

中华人民共和国国家标准化委员会指导性技术文件

ICS 77.140.75

CSC E502

团体标准

T/ZJEM 001-2020

建筑施工扣件式超高强薄壁钢管脚手架 安全技术规范（试行）

Safety Technology Code for Super High Strength Thin Steel Pipe
Scaffold in the Construction Industry (Trial)

2020年12月5日发布

2020年12月5日施行

浙江省经济与管理研究会

浙江省建筑信息模型（BIM）服务中心

联合发布

团体标准

建筑施工扣件式超高强薄壁钢管脚手架 安全技术规范（试行）

Safety Technology Code for Super High Strength Thin Steel Pipe
Scaffold in the Construction Industry (Trial)

T/ZJEM 001-2020

主编单位

发着（浙江）新材料有限公司
杭州品茗安控信息技术股份有限公司
中印澳（浙江）建设有限公司
浙江科技学院土木与建筑工程学院
中印澳创新中心有限公司（澳大利亚）
中国管理科学研究院城市发展战略研究所

批准部门

浙江省经济与管理研究会

施行日期

2020年12月5日

浙江省经济与管理研究会

浙江省经济与管理研究会

浙经管研标发[2020]001号

关于发布团体标准《建筑施工扣件式超高强薄壁钢管脚手架安全技术规范》的公告

现批准发布《建筑施工扣件式超高强薄壁钢管脚手架安全技术规范》，团体标准编号为 T/ZJEM 001-2020。本团体标准于 2020 年 12 月 5 日发布，自 2020 年 12 月 5 日起实施，现予公告。

浙江省经济与管理研究会
2020 年 12 月 5 日

前 言

本标准按照 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。

本标准由发着（浙江）新材料科技有限公司提出。

本标准由浙江省经济与管理研究会归口。

根据浙江制造品牌战略，依照住房和城乡建设部《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》（建标〔2016〕166号）和《国务院关于印发深化标准化工作改革方案的通知》（国发〔2015〕13号）文件精神，要进一步改革工程建设标准体制，健全标准体系，完善工作机制，建立政府主导制定的标准与市场自主制定的标准协同发展、协调配套的新型标准体系，形成政府引导、市场驱动、社会参与、协同推进的标准化工作格局。浙江省经济与管理研究会根据“团体标准立项程序”批准立项，通过实践调研及现场讨论，并在广泛征求公众意见的基础上，起草编制了本标准。作为工程建设超高强度承重与支撑用钢管生产与交付以及应用的参考依据文件。

本标准共分 10 章，主要技术内容包括：总则，术语和符号，构配件，荷载，设计计算，构造要求，施工，检查与验收，安全管理和保险、政府监管，以及计算用表、验收用表、本标准用词用语说明、条文说明等。

在使用过程中如有意见或建议，请将意见和有关资料寄送浙江省经济与管理研究会（地址：杭州市密渡桥路 15 号新时代大厦 11 楼 B 座，邮编：310000），以供修订时参考。

主编单位：发着（浙江）新材料有限公司

杭州品茗安控信息技术股份有限公司

中印澳（浙江）建设有限公司

浙江科技学院土木与建筑工程学院

中印澳创新中心有限公司（澳大利亚）

中国管理科学研究院城市发展战略研究所

参编单位：广宏建设集团有限公司

义乌工商职业技术学院

浙江天工建设集团有限公司

浙江传播者金属装饰材料有限公司

发着（浙江）新材料科技有限公司

发着（浙江）新建材有限公司

浙江省永康市第二建筑工程有限公司

浙江中润工程管理有限公司

浙江迪亿建设有限公司

杭州二建建设有限公司

主要起草人：叶寿喜 宋昂 李 坤 汪尤升 卢爱花 彭爱军 刘 锋 邓文梓

王小康 俞东海 陈建兰 陈正立 叶博睿 陈钦 曹晨 谢舍东

毛立军 张建朋 派印斯特（Melvyn Pyster）

主要审查人：沈江红 顾仲文 张国庆 李坤 夏建中 吴佳 潘金炎 黄家鸣

王锡模

目 录

前 言.....	2
目 录.....	6
1 总 则.....	10
2 规范性引用文件、术语、符号.....	11
2.1 术语.....	12
2.2 符号.....	14
3 原料构配件.....	18
3.1 钢管.....	18
3.2 扣件.....	18
3.3 脚手板.....	18
3.4 可调托撑.....	19
3.5 悬挑脚手架用型钢.....	19
3.6 脚手架用钢丝绳.....	19
4 荷 载.....	20
4.1 荷载分类.....	20
4.2 荷载标准值.....	22
4.3 荷载设计值.....	26
5 设计计算.....	30
5.1 基本设计规定.....	30
5.4 满堂支撑架计算.....	38
5.4 满堂支撑架计算.....	43
5.5 脚手架地基承载力计算.....	45
5.6 型钢悬挑脚手架计算.....	46
6 构造要求.....	48

6.1	常用单、双排脚手架设计尺寸.....	48
6.3	立杆.....	52
6.4	连墙件.....	53
6.5	门洞.....	54
6.6	剪刀撑与横向斜撑.....	55
6.7	斜道.....	57
6.8	满堂脚手架.....	58
6.9	满堂支撑架.....	62
6.10	型钢悬挑脚手架.....	65
7	施工.....	69
7.1	施工准备.....	69
7.2	地基与基础.....	69
3	搭设.....	70
7.4	拆除.....	72
8	检查与验收.....	74
8.1	构配件检查与验收.....	74
8.2	脚手架检查与验收.....	78
9	安全管理和保险.....	85
9.1	安全管理.....	85
9.2	保险.....	86
10	政府监督与管理.....	87
10.1	一般要求.....	87
10.2	积极主动改变监管手段.....	87
附录 A	计算用表.....	88
附录 B	钢管截面几何特性.....	94
附录 C	满堂脚手架立杆计算长度系数 μ	94
附录 D	满堂支撑架立杆计算长度系数 μ	96

附录 E 检查验收表.....	99
附录 F 施工验收记录.....	109
本标准用词说明.....	112
条文说明.....	113
1 总则.....	114
2 术语和符号.....	114
2.2 术语和符号.....	114
3 构 配 件.....	116
3.1 钢 管.....	116
3.2 扣件.....	117
3.3 脚手板.....	118
3.4 可调托撑.....	118
3.5 悬挑脚手架用型钢.....	119
3.6 脚手架用钢丝绳.....	120
4 荷 载.....	120
4.1 荷载分类.....	120
4.2 荷载标准值.....	121
4.3 荷载设计值.....	126
4.4 荷载效应组合.....	126
5 设计计算.....	129
5.1 基本设计规定.....	129
5.2 单、双排脚手架计算.....	133
5.3 满堂脚手架计算.....	138
5.4 满堂支撑架计算.....	146
5.5 立杆地基承载力计算.....	150
5.6 型钢悬挑脚手架计算.....	151
6 构造要求.....	152

6.3	立杆.....	153
6.4	连墙件.....	154
6.5	门洞.....	155
6.6	剪刀撑与横向斜撑.....	155
6.7	斜道.....	156
6.8	满堂脚手架.....	156
6.9	满堂支撑架.....	158
6.10	型钢悬挑脚手架.....	159
7	施 工.....	160
7.1	施工准备.....	160
7.2	地基与基础.....	160
7.3	搭设.....	161
7.4	拆除.....	161
8	检查与验收.....	162
8.1	构配件检查与验收.....	162
8.2	脚手架检查与验收.....	163
9	安全管理与保险.....	164
9.1	安全管理.....	164
9.2	保险.....	164

1 总 则

1.0.1 为在扣件式超高强薄壁钢管脚手架设计与施工中贯彻执行国家安全生产的方针政策，确保施工人员安全，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于房屋建筑工程和市政工程等施工用落地式单、双排扣件式超高强薄壁钢管脚手架、满堂扣件式超高强薄壁钢管脚手架、型钢悬挑扣件式超高强薄壁钢管脚手架、满堂扣件式高强度钢管支撑架的设计、施工及验收。

1.0.3 扣件式超高强薄壁钢管脚手架施工前，应按本规范的规定对其结构构件与立杆地基承载力进行设计计算，并应编制专项施工方案。

1.0.4 脚手架工程的设计、施工搭设、拆除人员都应该经过专业培训，掌握脚手架工程相关专业的知识和技能，身体健康，无高空作业恐惧症，具备基本的危险源识别能力，具备强烈的社会责任意识和工程安全责任意识，并愿意努力为项目提供专业的服务。

1.0.5 有条件的单位应该定期对脚手架施工人员上岗前进行心理和情绪检测。

1.0.6 扣件式超高强薄壁钢管脚手架的设计、施工与验收，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 规范性引用文件、术语、符号

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本标准。

- 1 《木结构设计标准》GB50005
- 2 《建筑地基基础设计规范》GB50007
- 3 《建筑结构荷载规范》GB50009
- 4 《混凝土结构设计规范》GB50010
- 5 《钢结构设计标准》GB50017
- 6 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
- 7 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 8 《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206
- 9 《金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法》GB/T 228.1
- 10 《碳素结构钢》GB/T700
- 11 《高强度直缝焊接钢管》Q/FZKJ004-2020
- 12 《建筑施工竹脚手架安全技术规范》JGJ 254-2011
- 13 《梯形螺纹 第2部分:直径与螺距系列》GB/T 5796.2
《梯形螺纹 第3部分:基本尺寸》GB/T 5796.3
- 14 《直缝电焊钢管》GB/T13793
- 15 《钢管脚手架扣件》GB15831
- 16 《钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋》GB/T1499.1
- 17 《低合金高强度结构钢》GB/T1591
- 18 《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166
- 19 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 20 《建筑施工木脚手架安全技术规范》JGJ 164
- 21 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 22 《混凝土结构规程施工质量验收规范》GB 50204
- 23 《钢丝绳通用技术条件》GB/T 20118
- 24 《重要用途钢丝绳》GB 8918
- 25 《钢丝绳用普通套环》GB/T 5974.1
- 26 《钢丝绳夹》GB/T 5976
- 27 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术标准》T/CECS 699-2020

2.1 术语

2.1.1 扣件式超高强度薄壁钢管脚手架 steel tubular scaffold
with couplers

为建筑施工而搭设的、承受荷载的由扣件和钢管等构成的作业脚手架与支撑架，包含本标准各类作业脚手架与支撑架，统称脚手架。

2.1.2 扣件式超高强度薄壁钢管作业脚手架 operation scaffold

由杆件通过扣件节点连接而组成，支承于地面、建筑物上或附着于工程结构上，为建筑施工提供作业平台和安全防护的脚手架；包括落地作业脚手架、悬挑脚手架等。简称作业脚手架。

2.1.3 扣件式超高强度薄壁钢管支撑脚手架 shoring scaffold

由杆件通过扣件节点连接而组成，支承于地面或结构上，可承受各种荷载，具有安全保护功能，为建筑施工提供支撑和作业平台的脚手架；包括结构安装支撑脚手架、混凝土施工用模板支撑脚手架等。简称支撑脚手架或支撑架。

2.1.4 单排扣件式钢管脚手架 single pole steel tubular scaffold
with couplers

只有一排立杆，横向水平杆的一端搁置固定在墙体上的脚手架，简称单排脚手架或单排架。

2.1.5 双排扣件式钢管脚手架 double pole steel tubular scaffold
with couplers

由内外两排立杆和水平杆等构成的脚手架，简称双排脚手架或双排架。

2.1.6 满堂扣件式超高强度薄壁钢管脚手架 fastener steel tube
full hall scaffold

在纵、横方向，由不少于三排立杆并与水平杆、水平剪刀撑、竖向剪刀撑、扣件等构成的脚手架。该架体顶部作业层施工荷载通过水平杆传递给立杆，包括：构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架，简称满堂脚手架。

2.1.7 满堂扣件式超高强度薄壁钢管支撑架 fastener steel tube
full hall formwork support

在纵、横方向，由不少于三排立杆并与水平杆、水平剪刀撑、竖向剪刀撑、扣件等构成的支撑脚手架。该架体顶部的钢结构安装等（同类工程）施工荷载通过可调托撑轴心传力给立杆，顶部立杆呈轴心受压状

态，简称满堂支撑脚手架或满堂支撑架。

2.1.8 开口型脚手架 open scaffold

沿建筑周边非交圈设置的脚手架为开口型脚手架；其中呈直线型的脚手架为一字型脚手架。

2.1.9 封圈型脚手架 loop scaffold

沿建筑周边交圈设置的脚手架。

2.1.10 扣件 coupler

采用螺栓紧固的扣连接件；包括直角扣件、旋转扣件、对接扣件。

2.1.11 防滑扣件 skid resistant coupler

根据抗滑要求增设的非连接用途扣件。

2.1.12 底座 base plate

设于立杆底部的垫座；包括固定底座、可调底座。

2.1.13 可调托撑 adjustable head support

插入立杆超高强度薄壁钢管顶部，可调节高度的顶撑。

2.1.14 水平杆 horizontal tube

脚手架中的水平杆件。沿脚手架纵向设置的水平杆为纵向水平杆；沿脚手架横向设置的水平杆为横向水平杆。

2.1.15 扫地杆 bottom reinforcing tube

贴近楼（地）面设置，连接立杆根部的纵、横向水平杆件；包括纵向扫地杆、横向扫地杆。

2.1.16 连墙件 tie member

将脚手架架体与建筑主体结构连接，能够传递拉力和压力的构件。

2.1.17 连墙件间距 spacing of tie member

脚手架相邻连墙件之间的距离，包括连墙件竖距、连墙件横距。

2.1.18 横向斜撑 diagonal brace

与双排脚手架内、外立杆或水平杆斜交呈之字形的斜杆。

2.1.19 剪刀撑 diagonal bracing

在脚手架竖向或水平向成对设置的交叉斜杆。

2.1.20 抛撑 Cross bracing

用于脚手架侧面支撑，与脚手架外侧面斜交的杆件。

2.1.21 作业脚手架高度 operation scaffold height

自立杆底座下皮至架顶栏杆上皮之间的垂直距离。

2.1.22 支撑脚手架高度 shoring scaffold height

自立杆底座下皮至顶部可调托撑支托板上皮垂直距离。

2.1.23 脚手架长度 scaffold length

脚手架纵向两端立杆外皮间的水平距离。

2.1.24 脚手架宽度 scaffold width

脚手架横向两端立杆外皮之间的水平距离，单排脚手架为外立杆外皮至墙面的距离。

2.1.25 步距 lift height

主节点间上下水平杆轴线间的距离。

2.1.26 立杆纵（跨）距 longitudinal spacing of upright tube

脚手架纵向相邻立杆之间的轴线距离。

2.1.27 立杆横距 transverse spacing of upright tube

脚手架横向相邻立杆之间的轴线距离，单排脚手架为外立杆轴线至墙面的距离。

2.1.28 主节点 main node

立杆、纵向水平杆、横向水平杆三杆紧靠的扣接点。

2.2 符号

2.2.1 荷载和荷载效应

F_{wk} ——风荷载作用在作业层栏杆（模板）上产生的水平力标准值；

G_{jk} ——满堂脚手架（或支撑架）计算单元上集中堆放的物料自重标准值；

g_{1k} ——均匀分布的架体自重等面荷载标准值；

g_{2k} ——均匀分布的架体上部的模板等物料自重面荷载标准值；

g_k ——立杆承受的每米结构自重标准值；

M ——弯矩设计值；

M_{Gk} ——脚手板自重产生的弯矩标准值；

M_{Qk} ——施工荷载产生的弯矩标准值；

ΣM_{Gk} ——满堂脚手架（或支撑架）受弯杆件由永久荷载产生的弯矩

标准值总和;

ΣM_{Q_k} ——满堂脚手架 (或支撑架) 可变荷载产生的弯矩标准值总和;

M_{\max} ——型钢悬挑梁计算截面最大弯矩设计值;

M_{T_k} ——满堂脚手架 (或满堂支撑架) 计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值;

M_w ——立杆由风荷载产生的弯矩设计值($N \cdot mm$);

M_{wk} ——立杆由风荷载产生的弯矩标准值($N \cdot mm$);

N ——计算立杆段的轴向力设计值;

N_0 ——连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴力设计值;

ΣN_{G1k} ——立杆由架体结构及构配件自重产生的轴向力标准值总和;

ΣN_{G2k} ——用于模板支撑系统 (或模板支撑架): 架体立杆由模板及支撑梁自重和混凝土及钢筋自重产生的轴力标准值总和;

用于非模板支撑系统: 架体立杆由架体上主梁、次梁、支撑板等的自重, 架体上的建筑结构材料及堆放物等的自重产生的轴力标准值总和。

ΣN_{Q1k} ——立杆由施工荷载产生的轴向力标准值总和;

ΣN_{Q2k} ——立杆由其他可变荷载产生的轴向力标准值总和;

N_m ——型钢悬挑梁锚固段压点 U 型钢筋拉环或螺栓拉力设计值;

N ——连墙件轴向力设计值;

N_w ——风荷载产生的连墙件轴向力设计值;

N_{wk} ——满堂脚手架 (或满堂支撑架) 立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值;

N_k ——上部结构传至基础顶面的立杆轴向力标准值;

P_k ——立杆基础底面处的平均压力标准值;

S_d ——荷载组合的效应设计值;

R ——纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

v ——挠度;

w_0 ——基本风压值 ;

q_{wk} ——风线荷载标准值;

w_{tk} ——满堂架、支撑脚手架风荷载标准值;

w_k ——风荷载标准值；
 w_{mk} ——竖向封闭栏杆（模板）的风荷载标准值；
 σ ——弯曲正应力。

2.2.2 材料性能和抗力

C ——架体构件的容许变形值；
 E ——钢材的弹性模量；
 f ——钢材的抗拉、抗压、抗弯强度设计值；
 f_0 ——地基承载力特征值；
 f_i ——U 型钢筋拉环或螺栓抗拉强度设计值；
 N_V ——连墙件与脚手架、连墙件与建筑结构连接的抗拉（压）承载力设计值；
 R_c ——扣件抗滑承载力设计值；
 R_d ——架体结构或构件的抗力设计值；
[u]——容许挠度；
[λ]——容许长细比。

2.2.3 几何参数

A ——钢管或构件的截面面积，基础底面面积；
 A_c ——连墙件的净截面面积
 A_v ——U 型钢筋拉环净截面面积或螺栓的有效截面面积；
 A_n ——挡风面积；
 A_w ——迎风面轮廓面积；
 a ——立杆伸出顶层水平杆中心线至支撑点的长度；
 B ——满堂脚手架（或满堂支撑架）横向宽度；
 b_j ——满堂脚手架（或支撑架）计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离；
[H]——脚手架允许搭设高度；

H ——脚手架高度;
 H_c ——连墙件间竖向垂直距离;
 H_m ——作业层竖向封闭栏杆(模板)高度;
 h ——步距;
 i ——截面回转半径;
 l ——长度, 跨度, 搭接长度;
 l_a ——立杆纵距;
 l_b ——立杆横距;
 l_0 ——立杆计算长度, 纵、横向水平杆计算跨度;
 n ——计算单元立杆跨数;
 s ——杆件间距;
 t ——杆件壁厚;
 W ——截面模量;

W_n ——型钢悬挑梁净截面模量;

λ ——长细比;
 ϕ ——杆件直径。

2.2.4 计算系数

k ——立杆计算长度附加系数;
 μ ——考虑脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数;
 μ_k ——脚手架风荷载体型系数;

μ_{st} ——单榀桁架风荷载体型系数;

μ_{sw} ——多榀平行桁架整体风荷载体型系数;

μ_z ——风压高度变化系数;

Φ ——挡风系数;

φ ——轴心受压构件的稳定系数;

φ_b ——型钢悬挑梁的整体稳定性系数;

ξ ——弯矩折减系数;

Y_0 ——结构重要性系数;

Y_G ——永久荷载分项系数;

Y_Q ——可变荷载分项系数;

ψ_c ——施工荷载及其他可变荷载组合值系数;

ψ_w ——风荷载组合值系数。

3 原料构配件

3.1 钢管

3.1.1 脚手架钢管应采用现行企业标准《高强度直缝焊接钢管》Q/FZKJ004-2020 中规定的 HFS1350 高强度直缝焊接钢管，高强度直缝焊接钢管的钢材质量应符合现行企业标准《高强度直缝焊接钢管》Q/FZKJ004-2020 HFS1350 级钢的规定。

3.1.2 II 级安全等级脚手架钢管宜采用 $\phi 48.0 \times 1.30\text{mm}$ 钢管。每根钢管的最大质量不宜大于 12kg。

3.1.3 I 级安全等级脚手架钢管宜采用 $\phi 48.0 \times 1.50\text{mm}$ 钢管。每根钢管的最大质量不宜大于 14kg。

3.2 扣件

3.2.1 扣件应采用可锻铸铁或铸钢制作，其质量和性能应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的规定。采用其他材料制作的扣件，应经试验证明其质量符合该标准的规定后方可使用。

3.2.2 扣件在螺栓拧紧扭矩矩达到 65N·m 时，不得发生破坏。

3.3 脚手板

3.3.1 脚手板可采用钢、木、竹材料制作，单块脚手板的质量不宜大于 30kg。

3.3.2 冲压钢脚手板的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 中 Q235 级钢的规定。

3.3.3 木脚手板材质应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB50005 中 II a 级材质的规定。脚手板厚度不应小于 50mm，两端宜各

设直径不小于 4mm 的镀锌钢丝箍两道。

3.3.4 竹脚手板宜采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板、竹笆板;竹串片脚手板应符合现行行业标准《建筑施工竹脚手架安全技术规范》JGJ 254-2011 的相关规定。

3.4 可调托撑

3.4.1 可调托撑螺杆外径不得小于 36mm, 螺杆直径与螺距应符合现行国家标准《梯形螺纹 第 2 部分: 直径与螺距系列》GB/T 5796.2 和《梯形螺纹 第 3 部分: 基本尺寸》GB/T 5796.3 的规定。

3.4.2 可调托撑的螺杆与支托板焊接应牢固, 焊缝高度不得小于 6mm, 支托板宜设置加劲板; 可调托撑螺杆与螺母旋合长度不得少于 5 扣, 螺母厚度不得小于 30mm。

3.4.3 可调托撑抗压承载力设计值不应小于 40 kN, 支托板厚不应小于 5mm。

3.5 悬挑脚手架用型钢

3.5.1 悬挑脚手架用型钢的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 的规定。

3.5.2 用于固定型钢悬挑梁的 U 形钢筋拉环或锚固螺栓材质应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分: 热轧光圆钢筋》GB/T1499.1 中 HPB300 级钢筋的规定。

3.6 脚手架用钢丝绳

3.6.1 脚手架所用钢丝绳应符合现行国家标准《钢丝绳通用技术条件》GB/T 20118、《重要用途钢丝绳》GB 8918、《钢丝绳用普通套环》GB/T 5974.1 和《钢丝绳夹》GB/T 5976 的规定。

4 荷 载

4.1 荷载分类

4.1.1 作用于脚手架的荷载可分为永久荷载（恒荷载）与可变荷载（活荷载）。

4.1.2 单排架、双排架与满堂脚手架（构造一节点），用于作业脚手架永久荷载应包含下列各项：

- 1 架体结构自重：包括立杆、纵向水平杆、横向水平杆、剪刀撑、扣件等的自重；
- 2 构配件自重：包括脚手板、栏杆、挡脚板、安全网等防护设施的自重。

4.1.3 满堂脚手架（构造二、三节点）永久荷载应包含下列各项：

- 1 用于模板支撑系统
 - 1) 架体结构自重，包括：立杆、水平杆、剪刀撑和构配件等的自重；
 - 2) 模板及支撑梁等的自重；
 - 3) 作用在模板上的混凝土和钢筋的自重。
 - 2 用于非模板支撑系统
 - 1) 架体结构自重，包括：立杆、水平杆、剪刀撑和构配件等的自重；
 - 2) 架体施工层水平杆上主梁、次梁、支撑板等的自重；
 - 3) 架体上的建筑结构材料及堆放物等的自重。
- 4.1.4** 支撑脚手架的永久荷载应包括下列内容：
- 1 模板支撑架
 - 1) 架体结构自重，包括：立杆、水平杆、剪刀撑、可调托撑和构配件等的自重；
 - 2) 模板及支撑梁等的自重；

3) 作用在模板上的混凝土和钢筋的自重。

2 非模板支撑架

1) 架体结构自重, 包括: 立杆、水平杆、剪刀撑、可调托撑和构配件等的自重;

2) 可调托撑上主梁、次梁、支撑板等的自重;

3) 支撑脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重。

4.1.5 单排架、双排架与满堂脚手架 (构造一节点), 用于作业的手架可变荷载应包含下列各项:

1 施工荷载: 包括作业层上的人员、器具和材料等的自重;

2 风荷载。

4.1.6 满堂脚手架 (构造二、三节点) 可变荷载应包含下列各项:

1 用于模板支撑系统

1) 施工荷载, 包括: 施工作业人员、施工设备的自重和浇筑及振捣混凝土时产生的荷载, 以及超过浇筑构件厚度的混凝土料堆放荷载;

2) 风荷载;

3) 其他可变荷载。

2 用于非模板支撑系统:

1) 施工荷载, 包括: 施工作业人员、施工设备等的自重;

2) 风荷载;

3) 其他可变荷载。

4.1.7 支撑脚手架的可变荷载应包括下列内容:

1 模板支撑架:

1) 施工荷载, 包括: 施工作业人员、施工设备的自重和浇筑及振捣混凝土时产生的荷载, 以及超过浇筑构件厚度的混凝土料堆放荷载;

2) 风荷载;

3) 其他可变荷载。

2 非模板支架:

1) 施工荷载, 包括: 施工作业人员、施工设备等的自重;

2) 风荷载;

3) 其他可变荷载。

4.2 荷载标准值

4.2.1 永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 单、双排脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，可按本规范附录 A 表 A.0.1 采用；满堂脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，应按本规范附录 A 表 A.0.2 采用；

2 冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板与竹笆脚手板自重标准值，应按表 4.2.1-1 取用；

表 4.2.1-1 脚手板自重标准值

类别	标准值 (kN/m ²)
冲压钢脚手板	0.30
竹串片脚手板	0.35
木脚手板	0.35
竹笆脚手板	0.10

3 栏杆与挡脚板自重标准值，应按表 4.2.1-2 采用。

表 4.2.1-2 栏杆、挡脚板自重标准值

类别	标准值 (kN/m ²)
栏杆、冲压钢脚手板挡板	0.12
栏杆、竹串片脚手板挡板	0.12
栏杆、木脚手板挡板	0.12

4 脚手架上吊挂的安全设施或者钢板防护网的自重标准值应按实际情况采用。密目式安全立网自重的标准值不应低于 0.01kN/m²。

5 满堂脚手架（构造二、三节点，用于支撑系统）、模板支撑架永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

1) 模板及支架自重标准值，应根据模板设计与支架设计确定。架体自重可按实际计算确定，也可按附录 A 表 A.0.2 采用。对一般梁板结构和无梁楼板结构模板的自重标准值，可按表 4.2.1-3 采用。

表 4.2.1-3 楼板模板自重标准值 (kN/m²)

模板类别	木模板	定型钢模板
梁板模板（其中包括梁模板）	0.50	0.75

无梁楼板模板（其中包括次楞）	0.30	0.50
----------------	------	------

2) 混凝土和钢筋的自重标准值应根据混凝土和钢筋实际重力密度确定，对普通梁的钢筋混凝土自重标准值可采用 25.5kN/m³，对普通板的钢筋混凝土自重标准值可采用 25.1kN/m³。

6 满堂脚手架（构造二、三节点，用于非模板支撑系统）、非模板支撑架永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

1) 满堂脚手架与支撑架脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，可按本标准附录 A 表 A.0.2 采用。

2) 主梁、次梁、支撑板等的自重

支撑架上可调托撑上（或架体施工层水平杆上）主梁、次梁、支撑板等自重应按实际计算。对于下列情况可按表 4.2.1-4 采用。

(1) 普通木质主梁（含 $\Phi 48.0\text{mm} \times 1.3\text{mm}$ 高强度双钢管）、次梁、木支撑板；

(2) 型钢次梁自重不超过 10 号工字钢自重，型钢主梁自重不超过 H100 \times 100 \times 6 \times 8 型钢自重，支撑板自重不超过木脚手板自重。

表 4.2.1-4 主梁、次梁及支撑板自重标准值 (kN/m²)

类别	立杆间距 (m)	
	> 0.75 \times 0.75	\leq 0.75 \times 0.75
木质主梁（含 $\Phi 48.3\text{mm} \times 1.3\text{mm}$ 高强度双钢管）、次梁，木支撑板	0.6	0.85
型钢主梁、次梁，木支撑板	1.0	1.2

注：立杆间距 $l_a \times l_b$ ，其中 l_a （或 l_b ） $>$ 0.75m， l_b （或 l_a ） \leq 0.75m，取对应荷载大值。

3) 支撑系统上的建筑结构材料及堆放物等的自重应按实际计算。

4.2.2 单、双排脚手架与满堂脚手架（构造一节点），用于作业的手脚手架可变荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 作业脚手架作业层施工荷载标准值应根据实际情况确定，且不应低于表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 作业脚手架施工荷载标准值

双排脚手架用途	荷载标准值 (kN/m ²)
混凝土、砌筑工程作业	3.0
装饰装修工程作业	2.0
普通钢结构脚手架作业	3.0
轻型钢结构及空间网格结构脚手架作业	2.0
防护作业	1.0

注：斜梯施工荷载标准值按其水平投影面积计算，取值不应低于 2.0kN/m²。

2 当在双排脚手架上同时有 2 个及以上操作层作业时，在同一个跨距内各操作层的施工均布荷载标准值总和不得超过 4.0kN/m²。

4.2.3 满堂脚手架（构造二、三节点，用于支撑系统）、支撑架的可变荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 支撑系统作业层上的施工荷载标准值应根据实际情况确定，且不应低于表 4.2.3 的规定。

2 支撑系统上移动的设备、工具等物品应按其自重计算可变荷载标准值。

表 4.2.3 支撑系统施工荷载值

4.2.4 脚手架上振动、冲击物体应按物体自重乘以动力系数取值计

类别		施工荷载标准值 (kN/m ²)
混凝土结构 模板支撑系统	一般	2.5
	有水平泵管或布料机	4.0
钢结构安装 支撑系统	轻钢结构、轻钢空间 网架结构	2.0
	普通钢结构	3.0
	重型钢结构	3.5
其它		≥2.0

入可变荷载标准值，动力系数可取值为 1.35。

4.2.5 作用于脚手架上的水平风荷载标准值，应按下式计算：

$$w_k = \mu_{z1} \cdot \mu_{s1} \cdot w_0 \quad (4.2.5)$$

式中： w_k ——风荷载标准值 (kN/m²)；

μ_{z1} ——风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 规定采用； μ_{s1} ——脚手架风荷载体型系数，应按本标准表 4.2.6 的规定采用； w_0 ——基本风压值 (kN/m²)，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用，取重现期 $n=10$ 对应的风压值。

4.2.6 脚手架的风荷载体型系数，应按表 4.2.6 的规定采用。

表 4.2.6 脚手架的风荷载体型系数 μ 。

背靠建筑物的状况		全封闭墙	敞开、框架和开洞墙
脚手架 状况	全封闭、半封闭	1.0 Φ	1.3 Φ
	敞开	μ_{stw} 或 μ_{st}	

注：1、 μ_{stw} 或 μ_{st} 值，可将脚手架视为桁架，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB50009) 的规定计算； μ_{st} 为单榀桁架风荷载体型系数， μ_{stw} 为多榀平行桁架整体风荷载体型系数。

2、 Φ 为挡风系数， $\Phi=1.2A_n/A_w$ ，其中： A_n 为挡风面积； A_w

为迎风面轮廓面积。敞开式脚手架的 ϕ 值可按本标准附录 A 表 A.0.4 采用。

4.2.7 密目式安全立网全封闭脚手架挡风系数 ϕ 不宜小于 0.8。

4.3 荷载设计值

4.3.1 当计算脚手架的架体或构件的强度、稳定性和连接强度时，荷载设计值应采用荷载标准值乘以荷载分项系数。

4.3.2 当计算脚手架的地基承载力和正常使用极限状态的变形时，荷载设计值应采用荷载标准值。永久荷载与可变荷载的分项系数应取 1.0。

4.3.3 荷载分项系数的取值应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 荷载分项系数

脚手架种类	验算项目	荷载分项系数			
		永久荷载分项系数 γ_G		可变荷载分项系数 γ_Q	
单、双排脚手架	强度、稳定性	1.3		1.5	
	地基承载力	1.0		1.0	
	挠度	1.0		1.0	
满堂脚手架支撑架	强度、稳定性	1.3		1.5	
	地基承载力	1.0		1.0	
	挠度	1.0		满堂脚手架（作业）取 1.0	
				1.0(模板支架系统取 0)	
倾覆	有利	0.9	有利	0	
	不利	1.3	不利	1.5	

4.4 荷载效应组合

4.4.1 脚手架设计时，根据使用过程中在架体上可能同时出现的荷载，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组合，并应取各自最不利的组合进行设计。

4.4.2 脚手架结构设计应根据脚手架种类、搭设高度和荷载采用不同的安全等级。脚手架安全等级的划分应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 脚手架的安全等级

落地作业脚手架		悬挑脚手架		满堂脚手架（构造一节点，用于作业）		满堂脚手架（构造二、三节点，用于支撑系统） 支撑脚手架		安全等级
搭设高度 (m)	荷载标准值 (kN)	搭设高度 (m)	荷载标准值 (kN)	搭设高度 (m)	荷载标准值 (kN)	搭设高度 (m)	荷载标准值 (kN)	
≤40	—	≤20	—	≤16	—	≤8	≤15kN/m ² ≤20kN/m 或 ≤7kN/点	II
>40	—	>20	—	>16	—	>8	>15kN/m ² >20kN/m 或 >7kN/点	I

注：脚手架的搭设高度、荷载中任一项不满足安全等级为 II 级的条件时，其安全等级应划为 I 级。

4.4.3 对承载能力极限状态，应按荷载的基本组合计算荷载组合的效应设计值，并应采用下列设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (4.4.3)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，对安全等级为 I 级的脚手架按 1.1 采用，对安全等级为 II 级的脚手架按 1.0 采用；

S_d ——荷载组合的效应设计值；

R_d ——架体结构或构件的抗力设计值。

4.4.4 脚手架结构及构配件承载能力极限状态设计时，应按下列规定采用荷载的基本组合：

1 双排脚手架荷载的基本组合应按表 4.4.4-1 的规定采用。

表 4.4.4-1 双排脚手架荷载的基本组合

计算项目	荷载的基本组合
水平杆及节点连接强度	永久荷载+施工荷载
立杆稳定承载力	永久荷载+施工荷载+ ψ_w 风荷载
连墙件强度、稳定承载力和连接强度	风荷载+ N_0
立杆地基承载力	永久荷载+施工荷载

注：1 表中的“+”仅表示各项荷载参与组合，而不表示代数相加；

2 立杆稳定承载力计算在室内或无风环境不组合风荷载；

3 强度计算项目包括连接强度计算；

4 ψ_w 为风荷载组合值系数，取 0.6；

N_0 为连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴力设计值。

2 满堂脚手架荷载的基本组合应按表 4.4.4-2 的规定采用。

表 4.4.4-2 满堂脚手架荷载的基本组合

计算项目	荷载的基本组合
满堂脚手架（构造一节点，用于作业）水平杆强度	永久荷载+施工荷载
满堂脚手架（构造二、三节点，用于支撑系统）水平杆强度	永久荷载+施工荷载+ ψ_c 其他可变荷载
满堂脚手架（构造一节点，用于作业）立杆稳定承载力	永久荷载+施工荷载+ ψ_w 风荷载

满堂脚手架（构造二、三节点，用于支撑系统）立杆稳定承载力	永久荷载+施工荷载+ ψ_c 其他可变荷载 + ψ_w 风荷载
立杆地基承载力	永久荷载+施工荷载+ ψ_c 其他可变荷载 + ψ_w 风荷载
倾覆	永久荷载+施工荷载及其他可变荷载+风荷载

注：1 同表 4.4.4-1 注 1、注 2、注 3、注 4；

2 ψ_c 为施工荷载及其他可变荷载组合值系数，取 0.7；

3 立杆地基承载力计算在室内或无风环境不组合风荷载；

4 倾覆计算时，当可变荷载对抗倾覆有利时，抗倾覆荷载组合计算不计入可变荷载。

3 支撑脚手架荷载的基本组合应按表 4.4.4-3 的规定采用。

表 4.4.4-3 支撑脚手架荷载的基本组合

计算项目	荷载的基本组合
水平杆强度	永久荷载+施工荷载+ ψ_c 其他可变荷载
立杆稳定承载力	永久荷载+施工荷载+ ψ_c 其他可变荷载+ ψ_w 风荷载
立杆地基承载力	永久荷载+施工荷载+ ψ_c 其他可变荷载+ ψ_w 风荷载
支撑脚手架倾覆	永久荷载+施工荷载及其他可变荷载+风荷载

注：1 同表 4.4.4-2 注

4.4.5 对正常使用极限状态，应按荷载的标准组合计算荷载组合的效应设计值，并应采用下列设计表达式进行设计：

$$S_d \leq C \quad (4.4.5)$$

式中：C——架体构件的容许变形值。

4.4.6 脚手架结构及构配件正常使用极限状态设计时，应按表 4.4.6 的规定采用荷载的标准组合。

表 4.4.6 脚手架荷载的标准组合

计算项目	荷载标准组合
双排脚手架水平杆挠度 满堂脚手架（作业）水平杆 挠度	永久荷载+施工荷载
悬挑脚手架水平型钢悬挑梁 挠度	永久荷载+施工荷载
满堂脚手架（构造二、三节 点，用于支撑系统）水平杆挠度 支撑架脚手架水平杆挠度	永久荷载+施工荷载+其他可变 荷载（模板支撑系统仅取永久荷 载）

5 设计计算

5.1 基本设计规定

5.1.1 脚手架的承载能力应按概率极限状态设计法的要求，采用分项系数设计表达式进行设计。可只进行下列设计计算：

1 纵向、横向水平杆等受弯构件的强度和连接扣件抗滑承载力计算；

2 立杆的稳定性计算；

3 连墙件的强度、稳定性和连接强度的计算；

4 立杆地基承载力计算；

5 要有架体抗倾覆能力计算；

6 要有整体抗失稳验算。

5.1.2 计算构件的强度、稳定性与连接强度时，应采用荷载效应基本组合的设计值。

5.1.3 脚手架中的受弯构件，尚应根据正常使用极限状态的要求

验算变形。验算构件变形时，应采用荷载效应标准组合的设计值。各类荷载分项系数均应取 1.0。

5.1.4 当纵向或横向水平杆的轴线对立杆轴线的偏心距不大于 55mm 时，立杆稳定性计算中可不考虑此偏心距的影响。

5.1.5 当采用本规范第 6.1.1 条规定的构造尺寸，其相应杆件可不再进行设计计算。但连墙件、立杆地基承载力等仍应根据实际荷载进行设计计算。

5.1.6 钢材的强度设计值与弹性模量应按表 5.1.6 采用。

表 5.1.6 钢材的强度设计值与弹性模量 (N/mm²)

HFS1350 钢抗拉、抗压、抗弯强度设计值 f	858.36
弹性模量 E	2.06×10^5

5.1.7 扣件、底座、可调托撑的承载力设计值应按表 5.1.7 采用。

表 5.1.7 扣件、底座、可调托撑的承载力设计值 (kN)

项目	承载力设计值
对接扣件 (抗滑)	3.20
直角扣件、旋转扣件 (单扣件抗滑)	8.00
直角扣件双扣件抗滑	12.00
直角扣件三扣件抗滑	18.00
直角扣件 (单扣件抗破坏)	20.00
构造三节点扣件 (双扣件) 抗破坏	33.00
底座 (抗压)、可调托撑 (抗压)	40.00

注：构造三节点扣件设置，符合本标准第 6.8.1 第 3 款规定。

5.1.8 受弯构件的挠度不应超过表 5.1.8 中规定的容许值。

表 5.1.8 受弯构件的容许挠度

构件类别	容许挠度 $[v]$
脚手板，脚手架纵向、横向水平杆	//150 与 10mm 取较小值

脚手架悬挑受弯杆件	$l/400$
型钢悬挑脚手架悬挑钢梁	$l/250$
模板支架受弯构件	$l/400$

注： l 为受弯构件的跨度，对悬挑杆件为其悬伸长度的2倍。

5.1.9 受压、受拉构件的长细比不应超过表 5.1.9 中规定的容许值。

表 5.1.9 受压、受拉构件的容许长细比

构件类别		容许长细比 $[\lambda]$
立杆	双排架 满堂脚手架（构造二、三节点） 满堂支撑架	210
	单排架	230
	满堂脚手架（构造一节点）	250
	横向斜撑、剪刀撑中的压杆	250
拉杆		350

5.1.10 脚手架应按正常搭设和正常使用条件进行设计，可不计入短暂作用、偶然作用、地震荷载作用。

5.2 单、双排脚手架计算

5.2.1 纵向、横向水平杆的抗弯强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{\gamma_0 M}{W} \leq f \quad (5.2.1)$$

式中

σ ——弯曲正应力；

M ——弯矩设计值（N·mm），应按本规范第 5.2.2 条的规定计算；

W ——截面模量（mm³），应按本规范附录 B 表 B.0.1 采用；

f ——钢材的抗弯强度设计值（N/mm²），应按本规范表 5.1.6 采用。

5.2.2 纵向、横向水平杆弯矩设计值，应按下式计算：

$$M=1.3M_{Gk}+1.5M_{Qk}$$

(5.2.2)

式中： M_{Gk} ——脚手板自重产生的弯矩标准值（kN·m）；

M_{Qk} ——施工荷载产生的弯矩标准值（kN·m）。

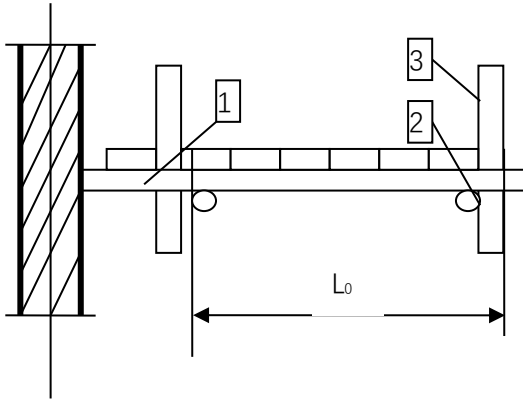
5.2.3 纵向、横向水平杆（或受弯构件）的挠度应符合下式规定：

$$u \leq [u] \quad (5.2.3)$$

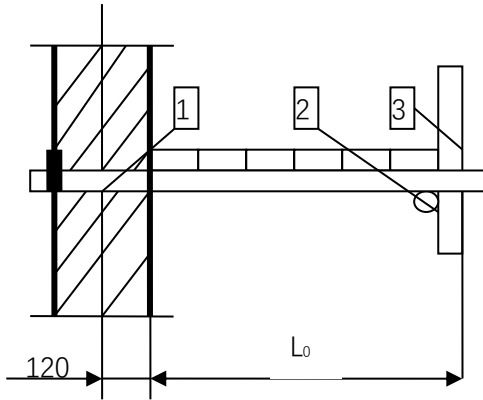
式中： u ——挠度（mm）；

$[u]$ ——容许挠度，应按本标准表 5.1.8 采用。

5.2.4 计算纵向、横向水平杆的内力与挠度时，纵向水平杆宜按三跨连续梁计算，计算跨度取纵距 l_a ；横向水平杆宜按简支梁计算，计算跨度 l_0 可按图 5.2.4 采用



(a) 双排脚手架



(b) 单排脚手架

图 5.2.4 横向水平杆计算跨度

1—横向水平杆；2—纵向水平杆；3—立杆

5.2.5 纵向或横向水平与立杆连接时，其扣件的抗滑承载力应符合下式规定：

1 扣件的抗滑承载力按下列公式计算：

$$R \leq R_c \quad (5.2.5)$$

式中：R——纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

R_c ——扣件抗滑承载力设计值，应按本规范表 5.1.7 采用。

2 满足下列条件之一可不计算扣件的抗滑承载力

- 1) 节点扣件下钢管可靠焊接钢构件，并与节点扣件顶紧。
- 2) 节点扣件下采用防滑措施，抗滑承载力标准值不小于 44.00 kN。

5.2.6 立杆的稳定性应按下列公式计算：

$$\text{不组合风荷载时：} \quad \frac{\gamma_0 N}{\varphi A} \leq f \quad (5.2.6-1)$$

$$\text{组合风荷载时：} \quad \frac{\gamma_0 N}{\varphi A} + \frac{\gamma_0 M_w}{W} \leq f \quad (5.2.6-2)$$

式中： N ——计算立杆段的轴向力设计值 (N)，应按本标准式 (5.2.7) 计算；

φ ——轴心受压构件的稳定系数，应根据长细比 λ 由本规范附

录 A 表 A.0.5 取值;

$$\lambda \text{——长细比, } \lambda = \frac{l_0}{i};$$

l_0 ——计算长度 (mm), 应按本标准第 5.2.8 条的规定计算;

i ——截面回转半径 (mm), 可按本标准附录 B 表 B.0.1 采用;

A ——立杆的截面面积 (mm^2), 可按本标准附录 B 表 B.0.1 采用;

M_w ——计算立杆段由风荷载设计值产生的弯矩 ($\text{N}\cdot\text{mm}$), 可按本标准式 5.2.9 条规定计算;

f ——钢材的抗压强度设计值 (N/mm^2), 应按本标准表 5.1.6 采用。

5.2.7 计算立杆段的轴向力设计值 N , 应按下列公式计算:

$$N = 1.3\sum N_{G1k} + 1.5\sum N_{Q1k} \quad (5.2.7)$$

式中: $\sum N_{G1k}$ ——立杆由架体结构及构配件自重产生的轴向力标准值总和;

$\sum N_{Q1k}$ ——立杆由施工荷载产生的轴向力标准值总和, 内、外立杆各按一纵距内施工荷载总和的 1/2 取值。

5.2.8 立杆计算长度 l_0 应按下式计算:

$$l_0 = k\mu h \quad (5.2.8)$$

式中: k ——立杆计算长度附加系数, 其值取 1.155, 当验算立杆允许长细比时, 取 $k=1$;

μ ——考虑单、双排脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数, 应按表 5.2.8 采用;

h ——步距。

表 5.2.8 单、双排脚手架立杆的计算长度系数 μ

类别	立杆横距 (m)	连墙件布置	
		二步三跨	三步三跨
双排架	1.05	1.50	1.70
	1.30	1.55	1.75
	1.55	1.60	1.80
单排架	≤ 1.50	1.80	2.00

5.2.9 单、双排脚手架立杆由风荷载产生的弯矩设计值应按下列公式计算:

$$M_w = 1.5 \times 0.6 M_{wk} \quad (5.2.9-1)$$

$$M_{wk} = 0.05\xi w_k l_a H_c^2 \quad (5.2.9-2)$$

式中： M_w ——立杆由风荷载产生的弯矩设计值(N·mm)；

M_{wk} ——立杆由风荷载产生的弯矩标准值(N·mm)；

ξ ——弯矩折减系数，当连墙件设置为二步距时，取0.6；当连墙件设置为三步距时，取0.4；

w_k ——风荷载标准值(N/mm²)，按本标准第4.2.5条的规定计算；

l_a ——立杆纵距(mm)；

H_c ——连墙件间竖向垂直距离(mm)。

5.2.10 单、双排脚手架立杆稳定性计算部位应为最不利杆件部位，且应符合下列规定：

1 当脚手架采用相同的步距、立杆纵距、立杆横距和连墙件间距时，应计算底层立杆段；

2 当脚手架的步距、立杆纵距、立杆横距和连墙件间距有变化时，除计算底层立杆段外，还必须对出现最大步距或最大立杆纵距、立杆横距、连墙件间距等部位的立杆段进行验算。

5.2.11 单、双排脚手架允许搭设高度[H]应按下列公式计算，并应取较小值。

不组合风荷载时：

$$[H] = \frac{\varphi A f / \gamma_0 - (1.3 N_{Gk2} + 1.5 \Sigma N_{Q1k})}{1.3 g_k} \quad (5.2.11-1)$$

组合风荷载时：

$$[H] = \frac{\varphi A f / \gamma_0 - (1.3 N_{Gk2} + 1.5 \Sigma N_{Q1k} + \varphi A M_w / W)}{1.3 g_k} \quad (5.2.11-2)$$

式中：[H]——脚手架允许搭设高度(m)；

N_{Gk2} ——构配件自重产生的轴向力标准值；

g_k ——立杆承受的每米结构自重标准值(kN/m)，可按本标准附录A表A.0.1采用。

5.2.12 连墙件杆件的强度及稳定应满足下列公式的要求：

强度：

$$\sigma = \frac{N_l}{A_c} \leq 0.85f \quad (5.2.12-1)$$

稳定:

$$\frac{N_l}{\varphi A} \leq 0.85f \quad (5.2.12-2)$$

$$N_l = N_w + N_o \quad (5.2.12-3)$$

式中: σ ——连墙件应力值 (N/mm²);

A_c ——连墙件的净截面面积 (mm²);

A ——连墙件的毛截面面积 (mm²);

N ——连墙件轴向力设计值 (N);

N_w ——风荷载产生的连墙件轴向力设计值, 应按本标准第 5.2.13 条的规定计算;

N_o ——连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力设计值。单排架取 2kN, 双排架取 3kN;

φ ——连墙件的稳定系数, 应根据连墙件长细比按本规范附录 A 表 A.0.5 取值;

f ——连墙件钢材的强度设计值 (N/mm²), 应按本标准表 5.1.6 采用。

5.2.13 由风荷载产生的连墙件的轴向力设计值, 应按下式计算:

$$N_w = 1.5 \cdot w_k \cdot A_w \quad (5.2.13)$$

式中: A_w ——单个连墙件所覆盖的脚手架外侧面的迎风面积, 等于连墙件竖向间距与水平间距乘积。

5.2.14 连墙件与脚手架、连墙件与建筑结构连接的连接强度应按下式计算:

$$N_l \leq N_V \quad (5.2.14)$$

式中: N_V ——连墙件与脚手架、连墙件与建筑结构连接的抗拉(压)承载力设计值, 应根据相应标准规范规定计算。

5.2.15 当采用钢管扣件做连墙件时, 扣件抗滑承载力的验算, 应满足下式要求:

$$N_l \leq R_c \quad (5.2.15)$$

式中： R_c ——扣件抗滑承载力设计值。

5.4 满堂支撑架计算

5.3.1 满堂脚手架顶部施工层荷载通过水平杆传递给立杆。满堂脚手架根据节点设置不同分构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架，其架体节点构造设置应符合本标准第 6.8.1 条的规定，三种类型满堂脚手架立杆的计算长度应符合本标准第 5.3.8 条的规定。

5.3.2 满堂脚手架立杆稳定性验算应符合下列规定：

1 当无风荷载时，应按本标准式(5.2.6-1)验算，立杆的轴力设计值应按本标准式(5.3.3-1)计算；对于构造一节点满堂脚手架，立杆的轴力设计值应按本标准式(5.3.3-1)计算，不考虑 ΣN_{G2k} 、 ΣN_{Q2k} 项。

2 当有风荷载时，应分别按本标准式(5.2.6-1)、式(5.2.6-2)验算，并同时满足稳定性要求。立杆的轴力设计值和弯矩设计值应符合下列规定：

1) 当按本标准式(5.2.6-1)计算时，立杆的轴力设计值应按本标准式(5.3.3-2)式计算。

对于构造一节点满堂脚手架，立杆的轴力设计值应按本标准式(5.3.3-2) 计算，不考虑 ΣN_{G2k} 、 ΣN_{Q2k} 项。

2) 当按本标准式(5.2.6-2)计算时，立杆的轴力设计值应按本标准式(5.3.3-1) 计算；立杆由风荷载产生的弯矩设计值，应按本标准第 5.3.9 条的规定计算。

对于构造一节点满堂脚手架，立杆的轴力设计值应按本标准式(5.3.3-1)式计算，不考虑 ΣN_{G2k} 、 ΣN_{Q2k} 项。

3 立杆轴心受压稳定系数，应根据立杆计算长度确定的长细比，按本标准附录 A 表 A.0.5 取值。

5.3.3 满堂脚手架立杆的轴力设计值计算，应符合下列规定：

1 不组合由风荷载产生的附加轴力时，应按下列公式计算：

$$N = 1.3(\Sigma N_{G1k} + \Sigma N_{G2k}) + 1.5 (\Sigma N_{Q1k} + 0.7\Sigma N_{Q2k}) \quad (5.3.3-1)$$

2 组合由风荷载产生的附加轴力时，应按下列公式计算：

$$N = 1.3(\Sigma N_{G1k} + \Sigma N_{G2k}) + 1.5(\Sigma N_{Q1k} + 0.7\Sigma N_{Q2k} + 0.6 N_{Wk}) \quad (5.3.3 - 2)$$

式中： ΣN_{G1k} ——立杆由架体结构及构配件自重产生的轴力标准值总和；

ΣN_{G2k} ——用于模板支撑系统（或模板支撑架）：架体立杆由模板及支撑梁自重和混凝土及钢筋自重产生的轴力标准值总和；

用于非模板支撑系统：架体立杆由架体上主梁、次梁、支撑板等的自重，架体上的建筑结构材料及堆放物等的自重产生的轴力标准值总和。

ΣN_{Q1k} ——立杆由施工荷载产生的轴向力标准值总和；可按所选取计算部位立杆负荷面积计算。

ΣN_{Q2k} ——立杆由其他可变荷载产生的轴向力标准值总和；

N_{wk} ——满堂脚手架（或满堂支撑架）立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值，按本标准式第 5.3.4 条的规定计算。

5.3.4 满堂脚手架（或满堂支撑架）在风荷载作用下，计算单元立杆产生的附加轴力（图 5.3.4）可按线性分布确定，并可按下式计算立杆最大附加轴力标准值：

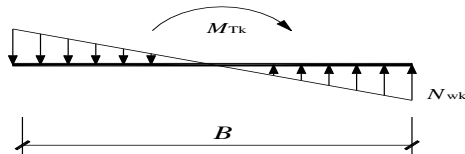


图 5.3.4 风荷载作用下立杆附加轴力分布示意图

$$N_{wk} = \frac{6n}{(n+1)(n+2)} \frac{M_{Tk}}{B} \quad (5.3.4)$$

式中： N_{wk} ——满堂脚手架（或满堂支撑架）立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值(N)；

n ——计算单元立杆跨数；

M_{Tk} ——满堂脚手架（或满堂支撑架）计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值(N·mm)，按本标准第 5.3.5 条的规定计算；

B ——满堂脚手架（或满堂支撑架）横向宽度 (mm)。

5.3.5 风荷载作用在满堂脚手架（或满堂支撑架）上产生的倾覆力矩标准值计算（图 5.3.5），可取架体横向（短边方向）的一榀架及对应范

围内的顶部竖向栏杆围挡（模板）作为计算单元，并宜按下列公式计算：

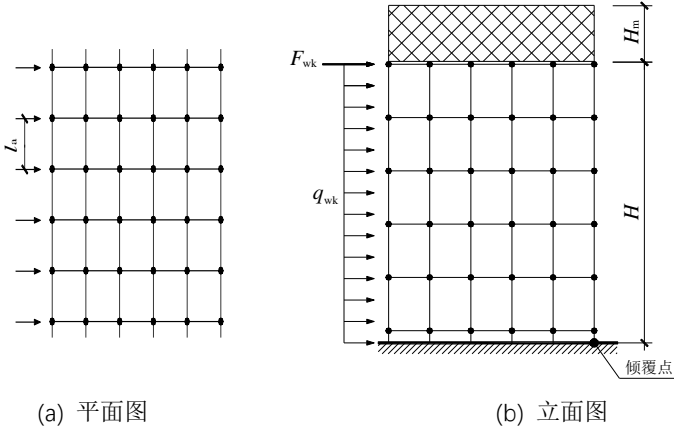


图 5.3.5 风荷载沿架体横向作用示意图

$$M_{Tk} = \frac{1}{2} H^2 \cdot q_{wk} + H \cdot F_{wk} \quad (5.3.5-1)$$

$$q_{wk} = l_a \cdot w_{fk} \quad (5.3.5-2)$$

$$F_{wk} = l_a \cdot H_m \cdot w_{mk} \quad (5.3.5-3)$$

式中： M_{Tk} ——满堂脚手架（或满堂支撑架）计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值（ $N \cdot mm$ ）；

q_{wk} ——风线荷载标准值（ N/mm ）；

F_{wk} ——风荷载作用在作业层栏杆（模板）上产生的水平力标准值（ N ），作用在架体顶部；

H ——满堂脚手架（或满堂支撑架）高度（ mm ）；

l_a ——立杆纵向间距（ mm ）；

w_{fk} ——满堂脚手架（或满堂支撑架）风荷载标准值（ N/mm^2 ），应以架体整体风荷载体型系数 μ_{stw} 按本标准第 4.2.5 条的规定计算；

w_{mk} ——竖向封闭栏杆（模板）的风荷载标准值（ N/mm^2 ），按本标

准第 4.2.5 条的规定计算。封闭栏杆（含安全网）体型系数 μ_s 宜取 1.0；

模板体型系数 μ_s 宜取 1.3；

H_m ——作业层竖向封闭栏杆（模板）高度（mm）；

5.3.6 除满堂脚手架用于模板支撑系统以外，室外搭设的满堂脚手架在立杆轴向力设计值计算时，应计入由风荷载产生的立杆附加轴向力，但当同时满足表 5.3.6 中某一序号条件时，可不计入由风荷载产生的立杆附加轴向力。

表 5.3.6 满堂脚手架或支撑架可不计算由风荷载产生的立杆附加轴向力条件

5.3.7 立杆稳定性计算部位应为最不利杆件部位，且应符合下列规

序号	基本风压值 w_0 (kN/ m^2)	架体高宽比 (H/B)	作业层上竖向封闭栏杆 (模板) 高度 (m)
1	≤ 0.2	≤ 2.5	≤ 1.2
2	≤ 0.3	≤ 2.0	≤ 1.2
3	≤ 0.4	≤ 1.7	≤ 1.2
4	≤ 0.5	≤ 1.5	≤ 1.2
5	≤ 0.6	≤ 1.3	≤ 1.2
6	≤ 0.7	≤ 1.2	≤ 1.2
7	≤ 0.8	≤ 1.0	≤ 1.2
8	按构造要求设置了连墙件或采取了其他防倾覆措施		

定：

1 当满堂脚手架采用相同的步距、立杆纵距、立杆横距时，应计算底层立杆段；

2 当架体的步距、立杆纵距、立杆横距有变化时，除计算底层立杆段外，还必须对出现最大步距、最大立杆纵距、立杆横距等部位的立杆段进行验算；

3 当架体上有集中荷载作用时，尚应计算集中荷载作用范围内受力最大的立杆段。

5.3.8 满堂脚手架立杆的计算长度应按下式计算：

$$l_0 = k\mu h \quad (5.3.8)$$

式中： k ——满堂脚手架立杆计算长度附加系数，应按表 5.3.8-1、5.3.8-2 采用；

h ——步距;

μ ——考虑满堂脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数, 应按附录 C 表 C-1 ~ C-3 采用。

表 5.3.8-1 构造一节点满堂脚手架(用于作业)计算长度附加系数

高度 H (m)	$H \leq 20$	$20 < H \leq 30$	$30 < H \leq 36$
k	1.155	1.191	1.204

注: 当验算立杆允许长细比时, 取 $k=1$

表 5.3.8-2 构造二、构造三节点满堂脚手架(用于支撑系统)计算长度附加系数

高度 H (m)	$H \leq 8$	$8 < H \leq 10$	$10 < H \leq 20$	$20 < H \leq 30$
k	1.155	1.185	1.217	1.291

注: 当验算立杆允许长细比时, 取 $k=1$

5.3.9 满堂脚手架(或满堂支撑架)立杆由风荷载产生的弯矩设计值应按本标准式(5.2.9-1)计算, 弯矩标准值应按下式计算:

$$M_{wk} = \frac{l_a w_k h^2}{10} \quad (5.3.9)$$

式中: M_{wk} ——立杆由风荷载产生的弯矩标准值($N \cdot mm$);

l_a ——立杆纵向间距 (mm);

w_k ——架体风荷载标准值(N/mm^2), 应以单榀桁架体型系数 μ_{st} 按本标准第 4.2.5 条的规定计算;

h ——步距 (mm)。

5.3.10 构造一节点满堂脚手架纵、横水平杆计算应符合本标准第 5.2.1 条 ~ 5.2.5 条的规定。构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架纵、横水平杆等受弯杆件计算应符合本标准第 5.2.1 条、5.2.3 ~ 5.2.5 条, 满堂脚手架纵、横水宜按三跨连续梁计算。

5.3.11 构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架受弯杆件的强度应按本标准式(5.2.1)计算, 但弯矩设计值应按下列公式计算:

$$M = 1.3 \sum M_{0k} + 1.5 \sum M_{0k} \quad (5.3.11)$$

式中: M ——满堂脚手架(或支撑架)受弯杆件弯矩设计值 ($N \cdot mm$);

ΣM_{Gk} ——满堂脚手架（或支撑架）受弯杆件由永久荷载产生的弯矩标准值总和($N \cdot mm$);

ΣM_{Qk} ——满堂脚手架（或支撑架）受弯杆件可变荷载产生的弯矩标准值总和($N \cdot mm$);

5.3.12 当构造一节点满堂脚手架（作业）立杆间距不大于 $1.5m \times 1.5m$ ，架体四周及中间与建筑物结构进行刚性连接，并且刚性连接点的水平间距不大于 $4.5m$ ，竖向间距不大于 $3.6m$ 时，可按本标准第 5.2.6 条 ~ 5.2.10 条双排脚手架的规定进行计算。

5.3.13 在水平风荷载作用下，满堂脚手架（或支撑架）的抗倾覆承载力应符合下式要求：

$$B^2 l_a (g_{1k} + g_{2k}) + 2 \sum_{j=1}^n G_{jk} b_j \geq 3\gamma_0 M_{Tk} \quad (5.3.13)$$

式中： B ——满堂脚手架（或支撑脚手架）横向宽度 (mm)；

l_a ——立杆纵向间距 (mm)；

g_{1k} ——均匀分布的架体自重等面荷载标准值(N/mm^2)；

g_{2k} ——均匀分布的架体上部的模板等物料自重面荷载标准值(N/mm^2)；

G_{jk} ——满堂脚手架（或支撑脚手架）计算单元上集中堆放的物料自重标准值(N)；

b_j ——满堂脚手架（或支撑脚手架）计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离(mm)；

M_{Tk} ——满堂脚手架（或支撑脚手架）计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值($N \cdot mm$)，按本标准第 5.3.5 条的规定计算。

5.4 满堂支撑架计算

5.4.1 满堂支撑架顶部施工层荷载应通过可调托撑传递给立杆。

5.4.2 满堂支撑架根据剪刀撑的设置不同分为普通型构造与加强型

构造，其构造设置应符合本标准第 6.9.3 条的规定，两种类型满堂支撑架立杆的计算长度应符合本标准第 5.4.9 条的规定。

5.4.3 满堂支撑架立杆稳定性验算应符合本标准第 5.3.2 条第 1 款～第 3 款的规定。

5.4.4 计算立杆段的轴向力设计值 N ，应符合本标准第 5.3.3 条第 1 款、第 2 款的规定。

5.4.5 满堂支撑架在风荷载作用下，计算单元立杆产生的附加轴力应符合本标准第 5.3.4 条的规定。

5.4.6 风荷载作用在满堂支撑架上产生的倾覆力矩标准值计算，应符合本标准第 5.3.5 条的规定。

5.4.7 除混凝土模板支撑脚手架以外，室外搭设的满堂支撑架在立杆轴向力设计值计算时，应计入由风荷载产生的立杆附加轴向力，但当同时满足表 5.3.6 中某一序号条件时，可不计入由风荷载产生的立杆附加轴向力。

5.4.8 立杆稳定性计算部位应为最不利杆件部位，且应符合下列规定：

1 当满堂支撑架采用相同的步距、立杆纵距、立杆横距时，应计算底层与顶层立杆段；

2 符合本标准第 5.3.7 条第 2 款、第 3 款的规定。

5.4.9 满堂支撑架立杆的计算长度应按下式计算，取整体稳定计算结果最不利值：

顶部立杆段：
$$l_0 = k \mu_1 (h + 2a) \quad (5.4.9-1)$$

非顶部立杆段：
$$l_0 = k \mu_2 h \quad (5.4.9-2)$$

式中： k ——满堂支撑架计算长度附加系数，应按表 5.4.9 采用；

h ——步距；

a ——立杆伸出顶层水平杆中心线至支撑点的长度；应不大于 0.5m，当 $0.2\text{m} < a < 0.5\text{m}$ 时，承载力可按线性插入值。

μ_1 、 μ_2 ——考虑满堂支撑架整体稳定因素的单杆计算长度系数，普通型构造应按本标准附录 D 表 D-1、D-3 采用；加强型构造应按本标准附录 D 表 D-2、D-4 采用。

表 5.4.9 满堂支撑架计算长度附加系数

高度 H (m)	$H \leq 8$	$8 < H \leq 10$	$10 < H \leq 20$	$20 < H \leq 30$
k	1.155	1.185	1.217	1.291

注：当验算立杆允许长细比时，取 $k=1$ 。

5.4.10 满堂支撑架受弯杆件的强度应符合本标准第 5.3.11 条的规定；纵、横水平杆等受弯杆件计算应符合本标准第 5.2.3 条、5.2.4 条的规定，且纵、横水宜按三跨连续梁计算。

5.4.11 当满堂支撑架小于 4 跨时，宜设置连墙件将架体与建筑结构刚性连接。当架体未设置连墙件与建筑结构刚性连接，立杆计算长度系数 μ 按本标准附录 D 表 D-1 ~ 表 D-4 采用时，应符合如下规定：

- 1 支撑架高度不应超过一个建筑楼层高度，且不应超过 5.2m；
- 2 架体上永久荷载与可变荷载（不含风荷载）总和标准值不应大于 7.5kN/m^2 ；
- 3 架体上永久荷载与可变荷载（不含风荷载）总和的均布线荷载标准值不应大于 7kN/m 。

5.4.12 在水平风荷载作用下，满堂支撑架的抗倾覆承载力应符合本标准 5.3.13 条的规定。

5.5 脚手架地基承载力计算

5.5.1 立杆基础底面的平均压力应满足下式的要求：

$$P_k = \frac{N_k}{A} \leq f_g \quad (5.5.1)$$

式中： P_k ——立杆基础底面处的平均压力标准值 (kPa)；

N_k ——上部结构传至立杆基础顶面的轴向力标准值 (kN)；

A ——基础底面面积 (m^2)；

f_g ——地基承载力特征值 (kPa)，应按本标准第 5.5.2 条规定采用。

5.5.2 地基承载力特征值的取值应符合下列规定：

1 当为天然地基时，应按地质勘察报告选用；当为回填土地基时，应对地质勘察报告提供的回填土地基承载力特征值乘以折减系数 0.4。

2 由载荷试验或工程经验确定。

5.5.3 对搭设在楼面等建筑结构上的脚手架，应对支撑架体的建筑结构进行承载力验算，当不能满足承载力要求时应采取可靠的加固措施。

5.6 型钢悬挑脚手架计算

5.6.1 当采用型钢悬挑梁做为脚手架的支承结构时，应进行下列设计计算：

- 1 型钢悬挑梁的抗弯强度、整体稳定性和挠度；
- 2 型钢悬挑梁锚固件及其锚固连接的强度；
- 3 型钢悬挑梁下建筑结构的承载能力验算。

5.6.2 悬挑脚手架作用于型钢悬挑梁上立杆的轴向力设计值，应根据悬挑脚手架分段搭设高度按本标准式（5.2.7）计算。

5.6.3 型钢悬挑梁的抗弯强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_n} \leq f \quad (5.6.3)$$

式中： σ ——型钢悬挑梁应力值；

M_{\max} ——型钢悬挑梁计算截面最大弯矩设计值；

W_n ——型钢悬挑梁净截面模量；

f ——钢材的抗弯强度设计值。

5.6.4 型钢悬挑梁的整体稳定性应按下式验算：

$$\frac{M_{\max}}{\varphi_b W} \leq f \quad (5.6.4)$$

式中： φ_b ——型钢悬挑梁的整体稳定性系数，应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的规定采用；

W ——型钢悬挑梁毛截面模量。

5.6.5 型钢悬挑梁的挠度（图 5.6.5）应符合下式规定：

$$v \leq [v] \quad (5.6.5)$$

式中： $[v]$ ——型钢悬挑梁挠度允许值，应按本标准表 5.1.8 取值；
 v ——型钢悬挑梁最大挠度。

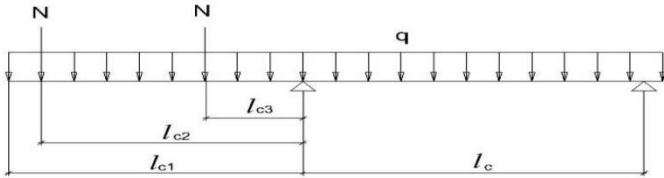


图 5.6.5 悬挑脚手架型钢悬挑梁计算示意图

N ——悬挑脚手架立杆的轴向力设计值； l_c ——型钢悬挑梁锚固点中心至建筑楼层板边支承点的距离； l_{c1} ——型钢悬挑梁悬挑端面至建筑结构楼层板边支承点的距离； l_{c2} ——脚手架外立杆至建筑结构楼层板边支承点的距离； l_{c3} ——脚手架内杆至建筑结构楼层板边支承点的距离； q ——型钢梁自重线荷载标准值。

5.6.6 将型钢悬挑梁锚固在主体结构上的 U 型钢筋拉环或螺栓的强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{N_m}{A_t} \leq f_t \quad (5.6.6)$$

式中： σ ——U 型钢筋拉环或螺栓应力值；

N_m ——型钢悬挑梁锚固段压点 U 型钢筋拉环或螺栓拉力设计值 (N)；

A_t ——U 型钢筋拉环净截面面积或螺栓的有效截面面积 (mm^2)，

一个钢筋拉环或一对螺栓按两个截面计算；

f_t ——U 型钢筋拉环或螺栓抗拉强度设计值，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定取 $f_t = 65\text{N/mm}^2$ 。

5.6.7 当型钢悬挑梁锚固段压点处采用 2 个 (对) 及以上 U 型钢筋拉环或螺栓锚固连接时，其钢筋拉环或螺栓的承载能力应乘以 0.85 的折减系数。

5.6.8 当型钢悬挑梁与建筑结构锚固的压点处楼板未设置上层受力钢筋时，应经计算在楼板内配置用于承受型钢梁锚固作用引起负弯矩的

受力钢筋。

5.6.9 对型钢悬挑梁下建筑结构的混凝土梁（板）应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定进行混凝土局部抗压承载力、结构承载力验算，当不满足要求时，应采取可靠的加固措施。

5.6.10 悬挑脚手架的纵向水平杆、横向水平杆、立杆、连墙件计算应符合本标准第 5.2 节的规定。

6 构造要求

6.1 常用单、双排脚手架设计尺寸

6.1.1 常用密目式安全立网全封闭单、双排脚手架结构的设计尺寸，可按表 6.1.1-1、表 6.1.1-2 采用。

表 6.1.1-1 常用敞开式双排脚手架的设计尺寸 (m)

连墙件设置	立杆横距 l_b	步距 h	下列荷载时的立杆纵距 l_a (m)			脚手架允许搭设高度 [H]
			2+0.35 (kN/m ²)	3+0.35 (kN/m ²)	2+2+2×0.35 (kN/m ²)	
二步三跨	1.05	1.5	2.0	1.5	1.5	50
		1.8	1.8	1.5	1.5	32
	1.30	1.5	1.8	1.5	1.5	50
		1.8	1.8	1.5	1.2	30
	1.55	1.5	1.8	1.5	1.5	38
		1.8	1.8	1.5	1.2	22
三	1.05	1.5	1.8	1.5	1.5	37

步 三 跨	1.30	1.8	1.8	1.5	1.2	24
		1.5	1.8	1.5	1.5	30
		1.8	1.5	1.5	1.2	16

注：1、表中所示 $2+2+2\times 0.35(\text{kN}/\text{m}^2)$ ，包括下列荷载：
 $2+2(\text{kN}/\text{m}^2)$ 为二层装修作业层施工荷载标准值； $2\times 0.35(\text{kN}/\text{m}^2)$ 为二层作业层脚手板自重荷载标准值。

2、作业层横向水平杆间距，应按不大于 $l/2$ 设置。

3、地面粗糙度为 B 类，基本风压 $W_0=0.4\text{kN}/\text{m}^2$ 。

表 6.1.1-2 常用密目式安全立网全封闭式单排脚手架的设计尺寸 (m)

连墙件 设置	立杆横 距 l_b	步距 h	下列荷载时的立杆纵距 l_a		脚手架 允许搭 设高度 [H]
			$2+0.35$ (kN/m^2)	$3+0.35$ (kN/m^2)	
二步三 跨	1.20	1.50	2.0	1.8	24
		1.80	1.5	1.2	24
	1.40	1.50	1.8	1.5	24
		1.80	1.5	1.2	24
三步三 跨	1.20	1.50	2.0	1.8	24
		1.80	1.2	1.2	24
	1.40	1.50	1.8	1.5	24
		1.80	1.2	1.2	24

注：同表 6.1.1-1

6.1.2 单排脚手架搭设高度不应超过 24m;双排脚手架搭设高度不宜超过 50m,高度超过 50m 的双排脚手架,应采用分段搭设措施。

6.2 纵向水平杆、横向水平杆、脚手板

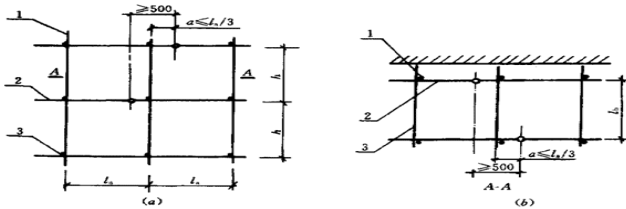
6.2.1 纵向水平杆的构造应符合下列规定：

- 1 纵向水平杆应设置在立杆内侧，单根杆长度不应小于 3 跨；
- 2 纵向水平杆接长应采用对接扣件连接或搭接。并应符合下列规定：

规定：

1) 两根相邻纵向水平杆的接头不应设置在同步或同跨内；不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离不应小于 500mm；各接头中心

至最近主节点的距离不应大于纵距的 $1/3$ (图 6.2.1-1);



(a) 接头不在同步内 (立面); (b) 接头不在同跨内 (平面)

图 6.2.1-1 纵向水平杆对接接头布置

1—立杆; 2—纵向水平杆; 3—横向水平杆

2) 搭接长度不应小于 1m, 应等间距设置 3 个旋转扣件固定, 端部扣件盖板边缘至搭接纵向水平杆杆端的距离不应小于 100mm;

3 当使用冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板时, 纵向水平杆应作为横向水平杆的支座, 用直角扣件固定在立杆上; 当使用竹笆脚手板时, 纵向水平杆应采用直角扣件固定在横向水平杆上, 并应等间距设置, 间距不应大于 400mm (图 6.2.1-2)。

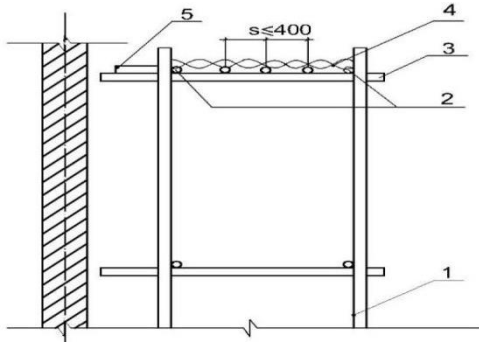


图 6.2.1-2 铺竹笆脚手板时纵向水平杆的构造

1—立杆; 2—纵向水平杆; 3—横向水平杆; 4—竹笆脚手板; 5—其它脚手板

6.2.2 横向水平杆的构造应符合下列规定:

1 作业层上非主节点处的横向不平杆, 宜根据支承脚手板的需要等

间距设置，最大间距不应大于纵距的 1/2；

2 当使用冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板时，双排脚手架的横向水平杆两端均应采用直角扣件固定在纵向水平杆上；单排脚手架的横向水平杆的一端应用直角扣件固定在纵向水平杆上，另一端应插入墙内，插入长度不应小于 180mm。

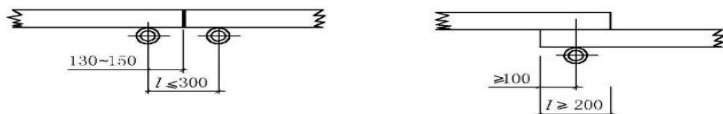
3 当使用竹笆脚手板时，双排脚手架的横向水平杆两端应用直角扣件固定在立杆上；单排脚手架的横向水平杆的一端，应用直角扣件固定在立杆上，另一端应插入墙内，插入长度亦不应小于 180mm。

6.2.3 主节点处必须设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。

6.2.4 脚手板的设置应符合下列规定：

1 作业层脚手板应铺满、铺稳、铺实。

2 冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板等，应设置在三根横向水平杆上。当脚手板长度小于 2m 时，可采用两根横向水平杆支承，但应将脚手板两端与其可靠固定，严防倾翻。脚手板的铺设应采用对接平铺或搭接铺设。脚手板对接平铺时，接头处必须设两根横向水平杆，脚手板外伸长度应取 130~150mm，两块脚手板外伸长度的和不应大于 300mm（图 6.2.4a）；脚手板搭接铺设时，接头必须支在横向水平杆上，搭接长度不应小于 200mm，其伸出横向水平杆的长度不应小于 100mm（图 6.2.4b）。



(a) 脚手板对接；

(b) 脚手板搭接

图 6.2.3 脚手板对接、搭接构造

3 竹笆脚手板应按其主竹筋垂直于纵向水平杆方向铺设，且采用对接平铺，四个角应用直径不小于 1.2mm 的镀锌钢丝固定在纵向水平杆上。

4 作业层端部脚手板探头长度应取 150mm，其板的两端均应固定于支承杆件上。

6.3 立杆

6.3.1 每根立杆底部应设置底座或垫板。

6.3.2 脚手架必须设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上皮不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。

6.3.3 脚手架立杆基础不在同一高度上时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于 500mm（图 6.3.3）。

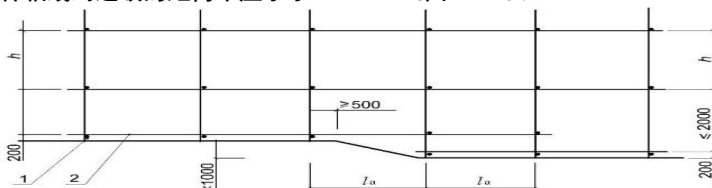


图 6.3.2 纵、横向扫地杆构造

1—横向扫地杆；2—纵向扫地杆

6.3.4 单、双排脚手架底层步距均不应大于 2m。

6.3.5 单排、双排与满堂脚手架立杆接长除顶层顶步外，其余各层各步接头必须采用对接扣件连接。

6.3.6 脚手架立杆对接、搭接应符合下列规定：

1 当立杆采用对接接长时，立杆的对接扣件应交错布置，两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不宜小于 500mm；各接头中心至主节点的距离不宜大于步距的 1/3；

2 当立杆采用搭接接长时，搭接长度不应小于 1m，并应采用不少于 2 个旋转和扣件固定。端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于 100mm。

6.3.7 脚手架立杆顶端栏杆宜高出女儿墙上端 1m，宜高出檐口上端 1.5m。

6.4 连墙件

6.4.1 连墙件设置的位置、数量应按专项施工方案确定。

6.4.2 脚手架连墙件数量的设置除应满足本规范的计算要求外，还应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 连墙件布置最大间距

搭设方法	高度	竖向间距 (h)	水平间距 (l_a)	每根连墙件 覆盖面积 (m^2)
双排落地	$\leq 50m$	3h	$3l_a$	≤ 40
双排悬挑	$> 50m$	2h	$3l_a$	≤ 27
单排	$\leq 24m$	3h	$3l_a$	≤ 40

注：h——步距； l_a ——纵距。

6.4.3 连墙件的布置应符合下列规定：

- 1 应靠近主节点设置，偏离主节点的距离不应大于 300mm；
- 2 应从底层第一步纵向水平杆处开始设置，当该处设置有困难时，应采用其它可靠措施固定；
- 3 应优先采用菱形布置，或采用方形、矩形布置；

6.4.4 开口型脚手架的两端必须设置连墙件，连墙件的垂直间距不应大于建筑物的层高，并不应大于 4m。

6.4.5 连墙件中的连墙杆应呈水平设置，当不能水平设置时，应向脚手架一端下斜连接。

6.4.6 连墙件必须采用可承受拉力和压力的构造。对高度 24m 以上的双排脚手架，应采用刚性连墙件与建筑物连接。

6.4.7 当脚手架下部暂不能设连墙件时应采取防倾覆措施。当搭设抛撑时，抛撑应采用通长杆件，并用旋转扣件固定在脚手架上，与地面的倾角应在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间；连接点中心至主节点的距离不应大于 300mm。抛撑应在连墙件搭设后方可拆除。

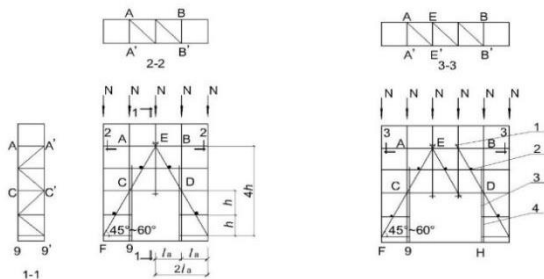
6.4.8 架高超过 40m 且有风涡流作用时，应采取抗上升翻流作用的连墙措施。

6.5 门洞

6.5.1 单、双排脚手架门洞宜采用上升斜杆、平行弦杆桁架结构型式(图 6.5.1),斜杆与地面的倾角 α 应在 $45^\circ\sim 60^\circ$ 之间。门洞桁架的型式宜按下列要求确定:

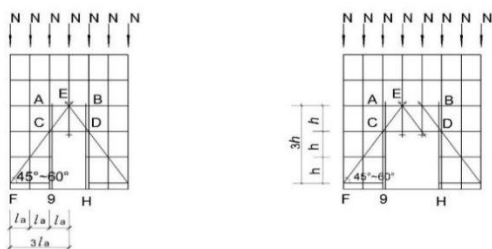
- 1 当步距(h)小于纵距(l_a)时,应采用 A 型;
- 2 当步距(h)大于纵距(l_a)时,应采用 B 型,并应符合下列规定:

- 1) $h=1.8\text{m}$ 时,纵距不应大于 1.5m ;
- 2) $h=2.0\text{m}$ 时,纵距不应大于 1.2m 。



(a) 挑空一根立杆 A 型

(b) 挑空二根立杆 A 型



(c) 挑空一根立杆 B 型

(d) 挑空二根立杆 B 型

图 6.5.1 门洞处上升斜杆、平行弦杆桁架

1—防滑扣件; 2—增设的横向水平杆; 3—副立杆; 4—主立杆

6.5.2 单、双排脚手架门洞桁架的构造应符合下列规定:

1 单排脚手架门洞处，应在平面桁架（图 6.5.1 中 ABCD）的每一节间设置一根斜腹杆；双排脚手架门洞处的空间桁架，除下弦平面外，应在其余 5 个平面内的图示节间设置一根斜腹杆（图 6.5.1 中 1-1、2-2、3-3 剖面）；

2 斜腹杆宜采用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端上，旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于 150mm。当斜腹杆在 1 跨内跨越 2 个步距（图 6.5.1A 型）时，宜在相交的纵向水平杆处，增设一根横向水平杆，将斜腹杆固定在其伸出端上；

3 斜腹杆宜采用通长杆件，当必须接长使用时，宜采用对接扣件连接，也可采用搭接，搭接构造应符合本规范第 6.3.6 条第 2 款的规定。

6.5.3 单排脚手架过窗洞时应增设立杆或增设一根纵向水平杆（图 6.5.3）。

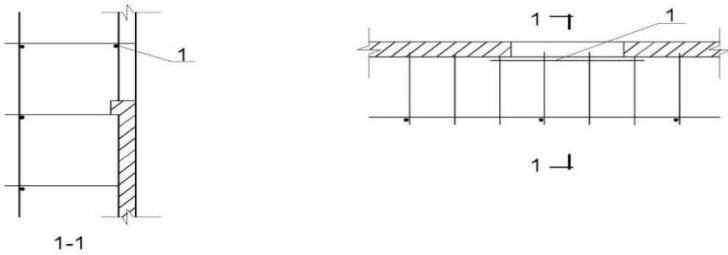


图 6.5.3 单排脚手架过窗洞构造

1 - 增设的纵向水平杆

6.5.4 门洞桁架下的两侧立杆应为双管立杆，副立杆高度应高于门洞口 1~2 步。

6.5.5 门洞桁架中伸出上下弦杆的杆件端头，均应增设一个防滑扣件（图 6.5.1），该扣件宜紧靠主节点处的扣件。

6.6 剪刀撑与横向斜撑

6.6.1 双排脚手架应设剪刀撑与横向斜撑，单排脚手架应设剪刀撑。

6.6.2 单、双排脚手架剪刀撑的设置应符合下列规定：

1 每道剪刀撑跨越立杆的根数宜按表 6.6.2 的规定确定。每道剪刀撑

宽度不应小于 4 跨，且不应小于 6m，斜杆与地面的倾角宜在 45° ~ 60° 之间；

表 6.6.2 剪刀撑跨越立杆的最多根数

剪刀撑斜杆与地面的倾角 a	45°	50°	60°
剪刀撑跨越立杆的最多根数 n	7	6	5

2 剪刀撑斜杆的接长应采用搭接或对接，搭接应符合本规范第 6.3.6 条第 2 款的规定；

3 剪刀撑斜杆应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上，旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于 150mm。

6.6.3 高度在 24m 及以上的双排脚手架应在外侧立面连续设置剪刀撑；高度在 24m 以下的单、双排脚手架，均必须在外侧立面两端、转角及中间间隔不超过 15m 的立面上，各设置一道剪刀撑，并应由底至顶连续设置（图 6.6.3）。

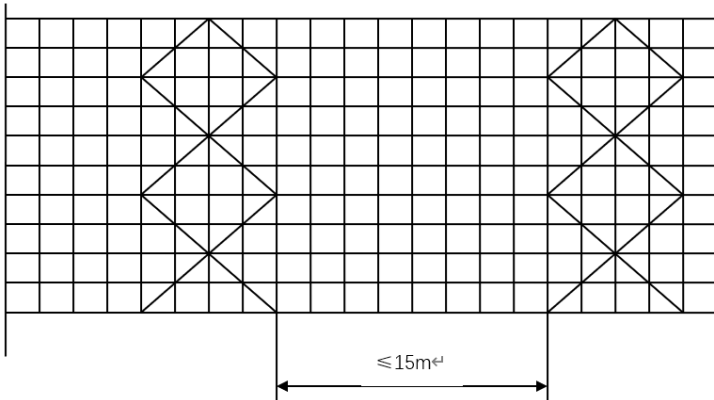


图 6.6.3 高度 24m 以下剪刀撑布置

6.6.4 双排脚手架横向斜撑的设置应符合下列规定：

1 横向斜撑应在同一节间，由底至顶层呈 Z 字型连续布置，斜撑的固定应符合本规范第 6.5.2 条第 2 款的规定；

2 高度在 24m 以下的封闭型双排脚手架可不设横向斜撑，高度在 24m 以上的封闭型脚手架，除拐角应设置横向斜撑外，中间应每隔 6 跨设置一道。

6.6.5 开口型双排脚手架的两端均必须设置横向斜撑。

6.7 斜道

6.7.1 人行兼作材料运输的斜道的形式宜按下列要求确定：

1 高度不大于 6m 的脚手架，宜采用一字型斜道；

2 高度大于 6m 的脚手架，宜采用之字型斜道；

6.7.2 斜道的构造应符合下列规定：

1 斜道应附着外脚手架或建筑物设置；

2 运料斜道宽度不宜小于 1.5m，坡度不应大于 1:6，人行斜道宽度不宜小于 1m，坡度不应大于 1:3；

3 拐弯处应设置平台，其宽度不应小于斜道宽度；

4 斜道两侧及平台外围均应设置栏杆及挡脚板。栏杆高度应为 1.2m，挡脚板高度不应小于 180mm；

5 运料斜道两端、平台外围和端部均应按本规范第 6.4.1~6.4.6 条的规定设置连墙件；每两步应加设水平斜杆；应按本规范第 6.6.2-6.6.5 条的规定设置剪刀撑和横向斜撑。

6.7.3 斜道脚手板构造应符合下列规定：

1 脚手板横铺时，应在横向水平杆下增设纵向支托杆，纵向支托杆间距不应大于 500mm；

2 脚手板顺铺时，接头宜采用搭接；下面的板头应压住上面的板头，板头的凸棱外宜采用三角木填顺；

3 人行斜道和运料斜道的脚手板上应每隔 250~300mm 设置一根防滑木条，木条厚度应为 20~30mm。

6.7.4 人行斜道严禁搭设在临近高压线一侧。

6.8 满堂脚手架

6.8.1 满堂脚手架根据架体节点的类型不同分为：构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架，并应符合下列规定：

1 构造一节点满堂脚手架：节点处受力水平杆与垂直下方水平杆扣接，下方水平杆与立杆扣接（图 6.8.1-1）的满堂脚手架，用于作业脚手架。

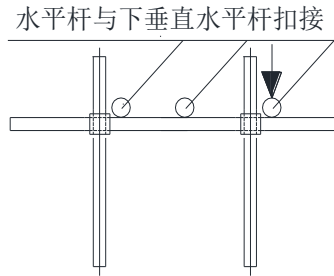


图 6.8.1-1 构造一节点简图

2 构造二节点满堂脚手架：节点处受力水平杆与立杆扣接，其垂直下方水平杆与立杆扣接，且扣件顶紧上方扣件（图 6.8.1-2）的满堂脚手架，宜用于安全等级 II 级的支撑系统，也可用于作业脚手架。用于作业脚手架时，应按作业脚手架规定的荷载取值计算。

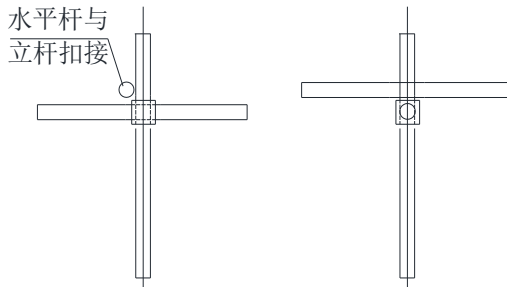


图 6.8.1-2 构造二节点简图

3 构造三节点满堂脚手架：施工层受力节点处立杆一侧与水平杆扣接，立杆另一侧水平杆与下方垂直水平杆扣接，下方水平杆与立杆扣接，且扣件与上方扣件顶紧，立杆增设一个扣件并与上方扣件顶紧（图 6.8.1-3），架体其余节点为构造二节点的满堂脚手架，可用于安全等级 I 级的支撑系统。

表 6.8.2 常用敞开式满堂脚手架结构的设计尺寸

序号	步距 (m)	立杆间距 (m)	支架高 宽比不 大于	下列施工荷载时最大允许高度 (m)	
				2(kN/m ²)	3(kN/m ²)
1	1.7 ~ 1.8	1.2×1.2	2	17	9
2		1.0×1.0	2	29	22
3		0.9×0.9	2	35	28
4	1.5	1.3×1.3	2	18	9
5		1.2×1.2	2	23	16
6		1.0×1.0	2	36	28
7		0.9×0.9	2	36	33
8	1.2	1.3×1.3	2	20	13
9		1.2×1.2	2	24	18
10		1.0×1.0	2	36	31
11		0.9×0.9	2	36	36
12	0.9	1.0×1.0	2	36	36
13		0.9×0.9	2	36	36

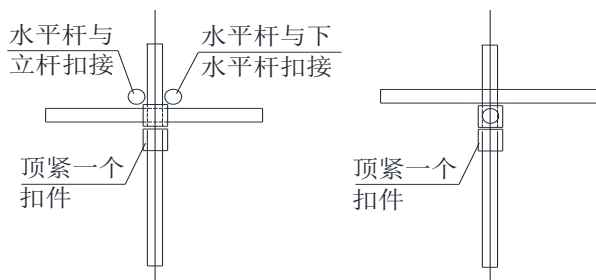


图 6.8.1-3 构造三节点（满堂脚手架施工层受力节点）简图

6.8.2 构造一节点满堂脚手架（作业）结构的设计尺寸，可按表

6.8.2 采用。

注:1 最少跨数应符合本规范附录 C 表 C1 的规定;

2 脚手板自重标准值取 0.35 kN/m^2 ;

3 场面粗糙度为 B 类, 基本风压 $\omega=0.35 \text{ kN/m}^2$;

4 立杆间距不小于 $1.2 \times 1.2 \text{ m}$, 施工荷载标准值不小于 3 kN/m^2 。立杆上应增设防滑扣件, 防滑扣件应安装牢固, 且顶紧立杆与水平杆连接的扣件。

6.8.3 构造一节点满堂脚手架（作业）搭设高度不宜超过 36m, 施工层不得超过 1 层; 构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架, 用于支撑系统时架体搭设高度不宜超过 30m, 立杆间距不宜大于 $1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$, 立杆步距不宜大于 1.8m。

6.8.4 满堂脚手架立杆的构造应符合本标准第 6.3.1 条 ~ 6.3.3 条的规定; 立杆接长接头必须采用对接扣件连接。立杆对接扣件布置应符合本标准第 6.3.6 条第一款的规定。水平杆的连接应符合本标准第 6.2.1 条第二款的有关规定, 水平杆长度不宜小于 3 跨。

6.8.5 构造一节点满堂脚手架（作业）应在架体外侧四周及内部纵、横向每 6m 至 8m 由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为 6m ~ 8m; 构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架应在架体外侧四周及内部纵、横向不大于 6m 由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为 6m。当架体搭设高度在 8m 以下时, 应在架顶部设置连续水平剪刀撑; 当架体搭设高度在 8m 及以上时, 应在架顶、竖向间隔不大于 8m 分

别设置连续水平剪刀撑。水平剪刀撑宜在竖向剪刀撑斜杆相交平面设置，水平剪刀撑宽度应为 6m~8m。

6.8.6 剪刀撑应用旋转扣件固定在与之相交的水平杆或立杆上，旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于 150mm。

6.8.7 满堂脚手架的高宽比不宜大于 3，当高宽比大于 2 时，应在架体的外侧四周和内部水平间隔 6~9m，竖向间隔 4~6m 设置连墙件与建筑结构拉结，当无法设置连墙件时，应采取设置钢丝绳张拉固定等措施。

6.8.8 当有既有建筑结构时，满堂脚手架（或支撑架）应与既有建筑结构可靠连接，并应符合下列规定：

- 1 连接点竖向间距不宜超过 2 步，对于构造一节点满堂脚手架（作业）连接点竖向间距不应超过 3 步，并应与水平杆同层设置；
- 2 连接点水平向间距不宜大于 8m；
- 3 连接点至架体节点中心的距离不宜大于 300mm；
- 4 当遇柱时，宜采用抱箍式连接措施；
- 5 当架体两端均有墙体或边梁时，可设置水平杆与墙或梁顶紧。

6.8.9 用于支撑系统的构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架，同时满足下列条件时，可不设置竖向、水平剪刀撑：

- 1 搭设高度小于 5m，架体高宽比小于 1.5；
- 2 被支承结构自重面荷载不大于 $5\text{kN}/\text{m}^2$ ；线荷载不大于 $8\text{kN}/\text{m}$ ；
- 3 架体结构与既有建筑结构按本标准第 6.8.8 条的规定进行了可靠连接；

4 场地地基坚实、均匀，满足承载力要求

6.8.10 满堂脚手架小于 4 跨时，应符合本标准 5.4.11 条的规定。

6.8.11 当满堂脚手架局部承受集中荷载时，应按实际荷载计算并应局部加固，立杆需加密设置时，加密区的水平杆应向非加密区延伸不少于一跨；非加密区立杆间距应与加密区立杆间距互为倍数。

6.8.12 满堂脚手架应设爬梯，爬梯踏步间距不得大于 300mm。

6.8.13 构造一节点满堂脚手架操作层支撑脚手板的水平杆间距不应大于 1/2 跨距；脚手板的铺设应符合本规程第 6.2.4 条的规定。

6.9 满堂支撑架

6.9.1 满堂支撑架步距与立杆间距不宜超过本规范附录 C 表 C-2~表 C-5 规定的上限值，立杆伸出顶层水平杆中心线至支撑点的长度 a 不应超过 0.5 m。满堂支撑架搭设高度不宜超过 30 m。

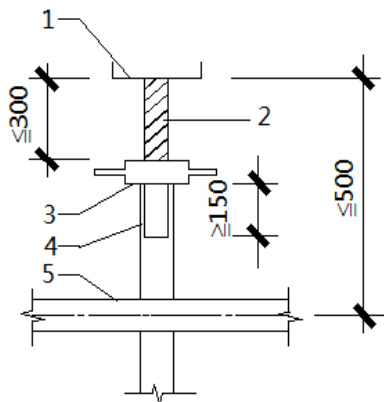


图 6.9.1 立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度

1—U 形托板；2—螺杆；3—调节螺母；4—立杆；5—顶层水平杆

6.9.2 满堂支撑架立杆、水平杆的构造要求应符合本标准第 6.8.4 条的规定。

6.9.3 满堂支撑架应根据架体的类型设置剪刀撑，并应符合下列规定：

1 普通型：

1) 在架体外侧周边及内部纵、横向每 5m~8m，应由底至顶设置连续竖向剪刀撑，剪刀撑宽度应为 5m~8m (图 6.9.3-1)。

2) 在竖向剪刀撑顶部交点平面应设置连续水平剪刀撑。水平剪刀撑至架体底平面距离与水平剪刀撑间距不宜超过 8m (图 6.9.3-1)。

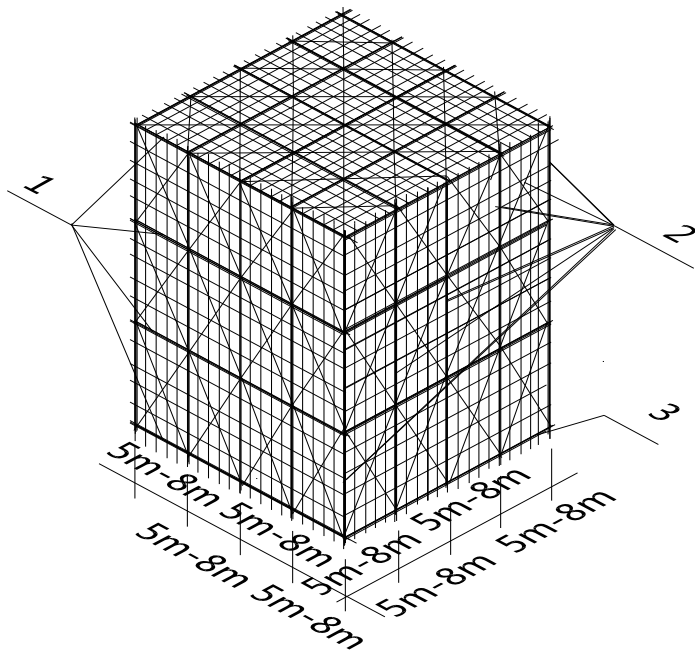


图 6.9.3-1 普通型水平、竖向剪刀撑布置

1——水平剪刀撑；2——竖向剪刀撑；3——扫地杆设置层

3) 宜用于安全等级 II 级的支撑脚手架。

2 加强型:

1) 当立杆纵、横间距为 $0.9\text{ m} \times 0.9\text{ m} \sim 1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m}$ 时, 在架体外侧周边及内部纵、横向每 4 跨 (且不大于 5 m), 应由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为 4 跨。

2) 当立杆纵、横间距为 $0.6\text{ m} \times 0.6\text{ m} \sim 0.9\text{ m} \times 0.9\text{ m}$ (含 $0.6\text{ m} \times 0.6\text{ m}$, $0.9\text{ m} \times 0.9\text{ m}$) 时, 在架体外侧周边及内部纵、横向每 5 跨 (且不小于 3 m), 应由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为 5 跨。

3) 当立杆纵、横间距为 $0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m} \sim 0.6\text{ m} \times 0.6\text{ m}$ (含 $0.4\text{ m} \times$

0.4m) 时，在架体外侧周边及内部纵、横向每 3m ~ 3.2m 应由底至顶设置连续竖向剪刀撑，剪刀撑宽度应为 3m ~ 3.2m。

4) 在竖向剪刀撑顶部交点平面应设置水平剪刀撑，安全等级 I 级的支撑脚手架，扫地杆的设置层应设置水平剪刀撑，水平剪刀撑至架体底平面距离与水平剪刀撑间距不宜超过 6m，剪刀撑宽度应为 3m ~ 5m (图 6.9.3-2)。

5) 可用于安全等级 I 级的支撑脚手架。

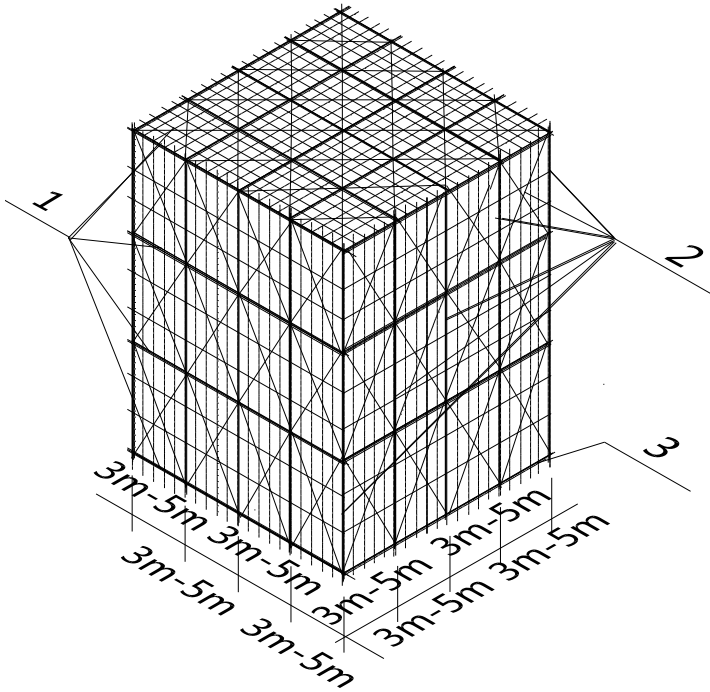


图 6.9.3-2 加强型水平、竖向剪刀撑构造布置图

1——水平剪刀撑；2——竖向剪刀撑；3——扫地杆设置层

6.9.4 竖向剪刀撑斜杆与地面的倾角应为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，水平剪刀撑与支架纵（或横）向夹角应为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，剪刀撑斜杆的接长应符合本标准

第 6.3.6 条的规定。

6.9.5 剪刀撑的固定应符合本标准 6.8.6 条的规定。

6.9.6 满堂支撑架的可调底座、可调托撑螺杆伸出长度不宜超过 300mm，插入立杆内的长度不得小于 150mm。

6.9.7 当满堂支撑架高宽比不满足本标准附录 D 表 D-1 ~ 表 D-4 规定（高宽比大于 2）时，满堂支撑架应在支架的四周和中部与结构柱进行刚性连接，连墙件水平间距应为 6m ~ 9m，竖向间距应为 2m ~ 3m。在无结构柱部位应采取预埋钢管等措施与建筑结构进行刚性连接，在有空间部位，满堂支撑架宜超出顶部加载区投影范围向外延伸布置 2 ~ 3 跨。支撑架高宽比不应大于 3。

6.9.8 当有既有建筑结构时，支撑架与既有建筑结构可靠连接应符合本标准第 6.8.8 条第 1 款 ~ 第 5 的规定。

6.9.9 满堂支撑架同时满足 6.8.9 条第 1 款 ~ 第 4 规定的条件，可不设置竖向、水平剪刀撑。

6.9.10 当满堂支撑架局部承受集中荷载时，应按实际荷载计算并应局部加固，且符合本标准第 6.8.11 条的规定。

6.10 型钢悬挑脚手架

6.10.1 一次悬挑脚手架高度不宜超过 20m。

6.10.2 型钢悬挑梁宜采用双轴对称截面的型钢。悬挑钢梁型号及锚固件应按设计确定，钢梁截面高度不应小于 160mm。悬挑梁尾端应在两处及以上固定于钢筋混凝土梁板结构上。锚固型钢悬挑梁的 U 型钢筋拉环或锚固螺栓直径不宜小于 16mm（图 6.10.2）。

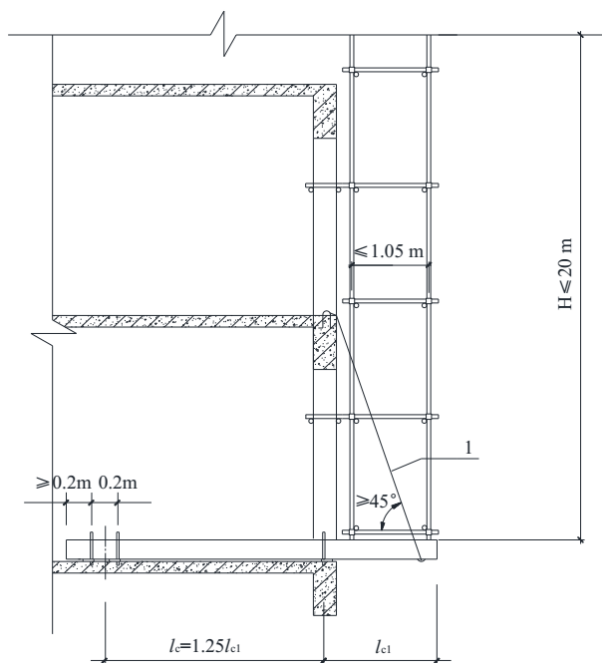


图 6.10.2 型钢悬挑脚手架构造

1——钢丝绳或钢拉杆

6.10.3 用于锚固的 U 型钢筋拉环或螺栓应采用冷弯成型。U 型钢筋拉环、锚固螺栓与型钢间隙应用钢楔或硬木楔楔紧。

6.10.4 每个型钢悬挑梁外端宜设置钢丝绳或钢拉杆与上一层建筑结构斜拉结。钢丝绳、钢拉杆不参与悬挑钢梁受力计算；钢丝绳与建筑结构拉结的吊环应使用 HPB300 级钢筋，其直径不宜小于 20 mm，吊环预埋锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中钢筋锚固的规定（图 6.10.2）。

6.10.5 悬挑钢梁悬挑长度应按设计确定，固定段长度不应小于悬挑段长度的 1.25 倍。型钢悬挑梁固定端应采用 2 个（对）及以上 U 型钢筋

拉环或锚固螺栓与建筑结构梁板固定，悬挑端宜按悬挑跨度起拱 0.5%~1%，U 型钢筋拉环或锚固螺栓应预埋至混凝土梁、板底层钢筋位置，并应与混凝土梁、板底层钢筋焊接或绑扎牢固，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中钢筋锚固的规定（图 6.10.5-1、6.10.5-2、6.10.5-3）。

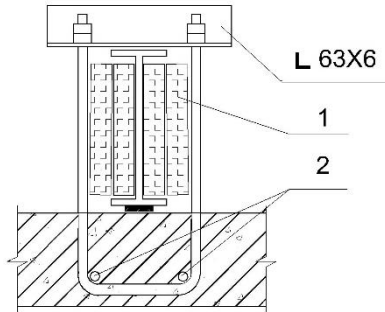


图 6 . 10 . 5-1 悬挑钢梁 U 形螺栓固定构造
1-木楔侧向楔紧；2-两根 1.5m 长直径 18mm 的 HRB400 钢筋

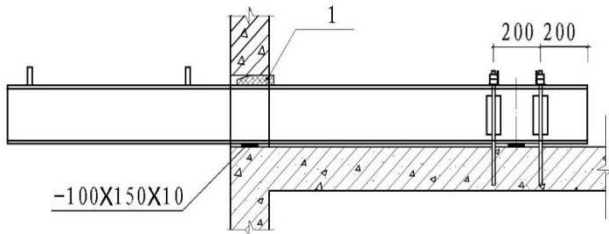


图 6 . 10 . 5-2 悬挑钢梁穿墙构造
1-木楔楔紧

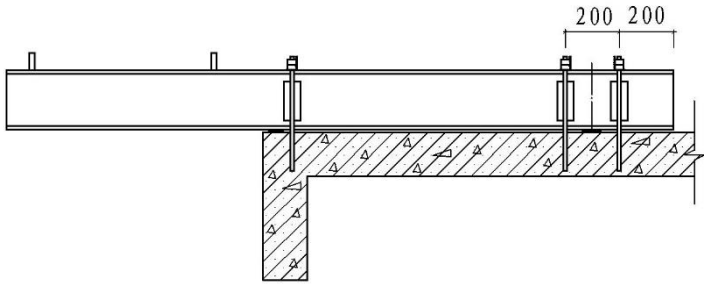


图 6.10.5-3 悬挑钢梁楼面构造一

6.10.6 当型钢悬挑梁与建筑结构采用螺栓钢压板连接固定时，钢压板尺寸不应小于 $100\text{mm}\times 10\text{mm}$ （宽 \times 厚）；当采用螺栓角钢压板连接时，角钢的规格不应小于 $63\text{mm}\times 63\text{mm}\times 6\text{mm}$ 。

6.10.7 型钢悬挑梁悬挑端应设置能使脚手架立杆与钢梁可靠固定的定位点，定位点离悬挑梁端部不应小于 100mm 。

6.10.8 锚固位置设置在楼板上时，楼板的厚度不宜小于 150mm 。如果楼板的厚度小于 150mm ，可采用螺栓穿混凝土楼板预埋孔加钢垫板固定（图 6.10.8），钢垫板厚度不小于 10mm 。也可采用其他加固措施。

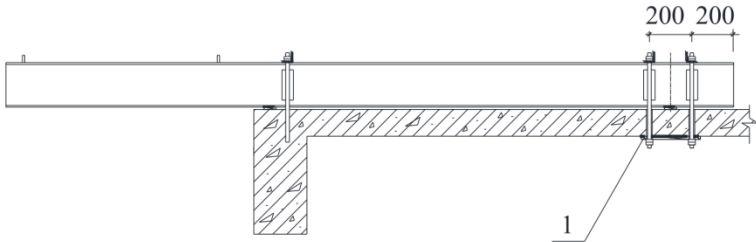


图 6.10.8 悬挑钢梁楼面构造二

1——厚度不小于 10mm 钢垫板

6.10.9 悬挑梁间距应按悬挑架架体立杆纵距设置，宜每一纵距设置一根，当立杆纵距与悬挑梁纵向间距不相等时，宜在悬挑梁间设置纵向钢梁，且应在悬挑梁焊接钢构件可靠固定纵向钢梁，同时计算纵向钢梁

的挠度和强度。

6.10.10 悬挑架的外立面剪刀撑应自下而上连续设置。剪刀撑设置应符合本标准第 6.6.2 条的规定。

6.10.11 连墙件设置应符合本标准第 6.4 节的规定。

6.10.12 锚固型钢的主体结构混凝土强度等级不得低于 C20。

7 施工

7.1 施工准备

7.1.1 脚手架搭设前，应按专项施工方案向施工人员进行交底。

7.1.2 应按本规范规定和脚手架专项施工方案要求对钢管、扣件、脚手板、可调托撑等进行检查验收，不合格产品不得使用。

7.1.3 经检验合格的构配件应按品种、规格分类，堆放整齐、平稳，堆放场地不得有积水。

7.1.4 应清除搭设场地杂物，平整搭设场地，并使排水畅通。

7.2 地基与基础

7.2.1 脚手架地基与基础的施工，应根据脚手架所受荷载、搭设高度、搭设场地土质情况与现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定进行。

7.2.2 压实填土地基应符合国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定；灰土地基应符合国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 的规定。

7.2.3 地基应坚实、平整，场地应有排水措施，不应有积水；立杆垫板或底座底面标高宜高于自然地坪 50mm~100mm。

7.2.4 脚手架基础经验收合格后，应按施工组织设计或专项方案的要求放线定位。

7.2.5 土质地基上的立杆底部应设置底座和混凝土垫层，垫层混凝土强度等级不应低于 C15，厚度不宜小于 150mm；当采用垫板代替混凝土垫层时，应符合本标准 7.3.3 条规定。

3 搭设

7.3.1 单、双排脚手架必须配合施工进度搭设，一次搭设高度不应超过相邻连墙件以上两步；如果超过相邻连墙件以上两步，无法设置连墙件时，应采取撑拉固定等措施与建筑结构拉结。

7.3.2 每搭完一步脚手架后，应按本标准表 8.2.4 的规定校正步距、纵距、横距及立杆的垂直度。

7.3.3 底座安放应符合下列规定：

- 1 底座、垫板均应准确地放在定位线上；
- 2 垫板应采用长度不少于 2 跨、厚度不小于 50mm、宽度不小于 200 mm 的木垫板。

7.3.4 立杆搭设应符合下列规定：

- 1 相邻立杆的对接连接应符合本标准第 6.3.6 条的规定；
- 2 脚手架开始搭设立杆时，应每隔 6 跨设置一根抛撑，直至连墙件安装稳定后，方可根据情况拆除；
- 3 当架体搭设至有连墙件的主节点时，在搭设完该处的立杆、纵向水平杆、横向水平杆后，应立即设置连墙件。

7.3.5 脚手架纵向水平杆的搭设应符合下列规定：

- 1 脚手架纵向水平杆应随立杆按步搭设，并应采用直角扣件与立杆固定；
- 2 纵向水平杆的搭设应符合本标准第 6.2.1 条的规定；
- 3 在封闭型脚手架的同一步中，纵向水平杆应四周交圈设置，并应用直角扣件与内外角部立杆固定。

7.3.6 脚手架横向水平杆搭设应符合下列规定：

- 1 搭设横向水平杆应符合本标准第 6.2.2 条的规定；
- 2 双排脚手架横向水平杆的靠墙一端至墙装饰面的距离不应大于 100mm；
- 3 单排脚手架的横向水平杆不应设置在下列部位：
 - 1) 设计上不允许留脚手眼的部位；

2) 过梁上与过梁两端成 60° 角的三角形范围内及过梁净跨度 $1/2$ 的高度范围内;

3) 宽度小于 1m 的窗间墙;

4) 梁或梁垫下及其两侧各 500mm 的范围内;

5) 砖砌体的门窗洞口两侧 200mm 和转角处 450mm 的范围内, 其它砌体的门窗洞口两侧 300mm 和转角处 600mm 的范围内;

6) 墙体厚度小于或等于 180mm;

7) 独立或附墙砖柱, 空斗砖墙、加气块墙等轻质墙体;

7.3.7 脚手架纵向、横向扫地杆搭设应符合本标准第 6.3.2、6.3.3 条的规定。

7.3.8 脚手架连墙件安装应符合下列规定:

1 连墙件的安装应随脚手架搭设同步进行, 不得滞后安装;

2 当单、双排脚手架施工操作层高出相邻连墙件以上 2 步时, 应采取确保脚手架稳定的临时拉结措施, 直到上一层连墙件安装完毕后再根据情况拆除。

7.3.9 脚手架剪刀撑与单、双排脚手架横向斜撑应随立杆、纵向和横向水平杆等同步搭设, 不得滞后安装。

7.3.10 脚手架门洞搭设应符合本标准第 6.5 节的规定。

7.3.11 扣件安装应符合下列规定:

1 扣件规格应与钢管外径相同;

2 螺栓拧紧扭矩不应小于 $40\text{N}\cdot\text{m}$, 且不应大于 $65\text{N}\cdot\text{m}$;

3 在主节点处固定横向水平杆、纵向水平杆、剪刀撑、横向斜撑等用的直角扣件、旋转扣件的中心点的相互距离不应大于 150mm;

4 对接扣件开口应朝上或朝内;

5 各杆件端头伸出扣件盖板边缘的长度不应小于 100mm。

7.3.12 作业层、斜道的栏杆和挡脚板的搭设应符合下列规定 (图 7.3.12):

1 栏杆和挡脚板均应搭设在外立杆的内侧;

2 上栏杆上皮高度应为 1.2m;

3 挡脚板高度不应小于 180mm;

4 中栏杆应居中设置。

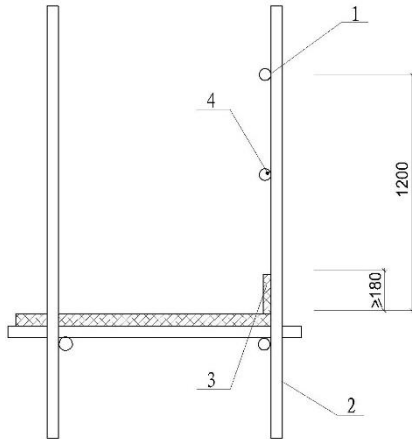


图 7.3.12 栏杆与挡脚板构造

1—上栏杆；2—外立杆；3—挡脚板；4—中栏杆

7.3.13 脚手板的铺设应符合下列规定：

- 1 脚手板应铺满、铺稳，离墙面的距离不应大于 150mm；
- 2 采用对接或搭接时均应符合本标准第 6.2.4 条的规定；脚手板探头应用直径 3.2mm 的镀锌钢丝固定在支承杆件上；
- 3 在拐角、斜道平台口处的脚手板，应用镀锌钢丝固定在横向水平杆上，防止滑动。

7.3.14 在多层楼板上连续搭设模板支撑架时，上下层架体立杆宜对位设置。

7.3.15 模板支撑架应在架体验收合格后，方可浇筑混凝土。

7.4 拆除

7.4.1 脚手架拆除应按专项方案施工，拆除前应做好下列准备工作：

- 1 应全面检查脚手架的扣件连接、连墙件、支撑体系等是否符合构造要求；
- 2 应根据检查结果补充完善脚手架专项方案中的拆除顺序和措施，

经审批后方可实施；

- 3 拆除前应对施工人员进行交底；
- 4 应清除脚手架上杂物及地面障碍物；
- 5 地面应设围栏和警戒标志，并应派专人看守。

7.4.2 单、双排脚手架拆除作业必须由上而下逐层进行，严禁上下同时作业；连墙件必须随脚手架逐层拆除，严禁先将连墙件整层或数层拆除后再拆脚手架；分段拆除高差大于2步时，应增设连墙件加固。

7.4.3 当脚手架拆至下部最后一根长立杆的高度（约6.5m）时，应在适当位置搭设临时抛撑加固后，再拆除连墙件。当单、双排脚手架采取分段、分立面拆除时，对不拆除的脚手架两端，应先按本标准第6.4.4条、6.6.4、6.6.5条的有关规定设置连墙件和横向斜撑加固。

7.4.4 架体拆除作业应设专人指挥，当有多人同时操作时，应明确分工、统一行动，且应具有足够的操作面。

7.4.5 卸料时各构配件严禁抛掷至地面。

7.4.6 运至地面的构配件应按本标准的规定及时检查、整修与保养，并按品种、规格分别存放。

7.4.7 支撑架拆除应按专项施工方案施工，并应符合下列规定：

- 1 拆除作业前，应先对支撑架的稳定性进行检查确认；
- 2 拆除作业应分层、分段，应从上而下逐层进行，严禁上下同时作业，分段拆除的高度不应大于两层；
- 3 同层杆件和构配件必须按先外后内的顺序拆除；剪刀撑等加固杆件必须在拆卸至该部位杆件时再拆除；
- 4 当只拆除部分支撑架结构时，拆除前应对不拆除支撑架结构进行加固，确保稳定；
- 5 对多层支撑架结构，当楼层结构不能满足承载要求时，严禁拆除下层支撑架；
- 6 严禁抛掷拆除的构配件；
- 7 对设有缆风绳的支撑架结构，缆风绳应至上而下对称拆除；
- 9 有六级及以上风或雨、雪时，应停止作业。
- 10 模板支撑架拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666中混凝土强度的规定，拆除前应填写拆模申请单；

8 检查与验收

8.1 构配件检查与验收

8.1.1 新钢管的检查应符合下列规定：

1 应有产品质量合格证；

2 应有质量检验报告，钢管材质检验方法应符合现行国家标准《金属材料 室温拉伸试验方法》GB/T 228 的有关规定，其质量应符合本规范第 3.1.1 条的规定；

3 钢管表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划道；

4 钢管外径、壁厚、端面等的偏差，应分别符合本规范表 8.1.8 的规定；

5 钢管应涂有防锈漆。

8.1.2 旧钢管的检查应符合下列规定：

1 表面锈蚀深度应符合本规范表 8.1.8 序号 3 的规定。锈蚀检查应每年一次。检查时，应在锈蚀严重的钢管中抽取三根，在每根锈蚀严重的部位横向截断取样检查，当锈蚀深度超过规定值时不得使用；

(2) 钢管弯曲变形应符合本规范表 8.1.8 序号 4 的规定。

8.1.3 扣件验收应符合下列规定：

1 扣件应有生产许可证、法定检测单位的测试报告 and 产品质量合格证。当对扣件质量有怀疑时，应按现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的规定抽样检测；

2 新、旧扣件均应进行防锈处理。

3 扣件的技术要求应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的相关规定。

8.1.4 扣件进入施工现场应检查产品合格证，并应进行抽样复试，技术性能应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的规定。扣件在使用前应逐个挑选，有裂缝、变形、螺栓出现滑丝的严禁使用。

8.1.5 脚手板的检查应符合下列规定：

1 冲压钢脚手板

- 1) 新脚手板应有产品质量合格证;
- 2) 尺寸偏差应符合本标准表 8.1.8 序号 5 的规定, 且不得有裂纹、开焊与硬弯;
- 3) 新、旧脚手板均应涂防锈漆;
- 4) 应有防滑措施。

2 木脚手板、竹脚手板:

1) 木脚手板质量应符合本标准第 3.3.3 条的规定, 宽度、厚度允许偏差应符合国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定。不得使用扭曲变形、劈裂、腐朽的脚手板;

2) 竹笆脚手板、竹串片脚手板的材料应符合本标准第 3.3.4 条的规定。

8.1.6 悬挑脚手架用型钢的质量应符合本规范第 3.5.1 条的规定, 并应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定。

8.1.7 可调托撑的检查应符合下列规定:

- 1 应有产品质量合格证, 其质量应符合本规范第 3.4 节的规定;
- 2 应有质量检验报告, 可调托撑抗压承载力应符合本规范第 5.1.7 条的规定;

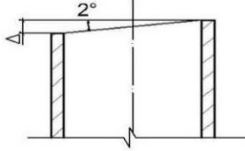
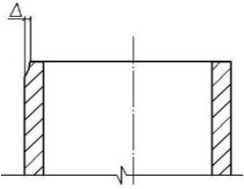
3 可调托撑支托板厚不应小于 5mm, 变形不应大于 1mm;

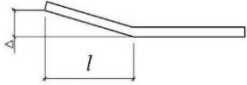
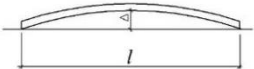
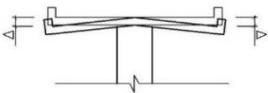
4 严禁使用有裂缝的支托板、螺母。

8.1.8 构配件的偏差应符合表 8.1.8 的规定。

表 8.1.8 构配件的允许偏差

序号	项目	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查工具
----	----	--------------------------	-----	------

1	焊接钢管尺寸 (mm) 外径 48.0 壁厚 1.30 壁厚 1.50	± 0.7 ± 0.05 ± 0.05		游标卡尺
2	钢管两端面切斜偏差	1.70		塞尺、拐角尺
3	钢管外表面锈蚀深度	≤ 0.10		游标卡尺

4	<p>钢管弯曲</p> <p>①.各种杆件钢管的端部弯曲 $l \leq 1.5\text{m}$</p>	≤ 5		钢板尺
	<p>②.立杆钢管弯曲</p> <p>$3\text{m} < l \leq 4\text{m}$</p> <p>$4\text{m} < l \leq 6.5\text{m}$</p>	≤ 12 ≤ 20		
	<p>③.水平杆、斜杆的钢管弯曲</p> <p>$l \leq 6.5\text{m}$</p>	≤ 30		
5	<p>冲压钢脚手板</p> <p>①.板面挠曲</p> <p>$l \leq 4\text{m}$</p> <p>$l > 4\text{m}$</p>	≤ 12 ≤ 16		钢板尺
	<p>②.板面扭曲 (任一角翘起)</p>	≤ 5		
6	可调托撑支托板变形	1.0		钢板尺

				塞尺
--	--	--	--	----

8.2 脚手架检查与验收

8.2.1 根据施工进度，脚手架应在下列阶段进行检查与验收：

- 1 施工准备阶段，构配件进场时；
- 2 地基与基础施工完后，架体搭设前；
- 3 首层水平杆搭设安装后；
- 4 落地作业脚手架和悬挑作业脚手架每搭设一个楼层高度，阶段使用前；
- 5 支撑脚手架每搭设 2 步~4 步或不大于 6m 高度。
- 6 作业层上施加荷载前；
- 7 搭设达到设计高度或安装就位后。
- 8 遇有六级强风及以上风或大雨后；
- 9 停用超过一个月；
- 10 冻结的地基土解冻后；
- 11 架体遭受外力撞击作业后。

8.2.2 应根据下列技术文件进行脚手架检查、验收：

- 1 本规程第 8.2.3~8.2.5 条的规定；
- 2 专项施工方案及变更文件；
- 3 技术交底文件；
- 4 附录 E 检查验收表。

8.2.3 脚手架使用中，应定期检查下列要求内容：

- 1 杆件的设置和连接，连墙件、支撑、型钢挑梁、门洞桁架等的构造应符合本标准和专项施工方案的要求；
- 2 地基应无积水，底座应无松动，立杆应无悬空；
- 3 扣件螺栓应无松动；

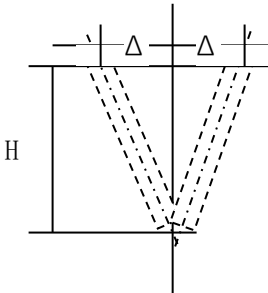
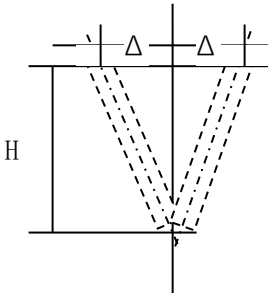
4 高度在 24m 以上的双排、构造一节点满堂脚手架（作业），其立杆的沉降与垂直度的偏差应符合本标准表 8.2.4 项次 1、2 的规定；高度在 8m 以上的满堂支撑架，其立杆的沉降与垂直度的偏差应符合本标准表 8.2.4 项次 1、3 的规定，高度在 8m 以上的构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架，其立杆的沉降与垂直度的偏差应符合本标准表 8.2.4 项次 1、2 的规定；

5 安全防护措施应符合本标准要求；

6 应无超载使用。

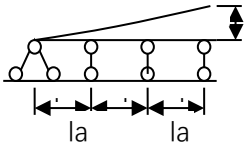
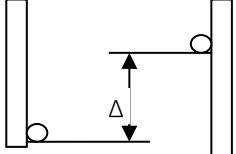
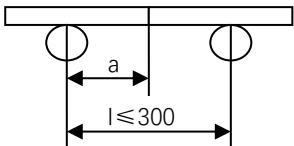
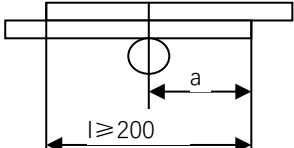
8.2.4 脚手架搭设的技术要求、允许偏差与检验方法，应符合表 8.2.4 的规定。

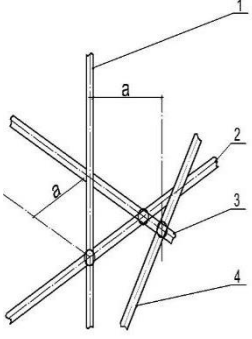
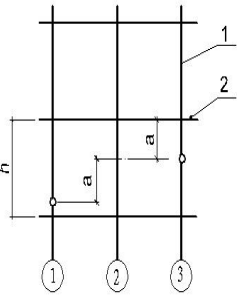
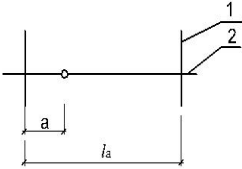
表 8.2.4 脚手架搭设的技术要求、允许偏差与检验方法

项次	项 目	技术要求	允许偏差 Δ (mm)	示 意 图	检查方法与工具	
1	地基基础	表面 坚实平整			观察	
	排水	不积水				
	垫板	不晃动				
	底座	不滑动				
		不沉降	-10			
2	单、双排与满堂脚手架立杆垂直度	最后验收立杆垂直度 (20 ~ 50) m	-	± 100		用经纬仪或吊线和卷尺
下列脚手架允许水平偏差 (mm)						

		搭设中检查偏差的高度 (m)		总高度				
				50m	40m	20m		
		H=2		±7	±7	±7		
		H=10		±20	±25	±50		
		H=20		±40	±50	±100		
		H=30		±60	±75			
		H=40		±80	±100			
		H=50		±100				
		中间档次用插入法						
3	满堂支撑架立杆垂直度	最后验收垂直度 30m	-	±90			用经纬仪或吊线和卷尺	
		下列满堂支撑架允许水平偏差 (mm)						
		搭设中检查偏差的高度 (m)		总高度				
				30m				
		H=2 H=10 H=20 H=30		±7 ±30 ±60 ±90				
		中间档次用插入法						
4	单双排、满堂脚手架间距	步距	-	±20			钢板尺	
		纵距	-	±30				
		横距	-	±20				
5	满堂支撑架间距	步距	-	±20			钢板尺	
		纵距	-	±30				
		横距	-					

续表 8.2.4

项次	项目		技术要求	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查方法与工具
6	纵向水平杆高差	一根杆的两端		± 20		Δ
		同跨内两根纵向水平杆高差		± 10		水平仪或水平尺
7	剪刀撑斜杆与地面的倾角		$45^\circ - 60^\circ$			角尺
8	脚手板外伸长度	对接	$a =$ (130-150) mm $l \leq$ 300mm			卷尺
		搭接	$a \geq$ 100mm $l \geq$ 200mm			卷尺

9	扣件安装	主节点处各扣件中心点相互距离	$a \leq 150\text{mm}$		钢板尺
		同步立杆上两个相隔对接扣件的高差	$a \leq 500\text{mm}$		钢卷尺
		立杆上的对接扣件至主节点的距离	$a \leq h/3$		
		纵向水平杆上的对接扣件至主节点的距离	$a \leq l_n/3$		钢卷尺
		扣件螺栓拧紧扭力矩	40-65 N.m		扭力扳手

注：图中1-立杆；2-纵向水平杆；3-横向水平杆 4-剪刀撑。

8.2.5 安装后的扣件螺栓拧紧扭力矩应采用扭力扳手检查，抽样方法应按随机分布原则进行。抽样检查数目与质量判定标准，应按表8.2.5的规定确定。不合格的必须重新拧紧至合格。

表 8.2.5 扣件拧紧抽样检查数目及质量判定标准

项次	检查项目	安装扣件数量 (个)	抽查数量 (个)	允许的不合格数量 (个)
1	连接立杆与纵（横）向水平杆或剪刀撑的扣件；接长立杆、纵向水平杆或剪刀撑的扣件	51 ~ 90	5	0
		11 ~ 150	8	1
		151 ~ 280	13	1
		2851 ~ 500	20	2
		501 ~ 1200	32	3
		1201 ~ 3200	50	5
2	连接横向水平杆与纵向水平杆的扣件（非主节点处）	51 ~ 90	5	1
		11 ~ 150	8	2
		151 ~ 280	13	3
		2851 ~ 500	20	5
		501 ~ 1200	32	7
		1201 ~ 3200	50	10

8.2.6 脚手架搭设至设计高度后，在投入使用前，应在阶段检查验收的基础上形成完工验收记录，记录表应符合本规程附录 F 的规定。

9 安全管理和保险

9.1 安全管理

9.1.1 扣件钢管脚手架安装与拆除人员必须是经考核合格的专业架子工。架子工应持证上岗。

9.1.2 搭拆脚手架人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

9.1.3 脚手架的构配件质量与搭设质量，应按本规范第8章的规定进行检查验收，并应确认合格后使用。

9.1.4 钢管上不宜打孔。

9.1.5 作业层上的施工荷载应符合设计要求，不得超载。不得将模板支架、缆风绳、泵送混凝土和砂浆的输送管等固定在架体上；严禁悬挂起重设备，严禁拆除或移动架体上安全防护设施。

9.1.6 满堂支撑架在使用过程中，应设有专人监护施工，当出现异常情况时，应停止施工，并应迅速撤离作业面上人员。应在采取确保安全的措施后，查明原因、做出判断和处理。

9.1.7 满堂支撑架顶部的实际荷载不得超过设计规定。

9.1.8 当有六级强风及以上风、浓雾、雨或雪天气时应停止脚手架搭设与拆除作业。雨、雪后上架作业应有防滑措施，并应扫除积雪。

9.1.9 夜间不宜进行脚手架搭设与拆除作业。

9.1.10 脚手架的安全检查与维护，应按本规范第8.2节的规定进行。

9.1.11 脚手板应铺设牢靠、严实，并应用安全网双层兜底。施工层以下每隔10m应用安全网封闭。

9.0.12 单、双排脚手架、悬挑式脚手架沿墙体外围应用密目式安全网全封闭，密目式安全网宜设置在脚手架外立杆的内侧，应与架体结扎牢固。

9.1.13 在脚手架使用期间，严禁拆除下列杆件：

- 1 主节点处的纵、横向水平杆，纵、横向扫地杆；
- 2 连墙件。

9.1.14 当在脚手架使用过程中开挖脚手架基础下的设备或管沟

时，必须对脚手架采取加固措施。

9.1.15 满堂脚手架与满堂支撑架在安装过程中，应采取防倾覆的临时固定措施。

9.1.16 临街搭设脚手架时，外侧应有防止坠物伤人的防护措施。

9.1.17 在脚手架上进行电、气焊作业时，应有防火措施和专人看守。

9.1.18 工地临时用电线路的架设及脚手架接地、避雷措施等，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。

9.1.19 搭拆脚手架时，地面应设围栏和警戒标志，并应派专人看守，严禁非操作人员入内。

9.2 保险

9.2.1 对国家明文规定的高大支模架工程、高度超过 30 米以上的高层建筑外墙脚手架工程、交通设施附件，一旦发生安全事故会对社会造成重大影响的手脚架、支模架工程，应该向有资格的保险公司购买脚手架、支模架整体倒塌安全意外险、第三者意外险、搭设人员高空坠落伤亡保险。

9.2.2 在中国境内有中国银保监会批准的保险资格的保险公司，可以根据本标准的要求，在国家法律允许的范围内，开发针对超高强薄壁钢管脚手架、支模架整体倒塌安全意外险、第三者意外险、搭设人员高空坠落伤亡保险险种产品。

9.2.3 钢管生产单位应该购买产品质量保险。

10 政府监督与管理

10.1 一般要求

10.1.1 政府建设质量和安全主管机关公务员要高度重视和支持行业科技进步，鼓励并帮助管辖范围内的建筑企业推广应用新产品；

10.1.2 建立正确的心智模式，通过机制体制的创新，引导低水平的传统钢管全面淘汰和更新。

10.2 积极主动改变监管手段

10.2.1 在数字化时代，要采用数字化、可视化技术，科学地提升安全监管能力，服务企业的安全生产和社会的文明进步。

10.2.2 对标准中存在的问题，及时向归口单位提出修改与完善建议，以便及时修订。

附录 A 计算用表

A.0.1 单、双排脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，可按表 A.0.1 的规定取用。

表 A.0.1 单、双排脚手架立杆承受的每米结构自重标准值 g_k (kN/m)

步距 (m)	脚手架类型	纵距 (m)				
		1.2	1.5	1.8	2.0	2.1
1.20	单排	0.1046	0.1136	0.1226	0.1286	0.1316
	双排	0.0994	0.1061	0.1128	0.1173	0.1196
1.35	单排	0.0973	0.1058	0.1143	0.1200	0.1228
	双排	0.0915	0.0977	0.1039	0.1082	0.1102
1.50	单排	0.0914	0.0995	0.1077	0.1131	0.1157
	双排	0.0851	0.0910	0.0969	0.1008	0.1027
1.80	单排	0.0826	0.0902	0.0977	0.1026	0.1051
	双排	0.0757	0.0809	0.0862	0.0896	0.0914
2.00	单排	0.0782	0.0854	0.0926	0.0974	0.0998
	双排	0.0709	0.0759	0.0808	0.0841	0.0858

注：Φ48.0mm×1.3mm 钢管。表内中间值可按线性插入计算。

A.0.2 满堂脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，宜按表 A.0.2 取用。

表 A.0.2 满堂脚手架立杆承受的每米结构自重标准值 g_k (kN/m)

步距	横距	纵距 l_a (m)								
		0.3	0.6	0.9	1	1.2	1.3	1.5	1.8	2
0.6	0.3	0.09	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
	0.6	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.18	0.19
	0.9	0.12	0.13	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
	1.2	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.21	0.22
	1.5	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23
	1.8	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	0.24	0.25
	2	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.25	0.26
0.9	0.3	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.13	0.13
	0.6	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15
	0.9	0.09	0.10	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16
	1	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16
	1.2	0.10	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17
	1.3	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.15	0.17	0.17
	1.5	0.11	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18
	1.8	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.17	0.19	0.19
2	0.13	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.20	
1.2	0.3	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11
	0.6	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12
	0.9	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14
	1	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14
	1.2	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15
	1.3	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15
	1.5	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16
	1.8	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17

	2	0.11	0.12	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.17
1.5	0.3	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10
	0.6	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11
	0.9	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12
	1	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13
	1.2	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13
	1.3	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14
	1.5	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.14
	1.8	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.15
	2	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16
1.8	0.3	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10
	0.6	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10
	0.9	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11
	1	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12
	1.2	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12
	1.3	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13
	1.5	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13
	1.8	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14
	2	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15

注：Φ48.0mm×1.3mm 钢管。表内中间值可按线性插入计算。

A.0.3 常用构配件与材料、人员的自重，可按表 A.0.3 取用。

表 A.0.3 常用构配件与材料、人员的自重

名称	单位	自重	备注
扣件：直角扣件	N/个	13.2	—
旋转扣件		14.6	
对接扣件		18.4	
人	N	800~850	—

灰浆车、砖车	kN/辆	2.04~2.50	—
普通砖 240mm×115mm×53mm	kN/m ³	18~19	684 块/m ³ , 湿
灰砂砖	kN/m ³	18	砂:石灰=92:8
瓷面砖 150mm×150mm×8mm	kN/m ³	17.8	5556 块/m ³
陶瓷锦砖(马赛克) $\delta = 5\text{mm}$	kN/m ³	0.12	—
石灰砂浆、混合砂浆	kN/m ³	17	—
水泥砂浆	kN/m ³	20	—
素混凝土	kN/m ³	22~24	—
泡沫混凝土	kN/m ³	4~6	—

A.0.4 敞开式单排、双排、满堂脚手架与满堂支撑架的挡风系数 φ 值，可按表 A.0.4 取用。

表 A.0.4 敞开式单排、双排、满堂脚手架与满堂支撑架的挡风系数 φ 值

步距 (m)	纵距 (m)										
	0.4	0.6	0.75	0.9	1.0	1.2	1.3	1.35	1.5	1.8	2.0
0.6	0.260	0.212	0.193	0.180	0.173	0.164	0.160	0.158	0.154	0.148	0.144
0.75	0.241	0.192	0.173	0.161	0.154	0.144	0.141	0.139	0.135	0.128	0.125
0.90	0.228	0.180	0.161	0.148	0.141	0.132	0.128	0.126	0.122	0.115	0.112
1.05	0.219	0.171	0.151	0.138	0.132	0.122	0.119	0.117	0.113	0.106	0.103
1.20	0.212	0.164	0.144	0.132	0.125	0.115	0.112	0.110	0.106	0.099	0.096

1.35	0.207	0.158	0.139	0.126	0.120	0.110	0.106	0.105	0.100	0.094	0.091
1.50	0.202	0.154	0.135	0.122	0.115	0.106	0.102	0.100	0.096	0.090	0.086
1.6	0.200	0.152	0.132	0.119	0.113	0.103	0.100	0.098	0.094	0.087	0.084
1.80	0.1959	0.148	0.128	0.115	0.109	0.099	0.096	0.094	0.090	0.083	0.080
2.0	0.1927	0.144	0.125	0.112	0.106	0.096	0.092	0.091	0.086	0.080	0.077

注：Φ48mm×1.3mm 钢管。

A.0.5 轴心受压构件的稳定系数 φ (HFS1350 钢) 应符合表 A.0.5 的规定。

表 A.0.5 轴心受压构件的稳定系数 φ (HFS1350 钢)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.995	0.992	0.989	0.987	0.984	0.981	0.979	0.976
10	0.974	0.971	0.968	0.966	0.963	0.960	0.958	0.955	0.952	0.949
20	0.947	0.944	0.941	0.938	0.936	0.933	0.930	0.927	0.924	0.921
30	0.918	0.915	0.912	0.909	0.906	0.903	0.899	0.896	0.893	0.889
40	0.886	0.882	0.879	0.875	0.872	0.868	0.864	0.861	0.858	0.855
50	0.852	0.849	0.846	0.843	0.839	0.836	0.832	0.829	0.825	0.822
60	0.818	0.814	0.810	0.806	0.802	0.797	0.793	0.789	0.784	0.779
70	0.775	0.770	0.765	0.760	0.755	0.750	0.744	0.739	0.733	0.728
80	0.722	0.716	0.710	0.704	0.698	0.692	0.686	0.680	0.673	0.667
90	0.661	0.654	0.648	0.641	0.634	0.626	0.618	0.611	0.603	0.595
100	0.588	0.580	0.573	0.566	0.558	0.551	0.544	0.537	0.530	0.523

110	0.516	0.509	0.502	0.496	0.489	0.483	0.476	0.470	0.464	0.458
120	0.452	0.446	0.440	0.434	0.428	0.423	0.417	0.412	0.406	0.401
130	0.396	0.391	0.386	0.381	0.376	0.371	0.367	0.362	0.357	0.353
140	0.349	0.344	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	0.277
160	0.274	0.271	0.268	0.265	0.262	0.259	0.256	0.253	0.251	0.248
170	0.245	0.243	0.240	0.237	0.235	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223
180	0.220	0.218	0.216	0.214	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201
190	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.189	0.188	0.186	0.184	0.182
200	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.171	0.169	0.167	0.166
210	0.164	0.163	0.161	0.160	0.159	0.157	0.156	0.154	0.153	0.152
220	0.150	0.149	0.148	0.146	0.145	0.144	0.143	0.141	0.140	0.139
230	0.138	0.137	0.136	0.135	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
240	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118
250	0.117	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：当 $\lambda > 250$ 时， $\phi = \frac{7320}{\lambda^2}$ 。

附录 B 钢管截面几何特性

B.0.1 脚手架钢管截面几何特性应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 钢管截面几何特性

外径 Φ, d	壁厚 t	截面 积 A (cm^2)	惯性矩 I (cm^4)	截面模 量 W (cm^3)	回转半 径 i (cm)	每米长 质量 (kg/m)
mm						
48 . 0	1.3	1.91	5 . 2	2.17	1 . 65	1.5
48 . 0	1.5	2.19	5.93	2.47	1.64	1.72

附录 C 满堂脚手架立杆计算长度系数 μ

表 C - 1 构造一节点满堂脚手架（作业）立杆计算长度系数

步距 (m)	高宽比不大于 2
1.8	1.98
1.5	2.208
1.2	2.627
0.9	3.324

注：1、步距两级之间计算长度系数按线性插入值；

2、满堂脚手架高宽比大于 2 且不大于 3 时，应采用设置连墙件与建筑结构拉结措施，且应符合本标准 6.8.7 条规定，或立杆的稳定性计算时，对承载力乘以 0.85 折减系数。

3、 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}\leq$ 立杆间距 $\leq 0.9\text{m}\times 0.9\text{m}$ ，最少跨数不应小于5；
立杆间距 $> 0.9\text{m}\times 0.9\text{m}$ ，最少跨数不应小于4，立杆纵距与横距不同时，
按较小间距对应跨数（较大值）取值。

表 C -2 构造二节点满堂脚手架（用于支撑系统）的单杆计算长度系数

步距 (m)	高宽比不大于 2
1.8	1.804
1.5	2.027
1.2	2.387
0.9	2.987
0.6	4.24

注：1、同表 C -1 注

2、 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m} <$ 立杆间距 $\leq 0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ ，最少跨数不宜小于7，立杆间距 $\leq 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，最少跨数不应小于8。立杆纵距与横距不同时，按较小间距对应跨数（较大值）取值。

表 C -3 构造三节点满堂脚手架（用于支撑系统）单杆计算长度系数

步距 (m)	高宽比不大于 2
1.8	1.636
1.5	1.835
1.2	2.147
0.9	2.684
0.6	3.813

注：同表 C -2 注

附录 D 满堂支撑架立杆计算长度系数 μ

表 D-1 满堂支撑架（剪刀撑设置普通型）立杆计算长度系数 μ_1

步 距 (m)	立杆间距 (m)											
	1.2×1.2		1.0×1.0		0.9×0.9		0.75×0.75		0.6×0.6		≤0.4×0.4	
	高宽比不 大于 2		高宽比 不大于 2		高宽比 不大于 2		高宽比 不大于 2		高宽比 不大于 2		高宽比 不大于 2	
	最少跨数 4		最少跨数 4		最少跨数 5		最少跨数 5		最少跨数 5		最少跨数 8	
	a=0. 5 (m)	a=0. 2 (m)	a=0. 5 (m)	a=0. 2 (m)	a=0. 5 (m)	a=0. 2 (m)	a=0. 5 (m)	a=0. 2 (m)	a=0. 5 (m)	a=0. 2 (m)	a=0. 5 (m)	a=0. 2 (m)
1.8	1.165	1.432	1.165	1.432	1.131	1.388	1.131	1.388	1.131	1.388	1.131	1.388
1.5	1.298	1.649	1.241	1.574	1.215	1.540	1.215	1.540	1.215	1.540	1.215	1.540
1.2	1.403	1.869	1.352	1.799	1.301	1.719	1.257	1.669	1.257	1.669	1.257	1.669
0.9	1.532	2.153	1.532	2.153	1.473	2.066	1.422	2.005	1.422	2.005	1.422	2.005
0.6	1.699	2.622	1.699	2.622	1.699	2.622	1.629	2.526	1.629	2.526	1.629	2.526

注：1、步距两级之间计算长度系数按线性插入值；

2、立杆间距两级之间，纵向间距与横向间距不同时，计算长度系数按较大间距对应的计算长度系数取值。立杆间距两级之间值，计算长度系数取两级对应的较大的 μ 值。要求步距、高宽比相同。

3、立杆间距 0.9×0.6 m 计算长度系数，同立杆间距 0.75×0.75 m 计算长度系数，高宽比不变，最小宽度 4.2m。

4、高宽比大于 2 且不大于 3 时应按本标准 6.9.7 条执行，或立杆的稳定性计算时，对承载力乘以 0.85 折减系数。

步距 (m)	立杆间距 (m)											
	1.2×1.2		1.0×1.0		0.9×0.9		0.75×0.75		0.6×0.6		≤0.4×0.4	
	高宽比不大于 2		高宽比不大于 2		高宽比不大于 2		高宽比不大于 2		高宽比不大于 2		高宽比不大于 2	
	最少跨数 4		最少跨数 4		最少跨数 5		最少跨数 5		最少跨数 5		最少跨数 8	
	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)
1.8	1.099	1.355	1.059	1.305	1.031	1.269	1.031	1.269	1.031	1.269	1.031	1.269
1.5	1.174	1.494	1.123	1.427	1.091	1.386	1.091	1.386	1.091	1.386	1.091	1.386
1.2	1.269	1.685	1.233	1.636	1.204	1.596	1.168	1.546	1.168	1.546	1.168	1.546
0.9	1.377	1.940	1.377	1.940	1.352	1.903	1.285	1.806	1.285	1.806	1.285	1.806
0.6	1.556	2.395	1.556	2.395	1.556	2.395	1.477	2.284	1.477	2.284	1.477	2.284

表 D-2 满堂支撑架（剪刀撑设置加强型）立杆计算长度系数 μ_1

注：同表 D-1 注。

表 D-3 满堂支撑架（剪刀撑设置普通型）立杆计算长度系数 μ_2

步距	立杆间距					
	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9	0.75×0.75	0.6×0.6	≤0.4×0.4
	高宽比 不大于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不 大于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不 大于 2
	最少跨	最少跨数 4	最少跨数	最少跨数 5	最少跨数 5	最少跨数

	数 4		5			8
1.8	1.750	1.750	1.697	1.697	1.697	1.697
1.5	2.089	1.993	1.951	1.951	1.951	1.951
1.2	2.492	2.399	2.292	2.225	2.225	2.225
0.9	3.109	3.109	2.985	2.896	2.896	2.896
0.6	4.371	4.371	4.371	4.211	4.211	4.211

注：同表 D-1 注。

表 D -4 满堂支撑架（剪刀撑设置加强型）立杆计算长度系数 μ_2

	立杆间距					
	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9	0.75×0.75	0.6×0.6	≤0.4×0.4
步距	高宽比不 大于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不大 于 2	高宽比不 大于 2
	最少跨数 4	最少跨数 4	最少跨数 5	最少跨数 5	最少跨数 5	最少跨数 8
	1.8	1.656	1.595	1.551	1.551	1.551
1.5	1.893	1.808	1.755	1.755	1.755	1.755

1.2	2.247	2.181	2.128	2.062	2.062	2.062
0.9	2.802	2.802	2.749	2.608	2.608	2.608
0.6	3.991	3.991	3.991	3.806	3.806	3.806

注：同表 D-1 注。

附录 E 检查验收表

表 E-1 主要构配件检查验收表

项目	要求	抽检数量	检查方法
钢管	应有产品质量合格证、质量检验报告	750 根为一批，每批抽取 1 根	检查资料
	钢管的内外表面应光滑，不允许有折叠、裂纹、分层、搭焊、断弧、烧穿及其他修磨后深度超过壁厚下偏差的缺陷。这些缺陷应完全清除，清除处的剩余厚度应不小于壁厚偏差所允许的最小值。允许有深度不超过壁厚下偏差的其他局部缺陷存在	全数	目测 游标卡尺测量
钢管外径及壁厚	外径 48.0mm，允许偏差 ± 0.7 mm； 壁厚 1.30 mm，允许偏差 ± 0.05 ，最小壁厚	3%	游标卡尺测量

厚	1.25mm		
扣件	应有生产许可证、质量检测报告、产品质量合格证、复试报告	《钢管脚手架扣件》规定	检查资料
	不允许有裂缝、变形、螺栓滑丝；扣件与钢管接触部位不应有氧化皮；活动部位应能灵活转动，旋转扣件两旋转面间隙应小于 1 mm；扣件表面应进行防锈处理	全数	目测
扣件螺栓拧紧扭力矩	扣件螺栓拧紧扭力矩值不应小于 40N·m，且不应大于 65 N·m。	按 8.2.5 条	扭力扳手
可调托撑	可调托撑抗压承载力设计值不应小于 40 kN。应有产品质量合格证、质量检验报告	3‰	检查资料
	可调托撑螺杆外径不得小于 36mm，可调托撑螺杆与螺母旋合长度不得少于 5 扣，螺母厚度不小于 30 mm。插入立杆内的长度不得小于 150mm。支托板厚不小于 5 mm，变形不大于 1 mm。螺杆与支托板焊接要牢固，焊缝高度不小于 6 mm，支托板宜设置加劲板	3%	游标卡尺、钢板尺测量
	支托板、螺母有裂缝的严禁使用	全数	目测
脚手板	新冲压钢脚手板应有产品质量合格证		检查资料
	冲压钢脚手板板面挠曲 ≤ 12 mm (≤ 4 m) 或 ≤ 16 mm (> 4 m)；板面扭曲 ≤ 5 mm (任一角翘起)	3%	钢板尺

	不得有裂纹、开焊与硬弯；新、旧脚手板均应涂防锈漆	全数	目测
	木脚手板材质应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB50005 中 II _a 级材质的规定。扭曲变形、劈裂、腐朽的脚手板不得使用	全数	目测
	木脚手板的宽度不宜小于 200mm，厚度不应小于 50mm； 板厚允许偏差 -2 mm	3%	钢板尺
	竹脚手板宜采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板、竹笆板	全数	目测
	竹串片脚手板宜采用螺栓将并列的竹片串连而成。螺栓直径宜为 3 mm~10 mm，螺栓间距宜为 500 mm~600 mm，螺栓离板端宜为 200 mm~250 mm，板宽 250 mm，板长 2000 mm、2500 mm、3000 mm	3%	钢板尺

表 E-2 地基基础检查验收表

序号	检查项目	质量要求	抽检数量	检查方法
1	地基处理、承载力	符合方案设计要求	每 100m ² 不少于 3 个点	触探
2	地基顶面平整度	20mm	每 100m ² 不少于 3 个点	2m 直尺
3	垫板铺设	土层地基上的立杆应设置垫板，垫板长度	全数	目测

		不少于 2 跨，并符合 方案设计要求		
4	垫板尺寸	垫板厚度不小于 50mm，宽度不小于 200mm，并符合方案 设计要求	不少于 3 处	游标卡 尺、钢板 尺
5	底座设置情 况	符合方案设计要求	全数	目测
6	立杆与基础 的接触紧密 度	立杆与基础间应无松 动、悬空现象	全数	目测
7	排水设施	完善，并符合方案设 计要求	全数	目测
8	施工记录、 试验资料	完整	全数	查阅记录

表 E-3 脚手架架体检查验收表

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
1	可调底座	垂直度	$\pm 5\text{mm}$	全部	经纬仪或吊线和卷尺
		插入立杆长度	$\geq 150\text{mm}$		钢板尺
2	支撑架可调托撑	螺杆垂直度	$\pm 5\text{mm}$	全部	经纬仪或吊线和卷尺
		插入立杆长度	$\geq 150\text{mm}$		钢板尺
3	扣件节点	扣件螺栓拧紧扭力矩	40~65 $\text{N}\cdot\text{m}$	按8.2.5条	扭力板手
4	立杆	间距	符合方案设计要求	全部	目测、钢板尺
		接头	除顶层栏杆立杆外，其余各层各步接头必须采用对接扣件连接 相邻立杆接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离 $\geq 500\text{mm}$ ；接头中心至主节点的距离 $\leq 1/3$ 步距	全部	目测

		支撑架立杆伸出顶层水平杆长度	符合方案设计要求，且 $\leq 500\text{mm}$	全部	钢板尺
5	水平杆	设置、完整性	符合方案设计要求； 纵、横向贯通，不缺失	全部	目测
		步距	符合方案设计要求	全部	目测
		接头	两根相邻水平杆的接头不应设置在同步或同跨内；接头错开距离 $\geq 500\text{mm}$ ；各接头中心至最近主节点的距离 $\leq 1/3$ 纵距	全部	目测 钢板尺
		水平高差	表 8.2.4 第 6 项	全部	水平仪 或水平尺
		扫地杆距离地面高度	符合方案设计要求，且 $\leq 200\text{mm}$	全部	钢板尺

续表 E-3

序号	检查项目	质量要求	抽检数量	检查方法
----	------	------	------	------

6	剪刀撑、横向斜撑	斜撑杆位置和间距		符合方案设计要求	全部	目测
		剪刀撑	间距、跨度	符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺
			与地面夹角	45°~60°	全部	目测、钢板尺
			搭接长度及扣件数量	搭接长度 $\geq 1\text{m}$ ，搭接扣件不少于2个	全部	目测、钢板尺
			与立杆（水平杆）扣接情况	每步扣接，与节点距 $\leq 150\text{mm}$	全部	目测、钢板尺
7	单、双排脚手架与型钢悬挑脚手架连墙件的竖向和水平间距	符合方案设计要求，且不得超过3步3跨	全部	目测、钢卷尺		
8	满堂架、支撑架与既有建筑结构连接点的竖向和水平间距	符合方案设计要求，6.8.8条	全部	目测、钢卷尺		
9	满堂架、支撑架高宽比	符合方案设计要求，且 ≤ 3	全部	目测		
9	架体全高垂直度	表8.2.4第2、第3项	每段内外立面均不少于4根立杆	经纬仪或吊线和卷尺		

10	满堂脚手架施工层节点设置、水平杆设置		符合方案设计要求，标准 6.8.1	全部	目测
	型钢悬挑脚手架高度、型钢悬挑梁设置		符合方案设计要求；钢梁截面高度 $\geq 160\text{mm}$ ；锚固型钢悬挑梁 U 型钢筋拉环或锚固螺栓直 $\geq 16\text{mm}$ ；固定段长度 ≥ 1.25 倍悬挑段长度	全部	目测
	锚固型钢的主体结构混凝土强度等级		不得低于 C20	符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》	符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》，混凝土试件的试验报告
10	门洞	单、双排脚手架门洞结构	符合方案设计要求，6.5.1 条	全部	目测、钢卷尺
		支撑架门洞结构（立杆间距、横梁及分配梁型号、间距、扩大基础尺寸等）	符合方案设计要求及相关标准	全部	目测、钢卷尺

表 E-4 安全防护设施检查验收表

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
1	作业层、作业平台	宽度	符合方案设计要求	全部	钢板尺
		脚手板材质、规格和安装	符合方案设计要求，铺满、铺稳、铺实	全部	目测、钢板尺
		挡脚板位置和安装	立杆内侧、牢固，高度 $\geq 180\text{mm}$	全部	目测、钢板尺
		安全网	外侧安全网牢固、连续，阻燃产品	全部	目测
		防护栏杆高度	立杆内侧、离地高度分别为 0.6m、1.2m	全部	目测、钢板尺
		层间防护	脚手板下采用安全平网兜底，水平网竖向间距 $\leq 10\text{m}$ ；脚手板离墙面的距离 $\leq 150\text{mm}$ ；	全部	目测、钢卷尺
2	梯道、坡道	斜道型式	符合方案设计要求，6.7.1 条	全部	目测
		宽度	运料斜道宽度 $\geq 1.5\text{m}$ ； 人行斜道宽度 $\geq 1\text{m}$ ；	全部	钢板尺

			拐弯平台宽度 \geq 斜道宽度		
		坡度	运料斜道坡度 \geq 1:6; 人行斜道坡度 \geq 1:3	全部	钢板尺
		坡道防滑装置	符合方案设计要求,并完善、有效	全部	目测
		转角平台脚手板材质、规格和安装	符合方案设计要求,铺满、铺稳、铺实	全部	目测
		安全网	牢固、连续, 阻燃产品	全部	目测
		通道、转角平台防护栏杆高度	立杆内侧、离地高度分别为 0.6m、1.2m	全部	目测、钢板尺
3	支撑架门洞安全防护	车行通道	符合方案设计要求,并完善、有效	全部	目测
		顶部封闭、两侧防护栏杆及安全网	符合方案设计要求,并完善、有效	全部	目测

附录 F 施工验收记录

表 F 脚手架施工验收记录表

项目名称				架体类型			
搭设部位		搭设高度		搭设跨度		施工荷载	
检查与验收情况记录							
序号	检查项目	检查内容及要求				实际情况	符合性
1	专项施工方案	搭设前应编制专项施工方案，进行架体结构布置和计算，专项施工方案应经审核、批准					
2	构配件	进场的主要构配件应有产品质量合格证、产品性能检验报告，构配件观感质量、规格尺寸应按规定的抽检数量进行抽检					
3	地基基础	地基处理和承载力应符合方案设计要求，地基应坚实、平整；垫板的尺寸及铺设方式应符合方案设计要求；立杆与基础应接触紧密；地基排水设施应完善，并符合方案设计要求，排水应畅通；施工记录和试验资料应完整					
4	架体搭设	立杆纵、横间距及水平杆步距应符合方案设计要求；架体垂直度应符合本标准					

		要求；水平杆应纵、横向贯通，不得缺失		
5	杆件连接	扣件螺栓拧紧扭力矩值 $40\text{N}\cdot\text{m}\sim 65\text{N}\cdot\text{m}$ ；立杆接头采用对接，相邻立杆接头不应设置在同步内；两根相邻水平杆的接头不应设置在同步或同跨内		
6	架体构造	扫地杆离地间距、立杆伸出顶层水平杆长度（支撑架）、剪刀撑、横向斜撑设置位置和间距、连墙件（单、双排脚手架）或架体与既有建筑结构连接点（满堂架、支撑架）的竖向和水平间距应符合方案设计和本标准要求；满堂脚手架施工层节点设置、水平杆设置应符合方案设计和本标准要求；型钢悬挑脚手架高度、型钢悬挑梁设置应符合方案设计和本标准要求；		
7	可调托撑与底座	螺杆垂直度、插入立杆长度应符合本标准要求		
8	安全防护设施	应按方案设计和标准要求设置作业层脚手板、挡脚板、安全网、防护栏杆和专用梯道或坡道；门洞设置应符合方案设计和标准要求		
施工单位 检查结论		结论： 年 月 日	检查日期：	

	检查人员： _____ 项目技术负责人： _____ 项目 经理： _____
监理单位 验收结论	结论： _____ 验收日期： 年 月 日 专业监理工程师： _____ 总监理工程师： _____

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

条文说明

建筑施工扣件式超高强薄壁钢管脚手架
安全技术规范（试行）

Safety Technology Code for Super High Strength Thin Steel Pipe
Hand scaffolding in the construction Industry

2020年12月5日 发布

2020年12月5日施行

浙江省经济与管理研究会

浙江省建筑信息模型（BIM）服务中心

联合发布

1 总则

1.0.1 本条是扣件式超高强度薄壁钢管脚手架设计、施工时必须遵循的原则。

1.0.2 本条明确指出本标准适用范围，通过大量足尺满堂脚手架整体稳定试验，对满堂脚手架部分增加较多内容，提出了构造一节点满堂脚手架（应用于作业架）、构造二节点满堂脚手架（应用支撑系统）、构造三节点满堂脚手架（应用支撑系统）有关内容。

1.0.3 这是针对施工现场脚手架设计与施工中存在的问题而作的规定，旨在确保脚手架工程做到经济合理、安全可靠，最大限度地防止伤亡事故的发生。应当注意，施工、监理审核方案时，对专项方案的设计计算内容必须认真审核。设计计算条件与脚手架实际工况条件应符合。

1.0.4 关于引用标准的说明：

本标准扣件式超高强度薄壁钢管脚手架使用的钢管是焊接钢管，属冷弯薄壁型钢材，其材料设计强度 f 值与轴心受压构件的稳定系数 φ 值，应引用现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018。

2 术语和符号

2.2 术语和符号

1 本节术语所述脚手架各杆件的位置，示于图 1。

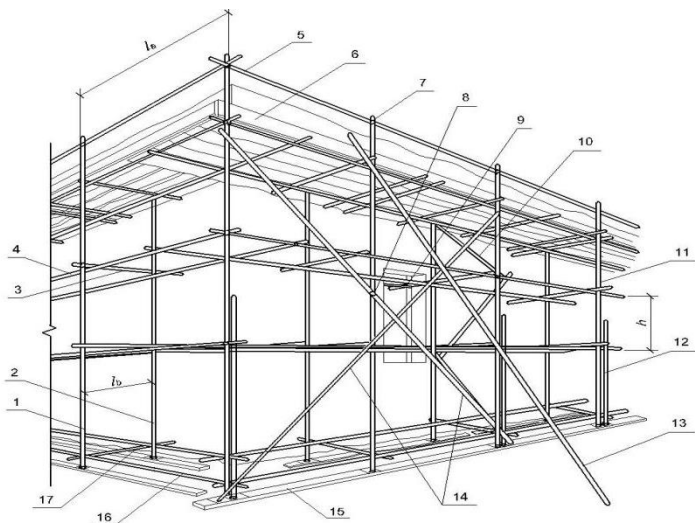


图 1 双排扣件式钢管脚手架各杆件位置

1—外立杆；2—内立杆；3—横向水平杆；4—纵向水平杆；5—栏杆；6—挡脚板；7—直角扣件；8—旋转扣件；9—连墙杆；10—横向斜撑；11—主立杆；12—副立杆；13—抛撑；14—剪刀撑；15—垫板；16—纵向扫地杆；17—横向扫地杆

2、本标准 2.1.6 条说明，根据工程实际，通过大量足尺满堂脚手架整体稳定试验，根据满堂脚手架施工层荷载通过水平杆传递给立杆特点，节点设置采用不同方法。对满堂脚手架进行分类，即：提出了构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架的概念，使现场可以根据不同工况使用满堂脚手架，见本标准 6.8.1 条。

2、本标准的符号采用现行国家标准《工程结构设计基本术语和通用符号》GB/T 50 132 的规定。

3 构 配 件

3.1 钢 管

3.1.1 本条规定的说明:

由于我国钢材产业特别是高端钢材的发展滞后，几十年来我国一直沿用但是国外引进的扣件式钢管脚手架；盘扣式钢管脚手架；轮扣式钢管脚手架；门式脚手架等体系。并且在整个行业都在争论不休，一直要推广那种形式这种形式。对于仅仅对结构形式的的改变而忽略材质的要求是无法解决更高的安全节能要求的。对于脚手架最主要的钢管却一直没有进行认真研究，都在使用 Q235、Q355 标准的低强度的钢材。由于钢材强度低，为保证建筑施工的安全，不得不用提高钢管壁厚，提高钢管整体重量来提高钢管的整体承受能力。但恰恰又是钢管本身的重量却严重影响建筑施工人的施工安全及工程安全。特别是外墙脚手架，钢管几乎都是需要承受钢管自重来保证整个架子的安全。强度低，自重重，需要强度高自重又更重，这样成了一个不可调和的矛盾。同时钢管壁厚增加，带来了另外一个弊端，平方用钢量大大提高。根据市场调查，1 万平方米建筑按国家标准用材需要约 130 吨-260 吨钢管作为周转材料，即使按照不符合国家标准（钢管的壁厚比国家标准要求的减少 1/3）也需要配备大约 100-200 吨作为必备的周转材料。而且使用这样的材料施工效率低，建筑工人劳动强度大，企业生产成本低，行业效能低。

针对以上发着公司研发新一代超强架管，屈服强度可达 1000 兆帕以上抗拉强度可达 1350 兆帕以上，断后伸长率大于等于 5%，经过有限元分析和实际使用结果表明，该钢管在壁厚 1,3mm 时，整管抗压能力大于规范要求的 1 倍，大于现在市场通用产品的 1,5 倍，抗弯大于规范要求指标 1,2 倍，大于市场通用壁厚 2,7mm 钢管的 1,5 倍，整体重量是现有传统产品的 1/3，市场通用壁厚 2,7mm 钢管的 1/2，该产品既可以作为扣件式脚手架使用也可以作为盘扣式脚手架的材料使用，在使用成本下降的同时施工安全和工程安全的系数都大大提高，

扣件式钢管脚手架是建筑施工中的重要支护体系之一，我国现行体系基本都采用强度级别低的 Q235 钢管，每支 6 米长的钢管重量将近 20

公斤以上，由此导致架子搭建施工重量大，施工安全系数低，低效率，高成本。极大程度增加了施工人员的施工强度及施工危险系数，同时也增加了工程本身的危险系数。同时，在实际施工过程中，由于钢管太重无法施工，我国 90%的工地实际使用的都没有按照规范 JGJ130-2011 要求，施工单位基本为了应付检查，采用一小节国标 3.25 厚的钢管送检得到检测报告送建设监督部门备案通过监督，而实际现场使用的钢管脚手架钢管与规范严重不符，造成了严重的安全隐患，更有甚者直接购买检测部门盖章的虚假检测报告糊弄建设监管部门，而监管部门基本不做现场抽检，造成了不出安全事故大家都没事，出事故了往往拿几个工程队顶责，造成了整个行业有规范却不依也无法依这一尴尬局面，在整个建筑施工行业埋下了极大的安全管理漏洞和施工隐患，严重危害着人民群众生命财产安全。

经过多个工程实践及有关有限元数据分析证明，Q/FZKJ004-2020 HFS1350 高强度直缝焊接钢管能满足一般的扣件式脚手架使用需求，直接成本低于传统脚手架 Q235 钢管，尤其施工成本更加低于传统钢管的应用。经济上更为合理，安全系数更加提高，环保节能节材等社会效益更为提高。特殊工程脚手架可以根据工程需要确定采用其他体系脚手架。

3.2 扣件

3.2.1 根据现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831 规定：扣件铸件的材料采用可锻铸铁或铸钢。扣件按结构形式分直角扣件、旋转扣件、对接扣件，直角扣件是用于垂直交叉杆件间连接的扣件；旋转扣件是用于平行或斜交杆件间连接的扣件；对接扣件是用于杆件对接连接的扣件。

现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831 规定：本标准适用于建筑工程中钢管公称外径为 48.3mm 的脚手架、井架、模板支撑等使用的由可锻铸铁或铸钢制造的扣件，也适用于市政、水利、化工、冶金、煤炭和船舶等工程使用的扣件。

3.2.2 本条的规定旨在确保质量，因为我国各生产厂的扣件螺栓所采用的材质差异较大。检查表明，当螺栓扭力矩达 70N·m 时，大部分螺栓已滑丝不能使用。螺栓、垫圈为扣件的紧固件，在螺栓拧紧扭力矩达

65N·m 时，扣件本体、螺栓、垫圈均不得发生破坏。

3.3 脚手板

3.3.1 本条规定旨在便于现场搬运和使用安全。

3.4 可调托撑

3.4.1、3.4.2 对可调托撑的规定是由可调托撑破坏试验确定的。

可调托撑是满堂支撑架直接传递荷载的主要构件，大量可调托撑试验证明：可调托撑支托板截面尺寸、支托板弯曲变形程度、螺杆与支托板焊接质量、螺杆外径等影响可调托撑的临界荷载，最终影响满堂支撑架临界荷载。

可调托撑抗压性能试验（图 2）：可调托撑构造图见（图 3）

以匀速加荷。当 F 为 50kN 时，可调托撑不得破坏。下面为试验简图（图 2）

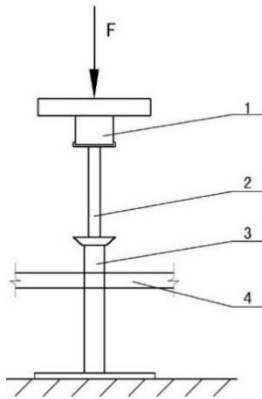


图 2 可调托撑试验简图

1、主梁 2、可调托撑 3、钢管制底座 4、钢管

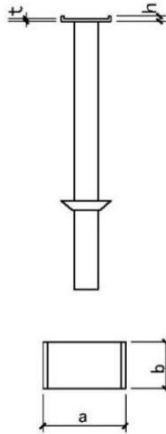


图3 可调托撑构造图

t ——支托板厚度； h ——支托板侧翼高； a ——支托板侧翼外皮距离； b ——支托板长

3.4.3 可调托撑抗压性能试验结论，支托板厚度 t 为 5.0mm，破坏荷载不小于 50kN，50kN 除以系数 1.25 为 40 kN。定为可调托撑抗压承载力设计值，保证可调托撑不发生破坏。

3.5 悬挑脚手架用型钢

3.5.1 悬挑脚手架用型钢的材质可以使用碳素结构钢或低合金高强度结构钢，必须符合国家相关标准的规定。

3.6 脚手架用钢丝绳

3.6.1 脚手架所用钢丝绳应符合现行国家相关标准的规定。

4 荷 载

4.1 荷载分类

4.1.1~4.1.7

1 4.1.1 条采用的永久荷载(恒荷载)和可变荷载(活荷载)分类是根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 确定的。

2 脚手板、安全网、栏杆等划为永久荷载，是因为这些构、配件的设置虽然随施工进度变化，但对用途确定的脚手架来说，它们的重量、数量也是确定的。

建筑材料及堆放物含钢筋、模板、混凝土、钢结构件等，将其划分为永久荷载，是因为其荷载在架体上的位置和数量是相对固定的。

3 对于钢结构安装支撑脚手架及其他非模板支架，支脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重按实际计算，如在钢结构安装过程中，存在大型重载钢构件及分配梁。

4 可变荷载分为施工荷载、风荷载、其他可变荷载。其中施工荷载：对于作业脚手架，包括作业层上的人员、器具和材料等的自重；对于模板支撑架包括：施工作业人员、施工设备的自重和浇筑及振捣混凝土时产生的荷载，以及超过浇筑构件厚度的混凝土料堆放荷载；对于钢结构安装支撑脚手架及其他非模板支架，包括：施工作业人员、施工设备等的自重；如果考虑大型设备要按实际计算荷载。

其他可变荷载是指除施工荷载、风荷载以外的其他所有可变荷载，包括架体上移动的机具荷载（或按施工荷载考虑：按实际计算的设备荷载）、振动荷载、冲击荷载等，振动荷载、冲击荷载使用要求，脚手架按必须正常搭设和正常使用条件下（见标准 5.1.10 条规定），架体能够承受

的荷载，应根据实际情确定，由混凝土施工产生震动与冲击荷载也可并入施工荷载考虑。支撑架综合安全系数大于 2.2 考虑了施工不确定因素。

荷载效应组合中，不考虑偶然荷载，这是因为脚手架严格禁止有撞击力等作用于架体；脚手架的设计中也不考虑地震作用的影响，但应根据实际情况考虑可能存在的其他外部作用。

5 模板支撑架上超过浇筑构件厚度的混凝土料堆的自重因其位置和数值不固定，变异性大，因此该部分荷载应作为施工荷载考虑；

6 在进行架体设计时，应根据施工要求，在架体专项施工方案中明确规定构配件的设置数量，并且在施工过程中不能随意增加。

7 满堂脚手架细分为：构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架；构造一节点脚手架用于作业的手脚手架，按作业脚手架进行荷载分类。构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架也可用于支撑系统，按支撑系统（或支撑架）分类。

4.2 荷载标准值

4.2.1 对脚手架恒荷载的取值，说明如下：

1 对附录 A 表 A.0.1 的说明

立杆承受的每米结构自重标准值的计算条件如下：

1) 构配件取值：

每个扣件自重是按抽样 408 个的平均值加两倍标准差求得：

直角扣件：按每个主节点处二个，每个自重：13.2N；

旋转扣件：按剪刀撑每个扣接点一个，每个自重：14.6N；

对接扣件：按每 6.5m 长的钢管一个，每个自重：18.4N；

横向水平杆每个主节点一根，取 2.2m 长；

钢管尺寸： $\phi 48\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ ，每米自重：17.2N / m。

2) 计算图形见图 4。

由于单排脚手架立杆的构造与双排的外立杆相同，故立杆承受的每米结构自重标准值可按双排的外立杆等值采用。

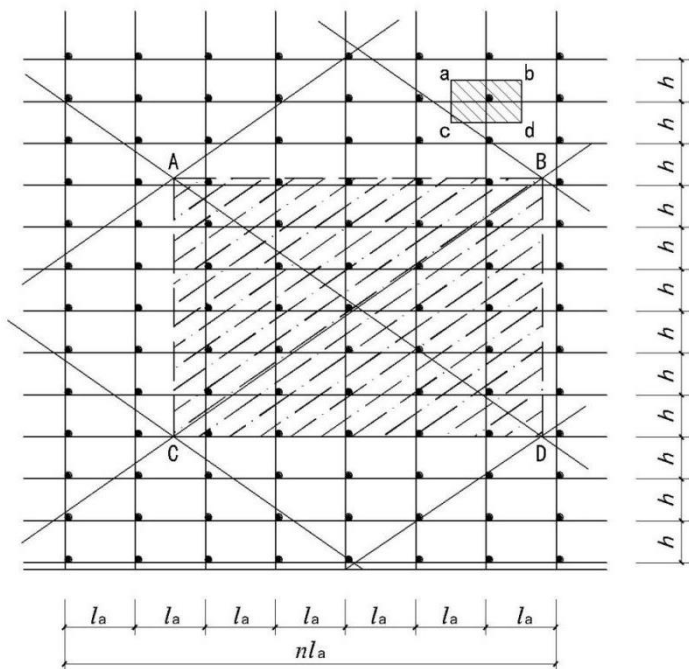


图 4 立杆承受的每米结构自重标准值计算图

为简化计算，双排脚手架立杆承受的每米结构自重标准值是采用内、外立杆的平均值。

由钢管外径或壁厚偏差引起钢管截面尺寸小于 $\phi 48\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ ，脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，也可按附录 A 表 A.0.1 取值计算，计算结果偏安全，步距、纵距中间值可按线性插入计算。

2 对附录 A 表 A.0.2 的说明，计算图形见图 5

按第六章满堂脚手架与满堂支撑架纵向剪刀撑、水平剪刀撑设置要求计算，一个计算单元（一个纵距、一个横距）计入纵向剪刀撑、水平剪刀撑。

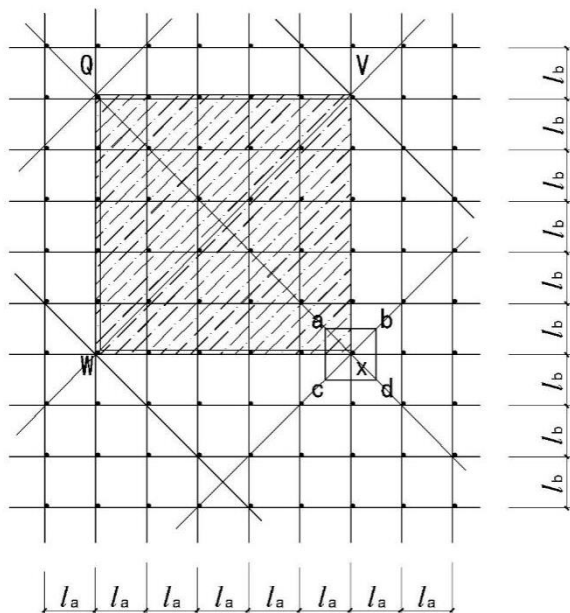


图 5 立杆承受的每米结构自重标准值计算图（平面图）

钢管截面尺寸小于 $\phi 48\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ ，脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，也可按附录 A 表 A.0.2 取值计算，计算结果偏安全，步距、纵距、横距中间值可按线性插入计算。

3 对表 4.2.1—1 的说明

脚手板的自重，按分别抽样 12—50 块的平均值加两倍标准差求得。

对表 4.2.1-2 的说明

根据本标准 7.3.12 条栏杆与挡脚板构造图，每米栏杆含两根短管，直角扣件按 2 个计，挡脚板挡板高按 0.18 米计。

栏杆、挡脚板自重标准值：

$$\text{栏杆、冲压钢脚手板挡板} \quad 0.3 \times 0.18 + 0.0172 \times 1 \times 2 + 0.0132 \times 2 = 0.1148 \text{ kN/m} = 0.12 \text{ kN/m}$$

$$\text{栏杆、竹串片脚手板挡板} \quad 0.35 \times 0.18 + 0.0172 \times 1 \times 2 + 0.0132 \times 2 = 0.1238 \text{ kN/m} = 0.12 \text{ kN/m}$$

栏杆、木脚手板挡板 $0.35 \times 0.18 + 0.0172 \times 1 \times 2 + 0.0132 \times 2 = 0.1238 \text{ kN/m} = 0.12 \text{ kN/m}$

如果每米栏杆与挡脚板与以上计算条件不同，按实际计算。

4 作业脚手架的外立面防护，应采用密目式安全立网，也可采用框式钢网片防护网或波纹型钢防护网；

(1) 框式钢网片防护网构造要求：每个网片均由不小于 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 的方钢管或 $L30 \times 3$ 角钢作边框及内斜撑杆焊接成的框架，外侧敷设 $0.6 \text{ mm} \sim 0.8 \text{ mm}$ 厚的冲孔金属板或钢丝直径不低于 2.5 mm 镀锌钢丝网而制成。

规格要求：单个网片边长不应大于 2.5 m ，单个网片的面积不应大于 5 m^2 ；

使用要求：

当网片与脚手架结构无法直接连接时，脚手架外立面应设置剪刀撑；2) 脚手架外立面设置了从底到上的框式钢网片防护网做外防护，当网片与脚手架立杆的连接销（螺栓）不小于 10，连接销与网片角部节点的距离不大于 200 mm 时，可代替脚手架外侧的剪刀撑；

(2) 波纹型钢防护网构造要求：每张防护网均由 $0.6 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ 厚的冲孔金属网片轧

制而成，通过连接件与脚手架的立杆、纵向水平杆或定型的脚手板连接；

规格要求：单个网片边长不应大于 2.5 m ，单个网片的面积不应大于 5 m^2 ；

使用要求：波纹型钢防护网只做外防护，平台外侧应设置剪刀撑或螺栓连接的定型斜撑杆；

5 对表 4.2.1-3 的说明

模板支撑架永久荷载标准值根据《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 规定给出。

6 对表 4.2.1-4 的说明

根据工程实际，考虑最不利荷载情况下的主梁、次梁及支撑板的实际布置进行计算；木质主梁根据立杆间距不同按截面 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \sim 160 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$ 考虑，木质次梁按截面 $50 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \sim 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 考虑，间距按 200 mm 计。支撑板按木脚手板荷载计。分别按不同立杆间距计算取较大值。型钢主梁按 $H100 \times 100 \times 6 \times 8$ 考虑、型钢次梁按 10 号工字钢考虑。木脚手板自重标准值取 0.35 kN/m^2 。型钢主梁、次梁及支撑板自重，超过以上值时，按实际计算。如大型钢构件的分配梁。

立杆间距，纵距×横距，即： $l_a \times l_b$ ，其中 l_a （或 l_b ） $> 0.75\text{m}$ ， l_b （或 l_a ） $\leq 0.75\text{m}$ ，主梁、次梁及支撑板自重标准值，取立杆纵距 l_a （或横距 l_b ）对应的荷载大值，如： $l_a \times l_b$ 为 $0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$ ，木质主梁、次梁及支撑板自重标准值取值 0.85 kN/m^2 。

4.2.2 本条规定的施工均布活荷载标准值，符合我国长期使用的实际情况，也与国外同类标准吻合。根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定，给出防护作业施工荷载标准值 $1.0 \text{ (kN/m}^2)$ 。

根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定，当在双排脚手架上同时有 2 个及以上操作层作业时，在同一个跨距内各操作层的施工均布荷载标准值总和不得超过 5 kN/m^2 调整为 4.0 kN/m^2 。

4.2.3 本条规定的施工均布活荷载标准值，符合我国长期使用的实际情况，符合《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 的规定。

4.2.4 本条与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

4.2.5 对风荷载的规定说明如下：

1 现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 规定的风荷载标准值中，还应乘以风振系数 β_z ，以考虑风压脉动对高层结构的影响。考虑到脚手架附着在主体结构上，故取 $\beta_z=1.0$ ；

2 脚手架使用期较短，一般为 2~5 年，遇到强劲风的概率相对要小得多；所以基本风压 w_0 值，按《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用，取重现期 $n=10$ 年对应的风压。

4.2.6 脚手架的风荷载体型系数 μ_s 主要按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定。

对附录 A 表 A.0.4 的说明：

敞开式单排、双排、满堂扣件式钢管脚手架与支撑脚手架的挡风系数是由下式计算确定：

$$\varphi = \frac{1.2A_n}{l_a \bullet h}$$

式中：1.2——节点面积增大系数；

A_n ——一步一纵距(跨)内钢管的总挡风面积

$A_n=(l_a+h+0.325l_a h)d$ ；

l_a ——立杆纵距(m)；

h ——步距(m);

0.325——脚手架立面每平米内剪刀撑的平均长度;

d ——钢管外径(m)。

4.2.7 密目式安全立网全封闭脚手架挡风系数 ϕ 可取不小于 0.8, 是根据密目式安全立网网目密度不小于 2000 目/100 cm² 计算而得。与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 规定一致。

4.3 荷载设计值

4.3.1、**4.3.2** 荷载分项系数规定根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定、《建筑结构荷载规范》GB50009 规定给出。

4.3.3 表 4.3.3 所规定的荷载分项系数取值是根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定确定的, 当作用效应对承载力不利时, 永久作用(荷载)系数取 1.3, 可变作用(荷载)分项系数取 1.5。表中同时给出了承载力极限状态和正常使用极限状态计算时的荷载分项系数。支撑架的抗倾覆计算中, 要区分永久荷载及可变荷载对抗倾覆有利和不利两种情况, 进行确定分项系数。

4.4 荷载效应组合

4.4.1 脚手架荷载的基本组合是根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定确定的。

对于结构物的设计而言, 当整个结构或结构的一部分超过某一特定状态, 而不能满足设计规定的某一功能要求时, 则称此特定的状态为结构对该功能的极限状态。根据设计中要求考虑的结构功能, 结构的极限状态在总体上分为两大类, 即承载能力极限状态和正常使用极限状态。对双排脚手架和支撑架而言, 承载能力极限状态一般以架体各组件的内力超过其承载能力或者架体出现倾覆为依据; 正常使用极限状态一般以架体结构或构件的变形(侧移、挠曲)超过设计允许的极限值或者架体结构杆件的长细比超过设计允许的极限值为依据。

对所考虑的极限状态, 在确定其荷载效应时, 应对所有可能同时出现的诸荷载作用效应加以组合, 以求得在结构中的总效应。这种组合可

以多种多样，因此，必须在所有可能组合中，取其中最不利的一组作为该极限状态的设计依据。

4.4.2 表 4.4.2 脚手架的安全等级的规定，根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定给出。

4.4.3 根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 规定给出。

4.4.4 脚手架荷载的基本组合是根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定确定的。根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定，脚手架按承载能力极限状态设计，应取荷载的基本组合进行荷载组合，而不考虑短暂作用、偶然作用、地震荷载作用组合，只要是按本标准的规定对荷载进行基本组合计算，脚手架结构是安全的。

1 对作业脚手架荷载基本组合的列出，其主要依据有以下几点：

1) 对于落地作业脚手架，主要是计算水平杆抗弯强度及连接强度、立杆稳定承载力、连墙件强度及稳定承载力、立杆地基承载力。理论分析和试验结果表明，当搭设架体的材料、构配件质量合格，结构和构造应符合脚手架相关的国家现行标准的规定，剪刀撑等加固杆件、连墙件按要求设置的情况下，上述计算内容满足安全承载要求，则架体也满足安全承载要求。

2) 水平杆件一般只进行抗弯强度和连接强度计算，可不组合风荷载。

3) 理论分析和试验结果表明，在连墙件正常设置的条件下，落地作业脚手架破坏均属于立杆稳定破坏，故只计算作业脚手架立杆稳定项目。

4) 连墙件荷载组合中除风荷载外，还包括附加水平力 N_0 ，这是考虑到连墙件除受风荷载作用外，还受到其他水平力作用，主要是两个方面：

①作业脚手架的荷载作用对于立杆来说是偏心的，在偏心力作用下，作业脚手架承受着倾覆力矩的作用，此倾覆力矩由连墙件的水平反力抵抗。

②连墙件是被用作减小架体立杆轴心受压构件自由长度的侧向支撑，承受支撑力。

综合以上两个因素，因精确计算以上两项水平力目前还难以做到，根据以往经验，标准中给出固定值 N_0 。

2 支撑脚手架、构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架荷

载基本组合的列出，考虑主以下内容：

1) 对于架体的设计计算主要是水平杆抗弯强度及连接强度、立杆稳定承载力、架体抗倾覆、立杆地基承载力，理论分析和试验结果表明，在搭设材料、构配件质量合格，架体构造符合本标准和脚手架相关的国家现行标准的要求，剪刀撑或斜撑杆等加固杆件按要求设置的情况下，上述 4 项计算满足安全承载要求，则架体也满足安全承载要求。

2) 支撑系统（或支撑架）整体稳定只考虑风荷载作用的一种情况，这是因为对于如混凝土模板支撑脚手架，因施工等不可预见因素所产生的水平力与风荷载产生的水平力相比，前者不起控制作用。如果混凝土模板支撑脚手架上安放有混凝土输送泵管，或支撑脚手架上有较大集中水平力作用时，架体整体稳定应单独计算。

3 未按规定计算的构配件、加固杆件等只要其规格、性能、质量符合脚手架相关的国家现行标准的要求，架体搭设时按其性能选用，并按标准规定的构造要求设置，其强度、刚度等性能指标均会满足要求，可不另行计算。

必须注意，本标准给出的荷载组合表达式都是在以荷载与荷载效应存在线性关系为前提，对于明显不符合该条件的涉及非线性问题时，应根据问题的性质另行设计计算。

4.4.5 表 4.4.6 采用荷载的标准组合，是根据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定确定的，对脚手架正常使用极限状态，应按荷载的标准组合进行荷载组合。

脚手架正常使用极限状态的设计计算只涉及到水平受弯杆件挠度，在进行荷载组合计算时，双排脚手架、构造一节点满堂脚手架（作业）水平杆挠度，永久荷载与施工荷载参与组合。支撑架脚手架水平杆挠度，可变荷载和风荷载不参与组合。

5 设计计算

5.1 基本设计规定

5.1.1~5.1.3 这几条所规定的设计方法，均与现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018、《钢结构设计标准》GB50017 一致。荷载分项系数根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定采用。脚手架与一般结构相比，其工作条件具有以下特点：

- 1 所受荷载变异性较大；
- 2 扣件连接节点属于半刚性，且节点刚性大小与扣件质量、安装质量有关，节点性能存在较大变异；
- 3 脚手架结构、构件存在初始缺陷，如杆件的初弯曲、锈蚀，搭设尺寸误差、受荷偏心等均较大；
- 4 与墙的连接点，对脚手架的约束性变异较大。

到目前为止，对以上问题的研究缺乏系统积累和统计资料，不具备独立进行概率分析的条件，故对结构抗力乘以小于 1 的调整系数

$\frac{1}{r'_R}$ ，其值系通过与以往采用的安全系数进行校准确定。因此，本标准

采用的设计方法在实质上是属于半概率、半经验的。

脚手架满足本标准规定的构造要求是设计计算的基本条件。

5.1.4 表 5.1.4 脚手架安全等级的规定，根据现行国家标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210 给出。

5.1.5 本条根据国家现行标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166、《建筑施工门式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T128 的规定给出的。

5.1.6 用扣件连接的钢管脚手架，其纵向或横向水平杆的轴线与立杆轴线在主节点上并不汇交在一点。当纵向或横向水平杆传荷载至立杆时，存在偏心距 53mm(图 6)。在一般情况下，此偏心产生的附加弯曲应力不大，为了简化计算，予以忽略。国外同类标准(如英、日、法国)对

此项偏心的影响也做了相同处理。由于忽略偏心而带来的不安全因素，本标准已在有关的调整系数中加以考虑(见 5.2.6 ~ 5.2.8 条说明)。

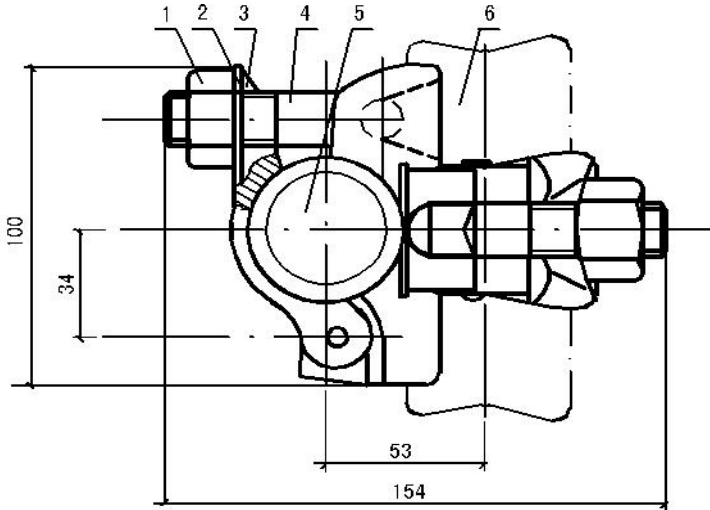


图 6 直角扣件

1—螺母；2—垫圈；3—盖板；4—螺栓；5—纵向水平杆；6—立杆

5.1.8 关于钢材设计强度取值的说明

本标准按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》的规定，对 Q235A 级钢的抗拉、抗压、抗弯强度设计值 f 值为：205N/mm²。这是对一般结构进行可靠分析确定的。

5.1.9 表 5.1.9 说明如下：

1 表 5.1.9 给出的单扣件抗滑承载力设计值 (8kN)，是根据现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831 规定的标准值 10kN 除以抗力分项系数 1.25 得到的；直角扣件 (单扣件) 抗破坏设计值 (20kN)，是《钢管脚手架扣件》GB15831 规定的标准值 25kN 除以抗力分项系数 1.25 得到的。

2 构造三节点满堂脚手架，其节点双横杆受荷，双扣件抗破坏（图 7），即：节点处立杆一侧与水平杆用直角扣件扣接，为保持两水平杆基本在一个平面上，立杆另一侧水平杆与下方垂直水平杆用旋转扣件扣接，《钢管脚手架扣件》GB15831 规定：直角扣件（单扣件）抗破坏标准值 25kN，旋转扣件（单扣件）抗破坏标准值 17kN，两项和除以抗力分项系数 1.25 得：

$$(25+17) \div 1.25 = 33.6\text{kN}, \text{ 取值 } 33 \text{ kN}$$

构造三节点抗破坏试验也证明这一点。

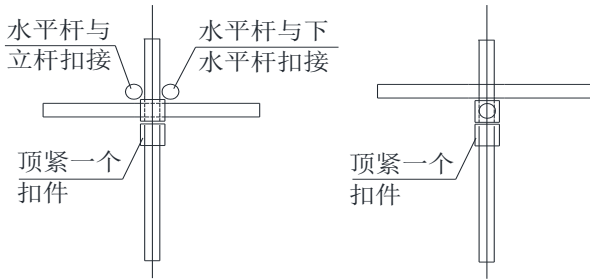


图 7 构造三节点简图

3 节点抗破坏性能试验符合《钢管脚手架扣件》(GB15831) 的规定。

《钢管脚手架扣件》(GB15831) 的规定：抗滑性能试验后，未损坏的扣件可用作抗破坏性能试验。此时，应在扣件下部附加一个防滑支承垫（图 8）。当 P 为 25.0kN 时，扣件各部位不得破坏。

试验只做一个圆弧面。

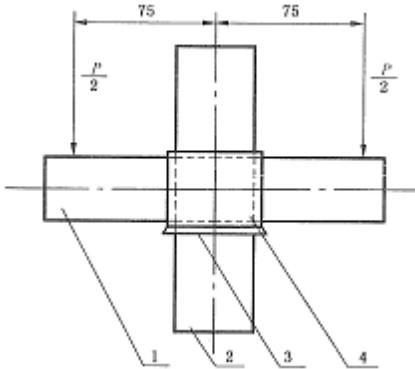


图8 扣件抗破坏性能试验示意图 (单位为毫米)

1—钢管 2—竖管 3—支承垫 4—扣件

说明: 扣件下部设置固定件顶紧扣件, 1) 扣件下部附加的一个防滑支承垫;

2) 可采用套管支承到压力机平台上; 3) 焊接钢构件或穿螺栓固定件等。

4 直角扣件双扣件抗滑承载力设计值 $RC = 12.00$ kN, 直角扣件三扣件抗滑承载力设计值 $RC = 18.00$ kN, 由抗滑承载力试验得出。直角扣件双扣件抗滑承载力设计值 $RC = 12.00$ kN, 与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 规定一致。

5.1.10 表 5.1.10 的容许挠度是根据现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 及《钢结构设计规范》GB 50017 的规定确定的。

5.1.11 立杆长细比参考国外标准, 根据国内长期脚手架搭设经验与脚手架试验确定。

根据国内工程实践经验与满堂脚手架整体稳定试验结果, 构造一节点满堂脚手架压杆容许长细比 $[\lambda] = 250$ 。满堂支撑架压杆容许长细比, 按脚手架双排受压杆容许长细比取值 (210), 这也符合整体稳定试验结果。构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架杆容许长细比取值 (210) 由架体整体稳定试验得出。

5.1.12 本条与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

5.2 单、双排脚手架计算

5.2.1~5.2.4 对受弯构件计算规定的说明:

1 关于计算跨度取值,纵向水平杆取立杆纵距,横向水平杆取立杆横距,便于计算也偏于安全;

2 内力计算不考虑扣件的弹性嵌固作用,将扣件在节点处抗转动约束的有利作用作为安全储备。这是因为,影响扣件抗转动约束的因素比较复杂,如扣件螺栓拧紧扭矩大小、杆件的线刚度等。根据目前所做的一些实验结果,提出作为计算定量的数据尚有困难;

3 纵向、横向水平杆自重与脚手板自重相比甚小,可忽略不计;

4 为保证安全可靠,纵、横向水平杆的内力(弯矩、支座反力)应按不利荷载组合计算。有关纵、横向水平杆在不利荷载组合下的内力计算方法可在建筑结构静力计算手册中直接查到;

5 一般情况下,横向水平杆外伸长度不超过 300mm,符合我国施工工地的实际情况;一些工程要求外伸长度延长,需另进行设计计算,并应采取加固措施后使用。在脚手架专项方案中也应考虑此内容。

图 5.2.4 的横向水平杆计算跨度,适用于施工荷载由纵向水平杆传至立杆的情况,当施工荷载由横向水平杆传至立杆时,作用在横向水平杆上的是纵向水平杆传下的集中荷载,应注意按实际情况计算。此图只说明横向水平杆计算跨度的确定方法。

在第 5.2.1 条中未列抗剪强度计算,是因为钢管抗剪强度不起控制作用。如 $\varnothing 48.3 \times 3.6$ 的 Q235A 级钢管,其抗剪承载力为:

$$[V] = \frac{Af_v}{K_1} = \frac{506\text{mm}^2 \times 120\text{N/mm}^2}{2.0} = 30.36 \text{ kN}$$

上式中 K_1 为截面形状系数。一般横向、纵向水平杆上的荷载由一只扣件传递,一只扣件的抗滑承载力设计值只有 8.0kN,双扣件抗滑承载力设计值 $R_c = 12.00 \text{ kN}$,直角扣件三扣件抗滑承载力设计值 $R_c = 18.00 \text{ kN}$,直角单扣件抗破坏(单横杆抗压)设计值 20.00 kN,小于 $[V]$,故只要满足扣件的抗滑力计算条件或单扣件抗破坏设计值,杆件抗剪力也肯定满足。

5.2.5 脚手板荷载和施工荷载是由横向水平杆(南方作法)或纵向水平杆(北方作法)通过扣件传给立杆。当所传递的荷载超过扣件的抗滑承载能

力时，扣件将沿立杆下滑，为此必须计算扣件的抗滑承载力。

满堂脚手架（构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架）荷载通过扣件传给立杆，必须计算扣件的抗滑承载力。

目前施工现场有，节点扣件下钢管可靠焊接钢构件，并与节点扣件顶紧；也有节点扣件下设置防滑扣件（或构件），防滑扣件（构件）与钢管采用穿螺栓固定，并与节点扣件顶紧，螺栓直径宜取 $\phi 10\text{mm}$ 。可以保证扣件不下滑，可以不计算扣件的抗滑承载力。

节点扣件下采用防滑措施，抗滑承载力标准值不小于 44.00 kN，在满足综合安全系数要求前提下，可保证传递 20.00 kN 荷载，也满足架体整体稳定安全度要求。

5.2.6~5.2.8 考虑到扣件式钢管脚手架是受人为操作因素影响很大的一种临时结构，设计计算一般由施工现场工程技术人员进行，故本标准所给脚手架整体稳定性的计算方法力求简单、正确、可靠。应该指出，第 5.2.6 条规定的立杆稳定性计算公式，虽然在表达形式上是对单根立杆的稳定计算，但实质上是对脚手架结构的整体稳定计算。因为公式 5.2.8 中的 μ 值是根据脚手架的整体稳定试验结果确定的。

现就有关问题说明如下：

1 脚手架的整体稳定

脚手架有两种可能的失稳形式：整体失稳和局部失稳。

整体失稳破坏时，脚手架呈现出内、外立杆与横向水平杆组成的横向框架，沿垂直主体结构方向大波鼓曲现象，波长均大于步距，并与连墙件的竖向间距有关。整体失稳破坏始于无连墙件的、横向刚度较差或初弯曲较大的横向框架(图 9)。一般情况下，整体失稳是脚手架的主要破坏形式。

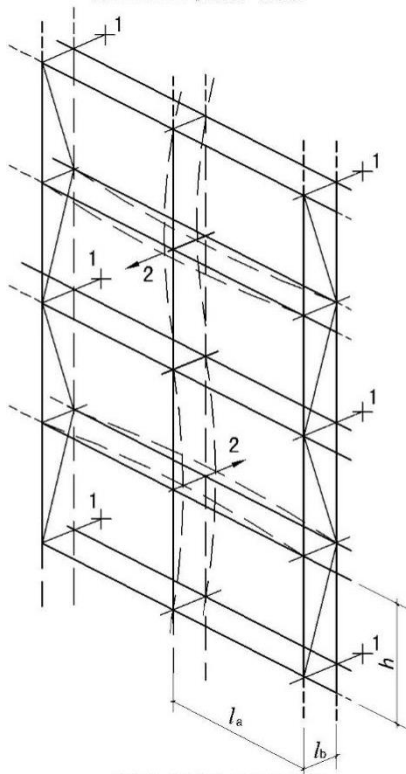


图9 双排脚手架的整体稳定失稳

1—连墙件；2—失稳方向

局部失稳破坏时，立杆在步距之间发生小波鼓曲，波长与步距相近，内、外立杆变形方向可能一致，也可能不一致。

当脚手架以相等步距、纵距搭设，连墙件设置均匀时，在均布施工荷载作用下，立杆局部稳定的临界荷载高于整体稳定的临界荷载，脚手架破坏形式为整体失稳。当脚手架以不等步距、纵距搭设，或连墙件设置不均匀，或立杆负荷不均匀时，两种形式的失稳破坏均有可能。

由于整体失稳是脚手架的主要破坏形式，故本条只规定了对整

体稳定按公式(5.2.6-1)、(5.2.6-2)计算。为了防止局部立杆段失稳，本标准除在第 6.3.4 条中将底层步距限制在 2m 以下外，尚在本标准第 5.2.10 条中规定对可能出现的薄弱的立杆段进行稳定性计算。

2 关于脚手架立杆稳定性按轴心受压计算(5.2.6-1、2)的说明

1)稳定性计算公式中的计算长度系数 μ 值，是反映脚手架各杆件对立杆的约束作用。本标准规定的 μ 值，采用了标准编制组进行的足尺脚手架整体稳定性试验所取得的科研成果，其 μ 值在 1.5~2.0 之间。它综合了影响脚手架整体失稳的各种因素，当然也包含了立杆偏心受荷(初偏心 $e=53\text{mm}$ ，图 6)的实际工况。这表明按轴心受压计算是可靠的、简便的。

2)关于施工荷载的偏心作用。施工荷载一般是偏心地作用于脚手架上，作业层下面邻

近的内、外排立杆所分担的施工荷载并不相同，而远离作业层的内、外排立杆则因连墙件的支承作用，使分担的施工荷载趋于均匀。由于在一般情况下，脚手架结构自重产生的最大轴向力与由不均匀分配施工荷载产生的最大轴向力不会同时相遇，因此公式(5.2.6-1)、(5.2.6-2)的轴向力 N 值计算可以忽略施工荷载的偏心作用，内、外立杆可按施工荷载平均分配计算。

试验与理论计算表明，将 $3.0\text{kN}/\text{m}^2$ 的施工荷载分别按偏心与不偏心布置在脚手架上，得到的两种情况的临界荷载相差在 5.6% 以下，说明上述简化是可行的。

3 脚手架立杆计算长度附加系数 k 的确定

本标准采用《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定的“概率极限状态设计法”，而结构安全度按以往容许应力法中采用的经验安全系数 K 校准。 K 值为：强度 $K_1 \geq 1.5$ ，稳定 $K_2 \geq 2.0$ 。考虑脚手架工作条件的结构抗力调整系数（或材料强度附加系数 γ_u ）值，近似取 1.333，然后将此系数的作用转化为立杆计算长度附加系数 $k=1.155$ 予以考虑。

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定，当作用效应对承载力不利时，永久作用（荷载）系数取 1.3，可变作用（荷载）分项系数取 1.5，考虑作业脚手架（单排架、双排架与构造一节点满堂脚手架）不同工况，计算永久荷载与可变荷载分项系数加权平均值，

$$\gamma_0 = 1.380,$$

综合安全系数：

$$\beta = \gamma_0 \cdot \gamma_u \cdot \gamma_m \cdot \gamma_m' = 1 \times 1.38 \times 1.165 \times 1.333 = 2.14$$

γ_0 ——结构重要性系数，根据本标准 4.4.2 条、4.4.3 条取 1 或 1.1，如果取 1.1，

$$\beta = 1.1 \times 1.38 \times 1.165 \times 1.333 = 2.36$$

γ_m ——材料抗力分项系数，取 1.165。

说明：作业脚手架，其考虑架体工作条件的结构抗力调整系数（或材料强度附加系数 γ'_m ）要比 1.333 大（至少 1.4），因为，考虑脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数，是由脚手架结构整体稳定试验所得出的极限承载力值（或临界荷载），经分析计算得出的。结合工程实际，考虑支撑架在实际工况下一些不确定因素，使用临界荷载分析计算时，有一定安全储备。

4 立杆计算注意一下问题

长细比计算时 k 取 1.0， k 是提高脚手架安全度的一个换算系数，与长细比验算无关。

应当注意，使用公式(5.2.6-1，5.2.6-2)时，钢管外径、壁厚变化时，钢管截面特性有关数据按实际调整。

施工现场出现 2 步 2 跨连墙布置，计算长度系数 μ 可参考 2 步 3 跨取值，计算结果偏安全。

5 标准式 (5.2.7)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》GB50009 规定确定的。

5.2.9 本条与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 规定一致。

5.2.11 对本条规定说明如下：

公式(5.2.11-1，5.2.11-2)是根据公式(5.2.6-1，5.2.6-2，5.2.7)推导求得。

式中： $\sum N_{G1k}$ ——立杆由架体结构及构配件自重产生的轴向力标准值总和；

$$\sum N_{G1k} = N_{Gk1} + N_{Gk2}$$

N_{Gk1} ——架体结构自重产生的轴向力标准值， $N_{Gk1} = [H] g_k$ ；

N_{Gk2} ——构配件自重产生的轴向力标准值。

5.2.12 ~ 5.2.15 国内外发生的单、双排脚手架倒塌事故，几乎都是由于连墙件设置不足或连墙件被拆掉而未及时补救引起的。为此，本标准把连墙件计算作为脚手架计算的重要部分。

式 (5.2.12-1)、(5.2.12-2) 是将连墙件简化为轴心受力构件进行计

算的表达式，由于实际上连墙件可能偏心受力，故在公式右端对强度设计值乘以 0.85 的折减系数，以考虑这一不利因素。

关于公式(5.2.12-3)中 N_0 的取值，说明如下：

为起到对脚手架发生横向整体失稳的约束作用，连墙件应能承受脚手架平面外变形所产生的连墙件轴向力。此外，连墙件还要承受施工荷载偏心作用产生的水平力。

根据《钢结构设计标准》GB 50017 规定，考虑我国长期工程上使用经验，连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力 N_0 (kN)，单排架 2kN，双排架取 3kN。

采用扣件连接时，一个直角扣件连接承载力计算不满足要求，可采用双扣件连接的连墙件。当采用焊接或螺栓连接的连墙件时，应按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 规定计算；还应注意，连墙件与混凝土中的预埋件连接时，预埋件尚应按《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定计算。

每个连墙件的覆盖面积内脚手架外侧面的迎风面积 (A_w) 为连墙件水平间距×连墙件竖向间距。

5.3 满堂脚手架计算

5.3.1 通过大量足尺满堂脚手架整体稳定试验，满堂脚手架节点试验，考虑到满堂脚手架施工层荷载通过水平杆传递给立杆特点，采用不同的节点设置，对满堂脚手架进行分类，即：构造一节点满堂脚手架、构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架。说明如下：

1 构造一节点满堂脚手架：节点处受力水平杆与垂直下方水平杆扣接，下方水平杆与立杆扣接（图 10）的满堂脚手架。

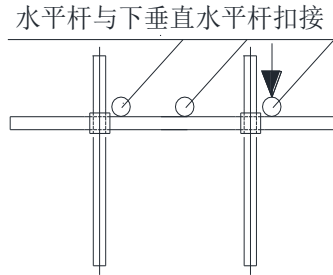


图 10 构造一节点简图

受力特点：单横杆受荷抗压，单横杆约束立杆，单扣件抗滑，承载力相对较低，所以，用于作业脚手架。

构造一节点满堂脚手架（作业）立杆计算长度系数，见附录 C 表 C-1。

2 构造二节点满堂脚手架：节点处受力水平杆与立杆扣接，其垂直下方水平杆与立杆扣接，且扣件顶紧上方扣件（图 11）的满堂脚手架，应用于安全等级 II 级的支撑系统。

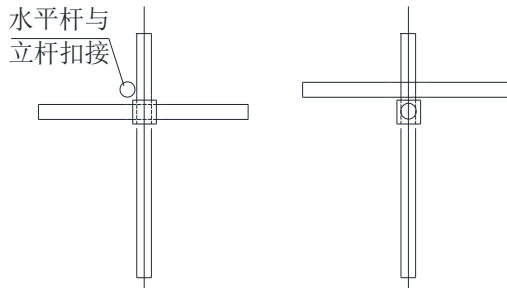


图 11 构造二节点简图

受力特点：单横杆受荷抗压，双横杆约束立杆，双扣件抗滑，承载力比构造一节点满堂脚手架提高，所以，构造二节点满堂脚手架可用于安全等级 II 级的支撑系统。也可以用于作业脚手架，用于作业脚手架时，按作业脚手架规定的荷载取值计算。

构造二节点满堂脚手架（用于支撑系统）的单杆计算长度系数，见附录 C 表 C - 2。

3 构造三节点满堂脚手架：施工层受力节点处立杆一侧与水平杆扣接，立杆另一侧水平杆与下方垂直水平杆扣接，下方水平杆与立杆扣接，且扣件与上方扣件顶紧，立杆增设一个扣件并与上方扣件顶紧（图 12），架体其余节点为构造二节点的满堂脚手架。

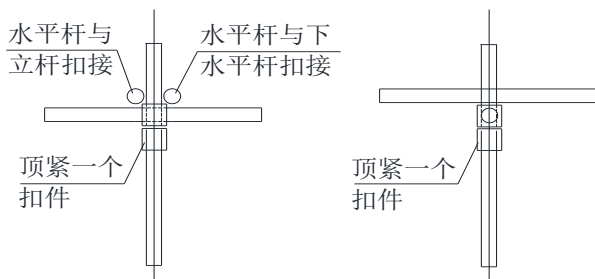


图 12 构造三节点（满堂脚手架施工层受力节点）简图

受力特点：双横杆受荷抗压，双横杆约束立杆，三扣件抗滑，承载力比构造二节点满堂脚手架提高，所以，构造三节点满堂脚手架可用于安全等级 I 级的支撑系统。

构造三节点满堂脚手架（用于支撑系统）单杆计算长度系数，见附录 C 表 C - 3。

说明：构造三节点满堂脚手架节点，设置顶部施工层受荷载作用处，提高架体节点处局部稳定承载力。从而提高架体整体稳定。

构造三节点满堂脚手架：施工层受力节点处立杆一侧与水平杆扣接，立杆另一侧水平杆与下方垂直水平杆扣接，一般使用旋转扣件扣接，保证水平杆在一个水平面上，构造三节点满堂脚手架整体稳定试验（多组试验）证明，荷载可以通过水平杆传递给立杆，立杆失稳（极限荷载），水平杆基本不变形（或上部节点没有破坏）。也符合工程现场实际。

5.3.2、5.3.3 说明如下：

1 考虑工地现场实际工况条件，标准所给满堂脚手架整体稳定性的计算方法力求简单、正确、可靠。同单、双排脚手架立杆稳定计算一样，满堂脚手架的立杆稳定性计算公式，虽然在表达形式上是对单根立

杆的稳定计算，但实质上是对脚手架结构的整体稳定计算。因为公式 5.3.8 中的 μ 值（附录 C 表 C-1~C-3）是根据满堂脚手架的整体稳定试验结果确定的。脚手架有单排、双排、满堂脚手架（3 排以上），按立杆传力方式划分为，满堂脚手架与满堂支撑架。本节所提的满堂脚手架是指荷载通过水平杆传入立杆。满堂支撑架是指顶部荷载是通过轴心传力构件（可调托撑）传递给立杆的。

2 满堂脚手架立杆稳定承载力计算，按无风荷载搭设和有风荷载搭设两种不同工况分别单独计算。无风荷载搭设的满堂脚手架不需组合风荷载值，有风荷载搭设的架体应组合风荷载值。因是两种不同工作环境下的满堂脚手架，所以需单独计算其各自的立杆稳定承载力。在计算时，应注意以下几点：

1 无风荷载搭设的满堂脚手架按本标准式（5.2.6-1）计算立杆稳定承载力，按本标准式(5.3.3-1)计算立杆轴向力设计值，不组合风荷载。

2 有风荷载搭设的满堂脚手架立杆稳定承载力按本标准式（5.2.6-1）、式（5.2.6-2）分别计算，并应同时满足承载能力要求，计算时应注意：

1) 按本标准式（5.2.6-1）计算立杆的稳定承载力时，立杆的轴向力设计值分别按本标准式(5.3.3-2)计算。计算公式中组合了由风荷载在立杆中产生的最大附加轴向力值 N_{wk} ，而不组合由风荷载在立杆中产生的弯矩值。

2) 按本标准式（5.2.6-2）计算立杆稳定承载力时，立杆的轴向力设计值分别按本标准式(5.3.3-1)计算。此时，计算公式中组合了由风荷载在立杆中产生的弯矩值，而不组合由风荷载在立杆中产生的最大附加轴向力值。

经理论分析表明，满堂脚手架（或支撑架）在水平风荷载的作用下，立杆产生的最大附加轴向力与最大弯曲应力不发生在同一个位置，可视为不同时出现在所选择的计算单元内，因此，在上述风荷载组合计算时，应分别进行组合计算。

(5.3.3-1)式、(5.3.3-2)式，符合《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定。当作用效应对承载力不利时，永久作用（荷载）系数取 1.3，可变作用（荷载）分项系数取 1.5。

本标准规定支撑系统包括：支撑架、构造二节点满堂脚手架、构造三节点满堂脚手架及用于支撑的结构架体。可分为模板支撑系统与非模板支撑系统。

模板支撑系统包括：模板支撑架、构造二节点满堂脚手架（用于模板支撑）、构造三节点满堂脚手架（用于模板支撑）及用于模板支撑的结构架体。

非模板支撑系统包括：钢结构支撑架、构造二节点满堂脚手架（用于非模板支撑）、构造三节点满堂脚手架（用于非模板支撑）及用于非模板支撑的结构架体。

5.3.4 在风荷载的作用下，计算单元立杆产生的附加轴向力值是近似按线性分布的，因为满堂脚手架（支撑脚手架）有竖向剪刀撑斜杆等杆件作用，使立杆产生的轴向力分布比较复杂。本标准是为了使计算方便、简化，给出了满堂脚手架（支撑脚手架）立杆在风荷载作用下的最大附加轴向力标准值计算公式。应该说明的是，这个公式计算的结果是一个近似值。

立杆在风荷载作用下产生的附加轴向力，可作如下理解：架体在水平风荷载的作用下，使满堂脚手架（支撑架）架体和竖向栏杆（模板）分别产生一个水平力，两个水平力共同作用使架体产生了顺风向倾覆力矩，架体为抵抗倾覆力矩，在立杆内产生了对应的轴力，这些轴力形成了相应的力偶矩。架体的立杆距倾覆圆点的距离不同，其相应的轴力值也不同，架体倾覆圆点连线处的轴力最大，此轴力即为立杆在风荷载作用下产生的最大附加轴向力。

与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166 规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

5.3.5 满堂脚手架（支撑脚手架）由风荷载作用而产生的倾覆力矩，是风对满堂脚手架（支撑脚手架）的整体作用。一是风对架体上部竖向封闭栏杆或模板的作用；二是风对架体的作用。为计算方便，取满堂脚手架（支撑脚手架）一列横向立杆作为计算单元。风作用在架体上所产生的风荷载标准值，应以满堂脚手架（支撑脚手架）整体体型系数 μ_{stw} 按本标准式（4.2.5）计算。

当满堂脚手架（支撑脚手架）的横向立杆排数较多时，按上述公式计算所得 μ_{stw} 的值也较大。

与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166 规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

5.3.6 模板支撑系统（混凝土模板支撑脚手架）在轴向力设计值计算时不计入由风荷载产生的立杆附加轴向力，是因为模板支撑脚手架在浇筑混凝土前，立杆轴向力较小，此时增加的附加轴向力不起控制作

用，只要架体整体稳定能够满足抗倾覆要求，架体就是安全的。在混凝土浇筑后，通过模板、建筑结构件已将风荷载水平作用力传给了建筑结构，此时，支撑脚手架立杆已不存在风荷载产生的附加轴向力。

表 5.3.6 中提出的不计入由风荷载产生的立杆附加轴向力的条件，是按序号分别独立的。只要施工现场所搭设的满堂脚手架（或支撑脚手架）分别同时满足某一个序号所列基本风压值、架体高宽比、作业层上竖向封闭栏杆（模板）高度这三个条件，即可不计入风荷载产生的支撑脚手架立杆附加轴向力。其中：设置了连墙件或采取了其他防倾覆措施，即可消除风荷载作用下的立杆附加轴向力，也可增强架体抗倾覆能力。当满堂脚手架（支撑脚手架）符合序号 1~序号 7 所列情况时，经分析计算风荷载产生的立杆附加轴向力较小，可不计入。应注意的是附加轴向力受架体高宽比影响较大，在其他条件无变化的情况下，附加轴向力随架体高宽比变化比较明显。

与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

5.3.7、5.3.8 现就有关问题说明如下：

1 满堂脚手架的整体稳定

满堂脚手架有两种可能的失稳形式：整体失稳和局部失稳。

整体失稳破坏时，满堂脚手架呈现出纵横立杆与纵横水平杆组成的空间框架，沿刚度较弱方向大波鼓曲现象。

一般情况下，整体失稳是满堂脚手架的主要破坏形式。

由于整体失稳是满堂脚手架主要破坏形式，故本条规定了对整体稳定按公式(5.2.6-1)、(5.2.6-2)计算。为了防止局部立杆段失稳，本规范除对步距限制外，尚在本规范第 5.3.7 条中规定对可能出现的薄弱的立杆段进行稳定性计算。

2 关于满堂脚手架整体稳定性计算公式中的计算长度系数 μ 的说明

影响满堂脚手架整体稳定因素主要有竖向剪刀撑、水平剪刀撑、水平约束（连墙件）、支架高度、高宽比、立杆间距、步距、扣件紧固扭矩等。

满堂脚手架整体稳定试验结论，以上各因素对临界荷载的影响都不同，所以，必须给出不同工况条件下的满堂脚手架临界荷载（或不同工况条件下的计算长度系数 μ 值），才能保证施工现场安全搭设满堂脚手架。才能满足施工现场的需要。

通过对满堂脚手架整体稳定实验与理论分析，同时与满堂支撑架整体稳定实验对比分析，采用实验确定的节点刚性（半刚性），建立了满堂

脚手架及满堂支撑架有限元计算模型；进行大量有限元分析计算，找出了满堂脚手架与满堂支撑架的临界荷载差异，得出满堂脚手架各类不同工况情况下临界荷载，结合工程实际，给出工程常用搭设满堂脚手架结构的临界荷载，进而根据临界荷载确定：考虑满堂脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数 μ （附录 C）。试验支架搭设是按施工现场条件搭设，并考虑可能出现的最不利情况，规范给出的 μ 值，能综合反应了影响满堂脚手架整体失稳的各种因素。

表 C - 1 构造一节点满堂脚手架（作业）立杆计算长度系数，根据满堂脚手架试验结论调整后给出。

3 满堂脚手架立杆计算长度附加系数 k 的确定

见条文说明 5.2.6~5.2.8 条第三款关于“脚手架立杆计算长度附加系数 k”解释。

考虑脚手架工作条件的结构抗力调整系数（或材料强度附加系数 γ_m ）值，近似取 1.333，然后将此系数的作用转化为立杆计算长度附加系数 $k=1.155$ 予以考虑。

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定，当作用效应对承载力不利时，永久作用（荷载）系数取 1.3，可变作用（荷载）分项系数取 1.5，考虑支撑系统（支撑架或用于支撑的满堂脚手架）不同工况，计算永久荷载与可变荷载分项系数加权平均值，

$\mu = 1.336$ ，综合安全系数：

$$\beta = \gamma_0 \cdot \gamma_u \cdot \gamma_m \cdot \gamma_m' = 1 \times 1.336 \times 1.165 \times 1.333 \times$$

1.15=2.39

γ_0 ——结构重要性系数，根据本标准 4.4.2 条、4.4.3 条取 1 或 1.1，如果取 1.1，

$$\beta = 1.1 \times 1.336 \times 1.165 \times 1.333 \times 1.15 = 2.62$$

γ_m ——材料抗力分项系数，取 1.165。

说明：支撑系统（支撑架或用于支撑的满堂脚手架），其考虑架体工作条件的结构抗力调整系数（或材料强度附加系数 γ_m ）要比 1.333 大（至少 $1.333 \times 1.15 = 1.53$ ），因为，考虑脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数，是由脚手架结构整体稳定试验所得出的极限承载力值（或临界荷载），经分析计算得出的。结合工程实际，考虑支撑架在实际工况下一些不确定因素，使用临界荷载分析计算时，有一定安全储备，一般考虑 15%~25%。由混凝土施工产生震动与冲击荷载等不确定因素在综合安

全系数大于 2.2 考虑范围内。

根据满堂脚手架与满堂支撑架整体稳定试验分析，随着满堂脚手架与满堂支撑架高度增加，支架临界荷载下降。

构造一节点满堂脚手架（作业）高度大于 20m 时，考虑高度影响满堂脚手架，给出立杆计算长度附系数表 5.3.8-1。可保证架体安全度要求。如果架体高度 36m 至 50m，承载力下调 15%，即为： $30\text{m} < H \leq 36\text{m}$ 对应承载力 $\times (1-15\%)$ 。架体方案必须进行技术论证。

构造二、三节点满堂脚手架（用于支撑系统）计算长度附加系数，见表 5.3.8-2，如果架体高度 30m 至 40m，承载力下调 10%，即为： $20\text{m} < H \leq 30\text{m}$ 对应承载力 $\times (1-10\%)$ 。架体方案必须进行技术论证。

应当注意，钢管外径、壁厚变化时，钢管截面特性有关数据按实际调整。

4 满堂脚手架扣件节点半刚性论证见 5.4 节条文说明。

5 满堂脚手架高宽比=计算架高÷计算架宽，计算架高：立杆垫板下皮至顶部脚手板下水平杆上皮垂直距离。计算架宽：脚手架横向两侧立杆轴线水平距离。

5.3.9 本条给出的风荷载产生的弯矩设计值是将立杆视作竖向连续构件推导出的。其基本假设是：对于有斜向支撑（剪刀撑）的框架式支撑架体系，风荷载作用下立杆节点无侧向位移，可将立杆作为竖向连续梁。应当注意的是，当计算风荷载标准值时，体型系数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 中单榀桁架体型系数 μ_{st} 的规定计算，这是因为，风荷载作用下的立杆弯矩计算仅考虑迎风面最外侧立杆直接受到的风压力，不考虑多排相牵连的平行桁架的整体作用，即风载体型系数的确定要分清计算对象。

与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166 规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

5.3.10 构造一节点满堂脚手架纵、横水平杆与双排脚手架纵向水平杆受力基本相同。

5.3.11 公式(5.3.11)与 公式 (5.2.2)表达形式相同，计算内容不同，前者是对支撑系统（支撑架或用于支撑的满堂脚手架），后者是对作业架。如，所受荷载有区别。

公式符合《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定。

5.3.12 构造一节点满堂脚手（作业）架连墙件布置能基本满足双排脚手架连墙件的布置要求，可按双排脚手架要求设计计算。建筑物形状

为“凹”形，在“凹”形内搭设外墙施工脚手架会出现 2 跨或 3 跨的满堂脚手架。这类脚手架可以按双排架布置连墙件。

5.3.13 野外搭设的满堂脚手架（支撑脚手架）需要进行倾覆计算。满堂脚手架（支撑脚手架）倾覆计算可根据需要选择，对于一般高宽比较小的架体，可不必进行计算；对于架体高宽比较大、风荷载标准值较大、上部模板竖向高度较高时，满堂脚手架（支撑脚手架）抗倾覆计算成为必要。满堂脚手架（支撑脚手架）抗倾覆力矩，是由架体自重、架体上模板及其物料自重产生的。架体自重及架体上部模板、分布摆放的材料一般可看做是按底平面均匀分布的，架体上部集中堆放的物料，应按集中自重来看待。

5.4 满堂支撑架计算

5.4.1、5.4.2 考虑工地现场实际工况条件，标准所给满堂支撑架整体稳定性的计算方法力求简单、正确、可靠。同单、双排脚手架立杆稳定计算一样，满堂支撑架的立杆稳定性计算公式，虽然在表达形式上是对单根立杆的稳定计算，但实质上是对满堂支撑架结构的整体稳定计算。因为公式 5.4.9-1、5.4.9-2 中的 μ_1 、 μ_2 值（附录 D 表 D-1 ~ D-4）是根据脚手架的整体稳定试验结果确定的。本节所提满堂支撑架是指顶部荷载是通过轴心传力构件（可调托撑）传递给立杆的，立杆轴心受力情况；可用于钢结构工程施工安装、混凝土结构施工及其它同类工程施工的承重支架。

5.4.8、5.4.9 现就有关问题说明如下：

1 满堂支撑架的整体稳定

满堂支撑架有两种可能的失稳形式：整体失稳和局部失稳。

整体失稳破坏时，满堂支撑架呈现出纵横立杆与纵横水平杆组成的空间框架，沿刚度较弱方向大波鼓曲现象，无剪刀撑的支架，支架达到临界荷载时，整架大波鼓曲。有剪刀撑的支架，支架达到临界荷载时，以上下竖向剪刀撑交点（或剪刀撑与水平杆有较多交点）水平面为分界面，上部大波鼓曲（图 13），下部变形小于上部变形。所以波长均与剪刀撑设置、水平约束间距有关；

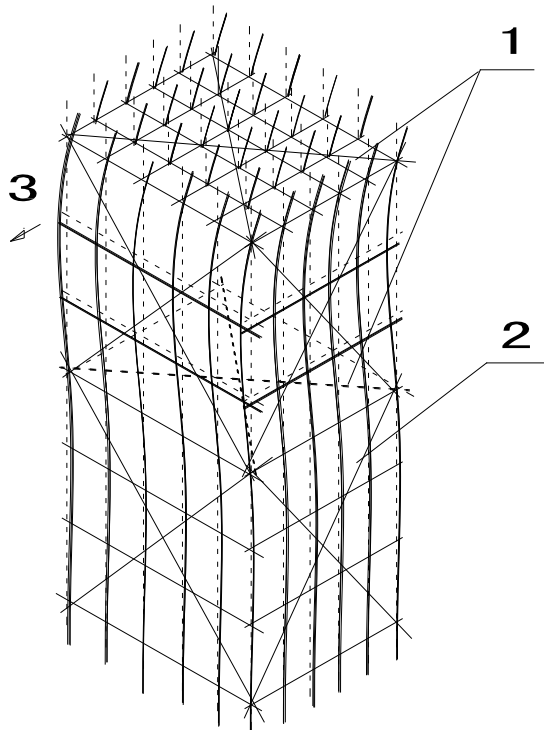


图 13 满堂支撑架整体失稳

1、水平剪刀撑 2、竖向剪刀撑 3、失稳方向

一般情况下，整体失稳是满堂支撑架的主要破坏形式。

局部失稳破坏时，立杆在步距之间发生小波鼓曲，波长与步距相近，变形方向与支架整体变形可能一致，也可能不一致。

当满堂支撑架以相等步距、立杆间距搭设，在均布荷载作用下，立杆局部稳定的临界荷载高于整体稳定的临界荷载，满堂支撑架破坏形式为整体失稳。当满堂支撑架以不等步距、立杆横距搭设，或立杆负荷不均匀时，两种形式的失稳破坏均有可能。

由于整体失稳是满堂脚支撑架的主要破坏形式，故本条规定了

对整体稳定按公式(5.2.6-1)、(5.2.6-2)计算。为了防止局部立杆段失稳,本标准除对步距限制外,尚在本标准第 5.4.8 条中规定对可能出现的薄弱的立杆段进行稳定性计算。

2 关于满堂支撑架整体稳定性计算公式中的计算长度系数 μ 的说明

影响满堂支撑架整体稳定因素主要有竖向剪刀撑、水平剪刀撑、水平约束(连墙件)、支架高度、高宽比、立杆间距、步距、扣件紧固扭矩、立杆上传力构件、立杆伸出顶层水平杆中心线长度(a)等。

满堂支撑架整体稳定试验结论,以上各因素对临界荷载的影响都不同,所以,必须给出不同工况条件下的支架临界荷载(或不同工况条件下的计算长度系数 μ 值),才能保证施工现场安全搭设满堂支撑架。才能满足施工现场的需要。

2008 年由中国建筑科学研究院主持负责,江苏南通二建集团有限公司参加及大力支援,天津大学参加,并在天津大学土木工程检测中心完成了 15 项足尺满堂扣件式钢管脚手架与满堂支撑架(高支撑)试验。13 项满堂支撑架主要传力构件“可调托撑”破坏试验,多组扣件节点半刚性试验,得出了满堂支撑架在不同工况下的临界荷载。

通过对满堂支撑架整体稳定实验与理论分析,采用实验确定的节点刚性(半刚性),建立了满堂扣件式钢管支撑架的有限元计算模型;进行大量有限元分析计算,得出各类不同工况情况下临界荷载,结合工程实际,给出工程常用搭设满堂支撑架结构的临界荷载,进而根据临界荷载确定:考虑满堂支撑架整体稳定因素的单杆计算长度系数 μ_1 、 μ_2 。试验支架搭设是按施工现场条件搭设,并考虑可能出现的最不利情况,规范给出的 μ_1 、 μ_2 值,能综合反应了影响满堂支撑架整体失稳的各种因素。

实验证明剪刀撑设置不同,临界荷载不同,所以给出普通型与加强型构造的满堂支撑架。

3 满堂支撑架立杆计算长度附加系数 k 的确定

根据满堂支撑架整体稳定试验分析,随着满堂支撑架高度增加,支撑体系临界荷载下降,参考国内外同类标准,引入高度调整系数调降强度设计值,给出满堂支撑架计算长度附系数取值表 5.4.9。可保证安全系数不小于 2.2。如果架体高度 30m 至 40m,参考 5.3.8 条 表 5.3.8-2 条文说明。

4 满堂脚手架与满堂支撑架扣件节点半刚性论证

扣件节点属半刚性,但半刚性到什么程度,半刚性节点满堂脚手架和满堂支撑架承载力与纯刚性满堂脚手架和满堂支撑架承载力差多少?要准确回答这个问题,必须通过足尺满堂脚手架与满堂支撑架实验与理

论分析。

直角扣件转动刚度试验与有限元分析，得出如下结论：

1) 通过无量纲化后的 $M^* - \theta^*$ 关系曲线分区判断梁柱连接节点刚度性质的方法。试验中得到的直角扣件的弯矩—转角曲线，处于半刚性节点的区域之中，说明直角扣件属于半刚性连接。

2) 扣件的拧紧程度对扣件转动刚度有很大影响。拧紧程度高，承载能力加强，而且在相同力矩作用下，转角位移相对较小，即刚性越大。

3) 扣件的拧紧力矩为 40N·m、50N·m 时，直角扣件节点与刚性节点刚度比值为 21.86%、33.21%

足尺试验中直角扣件刚度试验：

在 7 组整体满堂脚手架与满堂支撑架的足尺试验中，对直角扣件的半刚性进行了测量，取多次测量结果的平均值，得到直角扣件的刚度为刚性节点刚度的 20.43%。

半刚性节点整体模型与刚性节点整体模型的比较分析：

按照所作的 15 个真形试验的搭设参数，在有限元软件中，分别建立了半刚性节点整体模型及刚性节点整体模型，得出两种模型的承载力。由于直角扣件的半刚性，其承载能力比刚性节点的整体模型承载力降低很多，在不同工况条件下，满堂脚手架与满堂支撑架刚性节点整体模型的承载力为相应半刚性节点整体模型承载力的 1.35 倍以上。15 个整架实验方案的理论计算结果与实验值相比最大误差为 8.05%。

所以，扣件式满堂脚手架与满堂支撑架不能盲目使用刚性节点整体模型（刚性节点支架）临界荷载推论所得参数。

5 满堂支撑架高宽比=计算架高÷计算架宽，计算架高：立杆垫板下皮至顶部可调托撑支托板上皮垂直距离。计算架宽：满堂支撑架横向两侧立杆轴线水平距离。

6 公式 (5.4.9-1)，用于计算顶部，支撑架自重较小时，整体稳定计算结果可能最不利，公式 (5.4.9-2) 用于底部、或最大步距部位计算，支撑架自重荷载较大时，计算结果可能最不利。应当注意，钢管外径、壁厚变化时，钢管截面特性有关数据按实际调整。

5.4.11 满堂支撑架整体稳定试验证明，在一定条件下，宽度方向跨数减小，影响支架临界荷载。所以要求对于小于 4 跨的满堂支撑架要求设置了连墙件（设置连墙可提高承载力），如果不设置连墙件就应该对支撑架进行荷载、高度限制，保证支撑架整体稳定。

施工现场，少于 4 跨的支撑架多用于受荷较小部位。高度控制可有效减小支架高宽比，荷载限制可保证支架稳定。

永久荷载与可变荷载（不含风荷载）总和标准值 7.5kN/m^2 ，相当于 150mm 厚的混凝土楼板。计算如下：

楼板模板自重标准值为 0.3kN/m^2 ，钢筋自重标准值，每立方砣 1.1kN ，砣自重标准值 24kN/m^3 ；施工人员及施工设备荷载标准值为 1.5kN/m^2 。振捣混凝土时产生的荷载标准值 2.0kN/m^2

永久荷载与可变荷载（不含风荷载）总和标准值： $0.3 + 1.5 + 2 + 25.1 \times 0.15 = 7.6\text{kN/m}^2$

均布线荷载大于 7kN/m 相当于 400×500 （高）的混凝土梁。计算如下：

钢筋自重标准值，每立方砣 1.5kN ，砣自重标准值 24kN/m^3 ；

均布线荷载标准值为： $0.3(2 \times 0.5 + 0.4) + 0.4(2 + 1.5) + 25.5 \times 0.4 \times 0.5 = 6.92\text{kN/m}$

5.5 脚手架地基承载力计算

5.5.1 公式(5.5.1)是根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 给出。

计算 P_k 、 N_k 时使用荷载标准值。

脚手架系临时结构，故本条只规定对立杆进行地基承载力计算，不必进行地基变形验算。

考虑到地基不均匀沉降将危及脚手架安全，因此，在第 8.2.3 条中规定了对脚手架沉降进行经常检查。

5.5.2 由于立杆基础(底座、垫板)通常置于地表面，地基承载力容易受外界因素的影响而下降，故立杆的地基计算应与永久建筑的地基计算有所不同。为此，对立杆地基计算作了一些特殊的规定，即采用调整系数对地基承载力予以折减，以保证脚手架安全。

有条件可由载荷试验确定地基承载力，也可根据勘察报告及工程实践经验确定。

5.6 型钢悬挑脚手架计算

5.6.1 悬挑脚手架的悬挑支撑结构有多种形式，本标准只规定了施工现场常用的以型钢梁做为悬挑支撑结构的型钢悬挑梁及其锚固的设计计算。

5.6.2 型钢悬挑梁上脚手架轴向力设计值计算方法与一般落地式脚手架计算方法相同。

5.6.3~5.6.5 考虑到型钢悬挑梁在楼层边梁（板）上搁置的实际情况，根据工程实践经验总结，本标准确定出悬挑钢梁的计算方法。

说明：悬挑钢梁挠度允许值可按 $2l/250$ 确定， l 为悬挑长度。是根据《钢结构设计标准》GB50017 规定，考虑以下条件：

- 1 型钢悬挑架为临时结构；
- 2 每纵距悬挑梁前端采用钢丝绳吊拉卸荷；钢丝绳不参与计算。
- 3 受弯构件的跨度对悬臂梁为悬伸长度的两倍。
- 4 经过大量计算，计算结果符合实际。

5.6.6、5.6.7 型钢悬挑梁固定段与楼板连接的压点处是指对楼板产生上拔力的锚固点处。采用 U 型钢筋拉环或螺栓连接固定时，考虑到多个钢筋拉环（或多对螺栓）受力不均的影响，对其承载力乘以 0.85 的系数进行折减。

5.6.8 用于型钢悬挑梁锚固的 U 型钢筋或螺栓，对建筑结构混凝土楼板有一个上拔力，在上拔力作用下，楼板产生负弯矩，此负弯矩可能会使未配置负弯矩筋的楼板上部开裂。因此，本标准提出经计算并在楼板上表面配置受力钢筋。

5.6.9 在工时，应按《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定对型钢梁下混凝土结构进行局部抗压承载力、抗弯承载力验算。由于混凝土养护龄期不足等原因，在计算时，要注意取结构混凝土的实际强度值进行验算。

6 构造要求

6.1 常用单、双排脚手架设计尺寸

6.1.1 对表 6.1.1-1、6.1.1-2 的说明:

1 横距、步距是参考我国长期使用的经验值;

2 横距(横向水平杆跨度)、纵距(纵向水平杆跨度)是根据一层作业层上的施工荷载按本标准第 5.2.1~5.2.5 条的公式计算,取计算结果中能满足强度、挠度、抗滑三项要求的最小跨度值,偏于安全;

3 脚手架设计高度是根据公式(5.2.11-2)计算,密目式安全立网全封闭式双排脚手架挡风系数取 $\phi=0.8-0.9$,采用计算结果中的最小高度值,偏于安全。

4 地面粗糙度为 B 类,指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区;地面粗糙度 C 类(指有密集建筑群的城市市区),D 类(指有密集建筑群且房屋较高的城市市区)地区,可参考 B 类地区的计算值使用。取重现期为 10 年 ($n=10$) 对应的风压 $W_0=0.4\text{kN/m}^2$ 。全国大部分城市已包括。地面粗糙度为 A 类,基本风压大于 0.4kN/m^2 的地区,脚手架允许搭设高度必须另计算。

6.1.2 规定脚手架高度不宜超过 50m 的依据:

1 根据国内几十年的实践经验及对国内脚手架的调查,立杆采用单管的落地脚手架

一般在 50m 以下。当需要的搭设高度大于 50m 时,一般都比较慎重地采用了加强措施,如采用双管立杆、分段卸荷、分段搭设等方法。国内在脚手架的分段搭设、分段卸荷方面已经积累了许多可靠、行之有效的方法和经验。

2 从经济方面考虑。搭设高度超过 50m 时,钢管、扣件的周转使用率降低,脚手架的地基基础处理费用也会增加。

3 参考国外的经验。美国、日本、德国等也限制落地脚手架的搭设高度:如美国为

50m,德国为 60m,日本为 45m 等。

高度超过 50m 的脚手架,采用双管立杆(或双管高取架高的 2/3)搭设或分段卸荷等有效措施,应根据现场实际工况条件,进行专门设计及论证。

双管立杆变截面处主立杆上部单根立杆的稳定性，可按本标准公式 5.2.6-1 或 5.2.6-2 进行计算。双管底部也应进行稳定性计算。

6.2 纵向水平杆、横向水平杆、脚手板

6.2.1 对搭接长度的规定与立杆相同，但中间比立杆多一个旋转扣件，以防止上面搭接杆在竖向荷载作用下产生过大的变形，搭接长度以杆端扣件中心计算；对于铺设竹笆脚手板的纵向水平杆设置规定，是根据现场使用情况提出的。

纵向水平杆设在立杆内侧，可以减小横向水平杆跨度，接长立杆和安装剪刀撑时比较方便，对高处作业更为安全。

6.2.3 本条规定在主节点处严禁拆除横向水平杆，这是因为，它是构成脚手架空间框架必不可少的杆件。现场调查表明，该杆挪动他用的现象十分普遍，致使立杆的计算长度成倍增大，承载能力下降。这正是造成脚手架安全事故的重要原因之一。

6.2.4 本条规定脚手板的对接和搭接尺寸，旨在限制探头板长度，以防脚手板倾翻或滑脱。

6.3 立杆

6.3.1 工程实际中建筑楼层常用的 C25 或 C30 砼结构一般只在 5d ~ 10d 左右就要承载立杆荷载，混凝土达不到设计强度，不设置垫板或底座混凝土表面易受损。当脚手架搭设在永久性建筑结构混凝土基面（混凝土已经达到设计强度）时，立杆下可设置底座或垫板。也可根据情况不设置。

6.3.2 本条规定设置扫地杆，是吸收了我国和英、日、德等国的经验。

6.3.3 脚手架地基存在高差时，纵向扫地杆、立杆搭设要求，按要求搭设，保证脚手架基础稳固。

6.3.5 单排、双排与满堂脚手架立杆采用对接接长，传力明确，没有偏心，可提高承载能力。试验表明：一个对接扣件的承载能力比搭接的承载能力大 2.14 倍，顶层顶步立杆指顶层栏杆立杆。

6.4 连墙件

6.4.1 设置连墙件，不仅是为防止脚手架在风荷和其它水平力作用下产生倾覆，更重要的是它对立杆起中间支座的作用。试验证明：增大其竖向间距(或跨度)使立杆的承载能力大幅度下降。这表明连墙件的设置对保证脚手架的稳定性至关重要。为此，在英、日、德等国的同类标准中也有严格的规定。

6.4.2 对表 6.4.2 的说明：

表中规定的尺寸与连墙件按 2 步 3 跨、3 步 3 跨设置，均是适应于本标准表 5.2.8 立杆计算长度系数的应用条件，可在计算立杆稳定性时取用。

双排悬挑指双排悬挑脚手架，对应高度 $>50\text{m}$ ，指架体所在高度，按双排悬挑脚手架顶部 $>50\text{m}$ 要求计算。

6.4.3 对连墙件设置位置规定的说明：

1 限制连墙件偏离主节点的最大距离 300mm，是参考英国标准的规定。只有连墙件在主节点附近方能有效地阻止脚手架发生横向弯曲失稳或倾覆，若远离主节点设置连墙件，因立杆的抗弯刚度较差，将会由于立杆产生局部弯曲，减弱甚至起不到约束脚手架横向变形的作用。调研中发现，许多连墙件设置在立杆步距的 $1/2$ 附近，这对脚手架稳定是极为不利的。必须予以纠正。

2 由于第一步立柱所承受的轴向力最大，是保证脚手架稳定性的控制杆件。在该处设连墙件，也就是增设了一个支座，这是从构造上保证脚手架立杆局部稳定性的重要措施之一。

6.4.4 若开口型脚手架两端不与主体结构相连，就相当于自由边界而成为薄弱环节。将其两端与主体结构加强连接，再加上横向斜撑的作用，可对这类脚手架提供较强的整体刚度。

6.4.5~6.4.8 这几条规定是总结了国内一些成熟的经验，并吸收了国外标准中的规定。

连墙件在使用过程中，既受拉力也受压力，所以，必须采用可承受拉力和压力的构造。并要求连墙杆节点之间距离不能任意长，容许长细比按 150 控制。

6.5 门洞

6.5.1 对门洞型式与选型条件的说明：

我国脚手架过门洞处的结构形式，以采用落地式斜杆支撑 1~2 根架空立杆为主，英、法等国则用门式桥架(图 14)。

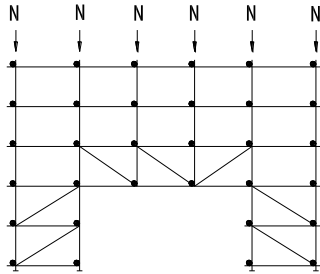


图 14 英、法等国过门洞的结构形式

考虑到我国搭设门洞的习惯，并能增大门洞空间的使用面积和有一个较为简便、统一的验算方法，特列出图 6.5.1 供选择。门洞采用图 6.5.1 所示落地式支撑，能减少两侧边立杆的荷载，并可图 6.5.1 中的矩形平面 ABCD 作为上升式斜杆的平行弦桁架计算。

6.5.2 双排脚手架门洞处的空间桁架，除下弦平面外，应在其余 5 个平面内的图示节间设置一根斜腹杆。5 各平面指：图 6.5.1 中 1-1 剖面（侧面与相对侧面），2-2 剖面上平面，还有前后两排桁架平面。

6.5.5 本条规定是为防止杆件从扣件中滑脱，以保证门洞桁架安全可靠。

6.6 剪刀撑与横向斜撑

6.6.1、6.6.2 这两条规定是在总结我国经验的基础上，参考了英、美、德等国脚手架标准的规定提出的。这些规定，对提高我国现有扣件式钢管脚手架支撑体系的构造标准，对加强脚手架整体稳定、防止安全

事故的发生将起重要的作用。具体说明如下：

对纵向剪刀撑作用大小的分析表明：若连接立杆太少，则纵向支撑刚度较差，故对剪刀撑跨越立杆的根数作了规定。

由于纵向剪刀撑斜杆较长，如不固定在与之相交的立杆或横向水平杆伸出端上，将会由于刚度不足先失去稳定。为此在设计时，应注意计算纵向剪刀撑斜杆的长细比，使其不超过本标准表 5.1.9 的规定。

6.6.3 根据实验和理论分析，脚手架的纵向刚度远比横向刚度强的大，一般不会发生纵向整体失稳破坏。设置了纵向剪刀撑后，可以加强脚手架结构整体刚度和空间工作，以保证脚手架的稳定。也是国内工程实践经验的总结。

6.6.4 设置横向斜撑可以提高脚手架的横向刚度，并能显著提高脚手架的稳定承载力。

6.6.5 开口型脚手架两端是薄弱环节。将其两端设置横向斜撑，并与主体结构加强连接，可对这类脚手架提供较强的整体刚度。静力模拟试验表明：对于一字型脚手架，两端有横向斜撑(之字形)，外侧有剪刀撑时，脚手架的承载能力可比不设的提高约 20%。

6.7 斜道

6.7.1 ~ 6.7.3 这三条对斜道构造的规定，主要是总结国内工程的实践经验制定的。注意人行斜道严禁搭设在临近高压线一侧。

6.8 满堂脚手架

6.8.1 见 5.3.1 条文说明

6.8.2 本条所提的构造一节点满堂脚手架（作业）是指荷载通过水平杆传入立杆,立杆偏心受力情况。

对表 6.8.2 的说明：

- 1 横距、步距是参考我国长期使用的经验值；
- 2 横距(横向水平杆跨度)、纵距(纵向水平杆跨度)是根据一层作业层上的施工荷载按本标准第 5.2.1 ~ 5.2.5 条的公式计算，取计算结果中能满足强度、挠度、抗滑三项要求的最小跨度值，偏于安全；立杆间距

1.2m×1.2m~1.3m×1.3m, 施工荷载标准值不小于 3kN/m²时, 水平杆通过扣件传至立杆的竖向力为 8 kN~11 kN 之间, 所以立杆上应增设防滑扣件。

3 构造一节点满堂脚手架(作业)设计高度是根据 5.3 节计算得出的, 并根据工程实际适当调整。

4 计算条件不同另行计算。

5 敞开式构造一节点满堂脚手架为架体外立面没有封闭的构造一节点满堂脚手架, 如没有用密目式安全网封闭架体外立面满堂脚手架。

6.8.3 根据我国工程使用经验及满堂脚手架整体稳定试验确定。

6.8.5 根据脚手架试验, 增加竖向、水平剪刀撑, 可增加架体刚度, 提高脚手架承载力。在竖向剪刀撑顶部交点平面设置一道水平连续剪刀撑, 可使架体结构稳固。

当剪刀撑连续布置时, 剪刀撑宽度, 为剪刀撑相邻斜杆的水平距离。

构造二节点满堂脚手架与构造三节点满堂脚手架应在架体外侧四周及内部纵、横向不大于 6m 由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为 6m。剪刀撑设置比构造一节点满堂脚手架严, 因为, 架体用于支撑系统, 满堂脚手架足尺整体稳定试验也证明了这一点。

6.8.7 试验证明, 满堂脚手架增加连墙件可提高承载力, 所以在有条件与结构连接时, 应使脚手架与建筑结构进行刚性连接。附录 C 表 C-1~C-3 的高宽比是试验所得高宽比, 也是计算长度系数使用条件, 不满足附录 C 表 C-1~C-3 规定的高宽比时, 应设置连墙件。在无结构柱部位采取预埋钢管等措施与建筑结构进行刚性连接; 在有空间部位, 也可超出顶部加载区投影范围向外延伸布置 2~3 跨。采取以上措施后, 高宽比提高, 但高宽比不宜大于 3。

6.8.8 通过大量事故案例、工程案例及脚手架试验证明, 架体与结构进行可靠连接后, 可大大提高支撑架的倾覆能力, 降低事故的发生。支撑架与结构进行可靠连接后, 架体的抗侧移能力提高, 立杆计算长度也可减小, 稳定性可大幅提升。与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 规定一致。

6.8.9 条文所列满堂脚手架(或支撑架)可不设剪刀撑的条件要同时满足, 方可不设剪刀撑。其中, 被支撑结构自重面荷载、线荷载是指支撑脚手架上边的被支撑物荷载标准值, 不含架体和模板体系自重。与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定、《建筑施工碗

扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 规定一致。

6.8.11 局部承受集中荷载，根据实际荷载可按附录 C 表 C-1~C-3 计算，局部调整满堂脚手架构造尺寸，进行局部加固。

要求满堂脚手架（或支撑脚手架）立杆加密区的水平杆向非加密区延伸，是为了保证加密区的稳定。

6.8.12、6.8.13 根据我国工程使用经验确定。

6.9 满堂支撑架

6.9.1 满堂支撑架步距不宜超过 1.8m，立杆间距不宜超过 $1.2 \times 1.2\text{m}$ 。

6.9.3~6.9.5 满堂支撑架整体稳定试验证明，增加竖向、水平剪刀撑，可增加架体刚度，提高脚手架承载力。在竖向剪刀撑顶部交点平面设置一道水平连续剪刀撑，可使架体结构稳固。设置剪刀撑比不设置临界荷载提高 26%—64%（不同工况），剪刀撑不同设置，临界荷载发生变化，所以根据剪刀撑的不同设置给出不同的承载力，给出满堂支撑架不同的立杆计算长度系数（附录 D）。设置水平剪刀撑构造要求，可以增加支撑架结构稳固性，如：增加抗水平荷载能力，设置水平剪刀撑比不设置水平剪刀撑的支撑架承载力提高，可以提高由混凝土施工产生震动与冲击荷载等不确定因素的能力。

施工现场满堂支撑架，经常不设剪刀撑或只是支架外围设置竖向剪刀撑，对于高大支撑架或荷载较大支撑架这种结构不合理，所以要求满堂支撑架在纵、横向间隔一定距离设置竖向剪刀撑，在竖向剪刀撑顶部交点平面、扫地杆的设置层设置水平剪刀撑，保证支架结构稳定。

普通型剪刀撑设置，剪刀撑的纵、横向间距较大，施工搭设相对简单，剪刀撑主要为支架的构造保证措施。

加强型剪刀撑设置，与满堂支撑架整体稳定试验剪刀撑设置基本相同，按附录 D 表 D-2、D-4 计算支架稳定。竖向剪刀撑间距 4~5 跨，为 3~5m，立杆间距在 $0.4 \times 0.4\text{m} \sim 0.6 \times 0.6\text{m}$ 之间（含 0.4×0.4 ），竖向剪刀撑间 3~3.2m， 0.4×8 跨=3.2m， 0.5×6 跨=3m，均满足要求。

6.9.7 满堂支撑架，可用于大型场馆屋顶有集中荷载的钢结构安装支撑体系与其它同类工程支撑体系，大型场馆中部无法设置连墙件，为保证支架稳定或边部支架稳定，要求边部支架设置连墙件，在有空间部

位，满堂支撑架宜超出顶部加载区投影范围向外延伸布置 2~3 跨。

试验表明，在支架 5 跨×5 跨内，设置两处水平约束，支架临界荷载提高 10%以上。所以，有条件设置连墙件时，一定要设置连墙件。在支架受力较大的情况下更要设置连墙件。

大梁高度超过 1.2m（或相同荷载）或混凝土板厚尺寸超过 0.5m（或相同荷载）或满堂支撑架横向高宽比不符合附录 D 表（D-1~ D-4）的规定，连墙件设置要严格控制。这样可提高支撑架承载力，保证支撑架稳定。如果无现成结构柱，设置连墙件，可采取预埋钢管等措施。

附录 D 的高宽比是试验所得高宽比，也是计算长度系数使用条件，不满要求应设置连墙件。采取连墙等措施后，高宽比可适当增大，但高宽比不宜大于 3。

当满堂支撑架需要设置门洞时，可按现行国家行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166 有关规定执行。

6.10 型钢悬挑脚手架

6.10.2--6.10.5 双轴对称截面型钢宜使用工字钢，工字钢结构性能可靠，双轴对称截面，受力稳定性好，较其他型钢选购、设计、施工方便。

悬挑钢梁前端应采用吊拉卸荷，吊拉卸荷的吊拉构件有刚性的，也有柔性的，如果使用钢丝绳，其直径不应小于 14 mm，使用预埋吊环其直径不宜小于 20 mm（或计算确定），预埋吊环应使用 HPB300 级钢筋制作。钢丝绳卡不得少于 3 个。钢梁下部设置钢丝绳时应考虑防滑与固定措施。

悬挑钢梁悬挑长度一般情况下不超过 2m 能满足施工需要，但在工程结构局部有可能满足不了使用要求，局部悬挑长度不宜超过 3 米。大悬挑另行专门设计及论证。

在建筑结构角部，钢梁宜扇形布置；如果结构角部钢筋较多不能留洞，可采用设置预埋件焊接型钢三角架等措施。

悬挑钢梁支承点应设置在结构梁上，不得设置在外伸阳台上或悬挑板上，否则应采取加固措施。

施工现场为了节能环保、重复利用，采用可拆卸得 U 型预埋螺栓（图 6.10.8），要求不低于标准规定的锚固承载力。如楼板预留螺栓孔，

U型螺栓通过穿楼板固定。

6.10.7 定位点可采用竖直焊接长 0.2m、直径 25mm-30mm 的钢筋或短管等方式。

6.10.9 工程实际中经常遇到楼层转角等特殊部位，难以按每一纵距设置一根钢梁。所以规定此条。

6.10.10、6.10.11 悬挑架设置连墙件与外立面设置剪刀撑，是保证悬挑架整体稳定的条件。

7 施 工

7.1 施工准备

7.1.1 本条规定是为了明确岗位责任制，促进脚手架的设计及其专项方案在具体施工实施过程中得到认真严肃的贯彻。单位工程负责人交底时，应注意方案中设计计算使用条件与工程实际工况条件是否相符的问题。监理工程师检查交底记录时，对以上问题的检应是重点检查之一。

7.1.2 这条规定是为了加强现场管理，杜绝不合格产品进入现场，否则在脚手架工程中会造成隐患和事故。对钢管、扣件、可调托撑可通过检测手段来保证产品合格，即：在进入施工现场后第一次使用前，由施工总承包单位负责，对钢管、扣件、可调托撑进行复试。

7.2 地基与基础

7.2.1 ~ 7.2.4 本节明确规定了脚手架地基标高及其基础施工的依据和标准，是保证脚手架工程质量的重要环节。

压实填土地基、灰土地基是脚手架常用的地基，应按《建筑地基基础工程施工质量验收规范》要求施工，应符合工程的地质勘察报告中要求。

7.3 搭设

7.3.1 为保证脚手架搭设中的稳定性，本条规定了一次搭设高度的限值。

7.3.2 规定脚手架搭设中允许偏差检查的时间，有利于防止累计误差超过允许偏差，难以纠正。

7.3.3 本条规定的技术要求有利于脚手架立杆受力和沉降均匀。对于其它材料用于脚手架基础，应是不低于木垫板承载力，不低于木垫板长度、宽度。

7.3.4 ~ 7.3.11 这 8 条规定是根据本标准第 6 章有关构造要求提出的具体操作规定，说明如下：

1 在第 7.3.6 条 3 款中规定搭设单排脚手架横向水平杆的位置，是根据现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定。注意极易引起外墙渗漏的部位，也不宜设置单排脚手架横杆。

2 在 7.3.11 条 2 款中规定扣件螺栓的拧紧扭力矩采用 40~65N·m，是根据《钢管脚手架扣件》(GB15831) 的规定确定的。

7.3.15 架体验收要满足施工方案要求，用于高大、重型荷载的混凝土结构模板支撑架，应制定混凝土浇筑方案，规定混凝土浇筑方法、浇筑顺序，做好旁站监督，必要时应对模板支撑架进行荷载值的监测监控。

7.4 拆除

7.4.1 本条规定了拆除脚手架前必须完成的准备工作和具备的技术文件。

7.4.2 本条明确规定了脚手架的拆除顺序及其技术要求，有利于拆除中保证脚手架的整体稳定性。

7.4.5 为了防止伤人，避免发生安全事故，同时还可以增加构配件使用寿命。

7.4.7 对于大跨度结构和空间结构的支撑架，应规定拆除顺序和卸载方案；预应力混凝土构件的架体拆除应在预应力施工完成后进行；后浇带处支撑架拆除应符合专项施工方案要求。

8 检查与验收

8.1 构配件检查与验收

8.1.1 对新高强度钢管允许偏差值的说明:

对表 8.1.8 序号 1 说明,《高强度直缝焊接钢管》Q/FZKJ004-2020 规定: $\phi 48.0 \times 1.30$ mm 的高强度钢管,管体外径允许偏差 ± 0.7 mm。壁厚允许偏差 ± 0.05 mm (壁厚),所以,外径允许范围为 47.3 ~ 48.7 mm;壁厚允许范围为 1.25 ~ 1.35 mm;

8.1.2 对旧钢管的检查项目与允许偏差值的说明:

1 使用旧钢管(已使用过的或长期放置已锈蚀的钢管)时主要应检查有无严重鳞皮锈。检查锈蚀深度时,应先除去锈皮再量深度;

2 表 8.1.8 中序号 3 的规定,锈蚀深度不得大于 0.05mm。

现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定:“当钢材的表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时,其深度不得大于该钢材厚度负允许偏差值的 1/2”。

3 表 8.1.8 序号 4 中规定的根据:

1)各种钢管的端部弯曲在 1.5m 长范围内限制允许偏差 $\Delta \leq 5$ mm,以限制初始弯曲对立杆受力影响及纵向水平杆的水平程度;

2)立杆钢管弯曲(初始弯曲)的允许偏差值 Δ 是考虑我国建筑施工企业施工现场的管理水平,按 3/1000 确定的,以限制初始弯曲过大,影响立杆承载能力;

3)水平杆、斜杆为非受压杆件,故放宽允许偏差值 Δ ,按 4.5 / 1000 考虑,以 6.5m 计, $\Delta \leq 30$ mm。

8.1.4 由于目前建筑市场扣件合格率较低,要求每个工程在使用扣件前,进行复试,以保证使用合格产品。扣件有裂缝、变形的,螺栓滑丝的严重影响扣件承载力,最终导致影响脚手架整体稳定。

8.1.7 可调托撑的规定是根据我国长期使用经验,满堂支撑架整体稳定试验、可调托撑破坏试验确定的。试验表明:支托板、螺母有裂缝临界荷载下降,支托板厚如果小于 5 毫米,可调托撑承载力不满足要求。

钢管采用 $\phi 48.0 \times 1.30$ ，壁厚 1.30 mm 允许偏差 ± 0.05 ，最小壁厚 1.25 mm。钢管内径 $48.0 - 2 \times 1.25 = 45.50$ mm，可调托撑螺杆外径与立杆钢管内壁之间的间隙（平均值）为 $(45.5 - 36) \div 2 = 4.75$ mm，满足要求。

目前，在施工现场，存在着支托板变形较大仍然使用的现象，造成主梁向支托板传力不均匀，影响可调托撑承载力。

8.2 脚手架检查与验收

8.2.1 明确脚手架其地基基础进行检查与验收的阶段。

8.2.2 为提高施工企业管理水平，防患于未然，明确责任，提出了脚手架工程检查验收时应具备的文件。

8.2.3 明确脚手架使用中，应定期检查的项目。也可随时抽查其规定项目。

8.2.4 对表 8.2.4 的说明：

1 关于立杆垂直度的允许偏差

立杆安装垂直度允许偏差值的规定，关系到脚手架的安全与承载能力的发挥。从国内实测数据分析可知，所规定的允许偏差值是代表国内大多城市中许多建筑企业搭设质量的平均先进水平的。满堂支撑架立杆垂直度的允许偏差为立杆高度的千分之三

2 关于间距的允许偏差

根据现场实测调查，一般均可作到。

3 关于纵向水平杆高差的允许偏差

纵向水平杆水平度的允许偏差值关系到结构的承载力（立杆的计算长度）、施工安全等。

8.2.5 本条明确地规定了扣件螺栓扭矩抽样检查数目与质量判定标准，有利于保证脚手架安全。抽样检查数目与质量判定标准，应按表 8.2.5 的规定确定，符合要求说明检查合格，但发现扣件拧紧不合格的应重新拧紧至合格。

9 安全管理与保险

9.1 安全管理

9.1.1 保证专业架子工搭设脚手架，是避免脚手架安全事故发生的措施之一。

9.1.4 保证钢管截面不被削弱。

9.1.5 本条的规定旨在防止脚手架因超载而影响安全施工。

9.1.6 保证施工安全的重要措施。

9.1.7 支撑架实际荷载超过设计规定，就存在安全隐患，甚至导致安全事故发生。

9.1.8 当有六级强风及以上风停止脚手架高处作业的规定，与现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的规定一致。

9.1.12 扣件式钢管脚手架应使用阻燃的密目式安全网，避免在脚手架上电焊施工引起火灾。

9.1.13 施工期间，拆除脚手架主节点处的纵向水平杆、横向水平杆、纵向水平杆、横向扫地杆中任何根杆件，都会造成脚手架承载力下降。严重时会导致事故。拆除连墙件也是如此。

9.1.14 如果在脚手架基础下开挖管沟，会影响脚手架整体稳定。室外管沟过脚手架基础必须在脚手架专项方案体现，必须有安全措施。

9.1.15 满堂脚手架与满堂支撑架在安装过程中，必须设置防倾覆的临时固定设施，如斜撑、揽风绳、连墙件等。

9.2 保险

9.2.1 这些工程都是危险工程，购买保险转移风险是制度创新，利国利民。

9.2.2 保险行业是金融监管行业，各项工作都必须满足银保监会的要求。

9.2.3 质量是安全的基础，钢管生产单位有确保质量合格的义务。

中华人民共和国
国家标准化委员会指导性技术文件
团体标准
建筑施工扣件式超高强薄壁钢管脚手架
安全技术规范（试行）
T/ZJEM 001-2020

*

浙江省经济与管理研究会归口管理
浙江省杭州市密度桥路 15 号新世纪大厦 11 楼 B 座
电话：(0571) 87037200

*

开本 850X1168 1/32 印张 3.5 字数 70 千字
2020 年 12 月第一次印刷 亚马逊书店电子版（脚手架手册）同时发行
书号：ISBN: 9798575889526
定价：中国：人民币 68.00 一带一路国家：10 美元 其他：20 美元
如有印装差错，由本研究会免费调换



国家团体标准信息平台 <http://www.ttbz.org.cn>