

【编者按】本刊以中英文两个版本全文发表中国矿业大学（北京）安全管理研究中心、中国地质大学（北京）工程技术学院、中国石油大学（北京）储运与机械工程学院、北京全安泰和安全技术研究院研究者在多项国家自然科学基金项目支持下共同研制的《通用事故原因分析方法（第4版）》，本刊认为是事故致因理论和事故原因分析方法的综合、深入研究，期待其在事故预防、事故责任划分实践中得到广泛的实践应用。本文英文版将后续发表。

## A Universal Methodology for the Causation Analysis of Accidents(4<sup>th</sup> Edition)

Gui Fu<sup>1#</sup>, Yunxiao Fan<sup>2</sup>, Ruipeng Tong<sup>1</sup>, Yunhua Gong<sup>3</sup>, Jialin Cao<sup>1</sup>, Hu Zhang<sup>1</sup>, Jiangshi Zhang<sup>1</sup>, Wei Jiang<sup>1</sup>, Fuyi Fan<sup>4</sup>, Wanjun Fu<sup>4</sup>, Zhongliang Chen<sup>4</sup>

1. Safety Management Research Centre, China University of Mining and Technology, Beijing 100083

2. Faculty of Engineering and Technology, China University of Geoscience, Beijing 100083

3. Faculty of Mechanical and Transportation Engineering, China University of Petroleum, Beijing 102249

4. Safety Research Organization of Quantantaihe(Beijing), Beijing 100041

#Email: fugui@cumt.edu.cn

**Abstract----** The analysis of the exact causes of accidents is crucial for taking targeted measures to prevent similar accidents from happening in the future and clarify responsibilities for accidents. The existing accident causation models in world such as Swiss Cheese Model (SCM) and System-Theoretic Accident Models and Process (STAMP) basically work well in the analysis of accident causes, but there is still much room for improvement. Essentially a refined version of SCM, 24Model makes it easy to see and discover the various causes of accidents, via properly defining accidents, their causes and changing the definition of hazards to causes of all accidents (all unsafe acts and unsafe conditions), it is much easier both to get accident causes and work out practical preventing strategies. The methodology and procedure of the analysis of accident causes based on 24Model apply to any accidents in every field of work and life.

**Keywords----** accident; causes; definition; logical relations; analysis; universal methodology; 24Model

**Highlights----** 1. It is considered that any accident happens in at least one organization, so any accident can be considered as organizational accident. The accident is the fortuitous event that is stipulated by the organization and is not expected to occur, resulting in damage to life or health, property loss or environmental damage. 2. The causes of accident can be divided into internal causes and external ones. Within the organization, the causes of the accidents are respectively on the individual level and the organizational level. 3. The direct causes and indirect causes for an accident are on the individual level, whereas the radical cause and root cause are on the organizational level. 4. The direct causes are the unsafe conditions and unsafe acts of the organizational members and the indirect causes are the unsafe habitual behaviors of organizational members. The radical causes are the defects of the safety management system of the organization, and the root causes are the defects of the safety culture of the organization. The external causes cover the factors of the external supervision, products and services, natural factors, accident causer's family, genetic, environmental factors, the impacts of the organization's political, economic, cultural and legal backgrounds. 5. The logical relationship linking all the causes of an accident( i. e. all the hazards) are expressed by 24Model. 6. The methods and procedures for the analysis of accident causes are formulated based on the definitions of various causes and 24Model.

## 通用事故原因分析方法（第4版）\*

傅贵<sup>1</sup>, 樊运晓<sup>2</sup>, 佟瑞鹏<sup>1</sup>, 官运华<sup>3</sup>, 曹家琳<sup>1</sup>, 张琬<sup>1</sup>, 张江石<sup>1</sup>, 姜伟<sup>1</sup>, 范付一<sup>4</sup>, 付万军<sup>4</sup>, 陈忠良<sup>4</sup>

1. 中国矿业大学（北京）安全管理研究中心，北京：100083

2. 中国地质大学（北京）工程技术学院，北京：100083

3. 中国石油大学（北京）储运与机械工程学院，北京：102249

4. 北京全安泰和安全技术研究院，北京：100041

【摘要】事故确切原因的分析与获取对于采取针对性措施预防未来类似事故的发生和分清事故责任都极为重要。国际上已有的事故致因模型如瑞士奶酪模型（SCM）、系统思维模型（STAMP）等都为事故原因分析起了很大的作用，但都有需要进一步完善之处。事故致因“2-4”模型（24Model）主要在瑞士奶酪模型基础上改进得到，模型通过妥善定义事故、改变危险源定义为所有事故原因（所有不安全行为与不安全物态），使事故的各种原因都在模型上可见，并被明确定义，事故原因分析与预防实践中较易操做。根据24Model编制的事事故原因分析方法和流程，适用于所有事故的原因分析。

【关键词】事故；原因；定义；逻辑关系；分析；通用方法；24Model

\*基金资助：本方法得到多项国家自然科学基金资助项目的资助（项目号：51534008、51074167、50474032等）。

**【主要观点】**1. 任何事故都发生在至少一个社会组织之内，因此任何事故都是组织事故。事故是组织规定的、人们不期望发生的、造成生命或健康损害、或财产损失、或环境破坏的意外事件。2. 事故的原因分为组织内部原因和外部原因。其中组织内部的原因分布在组织和个人两个层面上。3. 事故的直接原因与间接原因在组织内的个人层面上，根本与根原因在组织内的组织层面上。4. 事故的直接原因是人的不安全动作，间接原因是人的不安全的习惯性行为，根本原因是组织的管理体系的缺欠，根源原因是组织的安全文化的缺欠，外部原因包括外部监管因素，供应商的产品与服务因素，自然因素，事故引发人的家庭、遗传、成长环境因素，以及影响组织的政治、经济、文化、法律方面的因素等等。5. 事故的各种原因即所有危险源之间的逻辑关系用事故致因“2-4”模型（24Model）表达。6. 根据各种原因的定义和24Model，编制得到事故确切原因的分析方法和流程。

## 1 引言

《通用事故原因分析方法(第4版)》旨在对各类事故提出一种通用的原因分析方法，以帮助事故调查者、研究者及相关管理人员等对事故原因进行全面地深入分析，有利于找到事故的确切原因，为准确制定事故预防措施、预防未来事故发生提供依据。

本方法中主要包括事故、事故原因、事故原因间的相互关系及其相关定义，事故原因的分析方法。

本方法通用于各行业、各领域内各类事故原因的分析。

本方法按照GB/T1.1-2009[1] 给出的规则编制。

本方法是国家自然科学基金资助项目（项目编号：51534008）的研究内容。

本方法根据事故致因“2-4”模型编制，该模型经历2005年版、2013年版、2015版三个版本(见文献[16-18])，目前为2016版，因此本方法也编为第4版。

本方法由中国矿业大学（北京）安全管理研究中心、北京全安泰和安全技术研究院研究提出。

## 2 范围

本方法规定了事故原因的分析方法。

本方法通用于所有行业、所有领域内各类事故的原因分析。

## 3 规范性引用文件

下列文件对于本方法的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本方法。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本方法。

GB/T1.1-2009 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写<sup>[1]</sup>

GB/T 24001-2004 环境管理体系 要求及使用指南<sup>[2]</sup>

GB/T 28001-2011 职业健康安全管理体系 要求<sup>[3]</sup>

GB/T 19000-2008 质量管理体系 基础和术语<sup>[4]</sup>

GB 6441-1986 企业职工伤亡事故分类标准<sup>[5]</sup>

国家安全生产监督管理总局、国家统计局，生产安全事故统计报表制度<sup>[6]</sup>，2014年9月

## 4 术语和定义

下列术语和定义适用于本方法。

### 4.1 组织 organization

社会组织的简称，指具有自身管理职能和行政架构的企事业单位、社区、家庭或其结合体，或上述单位中具有自身管理职能和行政架构的一部分，无论其是否具有法人资格、公营或私营，都是社会组织。

注：对于拥有一个以上运行单元的组织，可以把一个运行单元视为一个组织。

（见GB/T 24001-2004的3.16<sup>[2]</sup>）

### 4.2 事故 accident

指组织事故的简称。本方法认为任何事故都发生在至少一个社会组织之内，因此任何事故都是组织事故。组织事故是组织规定的、人们不期望发生的、造成生命或健康损害、或财产损失、或环境破坏的意外事件。

### 4.3 直接原因<sup>①</sup> direct cause

指直接导致事故或者与事故发生相关的重要事件、事项的原因。具体包括不安全动作和不安全物态。

### 4.4 动作 act

指人的生理动作，分为操作、行动和指挥。没有采取应有的动作也是一种动作。

### 4.5 操作 operation

指有操作者、操作对象和操作过程的动作。例如维修人员修理电器，人员是操作者，电器是操作对象，维修电器是操作过程。决策也是一种操作，决策者是操作者，决策是操作对象，做决策的过程是操作过程。

### 4.6 行动 action

指没有操作对象的动作，如走路、休息、乘车、思考等。

### 4.7 指挥 commanding

指让别人做操作、行动或者指挥的动作。

① 直接原因不只是事故的直接原因，还可能是引起其他不安全动作、不安全物态，习惯性行为、安全管理体系、安全文化、外部因素变化事件或者事项的直接原因。无论这类事件、事项是或不是组织规定的事故，但它们肯定不是事故原因分析时所确定的分析对象。

#### 4.8 不安全动作 unsafe act

指引起当次事故（指进行原因分析时作为对象的故事，下同）或者对当次事故的发生有重要影响的动作，可能是违反相关规章制度（指组织或管理本组织的各种规章，下同）的动作，即违章动作，也可能是相关规章制度没有规定、但曾引起过故事的动作，还可能是规章没有规定、也未曾引起过故事，但经风险评估认为是不安全的动作。不安全动作对当次事故而言是一次性行为，由习惯性不安全行为产生。不安全动作有多种作用路径。

#### 4.9 物态 condition

指物的状态，包括材料、工具、设备、设施、场所、环境等的物质、物体方面的状态。

#### 4.10 不安全物态 unsafe condition

指引起当次事故或者对当次事故的发生有重要影响的物态，可能是违反相关规章制度的物态，也可能是相关规章制度没有规定、但曾经引起过故事的物态，还可能是规章没有规定、也没有引起过故事，但经风险评估认为是不安全的物态。不安全物态有可能是由不安全动作产生的，也有可能是由习惯性行为不安全所激活的。不安全物态可能会直接导致事故的发生或产生不安全动作。

#### 4.11 间接原因 indirect cause

指导致直接原因的原因，具体包括与直接原因相关的知识、意识、习惯、心理状态、生理状态五个方面中的一个或者多个，这五个方面是平时或日常（事故发生时刻之前，下同）存在的，可以理解为习惯性行为。它们的状态是由组织的安管理体系产生的。

##### 4.11.1 安全知识 safety knowledge

指与直接原因密切相关的理论知识、经验、技能等的统称。这些理论知识、经验、技能的不足（即“不知道”）可能会导致不安全动作的发生或激活不安全物态。

##### 4.11.2 安全意识 safety consciousness

指与直接原因密切相关的，及时发现危险源、及时消除或者处理危险源的能力。安全意识不高可能会导致不安全动作的发生或者激活不安全物态。

##### 4.11.3 安全习惯 safety habit

指与直接原因密切相关的平时习惯。平时习惯不佳（即“平时就是这么做的”）可能会导致不安全动作的发生或者激活不安全物态。

##### 4.11.4 安全心理 safety psychological status

指与直接原因密切相关的平时心理状态。平时的心理状态不佳，可能会导致不安全动作的发生或者激活不安全物态。

##### 4.11.5 安全生理 safety physiological status

指与直接原因密切相关的平时生理状态。平时的生理状态不佳，可能会导致不安全动作的发生或者激活不安全物态。

#### 4.12 根本原因 radical cause

指事故引发者所在组织的安管理体系的缺欠。

##### 4.12.1 安全管理体系 safety management system

指组织的安管理体系，至少包括正式发布的安全方针（安全工作指导思想）、安管理组织结构和安管理程序三项内容<sup>②</sup>，可以是按照GB/T 28001-2011等标准制定的，也可以是组织自然形成的。安管理体系起作用的过程是组织整体的行为，即运行行为。安管理体系是组织的规章，在组织内有效。

##### 4.12.2 安全方针 safety policy

指组织正式发布的安全工作的指导思想，也即安全文化的集中体现形式，也可以叫做（1）安全宗旨、（2）安全愿景、（3）安全价值观、（4）安全信仰、（5）核心安全理念等。一般比较简短，是安全文化的高度概括。

##### 4.12.3 安全管理组织结构 safety management structure

指组织中安全管理的机构设置、人员配备、职责分配等。

##### 4.12.4 安全管理程序 safety procedure

指组织的安管理制度、措施、做法、规章、作业指导、技术方案、操作规程等等，它们必须涵盖法规规定、上级等有关规定。

#### 4.13 根源原因 root cause

指事故引发者所在组织的安全文化缺欠。

##### 4.13.1 安全文化<sup>③</sup> safety culture

指安全工作官方指导思想的来源及其具体内容，也可以叫做安全理念<sup>④</sup>，他们由组织整体拥有，为组织成员个体来共同体现。他们用若干与事故发生密切相关的条目来表达。安全文化对安管理体系的指导过程是组织整体的行为，即指导行为。

#### 4.14 组织行为 organization behavior

指组织整体层面上的行为，含运行行为和指导行为。

#### 4.15 个人行为 individual behavior

指组织内个人层面上的行为，含个人的习惯性行为和动作。

② 这里这样概括安管理体系的内容比较实用。

③ 安全文化有很多种定义，它们都是从各个不同角度看问题的结果，这里为实用目的而采用的定义<sup>[17]</sup>只是其中一种。

④ 安全理念是核心安全理念的来源。

4.16 外部原因 external factor

指组织的上级组织，组织外的政府部门，组织外的供应商及其产品和服务，组织成员的家庭、遗传、成长环境及自然因素，社会政治、经济、法律、文化等对组织内事故发生有影响的因素。这些因素中导致事故发生的，是事故的外部原因。

4.17 危险源 hazard

指事故的来源。事故的所有原因都直接或间接地导致事故的发生，都是事故的来源，因此本方法中所有的事故原因都定义为危险源<sup>[7]</sup>，也即“隐患”。

5 事故原因分析方法

5.1 概述

事故发生在至少一个组织之内，进行其原因分析时，必须明确作为分析对象的事故，即所分析的对象事故。对象事故发生之前的事件、事项，在分析对象事故的原因时不作为事故对待。也必须明确事故发生的组织，以便以此组织为基础进行事故的组织内、外原因分析。事故的原因用事故致因模型“2-4”模型（24Model）[8-16]来表达（见图1）。

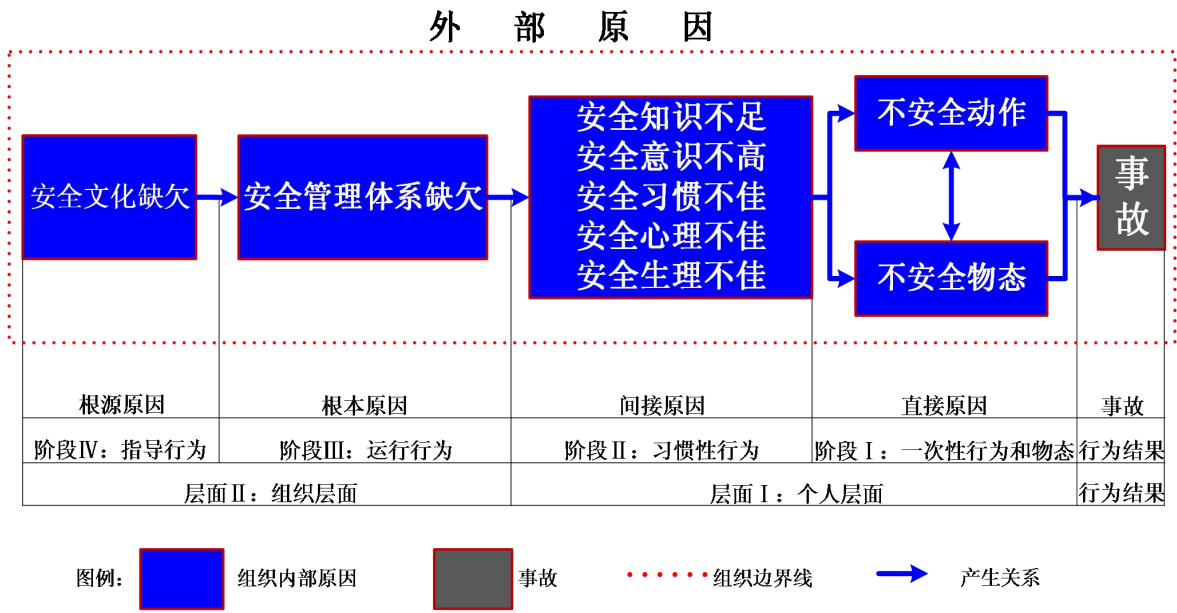


图1 事故致因“2-4”模型（24Model）[8-16]

按照图1所示的事故致因模型<sup>[15-16]</sup>，首先分析事故在其发生组织内部的原因，且从事故开始向前追溯，事故或者与事故发生相关的事件、事项的直接原因是不安全动作和不安全物态，间接原因是组织成员的习惯性行为，根本原因是事故发生组织的安全管理体系的缺欠，根源原因是事故发生组织的安全文化的缺欠。在组织内部，事故共有个人、组织两层面四阶段的事事故原因（因此图1中所示的事故致因模型称之为“2-4模型”，简称是“24Model”）。然后分析对事故发生有影响的外部因素（即外部原因），包括外部监管因素，供应商的产品与服务因素，自然因素，事故引发人的家庭、遗传、成长环境因素，以及影响组织的政治、经济、文化、法律方面的因素等等。事故原因分析必须找到事故的所有原因，即所有危险源。

5.2 基本流程

事故分析时应先找到事故发生的组织，先在该组织内分析事故或者与事故发生相关的事件、事项

的直接、间接、根本、根源原因，再对组织外影响事故发生的原因进行分析。

5.3 直接原因分析

找到引发事故或者与事故发生相关的事件、事项的所有重要不安全动作与不安全物态，按照对事故发生的重要性排序。还需要分析得到直接原因的作用路径，其示意图见图2。

5.3.1 不安全动作分析

不安全动作种类繁多，事故直接引发者存在不安全动作，组织内其他人员的不安全动作也会对事故或者与事故发生相关的事件、事项的发生产生影响。分析不安全动作时应注意以下几方面：

- 全面考虑组织内各类、各层级人员的不安全动作，不仅有一线人员，还应包括管理层等人员的不安全动作。
- 全面考虑违章动作、不违章但曾经引起过事故以及经风险评估确定为不安全的动作。
- 全面考虑各种作用路径的不安全动作。
- 给出不安全动作的作用路径(图2)。

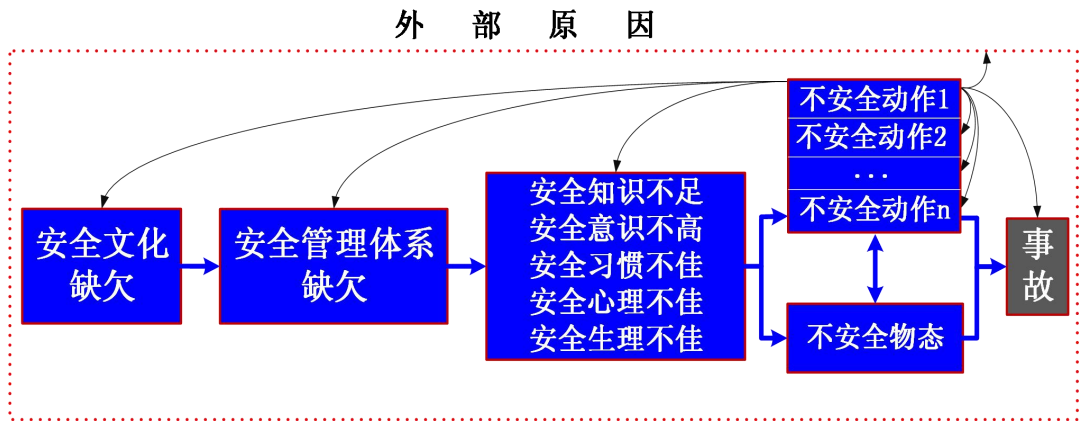


图2 不安全动作的作用路径（以不安全动作1为例）

5.3.2 不安全物态分析

不安全物态包括事故发生时既有的不安全物态和由于不安全动作造成的不安全物态以及习惯性行为激活的不安全物态。分析不安全物态主要从以下几方面考虑：

- 安全防护装置，即防护、保险、连锁、信号等装置或用具的缺失或者缺欠。
- 设备、设施、工具、附件等的缺失或者缺欠。
- 场地环境的不安全状态。
- 操作对象的不安全状态等。
- 给出不安全物态的作用路径<sup>⑤</sup>（图2）。

5.4 间接原因分析

间接原因因为组织成员的不安全习惯性行为，包括安全知识不足、安全意识不高、安全习惯不佳、安全心理状态不佳、安全生理状态不佳。其作用关系表现为：

- 知识不足引起不安全动作或激活不安全物态。
- 知识不足引起安全意识不高，意识不高产生不安全动作或者激活不安全物态。
- 安全知识不足引起安全习惯不佳，安全习惯不佳产生不安全动作或者激活不安全物态。
- 安全心理、生理状态不佳，产生不安全动作或者激活不安全物态。
- 分析时需把安全知识、安全意识、安全习惯、安全心理、安全生理的问题充分找到，其中最重要的是安全知识。

5.5 根本原因分析

5.5.1 概述

事故根本原因为安全管理体系的缺欠，其为组织层面原因。安全管理体系影响员工的习惯性行为，进而产生不安全动作和不安全物态。

5.5.2 根本原因分析

<sup>⑤</sup> 物态可能的作用路径只有两种，一是直接引起事故，二是引起不安全动作。

安全管理体系一般由安全方针、组织结构、安全管理程序、作业指导书等组成，且在运行时被充分执行。因此分析安全管理体系的缺欠时应从安全方针、组织结构、管理程序、作业指导书等几方面考虑：

- 安全方针的概括性、有效性。
- 组织结构的有效性。
- 安全管理程序和作业指导书等的充分性和有效性。
- 安全管理体系的建立、实施、保持和持续改进状况。

5.6 根源原因分析

5.6.1 概述

事故根源原因是安全文化缺欠，其为组织层面原因。安全文化是组织安全工作的指导思想，安全文化通过影响组织安全管理体系来影响组织成员的习惯性行为，最终影响其动作和物态。良好的安全管理体系要求组织具备良好的安全文化支撑。

5.6.2 根源原因分析

安全文化是安全理念的集合，安全文化内容的具体条目、内容及组织成员对安全文化的共同理解程度对事故预防起着根本性作用。因此分析安全文化原因时应考虑以下方面：

- 安全理念的充分性、系统性、与事故发生的相关性。
- 对安全理念的理解或接受程度。
- 安全文化载体的建设情况。
- 进行定性分析和定量分析并给出结果。

5.7 外部原因分析

事故的外部原因有对事故发生有影响的监管因素，供应商的产品与服务因素，自然因素，事故引发人的家庭、遗传、成长环境因素，以及影响组织的政治、经济、文化、法律因素等等。分析时，应具体找出其作用点和具体影响作用，为预防事故奠定基础。



## REFERENCES 参考文献

- [1] GB/T 1.1-2009, 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写[S].
- [2] GB/T 24001-2004, 环境管理体系 要求及使用指南[S].
- [3] GB/T 28001-2011, 职业健康安全管理体系 要求[S].
- [4] GB/T 19000-2008, 质量管理体系 基础和术语[S].
- [5] GB 6441—1986, 企业职工伤亡事故分类标准[S].
- [6] 国家安全生产监督管理总局.生产安全事故统计报表制度[EB/OL]. (2014-09-26) [2016-07-09].  
[http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel\\_5330/2014/0926/241080/content\\_241080.htm](http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_5330/2014/0926/241080/content_241080.htm).
- [7] Department of Defense, System Safety[S], 标准MIL-STD-882E, 10 Feb., 2000
- [8] Heinrich H W, Peterson D, Roos N. Industrial accident prevention[M]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980.
- [9] Leveson NG. A new accident model for engineering safer systems[J]. Safety Science, 2004, 42(4): 237-270.
- [10] Rasmussen J. Risk management in a dynamic society: a modeling problem[J]. Safety Science, 1997, 27(2/3): 183-213.
- [11] Reason J. Human error [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [12] Reason J, Hollnagel E, Paries JS. Revisiting the Swiss Cheese Model of accident[M]. Brussels: Eurocontrol Experimental Centre, 2006.
- [13] Shappell SA, Wiegmann DA. A human error approach investigation: the taxonomy of unsafe operations[J]. The International Journal of Aviation Psychology, 1997, 7(4): 269-291.
- [14] Stewart JM. Managing for world class safety[M]. New York: A Wiley-Interscience Publication, 2002: 1-31.
- [15] 傅贵. 安全管理学-事故预防的行为控制方法[M]. 北京: 科学出版社, 2013:53-59.
- [16] 傅贵. 安全学科结构的研究[M]. 墨尔本: 安全科学出版社, 2015: 30-31
- [17] 傅贵、陆柏、陈秀珍. 基于行为科学的组织安全管理方案模型[J], 中国安全科学学报, 2005, Vol.15 (9) : 21~27
- [18] 傅贵、殷文韬、董继业等, 行为安全“2-4模型”及其在煤矿安全管理中的应用, 煤炭学报, 2013 Vol.38 (07) : 1123-1129