

简洁实用、简明快捷，
一套并不简单的施工实战工具书！

建筑施工快速计算 实例解读 建筑工程

侯永利 孙丹月 主编

百家施工
企业推荐

4 大优势

- 1 超大量施工计算实例；
- 2 瞬间理清思路，解决问题；
加强基础知识讲解，分类列举实例；
- 4 大幅提高工作效率。

精准的
计算公式

+

典型的
计算范例

+

清晰的
计算原理

= 快速解决计算难题

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构工程/侯永利 孙丹月 主编.
—南京:江苏人民出版社,2011.11
(建筑施工快速计算实例解读)
ISBN 978-7-214-07442-3

I. ①建… II. ①侯…②孙… III. ①建筑结构—工程施工—工程计算
IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 192744 号

建筑结构工程

侯永利 孙丹月 主编

责任编辑:封秀敏 蒋卫国

责任印制:马琳

出版:江苏人民出版社(南京湖南路1号A楼 邮编:210009)

发行:天津凤凰空间文化传媒有限公司

销售电话:022-87893668

网 址:<http://www.ifengspace.cn>

集团地址:凤凰出版传媒集团(南京湖南路1号A楼 邮编:210009)

经 销:全国新华书店

印 刷:北京亚通印刷有限责任公司

开 本:710 mm×1000 mm 1/16

印 张:16

字 数:314千字

版 次:2011年11月第1版

印 次:2011年11月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-214-07442-3

定 价:35.00元

(本书若有印装质量问题,请向发行公司调换)

建筑施工快速计算实例解读

编写委员会

主 任：魏文彪

副主任：周 胜

委 员：李 伟 侯永利 张建边 施殿宝 郭爱云
李 鑫 姚建国 姜 海 潘雪峰 郭俊峰
张永福 闫 盈 李奎江 高海静 吕 君
王秋艳 袁锐文 张永方 孙丹月

内 容 提 要

本书内容主要包括：脚手架工程施工快速计算、钢结构工程施工快速计算、砌体结构工程施工快速计算、结构吊装工程施工快速计算和木结构工程施工快速计算。

本书列举了大量施工计算实例，简明扼要、通俗易懂，具有很强的实用性，可供施工技术人员使用，也可供大专院校土建专业师生参考。

前 言

我国建筑业蓬勃发展，建筑施工和管理亦步入信息化时代，工程质量和施工操作安全的检测、控制，除了对其进行一般的定性分析外，还常常需要对施工的各个方面进行必要的、严格精确的施工计算，做到心中有数，使施工活动更加科学可靠，以确保工程质量和施工安全，以期用科学定量的方法获得最优的施工技术效果和经济效益。

施工计算是一门复杂的、多学科的计算技术，是一种纯粹为施工控制和管理而进行的计算。与一般结构计算相比，施工计算具有实用性强、涉及面广的特点，除了需要应用一般的专业计算知识外，还常需要把其他各专业知识渗透、融合到施工计算中，因此，难度相对较大。虽然有的书籍对其有些零星介绍，但很不全面，因此迫切需要一套集中论述包括施工各个方面的施工计算手册作为施工参考和指导。

本丛书重点介绍了工业与民用建筑施工中各方面常用到的典型、先进、成熟、具有普遍意义的分析与计算方法，以便相关人员根据具体情况灵活地参照应用。读者遇到有关施工中的计算问题，一般查阅本丛书就可以基本得到解决。

本丛书编写目的旨在满足从事建筑施工的广大技术人员和高级技工的迫切需要，为他们提供一套施工计算方面的简明、实用、新颖、内容丰富、系统、全面的施工计算参考资料，以期增进其知识积累，帮助解决一些现场施工实际计算问题，有利于其工作开展及技术素质、现代化管理水平的提高，从而提高工程质量，推动建筑企业创新和发展，适应现代化建筑施工技术飞速发展的迫切需要。

本丛书共包括以下5分册：

- (1)《地基与基础工程》；
- (2)《建筑结构工程》；

- (3) 《钢筋工程》;
- (4) 《混凝土工程》;
- (5) 《建筑施工现场设施》。

本丛书的编写主要根据现行的国家设计规范和施工验收规范及有关技术规程、标准、手册等,同时亦将近十年来国内各技术杂志、技术文献中出现的最新计算成果,尽可能地吸取和反映了进来。

在编写过程中作者虽尽了最大努力,但限于学识和时间,书中难免存在问题和不完备之处,敬请读者批评指正,以期在修订时,加以改正,使本丛书更加完善。

编 者
2011 年 10 月

目 录

第一章 脚手架工程施工快速计算	(1)
计算 1 门式钢管脚手架计算	(1)
计算 2 悬挂式吊篮脚手架计算	(8)
计算 3 立杆底座计算	(11)
计算 4 插口飞架脚手架计算	(12)
计算 5 扣件式钢管脚手架配件量计算	(18)
计算 6 扣件式钢管脚手架计算	(21)
计算 7 扣件式钢管脚手架立杆计算	(32)
第二章 钢结构工程施工快速计算	(35)
计算 1 钢结构受力计算	(35)
计算 2 钢结构零件加工计算	(52)
计算 3 钢材质量计算	(56)
计算 4 号料长度计算	(57)
计算 5 螺栓长度计算	(68)
计算 6 焊接连接长度计算	(70)
计算 10 钢材腐蚀速度计算	(75)
计算 11 钢结构不同焊缝焊条用量计算	(76)
第三章 砌体结构工程施工快速计算	(80)
计算 1 配筋砖砌体构件计算	(80)
计算 2 无筋砌体构件计算	(89)
计算 3 粉煤灰砂浆配合比计算	(101)
计算 4 水泥砂浆配合比计算	(104)
计算 5 砂浆强度计算	(107)
计算 6 砖墙排砖计算	(109)
计算 7 砖墙用料计算	(112)
计算 8 砖拱圈施工计算	(117)

计算 9 砖柱施工计算	(120)
计算 10 砖烟囱施工计算	(122)
计算 11 加大砌体截面法计算	(126)
计算 12 套箍加固砌体计算	(133)
第四章 结构吊装工程施工快速计算	(138)
计算 1 吊装工具计算	(138)
计算 2 吊装绳索计算	(145)
计算 3 横吊梁计算	(152)
计算 4 滑车计算	(156)
计算 5 锚碇计算	(163)
计算 6 卷扬机牵引力计算	(173)
计算 7 起重机选用计算	(177)
计算 8 起重机最大安全起重量计算	(183)
计算 9 柱子无风缆校正稳定性计算	(192)
计算 10 柱吊装强度及裂缝宽度计算	(193)
计算 11 柱子温差位移调整计算	(196)
计算 12 柱绑扎吊点位置计算	(198)
第五章 木结构工程施工快速计算	(205)
计算 1 木夹板加固木结构计算	(205)
计算 2 预应力拉杆加固木结构计算	(207)
计算 3 钢拉杆加固结构计算	(211)
计算 4 木材材积计算	(215)
计算 5 木材性质指标计算	(220)
计算 6 木材力学性能计算	(224)
计算 7 木门窗用料计算	(227)
计算 8 木结构连接计算	(230)
计算 9 木梁简易计算	(234)
计算 10 木结构圆弧计算	(238)
计算 11 木结构坡度系数计算	(242)
计算 12 木屋架长度系数和角度系数计算	(244)
参 考 文 献	(248)

第一章 脚手架工程施工快速计算

计算 1 门式钢管脚手架计算



基本知识

1. 脚手架的稳定性计算

脚手架的稳定性应按式(1-1)至式(1-4)计算:

$$N = N^d \quad (1-1)$$

不组合风荷载时

$$N = 1.2(N_{GK1} + N_{GK2})H + 1.4 \sum N_{QK} \quad (1-2)$$

组合风荷载时

$$N = 1.2(N_{GK1} + N_{GK2})H + 0.85 \times 1.4 \left(\sum N_{QK} + \frac{2M_k}{b} \right) \quad (1-3)$$

$$M_k = \frac{q_k H_1^2}{10} \quad (1-4)$$

式中 N ——作用于一榀门架上的轴向力设计值,取式(1-2)和式(1-3)计算结果的较大者;

N_{GK1} ——每米高度脚手架构配件自重产生的轴向力标准值;

N_{GK2} ——每米高度脚手架附件自重产生的轴向力标准值;

N_{QK} ——各施工层施工荷载作用于一榀门架上的轴向力标准值总和;

H ——以米为单位的脚手架高度值;

1.2、1.4——永久荷载与可变荷载的荷载分项系数;

M_k ——风荷载产生的弯矩标准值;

q_k ——风线荷载标准值;

H_1 ——连墙件的竖向间距;

0.85——荷载效应组合系数;

N^d ——一榀门架的稳定承载力设计值,按式(1-5)计算:

$$N^d = \varphi A f \quad (1-5)$$

φ ——门架立杆的稳定系数,按 $\lambda = \frac{kh_0}{i}$,查表 1-1;

k ——调整系数,按表 1-2 选用;

i ——门架立杆换算截面回转半径,按下式计算:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A_1}}$$

$$I = I_0 + I_1 \frac{h_1}{h_0}$$

I ——门架立杆换算截面惯性矩;

h_0 ——门架高度,需满足表 1-3 要求;

I_0, A_1 ——分别为门架立杆的毛截面惯性矩与毛截面面积;

h_1, I_1 ——分别为门架加强杆的高度及毛截面惯性矩;

A ——一榀门架立杆的毛截面面积, $A = 2A_1$;

f ——门架钢材的强度设计值,对 Q235 钢采用 205 MPa。

表 1-1 稳定系数 φ 表 (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	0.974	0.944	0.941	0.938	0.936	0.933	0.930	0.927	0.924	0.921
30	0.918	0.915	0.913	0.909	0.906	0.903	0.899	0.896	0.893	0.889
40	0.880	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

续表

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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: $\lambda > 250$ 时, $\varphi = \frac{7320}{\lambda^2}$ 。

表 1-2

调整系数 k

脚手架高度/m	≤ 30	31~45	46~60
k	1.13	1.17	1.22

表 1-3

落地门式钢管脚手架搭设高度

施工荷载标准值 $\sum Q_k/\text{kPa}$	搭设高度/m	施工荷载标准值 $\sum Q_k/\text{kPa}$	搭设高度/m
3.0~5.0	≤ 45	≤ 3.0	≤ 60

2. 脚手架搭设高度计算

脚手架的搭设高度按式(1-6)和式(1-7)计算,取其计算结果的较小者。

不组合风荷载时

$$H^d = \frac{\varphi A f - 1.4 \sum N_{Q_{iK}}}{1.2(N_{GK1} + N_{GK2})} \quad (1-6)$$

组合风荷载时

$$H_w^d = \frac{\varphi A f - 0.85 \times 1.4 \left(\sum N_{Q_{iK}} + \frac{2M_k}{b} \right)}{1.2(N_{GK1} + N_{GK2})} \quad (1-7)$$

敞开式脚手架,当其搭设高度不超过表 1-3 的规定及有关构造要求时,亦可不进行稳定性或搭设高度的计算。

落地式脚手架搭设高度超过表 1-3 的规定时,宜采用分段卸荷或分段搭设等方法。分段搭设时,每段脚手架高度宜控制在 30 m 以下。

3. 连墙件计算

1) 连墙件的强度和稳定性按式(1-8)至式(1-11)计算。

强度:

$$\sigma = \frac{N_t(N_c)}{A_n} \leq 0.85f \quad (1-8)$$

稳定性:

$$\sigma = \frac{N_c}{\varphi A} \leq 0.85f \quad (1-9)$$

其中

$$N_t(N_c) = N_w + 3.0(\text{kN}) \quad (1-10)$$

$$N_w = 1.4\omega_k L_1 H_1 \quad (1-11)$$

式中 A_n ——连墙件的净截面面积,带螺纹的连墙件应取螺纹处的有效截面面积;

A ——连墙件的毛截面面积;

N_t 、 N_c ——风荷载及其他作用对连墙件产生的拉、压力设计值;

φ ——连墙件的稳定系数,按连墙件长细比,查表 1-1 得;

N_w ——风荷载作用于连墙件的拉(压)力设计值;

L_1 、 H_1 ——分别为连墙件的竖向及水平间距;

ω_k ——风荷载标准值按式(1-12)计算:

$$\omega_k = 0.7\mu_z\mu_s\mu_0 \quad (1-12)$$

μ_z 、 μ_s 、 μ_0 ——符号意义和取值同扣件式钢管脚手架计算。

2) 连墙件与脚手架、连墙件与主体结构的连接强度,按式(1-13)计算。

$$N_t(N_c) \leq N_v \quad (1-13)$$

式中 N_v ——连墙件与脚手架、连墙件与主体结构连接的抗拉(压)承载力设计值。当采用扣件连接时,一个直角扣件为 8.0 kN;当为其他连接时应按相应规范规定计算。

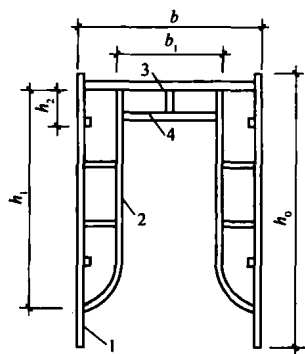
门式钢管脚手架计算常用数据见表 1-4 至表 1-10。

表 1-4 荷载组合

项次	计算项目	荷载组合
1	脚手架稳定	永久荷载+1.0 施工荷载
		永久荷载+0.85(施工荷载+风荷载)
2	连墙件强度与稳定	1.0 风荷载+3.0 kN

表 1-5

典型的门架几何尺寸及杆件规格



门架代号	MF1219		
门架几何 尺寸/mm	h_2	80	100
	h_0	1930	1900
	b	1219	1200
	b_1	750	800
	h_1	1536	1550
杆件外径及 壁厚/mm	1	$\phi 42.0 \times 2.5$	$\phi 48.0 \times 3.5$
	2	$\phi 26.8 \times 2.5$	$\phi 26.8 \times 2.5$
	3	$\phi 42.0 \times 2.5$	$\phi 48.0 \times 3.5$
	4	$\phi 26.8 \times 2.5$	$\phi 26.8 \times 2.5$

注:表中门架代号含义同现行行业标准《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 128)。

表 1-6

扣件规格及重量

规格		重量/(kN/个)
直角扣件	JK4848、JK4843、JK4343	0.0135
旋转扣件	JK4848、JK4843、JK4343	0.0145

表 1-7

典型的门架、配件重量

名称	单位	代号	重量/kN
门架	榀	MF1219	0.224
门架	榀	MF1217	0.205
交叉支撑	副	C1812	0.040
水平架	榀	H1810	0.165
脚手板	块	P1805	0.184

续表

名称	单位	代号	重量/kN
连接棒	个	J220	0.006
锁臂	副	L700	0.0085
固定底座	个	FS100	0.010
可调底座	个	AS400	0.035
可调托座	个	AU400	0.045
梯形架	榀	LF1212	0.133
窄型架	榀	NF617	0.122
承托架	榀	BF617	0.209
梯子	副	S1819	0.272

注:表中门架代号含义同现行行业标准《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 128)。

表 1-8 门式钢管脚手架截面几何特性

钢管外径/mm	壁厚/mm	截面积 /cm ²	截面惯性矩 /cm ⁴	截面抵抗矩 /cm ³	截面回转 半径/cm
18.0	3.5	4.89	12.19	5.08	1.58
42.7	2.4	3.04	6.19	2.90	1.43
42.0	2.5	3.10	6.08	2.83	1.40
34.0	2.2	2.20	2.79	1.64	1.13
27.2	1.9	1.51	1.22	0.89	0.90
26.8	2.5	1.91	1.42	1.06	0.86

表 1-9 一榀门架的稳定承载力设计值

门架代号		MF1219	
门架高度 h_0 /mm		1930	1900
立杆加强杆高度 h_1 /mm		1536	1550
立杆换算截面回转半径 i /mm		1.525	1.652
立杆长细比 λ	$H \leq 45$ m	148	135
	$45 \text{ m} < H \leq 60$ m	154	140
立杆稳定系数 φ	$H \leq 45$ m	0.316	0.371
	$45 \text{ m} < H \leq 60$ m	0.294	0.349

续表

门架代号		MF1219	
钢材强度设计值 f/MPa		205	205
门架稳定承载力 设计值/kN	$H \leq 45 \text{ m}$	40.16	74.38
	$45 \text{ m} < H \leq 60 \text{ m}$	37.37	69.97

注:① 本表门架稳定承载力系根据表 1-5 的门架计算,当采用的门架几何尺寸及杆件规格与表 1-5 不符合时,应另行计算。

② 表中 H 代表脚手架搭设高度。

③ 其他见表 1-5 注。

表 1-10 操作层均布施工荷载标准值 Q_k

脚手架用途	结构	装修
均布施工荷载	3.0	2.0

注:表中均布荷载为一个操作层上相邻两门架跨距范围内的全部荷载除以跨距门架宽度的乘积。

实例解法

例 已知门式脚手架施工荷载 $Q_k = 2.8 \text{ kPa}$, 连墙件竖向及水平间距为 2 步 3 跨 ($H_1 = 4 \text{ m}$, $L_1 = 6 \text{ m}$), 门架型号采用 MF1219, 钢材采用 Q235, 门架宽 $b = 1.23 \text{ m}$, 门架高 $h_0 = 1.92 \text{ m}$, $i = 15.25 \text{ mm}$, $A = 310 \times 2 \text{ mm}^2$, 同时知 $N_{GK1} = 0.286 \text{ kN/m}$, $N_{GK2} = 0.071 \text{ kN/m}$, $\sum N_{Q_{1K}} = 6.50 \text{ kN}$, 风荷体型系数 $\mu_s = 0.443$, 基本风压 $\mu_0 = 0.55 \text{ kPa}$, 试求该脚手架可搭设的最大高度。

解 脚手架的搭设应考虑不组合风荷载和组合风荷载两种情况, 取其中的较小者为允许搭设的最大高度。

1) 不组合风荷载:

取 $k = 1.22$, $\lambda = kh_0/i = 1.22 \times 1920/15.25 = 153.6$, 查表 1-1 得: $\varphi = 0.298$

$$H^d = \frac{\varphi A f - 1.4 \sum N_{Q_{1K}}}{1.2(N_{GK1} + N_{GK2})} = \frac{0.298 \times 310 \times 2 \times 205 \times 10^{-3} - 1.4 \times 6.50}{1.2 \times (0.286 + 0.071)} = 67.1(\text{m})$$

2) 组合风荷载:

$$\omega_k = 0.7 \mu_z \mu_s \mu_0 = 0.7 \times 1.77 \times 0.443 \times 0.55 = 0.302 (\text{kPa})$$

$$M_k = \frac{\omega_k H_1^2}{10} = \frac{0.302 \times 4^2}{10} = 0.48 \text{ (kPa)}$$

$$H_w^d = \frac{\varphi A f - 0.85 \times 1.4 \left(\sum N_{Q_{iK}} + \frac{2M_k}{b} \right)}{1.2(N_{GK1} + N_{GK2})}$$

$$= \frac{0.298 \times 310 \times 2 \times 205 \times 10^{-3} - 0.85 \times 1.4 \times \left(6.50 + \frac{2 \times 0.48}{1.23} \right)}{1.2 \times (0.286 + 0.071)}$$

$$= 68.2 \text{ (m)}$$

3) 取脚手架搭设高度为 68 m。

计算 2 悬挂式吊篮脚手架计算



悬挂式吊篮脚手架由吊篮、悬挂钢绳、挑梁、顶端杉杆等组成。常用吊篮脚手架构造及尺寸,如图 1-1 所示。使用时用倒链或卷扬机将吊篮提升到最上层,然后逐层下放,装修自上而下进行。

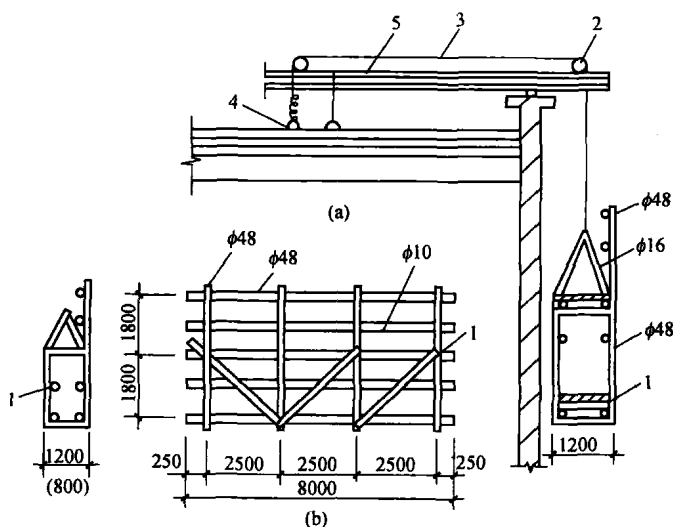


图 1-1 悬挂式吊篮架构造及尺寸

(a) 悬挂式吊篮装置构造; (b) 吊篮架尺寸

1—吊篮; 2—杉杆包铁皮; 3—钢丝绳; 4—钢丝绳固定环; 5—挑梁

吊篮架由吊篮片、钢管及钢管卡箍组合而成。吊篮片之间用 $\phi 48$ mm 钢管连接组成整体桁架体系。

计算时,将吊篮视作由两榀纵向桁架组成,取其中一榀分析内力进行强度计算(图 1-2)。吊篮荷载 q 包括:吊篮自重 q_1 、施工荷载 q_2 。

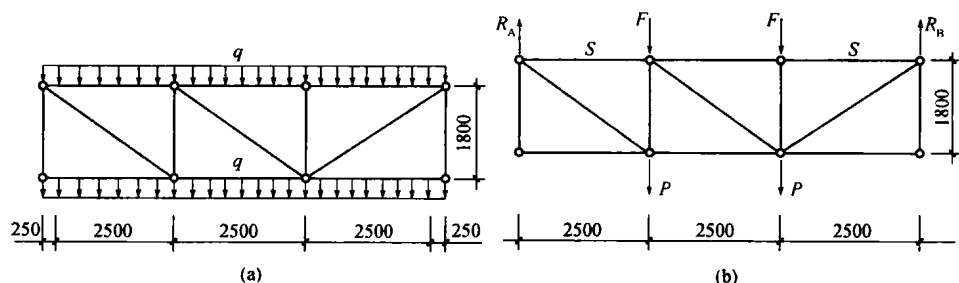


图 1-2 吊篮计算简图

(a)组合吊篮计算简图;(b)吊篮内力桁架计算简图

桁架内力分析时可将均布荷载 q 化为节点集中荷载 F (作用于上弦) 和 P (作用于下弦),按铰接桁架计算,各杆件仅承受轴向力作用。拉杆应力按式(1-14)计算:

$$\sigma_1 = \frac{S}{A} \quad (1-14)$$

式中 σ_1 ——杆件的拉应力;

S ——杆件的轴向拉力;

A ——杆件的净截面面积。

上弦受压同时受均布荷载作用,上弦弯矩按式(1-15)计算:

$$M = \frac{1}{8} q l^2 \quad (1-15)$$

其强度按式(1-16)计算:

$$\sigma = \frac{S}{\varphi A} + \frac{M}{\gamma W} \leq f \quad (1-16)$$

式中 M ——上弦杆承受的弯矩;

q ——作用于上弦的均布荷载;

l ——桁架上弦节点间距;

σ ——上弦压弯应力;

S ——上弦杆轴向力;

A ——上弦杆净截面面积;

φ ——轴心受压杆件的稳定系数;