泊星石 www.bxsdl.com

中华人民共和国行业标准 JGJ

JGJ 166－2008

建筑施工碗扣式脚手架安全技术规范

Safety and technical code for frame scaffoldings with Buckles Bowl in construction

2008-11-04 发布　　**2009－7－1** 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部　　发布

前 言

根据建设部建标工[**2004**]**09** 号文，《建筑施工碗扣式脚手架安全技术规范》行业标准由中国建筑金属结构协会建筑模板脚手架委员会会同有关单位共同编制。

在本规范的编制过程中，编制组经过了广泛的调查研究，认真总结碗扣式脚手架在我国应用的实践经验、与相关标准规范相互协调的基础上制定了本规范。

本规范的主要内容是：**1** 总则；**2** 术语、符号；**3** 主要构、配件和材料；**4** 荷载；**5** 设计计算；**6** 构造要求；**7** 搭设与拆除；**8** 检查与验收；**9** 安全管理与维护。

本规范由建设部安全标准技术归口单位中国建筑业协会建筑安全分会归口管理，授权由主编单位负责具体解释。

本规范的主编单位是：中国建筑金属结构协会建筑模板脚手架委员会（地址：北京市安定门外北苑路 **68** 号 邮政编码：**100012**）。

本规范参编单位有：北京星河模板脚手架有限公司

北京建安泰脚手架有限公司

中天建设集团有限公司

河北建设集团有限公司

上海长宁区建筑工程安全监督站

上海顺业建筑工程有限公司

本规范主要起草人：杨亚男 贺军 余宗明 蒋金生 任升高 陈传为

高秋利 高妙康 刘厚纯 熊耀莹

1 总 则

1.0.1 为了在碗扣式脚手架的设计与施工中贯彻执行国家有关安全生产法规，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于工业与民用建筑工程施工中脚手架及模板支撑架的设计、施工和使用。其它用途如：烟囱、水塔等一般构筑物以及道路、桥梁、水坝等工程可按照本规范的原则执行。

1.0.3 落地碗扣式脚手架当搭设高度 H≤20m 时可按普通架子常规搭设，当搭设高度 H＞20m 及超高、超重、大跨度的模板支撑体系必须制定专项施工设计方案，并进行结构分析和计算。

1.0.4 与碗扣式脚手架结构类型相似的其他脚手架可参照本规范的原则执行。

1.0.5 碗扣式脚手架的设计与施工除应执行本规范外，尚应符合现行国家有关强制性标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 碗扣式脚手架 Cuplok Scaffolding

采用碗扣方式连接的钢管脚手架。

2.1.2 碗扣节点 Cuplok Joint

脚手架碗扣连接的部位。

2.1.3 立杆 Standing Tube

碗扣脚手架的竖向支撑杆。

2.1.4 上碗扣 Bell Shape Cap

沿立杆滑动起锁紧作用的碗扣节点零件。

2.1.5 下碗扣 Bowl Shape Socket

焊接于立杆上的碗型节点零件。

2.1.6 立杆连接销 Pin

立杆竖向接长连接专用销子。

2.1.7 限位销 limit Pin

焊接在立杆上能锁紧上碗扣的定位销。

2.1.8 横杆 Flat Tube Cross

碗扣式脚手架的水平杆件。

2.1.9 横杆接头 Spigot

焊接于横杆两端的连接件。

2.1.10 专用斜杆：Special Batter Tube

带有旋转横杆接头，提高框架平面稳定性的斜向拉压杆。

2.1.11 水平斜杆 Horizontal Slant Tube

钢管两端焊有插头的水平连接斜杆。

2.1.12 十字撑 Cross Bracing

用作双排脚手架竖向加强支撑的构件。

2.1.13 八字斜杆 Splayed Slant Strut

斜杆八字型设置方式。

2.1.14 间横杆：Intermediate Flat Tube

钢管两端焊有插卡装置的横杆。

2.1.15 挑梁：Bracket

脚手架作业平台的挑出构件，分宽挑梁和窄挑梁。

2.1.16 连墙杆 Connected Anchor in Wall

脚手架与建筑物连接的构件。

2.1.17 可调底座：Jack Support

可调节高度的底座。

2.1.18 可调托撑：U- Jack

立杆顶部可调节高度的顶撑。

2.1.19 梯架 Stair

脚手架上施工人员上下通行的梯子。

2.1.20 脚手板 Scaffold Board

施工人员在脚手架上行走及作业用平台板。

2.1.21 廊道 Corridor Way

双排脚手架内外立杆间人员上下行走和运输施工材料的通道。

2.1.22 几何不变性 Geometrical Stability

杆系结构构成几何不变的性能。

2.2 符号

2.2.1 荷载和荷载效应

M——横杆弯矩；

M_w——单肢立杆弯矩；

N——立杆轴向力；

N_0——连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力；

N_{G1}——脚手架结构自重；

N_{G2}——脚手板及构配件自重；

N_E——欧拉临界力；

N_{P1}——施工荷载轴向力；

ΣN_{Pi}——施工荷载轴向力总和；

N_s——风荷载作用下连墙件的轴向力；

N_W——风荷载作用下连墙件轴向力设计值；

P——作用在立杆上的垂直荷载；

P_c——作用在横杆上的集中荷载；

P_1——支撑架模板自重标准值；

P_2——新浇砼及钢筋自重标准值；

P_3——施工人员及设备荷载标准值；

P_4——振捣砼产生的荷载；

W_f——节点风荷载；

W_k——风荷载标准值；

W_0——基本风压；

W_s——节点风荷载的斜杆内力；

W——节点风荷载的立杆内力；

g_2——脚手板自重；

σ——横杆抗弯强度。

2.2.2 材料、构件设计指标

E——钢材的弹性模量；

P_b——碗扣节点极限抗剪强度值；

P_c——扣件抗滑强度设计值；

f——钢材的抗拉、抗压、抗弯强度设计值；

$[v]$——横杆允许挠度；

v_{max}——横杆最大挠度；

f_g——地基承载力设计值。

2.2.3 几何参数

A——立杆截面面积；

A_c——连墙件的净截面面积；

A_g——单肢立杆底面面积；

H——架体高度；

H_L——连墙件水平间距；

I——钢管截面惯性矩

L——支座跨度；

L_L——连墙件竖向间距；

L_x、L_y——支撑架立杆纵向、横向间距；

W——截面模量；

α——双排脚手架立杆纵距；

C——梁至支座边距；

M——脚手板层数；

N——施工层数；

H——步距；

I——回转半径；

l_0——计算长度。

2.2.4 计算系数

β—— 有效弯矩系数；

β_{gz}——阵风系数；

γ—— 截面塑性发展系数；

μ_s—— 脚手架风荷载体型系数；

μ_z—— 风压高度变化系数；

φ—— 轴心受压构件稳定系数、挡风系数；

λ—— 长细比。

3 主要构、配件

3.1 碗扣节点构成：由上碗扣、下碗扣、立杆、横杆接头和上碗扣限位销组成(图 3.1)。

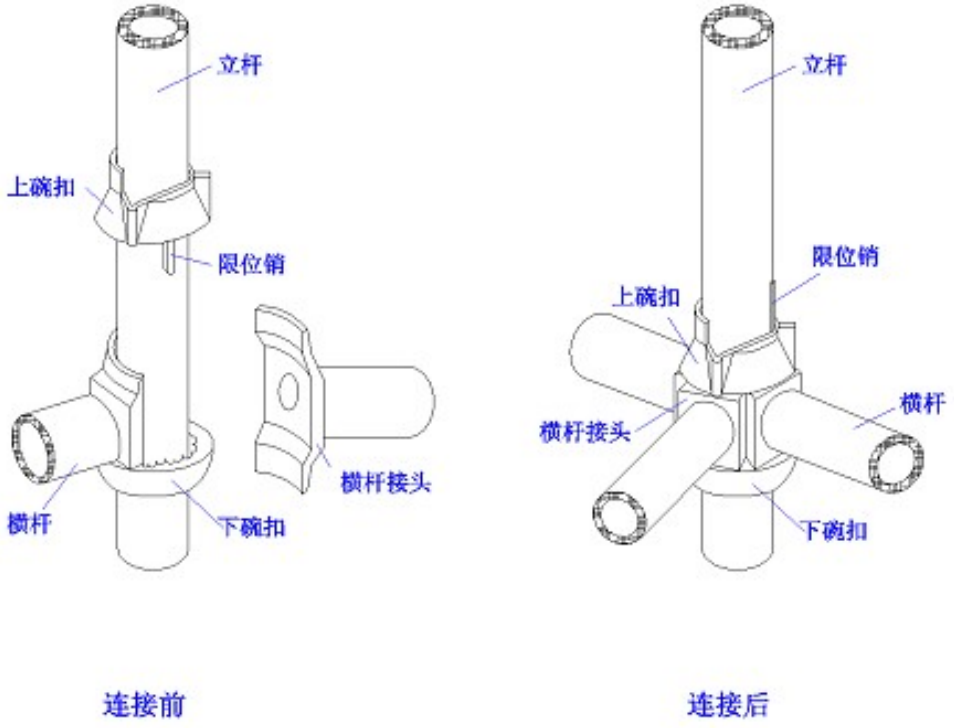


图 3-1　碗扣节点构成图

3.2 脚手架立杆碗扣节点应按 0.6m 模数设置。

3.3 立杆上应设有接长用套管及连接销孔。

3.4 构、配件种类、规格及用途（表 3.4）

表 3.4　碗扣式脚手架主要构、配件种类、规格及用途

名称	型号	规格（mm）	市场重量(kg)	设计重量（kg）
立杆	LG-120	ф48×3.5×1200	7.41	7.05
	LG-180	ф48×3.5×1800	10.67	10.19
	LG-240	ф48×3.5×2400	14.02	13.34
	LG-300	ф48×3.5×3000	17.31	16.48
横杆	HG-30	ф48×3.5×300	1.67	1.32
	HG-60	ф48×3.5×600	2.82	2.47
	HG-90	ф48×3.5×900	3.97	3.63
	HG-120	ф48×3.5×1200	5.12	4.78
	HG-150	ф48×3.5×1500	6.28	5.93
	HG-180	ф48×3.5×1800	7.43	7.08
间横杆	JHG-90	ф48×3.5×900	5.28	4.37
	JHG-120	ф48×3.5×1200	6.43	5.52
	JHG-120+30	ф48×3.5×（1200+300）	7.74	6.85
	JHG-120+60	ф48×3.5×（1200+600）	9.69	8.16

名称	型号	规格（mm）	市场重量(kg)	设计重量（kg）
专用斜杆	XG-0912	ф48×3.5×150	7.11	6.33
	XG-1212	ф48×3.5×170	7.87	7.03
	XG-1218	ф48×3.5×2160	9.66	8.66
	XG-1518	ф48×3.5×2340	10.34	9.30
	XG-1818	ф48×3.5×2550	11.13	10.04
专用斜杆	ZXG-0912	ф48×3.5×1270		5.89
	ZXG-1212	ф48×3.5×1500		6.76
	ZXG-1218	ф48×3.5×1920		8.73
十字撑	XZC-0912	ф30×2.5×1390		4.72
	XZC-1212	ф30×2.5×1560		5.31
	XZC-1218	ф30×2.5×2060		7
	TL-30	宽度 300	1.68	1.53
	TL-60	宽度 600	9.30	8.60
	LLX	ф12		0.18
	KTZ-45	可调范围≤300		5.82
	KTZ-60	可调范围≤450		7.12
	KTZ-75	可调范围≤600		8.5
	KTC-45	可调范围≤300		7.01
	KTC-60	可调范围≤450		8.31
	KTC-75	可调范围≤600		9.69
	JB-120	1200x270		12.8
	JB-150	1500x270		15
	JB-180	1800x270		17.9
	JT-255	2546×530		34.7

3.5 构、配件材料、制作要求

3.5.1 碗扣式脚手架用钢管应采用符合现行国家标准《直缝电焊钢管》（GB/T13793-92）或《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T3092）中的 Q235A 级普通钢管，其材质性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》（GB/T700）的规定。

3.5.2 碗扣架用钢管规格为 Φ48×3.5mm，钢管壁厚不得小于 3.5 -0.025mm。

3.5.3 上碗扣、可调底座及可调托撑螺母应采用可锻铸铁或铸钢制造，其材料机械性能应符合 GB9440 中 KTH330-08 及 GB11352 中 ZG270-500 的规定。

3.5.4 下碗扣、横杆接头、斜杆接头应采用碳素铸钢制造，其材料机械性能应符合 GB11352 中 ZG230-450 的规定。

3.5.5 采用钢板热冲压整体成形的下碗扣，钢板应符合 GB700 标准中 Q235A 级钢的要求，板材厚度不得小于 6mm。并经 600～650·C 的时效处理。严禁利用废旧锈蚀钢板改制。

3.5.6 立杆连接外套管壁厚不得小于 3.5-0.025mm，内径不大于 50 mm， 外套管长度不得小于 160mm，外伸长度不小于 110mm。

3.5.7 杆件的焊接应在专用工装上进行，各焊接部位应牢固可靠，焊缝高度不小于 3.5mm，其组焊的形位公差应符合表 3.5.7 的要求

表 3.5.7 杆件组焊形位公差要求

序号	项目	允许偏差（mm）
1	杆件管口平面与钢管轴线垂直度	0.5
2	立杆下碗扣间距	±1
3	下碗扣碗口平面与钢管轴线垂直度	≤1
4	接头的接触弧面与横杆轴心垂直度	≤1
5	横杆两接头接触弧面的轴心线平行度	≤1

3.5.8 立杆上的上碗扣应能上下串动和灵活转动，不得有卡滞现象；杆件最上端应有防止上碗扣脱落的措施。

3.5.9 立杆与立杆连接的连接孔处应能插入 Φ12mm 连接销。

3.5.10 在碗扣节点上同时安装 1—4 个横杆，上碗扣均应能锁紧。

3.5.11 构配件外观质量要求：

1 钢管应无裂纹、凹陷、锈蚀，不得采用接长钢管；

2 铸造件表面应光整，不得有砂眼、缩孔、裂纹、浇冒口残余等缺陷，表面粘砂应清除干净。

3 冲压件不得有毛刺、裂纹、氧化皮等缺陷；

4 各焊缝应饱满，焊药清除干净，不得有未焊透、夹砂、咬肉、裂纹等缺陷；

5 构配件防锈漆涂层均匀、牢固。

6 主要构、配件上的生产厂标识应清晰。

3.5.12 可调底座及可调托撑丝杆与螺母捏合长度不得少于 4-5 扣，插入立杆内的长度不得小于 150mm。

4 荷载

4.1 荷载分类

4.1.1 作用于脚手架和模板支架上的荷载，可分为永久荷载（恒荷载）和可变荷载（活荷载）两类。

4.1.2 脚手架的永久荷载，一般包括下列荷载：

1 组成脚手架结构的杆系自重，包括：立杆、纵向横杆、横向横杆、斜杆、水平斜杆、八字斜杆、十字撑等自重；

2 配件重量，包括：脚手板、栏杆、挡脚板、安全网等防护设施及附加构件的自重；

设计脚手架时，其荷载应根据脚手架实际架设情况进行计算。

4.1.3 脚手架的可变荷载，包括下列荷载：

1 脚手架的施工荷载，脚手架作业层上的操作人员、器具及材料等的重量。

2 风荷载。

4.1.4 模板支架的永久荷载，一般包括下列荷载：

1 作用在模板支架上的结构荷载，包括：新浇筑混凝土、钢筋、模板、支承梁（楞）等自重。

2 组成模板支架结构的杆系自重，包括：立杆、纵向及横向水平杆、水平及垂直斜撑等自重。

3 配件自重，根据工程情况定，包括：脚手板、栏杆、挡脚板、安全网等防护设施及附加构件的自重。

4.1.5 模板支架的可变荷载，包括下列荷载：

1 施工人员及施工设备荷载。

2 振捣混凝土时产生的荷载。

3 风荷载。

4.2 荷载标准值

4.2.1 脚手架结构杆系自重标准值，可按本规范表 3.4 采用。

4.2.2 脚手架配件重量标准值，可按下列规定采用。

1 脚手板自重标准值统一按 0.35kN/m^2 取值。

2 操作层的栏杆与挡脚板自重标准值按 0.14kN/m^2 取值。

3 脚手架上满挂密目安全网自重标准值按 0.01kN/m^2 取值。

4.2.3 模板支撑架荷载标准值：

1 模板支撑架的自重标准值 Q_1：应根据模板设计图纸确定。对一般肋形楼板及无梁楼板模板的自重标准值，可按表 4.2.3-1 采用。

表 4.2.3-1 水平模板自重标准值（kN/m²）

序号	模板的构件名称	竹、木胶合板及木模板	定型钢模板
1	平面模板及小楞	0.30	0.50
2	楼板模板（其中包括梁模板）	0.50	0.75

2 新浇筑混凝土自重（包括钢筋）标准值 Q_2：对普通钢筋混凝土可采用 25 kN/m³，对特殊钢筋混凝土应根据实际情况确定。

3 振捣混凝土时产生的荷载标准值 Q_3：取 2kN/m²。

4.2.4 脚手架的施工荷载标准值，可按下列规定采用：

1 操作层均布施工荷载的标准值，应根据脚手架的用途，按表 4.2.4 采用。

表 4.2.4 操作层均布施工荷载标准值

脚手架用途	荷载标准值（kN/m²）
结构脚手架	3.0
装修脚手架	2.0

2 脚手架的操作层层数按实际计算。

4.2.5 模板支撑架的施工荷载标准值

1 施工人员及设备荷载标准值按均布活荷载取 1.0 kN/m²。

2 振捣混凝土时产生的荷载标准值可采用 2.0 kN/m²。

4.2.6 作用于脚手架及模板支撑架上的水平风荷载标准值，应按下式计算：

$$W_k = 0.7\mu_z \cdot \mu_s \cdot W_o \qquad (4.2.6)$$

式中：W_k——风荷载标准值（kN/m²）；

μ_z——风压高度变化系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009-2001）规定采用，见附录 A 表 A；

μ_s——风荷载体型系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009-2001）规定的竖直面取 0.8；

W_o——基本风压（kN/m²），按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009-2001）规定采用，见附录 A 图 A。

4.2.7 满挂密目安全网的脚手架挡风系数 φ 宜取 0.8。

4.3 荷载的分项系数

4.3.1 计算脚手架及模板支撑架构件强度时的荷载设计值，取其标准值乘以下列相应的分项系数：

1 永久荷载的分项系数，取 1.2；计算结构倾覆稳定时，取 0.9。

2 可变荷载的分项系数，取 1.4。

4.3.2 计算构件变形（挠度）时的荷载设计值，各类荷载分项系数，均取 1.0。

4.4 荷载效应组合

4.4.1 设计脚手架及模板支架时，其架体的稳定和连墙件承载力等应按表 4.4.1 的荷载组合要求进行计算。

表 4.4.1 荷载效应组合

序号	计算项目	荷载组合
1	立杆稳定计算	① 永久荷载+可变荷载
		② 永久荷载+0.9（可变荷载+风荷载）
2	连墙件承载力计算	风荷载+3.0kN
3	斜杆强度和连接扣件（抗滑）强度计算	风荷载

5 结构设计计算

5.1 基本设计规定

5.1.1 本规范的结构设计依据《建筑结构设计统一标准》（GBJ68-84）、《建筑结构荷载规范》（GB5009-2001）和《钢结构设计规范》（GB50017-2003）及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》（GB50018-2002）等国家标准的规定。采用概率理论为基础的极限状态设计法，以分项系数的设计表达式进行设计。

5.1.2 脚手架的结构设计应保证整体结构形成几何不变体系，以“结构计算简图”为依据进行结构计算。脚手架立、横、斜杆组成的节点视为“铰接”。

5.1.3 脚手架立、横杆构成网格体系几何不变条件应保证（满足）网格的每层有一根斜杆（图 5.1.3）。

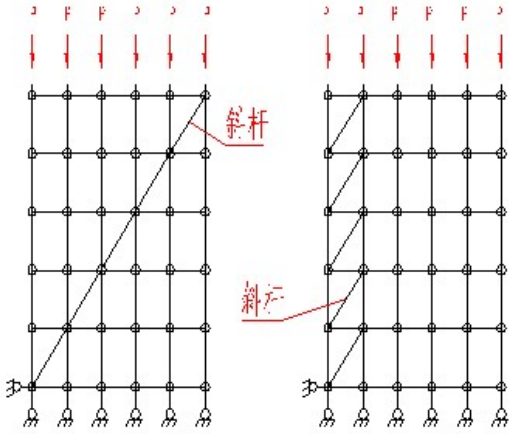


图 5.1.3　网络结构几何不变条件

5.1.4 模板支撑架（满堂架）几何不变条件应保证(是)沿立杆轴线（包括平面 x、y 两个方向）的每行每列网格结构竖向每层有一根斜杆（图 5.1.4），也可采用侧面增加链杆与结构柱、墙相连（图 5.1.4-1 所示）或采用格构柱法（图 5.1.4-2）。

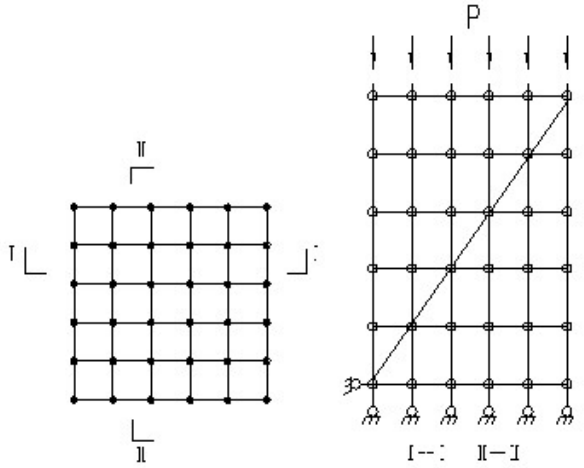
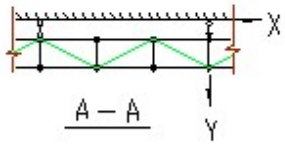


图 5.1.4　满堂架几何不变体系



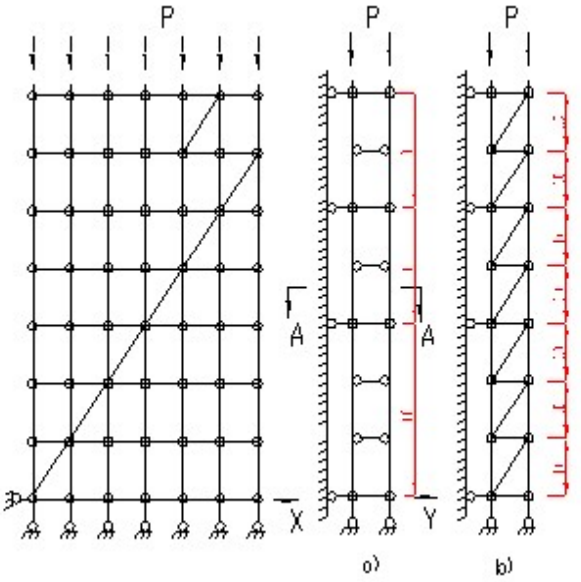


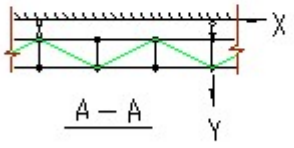
图 5.1.4-1　侧面增加支撑链杆法　　**图 5.1.4-2　格构柱法**

5.1.5 双排脚手架沿纵轴 x 方向形成两片网格结构的几何不变条件可采用每层设一根斜杆(图 5.1.5)，在 y 轴方向应与连墙件支撑作用共同分析：

1 当两立杆间无斜杆时（图 5.1.5a），立杆的计算长度 l0 等于拉墙件间垂直距离；

2 当两立杆间增设斜杆（图 5.1.5 b）则其立杆计算长度 l0 等于立杆节点间的距离。

3 无拉墙件立杆应在拉墙件标高处增设水平斜杆，使内外大横杆间形成水平桁架（图 5.1.5A－A 剖面）。



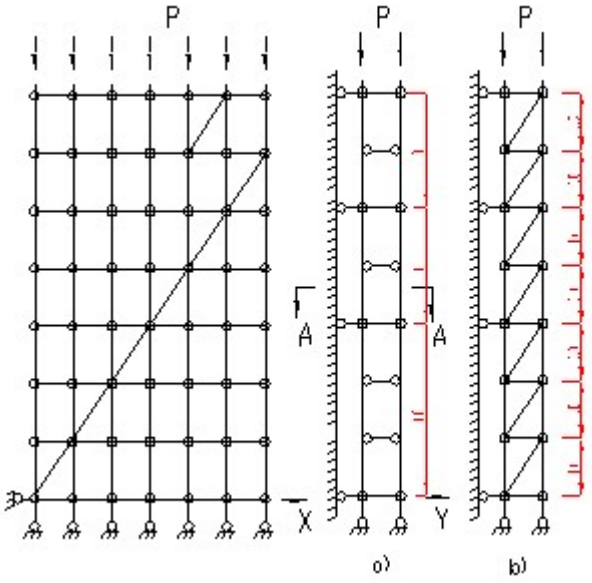


图 5.1.5 双排外脚手架结构计算简图

5.1.6 双排脚手架无风荷载时，立杆一般按承受垂直荷载计算，当有风荷载时按压弯构件计算。

5.1.7 当横杆承受非节点荷载时，应进行抗弯强度计算，当风荷载较大时应验算连接斜杆两端扣件的承载力；

5.1.8 所有杆件长细比 $\lambda = l_0 / i$ 不得大于 250。

5.1.9 当杆件变形有控制要求时，应按照正常使用极限状态验算其变形。

5.1.10 脚手架不挂密目网时，可不进行风荷载计算；当脚手架采用密目安全网或其他方法封闭时，则应按挡风面积进行计算。

5.2 施工设计

5.2.1 施工设计应包括以下内容：

1 工程概况：说明所服务对象的主要情况，外脚手架应说明所建主体结构高度，平面形状及尺寸；模板支撑架应按平面图说明标准楼层的梁板结构。

2 架体结构设计和计算：

第一步：制定方案；

第二步：荷载计算；

第三步：最不利位置立杆、横杆、斜杆强度验算，连墙件及基础强度验算；

第四步：绘制架体结构计算图（平、立、剖）。

3 确定各个部位斜杆的连接措施及要求，模板支撑架应绘制顶端节点构造图；

4 说明结构施工流水步骤，编制构配件用料表及供应计划；

5 架体搭设，使用和拆除方法；

6 保证质量安全的技术措施。

5.2.2 架体的构造设计尚应符合本规范第六章的有关规定。

5.3 双排脚手架的结构计算

5.3.1 无风荷载时，单肢立杆承载力计算

1 立杆轴向力按下式计算：

$$N = 1.2(N_{G1} + N_{G2}) + 1.4\sum N_{Qi} \qquad (5.3.1-1)$$

式中：N_{G1}——脚手架结构自重标准值产生的轴向力（kN/m^2）；

N_{G2}——脚手板及构配件自重标准值产生的轴向力（kN/m^2）；

$\sum N_{Qi}$——施工荷载产生的轴向力总和，分双排脚手架与模板支撑架两种情况（kN/m^2）。

2 单肢立杆稳定性按下式计算：

$$N \leqslant \varphi A f \qquad (5.3.1—2)$$

式中：A——立杆横截面积；

φ——轴心受压杆件稳定系数，按细长比查本规范附录 C；

f——钢材强度设计值，查本规范附录 B 表 B2。

5.3.2 组合风荷载时单肢立杆承载力计算：

1 风荷载对立杆产生弯矩按下式计算：

$$M_w = 1.4 a l_0^2 W_k / 10 \qquad (5.3.2-1)$$

式中：M_w——单肢立杆弯矩（KN·m）；

a——立杆纵矩（m）；

W_k——风荷载标准值（kN/m^2）；

l_0——立杆计算长度（m）。

2 单肢立杆轴向力按下式计算：

$$N_w = 1.2(N_{G1} + N_{G2}) + 0.9 \times 1.4 \sum N_{Qi} \qquad (5.3.2-2)$$

3 立杆压弯强度按下式计算：

$$\frac{N_w}{\varphi A} + \frac{0.9 \beta M_w}{\gamma W (1 - 0.8 \frac{N_w}{N_E})} \leqslant f \qquad (5.3.2-3)$$

式中：β——有效弯矩系数，采用 1.0；

γ——截面塑性发展系数，钢管截面为 1.15；

W——立杆截面模量；

N_E——欧拉临界力，$N_E = \pi^2 E A / \lambda^2$（$E$ 为材料弹性模量，λ 为压杆长细比）。

5.3.3 连墙件计算

1 在风荷载作用下连墙件的轴向力应按下式计算：

$$N_c = 1.4 W_k L_1 H_1 \qquad (5.3.3-1)$$

式中：N_c——风荷载作用下连墙件轴向力设计值（kN）；

L_1、H_1—— 连墙件竖向及水平间距（m）。

2 连墙件强度及稳定应按下式计算：

$$N_c + N_0 \leqslant \varphi A_c f \qquad (5.3.3-2)$$

式中：N_0——连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力，取 3kN；

A_c——连墙件的毛截面积（mm^2）。

3 当采用钢管扣件连接时应验算其抗滑承载力。

5.4 双排外脚手架的搭设高度

5.4.1 双排外脚手架的搭设高度主要受以下因素影响：

1 最不利立杆的单肢承载力（应为立杆最下段）；

2 施工荷载及层数及脚手板铺设层数；

3 立杆的纵向和横向间距及横杆的步距；

4 拉墙件间距；

5 风荷载等的影响。

5.4.2 最不利立杆的单肢承载力的计算，应根据 5.1.5 条的两种情况确定最不利单肢立杆的计算长度；确定单肢立杆承载能力：$N \leq \varphi A f$。

5.4.3 计算立杆的轴向力，根据施工条件确定荷载等级和层数以及脚手板的层数，计算立杆的轴向力（图 5.4.3）。

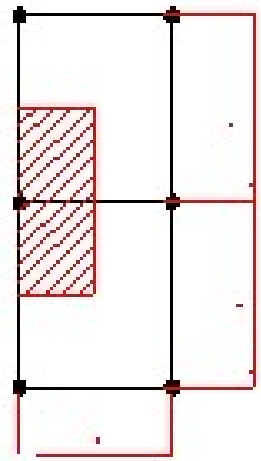


图 5.4.3　搭设高度计算图

1 脚手板荷载对立杆产生的轴向力：层数 M；脚手板自重载荷 G2。

$$N_{G2} = MG_2A_b/2 \qquad (5.4.3-1)$$

2 施工荷载：层数 N；施工荷载 Q3。.

$$N_{Q1} = NQ_3A_b/2 \qquad (5.4.3-2)$$

5.4.4 计算每步脚手架自重

$$N_{G1} = Ht_1 + 0.5t_2 + t_3 + t_4 \qquad (5.4.4)$$

式中：H——步距（m）；

t_1——立杆每 m 重量（kN）；

t_2——廊道横杆单件重量（kN）；

t_3——纵向横杆单件重量（kN）；

t_4——内外立杆间斜杆或十字撑重量（kN）。

5.4.5 搭设高度计算

不组合风荷载时按下式计算：

$$H=\frac{N_s-1.2N_{Q2k}-1.4N_{Qk}}{1.2N_{Q1}}h \qquad (5.4.5)$$

式中：N_s—— 单肢立杆承载力，按（5.3.1—2）式计算。

组合风荷载时的 H 值应按（5.3.2—3）立杆压弯公式验算。

5.5 地基承载力计算

5.5.1 立杆最小底面积的计算

$$A_g=\frac{N}{f_g} \qquad (5.5.1)$$

式中：A_g——支撑单肢立杆底座面积（m^2）；

f_g——地基承载力设计值（kPa）按地勘报告选用，当地基为回填土时乘以地基承载系数。

5.5.2 当地基为岩石或混凝土时，可不进行计算，但应保证立杆底座与基底均匀传递荷载。

5.5.3 当地基为回填土时，必须分层夯实，并应考虑雨水渗透的影响。地基承载系数：对碎石土、砂土、回填土应取 0.4；对粘土应取 0.5。

5.5.4 当脚手架搭设在结构的楼板、挑台上时，立杆底座应铺设垫板，并应对楼板或挑台等的承载力进行验算。

5.6 模板支撑架计算

5.6.1 单肢立杆承载力的计算

1 单肢立杆轴向力计算公式

$$N=[1.2Q_1+1.4(Q_3+Q_4)]L_xL_y+1.2Q_2V \qquad (5.6.1—1)$$

式中：L_x、L_y——单肢立杆纵向及横向间距（m）；

V——L_x、L_y 段的混凝土体积（m^3）。

2 单肢立杆承载力计算公式同（5.3.1—2）。

5.6.2 横杆承载力及挠度计算

1 当横杆支撑梁时（图 5.6.2），横杆弯矩按下式计算：

应对横杆进行抗弯强度计算，可将作用在横杆上的均布荷载转化为两集中荷载 P。横杆弯矩按下式计算：

$$M = P_c C \qquad (5.6.2-1)$$

式中：M——横杆弯矩（KN·m）；

Pc——梁砼重量及模板重量的 1 / 2；

C——梁边至立杆之间距离。

2 横杆抗弯强度按下式计算：

$$\frac{M}{W} \leqslant f \qquad (5.6.2-2)$$

式中：W——钢管的截面模量。

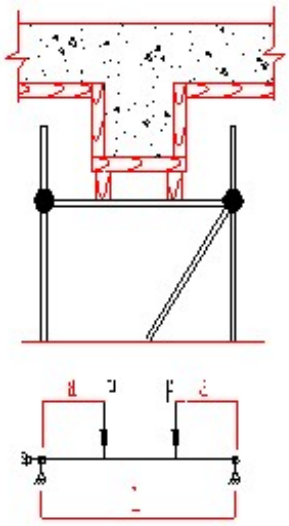


图 5.6.2　横杆弯矩计算简图

3 横杆的挠度应符合下式规定：

$$v_{\max} = \frac{P_c C}{24EI}(3L^2 - 4C^2) \leqslant [v] \qquad (5.6.3-3)$$

式中：$v_{\max}$——横杆的最大挠度；

$[v]$——容许挠度，应按设计要求确定。

5.6.3 碗扣节点承载力按下式验算：

$$P_c \leqslant Q_b \qquad (5.6.3)$$

式中：Q_b——下碗扣抗剪强度设计值，取 60kN。

5.6.4 当模板支撑架高度大于 8m 并有风荷载作用时，应对斜杆内力进行计算，并验算连接扣件的抗滑能力（图 5.6.4）。

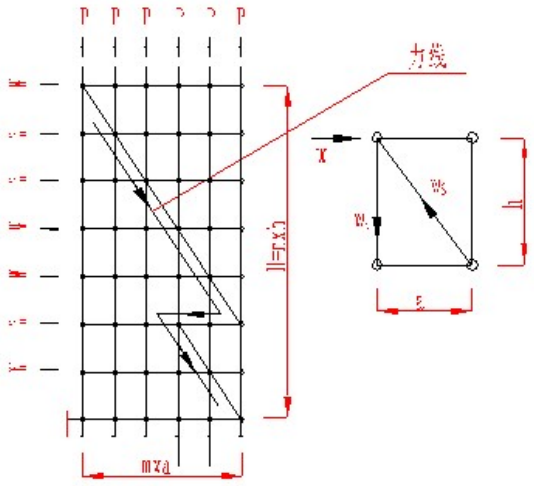


图 5.6.4　斜杆内力计算简图

1 当对架体内力计算时将风荷载化解为每一结点的集中荷载 W；

2 W 在立杆及斜杆中产生的内力 W_v、W_s 按下式计算：

$$W_v = \frac{h}{a}W \qquad （5.6.4－2－1）$$

$$W_s = \frac{\sqrt{h^2 + a^2}}{a}W \qquad （5.6.4－2－2）$$

3 自上而下叠加斜杆最大内力为 $\sum_1^n W_s$，验算斜杆两端连接扣件抗滑强度：

$$\sum_1^n W_s \leqslant Q_c \qquad （5.6.4－3）$$

式中：Q_c ——扣件抗滑强度，取 8kN。

4 当下部无密目安全网时，只需计算顶端模板的风荷载。

5.6.5 高度大于 8m 的模板支撑架并有风荷载作用时，应验算迎风立杆所产生的拉力，不得超过立杆轴向力荷载，即 $P - \sum W_v \geqslant 0$，否则应采取措施保证架体整体稳定。相应风荷载在另一侧立杆中产生的压力，应叠加到立杆轴向力中并验算其强度。

5.6.6 当采用缆风绳维持架体整体稳定时，缆风绳的初始拉力在立杆中的数值应叠加到立杆轴力中；缆风绳的拉设与拆除应对称，否则应计算其偏心作用。

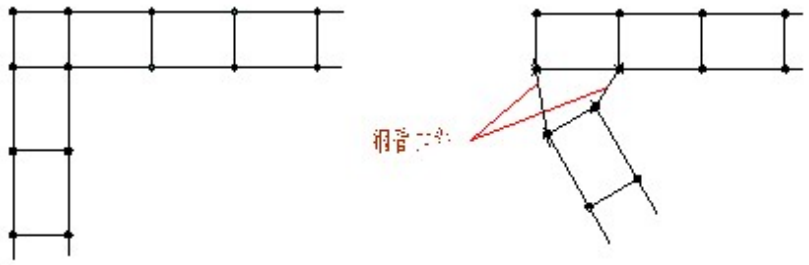
6 构造要求

6.1 双排外脚手架

6.1.1 双排脚手架应根据使用条件及荷载要求选择结构设计尺寸，横杆步距宜选用 1.8m，廊道宽度（横距）宜选用 1.2m，立杆纵向间距可选择不同规格的系列尺寸。

6.1.2 曲线布置的双排外脚手架组架时，应按曲率要求使用不同长度的内外横杆组架，曲率半径应大于 2.4m。

6.1.3 双排外脚手架拐角为直角时，宜采用横杆直接组架（图 6.1.3a）；拐角为非直角时，可采用钢管扣件组架（图 6.1.3b）。



(a) 横杆组架 **(b) 钢管扣件组架**

图 6.1.3 拐角组架图

6.1.4 脚手架首层立杆应采用不同的长度交错布置，底部横杆（扫地杆）严禁拆除， 立杆应配置可调底座（图 6.1.4）。

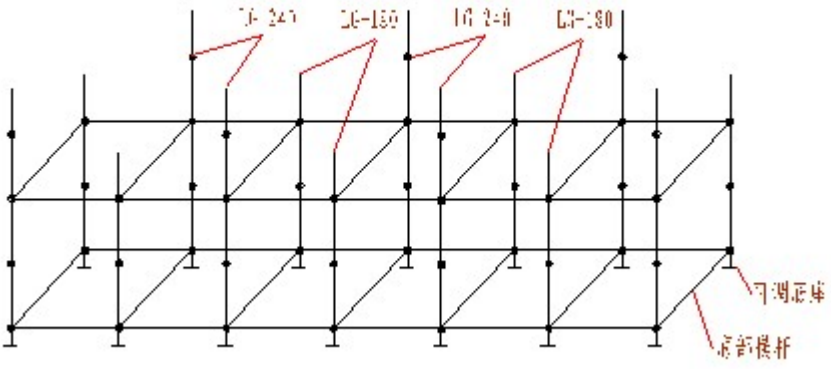


图 6.1.4 首层立杆布置图

6.1.5 脚手架专用斜杆设置应符合下列规定：

1 斜杆应设置在有纵向及廊道横杆的碗扣节点上；

2 脚手架拐角处及端部必须设置竖向通高斜杆（图 6.1.5）；

3 脚手架高度≤20m 时，每隔 5 跨设置一组竖向通高斜杆；脚手架高度大于 20m 时，每隔 3 跨设置一组竖向通高斜杆；斜杆必须对称设置（图 6.1.5）；

4 斜杆临时拆除时，应调整斜杆位置，并严格控制同时拆除的根数。

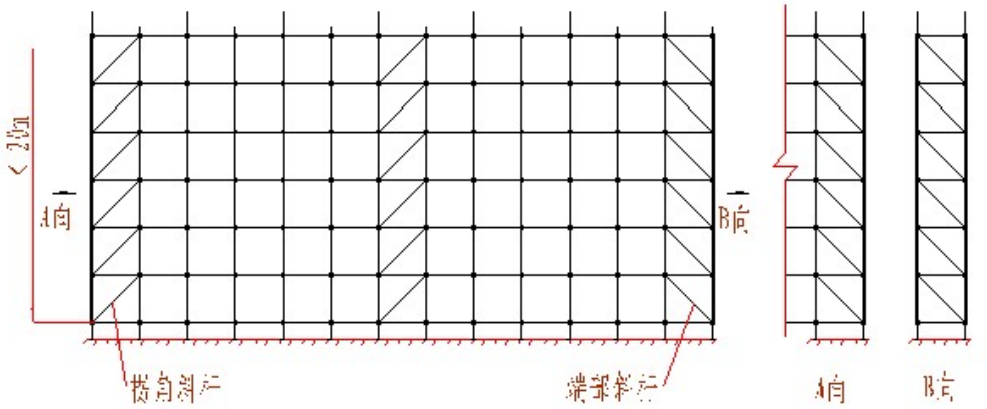


图 6.1.5　专用斜杆设置图

6.1.6 当采用钢管扣件做斜杆时应符合下列规定：

1 斜杆应每步与立杆扣接，扣接点距碗扣节点的距离宜≤150mm；当出现不能与立杆扣接的情况时亦可采取与横杆扣接，扣接点应牢固；

2 斜杆宜设置成八字形，斜杆水平倾角宜在 45°～60°之间，纵向斜杆间距可间隔 1～2 跨（图 6.1.6）；

3 脚手架高度超过 20m 时，斜杆应在内外排对称设置。

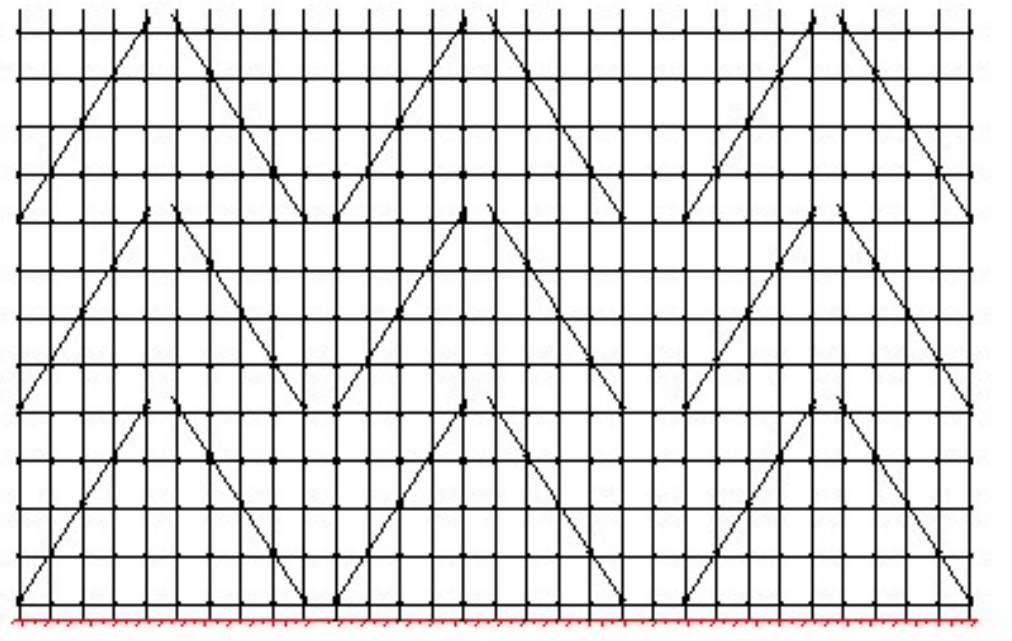


图 6.1.6　钢管扣件斜杆设置图

6.1.7 连墙杆的设置应符合下列规定：

1 连墙杆与脚手架立面及墙体应保持垂直，每层连墙杆应在同一平面，水平间距应不大于 4 跨；

2 连墙杆应设置在有廊道横杆的碗扣节点处，采用钢管扣件做连墙杆时，连墙杆应采用直角扣件与立杆连接，连接点距碗扣节点距离应≤150mm；

3 连墙杆必须采用可承受拉、压荷载的刚性结构。

6.1.8 当连墙件竖向间距大于 4m 时，连墙件内外立杆之间必须设置廊道斜杆或十字撑(图 6.1.8)。

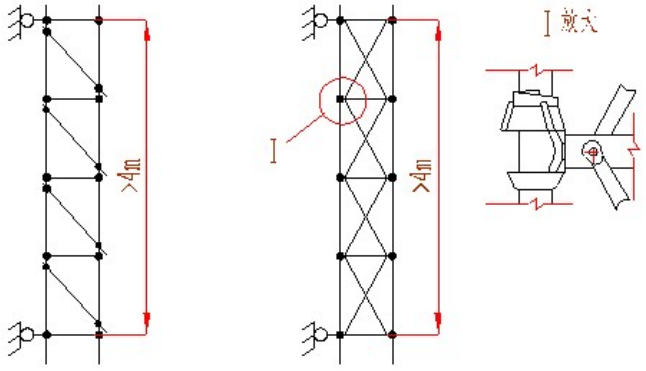


图 6.1.8　廊道斜杆及十字撑设置示意图

6.1.9 当脚手架高度超过 20m 时，上部 20m 以下的连墙杆水平处必须设置水平斜杆。

6.1.10 脚手板设置应符合下列规定：

1 钢脚手板的挂钩必须完全落在廊道横杆上，并带有自锁装置，严禁浮放；

2 平放在横杆上的脚手板，必须与脚手架连接牢靠，可适当加设间横杆，脚手板探头长度应小于 150mm；

3 作业层的脚手板框架外侧应设挡脚板及防护栏，护栏应采用二道横杆。

6.1.11 人行坡道坡度可为 1:3，并在坡道脚手板下增设横杆，坡道可折线上升（图 6.1.11）。

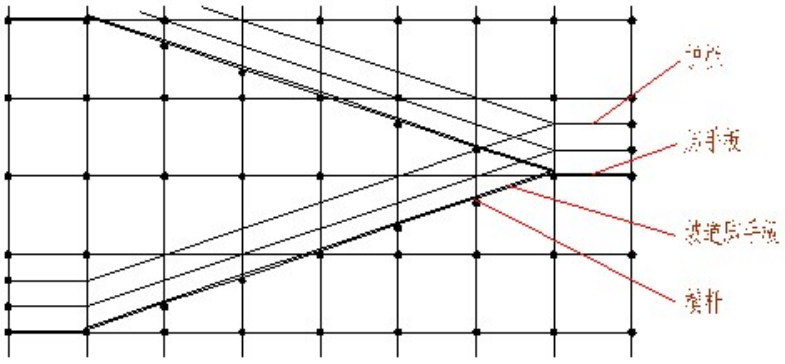


图 6.1.11　人行坡道设置图

6.1.12 人行梯架应设置在尺寸为 1.8×1.8m 的脚手架框架内，梯子宽度为廊道宽度的 1/2，梯架可在一个框架高度内折线上升。梯架拐弯处应设置脚手板及扶手（图 6.1.12）。

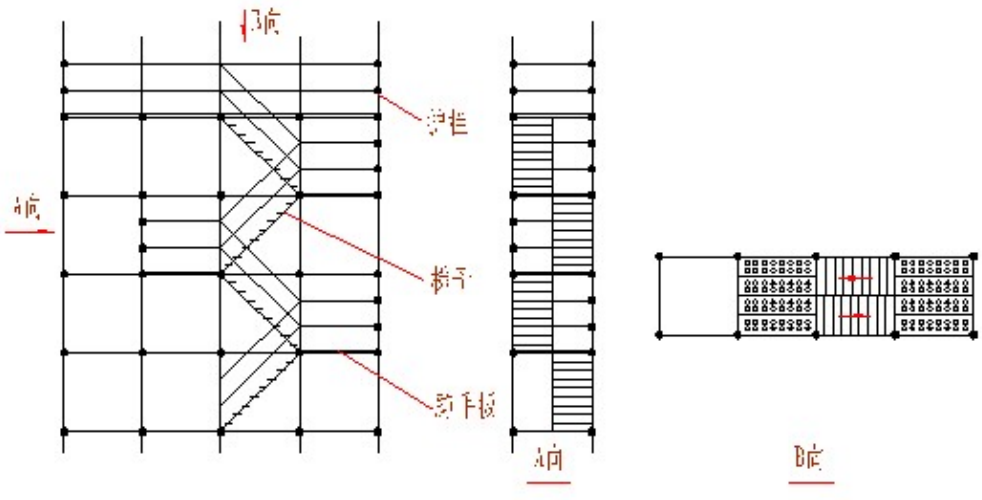


图 6.1.12　人行梯架设置示意图

6.1.13 脚手架上的扩展作业平台挑梁宜设置在靠建筑物一侧，按脚手架离建筑物间距及荷载选用窄挑梁或宽挑梁。宽挑梁可铺设两块脚手板，宽挑梁上的立杆应通过横杆与脚手架连接（图 6.1.13）。

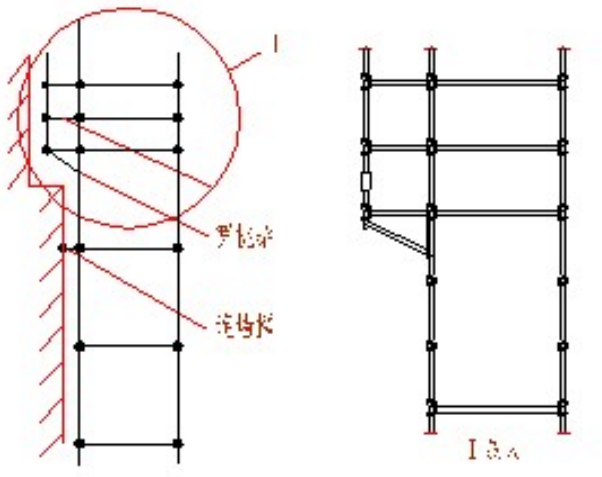


图 6.1.11　扩展作业平台示意图

6.2 模板支撑架

6.2.1 模板支撑架应根据施工荷载组配横杆及选择步距，根据支撑高度选择组配立杆、可调托撑及可调底座。

6.2.2 模板支撑架高度超过 4m 时，应在四周拐角处设置专用斜杆或四面设置八字斜杆，并在每排每列设置一组通高十字撑或专用斜杆（图 6.2.2）。

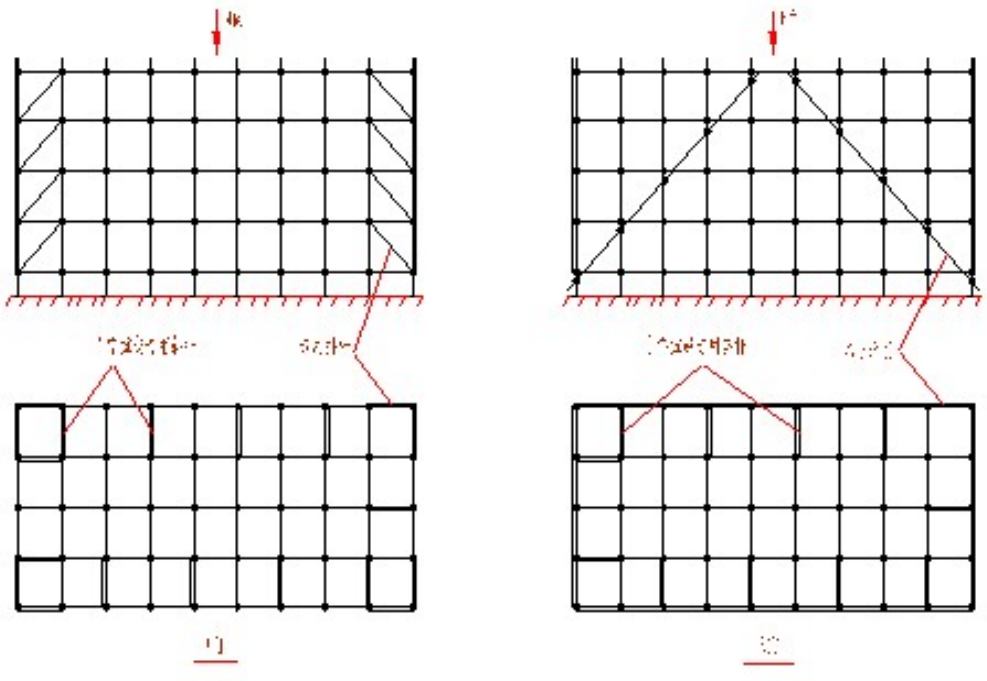


图 6.2.2　模板支撑架斜杆设置示意图

6.2.3 模板支撑架高宽比不得超过 3，否则应扩大下部架体尺寸（图 6.2.3），或者按有关规定验算，采取设置缆风绳等加固措施。

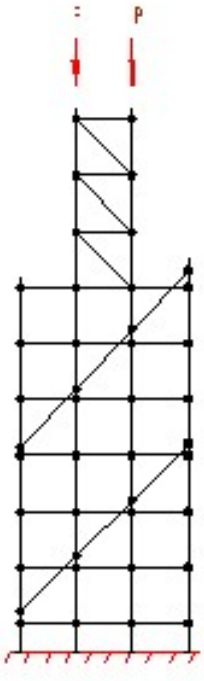


图 6.2.3　扩大下部架体示意图

6.2.4 房屋建筑模板支撑架可采用立杆支撑楼板、横杆支撑梁的梁板合支方法。当梁的荷载超过横杆的设计承载力时，可采取独立支撑的方法，并与楼板支撑连成一体（图 6.2.4）。

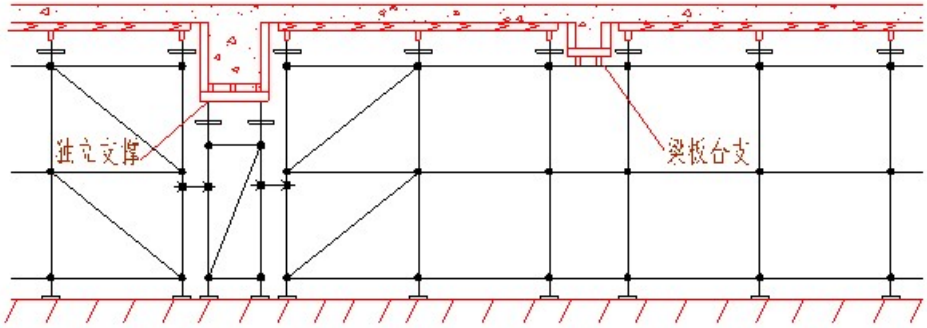


图 6.2.4　房屋建筑模板支撑架

6.2.5 人行通道应符合下列规定：

1 双排脚手架人行通道设置时，应在通道上部架设专用梁，通道两侧脚手架应加设斜杆。（图 6.2.5-1）。

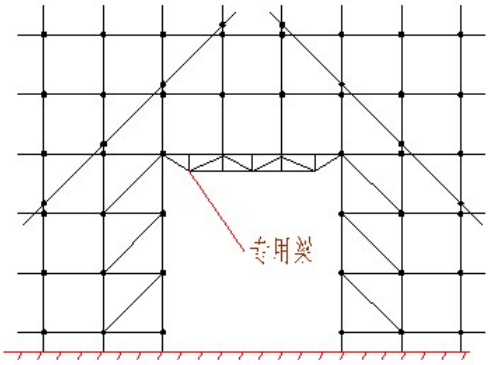


图 6.2.5-1　双排外脚手架人行通道设置图

2 模板支撑架人行通道设置时，应在通道上部架设专用横梁，横梁结构应经过设计计算确定。通道两侧支撑横梁的立杆根据计算应加密，通道周围脚手架应组成一体。通道宽度应≤4.8m（图 6.2.5-2）

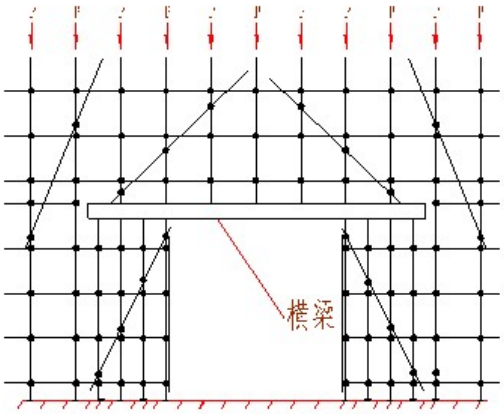


图 6.2.5-2　模板支撑架人行洞口设置图

3 洞口顶部必须设置封闭的覆盖物，两侧设置安全网。通行机动车的洞口，必须设置防撞设施。

7 搭设与拆除

7.1 施工准备

7.1.1 脚手架施工前必须制定施工设计或专项方案，保证其技术可靠和使用安全。经技术审查批准后方可实施。

7.1.2 脚手架搭设前工程技术负责人应按脚手架施工设计或专项方案的要求对搭设和使用人员进行技术交底。

7.1.3 对进入现场的脚手架构配件，使用前应对其质量进行复检。

7.1.4 构配件应按品种、规格分类放置在堆料区内或码放在专用架上，清点好数量备用。脚手架堆放场地排水应畅通，不得有积水。

7.1.5 连墙件如采用预埋方式，应提前与设计协商，并保证预埋件在混凝土浇筑前埋入。

7.1.6 脚手架搭设场地必须平整、坚实、排水措施得当。

7.2 地基与基础处理

7.2.1 脚手架地基基础必须按施工设计进行施工，按地基承载力要求进行验收。

7.2.2 地基高低差较大时，可利用立杆 0.6m 节点位差调节。

7.2.3 土壤地基上的立杆必须采用可调底座。

7.2.4 脚手架基础经验收合格后，应按施工设计或专项方案的要求放线定位。

7.3 脚手架搭设

7.3.1 底座和垫板应准确地放置在定位线上；垫板宜采用长度不少于 2 跨，厚度不小于 50mm 的木垫板；底座的轴心线应与地面垂直。

7.3.2 脚手架搭设应按立杆、横杆、斜杆、连墙件的顺序逐层搭设，每次上升高度不大于 3m。底层水平框架的纵向直线度应≤L/200；横杆间水平度应≤L/400。

7.3.3 脚手架的搭设应分阶段进行，第一阶段的撂底高度一般为 6 m，搭设后必须经检查验收后方可正式投入使用。

7.3.4 脚手架的搭设应与建筑物的施工同步上升，每次搭设高度必须高于即将施工楼层 1.5m。

7.3.5 脚手架全高的垂直度应小于 *L*/500；最大允许偏差应小于 100mm。

7.3.6 脚手架内外侧加挑梁时，挑梁范围内只允许承受人行荷载，严禁堆放物料。

7.3.7 连墙件必须随架子高度上升及时在规定位置处设置，严禁任意拆除。

7.3.8 作业层设置应符合下列要求：

1 必须满铺脚手板，外侧应设挡脚板及护身栏杆；

2 护身栏杆可用横杆在立杆的 0.6m 和 1.2m 的碗扣接头处搭设两道；

3 作业层下的水平安全网应按《安全技术规范》规定设置。

7.3.9 采用钢管扣件作加固件、连墙件、斜撑时应符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130-2002）的有关规定。

7.3.10 脚手架搭设到顶时，应组织技术、安全、施工人员对整个架体结构进行全面的检查和验收，及时解决存在的结构缺陷。

7.4 脚手架拆除

7.4.1 应全面检查脚手架的连接、支撑体系等是否符合构造要求，经按技术管理程序批准后方可实施拆除作业。

7.4.2 脚手架拆除前现场工程技术人员应对在岗操作工人进行有针对性的安全技术交底。

7.4.3 脚手架拆除时必须划出安全区，设置警戒标志，派专人看管。

7.4.4 拆除前应清理脚手架上的器具及多余的材料和杂物。

7.4.5 拆除作业应从顶层开始，逐层向下进行，严禁上下层同时拆除。

7.4.6 连墙件必须拆到该层时方可拆除，严禁提前拆除。

7.4.7 拆除的构配件应成捆用起重设备吊运或人工传递到地面，严禁抛掷。

7.4.8 脚手架采取分段、分立面拆除时，必须事先确定分界处的技术处理方案。

7.4.9 拆除的构配件应分类堆放，以便于运输、维护和保管。

7.5 模板支撑架的搭设与拆除

7.5.1 模板支撑架搭设应与模板施工相配合，利用可调底座或可调托撑调整底模标高。

7.5.2 按施工方案弹线定位，放置可调底座后分别按先立杆后横杆再斜杆的搭设顺序进行。

7.5.3 建筑楼板多层连续施工时，应保证上下层支撑立杆在同一轴线上。

7.5.4 搭设在结构的楼板、挑台上时，应对楼板或挑台等结构承载力进行验算。

7.5.5 模板支撑架拆除应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2002）中混凝土强度的有关规定。

7.5.6 架体拆除时应按施工方案设计的拆除顺序进行。

8 检查与验收

8.1 进入现场的碗扣架构配件应具备以下证明资料：

1 主要构配件应有产品标识及产品质量合格证

2 供应商应配套提供管材、零件、铸件、冲压件等材质、产品性能检验报告。

8.2 构配件进场质量检查的重点：

钢管管壁厚度；焊接质量；外观质量；可调底座和可调托撑丝杆直径、与螺母配合间隙及材质。

8.3 脚手架搭设质量应按阶段进行检验：

1 首段以高度为 6m 进行第一阶段（撂底阶段）的检查与验收；

2 架体应随施工进度定期进行检查；达到设计高度后进行全面的检查与验收；

3 遇 6 级以上大风、大雨、大雪后特殊情况的检查；

4 停工超过一个月恢复使用前。

8.4 对整体脚手架应重点检查以下内容：

1 保证架体几何不变性的斜杆、连墙件、十字撑等设置是否完善；

2 基础是否有不均匀沉降，立杆底座与基础面的接触有无松动或悬空情况；

3 立杆上碗扣是否可靠锁紧；

4 立杆连接销是否安装、斜杆扣接点是否符合要求、扣件拧紧程度；

8.5 搭设高度在 20m 以下（含 20m）的脚手架，应由项目负责人组织技术、安全及监理人员进行验收；对于高度超过 20m 脚手架超高、超重、大跨度的模板支撑架，应由其上级安全生产主管部门负责人组织架体设计及监理等人员进行检查验收。

8.6 脚手架验收时，应具备下列技术文件

1 施工组织设计及变更文件；

2 高度超过 20m 的脚手架的专项施工设计方案；

3 周转使用的脚手架构配件使用前的复验合格记录；

4 搭设的施工记录和质量检查记录；

8.7 高度大于 8m 的模板支撑架的检查与验收要求与脚手架相同。

9 安全管理与维护

9.1 作业层上的施工荷载应符合设计要求，不得超载，不得在脚手架上集中堆放模板、钢筋等物料。

9.2 混凝土输送管、布料杆及塔架拉结缆风绳不得固定在脚手架上。

9.3 大模板不得直接堆放在脚手架上。

9.4 遇 6 级及以上大风、雨雪、大雾天气时应停止脚手架的搭设与拆除作业。

9.5 脚手架使用期间，严禁擅自拆除架体结构杆件，如需拆除必须报请技术主管同意，确定补救措施后放可实施。

9.6 严禁在脚手架基础及邻近处进行挖掘作业。

9.7 脚手架应与架空输电线路保持安全距离，工地临时用电线路架设及脚手架接地防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》（JGJ461）的有关规定执行。

9.8 使用后的脚手架构配件应清除表面粘结的灰渣，校正杆件变形，表面作防锈处理后待用。

附录 A：风荷载计算系数

A1 风压高度变化系数

对于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 A1 确定。地面粗糙度可分为 A、B、C、D 四类：

——A 类指近海海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区；

——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；

——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。

表 A1　风压高度变化系数

离地面或海平面高度（m）	地面粗糙类别			
	A	B	C	D
5	1.17	1.00	0.74	0.62
10	1.38	1.00	0.74	0.62
15	1.52	1.14	0.74	0.62
20	1.63	1.25	0.84	0.62
30	1.80	1.42	1.00	0.62
40	1.92	1.56	1.13	0.73
50	2.03	1.67	1.25	0.84
60	3.12	1.77	1.35	0.93
70	2.20	1.86	1.45	1.02
80	3.27	1.95	1.54	1.11
90	2.34	2.02	1.62	1.19
100	3.40	2.09	1.70	1.27
150	2.64	2.38	2.03	1.61
200	3.83	2.61	2.30	1.92
250	2.99	2.80	2.54	2.19
300	3.12	2.97	2.75	2.45
350	3.12	3.12	2.94	2.68
400	3.12	3.12	3.12	2.91
/450	3.12	3.12	3.12	3.12

A2 阵风系数

表 A2　阵风系数

离地面高度（m）	地面粗糙类别			
	A	B	C	D
5	1.69	1.88	2.30	3.21
10	1.63	1.78	2.10	2.76
15	1.60	1.72	1，99	2.54
20	1.58	1.69	1.92	2.39
30	1.54	1.64	1.83	2.21
40	1.52	1.60	1.77	2.09
50	1.51	1.58	1.73	2.01
60	1.49	1.56	1.69	1.94
70	1.48	1.54	1.66	1.89
80	1.47	1.53	1.64	1.85
90	1.47	1.52	1.62	1.81
100	1.46	1.51	1.60	1.78
150	1.43	1.47	1.54	1.67
200	1.42	1.44	1.50	1.60
250	1.40	1.42	1.46	1.55
300	1.39	1.41	1.44	1.51

A3 全国基本风压图



附图 D.5.3 全国基本风压分布图(单位：kN/m²)

附录 B：有关设计参数

表 B1　钢材的强度和弹性模量（N/mm^2）

P235A 钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值	205
弹性模量	2.05×10^5

表 B2　钢管截面特性

外径 F（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）	回转半径 I（cm）
48	3.5	4.89	12.19	5.08	1.58

附录 C：P235A 钢管轴心受压构件的稳定系数

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									

本规范用词和用语说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应该这样做的词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明必须按照其它有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的要求”（或规定）。