

运用Excel构建管理费用线性预测模型

侯晓华 程 博

(浙江东方职业技术学院经济管理系 浙江温州 325011 浙江农林大学天目学院 浙江临安 311300)

【摘要】 本文以解高等数学和计量经济中的多元变量关系数据为蓝本,按Excel计算矩阵的方阵的操作规则和目标函数求值,以直观、简捷的方式,展示其在经济、会计建模中的作用,充分挖掘电脑在数学、统计学与经济、会计建模中的潜能。

【关键词】 Excel 矩阵计算 经济建模

一、理论依据

设总体的线性关系式为:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad (1)$$

设样本的数据形式可以用多元线性方程表示,它是由n个方程以及k+1个未知参数 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ 组成的一个线性方程组,如下所示:

$$\begin{cases} Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{21} + \dots + \beta_k X_{k1} + u_1 \\ Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{12} + \beta_2 X_{22} + \dots + \beta_k X_{k2} + u_2 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{1n} + \beta_2 X_{2n} + \dots + \beta_k X_{kn} + u_n \end{cases}$$

将线性方程组写成以下矩阵形式:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \dots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix}$$

即: $Y = XB + U$, 其中:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix}_{n \times 1} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix}_{n \times (k+1)}$$

门的审计;国家审计对政府的审计,则是对上级的审计。国家审计机关没有一种超然的独立地位,不具备充分的处置权力,审计免疫系统难以真正做到“免疫”。如果能提升国家审计机关超然的独立地位,不受各级政府机关的干涉和影响,就更能提高审计的效率和效果。

(2)系统外部各部门积极配合。审计免疫系统要真正做到免疫,也要有现实的土壤,这就需要其他各个部门的积极配合,为审计部门进行审计提供必要的支持。这一方面需要制度和体制的与时俱进,另一方面也需要各部门发挥团队协作精神,相互配合,共同努力,将审计工作落到实处。

(3)系统内部健康有序。审计机关作为政府专司经济监督的职能部门,其“免疫系统”功能和作用的充分发挥,需要通过审计决策系统、审计执行系统、审计控制系统、审计预警系统、审计评价系统五个管理子系统功能的有效发挥来实现。

三、结论与展望

审计实际上是一个通过审查、评价来生产审计信息,并将这些信息传递给利益相关者的系统过程。自刘家义审计长提出审计免疫系统以来,众多学者对审计免疫系统进行了深入的研究,主要集中在审计免疫系统论对审计理论及实务的影响、理论贡献、作用机理及实现路径上。但审计免疫系统如何才能真正做到免疫呢?笔者将其与人体免疫系统进行类比,从

远离“细菌”和“病毒”、增强系统的机能和保证系统能顺畅“运行”三个方面进行了深入的分析,为审计免疫系统真正做到免疫提供参考。

审计免疫系统论的提出为审计理论的发展提供了新的指引,我们现在要做的不是就理论谈理论,而是如何将理论发扬光大,用先进的理论指导实践。目前,应着力研究如何将审计免疫系统论应用于实践,并解决实务中存在的问题。因此探讨审计免疫系统如何真正做到免疫具有深远的理论意义和实践意义,笔者希望所提出的观点对实践的发展有所指引。

【注】 本文系湖北省审计厅项目“免疫系统论对审计理论的影响”的阶段性研究成果。

主要参考文献

1. 段兴民,赵晓铃.国家审计“免疫系统”论引发的思考.审计与经济研究,2009;3
2. 王卫星,李晓仙.内部控制与审计.当代财经,2002;10
3. 刘家义.以科学发展观为指导推动审计工作全面发展.审计研究,2008;3
4. 刘英来.审计是经济社会运行的免疫系统研讨会综述.审计研究,2008;5
5. 赵保卿.“免疫系统”论与审计的预防职能.审计与经济研究,2009;3

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \dots \\ \beta_k \end{bmatrix}_{(k+1) \times 1} \quad U = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

上式中:Y表示被解释变量样本观测值的n×1阶列向量;X表示变量样本观测值的n×(k+1)阶矩阵,它的每个元素X_{ij}都有两个下标,第1个下标j表示第j个变量,第2个下标i表示第i次观测值,矩阵X的每一列表示一个解释变量的n个观测值向量,全为1的列代表截距项β₀;β表示未知参数的(k+1)×1阶列向量;U表示随机误差的n×1阶列向量。

由于参数β₀,β₁,...,β_k都是未知的,我们可以利用样本观测值(Y₁,X₁₁,X₂₁,...,X_{k1})对它们进行估计。假设经过计算得到的样本估计量为β̂₀,β̂₁,...,β̂_k,它们分别是相应的未知参数β₀,β₁,...,β_k的估计值,于是便得到了与Y=β₀+β₁X₁₁+β₂X₂₁+...+β_kX_{k1}+u₁相应的回归直线方程式Ŷ₁=β̂₀+β̂₁X₁₁+β̂₂X₂₁+...+β̂_kX_{k1}+u₁。

二、建模实例

某公司管理费用资料如下:

年份	管理费用 Y(千元)	甲产品产量 X ₁ (万吨)	乙产品产量 X ₂ (万吨)
1	3	3	5
2	1	1	4
3	8	5	6
4	3	2	4
5	5	4	6

要求:根据样本资料数据,建立该公司的管理费用与产品产量之间的函数模型(根据样本估计,至少不少于30组观测值,本例只选用了5个年份的观测值,且本例为时间序列数据,而非截面数据。考虑到旨在解决运用Excel计算问题,故样本数量从略)。

将以上数据用下式表示,Y表示被解释指标变量,等式的右边表示解释指标的变量,有以下方程式和相应的矩阵:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \dots \\ \beta_k \end{bmatrix} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

改写为矩阵式:

$$Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 8 \\ 3 \\ 5 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1 & 1 & 4 \\ 1 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 4 \\ 1 & 4 & 6 \end{bmatrix}$$

具体步骤:

(1)数据输入。打开Excel窗口,在工作表中取5行4列,依次将以上矩阵Y输入“A1:A5”区间;将矩阵X输入“B1:D5”区间。见图1:

K1	A	B	C	D	E	F
1	3	1	3	5		
2	1	1	1	4		
3	8	1	5	6		
4	3	1	2	4		
5	5	1	4	6		
6						

图1

(2)将矩阵B1:D5换置,即求X^T。因为这个矩阵不是方阵,所以要把它转化为n×n的方阵,要转化之先选中B1:D5,然后打开编辑菜单中点击“复制”,而后关上菜单;在Excel窗口选中E1:I3,再打开编辑窗口点击“选择性粘贴”,在弹出窗口勾选“转置”并点击“确定”(见图2),E1:I3表格中会出现换置后的3行5列矩阵(见图3)。

E1	A	B	C	D	E	F
1	3	1	3	5		
2	1	1	1	4		
3	8	1	5	6		
4	3	1	2	4		
5	5	1	4	6		
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

选择性粘贴

粘贴

全部(A) 有效性验证(N)

公式(F) 边框除外(X)

数值(V) 列宽(W)

格式(T) 公式和数字格式(R)

批注(C) 值和数字格式(U)

运算

无(O) 乘(M)

加(D) 除(I)

减(S)

跳过空单元(B) 转置(E)!

粘贴链接(L) 确定 取消

图2

E1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									

图3

(3)求X^TX的值。在工作栏表中,用光标选一方阵B7:D9,然后回到菜单中的fx函数,点击出现“插入函数”窗口,在“或选择类别”中选择“数学与三角函数”,在“插入函数”中选择“MMULT”函数,点击“确定”(见图4),在弹出的窗口“Array1”输入框中输入矩阵X所在区域B1:D5;在“Array2”输入框中输入X^T矩阵所在的区间E1:I3。然后单击“确定”“计算结果=5”的字样出现(见图5)。将光标移入fx函数等于栏中,这时工作栏中显示两个矩阵的工作区间和求解栏,见图6所示。然后

同时按下Ctrl、Shift、Enter三个键，则区域B7:D9中显示出两个矩阵乘积的结果，见图7。



图4

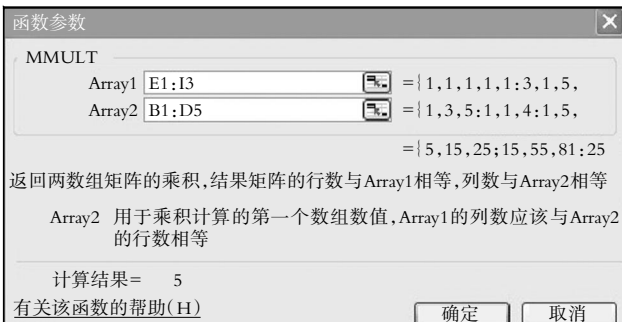


图5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7									
8									
9									
10									

图6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7		5	15	25					
8		15	55	81					
9		25	81	129					

图7

(4)求 XY 的值。在工作表中选中列H7:H9区域，回到菜单中的fx函数，点击出现“插入函数”窗口，在“或选择类别”中选择“数学与三角函数”，在“选择函数”中选择“MMULT”函数。在“Array1”输入框中输入矩阵 X^T 所在区域E1:I3；在“Array2”输入框中输入矩阵Y所在的区间A1:A5，“计算结果=20”显示，然后单击“确定”。将光标移入fx函数等于栏中，这时工作栏中显示两个矩阵的工作区间和求解栏，见图8。然后同时按下Ctrl、Shift、Enter三个键，则区域H7:H9中显示出两个矩阵乘积20;76;109的字样。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7		5	15	25					
8		15	55	81					
9		25	81	129					

图8

(5)求 $(XX^T)^{-1}$ 的值。将光标选中3行3列E7:G9区间，然后点击菜单栏函数“fx”符号，弹出“插入函数”窗口，在该窗口“或选择类别”中选择“数学三角函数”，在下拉窗口子项中选择“MINVERSE”函数；按下“确定”弹出“函数参数”窗口，在“Array”输入框中输入区域“B7:D9”区间，“计算结果=26.7”出现。单击“确定”，将光标移入函数“fx”=框后，工作栏出现工作区间，见图9。

然后同时按下Ctrl、Shift、Enter三个键，则在区域E7:G9中显示出矩阵 $(XX^T)^{-1}$ 的值，见图10。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7		5	15	25					
8		15	55	81					
9		25	81	129					

图9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7		5	15	25	26.7	4.5	-8		20
8		15	55	81	4.5	1	-1.5		76
9		25	81	129	-8	-1.5	2.5		109

图10

(3)、(4)、(5)步骤的公式值如下:

$$X^T X = \begin{bmatrix} 5 & 15 & 25 \\ 15 & 55 & 81 \\ 25 & 81 & 129 \end{bmatrix} \quad X^T Y = \begin{bmatrix} 20 \\ 76 \\ 109 \end{bmatrix}$$

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 26.7 & 4.5 & -8.0 \\ 4.5 & 1.0 & -1.5 \\ -8.0 & -1.5 & 2.5 \end{bmatrix}$$

(6)回归方程参数的计算。在工作栏表中用光标选一列,本文选为I7:I9,然后回到菜单中的fx函数,点击出现“插入函数”窗口,在“或选择类别”中选择“数学与三角函数”,在“选择函数”中选择“MMULT”函数。在弹出窗口“Array1”输入框中输入矩阵所在区域E7:G9;在“Array2”输入框中输入列向量X^TY所在的区间H7:H9,如图11所示,“计算结果=4”显示,然后单击“确定”。将光标移入fx函数等于栏中,这时工作栏中显示两个矩阵的工作区间和求解栏,见图12。然后同时按下Ctrl、Shift、Enter三个键,则区域I7:I9中显示出两个矩阵乘积的结果,见图13。

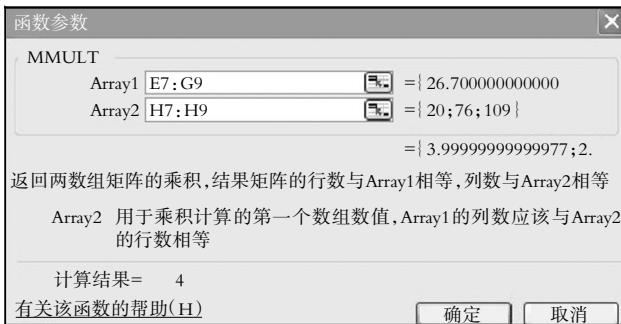


图 11

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7		5	15	25	26.7	4.5	-8	20	=MMULT(E7
8		15	55	81	4.5	1	-1.5	76	
9		25	81	129	-8	-1.5	2.5	109	

图 12

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	3	5	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	3	1	5	2	4
3	8	1	5	6	5	4	6	4	6
4	3	1	2	4					
5	5	1	4	6					
6									
7		5	15	25	26.7	4.5	-8	20	4
8		15	55	81	4.5	1	-1.5	76	2.5
9		25	81	129	-8	-1.5	2.5	109	-1.5

图 13

列式如下所示:

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y = \begin{bmatrix} 26.7 & 4.5 & -8.0 \\ 4.5 & 1.0 & -1.5 \\ -8.0 & -1.5 & 2.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 20 \\ 76 \\ 109 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 2.5 \\ -1.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix}$$

$$Y = 4 + 2.5X_{1i} - 1.5X_{2i}$$

三、模型的应用

1. 用模型预测。在以上模型中,假定企业预测期的甲、乙两种产品的产量分别是5万吨和5万吨,则测算出的管理费用为9千元(4+2.5×5-1.5×5)。

2. 用模型分析:

管理费用模型值	管理费用实际值	实际值比模型值差额	甲产品产量X ₁ (万吨)	乙产品产量X ₂ (万吨)
4	3	-1	3	5
0.5	1	0.5	1	4
7.5	8	0.5	5	6
3	3	0	2	4
5	5	0	4	6

以上增量分析表明实际值超过模型值的最大为0.5千元;实际值与模型值最小为-1千元,即第一期管理费用使用最小,第二、三期管理费用控制实际值比模型值差额为0.5千元。以上增量可以进一步分析原因。

四、结语

在线性建模中,其操作步骤、计算矩阵函数与解多元线性方程比,关键所遇到的矩阵不是方阵,要转化之,只需采用电脑中的“编辑——选择性粘贴”功能就可以很容易求出换置后的矩阵,然后把计算出原矩阵与换置后的矩阵相乘,就可以得到我们所要的方阵矩阵,以满足求解需要,使更多序列观测值适应矩阵建模的需要。

用Excel建模,充分发挥了Excel的功能。但也存在着不足,即受电脑屏幕限制,对非方阵的序列数据转换有些不便,这与SPSS等统计软件相比存在一定劣势。但在尚未掌握其他软件计算功能的前提下,无疑运用Excel建模还是简单易行的。

【注】本文系教育部人文社会科学研究青年基金项目(项目编号:11YJC630031)、浙江省自然科学基金项目(项目编号:Y6110042)的阶段性研究成果。

主要参考文献

1. 杨惠英,邵晨光.用Excel求解线性方程组的方法.东北电力大学学报(自然科学版),2007;4
2. 曲双红,王雪莲.求解线性方程组迭代法的Excel实现.科技信息(学术研究),2008;1
3. 张学辉,张桂月.迭代算法在Excel中的实现.计算机时代,2005;1
4. 杨德祥.在Excel中应用迭代法求解线性方程组——雅可比(Jacobi)和塞德尔(Seidel)迭代法.工程地质计算机应用,2007;1
5. 王中华等.Excel求解线性方程组及其在化学中的应用.云南师范大学学报(自然科学版),2006;3