

ICS 91.060.99

CCS P15

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T XXXX-2022

J XXXXX-2022

建筑机电工程抗震技术规程

Specification for Seismic Technology of Building Mechanical and Electrical
Engineering

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

辽宁省住房和城乡建设厅

辽宁省市场监督管理局

联合发布

前 言

根据辽宁省住房和城乡建设厅“关于印发《2021年度辽宁省第二批工程建设地方标准(导则)编制/修订计划》的通知”(辽住建科[2021] 33号),沈阳建筑大学会同相关单位组成了规程编写组。编写组参考了国内外技术文献和相关标准,深入调查机电抗震系统的使用情况,并广泛征求了相关部门意见,在研究、分析、科学试验和总结工程实践的基础上,编制了本规程。

本规程共8章、3个附录,主要技术内容有:1.总则;2.术语;3.基本规定;4.地震作用和抗震验算;5.机电工程抗震设计;6.施工;7.验收;8.维护管理。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理,由沈阳建筑大学负责具体技术内容的解释。在使用过程中如有需要补充或修改的建议,请将有关资料寄送沈阳建筑大学(邮编:110168;地址:沈阳市浑南区浑南中路25号;电子邮箱:zlclicheng@sina.com)或辽宁省住房和城乡建设厅建筑节能与科学技术处(邮编:110011;地址:沈阳市和平区太原街2号;电子邮箱:lnsjstkjc@163.com),以供修订时参考。

主编单位:沈阳建筑大学

主编单位:沈阳建筑大学

参编单位:中国建筑东北设计研究院有限公司

安固士(天津)建筑材料有限公司

辽宁联接管业有限公司

沧州惠邦交通通讯产品制造有限公司

鞍山市政设计研究院有限公司

沈阳赛思环境工程设计研究中心有限公司

辽宁省化工地质勘察院有限责任公司

主 编:张立成

参编人员:

审查人员:

目 录

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	地震作用和抗震验算	5
4.1	一般规定	5
4.2	地震和场地影响	5
4.3	地震作用计算	6
4.4	抗震验算	8
5	机电工程抗震设计	10
5.1	一般规定	10
5.2	抗震支吊架设置与计算	10
5.3	给水排水系统	12
5.4	暖通空调系统	14
5.5	电气系统	16
5.6	燃气系统	18
6	施 工	20
6.1	一般规定	20
6.2	施工准备	20
6.3	机电设施安装	21
6.4	抗震支吊架安装	22
7	验 收	25
7.1	一般规定	25
7.2	机电设施	26
7.3	抗震支吊架	26
8	维护管理	28
	附录 A 辽宁省主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组	30
	附录 B 抗震支吊架节点计算书	32
	附录 C 抗震支吊架验收记录表	33
	本规程用词说明	39
	引用标准目录	40
	条文说明	41

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
4	Earthquake action and seismic checking	5
4.1	General requirements	5
4.2	Influence of earthquake and site	5
4.3	Calculation of earthquake action	6
4.4	Seismic checking	8
5	Seismic design of mechanical and electrical engineering	10
5.1	General requirements	10
5.2	Setting and calculation of seismic bracker and hanger	10
5.3	Water supply and drainage system	12
5.4	HVAC system	14
5.5	Electricity system	16
5.6	Gas system	18
6	Construction	20
6.1	General requirements	20
6.2	Preparation of construction	20
6.3	Installation of mechanical and electrical facilities	21
6.4	Installation of seismic bracker and hanger	22
7	Acceptance	25
7.1	General requirements	25
7.2	Mechanical and electrical facilities	26
7.3	Seismic bracker and hanger	26
8	Maintenance and management	28
	Appendix A Seismic precautionary intensity, design basic seismic acceleration and design seismic grouping of main towns in Liaoning Province	30
	Appendix B Calculation form of seismic bracker and hanger nodes	32
	Appendix C Acceptance record form of seismic bracker and hanger	33
	Explanation of wording in this specification	39
	List of quoted standards	40
	Explanation of provisions	41

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家抗震法规，实行“预防为主”的方针，使建筑机电工程经抗震设防后，减轻地震破坏，防止次生灾害，减少人员伤亡和经济损失，做到安全可靠、技术先进、经济合理，确保工程质量，利于维护管理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑机电工程抗震设计、施工、验收与维护管理。

1.0.3 建筑机电工程必须进行抗震设计，并应与建设工程同步设计、同步施工和同步验收。

1.0.4 建筑机电工程抗震设计、施工、验收及维护管理除应符合本规程外，尚应符合国家和辽宁省现行有关规范和标准的规定。

2 术 语

2.0.1 抗震设防烈度 seismic precautionary intensity

按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。一般情况，取 50 年内超越概率 10% 的地震烈度。

2.0.2 抗震设防标准 seismic precautionary criterion

衡量抗震设防要求高低的尺度，由抗震设防烈度或设计地震动参数及建筑抗震设防类别确定。

2.0.3 地震作用 earthquake action

由地震动引起的建筑机电工程设施动态作用，包括水平地震作用和竖向地震作用。

2.0.4 建筑机电工程设施 building mechanical and electrical engineering facilities

指为建筑使用功能服务的附属机械、电气构件、部件和系统。主要包括电梯、照明系统和应急电源、通信设备、管道系统、暖通空调系统、火灾报警和消防系统、共用天线等。

2.0.5 抗震支承 seismic support

与建筑结构体可靠连接，以承担地震作用为主的机电工程抗震体系。

2.0.6 限位器 limiting position device

防止落地安装的建筑机电设备在地震时发生位移而设置的装置。

2.0.7 抗震支吊架 seismic bracing

由锚固体、加固吊杆、抗震连接构件和抗震斜撑等组成，与建筑结构体可靠连接，并能承担地震作用的支吊架。

2.0.8 侧向抗震支吊架 lateral seismic bracing

抗震斜撑与管道横截面平行的抗震支吊架。

2.0.9 纵向抗震支吊架 longitudinal seismic bracing

抗震斜撑在水平面投影与管道横截面垂直的抗震支吊架。

2.0.10 单杆抗震支吊架 single rod seismic bracing

由一根承重吊杆与管道连接构件、抗震斜撑等组成的抗震支吊架。

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

由两根及以上承重吊杆与横梁、抗震斜撑等组成的抗震支吊架。

2.0.12 抗震斜撑 seismic diagonal bracing

用以连接建筑机电工程设施与建筑结构，能够将设施水平地震作用传递给建筑结构的斜向支承构件。

2.0.13 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。

2.0.14 管道连接构件 pipe connecting component

通过紧固管道以防止其在特定方向发生滑脱、移动的构件。

2.0.15 锚固体 fixing part

与混凝土、钢结构等结构构件连接的构件。

2.0.16 螺杆紧固件 rod stiffener

能夹紧杆件并使其抗弯能力与稳固性能提高的装置。

2.0.17 设计基本地震加速度 design basic acceleration of ground motion

50 年设计基准期超越概率 10% 的地震加速度的设计取值。

2.0.18 设计特征周期 design characteristic period of ground motion

抗震设计用的地震影响系数曲线中，反映地震震级、震中距和场地类别等因素的下降段起始点对应的周期值。

3 基本规定

3.0.1 抗震支吊架构件、组件的材料、质量、性能等应符合现行国家标准《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 的有关规定，并附有检测报告和产品合格证。

3.0.2 抗震支吊架的所有构件、组件均应采用成品，连接紧固件的构造应便于安装，除槽钢、螺杆可进行现场切割外，其他产品不得现场加工。

3.0.3 限位器、抗震支吊架等抗震支承应具有足够的刚度和承载力，其与建筑结构应有可靠的连接和锚固，且不应影响结构安全，并满足受灾时设备功能不中断或灾后迅速恢复的要求。

3.0.4 固定于钢柱及钢梁上的抗震支吊架，应采用钢结构专用夹具进行连接，夹具应经第三方机构检测或者认证。

3.0.5 抗震支吊架应根据地震作用选用符合性能要求的产品，抗震斜撑承载力应满足对应方向的地震作用要求，并应满足以下规定：

- 1 单杆或门型侧向抗震支吊架至少有一组抗震斜撑；
- 2 单杆纵向抗震支吊架至少有一组抗震斜撑；
- 3 门型纵向抗震支吊架至少有两组抗震斜撑；
- 4 多层门型抗震支吊架应根据层数设置相应的抗震斜撑。

3.0.6 抗震斜撑的垂直角度宜为 45° ，不得小于 30° 。

3.0.7 抗震支吊架的斜撑与吊架的间距不得大于 0.1 米。

3.0.8 抗震支吊架吊杆长细比大于 100 或抗震斜撑杆件长细比大于 200 时，应采取加固措施。

3.0.9 当管道穿越建筑沉降缝时应考虑不均匀沉降对抗震支吊架的影响。

3.0.10 建筑机电设备底部应与楼地面可靠固定。锚栓或预埋螺栓应固定在建筑面层下的结构构件上。对于无法用螺栓与楼地面连接的机电设备，应采用抗震措施进行限位。

4 地震作用和抗震验算

4.1 一般规定

4.1.1 建筑附属机电设施及连接应根据所属建筑的抗震设防类别和地震破坏的后果及其对整个建筑结构影响的范围,采取不同的抗震措施,达到相应的性能化设计目标。

4.1.2 下列建筑附属机电设施及连接,应计算地震作用计算和构件抗震验算,并采取相应的抗震措施:

1 7度、8度时,建筑附属机电设备自重超过 1.8kN 或其体系自振周期大于 0.1s 的设备支架、基座及其锚固;

2 7度、8度时,电梯提升设备的锚固件、高层建筑的电梯构件及其锚固。

4.1.3 当计算两个连接在一起、抗震措施要求不同的建筑附属机电设施时,应按较高要求进行抗震设计。建筑机电设施连接损坏时,不应引起与之相连的有较高要求的机电设施失效。

4.1.4 当建筑需满足在遭受相当于本地区抗震设防烈度地震影响保持正常使用功能的要求时,为建筑使用功能服务的附属机电设施及其与建筑结构的连接应符合下列规定:

1 应按建筑在设防烈度地震作用下的层间位移角和楼面水平加速度选择适合的建筑附属机电设施和仪器设备;当所选建筑机电设施和仪器设备不能适应建筑的层间位移角和楼面水平加速度时,应重新选择建筑机电设施和仪器设备,或对其采取专门措施;

2 建筑附属机电设施和仪器设备,其自身及与建筑结构的连接,应按设防烈度地震进行抗震设防。

4.2 地震和场地影响

4.2.1 建筑机电工程所在地区遭受的地震影响,其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 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定确定,并采用相应于抗震设防烈度的设计基本地震加速度和特征周期。对已编制抗震设防区划的城市,可按批准的抗震设防烈度和对应的地震动参数进行抗震设防。

4.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度取值的对应关系,应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

抗震设防烈度	6 度	7 度		8 度	
II类场地设计基本地震加速度值	0.05g	0.10	0.15g	0.20g	0.30g

注: g 为重力加速度。

4.2.3 特征周期应根据工程所在地的设计地震分组和场地类别按本标准第 4.2.4 条的规定确定。设计地震分组应根据现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 II类场地条件下的基本地震动加速度反应谱特征周期按表的规定确定。

表 4.2.3 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

设计地震分组	第一组	第二组	第三组
II类场地基本地震加速度反应谱特征周期	0.35s	0.40s	0.45s

4.2.4 建筑结构的设计特征周期应根据其所在地的场地类别和设计地震分组按表 4.2.4 采用。计算罕遇地震作用时，特征周期应增加 0.05s。

表 4.2.4 特征周期值 (s)

设计地震 分组	场 地 类 别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

4.2.5 辽宁省主要城镇中心地区的抗震设防烈度、设计基本地震加速度值和所属的设计地震分组，可按现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定采用，也可按本标准附录 A 采用。

4.2.6 建筑机电工程设备的水平地震影响系数最大值应按表 4.2.6 采用。当建筑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。

表 4.2.6 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度	7 度		8 度
	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g
多遇地震	0.04	0.08	0.12	0.16
设防地震	0.12	0.23	0.34	0.45
罕遇地震	0.28	0.50	0.72	0.90

4.2.7 建筑场地为 I 类时，甲、乙类建筑的建筑机电工程应按本地区抗震设防烈度的要求进行抗震设计；丙类建筑的建筑机电工程可按本地区抗震设防烈度降低一度的要求进行抗震设计，但 6 度时仍应按本地区抗震设防烈度的要求进行抗震设计。

4.2.8 建筑场地为 III、IV 类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，各类建筑机电工程宜按 8 度（0.20g）的要求进行抗震设计。

4.3 地震作用计算

4.3.1 当建筑机电工程根据所属建筑抗震和使用功能要求进行抗震性能设计时，在遭遇设防烈度地震影响下的性能水准可按表 4.3.1 选用。

表 4.3.1 建筑机电设施构件的性能水准

性能水准	功能描述	变形指标	功能系数
性能 1	完好,保持使用功能	可经受相连结构构件出现设防烈度地震下的变形	≥2.0
性能 2	外观可能损坏,不影响使用功能和防火能力;使用、应急系统可照常运行	可经受相连结构构件出现 1.4 倍的设备支架设计变形	≥1.4
性能 3	使用功能基本正常或可很快恢复,耐	可经受相连结构构件出现 1.0 倍	1.0

	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	的设备支架设计变形	
性能 4	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	只能经受相连接结构构件出现 0.6 倍的设备支架设计变形	0.6

4.3.2 建筑附属机电设施的支座及连接件进行抗震性能设计时，其地震作用的构件类别系数和功能系数应根据所选抗震性能要求和所属部位确定。当所选抗震性能为性能 1 时，功能系数可取 2.0~3.0；当所选抗震性能为性能 2~性能 4 时，可按表 4.3.2 的规定确定。

表 4.3.2 建筑附属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
应急电源的主控系统、发电机，冷冻机等； 消防系统、燃气及其它气体系统		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
电机、变压器控制中心		1.0	1.4	1.0	1.0
给排水管道、通风空调管道、电缆桥架		0.9	1.4	1.0	0.6
灯具	悬挂式或摇摆式	0.9	1.4	1.0	0.6
	其它	0.6	1.4	1.0	0.6
支座	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
	柜式设备支座	0.6	1.4	1.0	0.6
	公用天线支座	1.2	1.4	1.0	1.0

4.3.3 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应施加于其重心，水平地震力应沿任一水平方向；

2 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防震缝两侧的建筑机电工程，除自身重力产生的地震作用外，尚应同时计及地震时支承点之间相对位移产生的作用效应；

3 建筑机电设备（含支架）的自振周期大于 0.1s 且其重力超过所在楼层重力的 1%，或建筑机电设备的重力超过所在楼层重力的 10% 时，宜通过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。

4.3.4 地震时需保持正常使用功能的建筑，其附属机电设施或设备自身及与建筑结构的连接，应按设防地震进行抗震验算。

4.3.5 当采用等效侧力法时，水平地震作用标准值宜按下式计算：

$$F = \gamma \eta \zeta_1 \zeta_2 \alpha_{\max} G \quad (4.3.5)$$

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；

γ ——建筑机电设施功能系数，按本标准第 4.3.2 条执行；

η ——建筑机电设施类别系数，按本标准第 4.3.2 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；对要求采用时程分析法补充计算的结构，应按其计算结果调整；

$\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值，按本标准第 4.2.6 条关于多遇地震的规定采用；

G ——建筑机电设施或构件的重力，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。

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

$$F = \gamma \eta \beta_s G \quad (4.3.6)$$

式中： β_s ——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。

4.3.7 建筑机电设施或构件因支承点相对水平位移产生的内力，可按该构件在位移方向的刚度乘以规定的支承点相对水平位移计算，并应符合下列规定：

1 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，分别采用刚接、铰接、弹性连接或滑动连接等简化的力学模型；

2 分段防震缝两侧的相对水平位移，宜根据使用要求确定；相邻楼层的相对水平位移 Δu ，应按下式计算：

$$\Delta u = [\theta] h \quad (4.3.7)$$

式中： $[\theta]$ ——当按多遇地震计算时为弹性层间位移角限值，宜按表 3.3.6 采用；当按设防烈度地震或罕遇地震计算时，应按建筑结构的设计层间位移角限值，并结合机电设施或仪器设备实际情况确定；

h ——计算楼层层高（m）。

表 4.3.7 多遇地震弹性层间位移角限值

结构类型	$[\theta]$
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、钢筋混凝土框支层	1/1000
多、高层钢结构	1/250

4.4 抗震验算

4.4.1 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，应按下式计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} \quad (4.4.1)$$

式中：S——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；

R——建筑机电工程设施或构件的承载力设计值，当选用成品时，不得高于选用产品的额定荷载；

γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况取 1.3，当重力荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于 1.0；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.4；

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。

4.4.2 建筑机电工程设施构件及其连接应按下式进行抗震验算：

$$S \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.4.2)$$

式中：R——构件承载力设计值，摩擦力不得作为抵抗地震作用的抗力；抗震支吊架连接构件承载力设计值可取第三方检验机构现场抽样检验承载力标准值除以 1.5；无现场抽样检验数据但符合现行国家标准的合格产品，可取产品样本参考数值。

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，可取 1.0。

4.4.3 建筑物内的高位水箱应与所在结构可靠连接，8 度时结构设计应考虑高位水箱对结构体系产生的附加地震作用效应。

4.4.4 在设防烈度地震作用下需要保持正常工作的建筑，其机电工程设施及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。

4.4.5 抗震设防建筑机电工程设施所承受的地震作用应由不同方向的抗震支承来承担，水平地震作用应由两个方向的抗震支承来承担。

5 机电工程抗震设计

5.1 一般规定

5.1.1 建筑机电工程设施与建筑结构的连接构件和部件的抗震措施,应根据设防烈度、建筑使用功能、建筑高度、结构类型、变形特征、设备设施所处位置和运行要求及现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定,经综合分析后确定。

5.1.2 建筑机电工程重要机房不应设置在抗震性能薄弱的部位;建筑机电设备不应设置在可能导致其使用功能障碍等二次灾害的部位;对于有隔振装置的设备,当发生地震时连接件不得破坏,并应防止设备和建筑结构发生谐振现象。

5.1.3 建筑机电工程设施抗震设计应以建筑结构设计为基准,对与建筑结构的连接件应采取措施进行设防。

5.1.4 建筑机电工程设施的基座或连接件应能将设施承受的地震作用全部传递到建筑结构上。建筑结构中用以固定建筑机电工程设施的预埋件、锚固件,应能承受设施传给主体结构的地震作用。

5.1.5 建筑机电工程管道穿越结构墙体的洞口设置,应避免穿越主要承重结构构件。管道及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。

5.1.6 对重量不大于 1.8kN 的设备、吊杆计算长度不大于 300mm 的吊杆悬挂管道,可不进行抗震设防。

5.1.7 抗震支吊架与钢筋混凝土结构应采用预埋件或锚栓连接,与钢结构宜采用螺栓或焊接连接。

5.1.8 穿越结构防震缝的建筑机电管道或配线宜采用柔性连接,满足罕遇地震时防震缝两侧结构的相对位移,并应在防震缝两侧设置抗震支承;穿过隔震层的建筑机电管道或配线应采用柔性连接或其它有效措施,满足隔震层在罕遇地震作用下的水平位移,并应在隔震层上下设置抗震支承。

5.1.9 太阳能集热器应设置抗震支承并与结构连接牢固,集热器、热水箱等支架强度应满足抗震要求。

5.1.10 给水排水、供暖空调和燃气的室外管道抗震设计计算除满足本规程要求外,尚应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的有关规定。

5.1.11 建筑机电工程抗震设计施工图应包括抗震支吊架和限位器等抗震支承的设置、节点做法及力学计算等。

5.2 抗震支吊架设置与计算

5.2.1 抗震支吊架在地震中应对建筑机电工程设施给予可靠保护,承受来自任意方向的地震作用。

5.2.2 水平管道侧向、纵向抗震支吊架的最大设计间距应符合表 5.2.2 的要求。

表 5.2.2 抗震支吊架的最大设计间距

管道类别		抗震支吊架 最大设计间距（m）	
		侧向	纵向
给水、热水及消防管道	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、高温热水管及其它有害气体管道	6.0	12.0
通风及排烟管道	新建工程普通刚性材质风管	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、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、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	6.0	12.0

5.2.3 水平管道侧向及纵向抗震支吊架的间距应按式计算：

$$l = \frac{l_0}{k \cdot \alpha_{Ek}} \quad (5.2.3)$$

式中： l ——水平管道侧向及纵向抗震支吊架间距（m）；

l_0 ——抗震支吊架的最大设计间距（m），可按表 5.2.2 的规定确定；

k ——抗震斜撑角度调整系数。抗震斜撑垂直角度 $\beta=45^\circ$ 时， $k=1.0$ ； $34^\circ \leq \beta < 45^\circ$ 时， $k=1.67$ ； $30^\circ \leq \beta < 34^\circ$ 时， $k=2.33$ ；

α_{Ek} ——水平地震力综合系数（小于 1.0 时按 1.0 取值）。

5.2.4 水平地震力综合系数可按式计算：

$$\alpha_{Ek} = \gamma \eta \zeta_1 \zeta_2 \alpha_{\max} \quad (5.2.4)$$

5.2.5 每段水平直管道抗震支吊架的设置应符合下列要求：

1 应在水平直管道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最大设计间距时，应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间距大于最大设计间距时，应增设纵向抗震支吊架。

5.2.6 水平管道转弯处的抗震支吊架应设置在距离转弯处 0.6m 范围内，并可作为另一侧管道的纵向抗震支承，且与下一纵向抗震支吊架的间距应按式计算：

$$L = \frac{(L_1 + L_2)}{2} + 0.6 \quad (5.2.6)$$

式中： L ——与下一纵向抗震支吊架的间距（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）。

5.2.7 相邻两个抗震支吊架间刚性连接的水平管道可纵向偏移，偏移值应符合下列规定：

1 水管和电线套管不得超过侧向抗震支吊架间距的 1/16；

2 风管、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒不得超过其宽度的 2 倍。

5.2.8 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 范围内应设置侧向和纵向抗震支吊架。

5.2.9 水平管道在安装柔性补偿器或伸缩节的两端 0.6m 范围内应设置侧向和纵向抗震支吊架。

5.2.10 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。

5.2.11 单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支吊架；
- 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，可不设置抗震支吊架；
- 4 当管道中安装的附件自身质量超过 25kg 时，应设置侧向及纵向抗震支吊架。

5.2.12 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承或两个纵向抗震支承；
- 2 同一承重吊架悬挂多层门型吊架时，应对承重部分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抗震斜撑应安装在上层横梁或承重支吊架连接处；
- 4 当管道上的附件质量超过 25kg 且与管道采用刚性连接时，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承。

5.2.13 保温管道的抗震支吊架限位应按管道保温后的尺寸设计，并应考虑管道热胀冷缩产生的位移。

5.2.14 地震作用应按设备运行负荷时的重力荷载计算。

5.2.15 干管的侧向抗震支承荷载应计入未设抗震支承支管的纵向水平地震作用。

5.2.16 抗震支吊架的设计应编制节点序号，根据其所受荷载按本规程第 4 章的规定逐个进行抗震验算，并调整抗震支吊架间距，选用符合性能要求的产品，直至各点均满足地震作用要求。抗震支吊架节点计算内容可按照附录 B 的规定执行。

5.3 给水排水系统

5.3.1 室内、室外给水排水管材和连接方式除应执行现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定外，尚应符合本节规定。

5.3.2 室内给水排水管道的选用应符合下列规定：

- 1 高层建筑冷、热水生活给水干管和立管应采用铜管、不锈钢管、金属复合管等强度高且具有较好延性的管道，且接户管阀门之后应设软接头；
- 2 高层建筑重力流排水的污水、废水、雨水管道宜采用柔性接口的机制排水铸铁管；
- 3 压力排水管道应采用金属管或金属复合管等强度高且具有较好延性的管道；
- 4 消防给水管道、气体灭火输送管道应根据系统工作压力按现行国家消防标准选用管材和相应的连接方式。

5.3.3 室外给水排水管道的选用应符合下列规定：

- 1 生活冷水管道宜采用球墨铸铁管、双面防腐钢管、金属塑料复合管、PE 管等具有延性的管道；当采用球墨铸铁管时，应采用柔性接口连接；
- 2 生活热水管道宜采用不锈钢管、双面防腐钢管、金属塑料复合管等具有延性的管道；

3 消防给水管道宜采用球墨铸铁管、金属塑料复合管、加强防腐钢管等具有延性的管道，并应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定；

4 排水管道宜采用 PVC 或 PE 双壁波纹管、钢筋混凝土管或其他类型的化学管材，应采用柔性接口；8 度的Ⅲ、Ⅳ类场地，应采用承插式管材，其接口处填料应采用柔性材料；

5 地基土为可液化地段，埋地给水排水管道不得采用塑料管，管网上的闸门、检查井等附属构筑物不宜采用砖砌体结构和塑料制品。

5.3.4 室内给水排水管道的布置与敷设应符合下列规定：

1 高层建筑给水、排水立管直线长度超过 50m 时，宜采取抗振动措施；直线长度超过 100m 时，应采取抗振动措施；

2 高层建筑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 室内冷水、热水和消防系统，直径大于等于 DN65 的管道应设置抗震支吊架。当抗震支架与防晃支架重合时，可只设抗震支吊架；

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，管道与套管间的缝隙应采用柔性防火材料封堵；

6 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柔性连接件。

5.3.5 室外给水排水管道应避免在高坎、深坑、崩塌、滑坡等地段布置与敷设，并应符合下列规定：

1 生活冷水、热水和消防给水管道宜埋地敷设或管沟敷设；

2 生活冷水和消防给水管道，采用市政管网供水的建筑和小区宜采用两路供水，不能断水的重要建筑应采用两路供水或设两条引入管；干管应成环状布置，并应在环管上合理设置阀门；

3 生活热水管道应结合防伸缩变形采取抗震防变形措施，且保温材料应具有良好的柔性；

4 室外排水管道接入市政排水管网时宜设有一定防止水流倒灌的跌水高度；大型建筑小区的排水管道宜采用分段布置，就近处理和分散排出，有条件时应适当增设连通管或设置事故排出口。

5.3.6 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、消防水箱宜采用应力分布均匀的圆形或方形水箱；

2 生活低位水池（箱）、消防水池及相应的低区给水泵房、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 设备、设施、构筑物等应具有足够的检修空间；

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、设施应与主体结构可靠连接，与其连接的管道应采用金属管道；

6 生活、消防给水箱（池）的配水管、水泵进水管应设软接头，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。

5.3.7 室外水池、泵房的设置应符合下列规定：

1 生活、消防水池（箱）宜采用地下式，平面形状宜为圆形或方形，并应采用钢筋混凝土结构水池或符合抗震要求的装配式结构水箱；

2 水池（箱）的进、出水管应分设，管材宜采用双面防腐钢管，进、出水管道上均应设置控制阀门；

3 穿越水池池体的配管宜预埋柔性套管，在水池壁（底）外应设置柔性接口；

4 水泵房宜毗邻水池设在地下室内；

5 泵房内管道应有可靠的抗震支承，沿墙敷设管道应设支架和托架；

6 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。

5.4 暖通空调系统

5.4.1 暖通空调管道的选用除应执行现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工规范》GB 50738 等的有关规定外，尚应符合本节规定。

5.4.2 室内暖通空调管道的选用应符合下列规定：

1 高层建筑供暖空调水管道的干管、立管应采用热镀锌钢管、钢管、不锈钢管、铜管、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 加压送风、排烟及补风的管道，应按现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的规定选用；

3 事故通风的风道，多层建筑地上部分宜采用镀锌钢板或钢板制作，高层建筑地上部分应采用热镀锌钢板或钢板制作。

5.4.3 室外供暖、空调水管道的选用应符合下列规定：

1 管道宜采用钢管，并应采用法兰连接或焊接；

2 管道干线的附件均应采用球墨铸铁、铸钢或有色金属材料；

3 地下直埋管道的外保温材料应具有良好的柔性。

5.4.4 室内供暖、空调水管道的布置与敷设应符合下列规定：

1 管道不应穿过抗震缝。当必须穿越时，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；

2 管道穿过内墙或楼板时，应设套管，管道与套管间的缝隙应填充柔性耐火材料；

3 管道穿越地下室外墙时，应设防水套管，穿越基础时应设套管，管道与套管间的缝隙应填充柔性材料；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。

4 暖通空调系统中直径大于等于 DN65 的水管道，应设置抗震支吊架；

5 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吊架。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，应采用门型抗震支吊架；

6 管道抗震支吊架不应限制管道热胀冷缩产生的位移。

5.4.5 室外供暖、空调水管道的布置与敷设应符合下列规定：

- 1 管道应避免敷设在高坎、深坑、崩塌、滑坡地段；
- 2 干管宜采用环状布置，合理设置分段阀门。当采用枝状布置时，应合理设置分支阀门和旁通管道；
- 3 管道宜采用地下直埋敷设或地沟敷设，不宜采用架空敷设；
- 4 热力入口关断阀应设置在建筑物外，阀后应设置柔性连接；
- 5 应结合管道的防伸缩变形采取抗震防变形措施，且保温材料应具有良好的柔性；
- 6 水泵的进、出管上应设置柔性连接；
- 7 管道穿过建（构）筑物的墙体或基础时，应设套管，管道与套管间的缝隙应填充柔性材料；当穿越的管道与墙体或基础为嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接件；
- 8 当地下直埋敷设的管道不能避开活动断裂带时，管道宜与断裂带正交，断裂带两侧的管道上应设置紧急关断阀；管道应敷设在套筒内，周围应填充细砂，管道及套筒应采用钢管。

5.4.6 通风、空调风管的布置与敷设应符合下列规定：

- 1 风道不应穿过抗震缝。当必须穿越时，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，管道与套管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 的风管应采用抗震支吊架。

5.4.7 防排烟风道、事故通风风道及相关设备应采用抗震支吊架。

5.4.8 暖通空调设备、构筑物、设施的选型、布置与固定应符合下列规定：

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 的有关规定执行；

3 布置在建筑物内的制冷机房、热交换站宜设在地下室或底层；

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。当必须采用吊装时，应设置抗震支吊架，并应避免设在人员活动和疏散通道位置的上方；

5 运行时不产生振动的设备、设施可不设防振基础，但必须与主体结构牢固连接，与

其连接的管道应采用金属管道，并应采用柔性连接；

6 运行时产生振动的设备、设施或对隔声降噪有较高要求时，与其连接的管道应采用柔性连接，设备、设施应设防振基础，且应在基础四周设经计算确定的限位器固定。

5.4.9 室外供暖、空调管道上的阀门井、热力小室等应符合下列规定：

- 1 管网上的阀门均应设置阀门井；
- 2 阀门井、热力小室等附属构筑物不宜采用砌体结构，可不进行抗震验算。

5.5 电气系统

5.5.1 重要电力设施可按设防烈度提高 1 度进行抗震设计，但当设防烈度为 8 度及以上时不再提高。

5.5.2 单独建设的电力设施应满足《电力设施抗震设计规范》GB 50260 的有关规定。

5.5.3 内径不小于 60mm 的电气配管或重力不小于 150N/m 的电缆梯架、槽盒、母线槽均应进行抗震设防。

5.5.4 电气系统和装置的设置应符合下列规定：

- 1 地震时应保证正常人流疏散所需的应急照明及相关设备的供电；
- 2 地震时需要坚持工作场所的照明设备应就近设置应急电源装置；
- 3 地震时应保证火灾自动报警及联动控制系统正常工作；
- 4 应急广播系统宜预置地震广播模式；
- 5 地震时应保证通信设备电源的供给、通信设备正常工作。

5.5.5 电梯的设计应符合下列规定：

- 1 电梯和相关机械、控制器的连接、支承均应满足水平地震作用及地震相对位移的要求；
- 2 垂直电梯宜具有地震探测功能，地震时电梯应能够自动就近平层停运。

5.5.6 机房位置的选择应符合下列规定：

- 1 变电所、柴油发电机房、通信机房、消防控制室、安防监控室和应急指挥中心宜布置在建筑结构地震反应较小的部位，且应避开对抗震不利或危险的部位；
- 2 电气配电间及电缆管井不应设置在易受地震破坏的部位。

5.5.7 柴油发电机组的**安装**设计应符合下列规定：

- 1 应设置隔振装置；
- 2 与外部管道应采用柔性连接；
- 3 管道及套筒应采用钢管；
- 4 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作用和竖向地震作用。

5.5.8 变压器的**安装**设计应符合下列规定：

- 1 安装就位后应焊接固定，内部线圈应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。

5.5.9 蓄电池、电力电容器的**安装**设计应符合下列规定：

- 1 蓄电池应安装在抗震架上；
- 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。

5.5.10 配电箱（柜）、通信设备等的**安装**设计应符合下列规定：

- 1 靠墙安装的配电柜、通信设备机柜底部安装应固定。当底部安装不满足抗震承载力要求时，应在柜体合适位置增设抗震支撑或抗震连接；
- 2 当配电柜、通信设备柜等非靠墙落地安装时，其根部应安装锚栓或预埋件固定在面层以下的结构上。当抗震设防烈度为 8 度时，可将几个柜在重心位置以上连成整体；壁式安装的配电箱与墙壁之间应采用锚栓连接；
- 3 配电箱（柜）、通信设备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；
- 4 配电箱（柜）面上的仪表应与柜体组装牢固；
- 5 设在水平操作面上的消防、安防设备应采取防止滑动的措施。

5.5.11 配电导体应符合下列规定：

- 1 宜采用电缆或电线；
- 2 当采用硬母线敷设且直线段长度大于 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，应在长度上留有裕量；
- 4 接地线应采取防止地震时被拉断的措施。

5.5.12 引入建筑物的电气管路敷设时应符合下列规定：

- 1 在进口处应采用挠性管或采取其他抗震措施；
- 2 当进户井贴邻建筑物设置时，缆线应在井中留有裕量；
- 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。

5.5.13 电气管路不宜穿越抗震缝，当必须穿越时应符合下列规定：

- 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、母线槽应在抗震缝两侧设置伸缩节；
- 3 抗震缝两侧伸缩节转接点应设置抗震支撑节点并与结构可靠连接。

5.5.14 电气管路敷设时应符合下列要求：

- 1 缆线穿管敷设时宜采用弹性和延性较好的管材；
 - 2 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，应安装侧向防晃吊架；
 - 3 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；
 - 4 金属导管、刚性塑料导管的直线段部分应每隔 30m 设置伸缩节。
- 5.5.15 配电装置至用电设备之间的连线应符合下列规定：
- 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，进口处应转为挠性管过渡。
- 5.5.16 设在建筑物屋顶上的共用天线应采取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。
- 5.5.17 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。

5.6 燃气系统

- 5.6.1 燃气管道的材料、压力、敷设等除应执行现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定外，尚应符合本节规定。
- 5.6.2 内径大于等于 25mm 的燃气管道应进行抗震设计。
- 5.6.3 燃气管道布置和敷设应符合下列规定：
- 1 燃气引入管穿过建筑物基础、墙或管沟时，应设置在套管中，并应留有沉降空间；
 - 2 燃气引入管阀门宜设置在建筑物内，重要用户应在室外另设阀门；
 - 3 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，地震感应器应与切断阀连锁；
 - 4 燃气管道不应穿过抗震缝，水平干管不宜穿过沉降缝；
 - 5 沿建筑物外墙敷设的燃气管道宜采用焊接钢管或无缝钢管，应做防腐处理，可采取保温措施；
 - 6 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。
 - 7 室内燃气管道及设备应固定在主体结构上，沿墙、柱、楼板和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，管支架、管卡、吊架等固定件（除固定支架外）的安装不应妨碍管道的自由伸缩。
- 5.6.4 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。
- 5.6.5 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。补偿器宜采用门形或波纹管形，不得采用填料型。
- 5.6.6 建筑高度大于 50m 的建筑内，燃气管道应根据建筑抗震要求合理设置抗震支承，并

应符合下列规定：

1 立管及其固定件的设置：

- 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 处固定支架作为抗震支承；
- 3) 当立管的长度大于等于 120m 时，应至少设置 2 处固定支架作为抗震支承，且应在固定支架之间的中间部位采取吸收伸缩变形的措施。

2 水平干管及其固定件的设置：

- 1) 水平管从立管分支至第一个水平管固定件处，均应采用焊接连接；
- 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。

6 施 工

6.1 一般规定

- 6.1.1 建筑机电抗震工程应由具有相应施工资质的施工单位承担,施工人员应熟练掌握施工工序和操作要点。
- 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 建设单位应在施工前组织施工单位、设计单位和监理单位进行技术交底。
- 6.1.4 建筑机电工程抗震设施施工前,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、建设单位或监理单位审查批准后实施。
- 6.1.5 抗震连接构件及管道连接构件材料厚度不得小于5mm,抗震斜撑构件的槽钢(或钢管)厚度不应小于2mm,构件表面应采用镀锌、镀铬或环氧喷涂等防腐处理。
- 6.1.6 连接混凝土构件的锚栓性能和锚栓选用应分别符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160和《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关规定。
- 6.1.7 建筑机电工程抗震设施应与建筑机电系统设备、管线同步安装,并应保证安装位置正确、平整牢固、无变形。
- 6.1.8 施工过程中应采取相应的防护措施,防止抗震支吊架构件磕碰或坠落。
- 6.1.9 抗震支吊架安装应严格按照施工图进行施工,如施工图与现场实际不符,应经设计单位确认同意后,方可实施变更。
- 6.1.10 各专业抗震设施应协调统一施工,对已施工完毕的建筑机电工程抗震设施应采取保护措施。
- 6.1.11 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、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46等的有关规定。

6.2 施工准备

- 6.2.1 建筑机电工程抗震设施的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,搬运时小心轻放,避免油污和化学品污染,严禁撞击,不得抛、摔、滚、拖;
- 2 装卸时应采取保护措施,防止碰撞和坠落等;
- 3 库房应干燥、通风良好,库房地面应铺设防潮设施,库房内严禁贮存腐蚀性物品;
- 4 建筑机电工程抗震设施应按型号、规格分类储存在货架上;摆放在卡板上时,应码放整齐,高度不超过5层或1.0m;
- 5 槽钢应储存在干燥的木条上,高度不宜高于1.0m,并应有防倾覆措施和安全警示标

牌，不同型号槽钢应分开叠放，未经拆封的槽钢之间应衬垫干燥木条。

6.2.2 建筑机电工程抗震设施运达施工现场后，施工单位应对其进行检查，合格后报请建设单位或监理单位进行验收，并填写进场验收记录。进场验收应包括以下内容：

- 1 所有产品包装应完好无损，并附有包装分件名称和数量等清单；
- 2 所有产品应有出厂质量检验证明、合格证、质保书；
- 3 抗震支吊架构件及组件应有检测报告或认证证书等证明性文件；
- 4 产品的类型、规格、材料、尺寸、表面处理方式等应符合设计要求；
- 5 产品应具有原材料质量检验报告、产地证明，进口材料应提供商检证明等质量证明文件。

6.2.3 施工单位应在建设单位或监理单位技术人员的监督下，按产品检验标准分类进行抽样检验，抽检项目应符合下列要求：

- 1 槽钢尺寸、齿牙深度，检测方法应满足现行国家标准《产品几何技术规范(GPS) 光滑工件尺寸的检验》GB/T 3177 的规定；
- 2 管夹、连接件的尺寸，检测方法应满足现行国家标准《产品几何技术规范(GPS) 光滑工件尺寸的检验》GB/T 3177 的规定；
- 3 抗震连接构件或斜撑组件力学性能，检测方法应满足本规程 3.0.5 条的规定；
- 4 锚栓承载力性能（抗拉），检测方法应满足现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的规定；
- 5 螺杆的性能等级，检测方法应满足现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺母》GB/T 3098.1 的规定。

6.2.4 槽钢、连接件、管夹、锚栓等材料配件应有企业永久商标标识。

6.2.5 施工机具应配备齐全，测量工具应具有校验合格证，并在有效期内使用。

6.2.6 施工前应确认施工范围，相关工作面应符合施工和抗震支吊架安装的技术要求。

6.2.7 施工时应应对现场成品采取保护措施，严禁损坏。

6.3 机电设施安装

6.3.1 对于有隔振装置的机电设备，安装抗震设施不应降低其隔振装置的性能。

6.3.2 机电设备安装混凝土基础或楼板上时，应满足下列要求：

- 1 采用预埋件或预埋螺栓安装时，应确认其位置和型号符合施工图要求；
- 2 采用后锚栓安装时，应根据施工图确定锚栓的位置、型号和数量；
- 3 设备基础四周需要安装限位器时，限位器及锚栓的型式、规格、数量等应满足施工图要求。

6.3.3 机电设备和管道的连接应根据施工图选择合理的连接方案，并预留足够的变形余量。

6.3.4 管道布置应符合下列规定：

- 1 直线管道伸缩节设置位置和数量应满足施工图要求；

- 2 穿越抗震缝和穿越隔震层的管道连接方式应满足施工图要求；
- 3 管道穿过内墙或楼板时设置套管的规格应满足施工图要求；
- 4 管道与套管间的缝隙应采用柔性防火封堵材料或柔性耐火材料填充。

6.4 抗震支吊架安装

6.4.1 建筑机电工程设施的下列部位应设置抗震支吊架：

- 1 直径大于等于 DN65 的冷水、热水和消防系统水平管道；
- 2 直径大于等于 DN65 的暖通空调水管道；
- 3 矩形截面面积大于等于 0.38m² 和圆形直径大于等于 0.70m 的风管；
- 4 防排烟风道、事故通风风道及相关设备；
- 5 内径大于等于 60mm 的电气配管及重力大于等于 150N/m 的电缆桥架和母线槽；
- 6 内径大于等于 25mm 的燃气管道；
- 7 重力大于 1.8kN 的空调机组、风机等吊装设备。

6.4.2 抗震支吊架安装前，应根据施工现场实际情况校核、深化施工图，并提交设计单位认可。

6.4.3 多种管道同路由空间敷设抗震支吊架时，各专业应在安装前进行管线综合排布，协调确认安装顺序。

6.4.4 门型抗震支吊架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，安装不应偏离其中心线 2.5°；
- 2 当吊杆为全丝螺杆时，纵向抗震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，吊杆与斜杆间距不应大于 0.1m，安装不应偏离其连接点中心线 2.5°；
- 3 管道分层设置时，抗震支承应相应分层设置，中间吊杆设置的斜撑不应偏离其中心线 2.5°。

6.4.5 固定于混凝土结构上的抗震支吊架，应采用扩底型锚栓，不得采用膨胀型锚栓，并应符合下列规定：

- 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；
- 2 在锚固深度的范围内，混凝土强度等级不应低于 C30；
- 3 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、管线管等隐蔽设施；
- 4 锚栓钻孔尺寸应符合表 6.4.6-1 的规定：

表 6.4.6-1 锚栓钻孔尺寸（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
------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

5 锚栓钻孔质量应符合表 6.4.6-2 的规定：

表 6.4.6-2 锚栓钻孔质量

指标名称	锚孔深度（mm）	锚孔垂直度（%）	锚孔位置（mm）
允许偏差	+5 0	±2	±5

6.4.6 固定在钢结构（钢柱、钢梁）上的抗震支吊架，应采用专用夹具连接，与钢结构连接处要牢固完好。

6.4.7 连接底座的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 连接底座的位置应根据抗震支吊架的设计形式确定；
- 3 连接底座安装应牢固。

6.4.8 槽钢和全螺纹吊杆应根据现场实际需要采用机械切割，并应符合下列规定：

- 1 切割时应保证断面的垂直度；
- 2 切割槽钢时应使其开口面向下，并应避免冲孔区间，避免扭曲变形；
- 3 切割面应打磨平滑，并清除表面吸附的铁屑和粉末等杂质；
- 4 切割断面应进行防护处理。

6.4.9 抗震支吊架全螺纹吊杆安装应符合下列规定：

- 1 全螺纹吊杆长度应按现场情况所需实际尺寸确定；
- 2 全螺纹吊杆与锚栓连接时，转接螺母的长度应大于等于 40mm，旋入深度应达到转接螺母长度的 45%；
- 3 全螺纹吊杆应保持垂直，安装后的垂直度偏差不应大于 2.5°；
- 4 支吊架螺杆伸出螺母长度不应小于 5mm，不宜大于 10mm；
- 5 全螺纹吊杆外缘应安装加劲槽钢和螺杆紧固件。

6.4.10 抗震支吊架其他构件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 6.4.12 的规定；

表 6.4.12 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 安装施工完毕后应擦拭干净，裸露的槽钢端部应安装端盖，且应有防止端盖积水的措施；

- 4 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；
- 5 管夹与管道连接处应设置防震绝缘胶垫，管夹与管道的连接应稳固。

6.4.11 机电抗震设施的安装质量应符合设计要求，安装时应严格按照操作规范进行，不得使连接件与槽钢的连接出现扭曲变形和受力重心偏移现象。

征求意见稿

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 建筑机电工程抗震设施的竣工验收应由建设单位或监理单位组织，质检、施工、设计等单位参加，必须验收合格后方可交付使用。

7.1.2 建筑机电抗震工程竣工验收时，应具备下列技术资料：

- 1 竣工图、设计变更文件、计算书、技术交底记录等；
- 2 机电抗震设施的出厂合格证、性能检测报告、进场验收记录等；
- 3 工程施工记录、隐蔽工程验收记录及相关资料；
- 4 工程返工记录、重大技术问题的处理文件和变更记录；
- 5 工程质量事故处理记录；
- 6 机电工程抗震设施检验记录；
- 7 其它必要的文件和记录。

7.1.3 建筑机电工程抗震设施检验批的划分应符合下列要求：

- 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 下列设施、管道应为单独检验批：
 - 1) 重要机房的抗震支吊架；
 - 2) 防排烟风道、事故通风风道及相关设备的抗震支吊架；
 - 3) 隔震层和抗震缝处柔性管道；
 - 4) 机电设备限位器。

7.1.4 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少于 3 套抗震支吊架；
- 2 7.1.3 条第 2 款规定的单独检验批应全部检验。

7.1.5 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 的规定执行。

7.1.6 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。

7.1.7 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要求，并应安装牢固。

7.1.8 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应平滑，焊渣和飞溅物应清除干净。

7.1.9 验收的相关表格参见附录 C 抗震支吊架验收记录表。

7.2 机电设施

7.2.1 机电设施抗震验收应符合下列规定：

- 1 消防水泵、消防水箱、重要电力设施等设备的抗震措施应符合设计及产品技术文件要求；
- 2 防排烟风道、事故通风风道及相关设备的抗震支吊架应符合设计及产品技术文件要求；
- 3 设在建筑物屋顶上的共用天线的抗震措施应符合设计要求，并应采取防松动措施；
- 4 布置在人员活动和疏散通道位置上方的吊装设备的抗震措施应满足设计及产品技术文件要求；

检查数量：全数检查。

检查方法：依据施工图核对，观察检查。

7.2.2 对有隔振装置的设备，其抗震措施和减振装置的性能应满足设计及产品技术文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：依据施工图核对，观察检查。

7.2.3 固定设备的锚栓、限位器及限位器锚栓应符合下列规定：

- 1 锚栓规格型号、安装质量应满足设计和产品技术文件要求；
- 2 限位器的规格、数量、安装质量应满足设计和产品技术文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：依据施工图核对，观察检查。必要时对锚栓、限位器进行现场检测。

7.2.4 管道布置应符合下列规定：

- 1 直线管道伸缩节设置位置和数量应符合设计要求；
- 2 机电设备与管道间的软连接应符合设计要求；
- 3 穿越抗震缝两侧的管道连接应符合设计要求；
- 4 穿越隔震层的管道连接应符合设计要求；
- 5 管道穿过内墙或楼板时设置的套管应符合设计要求；管道与套管间的缝隙应采用柔性防火封堵材料或柔性耐火材料填充。

检查数量：全数检查。

检查方法：依据施工图核对，观察检查。

7.3 抗震支吊架

7.3.1 抗震支吊架的材质、规格和性能应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。

检查方法：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。

7.3.2 抗震支吊架材料品种、规格应符合设计要求。

检查方法：观察材料外观，检查进场验收记录。

7.3.3 侧向抗震支吊架与纵向抗震支吊架安装位置应符合设计要求。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：观察、检查。

7.3.4 抗震支吊架安装间距应符合设计要求，偏差不应大于 0.2m。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：尺量检查。

7.3.5 抗震斜撑与吊架安装距离应符合设计要求，偏差不得大于 0.1m。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：尺量检查。

7.3.6 抗震斜撑的竖向安装角度应符合设计要求，且不得小于 30°。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：尺量检查。

7.3.7 锚栓锚固的位置、锚固深度、安装扭矩或控制位移等应符合设计要求。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：观察、施工过程文件记录、扭矩扳手、拉拔仪检查。

7.3.8 抗震支吊架连接件的螺栓、锁扣的安装扭矩应符合设计要求和产品技术文件规定。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：观察、扭矩扳手检查。

7.3.9 抗震支吊架构件外观应平整、洁净，防腐层应无起泡和分层，其厚度应符合设计要求。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：观察，检查现场抽样检验报告。

7.3.10 抗震支吊架整体外观应平整、无明显压扁或局部变形等缺陷。

检查数量：符合检验批次要求。

检查方法：观察检查。

7.3.11 抗震支吊架安装质量不符合设计要求时，应返工安装，经复查满足设计要求后，方可组织验收。

检查数量：重新安装的抗震支吊架应全数检查。

检查方法：按照相应部位或指标的检查方法进行检查。

7.3.12 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归档。

8 维护管理

8.0.1 建筑机电工程抗震设施投入使用后,应进行日常维护管理。管理单位应对建设期间建筑机电工程抗震设施的档案资料进行收集、整理、归档,并制定维护管理计划和手册,建立健全维护管理制度、工程维护档案、实施细则及相应的应急预案等。

8.0.2 抗震支吊架维护管理应包括抗震支吊架的检测、检验、试验、运行和维护等。

8.0.3 抗震支吊架不应用做临时悬挂或其他用途,也不应在抗震支吊架上增加设计考虑以外的任何永久性或临时性荷载。未经设计单位同意,不应任意改变抗震支吊架的位置、类型和荷载。

8.0.4 管理单位应建立机电抗震设施定期巡检制度,应每两年进行全面巡检和维护一次。发现变形、松动、脱落等问题应及时紧固和修补,对已经发生腐蚀部分应及时采取修复措施。

8.0.5 当发生可能对抗震支吊架相关构件造成损伤的地震或火灾等突发事件后,应及时进行全面的应急检查和维护。

8.0.6 抗震支吊架的维护人员应采取防护措施,并应配备防护装备。维护人员应经过培训合格后上岗。

8.0.7 抗震支吊架的维护、检修内容应符合下列要求:

- 1 抗震支吊架各零部件的外观齐全、完好;
- 2 抗震支吊架外表涂层均匀、无气泡、脱皮、裂纹等缺陷;
- 3 抗震支吊架C型槽钢的挠度、变形在规定允许的范围内;
- 4 锚固体牢固;
- 5 支吊架各连接件的连接牢固、无松动。

8.0.8 抗震支吊架的维护检查宜采用安装智能化检(监)测系统的方式进行。

8.0.9 检查抗震支吊架遇有下列情况时,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 镀锌面有锈点、锈蚀面出现,应先除锈再补锌,锈蚀严重及时更换相关部件;
- 3 C型槽钢槽内积水,应打开C型槽钢端部堵头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,应立即进行评估并采取相应措施;
- 5 C型槽钢、悬臂、螺杆有非正常弯曲现象,应查明原因并立即加固或更换;
- 6 紧固件有任何松动或脱落,应立即调整回原位并按标准扭矩进行紧固。

8.0.10 抗震支吊架维护、维修作业时,涉及拆卸的抗震节点应更换新的抗震构件,且其性能不得低于原产品设计要求。

8.0.11 抗震支吊架投入使用后应定期检测评定,对抗震支吊架及附属设施的运行状况进行安全评估,并应及时处理安全隐患。

8.0.12 当抗震支吊架发生使用功能改变或新增荷载时,应进行复核。

8.0.13 需调整抗震支吊架时,应制定专门的施工方案,必要时设置临时支撑措施。

8.0.14 抗震支吊架相关设施进行维修和改造后，应将维修和改造的技术资料整理、存档。

征求意见稿

附录 A 辽宁省主要城镇抗震设防烈度、 设计基本地震加速度和设计地震分组

表 A 辽宁省主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组

城市名称	烈度	加速度	分组	县级及县级以上城镇
沈阳市	7 度	0.10g	第一组	和平区、沈河区、大东区、皇姑区、铁西区、苏家屯区、浑南区（原东陵区）、沈北新区、于洪区、辽中县
	6 度	0.05g	第一组	康平县、法库县、新民市
大连市	8 度	0.20g	第一组	瓦房店市、普兰店市
	7 度	0.15g	第一组	金州市
	7 度	0.10g	第二组	中山区、西岗区、沙河口区、甘井子区、旅顺口区
	6 度	0.05g	第二组	长海县
	6 度	0.05g	第一组	庄河市
鞍山市	8 度	0.20g	第二组	海城市
	7 度	0.10g	第二组	铁东区、铁西区、立山区、千山区、岫岩满族自治县
	7 度	0.10g	第一组	台安县
抚顺市	7 度	0.10g	第一组	新抚区、东洲区、望花区、顺城区、抚顺县 ¹
	6 度	0.05g	第一组	新宾满族自治县、清原满族自治县
本溪市	7 度	0.10g	第二组	南芬区
	7 度	0.10g	第一组	平山区、溪湖区、明山区
	6 度	0.05g	第一组	本溪满族自治县、桓仁满族自治县
丹东市	8 度	0.20g	第一组	东港市
	7 度	0.15g	第一组	元宝区、振兴区、振安区
	6 度	0.05g	第二组	凤城市
	6 度	0.05g	第一组	宽甸满族自治县
锦州市	6 度	0.05g	第二组	古塔区、凌河区、太和区、凌海市
	6 度	0.05g	第一组	黑山县、义县、北镇市
营口市	8 度	0.20g	第二组	老边区、盖州市、大石桥市
	7 度	0.15g	第二组	站前区、西市区、鲅鱼圈区
阜新市	6 度	0.05g	第一组	海州区、新邱区、太平区、清河门区、细河区、阜新蒙古族自治县、彰武县
辽阳市	7 度	0.10g	第二组	弓长岭区、宏伟区、辽阳县
	7 度	0.10g	第一组	白塔区、文圣区、太子河区、灯塔市
盘锦市	7 度	0.10g	第二组	双台子区、兴隆台区、大洼县、盘山县
铁岭市	7 度	0.10g	第一组	银州区、清河区、铁岭县 ² 、昌图县、开原市
	6 度	0.05g	第一组	西丰县、调兵山市
朝阳市	7 度	0.10g	第二组	凌源市
	7 度	0.10g	第一组	双塔区、龙城区、朝阳县 ³ 、建平县、北票市
	6 度	0.05g	第二组	喀喇沁左翼蒙古族自治县

葫芦岛市	6 度	0.05g	第二组	连山区、龙岗区、南票区
	6 度	0.05g	第三组	绥中县、建昌县、兴城市

注：1 抚顺县政府驻抚顺市顺城区新城路中段；

2 铁岭县政府驻铁岭市银州区工人街道；（百度地图：铁岭县凡河新区金沙江路）

3 朝阳县政府驻朝阳市双塔区前进街道。（百度地图：朝阳县柳城街道燕京街）

附录 B 抗震支吊架节点计算书

表 B 抗震支吊架节点计算书

抗震支吊架节点计算书							
项目名称:				项目地址:			
支吊架类型:		支吊架编号			楼层:		
构件信息		支撑信息					
侧向管束: 额定荷载(N):		吊杆规格:			吊杆最大使用荷载(N):		
		斜撑长度(mm):			斜撑垂直夹角 (°):		
纵向管束: 额定荷载(N):		最小回转半径(mm):			L / R 值:		
		斜撑最大水平承载力(N):					
根部连接构件: 额定荷载:		水平加速度(g):					
管部连接构件: 额定荷载(N):		抗震支吊架详图					
锚栓信息							
斜撑锚栓规格:							
斜撑锚栓安装方向:							
钻头直径(mm):							
有效锚固深度(mm):							
安装扭矩(N·m):							
抗拉承载力(N):							
抗剪承载力(N):							
整体安全分项系数: 1.5							
荷载计算信息: 水平地震力综合系数 α_{EK} , 计算值小于 0.5 时, 取 0.5							
管道 类型	规 格	数量	作用范围 (m)		α_{EK}	计算荷载 (N)	
			侧 向	纵 向		侧向荷载	纵向荷载
						合计:	合计:
深化设计:		审核:		日期:			

注: 表中侧向支架和双向支架指单杆抗震支吊架, 门型支架均归类于其它型式。

附录 C 抗震支吊架验收记录表

表 C-1 施工检查记录

施工检查记录		编 号	
工程名称		检查项目	
检查部位		检查日期	
检查依据:			
检查内容:			
检查结论:			
复查意见:			
复查人:		复查日期:	
施工单位			
专业技术负责人	专业质检员	专业工长	

表 C-2 抗震支吊架试验记录

抗震支吊架试验记录表			资料编号			
			试验编号			
工程名称				试验日期	年 月 日	
支吊架型号				试验部位		
序号	试验记录 (支吊架名称、部位)		安装数量	试验载重(kg)	试验结论	
1						
2						
3						
检查结论:						
签 字 栏	设计单位		专业设计工程师			
	施工单位		技术负责人			
			专业质检员	专业工长		
	监理单位		总监理工程师	专业工程师		
	建设单位		专业工程师			

表 C-3 竣工初验申请

工程名称:

编号:

致: _____ (监理单位)

由我方承包施工的_____项目, 已按合同要求完成并自检合格, 现报请贵司组织竣工初步验收。

附: 1、自检资料

承包单位(章):

项目经理:

日 期:

监理单位审查意见:

专业监理工程师:

总监 / 总监代表:

日 期:

建设单位审查意见:

质量巡查专员:

项目工程部专业工程师:

项目工程部负责人:

日 期:

表 C-4 工程竣工预检

预检记录		编 号	
工程名称		预检项目	
预检部位		检查日期	
依据：施工图纸（施工图纸号_____）、设计变更、洽商（编号_____）和有关规范、规程。 主要材料或设备：_____。 规格/型号：_____。			
预检内容：			
检查结论：			
复查意见：			
复查人：		复查日期：	
施工单位			
专业技术负责人	专业质检员	专业工长	

表 C-5 工程竣工验收资料移交

编号:

移交日期:

工程名称			
建设单位			
施工单位			
设计单位			
合同编号		建筑结构	
竣工资料目录:			
项目工程师意见		项目工程部 负责人 意见	
项目资料员 意见		档案室 意见	

表 C-6 工程竣工验收证明书

编号：

工程名称			
合同编号		施工单位	
设计单位			
建筑面积		合同造价	
开工日期： 年 月 日		完工日期： 年 月 日	
合同工期（日历天）		竣工验收日期： 年 月 日	
本工程质量经验收达到：			
本工程保修期从 年 月 日到 年 月 日。			
承包项目名称		实际完成情况	
项目实施部门 意见			
工程管理部门 意见			
项目公司总经理意见			

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 本规程中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应按.....执行”或“应符合.....规定或要求”。

引用标准目录

- 1 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 2 《建筑给水排水设计标准》 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 《锅炉房设计标准》 GB 50041
- 6 《烟囱设计规范》 GB 50051
- 7 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 8 《电力设施抗震设计规范》 GB 50260
- 9 《通风与空调工程施工规范》 GB 50738
- 10 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 11 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB 51251
- 12 《中国地震动参数区划图》 GB 18306
- 13 《建筑抗震支吊架通用技术条件》 GB/T 37267
- 14 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》 GB/T 3098.1
- 15 《产品几何技术规范(GPS) 光滑工件尺寸的检验》 GB/T 3177
- 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 《混凝土用机械锚栓》 JG/T 160

辽宁省地方标准

建筑机电工程抗震技术规程

DB21/T XXXX-2022

条文说明

1 总 则

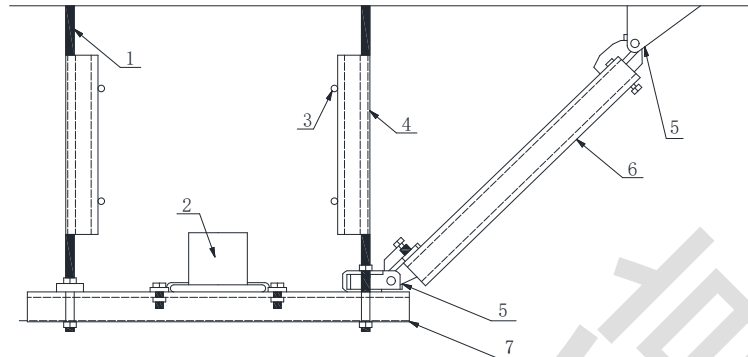
1.0.1 本条说明了制定本规程的原则、目的和意义。地震的难以预测性使其成为当今危害性最大的自然灾害之一。机电工程抗震将确保建筑物消防、供水、暖通空调、应急通讯、电力、燃气供应等重要机电设施完整、安全，有效防止次生灾害的发生。2021年9月1日起施行的《建设工程抗震管理条例》（国务院令第774号）指出，建设工程抗震应当坚持以人为本、全面设防、突出重点的原则，对于新建、扩建、改建的建设工程，建设、勘察、设计、施工等单位均应执行抗震设防强制性标准，县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门和其他有关监督管理部门应当按照职责分工，加强对建设工程抗震设防强制性标准执行情况的监督检查。2022年1月1日实施的《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021作为建筑与市政工程抗震设防的全文强制性标准明确规定，建筑的非结构构件及附属机电设备，其自身及与结构主体的连接，应进行抗震设防。《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014自2015年8月1日实施以来，对于指导机电工程抗震设计起到了重要作用，但是在其执行过程中也存在诸多不当之处，并且该规范缺乏关于施工和验收等规定，导致施工、监理、质检等单位无据可依，亟需出台相应的地方标准，以保证我省建筑机电工程抗震设施安全可靠、经济合理。

1.0.3 辽宁省各地的抗震设防烈度为6度~8度，为了保证机电工程抗震质量，本条规定建筑机电工程不但必须进行抗震设计，而且要与建设工程同步进行，施工和验收也是如此。

1.0.4 本条说明了本规程与其他标准、规范的关系，它们之间应协调一致、互相补充，在设计、安装、验收和维护中对本规程和其他相应规定都必须遵守，不得违反。

2 术 语

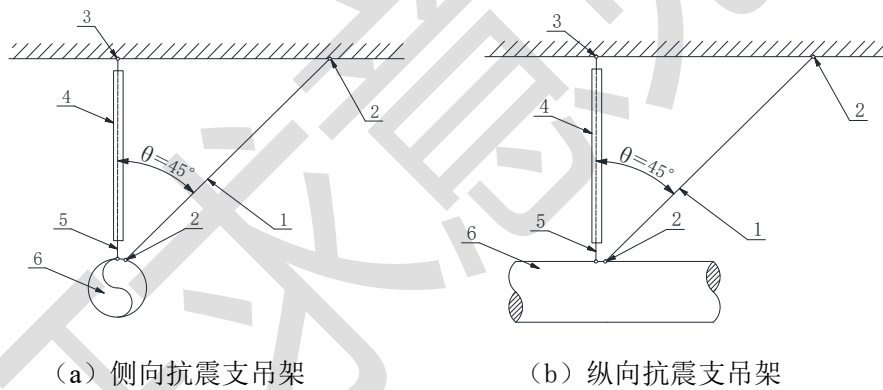
2.0.7 抗震支吊架是对机电设备和管道等进行有效保护的重要抗震措施，其构成如图 1 所示。



1—长螺杆；2—设备或管道；3—螺杆紧固件；4—加固吊杆；5—抗震连接构件；6—抗震斜撑；7—横梁

图 1 抗震支吊架组成示意图

2.0.8~2.0.9 侧向抗震支吊架用以抵抗侧向水平地震力作用，纵向抗震支吊架用以抵抗纵向水平地震力作用，如图 2 所示。



(a) 侧向抗震支吊架

(b) 纵向抗震支吊架

1—抗震斜撑；2—抗震连接构件；3—锚固件；4—加固吊杆；5—承重吊杆；6—管道

图 2 侧向、纵向抗震支吊架示意图

2.0.10~2.0.11 单杆抗震支吊架与门型抗震支吊架的区别在于承重吊杆数量以及是否有横梁，两者均可作为侧向或纵向以及侧纵向抗震支吊架，前者如图 2 所示，后者如图 3 所示。

3 基本规定

3.0.1 抗震支吊架所使用的部件主要有锚栓、抗震连接构件、管道连接构件、斜撑、型钢和紧固件等。为确保抗震支吊架安全可靠，要求抗震支吊架所使用的部件都必须符合国家或行业标准规定的指标。

3.0.2 为了施工方便快捷，确保工程质量，要求除槽钢、螺杆可进行现场切割外，抗震支吊架的所有构件、组件均应采用经过第三方检测的成品。

3.0.3 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有：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位移或从支架上脱落；④悬挂构件强度不足导致机电设备坠落；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。

2021年9月1日起施行的《建设工程抗震管理条例》规定，位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的新建学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等建筑应保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求。对于上述建筑的附属机电设施与建筑结构的连接应满足受灾时设备功能不中断的要求。

3.0.5 抗震支吊架通过斜撑将水平地震作用力传递给结构，所以抗震支吊架对应方向上必须要有斜撑，门型支吊架纵向抗震为了避免其旋转，需要设置最少两个斜撑。

3.0.10 建筑机电工程设施底部采用锚栓或螺栓固定在结构楼板上时，地脚螺栓的规格尺寸应根据其承受的拉力和剪力计算确定，计算简图如图 4。

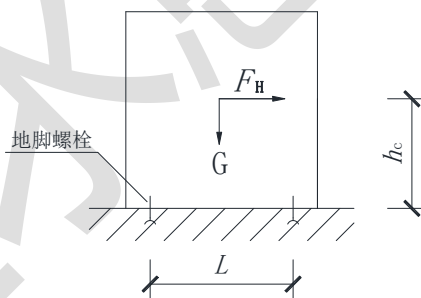


图 4 设备顶部无连接结构件支撑加固的地脚螺栓计算简图

1 地脚螺栓的拉力应按下式计算：

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

式中： N_t ——地脚螺栓的拉力（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)。

2 地脚螺栓的剪力应按下式计算：

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

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，尚应满足下列公式的要求：

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

$$N_v = \gamma_{Eh} \cdot F_H / (m \cdot N_s) \quad (4)$$

$$N_v \leq N_c^b \quad (5)$$

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1 \quad (6)$$

式中： N_v^b ——每个螺栓的受剪承载力设计值 (N/mm²)；

N_c^b ——每个螺栓的受压承载力设计值 (N/mm²)。

对于无法用螺栓与地面连接的建筑机电工程设施，可采用 L 形抗震防滑角钢进行限位。
防滑角钢厚度和螺栓直径的计算简图如图 5 所示。

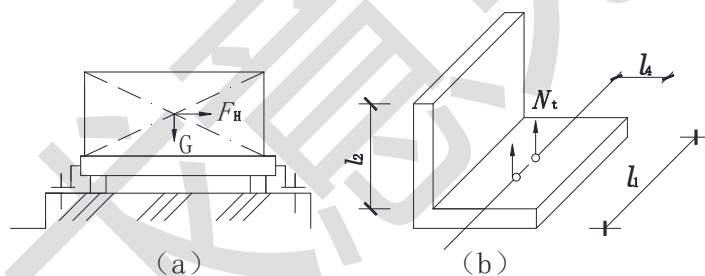


图 5 L 形抗震防滑角钢计算简图

1) 防滑角钢厚度应按下列公式计算：

$$t \geq \sqrt{\frac{6\gamma_{Eh} \cdot F_H \cdot l_2}{f \cdot (l_1 - md_0)N_s}} \quad (7)$$

式中： t ——防滑角钢厚度 (mm)；

l_1 ——防滑角钢长度 (mm)；

l_2 ——防滑角钢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 ——设备一侧的防滑角钢数量；

f ——钢材的抗弯强度设计值 (N/mm²)；

m ——每个防滑角钢上的锚固螺栓数量。

2) 螺栓的剪力应按下列公式计算：

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

3) 螺栓的拉力应按下列式计算:

$$N_t = \gamma_{Eh} \cdot F_H \cdot l_2 / (l_4 \cdot m \cdot N_s) \quad (9)$$

式中: l_4 ——防滑角钢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, 尚应满足公式 (3) ~ (6) 的要求。

4 地震作用和抗震验算

4.1 一般规定

4.1.2 本条规定了需计算地震作用的附属机电设施及其连接的范围。世界各国的抗震规范、标准中，要求对建筑附属机电设施的地震作用进行计算的大约有 60%，二仅有约 28%对这些非结构部分的构造作出规定。考虑到我们设计人员的习惯，首先要求采取抗震措施，尽量减少对附属机电设施非结构构件地震作用计算和抗震验算的范围。

4.1.4 随着我国国民经济和城市化水平的发展，我国对建筑的抗震防灾能力提出了更高的要求，2021 年 9 月 1 日起施行的《建设工程抗震管理条例》第十六条规定“位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的新建学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等建筑应保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求”。为保证这些为建筑使用功能提供服务的附属机电设备在地震作用下能够正常使用，提出本条的规定。

4.2 地震和场地影响

4.2.4 建筑设备支架（或连接件）的基本自振周期可按下式计算：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G_{eq}}{g}} K \quad (10)$$

式中：T——体系（结构）自震周期；

G_{eq} ——等效总重力荷载代表值（包括质点处的正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。

4.3 地震作用计算

4.3.2 各类建筑附属设备构件在强烈地震下的性能，一般允许其损坏大于结构构件，在大震下损坏不对生命造成危害。固定于结构的各类机电设备需考虑使用功能保持的程度，如检修后正常使用使用、一般性修理后恢复使用、更换部分构件的大修后恢复使用等。

2021年版《建设工程抗震管理条例》中规定的两区域八类建筑，即：位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的新建学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等应保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求。这些建筑的附属机电设施根据所属建筑抗震和使用功能要求进行抗震性能设计时，性能要求应

选择性能1。在功能系数的取值上，对应急指挥中心建筑、医院主要建筑、应急避难场所建筑、广播电视建筑这类在地震发生时和发生后建筑损坏将产生严重次生灾害或严重影响抗震救灾的建筑，其功能系数应取大值；对学校建筑、幼儿园建筑、医院附属用房、养老机构建筑、儿童福利机构建筑这类用于保护弱势群体的建筑及某些人员密集建筑，其功能系数可取值偏小些。

4.3.3 建筑机电工程各构件和部件的地震作用，除了自身产生的惯性力外，还有支座间相对位移产生的附加作用；二者需同时组合计算。

计算建筑附属机电设施自振周期时，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。条文中建筑附属机电设备的重力大于所在楼层重力的10%者，一般是指巨大的高位水箱、出屋面的大型塔架等。

4.3.4 本条系根据2021年9月1日起施行的《建设工程抗震管理条例》制定。地震时需保持正常使用功能的建筑主要包括：位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的新建学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等建筑。

4.3.5 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 采用时程分析法计算的房屋高度范围

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

4.3.6 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，此时需采用有随机振动法计算功能的技术软件进行计算。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。

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、数量和连接方式。

4.3.7 支点的相对位移包括非结构构件上下端所在楼层的相对位移和防震缝两侧的相对位移，其方向包括构件平面内和平面外、管道轴线方向和垂直于轴线方向。

非结构构件支座间相对位移的取值，凡需验算层间位移者，除有关标准的规定外，一般按现行抗震设计规范规定的多遇地震位移限值采用。

对设备支架，支座间相对位移的取值与使用要求有直接联系。当建筑需满足在遭受相当于本地区抗震设防烈度地震影响保持正常使用功能的要求时，相对位移应取设防烈度下的变

形；要求在罕遇地震下不造成次生灾害，则取罕遇地震下的变形限值。上述位移除有关标准另有特殊规定外，均应根据主体结构设计所采用的位移限值，并结合附属设施本身综合确定。

4.4 抗震验算

4.4.4 在设防烈度地震下需要连续工作的建筑机电工程设施主要包括应急配电系统、消防报警及控制系统、防排烟系统、消防灭火系统、通信系统、医院重要的医疗实施及管线系统等。

征求意见稿

5 设计

5.1 一般规定

5.1.2 本条对机电工程重要机房的设置要求作出了规定。机电工程重要机房包括消防水泵房、生活水泵房、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、消防控制室和安防监控室等。

5.1.3 《建筑抗震设计规范》指出了建筑机电工程设施抗震设计的相关内容，只是没有详细的规定，因此，建筑机电工程设施抗震设计作为建筑抗震的一部分，应以建筑结构设计为基础，对机电抗震设施与建筑结构的连接件统筹考虑设防措施。

5.1.7 抗震支吊架与钢筋混凝土结构和钢结构的根部构造如图 6~图 12 所示。

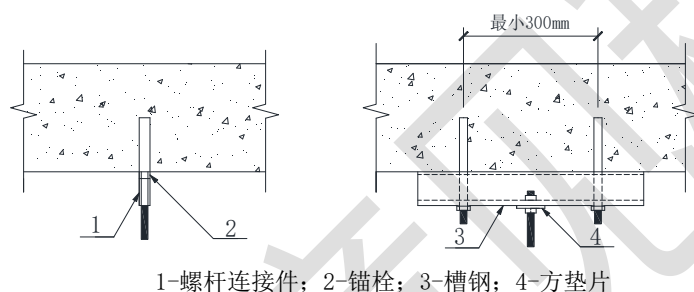


图 6 吊杆根部构造示意图（钢筋混凝土结构）

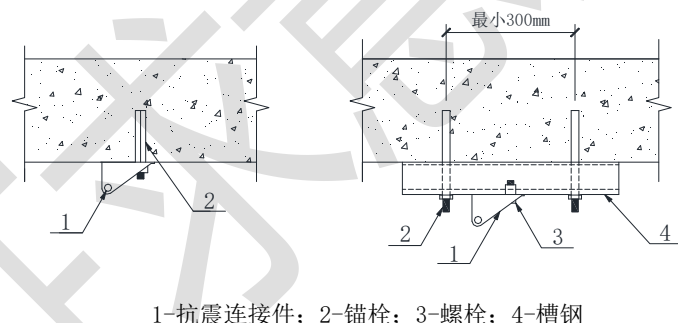


图 7 抗震连接件根部构造示意图（钢筋混凝土结构）

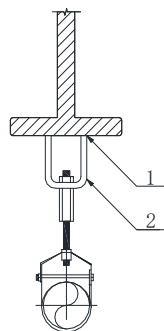
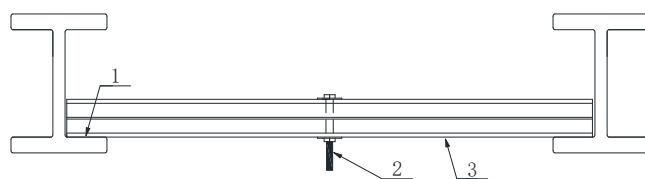
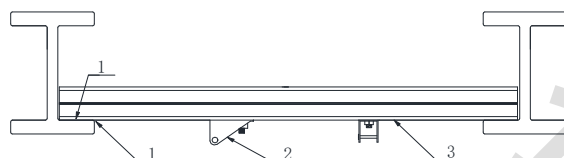


图 8 作用于钢梁的吊杆根部构造示意图（钢结构）



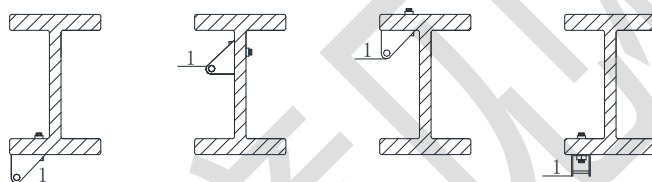
1-焊接连接；2-螺杆；3-加强型槽钢

图9 作用于槽钢的吊杆根部构造示意图（钢结构）



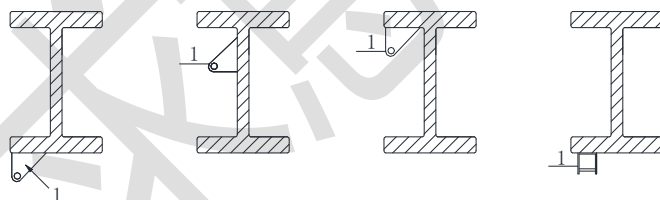
1-焊接连接；2-抗震连接构件；3-加强型槽钢

图10 作用于槽钢的抗震连接件根部构造示意图（钢结构）



1-抗震连接构件

图11 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12 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）

5.1.8 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架。

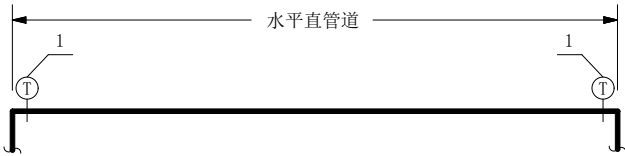
5.2 抗震支吊架设置与计算

5.2.1 地震作用力是多方位的，要求抗震支吊架在地震中能应对来自各方位的作用力，才能保证机电设施的安全。

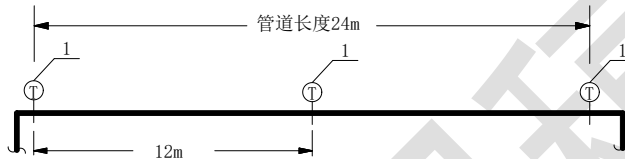
5.2.5 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架，如图13（a）所示。当两个侧向抗震支吊架间距大于最大设计间距时，应增设侧向抗震支吊架，例如：刚性连接金属管道两端侧向抗震支吊架间距24m，需要在中间增设一个抗震支吊架，距离两端的抗震支吊架12m，如图13（b）所示，只要该水平直管道两端的侧向抗震支吊架间距大于12m，即需要增设侧

向抗震支吊架，其间距应根据实际情况调整。

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间距大于最大设计间距时，应按本规程 5.2.2 条要求的间距增设纵向抗震支吊架，例如：刚性连接金属管道长度为 36m，按最大 24m 的间距设置纵向抗震支吊架，如图 14 所示。



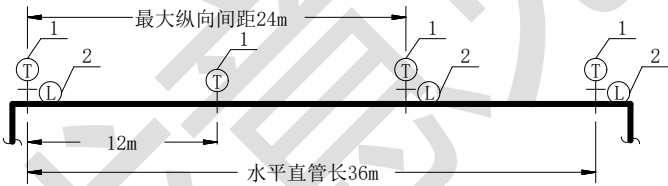
(a) 水平直管道两端设置抗震支吊架



(b) 水平直管道中部增设抗震支吊架

1—侧向抗震支吊架

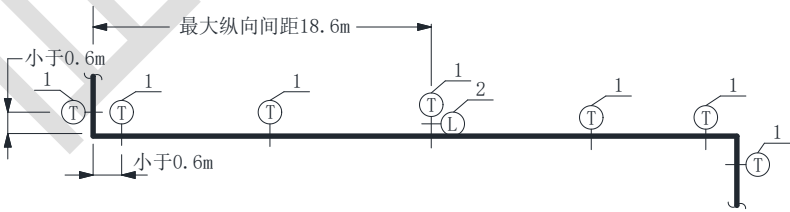
图 13 水平直管道侧向抗震支吊架设置示意图



1—侧向抗震支吊架；2—纵向抗震支吊架

图 14 水平直管道纵向抗震支吊架设置示意图

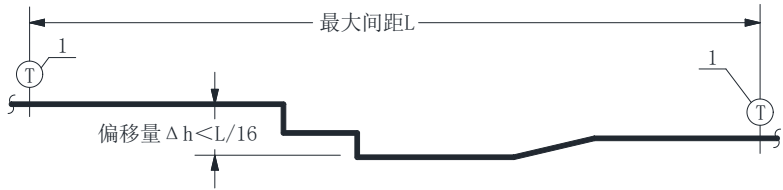
5.2.6 水平管道在转弯处 0.6m 范围内设置侧向抗震支吊架，若抗震斜撑直接作用于管道，可将其作为另一侧管道的纵向抗震支承，如图 15 所示。例如：纵向抗震支吊架间距 24m，侧向抗震支吊架间距 12m，则转弯点与纵向抗震支吊架的间距为： $(24+12)/2+0.6=18.60\text{m}$ 。



1—侧向抗震支吊架；2—纵向抗震支吊架

图 15 水平管线转弯时抗震支吊架设置示意

5.2.7 刚性连接的水平管道，两个相邻的抗震支吊架间的纵向偏移，水管和电线套管不得大于侧向抗震支吊架间距的 1/16，如图 16（a）所示，风管、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒等不得超过其宽度的 2 倍，如图 16（b）所示。



（a）管道偏移做法示意图

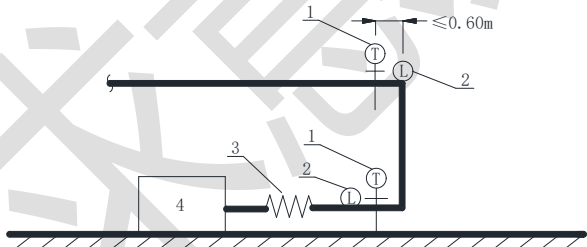


（b）风管和电缆桥架偏移做法示意图

1—侧向抗震支吊架

图 16 刚性连接水平管道纵向偏移示意图

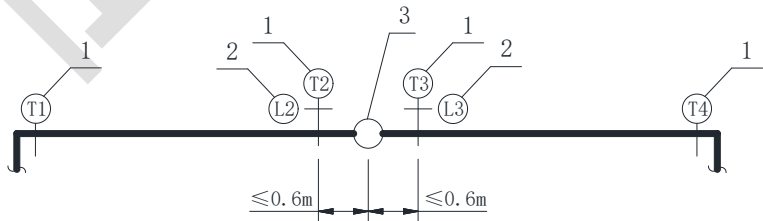
5.2.8 当水平管道通过垂直管道与地面设备连接时，管道与设备之间应采用柔性连接，顶部和地面上的水平管道距垂直管道 0.6m 范围内均应设置侧向和纵向抗震支吊架，如图 17 所示。



1—侧向抗震支吊架；2—纵向抗震支吊架；3—柔性连接；4—地面设备

图 17 管线与设备连接时抗震支吊架设置示意图

5.2.9 水平管道柔性补偿器或伸缩节两端设置侧向和纵向抗震支吊架节点做法如图 18 所示。



1—侧向抗震支吊架；2—纵向抗震支吊架；3—柔性接头或伸缩节

图 18 柔性接头及伸缩节两端管道抗震节点示意图

5.2.11 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。管道上安装的附件如阀门等，当其自身质量超过 25kg 时，为了保证系统的安全性，应设置侧向及纵向抗震支吊架。

5.2.14 设备运行时的负荷大于其静止时的额定负荷，使用此时的重力荷载计算地震作用有利于系统的安全性。

5.2.15 未经抗震设计的支管与干管刚性连接时，其纵向地震作用直接作用于干管，因此在计算干管荷载时应考虑支管的地震作用影响。这种情况在机电系统中比较常见，尤其自动喷水灭火系统，如图 19 所示的自动喷水灭火系统支管管径不超过 DN50，无需设置抗震支吊架，只需在干管上设置抗震支吊架即可，则此干管上设置的侧向抗震支吊架计算地震作用时要对支管的纵向地震作用予以考虑。

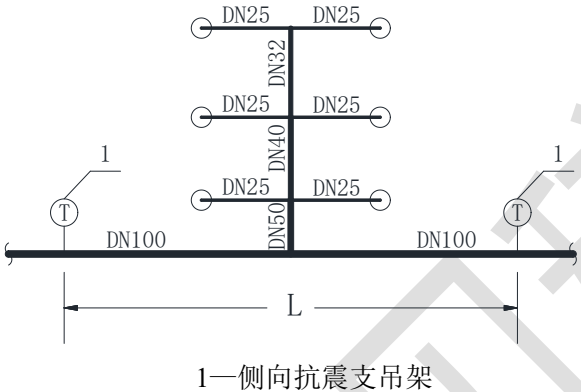


图 19 干管与支管地震作用计算示意图

5.2.16 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 4.3 节。如图纸变更，必须由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。

5.3 给水排水系统

5.3.2 本规程对于多层建筑给水排水管道的选用如 5.3.1 条所述，应执行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定，本条对高层建筑给水排水管道以及压力排水管道和消防管道的选用作出了规定。

5.3.3 本条 1~3 款分别规定了室外生活冷水、热水和消防给水管管材的选择原则，一是选择

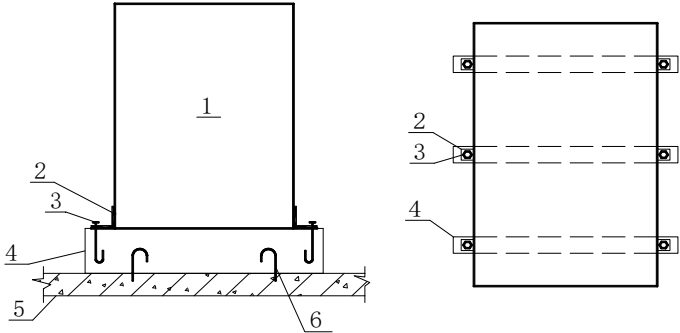
强度高、防腐并具有一定延性的金属管或塑料金属复合管，二是当冷水选择球墨铸铁管时，因其延性较差，应该采用橡胶圈密封之类的柔性接口连接；第 4 款规定了排水管应采用的管材及其连接方式，不应采用陶土管、石棉水泥管等刚度差、延性差的管材；第 5 款规定了地基土为可液化地段的室外埋地给水排水管道不得采用塑料管，因这种地段地震时饱和水可能液化，温度很高，塑料管易熔化或破坏。

5.3.4 本条第 1 款、第 4~6 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，其中第 1 款中规定的抗震措施可以采用设置波纹管或伸缩节等方式，第 6 款规定管道穿地下室外墙或基础处的室外部分宜设置波纹管或伸缩节等柔性连接件，是为了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；第 2 款规定高层建筑给水系统不宜采用减压阀串联分区供水方式，为了避免供水总立管故障同时影响几个分区的供水；第 3 款明确了冷水、热水和消防管道设置抗震支吊架的条件。

5.3.5 室外给水排水管道避免在高坎、深坑、崩塌、滑坡等地段布置与敷设，给水管宜采用埋地敷设或管沟敷设，可以减少地震力引起的管道破坏。室外给水干管环状布置及两路供水或设两条引入管的规定，可以尽量保证地震时的生活和消防供水。热水管道防伸缩采取抗震防变形措施、保温材料具有柔性，是根据热水管道自身特点而提出的。对于建筑面积大、占地面积大的大型建筑小区，排出管宜采用两条或多条，有条件时应设置连通管，对于雨水排水管，如出口处有小河或水体时应设置事故排出口。

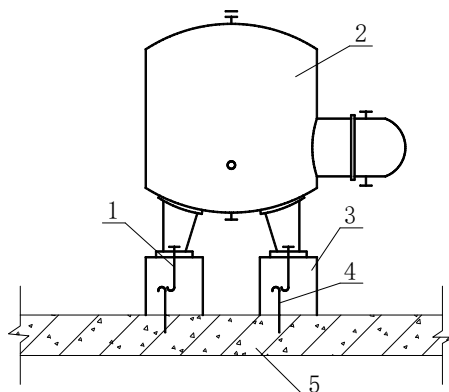
5.3.6 本条对给水排水设备、构筑物、设施的选型及抗震固定做出了规定：

- 1 生活、消防水箱采用圆形或方形水箱，应力分布较均匀，整体性好，抗震性能较好。
- 2 生活低位水池（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，这样的布置，地震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）及机房等应（宜）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，减少水箱等的位移以及因此造成的次生灾害。
- 4 设备、设施、构筑物等周围留有足够的检修空间，可以保证地震时连接管件等破坏能及时修复；
- 5 给水水箱、水加热器等运行时不产生振动的设施、设备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，做法参见图 20、图 21。
- 6 水泵等运行中有振动的设备应设防振基础和限位器固定，如图 22 所示。



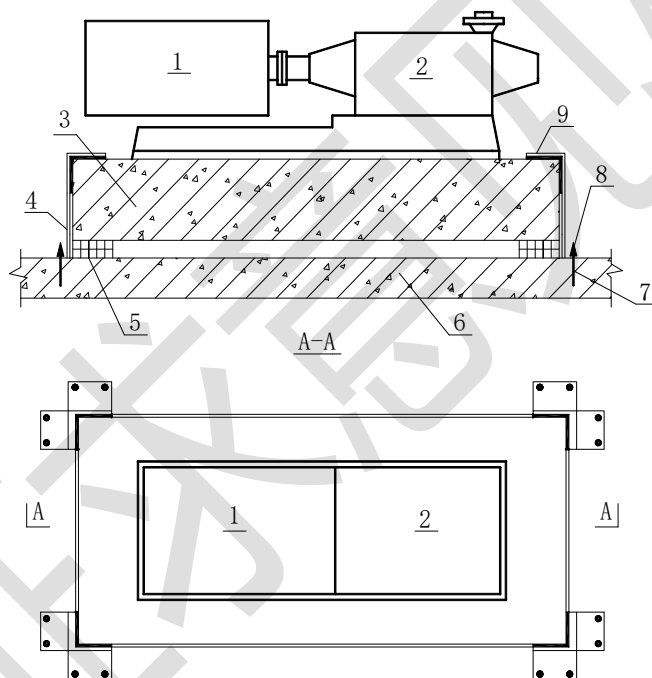
1—给水水箱；2—固定角钢；3—地脚螺栓；4—基础；5—地板或楼板；6—连接钢筋

图 20 给水水箱、水箱基础与楼板或底板连接示意图



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 21 水加热器、基础与楼板或地板连接示意图



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）

图 22 水泵限位器布置图

5.4 暖通空调系统

5.4.2 本规程对于建筑暖通空调管道的选用如 5.4.1 条所述，应执行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工规范》GB 50738 等的有关规定，本条又要求高层建筑供暖空调水管道的干管、立管采用延性较好的管道及相应的连接方式。

5.4.3 本条规定了室外供暖、空调水管道的选用原则，应采用延性较好的管道和牢靠的连接

方式，保温材料也要具有良好的柔性。

5.4.4 本条对室内供暖、空调水管道的布置与敷设做出了具体规定。

1 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。

5 锅炉房、制冷机房、热交换站等设备房是暖通空调系统的核心部位，其中的管道采取可靠的抗震支吊架可以保证系统在地震时不易被破坏。

6 管道抗震支吊架不应限制管道热胀冷缩产生的位移。

5.4.5 本条对室外供暖、空调水管道的布置与敷设做出相关规定。

1 管道避免在高坎、深坑、崩塌、滑坡等地段布置与敷设，可以减少地震力引起的管道破坏。

2 干管采用环状布置或枝状管网设置旁通管道，并合理设置阀门，有利于减少地震破坏造成的影响范围，并快速恢复正常使用。

3 管道宜采用埋地敷设或管沟敷设，可以减少地震力引起的管道破坏。

4 建筑物内热力系统在地震导致破坏后，在室外能方便地切断热力供应，减少对室外热力管网上其他用户的影响。

8 当地下直埋敷设的管道不能避开活动断裂带时，管道宜与断裂带正交，断裂带两侧的管道上应设置紧急关断阀；管道应敷设在套筒内，周围应填充细砂，管道及套筒应采用钢管。

5.4.7 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，能够迅速恢复运转将有害气体排出室外，避免二次危害。因此，防排烟风道和事故通风风道及其相关设备的支吊架应采用抗震支吊架。

5.4.8 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 燃料自身发生泄露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时，应满足《锅炉房设计标准》GB 50041 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等国家标准的有关规定。

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，导致的破坏也越少。

5 运转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，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。连接管道用柔性连接，可减少因管道和设备、设施相对位移产生的应力破坏。

5.5 电气系统

5.5.1 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。支吊架设计应保证上述系统的设备及其缆线系统在遭遇设防烈度地震影响后能迅速恢复运转。

5.5.4 当大楼没有遭到倒塌性破坏的情况下，支吊架设计应保证上述系统的设备及其缆线系统在遭遇设防烈度地震影响后应仍能正常工作，一旦通信、供电遭到破坏，能在短时间内迅速恢复运转。

5.5.5 本条对电梯设计提出了要求，在电梯高速运行时，如果大楼的晃动大于 150mm，电梯的钢缆就会因时紧时松的受力不均受到伤害，并造成危险。

5.5.7 本条对柴油发电机安装设计提出了具体要求：震动隔离装置可采用减震器、防震橡胶或弹簧型装置；隔离震动是避免对机组或其他设备造成损坏而采取的必要措施；设备在安装前应验算地脚螺栓承载能力，防止因震动而松动影响机组正常工作。

5.5.10 本条对配电箱(柜)、通信设备的安装设计提出了具体要求：设备的安装螺栓或焊接强度应根据不同的楼层验算其螺栓抗震要求；元器件安装之间应留有余量，防止地震时相互碰撞。

5.5.11 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，同时也要考虑地震时建筑物和地基发生位移。

5.5.16 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，并应采取措施，以避免二次灾害。

5.5.17 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。

5.6 燃气系统

5.6.3 本条对燃气管道布置和敷设做出相关规定。

1 燃气引入管穿过建筑物基础、墙或管沟时设置在套管中并应留有沉降空间可最大程度避免建筑物沉降造成燃气管道损坏。

2 在用气房间发生事故时，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等，具体设计时还应听取当地主管部门的建议予以确定。

3 燃气管道通过隔震层时，在室外设置阀门和切断阀，并将其与地震感应器连锁，可以在地震时在室外关断燃气管道，避免地震造成管道损坏而泄漏燃气。

4 室内燃气管道水平干管尽量不穿过建筑物的沉降缝，实在无法避免必须穿过时，应采取保护措施。

5.6.4 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管道变性、折断等安全问题。

5.6.5 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。当自然补偿不能调节时，必须设置补偿器。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 施工队伍的素质是确保工程质量的关键,施工人员掌握施工工序和操作要点可以确保建筑机电抗震系统的安装质量,保证系统可靠使用。

6.1.2 施工现场具有必要的标准和制度,实现施工全过程质量控制,有利于施工单位对项目质量实施有效管理。

6.1.3 技术交底应由建设单位组织,各相关单位专业人员参加,可以与建筑工程施工图交底一起进行。

6.1.4 施工组织方案对指导工程施工和提高施工质量以及明确质量验收标准具有显著效果,同时建设单位或监理单位审查有利于互相遵守,确保方案实施。

6.1.5 《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267对抗震连接构件及管道连接构件材料厚度的质量有明确规定,材料厚度不应小于5mm,抗震斜撑构件的槽钢(或钢管)厚度不应小于2mm,构件表面处理可以采用镀锌、镀铬或环氧喷涂等方式,且对厚度做出规定:(1)镀锌层厚度不应小于5 μ m;(2)采用热浸镀锌处理时,镀锌层厚度不应小于60 μ m;(3)采用锌铬涂层处理时,涂层厚度不应小于8 μ m;(4)采用环氧喷涂处理时,涂层厚度不应小于70 μ m。

6.1.6 锚栓是抗震支吊架与混凝土结构进行锚固连接的重要部分,锚栓的材质和性能必须安全可靠。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。

6.1.7 为了避免施工过程中出现大面积返工,要求建筑机电工程抗震设施应与建筑机电系统设备、管线同步安装,并应保证施工质量。

6.1.10 一个项目的工种较多,协调统一施工能保证有序进行,并且后续工序也较多,因此应采取可靠的成品保护措施,以减少修补工作量。

6.1.11 建筑机电工程抗震设施施工应根据国家有关劳动安全、卫生法规和技术标准的规定,结合工程实际情况,制定详细的安全操作守则,确保施工安全。

6.2 施工准备

6.2.1 本条对建筑机电工程抗震设施的运输与储存提出要求。因材料在潮湿环境中会产生腐蚀,所以应有防潮措施。抗震支吊架构件采用纸箱包装,存储方式为摆放货架或者摆放卡板等。

6.2.2 建筑机电工程抗震设施运达施工现场后,施工单位应设专人对材料种类、规格、尺寸等进行验收,检查产品出厂合格证、检测报告等,对质量有疑义或工程有要求时,应拍照相

关要求进行抽检并出示复检报告。

6.2.5 用于检查、试验和调试的器具、仪器及仪表应定期检定，其本身精度误差应符合相关要求。

6.3 机电设施安装

本节对机电设备和管道安装中涉及到抗震的内容予以规定，有些要求与常规做法相同，并不会增加过多的工程量和难度。

6.4 抗震支吊架安装

6.4.1 本条规定了建筑机电工程设施应设置抗震支吊架的部位，与第 5 章设计内容保持一致，便于施工单位核对施工图是否有遗漏，及时与设计单位沟通。

6.4.2 施工现场情况可能与设计时的情况不同，施工单位可以充分利用自身经验并结合现场实际情况，对施工图进行校核、深化，但是由于施工单位无权对施工图进行修改，所以应经过设计单位认可。

6.4.3 施工前，各专业对管路复杂的空间进行综合排布，确认安装顺序，有利于解决管线综合等矛盾和后续工作的顺利进行。

6.4.5 与混凝土结构连接的锚栓，安装质量取决于锚栓品质、基材性状和安装方法，施工中应严格按照施工规定执行。

6.4.6 抗震支吊架与钢结构的连接，不允许采用现场加工的方式，应采用专用夹具（如 U 型梁夹、钢结构梁夹等）进行连接。

6.4.8 型钢及螺杆采用机械切割时切口相对平整。型钢及吊杆切割截面边缘应打磨毛刺，避免安装过程中对工人或设备、材料的划伤。

6.4.9 全螺纹吊杆的安装主要是与转接螺母（又称加长螺母或六角连接器）连接。转接螺母一端连接与混凝土进行锚固的锚栓，另一端连接全螺纹吊杆。所以需要保证螺纹的旋入深度以及垂直度在允许的误差范围内。

6.4.10 抗震支吊架其他构件安装，首先要防止管道结合处的电化学腐蚀，其次各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

7.1.1 建筑机电工程抗震设施的竣工验收参加单位应齐全，并可与建筑机电工程同时进行验收。

7.1.2 本条规定了建筑机电抗震工程竣工验收应提供的技术资料，资料齐全有利于验收工作顺利进行，发现问题并及时解决，同时，这些资料也是工程投入使用后的存档资料，便于今后检修、改造等使用，并要求有专人负责维护管理。

7.1.3~7.1.4 工程中的抗震设施数量多、分布广，且每套抗震设施为一个独立的个体，故检验批的划分和检验数量按地震设施套数为基数。对于重要部位、场所、系统的抗震支承单独设置检验批并应全部检验。

7.1.5~7.1.7 后锚固锚栓、螺杆螺母、紧固件、吊杆、槽钢、连接件等是抗震支吊架的重要组成部分，其安装是否齐备、牢固，会影响到地震时系统的安全性，因此应按相关标准严格验收检测。

7.3 抗震支吊架

7.3.3~7.3.4 抗震支吊架的安装位置和间距是机电抗震系统的重要指标，如果在施工过程中安装位置和间距偏差过大会影响机电系统的抗震安全性。

7.3.5 抗震斜撑是抗震支吊架承受地震作用的关键部件，根据不同的产品，斜撑与吊架可以为一体式或者分体式，分体式抗震支吊架的斜撑与吊架的安装距离偏差不得大于 0.1m。

7.3.6 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，抗震斜撑的竖向安装角度不应小于 30°，且不大于 90°，设计中可能会采用 30°、45°、60°等角度，建议采用 45°的安装角度。

8 维护管理

8.0.1~8.0.2 《建设工程抗震管理条例》第二十三条规定：建设工程所有权人应当按照规定对建设工程抗震构件进行检查、修缮和维护，及时排除安全隐患。抗震支吊架作为保障机电工程抗震安全的重要抗震构件，应编写使用维护手册及维护管理计划，并定期进行检查、修缮和维护。

8.0.4 抗震设施是工程整体不可分割的重要组成部分，管理单位应把支吊架的维护和管理作为重要内容列入整个工程系统的维修规划中，并建立巡检制度。维护要求是对支吊架系统的日常维护与检修方面的要求和规定，坚持执行支吊架系统的维护要求，可以保证系统的安全性和耐久性。抗震设施的日常管理单位应编制巡检和维护计划，应至少每两年进行一次，对处于长期振动环境或潮湿环境下的支吊架，应缩短定期检查周期。

8.0.6 巡检维护人员应进行专业培训，每班维护、检修配备不少于2名检修人员，检修人员应具备支吊架系统相关产品的基础知识，经培训合格后，方可上岗。

8.0.7 抗震支吊架维护、检修方法包括如下内容：

1 外观：采用目测方式，检查抗震支吊架的零部件是否齐全、完好，若有缺失，及时补充。

2 外表涂层：采用目测方式，观察抗震支吊架中的相关产品外表漆层是否均匀、有无气泡、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，应及时采取涂层修复措施；若发现外表涂层有严重缺陷问题时，应及时更换相关材料。

3 C型槽钢变形：利用标尺，检查支抗震支吊架中的C型槽钢实际挠度变形，若实际挠度变形超过规定允许的范围，更换相应的C型槽钢。

4 锚固体：借助扭力扳手，检查部件是否有松动，若有松动，采取相应紧固措施。

5 连接件：借助扭力扳手，检查抗震支吊架中的各连接件是否拧紧，力矩值是否为标准力矩值，若有松动，采取相应紧固措施。

8.0.8 智能化检(监)测系统应具备能及时探测抗震支吊架构件连接松动等安全隐患的功能，且做到技术先进、经济合理、便于维护。

8.0.12 改变使用功能和新增加荷载的，应进行复核计算，再进行改造，确保抗震支吊架的使用安全。

8.0.13 通过设置临时支撑，将荷载暂时转移到支撑上，确保调整施工过程中的运行安全。

8.0.14 在维修和改造过程中应及时做好记录工作，包括支吊架的状况、维修和改造的内容、测量的数据和试验的结果等，记录应完整、正确。该记录应作为技术文件进行存档。