

建筑施工安全技术

刘嘉福 编著



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

建筑施工安全技术

刘嘉福 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工安全技术/刘嘉福编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004
ISBN 7-112-06393-0

I. 建... II. 刘... III. 建筑工程-工程施工-安全技术 IV. TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 020790 号

建筑施工安全技术

刘嘉福 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 10½ 字数: 282 千字

2004 年 5 月第一版 2004 年 5 月第一次印刷

印数: 1-4500 册 定价: ~~15.00~~ 元

ISBN 7-112-06393-0

TU·5645·(1240)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书介绍建筑施工中模板、脚手架、基坑支护、垂直运输机、起重吊装及施工用电等项目中的设计计算、设备使用、材料选择、施工操作等安全技术；编写内容紧紧围绕国家和建设部已颁发的各项安全技术规范、标准，便于读者很好的理解运用。

* * *

责任编辑：袁孝敏

责任设计：孙梅

责任校对：王金珠

前 言

为进一步加强和规范建筑施工安全管理，国家陆续颁发了一系列安全技术规范，已经颁发的规范有：《建筑施工安全检查标准》JGJ59、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46、《龙门架及井架物料提升机安全技术规范》JGJ88、《建筑塔式起重机安全规程》GB5144、《施工升降机安全规则》GB10055、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33 以及《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 等；另外，还有正在编写尚未颁发的规范有：《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》、《建筑施工模板工程安全技术规范》、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》等。

为便于各地对安全规范的培训学习，特编写了这本《建筑施工安全技术》。编写范围基本是按照《建筑施工安全检查标准》中所涉及专业的安全技术规范及其所包括的主要内容，进行了知识性的讲解并对某些条文规定的理解进行了阐述，以达到与各位读者进行交流。学习时必须结合原规范条文规定的内容参照本书进行，以便对规范各条规定能有一个全面、正确的理解。由于编者水平所限，有不当之处请予纠正。

编者

2004 年 3 月

目 录

1 脚手架	1
1.1 扣件式钢管脚手架	1
1.1.1 杆件名称与间距	1
1.1.2 构配件	1
1.1.3 荷载	4
1.1.4 设计与计算方法	5
1.1.5 设计计算	11
1.1.6 影响脚手架承载力的因素	19
1.1.7 构造要求	20
1.1.8 脚手板铺设及安全网设置	26
1.2 附着升降脚手架	27
1.2.1 脚手架特点	27
1.2.2 使用条件	28
1.2.3 设计计算	31
1.2.4 构造要求	33
1.2.5 安全装置	40
1.2.6 提升机具	42
1.2.7 使用与管理	44
1.3 吊篮脚手架	47
1.3.1 脚手架特点	47
1.3.2 基本组成	48
1.3.3 设计制作	49
1.3.4 安全装置	52
1.3.5 安装使用	52

2	高处作业	55
2.1	基本定义	55
2.2	分类	55
2.3	防护用具	60
3	基坑支护与模板工程	64
3.1	基坑支护	64
3.1.1	概述	64
3.1.2	支护结构选型	66
3.1.3	锚杆与支撑	75
3.1.4	地下水控制	92
3.1.5	基坑监测	95
3.1.6	基坑工程施工应注意的问题	98
3.2	模板工程	105
3.2.1	概述	105
3.2.2	编制施工方案	105
3.2.3	模板支架计算	106
3.2.4	支撑系统的构造要求	108
3.2.5	模板安装	109
3.2.6	模板拆除与存放	110
4	施工用电	112
4.1	概述	112
4.2	防止触电的技术措施	114
4.2.1	直接接触与间接触电	114
4.2.2	直接接触防护措施	114
4.2.3	间接触电防护措施	117
4.3	接地和接零	119
4.4	基本保护系统	124
4.5	配电线路	130
4.5.1	架空线路	130
4.5.2	电缆线路	131

4.5.3	导线的安全色	132
4.6	配电箱与开关箱	133
4.6.1	电箱的设置	133
4.6.2	电箱内的电器选择	135
4.7	漏电保护器	144
4.7.1	漏电保护器的作用	144
4.7.2	漏电保护器的工作原理	145
4.7.3	漏电保护器的选择	148
4.7.4	漏电保护器的安装	152
4.7.5	漏电保护器的测试	155
4.7.6	正确使用漏电保护器	157
4.8	单相设备	158
4.8.1	单相设备的特点	158
4.8.2	单相设备的接线	159
4.8.3	照明设备	159
4.8.4	安全变压器	162
4.8.5	安全电压	163
4.8.6	手持式电动工具	165
4.9	移动式电气设备	168
4.9.1	蛙式打夯机	168
4.9.2	磨石机	169
4.9.3	电焊机	170
4.10	防雷	174
4.10.1	雷电的危害	175
4.10.2	雷暴日数	175
4.10.3	防雷装置	177
4.10.4	现场设施的防雷措施	178
4.11	临时用电施工组织设计	179
4.11.1	主要内容	179
4.11.2	基本知识	183

4.11.3	负荷计算	187
4.11.4	选择变压器	192
4.11.5	配电线路设计	193
4.11.6	配电箱与开关箱设计	195
4.11.7	接地与接地装置	196
4.11.8	电气施工图	199
4.11.9	安全用电措施	200
5	垂直运输设备	202
5.1	塔式起重机	202
5.1.1	类型及参数	202
5.1.2	金属结构	204
5.1.3	工作机构	206
5.1.4	安全装置	208
5.1.5	电气系统	212
5.1.6	安装与拆卸	213
5.1.7	性能试验	219
5.1.8	安全装置调试	221
5.1.9	操作使用	223
5.1.10	塔机管理	224
5.2	施工升降机	225
5.2.1	类型及参数	225
5.2.2	基本构造	227
5.2.3	安全装置	229
5.2.4	安装与拆卸	233
5.2.5	使用	235
5.2.6	交接检验	235
5.3	物料提升机	239
5.3.1	类型	239
5.3.2	基本构造	239
5.3.3	安全装置	247

5.3.4	安装与拆卸	250
5.3.5	验收与使用	252
5.3.6	设计与制作	254
6	起重吊装	256
6.1	索具设备	256
6.1.1	白棕绳	256
6.1.2	钢丝绳	258
6.1.3	索具	264
6.1.4	卡环、花篮螺栓、吊钩	265
6.1.5	滑车、滑车组	267
6.1.6	千斤顶	269
6.1.7	倒链	270
6.1.8	手搬葫芦	271
6.1.9	卷扬机、绞磨	272
6.1.10	地锚	273
6.2	起重机械	276
6.2.1	工作级别	276
6.2.2	性能参数	277
6.2.3	履带式起重机	279
6.2.4	轮胎式起重机	280
6.2.5	汽车式起重机	281
6.2.6	安全操作要求	282
6.3	结构吊装	283
6.3.1	构件运输和堆放	283
6.3.2	物体的重心	285
6.3.3	吊点选择	286
6.3.4	起重机选择	286
6.3.5	吊装前的准备工作	288
6.3.6	钢筋混凝土结构吊装	290
6.3.7	钢结构吊装	294

6.4	土法吊装	297
6.4.1	独脚扒杆	297
6.4.2	人字扒杆	299
6.4.3	台灵扒杆	300
6.4.4	使用扒杆注意事项	300
6.4.5	设备吊装	301
6.5	指挥信号	302
6.5.1	指挥人员使用的信号	302
6.5.2	起重司机使用的音响信号	303
附录	建筑施工安全技术规范强制性条文	304
附录 1	临时用电	304
附录 2	高处作业	307
附录 3	机械使用	312
附录 4	脚手架	319
附录 5	提升机	323
附录 6	地基基础	325

1 脚 手 架

1.1 扣件式钢管脚手架

1.1.1 杆件名称与间距

1 杆件名称

脚手架主要由以下杆件组成：

立杆：组成脚手架的竖向杆件。

大横杆：纵向水平杆。

小横杆：横向水平杆。

扫地杆：距底部 20cm 处设置的水平杆。

剪刀撑：设置在脚手架外侧呈交叉形。

连墙杆：为保证脚手架的稳定性，与建筑物进行连接的杆件。

2 杆件间距及符号

l ——立杆纵距（立杆跨度）。

b ——立杆横距（脚手架宽度）。

h ——大横杆步距。

H ——脚手架高度。

1.1.2 构配件

扣件式钢管脚手架主要由钢管采用扣件连接组成框架，其作业层铺设脚手板并采用连墙杆将脚手架与建筑物进行连接，保持脚手架的整体稳定性。使用时，外侧应采用密目式安全网封闭。

一、钢管

(1) 选用的钢管应有准确的外径与强度，以满足脚手架使用、搭设及稳定性。为选用经济、合理的管材，对有缝钢管进行试验与计算结果表明：用于脚手架的钢管强度，主要取决于钢管的材质及截面特征，而与有缝无缝无关。因此，脚手架的钢管应尽量选用有缝管或焊接管；采用高强度钢材并不能充分发挥其强度性能。

(2) 根据我国钢管的规格和供应情况，以及各地的实践经验，用手脚手架的钢管主要采用外径48mm，壁厚3.5mm的焊接钢管；少数使用外径51mm，壁厚3~4mm的热轧钢管，此种规格的钢管应逐步淘汰，使规格统一。

(3) 为便于操作和运输，应对钢管的长度及重量有所限制，规定每根钢管重不超过25kg，同时规定每根钢管最大长度不超过6.5m。

(4) 为加强管理，规定钢管必须涂有防锈漆，并规定，外径壁厚允许最大偏差为-0.5mm，长度弯曲应 ≤ 20 mm，短管弯曲 ≤ 10 mm。

二、扣件

1 扣件形式

目前使用的扣件形式基本有以下三种：

直角扣件：用于连接两根相互垂直交叉的钢管。

回转扣件：用于连接两根呈任意角度交叉的钢管。

对接扣件：用于将两根钢管对接接长。

2 扣件材质

目前我国有可锻铸造扣件与钢板压制扣件两种，可锻铸造扣件已有产品标准和专业检测单位，质量易于保证，因此应采用可锻铸造扣件。对钢板压制扣件目前尚无国家标准，难以检查验收，且盖板受力后易产生变形，重复使用次数少，故不推荐采用钢板压制扣件。

3 扣件螺栓拧紧程度

扣件螺栓的拧紧程度，对脚手架的承载能力、稳定性和安全度等有着很大的影响。脚手架上的施工荷载是通过扣件向各杆件传递的，因此要求扣件必须具有抗旋转能力和抗滑能力。

试验和使用的结果表明，当扣件螺栓拧紧扭力矩为 $40 \sim 50\text{N}\cdot\text{m}$ 时，扣件本身所具有的抗滑、抗旋转和抗拔能力均能满足使用；并具有一定的安全储备。但应注意，可锻铸铁属脆性材料，破坏时会突然断裂，因此，在使用时螺栓不要拧得过紧，一般控制在 $40 \sim 50\text{N}\cdot\text{m}$ ，最大不得超过 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 。

三、脚手板

1 冲压钢脚手板

冲压钢脚手板一般用厚度不小于 2mm 厚的钢板压制而成，常用的规格为长 3m 、 3.6m ，宽 $200 \sim 250\text{mm}$ ，厚 50mm ，重量不大于 30kg 。脚手板的一端有连接卡口，另一端是承接口，铺设时板与板连接。为增加板面防滑性能，常在板面冲有直径为 25mm 的圆孔，孔边沿凸起。钢脚手板应涂防锈漆，不得有裂纹、开焊与硬弯，板面挠曲不大于 12mm 。

2 木脚手板

板厚不应小于 50mm ，宽度不小于 200mm ；不能采用桦木等脆性木材，一般用松木或杉木板，板端用直径 4mm 的镀锌钢丝绑扎两道。不得使用腐朽或有裂纹的脚手板。

3 竹脚手板

南方地区常用的为竹笆板；北方使用的竹脚手板为竹串片板。它是采用螺栓穿过并列竹片拧紧而成，螺栓直径为 $8 \sim 10\text{mm}$ ，间距 $500 \sim 600\text{mm}$ ，螺栓孔径不大于 10mm 。竹片并列脚手板长度为 $2 \sim 3\text{m}$ ，宽 $250 \sim 300\text{mm}$ ，板厚不小于 50mm 。另一种竹片板为防止脚手板发生松散及侧弯变形，制作时在板的两侧采用 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的方木进行加固。

1.1.3 荷载

作用在脚手架上的荷载有两种，一是静荷载，二是活荷载。

1 静荷载

静荷载是指长期作用在脚手架上的不变荷载。如钢管、扣件、脚手板、安全网等构配件的自重，为设计计算方便可分为两部分计算。

(1) 脚手架结构自重 (G_{1K})。“结构”指组成脚手架的主要杆件包括立杆、大横杆、小横杆、剪刀撑、横向斜撑、扣件等材料的自重；

(2) 构、配件自重 (G_{2K})。这部分材料在整个脚手架中的数量、随着作业条件的不同设计要求也不同。包括脚手板、防护栏挡脚板、安全网等材料的自重。

2 活荷载

活荷载是指作用在脚手架上可以变化的荷载。如施工荷载、风荷载等，应根据脚手架的类型分别计算。

(1) 施工荷载 (Q_K)。包括脚手板上的堆放材料（砖、砂浆、混凝土、模板等）、运输小车（包含车内所装物料）、作业人员及器具等荷载。

施工荷载以作业层脚手板的面积为基准按均布荷载计算 (kN/m^2)。脚手架使用的目的不同，施工荷载也不同。用于结构用的脚手架其施工荷载按 $3\text{kN}/\text{m}^2$ 计算；用于装修的脚手架考虑堆放材料少又不允许有车辆运行，其施工荷载按 $2\text{kN}/\text{m}^2$ 计算。

(2) 风荷载 (w_K)。风荷载按水平荷载计算，是均布作用在脚手架立面上的 (kN/m^2)。风荷载的大小与不同地区的基本风压 (w_0)、脚手架的高度 (μ_z)、封挂何种安全网以及施工建筑的形式有关 (μ_s)，风荷载的计算式为： $w_K = 0.7 \mu_z \cdot \mu_s \cdot w_0$ 。

3 荷载效应组合

设计脚手架时，应根据整个使用过程中（包括工作状态及非工作状态）可能产生的各种荷载，按最不利的荷载进行组合计

算，将荷载效应叠加后脚手架应满足其稳定性要求。

脚手架的立杆稳定计算时的荷载效应组合，应分别按下列两种情况计算：

- (1) 永久荷载 + 施工荷载。
- (2) 永久荷载 + 0.85 (施工荷载 + 风荷载)。

其中 0.85 为荷载组合系数。是考虑脚手架在既有施工荷载，又有风荷载的情况下，不会同时出现最大值，所以在取二者最大值后乘以 0.85 系数进行折减。

当计算脚手架的连墙杆时的荷载效应组合，应按下列情况计算：

- (1) 单排架：风荷载 + 3kN。
- (2) 双排架：风荷载 + 5kN。

在计算连墙杆的承载能力时，除去考虑各连墙杆负责面积内能承受的风荷载外，还应再加上由于风荷载的影响，使脚手架侧移变形产生的水平力对连墙杆的作用。按每一连墙点计算，对于单排脚手架取 3kN，对于双排脚手架取 5kN 的水平力，并与风荷载叠加。

4 荷载的传递

(1) 对于采用脚手板的脚手架，其荷载的传递方式为：

脚手板 → 小横杆 → 大横杆 → 立杆 → 基础

(2) 对于采用竹笆片的脚手架，其荷载的传递方式为：

竹笆片 → 大横杆 → 小横杆 → 立杆 → 基础

1.1.4 设计与计算方法

1 强度与稳定

(1) 杆件的强度

拉、压杆的强度计算公式：

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$$

式中 σ ——工作应力；

- N ——轴向力；
 A ——杆件截面；
 $[\sigma]$ ——材料允许应力。

(2) 压杆的稳定。

压杆的稳定计算公式：

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \varphi [\sigma] \text{ 或 } \sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq [\sigma]$$

式中 φ ——压杆的稳定系数。

(3) 稳定系数 φ

稳定系数 φ 也称折减系数，它是一个随 λ （长细比）改变而改变的小于 1 的系数，可以通过查表求得。

“ λ ”称为压杆的柔度或长细比，它的数值随杆件两端的支承情况（计算长度系数 μ ）、杆件的长度（ l ）及截面的尺寸和形状（惯性半径 i ）等因素而变化。 λ 的数值越大，表示压杆越细长、承载能力就越小，压杆就越容易变形失稳。临界荷载与压杆长度的平方成反比，如杆件长度为 1，临界荷载为 N ；当杆件长度为 2 时，临界荷载为 $\frac{N}{2^2} = \frac{N}{4}$ ；若杆件长度加长到 3 时，此时杆件的临界荷载为 $\frac{N}{3^2} = \frac{N}{9}$ ，由此可见，当杆件长细比加大时，压杆的承载能力会明显下降而导致失稳。因此， λ 是压杆稳定计算中的一个十分重要的几何参数。

λ 的计算公式：

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{l_0}{i}$$

式中 λ ——长细比；

l ——杆件长度；

l_0 ——杆件计算长度；

μ ——单杆计算长度系数（此值与杆件的被支承情况有关）；

i ——单杆截面回转半径（此值按选用材料的截面形状和尺寸查表）。