



建筑工程简明计算手册丛书

混凝土

工程计算手册

HUNNINGTU
GONGCHENG JISUAN SHOUCHE

梁敦维 谢珍兰 编

山西科学技术出版社

SHANXI SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

· 建筑工程简明计算手册丛书 ·

混凝土工程 计算手册

梁敦维 谢珍兰 编

山西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工程计算手册 / 梁敦维, 谢珍兰编. —太原: 山西科学技术出版社, 2006. 1

(建筑工程简明计算手册丛书)

ISBN 7-5377-2592-6

I. 混... II. ①梁... ②谢... III. 混凝土施工—工程计算—技术手册 IV. TU755-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 125529 号

·建筑工程简明计算手册丛书·

混凝土工程计算手册

梁敦维 谢珍兰 编

*

山西科学技术出版社出版 (太原建设南路 15 号)

新华书店经销 太原兴晋科技印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 1/32 印张: 4.625 字数: 135 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月太原第 1 次印刷

印数: 1-3000 册

*

ISBN 7-5377-2592-6

T·402 定价: 15.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印厂联系调换。

前 言

《建筑工程简明计算手册丛书》是从建筑工程施工现场工程技术人员及技术人员实际操作人员实际工作需要出发,本着简明、实用、够用和好用的原则,紧扣现行标准、规范和规程,经优化筛选,将施工现场最常用、最基本的施工计算汇编成册,便于工程技术人员及技术人员查阅使用。

丛书包括《土方与地基基础工程计算手册》、《混凝土工程计算手册》、《结构吊装工程计算手册》、《建筑施工组织设计计算手册》、《建筑工程预算计算手册》等五本。

《混凝土工程计算手册》编入了混凝土工程施工常用的计算资料,内容包括:模板工程、钢筋工程、混凝土工程、大体积混凝土工程、预应力混凝土工程、混凝土冬期施工等。

本书内容精炼,是建筑工程施工的常用工具书,在进行施工准备、编制施工方案、处理技术问题及制定安全技术措施、对工程质量和操作安全进行有效控制等各项计算工作中应用广泛。

目 录

一、模板工程	(1)
(一) 模板用量计算	(1)
(二) 现浇混凝土模板荷载计算	(7)
(三) 现浇混凝土模板简易计算	(14)
(四) 现浇混凝土墙大模板配制和稳定验算	(26)
(五) 滑动模板支承杆和滑升速度计算	(29)
(六) 临时性预埋铁件计算	(31)
二、钢筋工程	(34)
(一) 钢筋配料计算	(34)
(二) 钢筋用料计算	(48)
(三) 钢筋代换计算	(51)
三、混凝土工程	(57)
(一) 普通混凝土配合比计算	(57)
(二) 混凝土拌制配料计算	(71)
(三) 混凝土浇筑计算	(72)
(四) 泵送混凝土施工设备计算	(74)
(五) 混凝土养护计算	(79)
(六) 混凝土强度评定计算	(82)
(七) 混凝土强度的换算和推算	(84)

四、大体积混凝土裂缝控制	(86)
(一) 大体积混凝土温度计算	(86)
(二) 大体积混凝土保温计算	(88)
(三) 应力计算	(90)
(四) 平均整浇长度 (伸缩缝间距) 计算	(95)
五、预应力混凝土工程	(96)
(一) 预应力筋下料长度计算	(96)
(二) 预应力筋张拉力和张拉设备计算	(99)
(三) 预应力筋张拉伸长值计算	(102)
(四) 先张法预应力施工台座计算	(103)
六、混凝土冬期施工	(109)
(一) 混凝土冬期施工温度计算	(109)
(二) 混凝土强度估算	(111)
(三) 混凝土蓄热法施工计算	(115)
七、扣件式钢管脚手架	(118)
(一) 扣件式钢管脚手架常用构架尺寸	(118)
(二) 扣件式钢管脚手架杆配件备量匡算	(119)
(三) 脚手架荷载计算	(122)
(四) 扣件式钢管脚手架整体 (立柱) 稳定性 计算	(127)
八、施工基本计算	(135)
(一) 计量单位换算关系	(135)
(二) 材料基本性质计算	(138)

一、模板工程

(一)模板用量计算

在现浇混凝土结构施工中,估算模板的用量是为了进行施工准备和实际支模的需要。

1. 现浇混凝土结构模板用量计算公式

表 1-1

公式序号	混凝土构件名称	每立方米混凝土模板用量计算公式	符号意义
1-1	基本表达式	$U = \frac{A}{V}$	U ——每立方米混凝土结构的展开面积模板用量(m^2); A ——模板的展开面积(m^2); V ——混凝土的体积(m^3); U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 、 U_5 、 U_6 ——分别为楼板、主次梁、正方形截面柱、圆形截面柱、矩形截面柱和墙每立方米混凝土模板用量(m^2)。
1-2	楼板 厚度为 d_1 (m)	$U_1 = \frac{1}{d_1}$	
1-3	主次梁 宽度×高度为 $b \times h$ (m)	$U_2 = \frac{2h+b}{bh}$	
1-4	正方形截面柱 边长为 $a \times a$ (m)	$U_3 = \frac{4}{a}$	
1-5	圆形截面柱 直径为 d (m)	$U_4 = \frac{4}{d}$	
1-6	矩形截面柱 边长为 $a \times b$ (m)	$U_5 = \frac{2(a+b)}{ab}$	
1-7	墙 厚度为 d_2 (m)	$U_6 = \frac{2}{d_2}$	

2. 现浇混凝土结构模板用量值

(1) 肋形楼板和无梁楼板的模板用量 U 值

表 1-2

板 厚 d_1 (m)	模板用量 $U = \frac{1}{d_1}$ (m^2)	板 厚 d_1 (m)	模板用量 $U = \frac{1}{d_1}$ (m^2)
0.06	16.67	0.14	7.14
0.08	12.50	0.17	5.88
0.10	10.00	0.19	5.26
0.12	8.33	0.22	4.55

(2) 矩形截面主梁及次梁之模板用量 U 值

表 1-3

梁截面尺寸 $h \times b$ (m)	模板用量 $U = \frac{2h+b}{hb}$ (m^2)	梁截面尺寸 $h \times b$ (m)	模板用量 $U = \frac{2h+b}{hb}$ (m^2)
0.30 × 0.20	13.33	0.80 × 0.40	6.25
0.40 × 0.20	12.50	1.00 × 0.50	5.00
0.50 × 0.25	10.00	1.20 × 0.60	4.17
0.60 × 0.30	8.33	1.40 × 0.70	3.57

(3) 正方形或圆形截面柱的模板用量 U 值

表 1-4

柱横截面尺寸 $a \times a$ (m)	模板用量 $U = \frac{4}{a}$ (m^2)	柱横截面尺寸 $a \times a$ (m)	模板用量 $U = \frac{4}{a}$ (m^2)
0.3 × 0.3	13.33	0.9 × 0.9	4.44
0.4 × 0.4	10.00	1.0 × 1.0	4.00

续 表

柱横截面尺寸 $a \times a$ (m)	模板用量 $U = \frac{4}{a}$ (m^2)	柱横截面尺寸 $a \times a$ (m)	模板用量 $U = \frac{4}{a}$ (m^2)
0.5 × 0.5	8.00	1.1 × 1.1	3.64
0.6 × 0.6	6.67	1.3 × 1.3	3.08
0.7 × 0.7	5.71	1.5 × 1.5	2.67
0.8 × 0.8	5.00	2.0 × 2.0	2.00

(4) 矩形截面柱子的模板用量 U 值

表 1-5

柱横截面尺寸 $a \times b$ (m)	模板用量 $U = \frac{2(a+b)}{ab}$ (m^2)	柱横截面尺寸 $a \times b$ (m)	模板用量 $U = \frac{2(a+b)}{ab}$ (m^2)
0.4 × 0.3	11.67	0.8 × 0.6	5.83
0.5 × 0.3	10.67	0.9 × 0.45	6.67
0.6 × 0.3	10.00	0.9 × 0.60	5.56
0.7 × 0.35	8.57	1.0 × 0.50	6.00
0.8 × 0.40	7.50	1.0 × 0.70	4.86

(5) 墙模板用量 U 值

表 1-6

墙 厚 d_2 (m)	模板用量 $U = \frac{2}{d_2}$ (m^2)	墙 厚 d_2 (m)	模板用量 $U = \frac{2}{d_2}$ (m^2)
0.06	33.33	0.18	11.11
0.08	25.00	0.20	10.00

续 表

墙 厚 d_2 (m)	模板用量 $U = \frac{2}{d_2}$ (m^2)	墙 厚 d_2 (m)	模板用量 $U = \frac{2}{d_2}$ (m^2)
0.10	20.00	0.25	8.00
0.12	16.67	0.30	6.67
0.14	14.29	0.35	5.71
0.16	12.50	0.40	5.00

3. 钢模板规格编码

表 1-7

模板名称			模板长度（mm）					
			450		600		750	
			代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸
平面模板 （代号 P）	宽度 （mm）	300	P3004	300 × 450	P3006	300 × 600	P3007	300 × 750
		250	P2504	250 × 450	P2506	250 × 600	P2507	250 × 750
		200	P2004	200 × 450	P2006	200 × 600	P2007	200 × 750
		150	P1504	150 × 450	P1506	150 × 600	P1507	150 × 750
		100	P1004	100 × 450	P1006	100 × 600	P1007	100 × 750
阴角模板 （代号 E）			E1504	150 × 150 × 450	E1506	150 × 150 × 600	E1507	150 × 150 × 750
			E1004	100 × 150 × 450	E1006	100 × 150 × 600	E1007	100 × 150 × 750
阳角模板 （代号 Y）			Y1004	100 × 100 × 450	Y1006	100 × 100 × 600	Y1007	100 × 100 × 750
			Y0504	50 × 50 × 450	Y0506	50 × 50 × 600	Y0507	50 × 50 × 750

模板名称		模板长度 (mm)					
		450		600		750	
		代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸
连接角模 (代号 J)		J0004	50 × 50 × 450	J0006	50 × 50 × 600	J0007	50 × 50 × 750
倒棱模板	角棱模板 (代号 JL)	JL1704	17 × 450	JL1706	17 × 600	JL1707	17 × 750
		JL4504	45 × 450	JL4506	45 × 600	JL4507	45 × 750
	圆棱模板 (代号 YL)	YL2004	20 × 450	YL2006	20 × 600	YL2007	20 × 750
		YL3504	35 × 450	YL3506	35 × 600	YL3507	35 × 750
梁腋模板 (代号 LY)		LY1004	100 × 50 × 450	LY1006	100 × 50 × 600	LY1007	100 × 50 × 750
		LY1504	150 × 50 × 450	LY1506	150 × 50 × 600	LY1507	150 × 50 × 750
柔性模板 (代号 Z)		Z1004	100 × 450	Z1006	100 × 600	Z1007	100 × 750
搭接模板 (代号 D)		D7504	75 × 450	D7506	75 × 600	D7507	75 × 750
双曲可调模板 (代号 T)				T3006	300 × 600		
				T2006	200 × 600		
变角可调模板 (代号 B)				B2006	200 × 600		
				B1606	160 × 600		

模板名称			模板长度（mm）					
			900		1200		1500	
			代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸
平面模板 (代号 P)	宽度 (mm)	300	P3009	300 × 900	P3012	300 × 1200	P3015	300 × 1500
		250	P2509	250 × 900	P2512	250 × 1200	P2515	250 × 1500
		200	P2009	200 × 900	P2012	200 × 1200	P2015	200 × 1500
		150	P1509	150 × 900	P1512	150 × 1200	P1515	150 × 1500
		100	P1009	100 × 900	P1012	100 × 1200	P1015	100 × 1500
阴角模板 (代号 E)			E1509	150 × 150 × 900	E1512	150 × 150 × 1200	E1515	150 × 150 × 1500
			E1009	100 × 150 × 900	E1012	100 × 150 × 1200	E1015	100 × 150 × 1500
阳角模板 (代号 Y)			Y1009	100 × 100 × 900	Y1012	100 × 100 × 1200	Y1015	100 × 100 × 1500
			Y0509	50 × 50 × 900	Y0512	50 × 50 × 1200	Y0515	50 × 50 × 1500
连接角模 (代号 J)			J0009	50 × 50 × 900	J0012	50 × 50 × 1200	J0015	50 × 50 × 1500
倒棱模板	角棱模板 (代号 JL)	JL1709	17 × 900	JL1712	17 × 1200	JL1715	17 × 1500	
		JL4509	45 × 900	JL4512	45 × 1200	JL4515	45 × 1500	
	圆棱模板 (代号 YL)	YL2009	20 × 900	YL2012	20 × 1200	YL2015	20 × 1500	
		YL3509	35 × 900	YL3512	35 × 1200	YL3515	35 × 1500	
梁腋模板 (代号 LY)			LY1009	100 × 50 × 900	LY1012	100 × 50 × 1200	LY1015	100 × 50 × 1500
			LY1509	150 × 50 × 900	LY1512	150 × 50 × 1200	LY1515	150 × 50 × 1500
柔性模板 (代号 Z)			Z1009	100 × 900	Z1012	100 × 1200	Z1015	100 × 1500
搭接模板 (代号 D)			D7509	75 × 900	D7512	75 × 1200	D7515	75 × 1500
双曲可调模板 (代号 T)			T3009	300 × 900			T3015	300 × 1500
			T2009	200 × 900			T2015	200 × 1500
变角可调模板 (代号 B)			B2009	200 × 900			B2015	200 × 1500
			B1609	160 × 900			B1615	160 × 1500

【例 1-1】 办公楼工程现浇钢筋混凝土楼板厚 $d_1 = 0.1\text{m}$; 梁宽 $b = 0.4\text{m}$, 高 $h = 0.6\text{m}$; 柱截面为 $0.7\text{m} \times 0.7\text{m}$ 和 $0.7\text{m} \times 0.4\text{m}$; 墙厚 $d_2 = 0.25\text{m}$, 求每立方米混凝土各种构件的模板用量。

【解】 按题意, 采用表 1-1 公式计算得:

(1) 楼板模板用量:

$$U_1 = \frac{1}{d_1} = \frac{1}{0.1} = 10\text{m}^2$$

(2) 梁模板用量:

$$U_2 = \frac{2h+b}{bh} = \frac{2 \times 0.6 + 0.4}{0.4 \times 0.6} = 6.67\text{m}^2$$

(3) 正方形截面柱模板用量:

$$U_3 = \frac{4}{a} = \frac{4}{0.7} = 5.71\text{m}^2$$

(4) 矩形截面柱模板用量:

$$U_5 = \frac{2(a+b)}{ab} = \frac{2 \times (0.7 + 0.4)}{0.7 \times 0.4} = 7.86\text{m}^2$$

(5) 墙模板用量:

$$U_6 = \frac{2}{d_2} = \frac{2}{0.25} = 8\text{m}^2$$

(二) 现浇混凝土模板荷载计算

模板是在混凝土浇筑过程中保证正确的形状和尺寸, 在硬化过程中进行防护和养护, 可以连续周转使用的工具。为了保证模板及其支架的安全和混凝土成型质量, 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002) 要求: 模板及其支架应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件进行设计。模板及其支架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性, 能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。

1. 荷载组合

(1) 荷载类别及编号

表 1-8

名 称	类 别	编 号
模板结构自重	恒载	①

名 称	类 别	编 号
新浇筑混凝土自重	恒载	①
钢筋自重	恒载	②
施工人员及施工设备荷载	活载	③
振捣混凝土时产生的荷载	活载	④
新浇筑混凝土对模板侧面的压力	恒载	⑤
倾倒混凝土时产生的荷载	活载	⑥

(2) 荷载组合

表 1-9

项次	项 目	荷载组合	
		计算承载能力	验算刚度
1	平板及薄壳的模板及支架	①+②+③+④	①+②+③
2	梁和拱模板的底板及支架	①+②+③+⑤	①+②+③
3	梁、拱、柱(边长 $\leq 300\text{mm}$)、墙(厚 $\leq 100\text{mm}$)的侧面模板	⑤+⑥	⑥
4	大体积结构、柱(边长 $> 300\text{mm}$)、墙(厚 $> 100\text{mm}$)的侧面模板	⑤+⑥	⑥

2. 荷载标准值和设计值

计算模板及其支架的荷载,分为荷载标准值和荷载设计值,后者应以荷载标准值乘以相应的荷载分项系数。

(1) 荷载标准值

a. 模板及支架自重标准值——应根据设计图纸确定。对肋形楼板及无梁楼板模板的自重标准值,见表 1-10。

模板及支架自重标准值(kN/m^2)

表 1-10

模板构件的名称	木模板	组合钢模板	钢框胶合板模板
平板的模板及小楞	0.30	0.50	0.40
楼板模板(其中包括梁的模板)	0.50	0.75	0.60
楼板模板及其支架(楼层高度为4m以下)	0.75	1.10	0.95

b. 新浇混凝土自重标准值——对普通混凝土,可采用 24kN/m^3 ;对其他混凝土,可根据实际重力密度确定。

c. 钢筋自重标准值——按设计图纸计算确定。一般可按每立方米混凝土含量计算:

框架梁 1.5kN/m^3

楼板 1.1kN/m^3

d. 施工人员及设备荷载标准值:

(a) 计算模板及直接支承模板的小楞时,对均布荷载取 2.5kN/m^2 ,另应以集中荷载 2.5kN 再行验算,比较两者所得的弯矩值,按其中较大者采用;

(b) 计算直接支承小楞结构构件时,均布活荷载取 1.5kN/m^2 ;

(c) 计算支架立柱及其他支承结构构件时,均布活荷载取 1.0kN/m^2 。

说明:

——对大型浇筑设备如上料平台、混凝土输送泵等,按实际情况计算。

——混凝土堆集料高度超过 100mm 以上者,按实际高度计算。

——模板单块宽度小于 150mm 时,集中荷载可分布在相邻的两块板上。

e. 振捣混凝土产生的荷载标准值——对水平面模板采用 2.0kN/m^2 ;对垂直面模板采用 4.0kN/m^2 (作用范围在新浇筑混凝土侧压力的有效压头高度以内)。

f. 新浇筑混凝土对模板侧面的压力标准值——采用内部振捣器时,可按以下两式计算,并取其较小值:

$$F = 0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 V^{1/2} \quad (1-8)$$

$$F = \gamma_c H \quad (1-9)$$

式中 F ——新浇混凝土对模板的最大侧压力 (kN/m^2);

γ_c ——混凝土的重力密度 (kN/m^3);

t_0 ——新浇筑混凝土的初凝时间 (h),可按实测确定。当缺乏试验资料时,可采用 $t_0 = 200 / (T + 15)$ 计算 (T 为混凝土的温度 $^{\circ}\text{C}$);

V ——混凝土的浇筑速度 (m/h);

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇筑混凝土顶面的总高度 (m);

β_1 ——外加剂影响修正系数,不掺外加剂时取 1.0 ;掺具有缓凝作用的外加剂时取 1.2 ;

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数,当坍落度小于 30mm 时,取 0.85 ;

50~90mm 时,取 1.0;110~150mm 时,取 1.15。

混凝土侧压力的计算分布图形,如图 1-1。

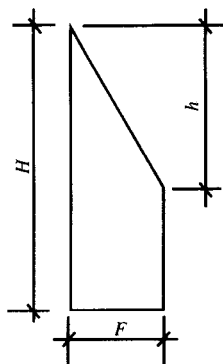


图 1-1 侧压力计算分布图

其中: h 为有效压头高度 $h = F/\gamma_c$ (m)

g. 倾倒混凝土时产生的荷载标准值——倾倒混凝土时对垂直面模板产生的水平荷载标准值,见表 1-11。

倾倒混凝土时产生的水平荷载标准值 (kN/m^2)

表 1-11

向模板内供料方法	水平荷载
溜槽、串筒或导管	2
容积小于 0.2m^3 的运输器具	2
容积为 $0.2 \sim 0.8\text{m}^3$ 的运输器具	4
容积为大于 0.8m^3 的运输器具	6

注:作用范围在有效压头高度以内。

除上述 7 项荷载外,当水平模板支撑结构的上部继续浇筑混凝土时,还应考虑由上部传递下来的荷载。

(2) 荷载设计值

计算模板及其支架的荷载设计值,应为荷载标准值乘以相应的荷载分项

系数(γ_i),见表1-12。

模板及支架荷载分项系数

表 1-12

项次	荷 载 类 别	γ_i
1	模板及支架自重	1.2
2	新浇筑混凝土自重	
3	钢筋自重	
4	施工人员及施工设备荷载	1.4
5	振捣混凝土时产生的荷载	
6	新浇筑混凝土对模板侧面的压力	1.2
7	倾倒混凝土时产生的荷载	1.4

3. 荷载折减(调整)系数

模板工程属临时性工程。由于我国目前还没有临时性工程的设计规范,所以只能按正式结构设计规范执行。由于新的设计规范以概率理论为基础的极限状态设计法代替了容许应力设计法,又考虑到原规范对容许应力值作了提高,因此原《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB50204-92)进行了套改。

(1)对钢模板及其支架的设计,其荷载设计值可乘以0.85系数予以折减,但其截面塑性发展系数取1.0。

(2)采用冷弯薄壁型钢材,由于原规范对钢材容许应力值不予提高,因此荷载设计值也不予折减,系数为1.0。

(3)对木模板及其支架的设计,当木材含水率小于25%时,其荷载设计值可乘以0.9系数予以折减。

(4)在风荷载作用下,验算模板及其支架的稳定性时,其基本风压值可乘以0.8系数予以折减。