



T/CECS 1065—2022

中国工程建设标准化协会标准

钢管支撑脚手架应用 技术规程

Technical specification for application of
steel tubular shoring scaffold

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(6)
4	材料和构配件	(7)
4.1	材料	(7)
4.2	制作质量	(8)
5	荷 载	(10)
5.1	荷载分类	(10)
5.2	荷载标准值	(11)
5.3	荷载分项系数及组合	(12)
6	结构设计	(14)
6.1	一般规定	(14)
6.2	立杆稳定性	(15)
6.3	水平杆设计	(19)
6.4	抗倾覆验算	(20)
6.5	地基基础设计	(22)
7	构造要求	(24)
7.1	一般规定	(24)
7.2	框架式支撑脚手架构造	(26)
7.3	桁架式支撑脚手架构造	(28)
7.4	特殊支撑脚手架构造	(31)
8	施 工	(34)

8.1 施工准备	(34)
8.2 搭设和拆除	(35)
9 检查和验收	(36)
9.1 构配件检查	(36)
9.2 支撑脚手架检查和验收	(37)
10 安全管理	(40)
附录 A 风荷载计算系数	(41)
附录 B 支撑脚手架节点力学性能试验方法	(42)
附录 C 立杆计算长度系数	(45)
附录 D 支撑脚手架钢管轴心受压稳定系数	(53)
附录 E 地基承载力修正系数	(69)
用词说明	(70)
引用标准名录	(71)
附:条文说明	(73)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(6)
4	Materials and accessories	(7)
4.1	Materials	(7)
4.2	Production quality	(8)
5	Loads	(10)
5.1	Loads classification	(10)
5.2	Characteristic value of loads	(11)
5.3	Partial safety factor and combination of load	(12)
6	Design of structure	(14)
6.1	General requirements	(14)
6.2	Stability of vertical tube	(15)
6.3	Design of horizontal tube	(19)
6.4	Overturning resistance checking	(20)
6.5	Design and calculation of subgrade and foundation	(22)
7	Detailing requirements	(24)
7.1	General requirements	(24)
7.2	Detailing of frame support structures	(26)
7.3	Detailing of truss support structures	(28)
7.4	Detailing of special support structures	(31)
8	Construction	(34)

8.1	Preparation of construction	(34)
8.2	Installation and dismantlement	(35)
9	Inspection and acceptance	(36)
9.1	Inspection of components	(36)
9.2	Inspection and acceptance of support structures	(37)
10	Safety management	(40)
Appendix A	Factors for calculating wind loads	(41)
Appendix B	Mechanics testing methods of scaffold	(42)
Appendix C	Effective length factors of upright tube	(45)
Appendix D	Stability coefficients for axial compression members of scaffold	(53)
Appendix E	Bearing capacity correction factor of foundation	(69)
	Explanation of wording	(70)
	List of quoted standards	(71)
	Addition: Explanation of provisions	(73)

1 总 则

1.0.1 为规范钢管支撑脚手架应用的技术要求,做到安全适用、技术先进、经济合理,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工程建设中钢管支撑脚手架的设计、施工、验收及管理。

1.0.3 钢管支撑脚手架的应用除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 支撑脚手架 shoring scaffold

由杆件或结构单元、构配件通过可靠连接而组成,支撑于地面或结构上,为建筑施工提供支撑和作业平台的脚手架。根据节点连接的形式,分为扣件式、碗扣式、盘扣式和键槽式等。

2.1.2 框架式支撑脚手架 frame support structure

由立杆、水平杆及剪刀撑等构件组成,计入节点转动刚度的支撑脚手架,包括有剪刀撑框架式支撑脚手架和无剪刀撑框架式支撑脚手架。

2.1.3 桁架式支撑脚手架 truss support structure

由立杆、水平杆及斜杆等构件组成,忽略节点转动刚度的支撑脚手架。

2.1.4 单元框架 frame unit

由立杆、水平杆、纵横向竖直剪刀撑以及水平剪刀撑围成的框架结构,是有剪刀撑框架式支撑脚手架的基本计算单元。

2.1.5 单元桁架 truss unit

由立杆、水平杆以及斜杆组成的纵横跨均为1跨的几何稳定矩形结构。

2.1.6 固定节点 fixed joint

与立杆焊接或压接连接的节点。

2.1.7 活动节点 active joint

与立杆非焊接或非压接连接可自由移动的节点。

2.2 符 号

2.2.1 荷载、荷载效应：

F_{wk} ——风荷载作用下支撑脚手架顶部竖向围挡范围内产生的等效水平集中力标准值；

G_k ——竖向永久荷载标准值之和；

\overline{M} ——单元桁架的弯矩设计值；

M_s ——水平杆弯矩设计值；

M_T ——风荷载作用下产生的倾覆力矩标准值；

M_w ——风荷载作用下产生的弯矩设计值；

M_{wk} ——风荷载作用下产生的弯矩标准值；

N ——立杆的轴向力设计值；

\overline{N} ——单元桁架的轴向力设计值；

N_{GK} ——永久荷载作用下产生的立杆轴向力标准值之和；

N_k ——上部结构传至立杆基础的轴向力；

N_{Qk} ——施工荷载作用下产生的立杆轴向力标准值；

N_{wk} ——风荷载作用下产生的轴向力标准值；

p_k ——立杆基础的平均压力；

p_{wk} ——风荷载的线荷载标准值；

R ——水平杆的剪力设计值；

R_d ——结构构件的承载力设计值；

S_d ——荷载效应组合设计值；

V ——作用在节点上的竖向力设计值；

V_R ——节点抗剪承载力设计值；

V_c ——节点抗滑承载力设计值；

ν ——挠度；

σ ——弯曲正应力；

ω_k ——风荷载标准值；

ω_0 ——基本风压值。

2.2.2 材料性能和抗力:

- E ——弹性模量;
- f ——抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
- f_n ——地基承载力特征值;
- f_{ak} ——修正后的地基承载力特征值;
- $[\nu]$ ——容许挠度。

2.2.3 几何参数:

- A ——立杆截面面积;
- A_g ——立杆基础底面积;
- A_n ——支撑脚手架迎风面杆件的净投影面积;
- A_w ——支撑脚手架迎风面的轮廓面积;
- \bar{A} ——单元桁架等效截面积;
- a_g ——垫板宽度;
- B ——支撑脚手架短边宽度;
- B_l ——特殊支撑脚手架中的落地跨度;
- B_t ——悬挑支撑脚手架中的悬挑长度;
- B_s ——跨空支撑脚手架中的跨空跨度;
- b_g ——沿垫板铺设方向相邻立杆间距;
- D ——钢管直径;
- H ——支撑脚手架高度;
- H_m ——支撑脚手架顶部竖向围挡的高度;
- H_t ——悬挑支撑脚手架中的悬挑高度;
- H_s ——跨空支撑脚手架中的跨空部分高度;
- h ——水平杆步距;
- \bar{i} ——单元桁架的等效截面回转半径;
- L ——立杆长度;
- l_a ——支撑脚手架长边的立杆间距;
- l_b ——支撑脚手架短边的立杆间距;
- l_0 ——立杆计算长度;

l_{\min} ——立杆纵向、横向间距中的较小值；

n ——支撑脚手架短边的立杆排数；

n_B ——支撑脚手架短边的立杆跨数；

n_L ——支撑脚手架长边的立杆跨数；

t ——钢管壁厚；

W_s ——水平杆截面模量；

\overline{W} ——单元桁架等效截面模量；

λ ——立杆长细比。

2.2.4 计算系数：

R_k ——节点转动刚度；

α —— α_1 和 α_2 中的较大值；

α_1 ——扫地杆高度与步距之比；

α_2 ——悬臂杆高度与步距之比；

β_a ——扫地杆高度与悬臂杆高度修正系数；

β_H ——高度修正系数；

β_z ——风振系数；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_G ——永久荷载分项系数；

γ_Q ——可变荷载分项系数；

η ——系数；

μ ——立杆计算长度系数；

μ_s ——风荷载体型系数；

μ_{stw} ——按多榀桁架确定的支撑脚手架风荷载体型系数；

μ_z ——风压高度变化系数；

φ ——轴心受压稳定系数；

$\overline{\varphi}$ ——单元桁架的稳定系数；

ϕ ——挡风系数；

ψ_w ——风荷载组合系数。

3 基本规定

3.0.1 在支撑脚手架搭设和拆除前,应编制专项施工方案,并应经审批后组织实施。

3.0.2 支撑脚手架承载力计算应采用荷载效应基本组合,变形和基础计算应采用荷载效应标准组合。

3.0.3 支撑脚手架设计、搭设和使用应符合下列规定:

1 应能承受设计荷载;

2 支撑脚手架应稳固,不得发生影响正常使用的变形;

3 当遇到意外作用或偶然超载时,不得发生整体破坏;

4 支撑脚手架有悬挑部分时应与既有结构可靠连接,无悬挑部分时宜与既有结构可靠连接,且在使用过程中不得损害既有结构;当支撑脚手架无法与既有结构连接时,应采取其他防倾覆措施。

3.0.4 应对进场支撑脚手架钢管的壁厚、直径和弯曲度进行抽检检测,并应以实测值作为设计依据,对抽检的立杆应进行拉伸强度试验。

4 材料和构配件

4.1 材 料

4.1.1 支撑脚手架主要构配件材料力学性能应符合表 4.1.1 的规定,且钢材等级不应低于 B 级。

表 4.1.1 支撑脚手架主要构配件材质

构配件	材质		
立杆	Q235	Q355	Q390
水平杆	Q235	Q355	Q390
节点	Q235 或 ZG270-500	Q355 或 ZG310-570	Q390 或 ZG340-640
连接套管	20 号无缝钢管或 ZG270-500	45 号无缝钢管或 ZG310-570	ZG340-640
可调托座	Q235	Q355	Q390
可调螺母	ZG270-500	ZG310-570	ZG340-640

注:节点包含直角扣件、旋转扣件、对接扣件、盘扣连接盘、碗扣、插销等;可调托座包含可调顶托和可调底座。

4.1.2 支撑脚手架钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 及《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的有关规定,材料力学性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 或《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定。

4.1.3 采用钢板成型的构配件时,钢板应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定;采用铸钢制造的配件时,其力学性能应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 的有关规定。

4.1.4 搭设剪刀撑或与结构连接的钢管、扣件等构配件,应符合国家现行标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 和《建筑施工扣件式钢

管脚手架安全技术规范》JGJ 130 的有关规定。

4.2 制作质量

4.2.1 钢管外径、壁厚、外形的允许偏差应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 钢管外径、壁厚、外形的允许偏差(mm)

钢管直径	截面尺寸偏差		外形偏差	
	外径	壁厚	不圆度	管端截面
31~40	±0.5	±0.1 t ,且不小于 2.8	0.38	与轴线垂直、无毛刺
41~50			7.5/1000· D	
≥51	±1%D			

注: t 为钢管壁厚; D 为钢管直径。

4.2.2 焊接应符合下列规定:

1 杆件焊接制作应在专用工艺装备上进行,焊接宜采用 CO₂ 气体保护焊;

2 节点配件和立杆周边的接触面应与立杆钢管环形满焊;

3 立杆钢管端部与接长套管应环形满焊;

4 插头与水平杆应环形满焊;

5 可调顶托板和可调底座垫板与螺杆焊后不应有气孔、咬边及焊穿管壁等焊接缺陷;

6 焊丝应与钢管和铸钢件材质相匹配,应符合现行国家标准《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》GB/T 8110 的有关规定;

7 焊缝应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 中三级焊缝的规定。

4.2.3 立杆采用套管接长时,套管壁厚不应小于立杆壁厚。套管与立杆焊接连接时,宜在立杆伸入套管不小于 30mm 处焊接;当套管与立杆压接连接时,宜在立杆伸入套管不小于 60mm 处压接。套管与立杆采用焊接或压接连接时,外径 60mm 的立杆连接套管插入长度不应小于 120mm,外径 48mm 的立杆连接套管插入

长度不应小于 90mm;套管内径与立杆外径差不应大于 3mm。套管具有其他构造形式时,可根据试验确定相关参数。

4.2.4 立杆采用对接扣件接长时,对接扣件外盖板厚度不应小于 5mm,高度不应小于 120mm;内十字板总高度不应小于 140mm,最小厚度不宜小于 4mm,宽度宜比立杆内直径小 2mm~4mm,内十字板中间圆板直径应与立杆外径相等,螺栓拧紧力矩应为 $40\text{N}\cdot\text{m}\sim 65\text{N}\cdot\text{m}$ 。

4.2.5 可调托座应符合下列规定:

1 托板长度和宽度均不应小于 150mm,厚度不应小于 5mm;

2 托板应与螺杆环焊,托板下应设置加劲板;

3 托板应设置开口挡板,挡板高度不应小于 40mm;

4 外径 48mm 的立杆顶托螺杆外径不应小于 36mm,外径 60mm 的立杆顶托螺杆外径不应小于 46mm,空心螺杆壁厚均不应小于 5mm;

5 调节螺母厚度不应小于 30mm,可调螺杆与调节螺母啮合长度不应少于 5 扣;

6 可调顶托长度不应小于 450mm;

7 托板和底座垫板不应有变形,螺杆与板件应垂直。

4.2.6 支撑脚手架构配件外观质量应符合下列规定:

1 钢管应无裂纹、凹陷、锈蚀,不应使用焊接接长的钢管;

2 钢管应平直,弯曲度不宜大于 $L/450$,端面应平整,不应有斜口、毛刺,端面与中轴线垂直面的夹角不宜大于 2° ;

3 铸件表面应光滑,不应有砂眼、缩孔、裂纹、浇冒口残余等缺陷,表面粘砂应清除干净;

4 钢管及其他非铸钢配件表面应光滑,连接处不应有毛刺、滴瘤和多余结块;

5 主要构配件上的制造厂家标志应清晰。

5 荷 载

5.1 荷载分类

5.1.1 作用于支撑脚手架上的荷载分为永久荷载和可变荷载。

5.1.2 模板支撑脚手架永久荷载应包括下列内容：

1 模板自重；

2 主次楞自重；

3 支撑脚手架自重：立杆、水平杆、剪刀撑及可调托座等构配件自重；

4 新浇筑钢筋混凝土自重，包括混凝土自重和钢筋自重；

5 作用于支撑脚手架上的其他永久荷载。

5.1.3 模板支撑脚手架可变荷载应包括下列内容：

1 施工荷载，包括人员、设备、工具及超过浇筑厚度的混凝土堆放荷载；

2 附加水平荷载，包括作用在支撑脚手架上端的泵送混凝土和倾倒混凝土等产生的水平荷载；

3 风荷载；

4 其他可变荷载。

5.1.4 其他支撑脚手架永久荷载应包括下列内容：

1 上部被支撑结构的自重；

2 支撑脚手架自重，包括立杆、水平杆、剪刀撑及可调托座等构配件自重；

3 作用于支撑脚手架上的其他永久荷载。

5.1.5 其他支撑脚手架可变荷载应包括下列内容：

1 施工荷载，包括人员、机具及堆料等产生的荷载；

2 附加水平荷载；

- 3 风荷载；
- 4 其他可变荷载。

5.2 荷载标准值

5.2.1 模板支撑脚手架永久荷载标准值应符合下列规定：

1 模板、主次楞及支撑脚手架自重标准值应根据设计图纸确定，或根据实际情况确定；

2 普通钢筋混凝土板自重可采用 25.1kN/m^3 ，普通钢筋混凝土梁自重可采用 25.5kN/m^3 ，或根据实际情况确定。

5.2.2 其他支撑脚手架永久荷载标准值应根据设计图纸确定，或根据实际情况确定。

5.2.3 支撑脚手架上可变荷载标准值应按均布可变荷载确定，并应符合下列规定：

1 模板支撑架脚手架施工荷载标准值宜取 2.5kN/m^2 ，当有水平泵管设置时，施工荷载标准值可取 4.0kN/m^2 ；其他支撑脚手架施工荷载标准值应按实际情况确定；

2 附加水平荷载标准值可取竖向永久荷载标准值的 2%；

3 作用于支撑脚手架上的水平均布风荷载标准值应按下式计算：

$$\omega_k = \beta_z \mu_z \mu_s \omega_0 \quad (5.2.3)$$

式中： ω_k ——风荷载标准值(kN/m^2)；

β_z ——风振系数，取 1.0；

μ_z ——风压高度变化系数，按本规程附录 A 采用；

μ_s ——风荷载体型系数，按本规程第 5.2.4 条计算；

ω_0 ——基本风压值，根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 取重现期 10 年对应的风压值。

5.2.4 支撑脚手架风荷载体型系数计算应符合下列规定：

1 采用密目安全网全封闭的支撑脚手架背靠全封闭的墙时，风荷载体型系数(μ_s)应取值 0.8；采用密目安全网全封闭的支撑

脚手架背靠框架或开洞的墙时, μ_s 应取值 1.0。

2 当支撑脚手架无密目安全网时, 风荷载体型系数应按下列公式计算:

$$\mu_{stw} = \phi (1 - \eta^n) / (1 - \eta) \quad (5.2.4-1)$$

$$\phi = 1.2 A_n / A_w \quad (5.2.4-2)$$

式中: μ_{stw} ——按多榀桁架确定的支撑脚手架风荷载体型系数;

ϕ ——挡风系数;

η ——系数, 按本规程附录 A 采用;

n ——支撑脚手架短边的立杆排数;

A_n ——支撑脚手架迎风面杆件的净投影面积;

A_w ——支撑脚手架迎风面的轮廓面积。

5.3 荷载分项系数及组合

5.3.1 强度、稳定、抗倾覆、变形及地基基础验算时, 荷载设计值应取标准值乘以荷载分项系数, 且荷载分项系数应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 荷载分项系数

序号	验算项目		荷载分项系数	
			永久荷载 γ_G	可变荷载 γ_Q
1	强度、稳定		1.3	1.5
2	抗倾覆	有利	0.9	0
		不利	1.3	1.5
3	变形	模板支架	1.0	0
		其他支架		1.0
4	地基基础		1.0	1.0

注: 当支撑脚手架无悬挑部分时, 竖向荷载与倾覆方向相反的水平荷载为有利荷载, 与倾覆方向相同的水平荷载为不利荷载。

5.3.2 支撑脚手架设计时, 荷载效应组合应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 荷载效应组合

序号	验算项目	荷载效应组合
1	水平杆强度、变形	永久荷载+施工荷载
2	立杆稳定	永久荷载+施工荷载+ ψ_w 风荷载
3	抗倾覆	永久荷载+施工荷载+风荷载
4	基础承载力	永久荷载+施工荷载+风荷载

注：位于室内或无风环境下的支撑脚手架不组合风荷载， ψ_w 为风荷载组合系数。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 支撑脚手架设计应根据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定,采用以概率论为基础的极限状态设计方法,用分项系数设计表达式进行计算。

6.1.2 支撑脚手架承载能力极限状态应按下式计算:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.1.2)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数;

S_d ——荷载组合的效应设计值(N);

R_d ——结构构件的承载力设计值(N)。

6.1.3 支撑脚手架结构重要性系数 γ_0 ,应按表 6.1.3 的规定取值。

表 6.1.3 结构重要性系数 γ_0

结构重要性系数	搭设高度(m)	荷载标准值	搭设高度(m)	荷载标准值
	≤ 8	$< 15 \text{ kN/m}^2$ 或 $< 20 \text{ kN/m}$ 或 $< 7 \text{ kN}$	> 8	$> 15 \text{ kN/m}^2$ 或 $> 20 \text{ kN/m}$ 或 $> 7 \text{ kN}$
γ_0	1.0		1.1	

注:搭设高度和荷载标准值任何一项不符合结构重要性系数为 1.0 的条件时, γ_0 取 1.1。

6.1.4 框架式支撑脚手架应采用半刚性节点连接的计算模型;桁架式支撑脚手架应采用铰接节点连接的计算模型。

6.1.5 支撑脚手架应进行整体稳定性验算;当水平杆直接承受竖向荷载时,应验算水平杆的强度和挠度,并应对固定节点进行抗剪承载力验算,对活动节点进行抗滑承载力验算。

6.1.6 钢管支撑脚手架立杆与水平杆节点的力学性能指标应符合表 6.1.6 的规定,其他形式节点的力学性能指标应根据试验确定。

表 6.1.6 节点力学性能指标

节点形式	性能指标			
	转动刚度 R_k ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$)	抗拉 (kN)	抗剪 (kN)	抗滑 (kN)
直角扣件	20	25	25	8
碗扣式	25	30	25	—
盘扣式	30	60	40	—
键槽式	35	—	85	20
其他形式	根据本规程附录 B 试验确定			

6.1.7 支撑脚手架立杆基础应满足承载力要求,沉降和变形应满足被支撑结构的设计、施工、验收和使用要求。

6.1.8 支撑脚手架立杆长细比不应大于 230,横向斜杆、剪刀撑长细比不应大于 250,受拉杆长细比不应大于 350。

6.1.9 钢材强度设计值、弹性模量应按表 6.1.9 采用。

表 6.1.9 钢材强度设计值、弹性模量(MPa)

强度等级	抗拉、抗压、抗弯强度设计值 f	弹性模量 E
Q235	205	2.06×10^5
Q355	305	
Q390	345	

6.2 立杆稳定性

6.2.1 立杆由风荷载作用产生的轴向力标准值(N_{wk})应按下式计算:

$$N_{wk} = \frac{6n_B}{(n_B+1)(n_B+2)} \cdot \frac{M_T}{n_L B} \quad (6.2.1)$$

式中: N_{wk} ——风荷载作用下产生的轴向力标准值(N);

n_B ——支撑脚手架短边的立杆跨数；

M_T ——风荷载作用下产生的倾覆力矩标准值($N \cdot mm$)，
按本规程第 6.4.1 条规定计算；

n_L ——支撑脚手架长边的立杆跨数；

B ——支撑脚手架短边宽度(mm)。

6.2.2 支撑脚手架立杆轴向力设计值(N)应按下列式计算：

$$N = 1.3N_{Gk} + 1.5(N_{Qk} + \psi_w N_{wk}) \quad (6.2.2)$$

式中： N_{Gk} ——永久荷载作用下产生的立杆轴向力标准值之和
(N)；

N_{Qk} ——施工荷载作用下产生的立杆轴向力标准值(N)；

ψ_w ——风荷载组合系数，按现行国家标准《建筑结构荷载
规范》GB 50009 取值 0.6；

N_{wk} ——风荷载作用下产生的立杆轴向力标准值(N)，按本
规程式(6.2.1)计算。

6.2.3 风荷载作用下产生的立杆弯矩设计值(M_w)应按下列式计算：

$$M_w = \gamma_Q M_{wk} = \frac{1.5\omega_k l_a h^2}{10} \quad (6.2.3)$$

式中： M_{wk} ——风荷载作用下产生的弯矩标准值($N \cdot mm$)；

ω_k ——风荷载标准值(N/mm^2)，按本规程式(5.2.3)
计算；

l_a ——支撑脚手架长边的立杆间距(mm)；

h ——水平杆步距(mm)。

6.2.4 当支撑脚手架通过连墙件与既有结构可靠连接时，可不计 及风荷载产生的立杆轴向力，但应计及风荷载产生的立杆弯矩值。

6.2.5 框架式支撑脚手架稳定性验算时，计算长度(l_0)应符合下 列规定：

1 无剪刀撑时，整体稳定性验算的立杆计算长度应按下列式
计算：

$$l_0 = \mu h \quad (6.2.5-1)$$

2 有剪刀撑时,单元框架整体稳定性验算的立杆计算长度应按下式计算:

$$l_0 = \mu \beta_a \beta_H h \quad (6.2.5-2)$$

3 有剪刀撑时,局部稳定验算的立杆计算长度应按下式计算:

$$l_0 = (1 + 2\alpha)h \quad (6.2.5-3)$$

式中: μ ——立杆计算长度系数,应按本规程附录 C 采用;

β_a ——扫地杆高度、顶部悬臂高度修正系数,应按本规程附录 C 采用;

β_H ——高度修正系数,按本规程附录 C 采用;

h ——水平杆步距(mm);

α —— α_1 、 α_2 中较大值;

α_1 ——扫地杆高度(h_1)与步距(h)之比;

α_2 ——悬臂杆高度(h_2)与步距(h)之比。

6.2.6 支撑脚手架稳定性验算通过计算立杆稳定承载力进行,应满足下列工况计算:

1 位于室内或无风环境下的支撑脚手架,立杆稳定承载力应满足下式要求:

$$\frac{\gamma_0 N}{\varphi A} \leq f \quad (6.2.6-1)$$

2 位于有风环境下的支撑脚手架,立杆稳定承载力应满足下式要求:

$$\gamma_0 \left(\frac{N}{\varphi A} + \frac{M_w}{W} \right) \leq f \quad (6.2.6-2)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数;

N ——立杆的轴向力设计值,按本规程第 6.2.1 条计算;

φ ——轴心受压稳定系数,按本规程附录 D 采用;

A ——立杆截面面积(mm^2),应按实际测量的最小尺寸计算;

f ——抗压强度设计值(MPa),按本规程表 6.1.9 采用;

M_w ——风荷载作用下产生的弯矩设计值(N·mm),按本规程式(6.2.3)计算;

W ——立杆截面模量(mm³)。

6.2.7 桁架式支撑脚手架局部稳定性验算时,立杆计算长度 l_0 应按下式计算:

$$l_0 = (1 + 2\alpha)h \quad (6.2.7)$$

式中: α —— α_1 、 α_2 中较大值; α_1 为扫地杆高度 h_1 与步距 h 之比,
 α_2 为悬臂杆高度 h_2 与步距 h 之比;

h ——水平杆步距(mm)。

6.2.8 由单元桁架组成的桁架式支撑脚手架,其稳定性验算通过计算单元桁架稳定承载力进行,应符合下列规定:

1 位于室内或无风环境下的支撑脚手架,单元桁架稳定承载力应按下式计算:

$$\frac{\gamma_0 \bar{N}}{\varphi A} \leq f \quad (6.2.8-1)$$

2 位于有风环境下的支撑脚手架,单元桁架稳定承载力应按下列公式计算:

$$\gamma_0 \left(\frac{\bar{N}}{\varphi A} + \frac{\bar{M}}{W} \right) \leq f \quad (6.2.8-2)$$

$$\bar{N} = 4N \quad (6.2.8-3)$$

$$\bar{\lambda} = 4H/l_{\min} \quad (6.2.8-4)$$

$$\bar{A} = 4A \quad (6.2.8-5)$$

$$\bar{M} = \gamma_Q \frac{2p_{wk} l_b H^2}{B} \quad (6.2.8-6)$$

$$p_{wk} = \omega_k l_a \quad (6.2.8-7)$$

$$\bar{W} = 2Al_{\min} \quad (6.2.8-8)$$

式中: \bar{N} ——单元桁架的轴向力设计值;

φ ——单元桁架的稳定系数,根据等效长细比($\bar{\lambda}$)按本规程附录 D 采用;

N ——单立杆轴向力设计值,按本规程第 6.2.1 条计算;

$\bar{\lambda}$ ——单元桁架等效长细比;

l_{\min} ——纵、横向立杆间距较小值(mm);

\bar{A} ——单元桁架等效截面面积(mm²);

\bar{M} ——单元桁架的弯矩设计值(N·mm);

p_{wk} ——风荷载的线荷载标准值(N/mm);

l_b ——支撑脚手架短边的立杆间距(mm);

\bar{W} ——单元桁架等效截面模量(mm³)。

6.2.9 无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆稳定性应按本规程式(6.2.6-1)或式(6.2.6-2)验算。

6.2.10 有剪刀撑框架式支撑脚手架稳定性验算,当位于室内或无风环境时,单元框架立杆稳定性应按本规程式(6.2.6-1)验算;当位于有风环境时,单元框架立杆稳定性应按本规程式(6.2.6-2)验算。

6.2.11 桁架式支撑脚手架稳定性验算时,应符合下列规定:

1 局部稳定性应按本规程式(6.2.6-1)或式(6.2.6-2)进行立杆稳定性验算;

2 单元桁架整体稳定性应按本规程第 6.2.8 条验算。符合下列情况之一时,可不验算单元桁架的整体稳定性:

1)当支撑脚手架与既有结构可靠连接时;

2)当支撑脚手架单元桁架按本规程第 7.3.3 条中梅花型布置时。

6.3 水平杆设计

6.3.1 水平杆弯矩与挠度计算应符合下列规定:

1 扣件式支撑脚手架水平杆连续跨数超过 3 跨时,宜按 3 跨连续梁计算;连续跨数不超过 3 跨时,应按实际跨数计算;

2 在节点处不连续的其他形式支撑脚手架水平杆,应按简支梁计算;

3 对于纵向水平杆,计算跨度应取立杆纵向间距;对于横向水平杆,计算跨度应取立杆横向间距。

6.3.2 水平杆抗弯强度验算应按式(6.3.2)计算:

$$\sigma = \frac{M_s}{W_s} \leq f \quad (6.3.2)$$

式中: σ ——弯曲正应力(MPa);

M_s ——水平杆弯矩设计值(N·mm);

W_s ——水平杆截面模量(mm³);

f ——抗弯强度设计值(MPa)。

6.3.3 固定节点抗剪承载力验算应按式(6.3.3)计算:

$$R \leq V_R \quad (6.3.3)$$

式中: R ——水平杆的剪力设计值(kN);

V_R ——节点抗剪承载力设计值,按本规程表 6.1.5 采用。

6.3.4 活动节点抗滑承载力验算应按式(6.3.4)计算:

$$V \leq V_c \quad (6.3.4)$$

式中: V ——作用在节点上的竖向力设计值(kN);

V_c ——节点抗滑承载力设计值,按本规程表 6.1.5 采用。

6.3.5 水平杆变形验算应按式(6.3.5)计算:

$$\nu \leq [\nu] \quad (6.3.5)$$

式中: ν ——挠度(mm);

$[\nu]$ ——容许挠度,为跨度的 1/150 和 10mm 中的较小值。

6.4 抗倾覆验算

6.4.1 支撑脚手架在风荷载作用下(图 6.4.1)的倾覆力矩标准值宜按下列公式计算:

$$M_T = \frac{LH^2}{2} \omega_k + HF_{wk} \quad (6.4.1-1)$$

$$F_{wk} = LH_m \omega_{mk} \quad (6.4.1-2)$$

式中: M_T ——支撑脚手架在风荷载作用下的倾覆力矩标准

值($\text{N} \cdot \text{mm}$);

L ——支撑脚手架长边的宽度(mm);

ω_k ——支撑脚手架风荷载标准值(N/mm^2),应按本规程第 5.2.3 条规定计算;

F_{wk} ——风荷载作用下支撑脚手架顶部竖向围挡范围内产生的等效水平集中力标准值(N);

H_m ——支撑脚手架顶部竖向围挡的高度(mm);

ω_{mk} ——竖向封闭围挡(模板)的风荷载标准值(N/mm^2),按本规程第 5.2.3 条规定计算,封闭栏杆(含安全网) μ_s 取 1.0,模板 μ_s 取 1.3。

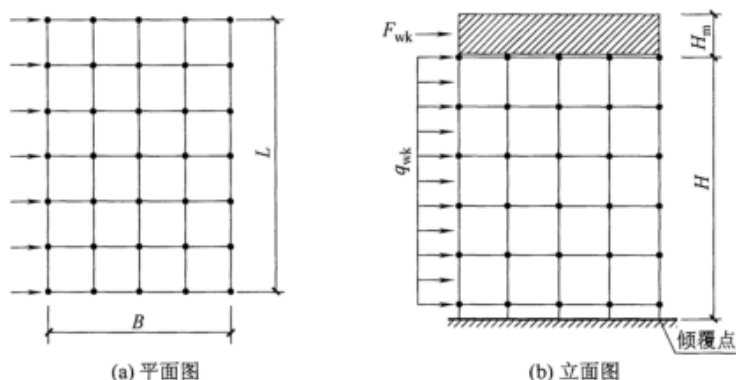


图 6.4.1 风荷载作用示意图

6.4.2 在水平荷载作用下,支撑脚手架抗倾覆验算应按下式计算:

$$\frac{H}{B} \leq \frac{0.6G_k}{\gamma_0 \omega_k H L} \quad (6.4.2)$$

式中: H ——支撑脚手架高度(mm);

B ——支撑脚手架短边的宽度(mm);

G_k ——支撑脚手架竖向永久荷载标准值之和(N);

γ_0 ——结构重要性系数;

ω_k ——风荷载标准值(N/mm²)；

L ——支撑脚手架长边的宽度(mm)。

6.4.3 当支撑脚手架与既有结构可靠连接时可不进行抗倾覆验算。

6.5 地基基础设计

6.5.1 支撑脚手架立杆地基承载力应按下列公式计算：

$$p_k \leq f_a \quad (6.5.1-1)$$

$$p_k = \frac{N_k}{A_g} \quad (6.5.1-2)$$

$$N_k = N_{Gk} + N_{Qk} + N_{wk} \quad (6.5.1-3)$$

式中： p_k ——立杆基础的平均压力(MPa)；

f_a ——修正后的地基承载力特征值(MPa)。

N_k ——上部结构传至立杆基础的轴向力(N)；

A_g ——立杆基础底面积(mm²)；

N_{Gk} ——永久荷载作用下产生的立杆轴向力标准值之和(N)；

N_{Qk} ——施工荷载作用下产生的立杆轴向力标准值(N)；

N_{wk} ——风荷载作用下产生的立杆轴向力标准值(N)，按本规程式(6.2.1)计算；

6.5.2 修正后的地基承载力特征值(f_a)应按下式计算：

$$f_a = m_f f_{ak} \quad (6.5.2)$$

式中： m_f ——地基承载力修正系数，按本规程附录E的规定采用；

f_{ak} ——地基承载力特征值，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定确定。

6.5.3 当支撑脚手架搭设在楼板上时，应对楼板承载力和裂缝进行验算，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，当不符合要求时应采取加固措施。

6.5.4 立杆基础底面积(A_g)的计算应符合下列规定：

1 当立杆设置固定底座或可调底座时， A_g 取底座面积；

2 当在夯实整平的原状土或回填土上设置立杆时,宜在立杆下铺设宽度不小于 200mm 的条形垫板, A_g 可按式计算:

$$A_g = a_g b_g \quad (6.5.4)$$

式中: A_g ——立杆基础底面积,最大值取 0.3m^2 ;

a_g ——垫板宽度(mm);

b_g ——沿垫板铺设方向相邻立杆的间距(mm)。

3 当立杆底部基础采用混凝土垫层时,厚度不应小于 100mm。

7 构造要求

7.1 一般规定

7.1.1 支撑脚手架基础应符合下列规定：

- 1 基础应坚实平整；
- 2 场地应有排水措施，不得有积水；
- 3 土层基础上的立杆底部应设置满足承载力要求的混凝土块或垫板；
- 4 混凝土结构层上的立杆底部宜设置可调底座或垫板；
- 5 不满足承载力要求的地基土，应加固处理；
- 6 湿陷性黄土、膨胀土、软土地基应有防水措施。

7.1.2 盘扣式和键槽式支撑脚手架扫地杆高度(h_1)不宜大于 550mm，碗扣式支撑脚手架扫地杆高度不宜大于 350mm，扣件式支撑脚手架扫地杆高度不宜大于 200mm。

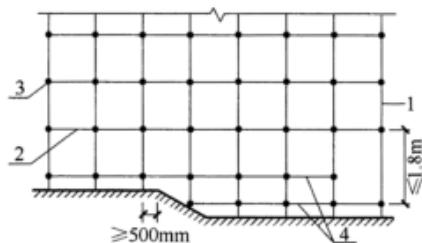
7.1.3 可调顶托伸出水平杆或托梁悬臂高度(h_2)不应大于 650mm，螺杆伸入立杆长度不应小于 150mm；当立杆直径为 42mm 时，螺杆伸出立杆顶部高度(h_4)不应大于 200mm；当立杆直径为 48.3mm 及以上时，螺杆伸出立杆顶部高度(h_4)不应大于 500mm；立杆顶部伸出水平杆的悬臂高度(h_3)与步距(h)的比值(h_3/h)不应大于 0.3；螺杆与立杆应上下同轴，且螺杆外径与立杆内径的间隙不应大于 2.5mm(图 7.1.3)。

7.1.4 当支撑脚手架与既有结构可靠连接时，应符合下列规定：

- 1 连接点竖向间距不宜大于 2 个步距，宜布置在水平剪刀撑或水平斜杆层；
- 2 连接点水平间距不宜大于 8m。当与柱连接时，连接点水平间距宜为柱间距；

1 高处的扫地杆应向低处至少延长至倒数第 2 跨与立杆连接,靠斜坡上方的立杆轴线到斜坡的距离应大于或等于 500mm,斜坡下方第一个步距应小于或等于 1.8m(图 7.1.5);

2 设置在斜坡上的立杆应可靠支撑在基础上。



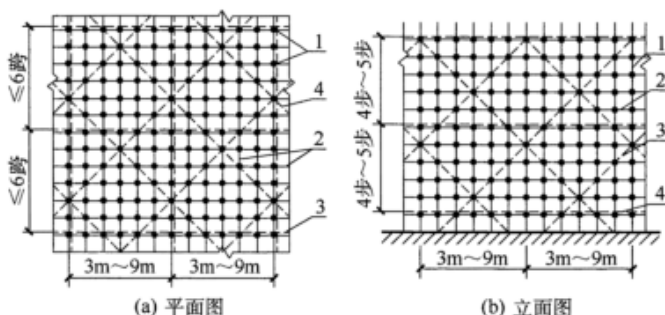
1—立杆;2—水平杆;3—节点;4—扫地杆

图 7.1.5 基础不等高支撑脚手架布置示意图

7.2 框架式支撑脚手架构造

7.2.1 竖向剪刀撑布置应符合下列规定:

1 框架式支撑脚手架应在纵横向分别设置竖向剪刀撑,且剪刀撑应均匀布置。竖向剪刀撑间隔不应大于 6 跨,跨度宜为 3m~9m,剪刀撑倾斜的角度宜为 45° ~ 60° ,支撑脚手架外围应设置连续封闭的剪刀撑(图 7.2.1)。



1—立杆;2—水平杆;3—竖向剪刀撑;4—水平剪刀撑

图 7.2.1 框架式支撑脚手架剪刀撑布置示意图

2 竖向剪刀撑应采用旋转扣件固定在与之相交的立杆或水平杆上,旋转扣件中心宜靠近水平杆层的节点。

7.2.2 水平剪刀撑布置应符合下列规定:

1 水平剪刀撑间隔层数宜为 4 步~5 步;

2 顶层和扫地杆层应设置水平剪刀撑;

3 水平剪刀撑应采用旋转扣件固定在与之相交的立杆或水平杆上,旋转扣件中心宜靠近水平杆层的节点。

7.2.3 剪刀撑接长时应采用旋转扣件搭接,搭接长度不应小于 1m,旋转扣件不应少于 2 个,扣件离杆端不应小于 100mm。

7.2.4 当同时符合下列条件时,可采用无剪刀撑框架式支撑脚手架:

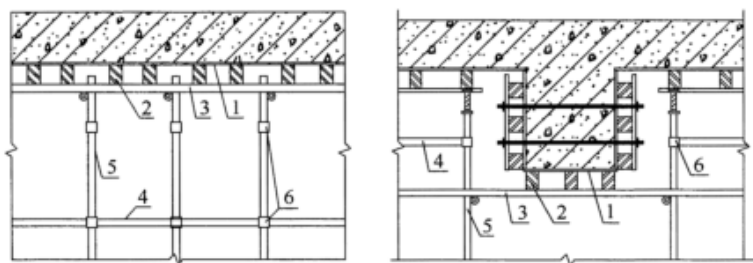
1 搭设高度在 5m 以下;

2 被支撑结构自重的荷载标准值小于 5kN/m^2 ;

3 支撑脚手架支承于坚实均匀地基或结构层上;

4 支撑脚手架与既有结构有可靠连接。

7.2.5 碗扣式、盘扣式、键槽式支撑脚手架封顶水平杆可采用钢管与两侧立杆通过扣件进行连接(图 7.2.5),当封顶杆兼作模板主楞时,封顶杆应按本规程第 6.3 节的规定验算承载力和挠度。



(a) 板下封顶杆

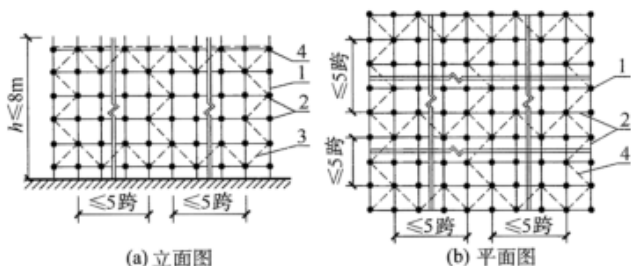
(b) 梁下封顶杆

1—底模;2—模板次楞;3—封顶杆;4—顶步水平杆;5—立杆;6—节点

图 7.2.5 梁板下扣件连接的钢管封顶杆示意图

7.3 桁架式支撑脚手架构造

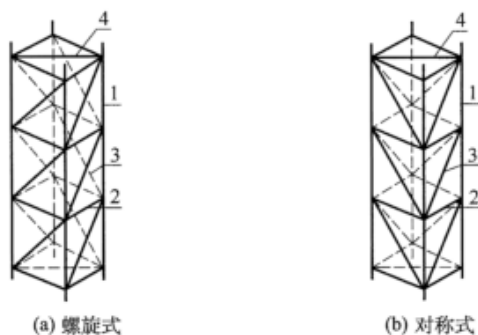
7.3.1 搭设高度不超过 8m 时,支撑脚手架底层、顶层、外立面向内的第 1 跨及内部区域纵横方向间隔不超过 5 跨时,均应设置竖向斜杆(图 7.3.1);当支撑脚手架高度超过 4 个步距时,应设置顶层水平斜杆,不超过 4 个步距时,可不设置顶层水平斜杆。



1—立杆;2—水平杆;3—竖向斜杆;4—水平斜杆

图 7.3.1 斜杆布置示意图

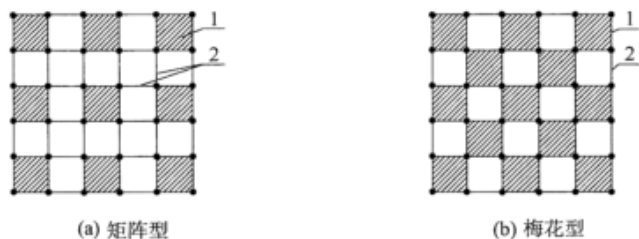
7.3.2 搭设高度超过 8m、由单元桁架组成的桁架式支撑脚手架,宜在单元桁架每个面满布螺旋式或对称式竖向斜杆(图 7.3.2)。每隔 2 个~3 个步距宜布置一道水平斜杆,底层和顶层应布置水平斜杆。



1—立杆;2—水平杆;3—竖向斜杆;4—水平斜杆

图 7.3.2 单元桁架斜杆布置示意图

7.3.3 搭设高度超过 8m、由单元桁架通过水平杆连接形成的桁架式支撑脚手架,单元桁架的组合方式宜采用矩阵型或梅花型组合(图 7.3.3)。

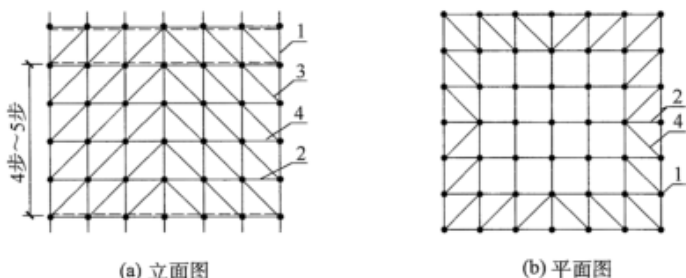


1—单元桁架;2—水平杆

图 7.3.3 单元桁架组合平面图

7.3.4 搭设高度超过 8m 的桁架式支撑脚手架斜杆布置(图 7.3.4)应符合下列规定:

- 1 外立面应满布竖向斜杆;
- 2 外立面向内第一跨应满布水平斜杆,竖向间隔宜为 4 步~5 步;
- 3 顶层和扫地杆层应满布水平斜杆。



1—立杆;2—水平杆;3—竖向斜杆;4—水平斜杆

图 7.3.4 桁架式支撑脚手架斜杆布置示意图

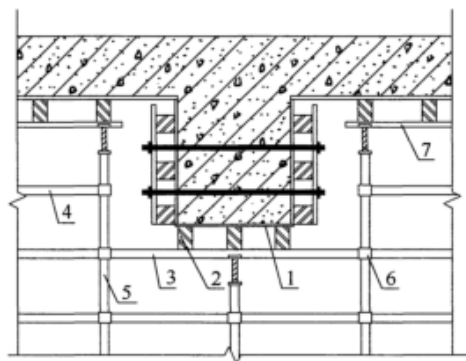
7.3.5 沿梁底纵向的立杆设置应符合下列规定:

- 1 当梁截面高度不超过 600mm、高宽比为 2.0~3.5 时,梁

底可不设立杆,宜采用钢管或型钢作为模板主楞;

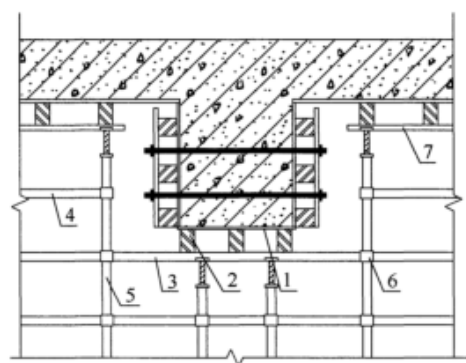
2 当梁截面高度超过 600mm 不超过 900mm、高宽比为 2.0~3.5 时,梁底宜设单立杆(图 7.3.5-1);

3 当梁截面参数不在上述范围时,宜在梁底设置多排立杆(图 7.3.5-2)。



1—梁底模;2—模板次楞;3—梁底封顶杆;
4—梁下顶步水平杆;5—立杆;6—节点;7—板底封顶杆

图 7.3.5-1 梁下设置单立杆示意图



1—梁底模;2—模板次楞;3—梁底封顶杆;
4—梁下顶步水平杆;5—立杆;6—节点;7—板底封顶杆

图 7.3.5-2 梁底设置多排立杆示意图

7.3.6 局部设置加密立杆、加密区水平杆与非加密区杆件用扣件连接时,增设的水平杆应向非加密区至少延伸 2 跨(图 7.3.6)。

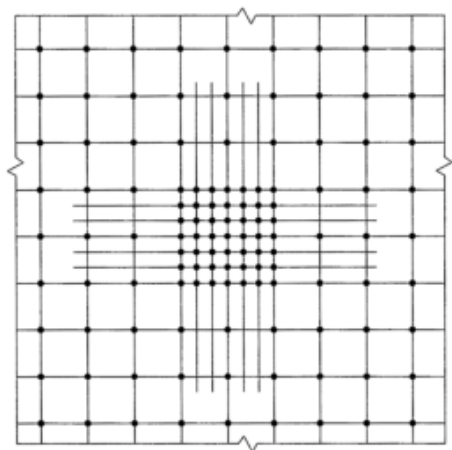


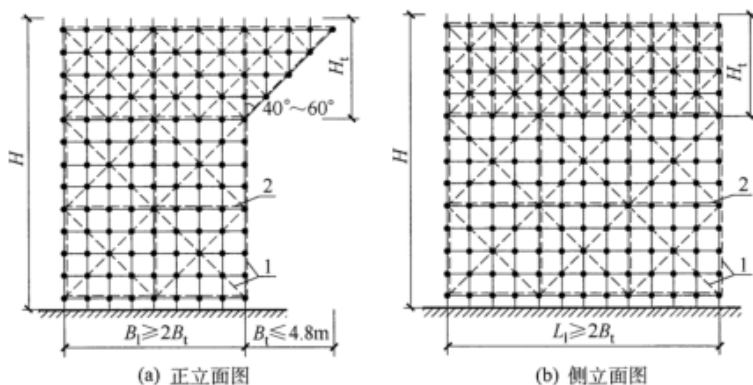
图 7.3.6 加密区立杆平面布置示意图

7.4 特殊支撑脚手架构造

7.4.1 当支撑脚手架具有悬挑部分时(图 7.4.1),应符合下列规定:

- 1 悬挑长度不宜超过 4.8m;
- 2 悬挑部分的竖向斜杆倾斜的角度宜为 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$;
- 3 落地部分宽度(B_1)和纵向宽度(L_1)不应小于悬挑长度(B_t)的 2 倍;
- 4 落地部分应符合框架式或桁架式支撑脚手架的构造规定;
- 5 悬挑高度(H_t)内沿悬挑方向每排杆件应形成桁架,顶层和悬挑斜面应设置剪刀撑或斜杆;

- 6 悬挑部分不宜使用扣件传力；
- 7 使用前应进行荷载试验。

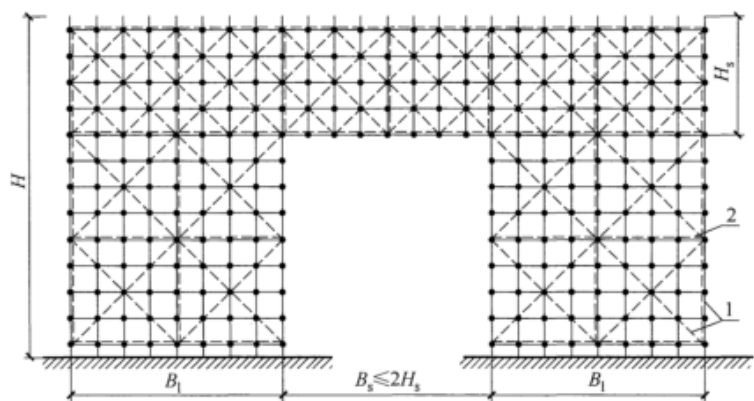


1—竖向剪刀撑或斜撑；2—水平剪刀撑或斜撑

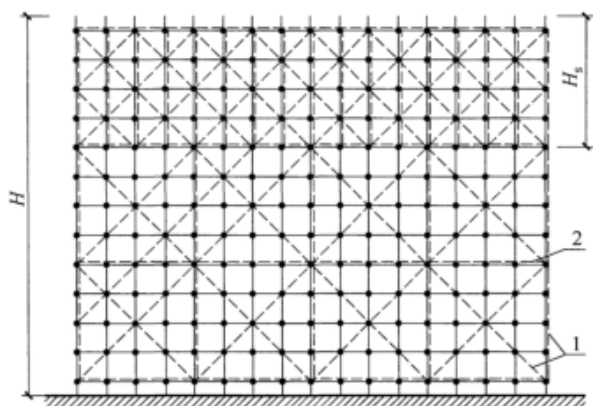
图 7.4.1 悬挑支撑脚手架构造示意图

7.4.2 当支撑脚手架具有跨空部分时(图 7.4.2),应符合下列规定:

- 1 跨空跨度(B_s)不宜超过 9.6m；
- 2 落地部分宽度(B_l)不应小于跨空跨度(B_s)；
- 3 跨空跨度(B_s)宜小于跨空高度(H_s)的 2 倍；
- 4 落地部分应符合框架式或桁架式支撑脚手架的构造规定；
- 5 跨空高度(H_s)内应使跨空方向的每排杆件形成桁架,顶层与底层应设置水平剪刀撑或满布水平斜杆；
- 6 跨空部分不宜使用扣件传力；
- 7 使用前应进行荷载试验。



(a) 正立面图



(b) 侧立面图

1—竖向剪刀撑或斜撑;2—水平剪刀撑或斜撑

图 7.4.2 跨空支撑脚手架构造示意图

8 施 工

8.1 施 工 准 备

8.1.1 施工前应编制支撑脚手架专项施工方案,经审核批准后实施。

8.1.2 安装、拆除支撑脚手架作业前,技术负责人或方案编制人员应根据专项施工方案,对管理人员和作业人员进行技术交底,内容应包括施工顺序、工艺、工序、作业要点、搭设和拆除要求等。

8.1.3 支撑脚手架专项施工方案应包括下列内容:

- 1 工程概况和编制依据;
- 2 脚手架类型的选择;
- 3 所用材料、构配件类型及规格;
- 4 结构与构造设计施工图;
- 5 结构设计计算书;
- 6 搭设、拆除施工计划;
- 7 搭设、拆除技术要求;
- 8 质量控制措施;
- 9 安全控制措施;
- 10 应急预案。

8.1.4 对进入现场的支撑脚手架构配件,使用前应对质量复检,验收合格后方可使用。

8.1.5 经检验合格的构配件应按品种、规格分类,堆放整齐平稳,并应标识数量、规格及牌名备用,堆放场地应无积水或采取架空保护措施。

8.1.6 对于预埋连墙件,应进行隐蔽工程验收。

8.2 搭设和拆除

8.2.1 应在基础、预埋件验收合格后,按专项施工方案放线测量,确定立杆的位置。

8.2.2 立杆底座和基础上的垫板定位应准确,垫板应平整、无翘曲,不应采用已开裂的垫板。

8.2.3 在放置垫板和底座后,应按先立杆、后水平杆再斜杆的顺序搭设,并应在形成稳定的基本单元后扩展搭设成整体支撑脚手架。

8.2.4 水平杆插头插入立杆节点后,应锤击水平杆端部,插头应卡紧。

8.2.5 在多层楼板上连续设置支撑脚手架时,上、下层支撑立杆宜在同一竖向轴线上。

8.2.6 应在混凝土强度达到设计要求后拆除支撑脚手架;当设计无具体要求时,应在同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度达到现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的要求后拆除支撑脚手架。

8.2.7 应按专项施工方案拆除支撑脚手架,并经审核批准后进行。

8.2.8 支撑脚手架拆除顺序、工艺应符合专项施工方案的规定。当专项施工方案无明确规定时,应符合下列规定:

1 应遵守先搭设后拆除,后搭设先拆除的原则;

2 拆除应自上而下逐层进行,不得上下层同时拆除作业,分段拆除的高度不应大于两层;

3 分段、分立面拆除时,应合理确定分段位置,保证分段后架体的稳定;

4 设有连墙、抱柱件的支撑脚手架,连墙、抱柱件应随支撑脚手架逐层拆除,不得先将连墙、抱柱件全部或数层拆除后再拆除支撑脚手架。

9 检查和验收

9.1 构配件检查

9.1.1 进场的构配件应具有质量合格证、质量或性能检验报告。

9.1.2 构配件的力学性能检测应符合表 9.1.2 的规定。

表 9.1.2 构配件力学性能

序号	构配件名称	检测项目	抽查数量	检测标准
1	钢管	抗拉强度设计值	同进场批次、同规格不少于 3 根	本规程表 6.1.9
2	节点	焊缝抗剪承载力	同进场批次、同规格不少于 3 个	本规程表 6.1.6
		抗拉承载力	同进场批次、同规格不少于 3 个	本规程表 6.1.6
		转动刚度	同进场批次、同规格不少于 3 个	本规程表 6.1.6
3	插头	焊缝抗剪承载力	同进场批次、同规格不少于 3 个	不小于 30kN

9.1.3 进场构配件的外观质量应符合表 9.1.3 的规定。

表 9.1.3 构配件外观质量检查表

序号	检查项目	检查规定	抽查数量	检查方法
1	钢管	表面应平直光滑,不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划痕	全数	目测
2		外壁应刷防锈漆或镀锌,内壁宜刷防锈漆或镀锌	全数	目测
3		钢管外径、壁厚允许偏差符合表 4.2.1 的规定	同进场批次、同规格 不少于 30 根	游标卡尺
4		外表面的锈蚀深度 $\leq 0.18\text{mm}$	同进场批次、同规格 不少于 30 根	游标卡尺
5	节点	表面应平整,应没有弯曲、裂缝现象	全数	目测
6		焊缝应饱满,应没有夹渣、裂缝、开焊现象	全数	目测
7		板厚允许偏差为厚度的 10%	同进场批次、同规格 不少于 30 个	游标卡尺

续表 9.1.3

序号	检查项目	检查规定	抽查数量	检查方法
8	连接套管	焊缝应饱满,不应有夹渣、裂缝、开焊现象	全数	目测
9		套管长度、可插入长度允许偏差 $\pm 5\text{mm}$	同进场批次、同规格 不少于 30 根	钢卷尺
10	可调顶托、底座	外径 48mm 的立杆螺杆外径不小于 36mm,外径 60mm 的立杆螺杆外径不小于 48mm,空心螺杆壁厚不小于 5mm;可调顶托螺杆与螺母啮合长度不少于 5 扣;可调顶托托板厚度不小于 5mm,弯曲变形不大于 1mm	同进场批次、同规格 不少于 30 个	游标卡尺
11		焊缝应饱满,不应有夹渣、裂缝、开焊现象	全数	目测
12	扣件	应有生产许可证、质量检测报告、质量合格证、复检报告	《钢管脚手架扣件》 GB 15831 的有关规定	检查资料
13		不允许有裂缝、明显变形、螺栓滑丝;与钢管接触的部位不应有氧化皮;活动部位应能灵活转动;表面应进行防锈处理	全数	目测
14		拧紧力矩大于 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 时不发生破坏	同进场批次、同规格 不少于 30 个	扭矩扳手

9.2 支撑脚手架检查和验收

9.2.1 支撑脚手架搭设前检查和验收应按表 9.2.1 执行。

表 9.2.1 搭设前检查和验收表

序号	检查和验收项目	检验规定	允许偏差(mm)	检验方法
1	基础	符合承载能力规定	—	检查计算书、地质勘察报告
2	平整度	场地应平整	10	水准仪测量
3	排水	有排水措施、不积水	—	观察
4	垫板	应平整、无翘曲,不应采用已开裂垫板	—	观察
5	混凝土垫层	厚度符合规定	± 5	钢卷尺量

9.2.2 支撑脚手架搭设完成后,检查和验收应按表 9.2.2 执行。

表 9.2.2 搭设完成后检查和验收表

序号	检验项目		允许偏差(mm)	检验方法
1	立杆垂直度	—	1.5‰且 ≤ 30	经纬仪或吊线
2	水平杆 水平度	—	3‰	水平尺
3	杆件间距	步距	± 10	钢卷尺
4		纵、横距	± 5	钢卷尺

9.2.3 支撑脚手架验收时应提供下列技术资料:

- 1 支撑脚手架专项施工方案;
- 2 构配件力学性能检验报告、出厂合格证、复检报告;
- 3 材料及构配件进场检验记录;
- 4 支撑脚手架安装和检查记录。

9.2.4 支撑脚手架在使用过程中应进行下列检查:

- 1 基础不应有不均匀沉降;
- 2 立杆底部与垫板是否活动或悬空;
- 3 水平杆是否松动;
- 4 施工是否超载;
- 5 安全防护措施是否符合规定。

9.2.5 支撑脚手架在使用过程中,应进行例行检查、专项检查和全面检查,并应符合下列规定:

- 1 例行检查应核实、确认下列内容:
 - 1)基础无积水,有排水措施;
 - 2)构配件品种、规格及支撑脚手架搭设尺寸等符合专项施工方案和本规程相关规定;
 - 3)支撑脚手架无明显变形,节点、连接件、可调顶托、底座无松动;
 - 4)安全防护措施符合专项施工方案和本规程相关规定;
 - 5)不应超载使用;

6)起重机械等设备不应与支撑脚手架连接。

2 在洪水、雷电、雨雪、6 级及以上风来临前,应进行专项检查,对可能造成坍塌事故的潜在隐患采取可靠的预防措施;

3 在使用过程中,当遇到下列情况时,应进行全面检查:

1)承受偶然荷载后;

2)遇到大雨、大雪、6 级及以上风;

3)冻结的地基土解冻后;

4)停用超过 1 个月;

5)架体部分拆除;

6)寒冷和严寒地区冬季施工前;

7)其他可能影响支撑脚手架安全的特殊情况。

10 安全管理

10.0.1 制定支撑脚手架搭设方案时,应根据工程特点、地理环境等考虑安全技术措施。搭设前应进行安全技术交底,施工中应执行安全技术规定。

10.0.2 支撑脚手架安装与拆除人员的考核必须合格,应持证上岗。

10.0.3 支撑脚手架搭设作业人员必须正确戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋及戴工作手套。

10.0.4 遇雨雪、大雾及 6 级及以上风等恶劣天气时,应停止支撑脚手架的搭设与拆除作业,将人员撤离至安全区域。

10.0.5 严禁影响支撑脚手架地基基础稳定的挖掘作业。

10.0.6 严禁撞击力作用于架体上。

10.0.7 支撑脚手架搭设前,安全距离外应设置警示标志,高支模应设立隔离设施。

10.0.8 高支模区域内,应设置警示标志,不得上下交叉作业。

10.0.9 在支撑脚手架上进行电、气焊作业时,应有防火措施和专人监护。

10.0.10 支撑脚手架应与架空输送电线路保持安全距离,接地防雷击措施等应按现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定执行。

附录 A 风荷载计算系数

A.0.1 风压高度变化系数 μ_z 见表 A.0.1。

表 A.0.1 风压高度变化系数 μ_z

离地面高度(m)	地面粗糙度类别			
	A类	B类	C类	D类
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.79	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98
100	2.23	2.00	1.50	1.04
150	2.46	2.25	1.79	1.33
200	2.64	2.46	2.03	1.58

注:1 A类:江河、湖岸地区;

2 B类:田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区;

3 C类:有密集建筑群的城市市区;

4 D类:有密集建筑群且房屋较高的城市市区;

5 其他离地面高度的风压高度变化系数按表中数据按线性插值确定。

A.0.2 η 系数取值见表 A.0.2。

表 A.0.2 η 系数取值表

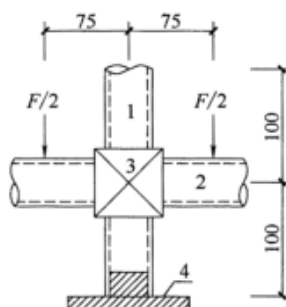
ϕ	≤ 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
η	0.99	0.85	0.66	0.50	0.33	0.15

附录 B 支撑脚手架节点力学性能试验方法

B.0.1 抗剪或抗滑承载力试验应取立杆与水平杆连接节点进行极限承载力试验,如图 B.0.1 所示,并应按下列方法试验:

- ① 可选万能材料试验机为试验设备;
- ② 应采用定型试验工装将试件夹持固定在试验机上;

③ 应匀速分级施加荷载。荷载由 0kN 开始增加,每级荷载持荷 1.5min 后进入下级荷载,当荷载增至节点竖向抗剪或抗滑承载力设计值时,节点连接件应无塑性变形、无滑移、未破坏;继续增加荷载,直至连接件破坏,记录极限荷载值。



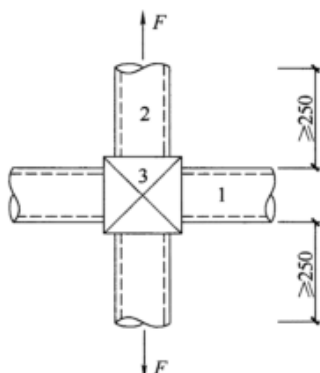
1—立杆;2—水平杆;3—节点;4—底座工装

图 B.0.1 抗剪或抗滑承载力试验示意图

B.0.2 节点抗拉试验应取立杆与水平杆连接节点进行水平杆轴向拉伸试验(图 B.0.2),并应按下列方法试验:

- ① 可选万能材料试验机为试验设备;
- ② 将试件水平杆两端夹持在试验机的钳口上。试验时,钢管夹持段可压扁或插入直径与钢管内径相当的圆钢棒内;
- ③ 应匀速分级施加荷载。荷载由 0kN 增加,每级荷载持荷

1.5min 后进入下级荷载,当拉力增至水平杆抗拉承载力设计值时,节点连接件应无塑性变形、无滑移、未破坏;继续增加荷载,直至连接件破坏,记录极限荷载值。



1—立杆;2—水平杆;3—节点

图 B.0.2 竖向抗拉承载力试验示意图

B.0.3 节点刚度试验应取立杆与水平杆连接节点进行转动刚度试验如图 B.0.3,并应按下列方法试验:

① 水平杆长度应大于 1m,加载点距离节点中心 1m,可用砝码逐级加载或其他方式加载,每级加载后记录测点位移 Δ_i 及对应的荷载 F_i ,每级荷载持荷 1.5min 后进入下级荷载;

② 立杆上下端应竖直固定,水平杆应保持水平;

③ 水平杆上可布置多个测点,取平均值;

④ 节点的弯矩和转角值,可按下列公式计算:

$$\theta_i = \arcsin \left\{ \left[\Delta_i - \frac{F_i}{EI} \left(\frac{1}{2} L_i L_i^2 - \frac{1}{6} L_i^3 \right) \right] / L_i \right\} \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$M_i = F_i L_i \quad (\text{B.0.3-2})$$

式中: θ_i ——第 i 级荷载下节点的转角;

Δ_i ——第 i 级荷载下测点的竖向位移;

L_i ——测点到节点距离;

M_i ——第 i 级荷载下的弯矩；

L_i ——加载点到节点距离。

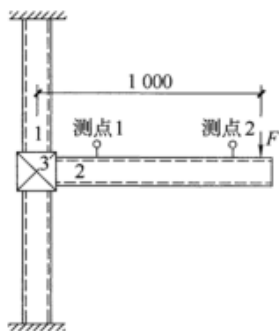
⑤ 根据每级荷载下的弯矩 M_i —转角 θ_i 值，可运用下式得到节点的初始转动刚度：

$$\theta = \frac{M}{R_k [1 - (M/M_u)^m]^{1/m}} \quad (\text{B. 0. 3-3})$$

式中： R_k ——节点的初始转动刚度；

M_u ——节点的极限弯矩；

m ——形状参数。



1—立杆；2—水平杆；3—节点

图 B. 0. 3 节点转动刚度试验

附录 C 立杆计算长度系数

C.0.1 扣件式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 扣件式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数 μ

步数	步距 (m)	立杆间距(m)											
		1.5×1.5		1.2×1.2		1.0×1.0		0.9×0.9		0.75×0.75		0.6×0.6	
		$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)
1	1.2	3.12	2.84	3.21	2.81	3.18	2.78	3.17	2.77	3.15	2.75	3.12	2.73
	0.9	3.72	3.27	3.67	3.22	3.62	3.18	3.60	3.16	3.57	3.13	3.53	3.10
2	1.2	3.31	3.14	3.35	3.10	3.32	3.07	3.31	3.06	3.28	3.04	3.26	3.02
	0.9	3.87	3.58	3.81	3.53	3.77	3.48	3.74	3.46	3.71	3.43	3.68	3.40
	0.6	4.96	4.44	4.88	4.36	4.83	4.32	4.80	4.29	4.78	4.26	4.74	4.22
3	0.9	3.94	3.73	3.88	3.68	3.84	3.63	3.81	3.61	3.78	3.57	3.74	3.54
	0.6	4.99	4.59	4.91	4.51	4.86	4.47	4.83	4.44	4.81	4.40	4.77	4.37
4	0.9	3.99	3.81	3.93	3.76	3.88	3.71	3.85	3.69	3.82	3.65	3.78	3.62
	0.6	5.01	4.67	4.93	4.59	4.88	4.55	4.85	4.52	4.83	4.48	4.79	4.45
5	0.9	4.01	3.86	3.95	3.81	3.90	3.76	3.87	3.73	3.84	3.70	3.80	3.66
	0.6	5.03	4.73	4.94	4.65	4.89	4.60	4.87	4.57	4.84	4.54	4.80	4.50

- 注:1 步距在两级之间时计算长度系数按线性插值确定;
 2 立杆纵向、横向间距不同时,计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距在两级之间时,计算长度系数取两级中较大值;
 3 a 为扫地杆高度 h_1 和悬臂高度 h_2 中的较大值, a 在两级之间时计算长度系数按线性插值确定。

C.0.2 碗扣式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 碗扣式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数 μ

步数	步距 (m)	立杆间距(m)											
		1.8×1.8		1.5×1.5		1.2×1.2		0.9×0.9		0.6×0.6		0.6×0.3	
		$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.4$ (m)	$a=0.2$ (m)
1	1.5	2.29	2.07	2.25	2.04	2.22	2.01	2.17	1.97	—	—	—	—
	1.2	2.60	2.27	2.56	2.24	2.52	2.20	2.48	2.17	2.43	2.12	—	—
	1.0	2.91	2.45	2.87	2.41	2.82	2.37	2.78	2.33	2.74	2.29	—	—
2	1.5	2.38	2.26	2.34	2.22	2.31	2.19	2.26	2.15	—	—	—	—
	1.2	—	—	2.64	2.43	2.59	2.49	2.55	2.35	2.49	2.30	—	—
	1.0	2.96	2.65	2.92	2.61	2.88	2.57	2.83	2.52	2.79	2.48	—	—
	0.6	—	—	—	3.33	—	3.25	—	3.18	—	3.11	3.32	3.03
	0.5	—	—	—	—	—	3.58	—	3.52	—	3.44	3.74	3.36
3	1.5	2.42	2.34	2.39	2.31	2.35	2.27	2.30	2.23	—	—	—	—
	1.2	—	—	2.67	2.52	2.62	2.48	2.58	2.44	2.52	2.39	—	—
	1.0	2.99	2.75	2.94	2.70	2.90	2.66	2.85	2.61	2.81	2.57	—	—
	0.6	—	—	—	3.42	—	3.34	—	3.27	—	3.20	3.34	3.12
	0.5	—	—	—	—	—	3.67	—	3.60	—	3.52	3.75	3.43
4	1.0	3.00	2.80	2.95	2.75	2.91	2.71	2.86	2.67	2.82	2.62	—	—
	0.6	—	—	—	3.47	—	3.39	—	3.32	—	3.25	3.35	3.16
	0.5	—	—	—	—	—	3.72	—	3.65	—	3.57	3.76	3.48
5	0.6	—	—	—	3.51	—	3.43	—	3.35	—	3.28	3.36	3.20
	0.5	—	—	—	—	—	3.75	—	3.68	—	3.60	3.76	3.51

注:1 步距在两级之间时计算长度系数按线性插值确定;

2 立杆纵向、横向间距不同时,计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距在两级之间时,计算长度系数取两级中较大值;

3 a 为扫地杆高度 h_1 和悬臂高度 h_2 中的较大值, a 在两级之间时计算长度系数按线性插值确定。

C.0.3 盘扣式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 盘扣式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数 μ

步数	步距 (m)	立杆间距(m)											
		1.8×1.8		1.5×1.5		1.2×1.2		0.9×0.9		0.6×0.6		0.6×0.3	
		$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.4$ (m)	$a=0.2$ (m)
1	2.0	1.89	1.78	1.87	1.76	1.83	1.73	—	—	—	—	—	—
	1.5	2.17	1.97	2.14	1.94	2.10	1.91	—	1.87	—	—	—	—
	1.0	2.78	2.33	2.74	2.29	2.69	2.25	2.64	2.20	2.59	2.16	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.19	—	3.11	—	3.03	3.46	2.95
2	1.5	2.26	2.15	2.23	2.11	2.19	2.08	—	2.03	—	—	—	—
	1.0	2.83	2.52	2.78	2.48	2.73	2.43	2.67	2.38	2.62	2.33	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.36	—	3.27	—	3.18	3.48	3.09
3	1.5	2.30	2.23	2.27	2.19	2.23	2.16	—	2.11	—	—	—	—
	1.0	2.85	2.61	2.80	2.57	2.75	2.52	2.69	2.46	2.64	2.41	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.43	—	3.34	—	3.26	3.49	3.17
4	1.0	2.86	2.67	2.81	2.62	2.76	2.56	2.70	2.51	2.65	2.45	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.48	—	3.39	—	3.30	3.50	3.21
5	1.0	2.87	2.69	2.82	2.65	2.76	2.59	2.71	2.54	2.65	2.48	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.51	—	3.42	—	3.33	3.50	3.23

注:1 步距在两级之间时计算长度系数按线性插值确定;

2 立杆纵向、横向间距不同时,计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距在两级之间时,计算长度系数取两级中较大值;

3 a 为扫地杆高度 h_1 和悬臂高度 h_2 中的较大值, a 在两级之间时计算长度系数按线性插值确定。

C.0.4 键槽式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数应符合表 C.0.4 的规定。

表 C.0.4 键槽式-无剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数 μ

步数	步距 (m)	立杆间距(m)											
		1.8×1.8		1.5×1.5		1.2×1.2		0.9×0.9		0.6×0.6		0.6×0.3	
		$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.65$ (m)	$a=0.2$ (m)	$a=0.4$ (m)	$a=0.2$ (m)
1	2.0	1.83	1.73	1.80	1.69	1.77	1.67	—	—	—	—	—	—
	1.5	2.09	1.90	2.05	1.87	2.02	1.84	1.97	1.79	—	—	—	—
	1.0	2.68	2.24	2.63	2.19	2.58	2.15	2.52	2.10	2.47	2.05	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.02	—	2.94	—	2.86	3.28	2.77

续表 C.0.4

步数	步距 (m)	立杆间距(m)											
		1.8×1.8		1.5×1.5		1.2×1.2		0.9×0.9		0.6×0.6		0.6×0.3	
		a=0.65 (m)	a=0.2 (m)	a=0.65 (m)	a=0.2 (m)	a=0.65 (m)	a=0.2 (m)	a=0.65 (m)	a=0.2 (m)	a=0.65 (m)	a=0.2 (m)	a=0.4 (m)	a=0.2 (m)
2	1.5	2.18	2.07	2.14	2.03	2.10	2.00	2.05	1.95	—	—	—	—
	1.0	2.72	2.42	2.66	2.37	2.61	2.32	2.55	2.27	2.49	2.21	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.17	—	3.09	—	3.00	3.30	2.91
3	1.5	2.22	2.15	2.18	2.11	2.14	2.07	2.08	2.02	—	—	—	—
	1.0	2.74	2.51	2.68	2.45	2.62	2.40	2.57	2.35	2.51	2.29	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.25	—	3.16	—	3.07	3.31	2.98
4	1.0	2.75	2.55	2.69	2.50	2.63	2.44	2.58	2.39	2.52	2.33	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.29	—	3.20	—	3.11	3.31	3.02
5	1.0	2.75	2.58	2.70	2.53	2.64	2.47	2.58	2.42	2.52	2.35	—	—
	0.5	—	—	—	—	—	3.32	—	3.22	—	3.13	3.31	3.04

注:1 步距在两级之间时计算长度系数按线性插值确定;

2 立杆纵向、横向间距不同时,计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距在两级之间时,计算长度系数取两级中较大值;

3 a 为扫地杆高度 h_1 和悬臂高度 h_2 中的较大值, a 在两级之间时计算长度系数按线性插值确定。

C.0.5 扣件式-有剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数应符合表 C.0.5 的规定。

表 C.0.5 扣件式-有剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数 μ

单元框架 x 向跨数	步距 (m)	立杆间距(m)						
		1.5×1.5	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9	0.75×0.75	0.6×0.6	0.4×0.4
3	1.8	1.46	1.28	1.15	—	—	—	—
	1.5	1.65	1.47	1.31	—	—	—	—
	1.2	1.92	1.69	1.53	—	—	—	—
	0.9	—	2.05	1.85	—	—	—	—
4	1.8	1.78	1.59	1.44	1.35	—	—	—
	1.5	2.05	1.79	1.63	1.55	1.38	—	—
	1.2	2.31	2.11	1.89	1.79	1.63	—	—
	0.9	—	2.46	2.29	2.19	1.94	—	—
	0.6	—	—	—	2.76	2.60	—	—

续表 C.0.5

单元框架 x 向跨数	步距 (m)	立杆间距(m)						
		1.5×1.5	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9	0.75×0.75	0.6×0.6	0.4×0.4
5	1.8	2.05	1.82	1.65	1.56	—	—	—
	1.5	2.28	2.09	1.88	1.77	1.61	—	—
	1.2	2.50	2.37	2.20	2.09	1.89	1.67	—
	0.9	—	2.67	2.56	2.48	2.29	2.02	—
	0.6	—	—	—	3.00	2.90	2.70	—
≥6	1.8	2.20	2.02	1.87	1.76	—	—	—
	1.5	2.40	2.27	2.10	2.01	1.82	—	—
	1.2	2.59	2.51	2.39	2.30	2.13	1.89	—
	0.9	—	2.78	2.70	2.65	2.51	2.27	1.83
	0.6	—	—	—	3.13	3.06	2.92	2.45

注:1 步距在两级之间时计算长度系数按线性插值确定;

2 立杆纵向、横向间距不同时,计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距在两级之间时,计算长度系数取两级中较大值;

3 其中的 x 向定义如下:

当纵向、横向立杆间距相同时, x 向为单元框架立杆跨数较多的方向;

当纵向、横向立杆间距不同时, x 向分别取纵向、横向进行计算, μ 取较大值。

4 单元框架 x 向跨数大于 6 跨时,按 6 跨取计算长度系数。

C.0.6 碗扣式-有剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数应符合表 C.0.6 的规定。

表 C.0.6 碗扣式-有剪刀撑框架式支撑脚手架立杆计算长度系数 μ

单元框架 x 向跨数	步距 (m)	立杆间距(m)					
		1.8×1.8	1.5×1.5	1.2×1.2	0.9×0.9	0.6×0.6	0.6×0.3
3	2.0	1.69	1.64	1.58	—	—	—
	1.8	1.76	1.71	1.65	—	—	—
	1.5	1.88	1.83	1.77	—	—	—
	1.2	2.04	1.99	1.93	—	—	—
	1.0	—	2.11	2.05	—	—	—

续表 C.0.6

单元框架 x 向跨数	步距 (m)	立杆间距(m)					
		1.8×1.8	1.5×1.5	1.2×1.2	0.9×0.9	0.6×0.6	0.6×0.3
4	2.0	1.80	1.76	1.70	1.64	—	—
	1.8	1.87	1.83	1.77	1.71	—	—
	1.5	1.99	1.96	1.91	1.83	—	—
	1.2	2.16	2.12	2.07	2.00	—	—
	1.0	—	2.23	2.19	2.13	—	—
5	2.0	1.86	1.83	1.78	1.72	—	—
	1.8	1.93	1.90	1.85	1.79	—	—
	1.5	2.05	2.02	1.98	1.92	1.83	—
	1.2	2.19	2.17	2.13	2.08	1.99	—
	1.0	—	2.29	2.26	2.21	2.13	—
	0.6	—	—	—	—	2.51	—
	0.5	—	—	—	—	2.70	—
≥6	2.0	—	1.87	1.82	1.77	—	—
	1.8	—	1.93	1.89	1.84	—	—
	1.5	—	2.05	2.02	1.96	1.89	—
	1.2	—	2.21	2.17	2.13	2.04	—
	1.0	—	2.33	2.30	2.26	2.19	—
	0.6	—	—	—	—	2.58	—
	0.5	—	—	—	—	2.77	2.61

- 注:1 步距在两级之间时计算长度系数按线性插值确定;
 2 立杆纵向、横向间距不同时,计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距在两级之间时,计算长度系数取两级中较大值;
 3 其中的 x 向定义如下:
 当纵向、横向立杆间距相同时, x 向为单元框架立杆跨数较多的方向;
 当纵向、横向立杆间距不同时, x 向分别取纵向、横向进行计算, μ 取较大值。
 4 单元框架 x 向跨数大于 6 跨时,按 6 跨取计算长度系数。

C.0.7 扣件式-有剪刀撑框架式支撑脚手架扫地杆高度与悬臂杆高度修正系数应符合表 C.0.7 的规定。

**表 C.0.7 扣件式-有剪刀撑框架式支撑脚手架扫地杆高度与
悬臂杆高度修正系数 β_x**

单元框架 x 向跨数	α	α_x				
		0.4	0.6	0.8	1.0	≥ 1.2
4	≤ 0.2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	0.4	1.193	1.087	1.075	1.048	1.036
	0.6	1.441	1.250	1.187	1.124	1.097
5	≤ 0.2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	0.4	1.121	1.074	1.046	1.037	1.031
	0.6	1.306	1.190	1.119	1.087	1.077
≥ 6	≤ 0.2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	0.4	1.085	1.056	1.033	1.033	1.031
	0.6	1.225	1.144	1.088	1.087	1.074

注:1 表中 α 为扫地杆高度 h_1 和悬臂高度 h_2 较大值, α 在两级之间时计算长度系数按线性插值确定。

2 其中的 x 向定义如下:

当纵向、横向立杆间距相同时, x 向为单元框架立杆跨数较多的方向;

当纵向、横向立杆间距不同时, x 向分别取纵向、横向进行计算, μ 取较大值。

3 α_x 为单元框架 x 向跨距与步距 h 之比。

C.0.8 碗扣式-有剪刀撑框架式支撑脚手架扫地杆高度与悬臂杆高度修正系数应符合表 C.0.8 的规定。

**表 C.0.8 碗扣式-有剪刀撑框架式支撑脚手架扫地杆高度与
悬臂杆高度修正系数 β_x**

α	n_x			
	3	4	5	6
≤ 0.2	1.000	1.000	1.000	1.000
0.4	1.036	1.030	1.028	1.026
0.6	1.144	1.111	1.101	1.096

注: n_x 为单元框架 x 向跨数。

C.0.9 高度修正系数 β_H 见表 C.0.9。

表 C.0.9 高度修正系数 β_H

$H(\text{m})$	5	10	20	30	40
β_H	1.00	1.11	1.16	1.19	1.22

注： H 为支撑架高度。

附录 D 支撑脚手架钢管轴心受压稳定系数

D.0.1 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/1000$ 的稳定系数应符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/1000$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996
10	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.998	0.997	0.997	0.997	0.996
20	0.996	0.996	0.995	0.995	0.994	0.994	0.993	0.993	0.992	0.992
30	0.979	0.977	0.975	0.973	0.970	0.968	0.966	0.964	0.961	0.959
40	0.956	0.954	0.951	0.949	0.946	0.943	0.941	0.938	0.935	0.932
50	0.929	0.926	0.923	0.919	0.916	0.913	0.909	0.906	0.902	0.898
60	0.894	0.890	0.886	0.882	0.877	0.873	0.868	0.864	0.859	0.854
70	0.849	0.843	0.838	0.832	0.827	0.821	0.815	0.809	0.802	0.796
80	0.789	0.783	0.776	0.769	0.762	0.755	0.747	0.740	0.732	0.725
90	0.717	0.710	0.702	0.694	0.686	0.678	0.670	0.663	0.655	0.647
100	0.639	0.631	0.623	0.615	0.608	0.600	0.592	0.585	0.577	0.570
110	0.555	0.547	0.539	0.531	0.524	0.516	0.509	0.502	0.495	0.488
120	0.481	0.474	0.467	0.461	0.455	0.448	0.442	0.436	0.430	0.425
130	0.419	0.413	0.408	0.402	0.397	0.392	0.387	0.382	0.377	0.372
140	0.367	0.363	0.358	0.354	0.349	0.345	0.341	0.337	0.332	0.328
150	0.324	0.321	0.317	0.313	0.309	0.306	0.302	0.299	0.295	0.292
160	0.288	0.285	0.282	0.279	0.276	0.273	0.269	0.267	0.264	0.261
170	0.258	0.255	0.252	0.250	0.247	0.244	0.242	0.239	0.237	0.234
180	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223	0.220	0.218	0.216	0.214	0.212

续表 D.0.1

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
190	0.210	0.208	0.206	0.204	0.202	0.200	0.198	0.196	0.194	0.192
200	0.190	0.189	0.187	0.185	0.183	0.182	0.180	0.178	0.177	0.175
210	0.174	0.172	0.171	0.169	0.168	0.166	0.165	0.163	0.162	0.160
220	0.159	0.158	0.156	0.155	0.154	0.152	0.151	0.150	0.149	0.147
230	0.146	0.145	0.144	0.143	0.142	0.140	0.139	0.138	0.137	0.136
240	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126
250	0.128	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:1 本表适用于套管接长和不接长立杆轴压稳定系数;

2 表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.2 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/750$ 的稳定系数应符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/750$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998
10	0.997	0.997	0.996	0.995	0.995	0.994	0.993	0.992	0.991	0.990
20	0.989	0.988	0.987	0.985	0.984	0.983	0.981	0.980	0.978	0.977
30	0.967	0.965	0.962	0.960	0.957	0.954	0.952	0.949	0.946	0.943
40	0.940	0.938	0.935	0.932	0.928	0.925	0.922	0.919	0.916	0.912
50	0.909	0.905	0.901	0.898	0.894	0.890	0.886	0.882	0.878	0.874
60	0.869	0.865	0.860	0.856	0.851	0.846	0.841	0.836	0.831	0.825
70	0.820	0.814	0.808	0.803	0.797	0.791	0.784	0.778	0.772	0.765
80	0.759	0.752	0.745	0.738	0.731	0.724	0.717	0.710	0.703	0.695
90	0.688	0.681	0.673	0.666	0.658	0.651	0.643	0.636	0.628	0.621
100	0.613	0.606	0.599	0.591	0.584	0.577	0.570	0.563	0.556	0.549
110	0.529	0.521	0.513	0.506	0.498	0.491	0.484	0.477	0.470	0.463
120	0.457	0.450	0.444	0.438	0.432	0.426	0.420	0.414	0.409	0.403

续表 D.0.2

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
130	0.398	0.392	0.387	0.382	0.377	0.372	0.367	0.363	0.358	0.353
140	0.349	0.345	0.340	0.336	0.332	0.328	0.324	0.320	0.316	0.312
150	0.308	0.305	0.301	0.298	0.294	0.291	0.287	0.284	0.281	0.278
160	0.274	0.271	0.268	0.265	0.262	0.259	0.257	0.254	0.251	0.248
170	0.246	0.243	0.241	0.238	0.235	0.233	0.231	0.228	0.226	0.224
180	0.221	0.219	0.217	0.215	0.212	0.210	0.208	0.206	0.204	0.202
190	0.200	0.198	0.196	0.195	0.193	0.191	0.189	0.187	0.186	0.184
200	0.182	0.180	0.179	0.177	0.176	0.174	0.172	0.171	0.169	0.168
210	0.166	0.165	0.163	0.162	0.161	0.159	0.158	0.156	0.155	0.154
220	0.153	0.151	0.150	0.149	0.147	0.146	0.145	0.144	0.143	0.142
230	0.140	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131
240	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121
250	0.120	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:1 本表适用于套管接长和不接长立杆轴压稳定系数;

2 表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.3 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/600$ 的稳定系数应符合表 D.0.3 的规定。

表 D.0.3 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/600$ 的稳定系数 ϕ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996
10	0.995	0.994	0.993	0.992	0.990	0.989	0.987	0.986	0.984	0.982
20	0.980	0.978	0.976	0.974	0.971	0.969	0.966	0.964	0.961	0.958
30	0.954	0.951	0.948	0.945	0.942	0.939	0.936	0.933	0.929	0.926
40	0.923	0.919	0.916	0.912	0.909	0.905	0.902	0.898	0.894	0.890
50	0.886	0.882	0.878	0.874	0.869	0.865	0.861	0.856	0.851	0.847
60	0.842	0.837	0.832	0.827	0.822	0.816	0.811	0.806	0.800	0.794

续表 D.0.3

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	0.789	0.783	0.777	0.771	0.765	0.758	0.752	0.746	0.739	0.733
80	0.726	0.719	0.713	0.706	0.699	0.692	0.685	0.678	0.671	0.664
90	0.657	0.650	0.643	0.636	0.629	0.621	0.614	0.607	0.600	0.593
100	0.586	0.579	0.572	0.566	0.559	0.552	0.545	0.539	0.532	0.526
110	0.502	0.494	0.487	0.480	0.473	0.466	0.459	0.453	0.446	0.440
120	0.434	0.427	0.421	0.416	0.410	0.404	0.399	0.393	0.388	0.383
130	0.378	0.373	0.368	0.363	0.358	0.354	0.349	0.345	0.340	0.336
140	0.332	0.328	0.324	0.320	0.316	0.312	0.308	0.304	0.301	0.297
150	0.294	0.290	0.287	0.284	0.280	0.277	0.274	0.271	0.268	0.265
160	0.262	0.259	0.256	0.253	0.250	0.248	0.245	0.242	0.240	0.237
170	0.235	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223	0.220	0.218	0.216	0.214
180	0.212	0.210	0.207	0.205	0.203	0.201	0.199	0.197	0.196	0.194
190	0.192	0.190	0.188	0.186	0.185	0.183	0.181	0.180	0.178	0.176
200	0.175	0.173	0.172	0.170	0.168	0.167	0.165	0.164	0.163	0.161
210	0.160	0.158	0.157	0.156	0.154	0.153	0.152	0.150	0.149	0.148
220	0.147	0.145	0.144	0.143	0.142	0.141	0.140	0.138	0.137	0.136
230	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126
240	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118	0.118	0.117
250	0.116	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:1 本表适用于套管接长和不接长立杆轴压稳定系数;

2 表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.4 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/450$ 的稳定系数应符合表 D.0.4 的规定。

表 D.0.4 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/450$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996	0.995
10	0.993	0.992	0.990	0.989	0.987	0.985	0.983	0.980	0.978	0.976

续表 D.0.4

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.973	0.970	0.967	0.964	0.961	0.958	0.954	0.951	0.947	0.943
30	0.943	0.940	0.936	0.932	0.928	0.925	0.921	0.917	0.913	0.909
40	0.905	0.901	0.897	0.893	0.888	0.884	0.880	0.875	0.871	0.866
50	0.862	0.857	0.852	0.847	0.843	0.838	0.833	0.827	0.822	0.817
60	0.812	0.806	0.801	0.795	0.790	0.784	0.778	0.772	0.766	0.760
70	0.754	0.748	0.742	0.735	0.729	0.723	0.716	0.710	0.703	0.697
80	0.690	0.683	0.677	0.670	0.663	0.656	0.650	0.643	0.636	0.629
90	0.622	0.616	0.609	0.602	0.595	0.589	0.582	0.575	0.569	0.562
100	0.556	0.549	0.543	0.536	0.530	0.524	0.517	0.511	0.505	0.499
110	0.473	0.466	0.459	0.452	0.446	0.439	0.433	0.427	0.420	0.415
120	0.409	0.403	0.397	0.392	0.387	0.381	0.376	0.371	0.366	0.361
130	0.357	0.352	0.347	0.343	0.339	0.334	0.330	0.326	0.322	0.318
140	0.314	0.310	0.306	0.303	0.299	0.295	0.292	0.288	0.285	0.282
150	0.278	0.275	0.272	0.269	0.266	0.263	0.260	0.257	0.254	0.251
160	0.248	0.246	0.243	0.240	0.238	0.235	0.233	0.230	0.228	0.226
170	0.223	0.221	0.219	0.216	0.214	0.212	0.210	0.208	0.206	0.204
180	0.202	0.200	0.198	0.196	0.194	0.192	0.190	0.188	0.187	0.185
190	0.183	0.181	0.180	0.178	0.176	0.175	0.173	0.172	0.170	0.168
200	0.167	0.165	0.164	0.162	0.161	0.160	0.158	0.157	0.156	0.154
210	0.153	0.152	0.150	0.149	0.148	0.146	0.145	0.144	0.143	0.142
220	0.141	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131
230	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121
240	0.120	0.119	0.118	0.117	0.116	0.116	0.115	0.114	0.113	0.112
250	0.111	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:1 本表适用于套管接长和不接长立杆轴压稳定系数;

2 表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.5 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/350$ 的稳定系数应符合表 D.0.5 的规定。

表 D.0.5 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/350$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.997	0.995	0.994	0.993
10	0.991	0.989	0.987	0.984	0.982	0.979	0.976	0.973	0.970	0.967
20	0.963	0.959	0.955	0.951	0.947	0.942	0.937	0.933	0.928	0.922
30	0.929	0.925	0.920	0.916	0.912	0.907	0.903	0.898	0.893	0.889
40	0.884	0.879	0.875	0.870	0.865	0.860	0.855	0.850	0.845	0.840
50	0.835	0.830	0.824	0.819	0.813	0.808	0.802	0.797	0.791	0.785
60	0.780	0.774	0.768	0.762	0.756	0.750	0.744	0.738	0.732	0.725
70	0.719	0.713	0.706	0.700	0.694	0.687	0.681	0.674	0.668	0.661
80	0.655	0.648	0.641	0.635	0.628	0.622	0.615	0.609	0.602	0.596
90	0.589	0.583	0.576	0.570	0.563	0.557	0.551	0.544	0.538	0.532
100	0.526	0.520	0.514	0.508	0.502	0.496	0.490	0.484	0.479	0.473
110	0.443	0.437	0.430	0.424	0.418	0.412	0.406	0.400	0.394	0.389
120	0.383	0.378	0.373	0.368	0.363	0.358	0.353	0.348	0.344	0.339
130	0.335	0.331	0.326	0.322	0.318	0.314	0.310	0.306	0.302	0.299
140	0.295	0.292	0.288	0.285	0.281	0.278	0.275	0.271	0.268	0.265
150	0.262	0.259	0.256	0.253	0.250	0.248	0.245	0.242	0.240	0.237
160	0.234	0.232	0.229	0.227	0.225	0.222	0.220	0.218	0.215	0.213
170	0.211	0.209	0.207	0.205	0.202	0.200	0.198	0.196	0.195	0.193
180	0.191	0.189	0.187	0.185	0.184	0.182	0.180	0.178	0.177	0.175
190	0.173	0.172	0.170	0.169	0.167	0.166	0.164	0.163	0.161	0.160
200	0.158	0.157	0.156	0.154	0.153	0.152	0.150	0.149	0.148	0.147
210	0.145	0.144	0.143	0.142	0.141	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135
220	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130	0.128	0.127	0.126	0.125	0.125
230	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118	0.117	0.116	0.115
240	0.114	0.114	0.113	0.112	0.111	0.110	0.110	0.109	0.108	0.107
250	0.106	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:1 本表适用于套管接长和不接长立杆轴压稳定系数;

2 表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.6 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/250$ 的稳定系数应符合表 D.0.6 的规定。

表 D.0.6 非对接扣件接长立杆弯曲度 $L/250$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.997	0.995	0.994	0.992	0.989
10	0.987	0.984	0.981	0.978	0.974	0.971	0.966	0.962	0.958	0.953
20	0.948	0.942	0.937	0.931	0.925	0.918	0.911	0.905	0.897	0.890
30	0.894	0.889	0.883	0.878	0.873	0.867	0.862	0.857	0.851	0.846
40	0.840	0.835	0.829	0.824	0.818	0.812	0.807	0.801	0.795	0.790
50	0.784	0.778	0.772	0.766	0.760	0.754	0.748	0.742	0.736	0.730
60	0.724	0.718	0.712	0.706	0.699	0.693	0.687	0.681	0.674	0.668
70	0.662	0.656	0.649	0.643	0.637	0.631	0.624	0.618	0.612	0.606
80	0.599	0.593	0.587	0.581	0.575	0.569	0.562	0.556	0.550	0.544
90	0.497	0.489	0.480	0.473	0.465	0.457	0.450	0.443	0.436	0.429
100	0.422	0.416	0.410	0.404	0.397	0.392	0.386	0.380	0.375	0.369
110	0.364	0.359	0.354	0.349	0.344	0.339	0.335	0.330	0.326	0.322
120	0.317	0.313	0.309	0.305	0.301	0.297	0.294	0.290	0.286	0.283
130	0.279	0.276	0.272	0.269	0.266	0.263	0.260	0.257	0.254	0.251
140	0.248	0.245	0.242	0.239	0.237	0.234	0.232	0.229	0.226	0.224
150	0.222	0.219	0.217	0.215	0.212	0.210	0.208	0.206	0.204	0.201
160	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.190	0.188	0.186	0.184	0.182
170	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.170	0.169	0.167	0.166
180	0.164	0.163	0.161	0.160	0.158	0.157	0.155	0.154	0.153	0.151
190	0.150	0.149	0.147	0.146	0.145	0.144	0.142	0.141	0.140	0.139
200	0.138	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
210	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118
220	0.117	0.116	0.115	0.115	0.114	0.113	0.112	0.111	0.110	0.109
230	0.109	0.108	0.107	0.106	0.106	0.105	0.104	0.103	0.103	0.102

续表 D.0.6

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
240	0.101	0.100	0.100	0.099	0.098	0.098	0.097	0.096	0.096	0.095
250	0.094	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:1 本表适用于套管接长和不接长立杆轴压稳定系数;

2 表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.7 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/1000$ 的稳定系数应符合表 D.0.7 的规定。

表 D.0.7 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/1000$ 的稳定系数 ϕ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996
10	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.998
20	0.998	0.998	0.997	0.997	0.997	0.996	0.996	0.996	0.996	0.995
30	0.979	0.977	0.975	0.974	0.972	0.970	0.969	0.967	0.965	0.963
40	0.961	0.959	0.957	0.955	0.953	0.951	0.949	0.947	0.944	0.942
50	0.940	0.937	0.935	0.932	0.929	0.927	0.924	0.921	0.918	0.915
60	0.911	0.908	0.905	0.901	0.897	0.894	0.890	0.886	0.881	0.877
70	0.873	0.868	0.863	0.858	0.853	0.848	0.842	0.837	0.831	0.825
80	0.819	0.812	0.806	0.799	0.792	0.785	0.778	0.771	0.763	0.756
90	0.748	0.740	0.732	0.724	0.716	0.708	0.700	0.692	0.683	0.675
100	0.667	0.659	0.650	0.642	0.634	0.626	0.618	0.609	0.601	0.593
110	0.586	0.578	0.570	0.562	0.555	0.547	0.540	0.533	0.526	0.519
120	0.512	0.505	0.498	0.491	0.485	0.478	0.472	0.466	0.460	0.454
130	0.448	0.442	0.436	0.430	0.425	0.419	0.414	0.409	0.403	0.398
140	0.393	0.388	0.383	0.379	0.374	0.369	0.365	0.360	0.356	0.351
150	0.347	0.343	0.339	0.335	0.331	0.327	0.323	0.319	0.316	0.312
160	0.308	0.305	0.301	0.298	0.295	0.291	0.288	0.285	0.282	0.279
170	0.276	0.273	0.270	0.267	0.264	0.261	0.258	0.255	0.253	0.250
180	0.247	0.245	0.242	0.240	0.237	0.235	0.233	0.230	0.228	0.226

续表 D.0.7

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
190	0.223	0.221	0.219	0.217	0.215	0.213	0.211	0.208	0.206	0.204
200	0.203	0.201	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.190	0.188	0.186
210	0.184	0.183	0.181	0.180	0.178	0.176	0.175	0.173	0.172	0.170
220	0.169	0.167	0.166	0.164	0.163	0.162	0.160	0.159	0.157	0.156
230	0.155	0.154	0.152	0.151	0.150	0.149	0.147	0.146	0.145	0.144
240	0.143	0.141	0.140	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135	0.134	0.133
250	0.125	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.8 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/750$ 的稳定系数应符合表 D.0.8 的规定。

表 D.0.8 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/750$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998
10	0.999	0.998	0.998	0.997	0.997	0.997	0.996	0.996	0.995	0.995
20	0.994	0.993	0.993	0.992	0.991	0.991	0.990	0.989	0.988	0.987
30	0.969	0.967	0.965	0.962	0.960	0.958	0.955	0.952	0.950	0.947
40	0.945	0.942	0.939	0.936	0.933	0.930	0.927	0.924	0.921	0.918
50	0.915	0.911	0.908	0.905	0.901	0.897	0.894	0.890	0.886	0.882
60	0.877	0.873	0.869	0.864	0.860	0.855	0.850	0.845	0.840	0.835
70	0.830	0.824	0.819	0.813	0.807	0.801	0.795	0.789	0.783	0.776
80	0.770	0.763	0.756	0.749	0.742	0.735	0.728	0.721	0.714	0.706
90	0.699	0.691	0.684	0.676	0.669	0.661	0.654	0.646	0.638	0.631
100	0.623	0.616	0.608	0.601	0.593	0.586	0.579	0.571	0.564	0.557
110	0.550	0.543	0.536	0.529	0.522	0.516	0.509	0.502	0.496	0.490
120	0.483	0.477	0.471	0.465	0.459	0.453	0.447	0.442	0.436	0.431
130	0.425	0.420	0.414	0.409	0.404	0.399	0.394	0.389	0.385	0.380

续表 D.0.8

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
140	0.375	0.371	0.366	0.362	0.357	0.353	0.349	0.345	0.341	0.337
150	0.333	0.329	0.325	0.321	0.318	0.314	0.310	0.307	0.303	0.300
160	0.297	0.293	0.290	0.287	0.284	0.281	0.278	0.275	0.272	0.269
170	0.266	0.263	0.260	0.257	0.255	0.252	0.249	0.247	0.244	0.242
180	0.239	0.237	0.234	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223	0.221	0.219
190	0.216	0.214	0.212	0.210	0.208	0.206	0.204	0.202	0.200	0.199
200	0.197	0.195	0.193	0.191	0.190	0.188	0.186	0.184	0.183	0.181
210	0.179	0.178	0.176	0.175	0.173	0.172	0.170	0.169	0.167	0.166
220	0.164	0.163	0.162	0.160	0.159	0.157	0.156	0.155	0.154	0.152
230	0.151	0.150	0.149	0.147	0.146	0.145	0.144	0.143	0.141	0.140
240	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130
250	0.129	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.9 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/600$ 的稳定系数应符合表 D.0.9 的规定。

表 D.0.9 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/600$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996
10	0.996	0.995	0.994	0.993	0.992	0.991	0.990	0.989	0.987	0.986
20	0.984	0.983	0.981	0.979	0.977	0.975	0.973	0.971	0.969	0.967
30	0.960	0.957	0.954	0.951	0.948	0.945	0.942	0.939	0.936	0.933
40	0.930	0.926	0.923	0.920	0.916	0.913	0.909	0.905	0.902	0.898
50	0.894	0.890	0.886	0.882	0.878	0.874	0.870	0.865	0.861	0.856
60	0.851	0.847	0.842	0.837	0.832	0.827	0.821	0.816	0.810	0.805
70	0.799	0.793	0.787	0.781	0.775	0.769	0.763	0.756	0.750	0.743
80	0.737	0.730	0.723	0.716	0.709	0.703	0.695	0.688	0.681	0.674

续表 D. 0. 9

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	0.667	0.660	0.653	0.645	0.638	0.631	0.624	0.617	0.609	0.602
100	0.595	0.588	0.581	0.574	0.567	0.560	0.553	0.546	0.540	0.533
110	0.526	0.520	0.513	0.507	0.501	0.494	0.488	0.482	0.476	0.470
120	0.464	0.458	0.453	0.447	0.442	0.436	0.431	0.425	0.420	0.415
130	0.410	0.405	0.400	0.395	0.390	0.385	0.381	0.376	0.372	0.367
140	0.363	0.359	0.354	0.350	0.346	0.342	0.338	0.334	0.330	0.326
150	0.323	0.319	0.315	0.312	0.308	0.305	0.301	0.298	0.295	0.292
160	0.288	0.285	0.282	0.279	0.276	0.273	0.270	0.267	0.264	0.262
170	0.259	0.256	0.253	0.251	0.248	0.246	0.243	0.241	0.238	0.236
180	0.234	0.231	0.229	0.227	0.224	0.222	0.220	0.218	0.216	0.214
190	0.212	0.210	0.208	0.206	0.204	0.202	0.200	0.198	0.196	0.194
200	0.192	0.191	0.189	0.187	0.186	0.184	0.182	0.181	0.179	0.177
210	0.176	0.174	0.173	0.171	0.170	0.168	0.167	0.165	0.164	0.163
220	0.161	0.160	0.158	0.157	0.156	0.155	0.153	0.152	0.151	0.149
230	0.148	0.147	0.146	0.145	0.144	0.142	0.141	0.140	0.139	0.138
240	0.137	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
250	0.127	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中系数根据本规程第 D. 0. 13 条计算给出。

D. 0. 10 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/450$ 的稳定系数应符合表 D. 0. 10 的规定。

表 D. 0. 10 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/450$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996	0.995
10	0.994	0.993	0.992	0.990	0.989	0.987	0.985	0.983	0.981	0.979
20	0.977	0.975	0.972	0.970	0.967	0.964	0.961	0.958	0.955	0.952
30	0.948	0.945	0.941	0.938	0.934	0.930	0.926	0.923	0.919	0.915

续表 D.0.10

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0.911	0.907	0.903	0.899	0.894	0.890	0.886	0.882	0.877	0.873
50	0.868	0.863	0.859	0.854	0.849	0.844	0.839	0.834	0.829	0.824
60	0.819	0.813	0.808	0.802	0.797	0.791	0.785	0.779	0.773	0.767
70	0.761	0.755	0.749	0.742	0.736	0.730	0.723	0.717	0.710	0.703
80	0.697	0.690	0.683	0.676	0.670	0.663	0.656	0.649	0.642	0.635
90	0.629	0.622	0.615	0.608	0.601	0.594	0.588	0.581	0.574	0.567
100	0.561	0.554	0.548	0.541	0.535	0.528	0.522	0.516	0.509	0.503
110	0.497	0.491	0.485	0.479	0.474	0.468	0.462	0.456	0.451	0.445
120	0.440	0.435	0.429	0.424	0.419	0.414	0.409	0.404	0.399	0.395
130	0.390	0.385	0.381	0.376	0.372	0.367	0.363	0.359	0.355	0.351
140	0.347	0.343	0.339	0.335	0.331	0.327	0.323	0.320	0.316	0.313
150	0.309	0.306	0.302	0.299	0.296	0.293	0.289	0.286	0.283	0.280
160	0.277	0.274	0.271	0.268	0.266	0.263	0.260	0.257	0.255	0.252
170	0.249	0.247	0.244	0.242	0.239	0.237	0.235	0.232	0.230	0.228
180	0.225	0.223	0.221	0.219	0.217	0.215	0.213	0.211	0.209	0.207
190	0.205	0.203	0.201	0.199	0.197	0.195	0.194	0.192	0.190	0.188
200	0.187	0.185	0.183	0.182	0.180	0.178	0.177	0.175	0.174	0.172
210	0.171	0.169	0.168	0.166	0.165	0.163	0.162	0.161	0.159	0.158
220	0.157	0.155	0.154	0.153	0.152	0.150	0.149	0.148	0.147	0.146
230	0.144	0.143	0.142	0.141	0.140	0.139	0.138	0.137	0.135	0.134
240	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.125	0.124
250	0.124	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D.0.11 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/350$ 的稳定系数应符合表 D.0.11 的规定。

表 D.0.11 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/350$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.997	0.995	0.994	0.993

续表 D.0.11

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.992	0.991	0.989	0.987	0.985	0.983	0.980	0.978	0.975	0.972
20	0.969	0.966	0.963	0.959	0.956	0.952	0.948	0.944	0.940	0.935
30	0.939	0.935	0.930	0.926	0.921	0.917	0.912	0.908	0.903	0.898
40	0.894	0.889	0.884	0.879	0.874	0.869	0.864	0.859	0.854	0.849
50	0.844	0.838	0.833	0.827	0.822	0.816	0.811	0.805	0.799	0.794
60	0.788	0.782	0.776	0.770	0.764	0.758	0.751	0.745	0.739	0.733
70	0.726	0.720	0.713	0.707	0.700	0.694	0.687	0.680	0.674	0.667
80	0.661	0.654	0.647	0.640	0.634	0.627	0.620	0.614	0.607	0.600
90	0.594	0.587	0.581	0.574	0.568	0.561	0.555	0.548	0.542	0.536
100	0.530	0.523	0.517	0.511	0.505	0.499	0.493	0.487	0.482	0.476
110	0.470	0.465	0.459	0.454	0.448	0.443	0.438	0.433	0.427	0.422
120	0.417	0.412	0.408	0.403	0.398	0.393	0.389	0.384	0.380	0.375
130	0.371	0.367	0.362	0.358	0.354	0.350	0.346	0.342	0.338	0.334
140	0.331	0.327	0.323	0.320	0.316	0.313	0.309	0.306	0.302	0.299
150	0.296	0.293	0.289	0.286	0.283	0.280	0.277	0.274	0.271	0.269
160	0.266	0.263	0.260	0.258	0.255	0.252	0.250	0.247	0.245	0.242
170	0.240	0.237	0.235	0.233	0.230	0.228	0.226	0.224	0.222	0.219
180	0.217	0.215	0.213	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201	0.199
190	0.198	0.196	0.194	0.192	0.190	0.189	0.187	0.185	0.184	0.182
200	0.180	0.179	0.177	0.176	0.174	0.173	0.171	0.170	0.168	0.167
210	0.165	0.164	0.163	0.161	0.160	0.158	0.157	0.156	0.155	0.153
220	0.152	0.151	0.150	0.148	0.147	0.146	0.145	0.144	0.142	0.141
230	0.140	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131
240	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121
250	0.120	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中系数根据本规程第 D.0.13 条计算给出。

D. 0. 12 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/250$ 的稳定系数应符合表 D. 0. 12 的规定。

表 D. 0. 12 对接扣件接长立杆弯曲度 $L/250$ 的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.997	0.995	0.994	0.992	0.990
10	0.990	0.988	0.986	0.984	0.981	0.978	0.975	0.972	0.968	0.965
20	0.961	0.957	0.953	0.948	0.944	0.939	0.934	0.929	0.924	0.918
30	0.923	0.918	0.913	0.908	0.902	0.897	0.892	0.886	0.881	0.876
40	0.870	0.865	0.859	0.854	0.848	0.843	0.837	0.831	0.825	0.820
50	0.814	0.808	0.802	0.796	0.790	0.784	0.778	0.772	0.766	0.760
60	0.753	0.747	0.741	0.735	0.728	0.722	0.715	0.709	0.702	0.696
70	0.690	0.683	0.676	0.670	0.663	0.657	0.650	0.644	0.637	0.631
80	0.624	0.618	0.611	0.605	0.598	0.592	0.585	0.579	0.572	0.566
90	0.560	0.554	0.547	0.541	0.535	0.529	0.523	0.517	0.511	0.505
100	0.499	0.494	0.488	0.482	0.477	0.471	0.466	0.460	0.455	0.450
110	0.444	0.439	0.434	0.429	0.424	0.419	0.414	0.409	0.405	0.400
120	0.395	0.391	0.386	0.382	0.377	0.373	0.369	0.365	0.360	0.356
130	0.352	0.348	0.344	0.341	0.337	0.333	0.329	0.326	0.322	0.318
140	0.315	0.312	0.308	0.305	0.301	0.298	0.295	0.292	0.289	0.286
150	0.283	0.280	0.277	0.274	0.271	0.268	0.265	0.263	0.260	0.257
160	0.255	0.252	0.249	0.247	0.244	0.242	0.240	0.237	0.235	0.232
170	0.230	0.228	0.226	0.224	0.221	0.219	0.217	0.215	0.213	0.211
180	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201	0.199	0.198	0.196	0.194	0.192
190	0.190	0.189	0.187	0.185	0.184	0.182	0.180	0.179	0.177	0.176
200	0.174	0.173	0.171	0.170	0.168	0.167	0.165	0.164	0.163	0.161
210	0.160	0.159	0.157	0.156	0.155	0.153	0.152	0.151	0.150	0.148
220	0.147	0.146	0.145	0.144	0.143	0.141	0.140	0.139	0.138	0.137
230	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128	0.127
240	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.120	0.119	0.118
250	0.117	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中系数根据本规程第 D. 0. 13 条计算给出。

D. 0. 13 当立杆的 $\lambda \sqrt{f_y/235}$ 超出表 D. 0. 1~表 D. 0. 12 规定的范围时, 稳定系数应按下列公式计算:

当 $\lambda_n \leq 0. 215$ 时:

$$\varphi = 1 - \alpha_1 \lambda_n^2 \quad (\text{D. 0. 13-1})$$

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{f_y/E} \quad (\text{D. 0. 13-2})$$

当 $\lambda_n > 0. 215$ 时:

$$\varphi = \frac{1}{2\lambda_n^2} \left[(\alpha_2 + \alpha_3 \lambda_n + \lambda_n^2) - \sqrt{(\alpha_2 + \alpha_3 \lambda_n + \lambda_n^2)^2 - 4\lambda_n^2} \right] \quad (\text{D. 0. 13-3})$$

式中: α_1 、 α_2 、 α_3 ——系数, 应根据本规程按表 D. 0. 13-1、表 D. 0. 13-2 采用;

λ_n ——正则化长细比。

表 D. 0. 13-1 非对接扣件接长立杆的系数 α_1 、 α_2 、 α_3

弯曲度	λ_n	α_1	α_2	α_3
$L/1000$	≤ 1.05	0.087	0.964	0.171
	> 1.05		0.777	0.340
$L/750$	≤ 1.05	0.238	0.965	0.203
	> 1.05		0.649	0.493
$L/600$	≤ 1.05	0.433	0.964	0.245
	> 1.05		0.547	0.633
$L/450$	≤ 1.05	0.584	0.955	0.308
	> 1.05		0.447	0.787
$L/350$	≤ 1.05	0.800	0.947	0.378
	> 1.05		0.324	0.975
$L/250$	≤ 0.86	1.133	0.949	0.492
	> 0.86		0.120	1.469

表 D. 0. 13-2 对接扣件接长立杆的系数 α_1 、 α_2 、 α_3

弯曲度	α_1	α_2	α_3
$L/1000$	0. 049	0. 979	0. 126
$L/750$	0. 129	0. 968	0. 187
$L/600$	0. 343	0. 963	0. 232
$L/450$	0. 496	0. 952	0. 301
$L/350$	0. 666	0. 936	0. 380
$L/250$	0. 844	0. 926	0. 463

附录 E 地基承载力修正系数

表 E 地基承载力修正系数 m_f

地基土类型	修正系数	
	原状土	分层回填夯实土
多年填基土	0.6	—
碎石土、砂土	0.8	0.4
粉土、黏土	0.7	0.5
岩石、混凝土、道路路面(沥青混凝土路面、水泥稳定碎石道路基层等)	1.0	—

用词说明

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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中,注日期的,仅对该日期对应的版本适用本规程;不注日期的,其最新版适用于本规程。

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《钢结构设计标准》GB 50017

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《碳素结构钢》GB/T 700

《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091

《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》
GB/T 8110

《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352

《直缝电焊钢管》GB/T 13793

《钢管脚手架扣件》GB 15831

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130

中国工程建设标准化协会标准

钢管支撑脚手架应用
技 术 规 程

T/CECS 1065—2022

条 文 说 明

制 定 说 明

本标规程制定过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国工程建设钢管支撑脚手架领域的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准,通过支撑脚手架节点力学性能试验、对接扣件接长试验、非对接扣件接长试验分别得到了节点力学性能指标、对接扣件接长立杆稳定系数、非对接扣件接长立杆弯曲度。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定,《钢管支撑脚手架应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(79)
2	术语和符号	(80)
2.1	术语	(80)
3	基本规定	(84)
4	材料和构配件	(85)
4.1	材料	(85)
4.2	制作质量	(85)
5	荷 载	(88)
5.1	荷载分类	(88)
5.2	荷载标准值	(88)
5.3	荷载分项系数及组合	(89)
6	结构设计	(90)
6.1	一般规定	(90)
6.2	立杆稳定性	(91)
6.3	水平杆设计	(94)
6.4	抗倾覆验算	(94)
6.5	地基基础设计	(94)
7	构造要求	(96)
7.1	一般规定	(96)
7.2	框架式支撑脚手架构造	(96)
7.3	桁架式支撑脚手架构造	(97)
7.4	特殊支撑脚手架构造	(97)
8	施 工	(98)
8.1	施工准备	(98)

10 安全管理	(99)
附录 B 支撑脚手架节点力学性能试验方法	(100)
附录 D 支撑脚手架钢管轴心受压稳定系数	(102)

1 总 则

1.0.2 本规程适用于工程建设中钢管支撑脚手架的设计、施工、验收和管理,主要用于模板支撑脚手架、钢结构安装胎架、临时舞台、临时看台等其他临时支撑脚手架。

1.0.3 支撑脚手架的设计、施工、验收和管理除了符合本规程的规定外,还应符合国家现行有关强制性标准的规定。本规程在充分吸纳借鉴其他相关标准有关规定的基礎上,对其他标准不合理之处进行了调整、修正或者重新规定,因此不强调与其他推荐性标准的协调性。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 扣件式支撑脚手架、碗扣式支撑脚手架、盘扣式支撑脚手架及键槽式支撑脚手架节点连接示意图分别如图 1~图 4 所示。

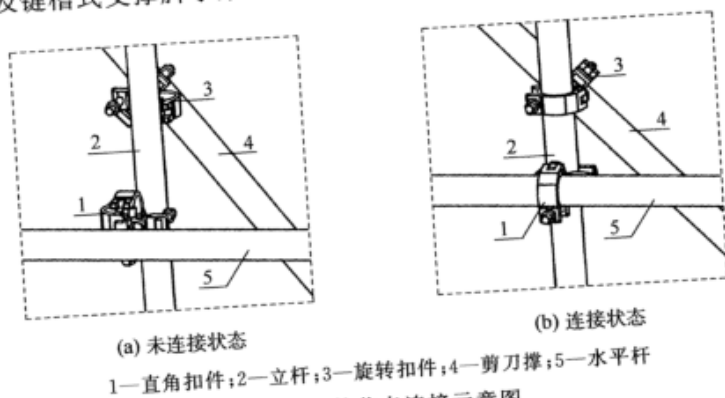


图 1 扣件节点连接示意图

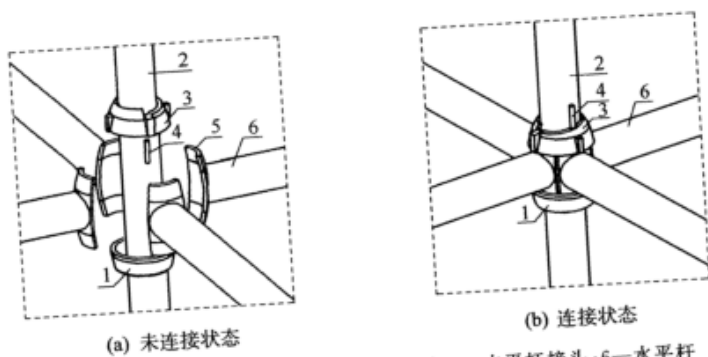
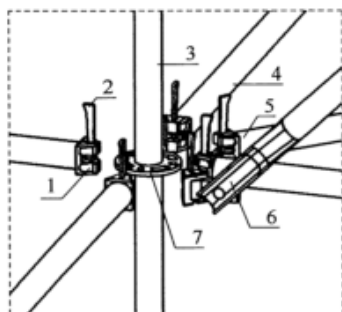
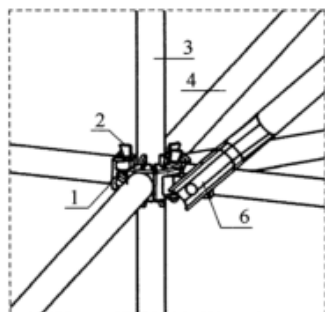


图 2 碗扣式节点连接示意图



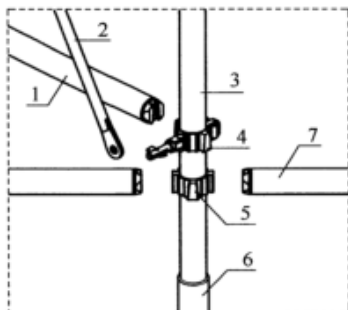
(a) 未连接状态



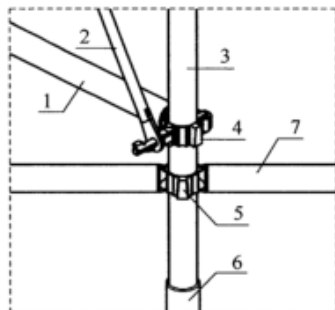
(b) 连接状态

1—水平杆杆端扣接头；2—插销；3—立杆；4—水平杆；
5—水平斜杆；6—竖向斜杆；7—连接盘

图3 盘扣式节点连接示意图



(a) 未连接状态



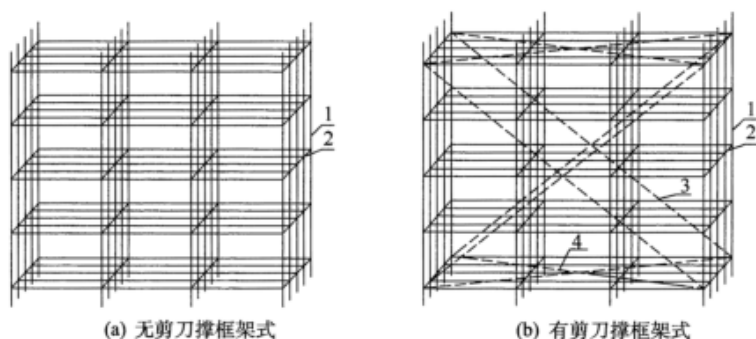
(b) 连接状态

1—水平斜杆；2—竖向斜杆；3—立杆；4—活动插座；
5—固定插座；7—套管；7—水平杆

图4 键槽式节点连接示意图

2.1.2~2.1.5 无剪刀撑框架式支撑脚手架和有剪刀撑框架式支撑脚手架示意图如图5所示。

根据结构受力性能的不同,将工程建设中所采用的支撑脚手架划分为框架式支撑脚手架和桁架式支撑脚手架。仅含有立杆和水平杆杆件的支撑脚手架或含有立杆、水平杆以及剪刀撑杆件的

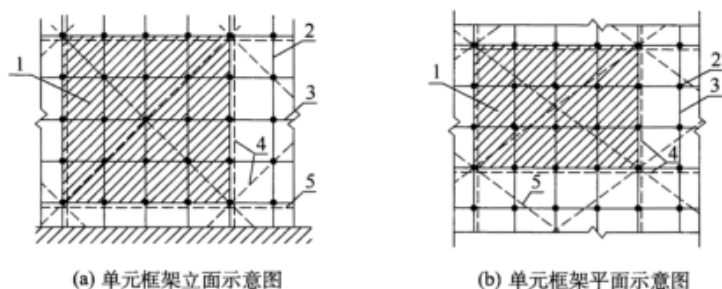


1—立杆；2—水平杆；3—竖向剪刀撑；4—水平剪刀撑

图 5 框架式支撑脚手架示意图

支撑脚手架均属于框架式支撑脚手架；含有立杆、水平杆及斜杆杆件的支撑脚手架属于桁架式支撑脚手架。

单元框架由立杆、水平杆、纵横向竖直剪刀撑以及水平剪刀撑围成的矩形框架结构，剪刀撑最大跨数不大于 6 跨或宽度不大于 9m，是有剪刀撑框架式支撑结构的基本计算单元，如图 6 所示。



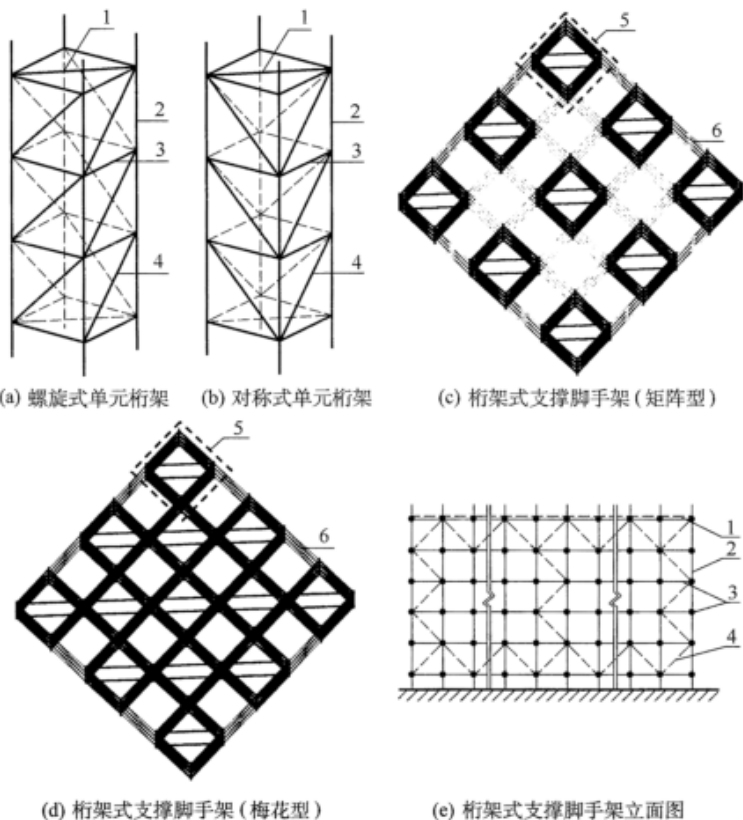
1—单元框架；2—立杆；3—水平杆；4—竖向剪刀撑；5—水平剪刀撑

图 6 单元框架示意图

单元桁架为 1 跨×1 跨，由立杆、水平杆和斜杆组成，其中斜杆按照螺旋式或对称式布置[图 7(a)、图 7(b)]，单元桁架之间通过水平杆连接形成桁架式支撑脚手架，单元桁架的组合方式可为

矩阵型或梅花型[图 7(c)、图 7(d)]。

每隔一定跨数和步距布置斜杆搭设形成的支撑脚手架也属于桁架式支撑脚手架[图 7(e)]。



1—水平斜杆; 2—立杆; 3—水平杆; 4—竖向斜杆; 5—连接杆; 6—单元桁架

图 7 桁架式支撑脚手架示意图

3 基本规定

3.0.1 专项施工方案应符合工程实际,满足施工、安全承载和安全防护规定。

应对专项施工方案进行审核批准。对于按住房和城乡建设部《关于印发〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉的通知》(中华人民共和国住房和城乡建设部令 37 号)和住房和城乡建设部办公厅《关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》(建办质〔2018〕31 号)规定需进行论证的专项施工方案,应组织专家进行论证,按论证意见对专项施工方案进行修改完善,且应符合和遵守地方监管部门的相关规定。

组织实施是指搭设、检查、验收、使用、维护、管理与拆除。

3.0.2 本条规定了支撑脚手架承载能力极限状态和正常使用极限状态设计时应采用的荷载效应组合。

3.0.4 由于市场上支撑脚手架的构配件质量良莠不齐,为了避免不合格产品的应用,保证架体的设计承载力,规定了对进场立杆进行拉伸强度试验,以实测强度判别立杆强度等级;由于周转使用、制作、运输及锈蚀等原因,构配件的实际尺寸与公称值可能有较大的偏差,规定了以进场的钢管壁厚、直径和弯曲度实测值作为设计依据。

4 材料和构配件

4.1 材 料

4.1.1 本条汇总给出了钢管支撑脚手架构配件的材质规定。节点配件包含直角扣件、旋转扣件、对接扣件、盘扣连接盘、碗扣、插销等。

4.2 制 作 质 量

4.2.1 考虑支撑脚手架立杆多次周转后由于锈蚀、磨损等因素使壁厚减小,从而削弱立杆稳定承载力,故规定其壁厚不应小于 2.8mm。

4.2.2 为保证焊接质量,推荐采用 CO_2 气体保护焊。为满足本规程第 6.1.4 条节点承载力的要求,规定焊缝均为满焊,确保连接牢固,防止节点局部破坏导致支撑脚手架承载力降低。

4.2.3 本条对支撑脚手架立杆采用套管接长的构造要求做出了规定。

连接套管与立杆分为焊接和冷压接,根据焊接与压接工艺要求,立杆与套管采用焊接时,建议在立杆伸入套管不小于 30mm 处焊接;立杆与套管采用压接时,建议在立杆伸入套管不小于 60mm 处压接。

编制组对 30 根套管接长的立杆进行了轴心受压试验及大量的数值研究。研究表明:根据接长的立杆与不接长的立杆轴心受压稳定系数相等的原则,得到套管长度应满足 $L_1/L_s \geq -0.00033\lambda + 0.0974$,其中 λ 为立杆套管接长后的长细比, L_1 为套管长度, L_s 为立杆接长后的总长度。偏于安全地,对于外径 48mm 的立杆,焊接套管长度不小于 120mm,压接套管长度不小

于 150mm,即可插入长度均不小于 90mm;对于外径 60mm 的立杆,焊接套管长度不小于 150mm,压接套管长度不小于 180mm,即插入长度均不小于 120mm;对于其他直径的钢管,亦可运用上述公式进行计算,得到套管长度。

当立杆接长后长细比 $\lambda \leq 100$ 、 $t_j/t_b \leq -0.004\lambda + 0.71$ 或 $\lambda > 100$ 、 $t_j/t_b \leq 0.004\lambda - 0.09$ 时,间隙比(立杆与套管之间的间隙与立杆壁厚的比值)对轴心受压稳定系数的影响在 5% 以内,其中 t_j 为套管与立杆之间的间隙, t_b 为立杆壁厚。对于 3.2mm 壁厚的立杆,偏安全地间隙值应控制在 1mm 以内。为了便于施工,规定间隙值不应大于 1.5mm,即套管内径与立杆外径差不应大于 3mm。

4.2.4 本条对支撑脚手架立杆采用对接扣件接长的构造要求做出了规定。

经调研,市场上主要有质量为 0.8kg 和 1.2kg 两种规格的对接扣件。编制组研究表明,利用两种规格对接扣件接长的立杆轴压稳定性能差别较大。0.8kg 规格的对接扣件盖板壁厚、内十字板厚度较小,内十字板的圆板直径小于立杆内直径,接长后上下立杆端部未接触,大部分处于悬空状态,立杆受力后产生较大弯曲,稳定性能较差,承载力大幅降低。故本规程规定内十字板中间圆板直径应与立杆外径相等,同时规定了盖板及内十字板厚度。

根据接长的立杆与不接长的立杆轴心受压稳定系数相等的原则,得到对接扣件内十字板长度需要满足下式要求:

$$h_s/h_j \geq -0.00044\lambda + 0.1142 \quad (1)$$

式中: h_s ——内十字板长度;

h_j ——立杆接长后总长度;

λ ——立杆对接扣件接长后的长细比。

外盖板高度需要满足下式要求:

$$h_g/h_j \geq -0.00035\lambda + 0.091 \quad (2)$$

式中: h_g ——外盖板高度。

根据以上公式,得到内十字板长度不小于 120mm,外盖板高度不小于 100mm。考虑到对接扣件在使用过程中易变形,取 1.2 倍的安全系数,得到本条规定的数值(图 8)。

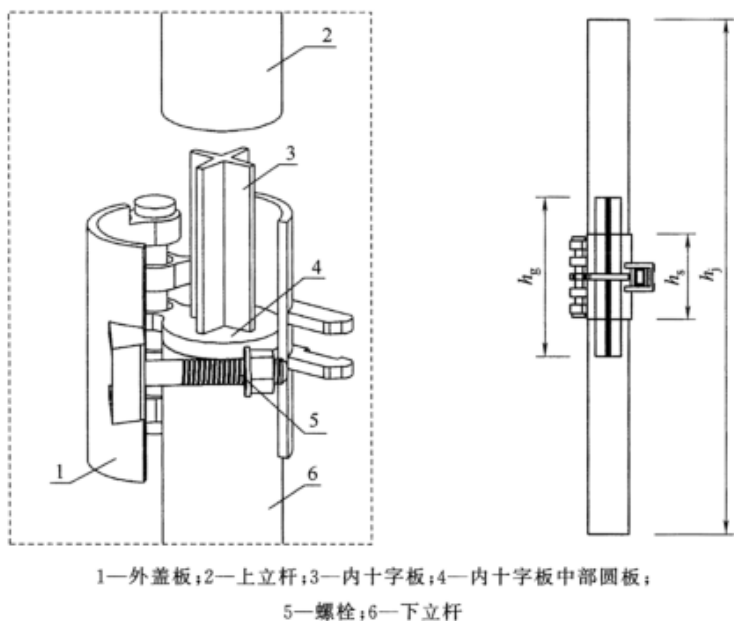


图 8 对接扣件接长示意图

4.2.5 可调托座的规定系根据现行行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231 的有关规定给出。为防止模板主楞滑落,挡板高度不应低于 40mm。为保证可调托座螺杆与立杆间隙不大于 3mm,规定外径 48mm 的立杆,螺杆外径不小于 36mm,外径 60mm 的立杆,螺杆外径不小于 46mm;对空心螺杆,壁厚不小于 5mm。

4.2.6 由于支撑脚手架构配件重复周转使用,每次拆除后需对其外观质量进行检查,对不满足要求的构配件应进行维修,对于受损严重无法维修的构配件不予使用。

5 荷 载

5.1 荷载分类

5.1.4、5.1.5 支撑脚手架做其他支撑用途时,永久荷载和可变荷载应根据实际情况考虑和计算。

5.2 荷载标准值

5.2.1 对于新浇筑混凝土自重标准值的取值,本条参考现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的有关规定给出。其中普通素混凝土自重 24kN/m^3 ,一般板结构中钢筋自重 1.1kN/m^3 ,一般梁结构中钢筋自重 1.5kN/m^3 ,即普通钢筋混凝土板自重为 25.1kN/m^3 ,普通钢筋混凝土梁自重为 25.5kN/m^3 。

5.2.3 对可变荷载的取值说明如下:

1 施工可变荷载也可根据现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的有关规定计算确定。

2 泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载标准值参考现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定,按照竖向永久荷载标准值的 2%取值。

3 作用于支撑脚手架上的风荷载简化为水平均布荷载,并垂直作用于迎风面上。风荷载标准值按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定计算。

由于支撑脚手架单次使用时间一般不超过 3 年,可取 5 年重现期对应的基本风压。但现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中基本风压的最小重现期为 10 年,因此本规程取 10 年重现期的基本风压;由于风振作用对支撑脚手架影响较小,因此仅考虑风荷载的静力作用,风振系数取 $\beta_z=1.0$;高度变化系数应根据

地面的粗糙度和离地高度取用;由于支撑脚手架架体和上部围挡体型系数不同,应按照两个独立的迎风面分别计算风荷载。

5.2.4 采用密目安全网全封闭的支撑脚手架背靠全封闭的墙时 μ_s 取 1.0ϕ , ϕ 为挡风系数;采用密目安全网全封闭的支撑脚手架背靠框架和开洞的墙时 μ_s 取 1.3ϕ , μ_s 最大值为 1.0。试验表明,采用密目安全网全封闭时挡风系数 $\phi \approx 0.7$,考虑到密目安全网的积灰影响,取挡风系数 $\phi = 0.8$;无密目安全网、为敞开式时,风荷载体型系数参考《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

5.3 荷载分项系数及组合

5.3.1 现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 取消了恒载起控制作用时恒载分项系数取 1.35 的规定,仅有一种荷载组合,将恒、可变荷载分项系数由 1.2、1.4 分别调整到 1.3、1.5。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.2 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定,对于承载能力极限状态,应按荷载的基本组合或偶然组合计算荷载组合的效应设计值,并应采用 $\gamma_0 S_d \leq R_d$ 进行设计,其中 γ_0 为结构重要性系数,考虑到支撑脚手架重复周转使用,重要性系数不宜按照临时结构予以降低。参考现行国家标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 的有关规定,根据支撑脚手架搭设高度和荷载标准值对结构重要性系数进行取值。

6.1.4 按照现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 的有关规定,框架式支撑脚手架采用半刚性节点的计算模型,桁架式支撑脚手架采用铰接节点的计算模型。本规程根据该规定给出的计算长度系数适用于查表使用。

编制组研究表明,当采用有限元方法计算时,桁架式支撑脚手架也可采用半刚性模型进行计算,且计算结果更精确。

有限元计算的半刚性模型中,立杆与水平杆的连接单元可为弹簧单元,弹簧单元反映节点的半刚性转动刚度。采用非线性弹簧单元时,转动刚度参数为试验得到的节点弯矩—转角($M-\theta$)值,该单元可以较为精确地模拟节点转动刚度在受力过程中的变化;采用线性弹簧单元时,转动刚度参数宜为本规程表 6.1.6 给出的节点转动刚度值。

6.1.6 编制组进行了 12 组扣件式节点、18 组盘扣式节点和 18 组键槽式节点转动刚度试验,钢管外径为 48mm。对试验结果进行分析得到扣件式节点(正常拧紧)的初始转动刚度为 $27\text{kN}\cdot\text{m}/\text{rad}\sim 35\text{kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$ 、盘扣式节点(插销插紧)的初始转动刚度为

39kN·m/rad~51kN·m/rad、键槽式节点(卡紧)的初始转动刚度为42kN·m/rad~59kN·m/rad,分别取平均值,由于使用中节点可能松动,且节点转动刚度在受力过程中会减小,考虑1.5倍的安全系数。本规程扣件式节点转动刚度取20kN·m/rad,盘扣式节点转动刚度取30kN·m/rad,键槽式节点转动刚度取35kN·m/rad,碗扣式节点转动刚度参考现行行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 的规定,取25kN·m/rad。

参考相关标准对节点抗滑承载力、抗拉承载力和抗剪承载力进行了规定,以保证节点连接的可靠性。

6.2 立杆稳定性

6.2.1 本条按支撑脚手架整个迎风面计算风荷载作用下的立杆轴向力。

6.2.3 风荷载作用下产生的立杆弯矩标准值按承受均布荷载的3跨连续梁计算。

6.2.4 当支撑脚手架与既有结构进行可靠连接时,风荷载产生的立杆轴向力和弯矩可以传递到既有结构上,因此不考虑风荷载的作用。

6.2.5 本条参照现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 的有关规定,分别按整体稳定和局部稳定两种情况计算单元框架立杆的计算长度。根据本规程表6.1.6的节点转动刚度,直接给出了常用的各类支撑脚手架立杆计算长度系数,而不必进行繁琐的插值计算,便于应用。

6.2.6 考虑风荷载的影响时,应按压弯稳定公式对立杆进行验算。目前压弯稳定验算公式存在多种形式,容易给设计者造成混淆。

现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017—2017 中弯矩作用平面内压弯稳定验算公式采用下式:

$$\frac{N}{A\varphi} + \frac{\beta_m M}{\gamma W_1 \left(1 - \eta_1 \frac{N}{N_E}\right)} \leq f \quad (3)$$

现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300—2013 和现行地方标准《建筑施工直插盘销式模板支架安全技术规范》DB 37/5008—2014 中压弯稳定验算公式采用下式：

$$\frac{N}{A\varphi} + \frac{M}{W_1 \left(1 - 1.1\varphi \frac{N}{N_E}\right)} \leq f \quad (4)$$

现行国家标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210—2016 和行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166—2016 中压弯稳定验算公式采用下式：

$$\gamma_0 \left(\frac{N}{A\varphi} + \frac{M}{W_1} \right) \leq f \quad (5)$$

现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130—2011 和《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 231—2021 中压弯稳定验算公式采用下式：

$$\frac{N}{A\varphi} + \frac{M}{W_1} \leq f \quad (6)$$

对上述公式进行研究，结果表明式(5)是最合理的，其计算结果安全可靠，且形式简捷，便于应用。因此，采用式(5)作为压弯稳定验算公式。

6.2.7 本条参照了现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 的有关规定。

6.2.8 桁架式支撑脚手架高度较小时，易发生局部失稳破坏，按本规程第 6.2.7 条进行验算；当桁架式支撑脚手架高度较大时，易发生整体失稳破坏，应按本规程第 6.2.8 条进行验算。单元桁架按照格构柱进行等效截面特性计算，整体失稳时类似于悬臂柱在轴向力作用下的失稳，计算长度 $l_0 = 2H$ ，等效回转半径为：

$$\bar{i} = \sqrt{\frac{\bar{I}}{A}} = \sqrt{\frac{4[I + A(l_{\min}/2)^2]}{4A}} \approx \frac{l_{\min}}{2} \quad (7)$$

等效长细比为：

$$\bar{\lambda} = \frac{l_0}{\bar{i}} = \frac{2H}{l_{\min}/2} = \frac{4H}{l_{\min}} \quad (8)$$

等效截面模量为：

$$\bar{W} = \frac{\bar{I}}{l_{\min}/2} = \frac{4[I + A(l_{\min}/2)^2]}{l_{\min}/2} \approx 2Al_{\min} \quad (9)$$

6.2.10、6.2.11 有剪刀撑框架式支撑脚手架中单元框架的稳定性反映了整体支撑脚手架的稳定性，稳定性验算时可对单元框架立杆进行验算；当有风荷载时，框架式支撑脚手架立杆会产生附加轴向力，应对背风面轴向力增大的立杆进行稳定性验算。

单元桁架的稳定性反映了桁架式支撑脚手架的整体稳定性，单元桁架按照格构柱的设计方法，分为整体稳定性验算和局部稳定性验算。

各类支撑脚手架的验算内容和公式见表1。

表1 验算内容和公式

类型		验算内容	验算公式	l_0 计算公式
框架式支撑脚手架	无剪刀撑	立杆稳定	不组合风荷载式(6.2.6-1)	式(6.2.5-1)
			组合风荷载式(6.2.6-2)	
	有剪刀撑	单元框架稳定	不组合风荷载式(6.2.6-1)	式(6.2.5-2)
		立杆局部稳定	组合风荷载式(6.2.6-2)	式(6.2.5-3)
桁架式支撑脚手架		桁架局部稳定	不组合风荷载式(6.2.6-1)	式(6.2.7)
			组合风荷载式(6.2.6-2)	
		单元桁架整体稳定	不组合风荷载式(6.2.8-1)	—
			组合风荷载式(6.2.8-2)	—

6.3 水平杆设计

6.3.4 扣件式节点抗滑承载力设计值根据现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 的有关规定确定。

6.4 抗倾覆验算

6.4.1 风荷载对支撑脚手架产生的倾覆力矩由两部分组成:风荷载对支撑脚手架上部竖向围栏或模板的作用、风荷载对架体的作用。

6.4.2 根据本规程第 6.4.1 条,风荷载产生的倾覆力矩设计值 M_T 为:

$$M_T = 1.5 \left(\frac{LH^2}{2} \omega_k + HLH_m \omega_{mk} \right) \quad (10)$$

支撑脚手架抗倾覆力矩设计值 M_R 为:

$$M_R = 0.9 \cdot \frac{(G_k + G_q)B}{2} \quad (11)$$

式中: G_k ——竖向永久荷载标准值之和(N);

G_q ——施工荷载标准值(N)。

抗倾覆验算应满足下式计算:

$$\gamma_0 M_T \leq M_R \quad (12)$$

由于支撑脚手架顶部围挡范围内风荷载产生的倾覆力矩一般较小,为简化计算,不考虑该部分倾覆力矩的作用,也不考虑施工荷载的有利作用,公式可简化为:

$$1.5\gamma_0 \cdot \frac{LH^2}{2} \omega_k \leq 0.9 \cdot \frac{G_k B}{2} \quad (13)$$

$$\text{即:} \quad \frac{H}{B} \leq \frac{0.6G_k}{\gamma_0 \omega_k HL} \quad (14)$$

6.5 地基基础设计

6.5.1 本条参照了现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

6.5.2 对地基承载力特征值进行修正,是因为填土、碎石土及沙土等地基易受雨水等季节性天气因素影响,故应对地基承载力特征值进行修正。

6.5.4 本条参照了现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 的有关规定。

7 构造要求

7.1 一般规定

7.1.2、7.1.3 《钢结构稳定理论与设计》中提出,两端铰接带有悬臂端的轴心压杆悬臂高度与支座之间距离比值 α 对稳定承载力的影响,当 $\alpha=0.1$ 时,与两端铰接轴心压杆相比,屈曲荷载降低19%;当 $\alpha=0.2$ 时,降低35%。中国建筑股份有限公司技术中心研究表明,立杆顶部伸出水平杆的悬臂高度 h_2 与步距 h 的比值 h_2/h 大于0.3时,悬臂端易先发生局部失稳,导致支撑脚手架承载力大幅降低。

众多高校研究表明,扫地杆高度对支撑脚手架承载力有较大影响,当盘扣式和键槽式支撑脚手架扫地杆高度大于550mm时、当碗扣式支撑脚手架扫地杆高度大于350mm时、当扣件式支撑脚手架扫地杆高度大于200mm时,扫地杆处立杆易先发生局部失稳,导致支撑脚手架承载力大幅降低。为了保证支撑脚手架的承载力,本条对扫地杆高度和悬臂高度做出了规定。

7.1.4 规定连接点布置在水平剪刀撑或水平斜杆以及节点附近,主要是减少立杆或横杆的弯矩和挠度,防止杆件内力过大造成破坏。

7.1.5 编制组对基础不等高的支撑脚手架进行了研究。研究表明,基础高处的扫地杆向低处延长至倒数第2跨与立杆连接时,承载力与基础等高支撑脚手架的承载力基本相等。斜坡下方第一个步距大于1.8m时,支撑脚手架易发生局部失稳破坏,承载力大幅降低。故本条规定此处步距应小于1.8m。

7.2 框架式支撑脚手架构造

7.2.2 对扣件式支撑脚手架的试验研究表明,水平剪刀撑能提高

支撑脚手架空间抗扭能力和稳定承载力,水平剪刀撑的设置对支撑脚手架整体稳定承载力影响显著,不设置水平剪刀撑或设置过少时,支撑脚手架的承载力大幅降低,水平剪刀撑宜每隔 4 步~5 步布置。

7.2.3 剪刀撑主要承受轴向力,单个旋转扣件连接时易发生滑动,为保证剪刀撑受力过程中连接可靠,规定旋转扣件不应少于 2 个。

7.2.4 本条参照了现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 的有关规定。

7.3 桁架式支撑脚手架构造

7.3.1 本条参照了现行行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术标准》JGJ/T 231 的有关规定。

7.3.2、7.3.3 当支撑脚手架搭设高度大于 8m 时,竖向斜杆宜满布,也可采用单元桁架的搭设形式,单元桁架之间通过横杆连接。数值研究表明,单元桁架斜杆采用螺旋式或对称式布置时承载力较高。单元桁架可按矩阵型或梅花型组合形成桁架式支撑脚手架,梅花型组合形成的支撑脚手架为竖向斜杆满布的桁架式支撑脚手架。

7.4 特殊支撑脚手架构造

7.4.1、7.4.2 这两条参照了现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 的有关规定。

8 施 工

8.1 施 工 准 备

8.1.1 应根据安全、实用、经济的原则编制支撑脚手架专项施工方案。

8.1.3 结构设计计算书应包括但不限于以下内容：立杆稳定性、水平杆强度、水平杆挠度、节点抗滑或抗剪、抗倾覆、基础承载力验算等，模板支撑脚手架的计算书还应包括主次楞的强度和挠度验算。

8.1.4~8.1.6 为保证施工安全，特规定了支撑脚手架的现场管理与维护。

10 安全管理

10.0.4 根据现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的有关规定,遇有 6 级及以上强风时需停止作业。

附录 B 支撑脚手架节点力学性能试验方法

B.0.3 节点转动刚度试验中,在第 i 级荷载(F_i)的作用下,节点弯矩 $M_i = F_i L_1$ 。水平杆测点处产生的竖向位移 $\Delta_i = \Delta_1 + \Delta_2$,其中 Δ_1 为节点发生转角 θ_i 产生的位移, Δ_2 为水平杆弯曲产生的位移, L_1 为测点到节点的距离, L_i 为加载点到节点的距离,如图 9 所示。

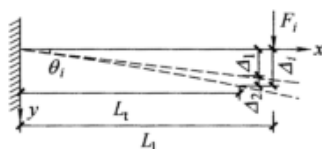


图 9 水平杆位移示意图

水平杆任意截面内力矩方程为 $EIy'' = -M(x) = F_i(L_1 - x)$, 即:

$$y = \frac{F_i}{EI} \left(\frac{1}{2} L_1 x^2 - \frac{1}{6} x^3 + c_1 x + c_2 \right) \quad (15)$$

又 $x=0$ 时 $y=0, y'=0$, 代入式(15)中得 $c_1=c_2=0$, 于是:

$$y = \frac{F_i}{EI} \left(\frac{1}{2} L_1 x^2 - \frac{1}{6} x^3 \right) \quad (16)$$

则任意测点位置 $x=L_1$ 处, 水平杆产生的弯曲位移为:

$$\Delta_2 = \frac{F_i}{EI} \left(\frac{1}{2} L_1 L_1^2 - \frac{1}{6} L_1^3 \right) \quad (17)$$

节点转动产生的竖向位移近似为:

$$\Delta_1 = L_1 \sin \theta \quad (18)$$

则第 i 级荷载下, 任意测点位置 $x=L_1$ 处水平杆产生的竖向总位移为:

$$\Delta_i = L_i \sin \theta_i + \frac{F_i}{EI} \left(\frac{1}{2} L_i L_i^2 - \frac{1}{6} L_i^3 \right) \quad (19)$$

$$\text{即: } \theta_i = \arcsin \left\{ \left[\Delta_i - \frac{F_i}{EI} \left(\frac{1}{2} L_i L_i^2 - \frac{1}{6} L_i^3 \right) \right] / L_i \right\} \quad (20)$$

根据试验中每级荷载下测得的位移 Δ_i , 可得到节点的转角 θ_i 。

每级荷载加载后得到一对节点弯矩—转角值, 当得到所有弯矩—转角值后, 可利用 Kishi 和 Chen 提出的三参数幂函数模型进行曲线拟合, 得到节点初始刚度、极限弯矩等参数:

$$\theta = \frac{M}{R_k [1 - (M/M_u)^m]^{1/m}} \quad (21)$$

式中: R_k ——节点初始刚度;

M_u ——极限弯矩;

m ——形状参数。

为减小测量误差, 试验中可设置多个测点, 分别运用式(19)计算相应的转角, 取平均值作为转角值。

附录 D 支撑脚手架钢管轴心受压稳定系数

因钢管重复使用与周转,容易使其产生较大的弯曲度。利用套管或对接扣件接长的立杆时,由于立杆与套管具有间隙,套管或对接扣件周转后出现变形等原因,立杆接长后出现较大的弯曲。调研表明,弯曲度分布在 $L/1000 \sim L/200$ 之间,不同于现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构设计规范》GB 50018 中的杆件弯曲 $L/750$,因此现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构设计规范》GB 50018 不适用于支撑脚手架钢管的稳定性计算,应根据支撑脚手架钢管不同的弯曲度重新制定稳定曲线。

编制组对不接长的立杆、套管接长的立杆、对接扣件接长的立杆进行了轴心受压稳定性试验和有限元参数分析,考虑了立杆长细比、初始缺陷、套管构造等因素的影响,通过对试验及有限元计算结果的研究,制定了不同弯曲度钢管的稳定曲线。研究表明,当套管满足本规程第 4.2.3 条规定时,套管接长的立杆与不接长的立杆的稳定系数相近,不接长的立杆稳定设计可采用套管接长立杆的稳定系数。

当套管不满足本规程第 4.2.3 条规定时,应对本规程附录 D 的稳定系数 φ 进行折减,折减后稳定系数 $\varphi' = \beta\varphi$,其中折减系数 β 按下式计算:

$$\beta = -0.115 \left(1 - \frac{1}{e^{(22.95 + 25.52\lambda_n)m_j}} \right) n_j + 1.02 \left(1 - \frac{1}{e^{(22.95 + 25.52\lambda_n)m_j}} \right) \quad (22)$$

式中: λ_n ——正则化长细比;

m_j ——接长比(套管长度与立杆计算长度比值);

n_j ——间隙比(立杆与套管之间的间隙与立杆壁厚的比值)。

在计算支撑脚手架立杆及整体稳定承载力时,应根据接长方式和进场实测的立杆弯曲度选用稳定系数。