

---

## 关于火力发电厂经营问题的优化方案

本文研究的是关于火力发电厂的经营问题，主要运用了线性回归分析、单目标线性规划以及动态规划等方法，对火力发电厂的经营问题进行了优化处理，并给出了优化方案。

第一问：为了制订一个经济上尽量合理的柴油购买与库存方案，以每周作为一个阶段，发电厂今年购油总费用最小为目标，每个阶段的购油量为决策变量建立一个单目标线性规划模型，运用动态规划的方法以及 MATBAL 编程解得：在所用资金不支付利息情况下，发电厂分别在第 1、7、15、20、25 以及 33 周购进柴油（具体购油量见表 5.3），一年购进燃油的总费用为 6989 万元；在所用资金支付利息情况下，发电厂分别在第 1、6、15、20、25、33 以及 41 周购进柴油（具体购油量见表 5.4），一年购进燃油的总费用为 7130.3 万元。

第二问：由于发电厂采用远期合约来购进柴油，针对远期合约的期限选择问题，在所用资金需支付利息的情况下，以不同期限的远期合约下发电厂年购油总费用最小为目标，建立一个与第一问类似的单目标线性规划模型，运用 MATBAL 编程解得期限为 1 个月、2 个月、3 个月、4 个月以及 6 个月的远期合约下发电厂的年购油总费用分别为 7160.9 万元、7152.8 万元、7159.8 万元、7189.3 万元以及 7238.7 万元，比较可得选择期限为 2 个月的远期合约可使年购油总费用最少。

第三问：针对 15 天（假设为两周）的最少柴油储备是否合理的问题，运用第一问的线性规划建模思想，得到最少柴油储备分别为一周、三周以及四周时发电厂年购油总费用分别为 7094.4 万元、7166.1 万元以及 7202 万元，与第一问的结果 7130.3 万元相比，认为 15 天（假设为两周）的最少柴油储备不合理，应改进为最小柴油储备为一周的储备方案。

关键字： 线性回归分析      单目标线性规划模型      动态规划方法

---

## 一、问题重述

某火力发电厂负责一小城市生产与生活用电的供应，该电厂发电机以柴油为燃油。发电厂有多台发电机，可以根据用电需求决定启用多少台发电机来适应用电量的季节性和随机性的波动。正常情况下柴油可以在市场上随时买进并立即运到发电厂，但是柴油价格随市场不断地波动。政府规定：发电厂必须至少有 15 天的满足正常用电需求的燃油储备，以应付用电需求的随机性的波动和不能按时购进燃油的偶然事件。

问题 1：请你在每年年初为该厂制订一个经济上尽量合理的柴油购买与库存方案（即一年购油多少次，每次购油多少吨）并据此估算出发电厂在该年购进燃油的费用。请按所用资金不支付利息与支付利息两种情况讨论。

问题 2：若采用所谓“远期合约”<sup>[1]</sup> 来购进柴油，即发电厂与售油公司事先计算出一个双方认为合理的油价并签下一个和约，将来购油时就采用这个价格。这样的远期合约有期限 1 个月，2 个月，3 个月，4 个月，5 个月，6 个月，一年共 6 种。请你为发电厂选择一种最有力的远期合约使费用最省。

问题 3：你认为政府规定的 15 天的最少柴油储备合理么？给出你的改进意见

## 二、问题分析

### 2.1 问题一的分析

针对问题一，首先根据截止去年底该电厂前 48 个月的每月耗油量以及前 50 个星期的市场柴油价格，运用回归拟合以及比例预测的方法分别预测出今年该厂每月的耗油量和今年每周的市场柴油价格（一个月记为四周）。然后以每周作为一个阶段，发电厂今年购油总费用最小为目标，每个阶段的购油量为决策变量，在所用资金不支付利息与支付利息两种情况下，分别建立相对应的线性规划模型，由于变量过多，可用动态规划的方法进行简化求解，以此制定出尽量合理的柴油购买和库存方案。

### 2.2 问题二的分析

针对问题二，由于需要采用“远期合约”购进柴油，那么我们首先根据问题一预测出的今年每周的市场柴油价格，在不同期限的远期合同中，确定发电厂与售油公司双方认为合理的油价。然后以远期合同的期限作为一个阶段，发电厂今年购油总费用最小为目标，每个阶段的购油量为决策变量，在所用资金支付利息的情况下，建立相对应的线性规划模型进行求解。最后，选择 6 种不同期限的远期合约中花费最小的一种作为发电厂所要签订的远期合约。

### 2.3 问题三的分析

针对问题三，可将政府规定的 15 天（即两周）的最少柴油储备分别更改为一周、三周以及四周的最小柴油储备，运用与问题一相类似的模型，分别求的在不同最小柴油储备下发电厂今年的最小购油总费用，并进行比较，若在其他的情

---

况下得到的最小购油总费用小于问题一的结果，则认为政府规定的 15 天的最少柴油储备不合理，可改进最小柴油储备方案。否则，说明政府规定的 15 天的最少柴油储备是合理的。

### 三、模型假设

- 假设 1: 以周为单位进行对柴油的采购，即在一周的开始阶段进行购油；  
假设 2: 为计算方便，记一个月为四周，15 天为半个月（即为两周）；  
假设 3: 一个月内（共四周）每周的耗油量是一样的；  
假设 4: 15 天的满足正常用电需求的燃油储备是一个常值；  
假设 5: 远期合约中的合理价格为合同期限内预测油价的平均值；  
假设 6: 一旦采用“远期合约”，那么电厂该年的购油均在远期合约下进行。假设 7: 任何一种远期合约中签订的柴油交易量均是双方满意的一个常量。

### 四、符号说明

- $g$ : 发电厂的年购油花费的总费用；                       $g_k$ : 第  $k$  阶段购油花费的总费用；  
 $x_k$ : 发电厂第  $k$  阶段的耗油量；                       $y_k$ : 发电厂第  $k$  阶段的购油量；  
 $s_k$ : 第  $k$  阶段结束时的柴油库存量；                       $a_k$ : 第  $k$  阶段 1 吨柴油的价格；  
 $c_k(y_k)$ : 第  $k$  阶段采购柴油  $y_k$  时的成本费；                       $h_k(s_k)$ : 第  $k$  阶段柴油的储存费用；  
 $w_k$ : 成本费用  $c_k(y_k)$  到年末产生的利息；  
 $R_i$ : 远期合约的期限为  $i$  个月时的一个变异系数。

## 五、问题一模型的建立与求解

本节要求我们在每年年初为该厂制订一个经济上尽量合理的柴油购买与库存方案，为此我们以今年为例进行研究设计。本节内容主要分为两大部分，第一部分：预测今年该厂每月的耗油量和今年每周的市场柴油价格；第二部分：制定出尽量合理的柴油购买和库存方案。

### 5.1 相关数据的预处理

#### 5.1.1 耗油量的预测

由题目所给的信息，截止去年年底，该电厂前 48 个月的每月耗油量如下（单位：吨）：

1120 1180 1320 1290 1210 1350 1480 1480 1360 1190 1040 1180  
 1150 1260 1410 1350 1250 1490 1700 1700 1580 1330 1140 1400  
 1450 1500 1780 1630 1720 1780 1990 1990 1840 1260 1460 1660  
 1710 1800 1930 1810 1830 2180 2300 2420 2090 1910 1720 1940

由于给出的数据恰好为过去四年每月的耗油量，故我们将此 48 个数据按月份分为十二组，对每组数据进行回归拟合，并以此预测出今年该厂各月的耗油量。

下面以过去四年中一月份的 4 个数据为例，对今年一月份的耗油量进行预测。过去四年该厂一月份的耗油量数据如下图（图 5.1）所示。由图可知，4 个点近似为线性关系，所以我们用线性回归的方法对这组数据进行拟合。

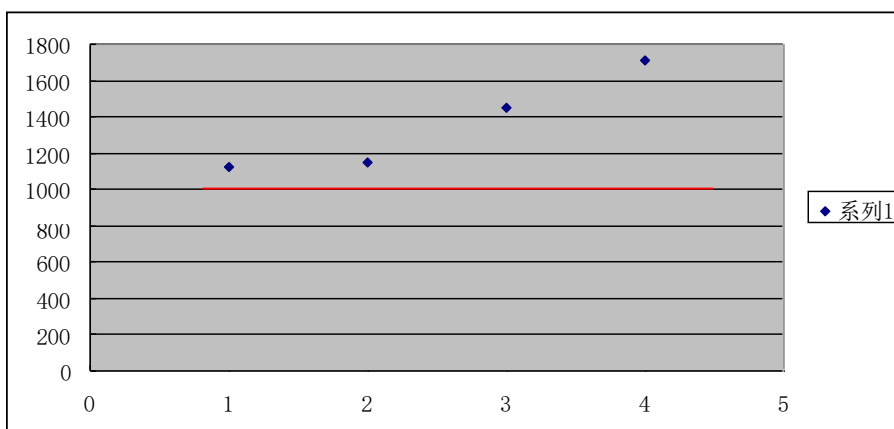


图 5.1 过去四年内该厂一月份的耗油量

一元线性回归的模型为

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \varepsilon$$

式中， $\beta_0$ ， $\beta_1$  是回归系数， $\varepsilon$  是随机误差项，总是假设  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ ，则

随机变量  $y \sim N(\beta_0 + \beta_1 \cdot x, \sigma^2)$ 。

用最小二乘法估计可得  $\hat{\beta}_0 = 596.67$ ， $\hat{\beta}_1 = 280$ ，令  $x = 5$ ，那么今年一月份的耗油量即为 1997 吨。类似的，可以算出另外 11 个月的耗油量预测值，如表（5.1）所示，

表 5.1 今年十二个月耗油量预测表

月份	1	2	3	4	5	6
耗油量（吨）	1997	2060	2160	1980	2085	2395
月份	7	8	9	10	11	12
耗油量（吨）	2597	2675	2346	1945	1930	2180

### 5.1.2 市场柴油价格的预测

由题目所给的信息，截至去年底前 50 个星期的市场柴油价格（包含运输费用在内，单位：元 / 吨）如下：

2494 2490 2499 2505 2515 2490 2467 2488 2504 2507  
 2530 2537 2550 2562 2560 2574 2604 2600 2613 2604  
 2616 2608 2598 2590 2589 2574 2577 2579 2574 2573  
 2576 2589 2578 2577 2572 2575 2568 2575 2570 2576  
 2573 2575 2596 2611 2629 2633 2628 2618 2622 2627

将这 50 个数据分别即为  $m_1, m_2, \dots, m_{50}$ ，考虑到这 50 个数据的随机性，又基于每年数据走势的相似性，我们运用比例预测的方法计算出今年每周柴油价格的预测值，那么今年第 1 周的柴油预测价格为  $l_1 = m_{50} \cdot m_2 / m_1$ ，第 2 周的柴油预测价格为  $l_2 = l_1 \cdot m_3 / m_2$ ，以此类推，可得每周柴油价格的预测值如表（5.2）所示，

表 5.2 柴油价格预测值表

星期:	1	2	3	4	5	6
价格:	2623	2632	2629	2633	2597	2599
星期:	7	8	9	10	11	12
价格:	2645	2640	2626	2647	2630	2636
星期:	13	14	15	16	17	18
价格:	2635	2621	2637	2653	2619	2636
星期:	19	20	21	22	23	24
价格:	2614	2635	2615	2613	2615	2622
星期:	25	26	27	28	29	30
价格:	2608	2626	2625	2618	2622	2626
星期:	31	32	33	34	35	36
价格:	2636	2612	2622	2618	2626	2616
星期:	37	38	39	40	41	42
价格:	2630	2618	2629	2620	2625	2644
星期:	43	44	45	46	47	48
价格:	2638	2641	2627	2618	2613	2627

## 5.2 模型的分析与建立

### 5.2.1 目标分析

为使计算量不至于过大，以每周为一个阶段制定购油计划。根据模型假设 2 可知今年的购油计划共可分为 48 个阶段，根据 5.1 的预测结果以及假设 3 可知，

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/657151041201006031>