

桥梁结构抗震设计与设防措施

李思恩

江门市江海规划建筑设计院有限公司

摘要：近年来，我国社会经济快速发展，桥梁工程的建设速度也不断加快。桥梁结构的抗震设计也成为重要的话题，尤其是处于地震带的区域，更要在桥梁结构设计时考虑好抗震设计，确保桥梁在使用过程中的安全性与可靠性，满足我国社会经济的发展需求。为此，对桥梁结构抗震设计的探析具有重要意义。

关键词：桥梁结构；抗震设计；设防措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.132

随着我国经济建设的快速发展，极大的促进了我国交通行业的建设与发展。目前桥梁工程的建设项目越来越多，与普通道路工程的建设相比，桥梁工程的建设更具有技术性和复杂性。在当前越来越注重交通舒适和安全的前提下，对桥梁工程的建设质量提出了更高的要求。特别是对于桥梁工程结构抗震方面提出了更高的要求，只有确保了桥梁工程结构具有足够的抗震性能，才能保证桥梁工程具有更高的安全性和稳定性。基于此，本文主要就桥梁结构如何更好地实现抗震设计与设防措施展开了探讨，以供相关人士参考。

一、桥梁结构抗震设计特点和发展

（一）桥梁结构的分类及特点

桥梁结构主要可以分为五大基本类型，及枕式桥梁结构、斜度桥梁结构、弧形桥梁结构、脊背式桥梁结构、扰流桥梁结构。枕式桥梁结构和斜度桥梁结构在外形相类似，在坡度上有所区别，主要用于大跨度的建筑中，相对于传统设施有着更可靠的优点。脊背式桥梁结构顾名思义其截断面类似于书本，整个外观平整光滑，在出厂时一次压膜成型，更具有整体性，对于较少震动缓解撞击更有优势，由于脊背式桥梁结构外形美观一次成型，在撤气或撤水的时候会完全扁平，减少了低流干扰，有助于提升抗震设计水平。

（二）桥梁结构的发展

我国目前的桥梁结构数量已建成的已有很多，按照我国的桥梁工程的实际情况并在多年的建设经验总结，已经形成了具有中国特色的桥梁结构体系，但是通常都是以小型为主，真正的多跨大型公路桥梁结构还屈指可数，大型多跨桥梁结构在实际应用中有很多地方可以使用，也是未来桥梁工程抗震设计的重要发展趋势，随着科技的发展与技术的不断完善，大型多跨桥梁结构的需求量也在不断增加，由于其跨越度大、跨数多等特点，导致了在设计其工程布置形态、安置位置等方面需要更多的考虑和更多的规划考量，这也是我国目前大型多跨

式桥梁结构抗震设计的重点与难点。

二、地震对桥梁的影响

地震对桥梁的破坏力巨大，当出现地震后，会对桥梁的安全性、稳定性及其他方面造成极大影响，具体表现为：1)会对地基产生破坏。当地震发生后，地基是最先遭受冲击的部分，如果桥梁工程的地基土质松软，对地基的破坏力会更大。2)会对桥墩产生破坏。在发生地震后，桥墩会在地震波的影响下出现偏移，这时就会剪断支座锚栓，极有可能造成桥段断裂或者桥梁坍塌。3)会对桥梁支座产生破坏。当地震发生时，地震的破坏力会得到支座的阻挡与消除，虽然支座能对桥梁主体进行保护，但支座被破坏后，也会发生落梁的问题。所以，需要做好抗震设计，降低地震产生的破坏。

三、桥梁抗震设计理论

与发达国家相比，中国桥梁的地震分析理论始于20世纪50年代。针对以往地震破坏进行分析，我国借鉴了国外优秀的抗震设计要点以及技术，根据本国的具体情况进行仔细钻研，使地震结构设计的水平得到了很大的提高，对抗震的设计方法也不断创新，并进行了较为完善的研究，使抗震系统设计的实践能力得到提高。

（一）桥梁结构的地震系统

桥梁结构的地震系统必须具有清晰可靠的位移约束力，传递路径和能有效控制位移，防止横梁掉落并具有回避性能的耗能减震部件。由于某些桥梁部件（例如支撑和砌块）的塌陷，具有塌陷结构的能力。

1. 延性地震系统

通过对结构破坏的观察，提出了延性抗震的概念。在实际的地震破坏中，已经观察到缺乏结构强度并不一定会对结构造成严重破坏，并且只要结构的初始强度不会因非弹性变形而劣化并且基本上保持初始强度，就不会破坏结构。既有桥梁的弹塑性耗能部分可以安装在墩中，以达到地震系统的目的，并便于检查和维修墩的受损部分。典型的连续梁桥和简单的支撑梁桥是单柱墩，其耗能部分位于墩底，而双柱墩则是墩顶、墩底和绑梁端。因此，墩柱和系梁被设计为柔性部件，在弹性内而不会损坏部件。通常延性地震系统适用于大比例墩和桥梁的地震设计。

2. 减震/隔离和地震系统

桥梁结构的地震系统通过设置地震支撑，防止桥墩结构破坏。可以设计合理的隔震构件，增强桥梁结构的水平稳定性和提高桥梁的阻尼效应。通过合理的减隔震措施使上部结构和下部结构不会产生有害的招联震动效

应，以防止严重损坏桥梁。

（二）桥梁地震分析方法

1. 静态方法

静态方法的设计通常不会考虑桥梁结构自身动力特性的影响，而桥梁结构地震破坏的唯一因素就是地震加速度。在设计过程中，仅考虑构件的结构静态分析，并且将其视为绝对刚性的对象。如果无法将桥梁结构近似为绝对刚体，则静态方法不会考虑结构的动力特性。因此，静态方法非常有限，但概念简单明了，适用于整体刚度较高的结构（如重力桥台和挡土墙结构）的地震分析。

2. 反应谱法

反应谱法将结构的动态问题转换为易于理解且易于计算的静态问题。响应谱法是该规范的基本地震分析方法，首先仔细分析桥梁结构本身的动力特性，然后使用谱线曲线记录不同主要振动模式下强地震的地震响应最大值，最后记录该最大值。在其他主要振动模式下的地震响应也需要完成，确定桥梁结构的最大地震响应值，而不能获得根据地震而变化的地震。

3. 动态时程分析方法

该方法主要将计算机程序、有限元分析和结构地震分析中的计算相结合。在应用时程分析方法时，通过有限元软件将桥梁结构离散化成一个多节点，多自由度的有限元计算模型，地震加速度的时间和结构的地震响应必须通过有限元软件传输计算，还需要进一步研究，并且存在复杂的理论，例如计算量大的特性和塑料铰链。因此，该方法是桥梁长期地震分析的相对重要、复杂和推荐的方法。

（三）桥梁抗震设计

在现有支撑的简单桥梁结构的情况下，必须对桥面的连续结构进行加固，主梁的位移必须提供足够的加固宽度以防止梁坠落，并且梁的宽度基台和支撑的顶部必须适当加宽。并增加一个屏障装置以防止移位。对于带有橡胶轴承但没有固定轴承的桥梁跨度，轴承的抗震设计要求增加防偏角或固定导轨。地震带中的桥梁结构的跨度和刚度与每个连续跨度的下墩相同。如果弹簧跨度不均匀且刚度不同，则可能会造成地震损坏。如果每个基台的高度明显不同，则可以使用基台顶部的支撑件和基台顶部的衬套尺寸来调整每个基台的刚度，以便尽可能保持基台的位移。在地震带中，桥梁的跨度不能太长，如果跨度较大，则柱会承受太大的轴向力，从而降低墩柱的延性。在高强度地区设计桥梁时，应纵向安装某些能量消散装置，例如使用收缩和隔离轴承，以通过柔性和阻尼连接结构之间的力来分担梁、柱和水平桥的荷载。拱桥对支座的水平位移非常敏感，为此，需要动态支撑弧在地震带。为了确保在地震期间同时激发每个

支撑，必须将基座放置在整个岩石范围内或相同类型的位置。

四、桥梁结构抗震设计设防措施

为了提高桥梁结构的抗震性能，必须做好桥梁结构的抗震设防工作。首先，在桥梁场地的选择方面，就需要根据抗震需求科学选择场地。比如可以对区域的地震危险性进行分析，尽可能选择安全的建设场地，具体应该以坚硬的场地为宜，坚硬的场地在发生地震时可以避免地基失效问题的发生，这对于降低震害对桥梁结构的影响具有重要的意义。其次，为了保证桥梁结构抗震性能的可靠性，还需要保证整个桥梁体系的完整性和规则性，这也是一项尤为重要的设防措施。比如桥梁建设过程中，其上部结构必须保证连续性，这对于降低地震时对上部结构造成的影响具有重要的作用，同时还可以更好的发挥结构的空间作用。而就桥梁的规则性而言，即在桥梁平面或立面以及结构的布置方面，都必须保证几何尺寸、刚度、对称、均匀的规则性，这样可以避免突然震动变化对桥梁结构造成的影响。最后，在桥梁结构抗震设防方面，还需要加强提高结构强度和延性，以此来起到抗震设防的作用。比如可以利用桥墩自身加强的延性和强度，将地震力通过限度内的塑性变形渐渐分散，以此来实现对震害的有效耗散。强度与延性是决定桥梁结构抗震性能的重要参数，所以在抗震设防中必须提高重视。最后为了确保桥梁在施工过程中的安全，还必须对桥梁进行施工仿真及地震影响分析。根据桥梁不同的施工阶段，计算桥梁的内力及线性变化，从而对桥梁的抗震薄弱区采取有效的抗震措施。

五、结语

综上所述，对于桥梁工程来说，采取有效的措施来提高桥梁结构的抗震性能意义重大。作为相关的设计人员，需要对桥梁工程的结构特点有非常清晰地了解，采取有效的抗震设计措施来做好桥梁结构的抗震设计工作，确保桥梁结构的抗震等级达到相应的要求和标准，降低地震灾害对桥梁结构所造成的影响，以更好地保障出行人员的安全。

参考文献

- [1]袁琳琳,祝义申.公路桥梁结构抗震设计要点分析[J].卷宗,2019(26):300.
- [2]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.
- [3]龚小丽.高速公路桥梁结构的抗震设计要点分析[J].建筑工程技术与设计,2019(29):16-18.
- [4]王小娜.公路桥梁结构抗震设计要点分析[J].卷宗,2019,9(21):354.
- [5]何瑞玺.高墩桥梁的抗震设计要点与构造措施分析[J].工程技术研究,2018(10):145-146.