

抗震支架系统安装关键技术研究

张旭光 柏马路 周新亮
中建一局集团建设发展有限公司
DOI:10.12238/jpm.v3i11.5464

[摘要] 为了防止地震对建筑物中机电系统管路的破坏,抗震支架已经在各项目进行了广泛的应用,因此从抗震支架的组成、材料、布置原则、受力计算分析、施工及创新等几方面为建筑物抗震支吊架安装应注意的事项给出一定的建议。

[关键词] 抗震支吊架; 受力计算; 新型成品支架

中图分类号: TU8

Research on the key technology for seismic support system installation

Zhang Xuguang, Bai Road, Zhou Xinliang

China Construction First Bureau Group Construction and Development Co., Ltd. Beijing 100102

[Abstract] in order to prevent the earthquake damage of the electromechanical system pipeline in the building, seismic support has been widely used in each project, so from the composition of seismic support, materials, layout principle, force calculation analysis, construction and innovation aspects for building seismic support hanger installation should pay attention to the matters to give some Suggestions.

[Key words] seismic support and hangers; force calculation; new finished support

在2015年之前所有的项目设计中基本没考虑机电抗震的相关设计,很多施工单位对抗震支架还很不了解,从而导致机电系统在运行的过程中存在各种安全隐患。现阶段,对机电系统抗震设计须加大认知,这对于机电管路在抗震减灾的过程中具有极为重要的作用和意义。抗震支吊架的作用是使建筑结构主体与使用抗震设计的各种管路相连接,利用地震产生的反作用力提供支撑作用,从而不仅仅是依靠传统支吊架系统依靠管道自身重力提供支撑作用,目前建筑施工过程中采用的是传统支吊架系统和抗震支吊架系统相互结合,相互辅佐。这种系统相对于只使用传统支吊架的抗震能力较强,对比没有采用抗震支吊架系统的,采用抗震支吊架系统的机电工程受地震影响较小,能够有效防止地震产生的破坏力,防止发生二次灾害,提升建筑物内机电管线的安全性。

1、工程概况

杭州阿里云计算公司总部项目位于杭州市西湖区双桥区块“云谷小镇”,总建筑面积449098.6平方米,其中地上部分277461.80平方米,地下部分171636.8平方米。工程包括一栋高度为28.75m的办公楼、九栋高度为23.90m的办公楼,按照抗震设计要求机电管线施工过程中使用了大量的抗震支吊架。

2、项目抗震支吊架的应用范围和布置原则

抗震支吊架可在地震过程中给机电工程各系统起到保护作用,抵抗地震发生的时候来自水平及垂直方向的破坏力^[1]。根据所保护的机电系统不同,抗震支吊架的施工和设计方法也不同。本项目主要分为:管道抗震、风管抗震、电气抗震三个方面,其中设置要点按规范要求如下:

- (1) 所有专业需要按规范要求进行抗震支架设置,管道管径 $\geq DN65$ 的水平管道、多管道和直径 $\geq 300mm$ 的单管道宜用门式抗震支吊架、防排烟风道、矩形截面尺寸大于等于 $300*150$ 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽。
- (2) 对每段水平直管道应在其两端设置侧向抗震支吊架。
- (3) 对每段水平直管道都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,应按要求间距依次增设纵向抗震支吊架。

3、项目抗震支吊架的主要形式

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措施,项目采用成品支架,主要由锚固件、加固吊杆、C型槽钢、抗震连接件及抗震斜撑组成。其从外形上可分为:

单杆抗震支吊架:由单根承重吊架和抗震斜撑组成的(如图1)。

门型抗震支吊架:由两根及以上承重吊架和横梁、抗震斜

撑组成(如图2)。

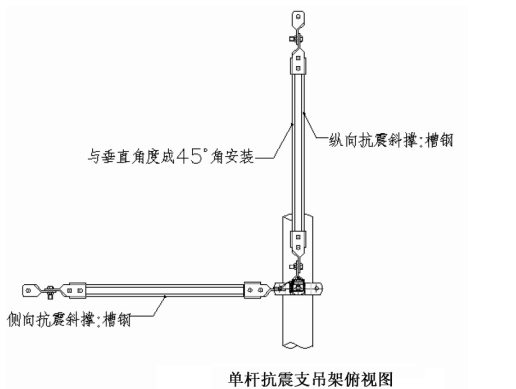
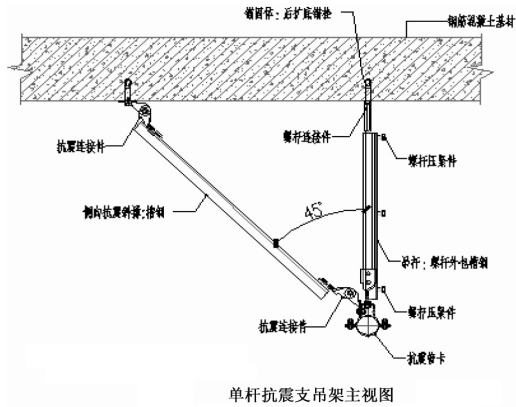


图1 单杆抗震支吊架主视图、俯视图

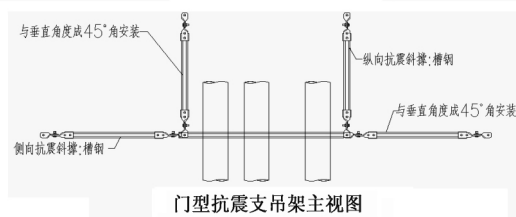
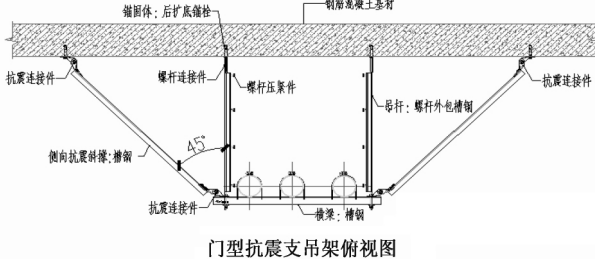


图2 门型抗震支吊架主视图、俯视图

4、抗震支架安装工法特点

(1) 抗震支架安装过程不需要焊接及钻孔。拆、改调整方便,拆卸下的配件和槽钢的可重复使用,对材料浪费极小。

(2) 根据项目现场实际安装功效对比,抗震支架施工安装速度相比传统支架施工安装速度快三至五倍,制作、安装成本相比传统支架节约二分之一左右。在机电管线施工过程中,抗震支架安装可以和各专业管线安装交叉作业提高施工功效,缩短工期^[2]。

5、抗震支架的计算

支架计算要求按规范要求如下:

(1) 水平地震力标准值按下式计算(采用等效侧力法进行水平地震作用标准值计算):

$$F = \gamma \eta E1 E2 S_{max} G = S_{ek} G \quad (1)$$

式中, F为机电管线水平地震作用标准值; γ 为非结构构件功能系数; η 为非结构构件类别系数; E1为状态系数; E2为位置系数; S_{max} 为水平地震影响系数最大值; G 为非结构构件的重力,即抗震支吊架间管线满负荷重力值。

(2) 水平地震综合系数 S_{ek} 可按按下式计算:

$$S_{ek} = \gamma \eta E1 E2 S_{max} \quad (2)$$

注:当 S_{ek} 计算值小于0.5时,按0.5取值。

(3) 地震作用效应值按下式计算:

$$S = \gamma \cdot S_{GE} + \gamma_m S_{SE} \quad (3)$$

式中, S为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; γG 为重力荷载分项系数,一般情况下应采用1.2; γE_n 为水平地震作用分项系数,取1.3; S_{GE} 为重力荷载代表值的效应; S_{SE} 为水平地震作用标准值的效应。

(4) 复核:地震作用效应值 $S \leq R$ 时,即为合格,否则为不合格。R为构件承载力设计值。

本项目效果图如图3所示,地库机电管道包括消防、给排水、通风、电气桥架等,敷设较复杂,按设计要求应对机电管道设置抗震措施。但抗震支架设置对本项目大部分管理者来说都是第一次施工管理,经验不足,为避免支架设置安装完成后不符合要求,不能达到抗震标准,本项目设置的所有抗震支架必须在安装前使用4.1中3个公式进行设计计算,然后复核抗震支架的制作、安装及设置间距是否符合当地地震力影响的要求(示例详见表1),这样才能保证最终的施工设计结果满足要求。

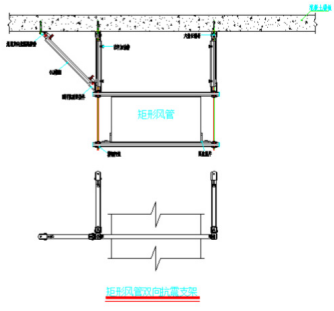


图3 某项目效果图

表1: 风管抗震支吊架节点计算书^[2]

抗震支吊架节点计算书	
项目名称: 杭政工出[2017]2号地块(云谷园区)项目 地址: 杭州市灯彩街与荆大路交叉口 支吊架类型: 风管侧纵向支架 支吊架编号: FG-TL-3000 楼层: M1地下室一层	
构件信息	支撑信息
侧向管束: 风管 3000*400 额定荷载: 7340 (N)	吊杆规格: M12 吊杆最大使用荷载: 22000 (N) 斜撑长度: 1500 mm 斜撑垂直夹角: 45° 最小回转半径: 1.48 mm L/R 值: 0.79 斜撑最大水平承载力: 34200 (N) 水平加速度: 0.1 g
纵向管束: 风管 3000*400 额定荷载: 14690 (N)	
根部连接构件: 螺杆接头 额定荷载: 20000 (N)	
管部连接构件: 抗震连接件	

额定荷载: 16500 (N)

<p>锚栓信息</p> <p>斜撑锚栓规格: 后扩底锚栓 M12</p> <p>斜撑锚栓安装方向: 垂直楼板</p> <p>钻头直径: 18 (mm)</p> <p>有效锚固深度: 90 (mm)</p> <p>安装扭矩: 60 (N·m)</p> <p>抗拉承载力: 24100 (N)</p> <p>抗剪承载力: 27000 (N)</p> <p>*整体安全分项系数 $\gamma=1.4$</p>	<p>抗震支吊架详图</p>  <p>风管抗震支吊架示意图</p> <p>风管 3000*400 双向支架</p> <p>C型钢选型: 41*41*2.0mm</p>
---	--

<p>荷载计算信息</p> <p>水平地震综合系数 ($\alpha_{EK} = \gamma \eta \xi_1 \xi_2 \alpha_{max}$)</p> <p>计算值小于 0.5 时, 按 0.5 取值</p>	
--	--

管道类型	规格	数量	作用范围		α_{EK}	计算荷载 (N)	
			侧向	纵向		侧向荷载	纵向荷载
风管	3000*400	1	9.0	18.0m	0.5	9870	8320

6、新型成品支架形式

在项目施工过程中与厂家交流讨论中, 思考是否可用新型成品支架做到替代传统支架加抗震支吊架的施工模式, 新型成品支架能达到传统支架受力要求, 又能在需要布置抗震支架位置形成抗震效果经过思考讨论, 新型成品支架形式如图4



图4 新型成品支架

7、新型成品支架与传统支架模式对比

根据项目局部区域数据统计与厂家新型成品支架数据进行对比分析如表2所示。

表2 普通支架+抗震支架与新型成品支架对比表

施工方案对比情况		
对比内容	普通支架+抗震支架	新型成品支架
材料总价 (元)	680278.3842	1878000.36
支架理论重量 (kg)	85034.79802	65411.38
折合吨价 (元/kg)	8	28.71
预估安装费 (元)	510208.7881	163528.46
抗震支架 (元/项)	720000	已包含
造价总计 (元)	1910487.172	2041528.82

综上所述分析发现: 新型成品支架模式比传统支架模式(普通支架+抗震支架)重量轻33%左右, 新型成品支架模式比传统支架模式(普通支架+抗震支架)总造价增加7%。

成品支架外表采用厚镀锌材质拥有优秀的防腐和防锈能力, 后期维护简单方便。成品支架主要为组合式产品, 进行二次拆卸和改动, 无需焊接工艺就能方便拆卸和重新组装, 且拆卸后零部件可以重复使用。从而使得新型成品支架安装效率大大提升, 大约为传统支架模式3-5倍。

综上所述, 新型成品支架无论在外观还是功能而言, 都拥有较好的性能和品质, 适合运用于我国建筑机电工程抗震系统中, 既能代替传统支架对于管线的承重作用, 又能对于建筑机电工程的抗震减灾起到极为重要的作用。

8、抗震支架的创新设置

目前抗震支架的设置都是单纯的考虑减少地震力的影响, 仅在管道承重支架的基础上在额外设置抗震支架, 主要原因有: 一是管线承重传统支架和抗震支架是两家单位甚至多家分开布置、施工, 各家负责各自的施工内容; 二是施工单位考虑到价格、设计或其他一些原因并未考虑综合共用的问题。这样最终是既增加了安装工程量, 又增加了材料使用量, 增加了施工管理难度。因此, 可以充分考虑抗震支架和承重支架的规范要求, 设置共用支架, 采用新型成品支架, 既满足传统的支架的承重要求, 又满足抗震相关方面的要求。

9、结语

本文从抗震支架组成与材料、设置原则、施工要点、设计计算分析及创新设置等几方面对建筑工程中抗震支架的施工、设计及应用进行了论述, 并对后续抗震支架发展方向进行了创新, 以更好地保障人们的居住安全。

[参考文献]

[1]GB 50011-2010《建筑抗震设计规范》
[2]GB 50981-2014《建筑机电工程抗震设计规范》