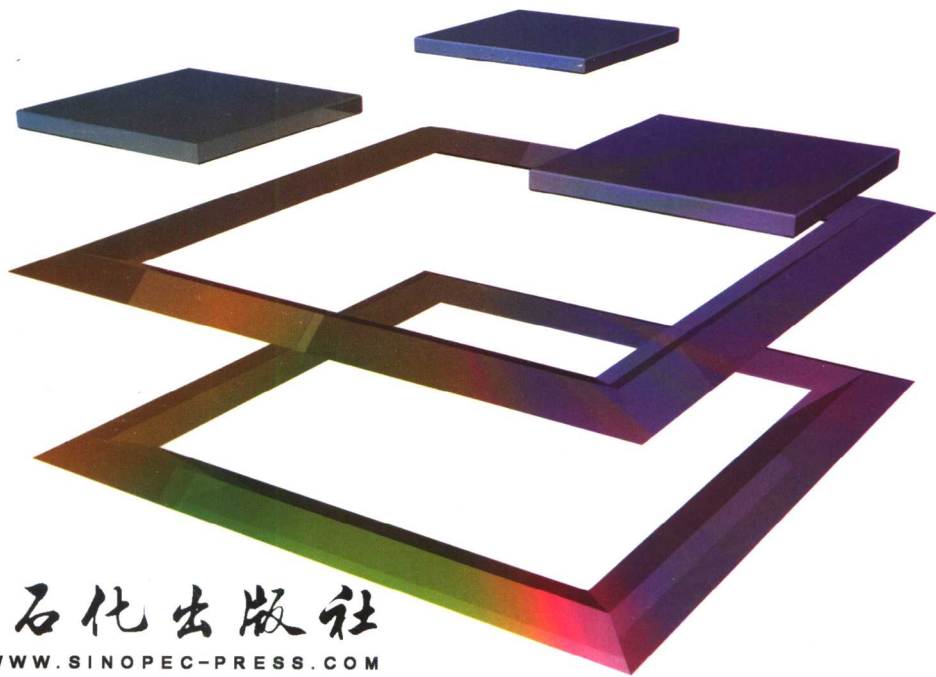


全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材

全国注册安全工程师 执业资格考试一本通

事故案例分析

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编写委员会 编著



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材

全国注册安全工程师 执业资格考试一本通 事故案例分析

全国注册安全工程师执业资格考试
辅导教材编写委员会 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书依据全国注册安全工程师执业资格考试大纲的要求编写。内容包括:事故致因理论和模型,危险有害因素的辨识、分析和控制,应急管理 with 应急预案,事故调查的组织、程序和事故统计调查,事故原因分析和整改措施。针对每一部分内容给出了模拟试题和参考答案。

本书内容简明,重点突出,模拟试题贴近实考,适合于参加全国注册工程师执业资格考试的人员以及所有与安全生产有关的人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

全国注册安全工程师执业资格考试一本通.事故案例分析/
全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编写委员会编著.
—北京:中国石化出版社,2007(2007.6重印)
ISBN 978-7-80229-285-7

I.全… II.全… III.①安全工程-工程技术人员-资格
考核-自学参考资料 ②工伤事故-案例-分析-工程技术人员-
资格考核-自学参考资料 IV.X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 037910 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

中国石化出版社图文中心排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 225 千字

2007 年 6 月第 1 版第 2 次印刷

定价:32.00 元

全国注册安全工程师执业 资格考试辅导教材 编写委员会

主任 宋大成

副主任 戴振刚

委员 (按姓氏笔画排列)

马献军 王 山 王一平 王保瑞

吕明春 孙少光 孙燕清 宋大成

李建国 肖月华 张 奇 张小飞

金 翔 郭海滨 颜世铭 董祯温

戴振刚

前 言

本系列图书依据全国注册安全工程师执业资格考试大纲的要求编写。

本系列图书的作用是：使应试者在较短时间内掌握考试大纲要求的内容，以利于应试；同时，为安全生产培训提供一套适当的教材。

本系列图书共三册，其中《安全生产法规与安全生产管理》和《安全生产技术》分册每个章节的开头以表格的形式列出了考试大纲的要求，“A. 内容要点”是应当掌握、熟悉或了解的内容，“B. 模拟试题及考点”给出了针对内容要点的模拟试题并说明了每道题的考点。模拟试题中带星号的表示多选题，否则为单选题。

《事故案例分析》分册自成体系，书中针对相关内容给出了模拟试题及参考答案。

本系列图书内容简明清晰，模拟试题重点准确、贴近实考。掌握书中的内容，会做书中的模拟试题，就能顺利通过考试，就能显著提高安全生产知识水平。

编写人员如下：

《安全生产法规与安全生产管理》分册第一篇：宋大成；第二篇：戴振刚、宋大成；

《事故案例分析》分册：宋大成；

《安全生产技术》分册：戴振刚、金翔(第一章)；马献军、金翔、肖月华、郭海滨(第二章)；戴振刚、金翔、孙燕清(第三章)；王山(第四章)；王一平(第五章)；王山、颜世铭(第六章)；董祯温、张奇(第七章)；王保瑞(第八章)；王一平、张小飞、吕明春、孙少光、李建国(第九章)。

欢迎读者对本书进行批评、指正。

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编写委员会

2007年4月

目 录

第一章 概论□/1

- 一、事故原因的认识过程□/1
- 二、事故致因理论□/2
- 三、事故致因模型□/6
- 四、现代安全管理的主要特征□/10

第二章 危险有害因素的辨识、分析和控制□/13

- 一、有关概念□/13
模拟试题及参考答案□/14
- 二、重大危险源辨识□/18
模拟试题及参考答案□/22
- 三、危险有害因素的辨识□/25
模拟试题及参考答案□/30
- 四、危险有害因素的分析、控制及事故预防□/36
模拟试题及参考答案□/75

第三章 应急管理 with 应急预案□/95

- 一、应急管理□/95
- 二、应急预案的类型和级别□/98
- 三、应急预案的核心要素及编制要求□/99
- 四、应急预案编制□/104
- 五、应急预案的培训和演练□/109
模拟试题及参考答案□/110

第四章 事故调查的组织、程序和事故统计调查□/121

- 一、事故调查的组织□/121
- 二、事故调查程序□/123
- 三、事故统计调查□/127
模拟试题及参考答案□/130

第五章 事故原因分析和整改措施□/141

一、总则□/141

二、事故原因分类□/142

模拟试题及参考答案□/155

第六章 工作须知□/202

附：考试大纲的相关要求□/211

参考文献□/212

第一章

● 概论

一、事故原因的认识过程

人们对于事故原因的认识经历了一个不断深化的过程。表 1-1 显示了上个世纪各个时期人们对于事故原因的认识及相应的对策。

表 1-1 事故原因的认识过程

时期(上世纪)	关于事故原因的认识	对 策
风险控制开发前	“上帝之手”；生产的固有后果	减轻后果
风险控制早期	“有事故倾向的工人”	工人的选择与教育
海因里希时期	“多米诺理论”	减少物、人的不安全因素
二战期间	人不适合工作(前方的服役和后方的工厂)	人员筛选；改善工厂条件
五六十年代	机械设备的缺陷	改进机械设备的结构与控制
七十年代	工作环境及工作场所条件的缺陷	法规，标准，规则
八十年代	管理系统疏忽、机能不良等	改进系统设计
九十年代	管理体系缺陷；风险识别、评价与控制	改进管理体系，进行风险控制

工业革命的早期，人们认为事故是生产的固有后果，无法预防，只能设法减轻后果。

在事故原因研究的初期，有人提出唯心主义的“有事故倾向的工人”的理论，认为事故倾向是某些个人的固有特性，这些人比其他人更容易引发事故。

上世纪三十年代，著名安全专家海因里希(Heinrich)提出“多米诺理论”，把事故的直接原因和社会因素联系起来，明确消除物、人两方面不安全因素的重要性。

二战期间，很多青工的体质不适合战争的需要，人们由此清楚地认识到工厂的生产条件对员工健康的影响。

战后经济发展时期，机械设备的安全性、可靠性不高，引发了很多事故。因此，人们把事故的原因归为机械设备的缺陷。



当机械设备的安全性得到改善之后,工作环境及工作场所条件的缺陷突显出来。七十年代,美国、英国、日本等国家相继颁布了关于职业安全卫生的法律,事故预防逐步走上法制的轨道。

近代科技的发展特别是由电气工程而来的控制论(维纳 Weiner, 1948)的发展,以及职业安全卫生工作的实践经验,使人们终于脱离了单纯强调某一个侧面的片面思维,认识到事故的发生是工作系统机能不良的结果,必须改进工作系统(包括技术系统)的设计。

后来,人们的认识有了更重要的升华,看到了工作系统之上的管理系统(体系)的根本决定作用,认识到在损失发生之前控制风险是事故预防的惟一途径。

二、事故致因理论

所谓理论,是人们先提出假设,尔后到实践中予以验证。

1. 单因素理论

单因素理论一般认为事故的发生仅与一个或几个原因因素有关,包括格林伍德和伍兹(Greenwood 和 Woods)的“有事故倾向的工人”的理论、心理动力理论,科尔(Kerr, 1957)的社会—环境模型,海因里希(Heinrich, 1931)的多米诺理论等。这些理论以不同的视角关注导致事故发生的某个因素或某方面因素。

例如,Greenwood(1919)和 Woods(1926)认为事故在人群中并非随机地分布,某些人比其他入更易发生事故。这些研究者提出数据,说明一部分人涉及了更多的事故,并认为通过人的性格特点可以将这部分“大于偶然性”的人们从一般公众中区分出来。

这种理论的重要假设是,事故倾向是某些个人的固定特性。换言之,一个有事故倾向的人具有较高的事故频率,而与工作任务、生活环境及经历等无关。但研究从未证实过这种假设,这个理论已经失去了活力。

海因里希(Heinrich, 1931)的多米诺模型描述了一个结束于伤害的致因链。此链始于社会的和环境的因素,它又引起人的失误(不细心、无知),接着相继分别引起一个不安全行动或一种物理的或机械的危险、事故事件和对人的伤害。这个链被比喻为一组排立着的多米诺骨牌,其中一个倒下就导致后面的骨牌接连倒下。如图 1-1 所示。

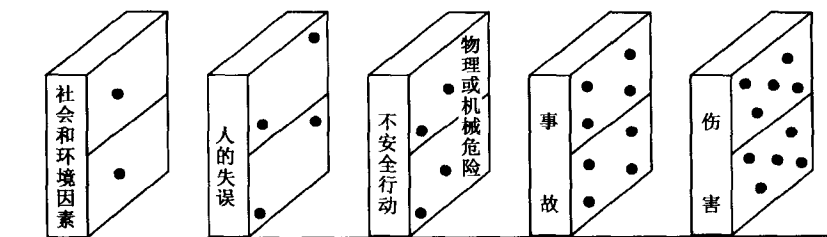


图 1-1 海因里希的多米诺模型

应当指出，构成链的“骨牌”间的关系并非是必然的，而是或然的。仅有某些事故引起伤害，仅有某些不安全行动引起事故，等等。就对于事故的全面理解来说，多米诺模型过于简单。

2. 多因素理论

多因素理论较之单因素理论有明显的进步，它明确地承认因素间的关系特性，例如用于事故问题的流行病学方法(葛登 Gordon, 1949)说明了疾病与事故间的相似性，认为事故的发生和易感性可以与像结核菌素、小儿麻痹症等的发生和易感性同样的方式去理解。这种方法在描述疾病情况时要考虑当事人(遭受疾病者)的特性(例如年龄、性别、健康情况)、环境的特性(例如居住地区、社会状况、季节等)和媒介的特性(例如病毒、细菌、毒物等)，并要辨识对疾病起作用的因素。

在医学领域，这种方法在大部分有关的情况中是适用的。因为在这些情况中，媒介可以被识别和理解，这是典型的生物学问题，其范围是确定的，其特性和状态可以观察到，而与当事人和环境无关。但对于职业事故，采用这种流行病学方法则出现识别和理解有关媒介问题的困难。提出的一个办法是，对不同的身体部位将事故分类成烧伤、切伤、坠落、破裂、扭伤等等(这看起来很像一个医学结论)；另一个办法是按在事故中涉及到的伤害源的能量类型分类，例如从某些机械和物体发出的机械能、电能、辐射能等等。

3. 系统理论方法

系统理论方法的代表人物有：瑟利(Jean Surry, 1969)，海尔(Hale, 1970)，安德森(Anderson, 1978)，斯迈利和阿尤布(Smillie 和 Ayoub, 1976)，撒利(J. Sarri, 1977)。

系统理论方法的焦点集中于人与其工作任务间相互关系的细节。要说明在这种相互作用中的心理逻辑过程，最重要的是与感觉、记忆、理解、决策有关的过

程，并要辨识事故将要发生时的状态特性。所谓事故或故障是由于人的行为与工作任务、机械特性间的失配或不协调造成的。

例如，对于一个事故，瑟利(Surry, 1969)的模式考虑两组问题，每组包含3个心理学的成分：对事件的感知、对事件的理解(认识活动)、行为响应。第一组关注危险的构成，第二组关注危险放出。在此期间，如果不能避免危险，将产生损坏或伤害。图1-2是此模式的示意图。

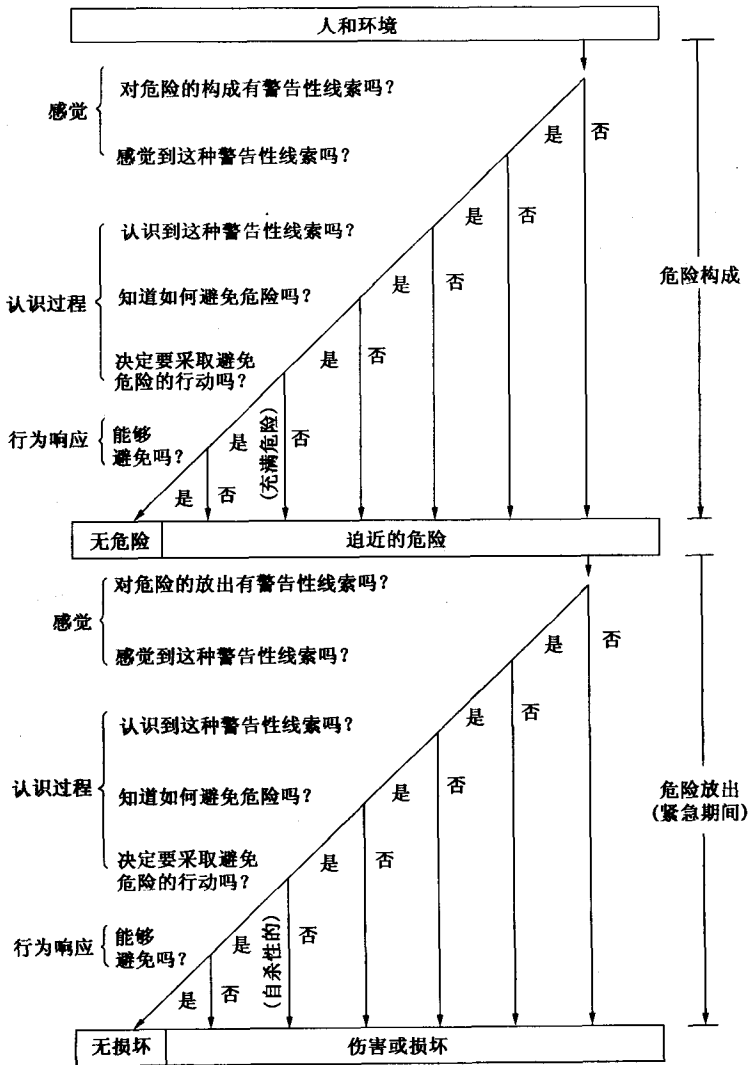


图1-2 瑟利模式示意图



三个心理学成分共有六个问题,按感觉→认识→行为响应的顺序排列。如果前面对任何一个问题的处理失败,都立即导致不希望的形势(危险迫近、造成伤害或物质损坏)出现;如果每步都处理成功,则最后导致无危险或无损坏(伤害)。在第一组中如处理成功,使危险不能构成,就不存在第二组的问题(危险放出)。当危险构成部分(第一组)处理失败之后,在危险放出期间倘能处理成功,也不会导致人受伤害或物质受损坏。

再如,海尔(Hale, 1970)认为当人们在对付事情的真实状况时失败,或者说对事情的真实状况不能做出适当的响应时,事故就会发生。像瑟利一样,海尔模式也集中于“进行中”的系统运行,集中于操作者与运行系统间的相互作用。这一点通过把模式描述成一个闭环清楚地显示出来。他的反馈环考虑了以下的部分: a. 情况被察觉; b. 信息被处理; c. 操作者采取行动以改变形势; d. 新的察觉、处理、响应。

把系统理论方式成功地引向调查方法论的,是法国国家安全研究所的 Monteau 和美国事件分析公司的 Benner。

从系统动力学角度,事故可以被看作是一个过程。是系统某要素的初次扰动,经一系列中间事件而最终导致不希望的有害结果的过程。M. Monteau 从工效学的观点出发,把整个工作状态看成是一个系统。在系统中,每个人在一种机械的帮助下,在一个他所处的工作地点的环境中,执行一项任务。这四个要素或成分构成了“活动”。事故是这四个成分的一系列“扰动”或“变化”的最终结果,是系统机能发生障碍的表现,是系统存在的“病理”(反常)特性及作用的显示。

Benner 认为,事故是使系统“体内平衡的活动”破坏的过程。当一个过程(“过程”的含义是:一组人(或物)一起工作以改变事物,产生一中间或最终结果)在正常运行时,过程中每个作用者(人或物)产生或承担某种变化,以使设计的或希望的任务被实行。变化通常在容许界限内,不打破过程的动态平衡。因为受影响的作用者可以调整变化使预定或计划的任务继续被实行。但如果对某种扰动不能有效地预测和处理,则这种扰动就通过相互作用把动力稳定的活动转变为令人失望的带有有害结果的状态变化。事故过程开始于某种正进行的活动之时,可认为是在另一个过程之内发生的过程。

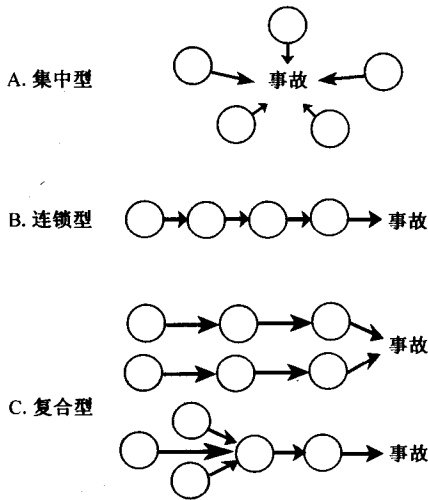
有害结果包括生产或服务的停顿、伤害、职业病、物质损毁等等损失。在英

国卫生安全执行局事故预防顾问部的研究中，事故造成的损失中还包括“商业机会的损失”。

三、事故致因模型

和事故致因理论不同，事故致因模型是人们从长期、大量的实践基础上总结出来的对事故发生原因的规律性的认识，因而对实践有更直接的指导作用。当然，科学

的事故致因理论对事故致因模型有着不可忽视的指导作用。



1. 事故要素的组合关系

日本劳动省安全卫生部《劳动灾害分类指南——对用于统计处理的原因要素的分析》将导致事故发生的原因要素的关系分为三种类型，见图 1-3。

A. 各要素分别独立组合表现事故的发生，称为集中型；

B. 某个要素为起源，产生下一个要素，进而又产生再下一个要素，像这样要素一个接一个连续发生下去的类型称为连锁型；

C. 由上面的集中型和连锁型混合而成，其组合有很多，这种类型称为复合型。

总的来说，只是 A 或只是 B 这种单纯的类型很少，大部分都属于 C 型，各要素复杂地交织在一起表现出来的情况为多。下面对作为代表型的复合型进行分析。

事故的发生从现象上看，由物和人两方面要素引起的极多。其中虽然也有只是物或只是人引起的事故，但只是极少的部分。

如图 1-4 所示，如果把物和人的要素作为一级要素，那么一次要素又要受其他要素制约，把它作为二级要素，依次类推，可继续分三级、四级要素，等等。如果把最后阶段的要素称为独立要素，那么我们可以说事故的发生和各要素之间的关系，是当分别独立的要素组按一定顺序、形态组合时，事故就会发生，

其组合一般是受概率支配。

事故要素组合分析用于实践，就产生了事故致因模型。

2. 事故致因模型

美国职业安全卫生管理局(OSHA)认为，事故通常是复杂的，一个事故可能有十个或更多的前导事件。细致的事故分析应当揭示三个原因层次。最低一级——事故的直接原因是人或物接收了超过允许限度的能量或危害性物质；而这是一种或多种不安全行动或不安全状态或两者的组合而造成的——这是间接原因或“征兆”；间接原因是由基本原因——不良的管理方针和决策或人的或环境的因素导致的。如图 1-5 所示。

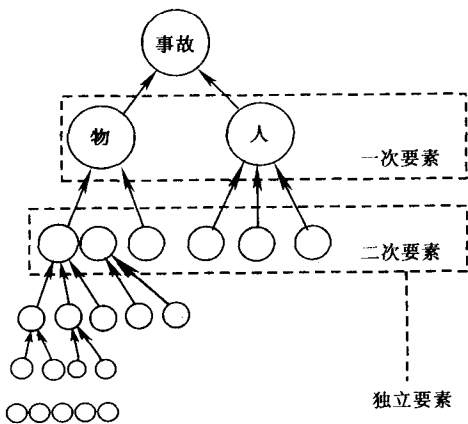


图 1-4 各级要素的组合

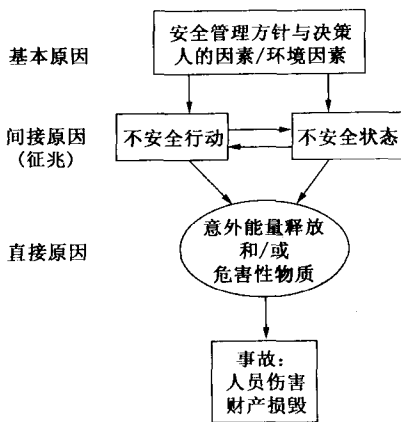


图 1-5 OSHA 事故致因模型

日本劳动省调查了 50 万件职业伤害事故，重点分析了机械制造行业的 1 万多起事故，得到反映绝大多数事故共性规律的 4 种模型。日本劳动省认为事故是由于物与人之间发生了不希望的接触所致，之所以发生这种接触，是因为存在物的不安全状态和人的不安全行动，而物的不安全状态和人的不安全行动是安全管理的缺陷造成的。

图 1-6 是基本模型，它表明伤害是物、人相接触的结果。图中水平的虚线框代表物的运动序列，竖直的虚线框代表人的运动序列。由于起因物存在不安全状态、人有不安全行动，导致加害物与人体发生了接触，使人受到伤害。之所以会有不安全状态、不安全行动，是因为安全管理存在缺陷。

起因物是由于存在不安全状态引起事故或使事故能发生的物体或物质。

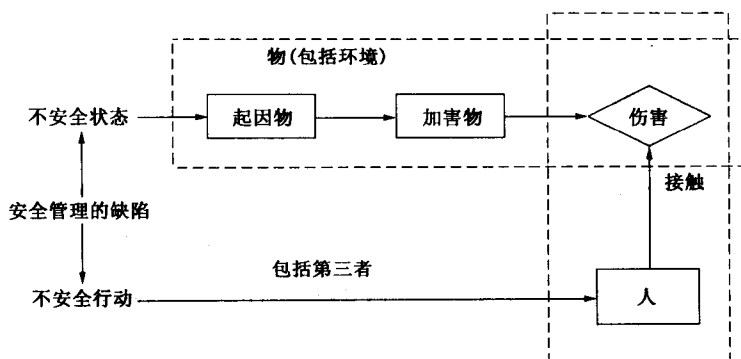


图 1-6 日本劳动省第一种模型(基本模型)

加害物是与人体接触(直接接触或人体暴露于其中)使人受到伤害的物体或物质。

例如，由于脚手架(起因物)没有护栏(不安全状态)、作业人员工作时不系安全带(不安全行动)，导致高处坠落事故的发生，加害物是地面。

图 1-7 与图 1-6 的不同之处是：由于起因物存在不安全状态而导致事故，事故又导致加害物与人体的接触。例如，锅炉(起因物)因憋压运行(不安全状态)而爆炸，作业人员无防护(不安全行动)，烫水或高温蒸汽或金属碎片(加害物)使人受伤。

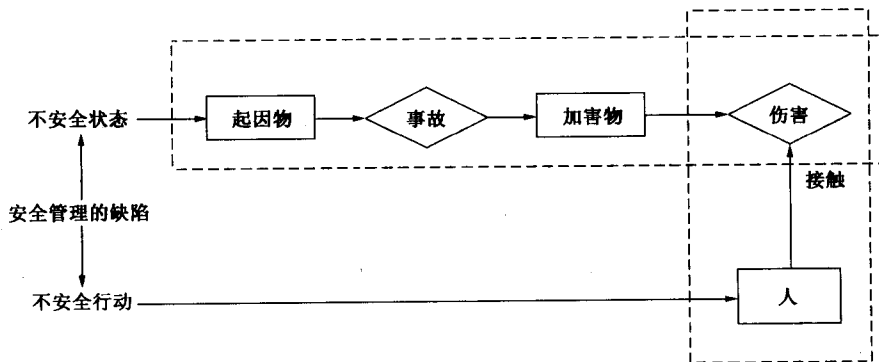


图 1-7 日本劳动省第二种模型

上面两个模型中，之所以出现“没有护栏”、“憋压运行”、“不系安全带”、“无防护”，都是由于安全管理上存在缺陷。



还有两种复杂模型，与两种简单模型相对应，分别反映伤害连续和事故连续的情况。

美、日两种模型基本上是一致的。日本劳动省模型中的“伤害”(接触)即 OS-HA 模型中的“意外能量释放和/或危害性物质”。美、日的模型都认为职业安全卫生管理上的缺陷是事故发生的根本原因，这和我国关于事故的认识是一致的。

3. 不安全状态、不安全行动和管理缺陷

(1) 不安全状态

不安全状态是使事故能发生的不安全的物体条件或物质条件。不安全状态主要存在于以下几方面：

a. 装置、设备、工具、厂房等：

- 设计不良；
- 防护不良；
- 维修不良。

b. 物料：

- 物理性；
- 化学性；
- 生物性。

c. 作业环境的缺陷

- 作业场所；
- 环境因素。

(2) 不安全行动

不安全行动是违反安全规则或安全原则，使事故有可能或有机会发生的行动。不安全行动主要表现在以下几方面：

a. 不按规定的方法操作；

b. 不采取安全措施；

c. 对运转着的设备、装置等清洗、加油、修理、调节；

d. 使安全防护装置失效；

e. 制造危险状态；

f. 使用保护用具的缺陷；

g. 不安全放置；



- h. 接近危险场所；
- i. 某些有意识的不安全行为；
- j. 误动作；
- k. 其他不安全行动。

(3) 管理缺陷

管理缺陷主要存在于以下几方面：

- a. 安全生产保障；
- b. 危险评价与控制；
- c. 作用与职责；
- d. 培训与指导；
- e. 人员管理与工作安排；
- f. 安全生产规章制度和操作规程；
- g. 设备和工具；
- h. 物料(含零部件)；
- i. 设计；
- j. 应急准备与响应；
- k. 相关方管理；
- l. 监控机制；
- m. 沟通与协商。

关于不安全状态、不安全行动和管理缺陷各个方面的具体表现，详见第五章。

四、现代安全管理的主要特征

现代安全管理的主要特征体现在以下三个方面。

1. 着眼于系统管理，而不是着眼于个别事故原因因素

从上面关于事故致因理论和事故致因模型的叙述，我们已经清楚地理解这一点。

2. 在系统管理中，重点着眼于管理体系

在具体的工作系统之上，还有一个管理系统或称管理体系。

英国安全卫生执行局(HSE)《有效的安全卫生管理》(HSG65, 1977年版)认为