

Excel

在建筑工程中的应用

——快速计算工具实例

谢剑 赵彤



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

Excel在建筑工程中的应用

——快速计算工具实例

谢 剑 赵 彤



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

Excel 作为电子表格软件里的旗舰级软件已日趋成熟。强大的功能使它在办公自动化领域成为人们得力助手的同时,也为建筑结构工程师们提供了快速计算的手段。本书以图文并茂的方式,以具体的应用实例为基础,围绕提出问题、分析实例、解决问题的思路,全面介绍了 Excel 作为快速计算工具在建筑工程中的强大功能和使用技巧。

本书可作为本科生、专科生、研究生、Excel 培训班学员的教材及广大工程设计人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

Excel 在建筑工程中的应用:快速计算工具实例/谢剑,
赵彤编著. —天津:天津大学出版社,2004.3
ISBN 7-5618-1898-X

I . E… II . ①谢… ②赵… III . 电子表格系统, E
xcel - 应用 - 建筑工程 IV . TU17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 006772 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨风和
地 址	天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
网 址	www.tjup.com
电 话	发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
印 刷	河北省昌黎县人民胶印厂
经 销	全国各地新华书店
开 本	185mm × 260mm
印 张	11
字 数	300 千
版 次	2004 年 3 月第 1 版
印 次	2004 年 3 月第 1 次
印 数	1 - 4 000
定 价	28.00 元

前 言

作为电子表格软件里的旗舰级软件,Excel 已日趋成熟。强大的功能使它在办公自动化领域已成为人们的得力助手。这么优秀的一个工具软件,能否应用于建筑工程领域,为广大建筑结构工程师服务呢?回答是肯定的。Excel 可以使结构工程师们完成很多与计算相关的复杂工作,很容易地完成非常冗长的计算过程,从而使结构工程师从复杂的数学计算中解脱出来。同时,Excel 还允许工程师们自己设定计算结果的输出方式,从而获得更丰富、更规整的计算书。

Excel 还具有一些其他的功能优势,诸如:

- 对数据进行输入、输出、储存、处理、排序等操作;
- 以图形的方式显示数据及计算结果;
- 对数据进行统计、分析和整理;
- 根据一组数据集拟合出相应的代数方程;
- 求解方程及方程组;
- 求解最优化问题等等。

总之,Excel 为建筑结构工程师们提供了一种快速计算的手段。

在美国,利用 Excel 制作用于解决工程问题的计算表单(Spreadsheet)是对结构工程师的一项基本要求,美国注册结构工程师的考试大纲中就明确将 Spreadsheet 列为考试内容。以下就是其中一道考题:

In a spreadsheet, the number in cell A4 is set to 6. Then A5 is set to $A4 + \$A\4 , where \$ indicates the absolute cell address. This formula is copied into cells A6 and A7. The number shown in cell A7 is most nearly().

(A) 12 (B) 24 (C) 36 (D) 216

由此可见,无论是从工程应用的实际需要,还是与国际接轨的大势所趋,学习与掌握一些制作计算表单(Spreadsheet)的知识与技巧,对于结构工程师来说是非常有必要的。

在写作过程中,力求本书有自己的特色。本书按三个层次精心制作了多个具有工程背景的应用实例,以图文并茂的形式,将知识与实例紧密结合,通过对各种实例的详细讲解,使读者可以在最短的时间内,掌握 Excel 在建筑工程中应用的强大功能和使用技巧。同时,本书内容的设置,也可以使读者做到举一反三,利用 Excel 快速解决实际工程中具体的数值计算问题。

本书既可以作为本科生、专科生、研究生热门课程的教材,也为工程设计人员提供一种快速计算手段,使其从繁重的手工计算和程序设计中解脱出来。

本书中所有的应用实例,均已包括在书中所赠的光盘中。这些实例既可作为读者练习的题目,也可直接用于工程设计。

谢剑 赵彤

2003 年 12 月于天津大学

目 录

第一篇 基础知识篇

实例 1 编辑公式——受弯构件承载力验算问题	(2)
实例 2 使用函数(一)——实例 1 的功能强化	(9)
实例 3 使用函数(二)——实例 1 的再次强化	(20)
实例 4 工作表界面设计——实例 1 的润色优化	(26)
实例 5 插入图表——受弯承载力与设计参数的关系曲线	(32)
实例 6 图表的组合应用	(42)
实例 7 特殊形式的图表	(51)
实例 8 条件格式与数据有效性	(60)

第二篇 初级应用篇

实例 9 数据拟合(一)	(68)
实例 10 数据拟合(二)	(75)
实例 11 求解最值	(85)
实例 12 牛顿迭代法解方程	(92)
实例 13 解线性方程组	(97)
实例 14 矩阵运算	(103)
实例 15 线性方程组的又一解法	(113)
实例 16 求解结构的自振频率和振型	(117)
实例 17 辛普森法积分	(126)
实例 18 最优化问题	(133)
实例 19 用 POISSON 分布预测工量	(140)
实例 20 多元线性回归分析	(143)
实例 21 双变量模拟运算	(150)

第三篇 高级实例篇

实例 22 截面特性计算(一)	(154)
实例 23 截面特性计算(二)	(161)
参考文献	(168)

第一篇 基础知识篇

本篇总览

在基础知识篇中,重点介绍工程中应用的一些 Excel 知识,主要包括单元格内容的输入、格式的设置、计算公式的编辑、函数的功能及用法、图表的应用等。本篇的内容为 Excel 的基础内容,不仅用于建筑工程领域,而且在其他领域也大有用处。本书后两篇内容——初级应用和高级实例,都是在综合应用本篇知识的基础上实现的。

④为运算符,^(插入符号)运算符表示将数字乘幂,* (星号)运算符表示相乘。

三、Excel 解法

1. 启动 Excel, 建立新的工作簿。

2. 选中单元格 A1 ~ I1, 并将它们合并为一个单元格, 并在其内输入“单筋矩形截面承载力验算问题”; 选中并合并单元格 A2 ~ G2, 输入“已知条件”; 选中并合并单元格 H2 ~ I2, 输入“计算结果”, 如图 1-1 所示。

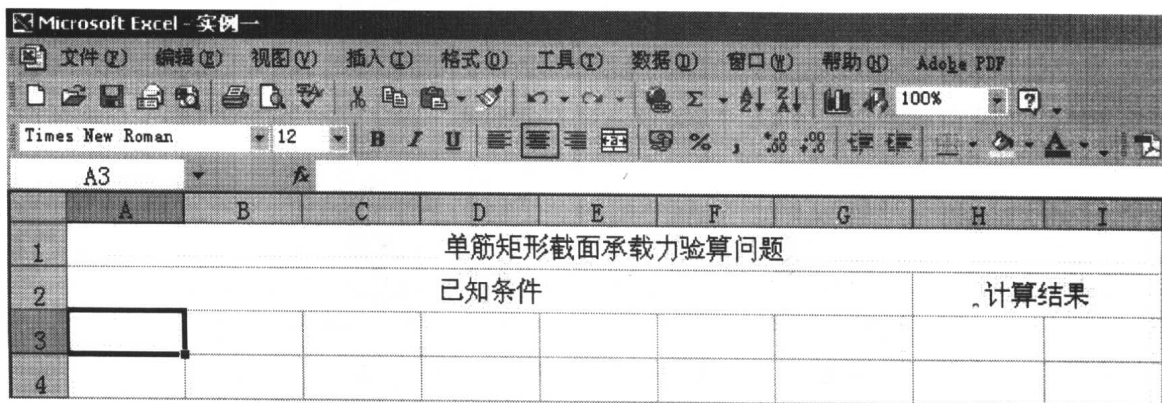


图 1-1 步骤 2 完成后的效果

3. 分别在单元格 A3 ~ I3 中输入 α_1 、 f_c 、 f_y 、 b 、 h_0 、 A_s 、 M 、 x 、 $[M]$, 见图 1-2。

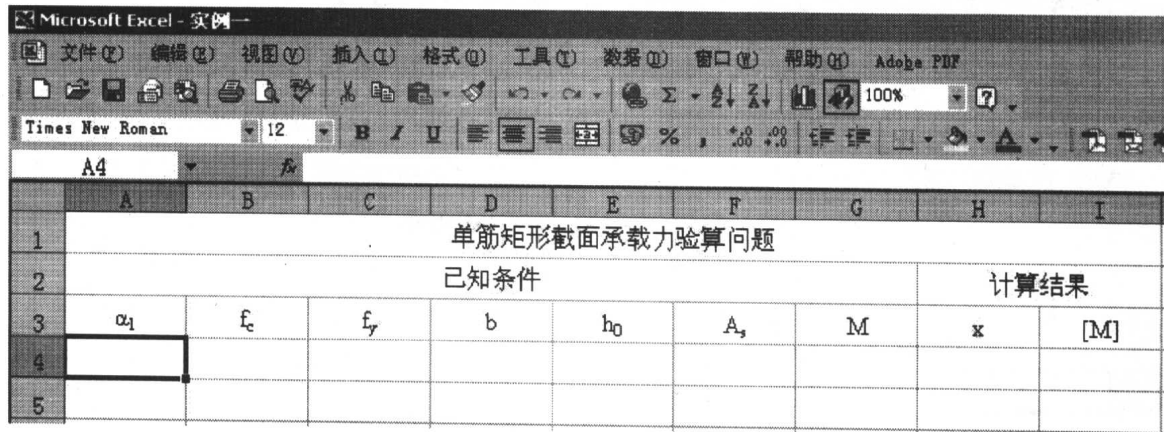


图 1-2 步骤 3 完成后的效果

技巧提示: 选中文本, 点击右键, 运行“设置单元格格式”命令, 则弹出图 1-3 所示的“单元格格式”对话框。选中“下标”按“确认”后, 可将选中文本设为下标。同理, 可将选中文本设为上标。

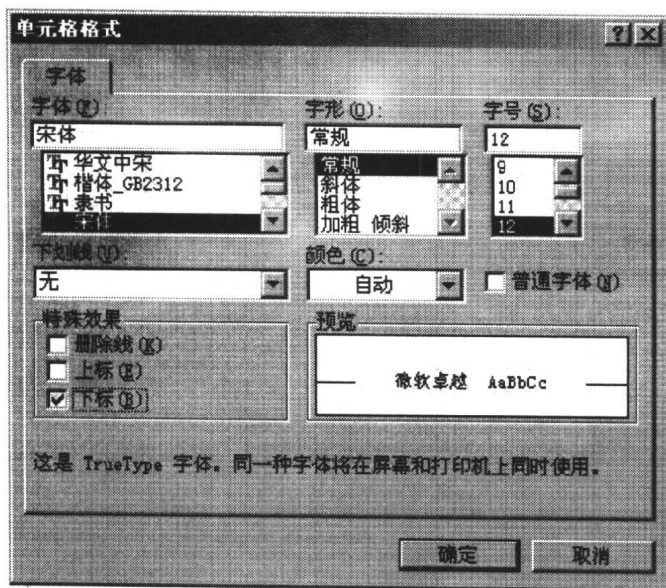


图 1-3 “单元格式”对话框——“字体”选项卡

4. 在单元格 A4~I4 中分别按图 1-4 所示,输入对应参数的单位:/、N/mm²、N/mm²、mm、mm、mm²、kN·m、mm、kN·m。

Microsoft Excel - 实例一

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H) Adobe PDF

宋体 12 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	单筋矩形截面承载力验算问题								
2	已知条件							计算结果	
3	α_1	f_c	f_y	b	h_0	A_s	M	x	$[M]$
4	/	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm	mm ²	kN·m	mm	kN·m
5									

图 1-4 步骤 4 完成后的效果

技巧提示:选中单元格 A3~I3,点击右键,运行“设置单元格格式”命令。在“单元格格式”对话框中选中“边框”选项卡,将“颜色”设为白色,按下边框底线按钮(图 1-5),则可将单元格 A3 与 A4、B3 与 B4……I3 与 I4 等对应单元格在视觉上合并。

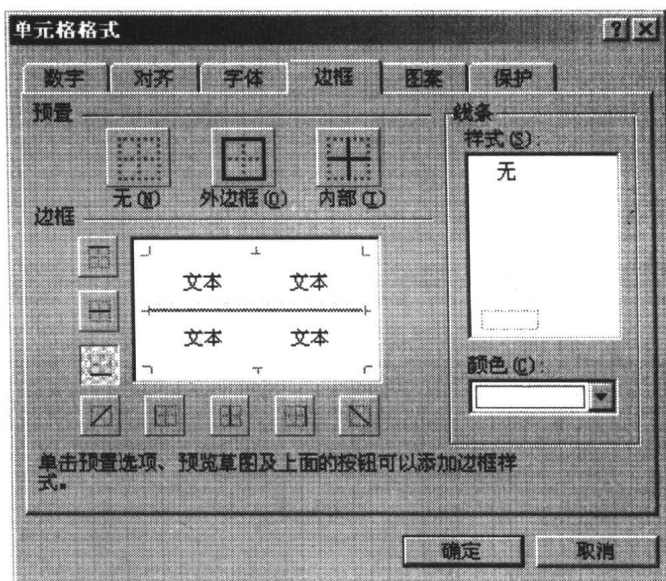


图 1-5 “单元格格式”对话框——“边框”选项卡

5. 在单元格 A5 ~ G5 中分别输入已知条件 1、16.7、300、250、465、1256、150, 见图 1-6。

Microsoft Excel - 实例一									
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H) Adobe PDF									
宋体 12 B I U 100%									
H5									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	单筋矩形截面承载力验算问题								
2	已知条件						计算结果		
3	α_1	f_c	f_y	b	h_0	A_s	M	x	$[M]$
4	/	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm	mm ²	kN·m	mm	kN·m
5	1	16.7	300	250	465	1256	150		

图 1-6 步骤 5 完成后的效果

6. 在单元格 H5 中输入“=(C5 * F5)/(A5 * B5 * D5)”, 按回车键结束输入, 得到 x 的计算结果(图 1-7)。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	单筋矩形截面承载力验算问题								
2	已知条件							计算结果	
3	α_1	f_c	f_y	b	h_0	A_s	M	x	$[M]$
4	/	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm	mm ²	kN·m	mm	kN·m
5	1	16.7	300	250	465	1256	150	90.251497	

图 1-7 步骤 6 完成后的效果

技巧提示:选中单元格 H5, 点击右键, 运行“设置单元格格式”命令, 在弹出窗口(图 1-8)中选中“数字”选项卡, 在“分类”中选择“数值”, 则可以设置数字的小数位数。本例设为“3”, 即小数点后保留三位数字。设置数字格式后的效果如图 1-9 所示。

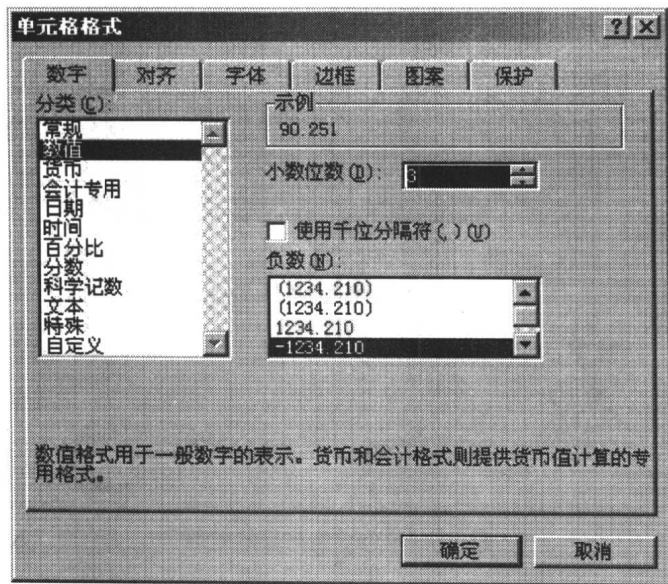


图 1-8 “单元格格式”对话框——“数字”选项卡

7. 在单元格 I5 中输入“= C5 * F5 * (E5 - H5/2)/1000000”, 按回车键结束输入, 得到 $[M]$ 的计算结果, 题目求解完毕。注意: 公式中的“/1000000”为单位换算的要求。

Microsoft Excel - 实例一

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H) Adobe PDF

宋体 12 B I U 100%

I5 =C5*F5*(E5-H5/2)/1000000

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	单筋矩形截面承载力验算问题								
2	已知条件						计算结果		
3	α_1	f_c	f_y	b	h_0	A_s	M	x	$[M]$
4	/	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm	mm ²	kN·m	mm	kN·m
5	1	16.7	300	250	465	1256	150	90.251	158.209

图 1-9 本例的最终效果

技巧提示:按 Ctrl+` (重音符)键可在工作表上实现显示的公式和其值之间切换。若要显示全部单元格设置的公式,可运行菜单命令“工具”→“选项”,启动“选项”对话框(图 1-10),在“视图”选项卡中选中“公式”复选框,单击“确定”按钮后,效果如图 1-11 所示。

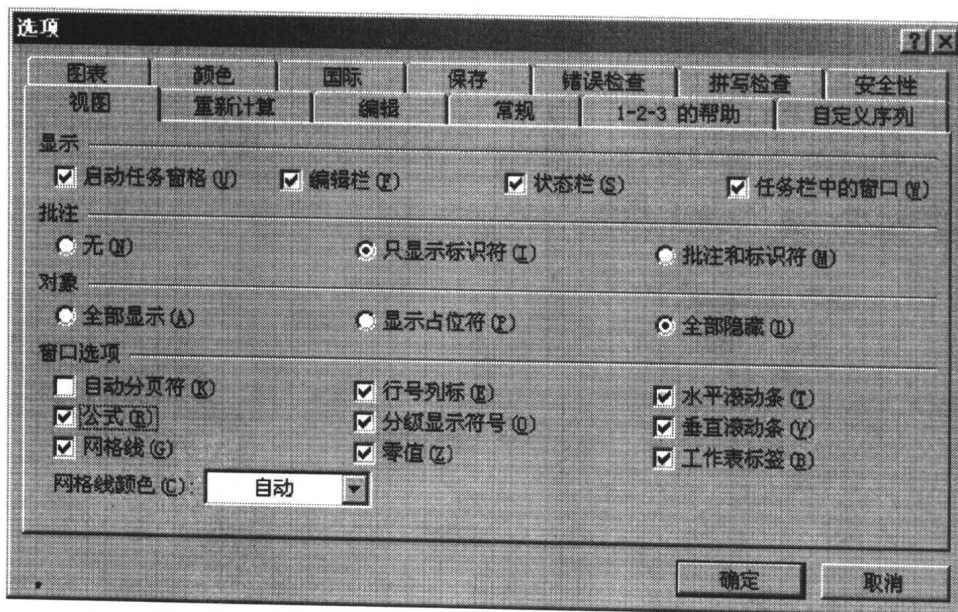


图 1-10 “选项”对话框

Microsoft Excel - 实例一

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H) Adobe PDF 公式

Times New Roman 12 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	单筋矩形截面承载力验算问题								
2	已知条件						计算结果		
3	α_1	f_c	f_y	b	h_0	A_s	M	x	[M]
4	/	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm	mm ²	kN·m	mm	kN·m
5	1	16.7	300	250	465	1256	150	=(C5*F5)/(A5*B5*D5)=C5*F5*(E5-H5/2)/1000000	

图 1-11 选中“公式”选项后的显示效果

四、本例小结

利用 Excel 自带的计算功能求解此类问题是非常方便的。只需在不同的单元格内输入已知条件后,再分别设置中间参数及最终结果的计算公式,Excel 就会快速地将结果显示在相应的单元格内。

Excel 另一个显著的优势就是,当题目发生变化时,只需修改已知条件,中间参数及最终计算结果就会同时相应调整。如混凝土强度等级变为 C30($f_c = 14.3 \text{ N/mm}^2$),则只需将单元格 B4 的内容改为“14.3”,按回车键确认后,得到图 1-12 所示结果。

Microsoft Excel - 实例一

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H) Adobe PDF

宋体 12 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	单筋矩形截面承载力验算问题								
2	已知条件						计算结果		
3	α_1	f_c	f_y	b	h_0	A_s	M	x	[M]
4	/	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm	mm ²	kN·m	mm	kN·m
5	1	14.3	300	250	465	1256	150	105.399	155.355

图 1-12 修改已知条件后的显示效果

实例2 使用函数(一)——实例1的功能强化

一、问题的提出

在实例1中,借助 Excel 自带的计算功能解决了钢筋混凝土受弯构件承载力验算的问题,但这种求解是一种理想化的解题过程。这种理想化主要体现在:截面的破坏形态为适筋破坏,未考虑少筋破坏及超筋破坏的情况。

当发生少筋破坏,即 $\rho = \frac{A_s}{b \times h_0} \leq \rho_{\min}$ 时,则取 $A_s = \rho_{\min} b h_0$ 计算截面的受弯承载力。其中对最小配筋率 $\rho_{\min}$ 的取值,《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)规定如下:

$$\rho_{\min} = \max\left(0.02\%, 45 \frac{f_t}{f_y} \%\right) \quad (2-1)$$

当发生超筋破坏,即 $x \geq \xi_b h_0$ 时,则截面的受弯承载力按下式计算:

$$[M] = \alpha_{\max} \cdot \alpha_1 f_c b h_0^2 \quad (2-2)$$

为了使 Excel 的求解更具通用性,本节借助 Excel 自带的函数功能弥补上述缺陷。

注:以上各公式中符号的含义请参阅《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)。

二、Excel 相关知识——关于函数

函数就是一些预定义的公式,通过使用一些被称为参数的特定数值来按特定的顺序或结构执行计算。若要在某一单元格内使用函数,可执行菜单命令“插入”→“函数”(图 2-1)或点击快捷按钮。

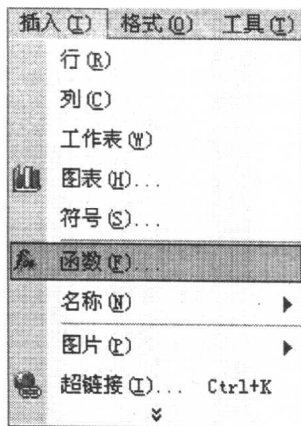


图 2-1 插入函数命令

函数可用于执行简单或复杂的计算。例如,ROUND 函数可将单元格 A10 中的数字四舍五入。该函数的形式如下:



对 Excel 函数有以下几点说明：

①表示的是函数结构,函数的结构以等号(=)开始,后面紧跟函数名称和左括号,然后以逗号分隔输入参数,最后是右括号;

②表示的是函数名称,如果要查看可用函数,可单击一个单元格并按 Shift + F3;

③表示的是参数,参数可以是数字、文本、逻辑值(例如 TRUE 或 FALSE)、数组、错误值(例如 #N/A)或单元格引用,指定的参数都必须为有效参数值,参数也可以是常量、公式或其他函数;

④表示的是参数工具提示,在键入函数时,会出现一个带有语法和参数的工具提示,例如,键入“=ROUND(”时,就会出现工具提示。

Excel 的内置函数按功能不同可分为以下几类:数据库函数、日期和时间函数、外部函数、工程函数、财务函数、信息函数、逻辑函数、查找和引用函数、数学和三角函数、统计函数、文本和数据函数等。表 2-1 列出一些常用的函数及其功能。

表 2-1 常用函数

函数名称	功能说明
ABS(number)	返回数字的绝对值
ACOS(number)	返回数字的反余弦值
ASIN(number)	返回数字的反正弦值
AVERAGE(number1, number2, ...)	返回参数的平均值(算术平均值)
SIN(number)	返回给定角度的正弦值
COS(number)	返回给定角度的余弦值
COUNT(value1, value2, ...)	计算参数列表中数字的个数
COUNTIF(range, criteria)	计算区域中满足给定条件的单元格的个数
EXP(number)	返回 e 的 n 次幂
IF(logical_test, value_if_true, value_if_false)	执行真假值判断,根据逻辑计算的真假值,返回不同结果
OR(logical1, logical2, ...)	如果任一参数为 TRUE,则返回 TRUE
AND(logical1, logical2, ...)	如果所有参数均为 TRUE,则返回 TRUE
MAX(number1, number2, ...)	返回参数列表中的最大值
MIN(number1, number2, ...)	返回参数列表中的最小值
PI()	返回数字 3.141 592 653 589 79,即数学常量 pi
INDEX(array, row_num, column_num)	返回数组中指定单元格或单元格数组的数值
VALUE(text)	将代表数字的文本字符串转换成数字
RIGHT(text, num_chars)	根据所指定的字符数返回文本字符串中最后一个或多个字符

续表

函数名称	功能说明
SUMPRODUCT (array1, array2, array3, ...)	在给定的几组数组中,将数组间对应的元素相乘,并返回乘积之和
SUM (number1, number2, ...)	返回某一单元格区域中所有数字之和
POWER (Number, Power)	返回给定数字的乘幂
MMULT (array1, array2)	返回两数组的矩阵乘积
TRANSPOSE (array)	返回转置单元格区域
MINVERSE (array)	返回数组矩阵的逆矩阵
MDETERM (array)	返回一个数组的矩阵行列式的值
MOD (number, divisor)	返回两数相除的余数,结果的正负号与除数相同

以下重点介绍本节用到的几个函数。

1. MAX(number1, number2, ...)

功能:返回一组值中的最大值。

参数说明:

number1, number2, ... 为要从中找出最大值的 1 到 30 个数字参数,可以是数字、空白单元格、逻辑值或数字的文本表达式。

函数类别:统计

示例:如图 2-2 所示。

	A	B	C	D
1	10	20	45	32
2	17	26	36	19
3	公式	说明(结果)		
4	=MAX(A1:D2)	上面一组数字中的最大值(45)		
5	=MAX(A1:D2, 66)	上面一组数字和66之中的最大值(66)		

图 2-2 函数 MAX 的示例

2. IF(logical_test, value_if_true, value_if_false)

功能:执行真假值判断,根据逻辑计算的真假值,返回不同结果。

参数说明:

logical_test 为表示计算结果为 TRUE(真)或 FALSE(假)的任意值或表达式;

value_if_true 为当 logical_test 为 TRUE(真)时返回的值;

value_if_false 为当 logical_test 为 FALSE(假)时返回的值。

函数类别:逻辑

示例:如图 2-3 所示。

	A	B	C
1	11	22	
2	公式	说明(结果)	
3	=IF(A1>B1, "A>B", "A<B")	如果A1中的数字大于B1中的数字, 则显示 "A>B", 否则显示 "A<B"。(A<B)	

图 2-3 函数 IF 的示例

三、Excel 解法

1. 启动 Excel, 建立新的工作簿。
2. 按上一节介绍的方法, 重新设定计算表格的一些显示标题及计算参数的单位, 如图 2-4 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	单筋矩形截面承载力验算问题									
2	已知条件					计算结果				
3		α_1	f_c	f_t	f_y	ξ_b	α_{smax}	ρ_{min}	A_{smin}	$\xi_b h_0$
4	材料性质	/	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	/	/	/	mm ²	mm
5										
6		b	h_0	A_s			x	[M]		
7	截面性质	mm	mm	mm ²			mm	kN·m		结论
8										
9		M								
10	荷载情况	kN·m								
11										

图 2-4 输入表格的标题及计算参数的单位

3. 在对应单元格内输入已知条件, 见图 2-5。