

# 桥梁结构抗震设计与设防措施

彭旭来

(华维设计集团股份有限公司, 江西 南昌 330224)

**摘要：**随着新时代的发展，我国的桥梁数量在不断增多。在进行桥梁结构设计时需要考虑人们行车的安全性，加大对桥梁结构抗震设计的重视程度，选择不同的抗震设计方法优化实例的设计方案，从而使桥梁结构本身的抗震系数得到全面提高。与此同时，还需要融入先进的科技手段，构建三维立体化模型，使桥梁结构抗震设计具备针对性和专业性，为后续桥梁正常使用打下良好的基础。

**关键词：**桥梁结构；抗震设计；设防措施

**中图分类号：**U442.55 **文献标识码：**A

桥梁结构抗震设计存在的问题影响桥梁结构的稳定性和安全性，因此在实际工作中需要适当借鉴其他地区在桥梁结构抗震设计方面的经验，根据本地区的桥梁结构特点设置相对应的抗震设计方案，从而使桥梁本身的抗震系数得到全面提高。在实际工作中需要了解桥梁抗震设计的要点以及设防的措施，从而使桥梁设计效果得到全面提高。

## 1 桥梁抗震结构概述

在进行桥梁抗震结构设计之前，需要了解桥梁抗震结构本身的特点，从而为后续的设计工作提供重要的支撑。桥梁工程属于当前重要的建设工程，抗震系数的提高影响桥梁工程本身的稳定性，在抗震设计中，主要是根据地震灾害和工程经验等相关内容来进行日常的设计，选择正确的设计思想，从整体角度构建完整结构总方案，细致地进行结构设计，从而达到抗震效果。合理的抗震设计要在刚度和强度上满足相关标准，并且实现强度和刚度的最佳组合，使桥梁的抗震效果得到全面提高。桥梁属于交通中的重要组成部分，桥梁如果被破坏不仅会影响人们正常出行，还会带来严重的安全问题，从以往的设计经验来看，有的桥梁经常出现开裂和混凝土剥落等问题，严重时内部钢筋也会出现裸露情况，因此在实际工作中需要更加科学而有序地开展桥梁抗震设计，为后续的使用提供重要基础。

## 2 桥梁结构抗震设计与设防措施

### 2.1 碳纤维包覆设计工法介绍

纤维增强复合材料有三个基本成分，分别为纤维、基材及纤维与基材间的界面。其中纤维

为强化材料，使纤维增强复合材料具有很高的强度和弹性系数，同时也是决定纤维增强复合材料机械性能的主要因素。其主要功能为承受主要负载，限制微裂纹延伸，提高材料强度与刚性，改善材料抗疲劳、抗潜变性能，提高材料使用寿命与可靠性等。目前最常应用的纤维材料为碳纤维、玻璃纤维及克维拉纤维等。纤维增强复合材料基本成分中的基材是决定纤维增强复合材料使用温度、电气特性及化学性质的主要因素，其主要功能为传送或分散应力至纤维中，固定纤维排列方向，保护纤维避免受摩擦或侵蚀，结合纤维使复合材料受应力时不至于变形或破坏。目前最常应用的基材材料为聚酯树脂、环氧树脂及热塑性塑料。纤维与基材间的界面是决定纤维增强复合材料使用寿命的主要因素，其主要功能为使负荷顺利由基材传送到纤维，抵抗纤维与基材间热膨胀造成的支应力，避免复合材料受液体渗透，帮助基材保护纤维，抵抗树脂硬化收缩现象。在桥梁抗震补强方面，由于设计目的是在大地震时可产生良好韧性的塑性铰，对钢筋混凝土桥柱而言，如其韧性或剪力容量不足，可采用碳纤维包覆补强提高其韧性。纤维复合材料可采用碳纤维复合材料与高强度玻璃纤维复合材料。

### 2.2 优化桥梁抗震总体设计

在桥梁抗震设计期间，首先应对总体设计进行优化。首先，合理选择桥梁建设地址。一般需要保证桥梁建设场地的土质具有良好的承载性与坚硬性，避免现场存在软土地基，保证桥梁结构在地震作用下不会造成地基失效问题，如黏土地基、人工填土或者存在松散的粉细砂等地区都不适宜作为桥梁工程建设的区域。而比

较理想的区域主要以硬黏土地基、基岩以及碎石类等坚实度比较好的地基为主。其次，在确定桥型时需要综合考虑桥梁工程建设现场的地形和地质条件、桥梁工程规模以及地震灾害防治经验等，优先选择便于进行维修、加固且合理、经济的桥梁结构形式。例如，型钢混凝土结构本身具有质轻、跨度大以及减震效果好等应用特征，成为桥梁抗震设计中比较重要的一种桥型结构。最后，针对桥孔的设置，要采取等跨设置方式来改善其抗震性能，同时要避免大跨和高墩两者结合；并且选择质量与刚度分布均匀、自重较轻且比较简单的体型，相应的重心也要尽可能降低，这样不仅可以改善其抗震性能，也有利于更便捷地开展施工。如果桥梁位于地震作用下容易诱发泥石流的沟谷区域中，桥下净高与孔跨都需要结合流域之内的地质和地形条件等进行综合考虑，必要时可以适当地做加大处理<sup>[1]</sup>。

### 2.3 结构与构件的强度

提高结构与构件的强度在实际设防工作中是非常重要的。桥梁结构的地震破坏主要是由于地震而引起的结构振动，所以在实际工作中需要根据地基的特点来了解结构的振动能量，将此作为最小值，使结构具备较高的强度以及高度。在实际工作中需要在不增加质量和高度的前提下，使总体强度得到全面提高，在高度选择方面需要依据现场情况来提高实际的设计效果。强度是决定抗震能力的重要参数，地震很有可能导致结构出现反复变形的问题，使刚度和强度不断退化，所以在实施工作中需要加强对这一问题的有效认识，做好延性设计，不断完善抗震的设计模式和方案<sup>[2]</sup>。

### 2.4 混凝土的卸料和布料

由于隧道内部的作业空间有限，混凝土运输车辆进隧道进出口部位就应掉头，倒行至施工部位准备卸料。由施工人员指挥进行卸料，完成混凝土摊铺。运输车辆在卸料的过程中要避免多辆车同时进入隧道内，应该在前一辆运输车卸料完成驶出隧道以后，下一辆运输车才进入隧道开始卸料。运输车辆卸料完成以后应使用摊铺机完成布料，挖掘机在这个过程中可以发挥出辅助作用。隧道内的照明状况一般不是很理想，所以应加强对施工现场的管控，避免运输车相互碰撞而

影响施工进度。

### 2.5 静力法

桥梁结构抗震系数提高已经成为设计工作中需要广泛关注的问题，在实际工作中需要选择正确的抗震方法，使最终的抗震效果得到全面提高。在实施工作中可以选择静力方法进行抗震设计，假设各个物体和各个部分之间的地震具有相同的震动，结构上的作用只局限于地面运动或者物质质量所产生的惯性力，在实际设计方案中需要忽视结构的动力性，通过地震的惯性力来进行结构内力分析。从动力学的角度来看，地震加速度只是作为结构破坏的单一因素，具有一定的局限，并且还要考虑动力特征方面的因素，只有结构物的基本特征周期比地面卓越周期小时，在地震发生时，桥梁结构才不会受到任何破坏。在实际工作中需要加强对静立法的有效认识以及了解，同时还需要融入抗震计算方面的工作要点，使抗震设计效果得到全面提高。

### 2.6 场地的整体规划

在实际实施时要避免地震发生时可能发生的地基失效问题，对松软场地来说要进行有效处理，在实际工作中要尽可能选择坚硬的场地进行日常工作，桥梁整体性要好，并且上部结构要保持连续性的特征，通过较为完善的可靠性以及稳定性，防止一些结构构件出现散落问题。在后续工作中要充分结合空间作用的基本条件，在平面和立面上优化整体的结构布置，并且考虑有关几何尺寸和质量方面的因素，保证刚度是非常均匀的。在对称和规整方面符合相关要求，从而防止在地震发生时出现突然变形的问题而影响实际的设计效果<sup>[3]</sup>。

### 2.7 分层橡胶支座

在桥墩和桥梁中安装支座主要是为了提高桥梁稳定性与安全性，保证桥梁在遇到地震时不被破坏，降低地震产生的能量对桥梁所造成的冲击，所以在桥梁抗震设计中需要格外重视支座的设计，这也是桥梁是否拥有良好抗震性能的基础。从以往的桥梁结构设计来看，分层橡胶支座应用得十分普遍，其主要由橡胶片与薄层钢板两部分构成，再以层层交替的形式形成圆柱，有的则呈现出矩形，通过橡胶和钢板两者的作用，起到良好的减震效果。在分层橡胶支座

中,因为橡胶容易发生变形,导致其自身阻尼系数相对较低,可以起到较为理想的隔震与减震作用<sup>[4]</sup>。

## 2.8 合理设置和布置

在实际抗震设计时,要特别关注有关支座形式方面的问题,研究数据表明,在某些地区发生地震之后,普通橡胶支座破坏会使损伤不断加大,所以在支座形式方面需要根据桥梁设防的要求以及标准进行合理设置,根据基本地震的动峰加速度值来选择减震橡胶支座。合理布置支座能降低地震对桥梁本身的负面影响。值得注意的是,在实际设计工作中不要选择同一种类型的固定支座,需要融入活动性支座的布置方式,并且考虑各个支座所受到的水平压力,做好数值的计算以及分析工作,从而使最终的设计效果达到预期的状态以及标准。同时,还需要根据抗剪计算估计合理的配置,确定不同箍筋的间距等,做好细节构造,满足抗震设计要求以及标准,通过细节设计,不断完善抗震设计方案。

## 2.9 施工质量控制

(1)因碳纤维包覆补强施工时气温在5以下、雨天、可能结露或相对湿度 $>85\%$ 时,不可施工,故需先行确认施工地点的温度、湿度,并选用适当的渗透型底漆。本工程施工期间为夏季,气候多雨,相对湿度常超过 $85\%$ ,以致通常只能施作半日,或全日不能施作,从而影响施工效率。(2)桥面常有水沿排水管或伸缩缝滴下,导致补强面潮湿无法施工,需在梁底增设防水设施阻绝雨水下渗,避免影响施工质量。

(3)黏稠度应以加热方式控制,不可使用有机溶剂稀释。(4)应提高施工人员的熟练度及采取适当的管控,稍有错漏极可能造成试验及补强失败。

## 2.10 注意事项

(1)应该在摊铺的起始阶段进行校核并调整摊铺机机架的水平高度,保证摊铺机始终位于正线上行进;在摊铺作业的前5m范围以内对路面的标高、中线、厚度以及坡度进行测量,将摊铺的结果反馈给操作人员。(2)控制摊铺机的前进速度。操作人员应保证摊铺机匀速、缓慢移动,混凝土的坍落度应控制在 $40\sim 50\text{m/h}$ ,保证摊铺机运行过程中速度的合理性,确保不会出现混凝土卸料量过大以及摊铺机停机卸料现象。(3)混

土振捣频率的控制。通常情况下,混凝土的振捣频率控制在 $6000\sim 11000\text{r/min}$ 之间比较合适。某项目将混凝土的振捣频率控制在 $8000\text{r/min}$ 左右,混凝土振捣应保证不出现漏振、过振现象。结合混凝土的稠度来看,若混凝土比较稀疏,应适当降低振捣的频率,适当提升摊铺机的移动速度;反之应提高振捣频率,降低摊铺机的移动速度。

(4)对纵坡比较大的路面,应使用抹平板对混凝土表面进行摊平处理;上坡路段则应将摊平板降低,并降低摊平板的压力。(5)转弯或渐变路段,应对抹平板外侧的边距进行调整,避免垮边现象<sup>[5]</sup>。

## 2.11 扩大结构截面加固技术

针对桥梁中的混凝土结构,适当扩大结构的横截面积,可以显著增强其强度,确保整体结构稳定。例如,可以对桥梁面板进行加厚,或者可以对桥梁主梁的梁肋宽度进行增加来改善其承载性,保证其在地震作用下依旧保持很好的稳固性。该种加固技术应用中需要保证下部桥梁结构本身的承载性比较高,否则可能会因为上部荷载过大而危及桥梁结构本身的稳定性。

## 3 结束语

在进行桥梁结构抗震设计时,需要优化常规性的桥梁结构,融入先进的科技手段,使设计方案具备科学性特征,注重细节构造,要特别注意不同构造之间的衔接,结合以往的设计经验,不断完善设计方案,做好数值计算以及分析工作,提高实际的设计效果,推动我国桥梁设计行业的稳定发展。

## 参考文献

- [1] 寇驰.装配式混凝土框架桥梁节点杆连接抗震性能的研究[D].西安:西安工业大学,2019.
- [2] 崔文明.桥梁设计中安全性和耐久性的研究[J].交通标准化,2019(16):81-82.
- [3] 靳海燕.桥梁施工中,安全性和桥梁耐久性的分析[J].黑龙江交通科技,2019(9):133-134.
- [4] 刘宏伟.大跨度预应力混凝土桥梁裂缝加固监测仿真[J].计算机仿真,2019,36(2):410-413,467.
- [5] 赵少伟,李存安,姜力本,等.预应力钢绞线应急加固混凝土柱试验研究[J].工程抗震与加固改造,2019,41(3):106-111.