

15240

机械振动控制和隔振

第 1 部份 总论

1.1 工作范围

- A. 本章规定对振动控制系统(主设备、配件和技术)的要求。主要应用于建筑、机械、制程、电力以及结构的设计和建造。
- B. 本规范提供必要的设计，以避免建筑物内，由机器或设备运转或是管件中流体所引发的过度振动。

因为本厂房的高技术性，所以本规范的重要性超过了一般的建筑要求。因此，必须高度重视有关噪音和振动控制系统的采购和安装的所有规范和细节。没有经过送审核可，不得使用替代品。

- C. 本规范包括相关设备，风管和管件的抗震挂钩和支撑的设计。用于风管，管件和隔振设备的抗震器只是补充而不是替代本章规定的隔振系统。

1.2 相关工作

- A. 本章及下列规范与相关合约文件，应结合成为机械振动控制之要求。
 - 1. 15010——机械总则
 - 2. 表 15240:隔振一览表，附在本章结尾。
- B. 注意事项：在使用本规范时，如未包含上述罗列的全部条款，将导致对基本要求的疏忽。
- C. 在考虑振动控制要求时，如果本规范与任何其它规范有冲突，以本规范为准。

1.3 承包商的一般责任

- A- 在安装设备前，递交文件予业主批准。递交文件应包括上文第 1.4 段所述的项目。
- B- 提供本文所述的防震设备、框架、导槽、物料等。

- C-** 除非经本技术规格或经业主批准，否则请勿安装与结构物进行刚性接触的任何旋转机械设备、相关管道、管路系统等。结构物包括板材、横梁、立柱、墙壁、支柱、板条等。
- D-** 与其他同行协调工作，以免与建筑物产生刚性接触。承包商应告知其他同行遵循其工作进度（例如粉刷或电气工作），以免产生降低防震系统效率的任何接触。
- E-** 安装前，应提醒业主留意与其他同行的冲突是否会因空间不足等原因而造成不可避免地本文所述设备、管道等接触。安装后必须纠正冲突造成的工作所产生的合理费用，应由承包商承担。
- F-** 安装前，应提醒业主留意技术规格与现场状况是否不符、是否由于特定设备选择而需要做出更改等。安装后必须纠正不符造成的工作所产生的费用，应由承包商承担。
- G-** 征求业主于封闭前检查及批准将予覆盖或遮蔽的任何设备。
- H-** 就防震设备的适当安装及调节，征求防震制造商的书面及/或口头指示。
- I-** 纠正业主认为存在工艺或物料缺陷的任何设备，而不得产生额外开支。
- J-** 承包商应负责适当运作根据本部份提供的所有系统、辅助子系统及设施。承包商应与所有相关分包商协调运转程序、校准及系统检验。各个相关分包商应诊断系统操作问题及实施纠正程序，以使系统符合设计要求。于纠正工作完成后，应重新检查问题，确认系统能否正常运作。任何留待解决的难题应提醒业主留意。

1.4 设计指标

本部份描述将在机械、电气及结构工作所有阶段使用的震动控制系统。

- A** 除非本技术规格允许，否则设备、管路系统、管道及导管的安装不得与结构物进行刚性接触。
- B** 机械设备：除非设备附表表格 15240 另有注明，否则所有机械设备均应安装在防震物体上，防止震动及噪音传送至建筑物结构上
 - 1 防震器：应根据重量分布选择防震器，以便产生合理统一的挠度。挠度应与设备附表表格 15240 所注明者相同。
 - 2 设备防震框架及基座：用于支撑防震泵的框架及基座应按大小排列，为肘形弯管提供支撑。
 - 3 符合技术规格所含规定的惯性基座应使用于所有液体泵上、净化排风扇上及若干补充风扇上。结构设计必须考虑这些负荷。

- C 动态平衡：旋转设备的动态平衡于技术规格中详细说明。「临界」风扇的平衡标准仅适用于直接驱动系统，而不论有无变频式驱动器(VFD)。通常，不接受使用皮带传动系统，尤其不可用于位于震动敏感区 17 米以内的临界风扇。
- D 风扇机组及送风机：用于洁净室或位于震动敏感区 20 米以内的再循环风扇、补充风扇及送风机，在操作效率、平衡及防震方面均需具备高质素。对于再循环空气系统，当静压较低时，作业端速亦较低，此时最适合使用贯流风扇。特别是，如果谨慎限制有关送气系统及管路装置内的流速，亦可使用轴流风扇。
- E 管道及管路防震：管道支座防震应遵守针对各个区域制订的指南。此等指南考虑了各个区域与生产区及结构构造之间的接近程度，以便简化安装，同时将传送至生产区的震动降至最低。
- 1 最重要的是，限制管道及管路内的液体流速。气体的最大容许流速将为 12 米/秒，液体的最大容许流速将为 3 米/秒。
 - 2 管夹及管路支架：管路支架与管夹不得妨碍防震系统的自由操作。不接受以HS型或FSN型防震器为支撑的定腿式管路支架。
 - 3 管路系统：管路系统防震要求以管路等效直径为准。对于矩形管路系统，等效直径为拥有相同截面积的管路的直径。
- F. 弹性墙壁、天花板及地板穿透：提供以HS型或FSN型防震器为支撑的所有管道、导管、管路等的弹性墙壁及天花板穿透。请参阅图则上的弹性穿透详情。
- G 隔振/吸振产品：安装完成后不得有振动和噪音。在运行过程中，具有振动或产生不应有的振动，或产生或散发不应有的噪音的系统，设备或零件都应：(1)视情况加以调整、修理或更换以达到可以接受的振动或噪音等级，或(2)用消除或吸收装置，或其它方法，支撑或固定以有效地防止振动或噪音传播出去。
- H 有弹性的穿过墙、天花板、和楼板：为由 HS 型或 FSN 型隔振器支撑的所有排气管、水管和风管提供有弹性的穿通。参考施工图中弹性穿通的细节。
- I. 结构隔振：结构隔振 (SIB-Structural Isolation Break) 系指结构物指定区域上的刚性结构及机械组件连续中断，导致震动发生与敏感区之间出现功能性间隔
- J SIB 位置：在本设施中，CUB 和管廊；管廊和 FAB 和 HPM 栋之间设 SIB。

- K SIB 以完全的结构分区为特征，跨越其处的仅限于下述部份：
1. 本文规定已具有高柔性膨胀接头的建筑物、管件和风管；或
 2. 本文规定的已经过隔振处理的主要管件、风管和水管；或
 3. 本文规定的不需要隔振的小尺寸管件、风管等。
- L 吊顶吸音天花板不要求 SIB 的处理。
- M 为减轻振动敏感区域与含有振动产生设备区域之间结构上的接触，应在特定位置安装结构隔振器。
- N 单独的管件、风管等，其尺寸小于规定被要求作 SIB 处理者，不被认定是刚性连接。
- O 高柔性膨胀接头或活动挡水板用来封闭 SIB，最好选在高于地面的地方。在基座上，铺设至少 1/2 英寸(13 毫米)厚的沥青毛毡。
- P 如图所示，跨越任何 SIB 的建筑物应在 SIB 处加上高柔性连接器。
- Q 直径大于或等于 6 英寸(150 毫米)的管件和主风管穿越 SIB 时，应在距 SIB 一端 25 英尺(8 米)内，采用有 1 英寸(25 毫米)变形的 HS 型吊钩支撑，或在 SIB 处，提供不小于 90 度弯曲的弹性软管接头。
- R 管件隔振：
1. 依据金属管内径尺寸，订定 SIB 处管件隔振的要求。当评估对塑材管的隔振要求时，其有效管径为实际管径除以 2。
 2. 金属管或由支架支撑的一组金属管，其截面积或等量截面积大于或等于 4 英寸(100 毫米)并穿越 SIB 时，应在距 SIB 一端 25 英尺(8 米)内采用有 1 英寸(25 毫米)变形的 HS 型或 FSN 型(视安装条件而定)隔振器支撑。管径小于 1 英寸(25 毫米)时不必进行等量截面积的换算。
- U 直径大于或等于 12 英寸(300 毫米)的 FRP 管穿越 SIB 时，应在距 SIB 一端 25 英尺(8 米)内，采用有 1 英寸(25 毫米)变形量的 HS 型或 FSN 型(视安装条件而定)隔振器支撑。

- V 直径大于或等于 4 英寸(100 毫米)的防火管件和重力流金属管件, 在穿越 SIB 时应在距 SIB 一端 25 英尺(8 米)内, 采用有 1 英寸(25 毫米)变形的 HS 型或 FSN 型(视安装条件而定)隔振器支撑, 或在 SIB 处配以 Victaulic 式弹性接头。塑材重力流管件则不需要处理。
- W 等量直径大于或等于 24 英寸(600 毫米)的金属风管穿越 SIB 时, 应在 SIB 处加上弹性风管连接器。

4 协调

本规范涉及的工作必须会同所有其它机械、电气和结构工程, 彼此互相协调。为了这种合作界面, 有必要提供一个完整且与设计文件相符之运作系统。

5 文件送审

- A 递交一份本项目拟用材料及方法的综合说明书。防震装置的制造商应提供以下产品文件:

1 产品数据:

- a. 说明将要防震的项目、防震器类型、型号、防震器负荷及挠度的详细项目单, 以及说明框架建筑的具体图则参考数据(如适用)。
- b. 支撑装置(参考图则编号)的各个防震器的详细数据, 包括:
 - 1 - 装置识别标志
 - 2 - 防震器类型
 - 3 - 实际负荷
 - 4 - 于实际负荷下的预期静挠度
 - 5 - 规定最小静挠度
 - 6 - 载荷实体上的额外挠度
 - 7 - 实际负荷下弹簧高度与弹簧直径的比率
 - 8 - 防震器上的目录简介或数据表
 - 9 - 将使用框架设计的书面批准

2. 图则:

- a. 递交设备基座的详情, 包括尺寸、结构构材的大小及支撑点的位置
- b. 递交用于天花板悬挂装置、管道及管路系统的防震吊架详情
- c. 递交用于地板支撑装置、管道及管路系统的底托详情
- d. 所有吊架、底托或衬垫图则均应说明挠度与型号, 以及技术规格中的任何其他要求

- e. 对于递交文件中的所有弹簧，均应以表格形式说明弹簧直径、额定负荷及挠度，于额定负荷下的高度及封闭高度
 - f. 弹性连接器的完整详情
- B. 除制造商递交的文件外，分包商亦应提供以下各项：
- 1. 于执行分包工作 30 天内或收到施工通知（以较迟者为准）时，提供一份本项目拟用材料及方法的综合说明书。应提供本技术规范产品部份所述所有项目的具体数据。应提供完整的技术规格、描述性图则、目录简介及描述性文献，包括制作、型号、呎吋、重量及与其他工程的交界面说明。需要提供完整的性能数据，说明是否完全遵守概述的技术规格
 - 2. 完整详尽的施工图，说明所有类型的规定产品的拟定位置及建筑特性。应及时递交施工图。
 - 3. 对特殊振动隔振器应提供产品型录及技术数据，以表示与本规范完全相符。
 - 4. 汇总表逐项罗列需隔振的部份，隔振器类型、型号、隔振器负荷和变形量，以及应用于结构处特殊图面的参考文献。
 - 5. 设备结构图，表明每一台机器的尺寸、结构组件大小和支撑点位置。
 - 6. 从设备厂家获得书面批准之结构设计文件。
 - 7. 说明支撑的缓冲方法和安装指导的图面。
 - 8. 说明管道穿过墙壁、板材及横梁时的防震方法的图则。
- C. 防震器递交文件必须经由制造商总部的一位资深工程师核查及签名，确认弹簧选择及系统设计符合此等技术规格界定的防震要求。
- D. 业主审核递交文件及施工图，即检查此等文件及图则是否全面遵守本项目的
- E. 设计概念及合约文件中提供的数据。审核过程中对施工图或递交文件做出的纠正或评论，不会免除承包商遵守图则及技术规格的要求。

第二部份 产品

2.1 可接受的厂商

- A. 本规范的目的是保证本工程有最高的隔振标准。为此，所有的隔振产品和材料将由单一制造商提供，并负责全部隔振设备和系统的适当安装和运行。唯一例外是组装在设备内部的隔振器，如空气处理机组的内部隔振器。
- B. 所有隔振器的固定件都由以下经过批准的厂商之一提供：
1. Mason 工业厂(简称 M.I.)，Hauppauge,纽约州。
 2. Kinetics 噪音控制厂(简称 K.N.C.)，Dublin,俄亥俄州。
 3. 振动固定及控制厂(简称 V.M.C.)，Bloomington,新泽西州。
- C 本部份所述的所有隔振器应为合格制造商的产品(符合 GB 一等品并有原厂提出证明)。其他制造商的产品将予以考虑，如其提供的样品严格遵守技术规格，并应获得业主的批准。递交文件及认证报告应符合第 1.5 条规定。

2.2 隔振器

A. 总论

1. 隔振单元的金属部件应满足如下要求：镀锌应满足 ASTM 的盐喷射试验标准和第 14 号联邦试验标准。
 - a. 箱体：经热浸镀锌处理或有环氧树脂涂层
 - b. 室内零件(垫片，螺母，螺栓等)：镉涂层
 - c. 室外零件(垫片，螺母，螺栓等)：SUS304
 - d. 弹簧应有合成橡胶涂层
2. 所有室外隔振器应有带螺栓孔的底盘，以便把隔振器固定在支撑组件上。
3. 表中的隔振器类型为最低标准。承包商可选择与隔振器配套的辅助设备以节省劳力。这些辅助设备用来把设备提升到操作高度，在安装和系统充料运行期间把管子支撑在固定高度，以及类似的安装优点。辅助设备不应降低隔振系统的等级。

对隔振器的静态变形量要求如表 15240 隔振规范所示。表中所列的静态变形量为实际负荷下对固定点的最小可接受变形量。不接受且将拒绝根据额定挠度选择的隔振器。
4. 在单一固定点，不允许使用重迭或多个平行的弹簧。
5. 在设备预定运行速度正负 40%之内，确保支撑设备的结构没有共振频率。

6. 在固定件和浮动件之间，确保没有金属对金属的接触。
7. 对弹性材料的组件提供热防护，以避免暴露在高温下时的变形和损坏。
8. 隔振设备往往有不均匀的负荷分布。确保选择合适尺寸的隔振器，以提供均匀的变形而满足本章结尾处的隔振表所列的最小静态变形量。

B. 楼板弹簧和合成橡胶(FSN)单元

1. 弹簧隔振器应具备高变形量、自由直立和无需任何箱体的侧向稳定。弹簧隔振器应先嵌入高位负荷板，组装调平后再嵌入低位负荷板并装上隔音垫。
2. 弹簧直径应不小于其在设计负荷下压缩后高度的 0.8 倍。弹簧组件从静态变形到被完全压紧状态应有附加行程，其值不应小于实际变形量的 50%。
3. 弹簧应设计成侧向刚度与竖向刚度大约相等。
4. 隔音垫应由加肋的合成橡胶制成。
5. 隔振器中的弹簧组件应加上
 - a. 杯状合成橡胶，其上带有钢垫片以将负荷均匀地分布在合成橡胶上，
或
 - b. 一个 DNP 隔振器。

如果使用 DNP 隔振器，需要一个合适尺寸的矩形附加电路板，使其有 40 到 50 磅/平方英寸(275 到 345 千帕)范围内的均匀负荷。

如果使用带有合成橡胶摩擦垫的弹簧隔振器，则需在摩擦垫和 DNP 隔振器之间使用一块不锈钢板，铝板或镀锌钢板。

DNP 隔振器，分隔板和摩擦垫应被永久地依次相粘，然后再粘到附加电路板底部。

6. 如果隔振器要固定在建筑结构上而且 DNP 单元用在附加电路板下面，底盘上每个螺栓孔都要有合成橡胶垫圈。螺栓孔尺寸要考虑到垫圈的存在。使用螺栓的装配应包括垫片以使负荷均匀地分配在垫圈上。螺栓和垫片都应镀锌。

7. 如果容量小于 6,000 磅(2700 公斤), 则使用预制承载钢板以使弹簧能直接卡入。如果容量大于 6,000 磅(2700 公斤), 需将弹簧焊到附加电路板组件上。
8. FSN 隔振单元应为下列产品之一, 或经批准的同等产品, 它带有从 DNP 单元选择的适当的合成橡胶垫(如果使用的话):
 - a. SLF 型: M.I.
 - b. FDS 型: K.N.C.
 - c. AC 或 AD 型: V.M.C.

C. FSNTL(楼板弹簧及合成橡胶间距限制)单元:

1. 弹簧隔振器应自由直立, 不需任何箱体而保持侧向稳定。弹簧直径应不小于其在设计负荷下压缩后高度的 0.8 倍。弹簧组件到被完全压紧状态的最小附加间距应为实际变形量的 50%。弹簧应按横竖向刚度比约等于 1 设计。所有固定点都应有调平螺栓, 并有直立方向间距限制装置以控制负荷移去时弹簧的延展性。在安装设备时, 间距限制装置能够起到阻挡作用。在定位螺栓周围以及限制装置和弹簧之间, 应至少保留 1/4 英寸(6 毫米)的间隙以避免干扰弹簧的活动。
2. 隔振器中的弹簧组件应配以带有钢垫片的杯状合成橡胶以将负荷均匀地分布在合成橡胶上, 或一个 DNP 隔振器。

如果使用 DNP 隔振器, 需要一个合适尺寸的矩形附加电路板来均布负荷, 以达到制造商推荐的范围内。

如果使用带有合成橡胶摩擦垫的弹簧隔振器, 则需在摩擦垫和 DNP 隔振器之间使用一块不锈钢板, 铝板或镀锌钢板。

DNP 隔振器, 分隔板和摩擦垫应被永久地依次相粘, 然后再粘到附加电路板底部。

3. 如果隔振器要固定在建筑结构上而且 DNP 单元用在附加电路板下面, 底盘上每个螺栓孔都要有合成橡胶垫圈。螺栓孔尺寸要考虑到垫圈的存在。使用螺栓的装配应包括垫片以使负荷均匀地分配在垫圈上。螺栓和垫片都应镀锌。

4. FSNTL 隔振单元应为下列产品之一，或经批准的同等产品，它带有从 DNP 单元选择的适当的合成橡胶垫(如果使用的话)：
 - a. SLR 型：M.I.
 - b. FLS 型：K.N.C.
 - c. AWR-1 型：V.M.C.

D. FN(楼板合成橡胶)单元：

1. 合成橡胶隔振单元应为其顶部和底部均有钢条加强的剪力型合成橡胶。所有金属表面均应由合成橡胶覆盖。顶底两面应有肋条。基座上有螺栓孔，顶部有螺纹紧固件。
2. 固定件应包括调平螺栓，它可以与设备刚性连接。
3. FN 隔振单元应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
 - a. ND 型：M.I.
 - b. RD 型：K.N.C.
 - c. R/RD 型：V.M.C.

E. NP(合成橡胶垫)单元：

1. 合成橡胶垫隔振单元应是一层 1/4 到 5/16 英寸(6-8 毫米)厚的有直肋或交叉肋的合成橡胶。它的硬度为 40 到 50 丢洛(durometer)。垫的尺寸取决于制造商推荐的负荷范围。
2. NP 隔振单元应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
 - a. W 型：M.I.
 - b. NPS 型：K.N.C.
 - c. 剪力降伏(Shear-Flex)或最大降伏(Maxi-Flex)型：V.M.C.
- 3 除非另有指明，否则防震器不得因贯穿螺栓而形成短路。用带有橡胶环管及垫圈的减震器或超大孔，提供所需的约束力。

F. DNP(双层合成橡胶垫)单元：

1. 这种合成橡胶垫隔振单元是由两层 1/4 到 5/16 英寸(6-8 毫米)厚的有直肋或交叉肋的合成橡胶组成，中间隔有一层不锈钢板或铝版。这三层材料应

被永久地粘在一起。合成橡胶硬度为 40 到 50 丢洛(durometer)。垫的尺寸取决于制造商推荐的负荷范围。

2. DNP 隔振单元应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
 - a. WSW 型：M.I.
 - b. NPS 型：K.N.C.
 - c. 多层在剪灵活或最大灵活型：V.M.C.
- 3 除非另有指明，否则防震器不得因贯穿螺栓而形成短路。用带有橡胶环管及垫圈的减震器或超大孔，提供所需的约束力。

G. HS(弹簧挂钩)单元：

1. 隔振挂钩由一个钢制箱体中带有杯状之合成橡胶自由垂立以及侧向稳定的钢制弹簧组成。杯状合成橡胶应带有垫圈(或其它组件)以防挂杆与箱体接触。它还应有一个钢垫片，从而使负荷能均匀分布在合成橡胶上。
2. 弹簧顶部的板或垫片应焊到弹簧上。然后将螺母锁紧，把挂杆安全地扭紧在这块板或垫片上。挂杆直径不得小于 5/8 英寸(16 毫米)。这个设计是对下面给出的单元类型的修改。这一修改是为了限制挂杆相对于箱体的侧向位移。
3. 弹簧直径和箱体下孔尺寸应足够大以允许挂杆有 30 度角的摆动而不碰到箱体。弹簧组件到被完全压紧状态的最小附加行程应为实际变形量的 50%。
4. 挂杆上部应通过合成橡胶剪力组件固定以避免挂杆与隔振器框架的直接接触。
5. 弹簧应标色码以便识别，并可移去以利现场连接。
6. HS 隔振单元应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
 - a. 30N 型(修改过的)：M.I.
 - b. SH 型(修改过的)：K.N.C.
 - c. RSH 型(修改过的)：V.M.C.

2.3 设备基础

A. 概述

- a. 协调：由同一个制造商提供设备基座及防震器，确保系统协调一致。
- b. 基座粉刷：用防锈涂料打底层。
- c. 耐震设计规定：于规定时，配备装置基座锚定螺栓，用于连接耐震减震器。

B. BSF(钢框架基座)单元：

- 1. 钢结构基座是由结构钢条按一定尺寸，间隔而连接的刚性基座，它不会以任何方式扭曲或变形而对被隔离设备或隔振支架的运行产生负面影响。
- 2. 结构应有足够大的尺寸来支撑基本设备单元和电机外加任何有关的管件弯头支撑、风管弯头支撑、控制组件和其它紧密相关并需要弹性支撑的部件，以防止振动传入建筑结构。
- 3. 钢结构基座的厚度应至少为基座长边的 $1/10$ ，但不小于 6 英寸(150 毫米)，不大于 12 英寸(300 毫米)。
- 4. 钢结构基座侧面应有托架用来连接隔振器。托架应位于与被支撑设备旋转轴平行的基座基础两侧。
- 5. BSF 单元应由隔振器制造商提供并应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
 - a. WFSL 型：M.I.
 - b. SFB 或 SRB 型：K.N.C.
 - c. WFB 型：V.M.C.

C. BIB(基本惯性基座)单元：

- 1. 混凝土惯基座应由大量石子的混凝土(150 磅/立方英尺或 2382 公斤/立方米)和在外围结构钢框间布有加强钢筋的架子组成。
- 2. 建造的混凝土惯性基座应形成有足够刚度的基座，它不会以任何方式扭曲或变形而对被隔离设备或隔振支架的运行产生负面影响。
- 3. 基座应有足够大的尺寸来支撑基本设备单元和电机外加任何有关的管件弯头支撑，风管弯头支撑，电控组件，和其它紧密相关并需要弹性支撑的部件，以防止振动传入建筑结构。

4. 基座的厚度应至少为基础长边的 1/12，但不小于 6 英寸(150 毫米)，不大于 12 英寸(300 毫米)。
5. 惯基础的重量至少是 1 到 2 倍的设备总重量(包括它所支撑的连接管和其它可能的负荷)。像往复式压缩机等特殊应用场合，对惯性基础重量的要求也许更高，应根据具体情况逐一计算。
6. 惯性基础侧面应有托架用来连接隔振器。托架应位于与被支撑设备旋转轴平行的基础两侧。
7. 钢框和加强钢筋应由隔振器制造商提供。混凝土可由合适的合约商提供。
8. 用于支撑需要隔振的泵的惯性基础尺寸还应考虑对管件弯头和吸入扩散段的支撑。用于支撑轴流风机的惯性基础应足够长以支撑其锥形扩散管。
9. 惯性基础的框架和加强钢筋应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
 - a. KSL 型：M.I.
 - b. CIB-L 或 CIB-H 型：K.N.C.
 - c. WPF 型：V.M.C.

2.3 SNUBBERS (防地震器)

- A. 限制被隔离设备的竖向和横向运动的 SNUBBERS (防地震器)应为钢制品。在其接触点上应加有至少 1/4 英寸(6 毫米)厚的合成橡胶垫。正常运行时，缓冲器不应与惯性基础或设备支撑框架接触。每个基础每边至少有一个，总共不少于四个 SNUBBERS (防地震器)。SNUBBERS (防地震器)应满足在其它标准规范部份规定的地震要求。
- B. 直到隔振器就位并以实际运行负荷调整后，才可全面安装缓冲器*。
- C. SNUBBERS (防地震器)应等同于 Kinetics 噪音控制(K.N.C.)生产的 HS-4 型，Mason 工业(M.I.)生产的 Z-1225 型，或按类似的设计在现场加工。

2.3 FLEXIBLE CONNECTORS (软接头)

- A. 软风管接头：应依照工业标准提供软风管接头。材料宽度应为净尺寸的 150%，外加需连接的宽度。软风管接头应有宽松和高柔性的连接效果。
- B. 软管接头：软管接头应由 Kevlar 或尼龙绳，纺织布和合成橡胶制成。软管接头应提供灵活及高柔性的连接而能够允许纵向，横向及有角度的移动，并提供微振动的隔离。软接头应按系统温度，压力和流体的种类选择，必要时，还需考虑其特殊要求。如果厂商要求，杆或绳子用来控制接头的伸缩，但不应阻止为提供充足的隔振所必需的运动。软管接头应为下列产品之一，或经批准的同等产品：
1. SFDEJ 型：M.I.
 2. 双球(DS)型：Metraflex
 3. VMT 型：V.M.C.
- C. 软电管接头：软电管应为一连续的镀锌长钢条螺旋式。防液体的软电管应为一连续的镀锌长钢条加合成橡胶垫螺旋式。

2.5 THRUST RESTRAINTS (冲力抑制)

- A. 冲力抑制由预压制的钢制弹簧，杯状合成橡胶，螺杆，和角架组成。它用来抗拒风机冲力的影响，防止软风管连接处的折迭或过度伸长和进而引起的风机隔振系统短路。
- B. 钢制弹簧最小运行变形量应不小于设备支撑隔振器的变形量的 1/2。
- C. 在施工期间，可以接受：临时性地安装缓冲器作为抗震的保护措施。
- D. Mason 工业公司(M.I.)：型号 WBI 和型号 WBD。

2.4 隔音密封胶

- A. 本规范描述的用于隔音的密封胶应为硅酮或下列非沉淀的密封胶之一。
1. Pecora 的 BR-96
 2. Tremco 的隔音密封胶
 3. 经批准的同等产品

2.5 弹性穿套管/密封 (RESILIENT PENETRATION SLEEVE/SEAL)

- A. RPS-A 型：A 型弹性穿套管/密封

1. 这些单元由预制坚硬的镀锌钢套管组成，管内壁贴有一层 1/2 到 3/4 英寸 (13 到 18 毫米)厚的空隙封闭的海绵防潮橡胶。套管内径应等于被套管的外径。套管应沿长度方向分开因而可以紧紧包住管子并重新闭合而无损伤。

对于给定的直径，套管长度应遵循制造商的推荐，但不应小于 3 英寸(75 毫米)。注意：穿通组件可以不由被穿通的结构支撑。

2. 制造商及型号
 - a. SWS 型或 SPS 型：M.I.

B. RPS-B 型：B 型弹性穿套管/密封

1. 这些单元在现场用每个方向都比穿通组件大 1 英寸(25 毫米)的金属管或板制成，它用作组件通过被穿通结构时的套管。套管应在被穿通结构的双侧各长出 1 英寸(25 毫米)。在套管和穿通组件之间的环形空间，应用玻璃纤维或矿物棉紧密填塞到距套管顶端 1/4 英寸(6 毫米)之内。两端剩余的 1/4 英寸(6 毫米)空间应用隔音密封胶充满以隔绝空气。注意：穿通组件可以不由被穿通的结构支撑。

2.8 RESILIENT LATERAL GUIDES (弹性横导路)

- A. 此等装置应为防震装配制造商的标准产品，配备有氯丁防震组件，该组件专门用于提供垂直上升管路或管道的弹性横向支撑。
- B. 弹性横导路应为下列其中一种产品或认可同类产品：
 1. ADA 型：M. I.
 2. MDPA 型：V. M. C.

第三部份 执行

3.1 概述

- A. 应用/安装
 1. 除非本技术规格准许，否则设备、管路系统、管道及导管的安装不得与架构物产生刚性接触。
 2. 产品的具体应用应如本部份及其他部份所述。
- B. 防震/减震产品：安装完成后，不得产生震动及噪音。操作过程中震动或产生不当震动，或产生或发出不当噪音的系统、装置或零件应：
 - 适当调节、修理或更换，以使震动或噪音达致可接受水平；或
 - 放置于抑制或减震设备或设施上，或安装此等设备或设施，有效防止震动或噪音传送至震动物体之外。

- C. 弹性墙壁、天花板及地板穿透：提供以 FSN 型至 HS 型防震器为支撑的所有管道、导管、管路等的弹性墙壁及天花板穿透。
- D. 管夹：管道的刚接柱架（支柱）支架不准以 A 型或 B 型吊架或 C 型、D 型或 E 型防震器为支撑。管夹不得妨碍防震系统的自由操作。
- E. 管路系统：管路系统防震要求以管路等效直径为准。对于矩形管路系统，等效直径为拥有相同截面积的管路的直径。
- F. 设备防震框架及基座：用于支撑有防震器的泵的框架及基座，大小应足以作为肘形弯管提供支撑。

3.2 检查

- A. 承包商应于安装任何防震设备之前，通知防震物料制造商的本地代表。若遇到不熟悉的安装程序，承包商应征求代表的指引。
- B. 防震物料制造商的本地代表应定期检查本文所述物料的安装，并以书面形式向承包商报告偏离所遵守的良好安装实务之处。
- C. 于本文所述的所有隔音及防震设备安装完成时，防震物料制造商的本地代表应检查完成后的系统，并以书面形式报告任何安装错误、不当选择的防震设备，或系统中可能影响系统性能的其他缺陷。
- D. 安装承包商应递交一份报告予业主（包括制造商代表的最终报告），说明所有防震物料正确安装或承包商按技术规格采取措施妥当完成防震工作。

3.3 隔振器安装

- A. 隔振器的安装或使用不得引起设备、电讯管、水管或风管位置的任何改变，否则会导致对连接处的应力或轴和轴承的错位。为了达到这一目标，安装过程中应保持设备及相连系统的位置固定。直到完成安装并在满负荷运行情况下，才可将负荷接入隔振器。机械设备连接处的所有配管、水管和风管均由规定的挂钩完全支撑。机械设备和隔振支座不应承受配管、水管和风管的负荷。
- B. 设备隔振的安装：
 - 1. 节省空间的托架应用于由 FSN 型隔振器支撑的设备。
 - 2. 在隔振结构或惰性基础的下表面与隔振垫或楼板之间的最小运行间隙应为 1 英寸(25 毫米)。
 - 3. 在机器或隔振器安装之前，隔振结构框架应安装定位并暂时用夹具支撑。

4. 待整个系统安装完毕并在满载负荷下，调整隔振器从而将负荷由夹具移至隔振器。当调整好所有的隔振器后，夹具便不再承载，即可移去。
5. 直到隔振器安装定位并在实际运行负荷下调节后，防地震器才可完成最后安装。
6. 防地震器：防地震器应于调节减震器后安装。于正常作业状况下，防地震器与减震装置之间不应接触。

C. 隔振挂钩

1. 隔振器应与隔振挂钩盒尽可能地一起贴近建筑结构安装。
2. 隔振器应悬挂在结构组件上，决不可吊在梁之间的楼版上。
3. 组装后的整套隔振器包括支撑座和负荷杆，其取向应在垂直方向 5 度之内。

D. 冲力约束器

1. 根据制造商推荐，对于所有被隔振的风机和空气处理设备，当水平方向空气冲力超过其本身重量 10% 时，应提供冲力约束器。
2. 冲力按下列公式计算：

$$\text{冲力(牛顿)} = \text{总压力(帕)} \times 27.5 \times \text{面积(米}^2\text{)}$$

$$\text{冲力(磅)} = \text{总压力(英寸水柱)} \times 5.3 \times \text{面积(平方英尺)}$$

3. 冲力约束器的安装方向应平行于冲力的方向，其位置对称于冲力中心。冲力约束器处的管道应设计成能够承受冲力负荷，否则需为冲力约束器的固定提供辅助结构。
4. 冲力约束器不应影响或限制隔振系统的正常运行。

3.4 设备隔振

- A. 为风扇、冷冻器、压缩机、泵及防震附表所示或其他部份所要求的其他设

备安装防震器。除非附表或其他部份另有说明，在不具备适当防震的情况下，不得将超过 3HP 的设备连接到结构上。如果管道与有关设备相连接，则应提供弹性管道连接器。

B. 对于所有需要隔振的设备，其完整的隔振系统需经机械设备制造商批准。

3.5 管道隔振

A 概述

管道支座防震应遵守针对各个区域制订的指南。此等指南考虑了各个区域与生产区及结构构造之间的接近程度，以便简化安装，同时将传送至生产区的震动降至最低。

除针对区域的指南外，亦应遵循以下一般指南：

1. 选择的弹簧防震器于负荷下的静挠度不得小于 25 毫米。应使用组合 FSN 或 HS 防震器（使用适用于装配条件者）。
2. 如果于下述防震限制范围内，管道提升器需要横向支撑，则应使用弹性横向支架完成。
3. 于下述防震限制范围内，应使用弹性穿越管套管/密封装置，隔开穿越建筑物架构的管道与架构物。
4. 除非如上文所述进行弹性装配，否则连接至防震装置的排水管道不得接触建筑物架构或其他非防震系统。
5. 连接至防震装置的管道安装时，不能硬拉或强制支撑装置或管道的管道松紧带或防震器错位。
6. 如果将多条管道一起置于支架上，应优先遵守本技术规格所述最严格的防震要求。
7. 应使用弹簧支架、弹性管道导路及弹性穿越管套管（如适用），将连接至防震装置直径为 50 毫米或以上的管道与建筑物架构隔开，距离为 25 英呎或管道直径的 50 倍（以较大者为准）。

8. 无源机械设备：无源机械设备系指不具备发动机的设备，例如冷却管、板式及框式换热器等。对于使用长度小于 8 米或管道直径 50 倍（以较大者为准）、直径等于或大于 50 毫米的管道，连接至具备防震器的机械设备的无源机械设备：
 - a. 于无源装置上，提供防震弹性管道连接。
 - b. 将机械装置与无源装置之间的管道，支撑于类型及挠度与机械装置支架相同的吊架上。
9. 真空、压缩空气、天然气、自重泄油管路、消防管材及蒸汽管道，无需遵守防震要求。
10. 如果防震管道连接至直径大于 50 毫米的刚性支撑管道上，应提供防震弹性管道连接，或使用与首个支撑点相同类型及挠度的防震器，支撑未加以防震的管道。
11. 弹性管道连接：根据制造商的指示，安装弹性管道连接。
12. 弹性穿越管套管/密封装置：穿越管密封装置应保持穿越组件周围为空气密封，并防止穿越组件与建筑物架构产生刚性接触。将套管紧紧安装在建筑物结构上，并用弹性（非硬式）密封剂，对穿越结构两端进行空气密封。
13. 在施工所有阶段，应使用可承受热位移和因地震产生移动的钢缆，以保护所有被隔振的管件。安装完成后，需向提出证明文件送审，说明已适当地安装了抗地震力之管件，以保护管道不被潜在可能的地震所损坏。

B 与区域有关的指南

1 FAB/HPM Building, 关键一

这包括生产大楼区域内第 10 及 20 层（包括洁净室及相邻的生产支持区）的所有管道。下文的表格 1 说明了管道支撑防震情况。支架连接位置于表格下说明。表格 1 显示，最大液体及气体流速分别不得超过 3 米/秒及 12 米/秒。

2 FAB/HPM Building, 其他一

这包括上文第 3.5.B.1 段未涵盖的所有管道。只要液体及气体流速分别小于 3 米/秒及 12 米/秒，且除管道按本技术规格其他部份所规定连接至有防震器的设备外，无需进行防震。如果在若干情况下，

流速必然会超过上述限制，则应检讨此等情况，并针对具体情况提供防震建议。

- 2 其它建筑 — 包括 CUB、管廊、WWT、发电站、气体场、仓库和办公大楼。
通常情况下，或若管道连接至防震装置，只要如上文第 2.5.B 段所述，防震装置与架构物的刚性管道连接之间安装有效的弹性连接器，则其它建筑大楼无需进行管道防震。在防震顾问审查之前，允许在防震热水泵上使用多匝钢膜弹性连接器。

表格 1 管道支架防震

支持类型	支持附件地点(参见类型名单如下)				评论
	1	2	3	4	
不要求隔离	直径<100 毫米	直径<200 毫米	直径<300 毫米	直径<400 毫米	
要求隔离	100 毫米≤直径 ≤200 毫米	200 毫米≤直径 ≤300 毫米	300 毫米≤直径 ≤450 毫米	400 毫米≤直径 ≤500 毫米	HS 或 FSN
不允许与 建筑结构 相连	直径>200 毫米	直径>300 毫米	直径>450 毫米	直径>500 毫米	

此外，还应实施下列规则：整幢建筑内的所属管件(自来水、消防洒水、罐装气体、排水等等)，可以刚性支撑。

支架类型：

类型 1: FAB/HPM 大楼：第 20 层管道或管路，直接悬挂在第 20 层的天花板上。

类型 2: FAB/HPM 大楼：第 20 层以安装在建筑物支柱上的横梁或托架为支撑。

FAB/HPM 大楼：第 10 层的管道或管路，直接悬挂在第 10 层的天花板上

类型 3: FAB/HPM 大楼：第 20 层的管道或管路，以第 20 层所装钢柱上的托架为支撑。

FAB/HPM 大楼：第 10 层的管道或管路，以安装在建筑物支柱上的横梁或托架为支撑。

类型 4: FAB/HPM 大楼：第 10 层的管道或管路，以第 10 层所装钢柱上的托架为支撑。

3.6 金属风管和玻璃纤维风管的隔振

A 概述：除针对区域的指引外，亦应遵循以下一般指引：

- 1 选择的弹簧防震器于负荷下的静挠度不得小于 **25 毫米**。应使用组合 **FSN** 或 **HS** 防震器（使用适用于装配条件者）。
- 2 应使用弹性穿越管套管/密封装置，将符合规定限制、穿越建筑物结构的管路与建筑物隔开。若在规定限制范围内，垂直管路需横向支撑，则应使用弹性横导路。
- 3 弹性管路连接：于安装弹性连接前，管路或送气口应平直对准风扇排风口、风扇进风口或相邻管路，使间距长度与四周距离大致相等。若不满足此规定，则不得安装弹性管路连接。风扇机组或相邻管路应可在任何方向移动 **25 毫米**，而不会造成金属之间相互接触，或拉紧弹性连接。
- 4 对于连接至防震排风扇的 **FRP** 排气器及洗涤器，应提供双弹性管路连接。详情见图则。
- 5 无源设备：
 - a. 无源机械设备系指不具备发动机的装置，例如冷却管、过滤箱等。就防震而言，刚性支撑的排气器被视为无源装置。
 - b. 对于透过水平长度小于 **50 英尺**的管路系统，连接至有防震器的设备的无源机械设备，在无源设备上配备弹性管路连接器，或将无源设备放在同类型及挠度的防震器之上。
 - c. 送风机内的无源设备无需遵守此要求。
6. 所有大于 **7.5 千瓦**的风扇或风扇机组（无论是否防震）的进风管及排风管，应使用弹簧支架与建筑物架构隔开，距离为 **8 米**或管路直径的 **10 倍**（以较大者为准）。连接至再循环送风机及屋顶辅助送风机的管路，无需遵守此要求。排气器无需遵守此要求。
7. 在施工所有阶段，应使用可承受热位移和因地震产生移动的钢缆，以保护所有被隔振的管件。安装完成后，需向提出证明文件送审，说明已适当地安装了抗地震力之管件，以保护管道不被潜在可能的地震所损坏。

B 与区域有关的指南：

1. **FAB/HPM Building**，关键——

这包括 **FAB/HPM** 大楼区域内第 10 及 20 层生产层（包括洁净室及相邻的生产支持区）的所有管路系统。下文的表格 2 说明了管路支撑防震情况。支架连接位置于表格下说明。表格 2 显示，最大气体流速不得超过 12 米/秒。

此外，连接至有防震器的设备的管路系统，无论大小如何，均应根据上文第 3.6.A.4 段与建筑物结构隔开。

2. **FAB/HPM Building**，其他——

这包括上文第 3.6.B.1 段未涵盖的所有管路系统。只要流速小于 12 米/秒，且除管路系统按本技术规格其他部份所规定连接至有防震器的设备外，无需进行防震。如果在若干情况下，流速必然会超过上述限制，则应检讨此等情况，并针对具体情况提供防震建议。

3. 其它建筑 — 包括 CUB、WWT、发电站、气体场、仓库和办公大楼。在这些建筑中的风管不需要隔离。如果风管连接到被隔离的设备上，可在风管转弯处提供刚性支撑而不必隔离，除非本规范其它地方另有规定。

表 2 输送管支持隔离

支持类型	支持附件地点(参见类型名单如下)				评论
	1	2	3	4	
不要求隔离	直径<600 毫米	直径<1200 毫米	直径<1500 毫米	直径<2100 毫米	
要求隔离	600 毫米≤直径 ≤1200 毫米	1200 毫米≤直径 ≤2400 毫米	1500 毫米≤直径 ≤2700 毫米	2100 毫米≤直径 ≤3000 毫米	HS 或 FSN
不允许与建筑结构相连	直径>1200 毫米	直径>2400 毫米	直径>2700 毫米	直径>3000 毫米	

附注：对于矩形管路，有效管路直径被定义为面积相同的圆形管路的直径。

支架类型

类型 1: **FAB/HPM** Buildins: 第 20 层的管道或管路，直接悬挂在第 20 层的天花板上。

类型 2: **FAB/HPM** Building: 第 20 层管道或管路，以安装在建筑物支柱上的横梁或托架为支撑。

FAB/HPM Building: 第 10 层的管道或管路，直接悬挂在第 10 层的天花板上

类型 3: **FAB/HPM** Building: 第 20 层的管道或管路，以第 20 层地板所装钢柱上的托架为支撑。

FAB/HPM Building: 第 10 层的管道或管路，以安装在建筑物支柱上的横梁或托架为支撑。

类型 4: **FAB/HPM Building:** 第 10 层的管道或管路，以第 10 层地板所装钢柱上的托架为支撑。

3.7 电线类及电力设备隔离

- A. 对连接到所有被隔振的机械设备上的电线等应穿在易弯曲的导线管内。导线管应能提供至少 90 度的弯曲以达到弹性的连接。
- B. 在所有位置，功率在 200 千伏安或以上的变压器, 应由 DNP 型隔振垫支撑或采用内部合成橡胶整体隔振安装。在微振敏感区楼层以下的子 Fab 空间，所有独立的变压器应由 DNP 型隔振垫支撑或采用内部合成橡胶整体隔振安装。对于干燥变压器，在核心下面安装隔振器；而对充油变压器，隔振器则安装在油箱下面。安装铆固螺栓时不得穿透隔振垫，以免影响隔振效果。变压器的地震约束器应使用独立的缓冲器，它已在本规范其他地方描述。
- C 母线管道、导管、电缆槽等可进行刚性支撑，而无需防震，但不得以防震管道及管路为支撑。

3.8 设备平衡规范

- A. 所有转动设备应在低于真实临界转速 80%的速度下运行。除非另有要求，设备应根据以下几节要求的推荐值来平衡。
- B. 泵、压缩机、风机(不包括下面提到的风机)，和其它旋转设备在安装后应依照 ANSI 标准第 2.41 节(最新版本)*，在实际运行条件下，由独立的公司进行测试。旋转设备的直向和横向振动应不大于 1.8 毫米/秒 RMS (2.55 毫米/秒振幅)或 0.071 英寸/秒 RMS (0.1 英寸/秒振幅)的速度。若设备固定在隔振装置上，应在设备轴承盖上测量振动。如果设备安装在惯性基础或设备采用滑动安装，参见下面 3.8E 章节的安装平衡要求。对每台设备需提供平衡测试报告。
- C. 重要风机的设备平衡：对于座落在制程厂房及其辅助区域内，功率大于 10 马力(7.5 千瓦)的风机，要求有特殊的平衡标准。对这些风机，包括空气循环风机、新风进风机、排气(除尘，溶剂，和一般)风机，应对转子进行 125%运行速度的旋转测试，并按美国采暖制冷空调工程师协会(ASHRAE)的标准或更高的标准进行平衡。所有重要的风机应为**直接驱动式**风机。**固定在特定的隔振弹簧(若有箱体则在其内)**上的风机/马达组件应满足下表中的动态平衡：

1. 离心风机：0.63 毫米/秒 RMS (0.89 毫米/秒振幅)或 0.025 英寸/秒 RMS (0.035 英寸/秒振幅)
2. 叶片轴流风机：0.009 毫米(0.35 米尔)，正负峰差值。

风机平衡应在额定流量，额定压力下取得。测量应在风机轴承盖上，对三个正交方向进行：水平面内平行于轴心，水平面内垂直于轴心和竖直面内垂直于轴心。对有惯性基础的风机，允许的振动应按下面 3.8E 章节给定的比率减少。对具有连续可调叶片系统或可变频率驱动系统，须在正常的设计运行范围内选择不少于三个叶片设定或轴转速设定下取得平衡。出货前对每台设备需提供平衡测试报告。

- D. 重要风机的现场平衡：上面 3.8C 章节包括的风机现场安装后应检查其平衡。必要时需作调整以使其在规定的限制内。对每台设备需提供平衡测试报告。
- E. 惯性基础或滑动安装的设备平衡：当平衡设备时，惯性基础或滑动(以及任何固定在同一惯性基础或滑履上的其它组件)的重量会降低对振动速度或位移的响应，然而，力的大小并未改变。因此，为了维持传递给结构的力的限制，在 3.8B 和 3.8C 章节所述的平衡标准值必须相应降低。对这样的设备，应在 3.8B 和 3.8C 章节所述的平衡标准基础上乘以下列因子：

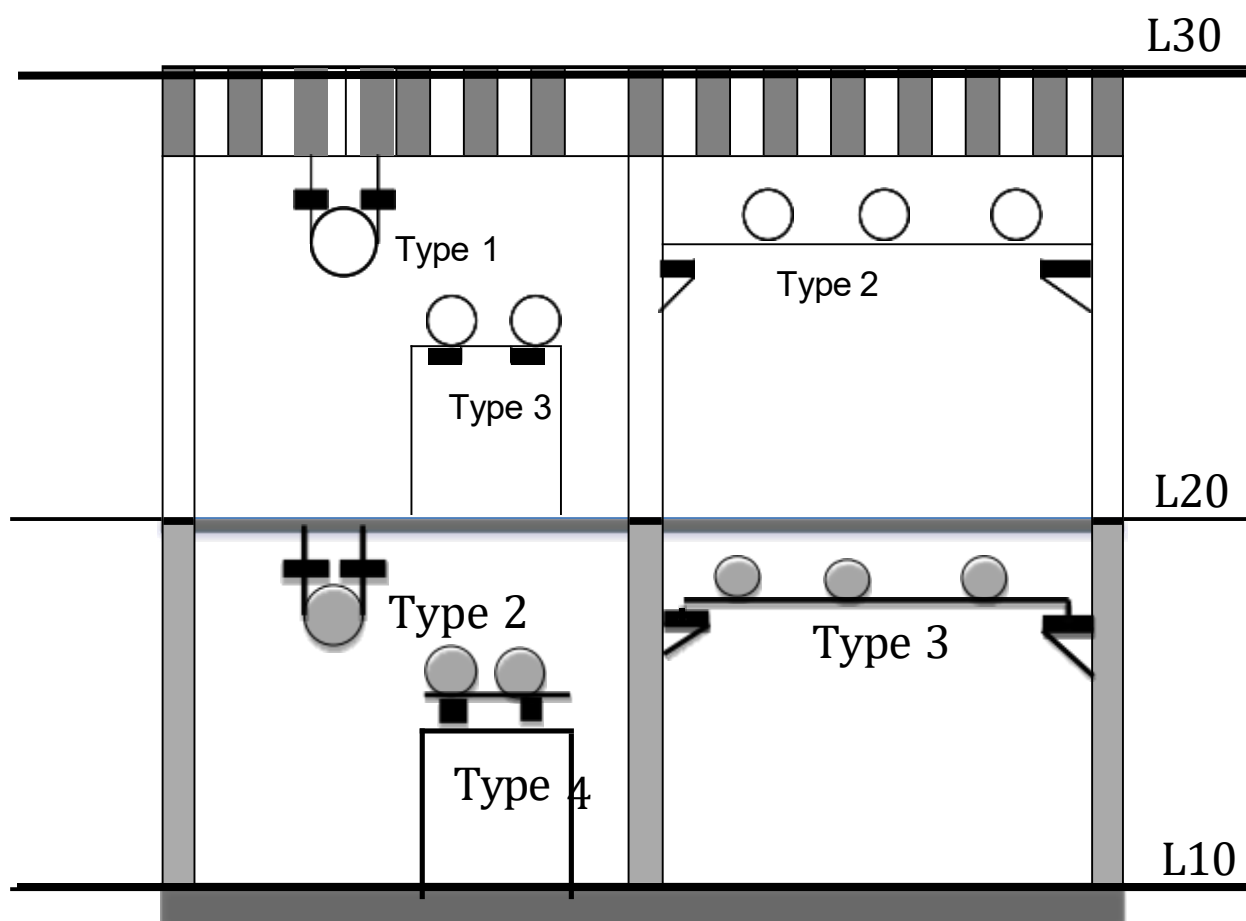
$$\text{因子} = \frac{W}{WT + W}$$

这里

W = 主设备的重量

WT = 惰性重量(基础+其它组件)

管路及支撑安装之位置示意图



———章节结束———

