

# 团 体 标 准

T/CAMIE 07—2021

---

## 袋式除尘器 钢支架

Steel support of bag filter

2021-09-07 发布

2021-10-08 实施

---

中国环保机械行业协会 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	2
4.1 作用和作用效应 .....	2
4.2 计算指标 .....	2
4.3 几何参数 .....	2
4.4 计算系数及其他 .....	2
5 要求 .....	3
5.1 一般要求 .....	3
5.2 钢支架连接及要求 .....	3
5.3 材料要求 .....	5
6 钢支架的荷载及地震作用 .....	5
6.1 钢支架荷载 .....	5
6.2 地震作用 .....	6
7 结构设计 .....	6
7.1 一般规定 .....	6
7.2 抗震设计 .....	7
7.3 荷载和地震作用效应组合 .....	7
7.4 构件的承载能力极限状态计算 .....	8
7.5 柱脚 .....	9
8 钢支架制作和表面防护 .....	11
8.1 钢支架制作 .....	11
8.2 钢支架表面防护 .....	11
8.3 钢支架涂装 .....	12
9 钢支架安装与维护 .....	12
9.1 钢支架安装 .....	12
9.2 钢支架维护 .....	12
附录 A（资料性附录） 袋式除尘器裸露件涂装要求 .....	13



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国环保机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：科林环保技术有限责任公司、中钢集团天澄环保科技股份有限公司、南京工业大学、浙江菲达环保科技股份有限公司、福建龙净环保股份有限公司、南京杰科丰环保技术装备研究院有限公司、浙江利达环保科技股份有限公司。

本文件主要起草人：肖卫芳、李亮、马琳、沈卫星、查培强、余志刚、徐海涛、郇建国、蒋华、戴海金、周长城、郑叶玲、苟登军、张荣星、夏云、陈建林、陈云峰、王东、庄剑豪、钱云冰、苑举林。

本文件为首次发布。



# 袋式除尘器 钢支架

## 1 范围

本文件规定了袋式除尘器钢支架（简称钢支架）的术语和定义，符号，要求，钢支架上的荷载及地震作用，结构设计，钢支架的制作与表面防护，钢支架安装与维护。

本文件适用于袋式除尘器箱体设备主要承载结构钢支架的设计、制作、安装与维护。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5118 热强钢焊条

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 16845 除尘器术语

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范（附条文说明）

GB 50017-2017 钢结构设计标准（附条文说明 [另册]）

GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准

GB 50191 构筑物抗震设计规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50223 建筑工程抗震设防分类标准

GB 50661 钢结构焊接规范

GB 50755 钢结构工程施工规范

GB 51249 建筑钢结构防火技术规范

## 3 术语和定义

GB 50017-2017 和 GB/T 16845 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**袋式除尘器钢支架** **steel support of bag filter**

袋式除尘器箱体设备的承载结构。

注：主要包括钢柱、横梁、斜撑和钢平台等。

### 3.2

**袋式除尘器高度** **the height of bag filter**

钢支架柱底至袋式除尘器顶部的高度。

注：若袋式除尘器上部设有防雨棚，则最高点算至防雨棚顶部。

## 4 符号

### 4.1 作用和作用效应

$W_k$  ——除尘器箱体风荷载标准值，单位为千牛（kN）；

$\omega_0$  ——基本风压值，单位为千牛每平方米（kN/m<sup>2</sup>）；

$S_{GE}$  ——重力荷载代表值的效应，单位为千牛（kN）；

$S_{Ehk}$  ——水平地震作用标准值的效应，单位为千牛（kN）；

$R$  ——结构构件抗力的设计值，单位为千牛（kN）；

$\sigma_c$  ——柱基础顶面承受的轴心压应力设计值，单位为牛每平方米（N/mm<sup>2</sup>）；

$N$  ——柱的轴心压力设计值，单位为千牛（kN）；

$S$  ——结构构件荷载效应组合的设计值，单位为千牛（kN）；

$S_{Gk}$  ——永久荷载标准值的效应，单位为千牛（kN）；

$S_{Qk}$  ——正常操作时可变荷载标准值的效应，单位为千牛（kN）；

$S_{Wk}$  ——风荷载标准值的效应，单位为千牛（kN）；

$M_{tmax}$  ——根据柱脚下混凝土基础的反力（或锚栓拉力）和柱脚底板的支承条件确定的最大弯矩，单位为牛·毫米每毫米（N·mm/mm）；

$V$  ——铰接柱脚中的柱脚底板水平力，单位为千牛（kN）；

$\sigma_{max}$  ——柱脚底板对基础顶面的压应力最大设计值，单位为牛每平方米（N/mm<sup>2</sup>）；

$Nt$  ——柱底拉力设计值，单位为千牛（kN）；

$M$  ——柱底弯矩设计值，单位为牛·毫米（N·mm）；

$N$  ——柱轴心压力设计值，单位为牛（N）。

### 4.2 计算指标

$f_c$  ——柱脚底板下混凝土的轴心抗压强度设计值，单位为牛每平方米（N/mm<sup>2</sup>）；

$f$  ——柱脚底板的钢材抗弯强度设计值，单位为牛每平方米（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_t^a$  ——锚栓的抗拉强度设计值，单位为牛（N）。

### 4.3 几何参数

$B_c$  ——除尘器箱体的宽度，单位为米（m）；

$H$  ——除尘器箱体的高度，单位为米（m）；

$t_b$  ——柱脚底板厚度，单位为毫米（mm）；

$L$  ——柱脚底板的长度；单位为毫米（mm）；

$B$  ——柱脚底板的宽度；单位为毫米（mm）；

$l_0$  ——受拉地脚螺栓到受压区底板板边的距离，单位为毫米（mm）；

$x$  ——柱脚底板受压区长度计算值，单位为毫米（mm）。

### 4.4 计算系数及其他

$\beta_z$  ——高度  $Z$  处的风振系数；



- $\mu_s$  —— 除尘器箱体的风荷载体型系数；
- $\mu_z$  —— 高度  $Z$  处的风压高度变化系数；
- $\gamma_G$  —— 永久荷载分项系数；
- $\gamma_Q$  —— 可变荷载分项系数；
- $\gamma_W$  —— 风荷载分项系数；
- $\gamma_{GE}$  —— 重力荷载分项系数；
- $\gamma_{Eh}$  —— 水平地震作用分项系数；
- $\gamma_0$  —— 结构构件的重要性系数；
- $\gamma_{RE}$  —— 承载力抗震调整系数；
- $\beta_1$  —— 混凝土局部受压时的强度提高系数；
- $n_i$  —— 柱一侧锚栓数量；
- $\varphi_b$  —— 梁的整体稳定系数；
- $\Psi_w$  —— 风荷载组合值系数。

## 5 要求

### 5.1 一般要求

- 5.1.1 钢支架应能独立承担袋式除尘器结构上的荷载作用，宜独立布置。
- 5.1.2 钢支架柱网、层高、平台的梁板和斜撑布置及平台开洞等，应满足工艺布置、管道、设备的安装和检修要求。
- 5.1.3 钢支架结构体系宜采用框架-支撑结构、支撑结构，不宜采用纯框架结构。
- 5.1.4 钢支架结构宜在两个方向分别布置支撑。
- 5.1.5 支撑应设置在同一开间内，无法满足时，可局部设置在相邻的开间内。
- 5.1.6 平台铺板应采用钢格栅板或花纹钢板。
- 5.1.7 钢支架各层平台四周和临空处均应设置钢栏杆。
- 5.1.8 钢支架的防腐蚀设计应符合 GB/T 50046 的规定。

### 5.2 钢支架连接及要求

5.2.1 钢结构节点连接应采用焊缝连接方式、高强度螺栓连接方式或两者组合连接方式，连接板应采用与构件强度相同等级的钢材。

5.2.2 焊缝连接应符合下列规定：

a) 焊条应与构件强度等级相适应，当焊缝连接两种不同强度的钢材时，应采用与低强度钢材相适应的焊条；

b) 焊缝布置宜对称于杆件或构件截面重心，并使焊缝截面的重心与杆件或构件截面重心相重合；

c) 角焊缝的焊脚尺寸  $h_f$  (mm) 应不小于  $1.5\sqrt{t_1}$  ( $t_1$  为较厚焊件厚度)，且宜不大于较薄焊件厚度的 1.2 倍；对圆孔或槽孔内的角焊缝的焊脚尺寸宜不大于圆孔直径或槽宽度的 1/3；当焊件厚度不大于 4 mm 时，最小焊脚尺寸应与焊件厚度相同；

e) 侧面或正面角焊缝的计算长度应不小于  $8h_f$  和 40 mm，侧面角焊缝的计算长度不宜大于  $60h_f$ ；

当大于上述数值时，其超过部分在计算中不予考虑，若内力沿侧面角焊缝全长分布时，其计算长度不受本条内容限制；

f) 次要构件的焊缝连接采用断续角焊缝时，受压构件的焊缝间净距应不大于  $15 t_2$ ，受拉构件的焊缝间净距应不大于  $30 t_2$  ( $t_2$  为较薄焊件的厚度)；

g) 杆件与节点板的连接焊缝，宜采用两面侧焊或三面围焊，所有围焊的转角处应连续施焊；弦杆与腹杆、腹杆与腹杆之间的间隙应不小于 20 mm，相邻角焊缝焊趾间净距离应不小于 5 mm，详见图 1；

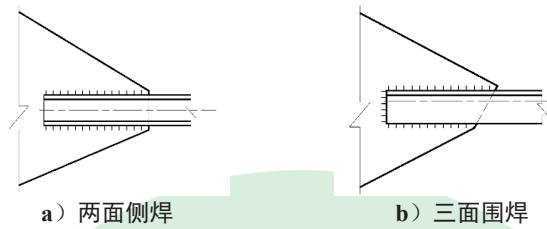


图 1 杆件与节点板的焊缝连接

h) 搭接连接的长度应不小于焊件较小厚度的 5 倍，且应不小于 25 mm；

i) 对接焊缝与母材等强时，应采用加引弧板和引出板的焊透对接焊缝。

### 5.2.3 高强度螺栓连接应符合下列规定：

a) 高强度螺栓的布置宜采用并列和错列的布置形式，螺栓行列之间及螺栓与构件边缘的距离应符合表 1 的要求；

表 1 高强度螺栓的最大、最小容许间距

名称	位置和方向		最大容许间距 (取两者较小值)	最小容许间距	
中心间距	外排 (垂直内力方向或顺内力方向)		$8 d_0$ 或 $12 t$	$3 d_0$	
	中间排	垂直内力方向			$16 d_0$ 或 $24 t$
		顺内力方向	构件受压力		$12 d_0$ 或 $18 t$
			构件受拉力		$16 d_0$ 或 $24 t$
	沿对角方向		—		
轧制边、自动气割边或锯割边					
中心至构建边缘距离	顺力方向		$4 d_0$ 或 $8 t$	$2 d_0$	
	切割边或自动手工气割边			$1.5 d_0$	
	轧制边、自动气割边或锯割边				

注 1:  $d_0$  为高强度螺栓连接板的孔径，对槽孔为短向尺寸； $t$  为外层较薄板件的厚度；  
注 2: 钢板边缘与刚性构件 (如角钢、槽钢等) 相连的高强度螺栓的最大间距，可按中间排的数值采用。

b) 同一个连接节点应采用同一直径和同一性能等级的高强度螺栓；

c) 每一杆件在节点上或拼接连接的一侧的螺栓数目应不少于两个；

d) 高强度螺栓孔应采用钻成孔，摩擦型高强度螺栓的孔径比螺栓公称直径大 1.5 mm ~ 2.0 mm，承压型高强度螺栓的孔径比螺栓公称直径大 1.0 mm ~ 1.5 mm；

e) 高强度螺栓连接范围内的构件接触面处理方法应在施工图中说明。

### 5.2.4 焊缝应根据结构的重要性、荷载特性、焊缝形式、工作环境以及应力状态等情况，按下述原则分别选用不同的质量等级：

a) 凡要求与母材等强的对接焊缝宜焊透，其质量等级受拉时应不低于二级，受压时宜不低于二级；

b) 梁柱节点中的梁翼缘与柱翼缘的坡口焊缝质量等级宜为二级，若设计为三级时，应满足二级焊缝外观质量标准；

c) 部分焊透的对接焊缝、采用角焊缝或部分焊透的对接与角接组合焊缝的 T 形连接部位，焊缝质量等级可为三级。

### 5.3 材料要求

5.3.1 钢材及其连接材料应符合 GB 50017 和 GB 50011 的规定。

5.3.2 型钢和钢板宜采用 Q235、Q345 钢，抗震结构和焊缝结构不应采用 A 级钢。钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值应不大于 0.85；钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率应不小于 20%；钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

5.3.3 手工电弧焊焊条应符合 GB/T 5117 或 GB/T 5118 规定。选用焊条型号时应与构件钢材强度等级相适应，按下列规定：

- a) 当构件钢材为 Q235 时，宜采用 E43 型焊条；
- b) 当构件钢材为 Q345 时，宜采用 E50 型焊条；
- c) 当 Q345 和 Q235 两种钢材相焊时，宜采用 E43 型焊条。

5.3.4 高强度螺栓应采用性能等级为 8.8 级和 10.9 级的高强度螺栓。

5.3.5 地脚螺栓不宜采用 A 级钢，宜采用未经冷拉的 Q235 钢或 Q345 钢。

## 6 钢支架的荷载及地震作用

### 6.1 钢支架荷载

6.1.1 钢支架上的荷载可分为永久荷载和可变荷载。

6.1.2 永久荷载包括结构自重、袋式除尘器本体（含保温）、滤袋袋笼、管道、顶部防雨棚和辅助设备等。

6.1.3 可变荷载包括灰斗储灰荷载、平台及除尘器顶部检修荷载、输灰设备的积灰荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载和因温度变化引起设备箱体伸缩产生的水平摩擦力等。

6.1.4 输灰设备动载应按规定乘以动力系数。

6.1.5 灰斗积灰荷载一般应按灰斗积满灰计算。若为灰斗进风，积灰荷载可按进风口顶部至灰斗底部的体积来计算。

6.1.6 平台均布活荷载标准值见表 2。

表 2 平台均布活荷载标准值

单位为 kN/m <sup>2</sup>	
构件名称	标准值
检修平台（检修时可能会堆放设备）	4.0
人行通道平台	2.0

6.1.7 钢支架风荷载应符合下列要求：

a) 没有封墙时钢支架风荷载主要为除尘器箱体传递的风荷载，若有封墙时应增加墙体风荷载。

b) 除尘器箱体的风荷载标准值，应按式（1）计算：

$$W_k = \beta_z \mu_s \mu_z \omega_0 B_C H \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$W_k$  —— 除尘器箱体风荷载标准值，单位为千牛（kN）；

$\beta_z$  —— 高度  $Z$  处的风振系数一般取 1.0，对于高度大于 30 m 且高宽比大于 1.5 的袋式除尘器，应符合 GB 50009 的规定；

$\mu_s$  —— 除尘器箱体的风荷载体型系数，方形除尘器取 1.3，圆形除尘器取 1.0；

$\mu_z$  —— 高度  $Z$  处的风压高度变化系数；应符合 GB 50009 的规定；

$\omega_0$  —— 基本风压值，单位为千牛每平方米（kN/m<sup>2</sup>）；

$B_c$  —— 除尘器箱体的宽度，单位为米，m；当有保温层时，应包括保温层的厚度；

$H$  —— 除尘器箱体的高度（含雨棚），单位为米（m）。

c) 设计建模时应考虑箱体风荷载产生的弯矩对设备梁及钢支架的影响。

## 6.2 地震作用

袋式除尘器钢支架的地震作用，应符合下列规定：

a) 一般情况下，宜在钢支架的两个主轴方向分别计算水平地震作用并进行抗震验算，各方向的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担，钢支架可不考虑竖向地震作用；

b) 除尘器钢支架可接单质点体系进行简化，抗震按底部剪力法简化计算，总水平地震作用应作用于除尘器箱体及灰斗整体的重心处；

c) 除尘器的重力荷载代表值应取结构构件、内衬、固定设备自重标准值和可变荷载组合值之和，可变荷载的组合值系数应符合 GB 50191 的规定；

d) 地震影响系数应根据烈度、场地类别、设计地震分组、结构自振周期和阻尼比确定。

## 7 结构设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 钢支架结构安全等级一般为二级，设计使用年限为 30 年。

7.1.2 钢支架结构计算应符合：

a) 结构构件应满足各种荷载状态下的承载力要求；

b) 直接承受动力荷载的横梁，计算强度和稳定时应乘以动力系数，计算变形时可不乘动力系数；

c) 钢支架梁应按受弯和压弯（或拉弯）构件验算强度和稳定。

7.1.3 结构的变形，应符合以下规定：

a) 钢支架在风荷载作用下的顶点水平位移与总高度之比值应不大于 1/250，层间相对位移与层高之比值应不大于 1/200；

b) 钢支架在地震作用下的顶点水平位移与总高度之比值、层间相对位移与层高之比值均不应大于 1/150；

c) 梁、板的挠度计算值不应超过表 3 规定的挠度限值。

表3 构件挠度限值

构件类型	挠度限值
平台板	1/150
平台次梁	1/200
平台主梁	1/250
设备梁	1/350
框架梁、手动电葫芦的轨道梁	1/400
单轨吊车梁	1/500

注1：表中  $l$  为构件计算跨度；  
注2：如构件制作时预先起拱，在验算挠度时，可将计算所得的挠度值减去合理起拱值；  
注3：计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨度  $l$  按实际悬臂长度的2倍取用。

7.1.4 钢支架柱计算长度等于柱高乘以计算长度系数，计算长度系数应符合 GB 50017 的规定。

7.1.5 钢支架支撑的计算长度系数，应按表4。

表4 支撑计算长度系数

构件类型	交叉支撑	其他支撑	
		底层	其它层
平面内	$0.5 l_1$	$1.0 l_1$	$0.8 l_1$
平面外	$1.0 l_2$	$1.0 l_2$	$1.0 l_2$

注： $l_1$ 、 $l_2$  为支撑平面内、外的几何长度（节点中心间的距离）。

7.1.6 非抗震支架柱、水平与竖向支撑的长细比不应超过表5的数值。

表5 柱、支撑允许长细比

构件类型	柱	水平与竖向支撑	
		受压	受拉
允许长细比	150	150 <sup>a</sup>	300

注：<sup>a</sup> 受压的水平支撑长细比允许值可取200

7.1.7 抗震钢支架各构件长细比应符合 GB 50191 的规定。

## 7.2 抗震设计

7.2.1 钢支架抗震设计应符合 GB 50011 和 GB 50191 的规定。

7.2.2 抗震设防类别应与工程主体构筑物相同，应符合 GB 50223 的规定。

7.2.3 抗震等级应根据设防分类、烈度和除尘器高度，应符合 GB 50011 的规定。

7.2.4 设防烈度为6度Ⅰ、Ⅱ类场地时，钢支架可不进行抗震验算。

7.2.5 设防烈度为6度Ⅲ、Ⅳ类场地或7度~9度时，钢支架应考虑水平地震作用，并按框架两个主轴方向分别进行抗震验算，验算时可不考虑竖向地震作用。

7.2.6 抗震等级为一、二、三级的中心支撑不应采用拉杆设计。

7.2.7 多遇地震作用下，无刚性铺板的梁应进行梁稳定验算，梁的整体稳定系数  $\varphi_b$  应符合 GB 50017 的规定。

7.2.8 多遇地震情况下钢支架的阻尼比应采用0.030。

## 7.3 荷载和地震作用效应组合

7.3.1 钢支架设计应按承载能力极限状态和正常使用极限状态，分别进行荷载和地震作用效应组合，并应取各自最不利的效应组合进行设计。

7.3.2 承载能力极限状态下，钢支架应分别按正常运行、最大积灰、风载作用和地震作用四种工况进行荷载效应组合，取最不利情况进行构件承载力设计。

7.3.3 正常使用极限状态下，应验算钢梁的挠度和风荷载作用下钢支架顶点水平位移。验算挠度和水平位移时采用荷载的标准组合。

7.3.4 除尘器正常生产时的最大积灰荷载的组合值系数应取 1.0，其他荷载组合系数应符合 GB 50009 和 GB 50191 的规定。

7.3.5 非地震作用时，钢支架结构构件荷载效应组合的设计值，应按式（2）计算：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_Q S_{Qk} + \gamma_W S_{Wk} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$S$  ——结构构件荷载效应组合的设计值；

$S_{Gk}$  ——永久荷载标准值的效应；

$S_{Qk}$  ——正常操作时可变荷载标准值的效应；

$S_{Wk}$  ——风荷载标准值的效应；

$\gamma_G$  ——永久荷载分项系数；

当效应对结构不利时，取 1.3；

当效应对结构有利时，取 1.0；

$\gamma_Q$  ——可变荷载分项系数，取 1.5；

$\gamma_W$  ——风荷载分项系数，取 1.5。

7.3.6 地震作用时，钢支架结构构件荷载效应组合的设计值，应按式（3）计算：

$$S = \gamma_{GE} S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \Psi_w \gamma_w S_{wk} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\gamma_{GE}$  ——重力荷载分项系数；

当效应对结构不利时，取 1.2；

当效应对结构有利时，取 1.0；

$S_{GE}$  ——重力荷载代表值的效应；

$\gamma_{Eh}$  ——水平地震作用分项系数，取 1.3；

$S_{Ehk}$  ——水平地震作用标准值的效应；

$\Psi_w$  ——风荷载组合值系数，风荷载起控制作用的钢支架取 0.2，风荷载不起控制作用的取 0.0。

#### 7.4 构件的承载能力极限状态计算

7.4.1 钢支架的结构构件在正常操作时的承载力设计，应按式（4）计算：

$$\gamma_0 S \leq R \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\gamma_0$  ——结构构件的重要性系数，取 1.0；

$R$  ——结构构件抗力的设计值，应符合 GB 50017 的规定。

7.4.2 框架的结构构件在地震作用时的承载力设计，应按式（5）计算：

$$S \leq \frac{R}{\gamma_{RE}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\gamma_{RE}$  ——承载力抗震调整系数，按表 6 的规定。

表 6 承载力抗震调整系数

结构构件	受力状态	$\gamma_{RE}$
柱；梁；支撑；节点板件；螺栓；焊缝	强度	0.75
柱；支撑	稳定	0.80

## 7.5 柱脚

7.5.1 柱脚可采用铰接连接和刚性连接。

7.5.2 铰接连接柱脚，应符合下列要求：

a) 柱基础顶面承受的轴心压应力设计值，应按式 (6) 计算：

$$\sigma_c = \frac{N}{LB} \leq f_c \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\sigma_c$  ——柱基础顶面承受的轴心压应力设计值，单位为牛每平方米 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )；

$N$  ——柱轴心压力设计值，单位为牛 (N)；

$L$  ——柱脚底板的长度，单位为毫米 (mm)；

$B$  ——柱脚底板的宽度，单位为毫米 (mm)；

$f_c$  ——柱脚底板下混凝土的轴心抗压强度设计值，单位为牛每平方米 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )；应符合 GB 50010 的规定；

b) 柱脚底板的厚度，除应大于柱中较厚板件厚度和 20mm 外，应按式 (7) 计算：

$$t_b \geq \sqrt{\frac{6M_{max}}{f}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$t_b$  ——柱脚底板厚度，单位为毫米 (mm)；

$M_{max}$  ——根据柱脚下混凝土基础的反力（或锚栓拉力）和柱脚底板的支承条件确定的单位宽度上的最大弯矩，单位牛·毫米每毫米 ( $\text{N} \cdot \text{mm}/\text{mm}$ )；

$f$  ——柱脚底板的钢材抗弯强度设计值，单位为牛每平方米 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )；

c) 当柱脚底板下混凝土反力较大时，应设置加劲肋予以加强；

d) 柱脚底板水平力，应由柱脚底板与其下部的混凝土或二次灌浆层之间摩擦力来抵抗，其摩擦力应按式 (8) 计算：

$$0.4N \geq V \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$V$  ——铰接柱脚中的柱脚底板水平力，单位为千牛 (kN)；

当不能满足式 (8) 要求时，应设置抗剪连接件；

e) 地脚螺栓直径不宜小于 24 mm。

7.5.3 刚性连接柱脚，应符合下列要求：

a) 柱脚底板对基础顶面的压应力最大设计值，应按式（9）计算：

$$\sigma_{max} = \frac{N}{LB} + \frac{6M}{L^2B} \leq \beta_1 f_c \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$\sigma_{max}$  ——柱脚底板对基础顶面的压应力最大设计值，单位为牛每平方米（N/mm<sup>2</sup>）；

$N$  ——柱底轴心压力设计值，单位为牛（N）；

$M$  ——柱底的轴心压力相应的弯矩，单位为牛·毫米（N·mm）；

$L$  ——弯矩作用平面内柱脚底板的长度，单位为毫米（mm）；

$B$  ——弯矩作用平面外柱脚底板的宽度，单位为毫米（mm）；

$\beta_1$  ——混凝土局部受压时的强度提高系数，应符合 GB 50010 的规定。

b) 柱脚均应设置加劲肋（加强板）；

c) 柱脚底板的厚度和长度、宽度应按式（7）和式（9）计算，其应满足构造要求；厚度应不小于柱中较厚板件的厚度，且不宜小于 20 mm；

d) 加劲肋的高度和厚度应由计算确定，且高度不宜小于 250 mm，厚度不宜小于 10 mm；

e) 柱脚底板水平力宜按 7.5.2 中 d) 规定进行验算；

f) 地脚螺栓的直径应按式（10）、式（11）、式（12）计算确定，并应留有 2 mm 的余量，且宜不小于 24 mm；

g) 锚栓计算：

锚栓计算时应选用柱脚荷载组合中最大  $M$  和相应的较小  $N$ ，使底板在最大可能范围内产生底部拉力，见图 2：

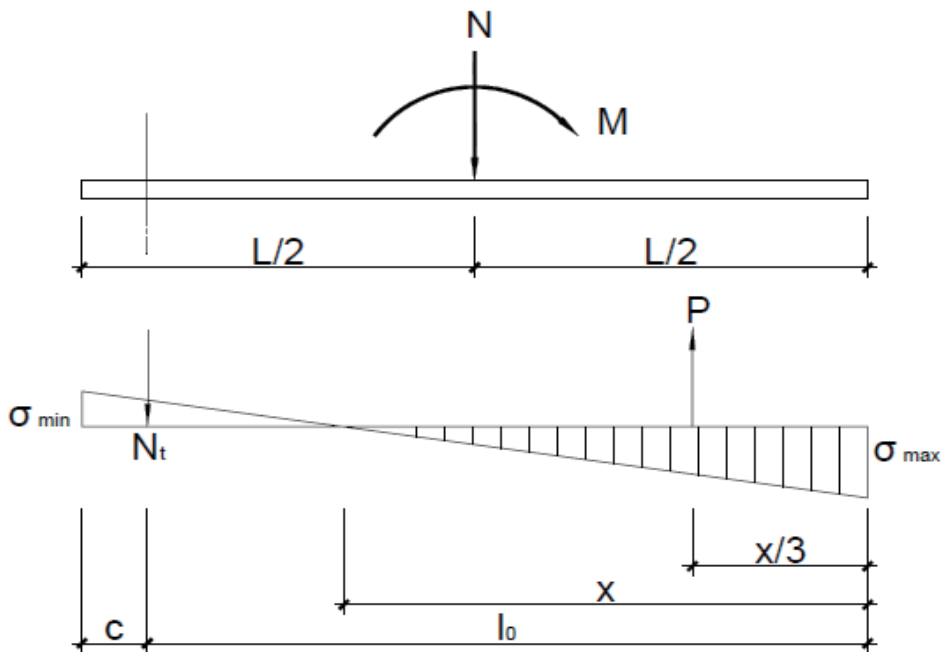


图 2 地脚螺栓计算简图



当偏心距  $e = \frac{M}{N} \leq \frac{L}{6}$  或  $\frac{L}{6} < e \leq (\frac{L}{6} + \frac{x}{3})$  时，受拉侧锚栓按构造要求设置。

当偏心距  $e > (\frac{L}{6} + \frac{x}{3})$  时，受拉侧单个锚栓有效截面积  $A_c$  可按式 (10) 计算：

$$A_c = \frac{N(e - L/2 + x/3)}{n_i(L - c - x/3)f_t^a} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$e$  —— 偏心距，单位为毫米 (mm)；

$M$ 、 $N$  —— 柱下端框架荷载组合中最大弯矩和相应的轴心力， $M$  单位为牛·毫米， $N \cdot \text{mm}$ ， $N$  单位为牛 (N)；

$f_t^a$  —— 锚栓的抗拉强度设计值，单位为牛 (N)；

$n_i$  —— 柱一侧螺栓数量；

$x$  —— 柱脚底板受压区长度计算值 (底板一侧压应力分布长度)，单位为毫米，mm。应采用使其产生最大拉力的组合弯矩和相应的轴心力。底板一侧的压应力和另一侧的假想拉应力可分别按下列公式计算：

$$\sigma_{max} = \frac{N}{BL} + \frac{6M}{BL^2} \leq f_c \dots\dots\dots (11)$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{BL} - \frac{6M}{BL^2} \dots\dots\dots (12)$$

按上述两式求出底板一侧压应力和另一侧的假想拉应力后即可求出压力分布长度  $x$  值。

7.5.4 地脚螺栓应采用双螺母或其它能防止螺母松动的有效措施。

## 8 钢支架制作和表面防护

### 8.1 钢支架制作

8.1.1 钢结构的制作应按施工图纸进行，且应符合 GB 50205 的规定。

8.1.2 焊接时应选择合理的焊接工艺及焊接顺序，当焊接变形超过 GB 50205 的规定时应加以矫正。

8.1.3 焊缝应规整、美观，无气孔、夹渣、裂纹、凹坑、咬边、焊瘤、缺焊和未熔合等缺陷。

8.1.4 构件的焊接质量应满足设计要求，且应符合 GB 50661 的规定。

8.1.5 对重要的安装接头和拼接接头，应在工厂进行试拼装。

### 8.2 钢支架表面防护

8.2.1 涂装前钢材表面处理要求

8.2.2 除锈前后应将钢材表面可见的油污与污垢清理干净，同时清除钢材表面的毛刺、焊渣、飞溅物、积灰和疏松的氧化皮、铁锈等。

8.2.3 钢结构表面初始锈蚀等级和除锈质量等级，应符合 GB/T 8923.1 的规定。表面最低除锈等级应符合表 7 规定。

表 7 各种底漆或防锈漆要求最低的除锈等级

涂料品种	除锈等级
油性酚醛、醇酸等底漆或防锈漆	St2
高氯化聚乙烯、氯化橡胶、氯磺化聚乙烯、环氧树脂、聚氨酯等底漆或防锈漆	Sa2
无机富锌、有机硅、过氯乙烯等底漆	Sa2 $\frac{1}{2}$

8.2.4 除锈工程的质量验收应符合 GB 50205 的规定。

### 8.3 钢支架涂装

8.3.1 钢结构的防腐涂装设计应符合 GB 50046 的规定。应遵循预防为主、防护结合、安全可靠和经济合理的原则，并综合考虑介质环境的腐蚀性、建筑物的重要性和维护条件等因素，在建筑全寿命经济分析的基础上采取长效防腐蚀涂装措施进行防护。

8.3.2 与大气接触钢材表面（通称裸露件），应依据当地大气环境选择相应的油漆种类与漆膜厚度，油漆种类与漆膜厚度、袋式除尘器裸露件涂装设计参数（油漆种类与漆膜厚度等），见附录 A。

8.3.3 面漆颜色要符合设计或业主确定的色标。

8.3.4 涂装工程的质量验收应符合 GB 50205 的规定。

8.3.5 有防火要求的，应考虑结构类型、耐火极限要求和工作环境等，防火设计应符合 GB 50017 和 GB 51249 的规定。

## 9 钢支架安装与维护

### 9.1 钢支架安装

9.1.1 安装前应对构件进行全面检查，如数量、长度、垂直度和螺栓孔位置等。

9.1.2 安装前应取得基础验收合格资料。

9.1.3 基础砼强度达到设计强度等级的 70% 后方可进行钢柱安装。

9.1.4 结构吊（安）装时，应采取有效措施保证结构稳定，并防止产生过大变形。应符合 GB 50755 的规定。

9.1.5 调整底板高度应采用在底板下加螺母或垫块的方式。

9.1.6 安装完成后，详细检查安装过程中的擦伤并补刷油漆，对连接螺栓按设计要求进行检查。

9.1.7 不应利用已安装就位的构件起吊其他重物，不应在本构件上加焊其他构件。

9.1.8 构件堆放时宜事先放置枕木垫平，不应直接将构件放置于地面上。

9.1.9 钢支架安装应符合 GB 50755 的规定。

9.1.10 钢支架验收应符合 GB 50205 的规定。

### 9.2 钢支架维护

9.2.1 钢结构使用过程中，应定期对结构进行必要维护，以确保使用过程中的结构安全。

9.2.2 应根据涂料使用年限和现场实际使用情况，结合结构使用环境条件等对钢支架表面油漆进行维护或重涂。

9.2.3 在使用过程中应对各种原因造成的钢支架构件（如横梁、斜撑）碰伤、变形和弯曲等进行矫正或更换。

9.2.4 定期、按阶段对钢支架沉降进行观测和记录。

## 附录 A

(资料性附录)

## 袋式除尘器裸露件涂装要求

A.1 袋式除尘器裸露件涂装要求见表 A.1。

表 A.1 袋式除尘器裸露件涂装要求

袋式除尘器所处大气环境	油漆漆种	油漆道数		油漆干膜总厚度 $\mu\text{m}$
相对湿度 $\leq 60$ (干区)或大气污染较低,乡村地带	铁红醇酸防锈漆	底漆	1	$\geq 100$
		醇酸中涂漆	1	
相对湿度 $\leq 60$ (干区)或大气污染较低,乡村地带	醇酸面漆	中涂漆	1	$\geq 100$
		面漆	1	
相对湿度 61 ~ 75(正常区)或城市工业大气环境	云母氧化铁底漆	底漆	1	$\geq 120$
		各种磁漆	1	
		各种磁漆	1	
相对湿度 61 ~ 75(正常区)或沿海区域、高盐度工业区	铁红环氧底漆或环氧树脂漆	底漆	1	$\geq 160$
		环氧云铁中涂漆	1	
		聚氨酯面漆	2	
相对湿度 $\geq 75$ (湿区)或化工、冶炼厂等酸、碱性大气环境	环氧富锌底漆	底漆	1	$\geq 200$
		环氧云铁中涂漆	1	
		聚氨酯面漆	2	

注：油漆采用稀释剂时，应选择与各种油漆配套的专用稀释剂；油漆采用水性油漆时，采用水作为稀释剂。

中国环保机械行业协会标准

袋式除尘器 钢支架

T/CAMIE 07—2021

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 20.3 千字

2021年9月第一版 2021年9月第一次印刷