



《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》

修订与理解执行



东南大学 郭正兴

东南大学土木工程施工研究所



专题培训内容

- ◆ 1 新型钢管脚手架规范出台背景
- ◆ 2 扣件式钢管新规范修订了哪些内容
- ◆ 3 如何区分脚手架与支撑架
- ◆ 4 如何理解钢管架的计算复核
- ◆ 5 如何理解扣件钢管架的构造要求
- ◆ 6 如何执行施工要求
- ◆ 7 钢管架事故一些思考



1 新型钢管脚手架规范出台背景

1.1国内背景



扣件式钢管脚手架（**散装脚手架**）二十世纪60年代开始应用，2001年颁布了《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2001，2011年颁布修订版JGJ130-2011



中国建筑科学研究院和
南通二建集团主编



1 新型钢管脚手架规范出台背景

1.1国内背景



门式钢管脚手架（**体系脚手架**）二十世纪80年代开始应用，2000年颁布了《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ128-2000，2010年颁布修订版JGJ130-2010



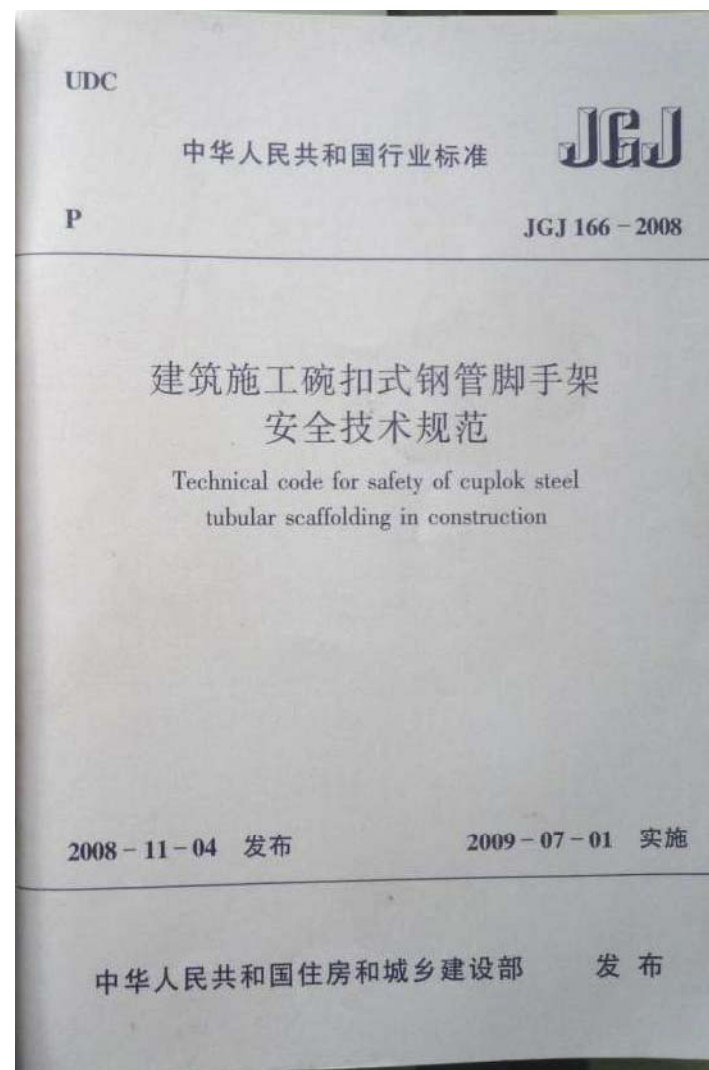


1 新型钢管脚手架规范出台背景

1.1 国内背景



碗扣式钢管脚手架（**体系脚手架**）二十世纪80年代开始应用，2008年颁布了《建筑施工碗式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166-2008





1 新型钢管脚手架规范出台背景

1.1国内背景



盘扣式钢管脚手架（**体系**
脚手架）2005年开始应用，
2011年颁布了《建筑施工承插
型盘扣式钢管支架架安全技术
规范》JGJ231-2011

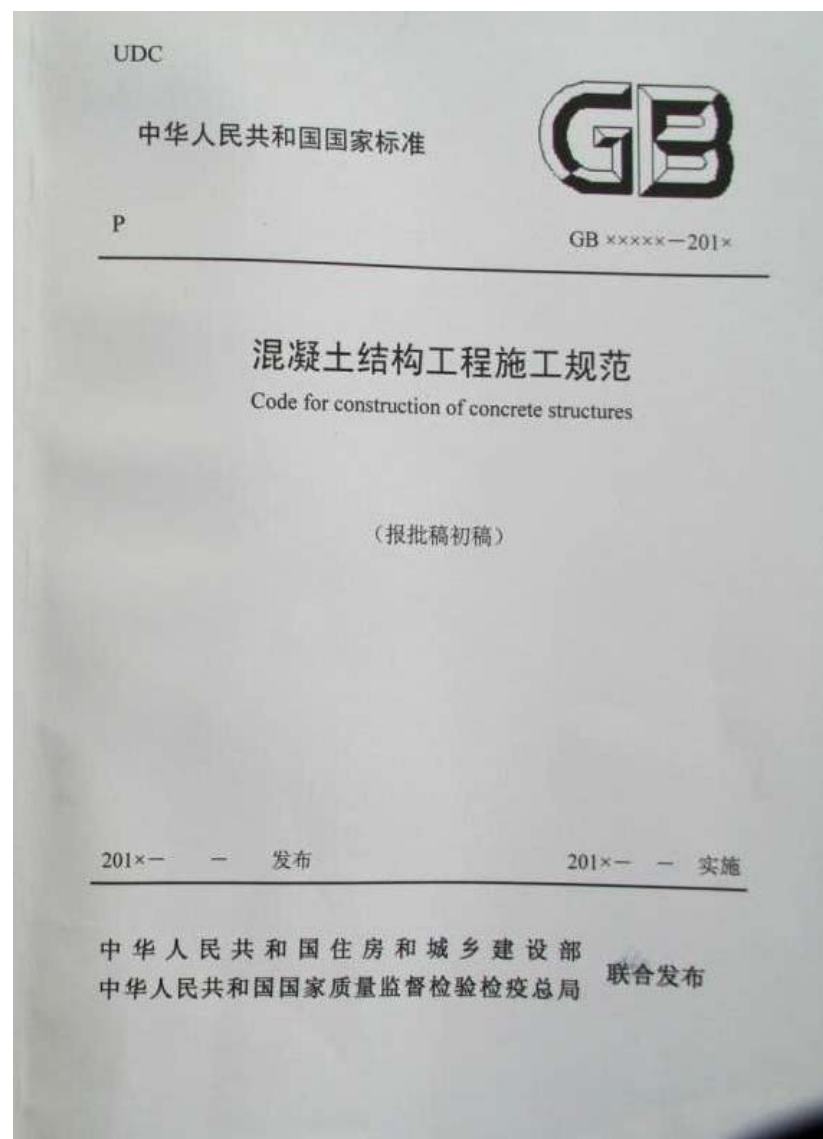


主编单位：
南通新华建筑集团有限公司
无锡市锡山三建实业有限公司



盘扣式钢管支架规程宣贯培训2011

即将出版的《混凝土结构工程施工规范》GB50666-2011第4章模板工程中，将扣件式钢管支架、门式钢管支架、碗扣式钢管支架以及**盘扣式钢管支架**列为模板钢管支架主要形式。





1.2 国外背景



泰国曼谷的高层住宅楼施工模板支架采用门式钢管脚手架



1.2 国外背景



澳大利亚房屋工程的混凝土楼板模板均采用体系模板支撑



1.2 国外背景



日本房屋工程的预制梁板支撑采用门式脚手架支撑



国外应用量大的先进的盘扣式体系承力钢管支架



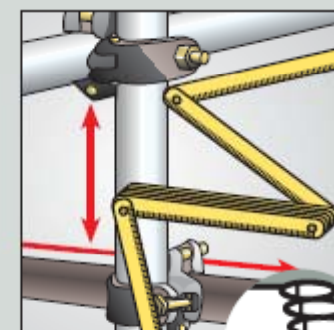
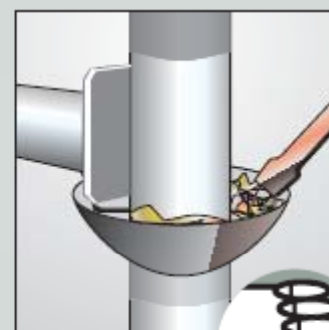
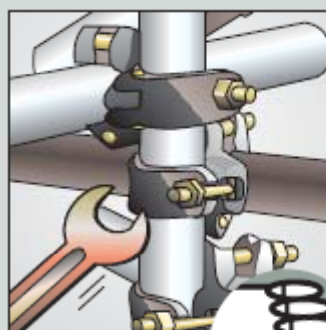
德国的雷亚架 (layher)

Faster (节省时间59%) stronger、safer
more profitable (节省50%维护费用)





Traditional scaffolding:





我国脚手架业界的资深专家糜嘉平先生，曾经多次撰文指出，扣件式钢管脚手架坍塌事故是造成我国建筑施工重大伤亡安全事故的主要原因，并呼吁应该淘汰此类脚手架。他在文章中指出，扣件式钢管脚手架“在我国应用十分广泛，其使用量占60%以上，是当前使用量最多的一种脚手架。但是这种脚手架的最大弱点是安全性较差，施工工效低、材料消耗量大。目前，全国脚手架钢管约有1000万吨以上，其中劣质的、超期使用的和不合格的钢管占80%以上，扣件总量约有10~12亿个，其中90%左右为不合格品，如此量大面广的不合格钢管和扣件，已成为建筑施工的安全隐患。



第一、我国扣件式钢管脚手架的品质严重失控，
对扣件进行检查，其合格率为0%。

第二、钢管的品质严重失控。没有做有效防锈处理的钢管大量流入市场，有专家在某工程发生重大事故后对钢管进行检查，其合格率仅为50%。

第三、现场搭设和施工安全管理的问题。扣件式钢管脚手架灵活多样的应用特点，也带来了现场搭设和施工过程的巨大不确定性。

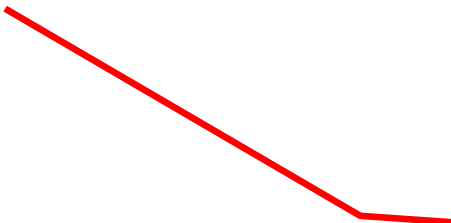
第四、错误的应用。以发达国家的经验，扣件式钢管脚手架只可用于诸如门式架、碗扣式脚手架和盘扣式脚手架等其他脚手架和支撑体系应用中的辅助连接和剪刀撑，绝对不能用于搭设任何大型脚手架系统，更不能用于对承载荷载要求较高的支撑系统。



2 扣件式钢管脚手架新规范 修订了哪些内容

修订的主要内容:

荷载分类及计算；满堂脚手架、满堂支撑架、型钢悬挑脚手架、地基承载力的设计；构造要求；施工；检查与验收；安全管理。



全面修订



补充了满堂脚手架与满堂支撑架的整架试验

东南大学土木工程施工研究所



总则中适用范围的修订

●原适用工业与民用建筑的落地式单、双脚手架和水平结构施工的模板支架

新规范适用：适用于房屋建筑工程和市政工程等施工用落地式单、双排扣件式钢管脚手架、满堂扣件式钢管脚手架、型钢悬挑扣件式钢管脚手架、满堂扣件式钢管支撑架的设计与施工

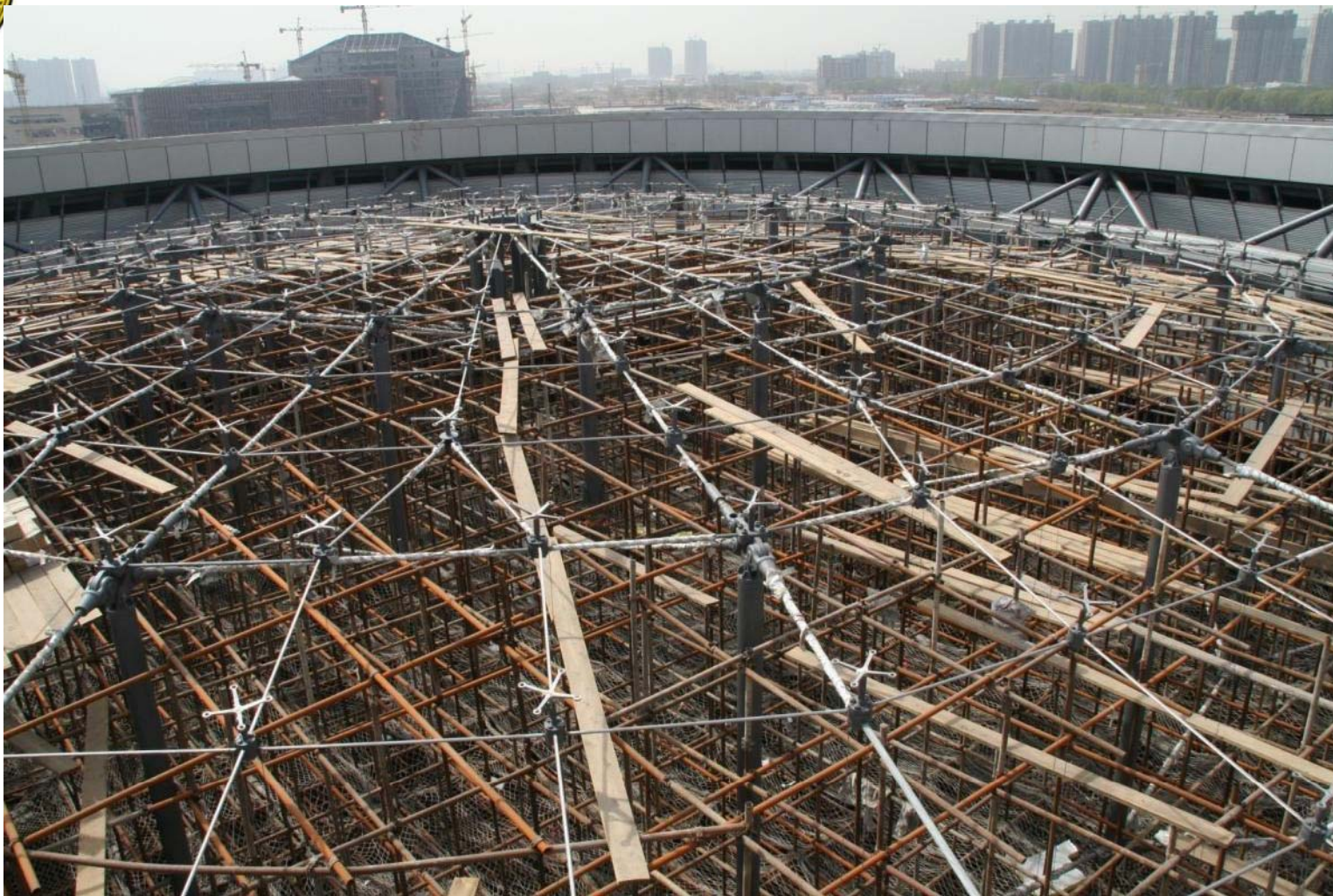


3 如何区分脚手架与支撑架

术语

2.1.5 满堂扣件式钢管脚手架

在纵、横方向，由不少于三排立杆并与水平杆、水平剪刀撑、竖向剪刀撑、扣件等构成的脚手架。该架体顶部作业层施工荷载通过水平杆传递给立杆，顶部立杆呈偏心受压状态，简称满堂脚手架。



满堂脚手架安装穹顶玻璃采光顶

东南大学土木工程施工研究所



满堂脚手架安装穹顶玻璃采光顶

东南大学土木工程施工研究所



满堂脚手架安装穹顶玻璃采光顶

东南大学土木工程施工研究所



术语

2.1.2 支撑架

为钢结构安装或浇筑混凝土构件等搭设的承力支架。

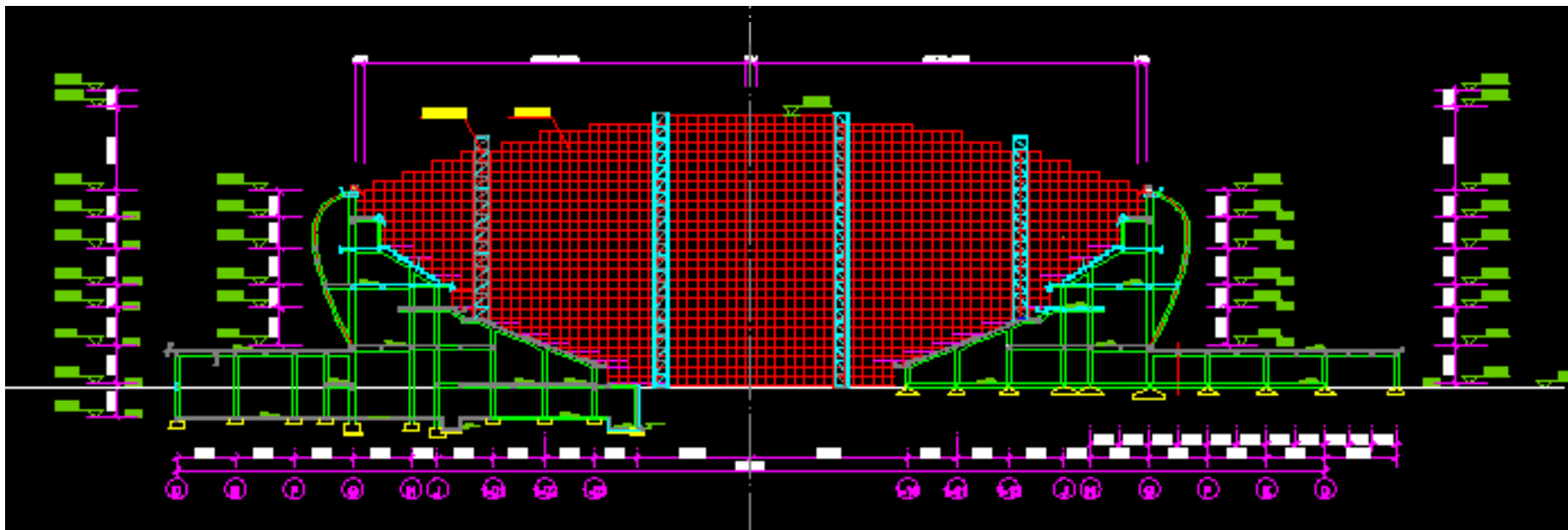
2.1.6 满堂扣件式钢管支撑架

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



满堂支撑架安装钢结构

东南大学土木工程施工研究所



满堂支撑架安装钢结构

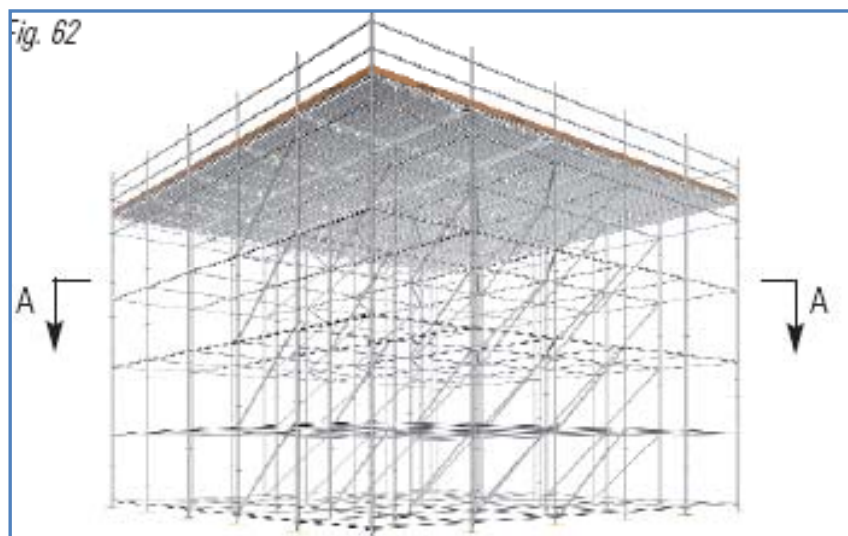
东南大学土木工程施工研究所



满堂支撑架浇筑楼板混凝土

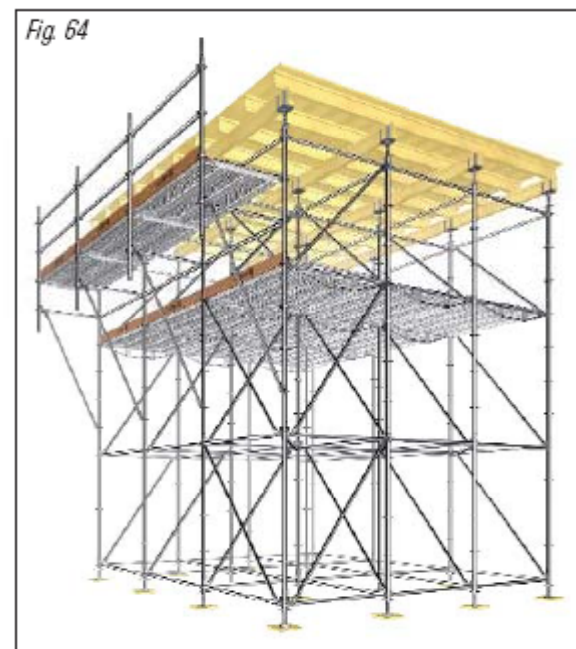


BIRDCAGE SCAFFOLDING



国外定义的满堂脚手架

SUPPORT SCAFFOLDING



国外定义的满堂支撑架



4 如何理解钢管架的计算复核

3.1 荷载分类及计算

● 新规范荷载分类：

4.1.2 脚手架永久荷载应包含下列各项：

1 单排架、双排架与满堂脚手架：

2 满堂支撑架：

1) 架体结构自重：包括立杆、纵向水平杆、横向水平杆、剪刀撑、可调托撑、扣件等的自重；

2) 构、配件及可调托撑上主梁、次梁、支撑板等的自重。



东南大学土木工程施工研究所



4.1.3 脚手架可变荷载应包含下列各项：

1 单排架、双排架与满堂脚手架：

- 1) 施工荷载：包括作业层上的人员、器具和材料等的自重；
- 2) 风荷载。

2 满堂支撑架：

- 1) 作业层上的人员、设备等的自重；
- 2) 结构构件、施工材料等的自重；
- 3) 风荷载。



4.2.1 永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

5 支撑架上可调托撑上主梁、次梁、支撑板等自重应按实际计算。对于下列情况可按表4.2.1-3采用。

1) 普通木质主梁（含 $\Phi 48.3 \times 3.6$ 双钢管）、次梁，木支撑板；

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

表4.2.1-3 主梁、次梁及支撑板自重标准值（kN/m²）

类别	立杆间距（m）	
	$>0.75 \times 0.75$	$\leq 0.75 \times 0.75$
木质主梁（含 $\Phi 48.3 \times 3.6$ 双钢管）、次梁，木支撑板	0.6	0.85
型钢主梁、次梁，木支撑板	1.0	1.2



4.2.2 单、双排与满堂脚手架作业层上的施工荷载标准值应根据实际情况确定，且不应低于表4.2.2的规定。

表4.2.2 施工均布荷载标准值

类别	标准值 (kN/m ²)
装修脚手架	2.0
混凝土、砌筑结构脚手架	3.0
轻型钢结构及空间网格结构脚手架	2.0
普通钢结构脚手架	3.0

4.2.3 当在双排脚手架上同时有2个及以上操作层作业时，在同一个跨距内各操作层的施工均布荷载标准值总和不得超过5.0kN/m²。



4.2.4 满堂支撑架上荷载标准值取值应符合下列规定：

1 永久荷载与可变荷载（不含风荷载）标准值总和并不大于 4.2kN/m^2 时，施工均布荷载标准值应按本规范表4.2.2采用；

2 永久荷载与可变荷载（不含风荷载）标准值总和大于 4.2kN/m^2 时，应符合下列要求：

1) 作业层上的人员及设备荷载标准值取 1.0 kN/m^2 ；大型设备、结构构件等可变荷载按实际计算；

2) 用于混凝土结构施工时，作业层上荷载标准值的取值应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162的规定。



4.3 荷载效应组合

4.3.1 设计脚手架的承重构件时，应根据使用过程中可能出现的荷载取其最不利组合进行计算，荷载效应组合宜按表4.3.1采用。

计算项目	荷载效应组合
纵向、横向水平杆强度与变形	永久荷载+施工荷载
脚手架立杆地基承载力 型钢悬挑梁的强度、稳定与变形	1永久荷载+施工荷载
	2永久荷载+0.9（施工荷载+风荷载）
立杆稳定	1永久荷载+可变荷载（不含风荷载）
	2永久荷载+0.9（可不荷载+风荷载）
连墙件强度与稳定	单排架，风荷载+2.0 kN 双排架，风荷载+3.0kN



(2) 脚手架工程

- 1) 搭设高度50m及以上落地式钢管脚手架工程。
- 2) 提升高度150m及以上附着式整体和分片提升脚手架工程。
- 3) 架体高度20m及以上悬挑式脚手架工程

(3) 承重支撑体系

用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载700Kg以上。



3.2 设计计算

5.1 基本设计规定

5.1.8 受弯构件的挠度不应超过表5.1.8中规定的容许值。

表5.1.8 受弯构件的容许挠度

构件类别	容许挠度[v]
脚手板，脚手架纵向、横向水平杆	$l/150$ 与
脚手架悬挑受弯杆件	$l/400$
型钢悬挑脚手架悬挑钢梁	$l/250$

注： l 为受弯构件的跨度，对悬挑杆件为其悬伸长度的2倍。



5.1.9 受压、受拉构件的长细比不应超过表5.1.9中规定的容许值。

表 5.1.9 受压、受拉构件的容许长细比

构件类别		容许长细比 $[\lambda]$
立杆	双排架 满堂支撑架	210
	单排架	230
	满堂脚手架	250
横向斜掌、剪刀撑中的压杆		250
拉杆		350



5.3 满堂脚手架计算

5.3.1 立杆的稳定性应按本规范式 (5.2.6-1)、(5.2.6-2) 计算。由风荷载产生的立杆段弯矩设计值 M_w ，可按本规范公式 (5.2.9) 计算。

不组合风荷载时：
(5.2.6-1)

$$\frac{N}{\varphi A} \leq f$$

组合风荷载时：
(5.2.6-2)

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M_w}{W} \leq f$$



5.3.3 立杆稳定性计算部位的确定应符合下列规定:

- 1 当满堂脚手架采用相同的步距、立杆纵距、立杆横距时，**应计算底层立杆段；**
- 2 当架体的步距、立杆纵距、立杆横距有变化时，除计算底层立杆段外，还**必须对出现最大步距、最大立杆纵距、立杆横距等部位的立杆段进行验算；**
- 3 当架体上有集中荷载作用时，尚应计算集中荷载作用范围内受力最大的立杆段。



5.3.4 满堂脚手架立杆的计算长度应按下列式计算：

$$l_o = k\mu h \quad (5.3.4)$$

式中： k ——满堂脚手架立杆计算长度附加系数，应按表5.3.4采用；

h ——步距；

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

表 5.3.4 满堂脚手架计算长度附加系数

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

注：当验算立杆允许长细比时，取 $k=1$



表C - 1 满堂脚手架立杆计算长度系数

步距 (m)	立杆间距 (m)			
	1.3×1.3	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9
	高宽比不大于2	高宽比不大于2	高宽比不大于2	高宽比不大于2
	最少跨数4	最少跨数4	最少跨数4	最少跨数5
1.8	—	2.176	2.079	2.017
1.5	2.569	2.505	2.377	2.335
1.2	3.011	2.971	2.825	2.758
0.9	—	—	3.571	3.482

1、步距两级之间计算长度系数按线性插入值；

东南大学土木工程施工研究所



5.3.6 当满堂脚手架立杆间距不大于 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，架体四周及中间与建筑物结构进行刚性连接，并且刚性连接点的水平间距不大于 4.5m ，竖向间距不大于 3.6m 时，可按本规范第5.2.6条～5.2.10条双排脚手架的规定进行计算。

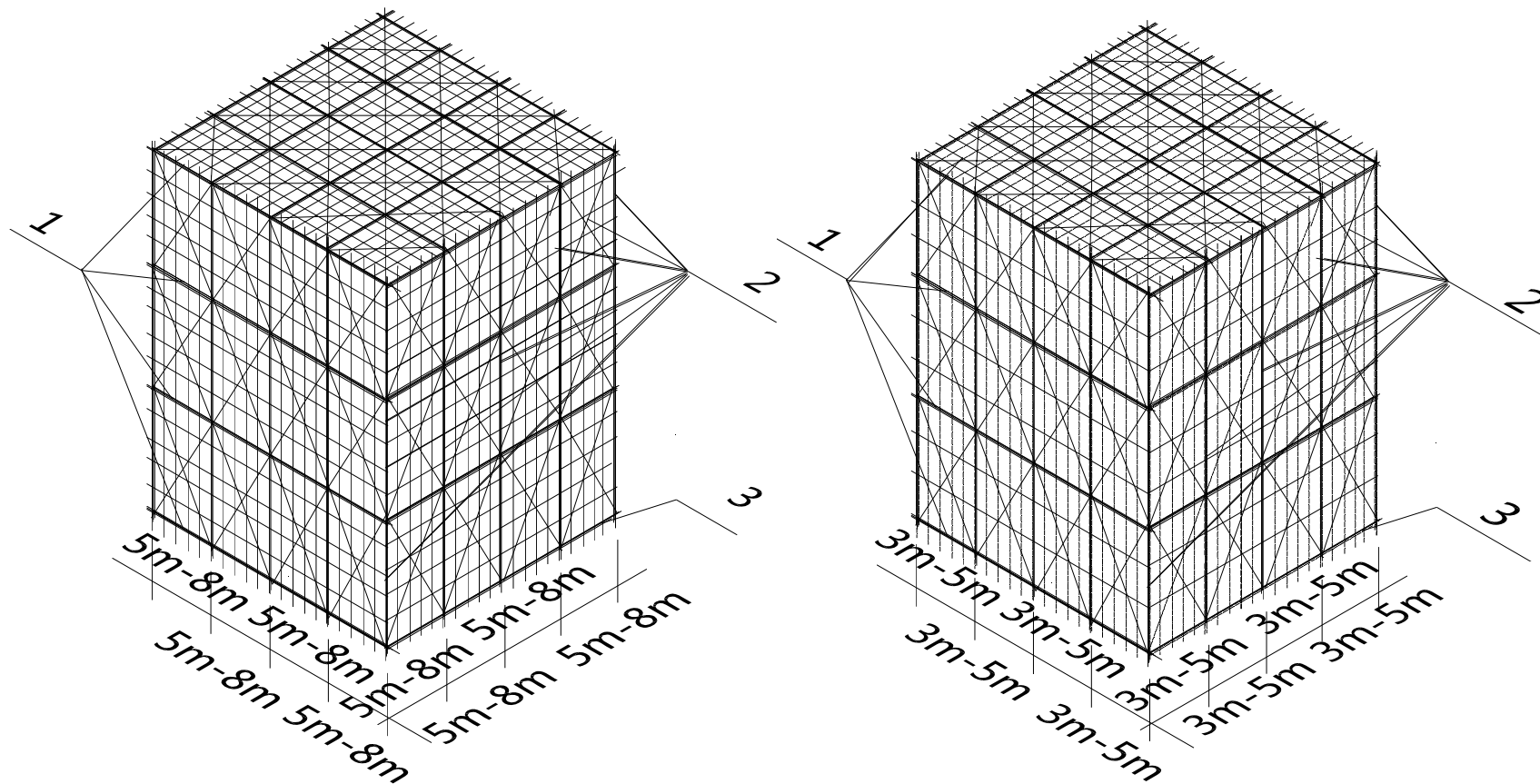


5.4 满堂支撑架计算

5.4.1 满堂支撑架顶部施工层荷载应通过可调托撑传递给立杆。

5.4.2 满堂支撑架根据剪刀撑的设置不同分为普通型构造与加强型构造，其构造设置应符合本规范第6.9.3条的规定，两种类型满堂支撑架立杆的计算长度应符合本规范第5.4.6条的规定。

5.4.3 立杆的稳定性应按本规范式（5.2.6-1）、（5.2.6-2）计算。由风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w ，可按本规范式（5.2.9）计算。



普通型支撑架（剪刀撑设置） 加强型支撑架（剪刀撑设置）



- 5.4.5 立杆稳定性计算部位的确定应符合下列规定：
- 1 当满堂支撑架采用相同的步距、立杆纵距、立杆横距时，应计算底层与顶层立杆段；
 - 2 符合本规范第5.3.3条第二款、第三款的规定。



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

顶部立杆段： $l_0 = k \mu_1 (h + 2a)$ (5.4.6-1)

非顶部立杆段： $l_0 = k \mu_2 h$ (5.4.6-2)

式中： k ——满堂支撑架计算长度附加系数，应按表5.4.6采用；

h ——步距；

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

μ_1 、 μ_2 ——考虑满堂支撑架整体稳定因素的单杆计算长度系数，普通型构造应按本规范附录C表C-2、C-4采用；加强型构造应按本规范附录C表C-3、C-5采用。



表5. 4. 6 满堂支撑架计算长度附加系数取值

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 $k=1$ 。



表 C-2 顶部满堂支撑架（剪刀撑设置普通型）立杆计算长度系数 μ_1

步距 (m)	立杆间距 (m)											
	1.2×1.2		1.0×1.0		0.9×0.9		0.75×0.75		0.6×0.6		0.4×0.4	
	高宽比 不大于2		高宽比 不大于2		高宽比 不大于2		高宽比 不大于2		高宽比 不大于2.5		高宽比 不大于2.5	
	最少跨数4		最少跨数4		最少跨数5		最少跨数5		最少跨数5		最少跨数8	
	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)
1.8	——	——	1.165	1.432	1.131	1.388	——	——	——	——	——	——
1.5	1.298	1.649	1.241	1.574	1.215	1.540	——	——	——	——	——	——
1.2	1.403	1.869	1.352	1.799	1.301	1.719	1.257	1.669	——	——	——	——
0.9	——	——	1.532	2.153	1.473	2.066	1.422	2.005	1.599	2.251	——	——
0.6	——	——	——	——	1.699	2.622	1.629	2.526	1.839	2.846	1.839	2.846



表C-4 非顶部满堂支撑架（剪刀撑设置普通型）立杆计算长度系数 μ_2

步距	立杆间距					
	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9	0.75×0.75	0.6×0.6	0.4×0.4
	高宽比不大于2	高宽比不大于2	高宽比不大于2	高宽比不大于2	高宽比不大于2.5	高宽比不大于2.5
	最少跨数4	最少跨数4	最少跨数5	最少跨数5	最少跨数5	最少跨数8
1.8	——	1.750	1.697	——	——	——
1.5	2.089	1.993	1.951	——	——	——
1.2	2.492	2.399	2.292	2.225	——	——
0.9	——	3.109	2.985	2.896	3.251	——
0.6	——	——	4.371	4.211	4.744	4.744



表 C -3 顶部满堂支撑架（剪刀撑设置加强型）立杆计算长度系数 μ_1

步距 (m)	立杆间距 (m)											
	1.2×1.2		1.0×1.0		0.9×0.9		0.75×0.75		0.6×0.6		0.4×0.4	
	高宽比不大于2		高宽比不大于2		高宽比不大于2		高宽比不大于2		高宽比不大于2.5		高宽比不大于2.5	
	最少跨数4		最少跨数4		最少跨数5		最少跨数5		最少跨数5		最少跨数8	
	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)	a=0.5 (m)	a=0.2 (m)
1.8	1.099	1.355	1.059	1.305	1.031	1.269	——	——	——	——	——	——
1.5	1.174	1.494	1.123	1.427	1.091	1.386	——	——	——	——	——	——
1.2	1.269	1.685	1.233	1.636	1.204	1.596	1.168	1.546	——	——	——	——
0.9	——	——	1.377	1.940	1.352	1.903	1.285	1.806	1.294	1.818	——	——
0.6	——	——	——	——	1.556	2.395	1.477	2.284	1.497	2.300	1.497	2.300



表 C -5**非顶部**满堂支撑架（剪刀撑设置加强型）立杆计算长度系数 μ_2

	立杆间距					
步距	1.2×1.2	1.0×1.0	0.9×0.9	0.75×0.7 5	0.6×0.6	0.4×0.4
	高宽比不 大于2	高宽比不 大于2	高宽比不 大于2	高宽比不 大于2	高宽比不 大于2.5	高宽比不 大于2.5
	最少跨数4	最少跨数4	最少跨数5	最少跨数5	最少跨数5	最少跨数8
1.8	1.656	1.595	1.551	——	——	——
1.5	1.893	1.808	1.755	——	——	——
1.2	2.247	2.181	2.128	2.062	——	——
0.9	——	2.802	2.749	2.608	2.626	——
0.6	——	——	3.991	3.806	3.833	3.833



满堂支撑架计算实例

一、搭设尺寸：敞开式（无密目网封闭）满堂支撑架搭设高度为8m，立杆伸出顶层水平杆中心线至支撑点的长度 $a=0.5\text{m}$ ，剪刀撑设置普通型，立杆间距 1.0×1.0 ，步距 $h=1.80\text{米}$ 。钢管 48.3×3.6 ，截面积 $A=506\text{mm}^2$ 。截面模量 $W=5.26\text{cm}^3$ ，回转半径 $i=1.59\text{cm}$

二、荷载：模板自重标准值： 0.5kN/m^2

钢筋自重标准值： 1.1 kN/m^3

新浇砼自重标准值： 24kN/m^3

施工人员及设备荷载标准值： 1.5kN/m^2

振捣砼荷载标准值： 2kN/m^2

混凝土楼板厚 200mm

风荷载：城市郊区，地面粗糙度为B类，基本风压 $W_0=0.4\text{ kN/m}^2$



三、《模板规范》4.2.3条，按永久荷载效应控制的组合，永久荷载分项系数取1.35，《模板规范》4.3.1条，可变荷载组合值系数0.7。

四、验算满堂支撑架整体稳定性

验算：

1、永久荷载计算：

(1) 满堂支撑架自重标准值：

顶部： $N_{Gk1} = 2.8 \times 0.1498 = 0.4194 \text{ kN}$

底部： $N_{Gk1} = 8 \times 0.1498 = 1.1984 \text{ kN}$

(查附录A 表A.0.3 满堂支撑架立杆承受的每米结构自重标准值 $g_k = 0.1498 \text{ kN/m}$)

(2) 模板的自重标准值： $N_{Gk2} = 1.0 \times 1.0 \times 0.5 = 0.5 \text{ kN}$

(3) 钢筋混凝土楼板自重标准值 (kN)：

$N_{Gk3} = 25.1 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.2 = 5.02 \text{ kN}$



永久荷载对立杆产生的轴向力标准值总和:

顶部:

$$\Sigma N_{Gk} = N_{Gk1} + N_{Gk2} + N_{Gk3} = 0.4194 + 0.5 + 5.02 = 5.94 \text{ kN} \quad (\text{顶部})$$

底部:

$$\Sigma N_{Gk} = N_{Gk1} + N_{Gk2} + N_{Gk3} = 1.1984 + 0.5 + 5.02 = 6.72 \text{ kN} \quad (\text{顶部})$$

2、 可变荷载计算:

(1) 可变荷载对立杆产生的轴向力标准值总和:

$$\Sigma N_{Qk} = (1.5 + 2.0) \times 1.0 \times 1.0 = 3.5 \text{ kN}$$

(2) 风荷载计算: 城市郊区, 地面粗糙度为B类, 风压高度变化系数

$\mu_z = 1$ 基本风压 $W_0 = 0.4 \text{ kN/m}^2$

根据《荷载规范》风荷载体型系数 $\mu_s = \mu_{st} (1 - \eta^n) / (1 - \eta)$
 $= 1.2 \psi (1 + \eta + \eta^2 + \eta^3 + \dots + \eta^{n-1})$



风荷载分别作用于每排立杆上，立杆计算按每一个纵距、横距为计算单元，考虑前后排立杆的影响，取排数 $n=2\sim 3$ ， η 近似取1， $\mu_s=2.4\psi$ 或 3.6ψ ψ 为挡风系数，查附录A表A.0.5 $\psi=0.109$

作用于脚手架上的水平风荷载标准值：

$$w_k = \mu_z \cdot \mu_s \cdot w_0 = 3.6 \times 0.109 \times 1 \times 0.4 = 0.157 \text{ kN/m}^2$$

由风荷载产生的立杆段弯矩设计值 M_w ：

$$\begin{aligned} M_w &= 0.7 \times 1.4 M_{wk} \\ &= 0.7 \times 1.4 \times 0.157 \times 1.0 \times 1.8^2 \div 10 = 0.05 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

（说明
《模板规范》4.3.1条规定，由永久荷载效应控制的组合，可不荷载组合值系数取0.7）



3、立杆的轴向压力设计值：

顶部： $N = 1.35 \sum N_{Gk} + 0.7 \times 1.4 \sum N_{Qk} = 1.35 \times 5.94 + 0.7 \times 1.4 \times 3.5 = 11.45 \text{ kN}$ (顶部)

底部： $N = 1.35 \sum N_{Gk} + 0.7 \times 1.4 \sum N_{Qk} = 1.35 \times 6.72 + 0.7 \times 1.4 \times 3.5 = 12.5 \text{ kN}$

4、立杆稳定性计算：

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M_w}{W} \leq f$$

顶部立杆段：

当 $k=1$ 时 立杆长细比 $\lambda = l_0 / i = \mu_1 k (h+2a) / i = 1.165 \times (180+100) \div 1.59 = 205 < 210$

当 $k=1.155$ 时 立杆长细比 $\lambda = l_0 / i = k \mu_1 (h+2a) = 1.155 \times 1.165 \times (180+100) \div 1.59 = 237$



查 附录A表A. 0. 6 轴心受压构件的稳定系数 $\phi=0.13$

钢管立杆受压应力计算值

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} + \frac{M_w}{W} = 11.45 \times 10^3 \div (0.13 \times 506) + 0.05 \times 10^6 \div (5.26 \times 10^3) = 184 \text{ N/mm}^2 < 205 \text{ N/mm}^2$$

底部立杆段:

$$\begin{aligned} \text{当 } k=1 \text{ 时 立杆长细比 } \lambda &= l_0 / i = k \mu_2 h / I \\ &= 1.750 \times 180 \div 1.59 = 198 < 210 \end{aligned}$$

当 $k=1.155$ 时 立杆长细比 $\lambda = l_0 / i = k \mu_1 h = 229$ 轴心受压构件的稳定系数 $\phi=0.139$

$$\begin{aligned} \text{钢管立杆受压应力计算值 } \sigma &= \frac{N}{\phi A} + \frac{M_w}{W} = 12.5 \times 10^3 \div (0.139 \times 506) + 0.05 \times 10^6 \div (5.26 \times 10^3) \\ &= 187 \text{ N/mm}^2 < 205 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$



5.4.7 当满堂支撑架小于4跨时，宜设置连墙件将架体与建筑结构刚性连接。当架体未设置连墙件与建筑结构刚性连接，立杆计算长度系数 μ 按本规范附录C表C-2～表C-5采用时，应符合如下规定：

1 支撑架高度不应超过一个建筑楼层高度，且不应超过5.2m；

2 架体上永久荷载与可变荷载（不含风荷载）总和标准值不应大于 7.5kN/m^2 ；

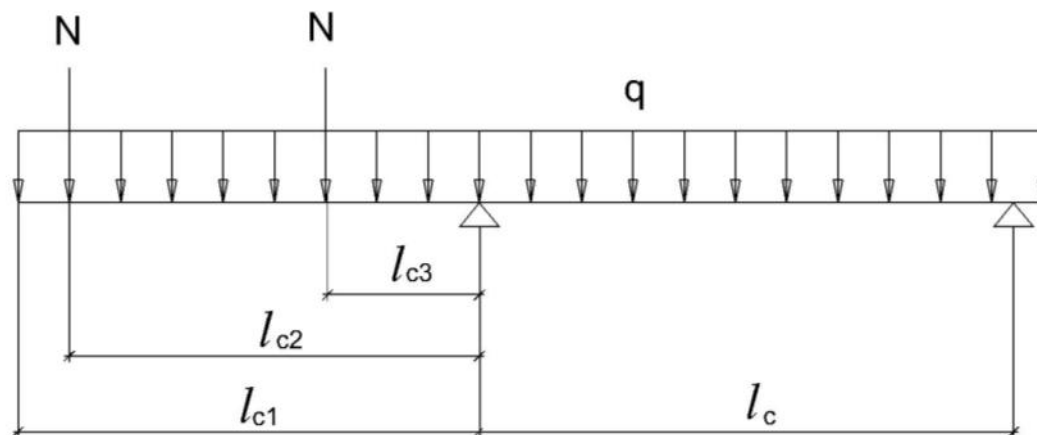
3 架体上永久荷载与可变荷载（不含风荷载）总和的均布线荷载标准值不应大于 7kN/m 。



5.6 型钢悬挑脚手架计算

5.6.1 当采用型钢悬挑梁做为脚手架的支承结构时，应进行下列设计计算：

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



悬挑脚手架型钢悬挑梁计算示意图



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

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

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



5 如何理解扣件钢管架的构造要求

4.1 外脚手架的搭设构造

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

6.2.3 主节点处必须设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。



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

表6.4.2 连墙件布置最大间距

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



4.2 满堂脚手架的搭设构造

6.8.1 常用满堂脚手架结构的设计尺寸，可按表6.8.1采用

序号	步距 (m)	立杆间距 (m)	支架高 宽比不 大于	下列施工荷载时最大允许高度 (m)	
				2(kN/m ²)	3(kN/m ²)
1	1.7 ~ 1.8	1.2×1.2	2	17	9
2		1.0×1.0	2	30	24
3		0.9×0.9	2	36	36
4	1.5	1.3×1.3	2	18	9
5		1.2×1.2	2	23	16
6		1.0×1.0	2	36	31
7		0.9×0.9	2	36	36
8	1.2	1.3×1.3	2	20	13
9		1.2×1.2	2	24	19
10		1.0×1.0	2	36	32
11		0.9×0.9	2	36	36



6.8.2 满堂脚手架搭设高度不宜超过36m；满堂脚手架施工层不得超过1层。

6.8.4 满堂脚手架应在架体外侧四周及内部纵、横向每6m至8m由底至顶设置连续竖向剪刀撑。当架体搭设高度在8m以下时，应在架顶部设置连续水平剪刀撑；当架体搭设高度在8m及以上时，应在架体底部、顶部及竖向间隔不超过8m分别设置连续水平剪刀撑。水平剪刀撑宜在竖向剪刀撑斜杆相交平面设置。剪刀撑宽度应为6m～8m。

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



4.3 满堂支撑架的搭设构造

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

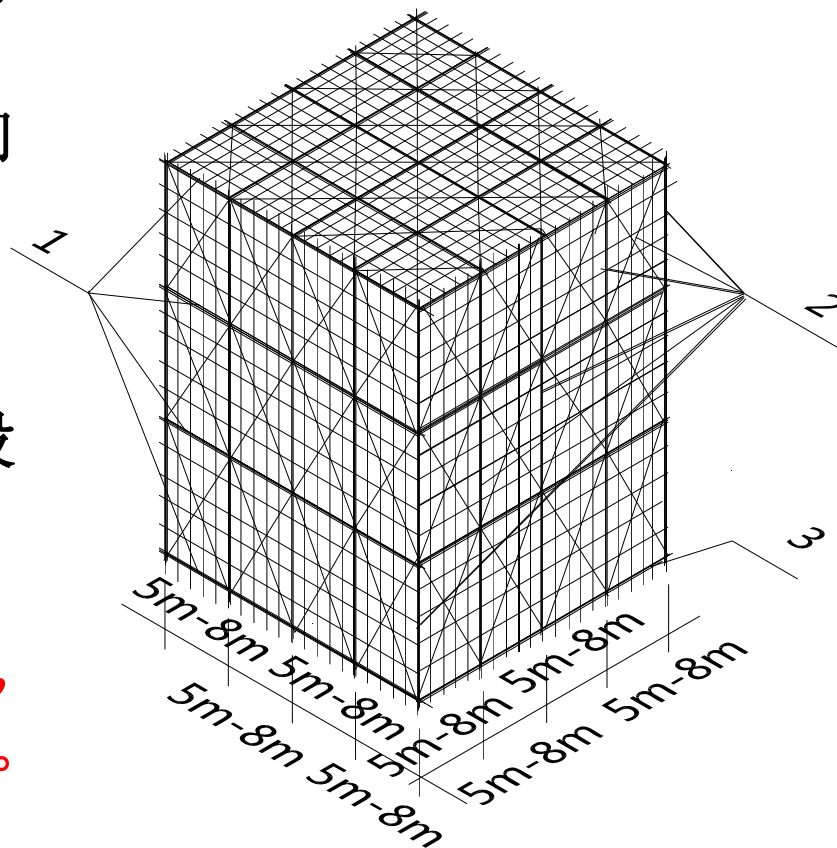


6.9.3 满堂支撑架应根据架体的类型设置剪刀撑，并应符合下列规定：

1 普通型：

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

2) 在竖向剪刀撑顶部交点平面应设置连续水平剪刀撑。当支撑高度超过8m，或施工总荷载大于 15kN/m^2 ，或集中线荷载大于 20kN/m 的支撑架，扫地杆的设置层应设置水平剪刀撑。水平剪刀撑至架体底平面距离与水平剪刀撑间距不宜超过8m（图6.9.3-1）。





2 加强型:

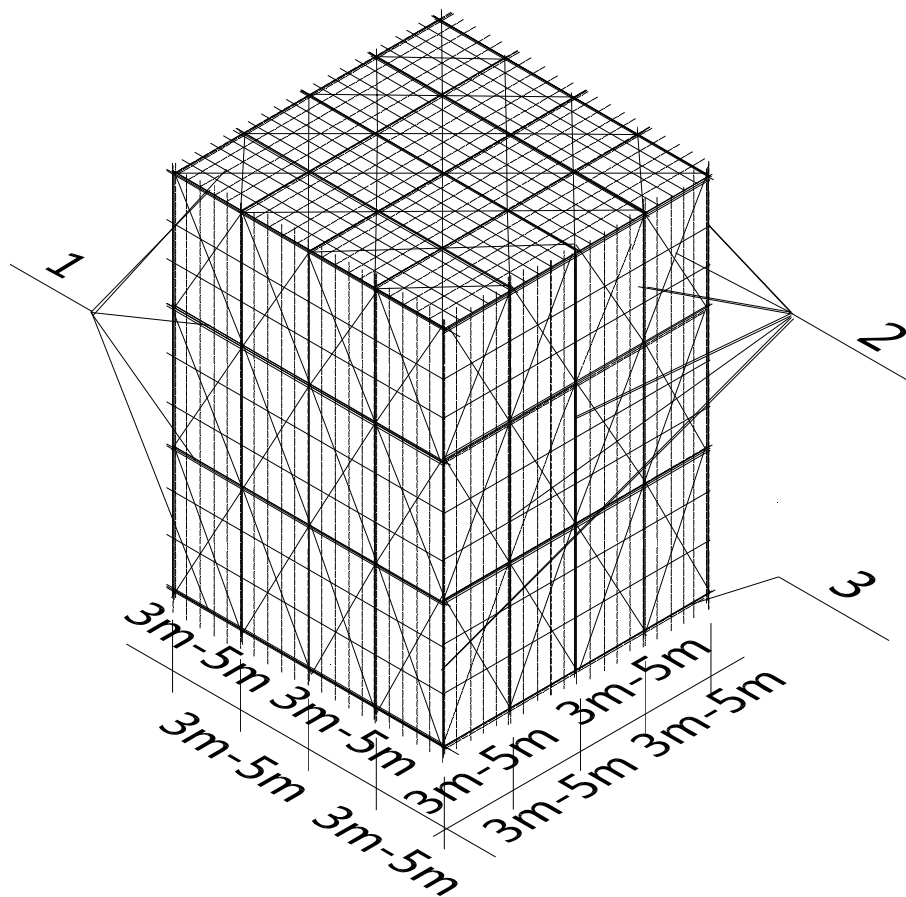
1) 当立杆纵、横间距为 $0.9\text{ m} \times 0.9\text{ m} \sim 1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m}$ 时, 在架体外侧周边及内部纵、横向每4跨 (且不大于5m), 应由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为4跨。

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



3) 当立杆纵、横间距为 $0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m} \sim 0.6\text{ m} \times 0.6\text{ m}$ (含 $0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m}$) 时 , 在架体外侧周边及内部纵、横向每 $3\text{ m} \sim 3.2\text{ m}$ 应由底至顶设置连续竖向剪刀撑, 剪刀撑宽度应为 $3\text{ m} \sim 3.2\text{ m}$ 。

4) 在竖向剪刀撑顶部交点平面应设置水平剪刀撑, 扫地杆的设置层水平剪刀撑的设置应符合6.9.3条第一款第二项的规定, 水平剪刀撑至架体底平面距离与水平剪刀撑间距不宜超过 6 m , 剪刀撑宽度应为 $3\text{ m} \sim 5\text{ m}$ (图6.9.3-2) 。



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



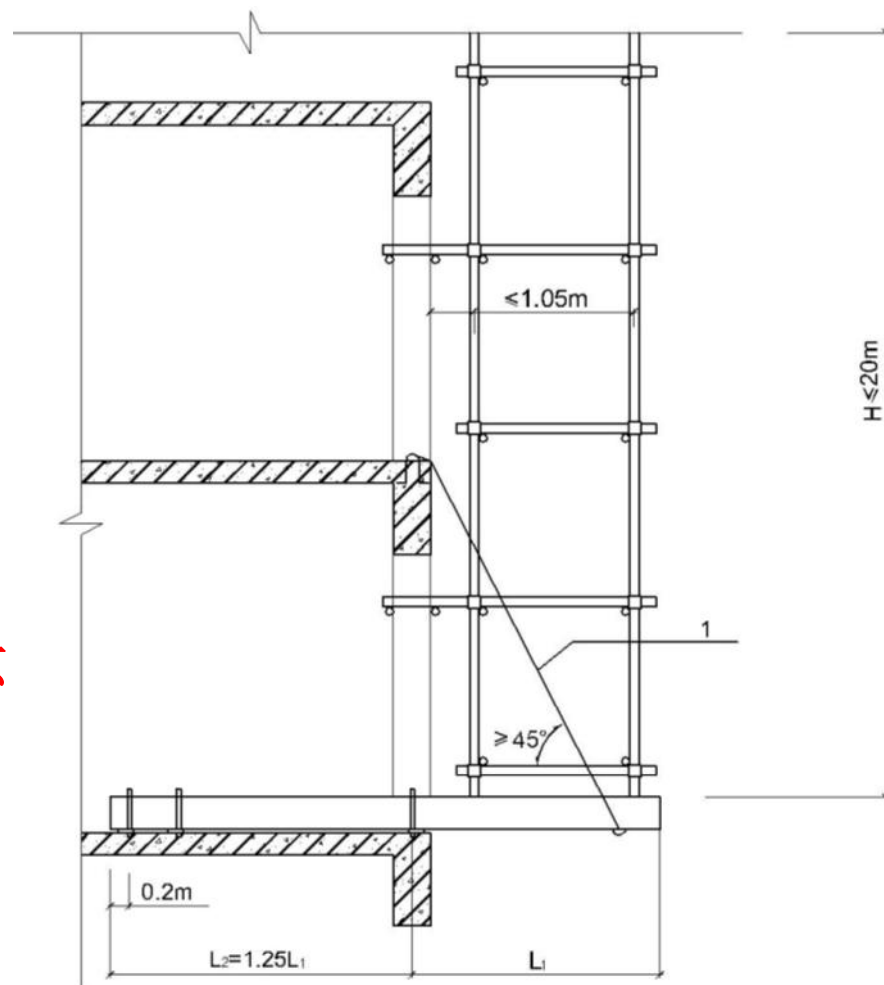
6.9.7 当满堂支撑架高宽比不满足本规范附录C表 C-2~表 C-5 规定（高宽比大于2或2.5）时，满堂支撑架应在支架的四周和中部与结构柱进行刚性连接，连墙件水平间距应为6m~9m, 竖向间距应为2m~3m。在无结构柱部位应采取预埋钢管等措施与建筑结构进行刚性连接，在有空间部位，满堂支撑架宜超出顶部加载区投影范围向外延伸布置2~3跨。支撑架高宽比不应大于3。



4.4 型钢悬挑脚手架的搭设构造

6.10.1 一次悬挑脚手架高度不宜超过20m。

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



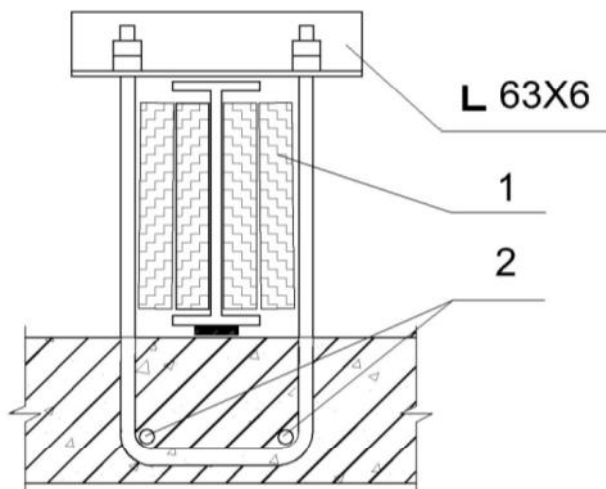


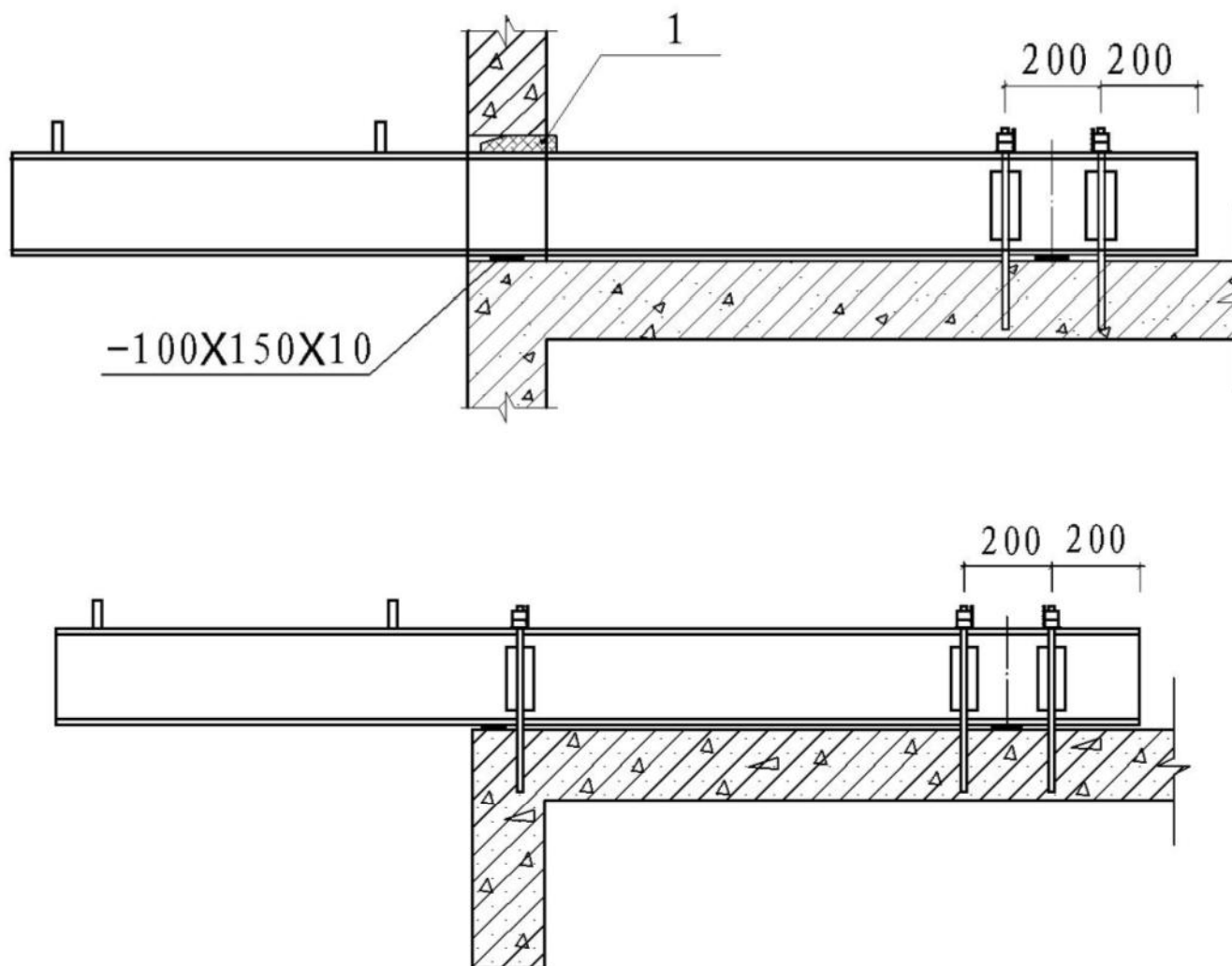
6.10.4 每个型钢悬挑梁外端宜设置钢丝绳或钢拉杆与上一层建筑结构斜拉结。钢丝绳、钢拉杆不参与悬挑钢梁受力计算；钢丝绳与建筑结构拉结的吊环应使用HPB235级钢筋，其直径不宜小于20mm，吊环预埋锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010中钢筋锚固的规定（图6.10.2）。



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

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







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

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

6.10.8 锚固位置设置在楼板上时，楼板的厚度不宜小于 120mm 。如果楼板的厚度小于 120mm 应采取加固措施。

6.10.12 锚固型钢的主体结构混凝土强度等级不得低于C20。



6 如何执行施工要求

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

9.0.7 满堂支撑架顶部的实际荷载不得超过设计规定。

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

外脚手架沿革

- 80年代后期高层建筑施工的外脚手架主要是“一落到底”的扣件钢管脚手架
- 图为由上海四建施工的位于番禺路的上海银星宾馆的外脚手架，1990年施工



■位于金川河边的南京电力自动化所30层高层住宅施工的普通落地外脚手架，70m以上增设悬挑措施，70m以下吊拉措施。1990年南京一建施工





■上海银
星宾馆迎
街面的局
部悬挑



- 用型钢三角架作悬挑支撑架，分段卸载，分段吊拉。



- 用型钢三角架作悬挑支撑架，分段卸载，分段吊拉。



南京估衣廊30高层住宅应用情况



国

际

经

纬

监

理





建筑工程重大危险源公示牌

工程名称	江湾城竹苑		施工单位	龙信建设集团有限公司 南京分公司		项目经理	江建明		
结构层数 (面积)	16万平方		监理单位	南京中南工程咨询 有限责任公司		项目总监	范成贵		
序号	重大危险源名称	部位	可能发生的事故类型	防控措施	监控责任人			起止时间	公示时间
					施工负责人	班组负责人	安全负责人		
1	脚手架搭设、拆除								

















7 钢管架事故一些思考



外脚手架事故及处理

- 外脚手架的倒塌是典型的安全事故高发之一
- ◆ 图为成都闹市区高层建筑施工升降外脚手架的外翻事故。
 -



■ 1996年12月底南京星汉大厦电动升降脚手架整体坠落，重伤1人，轻伤1人。



■坠落在裙楼顶部。



南京扬子石化公司高层住宅楼施工电动升降脚手架整体坠落，死1人。下降至13层时坠落。

南京一工地脚手架坠落 砸死一人 重伤一人

本报讯 9月2日下午，扬子石化公司一高层住宅楼工地发生一起脚手架坠落事故，1人当场被砸死，1人受重伤。当天下午2:30，固定在14层的约半面墙的脚手架突然坠落，正在地面干活的一

男性民工被当场砸死。另一名营姓民工被砸成重伤，急送南化职工医院救治。据该院医生介绍，该民工脑部等多处受伤，现仍在观察之中。死伤民工为蒋华施工队和监科院施工队人员。事故原因正在调查之中。（少怀 耿文）

97年扬子晚报



■ 坠落长度达60m，图为坠落部分的建筑外立面。



■残存の脚手架。



■吊拉挑梁的拉杆固定于混凝土墙体，穿墙螺栓内侧未设垫片。





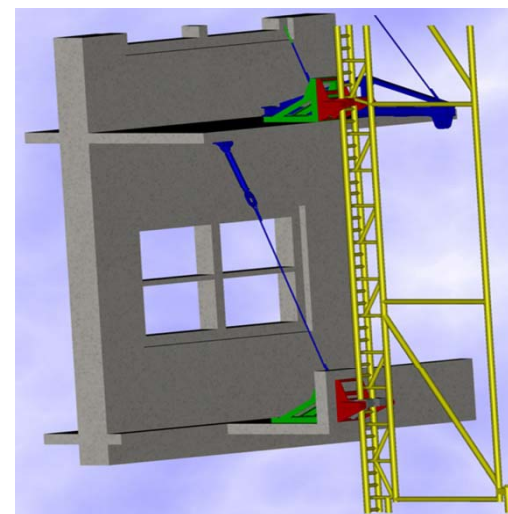
2006年3月吴江盛泽电动升降脚手架倾覆事故





2011年9月10日上午8时30分许，在西安凯玄大厦建设工地，正在该楼东侧外墙作业的附着式脚手架突然从20层高处坠落地面，导致正在脚手架上作业的12名职工从高处坠落地面，造成10人死亡、2人受伤。

根据初步了解和分析，作业人员违规、违章作业是造成该起事故发生的主要原因。一是严重违规：按照规定，附着式脚手架在准备下降时，应先悬挂电葫芦，然后撤离架体上的人员，最后拆除定位承力构件，方可进行下降。但在这次事故中，作业人员在没有先悬挂电葫芦、撤离架体上人员的情况下，就直接进行脚手架下降作业，导致坠落，是造成这次事故的主要原因；二是严重违章：按照附着式脚手架操作相关规定，脚手架在进行升降时一律不准站人。而在这次事故中，脚手架在下降时站有12人。



脚手架的下降防坠落器未起作用



3.4 对电动整体升降脚手架安全的认识



- 电动整体升降脚手架基本要求：通过建设部的鉴定、有可靠的防坠落、防外倾、升降同步能控制、超载报警并断电



■防坠落器



■ 秤重传感器



■各提升点的集中控制台



■防外倾装置

■升降脚手架的防坠落是最重要的。图为南京一建的电动整体升降架的坠落试验1:1模型。



- 在吊笼处设置脱钩装置，模拟突发坠落



■南京一建的
防坠落装置
采用广西一
建设计的振
动触发式防
坠落器





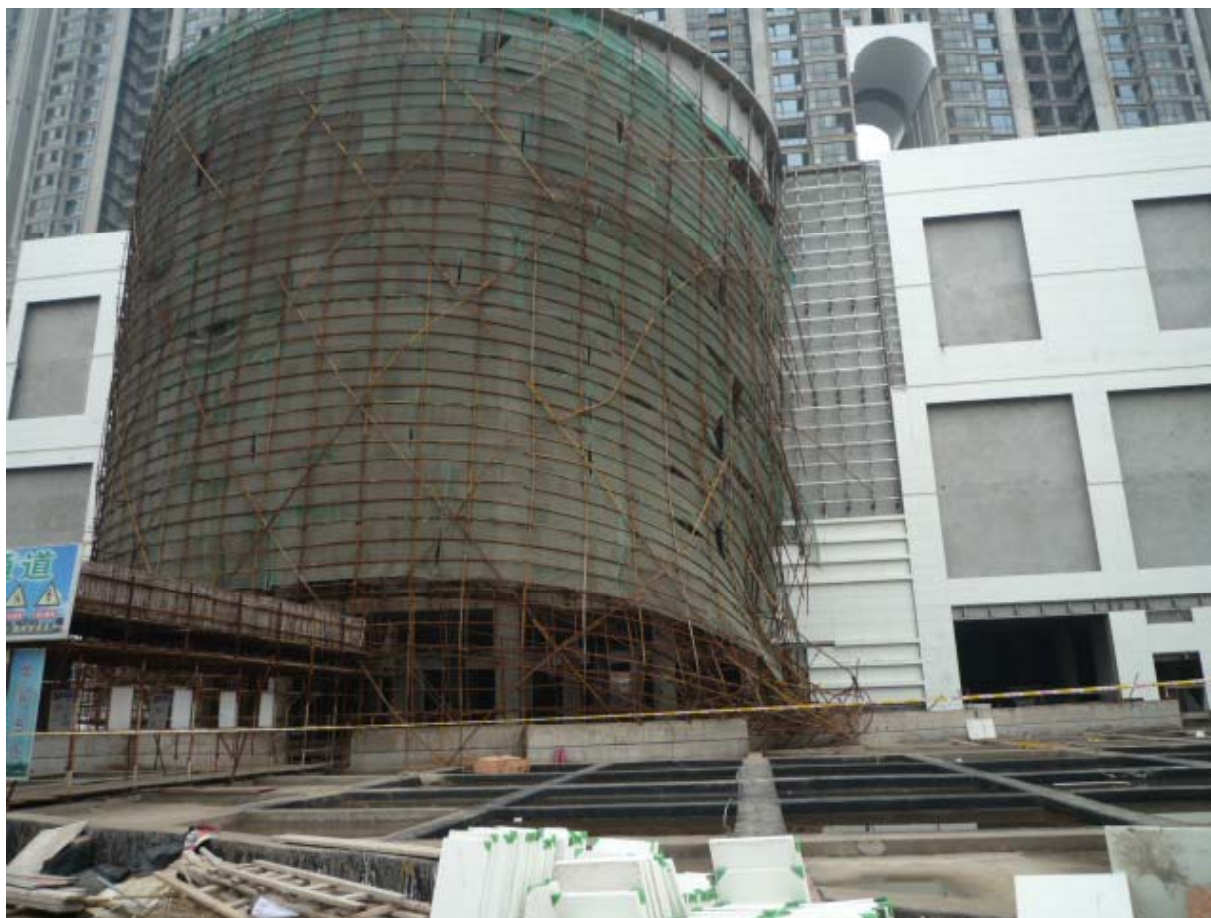
2010年8月30日无锡落地双排扣件式钢管脚手架坍塌，造成3人死亡，5人受伤。架体总高度24.5m（西立面南侧局部29.5m），立杆横距1.05m，纵距1.5~1.8m，步高1.8m，该脚手架为装饰作业架。



石材集中堆放在多层脚手架作业层上是事故多发原因。



脚手架的与墙面拉结是十分重要的安全检查点。



21世纪现代城商业楼外墙装饰工程于2012年2月28日下午16:20分出现的工人在脚手架运送装饰石材时出现脚手架局部坍塌事故（造成2人重伤，3人轻伤）





该事故的主要原因为由扣件钢管脚手架搭设不规范、幕墙装饰作业解除外脚手架拉结以及脚手架作业面石材堆载过多等综合在一起构成。



石材幕墙平直段(9m左右)双排外脚手架呈开口状态,该开口脚手架未按《建筑施工扣件钢管脚手架安全技术规范》对开口端的构造规定,未设横向立杆的斜杆,开口边端部与墙面拉结未设,直段端仅有1—2个拉结点,在作业层堆放过多石材块的超载下,脚手架向外倾斜,拉结失效,造成局部坍塌,这是本次事故的第二个原因。



开口边端部与墙面拉结未设，直段端仅有1—2个拉结点





现场查看的圆弧段以及直线段搭设的底部加宽外脚手架不规范，底部有4排立杆，其中外周2排立杆钢管落地，内侧立杆不落地，其中有一排立杆搭接在跨度较大的水平杆上





日本爱知工业大学教学楼外墙改造装饰施工采用门式脚手架作为施工外脚手架。



- 对脚手架的每跨荷载有明确的规定，并公示



采用门式脚手架的日本的外脚手架也注意了设置挑棚，满挂密目安全网。



北京“西西工程”事故调查专家用扭力扳手检查扣件拧紧力矩。



■ 钢管扣件的拧紧力矩 $40\sim 65\text{N}\cdot\text{m}$ 。



8 相关标准规范和规定文件介绍

8.1 建筑工程与模板与脚手架工程安全相关的规范

- (1) 国家标准《混凝土结构工程施工规范》，中国建筑科学院主编，已完报批，在出版编排中。
- (2) 行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162—2008，沈阳建筑大学主编，正在重新修订中。
- (3) 行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130—，中国建筑科学院、南通二建集团公司主编，为原行业标准的修订，已完成报批中，6月印刷出版。
- (4) 行业标准《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ128—，哈尔滨工业大学、浙江宝业建设集团公司主编，为原行业标准修订，已出版。



-
- (5) 行业标准《建筑施工承插式盘扣钢管支架安全技术规程》JGJ——，南通新华建筑集团有限公司、无锡市锡山三建实业有限公司，为新编行业标准，已出版。
 - (6) 行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166—2008, 河北建设集团公司、中天建设集团公司主编。
 - (7) 行业标准《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》JGJ202-2010。
-



承插式盘扣架——安全性好的支架

1) 一种源于国外应用量大的先进的施工支撑用承力架



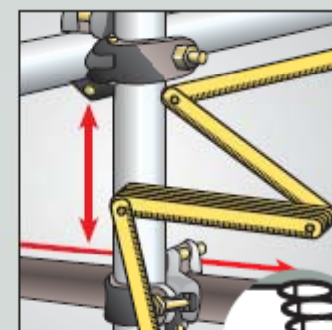
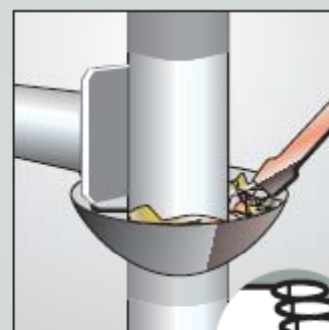
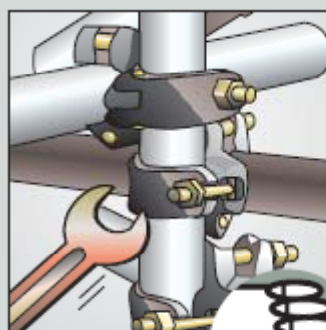
德国的雷亚架 (Layher)

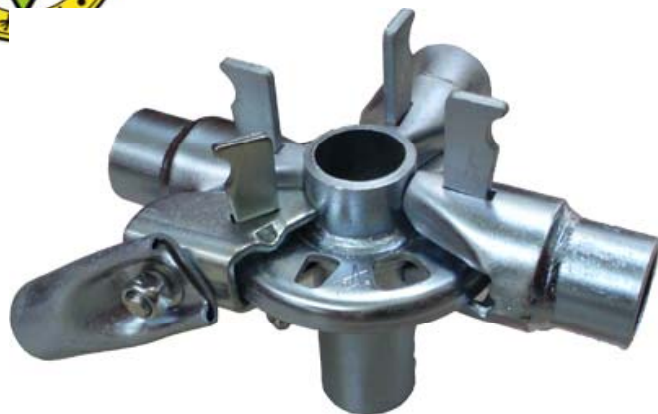
Faster (节省时间59%) stronger、safer
more profitable (节省50%维护费用)





Traditional scaffolding:





形形色色的8方向销接盘扣钢管支架节点
规程的编制代表的钢管架的新发展，有利与施工安全

东南大学土木工程施工研究所



无锡承插式盘扣架简介

弧面紧贴形
成抗扭能力



经试验检测节点具有与扣件钢管架等同的抗扭转能力



盘扣架与扣件钢管架的抗扭能力对比



精益制造、全自动焊接、焊缝质量可靠
代表先进的模板支架发展方向



适用——支模承力架



京沪高速铁路土建工程现浇梁支撑



无锡市地铁 2 号线



适用——钢结构安装及装饰脚手架



中国电子集团第十四研究所
可移动式大悬挑工作架



浙江大学体育馆桅杆斜拉索
网拉索安装工作架



适用——舞台舞美临时架



南通体育会展中心66m高演出架，共2组

东南大学土木工程施工研究所



与现有钢管支撑架比较——节点



扣件式钢管支架节点



碗扣式钢管支架节点



盘扣式钢管支架节点



与现有钢管支撑架比较——支撑密度



扣件式钢管支架密度高



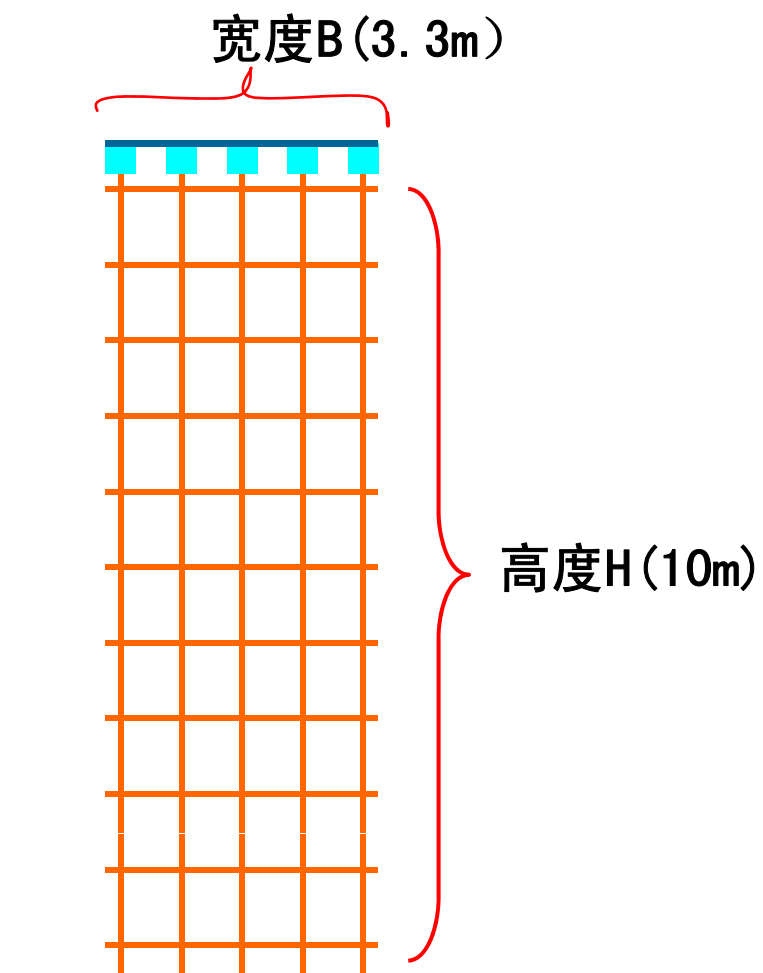
碗扣式钢管支架密度高



盘扣式钢管支架密度低



特点：能可靠地设置竖向和水平向斜杆，
搭设效率为 $80\sim 100\text{m}^3/\text{人}$ ，支架整体性好





高架桥支架整体失稳



承插型盘扣式钢管支架试验检测报告

江苏省标准《承插型盘扣多功能速接架技术规程》编制期间，无锡速接系统模板有限公司委托东南大学土木工程学院施工研究所，对速接支架的节点构件及整架的力学性能等进行试验研究，试验项目共34项；在专家组审查后，**根据审查意见又进行了2个试验项目**，从而整个试验项目达36项，从理论和实验角度进一步完善本规程提供了大量实验数据，也进一步指导了速接支架的实际工程应用。

八盘或圆盘单侧弯剪破坏试验



➤ 试验结论:

- 八角盘在单侧弯剪作用下，八角盘总体弯曲变形，插销孔断裂破坏，A型架单侧承受集中力为51 kN，B型架单侧承受集中力为45kN。

八角或圆盘盘双侧弯剪破坏试验



➤ 试验结论:

- 八角盘在双侧弯剪作用下，八角盘双侧弯曲破坏，A型架每侧承受集中力为55 kN，B型架每侧承受集中力为52.5kN。

插销抗拔承载力试验



➤ 试验结论:

- 在正常击紧状态下，水平杆插销抗拔力约为300～500kg左右。

插销抗拔承载力试验



可调托座插入主管30mm、75mm承载力试验



► 试验结论:

- 控制压力试验机油阀缓慢加载直至荷载不能增加为止，表示试验构件已经破坏。偏心集中力作用下，可调托丝牙未见明显滑移，丝杆弯曲失稳破坏。

水平杆件支模挠度试验



- **试验结论:**

- 利用水平杆直接支撑模板时应当验算水平杆件的挠度不应大于10mm或跨度的1/150。由于节点的半刚性，实际工程中进行验算时，可按照单跨简支梁进行计算，并乘以相应的修正系数。

竖向极限稳定承载能力试验



←破坏前

弯曲失稳破坏→

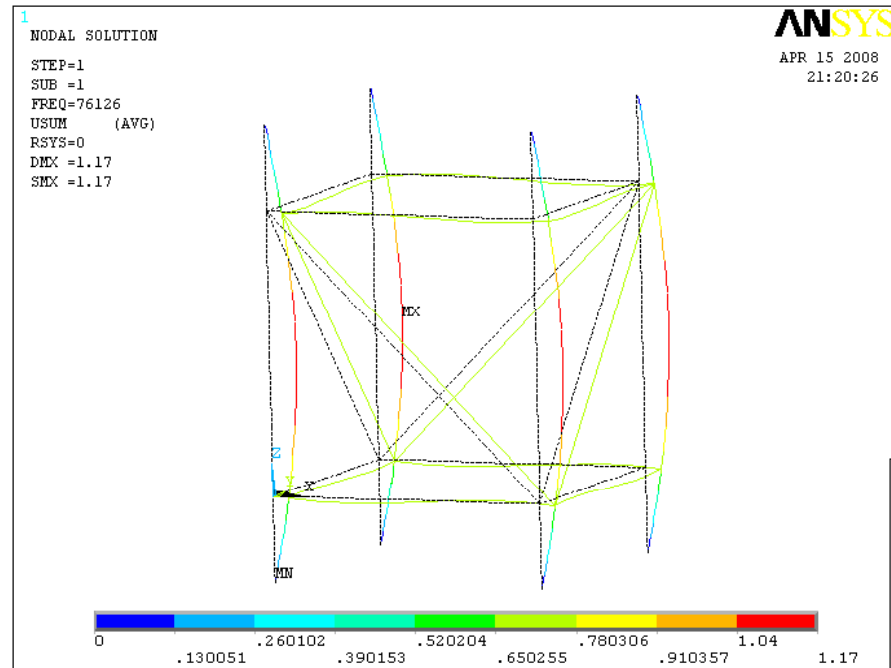


←破坏前

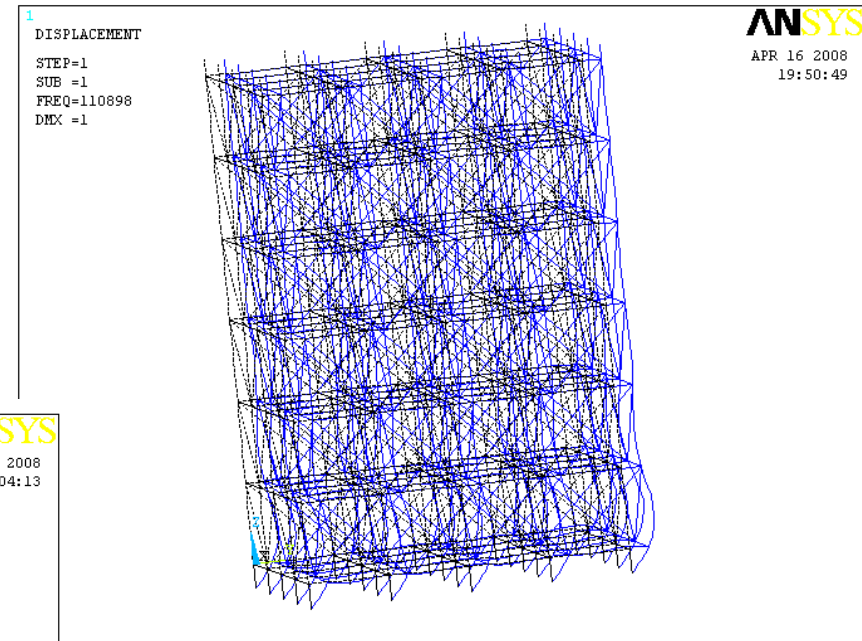
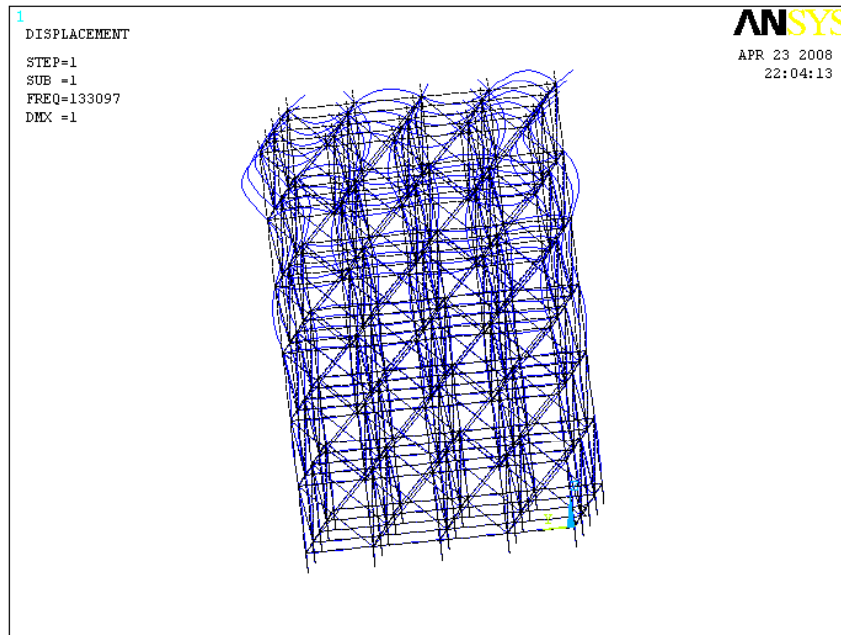
扭转失稳破坏→



有限元建模计算（考虑节点的半刚性）



有限元建模计算（考虑节点的半刚性）



A型架竖向极限承载力试验

项目 编号	构造条件			破坏形式及 极限承载力
	步高	斜撑 设置	悬臂长度	
AS1	1500	有	450(顶) 450(底)	弯曲失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为546kN
AS2	1500	无	450(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为346kN
AS3	1000	无	450(顶) 600(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为296kN
AS4	1000	无	450(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为446kN
AS5	500	无	450(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为546kN

B型架竖向极限承载力试验

项目 编号	构造条件			破坏形式及 极限承载力
	步高	斜撑 设置	悬臂长度	
BS1	1500	有	450(顶) 450(底)	弯曲失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为396kN
BS2	1500	无	450(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为196kN
BS3	1500	有	600(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为376kN
BS4	1000	无	450(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为332kN
BS5	500	无	450(顶) 450(底)	扭转失稳破坏，四根立杆组成的塔架极限承载力为406kN

横向极限稳定承载力试验



↑ 破坏前



↑ 弯曲失稳破坏

节点抗扭转刚度反分析试验

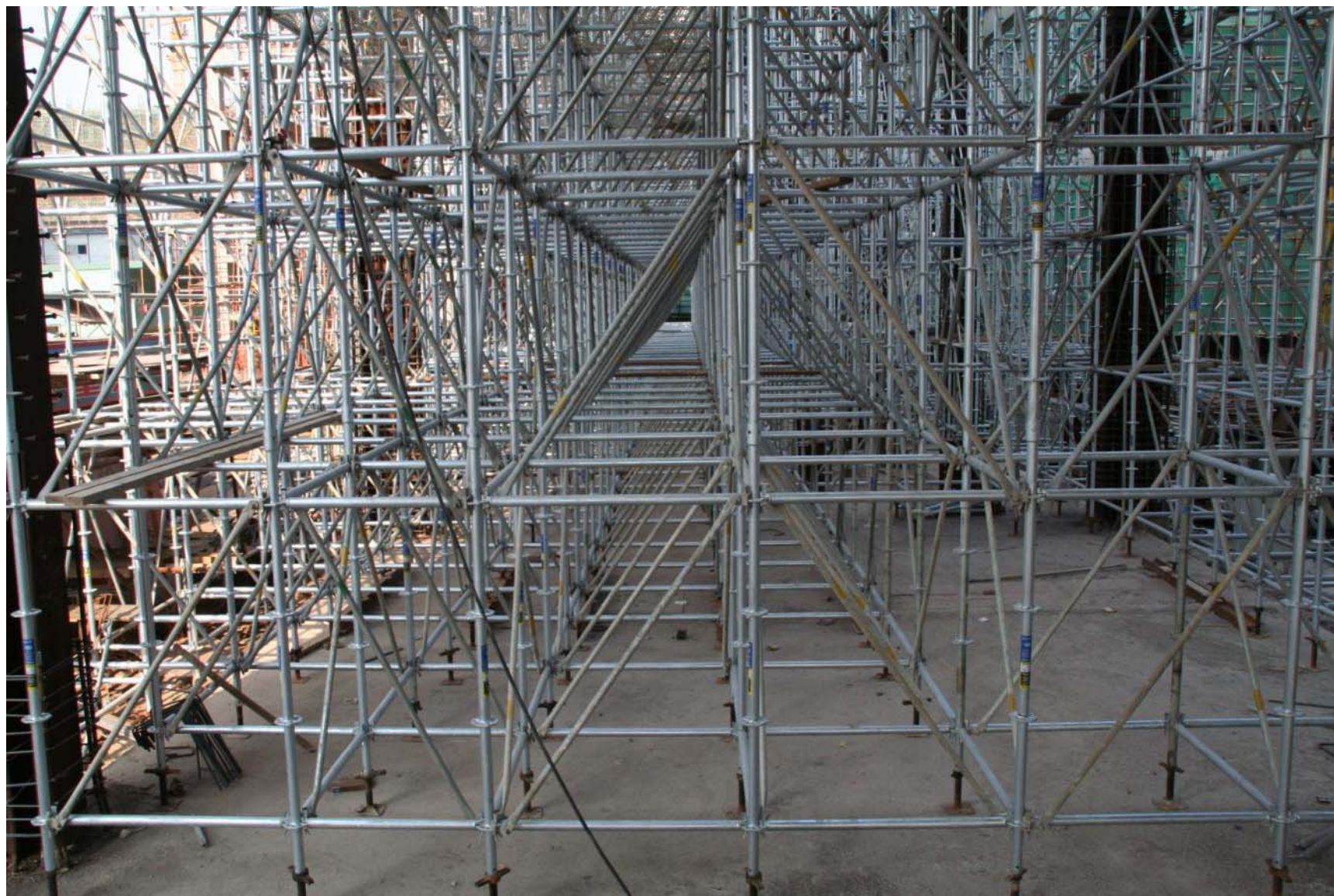


• 试验结论:

- 结合有限元计算结果表明，当水平杆端插销敲紧时，其节点抗扭转刚度为 $8.6 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}/\text{rad}$ ，相当于扣件钢管架40Nm的抗扭能力。



江苏交通银行18m高支模采用盘扣式钢管支架









2011年5月26日中午13时15分左右，广东韶关境内的韶赣高速公路马坝互通立交桥突然发生坍塌事故，截止当晚20时，事故已造成1人死亡1人受伤送院救治，另有4名工人被困尚未救出。







谢谢！