

# 石油天然气企业安全成本初探<sup>\*</sup>

苏欣<sup>1</sup> 罗小武<sup>2</sup> 袁宗明<sup>1</sup> 文进<sup>3</sup> 张琳<sup>1</sup> 张鹏<sup>4</sup> 唐恂<sup>5</sup> 胡安鑫<sup>1</sup>

(1.西南石油大学 2.中国石油新疆克拉玛依油田油气储运分公司 3.中国石油西南油气田公司  
4.中国石化江苏石油勘探局 5.中国石油西南油气田公司输气管理处)

苏欣等.石油天然气企业安全成本初探.天然气工业,2006,26(6):149-152.

**摘 要** 根据石油天然气行业特点和相关资料提出石油天然气企业安全成本概念。安全成本包括保证性安全成本和事故成本。分析了安全成本与企业安全水平的关系,影响油气行业安全成本的主要因素为经济社会发展状况、科学技术发展状况、运营年限和其它影响因素。为分析安全成本定义了安全成本率、安全保证程度、功能成本率等 3 个指标,指出应在油气企业开展安全成本管理,并提出建议:作好与安全成本有关基础数据的统计工作,建立、健全各项基础工作,加强推行安全成本管理工作的宣传力度,增强安全效益意识,对企业安全成本管理者 and 员工进行培训。

**关键词** 石油 天然气 企业管理 安全 成本 影响 因素 指标 分析

## 一、安全成本的构成

由于油气行业生产的潜在危险性和破坏性比其他行业大,其事故率和事故损失也高于其他工业企业。因此,企业安全资源配置比例高,其所形成的投入性支出比较大。

### 1.安全成本定义

油气行业成本分析中很少提出“安全成本”这一概念,对安全等有关费用的核算、分析和研究也需进一步深化。油气企业“安全成本”指企业在勘探开发、储存、加工、运输和销售等过程中为了减轻或免除井喷、爆炸、有毒气体泄漏等事故给企业、人、自然和社会造成的损坏,保护职工生命安全与健康,保护环境不受污染、使企业正常生产并获得最大效益而进行安全管理所支付的费用,以及未达到既定安全目标而造成的损失费用之和。

### 2.安全成本构成

由于国内外对“安全成本”的研究还没有成熟的理论,根据 Manuele 著名的“相互替换理论”(即认为质量管理中的“质量”可用“安全”来替代),采用“质量成本”以及欧美发达国家、国际劳工组织和国内安全专家的研究成果来分析油气行业“安全成本”的构成。油气行业安全成本组成见表 1。

表 1 石油天然气行业安全成本

保证性安全成本	安全工程费	①为构筑安全工程设施以及购置安全检测设备、仪表等支出的费用(包括材料费、工时费、设备费);②安全监测费(包括安全监测设备、仪器的维护维修费以及安检人员工资);③安全工程的设计费、评审费;④安全工程、设施的维护运行维修费	
	安全预防费	①安全新技术研发费;②安全奖;③安全培训教育与宣传费用;④安全管理费(含安全信息采集预处理、安全奖等);⑤风险费(含应急预案编制与演练和其他不可预见费)	
事故成本	保险费用	员工工伤保险和企业财产保险	
	损失性成本	内部损失	①停产损失费用;②安全事故本身造成的损失费用(如设备报废、材料报废、工程报废损失费用等);③恢复生产费用;④报废设备、工程等的处理费用;⑤安全事故处理、分析费用
		外部损失	①人员伤亡的医疗费和赔偿费;②环境污染等项赔偿费;③各类罚款;④诉讼费
	无形损失	对区域性经济和社会稳定的影响,对环境和公众安全的影响,对企业内部劳动关系、商誉和形象的影响,以及对与之相关的市场和发展机遇的影响等;个人家庭留下的精神创伤	

<sup>\*</sup> 本文为四川省重点学科建设资助项目(SZD0416)。

**作者简介**:苏欣,1982年生,硕士研究生。地址:(610500)四川省成都市新都区西南石油大学硕士 2004 级 2 班。电话:(028)67302441。E-mail:sx124@126.com

### (1) 保证性安全成本

保证性安全成本是指为实现一定的安全目标,形成安全保证条件和体系而支出的费用。这部分支出是基础性的,决定着安全水平的高低。其目的是形成安全保证条件和体系,避免事故的发生,具有主动性和可控制性,又称可控性安全成本。其虽具有可控性,但它有一个最低限度和一个最高限度。前者就是国家和油气行业指定的有关规范、标准中规定的油气企业必须投入的安全成本,且国家结合油气行业的特点正着手准备制定强制性从油气企业提取安全费用的制度,以保证油气企业有足够的安全投入费用;而最高限度就是保证性成本不能超过企业的总成本所能承受的成本。

保证性安全成本中,安全工程费指为构筑安全工程(防火墙、防火堤等)、设施以及购置安全监测设备等支付的相关费用(油气企业在生产一线安置的各种超压、超温、有毒气体泄漏等报警监控仪器仪表等);安全预防费指运营安全工程设施,进行安全管理和监督检查、安全培训和教育、安全奖励、安全新技术的研发、不可遇见的安全风险费等支出的费用。

### (2) 事故成本

在一定程度上讲,事故成本具有被动性和不可控制性,因此又称为不可控性安全成本。

#### 1) 保险成本

国家法律强制规定油气企业必须为每个员工购买工伤保险;而财产保险虽不是法律强制规定,但由于油气行业的特殊性,企业为分散自己承担事故的财产损失一般都购买了财产保险。企业的安全业绩将直接影响保险费用的投入。

#### 2) 损失性成本

损失性安全成本指因安全事故发生或安全水平不能满足需要而影响生产所产生的损失,包括内部损失、外部损失和无形损失。其经济意义在于综合反映了油气企业生产事故造成的损失和因安全保障水平不能满足生产需要而付出的代价。

### 3. 安全成本与安全水平的关系

保证性安全成本和事故成本是相互联系和影响的,并随安全保证水平的变化而变化。一般来讲,安全保证水平越高,保证性安全成本越高,事故成本越低,并且安全成本总额随安全水平的提高,由高到低,又由低到高变化,如图1所示。

从图1可以看出,保证性安全成本随安全水平的提高而增加,事故成本随安全水平的提高而降低,

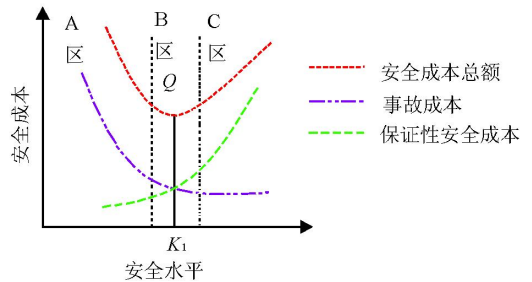


图1 安全成本与安全水平关系

二者具有互补性和替代性,共同决定安全成本的高低。 $Q$ 点反映了安全工作技术上可行,经济上合理的要求。对此,把最低安全成本的 $Q$ 点所对应的安全保证水平的 $K_1$ 点作为最合理的安全保证程度,并称之为“经济安全保证程度”,它是安全工作经济优化的总目标和总原则。综合分析可采取以下几种安全经济优化策略。

(1) A区优化策略。在A区,安全成本过高,反而安全水平过低,这是因事故成本过高,而保证性安全成本过低造成的。油气行业往往在刚开始运营时,由于各方面的机制不健全,操作不娴熟,各种仪器设施设备也没有处于最佳工作状态,小事故出现频率高,因而各种事故成本高。此阶段需增加安全工程设施的投入,尽快完善安全管理措施和安全检查制度,加强安全监控,控制、强化安全意识和安全防范,提高安全保证程度,降低安全损失,使安全成本达到合理水平。

(2) B区优化策略。在B区,安全成本最为合理,说明安全保障适中,安全工作较理想。对此,安全工作优化的策略是制定安全工作标准和规范,并对安全工作实行标准化管理。

(3) C区优化策略。在C区,安全成本过高,原因是保证性安全成本过高,说明为保障安全而进行的投入过多而出现安全功能过剩。随着时间的推移,油气行业各种设施设备可能出现老化,管道出现腐蚀等情况,为了安全起见,企业往往没有经过各方面的考察和评价,对这些有隐患的设施设备、管道等进行全面更换,费用很大,造成保证性安全成本过高。实际上经过认真评价、维修和保养,有的设施设备及管道没有必要进行全面更换。因此,在这个区域要减少不必要的安全措施,停止不合理的安全工程和设施的运行,调整并简化安全测控系统以降低安全成本。

## 二、安全成本的影响因素

### 1. 经济社会发展状况

经济发展规模和发达程度在很大程度上影响着油气行业的安全成本。一方面随着经济的发展,我国能源结构的调整,油气将在能源结构中占有很大的比重,将引起油(气)田开采力度的增加,油(气)田服役时间必然缩短,要保证高效开采,必须增加对安全成本的投入;另一方面人们对安全越来越重视,对安全水平要求越来越高,对社会的安全问题越来越重视。

### 2. 科学技术发展状况

油气行业现在要求自动化程度很高,如许多部门都要求实现智能管理、自动报警、数据的在线采集等,这些措施都可显著提高安全水平。但高科技往往伴随着高成本,因此保证性安全成本必然增加;而另一方面,一些不法分子也利用科技手段对油气行业进行破坏。如管道沿线盗油就采用高科技手段。仅中国石油新疆油田公司2004年发生盗窃案件109起,损失近300万元,且这种盗油还可能引起更大的安全隐患,造成更大的事故成本。

### 3. 生产运营年限

油(气)田开采、处理加工工厂和油气输送管道的年限是影响安全成本的另一因素。大量统计资料证明:在油(气)田加工处理等工厂投产初期,由于安全工程设施等的投入较大,产量低,所以安全成本水平相对较高,随着不断上产,安全成本不断降低,并趋于最低;在正常生产期,随年限的增加,油(气)田含水率的增加、设备的老化腐蚀等原因致使安全投入不断增加,安全成本水平不断上升;在衰老期主要是残采生产,地质条件更加复杂,并且油气产量越来越低,致使安全成本水平越来越高。总之随着生产运营时间的推移,安全成本将增加。

### 4. 其他

油(气)田产地的地质情况决定油(气)田开发的难易程度,从而影响安全成本的投入;油气处理加工等工厂所处的地理位置,也决定着企业的安全性,从而影响安全成本的投入,如处于城市中心或人口较为密集的地区,则安全隐患就越大,保证安全性成本就越多,一旦发生事故则事故成本也越大;油气管道经过地区的自然环境、公众素质都将影响安全成本。

## 三、安全成本分析

根据油气行业的自身特点,采用安全成本率、安

全保证程度、功能成本率作为安全成本分析的指标。

### (1) 安全成本率( $i$ )

安全成本率按照式(1)进行计算,它反映了油气行业总成本和安全成本之间的关系。

$$i = \frac{A_0}{A} \quad (1)$$

$$A_0 = A_1 + A_2 \quad (2)$$

式中: $A_0$ 为安全成本; $A$ 为总成本; $A_1$ 为保证性成本; $A_2$ 为事故成本。

总成本一般来说随着安全成本的增加而增加,但有时需考虑事故成本的节约额。通常,发生事故的次数是随机的。设事故发生 $X$ 次,且服从泊松(Poisson)分布,故发生事故的率为:

$$P\{X = k\} = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (3)$$

式(2)的物理意义是在企业规定时间( $t$ )内,事故出现 $k$ 次的概率。

损失性安全成本期望值估算为:

$$E(A_2) = \sum_{k=1}^n P_k \alpha_k = \sum_{k=1}^n \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \alpha_k \quad (4)$$

式中: $\alpha_k$ 表示事故 $k$ 发生引起的安全成本损失, $P_k$ 表示事故 $k$ 发生的概率。

采取了安全技术改进措施后即增加保证性安全成本,那么事故成本期望值减少量为:

$$\Delta E_s = E(A_2) - E_0(A_2) \quad (5)$$

式中: $\Delta E_s$ 为技术改进前后事故成本期望值之差; $E_0(A_2)$ 为技术改进后事故成本的期望值。

因此,虽然增加了安全保证性成本,但同时减少了事故成本,如果事故成本的减少量比投入安全的保证性成本的增加量大,那么安全成本总体相对减少,从而企业的总成本也相对减少。

### (2) 安全保证度( $B$ )

将企业总产值( $V$ )和损失性安全成本( $S$ )之比定义为安全保证度( $B$ )。比值越大,说明企业的损失性成本越小,企业越安全。

### (3) 功能成本率( $C$ )

功能成本率指保证性安全成本与企业产值之比,即 $C = A_1 / V$ 。保证安全成本占有一定的支出比重,安全保证度和企业经济效益有密切关系,因此,正确分析功能成本率能更科学地进行安全决策和管理。应到达什么比重才合理,有待进一步研究和探索。

## 四、认识和建议

安全成本是一种可变成本,通过分析研究和进

行独立核算,既可对各单位安全管理工作进行合理的技术经济评价,也可分清各单位在安全管理上的经济责任。在保证性安全成本与事故安全成本的辩证关系上,加大保证性安全成本投入,既是最大限度确保安全生产的必需,也是当前油气企业安全生产的急需。建议如下。

(1)作好与安全成本有关基础数据的统计工作。数据采集宜由粗到细,由浅入深;安全成本核算需有专门熟悉安全工作的人员和财务人员负责处理。

(2)在开展安全成本管理之前,必须建立、健全各项基础工作,加强推行安全成本管理工作的宣传力度,增强安全效益意识,同时必须对企业安全成本的管理者和员工进行培训。

感谢曾时田同志对本文提出的建议。

#### 参 考 文 献

- [1] 李文兴.铁路运输企业安全成本初探[J].北方交通大学学报,1994,18(3):327-331.
- [2] 姚庆国.安全成本与安全工作经济优化[J].煤炭学报,2001,26(3):331-334.
- [3] 姚庆国.煤炭安全成本初论[J].煤炭经济研究,1999(6):33-35.
- [4] 吴国华.煤炭成本控制工程[M].天津:天津科技翻译出版公司,1994.
- [5] 马红伟,陆刚.安全成本及安全成本分析指标的确定[J].徐州建筑职业技术学院学报,2004,4(1):39-42.
- [6] 马春玲,陈学锋,王伟.浅谈安全成本分析与特性在煤炭管理中的应用[J].安全生产,1997(3):35-39.
- [7] 张士强,潘德惠,姚庆国.煤炭安全成本及其变动趋势分析[J].安全与环境学报,2005,5(4):109-113.
- [8] 白勤虎,吴建军.工业企业安全管理效果评价[J].合肥工业大学学报(自然科学版),1996,19(3):48-53.
- [9] 周卫红.安全投入问题初探[J].电力安全技术,2004(6):20-22.
- [10] 徐德凤,杨学义.安全成本特性分析在电力管理中的效应[J].电力安全技术,2003(5):25-26.

(修改回稿日期 2006-04-21 编辑 赵 勤)