

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 233 – 2026

建筑与市政工程抗震支吊架应用标准

2026-08-04 发布

2026-11-01 实施

深圳市住房和建设局 发布

深圳市工程建设地方标准

建筑与市政工程抗震支吊架应用标准

SJG 233 – 2026

2026 深 圳

前 言

根据深圳市住房和建设局《关于发布<2023 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目（第一批）>的通知》的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：总则、术语与符号、基本规定、设计、施工、验收、维护等。

本标准由深圳市住房和建设局批准发布，由深圳市住房和建设局业务归口并组织深圳市建筑设计研究总院有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳市建筑设计研究总院有限公司（地址：深圳市福田区振华路 8 号设计大厦 12 楼，邮编：518031），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市建筑设计研究总院有限公司

深圳市置华机电设备有限公司

本标准参编单位：深圳市建筑工务署工程设计管理中心

深圳市建筑工程质量安全监督总站

深圳市计量质量检测研究院

深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司

深圳奥意建筑工程设计有限公司

深圳城市公共安全技术研究院

深圳优力可科技股份有限公司

嘉固士（天津）装配科技有限公司

中建科工集团有限公司

深圳市特区建工科工集团设计顾问有限公司

深圳市万安实业有限公司

五零九八壹云计算技术（深圳）有限公司

本标准主要起草人员：郑文星 李平生 王 野 徐 云 王子佳

韩 红 管 杰 鲁 秘 张良平 李龙波

许贻懂 王红朝 朱树园 谢雪梅 郑铭辉

王新煜 倪震楚 严 丰 詹 韬 陈文辉

汪玉平 熊攀辉 凌 云 孙立山

本标准主要审查人员：赵 锂 刘 畅 龚 莹 高俊超 周俊杰

宋彦忠 范宗杰

本标准发布时同步报送广东省住房和城乡建设厅和深圳市市场监督管理局，并按地方标准管理有关规定实施备案管理。本标准可从深圳市住房和建设局门户网站获取电子版。

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	抗震支吊架布置	6
4.3	抗震支吊架选型	7
4.4	荷载验算	8
4.5	材料要求	12
4.6	性能要求	13
5	施工	16
5.1	一般规定	16
5.2	抽样检测	16
5.3	安装	17
6	验收	19
6.1	一般规定	19
6.2	主控项目	19
6.3	一般项目	20
7	维护	21
附录 A	常用管道水平地震作用参考表	22
附录 B	抗震支吊架部件选型	25
附录 C	常用管道抗震支吊架性能选用表	30
附录 D	通用部件尺寸	33
附录 E	常用装配式成品支吊架选型	34
附录 F	试验方法	37
附录 G	材料进场验收记录表	42
附录 H	抗震支吊架安装检验批质量验收记录表	43
本标准用词说明		44
引用标准名录		45
附：条文说明		46

1 总 则

1.0.1 为规范深圳市建筑与市政工程抗震支吊架的设计、施工、验收及维护，提升工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于深圳市新建、改建和扩建的建筑与市政工程抗震支吊架的设计、施工、验收及维护。

1.0.3 深圳市建筑与市政工程抗震支吊架的设计、施工、验收及维护除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 抗震复合支吊架

与建筑结构可靠连接，同时承担设备或管线重力荷载及地震作用的成品支吊架。

2.1.2 抗震支吊架

与建筑结构可靠连接，并以承担设备或管线地震作用为主要功能的支吊架。

2.1.3 抗震斜撑

与建筑结构可靠连接，并能将设备或管线受到的地震作用传递给建筑结构的倾斜安装的支撑组件。

2.1.4 侧向抗震支吊架

抗震斜撑与管线截面平行的抗震支吊架。

2.1.5 纵向抗震支吊架

抗震斜撑与管线截面垂直的抗震支吊架。

2.1.6 双向抗震支吊架

同时具有侧向抗震支吊架和纵向抗震支吊架功能的抗震支吊架。

2.1.7 锚固件

将支吊架与结构可靠连接或锚固的部件。

2.1.8 抗震连接件

用于连接抗震斜撑的单独或组合的部件。

2.1.9 管道连接件

通过锁紧管道以防止管道在特定方向发生滑脱移动的部件，由管夹及与管夹连接的抗震连接件组成。

2.1.10 柔性抗震支吊架

采用钢缆及钢缆连接件双向对称安装的抗震支吊架。

2.1.11 成品支吊架

采用成品构、配件组装，并以承担设备或管线重力荷载为主要作用的支吊架。

2.1.12 综合抗震支吊架

采用成品构、配件组装，可同时承担多种专业管线重力荷载及地震作用的支吊架。

2.2 符 号

2.2.1 地震作用

- F ——沿最不利方向施加于机电工程设施重心处的水平地震作用标准值；
 α_{Ek} ——水平地震力综合系数；
 γ ——机电设施功能系数；
 η ——机电设施类别系数；
 ζ_1 ——状态系数；
 ζ_2 ——位置系数；
 α_{max} ——地震影响系数最大值；
 G_{eq} ——机电设施或构件重力荷载代表值；
 β_s ——机电工程设施或构件的楼面反应谱值。

2.2.2 计算系数

- S ——机电工程设施或构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值；
 γ_G ——重力荷载分项系数；
 γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数；
 S_{GE} ——竖向荷载代表值的效应；
 S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；
 R ——构件承载力设计值；
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

2.2.3 几何参数

- A_n ——吊杆净截面面积；
 I_x ——毛截面惯性矩；
 M_x ——所验算截面绕 x 轴的弯矩；
 M_y ——所验算截面绕 y 轴的弯矩；
 N ——吊杆拉力设计值；
 f ——钢材强度设计值；
 r_x ——截面塑性发展系数；
 r_y ——截面塑性发展系数；
 W_{nx} ——所验算截面对 x 轴的净面抵抗矩；
 W_{ny} ——所验算截面对 y 轴的净面抵抗矩；
 τ ——抗剪强度；
 V_s ——计算截面沿腹板平面作用的剪力；
 t_w ——腹板厚度；
 f_v ——钢材的抗剪强度设计值。

3 基本规定

3.0.1 抗震支吊架以及相关连接件和锚固件应具有足够的刚度和强度。机电设备、管线的抗震支吊架的设置和安装不得对工程主体结构造成损坏。

3.0.2 固定机电设备各类支吊架的预埋件、锚固件的部位，应采取加强措施。

3.0.3 抗震支吊架的设计范围应满足现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的要求，下列机电设施应采用抗震复合支吊架或抗震支吊架：

- 1 管径大于等于 DN65 给水、热水、消防、空调水管道；
- 2 截面面积大于等于 0.38m^2 矩形风管及直径大于等于 0.7m 的圆形空调通风管道；
- 3 防排烟风道、事故通风风道及相关设备；
- 4 重力大于等于 150N/m 的电气桥架、槽盒及母线槽，内径大于等于 60mm 的电气配管；
- 5 内径大于等于 25mm 的燃气、燃油、医用气体及其他易燃易爆气体管道；
- 6 重力大于 1.8kN 的悬吊设备。

3.0.4 抗震复合支吊架、抗震支吊架的位置应符合下列规定：

- 1 管线的起始点、终点、三通、弯头附近；
- 2 内部介质为易燃、易爆气（液）体或腐蚀性液体管道的拼接处附近；
- 3 管线线路中间有工作设备或转换设备质量大于 25kg 时，应设置双向抗震支吊架；
- 4 管道截面或形状发生改变处；
- 5 管线穿墙部位以及引入、引出位置，管线穿墙采用防水套管或密闭套管固定连接处。

3.0.5 抗震复合支吊架、抗震支吊架布置时，应符合下列要求：

- 1 宜设计抗震复合支吊架，区间成品支吊架再按需设计；
- 2 多专业综合支吊架宜在建筑信息模型管综设计后进行深化设计；
- 3 不应影响相邻机电设备的安装；
- 4 应方便施工，便于维护。

3.0.6 综合抗震支吊架的设置应符合下列规定：

- 1 应沿管线敷设方向设置，应满足各专业管线的功能要求；
- 2 应考虑管线荷载的合理分布，相邻支吊架间位置应满足管线变形要求；
- 3 综合抗震支吊架的设置应满足管线维护所需的空間、间距及荷载要求；
- 4 综合抗震支吊架的最大设置间距应取设备允许间距值中的最小值。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 抗震支吊架的设计文件及图纸应满足下列要求：

- 1 抗震支吊架施工图应与机电施工图同步设计出图；
- 2 抗震支吊架的设计说明应注明所执行的主要标准、规范、图例及符号等；
- 3 设计文件应注明抗震支吊架的力学性能、防腐性能、材料性能等；
- 4 抗震支吊架应进行逐点编号，并按本标准示例样式进行标注型号。

4.1.2 重力不大于 1.8kN 的设备或吊杆计算长度不大于 300mm 的悬挂管道，可不设抗震支吊架。未做抗震设计的支管的地震作用应计入已做抗震设计的主管上。

4.1.3 保温管道的抗震支吊架限位应根据管道保温后的尺寸设计，且不应限制管线热胀冷缩产生的位移。

4.1.4 刚性连接的水平管道，两个相邻的抗震支吊架间允许纵向偏移，偏移量应符合下列规定：

- 1 水管和电气配管的偏移量不应超过侧向抗震支吊架间距的 1/16；
- 2 风管和电缆桥架的偏移量不应超过自身宽度的 2 倍。

4.1.5 抗震支吊架吊杆长细比不应大于 100，斜撑杆件长细比不应大于 200。对于斜撑杆件无法满足长细比要求的，宜采用对称安装的柔性抗震支吊架。

4.1.6 对于有减振要求的管道或设备，宜采用具有阻尼效应的抗震斜撑或对称安装的柔性抗震支吊架。

4.1.7 抗震支吊架深化设计应标注抗震支吊架所含的设备型号、支吊架类型及所受地震作用或注明所选用的抗震支吊架荷载性能。

4.1.8 由施工单位或生产厂家对抗震支吊架工程进行深化设计的，深化设计文件应经原设计单位复核确认并且签字盖章。

4.1.9 抗震复合支吊架、抗震支吊架设置最大间距应符合表 4.1.9 规定。

表 4.1.9 抗震复合支吊架、抗震支吊架设置最大间距表

新建、扩建工程管道类别		抗震支吊架 最大间距（m）	
		侧向	纵向
给水、热水及消防管道	刚性连接金属管道	12.0	24.0
	柔性连接金属管道、非金属管道及复合管道	6.0	12.0
燃气、热力管道	燃油、燃气、医用气体、真空管、压缩空气管、蒸汽管、高温热水管及其它有害气体管道	6.0	12.0
通风及排烟管道	普通刚性材质风管	9.0	18.0
	普通非金属材质风管	4.5	9.0
电气配管、电缆桥架	刚性材质电气配管、电缆桥架	12.0	24.0
	非金属材质电气配管、电缆桥架	6.0	12.0

注：改建工程最大抗震加固间距为上表数值的一半。

4.2 抗震支吊架布置

4.2.1 水平管道的抗震支吊架布置应符合以下要求：

1 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架。当两个侧向抗震支吊架间距大于表 4.1.9 规定或地震作用大于任意构件设计值时，应依次增设侧向抗震支吊架。

2 每段水平直管道应至少设置一个纵向抗震支吊架，当两个纵向抗震支吊架距离大于表 4.1.9 规定或地震作用大于任意构件设计值时，应依次增设纵向抗震支吊架。

4.2.2 水平管道转弯处的侧向抗震支吊架应设置在距离转弯处 0.6m 范围内，可作为另一侧管道的纵向抗震支撑，且距下一纵向抗震支吊架间距应按下式计算：

$$L = \frac{(L_1 + L_2)}{2} + 0.6 \quad (4.2.2)$$

式中：

L ——纵向抗震支吊架间距（m）；

L_1 ——纵向抗震支吊架设计间距（m）；

L_2 ——侧向抗震支吊架设计间距（m）。

4.2.3 当水平管道与垂直管道连接时，应在水平管道上距垂直管道 0.6m 范围内设置侧向和纵向抗震支撑；当水平管道底部距地面超过 0.15m 时，应在距离垂直管道 0.6m 范围内设置侧向和纵向抗震支撑。

4.2.4 在水平管道安装柔性补偿器及伸缩节的两端应设置侧向抗震支吊架。

4.2.5 当沿结构墙或结构柱敷设的管道设有入墙的托架、支架且管卡能紧固管道四周时，可仅设置纵向抗震支吊架。

4.2.6 立管抗震支吊架的设置应符合下列规定：

1 当立管长度超过 1.8m 时，应在管道顶部及底部距弯头处 0.6m 内的水平管道上设置双向抗震支吊架，当立管长度大于 7.6m 时应在中间加设侧向抗震支吊架；

2 当立管通过套管穿越结构楼层时，可不设置抗震支吊架；

3 当管道中安装的附件自身质量超过 25kg 时，应设置双向抗震支吊架。

4.2.7 当管道穿越抗震缝时，应在抗震缝处安装柔性接头，柔性接头需满足结构位移要求，柔性接头两侧应设置双向抗震支吊架。

4.2.8 抗震复合支吊架布置后，钢质水平管道成品支吊架最大间距应符合表 4.2.8 要求。

表 4.2.8 钢质水平管道成品支吊架最大间距

管道公称直径		DN15~32	DN40~80	DN100~150	DN200~300
最大间距（m）	保温	2.0	2.5	3.0	6.0
	不保温	2.5	3.0	4.0	6.0

4.2.9 抗震复合支吊架布置后，通风空调系统成品支吊架的间距应符合下列规定：

1 水平安装的金属风管，直径或边长小于等于 0.4m 时，支吊架间距不应大于 4m；

2 风管直径或边长大于 0.4m 时，支吊架的间距不应大于 3m；

3 螺旋风管的支架间距不应大于 4m，薄钢板法兰风管的支吊架间距不应大于 3m；

4 柔性风管支吊架的间距不应大于 1.5m。

5 空调冷媒管水平管道成品支吊架间距不宜大于 1.5m，垂直管道支吊架间距不宜大于 2m。

4.2.10 抗震复合支吊架布置后，垂直安装的风管及水管成品支吊架最大间距应符合表 4.2.10 规定。

表 4.2.10 垂直安装的风管及水管成品支吊架最大间距表

管道类别	最大间距（mm）		支吊架最少数量
金属风管	钢板、镀锌钢板、不锈钢板、铝板	4000	单根直管不少于 2 个
复合风管	聚氨酯铝箔复合风管	2400	
	酚醛铝箔复合风管		
	玻璃纤维复合风管	1200	
	玻镁复合风管	3000	
非金属风管	无机玻璃钢风管、		
	硬聚氯乙烯风管		
金属水管	钢管、钢塑复合管	楼层高度小于或等于 5m 时，每层应安装 1 个；楼层高度大于 5m 时，每层不应少于 2 个	

4.2.11 抗震复合支吊架布置后，燃气管道的成品支吊架应符合下列规定：

- 1 每个楼层的立管至少应设 1 处支吊架；
- 2 水平管道设有阀门时，应在阀门的来气侧 1m 范围内设支吊架；
- 3 水平管道转弯处应在以下范围内设置支吊架：
 - 1) 钢质管道不应大于 1m；
 - 2) 不锈钢波纹软管、铜管道、薄壁不锈钢管道每侧不应大于 0.5m。

4.2.12 抗震复合支吊架布置后，电缆桥架的成品支吊架应符合以下规定：

- 1 每段桥架、母线槽的连接处应设置 1 个支架，支架应设置在连接点或母线伸缩节的中间点；
- 2 电缆桥架水平安装的支架最大间距不宜大于 2m，垂直安装的支架间距不宜大于 3m；
- 3 当弯通的弯曲半径小于 0.3m 时，应在距弯通与直通结合处 0.3m 内的直通侧设置一个支架；
- 4 当弯通的弯曲半径大于 0.3m 时，除符合本条文第 3 款规定外，还应在弯通段中部设置一个支架。

4.3 抗震支吊架选型

4.3.1 抗震支吊架的选型应符合以下规定：

- 1 应根据管线荷载计算抗震支吊架地震作用，常用管线水平地震作用应符合本标准附录 A 的规定；
- 2 抗震支吊架任意部件承载力设计值不得低于其所受地震作用，常规抗震支吊架部件选型应符合本标准附录 B 的规定；
- 3 设计中，未经计算地震作用的抗震支吊架性能可按本标准附录 C 选用。

4.3.2 抗震支吊架的型号分类方式和标注要求可见图 4.3.2。



图 4.3.2 抗震支吊架的型号分类方式和标注要求

- 4.3.3 门型抗震支吊架应根据横梁数量分层设置抗震斜撑，抗震斜撑宜直接作用于管道上。当管束直接固定于槽钢上时，设计选用的管束及横梁纵向承载力应满足地震作用要求。
- 4.3.4 管线与支吊架属于同类材质且管道无隔振要求的，抗震支吊架不宜选用带有隔振胶垫的管束。非抗震设防的管道固定于抗震支架上，应计算所有管道地震作用。
- 4.3.5 侧向抗震支吊架宜选用承载力强的单根抗震斜撑，当荷载不能满足地震作用要求时应增加抗震斜撑。
- 4.3.6 门型抗震支吊架纵向斜撑不应少于两条，当荷载不能满足地震作用时应选用性能一致的抗震斜撑对称安装。
- 4.3.7 抗震支吊架部件选型时，同一支吊架的侧向及纵向抗震连接件宜为相同性能部件，部件承载力应能满足地震作用要求。
- 4.3.8 当设计中未计算支管荷载情况下，应提高构件承载力设计值，常规抗震支吊架产品选型可按本标准附录 C 选用。
- 4.3.9 抗震复合支吊架选型时，应考虑下列因素：
- 1 结构形式应与管线布置、周围的建筑结构体以及相邻管线和设备布置情况相协调；
 - 2 支吊架设计荷载应留有余量，预留机电管线的扩展空间；
 - 3 抗震复合支吊架中承受重力荷载的部件选型根据计算后确定，常规管线可按本标准附录 E 选用。
- 4.3.10 对于多根管道共用支吊架或管径大于等于 150mm 的单管支吊架，宜选用门型支吊架。
- 4.3.11 当利用计算机软件进行抗震复合支吊架设计选型时，应建立简化计算模型，计算应包含边界条件、计算过程和计算结果。
- 4.3.12 抗震复合支吊架承重部件、构件选型时，产品性能应符合现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 以及《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 的相关规定。

4.4 荷载验算

- 4.4.1 建筑与市政工程抗震支吊架所在地区遭受的地震影响，抗震设防烈度应按现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306、《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 及《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定确定，应采用相应抗震设防烈度的设计基本地震加速度和设计特征周期。
- 4.4.2 当机电设施的抗震支吊架根据所属主体结构抗震和使用功能要求进行性能设计时，遭受设防烈度地震时的性能要求可按表 4.4.2 选用。

表 4.4.2 机电设施性能要求

性能要求	功能描述	变形指标
I	机电工程多数构件基本处于原位，耐火时间明显减少，使用系统明显损坏，需修理才能恢复功能，应急系统受损仍可基本运行	可经受相连接结构构件出现0.6倍的设备支架设计挠度
II	机电工程使用功能基本正常或可很快恢复，耐火时间减少1/4，使用系统检修后运行，应急系统可照常运行	可经受相连接结构构件出现1.0倍的设备支架设计挠度
III	机电工程外观可能损坏但不影响使用功能和防火能力，使用、应急系统可照常运行	可经受相连接结构构件出现1.4倍的设备支架设计挠度

4.4.3 当机电设施进行性能设计时，应根据构件、部件所属系统，按表 4.4.3 确定类别系数和功能系数选用。

表 4.4.3 机电设施构件的类别系数和功能系数

构件、部件所属系统	类别 系数	功能系数		
		甲类建筑	乙类建筑	丙类建筑
消防系统、燃气及其它气体系统；应急电源的主控系统、发电机，冷冻机等	1.0	2.0	1.4	1.4
电梯的支承结构，导轨、支架,轿箱导向构件等	1.0	1.4	1.0	1.0
悬挂式或摇摆式灯具，给排水管道、通风空调管道及电缆桥架	0.9	1.4	1.0	0.6
其它灯具	0.6	1.4	1.0	0.6
柜式设备支座	0.6	1.4	1.0	0.6
水箱、冷却塔支座	1.2	1.4	1.0	1.0
锅炉、压力容器支座	1.0	1.4	1.0	1.0
公用天线支座	1.2	1.4	1.0	1.0

4.4.4 机电设备的水平地震影响系数应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定，当主体结构采用隔震设计时，应采用隔震后的水平地震影响系数最大值。

4.4.5 机电设备自身重力产生的地震作用宜采用等效侧力法计算地震作用标准值。水平地震作用标准值宜按下式计算：

$$F=\alpha_{EK} G_{eq} \quad (4.4.5)$$

式中：

- F ——沿最不利方向施加于机电工程设施重心处的水平地震作用标准值；
- α_{EK} ——水平地震力综合系数， $\alpha_{EK} = \gamma\eta\zeta_1\zeta_2\alpha_{max}$ 。当计算结果小于 0.5 时取 0.5，大于 0.5 时取计算值或按表 4.4.5 取值；
- γ ——机电设施功能系数，按本标准第 4.4 条执行；
- η ——机电设施类别系数，按本标准第 4.4 条执行；
- ζ_1 ——状态系数，对支承点低于质心的任何设备和柔性体系宜取 2.0，其余情况可取 1.0；
- ζ_2 ——位置系数，建筑的顶点宜取 2.0，底部宜取 1.0，沿高度线性分布；对结构要求采用时程分析法补充计算的建筑，应按实际计算结果调整；
- α_{max} ——地震影响系数最大值，可按现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 或《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 关于多遇地震的规定取值；
- G_{eq} ——机电设施或构件重力荷载代表值，包括运行时有关的人员、容器和管道中的介质及储物柜中物品的重力。

表 4.4.5 α_{EK} 取值表

设防类别	α_{EK} 建议取值
7 度甲类、乙类、丙类	0.5
8 度甲类	1.0
8 度乙类、丙类	0.75

4.4.6 机电设备（含支架）的体系自振周期大于 0.1s 且设备重力超过所在楼层重力 1%，或设备的重力超过所在楼层重力 10% 时，宜采用整体结构模型进行抗震计算，也可采用楼面反应谱法计算。其中，与楼盖非弹性连接的设备，可直接将设备与楼盖作为一个质点计入整个结构的分析中得到设备所受的地震作用。

4.4.7 当采用楼面反应谱法时，机电工程设施或构件的水平地震作用标准值宜按下式计算：

$$F = \gamma\eta\beta_s G_{eq} \quad (4.4.7)$$

式中：

β_s ——机电工程设施或构件的楼面反应谱值。

4.4.8 机电工程设施的地震作用效应，应包括自身重力产生的效应和支座相对位移产生的效应和其他荷载效应的基本组合，常用管线水平地震作用可按附录 A 选用或按下式计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} \quad (4.4.8)$$

式中：

S ——机电工程设施或构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值；

γ_G ——重力荷载分项系数，取 1.3；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.4；

S_{GE} ——竖向荷载代表值的效应；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应。

4.4.9 抗震支吊架性能验算时，构件的摩擦力不得作为抵抗地震作用的抗力，计算应满足下式要求：

$$S \leq R/\gamma_{RE} \quad (4.4.9)$$

式中：

R ——构件承载力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，可取 1.0。

4.4.10 成品支吊架设计荷载应满足下列规定：

1 竖向荷载分项系数不应低于 1.3；

2 未经抗震设防的管道，水平荷载分项系数不应低于 0.35。

4.4.11 吊杆按轴心受拉构件计算，应符合现行国家标准《管道支吊架 第 3 部分：中间连接件和建筑结构连接件》GB/T 17116.3 的规定， A_n 可按式计算。

$$A_n \geq \frac{1.5N}{0.85f} \quad (4.4.11)$$

式中：

A_n ——吊杆净截面面积 (mm^2)；

N ——吊杆拉力设计值 (N)；

f ——钢材强度设计值 (N/mm^2)；

4.4.12 支吊架横梁抗弯强度可按式计算：

$$\frac{1.5M_x}{r_x W_{nx}} + \frac{1.5M_y}{r_y W_{ny}} \leq 0.85f \quad (4.4.12)$$

式中：

M_x ——所验算截面绕 x 轴的弯矩 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

M_y ——所验算截面绕 y 轴的弯矩 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

r_x ——截面塑性发展系数；

r_y ——截面塑性发展系数；

W_{nx} ——所验算截面对 x 轴的净面抵抗矩 (mm^3)；

W_{ny} ——所验算截面对 y 轴的净面抵抗矩 (mm^3)；

f ——钢材强度设计值 (N/mm^2)；

4.4.13 支吊架的横梁抗剪强度可按式计算：

$$\tau = \frac{1.5V_s S}{I_x t_w} \leq 0.85f_v \quad (4.3.13)$$

式中：

τ ——抗剪强度 (N/mm^2)；

V_s ——计算截面沿腹板平面作用的剪力 (N)；

S ——计算剪力处以上毛截面对中和轴的面积矩 (mm^3)；

I_x ——毛截面惯性矩 (mm^4)；

t_w ——腹板厚度 (mm)；

f_v ——钢材的抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

4.4.14 支吊架连接件荷载应根据连接件设计值计算，螺栓的选用应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。

4.4.15 支吊架与结构锚固的锚栓设计和计算应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

4.5 材料要求

4.5.1 C型槽钢材料采用应符合下列规定：

1 当采用连续热镀锌铝镁合金镀层时，原材料屈服强度不应低于 250MPa，材料的化学成分应符合现行行业标准《连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带》YB/T 4761 规定；

2 当采用连续热镀锌时，原材料屈服强度不应低于 250MPa，材料的化学成分应符合现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518 规定；

3 当采用不锈钢板材及钢带时，原材料屈服强度不应低于 205MPa，不锈钢钢板及钢带化学成分应符合现行国家标准《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的规定，材质不低于 S30408 要求；

4 C型槽钢的尺寸及公差可按本标准附录 D 要求。

4.5.2 槽钢连接件材料应符合下列规定：

1 支吊架连接件板材当采用连续热镀锌铝镁合金时，材料的化学成分应符合现行行业标准《连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带》YB/T 4761 规定，板材公称厚度不宜小于 3mm；

2 当采用碳钢材质时，材料的化学成分应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定，板材公称厚度不宜小于 4mm；

3 当采用不锈钢板材及钢带时，不锈钢材料钢板及钢带化学成分应符合现行国家标准《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的规定，材质不低于 S30408 要求，板材公称厚度不宜小于 3mm；

4 槽钢连接件的尺寸公差应符合国家标准《一般公差 未注公差的线性尺寸和角度尺寸的公差》GB/T 1804-2000 中“中等 M”的规定。

4.5.3 抗震连接件应符合下列规定：

1 抗震连接件用板材采用碳钢材质时，板材公称厚度不宜小于 5mm，采用不锈钢材质时，板材公称厚度不宜小于 4mm；

2 抗震连接件应采用成品部件，连接横销宜采用铆接方式或具有防松功能的螺栓、螺母；

3 抗震连接件的尺寸公差应符合国家标准《一般公差 未注公差的线性尺寸和角度尺寸的公差》GB/T 1804-2000 中“中等 M”的规定。

4.5.4 管束应符合下列规定：

1 抗震支吊架管道连接件板材公称厚度不宜小于 5mm，板材宽度不宜小于 40mm；多管共架及门型抗震支吊架管束板材公称厚度不宜小于 2.5mm，板材宽度不宜小于 32mm；

2 管道与支吊架间有绝缘要求时，管道连接件可采用衬垫，衬垫材料宜采用氯化丁基橡胶或三元乙丙橡胶。

4.5.5 标准件、紧固件应符合下列规定：

1 螺栓性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 的规定，螺母应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2、《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的规定；

2 全牙螺杆应符合现行国家标准《螺杆》GB/T 15389 的规定；

3 锚栓性能应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 的有关规定，承受地震作用的锚栓性能应符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 中 S 类要求。

4.5.6 部件表面防腐工艺应符合表 4.5.6 规定。

表 4.5.6 支吊架各部件表面防腐工艺要求

类别	表面防腐工艺	单面涂（镀）层厚度（ μm ）	
抗震连接件、连接件、钢结构固定件、管束	电镀锌镀层	平均厚度 ≥ 8	局部厚度 ≥ 5
	锌铬涂层	平均厚度 ≥ 9	局部厚度 ≥ 7
带齿 C 型槽钢	连续热镀锌铝镁合金镀层	平均厚度 ≥ 20	局部厚度 ≥ 17
	连续热镀锌镀层+静电喷涂涂层	平均厚度 ≥ 70	局部厚度 ≥ 55

注：C 型槽钢采用连续热镀锌或连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带制作时，双面镀层质量不宜小于 $275\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.6 性能要求

4.6.1 抗震复合支吊架及抗震支吊架在地震中应对机电设施给予可靠保护，性能应满足下列规定：

- 1 支吊架应能承受任意水平方向的地震作用；
- 2 组成抗震支吊架及抗震复合支吊架的所有部件应采用成品部件，必须连接紧固、可靠，且便于安装；
- 3 不同的机电管线，当采用综合抗震支吊架时，应按管线抗震要求高的进行设计；
- 4 支吊架的抗震斜撑的垂直角度宜为 $45^\circ \sim 60^\circ$ ；
- 5 当侧向抗震支吊架与纵向抗震支吊架设计位置重合时，宜采用双向抗震支吊架；
- 6 建筑避难层、避难间或其他具有紧急避险功能区域的机电设施，在计算地震作用时可提高水平地震力综合系数。当有需求时可设置地震次生灾害预警系统。

4.6.2 抗震连接件、钢结构固定件性能应符合表 4.6.2 规定，试验方法可按本标准附录 F 确定。

表 4.6.2 抗震连接件、钢结构固定件性能

性能类别	承载力设计值（kN）	试验荷载（kN）
轻型（W）	4.0	6.0
中型（M）	7.5	11.25
重型（H）	12.0	18.0

4.6.3 抗震支吊架管道连接件性能应符合表 4.6.3 规定，试验方法可按本标准附录 F 确定。

表 4.6.3 抗震支吊架管道连接件性能

管道公称尺寸	侧向承载力（kN）		纵向承载力（kN）	
	设计荷载	试验荷载	设计荷载	试验荷载
DN65	1.0	1.5	2.0	3.0
DN80	1.3	1.95	2.6	3.9
DN100	1.8	2.7	3.6	5.4
DN125	2.5	3.75	5.0	7.5
DN150	3.4	5.1	6.8	10.2
DN200	6.0	9.0	12.0	15.0

4.6.4 槽钢底座承抗拉承载力应符合表 4.6.4 规定。试验方法可按附录 F 确定。

表4.6.4 槽钢底座抗拉承载力性能

性能类别	推荐设计值 (kN)	试验荷载 (kN)
轻型 (W)	5.0	10.0
中型 (M)	10.0	20.0
重型 (H)	15.0	30.0

4.6.5 直角连接件性能应符合表 4.6.5 规定。试验方法可按本标准附录 F 确定。

表 4.6.5 直角连接件性能

性能类别	抗拉/抗压性能 (kN)	
	设计荷载	实验荷载
轻型 (W)	5.0	10.0
中型 (M)	10.0	20.0
重型 (H)	15.0	30.0

4.6.6 槽钢托臂性能应符合表 4.6.6 规定。试验方法可按本标准附录 F 确定。

表 4.6.6 槽钢托臂性能

槽钢托臂规格	承载力设计值 (kN)	试验荷载 (kN)
41×2.0	2.5	2.5
41×2.5	3.0	3.0
52×2.5	4.5	4.5
62×2.5	6.0	6.0
41D×2.0	7.5	7.5
41D×2.5	8.0	8.0
52D×2.5	10.0	10.0
62D×2.5	11.5	11.5

4.6.7 承重管夹性能应符合表 4.6.7 要求，试验方法可按本标准附录 F 确定。

表 4.6.7 承重管夹性能

管道公称尺寸	承载力设计值 (kN)	试验荷载 (kN)
DN50 及以下	1.0	2.0
DN65	1.4	2.8
DN80	1.8	3.6
DN100	2.4	4.8
DN125	3.2	6.4
DN150	4.3	8.6

续表 4.6.7

管道公称尺寸	承载力设计值 (kN)	试验荷载 (kN)
DN200	7.8	15.6
DN250	11.5	23.0
DN300	16.0	32.0

4.6.8 锚栓性能应符合表 4.6.8 规定。

表 4.6.8 锚栓性能

锚栓型号/类型	抗拉强度 (kN)	
	设计值	试验荷载
抗震锚栓 M12	12.0	15.6
承重锚栓 M12	9.0	11.7

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 建筑与市政工程抗震支吊架的施工单位应具有相应的施工资质，并应建立安全、质量和环境管理体系。

5.1.2 承担支吊架安装的施工单位在施工前应完善支吊架施工图，并符合以下规定：

1 抗震支吊架应将选用的产品性能标注于施工图上，产品性能应满足地震作用要求；

2 抗震复合支吊架应提供所有节点详图的力学性能验算结果，各节点部件性能应满足设计荷载要求。

5.1.3 抗震支吊架施工前，施工单位应编制施工组织方案，并应经本单位技术负责人审查合格及建设或监理单位审查批准后实施。

5.1.4 材料进场时，施工单位应对其进行抽样检测，合格后应报请建设或监理单位进行验收，填写材料（设备）进场验收记录，验收记录可按本标准附录 G 要求。产品运抵现场后，应提供以下资料文件：

1 产品出厂质量检验证明、合格证、质保书；

2 第三方出具的型式检测报告；

3 原材料质量证明文件、产地证明；

5.1.5 多种管道共用抗震支吊架时，各专业在安装前应进行安装顺序协调确认。

5.1.6 施工机具应完备，测量工具应具有校验合格证并应在有效期内使用。

5.1.7 支吊架在运输、装卸和搬运过程时，应采取相应的成品保护措施。支吊架部件及组件宜储存在通风良好的干燥库房内，存储货架及卡板应堆放整齐，并应有防止货物意外受潮的应急预案。

5.1.8 抗震支吊架生产企业应取得现行国家标准《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 标准规定的型式检验报告。

5.1.9 抗震复合支吊架生产企业应取得现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 标准规定的型式检验报告。

5.1.10 生产企业应具备产品出厂检测能力，相关检测设备应按规定做计量校准或检定。产品应按照标准要求提供出厂检测报告。

5.2 抽 样 检 测

5.2.1 进场材料应按批次进行现场抽样检测，检测要求应符合下列规定：

1 测量抗震连接件、管道连接件、钢结构固定件的材料厚度时，应采用分度值为 0.01mm 的游标卡尺和管厚规。每个样品应选取 5 个测量点进行测量，测量点应均匀分布，应取 5 次测量值的平均值作为该样品的检测厚度；

2 测量带齿 C 型槽钢板材厚度时，应采用分度值为 0.01mm 的游标卡尺和管厚规。应在每个样品的两端及中间选取三个截面，每个截面应选取 5 个测量点，测量点应均匀分布，应取 15 次测量值的平均值作为该样品的检测厚度；

3 测量其它几何量尺寸时，应采用分度值为 0.01mm 的游标卡尺或影像测量仪。应分别在每个样品距离两端 50 mm 及中间区域选取三个截面进行测量，每个截面测量 1 次，取 3

次测量值的平均值作为该尺寸的测量结果。未注明公差 的尺寸应符合国家标准《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804—2000 中“中等 m”的规定；

4 测量部件表面防护层厚度时，应采用分度值不低于 0.5μm 的覆层测厚仪检测。每个样品均匀测量 5 个区域，每个区域测量 3 次。应取每个区域 3 次测量值的平均值作为该区域的局部厚度，应取 5 个区域的局部厚度的平均值作为该样品的平均厚度，测量精度应精确到 1μm。

5.2.2 进场材料应按批次进行有见证检测，同一生产企业，同一生产批次材料应作为一个检验批次。送检产品类别与要求应符合表 5.2.2 的规定，并应符合下列要求：

- 1 抽样复检采取供货现场随机抽样，应由建设单位或工程监理单位监督抽取。
- 2 抽样基数小于 100 件时，应抽取 1 个试件；抽样基数大于 100 件小于 1000 件时，可抽取 3 个试件，抽样基数大于 1000 件时，可抽取 5 个试件。
- 3 当初次送检不合格时，复检时抽样数量应加倍。

表 5.2.2 送检产品类别与要求

产品类别	检测要求
C 型槽钢	尺寸按附录 D
抗震连接件	性能按表 4.6.2
槽钢底座	性能按表 4.6.4
直角连接件	性能按表 4.6.5
锚栓	性能按表 4.6.8

5.3 安 装

5.3.1 多种管道同路由空间敷设的抗震支吊架，各专业在安装前应进行安装顺序协调确认。

5.3.2 抗震支吊架在运输、装卸和搬运过程时，应采取相应的成品保护措施。

5.3.3 抗震支吊架部件及组件应储存在通风良好的干燥库房内，存储货架及卡板应堆放整齐，并应有防止货物意外受潮的应急预案。

5.3.4 支吊架吊杆槽钢的长度应按现场实际尺寸确定，并应在允许范围内满足调节裕量。支吊架型钢及吊杆宜采用机械切割，切割边缘处应进行打磨处理。

5.3.5 当抗震支吊架采用螺杆安装时，应符合下列规定：

- 1 螺杆的长度应按现场实际尺寸确定；
- 2 螺杆与锚栓通过六角连接器连接时，连接器的长度不应小于 40mm,旋入深度应达到连接器长度的 45%；
- 3 螺杆与槽钢应采用加筋件紧固件安装，确保吊杆的整体稳定性；
- 4 安装时应保持螺杆垂直，安装后垂直度偏差不应大于 2.5°。

5.3.6 单管抗震支吊架斜撑安装应符合下列规定：

- 1 侧向、纵向抗震节点的抗震斜撑组件安装时，垂直角度宜为 45°；
- 2 抗震斜撑组件与垂直吊杆的安装距离不宜超过 0.1m，安装角度不宜偏离管道中心线 2.5°。

5.3.7 门型综合抗震支吊架的安装应符合下列规定：

- 1 斜撑不宜直接作用于管道上，应一端连接混凝土结构层或钢结构构架上，斜撑与吊杆连接时，安装不宜偏离吊杆中心线 2.5°；
- 2 当吊杆为全丝螺杆时，纵向斜撑与吊架应设在同一位置；当吊杆采用带槽钢底座的

C 型槽钢时，斜撑可设置在横梁上翼缘，吊杆与斜撑间距不应大于 0.1m，安装不应偏离吊杆连接点中心线 2.5°；

3 管线分层设置时，抗震支撑应相应分层设置，中间吊杆安装斜撑不应偏离吊杆中心线 2.5°。

5.3.8 支吊架锚栓安装应符合下列规定：

1 锚固区基材上的抹灰层、装饰层、附着物、油污等应清除干净，基材表面应坚实、平整，不应有蜂窝、麻面等影响锚固承载力的局部缺陷；

2 钻孔前应检测基材中钢筋、管线等隐蔽物的位置，当设计孔位与钢筋、管线等冲突时，或锚栓完全处于混凝土保护层内时，应采取相应的措施；

3 各类锚栓的钻孔要求及锚栓允许偏差，应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定。

5.3.9 固定在钢柱及钢梁上的支吊架，当采用钢结构专用夹具进行连接时，必须通过荷载性能检测，专用夹具的力学性能应满足载荷要求。

5.3.10 支吊架其他构件安装应符合下列规定：

1 螺栓及螺母应按设计扭矩锁紧；

2 安装施工完毕后应擦拭干净，裸露的槽钢端部应安装端盖；

3 抗震构件当采用扭剪螺栓时，螺头应扭断且不应与带背孔的槽钢连接。

6 验 收

6.1 一 般 规 定

- 6.1.1** 抗震支吊架及抗震复合支吊架验收合格后，应办理验收手续。
- 6.1.2** 施工现场应具有必要的施工技术标准、健全的质量管理体系和工程质量检测制度，实现施工全过程质量控制。
- 6.1.3** 抗震支吊架安装检验批质量应填写验收记录单，并应符合本标准附录 H 的规定。
- 6.1.4** 抗震支吊架及抗震复合支吊架完工验收时，应具备下列技术资料：
- 1 批准的设计文件、深化设计文件、设计变更文件等；
 - 2 建设或监理单位相关责任人确认的材料与设备进场验收记录文件；
 - 3 材料与设备的检验报告；
 - 4 安装及检验记录；
 - 5 其它有关文件记录。
- 6.1.5** 抗震支吊架及抗震复合支吊架完工图应满足以下要求：
- 1 完工图的支吊架节点数量应与施工图一致，未经设计变更不得减少支吊架安装数量；
 - 2 支吊架完工图的产品性能、材料规格、配置数量等应符合设计要求；
 - 3 采用专业软件辅助设计时，软件应经有资质的鉴定单位技术鉴定或认证；
 - 4 变更后支吊架节点应由设计院审核，并提供计算过程供设计单位复核验证。

6.2 主 控 项 目

6.2.1 抗震支吊架、抗震复合支吊架产品质量应符合现行国家标准、行业标准的规定及本标准规定。

检验方法：检查产品合格证、产品型式检验报告、产品进场抽样检测报告、进场验收记录。

6.2.2 抗震支吊架、抗震复合支吊架产品性能及适用范围应符合设计要求。

检验方法：核对设计参数与检测报告。

6.2.3 抗震支吊架、抗震复合支吊架的安装间距应符合设计要求，偏差不宜大于 0.2m。

检查方法：抽样检查

检查数量：尺量检查，抽样数量不应低于 10%。

6.2.4 支吊架抗震斜撑安装角度应符合设计要求，当安装角度小于 45°时应核对产品性能是否满足荷载要求。

检查方法：抽样检查

检查数量：尺量检查，抽样数量不应低于 10%。

6.2.5 抗震复合支吊架节点详图应标注各连接点荷载，横梁受力验算应符合荷载要求。

检查方法：核验资料

6.2.6 抗震复合支吊架采用锚栓固定时，锚固性能应符合设计性能要求。

检查方法：抽样检查

检查数量：现场拉拔试验，抽样数量不应低于 5 件。

6.3 一般项目

6.3.1 支吊架构件外观应平整、洁净、无起泡、无分层。

检验方法：观察检查。

6.3.2 支吊架整体外观应平整、无明显压扁或局部变形等缺陷。

检验方法：观察检查。

6.3.3 当支吊架安装质量不符合要求，经返工后方可进行验收，确保满足使用要求。返工后的支吊架，应进行全数检验。

7 维 护

7.0.1 抗震支吊架应从设计端开始建立可共享、可追溯的信息化数据库系统。

7.0.2 抗震支吊架系统应每两年进行维护检查。当发生地震灾害或其他有危害系统安全时，应进行全面检查和维护。

7.0.3 应每两年对支吊架相关零部件进行变形、松动、脱落检查，发现问题应紧固和修补。

7.0.4 应每两年对支吊架各部件的耐腐蚀情况进行检查，对已经发生腐蚀的部分应采取除锈防腐或更换处理。

7.0.5 支吊架在安装后应根据设计荷载、产品性能及供应商等建立完善的产品信息二维码。需要更换的部件或组件性能不得低于原产品的性能标准。

附录 A 常用管道水平地震作用参考表

表 A.0.1 钢管水平地震作用效应参考表

管道公称尺寸	重量 (kg/m)	地震作用效应 N/m		
		$\alpha_{EK}=0.50$	$\alpha_{EK}=0.75$	$\alpha_{EK}=1.00$
DN65	11.9	82	122	163
DN80	15.6	107	161	214
DN100	21.8	150	224	299
DN125	28.8	198	296	395
DN150	40.0	274	412	549
DN200	74.9	514	771	1028
DN250	113.4	778	1167	1556
DN300	158.1	1085	1627	2169

表 A.0.2 保温钢管水平地震作用效应参考表

管道公称尺寸	重量 (kg/m)	地震作用效应 N/m		
		$\alpha_{EK}=0.50$	$\alpha_{EK}=0.75$	$\alpha_{EK}=1.00$
DN65	14.9	102	153	204
DN80	18.8	129	193	258
DN100	24.5	168	252	336
DN125	33.0	226	340	453
DN150	44.8	307	461	615
DN200	81.0	556	833	1111
DN250	120.6	827	1241	1655
DN300	166.5	1142	1713	2284

表 A.0.3 电缆桥架水平地震作用效应参考表

设备型号	重量 (kg/m)	地震作用效应 N/m		
		$\alpha_{EK}=0.50$	$\alpha_{EK}=0.75$	$\alpha_{EK}=1.00$
100×100	20	137	206	274
200×100	40	274	412	549
300×100	60	412	617	823
400×100	80	549	823	1098
400×150	120	823	1235	1646
500×100	100	686	1029	1372
500×150	150	1029	1544	2058

续表 A.0.3

设备型号	重量 (kg/m)	地震作用效应 N/m		
		$\alpha_{EK}=0.50$	$\alpha_{EK}=0.75$	$\alpha_{EK}=1.00$
600×100	120	823	1235	1646
600×150	180	1235	1852	2470
800×100	160	1098	1646	2195
800×150	240	1646	2470	3293
1000×150	300	2058	3087	4116

表 A.0.4 不同规格的矿物质耐火铜导体密集绝缘母线槽水平地震作用效应参考表

设备型号	重量 (kg/m)	地震作用效应 N/m		
		$\alpha_{EK}=0.50$	$\alpha_{EK}=0.75$	$\alpha_{EK}=1.00$
400	22	151	226	302
500	24	165	247	329
630	27	185	278	370
800	29	199	298	398
1000	36	247	371	494
1250	46	315	473	631
1600	59	405	607	809
1800	75	514	772	1029
2000	83	569	854	1138
2500	104	713	1070	1427
3150	130	892	1338	1783
4000	170	1166	1750	2332
5000	242	1660	2491	3319

表 A.0.5 矩形风管水平地震作用效应参考表

风管尺寸 $\Sigma = (a+b)$	重量 (kg/m)	地震作用效应 N/m		
		$\alpha_{EK}=0.50$	$\alpha_{EK}=0.75$	$\alpha_{EK}=1.00$
$\Sigma \leq 1000 \times 0.75$	17.7	121	182	243
$\Sigma \leq 2000 \times 0.75$	35.3	243	364	485
$\Sigma \leq 2000 \times 1.0$	47.1	323	485	647
$\Sigma \leq 3000 \times 1.0$	70.7	485	728	970
$\Sigma \leq 4000 \times 1.0$	94.2	647	970	1294
$\Sigma \leq 2000 \times 1.2$	56.5	388	582	776
$\Sigma \leq 3000 \times 1.2$	84.8	582	873	1164
$\Sigma \leq 4000 \times 1.2$	113.0	776	1164	1552
$\Sigma \leq 5000 \times 1.2$	141.3	970	1455	1941
$\Sigma \leq 3000 \times 1.5$	106.0	728	1092	1455
$\Sigma \leq 4000 \times 1.5$	141.3	970	1455	1941
$\Sigma \leq 5000 \times 1.5$	176.6	1213	1819	2426
$\Sigma \leq 6000 \times 1.5$	212.0	1455	2183	2911
$\Sigma \leq 4000 \times 2.0$	188.4	1294	1941	2587
$\Sigma \leq 5000 \times 2.0$	235.5	1617	2426	3234
$\Sigma \leq 6000 \times 2.0$	282.6	1941	2911	3881
$\Sigma \leq 7000 \times 2.0$	329.7	2264	3396	4528
$\Sigma \leq 8000 \times 2.0$	376.8	2587	3881	5175

注： $\Sigma = (a+b)$ 中，a 表示矩形风管宽，b 表示矩形风管高。

附录 B 抗震支吊架部件选型

B.0.1 单管侧向抗震支吊架形式可见图 B.0.1-1、单管双向抗震支吊架形式可见图 B.0.1-2，部件型号可见表 B.0.1。

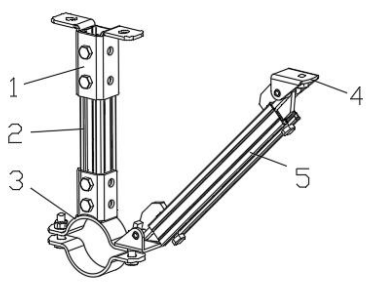


图 B.0.1-1 单管侧向抗震支吊架示意图

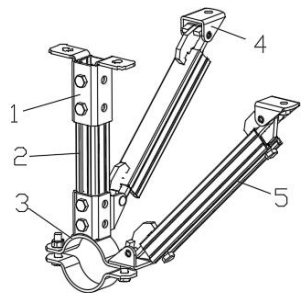


图 B.0.1-2 单管双向抗震支吊架示意图

1—槽钢底座；2—C 型钢；3—抗震管束；4—抗震连接件；5—斜撑无孔槽钢

表 B.0.1 部件型号表

部件名称	型号
槽钢底座	根据设计要求
C 型钢	21、41、21D
抗震管束	DN65-DN200
抗震连接件	根据设计要求
斜撑无孔槽钢	41

B.0.2 多管侧向抗震支吊架形式可见图 B.0.2-1、多管双向抗震支吊架形式可见图 B.0.2-2，部件型号可见表 B.0.2-1、多管共架横梁槽钢选型可见表 B.0.2-2。

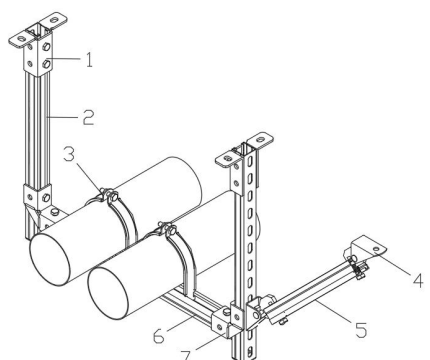


图 B.0.2-1 多管侧向抗震支吊架示意图

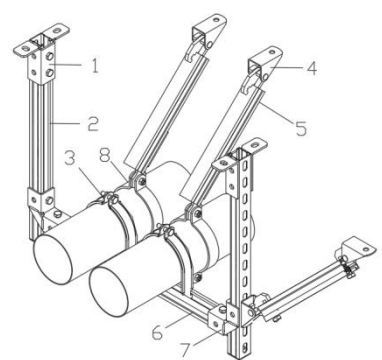


图 B.0.2-2 多管双向抗震支吊架示意图

1—槽钢底座；2—C 型钢；3—抗震管束；4—抗震连接件；5—斜撑无孔槽钢；6—横梁槽钢；

7—直角连接件；8—纵向抗震对夹管束

表 B.0.2-1 部件型号表

部件名称	型号
槽钢底座	根据设计要求
C 型钢	根据设计要求
抗震管束	DN65-DN200
抗震连接件	根据设计要求
斜撑无孔槽钢	41
横梁槽钢	根据表 B.0.2-2 选用
直角连接件	根据设计要求
纵向抗震对夹管束	DN65-DN200

表 B.0.2-2 多管共架横梁槽钢选型参考表（单位：mm）

名称 规格	L≤500	500<L≤750	750<L≤1000	1000<L≤1250
$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 200$	41	41	52	62
$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 300$	52	62	41D	41D
$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 400$	62	41D	62D	62D
$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 500$	41D	62D	62D	—
$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 600$	62D	72D	根据荷载另行计算。	

注：d 为管道直径，L 为横梁槽钢长度。

B.0.3 电气桥架侧向抗震支吊架形式可见图 B.0.3-1、电气桥架双向抗震支吊架形式可见 B.0.3-2，部件型号可见表 B.0.3-1、电气桥架横梁槽钢选型可见表 B.0.3-2。

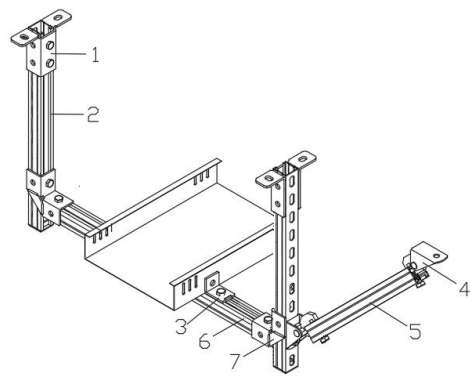


图 B.0.3-1 电气桥架侧向抗震支吊架示意图

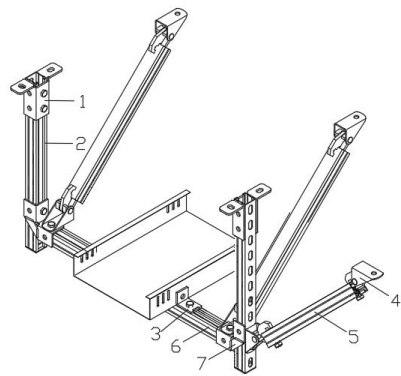


图 B.0.3-2 电气桥架双向抗震支吊架示意图

1—槽钢底座；2—C 型钢；3—限位组件；4—抗震连接件；5—斜撑无孔槽钢；6—横梁槽钢；
7—直角连接件

表 B.0.3-1 部件型号表

部件名称	型号
槽钢底座	根据设计要求
C 型钢	根据设计要求
限位组件	根据设计要求
抗震连接件	根据设计要求

续表 B. 0. 3-1

部件名称	型号
斜撑无孔槽钢	41
横梁槽钢	根据表 B. 0. 3-2 选用
直角连接件	根据设计要求

表 B. 0. 3-2 电气桥架横梁槽钢选型参考（单位：mm）

规格 \ 名称	L≤500	500<L≤750	750<L≤1000	1000<L≤1250
a≤300	41	41	41	41
a≤500	41	41	41	52
a≤800	-	-	52D	62D
a≤1200	-	-	-	62D

注：a 为单个桥架宽度或多个桥架宽度和，L 为横梁槽钢长度。

B. 0. 4 矩形风管侧向抗震支吊架形式可见图 B. 0. 4-1、矩形风管双向抗震支吊架形式可见 B. 0. 4-2，部件型号可见表 B. 0. 4-1、矩形风管横梁槽钢选型可见表 B. 0. 4-2。

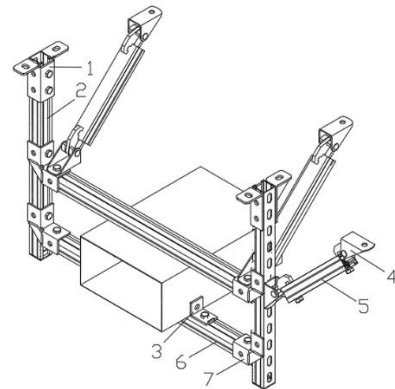
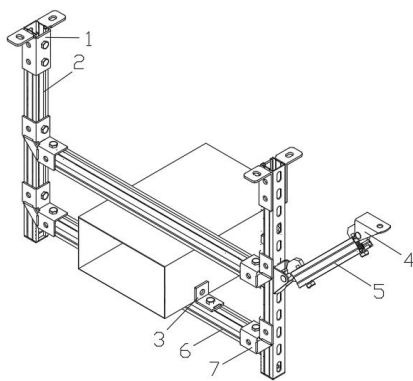


图 B. 0. 4-1 矩形风管侧向抗震支吊架示意图

图 B. 0. 4-2 矩形风管双向抗震支吊架示意图

1—槽钢底座；2—C 型槽钢；3—限位组件；4—抗震连接件；5—斜撑无孔槽钢；6—横梁槽钢；

7—直角连接件

表 B. 0. 4-1 部件型号表

部件名称	型号
槽钢底座	根据设计要求
C 型槽钢	根据设计要求
限位组件	根据设计要求
抗震连接件	根据设计要求
斜撑无孔槽钢	41
横梁槽钢	根据表 B. 0. 4-2
直角连接件	根据设计要求

表 B.0.4-2 矩形风管横梁槽钢选型参考表（单位：mm）

名称 规格	L≤750	750<L≤1000	1000<L≤1500	1500<L≤2000	2000<L≤2600
a≤500	41	41	41	41	41
500<a≤800	—	41	41	41	52
800<a≤1200	—	—	52	41D	52D
1200<a≤2000	—	—	—	52D	62D
2000<a≤2500	—	—	—	—	62D

注：a 为矩形风管宽度，L 为横梁槽钢长度。

B.0.5 综合管线侧向抗震支吊架形式可见图 B.0.5-1、综合管线双向抗震支吊架形式可见图 B.0.5-2，部件型号可见表 B.0.5。

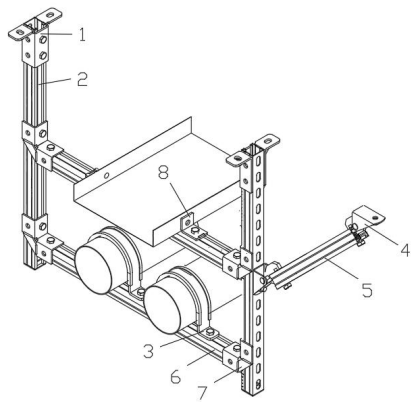


图 B.0.5-1 综合管线侧向抗震支吊架示意图

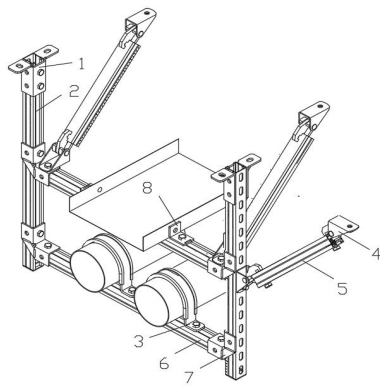


图 B.0.5-2 综合管线双向抗震支吊架示意图

1—槽钢底座；2—C 型槽钢；3—槽钢管束；4—抗震连接件；5—斜撑无孔槽钢；6—横梁槽钢；
7—直角连接件；8—设备限位件

表 B.0.5 部件型号表

部件名称	型号
槽钢底座	根据设计要求
C 型槽钢	根据设计要求
槽钢管束	DN15-DN300
抗震连接件	根据设计要求
斜撑无孔槽钢	41
横梁槽钢	根据设计要求
直角连接件	根据设计要求
设备限位件	根据设计要求

B. 0. 6 风机双向抗震支吊架结构形式可见图 B. 0. 6-1、部件型号可见表 B. 0. 6。

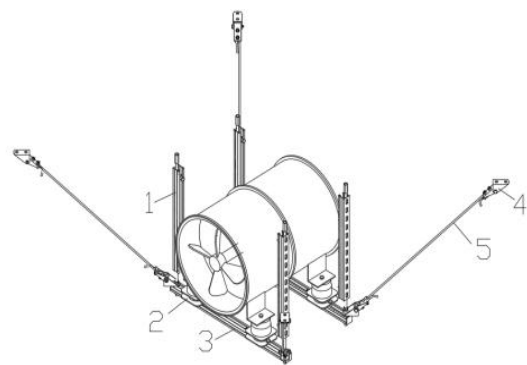


图 B. 0. 6 风机双向抗震支吊架示意图

1—槽钢；2—隔振座；3—槽钢管束；4—钢缆抗震连接件；5—钢缆

表 B. 0. 6 风机双向抗震支吊架部件型号表

部件名称	型号
槽钢	根据设计要求
隔振座	根据设计要求
横梁槽钢	根据设计要求
钢缆抗震连接件	根据设计要求
钢缆	6×19IWS

附录 C 常用管道抗震支吊架性能选用表

表 C.0.1 水管抗震支吊架性能选用表

(基于 $\alpha_{EK}=0.5$, 侧向间距 $T \leq 12m$ 、纵向间距 $L \leq 24m$)

管道公称尺寸	侧向抗震支吊架	双向抗震支吊架
DN65	ST1-4	ST1L1-4
DN80	ST1-4	ST1L1-4
DN100	ST1-4	ST1L1-7.5
DN125	ST1-4	ST1L1-7.5
DN150	ST1-7.5	ST1L1-12 ST1L2-7.5
DN200	ST1-12 ST2-7.5	ST1L2-12 ST2L2-7.5

表 C.0.2 多管侧向抗震支吊架性能选用表

(基于 $\alpha_{EK}=0.5$, 侧向间距 $T \leq 12m$)

管道公称尺寸	2管共架	3管共架	4管共架	5管共架
DN65	GT1-4	GT1-4	GT1-7.5	GT1-7.5
DN80	GT1-4	GT1-7.5	GT1-7.5	GT1-12 GT2-7.5
DN100	GT1-7.5	GT1-12 GT2-4	GT1-12 GT2-7.5	GT2-7.5
DN125	GT1-7.5	GT1-12 GT2-7.5	GT2-7.5	GT2-12
DN150	GT1-12 GT2-7.5	GT2-7.5	GT2-7.5	GT2-12
DN200	GT2-12	GT2-12	减少间距后另行计算。	

表 C.0.3 水管双向抗震支吊架性能选用表

(基于 $\alpha_{EK}=0.5$, 侧向间距 $T \leq 12m$ 、纵向间距 $L \leq 24m$)

管道公称尺寸	2管共架	3管共架	4管共架	5管共架
DN65	GT1L2-4	GT1L2-4	GT1L2-7.5	GT1L2-7.5
DN80	GT1L2-4	GT1L2-7.5	GT1L2-7.5	GT1L2-12 GT2L4-7.5
DN100	GT1L2-7.5	GT1L2-12 GT2L4-4	GT1L2-12 GT2L4-7.5	GT2L4-7.5
DN125	GT1L2-7.5	GT1L2-12 GT2L4-7.5	GT2L4-7.5	GT2L4-12

续表 C.0.3

管道公称尺寸	2 管共架	3 管共架	4 管共架	5 管共架
DN150	GT1L2-12 GT2L4-7.5	GT2L4-7.5	GT2L4-12	GT2L4-12
DN200	GT2L4-12	GT2L4-12	减小间距后另行计算。	

表 C.0.4 桥架抗震支吊架性能选用表

(基于 $\alpha_{EK}=0.5$, 侧向间距 $T \leq 12m$ 、纵向间距 $L \leq 24m$)

桥架型号	侧向抗震支吊架	双向抗震支吊架
100×100	DT1-4	DT1L2-4
200×100	DT1-7.5	DT1L2-7.5
300×100	DT1-7.5	DT1L2-7.5
400×100	DT1-12	DT1L2-12
400×150	DT1-12	DT1L2-12
500×100	DT1-12 DT2-7.5	DT1L2-12 DT2L4-7.5
500×150	DT2-12	DT2L4-12
600×100	DT2-12	DT2L4-12
600×150	DT2-12	DT2L4-12
800×100	DT2-12	DT2L4-12
800×150	DT2-12 ($T \leq 10m$)	DT2L4-12 ($T \leq 10m$)
1000×150	DT2-12 ($T \leq 8m$)	DT2L4-12 ($T \leq 8m$)

表 C.0.5 不同规格的矿物质耐火铜导体密集绝缘母线槽抗震支吊架性能选用表

(基于 $\alpha_{EK}=0.5$, 侧向间距 $T \leq 12m$ 、纵向间距 $L \leq 24m$)

设备型号	侧向抗震支吊架	双向抗震支吊架
400	DT1-4	DT1L2-4
500	DT1-4	DT1L2-4
630	DT1-7.5	DT1L2-7.5
800	DT1-7.5	DT1L2-7.5
1000	DT1-7.5	DT1L2-7.5
1250	DT1-7.5	DT1L2-7.5
1600	DT1-7.5	DT1L2-7.5
1800	DT1-12	DT1L2-12
2000	DT1-12	DT1L2-12
2500	DT1-12	DT1L2-12
3150	DT1-12	DT1L2-12

续表 C.0.5

设备型号	侧向抗震支吊架	双向抗震支吊架
4000	DT1-12	DT1L2-12
5000	DT2-12 (T≤10m)	DT2L4-12 (T≤10m)

表 C.0.6 风管抗震支吊架性能选用表

(基于 $\alpha_{EK}=0.5$, 侧向间距 T≤9m、纵向间距 L≤18m)

风管型号 $\Sigma = (a+b)$	侧向抗震支吊架	双向抗震支吊架
$\Sigma \leq 1000 \times 0.75$	FT1-4	FT1L2-4
$\Sigma \leq 2000 \times 0.75$	FT1-4	FT1L2-4
$\Sigma \leq 2000 \times 1.0$	FT1-4	FT1L2-4
$\Sigma \leq 3000 \times 1.0$	FT1-7.5	FT1L2-7.5
$\Sigma \leq 4000 \times 1.0$	FT1-12	FT1L2-12
$\Sigma \leq 2000 \times 1.2$	FT1-7.5	FT1L2-7.5
$\Sigma \leq 3000 \times 1.2$	FT1-7.5	FT1L2-7.5
$\Sigma \leq 4000 \times 1.2$	FT1-12	FT1L2-12
$\Sigma \leq 5000 \times 1.2$	FT1-12 FT2-7.5	FT1L2-12 FT2L4-7.5
$\Sigma \leq 3000 \times 1.5$	FT1-12 FT2-7.5	FT1L2-12 FT2L4-7.5
$\Sigma \leq 4000 \times 1.5$	FT1-12 FT2-7.5	FT1L2-12 FT2L4-7.5
$\Sigma \leq 5000 \times 1.5$	FT2-7.5	FT2L4-7.5
$\Sigma \leq 6000 \times 1.5$	FT2-12	FT2L4-12
$\Sigma \leq 4000 \times 2.0$	FT2-12	FT2L4-12
$\Sigma \leq 5000 \times 2.0$	FT2-12	FT2L4-12
$\Sigma \leq 6000 \times 2.0$	FT2-12	FT2L4-12
$\Sigma \leq 7000 \times 2.0$	FT2-12 (T≤6m)	FT2L4-12 (T≤6m)
$\Sigma \leq 8000 \times 2.0$	FT2-12 (T≤4m)	FT2L4-12 (T≤4m)

注：a 为矩形风管宽度，b 为风管高度。

附录 D 通用部件尺寸

D. 0. 1 单面 C 型槽钢截面可见图 D. 0. 1-1，尺寸参数可见表 D. 0. 1-1。双拼 C 型槽钢尺寸截面可见图 D. 0. 1-2，尺寸参数可见表 D. 0. 1-2。

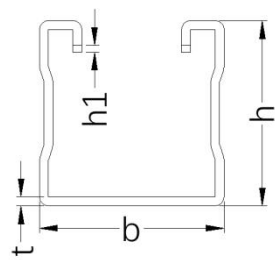


图 D. 0. 1-1 C 型槽钢尺寸截面示意图

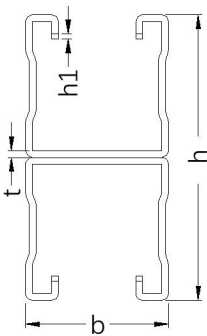


图 D. 0. 1-2 双拼 C 型槽钢尺寸截面示意图

表 D. 0. 1-1 单面 C 型槽钢尺寸参数表

单面槽钢	壁厚 t （mm）	宽度 b （mm）	高度 h （mm）	齿高 h1 （mm）
21	2.0 ±0.1	41.3±0.2	21±0.2	0.9~1.4
	2.5±0.1			
41	2.0 ±0.1	41.3±0.2	41.3±0.2	0.9~1.4
	2.5±0.1			
52	2.5±0.1	41.3±0.2	52±0.2	0.9~1.4
62	2.5 ±0.1	41.3±0.2	62±0.2	0.9~1.4
72	3.0 ±0.1	41.3±0.2	72±0.2	0.9~1.4

表 D. 0. 1-2 双拼 C 型槽钢尺寸参数表

双拼槽钢	壁厚 t （mm）	宽度 b （mm）	高度 h （mm）	齿高 h1 （mm）
21D	2.0 ±0.1	41.3±0.2	41±0.4	0.9~1.4
	2.5±0.1			
41D	2.0 ±0.1	41.3±0.2	82.6±0.4	0.9~1.4
	2.5±0.1			
52D	2.5±0.1	41.3±0.2	104±0.5	0.9~1.4
62D	2.5 ±0.1	41.3±0.2	124±0.5	0.9~1.4
72D	3.0 ±0.1	41.3±0.2	144±0.5	0.9~1.4

附录 E 常用装配式成品支吊架选型

E.0.1 柔性单立杆单管吊架形式可见图 E.0.1-1、刚性单立杆单管吊架形式可见图 E.0.1-2，材料选型可见表 E.0.1。

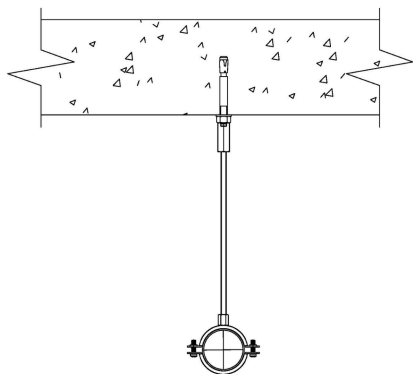


图 E.0.1-1 柔性单立杆单管吊架

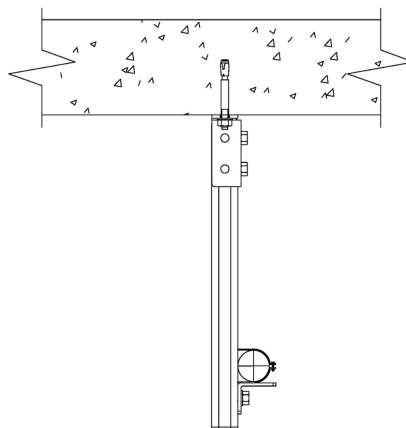


图 E.0.1-2 刚性单立杆单管吊架

表 E.0.1 材料选型表

吊架类型	适用管径	吊杆型号	最大间距 (m)
柔性单立杆单管吊架	≤DN50	M10/M12	2.0
刚性单立杆单管吊架	≤DN50	21/21D/41	3.0

E.0.2 柔性双立杆单管吊架形式可见图 E.0.2-1、刚性双立杆单管吊架形式可见图 E.0.2-2，材料选型可见表 E.0.2。

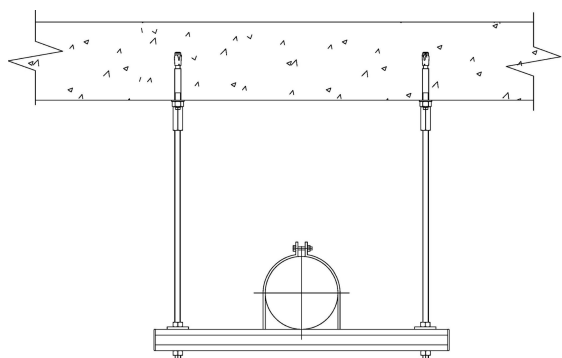


图 E.0.2-1 柔性双立杆单管吊架

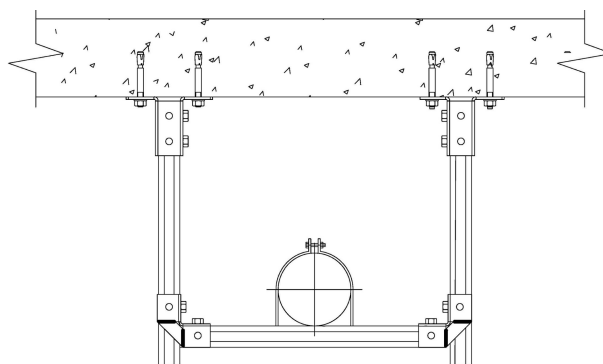


图 E.0.2-2 刚性双立杆单管吊架

表 E.0.2 材料选型表

吊架类型	适用管径	吊杆型号	最大间距 (m)
柔性双立杆单管吊架	≤DN100	M10/M12	2.0
刚性双立杆单管吊架	≤DN100	21D/41/41D	3.0

E.0.3 门型柔性多管吊架形式可见图 E.0.3-1、门型刚性多管吊架形式可见图 E.0.2-2，材料选型可见表 E.0.3。

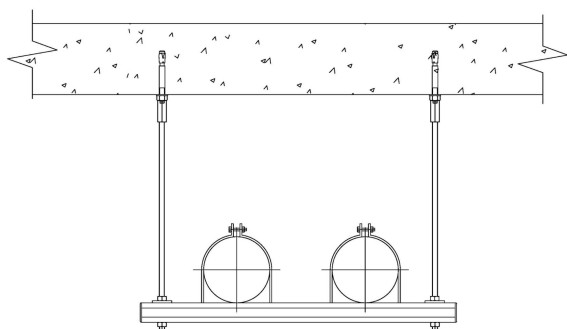


图 E.0.3-1 门型柔性多管吊架

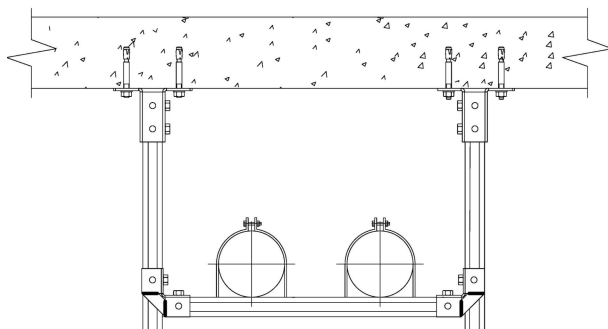


图 E.0.3-2 门型刚性多管吊架

表 E.0.3 材料选型表

吊架类型	管径	吊杆型号	参考间距 (m)
门型柔性多管吊架	$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 100$	M10	2.0
	$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 200$	M12	2.0
门型刚性多管吊架	$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 200$	21D/41	3.0
	$\sqrt{\Sigma d^2} \leq 600$	41/41D	3.0

E.0.4 风管、桥架柔性吊架可见图 E.0.4-1、风管、桥架刚性吊架形式可见图 E.0.4-2，材料选型可见表 E.0.4。

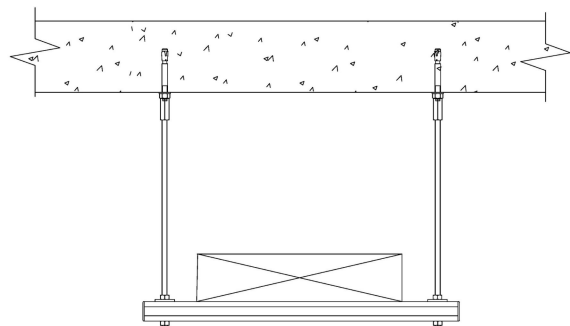


图 E.0.4-1 风管、桥架柔性吊架

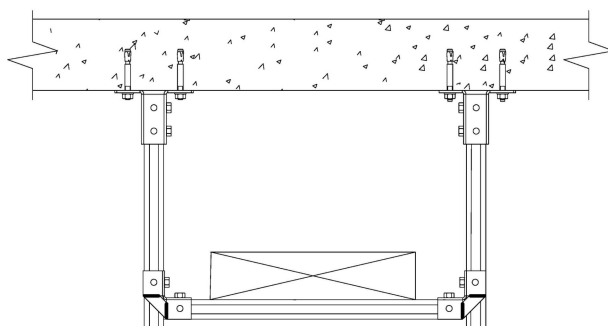


图 E.0.4-2 风管、桥架刚性吊架

表 E.0.4 材料选型表

吊架类型	桥架宽度	吊杆型号	最大间距 (m)
风管、桥架柔性吊架	$\leq 300\text{mm}$	M10	1.5
	$\leq 500\text{mm}$	M12	1.5
风管、桥架刚性吊架	$\leq 300\text{mm}$	21D/41	2.0
	$\leq 500\text{mm}$	52/62	2.0

E.0.5 柔性综合支吊架形式可见图 E.0.5-1、刚性综合支吊架形式可见图 E.0.5-2，材料选型可见表 E.0.5-1、横梁选型可见表 E.0.5-2。

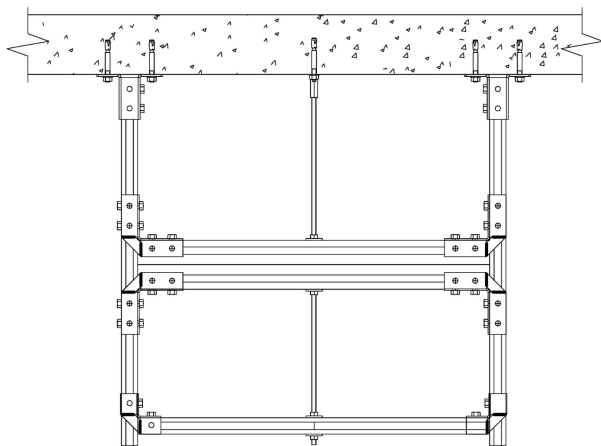


图 E. 0. 5-1 柔性综合支吊架

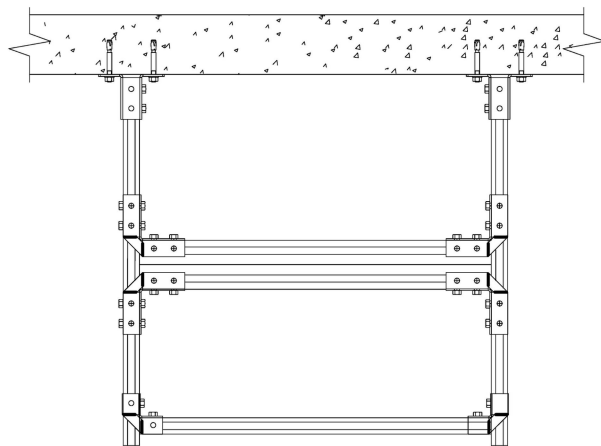


图 E. 0. 5-2 刚性综合支吊架

表 E. 0. 5-1 材料选型表

吊架类型	吊杆型号	最大间距 (m)
柔性综合支吊架	M12	1.5
刚性综合支吊架	21D/41/41D	2.0

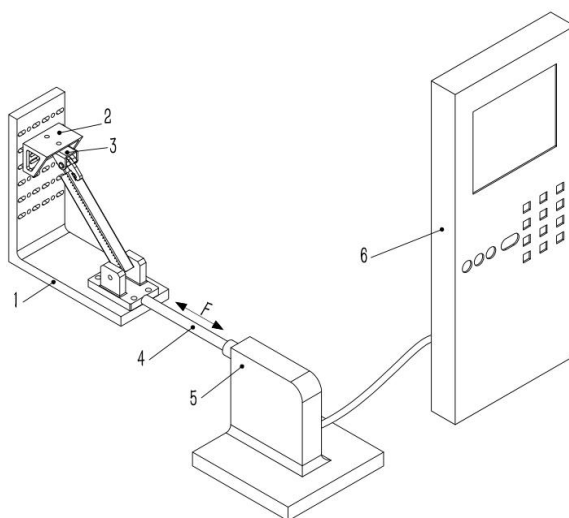
表 E. 0. 5-2 横梁选型表

横梁规格 吊架类型	$L \leq 500$	$500 < L \leq 750$	$750 < L \leq 1000$	$1000 < L \leq 1250$
水管横梁	41	52	62	62D
桥架横梁	41	41D	52D	62D
风管横梁	41	41	52	62
综合管线横梁	型号应根据荷载要求另行计算和选型			

附录 F 试验方法

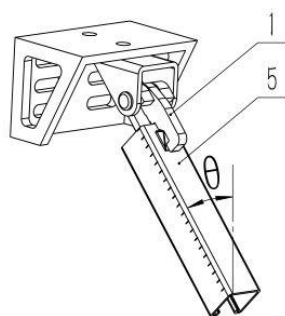
F.1 抗震连接件部件试验方法

F.1.1 抗震支吊架部件循环加载装置可见示意图F.1.1-1，不同部件安装在测试装置内方式可见图F.1.1-2，按照斜撑角度调整好测试角度，测试角度 θ 偏差范围应为 $-1^\circ \sim 0^\circ$ 。

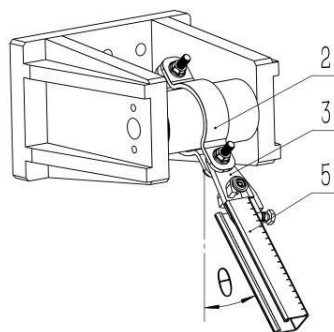


图F.1.1-1 部件循环加载装置示意图

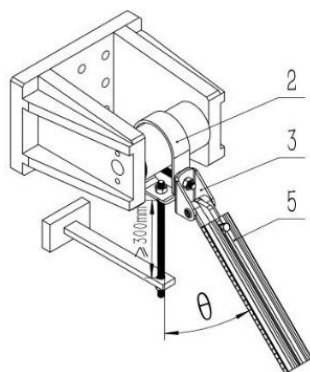
1—测试平台；2—试验工装；3—抗震支吊架部件；4—测试连接杆；5—动力源；6—控制柜；F—受力方向。



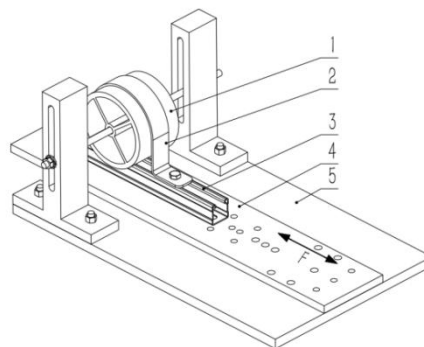
(a) 抗震连接件



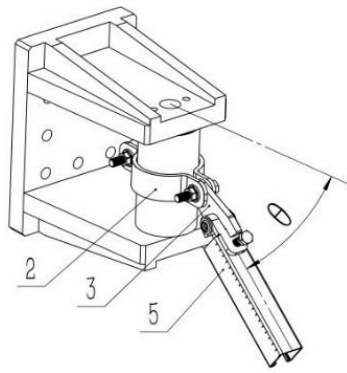
(b) 管道连接件侧向 I



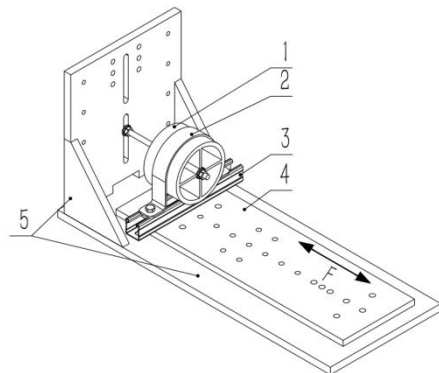
(c) 管道连接件侧向 II



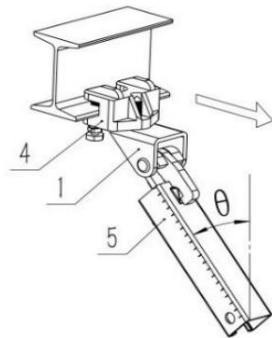
(d) 管道连接件侧向 III



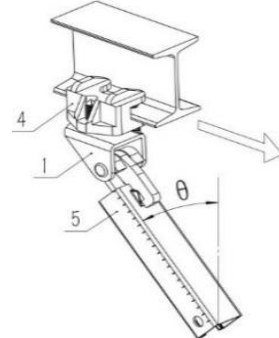
(e) 管道连接件纵向 I



(f) 管道连接件纵向 II



(g) 钢结构固定件垂直于钢梁



(h) 钢结构固定件平行于钢梁

图 F. 1. 1-2 部件测试装置示意图

1—抗震连接件；2—管夹；3—与管夹连接的抗震连接件；4—钢结构固定件；5—带齿 C 型钢。

F. 1. 2 不同斜撑角度范围使用的测试角度及水平方向极限变形量应符合表 F. 1. 2 的规定。试件安装扭矩宜为 $50\text{N}\cdot\text{m}$ 。

表 F. 1. 2 斜撑角度、测试角度及水平方向极限变形量

角度范围	$30^\circ\sim 44^\circ$	$45^\circ\sim 59^\circ$	$60^\circ\sim 89^\circ$
测试角度	30°	45°	60°
水平方向极限变形量	25mm	25mm	25mm

F. 1. 3 抗震连接部件循环加载试验中，试验初始加载力值应为 F_R ，循环加载次数应为 15 次，15 次后每次循环加载的力值幅值都是前次循环加载幅值的 $(15/14)^{1/2}$ 倍。测量过程中的加载频率应为 0.1Hz ，试验加载历程可见图 F. 1. 3。测试试件破坏或超过水平方向极限变形量时应结束试验。全程加载力应按式 (F. 1. 3-1) 和式 (F. 1. 3-2) 计算：

$$F=X, \quad (N\leq 15) \quad (\text{F.1.3-1})$$

$$F=X\times (15/14)^{(N-15)/2}, \quad (15<N) \quad (\text{F.1.3-2})$$

式中：

F ——加载力，单位为牛 (kN)；

X ——初始力，单位为牛 (kN)，当设计值小于等于 7.5 kN 时，初始力值为 2.25 kN ，当设计值大于 7.5 kN 时，初始力值为 4 kN ；

N ——循环加载次数。

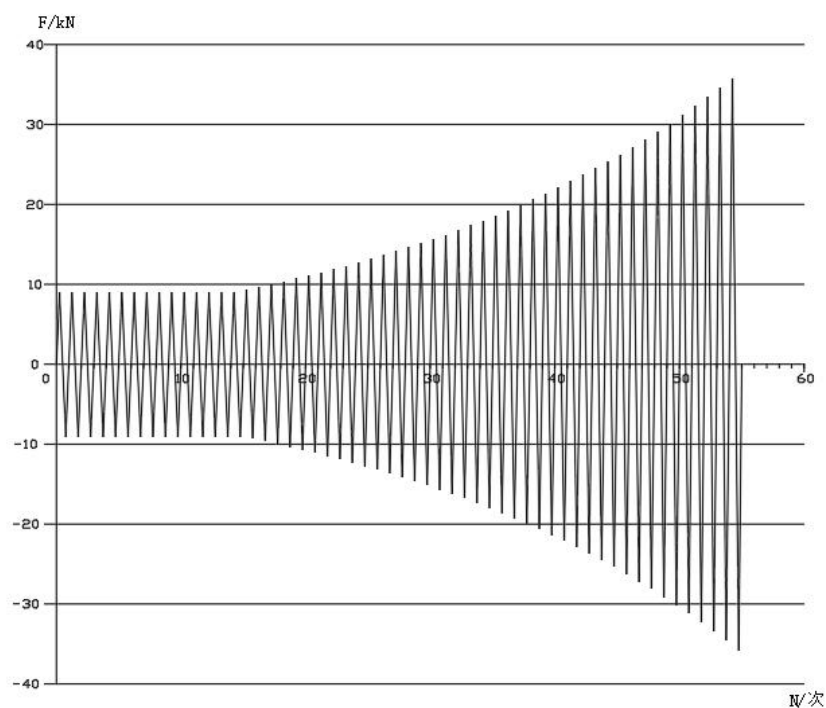


图 F.1.3 加载历程示意图

F.2 抗震复合支吊架部件试验方法

F.2.1 试件安装扭矩宜为 $50\text{N}\cdot\text{m}$ 。加载速率不应超过 $12.7\text{mm}/\text{min}$ 。应观察试验过程中的荷载和试件沿荷载方向的变形，试件在试验后应滑移、无断裂等损坏现象。记录荷载及位移曲线。

F.2.2 支吊架管束抗拉性能试验（可见图 F.2.2），试验过程中，加载至设计值时管束的变形量不得超过管道直径的 25%，加载至设计值 1.5 倍时，管束不得破坏。

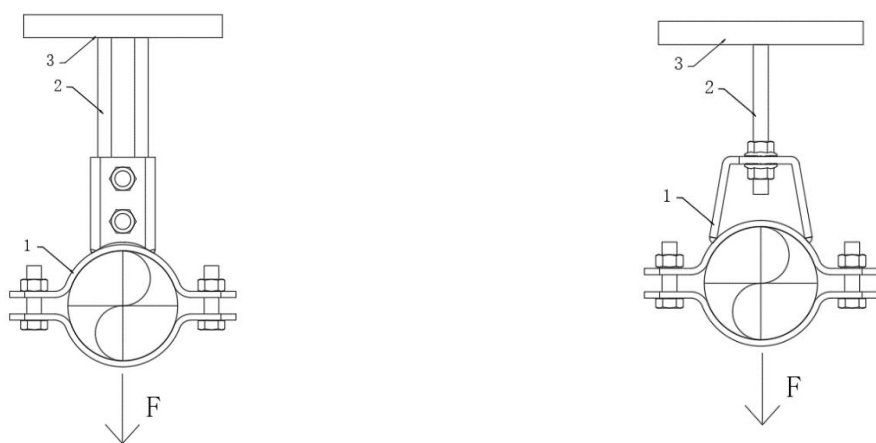


图 F.2.2 承重管束抗拉性能试验示意图

1—管束，2—吊杆，3—试验夹具，F—施加荷载

F.2.3 槽钢底座抗拉性能试验（可见图 F.2.3），试验过程中，加载至设计值 2 倍时最大变形量不得大于 5mm 。

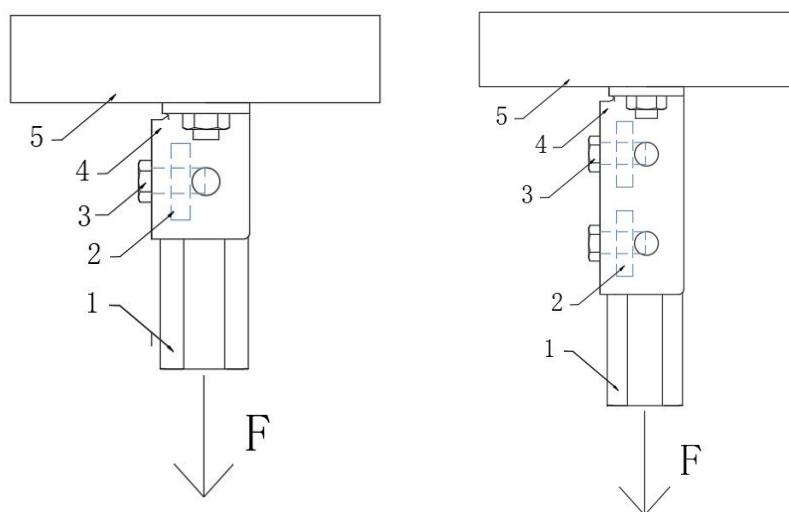
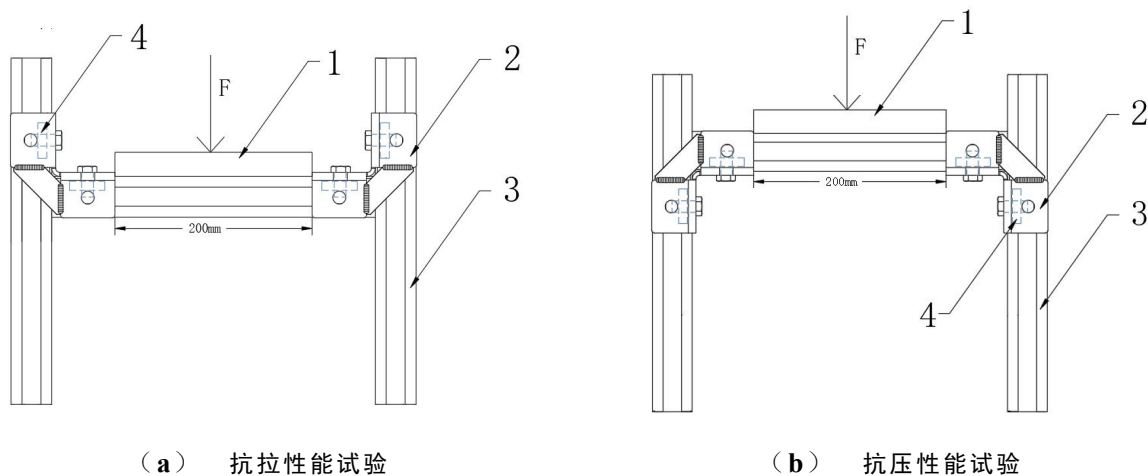


图 F.2.3 槽钢底座抗拉性能试验示意图

1—槽钢，2—槽钢螺母，3—螺栓，4—槽钢底座，5—试验夹具，F—施加荷载

F.2.4 槽钢角连接件性能试验（可见图 F.2.4），试验过程中，试件应采用一对角连接件。安装在横梁槽钢的上方角连接件应为抗拉性能试验；安装在横梁槽钢下方应为抗压性能试验。试验过程中，当加载至设计值时变形量不得大于 5mm；加载至设计值 2 倍时，试件不得破坏或失效。立杆槽钢自身变形不影响试验结果。



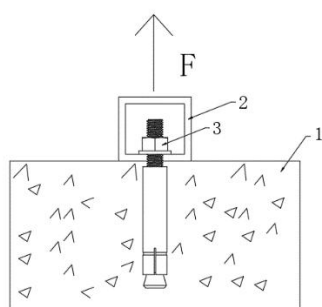
(a) 抗拉性能试验

(b) 抗压性能试验

图 F.2.4 角连接件性能试验示意图

1—试验夹具，2—角连接件，3—槽钢，4—槽钢螺母，F—施加荷载

F.2.5 锚栓性能试验（可见图 F.2.5），试验采用的混凝土牌号不应低于 C25，应以均匀速率在 2min~3min 时间内加荷至设定的检验荷载，并应在该荷载下持荷 2min。当试样在持荷期间锚固件无滑移、基材混凝土无裂纹或其他局部损坏迹象出现，且施荷装置的荷载示值在 2min 内无下降或下降幅度不超过 5%的检验荷载时，应评定锚栓的锚固质量合格。



锚栓抗拉性能试验

图 F. 2. 5 锚栓性能试验示意图

1—混凝土，2—试验夹具，3—锚栓，F—施加荷载

F. 2. 6 托臂性能试验（可见图 F. 2. 6），试验过程中不得出现焊点或槽口破坏，变形量不得大于 2mm。

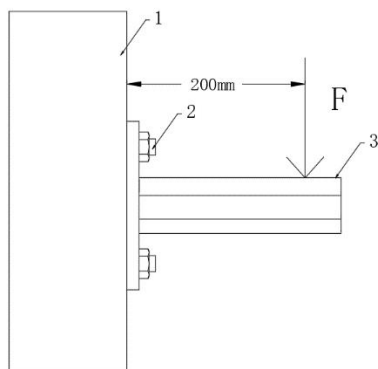


图 F. 2. 6 托臂性能试验示意图

1—试验夹具，2—螺栓，3—托臂，F—施加荷载

附录 G 材料进场验收记录表

G.0.1 材料进场验收记录应按表 G.0.1 的格式填写。

表 G.0.1 材料进场验收记录

工程/分项（分部）名称					
验收产品名称					
生产企业名称				联系人	
专业施工单位				项目负责人	
执行标准和编号					
质量验收标准的规定			施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录
验收项目	产品型号				
	产品外观、材质				
	产品合格证、检测报告				
	表面处理方式				
	测量工具校验合格证及有效期				
专业施工单位检查评定结果		材料员（签名）			仓管员（签名）
		质检员（签名）			
监理（建设）单位验收结论					
		监理工程师（签名） 建设单位专业负责人（签名）			年 月 日

附录 H 抗震支吊架安装检验批质量验收记录表

H.0.1 抗震支吊架安装检验批质量验收应按表H.0.1 的格式填写。

表 H.0.1 抗震支吊架安装检验批质量验收记录

工程/分项 (分部) 名称			验收部位												
施工单位			项目负责人				专业工长								
分包单位			项目负责人 (分包单位)				施工班组长								
施工执行标准名称及编号															
质量验收标准的规定			施工单位检查评定记录							监理(建设)单位 验收记录					
主 控 项 目	1 抗震支吊架质量 (合格证、检验报告、现场检验、抽样检验)														
	2 抗震支吊架性能 (设计参数及检测报告是否一致)														
	3 装配式综合支吊架 (检查荷载验算)														
	4 抗震锚栓承载力 (检查数量不少于5处)		允许偏差 大于设计值		实测值										
	5 抗震锚栓承载力 (检查数量不少于5处)		大于设计值												
	6 抗震支吊架安装间距 (检查数量不少于5处)		位置偏差 ±200mm												
7 斜撑的竖向安装 (检查数量不少于5处)		角度≥45°													
一 般 项 目	1 抗震支吊架的整体外观应平整无明显压扁或局部变形等缺陷。														
	2 抗震支吊架的构件外观应平整、洁净、无起泡泡和无分层。														
共实测XX点, 其中合格XX点、不合格XX点, 合格率XX%															
施工单位检查 评定结果		项目专业质量检查员: _____ 项目专业质量(技术)负责人: _____ XX年XX月XX日													
监理(建设)单位 验收结论		监理工程师(建设单位项目技术负责人): _____ XX年XX月XX日													

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《钢结构设计标准》GB 50017
- 2 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 3 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
- 4 《中国地震动参数区划图》GB 18306
- 5 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
- 6 《碳素结构钢》GB/T 700
- 7 《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804—2000
- 8 《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518
- 9 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
- 10 《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2
- 11 《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6
- 12 《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15
- 13 《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237
- 14 《螺杆》GB/T 15389
- 15 《管道支吊架 第3部分：中间连接件和建筑结构连接件》GB/T 17116.3
- 16 《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267
- 17 《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053
- 18 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
- 19 《混凝土用机械锚栓》JG/T 160
- 20 《连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带》YB/T 4761

深圳市工程建设地方标准

建筑抗震支吊架应用标准

SJG 233 – 2026

条文说明

目 次

2	术语和符号	48
2.1	术语	48
3	基本规定	49
4	设计	50
4.1	一般规定	50
4.2	抗震支吊架布置	50
4.3	抗震支吊架选型	52
4.4	荷载验算	52
4.5	材料要求	53
4.6	性能要求	53
5	施工	55
5.1	一般规定	55
5.2	抽样检测	55
5.3	安装	55
6	验收	56
6.1	一般规定	56
7	维护	57
附录 F	试验方法	58

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 本标准中的抗震复合支吊架为采用成品构件组装而成的支吊架，在成品支吊架基础上增加抗震支撑时，其具有承重及抗震双重功能。

2.1.2 当抗震支吊架设计不考虑其承重功能时，抗震支吊架仅承受水平地震作用，计算构件承载力可不考虑重力荷载影响。

2.1.3 本标准中的抗震斜撑是指与建筑结构连接，并能将设备受到的地震作用传递给建筑结构的倾斜安装的支撑组件，当承重支吊架采用成品部件且性能满足要求时，需增加抗震斜撑做抗震支吊架使用。

2.1.4 侧向抗震支吊架至少由一套抗震斜撑组成，当荷载不能满足要求时，需增加抗震斜撑。

2.1.5 当抗震支吊架为单根吊杆时，纵向至少由一套抗震斜撑组成，多根吊杆至少由两套抗震斜撑组成，当荷载不能满足要求时，需增加抗震斜撑。

2.1.6 在工程实际应用中，多数纵向抗震支吊架与侧向抗震支吊架处于同一位置，采用双向抗震支吊架时，可利用同一管道连接件安装不同方向的抗震支撑即可满足抗震要求也可节省工程造价。

2.1.7 与混凝土连接一般采用锚栓或预埋件连接，与钢结构一般采用钢结构固定件连接，抗震斜撑的锚固件、钢结构固定件需具有抗震性能。

2.1.10 柔性抗震支吊架一般由抗震连接件和柔性多芯钢缆构成，抗震连接件与钢缆连接时，需考虑钢缆受力折弯的应力影响，建议采用钢丝绳鸡心环辅助连接。

2.1.11 成品支吊架是以重量荷载为主的支吊架，由成品部件构成。等效于《装配式支吊架通用技术要求》GB/T38053 标准，主材槽钢为薄壁冷弯 C 型钢。

3 基本规定

3.0.1 建筑与市政工程附属机电设备的基座或支架，以及相关连接件和锚固件需足够的刚度和强度，可以将设备承受的地震作用全部传递到主体结构上。抗震支吊架的设置需避免安装在超出结构承受荷载的楼板等上。

3.0.2 在有条件的情况下可优先采用预埋件以满足锚固要求，以承受附属机电设备传给主体结构的地震作用。当必需采用后锚固时，锚栓设计和计算需符合下现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

3.0.3 在《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981 中要求，对于质量不大于 1.8kN 的悬吊设备可不进行抗震设计，因此，对于设备质量超过 1.8kN 时则需要进行抗震设计，在工程设计中涉及本标准条文规定抗震设计之外的设备及管道，则需按规范执行。

3.0.5 抗震复合支吊架是具有承重功能的抗震支吊架，在设计中应首先根据本标准要求进行设计，确定支吊架位置。当机电管线采用成品支吊架时，需在复合抗震支吊架区间增加成品支吊架以满足重力荷载需要。综合成品支吊架一般在工程完成 BIM 管综设计后，由专业公司再进行支吊架的二次深化设计。

3.0.6 当多专业采用综合成品支吊架时，可在综合审批支吊架基础上增加抗震斜撑，实现抗震与承重双重功能的抗震复合支吊架。当此类形式的抗震复合支吊架管线荷载较大时，需首先考虑抗震构件的承载力，在增加抗震斜撑数量后仍不能满足抗震荷载需求，需进一步减小间距。同时还需满足综合管线中单专业管线抗震支吊架最大间距的限制要求。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.2 未做抗震设计的支管应在与主管连接的三通或四通处主管上设置侧向抗震支吊架，抗震支吊架的承载力需能承受所有支管的纵向地震作用及主管的侧向地震作用。

4.1.3 保温管道会产生较大的热胀冷缩位移，且应力较大，当管道设置有固定支架时，当前管道可只设置侧向抗震支吊架。

4.1.5 抗震支吊架对于吊杆及斜撑杆件长细比给出了规定。设计选型时，如杆件不能满足长细比要求则需采取加固措施，且加固后长细比不能超过规定。

4.1.6 当管道有隔振、减振要求时，抗震支吊架刚性斜撑满足隔振要求，而柔性钢索具有一定的隔振缓冲效果，如有更高要求时则需采用具有阻尼效应的抗震斜撑。

4.1.7 抗震支吊架设计中除了标注管道尺寸外，地震作用是作为选择产品型号的重要依据，因此除了标准该节点的当前设备型号，还需注明地震作用或选定的产品荷载。

4.2 抗震支吊架布置

4.2.5 抗震支吊架一般为吊装形式，固定于结构板、梁上，当管道沿结构墙、柱或梁采用托架固定时，托架可作为一个侧向抗震支吊架，该管道可仅设置纵向抗震支吊架。

4.2.7 穿过隔震层的建筑机电工程管道，需采用柔性连接或其他方式，以适应隔震层在地震作用下的水平位移，并需在隔震层两侧设置抗震支架。管道穿越隔震缝需在两端设置满足结构位移空间的柔性接头或柔性连接的门型构造措施可见图 1、图 2 及图 3。

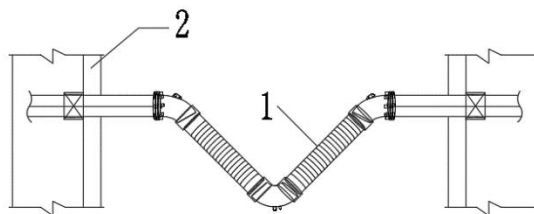


图 1 不同结构体连接示意图

1—柔性管道接头，2—结构体

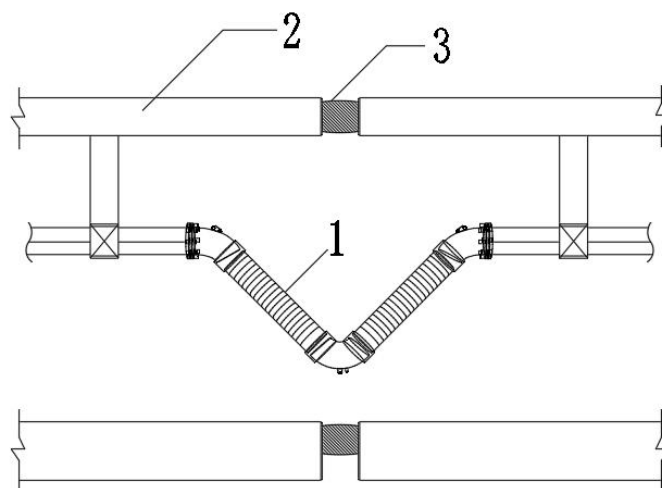


图 2 层间位移示意图

1—柔性管道接头，2—结构体，3—阻尼器

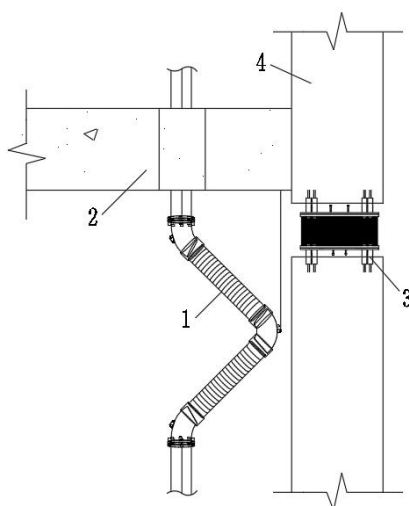


图 3 隔震层位移示意图

管道穿越不同结构层间抗震连接示意图

1—柔性管道接头，2—结构体，3—隔震座

4.3 抗震支吊架选型

4.3.2 抗震支吊架的型号分类需按不同设备类型、荷载方向、抗震斜撑配置、产品性能以及设备型号来进行标注，以下列举了部分常规抗震支吊架型号的标注方式供设计参考。



- 1 单管侧向抗震支吊架标记方式为：S T1-R4.0 DN150
- 2 单管双向抗震支吊架标记方式为：S T1L1- R7.0 DN150
- 3 多管侧向抗震支吊架标记方式为：G T1-R9.0 DN150×n（管道数量）
- 4 多管双向抗震支吊架标记方式为：G T 1L2-R7.5 DN150×n（管道数量）
- 5 电气桥架侧向抗震支吊架标记方式为：D T1-R7.5 300×100
- 6 电气桥架双向抗震支吊架标记方式为：D T1L2-R7.5 300×100
- 7 风管侧向抗震支吊架标记方式为：F T1-R7.5 1250×400
- 8 风管双向抗震支吊架标记方式为：D T1L2-R7.5 1250×400
- 9 多层共架侧向抗震支吊架标记方式为：Z T1-R7.5 2 榀
- 10 多层共架双向抗震支吊架标记方式为：Z T2L4-R7.5 2 榀

4.3.3 多根管道共用一个横担时，考虑到纵向荷载较大，为减小管束及横担的荷载，宜将纵向抗震支撑直接作用于管道。

4.3.4 当管道系统没有隔振或绝缘要求时，抗震支吊架管道连接件不宜增加隔振或绝缘胶垫。当抗震支吊架上固定小于抗震设防管线时，抗震支吊架需计入其地震作用。

4.3.7 为防止安装过程中错用性能不同的抗震连接件，双向抗震支吊架的抗震连接件需采用相同的型号。

4.3.8 本标准提供常规设备型号基于 $\alpha_{EK}=0.5$ 时地震作用值，设计时需要时可按附录 C 提供常规的规型号的抗震支吊架选型，如超出附录的其他型号抗震支吊架，需另行验算产品性能。

4.3.9 抗震复合支吊架荷载计算中，需留有部分余量，便于临时增加管线的安装需求。当考虑施工可能增加额外荷载时，集中荷载建议不小于 1.0kN。当管道运行产生振动时，计算荷载需乘以 1.2 动荷载系数。

4.3.11 通过软件设计选型的抗震复合支吊架，需选择复杂形式的节点增加人工计算过程，复核计算机软件的计算结果。

4.3.12 抗震复合支吊架选型时，如不在本附录规定型号和尺寸范围内，设计单位需逐个计算各连接点的强度和杆件的变形特征等。

4.4 荷载验算

4.4.5 深圳地区建筑与市政抗震设防要求为 7 度，可按标准表 4.4.5 直接去水平地震力综合系数，无需在另行计算，但对于超高层建筑的避难层及主体结构有特别要求的情况下，可

以按 8 度设防要求的系数选用。

4.4.7 当采用楼面反应谱法时，建筑机电工程设施或构件的楼面反应谱值，取决于设防烈度、场地条件、建筑机电工程设施或构件与结构体系之间的周期比、质量比和阻尼，以及建筑机电工程设施或构件在结构的支承位置、数量和连接性质。

4.5 材料要求

4.5.1 当采用不锈钢材质时，槽钢的外形尺寸建议按本标准附录 D 执行。但考虑到材质的硬度不易产生卷边齿牙，对于不锈钢材质建议采用配件与槽钢背孔或侧孔连接。槽钢建议采用圆孔设计，螺栓不宜小于 M10，孔间距不宜小于 25mm。C 型槽钢根据本标准附录 D 选用时，双拼槽钢在采用连续热镀锌或锌铝镁镀层时，宜采用紧固件连接或铆接方式，不宜采用焊接方式拼接槽钢，防止破坏镀层的整体性。

4.5.2 连接件采用连续热镀锌铝镁合金镀层或不锈钢材质时，不锈钢及连续热镀锌铝镁合金镀层具有比热浸锌更好的防腐性能，且材料切口具有优秀的自我修复能力，建议在保证力学性能的前提下，可减小材料厚度，节省钢材用量。锌铝镁合金镀层材料厚度建议不小于 3mm，镀铬镀层材料厚度不小于 4mm，电镀锌材料厚度不小于 5.0mm。

4.5.3 根据国家标准《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 新的规定，抗震连接件根据连接形式，分为锥坑咬合式及齿牙咬合式两种类型。此两种连接形式均为机械咬合，锥坑咬合式为《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 推荐的构件形式。

1 当采用锥坑咬合式抗震连接件时。锥坑咬合式抗震连接件应采用扭剪型螺栓，与无背孔的 C 型槽钢连接安装时螺栓头应扭断；

2 当采用齿牙咬合式抗震连接件时。齿牙咬合式抗震连接件应采用槽钢螺母与槽钢齿牙咬合连接，槽钢与槽钢螺母的齿牙模数应完全一致。

4.5.5 抗震支吊架受水平剪力，要求全牙螺杆需有一定的韧性，避免刚度过高易折断，因此螺杆的强度不宜超过 5.8 级。

4.6 性能要求

4.6.1 本标准对于抗震支吊架的抗震连接件及管道连接件要求高于现行《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T37267 标准，结合工程需求，规定了各类构件的性能参数。

2 组成支吊架的各部件应为成品部件，除了 C 型钢可根据现场尺寸切割外，所有部件均不建议在现场二次加工。

3 抗震支吊架当与承重支吊架综合设计时，抗震支吊架需具有承重功能，构件承载力需满足组合效应。

4 不同专业管线处于同一抗震支吊架内计算时，为避免设防要求低的管道损坏时影响其他管线，因此，需按其中要求最高的专业进行抗震设计。

5 抗震支吊架的抗震斜撑承载力根据角度变化很大，通常情况下设计角度宜为 45°，当安装条件不满足时可根据实际条件调整，但产品承载力需重新验算，满足地震作用要求。

6 在设计应用中，多数纵向抗震支撑会与侧向抗震支撑处于同一个点位，因此，为便于安装及减少造价，可将侧向抗震支撑与纵向抗震支撑共用一个重力吊杆。

7 在建筑结构安全的前提下，地震可能引发建筑的次生灾害，而避难层是人员避险的第一应急场所。因此，避难层机电设施的抗震设防等级建议提高一度。次生灾害预警系统可实时监测避难层的各项安全指标，预防次生灾害可能造成的人员伤亡。

4.6.2、4.6.3 为提高产品质量与国际标准接轨，抗震连接件及管道连接件在本标准中规定采用循环加载试验方法进行试验，本标准要求高于《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T37267-2018 标准，所以按低标准获得的产品性能不适用于深圳地区的建设工程。

4.6.4 槽钢底座作为承担支吊架与结构的重要连接件，在条件许可的情况下，产品性能实验可基于低强度混凝土的锚固安装条件下进行。

4.6.5 与《装配式支吊架通用技术要求》GB/T38053-2019 不同，本标准中直角连接件的性能采用组件抗压试验，采用一对连接件进行试验，更符合实际受力情况。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 抗震支吊架的安装需具相应的施工资质，以保障施工质量与安全。其次，由于不同的生产企业产品存在差异，产品生产企业需向施工人员进行技术培训，掌握支吊架安装的工艺工法。

5.1.8 生产企业除了按现行国家标准《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 规定取得型式检验报告，产品性能还需符合本标准规定。

5.1.9 生产企业除了按现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 规定取得型式检验报告，产品性能还需符合本标准规定。

5.2 抽 样 检 测

5.2.2 建设单位或监理单位可根据工程实际需要抽样送检。为降低检测费用，对于结构单一的产品例如抗震支吊架管道连接件、承重管夹、托臂产品等可由生产厂家提供相应的第三方力学性能检测报告。生产抗震支吊架的原材料一般采用 Q235B 的钢板或钢带，原材料符合 GB/T700 规定，Q235B 属于常规材料牌号，可不进行材料的力学性能的检测。由于金属板材通过机械加工或热处理工艺后，会导致材料力学性能的变化，当有需求时，建议要求生产企业提供原材料生产商的质量证明文件。

如工程中所使用的产品数量较少且生产厂家能够提供第三方检测机构出具的合格检测报告时，此类产品可不予抽样检测。

5.3 安 装

5.3.8 锚栓安装最小边距、最小间距需根据厂家技术文件确定，当无相关文件要求时，最小边距不小于锚栓的有效锚固深度，锚栓间距建议不小于 6 倍锚栓外径，锚栓的锚固深度建议不小于 60mm。

5.3.10 螺栓、螺母建议按设计扭矩锁紧，若无设计扭矩要求时，螺栓、螺母的最小锁紧扭矩需符合表 1 的规定。

表 1 螺栓、螺母最小锁紧扭矩表

螺栓、螺母规格	安装扭矩 N·m
M10	30
M12	50
M16	100

6 验 收

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本条规定建筑与市政工程的抗震支吊架的竣工验收一般由建设单位负责，组织施工、监理单位项目负责人和设计单位专业负责人，以及施工单位的技术、质量部门人员、监理工程师共同参加验收，合格后办理验收手续。

6.1.2 按照《建设工程质量管理条例》，结合国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的要求，针对施工企业对项目质量的管理，施工单位需有符合技术标准和工程质量检测仪器、设备，实现过程控制。

7 维 护

7.0.1 机电系统抗震措施伴随机电系统全寿命周期运行，对于设计参数、产品参数、安装验收、质量追溯、备品配件等信息需建立一个全周期的信息库，以保障机电抗震系统全寿命周期内的稳定运行。

7.0.2 建筑机电抗震系统是工程整体不可分割的重要组成部分，使用单位需将建筑机电抗震系统的运行、维修作为重要内容列入整个工程系统的运行和维护大纲中，每两年进行维护检查。

7.0.3 建筑机电设备、管线的承重支吊架和抗震支吊架的日常管理单位需制定年度巡检和维护计划。遇突发事件时，需进行全面检查、维护和维修。

7.0.4 观测支吊架系统材料外表防腐涂层是否均匀、是否存在气泡、脱皮、裂纹、生锈等情况，若发现局部有气泡、脱皮、裂纹、生锈等情况，需采取涂层修复措施。若发现外表涂层有严重缺陷时，需更换相关材料。沿海地区的建筑建议每年对支吊架各部件的耐腐蚀情况进行一次检查。

7.0.5 抗震支吊架的维护中如需要更换部件时，需优先选择原厂产品型号，也可根据原产品二维码的信息采用其他替代产品，以便于维护的便捷和安全。

附录 F 试验方法

F.1 抗震连接件部件试验方法

F.1.2 测试角度 θ 宜为 45° ，当工程应用中斜撑角度不在 $45^\circ\sim 59^\circ$ 范围时，需按实际安装角度进行循环加载测试，以确定部件在该角度范围内的承载力设计值。

F.2 抗震复合支吊架部件试验方法

F.2.1 试件安装扭矩在没有规定值时，需按 $50\text{N}\cdot\text{m}$ 安装，本标准规定的试件安装要求基于通用产品型号，当有特殊需求时，可根据供需双方确定的试件安装样式进行试验。

F.2.2 支吊架管束抗拉性能试验过程中，管束内需安装合适尺寸的钢管或其他刚性内衬。

F.2.4 槽钢角连接件性能试验中，试件采用的是一对角连接件。因此实验结果反馈的是一对连接件性能，当计算单个连接件性能时，应除以连接件数量。