

石油应急管理活动识别及系统结构分析

吕涛, 富莉

(中国矿业大学管理学院, 江苏徐州 221116)

摘要: 随着石油消费量的增加, 中国石油供应对外依存度不断提高, 石油供应风险增加, 提高石油应急管理迫在眉睫。根据国际能源署(IEA)发展历程及中国石油应急管理概况, 提出十个石油应急管理活动。利用解释结构模型(ISM)方法, 将石油应急管理活动分为法律规范层、保障支持层、直接响应层、评价反映层等四个层次。根据分析结果和中国实际, 提出加强国际合作、加强石油储备建设、重视石油应急演练等政策建议。

关键词: 石油短缺; 应急响应; 解释结构模型

中图分类号: F206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2017)07-0001-06

Analysis of the activity recognition and structural of oil emergency management system

LYU Tao, FU Li

(School of Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: With the increase of oil demand, the dependency rate and supply risk is growing. It is increasingly important for China to improve the capacity of oil emergency management. On the base of the development of IEA and China, ten management activities are detailed. By building interpretative structural modeling(ISM), the factors above are analyzed. The results show that; the activities can be divided into four layers; legal norm layer, support layer, direct response layer and evaluate layer. Finally, the countermeasures of oil emergency management are put forward based on the conclusion and Chinese reality. The countermeasures include; the strengthening of international cooperation, the establishment of oil supply monitoring system and the reinforce of oil emergency drills.

Keywords: oil shortage; emergency response; interpretative structural modeling

突发性能源短缺具有突发性、严重性、影响范围广的特点, 一旦发生会对一国的经济系统带来巨大冲击^[1]。统计数据显示, 中国2015年石油消费总量达5.43亿t, 进口依赖度为60.6%, 预计2018年石油进口依赖度将达到63%, 石油安全问题越发突出^[2-3]。石油应急管理活动复杂, 应急响应涉及政府、供应链管理企业、消费者等多个主体, 一般经历应急预警、应急响应、应急评估等多个阶段。各阶段应急管理活动之间彼此联系, 相互作用, 共同影响石油应急管理能力和应急效率。国际能源署(The International Energy Agency, IEA)作为重要的国际能源组织, 在石油应急管理方面具有丰富的经验^[2]。与发达国家相比, 中国关于石油应急管理的研究和实践相对滞后, 主要集中于应急政策制定、

应急储备等领域^[4-6], 缺乏针对石油应急活动及其相互关系的研究。根据IEA石油应急体系发展历程和中国应急体系现状, 识别石油应急管理活动, 应用解释结构模型(ISM)模型挖掘活动间的相互影响和层次关系, 研究石油应急管理的系统结构, 有助于识别石油应急关键活动和薄弱环节, 对于完善石油应急体系、提高石油应急能力有重要意义。

1 IEA与中国石油应急体系发展历程

1.1 IEA石油应急体系的发展

1974年11月, 国际经济与合作组织(OECD)中的16个成员国签署了《国际能源机构协议》(《IEP协定》), 建立了国际能源署(IEA), 旨在保障成员国能源安全, 降低石油短缺造成的损失。截至2016年底, IEA共有29个成员国^[7]。自1974年IEA成立后世界范围内共发生8次影响较大的石油中断事件, IEA共对5次中断做出响应, 在这其中采取了3

次集体行动即 IEA 组织协调各成员国,向市场投放石油储备来缓解石油供应中断对世界石油市场造成的冲击^①。

IEA 的发展可划分为两个阶段。

第一阶段(1974~1991年)为完善组织与建立制度阶段。如图1所示,从成员国加入、制度建设、主要会议、演练测试、应急响应五个方面展示了这一时期 IEA 石油应急体系的发展和演变。这一时

期中东局势不稳定,发生了伊朗革命、两伊战争、科索沃战争等地区冲突,直接引发了四次影响范围广泛,持续时间长的石油中断事件^②。为应对危机,IEA 先后3次调整成员国最低石油储备标准,从60d储备量增加到70d、90d储备量,石油应急组织机构不断完善。同时出台了多项能源应急指南,引导成员国调整能源需求结构和能源政策,加强成员国间信息共享。

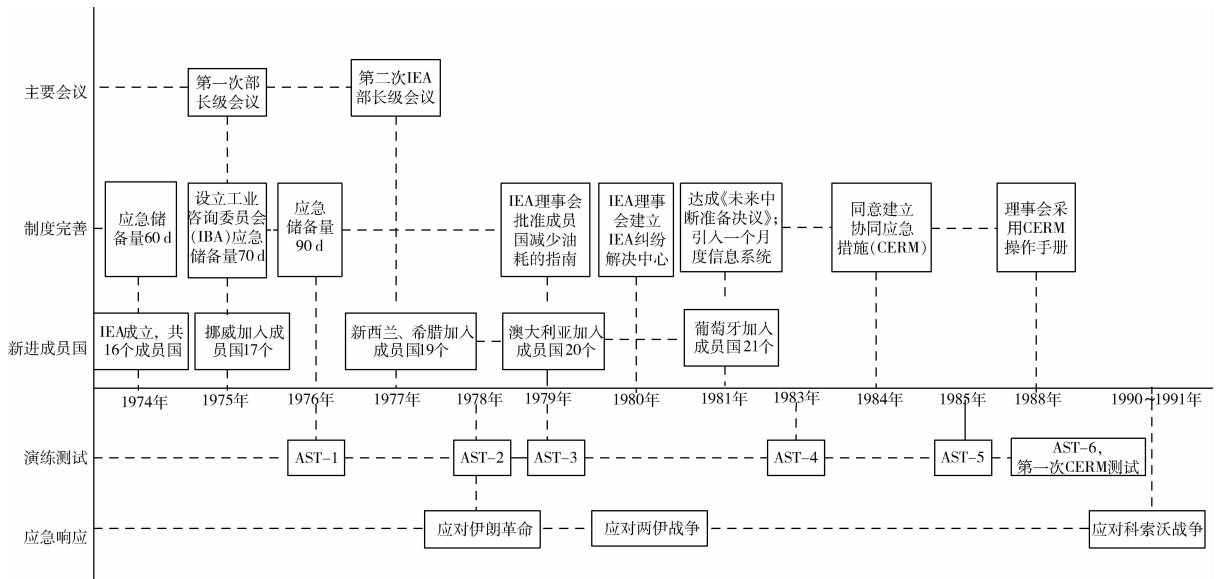


图1 IEA石油应急发展第一阶段(1974~1991年)

(资料来源:根据 Energy supply security: The emergency response of IEA countries (2014)内容整理)

第二阶段(1992~2014年)为 IEA 多元化发展阶段,如图2所示。中国、印度等发展中国家能源消费量的持续增加,使得其对全球能源安全的影响不断加强。为适应新的形势,2000年以来,IEA 通过研讨会、应急响应演练加强了与发展中国家的交流。

1.2 中国石油应急体系的发展

改革开放以来,中国石油消费量和进口量不断增加,1993年成为石油净进口国,2002年超越日本成为第二大石油消费国;进口依赖度也由1990年19%增加到2015年的60.6%^[2-3]。在此背景下,1993年起中国开始进行石油应急体系的建设,如图3所示,包括逐步建立国家战略石油储备、成立石油管理的政府机构、制定相关法律和条例、参与国际能源合作等。

2 石油应急管理活动的识别

石油应急管理活动是为应对突发性石油短缺,保证石油供应充足和市场价格稳定,使得石油市场尽快恢复正常而采取的一系列管理措施。结合 IEA 及其成员国石油应急管理经验和中国石油应急能力建设实践,整理出以下十个主要石油应急管理

活动。

1) 应急法规制定。完善的石油应急法律体系能够为处理突发性石油短缺提供制度保障,是应急响应活动的实施准则。石油应急法律一般包括石油应急响应组织、应急储备、响应措施程序等内容。如图1所示,IEA 成立初期各成员国就签署了《IEP 协定》,1979年到2009年期间制定并批准了一系列行动指南。如图3所示,2005年中国政府发布了《国家突发事件总体应急预案》,2007年发布了《中华人民共和国突发事件应对法》,我国相关立法体系正在逐步建立。

①1978年第二次石油危机,IEA 启动了其应急数据系统;1980年两伊战争,所有成员国采取措施降低5%的油耗;1990~1991年为应对科索沃战争采取了一系列行动;2005年9月2日卡特里娜飓风,IEA 宣布采取集体行动;2011年利比亚轻质原油供应中断,IEA 宣布采取集体行动。

②1978年11月~1979年4月第二次能源危机;1980年10月~1981年1月两伊战争;1990年8月~1991年1月科索沃战争;1991年6月到7月伊拉克暂停石油出口。

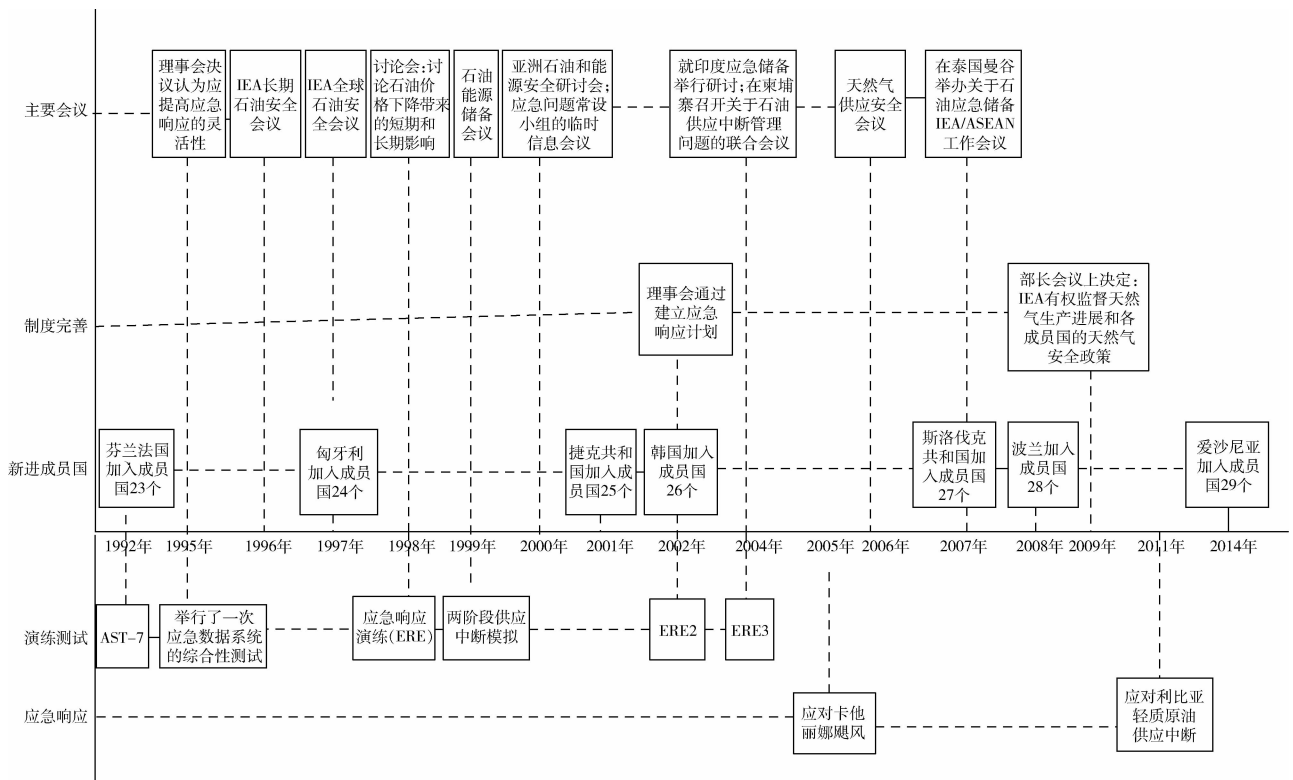


图 2 IEA 石油应急发展第二阶段 (1992~2014 年)

(资料来源: 根据 Energy supply security: The emergency response of IEA countries (2014) 内容整理)

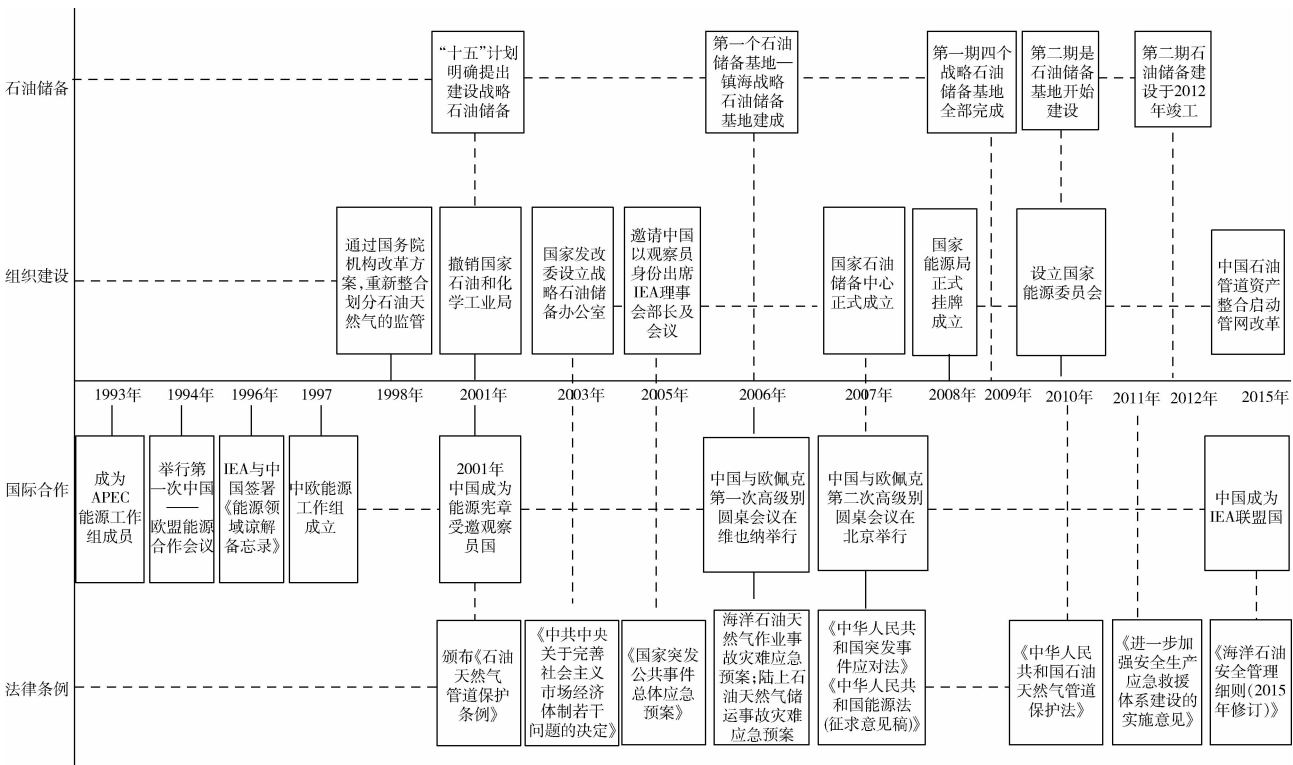


图 3 中国石油应急体系发展 (1993~2015 年)

(资料来源: 根据历年新闻资料整理)

2) 应急计划制定。应急计划为应急行动提供了方案路径,是突发性石油短缺时各应急部门的行动指南,包括具体的应急措施、实施部门和措施落实的先后次序等内容。2002年IEA理事会通过了制定应急响应计划的提议,相关专家根据提交的危机评估数据共同制定应急计划。

3) 应急演练培训。应急演练是对各部门应急能力全面系统的测试,是应急监督的有效手段。应急演练可帮助各应急部门熟悉具体流程,加强各部门间的应急配合能力,有助于完善响应各环节。IEA会定期组织成员国进行石油应急演练,测试评估应急响应技术设备和程序。同时还会定期组织培训,提高响应人员的能力。如图1和图2所示,自1974年至2014年IEA共进行了12次大型应急测试。

4) 应急监督反馈。包括两个方面:一是在日常的市场监督,目的在于识别供应短缺风险,发现各应急主体的不足,纠正错误,包括监视石油市场供需情况、价格水平和检查石油供应链中各主体是否遵守应急法律的要求等;二是对应急响应效果的评估和反馈,主要包括应急计划施行情况、石油市场恢复情况、应急措施的效果等。

5) 供应短缺评估。石油供应短缺评估是对石油供应突发事件进行预测和分析,对供应中断可能性和规模、持续时间、影响范围等进行预估,为制定应急响应计划提供参考。其中中断规模是IEA启动集体行动的重要参考,IEA规定当供应中断规模高于7%时会启动紧急共享机制,供应中断水平低于7%时启动协调应急反应制度^[7]。

6) 石油应急组织。石油应急组织体系建设是指设立专门的石油应急管理机构,统一规划和实施突发性石油短缺下的应急活动。合理的应急组织体系可有效控制和协调应急主体和各响应阶段的应急活动,提高应急效率,降低应急成本。经过多年的发展,IEA已建立包括理事会、委员会、秘书处和四个常设小组等组织部门^[8]。这些机构负责IEA的日常运作、监控国际石油市场、协调各成员国间的应急合作等。如图3所示,2007年中国石油储备中心成立,2010年设立国家能源委员会,统筹管理国家能源安全和发展中的重大问题。

7) 石油供应基础设施。与石油应急响应相关的基础设施主要指石油生产、运输、配送过程中的硬件设施,包括港口、管道等,是石油供应链在运输环节的硬件保障,也为突发性短缺时各项应急活动的实施提供必要支持。同时,一国石油炼化能力充

足也会影响突发性石油短缺时抵御损失的能力。截至2013年,美国油气管道总里程222.5万km,拥有世界上最庞大复杂的石油管网体系。^[9]

8) 信息系统建设。信息传递贯穿于从短缺评估、应急响应、效果评估到监督反馈的应急全过程。完善的信息系统,可增强石油市场透明度,帮助应急主体准确识别风险并快速做出响应。主要包括:信息统计收集、数据处理分析、相应软件系统的开发完善等。IEA目前拥有国际权威的石油市场信息系统,可预测世界石油市场发展变化趋势,帮助提高集体行动的响应速度与准确性。

9) 战略石油储备。释放储备可在短期内填补供应短缺,平抑油价,是应对突性能源短缺最常用的措施^[7]。一国的石油储备体系建设包括确定石油储备主体与储备类别、测算储备量、选择储备地点、制定释放程序、建设与维护储备设施等内容。IEA最低石油储备规模从1974~1976年经历了三次调整,最终《IEP协定》确定了成员国需持有不低于90d净进口量的石油储备。

10) 应急计划执行。在石油短缺发生后,一旦应急计划获得通过,各执行部门按照计划分步骤协调实施响应措施。IEA应急措施主要包括两大类四个方面:增加供给(释放储备、增加国内生产),抑制需求(消费限制、短期燃料转换)^[2]。为保证应急响应的及时有效,应急计划需在规定时间内实行。如土耳其规定,国家石油应急战略组织(NESO)要在石油突发事件发生后2天内决定是否释放工业石油储备^[2]。

3 基于ISM的石油应急管理活动结构分析

John N. Warfield教授开发的解释性结构模型(Interpretive Structural Modeling, ISM),是系统分析中,用于识别各要素之间本质关系的重要方法。石油应急管理活动涉及多主体、多阶段,彼此之间有着直接或间接联系。适于采用ISM模型,分析应急管理活动间的关联关系和层次结构^[10]。

3.1 ISM模型的构建

3.1.1 生成邻接矩阵

为方便建模,应急法规制定、石油供应基础设施、信息系统建设、战略石油储备、应急演练培训、石油应急组织、供应短缺评估、应急计划制定、应急计划执行、应急监督反馈等分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、 S_6 、 S_7 、 S_8 、 S_9 、 S_{10} 。根据活动间的关系生成邻接矩阵 A 。其中 S_i 对 S_j 有直接影响,计 $a_{ij}=1$,否则记为0。

$$A = \begin{matrix} & s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 & s_{10} \\ \begin{matrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \\ s_8 \\ s_9 \\ s_{10} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

3.1.2 求可达矩阵 M

基于布尔代数运算规则, 根据下式得到可达矩阵 M。

$$M = (A + I)^{n+1} = (A + I)^n \neq \dots \neq (A + I)^2 \neq (A + I)$$

$$M = \begin{matrix} & s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 & s_{10} \\ \begin{matrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \\ s_8 \\ s_9 \\ s_{10} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

3.1.3 可达矩阵的区位划分与 ISM 模型的生成

由矩阵 M 知 S₇、S₈、S₉、S₁₀ 行与列的元素相同, 可保留 S₇, 消去 S₈、S₉、S₁₀ 生成缩略矩阵。在此基础上, 得到可达集 R(S_i)、先行集 A(S_i)、共同集 C(S_i), 当 R(S_i) = C(S_i) 时, 得到整个系统要素的最高级要素, 去掉该要素的行和列, 在求剩余要素中的最高级要素, 以此类推直到找到各级包含的最高级要素集合, 见表 1。

根据表 1, 石油应急管理活动可划分为 L₁ 至 L₄ 共四个层, 其中 L₁ = {S₅}, L₂ = {S₄, S₇}, L₃ = {S₂, S₃, S₆}, L₄ = {S₁}, 结合矩阵 M 中各要素的相互关系, 得到石油应急管理活动的结构示意, 如图 4 所示。

3.2 结果分析

从系统结构的角度重新认识石油应急管理活动。如图 4 所示, 石油应急管理活动系统共分为四个层次, 从顶层上分别为: L₄ 法律规范层、L₃ 保障

表 1 级位划分过程表

	Si	R(S _i)	A(S _i)	C(S _i), R(S _i)=C(S _i)		
L ₁	1	1 2 3 4 5 6 7	1	1	L ₁ = {S ₅ }	
	2	2 4 5 7	1 2	2		
	3	3 4 5 7	1 3	3		
	4	4 5 7	1 2 3 4 6 7	4 7		
	5	5	1 2 3 4 5 6 7	5	✓	
	6	4 5 6 7	1 6	6		
	7	4 5 7	1 2 3 4 6 7	4 7		
L ₂	1	1 2 3 4 6 7	1	1	L ₂ = {S ₄ , S ₇ }	
	2	2 4 7	1 2	2		
	3	3 4 7	1 3	3		
	4	4 7	1 2 3 4 6 7	4 7	✓	
	6	4 6 7	1 6	6		
	7	4 7	1 2 3 4 6 7	4 7	✓	
	L ₃	1	1 2 3 6	1	1	L ₃ = {S ₂ , S ₃ , S ₆ }
2		2	1 2	2	✓	
3		3	1 3	3	✓	
6		6	1 6	6	✓	
L ₄	1	1	1	1	✓	L ₄ = {S ₁ }

支持层、L₂ 直接响应层和 L₁ 应急演练层。

1) 法律规范层。这一层次主要是通过法律法规来规范应急管理活动, 不仅直接影响 L₃ 层建设, 还通过制度、条例规范应急响应活动, 间接影响 L₂ 层。法律制度等规定了应急活动的实施主体和实施规范, 是应急管理活动有序进行的依据, 应急管理是在其框架下建立和运行的, 如图 3 所示, 2001 年中国颁布了《石油天然气管道保护条例》, 2007 年发布了《中华人民共和国突发事件应对法》, 中国石油应急管理的立法体系正在逐步建立。

2) 保障支持层。包括石油应急组织、石油供应基础设施建设、信息系统建设三个方面, 为 L₂ 层提供组织保障、硬件保障和信息保障。如图 3 所示, 国务院是应急管理的最高领导机构, 在发生重特大能源短缺时, 由国家能源委员会、发改委等多部门组成的领导小组和应急专家组共同制定应急计划、组织决策; 基础设施建设方面, 截至 2015 年底, 全国陆上油气管道总里程 12 万 km, 其中原油管道约 2.3 万 km, 成品油管道约 2.1 万 km, 形成贯通全国, 连接海外的油气管道格局^[11]; 中国石油统计起步晚, 目前尚不能满足建立石油应急数据库的需要^[7]。

3) 直接响应层。包括供应短缺评估、应急计划制定、应急计划执行、应急监督反馈、战略石油储备。这五个活动间存在相互影响关系, 形成闭合回

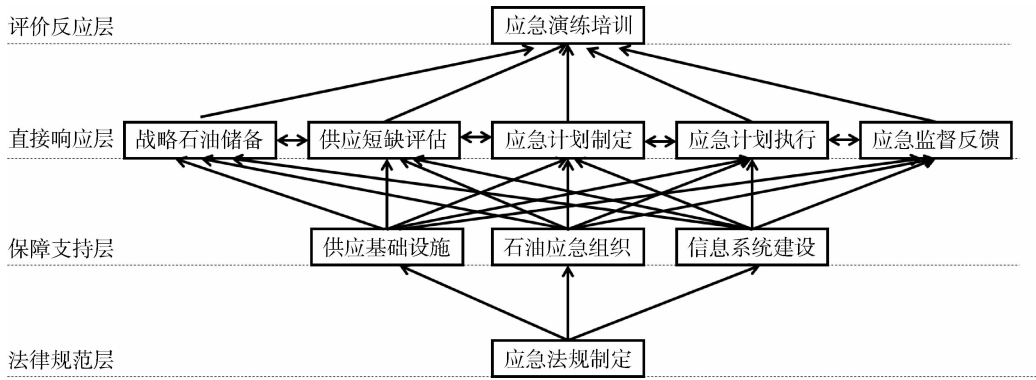


图4 石油应急管理活动层次结构

路,共同受 L_3 的影响。其中前四项是应急管理中依次开展的四项基本活动^[12];战略石油储备影响石油供应安全响应能力,储备释放是应对短缺的重要手段。该层活动的效率和力度,直接影响应急主体响应的及时性和生产系统恢复周期。中国在2001年“十五”规划中提出建设战略石油储备,2004年第一期战略石油储备基地在浙江镇海破土动工,截至2015年底,中国具备35 d原油进口量的石油储备^[6]。

4)评价反映层。主要指应急演练培训活动,是一国石油应急能力的整体表现。通过应急演练,测试石油应急体系,评价应急管理的反映速度和实施效果,可以加强应急响应活动间的协调配合。近几年中国举行过针对海啸、地震等突发性事件的应急演练,目前还未开展针对石油短缺的应急演练。

4 政策建议

1)加强国际合作。在经济全球化和能源安全形势日趋复杂的背景下,为实现资源的优化配置和技术的优势互补,如前所述无论是IEA还是中国都在积极寻求广泛的国际能源合作。中国石油应急体系建设起步较晚,在应急立法、组织建设及应急监测等方面,与成熟的应急管理系统之间存在较大差距。中国应不断加深与IEA、石油输出国组织(OPEC)、亚太经合组织(APEC)等主要国际能源组织的合作。借鉴国际先进经验,结合中国实际,加快国内应急立法体系和保障体系的建设。

2)加强石油储备建设。中国的石油储备远低于IEA最低90 d石油净进口量的要求。中国首先加强与东亚、非洲和俄罗斯等地区国家的能源贸易合作,继续推进我国战略石油储备的建设。其次优化储备地点和储备结构,保证在发生危机时释放石油储备,可有效缓解短期石油供应压力。最后完善石油储备相关的标准规范,确保储备的生产安全性和经济性。

3)重视石油应急演练。目前中国尚未定期开展专门的石油应急演练。首先应充分认识应急演练的重要性,加强应急响应时的部门协调和信息沟通。其次应出台专门的突发性石油短缺应急演练指导意见,细化规范化石油应急演练工作。最后积极参与国际能源应急演练,提高国际应急合作的参与度,从中获取先进经验,使参与单位和人员从中得到培训提升。

参考文献

- [1] 吕涛.突发性能源短缺的应急体系研究[J].中国人口·资源与环境,2011,21(4):105-110.
- [2] International Energy Agency. Energy supply security: The emergency response of IEA countries (2014)[M]. Paris:IEA publications,2014:24-492.
- [3] BP statistical review of world energy 2016 workbook[EB/OL].(2016-6-20)[2016-09-11].<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html>.
- [4] 何沙,卜芯,姬荣斌.试析中国国际石油合作应急管理委员会的构建依据[J].科技管理研究,2014,34(2):237-241.
- [5] 吴刚,魏一鸣.突发事件情景下的中国战略石油储备应对策略研究[J].中国管理科学,2011,19(2):140-146.
- [6] 周德群,白洋,周鹏.中国战略石油储备研究[M].北京:科学出版社,2015:15-35.
- [7] 肖兴利.国际能源机构能源安全法律制度研究[M].北京:中国政法大学出版社,2009:13-331.
- [8] 刘恩东.国际能源机构能源应急反应机制[J].新远见,2012(12):13-20.
- [9] 周利剑,李振宇,贾韶辉,等.信息化在美国国家油气管道监管体系中的作用[J].油气储运,2016,35(6):571-576.
- [10] 傅为忠,李孟雨.基于改进ISM模型的区域物流与区域经济发展影响因素分析[J].管理现代化,2016,36(3):23-25.
- [11] 连振祥.中国陆上油气管道总里程达到12万公里[EB/OL].(2015-08-18)[2016-12-11].http://news.xinhuanet.com/fortune/2015-08/18/c_11116294563.html.
- [12] 董千里.供应链突发事件集成管理研究[J].物流技术,2009,28(7):180-184.