

# 浅谈土木工程结构减震控制技术

刘彦丽

河南行知工程咨询有限公司

**摘要:**随着社会的发展,我国的土木工程的发展也越来越迅速。传统土木工程中的结构减震主要借助弹性设计手段,依托加强结构自身的抗震性能以达到减震的目的,这种方式显然存在一定的被动、消极性特征。结构减震控制作为一门新兴学科,旨在借助相应的控制手段,缓解及抑制结构在强风、地震等动力荷载下的动力反应,提升结构的动力稳定性,以满足结构的适用性、安全性等要求。由此可见,对土木工程结构减震控制技术研究,有着十分重要的现实意义。

**关键词:**土木工程;结构减震;控制技术

## 引言

土木工程结构控制这一概念是1972年被美籍华裔学者姚治平所提出的,他的研究迄今为止已经有40余年的时间,技术理论与实践内容均已经相对成熟。在结构控制中就涉及到一些控制装置,如果土木工程结构发生振动,它就会主动或被动的施加一组控制力来改变结构的动力特性,尽可能减小结构振动反应,保证结构本体的安全与舒适性。此时工程系统本身会提出是否需要外部能量输入,保证结构减震控制的全面实施。一般来说,工程结构减震体系控制应该囊括了主动控制、被动控制、半主动开控制与混合控制4项。这其中被动控制就涉及到基础隔震、耗能隔震、调谐减震等等技术分项,而主动控制则包括了主动质量阻尼器、主动拉索系统以及主动支撑系统等分项技术。

## 一、结构减震控制技术概述

在土木工程建设中,结构减震控制技术能对由地震所形成的振动进行全面建筑结构的隔离。土木工程中的防震体系通常设置于工程结构的底端与基础工程顶部之间,以促使上部结构与基础部分的有效分离。依托防震体系以对地震波形成的向上冲击力予以隔离,能够使工程结构基本周期得到延长,进一步缓解建筑物的地震反应,促使全面工程加速度向下,依托防震系统实现对地震所形成的能量的分担,进而达到减震的目的。结合地震反应图谱来看,加速度反应谱与周期呈负相关关系,底层建筑的刚度一般很大,因而周期变短,在发声振动过程中,其获取的加速度很大,通过应用相关手段可以延长工程结构的基本自震周期,使工程结构基频维持在地震引发高能量频段之外,依托这种方式可切实缩减建筑物传输的加速度。

## 二、优化措施分析

### (一)被动控制在土木工程中的应用

被动控制在土木工程中的应用主要包括三种类型:基础隔震体系、耗能减震体系以及协调减震系统等。其中,基础隔震体系是选取相关隔震消设备安装在上部结构与基础之间,使地震能量向上部的输入实现降低,进而收获上部结构振动降低的成效。基础隔震土木工程中的应用,可显著缩减结构自振频率,适用于短周期的中低层建筑及刚性结构。因为隔震只对高频地震波发挥作用,所以该项控制技术不适用于高层建筑。对于耗能减震体系而言,耗能剪力墙、耗能支撑等是较为常用的耗能元件,另外,摩擦阻尼器、金属屈服阻尼器及黏弹性阻尼器等则是较为常用的阻尼器。对于协调减震系统而言,应用相对较多的协调减震系统包括有液压质量振动控制系统、调谐质量阻尼器及协调液体阻尼器等。以调谐质量阻尼器为例,其属于一种小型的振动系统,主要由质量块、阻尼器及弹簧等组成。控制结构振动的机制为:调

谐质量阻尼器置入原结构体系后,动力性能会出现转变,等到原结构在动力作用下产生距离振动后,因为调谐质量阻尼器质量块产生惯性作用,进而对原结构产生一个反作用力,如此一来,阻尼同样会产生耗能作用。

### (二)半主动控制在土木工程中的应用

半主动控制在土木工程中的应用,主要包括两种类型:主动变阻尼控制系统、主动变刚度控制系统。其中,对于主动变刚度控制系统而言,其经由控制装置使得受控结构的阻尼可于每一采样周期内获取各种阻尼状态之间以展开切换,进一步达到减震的目的。对于主动变阻尼控制系统而言,其经由主动变刚度控制装置,以促使受控结构刚度可于每一采样周期内结合外荷载频谱特性,而于各种刚度值之间展开切换,如此一来,其能够使受控结构于每一采样周期内均可远离共振状态,进一步达到减震的目的。显而易见,半主动控制技术吸收被动控制技术、主动控制技术的优点,可结合结构反应与外界的干扰状态来实现对工程结构的调节。值得一提的是,该项控制技术要求通过电池输出的能量来对控制设施进行操作,如此便可有效弥补主动控制在大地震到来时难以获取能量支持的不足。半主动控制所应用的控制设施不仅经济而且可靠,正是凭借其所具备的一系列优点,使得半主动控制在当前全球范围内的土木工程结构减震控制中得到广泛推广。

### (三)主动控制技术体系

主动控制技术体系充分利用到了外部能源,在考量结构受到激励振动的过程中对结构施加控制力一改变它的结构动力特性,以达到快速见效结构振动反应的目的。主动控制结合传感器监测结构与实时控制力以改变输入地震波,在控制振动效果方面要优于被动控制。1989年日本所建成的世界上第一幢采用了AMD系统的11层办公楼京桥成和大厦就主要结合了这种主动控制技术,它对风振与中等地震具有良好的应付能力,其最下方6层都采用了1:4的钢框架模型顶层设置,配合AMD系统实现了对地震的主动控制过程。

## 结语

总而言之,结构减震控制在土木工程中还有待进一步推广,相关人员要不断研究、总结经验,提高对结构减震控制技术内涵特征的有效认识,推进结构减震控制在土木工程中的科学合理应用,进一步促进结构减震控制技术的有序健康发展。在目前的土木工程减震技术应用与问题研究方面,人们正在从更加实用化的角度深入研究,例如探讨结构控制中有关建模与模型的讲话过程、结构控制系统的工程应用以及弹性非线性问题、包括控制系统的稳定性、可行性、耐久性与经济性特征。在这些技术问题研究指引下,土木工程减震技术也正在从结构控制基础技术向新兴控制技术过渡,实现更多层面的自动化、智能化技术应用结合,为人类建筑领域发展提供更多有价值参考。

## 参考文献

- [1] 颜桂云,张建勋,叶建峰. 土木工程结构减震控制技术的研究动态[J]. 福建工程学院学报, 2009, 7(1):1-8.
- [2] 朱虹锦,赵建恒. 浅谈土木工程结构中减震控制技术的应用方法[J]. 建筑工程技术与设计, 2014, 11(20):162-163.
- [3] 杨洲,陶成良. 现代土木工程中结构的减震控制[J]. 城市建设理论研究:电子版, 2015, 5(32):141-142.