UDC

中国土木工程学会标准

P T/CCES X－202X

模块化支吊架系统应用技术规程

Technical specification for modular support and hanger system

（征求意见稿）

202X–XX–XX 发布 202X–XX–XX 实施

中国土木工程学会 发布

**中国土木工程学会标准**

模块化支吊架系统应用技术规程

Technical specification for modular support and hanger system

**T/CCES X－202X**

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：202X年X月X日

202X 北 京

前 言

本规程是根据中国土木工程学会《关于发布<2022年中国土木工程学会标准计划>的通知》（中土学标〔2022〕10号）的要求，由中国建筑技术集团有限公司、喜利得（中国）商贸有限公司会同有关单位编制完成。

在本规程编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了模块化支吊架实践经验，参考了国内外有关标准，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本规程的主要技术内容是：总则，术语、符号与参考标准，产品型式与通用技术条件，设计，制作与安装，验收与维护。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国土木工程学会学术与标准工作委员会负责管理，由中国建筑技术集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中国建筑技术集团有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮政编码：100013，电子邮箱：14672132@qq.com）。

本规程主编单位：中国建筑技术集团有限公司

喜利得（中国）商贸有限公司

本规程参编单位：XXXX

本规程主要起草人员： XXXX

本规程主要审查人员：XXXX

# 目 次

[1 总则 2](#_Toc157412523)

[2 术语、符号与参考标准 3](#_Toc157412524)

[2.1 术语 3](#_Toc157412525)

[2.2 符号 3](#_Toc157412526)

[2.3 参考标准 2](#_Toc157412527)

[3 产品型式分类与通用技术条件 3](#_Toc157412528)

[3.1 产品型式分类 3](#_Toc157412529)

[3.2 通用技术条件 3](#_Toc157412530)

[4 设计 5](#_Toc157412531)

[4.1 一般规定 5](#_Toc157412532)

[4.2 作用及作用组合 6](#_Toc157412533)

[4.3 型式选择 8](#_Toc157412534)

[4.4 位置布置 9](#_Toc157412535)

[4.5 构件计算 12](#_Toc157412536)

[4.6 节点计算 13](#_Toc157412537)

[5 制作与安装 15](#_Toc157412538)

[5.1 一般规定 15](#_Toc157412539)

[5.2 制作 15](#_Toc157412540)

[5.3 安装 15](#_Toc157412541)

[6 验收与维护 17](#_Toc157412542)

[6.1 一般规定 17](#_Toc157412543)

[6.2 主控项目 18](#_Toc157412544)

[6.3 一般项目 18](#_Toc157412545)

[6.4 维护 19](#_Toc157412546)

[本规程用词说明 21](#_Toc157412547)

[条文说明 25](#_Toc157412548)

Contents

[1 General provisions 2](#_Toc435778383)

[2 Terms, symbols and reference standards 2](#_Toc435778384)

[2.1 Terms 3](#_Toc435778385)

2.2 Symbols 2

[2.3 Reference Standards 4](#_Toc435778386)

[3 Pattern and general technical conditions 6](#_Toc435778389)

[3.1 Pattern 6](#_Toc435778390)

[3.2 General technical conditions 6](#_Toc435778391)

[4 Design 8](#_Toc435778393)

[4.1 General requirements 8](#_Toc435778394)

[4.2 Loads and loads combination 9](#_Toc435778395)

[4.3 Pattern selection 11](#_Toc435778396)

[4.4 Position 12](#_Toc435778396)

[4.5 Calculation of component 15](#_Toc435778396)

[4.6 Design of joints 16](#_Toc435778396)

[5 Fabrication and installation 18](#_Toc435778398)

[5.1 General requirements 18](#_Toc435778399)

[5.2 Fabrication 18](#_Toc435778400)

[5.3 Installation 18](#_Toc435778401)

[6 Acceptance and Maintenance 20](#_Toc435778398)

[6.1 General requirements 20](#_Toc435778399)

[6.2 Dominant items 21](#_Toc435778400)

[6.3 General items 21](#_Toc435778401)

[6.4 Maintenance 23](#_Toc435778401)

[Explanation of wording 21](#_Toc435778404)

[Addition：Explanation of provisions 21](#_Toc435778404)

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范模块化支吊架系统的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于建筑与市政工程机电设施的模块化支吊架系统设计、施工、验收和维护。

**1.0.3** 模块化支吊架系统设计、施工、验收和维护除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准规范的规定。

**2 术语、符号与参考标准**

**2.1 术 语**

**2.1.1** 模块化支吊架系统 Modular Support and Hanger System

由工厂预制模块并在现场组装，为建筑与市政机电设施提供机械支承的支吊架系统。

**2.1.2** 建筑与市政工程机电设施 Electrical and Mechanical Facilities of Construction and Municipal Engineering

为建筑与市政工程使用功能服务的附属机械工程、电气工程的部件和系统。

**2.1.3** 托臂 Bracket

固定在垂直结构构件上悬臂支承的构件。

**2.1.4** 连接件 Angle Connector

槽钢或方钢之间相互连接的构件。

**2.1.5** 底座 Base Connector

槽钢或方钢与混凝土结构之间连接的构件。

**2.1.6** 槽钢或方钢紧固件 Channel Connector

将连接件、底座或垫板等连接到槽钢、方钢上的构件。

**2.2 符 号**

**2.2.1** 作用和作用效应

|  |  |
| --- | --- |
| —— | 主轴的最大拉力； |
| —— | 轴的最大剪力； |
| —— | 轴的最大剪力； |
| —— | 主轴的承载力设计值； |
| —— | 轴的承载力设计值； |
| —— | 轴的承载力设计值； |
| —— | 机电工程设施的重力； |
| —— | 正应力； |
| —— | 剪应力； |
| —— | 主轴的弯矩承载力设计值； |
| —— | 轴的弯矩承载力设计值； |
| —— | 轴向力； |
| —— | 最大剪力； |
| —— | 作用组合的效应设计值； |
| —— | 地震作用效应组合的效应设计值； |
| —— | 水平地震作用标准值的效应； |
| —— | 重力荷载代表值的效应； |
| —— | 第个永久作用标准值的效应； |
| —— | 第1个可变作用标准值的效应； |
| —— | 第个可变作用标准值效应； |
| —— | 第1个可变作用标准值的效应。 |

**2.2.2** 计算指标

|  |  |
| --- | --- |
| —— | 设计对变形等规定的相应限值； |
| —— | 模块化支吊架的承载力设计值； |
| —— | 钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值； |
| —— | 钢材抗剪强度设计值。 |

**2.2.3** 几何参数

|  |  |
| --- | --- |
| —— | 有效截面面积； |
| —— | 有效净截面面积； |
| —— | 净截面面积； |
| —— | 计算剪应力处以上截面对中和轴的面积矩； |
| —— | 对主轴的较小的有效净截面模量； |
| —— | 对截面主轴的受压边缘的有效截面模量； |
| —— | 腹板厚度之和； |
| —— | 毛截面惯性矩； |
| —— | 主轴的最大弯矩； |
| —— | 轴的最大弯矩； |
| —— | 对主轴的最大弯矩。 |

**2.2.4** 计算系数

|  |  |
| --- | --- |
| —— | 水平地震影响系数最大值； |
| —— | 机电工程设施功能系数； |
| —— | 模块化支吊架系统重要性系数 |
| —— | 水平地震作用分项系数； |
| —— | 重力荷载分项系数； |
| —— | 第个永久作用的分项系数； |
| —— | 第1个考虑设计使用年限的荷载调整系数； |
| —— | 第个考虑设计使用年限的荷载调整系数； |
| —— | 第 个可变作用的组合值系数； |
| —— | 第1个可变作用的分项系数； |
| —— | 第 个可变作用的分项系数； |
| —— | 承载力抗震调整系数。 |
| —— | 状态系数； |
| —— | 位置系数； |
| —— | 机电工程设施类别系数； |
| —— | 轴心受压构件的稳定系数； |
| —— | 受弯构件的整体稳定性系数。 |

**2.3 参考标准**

**1** 《工程结构通用规范》GB 55001

**2** 《建筑结构荷载规范》GB 50009

**3** 《建筑抗震设计规范》GB 50011

**4** 《建筑设计防火规范》GB 50016

**5** 《钢结构设计标准》GB 50017

**6** 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018

**7** 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

**8** 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981

**9** 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242

**10** 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243

**11** 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

**12** 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

**13** 《碳素结构钢》GB/T 700

**14** 《低合金高强度钢材》GB/T 1591

**15** 《建筑结构用钢板》 GB/T 19879

**16** 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145

**17** 《混凝土用机械锚栓》JG/T 160

**3 产品型式分类与通用技术条件**

**3.1 产品型式分类**

* + 1. 模块化支吊架系统常用型式可分为单管式、柔性门架、刚性门架、悬臂式、顶轨式等。
    2. 模块化支吊架系统可按支承方式分为上部支承、下部支承、侧面支承以及混合支承等型式。
    3. 模块化支吊架系统可按层数和跨数不同分为单层、多层、单跨、多跨等型式。

**3.2 通用技术条件**

**3.2.1** 模块化支吊架系统的刚度、承载力和耐久性应符合设计要求。

**3.2.2** 模块化支吊架系统的耐火极限和燃烧性能应与其所支承的机电设备、管线的要求一致。

**3.2.3** 模块化支吊架系统应进行防腐蚀处理，防腐蚀设计工作年限不应低于机电系统的设计工作年限。

**3.2.4** 模块化支吊架系统采用碳素结构钢或低合金高强度结构钢时，应按表3.2.4-1的规定进行表面防腐处理。当采用其他表面防腐处理方式时，应按现行国家标准《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125的有关规定进行中性盐雾试验，并应符合表3.2.4-2的规定。

表3.2.4-1 碳素结构钢或低合金高强度结构钢表面防腐处理涂层或镀层厚度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 表面防腐处理方式 | 涂层或镀层厚度（μm） | 适用范围 |
| 1 | 电镀锌 | ≥8 | 杆件除外 |
| 2 | 热浸镀锌 | ≥60 | 不限 |
| 3 | 镀锌镁铝 | ≥18 | 不限 |
| 4 | 环氧喷涂 | ≥70 | 不限 |

表3.2.4-2 构件盐雾试验要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 盐雾试验类型 | 杆件和锚栓（h） | 其他构件（h） |
| 中性盐雾试验 | ≥480 | ≥90 |

**3.2.5** 模块化支吊架系统用钢带或钢板宜采用Q235钢及以上钢材，其质量应采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度钢材》GB/T 1591和《建筑结构用钢板》 GB/T 19879的规定。当采用其他牌号的钢材时，应符合相应的有关国家标准的要求。

**3.2.6** 槽钢、方钢的尺寸及允许偏差应符合下列规定：

**1** 槽钢截面规格不应小于42mm×23mm，壁厚不宜小于1.5mm；方钢截面规格不宜小于50mm×50mm，壁厚不应小于2mm；

**2** 槽钢和方钢的平板部分壁厚的允许偏差应符合所用钢板和钢带的相应国家行业标准规定。

**3** 模块化支吊架构件的未注明尺寸允许偏差应符合国家标准《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804中公差等级“中等m”的有关规定。

**3.2.7** 模块化支吊架系统用紧固件，其质量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和《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1的规定。

**3.2.8** 模块化支吊架与混凝土基材可采用预埋件或后置锚栓连接。机械锚栓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，承担地震作用时应采用S类锚栓，胶粘型锚栓应符合现行标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关规定。

**3.2.9** 模块化支吊架与钢结构基材宜采用梁夹或射钉直接紧固连接。

**3.2.10** 模块化支吊架系统宜采用通过性能认证的产品。

**4 设 计**

**4.1 一般规定**

* + 1. 建筑与市政机电工程设施宜采用模块化支吊架系统。
    2. 模块化支吊架系统在设计基准期内应承受在正常施工和正常使用期间预期可能出现的各种作用。
    3. 在干燥室内环境，模块化支吊架系统的设计工作年限不宜低于50年。
    4. 模块化支吊架系统的荷载组合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《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定。
    5. 模块化支吊架系统应按最不利荷载组合进行设计。
    6. 模块化支吊架系统的抗震设计应根据抗震设防烈度、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进行地震作用计算并确定抗震措施。
    7. 同一模块化支吊架上机电设施的抗震设防要求不同时，模块化支吊架系统应按较高要求进行设计。
    8. 模块化支吊架系统不应限制管线热胀冷缩产生的位移。
    9. 供冷供热管线的模块化支吊架设计时，应考虑其固定支架、导向支架对抗震的有利作用。
    10. 模块化支吊架系统设计成果应包括下列内容：

1. 设计施工说明；
2. 布点平面图；
3. 节点大样图；
4. 计算书。
   * 1. 模块化支吊架系统计算书应包括下列内容：
5. 模块化支吊架型式选择和位置布置；
6. 作用的确定及作用效应分析；
7. 内力组合，构件的轴力、剪力及弯矩，支座反力计算；
8. 构件及节点验算。

**4.2 作用及作用组合**

**4.2.1** 模块化支吊架系统承受的作用分为永久作用、可变作用和地震作用。

**4.2.2** 永久作用应包括模块化支吊架的自重以及其所支承的机电设施、附件的自重。

**4.2.3** 可变作用应包括施工荷载、检修荷载、风荷载、雪荷载和覆冰荷载、管道试车流体冲击，并应按下列规定采用：

**1** 施工或检修集中荷载标准值应按实际情况验算，或不小于1.0kN，施工荷载、检修荷载的组合值系数应取0.7；

**2** 室外安装的模块化支吊架的雪荷载和覆冰荷载应按相关标准验算，雪荷载和覆冰荷载的组合值系数应取0.7；

**3** 室外安装的模块化支吊架的风荷载应按相关标准验算，风荷载的组合值系数应取0.6。

**4.2.4** 模块化支吊架按承载力极限状态进行设计时，应采用作用的基本组合计算作用组合效应设计值，并应符合下式规定：

（4.2.4）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 模块化支吊架系统重要性系数，宜与其所在的结构重要性系数一致，按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001的有关规定执行； |
|  | —— | 作用组合的效应设计值； |
|  | —— | 模块化支吊架的承载力设计值。 |

**4.2.5** 按线性关系考虑作用与作用效应，基本组合的效应设计值应按下式中最不利值确定：

（4.2.5）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 第 个永久作用标准值的效应； |
|  | —— | 第1个可变作用标准值的效应； |
|  | —— | 第 个可变作用标准值效应； |
|  | —— | 第 个永久作用的分项系数，按本标准第4.2.6条的有关规定采用； |
|  | —— | 第1个可变作用的分项系数，应本标准第4.2.6条的有关规定采用； |
|  | —— | 第 个可变作用的分项系数，按本标准第4.2.6条的有关规定采用； |
|  | —— | 第1个考虑模块化支吊架设计使用年限的荷载调整系数，按现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001的有关规定执行； |
|  | —— | 第 个考虑模块化支吊架设计使用年限的荷载调整系数； |
|  | —— | 第 个可变作用的组合值系数，应按现行有关标准的规定采用。 |

**4.2.6** 模块化支吊架系统的作用分项系数，应按表4.2.6采用。

**表4.2.6 模块化支吊架系统的作用分项系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 作用分项系数 | 当作用效应对承载力不利时 | 当作用效应对承载力有利时 |
|  | 1.3 |  |
|  | 1.5 | 0 |

**4.2.7** 模块化支吊架系统的变形符合设计要求，当设计无要求时，受弯构件的容许挠度不宜小于/200，为受弯构件的跨度，对悬臂构件取悬臂长度的2倍。

**4.2.8** 模块化支吊架系统按正常使用极限状态设计时，应符合下式规定：

（4.2.8）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 作用组合的效应设计值； |
|  | —— | 设计对变形等规定的相应限值，应符合第4.2.7条的规定。 |

**4.2.9** 模块化支吊架系统按正常使用极限状态设计时，应采用作用效应的标准组合，按线性关系考虑作用与作用效应，标准组合的效应设计值按下式计算：

（4.2.9）

**4.2.10** 对于地震设计状况，模块化支吊架系统应采用作用的地震组合，并应符合下式规定：

（4.2.10）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 地震作用效应组合的效应设计值； |
|  | —— | 模块化支吊架系统抗震承载力设计值； |
|  | —— | 承载力抗震调整系数，应采用1.0。 |

**4.2.11** 地震作用效应和其他作用效应的基本组合，应按下式计算：

（4.2.11）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 重力荷载分项系数，一般情况应采用1.3，当重力荷载效应对模块化支吊架承载能力有利时，不应大于1.0； |
|  | —— | 水平地震作用分项系数，宜取1.4； |
|  | —— | 重力荷载代表值的效应； |
|  | —— | 水平地震作用标准值的效应。 |

**4.2.12** 采用等效侧力法计算时，建筑与市政工程机电设施的水平地震作用标准值可按下式计算：

（4.2.12）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 沿最不利方向施加于机电工程设施重心处的水平地震作用标准值（N），计算值小于0.5*G*时应取为0.5*G*； |
|  | —— | 机电工程设施功能系数，按现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981有关规定采用； |
|  | —— | 机电工程设施类别系数，按现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981有关规定采用； |
|  | —— | 状态系数，宜取2.0； |
|  | —— | 位置系数，建筑顶点宜取2.0，底部宜取1.0，沿高度线性分布；采用时程分析法计算，应按其计算结果调整； |
|  | —— | 水平地震影响系数最大值，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011关于多遇地震的规定采用； |
|  | —— | 机电工程设施的重力（N），应包括模块化支吊架系统的重力。 |

**4.2.13** 各类作用的作用点位置应按下列规定确定：

**1** 管线自重、雪荷载、风荷载应作用在管线中心；

**2** 水平地震作用应沿任一水平方向，施加于机电设施的重心；

**3** 滑动类管线的摩擦力作用点应位于滑动接触面；

**4** 其它作用的作用点应位于管线与模块化支吊架系统接触处。

**4.3 型式选择**

* + 1. 模块化支吊架系统应根据结构类型、安装位置、空间、管道数量、管道荷载、抗震设防等因素选择合适的型式。
    2. 模块化支吊架系统选型时，应考虑下列因素：

1. 结构型式应结合管线布置、周围的建筑结构体以及邻近管线和设备布置选择；
2. 不应影响机电设备的安装、运行和检修以及管线安装和热胀冷缩位移；
3. 方便施工，便于维护，造价合理；
4. 必要时宜预留适当的机电管线扩展空间。
   * 1. 管径不小于150mm的单根管道的模块化支吊架宜采用门型。
     2. 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、多立杆模块化支吊架。
     3. 模块化支吊架系统的支承方式应符合下列规定：
5. 应考虑结构构件类型、位置、空间以及管线数量等因素的影响；
6. 应与建筑结构进行可靠连接，且不得影响结构构件自身的安全。

**4.4 位置布置**

**4.4.1** 模块化支吊架的位置布置，应能正确支、吊管线，并能满足管线的强度、刚度、管道输送介质的温度、压力、位移条件等各方面的综合要求，应符合各管线专业国家现行有关标准的规定。

**4.4.2** 模块化综合支吊架的安装间距应符合国家现行有关标准的规定，多类管线共架时，应取各类管线安装间距的最小值。

**4.4.3** 采暖、给水及热水供应系统的金属管道立管的支吊架设置应符合下列规定：

**1** 楼层高度小于或等于5.0m，每层应安装1个，楼层高度大于5.0m时，每层不得少于2个；

**2** 支吊架安装高度，距离地面应为1.5m～1.8m，2个以上支吊架应均匀安装，同一房间的支吊架宜安装在同一高度上。

**4.4.4** 排水金属管道的支吊架设置应符合下列规定：

**1** 横管支吊架间距不大于2.0m；

**2** 立管支架间距不大于3.0m，楼层高度小于或等于4.0m 时，可安装1个。

**4.4.5** 采暖、给水及热水供应系统的钢管水平安装的支吊架间距应符合表4.4.5的规定。

表 4.4.5 钢管管道支吊架的最大间距

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径 (mm) | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| 最大间距 (m) | 保温管 | 2 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4.5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8.5 |
| 不保温管 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 6 | 6 | 6.5 | 7 | 8 | 9.5 | 11 | 12 |

**4.4.6** 采暖、给水及热水供应系统的塑料管及复合管垂直或水平安装的支吊架间距应符合表4.4.6的规定。

表 4.4.6 塑料管及复合管管道支吊架的最大间距

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管径 (mm) | | | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 75 | 90 | 110 |
| 最大间距(m) | 立管 | | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 |
| 水平管 | 冷水 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.35 | 1.55 |
| 热水 | 0.2 | 0.2 | 0.25 | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 |  |  |  |

**4.4.7** 采暖、给水及热水供应系统的铜管垂直或水平安装的支吊架间距应符合表4.4.7的规定。

表 4.4.7 铜管管道支吊架的最大间距

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径 (mm) | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 |
| 最大间距 (m) | 垂直管 | 1.8 | 2.4 | 2.4 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 4.0 | 4.0 |
| 水平管 | 1.2 | 1.8 | 1.8 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 3.5 |

**4.4.8** 塑料排水管道支吊架间距应符合表4.4.8的规定。

表 4.4.8 塑料排水管道支吊架的最大间距

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管径 (mm) | | 50 | 75 | 110 | 125 | 160 |
| 最大间距 (m) | 垂直管 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 水平管 | 0.5 | 0.75 | 1.10 | 1.30 | 1.60 |

**4.4.9** 风管支吊架的设置应符合下列规定：

**1** 金属风管水平安装，直径或边长小于或等于400mm时，支吊架间距不应大于4m，直径或边长大于400mm时，间距不应大于3m；螺旋风管的支架间距不应大于5m，吊架间距不应大于3.75m；薄钢板法兰风管的支吊架间距不应大于3m。金属风管垂直安装，应设置至少2个固定点，支吊架间距不应大于4m；

**2** 支吊架的设置不应影响阀门、自控机构的正常动作，且不应设置在风口，检查门处，离风口和分支管的距离不宜小于200mm；

**3** 悬吊的水平主、干风管直线长度大于20m时，应设置防晃支架；

**4** 边长（直径）大于1250mm的弯头、三通等部位应设置单独的支吊架；

**5** 柔性风管支吊架的间距不应大于1.5m；

**6** 非金属风管垂直安装时，支吊架间距不应大于3m。

**4.4.10** 空调水系统金属管道的支吊架的设置应符合下列规定：

**1** 管道与设备连接处应独立设置支吊架；

**2** 冷（热）媒水、冷却水系统管道机房内总、干管的支吊架，应采用承重防晃支吊架，与设备连接的管道支吊架宜采取减振措施。当水平管道采用单管式模块化支吊架时，应在系统管道的起始点、阀门、三通、弯头处及长度每隔15m处设置承重防晃支吊架。

**3** 无热位移的管道吊架的吊杆应垂直安装，有热位移的管道吊架的吊杆应向热膨胀（或冷收缩）的反方向偏移安装。偏移量应按计算位移量确定。

**4** 滑动支架的滑动面应清洁平整，安装位置应满足管道要求，支撑面中心应反方向偏移1/2位移量或符合设计文件要求。

**5** 竖井内的立管应每两层或三层设置滑动支架；

**6** 水平安装管道支吊架的最大间距应符合表4.4.10的规定。

**表4.4.10 空调水系统金属管道支吊架的最大间距**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称直径 (mm) | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| 最大间距 (m) | 保温管 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 5.5 | 6.5 | 7.5 | 8.5 | 9.5 |
| 不保温管 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 7.5 | 7.5 | 9.0 | 9.5 | 10.5 |

注：1 适用于工作压力不大于2.0MPa，不保温或保温材料密度不大于200kg/m3的管道系统；

2 公称直径大于300mm的管道，可参考公称直径为300mm的管道执行。

**4.4.11** 聚丙烯（PP-R）冷水管支吊架的间距应符合表4.4.11的规定。

**表4.4.11 聚丙烯（PP-R）冷水管支吊架的间距**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称外径 DN | | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 75 | 90 | 110 |
| 支吊架间距 (m) | 水平管 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.35 | 1.55 |
| 垂直管 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 |

**4.4.12** 母线槽、梯架、托盘的水平安装的支吊架间距宜为1.5m～3.0m，垂直安装的支吊架间距不应大于2m。

**4.4.13** 燃气系统的支吊架应符合下列规定：

**1** 每个楼层的立管至少应设1处支吊架或管夹；

**2** 水平管道设有阀门时，应在阀门的进气侧1m范围内设支吊架或管夹并尽量靠近阀门；

**3** 水平管道转弯处应在以下范围内设置支吊架或管夹；

1) 钢质管道不应大于1.0m；

2) 不锈钢波纹软管、铜管道、薄壁不锈钢管道每侧不应大于0.5m；

3) 铝塑复合管每侧不应大于0.3m。

**4.5 构件计算**

**4.5.1** 模块化支吊架的轴心受拉构件的强度应按下式计算：

(4.5.1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 正应力； |
|  | —— | 轴向力； |
|  | —— | 净截面面积； |
|  | —— | 钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值。 |

**4.5.2** 模块化支吊架的轴心受压构件的强度应按下式计算：

(4.5.2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 有效净截面面积。 |
|  | —— | 轴心受压构件的稳定系数，应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018相关规定； |
|  | —— | 有效截面面积。 |

**4.5.3** 模块化支吊架的作用通过截面弯心并与主轴平行的受弯构件的强度和稳定性按下列公式计算：

强度： (4.5.3-1)

(4.5.3-2)

稳定性： (4.5.3-3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 对主轴的最大弯矩； |
|  | —— | 最大剪力； |
|  | —— | 对主轴的较小的有效净截面模量； |
|  | —— | 剪应力； |
|  | —— | 计算剪应力处以上截面对中和轴的面积矩； |
|  | —— | 毛截面惯性矩； |
|  | —— | 腹板厚度之和； |
|  | —— | 受弯构件的整体稳定性系数，应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构 技术规范》GB 50018相关规定； |
|  | —— | 对截面主轴的受压边缘的有效截面模量； |
|  | —— | 钢材抗剪强度设计值。 |

**4.5.4** 计算全截面有效的受拉、受压或者受弯构件的强度，冷弯工艺制作的槽钢、方钢宜采用考虑冷弯效应的强度设计值。

**4.5.5** 经退火、焊接和热镀锌等热处理的冷弯工艺制作的槽钢、方钢不考虑冷弯效应的影响。

**4.6 节点计算**

**4.6.1** 节点计算包括连接件、底座、管束/夹，梁夹、槽钢、方钢紧固件的计算。连接节点的计算模型应与实际受力状况相符合。

**4.6.2** 对于同时承受弯矩、拉力、剪力共同作用的连接节点，应计算联合承载力，联合承载力宜满足下式要求：

(4.6.2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | —— | 主轴的最大拉力； |
|  | —— | 轴的最大剪力； |
|  | —— | 轴的最大剪力； |
|  | —— | 主轴的最大弯矩； |
|  | —— | 轴的最大弯矩； |
|  | —— | 主轴的承载力设计值； |
|  | —— | 轴的承载力设计值； |
|  | —— | 轴的承载力设计值； |
|  | —— | 主轴的弯矩承载力设计值； |
|  | —— | 轴的弯矩承载力设计值； |

**4.6.3** 各类连接件的承载力设计值应为考虑材料性能设计值和几何参数设计值之后，建立合理的分析模型进行分析计算得到的承载力值。

**4.6.4** 对于没有适当分析模型的特殊情况，可通过实验辅助设计进行分析评估。实验辅助设计的方法应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068的规定。

**4.6.5** 模块化支吊架系统应提供各类连接件的承载力设计值的分析性能计算文件或者产品性能认证证书。

**4.6.6** 各类焊缝、普通螺栓、高强度螺栓的强度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的规定。

**5 制作与安装**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 模块化支吊架系统的制作与安装质量应符合现行国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032的规定。

**5.1.2** 制作与安装前应进行深化设计，深化设计成果应经设计单位确认。

**5.1.3** 制作与安装单位应根据模块化支吊架深化设计文件确定制作工艺及编制制作清单。

**5.1.4** 施工前，施工单位应编制施工方案，并进行技术交底。

**5.1.5** 制作与安装机具应配备齐全，测量工具应具有校验合格证，并在有效期内。

**5.1.6** 多种管线共用的模块化支吊架安装前，应根据综合管线排布进行校核。

**5.1.7** 模块化支吊架产品在施工现场运输、储存和安装过程中，应采取防止损坏和腐蚀的防护措施。

**5.2 制 作**

**5.2.1** 模块化支吊架的制作应符合设计要求。

**5.2.2** 模块化支吊架的杆件应根据设计及现场要求切割，应保证断面平整，端口打磨平滑，并安装端盖进行保护。

**5.2.3** 槽钢、方钢切割后的不完整的背孔、侧孔不应安装配件。

**5.2.4** 模块化支吊架宜在工厂预切割和预组装后，运输到施工现场。

**5.2.5** 预组装完成后的构件，应在涂、镀层干燥后按型号、规格分类进行包装。包装在运输、装卸、堆放过程中不应变形或损坏，并应保证构件及涂、镀层不受损伤。

**5.3 安 装**

**5.3.1** 各专业机电工程应统一施工，多种管线共用的模块化支吊架系统安装前，应根据综合管线排布进行校核。

**5.3.2**  模块化支吊架选用配件、安装位置应符合设计文件要求。

**5.3.3** 模块化支吊架的安装扭矩应符合设计或现行国家标准的有关规定，使用专业工具进行安装。

**5.3.4** 后置锚栓安装应符合下列规定：

**1** 锚固区基材表面应坚实、平整，不应有起砂、起壳、蜂窝、麻面、油污等的缺陷，混凝土基材强度应满足设计要求；

**2** 锚固施工应符合锚栓设计要求，钻孔前应用探测器检测，孔位应避开钢筋和预埋管线等隐蔽设施；

**3** 锚栓钻孔尺寸和钻孔质量应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关规定。

**6 验收与维护**

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 模块化支吊架系统的验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300和国家现行相关专业工程施工质量验收标准进行验收。

**6.1.2** 模块化支吊架产品进场时施工单位应进行检查，合格后报请建设或监理单位进行验收，填写材料与设备的进场验收记录。进场验收应包括下列内容：

**1** 应核对产品的数量、规格、型号等；

**2** 应检查质量证明文件，包括出厂合格证、型式检验报告等；

**3** 应分批次进行抽样检验。

**6.1.3** 进场检验时，同一生产厂家的同品种、同规格、同批次的材料、配件多次送货，可一并抽样检验。并应符合以下规定：

**1** 锚栓每5000件为一个检验批，不足5000件的应为单独检验批；连接件、底座等配件每3000件为一个检验批，不足3000件的应为单独检验批；槽钢、方钢每5000米为一个检验批，不足5000米的应为单独检验批。

**2** 连接件、底座等配件每个检验批的最小抽样数量应不少于50个，槽钢、方钢每个检验批的最小抽样数量应不少于50m。

**3** 检查产品合格证、型式检验报告、材料进场验收记录和现场抽样检验报告。

**6.1.4** 模块化支吊架系统的安装质量检验批划分应符合下列规定：

**1** 同一楼层内，每100套为一个检验批，不足100套的应为单独检验批；

**2** 重要机房等场所的应为单独检验批；

**3** 防排烟系统和事故通风系统的应为单独检验批。

**6.1.5** 模块化支吊架系统的安装质量应按主控项目和一般项目进行验收。主控项目合格率应大于或等于95%，一般项目合格率应大于或等于85%。

**6.1.6** 模块化支吊架系统的安装质量不符合设计要求时，应进行返工。参建各方复查符合设计要求后，方可组织验收。

**6.2 主控项目**

**6.2.1** 模块化支吊架的型式和规格应符合设计文件要求。

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套

检查方法：查看设计图、尺量，观察检查

**6.2.2** 金属电缆模块化支吊架必须与保护导体可靠连接。

检查数量：全数检查

检查方法：观察检查

**6.2.3** 模块化支吊架系统采用后置锚栓连接时，施工工艺应符合锚栓安装工艺要求。工程验收前，应对后锚固（锚栓）承载力（拉拔）进行检测，检测结果应符合设计要求。

检查数量：同一工程、同一品牌、同规格锚栓、同强度基材、同一专业施工单位施工的，抽取 0.1%，且不少于 5 根。

检查方法：检查后锚固承载力检测报告。

**6.3 一般项目**

**6.3.1**  模块化支吊架的安装锚固区基层表面应坚实、平整，不应有起砂、起壳、蜂窝、麻面、油污等影响锚固承载力的缺陷。

检查方法：观察检查。

检查数量：每批次不少于8套；重要机房全数检查；荷载较大、尺寸较大、组合较复杂等重要部位的支吊架应全数检查。

**6.3.2** 风管的模块化支吊架设置应符合第4.4.9条的规定。

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套

检查方法：尺量、观察检查

**6.3.3** 管道的模块化支吊架的形式、位置、间距、标高应符合设计要求。当设计无要求时，应符合下列规定：

**1** 支吊架系统的安装应平整牢固，与管道接触应紧密，管道与设备连接处应设置独立支吊架。当设备安装在减振基座上时，独立支架的固定点应为减振基座；

**2** 水平管道的支吊架的设置应符合第4.4.3~4.4.8条、第4.4.10条的规定。

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套

检查方法：尺量、观察检查

**6.3.4** 采用聚丙烯（PP-R）管道时，管道与金属支吊架之前应采取隔绝措施，不宜直接接触。支吊架的安装应符合第4.4.11条的规定。

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套

检查方法：尺量、观察检查

**6.3.5** 母线槽、电缆梯架、托盘和槽盒的模块化支吊架的安装应符合下列规定：

**1** 支架安装牢靠，无明显扭曲；

**2** 支吊架的设置应符合第4.4.12条的规定；

**3** 采用柔性吊架固定时，螺杆直径不应小于8mm，并应设有防晃支架，在分支处或端部0.3m~0.5m处应设有固定支架。

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套

检查方法：尺量、观察检查

**6.3.6** 支吊架系统与结构的连接、吊杆与槽钢的连接、槽钢螺母与连接件的连接应牢固，防止松动。

检查方法：扭矩扳手检查

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套； 重要机房全数检查。

**6.3.7** 支吊架安装完毕后，支吊架整体表面、侧面应平整，无明显压扁或局部变形等缺陷，防腐层应无起泡、无分层，无损伤缺陷。

检查方法：观察检查

检查数量：抽样检查，每批次不少于8套

**6.4 维 护**

**6.4.1** 模块化支吊架系统的生产、设计等单位应提交使用维护手册及维护管理计划，并对维护人员进行相关培训。

**6.4.2** 模块化支吊架系统宜每两年进行一次变形、松动、脱落检查，发现问题应及时紧固和修补。

**6.4.3** 模块化支吊架系统构件宜每两年进行一次耐腐蚀情况检查，对已经发生腐蚀的部分应及时采取除锈防腐处理。

**6.4.4** 模块化支吊架系统表面出现锈蚀时，应及时除锈修补，锈蚀严重应更换相关配件。

**6.4.5** 更换的模块化支吊架系统的构件其性能不得低于原产品设计要求。

**6.4.6** 模块化支吊架系统在运行和维护过程中，不得增加其它荷载。未经设计许可，不得改变其位置、型式。

**6.4.7** 地震或火灾等灾害后，应及时对受灾地区的模块化支吊架进行应急检查，发现问题应及时修复。

**6.4.8** 模块化支吊架系统更换或调整时，应制订专项施工方案并采取临时支撑措施。

# 

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1）** 表示很严格，非这样做不可的：

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** 条文中指明应按其它有关标准执行时的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**中国土木工程学会标准**

**模块化支吊架系统应用技术规程**

T/CCES X－20XX

条 文 说 明

**制订说明**

《模块化支吊架系统应用技术规程》T/CCES XXX-202X，经中国土木工程学会XXXX年XX月XX日以XX号函文批准发布。

本规程制订过程中，编制组进行了模块化支吊架系统应用的调查研究，总结了我国建筑与市政工程机电设施支吊架领域的实践经验，同时参考了相关先进技术法规、技术标准，通过试验取得了模块化支吊架构件的重要技术参数。

为便于广大检测、设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，本规程编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。需要注意的是，本条文说明不具备规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目 次**

[**1 总则 28**](#_Toc456970966)

[**2 术语、符号与参考标准 29**](#_Toc456970967)

[**2.1 术语 29**](#_Toc456970969)

[**3 产品型式及通用技术条件 31**](#_Toc456970968)

[**3.1 产品型式 31**](#_Toc456970969)

[**3.2 通用技术条件 31**](#_Toc456970970)

[**4 设计 32**](#_Toc456970968)

[**4.2 作用及作用组合 32**](#_Toc456970969)

[**4.6 节点计算 32**](#_Toc456970970)

[**5 制作与安装 34**](#_Toc456970968)

[**5.2 制作 34**](#_Toc456970969)

# 1 总 则

**1.0.2** 建筑和市政工程机电设施指为建筑和市政工程使用功能服务的附属机械、电器构件、部件和系统；主要包括电梯，照明系统和应急电源，通信设备，管道系统，供暖和空气调节系统，火灾报警和消防系统，共用天线，石油天然气管道、其它工业管道等。

# 2 术语、符号与参考标准

**2.1 术 语**

**2.1.1** 模块化支吊架系统一般包含杆件（槽钢、方钢、托臂）、连接件、底座、管束（夹）、槽钢或方钢紧固件等构件。

手机屏幕截图

描述已自动生成 手机屏幕截图

低可信度描述已自动生成 图示

描述已自动生成

a) 槽钢 b)双拼槽钢 c) 方钢

图1 槽钢、方钢示意图

图示, 工程绘图

描述已自动生成

图2 托臂示意图

工程绘图

中度可信度描述已自动生成 图示, 工程绘图

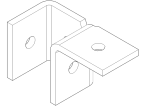
描述已自动生成 图示

描述已自动生成 图示, 工程绘图

描述已自动生成

a) 轻型角连接件 b)多向角连接件 c) 中型角连接件 d) 拼接件

图示, 工程绘图

描述已自动生成  图示, 工程绘图

描述已自动生成

e) 2D角连接件 f) 3D角连接件 h) 斜向连接件

图3 连接件示意图

图示

描述已自动生成 卡通画

描述已自动生成 图示

描述已自动生成 图示

描述已自动生成

a) 轻型底座 b) 中型底座 c) 重型底座 d) 可调底座

图4 底座示意图

图示, 工程绘图

描述已自动生成图示

描述已自动生成 图表, 雷达图

描述已自动生成

a) 槽钢紧固件 b) 方钢紧固件

图5 紧固件示意图

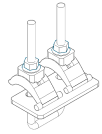


图6 梁夹示意图

图示

描述已自动生成 图示, 工程绘图

描述已自动生成 卡通画

描述已自动生成

a) 分离管夹 b) 管卡 c) 降噪分离管夹

图7 管夹示意图

**2.1.2** 建筑与市政机电工程设施主要包括电梯、照明系统和应急电源、通信设备、管道系统、供暖和空气调节系统、火灾报警系统和消防系统、共用天线等，管道系统包括消防管道、给水排水管道、暖通空调管道、燃气管道、工艺管道、动力管道、电力管道等。

**2.1.3** 托臂一般由槽钢或方钢、底板组成。

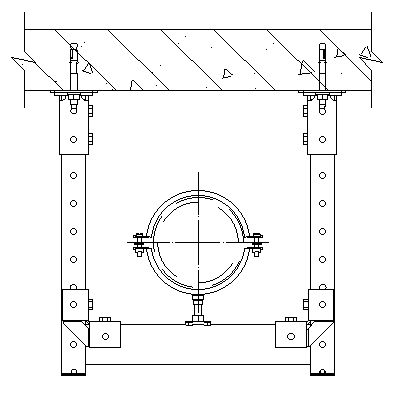
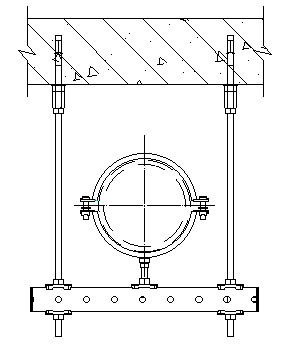
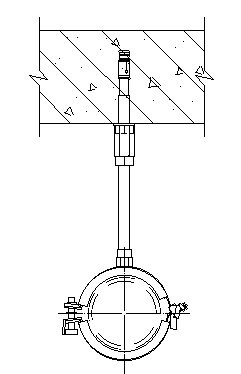
**2.1.4** 模块化支吊架连接件根据不同的功能可分为拼接件，角连接件，斜向连接件等。

**2.1.6** 槽钢或方钢紧固件常见的有锁扣，弹簧螺母，扭剪卡扣，自攻螺栓等。

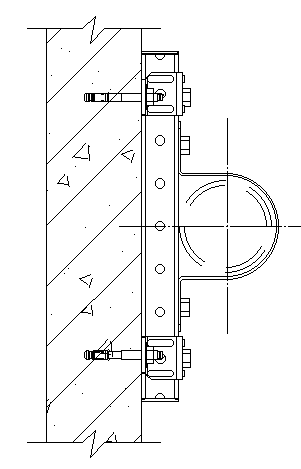
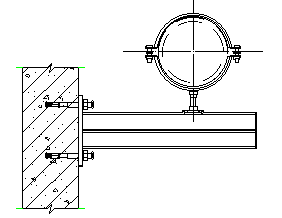
# 3 产品型式及通用技术条件

**3.1 产品型式**

**3.1.1** 模块化支吊架系统常用型式示意图如下：



a) 单管式 b) 柔性门架 c) 刚性门架



e) 悬臂式 f) 顶轨式

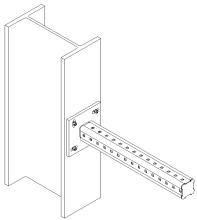
图8 模块化支吊架系统常用型式示意图

**3.2 通用技术条件**

**3.2.4** 钢带镀锌分为电镀锌和热镀锌两大类。电镀锌工艺一般先将钢带进行热处理，然后在电镀槽中镀锌。热镀锌工艺一般把表面处理、钢带热处理、浸入锌锅镀锌及其他后部工序连在一条作业线上（也有将钢带分开单独热处理的），从而提高了机械化自动化程度。

**3.2.9** 模块化支吊架与钢结构采用梁夹或射钉连接示意图如下：

图示, 矩形

中度可信度描述已自动生成 

1. 梁夹连接 b) 射钉连接

图9 模块化支吊架与钢结构采用梁夹或射钉连接示意图

# 4 设 计

**4.2 作用及作用组合**

**4.2.2** 常用管道自重应按照以下要求计算：钢管的自重按照现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3092，现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163的最小壁厚计算。管径DN 15~DN 200铜管的自重按照现行国家标准《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033计算。管径20mm～315mm塑料管的自重按照现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯管材》GB/T 10002.1计算。管径DN 15~DN 150薄壁不锈钢管的自重按照现行行业标准《薄壁不锈钢水管》CJ/T151计算。常用风管自身重力荷载可按《通风管道技术规程》JGJ/T 141执行。

**4.2.3** 室内安装的模块化支吊架可不考虑风荷载、雪荷载和覆冰荷载，管道试车流体冲击应根据不同的管道介质，应用行业的相关要求计算。

**4.2.7** 模块化支吊架的槽钢、方钢为受弯、悬臂构件时，它的容许挠度值，可根据不影响正常使用和观感的原则进行调整。

**4.2.8** 当有实践经验或者特殊要求时，模块化支吊架的槽钢、方钢为受弯、悬臂构件时，它的容许挠度值，可根据不影响正常使用和观感的原则进行调整。

**4.2.12** 状态系数取决于模块化支吊架的自振周期，1.0适用于自振周期不大于0.06s等体系刚度较大情况，其余按2.0取值。

**4.6 节点计算**

**4.6.2** 本条款的联合承载力公式是在任何情况下适用的，是最保守的计算方法。

**4.6.**3 本条文来源于现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001。模块化支吊架的各类连接件的承载力性能可以根据连接件类型、材料性能和受力特点，采用线性、非线性分析方法，当连接件性能始终处于弹性状态时，可采用弹性理论进行结构分析，否则宜采用弹塑性理论进行结构分析。各模块化支吊架的厂家应具备线性、非线性分析方法的专业知识，或通过第三方认证机构或者第三方咨询公司提供分析服务，对本企业的模块化支吊架系统提供安全可靠的承载力性能数值。

**4.6.**4 根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 第7章，试验辅助设计（简称试验设计）是确定构件抗力设计值的方法。该方法以试验数据的统计评估为依据，与概率设计和分项系数设计概念相一致。模块化支吊架系统的试验辅助设计方法可参考《装配式支吊架通用技术条件》GB/T 38053，《装配式支吊架认证通用技术条件》 T/CECS 10141，欧洲技术文件《Products related to installation systems supporting technical equipment for building services such as pipes, conduits, ducts and cables》EAD 280016-00-0602。各模块化支吊架的厂家应具备制定合理试验方案、试验实施和评估的专业能力，或通过第三方测试认证机构提供试验评估服务，对本企业的模块化支吊架系统提供安全可靠的承载力性能数值。

# 5 制作与安装

**5.2 制 作**

**5.2.4** 当现场施工组装空间有限，现场不允许切割、焊接等、现场需要高空作业时及现场有其他特殊需求时，譬如模块化施工，建议使用预切割和预组装服务。