

重庆市工程建设标准

装配式综合支吊架应用技术标准

Technical specification of assembled integrated
supports and hangers

DBJ50/T-514-2025

主编单位:中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司

重庆市绿色建筑技术促进中心

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2025年7月1日

2025 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标[2025]12号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《装配式综合支吊架应用技术标准》 的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局,有关单位:

现批准《装配式综合支吊架应用技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-514-2025,自 2025 年 7 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2025 年 4 月 11 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2023 年度重庆市工程建设标准制定修订项目立项计划的通知》(渝建标〔2023〕31 号文件)的要求,《装配式综合支吊架应用技术标准》编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家、行业标准,并结合重庆市的实际情况,在广泛征求意见的基础上,制定了本标准。

本标准的主要技术内容是:1. 总则、2. 术语与符号、3. 基本规定、4. 材料与部件、5. 管线综合与支吊架选型、6. 综合支吊架设计、7. 制作与安装、8. 质量验收、9. 维护管理、附录。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈至中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司(渝中区长江二路 179 号,邮编:400016,电话:023-68720177;传真:023-68811613,网址:<http://www.cqmsy.com>),以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司

重庆市绿色建筑技术促进中心

参 编 单 位：中机中联工程有限公司

重庆市设计院有限公司

重庆源道建筑规划设计有限公司

圣千宸旋重庆实业有限公司

安可美(重庆)建筑技术有限公司

安可美(山东)建筑技术有限公司

重庆埃力森金属制品股份有限公司

重庆建工集团股份有限公司

重庆城建控股(集团)有限责任公司

重庆工业设备安装集团有限公司

重庆建工住宅建设有限公司

重庆建工第二建设有限公司

重庆建工第三建设有限责任公司

重庆建工第十一建筑工程有限责任公司

中建三局集团西南有限公司

主要起草人：李智军 徐诗童 糜 斌 朱海苍 李 晓

丁小猷 雷 明 王 聪 廖曙江 刘 川

代碧伦 黎 欣 孙爱民 陶继仲 穆伟杰

陈丽霞 马骏义 詹松生 易全新 黄 纯

李 福 陈岗火 于海祥 李晓倩 陈 磊

李剑雄 赵代军 胡峻川 张高飞 程 亮

李 爽 孟凡哲 李仁刚 龙静秋 刘卓典

审 查 专 家：杨 越 全学友 何永春 吴 欣 钟 鸣

沈治宇 杨 溥

目 次

1	总则	1
2	术语与符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	5
3	基本规定	7
3.1	支吊架系统	7
3.2	抗震设防要求	8
4	材料与部件	9
4.1	材料性能要求	9
4.2	部件性能要求	11
5	管线综合与支吊架选型	14
5.1	管线综合与深化设计	14
5.2	综合支吊架选型及布置	14
6	综合支吊架设计	18
6.1	一般规定	18
6.2	支吊架荷载与荷载组合	19
6.3	构件计算	24
6.4	构件、节点和连接设计	25
6.5	构造要求	27
6.6	防腐与防火	32
7	制作与安装	36
7.1	一般规定	36
7.2	加工与制作	37
7.3	运输与储存	38

7.4 安装	39
8 质量验收	45
8.1 一般规定	45
8.2 进场检验	46
8.3 安装质量验收	47
9 维护管理	52
9.1 一般规定	52
9.2 维护	52
9.3 管理	53
附录 A 槽钢截面尺寸与力学特性表	55
附录 B 承重型综合支吊架系统横梁受弯承载力试验方法	57
附录 C 机电管线综合技术要求	59
附录 D 综合支吊架产品入场验收记录表	63
附录 E 承重型综合支吊架质量验收的控制项目	64
本标准用词说明	66
引用标准名录	67
条文说明	69

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	5
3	Basic requirements	7
3.1	Support and hanger system	7
3.2	Seismic fortification requirements	8
4	Materials and components	9
4.1	Material performance requirements	9
4.2	Component performance requirements	11
5	Pipeline integration and selection of supports and hangers	14
5.1	Integrated design for pipeline	14
5.2	Types of supports and hangers and selection require- ments	14
6	Integrated supports and hangers design	18
6.1	General requirements	18
6.2	Load and load-combination of supports and hangers	19
6.3	Component, connection and node design	24
6.4	Calculation for component	25
6.5	Construction requirements	27
6.6	Anti-corrosion and fire prevention	32
7	Fabrication and installation	36

7.1	General requirements	36
7.2	Processing and fabrication	37
7.3	Transportation and storage	38
7.4	Installation	39
8	Quality acceptance	45
8.1	General requirements	45
8.2	Receiving inspection	46
8.3	Quality acceptance	47
9	Maintenance and management	52
9.1	General requirements	52
9.2	Enclosure	52
9.3	Management	53
Appendix A	Channel section size and features of profiles	55
Appendix B	Test method for flexural bearing capacity of cross- beams in assembled load-bearing supports and hangers systems	57
Appendix C	Technical specification for integrated mechanical and electrical pipelines	59
Appendix D	Acceptance record sheet for entry of assembled integrated supports and hangers	63
Appendix E	Quality acceptance record sheet for inspection lot of assembled integrated supports and hangers	64
	Explanation of Wording in this standard	66
	List of quoted standards	67
	Explanation of provisions	69

1 总 则

1.0.1 为推动装配式支吊架机电多专业共用,满足承重与抗震性能,规范装配式综合支吊架系统的工程应用,做到技术先进、经济合理、安全适用、质量可靠,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆地区各类新建、改建和扩建建设工程的机电设备及管线装配式综合支吊架系统。

1.0.3 装配式综合支吊架系统的材料、设计、制作、安装、验收与维护,除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和重庆市现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 机电设备及管线 electromechanical equipment and pipelines

为使用功能或生产工艺过程服务的附属机械、电气构件、部件、管线和系统,包括给排水、供暖、通风、空调、燃气、热力、电力、通信、消防工程,以及动力气体、压缩空气、医用气体等各类工程中的管线和机械、电气设备。

2.1.2 装配式综合支吊架 assembled integrated support and hanger

由专业工厂成批量生产的标准化构件,在工厂或施工现场装配而成的多功能支吊架体系,简称综合支吊架。标准化构件主要包括:主体构件、连接构件、生根构件等。

2.1.3 装配式承重型综合支吊架 assembled integrated load-bearing support and hanger

经多专业统筹规划设计,将一定区域内多根、多专业管线整合在一起,形成单层或多层、单跨或多跨结构,主要承担机电设备及管线重力荷载,具备承重和防晃、隔振、限位等辅助功能的装配式综合支吊架。简称承重型综合支吊架。

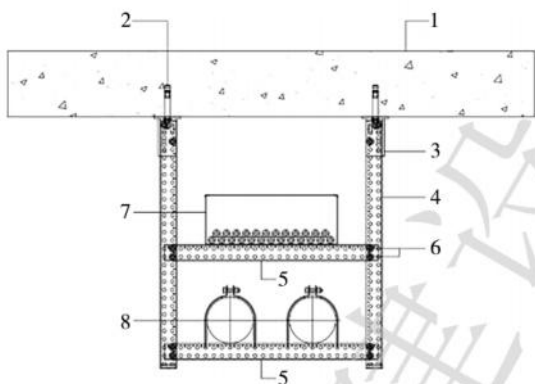


图 2.1.3 装配式承重型综合支吊架示意图

- 1—结构构件;2—锚栓;3—底座;4—立柱槽钢;5—横担槽钢;
6—螺栓螺母;7—桥架;8—管道

2.1.4 装配式抗震型综合支吊架 assembled integrated load-bearing & seismic support and hanger

经多专业统筹规划设计,将一定区域内多根、多专业管线整合在一起,形成单层或多层、单跨或多跨结构,兼具承担机电设备及管线重力荷载和地震作用,具备承重和抗震、防晃、隔振、限位等辅助功能的装配式综合支吊架。简称抗震型综合支吊架。

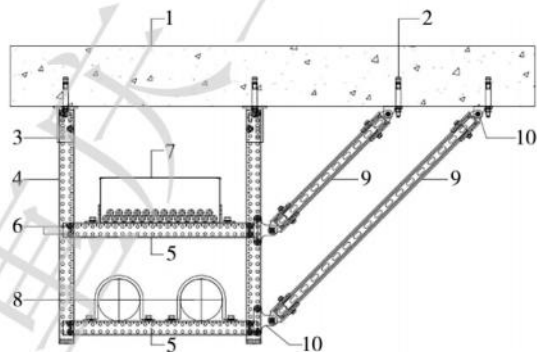


图 2.1.4 装配式抗震型综合支吊架示意图

- 1—结构构件;2—锚栓;3—底座;4—立柱槽钢;5—横担槽钢;
6—螺栓螺母;7—桥架;8—管道;9—抗震斜撑;10—抗震连接构件

2.1.5 主体构件 main component

组成装配式综合支吊架支承结构的型钢杆件等构件,例如:槽钢或方钢、通丝杆、横担、拉杆、抗震斜撑等。

2.1.6 连接构件 connecting component

装配式综合支吊架的主体构件之间相互连接的构件,如槽钢连接构件、抗震连接构件等。

2.1.7 生根构件 rooting component

用于装配式综合支吊架与承载结构直接连接的构件。包含预埋件、槽钢或通丝杆底座、锚栓、梁夹等。

2.1.8 生根点 rooting point

装配式综合支吊架通过生根构件将所承受的荷载传递到承载结构(如梁、板、柱等)的连接节点。

2.1.9 抗震连接构件 anti-seismic connector

装配式综合支吊架用于连接抗震斜撑的单独或组合的部件。

2.1.10 管道连接构件 pipe connector

装配式综合支吊架用于紧固管道以防止其在特定方向发生滑脱、移动的部件。

2.1.11 机械咬合型连接 mechanical occlusive connection

装配式综合支吊架预制型钢(槽钢、方钢等)和支吊架其他构件之间的连接,利用C形槽钢和槽钢螺母上的齿槽咬合传力的连接方式。连接可沿预制型钢纵向安装在任意位置,也称为锁扣连接。

2.1.12 螺栓对穿型连接 penetrating bolts connection

装配式综合支吊架预制型钢(槽钢、方钢等)和支吊架其他构件之间的连接,利用贯穿型钢两个对面和连接构件上预制圆孔或方孔的整根螺栓传力的连接方式。连接可沿预制型钢圆孔或方孔纵向安装在需要的位置。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应：

- S ——支吊架构件内力组合的设计值；
 S_d ——不考虑地震作用时组合的效应设计值；
 S_E ——考虑地震作用时组合的效应设计值；
 S_k ——标准组合的效应设计值；
 S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；
 S_{Gk} ——永久荷载标准值产生的效应；
 S_{Q1k} 、 S_{Qjk} ——主导可变荷载标准值、第 j 个可变荷载标准值产生的效应；
 G_{eq} ——重力荷载代表值；
 S_{Ehk} ——水平地震作用标准值产生的效应；
 F_{EK} ——沿最不利方向施加于机电设备质心处的水平地震作用标准值；
 F ——受弯承载力设计值；
 M_{max} ——横梁间距内弯矩的最大值。

2.2.2 抗力及材料性能参数：

- C ——构件达到正常使用要求时设计规定的变形等限值；
 R_d ——连接、构件、结构的承载力设计值；
 f ——钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
 f_v ——钢材抗剪强度设计值。

2.2.3 几何参数：

- l ——横梁长度；
 L ——支吊架的间距；
 W_x ——对 x 轴的截面抵抗矩；
 W_y ——对 y 轴的截面抵抗矩；
 n ——参与组合的可变荷载数目。

2.2.4 计算系数:

γ_0 ——结构重要性系数;

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数;

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数;

γ_G ——永久荷载分项系数;

γ_{Qi} 、 γ_{Qj} ——主导可变荷载、第 j 个可变荷载的分项系数;

γ_{L1} 、 γ_{Lj} ——主导可变荷载、第 j 个可变荷载考虑设计工作年限的调整系数;

Ψ_{ej} ——第 j 个可变荷载的组合值系数;

$\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值;

ζ ——水平地震影响调整系数;

ζ_1 ——机电设备及管线的状态系数;

ζ_2 ——机电设备及管线的位置系数;

η ——机电设备构件的类别系数;

γ ——机电设备构件的功能系数;

β_f ——角焊缝的强度设计值增大系数;

γ_x ——对 x 轴的截面塑性发展系数;

γ_y ——对 y 轴的截面塑性发展系数。

3 基本规定

3.1 支吊架系统

3.1.1 新建、扩建与改建建设工程中,机电设备及管线应优先采用装配式综合支吊架。

3.1.2 综合支吊架系统设计前,应依据主体设计单位的机电管线设计图及支吊架布置要求进行管线综合设计,并应对支吊架进行型式和结构设计。管线综合排布应满足各专业机电设备及管线系统的基本要求。

3.1.3 装配式综合支吊架结构的安全等级宜为二级。

3.1.4 装配式综合支吊架结构设计应符合下列要求:

1 装配式综合支吊架结构与承载结构间应有可靠的锚固或连接;

2 应避免因支吊架局部破坏而导致支吊架系统整体丧失承重或抗震能力;

3 应具有明确的计算简图和合理的荷载传递途径;

4 对可能出现的薄弱部位,应采取措施提高承重和抗震能力;

5 支吊架系统宜具有合理的刚度和承载力分布,避免因局部削弱或突变产生过大的应力集中。

3.1.5 建设工程的机电设备及管线装配式综合支吊架系统的设计最低工作年限为 25 年。

3.1.6 综合支吊架系统中的主体构件、连接构件应进行防腐设计。

3.2 抗震设防要求

3.2.1 抗震型综合支吊架的抗震要求应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981、《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 和中华人民共和国国务院令第 744 号《建设工程抗震管理条例》有关规定。

3.2.2 抗震型综合支吊架系统宜按主体工程抗震设防类别,依据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 的规定考虑地震作用及抗震措施。机电设施与承载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《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定,经综合分析后确定。

3.2.3 建筑附属机电设备的抗震型综合支吊架,以及相关连接构件和生根构件应具有足够的刚度和强度,应能将设备承受的地震作用全部传递到主体结构上。

3.2.4 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烈度地震时,建筑附属机电设备能够满足正常工作要求。

4 材料与部件

4.1 材料性能要求

4.1.1 综合支吊架用型钢构件和连接构件的材料和性能应符合下列规定：

1 当采用碳钢或低合金高强度钢时，宜采用冷压成型槽钢，轻型装配式支吊架构件及螺栓、螺母等紧固件的钢材应采用 Q235B 级及以上的钢材；重型装配式支吊架构件及螺栓、螺母等紧固件的钢材应采用 Q355 级及以上的钢材。钢材的质量应满足现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定；

2 当采用不锈钢时，支吊架构件的材料屈服强度不应低于 205MPa，其质量应符合现行国家标准《不锈钢 牌号及化学成分》GB/T 20878 的有关规定；

3 当采用连续热镀锌钢板及钢带和连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带时，支吊架构件的材料屈服强度不应低于 280MPa，其质量应分别符合现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518 和行业标准《连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带》YB/T 4761 的规定；

4 固定支架及管道公称直径大于等于 300mm 的大型管道支吊架，钢材应采用符合《热轧型钢》GB/T 706 规定的热轧槽钢或 H 型钢；

5 碳素结构钢、低合金结构钢、不锈钢的焊接材料应与主体金属力学性能相适应。

4.1.2 槽钢或薄壁型钢应符合现行国家准《通用冷弯开口型钢》

GB/T 6723 的有关规定。

4.1.3 装配式综合支吊架用型钢宜选用带有轴向加劲肋设计的 C 形槽钢、方形型钢(方管)或双拼 C 形槽钢的截面型式(图 4.1.3);螺栓对穿连接支吊架的槽钢可采用不带加劲肋形式,立杆可采用 U 型槽钢。型钢应符合下列规定:

1 支吊架刚性承重构件宜选用单轴或双轴对称截面;当采用组合截面时,组合连接应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定;

2 C 形槽钢截面规格不宜小于 $41.0\text{mm} \times 21.0\text{mm}$,壁厚不宜小于 2.0mm ;

3 方形型钢截面规格不宜小于 $90.0\text{mm} \times 90.0\text{mm}$,壁厚不宜小于 3.5mm 。



图 4.1.3 型钢截面型式示意图

4.1.4 装配式综合支吊架构件与混凝土基材的后锚固连接,应采用适用于开裂混凝土的后扩底膨胀锚栓,公称直径宜为 10mm 、 12mm 和 16mm ;碳素钢或合金钢锚栓性能等级不应低于 5.8 级,并应符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的有关规定。

4.1.5 抗震型综合支吊架与承载结构的连接应采用《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 中具有抗震性能的 S 类锚栓,锚固应符合现行国家标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

4.1.6 支吊架用碳钢、合金钢制成的螺栓、螺母等紧固件的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。材料性能应符合下列规定:

1 螺栓应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定,螺母应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2 的规定;

2 不锈钢螺栓性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 的规定,不锈钢螺母应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的规定;

3 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现行国家标准《普通螺纹基本尺寸》GB/T 196 的有关规定;

4 连接螺栓宜采用可视化安全检查设计。

4.1.7 螺杆采用碳素钢、不锈钢等材料制成,其机械性能等级不应低于 4.8 级,且应符合现行国家标准《螺杆》GB/T 15389 的有关规定。

4.1.8 有绝缘要求时,管道连接构件应设置绝缘降噪衬垫,衬垫材料宜采用 3mm-4mm 厚的 CR 氯丁橡胶或 EPDM 三元乙丙橡胶,其质量要求应符合现行国家标准《不饱和橡胶中饱和橡胶的鉴定》GB/T 16583 的有关规定。

4.1.9 综合支吊架的材料宜符合《绿色建材评价 建筑与市政工程用支吊架》T/CECS 10259 的要求。

4.2 部件性能要求

4.2.1 综合支吊架应采用成品部件,相关部件应具有良好的装配性能,同一型号规格的部件应能满足互换性要求。综合支吊架部件的性能宜按《装配式支吊架认证通用技术要求》T/CECS 10141 进行认证。

4.2.2 综合支吊架构件采用机械咬合型连接时,宜采用内卷边带齿 C 型槽钢,齿槽的构造应满足构件的传力要求,不应出现滑

脱;综合支吊架构件采用螺栓对穿型连接时,宜采用冲孔冷弯型钢。

4.2.3 抗震型综合支吊架与混凝土结构连接时,应采用具有抗震性能的适用于开裂混凝土的锚栓。锚栓可采用具有机械锁键效应的扩底锚栓或自切底锚栓、特殊倒锥形化学锚栓,或采用预埋锚固方式;与钢结构连接时,应采用专用的钢结构固定件。

4.2.4 需要考虑疲劳影响的支吊架构件所用钢材,当工作温度高于 0°C 时质量等级不应低于B级,温度高于零下 20°C 但不超过 0°C 时不应低于C级,温度低于零下 20°C 时不应低于D级。

4.2.5 综合支吊架钢材的强度设计值和物理性能指标、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。

4.2.6 综合支吊架构件应通过试验确定满足变形要求的承载力极限值或标准值,试验方法按照现行国家标准《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267、《装配式支吊架通用技术条件》GB/T 38053执行,抗震连接构件和管道连接构件的荷载性能等应满足相关规定。

4.2.7 当综合支吊架有疲劳性能要求时,其疲劳性能应满足现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053的规定,试验荷载循环次数不应小于200万次。

4.2.8 装配式综合支吊架中,槽钢螺母的防滑性能、抗拉拔性能、管夹抗拉拔性能、角连接构件的承载力、托臂承载力等应符合《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053的测试及评估规定。在规定扭矩下,槽钢螺母防滑性能应符合表4.2.8-1的规定,抗拉拔性能应符合表4.2.8-2的规定。

表 4.2.8-1 槽钢螺母防滑性能

滑移量(mm)	最小荷载(kN)
3	7

表 4.2.8-2 槽钢螺母抗拉拔性能

C 形槽钢壁厚(mm)	垂直向上位移量(mm)	最小荷载(kN)
<2.5	3.0	11
≥2.5		17

4.2.9 当承重型综合支吊架有抗冲击性能要求时,应按照现行国家标准《环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ff:振动 时间历程和正弦拍频法》GB/T 2423.48 的规定进行试验,试验后不应出现滑移、脱落、垮塌、开裂、构件塑性形变、支吊架结构屈曲等现象。

4.2.10 当承重型综合支吊架有系统整体荷载性能要求时,可按本标准附录 B 的规定进行支吊架系统横梁受弯承载力试验。

5 管线综合与支吊架选型

5.1 管线综合与深化设计

5.1.1 综合支吊架系统的主要设计内容和步骤应满足下列规定：

1 应根据管线系统剖面和功能要求，结合承载结构形式和位置，进行支吊架型式设计；

2 应根据管线的受力和变形要求，确定支吊架间距，进行支吊架布置；

3 应根据支吊架所受荷载的类型、大小，进行支吊架结构设计。

5.1.2 建设工程的机电管线综合设计应遵循以下原则：

1 管线避让、控制净高、整齐美观；

2 施工便捷、维修方便、节约成本。

5.1.3 综合支吊架的专项深化设计文件应包含以下内容：

1 设计总说明；

2 支吊架平面布点图；

3 支吊架剖面大样图；

4 支吊架计算书；

5 材料明细表；

6 配件清单。

5.2 综合支吊架选型及布置

5.2.1 当各专业管线需集中布排且施工空间有限时，应采用机

电管线共架敷设的综合支吊架。

5.2.2 综合支吊架选型应遵循安装、维护方便,不影响其他未纳入支吊架的机电设备及管线的安装和运行的原则,并应符合下列规定:

1 当支吊架主要承担机电设备及管线重力荷载,兼具防晃、隔振、限位等辅助功能时,应选用装配式承重型综合支吊架;

2 当支吊架兼具承担机电设备及管线重力荷载和地震作用,并具备防晃、隔振、限位等辅助功能时,应选用装配式抗震型综合支吊架。

5.2.3 综合支吊架按层数和跨数不同,可分为单层、多层、单跨、多跨等多种型式。空间狭小、管线数量较多或管线间有位置、间距等要求时,在管线综合布排基础上,宜选用多层、多立杆支吊架。机电管线排布有特殊要求、空间条件允许时,可采用多层、多跨支吊架。

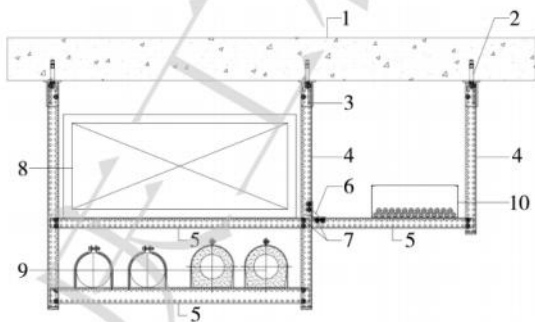


图 5.2.3 多层、多跨支吊架示意图

1—结构构件;2—锚栓;3—底座;4—立柱槽钢;5—横担槽钢;
6—连接构件;7—螺栓螺母;8—风管;9—管道;10—桥架

5.2.4 装配式综合支吊架按支承方式不同,可分为上部支承、下部支承、侧面支承以及混合支承四种型式。支吊架的支承方式应按下列原则确定:

1 应结合结构构件类型、位置、空间大小以及管线数量等因

素综合确定,并应对结构构件进行复核;

2 应与建筑中的楼板、梁、柱以及承重墙,钢结构厂房排架柱等结构构件进行可靠连接,且不得影响结构构件自身的安全。

5.2.5 综合支吊架布置原则应符合下列规定:

1 相邻且走向相同的同类型机电管线应优先采用共架敷设,在保证功能要求的前提下,统一支吊架的构造形式、安装方式,优化支吊架设置数量,使管线排布合理有序、整齐美观;

2 成排多列管线共架布置时,应以管线中同类、同管径占比最多的支吊架间距为基准,结合建筑结构柱距、梁距综合确定;应控制支吊架间距,合理分布荷载,以保证管线不产生过大的挠度、弯曲应力和剪切应力;并应合理间隔设置刚性支吊架和柔性支吊架;

3 综合支吊架应利用建筑物的梁柱作为生根点,生根点的构造应能满足生根构件的荷载要求;综合支吊架生根点应避免固定在楼板下;

4 综合支吊架应满足管线检修维护所需的最小操作空间、满足管线立体位置可调的要求,并宜满足发生使用功能改变或新增荷载的可能性需求。

5.2.6 根据不同的承载需求和应用场景,承重型综合支吊架的分类宜符合下列规定:

1 轻型综合支吊架:支吊架构件上的荷载不大于 8kN/m 的综合支吊架,如一般建筑的楼板、横梁等部位的机电管线荷载;

2 重型综合支吊架:支吊架构件上的荷载大于 8kN/m ,且不大于 15kN/m 的综合支吊架,如桥梁、高速公路、综合管廊等场所的机电管线荷载;

3 特殊综合支吊架:用于特殊场所或环境的综合支吊架,如高温、低温、强腐蚀、爆炸危险区域等环境。

5.2.7 各类管线宜在下列位置布置承重型综合支吊架:

1 管线的起始点、终点、三通、弯头、三通及四通附近;

2 管线穿墙部位以及引入、引出位置；
3 内部介质为易燃易爆气(液)体或腐蚀性液体管道的拼接接头处；

4 管线上的轻型工作设备或转换设备处、阀门附近；
5 管道截面或形状发生改变处。

5.2.8 承重型综合支吊架的位置和间距应符合下列规定：

1 支吊架应满足各专业管线的功能要求，不应限制管线热胀冷缩产生的位移；

2 应考虑管线荷载的合理分布，满足承载能力和变形要求；

3 应满足管线维护所需的位移、间距及荷载要求；

4 多管线共用综合支吊架的间距应取各管线、各条件确定间距的最小值。

5.2.9 抗震型综合支吊架应依据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981、《建筑机电抗震工程技术规程》T/CECS 1031 等国家或行业标准，按规定的范围、位置、间距等要求设置，以承担水平地震作用。

5.2.10 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震型综合支吊架，并应至少设置一个纵向抗震型综合支吊架。水平管道侧向、纵向抗震综合支吊架的设计间距应按《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的要求进行计算，且设计的最大间距应符合规范的规定。



图 5.2.10 水平直管段的最少综合支吊架布置示意图

T—侧向抗震综合支吊架；L—纵向抗震综合支吊架

6 综合支吊架设计

6.1 一般规定

6.1.1 综合支吊架结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

6.1.2 综合支吊架结构分析时,可采用平面或空间杆系模型,结构及构件连接节点的计算模型应与实际受力情况相符。

6.1.3 综合支吊架结构按承载能力极限状态设计时,持久设计状况、短暂设计状况应符合下式要求:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.1.3)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数,安全等级为二级时,取 1.0;

S_d ——不考虑地震作用组合的效应设计值,应符合本标准第 6.2.5 条的规定;

R_d ——支吊架结构构件、连接的承载力设计值。

6.1.4 综合支吊架结构的承载力应考虑重力荷载和地震作用,进行地震作用组合的效应验算。地震设计状况应符合下式要求:

$$S_E \leq \frac{R_d}{\gamma_{RE}} \quad (6.1.4)$$

式中: S_E ——考虑地震作用组合的效应设计值,应符合本标准第 6.2.8 条的规定;

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数,按下表取值:

表 6.1.4 承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
钢	柱、梁、支撑、节点板件、螺栓、焊缝	强度	0.75
钢	柱、支撑	稳定	0.80

6.1.5 综合支吊架结构按正常使用极限状态设计时,应采用效应的标准组合,并应符合下式要求:

$$S_k \leq C \quad (6.1.5)$$

式中: S_k ——标准组合的效应设计值,如变形等,按本标准第 6.2.6 条计算取值;

C ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形等限值,按本标准第 6.1.9 条取值。

6.1.6 综合支吊架结构的内力和变形应按弹性分析方法计算。当结构的二阶效应可能使作用效应显著增大时,在结构分析中应考虑二阶效应的不利影响。

6.1.7 装配式综合支吊架结构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,整体稳定性应按有效截面的毛截面计算,变形和各种稳定系数可按毛截面计算。

6.1.8 综合支吊架构件中受压板件有效宽度的计算方法,应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 有关规定执行。

6.1.9 支吊架的变形应符合下列规定:

1 变形容许值应符合机电设备的运行要求、国家现行有关规定和设计要求;

2 当变形允许值无具体规定或要求时,支吊架中受弯构件的挠度应小于 $l/250$,刚性支架的侧移不应超过其高度的 $1/400$;

3 综合支吊架承受地震作用时,杆件挠度或变形应小于 $l/250$ 。

6.1.10 有特殊要求的建筑附属机电设备或材质、型式、连接方式复杂的装配式综合支吊架应进行专门研究和论证,采取特别的加强措施。

6.2 支吊架荷载与荷载组合

6.2.1 综合支吊架系统的荷载应包括永久荷载、可变荷载、偶然

荷载及地震作用。

6.2.2 永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 机电设备及附件的自重应按实际情况或设备技术参数采用；在计算支吊架间距内的管线重力荷载时，应按支吊架间距内的管道整体重量的 10% 增加管道附件重量；

2 管道内部介质自重、支吊架系统自重的取值，应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 和《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

6.2.3 可变荷载应包括支吊架约束管道位移所承受的荷载和施工、检修荷载；室外支吊架系统的可变荷载还应包括风荷载、雪荷载和裹冰荷载。当管道输送介质的自重随时间变化，且变化值与平均值相比不可忽略时，应按可变荷载计算。可变荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 管道输送介质的重力应按实际情况或数据参数采用。当输送介质较轻时，应将水压试验或管路清洗时的介质重力计入可变荷载；

2 施工荷载和检修荷载宜按集中荷载计算，不应小于 1.0kN，并按作用在最不利位置处进行验算；当施工荷载和检修荷载不小于 1.0kN 时，应按实际情况采用；

3 风荷载、雪荷载和裹冰荷载，应按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 和《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的方法进行计算；

4 支吊架约束管线位移时，所承受的荷载标准值可按《装配式支吊架系统应用技术规程》T/CECS 731 等有关标准进行计算。

6.2.4 偶然荷载包括在支吊架使用期间不一定出现，一旦出现、其值较大且持续时间较短的荷载。当偶然荷载作为支吊架结构设计的荷载作用时，在允许支吊架结构出现局部构件破坏的情况下，应保证综合支吊架整体结构不致因局部破坏引起连续倒塌。

6.2.5 持久设计状况和短暂设计状况下，应采用永久荷载和可

变荷载的基本组合,组合的效应设计值 S_d 应按下式中最不利的效应设计值确定:

$$S_d = \gamma_G S_{GK} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \Psi_{ci} S_{Qi k} \quad (6.2.5)$$

式中: γ_G ——永久荷载分项系数,当永久荷载效应对结构承载力不利时不应小于 1.3,有利时取值不应大于 1.0;

S_{Gk} ——永久荷载标准值产生的效应;

γ_{Q1} 、 γ_{Qj} ——主导可变荷载、第 j 个可变荷载的分项系数,一般情况下取 1.5;

γ_{L1} 、 γ_{Lj} ——主导可变荷载、第 j 个可变荷载考虑设计工作年限的调整系数,一般情况下取 1.0;

S_{Q1k} 、 S_{Qjk} ——主导可变荷载标准值、第 j 个可变荷载标准值产生的效应;

Ψ_{cj} ——第 j 个可变荷载的组合值系数,按《工程结构通用规范》GB 55001 和《建筑结构荷载规范》GB 50009 有关规定执行,一般情况下可取 0.7;

n ——参与组合的可变荷载数目。

6.2.6 永久荷载和可变荷载的标准荷载组合的效应设计值 S_k ,可按下式计算:

$$S_k = S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \Psi_{ci} S_{Qi k} \quad (6.2.6)$$

6.2.7 地震作用产生的支吊架荷载应依据国家现行标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的规定进行计算。机电设备地震作用的计算方法应符合下列规定:

1 机电设备自身重力产生的水平地震作用标准值,采用等效侧力法按下式计算:

$$F_{Ek} = \eta \gamma \zeta_1 \zeta_2 a_{\max} G_{eq} \quad (6.2.7)$$

式中: F_{Ek} ——沿最不利方向施加于机电设备质心处的水平地震作用标准值(N);

η 、 γ ——机电设备构件的类别系数、功能系数,按表 6.2.7-1 的规定取用;

- ζ_1 ——状态系数,对机电设备支承点低于质心的任何设备和柔性体宜取 2.0,其余情况可取 1.0;
- ζ_2 ——位置系数,建筑的顶部宜取 2.0,底部宜取 1.0,沿高度线性分布;
- $a_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值,按表 6.2.7-2 的规定取用;
- G_{eq} ——重力荷载代表值(N),取机电设备自重标准值与各可变荷载标准值组合之和,各可变荷载的组合值系数应按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 有关规定取值。管道及其内衬、保温层、附件、电缆桥架和电缆等,管道内的介质,装配式综合支吊架,重力荷载代表值均可取自重标准值的 100%。

表 6.2.7-1 机电设备构件的类别系数和功能系数

构件、部件所属系统	机电设备构件的类别系数 η	机电设备构件的功能系数 γ		
		甲类建筑	乙类建筑	丙类建筑
生命线设备:消防系统、防排烟系统、燃气及其他气体系统;应急电源的主控系统、发电机等	1.0	2.0	1.4	1.4
重要功能设备:给排水管道、空调水管、空调风管及电缆桥架、悬挂式或链吊式灯具	0.9	1.4	1.0	0.6

表 6.2.7-2 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度(0.05g)	7 度	
		(0.10g)	(0.15g)
多遇地震	0.04	0.08	0.12
设防地震	0.12	0.23	0.34
罕遇地震	0.28	0.50	0.72

注:对支承于不同楼层的机电工程,除自身重力产生的地震作用外,尚应同时计算地震时支承点之间相对位移产生的作用效应。

2 综合支吊架所承受的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担。作用于各构件和部件质心的水平地震作用,应沿其两个主轴方向计算;

3 主干管的综合支吊架抗震验算应计入未抗震设防的支管道的水平地震作用。

6.2.8 地震设计状况下,荷载与地震作用基本组合的效应设计值 S_E ,应按下式计算:

$$S_E = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} \quad (6.2.8)$$

式中: γ_G ——重力荷载分项系数,抗震型综合支吊架取 1.3;

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应;

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数,取 1.4;

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值效应。

6.2.9 各类荷载的作用点应符合下列规定:

1 重力类荷载 G 、风荷载 F_w 、雪荷载 F_s 宜作用在管线中心,其中风荷载应为横风向[图 6.2.9(a)];

2 水平地震作用 F_{Ek} 应沿任一水平方向施加于机电设备的重心;

3 滑动类管线的摩擦力应位于滑动接触面;

4 其他荷载的作用点:当管线与支吊架承重构件接触时,管线作用应位于接触面[图 6.2.9(b)];不接触时,管线作用应位于靠承重构件一侧的管线表面处[图 6.2.9(c)]。

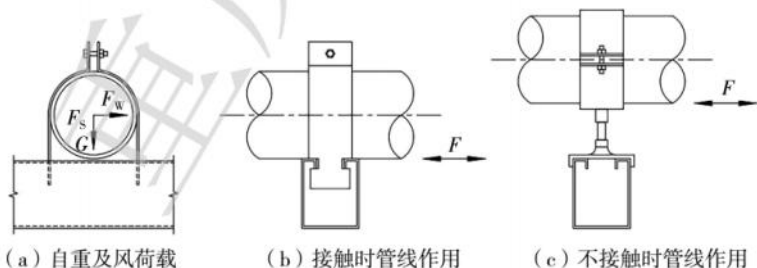


图 6.2.9 荷载作用位置示意图

6.2.10 综合支吊架应按最不利荷载组合进行选择和设计,支吊架的布置应确保荷载合理分布。荷载组合应符合下列原则:

- 1 施工或检修荷载不与管线及管线内部介质自重以外的其他荷载同时考虑;
- 2 室外支吊架系统的风荷载、雪荷载不与地震作用同时考虑;
- 3 位移引起的管线作用不与滑动摩擦引起的管线作用同时考虑;
- 4 荷载组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

6.3 构件计算

6.3.1 综合支吊架型钢和连接构件进行结构计算时,应确定支吊架的荷载信息,建立力学模型,计算支吊架结构以及各构件的内力和变形,验算其强度、刚度、稳定性,验证支吊架的疲劳性能和抗震性能。

6.3.2 综合支吊架水平构件、竖向构件以及斜撑等构件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 竖向构件在地震作用组合下应按拉弯、压弯构件计算其强度,按压弯构件应计算其平面内和平面外稳定性;
- 2 水平构件在地震作用组合下应按压弯构件计算其强度、平面内和平面外稳定性,以及基本组合下纯受弯整体稳定性和挠度;应验算水平构件地震作用组合效应下的正应力、剪应力、折算应力强度,均不应超过材料强度设计值;
- 3 斜撑构件应按轴心受拉、轴心受压构件计算地震作用组合下的强度;并应按轴心受压构件计算平面内和平面外稳定性;
- 4 地震作用组合下,螺栓连接的应按承受剪力以及同时沿

杆轴方向承受拉力的组合强度计算；

5 C 型组合槽钢的地震作用,其沿构件纵向连接点的间距应分别按受弯构件和压弯构件进行计算,并满足最小间距值；

6 综合支吊架与承载结构生根点的连接计算包括: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;底座与立杆间螺栓连接强度计算；

7 地震作用组合下的锚栓计算。

6.3.3 综合支吊架构件应按照《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的要求进行结构构件的验算。

6.3.4 综合支吊架的底座、锚栓、横担与竖向构件之间的连接构件等连接节点应单独计算校核。

6.3.5 综合支吊架中的各类连接,当没有可靠依据计算连接的承载力时,可采用试验来确定。

6.4 构件、节点和连接设计

6.4.1 综合支吊架与承载结构应有可靠的连接,且不应影响结构安全,严禁将综合支吊架焊接在承载结构及屋架的钢筋上。

6.4.2 承受循环荷载作用的支吊架结构,当应力变化的循环次数大于或等于 5×10^4 时,疲劳验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

6.4.3 综合支吊架的构件设计应符合下列规定：

1 综合支吊架结构所采用支架底座：

- 1) 当结构面为水平面时,宜选用普通 C 型钢底座；
- 2) 当结构面为斜面时,宜选用万向 C 型钢底座；
- 3) 当支吊架靠梁侧面时,宜选用 C 型钢侧装底座。

2 综合支吊架的横担采用单面槽钢时,节点连接宜采用四孔护角连接构件,或者立杆槽钢与横担槽钢采用螺栓对穿连接；

3 综合支吊架的横担采用双拼槽钢时,上下横担均应有连接构件连接,或者立杆槽钢与横担槽钢采用螺栓对穿连接;

4 双拼槽钢应采用工厂内激光焊接或螺栓连接,严禁采用穿透式点焊连接。

6.4.4 综合支吊架的节点设计应符合下列规定:

1 综合支吊架的承重、抗震连接节点宜采用螺栓对穿连接;

2 当结构板厚不大于 100mm 时,在结构板底安装的综合支吊架应采用螺栓对穿连接;

3 轻型综合支吊架的非抗震连接构件可选用机械咬合型连接或其他连接方式。

6.4.5 综合支吊架的钢构件之间、钢构件与混凝土结构之间,应根据施工环境、作用力的性质以及生产条件等选择合适的连接形式。

6.4.6 综合支吊架的各类连接的构造应与计算模型相符。综合支吊架的主体构件之间宜采用螺栓对穿连接;抗震斜撑与承重构件之间采用铰链式连接件时,应设有防松动构造。

6.4.7 螺栓连接的计算应符合国家现行标准《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。

6.4.8 机械咬合型连接的齿牙及连接设计应满足以下要求:

1 槽钢基材的齿牙:槽钢卷边应有机械加工的连续三角形齿牙,齿牙深度不宜小于 1.5mm,齿牙间距宜为齿牙深度的 3 倍~4 倍,应避免应力集中。如图 6.4.8-1 所示:

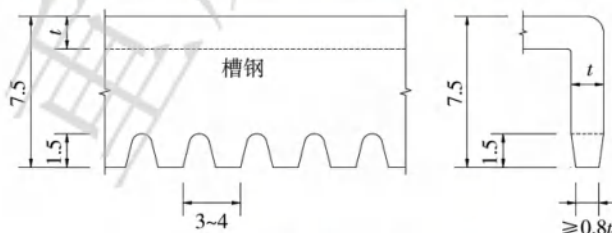


图 6.4.8-1 槽钢齿深、齿距和齿厚

2 槽钢螺母的齿牙:机械咬合连接的槽钢螺母应采用贯通型横齿,齿牙的表面硬度宜为 25-30HRC,齿的总宽度 b 不宜小于 18mm,且齿牙数不应少于 5 齿;槽钢螺母齿形、齿距应与槽钢齿牙完全匹配,且咬合深度不应小于 1mm。如图 6.4.8-2 所示:

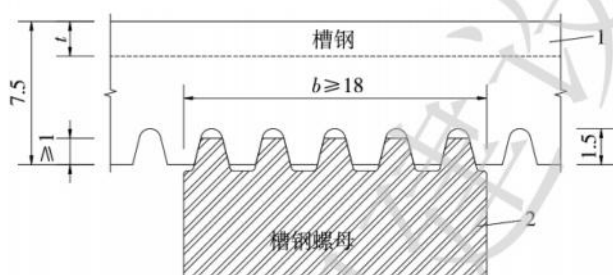


图 6.4.8-2 槽钢螺母齿牙的总宽度及齿咬合深度

1—槽钢;2—槽钢螺母

3 槽钢基材与槽钢螺母的机械咬合连接应能够抵抗疲劳荷载作用,应提供 200 万次疲劳荷载测试报告。

6.4.9 综合支吊架与混凝土基材的锚固连接,应符合下列规定:

1 锚固连接的计算,应按现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 有关规定执行;

2 综合支吊架的锚栓锚固深度范围内的混凝土强度等级不应低于 C25;

3 冻融受损、腐蚀受损、严重裂损以及不密实混凝土,不应作为锚固基材。

6.4.10 综合支吊架可采用预埋槽方式与现浇、预制混凝土构件连接。

6.5 构造要求

6.5.1 综合支吊架底座、承重连接构件、抗震连接构件和管道连接构件的壁厚均不应小于 5.0mm,其他连接构件壁厚不应小于

4.0mm,抗震斜撑、槽钢或方钢等冷弯型钢的壁厚不应小于2.0mm。

6.5.2 综合支吊架常用生根构件及连接构件壁厚应符合下表的规定。

表 6.5.2-1 常用生根构件壁厚(mm)

型钢	生根构件		壁厚
C形槽钢	预埋、焊接式生根构件	底板	≥ 5.0
		连接柱	≥ 5.0
	一体式生根构件		≥ 5.0
	侧梁生根构件		≥ 5.0
	钢结构生根构件		≥ 6.0
方形型钢	混凝土楼板焊接式生根构件	底板	≥ 10.0
		连接柱	≥ 6.0
	钢结构焊接式生根构件	底板	≥ 10.0
		连接柱	≥ 6.0

表 6.5.2-2 常用连接构件壁厚(mm)

型钢	连接构件		壁厚
C形槽钢	角连接构件		≥ 5.0
	抱角型连接构件		≥ 4.0
	平面连接构件		≥ 5.0
	多维连接构件		≥ 5.0
方形型钢	角连接构件	底板	≥ 8.0
		连接柱	≥ 6.0
	直连接构件		≥ 8.0

6.5.3 综合支吊架应根据不同的使用条件和管道直径选用不同类型的管夹。C形槽钢常用管夹的厚度应符合表6.5.3-1的规定,方形型钢常用管夹的厚度应符合表6.5.3-2的规定。

表 6.5.3-1 C 形槽钢常用管夹壁厚 (mm)

管道规格	P 型管夹	O 型管夹	单立柱 悬吊式管夹	欧姆型管夹
DN15~DN40	1.5	1.5	3.0	2.0
DN50~DN80	2.0	2.0	5.0	5.0
DN100~DN150	2.5	2.5	5.0	5.0
DN200~DN250	3.0	3.0	5.0	5.0

表 6.5.3-2 方形型钢常用管夹壁厚 (mm)

管道规格	O 型管夹	欧姆型管夹
DN200~DN250	3.0	5.0
DN300	5.0	5.0
DN350	5.0	5.0
DN400	5.0	5.0

6.5.4 综合支吊架中受拉构件的长细比不得大于 300,受压构件的长细比不应大于表 6.5.4 规定的限值。

表 6.5.4 受压构件的长细比限值

构件类别	长细比限值
刚性抗震斜撑	120
除刚性抗震斜撑外的其余受压杆件	150

6.5.5 螺栓连接构造应符合下列规定:

1 螺栓孔可采用标准孔、大圆孔或槽孔;咬合连接螺栓的公称直径 d 不应小于 10mm,不应大于 12mm;

2 螺栓的中距不应小于 $3d_0$,端距不应小于 $2d_0$,边距不应小于 $1.5d_0$, d_0 为孔径。当螺栓周围有其余板件时,尚应符合紧固操作的空间要求;

3 当槽钢尺寸符合现行国家标准《装配式支吊架通用技术条件》GB/T 38053 的规定,且槽钢基材及槽钢螺母的齿牙符合本

标准 6.4.8 条第 1、2 款要求时,咬合型连接单个螺栓与槽钢螺母组合的受拉承载力设计值、受剪承载力设计值可按不大于表 6.5.5 规定的限值取用。

表 6.5.5 咬合型连接单个螺栓(M10/M12)与槽钢螺母组合的承载力设计值

槽钢钢材牌号	槽钢壁厚(mm)	受拉承载力设计值(kN)	受剪承载力设计值(kN)
Q235B	2.0	4.0	4.5
	2.5	7.0	5.5
	3.0	11.0	6.5
Q355	2.0	6.0	6.5
	2.5	10.0	8.0
	3.0	16.0	9.5

6.5.6 型钢构件的板件开槽孔且槽孔有螺栓连接时(图 6.5.6),槽孔应符合下列要求:



图 6.5.6 构件开槽孔且有螺栓连接示意

1 槽钢开孔应符合《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 的规定,可采用圆形孔、棱形孔、方形孔、或扁圆形孔;

2 孔高不应大于板件宽度的 1/2;孔间距及端距、边距应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 及《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

6.5.7 销轴、U 形箍及螺杆的公称直径 d 不应小于 8mm。销轴耳板的构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

6.5.8 管道连接构件应设置隔振、绝缘、降噪衬垫,且不应与管道发生电化学腐蚀或损伤。当支吊架金属管夹与金属管道材质不同,可能产生电化学腐蚀时,应在管夹与管道接触部位的表面涂衬非金属绝缘涂层,或设置绝缘防护膜、绝缘衬垫等措施。金属管夹内衬惰性电绝缘橡胶垫时,耐火等级不低于 B1 级;宜采用 3-4mm 厚的 CR 氯丁橡胶或 EPDM 乙丙橡胶。

6.5.9 锚栓的力学性能应通过锚栓产品的认证报告确定,当无认证报告时,扩底型机械锚栓的力学性能不应低于表 6.5.9。

表 6.5.9 扩底型机械锚栓的力学性能

锚栓类型	规格	有效锚固深度 (mm)	拉力设计值 (KN)	剪力设计值 (KN)	最小基材厚度 (mm)
扩底型机械锚栓	M10	60	4.7	11.4	120
	M12	72	6.7	16.1	144
	M16	96	11.7	28.2	192

注:表中力值是基于混凝土基材为 C25 开裂混凝土,单根锚栓的承载力,均未考虑锚栓边距和间距的影响,锚杆等级按 8.8 级计算。

6.5.10 锚固连接的构造应符合下列要求:

1 综合支吊架系统用的锚栓,其公称直径 d 不应小于 12mm;单管单丝支吊架系统用的锚栓,其公称直径 d 不应小于 10mm;

2 锚栓不应布置在混凝土保护层中,扣除抹灰层和装饰层后的机械锚栓的锚固深度 h_{ef} ,不应小于 60mm;化学锚栓的锚固深度不应小于表 6.5.10-1 的规定值;

3 混凝土基材的厚度:对微膨胀型锚栓和扩底型锚栓,不应小于 $2h_{ef}$;对化学锚栓不应小于 $h_{ef} + 2d_0$,且应大于 80mm;

表 6.5.10-1 化学锚栓的最小锚固深度 (mm)

锚栓公称直径	≤ 10	12	16	20	≥ 24
最小锚固深度	60	70	80	90	4d

4 群锚锚栓的最小间距和最小边距,应根据锚栓产品的认证报告确定;当无认证报告时,应符合表 6.5.10-2 的规定,且应计算边距及间距对锚栓承载力的影响。锚栓最小边距尚不应小于最大粗骨料粒径的 2 倍。

表 6.5.10-2 群锚锚栓的最小间距和最小边距

锚栓类型	最小间距	最小边距
位移控制式膨胀型锚栓	6d	10d
扭矩控制式膨胀型锚栓	6d	8d
扩底型锚栓、化学锚栓	6d	6d

注:d 为锚栓公称直径。

5 综合支吊架锚栓最小锚固深度 $h_{ef,min}$ 与公称直径 d 的比值,宜符合表 6.5.10-3 的规定;综合支吊架应优先采用扩底型机械锚栓。当有充分试验依据及可靠工程经验并经认证机构认证许可时,可不受其限制。

表 6.5.10-3 锚栓最小锚固深度与公称直径的比值

锚栓类型	抗震设防烈度		
	6 度	7 度(标准设防类)	7 度(重点设防类)
扩底型锚栓	4	5	6
膨胀型锚栓	5	6	7
普通化学锚栓	7		
特殊倒锥形化学锚栓	6		

6.6 防腐与防火

6.6.1 综合支吊架构件表面应进行防腐工艺处理,并应符合下列标准要求:

表 6.6.1 表面处理工艺防腐性能要求

加工顺序	表面处理方式	镀层厚度和质量执行标准
有金属镀层的钢带冷弯加工	连续热镀锌	《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518
	连续热镀锌铝镁合金	《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518 《连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带》YB/T 4761
	热浸镀锌	《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
冷弯成型后涂装(部件)	电镀锌	《金属及其他无机覆盖层钢铁上经过处理的锌电镀锌层》GB/T 9799、《紧固件电镀锌层》GB/T 5267.1
	锌铬涂层	《锌铬涂层技术条件》GB/T 18684
	环氧喷涂	《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》GB/T18593

6.6.2 除不锈钢材质以外,采用碳素结构钢或低合金高强度结构钢的综合支吊架型钢及连接构件、构件应进行表面防腐处理,并按现行国家标准《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125的规定进行中性盐雾试验或铜加速乙酸盐雾试验。表面处理工艺的性能应满足下表要求:

表 6.6.2-1 表面处理工艺防腐性能要求

表面处理工艺	防腐性能要求
电镀锌	中性盐雾试验不低于 48h,不出现红锈
热浸镀锌	中性盐雾试验不低于 480h,不出现红锈
锌铬涂层	中性盐雾试验不低于 600h,不出现红锈
连续热镀锌	中性盐雾试验不低于 240h,不出现红锈
连续热镀锌铝镁合金	中性盐雾试验不低于 2400h 或 铜加速乙酸盐雾试验不低于 300h
静电喷涂处理	中性盐雾试验不低于 1200h,不出现红锈

表 6.6.2-2 综合支吊架抗震构件盐雾试验要求

序号	盐雾试验类型	槽钢和锚栓(h)	其它抗震构件(h)
1	中性盐雾试验	≥ 1200	≥ 480
2	铜加速乙酸盐雾试验	≥ 150	≥ 60

6.6.3 采用碳素结构钢或低合金高强度结构钢的综合支吊架部件及槽钢表面防腐涂层的设计、施工、检验可参照《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 等现行国家相关标准的要求,涂层厚度应满足下表要求:

表 6.6.3 部件及槽钢表面防腐涂层厚度

单位为微米(μm)

部件与槽钢	表面处理工艺	涂层厚度
主体构件、连接构件、 钢结构固定件	电镀锌	$\delta_1 \geq 8, \delta_2 \geq 5$
	热浸镀锌	$\delta_1 \geq 70, \delta_2 \geq 55$
	锌洛涂层	$\delta_1 \geq 9, \delta_2 \geq 7$
	静电环氧喷涂	$\delta_1 \geq 60, \delta_2 \geq 50$
槽钢	连续热镀锌 275g/m ²	$\delta_1 \geq 19, \delta_2 \geq 16$
	连续热镀锌铝镁合金 275g/m ²	$\delta_1 \geq 19, \delta_2 \geq 16$
	热浸镀锌	$\delta_1 \geq 55, \delta_2 \geq 45$
	静电环氧喷涂	$\delta_1 \geq 60, \delta_2 \geq 50$

注:表中 δ_1 表示平均厚度, δ_2 表示局部厚度。锚栓各部件(包括螺母、垫片)表面镀锌层平均厚度应不应小于 55 μm 。

6.6.4 综合支吊架的隔热保护措施在相应的工作环境下应具有耐久性,并与支吊架的防腐、防火保护措施相容。下列温度条件的综合支吊架应进行隔热防护:

1 当支吊架支承的管道温度超过 100℃时,宜在管道和支吊架之间采取隔热层;当管道和支吊架直接接触或支吊架环境温度超过 100℃时,应对支吊架结构进行温度作用验算,并依据《钢结

构设计标准》GB 50017 要求采取防护措施；

2 当支吊架及螺栓连接长期受热达 150°C 以上时,应采用增加耐热隔热涂层、热辐射屏蔽等隔热防护措施。

6.6.5 综合支吊架系统应进行防火设计,构件的燃烧性能和耐火完整性应依据安装位置的耐火等级确定,并满足机电设备正常使用要求。

7 制作与安装

7.1 一般规定

7.1.1 综合支吊架的部件循环加载性能、管夹荷载性能、组件循环加载性能、耐火和防腐性能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 的规定。

7.1.2 综合支吊架在制作前,制作单位应建立质量保证体系,并根据支吊架的设计文件进行深化设计、清单和制作工艺的编制。

7.1.3 综合支吊架安装前,应进行管线综合设计。施工单位应依据综合管线、综合支吊架施工图编写管线及支吊架施工方案,并报监理单位审核。综合支吊架安装时,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。

7.1.4 施工单位应提供综合支吊架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,并提供详细的产品使用手册,进行施工人员的安装工艺培训。

7.1.5 综合支吊架的所有构件均应采用成品构件,除型钢、螺杆可以进行现场切割外,不得对其它构件进行现场加工。综合支吊架现场安装时,不应应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、紧固件进行连接。

7.1.6 综合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。

7.1.7 制作、安装人员作业时遵守各项安全管理制度,并应加强劳动保护,配备好必要安全及劳动保护用品。

7.1.8 综合支吊架施工安全措施应符合《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构工程施工规范》GB 50755 等的有关规定外,尚应

符合施工组织设计的要求。

7.2 加工与制作

7.2.1 综合支吊架构件及零部件加工前,应熟悉施工详图、清单和制作工艺文件,做好各道加工工序的工艺准备。

7.2.2 综合支吊架构件制孔应符合下列规定:

1 构件上的开孔孔径、允许偏差应符合产品技术文件和制作工艺文件的要求;

2 制孔后,应清除孔周边的毛刺、切屑等杂物;

3 成形孔壁应圆滑,应无裂纹和大于1mm的缺棱。

7.2.3 综合支吊架构件、连接构件及配件的尺寸应符合下列要求:

1 冷弯型钢截面尺寸、弯曲角度的允许偏差应符合现行国家标准《通用冷弯开口型钢》GB/T 6723 及本标准附录 A 的有关规定;

2 当连接构件及其他配件尺寸的未注公差无指定时,应符合现行国家标准《一般公差 未注公差的线性角度尺寸的公差》GB/T 1804 中“中等 m”的有关规定。当已指定其他一般未注公差标准时,应按指定公差执行。

7.2.4 综合支吊架构件冷弯曲、冷矫正时,应符合下列规定:

1 钢材冷弯曲、冷矫正应在常温下进行,不得进行低温冷弯曲和冷矫正;

2 冷矫正后的钢材表面,不应有明显损伤,划痕深度不应大于0.5mm,且不应大于钢材厚度允许负偏差的1/2;

3 型钢构件冷矫正后的挠曲矢高不应大于构件长度的1/1000。

7.2.5 综合支吊架构件及其连接构件的表面处理应符合设计要求及本标准第6.6节的规定。表面喷涂防腐蚀涂料时,环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求;当无要求时,环境温

度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ 间,相对湿度不应大于 85%。涂装时构件表面不应有结露;涂装后 4h 内不得雨淋。

7.2.6 综合支吊架出厂检验,应符合现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 和《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 的有关规定。

7.3 运输与储存

7.3.1 综合支吊架产品的包装应符合下列规定:

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 应设标志,包括规格型号、生产厂名称或商标、生产日期或出厂编号,标志应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191 的有关规定。

7.3.2 综合支吊架产品的储存应符合下列规定:

1 应储存在通风良好、干燥的库房内,避免与腐蚀性物质共同储存;

2 构件及零部件应按型号、规格分类储存在不同区域;码放整齐,方便取用;高度不宜超过 5 层或 1.0m;

3 连接零部件宜采用纸箱包装,并将纸箱标签面朝外,以便现场材料的分辨及取用;

4 型钢构件储存时,应在地面上铺设防潮膜,防潮膜上垫干燥的木条或竹胶板等,不同型号冷弯型钢应分开叠放,高度不宜超过 3 层或 1.0m;未经拆封的冷弯型钢之间应衬垫干燥木条或竹胶板;

5 冷弯型钢存储区域应设置警示标牌,并应有防倾覆措施。

7.3.3 综合支吊架在运输、存储过程中应有防水、防雨措施,防止雨水等腐蚀;搬运和吊装时,应采取防护措施。在运输、装卸、

堆放过程中,成品支吊架应不散失、不变形、不损坏。

7.4 安 装

7.4.1 综合支吊架应和承载结构主体可靠连接,安装施工不得影响承载结构的安全。

7.4.2 综合支吊架安装前,安装单位应与建设单位及监理单位协调,明确施工范围,确保施工现场有足够的工作面,且工作面具足够的承载能力、刚度和稳定性,并满足装配式支吊架施工的技术条件。

7.4.3 锚栓的安装工艺及工具应符合产品说明书的要求,操作人员应经过专门的技能培训和安全技术交底。施工单位应对锚固材料的运输、储存与使用进行专门管理。

7.4.4 综合支吊架安装前应检查施工现场和混凝土质量,并应符合下列规定:

- 1 作业面应具备施工及安装技术条件;
- 2 混凝土外观质量、混凝土强度以及安装位置应符合安装要求。

7.4.5 混凝土结构用锚栓的安装除了满足《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的要求外,还应符合下列规定:

1 锚固区基材上的抹灰层、装饰层、附着物、油污等应清除干净,锚固区基材表面应坚实、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、线管等相碰时,应采取相应的措施;各类锚栓的钻孔质量及其允许偏差,应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定;

3 支吊架底板与基材在锚固区之间不贴合间隙不应大于 2mm,如大于 2mm 需采取必要的措施。

4 锚栓与底座间的固定应牢固、可靠,安装扭矩应符合本标准表 7.4.13-2 的规定;

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。

7.4.6 综合支吊架安装前应根据设计文件、支吊架间距及装修吊顶标高进行测量放线,保证支吊架安装完成后满足装修等专业标高要求。装配式支吊架的安装位置、标高、间距及节点做法应符合设计文件要求。支吊架的安装位置沿管线纵向的允许偏差为 100mm,沿管线横向的允许偏差为 20mm;支吊架的安装间距的允许偏差为 200mm。

7.4.7 当生根构件在混凝土结构安装时,生根构件应与锚固区基材表面紧密贴合;预埋件位置应正确、牢固可靠,埋入部分应去除油污,且不得涂漆。当生根构件在钢结构上安装时,应采用专用夹具或锁件进行连接,不得现场与钢构件进行焊接。

7.4.8 综合支吊架的型钢安装应符合下列规定:

- 1 立柱应垂直,横梁应水平;
- 2 门型装配式承重支吊架的立柱应相互平行,多层装配式承重支吊架的横梁应相互平行;
- 3 立柱与横梁的连接角度应垂直,偏差不应大于 2.5° ;
- 4 连接构件与立柱、横梁应接触紧密;
- 5 支吊架整体应处于同一平面内,不应发生扭曲。

7.4.9 冷弯型钢及螺杆现场切割时,应无毛刺、倒角,切口断面应平直,应作防腐处理,并应采取防护措施;螺杆的切割应确保螺母旋入。槽钢和螺杆长度的切割公差为 $\pm 3\text{mm}$,弯曲度不应大于 $1/1000$ 。

7.4.10 综合支吊架螺杆安装应符合下列要求:

- 1 螺杆应在现场按设计长度切割完毕后,再进行连接组合;
- 2 连接螺母与螺杆和锚栓连接时,螺纹端头先按旋入深度划线,旋入深度应达到连接螺母长度的 45%;

3 连接时应保持螺杆垂直,安装后的螺杆垂直度偏差不得超过 4° ;

4 支吊架螺杆伸出螺母长度不应小于 5mm,不宜大于 10mm;柔性支吊架的螺母转接头长度不应小于 50mm。

7.4.11 抗震型综合支吊架施工应根据设计文件的要求进行,且抗震斜撑的安装应符合下列规定:

- 1 侧向抗震型综合支吊架应至少有一组抗震斜撑;
- 2 单管纵向抗震型综合支吊架应至少有一组抗震斜撑;
- 3 门型纵向抗震型综合支吊架应至少有两组抗震斜撑;
- 4 多层门型抗震型综合支吊架应根据层数设置相应抗震斜撑。

7.4.12 综合支吊架斜撑安装应符合下列要求:

1 各类拉杆及抗震斜撑的安装角度,不应偏离其中心线 2.5° ,偏心距不应大于 100mm;

2 斜撑与承重构件之间的垂直角度宜为 45° ,不得小于 30° ,不应偏离其中心线 2.5° ;单管支吊架斜撑与吊架的距离不得超过 100mm;

3 综合支吊架的斜撑连接构件、连接底座螺栓孔中心到斜撑的轴线的垂直距离不得大于 10mm;

4 综合支吊架的抗震斜撑应直接与立杆和构件的连接节点连接。螺栓宜采用扭剪螺栓,螺栓头应拧断,且拧断扭矩不应低于 $50\text{N}\cdot\text{m}$ 。

7.4.13 综合支吊架构配件的安装应符合下列规定:

1 机械咬合型连接螺栓的安装扭矩应符合设计和产品技术要求,当无要求时,安装扭矩应按表 7.4.13-1 的规定取值,锁扣系统应锁紧到位;

表 7.4.13-1 咬合型连接螺栓的安装扭矩(N·m)

螺栓规格	M10		M12		M16	
安装扭矩	最小值	推荐值	最小值	推荐值	最小值	推荐值
	25	50	45	60	80	100

2 螺杆螺母的安装扭矩应符合设计和产品技术要求,并按设计扭矩锁紧,防止松动(紧固定位螺栓必须拧断螺栓头)。最小安装扭矩应按表 7.4.13-2 的规定取值;

表 7.4.13-2 螺杆螺母的安装扭矩(N·m)

螺栓规格	M8	M10	M12	M16	M20
安装扭矩	25	45	50	100	200

3 紧固件施工时,在使用电动工具进行锁紧后,应使用手动扳手进行复拧。管线安装完成后,应对所有紧固件进行锁紧复核;

4 管道连接构件安装应与管道匹配,连接应稳固可靠,配合紧密,不得松动;桥架和风管限位装置应与管线紧密接触;

5 综合支吊架及其他构件安装完毕后应擦拭干净,完全暴露的槽钢端部除会结露的部位外其他均应装上槽钢端盖;

6 导向、滑动装置的滑动面应洁净、平整,滚珠、滚轴等活动零件与其支撑件应接触良好。

7.4.14 综合支吊架主体构件与连接构件安装应采用机械咬合型连接或螺栓对穿型连接的方式,不得使用以任何构件的摩擦作用来承担主要受力作用的安装方式。

7.4.15 综合支吊架型钢与连接构件安装使用机械咬合型连接时,槽钢螺母齿牙应与 C 形槽钢内卷边齿牙咬合紧密,不得出现错位或歪斜等情况;当使用螺栓对穿型连接时,应对对穿螺栓使用限位件进行位置固定。

7.4.16 综合支吊架安装时,施工现场应设置支吊架每层管线位置标识和剖面标识。综合支吊架上管线的安装顺序应从上到下

进行,并进行排序。安装完后应擦拭干净,整体外观应平整、无明显压扁或局部变形等缺陷。

7.4.17 综合支吊架安装人员应与其他专业协调,制定合理的安装顺序,综合支吊架宜在其所支吊的机电管线安装前就位,并应让靠近承载结构的主要构件和机电管线优先安装。

7.4.18 综合支吊架上的管线固定应符合下列要求:

1 两管或多管共用的装配式综合支吊架应采用管道连接构件使管道侧向相对位置保持不变,热力管道应能沿轴向自由滑动;

2 多条管线共用支吊架时,可不考虑统一的管线中心标高,但应采用管夹使管线侧向相对位置保持不变;

3 热胀冷缩的管线应能沿纵向自由位移,当为柔性吊架时或无滑动装置时,热位移方向不同的管线不应采用同一个受力构件支承。

7.4.19 综合支吊架上管线的安装应满足以下要求:

1 管夹与管道的连接应稳固可靠,锁扣系统应锁紧到位;

2 运行时可能产生震动的管架,采用螺栓作紧固件时,螺帽处应加弹簧垫圈或者止动垫圈;

3 与可能产生电腐蚀的金属管道、桥架、风管直接接触的支吊架构件及金属管夹,应在接触部位采取绝缘措施;

4 保温管道的管道连接构件应设置绝热衬垫,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 保温管道施工时,应安装保温型管夹。保温施工应在支吊架位置处断开,支吊架平面两侧应为保温层的始端和末端;

6 所有活动支吊架的活动部件均应裸露,不应被保温层覆盖。

7.4.20 无位移要求的管线应与综合支吊架紧密、可靠连接。当管线穿越建筑沉降缝时,应考虑建筑不均匀沉降的影响。

7.4.21 综合支吊架防火涂料的喷涂施工应符合下列要求:

1 防火涂料的粘接强度、抗压强度、喷涂施工应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 和《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定；

2 防火涂料涂装基层不应有油污、灰尘、泥沙等污垢；

3 防火涂料目测涂装质量不应有误涂、漏涂，涂层应闭合，无脱层、空鼓、明显凹陷、粉化松散和浮浆等外观缺陷，乳突已剔除；

4 薄涂型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大于 0.5mm；厚涂型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大于 1.0mm；

5 螺栓连接处的防火涂层厚度不应小于相邻构件的防火涂层厚度。

7.4.22 综合支吊架制作组装后，根据项目情况，宜为单个或成组支吊架建立二维码信息库，以便实现支吊架系统信息化。支吊架二维码基础信息可包括：项目名称、楼层、位置编号、设计用途、最大承载力等信息。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 工程总承包单位、施工单位及工程监理单位应当建立建设工程质量责任制度,加强对综合支吊架安装质量的管理。

8.1.2 综合支吊架工程质量验收,应遵循安全可靠、技术先进、绿色低碳、经济合理的原则,确保工程质量。验收工作应由监理单位组织,建设、设计、安装、质检等单位参加,并应记录。

8.1.3 综合支吊架工程质量验收分为支吊架产品和锚固件等材料的进场验收、支吊架工程安装质量验收。

8.1.4 综合支吊架工程验收时,应包括下列资料:

1 管线综合深化设计图、综合支吊架设计图、计算书及其他设计文件;

2 支吊架的产品质量证明书或出厂合格证、产品说明书、检验报告或认证证书,产品的进场见证复验报告;

3 锚固产品的质量证明书或出厂合格证、产品说明书、检验报告或认证证书,产品的进场见证复验报告;

4 锚栓与混凝土锚固拉拔力现场测试报告;

5 支吊架安装工程的施工记录;

6 支吊架相关工程质量检查记录表;

7 锚固连接工程及其他隐蔽工程的质量验收记录;

8 工程重大问题处理记录;

9 其他有关文件记录。

8.1.5 综合支吊架的锚固件锚固前,应对基体混凝土质量进行检测,混凝土外观质量、混凝土强度以及安装位置均应符合安装

要求。

8.2 进场检验

8.2.1 综合支吊架产品和锚固件等材料进场时应验收合格,并应符合下列规定:

1 生产企业应提供产品出厂质量检验证明、合格证、原材料质量检验报告、产地证明、生产企业供货商资质、进口材料商检证明等质量证明文件;

2 生产企业应具有检测机构出具的各部件力学、耐火、耐腐蚀性能检测报告,检验项目应符合现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 或《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 的规定;

3 配套安装金属管道的管卡内应设惰性电绝缘橡胶垫,并应具有降噪性能及耐久性性能测试的检测报告;

4 锚栓性能应符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的规定,锚栓的选用及相关试验检测应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定,不得使用膨胀锚栓。支吊架连接构件与钢结构连接,应采用专用夹具进行连接。

8.2.2 综合支吊架产品进场时,应根据设计要求核对其所有部件和锚固件的规格、型号和数量,支吊架、锚固件应有产品合格证书、使用说明书、检验报告或认证证书。锚固件宜由支吊架产品生产企业统一提供。

8.2.3 综合支吊架产品进场后,应对其各部件的外观质量和尺寸公差进行复检,复检应符合下列规定:

1 应从每批产品中抽取 5% 且不应少于 10 套样品,当产品数量少于 10 套时应全数检验;

2 各部件的尺寸制作公差应符合产品质保书所示的尺寸范围和现行标准《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267、

《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 和本标准附录 A 的规定；

3 材质为碳钢时，型钢及构件应表面工整、光洁，不应有锈蚀、折叠、裂纹、起泡、分层、滴瘤、粗糙、刺锌、漏镀等缺陷；材质为不锈钢材料时，表面应无明显的刮伤、拉伤等现象。支吊架整体表面、侧面应平整，无明显压扁或局部变形，无少镀、漏镀、剥落、划痕等表面处理缺陷。外观轻微缺陷允许修补，但应保持色泽一致。

4 构件表面涂层厚度应符合本标准第 6.6 节的规定；

5 当有下列情况之一时，本批产品应逐套检验：当有 1 件不符合要求且另取双倍数量的样品重做检验时，仍有 1 件不合格；当有 1 件表面有裂纹、锈蚀或其他严重质量缺陷。

8.2.4 锚栓产品进场后，应按下列要求复验锚栓产品的性能：

1 锚栓应进行螺杆的受拉性能试验；

2 当与处于受拉区混凝土锚固连接时，锚栓产品的检验报告或认证证书中应包括开裂混凝土中的锚栓性能测试项目；

3 综合支吊架应采用具有抗震性能的锚栓，锚栓产品的检验报告或认证证书中应包括锚栓抗震性能测试项目；

4 当检验报告或认证证书中检验项目不符合上述要求时，应按照产品标准要求，现场抽取样品补充检验，检验合格后方可使用。

8.2.5 装配式综合支吊架产品入场验收记录表可参照本标准附录 D。

8.3 安装质量验收

8.3.1 综合支吊架安装质量检查应包括下列内容：

1 文件资料；

2 支吊架各组件的类别、规格、数量以及间距；

- 3 管线类别与管线布置情况；
 - 4 支吊架安装位置的混凝土质量；
 - 5 与结构的连接锚固质量。
- 8.3.2 综合支吊架工程应对下列项目进行复验：
- 1 槽钢螺母的防滑性能和抗拉拔性能；
 - 2 连接构件和生根构件的承载力性能、管夹的抗拉拔性能；
 - 3 构件表面涂层厚度；
 - 4 锚栓和紧固件的性能。
- 8.3.3 文件资料检查应包括下列内容：
- 1 设计图纸及相关文件；
 - 2 支吊架的质量证明书、出厂合格证、产品说明书、检验报告或认证证书；
 - 3 支吊架安装的施工记录以及相关检查结果文件，隐蔽验收记录应包含锚固件安装、槽钢螺母安装、锚栓成孔深度、成孔直径等，资料应齐全；
 - 4 锚栓的质量证明书、出厂合格证、产品说明书、检验报告或认证证书；
 - 5 进场复试报告；
 - 6 编制验收报告：包括支吊架的安装情况、测试结果和存在的问题；验收报告需由专业人员签字确认，并备案。
- 8.3.4 综合支吊架的安装质量检验应符合下列规定：
- 1 支吊架或者支吊架部件应只用于其预期的用途，不得用做临时悬挂或其他安装用途；
 - 2 支吊架及相应设备的类别和规格应符合设计要求，未经设计同意，不得对支吊架进行重新定位、定向和增加约束；
 - 3 支吊架的施工工艺应符合产品说明书；
 - 4 支吊架的位置、尺寸及垂直度应符合设计和产品说明书的要求；
 - 5 支吊架钢构安装前应打磨除锈、刷防腐漆，防腐涂刷厚度

满足设计要求。支吊架钢构不允许未刷防腐漆即安装,不允许安装后补漆,否则必须拆除。

8.3.5 综合支吊架与混凝土基材锚固外观检查应符合下列规定:

- 1 锚固区基材上不应有抹灰层、装饰层和严重的裂缝;
- 2 锚固区基材表面应坚实、平整,锚固部位的混凝土不应有影响锚固承载力的各种缺陷;
- 3 锚孔清孔后,锚孔和基面内应无残留的粉尘和碎屑。

8.3.6 混凝土基体锚固施工完毕后,应对锚栓进行锚固承载力现场拉拔试验,检测方法和结果判定按符合现行标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定。

试验方法:现场随机选取外露长度偏大或晃动的锚栓进行拉拔试验,抗拔力不小于锚栓设计值的 2 倍。

8.3.7 综合支吊架的实测项目应符合下列规定:

1 支吊架的安装位置和间距应符合设计要求,沿管线纵向的允许偏差为 100mm,沿管线横向的允许偏差为 20mm;

2 综合支吊架加固立杆的垂直度应符合设计和产品安装要求,安装后的全螺纹立杆垂直度偏差不应大于 4° ;

3 各类斜撑及抗震斜撑的安装角度,应符合设计要求,且不得小于 30° ,不应偏离其中心线 2.5° ,偏心距不应大于 100mm;单管综合支吊架斜撑与吊架的距离不得超过 100mm;

4 支吊架锚固件、连接构件、纵向和侧向抗震斜撑、管夹的安装质量应符合设计要求;

5 螺杆螺母安装扭矩应符合设计和产品技术要求,当无要求时,安装扭矩应按本标准表 7.4.13-2 的规定;

6 所有活动支吊架的活动部件均应裸露,不应被管道保温层覆盖。

8.3.8 防火涂层外观质量不应有明显缺陷,涂层厚度应符合设计要求;设计无明确要求时,涂层厚度应符合本标准第 7.4.21 条规定。

8.3.9 螺栓对穿连接式综合承重支吊架的验收应符合下列规定：

1 应查验螺栓的力学性能检测报告，对穿螺栓直径不应小于 M10，应通过 8.8 级的保证荷载测试；

2 螺栓应具有限位功能，以防止螺母过拧而挤压槽钢致使其变形，应检查对穿处槽钢开口尺寸，其尺寸不得比槽钢其他部位小超过 1mm；

3 螺栓应配备具有防松功能的螺母，严禁采用摩擦型连接螺母；

4 立杆槽钢须有两排孔，方便共用立杆连接；

5 槽钢及连接构件开孔需采用圆形孔、棱形孔、方孔，不应使用单一长条的连续孔，降低滑落风险；

6 槽钢底座需要满足不少于 5mm、10mm、15mm、20mm、25mm 的调节。

8.3.10 机械咬合连接式综合支吊架的验收应符合下列规定：

1 应查验锁扣及配套螺栓的力学性能检测报告，螺栓直径不应小于 M12，锁扣厚度不应小于 10mm，应通过 8.8 级的保证荷载测试；

2 应现场复验锁扣连接抗滑落性能和抗拉拔性能，抗滑落承载力不应小于 5KN，抗拉拔承载力不应小于 15KN；

3 应现场复验锁扣连接式承重支架槽钢的齿牙深度，齿牙深度不应小于 1mm；

4 应现场复验锁扣螺栓的安装扭矩，安装扭矩不应小于 50N·m。

8.3.11 后锚固工程的质量检查与验收应按现行标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 进行。锚固工程施工质量不合格时，应由施工单位制定补救措施，经设计单位确认后实施，并应重新检查、验收。

8.3.12 当国家规定或合同约定应对产品进行见证检验时，或对产品发生争议时，应进行见证检验。

8.3.13 综合支吊架安装完成后应具有安全的抗震、抗冲击、抗滑移性能。综合支吊架工程施工质量不合格时,应由施工单位制定补救措施,经设计单位确认后实施,并应重新检查、验收。

8.3.14 承重型综合支吊架质量验收的主控项目及一般项目可参考本标准附录 E 执行。

8.3.15 抗震型综合支吊架工程质量验收尚应满足《抗震支吊架安装及验收规程》T/CECS 420 的要求。

9 维护管理

9.1 一般规定

9.1.1 综合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。

9.1.2 在综合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,也不应在支吊架上额外增加设计要求以外的永久性或临时性荷载。未经设计单位同意,不应改变支吊架的位置、类型和荷载。

9.1.3 综合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。

9.1.4 综合支吊架宜安装安全监测系统对其进行安全监测。对于甲类和乙类建筑、以及长期处于振动环境或地下室等潮湿环境的综合支吊架,宜安装支吊架监测系统,对支吊架结构系统进行安全监测预警。

9.2 维 护

9.2.1 综合支吊架系统投入使用后,应进行日常管理,并应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。

9.2.2 综合支吊架的定期检查和维护,应包括支吊架的连接钢板、机械锚栓、紧固件的检查、润滑保养、清洁除锈、防腐处理等,确保支吊架的正常使用和延长使用寿命。

9.2.3 综合支吊架应每年进行一次支吊架变形、松动、脱落以及构件腐蚀情况的检查,若发现异常应立即整改;发生突发事件后,

应立即进行全面的检查和维护。

9.2.4 检查综合支吊架如有下列情况之一时,应立即处理:

- 1 表面擦伤、划痕、锌层破损时,应用干抹布擦净后补锌;
- 2 镀锌面有锈点、锈蚀面出现时,应先除锈再补锌,及时进行除锈防腐处理;锈蚀严重时应及时更换相关部件;
- 3 槽钢槽内积水时,应打开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时,应立即进行评估并采取相应措施;
- 5 槽钢、悬臂、螺杆有非正常弯曲现象时,应查明原因并立即加固或更换;
- 6 紧固件等部件有任何松动或脱落时,应及时采取紧固措施或更换。

9.2.5 综合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,合格后方可上岗。

9.2.6 综合支吊架系统维护、检修内容应符合下列规定:

- 1 支吊架各零部件的外观应齐全、完好;
- 2 支吊架外表涂层应均匀,无气泡、脱皮、裂纹等缺陷;
- 3 支吊架槽钢的挠度、变形应在规定允许的范围;
- 4 锚固体应牢固;
- 5 支吊架各连接构件的连接应牢固、无松动。

9.2.7 综合支吊架投入使用后宜进行检测评定,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。

9.3 管 理

9.3.1 综合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。

9.3.2 当综合支吊架系统发生使用功能改变或新增荷载时,应进行复核。

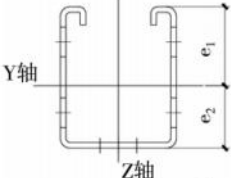
9.3.3 需调整综合支吊架系统时,应制定专门的施工方案并设置临时支撑措施。

9.3.4 综合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 槽钢截面尺寸与力学特性表

A.0.1 常用 C 型槽钢的截面尺寸及特性见表 A.0.1。

表 A.0.1 C 型槽钢的截面尺寸及特性

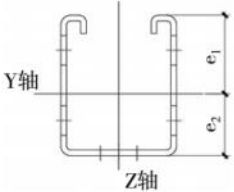
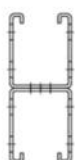
							
槽钢规格			FQ-50U	FQ-75U	FQ-50C	FQ-75C	
净截面面积			50×46×2.075	47×2.550	50×41×2.075	41×2.5	
单位长度重量			164.85	274.4	194.84	359.31	
槽钢标准长度			1.771	3.027	2.027	3.08	
材料			Q235B	Q235B	Q235B	Q235B	
抗拉、抗压和抗弯强度设计值			205	205	205	205	
抗剪强度设计值			120	120	120	120	
弹性模量			210000	210000	210000	210000	
剪切模量			73000	73000	73000	73000	
Y 轴	弯心距槽口	e_1	mm	34.1	59.6	27.97	38.15
	弯心距槽背	e_2	mm	15.9	15.4	22.03	36.85
	惯性矩	I_y	cm^4	3.55	10.60	7.282	24.48
	截面模量	开口向上 W_{y1}	cm^3	1.04	1.78	2.604	6.417
		开口向下 W_{y2}	cm^3	2.98	6.88	3.305	6.643
	回转半径	i_y	cm	1.467	1.965	1.933	2.610
Z 轴	惯性矩	I_z	cm^4	6.79	10.12	7.001	12.93
	截面模量	W_z	cm^3	2.95	4.3	3.415	6.307
	回转半径	i_z	cm	2.030	1.920	1.896	1.897

注:1 本图所示槽钢材质为 Q235B 钢材,当钢材强度高于 Q235B 时,需另行核算;

2 本图所示双拼槽钢间通过螺栓连接,螺栓的间距不大于 300mm。

A.0.2 常用 C 型组合槽钢的截面尺寸及特性见表 A.0.2。

表 A.0.2 C 型组合槽钢截面尺寸及力学特性表

							
				FQ-50CD	FQ-50-75CD	FQ-75CD	
槽钢规格				100×41×2.0	125×41×2.0/2.5	150×41×2.5	
净截面面积		A	mm ²	389.68	554.15	718.62	
单位长度重量			kg/m	4.054	5.107	6.16	
槽钢标准长度			M	3/6	3/6	3/6	
材料				Q235B	Q235B	Q235B	
抗拉、抗压和 抗弯强度设计值		f	N/mm ²	205	205	205	
抗剪强度设计值		f _v	N/mm ²	120	120	120	
弹性模量		E	N/mm ²	210000	210000	210000	
剪切模量		G	N/mm ²	73000	73000	73000	
Y 轴	弯心距槽口		e ₁	mm	50.00	62.02	75.00
	弯心距槽背		e ₂	mm	50.00	62.98	75.00
	惯性矩		I _y	cm ⁴	29.93	45.29	80.48
	截面 模量	开口向上	W _{y1}	cm ³	5.986	7.302	10.73
		开口向下	W _{y2}	cm ³	5.986	7.191	10.73
	回转半径		i _y	cm	2.771	2.859	3.347
Z 轴	惯性矩		I _x	cm ⁴	15.03	20.44	25.85
	截面模量		W _x	cm ³	7.332	9.971	12.61
	回转半径		i _x	cm	1.964	1.921	1.897

注：1 本图所示槽钢材质为 Q235B 钢材，当钢材强度高于 Q235B 时，需另行核算；

2 本图所示双拼槽钢间通过螺栓连接，螺栓的间距不大于 300mm。

附录 B 承重型综合支吊架系统横梁 受弯承载力试验方法

B.0.1 承重型综合支吊架系统横梁受弯承载力可用图 B.0.1 所示的方法确定,并应符合下列规定:

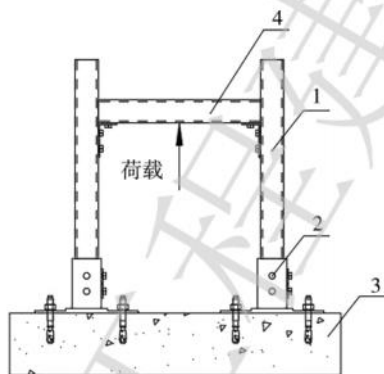


图 B.0.1 试验示意图

1—支吊架立杆;2—支吊架底座及锚栓;3—试验构件混凝土或专用夹具;

4—支吊架横梁

1 支吊架样品应牢固固定于试验构件混凝土或专用夹具上,荷载加载点应位于横梁的中间位置;

2 应按本标准第 7.4.13 的要求对支吊架进行紧固,扭矩扳手的安装扭矩误差不应大于 $\pm 5\%$;

3 加载装置应有足够的刚度,加载过程中试件不应出现整体失稳;

4 试验加载速率不应超过 $10\text{mm}/\text{min}$;

5 试验应匀速加载至试件失效或达到相关设计要求,力值和位移应采用连续记录的方式;

6 观察并记录试验过程中支架系统整体变化情况、力值、对

应位移、失效的极限荷载值、失效时横梁的挠度和失效形式。失效的极限荷载值应取出现下列情况时荷载的较小者：

- 1) 取荷载不增加而屈服或滑移继续发展；
- 2) 塑性变形导致功能丧失。

7 试验过程中可能出现的失效情况：

- 1) 横梁受弯，两侧连接节点无明显变化；
- 2) 横梁无明显受弯，两侧节点出现滑移；
- 3) 横梁、节点均无明显变化，立柱出现压弯；
- 4) 节点无明显变化，横梁发生侧向变形；
- 5) 横梁受弯，两侧连接节点出现滑移。

8 试件数量不应少于 5 个。

B.0.2 受弯承载力标准值的计算应符合现行国家标准《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053 中附录 A 的规定。

B.0.3 受弯承载力设计值的计算应符合下列规定：

1 受弯承载力设计值 F ，应根据所选择型钢横梁的规格、截面参数信息，计算出不同长度横梁受弯承载力的设计值；

2 当承重型综合支吊架横梁的受力方式与图 B.0.1 受力方式相同时，横梁的受弯承载力设计值可根据下列公式进行计算：

$$F = \frac{4M_{\max}}{l} \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$M_{\max} = \frac{f}{\frac{1}{\gamma_x \cdot W_x} + \frac{0.1}{\gamma_y \cdot W_y}} \quad (\text{B.0.3-2})$$

式中： F ——受弯承载力设计值(N)；

$M_{\max}$ ——横梁间距内弯矩的最大值(N·m)；

l ——横梁长度(mm)；

f ——材料抗弯强度设计值(N/mm²)；

W_x 、 W_y ——截面抵抗矩(mm³)；

γ_x 、 γ_y ——截面塑性发展系数。

附录 C 机电管线综合技术要求

C.0.1 机电管线综合排布应满足以下要求:

1 管线避让应满足大管优先,小管让大管;承压管让非承压管,低压管让高压管;常温管让高温、低温管,热水管让冷水管;可弯管线让不可弯管线、分支管线让主干管线;分支、附件少的管线避让分支、附件多的管线;弱电让强电,桥架让水管;气体管让液体管,水管让风管;新建管让已有管,临时管让永久管等;

2 管线过梁时管线复杂、排布困难区域,影响空间净高时,经结构专业复核,可采取在梁上预留套管或孔洞使管线穿梁而过、抬升局部梁高度从而提高梁下净高等方式提高净高;

3 特殊管线布置时,重量较大的机电管线(如 $DN \geq 300\text{mm}$ 的水管)应避免集中排布在地下车库的车道上方、主要交通流线上方及其它可能出现人员密集的场所,当无法避让时应采取必要的安全措施。人防区平时安装到位的管线也应参与管线综合,避免碰撞;

4 交叉时,电缆桥架应敷设在易燃易爆气体管道和热力管道、热水和蒸汽管道下方,腐蚀性液体管道、冷水管道的上方;

5 室内冷热水管平行敷设时,冷水管应在热水管的下方、冷冻管和排水管的上方;垂直敷设时,热水管应安装在冷水管的左侧。生活给水管道不宜与输送易燃、可燃或有害液(气)体的管道同架敷设。给水管道与各种管道之间的净距应满足安装操作的需要,且不宜小于 0.3m ;

6 综合管线间距最小值可参照表 C.0.6 确定。成排的桥架、管道的外壁之间预留 $100\text{mm} \sim 150\text{mm}$,检修空间宜不小于 400mm ;多层电缆支吊架的层间距离宜为 $200\text{mm} \sim 300\text{mm}$ 。管

线间距尚应考虑管道和风管的保温厚度、桥架的弯曲半径。

C.0.2 机电管线综合排布宜按下列步骤进行：

1 熟悉各机电专业管线设计图，了解各机电管线的布置和功能要求；

2 集合主干管线，然后次支管线；有机械车位时综合管线宜排布在车道上；没有机械车位时，综合管线宜排布在车位上空；若整体地下室净高较低，宜优先保证车道的净高；

3 定位重力排水管等非承压管：排水管为非承压管，不能上下翻转，应保持直线，满足设计坡度。一般应将非承压管线起点的管顶尽量贴梁底敷设；梁内预埋管线时，起点管顶距离顶板 $50\text{mm}\sim 100\text{mm}$ ；

4 定位风管等大型管线：风管应尽量避免非承压排水管，可并排安装；交叉时，风管可安装在非承压排水管之下；无非承压排水管时，风管尽量贴梁底安装，管顶距梁底 $50\text{mm}\sim 100\text{mm}$ ；

5 定位各类承压管，桥架等管道：此类管道一般可以翻转弯曲，布置较灵活，可作为主动避让管线。

C.0.3 结构设计与机电管线综合设计的配合应满足以下规定：

1 结构设计图中，除装配式预制叠合版外，一般对于尺寸小于 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 的洞口，及在结构设计已经标注为后浇板的区域内留洞，可不另行表示；

2 对于人防区域顶板上留洞，无论洞口大小，均需经结构专业确认，并在结构图上表示；

3 机电管线如需穿过仅支撑楼板的梁，洞口不应大于梁高的 $1/3$ ，且小于 250mm ；开洞位置应位于梁高的中下部，平面位置宜位于梁跨中的 $1/3$ 跨度区间。机电管线不应在梁端开洞；梁上开洞位置均需经结构专业确认，并在结构图中表达；

4 在剪力墙上开洞时，对尺寸小于 $150\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的洞口，可不另行表示。但设备管线留洞，应留设在剪力墙体的中心位置，不应靠近墙端或者墙体转角处，避免暗柱开洞。施工现场在剪力

墙上留洞时,当发现洞口位于暗柱时,应由结构专业进行处理;

5 在连梁上开洞时,开洞的位置应位于梁跨中的 $1/3$ 跨度区间,在梁高的中下部,洞口不应大于梁高的 $1/3$ 。开洞应避免梁箍筋加密区或梁端剪力较大处等受集中力区域;

6 结构设计图中不表示的小洞口,设备专业图纸应表达清楚,现场确认无误后方可施工;

7 结构楼板上的柱帽范围不应开洞。

C.0.4 管线综合及装配式综合支吊架工程的深化设计宜采用 BIM 技术,并应满足下列要求:

1 建筑专业的楼梯间、电梯间、管井、楼梯、配电间、空调机房、泵房、换热站管廊尺寸、天花板高度等定位应准确;设计应明确吊顶空间内各位置梁底标高及其吊顶高度;

2 结构专业的梁、板、柱的截面尺寸与定位尺寸应与图纸一致;管廊内梁底标高需要与设计要求一致;当遇到管线穿梁时,设计应给出详细的配筋图,采用 BIM 技术深化管线穿梁的节点构造;

3 水专业各系统的命名应与图纸保持一致;有坡度要求的水管应按设计要求建出坡度;系统中的各类阀门须按图纸中的位置添加;有保温层的管线,应建出保温层;

4 暖通专业各系统的命名应与图纸一致;影响管线综合的设备、末端应按图纸要求建模,例如:风机盘管、风口等;暖通水系统建模要求与水专业建模要求一致;

5 电气专业各系统名称应与图纸一致。

C.0.5 综合支吊架深化设计专篇应包含下列内容:

1 综合支吊架适用范围;

2 BIM 深化设计要求;

3 综合支吊架布置原则;

4 综合支吊架大样图;

5 综合支吊架用量统计。

C.0.6 综合管线间距最小值要求见下表:

综合管线间距最小值要求

综合管线间距最小值要求															
单位 (mm)	强电对照			弱电1: TX、XH、FAS、BAS			弱电2: AFC、FIS、监控、门禁、自动化、自动门			给排水专业 (水管外皮)			暖通专业 (含保温)		
	平行水平	平行垂直	交叉	平行水平	平行垂直	交叉	平行水平	平行垂直	交叉	DB2150	50<DB<150	DN550	平行水平	平行垂直	交叉
暖通 (保温)	150	200	50~100	150	150~200	50~100	150	150~200	50~100	200	150	150	200	200	150
	100	150	50~100	200	150	50~100	200	150	50~100						
强电对照	100	150	50~100	200	150	50~100	200	150	50~100						
弱电1	150	100~150	50~100	50~100	100~150	50~100	50~100	100~150	50~100	150~200	100~150	100	150~200	100~150	100
弱电2	150	100~150	50~100	50~100	100~150	50~100	50~100	100~150	50~100	150~200	100~150	100	150~200	100~150	100
给排水	150	150	50~100	150	150	50~100	150	150	50~100						

备注	车站公共区原则是尽量与结构梁交叉时全部采用结构顶板安装的方式,当与结构梁交叉时全部采用电,电缆桥架上部距电缆或电														
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

附录 D 综合支吊架产品入场验收记录表

表 D.0.1 综合支吊架产品入场验收记录表

单位(子单位)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					
产品质量验收规范的规定 (参见本标准第 8 章的相关内容)		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				
	产品性能				
	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

附录 E 承重型综合支吊架质量验收的控制项目

E.1 主控项目

E.1.1 承重型综合支吊架构件的材质、规格、外观、表面处理方式和性能应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

检查方法：检查材料质量检验报告、产地证明、生产企业资质文件、进口材料商检证明、产品合格证书、性能检验报告或认证证书、进场检验记录和复验报告。

E.1.2 承重型综合支吊架的型式、组件规格、数量应符合设计要求。

检查方法：观察、检查设计方案。

E.1.3 锚固施工完成后，应对锚栓进行锚固承载力现场检验。锚固承载力现场检验应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 附录 C 的规定。

检查方法：检查施工记录和锚固承载力现场检验报告。

E.1.4 承重型综合支吊架安装位置和安装间距应符合设计要求。

检查方法：观察；尺量检查；检查设计文件和施工图。

E.1.5 承重型综合支吊架与承载结构连接、以及支吊架构件之间的连接应牢固，安装扭矩应符合设计要求。

检查方法：检查隐蔽工程验收记录、施工记录、安装质量检查记录；扭矩扳手检查。

E.2 一般项目

E.2.1 承重型综合支吊架构件表面应平整、洁净、无起泡、分层

现象。

检验方法：观察；尺量检查。

E.2.2 承重型综合支吊架整体正面、侧面应平整，型钢无明显压扁或局部变形等缺陷。

检验方法：观察；尺量检查。

E.2.3 承重型综合支吊架安装质量应符合本标准第 7.4 节的规定。立杆与横梁的连接角度应垂直，偏差不应大于 2.5° ；承重型支吊架的布置点位，沿管线纵向的允许偏差不应大于 100mm，沿管线横向的允许偏差不应大于 20mm。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工图、施工记录和安装质量检查记录。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《管道支吊架 第1部分:技术规范》GB/T 17116.1
- 2 《管道支吊架 第2部分:管道连接部件》GB/T 17116.2
- 3 《管道支吊架 第3部分:中间连接构件和建筑结构连接构件》GB/T 17116.3
- 4 《装配式支吊架通用技术要求》GB/T 38053
- 5 《装配式支吊架认证通用技术要求》T/CECS 10141
- 6 《混凝土结构设计标准》GB/T 50010
- 7 《钢结构设计标准》GB 50017
- 8 《钢结构防腐涂装技术规程》CECS 343
- 9 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 10 《混凝土结构用后锚固技术规程》JGJ 145
- 11 《工程结构通用规范》GB 55001
- 12 《钢结构通用规范》GB 55006
- 13 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
- 14 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 15 《建筑抗震设计标准》GB/T 50011
- 16 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068
- 17 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82
- 18 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
- 19 《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267
- 20 《装配式支吊架系统应用技术规程》T/CECS 731
- 21 《建筑机电抗震工程技术规程》T/CECS 1031
- 22 《抗震支吊架安装及验收规程》T/CECS 420
- 23 《支吊架耐火性能试验方法》T/CECS 10204

24 《建设工程抗震管理条例》国务院令(第 744 号)

25 《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》RISN-TG046-2023

重庆市工程建设标准

装配式综合支吊架应用技术标准

DBJ50/T-514-2025

条文说明

2025 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	73
2	术语与符号	74
2.1	术语	74
3	基本规定	76
3.1	支吊架系统	76
3.2	抗震设防要求	77
4	材料与部件	79
4.1	材料性能要求	79
4.2	部件性能要求	80
5	管线综合与支吊架选型	82
5.1	管线综合与深化设计	82
5.2	综合支吊架选型及布置	83
6	综合支吊架设计	85
6.1	一般规定	85
6.2	支吊架荷载与荷载组合	87
6.3	构件计算	89
6.4	构件、节点和连接设计	89
6.5	构造要求	91
6.6	防腐与防火	92
7	制作与安装	94
7.1	一般规定	94
7.2	加工与制作	95
7.3	运输与储存	95
7.4	安装	96

8	质量验收	97
8.1	一般规定	97
8.2	进场检验	97
8.3	安装质量验收	97
9	维护管理	99
9.1	一般规定	99
9.2	维护	100
9.3	管理	100

1 总 则

1.0.1 随着我市建筑工业化的不断发展,与装配式结构技术适应的机电技术,正在向装配化、集成化机电技术应用转变。为了促进实现高质量、高效节能、节材环保的装配式建筑技术理念,形成机电支吊架系统的装配式标准化设计、工厂集成式预制、现场快速安装的建造方式,推动建筑机电行业转型升级,制订本标准。

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.2 装配式综合支吊架均采用工厂预制的连接构件、型钢杆件(槽钢或方钢)等各构配件在工厂或施工现场组装,并与承载结构体牢固、可靠连接。可分为:装配式承重型综合支吊架和装配式抗震型综合支吊架。

2.1.4 传统支吊架将抗震、承重、防晃、限位等功能通过设置不同的支吊架来实现,且不同的专业管线分别设置独立的支吊架。抗震型综合支吊架集合抗震、承重、防晃、隔振、限位等多种功能于一体,且通过一套综合性的支吊架系统来实现不同专业管线的共架安装,达到控制净高、保障安全、节材减碳、施工便捷的目的。依据综合支吊架承担水平地震作用的不同,可分为侧向抗震型综合支吊架、纵向抗震型综合支吊架、双向抗震型综合支吊架。

2.1.8 不同使用功能、不同抗震设防的抗震型综合支吊架所承受的重力荷载、地震作用大小差异可能较大,致使支吊架构件的截面形式、杆件承载力、连接形式等存在差异。

2.1.10 机械咬合型连接如图 1 所示,螺栓连接副由六角头螺栓、槽钢螺母、弹簧等组成。弹簧属于锁紧装置,用来协助螺栓定位、防止槽钢螺母转动。因槽钢上的齿与槽钢螺母上的齿相匹配,通过拧紧螺栓使槽钢与螺母咬合在一起,共同工作。

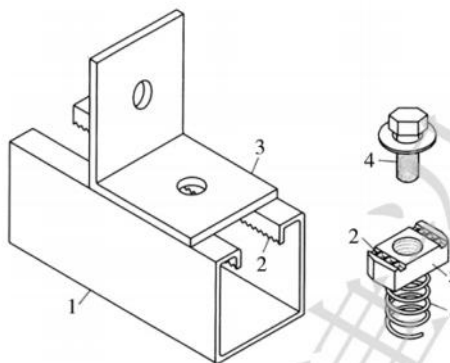


图 1 机械咬合型连接及其组件示意图

1—带齿 C 型槽钢;2—齿;3—连接构件;4—六角头螺栓;5—槽钢螺母;6—弹簧

2.1.11 螺栓对穿型连接如图 2 所示,螺栓连接副由六角头或马车螺栓和螺母、法兰螺栓和方形螺母等组成。槽钢上模数化尺寸及间距的圆孔或方孔用来协助螺栓定位。槽钢的连接可以直接通过螺栓连接,也可以通过连接构件加强连接。

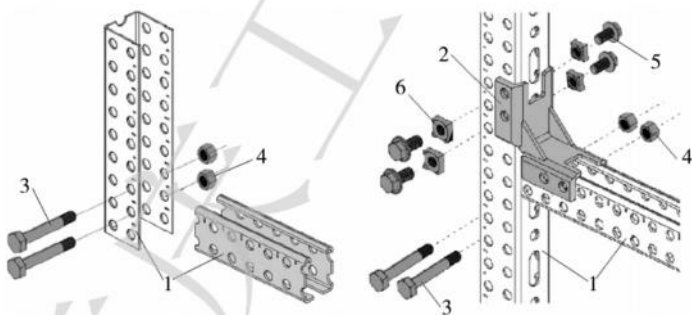


图 2 螺栓对穿型连接及其组件示意图

1—槽钢;2—连接构件;3—螺栓;4—螺母;5—法兰螺栓;6—方形螺母

3 基本规定

3.1 支吊架系统

3.1.1 随着建设行业的不断创新和进步,装配式综合支吊架作为一种创新的机电设备及管线支承结构解决方案,正在逐渐改变着建设行业的传统模式。装配式综合支吊架系统具有“工厂预制、现场装配、节材环保、提高工效、安全可靠、便于维护”等诸多特点,符合现代建筑行业的发展趋势,其良好的综合性能值得建设安装行业大力推广。

欧美发达国家从上世纪八十年代就开始实行支吊架的标准化生产和安装,至今已达到了成熟先进的技术水平。然而我国才起步几年,目前推广、应用还处于初步阶段,装配式综合支吊架系统在我国有广泛的市场及应用前景。

3.1.2 本条明确为确保机电设备及管线能够安全运行,纳入支吊架上的设备及管线应根据专业特点和功能需求进行专项设计。管线的综合排布(位置、间距等)应符合相关标准的规定。管线的综合排布不仅影响着机电设备的安全运行,也直接影响装配式综合支吊架系统的设计。

综合支吊架系统的主要设计内容和步骤包括:1)根据管线系统剖面和功能要求,进行支吊架型式设计;2)根据管线的受力和变形要求,确定支吊架间距,进行支吊架布置;3)根据支吊架所受荷载的类型、大小,进行支吊架结构设计。

3.1.3 装配式综合支吊架结构的安全等级应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的有关规

定。装配式综合支吊架在进行承载能力极限状态设计时,安全等级和结构重要性系数应按现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 中附录 A 的规定进行取值。对于一般建筑中的装配式综合支吊架系统,其安全等级宜取为二级。当支吊架结构构件的安全等级需要进行调整时,不得低于三级。

3.1.5 根据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的要求,建筑结构可靠性设计的基本原则、基本要求是使结构符合可持续发展的要求,并符合安全可靠、经济合理、技术先进、确保质量的要求,在规定的设计工作年限中不发生极限状态失效。标准 GB 50068 第 3.3.3 条、GB 50153 第 A.1.3 条规定,易于替换的结构构件设计工作年限为 25 年。用于如高温、低温、强腐蚀、爆炸危险区域等特殊场所或环境的特殊综合支吊架,设计最低工作年限可为 15~20 年。

3.2 抗震设防要求

3.2.1 本条文明确了装配式综合支吊架系统及其上的机电工程设备及管线的抗震设防目标,与现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 保持一致。

3.2.2 不同抗震设防类别的建设工程,其装配式综合支吊架结构设计时,应根据结构破坏可能产生后果的严重性采用不同的安全等级和抗震措施,并确定相应的结构重要性系数。

3.2.4 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、广播电视等建筑应按照《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》RISN-TG046-2023 采取抗震加强措施,保证发生本区域抗震设防烈度地震影响时建筑附属机电设备能够满足正常工作要求。如:相关连接构件和锚固件承载力计算时,地震作用考虑超设防烈度调整系数,按抗震设防烈度地震

进行弹性设计。管道和设备与建筑结构的连接,应具有足够的变形能力,以满足相对位移的需要。建筑结构在综合支吊架的预埋件、锚固件周边的混凝土结构构件(如梁、柱、板等)中,适当增加构件的截面尺寸和配筋,采用高性能锚栓或高强度螺栓连接等。

4 材料与部件

4.1 材料性能要求

4.1.1 装配式综合支吊架所采用钢材的屈服强度、化学成分等质量应符合相应钢材标准的规定。连续热镀锌铝镁合金镀层钢板及钢带厚度为 0.2mm~6.0mm,主要用于建筑对耐腐蚀性和成形性有要求的场合。

各类焊接连接,应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

4.1.2 适用螺栓对穿型连接综合支吊架的槽钢或薄壁型钢的尺寸和力学特性表见本标准附录 A。适用机械咬合型连接综合支吊架的槽钢的尺寸和力学特性表见国家标准图集《装配式管道支吊架(含抗震支吊架)》18R417-2。

4.1.3 型钢作为装配式承重支吊架的主要承重构件,应具备良好的耐久性和力学性能,因此对型钢最小截面规格尺寸和最小壁厚做出规定。

4.1.4 混凝土应考虑其开裂,支吊架构件与混凝土连接用锚栓应采用可用于开裂混凝土的锚栓。装配式综合支吊架承受的地震作用时,应采用可承受地震作用的锚栓;抗震斜撑生根点应采用后扩底膨胀锚栓。

现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 将锚栓按适用条件分为 N 类、C 类、S 类三种,S 类锚栓既可用于非开裂混凝土、也可用于开裂混凝土,并可承受地震作用,因此在实际工程中,综合支吊架通常会选用 S 类锚栓。

4.1.5 抗震型综合支吊架锚栓应采用 JG/T 160 中既可用于非

开裂混凝土、也可用于开裂混凝土,并可承受地震作用的 S 类锚栓。锚栓应进行抗剪承载力、抗拉拔力、抗震性能及适用性等检测。综合支吊架用锚栓应具备 200 万次疲劳及 1.5h 耐火完整性测试报告;抗震型综合支吊架应具有国家级检测机构出具的抗震 S 类锚栓型式检验报告。

4.1.6 对由碳钢及合金钢制成的紧固件,性能等级有多种,其中可用于支吊架的螺栓为 8、8.8、10.9、12.9 级,螺母的性能等级应与螺栓的性能等级相匹配。

对于机械咬合型连接,如果槽钢螺母的材质不符合要求,螺母有可能率先发生破坏,如受拉时螺母弯曲或断裂,受剪时螺母的齿被剪坏等,因此槽钢螺母的材质对保证机械咬合式螺栓的抗拉、抗剪承载力非常重要,严禁使用不合格产品。

对由不锈钢制成的紧固件,其性能等级表示方法和分类,与由碳钢及合金钢制成的紧固件不同,其中可用于支吊架的螺栓为 50、60、70、80、110 级,螺母的性能等级应与螺栓的性能等级相匹配。

4.1.7 螺杆可由碳钢、不锈钢等制成,可用于支吊架的螺杆为 4.8、5.6、5.8 级。产品应符合现行国家标准《螺杆》GB/T 15389 的规定,最大使用荷载应符合 GB/T 17116.1 的规定。

4.1.9 为了推广使用绿色建材,促进建筑行业节能减碳,综合支吊架的材料宜符合《绿色建材评价 建筑与市政工程用支吊架》T/CECS 10259 的有关要求。

4.2 部件性能要求

4.2.3 混凝土结构中的梁和楼板等,在正常使用过程中或地震作用下通常会发生开裂,对锚固连接的可靠性有很大影响,因此抗震型支吊架应选用具有抗震性能的、可用于开裂混凝土的锚栓。钢结构工程中,支吊架的生根方式不应在原钢结构造成损害,可通过专用的钢结构固定件(夹具等)与主体结构连接。

4.2.4 本条中的低温情况主要是针对室外支吊架、冷库支吊架,对于支承高温管道或者处于高温环境中的支吊架,应采取防护和隔热措施。

4.2.5 原材料通过化学成分测试分析材质,C型槽钢可通过弯曲试验和拉伸试验判定基本力学性能。

4.2.8 槽钢螺母的防滑性能、抗拉拔性能、管夹抗拉拔性能、角连接构件的承载力、托臂承载力等是装配式综合支吊架承载能力的保障,连接构件和管道连接构件如若失效,代表着支吊架无法承力工作。直接关系到支吊架上机电设备及管线及周边安全,因此需按照要求进行测试及评估,以确定其承载性能。

5 管线综合与支吊架选型

5.1 管线综合与深化设计

5.1.2 机电管线综合深化设计的主要目标和任务是：

1 优化机电管线排布,合理确定各专业管线路由,解决复杂部位的碰撞问题,准确定位结构预留预埋位置,以优化空间净高,并为后续安装、使用、维修创造有利条件;

2 集中排布的机电管线宜采用装配式综合支吊架共架敷设,以优化管线支吊架,使施工便捷,并节约成本;

3 协调机电设备、管线与土建、装饰等专业的施工要求,确保机电系统的安装、维修等工作有足够空间,并使管线排布合理有序、整齐美观;

4 控制净高、避免管线碰撞是机电管线综合优化的核心内容。在管线排布过程中,需要综合考虑各区域的净高要求、设备安装高度、管线截面、交叉点的位置等信息,确保管线布置不会影响到建筑空间的正常使用。其次,布局美观也是管综优化的重要目标。通过 BIM 技术的可视化功能,可以对管线排布进行模拟和优化,使管线布置整齐、合理、美观。在管线密集的部位,可以考虑采用分层布置、门型组合吊架等支吊架型式,以优化管线布局,提升建筑空间的品质。

管线综合基本要求可参考附录 C。

5.1.3 综合支吊架深化设计文件中应注明所采用的规范或标准、钢材牌号、质量等级、连接材料的型号和设计所需的附加保证项目。设计总说明应明确支吊架的材料性能指标、检测要求、加工及安装要求。

综合支吊架计算书应包括:1 装配式综合支吊架节点详图和力学简图等;2 基本数据,含材料力学性能参数;3 荷载类型和荷载验算;荷载作用计算,地震作用计算,内力组合,构件的轴力、剪力及弯矩,支座承载力计算,构件及锚固连接验算;4 结论。配件应包含锚固件。

5.2 综合支吊架选型及布置

5.2.1 随着社会的发展和进步,建筑功能越来越复杂,内部机电管线的类别和数量也越来越多,而可供机电管线合理排布的空间在某些应用场合却十分有限。通过机电管线共架,对支吊架进行优化设计,不仅能有效的节约空间占用率,也能使综合支吊架更为安全、经济、美观。性质相近的管线、热胀冷缩量较小的管线可共架敷设,如电缆桥架可与消防、冷冻水管、给排水管共架敷设。当两根或多根热力管道的热位移方向不同时,不宜选用机电管线共架。

5.2.2 侧向水平地震作用时,应选用侧向抗震型综合支吊架;纵向水平地震作用时,应选用纵向抗震型综合支吊架;侧向和纵向水平地震同时作用时,应选用双向抗震型综合支吊架。

5.2.4 综合支吊架可采用上部支承(吊挂式)、下部支承(落地式)、侧面支承(悬挑式)或者混合支承型式。在各种形式的支吊架中,受拉构件可以采用柔性杆,但受压和受弯构件应采用刚性杆。

落地式支架不受建筑物梁板的布置影响,可依据现场情况需要,合理布置支柱位置。因支柱是受压构件,在计算时候需要考虑偏心受压和压杆失稳等不利情况,支柱构件的计算选型较大,更浪费材料;且空间上因有支柱从地面撑起,不利于设备、材料的运输和人员通行。

吊挂式吊架拉杆的选型比较经济合理,能充分利用建筑物上部空间,便于人员,设备,材料的运输,节约空间。

悬挑式较多适用于单根或几根的管道,且施工现场条件无法做或者不适合落地式、吊挂式支吊架的场合。

消防泵房、制冷机房等由于空中管线密集、管径大,需要分层布置,一般宜采用落地式支架;支架的生根点应布置在两个柱子之间的结构梁上。直径在 300mm 以上的大型管道支吊架,在出机房、横穿车道、管线转弯等处,优先采用落地支架。当不具备设置落地支架条件时,必须在梁两侧同时设置支吊架或在柱间增设钢托梁,DN500 及以上大管道应单管单吊。

5.2.6 轻型综合支吊架特点是结构简单、自重轻、安装方便。重型综合支吊架特点是结构稳固、承载能力强、能够承受一定的变形。特殊综合支吊架特点是具有防腐、防爆、防尘等功能,能够满足特殊工程的需求。

5.2.7 本条给出了需要设置承重型综合支吊架位置的一般性要求。轻型设备一般指重量不大于 50kg 的机电设备。

5.2.8 本条给出了承重型支吊架布置的原则性要求,包括功能承载能力、变形、维护等几个方面。

5.2.9 抗震型综合支吊架依据《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的要求,一般通过在系统的一定间距的承重型综合支吊架上增设纵向、横向或双向抗震斜撑来实现。

抗震型综合支吊架系统在地震中应对建筑机电工程设施给予可靠保护,承受来自水平方向的地震作用,并应根据其实际承受的荷载进行抗震验算,根据验算结果调整抗震型综合支吊架间距,直至各点均满足地震作用要求。

5.2.10 每段水平直管段至少在两端设置侧向抗震综合支吊架、在某一合适位置设置一个纵向抗震综合支吊架,如图 5.2.10 所示的 AB 水平管段。当抗震型综合支吊架的间距大于设计值时,应增设相应侧向、纵向或双向抗震型综合支吊架。

6 综合支吊架设计

6.1 一般规定

6.1.1 承载能力极限状态对应于结构或结构构件达到最大承载力,或不适于继续承载的变形的状态,包括构件或连接的强度破坏、脆性断裂,结构或构件丧失稳定性,几何不变体系变为机动体系,不适于继续承载的过度变形等。

正常使用极限状态对应于结构或构件达到使用功能上允许的某个限值的状态,包括影响结构构件、非结构构件正常使用或外观的变形、振动,影响正常使用或耐久性能的局部损坏等。

6.1.2 支吊架结构宜采用有限元方法进行分析。当构件连接存在较大偏心时,应考虑偏心的影响。另外,连接节点的刚度情况也比较复杂,很多节点不能简单看成刚接或铰接。基于上述情况,本条对分析时的计算模型提出要求。

6.1.3 持久设计状况是在结构使用过程中一定出现,且持续期很长的设计状况,其持续期一般与设计工作年限为同一数量级。短暂设计状态是在结构施工和使用过程中出现的概率较大,但与设计工作年限相比,其持续期很短的设计状况,如有检修荷载参与的组合等。

6.1.4 实际地震作用是按照支吊架抗侧刚度比例分配的,为了避免地震发生时造成损坏,装配式综合支吊架充分考虑刚度影响,根据抗侧刚度和承受的荷载进行抗震验算。根据现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定,各类新建、扩建、改建建筑与市政工程建设中的支吊架结构构件应采取抗震措施并进行抗震

验算。

抗震设防烈度应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定,抗震设防类别应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定。

地震作用主要考虑以楼面加速度为基础加速度对支吊架以及机电设施系统所产生的影响。永久荷载及可变荷载按照支吊架间距分配;地震作用按照支吊架抗侧刚度比例分配。永久荷载包括管线自重、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;可变荷载包括摩擦力、不平衡内力、弹性力等。

6.1.5 综合支吊架连接构件需提供极限值、标准值及设计值。支吊架只允许在弹性或弹塑性阶段(综合支吊架总位移量不超过 50mm)下工作,所以这里的极限值指的该构件的弹性极限。极限值、标准值按照现行国家标准 GB/T 37267、GB/T 38053 中相应的测试方法,依据第三方检测报告取值,首先要保证每个构件的验算结果小于该构件的设计值。

6.1.6 支吊架结构由冷弯薄壁型钢组成,构件的板件较薄,从安全角度考虑,不宜利用其塑性的发展,因此本条规定应采用弹性分析方法。

弹性分析时可采用一阶或二阶方法。对于吊架,因二阶效应不显著,一阶分析和二阶分析区别不大。但对于支架的立柱等,一般为压弯构件,且钢型材构件存在较大开孔时,可能存在明显的二阶效应,此时可采用有限元分析方法计算。

6.1.7 当支吊架构件的截面尺寸不大时,局部稳定不突出,但当截面尺寸较大或存在较多开孔时,板件在压应力作用下有可能发生局部屈曲,此时需要采用有效截面进行构件的计算。

6.1.9 l 为受弯构件的计算跨度,对于悬臂构件,计算跨度应取 2 倍悬臂长度。

具有斜撑的横梁与斜撑连接建议采用铰接,当有竖向立杆

时,斜撑验算不考虑承受竖向荷载作用,横梁需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,横梁需计入斜撑传递的最大压、拉作用。总之与斜撑连接的横梁在上述组合作用效应的变形必须满足不大于梁长 $1/250$ 与 50mm 的较小值。

6.1.10 实际工程中附属机电设备种类众多、各种荷载工况复杂,综合支吊架构件材质、型式、连接方式多种多样,设计难以按规范和标准准确计算。应进行专门研究和论证,采取特别的加强措施。

6.2 支吊架荷载与荷载组合

6.2.3 室内支吊架系统不考虑风荷载、雪荷载和裹冰荷载。

支吊架约束管线位移时,其荷载主要来自管线中柔性管件(如柔性接头、补偿器或伸缩节等)由于内部压力产生的作用力。管线热胀冷缩、沉降缝两侧的不均匀沉降、防震缝两侧的相对位移以及振动等,都会对支吊架产生作用,称为管线作用。热胀冷缩引起的位移沿管线纵向,沉降缝引起的位移一般为竖向,如图 5(a)所示。沿位移方向为机动体系的支吊架以及位移灵活的支吊架,如图 5(b)所示,可不计算管线作用。

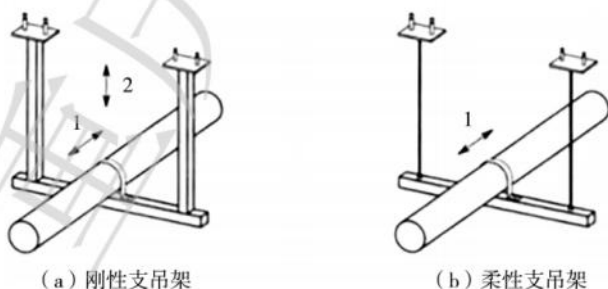


图 3 管线位移方向示意

1—纵向位移;2—竖向位移

6.2.4 偶然荷载包括如水锤现象、安全阀出口放空、管道振动等引起的、其值较大且持续时间短的荷载。综合支吊架设计时,应考虑偶然荷载作用发生时和偶然荷载作用发生后两种工况,采取必要的措施防止或减小偶然荷载。当偶然荷载不可避免时,在综合支吊架结构设计中,在允许支吊架结构出现局部构件破坏的情况下,应保证综合支吊架整体结构不发生连续倒塌。

1 依据 GB 55020《建筑给水排水与节水通用规范》及 GB 50013《室外给水设计标准》要求,对可能发生水锤的给水管路应采取消除水锤危害的措施;压力输水管应防止水流速度剧烈变化产生的水锤危害,并应采取有效的水锤防护措施。工艺设计应采取削减水锤的有效措施,使在残余水锤作用下的管道设计压力小于管道试验压力,以保证输水安全;

2 安全阀出口放空引起的荷载标准值计算应符合现行行业标准《安全阀的设置和选用》HG/T 20570.2 的有关规定。当未采取减振或隔振措施时,尚应乘以 2.0 的动力系数;

3 当支吊架上敷设的振动刚性管道重量超过全部管道重量的 30% 时,振动管道对支吊架作用的计算应符合下列规定:

- 1) 当振动管道与支吊架间设有减振或隔振措施时,沿管道侧向、纵向的荷载应乘以 1.2 的动力系数;
- 2) 当未采取减振或隔振措施时,沿管道侧向、纵向的荷载应乘以 1.5 的动力系数。

6.2.5 主导可变荷载是指产生效应最大的可变荷载,当无法明显判断时,应轮次以各可变荷载作为主导可变荷载,并选取组合效应最大值作为效应设计值。

6.2.7 对于普通管线,由于竖向地震作用较小,支吊架的竖向刚度较大,一般不考虑竖向地震作用。对于特殊机电设备,可按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定计算竖向地震作用。

等效侧力法适用于基本振型主导的规则和高度比较小的结

构,绝大多数支吊架就属于这一类。由于结构的高阶振型对于结构剪力的影响有限,采用简化的方式也可符合工程设计精度的要求。采用等效侧力法时,应根据所属建筑要求、所属部位的功能系数、类别系数进行水平地震作用计算。

6.2.8 因普通管线的综合支吊架不需要考虑竖向地震作用,本条文仅给出了水平地震作用参与的组合。对于特殊机电设备,当竖向地震作用较大时,还应按现行《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定进行相应的效应组合。

6.3 构件计算

6.3.1 支吊架结构计算应综合分析支吊架结构在各荷载工况下的内力,采用正确的荷载组合效应值,并根据支吊架构件的材料强度设计值,验算各构件的承载力,判断连接构件以及连接节点是否满足受力要求。

6.3.3 由于综合支吊架构件材质、型式、连接方式多种多样,受力方式及破坏模式不一样,且构件开孔造成的截面强度及刚度损失也差异较大,导致部分复杂的综合支吊架构件的承载力、变形无法按规范和标准准确计算。此时,可参考同型式的综合支吊架构件产品试验数据进行验算,或要求现场按设计构件进行相应的试验并提供试验数据。

6.3.5 由于支吊架构件的截面小、板件薄,且连接形式多种多样,因此影响整个连接承载力的因素要比普通钢结构复杂的多,当无法计算整个连接的承载力时,应通过试验确定。

6.4 构件、节点和连接设计

6.4.2 对于振动较大的环境(如地铁、桥梁等),支吊架结构的疲劳荷载循环次数应不少于 200 万次,应力幅值应小于钢材疲劳极

限的 50%。

6.4.4 综合支吊架的承重、抗震连接节点宜采用螺栓对穿连接,螺栓的预紧力应不小于设计值的 80%,并采用双螺母或防松垫圈。

6.4.5 目前国内支吊架连接的构造形式有数十种,本条仅给出了常见形式。各类连接的传力性质不一定相同,设计时应根据支吊架的型式、受力要求等情况选择合适的连接构件形式。

6.4.7 螺栓的主要计算内容包括螺栓的受剪、承压、抗拉以及同时受拉和受剪计算,被连接构件的净截面强度验算等。

6.4.8 相关试验表明,槽钢基材的齿深为 1.0mm~1.5mm 较为合理,过小会导致受剪承载力偏低,过大时虽有利于提高受剪承载力,但对卷边削弱较大。

槽钢螺母上的齿牙与 C 形槽钢上的齿相匹配,通过拧紧螺栓使 C 形槽钢和槽钢螺母咬合在一起,形成机械咬合共同受力。如果不能完全匹配,在规定的安装扭矩下会损坏槽钢齿牙或使 C 形槽钢齿牙因刀刃效应发生局部受压屈服破坏,将严重影响槽钢和槽钢螺母之间的咬合力,造成安全隐患。

同时,相关试验结果分析表明,槽钢锁扣齿牙的硬度对铰链式斜撑的荷载性能具有重要影响,铰链式斜撑应重点提升槽钢锁扣的齿牙硬度。本条要求槽钢螺母厚度不应低于 9mm,槽钢锁扣齿牙的表面硬度为 25-30HRC,齿牙过硬容易脆断,过软容易变形;并按现行国家标准《金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》GB/T 230.1 的要求进行测量。

槽钢基材与槽钢螺母应采用机械咬合连接,基材与螺母必须依靠齿牙嵌入形成锁扣作用,防止因振动而造成螺母松脱;严禁采用摩擦型连接螺母。

6.4.9 锚固连接的主要计算内容包括锚栓受拉内力、受剪内力以及基材内力计算等,对综合支吊架的锚固连接,还应依据现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定,进行抗震承载力验算。

混凝土立方体抗压强度标准值宜采用检测结果推定的标准值,当原设计及验收文件有效,且结构无严重的性能退化时,可采用原设计标准值。重点设防类建筑或重型综合支吊架,混凝土强度等级宜提高至 C30。

作为锚固基材的混凝土,裂缝宽度不应超过 0.3mm,深度不应超过混凝土保护层厚度的 1/3。

6.4.10 采用预埋槽方式与现浇、预制混凝土构件连接形式可使连接更稳定可靠,可调节的承载锚固点位置,同时也能提升抗疲劳及抗震性能。

6.5 构造要求

6.5.1 连接构件不仅提供承载力,也提供刚度,否则会因过度变形而不适于继续承载。当连接构件壁厚小于 5.0mm 时,有可能受剪发生孔壁挤压破坏;当有可靠计算依据时,连接钢板的壁厚也可适当降低。基于耐久性与可靠度考虑,碳素结构钢、低合金结构钢构件的壁厚不应小于 2.0mm,壁厚小于 2.0mm 时也容易发生畸变屈曲;加劲或加强处理后钢板、用于重型综合支吊架的 C 形槽钢壁厚不宜小于 4.0mm。

6.5.3 C 形槽钢常用管夹有 P 型管夹、O 型管夹、单立柱悬吊式管夹和欧姆型管夹。通常方形型钢承受的管道规格和管道荷载较大,故表 6.5.3-2 略去小规格管道。当综合管线支架的管道及荷载较小时,管夹的规格可参见本标准表 6.5.3-1。方形型钢常用管夹包括 O 型管夹和欧姆型管夹,管夹构造与 C 形槽钢常用管夹相同。

6.5.4 构件长细比较大时不仅容易变形或振动,受压时稳定承载力也较低。当刚性抗震斜撑的长细比不符合要求时,可改用对称设置的柔性抗震斜撑。

6.5.5 当咬合型螺栓的规格小于 M10 时,有可能发生螺栓杆被

拉断,与本条规定的受拉极限状态不符。由于槽钢尺寸有限,螺栓最大规格为 M12。

目前,国内外对槽钢螺母机械咬合型连接还没有成熟的理论计算方法,研究资料也较少,目前普遍通过试验来确定其承载力。国内有关试验表明,单个螺栓受剪时,刚度较大,承载力来自槽钢齿,与齿形及咬合度有关,试件的正常破坏模式为槽钢齿剪切破坏。当槽钢齿和螺母齿的咬合度较好时,螺栓的安装扭矩对受剪承载力没有影响,安装扭矩的主要作用是保证咬合深度,并阻止螺母发生沿螺栓杆方向的位移。根据国内有关试验结果和理论分析,考虑撬力的不利影响后,本条给出了单个螺栓的受拉、受剪承载力设计值。

6.5.10 本条根据现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定,对锚栓和基材等提出了构造要求。重点设防类建筑按抗震设防烈度提高一度考虑抗震加强措施;重点设防类建筑或重型综合支吊架,锚栓最小锚固深度宜增加至 80mm。对于薄壁混凝土结构(如板厚不大于 100mm 的楼板),可采取增加钢板或钢筋网等加固措施,以确保锚固的可靠性。

6.6 防腐与防火

6.6.2 支吊架构件可以直接采用有金属镀层的钢板或钢带冷弯加工而成,也可以冷弯成型后再镀金属层。

6.6.3 对于潮湿环境,综合支吊架部件及槽钢表面防腐涂层厚度不宜小于 $100\mu\text{m}$,并通过盐雾试验验证其耐久性。

6.6.5 建筑物的耐火等级与建筑重要性、建筑物的火灾危险性、建筑物的高度、建筑物的火灾荷载相关。支吊架是机电设备的附属设施,属于承重构件,防火要求应满足机电设备要求。耐火稳定性是指在标准耐火试验条件下,承重或非承重建筑构件在一定时间内抵抗坍塌的能力。装配式综合支吊架系统的耐火完整性

不应低于 90min。

综合支吊架应按《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的相关方法进行耐火设计,耐火性能应按《支吊架耐火性能试验方法》T/CECS 10204、《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267 的规定测试,试验后组件不应出现断裂、脱落等现象。

7 制作与安装

7.1 一般规定

7.1.2 装配式综合支吊架的设计是由机电工程师和结构工程师为主导、详图设计人员配合并考虑生产制作单位实际生产能力而进行的一体化过程。目前,大部分厂家都有自己独立的支吊架设计软件、企业标准图集和生产设备,装配式支吊架一般由生产企业根据自身产品及机电设备与管线情况进行深化设计。深化设计涉及的结构分析、验算等内容一般是由厂家结构工程师提供,并通过主体结构设计的设计院的校对和审核。由于装配式综合支吊架工程涉及多专业协同,而各专业工程师分属于不同单位,为保证装配式综合支吊架的安全和质量,设计与生产能够标准化、系统化,本条从宏观上对装配式支吊架的设计与生产过程进行了规定。

7.1.3 一般情况下综合支吊架安装是机电设备安装的一个分项工程,在其安装前,应已经进行综合管线、综合支吊架的施工图设计。为了确保机电管线满足各专业使用功能要求,管线与支吊架应编写综合的施工方案,同步规划设计、同步施工。

7.1.4 单一构件检测报告包括但不限于:型钢材质及三面受力(抗拉、抗剪、抗弯)检测;连接较链拉压承载力;连接座拉压承载力;槽钢螺母防滑承载力;对穿螺栓连接承载力;管道连接构件承载力;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。

对于采用螺栓咬合型连接的综合支吊架系统,应重点查阅槽钢螺母防滑承载力能否满足相应支吊架节点的传力要求,防止滑

脱,确保节点连接的可靠性。对于采用螺栓对穿型连接的装配式支吊架系统,应重点查阅对穿螺栓连接方式的型钢的受压、受弯截面承载力,确保型材承载力满足设计负荷要求。

装配式综合支吊架的安装,因涉及到不同功能支吊架结构组装、锚栓的安装、以及抗震斜撑安装角度等问题,安装质量直接影响装配式综合支吊架的可靠性和安全性,所以需对安装人员进行培训。

7.1.6 支吊架应固定在建筑结构上,应保证建筑结构安全。

7.2 加工与制作

7.2.4 型钢构件及零部件在低温下弯曲和矫正时,存在冷脆断裂现象。在低温下钢材受到外力脆断要比冲孔、剪切加工时而脆断更敏感,因此钢材冷弯曲、冷矫正时的环境温度应进行严格限制。碳素结构钢在环境温度低于 -16°C 、低合金高强度结构钢在环境温度低于 -12°C 时,不得进行冷弯曲和冷矫正。

7.3 运输与储存

7.3.2 当材料处于潮湿环境中时,容易产生腐蚀,需进行防潮处理,本条对储存环境及防潮措施提出相应要求。装配式综合支吊架的成品构件及零部件分类摆放在货架或卡板上,为防止因自重过大引起变形或损坏,本条对叠放层数和储存高度也做出了规定。

7.3.3 支吊架运输、搬运等过程中,不可淋雨,不应受到划伤、抛摔或撞击。机械装卸时,应采用柔性吊带或吊绳。运输中应有防止滚动和互相碰撞的措施,且不应接触尖锐锋利的物体。

7.4 安 装

7.4.2 在现行国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032-2022 中,尚未划分综合支吊架系统的独立施工分部。目前,结合项目实际情况,综合支吊架系统的安装可纳入通风与空调分部或室内给水系统分部工程。

7.4.7 修缮改造项目中,固定于砌体结构的综合支吊架宜采用整根锚栓对穿砌体两侧钢板的锚固形式。

7.4.14 为保证装配式承重支吊架系统的可靠连接,当构件采用槽钢螺母进行机械咬合连接时,槽钢螺母的锯齿模数应与 C 型槽钢内卷边齿牙模数相匹配,具体要求应符合本标准第 6.4.8 条的规定。

7.4.15 在承重型综合支吊架安装过程中,采用螺栓对穿型连接的安装方式,主要是通过对穿螺栓的抗剪性能来提高连接节点的安全系数,防止槽钢螺母可能发生的疲劳型坠落或者瞬间坠落。但因 C 型槽钢的长条形圆孔,增加了垂直方向的滑移可能性。所以 C 型槽钢长条形圆孔使用螺栓对穿型连接时,应对对穿螺栓使用限位件进行位置固定。

7.4.20 综合支吊架用来承担设备或管道的重力荷载及水平地震作用,设备或管道与支吊架的连接应紧密、可靠。对于有热胀冷缩等位移要求的管道,侧向抗震综合支吊架应允许管道发生纵向位移。

7.4.21 对于火灾风险较高的区域,支吊架系统钢构件的防火涂层厚度不宜小于 2.0mm。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.5 锚栓与混凝土基材的锚固与混凝土质量密切相关,本条要求锚固前应对混凝土质量进行检测。

8.2 进场检验

8.2.2 支吊架由各种部件、配件和连接构件组装连接成,进场时应按照设计图纸的要求核查其各组件的规格型号和数量,并检验产品检查报告或认证证书,确保符合设计要求。

8.2.3 本条对支吊架各部件产品的外观质量和尺寸公差提出检验要求,其中尺寸公差按照产品质保书所示的尺寸范围检测,若产品未规定公差时,按照现行产品标注要求进行判定。不应使用检验结果不合格的产品。

8.2.4 支吊架与结构连接采用的锚固件应符合设计要求,与处于受拉区混凝土锚固件连接时,应采用适用于开裂混凝土使用的锚栓,综合支吊架应采用具有抗震性能的锚栓,应重点检查锚栓产品检验报告涵盖的检验项目。

8.3 安装质量验收

8.3.1 本条规定了支吊架安装完成后需要现场检查的内容,包括规格、型号、间距、混凝土质量、锚固拉拔力测试等,管线布置应与设计图纸相符,避免管线布置超载。根据检查结果与设计资料

相对比,对其符合性做出评价。

8.3.2 复验应由当地质监部门或者监理方组织,由项目建设方、施工方、以及产品供应商企业一起参与,共同监督管理复验的流程和结果,并形成详细文件备查。复验应委托相关质监部门或监理单位进行随机抽样检验,并应与前期投标过程中的封样样品进行对比,并做好记录工作。复验结果应根据供货商提供的产品型式检验报告进行判定。

8.3.3 文件资料包括设计文件、产品质量保证文件、施工文件、产品进场复试报告等。

8.3.6 因锚栓与混凝土基材以及现场的施工质量有很大关系,工程上出现的质量问题多数与混凝土锚固可靠性有关,故应对锚栓进行现场拉拔力测试,可以考虑原位非破损检验或者同条件模拟试件破损性检验、产品进场复试报告等。

8.3.7 本条规定支吊架组件的外观安装质量检查。

9 维护管理

9.1 一般规定

9.1.3 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、维修作为重要内容列入整个工程系统的运行、维护大纲中。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。

9.1.4 综合支吊架在长期使用过程中,环境腐蚀、螺栓连接松动、顶板锚固失效等病害将不可避免地导致综合支吊架的(抗震)承载力不断衰减,甚至难以实现综合支吊架的抗震设防目标;特别是甲类和乙类建筑、以及长期处于振动环境或地下室等潮湿环境(如地铁、隧道、综合管廊等场所)的综合支吊架。地震发生后,安全检测系统能快速判断综合支吊架的性能状态,为综合支吊架的检查、修缮和维护提供依据和指导。

为了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的目标,应采用有效的技术手段监测建筑综合支吊架的性能状况,及时发现病害隐患,减轻地震灾害风险,避免支吊架失效脱落,使支吊架系统达到设计工作年限。

为达到综合支吊架有效安全监测的目的,推动机电抗震领域监测技术的工程应用,提出此要求。

9.2 维 护

9.2.5 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。

9.2.6 综合支吊架维护、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 槽钢变形:利用标尺,检查支吊架系统中的横槽钢实际挠度变形,若实际挠度变形超过规定允许的范围,更换相应的横槽钢;

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 连接构件:借助扭力扳手,检查支吊架系统中的各连接构件是否拧紧,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。

9.3 管 理

9.3.2 改变使用功能和新增加荷载的,应按照本标准的设计计算方法进行复核计算后,再进行改造,确保支吊架系统的使用安全。

9.3.3 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。