

附光盘

基于Excel建筑工程专业 学习和设计

岳建伟 王合军 编著



化学工业出版社

前言

Excel 是 Office 的组件之一,其在数值分析方面的强大功能被越来越多地应用到土木工程及相关工程领域中,事实上它的应用已经发展成为工程领域中一门不可或缺的技术。本书根据目前土木工程专业教学时间少,学生注重理论学习,教学实践环节能力培养不够的问题,结合作者教学、科研和工程设计中的心得,把 Excel 的数值计算应用到建筑工程专业学习和设计中,为提高教学实践环节和提高设计能力提供了有力工具。

在写作上,采用理论和程序紧密结合的方法,以增加读者的感性认识,更好地理解专业理论,获得最佳的学习效率。不仅每章后面有 Excel 计算源程序,而且还在专业理论的叙述过程中,插入相应的 Excel 程序计算图片以帮助理解,读者可根据需要对程序进行任意修改,通过对不同工况的对比计算,增强专业学习和设计的能力。

在内容上,不仅有建筑工程的混凝土结构、砌体结构、地基基础等专业课程和毕业设计的理论叙述,而且有相应的设计实例、设计计算方法、计算的常用图表和设计计算程序,使读者既能掌握设计方法,也减少了查找资料的时间。

本书的内容共分 6 章,第 1 章简要讲述建立 Excel 计算表格常用的技巧,以帮助读者修改和使用本书的程序;第 2 章讲述混凝土构件的尺寸确定、构件的承载力和变形计算理论;第 3 章讲述砌体结构的计算理论;第 4 章讲述地基基础的计算理论;第 5 章讲述混凝土课程及毕业设计的计算方法;第 6 章在简要介绍结构设计应注意的问题;最后,附录 1 列出了 Excel 快速计算电子文本,附录 2 列出了钢筋混凝土和砌体结构设计计算书和图纸,附录 1 和附录 2 内容在本书的光盘内。

本书第 1 章由彭艳伟编写,第 2、3、5 章由岳建伟、王合军、陈研详、白宪臣编写,第 4 章由王永锋、李运华编写,第 6 章由岳建伟编写。全书由岳建伟统稿。

本书可作为建筑工程专业本科生、专科生、函授生的教材及广大工程设计人员的参考用书。

由于编著者水平有限,时间仓促,书中难免存在疏漏与不足之处,热情欢迎专家和读者批评指正,任何意见和建议均可通过电子邮箱 yjwchn@126.com 发给编著者。

编著者

2009 年 12 月

第 1 章 建立 Excel 计算表格常用的技巧	1
1.1 Excel 锁定同一单元格	1
1.2 Excel 分数和序列的输入	1
1.3 Excel 逻辑函数 IF	1
1.4 Excel 公式直接输入	1
1.5 Excel 中 $\sqrt{\quad}$ 、 $\times$ 、 2 、 3 等常用符号的输入	1
1.6 Excel 单元格内文本换行方法	2
1.7 Excel 名称框使用技巧	4
1.8 在 Excel 中轻松移动或复制工作表	4
1.9 公式与结果切换	5
1.10 F4 快速切换 Excel 单元格的“相对”与“绝对”	5
1.11 保护 Excel 工作簿	5
1.12 Excel 如何打印行号列标	6
1.13 快速查找需要的函数	7
1.14 Excel 中错误提示信息的含义及解决办法	7
第 2 章 混凝土结构	8
2.1 混凝土	8
2.1.1 混凝土的基本强度指标	8
2.1.2 混凝土的选用原则	9
2.1.3 混凝土强度和弹性模量	9
2.2 钢筋	10
2.2.1 钢筋选用规定	10
2.2.2 普通钢筋强度	10
2.2.3 钢筋参数 Excel 表格查询	11
2.3 梁、板、柱尺寸确定	11
2.3.1 梁尺寸确定	11
2.3.2 板尺寸确定	12
2.3.3 柱尺寸确定	12
2.4 正截面受弯承载力计算	13
2.4.1 单筋矩形截面正截面承载力计算	14
2.4.2 双筋矩形截面正截面承载力计算	17
2.4.3 T 形截面正截面承载力计算	19
2.4.4 深梁的正截面承载力计算	24
2.5 受弯构件斜截面承载力的计算	28

2.5.1	有腹筋梁的受剪性能	28
2.5.2	斜截面承载力计算的方法和步骤	30
2.5.3	梁内钢筋的构造要求	31
2.6	受压构件正截面承载力的计算	34
2.6.1	轴心受压柱正截面承载力计算	34
2.6.2	偏心受压构件正截面承载力计算	38
2.7	钢筋混凝土构件变形、裂缝和耐久性	43
2.7.1	变形和裂缝的计算要求	43
2.7.2	变形验算	43
2.7.3	受弯构件挠度验算	44
2.7.4	裂缝宽度验算	45
2.8	预应力混凝土受弯构件	50
2.8.1	预应力混凝土结构的基本原理与计算规定	50
2.8.2	预应力混凝土受弯构件	54
第3章	砌体结构	65
3.1	砌体的基本力学性能	65
3.1.1	砌体材料	65
3.1.2	砌体材料的选择	68
3.1.3	砌体的受压性能	69
3.1.4	砌体的受拉、受弯、受剪性能	71
3.1.5	砌体的其他性能	72
3.1.6	基于 Excel 的材料查询	73
3.2	无筋砌体局部受压	77
3.2.1	局部受压计算公式	77
3.2.2	砌体结构梁端局部受压计算程序	81
3.3	墙、柱的允许高厚比	82
3.3.1	墙、柱的高厚比公式	82
3.3.2	高厚比验算程序	84
3.4	过梁、墙梁及挑梁	85
3.4.1	过梁	85
3.4.2	墙梁	86
3.4.3	挑梁	91
3.5	墙、柱刚性基础设计	93
3.5.1	基础埋置深度	93
3.5.2	墙、柱基础的计算	94
3.5.3	偏心受压条形基础的计算	94
3.5.4	柱下独立基础的计算	95
3.5.5	常用刚性基础的剖面形式及其适用范围	95
第4章	地基基础	96
4.1	地基中应力计算	96
4.1.1	地基中的自重应力	96
4.1.2	基底压力	97
4.1.3	基底附加压力	99
4.2	地基的变形	99

4.2.1	地基最终沉降量的简化计算方法	99
4.2.2	Excel 快速计算表格	103
4.3	土压力理论	103
4.3.1	静止土压力计算	103
4.3.2	朗肯土压力理论	104
4.3.3	库仑土压力理论	106
4.4	土质边坡与重力式挡墙	109
4.4.1	边坡支挡结构土压力计算	109
4.4.2	重力式挡土墙构造要求	109
4.4.3	挡土墙的稳定性验算要求	109
4.5	常用基础设计程序	111
4.5.1	独立基础设计	111
4.5.2	条形基础设计	111
4.5.3	承台设计	111
4.5.4	桩基承载力计算	111
4.5.5	粉喷桩计算	111
4.5.6	灌注桩及大直径桩竖向承载力设计值	113
4.5.7	软弱下卧层验算	113
4.5.8	垫层计算	114
4.5.9	地下室浮力计算	114
第 5 章	混凝土课程及毕业设计	115
5.1	钢筋混凝土楼盖及屋盖设计	115
5.1.1	楼盖及屋盖设计的规定	115
5.1.2	梁板的截面选择	115
5.1.3	单向板楼盖设计	121
5.1.4	整体单向板肋形楼盖设计实例	124
5.1.5	双向板楼盖设计	133
5.1.6	双向板楼盖设计例题	137
5.2	土木工程毕业设计	147
5.2.1	荷载取值及组合	147
5.2.2	地震作用	152
5.2.3	结构设计方法	160
5.2.4	钢筋混凝土结构毕业设计计算例题	170
5.2.5	砌体结构毕业设计例题	209
第 6 章	结构设计应注意的问题	234
6.1	柱	234
6.2	梁	234
6.3	墙体	235
6.4	楼梯	235
6.5	基础	236
6.6	砌体设计	236
6.6.1	结构设计说明	236

6.6.2 各层的结构布置图	236
6.6.3 基础平面图及详图	238
6.7 大样详图	238
6.8 结构计算	239
6.8.1 PKPM 中主梁与次梁的区别	239
6.8.2 TAT 计算模型的合理简化	240
6.8.3 PKPM 软件进行无梁楼盖结构的设计	242
6.8.4 PKPM 结构设计使用心得	243
6.8.5 PKPM 程序的参数及选择开关	244
参考文献	249

第 1 章 建立 Excel 计算表格常用的技巧



1.1 Excel 锁定同一单元格

有时, 我们为了测试某个公式, 需要在某个单元格内反复输入多个测试值。但是, 每次输入一个值按下 Enter 键查看结果后, 活动单元格就会默认移到下一个单元格上, 必须用鼠标或上移箭头重新选定原单元格, 极不方便。解决这个问题一个方法如下:

- (1) 先选中这个单元格;
- (2) 按住 Ctrl 键的同时用鼠标左键单击此单元格;
- (3) 再输入测试值, 按 Enter 键, 可反复在该单元格内进行。

该功能在建筑结构设计计算和编程中经常使用。



1.2 Excel 分数和序列的输入

(1) 分数的输入。分数想直接输入“1/5”, 系统会将其变为“1月5日”, 解决办法是: 先输入“0”, 然后输入空格, 再输入分数“1/5”。

(2) 序列“001”的输入。如果直接输入“001”, 系统会自动判断 001 为数据 1, 解决办法是: 首先输入“'” (西文单引号), 然后输入“001”。



1.3 Excel 逻辑函数 IF

语法: IF (logical_test, value_if_true, value_if_false)。

参数: logical_test 是结果为 true (真) 或 false (假) 的数值或表达式; value_if_true 是 logical_test 为 true 时函数的返回值, 如果 logical_test 为 true 并且省略了 value_if_true, 则返回 true, 而且 value_if_true 可以是一个表达式; value_if_false 是 logical_test 为 false 时函数的返回值, 如果 logical_test 为 false 并且省略 value_if_false, 则返回 false, Value_if_false 也可以是一个表达式。



1.4 Excel 公式直接输入

当我们在 Excel 中输入公式时通常都以“=”开头, 否则 Excel 就会把它当作字符串而不是公式加以计算。如果你觉得每次都要以“=”开头不方便, 你也可以进行如下设置: 选择“工具”菜单中的“选项”, 在“1-2-3 的帮助”标签中选中“转换 Lotus 1-2-3 公式”选项, 最后“确定”。这样以后, 当你在单元格中直接输入 1+3, 回车后即可得到结果 4, 不必输入前面的等号; 若以符号“#”开头, 再输入 1+3, 则可得到字符串 1+3。具体操作如图 1-1 (见第 2 页)。



1.5 Excel 中 $\sqrt{\quad}$ 、 $\times$ 、 2 、 3 等常用符号的输入

输入常用符号的一个快捷方法: 按住 Alt 键, 然后用数字小键盘输入相应数字, 最后松开 Alt 键。具体如下:

快 捷 键	对 应 符 号	快 捷 键	对 应 符 号
Alt+41420	√	Alt+178	²
Alt+41409	×	Alt+179	³
Alt+41408	±	Alt+215	×
Alt+41446	℃	Alt+247	÷
Alt+137	‰	Ctrl+9	隐藏选中单元格所在的行
Alt+163	£	Ctrl+0	隐藏选中单元格所在的列
Alt+165	¥	Ctrl+Shift+0	恢复隐藏的列
Alt+174	®	Ctrl+Shift+9	恢复隐藏的行
Alt+177	±		

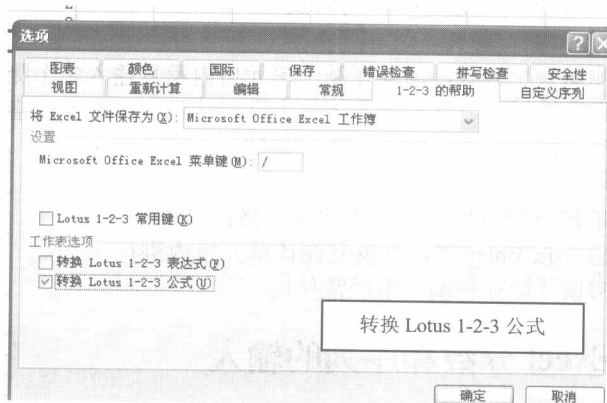


图 1-1 转换 Lotus 1-2-3 公式



1.6 Excel 单元格内文本换行方法

在 Excel 的单元格里录入文本不像在 Word 中那样能很方便地换行，使用发现有三种办法可以解决在 Excel 单元格内输入文本时换行难的问题。

(1) 快捷键法

在单元格里输入文本后想换行，只要按住 Alt 键不放，然后敲一下回车键即可实现换行。如果你已经输完文本，发现内容太长了，则可双击该单元格，然后将光标移到要换行的位置，按下“Alt+Enter”即可。具体操作如图 1-2 和图 1-3。

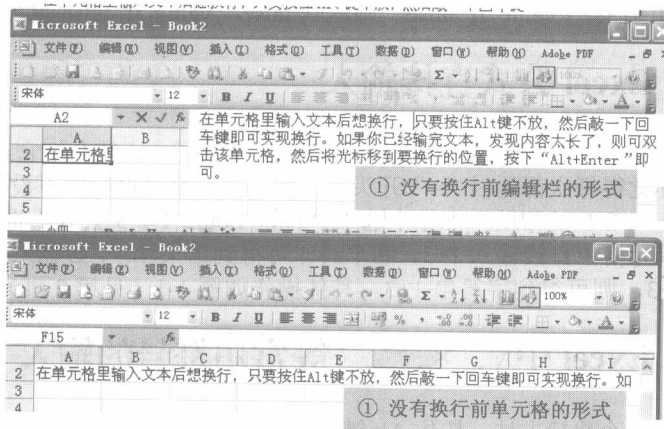


图 1-2 没有换行处理的文本形式



图 1-3 换行处理后的文本形式

(2) 格式设置法

先选定需文本换行的单元格，执行“格式→单元格”命令，在弹出的“单元格格式”对话框中选择“对齐”，选中“文本控制”下的“自动换行”即可实现该单元格文本自动换行，再用格式刷去刷一下要自动换行的单元格就可以实现批量自动换行。具体操作如图 1-4。

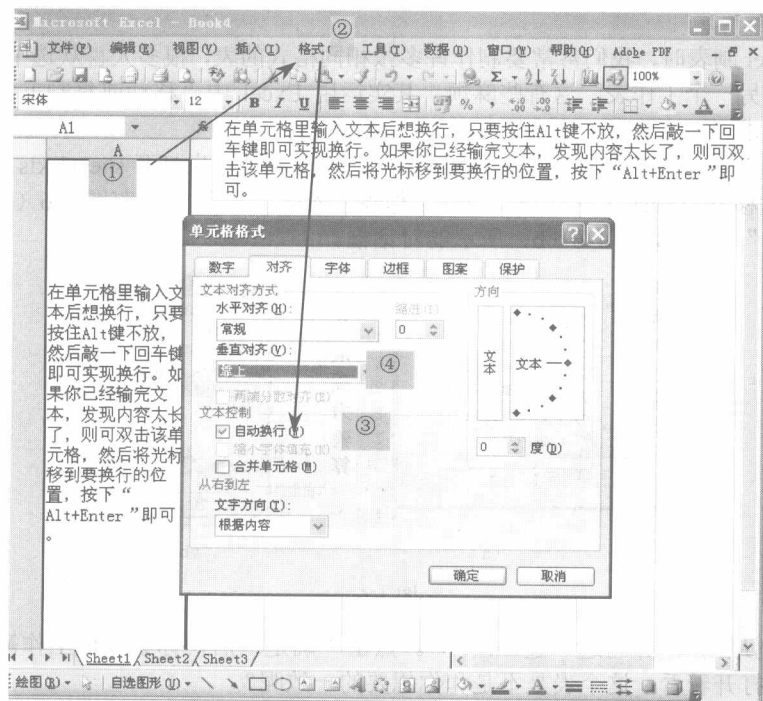


图 1-4 格式设置法换行



1.7 Excel 名称框使用技巧

Excel 中的名称框位于编辑栏左端的下拉列表框中，它主要用于指示当前选定的单元格、图表项或绘图对象。灵活运用名称框，对我们提高 Excel 的使用效率有很大帮助。

(1) 快速命名单元格或单元格区域

选定需要命名的单元格或单元格区域，然后直接在“名称框”中键入名称，再按回车键即可快速命名选定的单元格或单元格区域。

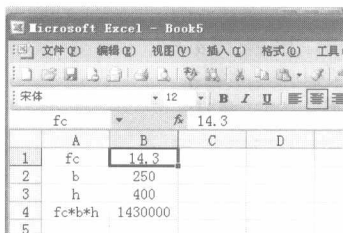


图 1-5 名称框使用技巧示例

如图 1-5，A1 单元格名称框为 fc，A2 单元格名称框为 b，A3 单元格名称框为 h，其他单元格则可以用 fc 调用 14.3，如 $B4=fc*b*h=1430000$ ，且 B4 可以随意复制，其数值不变。

(2) 快速移动至指定单元格

如果要将活动单元格移动到指定的单元格，可直接在“名称框”中键入需要移动至相应位置的单元格标志。例如用户要将活动单元格从 A1 单元格移动到 X1000 单元格时，如果使用移动鼠标指针将是一件非常麻烦的操作，但是只要在“名称框”中键入“X1000”，按下回车键后活动单元格就会立即移动到 X1000 单元格中。

(3) 快速选定单元格区域

在“名称框”中直接键入需要选定的单元格区域标志，例如“B2:H200”，然后按下回车键，这时 B2:H200 单元格区域就被选中。

如果需要选定工作表中不相邻的单元格或单元格区域，只要在“名称框”中使用逗号将各个单元格分隔开即可。例如在“名称框”中键入“A1, C2:D10, H:H”，按下回车键后，即可将 A1 单元格、C2:D10 单元格区域以及 H 行同时选中。



1.8 在 Excel 中轻松移动或复制工作表

在使用 Excel 制表时，我们常常要制作许多张相同格式的表，很多人喜欢选中样表，用复制、粘贴命令来得到另一个工作表，这有些麻烦，其实运用 Excel 中“移动或复制工作表”功能就能轻松实现上述要求。

(1) 譬如你要制作多个和样表 sheet1.xls 相同的工作表，可先打开 sheet1.xls 工作表。

(2) 将鼠标移到 sheet1 上（注意：不是工作表内容区中）点击右键[图 1-6 (a)]，选中“移动或复制工作表”，出现如图 1-6 (b) 所示的对话框。



图 1-6

选中“移至最后”，并勾选“建立副本”。点击“确定”后，你会发现工作簿中有个标签为 sheet1(2)的表。打开看看，这个表是不是和你想要的一致呢？



1.9 公式与结果切换

Excel 公式执行后显示计算结果，按 **Ctrl+`** 键（位于键盘左上角），可使公式在显示公式内容与显示公式结果之间切换，方便了公式编辑和计算结果查看。

按 **Ctrl+`** 键（位于键盘 **ENTER** 键左边），可使所选单元格显示内容与显示公式结果之间切换，方便了公式编辑和计算结果查看。具体操作如图 1-7。

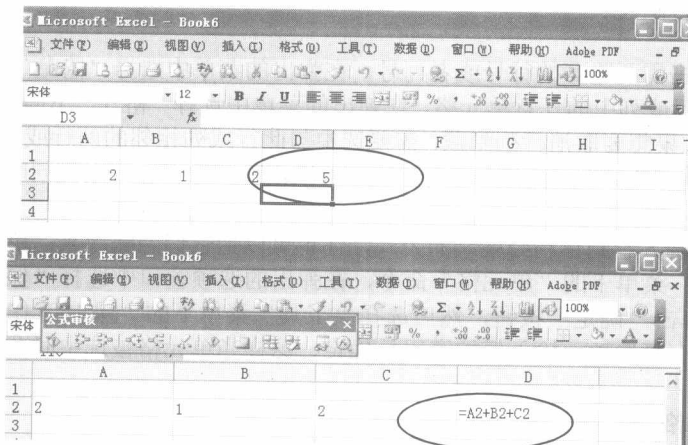


图 1-7 公式与结果切换示例



1.10 F4 快速切换 Excel 单元格的“相对”与“绝对”

在 Excel 中输入公式时常常因为单元格表示中有无“\$”而给后面的操作带来错误。修改时，对于一个较长公式单元格的相对与绝对引用转换时，只凭键盘输入又很麻烦。其实，只要使用“**F4**”功能键，就能简单地进行对单元格的相对引用和绝对引用的切换。现举例说明：对于某单元格所输入的公式为“**=SUM(B4:B8)**”。选中整个公式，按下“**F4**”键，该公式内容变为“**=SUM(\$B\$4:\$B\$8)**”，表示对横、纵行单元格均进行绝对引用；第二次按下“**F4**”键，公式内容又变为“**=SUM(B\$4:B\$8)**”，表示对横行进行绝对引用，纵行相对引用；第三次按下“**F4**”键，公式则变为“**=SUM(\$B4:\$B8)**”，表示对横行进行相对引用，对纵行进行绝对引用；第四次按下“**F4**”键时，公式变回了初始状态“**=SUM(B4:B8)**”，即对横行纵行的单元格均为相对引用。

还需要说明的一点是，“**F4**”键的切换功能只对所选中的公式段有作用。只要对“**F4**”键操作得当，就可以轻松灵活地编辑 Excel 公式。



1.11 保护 Excel 工作簿

文档的安全是我们每个计算机用户所关心的话题之一，对此 Excel 2000 提供了以下几种比较有效的保护方法。

(1) 设置工作簿打开密码

选择“文件”菜单中的“另存为”命令，在系统弹出的对话框中选择“工具”、“常规选项”，在弹出的对话框中，分别设置好“打开权限密码”和“修改权限密码”，确定退出。以后每次打开该工作簿时，Excel 2000 都会要求你输入密码，如果输入错误则不会打开该工作簿，即使他打开了该工作簿，如果不知道修改权限密码，也无法对工作簿做任何修改。要注意的是，如果别的用户打开了有权打开该工作簿，虽然他无法直接修改该工作簿，但是他可以在修改之后保存为其他

文件名（不同于本工作簿的文件名名称）的工作簿。

（2）隐藏工作簿

选择“窗口”菜单下的“隐藏”选项，可以把当前工作簿隐藏起来，如果要取消隐藏，可以选择“窗口”菜单下的“取消隐藏”命令，然后在弹出的窗口中选择要取消隐藏的工作簿即可。

（3）隐藏工作表

选择“格式”菜单下的“工作表”、“隐藏”选项，可以把当前活动的工作表隐藏起来，如果要取消隐藏，则选择“格式”菜单下的“工作表”、“取消隐藏”命令，然后在弹出的窗口中选择要取消隐藏的工作表即可。

（4）隐藏行列

用鼠标右键单击需要隐藏的行号或者列号，在弹出的菜单中选择“隐藏”命令即可；或者右键单击需要隐藏的行或列中的任意单元格，在弹出的菜单中选择“格式”下面的“行隐藏”或“列隐藏”命令即可。如果想要取消行列隐藏，需要选中与此行或列相邻的两行或两列，然后选择“格式”菜单下的“行隐藏”或“列隐藏”命令，比如要取消隐藏第2行，则需同时选中第1、3两行。

（5）隐藏公式

如果你不想被别人看到你精心编制的公式，你也可以把它们隐藏起来，单击编辑有公式的单元格，选择“格式”菜单下的“单元格”命令，在弹出的选项窗口中选择“保护”选项卡，选中“隐藏”复选项，单击“确定”按钮，然后选择“工具”菜单下的“保护|工作表”命令，在弹出的对话框中选中所有复选项，输入保护密码后确定，这样当单元格被选中时公式就不会出现在编辑栏中。

（6）保护单元格

如果在工作簿中有不需要改动或者你不想别人改动的单元格，也可以把它们保护起来，选择你要保护的一个或者多个单元格，选择“格式”菜单下的“单元格”命令，然后选择“保护”选项卡，选中“锁定”复选框。然后参照上一步设置工作表保护，这样如果再有人想修改这些单元格的内容时，就会弹出一个警告框，而且任何修改都不会起作用，如果要更改被保护的内容，选择“工具”菜单下的“保护|撤销工作表保护”即可。注意保护单元格和上面的隐藏公式都是在工作表受保护状态下才起作用。



1.12 Excel 如何打印行号列标

把文件菜单→页面设置→工作表→在打印选项中的行号列标前打勾。具体操作如图 1-8。

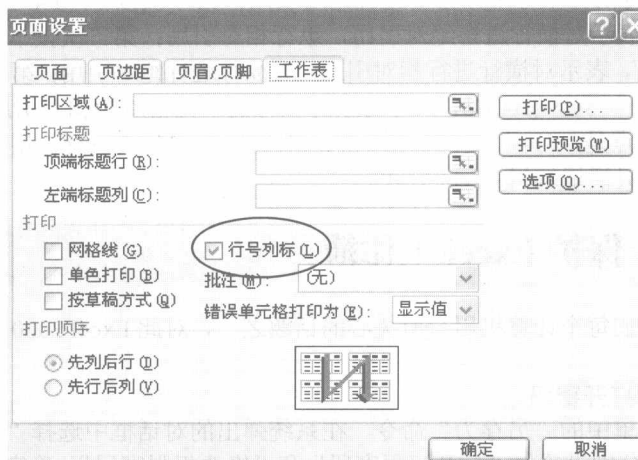


图 1-8 打印行号列标设置



1.13 快速查找需要的函数

对于没学习过计算机编程的人来说,系统提供的函数的确是一个比较头痛的问题。不过使用下述方法可以非常容易地找到需要的函数。

① 假如需要利用函数对工作表数据进行排序操作,可以先单击工具栏的“插入函数”按钮,在弹出的对话框的“搜索函数”项下面直接输入所要的函数功能,如直接输入“排序”两个字。

② 单击“转到”按钮,在下面的“选择函数”对话框中就会列出好几条用于排序的函数。单击某个函数,在对话框最下面就会显示该函数的具体功能。

③ 如果觉得还不够详细,可以单击“有关该函数的帮助”链接来查看更详细的描述。这样就再也不会为不懂函数而头痛了。



1.14 Excel 中错误提示信息的含义及解决办法

在 Excel 中输入计算公式后,经常会因为输入错误,使系统看不懂该公式。现将 Excel 中最常见的一些错误信息,以及可能发生的原因和解决方法列出如下,以供参考。

(1)

错误原因:输入到单元格中的数值太长或公式产生的结果太长,单元格容纳不下。

解决方法:适当增加列的宽度。

(2) #div/0!

错误原因:当公式被零除时,将产生错误值#div/0!

解决方法:修改单元格引用,或者在用作除数的单元格中输入不为零的值。

(3) #NAME?

错误原因:在公式中使用了 Microsoft Excel 不能识别的文本。

解决方法:确认使用的名称确实存在。如所需的名称没有被列出,添加相应的名称。如果名称存在拼写错误,修改拼写错误。

(4) #NULL!

错误原因:当试图为两个并不相交的区域指定交叉点时,将产生以上错误。

解决方法:如果要引用两个不相交的区域,使用和并运算符。

(5) #NUM!

错误原因:当公式或函数中某些数字有问题时,将产生该错误信息。

解决方法:检查数字是否超出限定区域,确认函数中使用的参数类型是否正确。

(6) #REF!

错误原因:删除了被公式引用的单元格范围。

解决办法:恢复被引用的单元格范围,或是重新设定引用范围。

(7) #VALUE!

错误原因:当使用错误的参数或运算对象类型时,或当自动更改公式功能不能更正公式时,将产生该错误信息。

解决方法:确认公式或函数所需的参数或运算符是否正确,并确认公式引用的单元格所包含均为有效的数值。

第2章 混凝土结构



2.1 混凝土

普通混凝土是由水泥、石子和沙子等材料用水搅拌凝固硬化后形成的人造石材，是一种多相复合材料。

混凝土中的砂、石子、水泥胶体中的晶体、未水化的水泥颗粒组成了错综复杂的弹性骨架，此弹性骨架主要承受外力，并使混凝土具有弹性变形的特点。

水泥胶体中的凝胶、孔隙和界面初始微裂缝等，在外力作用下使混凝土产生塑性变形，且混凝土中的孔隙、界面微裂缝等缺陷又是混凝土受力破坏的起源，在荷载作用下，微裂缝的扩展对混凝土的力学性能有着极为重要的影响。因水泥胶体的硬化过程需要多年才能完成，所以混凝土的强度和变形也随时间逐渐增长。

2.1.1 混凝土的基本强度指标

(1) 立方体抗压强度

采用标准试块（边长为 150mm 的混凝土立方体），在标准条件下（温度为 $20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在 90% 以上）养护 28d，按规定的标准试验方法（中心加载，平均速度为 $0.3\sim 0.8\text{MPa/s}$ ，试件上下表面不涂润滑剂）测得的具有 95% 保证率的抗压强度称为混凝土立方体抗压强度。

为满足设计、施工和质量检验的需要，必须对混凝土的强度规定统一的级别，即规定混凝土强度等级。《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）规定，混凝土强度等级按立方体抗压强度标准值确定，用符号 $f_{\text{cu,k}}$ 表示，共 14 个等级，即 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80。其中，C40 表示立方体抗压强度标准值为 40N/mm^2 ，C50 及 C50 以上为高强混凝土。

立方体抗压强度受试件尺寸、试验方法和龄期因素的影响。

试验表明，对于同一种混凝土材料，采用不同尺寸的立方体试件所测得的强度不同，尺寸越大，测得的强度越低。因此，要将不同尺寸的立方体试件的强度转换成 150mm 试件的强度，边长为 100mm 或 200mm 的立方体试件测得的强度应分别乘以尺寸效应换算系数 0.95 或 1.05。另外混凝土圆柱体强度不等于立方体强度，普通强度等级混凝土的圆柱体强度为立方体强度乘以系数 0.85。

另外混凝土测定强度还与试验方法有关，主要有两个因素：一是加载速度，加载速度越快，所测得的数值越高，通常规定的加载速度是每秒增加压力 $0.3\sim 0.8\text{MPa}$ ；二是压力机垫板与立方体试块接触面的摩擦阻力对试块受压后的横向变形的约束作用，如果在接触面上涂一层油脂，使摩擦力减小到不能约束试件的横向变形的程度，后者测得的强度较前者低，《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）规定采用前一种试验方法。

(2) 棱柱体轴心抗压强度

实际工程中的混凝土构件高度通常比截面边长大很多，因此，采用棱柱体比立方体能更好地反映混凝土结构的实际抗压能力。《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）规定棱柱体试件试验测得的具有 95% 保证率的抗压强度为混凝土轴心抗压强度标准值，用符号 f_{ck} 表示。

棱柱体试件与立方体试件的制作条件相同，试件上下表面不涂润滑剂。棱柱体试件的高度越大，试验机压板与试件之间摩擦力对试件沿高度方向中部混凝土的横向变形的约束影响越小，所

以棱柱体试件的抗压强度比立方体的强度值小,棱柱体试件高宽比越大,强度越小,但当高宽比达到一定值后棱柱体抗压强度变化很小,因此,试件的高宽比一般取为3~4。《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081—2002)规定以150mm×150mm×300mm的棱柱体作为混凝土轴心抗压强度试验的标准试件,试件制作、养护和加载试验方法与立方体试件相同。

(3) 轴心抗拉强度

抗拉强度也是混凝土的基本力学指标之一,用它可确定混凝土抗裂能力,也可间接地衡量混凝土的冲切强度等其他力学性能。

混凝土的轴心抗拉强度可以采用直接轴心受拉的试验方法来测定,也可用间接的方法来测定。但是,由于混凝土内部的不均匀性、安装试件的偏差等,再加上混凝土轴心抗拉强度很低,一般为立方体强度的1/18~1/10,所以,准确测定抗拉强度是很困难的,国内外常采用间接的方法来测定混凝土轴心抗拉强度。根据弹性理论,劈裂试验的水平拉应力即为混凝土的轴心抗拉强度 f_{tk} 。

2.1.2 混凝土的选用原则

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)规定:钢筋混凝土构件的混凝土强度等级不应低于C15;当采用HRB335级钢筋时,混凝土强度等级不宜低于C20;当采用HRB400和RRB400级钢筋以及承受重复荷载的构件,混凝土强度等级不得低于C20;预应力混凝土构件的混凝土强度等级不应低于C30;当采用钢绞线、钢丝、热处理钢筋作预应力钢筋时,混凝土的强度等级不应低于C40。公路桥梁工程中,钢筋混凝土构件的混凝土强度等级不应低于C20;当采用HRB400和KL400级钢筋时,混凝土强度等级不应低于C25;预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于C40;有气态、液态或固态侵蚀物质的环境时,混凝土强度等级不低于C35。

2.1.3 混凝土强度和弹性模量

(1) 混凝土强度标准值

混凝土轴心抗压强度标准值 f_{ck} ,轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 应按表2-1采用。

表 2-1 混凝土强度标准值 (单位: N/mm²)

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_{ck}	10.0	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2
f_{tk}	1.27	1.54	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11

(2) 混凝土强度设计值

混凝土轴心抗压强度设计值 f_c ,轴心抗拉强度设计值 f_t 应按表2-2采用。

表 2-2 混凝土强度设计值 (单位: N/mm²)

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9
f_t	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

注:1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时,如截面的长边或直径小于300mm,则表中混凝土的强度设计值应乘以系数0.8;当构件质量(如混凝土成型,截面和轴线尺寸等)确有保证时,可不受此限制;

2. 离心混凝土的强度设计值应按专门标准取用。

(3) 混凝土弹性模量

不同强度等级的混凝土弹性模量见表2-3。

表 2-3 混凝土弹性模量 (单位: $\times 10^4$ N/mm²)

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c	2.20	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80

不同强度等级的混凝土疲劳变形模量见表 2-4。

表 2-4 混凝土疲劳变形模量 (单位: $\times 10^4 \text{N/mm}^2$)

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c^f	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9

(4) 其他参数

当温度在 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 范围内时, 混凝土线膨胀系数 α_c 可采用 $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 。

混凝土泊松比 ν_c 可采用 0.2。

混凝土剪变模量 G_c 可按表 2-3 和表 2-4 中混凝土弹性模量的 0.4 倍采用。

(5) 混凝土参数快速查询

对于混凝土强度和弹性模量可在本书所带光盘的混凝土和钢筋的强度及模量.xls 表格中直接查询。另外, 还可在混凝土和钢筋的强度及模量.xls 中查询钢筋的强度和弹性模量、钢筋的计算截面面积及公称质量。



2.2 钢筋

2.2.1 钢筋选用规定

- (1) 普通钢筋宜采用 HRB400 级和 HRB335 级钢筋, 也可采用 HPB235 级和 RRB400 级钢筋;
- (2) 预应力钢筋宜采用预应力钢绞线、钢丝, 也可采用热处理钢筋;
- (3) 预应力钢丝系指现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》(GB/T 5223—2002) 中的光面、螺旋肋和三面刻痕的消除应力的钢丝;
- (4) 当采用本条未列出但符合强度和伸长率要求的冷加工钢筋及其他钢筋时, 应符合专门标准的规定;
- (5) 钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。

2.2.2 普通钢筋强度

(1) 普通钢筋强度标准值

普通钢筋强度标准值见表 2-5。

表 2-5 普通钢筋强度标准值 (单位: N/mm^2)

种 类		D/mm	f_{yk}
热轧钢筋	HPB235 (Q235)	8~20	235
	HRB335 (20MnSi)	6~50	335
	HRB400 (20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi)	6~50	400
	RRB400 (K20MnSi)	8~40	400

(2) 普通钢筋强度设计值

普通钢筋强度设计值见表 2-6。

表 2-6 普通钢筋强度设计值 (单位: N/mm^2)

种 类		f_y	f_y
热轧钢筋	HPB 235 (Q235)	210	210
	HRB 335 (20MnSi)	300	300
	HRB 400 (20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi)	360	360
	RRB 400 (K20MnSi)	360	360

注: 在钢筋混凝土结构中, 轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 300N/mm^2 时, 仍应按 300N/mm^2 取用。

(3) 钢筋弹性模量

普通钢筋弹性模量见表 2-7。

表 2-7 钢筋弹性模量 (单位: $\times 10^5 \text{N/mm}^2$)

种 类	E_s
HPB 235 级钢筋	2.1
HRB 335 级钢筋、HRB 400 级钢筋、RRB 400 级钢筋、热处理钢筋	2.0
消除应力钢丝 (光面钢丝、螺旋肋钢丝、刻痕钢丝)	2.05
钢绞线	1.95

注: 必要时钢绞线可采用实测的弹性模量。

2.2.3 钢筋参数 Excel 表格查询

(1) 钢筋强度和模量

对于钢筋强度和弹性模量可在本书所附光盘中的钢筋强度和模量.xls 表格中直接查询。

(2) 钢筋的面积及公称质量

对于钢筋的面积及公称质量可在钢筋的计算截面面积及公称质量表格中直接查询, 钢筋的计算截面面积及公称质量表见表 2-8。

表 2-8 钢筋的计算截面面积及公称质量表

直径/mm	不同根数直径的计算截面面积/ mm^2									公称质量/ (kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5	19.6	39	59	79	98	118	137	157	177	0.154
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	254	0.222
6.5	33.2	66	100	133	166	199	232	265	299	0.26
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	0.395
8.2	52.8	106	158	211	264	317	370	422	475	0.415
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	0.617
12	113.1	226	339	452	565	679	792	905	1017	0.888
14	153.9	308	462	616	770	924	1078	1232	1385	1.208
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	1.578
18	254.5	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	1.998
20	314.2	628	942	1257	1571	1885	2199	2513	2827	2.466
22	380.1	760	1140	1521	1901	2281	2661	3041	3421	2.984
25	490.9	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3.853
28	615.8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4.834
32	804.2	1608	2413	3217	4021	4825	5630	6434	7238	6.313
36	1018	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7.99
40	1257	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9.865



2.3 梁、板、柱尺寸确定

2.3.1 梁尺寸确定

受弯构件的截面尺寸确定, 既要满足构件承载能力的要求, 也要满足构件正常使用的要求, 同时还要满足施工方便的要求。也就是说, 梁、板的截面高度 h 与荷载的大小、梁的计算跨度 l_0 有关。受弯构件的截面尺寸一般根据刚度条件由设计经验确定。工程结构中梁的截面高度可参照表 2-9 选用。

表 2-9 梁高度尺寸初选表

构件种类		简 支	两 端 连 续	悬 臂
整体肋形梁	主梁	$l_0/12$	$l_0/15$	$l_0/6$
	次梁	$l_0/15$	$l_0/20$	$l_0/8$
独立梁		$l_0/12$	$l_0/12$	$l_0/6$

注: l_0 为梁的计算跨度; 当 $l_0 > 9\text{m}$ 时表中数值应乘以系数 1.2; 悬臂梁的高度指其根部的高度。