

文章编号:1002-980X(2007)06-0117-05

成品油终端配送预测模型研究与应用

李 嘉, 张宝生

(中国石油大学(北京)工商管理学院, 北京 102249)

摘要:以一个成品油配送局部系统为研究基础,建立预测模型,模拟预测下一日需求量和下一日配车需求,为成品油销售系统实现主动配送提供了模型研究基础和实际应用例示。

关键词:成品油;终端配送;预测模型;应用分析

中图分类号:F203

文献标志码:A

1 成品油终端配送预测内容及资料基础

配送中心是成品油一次配送系统与成品油二次配送系统的结点。作为成品油二次配送优化的战略指导中心,配送中心的工作目标就是减少被动配送导致的配送成本,通过完全信息共享实现主动配送。在掌握了终端配送系统中各方提供的数据、资料的基础上,主要完成两方面的核心工作:一是基于油品每日需求的历史数据做出对未来需求的预测;二是在油品需求预测数据的基础上,做出对于配送车辆需求的预测^[1]。

油品需求预测工作包括两方面:①在每个月末预测下一个月整月的配送总量,为成品油一次配送提供需求数据^[2];②基于各终端用户的各油品每日需求的历史数据,尽可能准确地做出下一日需求量预测,生成配送计划。为了详细说明配送中心的核心工作需求数量预测与车辆需求计划的完成过程,本文以中国石油某销售分公司基本资料为背景进行实际系统的模型构建。

以简明描述模型为目地,本文只选出三个主要油库作为配送分站,二十个散布在市区、郊区的有代表性的加油站,五种不同的油品类型(汽油:90#、93#、97#;柴油:0#、-10#),预选出加油站的 2005 年 1 月 1 日至 4 月 30 日的被动配送数据。另外需要说明的是,根据以往实际经验测算,油罐车的仓容为 7 000 升和 10 500 升(7 000 升≈5 吨,10 500 升≈9 吨)时车耗成本最低,因此本文的优化模型中配送车辆的仓容暂时设定有 5 吨和 9 吨两种型号,由此形成配送车辆型号如表 1 所示。

表 1 配送车辆型号列示

型号	A 型	B 型	C 型	D 型
是否分仓	否	否	是	是
仓容	5 吨	9 吨	5 吨+9 吨	9 吨+9 吨

根据实际经验,标准油库的服务半径为 55—58 公里,因此将背景资料中 20 个加油站分别纳入 3 个油库的服务范围(见表 2,为资料保密之故,油库及加油站隐去实名,以编码代之)。

表 2 油库服务范围

油库 1	加油站名称	No. 1-1	No. 1-2	No. 1-3	No. 1-4	No. 1-5	No. 1-6		
	运距(km)	37	30	24	33	42	15		
油库 2	加油站名称	No. 2-1	No. 2-2	No. 2-3	No. 2-4	No. 2-5	No. 2-6		
	运距(km)	56	49	52.5	56	53	10		
油库 3	加油站名称	No. 3-1	No. 3-2	No. 3-3	No. 3-4	No. 3-5	No. 3-6	No. 3-7	No. 3-8
	运距(km)	46.5	60	37.5	41	43.5	49	36	24

根据历史数据列示各加油站对油品型号的需求 (表 3):

收稿日期:2007-01-28

作者简介:李嘉(1980—),女,北京人,石油大学工商管理学院在读博士,研究方向:系统工程。

表 3 各加油站油品型号需求

加油站编码	油品型号					加油站编码	油品型号				
	90 #	93 #	97 #	0 #	-10 #		90 #	93 #	97 #	0 #	-10 #
No. 1-1	√	√	√	√	√	No. 2-5	√	√	√	√	
No. 1-2	√	√	√	√	√	No. 2-6	√	√	√	√	√
No. 1-3	√	√	√	√	√	No. 3-1	√	√	√		
No. 1-4	√	√	√	√	√	No. 3-2		√	√		
No. 1-5	√	√	√	√	√	No. 3-3		√	√		
No. 1-6	√	√	√	√	√	No. 3-4	√	√	√	√	√
No. 2-1	√	√	√	√	√	No. 3-5		√	√		
No. 2-2	√	√	√	√		No. 3-6	√	√	√	√	√
No. 2-3	√	√	√	√	√	No. 3-7	√	√	√		
No. 2-4	√	√	√	√	√	No. 3-8	√	√	√	√	√

模型模拟应用:在前四个月历史数据的基础上,预测下月 1 日各加油站各油品的需求量,并向第三方承运商下达对运输车辆的需求,在即日起实现主动配送。

2 日需求量预测模型描述

2.1 基本问题说明

日需求预测是在对历史配送数据分析的基础上做出下一日的需求预测,为实际的派车计划提供基础^[3]。

根据实际情况的调查取证,各加油站存储油罐的建设都是基于最优库存计算的基础上,除个别情况,不存在加油站考虑自身最优化库存情况,现阶段被动配送中,每日加油站所报的各油品需求量就是油罐的空余量,即:

今日销量 = 明日配送需求量

预测方法的选择上,根据油品需求量数列的特征,我们将其认定为时间序列中的时期序列,即指标值反映现象在一般时期内发展的结果——过程总量,既有的特征为^[5]:①可加性;②指标值大小与所属时间长短有直接联系;③指标值采用连续登记的方式取得。

时间序列是各种因素综合影响的结果。我们通过编制时间序列取得的历史统计资料,从预测的角度,可以看作是预测对象的样本观察值。运用时间序列分析方法,找出该序列的变动模式,对现象的未来发展状况进行测算和推断,这就是时间序列预测法^[6]。时间序列预测法可分为确定性模型和随机性模型。确定性模型常用的方法有:移动平均法、指数平滑法、长期趋势预测和季节变动预测等;随机性模型(又称 ARIMA 模型)有:自回归模型(AR)、滑动

平均模型(MA)、及二者的混合模型(ARMA 或 ARIMA)^[4]。基于历史数据,加油站油品的需求量属于平稳序列,并无较大的随机性,因此我们采用确定性模型。

2.2 预测方法分析

观察历史数据,我们发现每日的需求量的变化总体趋于稳定,因此对某个加油站某种油品的下一日需求量预测,我们采用平稳型趋势预测的一次指数平滑法,公式如下:

$S_t^{(1)} = \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)}$

这里 $S_t^{(1)}$ 为 t 期的一次指数平滑值, α 为平滑系数, $0 < \alpha < 1$, $S_t^{(1)}$ 用于预测,有一期的预测能力,即 $\hat{y}_{t+1} = S_t^{(1)}$

指数平滑计算中,平滑系数 α 和平滑初始值 $S_0^{(1)}$ 的确定是重要的技术问题。首先, α 的大小决定了 $(1 - \alpha)^i$ ($i = 1, 2, \dots, t$) 按指数规律递减的速度,从而决定了各期观察值对预测值的作用。如果 α 取得小, $(1 - \alpha)^i$ 的递减速度较为缓慢,远期观察值对预测值的作用较大;反之, α 取得大, $(1 - \alpha)^i$ 的递减速度较为迅速,近期信息对预测值的形成起较大的作用。虽然 α 的值原则上可以任意指定,但取值不同所得出的预测结果就不一样。实际应用中,主要是依据时间序列波动的状况来考虑 α 的取值。当时间序列的变化较为平稳,或虽有上升和下降,但仅是随机因素影响的结果,此时 α 应取较小值(0.1~0.3);若时间序列受上升或下降的趋势性因素的影响较为明显,则 α 应取较大值(0.4~0.8)。

2.3 实际应用计算

第一步,预测每日需求量值

以加油站 No. 2-3 的 93 # 汽油为例,用一次指数平滑法来预测 1-4 月份的数据,再与实际历史数

据相比较,进而确定 α 的选择。1 月初部分实际数据如表 4:

表 4 1 月初部分实际数据

日期	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
数量(吨)	0	10	20	20	0	0	5	29	0	16

$$S_{i,6}^{(1)} = (y_{1.1} + y_{1.2} + y_{1.3} + y_{1.4} + y_{1.5}) / 5 = (0 + 10 + 20 + 20 + 0) / 5 = 10$$

从 1 月 7 日开始计算平滑值,即:

$$S_{i,7}^{(1)} = \alpha \times 0 + (1 - \alpha) \times 10$$

分别取 $\alpha = 0.4, 0.3, 0.2, 0.1$, 则

取 $\alpha = 0.4$ 则 $S_{i,7}^{(1)} = \alpha \times 0 + (1 - \alpha) \times 10 = 0.6 \times 10 = 6$

取 $\alpha = 0.3$ 则 $S_{i,7}^{(1)} = \alpha \times 0 + (1 - \alpha) \times 10 = 0.7 \times 10 = 7$

取 $\alpha = 0.2$ 则 $S_{i,7}^{(1)} = \alpha \times 0 + (1 - \alpha) \times 10 = 0.8 \times 10 = 8$

取 $\alpha = 0.1$ 则 $S_{i,7}^{(1)} = \alpha \times 0 + (1 - \alpha) \times 10 = 0.9 \times 10 = 9$

以 $S_{i,7}^{(1)}$ 作为 1 月 8 号的模拟值;同理,依次类推计算 1-4 月每日的模拟值,再将每个月份的值相加得到四个月的月总量,与实际的四个月的月总量相比较,计算出误差比率,如表 5:

表 5 不同取值误差比率对比表

		实际数量	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.1$
1 月份	总量	222.00	221.50	221.99	223.26	227.90
	误差	0	0.223 6%	0.004 0%	0.566 8%	2.656 9%
2 月份	总量	192.00	183.33	186.21	192.30	207.65
	误差	0	4.502 2%	3.015 0%	0.153 8%	8.149 2%
3 月份	总量	253.00	260.43	258.11	253.49	242.56
	误差	0	2.935 6%	2.021 0%	0.193 2%	4.128 3%
4 月份	总量	238.00	237.19	237.50	238.38	240.40
	误差	0	0.338 5%	0.210 9%	0.161 0%	1.010 2%

可得出 $\alpha = 0.2$ 时误差最小,因此取 $\alpha = 0.2$ 。

各加油站日需求量变化规律相似,因此在下面每个加油站每种油品的日需求量预测中,如不特殊说明,均取 $\alpha = 0.2$ 。

第二步,整合预测值

预测出每日的需求量后,我们得到的是一些零散值,例如安驰加油站 93# 汽油 4 月份前十天的预测值如表 6。

表 6 4 月份前十天整合前预测值

日期	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
数量(吨)	7.59	9.27	7.42	7.93	6.35	8.68	9.74	7.79	6.24	8.99

如果按此数额每日配送,则不符合配送工作的规模效应,配送成本将无限制的增加,这是违背于我们的优化初衷的,因此,我们需要对这些零散的需求量加以整合,使之符合配送优化的整体要求,做到既及时又不多次小量重复而浪费运力,即实现 JIT (Just In Time) 的目标。

由于仓库容量只存在 5 吨和 9 吨两种型号,按照固定的仓容原则,我们将每日需求量整合为固定的数额:5 吨,9 吨,14 吨,18 吨。

此项工作可借助 Excel 软件中的 IF 语句和 ABS 语句来完成,具体思路如下:

设 Q_i 为预测的每日需求量, P_i 为每日配送量;

若 $|Q_i - 5| < 1$, 则 $P_i = 5$, 同时 ΔQ_i 累加至 Q_{i+1} , 即 $Q_{i+1} = \Delta Q_i + Q_{i+1}$

迭代下一步:若 $|Q_i - 9| < 1$, 则 $P_i = 9$, 同时 ΔQ_i 累加至 Q_{i+1} , 即 $Q_{i+1} = \Delta Q_i + Q_{i+1}$

迭代下一步:若 $|Q_i - 14| < 1$, 则 $P_i = 14$, 同时 ΔQ_i 累加至 Q_{i+1} , 即 $Q_{i+1} = \Delta Q_i + Q_{i+1}$

迭代下一步:若 $|Q_i - 18| < 1$, 则 $P_i = 18$, 同时 ΔQ_i 累加至 Q_{i+1} , 即 $Q_{i+1} = \Delta Q_i + Q_{i+1}$

若以上条件均不满足,则返回 $P_i = 0$ 。

修订整合后,安驰加油站 93# 汽油 4 月份前十

天的预测值如表 7 所示。

表 7 4 月份前十天整合后预测值

日期		4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
数量(吨)	整合前	7.59	9.27	7.42	7.93	6.35	8.68	9.74	7.79	6.24	8.99
	整合后	0	0	18	14	0	0	18	14	0	0
	实际值	16	0	10	0	18	14	0	0	20	0

从整体数据来看,节选的时期越长,误差的修正就越准确,最后累计的总体误差就越小,预测的值也就越准确。因此,在前四个月需求数据的基础上,依照模型的计算与不断修正,我们得到预测的安驰加油站 2005 年 5 月 1 日 93# 汽油的需求量等于 18 吨。

同理,将每个加油站的每种油品历史数据代入模型,可以得到 2005 年 5 月 1 日的配送需求如表 8。

表 8 2005 年 5 月 1 日的配送需求

		汽油			柴油	
		90#	93#	97#	0#	-10#
油库 1	No. 1-2	9	27	9	14	0
	No. 1-1	9	9	5	14	5
	No. 1-3	9	14	0	14	9
	No. 1-4	14	9	0	0	14
	No. 1-5	9	18	9	0	9
	No. 1-6	0	14	5	14	9
	小计	50	91	28	56	46
油库 2	No. 2-1	9	9	0	14	0
	No. 2-2	9	14	9	9	—
	No. 2-3	0	18	5	0	9
	No. 2-4	18	9	14	0	5
	No. 2-5	9	14	9	9	—
	No. 2-6	9	9	0	5	9
	小计	54	73	37	37	23
油库 3	No. 3-1	5	27	14	—	—
	No. 3-2	—	36	9	—	—
	No. 3-3	—	45	14	—	—
	No. 3-4	9	27	9	0	9
	No. 3-5	—	36	14	—	—
	No. 3-6	9	18	0	9	14
	No. 3-7	14	9	5	—	—
	No. 3-8	9	27	0	14	9
	小计	46	225	65	23	32
合计	—	150	389	130	116	101

3 配送车辆需求预测

由于我们只采用四种固定型号的车辆,并且所做的日需求量预测基于车辆的固定仓容加以整合,

因此,我们可以根据每个加油站的日需求量预测值直接生成针对于各油库配送车辆的运力需求。

运力=运距×载重量

以加油站 No. 2-3 为例,采用以上阐述的预测方法,得出 2005 年 5 月 1 日的各油品的需求量如表 9:

表 9 2005 年 5 月 1 日加油站 No. 2-3 的各油品的需求量

油品型号	90# 汽油	93# 汽油	97# 汽油	0# 柴油	-10# 柴油
数量(吨)	0	18	5	0	9

因此,需要 A 型、B 型、D 型车各一辆。油库 2 至加油站 No. 2-3 的单程运距为 52.5 公里,所需运力为:

运力=52.5×2×(18+5+9)=3360 吨公里

同理我们可以得到二十个加油站在 2005 年 5 月 1 日的总运力需求(见表 10)。在此表数据的基础上,再结合第三方承运商的具体情况,我们即可以做出 2005 年 5 月 1 日的配车计划。

4 结论与建议

配送中心的核心工作是在掌握充分信息的前提下对需求量做出科学预测,实现主动配送,本文结合中国石油某销售分公司的实际资料进行实际计算,运用不同的统计预测方法分别建立对日需求量的预测模型,并以此得出每日配送车辆计划。在对成品油终端配送系统的模拟建设的过程中,我们不应该孤立的就某个点优化,然后再进行组合,而是应该纵向的看问题,寻找各项工作的交集。总之,通过对成品油终端配送物流活动的重组和信息系统的建立,最终可以实现:

1) 主动配送。通过对需求量的科学预测,配送中心可及时地根据加油站的消费情况,来决定是否需要对其进行补货。

2) 运输优化。即通过选择合适的仓容、运输路线和运输方式来实现整体的运输成本最低,实现优化运输。

表 10 2005 年 5 月 1 日的总运力需求

油库	加油站编码	车辆类型				运距(公里)	运力(吨公里)
		A 型	B 型	C 型	D 型		
油库 1	No. 1-1	2	2	1	0	37	3 108
	No. 1-2	0	3	1	1	30	3 540
	No. 1-3	0	2	2	0	24	2 208
	No. 1-4	0	1	2	3	33	6 006
	No. 1-5	0	3	0	1	42	3 780
	No. 1-6	1	1	2	0	15	1 260
	小计	3	12	8	5	—	19 902
油库 2	No. 2-1	0	2	1	0	56	3 584
	No. 2-2	0	3	1	0	49	4 018
	No. 2-3	1	1	0	1	52.5	3 360
	No. 2-4	1	1	1	1	56	5 152
	No. 2-5	0	3	1	0	53	4 346
	No. 2-6	1	3	0	0	10	640
	小计	3	14	4	2	—	21 100
油库 3	No. 3-1	1	1	1	1	45.5	4 278
	No. 3-2	0	1	0	2	60	5 400
	No. 3-3	0	1	1	2	37.5	4 425
	No. 3-4	0	4	0	1	41	4 428
	No. 3-5	0	0	1	2	43.5	4 350
	No. 3-6	0	2	1	1	49	4 900
	No. 3-7	1	1	1	0	36	2 016
	No. 3-8	0	3	1	1	24	2 832
	小计	2	13	6	10	—	32 629
	合计	8	39	18	17	—	73 631

3) 库存优化。数据中心通过得到的各油库配送范围内的市场需求量,运用模型对油库的出货量测算出合理的上下限,从而对油库的库存进行优化控制。

4) 油库设置优化。配送中心根据各油库的进货量和出货量等信息,就可以统计出油库中油品的周转情况。然后参照实际情况对一些周转率很小、设置可有可无的油库要关闭,以便节省资金,并且也可以更好的发挥骨干油库的作用。

由于本文进行的只是对选定的样本数据的分析,并辅以相应的假设条件,而实际的配送系统要复

杂得多,实际工作中,还需要对模型中各组成部分的具体工作细节做进一步的研究。

参考文献

[1]田景惠. 推行终端配送 培育核心竞争力[J]. 石油企业管理,2002(6):36.
[2]杨隶. 成品油配送业务研究[J]. 石油库与加油站,2002(2):6.
[3]杨戈,顾幸生. 物流配送车辆优化调度的综述[J]. 东南大学学报:自然科学版,2003(9):105.
[4]滕娟. 成品油终端配送体系与模型研究[D]. 北京:中国石油大学(北京),2006.
[5]吴正宏. 成品油二次配送优化[J]. 石油商报,2003(2):52.
[6]尹强,董黎明. 成品油配送制是降低物流费用的最佳途径[J]. 中国石化,2002(4):59.

Research and Analysis of Oil Distribution Model

LI Jia, ZHANG Bao-sheng

(School of business Administration, Petroleum University, Beijing 102249,China)

Abstract, Taking a part of a real refined oil distribution system as the study base, the paper describes the basic structure and contents of a modern oil distribution model. Based on statistic data, the paper presents the whole process of building a prediction model for daily demand on refined oil. Using this model, we can simulate next-days oil demand and then forecast the transportation capacities to meet the demand. The paper builds up the foundation for the model to realize active distribution and provides illustration for practical applications.

Key words, refined oil; terminal distribution; prediction model; applications analysis