

物元理论在安全科学中的应用初探

樊运晓, 罗 云, 陈庆寿

(中国地质大学 工程技术学院, 北京 100083)

摘要: 可拓学研究和提供解决矛盾问题的规律和方法, 而安全科学则是解决安全与事故或事故隐患这一特殊矛盾的科学. 由于事故隐患具有发散性、可扩性、相关性和共轭性, 本文提出了在安全科学理论和安全管理学方面, 把传统理论和可拓方法相结合, 会得到切实有效的成果.

关键词: 物元理论; 事故隐患; 安全科学

中图分类号: X9. 2

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2001)01-0030-04

文明的进步给人类带来了利益、效率、舒适和便利, 但同时也给人类带来不利和造成负面影响, 其中突出的问题就是生产和生活过程中的意外事故. 世界每年有 350 万人死于意外事故, 人类创造的 8% GDP 价值被事故化为乌有; 从前苏联的切尔诺贝利核泄漏到韩国豪华的三丰百货大楼坍塌, 再到我国克拉玛依友谊宫火灾, 事故无不留给人类惨痛的教训. 文明的进步给安全科学理论与管理方法提出了新的要求, 传统的安全理论已不能适应当代工业的需要, 物元理论的出现为安全科学的发展提供了可拓展之路.

1 预备知识^[1, 2]

1.1 物元的概念

由事物的名称、特征和量值 3 个基本要素构成的三元组称为物元, 记作 $R = (N, c, v)$, 其中 R 为物元, N 为事物的名称, c 为事物的性质, v 为事物的量值, v 也可用 $c(N)$ 来表示, 例如:

$$R_1 = (\text{工件 A, 质量, 5kg}),$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} \text{H}_2\text{O, 温度, 98}^\circ\text{C} \\ \text{物相, 气态} \\ \text{位置, 高山} \end{bmatrix}.$$

1.2 物元的可拓性

可拓学的研究对象是人们生活和生产实际中经常遇到的各种各样矛盾问题, 它研究解决矛盾问题的规律和方法, 是系统科学、思维科学和数学交叉的边缘学科; 解决矛盾问题的基本方法是依据物元的可拓性进行物元变换. 物元的可拓性包括发散性、可扩性、共轭性、相关性和蕴含性.

发散性是指一事物具有多种特征, 一特征又为多种事物所具有等等.

可扩性是指事物的可加、可积和可分的特性.

事物具有物质性、系统性、动态性和对立性, 从这四个角度出发, 相应提出了虚实、软硬、潜显和负正四对对立的概念来描述事物的构成, 称之为事物的共轭性.

收稿日期: 2000-06-30

作者简介: 樊运晓(1969), 女, 讲师, 博士; 主要研究方向: 岩石力学与安全减灾.

一个事物与其它事物关于某特征的量值之间,或者同一事物关于某些特征的量值之间,如果存在一定的依赖关系,我们称之为相关。

如果一事物 A 的实现必然导致事物 B 的实现,则称事物 A 蕴含事物 B。

根据物元的发散性、可扩性、相关性、共轭性和蕴含性,对物元的要素进行置换、分解、增删和扩缩等变换,称为物元变换。物元变换是解决矛盾问题的基本工具。物元的引入,可以从量和质的变换两方面反映人的思维过程。

2 安全科学的研究特点

安全科学是专门研究人们在生产及其活动过程中的身心安全与否的矛盾问题^[3],其解决的关键是寻找隐患,排除事故,即:通过分析灾害事故的原因,找出事故隐患的所在,总结出带普遍适用性的理论,提出防止再次发生同类事故的措施。

安全科学所研究的事故隐患属于特殊类型的矛盾,具有发散性、可扩性、相关性、共轭性和蕴含性。

2.1 事故隐患的发散性

隐患是导致事故的一个重要原因,而事故的发生具有普遍性,只要存在着生产,就会存在着这样或那样的事故;不同的事故又具有不同的性质,如电、热、高压、化学、物理、机械等,不同的危险源又会表现出不同的事故,因而其避险方法及预防事故的措施各不相同。即:

(1) 一个事故隐患单元具有多种特征。如对隐患单元 N_i 的特征 c 进行发散,可以了解其危害程度,从而加以预防。用物元表示即为:

$N_i \rightarrow \{(N_i, \text{威胁程度, 人员伤亡}), (N_i, \text{显示性质, 不易发现}), \dots, (N_i, \text{经济损失, 巨大})\}.$

(2) 具有某一特征的隐患单元有多个,如果对性质易发现的隐患单元进行控制,就可以减少事故,即:

$(N, c, v) \rightarrow \{(\text{人的隐患, 诱发对象, 事故 A}), (\text{机的隐患, 诱发对象, 事故 B}), (\text{环境的隐患, 诱发对象, 事故 C})\}.$

事故隐患具有“一物多征”和“一征多物”等特点,所以说安全科学所研究的事故隐患具有发散性。

2.2 事故隐患的可扩性

物元的可扩性是指其可以结合分解的可能性。事故隐患的可扩性是控制隐患的一个重要手段,它表现为隐患可以与其它事物结合而改变其导致事故的可能性,从而达到提高系统的安全性。例:

不易控制事故隐患 A $\odot$ 投入预警预报系统 $\Rightarrow$ 可杜绝隐患 B。

2.3 事故隐患的相关性

相关是指一个事物与其它事物关于某特征的量值之间,同一事物或同族事物关于某量值之间存在的依赖关系,事故隐患存在的相关性是指事故的发生不单纯地只与隐患有关,还与其相应的环境及有关安全管理手段有关。例如:

$\Phi(\text{人因失误 A}) = \text{人因失误 A} \odot \text{改善工作条件 B} \Rightarrow \text{无隐患行为 A},$

$\Phi(\text{人因失误 A}) = \text{人因失误 A} \odot \text{上级加强管理 C} \Rightarrow \text{无隐患行为 A},$

其中 Φ 为主动变换。

2.4 事故隐患的共轭性

共轭性是指从虚实、软硬、正负和潜显这四对对立的概念来描述事物的构成, 隐患的共轭性是指隐患的产生不仅与造成隐患的显部因素如人、机、环境有关, 还与其潜部因素, 如管理不当有关; 不仅与其实部如隐患的现象有关, 而且与虚部如人员的安全意识有关; 不仅与造成隐患的硬部如安全部门不健全有关, 还与其软部如安全部门的协调关系有关, 即:

$$\begin{aligned} \text{隐患 } A &= ap(\text{人、机、环境因素}) \odot lt(\text{管理因素}) \\ &= re(\text{隐患现象}) \odot im(\text{安全意识}) \\ &= hr(\text{安全部门}) \odot sf(\text{协调关系}). \end{aligned}$$

3 根据物元的可拓性减少安全领域中的事故隐患

3.1 用物元的蕴含性分析事故隐患

对于一个系统, 隐患是多种多样的, 而且其表现特性也各不相同, 根据物元的发散性, 结合一物多征、一征多物的特点, 应对事故的发生原因进行层层分析, 如图 1 所示, 不仅要从业系统的各要素加以分析, 寻找控制隐患的方法, 还要从组成系统的人、机、环境和管理方面分析事故隐患, 寻找控制事故的方法.

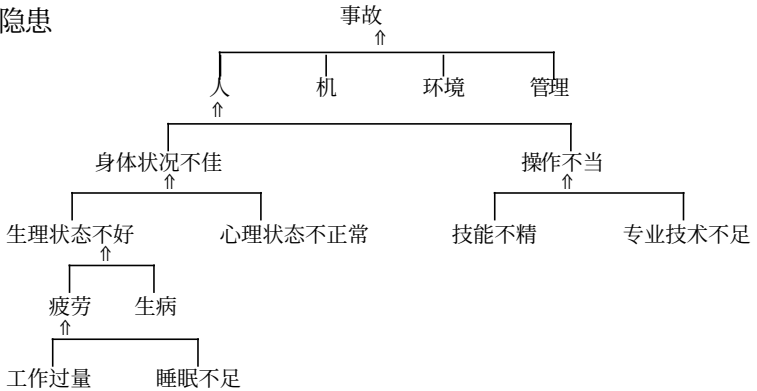


图 1 由蕴含性分析事故隐患

根据物元的蕴含性, 层层分析事故的发生原因, 便于找出事故隐患, 对于杜绝事故的发生有着重要的意义.

3.2 用物元的可扩性分解事故隐患

物元的可扩性是指其可分解结合的可能性, 事故隐患具有其可避免的特性, 只要合理地加以处置, 适当安装控制装置, 隐患可以分解. 如图 2, 对整个系统采用同样的方法, 则会收到更好的效果.

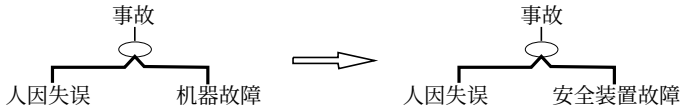


图 2 增加安全装置分解事故隐患

3.3 根据物元的相关性化解事故隐患

事故隐患的相关性是指其存在不仅与事物自身有关, 而且与其相关的事物有关. 一般说来, 生产作业条件对人的行为有重大的影响; 某一级别的人因失误反映了较高级别人员责任方面的缺陷; 有时物的不安全状态会诱发人的不安全行为, 而人的不安全行为又会导致物的不安全状态的发展, 或导致新的不安全状态的出现. 同时, 事故隐患的特征值是受其它特征的影响而变化的, “事故发生的频率越高, 其伤害的程度也越大; 安全的企业生产效率高, 不安全的企业生产效率反而越低”和“预防轻伤事故则可以预防重伤事故”^[4]都是这个道理. 因此, 根据事故隐患的相

关性,在杜绝隐患时,不可就事论事,事故隐患的产生不是单一地按照人、机、环境和管理的轨迹进行,而应该在考虑四方面因素隐患的同时,尽可能避免四个因素轨迹中有交叉的部分,避免人员因素隐患和其它因素隐患的同时出现。

3.4 由隐患的共轭性加强对事故隐患的控制

事故的存在有着潜在和显化两个阶段,潜在的事物发展为显化的事物,可为人们解决问题提供条件,也可能成为解决问题的不利因素。潜在的隐患,则是显化的事故的前奏。利用隐患与事故的潜显关系,加强管理工作中的事故判定技术,即:在事故发生前调查不安全行为及不安全状态,然后把收集到的不安全状态及行为分类以采取恰当的改正措施;直接改正已经判别了的事事故隐患,然后探究使隐患存在的管理方面的问题,并对安全管理方法加以改善。

事故隐患的产生同时存在虚实两部分。人员失误是隐患的实部,恐慌、忧伤和过于自信等则是其虚部。在控制隐患的时候,要注意其实部,更要注意其虚部。加强人员知识技术训练和安全的监督工作,对减少事故发生往往起着事半功倍的效果。例如:某企业每年事故损失若干万元,究其原因,是新招工人生产技术能力低和知识水平不够所致,于是企业加强了新上岗工人的培训,并相应地增加了作业前班组长检查、作业中班组长跟班的工作,结果事故大幅度降低,同时形成良性循环,提高了生产效率,产生了相当好的效果。

4 结论

安全科学所要解决的是日益增加的事故和尽可能减少事故和事故隐患的矛盾,事故隐患具有发散性、可扩性、相关性、蕴含性和共轭性等性质,因而在安全科学理论和安全管理等方面,应在传统理论的基础上,采用可拓学方法进行研究。可拓学在安全科学领域的应用是有意义的,本文仅仅是一个开头,更有效的理论和方法有待于各位专家学者进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] 蔡文,杨春燕,林伟初.可拓工程方法[M].北京:科学出版社,1997,65-69.
- [2] 蔡文.物元模型及其应用[M].北京:科学技术文献出版社,1994,22-58.
- [3] 吕安庆.试论安全科学研究的特殊矛盾[J].中国安全科学学报,1997,7(4):42-46.
- [4] 陈宝智.安全原理[M].北京:冶金工业出版社,1997,31-57.

Application of Matter element Theory in Safety Science

FAN Yun-xiao, LUO Yun, CHEN Qing-shou

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Matter element theory is a useful measure to solve contradiction problems. Hidden danger, which is a special contradiction in safety science, is of divergence, extension, interrelation and conjugation. Therefore, besides traditional ways it is of importance to use matter element theory in safety science.

Key words: matter element theory, hidden danger; safety science