

中国技术经济研究会中国成本研究会
成本问题研究班学习参考资料之十二

寿命周期费用分析

一机部情报所

张耀滔

中 国 技 术 经 济 研 究 会
中 国 成 本 研 究 会
天 津 市 技 术 经 济 和 管 理 现 代 化 研 究 会
中 国 企 业 管 理 协 会 天 津 市 分 会
天 津 市 干 部 学 校

一九八〇年十二月

寿命周期费用分析

什么是寿命周期费用

一部机器，一件耐用的高级消费品，一幢建筑物，或者任何一台设备，一般可以使用一二十年、几十年或几十年以上。一台设备，如果坏了就修，再坏再修，一直到不能再修，不能再用为止，这个时期可以拖得很长。我们知道，在科学技术发达的今天，实际上是没有人这样使用设备的，因为这很不经济。我们之所以需要某种设备，是为了满足我们的需要。设备的使用时间，完全由人们的需要来决定。所谓设备的寿命周期，是指物主从需要这种设备开始到需要的结束，并把设备从原物主手中转出去为止的整个时期。

对设备寿命周期这样下定义，同经济活动的复杂性和对寿命周期费用的考虑有关系。一台设备在它可以使用的时间里，可以由这个企业卖到那个企业，一幢房子可以由一个房主转到另一个房主，他们往往又根据自己的需要，对设备或房子进行一番修理或改装，他们要考虑占有这台设备或房子时的各项费用。

设备在它的寿命周期内的各种费用，称为寿命周期费用。寿命周期费用包括的内容，因具体情况的不同而有所不同。但是，我们可以把它大致划分为两部分：原始费用和使用费用。原始费用是为了获得这种设备而需要一次支付或集中在短时期内支付的费用，使用费用是物主占有这种设备后为了让它正常使用而要定期支出的费用。为了获得设备，可以购买，可以制造或建造。购买简单的设备，原始费用就是购买的价格。如购买的设备复杂，事前有很多准备工作，购进后又安装调试，则应把这些费用也包括进去。制造设备或建造房子，其原始费用包括计划、设计、施工、制造等阶段的费用，直到把设备制造出来，能交付使用。如果是建筑物，还应包括地皮费用。至于使用费用，也因情况而异。国外一幢现代化的建筑物，它的使用费用项目包括电气系统、电梯系统、供热系统、空调系统、上下水道系统、传送带运输系统、消防系统、废物处理系统的运行和保养维修，还有道路和建筑结构的保养，以及清洁卫生，等等。费用项目尽管很多，但是，当被研究的问题确定之后，这些项目就不难确定。

我们把寿命周期费用，从形式上分为原始费用和使用费用。但在计算寿命周期费用时，不是这两类费用的简单相加，而是要考虑利息。这一点很容易被忽略，在我国可能更是这样。

为什么要研究寿命周期费用

为了获得一种设备，需要一次支付一笔相当大的费用，这容易引起人们的注意。在设备的使用过程中，需要消耗人力、动力、燃料，需要进行保养、维修、定期更换某些

零部件或某些系统。这是定期的支出，每次支出不一定很大，但细水长流，累积起来相当可观。然而，它却容易被人们忽视。某人以低廉的价格买了一辆质量和性能都不怎么好的汽车，开始使用时，问题还不大。后来，各种零部件、各个系统都需要修理或更换，油耗又高，其使用费用远远超过别的汽车，甚至这些超出部分早已抵消了购买时价格上的便宜。我国人民有句俗话说：买得起，用不起。这是指某些产品由于质量低、性能差，容易损坏或消耗能源太多，用户即使买得起，也因为使用费用太高而不愿意买。

国外的统计数字表明，一种设备在它的正常寿命周期内，它的原始费用只是整个寿命周期费用的一部分，甚至是一小部分。一台机器设备，原始费用只占寿命周期费用的33%。一幢典型的办公楼，原始费用只占寿命周期费用的43%。一座医院，它的原始费用假定是1，在20年内，它的改建费也将是1，建筑物的使用、维修费用为1.5，整个医院各个系统设施的使用费是7。数字尽管有些不同，但可以看出，使用费用大于原始费用，这是我们需要注意的。近年来，由于资本主义国家各项费用螺旋式上升，能源危机和燃料涨价，以及各国政府有关防止污染和环境保护的条令越来越严格，寿命周期费用问题更为各方面所重视。

研究寿命周期费用，就是要从长远的和全面的观点来研究各项费用的关系，比较各个方案的经济效果，作为决策的依据。以前，一项工程由各个部门和各种专业人员分头进行。他们根据各自受过的专业训练，从各自的立场出发来搞设计。他们搞出来的设计无疑会有一些优点，孤立地看也可行，但把这些分别设计的系统或零部件组合到一起，他们的优点可能互相抵消了，而总的效果不好。因此，需要利用价值工程和系统工程技术，更好地协调各方面的工作，求得技术和经济的统一，找出最理想的方案。价值工程的目标，是以最低的寿命周期费用来满足用户所需要的功能。现在，国外进行一项工程，一般都有两条杠杠：一条是技术性能最低限度的要求，低于这个标准就不能被接受；一条是费用的最大限度，超过这个费用，也不能被接受。客观的形势就是这样要求人们，在这个范围内，搞出各种各样的方案，从中选优。企业不仅要为用户提供产品，而且要了解用户的要求，了解他们怎样使用，怎样计算各种费用。只有这样，才能更好地为用户服务，产品才会受到欢迎，才具有竞争能力。

几个问题

首先碰到的问题是如何确定寿命周期。这个问题比较复杂。不同的国家，不同的企业，设备更新政策不一样，设备折旧率不一样，这都影响设备的寿命周期。美国政府的办公楼，寿命周期定为四十年，搬到中国来就不一定合适。寿命周期的长短，要根据具体情况，参考一些历史资料，由有关人员确定。有些用户根据他们特殊的需要来确定寿命周期，这是另一种情况，比较简单。近年来，由于科学技术发展很快，有些产品（如电子计算机、喷气式客机）使用不久就显得落后，在确定寿命周期时要很好考虑。

贴现率问题。寿命周期费用是要考虑利息的，而利率的确定同资金来源有关。如果资金是通过贷款而取得的，贴现率应该等于借款的利率。这里顺便解释一句，利率用于计算利息，而贴现率则用于把将来的一笔款折算为现值，概念不一样，但数值相同。如果资金是属于物主所有，贴现率应等于其他同类企业的平均利润率或物主所能接受的最

低利润率。因为，贴现率如果低于平均利润率，计算出来的寿命周期费用就偏低，影响决策的正确性，原以为选择了一个最有利的方案，实际上却不是。美国政府一般把贴现率定为10%，这是考虑到纳税和通货膨胀之后使私人投资能得到一个平均利润率。

费用的选择问题。寿命周期费用分析是为了对不同方案进行经济效果比较，为决策提供依据。所以，所选择的费用要满足以下几个条件：

1、费用必须同决策有关。不仅要考虑需要作方案对比的特定系统的有关费用，而且还要考虑到同决策有关的其他系统的费用。

2、费用必须是重要的。所考虑的费用，必须是比较大的、同总费用有关的、在方案对比中是重要的、灵敏的、足以影响各方案的优先顺序的。各个方案都相同的费用，不影响对比方案的顺序，可以不考虑。小量的费用，可以忽略不计。

3、费用必须能用货币来表示。这里考虑到货币有时间价值，分析时要把费用折算为现值和年当量费用。

4、费用必须是可以预测的。这里考虑的费用，有很多是未来的费用，这些未来费用必须能够预测出来，并且有一定的准确性。例如，设备的某些系统或某些零部件在什么时候将需要修理或更换，费用是多少，尽管很难预测得很准，但要采用统计的方法，把数值预测在一定范围内。考虑到这些费用的变动和误差，可能会影响到方案的优先顺序，所以还要作灵敏性分析。

寿命周期费用分析的步骤

这里列举各个分析步骤，并作一些必要的说明。

1、分析用户需要，确定设备的性能和参数，并用数量表示出来。

2、初步选择几个能满足要求的方案，在技术上不能满足要求、在费用上明显偏高的方案，可以不考虑。

3、确定进行寿命周期费用分析的时间。在什么时机进行分析，这很重要。因为在这之前，为了搞出几种方案，已花了一些钱，这些钱大部分都收不回来。如果寿命周期费用分析进行得越晚，方案迟迟定不下来，钱就花得越多。这就要求我们，只要能得到可靠的数据，就开始分析。一般说来，分析工作在设计阶段中进行，但一定要在施工开始之前。有些问题要尽早确定，有些则可以晚一点。所以，这种分析可能要多次。

4、确定工作制度。设备投入使用后，设备是几班工作制，每天使用几小时，采用什么动力或能源，需要多少工作人员，等等。都要决定，作为估计使用费用的根据。

5、估计原始费用。要考虑物价波动，以保证估计费用时口径一致。物价要以进行分析的那一年（基准年）的物价为基准。过去已购置的原材料或配套产品，要按现价计算。以后购置的东西，也按基准年的物价计算。

6、确定寿命周期。这问题前面已讲过。

7、估计使用费用。有的使用费用原来是按天、按周或按月计算的，要换算为一年的费用。燃料费按年计算，并考虑物价指数。设备需要修理、改装或更换零部件，要预计其发生的时间，至于其费用，则用基准年的物价计算，可以不用物价指数，以简化计算。

8、计算年当量费用。

9、灵敏性分析。

最后两步骤将在后面说明。

寿命周期费用的分析方法

在寿命周期费用的分析过程中，采用了现值计算、年当量费用计算和灵敏性分析三种方法进行分析处理，现分述于下。

现值计算。 一台设备在它的寿命周期内，需要支付的费用是多种多样的、大小不一，支付的时间有先有后，而且还要考虑利息问题。为了对不同的方案进行经济性比较，需要把每个方案在不同时间支付的费用一律折为现值。现值计算实际上是复利计算的反运算。例如把100元存入银行，年利率10%，十年后本利和为259.4元。同样，十年后的259.4元，按年利率10%计算（不过，这时不称作年利率、而是贴现率），折合为现值100元。每个方案的各项费用都折算为现值之后，基准一致了，具有可比性。现值最低的方案，就是真正的总费用最低的方案。

年当量费用计算。 在进行方案对比时，每个方案的寿命周期可能不一样。这样，仅从现值还不能判断哪个方案最有利，而必须要算出每年的平均数费用。这个每年平均费用不是简单的算术平均，而是要考虑利息。这个每年平均费用称为年当量费用。年当量费用的意思是把设备在寿命周期内在不同时间支出的各项费用，折算为每年平均支出的费用。这个费用并不是每年实际上支出的费用，所以称为年当量费用。根据这个年当量费用，就可以对各个方案的经济性进行排队。年当量费用最低的方案是最经济的方案。

灵敏性分析。 我们注意到，各个方案的寿命周期费用中，有很多费用是未来的费用，是估计出来的，都包含一些不确定的因素。这些因素会在一定范围内变动，影响计算的结果。产生不确定因素的原因是很多的。例如，设备的预期性能与实际性能之差别，这对维修费、零部件更换费和动力消耗等都有影响，甚至影响寿命周期。又例如原始费用估计的误差，燃料价格上涨，技术的进步迫使寿命周期缩短，外界经济形势的变化对贴现率的影响，等等，都可能产生一些变化，我们要充分考虑到。所以，要进行一项灵敏性分析，计算这些变动对年当量费用的影响，对方案排队优先顺序的影响。如果经过灵敏性分析之后，方案的排列顺序不变，则说明所选择的方案有把握，最经济的方案可以确定下来。

年当量费用的计算公式

年当量费用的计算可用以下的公式来表示：

$$E U A C = C R \left[1(PV) + \sum_{\alpha=1}^n (P V^{\alpha})(R + O^{\alpha} E^{\alpha} + M^{\alpha}) - S(PV) \right]$$

式中：

E U A C——年当量费用

C R——资金回收系数，可查表

PV ——现值系数，可查表

I ——原始费用

n
 $\sum_{\alpha=1}^n$ ——表示把后面各项数值加起来，从第1年加到第 n 年， n 即寿命
周期年数

R ——大修费用或更换零部件费用

O ——设备的运转费用

E ——物价上升指数

M ——设备保养费用

S ——设备的残值

这公式看起来很复杂。为了便于读者了解这公式的含意，对公式的每一项的内容作一些必要的说明。

在计算之前，寿命周期和贴现率已经确定，各个数据均已知。这公式计算出来的数值是货币单位。公式里中括弧内包括三项费用的现值。第一项是原始费用的现值。原始费用一般可看成是一次支付，现值系数为1。如果原始费用的支付时间拖得长，则要考虑现值，或参照第二项的表示方式。中括弧中第二项表示设备在寿命周期内每年的使用费用的现值之和。这里的使用费用列举了设备的大修费（或更换零部件费）、运转费里主要是燃料或能源消耗，在能源危机深重的时期，要考虑油价的增长指数。在使用费用中，大修费用是若干年才出现一次，而运转费和保养费是每年都有的，故在费用的代号右下方加上脚注 α ， α 从第1年到第 n 年，统统加起来。现值系数 PV_{α} ，因 α 代表的年数不同而有不同的数值。使用费用里包括什么内容，可根据具体情况确定。中括弧里的第三项是把设备的残值折算为现值。残值是一笔收入，可以抵消一部分使用费用，故取负号。把中括弧里三项费用的现值都加起来，即寿命周期费用。寿命周期费用乘以资金回收系数 CR ，即可折算为年当量费用。当寿命周期和贴现率确定后，资金回收系数可以查表而得。

灵敏性分析，也采用这个计算公式。计算时，取某一个变动因素的上限或下限的数值，其他因素不变动，计算年当量费用。然后又变动另一个因素，其他因素保持不动，计算出另一个年当量费用，这样一直计算下去。对各个年当量费用进行分析比较，就可知道变动因素对年当量费用有多大影响，会不会影响方案的排队顺序。

年当量费用是寿命周期内的每年平均费用，它正确地反映某个方案的经济性，不受寿命周期的影响。通过计算年当量费用，作为决策的依据，其应用是多方面的。例如，企业对某种设备只需要使用几年，是买一台好，还是租一台好（假定能够租用设备），可以计算一下。又例如建造一幢现代化的公寓，专为出租之用。在订出了初步方案后，估计费用。又根据公寓的设备条件，假定每年可收租金一万元。我们可以计算这公寓的年当量费用。如果这费用低于一万元，说明这项工程是有利的，如年当量费用高于一万元，即意味着赔钱。我们可以采取对策，重新审查设计，查出费用高的原因，进行修改，或者延长寿命周期，降低贴现率，等等。假如经过多方面努力，年当量费用还是高于一万元，则说明这项工程在经济上是没有效果的，倒不如把资金用到别的工程上去。

年当量费用是一个很有用的经济工具，只要我们能真正掌握和灵活运用，就能增加经济活动的预见性，减少盲目性。

对寿命周期费用进行分析计算，并把它作为决策的依据，这只是近一二十年的事。以前，人们并不重视寿命周期费用的问题。设备的使用费用比较复杂，对它的了解并不多，而且资料缺乏。当时，也没有采用现值计算和年当量费用计算来处理利息问题对寿命周期费用的影响。六十年代初，美国国防部在武器和武器辅助系统的采购中，首先采用寿命周期费用计算，使这种方法得到发展和完善。现在，许多部门和企业都采用这种方法。在一项工程的计划和设计阶段，进行寿命周期费用分析，尤为重要。

寿命周期费用分析实例

这里介绍一个实例的计算。通过这个例子可以进一步掌握一些基本概念和计算方法。这个实例是经过简化的，但还是比较接近实际情况。我们参考这个例子时，不必纠缠于它为什么考虑这个费用反而不考虑那个费用等等，我们如果要用这种方法来分析我们经济工作中的问题时，可以根据具体情况和对精确度的要求，作出决定。

有一座两层楼的建筑物需要装备一个供热系统，全年共需热能 115×10^8 BTU单位（注）。现在有两个供热方案，一个是用普通的燃油锅炉系统，另一个是太阳能供热系统，并配备一套同样的燃油锅炉系统，以便在阴雨天时仍能正常供热。这两方案在技术上都认为是可行的，这里只要求进行经济分析，以便对方案的选择作出决策。

两个方案的已知数据如下：

普通燃油锅炉系统

所需的热量全部由此系统供应。采用的燃油为2号燃料油，每加仑0.40元，每加仑油可以产生热量 14×10^4 BTU，热效率55%。

太阳能系统，配备油锅炉系统

太阳能系统负责供应所需总热量的60%，其余40%由燃油锅炉系统供应。燃油锅炉系统的数据与上一方案完全相同（按：这两锅炉的实际运转时间是不相同的，这里为了简化计算，把两者的使用费用视为相同）。建设太阳能供热系统的原始费用为60万元，使用费用是：每年的维修费2,000元；第十年要作一次大修，大修费4,000元；每年电费500元；因本系统某些设备占用了一部分房屋面积，每年房租损失100元。系统的使用寿命周期为20年，设备的残值为零。

对这两个方案进行寿命周期费用分析时，贴现率按10%来考虑。在分析计算中需要用到的各种系数，可从一般的工业经济书笈的附表中查找。

为了对这两个方案的经济性进行比较和选择，需要进行寿命周期费用分析，并计算出年当量费用。如果仅仅为了计算，只要把数字代入公式即可。但是为了让一些原来没接触过这问题的同志能更好地掌握这一方法，这里先介绍一些与本文有关的基本概念和计算方法，然后研究本文的实例。

1、复利计算。把一笔款存入银行，第一年未得到一笔利息，把这利息又作为本金

（注：BTU是英国热量单位，等于252卡）

一起存入银行，年年如此，若干年之后结算，这就是复利计算。例如，把100元存入银行，年利率 $i = 10\%$ ，十年后的本利和 $x = 100 (1 + 0.1)^{10} = 259.4$ 元

2、现值计算。现值是一笔在若干年之后才收到或支付的钱的现时价值。现值的计算实际上就是复利计算的逆运算。例如，十年之后的259.4元，按年利率10%来折算，相当于现值多少元？这是复利的逆运算。不过，这时不叫利率，而叫贴现率。现值的计算公式是：

$$PV = X \left(\frac{1}{(1 + i)^n} \right)$$

式中，PV——现值

X——几年之后的一笔款

n——年数

i——贴现率

上面的例子，代入公式可得：

$$\begin{aligned} PV &= 259.4 \left(\frac{1}{(1 + 0.1)^{10}} \right) \\ &= 259.4 \times 0.3855 \\ &= 100 \end{aligned}$$

为了便于计算，我们把中括号内的数字，根据不同的贴现率和年数，事先计算出来，称为现值系数，并列成表格，以备查用。上例可用查表法来计算。在现值系数表里，在利率为10%，年数为10的地方，查得现值系数为0.3855。

$$PV = 259.4 \times 0.3855 = 100$$

多项款的现值计算。指的是今后若干年内，每年都收入或支出一笔款项，要把它都折算为现值。这种计算，只需把每一笔款都折算成现值，然后加起来。用公式来表示：

$$PV = \sum_{\alpha=1}^f PV_{\alpha}$$

式中，PV——几笔款的现值之和

PV_{α} ——单独一笔款的现值

$\sum_{\alpha=1}^f$ ——把每笔款的现值加起来，从第一笔加到第f笔

举例说明。某人在今后几年内将得到这样的几笔款：

| | |
|-----|------|
| 第一年 | 500元 |
| 第二年 | 400元 |
| 第三年 | 300元 |
| 第四年 | 200元 |
| 第五年 | 100元 |

假定贴现率为10%，问这些收入相当于现值多少？

查现值系数表，分别计出每笔款的现值：

$$PV_1 = 500 (0.9091) = 454.55$$

$$PV_2 = 400 (0.8264) = 330.56$$

$$PV_3 = 300 (0.7513) = 225.39$$

$$PV_4 = 200 (0.6830) = 136.60$$

$$PV_5 = 100 (0.6209) = 62.09$$

$$PV = \sum_{\alpha=1}^5 PV_{\alpha}$$

$$\begin{aligned} &= PV_1 + PV_2 + PV_3 + PV_4 + PV_5 \\ &= 454.55 + 330.56 + 225.39 + 136.60 + 62.09 \\ &= 1209.19 \end{aligned}$$

多笔款项的现值计算的一种特殊情况，就是每笔的款金数相同，这时的计算简单一些。这里通过一个例题来说明。甲向乙提供长期无息贷款20万元，从第一年年末起，乙每年归还1万元，20年还清。现在要计算乙实际上还了多少钱（贴现率按10%考虑）。这个问题，实际上就是甲在今后20年内，每年收入1万元，折合现值若干？

$$\begin{aligned} PV &= \sum_{\alpha=1}^{20} PV_{\alpha} \\ &= PV_1 + PV_2 + \dots + PV_{20} \\ &= 10000(0.9091) + 10000(0.8264) + \dots + 10000(0.1486) \\ &= 10000(8.514) \\ &= 85140 \end{aligned}$$

这样计算起来很麻烦。这里的特点是款项都一样，故可把历年的现值系数加起来，称为累计现值系数（年积系数），并制成表格。我们用查表方法，查得在贴现率为10%、年数20的累计现值系数为8.514，马上就能算出答案为8.514万元。

3、资金回收系数。我们用一个实例来说明。某商店以分期付款方式出售电冰箱，每台1500元，购买时先付款500元，其余1000元分10年还清。商店经理要把贴现率定为10%，问用户每年应付款若干。把这问题简化一下就变成，在今后10年内平均每年支付多少钱，才能相当于现值1000元。或者是现值1000元，要分10年回收，每年要回收多少元。这里需要利用资本回收系数。我们可以简单推导一下。设每年应付款 X 元，历年的现值系数为 P₁, P₂, P₃……P₁₀，现值为 PV，则有：

$$X P_1 + X P_2 + \dots + X P_{10} = PV$$

$$X (P_1 + P_2 + \dots + P_{10}) = PV$$

$$X = PV \times \frac{1}{P_1 + P_2 + \dots + P_{10}}$$

$$X = PV \cdot CR$$

我们把累计现值系数之倒数称之为资金回收系数，用 CR 表示。这样，上例之计算就变成一个查表问题。从资金回收系数表中，当贴现率为10%，年数为10，查得 CR = 0.16275，

于是：

$$\begin{aligned} X &= PV \cdot CR \\ &= 1000(0.1675) \\ &= 162.75 \end{aligned}$$

即每年付款162.75元，10年内就可支付完毕。我们可以通过验算，以便把这几个概念搞得更清楚一些。在验算时，问题就变成：今后10年内每年收入162.75元，贴现率10%，问相当于收入现值多少？

$$\begin{aligned} \text{第一年：} & 162.75(0.9091) = 147.9 \\ \text{第二年：} & 162.75(0.864) = 134.5 \\ \text{第三年：} & 162.75(0.7513) = 122.3 \\ \text{第四年：} & 162.75(0.6830) = 111.2 \\ \text{第五年：} & 162.75(0.6209) = 101.1 \\ \text{第六年：} & 162.75(0.5645) = 91.9 \\ \text{第七年：} & 162.75(0.5132) = 83.5 \\ \text{第八年：} & 162.75(0.4665) = 75.9 \\ \text{第九年：} & 162.75(0.4241) = 69.0 \\ \text{第十年：} & 162.75(0.3855) = 62.7 \\ \text{合计：} & 162.75(6.1445) = 1000 \end{aligned}$$

从这里可以看出，第一年虽然付款162.75元，但实际上只相当于支付了147.9元，第二年支付134.5元，而第十年只支付了62.7元，合计1000元。在合计这一行里， $162.75^5(6.1445) = 1000$ ，这个6.1445，恰巧就是当贴现率为10%，年数为10的累计现值系数。这样，我们可以把这几个系数的意义和计算方法搞得更清楚。

现在，我们回来计算本文的寿命周期费用分析实例。

$$EUAC = (CR) \left[(I)(PV) + \sum_{\alpha=1}^n (PV_{\alpha})(R + U_{\alpha} + O_{\alpha} + M_{\alpha} + L_{\alpha}) - S(PV) \right]$$

式中：

- U_{α} ——每年电费
- L_{α} ——每年房租损失
- O_{α} ——每年燃油费或节约油费

这公式其余符号的意义同上面讲过的一样，这里不考虑物价上升指数，故没有 E_{α} ，但多了一个每年房租损失 L_{α} 。公式右边的各项，除了每年节约的油费之外，都是已知的。

为了计算每年节约的油费，先算出燃油锅炉方案每年要烧多少油，油费多少。太阳能系统中，有40%的热量要靠烧油来取得，它的油费也可算出来。两方案油费之差，即太阳能方案每年节约的油费。

燃油锅炉每年需要的燃油为：

$$115 \times 10^8 \text{ BTU} + \frac{14 \times 10^4 \text{ BTU}}{\text{加仑}} = 82,250 \text{ 加仑}$$

锅炉的热效率只有55%，故实需燃油

$$82,250 + 0.55 = 149,375 \text{加仑}$$

油费为

$$149,375 \text{加仑} \times 0.40 \text{元/加仑} = 59,750 \text{元}$$

太阳能系统的油费应为燃油锅炉系统油费的40%，故得：

$$59,750 \text{元} \times 40\% = 23,900 \text{元}$$

太阳能系统每年节约油费为

$$59,750 \text{元} - 23,900 \text{元} = 35,850 \text{元}$$

把各个数据代入公式，

$$\begin{aligned} E U A C &= (0.11746) [(600,000)(1) + (0.3855)(4,000) + (8.514) \\ &\quad (500 - 35,850 + 2000 + 100)] \\ &= 37,405.31 \text{(元)} \end{aligned}$$

式中的0.11746是资金回收系数，通过查表而得；600,000是原始费用，它的现值系数取1，因为这笔费用可以认为是在进行寿命周期费用分析之后马上就要支付，而且是一次支付；0.3855是第十年的现值系数，把4,000元大修费折为现值；8.514是累计现值系数，其贴现率为10%，年数为20；后面几个数字是在今后20年内每年都需要支出的或可以节约的费用，即每年要支出500元电费，2,000元维修费，100元房租损失费，而每年可节约35,891元油费，因为它是节约的，可抵消一部分开支，故取负号。

计算的结果，太阳能系统的年当量费用为37,405.31元。我们要注意，在这两个方案中，都具有同样的燃油锅炉，而相同的费用不需要作比较。现在的计算结果说明，同燃油锅炉的方案比较，太阳能的方案每年要多支出37,405.31元。所以，从经济的角度，应该选择燃油锅炉的方案。

上面已讲过，计算公式中包含有一些不确定的因素，它们可能在一定范围内变动，我们要计算一下这些变动对计算结果有多大的影响，会不会影响该方案的优先顺序。这就是灵敏性分析。

在本文的实例中，要求对一个因素的变动作灵敏性分析：假定油价每年增长5%，采用燃油锅炉是否还是有利？

这时，计算公式变成：

$$E U A C = (C R) \left[I (P V) + \sum_{\alpha=1}^n (P V) (R + U + E O + M_{\alpha} + L_{\alpha}) - S (P V) \right]$$

式中各符号的意义同前，只是多了一个 E_{α} ，表示油价每年增长5%。

计算时，把中括号内油费节约部分单独计算，每年的维修费、电费等，按原来的公式计算。这时，把公式改写成：

$$\begin{aligned} E U A C &= (C R) \left[(P V) I + \sum_{\alpha=1}^n (P V)^{\alpha} \times E^{\alpha} \times O_{\alpha} + \sum_{\alpha=1}^n (P V)^{\alpha} (R + U^{\alpha} + M_{\alpha} + L_{\alpha}) \right. \\ &\quad \left. - S (P V) \right] \end{aligned}$$

我们先把节约的油费用表格进行计算。

| n | PV _α | × | E _α | × | 35,850 | = |
|----|-----------------|---|----------------|---|--------|------------|
| 1 | 0.9091 | | 1,050 | | 35,850 | 34,220.80 |
| 2 | 0.8264 | | 1,103 | | " | 32,677.96 |
| 3 | 0.7513 | | 1,158 | | " | 31,189.69 |
| 4 | 0.6830 | | 1,216 | | " | 29,774.43 |
| 5 | 0.6209 | | 1,276 | | " | 28,402.82 |
| 6 | 0.5645 | | 1,340 | | " | 27,118.02 |
| 7 | 0.5132 | | 1,407 | | " | 25,886.30 |
| 8 | 0.4665 | | 1,477 | | " | 24,701.38 |
| 9 | 0.4241 | | 1,551 | | " | 23,581.38 |
| 10 | 0.3855 | | 1,629 | | " | 22,513.06 |
| 11 | 0.3505 | | 1,710 | | " | 21,486.88 |
| 12 | 0.3186 | | 1,796 | | " | 20,513.57 |
| 13 | 0.2897 | | 1,886 | | " | 19,587.52 |
| 14 | 0.2633 | | 1,980 | | " | 18,689.82 |
| 15 | 0.2394 | | 2,079 | | " | 17,842.99 |
| 16 | 0.2176 | | 2,183 | | " | 17,029.50 |
| 17 | 0.1978 | | 2,292 | | " | 16,252.87 |
| 18 | 0.1799 | | 2,407 | | " | 15,523.74 |
| 19 | 0.1635 | | 2,527 | | " | 14,811.95 |
| 20 | 0.1486 | | 2,653 | | " | 14,133.35 |
| 合计 | | | | | | 455,938.03 |

计算结果，当油价每年增长5%，20年内节约油费的总额，折合现值455,938.03元。代回上式：

$$\begin{aligned}
 E U A C &= (0.11746 [600,000 - 455,938.03 + 0.3855 \times 4,000 + 8.514(500 \\
 &\quad + 2,000 + 100)]) \\
 &= 19,702.78
 \end{aligned}$$

计算得到的年当量费用为19,702.78元，虽然比原来的37,405.31元降低了，但它仍然大于零，说明燃油锅炉方案仍然是经济的。

最后需要说明的是，在进行实际的方案分析时，要根据具体情况，对计算公式中的各项内容，作必要的增减。灵敏性分析要进行多少次，根据需要而定。当数据复杂时，人工计算就很复杂，如有条件应采用电子计算机。

(按：本文根据美国资料写成，仅供参考)

附：

常用系数（年系数率10%）

| 年数n | 复利系数 | 现值系数 | 累计现值系数 | 资金回收系数 |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 1.1000 | 0.9091 | 0.9091 | 1.1000 |
| 2 | 1.2100 | 0.8264 | 1.7355 | 0.5762 |
| 3 | 1.3310 | 0.7513 | 2.4869 | 0.4021 |
| 4 | 1.4641 | 0.6830 | 3.1699 | 0.3155 |
| 5 | 1.6105 | 0.6209 | 3.7908 | 0.2638 |
| 6 | 1.7716 | 0.5645 | 4.3553 | 0.2296 |
| 7 | 1.9488 | 0.5132 | 4.8684 | 0.2054 |
| 8 | 2.1437 | 0.4665 | 5.3349 | 0.1874 |
| 9 | 2.3581 | 0.4241 | 5.7599 | 0.1736 |
| 10 | 2.5939 | 0.3855 | 6.1446 | 0.1627 |
| 11 | 2.8533 | 0.3505 | 6.4951 | 0.1540 |
| 12 | 3.1386 | 0.3186 | 6.8137 | 0.1468 |
| 13 | 3.4525 | 0.2897 | 7.1034 | 0.1408 |
| 14 | 3.7978 | 0.2633 | 7.3667 | 0.1357 |
| 15 | 4.1776 | 0.2394 | 7.6061 | 0.1315 |
| 16 | 4.5954 | 0.2176 | 7.8237 | 0.1278 |
| 17 | 5.0549 | 0.1978 | 8.0216 | 0.1247 |
| 18 | 5.5604 | 0.1799 | 8.2014 | 0.1219 |
| 19 | 6.1164 | 0.1635 | 8.3649 | 0.1195 |
| 20 | 6.7280 | 0.1486 | 8.5136 | 0.1175 |

注：累计现值系数也称作年积金系数。