

设备更新的技术经济分析

夏秀芳 韩立红

(青岛理工大学 青岛 266520)

一、设备更新的涵义和方式

设备更新就是用经济性更强、性能更好、技术更先进和使用效率更高的设备去更换已陈旧过时的设备，这些被更换的设备可能是在技术上已经不能继续使用的，也可能是在经济上不宜继续使用的。设备更新时间的确定是设备技术经济决策分析的关键。

由于设备的磨损形式不同，设备更新可以分为原型更新(简单更新)和新型更新(技术更新)两种。

二、原型设备更新的技术经济分析

有些设备在整个使用期内并不过时，即一定时期内没有更先进的设备出现，但是随着设备的使用，大修理费用和运行费用不断增加，达到一定程度后，用新的原型设备更换在经济上更合算，这就是设备原型更新问题。其基本的分析方法

就是通过分析设备的经济寿命来进行更新决策。经济寿命是指设备从开始使用到其年平均费用最低年份的延续时间长短。年平均费用由设备年购置分摊费和年使用费(运营费)两部分组成，由于经济寿命既考虑了有形磨损又考虑了无形磨损，因此它是确定设备合理更新期的依据。一般而言，经济寿命短于自然寿命。

例如：某设备原值 K_0 为 16 000 元，各年设备余值及运行费用如下表所示，求设备合理更新期。

使用年数T	1	2	3	4	5	6	7
年运行费 C_p	2 000	2 500	3 500	4 500	5 500	7 000	9 000
设备余值LT	10 000	6 000	4 500	3 500	2 500	1 500	1 000

解：考虑资金的时间价值，年平均费用计算如下：

和剩余储量”、“地理位置因素”、“开采难度”对应的权重为： $T_2(0.45, 0.25, 0.3)$ 。“世界其他石油企业在东道国的投资情况”、“投资风险”、“汇率因素”对应的权重为： $T_3(0.3, 0.5, 0.2)$ 。“我国石油企业自身资金实力”、“我国石油企业自身的相对技术水平”、“石油企业的总体发展战略”对应的权重为： $T_4(0.35, 0.45, 0.2)$ 。

对三种进入模式归一化后，得到以下数据：

(1)贸易式。单因素评判为：

$$B_1 = T_1 \times R_1 = (0.6, 0.26, 0.14, 0)$$

$$B_2 = T_2 \times R_2 = (0.62, 0.275, 0.105, 0)$$

$$B_3 = T_3 \times R_3 = (0.24, 0.38, 0.26, 0.12)$$

$$B_4 = T_4 \times R_4 = (0.555, 0.33, 0.115, 0)$$

则主层次的模糊评价为： $B = T \times R$

$$= (0.25, 0.25, 0.25, 0.25) \times \begin{bmatrix} 0.6 & 0.26 & 0.14 & 0 \\ 0.62 & 0.275 & 0.105 & 0 \\ 0.24 & 0.38 & 0.26 & 0.12 \\ 0.555 & 0.33 & 0.115 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.50375, 0.31125, 0.155, 0.03)$$

(2)投资式。单因素评判为：

$$B_1 = T_1 \times R_1 = (0.42, 0.34, 0.24, 0)$$

$$B_2 = T_2 \times R_2 = (0.48, 0.34, 0.23, 0.06)$$

$$B_3 = T_3 \times R_3 = (0.3, 0.38, 0.27, 0.05)$$

$$B_4 = T_4 \times R_4 = (0.475, 0.4, 0.125, 0)$$

则主层次的模糊评价为： $B = T \times R$

$$= (0.25, 0.25, 0.25, 0.25) \times \begin{bmatrix} 0.42 & 0.34 & 0.24 & 0 \\ 0.48 & 0.34 & 0.12 & 0.06 \\ 0.3 & 0.38 & 0.27 & 0.05 \\ 0.475 & 0.4 & 0.125 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.41875, 0.365, 0.18875, 0.0275)$$

(3)联合经营式。单因素评判为：

$$B_1 = T_1 \times R_1 = (0.5, 0.36, 0.14, 0)$$

$$B_2 = T_2 \times R_2 = (0.585, 0.305, 0.11, 0)$$

$$B_3 = T_3 \times R_3 = (0.28, 0.3, 0.34, 0.08)$$

$$B_4 = T_4 \times R_4 = (0.615, 0.34, 0.045, 0)$$

则主层次的模糊评价为： $B = T \times R$

$$= (0.25, 0.25, 0.25, 0.25) \times \begin{bmatrix} 0.5 & 0.36 & 0.14 & 0 \\ 0.585 & 0.305 & 0.11 & 0 \\ 0.28 & 0.3 & 0.34 & 0.08 \\ 0.615 & 0.34 & 0.045 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.495, 0.32625, 0.15875, 0.02)$$

最后，对各评语等级赋予一定的分值，做综合评分，即：优(5分)、良(3分)、中(1分)、差(1/3分)。

$$B_{\text{贸易}} = 0.50375 \times 5 + 0.31125 \times 3 + 0.155 \times 1 + 0.03 \times 1/3 = 3.617125; B_{\text{投资}} = 0.41875 \times 5 + 0.365 \times 3 + 0.18875 \times 1 + 0.0275 \times 1/3 = 3.38667; B_{\text{联合经营}} = 0.495 \times 5 + 0.32625 \times 3 + 0.15875 \times 1 + 0.02 \times 1/3 = 3.619167。$$

因此，可以判断进入模式为联合经营式最优、贸易式其次、投资式最差。○

$$AC_T = [K_0 - L_T(P/F, i, T) + \sum_{t=1}^T C_{pt}(P/F, i, t)](A/P, i, T)$$

$\text{Min}_{T=1}^n(AC_T)$ 所对应的年份为设备的最优使用年限, 即经济寿命。

经济寿命。

由以上公式计算的设备使用各年的年平均费用见下表:

使用年限 T(1)	设备原值 K ₀ (2)	余值现值(3) L _j (P/F, i, T)	运行费 现值(4)	年平均费用(2)-(3) +(4)(A/P, i, T)
1	16 000	9 090	1 818	9 601
2	16 000	4 956	3 883	8 598
3	16 000	3 380	6 512	7 691
4	16 000	2 391	9 586	7 306
5	16 000	1 553	13 002	7 247
6	16 000	848	16 957	7 385
7	16 000	513	21 574	7 598

所以设备的经济寿命是 5 年, 即在第 5 年年末用原型设备替换。

三、新型设备更新的技术经济分析

在技术不断进步的条件下, 多数情况是设备使用一段时间后由于第二种无形磨损的作用, 原有的设备显得陈旧和过时, 已经出现了生产效率更高和经济效益更好的新型设备。这种情况下, 需要比较继续使用旧设备和马上购置新设备这两种方案中的哪一种在经济上更合理。目前的教科书和学者发表的文章中涉及到两种不同的解决方法, 其经济含义和得出的结论完全不一致。笔者想就这两种方法做一探讨。

例如: 某设备目前的净值为 8 000 元, 还能继续使用 4 年, 相关数据见下表:

继续使用年数	1	2	3	4
年末净值	6 500	5 000	3 500	2 000
年使用费	3 000	4 000	5 000	6 000

新设备的原始费用为 35 000 元, 经济寿命 10 年, 第 10 年年末净残值为 4 000 元, 平均年使用费 500 元, 基准折现率是 12%, 问旧设备是否需要更换, 如需更换何时更换为宜?

1. 方法一。首先判断是否需要更换。

$$AC_N = [35\,000 - 4\,000 \times (P/F, 12\%, 10)](A/P, 12\%, 10) + 500 = (35\,000 - 4\,000 \times 0.322) \times 0.176\,98 + 500 = 6\,466.35(\text{元})$$

$$AC_O = [8\,000 - 2\,000 \times (P/F, 12\%, 4)](A/P, 12\%, 4) + [3\,000 \times (P/F, 12\%, 1) + 4\,000 \times (P/F, 12\%, 2)](A/P, 12\%, 4) + [5\,000 \times (P/F, 12\%, 3) + 6\,000 \times (P/F, 12\%, 4)](A/P, 12\%, 4) = 6\,574.23(\text{元})$$

$AC_N < AC_O$, 故旧设备应该更换。

然后, 判断何时更换为宜。

(1) 旧设备保留 1 年, 其年均总费用:

$$AC_O(1) = [8\,000 - 6\,500 \times (P/F, 12\%, 1) + 3\,000 \times (P/F, 12\%, 1)](A/P, 12\%, 1) = 8\,000 \times 1.12 - 6\,500 + 3\,000 = 5\,460(\text{元})$$

$AC_N > AC_O(1)$, 故旧设备应该继续使用。

(2) 旧设备保留 2 年, 其年均总费用:

$$AC_O(2) = [8\,000 - 5\,000 \times (P/F, 12\%, 2)](A/P, 12\%, 2) + [3\,000 \times (P/F, 12\%, 1) + 4\,000 \times (P/F, 12\%, 2)](A/P, 12\%, 2) = 5\,846.88(\text{元})$$

$AC_N > AC_O(2)$, 故旧设备应该继续使用。

(3) 旧设备保留 3 年, 其年均总费用:

$$AC_O(3) = [8\,000 - 3\,500 \times (P/F, 12\%, 3)](A/P, 12\%, 3) + [3\,000 \times (P/F, 12\%, 1) + 4\,000 \times (P/F, 12\%, 2) + 5\,000 \times (P/F, 12\%, 3)](A/P, 12\%, 3) = 6\,218.27(\text{元})$$

$AC_N > AC_O(3)$, 故旧设备应该继续使用。

(4) 旧设备保留 4 年, 其年均总费用:

$$AC_O(4) = [8\,000 - 2\,000 \times (P/F, 12\%, 4) + 3\,000 \times (P/F, 12\%, 1)](A/P, 12\%, 4) + [4\,000 \times (P/F, 12\%, 2) + 5\,000 \times (P/F, 12\%, 3) + 6\,000 \times (P/F, 12\%, 4)](A/P, 12\%, 4) = 6\,574.23(\text{元})$$

$AC_N < AC_O(4)$, 故旧设备应该更换, 即使用 3 年后更换。

2. 方法二。新旧设备的年均费用分别是:

$$AC_N = [35\,000 - 4\,000 \times (P/F, 12\%, 10)](A/P, 12\%, 10) + 500 = (35\,000 - 4\,000 \times 0.322) \times 0.176\,98 + 500 = 6\,466.35(\text{元})$$

$$AC_O = [8\,000 - 2\,000 \times (P/F, 12\%, 4)](A/P, 12\%, 4) + [3\,000 \times (P/F, 12\%, 1) + 4\,000 \times (P/F, 12\%, 2)](A/P, 12\%, 4) + [5\,000 \times (P/F, 12\%, 3) + 6\,000 \times (P/F, 12\%, 4)](A/P, 12\%, 4) = 6\,574.23(\text{元})$$

$AC_N < AC_O$, 故旧设备应该更换。

(1) 旧设备使用 1 年, 当年的年均总费用:

$$AC_O(1) = [8\,000 - 6\,500 \times (P/F, 12\%, 1) + 3\,000 \times (P/F, 12\%, 1)](A/P, 12\%, 1) = 8\,000 \times 1.12 - 6\,500 + 3\,000 = 5\,460(\text{元})$$

$AC_N > AC_O(1)$, 故旧设备应该继续使用。

(2) 旧设备使用 2 年, 当年的年均总费用:

$$AC_O(2) = [6\,500 - 5\,000 \times (P/F, 12\%, 1) + 4\,000 \times (P/F, 12\%, 1)](A/P, 12\%, 1) = 6\,280(\text{元})$$

$AC_N > AC_O(2)$, 故旧设备应该继续使用。

(3) 旧设备使用 3 年, 当年的年均总费用:

$$AC_O(3) = [5\,000 - 3\,500 \times (P/F, 12\%, 1) + 5\,000 \times (P/F, 12\%, 1)](A/P, 12\%, 1) = 7\,500(\text{元})$$

$AC_N < AC_O(3)$, 故旧设备应该在第 2 年年末更新。

上述两种方法的区别是: 方法一用新旧设备的年均费用作比较, 方法二是用新设备的年均费用和旧设备当年的总费用相比。

笔者认为, 方法二是正确的。因为我们在决定旧设备是否由新设备代替, 一定是在年初比较当年旧设备的年费用与新设备年费用的大小, 而不应该用旧设备过去几年的平均值比较, 过去几年不论费用高低都是沉没成本, 决策时不予考虑。例如: 假设旧设备已经使用两年了, 第二年年末决定是否更新时, 过去两年发生的年使用费已经是沉没成本, 不应再考虑了, 而应该用第三年当年的费用与新设备的年均费用比较, 因为新设备随时可替换旧设备。○