

# 市政桥梁工程抗震性能的优化措施

祝振胜 612426196911076419

安康市盛腾建筑工程有限公司

**摘要:** 市政桥梁工程抗震性能的优化对于保障城市交通系统的安全稳定至关重要。通过对桥梁结构设计、材料选用以及抗震构造措施等方面进行优化,能够有效提高桥梁在地震作用下的抗倒塌能力和整体性能。从合理的结构体系规划到高性能材料的应用,再到先进抗震构造的设置,一系列措施的综合实施可显著增强市政桥梁的抗震性能,降低地震灾害带来的损失。

**关键词:** 市政桥梁工程; 抗震性能; 优化措施

**引言:** 市政桥梁作为城市交通的重要枢纽,其抗震性能直接关系到地震发生时城市的正常运转和人民生命财产安全。近年来,地震灾害频发,对市政桥梁造成了不同程度的破坏。因此,深入研究市政桥梁工程抗震性能的优化措施具有迫切的现实意义。通过优化抗震性能,可提高桥梁的安全性和可靠性,减少地震带来的负面影响。

## 1 市政桥梁抗震性能现状分析

### 1.1 现有抗震设计标准

当前,我国市政桥梁工程主要遵循《公路桥梁抗震设计规范》(JTG/T2231-01—2020)及《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ166-2011)等国家标准。这些规范明确了桥梁抗震设防的目标,即“小震不坏、中震可修、大震不倒”,并引入了基于性能的抗震设计理念。设计方法已从传统的单一强度控制,发展为综合考虑强度、变形和耗能能力的多水准设防与多目标性能设计。规范对场地类别、地震动参数、结构体系、阻尼比等关键因素做出了详细规定,并要求对重要桥梁进行专门的地震安全性评价和动力时程分析。然而,现有标准在应对超设防烈度地震、复杂地质条件以及桥梁结构形式日益多样化带来的新挑战方面,仍有待进一步深化与完善,部分条款的适用性和精细化程度尚需提升,以更好地保障桥梁在全寿命周期内的抗震安全。

### 1.2 常见抗震问题

在实际工程中,市政桥梁的抗震性能仍面临诸多突出问题。首先,支座系统

失效是常见震害之一，包括支座滑移、脱空、甚至断裂，导致上部结构位移过大或落梁。其次，桥墩抗震能力不足，表现为墩柱塑性铰区域箍筋配置不当、混凝土压溃或纵向钢筋屈曲，尤其在矮墩、短柱中剪切破坏风险较高。第三，桥梁基础与地基的相互作用常被忽视，液化、滑坡等场地失效会严重削弱基础承载力，引发整体倾斜或沉降。此外，伸缩缝和桥台背墙的碰撞、防落梁装置设计不当、非结构构件（如栏杆、管线）的破坏也屡见不鲜。这些问题往往源于设计阶段对地震作用路径考虑不周、细部构造设计薄弱，或施工质量未能严格满足抗震设计要求，最终在强震中暴露出安全隐患。

## 2 抗震性能优化的关键要素

### 2.1 结构设计优化

结构设计优化是提升桥梁抗震性能的核心。首先，应优先采用抗震性能优良的结构体系，如连续梁桥、刚构桥，并合理设置抗震缝以分割长桥，减少地震响应的相互影响。其次，基于能力设计原则，明确结构的屈服机制和耗能路径，确保塑性铰仅在预设的、易于修复的部位（如墩底）形成，并通过强度冗余度保护关键构件。第三，广泛应用减隔震技术，如在桥墩与上部结构之间设置铅芯橡胶支座、高阻尼橡胶支座或摩擦摆支座等，以延长结构周期、增加阻尼、耗散地震能量，显著降低传递到下部结构的地震力。此外，采用基于性能的抗震设计方法，针对不同重要性等级的桥梁设定差异化的性能目标，并利用非线性静力分析或动力时程分析进行精细化验算，是实现经济性与安全性平衡的关键。

### 2.2 材料选择与应用

高性能材料的应用是增强桥梁抗震韧性的物质基础。在混凝土材料方面，推广使用高强度、高韧性混凝土，并掺入纤维（如钢纤维、聚丙烯纤维）以改善其抗裂性能和变形能力。对于钢筋，应采用具有高延性、低屈强比的抗震钢筋，确保结构在进入塑性阶段后仍能维持足够的变形能力和耗能容量。在关键连接部位和耗能构件中，可考虑使用低屈服点钢材或形状记忆合金等智能材料，以提供稳定的滞回耗能特性。此外，对支座、阻尼器等减隔震装置所用材料，如特种橡胶、合金等，必须严格控制其耐久性、疲劳性能和温度稳定性，确保其在地震作用下的可靠性和长期性能。材料的选择需与结构设计深度融合，通过材料创新推动抗震性能的实质性飞跃。

## 2.3 抗震构造措施

细致可靠的抗震构造措施是保证理论设计得以实现、防止脆性破坏的最后防线。对于桥墩，必须在潜在塑性铰区域配置足量、密闭的螺旋箍筋或焊接环箍，以提供有效约束，防止混凝土过早压碎和纵筋屈曲；同时，确保纵向钢筋的搭接和锚固满足抗震要求。在支座系统，需设置可靠的防落梁装置，如拉杆、挡块或限位锚栓，其强度和位移容量需经过严格计算，并与支座的变形能力相协调。对于桥台和伸缩缝，应预留足够的间隙并设置缓冲装置，避免主梁与桥台发生有害碰撞。此外，应加强基础结构的整体性，如采用系梁连接桩基，并针对液化土层采取换填、加密或设置碎石桩等地基处理措施。这些构造细节的处理，直接决定了桥梁在地震中的实际行为与最终命运。

## 3 优化措施的实施与管理

### 3.1 施工过程控制

抗震性能的优化蓝图必须通过严格的施工过程控制方能转化为现实。首先，必须将抗震设计意图，特别是关键构造细节，清晰无误地交底给施工团队。在材料环节，所有进场钢筋、水泥、支座、阻尼器等均需进行见证取样和复试，确保其性能指标完全符合抗震设计要求。在混凝土浇筑过程中，需重点控制塑性铰区等关键部位的振捣质量，保证混凝土密实度，并加强养护以防止裂缝。钢筋工程应确保箍筋弯钩角度与平直段长度、纵筋的连接质量完全符合规范。减隔震装置的安装必须精准定位，并严格遵循厂家提供的工艺要求。同时，施工中应建立完善的质量追溯档案，对每一道影响抗震性能的工序进行影像和文字记录，实现全过程、可追溯的质量管控，杜绝因施工偏差导致的抗震薄弱环节。

### 3.2 维护与监测

桥梁竣工后的长期维护与健康监测是保障其全寿命周期抗震能力可持续性的关键。应建立专门的抗震设施档案，并制定针对减隔震支座、阻尼器、防落梁装置等关键抗震构件的定期检查与维护制度，及时清理杂物、润滑活动部件、更换老化或损坏的元件。结构健康监测系统的应用至关重要，通过在桥墩、支座等关键部位布设传感器，长期监测结构的振动特性、位移、应变及温湿度变化，利用数据分析识别结构刚度退化、损伤累积或支座失效等早期隐患。尤其在大风、暴雨或小震事件后，应立即启动专项检测。所有检查和监测数据应录入数据库，

用于评估结构的当前抗震性能状态，并为必要的加固维修提供决策依据，从而形成“设计-施工-维护-监测-评估-预警”的闭环管理体系，动态保障桥梁的抗震安全。

结语：市政桥梁工程抗震性能的优化是一个系统工程，需要从设计、施工到维护的全过程进行把控。通过对结构设计、材料选用和抗震构造等关键要素的优化，以及严格的施工过程控制和有效的维护监测，能够显著提高市政桥梁的抗震性能。在未来的市政桥梁建设中，应不断探索和应用新的抗震技术和方法，确保桥梁在地震灾害中发挥应有的作用，保障城市的安全与稳定。

#### 参考文献

[1] 雷春煦, 罗颖. 高地震烈度地区市政桥梁减隔震设计研究[J]. 四川建筑, 2025, 45(03):273-274.

[2] 李炼. 隔震设计技术在市政桥梁设计中的应用研究[J]. 运输经理世界, 2022, (16):86-88.

[3] 徐蕾蕾. 市政桥梁抗震性能化设计[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(12):63-64.