

ICS 91.200

E 499

团 体 标 准

T/CIAS-3-2020

民用建筑机电安装工程支吊架 计算书内容及评价标准

Contents and Evaluation Criteria of
Supporting and Suspension Books for
Electrical and Mechanical
Installation Works of Civil Buildings

(征求意见稿)

2020-xx-xx 发布

2020-xx-xx 实施

中国安装协会 发布

前 言

根据中国安装协会“关于编写团体标准《民用建筑机电安装工程支吊架计算书内容及评价标准》申请”的批复（安协[]号文），中国安装协会标准工作委员会组织有关单位，经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上编制了本标准。

本标准共 3 章，主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本设计规定。1. 总则；2. 术语；3. 计算书构成；4. 支吊架设计说明；5. 支吊架荷载说明；6. 支吊架内力情况描述；7. 支吊架构件验算；8. 计算书审核要求；9. 计算书格式要求；资料管理等 10 个章节。

本标准由中国安装协会归口管理，中国安装协会标准工作委员会负责本标准的日常管理工作及具体技术内容的解释。

本规范在实施过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料及时反馈至中国安装协会标准工作委员会（地址：北京市西城区南礼士路 15 号，邮编：100045，邮箱：biaozhw2017@163.com，联系电话：010-68021082）

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：北京市设备安装工程集团有限公司

广联达科技股份有限公司

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

目 次

1 总 则.....	4
2 术 语.....	5
3 计算书构成.....	7
3.1 一般要求.....	7
3.2 内容组成.....	7
4 支吊架设计说明.....	9
4.1 支吊架编号.....	9
4.2 设计依据.....	9
4.3 设计参数.....	9
4.4 型材物理特性.....	9
4.5 型式及受力图.....	10
5 支吊架荷载说明.....	11
5.1 荷载分类.....	11
5.2 荷载组成描述.....	11
6 支吊架内力情况描述.....	13
7 支吊架构件验算.....	14
7.1 一般规定.....	14
7.2 强度验算.....	14
8 计算书审核要求.....	21
8.1 工作职责与工作划分.....	21

8.2 基本流程	22
8.3 审核	23
9 计算书格式要求	24
9.1 一般要求	24
9.2 图表	24
9.3 公式	25
9.4 数字	25
9.5 计量单位	26
9.6 字和符号	26
10 资料管理	28
10.1 基本要求	28
10.2 职责	28
10.3 组卷	28

1 总 则

1.0.1 为了适应国家经济的快速发展，贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、经济合理、保证质量，制定本标准。

1.0.2 本文件适用于建筑机电安装工程中的管线支吊架计算书内容的编制指导及评价。

1.0.3 本文件支吊架计算内容中涉及的结构材料只限于各类国标型钢，不包含钢筋混凝土、混凝土等其他类型支吊架结构材料的计算内容。

1.0.4 民用建筑机电安装工程支吊架计算书内容及评价标准除应符合本文件外，应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 支吊架编号 Bracket number

由一连串数字或文字加数字或字母加数字组成的，用于区分支吊架相互之间的区别，确定支吊架在设计图纸中的位置的一组编号。

2.0.2 支吊架 Support and hanger

与建筑结构体牢固连接，以承担机电设备或管线系统荷载的支撑设施。

2.0.3 综合支吊架 Comprehensive support and hanger

与建筑结构体牢固连接，以承担多个专业机电管线系统荷载的支撑设施。

2.0.4 抗震支吊架 Seismic bracing

与建筑结构体牢固连接，以地震力为主要荷载的抗震支撑设施。由锚固体、加固吊杆、抗震连接构件及抗震斜撑组成。

2.0.5 荷载 load

使结构或构件产生内力和变形的外力及其它因素。

2.0.6 构件 component

支吊架的组成件。包括：各类型钢、连接件等。

2.0.7 长细比 Slenderness ratio

构件计算长度与构件截面的回转半径的比值。

2.0.8 荷载组合 load combination

按极限状态设计时，为保证结构的可靠性而对同时出现的各种荷

载设计值的规定。

2.0.9 拉弯构件 Tension bending member

承受轴心拉力和弯矩共同作用下的构件成为拉弯构件，它包括偏心受拉构件和有横向荷载作用的拉杆构件。

2.0.10 压弯构件 Bending member

构件承受的压力作用点与构件的轴心偏离，使构件产生既受压又受弯的构件。

全国团体标准信息平台

3 计算书构成

3.1 一般要求

3.1.1 一套支吊架计算书对应一个支吊架计算内容。

3.1.2 支吊架计算书对应的支吊架应有独立的编号，编号规则可根据支吊架布设位置和种类，按顺序逐个编码。

3.1.3 支吊架计算书应包括五方面内容：

①机电管线对支吊架受到水平和垂直荷载力大小；

②支吊架型钢强度；

③机电管线与支吊架固定节点强度；

④支吊架与结构的固定节点强度；

⑤支吊架型钢结构之间连接的节点强度等内容。

3.1.4 支吊架设计计算书在编制时，机电管线对支吊架受到水平和垂直荷载力大小说明部分应与支吊架型钢强度，机电管线与支吊架固定节点强度，支吊架与结构的固定节点强度，支吊架型钢结构之间连接的节点强度等其他内容有明显的章节区分。

3.2 内容组成

3.2.1 支吊架设计计算书内容分四个部分编制，分别为支吊架设计

说明；支吊架荷载说明；支吊架内力情况描述；支吊架构件验算。

3.2.2 支吊架设计说明应包括但不限于设计依据、各种基本参数取值以及支吊架型式等的计算基础内容信息。

3.2.3 支吊架荷载说明应包括但不限于机电管线对支吊架产生的荷载力，包括水平和垂直方向的荷载影响。

3.2.4 支吊架内力情况应包括但不限于在不同工况下的支吊架内力情况。

3.2.5 支吊架构件验算应包括但不限于对支吊架各组成部分型钢强度的验算。

4 支吊架设计说明

4.1 支吊架编号

4.1.1 支吊架设计说明（以下简称“设计说明”）中，应清晰的反映出所计算的支吊架对应图纸中的设置细节情况。并采用支吊架编号的方式与支架进行关联。

4.1.2 支吊架编号对整个图纸编号系统，应是独立；单一；可查询的。

4.2 设计依据

4.2.1 设计说明中应明确阐述计算书涉及相关计算内容的设计依据。

4.2.2 设计依据是支吊架在计算中所涉及到的相关规范及标准。相关规范及标准要注明规范全称以及标准编号。

4.3 设计参数

4.3.1 设计说明中应明确阐述计算中所涉及到的外部设计参数和各种限定数值所需参数的取值。

4.3.2 设计参数取值应满足设计依据参考的相关规范及标准要求。

4.4 型材物理特性

4.4.1 设计说明中要标明支吊架选型时所使用型材的物理性质，外形尺寸及特性，力学参数等基本信息。

4.4.2 支吊架使用的全部型材如果是国家通用的材料，直接写明支吊

架型材所参考的国家标准名称及对应的标准号即可。

4.5 型式及受力图

4.5.1 设计说明中要有支吊架样式图及支吊架受力图。

4.5.2 支吊架样式图与支吊架受力图应相互对应一致。

4.5.3 各种支架图中应能清楚展示支吊架结构框架形式、管线在支架布设情况、支吊架所受管线荷载力位置、大小或荷载编号以及支吊架各构件编号等，表现形式可以是立面剖面图或者三维轴侧剖切图。

4.5.4 各种支架图中的信息表示，除直接标注在图中以外，也可通过编号或代号加文字说明的形式进行表示，如：荷载力的表示，可以直接用数字加力学单位直接标注在图中，也可用将荷载力用荷载编号的形式标注在图中，但计算书其他位置应能体现出荷载编号所对应的荷载力大小。

5 支吊架荷载说明

5.1 荷载分类

5.1.1 支吊架荷载说明主要是对支吊架所承担的各种受力和荷载进行详细的阐述。

5.1.2 支吊架荷载可按照作用力方向分为水平荷载和垂直荷载。

5.2 荷载组成描述

5.2.1 计算书中荷载的描述应能清晰的反映出荷载的大小、方向以及在支吊架上的作用位置。

5.2.2 荷载的大小应能清晰的反应出其数值的来源组成。

5.2.3 荷载的方向应根据不同支架功能考虑除垂直方向作用力以外，是否还存在水平方向作用力。

5.2.4 水平管线对支吊架的垂直荷载力，主要考虑管线自重；管线附件重量；管线保温重量；管线内部介质重量（如：空调水或其它流体介质等）或管线内部设备重量（如：电缆，电线）等荷载。

5.2.5 水平管线对支吊架的水平荷载力，主要考虑管线在运行过程中，产生的沿管线方向的荷载影响；管线在安装和使用时，由于管线内部介质与环境温度存在一定的温差，管线会产生膨胀或收缩，与支架间会产生摩擦力；由于管线上安装的伸缩节、软连接、膨胀器等管件造成的不平衡内力、弹性力等荷载。

5.2.6 竖向管线对支吊架的垂直荷载力，主要考虑管线自重；管线附

件重量；管线保温重量；管线内部介质重量（如：空调水或其它流体介质等）或管线内部设备重量（如：电缆，电线）等荷载；由于管线内部介质与环境温度存在一定的温差，管线会产生膨胀或收缩，与支架间会产生的摩擦力；由于管线上安装的伸缩节、软连接、膨胀器等管件造成的不平衡内力、弹性力等荷载；以及管线在启停过程中，产生的水锤力。

6 支吊架内力情况描述

6.0.1 支吊架计算书中需有对支吊架内力计算结果的描述，支吊架内力结果可以通过表格形式表示，也可用受力图简化表示。

6.0.2 支吊架内力情况描述应考虑单工况下的构件内力以及组合工况下的构件内力。

6.0.3 单工况标准内力可按照杆件相对于地面的位置划分为梁构件、柱构件、斜杆构件。

6.0.4 单工况标准内力需要分别按照恒载、水平地震荷载等不同工况进行分析。支吊架所受恒载一般为支吊架和管道、保温层等的重量、机电系统运行过程中所产生的沿管道方向的作用力。

6.0.5 支吊架内力分析使用表格形式时，应从支吊架连接节点断开，按照一定规律顺序对支吊架各构件进行编号，以便清楚的反应所分析的构件与支吊架的对应位置关系。

6.0.6 组合工况描述应分别按照以下两种组合方式进行荷载组合计算，并取各参数中最大值：

$$\text{组合 1: } 1.35x \text{ 恒载} \quad (6.0.6-1)$$

$$\text{组合 2: } 1.2x \text{ 恒载} + 1.3x \text{ 地震荷载} \quad (6.0.6-2)$$

6.0.7 梁构件组合内力计算时需计算构件所受的弯矩、剪力、轴力以及位移。柱构件和斜杆构件组合内力计算时需计算构件所受的弯矩、剪力、轴力。

7 支吊架构件验算

7.1 一般规定

7.1.1 对组成支吊架的每个构件都需要进行单独的验算，并将结果一一列出。

7.1.2 支吊架每个构件的验算部分至少应包括构件所对应的编号，材质、跨度、截面等构件的基本信息，构件截面参数、构件所受荷载组合下的内力情况以及根据构件受力特点的各项验算等内容。

7.1.3 支吊架每个构件的验算应写明计算依据，计算公式，各项系数、参数取值。

7.1.4 支吊架每个构件的验算结果应于选择的构件性能做比较，并注明比较结果是否满足要求。

7.2 强度验算

7.2.1 立柱按轴心受拉构件计算时，应按照下式验算：

毛截面屈服：

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq f \quad (7.2.1-1)$$

净截面断裂：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq 0.7f_u \quad (7.2.2-2)$$

式中： σ —构件的正应力设计值；

N —所计算界面处的拉力设计值；

f —钢材的抗拉强度设计值（N/mm²）；

A —构件的毛截面面积 (mm^2)；

A_n —构件的净截面面积，当构件多个截面有孔时，取最不利的截面 (mm^2)；

f_U —钢材的抗拉强度最小值 (N/mm^2)。

7.2.2 支吊架杆件作为压弯、拉弯构件时的强度验算：

(1) 除圆管截面外，弯矩作用在两个柱平面内的拉弯构件和压弯构件，其截面强度应按下式验算：

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f \quad (7.2.2-1)$$

(2) 弯矩作用在两个主平面内的圆形截面拉弯构件和压弯构件，其截面强度应按下式验算：

$$\frac{N}{A_n} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{\gamma_m W_n} \leq f \quad (7.2.2-2)$$

式中： N —同一截面处轴心压力设计值 (N)；

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

W_{nx}, W_{ny} —对 x 轴和 y 轴的净截面模量。当截面板件宽厚比等级达到 S1~S4 级要求时，应取全截面模量；当截面板件宽厚比等级为 S5 级时，应取有效截面模量，均匀受压翼缘有效外伸宽度可取 $15 \varepsilon_k$ ；

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，满足 S3 级要求时，可按本标准表 7.2.1 采用；需要验算疲劳强度的拉弯、压弯构件，宜取 1.0；

γ_m —圆形构件的截面塑性发展系数，对于实腹圆形截面取 1.2，

当圆管截面板件宽厚比等级不满足 S3 级要求时取 1.0，满足 S3 级要求时取 1.15；需要验算疲劳强度的拉弯、压弯构件，宜取 1.0；

A_n —构件的净截面面积 (mm^2)；

W_n —构件的净截面模量 (mm^3)。

表 7.2.1 截面塑性发展系数

项次	截面形式	γ_x	γ_y
1		1.05	1.2
2			1.05
3		$\gamma_{x1}=1.05$ $\gamma_{x2}\geq 1.2$	1.2
4			1.05
5		1.2	1.2
6		1.15	1.15
7		1.0	1.05
8			1.0

7.2.3 支吊架杆件作为受弯构件时，抗弯强度按照下式验算：

$$\frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f \quad (7.2.3)$$

式中： M_x 、 M_y —同一截面处绕 x 轴和 y 轴的弯矩设计值（N•mm）；

W_{nx} 、 W_{ny} —所验算截面对 x 轴和对 y 轴的净截面抵抗矩（mm³）；

γ_x 、 γ_y —截面塑性发展系数；

f —钢材的抗弯、抗拉强度设计值（N/mm²）。

7.2.4 支吊架杆件作为压弯构件时的稳定验算，其稳定性应按照下式验算：

$$\frac{N}{\varphi_x A f} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_x \left(1 - 0.8 \frac{N}{N'_{Ex}}\right) f} + \eta \frac{\beta_{ty} M_y}{\varphi_{by} W_y f} \leq 1.0 \quad (7.2.4-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A f} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x}{\varphi_{bx} W_x f} + \frac{\beta_{my} M_y}{\gamma_y W_y \left(1 - 0.8 \frac{N}{N'_{Ey}}\right) f} \leq 1.0 \quad (7.2.4-2)$$

$$N'_{Ey} = \pi^2 EA / (1.1 \lambda_y^2) \quad (7.2.4-3)$$

式中： φ_x 、 φ_y —对强轴 x-x 和弱轴 y-y 的轴心受压构件整体稳定系数；

φ_{bx} 、 φ_{by} —均匀弯曲的受弯构件整体稳定性系数；

M_x 、 M_y —所计算构件段范围内对强轴和弱轴的最大弯矩设计值（N•mm）；

W_x 、 W_y —对强轴和弱轴的毛截面模量（mm³）；

β_{mx} 、 β_{my} —等效弯矩系数；

β_{tx} 、 β_{ty} —等效弯矩系数，两端支撑的构件段取其中央 1/3 范围内的最大弯矩与全段最大弯矩之比，但不小于 0.5，悬臂段取 $\beta_{tx} = \beta_{ty} = 1.0$ 。

7.2.5 支吊架杆件作为受弯构件时，抗剪强度按照下式验算：

$$\tau = \frac{VS}{I_x t_w} \leq f_v \quad (7.2.5)$$

式中： V —计算截面沿腹板平面作用的剪力（N）；

S —计算剪力处以上毛截面对中和轴的面积矩 (mm^3);

I_x —毛截面惯性矩 (mm^4);

t_w —腹板厚度 (mm);

f_v —钢材的抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

7.2.6 支吊架杆件作为受弯构件时, 梁上翼缘受集中荷载的局部承压强度一般按照下式验算:

$$\sigma_c = \frac{\varphi F}{t_w l_z} \leq f \quad (7.2.6-1)$$

$$l_z = 3.25 \sqrt[3]{\frac{I_R + I_f}{t_w}} \quad (7.2.6-2)$$

$$l_z = a + 5h_y + 2h_R \quad (7.2.6-3)$$

式中: F —集中荷载设计值, 对动力荷载应考虑动力系数 (N);

φ —集中荷载增大系数; 对重级工作制吊车梁, $=1.35$; 对其他梁, $=1.0$;

I_z —集中荷载在腹板计算高度上边缘的假定分布长度, 宜按式 (7.2.6-2) 计算, 也可采用简化式 (7.2.6-3) 计算 (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, 对钢轨上的轮压可取 50mm (mm);

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

h_R —轨道的高度，对梁顶无轨道的梁取值为 0 (mm)；

f —钢材的抗压强度设计值 (N/mm²)。

7.2.7 支吊架杆件作为受弯构件时，折算应力一般按照下式验算：

$$\sqrt{\sigma^2 + \sigma_c^2 - \sigma\sigma_c + 3\tau^2} \leq \beta_1 f \quad (7.2.7-1)$$

$$\sigma = \frac{M}{I_n} y_1 \quad (7.2.7-2)$$

式中： σ 、 τ 、 σ_c —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， τ 和 σ_c 应按式 7.2.5 和式 7.2.6-1 计算， σ 应按式 7.2.7-2 计算， σ 和 σ_c 以拉应力为正值，压应力为负值 (N/mm²)；

I_n —梁净截面惯性矩 (mm⁴)；

y_1 —所计算点至梁中和轴的距离 (mm)；

β_1 —强度增大系数；当 σ 与 σ_c 异号时，取 $\beta_1=1.2$ ；当 σ 与 σ_c 同号或 $\sigma_c=0$ 时，取 $\beta_1=1.1$ 。

7.2.8 支吊架杆件作为受弯构件时，其整体稳定性按照下式验算：

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x f} + \frac{M_y}{\gamma_y W_y f} \leq 1.0 \quad (7.2.8)$$

式中： W_x 、 W_y —按受压最大纤维确定的对 x 轴的稳定计算截面模量和对 y 轴的毛截面模量 (mm³)；

φ_b —绕强轴弯曲所确定的梁整体稳定系数。

7.2.9 支吊架杆件作为受弯构件时，应验算挠度。

7.2.10 支吊架型钢之间的固定连接强度验算

如连接方式采用焊缝连接，应按照《钢结构设计规范》GB50017-2017 中第 11.2 节规定的要求进行设计和计算；

如连接方式采用螺栓连接，应按照《钢结构设计规范》GB50017-2017 中第 11.4 节规定的要求进行设计和计算。

7.2.11 支吊架与建筑结构固定连接强度验算

如连接方式采用膨胀螺栓固定，应按照《钢结构设计规范》GB50017—2017 中第 11.4 节规定的要求进行设计和计算；

如连接方式采用预埋件固定，应按照《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 中第 9.7 节的规定的要求进行设计和计算；

如连接方式采用锚栓固定，应按照《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145—2013 相关要求进行了设计和计算。

7.2.12 管道固定连接件的验算要求

对于管道固定的连接件可参考国家建筑标准设计图集《室内管道支架及吊架图集》03S402 和国家建筑标准设计图集《室内管道支吊架》05R417-1 选取，但超出图集范围的连接件也需要单独设计验算。

8 计算书审核要求

8.1 工作职责与工作划分

8.1.1 计算书由施工单位组织编制，编制完成后，施工单位应组织自审，自审完毕后报设计单位、监理单位、业主单位进行审核，有总包单位的项目，总承包单位也应进行审核。

8.1.2 机电专业监理负责对计算书中涉及的支吊架安装位置、安装形式、固定方式等内容是否符合国家法律、法规、标准、规范要求进行审核。

8.1.3 结构专业监理负责对计算书中涉及的支吊架本体、支吊架连接形式、支吊架与建筑固定部位等结构部分内容是否符合国家法律、法规、标准、规范要求进行审核。

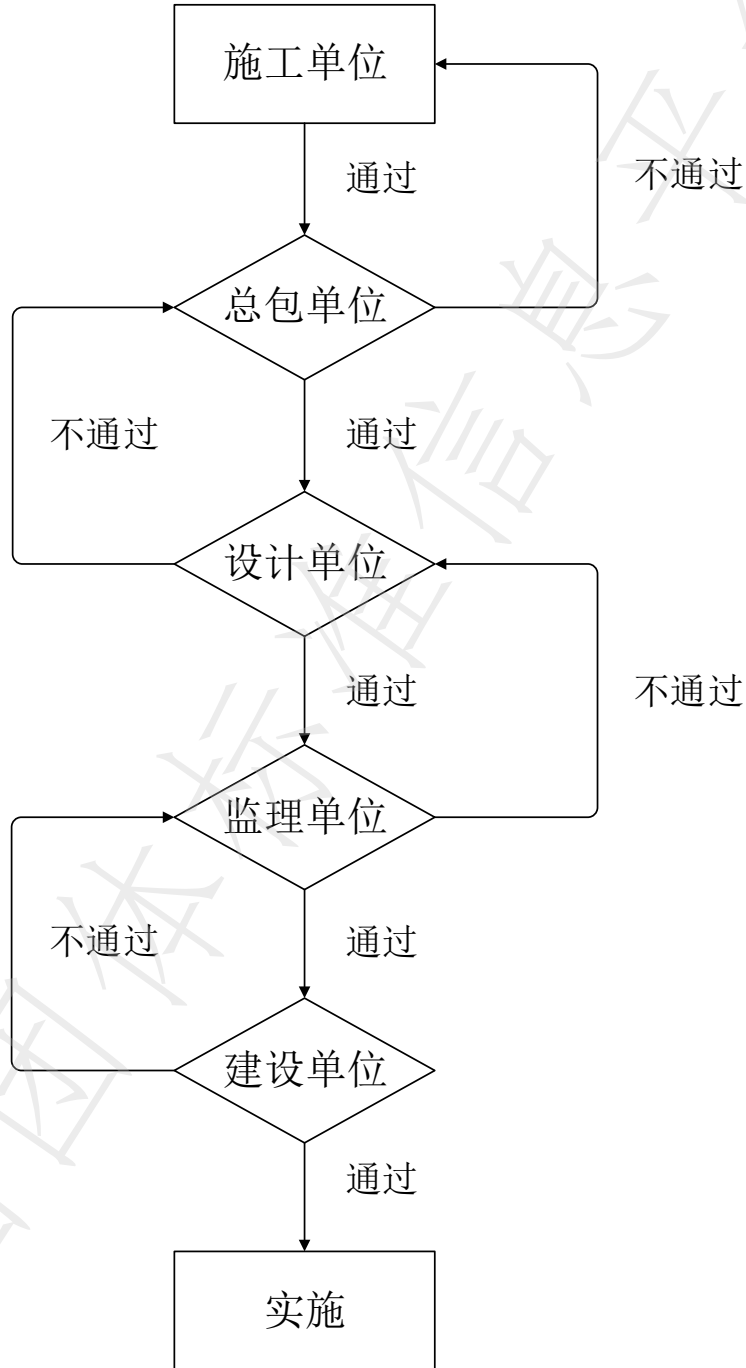
8.1.4 机电专业设计负责对计算书中涉及的支吊架安装位置、安装形式、固定方式等内容是否符合国家法律、法规、标准、规范要求，以及支吊架受各机电专业管线的荷载力大小分析计算结果是否正确等内容进行审核。

8.1.5 结构专业设计负责对计算书中涉及的支吊架本体、支吊架连接形式、支吊架与建筑固定部位等结构部分内容是否符合国家法律、法规、标准、规范要求，以及支吊架强度验算及分析计算进行审核。

8.1.6 建设单位负责对整个支吊架设计流程、审批流程进行监督检查，并针对最终成果进行审核。

8.2 基本流程

8.2.1 一般情况下，按照下边图示流程进行审查：



8.2.2 计算书要按照审批流程逐级上报审核，为提高工作效率也可采取技术汇报的形式进行确认，但支吊架技术书必须通过所有审核人认可后，方可实施。

8.3 审核

8.3.1 计算书审核后,各专业审核人员要对自己所负责的审核内容提出有针对性的意见。

8.3.2 计算书审核资料上除了有明确的审核意见外,还要有审定人的签字及审定日期时间。

全国团体标准信息平台

9 计算书格式要求

9.1 一般要求

9.1.1 计算书宜使用 A4 型（国际标准 210mm×297mm）复印纸，纵向排版。

9.1.2 计算书中各级标题、正文、图表、公式、数字等内容，应根据不同类别使用统一的字体，统一的字号大小。

9.1.3 计算书中的每个部分叙述完后应另起一页编写另一部分内容。每个部分都应设置有标题。

9.1.4 计算书宜设置封面，封面上应至少包含计算书名称、项目名称、编号、设计人及校核人签名栏、审核日期等要素。

9.1.5 计算书的标题应直观、明了，便于审核人查找。标题文字宜使用宋体二号字加粗，位于页面上部居中位置。

9.1.6 正文文字宜使用宋体四号字。正文结构层次及序号应能直观的进行区分。

9.1.7 页面应统一页边距，且左右边距相等，上下边距相等。

9.1.8 计算书由于内容较多，应按顺序设置页码，页眉宜设置在计算书页脚中间位置。

9.2 图表

9.2.1 计算书中的图或表可直接列在表述内容名称的下边，不做单独的指引说明。

9.2.2 计算书中的图中或表中各栏数值的计量单位相同时，应把共同的计量单位加括号后紧接图名或表格名右方书写。若图中计量单位不同时，应单独标注在图中；若表中计量单位不同时，应将计量单位分别写在各栏标题或各栏数值的右方或正下方。

9.2.3 图示内容较多时，可将图中重点想表达的内容文字加粗。

9.2.4 当表格单独设置有表名时，表名应与文中表述表名一致。

9.2.5 表格中数字及文字宜居中对齐。

9.3 公式

9.3.1 计算书中所列公式均应写明参考规范名称或规范编号以及规范中所对应的公式编号。

9.3.2 参考规范名称或编号宜加书名号，引用公式编号宜加圆括号。

9.3.3 计算书中所列公式应根据规范书写完整。

9.3.4 公式及公式参数取值应居中书写。

9.4 数字

9.4.1 计算书中的数字一般应采用正体阿拉伯数字。但表示需要或叙述性文字段中，表达非物理量的数字为一至九时，可采用中文数字书写。

9.4.2 当书写的数值小于 1 时，必须写出前定位的“0”。小数点应采用圆点。

9.4.3 标准中标明量的数值，应反映出所需的精确度。数值的有效位

数应全部写出。例如:级差为 0.25 的数列,数列中的每一个数均应精确到小数点后第二位。

9.4.4 当多位数的数值需采用 10 的幂次方式表达时,有效位数中的“0”必须全部写出。例如:10000 这个数,若已明确其有效位数是三位,应写成 100×10^3 ,若有效位数是一位,则应写成 1×10^4 。

9.4.5 多位数数值不应断开换行、换页。

9.5 计量单位

9.5.1 计算书中的物理量和有数值的单位应采用符号表示,不应使用中文、外文单词(或缩略词)代替。

9.5.2 符号代表特定的概念,代号代表特定的事项,在叙述中不得使用符号代替文字说明。

9.5.3 计算书中应正确使用符号。单位的符号应采用正体字母。物理量的主体符号应采用斜字母,上角标、下角标应采用正体字母,其中代表序数的 i 、 j 为斜体。代号应采用正体字母。

9.6 字和符号

9.6.1 在计算书中不宜采用括号方式表达条文的补充内容;当需要使用括号时,括号内的文字应与括号前的内容表达同一含义。

9.6.2 图名、表名、公式、表栏标题,不应采用标点符号;表中文字可使用标点符号,最末一句不用句号。

9.6.3 每个标点符号应占一格。各行开始的第一格除引号、括号、省

略号和书名号外，不得书写其他标点符号，标点符号可书写在上行行末，但不占一格。

9.6.4 标点符号应采用中文标点书写格式。

全国团体标准信息平台

10 资料管理

10.1 基本要求

10.1.1 支吊架计算书及相关图纸应当纳入施工资料管理中，施工单位应建档留存。

10.1.2 各参建单位应及时对支吊架计算书及相关技术资料进行确认，签字、传递。

10.1.3 支吊架计算书及相关技术资料应为原件。当使用复印件时，应加盖复印件提供单位的印章，并有经手人签字，同时注明复印日期。

10.2 职责

10.2.1 施工单位技术管理部门现场检查时，对现场超出国家标准或图集参考的支吊架安装资料进行审查，重点审查是资料是否齐全，审批是否通过，现场实际安装的支吊架是否与通过审批的资料内容一致。

10.2.2 监理单位也应对现场实际安装的支吊架是否与通过审批的资料内容一致进行检查。发现不一致的，应及时制止并要求施工单位整改。

10.2.3 施工单位项目部资料管理人员应及时归档并做好记录。

10.3 组卷

10.3.1 支吊架计算书及相关技术图纸资料宜单独组卷，如支吊架计

算内容便于按专业拆分，也可随各分部、分项等进行整理和组卷。

10.3.2 案卷不宜过厚，一般不超过 20mm。

10.3.3 其他组卷要求应满足国家或地方资料管理规程要求。

全国团体标准信息平台

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的用词：

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用词，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”。

ICS 91.200

E 499

中国安装协会标准

民用建筑机电安装工程支吊架 计算书内容及评价标准

T/CIAS-XX-2020

条文说明

目录

1 总 则.....	34
3 计算书构成.....	36
3.1 一般要求.....	36
4 支吊架设计说明.....	37
4.1 支吊架编号.....	37
4.2 设计依据.....	37
4.3 设计参数.....	38
4.4 型材物理特性.....	38
4.5 型式及受力图.....	38
5 支吊架荷载说明.....	40
5.1 荷载分类.....	40
5.2 荷载组成描述.....	40
6 支吊架内力情况描述.....	43
7 支吊架构件验算.....	44
7.2 强度验算.....	44
8 计算书审核要求.....	49
8.1 工作职责与工作划分.....	49
8.3 审核.....	49
9 计算书格式要求.....	50
9.1 一般要求.....	50

编制说明

《民用建筑机电安装工程支吊架计算书内容及评价标准》(中国安装协会标准 CIAS xx-2019),经中国安装协会 2019 年 xx 月 xx 日以第 xx 号公告批准、发布。

本标准制订过程中,编制组进行了广泛的调查研究,总结了我国民用建筑机电安装工程支吊架计算书应用的实践经验,同时参考了国内外其他相关技术标准。

为便于广大施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《民用建筑机电安装工程支吊架计算书内容及评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,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。但是,本条文说明不具备与标准正文同等效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1 总 则

1.0.1~1.0.2 随着社会的进步，经济的不断发展，建筑物体量日趋庞大，建筑功能要求与日俱进，建筑机电管线使用规格逐渐增大、使用数量逐渐增多，为了更好的利用有限的建筑空间，减少资源浪费，在管线密集的空间通常会使用综合管道支吊架进行管道固定安装，而综合管道支吊架的形式及型钢选型，长期以来，都是根据以往经验、参考国家规范及国标图集进行，但国家规范及国标图集综合管道支架种类及做法非常有限，对当前建筑机电综合支吊架设计选型参考价值越来越小。近些年，根据经验和有限的规范图集参考，进行的综合支吊架设计，由于缺乏有效的科学依据，导致的支架变形、脱落、建筑结构受损的项目越来越多，造成了巨大的人员伤亡和经济损失，引起了行业内的高度重视，很多项目涉及此类问题时，都需要提供有针对性的综合管道支架设计计算书，而管道综合支架设计是一项较为复杂的工作，涉及机电动力、结构等多学科专业知识，机电专业工程师一般需要和结构专业工程师配合才能完成此项工作，完成了此项工作，验收时也会涉及机电、结构等多专业人员审批，工作周期长，计算效率低。为了提高计算效率，很多项目都开始利用 BIM、钢结构设计软件对综合管道支架进行受力分析计算，但机电综合支吊架设计与土建钢结构设计有很大区别，且专业跨越性配合难度很大，机电管道支吊架计算书中需要包含哪些内容、各专业需要审核哪些内容不清，计算书型式五花八门，有的

计算书验算内容不全面，缺少对关键受力节点的验证，有的计算书虽然有内容，但验收人员也不清楚应该审查那些内容，为此，我们对近十年来的建筑机电安装项目中的管道支吊架计算相关内容进行了总结。

全国团体标准信息平台

3 计算书构成

3.1 一般要求

3.1.1 出于对支吊架计算书编制、报审、归档等工作的便利。

3.1.2 每种支吊架都应有独立的编号，支吊架编号是查找支吊架计算书和图纸上布设位置对应关系的重要因数。

3.1.3 对于整个支吊架设计来说，首先需要根据不同的机电系统管道运行支撑需求，确定其支吊架布设种类、型式、位置、间距等；根据支吊架间距、管线在支吊架上的相对位置，确定支吊架受到的管道水平和垂直荷载大小、作用位置；根据管道对支吊架的荷载力大小、作用位置，确定支吊架内力；根据支吊架内力，验算支吊架各组成构件强度是否满足要求。

3.2 内容组成

3.2.1 支吊架计算书的各章节划分，是为了方便不同专业工程师的审核需要，提高工作效率确定的。在实际项目应用中，支吊架计算书章节划分不清，非常影响审核周期，间接制约施工工期。

4 支吊架设计说明

4.1 支吊架编号

4.1.1~4.1.2 支吊架编号可以由一组编码组成，例如：由“项目名称缩写-楼层号-支吊架顺序号”组成的支吊架编号“ZHGJZH-B1-001”，其中“ZHGJZH”表示“中国建筑”项目名称缩写的首字母，“B1”表示“地下一层”，“001”表示在“中国建筑地下一层的支吊架编号”；对于较大的项目，可以增加分区编码，例如：“ZHGJZH-N-B1-001”，其中“N”，代表“北区”；支吊架编号也可以由一组六位数字组成，如“000001”，整个项目从第一组支架开始顺序编号，根据经验，一般项目的支吊架排序到六位，都能够满足项目支吊架编码数量需求，如编码数量不够，也可增加编码位数到七位。

4.2 设计依据

4.2.1、4.2.2 支吊架设计通常使用的相关参考国家标准、规范以及图集如下：

- 1 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB50243—2016
- 2 《通风与空调工程施工规范》 GB50738—2011
- 3 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242—2016
- 4 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB50303—2015
- 5 《建筑结构荷载规范》 GB50009—2012

- 6 《钢结构设计规范》 GB50017—2017
- 7 《混凝土结构设计规范》 GB 50010—2010
- 8 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB50981-2014
- 9 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ145—2013
- 10 《室内管道支吊架》 05R417-1
- 11 《装配式管道支吊架(含抗震支吊架)》 18R417-2
- 12 《室内管道支架及吊架》 03S402
- 13 《金属管道补偿设计与选用》 14K206

4.3 设计参数

4.3.1 支吊架验算的设计参数内容一般是整个计算过程中共用的参数以及计算系数等，例如：支吊架在不同工况下的取值计算公式，受拉杆件、受压杆件的长细比限值，横梁挠度限值等。

4.4 型材物理特性

4.4.2 支吊架验算时，常用的型钢参考标准为《热轧型钢》 GB/T 706-2016。

4.5 型式及受力图

4.5.1 为了快速查找、核对、了解计算的支吊架样式、受力情况，最直观的表现形式就是图，不同的支吊架图可以表现不同的信息，但每个支吊架计算书中至少要有能够清晰看出其支架结构、管道分布等情况的样式图，以及反映支吊架受力情况的受力图。

4.5.2~4.5.3 支吊架图的表现形式可以是二维剖面简图，也可以是模型截图。但计算书中每个支吊架所绘制的图，其构造型式、受力情况均应该一一对应。如图1与图2所示，该计算书中计算的支吊架为综合吊架，由两根吊杆和两根横担组成，每个横担上边分别固定有两根管道，两张图中，吊杆、横担的长度，吊杆生根部位，横担与吊杆连接位置，管道在支吊架上的固定位置均应相同。

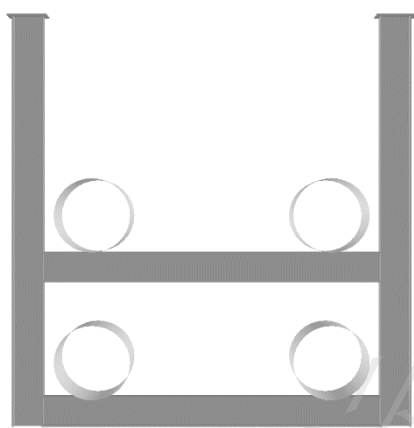


图1 四根管道的吊架模型图

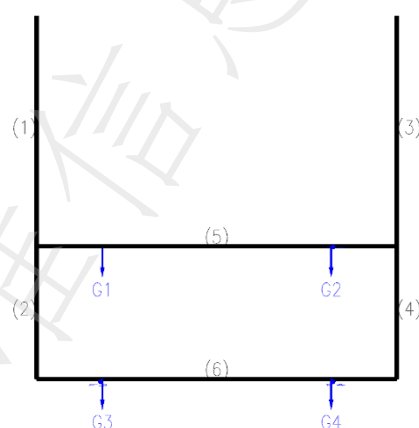


图2 四根管道的吊架受力图

4.5.4 支吊架图的标记位置有限，但需要反映的内容却很多，为了便于查看和计算，管道对支吊架的作用力大小、吊杆尺寸等信息可以用代号的方式标记在图中，在计算书的正文中，在对图中所标注的代号进行描述。

5 支吊架荷载说明

5.1 荷载分类

5.1.2 机电系统管道对支吊架产生的荷载主要是管道、保温、管道内部介质等重量所产生的垂直荷载；管道内介质温度与环境温度有差异时，管道伸缩变形产生的推力；布设补偿器时，对支吊架的反弹力；布设橡胶软连接、金属软连接以及内、外压不平衡式的补偿器时，由管道内压产生的沿管道轴线方向的不平衡内力等。考虑制造、安装等因素的影响，垂直荷载一般采取在管架间距的标准荷载乘 1.35 的荷载分项系数。水平荷载一般按垂直荷载的 0.3 倍计算。

5.2 荷载组成描述

5.2.1~5.2.6 机电管线支吊架所受的荷载，应综合考虑管线在安装以及运行过程中对支吊架所产生的水平、垂直力影响。

1 水管道的重量宜按照以下规则确定：

1) 保温管道重量：按计算管道支吊架间距内的管道自重、满管水重、保温层重三项之合的 1.1 倍计算。

2) 不保温管道重量：按计算管道支吊架间距内的管道自重、满管水重两项之合的 1.1 倍计算。

3) 计算管段上，如安装有阀部件，应核算该计算管段管道重量，并采取加强措施。

2 电气桥架和母线的重量宜按照以下规则确定：

1) 根据《钢制电缆桥架工程技术规程》TCECS31-2017 中的规定，托盘、桥架对支吊架的荷载应按下式确定：

$$W = L(n_0 q_E + G) \quad (1)$$

式中： L —支、吊架相邻两侧等跨布置是的跨距；

q_E —每层托盘、梯架的安全工作荷载；

G —托盘、梯架及盖板、附件自重；

n_0 —安全系数，取 1.5。

表 1 托盘、梯架安全工作荷载

安全工作荷载等级	A	B	C	D
安全工作荷载等级 (N/m)	650	1800	2600	3250

表 2 托盘、梯架的常用规格及安全工作荷载等级对应表

荷载等级	宽度 (mm)
A 级	60~200
B 级	250~400
C 级	450~600
D 级	800、1000

2) 母线的重量按计算母线支吊架间距内的母线自重的 1.1 倍计算。

3 风管道的重量按计算风管支吊架间距内的风管自重、保温层重两项之合的 1.1 倍计算。

4 水管道水平荷载可按垂直荷载的 0.3 倍计算，当水管道存在较大的冷热位移量或由于安装阀组部件产生了不平衡内力时，水管道对支吊架的水平荷载力应单独核算，当计算的水平荷载超出垂直荷载的 0.3 倍时，以计算值为准。

5 常用的水管道支吊架受力计算公式

1) 水管道冷热位移摩擦力 $P_{\text{摩}}$ 应按下式计算:

$$P_{\text{摩}} = \mu \times F_N \quad (2)$$

式中: μ —摩擦系数;

F_N —与管线垂直, 作用在管线支吊架上的弹性力。

2) 安装有补偿器的水管道, 补偿反弹力 $P_{\text{反}}$ 应按下式计算:

$$P_{\text{反}} = K_w \times E_x \quad (3)$$

式中: K_w —波纹补偿器总刚度;

E_x —计算补偿量。

3) 安装有内压或外压不平衡式波纹补偿器的水管道, 轴向不平衡内力 $P_{\text{内}}$ 应按下式计算:

$$P_{\text{内}} = P_0 \times A_i \quad (4)$$

式中: P_0 —波纹补偿器位置处管道内介质工作压力;

A_i —波纹补偿器有效截面积。

3) 安装有波纹管或柔性软连接的水管道, 轴向不平衡内力 $P_{\text{内}}$ 应按下式计算:

$$P_{\text{内}} = P_0 \times A \quad (5)$$

式中: P_0 —波纹补偿器位置处管道内介质工作压力;

A —管道截面积。

6 支吊架内力情况描述

6.0.6 根据《建筑结构荷载规范》GB50009 国家标准中的荷载组合要求，结合建筑机电安装系统特点确定两种荷载组合。

7 支吊架构件验算

7.2 强度验算

7.2.1 当吊装设备或管道的支吊架立柱使用通丝吊杆，且通丝吊杆仅考虑承担吊装设备或管道的竖向荷载时，按轴心受拉构件考虑，使用本公式进行型钢的强度验算。

7.2.2 支撑设备或管道的门字型或框架型支吊架型钢立柱、即受压又受弯的支吊架横担属于压弯构件；吊装设备或管道的吊杆，即受拉又受弯属于拉弯构件，都需要按本公式对其截面强度进行验算。

根据《钢结构设计规范》GB50017—2017 第 8.4.2 条的规定，工字形和箱形截面压弯构件的腹板高厚比超过表 1 规定的 S4 级截面要求时，其构件设计应符合下列规定：

1 应以有效截面代替实际截面按本条第 2 款计算杆件的承载力。

1) 工字形截面腹板受压区的有效宽度应取为：

$$h_e = \rho h_c \quad (6)$$

当 $\lambda_{n,p} \leq 0.75$ 时：
$$\rho = 1.0 \quad (7)$$

当 $\lambda_{n,p} > 0.75$ 时：
$$\rho = \frac{1}{\lambda_{n,p}} \left(1 - \frac{0.19}{\lambda_{n,p}} \right) \quad (8)$$

$$\lambda_{n,p} = \frac{h_w/t_w}{28.1\sqrt{k_\sigma}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \quad (9)$$

$$k_\sigma = \frac{16}{2 - \alpha_0 + \sqrt{(2 - \alpha_0)^2 + 0.112\alpha_0^2}} \quad (10)$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}} \quad (11)$$

式中： h_c 、 h_e ——分别为腹板受压区宽度和有效宽度，当腹板全部受

压时, $h_c = h_w$;

ρ ——有效宽度系数。

σ_{max} ——腹板计算边缘的最大压应力 (N/mm^2)

σ_{min} ——腹板计算高度另一边缘相应的应力 (N/mm^2)，压应力去正值，拉应力取负值。

2) 工字形截面腹板有效宽度 h_e 应按下列公式计算:

当截面全部受压, 即 $\alpha_0 \leq 1$ 时 (图 3 (a)):

$$h_{e1} = 2h_e / (4 + \alpha_0) \quad (12)$$

$$h_{e2} = h_e - h_{e1} \quad (13)$$

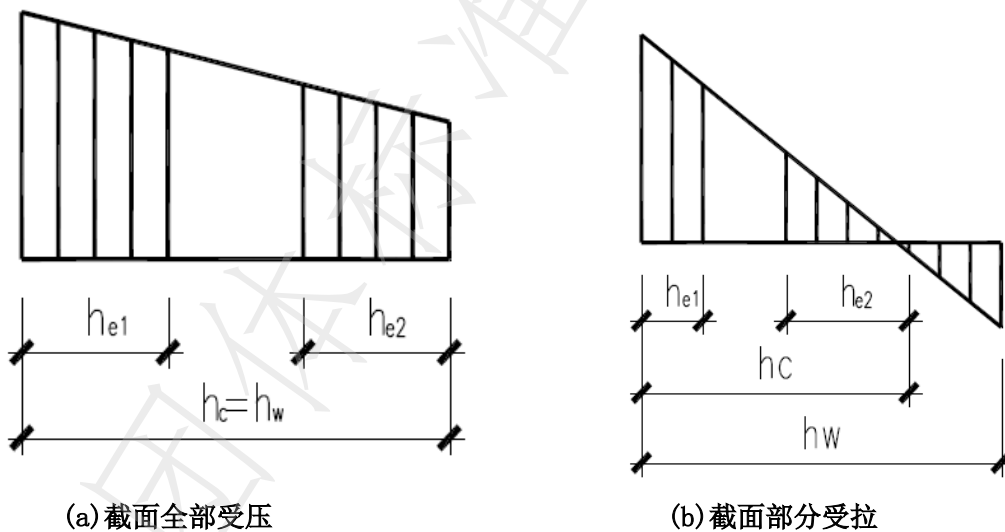


图 3 有效宽度的分布

3) 箱形截面压弯构件翼缘宽厚比超限时也应按式 (1) 计算其有效宽度, 计算时取 $k_\sigma = 4.0$ 。有效宽度分布在两侧均等。

2 应采用下列公式计算其承载力:

强度计算:

$$\frac{N}{A_{ne}} \pm \frac{M_x + N_e}{\gamma_x W_{nex}} \leq f \quad (14)$$

平面内稳定计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A_{ef}} + \frac{\beta_{mx} M_x + N_e}{\gamma_x W_{elx} (1 - 0.8N/N_{Ex}) f} \leq 1.0 \quad (15)$$

平面外稳定计算:

$$\frac{N}{\varphi_y A_{ef}} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x + N_e}{\varphi_b W_{elxf}} \leq 1.0 \quad (16)$$

式中: A_{ne} 、 A_e ——分别为有效净截面面积和有效毛截面面积 (mm^2);

W_{nex} ——有效截面的净截面模量 (mm^3);

W_{elx} ——有效截面对较大受压纤维的毛截面模量 (mm^3);

e ——有效截面形心至原截面形心的距离 (mm)。

表3 压弯和受弯构件的截面板件宽厚比等级及限值

构件	截面板件宽厚比等级		S1级	S2级	S3级	S4级	S5级
压弯构件 (框架柱)	H形截面	翼缘 b/t	$9 \varepsilon_k$	$11 \varepsilon_k$	$13 \varepsilon_k$	$15 \varepsilon_k$	20
		腹板 h_0/t_w	$(33+13\alpha_0^{1.3}) \varepsilon_k$	$(38+13\alpha_0^{1.39}) \varepsilon_k$	$0 \leq \alpha_0 \leq 1.6$ $(16\alpha_0+0.5\lambda+25) \varepsilon_k$ $1.6 < \alpha_0 \leq 2.0$ $(48\alpha_0+0.5\lambda-26.2) \varepsilon_k$	$(45+25\alpha_0^{1.66}) \varepsilon_k$	250
	箱形截面	壁板 (腹板)间翼缘 b_0/t	$30 \varepsilon_k$	$35 \varepsilon_k$	$0 \leq \alpha_0 \leq 1.6$ $(12.8\alpha_0+0.4\lambda+20) \varepsilon_k$ 且不小于 $40 \varepsilon_k$	$45 \varepsilon_k$	—
					$1.6 < \alpha_0 \leq 2.0$ $(38.4\alpha_0+0.4\lambda-21) \varepsilon_k$		
圆钢管截面	径厚比 D/t	$50\varepsilon_k^2$	$70\varepsilon_k^2$	$90\varepsilon_k^2$	$100\varepsilon_k^2$	—	
受弯构件 (梁)	工字形截面	翼缘 b/t	$9 \varepsilon_k$	$11 \varepsilon_k$	$13 \varepsilon_k$	$15 \varepsilon_k$	20
		腹板 h_0/t_w	$65 \varepsilon_k$	$72 \varepsilon_k$	$(40.4+0.5\lambda) \varepsilon_k$	$124 \varepsilon_k$	250
	箱形截面	壁板 (腹板)间翼缘 b_0/t	$25 \varepsilon_k$	$32 \varepsilon_k$	$37 \varepsilon_k$	$42 \varepsilon_k$	—

注: 1 ε_k 为钢号修正系数, 其值为235与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根。

2 b 为工字形、H形截面的翼缘外伸宽度, t 、 h_0 、 t_w 分别是翼缘厚度、腹板净高和腹板厚度。对轧制型截面, 腹板净高不包括翼缘腹板过渡处圆弧段; 对于箱形截面, b_0 、 t 分别为壁板间的距离和壁板厚度; D 为圆管截面外径; λ 为构件在弯矩平面内的长细比。

3 箱形截面梁及单向受弯的箱形截面柱, 其腹板限制可根据H形截面腹板采用。

4 腹板的宽厚比可通过设置加劲肋减小。

5 当按国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011—2010第9.2.14条第2款的规定设计, S5

级截面的板件宽厚比小于 S4 级经 ε_{σ} 修正的板件宽厚比时,可归属为 S4 级截面。 ε_{σ} 为应力修正因子, $\varepsilon_{\sigma} = \sqrt{f_y / \sigma_{max}}$ 。

7.2.3 当支吊架横担只承受垂直于其杆件的重力、水平作用力、地震力等造成的弯矩,不承受垂直于其杆件截面的地震力、水平作用力时,应按本公式对构件进行抗弯强度的验算。

根据《钢结构设计规范》GB50017—2017 第 6.1.2 条的规定,截面塑性发展系数应按下列规定取值:

1 对工字型和箱形截面,当截面板件宽厚比等级为 S4 或 S5 级时,截面塑性发展系数应取 1.0,当截面板件宽厚比等级为 S1、S2 及 S3 时,截面塑性发展系数应按下列规定取值:

1) 工字形截面 (x 轴为强轴、y 轴为弱轴): $\gamma_x = 1.05$ 、 $\gamma_y = 1.20$;

2) 箱形截面: $\gamma_x = \gamma_y = 1.05$ 。

2 其他截面应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。

3 对需要计算疲劳的梁,宜取 $\gamma_x = \gamma_y = 1.0$ 。

截面板件宽厚比等级可参见表 1,根据各板件受压区域应力状态确定。

7.2.4 支撑设备或管道的门字型或框架型支吊架型钢立柱,除了按照式 7.2.2 进行强度计算外,还应按本公式对构件进行稳定性的验算。

当支吊架横担不仅承受垂直于其杆件的重力、水平作用力、地震力等造成的弯矩,还承受垂直于其杆件截面的地震力、水平作用力时,除了按照式 7.2.3 进行强度计算外,还应按本公式对构件进行稳定性

的验算。

同样的当支吊架的斜撑受压时，除按照轴心式 7.2.2 进行强度计算外，还应按本公式对构件进行稳定性的验算。

7.2.5~7.2.9 支吊架横担还应对其抗剪强度、局部承压强度、折算应力、整体稳定性以及挠度进行验算。

全国团体标准信息平台

8 计算书审核要求

8.1 工作职责与工作划分

8.1.1 国内的建筑机电安装工程中，大部分的支吊架计算工作是由所要完成施工任务的施工单位负责的，本条主要明确了由施工单位组织编制时，各参建单位都有义务进行审核；当支吊架的设计工作业主委托了设计单位完成时，应由支吊架设计单位根据国家相关要求完成支吊架设计及审核工作。

8.1.2~8.1.6 条款主要分专业对监理、设计以及建设单位工程师所要负责的计算书审核内容进行了规定。

8.3 审核

8.3.1 为了便于后续审核工作和施工工作的开展、提高工作效率，各参建单位应提出有针对性的意见，例如：某机电设计审核意见“同意计算书中暖通管线对支吊架的受力值”。

9 计算书格式要求

9.1 一般要求

9.1.1 本条规定主要是为了便于资料档案的管理，档案馆进行资料归档时，都是按照 A4 型纸张大小进行的组卷。

9.1.2~9.1.3 支吊架计算书涉及多个专业学科，不同章节设置章节标题、字体加粗、章节结束另起页编写下一章节等格式上的设置都有利于计算书内容的编写、查找以及审核。

9.1.4 封面内容主要为了能够快速找到与纸质匹配的计算书，便于审核、查找与修改。

9.1.5~9.1.6 文章中所使用的字体，按照国内文章的编写习惯进行的规定。

9.1.7 为了计算书的美观与资源节约，可适当收缩行间距，使内容尽量充满整张纸。