

## 基于重置成本法的分别比估计在机器设备评估中的应用

曹聪梅<sup>①</sup> 陈又玲

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 根据设备的特点及分层抽样理论,将分别比估计应用于机器设备整体评估中。对待评估机器设备按帐面原值和粗略计算的成新率分层,通过对各层设备的合理抽样、细致评估、计算调整和点面推算,得到设备整体评估值的区间估计。最后用实例对本方法的抽样误差进行了验证。

**关键词** 资产评估;分层抽样;机器设备;分别比估计

**中图分类号** F273.4

### Application of Separate Ratio Estimator to Appraisal of Machinery and Equipment

Cao Congmei Chen Youling

(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** According to the characteristic of equipment and stratified sampling theory, the separate ratio estimator is applied to the appraisal of machinery and equipment. By means of coarsely stratifying, reasonable sampling, precisely appraising the sample value, computing, adjusting and applying the result to the population, the value of equipment and machinery is presented, as well as the scope of the value of the asset appraised. The sampling error of the method is verified by real example.

**Key words** asset appraisal; stratified sampling; machinery and equipment; separate ratio estimator

机器设备资产在企业整体资产中占有很大比重,所以,机器设备的评估成为企业整体资产评估的重要部分。目前一般采用逐台评估的方法,在设备数量大、种类多时评估过程过于繁杂,且结果易与实际不符。笔者将抽样方法应用于设备资产的评估中,根据 ABC 分类法和分层抽样思想,将设备总体粗略分层,再在各层中抽取适量样本进行细致分析,将得到的评估结果推广到总体。对于精密、大型和高价的重点设备,仍逐台鉴定和评估,从而较准确地得出设备总体的评估值。

#### 1 利用分层比估计进行设备评估

目前设备评估一般采用重置成本法,用其进行评估时对重置净价影响最大的 2 个因素是重置全价和成新率,而帐面原值又是影响重置全价的一个重要因素;故本文中依据帐面原值和成新率对设备进行分层。分层的目的是减少层内变差并增大层间变差,以提高估计精度。

收稿日期:1998-04-06

<sup>①</sup>曹聪梅,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)213 信箱,100083

### 1.1 分层

第1层。应用ABC分类法的思想和分类标准<sup>[1]</sup>,根据帐面原值将设备分为A,B,C 3类,每一类采用不同的评估方法。

A类:价值量高、数量少,评估值误差对总的评估结果有很大影响。设备价值量应约占总价值量的50%,数量不应超过总数量的10%。采用逐台评估方法。

C类:价值量低,设备间价值差别小,评估值对总的评估结果影响很小。设备价值量不应超过总价值量的10%。采用简单随机抽样、简单估计方法。

B类:价值量、数量介于A与C类之间。采用分别比估计。

第2层。根据成新率将B类设备分层。有

$$M = 1 - ta/T \quad (1)$$

式中: $M$ 为设备成新率; $t$ 为帐面已用年限; $T$ 为折旧年限或经济寿命; $a$ 为综合调整系数, $a$ 的提出,使调整后的已用年限能综合反映设备的工况,以及使用保养和利用率等情况。

用式(1)逐台计算设备成新率 $M$ ,结果为 $0 \leq M \leq 1$ 。根据 $M$ 值将B类设备均分为 $l$ 层,分别用 $B_1, B_2, \dots, B_l$ 表示,则有

$$N_B = N_{B_1} + N_{B_2} + \dots + N_{B_l}$$

式中: $N_B$ 为B类设备总台数; $N_{B_1}, N_{B_2}, \dots, N_{B_l}$ 分别为各子层设备数(当子层设备数过小时,应与邻层合并)。

### 1.2 确定应抽样本量

分层比估计应抽样本量

$$n = n_A + n_B + n_C = N_A + n_B + n_C$$

式中: $n_A, n_B$ 和 $n_C$ 分别为A,B,C类设备应抽样本量; $N_A$ 为A类设备总台数, $N_A = n_A$ 。

B类和C类设备总体评估值允许的最大方差的确定。待评估设备总体评估值 $Y$ 的估计用 $Y'$ 来表示,则有

$$Y' = Y'_A + Y'_B + Y'_C$$

式中: $Y'_A, Y'_B$ 和 $Y'_C$ 分别为A,B,C类设备评估值的估计,根据帐面净值估计得出。由于对A类设备采用逐台评估,故 $Y'_A$ 不产生抽样误差。 $Y'_B$ 和 $Y'_C$ 的极限抽样绝对误差和相对误差分别用 $e_{aB}, e_{aC}$ 和 $e_{rB}, e_{rC}$ 来表示,则 $Y'$ 的极限抽样绝对误差为 $e_{aB} + e_{aC}$ ,极限抽样相对误差

$$e_r = (e_{aB} + e_{aC})/Y'$$

$$e_{aB} + e_{aC} = e_r Y'$$

式中: $e_r$ 为一指定数值,据评估精度而定。 $e_{rB}$ 和 $e_{rC}$ 的确定原则为: $e_{rC} > e_{rB} \geq e_r$ 。实际评估中 $e_r$ 和 $e_{rC}$ 可参考如下数值设置: $e_r = 5\%$ , $e_{rC} = 15\%$ <sup>[2]</sup>,则 $e_{aB} + e_{aC} = 0.05Y'$ , $e_{aC} = 0.15Y'_C$ , $e_{aB} = 0.05Y' - 0.15Y'_C$ 。根据公式

$$e_{aB}/N_B = u_\alpha (\sigma_{B_{\max}}^2)^{1/2}, e_{aC}/N_C = u_\alpha (\sigma_{C_{\max}}^2)^{1/2}$$

即可求得 $\sigma_{B_{\max}}^2$ 和 $\sigma_{C_{\max}}^2$ 。式中: $\sigma_{B_{\max}}^2$ 和 $\sigma_{C_{\max}}^2$ 分别为B类和C类设备总体评估值均值允许的最大方差; $u_\alpha$ 为给定置信水平 $(1-\alpha)$ 下的正态分布分位点。

第1次抽样。采用简单随机抽样方法在B类设备各子层中抽取样本量 $n'_{Bh}$  ( $h=1, 2, \dots, l$ ),在C类设备中抽取样本量 $n'_C$ ,并对抽取的样本逐台进行细致评估。以B类设备的层内样本方差 $s_{Bh}^2$ 来估计层内方差 $S_{Bh}^2$ ,则

$$s_{Bh}^2 = \frac{1}{n_{Bh}'} \sum_{i=1}^{n_{Bh}'} (y_{Bhi} - \bar{y}_{Bh})^2$$

式中:  $y_{Bhi}$  为在 B 类设备  $h$  层中抽取的第  $i$  台设备的评估值<sup>①</sup>;  $\bar{y}_{Bh}$  为 B 类设备  $h$  层的样本均值。

以 C 类设备的样本方差  $s_C^2$  来估计 C 类设备的总体方差  $S_C^2$ , 则

$$s_C^2 = \frac{1}{n_C' - 1} \sum_{i=1}^{n_C'} (y_{Ci} - \bar{y}_C)^2$$

式中:  $y_{Ci}$  和  $\bar{y}_C$  分别为从 C 类设备中抽取的第  $i$  台设备的评估值和 C 类设备的样本均值。

B 类设备应抽样本量的确定。由分层抽样的样本量计算公式<sup>[3]</sup>得到 B 类设备样本量  $n_B$  的计算公式

$$n_B = \left( \sum_{h=1}^l W_{Bh} S_{Bh}^2 \right) \left( \sigma_{B \max}^2 + \frac{1}{N_B} \sum_{h=1}^l W_{Bh} S_{Bh}^2 \right)^{-1} \quad (2)$$

式中:  $W_{Bh}$  为层权,  $W_{Bh} = N_{Bh} / N_B$ 。用估计值  $s_{Bh}^2$  代替  $S_{Bh}^2$ , 可求得 B 类设备应抽样本量  $n_B$ 。对各个子层样本量采用比例分配, 则  $n_{Bh} = W_{Bh} n_B$ 。

C 类设备应抽样本量的确定。依据简单随机抽样的样本量计算公式<sup>[4]</sup>可得 C 类设备应抽样本量  $n_C$  的计算公式

$$n_C = \frac{S_C^2 / \sigma_{C \max}^2}{1 + S_C^2 / (N_C \sigma_{C \max}^2)} \quad (3)$$

用估计值  $s_C^2$  代替  $S_C^2$ , 则可求得 C 类设备应抽样本量  $n_C$ 。

### 1.3 计算评估值

在第 1 次抽样的基础上对 B 类和 C 类设备进行第 2 次抽样, 在 B 类设备各子层和 C 类设备中最终应抽样本量分别为  $n_{Bh} = \max(n_{Bh}, n_{Bh}')$ ,  $n_C = \max(n_C, n_C')$ 。为使评估结果更为精确, 实际评估中可使实际抽取样本量  $n_{Bh}'' \geq n_{Bh}$ ,  $n_C'' \geq n_C$ 。

对样本设备采用尽量准确的方法进行评估(评估方法在此不再赘述), 并用样本评估值推算总体评估值。

B 类设备总体总值(总评估值)的推算。一般来说, 如果抽样调查中辅助变量  $X$  和被调查总体  $Y$  具有较高的相关性, 则使用比率推算要比简单估计法精度高<sup>[4]</sup>。B 类设备分层后, 各子层设备评估值总值  $Y_{Bh}$  和重置全价总值  $X_{Bh}$  之间存在着较大的相关关系, 从而可对 B 类设备进行分别比估计。

先求出 B 类设备的重置全价, 则其总体评估值  $Y_B$  的比估计

$$Y_B' = \sum_{h=1}^l \frac{\bar{y}_{Bh}}{\bar{x}_{Bh}} X_{Bh} = \sum_{h=1}^l \frac{Y_{Bh}}{X_{Bh}}$$

式中:  $y_{Bhi}$  和  $x_{Bhi}$  分别为 B 类第  $h$  子层样本设备的评估值总值和重置全价总值;  $\bar{y}_{Bh}$  和  $\bar{x}_{Bh}$  则分别为该子层样本设备的评估值均值和重置全价均值。

B 类设备总体评估值的估计  $Y_B'$  的方差

$$\sigma_{Y_B'}^2 = N_B^2 \left[ \sum_{h=1}^l \frac{W_{Bh}^2 (1 - f_{Bh})}{n_{Bh}''} (s_{y, B, h}^2 + R_{Bh}'^2 s_{x, B, h}^2 - 2R_{Bh}' s_{y, x, B, h}) \right]$$

①本文中的评估值均为用重置成本法得到的评估结果。

式中:  $f_{Bh} = n_{Bh}/N_{Bh}$ ;  $R'_{Bh}$  为对 B 类设备第  $h$  子层评估值总值的估计与重置全价总值之比的估计,  $R'_{Bh} = Y'_{Bh}/X_{Bh}$ ;  $s^2_{y,B,h}$  为 B 类设备第  $h$  子层评估值的样本方差;  $s^2_{x,B,h}$  为该子层重置全价的样本方差;  $s_{y,x,B,h}$  为该子层评估值与重置全价的样本协方差。有

$$s^2_{y,B,h} = \frac{\sum_{i=1}^{n''_{Bh}} (y_{Bhi} - \bar{y}_{Bh})^2}{n''_{Bh} - 1}, \quad s^2_{x,B,h} = \frac{\sum_{i=1}^{n''_{Bh}} (x_{Bhi} - \bar{x}_{Bh})^2}{n''_{Bh} - 1}, \quad s_{y,x,B,h} = \frac{\sum_{i=1}^{n''_{Bh}} (y_{Bhi} - \bar{y}_{Bh})(x_{Bhi} - \bar{x}_{Bh})}{n''_{Bh} - 1}$$

则 B 类设备总体评估置信度为  $(1-\alpha)$  的置信区间为  $[Y'_B - u_\alpha(\sigma^2_{Y'_B})^{1/2}, Y'_B + u_\alpha(\sigma^2_{Y'_B})^{1/2}]$ 。

估计 C 类设备总体评估值。对 C 类设备采用简单估计方法。因 C 类设备未利用成新率进行分层, 其成新率参差不齐, 从而重置全价与评估值之间不存在相关关系, 故不能用比估计。C 类设备总体评估值的简单估计

$$Y'_C = N_C \bar{y}_C = \frac{N_C}{n''_C} \sum_{i=1}^{n''_C} y_{Ci}$$

C 类设备抽样评估值的方差

$$S^2_{Y'_C} = \frac{N_C(N_C - n''_C)}{n''_C(n''_C - 1)} \sum_{i=1}^{n''_C} (y_{Ci} - \bar{y}_C)^2$$

则 C 类设备总体评估值  $(1-\alpha)$  的置信区间为  $[Y'_C - u_\alpha S_{Y'_C}, Y'_C + u_\alpha S_{Y'_C}]$ 。

对于 A 类设备, 因采取逐台评估方法, 故其抽样方差为 0, 有

$$Y'_A = \sum_{i=1}^{N_A} y_{Ai}$$

式中:  $y_{Ai}$  为从 A 类设备中抽取的第  $i$  台设备的评估值。

综上所述, 设备总体评估值  $(1-\alpha)$  的置信区间为

$$[Y'_A + Y'_B + Y'_C - u_\alpha[(\sigma^2_{Y'_B})^{1/2} + S_{Y'_C}], Y'_A + Y'_B + Y'_C + u_\alpha[(\sigma^2_{Y'_B})^{1/2} + S_{Y'_C}]]$$

## 2 实例验证

实例中数据均来自某评估单位对某企业总体设备逐台评估所得评估结果, 共选设备 4 944 台。在验证过程中, 以上述评估结果为准值, 分别比估计结果为评估值。

### 2.1 分层

第 1 层: 根据帐面原值将设备分为 3 类, 分层结果见表 1。

表 1 第 1 层分层结果

设备类别	帐面原值所占比例/%	数量/台
A	48	478
B	43	2 250
C	9	2 216
设备总体	100	4 944

第 2 层: 按成新率大小将 B 类设备均分为 10 个子层, 并将设备数量过少的子层与其相邻子层合并, 最终分层结果见表 2。

## 2.2 计算样本量

经计算求得  $\sigma_{B_{\max}}^2 = 1\ 115\ 077.26$ ,  $\sigma_{C_{\max}}^2 = 207\ 273.75$ , 然后进行第1次抽样。在C类设备中抽取样本  $n_C = 21$  台; B类设备中除  $n_{B_2}$  为11台外, 其他各子层样本均为13台; 估计  $S_{B_h}^2$  和  $S_{C_h}^2$  ( $h=1, 2, \dots, 8$ ), 再分别代入式(2)和(3), 求得B类和C类设备应抽取样本量为  $n_B = 139$ ,  $n_C = 145$ 。将  $n_B$  进行分配, 结果见表3。

表2 调整后第2层分层结果

层次	设备数量/台	成新率
B <sub>1</sub>	120	0~0.2
B <sub>2</sub>	844	0.2~0.3
B <sub>3</sub>	312	0.3~0.4
B <sub>4</sub>	216	0.4~0.5
B <sub>5</sub>	164	0.5~0.6
B <sub>6</sub>	144	0.6~0.8
B <sub>7</sub>	226	0.8~0.9
B <sub>8</sub>	224	0.9~1.0

表3 样本量分配结果

类别	C	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>
样本量/台	145	8	52	20	14	11	9	14	14

## 2.3 计算总体评估值

在第1次抽样的基础上进行第2次抽样, 保证每层抽取样本量不低于表3的要求。对抽中的样本设备进行评估和计算, 结果见表4。可以看出, 分层比估计中抽样带来的误差是很小的。

表4 评估结果

设备类别	评估值/万元	下限/万元	上限/万元	准确值/万元	相对误差/%
A	6 529.4	6 529.4	6 529.4	6 529.4	0
B	5 579.4	5 537.4	5 621.4	5 587.9	-0.15
C	1 289.4	1 125.9	1 452.9	1 391.6	-7.34
总体总值	13 398.2	13 192.7	13 603.8	13 508.9	-0.82

## 3 结 论

笔者将抽样方法用于设备整体评估中, 并用实例对评估结果的准确性和抽样误差进行了验证。结果表明, 分别比估计误差较小, 在设备数量较大且不需确知单台设备评估值时, 使用此方法可大大减少评估工作量。

本方法计算量较大, 故要求在计算机上运行。关于本方法的实现软件已完成。

## 参 考 文 献

- 1 吕发钦, 李士杰, 刘汝康. 资产评估操作实务. 北京: 北京科学技术出版社, 1995. 81
- 2 赵天宇, 王诚军. 企业评估的六个定理. 中国资产评估杂志, 1996(1): 27
- 3 冯士雍, 施锡铨. 抽样调查——理论、方法与实践. 上海: 上海科学技术出版社, 1996. 76
- 4 张小蒂. 抽样技术与应用. 上海: 上海科学技术出版社, 1991. 31, 83