



CECS XXX : 2020

中国工程建设协会标准

医院建筑机电工程抗震技术规程

Seismic technical specification for mechanical and electrical engineering
in hospital

(征求意见稿)

中国建筑技术集团有限公司

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕14 号）文件的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分 8 章，主要内容包括：总则，术语和符号，基本规定，抗震支吊架，建筑机电工程抗震设计，施工，验收，维护。

本规程由中国工程建设标准化协会提出，由中国工程建设标准化协会管理归口。

本规程负责起草单位：

本规程参加起草单位：

本规程主要起草人：

本规程主要审查人：

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
3.1 一般规定.....	4
3.2 地震影响和地震作用计算.....	5
3.3 建筑机电工程设施和支吊架抗震要求.....	6
4 抗震支吊架.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 产品通用技术条件.....	7
5 建筑机电工程抗震设计.....	8
5.1 一般规定.....	8
5.2 给排水.....	10
5.3 暖通空调.....	11
5.4 电气.....	12
5.5 燃气.....	14
6 施工.....	16
6.1 一般规定.....	16
6.2 施工准备.....	16
6.3 施工.....	17
7 验收.....	19
7.1 一般规定.....	19
7.2 主控项目.....	19
7.3 一般项目.....	20
7.4 验收.....	20
8 维护.....	22
8.1 一般规定.....	22
8.2 维护.....	22
本规程用词说明.....	23
引用标准名录.....	24
附：条文说明.....	26

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	3
3 Basic Requirements	4
3.1 General Requirements	4
3.2 Earthquake Motion Influence and Calculation for Earthquake Action	5
3.3 Seismic Requirements of Electrical and Mechanical Facilities and Brackets in Buildings	6
4 Seismic Brackets and Hangers	7
4.1 General Requirements	7
4.2 General Specification of the Product	7
5 Seismic Design of Building Mechanical and Electrical Engineering	8
5.1 General Requirements	8
5.2 Water Supply and Drainage	10
5.3 HVAC	11
5.4 Building Electricity	12
5.5 Gas	14
6 Construction	16
6.1 General Requirements	16
6.2 Construction Preparation	16
6.3 Construction	17
7 Acceptance	19
7.1 General Requirements	19
7.2 Dominant Items	19
7.3 General Items	20
7.4 Acceptance	20
8 Maintenance	22
8.1 General Requirements	22
8.2 Maintenance	22
Explanations of Wording in This Specification	23
List of Quoted Standards	24
Addition: Explanations of Provisions	26

1 总则

1.0.1 为在医院建筑机电工程中，做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 6 至 9 度医院建筑机电工程的抗震设计、施工、验收及维护。

1.0.3 按本规程进行的医院建筑机电工程设施抗震设计应达到下列要求：

1 当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，机电工程设施一般不受损坏或不需修理可继续运行；

2 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时，为医疗配套服务的机电工程设施一般不受损坏或不需修理可继续运行，其它机电工程设施可能损坏经一般修理或不需修理仍可继续运行；

3 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，为医疗配套服务的机电工程设施性能允许下降，但不得失效，且经修复后可完全恢复。其它机电工程设施不至于严重损坏，造成人员伤亡和危及主体结构次生灾害。

1.0.4 医院建筑机电工程抗震设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 医院建筑机电工程设施 hospital building mechanical and electrical equipment engineering facilities

为医院建筑使用功能服务的附属机械、电器构件、部件和系统。主要包括医用气体、给排水系统、医疗废水排水系统、电梯、照明系统和应急电源、通信设备、管道系统、供暖和空气调节系统、火灾报警系统和消防系统、共用天线等。

2.1.2 医院建筑机电工程抗震设施 seismic facilities for engineering of mechanical and electrical in hospital

抗震支吊架、管线抗震柔性连接、设备抗震防滑件及其它医院建筑机电工程抗震装置的总称。

2.1.3 抗震支承 seismic support

由锚固体、加固吊杆、斜撑和抗震连接构件组成的构件。

2.1.4 抗震支吊架 seismic bracing

与建筑结构体牢固连接，承受地震作用或同时承受地震作用和重力荷载的支撑设施。

2.1.5 侧向抗震支吊架 lateral seismic bracing

斜撑与管道横截面平行的抗震支吊架。

2.1.6 纵向抗震支吊架 longitudinal seismic bracing

斜撑与管道横截面垂直的抗震支吊架。

2.1.7 单管（杆）抗震支吊架 single tube seismic bracing

由一根承重吊架和抗震斜撑组成的抗震支吊架。

2.1.8 门型抗震支吊架 door-shaped seismic bracing

由两根及两根以上承重吊架和横梁、抗震斜撑组成的抗震支吊架。

2.1.9 抗震连接构件 structure connecting component

用于连接抗震斜撑的单独或组合的构件。

2.1.10 抗震斜撑 seismic diagonal bracing

通过斜撑将地震水平作用力传递给建筑结构的构件。

2.1.11 重要机房 important equipment room

地震发生时,造成重大的人员伤亡、财产损失或严重影响机电系统功能的机房。

2.1.12 医用气体 medical gas

由医用管道系统集中供应，用于病人治疗、诊断、预防，或驱动外科手术工具的单一或混合成分气体。在应用中也包括医用真空。

2.1.13 净化空调系统 air cleaning and conditioning system

采用以过滤除菌、除尘为主要措施，将受控区域内悬浮尘埃与微生物浓度控制到所要求水平的空气调节系统。

2.1.14 洁净区 clean zone

凡有IV级及以上洁净度要求的区域均为洁净区。

2.1.15 楼面反应谱 response spectrum of floor

由结构中特定高程的楼面上的单质点对规定的地震地面运动的反应得到的反应谱。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

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；

G ——非结构构件的重力；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；

S ——机电工程设施或构件内力组合的设计值。

2.2.2 抗力和材料性能

R ——构件承载力设计值；

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值；

β_S ——医院建筑机电工程设施或构件的楼面反应谱值。

2.2.3 几何参数

h ——计算楼层层高；

l ——水平管线侧向及纵向抗震支吊架间距；

l_0 ——抗震支吊架的最大间距；

L ——距下一纵向抗震支吊架间距；

L_1 ——纵向抗震支吊架间距；

L_2 ——侧向抗震支吊架间距；

2.2.4 计算系数

γ ——非结构构件功能系数；

η ——非结构构件类别系数；

ζ_1 ——状态系数；

ζ_2 ——位置系数；

α_{max} ——地震影响系数最大值；

γ_G ——重力荷载分项系数；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数；

α_{Ek} ——水平地震力综合系数；

k ——抗震斜撑角度调整系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 抗震设防烈度为 6 度及以上地区的医院建筑机电工程必须进行抗震设计。

1 划分为特殊设防类的医院建筑，其机电工程应按高于本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；但抗震设防烈度为 9 度时应按比 9 度更高的要求采取其抗震措施。同时应按批准的地震安全性评价的结果且高于本地区抗震设防烈度的要求确定其地震作用。

2 划分为重点设防类的医院建筑，其机电工程应按高于本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；但抗震设防烈度为 9 度时应按比 9 度更高的要求采取其抗震措施。同时应按本地区抗震设防烈度的要求确定其地震作用。

注：本规范以下条文中，一般略去“抗震设防烈度”表叙字样，对“抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度、9 度”简称为“6 度、7 度、8 度、9 度”。

3.1.2 对位于抗震设防烈度为 6 度地区且除甲类建筑以外的医院建筑机电工程，可不进行地震作用计算。

3.1.3 医院建筑机电工程设施的支承系统的抗震要求应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

3.1.4 医院建筑机电工程重要机房不应设置在结构抗震性能薄弱的部位；对于有隔振装置的设备，当承受地震作用时连接件不应破坏，并应防止设备和建筑结构发生谐振现象。

3.1.5 医院建筑机电工程设施的支吊架应具有足够的刚度和承载力，支吊架与建筑结构应有可靠的连接和锚固。

3.1.6 当医院建筑机电工程管道需穿越结构构件时，管道和设备与建筑结构的连接，应能允许二者间有一定的相对变位。

3.1.7 医院建筑机电工程设施的支承系统应能将设备承受的地震作用全部传递到建筑结构或设备基础上。

3.1.8 医院建筑机电工程设施抗震设计应以建筑设计为基准，医院建筑机电工程设施自身及其与结构主体的连接均应进行抗震设计。下列情况可不进行设防。

- 1 重量低于 1.8kN 设备；
- 2 内径小于 65mm 的压力水管道。
- 3 矩形截面面积小于 0.38 m² 和圆形截面直径小于 0.70m 的风管；
- 4 内径小于 25mm 的燃气管道和医用气体管道；
- 5 内径小于 60mm 的明配电气配管和重量小于 150N/m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽。
- 6 吊杆计算长度不大于 300mm 的吊杆悬挂管道。

3.1.9 穿过建筑结构隔震层的医院建筑机电工程管道应采用柔性连接或其他方式，并应在隔震层两侧设置抗震支吊架。

3.1.10 医院建筑机电设备的基座及连接件应符合下列规定：

- 1 基座在地震时不应发生移动，隔振的大型设备应设置限位装置。
- 2 构架式基座的自振周期宜小于 0.1s。

3.2 地震影响和地震作用计算

3.2.1 医院建筑抗震要求不同的机电设备连接在一起时，应按较高要求进行抗震设计。机电设备连接损坏时，不应引起与之相连的有较高要求的机电设备失效。

3.2.2 医院建筑机电工程的地震作用计算方法，应符合下列规定：

1 各构件和部件的地震力作用应施加于其重心，水平地震力作用应沿其两个主轴方向；

2 医院建筑机电工程自身重力产生的地震作用可采用等效侧力法计算；对支承于不同楼层或抗震缝两侧的医院建筑机电工程，除自身重力产生的地震作用外，尚应同时计算地震时支承点之间相对位移产生的作用效应；

3 医院建筑机电设备(含支架)的体系自振周期大于 0.1s,且其重力大于所在楼层重力的 1%，或机电设备的重力大于所在楼层重力的 10%时，宜进入整体结构模型进行抗震计算,也可采用楼面反应谱方法计算。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。

3.2.3 当采用等效侧力法时，水平地震作用标准值按公式 3.2.3.1、3.2.3.2 计算：

$$F = \gamma \eta \zeta_1 \zeta_2 \alpha_{max} G \quad (3.2.3.1)$$

$$\alpha_{Ek} = \gamma \eta \zeta_1 \zeta_2 \alpha_{max}$$

(3.2.3.2)

式中： F ——沿最不利方向施加于医院建筑机电工程设施重心处的水平地震作用标准值；

γ ——非结构构件功能系数，按现行标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的规定执行；

η ——非结构构件类别系数，按现行标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的规定执行；

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，应按其计算结果调整；

α_{max} ——地震影响系数最大值；可按本规程第 3.1.2 条中多遇地震的规定采用；

G ——非结构构件的重力，应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；

α_{Ek} ——水平地震力综合系数，小于 0.5 时按 0.5 取值。

3.2.4 施加于医院建筑机电设施或构件的竖向地震作用标准值，可按下式计算：

$$F_V = \gamma \eta \zeta_1 \zeta_2 \alpha_{Vmax} G$$

(3.2.4)

式中： F_V ——施加于医院建筑机电设施或构件的竖向地震作用标准值；

α_{Vmax} ——竖向地震影响系数最大值，按现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 关于多遇地震的规定采用。

3.2.5 医院建筑机电工程设施或构件因支承点相对水平位移产生的内力，可按下式计算：

$$F_d = K \cdot \Delta u$$

(3.2.5-1)

式中： F_d ——医院建筑机电工程设施或构件因支承点相对水平位移产生的内力；

K ——医院建筑机电工程设施或构件在位移方向的刚度，应根据其端部的实际连接状态，分别采用刚性连接、铰接、弹性连接或滑动连接等简化的力学模型；

分段抗震缝两侧的相对水平位移，宜根据使用要求确定；相邻楼层的相对弹性水平位移 Δu ，应按公式 3.2.5-2 计算：

$$\Delta u = [\theta_e]h \quad (3.2.5-2)$$

式中： Δu ——弹性水平位移；

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值，宜按表 3.2.5 采用；

h ——计算楼层层高(m)。

表 3.2.5 弹性层间位移角限值

结构类型	$[\theta_e]$
钢筋混凝土框架	1/550
钢筋混凝土框架-抗震墙、板柱-抗震墙、框架-核心筒	1/800
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒	1/1000
钢筋混凝土框支层	1/1000
多、高层钢结构	1/250

3.2.6 当采用楼面反应谱法时，医院建筑机电工程设施或构件的水平地震作用标准值宜按公式 3.2.6 计算：

$$F = \gamma \eta \beta_s G$$

(3.2.6)

式中： β_s ——医院建筑机电工程设施或构件的楼面反应谱值。

3.3 建筑机电工程设施和支吊架抗震要求

3.3.1 医院建筑机电工程设施的地震作用效应(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，应按公式 3.3.1 计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \quad (3.3.1)$$

式中： S ——医院建筑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，一般情况取 1.3；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，应表 3.3.1 采用；

γ_{Ev} ——竖向地震作用分项系数，应表 3.3.1 采用；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；

S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应。

表 3.3.1 地震作用分项系数

地震作用	γ_{Eh}	γ_{Ev}
仅计算水平地震作用	1.4	0
仅计算竖向地震作用	0	1.4
水平地震为主，同时计算水平与竖向地震作用	1.4	0.5
竖向地震为主，同时计算水平与竖向地震作用	0.5	1.4

3.3.2 医院建筑机电工程设施构件抗震验算时，摩擦力不得作为抵抗地震作用的抗力；并应满足下式要求：

$$S \leq R \quad (3.3.2)$$

式中： R ——构件承载力设计值。

3.3.3 在设防烈度地震作用下需要连续工作的医院建筑机电工程设施，其支吊架应能保证设施正常工作，重量较大的设备宜设置在结构地震反应较小的部位；相关部位的结构构件应采取相应的加强措施。

3.3.4 需要设防的医院建筑机电工程设施所承受的不同方向的地震作用应由不同方向的抗震支承来承担，水平方向的地震作用应由两个不同方向的抗震支承来承担。

4 抗震支吊架

4.1 一般规定

- 4.1.1** 抗震支吊架的材料、性能应符合《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267、《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》CJ/T 476 的有关规定。
- 4.1.2** 锚栓性能应符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的有关规定，锚栓的选用及相关试验检测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。
- 4.1.3** 保温管道的抗震支吊架限位应按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** 抗震支吊架应根据其承受的荷载进行抗震验算。
- 4.1.5** 抗震支吊架宜兼顾承受地震作用和重力作用，宜采用装配式综合支吊架。
- 4.1.6** 管线的重力支吊架的吊杆宜为柔性，如重力支吊架的吊杆为刚性时，还应进行抗震验算。
- 4.1.7** 单管（杆）抗震支吊架由竖向吊杆和斜杆组成，当斜杆设计为拉压杆时，需要考虑稳定性，设计成单拉杆时，需双向对称设置。
- 4.1.8** 门式抗震支吊架应根据横担情况设置抗震斜撑，抗震斜撑不宜直接作用于管道上，管束应直接固定于横担上。
- 4.1.9** 抗震支吊架连接构件的承载力设计值等于其承载力标准值除以 1.5，承载力标准值的评估方法和试验方法应符合《装配式支吊架认证通用技术要求》T/CECS 10141 附录 C 的要求。
- 4.1.10** 抗震支吊架与钢筋混凝土结构应采用预埋件、锚固件连接，与钢结构应采用螺栓或焊接连接。

4.2 产品通用技术条件

- 4.2.1** 抗震支吊架主材应平顺、无锈蚀、无斑点、无机械性损伤。
- 4.2.2** 全螺纹丝杆的性能应符合 GB/T 15389 的规定。
- 4.2.3** 槽钢技术要求应符合 GB/T 6725 的规定。
- 4.2.4** 热轧型钢组成的装配式抗震支吊架采用焊接时，焊接坡口尺寸应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定执行。
- 4.2.5** 抗震支吊架锚板孔径和孔间距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。
- 4.2.6** 碳钢抗震支吊架构件应进行表面防腐处理。抗震支吊架构件应按《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125 的规定进行中性盐雾试验或铜加速乙酸盐雾试验。当采用中性盐雾试验时，抗震支吊架构件耐盐雾性能应满足 480h 的要求，槽钢和锚栓耐盐雾性能宜满足 1200h 的要求。当采用铜加速乙酸盐雾试验时，抗震支吊架构件耐盐雾性能应满足 60h 的要求，槽钢和锚栓耐盐雾性能宜满足 150h 的要求。
- 4.2.7** 抗震支吊架与管道或设备之间接触部分存在不同材质电位差腐蚀时，接触部分应采用绝缘衬垫。要求隔振的位置应采用隔振降噪衬垫。

5 建筑机电工程抗震设计

5.1 一般规定

5.1.1 需要设防的室内给水、热水、消防、纯水以及医疗污水管径大于或等于 DN65 的水平管道应设置抗震支承。

5.1.2 锅炉房、制冷机房、热交换站内的管道应有可靠的侧向和纵向抗震支撑，多根管道共用支吊架或管径大于等于 300mm 的单根管道支吊架宜采用门型抗震支吊架；

5.1.3 为医疗配套服务的空调系统的冷冻水管和冷却水管管径大于或等于 DN65 的水平管道应设置抗震支承。

5.1.4 为医疗配套服务的空调通风风道、防排烟风道、事故通风风道及相关设备应采用抗震支吊架。

5.1.5 重要电力设施可按设防烈度提高 1 度进行抗震设计，但抗震设防烈度为 9 度时应按比 9 度更高的要求采取其抗震措施。

5.1.6 对于内径大于等于 60mm 的电气配管及重力大于等于 150N/m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽均应进行抗震设防。

5.1.7 对于内径不小于 25mm 的燃气和医用气体管道应进行抗震设防。

5.1.8 管道抗震支吊架不应限制管线热胀冷缩产生的位移。热水管线采用方型补偿器和弯头等自然补偿措施时，应同时考虑管线热胀冷缩内力和地震作用影响，抗震支吊架的设置最大间距应符合本规范第 5.1.13 条的规定，设置位置根据热胀冷缩内力和地震作用分布情况确定。

5.1.9 供冷供热管线的固定支架、导向支架、滑动支架应进行抗震验算，如能承担该处地震作用，可兼做相应方向抗震支吊架使用。

5.1.10 医院建筑机电设备的基座及连接件应与地面或结构构件牢固固定。对于 8 度及 8 度以上的抗震设防，锚栓或螺栓应固定在建筑结构或设备基础上。对于无法用锚栓或螺栓与地面或结构构件连接的医院建筑机电工程设施，应采用限位和防倾倒措施，并进行抗倾倒验算。

5.1.11 水平地震力应按额定负荷时的重力荷载计算。

5.1.12 干管的侧向抗震支撑应计入未设抗震支撑支管道的纵向水平地震力。

5.1.13 水平管线侧向及纵向抗震支吊架间距应通过设计计算确定，并应满足：

$$l \leq l_0 \quad (5.1.13)$$

式中： l ——水平管线侧向及纵向抗震支吊架间距(m)；

l_0 ——抗震支吊架的最大间距(m)，可按表 5.1.13 的规定确定。

表 5.1.13 抗震支吊架的最大间距

管道类别	抗震支吊架最大间距 (m)	
	侧向	纵向

给水、热水、暖通及消防管道	新建工程刚性连接金属管道	12.0	24.0
	新建工程柔性连接金属管道； 非金属管道及复合管道	6.0	12.0
燃气、热力及医用气体等管道	新建燃油、燃气、医用气体、真空管、压缩空气管、蒸汽管、高温热水管、医疗污水管及其它有害气体管道	6.0	12.0
通风空调及防排烟管道	新建工程普通金属材质风管	9.0	18.0
	新建工程普通非金属材质风管	4.5	9.0
电线套管及电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	新建工程刚性材质电线套管及电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	12.0	24.0
	新建工程非金属材质电线套管及电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	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。

5.1.14 抗震支吊架应根据所承受荷载按本规范 3.2 节的规定进行抗震验算，并调整抗震支吊架间距，直至各点均满足地震作用要求。

5.1.15 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架。

5.1.16 当两个侧向抗震支吊架间距大于最大设计间距时，应在中间增设侧向抗震支吊架。

5.1.17 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最大设计间距时，应按本规程第 5.1.13 条的规定间距依次增设纵向抗震支吊架。

5.1.18 抗震支吊架的斜撑与吊架的距离不得大于 0.1m。

5.1.19 刚性连接的水平管道，两个相邻的抗震支吊架间允许的纵向偏移值应符合下列规定：

- 1 水管及电线套管不得大于最大侧向支吊架间距的 1/16；
- 2 风管、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒不得大于其宽度的两倍。

5.1.20 水平管道应在离转弯处 0.6m 范围内设置侧向抗震支吊架。当斜撑直接作用于管道时，可作为另一侧管道的纵向抗震支吊架，且距下一纵向抗震支吊架间距应按下式计算：

$$L = \frac{(L_1 + L_2)}{2} + 0.6 \quad (5.1.20)$$

式中：L——距下一纵向抗震支吊架间距(m)；

L_1 ——纵向抗震支吊架间距(m)；

L_2 ——侧向抗震支吊架间距(m)。

5.1.21 当水平管道通过垂直管道与地面设备连接时，管道与设备之间应采用柔性连接，水平管道距垂直管道 0.6m 范围内设置侧向支撑，垂直管道底部距地面大于 0.15m 应设置抗震支撑。

5.1.22 当抗震支吊架吊杆长细比大于 100 或当斜撑杆件长细比大于 200 时，应采取加固措施。

5.1.23 所有抗震支吊架应和结构主体可靠连接，当管道穿越建筑沉降缝时，应考虑建筑不均匀沉降的影响。

5.1.24 水平管道在安装柔性补偿器及伸缩节的两端应设置侧向及纵向抗震支吊架。

5.1.25 侧向、纵向抗震支吊架的斜撑安装,垂直角度宜为 45°，且不得小于 30°。

5.1.26 抗震吊架斜撑安装不应偏离其中心线 2.5°。

5.1.27 沿墙敷设的管道当设有入墙的托架、支架且管卡能紧固管道四周时,可作为一个侧向抗震支撑。

5.1.28 单管(杆)抗震支吊架的设置应符合下列规定：

- 1 连接立管的水平管道应在靠近立管 0.6m 范围内设置第一个抗震吊架；
- 2 当立管长度大于 1.8m 时，应在其顶部及底部设置四向抗震支吊架。当立管长度大于 7.6m 时，

应在中间加设抗震支吊架；

3 当立管通过套管穿越结构楼层时，可设置抗震支吊架；

4 当管道中安装的附件自身质量大于 25kg 时，应设置侧向及纵向抗震支吊架。

5.1.29 门型抗震支吊架的设置应符合下列规定：

1 门型抗震支吊架至少应有一个侧向抗震支撑或两个纵向抗震支撑；

2 同一承重吊架悬挂多层门型吊架，应对承重吊架分别独立加固并设置抗震斜撑；

3 门型抗震支吊架侧向及纵向斜撑应安装在上层横梁或承重吊架连接处；

4 当管道上的附件质量大于 25kg 且与管道连接采用刚性连接时，或附件质量为 9kg~25kg 且与管道采用柔性连接时，应设置侧向及纵向抗震支撑。

5.2 给排水

5.2.1 高层建筑及 9 度地区建筑的给水排水管材选用应满足下列要求：

1 生活给水管、热水管的管材：

1) 干管、立管应采用铜管、不锈钢管、金属复合管等强度高且具有较好延性的管道，连接方式可采用管件连接或焊接；

2) 入户管阀门之后应设软接头。

2 重力流排水的污、废水管宜采用柔性接头的机制排水铸铁管。

5.2.2 管道的布置与敷设应符合下列规定：

1 8 度、9 度地区的高层建筑的给水、排水立管直线长度大于 50m 时，宜采取抗振动措施；直线长度大于 100m 时，应采取抗振动措施；

2 8 度、9 度地区的高层建筑的生活给水系统，不宜采用同一供水立管串联两组或多组减压阀分区供水的方式；

3 室内自动喷水灭火系统和气体灭火系统等消防系统还应按相关施工及验收规范的要求设置防晃支架；管段设置抗震支架与防晃支架重合处，可只设抗震支；

4 管道不应穿过抗震缝。当给水管道必须穿越抗震缝时宜靠近建筑物的下部穿越，且应在抗震缝两边各装一个柔性管接头或在通过抗震缝处安装门形弯头或设置伸缩节；

5 管道穿过内墙或楼板时，应设置套管；套管与管道间的缝隙，应采用柔性防火材料封堵；

6 当 8 度、9 度地区建筑物给水引入管和排水出户管穿越地下室外墙时，应设防水套管。穿越基础时，基础与管道间应留有一定空隙，并宜在管道穿越地下室外墙或基础处的室外部位设置波纹管伸缩节。

5.2.3 室内设备、构筑物、设施的选型、布置与固定应符合下列规定：

1 生活、消防用金属水箱、玻璃钢水箱宜采用应力分布均匀的圆形或方形水箱；

2 建筑物内的生活用低位贮水池（箱）、消防贮水池及相应的低区给水泵房、高区转输泵房，低区热交换间等宜布置在建筑结构地震反应较小的地下室或底层；

3 高层建筑的中间水箱（池）、高位水箱（池）应靠建筑物中心部位布置，水泵房、热交换间等宜靠近建筑物中心部位布置；

4 应保证设备、设施、构筑物有足够的检修空间；

5 运行时不产生振动的给水水箱、水加热器、太阳能集热设备、冷却塔、开水炉等设备、设施应与主体结构牢固连接，与其连接的管道应采用金属管道，8 度、9 度地区应采用防倾倒措施；8 度、9 度地区建筑物的生活、消防给水箱（池）的配水管、水泵吸水管、冷却塔连接水管、潜污泵和污水提升装置的出水管应设软管接头；

6 8 度、9 度地区建筑物中的给水泵等设备应设防振基础，且应在基础四周设限位器固定，限位器

应经计算确定。

5.3 暖通空调

5.3.1 高层建筑及 9 度地区建筑的供暖、通风与空调调节水管道应采用热镀锌钢管、钢管、不锈钢管、铜管，连接方式可采用管件连接或焊接；排烟风道、排烟用补风风道、加压送风和事故通风风道应采用热镀锌钢板或钢板制作。

5.3.2 供暖、空气调节水管的布置与敷设应满足下列要求：

1 管道不应穿过抗震缝。当必须穿越时，须在抗震缝两边各装一个柔性管接头或在通过抗震缝处安装“门”形弯头或设伸缩节；

2 管道穿过内墙或楼板时，应设置套管，套管与管道间的缝隙，应填充柔性耐火材料；

3 管道穿过建筑物的外墙或基础时，应符合下列要求：

1) 管道穿越建筑物外墙时应设防水套管，管道穿越建筑物基础时应设套管，基础与管道之间应留有一定间隙，管道与套管间的缝隙内应填充柔性材料；

2) 当穿越的管道与建筑物外墙或基础为嵌固时，应在穿越的管道上室外就近设置柔性连接件。

5.3.3 通风、空气调节风道的布置与敷设应满足下列要求：

1 风道不应穿过抗震缝，当穿越时，应在抗震缝两侧各装一个柔性软接头；

2 风道穿过内墙或楼板时，应设置套管，套管与管道间的缝隙，应填充柔性耐火材料；

3 矩形截面面积大于等于 0.38m^2 和圆形直径大于等于 0.70m 的风道宜采用抗震支吊架，风道抗震支吊架的设置和设计应符合本规范第 4 章的要求。

5.3.4 供暖、通风与空气调节设备、构筑物、设施的选型、布置与固定应满足下列要求：

1 燃油或燃气锅炉房宜设置在独立建筑内。当布置在非独立建筑物内时除满足国家现行有关标准的规定外，还应采取防止燃料、高温热媒泄漏外溢的安全措施；

2 建筑物内敷设的钢制烟囱抗震设计计算可按现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 执行；

3 布置在建筑物内的制冷机房、热交换站宜设在地下室；

4 重力大于 1.8kN 的空调机组、风机等设备不宜采用吊装安装，当需采用时应避免设在人员活动和疏散通道位置的上方，并设置抗震支吊架；

5 运行时不产生振动的锅炉、吸收式冷热水机组、室外安装的制冷设备、冷热水箱、整体式蓄冰槽、热交换器等设备、设施可不设防震基础，且应使其与主体结构牢固连接，与其连接的管道应采用金属管

道。对于 8 度、9 度建筑物的设备、设施的连接管道应采用柔性接头；

6 运行时产生振动的风机、水泵、压缩式制冷机组（热泵机组）、空调机组、空气能量回收装置等设备、设施或运行时不产生振动的室外安装的制冷设备等设备、设施对隔声降噪有较高要求时，应设防振基础，且应在基础四周设限位器固定，限位器应经计算确定；与其连接的管道应采用柔性接头。

5.4 电气

5.4.1 柴油发电机组的安装设计应符合下列要求：

- 1 应设置震动隔离装置；
- 2 与外部管道应采用柔性连接；
- 3 设备与基础之间、设备与减震装置之间的地脚螺栓应能承受水平地震力和垂直地震力。
- 4 柴油发电机组排气管和消音器应设置抗震支吊架。

5.4.2 变压器的安装设计应符合下列要求：

- 1 安装就位后应焊接牢固，内部线圈应牢固固定在变压器外壳内的支承结构上；
- 2 变压器的支承面宜适当加宽，并设置防止其移动和倾倒的限位器；
- 3 应对接入和接出的柔性导体留有位移的空间；
- 4 油浸变压器上油枕、潜油泵、冷却器及其连接管道等附件以及集中布置的冷却器与本体间连接管道，应采用柔性连接。

5.4.3 蓄电池、电力电容器的安装设计应符合下列要求：

- 1 蓄电池应安装在抗震架（柜）上，其护栏的设计高度宜在蓄电池高度的二分之一以上，但不宜超过蓄电池高度的五分之四；
- 2 蓄电池间连线应采用柔性导体连接，端电池宜采用电缆作为引出线；
- 3 蓄电池安装重心较高时，应采取防止倾倒措施；
- 4 电力电容器应固定在支架上，其引线宜采用软导体。当采用硬母线连接时，应装设伸缩节装置。

5.4.4 配电箱（柜）的安装设计应符合下列要求：

- 1 配电箱（柜）的安装螺栓或焊接强度应满足抗震要求；
- 2 靠墙安装的配电柜底部安装应牢固，当底部安装螺栓或焊接强度不够时，应将顶部与墙壁进行连接；
- 3 当非靠墙安装的配电柜等落地安装时，根部应采用金属膨胀螺栓或焊接的固定方式。当 8 度或 9 度时，可将几个柜在重心位置以上连成整体；
- 4 壁式安装的配电箱与墙壁之间应采用金属膨胀螺栓连接；

5 配电箱（柜）机柜内的元器件应考虑与支承结构间的相互作用，元器件之间采用软连接，接线处应做防震处理；

6 配电箱（柜）面上的仪表应与柜体组装牢固。

5.4.5 设在水平操作面上的消防、安防设备应采取防止滑动措施。

5.4.6 设在建筑物屋顶上的共用天线应设置防止因地震导致设备或其部件损坏后坠落伤人的安全防护措施。

5.4.7 安装在吊顶上的灯具，应考虑地震时吊顶与楼板的相对位移。

5.4.8 配电导体应符合下列要求：

- 1 宜采用电缆或电线；
- 2 当采用硬母线敷设，其直线段长度超过 80m 时，应每 50m 设置伸缩节；
- 3 在电缆梯架、电缆槽盒内敷设的缆线在引进、引出和转弯处，应在长度上留有余量；
- 4 接地线应采取防止地震时被切断的措施。

5.4.9 缆线穿管敷设时宜采用弹性和延性较好的管材。

5.4.10 引入建筑物的电气管路敷设时应符合下列要求：

- 1 在进口处应采用挠性线管或采取其他抗震措施；
- 2 当进户井贴邻建筑物设置时，缆线应在井中留有余量；
- 3 进户套管与引入管之间的间隙应采用柔性防腐、防水材料密封。

5.4.11 电气管路不宜穿越抗震缝，当必须穿越时应符合下列要求：

1 采用金属导管、刚性塑料导管敷设时宜靠近建筑物下部穿越，且在抗震缝两侧应各设置一个柔性管接头；

2 电缆梯架、电缆槽盒、母线槽在抗震缝两侧应设置伸缩节；

3 抗震缝的两端应设置抗震支撑节点并与结构可靠连接。

5.4.12 电气管路敷设时应符合下列要求：

1 当线路采用金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒敷设时，应使用刚性托架或支架固定，不宜使用吊架；当必须使用吊架时，应安装横向防晃吊架；

2 当金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时，其缝隙应采用柔性防火封堵材料封堵，并在贯穿部位附近设置抗震支撑；

3 金属导管、刚性塑料导管的直线段部分每隔 30m 应设置伸缩节。

5.4.13 配电装置至用电设备间连线应符合下列要求：

- 1 宜采用软导体；
- 2 当采用穿金属导管、刚性塑料导管敷设时，进口处应转为挠性线管过渡；

3 当采用电缆梯架或电缆槽盒敷设时，进口处应转为挠性线管过渡。

5.4.14 交流配电屏、直流配电屏、油机控制屏、转换屏、并机屏等通信电源设备，同列相邻安装时，设备侧壁间至少有二点用 M8 螺栓紧固，设备底脚应采用 4 个不小于 M10 的锚栓与地面锚固。

5.4.15 设在水平操作面上的消防、安防设备应采取防止滑动措施。

5.5 医用气体、燃气等

5.5.1 医用气体管道穿墙、楼板以及建筑物基础时，应设套管，穿楼板的套管应高出地板面至少 50mm。且套管内医用气体管道不得有焊缝，套管与医用气体管道之间应采用不燃材料填实。

5.5.2 医用气体管道不应穿过抗震缝，医用气体水平干管不宜跨越建筑物的沉降缝。

5.5.3 医用气体管道的安装支架应采用不燃烧材料制作并经防腐处理，管道与支吊架的接触处应作绝缘处理。

5.5.4 医用气体汇流排应进行抗震设防，抗震支吊架的设置和设计应符合本规范第 4 章的要求。

5.5.5 医用气体储藏间宜靠建筑物中心部位布置。

5.5.6 医用气体气瓶、空压机、负压吸引系统应与地面或结构构件牢固固定。对于 8 度及 8 度以上的抗震设防，无法用锚栓或螺栓与地面或结构构件连接时，应采用限位或防倾倒措施，并进行抗倾倒验算。

5.5.7 燃气引入管穿过建筑物基础、墙或管沟时，应设置在套管中，并留有沉降空间，且应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

5.5.8 燃气引入管阀门宜设在建筑物内，对重要用户还应在室外另设阀门。

5.5.9 燃气管道通过隔震层时，应在室外设置阀门和切断阀，并应设置地震感应器，地震感应器与切断阀连锁。

5.5.10 沿建筑物外墙敷设的燃气管道应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定，并应满足下列要求：

- 1 燃气管道宜采用焊接钢管或无缝钢管，并应做防腐处理，可采取保温措施；
- 2 高层建筑物沿外墙敷设的燃气管道应采用焊接钢管或无缝钢管，壁厚不得小于 4mm；
- 3 立管的焊口及管件距建筑物门窗水平净距不应小于 0.5m。

5.5.11 高层建筑的燃气立管应设置承受自重和热伸缩推力的固定支架和活动支架。

5.5.12 燃气水平干管和高层建筑立管应考虑工作环境温度下的极限变形，当自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器；补偿器宜采用Ⅱ形或波纹管型，不得采用填料型。

5.5.13 燃气管道布置应满足下列要求：

- 1 燃气管道不应穿过抗震缝；
- 2 燃气水平干管不宜跨越建筑物的沉降缝。

5.5.14 在建筑高度大于 50m 的建筑内，燃气管道应根据建筑抗震要求，在适当的间隔设置抗震支撑，并应符合下列规定：

1 立管的设置及立管的固定件：

- 1) 立管应采用焊接，宜减少焊缝数量，不得使用螺纹连接；
- 2) 当立管的长度大于 60m，小于 120m 时，应至少设置 1 处抗震支撑；
- 3) 当立管的长度大于 120m 时，应至少设置 2 处抗震支撑，且应在抗震支撑之间的中间部位采取吸收伸缩变形的措施。

2 水平管的设置及固定件：

- 1) 水平管从立管分支至第一个水平管固定件处，均采用焊接连接；
- 2) 从立管分支开口的水平管接口处，应采取吸收立管变形的措施；
- 3) 水平管的第一个水平管固定件应按建筑物抗震等级进行抗震设计。

5.5.15 室内燃气管道及设备应固定在主体结构上，并应符合下列要求：

- 1 沿墙、柱、楼板和加热设备构件上明设的燃气管道应采用管支架、管卡或吊架固定；
- 2 管支架、管卡、吊架等固定件的安装不应妨碍管道的自由膨胀和收缩；
- 3 管支架、管卡、吊架等固定件，要考虑到自重、地震、伸缩、振动的影响程度和必要的间隔。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 医院建筑机电工程抗震设计文件应包括抗震设施布置图、节点做法详图和计算书等资料，施工前，施工单位应编制施工组织设计或专项施工方案,进行详细的技术交底。施工组织设计或专项施工方案应包括施工方法、主要施工设备、施工质量和安全措施等内容，并报监理单位、建设单位等批准。

6.1.2 施工人员应进行岗前培训,熟练掌握施工程序和操作要点。

6.1.3 医院建筑机电工程抗震设施施工应采取安全措施，并应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

6.1.4 施工时应遵守相关施工安全规定。

- 1 使用电气工具时，应遵守电器工具安全操作规程，防触电、防烫伤；
- 2 施工现场应清洁、无杂物，严防火灾；
- 3 安全设施应配备齐全，并采取现场围护和警示措施；
- 4 施工时应采取现场成品保护措施,严禁影响其他已有设施。

6.1.5 医院建筑机电工程抗震设施应与建筑机电系统管线设备同步安装，并应保证安装位置正确，平整牢固，无变形。固定在建筑结构上的医院建筑机电工程抗震设施不得影响结构安全。

6.1.6 医院建筑各专业机电工程抗震设施应协调统一施工，对已施工完毕的医院建筑机电工程抗震设施应采取成品保护措施。

6.2 施工准备

6.2.1 医院建筑机电工程抗震设施进入施工现场后，应进行进场验收：

- 1 所有产品应提供出厂合格证；
- 2 抗震支吊架应符合《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267、《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》CJ/T 476 的规定，并提供包含相关指标的第三方检测机构或认证机构出具的型式检验报告、认证证书等证明性文件；
- 3 公共机构和政府出资的医院建筑应优先选用获得认证标识的机电工程抗震设施产品。
- 6 施工单位应在建设单位和监理单位的监督下，按本规程第 6.5.3 条的规定进行见证抽样检验。

6.2.2 医院建筑机电工程抗震设施运输与储存应符合下列规定：

- 1 运输时应采取安全保护措施，固定牢靠，搬运时应小心轻放,不得抛、摔、滚、拖，严禁撞击，避免油污和化学品污染；
- 2 装卸时应采取保护措施，防撞、防坠；
- 3 库房应干燥、通风良好，地面应铺设防潮设施，库房内严禁贮存有腐蚀性的物品；
- 4 医院建筑机电工程抗震设施构件应按型号、规格分类储存在货架上，摆放在卡板上时，应码放整齐,高度不应超过 5 层或 1m；
- 5 槽钢应按型号分别储存在干燥的木条（木架子、竹胶板）上，高度不宜超过 1m, 并应有防倾覆措施和安全警示标牌，未经拆封的槽钢之间应垫有干燥木条。

6.2.3 施工机具应配备齐全，测量工具应具有校验合格证，并在有效期内。

6.2.4 施工前应与设计单位及监理单位协调，确认施工范围，确保施工现场有足够的工作面，并满足医院建筑机电工程抗震设施施工的技术条件。

6.2.5 施工前应对现场存放的医院建筑机电工程抗震设施构件采取保护措施，严禁损坏。

6.3 施工

6.3.1 锚栓施工应符合下列规定：

1 锚固区基材表面应坚实、平整，不应有起砂、起壳、蜂窝、麻面、油污等影响锚固承载力的缺陷，混凝土基材强度应满足设计要求；

2 锚固施工应符合锚栓设计要求，钻孔前应用金属探测器检测，孔位应避开钢筋、预埋线管和预埋管线等隐蔽设施；

3 锚栓钻孔尺寸应符合表 6.3.1-1 的规定：

表 6.3.1-1 锚栓钻孔直径允许偏差(mm)

钻孔直径	6~14	16~22	24~28	30~32	34~37	≥40
允许偏差	+0.3 0	+0.4 0	+0.5 0	+0.6 0	+0.7 0	+0.8 0

4 锚栓钻孔质量应符合表 6.3.1-2 的规定：

表 6.3.1-2 锚栓钻孔质量

锚栓名称	锚孔深度(mm)	锚孔垂直度偏差(%)	锚孔位置偏差(mm)
扩底型锚栓	+5 0	±2	±5

6.3.2 连接底座安装应符合下列规定：

- 1 安装连接底座的结构表面应平整；
- 2 根据抗震支吊架设计形式，确定连接底座位置；
- 3 连接底座安装应牢固，符合设计要求。

6.3.3 槽钢和全丝长螺杆应根据需要现场切割，并应符合下列规定：

- 1 切割时应开口面朝下，并应避免冲孔区间，避免扭曲变形；
- 2 切割断面应保持垂直；
- 3 切割面应打磨平整、光滑，并清除表面吸附的杂质；
- 4 热切割断面应进行防腐处理，处理后不应低于热切割前的防腐性能。

6.3.4 抗震支吊架全丝长螺杆安装应符合下列规定：

- 1 全丝长螺杆长度应根据现场安装情况确定；
- 2 全丝长螺杆与锚栓通过长螺母连接时，旋入深度均应达到 45%的长螺母长度；
- 3 连接时应保持全丝长螺杆垂直，安装后垂直度偏差不应大于 4°。

6.3.5 其他抗震支吊架构件的安装应符合下列规定：

- 1 螺栓、螺杆、螺母等配件应完好；
- 2 螺栓、螺杆、螺母应按设计扭矩锁紧，最小扭矩应符合表 6.3.5 的规定；

表 6.3.5 螺杆螺母最小扭矩 (Nm)

螺纹规格	M8	M10	M12	M16	M20
安装扭矩	28	30	50	100	200

3 安装完毕后应擦拭干净，槽钢应开口向下安装，完全暴露的槽钢端部均应采用端盖封堵，且有防止槽钢端部形成积水的措施。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 医院建筑机电工程抗震设施的工程质量应在施工单位自检合格的基础上，由建设单位组织监理、设计、施工等单位参加验收，验收合格后办理竣工手续。

7.1.2 医院建筑机电工程抗震设施的工程质量应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1 医院建筑机电工程抗震设施应进行进场验收；
- 2 所有见证抽样检验、工程验收、隐蔽验收、测量复核等应有检验报告和记录。

7.1.3 医院建筑机电工程抗震设施材料应进行进场检验，并由当地检验部门进行复检，进场检验与复检应符合下列规定：

- 1 锚栓外观检查应按到货数量抽取 5%且不小于 10 件。力学性能检验抽检不小于 3 件，具体要求参照《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定执行；
- 2 抗震连接件、槽钢紧固件等构件力学性能抽检不小于 6 件；
- 3 槽钢、抗震连接件等构件的表面处理镀层或涂层厚度抽检不小于 3 件；
- 4 螺纹紧固件外观按到货数量抽取 5%且不小于 10 件。公差检验数量不小于 3 件，具体要求参照《普通螺纹量规技术条件》BG/T 3934 的有关规定执行；

7.1.4 医院建筑机电工程抗震设施检验批划分应符合下列规定：

- 1 设计、材料和施工条件相同的工程，同层的抗震支吊架每 100 套为一个检验批，不足 100 套的应为单独检验批；
- 2 重要机房等场所的抗震支吊架应为单独检验批；
- 3 防排烟风道、事故通风风道及相关设备的抗震支吊架应为单独检验批；
- 4 隔震层和抗震缝处柔性管道应为单独检验批；
- 5 机电设备限位器应为单独检验批。

7.1.5 医院建筑机电工程抗震设施检验数量应符合下列规定：

- 1 每个检验批应抽查不小于 3 套抗震支吊架；
- 2 重要机房的抗震支吊架应全查；
- 3 防排烟风道、事故通风风道及相关设备的抗震支吊架应全查；
- 4 隔震层和抗震缝处柔性管道应全查；
- 5 机电设备限位器应全查。

7.1.6 后锚固锚栓安装完成后应进行抗拔承载力现场非破损检验，应取每个检验批锚栓总数的 0.1%且不小于 5 件进行检验。具体参照《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 规定执行。

7.1.7 螺杆螺母应按设计扭矩锁紧，防止松动，并应采用力矩扳手检验。紧固件的平垫、弹簧垫、螺母等应配套齐全。抽样数量应为每个检验批螺杆螺母总数的 5%且不小于 25 件。

7.2 主控项目

7.2.1 医院建筑机电工程抗震设施的材质、规格和性能应符合设计要求及现行国家、行业有关标准的规

定。

检验方法:检查产品合格证、型式检验报告、材料进场验收记录和现场抽样检验报告。

7.2.2 医院建筑机电工程抗震设施材料的品种、规格应符合设计规定。

检验方法:观察材料外观,检查进场验收记录。

7.2.3 抗震支吊架、隔震层和抗震缝处柔性管道、机电设备限位器的安装位置、应符合设计规定。

检验方法:观察、检查。

7.2.4 抗震支吊架整体安装间距应符合设计规定,偏差不得大于 0.2m。

检验方法:尺量检查。

7.2.5 抗震支吊架斜撑与吊架安装距离应符合设计规定,偏差不得大于 0.1m。

检验方法:尺量检查。

7.2.6 斜撑的竖向安装角度应符合设计规定,且不得小于 30°。

检验方法:尺量检查。

7.2.7 后锚固锚栓锚固的位置、锚固深度、控制扭矩或控制位移等应满足设计要求。

检验方法:观察、拉拔仪检查。

7.2.8 医院建筑机电工程抗震设施与结构的连接,吊杆与槽钢的连接,槽钢螺母与连接件的扭矩应符合设计规定,并应安装牢固。

检验方法:观察、扭矩扳手检查。

7.2.9 医院建筑机电工程抗震设施构件的防腐层应无起泡、无分层,厚度应满足设计要求。

检验方法:观察、检查现场抽样检验报告。

7.3 一般项目

7.3.1 医院建筑机电工程抗震设施整体外观应平整、无明显压扁或局部变形等缺陷。

检验方法:观察、检查。

7.3.2 医院建筑机电工程抗震设施与钢结构焊缝应外形均匀、成型较好,焊道与焊道,焊道与基本金属间过渡较平滑,焊渣和飞溅物基本清除干净。

检验方法:观察、检查。

7.3.3 医院建筑机电工程抗震设施构件外观应平整、洁净。

检验方法:观察、检查。

7.3.4 医院建筑机电工程抗震设施安装质量不符合设计要求时,应返工安装,参建各方复查满足设计要求后,方可组织验收。

检验方法:重新安装的医院建筑机电工程抗震设施应全数检验。

7.4 验收

7.4.1 医院建筑机电工程抗震设施必须经竣工验收合格后方可交付使用。

7.4.2 竣工验收时,应核实验收资料,对施工现场进行必要的复验和外观检查。内容应包括医院建筑机电工程抗震设施的位置、材料规格和整体外观、安装牢固性等,并应填写竣工验收记录表。

7.4.3 竣工验收应提供下列文件:

1 型式检验报告、进场验收记录、现场抽样检验报告、原材料质量检验报告、产地证明、生产厂家供货商资质、进口材料商检证明等质量证明文件;

2 符合国家法律法规和标准规范要求的医院建筑机电工程抗震设计施工图和计算书;

3 所有产品的出厂合格证;

- 4 医院建筑机电工程抗震设计的竣工图、设计变更文件、设计交底记录等；
- 5 工程施工记录、隐蔽工程验收记录及相关资料(含重要部位安装影像资料等)；
- 6 工程返工记录、重大技术问题的处理文件和变更记录；
- 7 工程质量事故处理记录；
- 8 医院建筑机电工程抗震设施检验记录；
- 9 其它必要的文件和记录。

7.4.4 竣工验收合格后，应将有关设计、施工及验收的文件和技术资料立卷分类归档。

8 维护

8.1 一般规定

8.1.1 建筑机电抗震工程系统应每两年进行维护检查。

8.1.2 每两年应对机电抗震相关零部件进行一次变形、松动、脱落检查，发现问题及时紧固和修补。

8.1.3 每两年应对机电抗震各部件的耐腐蚀情况进行一次检查，对已经发生腐蚀部分应及时采取除锈防腐处理。

8.1.4 需要更换的抗震构件，其性能不得低于原产品的性能标准。

8.2 维护

8.2.1 定期对机电抗震相关零部件进行检查，如有下列问题应立即处理：

- 1 表面擦伤、划痕、锌层破损等，用干抹布擦净后补锌。
- 2 有锈点、锈蚀面出现，先除锈再补锌，锈蚀严重及时更换相关部件。
- 3 槽钢槽内积水，打开槽钢端帽放出积水并用干抹布擦干。
- 4 支吊架系统处于非常潮湿的环境中，应立即采取措施（消除明水积水，加强通风）。
- 5 槽钢、悬臂、螺杆等有非正常弯曲现象，查明原因并立即加固或更换。
- 6 紧固件有任何松动或脱落，立即调整回原位并按标准扭矩进行紧固。

8.2.2 抗震支吊架在运行和维护过程中，不得增加其它荷载。未经设计许可，不得任意改变抗震支吊架的位置、类型和荷载。

8.2.3 抗震支吊架更换或调整时，应制定专门的施工方案并采取临时支撑措施。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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：

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：

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：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，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 2 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 3 《城镇燃气设计规范》 GB 50028
- 4 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》 GB 50032
- 5 《烟囱设计规范》 GB 50051
- 6 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB 50084
- 7 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116
- 8 《气体灭火系统设计规范》 GB 50370
- 9 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 10 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981
- 11 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB 51251
- 12 《普通螺纹基本牙型》 GB/T 192
- 13 《普通螺纹公差》 GB/T 197
- 14 《冷弯型钢通用技术要求》 GB/T 6725
- 15 《建筑抗震支吊架通用技术条件》 GB/T 37267
- 16 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 17 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 18 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 19 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145
- 20 《非结构构件抗震设计规范》 JGJ 339
- 21 《混凝土用机械锚栓》 JG/T 160
- 22 《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》 CJT 476
- 23 《普通螺纹直径与螺距系列》 BG/T 193
- 24 《普通螺纹基本尺寸》 BG/T 196
- 25 《普通螺纹量规技术条件》 BG/T 3934

26 《抗震支吊架安装及验收规程》CECS 420

27 《装配式支吊架认证通用技术要求》T/CECS 10141

中国工程建设协会标准

医院建筑机电工程抗震技术规程

条文说明

目次

1 总则.....	28
2 术语和符号.....	29
2.1 术语.....	29
3 基本规定.....	32
3.1 一般规定.....	32
3.2 场地影响和地震作用计算.....	32
3.3 建筑机电工程设施和支吊架抗震要求.....	33
4 抗震支吊架.....	34
4.1 一般规定.....	34
4.2 产品通用技术条件.....	36
5 建筑机电工程抗震设计.....	37
5.1 一般规定.....	37
5.2 给水排水.....	41
5.3 暖通空调.....	43
5.4 电气.....	43
5.5 医用气体、燃气等.....	44
6 施工.....	45
6.1 一般规定.....	45
6.2 施工准备.....	45
6.3 施工.....	45
7 验收.....	46
7.1 一般规定.....	46
7.2 主控项目.....	46

1 总则

1.0.1 抗震支吊架产品成熟，广泛应用于管线和吊装设备抗震，是医院建筑机电工程的重要抗震设施，因此本规程对抗震支吊架的设计、施工、验收及维护进行了详细规定。

1.0.2 本规程中的医院建筑指医院中的门诊、医技、住院用房，具有外科手术室或门诊科的乡镇卫生院的医疗用房，不含与医疗无关的其它附属用房，如仓库、后勤用房等。

1.0.3 医疗是医院最重要的功能，失去医疗功能医院基本就失去了价值。因此为医疗配套服务的机电工程尤其重要，如果医用气体系统、净化空调系统、洁净区的电气系统等出现故障，可能导致医疗功能受损或瘫痪，因此不同抗震设防烈度时对医院建筑不同的机电工程的抗震要求也不同。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.4 抗震支吊架是对机电设备及管线进行有效保护的重要抗震设施，其构成（如图 1）一般由锚固件、加固吊杆、抗震连接构件（如图 2）及抗震斜撑组成。

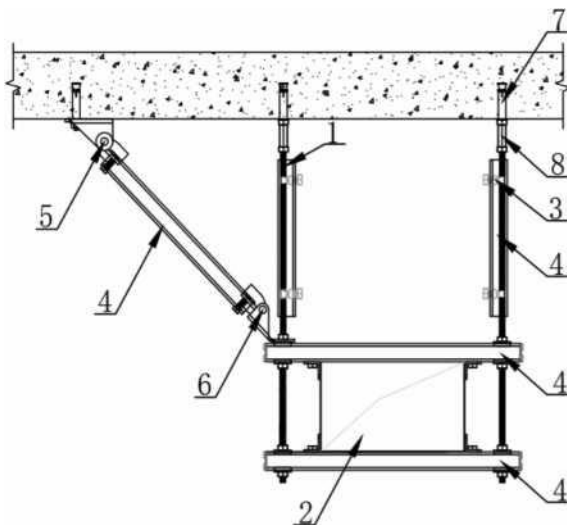
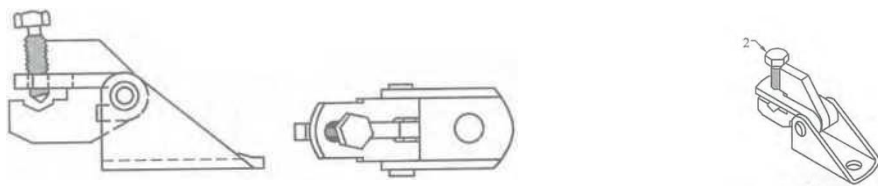


图 1 抗震支吊架示意图

1—全丝长螺杆；2—风管；3—螺杆紧固件；4—槽钢；

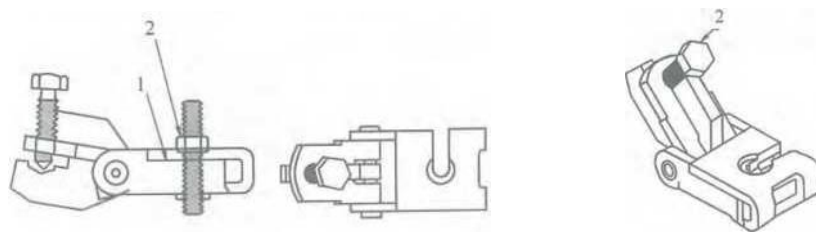
5—抗震连接构件 A；6—抗震连接构件 B；7—扩底型锚栓；8—长螺母



(a) 立面图

(b) 平面图

(c) 轴测图



(a) 立面图

(b) 平面图

(c) 轴测图

图 2 抗震连构件示意图

1—缝隙；2—螺栓

2.1.5 侧向抗震支吊架（如图 3）用以抵御侧向水平地震力作用。

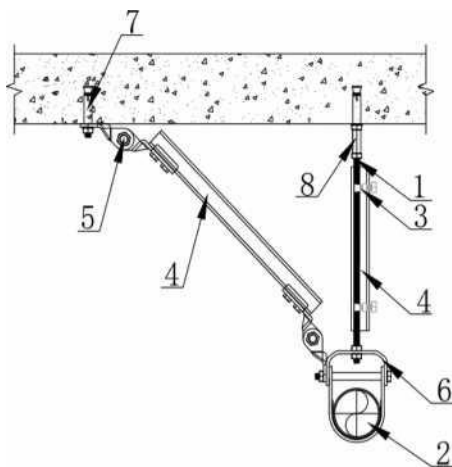


图 3 侧向抗震支吊架示意图

1—全丝长螺杆；2—管道；3—螺杆紧固件；4—槽钢；

5—抗震连接构件 C；6—U 型悬吊管夹；7—扩底型锚栓；8—长螺母

2.1.6 纵向抗震支吊架（如图 4）用以抵御纵向水平地震力作用。

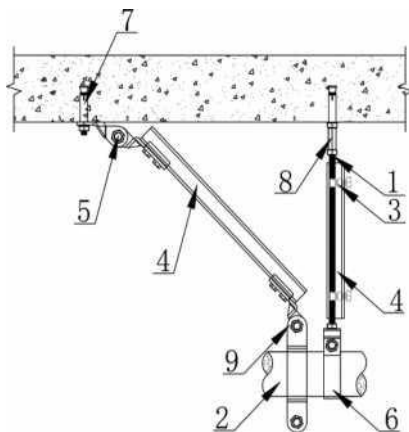


图 4 纵向抗震支吊架示意图

1—全丝长螺杆；2—设备或管道等；3—螺杆紧固件；4—槽钢；

5—抗震连接构件 C；6—U 型悬吊管夹；7—扩底型锚栓；

8—长螺母；9—O 型管夹

2.1.7 单管（杆）抗震支吊架（如图 5）一般由一根承重吊架和抗震斜撑组成的抗震支吊架。

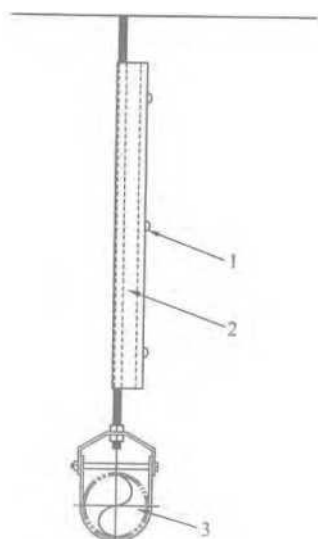


图 5 单管（杆）抗震支吊架示意图

1—螺杆紧固件；2—槽钢；3—管道或设备

2.1.8 门型抗震支吊架（如图 6）一般由两根及以上承重吊架和横梁、抗震斜撑组成的抗震支吊架。

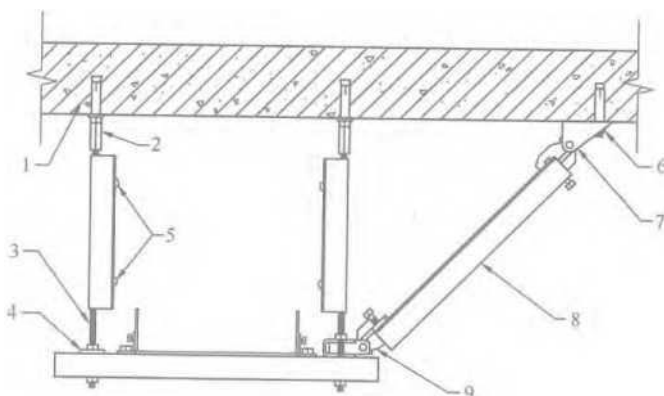


图 6 门型抗震支吊架示意图

1—结构体；2—长螺母；3—全丝长螺杆；4—方垫片；5—槽钢紧固件；6—锚栓；7—抗震连接构件 A；8—槽钢；9—快速抗震连接构件

2.1.11 重要机房一般指医用气体设备间、净化空调机房、消防水泵房、生活水泵房、中水站、锅炉房、制冷机房、热交换站、配变电所、柴油发电机房、通信机房、消防控制室、安防监控室等设备机房。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.4 本条对医院建筑机电工程重要机房的设置要求作出了规定。

3.1.9 穿过隔震层的建筑机电工程管道，应采用柔性连接或其他方式（如燃气管道穿越隔震层时应在室外设置阀门和切断阀并应设置地震感应器），以适应隔震层在地震作用下的水平位移，并应在隔震层两侧设置抗震支吊架。

3.1.10 建筑设备支架（或连接件）的基本自震周期可按下式计算：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G_{eq}}{g} K} \quad (1)$$

式中： T ——体系（结构）自震周期；

G_{eq} ——等效总重力荷载代表值（包括质点处的重力荷载代表值和折算的支架或连接件结构的自重）；

g ——重力加速度；

K ——支架（连接件）结构的侧移刚度，取施加于质点上的水平力与它产生的侧移之比。除考虑自身材料性质外，应根据其支承点的实际连接状态，分别采用刚接、铰接、弹性连接或滑动连接等简化的力学模型计算。

3.2 场地影响和地震作用计算

3.2.2 计算建筑附属机电设备自振周期时，一般采用单质点模型。对于支承条件复杂的机电设备，其计算模型应符合相关设备标准的要求。条文中建筑机电设备的重力大于所在楼层重力的 10%时一般是指高位水箱、出屋面的大型塔架等。

3.2.3 位置系数：凡采用时程分析法补充计算的建筑，应按时程分析法计算结果调整顶点的取值（取顶部与底部地震绝对加速度反应的比值）。

对特别不规则的建筑、甲类建筑和表 1 所列高度范围的高层建筑，结构的抗震设计应采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算。

表 1 采用时程分析法的房屋高度范围

烈度、场地类别	房屋高度范围（m）
8 度 I 类、II 类场地和 7 度	>100
8 度 III 类、IV 类场地	>80
9 度	>60

3.2.6 楼面反应谱计算的基本方法是随机振动法和时程分析法，当非结构构件的材料与主体结构体系相同时，可直接利用一般的时程分析软件得到；当非结构构件的重力很大，或其材料阻尼特性与主体结构明显不同，或在不同楼层上有支点，需采用能考虑这些因素的分析方法进行计算。通常将建筑机电工程设施或构件简化为支承于结构的单质点体系，对支座间有相对位移的建筑机电工程设施或构件则采用多支点体系，按相应方法计算。

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。

3.3 建筑机电工程设施和支吊架抗震要求

建筑机电工程设施与结构体系的连接构件和部件在地震时造成破坏的原因主要是：①电梯配重脱离导轨；②支架间相对位移导致管道接头损坏；③后浇基础与主体结构连接不牢或固定螺栓强度不足造成设备移位或从支架上脱落；④悬挂构件强度不足导致电气灯具坠落；⑤不必要的隔振装置，加大了设备的振动或发生共振，反而降低了抗震性能等。

3.3.3 在设防烈度地震下需要连续工作的建筑机电工程设施包括应急配电系统、消防报警及控制系统、防排烟系统、消防灭火系统、通信系统以及为医疗配套服务的机电系统等。

3.3.4 侧向支撑保护管线不会产生侧向位移，纵向支撑则保护管线不会产生纵向位移。

4 抗震支吊架

4.1 一般规定

抗震支吊架是建筑机电工程的重要抗震设施，产品成熟，应用广泛，另外抗震支吊架的计算、设计比较复杂，难度较大，因此制订全面详细的规定。

4.1.1 抗震支吊架由多个构件组成，构件性能是保证抗震支吊架质量和安全的必要基础。抗震支吊架构件一般包含锚栓、抗震连接构件、管道连接构件、斜撑、槽钢和紧固件等。这些构件由于生产厂家不同，质量存在较大差异。本条要求抗震支吊架构件必须符合国家或行业标准规范规定。出厂时，应具有出厂合格证和检验部门的检测报告。严禁使用不合格的材料和产品。

4.1.2 锚栓是抗震支吊架与混凝土结构进行锚固连接的重要部件，锚栓的材质及性能必须安全可靠。机械锚栓应采用具有机械锁键效应的扩底型锚栓。这类锚栓按照构造方式的不同，又分为自扩底、模扩底和胶粘-模扩底三种。锚栓连接的设计计算，应采用开裂混凝土的假定；不得考虑非开裂混凝土对其承载力的提高作用。

4.1.5 装配式综合支吊架是同时承担重力和地震作用的支吊架。一般零件和构件在工厂生产，槽钢和丝杆现场切割，现场组装而成。装配式综合支吊架将抗震和承重“合二为一”，可节省材料和安装费用。装配式综合支吊架需要提供该处的地震作用和重力作用的分析计算书。

4.1.6 重力支吊架为刚性时，虽然在该管线设置了抗震支吊架，刚性重力支吊架仍受地震作用影响，应同时对刚性重力支吊架进行抗震验算，确保刚性重力支吊架不被地震作用破坏。

4.1.10 抗震支吊架与钢筋混凝土结构和钢结构的根部构造如图 7~图 13 所示：

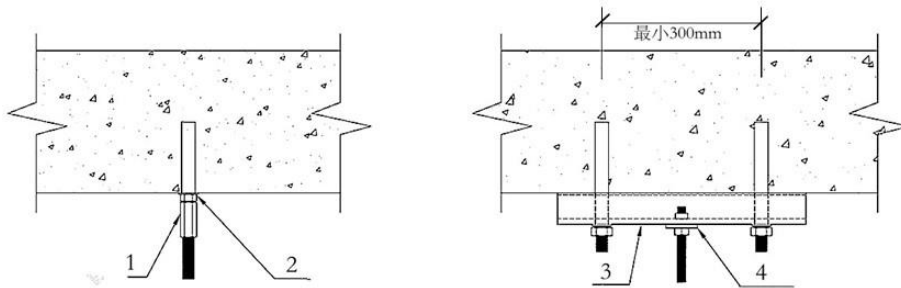


图 7 吊杆根部构造示意图（钢筋混凝土结构）

1—螺杆连接件；2—锚栓；3—槽钢；4—方垫片

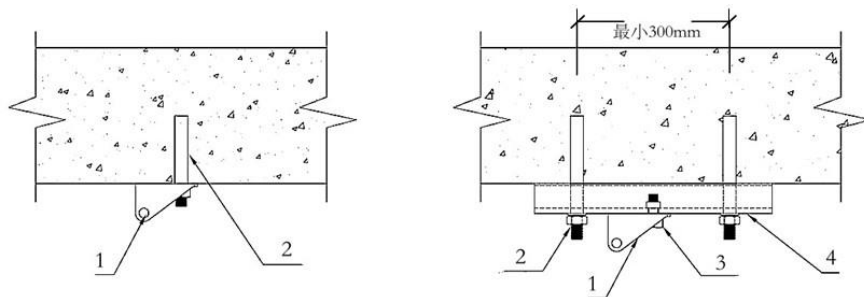


图 8 抗震连接构件根部构造示意图（钢筋混凝土结构）

1—抗震连接件；2—锚栓；3—螺栓；4—槽钢

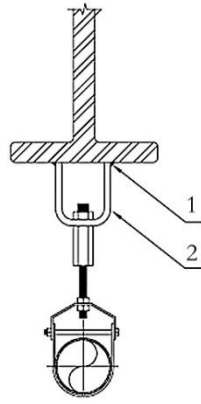


图 9 作用于钢梁的吊杆根部构造示意图（钢结构）

1— 满焊连接；2—U 形连接构件

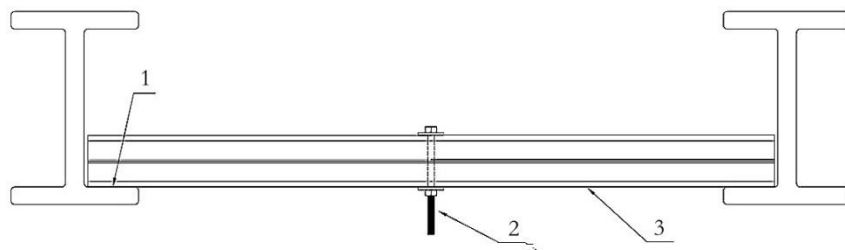


图 10 作用于槽钢的吊杆根部构造示意图（钢结构）

1—焊接连接；2—螺杆；3—加强型槽钢

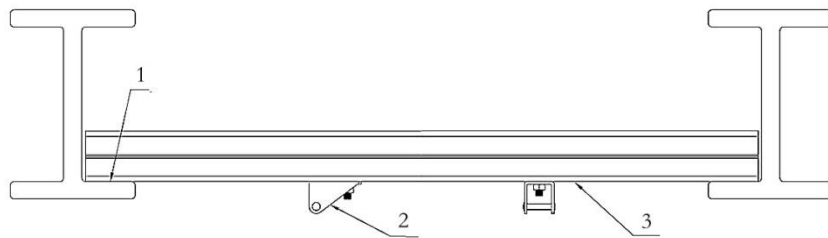


图 11 作用于槽钢抗震连接构件根部构造示意图（钢结构）

1—焊接连接；2—抗震连接构件；3—加强型槽钢

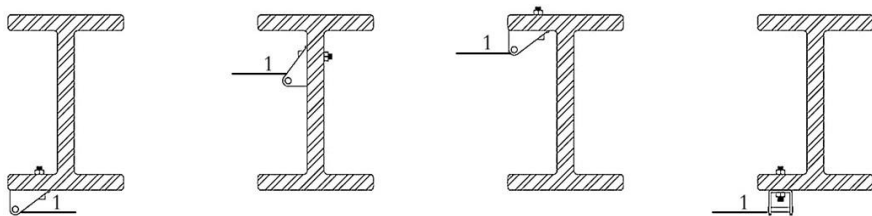


图 12 作用于钢梁的抗震连接构件根部锚固连接构造示意图（钢结构）

1—抗震连接构件

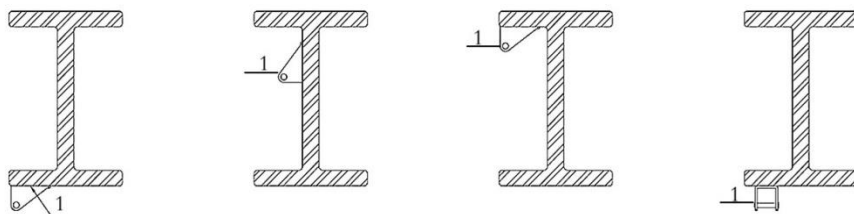


图 13 作用于钢梁的抗震连接构件根部焊接连接构造示意图（钢结构）

4.2 产品通用技术条件

4.2.6 抗震连接部件及管道连接部件可采用碳钢、合金钢、不锈钢等材质进行生产制作，目前常采用碳钢。碳钢有镀锌镁铝等多元合金共渗、热浸镀锌、锌铬涂层、环氧喷涂、电镀锌等表面防腐工艺，其中镀锌镁铝等多元合金共渗可由钢卷厂家完成，环保耐腐。锚栓安装后与混凝土结构成为一个整体，很难更换，另外槽钢占抗震支吊架成本比重大，更换代价高，且槽钢表面防腐工艺成熟，因此对锚栓和槽钢防腐性能采用高标准要求。其他抗震支吊架构件锈蚀后容易更换，且实现高标准防腐难度大，因此降低要求，减少初期投资。

5 建筑机电工程抗震设计

5.1 一般规定

5.1.3、5.1.4 为医疗配套服务的空调冷冻水和冷却水管道以及空调风道如出现故障，室内洁净度、温湿度等参数可能无法保证，可能影响医疗功能。

5.1.5 重要的电力设施是指地震时或地震后需要迅速运行的电力保障系统、消防系统和应急通信系统。

5.1.8 方型补偿器和弯头等自然补偿措施要求管线可以在安全范围内自由移动，与抗震支吊架限制管线位移可能存在矛盾，因此需要同时考虑管线热胀冷缩内力和地震作用影响。

5.1.9 供冷供热管线的固定支架、导向支架、滑动支架可以限制管线某方向的位移，与抗震支吊架的原理类似，如这些支架能通过抗震验算，可兼做纵向或侧向抗震支吊架。

5.1.10 建筑机电工程设施底部采用锚栓或螺栓固定在建筑结构或设备基础上时，螺栓的规格尺寸应根据其所承受的拉力和剪力计算确定，计算简图如图 14。

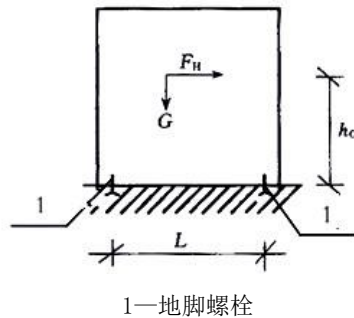


图 14 设备顶部无连接结构件支撑加固的锚栓或螺栓计算简图

1 锚栓或螺栓的拉力，应按下列公式计算：

$$N_t = \frac{\gamma_{Eh} \cdot F_H \cdot h_G - 0.5Gl}{n_t \cdot L} \leq N_t^b \quad (1)$$

式中 N_t —锚栓或螺栓的拉力 (N)；

γ_{Eh} —地震作用分项系数，取 1.4；

F_H —水平地震作用标准值 (N)；

h_G —设备重心高度(mm)；

G —非结构构件的重力 (N)；

n_t —设备倾倒时，承受拉力一侧的锚固螺栓总数；

L —螺栓间距(mm)；

N_t^b —每个螺栓的受拉承载力设计值(N/mm²)。

锚栓或螺栓的剪力，应按下列公式计算：

$$N_v = \frac{F_H}{n} \quad (2)$$

式中 N_v —地脚螺栓的剪力 (N)；

n —地脚螺栓的数量。

根据上式计算出的 N_v 和 N_t 值，还应满足下列公式 3~5 的要求：

$$N_v \leq N_v^b \quad (3)$$

$$N_v \leq N_c^b \quad (4)$$

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1 \quad (5)$$

式中 N_v^b —每个螺栓的受剪承载力设计值 (N/mm^2)；

N_c^b —每个螺栓的承压承载力设计值 (N/mm^2)。

2 限位和防倾倒的 L 型抗震防滑角铁计算

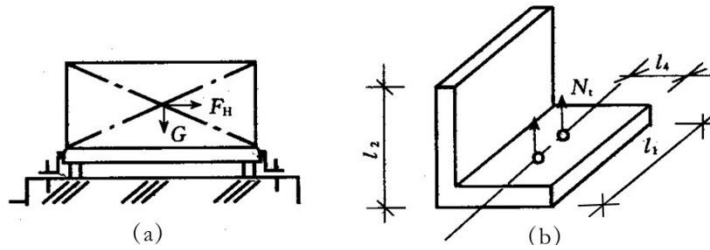


图 15 L 型抗震防滑铁件计算简图

L 型抗震防滑角铁的板厚，应按下列公式计算：

$$t \geq \sqrt{\frac{6\gamma_{Eh} \cdot F_H \cdot l_2}{f \cdot (l_1 - md_0) N_s}} \quad (6)$$

式中 t —防滑铁件的板厚(mm)；

l_1 —防滑铁件的长度(mm)；

l_2 —防滑铁件受力点到底面的高度(mm)，在设备底部以下的部位有线形（指轮廓线）的突出部分时， l_2 可从突出部分的底部算起；

d_0 —螺栓孔直径(mm)；

N_s —设备一侧的防滑铁件的数量；

f —钢材的抗弯强度设计值(N/mm^2)；

m —每个防滑铁件上的锚固螺栓数量。

固定 L 型抗震防滑角铁的锚栓或螺栓的剪力应按下列公式计算：

$$N_v = \gamma_{Eh} \cdot F_H / (m \cdot N_s) \quad (7)$$

固定 L 型抗震防滑角铁的锚栓或螺栓的拉力应按下列公式计算：

$$N_t = \gamma_{Eh} \cdot F_H \cdot l_2 / (l_4 \cdot m \cdot N_s) \quad (8)$$

式中 l_4 —防滑铁件螺栓孔中心至外边的距离。

根据上式计算出的 N_v 和 N_t 值，还应满足下列公式 3~5 的要求。

5.1.14 抗震支吊架构件所选节点大样的各构件标称负荷均不得低于该节点设计地震力作用负荷。当抗震连接部件选定后，应绘制安装节点详图。详图包括：抗震节点图纸编号、抗震构件名称或编号、抗震构件数量等内容。

在选择抗震支吊架类型后，应根据抗震支吊架自身荷载进行抗震支撑节点验算，并调整抗震支吊架间距，直至各点均满足抗震荷载要求，验算公式参照本规程第 3.2 节。如图纸变更必须有设计人员经过验算之后方可变更。具体验算步骤及内容如下：

1 逐点划分各抗震支吊架重力荷载范围，并计算建筑机电工程设施水平地震作用标准值 F 及建筑机电工程设施或构件内力组合设计值 S 。当计算干管侧向支吊架重力荷载时应将下一级支管同向重力荷载计算在内；

- 2 斜撑及抗震连接构件的强度验算；
- 3 吊杆的强度验算；
- 4 斜撑及吊杆的长细比验算；
- 5 各锚固体的强度验算，包括斜撑锚栓、吊杆锚栓等；
- 6 管束的强度验算。

5.1.15 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架（图 16）。

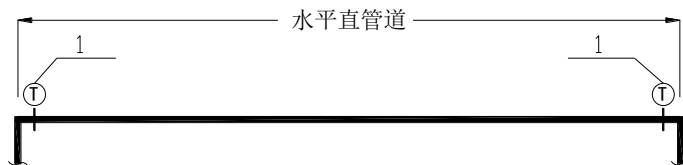


图 16 水平直管段抗震支吊架设置

1—抗震支吊架

5.1.16 当两个侧向抗震支吊架间距大于最大设计间距时，应在中间增设侧向抗震支吊架。例如：刚性连接金属管道长为 24m，侧向抗震支吊架最大间距 12m。首先于两端加设侧向支撑，再依次按 12m 设置侧向支撑（图 17）。

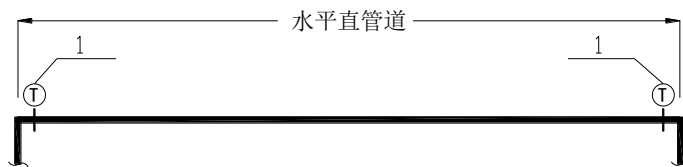


图 17 水平直管段中部增设抗震支吊架示意

1—抗震支吊架

5.1.17 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最大设计间距时，应按本规程第 5.1.13 条款要求间距依次增设纵向抗震支吊架。例如：刚性连接金属管道长为 36m，按最大 24m 的间距依次设置纵向支撑，直至所有支撑间距均满足要求（图 18）。

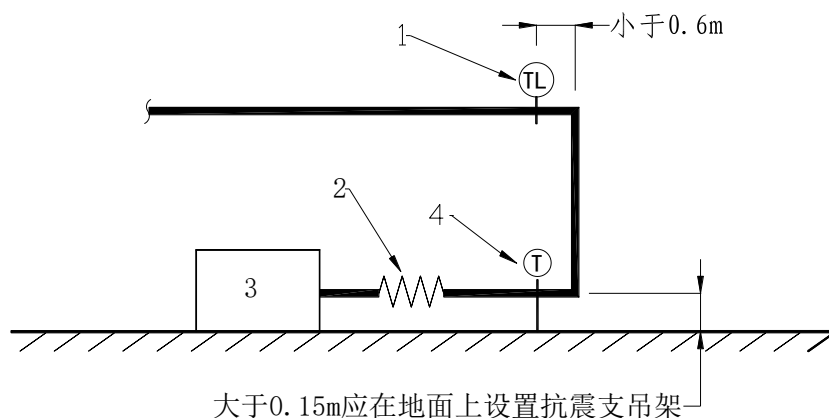


图 21 管线与设备连接时抗震支吊架设置示意

1—侧向抗震支吊架；2—柔性连接；3—地面设备；4—抗震支吊架

5.1.23 要求不得将抗震支吊架安装于非结构主体部位,如轻质墙体等。

5.1.28 当立管通过套管穿越结构楼层时,套管可限制立管在水平方向的位移,可作为水平方向的四向抗震支撑使用。管道中的附件如阀门等,当其质量大于 25kg 时,为保证系统的安全性,应设置侧向及纵向抗震支吊架。

5.2 给水排水

5.2.2 本条的第 1 款、第 4 款、第 5 款、第 6 款规定了给水、排水立管,穿越抗震缝、内墙、楼板、地下室外墙、基础的管段应采取相应的抗震措施,这些措施中的大部分内容在常规设计中也需采用。

1 抗振动措施可采用设波纹管伸缩节等方式。

2 规定 8 度的高层建筑给水系统不宜采用减压阀串联分区供水的方式,以免供水总立管故障时同时影响几个分区的供水。

3 明确了给水、热水和消防管道设置抗震支承的条件及设置要求。对于要求设置防晃支架的高压消防管道,由于抗震支承与防晃支架功能类似,为了避免重复设置又保证使用安全,本款规定了在重复处可只设抗震支承。

6 规定管道穿地下室外墙或基础处的室外部位宜设置波纹管伸缩节,是为防止地震时管道断裂。但埋地的波纹管伸缩节应加设套管保护或采用直埋地专用产品。

5.2.3 本条对室内给水排水设备、构筑物、设施的选型及抗震固定作了下列规定:

1 生活、消防给水箱采用圆形或方形水箱,水箱应力分布较均匀,整体性好。

2 低位生活贮水池(箱)、消防水池、低区水泵房等设施、构筑物及设备间等宜布置在地下室或底层。有地下室时宜布置在地下室,无地下室时宜布置在底层,这样地震时,对其造成的破坏相对轻、次生灾害小且易于修复。

3 高层建筑的中间水箱(池)、高位水箱(池)及机房应靠建筑物中心布置,地震时可减少水箱等偏离中心造成的偏心力矩,减少水箱等的位移或因此造成的次生灾害。

5 给水水箱、水加热器等运行时不产生振动的设备、设施的基础底座或本体应与结构底板、楼板牢固固定,以防地震时倾斜、倾倒,见图 22、图 23 所示。

6 水泵等运行中有振动的设备应设防振基础及限位器固定,如图 22 所示。

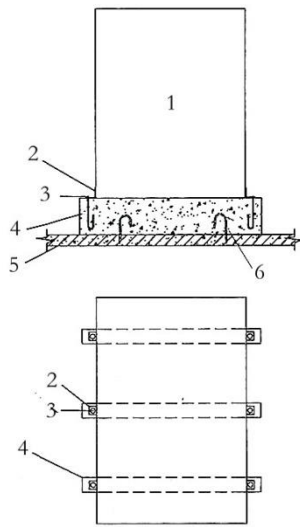


图 22 给水水箱、水箱基础与楼板或底板连接示意

1—给水水箱；2—固定角钢；3—地脚螺栓；4—基础；5—底板或楼板；6—连接钢筋

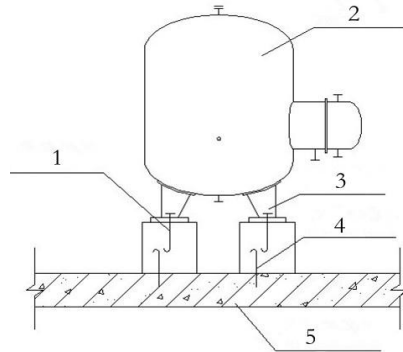


图 23 水加热器、基础与楼板或地板连接示意

1—地脚螺栓；2—水加热器；3—设备基础；4—连接钢筋；5—底板或楼板

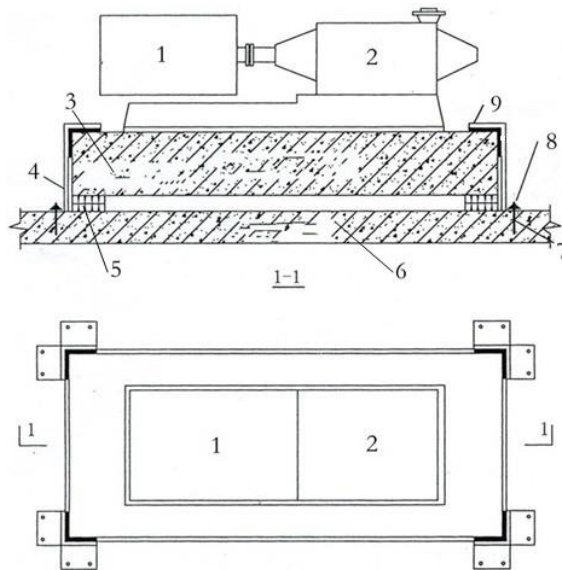


图 24 水泵限位器布置

1—电机；2—水泵；3—钢筋混凝土基座；4—限位器；5—橡胶隔振垫；

6—楼（地）板；7—固定螺栓；8—底钢板（焊于角钢上）；9—顶钢板（焊于角钢上）

5.3 暖通空调

5.3.2 抗震缝两侧主体结构位移不一致，对管道产生应力破坏，管道柔性接头、门型弯头和伸缩节，可以吸纳应力变形。如管道穿越抗震缝处墙体，两边各装一个柔性接头或伸缩节，如管道不穿越抗震缝处墙体，装一个。

5.3.3 地震灾害极易伴随火灾发生，防排烟系统是为了保障人员安全疏散的措施之一，要求防排烟设备和管道与建筑主体紧固固定，避免因地震晃动等造成的脱落等破坏。

地震也容易导致建筑内使用有危害气体的场所发生泄漏事故，对人员产生危害，要求事故通风系统在建筑主体未发生坍塌时，能够迅速恢复运转把有害气体排出室外，避免二次危害。

防排烟风道、事故通风风道及其设备的支吊架严格采用具有抗震功能的支吊架，按技术要求采购及安装。

5.3.4 本条对暖通空调设备、构筑物、设施的选型、布置与固定提出了具体要求。

1 燃料自身发生泄漏对建筑内人员带来危险，有压锅炉及连接管道等破坏也会导致二次危害，锅炉房宜在主体之外独立建设。当布置在非独立建筑物内应满足现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041、《建筑设计防火规范》GB 50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045的有关规定。

3 制冷机房、换热站等站房中的设备质量较大，重心越低，地震位移越小，导致的破坏也越低。

5 运转时不产生振动的设备、设施，与主体结构应采用刚性连接，地震时与主体不产生位移，连接管道用柔性接头，可减少因管道位移产生的应力破坏。

6 运转时产生振动的设备、设施，在防震基础的四周及上侧，设刚性限位设施，对位移加以约束。连接管道用柔性接头，可减少因管道和设备、设施相对位移产生的应力破坏。

5.4 电气

5.4.1 本条对柴油发电机设计安装提出了具体要求：

1 震动隔离装置可采用减震器、防震橡胶或弹簧型装置；

2 隔离震动，对机组或其他设备造成的损坏而采取必要措施；

3 设备在安装前应验算地脚螺栓承载能力，防止因震动导致松动，影响机组正常工作。

5.4.6 在建筑物屋顶上的共用天线等设备及其部件若因安装固定不当，在受到地震的震动后从屋面掉下，直接威胁地面人员的生命，故应避免设置在最顶层及靠近女儿墙的位置，并应采取保护措施，以避免二次灾害。

5.4.7 由于顶棚、灯具、楼板在地震过程中因材质不同引起震动的偏差也不一致，所以应考虑发生脱落和移位。

5.4.8 电线、电缆、接地线敷设时，应有一定的伸缩余量，防止地震时被切断影响电力恢复及人身安全。

5.4.10 地震时要考虑建筑物和地基发生位移。

5.5 医用气体、燃气等

5.5.8 本条规定了引入管阀门布置的要求。规定“对重要用户应在室外另设阀门”，这是为了万一在燃气房间发生事故时，能在室外比较安全地迅速切断燃气，有利于保证用户的安全。重要用户系指：国家重要机关、宾馆、大会堂、大型火车站和其他重要建筑物等，具体设计时应听取当地主管部门的意见予以确定。

5.5.9 北京、上海等大城市的部分建筑物设置了隔震层。对燃气管道要求为“地震情况下仍要保证燃气不发生泄漏、地震位移量要求考虑 360° 的位移量”。

因此，为了使燃气管道在发生地震时能够缓冲防震层与基础构造物之间产生的最大变位量，除了根据管径来设置柔性连接并在通过防震层的燃气管道前后设置固定支架外，还在室外设置阀门和切断阀，同时设地震感应器，是为了万一在发生地震时，能在室外比较安全地迅速切断燃气，有利于保证用户的安全。

本条主要是根据日本《燃气抗震设计》和国内实际做法规定的。

5.5.11 高层建筑物立管的自重和热胀冷缩产生的推力在管道固定支架和活动支架设计、管道补偿设计上是必须要考虑的，否则燃气管道可能出现变形、折断等安全问题。

5.5.12 室内燃气管道在设计时必须考虑工作温度下的极限变形，否则会使管道热胀冷缩造成扭曲、断裂，一般可以采用室内管道的安装条件做自然补偿。当自然条件不能调节时必须采用补偿器补偿。

5.5.13 室内燃气水平干管尽量不穿建筑物的沉降缝，但有时不可避免，故规定为不宜。穿过时应采取保护措施。

5.5.14 主要是根据日本《超高层建筑物燃气抗震设计》和国内实际做法规定的。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.5 为避免施工过程中大面积返工，规定医院建筑机电工程抗震设施应与机电系统管线设备同步安装。

6.1.6 为避免出现野蛮施工的问题，应按施工工序施工，并对已施工完成部分进行成品保护。

6.2 施工准备

6.2.1 医院建筑机电工程抗震设施运抵现场后，施工单位应设专人对设施种类、规格、尺寸、图纸资料等进行验收。地震灾害难以预测，建筑机电工程抗震以预防为主，为避免某些公司或个人铤而走险应用不合格产品，应对现场到货进行见证抽样检验确保工程质量。

6.2.2 本条对医院建筑机电工程抗震设施的存储提出要求。因设施在潮湿环境会产生腐蚀，所以应有防潮措施。医院建筑机电工程抗震设施构件采用纸箱包装，存储方式为摆放货架或者卡板等。

6.3 施工

6.3.1 锚栓施工前，土建应通过平整验收。与混凝土结构连接的锚栓，安装质量取决于锚栓品质、基材性状及安装方法，应严格按照标准规定执行。

6.3.4 全丝长螺杆主要通过长螺母（六角连接器）连接。长螺母一端连接与结构体锚固的锚栓，另一端连接全丝长螺杆。故需要保证螺纹的旋入长度以及垂直度在允许的偏差范围内。

6.3.5 抗震支吊架其他主要构件的连接件应按设计的力矩进行锁紧，防止松动。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.2 医院建筑机电工程抗震设施应进行进场检验，发现有影响工程质量的产品不得使用。

7.1.3-2 抗震连接件以地震作用为主要荷载，承受往复拉压作用力，力学性能检验应参照《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267、《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》CJ/T 476 进行循环加载。

7.1.4、7.1.5 工程中，抗震支吊架分布广、数量多且每套抗震支吊架为一个独立的个体，故锚栓和紧固件的检验批划分和检验数量与抗震支吊架相同。

7.1.6 抗震支吊架大多采用后锚固，锚栓是将建筑机电工程地震作用传递至结构主体的关键部件，应通过仪器检验锚栓安装质量。

7.2 主控项目

7.2.6 斜撑的安装角度对被支撑管道的受力起到关键作用，同时也会影响到抗震支吊架之间的间距调整。根据要求，斜撑安装角度应不小于 30° ，且不大于 90° ，设计中可能采用 30° 、 45° 、 60° 等角度，建议采用为 45° 。