

# 建筑工程机电设备隔振减震技术应用现状研究

张明虎

青建海外发展有限公司

**摘要：**建筑工程机电设备的隔振减震技术是为了解决机电设备振动对建筑物和人体健康的影响而提出的。采用隔振减震技术可以降低设备振动频率，减小与建筑结构的匹配度，从而减小了振动传递的程度，保护了建筑物的结构完整性。隔振减震技术通过改变结构的固有频率和减震垫等手段减小机电设备振动的传递，保护建筑物和提高使用者的舒适度。随着建筑工程的发展和社会对建筑环境质量的要求提高，隔振减震技术在建筑工程中的应用也日益重要。本文旨在对该技术的应用现状进行全面的研

**关键词：**建筑工程；机电设备；隔振减震技术；应用；现状

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.020

## 引言

随着经济的发展，建筑工程中的机电设备的数量和种类越来越多，承载着各种各样的功能，为建筑物的运行和人们的生活提供了重要的支持和保障。然而，伴随着机电设备的增加，其振动问题也日益突出。机电设备在振动中损坏可能会导致建筑物功能的丧失，给人们的生活和工作带来不便，同时也会带来经济损失。因此，隔振减震技术在建筑工程中的应用显得尤为重要。隔振减震技术的应用不仅可以保护机电设备，还可以提高建筑物的运行效率和生活质量。随着科技的发展和应用的不断推广，隔振减震技术的研究和应用也在不断深入。同时，也需要加强标准和规范的制定和推广，提高人员的意识和技术水平。只有通过全面加强机电设备的隔振减震技术，才能更好地保护机电设备，提高建筑物的安全性和功能性，为人们创造更加舒适、安全和可靠的生活和工作环境。

### 一、建筑工程机电设备振动的原因

首先，机电设备的不平衡是导致振动问题的一个重要原因。机电设备中的旋转部件，如电机、风机和水泵等，往往会由于不平衡的质量分布而产生振动。这种不平衡可能源自于材料质量的差异、制造过程中的误差以及安装不当等原因。当设备旋转时，不平衡质量会引起离心力的产生，从而导致设备振动。为了解决这个问题，可以在设计和制造过程中严格控制材料质量和加工工艺，以及在安装过程中进行动平衡校正，从而减小设备的不平衡<sup>[1]</sup>。

其次，设备的松动和磨损也是引起振动问题的一个

重要原因。随着设备的长时间运行，由于零部件的磨损和松动，设备的旋转部件可能会产生偏心，进而导致振动。例如，在水泵中，机械密封的磨损会导致转子的轴心偏移，引起振动。为了避免这种问题，可以定期检查和

维护设备，及时更换磨损严重的零部件，保持设备的正常运转状态。再者，设备的共振也是引起振动问题的一个重要原因。当机电设备的振动频率与建筑结构的固有频率相吻合时，就会产生共振现象，导致振动增强。共振现象会增加振动的幅度和能量，从而对设备和建筑结构造成损害。为了避免共振问题，可以通过调整设备和建筑结构的固有频率来改变共振条件。例如，在水泵等设备中，可以通过改变水泵底座的刚度和质量，从而改变系统的固有频率，从而减小共振对设备的影响。

最后，环境因素也会对建筑工程机电设备的振动产生影响。例如，地震、风力和流体波动等自然因素都有可能引起设备振动。这些因素会给设备和建筑结构带来额外的振动载荷，从而增加振动问题的严重程度。我国在抗震设计方面取得了很多成果，但对于建筑机电设备的

### 二、建筑工程机电设备隔振减震技术应用现状

被动隔振技术是一种通过材料或结构的固有特性来减少振动传递的方法。常用的被动隔振器材料包括金属弹簧、橡胶和空气弹簧等<sup>[3]</sup>。然而，虽然这些材料在一般情况下可以提供良好的隔振效果，但在地震等频率较低的情况下效果并不理想，容易与设备产生共振现象，甚至会造成被动隔振器的损坏。地震的频率通常较低，易与设备的固有频率产生共振，导致振动幅度增大。金属弹簧、橡胶和空气弹簧等常用的被动隔振器，由于其固有频率较高，很容易与地震频率发生共振，进而降低了隔振效果。

与被动隔振技术相比，半主动隔振技术仍存在一些限制。半主动隔振技术需要外部能量的输入。虽然半主

动隔振技术的能耗相对较低，但仍需要额外的能量输入，这在一些应用场景中可能存在一定的限制。半主动隔振技术的设计和控制相对较为复杂。半主动隔振技术需要设计和控制一套适应不同振动状态的参数调整机制，这需要更高的工程设计和控制技术。

主动隔振技术是一种利用外部能源对振动进行动态控制的方法，可以根据实时振动信息对振动进行主动抵消，从而提高隔振效果。与被动隔振技术相比，主动隔振技术具有更灵活的调节能力和更好的抑制效果<sup>[4]</sup>。然而，主动隔振技术在实际应用中也存在一些挑战和限制。主动隔振技术需要外部能源来提供动态控制所需的能量。这意味着控制系统必须能够可靠地供应电力，并且需要在各种应力条件下保持正常工作。在地震作用下，供电系统可能会受到破坏或中断，导致主动隔振技术无法正常发挥作用。因此，为了确保主动隔振系统的可靠性和稳定性，需要经过充分的设计和测试，以保证系统在不同应力条件下能够正常工作。主动隔振技术的成本相对较高，主要是由控制器、传感器、执行器等组成的控制系统和所需的电力供应系统所致。这些设备和系统的成本较高，并且需要专业的技术和知识来进行设计和维护。此外，主动隔振技术的安装和调试也需要一定的人力和物力资源，增加了整体成本。主动隔振系统需要实时采集和处理振动信号，并根据信号进行相应的控制和调节。这要求控制系统有良好的性能和可靠性，同时也需要高效的算法和控制策略。设计和调试一个复杂的主动隔振系统需要相关的专业知识和经验，且往往需要较长的时间和精力<sup>[5]</sup>。此外，主动隔振技术还需要考虑故障自诊断和容错能力。在实际应用中，主动隔振系统可能会遭遇传感器或执行器故障，或者控制器出现问题。

### 三、建筑工程机电设备隔振减震技术应用

#### （一）被动隔振技术

被动隔振技术在建筑机电设备中的应用是为了减小振动对建筑结构和设备的影响，提高设备的可靠性和工作效率。被动隔振技术适用于一些不需要外界能量输入或主动控制的情况下，可以通过结构简单、传力明确和成本低廉等特点来有效地减小振动<sup>[6]</sup>。被动隔振技术的主要特点是结构简单。被动隔振技术通常使用橡胶、金属弹簧、空气弹簧等材料制成隔振元件，这些元件具有简单的结构和设计，容易实现。例如，橡胶隔振垫可通过在设备底部安装橡胶材料来起到隔振作用，其结构简单、易于安装和维护。被动隔振技术的作用机理清晰且易于理解。被动隔振元件通过其特定的材料和结构来起到隔振作用，主要通过吸收和消散振动能量来减小振动。橡胶隔振垫通过橡胶的韧性和能量消散特性来减小振动传递。金属弹簧隔振器通过金属弹簧的弹性变形来减小振动传递。这些作用机理清晰且易于理解，使得被

动隔振技术在工程实践中得到广泛应用。被动隔振技术具有易拆卸的优点。被动隔振元件通常安装在设备的底部或设备之间的连接部位，可以相对容易地进行安装和拆卸。这为设备的维修和更换提供了便利，在保证设备正常运行的同时，也方便对隔振元件进行维护和更换。被动隔振技术具有传力明确的特点。被动隔振元件通过其特定的结构和材料来承受和传递振动力，保证了振动的传递路径明确且可控。例如，橡胶隔振垫可以通过选择适当的材料和厚度来确定其隔振效果，而金属弹簧隔振器可以通过调整弹性系数和刚度来实现对振动的控制<sup>[7]</sup>。这使得被动隔振技术在设计和应用过程中具有较高的可控性和传力明确性。与主动隔振技术相比，被动隔振技术的成本较低，并且隔振元件通常具有较长的使用寿命。橡胶隔振垫、金属弹簧隔振器等被动隔振元件可以根据具体要求进行选择，既可以满足有效隔振的需求，又可以在经济成本和使用寿命方面提供较好的性价比。

#### （二）半主动隔振技术

半主动隔振技术通过调整隔振系统中的刚度和阻尼等参数来实现对振动的控制。其中，刚度参数一般通过应变或磁场的调控来实现，而阻尼参数则通过控制液压或电磁力来实现。通过在隔振系统中加入可调刚度和阻尼的装置，可以根据设备的不同振动状态，通过改变这些参数来调整系统的工作特性，从而实现最优的隔振效果。半主动隔振技术的应用主要集中在一些对振动控制要求较高的场景，如航天器、飞行器、高速列车等。半主动隔振技术可以根据设备的振动状态进行实时调整。被动隔振技术难以适应设备振动状态的变化，而半主动隔振技术可以通过实时调整参数来适应不同的振动状态，从而提供更稳定的隔振性能。半主动隔振技术具有较高的隔振效果<sup>[8]</sup>。由于系统的参数可以根据实时需求进行调整，半主动隔振技术可以提供更精确的隔振控制，从而实现更好的隔振效果。半主动隔振技术可以在一定程度上减小系统的能耗。相比于主动隔振技术，半主动隔振技术的能耗较低，因为其只需要调整系统参数而不需要主动提供驱动力。这使得半主动隔振技术在一些需要节能的场景中具有较大的优势。相比于主动隔振技术需要的控制器、传感器和能量输入装置等设备，半主动隔振技术的实现相对简单，所需成本也较低。

#### （三）主动隔振技术

主动隔振技术是一种通过主动输入能量抵消设备振动的隔振方法。其原理是通过实时获得系统的振动信息，并利用控制器和驱动器来生成一个与设备振动方向相反的振动力，将其施加在负载平台上，以实现设备振动的抵消。主动隔振系统通常由受控系统、控制器、驱动器和传感器等组成。受控系统作为隔振系统的一部分，负责接收并响应振动信息。控制器是主动隔振的核

心部分,通过算法和信号处理来实时分析振动信息,并计算出相应的控制指令。驱动器根据控制指令产生驱动信号,将能量输入到受控系统执行器上,从而产生与设备振动方向相反的振动力。传感器负责采集系统的振动数据并反馈给控制器,以实现实时的振动状态监测和控制调节。主动隔振技术具有响应快的特点。主动隔振系统能够实时监测和分析振动信息,并迅速生成相应的控制指令,从而能够迅速抵消设备振动,减少振动对设备的破坏。主动隔振技术具有较高的隔振带宽。由于主动隔振系统能够根据振动信息实时调整控制指令,因此可以获得较宽的有效隔振频率范围,从而更好地满足设备振动控制的要求。主动隔振技术具有较好的性能稳定性。主动隔振系统能够通过控制算法和信号处理实时调整驱动信号,保持系统的稳定运行,从而提高隔振效果的长期稳定性。与被动隔振技术相比,主动隔振技术能够主动输入能量对设备振动进行抵消,从而实现更好的隔振效果。

制动器是主动隔振系统中的关键组成部分,其性能直接影响着主动隔振的效果。可以通过改变制动器的刚度、阻尼、质量等参数,或采用新型的制动器结构,来提高主动隔振系统的隔振性能。控制算法是主动隔振系统的核心,直接决定了系统的控制精度和稳定性。可以引入自适应控制、模糊控制、神经网络控制等算法,以提高系统对不同振动情况的适应能力和控制精度。传感器能够实时采集振动信息,而信号处理技术可以对采集的数据进行滤波、分析和处理,提取出有用的振动特征。采用更精密、快速响应的传感器和先进的信号处理算法,可以提高系统对振动信息的感知能力和振动参数的准确性,从而提升主动隔振系统的性能。主动隔振系统中各部分之间存在着相互影响和耦合,因此在系统设计和控制调节方面需要进行综合考虑。通过合理的结构设计和优化耦合控制策略,可以提高主动隔振系统的整体性能和抗干扰能力。

#### 四、建筑工程机电设备隔振减震技术发展方向

设备振动的原因较多,包括内外力激励、结构共振、不平衡质量、材料不均匀等。为了避免振动引起的问题,设备设计时应避免设备自振频率与结构频率接近,这可以通过合理的设计和结构参数的选择来实现。同时,制造和安装工艺也需要提高,以确保设备的稳定性和可靠性。例如,密封件的合理选择和安装可以减少振动和噪音的传递,提高设备的使用寿命。

目前,被动隔振技术是应用最广泛的隔振技术之一,它通过使用弹簧、阻尼器等被动元件来吸收和消散振动能量。然而,在地震作用时,被动隔振系统往往会受到较大的冲击和荷载,容易发生损坏。为了提高地震下的性能,需要采用更加经济合理的耗能装置来吸收地震能量,例如黏滞阻尼器、摆锤阻尼器等。这些装置通

过合理的配置和调节,可以提高隔振系统的耐震性能,并且相对于被动隔振技术,其成本较低。

在隔振技术中,半主动隔振技术和主动隔振技术具有更好的隔振效果,可以根据实时振动信息进行相应的控制和调节<sup>[9]</sup>。半主动隔振技术通过控制阻尼器和刚度元件的特性来调节振动能量的传递,具有较高的隔振效果。然而,半主动隔振技术的主要限制在于控制器和传感器的性能和可靠性,以及维护和调试的复杂性。主动隔振技术在隔振效果和灵活性方面更优秀,但其成本更高,且对外部能源的依赖性较强。这导致主动隔振技术在建筑设备中使用相对较少。随着国家技术发展水平的提高,更高性能与经济性的隔振减震技术的推广是必然的。通过研究和开发更加高效和可靠的控制系统,优化设计和安装过程,可以进一步推动隔振技术的应用。

#### 结束语

随着技术的不断创新和发展,隔振减震技术将进一步完善,并在未来取得更好的应用效果。然而,该技术仍然存在一些挑战,例如材料选择、设计标准等方面的问题。因此,未来需要加强技术研究和实践经验的积累,提高隔振减震技术在建筑工程中的可靠性和有效性。将来的研究还应关注新材料和新技术的应用,提高建筑工程的隔振减震水平,为建筑环境提供更好的保护和改善。

#### 参考文献

- [1]王成建,王君.建筑工程机电设备隔振减震技术应用现状研究[J].工程与建设,2023,37(03):1038-1040.
- [2]李丹.某甲级写字楼项目机电设备噪声与振动控制设计[J].城市建设理论研究(电子版),2023(02):56-58.
- [3]陈金森.浅析建筑工程机电设备安装施工的相关问题[J].中国设备工程,2022(21):195-197.
- [4]杨贵喜,李永明,张宝贵等.剧院工程机电消声隔振施工技术[J].智能建筑与智慧城市,2022(03):131-133.
- [5]徐建栋.建筑机电设备安装中的难题和措施[J].居舍,2021(01):79-80.
- [6]郑祥盘,宋继萍,林洁等.基于二次隔振的机电设备噪声治理工程应用[J].化学工程与装备,2019(03):271-274.
- [7]李明荣,彭超,张亚玳.机载振动敏感设备减振设计方法与应用[J].雷达科学与技术,2019,17(01):104-111+118.
- [8]渠开可.建筑机电设备安装常见问题分析与对策框架构建[J].智能城市,2018,4(19):165-166.
- [9]张国权.高层建筑机电设备安装中的隔振降噪技术分析[J].中国设备工程,2018(12):128-129.