



项目4 脚手架工程



根据规范规定，为确保施工人员安全，做到技术先进、经济合理、安全适用，在扣件式钢管脚手架施工前，应根据规范规定对脚手架结构构件与立杆地基承载力进行设计计算，并应编制专项施工方案。

江西某学院图文信息中心为5层框架结构，建筑面积17620 m²，由主楼和学术报告厅组成，在进行结构施工和内装饰施工中，外脚手架采用扣件式钢管脚手架，主楼西侧靠近山体，采用型钢悬挑扣件式钢管外脚手架施工，学术报告厅采用满堂扣件式脚手架施工。本教材分别在4.1、4.2和4.3中进行介绍。



目 录

4.1单、双排扣件式钢管外脚手架设计与验算

4.2 满堂扣件式钢管脚手架和支撑架的设计与计算

4.3 悬挑式脚手架的设计与验算

4.4 其他脚手架



目录

4.5 质量标准与安全技术

4. /

单、双排扣件式钢管外脚手架设计与验算

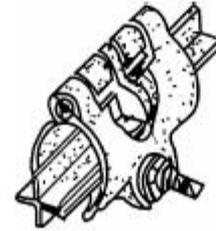


4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求

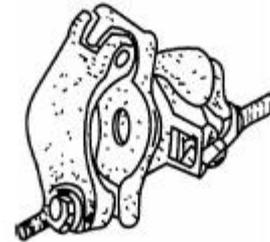


1.组成

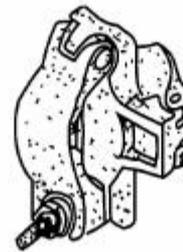
钢管扣件式多立杆脚手架 (steel tubular scaffold with couplers) 由钢管(steel tube,宜采用 48.3×3.6焊接钢管或无缝钢管 , 每根钢管的最大质量不应大于 25.8 kg) 和扣件 (coupler,图 4.1) 组成。分为单排式和双排式 两种形式 (图4.2) 。



(a) 对接扣件



(b) 旋转扣件



(c) 直角扣件

图 4.1 扣件形式

4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求

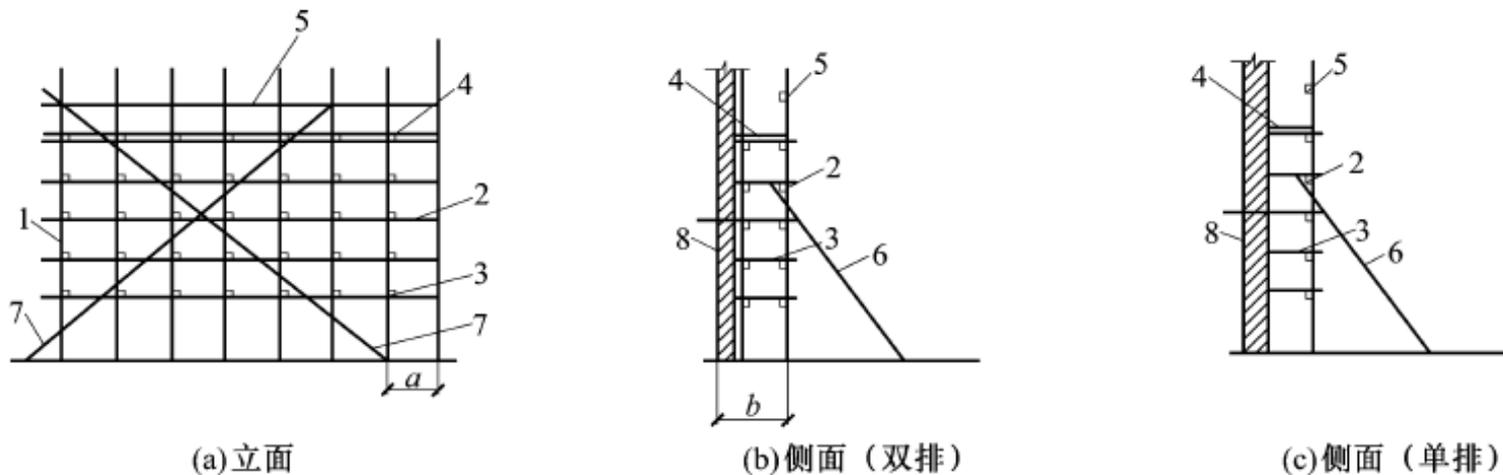


图 4.2 多立杆式脚手架

1—立杆;2—大横杆;3—小横杆;4—脚手板;5—栏杆;6—抛撑;7—斜撑(剪刀撑);8—墙体

4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求



4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求



双排式脚手架沿墙外侧设两排立杆，多、高层房屋均可采用。立杆底端立于底座（base plate,图4.3）或垫板上（backing plate）。脚手板可采用钢、木、竹材料，直接承受施工荷载。为保证脚手架的整体稳定性，必须设置支撑系统。

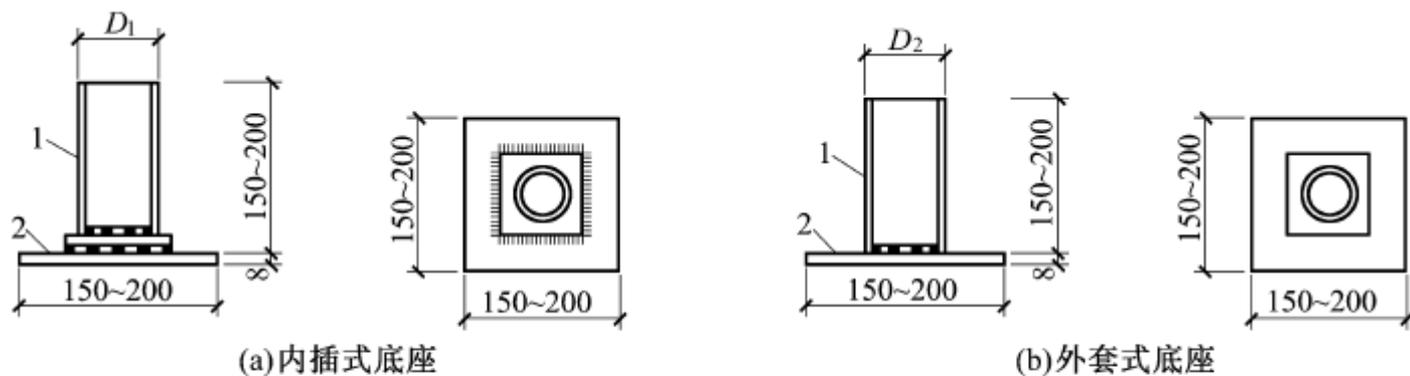


图 4.3 扣件式钢管脚手架底座

1—承插钢管；2—钢板底座

4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求



双排脚手架的支撑体系由剪刀撑(diagonal bracing)和横向斜撑(diagonal brace)组成。单排脚手架的支撑体系由剪刀撑组成。为防止整片脚手架外倾和抵抗风力，对高度不大的脚手架可设置抛撑(cross bracing)；高度较大时须均匀设置连墙件(tie member)，将脚手架与建筑主体结构相连。

4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求



2.构造及施工流程

多立杆式外脚手架的一般构造要求见表4.1。

表 4.1 多立杆式外脚手架的一般构造要求

(单位:m)

项目名称	结构脚手架		装修脚手架	
	单排	双排	单排	双排
脚手架里立杆离墙的距离	—	0.35~0.50	—	0.35~0.50
小横杆里端离墙的距离或插入墙体的长度	≤0.18	0.10~0.15	≤0.18	0.15~0.20
小横杆外端伸出大横杆的长度	>0.15			
双排脚手架内外立杆距离	1.20~1.40	1.05~1.55	1.20~1.40	1.05~1.55
单排脚手架立杆与墙面距离				

4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求



续表

项目名称		结构脚手架		装修脚手架	
		单排	双排	单排	双排
立杆纵距	单立杆	1.20~2.00(根据荷载及连墙件构造按规范选用)			
	双立杆	1.20~2.00(根据荷载及连墙件构造按规范选用)			
大横杆间距(步距)		1.50~1.80		≥1.80	
第一步架步高		一般为1.60~1.80,且≥2.00			
小横杆间距		≥1.00		≥1.50	
作业层纵向水平杆		固定于横向水平杆上,等距设置,间距≥0.40			
15~18 m 高度段内铺板层和作业层的限制		铺板层不多于6层,作业层不超过2层			
不铺板时,小横杆的部分拆除		每步保留、相间拆除,上下两步错开,抽拆后的距离为:结构架子≥1.50,装修架子≥3.00			
剪刀撑		沿脚手架纵向和转角处起,每隔10 m左右设一组,斜杆与地面夹角为45°~60°,并沿全高布置			
抛撑		应采用通长杆件固定于脚手架上,与地面夹角45°~60°,应在连墙件搭设后方可拆除			
与结构拉结(连墙杆)		每层设置,垂直距离≥4.0,竖向间距≥3h,水平间距≥2L,每根连墙件覆盖面积≥40 m ² ,在高度段的分界面上必须设置			
水平斜拉杆		设置在与连墙杆相同的水平面上		视需要设置	
护身栏杆和挡脚板		设置在作业层,栏杆高1.00,挡脚板高0.40			
杆件对接或搭接位置		上下或左右错开,设置在不同的(步架和纵向)网格内			
双排脚手架横向斜撑		高度超过24 m的双排脚手架,在拐角处及中间每隔6跨设置一道由底至顶层呈之字形连续布置的横向斜撑			

4.1.1单、双排扣件式钢管外脚手架的基本构造及要求



(1) 单、双排脚手架的搭设流程

在牢固的地基弹线、立杆定位→摆放扫地杆→竖立杆并与扫地杆扣紧→装扫地小横杆并与立杆和扫地杆扣紧→装第一步大横杆并与各立杆扣紧→安第一步小横杆→安第二步大横杆→安第二步小横杆→加设临时斜撑杆，上端与第二步大横杆扣紧(安装连接件后拆除)→安第三、四步大横杆和小横杆→安装二层与柱拉杆→接立杆→加设剪刀撑→铺设脚手板，绑扎防护及挡脚板、立挂安全网。

(2) 单、双排脚手架的拆除流程

由上而下、后搭者先拆、先搭者后拆，同一部位拆除顺序是：栏杆→脚手板→剪刀撑→大横杆→小横杆→立杆。

4.2



满堂扣件式钢管脚手架和 支撑架的设计与计算



满堂扣件式钢管脚手架 (fastener steel tube full hall scaffold) 简称满堂脚手架，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。满堂架架体顶部作业层施工荷载通过水平杆传递给立杆，顶部立杆呈偏心状态。满堂脚手架主要用于单层厂房、展览大厅、体育馆等层高和开间较大的建筑顶部的施工。

满堂扣件式钢管支撑架 (fastener steel tube full hall formwork support) 简称满堂支撑架，在纵、横方向不少于三排立杆并与水平杆、水平剪刀撑、竖向剪刀撑、扣件等构成的承力结构。满堂支撑架架体顶部作的钢结构安装等 (同类工程) 施工荷载通过可调托架传递给立杆，顶部立杆呈轴心受压状态。

4.2.1 满堂脚手架的构造要求



满堂脚手架高度不宜超过36 m，施工层不得超过一层。与扣件式钢管脚手架的其他形式脚手架一样，每根立杆底部宜设置底座或垫板，必须设置纵、横向扫地杆。立杆头必须采用对接扣件连接。水平杆长度不宜小于3跨。

满堂脚手架应在架体外侧四周及内部纵、横向每6~8 m由底至顶设置连续竖向剪刀撑。当架体高度在8 m及以下时，应在架体底部设置连续水平剪刀撑；当架体搭设高度在8 m以上时，应在架体底部、顶部及竖向间隔不超过8 m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6~8 m。

4.2.1 满堂脚手架的构造要求



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及内部水平间隔6~9 m、竖向间隔4~6 m设置连墙件与结构拉结，当无法设置连墙件时，应采取设置钢丝绳张拉固定等措施。

当满堂脚手架局部承受集中荷载时，应按实际荷载计算并应局部加固。

4.2.2满堂支撑架的构造要求



满堂支撑架高度不宜超过30 m。满堂支撑架应根据架体类型设置剪刀撑。分为普通型和加强型。

1. 普通型

在架体外侧周边及内部纵、横向每5~8 m由底至顶设置连续剪刀撑，剪刀撑宽度为5~8 m。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8 m，或施工总荷载大于 15 kN/m^2 ，或集中荷载大于 20 kN/m^2 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大于8 m，如图4.10所示。

4.2.2满堂支撑架的构造要求

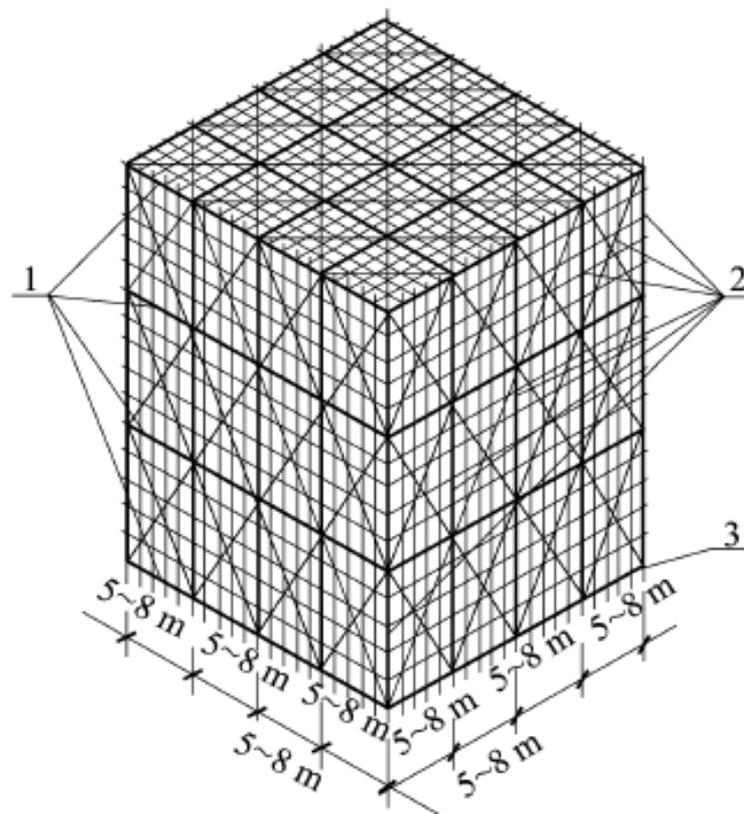
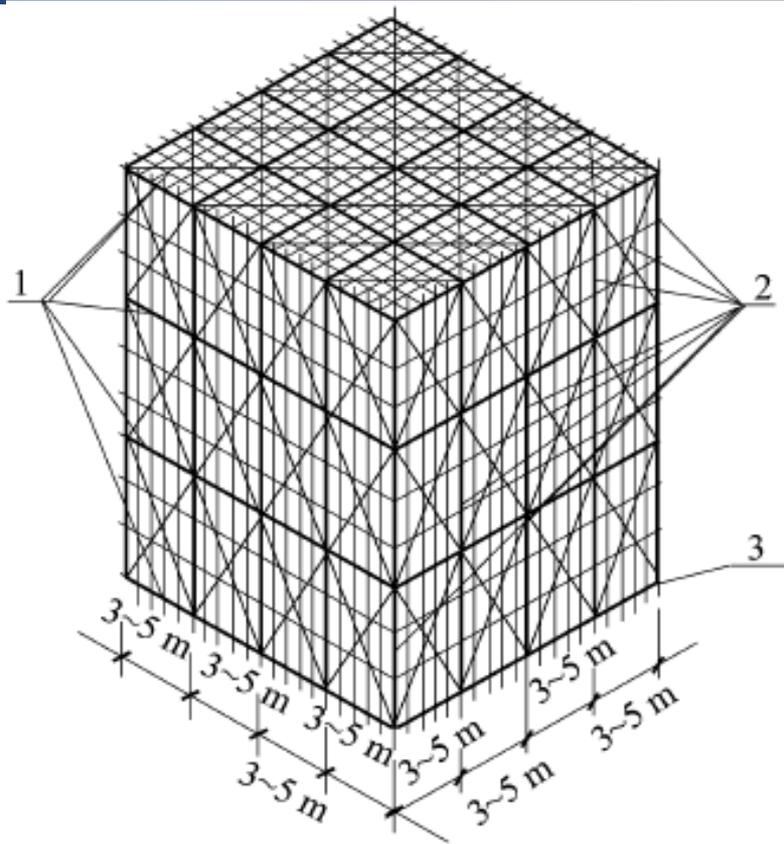


图 4.10 普通型水平、竖向剪刀撑布置
1—水平剪刀撑；2—竖向剪刀撑；3—扫地杆设置层

4.2.2满堂支撑架的构造要求



2.加强型

在竖向剪刀撑顶部交点平面应设置水平剪刀撑，扫地杆的设置层上水平剪刀撑设置要求与普通型相同。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3~5 m，如图4.11所示。

图 4.11 加强型水平、竖向剪刀撑布置

1—水平剪刀撑；2—竖向剪刀撑；3—扫地杆设置层



4. 3

悬挑式脚手架的设计与验算



悬挑式脚手架简称挑架，是将外脚手架搭设在建筑物外边缘向外伸出的悬挑结构上。悬挑脚手架可分为脚手架部分和悬挑结构两部分，脚手架部分一般采用扣件式钢管脚手架，悬挑部分一般采用附着钢三角式或悬臂钢梁式，如图4.12和图4.13所示。



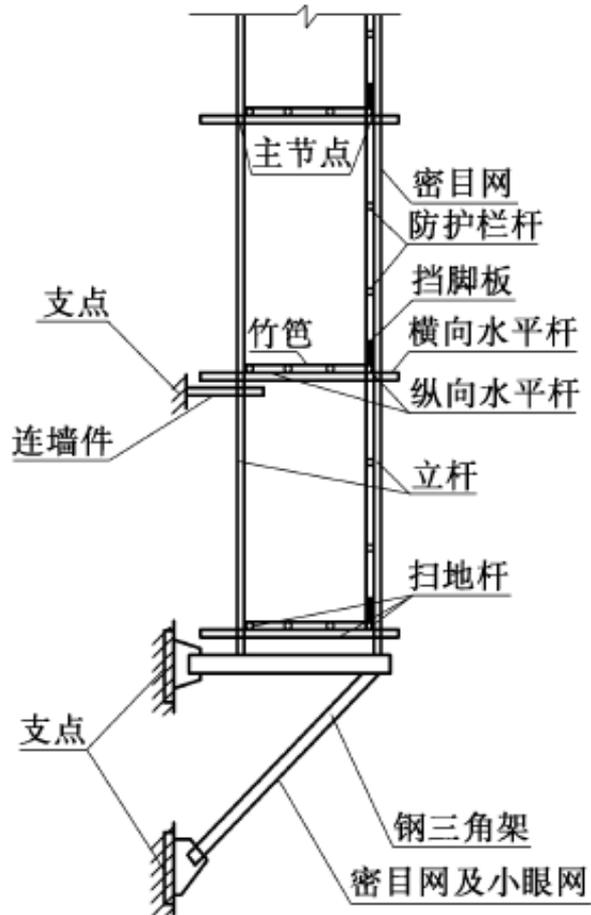


图 4.12 附着钢三角式悬挑脚手架

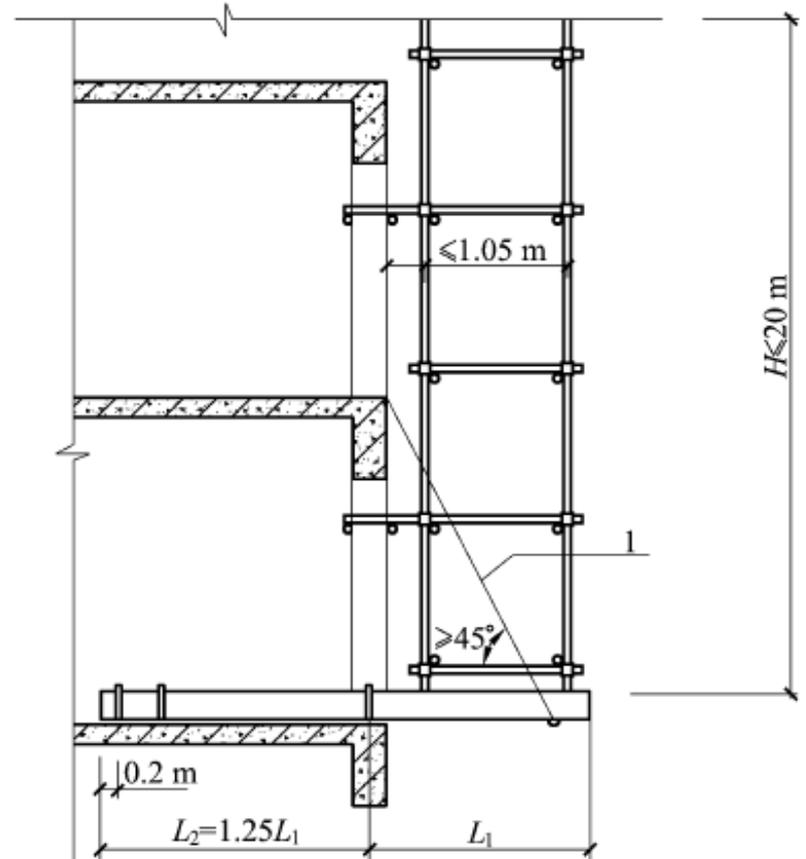


图 4.13 悬臂钢梁式悬挑脚手架

4.3.1 悬挑式脚手架的构造要求



一次悬挑脚手架高度不宜超过20 m。脚手架部分的要求与单、双排扣件式钢管脚手架的要求基本一致。悬挑梁间距应按悬挑架体立杆纵距设置，每一纵距设置一根。悬挑架的外立面剪刀撑应自下而上连续设置。

悬挑脚手架型钢的材质及用于固定型钢悬挑梁的U形钢筋拉环或锚固螺栓应符合现行国家标准的规定，型钢悬挑梁宜采用双轴对称截面的型钢，钢梁截面高度不应小于160 mm，锚固型钢悬挑梁的U形钢筋拉环或锚固螺栓直径不宜小于16 mm，应采用冷弯成型，与钢梁型钢间隙应用钢楔或硬木楔楔紧。

4.3.1 悬挑式脚手架的构造要求



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。每个型钢悬挑梁外端面宜设置钢丝绳或钢拉杆与上一层建筑结构斜拉结，钢丝绳与建筑结构拉结的吊环应使用直径不小于20 mm的HPB235级钢筋。钢丝绳、拉杆不参与悬挑钢梁受力计算。

悬挑钢梁固定段长度不小于悬臂长度的1.25倍。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100 mm。

锚固位置设置在楼板上时，楼板的厚度不宜小于120 mm，若小于120 mm应采取加固措施。锚固型钢的主体结构混凝土强度等级不得低于C20。

4. 4

其他脚手架



4.4其他脚手架



脚手架的种类很多，按其所用配料分为木脚手架、竹脚手架与金属脚手架；按用途分为结构脚手架、装修脚手架、承重和支撑用脚手架、防护用脚手架等；按搭设位置分为外脚手架和里脚手架两大类；按支固方式分为落地式脚手架、悬挑脚手架、附墙悬挂脚手架、吊脚手架、附着升降脚手架、水平移动脚手架等（图4.16）；按设置形式分为单排脚手架、双排脚手架、满堂脚手架等。

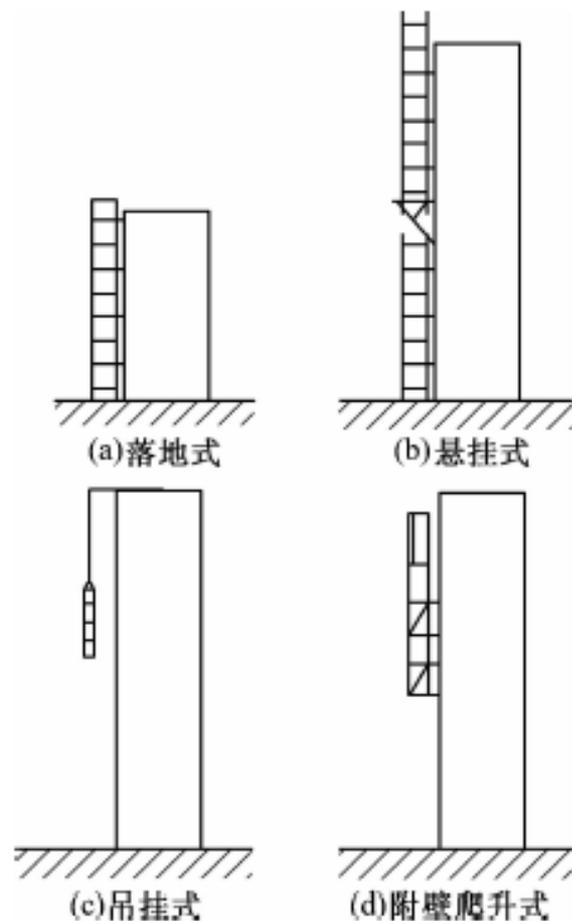


图 4.16 外脚手架种类(部分)

4.4.1 常见里脚手架构造及适用范围



(1) 折叠式 (图4.17)

根据材料不同，折叠式里脚手架分为角钢、钢管和钢筋折叠式里脚手架，适用于民用建筑的内墙砌筑和内粉刷。其架设间距：砌墙宜为1.0~2.0 m，粉刷时宜为2.0~2.5 m。可以搭设两步脚手，第一步高约1 m，第二步高约1.60 m。

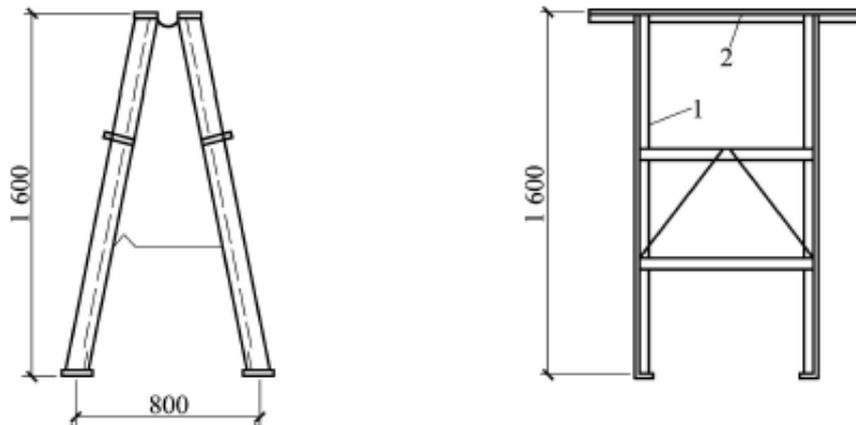


图 4.17 折叠式里脚手架

1—立柱;2—横楞

4.4.1 常见里脚手架构造及适用范围



(2) 支柱式 (图4.18)

支柱式里脚手架由若干支柱和横杆组成，上铺脚手板，适用于砌墙和内粉刷。其搭设间距：砌墙时不超过2.0 m，粉刷时不超过2.5 m。支柱式里脚手架的支柱有套管式和承插式两种形式。

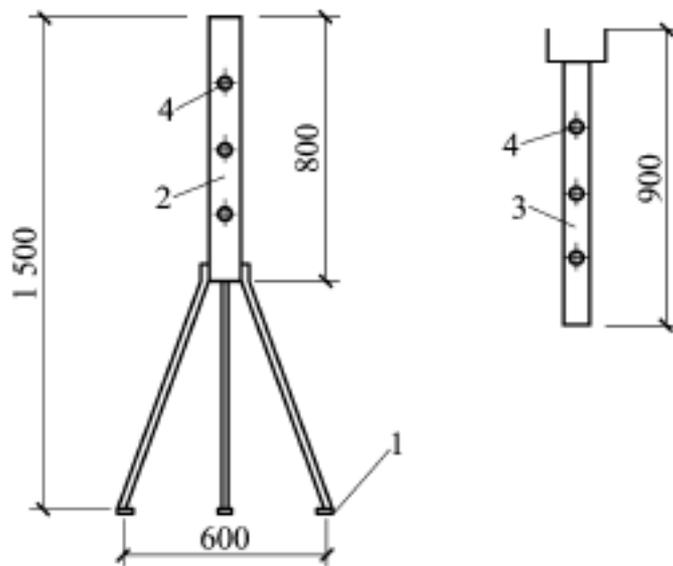


图 4.18 套管式支柱里脚手架

1—支脚;2—立管;3—插管;4—销孔

4.4.2 吊挂式脚手架



吊挂式脚手架是通过特设的支撑点，利用吊索悬吊吊架或吊篮进行施工。适用于高层框架和剪力墙结构的外墙砌筑和外墙装饰施工。吊挂式脚手架的吊升单元（吊篮架子）宽度宜控制在5~6 m，每一吊升单元的自重宜在1 t以内。



4.4.3 竹木脚手架



在我国南方地区和广大乡镇地区仍时常使用传统竹、木脚手架。木脚手架一般使用剥皮杉杆，竹脚手架应用生长3年以上的毛竹。木、竹脚手架的一般构造要求见表4.5。

表 4.5 木、竹多立杆式脚手架的构造要求

(单位:m)

项目	砌筑用			装饰用			满堂架	
	木		竹	木		竹	木	竹
	单排	双排	双排	单排	双排	双排		
里皮立柱离墙	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	0.5	0.5
排距	1.2~1.5	1~1.5	1~1.3	1.2~1.5	1~1.5	1~1.3	1.8~2	1.8~2
柱距	1.5~1.8	1.5~1.8	1.3~1.5	2	2	1.8	1.8~2	1.8~2
步距	1.2~1.4	1.2~1.4	1.2	1.6~1.8	1.6~1.8	1.6~1.8	1.6~1.8	1.6~1.8
横向水平杆间距	<1	<1	<0.75	1	1	<1	1	<1
横向水平杆悬臂	—	0.45	0.45	—	0.4	0.4	0.4	0.4

4.4.3竹木脚手架



4.4.4升降式脚手架



升降式脚手架又称为爬架，是沿结构外表面满搭的脚手架，在结构和装修工程施工中应用较为方便。主要包括自升降式、互升降式、整体升降式三种类型，分别如图4.20、图4.21、图4.22所示。

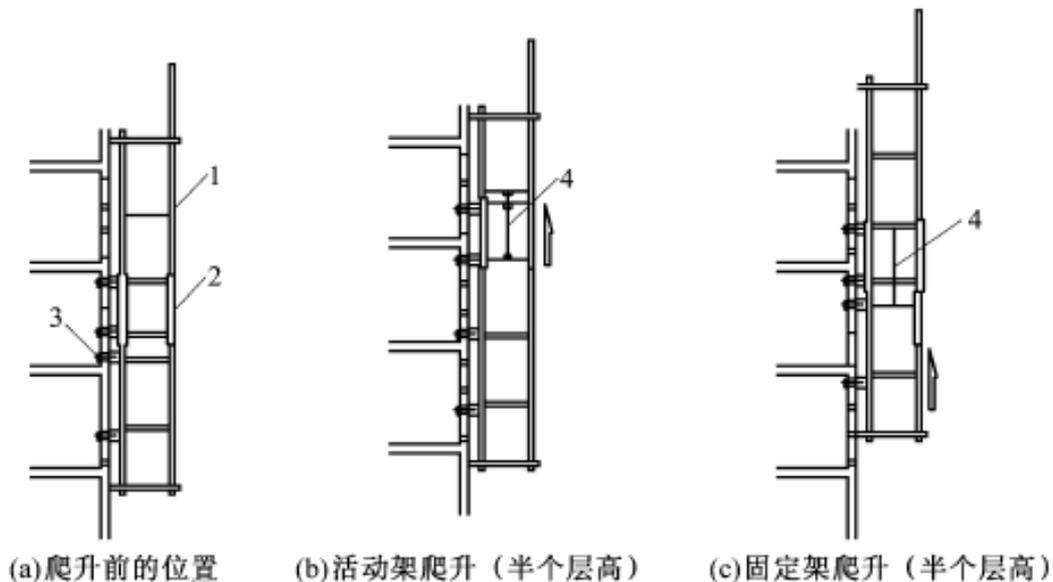


图 4.20 自升降式脚手架爬升过程

1—活动架；2—固定架；3—附墙螺栓；4—倒链

4.4.4升降式脚手架

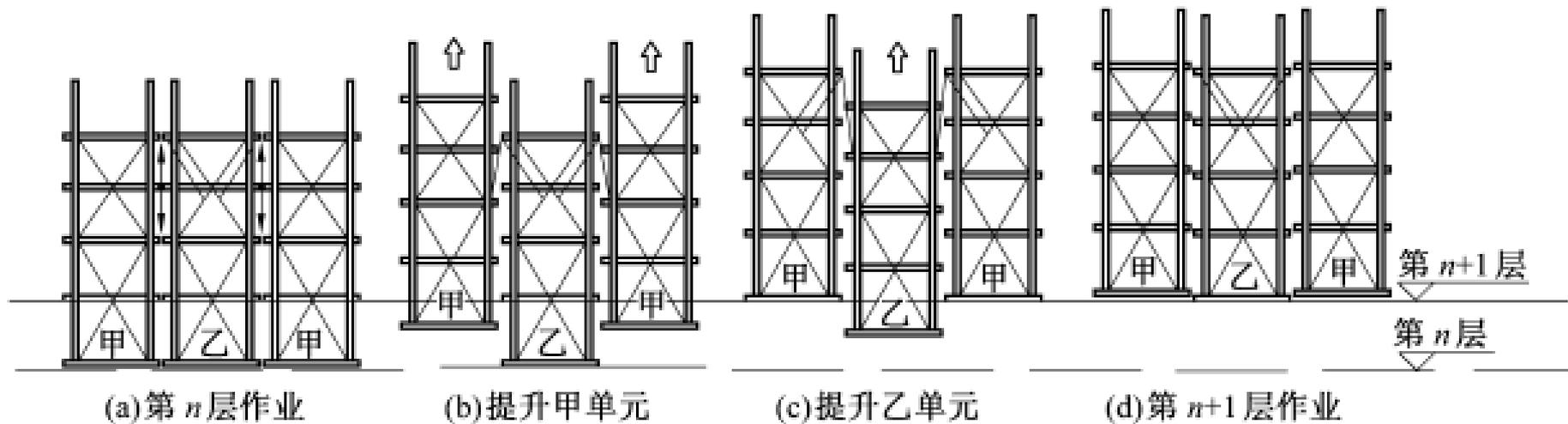


图 4.21 互升降式脚手架爬升过程

4.4.4升降式脚手架

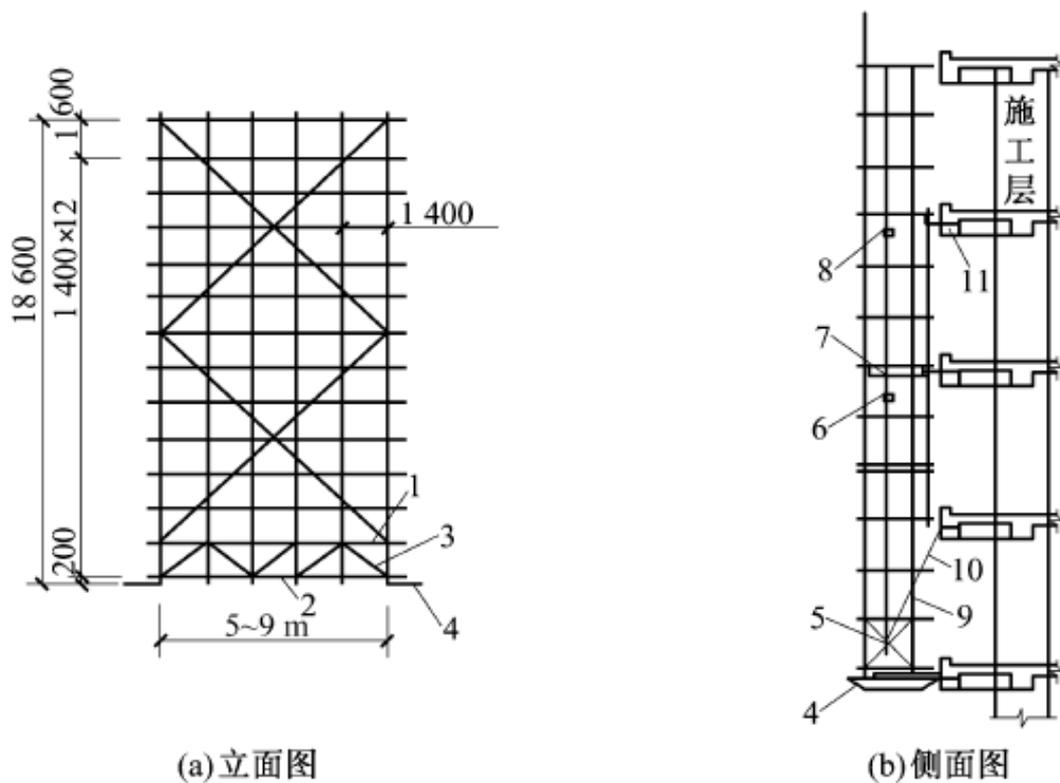


图 4.22 整体升降式脚手架

1—上弦杆;2—下弦杆;3—承力桁架;4—承力架;5—斜撑;6—电动倒链;7—挑梁;8—倒链;9—花篮螺栓;10—拉杆;11—螺栓

4.4.5 门式脚手架



门式脚手架是目前国际上应用最普通的脚手架之一，不仅可用于外脚手架，也可用于里脚手架和满堂脚手架。门式脚手架由门式框架、剪刀撑和水平梁架或脚手板构成基本单元，如图4.23(a)所示。将基本单元连接起来即构成整片脚手架，如图4.23(b)所示。

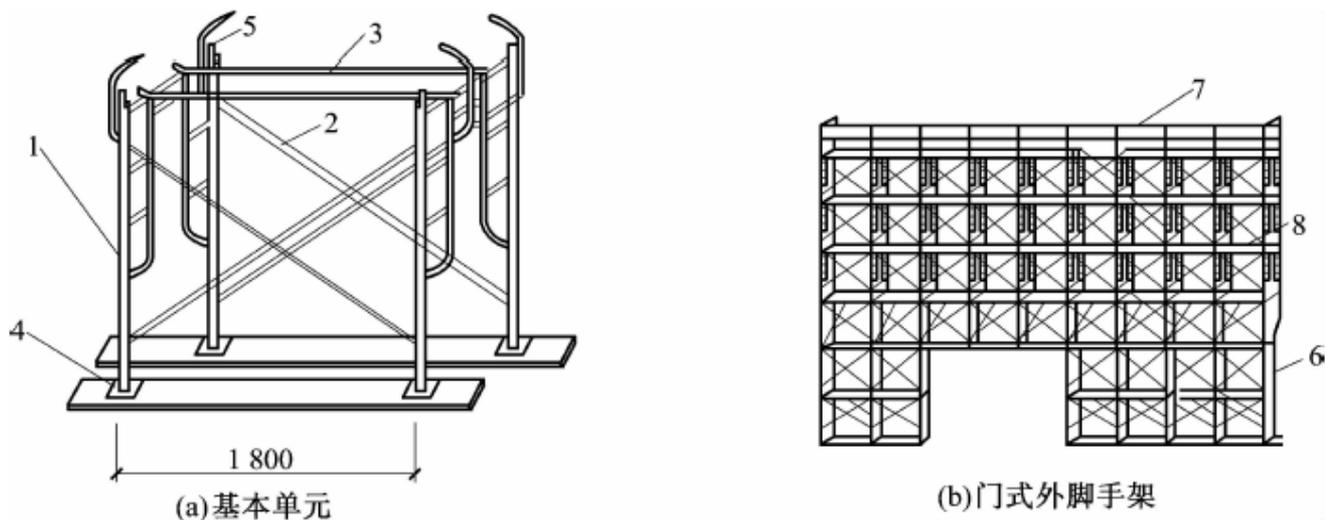


图 4.23 门式钢管脚手架

1—门式框架；2—剪刀撑；3—水平梁架；4—螺旋基脚；5—连接器；6—梯子；7—栏杆；8—脚手板

4.4.5 门式脚手架



4.4.6碗扣式钢管脚手架



碗扣式钢管脚手架由钢管立杆、横杆、碗扣接头等组成。其基本构造和搭设要求与扣件式钢管脚手架类似，不同之处主要在于碗扣接头。碗扣接头是该脚手架系统的核心部件，它由上碗扣、下碗扣、横杆接头和上碗扣的限位销等组成（图4.24）。

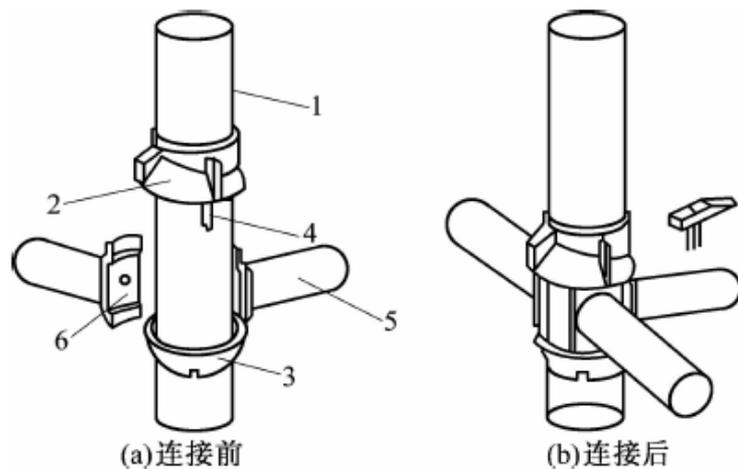


图 4.24 碗扣接头

1—立杆；2—上碗扣；3—下碗扣；4—限位销；5—横杆；6—横杆接头

4.4.6碗扣式钢管脚手架



上碗扣、下碗扣和限位销按60 cm间距设置在钢管立杆之上，其中下碗扣和限位销则直接焊在立杆上。组装时，将上碗扣的缺口对准限位销后，把横杆接头插入下碗扣内，压紧和旋转上碗扣，利用限位销固定上碗扣。碗扣接头可同时连接4根横杆，可以互相垂直或偏转一定角度。

4.5

质量标准与安全技术



4.5.1 质量标准



①设计计算并编制施工方案。扣件式脚手架施工前，应根据规范对其构件与立杆地基承载力进行设计计算，并编制专项施工方案。

②扣件。扣件的材质应符合《碳素结构钢》（GB/T 700—2006）中Q235级钢的规定。对新钢管应有产品合格证书、质量检验报告、外观质量合格、尺寸偏差符合规范要求（要求外径 ± 0.5 mm，壁厚 ± 0.5 mm）；对旧钢管应每年检查一次锈蚀情况，锈蚀不符合要求（要求 ≤ 0.18 mm）及弯曲不符合要求（要求端部1.5 m内弯曲 ≤ 5 mm；立杆长 $3\text{ m} \leq l \leq 4\text{ m}$ 时，弯曲 ≤ 12 mm；立杆长 $4\text{ m} < l \leq 6.5\text{ m}$ 时，弯曲 ≤ 20 mm；水平杆、斜杆 $l \leq 6.5\text{ m}$ ，弯曲 ≤ 30 mm）的不得使用。

4.5.1 质量标准



扣件应符合《钢管脚手架扣件》(GB 15831—2006)的规定,在螺栓扭力矩达到 $65\text{ N}\cdot\text{mm}$ 时,不得发生破坏;应有生产许可证、法定检测单位的测试报告和产品合格证,应进行防锈处理,扣件进入施工现场应检查产品合格证,并应进行抽样复试。扣件在使用前应逐个挑选,有裂缝、变形、螺栓出现滑丝的严禁使用。

③脚手板。脚手板应符合现行相关规范规定并与脚手架连接可靠。可调拖撑受压承载力设计值不得小于 40 kN ,支托板厚不应小于 5 mm ,变形不应大于 1 mm ,应有产品质量合格证和质量检验报告;每根立杆底部宜设置底座或垫板。

4.5.1 质量标准



④脚手架及脚手架塔。脚手架基础表面坚实平整、不积水，垫板不晃动，底座不滑动，不沉降（ $\leq 10\text{ mm}$ ）。

单排脚手架搭设高度不应超过24 m，双排脚手架搭设高度不宜超过50 m，高度超过50 m的双排脚手架，应采用分段搭设等措施。纵向水平杆应设置在立杆内侧，单根杆长度不应小于3跨；纵向水平杆接长应采用对接扣件或搭接，两相邻接头不应设置在同步或同跨内，搭接长度不小于1 m，并应等距离设置3个旋转扣件固定。连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；单、双排与满堂脚手架接长除顶层步外，其余各层各步接头必须采用对接扣件连接。

4.5.1 质量标准



⑤作业层脚手板。作业层脚手板必须铺满、铺稳、铺实；脚手板的铺设采用对接平铺或搭接铺设，接头处应设两根横向水平杆，脚手板外伸长度取130~150 mm，两块脚手板的外伸长度之和不应大于300 mm；搭接铺设时，接头应支在横向水平杆处，搭接长度不小于200 mm，其伸出横向水平杆长度不小于100 mm。斜道脚手板应设置防滑木条。

⑥连墙件。连墙件应靠近主节点设置，偏离主节点的距离不应大于300 mm；开口型脚手架的两端面必须设置连墙件和横向支撑。连墙件应优先采用菱形布置，或采用方形、矩形布置。

4.5.1 质量标准



⑦高度。高度在24 m及以上的双排脚手架应在外侧全立面连续设置剪刀撑，高度在24 m以下的单、双排脚手架，均必须在外侧两端、转角及中间间隔不超过15 m的立面上，各设置一道剪刀撑，并由底至顶连续设置。

满堂脚手架高度不宜超过36 m，施工层不得超过一层。应根据架体的类型设置剪刀撑。

一次悬挑脚手架高度不宜超过20 m，外立面剪刀撑应自下而上连续设置，锚固型钢的主体结构混凝土强度不低于C20，锚固位置设置在楼板上时，楼板的厚度不宜小于120 mm，若楼板厚度小于120 mm应采取加固措施。

4.5.2安全技术



- ①脚手架的安装与拆除人员必须是经过考核的专业架子工，架子工应持证上岗。
- ②搭拆脚手架人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。
- ③钢管上严禁打孔。
- ④作业层上的施工荷载应符合设计要求，不得超载（施工活荷载标准值为：结构脚手架 3 kN/m^2 ，装饰脚手架 2 kN/m^2 ），对于多立柱式外脚手架，若需要超载，应采取相应措施并进行验算。不得将模板支架、缆风绳、泵送混凝土和砂浆的输送管等固定在架体上；严禁悬挂起重设备；严禁拆除或移动架体上的安全防护设施。
- ⑤当有六级及以上强风、浓雾、雨或雪天气时应停止搭设与拆除脚手架工作。雨、雪后上架作业应有防滑措施，并扫除积雪。夜间不宜进行脚手架的搭设与拆除作业。

4.5.2安全技术



- ⑥脚手板应铺设牢靠、严实，并应用安全网双层兜底。施工层以下每隔10 m应用安全网封闭。
- ⑦外脚手架沿架体外围应用密目式安全网全封闭，安全网设于外立杆内侧并与架体绑扎牢固。
- ⑧在脚手架使用期间，严禁拆除主节点处的纵、横向水平杆，纵横向扫地杆及连墙件。
- ⑨在脚手架使用过程中开挖脚手架基础下的设备基础或管沟时，必须对脚手架采取加固措施。
- ⑩临街搭设脚手架时，外侧应有防止坠物伤人的防护措施。
在脚手架上进行电、气焊作业时，应有防火措施和专人看守。

4.5.3检测方法



脚手架作业前，应检查脚手架构配件的相关证书、质量报告、检验报告等文件。在脚手架作业的不同阶段，要根据规定对脚手架进行检测。对脚手架的检测方法主要有：观察法、手扳检查、尺量检查、角尺检查、经纬仪检测、水平仪检查、扭矩测力扳手检查、力学试验等。

①观察法：如经目测检查脚手架的地基基础、碗扣式脚手架的构件外观质量、门式脚手架构造、安全网的设置等。

②手扳检查：检查防护栏杆、挡脚板与脚手架是否连接牢靠等。

③尺量检查：包括钢卷尺检查、游标卡尺检查、钢板尺等，主要用于检查脚手架的构配件尺寸、脚手架搭设误差、焊缝误差等。

4.5.3检测方法



- ④角尺检查：检查脚手架斜杆角度，如剪刀撑、抛撑、门式脚手架与碗扣式脚手架的斜杆、斜道等。
- ⑤经纬仪检查：检查脚手架的垂直度。
- ⑥水平仪检查：也常用水准仪、水平尺进行检查，主要检查脚手架水平方向的杆件、构配件的水平尺寸误差等。
- ⑦扭矩测力扳手检查：检查扣件质量。
- ⑧力学试验：检查焊接强度、碗扣强度、接头强度、可调底座抗压强度等。