

# 桥梁结构抗震设计与设防措施探讨

张永强

河北省水利规划设计研究院有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着交通工程的发展,桥梁工程的规模日益扩大。桥梁工程通常位于自然环境下,需要具备很大的承载力和稳定性,从而对桥梁工程的建设提供了更多的需求。抗震设计是桥梁工程结构设计的重要内容,其正确运用可以增强桥梁构造的强度,使桥梁结构能够更有效的对抗地震产生的破坏性。所以,必须做好对道路桥梁构造抗震设计的正确运用,以提高建筑工程的设计能力。

**关键词:** 桥梁结构;抗震设计;设防措施

**引言:** 地震作为最普遍的地质类型,如果产生,会给大桥带来无法预测的损害,轻则造成大桥主要构件断裂,严重时将导致折断、损毁,乃至坍塌。所以,为了抵御地震带来的损害,在桥梁工程设计中应高度重视和进行防震工程设计,在确定大桥地震的表现及其发生因素的基础上,指出进行修改工程设计时必须重视的各种要点。

## 1 桥梁抗震新构造概述

桥梁抗震新结构理念,是根据以往的抗震灾害资料以及相对应的施工实践所形成的理论,在坚持一定原理的基础上,使施工的总体方法、资源耗费和细部结构等方面的困难得以克服,以便于达到抗震结构的合理性要求,从而保证了大桥构件的质量、刚性与延性达到了良好的结合状态,使建筑物实现了抗震设防的目的。研究了有关大桥的抗震设防问题,为未来的大桥研究提供了依据。大桥在交通系统中扮演着关键的作用,若震区的大桥存在问题,不仅限制了营救活动,拖延了营救时机,反而可能增加次生灾害,使人命和国家资产遭受巨大的经济损失,增加灾后修复与重建的难度。当发生地震时,大桥的墩柱易出现扭曲和裂缝,混凝土容易发生脱落、压溃和剪断等现象,因此,加强桥梁的抗震性能,在国际上越来越受到重视<sup>[1]</sup>。基于桥梁结构对地震的相关响应与相关地震震害的分析,从事桥梁抗震设计时,应选择合理的抗震设计思想,从整体把握结构方案设计,从局部把握结构抗震措施设计,以便实现“小震不坏、中震可修、大震不倒”目标。合理性的抗震结构设计必须在强度、刚度和安全性方面符合有关规定和标准,从而达到强度与刚性的充分融合使得桥梁达到最佳的抗震性能。

## 2 桥梁抗震设计的重要性

随着社会交通形势的变化越来越严重,人们多样化

的出行需求以及对新路桥设置与规模的需求也越来越增高,而如今,在全球范围内的地震次数也越来越多,不少发达国家为将地震灾难减至最低程度,都在不断探寻新型的抗震方式。对交通运输方面而言,桥梁的抗震设计会对整个交通运输领域的安全产生很大危害,大桥的防震结构将直接增加大桥在遭受地震灾害后的安全性,确保大桥自身和附近的交通行车安全性。身为桥梁工程人员,必须进一步普及桥梁抗震设计的必要性。当然,在认识桥梁抗震设计的重要意义的同时,人们也应该更加明确的认识桥梁地震的主要成因。

## 3 桥梁结构抗震结构主要类型

为整体提高桥梁的抗震水平,并最大限度的减少了抗震所带来的危害性。通过总结已有设计方法,比较系统详尽的阐述了抗震设计主要类型,进一步提高了大桥的抗震结构设计有效性。随着大桥构造抗震设计的技术结构日益完善,设计队伍在总结了抗震产生原理、桥梁损伤原因等的情况下,制定了有效性措施,定向进行了抗震技术设计优化,并通过构造优化和性能提升,不断完善抗震构造的技术形态,以达到对抗震能力有效分割,从而减少了抗震技术对桥梁构造的危害。因此,现阶段多数的工程设计队伍大多选择了地基结构抗震技术、下基础构造抗震技术、上部构件抗震技术等新科技方法,能够最大限度的屏蔽地震能量,达到隔离地震影响范围,提高桥梁设计安全性<sup>[2]</sup>。具体而言,基础结构抗震技术将桥梁基础结构防护的重心,通过采用屏蔽抗震以及绝缘抗震的措施,全面增强了基础结构的抗震能量处理水平。通过这些技术处理方法,虽然能够有效屏蔽抗震,实现了抗震目标,但是对直下的输入信号,却无法起到有效影响,显示了技术不足。基础结构抗震技术主要是针对于大桥基础,通过采用绝缘抗震和材料吸附抗震的各种方法,以提高大桥基础的抗震水平,并提高

抗变系数,从而提高结构的可靠性。上方结构抗震技术则主要应用在大桥的上部构造,由技术人员通过抗震设备,来实现对抗震性能的吸附和隔离,逐步抵消地震能量,实现抗震功效全面发挥,推动桥梁结构抗震工作有序开展。

#### 4 桥梁结构抗震设计要点

##### 4.1 地震区桥位和桥型选择

桥梁位置的选择非常的重要,选择有利于发挥其抗震效果的位置进行施工,不要选择在软弱黏土层、可液化土层或者地层分布均匀性较差的地带内,尤其是地震断层的结构部位。如果无法避免的要在液化、若软地质的河岸地带施工,桥梁长度尽量增加,把桥台设置到稳固性较好的河岸上,而桥墩基础的强度也要进一步增强。

##### 4.2 设计烈度

工程结构抗震设计主要采用的是抗震设防烈度参数,通常来说,桥梁的抗震设计应该根据基本烈度选取使用,尤其是关键性的结构,通过有关部门的合理研究,才能以一度作为设计烈度。根据大强烈地震时的可查报表的资料,在基本震级七度以内的时候,大桥的地震活动是相对轻微的,所以在规范工程中的大桥抗震工程的起点一般是基础震级七度,而最高则为九度。在七度以内,结构上不必要做防震研究,如果超过了九度或者有特别需要时则应该进行多个方面的分析,以提升结构的总体性能。

##### 4.3 设计方法

目前桥梁抗震设计方法有:静力法、反应谱法、动力时程等分析方法。静力法是指构造物的运动产生时,结构质量与地的加速度而形成的惯性运动,将结构物质在地震中的运动反应看成是静态的地震惯性过程,但静力法在构造物在地震中几乎没有变化的刚体运动时才有效。反应谱法:反应谱指在规定的地震加速度作用时间内,单助词的速率反应、位移反应、和加速度反应随质点自振周期而变动的曲线。反应谱理论不仅考察了结构动力特征,而且考察了与地共振特征间的动力关联,可以利用上述反应谱理论来测算由构造动力特征而形成的地共振效应实际上我们所使用的规范反应谱,是一种平均反应谱,平均反应谱根据相关抗震规范其实就是动力放大系数。而动力时程分析:实际是用步步积分法,由时程分析方法可以得出质点的随时间改变位置、运动速度和加速度动力反应,并由此计算出结构内能的时程变动关系<sup>[3]</sup>。它与反应谱法的最大差别是:反应谱法适用于结构为弹性状态,不能考虑结构在地震下逐步进入塑性阶段,而目前,桥梁抗震工程设计中较为常用的方式就是

反应谱法和动力时程分析。

#### 5 桥梁结构的震害分析

地震对桥梁构造的负面影响是很大的,会直接造成桥梁构造损伤,从而影响桥梁安全性与工程质量。因此想要更好的进行桥梁构造的防震设计和设防管理等工作,就需要对桥梁构造的地震类型和成因都有认识。桥梁构造地震分为桥梁构造震动与因场地相对位移而产生的强制变形二种形式。第一种形式主要为由场地运动所导致,在惯性力作用下会将较强地震作用力强加到桥梁构造上,从而引起桥梁构造震动。第二种形式则主要为因场地的相对位移所导致,在场地移动时,通过支点强制下沉所引起的超静定内力,从而引起了桥梁的下沉。在地震影响时,桥梁结构也会遭受各种严重的损伤,从而引起了各种工程安全问题的出现。如高架桥墩柱断裂、倾倒,铁丝杠锚栓剪切应力大,该桥滑移、落桥倒塌等<sup>[4]</sup>。而因为震害对桥面构造的损伤强度不同,导致震灾的形式也不同,如在震害发生时,造成桥面结构发生移动,在位移过程中就会对大桥上构造的不同结点产生冲击,节点承载力和高度变化,造成大桥柱体的碰撞,产生大桥整体隆起的情况;自然灾害产生时,桥梁建筑物附近土壤出现液化,使得桥面出现不平衡下沉,这种沉降作用时,很容易造成桥面出现落墩的事故。此外,桥墩剪切损伤、支座损坏、桥墩弯曲损伤也是大桥震灾的典型表现。因此,想要最大限度减小大桥震灾的作用,还需要进行大桥设计的防震设计和设防方法。

#### 6 桥梁结构抗震设防措施

##### 6.1 场地的整体规划

在开展这一项工作时必须了解地震的危害性,尽可能选取合理的建设地点,并且还必须在区域内采取合理化计划来为今后工程建设奠定重要的物质基础。在实际施工时要防止地震产生时很有可能出现的地基失效问题,并针对于松软场地来说也要加以有效解决,在现场施工时要尽量选用较坚固的场地开展日常作业,并且桥梁稳定性一定要好,同时上部构件也必须具有连续性的特点,通过比较完善的可靠性和稳定性,就可以避免部分的构件发生散落情况了<sup>[5]</sup>。在后续分析时,应充分结合空间作用的基本情况,在水平和立面进行合理的结构设计,同时充分考虑了几何尺度和材料方面的影响,使强度是相当平稳的。在对称的规整上必须满足有关规定,以便避免在地震产生后存在突然变化的情况而影响实际的使用功能。

##### 6.2 合理性的设置和布置

在实施抗震工程设计时,要格外注意有关支座型式

方面的问题,调查统计已经证实,在一些区域发生地震以后,由于普通的橡胶支座损坏会使损害范围进一步扩大,所以在支座型式方面必须严格按照桥梁设防的规定和技术标准进行合理化设置,按照一般地震的活动峰加速度值来确定减震性能的橡胶支座。通过支座的合理化设计可以减少地震对建筑物本身的影响。值得注意的是,在实际设计工程中不要选用同一个型式的固定支座,必须运用活动性制作的设计方法,同时充分考虑了不同支座之间所受到的水平压力,并进行数据的测算以及数据分析等工作,以便使最后的设计效果可以达到理想的状态和标准。

### 6.3 桥梁结构各构件抗震设计

桥梁设计的抗震工程存在相当的复杂性和技术性,必须针对大桥各个方面做出针对性的防震方案,由此才能增强抗震工程的实效性。以大桥的构造进行修改设计为例,它必须按照构造形态、跨径尺寸加以设计,如果大桥跨径很大,就必须在结构上采用稳定性较良好的横截面,由此就可以增加桥梁上部结构的抗震水平。如要提高桥梁上部结构的抗震水平,就要提高上部结构的稳定性,并由此来控制上部构件在产生抗震时的偏移。若在大桥施工过程中所采用的结构是多跨度简支桥,则必须在耐震设计中增强桥与桥梁之间的横向关系,保持大桥的连续性。以大桥下部结构耐震设计为例,则必须选取地质条件偏硬、稳定的地方作桥地基,为提高下部路台构造的稳定性,一般选用U型梁或T型结构的设计,在实际设计时也可采用重力型桥台的设计<sup>[6]</sup>。焊接件结构是大桥构造中尤为重要的一部分,在抗震设计活动中,必须注意对焊接件,包括沉降裂缝、支承座的抗震设计,即尽可能减少伸缩缝量,增加伸缩缝应变能力,在全桥上布设弹性支承坐等,并由此来改善大桥的抗震特性。

### 6.4 减震、隔震支座的应用

桥梁结构的总体安全性主要与减震结构有关,对工程的总体质量起着直接作用。而通过使用减震、隔振等支座,则能够使建筑整体的阻尼提高,从而优化结构的整体柔性,并减少了抗震影响及对大桥结构的冲击。减隔震支座通常布置在桥墩、路台和圈柱之间的连接处。

由于支座位置的合理使用,能够达到墩体与路面的良性衔接,从而最大化地起到了减震效果,是增强路面及桥梁结构总体稳定性的关键保护措施。在出现地震时,因为地震波效应的存在会减少地震波作用能量,有效降低地震波作用产生的不良影响。所以,在公路大桥的设计过程中,应当以实际要求为基础,并参照国际设计规范和技术标准,确定结构的最大加速度和支座最大位移之间的比值,以便选用适当的减隔震支座<sup>[1]</sup>。同时,铅芯橡胶支座在路面桥梁中的使用也可以增强整体构件的防震特性在地震影响下,铅芯或橡皮支座中心对自身的屈服剪力等力学性能也会得以发挥,可以使自身的初始剪刚度提高,抗震性能也最终得到了提高。在增强整体建筑结构强度的同时,还能够降低对地震波所产生的不良作用,从而达到了对建筑物结构整体的防护效果。

### 结语

在进行桥梁抗震结构设计过程中,运用先进的技术手段,从而使得总体设计技术可以具备更为科学化的优势,注重细节化的结构,各个构件之间的相互作用关系,同时需要基于以往的设计实践,通过不断完善总体设计技术,开展对大数据分析计算和统计分析方法的研究,并通过从灵活性角度来改善实际的工程设计质量,以促进我国桥梁工程设计业务的稳健成长。

### 参考文献

- [1]肖松松.简述桥梁结构抗震设计与设防措施[J].门窗, 2019, 13(12): 144+148.
- [2]檀朝兴,王谦.简述桥梁结构抗震设计与设防措施[J].建筑工程技术与设计, 2019, (7):964.
- [3]马金梅.简述桥梁结构抗震设计与设防措施[J].建筑工程技术与设计, 2019, (1):607.
- [4]苕亮.简述桥梁结构抗震设计与设防措施[J].建筑工程技术与设计, 2020, (19):2012.
- [5]薛玲莉.桥梁结构抗震设计与设防措施[J].科技创新与应用, 2022, 12(3):85-87.
- [6]崔云丽.桥梁结构抗震设计与设防措施[J].中国科技纵横, 2021(12):85-86.