

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ 166-2016

备案号 J 823-2016

建筑施工碗扣式钢管脚手架 安全技术规范

Technical code for safety of cuplock steel
tubular scaffolding in construction

2016-11-15 发布

2017-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

建筑施工碗扣式钢管脚手架
安全技术规范

Technical code for safety of cuplock steel
tubular scaffolding in construction

JGJ 166 - 2016

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 7 年 5 月 1 日

中国建筑工业出版社

2016 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1364 号

住房城乡建设部关于发布行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》的公告

现批准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》为行业标准，编号为 JGJ 166 - 2016，自 2017 年 5 月 1 日起实施。其中，第 7.4.7、9.0.3、9.0.7、9.0.11 条为强制性条文，必须严格执行。原《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 - 2008 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2016 年 11 月 15 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标 [2013] 169 号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订了本规范。

本规范的主要技术内容是:1 总则;2 术语和符号;3 构配件;4 荷载;5 结构设计;6 构造要求;7 施工;8 检查与验收;9 安全管理。

本规范修订的主要技术内容是:1 立杆钢管材质增加了 Q345 级钢的规定,上碗扣和水平杆接头增加了采用锻造工艺成型时的材质规定,并增加了立杆碗扣节点间距采用 0.5m 模数的规定;2 调整了永久荷载、施工荷载、风荷载的标准值;3 增加了荷载分项系数表,对荷载组合表进行了调整;4 增加了半刚性碗扣节点的转动刚度取值规定;5 增加了水平杆抗弯强度及挠曲变形验算式;6 修改了风荷载作用引起的模板支撑架立杆附加轴力的计算式;7 给出了模板支撑架在风荷载作用下的简化水平力和倾覆力矩的计算式;8 增加了双排脚手架连墙件的强度和稳定性计算式;9 修改了双排脚手架和模板支撑架立杆计算长度的取值规定;10 修改了双排脚手架和模板支撑架的斜撑杆和剪刀撑构造要求;11 修改了双排脚手架的允许搭设高度表;12 增加了脚手架施工和安全管理的相关规定;13 增加了脚手架施工检查表和验收记录表。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解

释，由江苏兴厦建设工程集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送江苏兴厦建设工程集团有限公司（地址：江苏省高邮市武安路 8 号，邮政编码：225600）。

本规范主编单位：江苏兴厦建设工程集团有限公司
重庆建工第九建设有限公司

本规范参编单位：河北建设集团有限公司
中天建设集团有限公司
东南大学
中国建筑一局（集团）有限公司
中国建筑金属结构协会建筑模板脚手架委员会
中国建筑科学研究院
云南大力神金属构件有限公司
重庆大学
福建省建筑科学研究院
河海大学
南通市达欣工程股份有限公司
北京城建亚泰建设集团有限公司
国家建筑工程质量监督检验中心
北京城建中南土木工程集团有限公司
中航天建设工程有限公司
上海汇成（集团）有限公司
北京雅之和工程咨询有限公司
北京建筑大学
中鼎国际工程有限责任公司
无锡速捷脚手架工程有限公司
中铁十一局集团第五工程有限公司

本规范主要起草人员：王学海 于海祥 郭正兴 王旭辉
陈 红 刘 群 杨亚男 熊耀莹

薛玉文	许向华	刘 源	王永泉
周雪梅	沈高传	董佳节	华建民
王 峰	丁选明	赵卫政	黄锡阳
赵记军	黄 亚	刘 军	张 伟
陆志东	赵玉华	丁增会	朱成伟
费 恺	刘栋栋	钱新华	王元清
张琨健	赵小平	钱冬冬	王云鹏
葛兴杰	耿洁明	刘新玉	张有闻
卓 新	吴纪东	潘延平	阎 琪
廖 永	毛 杰	朱 军	孙 杰
张国选			

本规范主要审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	4
3 构配件	8
3.1 节点构造及杆件模数	8
3.2 材质要求	8
3.3 质量要求	10
4 荷载	13
4.1 荷载分类	13
4.2 荷载标准值	13
4.3 荷载设计值	16
4.4 荷载效应组合	17
5 结构设计	20
5.1 一般规定	20
5.2 双排脚手架计算	22
5.3 模板支撑架计算	26
5.4 地基基础计算	31
6 构造要求	33
6.1 一般规定	33
6.2 双排脚手架构造	35
6.3 模板支撑架构造	40
7 施工	46
7.1 施工准备	46
7.2 地基与基础	46

7.3 搭设	47
7.4 拆除	48
8 检查与验收	50
9 安全管理	52
附录 A 主要构配件种类和规格	55
附录 B 风压高度变化系数	57
附录 C 钢管轴心受压稳定系数	59
附录 D 检查验收表	62
附录 E 施工验收记录	68
本规范用词说明	70
引用标准名录	71
附：条文说明	73

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Components	8
3.1	Details of Joint and Modulus of Shafts	8
3.2	Material Requirements	8
3.3	Production Quality Requirements	10
4	Design Loads	13
4.1	Loads Classification	13
4.2	Normal Values of Loads	13
4.3	Design Values of Loads	16
4.4	Load Effects Combinations	17
5	Design of Structure	20
5.1	General Requirements	20
5.2	Calculation of Scaffolding in Double Row	22
5.3	Calculation of Formwork Support	26
5.4	Calculation of Subgrade and Foundation	31
6	Requirements of Details	33
6.1	General Requirements	33
6.2	Details of Scaffolding in Double Row	35
6.3	Details of Formwork Support	40
7	Construction	46
7.1	Preparation for Construction	46
7.2	Subgrade and Foundation	46

7.3	Assembly	47
7.4	Disassembly	48
8	Inspection and Acceptance	50
9	Safety Management	52
Appendix A	Category and Specification of Production Components	55
Appendix B	Height Coefficient for Wind Pressure	57
Appendix C	Stability Coefficients for Axial Compressed Steel Tubular	59
Appendix D	Inspection and Acceptance Sheets	62
Appendix E	Construction Acceptance Record	68
	Explanation of Wording in This Code	70
	List of Quoted Standards	71
	Addition; Explanation of Provisions	73

1 总 则

1.0.1 为规范碗扣式钢管脚手架的设计、施工、使用与管理，做到技术先进、安全适用、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于房屋建筑与市政工程等施工中的碗扣式钢管双排脚手架和模板支撑架的设计、施工、使用与管理。

1.0.3 碗扣式钢管脚手架施工前，必须编制专项施工方案。模板支撑架和高度超过 24m 的双排脚手架应按本规范的规定对其结构构件和立杆地基承载力进行设计计算；当双排脚手架高度在 24m 及以下时，可按本规范的构造要求搭设。

1.0.4 碗扣式钢管脚手架的设计、施工、使用与管理除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

- 2.1.1 碗扣式钢管脚手架 cuplock steel tubular scaffolding
节点采用碗扣方式连接的钢管脚手架 (图 2.1.1), 根据其

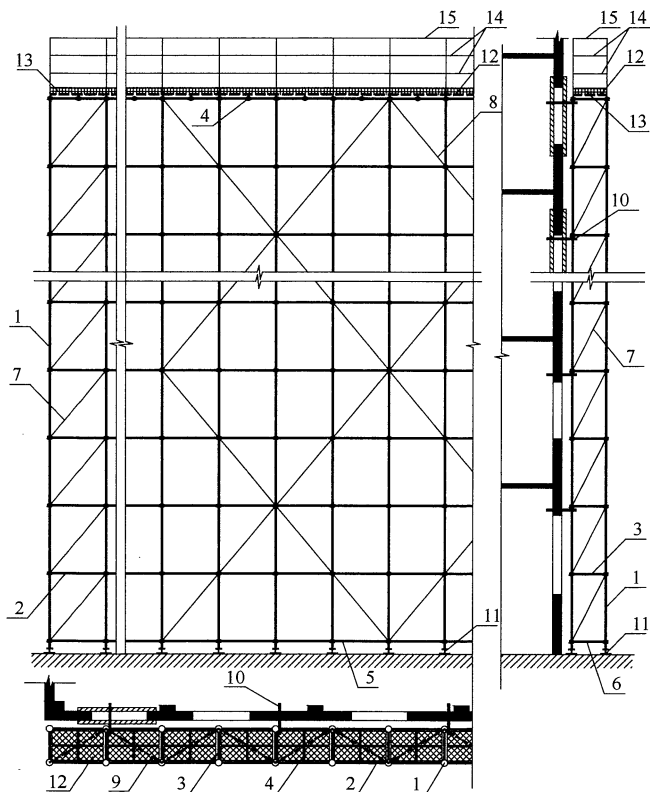


图 2.1.1 碗扣式钢管脚手架的组成

- 1—立杆；2—纵向水平杆；3—横向水平杆；4—间水平杆；5—纵向扫地杆；
6—横向扫地杆；7—竖向斜撑杆；8—剪刀撑；9—水平斜撑杆；10—连墙件；
11—底座；12—脚手板；13—挡脚板；14—栏杆；15—扶手

用途主要可分为双排脚手架和模板支撑架两类。

2.1.2 碗扣节点 cuplock joint

由上碗扣、下碗扣、限位销和水平杆接头等组成的盖固式连接节点。

2.1.3 立杆 standing tube

带有活动上碗扣，且焊有固定下碗扣和竖向连接套管的竖向钢管构件。

2.1.4 上碗扣 bell shape cap

沿立杆上下滑动，起锁紧作用的碗形紧固件。

2.1.5 下碗扣 bowl shape socket

焊接固定在立杆上的碗形紧固件。

2.1.6 立杆连接销 connecting pin of standing tube

用于立杆竖向承插接长的销子。

2.1.7 限位销 limiting pin

焊接固定在立杆上用于锁紧上碗扣的定位销子。

2.1.8 水平杆 horizontal tube

两端焊接有连接板接头，与立杆通过上下碗扣连接的水平钢管构件，包括纵向水平杆和横向水平杆。

2.1.9 水平杆接头 spigot of horizontal tube

焊接于水平杆两端的曲板状连接件。

2.1.10 间水平杆 intermediate horizontal tube

两端焊有插卡装置，与纵向水平杆通过插卡装置相连，用于双排脚手架的横向水平钢管构件。

2.1.11 斜杆 batter tube

两端带有接头，用作脚手架斜撑杆的钢管构件。按接头形式可分为专用外斜杆和内斜杆；按设置方向可分为水平斜杆和竖向斜杆。

2.1.12 专用外斜杆 special outside batter tube

用于脚手架端部或外立面，两端焊有旋转式连接板接头的斜向钢管构件。

2.1.13 内斜杆 inside batter tube

用于脚手架内部，两端带有扣接头的斜向钢管构件。

2.1.14 挑梁 bracket

双排脚手架作业平台的挑出定型构件。包括外挑宽度为 300mm 的窄挑梁和外挑宽度为 600mm 的宽挑梁。

2.2 符 号

2.2.1 荷载和荷载效应

F_j ——作用于脚手架杆件连接节点的荷载设计值；

F_{wk} ——风荷载作用在模板支撑架计算单元的竖向栏杆围挡（模板）范围内产生的水平集中力标准值；

G_{jk} ——模板支撑架计算单元上集中堆放的物料自重标准值；

g_{1k} ——模板支撑架均匀分布的架体及附件自重面荷载标准值；

g_{2k} ——模板支撑架均匀分布的架体上部的模板等物料自重面荷载标准值；

M_{Gk} ——水平杆由脚手板自重产生的弯矩标准值；

M_{Qk} ——水平杆由施工荷载产生的弯矩标准值；

M_s ——水平杆弯矩设计值；

M_{Tk} ——模板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；

M_{wk} ——立杆由风荷载产生的弯矩标准值；

N ——立杆的轴力设计值；

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_{Gk1} ——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值总和；

ΣN_{Gk2} ——模板支撑架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；

N_L ——连墙件轴力设计值；

N_{Lw} ——连墙件由风荷载产生的轴力设计值；

N_{Qk} ——立杆由施工荷载产生的轴力标准值；
 N_{wk} ——模板支撑架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值；
 q_{wk} ——风荷载作用在模板支撑架计算单元的架体范围内的均布线荷载标准值；
 S_d ——荷载组合的效应设计值；
 ν ——受弯构件挠度；
 w_0 ——基本风压值；
 w_{fk} ——模板支撑架架体风荷载标准值；
 w_k ——风荷载标准值；
 w_{mk} ——模板支撑架顶部竖向栏杆围挡（模板）的风荷载标准值。

2.2.2 材料性能和抗力

C ——架体构件的容许变形值；
 E ——钢材弹性模量；
 F_{JR} ——脚手架杆件连接节点的承载力设计值；
 f ——钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
 f_a ——修正后的地基承载力特征值；
 f_{ak} ——地基承载力特征值；
 N_{LR} ——双排脚手架连墙件连接的抗拉（压）承载力设计值；
 R_d ——架体结构或构件的抗力设计值；
 R_k ——节点转动刚度；
 $[\nu]$ ——受弯构件容许挠度。

2.2.3 几何参数

A ——构件毛截面面积；
 A_g ——立杆基础底面面积；
 A_n ——脚手架迎风面挡风面积、构件净截面面积；
 A_w ——脚手架迎风面轮廓面积；
 a ——模板支撑架立杆伸出顶层水平杆长度；
 B ——模板支撑架横向宽度；

b_j ——模板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 ——架体搭设高度；
 $[H]$ ——双排脚手架允许搭设高度；
 H_c ——连墙件间竖向垂直距离；
 H_m ——模板支撑架顶部竖向栏杆围挡（模板）的高度；
 h ——步距；
 I ——截面惯性矩；
 i ——截面回转半径；
 L_c ——连墙件间水平投影距离；
 l ——受弯构件的计算跨度；
 l_0 ——立杆计算长度；
 l_a ——立杆纵向间距；
 l_b ——立杆横向间距；
 n ——模板支撑架计算单元立杆跨数；
 t ——钢管壁厚；
 W ——截面模量；
 ϕ ——钢管外径；
 λ ——长细比。

2.2.4 计算系数

k ——立杆计算长度附加系数；
 m_f ——地基承载力修正系数；
 μ ——立杆计算长度系数；
 μ_z ——风压高度变化系数；
 μ_s ——风荷载体型系数；
 μ_{st} ——单榀桁架风荷载体型系数；
 μ_{stw} ——多榀平行桁架整体风荷载体型系数；
 Φ ——脚手架挡风系数；
 φ ——轴心受压构件的稳定系数；
 ξ ——弯矩折减系数；

- γ_0 —— 结构重要性系数；
- γ_G —— 永久荷载分项系数；
- γ_Q —— 可变荷载分项系数；
- γ_u —— 永久荷载和可变荷载分项系数加权平均值；
- ϕ_c —— 施工荷载及其他可变荷载组合值系数；
- ϕ_w —— 风荷载组合值系数。

3 构 配 件

3.1 节点构造及杆件模数

3.1.1 立杆的碗扣节点应由上碗扣、下碗扣、水平杆接头和限位销等构成（图 3.1.1）。

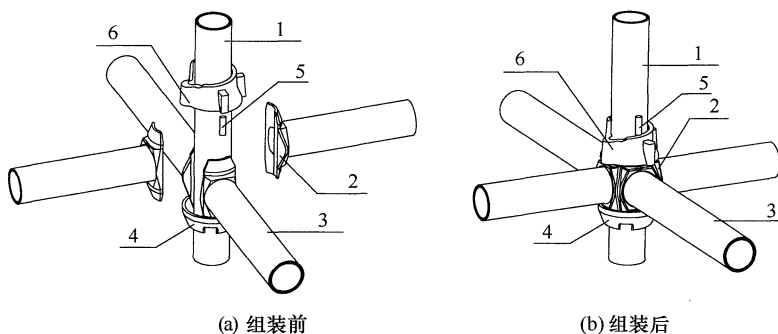


图 3.1.1 碗扣节点构造图

1—立杆；2—水平杆接头；3—水平杆；4—下碗扣；5—限位销；6—上碗扣

3.1.2 立杆碗扣节点间距，对 Q235 级材质钢管立杆宜按 0.6m 模数设置；对 Q345 级材质钢管立杆宜按 0.5m 模数设置。水平杆长度宜按 0.3m 模数设置。

3.1.3 碗扣式钢管脚手架主要构配件种类和规格应符合本规范附录 A 的规定。

3.2 材 质 要 求

3.2.1 钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 中规定的普通钢管，其材质应符合下列规定：

1 水平杆和斜杆钢管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；

2 当碗扣节点间距采取 0.6m 模数设置时，立杆钢管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 当碗扣节点间距采取 0.5m 模数设置时，立杆钢管材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 及《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中 Q345 级钢的规定。

3.2.2 当上碗扣采用碳素铸钢或可锻铸铁铸造时，其材质应分别符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 中 ZG270 - 500 牌号和《可锻铸铁件》GB/T 9440 中 KTH350 - 10 牌号的规定；采用锻造成型时，其材质不应低于现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 中 Q235 级钢的规定。

3.2.3 当下碗扣采用碳素铸钢铸造时，其材质应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 中 ZG270 - 500 牌号的规定。

3.2.4 当水平杆接头和斜杆接头采用碳素铸钢铸造时，其材质应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 中 ZG270 - 500 牌号的规定。当水平杆接头采用锻造成型时，其材质不应低于现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 中 Q235 级钢的规定。

3.2.5 上碗扣和水平杆接头不得采用钢板冲压成型。当下碗扣采用钢板冲压成型时，其材质不得低于现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 中 Q235 级钢的规定，板材厚度不得小于 4mm，并应经 600℃~650℃ 的时效处理；严禁利用废旧锈蚀钢板改制。

3.2.6 对可调托撑及可调底座，当采用实心螺杆时，其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；当采用空心螺杆时，其材质应符合现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162 中 20 号无缝钢管的规定。

3.2.7 可调托撑及可调底座调节螺母铸件应采用碳素铸钢或可锻铸铁，其材质应分别符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢

件》GB/T 11352 中 ZG230 - 450 牌号和《可锻铸铁件》GB/T 9440 中 KTH330 - 08 牌号的规定。

3.2.8 可调托撑 U 形托板和可调底座垫板应采用碳素结构钢, 其材质应符合现行国家标准《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274 中 Q235 级钢的规定。

3.2.9 扣件材质应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的规定。

3.2.10 脚手板的材质应符合下列规定:

1 脚手板可采用钢、木或竹材料制作, 单块脚手板的质量不宜大于 30kg;

2 钢脚手板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; 冲压钢脚手板的钢板厚度不宜小于 1.5mm, 板面冲孔内切圆直径应小于 25mm;

3 木脚手板材质应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 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;

4 竹串片脚手板和竹笆脚手板宜采用毛竹或楠竹制作; 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 的规定。

3.3 质量要求

3.3.1 钢管宜采用公称尺寸为 $\phi 48.3\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 的钢管, 外径允许偏差应为 $\pm 0.5\text{mm}$, 壁厚偏差不应为负偏差。

3.3.2 立杆接长当采用外插套时, 外插套管壁厚不应小于 3.5mm; 当采用内插套时, 内插套管壁厚不应小于 3.0mm。插套长度不应小于 160mm, 焊接端插入长度不应小于 60mm, 外伸长度不应小于 110mm, 插套与立杆钢管间的间隙不应大于 2mm。

3.3.3 钢管弯曲度允许偏差应为 2mm/m。

3.3.4 立杆碗扣节点间距允许偏差应为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

3.3.5 水平杆曲板接头弧面轴心线与水平杆轴心线的垂直度允许偏差应为 1.0mm。

3.3.6 下碗扣碗口平面与立杆轴线的垂直度允许偏差应为 1.0mm。

3.3.7 焊接应在专用工装上进行，焊缝应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中三级焊缝的规定。

3.3.8 可调托撑及可调底座的质量应符合下列规定：

1 调节螺母厚度不得小于 30mm；

2 螺杆外径不得小于 38mm，空心螺杆壁厚不得小于 5mm，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 螺杆与调节螺母啮合长度不得少于 5 扣；

4 可调托撑 U 形托板厚度不得小于 5mm，弯曲变形不应大于 1mm，可调底座垫板厚度不得小于 6mm；螺杆与托板或垫板应焊接牢固，焊脚尺寸不应小于钢板厚度，并宜设置加劲板。

3.3.9 构配件外观质量应符合下列规定：

1 钢管应平直光滑，不得有裂纹、锈蚀、分层、结疤或毛刺等缺陷，立杆不得采用横断面接长的钢管；

2 铸造件表面应平整，不得有砂眼、缩孔、裂纹或浇冒口残余等缺陷，表面粘砂应清理干净；

3 冲压件不得有毛刺、裂纹、氧化皮等缺陷；

4 焊缝应饱满，焊药应清理干净，不得有未焊透、夹砂、咬肉、裂纹等缺陷；

5 构配件表面应涂刷防锈漆或进行镀锌处理，涂层应均匀、牢靠，表面应光滑，在连接处不得有毛刺、滴瘤和多余结块。

3.3.10 主要构配件应有生产厂标识。

3.3.11 构配件应具有良好的互换性，应能满足各种施工工况下的组架要求，并应符合下列规定：

1 立杆的上碗扣应能上下窜动、转动灵活，不得有卡滞

现象；

2 立杆与立杆的连接孔处应能插入 $\phi 10\text{mm}$ 连接销；

3 碗扣节点上在安装 1 个~4 个水平杆时，上碗扣应均能锁紧；

4 当搭设不少于二步三跨 $1.8\text{m} \times 1.8\text{m} \times 1.2\text{m}$ （步距 $\times$ 纵距 $\times$ 横距）的整体脚手架时，每一框架内立杆的垂直度偏差应小于 5mm 。

3.3.12 主要构配件极限承载力性能指标应符合下列规定：

1 上碗扣沿水平杆方向受拉承载力不应小于 30kN ；

2 下碗扣组焊后沿立杆方向剪切承载力不应小于 60kN ；

3 水平杆接头沿水平杆方向剪切承载力不应小于 50kN ；

4 水平杆接头焊接剪切承载力不应小于 25kN ；

5 可调底座受压承载力不应小于 100kN ；

6 可调托撑受压承载力不应小于 100kN 。

3.3.13 构配件每使用一个安装、拆除周期后，应及时检查、分类、维护、保养，对不合格品应及时报废。

4 荷 载

4.1 荷 载 分 类

4.1.1 作用于脚手架上的荷载，应分为永久荷载和可变荷载。

4.1.2 双排脚手架的永久荷载应包括下列内容：

1 架体结构的自重，包括：立杆、水平杆、间水平杆、挑梁、斜撑杆、剪刀撑和配件的自重；

2 脚手板、挡脚板、栏杆、安全网等附件的自重。

4.1.3 双排脚手架的可变荷载应包括下列内容：

1 施工荷载，包括作业层上操作人员、存放材料、运输工具及小型机具等的自重；

2 风荷载。

4.1.4 模板支撑架的永久荷载应包括下列内容：

1 架体结构自重，包括：立杆、水平杆、斜撑杆、剪刀撑、可调托撑和配件的自重；

2 模板及支撑梁的自重；

3 作用在模板上的混凝土和钢筋的自重。

4.1.5 模板支撑架的可变荷载应包括下列内容：

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。

4.2 荷载标准值

4.2.1 双排脚手架和模板支撑架架体结构自重标准值，宜根据架体方案设计和工程实际使用的架体构配件自重，取样称重取值

确定。构配件自重也可按本规范附录 A 取用。

4.2.2 双排脚手架附件自重标准值的取值应符合下列规定：

1 脚手板自重标准值可按表 4.2.2-1 的规定采用。

表 4.2.2-1 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

2 栏杆与挡脚板自重标准值可按表 4.2.2-2 的规定采用。

表 4.2.2-2 栏杆与挡脚板自重标准值

类 别	标准值 (kN/m)
栏杆、冲压钢脚手板挡板	0.16
栏杆、竹串片脚手板挡板	0.17
栏杆、木脚手板挡板	0.17

3 外侧安全网自重标准值应根据实际情况确定，且不应低于 0.01kN/m²。

4.2.3 双排脚手架的施工荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 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 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 双排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
防 护	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 当同时存在 2 个及以上作业层作业时,在同一跨距内各作业层的施工荷载标准值总和取值不应低于 4.0kN/m^2 。

4.2.4 模板支撑架永久荷载标准值的取值应符合下列规定:

1 模板自重标准值应根据模板方案设计确定,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 4.2.4 采用。

表 4.2.4 楼板模板自重标准值 (kN/m^2)

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
楼板模板及支架 (楼层高度为 4m 以下)	0.75	1.10

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/m^3 ,对普通板的钢筋混凝土自重标准值可采用 25.1kN/m^3 。

4.2.5 模板支撑架的施工荷载标准值的取值应根据实际情况确定,并不应低于表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 模板支撑架施工荷载标准值

类别	荷载标准值 (kN/m^2)
一般浇筑工艺	2.5
有水平泵管或布料机	4.0
桥梁结构	4.0

4.2.6 作用于脚手架上的水平风荷载标准值应按下式计算:

$$w_k = \mu_z \mu_s w_0 \quad (4.2.6)$$

式中: w_k ——风荷载标准值 (kN/m^2);

w_0 ——基本风压值 (kN/m^2),按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用,取重现期 $n=10$ 对应的风荷载;

μ_z —— 风压高度变化系数，按本规范附录 B 的规定采用；
 μ_s —— 风荷载体型系数，按表 4.2.6 的规定采用。

表 4.2.6 脚手架风荷载体型系数 μ_s

背靠建筑物的状况	全封闭墙	敞开、框架和开洞墙
全封闭双排脚手架	1.0 Φ	1.3 Φ
敞开式模板支撑架	μ_{stw} 或 μ_{st}	

- 注：1 Φ 为脚手架挡风系数， $\Phi=1.2A_n/A_w$ ，其中： A_n 为脚手架迎风面挡风面积（m²）， A_w 为脚手架迎风面轮廓面积（m²）；
2 当采用密目安全网全封闭时，取 $\Phi=0.8$ ， μ_s 最大值取 1.0；
3 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， μ_{st} 和 μ_{stw} 应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关规定计算，当单榀桁架挡风系数小于或等于 0.1 时，应取系数 $\eta=0.97$ ；
4 模板支撑架的风荷载体型系数应根据本规范的具体规定采用单榀桁架风荷载体型系数 μ_{st} 或多榀平行桁架整体风荷载体型系数 μ_{stw} 。

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
双排脚手架	强度、稳定性	1.2	1.4
	地基承载力	1.0	1.0
	挠 度	1.0	1.0

续表 4.3.3

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	
模板支撑架	强度、稳定性	由可变荷载控制的组合	1.2	1.4	
		由永久荷载控制的组合	1.35		
	地基承载力	1.0		1.0	
	挠 度	1.0		0	
	倾 覆	有利	0.9	有利	0
		不利	1.35	不利	1.4

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

双排脚手架		模板支撑架		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	
≤ 40	—	≤ 8	$\leq 15\text{kN/m}^2$ 或 $\leq 20\text{kN/m}$ 或最大集中荷载 $\leq 7\text{kN}$	II
> 40	—	> 8	$> 15\text{kN/m}^2$ 或 $> 20\text{kN/m}$ 或最大集中荷载 $> 7\text{kN}$	I

注：模板支撑架的搭设高度、荷载中任一项目不满足安全等级为 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：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \tag{4.4.3}$$

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；

5 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 模板支撑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 模板支撑架荷载的基本组合

计算项目	荷载的基本组合	
立杆稳定承载力	由永久荷载控制的组合	永久荷载＋ ϕ_c 施工荷载＋ ψ_w 风荷载
	由可变荷载控制的组合	永久荷载＋施工荷载＋ ψ_w 风荷载
立杆地基承载力	由永久荷载控制的组合	永久荷载＋ ϕ_c 施工荷载＋ ψ_w 风荷载
	由可变荷载控制的组合	永久荷载＋施工荷载＋ ψ_w 风荷载

续表 4.4.4-2

计算项目	荷载的基本组合	
门洞转换 横梁强度	由永久荷载控制的组合	永久荷载+ ψ_c 施工荷载
	由可变荷载控制的组合	永久荷载+施工荷载
倾 覆	永久荷载+风荷载	

注：1 同表 4.4.4-1 注 1、注 2、注 3；

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可不计入可变荷载。

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：

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

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	永久荷载+施工荷载
模板支撑架门洞转换横梁挠度	永久荷载

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 脚手架的结构设计应采用以概率论为基础的极限状态设计法，用分项系数的设计表达式进行计算。

5.1.2 脚手架设计应确保架体为稳定结构体系，并应具有足够的承载力、刚度和整体稳定性。

5.1.3 脚手架应根据架体构造、搭设部位、使用功能、荷载等因素确定设计计算内容；双排脚手架和模板支撑架设计计算应包括下列内容：

1 双排脚手架：

- 1) 水平杆及节点连接强度和挠度；
- 2) 立杆稳定承载力；
- 3) 连墙件强度、稳定承载力和连接强度；
- 4) 立杆地基承载力。

2 模板支撑架：

- 1) 立杆稳定承载力；
- 2) 立杆地基承载力；
- 3) 当设置门洞时，进行门洞转换横梁强度和挠度计算；
- 4) 必要时进行架体抗倾覆能力计算。

5.1.4 脚手架结构设计时，应先对架体结构进行受力分析，明确荷载传递路径，选择具有代表性的最不利杆件或构配件作为计算单元。计算单元的选取应符合下列规定：

- 1 应选取受力最大的杆件、构配件；
- 2 应选取跨距、步距增大部位的杆件、构配件；
- 3 应选取门洞等架体构造变化处或薄弱处的杆件、构配件；
- 4 当脚手架上有集中荷载作用时，尚应选取集中荷载作用

范围内受力最大的杆件、构配件。

5.1.5 当无风荷载作用时，脚手架立杆宜按轴心受压杆件计算；当有风荷载作用时，脚手架立杆宜按压弯构件计算。

5.1.6 当采用本规范第 6.2.1 条规定的架体构造尺寸时，双排脚手架架体可不进行设计计算，但连墙件和立杆地基承载力应根据实际情况进行设计计算。

5.1.7 脚手架杆件长细比应符合下列规定：

- 1 脚手架立杆长细比不得大于 230；
- 2 斜撑杆和剪刀撑斜杆长细比不得大于 250；
- 3 受拉杆件长细比不得大于 350。

5.1.8 受弯构件的容许挠度应符合表 5.1.8 的规定。

表 5.1.8 受弯构件的容许挠度

构件类别	容许挠度 $[\nu]$
双排脚手架脚手板和纵向水平杆、横向水平杆	$l/150$ 与 10mm 取较小值
双排脚手架悬挑受弯杆件	$l/400$
模板支撑架受弯构件	$l/400$

注： l 为受弯构件的计算跨度，对悬挑构件为其悬伸长度的 2 倍。

5.1.9 钢材的强度设计值与弹性模量应按表 5.1.9 采用。

表 5.1.9 钢材的强度设计值与弹性模量 (N/mm²)

Q235 钢抗拉、抗压和抗弯强度设计值 f	205
Q345 钢抗拉、抗压和抗弯强度设计值 f	300
弹性模量 E	2.06×10^5

5.1.10 钢管的截面特性可按表 5.1.10 采用。

表 5.1.10 钢管截面特性

外径 ϕ (mm)	壁厚 t (mm)	截面积 A (cm ²)	截面惯性矩 I (cm ⁴)	截面模量 W (cm ³)	截面回转半径 i (cm)
48.3	3.5	4.93	12.43	5.15	1.59

注：当施工现场实际钢管壁厚不满足表中要求时，应按实际几何尺寸计算确定。

5.1.11 脚手架杆件连接点及可调托撑、底座的承载力设计值应按表 5.1.11 采用。

表 5.1.11 脚手架杆件连接点及可调托撑、底座的承载力设计值 (kN)

项目		承载力设计值
碗扣节点	水平向抗拉 (压)	30
	竖向抗压 (抗剪)	25
立杆插套连接抗拉		15
可调托撑抗压		80
可调底座抗压		80
扣件节点抗剪 (抗滑)	单扣件	8
	双扣件	12

注：立杆插套连接宜采用 $\phi 10$ 连接销。

5.1.12 当对模板支撑架结构进行整体计算分析时，碗扣节点应视为半刚性节点，其转动刚度可按下列规定采用：

1 对采用碳素铸钢或可锻铸铁铸造的上碗扣，节点转动刚度 R_k 宜取为 $25 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$ ；

2 对采用碳素钢锻造的上碗扣，节点转动刚度 R_k 宜取为 $40 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$ 。

5.2 双排脚手架计算

5.2.1 双排脚手架作业层水平杆抗弯强度应符合下列公式要求：

$$\frac{\gamma_0 M_s}{W} \leq f \quad (5.2.1-1)$$

$$M_s = 1.2M_{Gk} + 1.4M_{Qk} \quad (5.2.1-2)$$

式中： M_s ——水平杆弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W ——水平杆的截面模量 (mm^3)，按本规范表 5.1.10 采用；

M_{Gk} ——水平杆由脚手板自重产生的弯矩标准值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

M_{Qk} ——水平杆由施工荷载产生的弯矩标准值 ($N \cdot mm$);
 f ——钢材的抗弯强度设计值 (N/mm^2), 按本规范表 5.1.9 采用。

5.2.2 双排脚手架作业层水平杆的挠度应符合下式要求:

$$v \leq [\nu] \quad (5.2.2)$$

式中: v ——水平杆挠度;

$[\nu]$ ——容许挠度, 按本规范第 5.1.8 条采用。

5.2.3 当计算双排脚手架水平杆的内力和挠度时, 水平杆宜按简支梁计算, 计算跨度应取对应方向的立杆间距。

5.2.4 双排脚手架立杆稳定性应符合下列公式要求:

1 当无风荷载时:

$$\frac{\gamma_0 N}{\varphi A} \leq f \quad (5.2.4-1)$$

2 当有风荷载时:

$$\frac{\gamma_0 N}{\varphi A} + \frac{\gamma_0 M_w}{W} \leq f \quad (5.2.4-2)$$

式中: N ——立杆的轴力设计值 (N), 按本规范第 5.2.5 条的规定计算;

φ ——轴心受压构件的稳定系数, 根据立杆长细比 λ , 按本规范附录 C 取值;

λ ——长细比, $\lambda = \frac{l_0}{i}$;

l_0 ——立杆计算长度 (mm), 按本规范第 5.2.7 条的规定计算;

i ——截面回转半径 (mm), 按本规范表 5.1.10 采用;

A ——立杆的毛截面面积 (mm^2), 按本规范表 5.1.10 采用;

W ——立杆的截面模量 (mm^3), 按本规范表 5.1.10 采用;

M_w ——立杆由风荷载产生的弯矩设计值 ($N \cdot mm$), 按本规范第 5.2.6 条的规定计算;

f ——连墙件钢材的强度设计值 (N/mm^2)，按本规范表 5.1.9 采用。

5.2.5 双排脚手架立杆的轴力设计值应按下列公式计算：

$$N = 1.2 \sum N_{\text{Gkl}} + 1.4 N_{\text{Qk}} \quad (5.2.5)$$

式中： $\sum N_{\text{Gkl}}$ ——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值总和；

N_{Qk} ——立杆由施工荷载产生的轴力标准值。

5.2.6 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：

$$M_w = 1.4 \times 0.6 M_{\text{wk}} \quad (5.2.6-1)$$

$$M_{\text{wk}} = 0.05 \xi w_k l_a H_c^2 \quad (5.2.6-2)$$

式中： M_w ——立杆由风荷载产生的弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

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

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/mm^2)，按本规范第 4.2.6 条的规定计算；

l_a ——立杆纵向间距 (mm)；

H_c ——连墙件间竖向垂直距离 (mm)。

5.2.7 双排脚手架立杆计算长度应按下列公式计算：

$$l_0 = k \mu h \quad (5.2.7)$$

式中： k ——立杆计算长度附加系数，取 1.155，当验算立杆允许长细比时，取 1.000；

μ ——立杆计算长度系数，当连墙件设置为二步三跨时，取 1.55；当连墙件设置为三步三跨时，取 1.75；

h ——步距。

5.2.8 双排脚手架杆件连接节点承载力应符合下列公式要求：

$$\gamma_0 F_j \leq F_{\text{JR}} \quad (5.2.8)$$

式中： F_j ——作用于脚手架杆件连接节点的荷载设计值；

F_{JR} ——脚手架杆件连接节点的承载力设计值，按本规范

表 5.1.11 采用。

5.2.9 双排脚手架连墙件杆件的强度及稳定性应符合下列公式要求：

1 强度：

$$\frac{\gamma_0 N_L}{A_n} \leqslant 0.85f \quad (5.2.9-1)$$

2 稳定性：

$$\frac{\gamma_0 N_L}{\varphi A} \leqslant 0.85f \quad (5.2.9-2)$$

$$N_L = N_{Lw} + N_0 \quad (5.2.9-3)$$

$$N_{Lw} = 1.4\omega_k L_c H_c \quad (5.2.9-4)$$

式中： N_L ——连墙件轴力设计值 (N)；

N_{Lw} ——连墙件由风荷载产生的轴力设计值 (N)；

N_0 ——连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴力设计值 (N)，取 3.0kN；

A_n ——连墙件的净截面面积 (mm²)；

A ——连墙件的毛截面面积 (mm²)；

φ ——轴心受压构件的稳定系数，根据其长细比，按本规范附录 C 取值；

L_c ——连墙件间水平投影距离 (mm)；

H_c ——连墙件间竖向垂直距离 (mm)；

f ——连墙件钢材的强度设计值 (N/mm²)，按本规范表 5.1.9 采用。

5.2.10 双排脚手架连墙件与架体、连墙件与建筑结构连接的承载力应符合下式要求：

$$\gamma_0 N_L \leqslant N_{LR} \quad (5.2.10)$$

式中： N_L ——连墙件轴力设计值；

N_{LR} ——连墙件与双排脚手架、连墙件与建筑结构连接的受拉（压）承载力设计值，根据连接方式按国家现行相应标准规定计算。

5.3 模板支撑架计算

5.3.1 模板支撑架顶部施工层荷载应通过可调托撑轴心传递给立杆。

5.3.2 模板支撑架立杆稳定性验算应符合下列规定：

1 当无风荷载时，应按本规范式（5.2.4-1）验算，立杆的轴力设计值应按本规范式（5.3.3-1）、式（5.3.3-2）分别计算，并应取较大值。

2 当有风荷载时，应分别按本规范式（5.2.4-1）、式（5.2.4-2）验算，并应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) 当按本规范式（5.2.4-1）计算时，立杆的轴力设计值应按本规范式（5.3.3-3）、式（5.3.3-4）分别计算，并应取较大值。

2) 当按本规范式（5.2.4-2）计算时，立杆的轴力设计值应按本规范式（5.3.3-1）、式（5.3.3-2）分别计算，并应取较大值；立杆由风荷载产生的弯矩设计值，应按本规范第 5.3.8 条的规定计算。

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，按本规范附录 C 取值；立杆计算长度应按本规范第 5.3.9 条的规定计算。

5.3.3 模板支撑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：

1) 由可变荷载控制的组合：

$$N = 1.2(\sum N_{Gk1} + \sum N_{Gk2}) + 1.4N_{Qk} \quad (5.3.3-1)$$

2) 由永久荷载控制的组合：

$$N = 1.35(\sum N_{Gk1} + \sum N_{Gk2}) + 1.4 \times 0.7N_{Qk} \quad (5.3.3-2)$$

2 组合由风荷载产生的附加轴力时，应按下列公式计算：

1) 由可变荷载控制的组合：

$$N = 1.2(\sum N_{Gk1} + \sum N_{Gk2}) + 1.4(N_{Qk} + 0.6N_{wk}) \quad (5.3.3-3)$$

2) 由永久荷载控制的组合:

$$N = 1.35(\sum N_{Gk1} + \sum N_{Gk2}) + 1.4(0.7N_{Qk} + 0.6N_{wk}) \quad (5.3.3-4)$$

式中: $\sum N_{Gk1}$ ——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值总和;

$\sum N_{Gk2}$ ——模板支撑架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;

N_{Qk} ——立杆由施工荷载产生的轴力标准值;

N_{wk} ——模板支撑架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值, 按本规范第 5.3.4 条的规定计算。

5.3.4 模板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:

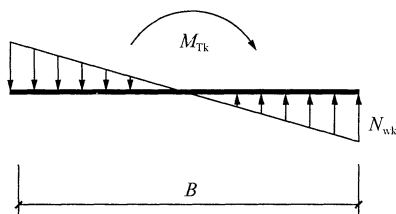


图 5.3.4 风荷载作用下立杆附加轴力分布示意图

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

式中: N_{wk} ——模板支撑架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值 (N);

n ——模板支撑架计算单元立杆跨数;

M_{Tk} ——模板支撑架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值 (N · mm), 按本规范第 5.3.5 条的规定计算;

B ——模板支撑架横向宽度 (mm)。

5.3.5 风荷载作用在模板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:

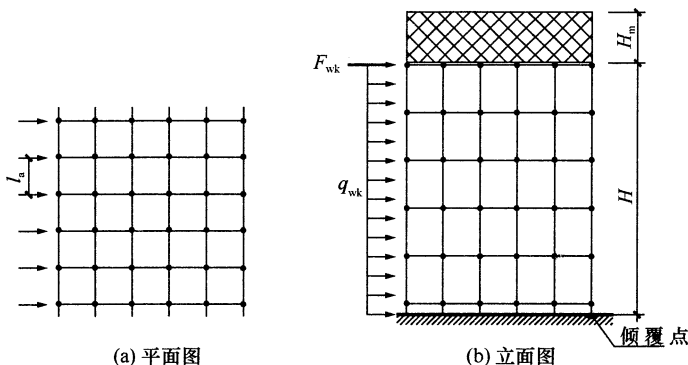


图 5.3.5 风荷载沿架体横向作用示意图

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

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

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

式中: M_{Tk} ——模板支撑架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值 (N·mm);

q_{wk} ——风荷载作用在模板支撑架计算单元的架体范围内的均布线荷载标准值 (N/mm);

F_{wk} ——风荷载作用在模板支撑架计算单元的竖向栏杆围挡 (模板) 范围内产生的水平集中力标准值 (N), 作用在架体顶部;

H ——架体搭设高度 (mm);

l_a ——立杆纵向间距 (mm);

w_{fk} ——模板支撑架体风荷载标准值 (N/mm²), 以多

槓平行桁架整体风荷载体型系数 μ_{stw} 按本规范第 4.2.6 条的规定计算；

w_{mk} ——模板支撑架竖向栏杆围挡（模板）的风荷载标准值（N/mm²），按本规范第 4.2.6 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 ——模板支撑架顶部竖向栏杆围挡（模板）的高度（mm），当钢筋未绑扎时，顶部只计算安全网的挡风面积；当钢筋绑扎完毕，已安装完梁板模板后，应将安全立网和侧模两个挡风面积分别计算，取大值。

5.3.6 当符合下列条件之一时，模板支撑架立杆可不计入由风荷载产生的附加轴力标准值：

1 独立架体高宽比不大于 3，且作业层上竖向栏杆围挡（模板）高度不大于 1.2m；

2 架体按本规范第 6.3.7 条的构造要求与既有建筑结构进行了可靠连接；

3 采取了其他防倾覆措施。

5.3.7 模板支撑架单根立杆轴力设计值应满足立杆稳定性计算要求，且当立杆采用 Q235 级材质钢管时，单根立杆轴力设计值不应大于 30kN。

5.3.8 模板支撑架立杆由风荷载产生的弯矩设计值应按本规范式（5.2.6-1）计算，弯矩标准值应按下式计算：

$$M_{wk} = \frac{l_a w_k h^2}{10} \quad (5.3.8)$$

式中： M_{wk} ——立杆由风荷载产生的弯矩标准值（N·mm）；

l_a ——立杆纵向间距（mm）；

w_k ——风荷载标准值（N/mm²），以单槓桁架风荷载体型系数 μ_{st} 按本规范第 4.2.6 条的规定计算；

h ——步距（mm）。

5.3.9 模板支撑架立杆计算长度应按下式计算：

$$l_0 = k\mu(h + 2a) \quad (5.3.9)$$

式中：\$h\$——步距；

\$a\$——立杆伸出顶层水平杆长度，可按 650mm 取值；当 \$a = 200\text{mm}\$ 时，取 \$a = 650\text{mm}\$ 对应承载力的 1.2 倍；
当 \$200\text{mm} < a < 650\text{mm}\$ 时，承载力可按线性插入；

\$\mu\$——立杆计算长度系数，步距为 0.6m、1.0m、1.2m、1.5m 时，取 1.1；步距为 1.8m、2.0m 时，取 1.0；

\$k\$——立杆计算长度附加系数，按表 5.3.9 采用。

表 5.3.9 模板支撑架立杆计算长度附加系数

架体搭设高度 \$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 = 1.000\$。

5.3.10 当模板支撑架设置门洞时，门洞转换横梁的受弯和受剪承载力、稳定性和挠曲变形验算应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

5.3.11 在水平风荷载作用下，模板支撑架的抗倾覆承载力应符合下式要求：

$$B^2 l_a (g_{1k} + g_{2k}) + 2 \sum_{j=1}^n G_{jk} b_j \geq 3\gamma_0 M_{Tk} \quad (5.3.11)$$

式中：\$B\$——模板支撑架横向宽度 (mm)；

\$l_a\$——立杆纵向间距 (mm)；

\$g_{1k}\$——模板支撑架均匀分布的架体及附件自重面荷载标准值 (\$\text{N}/\text{mm}^2\$)；

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

\$G_{jk}\$——模板支撑架计算单元上集中堆放的物料自重标准值 (N)；

- b_j ——模板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 (mm);
- M_{Tk} ——模板支撑架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值 ($N \cdot mm$), 按本规范第 5.3.5 条的规定计算。

5.4 地基基础计算

5.4.1 脚手架立杆地基承载力应符合下式要求:

$$\frac{N}{A_g} \leq \gamma_u f_a \quad (5.4.1)$$

式中: N ——立杆的轴力设计值 (N); 分别按本规范第 5.2.5 条、第 5.3.3 条的规定计算;

A_g ——立杆基础底面面积 (mm^2), 当基础底面面积大于 $0.3m^2$ 时, 计算所采用的取值不超过 $0.3m^2$;

γ_u ——永久荷载和可变荷载分项系数加权平均值, 当按永久荷载控制组合时, 取 1.363; 当按可变荷载控制组合时, 取 1.254;

f_a ——修正后的地基承载力特征值 (MPa), 按本规范第 5.4.2 条的规定采用。

5.4.2 修正后的地基承载力特征值应按下式计算:

$$f_a = m_f f_{ak} \quad (5.4.2)$$

式中: m_f ——地基承载力修正系数, 按表 5.4.2 的规定采用;

f_{ak} ——地基承载力特征值, 可由荷载试验、其他原位测试、公式计算或结合工程实践经验按地质勘察报告提供的数据选用等方法综合确定。

表 5.4.2 地基承载力修正系数 m_f

地基土类别	修正系数	
	原状土	分层回填夯实土
多年填积土	0.6	—
碎石土、砂土	0.8	0.4

续表 5.4.2

地基土类别	修正系数	
	原状土	分层回填夯实土
粉土、黏土	0.7	0.5
岩石、混凝土、道路路面（沥青混凝土路面、水泥混凝土路面、水泥稳定碎石道路基层）	1.0	—

5.4.3 对搭设在楼面等建筑结构或贝雷梁、型钢等临时支撑结构上的脚手架，应对建筑结构或临时支撑结构进行承载力和变形验算，并应符合国家现行相关标准的规定。

6 构造要求

6.1 一般规定

6.1.1 脚手架地基应符合下列规定：

- 1 地基应坚实、平整，场地应有排水措施，不应有积水；
- 2 土层地基上的立杆底部应设置底座和混凝土垫层，垫层混凝土标号不应低于 C15，厚度不应小于 150mm；当采用垫板代替混凝土垫层时，垫板宜采用厚度不小于 50mm、宽度不小于 200mm、长度不少于两跨的木垫板；
- 3 混凝土结构层上的立杆底部应设置底座或垫板；
- 4 对承载力不足的地基土或混凝土结构层，应进行加固处理；
- 5 湿陷性黄土、膨胀土、软土地基应有防水措施；
- 6 当基础表面高差较小时，可采用可调底座调整；当基础表面高差较大时，可利用立杆碗扣节点位差配合可调底座进行调整，且高处的立杆距离坡顶边缘不宜小于 500mm。

6.1.2 双排脚手架起步立杆应采用不同型号的杆件交错布置，架体相邻立杆接头应错开设置，不应设置在同步内（图 6.1.2）。

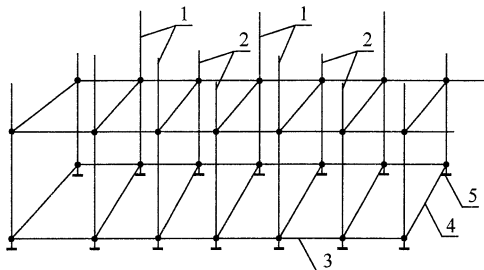


图 6.1.2 双排脚手架起步立杆布置示意图

1—第一种型号立杆；2—第二种型号立杆；3—纵向扫地杆；
4—横向扫地杆；5—立杆底座

模板支撑架相邻立杆接头宜交错布置。

6.1.3 脚手架的水平杆应按步距沿纵向和横向连续设置，不得缺失。在立杆的底部碗扣处应设置一道纵向水平杆、横向水平杆作为扫地杆，扫地杆距离地面高度不应超过 400mm，水平杆和扫地杆应与相邻立杆连接牢固。

6.1.4 钢管扣件剪刀撑杆件应符合下列规定：

1 竖向剪刀撑两个方向的交叉斜向钢管宜分别采用旋转扣件设置在立杆的两侧；

2 竖向剪刀撑斜向钢管与地面的倾角应在 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间；

3 剪刀撑杆件应每步与交叉处立杆或水平杆扣接；

4 剪刀撑杆件接长应采用搭接，搭接长度不应小于 1m，并应采用不少于 2 个旋转扣件扣紧，且杆端距端部扣件盖板边缘的距离不应小于 100mm；

5 扣件扭紧力矩应为 $40 \text{ N} \cdot \text{m} \sim 65 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

6.1.5 脚手架作业层设置应符合下列规定：

1 作业平台脚手板应铺满、铺稳、铺实；

2 工具式钢脚手板必须有挂钩，并应带有自锁装置与作业层横向水平杆锁紧，严禁浮放；

3 木脚手板、竹串片脚手板、竹笆脚手板两端应与水平杆绑牢，作业层相邻两根横向水平杆间应加设间水平杆，脚手板探头长度不应大于 150mm；

4 立杆碗扣节点间距按 0.6m 模数设置时，外侧应在立杆 0.6m 及 1.2m 高的碗扣节点处搭设两道防护栏杆；立杆碗扣节点间距按 0.5m 模数设置时，外侧应在立杆 0.5m 及 1.0m 高的碗扣节点处搭设两道防护栏杆，并应在外立杆的内侧设置高度不低于 180mm 的挡脚板；

5 作业层脚手板下应采用安全平网兜底，以下每隔 10m 应采用安全平网封闭；

6 作业平台外侧应采用密目安全网进行封闭，网间连接应严密，密目安全网宜设置在脚手架外立杆的内侧，并应与架体绑

扎牢固。密目安全网应为阻燃产品。

6.1.6 脚手架应设置人员上下专用梯道或坡道（图 6.1.6），并应符合下列规定：

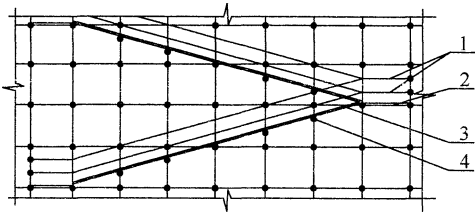


图 6.1.6 通道设置

1—护栏；2—平台脚手板；3—人行梯道或坡道脚手板；4—增设水平杆

1 人行梯道的坡度不宜大于 1 : 1，人行坡道坡度不宜大于 1 : 3，坡面应设置防滑装置；

2 通道应与架体连接固定，宽度不应小于 900mm，并应在通道脚手板下增设水平杆，通道可折线上升；

3 通道两侧及转弯平台应设置脚手板、防护栏杆和安全网，并应符合本规范第 6.1.5 条的规定。

6.2 双排脚手架构造

6.2.1 当设置二层装修作业层、二层作业脚手板、外挂密目安全网封闭时，常用双排脚手架结构的设计尺寸和架体允许搭设高度宜符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 双排脚手架设计尺寸（m）

连墙件设置	步距 h	横距 l_b	纵距 l_a	脚手架允许搭设高度 $[H]$		
				基本风压值 w_0 (kN/m^2)		
				0.4	0.5	0.6
二步三跨	1.8	0.9	1.5	48	40	34
		1.2	1.2	50	44	40
	2.0	0.9	1.5	50	45	42
		1.2	1.2	50	45	42

续表 6.2.1

连墙件设置	步距 h	横距 l_b	纵距 l_a	脚手架允许搭设高度 $[H]$		
				基本风压值 w_0 (kN/m^2)		
				0.4	0.5	0.6
三步三跨	1.8	0.9	1.2	30	23	18
		1.2	1.2	26	21	17

注：表中架体允许搭设高度的取值基于下列条件：

- 1 计算风压高度变化系数时，按地面粗糙度为 C 类采用；
- 2 装修作业层施工荷载标准值按 2.0kN/m^2 采用，脚手板自重标准值按 0.35kN/m^2 采用；
- 3 作业层横向水平杆间距按不大于立杆纵距的 $1/2$ 设置；
- 4 当基本风压值、地面粗糙度、架体设计尺寸和脚手架用途及作业层数与上述条件不相符时，架体允许搭设高度应另行计算确定。

6.2.2 双排脚手架的搭设高度不宜超过 50m；当搭设高度超过 50m 时，应采用分段搭设等措施。

6.2.3 当双排脚手架按曲线布置进行组架时，应按曲率要求使用不同长度的内外水平杆组架，曲率半径应大于 2.4m 。

6.2.4 当双排脚手架拐角为直角时，宜采用水平杆直接组架（图 6.2.4a）；当双排脚手架拐角为非直角时，可采用钢管扣件组架（图 6.2.4b）。

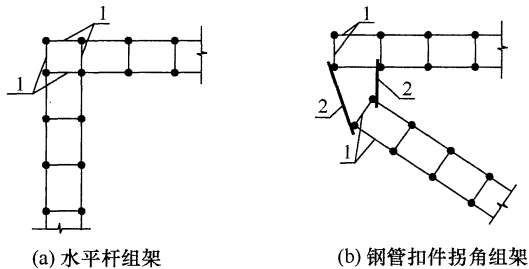


图 6.2.4 双排脚手架组架示意图

1—水平杆；2—钢管扣件

6.2.5 双排脚手架立杆顶端防护栏杆宜高出作业层 1.5m 。

6.2.6 双排脚手架应设置竖向斜撑杆（图 6.2.6），并应符合下

列规定：

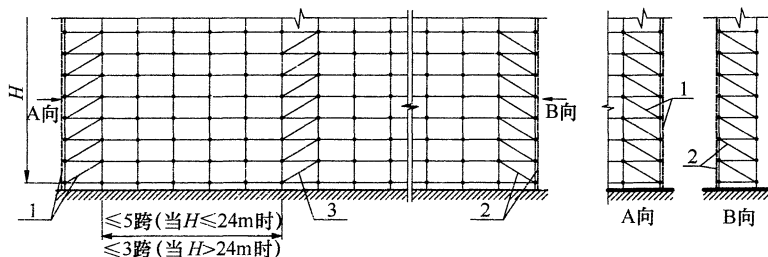


图 6.2.6 双排脚手架斜撑杆设置示意

1—拐角竖向斜撑杆；2—端部竖向斜撑杆；3—中间竖向斜撑杆

1 竖向斜撑杆应采用专用外斜杆，并应设置在有纵向及横向水平杆的碗扣节点上；

2 在双排脚手架的转角处、开口型双排脚手架的端部应各设置一道竖向斜撑杆；

3 当架体搭设高度在 24m 以下时，应每隔不大于 5 跨设置一道竖向斜撑杆；当架体搭设高度在 24m 及以上时，应每隔不大于 3 跨设置一道竖向斜撑杆；相邻斜撑杆宜对称八字形设置；

4 每道竖向斜撑杆应在双排脚手架外侧相邻立杆间由底至顶按步连续设置；

5 当斜撑杆临时拆除时，拆除前应在相邻立杆间设置相同数量的斜撑杆。

6.2.7 当采用钢管扣件剪刀撑代替竖向斜撑杆时（图 6.2.7），应符合下列规定：

1 当架体搭设高度在 24m 以下时，应在架体两端、转角及中间间隔不超过 15m，各设置一道竖向剪刀撑（图 6.2.7a）；当架体搭设高度在 24m 及以上时，应在架体外侧全立面连续设置竖向剪刀撑（图 6.2.7b）；

2 每道剪刀撑的宽度应为 4 跨～6 跨，且不应小于 6m，也不应大于 9m；

3 每道竖向剪刀撑应由底至顶连续设置。

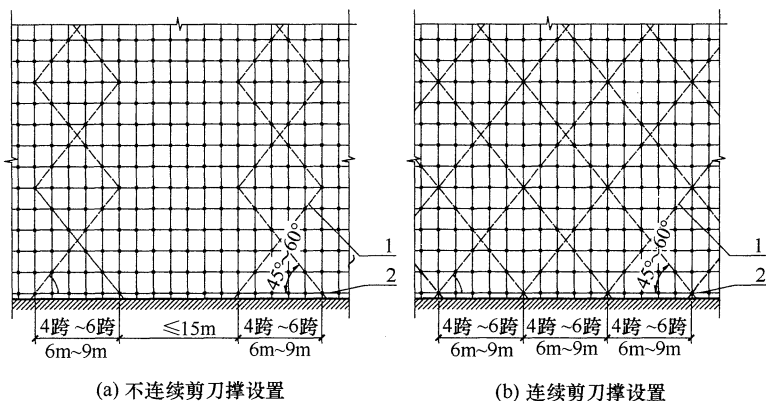


图 6.2.7 双排脚手架剪刀撑设置

1—竖向剪刀撑；2—扫地杆

6.2.8 当双排脚手架高度在 24m 以上时，顶部 24m 以下所有的连墙件设置层应连续设置之字形水平斜撑杆，水平斜撑杆应设置在纵向水平杆之下（图 6.2.8）。

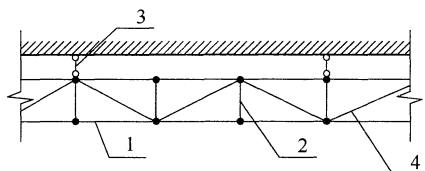


图 6.2.8 水平斜撑杆设置示意

1—纵向水平杆；2—横向水平杆；

3—连墙件；4—水平斜撑杆

6.2.9 双排脚手架连墙件的设置应符合下列规定：

1 连墙件应采用能承受压力和拉力的构造，并应与建筑结构和架体连接牢固；

2 同一层连墙件应设置在同一水平面，连墙点的水平投影间距不得超过三跨，竖向垂直间距不得超过三步，连墙点之上架体的悬臂高度不得超过两步；

3 在架体的转角处、开口型双排脚手架的端部应增设连墙件，连墙件的竖向垂直间距不应大于建筑物的层高，且不应大于 4m；

4 连墙件宜从底层第一道水平杆处开始设置；

5 连墙件宜采用菱形布置，也可采用矩形布置；

6 连墙件中的连墙杆宜呈水平设置，也可采用连墙端高于架体端的倾斜设置方式；

7 连墙件应设置在靠近有横向水平杆的碗扣节点处，当采用钢管扣件做连墙件时，连墙件应与立杆连接，连接点距架体碗扣主节点距离不应大于 300mm；

8 当双排脚手架下部暂不能设置连墙件时，应采取可靠的防倾覆措施，但无连墙件的最大高度不得超过 6m。

6.2.10 双排脚手架应按本规范第 6.1.5 条的规定设置作业层。架体外侧全立面应采用密目安全网进行封闭。

6.2.11 双排脚手架内立杆与建筑物距离不宜大于 150mm；当双排脚手架内立杆与建筑物距离大于 150mm 时，应采用脚手板或安全平网封闭。当选用窄挑梁或宽挑梁设置作业平台时，挑梁应单层挑出，严禁增加层数。

6.2.12 当双排脚手架设置门洞时，应在门洞上部架设桁架托梁，门洞两侧立杆应对称加设竖向斜撑杆或剪刀撑（图 6.2.12）。

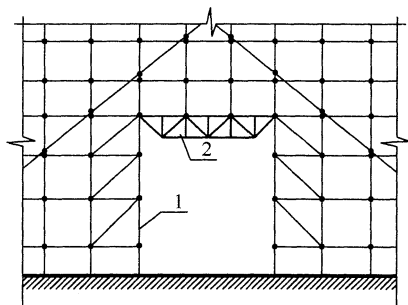


图 6.2.12 双排外脚手架门洞设置

1—双排脚手架；2—桁架托梁

6.3 模板支撑架构造

6.3.1 模板支撑架搭设高度不宜超过 30m。

6.3.2 模板支撑架每根立杆的顶部应设置可调托撑。当被支撑的建筑物底面存在坡度时，应随坡度调整架体高度，可利用立杆碗扣节点位差增设水平杆，并应配合可调托撑进行调整。

6.3.3 立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度（图 6.3.3）不应超过 650mm。可调托撑和可调底座螺杆插入立杆的长度不得小于 150mm，伸出立杆的长度不宜大于 300mm，安装时其螺杆应与立杆钢管上下同心，且螺杆外径与立杆钢管内径的间隙不应大于 3mm。

6.3.4 可调托撑上主楞支撑梁应居中设置，接头宜设置在 U 形托板上，同一断面上主楞支撑梁接头数量不应超过 50%。

6.3.5 水平杆步距应通过设计计算确定，并应符合下列规定：

1 步距应通过立杆碗扣节点间距均匀设置；

2 当立杆采用 Q235 级材质钢管时，步距不应大于 1.8m；

3 当立杆采用 Q345 级材质钢管时，步距不应大于 2.0m；

4 对安全等级为 I 级的模板支撑架，架体顶层两步距应比标准步距缩小至少一个节点间距，但立杆稳定性计算时的立杆计算长度应采用标准步距。

6.3.6 立杆间距应通过设计计算确定，并应符合下列规定：

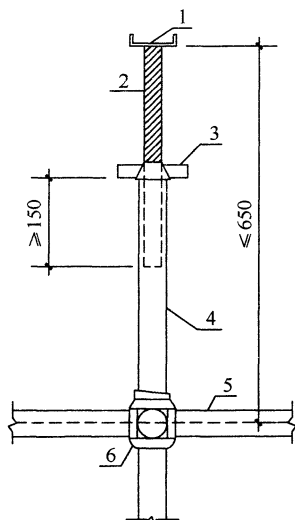


图 6.3.3 立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度 (mm)

1—托座；2—螺杆；3—调节螺母；4—立杆；5—顶层水平杆；6—碗扣节点

1 当立杆采用 Q235 级材质钢管时，立杆间距不应大于 1.5m；

2 当立杆采用 Q345 级材质钢管时，立杆间距不应大于 1.8m。

6.3.7 当有既有建筑结构时，模板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两步，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 连接点至架体碗扣主节点的距离不宜大于 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。

6.3.8 模板支撑架应设置竖向斜撑杆，并应符合下列规定：

1 安全等级为Ⅰ级的模板支撑架应在架体周边、内部纵向和横向每隔 4m~6m 各设置一道竖向斜撑杆；安全等级为Ⅱ级的模板支撑架应在架体周边、内部纵向和横向每隔 6m~9m 各设置一道竖向斜撑杆（图 6.3.8-1a、图 6.3.8-2a）；

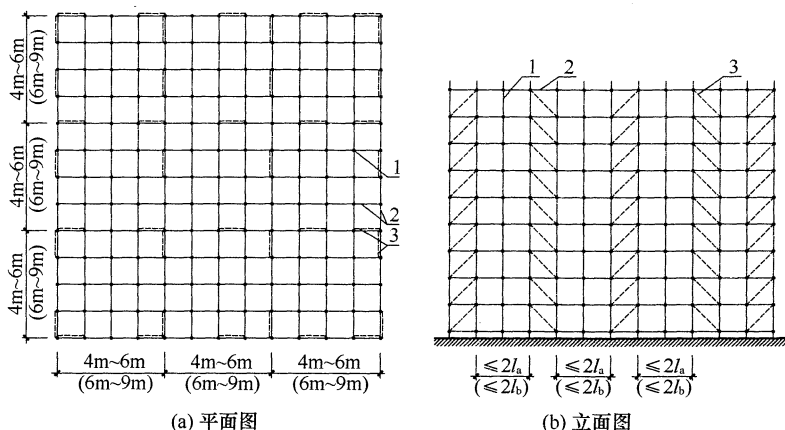


图 6.3.8-1 竖向斜撑杆布置示意图（一）

1—立杆；2—水平杆；3—竖向斜撑杆

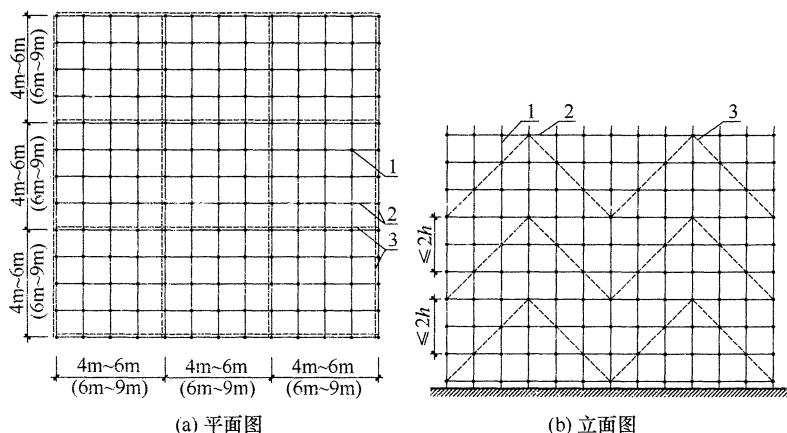


图 6.3.8-2 竖向斜撑杆布置示意图 (二)

1—立杆；2—水平杆；3—竖向斜撑杆

2 每道竖向斜撑杆可沿架体纵向和横向每隔不大于两跨在相邻立杆间由底至顶连续设置 (图 6.3.8-1b)；也可沿架体竖向每隔不大于两步距采用八字形对称设置 (图 6.3.8-2b)，或采用等覆盖率的其他设置方式。

6.3.9 当采用钢管扣件剪刀撑代替竖向斜撑杆时，应符合下列规定：

1 安全等级为Ⅰ级的模板支撑架应在架体周边、内部纵向和横向每隔不大于 6m 设置一道竖向钢管扣件剪刀撑；

2 安全等级为Ⅱ级的模板支撑架应在架体周边、内部纵向和横向每隔不大于 9m 设置一道竖向钢管扣件剪刀撑；

3 每道竖向剪刀撑应连续设置，剪刀撑的宽度宜为 6m ~ 9m。

6.3.10 模板支撑架应设置水平斜撑杆 (图 6.3.10)，并应符合下列规定：

1 安全等级为Ⅰ级的模板支撑架应在架体顶层水平杆设置层、竖向每隔不大于 8m 设置一层水平斜撑杆；每层水平斜撑杆应在架体水平面的周边、内部纵向和横向每隔不大于 8m 设置

一道；

2 安全等级为Ⅱ级的模板支撑架宜在架体顶层水平杆设置层设置一层水平剪刀撑；水平斜撑杆应在架体水平面的周边、内部纵向和横向每隔不大于 12m 设置一道；

3 水平斜撑杆应在相邻立杆间呈条带状连续设置。

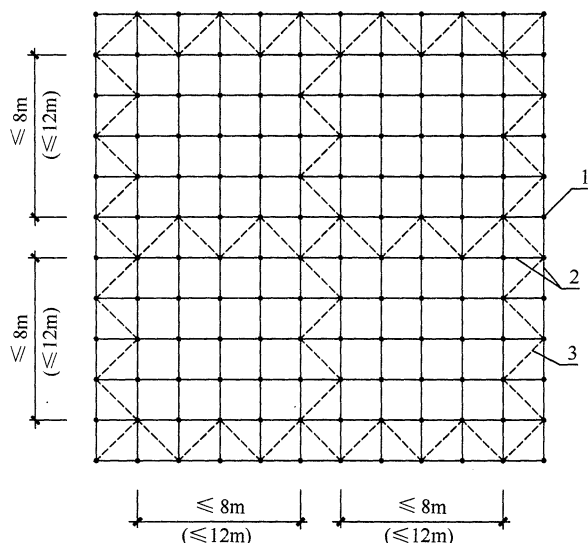


图 6.3.10 水平斜撑杆布置图

1—立杆；2—水平杆；3—水平斜撑杆

6.3.11 当采用钢管扣件剪刀撑代替水平斜撑杆时，应符合下列规定：

1 安全等级为Ⅰ级的模板支撑架应在架体顶层水平杆设置层、竖向每隔不大于 8m 设置一道水平剪刀撑；

2 安全等级为Ⅱ级的模板支撑架宜在架体顶层水平杆设置层设置一道水平剪刀撑；

3 每道水平剪刀撑应连续设置，剪刀撑的宽度宜为 6m ~ 9m。

6.3.12 当模板支撑架同时满足下列条件时，可不设置竖向及水

平向的斜撑杆和剪刀撑：

- 1 搭设高度小于 5m，架体高宽比小于 1.5；
- 2 被支撑结构自重面荷载标准值不大于 5kN/m^2 ，线荷载标准值不大于 8kN/m ；
- 3 架体按本规范第 6.3.7 条的构造要求与既有建筑结构进行了可靠连接；
- 4 场地地基坚实、均匀，满足承载力要求。

6.3.13 独立的模板支撑架高宽比不宜大于 3；当大于 3 时，应采取下列加强措施：

- 1 将架体超出顶部加载区投影范围向外延伸布置 2 跨～3 跨，将下部架体尺寸扩大；
- 2 按本规范第 6.3.7 条的构造要求将架体与既有建筑结构进行可靠连接；
- 3 当无建筑结构进行可靠连接时，宜在架体上对称设置缆风绳或采取其他防倾覆的措施。

6.3.14 桥梁模板支撑架顶面四周应设置作业平台，作业层宽度不应小于 900mm，并应符合本规范第 6.1.5 条的规定。

6.3.15 当模板支撑架设置门洞时（图 6.3.15），应符合下列规定：

- 1 门洞净高不宜大于 5.5m，净宽不宜大于 4.0m；当需设置的机动车道净宽大于 4.0m 或与上部支撑的混凝土梁体中心线斜交时，应采用梁柱式门洞结构；
- 2 通道上部应架设转换横梁，横梁设置应经过设计计算确定；
- 3 横梁下立杆数量和间距应由计算确定，且立杆不应少于 4 排，每排横距不应大于 300mm；
- 4 横梁下立杆应与相邻架体连接牢固，横梁下立杆斜撑杆或剪刀撑应加密设置；
- 5 横梁下立杆应采用扩大基础，基础应满足防撞要求；
- 6 转换横梁和立杆之间应设置纵向分配梁和横向分配梁；

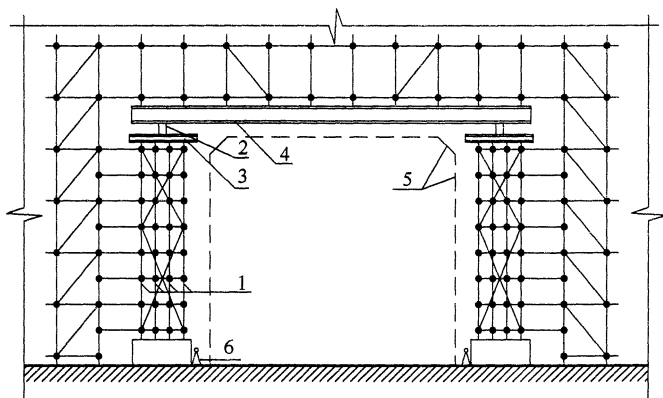


图 6.3.15 门洞设置

- 1—加密立杆；2—纵向分配梁；3—横向分配梁；
4—转换横梁；5—门洞净空（仅车行通道有此要求）；
6—警示及防撞设施（仅用于车行通道）

7 门洞顶部应采用木板或其他硬质材料全封闭，两侧应设置防护栏杆和安全网；

8 对通行机动车的洞口，门洞净空应满足既有道路通行的安全界限要求，且应按规定设置导向、限高、限宽、减速、防撞等设施及标识、标示。

7 施 工

7.1 施 工 准 备

- 7.1.1 脚手架施工前应根据建筑结构的实际情况，编制专项施工方案，并应经审核批准后方可实施。
- 7.1.2 脚手架在安装、拆除作业前，应根据专项施工方案要求，对作业人员进行安全技术交底。
- 7.1.3 进入施工现场的脚手架构配件，在使用前应对其质量进行复检，不合格产品不得使用。
- 7.1.4 对经检验合格的构配件应按品种、规格分类码放，并应标识数量和规格。构配件堆放场地排水应畅通，不得有积水。
- 7.1.5 脚手架搭设前，应对场地进行清理、平整，地基应坚实、均匀，并应采取排水措施。
- 7.1.6 当采取预埋方式设置脚手架连墙件时，应按设计要求预埋；在混凝土浇筑前，应进行隐蔽检查。

7.2 地基与基础

- 7.2.1 脚手架基础施工应符合专项施工方案要求，应根据地基承载力要求按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的规定进行验收。
- 7.2.2 当地基土不均匀或原位土承载力不满足要求或基础为软弱地基时，应进行处理。压实土地基应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定；灰土地基应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的规定。
- 7.2.3 地基施工完成后，应检查地基表面平整度，平整度偏差不得大于 20mm。

7.2.4 当脚手架基础为楼面等既有建筑结构或贝雷梁、型钢等临时支撑结构时，对不满足承载力要求的既有建筑结构应按方案设计的要求进行加固，对贝雷梁、型钢等临时支撑结构应按相关规定对临时支撑结构进行验收。

7.2.5 地基和基础经验收合格后，应按专项施工方案的要求放线定位。

7.3 搭 设

7.3.1 脚手架立杆垫板、底座应准确放置在定位线上，垫板应平整、无翘曲，不得采用已开裂的垫板，底座的轴线应与地面垂直。

7.3.2 脚手架应按顺序搭设，并应符合下列规定：

1 双排脚手架搭设应按立杆、水平杆、斜杆、连墙件的顺序配合施工进度逐层搭设。一次搭设高度不应超过最上层连墙件两步，且自由长度不应大于 4m；

2 模板支撑架应按先立杆、后水平杆、再斜杆的顺序搭设形成基本架体单元，并应以基本架体单元逐排、逐层扩展搭设成整体支撑架体系，每层搭设高度不宜大于 3m；

3 斜撑杆、剪刀撑等加固件应随架体同步搭设，不得滞后安装。

7.3.3 双排脚手架连墙件必须随架体升高及时在规定位置处设置；当作业层高出相邻连墙件以上两步时，在上层连墙件安装完毕前，必须采取临时拉结措施。

7.3.4 碗扣节点组装时，应通过限位销将上碗扣锁紧水平杆。

7.3.5 脚手架每搭完一步架体后，应校正水平杆步距、立杆间距、立杆垂直度和水平杆水平度。架体立杆在 1.8m 高度内的垂直度偏差不得大于 5mm，架体全高的垂直度偏差应小于架体搭设高度的 1/600，且不得大于 35mm；相邻水平杆的高差不应大于 5mm。

7.3.6 当双排脚手架内外侧加挑梁时，在一跨挑梁范围内不得

超过 1 名施工人员操作，严禁堆放物料。

7.3.7 在多层楼板上连续搭设模板支撑架时，应分析多层楼板间荷载传递对架体和建筑结构的影响，上下层架体立杆宜对应设置。

7.3.8 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 当脚手架拆除时，应按专项施工方案中规定的顺序拆除。

7.4.2 当脚手架分段、分立面拆除时，应确定分界处的技术处理措施，分段后的架体应稳定。

7.4.3 脚手架拆除前，应清理作业层上的施工机具及多余的材料和杂物。

7.4.4 脚手架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 拆除的脚手架构配件应采用起重设备吊运或人工传递到地面，严禁抛掷。

7.4.6 拆除的脚手架构配件应分类堆放，并应便于运输、维护和保管。

7.4.7 双排脚手架的拆除作业，必须符合下列规定：

1 架体拆除应自上而下逐层进行，严禁上下层同时拆除；

2 连墙件应随脚手架逐层拆除，严禁先将连墙件整层或数层拆除后再拆除架体；

3 拆除作业过程中，当架体的自由端高度大于两步时，必须增设临时拉结件。

7.4.8 双排脚手架的斜撑杆、剪刀撑等加固件应在架体拆除至该部位时，才能拆除。

7.4.9 模板支撑架的拆除应符合下列规定：

1 架体拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《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；

2 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；

3 架体的拆除顺序、工艺应符合专项施工方案的要求。当专项施工方案无明确规定时，应符合下列规定：

- 1) 应先拆除后搭设的部分，后拆除先搭设的部分；
- 2) 架体拆除必须自上而下逐层进行，严禁上下层同时拆除作业，分段拆除的高度不应大于两层；
- 3) 梁下架体的拆除，宜从跨中开始，对称地向两端拆除；悬臂构件下架体的拆除，宜从悬臂端向固定端拆除。

8 检查与验收

8.0.1 根据施工进度，脚手架应在下列环节进行检查与验收：

- 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 双排脚手架每搭设一个楼层高度，投入使用前；
- 5 模板支撑架每搭设完 4 步或搭设至 6m 高度时；
- 6 双排脚手架搭设至设计高度后；
- 7 模板支撑架搭设至设计高度后。

8.0.2 进入施工现场的主要构配件应有产品质量合格证、产品性能检验报告，并按本规范附录表 D-1 的规定对其表面观感质量、规格尺寸等进行抽样检验。

8.0.3 地基基础检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法应符合本规范附录表 D-2 的规定，并应重点检查和验收下列内容：

- 1 地基的处理、承载力应符合方案设计的要求；
- 2 基础顶面应平整坚实，并应设置排水设施；
- 3 基础不应有不均匀沉降，立杆底座和垫板与基础间应无松动、悬空现象；
- 4 地基基础施工记录和试验资料应完整。

8.0.4 架体检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法应符合本规范附录表 D-3 的规定，并应重点检查和验收下列内容：

- 1 架体三维尺寸和门洞设置应符合方案设计的要求；
- 2 斜撑杆和剪刀撑应按方案设计规定的位置和间距设置；
- 3 纵向水平杆、横向水平杆应连续设置，扫地杆距离地面高度应满足本规范要求；

4 模板支撑架立杆伸出顶层水平杆长度不应超出本规范的上限要求；

5 双排脚手架连墙件应按方案设计规定的位置和间距设置，并应与建筑结构和架体可靠连接；

6 模板支撑架应与既有建筑结构可靠连接；

7 上碗扣应将水平杆接头锁紧；

8 架体水平度和垂直度偏差应在本规范允许范围内。

8.0.5 安全防护设施检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法应符合本规范附录表 D-4 的规定，并应重点检查和验收下列内容：

1 作业层宽度、脚手板、挡脚板、防护栏杆、安全网、水平防护的设置应齐全、牢固；

2 梯道或坡道的设置应符合方案设计的要求，防护设施应齐全；

3 门洞顶部应封闭，两侧应设置防护设施，车行通道门洞应设置交通设施和标志。

8.0.6 检查验收应具备下列资料：

1 专项施工方案及变更文件；

2 周转使用的脚手架构配件使用前的复验合格记录；

3 构配件进场、基础施工、架体搭设、防护设施施工阶段的施工记录及质量检查记录。

8.0.7 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，记录表应符合本规范附录 E 的规定。

9 安全管理

9.0.1 脚手架搭设和拆除人员必须经岗位作业能力培训考核合格后，方可持证上岗。

9.0.2 搭设和拆除脚手架作业应有相应的安全设施，操作人员应正确佩戴安全帽、安全带和防滑鞋。

9.0.3 脚手架作业层上的施工荷载不得超过设计允许荷载。

9.0.4 当遇六级及以上强风、浓雾、雨或雪天气时，应停止脚手架的搭设与拆除作业。凡雨、霜、雪后，上架作业应有防滑措施，并应及时清除水、冰、霜、雪。

9.0.5 夜间不宜进行脚手架搭设与拆除作业。

9.0.6 在搭设和拆除脚手架作业时，应设置安全警戒线和警戒标志，并应设专人监护，严禁非作业人员进入作业范围。

9.0.7 严禁将模板支撑架、缆风绳、混凝土输送泵管、卸料平台及大型设备的附着件等固定在双排脚手架上。

9.0.8 脚手架验收合格投入使用后，在使用过程中应定期检查，检查项目应符合下列规定：

1 基础应无积水，基础周边应有序排水，底座和可调托撑应无松动，立杆应无悬空；

2 基础应无明显沉降，架体应无明显变形；

3 立杆、水平杆、斜撑杆、剪刀撑和连墙件应无缺失、松动；

4 架体应无超载使用情况；

5 模板支撑架监测点应完好；

6 安全防护设施应齐全有效，无损坏缺失。

9.0.9 当脚手架遇有下列情况之一时，应进行全面检查，确认安全后方可继续使用：

- 1 遇有六级及以上强风或大雨后；
 - 2 冻结的地基土解冻后；
 - 3 停用超过一个月后；
 - 4 架体遭受外力撞击作用后；
 - 5 架体部分拆除后；
 - 6 遇有其他特殊情况后；
 - 7 其他可能影响架体结构稳定性的特殊情况发生后。
- 9.0.10** 当在双排脚手架上同时有两个及以上操作层作业时，在同一跨距内各操作层的施工均布荷载标准值总和不得超过 5kN/m^2 。防护脚手架应有限载标识。
- 9.0.11** 脚手架使用期间，严禁擅自拆除架体主节点处的纵向水平杆、横向水平杆，纵向扫地杆、横向扫地杆和连墙件。
- 9.0.12** 当脚手架在使用过程中出现安全隐患时，应及时排除；当出现可能危及人身安全的重大隐患时，应停止架上作业，撤离作业人员，并应及时组织检查处置。
- 9.0.13** 模板支撑架在使用过程中，模板下严禁人员停留。
- 9.0.14** 模板支撑架的使用应符合下列规定：
- 1 浇筑混凝土应在签署混凝土浇筑令后进行；
 - 2 混凝土浇筑顺序应符合下列规定：
 - 1) 框架结构中连续浇筑立柱和梁板时，应按先浇筑立柱、后浇筑梁板的顺序进行；
 - 2) 浇筑梁板或悬臂构件时，应按从沉降变形大的部位向沉降变形小的部位顺序进行。
- 9.0.15** 当有下列情况之一时，宜按现行行业标准《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T 194 的规定对模板支撑架及地基进行预压：
- 1 承受重载或设计有特殊要求时；
 - 2 地基为不良地质条件时；
 - 3 拟浇筑构件跨度大、对成型线形有要求时。
- 9.0.16** 模板支撑架应编制监测方案，使用中应按监测方案对架

体实施监测。

9.0.17 双排脚手架在使用过程中，应对整个架体相对主体结构的变形、基础沉降、架体垂直度进行观测。

9.0.18 在影响脚手架地基安全的范围内，严禁进行挖掘作业。

9.0.19 脚手架应与输电线路保持安全距离，施工现场临时用电线路架设及脚手架接地防雷措施等应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定。

9.0.20 在脚手架上进行焊接作业时，必须有防火措施，应派专人监护，并应符合现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 的规定。

附录 A 主要构配件种类和规格

表 A 主要构配件种类和规格

名 称	常用型号	主要规格 (mm)	材质	理论重量 (kg)
立杆	LG-A-120	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1200$	Q235	7.05
	LG-A-180	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1800$	Q235	10.19
	LG-A-240	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2400$	Q235	13.34
	LG-A-300	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 3000$	Q235	16.48
	LG-B-80	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 800$	Q345	4.30
	LG-B-100	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1000$	Q345	5.50
	LG-B-130	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1300$	Q345	6.90
	LG-B-150	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1500$	Q345	8.10
	LG-B-180	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1800$	Q345	9.30
	LG-B-200	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2000$	Q345	10.50
	LG-B-230	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2300$	Q345	11.80
	LG-B-250	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2500$	Q345	13.40
	LG-B-280	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2800$	Q345	15.40
	LG-B-300	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 3000$	Q345	17.60
水平杆	SPG-30	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 300$	Q235	1.32
	SPG-60	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 600$	Q235	2.47
	SPG-90	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 900$	Q235	3.69
	SPG-120	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1200$	Q235	4.84
	SPG-150	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1500$	Q235	5.93
	SPG-180	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1800$	Q235	7.14
间水 平杆	JSPG-90	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 900$	Q235	4.37
	JSPG-120	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1200$	Q235	5.52

续表 A

名 称	常用型号	主要规格 (mm)	材质	理论重量 (kg)
间水 平杆	JSPG-120+30	$\phi 48.3 \times 3.5 \times (1200+300)$ 用于窄挑梁	Q235	6.85
	JSPG-120+60	$\phi 48.3 \times 3.5 \times (1200+600)$ 用于宽挑梁	Q235	8.16
专用外 斜杆	WXG-0912	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1500$	Q235	6.33
	WXG-1212	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 1700$	Q235	7.03
	WXG-1218	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2160$	Q235	8.66
	WXG-1518	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2340$	Q235	9.30
	WXG-1818	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 2550$	Q235	10.04
窄挑梁	TL-30	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 300$	Q235	1.53
宽挑梁	TL-60	$\phi 48.3 \times 3.5 \times 600$	Q235	8.60
立杆连 接销	LJX	$\phi 10$	Q235	0.18
可调 底座	KTZ-45	T38 $\times$ 5.0, 可调范围 ≤ 300	Q235	5.82
	KTZ-60	T38 $\times$ 5.0, 可调范围 ≤ 450	Q235	7.12
	KTZ-75	T38 $\times$ 5.0, 可调范围 ≤ 600	Q235	8.50
可调 托撑	KTC-45	T38 $\times$ 5.0, 可调范围 ≤ 300	Q235	7.01
	KTC-60	T38 $\times$ 5.0, 可调范围 ≤ 450	Q235	8.31
	KTC-75	T38 $\times$ 5.0, 可调范围 ≤ 600	Q235	9.69

注：表中所列立杆型号标识为“-A”代表节点间距按 0.6m 模数（Q235 材质立杆）设置；标识为“-B”代表节点间距按 0.5m 模数（Q345 材质立杆）设置。

附录 B 风压高度变化系数

B.0.1 对平坦或稍有起伏的地形，风压高度变化系数应根据地面粗糙度类别按表 B.0.1 采用，地面粗糙度可分为 A、B、C、D 四类。

表 B.0.1 风压高度变化系数

离地面高度 (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.79	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98
100	2.23	2.00	1.50	1.04
150	2.46	2.25	1.79	1.33
200	2.64	2.46	2.03	1.58
250	2.78	2.63	2.24	1.81
300	2.91	2.77	2.43	2.02
350	2.91	2.91	2.60	2.22
400	2.91	2.91	2.76	2.40

续表 B.0.1

离地面高度 (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
450	2.91	2.91	2.91	2.58
500	2.91	2.91	2.91	2.74
≥550	2.91	2.91	2.91	2.91

- 注：1 A类指江河、湖岸地区；
- 2 B类指田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区；
- 3 C类指有密集建筑群的城市市区；
- 4 D类指有密集建筑群且房屋较高的城市市区；
- 5 两高度之间的风压高度变化系数按表中数据采用线性插值确定。

附录 C 钢管轴心受压稳定系数

C.0.1 Q235 钢管轴心受压构件的稳定系数 φ 应按表 C.0.1 采用。

表 C.0.1 Q235 钢管轴心受压构件的稳定系数 φ

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

续表 C.0.1

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—

C.0.2 Q345 钢管轴心受压构件的稳定系数 φ 应按表 C.0.2 采用。

表 C.0.2 Q345 钢管轴心受压构件的稳定系数 φ

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.994	0.991	0.988	0.985	0.982	0.979	0.976	0.973
10	0.971	0.968	0.965	0.962	0.959	0.956	0.952	0.949	0.946	0.943
20	0.940	0.937	0.934	0.930	0.927	0.924	0.920	0.917	0.913	0.909
30	0.906	0.902	0.898	0.894	0.890	0.886	0.882	0.878	0.874	0.870
40	0.867	0.864	0.860	0.857	0.853	0.843	0.845	0.841	0.837	0.833
50	0.829	0.824	0.819	0.815	0.810	0.805	0.800	0.794	0.789	0.783
60	0.777	0.771	0.765	0.759	0.752	0.746	0.739	0.732	0.725	0.718
70	0.710	0.703	0.695	0.688	0.680	0.672	0.664	0.656	0.648	0.640
80	0.632	0.623	0.615	0.607	0.599	0.591	0.583	0.574	0.566	0.558
90	0.550	0.542	0.535	0.527	0.519	0.512	0.504	0.497	0.489	0.482
100	0.475	0.467	0.460	0.458	0.445	0.438	0.431	0.424	0.418	0.411
110	0.405	0.398	0.392	0.386	0.380	0.375	0.369	0.363	0.358	0.352
120	0.347	0.342	0.337	0.332	0.327	0.322	0.318	0.313	0.309	0.304
130	0.300	0.296	0.292	0.288	0.284	0.280	0.276	0.272	0.269	0.265
140	0.261	0.258	0.255	0.251	0.248	0.245	0.242	0.238	0.235	0.232
150	0.229	0.227	0.224	0.221	0.218	0.216	0.213	0.210	0.208	0.205

续表 C.0.2

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	0.203	0.201	0.198	0.196	0.194	0.191	0.189	0.187	0.185	0.183
170	0.181	0.179	0.177	0.175	0.173	0.171	0.169	0.167	0.165	0.163
180	0.162	0.160	0.158	0.157	0.155	0.153	0.152	0.150	0.149	0.147
190	0.146	0.144	0.143	0.141	0.140	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133
200	0.132	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.122	0.121
210	0.120	0.119	0.118	0.116	0.115	0.114	0.113	0.112	0.111	0.110
220	0.109	0.108	0.107	0.106	0.106	0.105	0.104	0.103	0.101	0.101
230	0.100	0.099	0.098	0.098	0.097	0.096	0.095	0.094	0.094	0.093
240	0.092	0.091	0.091	0.090	0.089	0.088	0.088	0.087	0.086	0.086
250	0.085	—	—	—	—	—	—	—	—	—

附录 D 检查验收表

表 D-1 主要构配件检查验收

序号	检查项目	质量要求	抽检数量	检查方法
1	钢管	表面平直光滑，无裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划痕及严重锈蚀等缺陷；构配件表面涂刷防锈漆或进行镀锌处理	全数	目测
		最小壁厚不小于 3.0mm	3%	游标卡尺
2	上下碗扣、水平杆和斜杆接头	碗扣的铸造件表面光滑平整，无砂眼、缩孔、裂纹、浇冒口残余等缺陷，表面粘砂清除干净	全数	目测
		锻造件和冲压件无毛刺、裂纹、氧化皮等缺陷	全数	目测
		各焊缝饱满，无未焊透、夹砂、咬肉、裂纹等缺陷	全数	目测
		上碗扣能上下窜动、转动灵活，无卡滞现象	全数	目测
3	立杆连接套管	立杆接长当采用外插套时，外插套管壁厚不小于 3.5mm，当采用内插套时，内插套管壁厚不小于 3.0mm。插套长度不小于 160mm，焊接端插入长度不小于 60mm，外伸长度不小于 110mm，插套与立杆钢管间的间隙不大于 2mm	3%	游标卡尺、钢板尺
		套管焊缝应饱满，立杆与立杆的连接孔能插入 $\phi 10\text{mm}$ 连接销	全数	目测

续表 D-1

序号	检查项目	质量要求	抽检数量	检查方法
4	可调底座及可调托撑	螺杆外径不小于 38mm；空心螺杆壁厚不小于 5mm，螺杆与调节螺母啮合长度不少于 5 扣，螺母厚度不小于 30mm；可调托撑 U 形托板厚度不小于 5mm，弯曲变形不大于 1mm，可调底座垫板厚度不小于 6mm；螺杆与托板或垫板焊接牢固，焊脚尺寸不小于钢板厚度	3%	游标卡尺、钢板尺

表 D-2 地基基础检查验收

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，垫板长度不少于 2 跨，并符合方案设计要求	全数	目测
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 D-3 脚手架架体检查验收

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	模板支撑架 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	碗扣节点	锁紧度	水平杆接头插入上、下碗扣，上碗扣通过限位销旋转锁紧水平杆	全部	目测
4	立杆	间距	符合方案设计要求	全部	目测、钢板尺
		双排脚手架接头	相邻立杆接头不在同一步距内	全部	目测
		垂直度	1.8m 高度内 偏差小于 5mm	全部	经纬仪或吊线和卷尺
		模板支撑架立杆伸出顶层水平杆长度	符合方案设计要求， 且 $\leq 650\text{mm}$	全部	钢板尺
5	水平杆	完整性	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
		水平度	相邻水平杆高差 小于 5mm	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 $\leq 400\text{mm}$	全部	钢板尺

续表 D-3

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
6	斜撑杆、剪刀撑	斜撑杆位置和间距	符合方案设计要求	全部	目测
		间距、跨度	符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺
		与地面夹角	$45^{\circ}\sim 60^{\circ}$	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,与节点间距 $\leq 150\text{mm}$	全部	目测、钢板尺
		扣件拧紧力矩	$40\text{N}\cdot\text{m}\sim 65\text{N}\cdot\text{m}$	全部	力矩扳手复拧
7	双排脚手架连墙件的竖向和水平间距		符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺
8	模板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	全部	目测、钢卷尺
9	架体全高垂直度		$\leq$ 架体搭设高度的 $1/600$, 且 $< 35\text{mm}$	每段内外立面均不少于 4 根立杆	经纬仪或吊线和卷尺
10	门洞	双排脚手架门洞结构(宽度、高度、专用托梁设置等)	符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺
		模板支撑架门洞结构(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	全部	目测、钢卷尺

表 D-4 安全防护设施检查验收

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，且 $\geq 900\text{mm}$	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	全部	目测
		防护栏杆 高度	立杆内侧、离地高度分别 为 0.6m (0.5m)、 1.2m (1.0m)	全部	目测
		层间防护	脚手板下采用安全平网兜 底，水平网竖向间距 $\leq$ 10m ；内立杆与建筑物间距 离 $\geq 150\text{mm}$ 时，间隙应 封闭	全部	目测、钢卷尺
2	梯道、 坡道	宽度	符合方案设计要求，且 $\geq 900\text{mm}$	全部	钢板尺
		坡度	梯道坡度 $\leq 1:1$ ，坡道坡 度 $\leq 1:3$	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	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 (0.5m)、 1.2m (1.0m)	全部	目测

续表 D-4

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
3	模板支撑架门洞安全防护	车行通道导向、限高、限宽、减速、防撞等设施及标识、标志	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 E 施工验收记录

表 E 脚手架施工验收记录

项目名称				架体类型	双排脚手架 ☐ 模板支撑架 ☐		
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；架体水平度和垂直度应符合规范要求；水平杆应纵、横向贯通，不得缺失					
5	杆件连接	碗扣节点组装时，应通过限位销确保上碗扣锁紧水平杆；双排脚手架相邻立杆接头不应在同一步距内					
6	架体构造	扫地杆离地间距、立杆伸出顶层水平杆长度（模板支撑架）、斜撑杆和剪刀撑设置位置和间距、连墙件（双排脚手架）或架体与既有建筑结构连接点（模板支撑架）的竖向和水平间距应符合方案设计和规范要求					

续表 E

序号	检查项目	检查内容及要求	实际情况	符合性
7	可调托撑与底座	螺杆垂直度、插入立杆长度应符合规范要求		
8	安全防护设施	应按方案设计和规范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规范要求		
施工单位 检查结论		结论：_____ 检查日期：____年__月__日 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：____		

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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”。

引用标准名录

- 1 《木结构设计规范》GB 50005
- 2 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 3 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 4 《钢结构设计规范》GB 50017
- 5 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
- 6 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 7 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 8 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 9 《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720
- 10 《碳素结构钢》GB/T 700
- 11 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 12 《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091
- 13 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》
GB/T 3274
- 14 《梯形螺纹 第2部分：直径与螺距系列》GB/T 5796.2
- 15 《梯形螺纹 第3部分：基本尺寸》GB/T 5796.3
- 16 《结构用无缝钢管》GB/T 8162
- 17 《可锻铸铁件》GB/T 9440
- 18 《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352
- 19 《直缝电焊钢管》GB/T 13793
- 20 《钢管脚手架扣件》GB 15831
- 21 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 22 《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T 194
- 23 《建筑施工竹脚手架安全技术规范》JGJ 254

中华人民共和国行业标准

建筑施工碗扣式钢管脚手架
安全技术规范

JGJ 166 - 2016

条文说明

修 订 说 明

《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 - 2016 经住房和城乡建设部 2016 年 11 月 15 日第 1364 号公告批准、发布。

本规范是在《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 - 2008 的基础上修订而成，上一版的主编单位是河北建设集团公司、中天建设集团有限公司，参编单位是中国建筑金属结构协会建筑模板脚手架委员会、北京星河模板脚手架工程有限公司、北京住总集团有限责任公司、北京建安泰建筑脚手架有限公司、上海市市长宁区建设工程质量安全监督站、南通市达欣工程股份有限公司，主要起草人员是杨亚男、高秋利、蒋金生、姚晓东、贺军、陈传为、高杰、高妙康、刘厚纯、余宗明、任升高、熊耀莹、王志义、王旭辉、李双宝、康俊峰。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国碗扣式钢管脚手架设计和施工实践经验，同时参考了英国等经济发达国家和地区的同类标准，通过多项真型满堂模板支撑架整体稳定试验与主要传力构件的破坏试验、多组碗扣节点转动半刚性试验，多项有限元数值模拟，取得了碗扣式钢管脚手架在不同工况下的承载力技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能够正确理解和执行条文规定，《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制理由作了解释。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	77
2	术语和符号	78
2.1	术语	78
3	构配件	79
3.1	节点构造及杆件模数	79
3.2	材质要求	79
3.3	质量要求	81
4	荷载	83
4.1	荷载分类	83
4.2	荷载标准值	84
4.3	荷载设计值	86
4.4	荷载效应组合	86
5	结构设计	90
5.1	一般规定	90
5.2	双排脚手架计算	92
5.3	模板支撑架计算	93
5.4	地基基础计算	100
6	构造要求	102
6.1	一般规定	102
6.2	双排脚手架构造	103
6.3	模板支撑架构造	106
7	施工	109
7.1	施工准备	109
7.2	地基与基础	109
7.3	搭设	110

7.4 拆除	110
8 检查与验收	113
9 安全管理	114

1 总 则

1.0.1 本条是碗扣式钢管脚手架工程设计和施工需要遵循的基本原则，也是本规范编制的宗旨和目的。

1.0.2 本条界定了本规范的适用范围。碗扣式钢管脚手架应用在其他类型的工程中可参照本规范执行。

1.0.3 本条明确了进行碗扣式钢管脚手架方案设计时，需要进行架体设计计算的架体搭设高度门槛值。采用常用的几何参数搭设的双排脚手架，由于作用在架体上的施工荷载较为固定，均经过了承载力验算，且有较多的使用经验可以借鉴，为便于工程应用，高度在 24m 以内的双排脚手架，可不进行承载力和变形验算；但需严格按照本规范的构造要求搭设，还需对连墙件和立杆地基承载力根据实际情况进行计算。模板支撑架不分搭设高度和荷载大小均需要进行设计计算。双排脚手架（不管是否需要进行架体设计计算）和模板支撑架使用前均需要编制专项施工方案。

2 术语和符号

2.1 术 语

本规范给出的术语是为了在条文的叙述中使得与碗扣式钢管脚手架体系有关的俗称和不统一的称呼在本规范及今后的使用中形成单一的概念，并与其他类型的脚手架和模板支撑架有关称呼趋于一致，利用已知的概念特征赋予其含义，但不一定是术语的准确定义。所给出的英文译名是参考国外资料和专业词典拟定的。

2.1.1 图 2.1.1 以双排脚手架为例，给出了碗扣式钢管脚手架的空间构造示意。本规范的称呼中，凡单独提到“脚手架”是指双排脚手架和模板支撑架的统称。

2.1.8 本次修订，将“横杆”一律统称为“水平杆”。

2.1.11~2.1.13 碗扣式钢管脚手架中的斜杆有多种类型，主要分为两类：一类是用于双排脚手架外立面和转角处的专用外斜杆，斜杆接头采用旋转式的插片型接头，只能用于最多有 3 根水平杆的碗扣节点，也可用于模板支撑架的外立面作为竖向斜杆；另一类是用于脚手架架体内部的斜杆，分为竖向内斜杆和水平内斜杆，内斜杆采用专用扣接头与架体立杆或水平杆靠近节点的部位连接。

在对全国各地碗扣式钢管脚手架、模板支撑架使用情况调研的基础上发现，各种专用斜杆已较少采用，取而代之的是采用钢管扣件作为各种斜撑和剪刀撑；间水平杆也较多采用钢管扣件，但这些构配件作为碗扣式钢管架体体系的通用组件仍然具有一定的构造优势。

3 构 配 件

3.1 节点构造及杆件模数

3.1.1 本条结合图示简要说明了碗扣式钢管脚手架立杆、水平杆连接点（碗扣节点）的结构特征。

3.1.2 碗扣式钢管脚手架主要构、配件是工厂化生产的标准系列构件，立杆碗扣节点间距和水平杆长度宜按模数设置，即步距和立杆间距以模数倍数构成，使工具式脚手架具有标准化、通用性的特点。

本次修订，提出了可按两种模数设置立杆的节点间距模数的规定，即：按照 0.6m 模数设置碗扣节点间距时，常用步距为：1.2m、1.8m；而按照 0.5m 模数设置碗扣节点间距时，常用步距为：1.0m、1.5m、2.0m。对于一般的构建筑物双排外脚手架和常用混凝土构件的模板支撑架，按 1.5m 或 2.0m 设置步距是较为适宜的，特别是在立杆钢管使用 Q345 级钢材料后，对于 0.6m 模数时，通常情况下计算长度设置为 1.2m 步距时承载力富余较多。本条增加 0.5m 立杆节点间距模数的规定是为了鼓励使用高强度钢材，并充分发挥材料强度。

3.1.3 本条通过本规范附录 A 给出了碗扣式钢管脚手架的主要构配件种类和型号，在调研的基础上发现，目前各生产厂家研发的内斜杆接头形式多样，无统一型号，斜杆接头扣接的位置也不尽相同（有的扣接在邻近节点的立杆，有的扣接在邻近节点的水平杆），导致杆件长度也不尽相同，因此，本规范附录 A 中不再列出内斜杆。

3.2 材 质 要 求

原材料的材质及质量是确保脚手架性能的重要因素。本节对

碗扣式钢管脚手架所使用的材料及材质提出了具体要求，使之保证产品质量，满足使用性能要求。本次修订关于材质的规定与国家标准《碗扣式钢管脚手架构件》GB 24911 - 2010 保持一致。同时，考虑到低合金钢应用于脚手架钢管已经较为普遍，使用 Q345 材质可以提高架体的承载能力，减少材料的浪费，且低合金钢的抗锈蚀能力较强，能够减缓材料锈蚀速度，增长材料的使用寿命。本次修订增加了 Q345 材质钢管可用于碗扣式钢管脚手架用立杆的规定。

3.2.2、3.2.3 采用碳素铸钢或可锻铸铁铸造的上碗扣能够满足节点刚度的要求，但是，近几年的应用中发现此类上碗扣容易开裂损坏，对于立杆来说，如果出现此类损坏意味着立杆的报废（只能改短）。所以部分生产厂家开始采用锻造上碗扣，此类上碗扣也能够满足节点刚度的要求，即便出现变形，但是很少出现开裂，而且开裂后可以采用焊接方式进行修补。本次修订增加了上碗扣采用锻造工艺成型时的材质要求。

碗扣式钢管脚手架整架试验中发现，当采用不符合现行国家标准《碗扣式钢管脚手架构件》GB 24911 的碗扣时，发生大量上碗扣突然碎裂，横管崩飞的危险现象。整架承载力试验中，整架破坏时，也发生了大量上碗扣碎裂的情况。而在采用符合现行国家标准《碗扣式钢管脚手架构件》GB 24911 - 2010 的碗扣试验中，几乎没有出现碗扣破坏。目前，市场上的碗扣质量参差不齐，采用质量差的碗扣搭设的架体承载力由碗扣强度控制，架体的破坏主要是因为碗扣崩裂，引起单杆计算长度加倍，导致失稳。质量好的碗扣架体破坏时碗扣基本不会破坏，架体破坏主要是钢管屈曲。因此碗扣材质需严格执行本规范第 3.2.2 条、第 3.2.3 条的规定。

3.2.4 水平杆接头长期沿用的是与下碗扣同样材质的碳素铸钢，经调研发现，近几年已广泛采用锻造接头，尤其是在出口的碗扣式钢管脚手架中，普遍采用锻造水平杆接头。比如，澳大利亚对防腐要求严，采用 Q235B 材质的锻造接头，部分北欧、北美国

家对低温抗冲击性能要求高,采用 Q345B 材质的锻造接头。节点转动刚度试验表明,采用锻造接头能大大提升碗扣节点的转动刚度。本次修订增加了水平杆接头采用锻造工艺成型时的材料要求。

3.2.5 采用薄钢板冲压和焊接工艺成型的上碗扣和水平杆接头在荷载作用下易产生较大变形,严重影响碗扣节点的转动刚度,因此应杜绝采用钢板冲压成型上碗扣和水平杆接头。采用钢板冲压成型制作下碗扣时,原规范规定的板材最小厚度为 6mm 要求过高,一般 5mm 的板材即能满足力学性能要求,6mm 厚板材冲压过程中易导致卷边从而影响成型质量,英国 SGB 公司采用的是 4mm 的 S275N 材质钢板。

3.2.9 本条所指扣件是指的碗扣式钢管脚手架中的剪刀撑及非直角组架时作为辅助用途的扣件。

3.3 质量要求

3.3.1 钢管的外径和壁厚是保证架体结构承载能力的重要条件,要求钢管公称外径为 48.3mm 是参照现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793、《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 对钢管尺寸的规定中对脚手架钢管的外径的相关规定而定的。本条规定的钢管外径和壁厚偏差是针对出厂钢管的尺寸作出的规定,重复使用的钢管其壁厚的最小值应满足本规范附录表 D-1 的规定。

3.3.2 本条是对立杆接长处的构造尺寸提出的要求,以保证立杆具有可靠的承载能力。本次修订增加了立杆接长采用内插套形式的规定。对于采用 Q345 级钢的立杆,建议采用内套管上部接长管方式,这种构造立杆底部无套管,扫地杆离地高度小。

3.3.3~3.3.9 对构配件的制造工艺、应达到的质量作出了一般规定,使之满足使用性能要求。

3.3.8 碗扣式钢管脚手架整架试验中发现,不合格的可调托撑在架体达到极限承载力前出现非常大的变形,在荷载相对较小

时，可调托撑出现破坏。目前，市场上的可调托撑质量参差不齐，造成可调托撑会先于架体破坏，架体承载力不能充分发挥。因此，需严格控制可调托撑质量。

3.3.12 本条对碗扣式钢管脚手架主要构配件应达到的力学性能指标提出要求，以保证立杆及连接部位具有可靠的承载力。本条给出的极限承载力的下限要求，不等同于承载力设计值，承载力设计值应在极限承载力的基础上考虑分项系数。

4 荷 载

4.1 荷 载 分 类

关于脚手架上的荷载说明如下：

1 本规范中采用的荷载分类，系以国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 - 2012 为依据，对永久荷载及可变荷载按双排脚手架及模板支撑架两种不同的使用工况分别列出其具体对应的荷载项目；

2 荷载效应组合中，不考虑偶然荷载，这是因为双排脚手架和模板支撑架严格禁止有撞击力等作用于架体；双排脚手架和模板支撑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；

3 作用在模板支撑架上的其他可变荷载主要指作用在架体结构顶部的泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载。根据理论研究，该项荷载对模板支撑架的稳定性影响很小，计算中可忽略其影响，当确有必要考虑此项荷载时，应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定，将该荷载标准值取为竖向永久荷载标准值的 2%，并应作用在模板支撑架上端水平方向；

4 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；

5 部分模板支撑架（如桥梁模板支撑架）顶面四周外侧设置有作业平台，该平台类似于双排脚手架作业层的设置，其上有脚手板、栏杆、挡脚板和密目网等附件，但该部位架体总体荷载较小，不是模板支撑架的稳定性计算控制部位，因此，模板支撑架的永久荷载项中未列出作业层附件的自重标准值；

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。

4.2 荷载标准值

4.2.3 本条强调双排脚手架施工荷载标准值的取值要根据实际情况确定，对于特殊用途的脚手架，应根据架上的作业人员、工具、设备、堆放材料等因素综合确定施工荷载标准值的取值。

4.2.4 本条给出了模板支撑架上两项永久荷载标准值的推荐取值。

为简化计算，表 4.2.4 给出了一般梁板结构（肋梁楼盖）和无梁楼板结构（无梁平板楼盖）模板的自重面荷载标准值。其中，肋梁楼盖的模板自重已经包含了梁侧及梁底模板的重量，无梁楼盖的模板自重包含了承托模板的次楞梁。但本条同时强调了模板自重标准值应根据模板方案设计确定，对于复杂的楼盖结构，应按照模板的实际配板方案和模板材料的重力密度计算确定。

对于新浇筑的混凝土的自重标准值，本规范是按照国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 - 2011 的规定，分普通梁和普通板两种类型给出的。其中，混凝土自重是将钢筋自重纳入到混凝土中考虑的，特殊的钢筋混凝土材料和结构构件应按实际配筋情况和材料实际重力密度计算。

4.2.5 因为模板支撑架的施工荷载标准值的取值大小与实际采用的混凝土浇筑工艺和浇筑设备有很大关系，本规范强调模板支撑架的施工荷载标准值的取值要根据实际情况确定。本条罗列出了一般浇筑工艺、有水平泵管或布料机以及桥梁结构浇筑三种典型情况下的施工荷载标准值，支撑架设计时可参照表 4.2.5 取值，但不能低于表中的数值。本条按国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 - 2011 附录 A 的规定，对于一般浇筑工艺，施工人员及施工设备产生的活荷载标准值不应小于 2.5kN/m^2 。

相关满堂模板支撑架现场浇筑模拟试验表明,材料堆积和人员聚集产生的局部荷载作用区域内的支撑架立杆承受了 90% 以上的施工荷载。因此,可不必将施工荷载按照计算模板和次楞、计算主楞和计算支撑架 3 个档次进行划分,在进行该 3 类计算时,取用统一的均布面荷载标准值。

相关规范规定作用在支撑架上的施工荷载,计算梁模板时按照人员及设备荷载取用,计算板模板时按照振捣混凝土产生的荷载取用。本规范规定对所有的浇筑部位采取统一的施工均布荷载,仅当计算模板及主次楞梁承载力时,区分为上述两种荷载。

4.2.6 水平风荷载标准值计算式取自国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012,其中,风振系数取 $\beta_z=1.0$,是因为考虑到双排脚手架和模板支撑架均附在主体结构上,风振影响很小。

对风荷载体型系数有关规定说明如下:

1 当有悬挂密目式安全网时,密目安全网的挡风系数按照采用 2000 目网计算,按《编制建筑施工脚手架安全技术标准的统一规定》(建标 [1993] 062 号)的规定,挡风系数为 0.5,考虑到杆件挡风面积以及积灰的影响建议取为 0.8。也有多位学者专门分析了密目安全网与扣件钢管架结合使用的挡风系数为 0.84 左右。

2 单榀架无遮拦体型系数 $\mu_{st}=1.2A_n/A_w$ 中,将单榀桁架的杆件体型系数取为 1.2,是根据国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 中表 8.3.1 第 37 项中 (b) 整体计算时的体型系数,按 $\mu_z\omega_0d^2\leq 0.002$ 确定的。

3 对于无遮拦的模板支撑架的风荷载体型系数,本规范规定将架体视为空间多排平行桁架结构,根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 表 8.3.1 第 33 项的规定,按

$\mu_{stw}=\mu_{st}\frac{1-\eta^n}{1-\eta}$ 计算,但应作如下说明:

将迎风面的一榀杆件框架视作平面桁架,由于该桁片仅仅由

若干纵向和横向钢管及少量斜杆组成，因此面内空隙大，桁片挡风系数往往会出现小于或等于 0.1 的情况，此时查表得到的 η 值为 1.0，按照 μ_{stw} 的公式计算会出现奇异点。为规避奇异现象，并得到切合实际的多榀桁架整体体型系数，本规范规定当桁架挡风系数小于或等于 0.1 时，应取系数 $\eta=0.97$ 。

表 4.2.6 中所列出的脚手架封闭状态中：双排脚手架只有全封闭一种状态，而无敞开、半封闭状态，这是因为双排脚手架使用中必须全封闭，不允许使用敞开、半封闭双排脚手架；模板支撑架的架体是敞开式的，架上作业层栏杆是封闭的。

4.3 荷载设计值

4.3.3 表 4.3.3 所规定的荷载分项系数取值是根据国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 确定的。表中同时给出了承载能力极限状态和正常使用极限状态计算时的荷载分项系数，且模板支撑架的荷载分项系数分为由永久荷载控制的组合和由可变荷载控制的组合两种情况。对分项系数取值的规定说明如下：

1 双排脚手架的挠度计算中，可变荷载的分项系数取 1.0 是考虑到双排脚手架主要与承受施工荷载为主，其挠度验算的目的是控制施工过程中水平杆不出现较大的变形，影响人员操作；

2 对于模板支撑架，可根据永久荷载与可变荷载的比值大小来判断是采用永久荷载控制组合，还是采用可变荷载控制组合；

3 模板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。

4.4 荷载效应组合

4.4.1 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。对双排脚手架和模板支撑架而言，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。

4.4.3、4.4.4 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 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，只需要按本规范的规定对荷载进行基本组合计算。

根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定，考虑到脚手架的实际荷载情况，可以得出承载能力极限状态计算时，脚手架的荷载组合公式如下：

由可变荷载控制的组合：

$$S_d = 1.2 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 (S_{Qk} + 0.6 S_{wk}) \quad (1)$$

由永久荷载控制的组合：

$$S_d = 1.35 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 (0.7 S_{Qk} + 0.6 S_{wk}) \quad (2)$$

对于双排脚手架而言，可变荷载控制的组合起控制作用，一般架体上无其他可变荷载，只有施工荷载和风荷载。因此，在计算双排脚手架水平杆强度和立杆稳定性时，可按下式进行荷载组合计算：

$$S_d = 1.2 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 S_{Qk} \quad (3)$$

对于模板支撑架而言，可能是由可变荷载控制的组合起控制作用（对于较薄的楼板），也可能是由永久荷载控制的组合起控

制作用（对梁和较厚的楼板），应分别进行组合计算并取较大值。因此，在计算模板支撑架水平杆强度和立杆稳定性时，可按下列公式进行荷载组合计算：

计算水平杆强度时，按下列公式进行荷载组合计算，并取自最不利的组合进行设计：

$$S_d = 1.2 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 S_{Qk} \quad (4)$$

$$S_d = 1.35 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 \times 0.7 S_{Qk} \quad (5)$$

计算立杆稳定性时，按下列公式进行荷载组合计算，并取自最不利的组合进行设计：

$$S_d = 1.2 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 (S_{Qk} + 0.6 S_{wk}) \quad (6)$$

$$S_d = 1.35 \sum_{i=1}^m S_{Gki} + 1.4 (0.7 S_{Qk} + 0.6 S_{wk}) \quad (7)$$

式中： S_{Gki} ——第 i 个永久荷载标准值产生的效应；

S_{Qk} ——施工荷载标准值产生的效应；

S_{wk} ——风荷载标准值产生的效应；

m ——永久荷载数。

应说明的是，计算脚手架立杆稳定性时，按上述公式组合计算的内力设计值是立杆轴力设计值，对于由风荷载引起的立杆弯矩设计值应单独计算，并应分别乘以可变荷载分项系数 1.4 和风荷载组合值系数 0.6。

4.4.6 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定，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水平受弯杆件的挠度。控制模板支撑架中受弯构件挠度的主要目的是控制模板在混凝土、钢筋等自重作用下的变形，确保混凝土成型质量，因此模板支撑架受弯构件挠度计算仅考虑永久荷载作用。而双排脚手

架使用中以承受施工荷载为主，其挠度验算的目的是控制施工过程中水平杆不出现较大的变形，影响人员操作，因此双排脚手架水平杆挠度计算应计入永久荷载和施工荷载。双排脚手架和模板支撑架受弯构件挠度计算中风荷载均不参与组合。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.2 碗扣式钢管脚手架节点为半刚性节点，但设置必要的斜杆能有效保证架体为几何不变体系，并显著提高架体的抗侧移能力。满足架体为几何不变体系的条件是：对于双排脚手架沿纵向 x 方向的两片网格结构应每层至少设一根斜杆；对于模板支撑架应满足沿立杆轴线的每行每列网格结构竖向每层不得少于一根斜杆；也可采用侧面增加链杆与建筑结构的柱、墙相连的方法。

5.1.3 本条列出了一般情况下双排脚手架和模板支撑架的设计计算内容，但不仅仅局限于所列内容，设计时应根据架体结构、工程概况、搭设部位、使用功能要求、荷载、构造等因素具体确定。比如，当模板支撑架为确保稳定性而采用设置缆风绳时，应计算缆风绳的承载力及连接强度；当双排脚手架采用专用挑梁时，应进行挑梁的承载力和变形计算等。

5.1.5 对于双排脚手架的作业层水平杆，荷载是通过水平杆传给立杆，由于节点半刚性影响，立杆中会产生一定的弯矩，但该弯矩值较小，计算中不考虑。因此不考虑风荷载时，双排脚手架和模板支撑架立杆宜按轴心受压杆件计算。

5.1.7 根据国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 - 2003 对受压构件长细比限值规定的条文解释，碗扣式钢管脚手架作为临时结构，其杆件容许长细比仅是从立杆的运输、安装和自重作用下构件变形等要求出发，即对杆件局部（自身）稳定性的限制要求。

本条关于双排脚手架和模板支撑架杆件长细比的规定是在现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的基础上参考国外相关标准的规定给出的。

5.1.8 双排脚手架的脚手板和水平杆及模板支撑架的主次楞和模板应按表 5.1.8 要求进行变形计算。表中给出的容许挠度是根据现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定确定的。

5.1.10 本条给出了满足公称尺寸要求的 $\phi 48.3\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 钢管的截面特性值，实际设计中应结合施工现场的进场钢管材料的尺寸偏差、锈蚀程度等按实际截面尺寸进行计算。

5.1.11 表中所列配件及连接的承载力设计值是根据构配件的性能试验得到的承载力极限值取一定安全系数得到的。

5.1.12 节点转动刚度直接影响架体的承载力，本条提供在利用有限元等空间分析法对模板支撑架结构进行整体计算分析时的节点转动刚度的取值建议。应充分注意不同材质和成型方法的碗扣架的节点转动刚度差异大。关于碗扣式钢管脚手架的节点转动刚度，国内外均进行了相关研究。

编制组对碗扣式钢管脚手架的节点转动刚度进行了系列试验，试件来源分为施工现场抽样的立杆为 Q235 钢的普通碳素铸钢铸造的上碗扣节点，以及由外贸出口生产厂提供的立杆为 Q345 钢的优质碳素钢锻造的上碗扣节点。节点试验的步距分为 0.6m、1.2m 和 1.8m 不等，碗扣节点处 4 个方向均插入水平杆，加载的水平杆长为 1.2m，集中荷载加载点离节点 600mm，逐级加载至水平杆的扭转角足够大为止，试验结果如下：

1 采用目前国内工程普遍使用的 Q235 钢管立杆，并采用碳素铸钢铸造的上碗扣和钢板冲压形成的下碗扣组成的节点，经试验其平均转动刚度为 $28\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ ；

2 采用 Q345 钢管立杆，并采用碳素钢锻造的上碗扣和钢板冲压形成的下碗扣组成的节点，经试验其平均转动刚度为 $62\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ ；

3 国外悉尼大学碗扣架节点转动刚度试验结果为 $100\text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ 。

通过试验得到的节点转动刚度如表 1 所示。

表 1 节点转动刚度 R_k 试验值

试验单位	R_k 试验值 (kN · m/rad)
东南大学	① 工地抽检: 25 ② 出口生产厂送检: 60~80
天津大学	① 非国标 GB 24911 试件: 14 ② 国标 GB 24911 试件: 34
悉尼大学	① 4 根横杆节点: 102 ② 3 根横杆节点: 87 ③ 2 根横杆节点: 77
德国规范	① 最大值约: 90 ② 最小值约: 50 ③ 建议值约: 65

5.2 双排脚手架计算

5.2.1、5.2.2 进行水平杆的抗弯强度及变形验算时，仅考虑竖向荷载作用，不考虑水平荷载作用引起的水平杆端弯矩，挠度计算时应计入施工荷载。

5.2.4 本条列出了双排脚手架需进行立杆稳定性计算的两种工况。从结构稳定理论出发，架体作为一种空间结构，当外荷载达到一定的临界值，脚手架的失效会出现整体失稳和杆件的局部失稳，整体失稳取决于架体的整体结构构造，计算理论较为复杂。为便于工程应用，本规范将架体的整体屈曲失稳反映为立杆失稳的局部失稳，采用欧拉压杆失稳的计算模型进行简化计算，并采用立杆计算长度表达架体的失稳。根据受力工况，无风荷载时，将立杆简化为轴向受压杆件，有风荷载时，将立杆简化为压弯杆件。其中无风荷载指的是室内或无风环境搭设的脚手架，有风荷载指的是室外搭设的脚手架。

5.2.5 本条列出了双排脚手架计算立杆段轴力设计值的计算公式。其中式 (5.2.5) 中可变荷载仅考虑施工荷载，这是因为，在连墙件的加固作用下，水平风荷载作用于双排脚手架中引起的

立杆附加轴力较小，可忽略不计。

5.2.6 本条给出了风荷载作用下立杆中的弯矩值计算公式。经分析研究，双排脚手架立杆由水平风荷载产生的弯矩与连墙件竖向间距的平方成正比，式中的相关系数是在理论分析和数值模拟计算的基础上给出的。本条弯矩计算公式是针对内外排立杆间无廊道斜杆部位的立杆，对于设置横向斜杆（廊道斜杆）之处，水平风荷载在立杆中产生的弯矩有所减小，此部位的受力不起控制作用，因此，应选择无廊道斜杆的部位作为计算单元。

5.2.7 双排脚手架立杆计算长度的确定取决于脚手架的构造状况，尤其是连墙件的设置情况和内外排立杆间廊道斜杆的设置情况。有限元分析表明，架体整体失稳时，架体竖向桁架呈现横向多波鼓曲失稳破坏，波长大于步距，但小于连墙件间竖向垂直距离，经数值模拟得到的极限承载力反推得到立杆的计算长度系数。同本规范第 5.2.6 条的条文说明，对于设置廊道斜杆处的立杆，内外排立杆与廊道斜杆形成平面桁架，立杆的计算长度近似等于架体步距，此部位的立杆稳定性不起控制作用，因此，应选择无廊道斜杆的部位作为计算单元。

5.2.8 节点连接强度的计算是脚手架结构设计计算的内容之一，是防止节点产生滑移而导致结构整体失效的重要设计环节，如果节点先于架体杆件失效，则不能发挥架体构配件的承载力。

5.2.9 连墙件是双排脚手架侧向支承的重要杆件。它以“链杆”的形式构成双排脚手架的侧向支座，对双排脚手架几何不变性形成一个约束。通常连墙件承受的轴力为风荷载，考虑连墙件约束架体平面外变形作用而附加轴力设计值 3.0kN。当采用钢管扣件做连墙件时尚应验算扣件的抗滑承载力能否满足要求。计算公式中强度设计值乘以 0.85 的折减系数，是考虑到连墙件可能存在扭矩或偏心弯矩。

5.3 模板支撑架计算

5.3.1 模板支撑架顶部施工荷载通过可调托撑轴心传递给立杆，

此种情况下，水平杆不需要进行承载力和变形计算。但在梁板结构的支模体系中，当梁截面较小时，梁的施工荷载往往通过水平钢管传递至梁侧板下立杆中，此时应参照双排脚手架关于水平杆的计算规定对水平杆进行承载力（分由永久荷载控制的组合和由可变荷载控制的组合两种情况）和变形计算，并对节点连接承载力进行计算。

5.3.2、5.3.3 模板支撑架立杆稳定性应按有风荷载和无风荷载两种情况分别计算。无风荷载时的稳定性计算公式同双排脚手架；但有风荷载时立杆应分别按轴心受压构件和压弯构件两种工况进行计算，并应同时满足稳定性要求。有风荷载的两种计算工况下立杆轴力设计值的计算有所区别，计算中应注意：

1 按轴心受压计算立杆稳定性时，计算公式中组合了由风荷载在立杆中产生的最大附加轴力，而不组合由风荷载在立杆中产生的弯矩；

2 按压弯构件计算立杆稳定性时，计算公式中组合了由风荷载在立杆中产生的弯矩，而不组合由风荷载在立杆中产生的最大附加轴力。

立杆计算中不同时考虑由风荷载在立杆中产生的最大附加轴力和由风荷载在立杆中产生的弯矩，是因为这两个最大风荷载内力不同时发生在同一个位置的立杆中。比如，架体迎风面的立杆将产生最大风荷载弯矩，而此部位立杆受风荷载作用将产生负的附加轴力；而背风面立杆将产生最大风荷载附加轴力，但此部位立杆不产生风荷载弯矩。因此，应分别进行组合计算，并应同时满足承载力要求。

5.3.4 本条给出了风荷载作用下立杆中产生的最大附加轴力的近似计算公式。水平风荷载作用下，模板支撑架由于有竖向剪刀撑等斜向杆件的存在，会由于剪力滞后等因素，导致立杆轴力为复杂的非线性分布。为简化计算，本规范假定在风荷载作用下，在立杆中产生了线性分布的拉力或压力，且中性轴位于架体底面中心点。这些成对拉压力产生的力偶抵抗风荷载产生的倾覆力

矩, 根据“平截面假定”得到立杆最大附加轴力的计算公式。

5.3.5 本条给出了风荷载作用于模板支撑架的单榀架平面简化计算模型, 将风荷载分为架体均布线荷载和模板水平集中力两部分, 其中架体部分的均布风荷载标准值应以架体顶部高度确定的风荷载高度系数进行计算。确定架体风荷载计算模型是计算架体抗倾覆承载力和计算架体在风荷载作用下杆件内力的前提条件。

5.3.6 本条列出了模板支撑架在立杆轴力设计值计算时, 可不计入由风荷载产生的立杆附加轴力的三个条件, 只要满足其中任意一个条件计算中可不计入由风荷载产生的立杆附加轴力:

1 第一个条件为架体高宽比限值和架体顶部竖向栏杆围挡(模板)高度限值的条件, 符合该条件时, 风荷载在架体中产生的立杆附加轴力很小, 对立杆稳定性影响不大;

2 第二个条件为按照本规范构造要求设置了周边和内部的连墙件;

3 第三个条件为采取了其他有效的防倾覆措施。

采取了后两个条件后, 风荷载已被传递到周边或内部结构构件, 从而有效降低了立杆中的附加轴力。

5.3.7 本条规定单根立杆轴力设计值的上限是基于如下原因:

1 模板支撑架是以承受竖向荷载为主的临时结构, 架体的整体稳定性取决于架体的构造和立杆承受的轴力。规定单根立杆轴力设计值的上限是确保架体整体稳定性和立杆局部稳定性的重要措施。

2 规定立杆采用 Q235 级钢材质钢管时, 单根立杆轴力设计值不应大于 30kN 是根据大量的碗扣式模板支架真型整架的承载力试验结果确定的。河北建设集团的承载力试验, 单根立杆的极限承载力约为 $P_{cr}=49\text{kN}$, 考虑模板支撑架综合安全系数 $\beta=2.2$, 得到单根立杆的允许轴力标准值为 $N_k = P_{cr}/\beta = 22.27\text{kN}$, 取永久荷载和可变荷载分项系数加权平均值 $\gamma_u = 1.363$, 因此, 单根立杆的允许轴力设计值 $N = \gamma_u N_k = 22.27 \times$

1.363kN=30.35kN。

按照本规范的立杆计算长度公式，取 $h = 0.6\text{m}$ ， $a = 650\text{mm}$ ，计算长度系数 $\mu = 1.1$ ，调整系数 $k = 1.155$ （此时，计算长度 $\lambda = 151$ ），钢管公称尺寸 $\phi 48.3 \times 3.5$ （ $i = 15.9\text{mm}$ ， $A = 493\text{mm}^2$ ），按照式 $P = \varphi f A$ 、 $\lambda = \frac{k\mu(h+2a)}{i}$ 计算立杆承载力设计值为 30.42kN。

针对此架体构造，立杆轴力实际标准值为 $30.42 / (1.363 \times 1.1) = 20.29\text{kN}$ （1.363 为荷载分项系数，1.1 为结构重要性系数），而试验得到的立杆极限承载力为 45.3kN，考虑综合安全系数 2.2，得到 $45.3 / 2.2 = 20.59\text{kN}$ ，计算结果与实验结果吻合较好。而 0.6m 为碗扣式钢管模板支撑架的最小步距，所以，当立杆采用 Q235 级钢材质钢管时，模板支撑架单根立杆轴力设计值不应大于 30.0kN。如果大于 30kN，超过最大极限承载力，安全系数为 2.2 的最低要求不允许。

3 由于缺乏足够的工程经验和实验数据，本条并未给出立杆采用 Q345 级钢材质钢管时，单根立杆轴力设计值的最大值。当立杆采用 Q345 级钢材质钢管时，单根立杆轴力设计值的最大值应由试验研究确定。

本条强调，单根立杆的轴力设计值应满足立杆稳定性计算结果。在此原则之上，本条规定立杆轴力设计值的上限，是为了从限制立杆受力的角度确保架体的整体稳定性。如果单根立杆轴力设计值超出了本条的规定，则不满足模板支撑架的可靠度指标。

5.3.8 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》GB 50009 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

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楚计算对象。

5.3.9 本条给出了模板支撑架立杆计算长度的计算公式，对公式的来源说明如下：

1 碗扣式钢管模板支撑架的失稳规律表明，对于步距相等的架体，立杆的局部失稳总是发生在最顶部的立杆段，因此本规范的立杆计算长度表达式仅针对顶层立杆段。

2 编制组 2010 年进行了 8 项碗扣式钢管模板支架真型整架（Q235 级材质钢管立杆）的承载力试验，全面分析了碗扣质量优劣、设置水平剪刀撑、设置竖向斜撑杆、步距变化、立杆伸出顶层水平杆自由长度、架体高宽比的变化对架体承载力和失稳模态的影响。架体几何参数为：步距 $h=1.2\text{m}$ （共 6 步）、 1.8m （4 步），架体搭设高度 $H=8\text{m}$ ，扫地杆离地高度 0.35m ，立杆伸出顶层水平杆长度 $a=0.45\text{m}$ 、 0.6m ，高宽比 $H/B=2.43$ 、 2.47 、 3.33 。立杆极限承载力结果如表 2 所示。

表 2 模板支撑架试验极限承载力

模 型 序 号	碗扣 质量	步距 (m)	加载 范围 (m×m)	架体搭 设高度 (m)	剪刀 撑	扫地杆 离地 高度 (m)	架体高 宽比	立杆自 由外伸 长度 (m)	试验单 杆极限 承载力 (kN)
1	非国标	1.2×6	3.3×4.2	8.0	无	0.35	2.43	0.45	29.78
2	非国标	1.2×6	3.3×4.2	8.0	H	0.35	2.43	0.45	33.38
3	国标	1.2×6	3.3×4.2	8.0	V+H	0.35	2.43	0.45	49.39
4	国标	1.2×6	3.3×4.2	8.0	V	0.35	2.43	0.45	48.58
5	国标	1.2×6	3.3×4.2	8.15	V	0.35	2.47	0.60	43.58
6	国标	1.2×6	3.3×4.2	8.0	无	0.35	2.43	0.45	32.98
7	国标	1.80×4	3.3×4.2	8.0	V	0.35	2.43	0.45	34.38
8	国标	1.20×6	2.4×4.2	8.0	V	0.35	3.33	0.45	41.87

注：表中 V 代表水平剪刀撑，H 代表竖向斜撑杆或剪刀撑。“国标”是指国家标准《碗扣式钢管脚手架构件》GB 24911 - 2010。

3 计算长度的表达形式采用 $h+2a$ 的传统表达形式, 这隐含了将节点视为铰接的基本假定, 但应对 $h+2a$ 的基本表达形式要进行必要的修正。有限元结果表明, 如果按照刚接计算, 架体的承载力为试验承载力的数倍之多, 采用半刚性情况对实际计算极为不方便, 而按照铰接计算和试验结果差别最多不会超过 60%。其中的 $2a$ 是考虑立杆顶部自由端没有可靠的约束, 导致该自由长度对于立杆稳定性的影响比步距的影响要大。

4 根据上述试验结果并结合有限元分析结果得到的单杆极限承载力 P_{cr} , 根据公式 $\varphi = P_{cr}/fA$, 再根据轴心受压构件稳定系数 φ 与长细比 λ 的关系, 从而反算得到立杆计算长度系数 μ 。综合考虑试验得出数据的离散性以及试验场地的各种有利条件和实际施工中的不利因素, 并确保综合安全系数指标不小于 2.2, 最终确定计算长度系数。

按照上述原则得到立杆计算长度表达式为:

- 1) 不设置任何斜撑杆或剪刀撑时: $l_0 = 1.45(h+2a)$;
- 2) 只设置水平斜撑杆或剪刀撑时: $l_0 = 1.25(h+2a)$;
- 3) 只设置竖向斜撑杆或剪刀撑时: $l_0 = 1.30(h+2a)$;
- 4) 同时设置水平和竖向斜撑杆或剪刀撑时: $l_0 = 1.1(h+2a)$ 。

由于本规范的构造要求规定, 模板支撑架必须设置竖向和水平向斜撑杆或剪刀撑, 因此取计算长度系数 $\mu = 1.1$ 。

为确保架体综合安全系数指标不小于 2.2, 计算长度系数公式中引入附加系数 k , 实为结构抗力调整系数, 为方便现场计算, 将抗力调整系数转化为立杆计算长度附加系数, 引入该附加系数后得到的架体立杆承载力与有限元计算结果吻合较好。

5 满堂支撑架的承载力试验表明, 立杆顶部自由外伸长度从 200mm 增加到 650mm, 立杆的极限承载力降低不大, 约为 20%, 因此不能千篇一律按照 $l_0 = 1.1k(h+2a)$ 根据 a 的实际取值进行计算。实际计算中, 可一律按照 $a = 650\text{mm}$ 进行计算立杆承载力, 然后根据实际的 a 值进行承载力的调整。

6 按本规范公式确定立杆计算长度,对某些步距和立杆间距条件下的架体承载力计算结果会出现异常,偏离试验结果和工程实际,因此,应对不同步距条件下的立杆计算长度和承载力进行修正,原因如下(以 Q235 级材质钢管立杆为例):

- 1) 步距为 0.6m,立杆间距为 0.3m×0.3m 时,混凝土构件最大允许厚度达到 9.29m,不符合工程实际。建议控制外荷载,混凝土构件厚度不应超过 4m,或控制计算面积,最小计算负荷面积按 0.3m×0.6m 采用。
- 2) 步距为 1.2m,立杆间距为 0.3m×0.3m 时,混凝土构件最大允许厚度达到 5.18m,不符合工程实际。建议控制外荷载,混凝土构件厚度不应超过 4m,或控制计算面积,最小计算负荷面积按 0.3m×0.6m 采用。
- 3) 步距为 1.8m,立杆间距 0.6m×0.6m~1.2m×1.2m,计算长度系数取 1.1,计算结果与工程实际有些差距。建议计算长度系数取 1.0,计算结果才能与工程实际基本符合。

5.3.11 当架体高宽比较大时,横向风荷载作用极易使立杆产生拉力压,它的力学特征实际上就是造成架体的“倾覆”。为了避免架体出现“倾覆”的情况,本条规定了架体倾覆验算的基本计算公式。本规范规定需进行抗倾覆承载力计算的条件同需考虑风荷载作用下立杆附加轴力的条件,也就是说,立杆附加轴力是与架体抗倾覆密切相关的,倾覆效应显著的架体,立杆在风荷载作用下产生的附加轴力也显著。

水平风荷载作用下,架体抗倾覆计算公式推导如下:

$$\gamma_0 M_T \leq M_R \quad (8)$$

$$M_T = 1.4 M_{Tk} \quad (9)$$

$$M_R = 0.9 \left[\frac{1}{2} B^2 l_a (g_{1k} + g_{2k}) + \sum_{j=1}^n G_{jk} b_j \right] \quad (10)$$

将式 (9)、式 (10) 代入式 (8) 得到:

$$B^2 l_a (g_{1k} + g_{2k}) + 2 \sum_{j=1}^n G_{jk} b_j \geq 3\gamma_0 M_{Tk} \quad (11)$$

如果架体上部无集中堆放的物料，则式（11）简化为：

$$g_{1k} + g_{2k} \geq \frac{3\gamma_0 M_{Tk}}{B^2 l_a} \quad (12)$$

抗倾覆力矩仅考虑模板支架架体及附件自重和顶部模板等物料自重，混凝土自重虽然为永久荷载，但不应计入，这是根据倾覆验算的最不利阶段确定的。施工荷载对抗倾覆有利，也不应计入。对抗倾覆有利的自重荷载，分项系数取 0.9。

本节列出了模板支撑架架体和构配件的计算规定。模板支撑架的连墙件按构造设置，可不进行计算。

5.4 地基基础计算

5.4.1 按照国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 - 2011 的规定，立杆地基承载力的计算应取相应于荷载效应标准组合时，架体结构传至基础顶面的轴力值 N_k ，相对应的地基承载力应取修正后的地基承载力特征值 f_a 。本规范为简化计算式，采用立杆稳定性计算时的轴力设计值 N 代替轴力标准值 N_k ，但应将修正后的地基承载力特征值扩大 γ_u 倍。

立杆基础底面积 A_g 应充分考虑到底座通过垫层或垫板向地基传力的应力扩散角，考虑垫料应力扩散的立杆基础底面积 A_g 的计算如下：

$$A_g = C \times D \quad (13)$$

$$C = c + 2h_0 \tan \alpha \quad (14)$$

$$D = d + 2h_0 \tan \alpha \quad (15)$$

式中： C 、 D ——立杆基础底面计算长度和宽度（mm）；

c 、 d ——立杆底座底面长度和宽度（mm）；

h_0 ——立杆基础垫层厚度（mm）；

α ——垫层应力扩散角（°），应根据不同垫层材料按相关规定确定。

规定计算所采用的基础底面积值不宜超过 0.3m^2 是考虑到立杆底部受力不均匀，远离立杆的底座或垫板受力较小。

5.4.3 因施工需要，架体有时需搭设在结构的地下室顶板、楼面或挑台等结构构件上，有时需搭设在贝雷梁、万能杆件结构、型钢等临时支撑结构上，为避免架体立杆传递的荷载超过支承构件的设计荷载而使结构构件受到损害或变形过大，本条提出应对支承体进行承载力和变形验算的要求。计算时，应注意采用混凝土实际达到的强度。对于多层结构的非底层模板支撑架，可在支承结构的下面一层或若干层设置与上部架体上下立杆对齐的钢管支撑架。

6 构造要求

6.1 一般规定

6.1.1 本条给出了脚手架的地基基础构造要求。规定土层地基上的立杆应设置垫层或垫板，并规定垫料的最小厚度和宽度，是为了通过垫料的应力扩散角效应将立杆轴力扩散传递给地基土，减小地基应力。

立杆基础顶面存在高差时的处理措施，分高差较大和高差较小两种情况分别作出规定，当不满足本条第6款所述的高差构造处理要求时，应采取其他可靠的处理措施，确保高低跨连接处的架体整体性。

6.1.2 脚手架立杆接头采用交错布置是为了加强架体的整体刚度，避免软弱部位处于同一高度。

6.1.3 水平杆、扫地杆在双排脚手架和模板支撑架中具有重要作用，都是架体的主要结构杆件，水平杆、扫地杆与其他杆件共同构成架体的整体稳定结构体系，并且使架体纵向和横向具有足够的联系和约束，保证架体的刚度，并且也是抵抗水平荷载的重要构件。对其提出沿步距连续设置是脚手架设计计算必须满足的基本假定条件。规定扫地杆的最大离地高度是确保架体底部立杆局部稳定性的重要构造措施。

本条规定扫地杆距离地面高度不应超过400mm，当可调底座的外伸长度较大导致扫地杆距离地面高度超过400mm时，应对底座采取必要的拉结措施。比如，实际操作中可在底座螺杆底部增设一层钢管扣件扫地杆（此时底座螺杆底部应设置一截 $\phi 48.3\text{mm}$ 的钢管），并将斜撑杆或剪刀撑延伸至该层（图1）。

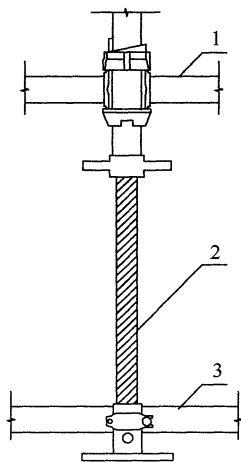


图 1 附加扫地杆做法

1—扫地杆；2—可调底座螺杆；3—附加钢管扣件扫地杆

6.1.5 本条是对脚手架作业层的脚手板等脚手架附件的设置及与架体的连接作出的相应规定。脚手板可以使用碗扣式钢管脚手架配套设计的钢制脚手板，当使用木脚手板、竹脚手板等脚手板时，如探出节点横向水平杆的长度超过 150mm，应在脚手板下面增设间水平杆。

6.1.6 本条给出了双排脚手架和模板支撑架搭设人行通道的构造措施。护栏和增设的水平杆可采用钢管扣件。

6.2 双排脚手架构造

6.2.1 本条列出了常用双排脚手架结构的设计尺寸和对应的允许的搭设高度，对有关条件说明如下：

1 表中所列的步距、立杆纵、横间距是参考我国碗扣式钢管脚手架的长期使用经验数据。

2 不同立杆间距的水平杆抗弯承载力、挠曲变形、碗扣节点抗滑均根据 2 层作业层上的施工荷载按照本规范第 5.2 节的规

定进行了核算。

3 按给定的构造要求和施工条件计算出双排脚手架允许搭设高度限值,也就是平常所说的限高,供施工参考。控制架体允许搭设高度实际上是控制立杆所承受的架体自重,其计算公式为按照立杆稳定性计算公式反推:将式(5.2.5)、式(5.2.6-1)、式(5.2.6-2)带入式(5.2.4-2),并考虑式

$$\Sigma N_{Gkl} = g_k[H] + N_{G0k} \quad (16)$$

得到:

$$[H] = \frac{\varphi A f / \gamma_0 - \left[1.2 N_{G0k} + 1.4 \left(0.7 N_{Qk} + 0.03 \frac{\xi \omega_k l_a H_c^2}{W} \varphi A \right) \right]}{1.2 g_k} \quad (17)$$

式中: N_{G0k} ——立杆由脚手架作业层附件产生的轴力标准值(N);

g_k ——立杆沿高度承受的每延米结构自重标准值(N/mm)。

4 由于施工现场脚手架的实际构造各种各样,不能机械照搬本条表格,当与给定的条件不相符时,应按照本规范第5.2节的规定进行架体的承载力、稳定性和变形计算。

6.2.2 规定双排脚手架的最大搭设高度为50m,是基于国内外长期使用钢管双排脚手架的经验,并考虑脚手架构配件周转材料的使用率综合确定的。

6.2.3 当建筑物平面为曲线形时,双排脚手架可利用碗扣可转角的特点,采用不同长度的横杆组合以搭设成要求曲率的双排脚手架,曲率半径应按几何尺寸计算确定。

6.2.4 双排脚手架一般围绕建筑结构搭设,当建筑结构转角为直角时,可将垂直两方向的架体用水平杆直接组架搭设,可不用其他的构件;当转角处为非直角或者受尺寸限制不能直接用水平杆组架时,应将两架体分开,中间以钢管扣件斜向连接,连接的钢管应扣接在两边脚手架的立杆上。

6.2.6 本条对双排脚手架专用外斜杆设置提出的要求都是按照

确保架体抗侧刚度和稳定性的条件确定的，但为了提高架体的稳定性，斜杆在外立面的布置应保证每层不少于 2 根斜杆，分别设置在架体的两端。当架体较长时中间应增加斜杆组数，目的是增强架体的稳定安全度。斜撑杆对于双排脚手架的空间稳定性起到了桁架斜杆的作用，当临时拆除时，应首先在相邻部位设置相同数量的斜撑杆加固架体后，才能实施拆除。

6.2.8 当架体搭设高度大于 24m 时，应考虑无连墙件立杆对架体承载能力及整体稳定性的影响，在连墙件标高处增加水平斜撑杆，使纵向水平杆、横向水平杆与斜撑杆形成水平桁架，使无连墙立杆构成支撑点，以保证无连墙立杆的强度及稳定性。通过荷载试验证明在连墙件标高处设置水平斜撑杆比不设置水平杆承载力提高 54%，根据钢管脚手架数十年的应用实践经验，当脚手架搭设高度不大于 24m 时，不设置水平斜撑杆能保证安全使用。但当脚手架高度大于 24m 时，架体整体刚度将逐渐减弱。因此要求 24m 以下立杆连墙件水平位置处增设水平斜撑杆，以保证整个架体刚度和承载力，同时也不影响施工作业。例如：60m 高的双排脚手架，只要求 36m 以下连墙件处必须设置水平斜撑杆。

6.2.9 本条给出了不同情况下双排脚手架连墙件的构造要求，对连墙杆设置提出的要求是为了保证连墙件能起到可靠支承作用。

第 3 款规定双排脚手架拐角处或开口型双排脚手架连墙件的端部加密设置剪刀撑（缩小竖向间距）是为了加强这些部位与建筑结构的连接，确保架体安全。

第 6 款的构造说明如图 2 所示。

6.2.11 本条对双排脚手架内立杆与建筑物之间间隙的处理作出了构造要求和安全防护措施要求，并对利用定型的宽挑梁或窄挑梁构件搭设扩展作业平台提出了构造要求。

6.2.12 本条是对双排脚手架需设置门洞时提出的构造要求。

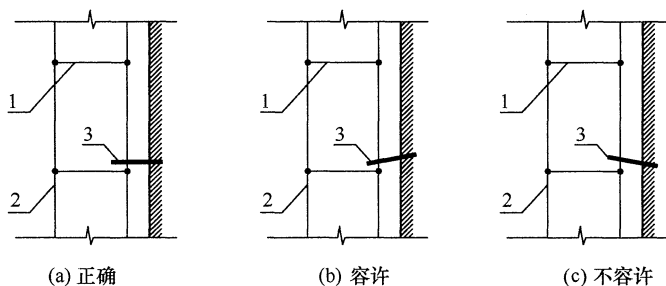


图 2 连墙件设置坡度方向示意
1—横向水平杆；2—立杆；3—连墙件

6.3 模板支撑架构造

6.3.1 本条限定了碗扣式钢管支撑架的搭设高度，当超过 30m 时，应另行设计，或采取其他形式的支撑结构。

6.3.2 本条针对被支撑的建筑结构底面存在坡度时提出了架体顶部处理措施，利用立杆碗扣节点位差增设水平杆，并配合可调托撑进行调整后，应在 U 形托板与斜放主楞支撑梁间采取加塞楔形木等措施确保主楞与顶托板的接触。

6.3.3 钢管满堂模板支撑架顶层水平杆以上的架体结构为失稳的重点控制部位，立杆伸出顶层水平杆的自由悬臂长度过大会导致立杆因局部失稳而造成架体整体坍塌，可调托撑螺杆插入立杆长度过小也会大大降低立杆顶端的稳定性。本条规定了立杆伸出顶层水平杆的自由悬臂长度的上限值，也规定了螺杆插入立杆长度的下限值，以确保立杆的局部稳定性。

本条规定立杆顶端可调托撑的自由外伸长度不超过 650mm，当可调托撑的外伸长度较大导致顶部自由端长度超过 650mm 时，应参照本规范第 6.1.3 条条文说明中可调底座外伸长度超限的做法在顶托板底部设置附加顶部水平杆（并将斜撑杆或剪刀撑延伸至该层），此时 a 值应从附加的顶部水平杆算起。

6.3.5、6.3.6 对立杆的间距和架体步距提出限制，是由于模板

支撑架的立杆纵向或横向间距过大时，会明显降低杆端约束作用，并且步距过大时，会明显降低架体的抗侧刚度，从而使架体的承载能力降低。所规定的最大步距的数据是根据实践经验提出的。

安全等级为Ⅰ级的模板支撑架顶层二步距范围水平杆加密设置，是为了增强架体顶的整体性和约束性能，有利于传递荷载。对于高大模板支撑架，在施加荷载时，架顶立杆受力是不均匀的，架顶水平杆间距减小，可提高架体顶部刚度，改善架体受力状况。

6.3.7 通过大量事故案例和工程案例证明，支撑架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。

6.3.8~6.3.11 斜撑杆或剪刀撑是保证支撑架整体稳定、传递水平荷载、增强架体整体刚度的主要杆件，也是架体的加固件，不可缺少。

本规范第 6.3.8 条~第 6.3.11 条规定了模板支撑架采用斜撑杆和剪刀撑两种形式斜撑的构造要求，实际工程中可选用其中之一，但应优先设置斜撑杆，受条件限制时可采用剪刀撑代替斜撑杆，这是因为定长的专用跨间斜撑杆穿过架体节点，并与节点连接牢固，相比剪刀撑，对架体的约束性能要优越。

剪刀撑或斜撑杆布置密度大小，对模板支撑架的承载力存在较大影响，在立杆间距和水平杆步距不变的情况下，剪刀撑或斜撑杆加密设置可显著地提高架体的承载力。条文中规定的斜向杆件的设置密度是在实践经验基础上，并参照模板支撑架真型荷载试验结果，结合有限元分析结果确定的。

当钢管扣件大剪刀撑与斜撑杆相互替换时，应满足斜撑杆的覆盖面积与大剪刀撑斜杆的覆盖面积相等的原则。采用斜撑杆时，斜撑杆在架体立面上有多种布置样式，不管采用哪种布置方式，应满足斜撑杆在架体立面框格的覆盖率相等的原则。

竖向剪刀撑的宽度与立杆间距、水平杆间距相关，竖向剪刀撑的一对斜杆宜交汇在水平杆设置层位置。

6.3.12 本条给出了模板支撑架可不设置剪刀撑的条件。其中被支撑结构自重的面荷载 5.0kN/m^2 和线荷载 8.0kN/m 分别对应 200mm 厚的楼板和截面面积为 0.32m^2 的梁（如：截面为 $400\text{mm}\times 800\text{mm}$ 的梁）。

6.3.13 本条所述“将下部架体尺寸扩大”，指的是将架体沿高宽比超限方向自底至顶通高扩大。

6.3.15 本条是对模板支撑架需设置门洞通道时提出的构造措施要求。应用于高架桥或跨越既有道路的桥梁等的模板支撑架时，通常需要留设跨度较大的门洞通行，因此，一般采用转换横梁承受上部的立杆传递的荷载。该梁应按实际荷载情况进行计算，并要考虑与架体的连接方法；横梁两端的立杆应加密，增加立杆的根数应不小于跨中被抽空立杆的根数，并在加密部位增设斜杆。为确保支座加密立杆受力均匀，转换横梁下部应设置纵向和横向型钢分配梁。

本条所述“当需要设置的机动车道净宽大于 4.0m 或与上部支撑的混凝土梁体中心线斜交时，应采用梁柱式门洞结构”，是指采用由支墩（钢管、钢管混凝土、型钢格构柱、万能杆件、军用梁桥墩等）、承重梁（型钢、军用梁、贝雷梁、钢板梁、钢箱梁等）组成的大跨度、高墩形式的梁柱式模板支撑架。

7 施 工

7.1 施 工 准 备

7.1.1 双排脚手架和模板支撑架应本着搭设安全、实用、经济的原则编制专项施工方案，必要的审批管理程序可以减少方案中存在的技术缺陷。制定脚手架专项施工方案时，应根据工程特点、地理环境充分考虑安全技术措施。脚手架使用中构造或用途发生变化时，应重新对专项施工方案进行设计和审批。

7.1.2 本条规定是为了明确岗位责任制，促进架体工程的专项设计方案在具体实施过程中得到认真严肃的贯彻执行。脚手架在安装、拆除作业前，项目技术负责人或方案编制人员应当根据专项施工方案要求，对现场管理人员和作业人员进行安全技术交底，作业人员应正确理解其施工顺序、工艺、工序、作业要点和搭设安全技术要求等内容，并履行签字手续。

7.1.3、7.1.4 强调加强现场管理，并杜绝不合格产品进入现场。

7.1.5 本条规定是对脚手架搭设场地的基本要求。

7.1.6 当架体采用在已浇筑的墙、柱等构件中预埋方式设置连墙件时，为了不影响结构安全，预埋件的设置需征得设计单位的同意。

7.2 地基与基础

7.2.1 本条明确了架体地基基础的施工与验收依据，是保证架体结构稳定、安全施工的重要环节。

7.2.2 当地面承载力满足要求时，可直接将其作为脚手架的基础；当承载力不满足要求时，应采取加固措施，可在钢管底部浇筑混凝土垫层，垫层混凝土强度等级不低于 C20，厚度不小

于 150mm。

7.3 搭 设

7.3.2 本条规定了双排脚手架和模板支撑架搭设、拆除顺序应遵循的基本原则。其中，剪刀撑、斜撑杆等杆件对架体有加固作用，应与架体同步搭设，这是为了避免在架体搭设时产生过大变形，不允许先搭设架体后安装加固杆件。

7.3.3 连墙件是保证架体侧向稳定的重要构件，当架体搭设至有连墙件的主节点时，在搭设完该处的立杆和水平杆后，应立即设置连墙件，不得滞后安装，也不能任意拆除。根据国内外脚手架倒塌事故的分析，其中一部分就是由于连墙件设置不足或连墙件被拆掉造成的。

本条规定连墙件安装应与双排脚手架同步进行、架体操作层高出相邻连墙件以上两步（含两步）时应设置临时拉结措施，其目的是为了防止架体在搭设过程中出现严重变形或倒塌，危及作业安全。

连墙件滞后安装，会导致已搭好架体处于悬空状态，会产生严重变形，并且有倒塌的危险。当作业层高出相邻连墙件以上两步（含两步）时，架体的上部悬臂段过高，会严重危及架体安全。

7.3.5 主要规定了架体搭设的几何尺寸允许偏差，尤其第一阶段对脚手架结构情况的检查，是保证后续搭设质量能否符合设计要求的基础。

7.3.8 在多层楼板上连续搭设模板支撑架，是将顶层架体上部的荷载逐层向下分配，分别传递给各层楼板或地基的过程，在多层楼板上连续搭设模板支撑架时，上下层立杆位置应尽量对准，避免损坏楼板。

7.4 拆 除

7.4.2 本条规定了当双排脚手架采取分段、分立面拆除时，必

须事先确定的分界处的技术处理方案。当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，应按本规范的有关构造规定设置斜撑杆和连墙件加固。

7.4.3 规定了拆除双排脚手架前必须完成的准备工作、应具备的技术条件以及拆除过程中的安全措施，这些都是防范拆除时发生安全事故的重要工作环节。

7.4.7 本条是强制性条文。对双排脚手架架体和连墙件拆除作业顺序作出规定，是考虑到双排脚手架拆除作业具有较大的危险性，拆除作业必须严格按照规定的顺序进行，以保证拆除作业安全。双排脚手架的拆除作业应严格按自上而下的顺序进行，无序的任意拆除会破坏架体结构的规则性和完整性，导致架体出现薄弱环节。双排脚手架拆除作业时，严格禁止上下同时拆除的极不安全行为；也严格禁止先拆除下部分杆件，后拆卸上部结构的行为。

连墙件是确保双排脚手架平面外稳定的核心加固件，架体拆除过程中，连墙件对尚未拆除的架体平面外的整体稳定性起着关键作用，提前拆除连墙件会造成被拆除处架体的平面外刚度降低，对架体的安全性带来极大隐患。因此双排脚手架连墙件拆除必须同架体拆除同步进行，如果将连墙件整层或数层先行拆除后再拆架体，极易产生架体平面外失稳。拆除作业中，当连墙件以上架体悬臂段高度超过两步（含两步）时，采取临时固定措施是为了确保架体顶部悬臂端的稳定性，保证作业安全。

7.4.8 规定双排脚手架剪刀撑、斜撑杆等加固杆件在拆卸至该部位杆件时再拆除，是为了保证拆除作业过程中未拆除架体的稳定。

7.4.9 模板支撑架拆除的过程是新浇筑构件开始靠自身强度逐渐承受荷载的过程，不同的拆架顺序导致混凝土构件从不同的受力过程往最终的受力状态转变，因此，合理的拆架顺序对于确保新浇筑的混凝土构件的受力模型的渐变极为重要，当混凝

土构件的跨度较大时，拆模顺序显得更为重要，实际施工方案中经常出现未对支撑架拆除顺序作出规定的情况，导致质量和安全隐患。

8 检查与验收

8.0.1 本条提出了双排脚手架和模板支撑架在施工准备到架体投入使用前要进行分阶段验收的要求。

8.0.2 使用前对进场构配件进行检查，是验证架体所使用构配件质量是否良好的重要工作环节。无论新产品还是周转使用过的构配件，通过检查、复验，防止有质量弊病、严重受损的构配件用于架体搭设，是保证整架搭设质量和架体使用安全的一项预控措施。

构配件应由专业厂家负责生产，产品出厂检验应按照现行国家标准《碗扣式钢管脚手架构件》GB 24911 进行。进入施工现场的构配件生产厂家应配备出厂合格证，经销商（租赁公司）应在合格证上加盖单位公章，使用单位应按照本条规定的项目对构配件进行质量抽查复检。

8.0.6 本条明确了架体验收应具备的资料，包括出现问题的处理记录。

8.0.7 强调了双排脚手架和模板支撑架投入使用前的验收，在进行分阶段检查与验收的基础上，应在投入使用前进行架体的完工验收，确保架体的整体安全。为保证完工验收的可操作性，本规范给出了脚手架完工验收记录表。

9 安全管理

9.0.1、9.0.2 是对现场作业人员的安全管理提出的岗位能力要求。

9.0.3 本条是强制性条文。采用钢管搭设的碗扣式双排脚手架和模板支撑架，虽然作为临时施工设施，但仍然设计为承受外荷载的结构物。架体结构和地基基础是严格按照本规范规定的荷载标准值进行作用效应计算，并按照最不利效应组合进行承载力及变形计算确定的。结构的安全可靠度强烈依赖于架体实际承受的外部作用大小。因此，当脚手架的实际作用荷载超过设计所采用的荷载值时，架体结构的安全可靠度指标将会降低，甚至会导致架体坍塌等安全事故。

作用在架体上的所有荷载中，永久荷载相对较为固定，但作业层上的施工荷载，尤其是材料、设备的集中堆放荷载如果控制不到位，容易出现实际荷载超过设计允许荷载的工况。对于双排脚手架而言，易出现的超载因素主要有：①脚手架的用途改变；②脚手架作业层的材料（砖块等）堆放高度过大；③作业层上摆放了大型操作设备（如边坡施工作业脚手架上采用大型钻孔设备等），其重量超过了设计所采用的荷载值。对于模板支撑架，容易出现超载的因素主要有：①混凝土摊铺不及时，导致模板局部堆载过大（超过构件截面设计高度的混凝土自重视为可变荷载）；②采用了不符合专项施工方案规定的混凝土浇筑工艺，浇筑设备的重量超过了设计所采用的荷载值（如方案中规定采用汽车泵浇筑工艺，而实际采用了布料机进行布料等）。

本条是控制脚手架上实际荷载的规定，尤其要严格控制施工操作集中荷载，使架体上的实际荷载不超过设计采用的荷载值，以保证支架的安全可靠度。

9.0.4 大于六级大风停止高处作业的规定是按照行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 - 2016 中的规定而提出的。

9.0.7 本条是强制性条文。本条文规定的目的是为了确保双排脚手架的刚性约束条件，消除危及双排脚手架安全的附加外部作用的发生，保证双排脚手架的约束和构造条件与计算所采用的受力模型相一致。

双排脚手架设置于作业区域的最外侧，其内侧一般邻近模板支撑架和已施工完成的结构物，邻近其外侧一般设置混凝土输送泵管、卸料平台及起重机械设备等临时设施、设备。使用中经常会出现将作业用脚手架与内侧满堂钢管模板支撑架相连接，并与外侧的混凝土输送泵管、卸料平台及起重机械设备等设施相连接的情况。

双排脚手架是按正常使用的条件设计和搭设的，在双排脚手架的方案设计时，未考虑也不可能考虑在作用在作业脚手架上由施工临时设施、设备引起的附加外力。按照本规范的架体构造要求，双排脚手架应与内侧已施工完成的结构物通过连墙件进行刚性连接，以确保架体的平面外稳定性。但混凝土输送泵管、缆风绳、卸料平台及起重机械设备与双排脚手架架体连接会使架体超载、受力不清晰、产生振动冲击等，从而危及双排脚手架的使用安全。

同时，竖向荷载作用下，模板支撑架立杆的受力计算模型应为轴心受压杆件，使用过程中不得破坏该计算模型成立的基本条件。鼓励将模板支撑架与周边既有建筑结构相连，但禁止将模板支撑架与双排脚手架等相连接，因为双排脚手架作为柔性结构，会将附加外力作用在模板支撑架上，破坏立杆的受力模型，带来安全隐患。

9.0.11 本条是强制性条文。脚手架和模板支撑架为由立杆、水平杆通过半刚性节点组装而成的空间框架形式受力结构，通过设置剪刀撑并与既有结构物通过连墙件进行可靠连接而形成具有一

定抗侧刚度的空间几何不变体系。脚手架按照方案设计的要求进行搭设后，在使用过程中应保持为承受荷载的完整结构体系。

架体主节点处的纵向水平杆、横向水平杆、纵向扫地杆、横向扫地杆和连墙件为架体的关键加强件，对确保架体框架的几何不变体系和空间整体稳定性具有重要的作用。随意拆除这些构配件将导致结构局部丧失承载能力，造成薄弱环节，影响架体完整性和整体稳定性，存在较大安全隐患，甚至会形成几何可变体系，导致架体倾覆及坍塌事故发生。

1 拆除主节点处的纵向水平杆、横向水平杆：无论是模板支撑架还是双排脚手架，主节点处的纵向水平杆、横向水平杆都是架体最重要的骨架构件之一，起着“框架梁”的作用，不但要传递作业层的竖向荷载（双排脚手架），更是架体纵、横方向抗侧移的关键杆件。局部的主节点水平杆缺失会造成与之相连接的立杆在该方向的约束减弱，计算长度成倍增加，致使架体在该部位的局部稳定性急剧降低，造成局部薄弱环节，导致架体在该处失稳破坏；同时会引起架体在该方向的抗侧刚度降低和架体上下刚度突变，降低架体的整体稳定性。

2 拆除纵向扫地杆、横向扫地杆：扫地杆作为架体最底部一道水平杆对确保架体最底步距处的局部稳定性至关重要，其对架体稳定性的作用类似于主节点处的纵向水平杆、横向水平杆。该层水平杆件不仅不能拆除，而且应设置水平斜撑杆或水平剪刀撑进行加强。架体使用过程中，经常出现为图施工方便而拆除局部或某一方向扫地杆的现象。

3 拆除连墙件：对双排脚手架而言，架体在纵向平面内跨数多，且通过竖向剪刀撑进行加强，纵向整体抗侧移刚度大、稳定性高；而架体横向仅有一跨，抗侧刚度远比纵向小。因此，连墙件作为确保双排脚手架平面外抗侧刚度最重要的构配件，是保证双排脚手架稳定性的“灵魂”。按照规范构造要求设置了一定数量的连墙件后，架体的平面外稳定性大幅提升，且连墙件的设置密度直接关系到立杆的计算长度。随意拆除连墙件会造成被拆

除处架体的平面外刚度大幅削弱，造成该处立杆计算长度骤增，稳定性急剧下降，造成极大安全隐患。

9.0.18 本条规定为防止挖掘作业造成脚手架根部发生沉陷而引起倒塌。