

· 节 能 ·

管道输油量和油、电消耗 的统计预测与分析

李 云 昌

(长春输油公司)

油、电消耗占输油成本中变动成本的87%以上, 占总成本的56%以上。油、电消耗指标的高低, 直接体现了输油企业的经济效益和管理水平。如何科学地制定输油量和油、电消耗指标, 统计预测是一种有效方法。这种统计分析的方法和模式, 适用于输油公司和输油站预测或确定某年某月的油、电消耗数量。

一、影响泵站输油量及油、电消耗的主要因素

同一条输油管道管径相同, 各输油泵站的输油量基本相等。但各输油站的油、电消耗数量是不相等的。这是因为, 各输油泵站的油、电消耗不仅与管道输量大小和管径的粗细有关, 而且与各输油泵站的海拔高度和站间距离远近有关。南北铺设的输油管道, 各站的油、电耗量还受气候温差的影响。特别是对燃料油的耗量影响较大。此外, 各站生产上的油、电耗量, 还要受到各站生产设备、管道状况及所在地气候、地理位置等自然条件的影响。因此, 科学地制定每一个输油泵站每一个月份的输量、耗电、耗油三项技术指标, 是一个比较复杂的问题。三者之间有一定的关系, 但难以用严格依存的函数关系来表达。任何事物的发展都有它的过去、现在和未来, 一般说来, 事物未来的发展情况是不肯定的, 但大都有某种规律可循, 我们可以根据某事物过去发展的规律性预计或推测未来。经济预测是一种实质性预测, 既有静态预测也有动态预测。现在以庆铁线垂杨输油泵站生产运行的统计资料为例, 谈谈经济预测在制定各站输油量及油、电消耗指标方面的应用。

二、输油量和油、电消耗的数学分析

1. 据垂杨输油泵站1980~1986年的统计资料(见表1), 考察输油量和耗电量之间的线性关系。

首先, 利用相关公式计算输油量和耗电量的线性相关程度。

1980~1986年输油量和耗电量统计资料

表 1

年 份	输量G 总 (10 ⁴ t)	耗电量d 总 (kW·h)	G 总 ²	d 总 ²	G 总 · d 总
1980	4026.3137	73140859	16211202.01	5.349585255 × 10 ¹⁵	2.944880426 × 10 ¹¹
1981	4032.3687	77028649	16665734.20	5.933412767 × 10 ¹⁵	3.144593457 × 10 ¹¹
1982	4097.6490	78242434	16790727.33	6.121878478 × 10 ¹⁵	3.206100314 × 10 ¹¹
1983	4137.3018	79098019	17117266.18	6.25649661 × 10 ¹⁵	3.272523764 × 10 ¹¹
1984	4316.8391	86488668	18635071.18	7.480289692 × 10 ¹⁵	3.733575772 × 10 ¹¹
1985	4501.6983	91988309	20264287.58	8.461848993 × 10 ¹⁵	4.141036142 × 10 ¹¹
1986	3351.5142	90575465	19815978.67	8.20391486 × 10 ¹⁵	4.031979686 × 10 ¹¹
Σ	29613.6838	576562403	125501287.24	4.780742665 × 10 ¹⁶	2.447468956 × 10 ¹²

$$r_1 = \frac{n \cdot \Sigma G_{\text{总}} \cdot d_{\text{总}} - \Sigma G_{\text{总}} \cdot \Sigma d_{\text{总}}}{\sqrt{[n \cdot \Sigma G_{\text{总}}^2 - (\Sigma G_{\text{总}})^2] \cdot [n \cdot \Sigma d_{\text{总}}^2 - (\Sigma d_{\text{总}})^2]}}$$

$$= \frac{7 \times 2.447468956 \times 10^{12} - 29613.6838 \times 576562403}{\sqrt{[7 \times 125501287 - (29613.7)^2] \times [7 \times 4.780742665 \times 10^{16} - (576562403)^2]}}$$

$$= 0.9931$$

由计算结果 $r_1=0.9931$ 表明,年输油量与耗电量之间存在高度密切的正相关,对预测未来有一定的实用价值。

然后,设直线回归方程为:

$$d_{\text{总}} = a_1 + b_1 \cdot G_{\text{总}} \quad (1)$$

$$\text{其中 } b_1 = \frac{n \cdot \Sigma d_{\text{总}} \cdot G_{\text{总}} - \Sigma d_{\text{总}} \cdot \Sigma G_{\text{总}}}{n \cdot \Sigma G_{\text{总}}^2 - (\Sigma G_{\text{总}})^2}$$

$$= \frac{7 \times 2.447468956 \times 10^{12} - 576562403 \times 29613.6838}{7 \times 125501287.2 - 29613.6838^2}$$

$$= 37788.01297$$

$$a_1 = \frac{\Sigma d_{\text{总}} - b_1 \cdot \Sigma G_{\text{总}}}{n}$$

$$= \frac{576562403 - 37788.01297 \times 29613.6838}{7}$$

$$= -77497123.49$$

1980~1986年平均电单耗和油单耗统计资料

表 2

年份	电单耗d单 (kW·h/10 ⁴ t·km)	油单耗y单 (kg/10 ⁴ t·km)	d单 ²	y单 ²	d单 · y单
1980	267.65	36.06	71 636.5225	1 300.3236	9 651.4590
1981	278.01	31.72	77 289.5601	1 006.1584	8 818.4772
1982	281.34	26.62	79 152.1956	708.6244	7 489.2708
1983	281.69	24.00	79 349.2561	576.0000	6 760.5600
1984	295.20	18.05	87 143.0400	325.8025	5 328.3600
1985	301.08	21.47	90 649.1664	460.9609	6 464.1870
1986	299.80	23.83	89 880.0400	567.8689	7 144.2340
Σ	2 004.77	181.75	575 099.7807	4 945.7387	51 656.5486

将 a_1 , b_1 值代入直线回归方程式(1)得出:

$$d_{\text{总}} = 37788.01297G_{\text{总}} - 77497123.49$$

2. 根据垂杨泵站1980~1986年的统计资料(见表2), 考察年平均电单耗与油单耗之间的相关关系。

$$n = 7, \Sigma d_{\text{单}} \cdot y_{\text{单}} = 51656.5486;$$

$$\Sigma d_{\text{单}} = 2004.77; \quad \Sigma y_{\text{单}} = 181.75;$$

$$\Sigma d_{\text{单}}^2 = 575099.7807; \quad \Sigma y_{\text{单}}^2 = 4945.7387$$

A. 利用相关公式计算年平均电单耗与油单耗的线性相关程度。

$$\begin{aligned} r_2 &= \frac{n \cdot \Sigma d_{\text{单}} \cdot y_{\text{单}} - \Sigma d_{\text{单}} \cdot \Sigma y_{\text{单}}}{\sqrt{[n \cdot \Sigma d_{\text{单}}^2 - (\Sigma d_{\text{单}})^2] \times [n \cdot \Sigma y_{\text{单}}^2 - (\Sigma y_{\text{单}})^2]}} \\ &= \frac{7 \times 51656.5486 - 2004.77 \times 181.75}{\sqrt{[7 \times 575099.7807 - 2004.77^2] \times [7 \times 4945.7387 - 181.75^2]}} \\ &= -0.8565 \end{aligned}$$

由 $r_2 = -0.8565$ 表明, 年平均电单耗与油单耗之间存在着高度的负相关, 可以近似地拟合合成一条直线关系。

B. 设年平均电单耗与油单耗的直线回归方程为:

$$y_{\text{单}} = a_2 + b_2 \cdot d_{\text{单}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{其中 } b_2 &= \frac{n \cdot \Sigma d_{\text{单}} \cdot y_{\text{单}} - \Sigma d_{\text{单}} \cdot \Sigma y_{\text{单}}}{n \cdot \Sigma d_{\text{单}}^2 - (\Sigma d_{\text{单}})^2} \\ &= \frac{7 \times 51656.5486 - 2004.77 \times 181.75}{7 \times 575099.7807 - 2004.77^2} \\ &= -0.420137704 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{\Sigma y_{\text{单}} - b_2 \Sigma d_{\text{单}}}{n} \\ &= \frac{(81.75 + 0.420137704 \times 2004.7)}{7} \\ &= 146.2899236 \end{aligned}$$

将 a_2 , b_2 值代入直线回归方程式(2)得出:

$$y_{\text{单}} = 146.2899236 - 0.420137704 d_{\text{单}}$$

3. 确定年总耗油量与年总输油量之间的关系。

由式(1)得电单耗式(3):

$$d_{\text{单}} = \frac{d_{\text{总}}}{S \cdot G_{\text{总}}} \quad (3)$$

将式(3)代入式(2)得式(4):

$$y_{\text{单}} = a_2 + b_2 \cdot \left(\frac{d_{\text{总}}}{S \cdot G_{\text{总}}} \right) \quad (4)$$

燃料油全年耗量则为:

$$y_{\text{总}} = S \cdot G_{\text{总}} \cdot y_{\text{单}} \quad (5)$$

将式(4)代入式(5)整理得:

$$y_{\text{总}} = S \cdot a_2 \cdot G_{\text{总}} + b_2 \cdot d_{\text{总}} \quad (6)$$

将式(1)代入式(6)整理得:

$$y_{\text{总}} = a_1 b_2 + (S \cdot a_2 + b_1 \cdot b_2) \cdot G_{\text{总}} \quad (7)$$

最后,式(7)即为全年耗油量与输油量的函数关系式。

式中 G ——输油量, 10^4t ;

d ——耗电量, $\text{kW} \cdot \text{h}$;

y ——耗油量, t ;

S ——泵站间距离, km ;

a 、 b ——回归方程参数。

将垂杨输油泵站参数 $a_1 = -77497123.49$ 、 $b_1 = 37788.01297$ 、 $a_2 = 146.2899236$ 、 $b_2 = -0.420137704$ 、 $S = 67.87 \text{km}$ 代入式(7)整理得:

$$y_{\text{总}} = 32559463.53 - 5947.471893 \cdot G_{\text{总}} \quad (8)$$

式(8)即为垂杨泵站年耗油量预测公式。利用回归方程(1)和公式(8)可以根据年输油量预测年耗电量和耗油量。但是,不能以此用月输油量预测月耗电量和月耗油量,因为月耗油量、月耗电量、月输量都受季节变化的影响。尤其是月耗油量和月输油量相关程度很低,预测误差较大。

三、用季节变动模型预测各月的输油量和电、油耗量

有许多社会经济现象,由于受到自然条件和社会条件的影响,在一个年度之内会出现季节性变化。庆铁线输送高凝固点原油,受到季节气候变化的影响更大。例如,输油泵站的燃料油春季耗量是秋季的三倍左右。现根据垂杨泵站1980~1986年的生产运行统计资料,整理编制了月份季节变动系数,见表3。

表3中,季节变动系数是1980~1986年各个月份的平均输油量与总平均月输油量的比值。例如,一月份的季节变动系数:

$$j_1 = \frac{1 \text{ 月份平均输量}}{\text{总平均月输量}} = \frac{342.117271}{352543855} = 0.970424718$$

月输油量计算公式为:

$$G_i = \frac{G_{\text{总}}}{12} \cdot j_i \quad (9)$$

式中 j_i ——某月季节变动系数;

i ——预测的月份;

G_i ——某月预测输油量。

耗电量季节变动系数也列入表3。月耗电量预测公式为:

$$d_i = \frac{d_{\text{总}}}{12} j_i \quad (10)$$

将公式(1)代入式(10)得:

$$d_i = \frac{a_1 + b_1 \cdot G_{\text{总}}}{12} \cdot j_i \quad (11)$$

将 a_1 、 b_1 的值代入式(11)即为垂杨泵站月耗电量的预测公式:

$$d_i = (3149.001081 \cdot G_{\text{总}} - 6458093.624) \cdot j_i \quad (12)$$

月耗油量预测公式为:

$$y_i = \frac{y_{\text{总}}}{12} \cdot j_i \quad (13)$$

将公式(7)代入式(13)得:

$$y_i = \frac{a_1 b_2 + (S a_2 + b_1 b_2) G_{\text{总}}}{12} \cdot j_i \quad (14)$$

将 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 、 S 的值代入式(14)即为垂杨泵站月耗油量预测公式:

$$y_i = (2713288.628 - 495.6226578 G_{\text{总}}) j_i \quad (15)$$

季节变动系数计算表

表3

项目 数值 月份	输 油 量		耗 电 量		耗 油 量	
	1980~1986年 平均数	季节变动 系 数	1980~1986年 平均数	季节变动 系 数	1980~1986年 平均数	季节变动 系 数
1	342.117271	0.970424718	6467501.857	0.94225734	396.690714	1.571203087
2	305.483229	0.874876550	6015352.286	0.87638318	375.502143	1.537801001
3	347.588714	0.985944613	6682380.285	0.97356321	388.517143	1.558318106
4	344.054657	0.975920166	6677450.000	0.972844912	856.357857	1.349979577
5	366.300757	1.039201819	7302844.000	1.06395924	627.202000	0.988733721
6	359.692914	1.020278497	7146644.714	1.041202397	393.636286	0.620536079
7	372.012357	1.055222924	7287202.000	1.063137251	360.194200	0.567817309
8	374.028600	1.060942050	7446044.429	1.084822265	298.517200	0.470588458
9	358.435800	1.016712657	7116596.857	1.036824632	312.211600	0.490600163
10	356.495829	1.011209595	6998060.714	1.019555033	379.243857	0.597847567
11	347.216357	0.984888412	6706387.143	0.977060795	621.359429	0.979623376
12	348.099871	0.984557997	6509593.286	0.948389685	803.752571	1.267051556
平均值	352.543855	1	6863838.131	1	634.348750	1

若输油公司年计划输油量为 $4441.7768 \times 10^4 \text{t}$, 可预测输油泵站各月份的输油量、耗电量及耗油量。例如, 计算1月份的输油量, 利用式(9)可得:

$$G_1 = \frac{G_{\text{总}}}{12} j_1 = \frac{4441.7768}{12} \times 0.970424718 = 359.2008 \times 10^4 (\text{t})$$

利用式(12)并代入年计划输油量和月份耗电量季节变动系数, 预测2月份的耗电量:

$$\begin{aligned}
 d_2 &= (3149.001081G_{\text{总}} - 6458093.624)j_2 \\
 &= (3149.001081 \times 4441.7768 - 6458093.624) \times 0.87638318 \\
 &= 6598347 \text{ (kW} \cdot \text{h)}
 \end{aligned}$$

利用式(15)并代入年计划输油量和月份耗油量季节变动系数,预测3月份的耗油量:

$$\begin{aligned}
 y_3 &= (2713288.628 - 495.6226578G_{\text{总}})j_{\text{总}} \\
 &= (2713288.628 - 495.6226578 \times 4441.7768) \times 1.558318106 \\
 &= 797.615 \text{ (t)}
 \end{aligned}$$

利用式(3)即 $d_{i\text{单}} = \frac{d_i}{SG_i}$ 代入月份的输油量 G_i 、月份的耗电量 d_i 和站间距离 S ,

可预测各月份的电单耗。例如,计算4月份的电单耗:

$$d_{4\text{单}} = \frac{d_4}{S \cdot G_4} = \frac{7324614}{67.87 \times 361.2351} = 298.76 \text{ (kW} \cdot \text{h/10}^4 \text{t} \cdot \text{km)}$$

近期预测是制定各项技术经济指标的一种重要方法。用近期预测可以更合理地制定输油泵站的输油量及油、电消耗等指标和定额。通过近期预测可为经营管理决策提供科学信息。短期预测可为编制短期计划服务;长期预测有利于编制长期规划。以经济预测作为编制计划的依据,可提高计划工作的质量,变经验性为预测性,变被动为主动,使输油企业的经济效益不断提高。

在充分肯定统计预测和经济预测作用的同时,也要看到它们的局限性。运用数学预测模型是以社会经济现象的正常发展和相对稳定为前提的。一旦影响该现象的诸因素发生变化,往往会造成预测失真。因此,数学模型不能完全代替经济分析。

(收稿日期:1988年6月12日)

(上接60页)

时机。过早,无法脱水,过晚,水大量沸腾无法控制,造成冒罐。

6. 重新点炉,仍然小火运行,待热媒出炉温度达到95℃时,将火焰调到最小,以降低热媒升温速度。观察热媒膨胀罐液位有少量上升。保持最小火运行,注意观察膨胀罐排汽孔是否有水蒸汽出现。当热媒出炉温度达到110℃时,进炉温度为95℃,膨胀罐液位上升到满罐的二分之一。这时膨胀罐开始有水蒸汽排出,且越来越大。

7. 停炉。继续有水蒸汽排出。待到水蒸汽排出量很小时,观察进出炉温,约100℃左右。此温度即热媒膨胀罐里热媒的温度。

8. 继续点炉升温,维持最小火运行,当有一定压力的水蒸汽冒出时,再停炉。

重复升温——排汽——停炉——升温的过程,经过约10h,热媒出炉温度上升到130℃,热媒进炉温度110℃,膨胀罐排汽孔已基本无水蒸汽排出。在这次脱水过程中,膨胀罐液位没发生大的波动,最高液位是满罐位的70%左右。

综上所述,脱水工艺的关键是在热媒脱水前勿使冷体通过换热器。

(收稿日期1990年2月12日)