

土木工程结构设计中的抗震研究

梁永涛

太原市市政工程设计研究院 山西 太原 030000

摘要：近年来，我国的实力持续增强，人民的生活质量也得到了比较大的提高，但是在成长的进程中却带来了我国自然资源短缺、污染的现象，甚至提高了天灾出现的可能性，自然灾害即是其中之一。不论是在我国，还是世界上的其他国家，几乎都出现了各种程度的抗震灾难，甚至导致了无数人丧失生命、甚至家庭尽毁，因此为了能够防止这些事故再次发生，就必须对建筑物结构的抗震性加以加强。结构设计在此方面的关键工作，唯有使工程设计的完美，才可以提高设计效率。

关键词：土木工程；结构；设计；抗震

引言：随着全球气候变化和人类工业化程度的不断提高，地震等自然灾害频繁发生，土木工程结构抗震研究也变得越来越重要。土木工程结构的抗震设计是土木工程体系中不可或缺的一环，其主要目的是确保工程结构在地震灾害中的安全和稳定。由于地震作用下结构易受到巨大的振动和摇晃，抗震研究在土木工程中占据着重要地位。

1 抗震概念设计的基本原则

(1) 按照所在地区的地震烈度等级进行设计。不同地区具有不同的地震烈度水平，因此在进行抗震概念设计时应该按照所在地区的地震烈度等级进行设计。这意味着需要根据当地的地震情况来确定工程的抗震性能要求。

(2) 应用双重指标法进行设计。是一种抗震设计方法，其中的两个指标分别是生命安全和工程经济。在进行抗震概念设计时，必须要通过双重指标法来平衡这两个指标，确保工程在遭受地震灾害时能够保证人员的生命安全，并且符合经济的合理性要求。(3) 设计应当考虑整体抗震性能。是指工程的受力性能和变形能力，包括抗震强度、承载能力、变形能力和位移能力等指标。在进行抗震概念设计时，必须考虑整体抗震性能，从整体上设计工程的受力、变形、承载能力和强度等。(4) 注重工程的耐久性。指工程在使用寿命内能够保持良好的工作性能和结构稳定性。在抗震概念设计中，必须注重工程的耐久性，采用优质材料和科学的施工方法，确保工程能够在长时间内保持良好的强度和稳定性。(5) 参考先进的设计标准和规范^[1]。在进行抗震概念设计时，应该参考先进的设计标准和规范，如我国的《建筑抗震设计规范》、美国《建筑设计规范》等，以保证设计的科学性和合理性。以上是土木工程抗震概念设计的基本原则，需要在抗震设计过程中认真遵循，才能保证工程的安全

性和可靠性。

2 土木工程抗震结构的必要性

首先，土木工程抗震结构的必要性在于它可以保证建筑物在地震时能够承受地震的力量。为了防止工程结构在地震中受损或倒塌，抗震结构设计需要考虑建筑物的整体抗震性能，并在土木工程的各个方面进行优化。抗震设计与防灾减灾紧密结合，因此可以在工程设计、施工和经济管理等方面，对减少地震的灾害产生积极的贡献。其次，土木工程抗震结构的必要性在于它可以降低生产和生活中的损失。地震的破坏力可以直接威胁到人民的生命和财产安全，会给整个社会带来极大的痛苦。统计数据表明，地震灾害对社会和人民造成的损失巨大，特别是对于发展中国家而言。抗震结构设计因此显得更加迫切，它可以降低地震带来的人员伤亡和财产损失，进而减少地震灾害对于社会生产和生活的影响。最后，土木工程抗震结构的必要性还在于它可以保护地球环境。灾害会对周围环境造成破坏，使生态系统失去平衡。而抗震设计则可以充分保护地球环境，降低人造活动对于地球产生的影响。

3 土木工程主要抗震设计方法

(1) 响应谱法。优点是简便易行，易于计算和分析。响应谱法是建立在“波的反射和折射”原理的基础上，以地震作用力随时间变化的动力方程为基础，结合结构抗震能力和地震波作用特性，计算出结构在地震作用下的最大响应。在应用响应谱法进行抗震设计时，需要根据结构的特性进行响应谱曲线的制定，计算出设计谱下结构的响应，根据响应值确定结构设计参数。(2) 离散元法。它将连续介质作为离散的小单元进行分析，借助计算机集成工具对结构进行模拟，以及其响应的实际情况。在离散元法的应用中，结构可分为离散的基础单元和地震所

造成的影响。通过计算离散结构体系内发生的摩擦力、接触力等作用力,探测深层隆起的一些情况,更加独立而全面地对结构体系进行抗震设计。(3)地基处理法。结合地基处理和基础设计的方法,可以在不增加建筑物总投资的同时,提高地基以及建筑物整体的稳定性和抗震安全性能^[2]。地基处理法的基本原理是通过调整土体内部各粒子之间的间隙、分布等特性,使土体整体逐渐坚固,提高土体的强度和稳定性。地基处理的常见方法有振密法、压实法、土钉墙提升法等,在应用中需要结合地基的情况、建筑物的结构形式和安全性能等,进行相应的处理。(4)多阶段隔震法。解决了结构抗震性和隔震性之间矛盾,逐步提高建筑物不同结构部位受地震影响的响应特性,实现分段隔震,使结构体系在抗震中的受力行为更加不同。多阶段隔震法在防护性方面具有较好的效果,能够形成一个动态的抗震结构体系,更加准确、可靠地保障建筑物的抗震安全。(5)新增隔震层法。在原有建筑物基础上,将隔震层放置在两个基础之间,隔离地震力的传递,保证建筑物的稳定,降低地震力对建筑物的影响。此方法能够有同样的效果,而且不用对原有建筑物进行大规模的改装和修缮,保证了建筑物本身的安全性。

4 优化土木工程结构抗震设计的有效措施

4.1 选取合适的建筑结构体系

(1)框架结构体系。土木工程结构中最为常见的一种,其搭建方式基于结构的质量稳定性和整形强度,广泛应用于楼宇、天桥、船舶等领域。框架结构体系一般采用钢材、混凝土、木材等材料构建,具有易于建造、经济、美观等优点,为设计师提供了更多的规划空间,使该结构在施工实践中得到了更好的应用。(2)砖墙和混凝土剪力墙体系。通常构成了土木工程结构的垂直面,它们在建筑结构中扮演着支撑作用,有着可靠的抗震性能。砖墙和混凝土剪力墙结构体系可用于楼宇、公共建筑、室内大型设施等领域,因其丰富的风格和优秀的弹性特性,被广泛应用。(3)桥梁系统。土木工程结构中的重要组成部分,由桥面而成,横跨于江河湖海之上,其抗震能力和安全性能直接关系到人们的生命财产安全。常规的桥梁系统分为几何形状各异的梁桥、拱桥、斜拉桥等,它们的特点是高度、跨度和空间位置等完全不同。设计师需要根据实际场地条件和要求确定合适的建筑结构体系,以确保桥梁的稳定和安全。

4.2 采用合适参数设定方法

(1)扰动法是一种将结构参数视作变量,通过对每个变量进行随机扰动和搜索,在建筑结构实际的平稳运

行条件下,寻求出最佳的抗震性能和安全性能。该方法最大的好处是可以发现结构存在的设计缺陷和弱点,然后通过调整相应变量生成最优参数,使结构设计更加合理和稳定。(2)灰色关联度分析法是一种重要的参数设定方法,其基本思路是通过数据挖掘技术,将各种参数的可能影响因素进行排序,以确定对结构抗震性能和安全性能最敏感的几个参数,进而最佳化结构参数值。该方法可以有效让验算或设计者了解每个参数的影响程度,以决策出每个因素的偏差值,改进结构的抗震性和安全性能。(3)响应面法是一种统计学上基于数学模型分析方法^[4]。这种方法可以建立一个多项式函数的数学模型,通过对所有可能影响因素的设计和实验数据进行回归分析,选择最佳的设计方法和参数,优化土木工程结构的抗震性能和安全性能。(4)仿人工智能算法是指对自然界人类进化过程的学习,构建一种仿真人的规则,使其在取样集合内寻求最优化的解。在抗震设计中,该算法主要用于优化复杂土木工程结构的参数,具有求解速度快、计算精度高等优点。

4.3 优化土木工程结构的整体抗震性能

首先,需要考虑土木工程结构的整体结构体系和材料的选择。针对不同的地震地域和地质构造,需要选择适合的结构体系和材料,并根据地震强度等级确定结构参数,从而提高土木工程结构的整体抗震性能^[4]。比如,可采用钢筋混凝土框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙混合结构等更加稳定安全的结构体系。同时,应采用高强度钢筋和新型复合材料等更加具有韧性、抗震性能强、重量轻、耐腐蚀、耐热等性能优越的材料,以提高土木工程结构的整体抗震性能。其次,对于土木工程结构的抗震性能优化,需要进行全面的抗震计算和仿真分析。通过建立土木工程结构的数学模型,进行地震动输入和结构响应模拟计算,从而分析土木工程结构的强度、刚度、韧性等性能,并进行结构的优化设计,以提高土木工程结构的整体抗震性能。再次,考虑采用现代化科技手段来优化土木工程结构抗震性能。在目前,大量的实验技术和计算软件已经广泛运用到土木工程结构设计和抗震计算中,如有限元分析、数值模拟等技术。最后,需要加强土木工程结构的质量管理和安全管理。质量管理和安全管理是土木工程设计的重要环节,涉及到土木工程结构的整个生命周期。只有加强质量管理和安全管理,才能进一步优化土木工程结构的抗震性能,确保土木工程结构在达到预定设计抗力时可以有正确的形式和尺寸、符合抗震需求。

4.4 采用先进的设计标准和规范

(1) 地震动力学设计规范, 是一种重要的先进设计标准, 它是建筑结构抗震性设计的基础。该规范要求结构设计师需要根据不同的工程环境、地质地貌特征和频谱详细度等因素, 结合设计的实际需求, 科学设置设计参数和指标, 从而确保所设计的结构能够在地震发生时保持安全稳定。该规范具有紧凑、完整, 操作方便等特点, 是当前土木工程结构抗震性设计的基础标准。(2) 桥梁抗震设计规范, 该规范包括结构选型、结构设计和施工等一系列具体环节要求, 是桥梁设计和建造过程中不可缺少的依据。在桥梁抗震设计规范中, 尤其重视自然环境、自然地质、设计参数的需要与整体稳定性等因素, 以确保桥梁结构的安全性和可靠性。(3) 地基抗震设计规范, 它主要用于规定土地和建筑物在地震中所受到的震动和破坏程度, 并且着重提出地基在抗震中承受的负载和抗震振动的安全要求。在制定地基抗震设计规范时, 应该注重防止土壤的不稳定和滑动, 提高土壤的荷载能力, 从而增强土壤抵抗震动的能力。

4.5 增加抗震性能评估的可靠性

(1) 结构监测。对土木工程结构的实时监测是一项重要的方法, 能够使评估者得到更为详尽和准确的结构情况。为此, 采用了多种技术手段如高精度位移传感器、环境传感器和结构传感器等设备进行监测。监测结果可以用于衡量结构在地震条件下的变形程度、裂缝面积、震动频率等, 从而比较评估前后的结构状态。基于结构监测的评估方法大大提高了抗震性能评估的可靠性。(2) 土壤性质的研究。土壤的性质是影响土木工程结构抗震性能的关键因素, 它直接影响到所建造的结构在地震中的稳定性、抵抗力和荷载承载能力。因此, 在进行抗震性能评估时, 必须研究所处位置的土壤性质, 以确保抗震性能评估的可靠性^[5]。根据研究结果和地质特征, 可以建立合理的地震动参数赋值、结构形式和抗震设计方案, 增加土木工程结构的抗震性能和可靠性。

(3) 建立土木工程结构数据库。是一项重要的抗震性能评估方法, 能够收集整理不同类型的土木工程结构的相

关数据, 包括结构材料、建筑类型、抗震设计方案和施工质量等因素。利用结构数据库, 可以分析土木工程结构在不同设计和施工环境下的稳定性和可靠性, 从而提高抗震性能评估的可靠性。(4) 基于统计学的方法。可应用于评估和预测土木工程结构抗震性能。通过收集历史地震数据和建筑物抗震性能数据等, 对土木工程结构的运行情况进行分析, 从而预测其抗震性能和可靠性。基于统计学的方法能够充分考虑各种不确定性因素, 如结构的老化、自然灾害等因素, 增加抗震性能评估的可靠性。

结语

在日益频繁的自然灾害和科技不断创新的背景下, 土木工程结构抗震设计和研究也在不断进步和发展。从建筑结构体系的选择、参数设定的合理性、建筑物整体的抗震性能优化等方面, 探讨了优化土木工程结构抗震设计的有效方法。同时, 还从加强现代化科技手段的应用、增加抗震性能评估的可靠性等方面, 着重强调了未来的抗震研究方向和发展趋势。相信通过持续深耕于土木工程结构抗震研究领域, 可以为保护公众生命财产安全提供可靠的保障, 确保工程结构在可能发生的各种灾害中以最佳的状态维持运行, 为可持续发展建设做出巨大的贡献。

参考文献

- [1]贺国华.谈土木工程结构设计中的抗震设计要点[J].山西建筑.2020(02)
- [2]赵真, 谢礼立.浅析传统结构抗震概念设计思想形成的一般规律[J].地震工程与工程振动, 2021, (2) .
- [3]周海燕, 王亚萍, 张晨.土木工程专业抗震概念设计理念提升的研究[J].山西建筑, 2020, (28) .
- [4]雷哲智.浅析土木工程结构中的抗震设计[J].中国设备工程.2019(02)
- [5]尚诚, 魏京佐.土木工程结构设计中的抗震设计[J].住宅与房地产.2020(28)