**工程建设强制性国家规范**

《工程振动控制通用规范》

（征求意见稿）

电子邮箱：huangweiac@126.com。

通信地址：北京市海淀区丹棱街3号; 邮政编码：100080。

 **中华人民共和国国家标准**

工程振动控制通用规范

 General code for engineering vibration control

**GB 50XXX-20XX**

主编部门：中华人民共和国工业和信息化部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：20XX年X月X日

中国XXXX出版社

**20XX 北京**

**废止的现行工程建设标准相关强制性条文**

1. 《建筑工程容许振动标准》GB 50868-2013

第3.1.1、3.2.4条

1. 《工程隔振设计标准》GB 50463-2019

第7.1.5、8.2.6条

1. 《工业建筑振动控制设计标准》GB 50190-2020

第3.1.1、3.4.1、3.4.2条

1. 《动力机器基础设计标准》GB 50040-2020

第3.1.10、3.3.1、3.3.6条

**前 言**

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

**关于规范种类。**强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以工程建设项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现工程建设项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

**关于五大要素指标。**强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

**关于规范实施。**强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行。其中，对于既有建筑改造项目（指不改变现有使用功能），当条件不具备、执行现行规范确有困难时，应不低于原建造时的标准。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

**目 次**

**[1 总 则](#_Toc120274259)** [1](#_Toc120274259)

**[2 基本规定](#_Toc120274260)** [2](#_Toc120274260)

**[3 振动控制标准](#_Toc120274261)** [3](#_Toc120274261)

[3.1 一般规定 3](#_Toc120274262)

[3.2 容许振动标准 3](#_Toc120274263)

**[4 振动控制输入](#_Toc120274264)** [5](#_Toc120274264)

[4.1 一般规定 5](#_Toc120274265)

[4.2 振动荷载 6](#_Toc120274266)

[4.3 动力特性及响应测试 8](#_Toc120274267)

**[5 振动控制设计](#_Toc120274268)** [10](#_Toc120274268)

[5.1 一般规定 10](#_Toc120274269)

[5.2 隔振与减振设计 10](#_Toc120274270)

[5.3 动力机器基础振动控制设计 12](#_Toc120274271)

[5.4 建筑结构振动控制设计 12](#_Toc120274272)

[5.5 声学环境振动控制设计 13](#_Toc120274273)

[5.6 振动控制装置设计 14](#_Toc120274274)

**[6 施工及验收](#_Toc120274275)** [16](#_Toc120274275)

**[7 监测及维护](#_Toc120274276)** [17](#_Toc120274276)

**1 总 则**

* + 1. 为保障工程振动控制的质量、人民群众生命财产安全和人身健康，保护生态环境，促进工程振动控制高质量发展，制定本规范。
		2. 工程振动控制必须执行本规范。

**1.0.3** 工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并应符合本规范中有关性能的要求。

**2 基本规定**

**2.0.1** 工程振动控制应满足承载能力极限状态、正常使用极限状态的设计要求，并应满足功能、结构性能和耐久性的要求。

**2.0.2** 在设计工作年限内，工程振动控制系统应满足下列功能要求：

**1** 在设计条件范围内应承受可能出现的各种振动荷载作用；

**2** 应保证振动控制对象能够正常使用；

**3** 应满足环境振动和噪声的控制要求；

**4** 应满足生产工作人员和使用者免受振动影响，保障人身健康的要求；

**5** 当外界发生火灾、爆炸、撞击等偶然事件时，在规定的时间内应保持足够的承载力和整体稳定，不应出现因振动控制系统失稳造成破坏的后果。

**2.0.3** 在设计工作年限内，工程振动控制系统应符合下列规定：

**1** 未经许可，不应改变振动控制系统的设计功能和使用条件；

**2** 振动响应超过容许值时，应及时进行处理；

**3** 应对振动控制系统定期检测和维护；

**4** 当振动控制装置或零部件确需更换时，应按设计规定进行更换；

**5** 应采取防腐、防火措施，满足环境使用要求；

**6** 当出现耐久性缺陷时，应及时处理；

**7** 在地震、火灾、浸泡、爆炸、撞击等偶然灾害发生后，应对振动控制系统进行详细检查，并根据检查结果进行评估、处理。

**2.0.4** 工程振动控制系统直接承受振动荷载作用的主要受力部件及其连接件，除应满足静力验算要求外，尚应满足疲劳验算要求。

**2.0.5** 工程振动控制系统采用隔振器、阻尼器、减振器等振动控制装置时，应保证振动控制装置与建筑结构、动力机器、精密仪器和设备在正常使用、维护、保养、更换等全寿命周期的协同工作。

**3 振动控制标准**

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 容许振动标准应保证振动控制对象在给定工况下正常工作，振动控制点应准确反映振动控制对象的振动响应特征。

**3.1.2** 工程振动控制应符合下列要求：

*u*≤[*u*] （3.1.2-1）

*v*≤[*v*] （3.1.2-2）

*a*≤[*a*] （3.1.2-3）

式中：*u*——振动控制对象计算或测试的振动位移；

*v*——振动控制对象计算或测试的振动速度；

*a*——振动控制对象计算或测试的振动加速度；

[*u*]——振动控制对象的容许振动位移；

[*v*]——振动控制对象的容许振动速度；

[*a*]——振动控制对象的容许振动加速度。

## 3.2 容许振动标准

**3.2.1** 动力机器基础容许振动指标的确定，应符合下列规定：

**1** 汽轮机、重型燃气轮机、给水泵等旋转式机器基础，应以频域振动峰值或均方根值作为容许振动指标；

**2** 锻锤、压力机、轧机等冲击式机器基础，应以时域振动峰值作为容许振动指标；

**3** 发动机、压缩机、往复泵等往复式机器基础，应以时域振动峰值作为容许振动指标；

**4** 振动台、破碎机基础，应以时域振动峰值作为容许振动指标。

**3.2.2** 精密仪器和设备容许振动指标的确定，应符合下列规定：

**1** 光学检测设备、显微镜等精密测量设备，应以频域振动均方根值作为容许振动指标；

**2** 光刻机、胶片机、精密绕线机等精密加工设备，应以时域振动峰值作为容许振动指标；

**3** 干涉仪、表面粗糙度测量仪、检流计、六级以下天平等精密计量与检测仪器，应以时域振动峰值作为容许振动指标。

**3.2.3** 交通振动对建筑物内人体舒适性影响的评价，应符合下列要求：

**1** 建筑物内振动评价的1/3倍频程中心频率范围应取1Hz~80Hz；建筑物内二次结构噪声评价的1/3倍频程中心频率范围应取16Hz~200Hz；

**2** 振动评价位置应取建筑物内地面中央或室内地面振动敏感处；二次结构噪声评价位置应取室内距地面1.2m高度的噪声敏感处，且与任何房间内的声反射面距离不应小于1m；

**3** 振动评价指标应为1/3倍频程中心频率上的竖向最大振动加速度级；

**4** 振动过程中包含有间歇性振动、偶然性冲击、瞬态振动或波峰因数大于6时，建筑物内舒适性的振动物理量应附加基本频率计权的四次方振动剂量值。

**3.2.4** 施工振动对建筑结构影响的评价，应符合下列要求：

**1** 评价的频率范围应取1Hz~100Hz；

**2** 建筑结构基础和顶层楼面的振动速度时域测试应取竖向和水平向两个主轴方向，评价指标应取三者峰值的最大值及其对应的频率。

**3.2.5** 古建筑结构的容许振动标准，应符合下列要求：

**1** 应取结构的最大振动速度峰值作为容许振动指标；

**2** 容许振动速度应根据结构类型、保护级别和安全性等级确定。

**3.2.6** 声学环境振动的评价，应符合下列要求：

**1** 民用建筑和声学实验室的单值容许振动指标，结构振动应取计权的振动加速度级，二次结构噪声应取噪声评价曲线NR值或A计权声级；

**2** 结构振动和二次结构噪声测试应采用多点测试统计评价方法，测点数不应少于3个，平均值取能量平均。

**4 振动控制输入**

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 振动荷载的计算模型和基本假定应与振源的实际运行工况一致，振动荷载值应覆盖振源的设计工作年限。

**4.1.2** 用于振动响应计算的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 周期振动荷载频率应与设备的工作转速相关或一致，并应明确振动荷载作用点位置；

**2** 冲击荷载应取与冲击类型相对应的冲击作用，冲击峰值和脉宽应匹配；

**3** 当振动设备存在多工况时，振动荷载应覆盖全工况。

**4.1.3** 振动荷载作用效应组合，应符合下列规定：

**1** 承载能力极限状态设计时，振动荷载与静力荷载效应组合、等效静力荷载与静力荷载效应组合，应采用基本组合；

**2** 正常使用极限状态设计时，振动荷载与静力荷载效应组合、等效静力荷载与静力荷载效应组合，应采用标准组合。

**4.1.4** 振动测试方法，应符合下列规定：

**1**应选择对结构构件无损伤的测试方法；

**2** 振动测试应涵盖振动响应最大时段，环境振动测量时段应涵盖昼间、夜间；

**3** 振动测试过程中，应避免其它振源和环境因素对测试振源的干扰。

**4.1.5** 振动测试的采样与测点，应符合下列规定：

**1** 振动测试采样频率应根据分析频率的范围合理选取；

**2** 每个测点记录有效振动数据的次数不应小于3次；

**3** 振动测试点应涵盖振动控制点，振动传感器的测试方向应与测试对象所需测试的振动方向一致，测试过程中不得产生倾斜、松动、脱落和附加振动。

**4.1.6** 振动荷载测试，应符合下列规定：

**1** 振动测试系统应根据测试对象的振动类型和振动特性的要求进行选取，其频域、量程及灵敏度应符合测试对象的振动特征；

**2** 测试方案及测试过程应符合振动荷载的作用特性，并应覆盖全工况。

## 4.2 振动荷载

**4.2.1** 旋转式机器的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 简谐振动荷载的幅值，应根据旋转部件的总质量、当量偏心距及转动角速度确定，并应计入安装偏差、长期磨损和介质腐蚀等影响；

**2** 振动荷载的作用点位置，应按下列规定确定：

1）汽轮机和重型燃气轮机：应取机组轴承支座中心线与转子中心线的交点；

2）旋转式压缩机：应根据机器转子的质量分布状况确定。

**4.2.2** 往复式机器的振动荷载，应由机器制造厂动力平衡设计提供，并应符合下列规定：

**1** 振动荷载应与机器的正常运转工况相对应，应包括下列内容：

1）一次谐波应包括竖向和水平向，取旋转离心力和往复惯性力的合力和合力矩；

2）二次谐波应包括竖向和水平向，取各列往复惯性力的合力和合力矩；

3）倾覆力矩应取未平衡的简谐分量；倾覆力矩的基频：压缩机和二冲程发动机应与工作转速相对应，四冲程发动机应与工作转速的1/2相对应。

**2** 当往复式机器变转速运转时，振动荷载作用应涵盖最大工作转速和可能激发基础共振转速的最不利工况；

**3** 机器动力平衡设计的振动荷载应根据运动部件质量误差、气缸内压力误差、机器内扰力激发基础振动等综合取值；

**4** 荷载作用点应取机器曲轴上气缸布置中心。

**4.2.3** 冲击式机器的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 锻锤的振动荷载应按制造厂提供的下列参数确定：

1）运动部件总质量、锤击速度或锤击最大能量；

2）锻锤的撞击回弹系数；

3）每分钟锤击次数。

**2** 压力机的振动荷载，应由制造厂根据不同工作阶段，按下列规定确定：

1）热模锻压力机应分别提供在起始阶段和机构运行阶段的竖向振动荷载、水平振动荷载、振动力矩、持续时间及每分钟冲击次数；

2）通用机械压力机应提供在冲裁阶段的竖向振动荷载、持续时间、在运行阶段的竖向振动荷载及每分钟冲击次数；

3）液压压力机应提供在锻压阶段的竖向振动荷载、持续时间及每分钟冲击次数；

4）螺旋压力机应提供在锻压阶段的竖向振动荷载、水平向振动荷载和扭转振动荷载、持续时间及每分钟冲击次数。

**4.2.4** 冶金机械的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 卷筒驱动设备的振动荷载，应包括卷筒的离心力、牵引力；振动荷载的最大值应取位于同侧位置的离心力和牵引力；

**2** 转炉冶炼时的振动荷载，应按正常冶炼工况、吹氧工况、顶渣工况和事故工况确定。

**4.2.5** 矿山机械的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 破碎机的振动荷载，应包括下列内容：

1）简摆颚式破碎机，应取动颚板、偏心轴和连杆在转动过程中产生的荷载；

2）复摆动颚式破碎机，应取动颚板、偏心轴和平衡块在转动过程中产生的荷载；

3）圆锥式破碎机，应取动锥体、偏心轴套和平衡块绕垂直轴线作水平回转运动产生的荷载；

4）旋回式破碎机，应取动锥体和主轴偏心轴套绕垂直轴线作水平回转运动产生的荷载。

**2** 振动筛的振动荷载，应取振动荷载标准值乘以动力超载系数；

**3** 磨机的振动荷载，应包括竖向、水平和瞬时振动荷载。

**4.2.6** 纺织机械的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 织机、复卷机的振动荷载，应根据各单个运动部件的质量、偏心距及计算车速等综合确定；偏心距应根据各运动部件的加工精度或动平衡等级确定；

**2** 织机振动荷载的作用点位置，应取织机车脚的几何中心。

**4.2.7** 振动台的振动荷载，应符合下列规定：

**1** 振动荷载应取作动器作用于基础上的最大激振力；

**2** 振动荷载的频率特性应与振动台的加速度特性一致；

**3** 振动荷载应包络空载和满载的全工况；

**4** 不同频率振动荷载的确定，应符合下列规定：

1）振动荷载低频部分特性应按作动器最大位移计算；

2）振动荷载中频部分特性应按作动器最大速度计算；

3）振动荷载高频部分特性应按作动器最大加速度计算。

**4.2.8** 通过现场测试确定轨道交通振动荷载时，应符合下列规定：

**1**应采用建筑结构基底现场实测的振动荷载数据，测试方向应包括竖向和水平向；

**2** 测点应布置于底层四角及中部的柱底位置，测点数不应少于5个，各测点应同步测试；测试应在列车通过时段进行，测试不应少于20趟列车；

**3** 测试时受到周围局部人为振动影响的激励时间不得超过总测试时间的5%。

**4.2.9** 当建筑结构有密集人群行走、区域型有节奏运动时，应计入人行振动荷载对建筑结构的影响；人行振动荷载应根据人数、人行振动频率并兼顾人行协调系数等综合确定。

## 4.3 动力特性及响应测试

**4.3.1** 采用现场测试确定天然地基和桩基的动力特性参数时，对于周期性振动的动力机器基础，应采用强迫振动测试方法；对于冲击性振动的动力机器基础，应采用自由振动测试方法。

**4.3.2** 动力机器基础振动测试数据的处理与换算，应符合下列规定：

**1** 数据处理时，应具有下列幅频响应曲线：

1）竖向振动时：应具有基础竖向振动线位移的幅频响应曲线；

2）水平回转耦合振动时：应具有基础顶面测试点的水平振动线位移的幅频响应曲线及基础顶面测试点由回转振动产生的竖向振动线位移的幅频响应曲线；

3） 扭转振动时：应具有基础顶面测试点在扭转力矩作用下的水平振动线位移的幅频响应曲线。

**2** 应用于动力机器基础设计时，模型基础的测试参数应换算至基础的设计参数。

**4.3.3** 场地振动衰减测试，应符合下列规定：

**1** 测点不得设置在浮砂地、草地、松软的地层和冰冻层上；

**2** 测点应沿基础振动衰减方向进行布置，各测点应成直线；

**3** 当进行周期性振动衰减测试时，测试基础的激振频率应与设计基础的机器扰力频率一致。

**4.3.4** 地脉动测点数量及布置应根据工程规模大小和性质以及地质构造的复杂程度进行确定，每个建筑场地或地貌单元的测点数不应少于2个；地脉动测试时，测点100米范围内不应有除地脉动外的其它振动干扰。

**4.3.5** 建筑工程动力响应测试时，传感器的安装应符合下列要求：

**1** 安装部位应平整；

**2** 传感器及其安装器件的质量不应影响被测部位的振动特性；

**3** 传感器的输出连接接头应避免受力，导线应固定在测试对象的表面上；

**4** 传感器应布置在振动控制点上或向振动控制点传递的有效路径上，当沿楼层布置时应保证至少有一组测点与垂直方向平面位置一致；

**5** 当建筑结构不对称时，应按各个主轴水平方向分别布置传感器；

**6** 当建筑结构中的精密仪器和设备需要测试时，应在精密仪器和设备设置的支承结构顶、底部布设测点。

**4.3.6** 建筑工程动力响应测试时，传感器及振动测试系统的选择应符合下列要求：

**1** 振动传感器及测试系统应根据内设动力设备的类型采用；

**2** 传感器的灵敏度应满足振动测试环境中振动幅值的测试要求，并应保证在幅值测试下限有足够的信噪比；

**3** 传感器在测试范围内的非线性度不应大于3%，最大横向灵敏度比不应大于5%；

**4** 传感器的安装谐振频率应大于最高分析频率的20%；

**5** 冲击振动测试时，传感器的安装谐振频率应大于脉冲持续时间1/10的倒数；

**6** 低频振动测试时，传感器的下限频率应小于最低分析频率的20%；

**7** 振动测试系统在测量频率范围内的频率响应平直部分的误差应优于±10%。

**5 振动控制设计**

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 动力机器基础应满足沉降要求；当对沉降有严格要求时，基础应设置永久的沉降观测点。

**5.1.2** 建造在软弱地基上的动力机器基础，应进行地基处理。

**5.1.3** 动力机器基础产生的振动对人身健康、生产过程、仪器和设备及建筑物的影响超过容许振动标准时，应采取振动控制措施。

**5.1.4** 设有振动敏感的精密仪器和设备的厂房，建设前应进行场地环境振动评价。

## 5.2 隔振与减振设计

**5.2.1** 汽轮发电机基础的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 隔振台座应具有良好的动力特性、足够的强度和刚度，并与周边平台结构脱开；

**2** 隔振器的选型和布置应满足汽轮发电机正常运行时在振动荷载作用下轴承座处基础变形的要求；

**3** 隔振器的合力作用点应与下部支承结构的截面形心重合；

**4** 隔振器应布置在支承隔振台座的柱顶或梁上。

**5.2.2** 压缩机、离心机、风机、水泵、电动机基础的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 隔振体系的静力平衡计算，应计入连接部件和正常运转时介质的质量，以及作用于柔性连接处的作用力；

**2** 介质出入口的连接管道应采用柔性连接。

**5.2.3** 往复式机器基础的隔振设计，应符合下列规定：

 **1** 隔振体系的质量中心与刚度中心应在同一铅垂线上；多机型通用试验台隔振基础，应验算最大机型和最小机型质量中心偏移产生的高差；

 **2** 当机器自带隔振系统时，隔振设计应考虑耦合作用产生的影响；

 **3** 隔振基础与周边结构之间应设隔振缝；

 **4** 隔振器和阻尼器应能适应高温湿热环境，当排烟管从地下室或基础厢中通过时，应附加隔热通风措施；

**5** 机器与隔振基础外的连接管道应采用带弯头的柔性耐热管道接头，管道穿墙、穿楼板处应从预留孔洞穿过，周边嵌缝应采用高柔、耐热材料。

**5.2.4** 锻锤基础的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 基础和砧座的最大竖向振动位移不应大于容许振动值；

**2** 锻锤在下一次打击时，砧座应停止振动；

**3** 锻锤打击后，隔振器上部质量不应与隔振器分离。

**5.2.5** 压力机基础的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 闭式多点压力机的隔振器应直接安装在压力机底部；

**2** 闭式单点压力机和开式压力机，应在压力机下部设置钢筋混凝土台座，隔振器安装在台座下部。

**5.2.6** 城市轨道交通采用隔振与减振措施时，施工期间和列车运营产生的室内振动及二次结构噪声应控制在现行国家建筑环境通用规范的容许值范围内；城市轨道交通轨道的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 轨道隔振不应降低轨道结构的强度和稳定性；

**2** 轨道隔振应保证轨道可快速维修和更换；

**3** 不同类型的隔振轨道之间、隔振轨道与非隔振轨道之间应设置过渡段，过渡段的长度应根据轨道综合刚度差确定，且不应小于车辆定距；

**4** 轨道隔振器应满足抗疲劳、耐候性和耐久性要求。

**5.2.7** 精密仪器和设备的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 当采用成品隔振台座时，应根据隔振台座的特性参数，验算支承结构在干扰振动作用下隔振体系的振动响应，并应满足容许振动标准的要求；

**2** 隔振台座设计时，台座结构的一阶固有频率应避开精密设备的固有频率。

**5.2.8** 精密机床的隔振设计，应符合下列规定：

**1** 当机床具有慢速往复运动部件时，机床质量中心变化产生的倾斜度不应大于机床倾斜度的容许值；

**2** 用于精密机床的隔振器各向阻尼比不应小于0.1。

**5.2.9** 沟式屏障隔振的设计长度应根据隔振对象的长度、屏障与隔振对象距离、容许振动标准等综合确定，并应大于隔振对象的长度；波阻板屏障隔振设计应满足抗冲切、抗剪切、局部受压以及地基承载力要求。

**5.2.10** 智能隔振设计，应符合下列规定：

**1** 隔振器应满足承载力要求；

**2** 振动采集装置不应改变隔振对象的动力特性，其精度应高于灵敏度，且振动采集装置的灵敏度应高于振动控制装置的精度；

**3** 控制系统应进行稳定性和鲁棒性检验；

**4** 作动器的精度不应低于振动控制装置的精度。

**5.2.11** 采用调谐质量减振时，调谐质量比的设计应满足减振效果、结构强度、安装空间的要求。

## 5.3 动力机器基础振动控制设计

**5.3.1** 动力机器基础设计，应符合下列要求：

**1** 基础和地基应满足承载力的要求；

**2** 基础振动控制点的振动响应应满足容许振动标准的要求；

**3** 基础的沉降和倾斜不应大于允许值。

**5.3.2** 动力机器基础底面的平均静压力应符合下式要求：

$p\leq α\_{v}f\_{a}$ （5.3.2）

式中：$p$——相应于作用的标准组合时，基础底面的平均静压力值（kPa）；

$α\_{v}$——地基承载力的动力折减系数；

$f\_{a}$——修正后的地基承载力特征值（kPa）。

**5.3.3** 汽轮机等大型旋转式机器的台座结构应按多自由度体系进行动力分析，并应计入台座结构弹性变形的影响。

**5.3.4** 锻锤的锤击中心、基础底面形心和基组重心应在同一铅锤线上。

**5.3.5** 振动台基础周边应设缝，与主体结构脱开。

**5.3.6** 同一台金属切削机床基础，不应设置在压缩性相差较大的不同土层上。

## 5.4 建筑结构振动控制设计

**5.4.1** 建筑结构水平振动控制时，应符合下列规定：

**1** 结构水平固有频率应远离同向振动荷载频率，无法满足时应采取振动控制措施；

**2** 水平振动作用较大的动力设备应布置在建筑底层或较低楼层。

**5.4.2** 建筑结构的竖向振动控制，应符合下列规定：

**1** 结构竖向固有频率应远离同向振动荷载频率，无法满足时应采取振动控制措施；

**2** 当设备布置在单根梁上时，应采取措施避免梁产生扭转振动；

**3** 上、下往复振动的设备应布置在结构的竖向构件附近，水平往复振动的设备应布置在跨中部位，并使振动荷载作用在梁轴线方向；

**4** 楼盖上的动力设备，不应与竖向结构构件直接连接。

**5.4.3** 建筑结构有微振动控制要求时，应符合下列规定：

**1** 对振动敏感的设备和仪器，应远离动力设备；当必须同时布置动力设备和对振动敏感的设备和仪器时，应分类集中、分区布置，并应设置变形缝进行分隔；

**2** 有强烈振动的设备，应布置在建筑结构的底层；对振动敏感的设备、仪器，应靠近承重墙、框架梁及柱等楼盖局部刚度大的部位；

**3** 动力设备与管道之间，应采用弹性软连接；管道应采取楼面支承式或悬挂式，不应直接支承在墙、柱等竖向构件上；振动管道与建筑结构连接部位应采取振动控制措施。

**5.4.4** 建筑结构受轨道交通等环境振动影响，需采用整体或局部隔振时，建筑结构应同时满足容许振动标准及结构抗震要求。

**5.4.5** 古建筑结构的振动控制，应符合下列规定：

**1** 振动影响的评估应根据振源和古建筑的现状、古建筑结构的容许振动标准以及古建筑振动响应进行综合评价；

**2** 振动控制措施应根据防振距离和振源振动控制方法综合确定。

## 5.5 声学环境振动控制设计

**5.5.1** 振动引起的建筑结构噪声级，应符合下列规定：

**1** 音乐厅、观众厅内由振动引起的结构噪声级，不应大于NR25；

**2** 声学实验室内的混响室、隔声室、消声室（或半消声室）等由振动引起的结构噪声级，不应大于NR20。

**5.5.2** 声学环境振动控制，应采取振源振动控制或阻隔、改变振动噪声传播路径等措施。

**5.5.3** 地下轨道线路下穿建筑物地段，应对建筑结构进行二次辐射噪声分析，对于超标地段，应采取减振降噪措施。

## 5.6 振动控制装置设计

**5.6.1** 隔振器和阻尼器的性能，应符合下列规定：

**1** 隔振器与阻尼器应满足耐久性和稳定性的要求；

**2** 隔振器应满足刚度、承载力的要求；

**3** 阻尼材料应具备动刚度小、不易老化的特性。

**5.6.2** 隔振器和阻尼器的布置，应符合下列规定：

**1** 隔振系统的质量中心与刚度中心应符合接近或重合的布置原则；

**2** 应减小隔振体系的质量中心与扰力作用线之间的距离；

**3** 应预留安装、维修和可更换的空间。

**5.6.3** 圆柱螺旋弹簧隔振器所配置阻尼器的行程、侧向变位空间和使用寿命应与弹簧相匹配；拉伸式圆柱螺旋弹簧隔振器，应设置过载保护装置。

**5.6.4** 橡胶隔振器的老化、蠕变、疲劳等性能，应满足使用环境、年限以及荷载作用特性等要求。

**5.6.5** 调谐质量减振器的设计，应符合下列规定：

**1** 调谐质量减振器的参数应现场可调；

**2** 调谐质量减振器运动部分应设置缓冲装置或限位、锁定装置。

**5.6.6** 空气弹簧隔振器、气浮式隔振系统的固有频率不应大于2Hz，支承面应具有防倾斜能力。

**5.6.7** 粘滞阻尼器的设计，应符合下列规定：

**1 阻尼器的两端应与基础和隔振台座可靠连接；**

**2 有限位要求时，阻尼器的变形范围不应小于限位设计值。**

**5.6.8** 电涡流阻尼器的设计，应符合下列规定：

**1** 板式阻尼器的磁体、导体板应分别固定在隔振体系中发生相对运动的两个部件上，且应保证两者间隙足够小并保持恒定；

**2** 采用放大速度型阻尼器时，其速度放大机构应满足疲劳寿命的要求；

**3** 永磁体应采用严格的防腐措施；

**4** 当工作温度超过80°C时，应采用耐高温的永磁体。

**6 施工及验收**

**6.0.1** 振动控制工程施工应满足设计要求，并应符合下列规定：

**1** 施工前应编制施工组织设计、施工方案；

**2** 施工前应制定资源节约和环境保护方案；

**3** 应对已完成的实体进行保护，且作用在已完成实体上的荷载不应超过设计值。

**6.0.2** 材料、构配件、器具和半成品应进行进场验收，合格后方可使用。

**6.0.3** 振动控制工程中的隐蔽工程应进行验收并做好记录，验收应在责任单位自检合格的基础上进行，对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的构件及材料应按规定进行检验。

**6.0.4** 精密工程、动力机器基础、防微振厂房等对振动环境有明确要求的工程竣工后，应进行振动测试，当满足容许振动标准要求后，方可进行验收。

**7 监测及维护**

**7.0.1** 大型超精密建设工程应进行全过程振动监测。

**7.0.2** 振动监测系统应综合考虑各阶段的振动监测需求、振动特征及环境变化的影响。

**7.0.3** 振动控制工程应根据工程类型、安全性等级及使用环境等，建立覆盖设计工作年限的使用、维护管理制度。

**7.0.4** 振动控制系统应按设计要求定期维护、保养、更换。

**7.0.5** 振动控制系统拆除时，应制定拆除方案，并应采取有效措施防止次生灾害发生；拆除应遵循减量化、资源化和再生利用的原则，并应制定废弃物处置方案。

**7.0.6** 既有振动控制系统承受超过设计允许荷载或频率等动力特性发生变化时，应进行振动控制变更设计；当确需延长工作年限或改变使用用途时，应对其进行验算和评定。