

电子表格在岩土工程勘察中的应用

李西宁 康蕊青 王运青 董高峰

(青海省环境地质勘查局 西宁, 810007)

摘要 笔者以电子表格“Excel”实现岩土参数筛选、统计、计算、分析、插值计算等例子,详述了电子表格“Excel”在岩土工程勘察中的实用性和高效性,借助“Excel”,地勘工作者可从繁琐的统计、计算、分析中走出来,准确迅速地取得岩土相关数据,提高了工作效率和地勘报告的质量。

关键词 电子表格 岩土工程 勘察 应用

1 前言

在岩土工程勘察报告编制过程中,经常遇到的就是岩土物理学指标的统计、分析,如岩土工程参数的平均值、标准差、变异系数、数据分布范围及数量。小型的工程勘察因数据量较小,用计算器中的统计功能即可计算出所需数值。但稍大一点的工程,土试样又较多的情况下,再用计算器就显得比较繁琐,并且复核起来也比较困难。采用相关的地勘软件,也存在一些小问题,比如数据输入不直观,排版打印不方便等。如果能自己编程处理当然好,但会编程的人恐怕不是很多。由此,本文以常用的软件 Office2000 中的电子表格“Excel”来实现这种要求。它具有以下特点:使用简单;计算结果直观、准确;更新、复核计算迅速;查找筛选数据准确方便;并可根据不同的需要随时更改选项,实现不同的功能。

2 岩土参数筛选统计分析的实现过程

2.1 数据录入

这一过程可让实验室填表人员代为完成,以提高工作效率,减少出错几率。土工试验成果报告需实验室采用 Excel 软件输出,并在提供试验成果文字报告时附该报告数据文件的电子文档,在此基础上我们只需在数据筛选后添加几个公式即可完成全部的数据统计计算,整个过程方便、快捷。

2.2 计算函数及公式

最大值:MAX(number1,number2,...)

最小值:MIN(number1,number2,...)

统计数 n:COUNT(value1,value2,...)

平均值 Φ_m :AVERAGE(number1,number2,...)

标准差 σ_r :STDEV(number1,number2,...)

式中:Number1, number2,...数字参数,可以将参数指定为数字、空白单元格、逻辑值或数字的文本表达式。

Value1, value2, ... 为包含或引用各种类型数

据的参数。

变异系数 $\delta:\Phi_m/\sigma_r$

统计修正系数: $\gamma_s=1\pm\left\{\frac{1.704}{\sqrt{n}}+\frac{4.678}{n^2}\right\}\sigma$

2.3 数据筛选、统计、计算、分析流程

(1) 首先运行 Excel2000,打开实验室数据文件的电子文档。

(2) 用电子表格的数据筛选功能筛选出属同一土层土工试验数据,将筛选后的数据分别复制粘贴到另一工作表中。

(3) 分别在筛选后的数据末尾添加所需函数及公式,即得到统计计算结果。根据统计计算结果对异常值进行删除,确认无误后将土层统计结果复制粘贴到新的工作表中,并对该表格进行设置及排版,就得到我们所需要的统计表。

依据统计结果,便可查得岩土标准承载力了,但插值计算较麻烦,对不同的土层需查不同的规范。下面我们就用电子表格根据我们的需要在输入所需统计结果的基本数据后,自动完成插值计算承载力。

3 插值法计算岩土标准承载力

3.1 计算函数

为了能让电子表格计算插值,首先必须让电子表格判定需要计算的数值在什么数值范围之内,然后再进行插值计算。此时要用到 VLOOKUP 函数。其语法规则如下:

VLOOKUP(lookup_value,table_array,col_index_num,range_lookup)

Lookup_value 为需要在数组第一列中查找的数值。

Lookup_value 可以为数值、引用或文本字符串。

Table_array 为需要在其中查找数据的数据表。可以使用对区域或区域名称的引用,例如数据库或数据清单。

Col_index_num 为 table_array 中待返回的匹配值

的列序号。Col_index_num 为 1 时,返回 table_array 第一列中的数值;col_index_num 为 2, 返回 table_array 第二列中的数值,以此类推。

Range_lookup 为一逻辑值,指明函数 VLOOKUP 返回时是精确匹配还是近似匹配。如果为 TRUE 或省略,则返回近似匹配值,也就是说,如果找不到精确匹配值,则返回小于 lookup_value 的最大数值;如果 range_value 为 FALSE,函数 VLOOKUP 将返回精确匹配值。如果找不到,则返回错误值 #N/A。

3.2 计算方法

为了叙述方便直观,以计算湿陷黄土承载力为例。

(1) 首先将《湿陷性黄土地区建筑规范》中的附表 10.1 输入电子表格中(图 1)。

据 VLOOKUP 函数的要求,需再建一表,如图 1,其中 I7,I8 单元格是用户输入的数值,I9 单元格是最终计算结果。

(2) 在 I4 单元格中输入函数式=IF(I7>22,22,IF(I7>19,19,IF(I7>16,16,13)))

(3) 在 J4 单元格中输入公式=I4+3

(4) 在 H5 单元格中输入函数式=IF(I8>34,34,IF(I8>31,31,IF(I8>28,28,IF(I8>25,25,22))))

(5) 在 H6 单元格中输入公式=H5+3

(以上四个单元格是判定 I7,I8 值所在范围)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	湿陷黄土承载力											
2		含水量W						计算表				
3	W _{ys}	13	16	19	22	25		含水量W		列		
4	22	180	170	150	130	110		W _{ys}	16	19	3	4
5	25	190	180	160	140	120		25	180	160		
6	28	210	190	170	150	130		28	190	170		
7	31	230	210	190	170	150		含水量W	16.25			
8	34	250	230	210	190	170		W _{ys}	25.3			
9	37		250	230	210	190		δ _s	179.3			

图 1 差值计算表

(6) 在 K4 单元格中输入函数式=IF(I4=13,2,IF(I4=16,3,IF(I4=19,4,IF(I4=22,5,6))))7)

(7) 在 L4 单元格中输入公式=K4+1

(以上两个单元格判定 I4,J4 值对应原始数据表第几列)

(8) 在 I5 单元格中输入函数式=VLOOKUP(H5,A4:F9,K4,TRUE)

(9) 在 J5 单元格中输入函数式=VLOOKUP(H5,A4:F9,L4,TRUE)

(10) 在 I6 单元格中输入函数式=VLOOKUP(H6,A4:F9,K4,TRUE)

(11) 在 J6 单元格中输入函数式=VLOOKUP(H6,A4:F9,L4,TRUE)

(以上四个单元格是查找输入数据的承载力范围值)

12)、在 I9 单元格中输入公式=(I5+(I8-H5)*(I6-I5)/(H6-H5))-((I7-I4)*((I5+(I8-H5)*(I6-I5)/(H6-H5))-(J5+(I8-H5)*(J6-J5)/(H6-H5)))/(J4-I4))

(该步为插值计算)

至此,插值计算完成。使用时只需在 I7,I8 单元格中输入容许范围内的数值,电子表格就可计算出准确结果。

根据以上的方法,可以做出其余各种土层的计算表,并将其放在同一表中,另新建一工作表,调用其计算方法,使用时只需给定土层名称及参数,即可得到对应的计算结果,如图 2。

4 工程应用实例

紫宁家园小区位于玉树路南侧,湟水河三级阶地后缘。地层从上至下依次为填土,新近堆积黄土状土,湿陷性黄土状土,非湿陷性黄土状土。土层厚度 20m 以上。依据相关规范共取一级原状土试样 162 组。每组土样 15 个数据,下面就用 Excel 来快速完成数据统计分析。

(1) 首先运行 Excel 软件,打开实验室数据文件的电子文档。

(2) 在数据末尾列 U4 单元格输入“新近堆积黄土判定”,在 U5 单元格输入=IF(-(-68.45*G5+10.98*N5-7.16*10*D5+1.18*C5)<154.8,"新近堆积黄土","黄土状土"),选中 U5 单元格向下拖动填充柄至最后一行,完成新近堆积黄土的判定。(如图 3)

(3) 选中所有数据,执行菜单中的数据→筛选→自动筛选,点选 U4 单元格,选择新近堆积黄土,则新近堆积黄土的数据就被筛选出来,将这些数据选中复制到 Sheet2 工作表。

(4) 改变筛选条件,将湿陷系数大于等于 0.015,属于黄土状土的数据筛选出来,将这些数据复制到 Sheet3 工作表。

(5) 用同样的方法将湿陷系数小于 0.015,属于黄土状土的数据筛选出来,复制到 Sheet4 工作表。

(6)在 Sheet2 工作表 A28 单元格输入文本“统计个数”(图 4),在 C28 单元格中输入函数式==COUNT(C5:C27)

(7) 在 A29 单元格输入文本“最大值”,在 C29 单元格中输入函数式=MAX(C5:C27)

(8) 在 A30 单元格输入文本“最小值”,在 C30 单元格中输入函数式=MIN(C5:C27)

(9) 在 A31 单元格输入文本“平均值”,在 C31 单

	A	B	C	D	E	F
1	承载力计算表					
2	使用说明: 按土的类型, 只改绿色框中的数据即可。					
3	土类型	饱和黄土	湿陷性黄土	新近堆积黄土	粉土	粘性土
4	第一指标	含水量 w /液限 w_L (0.8—1.2)	含水量 w (13—25)	含水量 w /液限 w_L (0.4—0.9)	含水量 w (10—35)	液性指数 I_L (0—1.2)
5	第二指标	压缩系数 a_{1-2} (0.1—1.0)	液限 w_L /孔隙比 e (22—37)	压缩系数 a_{1-2} (0.2—1.4)	孔隙比 e (0.5—1.0)	孔隙比 e (0.5—1.1)
6	土类型	粉土				
7	第一指标	16.54		承载力 f_k (Kpa)	144.96	
8	第二指标	0.914				

图2 承载力计算表

	A	B	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	土工试验成果报告表									
2	工程名称: 紫宁花园									
3	土样编号	取土深度 (米)	压缩系数 (MPa ⁻¹)	压缩模量 (MPa)	凝聚力 (MPa)	内摩擦角 (度)	湿陷系数	自重湿陷 系数	分类	新近堆积黄土判定
4	TK1-1	0.5-0.7	0.97	2.12			0.058	0.002	粉土	新近堆积黄土
5	TK1-2	1.0-1.2	1.03	1.96			0.066	0.032	粉土	新近堆积黄土
6	TK1-3	2.0-2.2	1.31	1.55			0.047	0.013	粉土	新近堆积黄土
7	TK1-4	3.0-3.2	0.67	2.67			0.045	0.001	粉土	新近堆积黄土
8	TK1-5	4.0-4.2	0.22	8.28			0.026	0.011	粉土	黄土状土
9	TK1-6	5.0-5.2							粉土	
10	TK1-7	6.0-6.2	0.51	3.87			0.019	0.010	粉土	黄土状土
11	TK1-8	7.0-7.2	0.36	5.12			0.016	0.005	粉土	黄土状土

图3 土工试验成果表

	A	B	C	D	E
1					
2	工程名称: 紫宁花园				
3	土样编号	取土深度 (米)	含水量 (%)	密度 (g/cm ³)	干密度 (g/cm ³)
4	TK2-3	2.0-2.2	18.1	1.57	1.329382
5	TK3-1	0.5-0.7	14.5	1.495	1.305677
6	TK3-2	1.0-1.2	18	1.51	1.279661
7	TK3-3	2.0-2.2	20.4	1.49	1.237542
8	TK3-4	3.0-3.2	20.5	1.425	1.182573
9	TK4-1	1.0-1.2	17.8	1.485	1.243633
10	TK4-3	3.0-3.2	15.1	1.52	1.320591
11	TK9-2	2.0-2.2	15.7	1.535	1.326707
12	TK10-2	2.0-2.2	16.2	1.485	1.277969
13	TK10-3	3.0-3.2	9.9	1.535	1.396724
14	TK10-4	4.0-4.2	9.5	1.515	1.383562
15	TK12-2	2.0-2.2	15.3	1.45	1.257589
16	TK12-5	5.0-5.2	14.3	1.71	1.496063
17	TK18-10	10.0-10.2	13.4	1.7	1.499118
18	TK14-1	1.0-1.2	17.4	1.505	1.281942
19	TK14-2	2.0-2.2	18.1	1.57	1.329382
20	TK14-3	3.0-3.2	20.5	1.425	1.182573
21	统计个数		23	23	23
22	最大值		20.5	1.71	1.499118
23	最小值		9.5	1.425	1.182573
24	平均值		16.20435	1.530217	1.318483
25	标准差		3.042493	0.074628	0.085847
26	变异系数		0.187758	0.048769	0.065945
27	回归修正系数		1.068372	0.982241	0.975986
28	标准值		17.31228	1.503042	1.28682

图4 统计分析计算表

(12) 在 A34 单元格输入文本“统计修正系数”, 在 C34 单元格中输入函数式 $=1+(1.704/(\text{SQRT}(C28))+4.678/(C28*C28))*C33$ 。

(13) 在 A35 单元格输入文本“标最值”, 在 C35 单元格中输入公式 $=C31*C34$ 。

(14) 用鼠标将 C28 至 C35 单元格选中, 拖动填充柄向右拖拉至最右边需统计计算的位置, 然后松开鼠标左键即完成新近堆积黄土状土数据的计算内容, 此时只需对统计修正系数一行中针对不同指标, 按不利

因素修改正负号即可完成该土层试验数据所有的统计工作。如对于含水量、饱和度这两个岩土参数求统计修正系数时取正号, 而对于密度、液限则取负号, 即 C34 单元格所输函数式中数字“1”后相应取正负号。根据统计计算结果对异常值进行删除, 改变后的结果能立即算出, 十分方便。

(15) 选中 A28 单元格至 C35 单元格, 复制粘贴到 Sheet3 工作表数据最后一行, 改变公式中统计数据的范围, 重复 14 步完成湿陷性黄土状土的数据统计工作。

(16) 用同样的方法完成非湿陷性黄土状土的数据统计工作。

(17) 将所有统计结果复制粘贴新的工作表中, 对数据格式进行设置, 排版输出。

(18) 将统计结果输入承载力计算表, 求得承载力值。

整个数据筛选统计及承载力计算大约 20 分钟即可全部完成, 计算结果可靠, 并且所有数据可随时复核。如果用计算器进行统计计算, 至少需要一天的时间, 复核计算结果十分麻烦。由此可见 Excel 在数据统计分析中具有很大的优势。

5 结束语

5.1 电子表格的其他应用

由于电子表格具有使用简单, 功能强大的特点, 我们还可以开发出很多用途, 例如让它根据水质分析资料及易溶盐资料判定水土腐蚀性, 判定土是否属盐渍土, 若是, 属何种类型; 也可对重探资料进行统计, 自动进行杆长修正, 自动查表求承载力等。

5.2 应用实例

我局中心实验室以前多采用计算器计算试验数据, 但随着市场经济的发展, 生产项目的增多, 计算器计算已不能满足生产的需要, 后来采用电子表格处理试验数据, 只将原始仪器读数输入, 经过电子表格的处理, 便得到正规的土工试验成果表, 效率得到很大提高。并且工程报告编写人员在地勘报告数据处理过程中能直接利用土工试验成果表, 准确迅速地取得有关数据, 不仅提高了工作效率, 也提高地勘报告的质量。

经过这几年来实际应用及对周围地勘单位的了解, 笔者认为这种简单而又实用的电子表格软件值得推广。

参考文献

1. 岩土工程勘察规范. GB50021—2001[S]2002, 3
2. 湿陷性黄土地区建筑规范. GBJ25—90[S]1991, 3
3. Excel 2000 北京博彦科技发展有限公司. 新电脑学校办公应用篇. 北京大学出版社, 2003