

道路桥梁结构化设计应用研究

王峰¹ 赵雪² 杜书光³

1. 兰州交大设计研究院有限公司山东分院 山东 济南 250000

2. 山东鑫路交通设计咨询有限公司 山东 济南 250000

3. 中电建铁路建设投资集团有限公司 重庆 400030

摘要: 文章深入探讨了道路桥梁结构化设计的应用研究,从设计流程、材料选择、荷载计算分析、施工工艺规划、质量控制以及桥梁维护与保养等多个维度,全面剖析了结构化设计在提升道路桥梁安全性、经济性、耐久性和施工效率方面的关键作用。通过案例分析与实践总结,揭示结构化设计在应对复杂工程挑战、促进技术创新和优化资源配置方面的显著优势,为道路桥梁领域的可持续发展提供有力支撑。

关键词: 道路; 桥梁设计; 结构化设计; 应用

1 道路桥梁结构化设计概念

道路桥梁结构化设计概念是土木工程领域中的一个核心组成部分,它涉及将复杂的交通基础设施需求转化为安全、经济、且环境友好的物理结构体系。结构化设计关注于结构的力学稳定性和耐久性,材料选择、施工便利性、维护成本以及环境影响等方面。在道路桥梁的结构化设计中,首先需明确设计目标,包括通行能力、荷载标准、使用年限、抗震防灾要求等。进行详细的现场勘察与地质调查,以获取地形地貌、地质条件、水文状况等基础数据,这些数据是设计合理性的重要依据。设计过程中,采用先进的计算机辅助设计(CAD)和工程分析软件,如有限元分析(FEA)软件,对桥梁或道路的各个组成部分(如桥墩、梁体、桥面铺装、路基等)进行精确的力学模拟和应力分析。有助于设计师优化结构设计,确保结构在承受各种设计荷载(如车辆荷载、风荷载、温度荷载等),满足安全要求,又实现经济合理。在材料选择上,道路桥梁结构化设计倾向于采用高性能材料,如高强度混凝土、高性能钢材、复合材料等,以提高结构的承载能力和耐久性。同时也注重材料的环保性和可持续性,以减少对自然资源的消耗和环境的负面影响。设计需考虑施工过程中的便利性和安全性,及结构在使用过程中的维护管理,制定详细的维护管理计划,确保结构在长期使用过程中能够保持良好的工作状态。

2 道路桥梁结构化设计的应用原则

2.1 简约化原则

简约化原则强调在保证结构安全性和功能性的前提下,力求设计方案的简洁明了。意味着在设计过程中应避免不必要的复杂性和冗余结构,通过优化结构设计,减少材料消耗和施工难度,提高经济效益^[1]。简约化原则

还体现在选择简洁有效的结构形式和构件布置上,使得结构易于理解、制造和维护。

2.2 整体性原则

整体性原则要求将道路桥梁视为一个有机整体进行考虑,而非孤立地看待各个部分。这意味着在设计时需要全面考虑结构的整体性能,包括整体稳定性、刚度分布、受力传递路径等。通过合理的结构布局 and 连接设计,确保各部分之间相互协调、共同工作,达到整体最优的设计效果,整体性原则也强调在设计过程中要考虑结构与环境的相互作用,确保结构与环境和谐。

2.3 连续性原则

连续性原则在道路桥梁结构化设计中至关重要,它指的是结构在几何形态、材料特性和力学性能等方面应保持连续性。要求在设计过程中确保结构各部分的几何尺寸、形状和截面变化平滑过渡,避免产生应力集中和突变。在材料选择和使用上也要保持连续性,避免不同材料之间的不良相互作用。连续性原则有助于保证结构在受力过程中能够均匀传递荷载,提高结构的整体稳定性和耐久性。

2.4 综合性原则

综合性原则要求在设计过程中综合考虑多个因素,包括安全性、经济性、耐久性、美观性、施工便利性和环境影响等。意味着设计师需要具备全面的知识和技能,能够从多个角度对设计方案进行评估和优化。设计中需要权衡各种因素之间的关系,寻求最佳平衡点。综合性原则还强调在设计过程中要注重与相关专业人员的沟通和协作,确保设计方案的全面性和可行性。

3 结构化设计在道路桥梁设计过程中的应用

3.1 结构化设计流程在道路桥梁设计过程中的应用

结构化设计流程是道路桥梁设计过程中的核心指导框架，它确保了设计工作的系统性、条理性和高效性。这一流程通常包括前期调研、概念设计、初步设计、详细设计、设计评审与修改以及最终设计文件编制等阶段。在前期调研阶段，结构化设计流程要求全面收集并分析项目背景信息、地质勘察数据、交通流量预测、环境评估报告等关键资料，为后续设计提供坚实基础。通过明确设计目标、约束条件和性能指标，为后续步骤设定清晰的方向。概念设计阶段则是将前期调研成果转化为初步的设计构想，结构化设计流程鼓励设计师采用创造性思维，结合工程实践经验和先进技术理念，提出多种设计方案。通过对比分析各方案的可行性、经济性和环境影响，筛选出最优概念方案。初步设计阶段是对概念设计的深化和细化，在这一阶段，结构化设计流程要求详细规划桥梁的总体布局、结构形式、截面尺寸等关键要素。需要进行初步的结构分析和计算，以验证设计方案的合理性和安全性。通过初步设计评审，及发现问题并进行必要的调整。详细设计阶段则是将初步设计转化为具体施工图纸和技术文件的过程，结构化设计流程强调精细化和标准化，要求设计成果准确无误、易于理解和实施^[2]。这一阶段需要完成结构细部设计、材料规格确定、施工工艺说明等工作，为施工提供详细指导。设计评审与修改是结构化设计流程中不可或缺的环节，通过组织专家团队对设计成果进行全面审查和评价，及发现并纠正设计中存在的问题和不足。设计修改应根据评审意见进行针对性调整和优化，确保设计方案的最终完善。最终设计文件编制则是将设计成果整理成规范、完整的文档资料，为后续施工、验收和维护提供重要依据。结构化设计流程要求设计文件内容详实、格式规范、易于查阅和归档。

3.2 结构化设计在桥梁结构材料选择中的应用

在桥梁结构材料选择中，结构化设计发挥着至关重要的作用。它要求设计师根据桥梁的使用环境、荷载条件、耐久性要求等因素，综合评估各种材料的性能特点和经济性，选择最适合的材料组合方案。结构化设计强调对材料性能的深入了解，需要掌握各种材料的力学性能、耐久性能、抗腐蚀性能等关键指标，以便在设计中做出合理选择。结构化设计注重材料的经济性评估，在选择材料时，不仅要考虑其性能优势，还要综合考虑其采购成本、加工成本、运输成本以及后期维护成本等因素。通过综合比较不同材料的性价比，选择经济合理的材料方案。结构化设计还强调材料的环境适应性，选择材料时，需要充分考虑材料对环境的影响及环境对材料

的影响。例如，在沿海地区或腐蚀性环境下，需要选择具有良好抗腐蚀性能的材料；在地震多发地区，则需要选择具有良好抗震性能的材料。

3.3 结构化设计在桥梁荷载计算与分析中的应用

桥梁荷载计算与分析是桥梁结构设计中的关键环节之一。结构化设计通过科学的方法和手段对桥梁所承受的各种荷载进行精确计算和分析，确保桥梁结构的安全性和稳定性。结构化设计要求明确荷载种类和取值标准，根据桥梁的使用功能和环境条件，需要考虑的荷载类型（如恒载、活载、风载、温度荷载等）及其取值标准。通过查阅相关规范和标准或进行专项研究确定合理的荷载取值。结构化设计采用先进的计算方法和软件进行荷载效应分析，利用有限元分析（FEA）等现代计算技术建立桥梁结构的数值模型，对模型施加各种荷载并模拟其受力过程。通过计算分析得到结构在不同荷载作用下的应力分布、变形情况和稳定性指标等关键参数^[3]。

3.4 结构化设计在桥梁结构优化与调整中的应用

桥梁结构优化与调整是设计过程中的重要环节之一。结构化设计强调对结构性能的全面评估，在优化过程中需要对结构的承载能力、刚度分布、稳定性以及动力特性等方面进行综合考虑和分析。通过对比分析不同结构方案的性能特点和经济性指标选择最优方案或进行必要的调整改进。结构化设计采用先进的优化算法和技术手段进行结构优化，利用遗传算法、模拟退火算法等现代优化技术结合有限元分析等方法对结构进行多目标优化。通过优化算法的不断迭代和搜索找到满足约束条件的最优解或接近最优解的设计方案。结构化设计注重设计方案的调整和完善，在优化过程中可能会发现原设计方案中存在的一些问题或不足之处需要进行相应的调整和改进。

4 结构化设计在道路桥梁施工及维护中的应用

4.1 结构化设计在施工工艺规划中的应用

在道路桥梁的施工过程中，结构化设计不仅是设计阶段的指导原则，也深入渗透到施工工艺的规划之中，确保施工活动的有序进行和高效完成。结构化设计在施工工艺规划中强调流程的合理性与科学性，通过详细分析桥梁结构的复杂性和施工环境的特殊性，结构化设计将施工过程划分为若干关键阶段和子任务，明确每个阶段的施工目标、技术要求和资源配置。这种分阶段、分步骤的规划方式有助于施工团队更好地把握施工节奏，减少因施工顺序不当或资源调配不合理而导致的延误和浪费。结构化设计注重施工工艺的标准化与规范化，在规划阶段，设计师会依据行业标准和最佳实践，为各施

工环节制定详细的操作指南和质量标准。这些标准不仅涵盖了施工技术的具体要求,还包括了安全生产的各项规定。通过实施标准化、规范化的施工工艺,可以显著提升施工质量和效率,降低安全事故的风险。结构化设计还强调施工过程中的信息管理与沟通协调,在施工工艺规划中,会建立完善的信息管理系统,确保施工过程中的各类信息(如设计图纸、施工日志、质量检测报告等)能够及时、准确地传递和共享。

4.2 结构化设计在材料选择与质量控制中的应用

材料选择与质量控制是道路桥梁施工中的关键环节,而结构化设计在这一过程中发挥着至关重要的作用。在材料选择方面,结构化设计强调根据桥梁结构的实际需求和环境条件,科学合理地选择材料种类和规格。设计师会综合考虑材料的力学性能、耐久性能、经济性能以及环保性能等因素,通过对比分析不同材料的优缺点,选择最适合的材料组合方案^[4]。结构化设计还会关注材料的供应稳定性和质量可靠性,确保所选材料能够满足施工和使用的双重需求。在质量控制方面,结构化设计注重从源头抓起,对材料的质量进行严格把关,在施工前,会对所有进场材料进行严格的检验和测试,确保其符合设计要求和质量标准。在施工过程中,会加强对材料使用情况的监督和管理,防止因材料使用不当或浪费而导致的质量问题。同时还会建立完善的质量检测体系,对关键施工环节和隐蔽工程进行重点检测和验收,确保施工质量的全面达标。

4.3 结构化设计在桥梁维护与保养中的应用

桥梁的维护与保养是确保其长期安全、稳定运行的重要保障。结构化设计在桥梁维护与保养中的应用主要体现在几个方面:(1)结构化设计强调预防性维护的理念,通过在设计阶段充分考虑桥梁结构的耐久性和易损性,制定合理的预防性维护计划。这些计划会针对桥梁结构的关键部位和薄弱环节进行定期检查和维修,及时发现并处理潜在的问题和隐患,从而延长桥梁的使用寿命和减少大修次数。(2)结构化设计注重维护与保养的

规范化和标准化,在维护与保养过程中,会依据设计阶段的规范和要求制定详细的操作指南和维护标准。这些标准不仅涵盖了维护技术的具体要求还包括了安全生产的各项规定。(3)结构化设计还强调维护与保养过程中的数据管理与分析,在维护与保养过程中会建立完善的数据管理系统对桥梁的运行状态、维护记录以及检测结果等信息进行及时、准确的记录和存储。通过对这些数据的分析和挖掘可以发现桥梁运行中的规律和趋势为后续的维护与保养工作提供科学依据和决策支持。(4)结构化设计还关注桥梁维护与保养的可持续发展,在维护与保养过程中会注重环境保护和资源节约通过采用环保材料和技术手段减少对环境的影响。同时还会关注桥梁的升级改造和再利用通过合理的改造和升级使桥梁在满足现代交通需求的同时实现可持续发展。

结束语

道路桥梁结构化设计的应用研究不仅丰富工程设计的理论体系,更为实际工程建设提供科学指导。随着科技的进步和工程实践的深入,结构化设计将在道路桥梁领域发挥更加重要的作用。未来,应继续深化对结构化设计的研究与应用,不断探索新技术、新方法,以更加科学、合理的设计方案应对日益复杂的工程挑战,推动我国道路桥梁建设事业迈向更高水平。

参考文献

- [1]任健,洪长剑.结构化设计在桥梁设计中的应用[J].交通世界,2020(33):62-63.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2020.33.031.
- [2]陈博.道路桥梁设计中结构化设计的应用研究[J].交通世界,2020(24):77-78.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2020.24.039.
- [3]谢杨,杨继文,龚成.道路桥梁设计中结构化设计的具体应用探讨[J].建材与装饰,2020(20):278+281.
- [4]常恒.结构化设计在道路桥梁设计中的应用[J].工程技术研究,2019,4(23):177+238.