

# 水泥混凝土路面设计

杨 涛

北京市政路桥锐诚科技有限公司 北京 100000

**摘要:** 水泥混凝土路面是指利用水泥混凝土作为主要材料做成路面,被简称为混凝土路面。水泥混凝土路面设计涉及多个方面,包括面层类型选择、结构层组合、接缝构造、配筋和排水设计等。设计时应考虑行车荷载和温度梯度综合作用产生的疲劳断裂作为设计指标,确保路面具有足够的强度和耐久性,表面应抗滑、耐磨、平整。同时,需根据交通等级、公路等级和变异水平等级来拟定面层厚度。此外,应合理设置接缝,包括横向缩缝、胀缝和施工缝,并考虑传力杆的设置。设计过程中还需注意材料选择,避免使用耐久性差的集料,以确保路面结构的稳定性和延长使用寿命。

**关键词:** 水泥混凝土;路面;设计

引言:水泥混凝土路面作为现代交通网络的重要组成部分,其设计直接关系到道路的安全性、舒适性和耐久性。随着交通量的不断增加和车辆荷载的日益加重,对水泥混凝土路面的设计要求也越来越高。本文旨在探讨水泥混凝土路面的设计方法,包括结构层设计、材料选择、接缝处理以及排水设计等关键要素。通过深入研究和实践经验的总结,旨在为水泥混凝土路面的设计提供科学依据和技术支持,以满足现代交通对路面性能的高要求。

## 1 水泥混凝土路面概述

水泥混凝土路面作为现代道路交通建设的重要组成部分,是一种以水泥、水、骨料(包括粗集料和细集料)以及可能添加的外加剂为主要原料,经过搅拌、浇筑、振捣、养护等工艺过程形成的硬质路面结构。这种路面类型因其高强度、高稳定性、良好的耐磨性和耐久性,以及相对较低的维护成本,在全球范围内得到了广泛应用。第一,水泥混凝土路面的基本构成主要包括面层、基层和垫层。面层是直接承受车辆荷载和自然环境影响的部分,通常由高强度、高耐久性的混凝土制成,要求具有良好的平整度和抗滑性能。基层位于面层之下,主要起承载和分散荷载的作用,其材料选择需根据地基条件、交通荷载等级等因素综合考虑,常用的有贫混凝土、水泥稳定碎石等。垫层则位于基层之下,主要用于改善路基的排水性能和稳定性,减少路基变形对路面的影响<sup>[1]</sup>。第二,在设计上,水泥混凝土路面需考虑交通荷载、地基条件、气候条件、材料性能以及施工和维护成本等多个因素。合理的路面结构设计、材料配比和施工工艺,对于提高路面的使用寿命、减少病害发生、降低维护成本具有重要意义。

## 2 水泥混凝土路面设计方法

### 2.1 结构层设计

结构层设计主要包括面层、基层与垫层的合理选择与布置。面层作为直接承受车辆荷载与自然环境侵蚀的部分,其设计需尤为精细。首先,需根据交通荷载等级、气候条件以及路面使用要求,选择合适的水泥混凝土强度等级与配合比。高强度、高耐久性的混凝土材料能够有效抵抗车轮的磨损与环境的侵蚀,延长路面的使用寿命。同时,面层的厚度设计也需经过严格计算,以确保其满足承载能力与变形要求。基层的设计则更侧重于承载与分散荷载的能力。它位于面层之下,起到承上启下的作用。基层材料的选择需根据地基条件、交通荷载等级以及环境因素进行综合考虑。常用的基层材料有贫混凝土、水泥稳定碎石等。这些材料需具备良好的力学性能与稳定性,以有效传递并分散车辆荷载,减少地基的变形与沉降。基层的厚度设计同样需经过精确计算,以确保其满足承载能力与变形协调性的要求。垫层的设计则主要关注于改善路基的排水性能与稳定性。它位于基层之下,主要起到隔离、排水与缓冲的作用。垫层材料的选择需具备良好的透水性、水稳性与隔水性。常用的垫层材料有砂砾、碎石等。垫层的厚度设计需根据路基条件、排水要求以及环境因素进行综合考虑,以确保其能够有效改善路基的排水性能,减少水分对路面的侵蚀与损害。在结构层设计过程中,还需考虑各层之间的粘结与协同作用。通过合理的层间处理与施工工艺,确保各层之间紧密结合,形成整体性能良好的路面结构。同时,还需对路面结构进行整体稳定性与变形协调性的验算,以确保其满足设计要求与使用寿命的要求。

### 2.2 接缝设计

接缝分为纵向接缝、横向接缝和施工缝，纵向接缝通常平行于路线中心线，用于分隔不同施工段落或处理地基不均匀沉降。在设计时，需考虑设置拉杆或传力杆，以传递和分散荷载，防止接缝处出现过大大变形或断裂。拉杆或传力杆的材料、直径、长度以及间距均需根据交通荷载等级、路面宽度和地基条件等因素进行精确计算。横向接缝包括缩缝、胀缝和施工缝，缩缝用于减小温度应力对路面的影响，通常每隔一定距离设置一道，其位置和间距需根据当地气候条件、路面材料和结构特点进行确定<sup>[2]</sup>。胀缝则设置在邻近桥梁、涵洞等固定构造物处，以及板厚改变处、小半径平曲线处等，以适应路面的变形。胀缝的设计需考虑材料的膨胀系数、地基变形以及交通荷载等因素，确保接缝处有足够的变形能力。施工缝是在施工过程中因材料供应、施工工艺或施工段落划分等原因而设置的临时接缝。在施工缝的设计中，需确保接缝处的混凝土能够紧密连接，避免形成裂缝或脱空。这通常通过预留凹槽、设置传力杆或采用特殊的接缝材料来实现。在接缝材料的选择上，需考虑其弹性、密封性和耐久性。常用的接缝材料有沥青、橡胶、聚氨酯等。这些材料需具有良好的粘结性能，能够与混凝土紧密结合，同时还需具备足够的弹性，以适应路面的变形。

### 2.3 钢筋配筋设计

钢筋配筋设计需根据路面的受力特点和交通荷载等级来确定。在路面结构中，钢筋主要承担拉力和剪力，通过合理的钢筋布置和配筋率，可以有效分散和抵抗由于车辆荷载、温度变化等引起的内部应力，防止路面出现裂缝或断裂。钢筋的类型和规格选择需依据具体的设计要求。常用的钢筋类型包括光圆钢筋和螺纹钢。光圆钢筋主要用于一般配筋，其表面光滑，易于施工；而螺纹钢则具有更高的粘结力和抗拉力，适用于需要更高抗裂性能的场所。钢筋的直径和间距也需根据路面的厚度、宽度以及预期的交通荷载等级进行精确计算，以确保钢筋能够充分发挥其作用。在钢筋的布置上，需考虑路面的变形协调性和整体稳定性。钢筋应沿路面纵向和横向均匀布置，形成连续的钢筋网或钢筋骨架，以提高路面的整体刚度和抗变形能力。同时，钢筋的接头应错开布置，避免在同一截面内集中，以减少应力集中和裂缝的产生。除此之外，还需考虑钢筋的保护层厚度。保护层是指钢筋表面到混凝土表面的距离，它起到防止钢筋锈蚀、提高钢筋与混凝土之间的粘结力以及分散应力的作用。保护层厚度的设计需根据混凝土的强度等级、钢筋的直径以及环境条件等因素进行确定。

### 2.4 排水设计

排水设计需根据路面的地形、气候、交通流量以及路面结构特点进行综合考虑。首先，应合理设置路面横坡，使雨水能够顺畅地流向排水设施。横坡的坡度应根据当地降雨量和地形条件确定，以确保雨水能够迅速排除，避免积水对路面的侵蚀。在路面结构中，应设置排水层或排水管道，以收集并引导路面及路基范围内的积水。排水层通常采用透水性材料，如碎石、砂砾等，能够迅速吸收并传导水分，防止水分在路面结构内部积聚。排水管道则用于将收集的积水排放至路外或指定的排水系统中，确保路面干燥。对于路面接缝和裂缝，应采取密封措施进行密封处理，防止水分通过这些缝隙渗入路面结构内部。常用的密封材料包括沥青、橡胶、聚氨酯等，能够形成有效的防水屏障，延长路面的使用寿命。在排水设计中，还需考虑环境保护和可持续发展的要求。例如，采用生态排水沟、雨水花园等绿色基础设施，既能有效排水，又能减少雨水径流对环境的冲击，实现雨水资源的合理利用。

## 3 水泥混凝土路面设计的优化策略

### 3.1 材料选择与配比优化

在水泥混凝土路面设计的优化策略中，材料选择与配比优化是提升路面性能、降低成本、延长使用寿命的关键环节。应选用品质优良、性能稳定的水泥，确保混凝土的强度、耐久性和工作性能。同时，根据工程所在地的气候条件、交通荷载等级以及施工条件，选择合适的水泥类型，如普通硅酸盐水泥、中热水泥或低热水泥等，以满足路面的特定需求。另外，集料应具有良好的粒形、级配和强度，以保证混凝土的密实性和耐久性。粗集料应选用质地坚硬、耐磨性好的材料，如碎石或破碎卵石；细集料则应选用颗粒均匀、含泥量低的材料，如河砂或机制砂。通过精细的集料筛分和级配设计，可以实现混凝土的均匀性和稳定性。在配比方面，应根据路面的设计强度、工作性能和经济性要求，通过实验室试验确定最佳的水泥用量、水灰比和集料配比。过高的水泥用量会增加成本，同时可能导致混凝土收缩和开裂；过低的水泥用量则会影响混凝土的强度和耐久性<sup>[3]</sup>。合理的水灰比能够确保混凝土的流动性和密实性，而适当的集料配比则可以提高混凝土的强度和抗磨损性能。还应考虑添加外加剂以改善混凝土的性能。例如，使用减水剂可以减少用水量，提高混凝土的强度和耐久性；使用引气剂可以增加混凝土的抗冻性和抗渗性；使用缓凝剂则可以调节混凝土的凝结时间，便于施工操作。

### 3.2 结构设计优化

### 3.2.1 层间结合优化

通过优化层间粘结材料、增强层间粘结强度,可以有效提高路面结构的整体性和耐久性。例如,采用高性能的界面剂或特殊设计的粘结层,可以增加面层与基层之间的粘结力,防止层间分离和脱空现象的发生。同时,合理的层间排水设计也能有效减少水分对层间粘结的影响,提升路面的长期性能。

### 3.2.2 钢筋布置优化

通过优化钢筋的布置方式、数量和规格,可以显著提升路面的抗裂性、抗冲击性和承载能力。在设计中,应根据路面的受力特点和交通荷载等级,合理确定钢筋的布置位置和间距,确保钢筋能够充分发挥其增强作用。同时,采用高性能的钢筋材料和连接方式,也能进一步提高路面的整体性能和耐久性。

### 3.2.3 排水系统优化

排水系统的优化对于路面结构的稳定性和耐久性至关重要。通过合理设计排水设施、优化排水路径和排水能力,可以有效排除路面及路基范围内的积水,防止水分渗透导致的路面病害。在设计中,应充分考虑地形、气候和交通流量等因素,确保排水系统能够满足路面的实际需求。同时,采用绿色排水技术和材料,也能实现雨水资源的合理利用和环境保护。

### 3.2.4 基层材料优化

基层材料的选择和优化对于路面结构的承载能力和耐久性具有重要影响。通过选用高强度、高稳定性的基层材料,如贫混凝土、水泥稳定碎石等,可以显著提升路面的承载能力和抗变形能力。同时,根据地基条件和交通荷载等级,合理确定基层材料的厚度和配比,也能进一步优化路面结构的性能和经济性。

## 3.3 施工技术与质量控制优化

### 3.3.1 施工工艺精细化

施工工艺的精细化是提升路面质量的基础。通过优化施工流程、细化操作步骤、采用先进的施工技术和设备,可以确保施工过程的准确性和高效性。例如,在混凝土拌合过程中,严格控制原材料的质量和配比,采用高效的拌合设备,确保混凝土的均匀性和稳定性;在浇筑和振捣过程中,采用先进的振捣设备和工艺,确保混凝土的密实性和均匀性。

### 3.3.2 质量检测与监控强化

质量检测与监控是确保路面质量的重要手段。通过加强原材料的质量检测、施工过程中的质量监控以及成品的质量验收,可以及时发现并纠正施工中的质量问题。例如,对水泥、集料等原材料进行严格的质量检测,确保其符合设计要求;在施工过程中,采用先进的检测技术和设备,对混凝土的强度、密实度、平整度等关键指标进行实时监控;在成品验收阶段,采用科学的检测方法和标准,对路面的整体质量和性能进行全面评估。

### 3.3.3 施工人员培训与技能提升

施工人员的技能和素质对路面质量具有直接影响。通过加强施工人员的培训和教育,提升其专业技能和质量意识,可以确保施工过程的规范性和准确性。例如,定期组织施工人员参加专业技能培训和质量意识教育,提高其对施工标准和规范的理解和执行能力;同时,鼓励施工人员积极参与技术创新和质量改进活动,不断提升其综合素质和创新能力。

### 3.3.4 环境保护与可持续发展

在施工技术与质量控制优化中,还应充分考虑环境保护和可持续发展的要求。通过采用环保的施工材料和技术、减少施工过程中的噪音和粉尘污染、合理利用资源等措施,可以实现施工过程的绿色化和环保化。同时,加强施工过程中的废弃物管理和资源回收利用,也能进一步推动施工行业的可持续发展。

## 结语

总之,水泥混凝土路面设计是一个复杂而精细的过程,它涉及到多个学科的知识和技术。通过科学合理的设计,可以确保路面具有足够的强度和耐久性,满足交通需求和行车安全。通过精确计算材料配比、优化结构设计、强化接缝处理及完善排水系统,旨在打造既坚固耐用又符合现代交通需求的路面。展望未来,持续的技术创新与设计优化将是推动水泥混凝土路面设计领域发展的关键动力。

## 参考文献

- [1]郭成忠.浅谈城市道路水泥混凝土路面设计[J].江西建材,2019(12):67-68.
- [2]张云武.水泥混凝土路面设计问题的解决对策研究[J].建筑技术开发,2020,46(05):31-32.
- [3]玄丹.水泥混凝土路面加铺层设计分析探讨[J].科技创新导报,2020,15(26):21-22.