

# 我国石油经济安全与 监测预警复杂战略系统研究

葛家理, 胡机豪, 张宏民

(石油大学复杂性科学研究中心, 北京 102200)

**[摘要]** 对影响石油经济安全的十个潜在要素及国内国际石油经济安全的总体态势进行了分析, 提出了石油经济安全的四个新特征及相应的“发展的安全观”理论。运用复杂性科学的理论对石油经济安全系统进行了分析, 提出了“机遇控制论”的基本思想, 通过综合集成建立了石油经济安全的主指标体系, 确定了其安全界限, 并编制了实用的石油经济安全数据库系统和预警监测系统软件, 大大节约了安全决策的时间和成本。

**[关键词]** 石油经济安全; 复杂性科学; 安全监测与预警软件

**[中图分类号]** F426.22 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)01-0075-06

## 1 引言

迄今为止, 世界上已经发生了3次石油危机, 数次石油战争。危机的爆发打乱了工业国家各个经济部门之间原有的平衡, 经济增长速度急剧减慢, 对世界经济产生了广泛而深远的影响。我国作为一个石油消费大国, 从1993年起就成为石油净进口国, 2000年进口石油更是达到创记录的 $7000 \times 10^4$  t, 进口石油依存度高达30%以上, 未来的石油危机势必会对我国的经济和石油工业造成重创。1997年始于东南亚、波及全球的亚洲金融危机给我国经济造成了重大的影响。与之并发的油价暴跌造成我国石油工业全行业面临亏损的境地。而后在1999年和2000年的2年间, 油价又窜升至10年来的历史新高, 达到每桶38美元(约239美元/ $m^3$ ), 使我国国际石油贸易多支付了150亿美元, 并使我国的GDP少增长了0.93个百分点。由此可见, 石油安全预警监测系统的研究尤为迫切。

另一方面, 石油工业作为我国重要的基础产

业, 在国民经济中具有举足轻重的作用, 仅中国石油天然气股份公司2000年利润就达552亿元, 居亚洲第一。石油工业同时又是我国汽车、石化等支柱产业的基础, 因此石油安全间接地影响着国家经济支柱、经济规模的形成。

## 2 我国石油经济安全的战略环境研究

### 2.1 国内国际影响石油经济安全的十个潜在要素

目前国内国际石油经济安全的总体态势如图1所示。可以看出, 影响石油经济安全的因素涉及资源开发、公司竞争力、供需态势、宏观经济、金融及期货市场、科技实力、政策导向、地缘政治及军事较量, 涵盖微观宏观的多个层面, 而且各个因素之间往往交织在一起相互发生作用。

### 2.2 现代石油经济安全的四个新特征

- 1) 油价泡沫化(套头投机基金操纵石油期货市场, 冲击油价);
- 2) 石油金融化(能源危机与金融危机双重发

**[收稿日期]** 2001-08-31

**[基金项目]** 国家科技部软科学基金资助项目(99058)

**[作者简介]** 葛家理(1933-), 男, 重庆市人, 石油大学教授

3) 多重风险化 (生产风险、科技风险、股市风险、期货风险);

4) 地缘政治化 (石油危机——金融危机——政治遏制——军事战争)。

### 2.3 新的安全观——发展的安全观

#### 2.3.1 传统的安全理论核心

以“储采平衡”保“供需平衡”是传统安全论的核心认识,其缺陷在于:

储量不足是一种“遗传性因素”,是先天性缺陷,人为改变是不现实的,另一方面我国人口众多,人均相对储量太少,人口也是一个先天性因素。

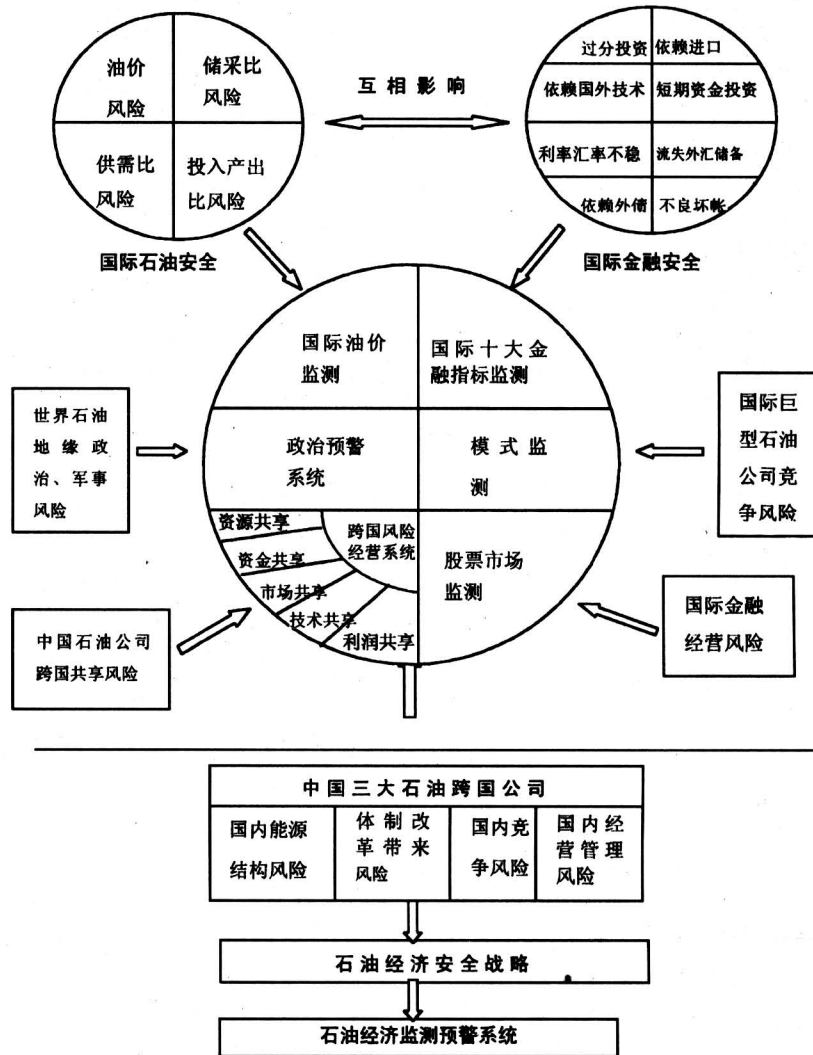


图1 石油经济安全总体态势图

Fig.1 sketch map for general situation of petroleum economy safety

“储量安全”实际上又是一种“投资安全”。因为传统观念是要储量就需投资,投资越多、找到储量的机会就越大。我国曾多次提出的“加强勘探”,实质上就是由国家来“加强勘探投资”,但这不能保障石油安全,而且还加大了经营风险。

“储量不足”是一种需长期才能解决的难题,并不是当前石油生产现实立即可解决的事。因此,以“储量”作为现实石油危机对策的首位切入点,

既是“远水”解决不了“近渴”,更是没有抓住主要矛盾,也不能使难题“迎刃而解”。

供需绝对平衡和储采绝对平衡也是办不到的,何况在市场经济前提下,任何绝对平衡反而使经济失去驱动力。

#### 2.3.2 现代“石油经济安全”观

2000年7月油价暴涨时,流入纽约石油期货市场的资金多达几千亿美元,这是正常交易根本无

法实现的。可见，供需矛盾并不是左右 21 世纪石油经济安全的最敏感因素。

现代“发展安全观”是一种积极的以攻为守的“安全战略”。它的核心思想是：“只有发展，才能得到真正的安全”。它需要四个方面的安全发展：一是发展“弹性产量”能力，油价高时，能够“增加产量，调节风险，多获利润”，在油价低迷时，能够“减产保价，减产储备”；二是发展“资本实力”的能力，石油经济要安全就要有实力，实力才是安全。有了资金才能跨国投资，共享储量，才能股票升值，有利竞争，才能积极利用期货市场，套期保值，屏障采购；三是发展“科技创新”能力，提高科技生产力，进行产业化；四是发展现代化经营管理能力，减少人员，减少成本，精心经营，正确决策，提高效益。

### 3 石油经济安全及监测预警战略系统是复杂的巨系统

#### 3.1 石油巨型公司多重经营及石油经济安全中的特殊复杂性现象

##### 3.1.1 “正负关联”现象

指多重经营中的各种经济活动的效果之间，不仅有“正向关联”，而且出现大量的“反向关联”现象。如有些公司在 1991~1997 年间净资产回报率稳步上升，但股票市盈率反而逐年下降。

##### 3.1.2 泡沫虚假现象

多重经营中，经济活动的泡沫性是普遍存在的，如：股市、期货市场、商品交易市场，都可能存在投机家的炒作，形成一种“虚假繁荣”或“虚假衰退”的假象。“假象”是泡沫的本质，使人们分辨不清真实的经济活动本质，而造成经营损失甚至破产失败。但是也要看到泡沫性也会带来机遇，泡沫的特性就是可以在它的表面吸附一些附着物，当泡沫膨胀时，附着物品也会得到利益，就像在股市跟随炒作大户操作也会带来利益一样，不过需要在操作时十分慎重以免被大户带入深渊。

##### 3.1.3 虚拟交换现象

在智力经济发展时代，网络经济将普遍应用于股票市场、期货市场。利用计算机网络的信息交换，就可以即时完成商品、股票、投资、期货的交换和流动，但实质性的交换物品及货币仍在原处（如库房、银行）未动，只是物主户名及账号做了改变。因此，这一切都是在虚拟中进行的，这种经

济活动的虚拟性，存在于多重经营的各个方面。但是有两点需要强调的：首先，虚拟性不等于泡沫性，因为泡沫性是用虚伪的外表掩盖真实本质的一种“假象”，而虚拟性是用模糊的形式对真实本质的一种“假定”。泡沫是“假象”，虚拟是“假定”，有着原则区别，因此，虚拟现象既有真实性，也有“假定性”。

##### 3.1.4 竞争对阵现象

多重经营方式下任何经济活动都会受到战略对手的攻击与争夺，因此多重经营方法必须把竞争的对阵性放在首位。我们研究多重经营的对阵现象认识到：一是不能单纯防御，要在进攻中求安全求胜利，二是对阵经营（或称竞争经营）的本质是制高点的竞争、薄弱环节的突破及要害的防御，换句话说就是“要在主要矛盾中对阵”。

##### 3.1.5 无序混沌现象

多重经营的主体所处的环境（如股价、期货、市场价、商品价等）的变化大多数是无序的，但又可以定性看出有 2 个特点：即周期波动性及突发凸现性。研究多重经营的无序现象使我们得到 3 点认识：一是波动现象并不总是不良现象，因为波动停止了，经营的生命就完结了，而且波动会为公司带来获得效益的机会；二是突发现象是表明多重经营质的转折点（经营获得成功或失败），如何积累一个企业能量（实力），引爆一个“突发点”是多重经营的一个重要理论，如有些油公司通过发展新业务获得股票市盈率倍增的效益；三是无序现象也并不是毫无规律可循的现象，它实质上体现了一种宏观无序而微观有序的混沌现象，要求人们进一步探索。

##### 3.1.6 “聚能凸现”现象

不稳定现象有双重含义，首先是时间性的含义，以上所述多重经营中的所有现象都是时间的函数，也就是这些现象只有在时间变迁中才会呈现。其二不稳定是指多重经营中所有现象是不稳定的，而其变化的速度和幅度达到了临界点，系统就有可能崩溃（如股市崩盘）而发生危机。其它还有心理预期现象、非同步现象、柔性化现象、人本调控现象等。

这些复杂现象要求我们必须学会如何减少不确定事件损失并善于捕捉事件随时间变迁而出现的机遇，这就是“机遇控制论”的基本思想。

#### 3.2 石油经济安全系统是一个复杂巨系统

复杂性是由 SFI (Santa Fe Institute) 的一批学者提出的。他们试图用一般性方法对复杂性现象加以研究, 并未严格定义“复杂性”(complexity)。尽管如此, 学习、自适应性、进化、自组织、反混沌等概念均包含在他们研究的最基本的内容之中。在研究中, 他们考虑诸如生态系统、经济系统、免疫系统这样一类复杂系统。由于其自组织性以及非线性反馈的存在, 用经典的模型和理论难以研究。处理强相互作用下的系统问题只用“还原论”(reduction) 的办法是不够的, 必须从整体上进行研究。正如钱学森所指出: “凡不能用还原法处理的、需要用新科学方法研究的问题都是复杂性问题的”<sup>[1]</sup>。

开放的复杂巨系统 (open complex giant system) 及其方法论是由钱学森于 1989 年提出的。开放的复杂巨系统属于系统科学的范畴, 比 SFI 提出的复杂性层次更高, 涵盖了 SFI 所研究的复杂系统, 而从定性到定量的系统集成加入了人的因素, 这是 SFI 的复杂系统所不具备的。一个系统“如果子系统种类很多并有层次结构, 他们之间关系又很复杂, 这就是复杂巨系统; 如果这个系统又是开放的 (开放是指系统与系统中的子系统分别与外界有各种信息交换, 系统中的子系统能够通过与周围环境的交互作用增加适应能力), 就称作开放的复杂巨系统”<sup>[1]</sup>。

我国石油企业随着“石油”这个特殊商品, 向国际商品、战略商品又走向“石油金融化”商品演变过程中, 必然走向石油巨型公司的“多重风险经营”道路。这是因为石油企业在生产经营中勘探开发的是“在地下蕴藏的流体矿藏”。这本身就是一个黑箱问题, 要承担着生产风险, 在供应和消费方面又要承担着供应风险, 在期货市场上要承担着油价波动风险, 在股市上更是承担着金融风险。只有科学地掌握和认识“多重风险经营”的规律、理论和方法, 才能掌握现代化石油巨型公司的操作, 才能达到在全球竞争中风险取胜的成果。由于石油巨型公司的经营管理的几个特性: 结构复杂 (各种异构网络和软硬件设备)、数量众多、分布广大, 重要的是由于系统的开放性, 也就是有“人”的因素参与在其中, 并且“人”的因素越来越重要, 我们称之为“开放的复杂巨系统”<sup>[2]</sup>。

## 4 我国石油经济安全监测预警软件系统研制

### 4.1 石油经济安全主指标体系及其安全界限分析

通过对石油经济安全基本理论的研究, 找出了 5 个主要指标, 分成 4 类。其中, 储采比是影响石油经济安全的长期指标, 投入产出比是中期指标, 供需比是短期指标, 国际市场的油价和产量是综合指标。

由于影响石油经济安全的各种因素是相互影响的, 是复杂性问题, 用逐一分析每一个因素的方法是不可能的, 因此必须用系统化、集成化的方法, 找出影响系统的主要因素, 进行分析和求解。以上选定的每个主指标正是这样一系列指标的集成。以投入产出比为例来说明: 从资金来源看, 投入资金与汇率、利率和证券市场风险密切相关; 从资金的使用看, 可分为设备的折旧和企业的营运费用, 折旧包含了政策因素, 而营运费用则是物力资源和智力资源的共同投入, 物力资源包括物流和职工的工资, 智力资源包括科研费用及科技风险。因此可以说, 投入产出比是资本、劳动生产率、物价、科技等诸多因素的集成。

同样, 由于问题的复杂性, 用还原的方法确定指标的界限是不可能的。因此, 界限的确定有些需要经验, 有些需要根据历史数据进行拟合。

#### 4.1.1 储采比, $\beta$

$$\beta = \frac{\text{剩余油储量}}{\text{当年采油量}}$$

该指标的经济含义是指以现有规模生产, 剩余油储量可以支撑的年限。因此, 它是石油工业发展潜力的强度指标。根据石油储量的落实程度, 可以把储量分为 5 级, 分别是石油远景储量、地质储量、地质探明储量、可采储量和经济可采储量。其中可采储量和经济可采储量最直接的反映了石油工业的发展潜力。而储量结构则更全面地描述了石油资源的后备程度。因此, 计算储采比应当综合考虑不同级别储量的因素。

按照世界石油生产的一般规律, 有如下原则: 国际上一般认为储采比低于 12, 石油行业将处于很不安全状态; 当一个国家和地区的石油资源的探明程度达到 60%, 储量动用系数达到 0.7 时, 原油产量将达到高峰期; 1999 年国际上储采比平均是 43。

根据上述原则, 可计算出预警安全界限为:

- 蓝灯区：很安全  $\beta > 43$
- 绿灯区：安全  $30 < \beta < 43$
- 黄灯区：欠安全  $12 < \beta < 30$
- 红灯区：不安全  $\beta < 12$

4.1.2 投入产出比,  $n$

$$n = \frac{\text{产出}}{\text{投入资金}}$$

该指标反映了石油企业资金的使用效率，其值越大，表明资金的使用效率越高。投入产出比不但与勘探开发费用、原油产量和油价有关，还与折旧方法、物价水平、劳动生产率、管理人员的管理水平以及职工人数等其他因素有关。

当投入产出比大于 1 时，企业经营出现亏损；当投入产出比小于 1 时，企业经营盈利。由于基本建设投资是长期投资，它通过折旧摊到折旧年限中的每一年中，且新投入需要一段时间才能创出收益，因此产出的计算、折旧的计算应当充分考虑石油开采的特殊规律。同时对于企业，如果其净资产收益率超过 10%，说明其盈利能力很强。

考虑到如上原因，界限为：

- 蓝灯区：很安全  $n > 1.3$
- 绿灯区：安全  $1.1 < n < 1.3$
- 黄灯区：欠安全  $1 < n < 1.1$
- 红灯区：不安全  $n < 1$

4.1.3 供需比,  $m$

$$m = \frac{\text{石油供应量}}{\text{石油需求量}}$$

该指标反映的是石油经济的市场因素，供需关系的变化能够直接迅速地影响国际油价的走向。供需比不仅通过油价来影响石油经济安全，还通过供需缺口的大小影响国家经济的安全。

由于中国在加入 WTO 后，石油行业将保留一定的生产配额。因此，出于国家经济安全和石油市场占有率的考虑，供需比至少应当大于 0.48；从我国整个石油行业的角度分析，石油开采行业因石油价格上涨增加的利润应当能够抵消石油下游行业因多进口原油所增加的外汇花销，计算得供需比至少应当大于 0.63；进口原油所花外汇不得超过国家外汇储备的 10%；供需基本平衡时，油价趋于稳定，石油经济处在安全状态。

根据上述原则，可计算出警戒界限为：

- 蓝灯区：很安全  $0.95 < m < 1.05$
- 绿灯区：安全  $0.63 < m < 0.95$  或  $1.05 < m < 1.1$

- 黄灯区：欠安全  $0.48 < m < 0.63$  或  $1.1 < m < 1.2$

- 红灯区：不安全  $m < 0.48$  或  $m > 1.2$

4.1.4 油价,  $p$

油价作为石油经济最灵敏的综合指标，它的变化将传递到石油经济安全的各个方面。油价过高，造成国民经济通货膨胀，引起经济衰退，进而降低对石油的需求；油价过低时，石油行业出现亏损，造成石油危机，进而拖累国民经济的增长。根据我国石油行业的现状，油价低于 12 美元/桶（约 76 美元/m<sup>3</sup>）是十分危险的；由于我国各油田的状况的差别，除大庆油田外，其他油田的成本相对较高。石油价格长期稳定在 18~22 美元/桶（约 113~139 美元/m<sup>3</sup>）的范围内，石油行业运营正常。

根据上述原则，可计算出警戒界限为：

- 蓝灯区：很安全  $18 < p < 22$
- 绿灯区：安全  $15 < p < 18$  或  $22 < p < 25$
- 黄灯区：欠安全  $12 < p < 15$  或  $25 < p < 28$
- 红灯区：不安全  $p < 12$  或  $p > 28$

4.2 预警监测软件设计

监测预警系统软件可视化功能图像设计如图 2 和图 3 所示。本软件的数据可以通过 Access 数据库调入，也可以通过可视化表格直接输入，数据包括日报、月报及年报数据。经过计算分析后，输出的图表包括监测四个预警指标的图，四个指标随时间变化的对比图，以及利用波动理论分析得出的油价走势图。每种图都给出了各个预警指标的安全状况提示，并有简单的原因分析，大大提高了预警监测的可信度，节约了决策的成本。

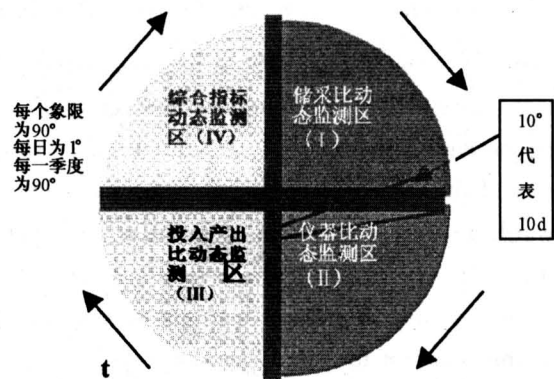


图 2 四个动态监测分区

Fig.2 Dynamic monitoring quarters



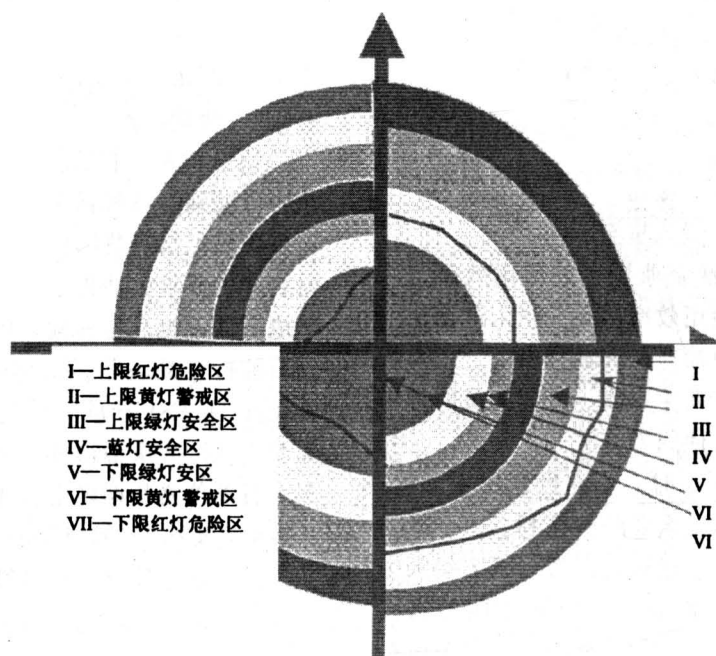


图3 监测界限季度预警图

Fig.3 Limit of monitoring-warning for one season

参考文献

[1] 钱学森,于景元,戴汝为.一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J].自然杂志,1990,13(1):3

[2] 葛家理,申炼.系统协调论[M].北京:石油工业出版社,1997

~10

## Complex Monitor-Warning System for Petroleum Economy Safety

Ge Jiali, Hu Jihao, Zhang Hongmin

(Center of Complexity Science, Beijing Petroleum University, Beijing 102200, China)

[Abstract] This paper analyzes macro situation of petroleum economy safety home and abroad, and ten latent factors impacting on it. Four new characters of petroleum economy safety and the advanced theory of basing safety on development are presented. With the theory of complexity science, this paper demonstrates the complexity of the system of petroleum economy safety, and the basic thought of opportunity-cybernetics is brought forward. Five integrated and compositive indexes for petroleum safety are chosen and the upper and lower limit for them are confirmed. With scientific index system and evaluation system set up here, applied software of database system and monitor-warning system for petroleum economy safety is programmed. This software can save time and cost for safety decision drastically.

[Key words] safety of petroleum economy; complexity science; monitor-warning system for safety