

桥梁抗震设计规范的现状 (三) 岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/551/2021_2022__E6_A1_A5_E6_A2_81_E6_8A_97_E9_c63_551885.htm

3.4 地震设计谱的阻尼修正 阻尼比是影响反应谱值一个重要参数。当结构阻尼比较小时，其变化会显著地改变反应谱值，从而影响结构所受地震力的大小。一般规范设计反应谱均以一个标准阻尼比值(通常取0.05)为基准，当结构主要振型的阻尼比偏离此标准值较多时，需要对设计反应谱进行修正。AASHTO、ATC32、Caltrans和NZ规范不对反应谱进行阻尼修正，而EC8、JAPAN和中国公路规范对设计谱进行阻尼修正。实际上，规范反应谱是否需要阻尼调整与以下两件事有关：(1)所适用的结构。一般说来，不同材料建造的结构(如钢结构、混凝土结构)，阻尼特性相差很大。若规范适用的范围广，则阻尼调整是必需的；(2)控制结构反应的振型数。结构计算依赖于阻尼的假定，阻尼假定导致不同振型有不同的阻尼比。若结构的反应由多个振型控制，则可能要求对阻尼比进行修正。美国规范(如Caltrans规范)规定只适用于钢筋混凝土结构的普通桥梁，因此材料阻尼基本相同。同时，这些桥梁结构的抗震设计重点在桥墩和基础，其地震反应主要由第一阶振型控制，高振型的贡献很小，因此通常采用单自由度体系模型进行动力计算，这样就无需进行反应谱的阻尼调整。即使采用多自由度体系计算模型，由于地震反应主要由第一振型控制，高振型阻尼比的变化导致的反应谱的修正对反应的最后预测结果影响甚小、因此从实际意义上说，可以不对反应谱进行阻尼调整；(3)特殊的阻尼元件。结构减隔震设计方法已

经和即将写入各国的桥梁抗震设计规范。减、隔震元件的阻尼特性显著不同于结构的材料阻尼特性。有两个原因，第一，减隔震装置产生的阻尼是集中阻尼，而材料阻尼是分布阻尼；第二，减、隔震装置的阻尼比通常远高于材料的阻尼比。这种情况下显然要对反应谱值进行合理的修正，但如何修正尚待研究。1997年7月出版的“Caltrans抗震设计准则”提出了一个修正方法，但只针对位移反应的计算结果进行修正。

4. 地震反应分析和计算方法 各国桥梁抗震设计规范采用的地震反应分析方法列于表4。可以看到，目前规范计算地震反应的方法有四种，即等效静力法、线性动力法、非线性静力法和非线性动力法。其中等效静力法和弹性动力法是目前规范中广泛应用的方法。非弹性静力分析方法主要是用来确定结构的倒塌机制和能力。ATC32和Caltrans于1999年出版的桥梁抗震设计准则中引入这一方法，将来可能有更多的规范引入这一方法。各国规范对非弹性动力法用于桥梁抗震设计一股只有定性的指导性条款，而没有实施细则。这一方面是由于非弹性问题过于复杂，另一方面工程师在掌握这一方法方面还需要一定的准备和培训时间，在我国的桥梁设计部门、越来越多的研究生加入设计队伍、使用复杂分析方法的问题会逐步得到解决。

5. 混凝土结构设计 国内外的公路桥梁绝大多数是钢筋混凝土结构，各国桥梁抗震设计规范也主要是针对这种桥梁结构编写的。表5列出了各国规范在钢筋混凝土构件设计方面的方法：可以看到，美、欧、新西兰规范对很多设计的细节问题都给出具体的设计方法和要求，日本规范虽未给出配筋等具体设计细节，但给出了详细的混凝土构件允许和极限能力的分析方法，此法可以考虑混凝土、主筋及

箍筋等的作用。相比之下，我国现行的《公路工程抗震设计规范》在这方面十分不足，亟待补充和改进。

6. 约束和减隔震、耗能设计 约束装置的设计和使用已经写入各国的桥梁抗震设计规范，我国现行的《公路工程抗震设计规范》也有这方面的条款，见表6。减、隔震和耗能技术则是在近几年才开始进入桥梁结构抗震设计规范的。美、日、欧、新西兰规范中部有详略不同的条文规定，我国现行的《公路工程抗震设计规范》没有这方面的条款，是需要补充的一个方面。减、隔震和耗能技术虽然已经有几十年的研究历史，但其应用还处于起步阶段，相应的技术法规还不完善。以往这一技术在桥梁上的应用实例尚不多。日本在阪神地震后，在桥梁修复、加固中应用较多，但实际效果如何还有待考验。

7. 对我国城市桥梁抗震设计规范的建议 前面几节对我国与美、日、欧和新西兰等国的桥梁抗震设计规范进行了对比，总的来说，我国现行的《公路工程抗震设计规范》在设计思想、设计方法、构造措施和条文可执行性等方面显得落后许多。近十几年发生在世界各地的大地震给桥梁结构造成了重大破坏，同时也促进了桥梁抗震设计规范的修订工作。规范的修订主要参考了近十几年来地震震害经验，同时借鉴了结构抗震研究领域的最新研究成果。概况起来，新规范的发展动向有以下几个方面：

(1) 抗震设防标准。这是桥梁结构抗震设计的最基本问题。过去的几十年的时间里，研究者和工程师都提出分级抗震设防的原则：即小震不坏；中震发生有限的结构或非结构构件的破坏；大震发生严重的结构和非结构构件的破坏，但不产生严重的人员伤亡；而在可能袭击工程场地最严重的地震作用下，结构不倒塌。这些基本的结构性能

目标今天被大多数的设计规程所采用。但传统的作法是，只针对单一的地震作用水平进行结构的抗震设计。现在的问题是针对每一个目标都结出相应的具体设计程序。这样一来，就需要对目前实际上还是单一水准强度抗震设计原则进行修订，采用多水准、多设防目标和多阶段的抗震设计原则。

(2) 延性和位移设计：传统的桥梁抗震设计采用强度设计方法，即使考虑到延性和位移，也是通过强度指标间接地实现。现在人们越来越认识到了位移在桥梁结构抗震设计中的重要性，很多研究者和工程师建议在抗震设计中直接使用位移为设计参数，这样就将形成多参数抗震设计方法：在这方面，各种非弹性反应谱的研究和应用工作一直在进行。一些建筑结构抗震设计指南和准则已经引入了位移设计的概念和方法。

(3) 减、隔震和耗能设计：桥梁结构减、隔震和耗能技术经过数十年的研究和开发后，已经逐渐进入实用阶段。未来桥梁结构的抗震设计规范应对这些技术在桥梁抗震设计中的应用作出具体、细致的规定。实际上，日、美、欧、新西兰等主要地震国家的桥梁抗震设计规范已经引入相应的条款，我国新的《城市桥梁抗震设计规范》和即将修订的《公路工程抗震设计规范》也应有相应的章节规范这一技术的使用。应当注意，这一技术对桥梁的实际减震效果虽有少量的验证，但其减震规律变化和经济合理性都有待深入论证。

(4) 构造细节。桥梁结构抗震设计中的许多问题目前还不能完全通过定量化方法加以解决。因此根据震害经验、概念设计和定性研究的结果提出构造细节方面的要求，对保证桥梁结构的抗震安全十分重要。美、欧等国家的桥梁结构抗震设计规范和准则都已十分重视这一点。我国现行的《公路工程抗震设计规范

》在这方面明显不足，新编的《城市桥梁抗震设计规范》将特别注意这方面的问题。(5)桥梁结构基础抗震设计。从历次大地震震害可以看出，基础破坏是导致桥梁结构地震破坏的主要原因之一。由于困难大，我国现行《公路工程抗震设计规范》以若干定性的条款，从工程选址方面加以考虑。今后应重视基础本身的抗震设计，特别是对于桩基础等。这方面，美国的桥梁抗震设计规范和准则规定得比较详细，是我们应当学习之处。基于阪神地震的经验，地震后桥梁上部结构的修复和重建都比下部基础经济和省时、省力，因此桥梁基础的抗震能力的要求应比桥墩高。(6)规范条文的可操作性。

8. 结语 本文首先对世界主要桥梁结构抗震设计规范的现状进行了较为详细的对比，指出了我国现行《公路工程抗震设计规范》中存在的一些缺点。同时本文还对国际上桥梁结构抗震设计规范的发展动向进行了总结，提出了编制我国新《城市桥梁抗震设计规范》的一些总的意见。本文观点和结论均是作者个人见解，文中的遗漏和错误之处，欢迎同行批评和指正。 100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com