

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆
☆☆ 关于水火电方案比較中的技术經濟 ☆☆
☆☆ 計祿方法問題 ☆☆
☆☆ ☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

徐寿波 楊志荣

中国科学院綜合考察委员会

綜合动能研究室

1963年 北京

关于水火电方案比较中的技术经济计算方法问题

在电源规划中水火电方案的选择是通过技术经济论证和计算求定的。目前在水火电方案比较中采用着两种不同的计算方法：一种是“偿还年限法”，一种是“计算费用法”。

偿还年限法目前应用较广，但它有下列缺点：①它只用于两方案的相互比较，在多方案的情况下是比较麻烦的，②它只能解决水火电站相对经济性的问题，而不能解决动力系统中合理水火比的问题（文献3）③它只能指出哪个方案较好，不能指出好多少？例如两方案的投资和年运行费用各为 $K_1=100$ 万元， $K_2=101$ 万元； $C_1=10.01$ 万元， $C_2=10$ 万元，其补加投资所需要的偿还年限为 $T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} = \frac{101 - 100}{10.01 - 10} = 100$ 年。若取标准偿还年限 $T_H = 5$ 年，则 $T \gg T_H$ ，表面看来好像投资大的方案太不经济了，其实并不如此。它们的计算费用为 $3_1 = C_1 + \frac{1}{T_H} K_1 = 10.01 + 0.2 \times 100 = 30.01$ 万元； $3_2 = C_2 + \frac{1}{T_H} K_2 = 10 + 0.2 \times 101 = 30.2$ 万元，两方案的计算费用只相差 0.6%，实际上可以认为两方案在经济上是等同的，④多方案比较时，使用偿还年限法极易造成谬误；常有人把所参加比较的方案，与一个“基础方案”相比，选择其中既小于标准偿还年限又是补加投资偿还年限最低的方案做为最优方案，这样可能得出错误的结论。可举一个简单的例子：各方案的投资和年运行费用各为 $K_1=24$ 万元， $K_2=20$ 万元， $K_3=40$ 万元； $C_1=25$ 万元， $C_2=19$ 万元， $C_3=13$ 万元，如果取第一方案为基础方案，由于 $K_2 < K_1$ 和 $C_2 < C_1$ 而 $K_3 > K_1$ 和 $C_3 < C_1$ ，因此可知，第二方案投资和年运行费用都比基础方案少，所以第二方案绝对优越。但实际则不然，第二方案没有第

三方案优越，根据新标，第二方案的计标费用比第三方案要大10%。

由上述可知，计标费用法比偿还年限法优越，它没有上述这些缺点，所以现在实际中应用愈来愈广。但应该指示，新标费用法最主要的缺点是还没有很好考虑时间因素，因此它的应用有着一定的条件，应用范围也有所限制。

我们知道，在技术经济计标中，为了全面和正确地反映被比较方案的相对经济性，必须使各方案具有一定的可比条件，同时把它们考虑列技术经济计标中去。方案的这些可比条件是：①投入资金发挥效益时间上的可比，②电能和容量功能效量上的可比，③国民经济总费用上的可比，④采用价格指标上的可比。必须强调指出，这些可比条件在现行的技术经济计标方法中（偿还年限法及计标费用法）都没有完全地和正确地得到反映。因此它们的应用就有着一定的局限性，无条件的采用这些方法将会歪曲比较方案的相对经济性，从而得出不正确的结果。

所以改进现行的技术经济计标方法，使它们能更正确地反映各方案比较的可比条件，特别是在时间上和功能效量上的可比条件有着很重要的意义。本工作的目的是讨论比现行计标费用法更完善的一种技术经济计标方法，我们叫它为“总支出费用法”。这种方法将能更正确地反映各方案在时间上的可比条件，在文章中也顺便讨论一下在技术经济计标中如何考虑其它可比条件的问题，最后举例加以说明。

总支出费用法是根据电站建设开始一直到它运行完全終了为止的整个时间过程中，国家实际总支出费用最小来评定方案经济性的一种方法。这种方法能考虑水火电站建设和运行的各种复杂情况，也就是各种时间的因素。大家知道，每个水火电站建设和运行的情况是比较复杂的，例如水电站建设时间长，

火电站建设时间短；水电站运行时间长，火电站运行时间短；又例如有些电站在建设期间也可能生产电能，在运行期间也可能扩建等等。这些情况和时间因素对比较方案的经济性都有很大的影响，到目前为止，在技术经济计算中对它们还没有完全能够予以足够的考虑。

下面我们根据总支出费用法对水电站建设方案在各种实际情况下的技术经济计算进行讨论。

1. 电站在建设期间不生产电能，运行期间不追加投资，每年的运行费用是相同的。

过去在水火电方案比较中都采用这种情况。也就是说，水电站建设到全部容量完成以前都不生产电能，建成后也不再行扩建等基本建设，并且在运行期间的发电量每年都一样，生产运行费用每年都相同（也就是假定采用多年平均的年运行费用）。在这种情况下我们根据总支出费用法可以用下式求得各方案在整个建设运行期间国家实际总支出费用 Z_{TCL} ：

$$Z_{TCL} = K\alpha^{T_{CL}} + N \frac{\alpha^{T_{CL}} - 1}{\alpha - 1} \quad (1)$$

$$\text{或：} Z_{TCL} = (C + p_H K) \frac{\alpha^{T_{CL}} - 1}{\alpha - 1} \quad (2)$$

式中： K ——方案折减投资费用

C ——方案年运行费用

N ——方案实际每年支出费用（包括燃料、工资、大修或其它费用）

$p_H = \frac{1}{T_H}$ ——投资效益系数标准数值

$\alpha = 1 + p_H$

T_{CL} ——电站的服务年限

必须指出，式(1)中 V 是指电站实际支付的年费用，即大修、燃料、工资及其它费用，而不包括折旧费。因为折旧费实际上虽没有化费掉，而是积累起来为了简单再生产利用。另外，式(2)中的 C 则是包括电站折旧费用在内的年费用，但是电站的折旧率（不包括大修）应该按照下式计算：

$$p_{am} = \frac{\alpha - 1}{\alpha T_{a-1}} \quad (3)$$

为了使水电站方案都达到相同的动态效益，我们在方案比较中假设火电站在运行完后，重又建设火电站按它的运行年限和发电量都和水电站方案一样。这样根据数学证明，在水火电方案比较中可将(1)、(2)式简化为下式：

$$3 = C + p_H K \quad (4)$$

我们利用式(4)就可进行水火电方案比较，选取了最小的一个为最优方案。由此可知，式(4)和计算费用法相同。

我们知道，水火电站的建设投资并不都是一次投入，而是分几次投入，在这种情况下，必须利用复利公式将每年的投资转换为建设期间的折现投资，从而把时间因素考虑在内。即：

$$K = \sum_{t=1}^{T_{CTP}} K_t \alpha^{T_{CTP}-t} = K_1 \alpha^{T_{CTP}-1} + K_2 \alpha^{T_{CTP}-2} + \dots + K_t \alpha^{T_{CTP}-t} + \dots + K_{T_{CTP}} \quad (5)$$

其中： $K_1, K_2, \dots, K_t, \dots, K_{T_{CTP}}$ — 建设期间每年的投资

T_{CTP} — 电站的建设年数

2. 电站建设期间生产电能、运行期间不追加投资，每年运行费用是相同的。

这种情况是经常碰到的，例如水电站在大坝还没完全竣工以前，水库蓄水超过取水口后就可部分的投入运行。提前投入运行就给国家多生产电能，也就是提前发挥方案的经济效果。因此在这种情况下，电站建设方案的投资费用应该扣去这部分多生产电能为国家所增加的积累资金。这样，方案比较中的投资费用可用下式计称：

$$K = \sum_{t=1}^{T_{CTP}} K_t - \sum_{t=1}^{T_{CTP}} (y - c)_t = K_1 \alpha^{T_{CTP}-1} + \dots + K_t \alpha^{T_{CTP}-t} + \dots + K_{T_{CTP}} - (y_1 - c_1) \alpha^{T_{CTP}-1} - (y_2 - c_2) \alpha^{T_{CTP}-2} - \dots - (y_t - c_t) \alpha^{T_{CTP}-t} - \dots - (y_{T_{CTP}} - c_{T_{CTP}})$$

(6)

式中： $y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_{T_{CTP}}$ — 建设期间每年生产电
能的价格

$c_1, c_2, \dots, c_t, \dots, c_{T_{CTP}}$ — 建设期间每年生产电
能的成本

显然，在这种情况下，水火电方案比较仍可用公式(4)。

3. 电站建设期间生产（或不生产）电能，运行期间追加投资，每年运行费用是相同的。

这种情况是在预定的机组的全部设计容量完全投入运行后，还有一部分辅助设备和建筑或部分主要设备和建筑等尚待继续修建。这种情况在实际建设中也可能遇到。在这种情况下，

于运行期间追加了投资，因此比较方案中的总支出费用应按下式计称：

$$Z_{T_{CN}} = \sum_{t=1}^{T_{CN}} K_t + \sum_{t=1}^{T_{CN}} U_t = K\alpha^{T_{CN}} + K_1\alpha^{T_{CN}-1} + K_2\alpha^{T_{CN}-2} + \dots + K_t\alpha^{T_{CN}-t} + U \frac{\alpha^{T_{CN}-1}}{\alpha-1} \quad (7)$$

式中：K—为方案建设期间的折称投资费用，如果在建设期间不生产电能则按公式(5)计称，如果生产电能则按公式(6)进行计称。

$K_1, K_2, \dots, K_t$ —运行期间第1, 2, ..., t 年所追加的投资，如果某一年不追加投资，则该年投资为零。

为了校核水电方案达到相同的动能效益，根据数学证明，式(7)中的 T_{CN} 数值，无论水电站的方案和火电站的方案都应该采用两个方案中总运行年限数值较大的一个。

根据式(7)所求的总支出费用的数值大小，我们就可以选择最经济的电站建设方案。

4. 电站建设期间生产(或不生产)电能，运行期间追加投资，每年运行费用不相同(在扩建前各年和扩建后各年运行费用相同)

这种情况是电源规划中最复杂和最典型的一种情况，也就是电站在建设期间部分投入运行，等全部设计容量完全建成后开始全部投入运行，但仍继续进行某些必要的基本建设或扩建。例如一座水电站在建设期间逐步蓄水后可以部分的生产电能，到全部机组投入运行后，尚有部分工程继续修建，直到一定年份再进行扩建。火电站也有类似的情况。

在这种情况下，仍可采用公式(7)进行各个比较方案总支

云费用的计称。其中年运行费用部分应按下式计称：

$$\sum_{t=1}^{T_{cn}} V_t = \frac{2T_{cn}}{2-1} V_1 + \frac{2T_{cn}-\tau-1}{2-1} (V_2 - V_1) \quad (8)$$

式中： V_1 、 V_2 ——扩建和扩建后各年实际发生的运行费用
(其中不包括折旧费)

τ ——从全部投入运行后到扩建的年数

上面我们讨论了在各种情况下，根据总支云费用法所进行的技术经济计称和方案比较的方法。在这些方法中比较全面的考虑了投入资金发挥效益在时间上的可比条件。

下面我们来简单讨论一下在水火电方案比较的技术经济计称中如何考虑其它一些可比条件的问题。首先谈谈容量及电量动能效益的可比条件问题。

在讨论上面“总支云费用法”的时候，我们已指出了由于水电方案总运行期限比火电方案要长，为国家生产的总电量和它所承担的负荷容量的时间都比火电方案要多。因此它们在动能效益上是不可比的。为了使水火电方案在这方面有可比条件起见，我们就采用了这样的办法：那就是当火电站运行服务期完了的时候，重新又建设一个相同的火电站来继续运行，使它的总运行期限和水电方案一样。这个因素已在上述“总支云费用法”中加以考虑了。我们知道，除了水火电站本身服务年限不同而引起动能效益上的不同以外，由于水火电站本身在运行特性方面的不同（主要是厂用电、输电损失和事故、检修备用方面）也引起它们在动能效益上的不同，因此，这个因素也应该在技术经济计称中加以考虑。

水电站的厂用电一般为0.1—0.2%，它比火电站的厂用电（一般6—8%）要少很多。同时水电站由于设备简单、牢固，运

行上事故次数很少，事故检修的时间一般也较短且投入运行快，因而水电站的事故率要比火电站的事故率低。所以水电站每瓩装机容量所需要事故备用容量就要比火电站少，同样水电站的检修备用容量也比火电站要少。但是水电站由于受水力资源条件的限制，它只能配置在有水力资源的地方，因此它可能离开用电负荷地区较远，在这种情况下，水电站的输电损失就较大，火电站的配置比较灵活，它可以配置在离开用电负荷地区很近的地方，在这种情况下，它的输电损失就比较小，但也可配置离开用电负荷地区很远的地方，这样，它的输电损失也就比较大。一般来说，火电站的输电距离比水电站较短，所以火电方案的输电损失比水电方案要小些。从上所述，我们可以知道水火电站方案为了达到相同的动能效益，（也就是满足相同的实际负荷—容量及电量—的要求），水电站的自用电和事故检修备用容量都比火电站方案少，而输电损失有可能比火电方案要大，但可能比火电方案要少（文献2）。为了考虑这个因素，在技术经济计算中需要采用水火电容量及电量可比系数 k^2 、 k^3 。

$$k^2 = \frac{P_k}{P_r} = k_{CH}^2 \cdot k_{pez}^2 \cdot k_{130}^2 \quad (9)$$

$$k^3 = \frac{W_k}{W_r} = k_{CH}^3 \cdot k_{130}^3 \quad (10)$$

式中： P_k 、 P_r ——为满足相同负荷 P ，火电站和水电站必需装置的容量。

W_k 、 W_r ——为满足相同电量 W ，火电站和水电站必须发电量。

k_{CH}^2 、 k_{pez}^2 、 k_{130}^2 ——各为厂用电、备用、输电损失容量可比系数。

$k_{CH}^3 \cdot k_{lin}^3$ ——各厂用电、输电损失电量可比系数。

从上式可知，为了满足相同的负荷 P 及 T ，火电站实际所需要的装机容量应该比水电站多 k^2 倍，而火电站所需的发电量应该比水电站多 k^3 倍。相应地在水火电方案的总投资及年运行费用的计称中就应该考虑这些数值。

根据计称，水火电站容量及电量可比系数都大于 1，当输电距离在 400 公里以内时， k^2 数值大致在 1.06—1.16 之间变动，而 k^3 数值大致在 1.025—1.11 之间变动。（文献已）

在水火电方案的比较计称中，还必须考虑国民经济费用上的可比问题，我们知道，水火电站的建设和运行必须同时发展邻近的工业部门，因此在技术经济计称中，应计及邻近部门有关费用。

对火电方案来说应包括的邻近部门的是煤矿和铁路。有时煤矿只有部分的铁路专用线，而很大一部分是公用铁路，这时火电站建设在公用铁路线上的投资，只能占其中的一部分，为此，在进行公用铁路的投资分摊。如果根据具体情况公用铁路的投资分摊有很大困难，则可将铁路运费考虑到电站的煤成本里去，不必考虑铁路投资。

对水电站应进行综合利用的投资分摊。由于水力枢纽的投资大，而用水部门多，又常常要求水库具有很高的防洪与灌溉能力，所以各水利部门正确地进行投资分配，对水电站的经济性有极大的影响。目前关于水力枢纽投资分摊的方法很多（但还不够完善），可根据具体条件，选用适合的分摊方法。

为了保证电站的建设和生产，国家在拨付的总的投资费用中除了建设所用的固定资金以外还必须支付一定数量的流动资金，论其实质它与国家所支付的固定资金没有什么区别，都是

为企业生产而被长期占用的资金，因而在水火电方案的投资计标中应包括这一部分。在各种情况下流动资金数量的计标並不感到困难（文献1）。

当投资中计标了邻近部门之后，运行费用中只取用邻近部门产品的成本，而不是产品价格。因为这时在技术经济计标中已经把邻近部门看做是电站的一部分。例如已计标了火矿和铁路的投资，则电能成本中的燃料费用应按燃料的开采成本加燃料运输成本计标，如果只计入火矿投资而未计入铁路的投资，则按燃料的开采成本加燃料运输价格计标。

最后简单谈谈在水火电方案比较的计标中关于采用价格指标上的可比问题，采用价格指标上的可比条件的实质是要求水火电方案各自买设备和建筑费用的价格都必须根据统一的合理的准则进行制订，我们认为合理的价格规定准则应该和技术经济计标中所采用的生产费用的原则相一致，否则在技术经济的计标中就会得出错误的结果。下面举个例子加以说明，例如水电站建设费用中包括水泥的费用，火电站设备建设费用中包括钢铁的费用，一般我们在水火电方案比较技术经济计标中都是采用水泥和钢铁的价格，而不是采用它们的成本和投资，例如水泥和钢铁的价格形成原则不同，也就是说，如果水泥价格中有200%的利润，而钢铁价格只包含50%的利润，那么假使在计标中，水电投资费用由于水泥价格很贵而加大，并且因为水电投资费用太大所以认为有火电方案经济。这样，我们就可以知道，在水火电方案比较中由于所采用的价格不合理而引起错误的结果。因此各部门（无论水泥还是钢铁部门）必须采用同一的价格形式的制度，而合理的价格形式原则，应该和技术经济计标原则相一致：即

$$U = C + P_H K$$

(11)

式中： U —单位产品价格，

C —单位产品成本，

K —单位产品的投资，

P_H —效益系数，考虑到社会扩大再生产和社会的其他必要支出。

应该指出，现行的价格是存在着不少的问题，由于它们的不合理，就会影响水火电技术经济的计算结果。现在，在还没有更合理的价格制度，我们在技术经济的计算中应该对方案中所采用的价格作一些必要的分析和校正。

最后，我们举二个例子，来具体说明上述关于水火电方案比较的技术经济计算的方法。

例一：

某一水电站距负荷中心150公里，为满足设计负荷的需要，水电站装机 $P_T = 50$ 万千瓦，年发电量 $W_T = 25$ 亿度，装机总投资 $K_T = 1300$ 元，所需流动资金 $K_T^{00} = 100$ 万元，输电线路每公里造价 $K_e = 8$ 万元，人员编制系数 $N_T = 6$ 人/万千瓦，每人平均工资 $Y_T = 900$ 元/年。建设期限为6年，共投资66200万元，投资的分配情况是，第一年至第五年各年为10000万元，最后一年为16200万元。服务年限为50年，大修（大修）每隔一年一次，大修总基金 K_T^{pem} 为32500万元。

另有一火电站位于负荷中心，为满足设计负荷的需要，火电站需装机 $P_K = 55$ ①万千瓦，年发电量 $W_K = 26.5$ ①亿度，装机总投资 $K_K = 650$ 元，所需流动资金 $K_K^{00} = 1500$ 万元，耗耗为 $b_K = 0.58$ ①度/度。

吨矿投资 $K_{Ton} = 20$ 元/吨，吨成本 $C_{Ton} = 18.5$ 元/吨，运价 $C_{TpaH} = 1.5$ 元/吨，人员编制系数 $M_K = 80$ 人/万吨，每人平均工资 $P_K = 900$ 元/年。建设期限为 3 年，共投资 38450 万元，投资分配情况是，前二年各为 10000 万元，最后一年为 18450 万元。服务年限为 30 年，检修每隔一年一次，大修基金 K_K^{pem} 为 17875 万元。

设水电站和火电站的残余价值 K^{ocm} 为本身投资的 5%，投资效果系数取 $P_H = 0.2$ ，所以 $\alpha = 1.2$ 。

要求两方案均在同一年建成投入运转。

因为运行期间不再追加投资，也不再扩建，所以在规划设计阶段可以认为在整个运行期间的年运行费是不变的，这样我们利用公式 (4) 也就是计算费用法来比较两方案的相对经济性。

对于水电站：

$$Z_r = C_r + P_H K_r \quad (12)$$

$$\text{而 } K_r = K_r^c + K_r^{ocm} \quad (13)$$

其中： K_r^c 按公式 (5) 计算的折标投资 即：

$$\begin{aligned} K_r^c &= \sum_{t=1}^{T_{CTP}=6} K_t = K_1 \alpha^{T_{CTP}-1} + K_2 \alpha^{T_{CTP}-2} + K_3 \alpha^{T_{CTP}-3} + K_4 \alpha^{T_{CTP}-4} + \\ &\quad + K_5 \alpha^{T_{CTP}-5} + K_6 \\ &= 10000 \times 1.2^5 + 10000 \times 1.2^4 + 10000 \times 1.2^3 + 10000 \times 1.2^2 \\ &\quad + 10000 \times 1.2 + 16200 = 24883 + 20736 + 17280 + 12400 \\ &\quad + 12000 + 16200 = 105499 \text{ 万元} \end{aligned}$$

$$K_r = 105499 + 100 = 105599 \text{ 万元}$$

①容量可比系数 K^V 取 1.1，电量可比系数 K^E 取 1.06

水电站方案的年运行费用等于水电站本身年运行费用与输电线路运行费用之和：

$$C_r = C_{r,r} + C_{r,l} \quad (14)$$

水电站本身的年运行费用 $C_{r,r}$ 是由折旧 $C_{r,am}$ ，工资 $C_{r,3ap}$ ，和其它支出 $C_{r,np}$ 组成：

$$C_{r,r} = C_{r,am} + C_{r,3ap} + C_{r,np} \quad (15)$$

水电站本身的折旧是由为恢复设备价值部分和大修费用组成的：

$$C_{r,am} = C_{r,am}^{peH} + C_{r,am}^{peM} \quad (16)$$

为恢复水电站本身价值部分必须在整个运行期间从运行费中予以偿还，考虑时间因素的作用，折旧率为 $P_{r,am}^{peH} = \frac{\alpha - 1}{\alpha T_{cn} - 1}$ 。

因此水电站的每年纯折旧费可由下式计标：

$$C_{r,am}^{peH} = P_{r,am}^{peH} (K_r^c - K_r^{oct}) \quad (17)$$

式中： K_r^{oct} —水电站报废后的残余价值

水电站的大修费用总额为 K_r^{peM} ，因此平均每年所需要的大修费用可简单用下式求得：

$$C_{r,am}^{peM} = \frac{K_r^{peM}}{T_{cn}} \quad (18)$$

根据式(16)(17)(18)我们就可求得水电站折旧费用(包括折旧及大修费用)如下：

$$C_{r,am} = \frac{0.2}{1.2501} (105499 - 0.05 \times 105499)$$

$$+ \frac{500}{1} = 2 + 650 = 652 \text{ 万元}$$

水电站本身的工资支出可用人员编制系数、年平均工资和

水—14—

装机容量表示：

$$C_{r.3a} = M_r y_r p_r$$

(19)

$$C_{r.3a} = 6 \times 900 \times 50 = 27 \text{ 万元}$$

水电站本身的其它费用以其工资的80%计之：

$$C_{r.n} = 0.8 C_{r.3a}$$

(20)

$$C_{r.n} = 0.8 \times 27 = 22 \text{ 万元}$$

根据(15)可计称出水电站本身的运行费用：

$$C_{r.r} = 652 + 27 + 22 = 701 \text{ 万元}$$

输电线路的每年运行费用可用占其本身投资的8%计之：

$$C_{r.l} = 0.8 k_e l$$

(21)

$$C_{r.l} = 0.08 \times 8 \times 150 = 96 \text{ 万元}$$

根据(14)可得水电站方案的年运行费用：

$$C_r = C_{r.r} + C_{r.l}$$

$$= 701 \times 96 = 797 \text{ 万元}$$

根据(12)得水电站方案的新称费用：

$$3_r = 797 + 0.2 \times 105599 = 797 + 21120 = 21917 \text{ 万元}$$

对火电站：

$$3_k = C_k + P_k K_k$$

(22)

$$\text{而 } K_k = K_k^c + K_k^{oor}$$

(23)

$$\text{式中： } K_k^c = \sum_{x=1}^{T_{CTP}=6} K_{1x}^{T_{CTP}-1} + K_{2x}^{T_{CTP}-2} + K_{3x}^{T_{CTP}-3} + K_{4x}^{T_{CTP}-4} + K_{5x}^{T_{CTP}-5} + K_6$$

$$\text{式中： } K_1 = K_2 = K_3 = 0$$

$$\text{所以 } K_k^c = 10000 \times 1.2^2 + 10000 \times 1.2 + 18450 = 44800 \text{ 万元}$$

因此，火电站方案的总折称投资费用为：

$$K_k = 44800 + 1500 = 46300 \text{ 万元}$$

火电站方案的每年运行费 用可用下式求得:

$$C_K = C_{K.am} + C_{K.3ap} + C_{K.top} + C_{K.np} \quad (24)$$

其中: 折旧费用:

$$C_{K.am} = C_{K.am}^{peh} + C_{K.am}^{pem} = \frac{0.2}{1.2301} (44800 - 0.05 \times 44800) + \frac{17875}{30} = 35.6 + 595 = 630.6 \text{ 万元}$$

工资费用:

$$C_{K.3ap} = M_K \cdot \rho_K \cdot P_K = 80 \times 900 \times 55 = 396 \text{ 万元}$$

其它费用:

$$C_{K.np} = 0.8 C_{K.3ap} = 318 \text{ 万元}$$

燃料费用:

$$C_{K.top} = 0.001 \text{ 吨/度} \cdot \rho_K (C_{\text{тант}} + C_{\text{травн}}) = 0.001 \times 0.5 \times 2650 \times 10^6 \times (18.5 + 1.5) = 2650 \text{ 万元}$$

所以, 火电站方案的每年运行费用为:

$$C_K = 630.6 + 396 + 318 + 2650 = 3994.6 \text{ 万元}$$

根据式(22)求得火电站方案的计标费用:

$$3_K = 3994.6 + 0.2 \times 46300 = 1354.6 \text{ 万元}$$

因为 $3_K < 3_T$, 所以火电站方案比水电站方案要经济。

例二:

再把例一做如下补充: 为了适应负荷发展的需要, 水电站在五年以后要扩建至70万千瓦, 即扩建20万千瓦, 扩建工程一年完成, 扩建每兆投资 $R_{f.g} = 150$ 元/兆, 年发电量增至30亿度, 即扩建增加年发电量为5亿度, 输电线不需扩建, 因新建时已考虑在内, 扩建续修基金增加1500万元。火电方案由于不满足扩建条件, 因此为了校上述水火电方案达到相同的动能效果,

所以在火电方案中必须考虑在5年后补充新建相当的火电容量, 根据计算, 新建火电应为26万千瓦(取 α 系数为1.085), 年发电量为7亿度(取 β 系数为1.065)。新建火电的单位投资为600元/度, 所需流动资金 $K_0^{00}=600$ 万元, 建设期限为3年, 投资分配情况是前二年各为5000万元, 最后一年为6300万元, 服务年限30年, 检修(大修)每隔一年一次, 大修基金 K^{pen} 为8000万元。同时, 在水电站建设期间提前二年生产电能, 头一年生产电能15亿度, 第二年生产电能20亿度, 电价0.1元/度。其它情况都同例一。

在这种情况下, 我们应该采用公式(7)来进行技术经济计算, 即:

$$3_{TCN} = \sum_{t=1}^{TCN} K_t + \sum_{t=1}^{TCN} V_t$$

$$\text{式中: } \sum_{t=1}^{TCN} K_t = K_0 \alpha^{TCN} + K_1 \alpha^{TCN-1} + \dots + K_t \alpha^{TCN-t}$$

$$K = \sum_{t=1}^{TCNP} K_t - \sum_{t=1}^{TCNP} (1-c)t$$

$$\sum_{t=1}^{TCN} V_t = \frac{\alpha^{TCN}-1}{\alpha-1} V_1 + \frac{\alpha^{TCN-t}-1}{\alpha-1} (V_2 - V_1)$$

对水电站:

在例一中我们已经求得水电站在建设期间的折标投资费用

$$\sum_{t=1}^{TCNP} K_t = 105599 \text{ 万元}$$

而水电站由于在建设期间生产了电能, 所以为国家积累基金按: