国城市建设向绿色、环保、低碳方向发展,促进城市生态环境的改善与可持续发展,具有十分重要的现实意义。

关键词:绿色材料;城市道路工程;应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.073

引言

城市道路是城市发展中的一个重要环节,是影响城市发展的重要因素。作为城市的“大动脉”,承担着人员和物资的运输重任,直接关系到人们的出行效率与生活品质,同时也为城市经济的发展提供了有力的支持。在我国城市化快速发展的背景下,城市的面积越来越大,交通量越来越大,交通运输的速度也越来越快。随着我国对道路工程的日益重视,我国的道路工程项目也越来越多。针对传统路面材料所造成的资源与环境问题,提出了一种可持续发展的新思路。绿色材料是一种在全寿命周期中,包括原材料开采、生产、运输、使用和废弃处置等过程中,对环境影响最小,资源消耗最少,可回收再利用,有益于人类健康的物质。相对于传统材料,绿色材料具有资源节约、环境友好、性能优异等优点,可以有效地解决传统材料带来的资源与环境问题。将绿色材料用于城市道路建设,既能减轻对资源的依靠,又能减少能耗、减少对环境的污染,又能改善公路的使用寿命,减少养护费用,达到可持续发展的目的。

一、绿色材料在城市道路工程中的优势

(一) 环保效益

从环境效益上看,采用绿色材料进行道路工程有其明显的优越性。在资源消耗方面,很多环保材料都是以工业废料为原料,降低了对自然能源的依赖。例如,再生混凝土是将废弃混凝土、砖瓦等材料经过粉碎、筛分等加工而成的,可代替天然骨料生产混凝土。该方法可有效地减少自然砂的开发利用,减轻因采砂、挖山等人

为因素引起的生态破坏。在生产过程上,绿色材料所使用的生产过程一般具有较低的能耗和较低的污染排放量。一些新型的环保型沥青,通过对其制备技术进行优化,以达到节能减排的目的。这些污染物一旦进入大气,将会引起大气污染,引起雾霾等环境问题,对人类身体健康构成威胁。此外,在道路施工中,使用环保材料,也可降低扬尘、噪声等污染,保障周围的生态环境及居住品质。

在废料处理过程中,绿色材料还具有环境友好的优点。对废旧的沥青混凝土进行再循环利用,并进行再利用;与传统的土工合成材料不同,有些生态环保的土工合成材料,在其服役年限届满后,可自行分解,对土壤、

水等环境造成严重的污染。该材料的可回收、可生物降解性质,可以有效地减少废物的排放量,减轻对环境的负担,达到可持续发展的目的。

(二) 经济效益

在经济效益方面,绿色材料为城市道路工程带来了多方面的积极影响。从建设成本的观点出发,尽管有些绿色材料的初期购置费用偏高,但从整个寿命周期的造价来看,其整体成本具有一定的优越性。例如,透水混凝土因其优良的透水性,可有效降低市政排水工程的施工及养护费用。在强降雨条件下,采用透水性混凝土路面,可有效缓解排水系统压力,缓解由于排水不畅引起的积水,防止因积水引起的道路破损、交通堵塞等严重后果。

绿色材料也可以延长路面的使用年限,并减少保养的数量,因此可以减少长远的保养费用。高性能的环保保护型沥青混合料,其抗车辙、抗老化能力较强,可在长时间的车辆荷载下维持较好的路用状态。相比传统沥青混合料,其使用寿命可以延长数年,从而大大降低了因维修、翻修而造成的人力、物力、财力等方面的投资。根据有关研究,采用高性能环保型的高性能沥青混合料,可以使养护费用在整个使用年限内减少20%~30%。

在施工过程中,某些绿色材料的使用,可以有效地提高工程的效率、缩短工期、节约建设费用。其中一些新型路面材料,例如预制装配路面部件,在工厂内预制,然后直接运往工地进行装配,极大地缩短了现场施工周期,降低了建筑的难度。这样,既可减少施工期间的人力、设备租赁费用,又可减轻施工作业对交通的冲击,减少因交通疏导与延迟所造成的经济损失。

绿色材料也可以改善路面的安全与舒适度。某些绿色材料有较好的防滑性,可减少雨天或雨天行驶时发生滑溜的危险,改善路面行驶安全。某些新的路面材料,其表面平整、回弹力较好,可以降低行车过程中的颠簸,提高驾驶人的舒适度。

二、绿色材料在城市道路工程应用中的关键技术

(一) 材料生产技术

清洁生产是实现绿色材料的关键。以水泥行业为例,其能耗高、污染物排放量大,利用先进的磨粉、余热利用等新工艺开发出一种新的清洁生产工艺。在磨矿方面,使用高效的辊压终磨系统取代传统的球磨机,可以大幅

度地减少能耗。余热回收是指将水泥生产过程产生的大量废热,经余热锅炉加热后再利用,可达到能量梯级利用,降低对外部能源的依赖。

资源循环利用技术也是绿色材料生产的关键技术之一。再生沥青混凝土的生产就充分体现了这一技术。利用特殊的粉碎装置,对回收沥青路面材料进行粉碎,使之达到产品质量标准。粉碎材料采用筛选装置筛分,除去其中的杂质及达不到粒度要求的颗粒。同时,依据老沥青的性质及新沥青、集料的性质,通过准确的配比设计,将新的沥青、集料等与老沥青、集料等按一定的配比进行配比,并添加一定数量的再生剂,在专用的拌和机中进行充分的搅拌,最终制备出综合性能优良的再生沥青混凝土。



图1 绿色材料生产中清洁生产技术和资源循环利用技术流程图

(二) 施工应用技术

在道路施工中,绿色材料的搅拌技术至关重要。例如,对于透水混凝土,在搅拌时,必须对拌和时间、速

率进行严格的控制。使用强力式搅拌机,将水泥、骨料、添加剂等干料按照规定的比例加入搅拌机中,进行搅拌,让各类物料都能进行充分的搅拌,保证随后加入水搅拌的过程中,能够生成均一的浆体。然后按照配比慢慢地添加水,持续搅拌,通常要保持3~5分钟,这样才能使水泥充分水化,使骨料与水泥浆体紧密结合,形成透水性好、强度高的混合料。

摊铺环节同样需要严格控制。在铺设生态透水沥青混凝土路面时,需要采用专用摊铺机,并对摊铺机平整的宽度、高度进行适当的调节,以保证摊铺厚度的均匀性。摊铺时,摊铺机要以较平稳的车速行驶,通常以2~6m/min为宜,防止因摊铺速度太快或太慢而造成的摊铺厚薄不均或离析。施工期间,要有专业人员对已铺好的路面进行检测,对路面产生的局部不平和离析等病害进行及时处理。

压实是确保绿色材料性能充分发挥的关键环节。在道路基层压实时,如果使用再生混凝土,则应根据基层的厚度、宽度,选用适当的碾压机具,如振动压路机等。碾压时,应遵循由轻到重,由慢到快的原则。首先采用轻型压路机稳压2~3次,以达到对基层物料的初步压实和平整。然后用重型振动压路机压实,其激振功率要视基层材料特点及碾压要求而定,一般30~50吨,碾压次数4~6次,直到满足设计要求。

此外,绿色材料在道路施工中的养护技术也不容忽视。透水混凝土等绿色材料在铺设完成后,需要进行适当的保湿养护,以防止水分过快蒸发导致的混凝土表面干裂。通常,可以采用喷洒养护剂或覆盖保湿材料等方法,保持混凝土表面的湿润状态,养护时间一般不少于7天。养护期间,应避免车辆和行人通行,以免对路面造成损坏。同时,对于使用绿色材料的道路工程,还应加强施工过程中的质量监控。包括对绿色材料的进场检验、施工过程中的抽样检测以及最终成品的验收等环节,都要严格按照相关标准和规范进行,确保绿色材料的质量符合设计要求,从而保障道路工程的整体质量和性能。

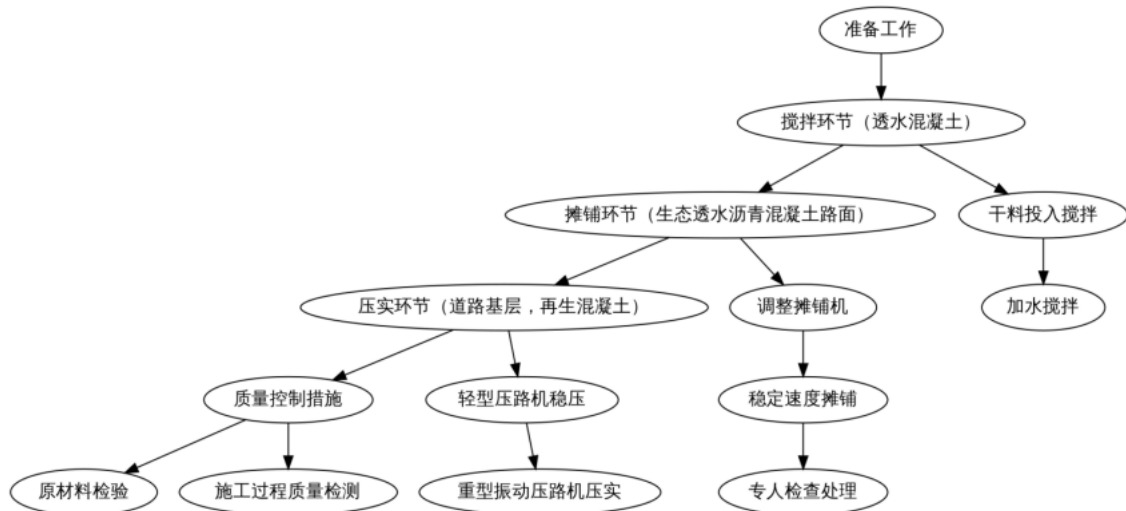


图2 道路施工中绿色材料施工流程图

三、绿色材料在城市道路各结构层的应用

(一) 路基工程中的绿色材料应用

土壤固化剂是一种关键材料,能够在常温下改变土

壤的三相组成,并与土壤成分发生反应,生成胶凝性材料。其作用机制主要涉及离子交换、絮聚作用以及火山灰反应。在这一过程中,固化剂中的离子与土壤颗粒表

面的离子发生交换,改变了土壤颗粒的表面电荷特性,进而调整了土壤颗粒间的相互作用力,增强了土壤的团聚能力。通过絮凝和聚结作用,固化剂中的高分子聚合物或电解质在土壤中形成较大的团聚体,从而提升土壤的密实度和稳定性。在火山灰反应中,固化剂的有效成分与土壤中的水分和矿物质发生化学反应,形成胶凝物质,填充土壤颗粒间的空隙,进一步增强土壤的强度和稳定性。

土壤固化剂的应用范围广泛,从道路建设、基础工程到环境修复,都有其身影。在道路建设中,土壤固化剂能够提高路基的承载力,延长道路的使用寿命,减少维护成本。在基础工程中,固化剂用于提高土壤的稳定性,确保建筑物地基的稳固。而在环境修复领域,土壤固化剂则被用来处理受污染的土壤,通过固化稳定化技术,减少污染物的迁移和扩散,保护生态环境。

土工格栅也是常用的路基加固绿色材料,这是一种以规则网格结构的土工合成材料,呈规则网状结构的土工复合材料。通过与地基土的共同作用,提高了地基的稳定。其机理有嵌锁与锚固两种。土工格栅结构可以与周边土壤进行力学锁定,防止土壤颗粒间的相对位移,提高土壤抗剪强度。加筋可以使路基的受力向更大范围内转移,起到分散地基应力的作用,提高路基承载力。同时,它还可以与土壤构成一个完整的整体,共同抵御外界载荷及外界环境的作用。

此外,土工格栅还具有良好的透水性,这有助于快速排除路基内的积水,减少水对路基稳定性的影响。其耐腐蚀、耐老化的特性也确保了长期的使用效果,减少了维护和更换的频率。在路基工程中,土工格栅的应用不仅提升了路基的整体性能,还符合绿色、可持续发展理念,是现代城市道路工程中不可或缺的一部分。

(二) 路面基层的绿色材料选择

路面基层在道路结构中的荷载储存和分配中起着重要作用,选择合适的绿色材料对于提高路面的整体性能和耐久性至关重要。水泥稳定碎石是一种常用的道路绿化材料,主要由级配碎石与一定量的水泥和水混合,经过搅拌、压制和养护加工成具有一定强度的结构层。这项技术的基本原理是,水泥和水的相互作用会产生水化产物,将碎石颗粒结合成一个整体。在水化过程中,水泥中的硅酸三钙和硅酸二钙与水反应形成胶凝材料(如氢氧化钙、水合钙等),填充碎石颗粒之间的空隙,提高其结合能力,从而提高其强度和稳定性。

石灰粉煤灰稳定碎石是抹灰基层常用的绿色材料。石灰和粉煤灰对水泥的稳定性有显著影响。在水的作用下,石灰氢氧化钙中的CaO与粉煤灰中的二氧化硅和氧化铝等活性物质发生化学反应,形成水化硅酸钙和水化铝酸钙等水泥状材料。这种材料将砾石结合在一起,使其成为一种稳定的结构。石灰粉煤灰稳定碎石的综合性能良好,强度随龄期逐渐增加。同时,还具有好的耐水性和耐寒性,可以适应不同的气候环境。研究表明,该方法不仅可以降低工程成本,还可以充分利用工业废物——粉煤灰,减少环境污染。

(三) 路面面层的绿色材料应用

由于路面直接受到车辆及自然环境等因素的影响,因此对其使用性能有很高的要求。沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)是一种新型的高性能“绿色”铺装材料,其主要成分为粗集料、矿粉、沥青掺量大、纤维稳定剂。形状记忆合金的结构特性决定了它的优良特性。粗骨料间的紧密结合构成了一种高稳定的框架结构,可有效抵抗车辆荷载下的变形。沥青玛蹄脂填充了沥青混凝土的骨架间隙,提高了混凝土的柔韧性和耐久性。同时,添加纤维稳定剂后,沥青的黏度得到了明显的改善,界面结合强度也得到了明显的改善。SMA作为一种新型的沥青混合料,在较高温度下,其抗车辙性能较好,且能保证路面的平整、稳定。同时,它还具有较好的低温形变及耐水稳定性,可有效降低道路因低温而产生的裂缝及水损坏等问题。

温拌沥青混凝土是一种新型的绿色路面材料,它通过在沥青混合料中添加特殊的添加剂或采用特定的技术,降低了沥青混合料的拌和与压实温度。其技术原理主要包括以下几种:一是使用蜡质等有机助剂,使其低温时的黏度下降,改善工作性能;二是采用沥青发泡工艺,将水喷射到高温沥青上,形成泡沫,以减少沥青的黏性,提高其结构强度;三是表面活化技术,即在混凝土中加入表面活性剂,改变骨料-沥青界面,降低其摩擦系数,从而达到低温施工的目的。采用温拌沥青砼具有明显的优越性。该技术具有节能减排、降低降耗等优点。通过低温搅拌,可以有效地降低沥青烟气、挥发性有机物(VOCs)的排放量,对环保具有重要意义。同时,温拌沥青混凝土对改善沥青混合料的性能也有一定的促进作用。

结语

将绿色材料用于城市道路工程,是实现可持续发展的一个重要步骤,有着广泛的应用前景。从环保角度的观点来看,绿色材料可以大幅度地减少资源的使用,同时也可以废弃的时候进行循环使用或者是自然降解,这对于减轻城市道路建设带来的生态压力具有重要的意义。从经济学角度看,虽然一些绿色材料前期购买成本很高,但是从整个寿命周期来看,可以降低建设成本,延长道路使用寿命,降低养护费用,提高施工效率,从而达到最大限度地发挥城市道路建设的经济效益。从社会效果来看,采用绿色建材可以提高城市的形象,提高人们的生活质量,提高道路的安全与舒适度,推动社会协调发展。

参考文献

- [1] 刘明玉. 混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的运用分析[J]. 工程管理与技术探讨, 2021, 3(4).
- [2] 唐丽香. 市政工程道路排水管道施工技术要点[J]. 工程管理与技术探讨, 2021, 3(4).
- [3] 柳军. 市政道路施工质量控制影响因素及控制方法研究[J]. 工程管理, 2021, 1(2): 16-17.
- [4] 娄晓楠, 王凯. 解析市政公用工程道路路基施工技术[J]. 工程管理, 2021, 1(2): 20-21.
- [5] 万孟芳. 预应力施工技术在道路桥梁中的应用[J]. 工程管理, 2021, 1(2): 31-32.