

备案号: JXXXXXX-XXXX

四川省工程建设地方标准

DB

P

DBJ51/T *** -2022

四川省抗震支吊架技术标准

Technical standard for seismic support and hanger in Sichuan Province

(征求意见稿)

2022-xx-xx 发布

2022-xx-xx 实施

四川省住房和城乡建设厅 发布

四川省工程建设地方标准

四川省抗震支吊架技术标准

Technical standard for seismic support and hanger in Sichuan Province

DBJ51/T*-2022**

主编部门：四川省装配式建筑产业协会

四川泓奇航都科技有限公司

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：20XX年XX月XX日

西南交通大学出版社

2022 成都

前 言

本标准是根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达四川省工程建设地方标准<四川省抗震支吊架技术标准>计划的通知》（川建标发[2020] 368 号）的要求，由四川省装配式建筑产业协会和四川泓奇航都科技有限公司会同有关单位共同编制完成。

标准编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 6 章和 4 个附录，主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 材料；4 支吊架抗震设计；5 施工与验收；6 维护与管理。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由四川省装配式建筑产业协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送四川省装配式建筑产业协会（地址：成都市人民南路四段 36 号综合楼 503 室，邮编：610041，电话：（028）85568172，邮箱：abias@qq.com）。

主编单位：四川省装配式建筑产业协会

四川泓奇航都科技有限公司

参编单位：

主要起草人：

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	2
3 材料	7
4 支吊架抗震设计	9
4.1 一般规定	9
4.2 支吊架设置与选型	13
4.3 支吊架设计	14
4.4 支吊架抗震计算	17
4.5 支吊架构件验算	27
5 施工与验收	32
5.1 一般规定	32
5.2 分项工程、检验批划分	33
5.3 施工准备	33
5.4 支吊架的制作	35
5.5 支吊架安装	36
5.6 验收	39
6 维护与管理	40
6.1 一般规定	40
6.2 维护	41
6.3 管理	43
附录 A 分部分项工程记录表	44
附录 B C 型钢与槽钢螺母抗滑移试验方法	51
附录 C 锚栓现场抗拔试验	52
附录 D C 型钢截面尺寸与特性	53
本标准用词说明	55
引用标准名录	56
条 文 说 明	58

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbol	2
3	Material	7
4	Seismic design of supports and hangers	9
4.1	General requirements	9
4.2	Setting and type selection of supports and hangers	13
4.3	Support and hanger design	14
4.4	Seismic calculation of supports and hangers	17
4.5	Checking calculation of support and hanger components	27
5	Construction and acceptance	32
5.1	General requirements	32
5.2	Division of construction quality acceptance batches	33
5.3	Construction preparation	33
5.4	Fabrication of supports and hangers	35
5.5	Installation of supports and hangers	36
5.6	Acceptance	39
6	Maintenance and management	40
6.1	General requirements	40
6.2	Enclosure	41
6.3	Management	43
	Appendix A Records of divisional and subdivisional works	44
	Appendix B Test method for anti slip of C-channel steel and channel steel nuts	51
	Appendix C Field pull-out test of anchor bolt	52
	Appendix D C-shaped channel steel section dimensions and characteristics	53
	Explanations of wording in this code	55
	List of quoted standards	56
	Explanations of provisions	58

1 总 则

1.0.1 为使抗震支吊架在机电工程中的设计、制作、安装、验收及维护中做到安全可靠、技术先进、经济合理、保护环境和确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度为 6 度至 9 度地区建筑机电工程与市政机电工程中支吊架的设计、制作、安装验收及维护。当支吊架应用于抗震设防烈度为 8 度以上地区时，还应进行抗震专项评估。

1.0.3 支吊架应由具备工程设计资质的单位进行设计，并且与机电工程同步实施工程设计、施工安装、竣工验收以及维护。

1.0.4 支吊架抗震设计、制作、安装、验收及维护，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和四川省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 抗震支吊架 seismic support and hanger

采用植筋或扩孔型锚固体与结构体可靠连接，通过附加抗震斜撑形成具有较大的横向、纵向刚度，用于承载机电管道荷载和抵御地震作用的支吊架。由锚固体、加固吊杆、抗震连接件及抗震斜撑斜撑组成。

2.1.2 刚性支吊架 rigid support and hanger

与结构体可靠连接，且节点连接为固接，具有较大侧向刚度的管道支撑体。

2.1.3 柔性支吊架 flexible supports and hanger

与结构体可靠连接，且受力吊杆采用螺杆等，具有较小侧向刚度较小的管道支撑体。

2.1.4 抗震斜撑 seismic diagonal bracing

提供较大的侧向刚度并将地震作用传递给结构体的斜向支撑构件。

2.1.5 装配式支吊架 fabricated support and hanger

各构配件在工厂预制，在工地现场组装而成的支吊架。

2.1.6 支吊架构件 support and hanger components

支吊架构件包含杆件、连接件和管束；杆件包含 C 型槽钢和螺杆；连接件包含抗震连接件、角连接件、平面连接件、定位件等。

2.1.7 抗震连接件 structure connecting component

用于连接抗震斜撑单独或组合的构件。

2.1.8 后扩底锚栓 rear undercut anchors

采用机械锁键、后扩锚固方式附着在结构体内，通常由锥母、后扩锁键、套管、螺栓、螺母及垫圈组成。

2.1.9 限位组件 limit assembly

当发生水平作用或位移时，对支吊架上的管线或桥架横向位移起限位作用的配件。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

F_{Ei} ——第 i 楼层上的管道系统的地震作用力；

G_{Ei} ——第 i 楼层的一个管道系统总重力荷载；

a_i ——第 i 楼层上的楼面加速度；
 F_i ——第 i 楼层上的地震作用力；
 W_i ——第 i 楼层的重力；
 F_{ie} ——第 i 楼层上的管道系统的地震作用力；
 A_{max} ——地面运动峰值加速度；
 G ——管系计算单元的重力荷载代表值；
 g ——重力加速度；
 F_{Ek} ——楼层管线支吊架体系总水平地震力；
 F_i ——管系计算单元内第 i 个支吊架的水平地震力；
 V_i ——管系计算单元内第 i 个支吊架的加速度；
 G_i, G_K ——分别为集中于质点 i 、 K 楼层的重力代表荷载代表值；
 G_{eq} ——重力荷载代表值；
 F_{ix} ——第 i 品支吊架在管线轴向方向的水平力；
 F_{iz} ——第 i 品支吊架在管线径向方向的水平力；
 S ——支吊架构件的地震作用组合内力设计值；
 ζ ——基本地震加速度，取值见 4.4.13 表；
 S_E ——地震作用荷载效应组合设计值；
 v_G ——重力荷载代表值 G 在支吊架构件或连接节点中产生的变形值；
 $\sigma_{Q_{EVK}}$ ——竖向地震作用 Q_{EVK} 在支吊架构件产生的应力效应；
 Q_{EVK} ——竖向地震作用设计值；
 Q_{EV} ——竖向地震作用标准值；
 σ_G ——重力荷载代表值 G 在支吊架构件或连接节点中产生的应力效应；
 G_m ——管系计算单元的永久荷载与可变荷载的和；
 $\sigma_{Q_{EhK}}$ ——水平地震作用 Q_{EhK} 在支吊架构件或连接节点中产生的应力效应；
 Q_{EhK} ——水平地震作用设计值；
 Q_{Eh} ——水平地震作用标准值；
 $v_{Q_{EK}}$ ——水平地震作用 Q_{EhK} 或竖向地震 Q_{EVK} 在支吊架构件或连接节点中产生的变形值；

N ——轴心力；
 B ——截面双力矩；
 M_e ——有效截面弯矩设计值；
 F ——集中荷载设计值；
 V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值；
 M_x 、 M_y ——分别为同一截面处对 x 轴和 y 轴的弯矩设计值；
 M ——净截面弯矩设计值；
 q ——均布或集中荷载。

2.2.2 抗力和材料性能

T_1 ——建筑物自振周期；
 T_i ——第 i 楼层管道及支吊架系统自振周期；
 K ——管系计算单元纵向或横向整体刚度 (N/m)；
 K_i ——管系计算单元内第 i 个支吊架的纵向刚度 (N/m)；
 K_j ——管系计算单元内第 j 个支吊架的横向刚度 (N/m)；
 E ——弹性模量；
 T_e ——管线及支吊架体系自振周期；
 T_1 ——管系计算单元纵向或横向整体的基本自振周期 (s)；
 R ——支吊架构件承载力设计值；
 f ——钢材的抗拉强度设计值；
 f_y ——钢材的屈服强度；
 f_u ——钢材的抗拉强度最小值；
 f_v ——钢材的抗剪强度设计值；
 f_E ——支吊架构件和连接件的许用应力值；
 v ——支吊架构件和连接件的许用变形值；
 K_{ix} ——管系计算单元内第 i 个支吊架的轴向刚度 (N/m)；
 K_{iz} ——管系计算单元内第 i 个支吊架的径向刚度 (N/m)；
 K_x K_z ——管系计算单元纵向或横向整体刚度 (N/m)；
 C ——支吊架构件设计对挠度、位移等规定的限值；
 σ ——正应力；

σ_c ——局部压应力；
 σ_1 ——腹板计算高度边缘同一点上同时产生的正应力；
 τ ——剪应力；
 S ——计算剪应力处以上（或以下）毛截面对中和轴的面积矩；
 σ_e ——轴心受压应力；
 $Y_{\max}$ ——均布或集中荷载下的最大挠度；
 λ ——杆件的允许长细比。

2.2.3 几何参数

h ——该层管线系统与楼面的平均距离；
 H ——层高；
 n ——管系计算单元内支吊架的个数；
 H_i, H_k ——分别为质点 i 、 k 楼层的计算高度；
 A ——毛截面积；
 A_n ——净截面积；
 W_w ——毛截面扇形模量；
 W_n ——净截面模量；
 W_x, W_y ——按受压最大纤维确定的对 x 轴和 y 轴的毛截面模量；
 t_w ——腹板的厚度；
 l_z ——集中荷载在腹板计算高度上边缘的假定分布长度；
 I ——构件的毛截面惯性矩；
 l_0 ——杆件的计算长度；
 λ ——长细比；
 A_e ——有效截面积；
 I_x ——截面处对 x 轴毛截面惯性矩；
 I_n ——净截面惯性矩；
 y_1 ——所计算点至梁中和轴的距；
 I_R ——轨道绕自身形心轴的惯性矩；
 I_f ——梁上翼缘绕翼缘中面的惯性矩；
 a ——集中荷载沿梁跨度方向的支承长度 (mm)；

h_y ——顶面至腹板计算高度上边缘的距离；

h_y ——轨道的高度，对梁顶无轨道的梁取值为 0；

l ——杆件长度；

L ——杆件的计算长度。

2.2.4 计算系数

α_i ——楼层 i 上的管道系统水平地震影响系数；

β (T_e / T_s , ξ) ——管道系统对楼面的动力放大系数；

ξ ——管线及支吊架体系阻尼比；

α ——刚度系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，除本规范另有专门规定外，按照 1.0 取值；

γ_{EV} ——竖向地震作用分项系数；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.3；

γ_G ——重力荷载分项系数；

α_1 ——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值；

γ_R ——抗力分项系数；

β_1 —— σ 与 σ_c 异号取 1.2，同号取 1.1；

ψ ——集中荷载的增大系数；

φ ——轴心受压构件的稳定系数；

γ_x 、 γ_y ——截面塑性发展系数；

φ_b ——绕强轴弯曲所确定的梁整体稳定系数；

μ ——长度因数。

3 材料

3.1 支吊架构件的材质，应采用 Q235 B 级及以上金属材料，碳钢应符合《碳素结构钢》GB/T 700 的规定，不锈钢应符合《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878 的规定，C 型槽钢应符合《通用冷弯开口型钢》GB/T 6723 的规定。抗震连接件不应小于 6mm，管束用板材厚度不应小于 5mm。

【条文说明】

设计图纸中，应根据连接构件的重要性、动力或静力荷载特征及锚栓连接方式、连接构件应力性质等注明 C 型槽钢支吊架与连接构件钢材的牌号、质量等级、机械性能、化学成分等。

3.2 垫圈应符合《标准型弹簧垫圈》GB/T 93、《平垫圈 C 级》GB/T 95 的规定。管束卡件衬垫材料应采用氯化丁基橡胶或三元乙丙橡胶，其质量要求应符合《不饱和橡胶中饱和橡胶的鉴定》GB/T 16583 的规定。

3.3 锚栓宜采用机械锁键、后扩锚固方式，也可采用化学锚固方式，其性能等级不应低于 8.8 级，应符合《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的规定。抗震锚固应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定。

3.4 螺杆采用碳钢、不锈钢等材料制成，其机械性能等级不应低于 4.8 级，且应符合《螺杆》GB/T 15389 的规定。

3.5 支吊架用紧固件采用碳钢、合金钢制成的螺栓、螺母等紧固件机械性能等级应分别不低于 8.8 级、8 级；不锈钢材质不低于 50 级，且应分别符合《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 和《紧固件机械性能 螺母 细牙螺纹》GB/T 3098.2、《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的规定，其中螺母的性能等级应与相应螺栓的性能等级相匹配，螺栓与螺母连接的螺纹应符合《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196 的规定。

3.6 钢材的强度设计值和物理性能指标、焊缝的强度设计值、螺栓连接的强度设计值，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

【条文说明】

对用于承重及 C 型槽钢原材料应具有抗拉强度、屈服强度、伸长率、冷弯试验和硫、磷含量的合格保证；对焊接连接的材料应具有碳含量的合格保证。

杆件和连接构件强度验算采用全截面有效抗拉、抗压或抗弯强度；冷弯型钢构件制作过程需进

行退火、焊接以及热镀锌等热处理时，则不应采用冷弯效应的强度设计值。

3.7 支吊架系统所用钢材，当工作温度高于 0℃时，质量等级不低于 B 级，温度高于-20℃但不超过 0℃时，不应低于 C 级，温度低于-20℃时不应低于 D 级。

3.8 支吊架杆件及连接件防腐应满足下列要求：

1 支吊架杆件及连接件防腐设计应根据建筑物的重要性、环境腐蚀条件、施工和维修条件等要求合理确定防腐设计年限；

2 防腐设计应充分考虑环保节能的要求；

3 C型槽钢中性盐雾试验时间不应低于900h；

4 连接件中性盐雾试验时间不应低于 480h。

4 支吊架抗震设计

4.1 一般规定

4.1.1 机电设备管线及支吊架系统，其抗震设防目标应符合下列规定：

- 1 当遭遇低于本地区设防烈度的多遇地震影响时，各管线及支吊架系统不受损或不需要修理可以继续使用。
- 2 当遭遇相当于本地区设防烈度的设防地震影响时，重要管线及支吊架系统不受损坏或不需修理可继续使用，一般管线可能发生轻微损坏，但经一般性修理可继续使用，损坏应控制在局部范围，不应造成次生灾害。
- 3 当遭遇高于本地区设防烈度的罕遇地震影响时，各管线及支吊架系统不致倒塌或发生危及生命的严重破坏，不致引发严重次生灾害，经抢修可快速恢复使用。

【条文说明】

特殊管线：指消防系统管网、电力保障系统桥架以及地下空间通风系统管网、排水系统管网；

一般管线：除应急、严重后果管网外的给排水管道、普通照明及动力电网桥架以及地上通风空调系统管网。

管线及支吊架系统遭遇各种水准的地震影响时，其可能的损坏状态和继续使用的可能，因管线及支吊架系统在建筑中的特殊性，参考《建筑地震破坏等级划分标准》，总体上可分为下列五级：

名称	破坏描述	继续使用的可能性
基本完好（含完好）	构件完好；个别非功能性构件轻微损坏	一般不需要修理即可继续使用
轻微损坏	个别构件轻微变形，个别非功能性构件有不同程度破坏	不需修理或需稍加修理，仍可继续使用
中等破坏	多数构件轻微变形，部分构件明显变形，非功能性构件严重破坏	需一般修理，采取安全措施后可适当使用
严重破坏	多数构件严重破坏或部分掉落	应排险大修，局部拆除更换
掉落	多数构件掉落	需完全拆除

注：1 个别指 5%以下，部分指 30%以下，多数指 50%以上。

2 中等破坏变形参考值，取弹性和弹塑性位移限值的平均值，轻微损坏取 1/2 平均值。

4.1.2 抗震设防的建筑与市政工程其多遇地震动、设防地震动和罕遇地震动的超越水准，地震影响，抗震设防分类和设防标准，应满足现行国家标准 GB 55002《建筑与市政工程抗震通用规范》的规

定。

4.1.3 地震设防烈度对应水平地震影响系数应按照表 4.1.3 取值，或依据 DBJ51/066《四川省城市抗震防灾规划标准》要求进行取值。

表 4.1.3 水平地震影响系数最大值

地震影响	7 度 (0.1g)	7.5 度 (0.15g)	8 度 (0.2g)	8.5 度 (0.3g)	9 度 (0.4g)
甲、乙类建筑、 特殊管线	0.5	0.5	0.9	0.9	1.4
丙类建筑、一般 管线	0.23	0.23	0.45	0.45	0.9

【条文说明】

我国延续房屋建筑抗震直接生命安全与经济的角度，按三水准而小震不坏、大震不倒两阶段的设计原则，并区分提高结构抗震措施以及提高地震作用两种手段进行抗震设计，保护人的生命安全。在机电工程管线系统中，支吊架为管线系统组成部分，抗震设防烈度应采用中震弹性抗震水准，保护管线系统不发生断裂破损，满足使用功能。管线遭遇设防烈度作用达到不需修理或一般修理达到继续使用的目标，结构抗震构造措施的要求可忽略。

对地震会产生严重次生灾害和对应急救援会形成严重威胁的特殊管线并不局限于建筑物自身重要性的约束，可单独评估管道重要性影响执行按设防烈度或高一度规定加强设防。

依据《四川省城市抗震防灾规划标准》第 5 章 5.1.3 条设定三级保障级别，第 5.1.4~5.1.6 条分别对建筑工程基础设施进行保障级别的划分，第 5.1.8 条规定了城市应急医疗卫生、消防和物质储备 I、II 级的抗震设防类别要求，第 5.2 章节评价要求中，分别对城市抗震防灾规划编制模式分为甲、乙类以及丙类（第 3.0.6 强条）并分别提出应、宜按罕遇地震的影响进行评价的要求，为了避免歧义，表 4.1.3 中取消了多遇地震情况下的数值。

一是设计基本地震加速度为 0.1g（7 度）时，设防地震的水平地震影响系数最大值（0.23），高一度（8 度）设防地震水平地震影响系数最大值（0.45）提高了近 2 倍；若按同烈度下（7 度）罕遇地震水平地震影响系数最大值（0.5）提高了近 2.2 倍；二是 7.5 度水平地震影响系数最大值（0.34），高一度（8 度）水平地震影响系数最大值（0.45）提高了近 1.4 倍；若按同烈度下（7.5 度）罕遇地震水平地震影响系数最大值（0.72）提高了近 2.2 倍；三是 8 度水平地震影响系数最大值（0.45），高一度（9 度）水平地震影响系数最大值（0.9）提高了 2 倍；若按同烈度下（8 度）罕遇地震水平地震影响系数最大值（0.9）同样提高了 2 倍；四是 8.5 度水平地震影响系数最大值（0.68），高一度（9 度）水平地震影响系数最大值（0.9）提高了近 1.4 倍。

4.1.4 机电设备管线用支吊架，宜采用装配式支吊架。

【条文说明】

装配式支吊架的构成相对传统焊接支吊架较简单，支吊架构件种类较少，安装简单，避免现场焊接动火的风险。

支吊架所有构件应按企业规定程序批准的设计加工图及相关技术文件进行生产制造。支吊架连接应具备良好的装配性，相同型号支吊架构件应保证连接性和互换性。

4.1.5 支吊架结构的安全等级，不应低于工程结构的安全等级。

【条文说明】

支吊架采用的金属材料物理性能、强度设计值，连接焊缝以及螺栓连接的强度设计值，应按国家现行相关标准规定执行。对支吊架抗震起重要作用的抗震连接件、管束、限位组件以及与结构连接锚栓、梁夹等应通过动力加载试验，确定其抗震承载力和耗能性能，在主要受力配件上注明通过动力加载试验获得的最大允许屈服应力，并实施等级认证或评估。

4.1.6 支吊架系统与工程结构之间应有可靠的锚固或连接。

4.1.7 机电设备及管线用支吊架，均应具备承载恒荷载及活荷载的功能，还需考虑地震作用对于设备管线及支吊架体系所带来的影响。荷载组合根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009，结合机电安装特点确定。

4.1.8 支吊架设计文件，应包括下列内容：

- 1 支吊架设计说明；
- 2 荷载与作用分析；
- 3 支吊架系统分析；
- 4 构件验算；
- 5 支吊架设置图；
- 6 支吊架立面与节点详图。

【条文说明】

支吊架每个构件的验算部分包括下列内容：

- 1 截面型号、尺寸；
- 2 材料参数；
- 3 荷载组合下最不利内力及位移；
- 4 构件的各项验算。

4.1.9 支吊架抗震设计应符合《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223、《室外给排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032 的规定，除属于特殊设防类建筑的管网外，其它均应划分为标准设

防类。

4.1.10 机电工程支吊架的地震影响，应采用抗震设防烈度或设计基本地震加速度来表征，其对应关系见表 4.1.10。

表 4.1.10 抗震设防烈度与设计基本地震加速度的对应关系

地面运动峰值加速度	100Gal		200Gal		400Gal
抗震设防烈度	7 度		8 度		9 度
设计基本地震加速度	0.1g	0.15g	0.2g	0.3g	0.4g

注：1Gal=0.01m/s²；重力加速度 1g=9.8m/s²。

4.1.11 抗震设防烈度为 6 度的机电工程支吊架，除甲类建筑按规定需要提高一度设防外，应采取抗震构造措施，对管网的薄弱部位应采取有效措施加强抗震性能。

4.1.12 支吊架采用的设计基准期为 50 年，在规定的设计使用年限内支吊架应具有足够的可靠度。

【条文说明】

设计基准期是为确定可变作用以及与时间有关的材料性能取值而选用的时间年限，它不完全等同于设计使用年限，即现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 所考虑的荷载统计参数，都是按达到给定的基准期内最大荷载的概率分布及相应的统计参数。

4.1.13 支吊架应采用概率论为基础的极限状态设计法进行水平以及其它荷载最不利效应组合作用下的结构设计。

【条文说明】

承载力极限状态支吊架构件或连接的强度破坏包括因超过管道等容忍变形，而不适用继续承载的工况。正常使用极限状态包括影响支吊架支撑管道正常使用的变形、振动以及支吊架构件耐久性的局部损坏。

4.1.14 利用计算机软件进行管线及支吊架系统抗震分析，应符合下列要求：

- 1 计算模型的建立、必要的简化计算与处理，应符合实际受力状况，计算中应考虑对结构构件的影响。
- 2 计算机软件的技术条件应符合本规范及有关标准的规定，并应阐明其特殊处理的内容和依据。
- 3 所有计算机计算结果，应经分析判断确认其合理、有效后方可用于工程设计。

【条文说明】

本条规定主要依据《建筑工程设计文件编制深度规定》，要求使用计算机进行抗震分析时，应对软件的功能有切实的了解，计算模型的选取必须符合实际工作情况，计算机软件的技术条件应符合本规

范及有关标准的规定，设计时对所有计算结果应进行判别，确认其合理有效后方可在设计中应用。利用计算机工具进行复杂的抗震分析计算是发展地震工程和工程抗震科学的必要手段，已在结构抗震的分析设计中广泛使用，这次在规范中予以规定，以促进其发展。

4.1.15 抗震设防烈度为 7、8、9 度时，建筑高度分别超过 160m、120m、80m 的大型公共建筑的重要管线，宜设置管线地震反应监测系统。

【条文说明】

本条规定依据 GB50011《建筑抗震设计规范》3.11 条的规定。鉴于四川省特殊的地理环境，鼓励在大型公共建筑中使用管线系统的地震反应观测系统，以便更好的控制震害。

4.2 支吊架设置与选型

4.2.1 支吊架的设置应按现行国家标准满足管线对于支吊架最大间隔的要求。

4.2.2 抗震支吊架的设置应符合《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 中相应要求，并应满足下列原则：

- 1 支吊架应均匀设置，避免造成管道局部产生不利变形；
- 2 支吊架应设置在管道水平位移大、刚度薄弱、管道分叉等重力、刚度变化较大的位置；

【条文说明】

尽量避免因支吊架的设置对管线造成的内力波动，从而造成变形不协调而增加管线破损的风险。

- 3 支吊架应设置在质量大于 25kg 且与管道采用刚性连接的管线附件两侧；
- 4 支吊架设计应充分考虑管线重力影响因素，避免在同一位置分别布置承重支吊架和抗震支吊架。

【条文说明】

在目前的一些应用中，人为规定在管道的局部或特定部位单独设置所谓“仅用于抗震的支吊架”，而“管道重力由承重支吊架来承担，抗震支吊架仅承担地震荷载”的抗震观点显然不符合客观现实；适得其反会造成管道系统的刚度不平衡和误导支吊架抗震合理设置，埋下安全隐患。因此必须确立科学的支吊架抗震设置理念。

- 5 水平管线在转弯或三通等方向变化的管线两端 0.6m 范围内，应设置支吊架。

【条文说明】

抗震支吊架作为保护管线免受地震影响而破坏的一种措施，不宜利用管线自身刚度来传导来自不同方向的水平地震作用。水平管线方向发生变化的管线两端，分别根据情况设置侧向抗震支吊架或侧纵向抗震支吊架。

6 支吊架的设置不应影响主体结构的抗震性能。

7 支吊架的设置不应影响管道、设备的安装空间和检修通道。

4.2.3 支吊架选型应综合考虑水平地震作用效应及重力作用对管道整体的影响，通过对柔性、刚性支吊架的合理选型并适当配置沿管道径向、轴向的抗震斜撑，达到管线在地震作用下安全的目的。

【条文说明】

支吊架承受管道荷载、限制管道位移以及控制管道振动，受水平地震作用按照刚度及其作用方向分为刚性支吊架和柔性支吊架两大类。

建筑机电工程支吊架种类繁多，其实质是保护管道，承载其荷载、限制其位移和控制地震振动效应。抗震支吊架即在承担最基本的管道荷载功能的基础上，通过刚度平衡和承载，抵抗因地震产生的管线系统的水平地震作用，保护管线系统处于正常工作状态，防止管线系统破损而产生次生灾害。支吊架作为管线系统中的重要抗力结构，应通过选择适合的配件，组成满足管线系统整体安全运行要求的支吊架系统。

4.3 支吊架设计

4.3.1 支吊架设计，应根据作用力性质、材料特性等条件，选择可靠的连接形式。

4.3.2 支吊架与结构体之间应可靠连接。

4.3.3 支吊架的各连接构造类型应与力学计算模型相匹配。

4.3.4 当支吊架的连接采用螺栓连接时，应设有防松动措施。大六角头普通螺栓和高强度螺栓连接的计算，应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

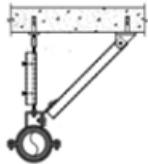
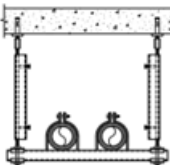
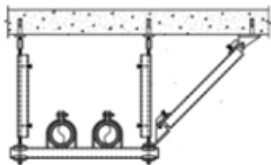
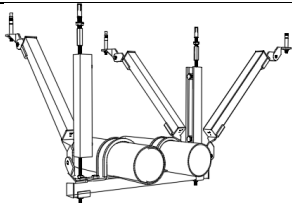
4.3.5 当支吊架节点采用销轴连接时，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

4.3.6 支吊架设计应考虑整体刚度影响。

【条文说明】

目前的支吊架系统，承重与抗震分开设计，很容易出现传统焊接的槽钢角钢支吊架的侧向刚度很大。因地震作用是按照支吊架整体刚度比例分配的，造成分配到传统焊接承重支吊架上的水平地震力较大，而此类支吊架在设计时并未考虑抗震性能，造成承重支吊架的损坏。为了避免此类情况的出现，首先所有支吊架必须能承重，其次所有支吊架要整体设计，并充分考虑刚度影响。

表 4.3.6 支吊架侧向刚度取值参考表

支架类型	图例	管道轴向方向刚度 K_x (N/mm)	管道径向方向刚度 K_z (N/mm)
单螺杆支吊架		0.63	0.63
单螺杆带斜撑		57.53	20816.00
双丝杆门式支吊架		1.25	10.06
双丝杆门式带侧向斜撑		45.72	20825.45
双丝杆门式带纵向斜撑		41632.02	99.00
双槽钢门式支吊架 (单层)		113.90	277.22
双槽钢门式带侧向斜撑 (单层)		170.71	21092.60

双槽钢门式带纵向斜撑（单层）		41744.60	366.14
----------------	---	----------	--------

注：上表的数值是按照下列条件计算

1. 槽钢全部选用 41C 型槽钢，截面尺寸按照附录 D；
2. 支吊架立杆长度全部按 1m 考虑；
3. 门式支吊架立杆槽钢开口朝内，横担槽钢开口朝上。

4.3.7 支吊架构件的抗震承载力应按公式 4.3.7 进行设计：

$$S = R / \gamma_{RE} \quad (4.3.7)$$

式中：

S ——支吊架构件的地震作用组合内力设计值；

R ——支吊架构件承载力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，除本规范另有专门规定外，按照 1.0 取值。

【条文说明】

本条文仅针对地震作用效应组合的承载力验算公式，依据现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定，无地震作用效应组合： $\gamma_{0S} \leq R$ 对安全等级为一级、二级、三级的构件，支吊架重要性系数 γ_0 分别不应小于 1.1、1.0、0.9；而地震作用效应组合不采用重要性系数。有关无震作用效应的竖向重力承载力验算本规程不再赘述。应注意当“恒载/活载>2.8”时，无震基本组合中的恒载分项系数应取 1.35，活载为 0.7*1.4。

有地震作用效应组合的承载力验算公式中，本规程对承载力抗震调整系数 γ_{RE} 直接设定为 1，由于支吊架抗震计算与建筑构件不同，对于建筑构件抗震允许进入弹塑阶段，构件变形，刚度退化地震作用减小，构件抗力提高。而支吊架支撑管道，一般不允许发生弹塑构件变形，否则将会造成管道断裂而引发次生灾害。因此支吊架构件抗震均处于弹性阶段，因此对构件的承载力不必调整。

4.3.8 支吊架抗震设计重要性等级不应低于主体建筑结构抗震重要性等级，设防烈度类别应满足相关规定。

4.3.9 支吊架构件应通过试验确定满足滑移变形要求的承载力极限值或标准值，其中连接件及杆件应通过伪动力试验确定其极限值或标准值。

4.3.10 支吊架设计应包括节点设计，每个节点应有对应的支吊架计算书，对于受力完全相同，支

吊架系统完全相同的支吊架节点，可只提供一份计算书。计算书包括图例、基本数据、理论依据、计算公式、计算过程及结论。

【条文说明】

当发生地震时，承载管道重力的任何支吊架与管网共同处在地震作用场中，都不可避免的受到支撑楼面传来的地震加速度惯性作用，管网自身动力特性（刚度、振动频率、阻尼等）由管道系统含构成材料、管径和数量、走向变化以及支吊架的设置等构成。在相同地震烈度下，楼层支吊架承担的重力越大则地震作用力也越大；楼层支吊架的侧向刚度越大，地震作用分配到的惯性力也越大。

支吊架是管线系统中与管线组合相连共同发挥抗力作用的重要组件，与建筑物中的隔墙、女儿墙以及广告牌等独立存在的非结构构件所设定的抗震设防目的有所不同。在建筑楼层（或地下结构空间）地震反应加速度的作用下，不能仅仅注重支吊架本身的抗力不破坏、弹塑性变形不掉落的能力，而忽略了由支吊架承载的管道系统不应在设防地震作用下过早发生错位断裂破坏而丧失性能，其造成的损失和灾难是难于接受的，如煤气管变形破裂造成可燃气体泄漏引发爆炸火灾；消防管道破损渗漏丧失应急灭火功能；排烟通风管道破坏丧失功能、电力通信桥架的损毁造成城市基础设施和救灾体系瘫痪等严重后果，这些往往远早于支吊架破坏掉落之前发生的重大次生灾害可能远远高于直接灾害损失，应是管网抗震设防的重点！

4.4 支吊架抗震计算

4.4.1 支吊架应考虑恒荷载、活荷载以及地震作用。每个支吊架所受的荷载及作用应按楼层管线系统整体计算并分配。

【条文说明】

恒荷载包括管线自重、管线附件重量、管线保温重量、管线内部介质重量、管线内部结构重量等重力荷载；活荷载包括摩擦力、不平衡内力、弹性力、水锤力等；地震作用主要考虑以楼面加速度为基础加速度，对支吊架及设备管线系统所产生的作用。恒荷载及活荷载按照支吊架数量分配；地震作用按照支吊架侧向刚度比例分配。

基于管道的泄露、开裂使用性能的设防目标，形成有效的抗震性能设计。对于直接照搬单一非结构基于保障生命安全为目标的设防要求是不符合管道适用性要求的，如仅依据支吊架承载重力的大小或吊杆计算长度小于某一数值来判定是否要进行抗震设防显然是不妥当的。

4.4.2 支吊架重力荷载代表值应按以下规定取值：

- 1 管道及其内衬、保温层、附件等以及支吊架的水平构件、电缆桥架和电缆等，均采用其自重标准值的 100%；

- 2 管道内的介质，取自重标准值的 100%；
- 3 支吊架与结构相连的竖向构件，采用其自重标准值的 50%；
- 4 支吊架活荷载应按维护、维修荷载的 50%取值。

4.4.3 支吊架活荷载（施工检修荷载）应按照 1.0kN/m 取值，当不足 1m 时，按照 1kN 集中荷载取值。

4.4.4 支吊架应能控制位移变形满足管道正常使用功能的要求。支吊架构件应按最不利组合荷载作用效应进行设计验算。

4.4.5 支吊架每个构件的验算结果与该构件设计值做比较，并注明比较结果，性能利用率等，并得出结论。

【条文说明】

每个厂家的支吊架构件，都应包括极限值，标准值及设计值，分项系数为 1.4。支吊架系统只允许在弹性或弹塑性阶段（总位移量不超过 50mm）下工作，所以这里的极限值指的该构件的弹性极限。设计值*1.4=标准值，标准值*1.4=极限值。极限值为该构件检测报告的数据。首先要保证每个构件的验算结果小于该构件的设计值的同时，用 验算值/设计值*100%，来统计该构件的利用率，防止设计过度。

4.4.6 建筑机电工程支吊架荷载效应组合以及荷载、荷载分项系数和荷载组合值系数的取值均应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定执行。

【条文说明】

当支吊架承受动力荷载时，在计算构件强度和稳定时，动力荷载设计值应乘以动力系数；疲劳和变形验算时可不乘动力系数。

4.4.7 支吊架所在楼层地震作用宜采用底部剪力法、振型分解反应谱法计算，且应考虑地面运动、建筑结构以及管道系统三者相互关联的动力特性。应分别对支吊架平面两个主轴方向的地震作用效应进行计算，竖向地震作用除 9 度抗震设防外，可通过抗震构造措施保证管道系统安全。

【条文说明】

需要建立结构体系特征的“楼面反应曲线”提出合理的管道体系特征的构件水平地震作用设计方法。可忽略管道系统对建筑动力效应的影响。需特别注意竖向地震的高位放大和跨中放大效应，采取合理的支吊架设置以及吊杆组合构造，避免加大震害。

4.4.8 当主体结构采用底部剪力法计算管线系统的水平地震作用时，水平地震影响系数取值应符合本规范第 4.1.3 条的规定。管道系统的水平地震作用效应，按下式计算：

$$F_{Ei} = a_{Ei} G_{Ei} \quad (4.4.8-1)$$

式中：

F_{Ei} ——第 i 楼层上的管道系统的地震作用力(kN)；

a_{Ei} ——楼层 i 上的管线系统水平地震作用加速度 (m/s^2)；

G_{Ei} ——第 i 楼层的一个管线系统总重力荷载 (kN)；当主体结构采用振型分解反应谱法时：从地震计算输出中各振型 (T_i) 下，各 (j) 楼层 X_{ij} 和 Y_{ij} 方向的地震作用力 (F_{ij})，首先公式 (4.4.8-2) 将不同振型带入得到 a_{ij} 值。然后通过公式 (4.4.8-1)，获得由楼层 (j) 给管道系统输入的不同振型下的水平地震作用 (F_{Eij})。

其中，管道系统水平地震作用加速度，按下式计算：

$$a_{Ei} = a_i \beta \zeta \quad (4.4.8-2)$$

$$\beta = f\left(\frac{T_i}{T_1}, \xi\right) \quad (4.4.8-3)$$

管道系统对楼面的动力放大系数 β ，可从图 4.4.8 管道系统对楼面反应系数曲线中确定。

$$a_i = F_i / W_i \quad (4.4.8-4)$$

式中：

a_{Ei} ——楼层 i 上的管道系统地震反应加速度，当 a_{Ei} 小于地面运动峰值速度时，按 1.5 倍地面运动峰值加速度取值，地面运动峰值加速度按表 4.1.10 取值。 (m/s^2)

a_i ——第 i 层上的楼面地震反应加速度 (m/s^2)；

ζ —— 水平地震影响调整系数；

F_i ——建筑第 i 层上的地震作用力(kN)；

W_i ——建筑第 i 楼层的重量(kg)；

T_i ——第 i 楼层管线及支吊架系统自振周期 (s)；

T_1 ——建筑物自振周期 (s)；

ξ ——管线上的支吊架阻尼比按 0.02 取值。

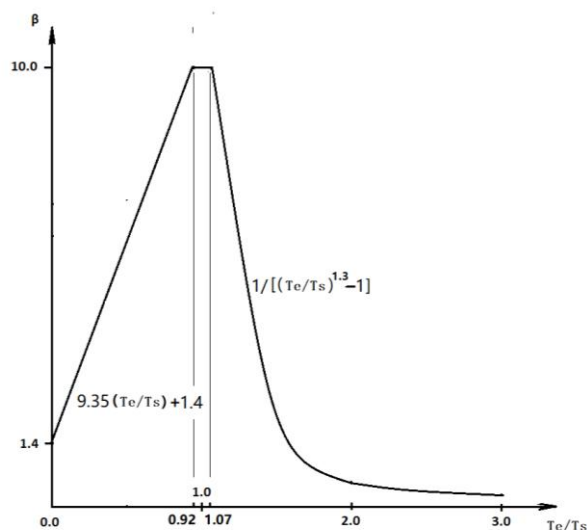


图 4.4.8 管道系统对楼面反应系数曲线

【条文说明】

因管线支吊架系统在不同方向有着不同的刚度，所以也有着不同的自振周期 T_i ，这里的 T_i 需要分别计算两个不同方向的周期，并按最接近建筑自振周期 T_i 的一个取值。

按底部剪力法得到的支吊架所在楼层的地震力及加速度。

$$F_i = \frac{H_i G_i}{\sum_{k=1}^n H_k G_k} F_{Ek} \quad (4.4.8-5)$$

$$F_{EK} = \alpha_1 G_{eq} \quad (4.4.8-6)$$

式中：

F_i ——第 i 楼层上的地震作用力 (N)；

$H_i H_k$ ——分别为质点 i 、 K 楼层的计算高度；

$G_i G_k$ ——分别为集中于质点 i 、 K 楼层的重力荷载代表值；

α_1 ——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值，应按表 4.1.3；

由地震烈度得到最大影响系数以及由场地类别和设计地震分组对应的特征周期，然后通过反应谱求得房屋振型周期对应的地震影响系数。

F_{EK} ——建筑总水平地震力；

G_{eq} ——重力荷载代表值。

通过上述计算应该明确地震影响系数最大值 α_{max} 只与地震加速度最大值有关，与结构动力特性和场地特征均无关；地震影响系数 α_1 是与结构动力特性、场地类别以及设计地震分组相关的反应地震加速度的无量纲参数。

4.4.9 建筑机电工程每个支吊架节点的基本自振周期可按式计算：

$$T_{1x} = 2\pi \sqrt{\frac{G}{gK}} \quad (4.4.9-1)$$

$$T_{1z} = 2\pi \sqrt{\frac{G}{gK}} \quad (4.4.9-2)$$

式中： T_{1x} ——管系轴向计算单元整体的基本自振周期（s）；

T_{1z} ——管系径向计算单元整体的基本自振周期（s）；

G ——管系计算单元的重力荷载代表值（N）；

g ——重力加速度（ m/s^2 ）；

K ——管系计算单元轴向或径向支吊架总刚度（N/m）；

K_{ix} ——管系轴向计算单元内第 i 个支吊架的轴向刚度（N/m）；

K_{iz} ——管系径向计算单元内第 i 个支吊架的径向刚度（N/m）；

n ——管系计算单元内支吊架的个数。

【条文说明】

管道支吊架因其结构的特殊性以及计算上的要求，设定在不同方向形成不同的侧向刚度，所以需要分别计算不同方向的侧向刚度并按比例分配地震力。门式支吊架加斜撑可按端部铰接计算，门架部分按刚度分配计算的剪力应按《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 相关规定，乘以调整系数。

计算单元的划分：

1、支吊架径向计算单元：

一般沿管线走向的径向刚度较小，管系整体支吊架沿径向水平共同协同工作性能较差，可取支吊架之间左跨中与右跨中之间区段，作为支吊架径向计算单元；

2、支吊架轴向计算单元：

沿管系走向的轴向，由于管系整体支吊架通过管道连成整体而形成的轴向刚度较大，可取沿管线设置的柔性连接结点或管道末端形成之间区段，作为支吊架轴向计算单元。

4.4.10 地震作用标准值按管线轴向、径向支吊架刚度比例进行分配。

$$F_{ix} = \frac{K_{ix}}{K_x} F_{ie} \quad (4.4.10-1)$$

$$F_{iz} = \frac{K_{iz}}{K_z} F_{ie} \quad (4.4.10-2)$$

F_{ix} ——第 i 品支吊架在管线轴向方向的水平力；

F_{iz} ——第 i 品支吊架在管线径向方向的水平力；

F_{ie} ——第 i 楼层上的管道系统的地震作用力（N）；

K_{ix} ——管系计算单元内第 i 个支吊架的轴向刚度 (N/m) ;

K_{jz} ——管系计算单元内第 i 个支吊架的径向刚度 (N/m) ;

K_x, K_z ——管系计算单元轴向或径向整体刚度 (N/m) 。

【条文说明】

管道支吊架水平各方向的作用由建筑楼层传递到各个管道支吊架，分别按各方向的支吊架系统侧向刚度的大小进行分配。

4.4.11 支吊架的抗力和位移可按弹性受力阶段进行分析验算，杆件挠度或变形应控制在 $L/240$ 和 50mm 并取其最小值。

【条文说明】

具有斜撑的横托梁与斜撑连接宜铰接，当有竖向吊杆时，斜撑验算不考虑承担竖向荷载作用，横托梁应在不考虑斜撑支点作用的工况下，验算竖向荷载承载能力；在地震作用组合工况下，横托梁需计入斜撑传递的最大压、拉作用。总之与斜撑连接的横托梁在上述组合作用效应的变形应满足梁长 $L/240$ 与 50mm 的极小值。同样对于竖向吊杆，由斜撑传递的最大拉、压作用对吊杆轴力的影响，在设计时应予以考虑。有关构件丧失整体稳定的屈曲破坏见后续章节。

4.4.12 支吊架构件地震作用效应与荷载效应的基本组合应按公式 (4.4.12) 进行计算：

$$\sigma_G + \sigma_{Q_{EhK}} \leq f_E \quad (4.4.12)$$

式中： σ_G ——重力荷载代表值 G 在支吊架构件或连接点中产生的应力效应；

G ——重力荷载代表值 $G = \gamma_G \cdot G_m$ ；

γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况下应采用 1.2；当重力荷载效应对构件承载能力有利时，取 1.0；

G_m ——管系计算单元的永久荷载与可变荷载的和；

$\sigma_{Q_{EhK}}$ ——水平地震作用 Q_{EhK} 在支吊架构件产生的应力效应；

Q_{EhK} ——水平地震作用设计值 $Q_{EhK} = \gamma_{Eh} \cdot Q_{Eh}$ ；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.4；

Q_{Eh} ——水平地震作用标准值；

f_E ——支吊架构件和连接件的许用应力值，必要时应采用动力试验对支吊架构件或节点配件的最大承载能力（失效值）进行验证。

【条文说明】

支吊架抗震验算应与管道自重、管道介质质量、保温隔热结构重等荷载作用相组合，地震不考虑风荷载组合。

在抗震验算时支吊架构件和连接件的许用应力值是指：在动力荷载作用下定限的最大变形下的材料应力值。但该值最大不得超过材料的屈服极限。

4.4.13 对于 8 度和 9 度设防应进行支吊架的竖向地震作用计算，可采用支吊架的“重力荷载代表值”（设计基本地震加速度为 0.2g、0.3g、0.4g，分别取其重力荷载代表值的 10%、15%、20%）与“竖向地震作用系数”的乘积作为竖向地震作用标准值，参与作用效应组合。

$$Q_{ev} = \xi G_{eq} \quad (4.4.13)$$

ξ ——竖向地震作用系数，取值见 4.4.13 表；

G_{eq} ——重力荷载代表值；

Q_{ev} ——竖向地震作用标准值。

表 4.4.13 竖向地震作用系数

楼面结构类型	基本地震加速度	场地类别		
		I	II	III、IV
钢结构	0.2g	不计算	0.08	0.10
	0.3g	0.10	0.12	0.15
	0.4g	0.15	0.15	0.20
钢筋混凝土结构	0.2g	0.10	0.13	
	0.3g	0.15	0.19	
	0.4g	0.20	0.25	

4.4.14 水平与竖向地震作用效应与荷载效应的基本组合可按式计算：

$$\sigma_G + \sigma_{Q_{EhK}} + \sigma_{Q_{EVK}} \leq f_E \quad (4.4.14)$$

式中： $\sigma_{Q_{EVK}}$ —— 竖向地震作用 Q_{EVK} 在支吊架构件的应力；

Q_{EVK} —— 竖向地震作用设计值 $Q_{EVK} = \gamma_{EV} \cdot Q_{EV}$

γ_{EV} —— 竖向地震作用分项系数，当仅考虑水平地震时取 0.0；仅考虑竖向地震时取 1.3

（ $\gamma_{Eh}=0.0$ ）；同时考虑水平和竖向地震时取 0.5；

Q_{EV} —— 竖向地震作用标准值；

f_E —— 支吊架构件和连接件的许用应力值。

4.4.15 按正常使用极限状态设计受力构件时，荷载短期效应组合的极限状态设计应按公式 4.4.15 进行计算：

$$v_G + v_{Q_{EK}} \leq v \quad (4.4.15)$$

式中： v ——支吊架构件的许用变形值；

v_G ——重力荷载代表值 G 在支吊架构件中产生的变形值；

$v_{Q_{EK}}$ ——水平地震作用 Q_{Ehk} 或竖向地震作用 Q_{Evk} 在支吊架构件中产生的变形值。

4.4.16 支吊架构件的受拉强度应按净截面计算；受压强度应按有效净截面计算；稳定性应按有效截面计算；变形以及各种稳定系数可按毛截面积计算。

4.4.17 支吊架的设计应按照相关技术规范和设计手册进行，在验算地震作用效应组合的轴心受拉、受压以及受弯时，当轴心力不通过截面弯曲中心（ S ），应考虑双弯矩 B 的影响。

【条文说明】

C 型钢截面及尺寸见附件 D。

轴心受拉构件宜按下式验算其强度：

$$\text{作用轴心力通过截面弯曲中心（S）： } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \quad (4.4.17-1)$$

$$\text{作用轴心力不通过截面弯曲中心（S）： } \sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (4.4.17-2)$$

式中： f ——钢材的抗拉强度设计值 $f = \frac{f_y}{\gamma_R}$ (N/mm^2)；

f_y ——钢材的屈服强度 (N/mm^2)；

γ_R ——抗力分项系数，C 型钢取 $\gamma_R=1.165$ ；

N ——轴心力 (N)；

σ ——正应力 (N/mm^2)；

A ——毛截面积 (mm^2)；

A_n ——净截面积 (mm^2)

B ——截面双力矩 ($N \cdot mm^2$)；

W_w ——毛截面扇形模量 (mm^3)；

f_u ——钢材的抗拉强度最小值 (N/mm^2)；

轴心拉杆：毛截面屈服 $\sigma = \frac{N}{A} \leq \frac{f_y}{\gamma_R} = f$ ；净截面断裂 $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq 0.8 \frac{f_u}{f_y} f$ ；为方便设计，我国规范采用

净截面屈服即： $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{f_u}{\gamma_R} = f$ （无削弱处）， $\sigma = \frac{N_u}{A_n} \leq f$ （有削弱处）其中“ N_u ”，当采用摩擦

型螺栓对接杆件的内力（ N ）的分布，全孔（ n 个螺栓）对接杆件的上下盖板分走一半内力，则在

杆件上横向一组排孔（一排有 n_u 个）削弱处的轴心力： $N_u = (1 - 0.5 \frac{n_u}{n}) N$

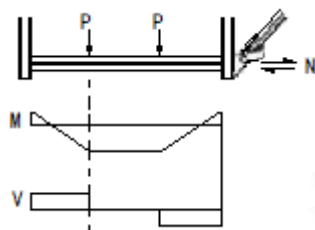
4.4.18 支吊架节点计算书内容应包括：

- 1 支吊架节点设计图、受力图、弯矩图、剪力图、轴力图等；
- 2 基本数据；
- 3 荷载作用计算；
- 4 地震作用计算；
- 5 地震力分配；
- 6 支座反力、弯矩、剪力计算；
- 7 构件验算；
- 8 结论。

【条文说明】

支吊架采用 C 型槽钢，弹性工作阶段应考虑构件承载能力以及变形验算，同时应注意下工况：

- 1) 梁截面上弯矩、剪力以及轴力的组合效应，



- 2) 杆件的刚度：（正常使用极限状态）

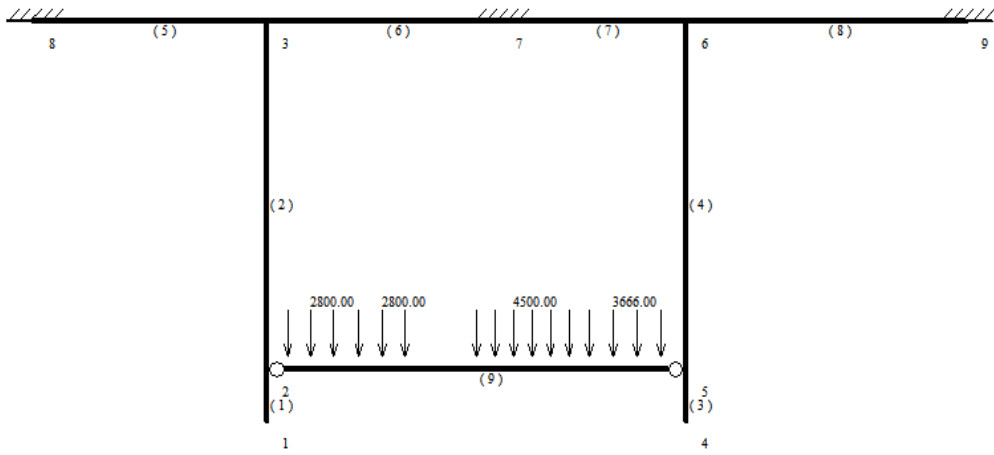
3) 由于 C 型槽钢很薄且长度又较长，当其截面上平均应力还远低于钢材的屈服点时，一个轻微的扰动就发生丧失承载能力与整体稳定性的屈曲破坏。

- a) 两端铰接在单轴对称截面弯心上的 C 型槽钢抗震斜撑的弯曲弹性屈曲；

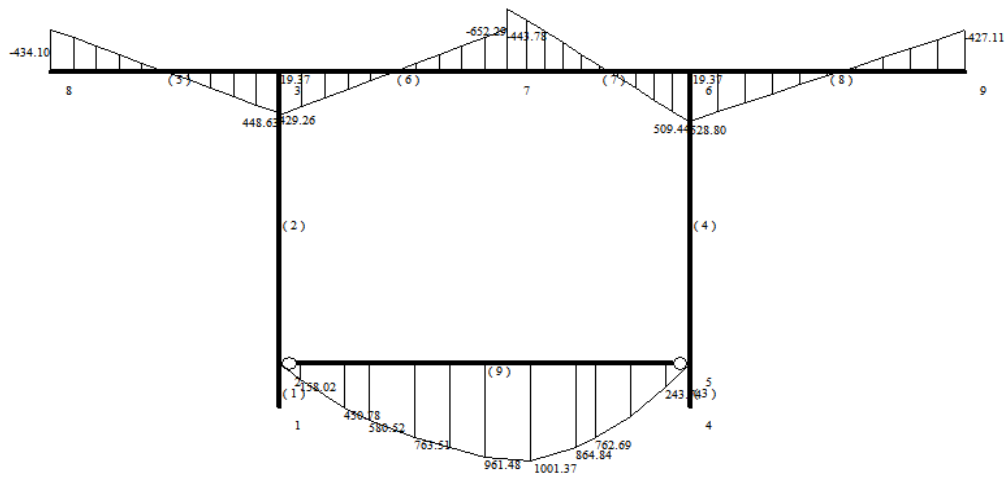
b) 受力杆件初始尺寸偏差、制作加工形成的内应力没有释放，或改变承载的有效截面面积，这些杆件初始状态的改变，会造成结构的刚度的下降，受力杆件控制长度、刚度、尺寸偏差以及消除加工制作的残余内力对支吊架抗震结构稳定性具有重要意义。

- 4) 图例参考

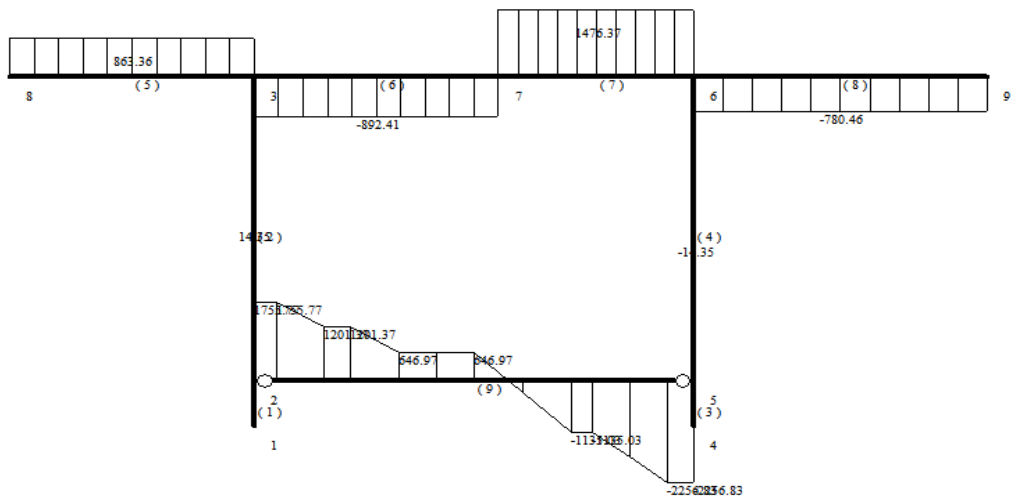
受力图



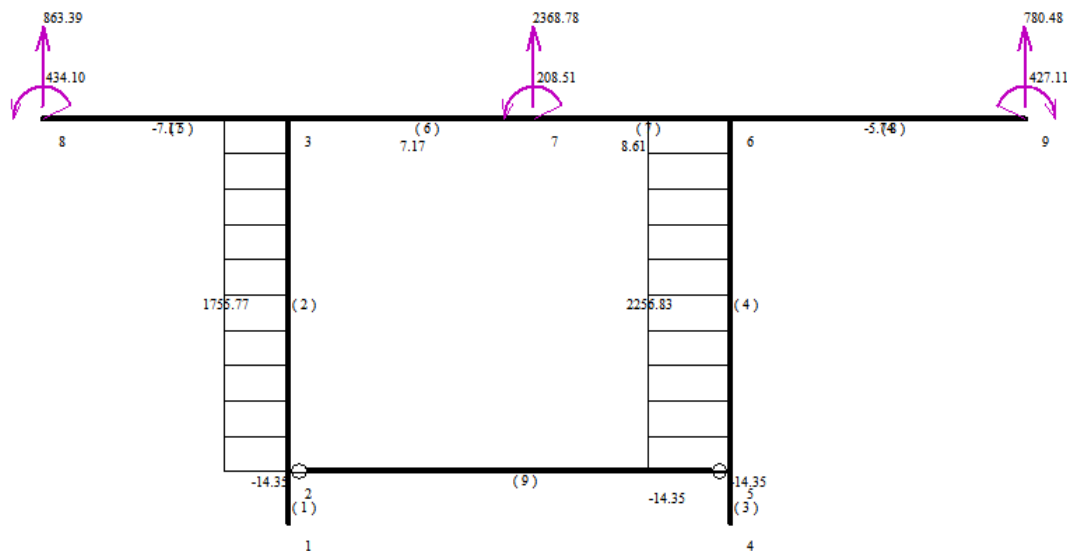
弯矩图



剪力图



轴力图与支座反力



4.5 支吊架构件验算

4.5.1 支吊架水平杆、吊杆以及抗震斜撑在地震作用效应组合下的承载力极限状态、正常使用极限状态计算应包括：

- 1 吊杆地震作用组合下应按拉弯、压弯构件计算其强度和按压弯构件计算管道径向（支吊架平面内）轴向（支吊架平面外）的刚度以及稳定性；
- 2 支吊架水平杆地震作用组合应按压弯构件计算管道径向（支吊架平面内）强度、轴向（支吊架平面外）的稳定性、以及重力基本组合纯受弯整体稳定性和挠度；管道在水平杆的支撑点不能作为水平杆的侧向支承点。
- 3 支吊架抗震斜撑地震作用组合应按轴拉、轴压构件计算管道径向（支吊架平面内）强度；应按轴压构件计算管道径向（支吊架平面内）和轴向（支吊架平面外）的稳定性；
- 4 板件的局部稳定；
- 5 应验算支吊架水平杆地震作用组合的最大弯矩处、截面有削弱处（净截面）、截面改变处、有集中荷载处、剪力最大处、截面剪力和弯矩、局部压应力都较大处组合效应，并且其正应力、剪应力、折算应力强度均不应超过材料强度设计值；
- 6 螺栓连接地震作用组合应计算承受剪力以及同时沿杆轴方向承受拉力的组合强度计算；
- 7 C型组合槽钢地震作用，其沿梁纵向连接（点焊或螺栓）点的间距应分别接受弯构件和压弯构件进行计算，并满足最小间距值。
- 8 支吊架与结构生根支座的连接计算：在地震作用组合下，底座的直角焊缝正面受剪、侧面受剪以及与角焊缝长度方向垂直的应力共同作用的计算；底座与吊杆间螺栓连接强度计算；

9 地震作用组合下的锚栓计算。

4.5.2 支吊架构件，除了考虑直接作用的荷载产生的内力外，还应考虑地震作用，进行整体分析，形成附加内力的组合效应，并进行承载力验算。

4.5.3 支吊架杆件按轴心受拉或受压构件计算时，应按照下列验算：

毛截面屈服：

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq f \quad (4.5.3-1)$$

净截面断裂：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq 0.8f_U \quad (4.5.3-2)$$

式中：

σ ——截面的正应力设计值 (N/mm^2)；

N ——截面处的拉力或压力设计值 (N)；

f ——钢材的抗拉强度设计值 (N/mm^2)；

A ——杆件的毛截面积 (mm^2)；

A_n ——杆件净截面积，当杆件多个截面有孔时，取最不利的截面积 (mm^2)；

f_U ——钢材的抗拉强度最小值 (N/mm^2)。

4.5.4 支吊架杆件作为压弯、拉弯构件时的强度验算：

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f \quad (4.5.4)$$

式中：

f ——钢材的抗拉强度设计值 (N/mm^2)；

N ——截面处轴心压力设计值 (N)；

A_n ——杆件净截面积，当杆件多个截面有孔时，取最不利的截面积 (mm^2)；

M_x 、 M_y ——分别为同一截面处对 x 轴和 y 轴的弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

γ_x 、 γ_y ——截面塑性发展系数，根据其受压板件的内力分布情况确定其截面板件宽厚比等级，当截面板件宽厚比等级不满足 S3 级要求时，取 1.0，需要验算疲劳强度的拉弯、压构件，宜取 1.0；

W_{nx} 、 W_{ny} ——同一截面处对 x 轴和 y 轴的净截面模量 (mm^3)。

4.5.5 支吊架杆件作为受弯构件时，抗弯强度验算：

$$\frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f \quad (4.5.5)$$

式中：

f ——钢材的抗拉强度设计值 (N/mm^2)；

M_x 、 M_y ——分别为同一截面处对 x 轴和 y 轴的弯矩设计值 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

γ_x 、 γ_y ——截面塑性发展系数，根据其受压板件的内力分布情况确定其截面板件宽厚比等级，当截面板件宽厚比等级不满足 S3 级要求时，取 1.0，需要验算疲劳强度的拉弯、压 构件，宜取 1.0；

W_{nx} 、 W_{ny} ——同一截面处对 x 轴和 y 轴的净截面模量 (mm^3)。

4.5.6 支吊架杆件作为受弯构件时，抗剪强度验算：

$$\tau = \frac{VS}{I_x t_w} \leq f_v \quad (4.5.6)$$

式中：

τ ——剪应力 (N/mm^2)；

V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值 (N)；

S ——计算剪应力处以上 (或以下) 毛截面对中和轴的面积矩 (mm^3)；

I_x ——截面处对 x 轴毛截面惯性矩 (mm^4)；

t_w ——腹板的厚度 (mm)；

f_v ——钢材的抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

4.5.7 支吊架杆件作为受弯构件时，若同时承受较大的正应力、剪应力和局部压应力，或同时承受较大正应力和剪应力时，折算应力验算：

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_c^2 - \sigma_1 \sigma_c + 3\tau^2} \leq \beta_1 f \quad (4.5.7-1)$$

$$\sigma_1 = \frac{M}{I_n} y_1 \quad (4.5.7-2)$$

$$\sigma_c = \frac{\psi F}{t_w I_Z} \quad (4.5.7-3)$$

$$I_Z = 3.25^3 \sqrt{\frac{I_R + I_f}{t_w}} \quad (4.5.7-4)$$

$$\text{或} \quad I_Z = a + 5h_y + 2h_R \quad (4.5.7-5)$$

式中：

f ——钢材的抗拉强度设计值 (N/mm^2)；

σ_1 、 σ_c 、 τ ——腹板计算高度边缘同一点上同时产生的正应力、剪应力和局部压应力，

β_1 —— σ 与 σ_c 异号取 1.2，同号取 1.1；

I_n ——净截面惯性矩 (mm^4)；

M ——净截面弯矩设计值 (N. mm)；

y_1 ——所计算点至梁中和轴的距 (N. mm)；

t_w ——腹板的厚度 (mm)；

ψ ——集中荷载的增大系数，对重级工作制吊车梁， $\psi=1.35$ ；对其他梁 $\psi=1.0$ ；

F ——集中荷载设计值 (N)；

l_z ——集中荷载在腹板计算高度上边缘的假定分布长度 (mm)；

I_R ——轨道绕自身形心轴的惯性矩 (mm^4)；

I_f ——梁上翼缘绕翼缘中面的惯性矩 (mm^4)；

a ——集中荷载沿梁跨度方向的支承长度 (mm)，对钢轨上的轮压可取 50mm；

h_y ——顶面至腹板计算高度上边缘的距离；对焊接为上翼缘厚度，对轧制工字形截面梁，是梁顶面到腹板过渡成点的距离 (mm)；

h_y ——轨道的高度，对梁顶无轨道的梁取值为 0 (mm)。

4.5.8 支吊架杆件，在两个主平面受弯时，稳定性验算：

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x f} + \frac{M_y}{\gamma_y W_y f} \leq 1.0 \quad (4.5.8)$$

式中：

M_x 、 M_y ——分别为同一截面处对 x 轴和 y 轴的最大弯矩设计值 (N. mm)；

W_x 、 W_y ——按受压最大纤维确定的对 x 轴和 y 轴的毛截面模量 (mm^3)；

φ_b ——绕强轴弯曲所确定的梁整体稳定系数；

f ——钢材的抗拉强度设计值 (N/mm^2)。

4.5.9 支吊架杆件作为受弯构件时，应验算挠度：

均布荷载下最大挠度：

$$Y_{max} = \frac{5ql^4}{384EI} \quad (4.5.9-1)$$

集中荷载下最大挠度：

$$Y_{max} = \frac{ql^3}{48EI} \quad (4.5.9-2)$$

式中：

Y_{max} ——均布或集中荷载下的最大挠度 (mm)；

q ——均布 (N/mm^2) 或集中荷载 (N)；

l ——杆件长度 (mm)；

E ——弹性模量(N/mm^2)。

4.5.10 支吊架杆件作为受压、压弯、受拉、拉弯构件时，应验算长细比：

$$\lambda = \frac{\mu L}{i} \quad (4.5.10)$$

式中：

λ ——杆件的允许长细比，受拉建议值 350；受压建议值：主受力构件 150；支撑构件 200；

μ ——长度因数，当压杆两端铰支时， $\mu = 1$ ；当压杆一端固定另一端铰支时， $\mu = 0.7$ ；当压杆两端固定时， $\mu = 0.5$ ；当压杆一端固定另一端自由时， $\mu = 2$ ；

L ——杆件的计算长度(mm)；

i ——毛截面对其惯性轴的回转半径 $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ (mm)。

4.5.11 支吊架其他连接件承载力以测试报告数值为参考依据。

5 施工与验收

5.1 一般规定

5.1.1 支吊架抗震设计技术文件应包括：支吊架设计说明、支吊架平面设置图、支吊架节点设计图、荷载与作用分析、支吊架系统分析与计算、支吊架构件验算、专项施工方案等资料，施工单位应以设计图纸为准进行施工。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并有技术交底记录见附录 A 中表 A.0.1。

5.1.2 支吊架生产企业应提供包括单一构件和整体组件在内的产品质量、性能、等级要求的检测报告；

【条文说明】

单一构件检测报告包括但不限于（1）C 型钢材质及抗拉、抗剪、抗弯三面受力检测；（2）连接铰链拉压承载力；（3）连接座拉压承载力；（4）槽钢螺母防滑承载力；（5）管束承载力；（6）锚栓承载力。整体组件检测报告包括整体型式检测、产品认证证书。

5.1.3 支吊架现场安装时，不允许对支吊架构件进行现场焊接，所有的连接方式应通过连接构件、紧固件形式进行连接。

【条文说明】

现场支吊架制作不允许焊接，必要时可以机械钻孔。

5.1.4 支吊架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支吊架不得影响结构安全。

【条文说明】

支吊架应固定在建筑结构上且保证建筑结构安全。

5.1.5 各专业支吊架应协调统一施工，对已施工完毕的支吊架应采取成品保护措施。

5.1.6 支吊架生产企业应提供详细的产品使用手册，并进行安装工艺培训。

5.1.7 支吊架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。

5.1.8 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。

5.2 分项工程、检验批划分

5.2.1 支吊架工程施工应按分部工程进行质量验收，并应按本规范附录 A 中 A.0.4《分部工程质量验收报告》表填写。

【条文说明】

支吊架工程施工作为分部进行质量验收。

5.2.2 分项工程应按工序划分为支吊架制作工程和支吊架安装工程，并应按本规范附录 A 中 A.0.3《分项工程质量验收记录》表填写。

【条文说明】

分项工程根据施工工序，划分为支吊架制作、支吊架安装两个分项工程。

5.2.3 检验批宜按楼层划分，并应按本规范附录 A 中 A.0.2-1《支吊架制作检验批质量验收记录》和 A.0.2-2《支吊架安装检验批质量验收记录》表填写。

【条文说明】

检验批根据施工及质量控制和验收需要按楼层或每层施工段划分。

5.2.4 支吊架的分项工程、检验批的划分应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 支吊架分项、检验批划分

分项工程	检验批	备注
支吊架制作	按建筑物楼层为一个检验批	每个检验批抽 5%，检验数量不少于 5 套
支吊架安装	按建筑物楼层为一个检验批	每个检验批抽 5%，检验数量不少于 5 套
	重要设备机房	全检

【条文说明】

重要设备机房包含消防水泵房、柴油发电机房、变电所、通信机房、制冷机房、锅炉房。

5.3 施工准备

5.3.1 支吊架进入施工现场后，应进行进场验收：

- 1 所有产品应提供出厂合格证；
- 2 应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 进场现场检验包括产品的类型、规格、外观质量、截面尺寸均应符合设计规定及产品标准的要求。

4 见证取样送检符合表5.3.1规定。

表5.3.1 见证取样送检规定

检验项目	检验指标	抽样数量
锚栓	抗拉破坏性试验	按进场批次数量抽取0.1%且不少于2件
	抗剪破坏性试验	
抗震斜撑（带抗震连接件）	低周期往复加载	按进场批次数量抽取2根不同规格的抗震斜撑，截取长度符合设计要求

5 获得认证标识、符合现行国家标准的产品，抽检数量减半。

【条文说明】

锚栓试验检测参考《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 规定执行；低周期往复加载参照 GB/T 37267 《建筑抗震支吊架通用技术条件》执行。主要抗震支吊架构件承载力参考值：连接铰链拉压承载力标准值为 1.80kN，承载力设计值为 1.20 kN；连接座拉压承载力标准为 7.50 kN，承载力设计值为 5.00 kN；槽钢螺母防滑承载力标准值为 5.64 kN，承载力设计值为 3.76 kN。锚栓与抗震斜撑见证取样要求支吊架数量在 100 套以上。

5.3.2 支吊架产品的包装应满足下列要求：

1 应按型号、规格分类进行包装，包装应保护构件、零部件及其涂层不受损伤，且应保证在运输、装卸、堆放过程中不散失、不变形、不损坏；

2 应设清晰耐久性标志，至少包括规格型号、生产厂名称或商标、生产日期或出厂编号，应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191的规定。

5.3.3 支吊架运输与贮存应符合下列规定：

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 支吊架构件应按型号、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 C型槽钢应按型号分别贮存在干燥的木条（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C型槽钢之间应垫有干燥木条。

【条文说明】

本条对支吊架的存储提出要求。因设施在潮湿环境会产生腐蚀，所以应有防潮措施。支吊架的构件采用纸箱包装，存储方式为摆放货架。

5.4 支吊架的制作

5.4.1 支吊架制作应平顺、无机械性损伤，配件应齐全。

5.4.2 支吊架制作过程中规格、尺寸应符合施工图要求。

5.4.3 支吊架制作要求应现场交底。

5.4.4 螺杆切割应无毛刺、倒角，切口应采取防护措施，确保螺母旋入。

5.4.5 支吊架制作主控项目

1 支吊架各种型钢、连接件等主要材质应为 Q235B 级及以上金属材料。

检查数量：按检验批5%抽检且不得少于5套。

检验方法：检查质量证明文件。

2 支吊架C型槽钢下料切割应符合下列规定：

1) 切割端口处应打磨平滑，并应及时清除吸附的铁屑和粉末，擦拭干净；

2) 切割时开口面朝下，切割中应避免变形，保证断面的垂直度；

3) 切割后开口尺寸变形不应大于2mm；

4) 切口处应做防腐处理。

检查数量：按检验批5%抽检且不得少于5套。

检验方法：游标卡尺测量、观察检查。

3 支吊架C型槽钢需要开孔时，开孔尺寸应与螺栓相匹配，支架上开孔位置准确，孔眼规整、平滑，严禁使用电气焊开孔。

检查数量：按检验批5%抽检且不得少于5套。

检验方法：观察检查。

5.4.6 支吊架制作一般项目

1 支吊架切割公差应符合下列规定：

1) C 型槽钢的切割长度 $\leq 300\text{mm}$ 时，长度的切割公差为 $\pm 1.5\text{mm}$ ；切割长度 $> 300\text{mm}$ 时，长度的切割公差为 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

2) 螺杆的切割长度 $\leq 300\text{mm}$ 时, 长度的切割公差为 $\pm 1.5\text{mm}$; 切割长度 $> 300\text{mm}$ 时, 长度的切割公差为 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

检查数量: 按检验批5%抽检且不得少于5套。

检验方法: 角度尺、尺量检查。

2 支吊架各部件加工后应光洁, 无缺陷、碰伤、毛刺等。

检查数量: 按检验批5%抽检且不得少于5套。

检验方法: 观察检查。

5.5 支吊架安装

5.5.1 安装应与建设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, 并满足支吊架施工的技术条件。

5.5.2 支吊架在安装前, 各个施工班组应充分理解对应施工区域的支吊架安装型式以及安装方法, 并应仔细核对施工图与现场实际安装情况是否一致, 如发现问题应及时向施工单位提出。

5.5.3 安装应配备相应测量工具、组装和安装工具, 并做好相应的劳保措施, 测量工具应具有校验合格证, 并在有效期内使用。

5.5.4 锚栓的安装除了满足《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 要求同时应符合下列规定:

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

2 钻孔前应检测基材中钢筋、线管等隐蔽物的位置, 当设计孔位与钢筋、线管等相碰, 或者锚栓完全处于混凝土保护层内时, 应通知设计单位, 采取相应的措施;

5.5.5 支吊架的安装位置应按设计文件定位, 管道支吊点相对室内管道的定位偏差不应超过 10cm; 支吊架应固定在可靠的建筑结构上, 不应影响结构安全。

5.5.6 螺栓、螺母应按设计扭矩锁紧, 防止松动。

5.5.7 两管或多管共用的支吊架应采用管夹使管道侧向相对位置保持不变, 热力管道应能沿轴向自由的滑动。

5.5.8 所有保温管道管夹应选用绝热衬垫, 绝热衬垫的厚度不应小于管道绝热层厚度, 宽度应大于支吊架支承面宽度, 衬垫应完整, 与绝热材料之间密实、无空隙; 绝热衬垫应满足其承压能力, 安装后不变形。

5.5.9 安装期间, 对支撑的管道应充分固定, 以保持管道的稳定性, 直到管道系统完全安装完毕。

5.5.10 支吊架位置、标高及节点做法应符合设计要求。

5.5.11 支吊架安装主控项目

- 1 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。

检查数量：每个检验批锚栓总数的 0.1%且不小于 2 个进行检验，小于 2 个应全部检验。

检验方法：锚栓现场抗拔试验(参照附录 C)。

- 2 桥架和风管限位装置应与管线紧密接触。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察检查。

- 3 管束安装应与管道匹配并配合紧密，不得松动。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察、敲击检查。

- 4 支吊架螺杆安装应符合下列规定：

- 1) 螺杆长度应根据现场安装情况确定；

- 2) 螺杆与锚栓通过六角连接器连接时，旋入深度均应达到 45%的六角连接器长度；

- 3) 连接时应保持螺杆垂直螺杆安装后垂直度偏差不应大于 4° 。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察、尺量检查。

- 5 支吊架应按照图纸位置安装，安装偏差不得大于 0.2m。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察，尺量检查。

- 6 支吊架的连接铰链、连接座螺栓孔中心到斜撑 C 型钢轴线的垂直距离不得大于 10mm。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察，尺量检查。

【条文说明】

螺栓孔中心到 C 型钢轴线垂直距离小于 10mm，可以防止斜撑偏心受压，提高稳定性。

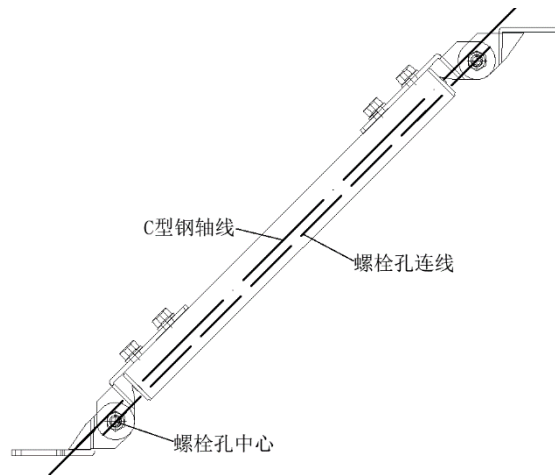


图 5.5.11

7 支吊架斜撑安装不应偏离其中心线 2.5° 。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：尺量检查。

8 支吊架加劲装置间距不应大于 0.3m，应不少于 2 个。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：尺量检查。

9 螺栓、螺杆、螺母应按设计扭矩锁紧，最小扭矩应符合表 5.5.11 的规定。

表 5.5.11 螺杆螺母最小扭矩 (N·m)

螺纹规格	M8	M10	M12
安装扭矩	28	30	50

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：扭矩扳手检查。

10 斜撑的竖向安装角度应符合设计规定，且不得小于 30° 。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：尺量检查。

【条文说明】

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° 。

5.5.12 支吊架安装一般项目

1 安装完毕后应擦拭干净，暴露的 C 型钢端部均应采用端盖封堵，且有防止 C 型钢端

部形成积水的措施。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察检查

2 支吊架整体外观应平整、无明显压扁或局部变形等缺陷。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察检查

3 支吊架螺杆加劲用的 C 型槽钢开口朝向宜一致。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察检查

4 支吊架螺杆伸出螺母长度不应小于 5mm，不宜大于 10mm。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察检查

5 支吊架加劲 C 型槽钢上下各露出螺杆的长度应控制在 50mm 以内。

检查数量：按检验批 5%抽检且不得少于 5 套。

检验方法：观察检查

5.6 验收

5.6.1 一般规定

1 支吊架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。

2 支吊架的工程质量应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1) 支吊架应进行进场验收；
- 2) 隐蔽工程、测量复核应有检验报告和记录。

5.6.2 验收

1 支吊架必须经竣工验收合格后方可交付使用。

2 支吊架验收时，应核实验收资料，对施工现场进行必要的复验和外观检查。内容应包括支吊架的位置、材料规格和整体外观、安装牢固性等。

3 支吊架验收应提供下列文件：

- 1) 型式检验报告、入场验收记录、原材料质量检验报告、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抗震设计节点计算书。
 - 3) 产品的出厂合格证;
 - 4) 建筑与市政机电工程的技术交底记录、设计变更文件、竣工图等;
 - 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) 支吊架检验批质量验收记录;
 - 9) 分项工程质量验收记录;
 - 10) 分部工程质量验收报告;
 - 11) 其它必要的文件和记录。
- 4 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。

6 维护与管理

6.1 一般规定

6.1.1 支吊架工程竣工验收后,应提交支吊架生产厂家、设计等单位编写的使用维护手册及维护管理计划。

【条文说明】

《建设工程抗震管理条例》第二十四条规定: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。支吊架作为保障建筑与市政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。

6.1.2 支吊架维护管理应包括支吊架设施检测、检验、试验、运行和维护。

6.1.3 在支吊架的运行和维护过程中,不应将支吊架用做临时悬挂或其他运行维修用途,也不应在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,不应任意改变支吊架的位置、类型和荷载。

6.1.4 支吊架日常管理单位应建立定期巡检制度,应至少一个季度全面巡检和维护一次。

【条文说明】

支吊架是工程整体不可分割的重要组成部分,工程运行单位应把支吊架的运行、维修和改装作为重要内容列入整个工程系统的运行、维修和改装大纲中。应采取措施负责管理支吊架的检验、试验、运行和维护,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。

支吊架的日常管理单位应编制年度巡检和维护计划，应至少一个季度全面巡检和维护一次，遇突发事件时，应及时进行全面检查、维护和维修。

6.1.5 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。智能化检/监测系统应具备能及时探测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。

【条文说明】

为了贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾重要论述，努力实现从注重灾后救助向注重灾前预防转变，从减少灾害损失向减轻灾害风险转变，本条鼓励采用智能化检/监测技术实现机电工程支吊架的灾害风险管理，及时发现病害隐患，减轻地震灾害风险。支吊架智能化检/监测系统的推广应用对于加快推进智慧城市建设和机电抗震信息化建设也具有重要意义。

6.2 维护

6.2.1 支吊架的维护检查可分为定期检查和应急检查。检查项目可包括支吊架的安装连接情况和耐腐蚀情况。

【条文说明】

支吊架属于装配式成品构件，应重点检查支吊架与结构的连接、吊杆与槽钢的连接、槽钢螺母与连接件的连接等是否产生松动、脱落现象，必要时采取紧固措施处理。此外，根据支吊架的运行环境，应检查支吊架各构件的耐腐蚀情况，必要时采取除锈防腐处理。

6.2.2 支吊架的定期检查应每两年进行一次，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；当发生可能对支吊架相关构件造成损伤的地震或火灾等灾害后，应及时进行应急检查。

6.2.3 支吊架系统投入使用后，应进行日常管理，并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。

6.2.4 检查支吊架如有下列情况，如有应立即处理：

- 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。

6.2.5 支吊架的巡视维护人员应采取防护措施，并应配备防护装备。参与巡视维护人员应经过培训，了解支吊架系统的运行状况，经培训合格后，方可上岗。

【条文说明】

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。

6.2.6 支吊架系统维护、检修内容应满足下列规定：

- 1 支吊架各零部件的外观齐全、完好；
- 2 支吊架外表涂层均匀、无气泡、脱皮、裂纹等缺陷；
- 3 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。

6.2.7 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性能不得低于原产品设计要求。

6.2.8 支吊架投入使用后应定期检测评定，对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。

【条文说明】

6.2.6-6.2.8 支吊架维护、检修方法：

- 1 外观：采用目测方式，检查支吊架系统的零部件是否齐全、完好，若有缺失，及时补全。
- 2 外表涂层：采用目测方式，观察支吊架系统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，检查支吊架系统中的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，检查支吊架系统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。
- 6 维护、检修的记录工作：在检修过程中应及时做好记录工作，包括支吊架的状况、维修的内容、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。

6.3 管理

6.3.1 支吊架建设期间的档案资料应收集、整理、归档。并应及时移交相关资料。维护期间，应由支吊架日常管理单位负责收集、整理和归档。

6.3.2 当支吊架系统发生使用功能改变或新增荷载时，应进行复核。

【条文说明】

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，确保支吊架系统的使用安全。

6.3.3 需调整支吊架系统时，应制定专门的施工方案并设置临时支撑措施。

【条文说明】

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。

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

附录 A 分部分项工程记录表

A.0.1 技术交底记录按照表 A.0.6 填写。

表 A.0.1 技术交底记录

工程名称		建设单位	
监理单位		施工单位	
交底部位		交底日期	
交底人签字		接受人签字	
交底内容：			
参加单位及人员	（参加所有人员签字）		注册建造师（项目经理）：（签字）

A.0.2 检验批的质量验收记录应按表 A.0.2-1、A.0.2-2 填写。

表 A.0.2-1 支吊架制作检验批质量验收记录

工程名称				分项工程名称		支吊架制作		验收部位					
施工单位				项目负责人				专业工长					
分包单位				项目负责人（分包单位）				施工班组长					
施工执行标准及编号													
质量验收规范的规定				施工单位检查评定记录						监理（建设）单位验收记录			
主控项目	1. 型钢、连接件等主要材质应为 Q235B 级及以上金属材料												
	2. C 型钢下料切割端口												
	3. C 型钢开孔												
	4. C 型钢中性盐雾检测时间不应低于 900h，提供相应的检测报告。												
	5. 连接构件中性盐雾检测时间不应低于 480h，提供相应的检测报告。												
	6. C 型钢槽钢切割面	项目	给定值	允许偏差	实测值								
		开口尺寸变形量	≤2 mm	±0									
	7. C 型钢槽钢规格尺寸	厚度	2~2.75mm	±0.19									
		宽度	41.3	±0.3									
		高度	21~72	±0.5									
开口宽度		22.3	±0.3										
8. 抗震连接件	厚度	≥6mm	±0.2										
9. 管束	厚度	≥5mm	±0.2										
10. 连接座	扭力值	40N.m	-0.4										
一般项目	1. 支吊架各部件应表面工整、光洁，无加工缺陷、碰伤、毛刺等												
	2. C 型钢槽钢切割公差	项目	允许偏差	实测值									
		长度≤30cm	±1.5mm										
		长度>30cm	±3.0mm										
	3. 螺杆切割公差	长度≤30cm	±1.5mm										
长度>30cm		±3.0mm											
共实测 XX 套，其中合格 XX 套、不合格 XX 套，合格率 XX%													
施工单位检查评定结果													
		项目专业质量检查员： 项目专业质量（技术）负责人： XX 年 XX 月 XX 日											
监理（建设）单位验收结论													
		监理工程师（建设单位项目技术负责人）： XX 年 XX 月 XX 日											

表 A.0.2-2 支吊架安装检验批质量验收记录

工程名称			分项工程名称	支吊架安装		验收部位				
施工单位			项目负责人			专业工长				
分包单位			项目负责人 (分包单位)			施工班组长				
施工执行标准及编号										
质量验收规范的规定			施工单位检查评定记录				监理(建设)单位验收记录			
主控项目	1. 桥架和风管限位装置应与管线紧密接触									
	2. 管束安装应与管道匹配并配合紧密									
	3. 斜撑的竖向安装角度应符合设计规定, 且不得小于 30°									
	4. 支吊架加劲装置间距不应大于 0.3m									
	5. 螺栓、螺杆、螺母应按设计扭矩锁紧									
	3. 锚栓抗拔试验	项目	允许偏差	实测值						
		锚栓	M10~M12		埋设深度 60-100mm					
		抗拔承载力设计值	等级	8.8 级						
			M10	28.4 kN						
			M12	40.9 kN						
		实测抗拔承载力值	M10	-1.3 kN						
	M12		-1.8 kN							
	4. 螺杆安装	垂直度	±4°							
5. 支吊架安装	位置偏差	±0.2m								
6. 连接铰链螺栓孔到 C 型槽钢轴线距离	距离	±2mm								
7. 支吊架斜撑安装	偏离其中心线	±2.5°								
一般项目	1. 安装完毕后擦拭干净, C 型槽钢端部均采用端盖封堵									
	2. 支吊架整体外观应平整、无明显压扁或局部变形等缺陷									
	3. 螺杆伸出螺母长度	项目	允许偏差	实测值						
		伸出长度	±1mm							
4. 加劲 C 型槽钢上下各露出螺杆的长度	露出螺杆	±5mm								
共实测 XX 套, 其中合格 XX 套、不合格 XX 套, 合格率 XX%										
施工单位检查评定结果	项目专业质量检查员: _____ 项目专业质量(技术)负责人: _____ XX 年 XX 月 XX 日									
监理(建设)单位验收结论	监理工程师(建设单位项目技术负责人): _____ XX 年 XX 月 XX 日									

A.0.3 分项工程质量验收记录应按表 A.0.3 填写。

表 A.0.3 分项工程质量验收记录

工程名称		结构类型		验收部位	XX 批
施工单位		项目负责人		项目技术负责人	
分包单位		分包单位项目负责人		分包项目负责人	
检验批部位、区段		施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
施工单位检查 评定结果		项目专业质量检查员： 注册建造师（质量技术负责人）： XX 年 XX 月 XX 日			
监理（建设） 单位验收结论		监理工程师（建设单位项目技术负责人）： XX 年 XX 月 XX 日			

A.0.4 分部工程质量验收应按照表 A.0.4 填写。

表 A.0.4 分部工程质量验收报告

建设单位		工程名称	
分部工程设计单位		资质等级	
分部工程施工单位		资质等级	
验收项目名称		工程量	
施工周期		验收日期	
实体质量检查情况			
质量文件核查情况			
分部工程施工单位评定意见：	总包或交接单位验收意见：	监理单位验收意见：	
	注册建造师(技术负责人)： XX 年 XX 月 XX 日	总监理工程师： XX 年 XX 月 XX 日	
单位负责人： 企业技术负责人： XX 年 XX 月 XX 日	设计单位验收意见：	建设单位验收结果：	
	设计负责人： XX 年 XX 月 XX 日	项目负责人： XX 年 XX 月 XX 日	

A.0.5 产品进场验收记录按照表 A.0.5 填写。

表 A. 0. 5 产品入场验收记录

工程名称				
分部工程名称				
验收产品名称				
生产企业名称		联系人		
专业承包施工单位		项目负责人		
执行的技术标准名称				
质量验收规范的规定		施工单位检查评定记录		监理(建设)单位验收记录
检测项目	产品型号规格			
	产品外观			
	产品材质			
	产品合格证、检测报告			
	表面处理形式			
专业承包施工单位 检查评定结果	材料员(签名)		仓管员(签名)	
	项目专业质量检查员(签名):			年 月 日
监理(建设)单位 验收结论				
	专业监理工程师(签名): (建设单位项目专业技术负责人签名):		年 月 日	

A.0.5 分部工程质量控制资料核查记录按照表 A.0.5 填写。

表 A.0.5 分部工程质量控制资料核查记录

[illegible]

附录 B C 型槽钢与槽钢螺母抗滑移试验方法

B.0.1 C 型槽钢与槽钢螺母连接性能的抗滑移试验，应按照槽钢螺母在实际安装中的受力形式进行组装，模拟构件的实际受力方向对其施加荷载，如图 B.0.1 所示。试验加载速率不应超过 5mm/min，荷载不增加或者极小幅度增加而位移变化明显的荷载值，即为槽钢螺母的抗滑移荷载值。

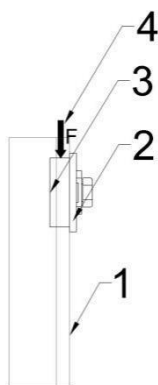


图 B.0.1 抗滑移试验示意图

1—C 型槽钢；2—槽钢扣板；3—槽钢螺母；4—模拟施加力夹具

B.0.2 槽钢螺母的安装扭矩应由企业提供。

附录 C 锚栓现场抗拔试验

C.0.1 适用范围及应用条件

适用于以钢筋混凝土、预应力混凝土为基材的后锚固连接的设计、施工及验收；不适用于以砌体、轻骨料及特种混凝土为基材的后锚固连接。现场测试全按非开裂基材做拉拔。

C.0.2 试验设备

试验设备应经计量检定合格且在有效检定周期内，检定证号：力值字第 号。

C.0.3 检验内容

由施工方及监理人员现场随机选定，锚栓抗拔试验按《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 和《混凝土结构加固设计规范》GB50367 等有关规范进行，锚栓非破坏性试验采用连续加载法进行抗拔试验。

C.0.4 试验方法

现场对锚固件的抗拔承载力进行非破损检验，施加荷载的方式为连续加载。连续加载以均匀速率在 2min~3min 时间内加载至设定检验荷载，设定检验荷载为承载力设计值的 0.9 倍，并持荷 2min 后卸载。

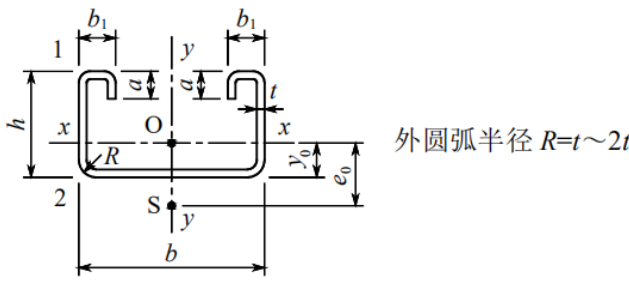
C.0.5 试验结果评定

- 1 试件在持荷期间，锚固件无滑移、基材混凝土无裂纹或其他局部损坏迹象出现，且加载装置的荷载示值在 2min 内无下降或下降幅度不超过 5% 的检验荷载时，应评定为合格；
- 2 一个检验批所抽取的试件全部合格时，该检验批应评定为合格检验批；
- 3 一个检验批中不合格的试件不超过 5% 时，应另抽 3 根试样进行破坏性检验，若检验结果全部合格，该检验批仍可评定为合格检验批；
- 4 一个检验批中不合格的试样超过 5% 时，该检验批应评定为不合格，且不应重做检验。

附录 D C 型槽钢截面尺寸与特性

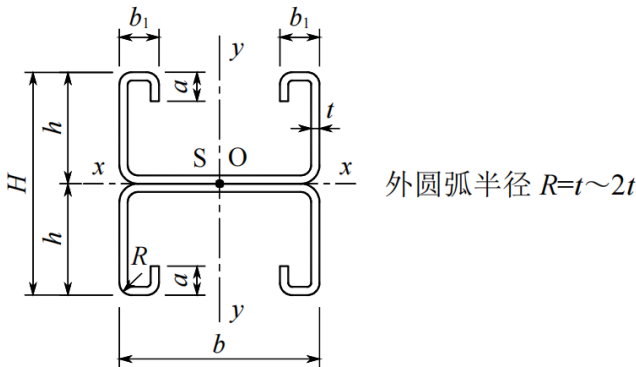
D.1.1 常用 C 型槽钢的截面尺寸及特性见表 D.1.1

表 D.1.1 C 型槽钢的截面尺寸及特性

															
截面尺寸(mm)					截面积 $A(\text{cm}^2)$	每米 质量 (kg/m)	$y_0(\text{cm})$	$e_0(\text{cm})$	$x-x$				$y-y$		
b	h	b_1	a	t					I_x (cm^4)	i_x (cm)	W_{x1} (cm^3)	W_{x2} (cm^3)	I_y (cm^4)	i_y (cm)	W_y (cm^3)
41.3	20.6	9.5	7.5	2.0	2.09	1.64	0.89	8.27	1.21	0.76	1.03	1.36	5.04	1.55	2.44
41.3	20.6	9.5	7.5	2.5	2.54	1.99	0.88	7.26	1.38	0.74	1.17	1.57	6.00	1.54	2.91
41.3	41.3	9.5	7.5	2.0	2.92	2.29	1.88	3.91	6.82	1.53	3.04	3.62	8.24	1.68	3.99
41.3	41.3	9.5	7.5	2.5	3.57	2.80	1.87	3.51	8.09	1.51	3.58	4.33	9.90	1.66	4.79
41.3	51.6	9.5	7.5	2.0	3.33	2.61	2.39	3.16	11.83	1.88	4.26	4.96	9.83	1.72	4.76
41.3	51.6	9.5	7.5	2.5	4.09	3.21	2.37	2.87	14.14	1.86	5.07	5.96	11.84	1.70	5.73
41.3	61.9	9.5	7.5	2.5	4.60	3.61	2.88	2.45	22.36	2.20	6.75	7.78	13.77	1.73	6.67
41.3	72.2	9.5	7.5	2.5	5.12	4.02	3.38	2.15	33.02	2.54	8.60	9.76	15.71	1.75	7.61
41.3	72.2	9.5	7.5	3.0	6.05	4.75	3.36	2.01	38.22	2.51	9.91	11.36	18.21	1.73	8.82

D.1.2 常用 C 型组合槽钢的截面尺寸及特性见表 D.1.2。

表 D.1.2 C 型组合槽钢的截面尺寸及特性

													
截面尺寸(mm)					截面积 A(cm) ²	每米质量 (kg/m)	x-x			y-y			
b	H	b ₁	a	t			I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	W _x (cm ³)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	W _y (cm ³)	
41.3	41.3	9.5	7.5	2.0	4.18	3.28	5.75	1.17	2.79	10.10	1.55	4.89	
41.3	41.3	9.5	7.5	2.5	5.08	3.99	6.75	1.15	3.27	12.02	1.54	5.82	
41.3	82.6	9.5	7.5	2.0	5.84	4.58	34.35	2.43	8.32	16.48	1.68	7.98	
41.3	82.6	9.5	7.5	2.5	7.15	5.61	41.19	2.40	9.97	19.80	1.66	9.59	
41.3	103.2	9.5	7.5	2.0	6.66	5.23	61.58	3.04	11.93	19.66	1.72	9.52	
41.3	103.2	9.5	7.5	2.5	8.18	6.42	74.26	3.01	14.39	23.67	1.70	11.46	
41.3	123.8	9.5	7.5	2.5	9.21	7.23	120.83	3.62	19.52	27.55	1.73	13.34	
41.3	144.4	9.5	7.5	2.5	10.24	8.03	183.07	4.23	25.36	31.43	1.75	15.22	
41.3	144.4	9.5	7.5	3.0	12.10	9.50	213.40	4.20	29.56	36.41	1.73	17.63	

本标准用词说明

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“不得”或“不应”；

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，采用“可”。

2 规程中指定应按其他有关标准、标准执行时，写法为：“应符合的规定”或“应按执行”

引用标准名录

- 1 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 2 《钢结构设计标准》GB 50017
- 3 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 4 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 5 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 6 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 7 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 8 《室外给排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032
- 9 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 10 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
- 11 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 12 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 13 《太阳能发电站支架基础技术标准》GB 51101
- 14 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
- 15 《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267
- 16 《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053
- 17 《螺杆》GB/T 15389
- 18 《碳素结构钢》GB/T 700
- 19 《普通螺纹公差》GB/T 197
- 20 《普通螺纹基本尺寸》GB/T 196
- 21 《紧固件机械性能螺母》GB/T 3098.2
- 22 《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15
- 23 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
- 24 《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6
- 25 《普通螺纹直径与螺距系列》GB/T 193
- 26 《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878
- 27 《通用冷弯开口型钢》GB/T 6723

- 28 《标准型弹簧垫圈》 GB/T 93
- 29 《平垫圈 C 级》 GB/T 95
- 30 《不饱和橡胶中饱和橡胶的鉴定》 GB/T 16583
- 31 《管道支吊架 第 1 部分：技术规范》 GB/T 17116.1
- 32 《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》 GB/T 13912
- 33 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 34 《建筑基桩检测技术规范》 JGJ 106
- 35 《三岔双向挤扩灌注桩设计规程》 JGJ 171
- 36 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》 JGJ 82
- 37 《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》 CJ/T 476
- 38 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145
- 39 《混凝土用机械锚栓》 JG/T 160
- 40 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 41 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 42 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 43 《四川省城市抗震防灾规划标准》 DBJ51/066

四川省抗震支吊架技术标准

Technical standard for seismic support and hanger in Sichuan Province

DBJ51/T *** -2022

条文说明