

电气抗震设计

一、一般规定

- 本项目抗震设防烈度为6度；
- 根据《建筑抗震分类标准》GB 50223-2008，本项目抗震设防类别按□甲类□乙类■丙类□丁类实施。
- 根据《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014。
 - 第1.0.4条“抗震设防烈度为6度及6度以上地区的建筑机电工程必须进行抗震设计”；
 - 第1.0.5条“对位于抗震设防烈度为6度地区且除甲类建筑以外的建筑机电工程，可不进行地震作用计算”
 - 第3.1.6条“建筑机电工程设施抗震设计以建筑结构设计为基准，对与建筑结构的连接件采取措施进行设防。对重力不大于18kN的设备或吊杆计算长度不大于300mm的吊杆悬挂管道，可不进行设防”
 - 第3.1.7条“抗震支吊架与钢筋混凝土结构应采取刚性连接，与钢结构应采取焊接或螺栓连接”
 - 第3.1.8条“穿过楼层层的建筑机电工程管道应采用柔性连接或其他方法，并在楼层层两侧设置抗震支架”
 - 第3.1.9条“建筑机电工程设施底部应与地面牢固固定，对于8度及8度以上的抗震设施，膨胀螺栓或螺栓应固定在垫层下的结构楼层上，对于无法用螺栓与地面连接的建筑机电工程设施，应用L型抗震防滑角铁进行限位”
- 内径不小于60mm的电气配管及重力不小于150N/m的电缆梯架、电缆槽盒、导线槽均应进行抗震设防。
 - 在本项目中，重力不小于150N/m的单个线槽为【150W×100H】及以上规格
敷设标准：同一线槽内强电电缆的总截面（包括外护层）不超过线槽内截面的20%
 - 在本项目中，重力不小于150N/m的单个桥架为【200W×150H】及以上规格
敷设标准：同一桥架内电缆的总截面（包括外护层）不超过桥架内截面的40%，且电缆单层摆放，不允许重叠
 - 在本项目中，重力不小于150N/m的单根导线槽包含有所规格的导线槽
 - 在本项目中，当有多根桥架、槽盒、导线在同一个支吊架上敷设时，应按其重量叠加来考虑重量。

二、设备安装

- 柴油发电机组的安装：
 - 机组设置震动隔振装置；
 - 机组与外部管道采用柔性连接；
 - 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。
- 变压器的安装：
 - 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撑结构上；
 - 变压器的支面宜适当加宽，并设置防止其移动和倾斜的限位器；
 - 对接入和接出的柔性导体留有位移的空间。
- 蓄电池、电力电容器的安装：
 - 蓄电池应安装在抗震架上；
 - 蓄电池间连线采用柔性导体连接，端电缆采用电缆作为引出线；
 - 蓄电池安装重心较高时，应采取防倾侧措施；
 - 电力电容器应固定在支架上，其引线采用软导体。
- 配电箱（柜）、通信设备的安装：
 - 配电箱（柜）、通信设备的安装螺栓或焊接强度应满足抗震要求；
 - 靠墙安装的配电箱、通信设备机柜底部安装应牢固。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；
 - 当配电箱、通信设备柜等非靠墙落地安装时，底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，将几个柜体在重心位置以上连成整体。
 - 壁式安装的配电箱和墙壁之间采用金属膨胀螺栓连接；
 - 配电箱（柜）、通信设备机柜内的元器件之间采用软连接，接线处做防震处理；
 - 配电箱（柜）面上的仪表应与柜体组装牢固。
- 设在水平操作面上的消防、安防设备应采取防止滑动措施。
- 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和坠落伤人的安全防护措施。
- 安装在屋顶上的灯具应考虑地震时吊钩与楼板的相对位移。

三、导体选择及线路敷设

- 配电导体
 - 硬导线、密集导线槽敷设直线段长度大于80m时，每50m设置一处伸缩节；
 - 在电缆桥架、电缆槽盒内敷设的电缆线在引进、引出和转弯处，应在长度上留有冗余；
 - 接地线应采取防止地震时被切断的措施；
- 引入建筑物的电气管路敷设时应符合下列规定：
 - 在进口处采用刚性管或采取其他抗震措施；
 - 当进户并贴邻建筑物设置时，管线应在井中留有余量；
 - 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。
- 电气管路不宜穿越抗震缝，当必须穿越时，应符合下列规定：
 - 采用金属导管、刚性塑料导管敷设时宜靠近建筑侧下部穿墙，且在抗震缝两侧应各设置一个柔性管接头；
 - 电缆梯架、电缆槽盒、导线槽在抗震缝两侧应设置伸缩节；
 - 抗震缝的两端应设置抗震支撑节点并与结构可靠连接；
- 电气管路敷设时应符合下列规定：
 - 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，应采用刚性托架或支架固定。当必须使用吊架时，应按抗震吊架设置；
 - 当线路采用金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时，其缝处应采用防火封堵材料封堵，并应在贯穿部位附近设置抗震支架；
 - 金属导管、刚性塑料导管的直线段每部分隔30m应设置伸缩节。
- 配电装置至用电设备间连线应符合下列规定：
 - 采用软导体；
 - 当采用穿金属导管、刚性塑料导管敷设时，进出口应转为柔性管过渡；
 - 当采用电缆梯架或电缆槽盒敷设时，进出口应转为柔性管过渡。

四、电气抗震支吊架

- 组成抗震支吊架的所有构件应采用成品构件，连接紧固件的构造应便于安装。
- 抗震支吊架的最大间距要求：

管道类别	抗震支吊架最大间距（m）	
	侧向	纵向
新建工程刚性材质电线、电缆桥架、电缆托架和电缆槽盒	12	24
注：新建工程最大抗震加固间距为上表数值的一半 新建工程非金属材质电线、电缆梯架、电缆托架和电缆槽盒	6	12

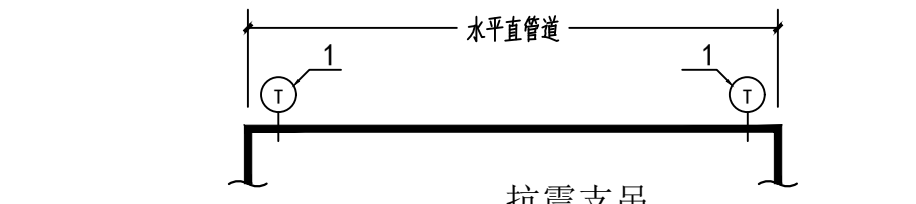
- 水平管道应在转弯等处0.6m范围内设置侧向抗震支吊架。当斜撑直接作用于管道时，可作为另一侧管道的纵向抗震支吊架，且距下一纵向抗震支吊架间距按下式计算：

$$L=(L_1+L_2)/2+0.6$$

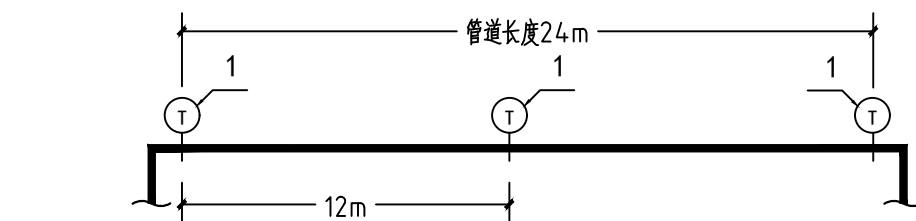
式中：
L---距下一纵向抗震支吊架间距（m）
L1---纵向抗震支吊架间距（m）
L2---侧向抗震支吊架间距（m）

- 抗震支吊架设计要求：

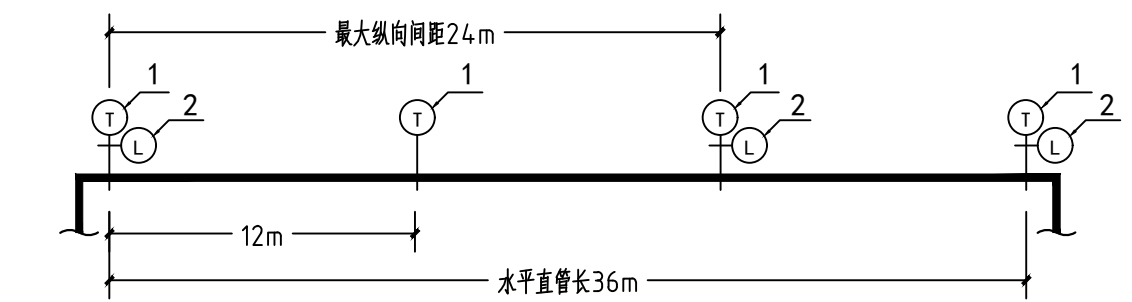
- 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架，如图：



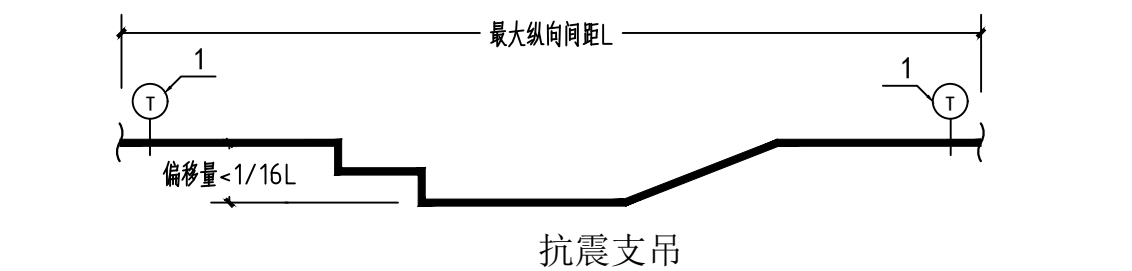
- 当两个侧向抗震支吊架间距超过最大设计间距时，应在中间增设侧向抗震支吊架。例如：刚性连接金属管道长为24m，侧向抗震支吊架最大间距12m，首先于两端加设侧向支吊架，再依次按12m设置侧向支吊架。



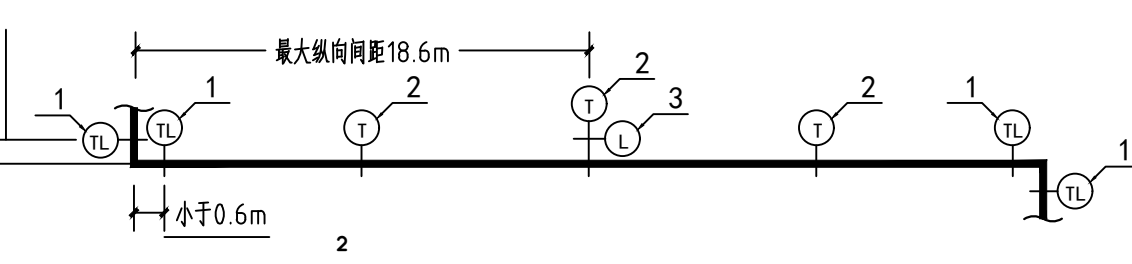
- 每段水平直管道应至少设置一个纵向抗震支吊架，当两个纵向抗震支吊架距离超过最大设计间距时，应按《建筑机电工程抗震设计规范》第8.2.3条要求间距依次增设纵向抗震支吊架。例如：刚性连接金属管道长为36m，按最大24m的间距依次设置纵向支吊架，直至所有支撑间距均满足要求。



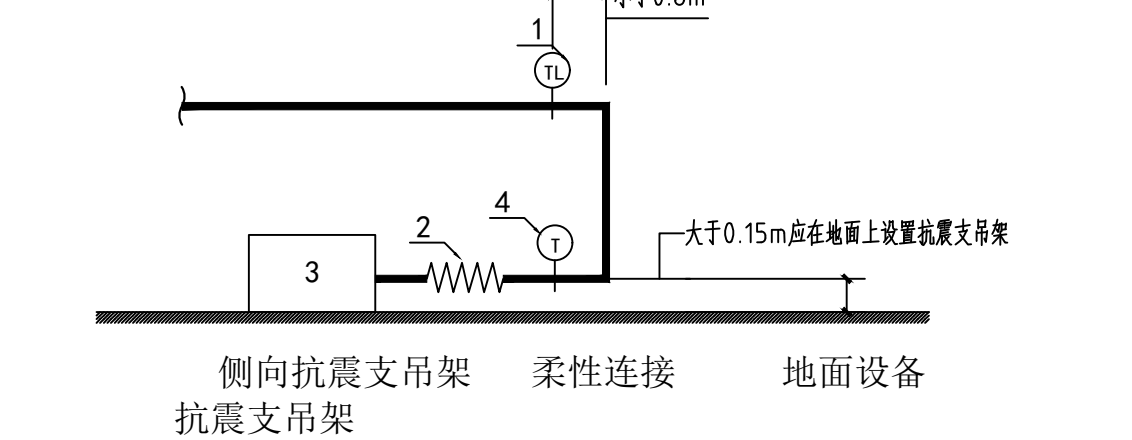
- 刚性连接的水平管道，两个相邻的加节点间允许纵向偏移，水管及电线套管不得超过最大侧向支吊架间距的1/16，风管、电缆梯架、电缆托架和电缆槽盒不得超过其宽度的两倍。



- 水平管线在转弯等处0.6m范围内设置侧向抗震支吊架。若斜撑直接作用于管线，其可作为另一侧管线的纵向抗震支吊架（图23）。
例如：纵向抗震支吊架最大间距24m，侧向抗震支吊架最大间距12m，则双向抗震支吊架距下一纵向抗震支吊架间距为：
 $(24+12)/2+0.6=18.6m$



- 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范围内设置侧向支吊架，垂直管道距地面高度大于0.15m设置抗震支吊架。



- 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不均匀沉降的影响；
- 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；
- 侧向、纵向抗震支吊架的斜撑安装，垂直角度不得小于30度、宜为45度；
- 沿端数设的管道当设有内端的托架、支架且管卡能紧固管道四周时，可作为一个侧向抗震支吊架；
- 单管（杆）抗震支吊架的设置应符合下列要求：
 - 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。
 - 当立管长度大于1.8m时，应在其顶部和底部设置双向抗震支吊架。当立管长度大于7.6m时，应在中间加设抗震支吊架。
 - 当立管通过套管穿越结构楼层且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吊架。
 - 当管道中安装附件自身质量大于25kg时，应设置侧向及纵向抗震支吊架。
- 门型抗震支吊架的设置应符合下列要求：
 - 门型抗震支吊架应至少有一个侧向抗震支吊架或两个纵向抗震支吊架；
 - 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支吊架；
 - 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；
 - 当管道上的附件质量大于25kg且与管道采用刚性连接时，或附件质量为9-25kg且与管道采用柔性连接时，应设置侧向及纵向抗震支吊架。

五、水平地震力综合系数计算

按下式计算：

$$\alpha_{EK}=\gamma\eta_1\zeta_1\zeta_2\alpha_{max}$$

式中：
 α_{EK} —为水平地震力综合系数；
 γ ——非结构构件性能系数（见表1）
 η_1 ——非结构构件类别系数（见表1）
 ζ_1 ——状态系数：对支承点低于质心的任何设备和柔性体系取2.0，其余情况取1.0
 ζ_2 ——位置系数：建筑的顶点取2.0，底部取1.0，沿高度线性分布
 α_{max} ——地震影响系数最大值（见表2）

表1 建筑机电设备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、燃气及其他气体系统； 应急电源的主控系统、发电机、冷却塔等	0	2.0	1.4	1.4
电梯的支承结构、导轨、支架、轿厢导向轮绳轮	0	1.4	1.0	1.0
悬挂式或摇摆式灯具、电缆桥架 给排水管道、通风空调管道	0.9	1.4	1.0	0.6
其他灯具	0.6	1.4	1.0	0.6
柜式设备支座	0.6	1.4	1.0	0.6
冰箱、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

表2 水平地震影响系数最大值

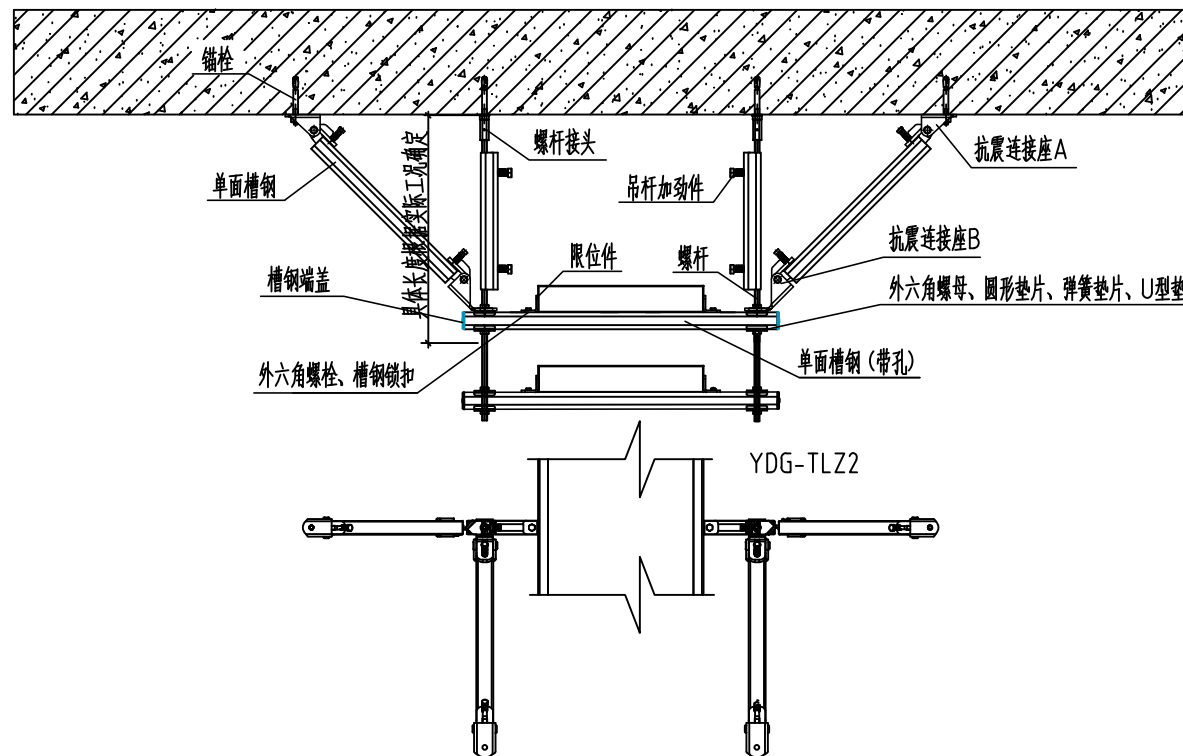
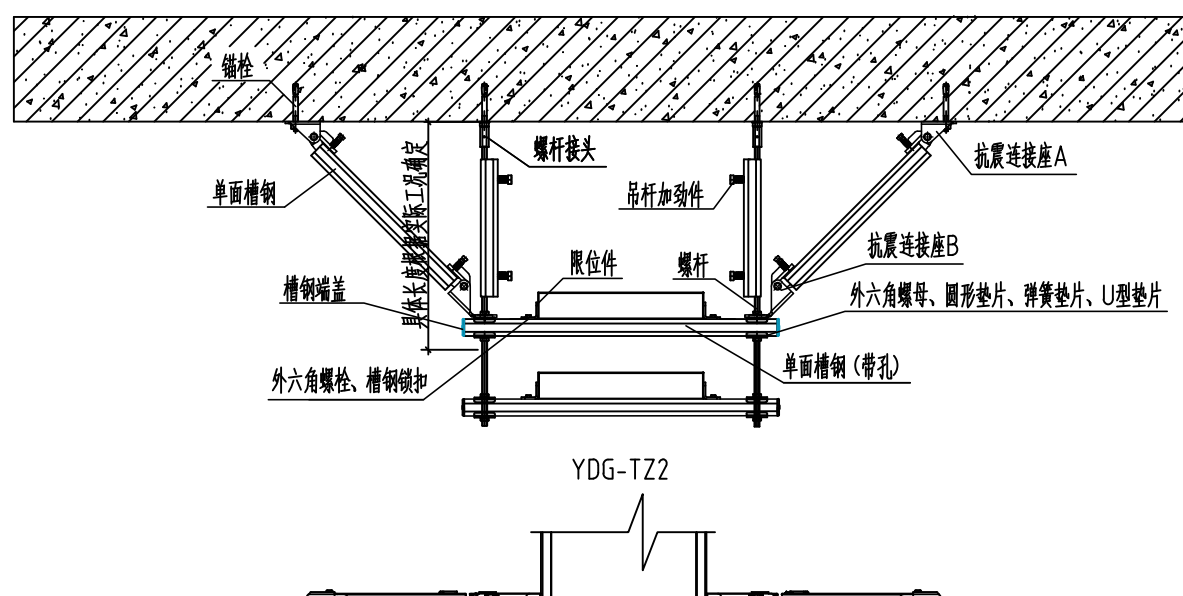
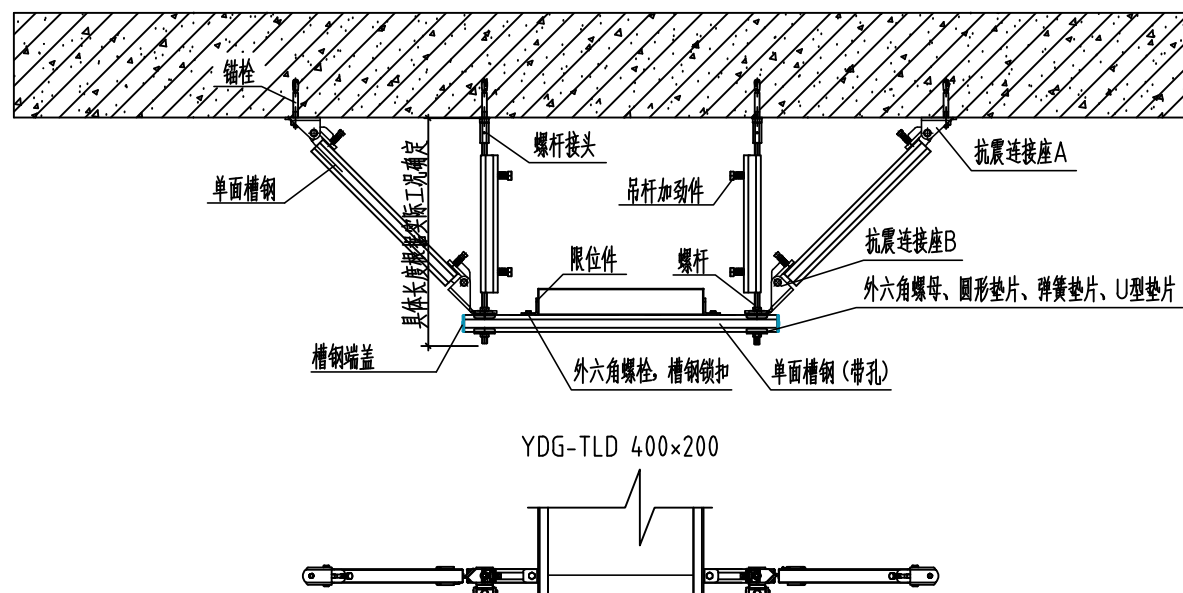
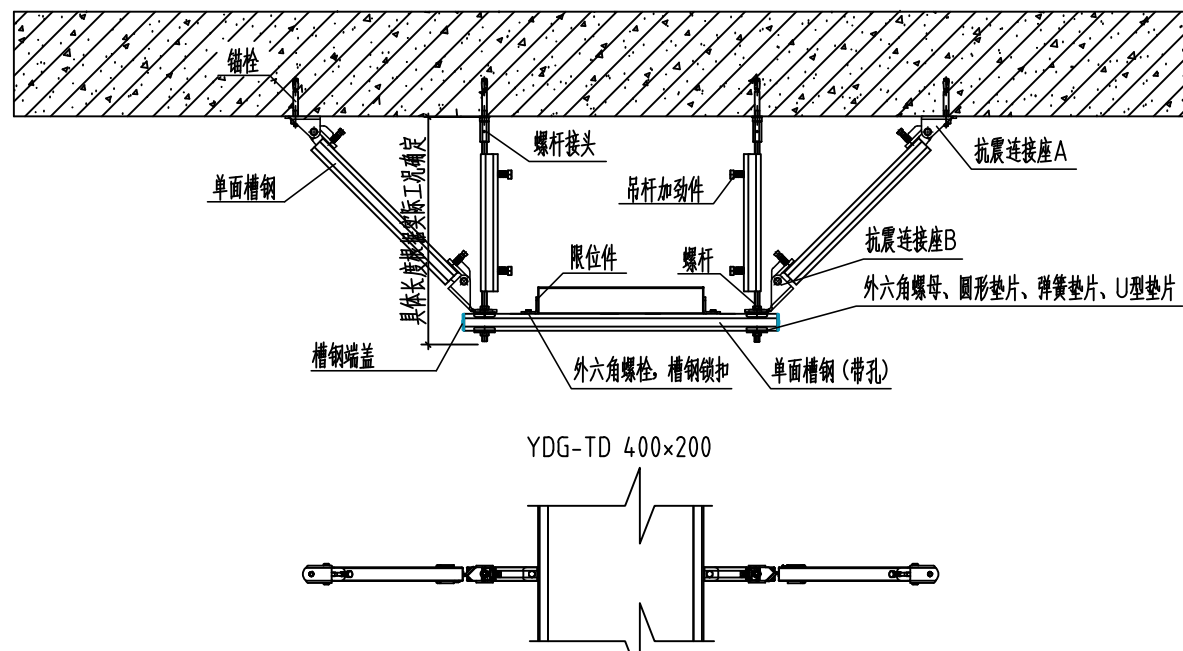
地震影响	6度	7度	8度	9度
多遇地震	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)	0.32


注：括号中数值分别用于设计基本地震加速度为0.15g和0.30g的地区

六、施工说明

- 抗震支吊架全螺栓吊杆的安装应符合下列要求：
 - 全螺栓吊杆在现场按需要切割长度，修去毛刺，进行连接组合；
 - 连接螺母与全螺栓吊杆以及螺栓进行连接时，两端的旋入长度均应达到45%的连
- 抗震支吊架斜撑的安装应符合下列要求：
 - 斜撑的垂直安装角度应按设计要求进行，且不得小于30度，宜为45度；
 - 单管抗震支吊架的斜撑与吊架的距离不得超过10cm；
 - 抗震支吊架斜撑的安装不应偏离其中心线2.5°。
- 抗震支吊架其它主要附件的安装应符合下列要求：
 - 管夹与管道连接处应设置绝缘胶垫，防止连接处产生电化学腐蚀，管卡与管道的连接应牢固；
 - 管道抗震支吊架不应限制管道热胀冷缩产生的位移，对于温差变形较大的管道，产品供应商应提供专用抗震滑道（滚动）支架系统；
 - 不得将抗震支吊架安装于非结构主体，如轻质墙体等。固定在建筑结构上的管道支、吊架不得影响结构安全；
 - 各连接件的螺栓紧固应按规范要求进行紧固，防止松动；
 - 加劲装置的安装位置及数量应按设计要求进行；
 - 支吊架安装施工完毕后应将支吊架擦干净，所有螺栓槽钢端部均需上槽钢端盖；
 - 抗震支吊架的斜撑和纵撑现场由于实际工况需要调整原设计安装角度时，应重新计算地震效应及复合构件承载力；
 - 根据实际施工的节点位置、安装形式完成竣工验收图纸；
 - 应对所有抗震节点编制节点编号或识别代码，并提供相对应的力学计算书和相应的抗震系统的测试报告。

抗震支架安装示意图



项目负责人	周峰		永州市永南建筑设计院有限公司 Yongzhou Yongnan Architectural Design Institute Co., Ltd.			
专业负责人	李继英		证书编号: A243006887 电话: 0746-5722902			
审 定	王连强	建设单位	江华瑶族自治县人大常委会办公室		工程号	
审 核	李继英	工程名称	江华瑶族自治县人大机关办公楼维修改造项目		阶 段	施工图
校 对	刘海燕	图 纸	电气抗震设计		图 别	电 气
设 计	杨文敏				图 号	02
					日 期	2022.09