

建筑施工 脚手架构造与计算 手册

北京土木建筑学会 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

建筑施工 脚手架构造与计算 手册

北京土木建筑学会 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书详细介绍了目前国内建筑施工中常用的扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架、门式钢管脚手架、悬挑式脚手架、附着升降式脚手架、吊篮脚手架、移动式脚手架、模板支架等多种形式脚手架的构配件、设计计算、构造要求、构造施工、检查验收与安全管理等方面内容,形成理论上完整、实践上可行的脚手架技术体系。尤其是结合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001,2002年版),重点介绍了扣件式钢管脚手架相关的施工安全技术,做到详略得当,实用性和可操作性强。

本书以建筑施工现场技术人员为主要读者对象,也可作为相关人员的培训教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工脚手架构造与计算手册/北京土木建筑学会主编.

北京:中国电力出版社,2008

ISBN 978-7-5083-7601-1

I. 建… II. 北… III. ①脚手架—构造—技术手册②脚手架—工程计算—技术手册 IV. TU731.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第127992号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路6号 100044

<http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:周娟华 电话:010-58383277 E-mail:juanhuazhou@163.com

责任印制:陈焊彬 责任校对:郝军燕

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2009年1月第1版·第1次印刷

850mm×1168mm 1/32开本·10.5印张·235千字

定价:28.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

建筑施工脚手架构造与计算手册

编 委 会

主编单位:北京土木建筑学会

主 编:艾宗宇 刘 群

副 主 编:李孟杰 张广平

编写人员:(以姓氏笔划为序)

于庆涛 丁畅征 王议伟 边 螺 刘永泽

刘新乐 齐旭燕 杜 健 李小欣 李立君

李明军 邹宏雷 张 亮 张 涛 张兆太

范 瑞 徐咸宝 高 垲 郭岐亮 籍敬元

前 言

建筑施工安全一直是建筑工程施工中的一个重要课题。脚手架是建筑工程施工的重要工具,脚手架的安全是建筑工程施工中的重要工作。《建设工程安全生产管理条例》第4章第26条明确规定了建筑施工脚手架工程作为“七项危险性较大的分部分项工程”之一。

目前,国内脚手架的种类、形式较多,应用最广的主要为扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架等。《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001,2002年版)(以下简称“规范”)的出版,对扣件式钢管脚手架的设计与施工、安全技术作出了具体的规定。“规范”的实施对促进我国建筑施工安全起到了重要作用,但由于建筑施工脚手架的种类、形式较多,设计计算较为复杂。为很好地满足建筑施工现场的实际需要,北京土木建筑学会编写了这本《建筑施工脚手架构造与计算手册》,主要包括扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架、门式钢管脚手架、悬挑式脚手架、附着升降式脚手架、吊篮脚手架、移动式脚手架和模板支架等多种形式脚手架的构配件,脚手架设计计算,脚手架构造要求,脚手架构造施工、检查验收与安全管理等方面内容。

本书主要从建筑施工脚手架的设计计算应用和施工安全技术出发,突出施工现场的实用性和可操作性。本书可供从事建筑施工的工程技术人员、安全管理人员和建筑施工操作人员以及相关人士参考使用。本书在编写中得到了有关专家的指正,在此致以诚挚谢意。

由于建筑技术的不断发展和编者水平有限,本书的局限性和谬误在所难免,望广大读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第 1 章 扣件式钢管脚手架	1
1.1 扣件式钢管脚手架构配件	1
1.1.1 扣件式钢管脚手架的构成	1
1.1.2 扣件式钢管脚手架构配件要求	3
1.2 扣件式钢管脚手架设计计算	6
1.2.1 荷载	6
1.2.2 扣件式钢管脚手架设计要求	20
1.2.3 纵向、横向水平杆设计计算	27
1.2.4 立杆计算	47
1.2.5 连墙件计算	81
1.2.6 立杆地基承载力计算	84
1.2.7 模板支架计算	87
1.3 扣件式钢管脚手架设计计算工程实例	96
1.3.1 密目式安全立网全封闭双排脚手架搭设尺寸设计 校核	96
1.3.2 超高层建筑顶部钢桅杆施工用脚手架设计校核	101
1.3.3 转换大梁支撑体系设计校核	109
1.4 扣件式钢管脚手架构造要求	118
1.4.1 常用脚手架设计尺寸	118
1.4.2 纵向水平杆、横向水平杆、脚手板构造	122
1.4.3 立杆	125
1.4.4 连墙件	127
1.4.5 门洞	131



1.4.6	剪刀撑与横向斜撑	139
1.4.7	斜道	144
1.5	扣件式钢管脚手架构造施工、检查验收与安全管理	145
1.5.1	扣件式钢管脚手架施工	145
1.5.2	检查与验收	149
1.5.3	安全管理	156
1.6	钢管扣件脚手架部分实验说明	157
1.6.1	横向水平杆的计算与试验	157
1.6.2	门洞试验结果与计算	160
1.6.3	双排扣件式钢管脚手架整体稳定实验 与理论分析	163
1.6.4	结论	170
第2章	碗扣式钢管脚手架	171
2.1	碗扣式钢管脚手架构配件	171
2.1.1	碗扣式钢管脚手架构成	171
2.1.2	碗扣式钢管脚手架构配件	172
2.2	碗扣式钢管脚手架设计计算	180
2.2.1	碗扣式钢管脚手架常用设计计算资料	180
2.2.2	设计计算要求	186
2.3	碗扣式钢管脚手架构造要求	191
2.3.1	碗扣式脚手架通用构造	191
2.3.2	双排外脚手架	194
2.3.3	碗扣式模板支撑架构造	198
2.4	碗扣式钢管脚手架构造施工、检查验收与安全管理	201
2.4.1	施工准备	201
2.4.2	施工工艺	201
2.4.3	质量标准及验收	203
2.4.4	维护保养	203
2.4.5	安全措施	204



第 3 章 门式钢管脚手架	205
3.1 门式钢管脚手架构配件	205
3.1.1 门式钢管脚手架构成	205
3.1.2 门式钢管脚手架构配件	206
3.2 门式钢管脚手架设计计算	215
3.2.1 门式钢管脚手架设计计算用资料	215
3.2.2 门式钢管脚手架设计计算	218
3.2.3 门式钢管脚手架设计计算实例	222
3.3 门式钢管脚手架构造要求	226
3.3.1 门架	226
3.3.2 配件	226
3.3.3 加固件	227
3.3.4 转角处门架连接	228
3.3.5 连墙件	228
3.3.6 通道洞口	229
3.3.7 斜梯	229
3.3.8 地基与基础	230
3.3.9 模板支撑架	230
3.3.10 满堂脚手架	230
3.4 门式钢管脚手架构造施工、检查验收与安全管理	233
3.4.1 施工准备	233
3.4.2 施工工艺	234
3.4.3 质量标准及验收	237
3.4.4 维护保养	238
3.4.5 安全措施	238
3.4.6 环保措施	239
第 4 章 悬挑式脚手架	240
4.1 悬挑式脚手架构配件	240
4.1.1 悬挑式脚手架构成	240
4.1.2 悬挑式脚手架构配件	242



4.2	悬挑式脚手架设计计算与构造	244
4.2.1	设计计算	244
4.2.2	悬挑式脚手架计算实例	250
4.2.3	悬挑式脚手架构造要求	263
4.3	悬挑式脚手架构造施工、检查验收与安全管理	265
4.3.1	施工准备	265
4.3.2	施工工艺	266
4.3.3	质量标准及验收	268
4.3.4	维护保养	268
4.3.5	安全措施	269
4.3.6	环保措施	269
第5章	附着升降式脚手架	270
5.1	附着升降式脚手架构配件	270
5.1.1	附着升降式脚手架构成	270
5.1.2	附着升降式脚手架构配件	273
5.2	附着升降式脚手架设计计算与构造	275
5.2.1	设计计算	275
5.2.2	附着升降式脚手架构造要求	278
5.3	附着升降式脚手架构造施工、检查验收与安全管理	282
5.3.1	施工准备	282
5.3.2	施工工艺	283
5.3.3	质量标准及验收	288
5.3.4	维护保养	290
5.3.5	安全措施	291
5.3.6	环保措施	292
第6章	吊篮脚手架	293
6.1	吊篮脚手架构配件	293
6.1.1	吊篮脚手架构成	293
6.1.2	构配件材料质量控制	293



6.2	吊篮脚手架设计计算、构造要求	295
6.2.1	设计计算(验算)	295
6.2.2	构造要求	296
6.3	吊篮脚手架构造施工、检查验收与安全管理	297
6.3.1	施工准备	297
6.3.2	施工工艺	299
6.3.3	质量标准及验收	302
6.3.4	维护保养	302
6.3.5	安全措施	303
6.3.6	环保措施	304
第7章	移动式脚手架	305
7.1	移动式脚手架构配件	305
7.1.1	移动式脚手架构成	305
7.1.2	移动式脚手架构配件	306
7.2	移动式脚手架设计计算与构造要求	306
7.2.1	设计计算	306
7.2.2	构造要求	308
7.3	移动式脚手架施工、检查验收与安全管理	309
7.3.1	施工准备	309
7.3.2	施工工艺	309
7.3.3	质量标准及验收	310
7.3.4	维护保养	310
7.3.5	安全措施	310
7.3.6	环保措施	311
第8章	模板支架	312
8.1	模板支架构配件	312
8.1.1	模板支架构成	312
8.1.2	模板支架构配件	312
8.2	模板架设计计算	312
8.2.1	计算项目	312



8.2.2	模板架设计计算	313
8.3	模板支架构造	315
8.3.1	地基与基础	315
8.3.2	扣件式模板支架构造要求	316
8.3.3	碗扣式模板支架构造要求	316
8.3.4	门式模板支架构造要求	318
8.4	模板支架施工、检查验收与安全管理	320
8.4.1	施工工艺	320
8.4.2	质量标准及验收	322
8.4.3	维护保养	322
8.4.4	安全措施	322
8.4.5	环保措施	322
参考文献	323

第 1 章 扣件式钢管脚手架

1.1 扣件式钢管脚手架构配件

1.1.1 扣件式钢管脚手架的构成

脚手架是为建筑施工而搭设的上料、堆料与施工作业用的临时结构架。根据脚手架搭设方式、施工用途、封闭状况及沿建筑物设置的不同,可分为单排脚手架、双排脚手架、结构脚手架、装修脚手架、敞开式脚手架、局部封闭脚手架、半封闭脚手架、全封闭脚手架、开口型脚手架、封闭型脚手架等。

扣件式钢管脚手架是用普通碳素钢管(或低合金钢管)和各种扣件连接而形成的通用型脚手架,一般搭设高度不宜超过 50m。扣件式钢管脚手架的构造如图 1-1 所示。

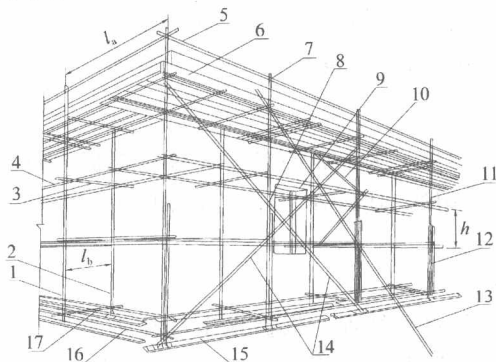


图 1-1 扣件式钢管脚手架的构造

- 1—外立杆;2—内立杆;3—横向水平杆;4—纵向水平杆;5—栏杆;6—挡脚板;
7—直角扣件;8—旋转扣件;9—连墙件;10—横向斜撑;11—主立杆;12—副立杆;
13—抛撑;14—剪刀撑;15—垫板;16—纵向扫地杆;17—横向扫地杆;
 l_a —立杆纵距; l_b —立杆横距; h —步距



1. 扣件

采用螺栓紧固的扣接连接件。根据扣件使用用途的不同,分为直角扣件、旋转扣件、对接扣件、防滑扣件和底座,如图 1-2 所示。

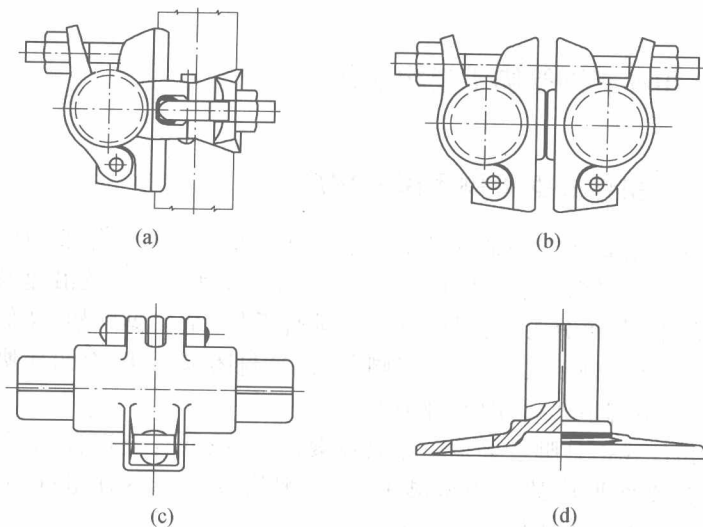


图 1-2 扣件形式示意图

(a)直角扣件;(b)旋转扣件;(c)对接扣件;(d)底座

2. 立杆

脚手架中垂直于水平面的竖向杆件。根据立杆在脚手架中设置的位置、使用用途不同,分为外立杆、内立杆、角杆、双管立杆(主立杆、副立杆)。

3. 水平杆

脚手架中的水平杆件。根据水平杆在脚手架中位置、方向、使用用途的不同,分为纵向水平杆、横向水平杆、扫地杆(纵向扫地杆、横向扫地杆)。

4. 连墙件

连接脚手架与建筑物的构件。根据脚手架与建筑物连接方式不同,分为刚性连墙件及柔性连墙件。



1.1.2 扣件式钢管脚手架构配件要求

1. 钢管

脚手架钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》(GB/T 13793—2008)或《低压流体输送用焊接钢管》(GB/T 3091—2001)中规定的3号普通钢管,其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)中Q235—A级钢的规定。试验表明,脚手架的承载能力由稳定条件控制,失稳时的临界应力一般低于 $100\text{N}/\text{mm}^2$,由于高强度钢材不能充分发挥其强度,采用现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)中Q235—A级钢比较经济合理。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。

国内外几十年的工程实践也证明:直径48mm、壁厚3.5mm钢管具有使用性能好的特点,所以在各国的标准中都规定采用。但鉴于目前我国仍有一些省、市建筑施工单位拥有相当数量直径51mm的钢管,从经济考虑不能禁止使用,只能逐步淘汰,建议各单位不要再扩大使用量。在同一单体项目中,严禁将外径48mm与51mm的钢管混合使用。

限制钢管的长度与质量是为确保施工安全、运输方便。外径为48mm的钢管每米长的质量为3.84kg,其最大长度为6.5m。在英国标准《钢制工作脚手、引道脚手架和特殊结构的实用规程》(BS 5978)中规定钢管的最大长度为6.4m,壁厚为4mm,其最大质量为28kg,与我国很接近。

为保证钢管的尺寸和表面质量,以便确保钢管受力和立杆对接平稳,新、旧钢管的尺寸、表面质量和外形除满足《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001,2002年版)有关规定外,必须严格执行“钢管上严禁打孔”的要求。

2. 扣件

(1)为保证脚手架钢管间的可靠连接,要求扣件式钢管脚手架应采用可锻铸铁制作的扣件,其材质应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》(GB 15831—2006)的规定,其“技术要求”规定:“扣件铸



件的材料应采用《可锻铸铁件》(GB/T 9440—1988)中所规定的力学性能不低于 KTH 330—08 牌号的可锻铸铁或《一般工程用铸造碳钢件》(GB/T 11352—1989)中 ZG 230—450 铸钢”制作。《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001, 2002 年版)在现阶段暂不推荐钢板冲压扣件。

(2)我国目前各生产厂的扣件螺栓所用的材质差异较大。检查表明,当螺栓扭力矩达 $70\text{N}\cdot\text{m}$ 时大部分螺栓已滑丝,不能使用。为此,《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001, 2002 年版)要求脚手架采用的扣件,在螺栓拧紧扭力矩达 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 时,不得发生破坏。《钢管脚手架扣件》(GB 15831—2006)也规定:“扣件(除底座外)必须经过 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 扭力矩试压检,扣件各部位不应有裂纹”。

(3)扣件在主要部位不得有缩松、夹渣、气孔等铸造缺陷。扣件应严格整形,与钢管的贴和面应紧密接触,应保证扣件抗滑、抗拉性能。

(4)扣件与底座的力学性能应符合表 1-1 的要求。

表 1-1 扣件与底座的力学性能

性能名称	扣件形式	性能要求
抗滑	直角	$P=7.0\text{kN}$ 时, $\Delta_1 \leq 7.00\text{mm}$; $P=10.0\text{kN}$ 时, $\Delta_2 \leq 0.50\text{mm}$
	旋转	$P=7.0\text{kN}$ 时, $\Delta_1 \leq 7.00\text{mm}$; $P=10.0\text{kN}$ 时, $\Delta_2 \leq 0.50\text{mm}$
抗破坏	直角	$P=25.0\text{kN}$ 时, 各部位不应破坏
	旋转	$P=17.0\text{kN}$ 时, 各部位不应破坏
扭转刚度	直角	扭力矩为 $900\text{N}\cdot\text{m}$ 时, $f \leq 70.0\text{mm}$
抗拉	对接	$P=4.0\text{kN}$ 时, $\Delta \leq 2.00\text{mm}$
抗压	底座	$P=50.0\text{kN}$ 时, 各部位不应破坏

(5)扣件用 T 形螺栓、螺母、垫圈、铆钉采用的材料应符合《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)的有关规定。螺栓与螺母连接的螺纹均应符合《普通螺纹基本尺寸》(GB/T 196—2003)的规定,垫圈的厚度应符合《平垫圈 C 级》(GB/T 95—2002)的规定,铆钉应符合《半圆头铆钉》(GB/T 867—1986)的规定。T 型螺栓



M12,其总长应为 (72 ± 0.5) mm,螺母对边宽应为 (22 ± 0.5) mm,厚度应为 (14 ± 0.5) mm;铆钉直径应为 (8 ± 0.5) mm,铆接头应大于铆孔直径 1mm;旋转扣件中心铆钉直径应为 (14 ± 0.5) mm。

(6)外观和附件质量要求。

1)扣件各部位不应有裂纹。

2)盖板与座的张开距离不得小于 50mm;当钢管公称外径为 51mm 时,不得小于 55mm。

3)扣件表面大于 10mm^2 的砂眼不应超过 3 处,且累计面积不应大于 50mm^2 。

4)扣件表面粘砂面积累计不应大于 150mm^2 。

5)错箱不应大于 1mm。

6)扣件表面凸(或凹)的高(或深)值不应大于 1mm。

7)扣件与钢管接触部位不应有氧化皮,其他部位氧化皮面积累计不应大于 150mm^2 。

8)铆接处应牢固,不应有裂纹。

9)T 形螺栓和螺母应符合《紧固件机械性能螺栓螺钉和螺柱》(GB/T 3098.1—2000)、《紧固件机械性能螺母粗牙螺纹》(GB/T 3098.2—2000)的规定。

10)活动部位应灵活转动,旋转扣件两旋转面间隙应小于 1mm。

11)产品的型号、商标、生产年号应在醒目处铸出,字迹、图案应清晰完整。

12)扣件表面应进行防锈处理(不应采用沥青漆),油漆应均匀美观,不应有堆漆或露铁。

3. 脚手板

在脚手架工程中,为了便于现场搬运和使用安全。要求采用钢、木、竹材料制作的脚手板,每块质量不宜大于 30kg。现场脚手板质量(kg)调查统计见表 1-2。



表 1-2 脚手板质量(kg)调查统计结果

分项名称	下列长度(m)时, 每块木脚手板质量			3m 长每块脚手板的质量/kg	
	3	4	6	冲压钢脚手板	竹串片脚手板
抽样块数	18	19	19	11	13
每块质量平均值 X	23.86	28.05	47.89	21.14	18.88
均方差 σ	3.56	2.83	10.43	1.42	1.19

由表 1-2 可以看出:3m 长的冲压钢脚手板、竹串片脚手板,以及 4m 长的木脚手板(平均宽度为 212mm;平均厚度为 45mm),每块质量均在 30kg 限额以内。唯有 6m 长的木脚手板超标,考虑施工现场的实际使用情况,应慎重使用。

竹脚手板宜采用由毛竹或楠竹制作的竹串片板、竹笆板。木脚手板应采用杉木或松木制作,其材质应符合现行国家标准《木结构设计规范》(GB 50005—2003)中 11 级材质的规定。脚手板厚度不应小于 50mm,两端应各设直径为 4mm 的镀锌钢丝箍两道。冲压钢脚手板的材质、质量与尺寸偏差除符合要求外,还应有防滑措施。

4. 连墙件

连墙件是连接脚手架与建筑物的构件,连墙件的材质质量好坏直接影响脚手架整体稳定,所以要求连墙杆的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)中 Q235—A 级钢的规定。

1.2 扣件式钢管脚手架设计计算

1.2.1 荷载

1. 荷载分类

作用于脚手架的荷载可分为永久荷载(恒荷载)与可变荷载(活荷载)。《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001,2002 年版)中采用的永久荷载(恒荷载)和可变荷载(活