

城市燃气安全体系的建设

安全问题是一个社会问题，各国均十分重视。燃气属易燃、易爆和压力输送气体。随着城市燃气的发展、供气范围的不断扩大、用户数的增加，安全问题也日益突出，事故屡有发生。世界各国虽不断有燃气爆炸、中毒等伤亡事故的报道，但程度上有很大的差异。差异的程度与安全体系是否完善有关。

事故的不断发生，使我们必须重视燃气行业的安全问题，但安全与事故是不同的概念。事故是不安全因素造成的最后结果。但不是唯一的结果。安全有更广泛的含义，对城市燃气来说，一个完善的供气系统，首先能保证长期的连续供气，满足各类用户的需要。安全供气由许多环节来保证，任一环节出现问题均会出现不良的后果。安全事故的损失会影响到企业的经济效益，因此，安全生产就是企业的效益。由此可知燃气安全体系建设的重要性。

城市燃气属于城市的生命线工程。安全体系的建设是一个系统工程，涉及技术、管理和法律等诸多方面，其中包括：标准、技术法规、安全评估等。本文侧重论述在技术方面安全体系的建设。安全技术的进步对安全体系的建设也有很大的影响。

事故状况的分析

我国的燃气事故是较多的，但缺乏完整的统计资料。国际上许多发达国家的燃气伤亡事故每年均有年报资料发表，燃气的安全事故有两个类别，一是对行业职工安全健康的统计资料，二是造成社会伤亡事故的统计资料。事故有两种类型，即易发事故与偶发事故。易发事故常处于被监控的状态，偶发事故也称为突发事故，造成的影响面较大，是造成伤亡的主要原因。当然，易发事故管理不善，积累到一定程度后也会导致偶发事故。

由表 1 可知，美国燃气部门的职工死亡率每年均有波动，1985 年为每 10 万职工死亡人数 5.78 人，与商业、服务业和制造业相类似。

对社会造成的伤亡人数则可见日本的统计资料(表 2)。由表 2 可知，在日本，燃气对社会造成的事故主要为烟气中毒。

工程上，各国均十分重视管网系统中所发生的事故，为此，国际燃气联盟(IGU)的配气委员会曾作过专门的调查研究，目的是使各国燃气公司的易发事故与偶发事故之比的信息更具有可比性，并在事故分析中注意到以下两点：

- (1) 每一失误原因所起的作用。
- (2) 通过比较年度事故的数据，可判断不同配气管网的性能和可靠性。

从各国连续 5 年的调查资料来看，可得以下几点结论：

(1) 易发事故数和偶发事故数显示出明显的两极分化。各公司汇总的比例为 99.9/0.10(易发事故数/偶发事故)，这说明，只有 1/1000 的易发事故可能转变为偶发事故，造成人员的伤亡和财产的损失。对易发事故的监控十分严格。

- (2) 低比例说明燃气的泄漏一般不会或很少转化为偶发事故。偶发事故都有偶发事故的诱因，

再加上燃气的泄漏而导致的。

(3)事故的原因分析可见表3。

由表3可知,多数的易发事故是由灰铁管的机械接口和青铅麻丝接口(54%)以及钢管的腐蚀(17%)所引起的。而多数偶发事故由第三方作业(47%),施工活动(18%)和灰铁管断裂(10%)所造成的。

分析也同时说明:

(1)非焊接接口(螺纹连接)由易发事故转变成偶发事故的可能性很小,仅3%。

(2)靠近管线的第三方作业带来的破坏情况,虽在易发事故统计中不占重要地位,但却是各国燃气公司反馈信息中的普遍现象,不论管网的结构和所用材料、压力范围如何均是如此。这表明燃气公司协调各方面的关系以保证燃气系统的安全十分重要。

在研究了各国所反映的信息后可得以下量化数据:

(1)配气干管易发事故的范围为0.02次/km至0.4次/km,平均值为0.14次/km。显然,低指标是指已广泛使用聚乙烯管和钢管的系统,或对灰铁管的更新已达到先进水平的系统。

(2)配气干管偶发事故的范围为0.04次/1 000km至0.8次/1 000km,平均值为0.15次/1 000km。

(3)由第三方作业引起的易发事故范围为0.06次/10km至0.7次/10km,平均值为0.1次/10km。

(4)由第三方作业引起的偶发事故范围为0.01次/1 000km至0.4次/1 000km,平均值为0.07次/1 000km。

(5)钢管腐蚀引起的易发事故范围为0.01次/km至0.3次/km,平均值为0.04次/km。指数值规律与中间值不一致,这与钢管使用年限,防腐的质量及阴极保护系统的有效性有关。

(6)灰铁管按长度分析引起的易发事故的范围为0.03次/km至3次/km,平均值为1.19次/km。显然,数据的分散性与系统的调整和更新情况有关。接口的状况决定于加固、修复和路面的交通情况。

(7)对工作压力影响的调查表明,低压系统的易发事故/偶发事故值较大,因为,低压系统常置于拥挤的地区,第三方作业会产生很高的危险性,在有些地方,与灰铁管和裸露的旧钢管较多也有关系。

根据对易发事故/偶发事故的分析资料,燃气公司可制定相应的对策和运行程序。但上述分析资料还是相当粗略的,各燃气公司对事故的调查与分析应有更深入的研究。

事故原因的调查

对事故的调查研究是燃气公司和安全部门的经常性工作。调查工作应解决三个问题,即:

(1)发生了什么?

(2)怎么发生的?

(3)为什么会发生?

对事故的调查切忌简单化,对与事故有关的各个细节均应分析到,例如,即使是第三方损坏

的例子，调查工作也应不断的深入，对它的起因与环节弄清楚，以便得出正确的答案。调查的目的是为了吸取教训，改进工作，亡羊补牢，而不是简单的追究责任。有一种事件和因果因素图对分析工作很有用。这种图是通过各种事件来描述整个事故，用以评价所收集的数据。评价过程并没有严格的规则，因此，每个事故有其本身的图象结构。图 1 所示是一个示例，描述了美国衣阿华州伯灵顿市(与伊利诺伊州交界处的城市)所发生的管道事故。

为帮助调查者总结发生事故的各个事件，事件和因果因素关系也可用来防止类似事件的发生。如前所述，一个事故是由相互联系的各个事件所组成，破坏了一个联结点，就会造成事故。小心谨慎的审定事件说明对一个事件必须从多方面进行判断。图 1 明显的说明了需要作出判断的各个方面内容。

图 1 说明，这起居民火灾事故涉及的面很广。最后虽查出的初始原因是公路边地下调压器在清除附近植物树丛时被推土机损坏了低压系统的初级超压保护器，涉及的人员有公路规划部门、施工承包人、推土机操作人、燃气监督部门等，但事故的发生不仅与管理人员有关，也与设计有关，甚至与规范标准和通讯联系不有关。图 1 说明，任一环节的失误均可能发生事故。这一示例值得我们认真研究。

危机管理

以上对事故的分析研究都是在事故发生后进行的，其目的是吸取教训，亡羊补牢。危机管理则是通过管理来控制事故的发生达到可接受的程度，其思路是防患于未然，是一种更为进步的方法。非典、禽流感发生后也促使我们研究危机管理系统，做好危机评估工作，使可能发生的损失减到最小程度。危机与安全的概念，危机越大，则安全越小，是一个倒数的关系，同时，危机管理的实质也就是安全管理。

1 危机管理概述

危机管理是政策、程序和方法管理的系统应用，其目的是使保护职工、大众、环境和公司财产的成本达到一个可接受的程度。危机管理包括系统的评估、潜在的危机和建立危机的控制程序，使有限的资源在生产中得到最大的回报。

社会的本质就有发生不利危机的趋势，在生活中逆境常存在于各个方面。例如，通过购买保险来限制不利事件的潜存影响，有些人甚至愿意支付较高的保险金，以期减少偶发事故发生的支出。两者的差值就构成了所谓的危机容忍量。容忍量决定于个人的分析和对危机的评估。虽然这一说法并不一定全面，但从中可以得到一个危机管理的基本概念。为了减少危机，我们几乎每天都在运用这个概念。

企业部门对面临不利危机所采取的对策常以整体管理的付出来保证良好效益的获得。当前，这些危机领域均是通过企业内部的不同部门在独立的运作着。例如，有的部门负责购买保险以减少一旦失火引起的财务损失或生产利益，而另一些部门则是为了处理职工的健康与安全和发生的环境危机。因此，由于管理方式的不同，也不能在相同的基础上对危机进行度量，但必须弄清楚其内在的关系，以便评估其在公司范围内所产生的影响。例如，保护职工健康和安全的目的是减少职工在危机中所受的伤害，而现在的概念则是代之以在职工的生产保护方面进行投资，并制定

一个运行程序使危机中的伤害减至最小的程度。评价一个公司在职工健康与安全方面的危机控制是采用一个危机管理过程的构成表，其中危险性最大的活动应放在优先考虑的地位；如有必要，还可采用新的成本一效益危机管理方法。对环境和工厂的整体危机区可采用这一类的评估方法。如果再能结合广泛的预算决策，还可以做得更细致和完善。

4.2 方法和模型

这里主要论述天然气工业中当今各国危机管理的实践状况，研究对象主要是管道系统，但危机管理的方法和范围尚没有现成的规程可作依据，各燃气公司有各自的技术和软件，差别很大。以下两种系统和分析方法在燃气公司中已得到应用。

4.2.1 缺点系统

在缺点系统中对管道的更新改造更多的是考虑安全(或环境的影响)而不是其经济性，是一种经验的方法，且需要大量的数据。基本出发点有两个，即：

- (1)管道的潜在漏气情况？
- (2)如发生漏气，其潜在的危险性如何？

一根管道，如潜在的漏气量很高(强度因数)，潜在的事故危机频率也很高(广泛因素)，则总得分也越高；反之，则得分越小。当一根管道的总分值接近于最高分时，就应进行更换或改造。

但是一危机产生的根源来自于危机因素的不确定性，对不确定因素的表述，通常用分布函数来描述。在对事故发生的可能性进行预测时，一般只需简单地与类似事故进行比较，而毋须考虑它的不良后果。而在危机分析中却必须考虑到事故的不良后果，因此，危机就等于考虑了不良后果潜在损失的不确定性，因此，一个偶然事故的危机性可用以下两个危机因素来表示：

$$R = P \times M$$

式中： R=危机性；

P=偶然事故发生的概率(频率)；

M=偶然事故产生的潜在损失(严重程度)。

由于这两个危机因素的不确定性，需用概率的分布函数来表示，确定危机因素自身的值就需要以下大量统计数据作基础，例如在讨论职工健康与安全时，采用国际劳工组织(ILO)定义的事故失去的时间作标准。例如，频率或事故率 P 定义为：

式中： LTA 即事故失去的时间

LTA 的总数为在一定时间段内(通常以年计)每一致伤职工失去 1 个或 1 个以上工作日的事故总次数。

对事故的严重程度定义为：每 100 万个全员职工应工作的总时数中，因受伤害而失去的工作日总数。由于按此定义得出的严重程度数较大，因而改为：每 100 万个全员职工应工作的总时数中，因受伤害而失去的千工作日总数。用公式表示为：

平均失去的时间值即平均每次事故失去的工作日，可表示年度事故的严重性，用公式表示为：

实际上，根据对危机的评估要求，不同的评估目标可用不同的指标来表示，如潜在的损失和非金钱的环境损失等。又如对大气环境评估时可用对臭氧层破坏的潜力(ODP)和对全球变暖的潜力(GWP)等，对管道的更新评估可用漏气

量(单位管长在单位时间内的漏气量)和由漏气造成的爆炸后果等。危机的定义也可用在许多其他的地方,这里讨论的危机性主要是针对燃气管道报废的预测标准。当危机性达到一定程度时,必须更新旧管;而未达到一定程度时,则可采用维修的方法而不必换管,使安全性与经济性得到最大的统一,这也是当今各国燃气公司遇到的最大问题。