

Exploration of the application of prefabricated pavement structure in emergency traffic engineering

Pengfei Li

Guoji Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

This article delves into the application of prefabricated pavement structures in emergency traffic engineering, highlighting their advantages in rapid construction, reliable quality and performance, and environmental sustainability. It also provides detailed case studies on their effectiveness in road repairs in earthquake-stricken areas, temporary access roads in flood-prone regions, and traffic diversion channels during highway construction. Additionally, it examines the challenges faced, such as the standardization and quality control of prefabricated components, connection techniques, and durability, and proposes strategies to enhance standardization and optimize cost control. The aim is to promote the widespread use of prefabricated pavement structures in emergency traffic engineering, improve the efficiency and quality of emergency rescue operations, and support the implementation of the national transportation strategy.

Keywords

prefabricated pavement structure; emergency traffic engineering; rapid construction; reliable quality and performance; environmental sustainability

装配式路面结构在应急交通工程中的应用探索

李鹏飞

国基建设集团有限公司，中国·山西太原 030000

摘要

本文深入探讨装配式路面结构在应急交通工程中的应用，分析其在快速施工、质量性能可靠、环保可持续性等方面的优势，并结合实际案例详细阐述其在地震灾区道路修复、洪水区域临时便道建设及高速公路施工期间交通疏导通道建设中的应用成效。同时，剖析其面临的预制构件标准化与质量控制、连接技术与耐久性等挑战，并提出加强标准化建设、优化成本控制等对策建议，以期推动装配式路面结构在应急交通工程中的广泛应用，提升应急救援效率与质量，助力交通强国战略实施。

关键词

装配式路面结构；应急交通工程；快速施工；质量性能可靠；环保可持续性

1 引言

自然灾害和突发事件常致交通中断，严重影响救援效率。传统路面修复慢、要求高，难满足应急需求。装配式路面结构应运而生，它工厂预制、现场组装，能大幅缩短施工时间，提高效率，为应急救援争取时间，在应急交通工程中优势显著。

本研究聚焦其在应急交通工程中的应用，剖析优势与挑战，探寻解决方案，旨在为提升应急交通工程效率和质量提供支撑，推动技术发展，助力保障生命财产安全与社会稳定。

【作者简介】李鹏飞（1990-），男，中国山西太原人，本科，工程师，从事公路研究。

2 装配式路面结构概述

装配式路面结构是由预制的路面构件通过可靠的连接方式在现场快速组装而成的路面结构。按预制构件的材料可分为预制混凝土路面板、预制沥青混凝土路面块等；按预制构件的形状和尺寸可分为矩形板、六边形块等，不同分类的路面结构在实际应用中各有特点和优势。

预制混凝土路面板采用高强度混凝土制作，其具有制作工艺成熟、质量可控性强的特点。在制作过程中，通过严格筛选骨料粒径和级配，可有效提升混凝土的抗压强度和抗弯拉强度，使其具有高强度、耐久性好、表面防滑处理等特点，连接方式主要有机械连接和预应力连接。其中，机械连接中的螺栓连接，通过高强螺栓将相邻路面板紧密连接，能承受较大的剪力和拉力，保证路面结构的整体性。预制沥青混凝土路面块是将沥青混合料在工厂预制而成，具有良好的

平整度、行车舒适性和抗变形能力,拼接主要依靠块体间的紧密贴合和粘结材料^[1]。

3 应急交通工程需求分析

3.1 应急交通工程的特点与要求

应急交通工程要求具备快速响应性,能在最短时间内完成受损交通线路修复或临时通道搭建,通常需在24-48小时内打通生命通道。具有临时性与可恢复性,许多项目是临时设施,应急结束后需方便拆除或恢复原状。还需保证可靠性与安全性,确保在应急期间能承受车辆荷载和恶劣天气等影响,避免二次事故。

3.2 装配式路面结构在应急交通工程中的适用场景

在自然灾害后的交通恢复中,如地震导致道路破坏,可利用装配式路面结构快速修复受损道路。洪水灾害后可建设临时便道、恢复被淹路段。泥石流灾害后能快速重建道路并防止再次被毁。在交通事故后的道路修复中,如重大交通事故导致路面局部损坏,装配式路面结构可用于快速修复受损路面、提供绕行通道等。在交通建设项目中的应急通道建设方面,大型交通基础设施建设项目施工期间,可利用装配式路面结构搭建应急通道,保证施工期间交通畅通和社会正常秩序。

4 装配式路面结构在应急交通工程中的应用优势

4.1 快速施工优势

预制构件的工厂化生产能全天候进行,严格控制生产环境和工艺参数,提高生产效率和构件质量。在工厂内,采用自动化生产设备和先进的模具技术,可使预制构件的生产效率提高3-5倍。现场装配时,预制构件只需简单拼装和连接,施工工序简单,大大缩短施工时间。与传统路面施工方法相比,具有显著的施工速度优势。例如,在某高速公路应急抢修工程中,采用装配式路面结构后,施工时间比传统方法缩短了近60%,有效减少了交通拥堵和经济损失^[2]。

4.2 质量与性能优势

预制构件在工厂内生产,质量均匀一致,避免现场施工质量波动,保证路面结构性能稳定。装配式路面结构在承载能力、抗变形能力、抗滑性能等方面表现出色。在某重载交通路段的应急修复工程中,使用预制混凝土路面板后,经检测其承载能力比传统路面结构提高了40%-50%,有效解决了重载车辆对路面的破坏问题,能满足应急交通工程对路面可靠性和安全性的要求,其长期使用性能稳定,具有优异的结构性能。

4.3 环保与可持续性优势

预制构件生产集中处理污染物,减少施工现场污染。在工厂内,通过建立完善的污水处理系统和粉尘回收装置,可使污染物排放减少80%-90%。现场装配阶段产生的噪音、扬尘等污染相对较少。预制构件在使用寿命结束后可拆卸回

收再利用,体现可持续发展理念。例如,某城市在地铁建设过程中拆除的预制混凝土路面板,经过简单加工后被重新用于公园道路建设,节约了大量资源,减少资源浪费和环境影响^[3]。

5 装配式路面结构在应急交通工程中的应用案例分析

5.1 汶川应急道路修复工程

2008年汶川地震致交通损毁严重,急需快速恢复通行。工程采用预制混凝土路面板组合结构,设计时强化连接部位以抵御余震。多组施工队伍协同作业,7天建成5公里临时便道,成效显著,为救援提供保障。

5.2 长江临时便道建设工程

2020年长江特大洪水期间,大量道路被冲毁。工程选用预制混凝土路面板与钢支撑结构组合体系,有效解决了软土地基和水流冲刷问题。监测数据显示,洪水期间便道沉降量控制在3厘米以内,确保了应急期间的安全稳定。

5.3 京沪高速应急疏导通道建设工程

2019年京沪高速公路改扩建期间,交通疏导需求迫切。工程采用预制沥青混凝土路面块快速拼装结构,优化抗滑性能和抗车辙能力。综合效益评估显示,相比传统方法节约建设成本20%-30%,减少交通拥堵,降低施工噪音和粉尘污染60%-70%,具有显著的经济效益、社会效益和环境效益。

6 装配式路面结构在应急交通工程应用中存在的问题与挑战

6.1 预制构件的标准化与质量控制

目前预制构件缺乏统一标准规范,导致构件差异大,增加现场装配难度和成本,也不利于规模化生产和质量监管。例如,不同厂家生产的预制混凝土路面板在尺寸和外观质量上存在较大差异,有的厂家产品尺寸偏差达到了5-10毫米,给现场拼装带来了极大困难。预制构件生产环节多,原材料质量波动、混凝土浇筑不密实等问题易影响构件质量,质量控制难度大。在某预制构件生产企业的抽检中发现,由于原材料进场检验不严格,导致一批预制沥青混凝土路面块的沥青用量不足,影响了其防水性能和使用寿命。

6.2 连接技术与结构耐久性

部分连接方式在长期车辆荷载和环境因素作用下,易出现松动、脱落问题,影响路面结构整体性和安全性。例如,在某使用了2年的装配式路面工程中,发现有10%-15%的螺栓连接件出现了松动现象,经检测主要是由于车辆荷载的反复冲击和环境腐蚀导致的。装配式路面结构长期暴露在自然环境中,耐久性设计存在不足,易出现病害,缩短使用寿命。如混凝土抗渗性、抗冻性不足,在北方寒冷地区,经过一个冬季的冻融循环后,部分预制混凝土路面板表面出现了裂缝和剥落现象;拼接缝防水处理不完善,在雨季时容易出现雨水渗漏,引起路面基层软化,影响路面结构的稳定性。

6.3 成本与效益平衡

装配式路面结构初期建设成本高,预制构件生产需投入设备和模具成本,运输和现场装配需专业设备和技术人员,限制其广泛应用。例如,建设一条年产能10万平方米的预制混凝土路面板生产线,设备和模具投资就需要500-800万元,这使得中小型企业望而却步。综合效益评估体系不健全,难以全面准确评估其经济效益、社会效益和环境效益,影响项目决策和推广应用。在实际项目评估中,由于缺乏统一的评估指标和方法,不同评估机构对同一装配式路面工程的效益评估结果差异较大,给项目投资决策带来了困扰。

6.4 技术标准与规范缺失

在设计标准方面,装配式路面结构设计涉及多学科领域,目前缺乏系统完善的标准规范,设计人员缺乏明确指导依据,易出现设计不合理等问题。例如,在某装配式路面工程设计中,由于没有明确的设计荷载标准,设计人员参照传统路面设计荷载进行设计,导致预制构件的配筋不足,在使用过程中出现了结构性损坏。施工与验收规范不统一,不同地区、项目在施工工艺、质量控制要求、验收方法等方面差异大,不利于工程质量监管和保障。在某地区检查发现,有3个装配式路面工程项目采用了完全不同的施工工艺和验收标准,其中一个项目的预制构件安装精度仅达到了设计要求的60%-70%,存在严重的质量隐患^[4]。

7 提高装配式路面结构在应急交通工程应用水平的对策与建议

7.1 加强预制构件的标准化建设

制定统一的标准规范,明确预制构件的尺寸、形状、性能、连接方式等要求。例如,可参照国外先进标准,结合我国实际情况,制定预制混凝土路面板的尺寸系列为2000mm×1000mm×200mm、2500mm×1200mm×220mm等几种常见规格,确保构件的通用性和互换性。推动标准化实施与监管,加强标准宣贯和培训,建立市场准入和质量监管机制,确保预制构件质量可靠。通过定期对预制构件生产企业进行质量检查和公示检查结果,促使企业严格按照标准生产。

7.2 提升连接技术与结构耐久性

加强连接技术研发,开展产学研合作,研发新型可靠的连接技术和连接件产品。例如,某科研机构与企业合作,研发了一种新型的预应力连接件,通过在连接件中增加防腐涂层和采用特殊的锚固技术,使连接件的使用寿命提高了2-3倍。优化结构设计 with 耐久性防护,采用先进分析方法和设计理论,完善防水排水设计,加强维护检测,延长使用寿命。在预制混凝土路面板设计中,采用三维有限元分析方法,对路面板在各种荷载和环境条件下的受力和变形进行模拟分

析,优化其结构形式和配筋方案,提高结构的耐久性。

7.3 优化成本控制与综合效益评估

从设计、生产、运输、施工等环节降低成本。优化预制构件设计,通过合理减少构件厚度和配筋,在保证质量的前提下降低材料成本。提高生产效率,采用自动化生产和先进的模具技术,可使预制构件的生产成本降低15%-20%。合理组织施工运输,根据工程进度和现场条件,制定科学的运输方案,减少运输损耗。建立科学的综合效益评估机制,全面考虑建设成本、交通拥堵损失、环境效益等因素,为项目决策提供科学依据。开发统一的综合效益评估软件,通过输入项目的各项参数,可快速、准确地计算出装配式路面结构的各项效益指标,为项目决策者提供直观、可靠的参考。

7.4 完善技术标准与规范体系

加快制定设计标准,明确设计荷载、结构分析方法等要求。例如,参照国内外先进的设计规范,制定装配式路面结构的设计荷载标准,根据不同的交通等级和使用要求,确定相应的设计荷载值。统一施工与验收规范,规范施工过程中的技术要求和验收程序。制定详细的施工与验收规范手册,明确每个施工环节的技术要求、质量控制要点和验收标准,加强对施工人员和监理人员的培训,确保规范的有效执行^[5]。

8 结语

装配式路面结构凭借快速施工、质量性能可靠、环保等优势,在应急交通工程中展现出巨大潜力。通过汶川地震道路修复、长江洪水临时便道建设以及京沪高速应急疏导通道建设等案例,我们见证了它在实际应用中的显著成效,如大幅缩短施工时间、提升路面承载能力、降低环境污染等。但目前仍面临预制构件标准化不足、连接技术可靠性有待提高、成本控制与效益评估体系不完善、技术标准与规范缺失等问题,这些问题制约了其大规模推广。

未来,我们期待通过技术研发、标准化建设、成本优化等手段,进一步提升其性能与经济性,使其在应急交通领域发挥更大作用,为保护人民生命财产安全、维护社会稳定做出更大贡献。

参考文献

- [1] 于新,何平平,陈晨,等.装配式路面结构设计、材料及施工研究进展[J].华东交通大学学报,2025,42(02):15-34.
- [2] 林华民,陈智勇,徐杨军,等.临时施工道路装配式混凝土路面设计研究[J].上海节能,2024,(03):496-500.
- [3] 苏凯.装配式路面技术的研究现状[J].建筑施工,2021,43(05):905-907.
- [4] 于兵杰.装配式基层混凝土预制板受力分析[D].东北林业大学,2023.
- [5] 田志伟,贾立夫,于兵杰,等.装配式道路基层结构接缝传荷性能及影响参数分析[J].森林工程,2023,39(02):165-175.