UDC

中国土木工程学会标准

P  **T/CCES ××**－2019

**建筑施工榫卯式钢管脚手架**

**安全技术规范**

Technical code for safety of dove-tail lock steel tubular scaffoldings’

Implementation & practice in construction

（征求意见稿）

2019–**××**–**××** 发布 2019–**××**–**××** 实施

中国土木工程学会 发布

**中国土木工程学会标准**

**建筑施工榫卯式钢管脚手架**

**安全技术规范**

Technical code for safety of dove-tail lock steel tubular scaffoldings’

Implementation & practice in construction

**T/CCES ××－2019**

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：2019年**×**月**×**日

2019 北 京

前 言

本规范是根据中国土木工程学会《关于发布<2017年中国土木工程学会标准研编计划（第 二批）>的通知》（土标委〔2017〕20号）文的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制完成。

在本规编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了建筑施工榫卯式钢管脚手架的工程实践经验，参考了国内外有关标准，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，制定本规范。

本规程的主要技术内容是：总则、术语和符号、构配件、荷载、设计、构造要求、施工、检查与验收、安全管理以及有关的附录。

本规范由中国土木工程学会标准与出版工作委员会负责管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司会（地址：北京市北三环东路30 小黄庄路建研院南门综合楼405室；邮政编码：100013；电子邮箱：lqq124@163.com）。

本规程主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

本规程参编单位：天津迅安嘉会建材技术有限公司

天津大学建筑工程学院

中国一冶集团有限公司

山东飞鸿建设集团有限公司

山东创元建设集团有限公司

浙江磊缘堡建筑设备科技有限公司

中城建设有限责任公司

烟台市建筑施工安全监督站

杭州二建建设有限公司

河北建工集团有限责任公司

上海隧道工程有限公司

中铁一局集团有限公司

本规程主要起草人员： 刘 群 孙仲均 陈志华 赵海瑞 张 莉

郑克勤 杨泗军 黎传寿 严洪斌 安占法

温锁林 纪 兵 韩 永 王小盾 刘红波

刘 杰 宋占江 黄均妹 徐成长 王赟玉

张国庆 郭群录 施耀锋 蒋雪峰 魏文博

本规程主要审查人员：

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 ………………………………………………………………………9

3.1 榫卯节点 …………………………………………………………………9

3.2 钢管 …………………………………………………………………10

3.3 脚手板 ……………………………………………………………………10

3.4 可调托撑与可调底座 ……………………………………………………10

3.5 扣件 ……………………………………………………………………11

4 荷载 …………………………………………………………………………12

4.1 荷载分类 …………………………………………………………………12

4.2 荷载标准值 …………………………………………………………………12

4.3 荷载设计值 ……………………………………………………………16

4.4 荷载效应组合 ……………………………………………………………16

5 设计 ……………………………………………………………………19

5.1 一般规定 …………………………………………………………19

5.2 双排脚手架计算 ……………………………………………………21

5.3 满堂支撑脚手架计算 ………………………………………………25

5.4 地基基础计算 ……………………………………………………30

6 构造要求 ………………………………………………………………… 32

6.1 一般规定 …………………………………………………………32

6.2 双排脚手架 …………………………………………………………34

6.3 满堂支撑脚手架 ……………………………………………………37

7 施工 …………………………………………………………………………41

7.1 施工准备 …………………………………………………………………41

7.2 地基与基础 ………………………………………………………………41

7.3 搭设 ………………………………………………………………………42

7.4 拆除 ………………………………………………………………………42

8 检查与验收 ………………………………………………………………45

8.1 构配件检查与验收 ………………………………………………………45

8.2 脚手架检查与验收 ………………………………………………………50

9 安全管理 ……………………………………………………………………52

附录A 计算用表 ……………………………………………………………54

附录B 主要构配件种类和规格 …………………………………………58

附录C 检查验收表 …………………………………………………………59

附录D 施工验收记录 ………………………………………………………64

本规范用词说明 ……………………………………………………………65

引用标准名录 …………………………………………………………………66

附：条文说明 ……………………………………………………………………67

**CONTENTS**

1 General provisions …………………………………………………………1

2 Terms and symbols ………………………………………………………2

2.1 Terms ……………………………………………………………………2

2.2 Symbols ……………………………………………………………………4

3 Components ………………………………………………9

3.1 Dove-tail joint ……………………………………………………………9

3.2 Steel tube ………………………………………………………………10

3.3 Ledgerboard ……………………………………………………………10

3.4 Adjustable fork head and base plate …………………10

3.5 Coupler …………………………………………………………………..11

4 Loads ………………………………………………………………………12

4.1 Loads classification ……………………………………………………12

4.2 Normal values of loads …………………………………………………12

4.3 Design values of loads ……………………………………………16

4.4 Load effects combinations ……………………………………………16

5 Design ……………………………………………………………19

5.1 General requirements …………………………………………………19

5.2 Calculation of Scaffolding in double row …………………21

5.3 Calculation for full formwork support ……………………………25

5.4 Calculation of subgrade and foundation ……………………………30

6 Requirements of details …………………………………………………32

6.1 General requirements ………………………………………………32

6.2 Scaffolding in double row ………………………………34

6.3 Full formwork support ……………………………………………………37

7 Construction ………………………………………………………………41

7.1 Preparation for construction ………………………………………………41

7.2 Subgrade and foundation …………………………………………………41

7.3 Assembly ………………………………………………………………42

7.4 Disassembly …………………………………………………………42

8 Inspection and acceptance ……………………………………………45

8.1 Inspection and acceptance for components ………………………45

8.2 Inspection and acceptance for scaffold ………………………………50

9 Safety management ……………………………………………………52

Appendix A Tables for calculation ……………………………………………54

Appendix B Category and specification of sroduction components ……………58

Appendix C Inspection and acceptance Sheets ……………………………59

Appendix D Construction acceptance record …………………………64

Explanation of Wording in this code ………………………………………………65

List of quoted standards …………………………………………………………66

Addition: Explanation of provisions …………………………………………67

**1**  **总则**

**1.0.1** 为在榫卯式钢管脚手架设计与施工中贯彻执行国家安全生产的方针政策，确保施工人员安全，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于房屋建筑工程和市政工程等施工用榫卯式钢管脚手架的设计与施工 。

**1.0.3** 榫卯式钢管脚手架施工前，应按本规范的规定对其结构构件与立杆地基承载力进行设计计算，并应编制专项施工方案。

**1.0.4** 榫卯式钢管脚手架的设计与施工，除应符合本规范的规定外，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** 榫卯式钢管脚手架　　dove-tail lock steel tubular scaffoldings

由杆件或结构单元、配件通过榫卯节点连接而组成，能承受相应荷载，具有安全防护功能，为建筑施工提供作业条件的结构架体，包括榫卯作业脚手架和榫卯支撑脚手架。简称榫卯脚手架或脚手架。

**2.1.2** 榫卯式钢管作业脚手架 dove-tail lock operation scaffold

由杆件或结构单元、配件通过榫卯节点连接而组成，支承于地面、建筑物上或附着于工程结构上，为建筑施工提供作业平台和安全防护的脚手架。包括落地双排脚手架等。简称榫卯作业脚手架或作业脚手架。

**2.1.3** 双排榫卯式钢管脚手架 dove-tail lock steel tubularscaffolding in double row

由内外两排立杆、水平杆、榫卯节点等构成的作业脚手架，简称双排榫卯式脚手架、双排脚手架或双排架。

**2.1.4** 榫卯式钢管支撑脚手架 dove-tail lock steel tubular scaffoldings

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

**2.1.5** 满堂榫卯式钢管支撑脚手架 dove-tail lock steel tube full hall formwork support

在纵、横方向，由不少于三排立杆并与水平杆、水平剪刀撑、竖向剪刀撑、榫卯节点等构成的支撑脚手架。该架体顶部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，简称满堂榫卯支撑架、满堂支撑脚手架或满堂支撑架。

**2.1.6** 榫卯（或插槽）节点 dove-tail joint

榫卯节点，是在两个构件上所采用的一种楔形凹凸结合的连接方式。楔形凸出部分叫榫（或榫头）；楔形凹进部分叫卯（或卯槽）。简称“榫头卯槽互相插接”结构。

**2.1.7** 榫卯节点（或插槽）**І** 型 type І of dove-tail joint

榫卯节点，楔形凸出部分（榫头）与水平杆焊接；楔形凹进部分（卯槽）与立杆焊接形成的榫卯连接构造。

**2.1.8** 榫卯节点（或插槽）**Ⅱ** 型 **type Ⅱ of** dove-tail joint

榫卯节点，楔形凸出部分（榫头）与立杆焊接；楔形凹进部分（卯槽）与水平杆焊接形成的榫卯连接构造。

**2.1.9** 榫卯式钢管脚手架构件 **dovetail-lock steel tubular scaffoldings components**

组成榫卯式钢管脚手架各种杆件及构配件，包括：立杆、水平杆、斜杆、立杆连接套管、插座、插头等。简称榫卯构件。

**2.1.10** 立杆 standing tube

杆上焊接有插座和连接套管的竖向支撑杆件

**2.1.11** 立杆连接套管 connecting sleeve of standing tube

焊接于立杆一端，用于立杆竖向接长的专用套管，是立杆的一部分。

**2.1.12** 水平杆 horizontal tube

两端焊接有插头，且可与立杆卡入的水平杆件。

**2.1.13** 插座 socket

焊接于立杆上可插接4个方向插头的圆环形构件。

**2.1.14** 插头 plug

位于水平杆两个端头，用于与立杆上的插座插接的楔形构件。

**2.1.15** 扫地杆 bottom reinforcing tube

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

**2.1.16** 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。

**2.1.17** 连墙件 tie member

将脚手架架体与建筑主体结构连接，能够传递拉力和压力的构件。

**2.1.18** 连墙件间距 spacing of tie member

脚手架相邻连墙件之间的距离，包括连墙件竖距、连墙件横距。

**2.1.19** 横向斜撑 diagonal brace

与双排脚手架内、外立杆或水平杆斜交呈之字形的斜杆。

**2.1.20** 剪刀撑 diagonal bracing

在脚手架竖向或水平向成对设置的交叉斜杆。

**2.1.21** 抛撑 cross bracing

用于脚手架侧面支撑，与脚手架外侧面斜交的杆件。

**2.1.22**  底座 base plate

设于立杆底部的垫座；包括固定底座、可调底座。

**2.1.23** 可调托撑 adjustable fork head

插入立杆钢管顶部，可调节高度的顶撑。

**2.1.24** 作业脚手架高度 operating scaffold height

自立杆底座下皮至架顶栏杆上皮之间的垂直距离。

**2.1.25** 支撑脚手架高度 operating scaffold height

自立杆底座下皮至架顶可调托撑上皮之间的垂直距离。

**2.1.26** 脚手架长度 scaffold length

脚手架纵向两端立杆外皮间的水平距离。

**2.1.27** 脚手架宽度 scaffold width

脚手架横向两端立杆外皮之间的水平距离。

**2.1.28** 步距 lift height

上下水平杆轴线间的距离。

**2.1.29** 立杆纵（跨）距 longitudinal spacing of upright tube

脚手架纵向相邻立杆之间的轴线距离。

**2.1.30** 立杆横距 transverse spacing of upright tube

脚手架横向相邻立杆之间的轴线距离。

**2.2 符号**

**2.2.1** 荷载和荷载效应

**——作用于脚手架杆件连接节点的荷载设计值；

——风荷载作用在作业层栏杆（模板）上产生的水平力标准值；

——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料自重标准值；

——均匀分布的架体自重等面荷载标准值；

——均匀分布的架体上部的模板等物料自重面荷载标准值；

gk——立杆承受的每米结构自重标准值；

**——水平杆由脚手板自重产生的弯矩标准值；

**——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；

——支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值；

——立杆由风荷载产生的弯矩设计值；

**——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；

**——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值总和；

*N*G1k——架体结构自重产生的轴向力标准值；

*N*G2k——附件自重产生的轴向力标准值；

**—— 模板支撑架：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；

钢结构支撑架及其他非模板支架：可调托撑上主梁、次梁、支撑板等的自重；支脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重。

——连墙件轴力设计值；

——连墙件由风荷载产生的轴力设计值；

**——施工荷载产生的轴力标准值；

——支撑脚手架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值；

—— 荷载组合的效应设计值；

*υ*——水平杆挠度；

[*υ*]——容许挠度；

wo——基本风压值 ；

——风线荷载标准值；

——支撑脚手架风荷载标准值；

wk——风荷载标准值；

——竖向封闭栏杆（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

——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；

——修正后的地基承载力特征值；

——地基承载力特征值；

—— 连墙件与建筑结构连接的抗拉（压）承载力设计值；

——架体结构或构件的抗力设计值。

*R*k——节点转动刚度

[*υ*]——容许挠度。

**2.2.3** 几何参数

*A*——立杆的毛截面面积；

——挡风面积、杆件的净截面面积；

Aw——迎风面轮廓面积

——立杆基础底面面积；

*a* ——立杆伸出顶层水平杆中心线至支撑点的长度；

*B*——支撑脚手架横向宽度；

——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离；

[*H*] ——脚手架允许搭设高度

*H*——支撑脚手架高度；

*H*c——连墙件间竖向垂直距离；

*H*m——作业层竖向封闭栏杆（模板）高度；

*h*——步距；

*I——*惯性矩；

*i*——截面回转半径；

——连墙件间水平投影距离；

*l——*为受弯构件的计算跨度；

——立杆计算长度；

**——立杆纵向间距；

*lb*——立杆横距

*n*——计算单元立杆跨数；

*t——*钢管壁厚

*w——*截面模量

*ϕ——*钢管直径

——长细比；

**2.2.4** 计算系数

*k*——立杆计算长度附加系数；

——地基承载力修正系数；

**——立杆计算长度系数；

*μ***z**——风压高度变化系数；

*μ***s**——脚手架风荷载体型系数；

——单榀桁架风荷载体型系数；

——多榀平行桁架整体风荷载体型系数。

*Φ——*脚手架挡风系数

——轴心受压构件的稳定系数；

**——弯矩折减系数；

*ϒ*0 —— 结构重要性系数；

*ϒG* —— 永久荷载分项系数；

*ϒ*Q——可变荷载分项系数；

——永久荷载和可变荷载分项系数加权平均值；

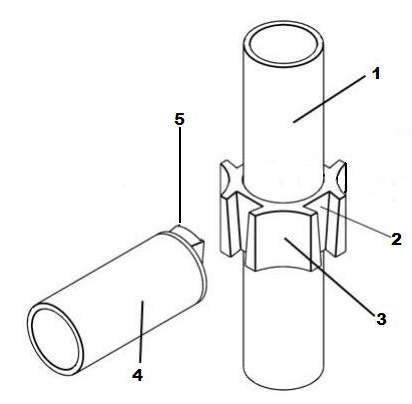
—— 施工荷载及其他可变荷载组合值系数

—— 风荷载组合值系数；

**3 构配件**

**3.1 榫卯节点**

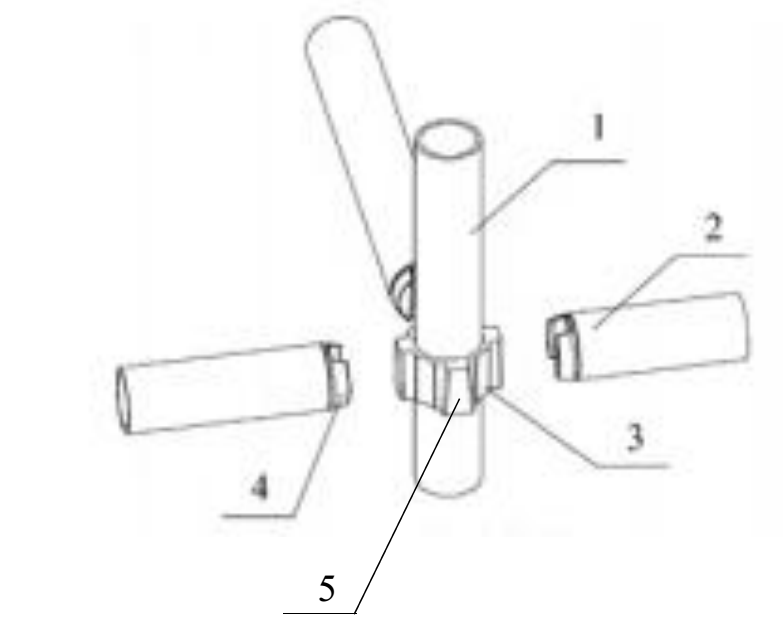
**3.1.1** 榫卯节点（或插槽）**І** 型，为楔形凸出部分（榫头）与水平杆焊接；楔形凹进部分（卯槽）与立杆焊接形成的榫卯连接构造。见图3.1.1



1）-立杆钢管 2）-卯槽 3）卯槽插座 4）-横杆钢管 5）-横杆榫头

图**3.1.1** 榫卯节点（或插槽）**І** 型构造示意图

**3.1.2** 榫卯节点（或插槽）**Ⅱ** 型，为楔形凸出部分（榫头）与立杆焊接；楔形凹进部分（卯槽）与水平杆焊接形成的榫卯连接构造。见图3.1.2



1）-立杆钢管 2）-水平杆 3）-榫头插座 4）-横杆卯槽 5）-榫头

**图 3.1.2 榫卯节点（或插槽）Ⅱ 型构造示意图**

**3.1.3** 榫卯节点（或插槽）**І** 型，构件插头、插座材料应采用低碳合金钢制造，其质量应符合《 低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定。

**3.1.4** 榫卯节点（或插槽）**Ⅱ** 型，构件插头、插座材料应采用碳素铸钢制造，其质量不应低于现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 中规定的ZG230-450的要求，铸钢制作的插头厚度不应小于15mm，插座厚度不应小于12mm。

**3.1.5** 立杆榫卯节点间距可按0.6m模数或0.5模数设置，水平杆长度可按0.3m模数设置。其它特殊规格,可根据工程需要确定。

**3.1.6** 构件焊接制作应在专用工装上进行，各焊接部位应牢固可靠。焊缝应平整光滑，不得有漏焊、焊穿、夹渣、裂纹等缺陷。

**3.1.7** 榫卯脚手架主要构配件种类和规格宜符合规范附录B的规定。

**3.2 钢管**

**3.2.1** 榫卯脚手架钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T13793或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091中规定的Q235普通钢管，其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700中Q235级钢的规定。对于采用Q345级材质钢管立杆，其质量应符合现行国家标准《 低合金高强度结构钢》GB/T 1591中Q345级钢的规定。

**3.2.2** 榫卯脚手架钢管宜采用*ϕ* 48.3×3.5钢管。钢管最小壁厚不宜小于3.0mm。每根钢管的最大质量不应大于25.2kg。

**3.3 脚手板**

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

**3.3.2** 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。

**3.3.3** 木脚手板材质应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB50005中IIa级材质的规定。脚手板厚度不应小于50mm，两端宜各设置直径不小于4mm的镀锌钢丝箍两道。

**3.3.4** 竹脚手板宜采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板、竹笆板；其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。

**3.4 可调托撑与可调底座**

**3.4.1**  可调托撑螺杆外径不得小于36mm，空心螺杆外径不得小于38mm，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。

**3.4.2** 可调托撑螺杆与螺母旋合长度不得少于5扣，螺母厚度不得小于30㎜ 。

**3.4.3** 可调托撑与可调底座抗压承载力设计值不应小于80 kN， 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。**3.4.4** 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。

**3.4.5** 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。

**3.4.6** 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。

**3.5 扣件**

**3.5.1** 扣件应采用可锻铸铁或铸钢制作，其质量和性能应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831的规定，采用其它材料制作的扣件，应经试验证明其质量符合该标准的规定后方可使用。

**3.5.2** 扣件在螺栓拧紧扭力矩达到65N·m时，不得发生破坏。

**4 荷载**

**4.1 荷载分类**

**4.1.1** 作用于脚手架的荷载应分为永久荷载与可变荷载。

**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、斜撑杆、剪刀撑等的自重；

**2** 附件自重，包括脚手板、挡脚板、栏杆、安全网等防护设施的自重。。

**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：包括作业层上的人员、器具和材料等的自重；

**2** 风荷载。

**4.1.4** 支撑脚手架的永久荷载应包括下列内容：

**1** 模板支撑架

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

2）模板及支撑梁等的自重；

3）作用在模板上的混凝土和钢筋的自重。

2 钢结构支撑脚手架及其他非模板支架

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

2）可调托撑上主梁、次梁、支撑板等的自重。

3）支脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重。

**4.1.5** 支撑脚手架的可变荷载应包括下列内容：

**1** 模板支撑架

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

**2）** 风荷载；

**3）** 其他可变荷载。

2 钢结构支撑脚手架及其他非模板支架

1）施工荷载，包括：施工作业人员、施工设备等的自重

2） 风荷载；

3） 其他可变荷载。

**4.2 荷载标准值**

**4.2.1** 永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

1 双排脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，可按本规范附录A表A.0.1采用。

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

**表4.2.1-1 脚手板自重标准值**

|  |  |
| --- | --- |
| 类别 | 标准值（kN/m2） |
| 冲压钢脚手板  竹串片脚手板  木脚手板  竹笆脚手板 | 0.30  0.35  0.35  0.10 |

3 栏杆与挡脚板自重标准值，宜按表4.2.1-2采用。

**表4.2.1-2 栏杆、挡脚板自重标准值**

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

4 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。

5 模板支撑架永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

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

表**4.2.1-3** 楼板模板自重标准值（kN/m2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模板类别 | 木模板 | 定型钢模板 |
| 梁板模板（其中包括梁模板） | 0.50 | 0.75 |
| 无梁楼板模板（其中包括次楞） | 0.30 | 0.50 |
| 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/m3，对普通板的钢筋混凝土自重标准值可采用25.1kN/m3。

6 钢结构支撑脚手架及其他非模板支架永久荷载标准值的取值应符合下列规定：

1） 支撑架脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，可按本规范附录A表A.0.2采用。

2） 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4.2.1-4采用。

（1）普通木质主梁（含*Φ*48.3×3.5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H100×100×6×8型钢自重，支撑板自重不超过木脚手板自重。

**表4.2.1-4 主梁、次梁及支撑板自重标准值**（kN/㎡）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 立杆间距（m） | |
| ＞0.75×0.75 | ≤0.75×0.75 |
| 木质主梁（含*Φ*48.3×3.5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 |

3）支脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重应按实际计算。

**4.2.2** 双排脚手架的可变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4.2.2的规定。

表**4.2.2** 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/m2） |
| 混凝土、砌筑工程作业 | 3.0 |
| 装饰装修工程作业 | 2.0 |
| 普通钢结构脚手架 | 3 |
| 轻型钢结构及空间网格结构脚手架 | 2 |
| 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** 当在双排脚手架上同时有2个及以上操作层作业时，在同一个跨距内各操作层的施工均布荷载标准值总和不得超过4.0kN/m2。

**4.2.3** 支撑架的可变荷载标准值的取值应符合下列规定：

**1** 支撑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4.2.3的规定。

**表4.2.3 支撑脚手架施工荷载标准值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类 别 | | 施工荷载标准值（kN/㎡） |
| 混凝土结构  模板支撑脚手架 | 一般 | 2.5 |
| 有水平泵管或布料机 | 4.0 |
| 钢结构安装  支撑脚手架 | 轻钢结构、轻钢空间网架结构 | 2.0 |
| 普通钢结构 | 3.0 |
| 重型钢结构 | 3.5 |
| 其 它 | | ≥2.0 |

**2** 支撑脚手架上移动的设备、工具等物品应按其自重计算可变荷载标准值。

**4.2.4** 脚手架上振动、冲击物体应按物体自重乘以动力系数取值计入可变荷载标准值，动力系数可取值为1.35。

**4.2.5** 作用于脚手架上的水平风荷载标准值，应按下式计算：

wk=*μ*z*·μ*s·wo  (4.2.5)

式中：wk——风荷载标准值（kN/m2）；

wo——基本风压值 （kN/m2），应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定采用，取重现期n=10对应的风压值。

*μ***z**——风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009规定采用；

*μ***s**——脚手架风荷载体型系数，应按表4.2.5的规定采用；

**表4.2.5 脚手架的风荷载体型系数*μ*s**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 背靠建筑物的状况 | | 全封闭墙 | 敞开、框架和开洞墙 |
| 脚手架状况 | 全封闭、半封闭 | 1.0*Φ* | 1.3*Φ* |
| 敞开 | *μ*stw或*μst* | |

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

2、*Φ*为挡风系数，*Φ*=1.2An/Aw ，其中：An为挡风面积；Aw为迎风面轮廓面积。敞开式脚手架的*Φ*值可按本规范附录A表A.0.4采用。

**4.2.6** 密目式安全立网全封闭脚手架挡风系数不宜小于0.8。

**4.3** 荷载设计值

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

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

**4.3.3** 荷载分项系数的取值应符合表4.3.3的规定。

**表4.3.3 荷载分项系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 脚手架种类 | 验算项目 | 荷载分项系数 | | | |
| 永久荷载分项系数 | | 可变荷载分项系数 | |
| 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 | |
| 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 | | 支撑脚手架 | | 安全等级 |
| 搭设高度(m) | 荷载标准值(kN） | 搭设高度(m) | 荷载标准值 |
| ≤40 | — | ≤8 | ≤15kN/m2  或≤20kN/m  或最大集中荷载≤7kN | II |
| ＞40 | — | ＞8 | ＞15kN/m2  或＞20kN/m  或最大集中荷载＞7kN | I |

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

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

 (4.4.3)

式中：**——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；

——荷载组合的效应设计值；

——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+风荷载 |
| 连墙件强度、稳定承载力和连接强度 | 风荷载+ |
| 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** 为风荷载组合值系数，取0.6；

1. *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 支撑脚手架荷载的基本组合应按表4.4.4-2的规定采用。

表**4.4.4-2** 支撑脚手架荷载的基本组合

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 计算项目 | 荷载的基本组合 | |
| 水平杆强度 | 由永久荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载及其他可变荷载 |
| 由可变荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载+其他可变荷载 |
| 立杆稳定承载力 | 由永久荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载及其他可变荷载+风荷载 |
| 由可变荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载+其他可变荷载+风荷载 |
| 立杆地基承载力 | 由永久荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载+风荷载 |
| 由可变荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载+风荷载 |
| 门洞转换横梁强度 | 由永久荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载及其他可变荷载 |
| 由可变荷载控制的组合 | 永久荷载+施工荷载+其他可变荷载 |
| 支撑脚手架倾覆 | 永久荷载+施工荷载及其他可变荷载+风荷载 | |

注：**1** 同表4.4.4-1注1、注2、注3；

**2** 为施工荷载及其他可变荷载组合值系数，取0.7；

**3** 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：

 (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 |
| 支撑架脚手架水平杆挠度  支撑架脚手架门洞转换横梁挠度 | 永久荷载 |

**5 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；双排脚手架和支撑脚手架设计计算应包括下列内容：

**1** 双排脚手架：

**1**) 水平杆抗弯强度、挠度，节点连接强度；

**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** 支撑脚手架：

1) 水平杆抗弯强度、挠度，节点连接强度；

2) 立杆稳定承载力；

3) 立杆地基承载力；

4) 当设置门洞时，进行门洞转换横梁强度和挠度计算；

5）必要时进行连墙件强度、稳定承载力和连接强度计算；

**6**) 必要时进行架体抗倾覆能力计算。

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

**5.1.5** 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、间距、步距增大和几何形状、承力特性改变部位的杆件、构配件；

**3** 应选取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。

**5.1.6** 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。

**5.1.7** 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。

**5.1.8** 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210；

**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。

**5.1.9** 受弯构件的容许挠度应符合表5.1.9的规定。

**表5.1.9 受弯构件的容许挠度**

|  |  |
| --- | --- |
| 构件类别 | 容许挠度[*υ*] |
| 脚手板、纵向水平杆和横向水平杆 | *l*/150与10mm取较小值 |
| 脚手架悬挑受弯杆件 | /400 |
| 支撑脚手架受弯构件 | /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

* + 1. 钢材的强度设计值与弹性模量应按表5.1.10采用。

**表5.1.10 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* | 2.06×105 |

**5.1.11** 脚手架钢管截面特性应符合表5.1.11的规定。

**表5.1.11 钢管截面特性**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 外径  *ϕ*  （mm） | 壁厚  *t*  （mm） | 截面积  A  （cm2） | 惯性矩  *I*  (cm4) | 截面模量  *w*  (cm3) | 回转半径  *i*  (cm) | 每米长质量  (kg/m) |
| 48.3 | 3.5 | 4.93 | 12.43 | 5.15 | 1.59 | 3.87 |

**5.1.12** 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5.1.12采用。

表**5.1.12**  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 |
| 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10连接销。

**5.1.13** 当对榫卯脚手架结构进行整体计算分析时，节点应视为半刚性节点，其节点转动刚度*R*k取值范围可为25～30；

**5.1.14**  双排脚手架节点不宜采用榫卯节点（或插槽）Ⅱ 型。

**5.2 双排脚手架计算**

**5.2.1** 双排脚手架水平杆抗弯强度应符合下列公式要求：

 (5.2.1-1)

 (5.2.1-2)

式中：*M*s——水平杆弯矩设计值()；

*W*——水平杆的截面模量(mm3)，按本规范表5.1.11采用；

**——水平杆由脚手板自重产生的弯矩标准值()；

**——水平杆由施工荷载产生的弯矩标准值()；

*f*——钢材的抗弯强度设计值(N/mm2)，按本规范表5.1.10采用。

**5.2.2** 双排脚手架水平杆的挠度应符合下式要求：

*υ*≤[*υ*] (5.2.2)

式中：*υ*——水平杆挠度；

[*υ*]——容许挠度，按本规范第5.1.9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：

 (5.2.4-1)

**2** 当有风荷载时：

 (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；

——轴心受压构件的稳定系数，根据立杆长细比，按本规范附录A表A.0.5 取值；

——长细比，；

——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5.1.11采用；

*A*——立杆的毛截面面积(mm2)，按本规范表5.1.11采用；

*W*——立杆的截面模量(mm3)，按本规范表5.1.11采用；

——立杆由风荷载产生的弯矩设计值()，按本规范第5.2.6条的规定计算；

——连墙件钢材的强度设计值(N/mm2)，按本规范表5.1.10采用。

**5.2.5** 双排脚手架立杆的轴力设计值应按下式计算：

 (5.2.5)

式中：**——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值总和；

**∑***N*Gk1=*N*G1k+*N*G2k

*N*G1k——架体结构自重产生的轴向力标准值；

*N*G2k——附件自重产生的轴向力标准值；

**——施工荷载产生的轴力标准值，内、外立杆各按一纵距内施工荷载总和的1/2取值。

**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：

 (5.2.6-1)

 (5.2.6-2)

式中：——立杆由风荷载产生的弯矩设计值()；

**——立杆由风荷载产生的弯矩标准值()；

**——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；

——风荷载标准值（N/mm2），按本规范第4.2.5条的规定计算；

**——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式计算：

 (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1.0；

**——立杆计算长度系数，当连墙件设置为二步三跨时，取1.6；当连墙件设置为三步三跨时，取1.8；

*h*——步距。

**5.2.8** 双排脚手架立杆稳定性计算部位的确定应符合下列规定：

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

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

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

1 当无风荷载时：

2当有风荷载时：

式中：[*H*]——脚手架允许搭设高度（m）；

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

**5.2.10** 双排脚手架杆件连接节点承载力应符合下式要求：

 (5.2.10)

式中：**——作用于脚手架杆件连接节点的荷载设计值；

——脚手架杆件连接节点的承载力设计值，按本规范表5.1.12采用。

**5.2.11**  双排脚手架连墙件杆的强度及稳定性应符合下列公式要求：

**1** 强度：

**** **(**5.2.11-1)

**2** 稳定性：

**** (5.2.11-2)

 (5.2.11-3)

 (5.2.11-4)

式中：——连墙件轴力设计值(N)；

——连墙件由风荷载产生的轴力设计值(N)；

——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；

——连墙件的净截面面积(mm2)；

——连墙件的毛截面面积(mm2)；

****——轴心受压构件的稳定系数，根据其长细比，按本规范附录A表A.0.5 取值；

——连墙件间水平投影距离(mm)；

*H*c——连墙件间竖向垂直距离(mm)；

——连墙件钢材的强度设计值(N/mm2)，按本规范表5.1.10采用。

**5.2.12** 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：

**** (5.2.12)

式中：——连墙件轴力设计值；

—— 连墙件与建筑结构连接的抗拉（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。

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

*ϒ0 N*L≤ （5.2.13）

式中：——扣件抗滑承载力设计值，一个直角扣件应取8.0kN。

**5.3 满堂支撑脚手架计算**

**5.3.1** 支撑脚手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**  满堂支撑脚手架立杆稳定性验算应符合下列规定：

**1** 当无风荷载时，应按本规范式(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5.3.7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A表A.0.5 取值；立杆计算长度应按本规范第5.3.8条的规定计算。

**5.3.3** 满堂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：

 (5.3.3-1)

**2)** 由永久荷载控制的组合：

 (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：

 (5.3.3-3)

**2)** 由永久荷载控制的组合：

 (5.3.3-4)

式中：**——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值总和；

**—— 模板支撑架：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；

钢结构支撑架及其他非模板支架：可调托撑上主梁、次梁、支撑板等的自重；支撑脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重。

**——立杆由施工荷载产生的轴力标准值；

——支撑脚手架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值，按本规范式第5.3.4条的规定计算。

**5.3.4** 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

式中：——支撑脚手架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值(N)；

*n*——计算单元立杆跨数；

——支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值()，按本规范第5.3.5条的规定计算；

*B*——支撑脚手架横向宽度（mm）。

**5.3.5** 风荷载作用在支撑脚手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：



(a) 平面图 (b) 立面图

图5.3.5 风荷载沿架体横向作用示意图

 (5.3.5-1)

 (5.3.5-2)

 (5.3.5-3)

式中：——支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值()；

——风线荷载标准值（N/mm）；

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

*H*——支撑脚手架高度(mm)；

——立杆纵向间距（mm）；

——支撑脚手架风荷载标准值（N/mm2），应以支撑脚手架整体风荷载体型系数按本规范第4.2.5条的规定计算；

——竖向封闭栏杆（模板）的风荷载标准值（N/mm2），按本规范第4.2.5条的规定计算。封闭栏杆（含安全网）体型系数宜取1.0；模板体型系数宜取1.3；

*H*m——作业层竖向封闭栏杆（模板）高度（mm）；

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

**表5.3.6 支撑脚手架可不计算由风荷载产生的立杆附加轴向力条件**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 基本风压值  （kN/㎡） | 架体高宽比  （H/B） | 作业层上竖向封闭栏杆（模板）高度  （m） |
| 1 | ≤0.2 | ≤2.5 | ≤1.2 |
| 2 | ≤0.3 | ≤2.0 | ≤1.2 |
| 3 | ≤0.4 | ≤1.7 | ≤1.2 |
| 4 | ≤0.5 | ≤1.5 | ≤1.2 |
| 5 | ≤0.6 | ≤1.3 | ≤1.2 |
| 6 | ≤0.7 | ≤1.2 | ≤1.2 |
| 7 | ≤0.8 | ≤1.0 | ≤1.2 |
| 8 | 按构造要求设置了连墙件或采取了其他防倾覆措施 | | |

**5.3.7** 支撑脚手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：

 (5.3.7)

式中：**——立杆由风荷载产生的弯矩标准值()；

——立杆纵向间距（mm）；

——支撑脚手架风荷载标准值(N/mm2)，应以单榀桁架体型系数*μ*st按本规范第4.2.5条的规定计算；

*h*——步距（mm）。

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

顶部立杆段： *l0*= *k μ*1（*h*+2*a*） （5.3.8-1）

非顶部立杆段： *l0*= *k* *μ*2*h* （5.3.8-2）

式中：*k*——支撑脚手架计算长度附加系数，应按表5.3.8-1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0.2m＜a＜0.5m时，承载力可按线性插入值。

*μ*1 、*μ*2——考虑支撑脚手架整体稳定因素的单杆计算长度系数，应按本规范表5.3.8-2、表5.3.8-3采用；

**表5.3.8-1 支撑脚手架计算长度附加系数取值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 高度*H* （m） | *H* ≤5 | 5< *H* ≤10 | 10< *H* ≤20 | 20< *H* ≤30 |
| *k* | 1.427 | 1.464 | 1.504 | 1.595 |

注：1、当验算立杆允许长细比时，取*k*=1。

**表5.3.8-2 满堂支撑脚手架立杆计算长度系数*μ*1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 步距  （m） | 立杆间距（m） | | | |
| 1.2×1.2～0.9×0.9（不含0.9×0.9） | | 不大于0.9×0.9 | |
| 高宽比不大于2 | | 高宽比不大于2 | |
| 最少跨数3 | | 最少跨数4 | |
| a=0.5（m） | a=0.2（m） | a=0.5（m） | a=0.2（m） |
| 1.8 | 0.817 | 1.004 | 0.755 | 0.925 |
| 1.2 | 0.925 | 1.222 | 0.852 | 1.122 |
| 0.5～0.6 | 1.102 | 1.684 | 0.993 | 1.510 |

注：1、步距两级之间计算长度系数按线性插入值；

２、立杆间距两级之间，纵向间距与横向间距不同时，计算长度系数按较大间距对应的

计算长度系数取值。立杆间距两级之间值，计算长度系数取两级对应的较大的*μ*值。

**3、**支撑脚手架高宽比大于2且不大于3时，立杆的稳定性计算时，对公式(5.2.4-1) 、(5.2.4-2)右端抗压强度设计值乘以0.85折减系数。

**表5.3.8-3 满堂支撑脚手架立杆计算长度系数*μ2***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 步距  （m） | 立杆间距（m） | |
| 1.2×1.2～0.9×0.9（不含0.9×0.9） | 不大于0.9×0.9 |
| 高宽比不大于2 | 高宽比不大于2 |
| 最少跨数3 | 最少跨数4 |
| 1.8 | 1.227 | 1.130 |
| 1.2 | 1.629 | 1.496 |
| 0.5～0.6 | 2.807 | 2.516 |

注：同表5.3.8-2

**5.3.9** 立杆稳定性计算部位的确定应符合下列规定：

1 当支撑脚手架采用相同的步距、立杆纵距、立杆横距时，应计算底层与顶层立杆段；

2 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。

**5.3.10**  支撑脚手架最少跨数不符合表5.3.8-2规定时，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*按本规范表5.3.8-2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5m；

2 被支承结构自重面荷载和线荷载标准值应分别小于5kN/㎡和6kN/m；

**5.3.11** 当支撑脚手架设置门洞时，门洞转换横梁的抗弯和受剪承载力、稳定性和挠曲变形验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的规定。

**5.3.12** 在水平风荷载作用下，支撑脚手架的抗倾覆承载力应符合下式要求：

 (5.3.12)

式中：*B*——支撑脚手架横向宽度（mm）；

——立杆纵向间距（mm）；

——均匀分布的架体自重等面荷载标准值(N/mm2)；

——均匀分布的架体上部的模板等物料自重面荷载标准值(N/mm2)；

——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料自重标准值(N)；

——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离(mm)；

——支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值()，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：

 (5.4.1)

式中：——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；

——立杆基础底面面积(mm2)，当基础底面面积大于0.3m2时，计算所采用的取值不超过0.3m2；

——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；

——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：

 (5.4.2)

式中：——地基承载力修正系数，按表5.4.2的规定采用；

——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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 |
| 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、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** 脚手架杆件连接节点应满足其强度和转动刚度要求，应确保架体在使用期内安全，节点无松动。当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。

**6.1.2** 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、长度不少于二跨的木垫板；

**3** 混凝土结构层上的立杆底部宜设置底座或垫板；

**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。

**6.1.3** 双排脚手架起步立杆应采用不同型号（不同长度）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6.1.3)。



图6.1.3 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

**6.1.4** 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。在立杆的底部节点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。

**6.1.5**  钢管扣件剪刀撑杆件应符合下列规定：

**1** 竖向剪刀撑交叉斜杆宜分别采用旋转扣件设置在立杆的外侧；

**2** 竖向剪刀撑斜杆与地面的倾角应在45°~60°之间；

**3** 剪刀撑杆件应每步与交叉处立杆或水平杆扣接，剪刀撑布置应均匀、对称。

**4** 剪刀撑杆件接长应采用搭接或对接，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40~65。

**6.1.6** 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。当使用竹笆脚手板时，竹笆脚手板与其下面水平杆绑扎牢固，其平杆应等间距设置，间距不应大于400mm。作业层端部脚手板探头长度应取150mm，其板的两端均应固定于支承杆件上。

**4** 立杆节点间距按0.6m模数设置时，外侧应在立杆0.6m及1.2m高的节点处搭设两道防护栏杆；立杆节点间距按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。

**6.1.7** 脚手架应设置人员上下专用梯道或坡道（图6.1.7），并应符合下列规定：



图6.1.7 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 拐弯处应设置平台，其宽度不应小于通道宽度。

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

**6.2 双排脚手架**

**6.2.1** 常用密目式安全网全封双排脚手架结构的设计尺寸，可按表6.2.1采用。

表6.2.1 常用密目式安全立网全封闭式双排脚手架的设计尺寸（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*] | |
| 2+2+2×0.35(kN/m2) | |
| 基本风压值*w*0(kN/m2) | |
| 0.4 | 0.5 |
| 二步三跨 | 1.8 | 0.9 | 1.5 | 50 | 43 |
| 1.2 | 1.2 | 50 | 50 |
| 2.0 | 0.9 | 1.5 | 28 | 21 |
| 1.2 | 1.2 | 36 | 30 |
| 三步三跨 | 1.8 | 0.9 | 1.2 | 38 | 31 |
| 1.2 | 1.2 | 27 | 20 |

注：1、表中所示2+2+2×0.35(kN/m2)，包括下列荷载： 2+2(kN/m2)为二层装修作业层施工荷载标准值；2×0.35(kN/m2)为二层作业层脚手板自重荷载标准值。

2、作业层横向水平杆间距按不大于立杆纵距的1/2设置；

3、计算风压高度变化系数时，按地面粗糙度按**B**类采用；

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** 双排脚手架的宽度不应小于0.9m，且不宜大于1.2m。作业层高度不应小于1.7m，且不宜大于2.0m。

**6.2.3** 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。

**6.2.4** 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2.4 m。

**6.2.5** 当双排脚手架拐角为直角时，宜采用水平杆直接组架（图6.2.5a）；当双排脚手架拐角为非直角时，可采用钢管扣件组架（图6.2.5b）。



(a) 水平杆组架 (b) 钢管扣件拐角组架

图6.2.5 双排脚手架组架示意图

1—水平杆； 2—钢管扣件

**6.2.6** 双排脚手架立杆顶端防护栏杆宜高出作业层1.5m。

**6.2.7** 采用钢管与扣件设置剪刀撑时（图6.2.7），应符合下列规定：

**1** 当双排脚手架搭设高度在24m以下时，应在架体外侧两端、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；

1. 每道竖向剪刀撑应由底至顶连续设置。



（a）不连续剪刀撑设置 (b) 连续剪刀撑设置

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** 双排脚手架采用钢管与扣件设置横向斜撑时，应符合下列规定：

1 横向斜撑应在同一节间，由底至顶层呈之字型连续布置，斜撑宜采用旋转扣件固定在与之相交的杆件上，旋转扣件中心线至榫卯节点中心的距离不宜大于150mm。

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

3开口型双排脚手架的两端均必须设置横向斜撑。

**6.2.9** 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6.2.9）。水平斜撑杆可采用钢管与扣件设置。



图6.2.9 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

**6.2.10** 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，对高度24m以上的双排脚手架，应采用刚性连墙件与建筑物连接。

**2** 同一层连墙件应设置在同一水平面，连墙点的水平间距不得超过三跨，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二步；

**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** 应从底层第一步水平杆处开始设置，当该处设置有困难时，应采用其它可靠措施固定；

**5** 连墙件宜采用菱形布置，也可采用矩形布置；

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

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

**8** 当双排脚手架下部暂不能设连墙件时应采取防倾覆措施，但无连墙件的最大高度不得超过6m。当采用搭设抛撑防倾覆时，抛撑应采用通长杆件，并用旋转扣件固定在脚手架上，与地面的倾角应在45º～60º之间；连接点中心至主节点的距离不应大于300mm。抛撑应在连墙件搭设后再拆除。

**6.2.11** 双排脚手架应按本规范第6.1.6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。

**6.2.12** 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。

**6.2.13**  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6.2.13）。



图6.2.13 双排外脚手架门洞设置

1—双排脚手架；2—桁架托梁

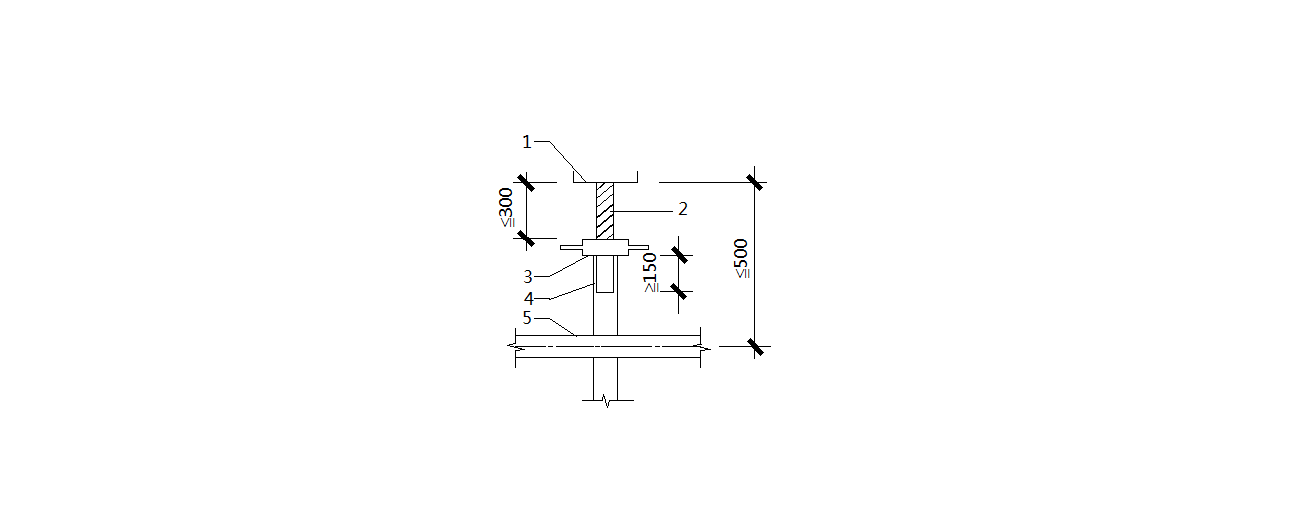
**6.3 满堂支撑脚手架**

**6.3.1** 满堂支撑脚手架的立杆间距和步距应按设计计算确定，且间距不宜大于1.5m，步距不宜大于1.8m，支撑脚手架搭设高度不宜超过30m。

**6.3.2**  对安全等级为I级的满堂支撑脚手架，架体顶层二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。

**6.3.3** 满堂支撑脚手架每根立杆的顶部应设置可调托撑。当被支撑的建筑结构底面存在坡度时，应随坡度调整架体高度，可利用立杆节点位差增设水平杆，并应配合可调托撑进行调整。

**6.3.4** 立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度（图6.3.4）不宜超过500mm。可调托撑和可调底座螺杆插入立杆的长度不应小于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。



图**6.3.4**立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度

1－可调托座；2－螺杆；3－调节螺母；4－立杆；5－顶层水平杆

**6.3.5** 模板下方应放置次梁与主梁，次梁与主梁应按受弯杆件设计计算。支架立杆上端应采用U型托撑，U型托撑支撑在主梁底部。

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

**6.3.7** 当有既有建筑结构时，支撑脚手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二步，并应与水平杆同层设置；

**2**  连接点水平向间距不宜大于8m；

**3**  连接点至架体节点中心的距离不宜大于300mm；

**4**  当遇柱时，宜采用抱箍式连接措施；

**5** 当架体两端均有墙体或边梁时，可设置水平杆与墙或梁顶紧。

**6.3.8** 满堂支撑脚手架应采用钢管与扣件设置竖向剪刀撑，并应符合下列规定：

**1** 安全等级为II级的满堂支撑脚手架应在架体周边、内部纵向和横向每隔不大于9m设置一道竖向剪刀撑；

**2** 安全等级为I级的满堂支撑脚手架应在架体周边、内部纵向和横向每隔不大于6m设置一道竖向剪刀撑（图6.3.8）；

**3** 每道竖向剪刀撑的宽度宜为6m～9m，剪刀撑斜杆与水平面的倾角应为

45º～60º。



图**6.3.8** 支撑脚手架竖向、水平剪刀撑布置图

1——水平剪刀撑；2——竖向剪刀撑；3——扫地杆设置层

**6.3.9** 满堂支撑脚手架应采用钢管与扣件设置水平剪刀撑，并应符合下列规定：

**1** 安全等级为II级的满堂支撑脚手架宜在架顶处设置一道水平剪刀撑；

**2** 安全等级为I级的支撑脚手架应在架顶、竖向每隔不大于8m各设置一道水平剪刀撑（图6.3.8）；

**3** 每道水平剪刀撑应连续设置，剪刀撑的宽度宜为6m～9m。水平剪刀撑与支架纵（或横）向夹角应为45º～60º。

**6.3.10** 当满堂支撑脚手架同时满足下列条件时，可不设置竖向、水平剪刀撑：

**1** 搭设高度小于5m，架体高宽比小于1.5；

**2** 被支承结构自重面荷载不大于5kN/㎡；线荷载不大于8kN/m；

**3** 架体结构与既有建筑结构按本标准第6.3.7条的规定进行了可靠连接；

**4**场地地基坚实、均匀，满足承载力要求

**6.3.1****1** 独立的支撑脚手架高宽比不宜大于3；不应大于4。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。

**6.3.12** 当满堂支撑脚手架局部所承受的荷载较大，立杆需加密设置时，加密区的水平杆应向非加密区延伸不少于一跨；非加密区立杆的水平间距应与加密区立杆的水平间距互为倍数。

**6.3.13** 当模板支撑架设置门洞时（图6.3.13），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；

**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。



图6.3.13 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 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** 应按本规范的规定和脚手架专项施工方案要求对榫卯式钢管脚手架构件进行检查验收，对钢管、扣件、脚手板、可调托撑等进行检查验收，不合格产品不得使用。

**7.1.4** 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标准》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。立杆垫板或底座底面标高宜高于自然地坪50mm～100mm。

**7.2.4** 当脚手架基础为楼面等既有建筑结构或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，底座的轴心线应与地面垂直。

**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** 支撑脚手架应按先立杆、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**  榫卯节点安装应牢固。

**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位设置。

**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** 脚手架拆除应按专项方案施工，拆除前应做好下列准备工作：

1 应全面检查脚手架的节点连接、连墙件、支撑体系等是否符合构造要求；

2 应根据检查结果补充完善脚手架专项方案中的拆除顺序和措施，经审批后方可实施；

3 拆除前应对施工人员进行交底；

4 应清除脚手架上杂物及地面障碍物。

5 地面应设围栏和警戒标志，并应派专人看守。

**7.4.2** 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。

**7.4.4** 脚手架的拆除作业不得重锤击打、撬别。拆除的杆件、构配件应采用机械或人工运至地面，严禁抛掷。

**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** 在暂停拆除施工时，应采取临时固定措施，已拆除和松开的构配件应放置安全位置。

**7.4.10** 支撑架拆除应按专项施工方施工，并应符合下列规定：

1 拆除作业前，应先对支撑架的稳定性进行检查确认；

2 拆除作业应分层、分段，应从上而下逐层进行，严禁上下同时作业，分段拆除的高度不应大于两层；

3 同层杆件和构配件必须按先外后内的顺序拆除；剪刀撑等加固杆件必须在拆卸至该部位杆件时再拆除；

4 当只拆除部分支撑架结构时，拆除前应对不拆除支撑架结构进行加固，确保稳定；

5 对多层支撑架结构，当楼层结构不能满足承载要求时，严禁拆除下层支撑架；

6 严禁抛掷拆除的构配件；

7 对设有缆风绳的支撑架结构，缆风绳应对称拆除；

9 有六级及以上风或雨、雪时，应停止作业。

10 模板支撑架拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》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；

**11** 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；

**8 检查与验收**

**8.1 构配件检查与验收**

**8.1.1** 新钢管的检查应符合下列规定：

1 应有产品质量合格证；

2 应有质量检验报告，钢管材质检验方法应符合现行国家标准《金属材料 室温拉伸试验方法》GB/T 228的有关规定，其质量应符合本规范第3.2.1条的规定；

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

4 钢管外径、壁厚、端面等的偏差，应分别符合本规范表8.1.8的规定；

5 钢管应涂有防锈漆。

**8.1.2**  旧钢管的检查应符合下列规定：

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

2 钢管弯曲变形应符合本规范表8.1.8序号5的规定。

**8.1.3** 榫卯构件要求

1 榫卯构件按规定程序批准的图样和技术文件制造。

2 立杆构件连接套管宜采用无缝钢管，套管围焊在脚手架立杆底端，焊缝高度6mm。连接套管长度应不小于160mm，导向长度应不小于100mm。套管内径与立杆钢管外径间隙应不大于2mm。图8.1.3。



图8.1.3 连接套管和底座细部构造图

3 构件焊接制作应在专用工装上进行，各焊接部位应牢固可靠。焊丝应符合《气体保护电弧焊用碳钢低合金钢焊丝》GB/T 8110的规定。

4 焊缝应平整光滑，不得有漏焊、焊穿、夹渣、裂纹等缺陷。

5 焊缝应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中的三级焊缝要求。

6 铸件不得有裂纹、气孔、缩松、砂眼等铸造缺陷，应将粘砂、浇冒口残余、披缝、毛刺、氧化皮等清除干净。

7 带榫、卯构件允许偏差应符合8.1.8序号4的规定。

8 构件各部位不得有裂纹。

9 构件表面大于10mm2的砂眼不得超过三处，且累计面积不得大于50mm2。

10 铸件表面粘砂面积累计不得大于150mm2。

11 构件表面凸（或凹）的高（或深）值不得大于1mm。

12 焊接应牢固，不得有裂痕、漏焊、虚焊、咬边现象。

13 构件表面应进行防锈处理，表面应光洁平整，涂层应均匀，不得有堆漆、露铁等现象。

**8.1.4** 扣件验收应符合下列规定：

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

2 新、旧扣件均应进行防锈处理；

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

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

**8.1.6**  脚手板的检查应符合下列规定：

1 冲压钢脚手板

1）钢脚手板材质量应符合本规范第3.3.2条的规定。新脚手板应有产品质量合格证；

2）尺寸偏差应符合本规范表8.1.8序号6的规定，且不得有裂纹、开焊与硬弯；

3）新、旧脚手板均应涂防锈漆；

4）应有防滑措施。

5）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。

2 木脚手板、竹脚手板：

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

2）竹笆脚手板、竹串片脚手板的材料应符合本规范第3.3.4条的规定。

**8.1.7** 可调托撑与可调底座的检查应符合下列规定：

1 应有产品质量合格证，其质量应符合本规范第3.4节的规定；

2 应有质量检验报告，可调托撑抗压承载力应符合本规范第3.4.3条的规定；

3 严禁使用有裂缝的支托板、螺母。

**8.1.8** 构配件的偏差应符合表8.1.8的规定。

**表8.1.8 构配件的允许偏差**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差  Δ  （mm） | 示意图 | 检查工具 |
| 1 | 焊接钢管尺寸（mm）  外径48.3  壁厚3.5 | | ±0.5  +0.35，-0.5 |  | 游标卡尺 |
| 2 | 钢管两端面切斜偏差 | | 1.70 | 32-Model | 塞尺、拐角尺 |
| 3 | 钢管外表面锈蚀深度 | | ≤0.18 | 32-Model | 游标卡尺 |
| 4 | 榫卯构件 | 构件长度允许偏差 | ±1.5 |  | 钢板尺 |
| 钢管直线度允许偏差为管长的 | 1/500 |  | 钢板尺 |
| 立杆端面与立杆轴线，垂直度允许偏差 | 0.5 |  | 角尺 |
| 立杆构件节点间距可按600 mm模数设置，间距允许偏差为 | ±1.O |  | 钢板尺 |
| 榫卯构件楔形凹槽及楔形凸块对称度允许偏差应不大于 | 1.5 |  | 专用量具 |

**续表8.1.8**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | | | | 技术要求 | 允许偏差  Δ  （mm） | 示意图 | 检查方法  与工具 |
| 5 | 不带榫、卯管件 | | 钢管弯曲  a.各种杆件钢管的端部弯曲*l*≤1.5m | | | ≤5 | 31-Model | 钢板尺 |
| b.立杆钢管弯曲  3m<*l*≤4m  4m<*l*≤6.5m | | | ≤12  ≤20 | 31-Model |
| c.水平杆、斜杆的钢管弯曲  *l*≤6.5m | | | ≤30 |  |
| 6 | 冲压钢脚手板  a.板面挠曲  *l*≤4m  *l*>4m | | | | | ≤12  ≤16 |  | 钢板尺 |
| b.板面扭曲（任一角翘起） | | | | | ≤5 |  |  |
| 7 | 剪刀撑斜杆与地面的倾角 | | | 45º~  60 º | | — | | 角尺 |
| 8 |  | 扣件螺栓拧紧扭力矩 | | 40~65  N·m | |  | | 扭力板手 |
| 9 | 可调托撑支托板变形 | | | | | 1.0 | 31-Model | 钢板尺  塞尺 |

**8.2 脚手架检查与验收**

**8.2.1** 脚手架应在下列阶段进行检查与验收：

1 施工准备阶段，构配件进场时；

2 地基与基础施工完后，脚手架搭设前；

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，阶段使用前；

5 支撑脚手架每搭设完4步或搭设至6m高度时。

6 达到设计高度后；

7 遇有六级风及以上风或大雨后，冻结地区解冻后；

8 停用超过一个月。

**8.2.2** 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C-3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。

5 湿陷性黄土、膨胀土、软土地基应有防水措施；

6 寒冷和严寒地区地基应有防冻胀措施；

7 当支撑结构直接搭设在碎石土、砂土、粉土、粘性土及回填土地基表面时，应将地基表面整平、夯实，并应做好排水措施，回填土地基的压实系数应符合方案设计要求。

**8.2.3** 脚手架检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法应符合本规范附录表C-4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 支撑脚手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 支撑脚手架应与既有建筑结构可靠连接；

7 水平杆与立杆连接榫卯节点应锁紧；

8 架体水平度和垂直度偏差应在本规范允许范围内。

**8.2.4** 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C-5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。

**8.2.5** 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。

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

**9 安全管理**

**9.1.1** 施工现场应建立脚手架工程施工安全管理体系和安全检查、安全考核制度。

**9.1.2** 脚手架工程应按下列规定实施安全管理：

1 搭设和拆除作业前，应审核专项施工方案；

2 应查验搭设脚手架的材料、构配件、设备检验和施工质量检查验收结果；

3 使用过程中，应检查脚手架安全使用制度的落实情况。

**9.1.3** 脚手架搭拆人员必须是经考核合格的专业架子工。架子工应持证上岗。

**9.1.4** 搭拆脚手架人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

**9.1.5** 脚手架的构配件质量与搭设质量，应按本规范第8章的规定进行检查验收，并应确认合格后使用。支撑结构搭设和拆除应设专人负责监督检查。

**9.1.6**  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米应用安全网封闭。

**9.1.7** 脚手架作业层上的荷载不得超过设计允许荷载。

**9.1.8** 严禁将支撑脚手架、缆风绳、混凝土输送泵管、卸料平台及大型设备的支承件等固定在作业脚手架上。严禁在作业脚手架上悬挂起重设备。

**9.1.9** 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，基础周边应排水有序，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 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。

**9.1.10** 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、对成型线形有求时。

**9.1.11** 当遇六级及以上风、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。

**9.1.12** 夜间不宜进行脚手架搭设与拆除作业。

**9.1.13** 在脚手架使用期间，严禁拆除下列杆件：

1 主节点处的纵、横向水平杆，纵、横向扫地杆；

2 连墙件。

**9.1.14** 当脚手架基础下有设备基础、管沟时，在脚手架使用过程中开挖，必须采取加固措施。

**9.1.15**  支撑架在安装过程中，应采取防倾覆的临时固定措施。

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

**9.1.17** 临街搭设脚手架时，外侧应有防止坠物伤人的防护措施。

**9.1.18** 在脚手架上进行电、气焊作业时，应有防火措施和专人看守。脚手架防火措施必须符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB50720的规定。**9.1.19** 脚手架作业层栏杆应采用密目式安全网或其它措施封闭防护。密目式安全网应为阻燃产品，网目密度不应低于2000目/100cm2。

**9.1.20** 作业脚手架同时满载作业的层数不应超过2层。

**9.1.21** 脚手架与架空输电线路的安全距离、 工地临时用电线路的架设及脚手架接地、避雷措施等，应按现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的有关规定执行。

**9.1.22** 支撑架在施加荷载的过程中，架体下严禁有人。并应设有专人监护施工，支撑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，并应由专业人员组织检查、处置。

**9.1.23** 安全等级为I级的支撑脚手架应编制监测方案，使用中应按监测方案对架体实施监测。

**附录A 计算用表**

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步距h（m） | 横距lb（m） | 纵距la（m） | | | | | | |
| 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.0 |
| 0.6 | 0.9 | 0.1147 | 0.1362 | 0.1578 | 0.1794 | 0.2009 | 0.2225 | 0.2465 |
| 1.2 | 0.1243 | 0.1459 | 0.1675 | 0.1890 | 0.2106 | 0.2322 | 0.2813 |
| 0.90 | 0.9 | 0.0913 | 0.1064 | 0.1215 | 0.1367 | 0.1518 | 0.1669 | 0.1770 |
| 1.2 | 0.0978 | 0.1129 | 0.1280 | 0.1431 | 0.1582 | 0.1733 | 0.1834 |
| 1.2 | 0.9 | 0.0796 | 0.091 | 0.1034 | 0.1153 | 0.1272 | 0.1391 | 0.1470 |
| 1.2 | 0.0845 | 0.0964 | 0.1083 | 0.1201 | 0.1320 | 0.1439 | 0.1518 |
| 1.5 | 0.9 | 0.0726 | 0.0826 | 0.0925 | 0.1025 | 0.1125 | 0.1224 | 0.1290 |
| 1.2 | 0.0765 | 0.0865 | 0.0964 | 0.1064 | 0.1163 | 0.1263 | 0.1329 |
| 1.8 | 0.9 | 0.0680 | 0.0766 | 0.0853 | 0.0940 | 0.1026 | 0.1113 | 0.1171 |
| 1.2 | 0.0712 | 0.0799 | 0.0885 | 0.0972 | 0.1058 | 0.1145 | 0.1203 |
| 2.0 | 0.9 | 0.0656 | 0.0737 | 0.0817 | 0.0897 | 0.0977 | 0.1057 | 0.1111 |
| 1.2 | 0.0685 | 0.0766 | 0.0846 | 0.0926 | 0.1006 | 0.1086 | 0.1140 |

注：Φ48.3.×3.5钢管。表内中间值可按线性插入计算。

**A.0.2** 支撑脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，可按表A.0.2取用。

**表A.0.2**  **支撑脚手架立杆承受的每米结构自重标准值gk(kN/m)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步距h（m） | 横距lb（m） | 纵距la（m） | | | | | | |
| 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.0 |
| 0.60 | 0.3 | 0.1112 | 0.1330 | 0.1549 | 0.1767 | 0.1985 | 0.2203 | 0.2349 |
| 0.6 | 0.1330 | 0.1549 | 0.1768 | 0.1988 | 0.2207 | 0.2426 | 0.2572 |
| 0.9 | 0.1549 | 0.1768 | 0.1988 | 0.2208 | 0.2428 | 0.2648 | 0.2795 |
| 1.2 | 0.1767 | 0.1988 | 0.2208 | 0.2429 | 0.2650 | 0.2871 | 0.3018 |
| 1.5 | 0.1985 | 0.2207 | 0.2428 | 0.2650 | 0.2872 | 0.3094 | 0.3241 |
| 1.8 | 0.2203 | 0.2426 | 0.2648 | 0.2871 | 0.3094 | 0.3316 | 0.3465 |
| 2.0 | 0.2349 | 0.2572 | 0.2795 | 0.3018 | 0.3241 | 0.3465 | 0.3613 |
| 0.90 | 0.3 | 0.0911 | 0.1065 | 0.1218 | 0.1372 | 0.1526 | 0.1679 | 0.1782 |
| 0.6 | 0.1065 | 0.1219 | 0.1374 | 0.1528 | 0.1683 | 0.1838 | 0.1941 |
| 0.9 | 0.1218 | 0.1374 | 0.1529 | 0.1685 | 0.1840 | 0.1996 | 0.2099 |
| 1.2 | 0.1372 | 0.1528 | 0.1685 | 0.1841 | 0.1997 | 0.2154 | 0.2258 |
| 1.5 | 0.1526 | 0.1683 | 0.1840 | 0.1997 | 0.2155 | 0.2312 | 0.2417 |
| 1.8 | 0.1679 | 0.1838 | 0.1996 | 0.2154 | 0.2312 | 0.2470 | 0.2575 |
| 2.0 | 0.1782 | 0.1941 | 0.2099 | 0.2258 | 0.2417 | 0.2575 | 0.2681 |
| 1.2 | 0.3 | 0.0810 | 0.0932 | 0.1053 | 0.1175 | 0.1296 | 0.1418 | 0.1499 |
| 0.6 | 0.0932 | 0.1054 | 0.1176 | 0.1299 | 0.1421 | 0.1543 | 0.1625 |
| 0.9 | 0.1053 | 0.1176 | 0.1300 | 0.1423 | 0.1546 | 0.1669 | 0.1751 |
| 1.2 | 0.1175 | 0.1299 | 0.1423 | 0.1547 | 0.1671 | 0.1795 | 0.1878 |
| 1.5 | 0.1296 | 0.1421 | 0.1546 | 0.1671 | 0.1796 | 0.1921 | 0.2004 |
| 1.8 | 0.1418 | 0.1543 | 0.1669 | 0.1795 | 0.1921 | 0.2047 | 0.2131 |
| 2.0 | 0.1499 | 0.1625 | 0.1751 | 0.1878 | 0.2004 | 0.2131 | 0.2215 |
| 1.50 | 0.3 | 0.0750 | 0.0852 | 0.0954 | 0.1056 | 0.1158 | 0.1260 | 0.1329 |
| 0.6 | 0.0852 | 0.0955 | 0.1058 | 0.1161 | 0.1264 | 0.1367 | 0.1436 |
| 0.9 | 0.0954 | 0.1058 | 0.1162 | 0.1266 | 0.1370 | 0.1474 | 0.1543 |
| 1.2 | 0.1056 | 0.1161 | 0.1266 | 0.1371 | 0.1475 | 0.1580 | 0.1650 |
| 1.5 | 0.1158 | 0.1264 | 0.1370 | 0.1475 | 0.1581 | 0.1687 | 0.1757 |
| 1.8 | 0.1260 | 0.1367 | 0.1474 | 0.1580 | 0.1687 | 0.1793 | 0.1864 |
| 2.0 | 0.1329 | 0.1436 | 0.1543 | 0.1650 | 0.1757 | 0.1864 | 0.1935 |
| 1.80 | 0.3 | 0.0710 | 0.0799 | 0.0888 | 0.0977 | 0.1067 | 0.1156 | 0.1215 |
| 0.6 | 0.0799 | 0.0889 | 0.0979 | 0.1069 | 0.1159 | 0.1249 | 0.1309 |
| 0.9 | 0.0888 | 0.0979 | 0.1070 | 0.1161 | 0.1252 | 0.1343 | 0.1404 |
| 1.2 | 0.0977 | 0.1069 | 0.1161 | 0.1253 | 0.1345 | 0.1437 | 0.1498 |
| 1.5 | 0.1067 | 0.1159 | 0.1252 | 0.1345 | 0.1437 | 0.1530 | 0.1592 |
| 1.8 | 0.1156 | 0.1249 | 0.1343 | 0.1437 | 0.1530 | 0.1624 | 0.1686 |
| 2.0 | 0.1215 | 0.1309 | 0.1404 | 0.1498 | 0.1592 | 0.1686 | 0.1749 |
| 2.0 | 0.3 | 0.0689 | 0.0772 | 0.0855 | 0.0938 | 0.1021 | 0.1103 | 0.1159 |
| 0.6 | 0.0772 | 0.0856 | 0.0940 | 0.1023 | 0.1107 | 0.1191 | 0.1246 |
| 0.9 | 0.0855 | 0.0940 | 0.1024 | 0.1109 | 0.1193 | 0.1278 | 0.1334 |
| 1.2 | 0.0938 | 0.1023 | 0.1109 | 0.1194 | 0.1279 | 0.1365 | 0.1422 |
| 1.5 | 0.1021 | 0.1107 | 0.1193 | 0.1279 | 0.1366 | 0.1452 | 0.1510 |
| 1.8 | 0.1103 | 0.1191 | 0.1278 | 0.1365 | 0.1452 | 0.1539 | 0.1597 |
| 2.0 | 0.1159 | 0.1246 | 0.1334 | 0.1422 | 0.1510 | 0.1597 | 0.1656 |

注：Φ48.3.×3.5钢管。表内中间值可按线性插入计算。

**A.0.3** 常用构配件与材料、人员的自重，可按表A.0.3 取用。

**表A.0.3 常用构配件与材料、人员的自重**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 单位 | 自重 | 备注 |
| 扣件：直角扣件  旋转扣件  对接扣件 | N/个 | 13.2  14.6  18.4 | — |
| 人 | N | 800~850 | — |
| 灰浆车、砖车 | kN/辆 | 2.04~2.50 | — |
| 普通砖240mm×115mm×53mm | kN/m3 | 18~19 | 684块/m3，湿 |
| 灰砂砖 | kN/m3 | 18 | 砂:石灰=92:8 |
| 瓷面砖150mm×150mm×8mm | kN/m3 | 17.8 | 5556块/m3 |
| 陶瓷锦砖(马赛克)δ=5mm | kN/m3 | 0.12 | — |
| 石灰砂浆、混合砂浆 | kN/m3 | 17 | — |
| 水泥砂浆 | kN/m3 | 20 | — |
| 素混凝土 | kN/ m3 | 22~24 | — |
| 加气混凝土 | kN/块 | 5.5~7.5 | — |
| 泡沫混凝土 | kN/m3 | 4~6 | — |

**A.0.4** 敞开式榫卯支撑架的挡风系数***Φ***值，可按表A.0.4 取用。

**表A.0.4 敞开式榫卯支撑架的挡风系数*Φ* 值**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步距（m） | 纵距（m） | | | | | | | | | | |
| 0.4 | 0.6 | 0.75 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.35 | 1.5 | 1.8 | 2.0 |
| 0.6 | 0.260 | 0.212 | 0.193 | 0.180 | 0.173 | 0.164 | 0.160 | 0.158 | 0.154 | 0.148 | 0.144 |
| 0.75 | 0.241 | 0.192 | 0.173 | 0.161 | 0.154 | 0.144 | 0.141 | 0.139 | 0.135 | 0.128 | 0.125 |
| 0.90 | 0.228 | 0.180 | 0.161 | 0.148 | 0.141 | 0.132 | 0.128 | 0.126 | 0.122 | 0.115 | 0.112 |
| 1.05 | 0.219 | 0.171 | 0.151 | 0.138 | 0.132 | 0.122 | 0.119 | 0.117 | 0.113 | 0.106 | 0.103 |
| 1.20 | 0.212 | 0.164 | 0.144 | 0.132 | 0.125 | 0.115 | 0.112 | 0.110 | 0.106 | 0.099 | 0.096 |
| 1.35 | 0.207 | 0.158 | 0.139 | 0.126 | 0.120 | 0.110 | 0.106 | 0.105 | 0.100 | 0.094 | 0.091 |
| 1.50 | 0.202 | 0.154 | 0.135 | 0.122 | 0.115 | 0.106 | 0.102 | 0.100 | 0.096 | 0.090 | 0.086 |
| 1.6 | 0.200 | 0.152 | 0.132 | 0.119 | 0.113 | 0.103 | 0.100 | 0.098 | 0.094 | 0.087 | 0.084 |
| 1.80 | 0.1959 | 0.148 | 0.128 | 0.115 | 0.109 | 0.099 | 0.096 | 0.094 | 0.090 | 0.083 | 0.080 |
| 2.0 | 0.1927 | 0.144 | 0.125 | 0.112 | 0.106 | 0.096 | 0.092 | 0.091 | 0.086 | 0.080 | 0.077 |

注：外径Φ48.3钢管。

**A.0.5** 轴心受压构件的稳定系数（Q235钢）应符合表A.0.5 的规定。

**表A.0.5 轴心受压构件的稳定系数（Q235钢）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Λ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 0.997 | 0.995 | 0.992 | 0.989 | 0.987 | 0.984 | 0.981 | 0.979 | 0.976 |
| 10 | 0.974 | 0.971 | 0.968 | 0.966 | 0.963 | 0.960 | 0.958 | 0.955 | 0.952 | 0.949 |
| 20 | 0.947 | 0.944 | 0.941 | 0.938 | 0.936 | 0.933 | 0.930 | 0.927 | 0.924 | 0.921 |
| 30 | 0.918 | 0.915 | 0.912 | 0.909 | 0.906 | 0.903 | 0.899 | 0.896 | 0.893 | 0.889 |
| 40 | 0.886 | 0.882 | 0.879 | 0.875 | 0.872 | 0.868 | 0.864 | 0.861 | 0.858 | 0.855 |
| 50 | 0.852 | 0.849 | 0.846 | 0.843 | 0.839 | 0.836 | 0.832 | 0.829 | 0.825 | 0.822 |
| 60 | 0.818 | 0.814 | 0.810 | 0.806 | 0.802 | 0.797 | 0.793 | 0.789 | 0.784 | 0.779 |
| 70 | 0.775 | 0.770 | 0.765 | 0.760 | 0.755 | 0.750 | 0.744 | 0.739 | 0.733 | 0.728 |
| 80 | 0.722 | 0.716 | 0.710 | 0.704 | 0.698 | 0.692 | 0.686 | 0.680 | 0.673 | 0.667 |
| 90 | 0.661 | 0.654 | 0.648 | 0.641 | 0.634 | 0.626 | 0.618 | 0.611 | 0.603 | 0.595 |
| 100 | 0.588 | 0.580 | 0.573 | 0.566 | 0.558 | 0.551 | 0.544 | 0.537 | 0.530 | 0.523 |
| 110 | 0.516 | 0.509 | 0.502 | 0.496 | 0.489 | 0.483 | 0.476 | 0.470 | 0.464 | 0.458 |
| 120 | 0.452 | 0.446 | 0.440 | 0.434 | 0.428 | 0.423 | 0.417 | 0.412 | 0.406 | 0.401 |
| 130 | 0.396 | 0.391 | 0.386 | 0.381 | 0.376 | 0.371 | 0.367 | 0.362 | 0.357 | 0.353 |
| 140 | 0.349 | 0.344 | 0.340 | 0.336 | 0.332 | 0.328 | 0.324 | 0.320 | 0.316 | 0.312 |
| 150 | 0.308 | 0.305 | 0.301 | 0.298 | 0.294 | 0.291 | 0.287 | 0.284 | 0.281 | 0.277 |
| 160 | 0.274 | 0.271 | 0.268 | 0.265 | 0.262 | 0.259 | 0.256 | 0.253 | 0.251 | 0.248 |
| 170 | 0.245 | 0.243 | 0.240 | 0.237 | 0.235 | 0.232 | 0.230 | 0.227 | 0.225 | 0.223 |
| 180 | 0.220 | 0.218 | 0.216 | 0.214 | 0.211 | 0.209 | 0.207 | 0.205 | 0.203 | 0.201 |
| 190 | 0.199 | 0.197 | 0.195 | 0.193 | 0.191 | 0.189 | 0.188 | 0.186 | 0.184 | 0.182 |
| 200 | 0.180 | 0.179 | 0.177 | 0.175 | 0.174 | 0.172 | 0.171 | 0.169 | 0.167 | 0.166 |
| 210 | 0.164 | 0.163 | 0.161 | 0.160 | 0.159 | 0.157 | 0.156 | 0.154 | 0.153 | 0.152 |
| 220 | 0.150 | 0.149 | 0.148 | 0.146 | 0.145 | 0.144 | 0.143 | 0.141 | 0.140 | 0.139 |
| 230 | 0.138 | 0.137 | 0.136 | 0.135 | 0.133 | 0.132 | 0.131 | 0.130 | 0.129 | 0.128 |
| 240 | 0.127 | 0.126 | 0.125 | 0.124 | 0.123 | 0.122 | 0.121 | 0.120 | 0.119 | 0.118 |
| 250 | 0.117 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

注：当λ>250时，*Φ*=。

**附录B 主要构配件种类和规格**

**B.0.1**  主要构配件种类和规格可按表B.0.1 取用

表**B.0.1** 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 | 榫卯节点  **І**型 | LG-30 | *φ*48.3×3.5×300 | Q235 | 2.95 |
| LG-60 | *φ*48.3×3.5×600 | Q235 | 4.11 |
| LG-90 | *φ*48.3×3.5×900 | Q235 | 5.89 |
| LG-120 | *φ*48.3×3.5×1200 | Q235 | 7.05 |
| LG-180 | *φ*48.3×3.5×1800 | Q235 | 9.91 |
| LG-210 | *φ*48.3×3.5×2100 | Q235 | 11.56 |
| LG-240 | *φ*48.3×3.5×2400 | Q235 | 12.72 |
| LG-300 | *φ*48.3×3.5×3000 | Q235 | 16.25 |
| 榫卯节点  **Ⅱ** 型 | LG-60 | *φ*48.3×3.5×610 | Q345 | 3.95 |
| LG-110 | *φ*48.3×3.5×1110 | Q345 | 6.30 |
| LG-160 | *φ*48.3×3.5×1610 | Q345 | 8.64 |
| LG-210 | *φ*48.3×3.5×2110 | Q345 | 10.90 |
| LG-260 | *φ*48.3×3.5×2610 | Q345 | 13.30 |
| LG-310 | *φ*48.3×3.5×3110 | Q355 | 15.65 |
| 水平杆 | 榫卯节点  **І**型 | SPG-30 | *φ*48.3×3.5×300 | Q235 | 1.61 |
| SPG-45 | *φ*48.3×3.5×450 | Q235 | 2.23 |
| SPG-60 | *φ*48.3×3.5×600 | Q235 | 2.86 |
| SPG -90 | *φ*48.3×3.5×900 | Q235 | 4.12 |
| SPG -120 | *φ*48.3×3.5×1200 | Q235 | 5.37 |
| SPG -150 | *φ*48.3×3.5×1500 | Q235 | 6.12 |
| SPG -180 | *φ*48.3×3.5×1800 | Q235 | 7.78 |
| 榫卯节点  **Ⅱ** 型 | SPG-30 | *φ*48.3×3.5×245 | Q235 | 1.32 |
| SPG-45 | *φ*48.3×3.5×295 | Q235 | 1.89 |
| SPG-60 | *φ*48.3×3.5×545 | Q235 | 2.47 |
| SPG -90 | *φ*48.3×3.5×845 | Q235 | 3.63 |
| SPG -120 | *φ*48.3×3.5×1145 | Q235 | 4.78 |
| SPG -150 | *φ*48.3×3.5×1445 | Q235 | 5.93 |
| 可调底座 | | KTZ-45 | T38×5.0，可调范围≤300 | Q235 | 5.82 |
| KTZ-60 | T38×5.0，可调范围≤450 | Q235 | 7.12 |
| KTZ-75 | T38×5.0，可调范围≤600 | Q235 | 8.50 |
| 可调托撑 | | KTC-45 | T38×5.0，可调范围≤300 | Q235 | 7.01 |
| KTC-60 | T38×5.0，可调范围≤450 | Q235 | 8.31 |
| KTC-75 | T38×5.0，可调范围≤600 | Q235 | 9.69 |

注：1、水平杆不受竖向荷载，最小壁厚可取2.75mm。

2、其它特殊规格,可根据工程需要确定。

**附录C 检查验收表**

**表C-1 构配件检查验收表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 抽检数量 | 检查方法 |
| 钢管 | 应有产品质量合格证、质量检验报告 | 750根为一批，每批抽取1根 | 检查资料 |
| 钢管表面应平直光滑，不得有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕、深的划道及严重锈蚀等缺陷；钢管外壁使用前必须涂刷防锈漆或进行镀锌处理，钢管内壁宜涂刷防锈漆 | 全数 | 目测 |
| 钢管外径及壁厚 | 外径48mm，允许偏差±0.5㎜;  壁厚3.5㎜，允许偏差 +0.35,-0.5，最小壁厚3.0mm | 3% | 游标卡尺测量 |
| 榫卯节点 | 构件焊缝应平整光滑，不得有漏焊、焊穿、夹渣、裂纹等缺陷。焊缝应符合GB 50205中的三级焊缝要求。铸件不得有裂纹、气孔、缩松、砂眼等铸造缺陷，应将粘砂、浇冒口残余、披缝、毛刺、氧化皮等清除干净。构件各部位不得有裂纹。 | 全数 | 目测 |
| 构件表面大于10mm2的砂眼不得超过三处，且累计面积不得大于50mm2。 铸件表面粘砂面积累计不得大于150mm2。 构件表面凸（或凹）的高（或深）值不得大于1mm。焊接应牢固，不得有裂痕、漏焊、虚焊、咬边现象。 构件表面应进行防锈处理，表面应光洁平整，涂层应均匀，不得有堆漆、露铁等现象 | 全数 | 目测、钢板尺测量 |
| 连接套管 | 立杆构件连接套管宜采用无缝钢管，连接套管长度应不小于160mm，导向长度应不小于100mm。套管内径与立杆钢管外径间隙应不大于2mm。 | 3% | 游标卡尺测量、钢板尺 |
| 套管焊缝应饱满，立杆与立杆的连接孔应能插入φ10mm连接销 | 全数 | 目测 |
| 扣件 | 应有生产许可证、质量检测报告、产品质量合格证、复试报告 | 《钢管脚手架扣件》规定 | 检查资料 |
| 不允许有裂缝、变形、螺栓滑丝；扣件与钢管接触部位不应有氧化皮；活动部位应能灵活转动，旋转扣件两旋转面间隙应小于1 ；扣件表面应进行防锈处理 | 全数 | 目测 |
| 扣件螺栓拧紧扭力矩 | 扣件螺栓拧紧扭力矩值不应小于40N·m，且不应大于65 N·m. | 表C-2 | 扭力扳手 |
| 可调底座及可调托撑 | 可调托撑抗压承载力设计值不应小于80 kN。应有产品质量合格证、质量检验报告 | 3‰ | 检查资料 |
| 螺杆外径不得小于38mm；空心螺杆壁厚不得小于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；螺杆与托板或垫板焊接牢固，焊脚尺寸不小于钢板厚度 | 3% | 游标卡尺、钢板尺测量 |
| 支托板、螺母有裂缝的严禁使用 | 全数 | 目测 |

**表C-1 续表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 抽检数量 | 检查方法 |
| 脚手板 | 新冲压钢脚手板应有产品质量合格证 |  | 检查资料 |
| 冲压钢脚手板板面挠曲≤12㎜（*l*≤4m）或≤16㎜（*l*>4m）；板面扭曲≤5㎜（任一角翘起） | 3% | 钢板尺 |
| 不得有裂纹、开焊与硬弯；新、旧脚手板均应涂防锈漆 | 全数 | 目测 |
| 木脚手板材质应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB50005中 IIa级材质的规定。扭曲变形、劈裂、腐朽的脚手板不得使用 | 全数 | 目测 |
| 木脚手板的宽度不宜小于200mm，厚度不应小于50mm；  板厚允许偏差 -2㎜ | 3% | 钢板尺 |
| 竹脚手板宜采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板、竹笆板 | 全数 | 目测 |
| 竹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% | 钢板尺 |

表C-2 扣件拧紧抽样检查数目及质量判定标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 安装扣件数量（个） | 抽检数量（个） | 允许不  合格数 |
| 1 | 连接立杆与纵（横）向水平杆或剪刀撑的扣件；  接长立杆、纵向水平杆或剪刀撑的扣件 | 51～90  91～150  151～280  281～500  501～1200  1201～3200 | 5  8  13  20  32  50 | 0  1  1  2  3  5 |
| 2 | 连接横向水平杆与纵向水平杆的扣件（非主节点处） | 51～90  91～150  151～280  281～500  501～1200  1201～3200 | 5  8  13  20  32  50 | 1  2  3  5  7  10 |

表**C-3** 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100m2不少于3个点 | 触探 |
| 2 | 地基顶面平整度 | 20mm | 每100m2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**C-4** 脚手架检查验收

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | ±5mm | 全部 | 经纬仪或吊线和卷尺 |
| 插入立杆长度 | | ≥150mm | 钢板尺 |
| 2 | 支撑架可调托撑 | | 螺杆垂直度 | | ±5mm | 全部 | 经纬仪或吊线和卷尺 |
| 插入立杆长度 | | ≥150mm | 钢板尺 |
| 3 | 榫卯节点 | | 锁紧度 | | 水平杆与立杆连接榫卯节点锁紧牢固 | 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 |
| 支撑架立杆伸出顶层水平杆长度 | | 符合方案设计要求，且≤500mm | 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≤400mm | 全部 | 钢板尺 |
| 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 |
| 剪刀撑 | 间距、跨度 | 符合方案设计要求 | 全部 | 目测、钢卷尺 |
| 与地面夹角 | 45°~60° | 全部 | 目测、钢板尺 |
| 搭接长度及扣件数量 | 搭接长度≥1m，搭接扣件不少于2个 | 全部 | 目测、钢板尺 |
| 与立杆（水平杆）扣接情况 | 每步扣接，与节点距≤150mm | 全部 | 目测、钢板尺 |
| 扣件拧紧力矩 | 40~65 | 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 | 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 | | | | ≤架体搭设高度的1/600，且<35mm | 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 |
| 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**C-5** 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≥900mm | 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≥180mm | 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≤10m；内立杆与建筑物间距离≥150mm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≥900mm | 全部 | 钢板尺 |
| 坡度 | 梯道坡度≤1:1，坡道坡度≤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 |
| 3 | 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D 施工验收记录

表**D** 脚手架施工验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | |  | | | | | 架体类型 | 双排脚手架□ 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 | | | 水平杆与立杆连接榫卯节点锁紧牢固；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（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（支撑架）的竖向和水平间距应符合方案设计和规范要求 | | | | |  | |  |
| 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 为了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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

**引用标准名录**

1《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591

**2**《一般工程用铸造碳钢件》 GB/T 11352

**3**《直缝电焊钢管》 GB/T13793

4《低压流体输送用焊接钢管》 GB/T3091

5《碳素结构钢》 GB/T700

**6** 《木结构设计标准》 GB50005

**7**《建筑施工竹脚手架安全技术规范》 JGJ 254

**8**《梯形螺纹 第2部分：直径与螺距系列》 GB/T 5796.2

9《梯形螺纹 第3部分：基本尺寸》 GB/T 5796.3

**10**《一般工程用铸造碳钢件》 GB/T 11352

11《可锻铸铁件》 GB/T 9440

12《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》 GB/T 3274

**13**《钢管脚手架扣件》 GB15831

**14**《建筑结构荷载规范》 GB50009

**15**《钢结构设计标准》 GB 50017

**16**《建筑地基基础设计规范》 GB 50007

17《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202

18《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

19《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666

20《金属材料 室温拉伸试验方法》 GB/T 228

**21《气体保护电弧焊用碳钢低合金钢焊丝》 GB/T 8110**

22《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205

**23**《木结构工程施工质量验收规范》 GB 50206

24《建设工程施工现场消防安全技术规范》 GB50720

25《钢管满堂支架预压技术规程》 JGJ/T 194

**26**《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46

中国土木工程学会标准

**建筑施工榫卯式钢管脚手架**

**安全技术规范**

**T/CCES 1－2019**

条文说明

目 次

1 总则 …………………………………………………………………………70

2 术语和符号 …………………………………………………………………70

2.1 术语 ………………………………………………………………………70

3 构配件 ………………………………………………………………………71

3.1 榫卯节点 …………………………………………………………………71

3.2 钢管 …………………………………………………………………72

3.3 脚手板 ……………………………………………………………………73

3.4 可调托撑与可调底座 ……………………………………………………73

3.5 扣件 ……………………………………………………………………73

4 荷载 …………………………………………………………………………74

4.1 荷载分类 …………………………………………………………………74

4.2 荷载标准值 …………………………………………………………………74

4.3 荷载设计值 ……………………………………………………………77

4.3 荷载效应组合 ……………………………………………………………77

5 设计 ……………………………………………………………………80

5.1 一般规定 …………………………………………………………80

5.2 双排脚手架计算 ……………………………………………………80

5.3 满堂支撑脚手架计算 ……………………………………………………83

5.4 地基基础计算 ……………………………………………………88

6 构造要求 ………………………………………………………………… 89

6.1 一般规定 …………………………………………………………89

6.2 双排脚手架 …………………………………………………………90

6.3 支撑脚手架 …………………………………………………………91

7 施工 …………………………………………………………………………94

7.1 施工准备 …………………………………………………………………94

7.2 地基与基础 ………………………………………………………………94

7.3 搭设 ………………………………………………………………………94

7.4 拆除 ………………………………………………………………………95

8 检查与验收 ………………………………………………………………97

8.1 构配件检查与验收 ………………………………………………………97

8.2 脚手架检查与验收 ………………………………………………………97

9 安全管理 ……………………………………………………………………99

**1 总则**

**1.0.1** 本条是榫卯式钢管脚手架设计、施工时必须遵循的原则。

**1.0.2** 本条明确指出本规范适用范围。

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

**1.0.4** 关于引用标准的说明：

我国榫卯式钢管脚手架使用的钢管绝大部分是焊接钢管，属冷弯薄壁型钢材，其材料设计强度*f*值与轴心受压构件的稳定系数*φ*值，应引用现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018。在其它情况采用热轧无缝钢管时，则应引用现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017。

**2 术语和符号**

**2.1 术语**

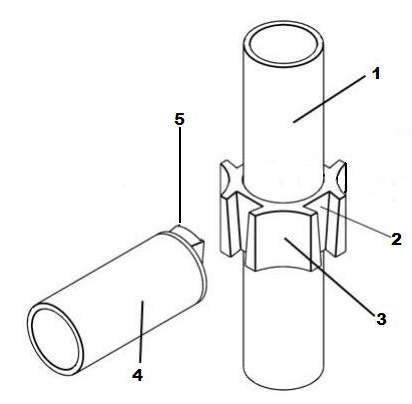
本规范给出的术语是为了在条文的叙述中使得与榫卯式钢管脚手架体系有关的俗称和不统一的称呼在本规范及今后的使用中形成单一的概念，并与其他类型的脚手架和支撑架有关称呼趋于一致，利用已知的概念特征赋予其涵义。所给出的英文译名是参考国外资料和专业词典拟定的。

**3 构 配 件**

**3.1 榫卯节点**

**3.1.1、3.1.2**  榫卯节点（或插槽）**І** 型，是在两个构件上所采用的一种楔形凹凸结合的连接方式。楔形凸出部分叫榫（或榫头）；楔形凹进部分叫卯（或[榫眼](http://baike.baidu.com/view/361381.htm)、榫槽）。简称“榫头卯眼互相插接”结构

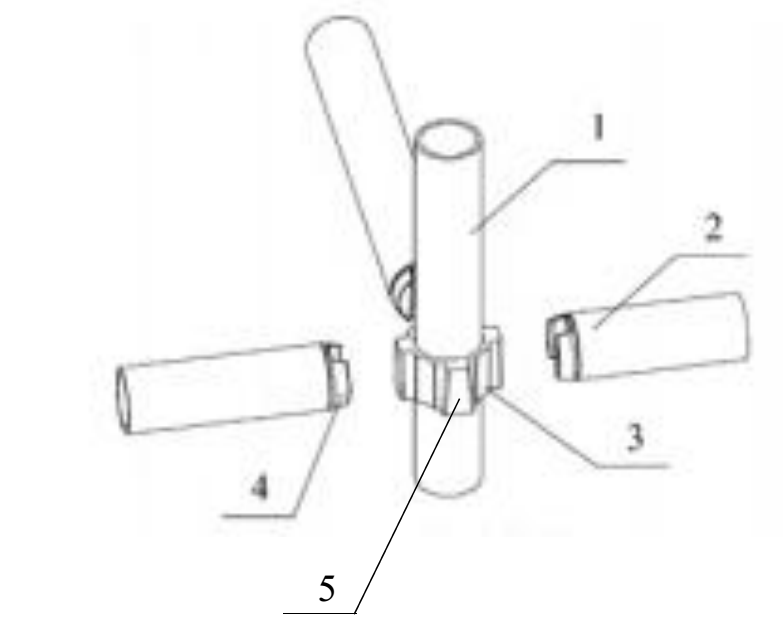
燕尾榫，为了防止受拉力时脱开，将榫头做成顶面与侧面夹角小于90°梯台形（卯槽底面与侧面夹角小于90°），形似燕尾，故名“燕尾榫”。见图1



1）-立杆钢管 2）-卯槽 3）卯槽插座 4）-横杆钢管 5）-横杆榫头

图1 榫卯节点（或插槽）**І** 型构造示意图

榫卯节点（或插槽）**Ⅱ** 型，也为“榫头卯眼互相插接”结构，但是，楔形凸出部分（榫头）与立杆焊接；楔形凹进部分（卯槽）与水平杆焊接形成的榫卯连接构造。见图2



1）-立杆钢管 2）-水平杆 3）-榫头插座 4）-横杆卯槽 5）-榫头

**图 2 榫卯节点（或插槽）Ⅱ 型构造示意图**

**3.1.3** 榫卯节点（或插槽）**І** 型，构件插头、插座材料应采用低碳合金钢制造，所以，其质量应符合《 低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定。

**3.1.4** 榫卯节点（或插槽）**Ⅱ** 型，构件插头、插座材料采用碳素铸钢制造，与榫卯节点（或插槽）**І** 型插头、插座材料不同。

**3.1.5**可根据工程需要，立杆榫卯节点间距可按0.6m模数或0.5模数设置，水平杆长度可按0.3m模数设置，也可以采用其它特殊规格。但是，一般情况下，立杆榫卯节点间距按0.6m模数设置。

**3.1.6** 构件焊接制作在专用工装上进行，可保保证焊缝质量。

**3.2 钢管**

**3.2.1** 本条规定的说明：

1 试验表明，脚手架的承载能力由稳定条件控制，采用现行国家标准《碳素结构钢》中Q235钢比较经济合理；

2 经几十年工程实践证明，采用电焊钢管能满足使用要求，成本比无缝钢管低。

3 对于采用Q345级材质钢管立杆，其质量应符合现行国家标准《 低合金高强度结构钢》GB/T 1591中Q345级钢的规定。根据国家标准《 低合金高强度结构钢》GB/T 1591-2018，前言说明，以Q355钢级替代Q345钢级及相关要求。

**3.2.2** 本条规定的说明：

1根据现行规范《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091、《直缝电焊钢管》GB/T13793、《焊接钢管尺寸及单位长度重量》GB/T 21835规定，考虑工程实际情况，钢管宜采用*Φ*48.3×3.5的规格，最小壁厚3.0mm。

2限制钢管的长度与重量是为确保施工安全，运输方便，一般情况下，钢管最大长度不超过6.5m。

**3.3 脚手板**

**3.3.1** 本条规定旨在便于现场搬运和使用安全。

**3.4 可调托撑与可调底座**

**3.4.1、3.4.2** 对可调托撑的规定是由可调托撑破坏试验确定的。

可调托撑是支撑架直接传递荷载的主要构件，大量可调托撑试验证明：可调托撑支托板截面尺寸、支托板弯曲变形程度、螺杆与支托板焊接质量、螺杆外径等影响可调托撑的临界荷载，最终影响满堂支撑架临界荷载**。**可调底座与可调托撑一样，也是支撑架直接传递荷载的主要构件。

**3.2 扣 件**

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

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

**4 荷 载**

**4.1 荷载分类**

**4.1.1～4.1.5**

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

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

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

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

4可变荷载分为施工荷载、风荷载、其他可变荷载。其中施工荷载是指人及随身协带的小型机具自重荷载；其他可变荷载是指除施工荷载、风荷载以外的其他所有可变荷载，包括架体上移动的机具荷载等，应根据实际情确定。

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；

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

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

**4.2 荷载标准值**

**4.2.1～4.2.3** 对脚手架恒荷载的取值，说明如下：

1 对附录A表A.0.1的说明

立杆承受的每米结构自重标准值的计算条件如下：

1)构配件自重取值：

每个榫卯节点约自重：q1=13N/个；

钢管尺寸：*Φ*48.3×3.5㎜，每米自重： 38.7N／m。

立杆按3m一个接头计算，接头套管Φ57×3.5㎜，长0.16m，

每米自重： 46.2N／m。接头自重，0.16×46.2=7.39 N

2)计算图形见图4。

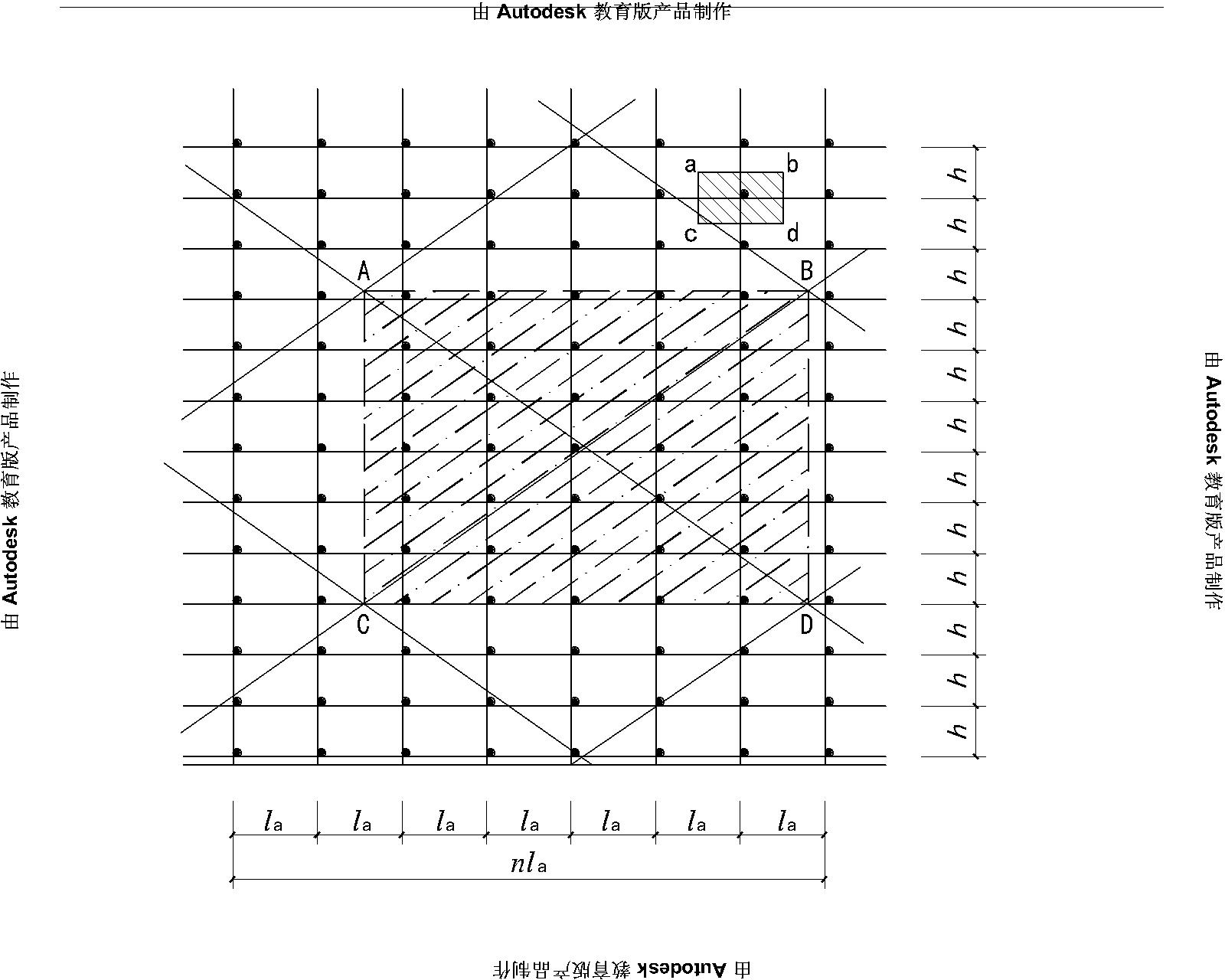


图3 立杆承受的每米结构自重标准值计算图

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

由钢管外径或壁厚偏差引起钢管截面尺寸小于*Φ*48.3×3.5㎜，脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，也可按附录A表A.0.1取值计算，计算结果偏安全，步距、纵距中间值可按线性插入计算。

2 对附录A表A.0.2的说明，计算图形见图4

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

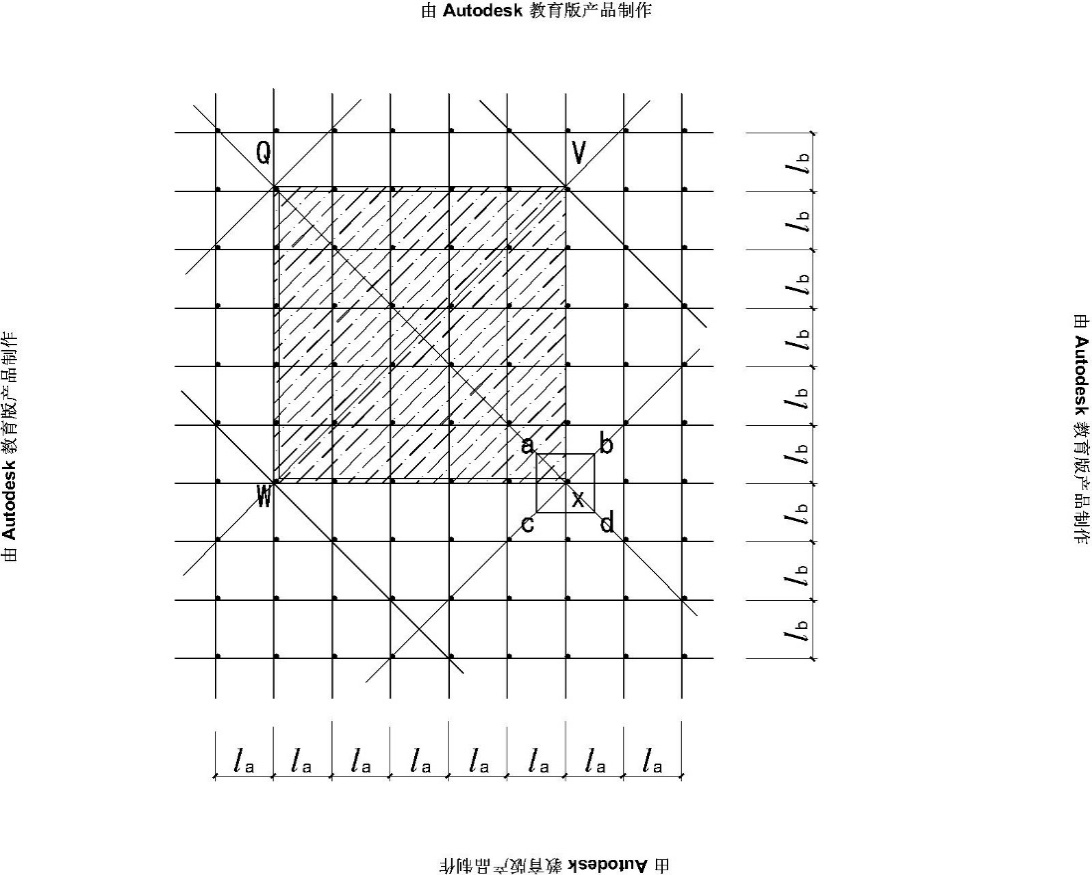


图 4 立杆承受的每米结构自重标准值计算图（平面图）

钢管截面尺寸小于*Φ*48.3×3.5㎜，脚手架立杆承受的每米结构自重标准值，也可按附录A表A.0.2取值计算，计算结果偏安全，步距、纵距、横距中间值可按线性插入计算。

3 表4.2.l—1、表4.2.1-2根据《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定给出。

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

5、表4.2.1-4 主梁、次梁及支撑板自重标准值根据《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定给出。

6 表4.2.2 双排脚手架施工荷载标准值根据《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定给出。

7 表4.2.3 支撑脚手架施工荷载标准值根据《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定给出。

**4.2.4** 此条根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定给出。

**4.2.5、4.2.6** 两条根据《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定给出。

对附录A表A.0.4（敞开式榫卯支撑架的挡风系数Φ）的说明：

脚手架的挡风系数是由下式计算确定：

*φ*=

式中：1.2——节点面积增大系数；

An—— 一步一纵距(跨)内钢管的总挡风面积An=(*la*+*h*+0.325*lah*)*d*；

*la* ——立杆纵距(m)；

*h*——步距(m)；

0.325——脚手架立面每平米内剪刀撑的平均长度；

*d*——钢管外径(m)。

**4.3 荷载设计值**

**4.3.1** 、**4.3.2** 荷载分项系根据《建筑结构荷载规范》GB50009规定采用。

**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》GB50009确定的。表中同时给出了承载力极限状态和正常使用极限状态计算时的荷载分项系数，且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** 对于支撑架，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；

**2** 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。对双排脚手架和支撑架而言，承载能力极限状态一般以架体各组件的内力超过其承载能力或者架体出现倾覆为依据；正常使用极限状态一般以架体结构或构件的变形（侧移、挠曲）超过设计允许的极限值或者架体结构杆件的长细比超过设计允许的极限值为依据。

对所考虑的极限状态，在确定其荷载效应时，应对所有可能同时出现的诸荷载作用效应加以组合，以求得在结构中的总效应。这种组合可以多种多样，因此，必须在所有可能组合中，取其中最不利的一组作为该极限状态的设计依据。

**4.4.2** 表4.4.2 脚手架的安全等级的规定，根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 、《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定给出。

**4.4.3、4.4.4** 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定，脚手架按承载能力极限状态设计，应取荷载的基本组合进行荷载组合，而不考虑短暂作用、偶然作用、地震荷载作用组合，只要是按本规范的规定对荷载进行基本组合计算，脚手架结构是安全的。

**1** 对作业脚手架荷载基本组合的列出，其主要依据有以下几点：

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

**2）**水平杆件一般只进行抗弯强度和连接强度计算，可不组合风荷载。

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

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

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

②连墙件是被用作减小架体立杆轴心受压构件自由长度的侧向支撑，承受支撑力。

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

**2** 支撑脚手架荷载基本组合的列出，其主要依据有以下几点：

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

**2）**根据《建筑结构荷载规范》GB50009的规定，在支撑脚手架荷载的基本组合中，应有由永久荷载控制的组合项，而且当永久荷载值较大的情况下（如混凝土模板支撑脚手架上混凝土板的厚度或梁的截面较大），由永久荷载控制的组合值项起控制作用。根据分析得知，当 ≥2.8时，应按永久荷载控制组合进行荷载组合；当＜2.8时，应按可变荷载控制组合进行荷载组合。

**3）**规定模板支撑脚手架立杆地基承载力计算时不组合风荷载，是因为在混凝土浇筑前，风荷载对地基承载力不起控制作用，当混凝土浇筑后，风荷载所产生的作用力已通过模板及混凝土构件传给了建筑结构。

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

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

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

**4.4.5** 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009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到水平受弯杆件挠度，在进行荷载组合计算时，双排脚手架水平杆挠度，永久荷载,与施工荷载参与组合。支撑架脚手架水平杆挠度，可变荷载和风荷载不参与组合。

**5 设计**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 这几条所规定的设计方法，均与现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018、《钢结构设计标准》GB50017一致。

**5.1.2** 榫卯式钢管脚手架节点为半刚性节点，但设置必要的剪刀撑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

在架体外侧设置竖向剪刀撑 ；对于支撑脚手架应在架体周边、内部纵向和横向间隔一定距离设置竖向剪刀撑，应在架顶、竖向间隔一定高度，设置水平剪刀撑。

**5.1.3** 本条列出了一般情况下双排脚手架和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。**5.1.4** 脚手架是施工过程中使用周期较长的临时结构，设计时不考虑短暂、偶然、地震状态设计，只考虑按正常搭设正常使用状态的设计。

**5.1.6** 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，一般情况下，该弯矩值较小，为简化计算，予以忽略。因此不考虑风荷载时，双排脚手架和支撑架立杆宜按轴心受压杆件计算。由于忽略偏心而带来的不安全因素，本规范已在有关的调整系数（*k、μ*）中加以考虑。

**5.1.8** 根据国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、国内长期脚手架搭设经验与脚手架试验确定。

根据国内工程实践经验与满堂脚手架整体稳定试验结果，脚手架立杆长细比不得大于210。

**5.1.9** 双排脚手架的脚手板和水平杆及支撑架的主次梁和模板应按表5.1.9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《钢结构设计标准》GB 50017及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的规定确定的。

**5.1.11** 本条给出了满足公称尺寸要求的*φ*48.3mm×3.5mm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。

**5.1.12** 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。

**5.1.13**  节点转动刚度*R*k取值，通过节点扭转刚度性能试验确定。

**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。

**5.2.1~5.2.3**  对受弯构件计算规定的说明：

1 关于计算跨度取值，横向水平杆取立杆横距，便于计算也偏于安全；

2 内力计算不考虑榫卯节点的弹性嵌固作用，将扣件在节点处抗转动约束的有利作用作为安全储备；

3 水平杆自重与脚手板自重相比甚小，可忽略不计；

4 为保证安全可靠，水平杆的内力(弯矩、支座反力)应按不利荷载组合计算。

5 未列抗剪强度计算，是因为钢管抗剪强度不起控制作用。如*Φ*48.3×3.5的Q235A级钢管，其抗剪承载力为：

[V]= =29.58 kN

上式中K1为截面形状系数。榫卯脚手架竖向抗剪承载力设计值25 kN 小于[V]，故满足杆件抗剪强度要求。

**5.2.4**  双排脚手架需进行立杆稳定性计算有两种工况。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。其中无风荷载是指的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。

规范所规定的设计公式根据现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018有关规定给出。在轴向力和弯矩的共同作用下，脚手架立杆稳定承载力按式（5.2.4-2）计算，说明如下：

1 施工现场的应用计算应强调简便、正确、可靠，结合脚手架工程实际，应用的实践看，本规范式（5.2.4-2）的计算简便，计算结果能够保证脚手架立杆安全稳定承载的要求。与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

2 脚手架、构配件的综合安全系数值已考虑脚手架的各种不利因素。

本标准中规定作业脚手架的综合安全系数在立杆稳定承载力计算时，取值为≥2.0。脚手架综合安全系数值已考虑了脚手架立杆稳定承载力计算中的各种相关因素和各种不利影响，其中包括：立杆的初始弯曲和初始偏心影响；立杆端步约束影响；轴心力和弯矩联合作用下，轴心力对弯矩的放大作用影响等。

3 保证脚手架的稳定承载，一是靠设计计算控制，二是靠结构和构造措施保证。其中，结构和构造措施保证是根本。因此，必须强调脚手架的结构和构造应满足要求。

**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** 本规范式（5.2.6-1）、式（5.2.6-2）与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

作业脚手架在水平风荷载的作用下，外立杆通过水平横杆将一部分水平力传递给内立杆，内外立杆共同抵抗水平风荷载，并通过连墙件将水平风荷载的水平力传递给建筑结构。因此，内外立杆与水平杆是组成了一个桁架，共同承担风荷载，并形成以连墙件为支点的竖向多跨连续桁架梁。经分析研究，作业脚手架立杆由水平风荷载产生的弯矩设计值与连墙件竖向间距的平方成正比，连墙件竖向间距越大，立杆由风荷载产生的弯矩值也越大。应说明的是，因为有的作业脚手架部分内外立杆跨间设有竖向斜杆，对水平风荷载在立杆中产生的弯矩值有减小作用，因此在计算时，应选择无斜杆的部位作为计算单元。

**5.2.7** 影响双排脚手架整体稳定因素主要有竖向剪刀撑、水平剪刀撑、水平约束（连墙件）、支架高度、立杆间距、步距、榫卯节点刚度扣件紧固扭矩等。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。脚手架试验与理论分析表明，架体整体失稳时，架体横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，与连墙件的竖向间距有关。立杆计算长度附加系数，取1.155满足作业脚手架的综合安全系数，在立杆稳定承载力计算时不小于2。

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

**5.2.9** 式(5.2.9-1)、式(5.2.9-2)是根据式(5.2.4-1) 、(5.2.4-2)推导求得。

**5.2.10～5.2.13** 作业脚手架连墙件主要需计算三项内容，既：连墙件的抗拉（压）强度、抗压稳定承载力、连接强度。本规范中是将连墙件简化为轴心受力构件进行计算的，由于连墙件可能偏心受力，或可能有少量的弯矩、扭矩作用，故在公式的右端对强度设计值乘以0.85的折减系数，以考虑这一不利因素。应注意的是，当采用焊接或螺栓连接的连墙件时，对焊缝和螺栓应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018的规定计算；当连墙件与混凝土中的预埋件连接时，预埋件尚应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定计算。

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。

连墙件是双排脚手架侧向支承的重要杆件。为双排脚手架的侧向支座。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。与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

**5.3 支撑脚手架计算**

**5.3.1**支撑脚手架顶部施工层荷载应通过可调托撑轴心传递给立杆，说明如下：

1 支撑脚手架顶部施工层荷载应通过可调托撑轴心传递给立杆是支撑架，是支撑架构造要求，设计基本条件。

2 支撑脚手架顶部施工层荷载应通过受弯杆件与可调托撑轴心传递给立杆。对于模板支撑架，受弯构件一般为模板、次梁、主梁。对于钢结构支撑架及其他非模板支架，受弯构件为一般为：可调托撑上支撑板、次梁、主梁。主梁、次梁一般为木方、双钢管、工字钢等。

3 支撑脚手架受弯杆件的强度应按本规范式（5.2.1-1）计算，但弯矩设计值应按下列公式计算，并应取较大值：

**1** 由可变荷载控制的组合：

**2** 由永久荷载控制的组合：

式中：——支撑脚手架受弯杆件弯矩设计值()；

——对于模板支撑架：模板及支撑梁自重和混凝土及钢筋自重产生的弯矩标准值总和；

对于钢结构支撑架及其他非模板支架：可调托撑上主梁、次梁、支撑板等的自重，支脚手架上的建筑结构材料及堆放物等的自重产生的弯矩标准值总和 ()；

——由施工荷载产生的弯矩标准值总和()；

4 受弯构件中底模、木方应按下列公式进行抗剪强度计算：

式中：τ——剪应力（N/mm2）

Q ——剪力设计值（N）

b——构件宽度（mm）

h——构件高度（mm）

*fv*——抗剪强度设计值（N/mm2）。

木材的强度设计值与弹性模量应按《木结构设计标准》GB50005与《混凝土模板用胶合板》GBT17656规定执行。也可参考表1采用。

**表1 木材的强度设计值与弹性模量（N/mm2）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 抗弯强度设计值*fm* | 抗剪强度设计值*fv* | 弹性模量*E* |
| 木方 | 13 | 1.3 | 9000 |
| 胶合板 | 15 | 1.5 | 6000 |

**5.3.2、5.3.3** 这两条说明如下：

1 考虑工地现场实际工况条件，规范所给满堂支撑架整体稳定性的计算方法力求简单、正确、可靠。满堂支撑架的立杆稳定性计算公式，虽然在表达形式上是对单根立杆的稳定计算，但实质上是对满堂支撑架结构的整体稳定计算。因为公式（5.2.4-1）、（5.2.4-2）中的计算长度系数是根据脚手架的整体稳定试验结果确定的。本节所提满堂支撑架是指顶部荷载是通过轴心传力构件（可调托撑）传递给立杆的，立杆轴心受力情况；可用于钢结构工程施工安装、混凝土结构施工及其它同类工程施工的承重支架。满堂支撑架的整体稳定有关问题说明见**5.3.8、5.3.9**条文说明

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

**1** 无风荷载搭设的支撑脚手架按本标准式（5.2.4-1）计算立杆稳定承载力，按本标准式(5.3.3-1)、式(5.3.3-2)计算立杆轴向力设计值，不组合风荷载。

**2** 有风荷载搭设的支撑脚手架立杆稳定承载力按本标准式（5.2.4-1）、式（5.2.4-2）分别计算，并应同时满足承载能力要求，计算时应注意：

**1）**按本标准式（5.2.4-1）计算立杆的稳定承载力时，立杆的轴向力设计值分别按本标准式(5.3.3-3)、式(5.3.3-4)计算，并应取较大值。计算公式中组合了由风荷载在立杆中产生的最大附加轴向力值，而不组合由风荷载在立杆中产生的弯矩值。

**2）**按本标准式（5.2.4-2）计算立杆稳定承载力时，立杆的轴向力设计值分别按本标准式(5.3.3-1)、式(5.3.3-2)计算，并应取较大值。此时，计算公式中组合了由风荷载在立杆中产生的弯矩值，而不组合由风荷载在立杆中产生的最大附加轴向力值。

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

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

立杆在风荷载作用下产生的附加轴向力，可作如下理解：支撑脚手架在水平风荷载的作用下，使支撑脚手架的架体和竖向栏杆（模板）分别产生一个水平力，两个水平力共同作用使架体产生了顺风向倾覆力矩，支撑脚手架为抵抗倾覆力矩，在立杆内产生了对应的轴力，这些轴力行成了相应的力偶矩。架体的立杆距倾覆圆点的距离不同，其相应的轴力值也不同，架体倾覆圆点连线处的轴力最大，此轴力即为立杆在风荷载作用下产生的最大附加轴向力。与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

**5.3.5** 支撑脚手架由风荷载作用而产生的倾覆力矩，是风对支撑脚手架的整体作用。一是风对支撑脚手架上部竖向封闭栏杆或模板的作用；二是风对架体的作用。为计算方便，取支撑脚手架一列横向立杆作为计算单元。风作用在架体上所产生的风荷载标准值，应以支撑脚手架整体体型系数按本规范式（4.2.5）计算。

当支撑脚手架的横向立杆排数较多时，按上述公式计算所得的值也较大。

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

**5.3.6** 混凝土模板支撑脚手架在轴向力设计值计算时不计入由风荷载产生的立杆（门架立杆）附加轴向力，是因为模板支撑脚手架在浇筑混凝土前，立杆轴向力较小，此时增加的附加轴向力不起控制作用，只要架体整体稳定能够满足抗倾覆要求，架体就是安全的。在混凝土浇筑后，通过模板、建筑结构件已将风荷载水平作用力传给了建筑结构，此时，支撑脚手架立杆已不存在风荷载产生的附加轴向力。

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

与《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

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

与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 130规定、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 规定一致。

**5.3.8、5.3.9** 规范编制组进行大量的榫卯脚手架整体稳定试验及其他类型脚手架整体稳定试验，进行大量构配件承载力试验及节点刚度试验。现就有关问题说明如下：

1 满堂支撑架的整体稳定

满堂支撑架有两种可能的失稳形式：整体失稳和局部失稳。

一般情况下，整体失稳是满堂支撑架的主要破坏形式。

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

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

由于整体失稳是满堂脚支撑架的主要破坏形式，故本条规定了对整体稳定按公式（5.2.4-1）、（5.2.4-2）计算。为了防止局部立杆段失稳，本规范除对步距限制外，尚在本规范第5.3.9条中规定对可能出现的薄弱的立杆段进行稳定性计算。

2 关于满堂支撑架整体稳定性计算公式中的计算长度系数*μ*的说明

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

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

通过对满堂支撑架整体稳定实验与理论分析，采用实验确定的节点刚性（半刚性），建立了满堂扣件式钢管支撑架的有限元计算模型；进行大量有限元分析计算，得出各类不同工况情况下临界荷载，结合工程实际，给出工程常用搭设满堂支撑架结构的临界荷载，进而根据临界荷载确定：考虑满堂支撑架整体稳定因素的单杆计算长度系数*μ*1*、μ*2 。试验支架搭设是按施工现场条件搭设，并考虑可能出现的最不利情况，规范给出的*μ*1*、μ*2值，能综合反应了影响满堂支撑架整体失稳的各种因素。

实验证明剪刀撑设置不同，临界荷载不同，所以给出剪刀撑设置的构造要求。

3 满堂支撑架立杆计算长度附加系数k的确定

（1）立杆计算长度附加系数，是在立杆稳定承载力计算时，满足支撑脚手架的综合安全系数不小于2.2。

（2）根据满堂支撑架整体稳定试验分析，随着满堂支撑架高度增加，支撑体系临界荷载下降，所以，引入高度调整系数调降强度设计值，给出满堂支撑架计算长度附系数取值表表5.3.8-1。可保证安全系数不小于2.2。

（3）脚手架、构配件的综合安全系数值已考虑脚手架的各种不利因素，其中包括：立杆的初始弯曲和初始偏心影响；立杆端步约束影响；轴心力和弯矩联合作用下，轴心力对弯矩的放大作用影响等。

**5.3.10** 满堂支撑架整体稳定试验证明，在一定条件下，宽度方向跨数减小，影响支架临界荷载。所以，要求支撑脚手架最少跨数不符合表5.3.8-2规定时，满堂支撑架要求设置了连墙件（设置连墙可提高承载力），如果不设置连墙件就应该对支撑架进行荷载、高度限制，保证支撑架整体稳定。

施工现场，少于4跨（或3跨）的支撑架多用于受荷较小部位。高度控制可有效减小支架高宽比，荷载限制可保证支架稳定。

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

水平风荷载作用下，架体抗倾覆计算公式推导如下：

 (1)

 (2)

式中：*M*T——支撑脚手架倾覆力矩设计值（）；

*M*R——支撑脚手架抗倾覆力矩设计值（）。

——支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值()，

 (3)

将式(2)、式(3)带入式(1)得到：

 (4)

如果架体上部无集中堆放的物料，则式(4)简化为：

 (5)

抗倾覆力矩仅考虑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。

**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》GB50007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，相对应的地基承载力应取修正后的地基承载力特征值。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，但应将修正后的地基承载力特征值扩大倍。

规定计算所采用的基础底面积值不宜超过0.3m2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** 脚手架杆件连接节点应满足其强度和转动刚度要求是脚手架设计基本条件。

一般是指：水平杆与立杆连接节点的抗滑移承载力；水平杆与立杆连接节点竖向抗压承载力；水平杆与立杆连接节点水平抗拉承载力、水平抗压承载力；水平杆与立杆连接节点转动刚度；立杆对接节点的抗压承载力、抗压稳定承载力、抗拉承载力；节点的其他强度要求。节点无松动是要求在脚手架使用期间，杆件连接节点不得出现由于施工荷载的反复作用而发生松动。

当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，防止脚手架事故，保证安全使用脚手架。

**6.1.2** 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，并规定垫板的最小厚度和宽度，是为了通过垫板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。

**6.1.3**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。

**6.1.4**  水平杆、扫地杆在双排脚手架和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。脚手架整体稳定试验也证明了这一点。

**6.1.5** 这些规定，对加强脚手架整体稳定、防止安全事故的发生将起重要的作用。

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

**6.1.6**  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。

密目安全网应为阻燃产品。

**6.1.6** 本条给出了双排脚手架和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**

**6.2.1** 本条列出了常用密目式安全网全封双排脚手架结构的设计尺寸，说明如下：

**1** 表中所列的步距、立杆纵、横间距是参考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、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** 当与给定的条件不相符时，即： 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** 此条是对作业脚手架搭设基本尺寸的要求，结合工程实际，总结人员架上作业活动规律而提出的。应当指出的是，作业脚手架的宽度如果小于0.8m，可能存在不安全因素，不能满足操作人员下蹲、弯腰操作活动空间的要求；作业层高如果大于2.0m，也同样存在不安全因素，人员操作时，脚下可能要垫起，不利于操作安全。

**6.2.3** 规定脚手架高度不宜超过50m，是国内几十年的使用经验。另外，从经济方面考虑。搭设高度超过50m时，脚手架钢管、构配件的周转使用率降低。

**6.2.4** 当建筑物平面为曲线形时，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。

**6.2.5** 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** 双排脚手架立杆顶端防护栏杆宜高出作业层1.5m。保证施工安全。

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

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

**6.2.9**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。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。

**6.2.10** 设置连墙件，不仅是为防止脚手架在风荷和其它水平力作用下产生倾覆，更重要的是它对立杆起中间支座的作用。试验证明：增大其竖向间距(或跨度)使立杆的承载能力大幅度下降。这表明连墙件的设置对保证脚手架的稳定性至关重要。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。

1 限制连墙件偏离主节点的最大距离300mm原因：只有连墙件在主节点附近方能有效地阻止脚手架发生横向弯曲失稳或倾覆，若远离主节点设置连墙件，因立杆的抗弯刚度较差，将会由于立杆产生局部弯曲，减弱甚至起不到约束脚手架横向变形的作用。

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

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

4 第6款的构造说明如图2所示。



(a) 正确 (b) 容许 (b) 不容许

图2 连墙件设置坡度方向示意图

1—横向水平杆；2—立杆；3—连墙件

**6.2.11** 、**6.2.12** 这两条主要是指在脚手架上进行高处作业过程中保证施工安全。

**6.2.13** 本条是对双排脚手架需设置门洞时提出的构造要求。

**6.3 支撑脚手架**

**6.3.1** 条文中对立杆的间距和架体步距提出限制，是由于支撑脚手架的立杆纵向和横向间距过大时，会明显降低杆端约束作用而使支撑脚手架的承载能力降低。条文中提出的立杆间距、步距的数据是根据实践经验提出的。脚手架整体稳定试验也说明了这一点。

**6.3.2** 安全等级为I级的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。对于高大重载支撑架，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。

**6.3.3**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，利用立杆榫卯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梁与顶托板的接触。

**6.3.4** 支撑架整体稳定试验与可调托撑承载力试验结论要求，可调托撑是传递荷载的主要构件，必须满足规范规定构造要求。

**6.3.5、6.3.6** 这两条是指保证施工荷载有效传递，架体顶部局部稳定。

**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、6.3.9** 满堂支撑架整体稳定试验证明，增加竖向、水平剪刀撑，可增加架体刚度，提高脚手架承载力。在竖向剪刀撑顶部交点平面设置一道水平连续剪刀撑，可使架体结构稳固。设置剪刀撑比不设置临界荷载大幅提高，剪刀撑不同设置，临界荷载发生变化，所以安全等级为I级的支撑脚手架（高大重载支撑架）剪刀撑设置要求高。

施工现场存在高大重载支撑架，经常不设剪刀撑或只是支架外围设置竖向剪刀撑现象，这种结构不合理，所以要求满堂支撑架在纵、横向间隔一定距离设置竖向剪刀撑，在竖向剪刀撑顶部交点平面设置水平剪刀撑，保证支架结构稳定。

支撑脚手架整体稳定试验证明，竖向剪刀撑纵、横间距不大于6m ,可以约束剪刀撑设置范围的立杆变形，从而提高支撑架整体稳定承载力。

**6.3.10** 条文所列支撑脚手架可不设剪刀撑的条件要同时满足，方可不设剪刀撑。其中，被支撑结构自重面荷载、线荷载是指支撑脚手架上边的被支撑物荷载标准值，不含架体和模板体系自重。

**6.3.11** 支撑脚手架的高宽比是指其高度与宽度（架体平面尺寸中的短边）的比。支撑脚手架高宽比的大小，对架体的侧向稳定和承载力影响很大，随着架体高宽比的增大，架体的侧向稳定变差，架体的承载力也明显降低。经过试验验证，当高宽比在3.0以下时，架体的承载力没有明显的变化，支撑脚手架高宽比大于3不大于4，即：3＜高宽比≤4 应采取规范规定的措施。

当高宽比在5.0以上时，架体的承载力出现明显的大幅度下降。本标准通过对试验和实践经验的总结，提出支撑脚手架高宽比限值要求。

**6.3.12** 要求支撑脚手架立杆加密区的水平杆向非加密区延伸，是为了保证加密区的稳定。

**6.3.13** 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。与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全计算规范》JGJ 166规定一致。

**7 施工**

**7.1施工准备**

**7.1.1** 脚手架应本着搭设安全、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。 对安全等级为I级的支脚手架应进行技术论证。

**7.1.2** 脚手架的搭设与拆除施工，是一项技术性很强的工作。在搭设作业前，对操作人员进行技术安全交底，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。

应注意方案中设计计算使用条件与工程实际工况条件是否相符的问题。检查交底记录时，对以上问题的检应是重点检查之一。

**7.1.3、7.1.4** 这两条规定是为了加强现场管理，杜绝不合格产品进入现场，否则在脚手架工程中会造成隐患和事故。

**7.1.5** 地基应坚实、均匀，并应排水通畅是脚手架搭设的基本要求。落地脚手架一般搭设在地面上或建筑结构上，搭设场地平整、坚实，不应有积水，是针对搭设在地面上的脚手架而言，回填土场地搭设前应夯实。

**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，预埋件的设置宜征得设计单位的同意，并进行隐蔽检查。

**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。

**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。保证脚手架施工质量。

**7.2.3** ～**7.2.5** 此规定是保证脚手架地基与基础施工质量基本要求。有利于脚手架立杆受力和沉降均匀。对于其它材料用于脚手架基础，应是不低于木垫板承载力。

**7.3 搭设**

**7.3.1** 保证脚手架基础施工质量基本要求。

**7.3.2** 本条规定了脚手架架搭设、拆除顺序应遵循的基本原则。其中，剪刀撑、斜撑杆、连接件等对架体有加固作用，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** 连墙件是保证作业脚手架稳定的重要构件，必须与作业脚手架同步搭设并连接牢固。

作业脚手架的连墙件如果不是随架体搭设进度同步安装，而是滞后安装，则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。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。

规定连墙件安装与作业脚手架同步进行、作业脚手架操作层高出相邻连墙件以上2步（含2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。当作业层高出相临连墙件以上2步（含2步）时，架体的上部悬臂段过高，会危及架体安全。

**7.3.4** 榫卯节点安装应牢固，是榫卯脚手架整体稳定必要条件。

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

**7.3.6** 此条规定是防止双排脚手架内外侧加挑梁时超载。

**7.3.7** 保证楼板结构受力合理，在施工荷载作用下，避免对楼板的不利影响。

**7.3.8** 保证支撑架整体稳定基本条件，防止支撑架倒塌事故的重要措施。

**7.4 拆 除**

**7.4.1** 本条规定了拆除脚手架前必须完成的准备工作和具备的技术文件。

**7.4.2** 本条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。

**7.4.3～7.4.6** 保证脚手架拆除安全作业的重要措施。

**7.4.7** 本条对脚手架拆除作业顺序和拆除作业技术要求做出规定，目的是要求脚手架拆除作业应有序施工，保证拆除作业安全。

脚手架拆除作业具有一定的危险性，脚手架的拆除作业应按顺序施工，应坚持按从上而下、从外到内、逐层拆除的顺序拆除施工。剪刀撑、斜撑杆等加固杆件必须在拆卸至该部位杆件时再拆除，这是为了保证拆除作业过程中架体稳定。脚手架拆除作业时，严格禁止上下同时作业、内外同时作业的极不安全行为；也严格禁止先拆除下部部分杆件，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二步（含二步）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、7.4.9** 保证拆除作业过程中未拆除架体的稳定，防止脚手架事故。

**7.4.10** 支撑架拆除作业具有一定的危险性，本条文对脚手架拆除作业顺序和拆除作业技术要求做出规定，要求支撑架拆除作业应有序施工，保证拆除作业安全。

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做出规定的情况，导致质量和安全隐患。

**8 检查与验收**

**8.1 构配件检查与验收**

**8.1.1** 、**8.1.2**新、旧钢管质量检查要求。

**8.1.3** 榫卯构件质量检查要求，榫卯节点（或插槽）**І** 型，构件插头、插座材料应采用低碳合金钢制造，其质量应符合《 低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定。

榫卯节点（或插槽）**Ⅱ** 型，构件插头、插座材料应采用碳素铸钢制造，其质量不应低于现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 中规定的ZG230-450的要求。

为保证焊缝质量，构件焊接制作应在专用工装上进行，焊丝应符合**《气体保护电弧焊用碳钢低合金钢焊丝》GB/T 8110的规定。** 焊缝应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中的三级焊缝要求。

**8.1.4、8.1.5** 保证脚手架施工安全，施工现场使用扣件质量符合《钢管脚手架扣件》GB 15831要求，要求每个工程在使用扣件前，进行复试，以保证使用合格产品。扣件有裂缝、变形的，螺栓滑丝的严重影响扣件承载力，最终导致影响脚手架整体稳定。

**8.1.6**  脚手板质量检查要求。

**8.1.7** 可调托撑与可调底座质量检查要求。

**8.2 脚手架检查与验收**

**8.2.1** 本条提出了手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。

在搭设前对搭设场地进行检查，脚手架在搭设过程中和阶段使用前进行质量检查，是为了对搭设质量进行控制，使作业脚手架在每次阶段使用前都做到保证安全。

落地作业脚手架和落地支撑脚手架搭设前场地应划线，安放首层水平杆后应对立杆间距、垂直度进行检查。这是搭设施工质量控制的一个重要环节。

**8.2.2** 规定了地基基础检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法要求，重点检查和验收内容。

**8.2.3** 脚手架检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法要求，重点检查和验收内容。

**8.2.4** 安全防护设施检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法要求，重点检查和验收内容。

**8.2.6** 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。

**8.2.7** 双排脚手架和支撑架投入使用前要进行验收，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**

**9.1.1** 对脚手架工程的安全管理是脚手架搭设、使用、拆除过程中的重要工作。脚手架作为施工过程中的施工设施，既是人员集中的施工作业平台，又是施工和建筑材料等荷载的支撑体系，在现场使用的周期也比较长，易受施工环境、场地条件、施工进度等因素影响，也易受恶劣的自然天气和外力撞击等侵害。所以，对脚手架工程必须建立安全生产责任制，建立安全检查考核制度，应该对项目部、班组及各类人员的安全管理责任做出规定。

**9.1.2** 本条是脚手架工程安全管理实施内容的规定。主要是提出如下三项要求：

**1** 脚手架搭设、拆除作业前，应对专项施工方案进行审核检查。

**2** 对搭设脚手架的材料、构配件和设备及搭设施工质量验收进行控制，这是脚手架安全管理的主要内容，只有搭设质量合格，才能给脚手架的安全使用提供基本保障。

**3** 对脚手架使用过程中安全管理的要求。落实使用阶段安全管理制度主要是要求承力杆件、保证结构安全和重要功能的构件在施工过程中不得拆除；场地不应有积水；支座、锚固固定件应保持牢固，无缺失；安全防护设施在施工过程不应出现损坏、缺失；等等。

**9.1.3 、9.1.4** 脚手架搭设与拆除作业由经过培训考核合格的架子工操作是为了保证脚手架的施工质量，避免发生安全事故。搭设和拆除脚手架的作业均是高处作业，不符合高处作业条件的人员，不应上架作业。

搭设、拆除脚手架的高空作业具有一定危险性，应在操作面上铺设供作业人员站立的脚手板，操作人员应佩带安全帽、安全带、防滑手套，穿防滑鞋。

**9.1.5** 、**9.1.6** 保证脚手架施工安全。

**9.1.7** 控制脚手架作业层的荷载，是脚手架使用过程中安全管理的重要内容，规定脚手架作业层上严禁超载的目的，是为了在脚手架使用中控制作业层上永久荷载和可变荷载的总和不应超过荷载设计值总和，保证脚手架使用安全。在脚手架专项施工方案设计时，是按脚手架的用途、搭设部位、荷载、搭设材料、构配件及设备等搭设条件选择了脚手架的结构和构造，并通过设计计算确定了立杆间距、架体步距等技术参数，这也就确定了脚手架可承受的荷载总值。脚手架在使用过程中，永久荷载和可变荷载值总值不应超过荷载设计值，否则架体有倒塌危险。

**9.1.8** 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，带来安全隐患。

**9.1.9** 脚手架在使用过程中应定期检查要求。

**9.1.10～9.1.12** 保证支撑架施工安全，防止架体坍塌。

**9.1.13** 施工期间**，**拆除脚手架主节点处的纵向水平杆、横向水平杆、纵向水平杆、横向扫地杆中任何根杆件，都会造成脚手架承载力下降。严重时会导致事故。拆除连墙件也是如此。

**9.0.14** 如果在脚手架基础下开挖管沟，会影响脚手架整体稳定。室外管沟过脚手架基础必须在脚手架专项方案体现，必须有安全措施。

**9.1.15** 防止架体倾覆。

**9.1.16、9.1.17** 搭设和拆除脚手架作业的操作过程中，由于部分杆件、构配件是处于待紧固（或已拆除待运走）的不稳定状态，极易落物伤人，因此，搭设拆除脚手架作业时，需设置警戒线、警戒标志，并派专人监护，禁止非作业人员入内。临街搭设脚手架时，外侧应有防止坠物伤人的防护措施。

**9.1.18** 在脚手架上进行电、气焊作业时，有防火措施和专人看守，防止脚手架上发生火灾事故。

**9.1.19** 在脚手架作业层栏杆上设置安全网或采取其它措施封闭防护，是为了保证作业层操作人员安全，也是为了防止坠物伤人。根据近年脚手架火灾事故调查显示，脚手架上的安全防火越来越重要，因此本标准要求密目式安全网应为阻燃产品。

**9.1.20** 要求作业脚手架同时满载作业的层数不应超过2层，主要是为了控制作业脚手架上的施工荷载不超过允许值。

**9.1.21** 防止脚手架发生触电事故。

**9.1.22、9.1.23** 在脚手架的使用过程中，有时部分架体或个别构件会发生严重变形或架体出现某种异常情况，应设有专人监护施工，当架体出现可能危及人身安全的重大安全隐患时，应果断停止架上作业，由专业技术人员进行处置。千万不可采取边加固、边施工的作法，形成架体上部和架体下部都有作业人员的情况，这是极其危险的。对于支撑脚手架，在施加荷载的过程中，架体杆件处于受力变形的不稳定状态，此时架体下部有人是极不安全的。对于安全等级为I级的支撑脚手架应编制监测方案，使用中对架体实施监测。