



全国注册安全工程师执业资格考试

精题精练

# 事故案例分析

第二版

▶ 姜亢 王勇毅 孟超 编著

紧扣最新考试大纲

名家名师精心策划

精题精练 重点突出



化学工业出版社  
安全科学与工程出版中心

X93-44  
C-432.2  
3

全国注册安全工程师执业资格考试精题精练

# 事故案例分析

第二版

姜亢 王勇毅 孟超 编著



化学工业出版社  
安全科学与工程出版中心

·北京·

本书是《全国注册安全工程师执业资格考试精题精练》系列图书之一，根据《2006年注册安全工程师执业资格考试大纲》编写。

全书共分上、下两篇，上篇是事故案例分析基本知识，主要包括四章，第一章是事故成因理论；第二章是危险、有害因素辨识和控制；第三章是事故应急预案；第四章是事故调查分析与处理。下篇是事故案例模拟题及答案，共选取了83个典型事故案例分析实例。

本书可用作全国注册安全工程师执业资格考试考生的复习辅导教材，也可供安全管理人员及高校师生学习参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

事故案例分析/姜亢, 王勇毅, 孟超编著. —2版. —北京:  
化学工业出版社, 2006.5  
(全国注册安全工程师执业资格考试精题精练)  
ISBN 7-5025-8685-7

I. 事… II. ①姜…②王…③孟… III. 工伤事故-案例分析-工程技术人员-资格考核-习题 IV. X928.06-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 048842 号

---

全国注册安全工程师执业资格考试精题精练

### 事故案例分析

第二版

姜亢 王勇毅 孟超 编著

责任编辑: 周永红 杜进祥 郭乃铎 朱亚威

责任校对: 边涛

封面设计: 于兵

\*

化学工业出版社 出版发行  
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 字数 253千字

2006年5月第2版 2006年5月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8685-7

定价: 24.00元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 《全国注册安全工程师执业资格考试精题精练》

## 编 委 会

主 任 柴建设

副主任 钮英建 姜 亢

委 员 (以姓氏笔画为序)

王勇毅 毛海峰 文 华 吕淑然

刘志敏 李泰国 杨泗霖 沈 平

孟 超 袁化临 隋鹏程 谢中朋

# 序

国家安全生产监督管理总局和人事部于2004年正式开始实施“注册安全工程师”制度，并启动了注册安全工程师执业资格考试工作。为帮助和配合广大安全科技人员和管理人员参加2006年度的注册安全工程师考试，首都经济贸易大学安全工程系组织编写了《全国注册安全工程师执业资格考试精题精练》系列图书。

本系列图书以2006年注册安全工程师执业资格考试大纲为依据，分为《安全生产法规与安全生产管理》、《安全生产技术》、《事故案例分析》三册。本着简明扼要、联系实际、重点突出的指导思想，内容编排上基本分为大纲要求及考试要点、精题精练、答案及注释三个部分。应试人员首先应对大纲要求和考试要点有全面和准确的把握，然后进行大量精选模拟试题练习，最后通过答案及注释，检验对知识点的掌握程度，加深对大纲和考试要点的理解，全面提高应试能力。

各分册的编著者在本专业均具有多年的教学和实践经验，在本专业及学科领域有一定的造诣，对所编写课程内容十分熟悉，相信该系列图书对广大应考人员一定会有很大的帮助作用。

首都经济贸易大学安全与环境工程学院

2006年6月

# 前 言

“案例分析”是注册安全工程师考试四科中难度较高的一门，考试通过率较低。如何编好这本辅导教材，对编写人员来说无疑是一个挑战。

本书按2006年最新大纲组织编写，分事故案例分析基本知识和事故案例模拟题及答案两大部分。其中基本知识部分共分四章，第一章事故致因理论由隋鹏程编写，第二章危险、有害因素辨识和控制、第三章事故应急预案由王勇毅编写，第四章事故调查分析与处理由姜亢、孟超编写。冯艳春、宋冰雪、何宁、梁兴锋、杜鹏宏、陈凯参加了本书案例搜集编写。全书由姜亢统稿。

案例复习题部分搜集了83个较典型的案例，分案例“描述”、“问题”和“答案”三个部分。这些案例源于多年来我国各行业的真实事故，具有较典型的复习意义和一定收藏价值。在将上述案例收入本书时，编者对原始资料进行了一定的删节、加工，根据大纲要求重新进行了编排，提出了问题，并给出了参考答案，力图符合大纲要求和考试实际情况。

我国安全科学界前辈隋鹏程教授审阅了全书。隋先生不仅针对具体章节的显著不足和存在问题提出了有见地的改进意见，使作者受益匪浅；还就事故致因理论编写了相应内容，对保证本书的质量起到了重要作用。

事故案例分析是注册安全工程师工程实践中不断发展的一门技术，随着科学技术发展的日新月异，这门技术也将不断进步。由于作者水平有限，本书肯定存在不足和疏漏，敬请读者批评指正。

本书采用互动式的教学方式，考生可以参加由本教材作者主讲的“清华在线注册安全工程师网络辅导”，并可在该网站查询最新考试信息。图书与网络课程互为配合，提高学习效率，达到事半功倍的效果，详情请登陆清华在线网站 [www.qinghuaonline.com](http://www.qinghuaonline.com)。

编者

2006年6月

# 目 录

上篇 事故案例分析基本知识	1
第一章 事故致因理论	3
一、事故致因理论的沿革	3
二、事故因果论	4
三、以管理失误为主因的事故模型	6
四、综合论事故模型	7
五、扰动起源论	8
六、能量转移论	8
第二章 危险、有害因素辨识和控制	11
第一节 危险、有害因素辨识	11
一、基本概念	11
二、危险、有害因素的分类	11
三、危险、有害因素辨识分析内容	14
四、重大危险源管理	15
五、危险、有害因素的辨识和分析方法	19
第二节 危险、有害因素控制	19
一、事故预防的规程和规范	20
二、危险、有害因素控制的基本要求	20
三、危险、有害因素控制方法	20
四、劳动安全卫生对策的针对性	21
五、控制危险、有害因素的对策措施	21
第三章 事故应急预案	23
第一节 预案制定的目的和原则	23
第二节 预案的内容和编制方法	23
一、应急预案的基本内容	23
二、应急预案编制方法	24
第三节 应急培训演习、预案评审和改进	24
一、应急培训与演习	24
二、应急预案的评审和改进	25
第四章 事故调查分析与处理	26
第一节 事故调查的程序与组织	26
一、事故调查应遵循的原则	26
二、事故调查程序	27
三、事故报告和处理的有关规定	28

四、事故调查组的组成和任务 .....	29
第二节 事故分析与事故性质的认定 .....	30
一、事故调查常用技术和方法 .....	30
二、事故的原因分析 .....	35
三、事故性质的认定 .....	36
第三节 事故责任追究与处理 .....	37
一、事故责任分类 .....	37
二、事故责任追究的基本规定 .....	37
三、事故处理的依据 .....	38
第四节 事故整改措施 .....	39
一、安全技术整改措施 .....	39
二、安全管理整改措施 .....	39
三、安全培训和教育 .....	40

## 下篇 事故案例模拟题及答案 .....

41

<b>第五章 事故案例及模拟题</b> .....	43
案例 1 某齿轮厂危险因素辨识 .....	43
案例 2 某羊绒衫厂危险因素辨识 .....	45
案例 3 某机械厂危险因素辨识 .....	46
案例 4 某起重机器厂危险因素辨识 .....	47
案例 5 某石化企业危险因素辨识 .....	49
案例 6 某氧气厂危险因素辨识 .....	50
案例 7 某炼油厂危险因素辨识 .....	51
案例 8 某食品厂危险因素辨识 .....	52
案例 9 某印刷机械厂危险因素辨识 .....	53
案例 10 某玻璃器皿厂危险因素辨识 .....	54
案例 11 某食品化工厂危险因素辨识 .....	55
案例 12 某催化裂化厂危险因素辨识 .....	56
案例 13 某无机化工厂危险因素辨识 .....	57
案例 14 某酿酒厂危险因素辨识及坠落死亡事故 .....	58
案例 15 某汽车制造厂危险因素辨识 .....	60
案例 16 某水泥厂危险因素辨识 .....	62
案例 17 某煤焦油加工企业危险因素辨识 .....	63
案例 18 某家具厂火灾爆炸事故 .....	64
案例 19 某厂蒸压釜爆炸重大事故 .....	65
案例 20 某机械修造厂屋顶坍塌事故 .....	65
案例 21 某电厂工人违章作业死亡事故 .....	66
案例 22 某造船厂密闭场所动火重大火灾死亡事故 .....	66
案例 23 某化工厂电仪车间监护不力负伤事故 .....	67
案例 24 某建筑内部装修火灾事故 .....	67



案例 25	某厂管理混乱检修过程工人死亡事故 .....	68
案例 26	某危险物品贮运公司危险品库特大爆炸事故 .....	68
案例 27	用事故树分析车床切屑割手伤害事故 .....	69
案例 28	事故树化简计算案例 .....	69
案例 29	计算事故树的最小割集和最小径集 .....	69
案例 30	电机运行系统元件故障类型和影响分析 .....	70
案例 31	某高级烟花厂爆炸事故 .....	70
案例 32	某食品厂有毒气体中毒事故 .....	71
案例 33	某建筑公司承建啤酒厂窒息事故 .....	71
案例 34	某市录像厅特大火灾事故 .....	72
案例 35	某改装厂密闭作业环境爆炸事故 .....	73
案例 36	某村办煤矿瓦斯爆炸、中毒事故 .....	73
案例 37	某商厦特大火灾事故 .....	74
案例 38	某矿务局一煤矿错误引爆炸药重大事故 .....	74
案例 39	建筑施工起重作业钢管坠落事故 .....	75
案例 40	建筑施工作业人员随吊篮坠落死亡事故 .....	75
案例 41	某化工厂可燃物料泄漏爆炸事故 .....	76
案例 42	某炼油厂汽油罐泄漏火灾爆炸事故 .....	77
案例 43	硝酸铅生产中产生二氧化碳中毒窒息事故 .....	77
案例 44	非法经营、运输烟花爆竹爆炸事故 .....	79
案例 45	某污水处理场所中毒事故 .....	80
案例 46	大客车火灾特大死亡事故 .....	81
案例 47	某化工企业物体打击死亡事故 .....	82
案例 48	某油脂化工厂液氯残液泄漏事故 .....	82
案例 49	某织染厂火灾、厂房坍塌事故 .....	83
案例 50	某兵器公司分厂 TDI 生产线爆炸事故 .....	84
案例 51	某机械厂铸造车间一起机械伤害事故 .....	84
案例 52	某修造船厂重大火灾事故 .....	85
案例 53	某造纸厂污水处理分厂中毒事故 .....	85
案例 54	某港务局多人氰中毒事故 .....	86
案例 55	某县水泥厂贮煤罐窒息、一氧化碳中毒事故 .....	87
案例 56	某水电工程局隧洞内一氧化碳中毒特大事故 .....	87
案例 57	某石油化工助剂总厂火灾爆炸事故 .....	88
案例 58	某化工厂乌洛托品车间火灾爆炸重大事故 .....	89
案例 59	某焦化厂危险因素辨识 .....	89
案例 60	某飞机维修公司危险因素辨识 .....	92
案例 61	某羊绒衫厂危险因素辨识 .....	95
案例 62	某太阳能热水器厂危险因素辨识 .....	97
案例 63	某气体制品厂危险因素辨识 .....	99
案例 64	某电子制造企业危险因素辨识 .....	100

案例 65	某亚麻厂特大爆炸事故 .....	101
案例 66	某锡、锑、钨铅矿透水事故 .....	102
案例 67	某航空公司飞机起飞机械事故 .....	103
案例 68	某市建材厂石灰窑坍塌事故 .....	103
案例 69	某乡办煤矿瓦斯和煤尘爆炸事故 .....	104
案例 70	某港商独资工艺玩具厂重大火灾事故 .....	105
案例 71	某电化厂液氯工段液氯钢瓶爆炸事故 .....	105
案例 72	某桥梁特大坍塌事故 .....	106
案例 73	A 铜矿顶板脱落事故 .....	106
案例 74	某污水工程起重作业高压线触电事故 .....	107
案例 75	某剧毒农药一甲胺罐车泄漏事故 .....	107
案例 76	某载客车特大交通事故 .....	108
案例 77	某面粉厂粉尘爆炸事故 .....	108
案例 78	某加油站爆炸事故 .....	109
案例 79	某化肥厂机修车间机械事故 .....	110
案例 80	某化工厂罐区特大爆炸和火灾事故 .....	110
案例 81	某园林绿化公司污水池中毒死亡事故 .....	111
案例 82	某聚氨酯涂料作业场所火灾事故 .....	112
案例 83	某活动板房倒塌事故 .....	112
<b>第六章</b>	<b>模拟题参考答案</b> .....	<b>114</b>
案例 1	某齿轮厂危险因素辨识参考答案 .....	114
案例 2	某羊绒衫厂危险因素辨识参考答案 .....	115
案例 3	某机械厂危险因素辨识参考答案 .....	115
案例 4	某起重机器厂危险因素辨识参考答案 .....	116
案例 5	某石化企业危险因素辨识参考答案 .....	117
案例 6	某氧气厂危险因素辨识参考答案 .....	118
案例 7	某炼油厂危险因素辨识参考答案 .....	118
案例 8	某食品厂危险因素辨识参考答案 .....	119
案例 9	某印刷机械厂危险因素辨识参考答案 .....	120
案例 10	某玻璃器皿厂危险因素辨识参考答案 .....	120
案例 11	某食品化工厂危险因素辨识参考答案 .....	121
案例 12	某催化裂化厂危险因素辨识参考答案 .....	122
案例 13	某无机化工厂危险因素辨识参考答案 .....	123
案例 14	某酿酒厂危险因素辨识及坠落死亡事故参考答案 .....	123
案例 15	某汽车制造厂危险因素辨识参考答案 .....	124
案例 16	某水泥厂危险因素辨识参考答案 .....	125
案例 17	某煤焦油加工企业危险因素辨识参考答案 .....	126
案例 18	某家具厂火灾爆炸事故参考答案 .....	129
案例 19	某厂蒸压釜爆炸重大事故参考答案 .....	129
案例 20	某机械修造厂屋顶坍塌事故参考答案 .....	129

案例 21	某电厂工人违章作业死亡事故参考答案	129
案例 22	某造船厂密闭场所动火重大火灾死亡事故参考答案	130
案例 23	某化工厂电机车间监护不力轻伤事故参考答案	130
案例 24	某建筑内部装修火灾事故参考答案	130
案例 25	某厂管理混乱检修过程工人死亡事故参考答案	130
案例 26	某危险物品贮运公司危险品库特大爆炸事故参考答案	131
案例 27	用事故树分析车床切屑割手伤害事故参考答案	131
案例 28	事故树化简计算案例参考答案	131
案例 29	计算事故树的最小割集和最小径集参考答案	132
案例 30	电机运行系统元件故障类型和影响分析参考答案	133
案例 31	某高级烟花厂爆炸事故参考答案	133
案例 32	某食品厂有毒气体中毒事故参考答案	134
案例 33	某建筑公司承建啤酒厂窒息事故参考答案	134
案例 34	某市录像厅特大火灾事故参考答案	135
案例 35	某改装厂密闭作业环境爆炸事故参考答案	136
案例 36	某村办煤矿瓦斯爆炸、中毒事故参考答案	136
案例 37	某商厦特大火灾事故参考答案	137
案例 38	某矿务局一煤矿错误引爆炸药重大事故参考答案	138
案例 39	建筑施工起重作业钢管坠落事故参考答案	138
案例 40	建筑施工作业人员随吊篮坠落死亡事故参考答案	139
案例 41	某化工厂可燃物料泄漏爆炸事故参考答案	139
案例 42	某炼油厂汽油罐泄漏火灾爆炸事故参考答案	139
案例 43	硝酸铅生产中产生二氧化碳中毒窒息事故参考答案	140
案例 44	非法经营、运输烟花爆竹爆炸事故参考答案	140
案例 45	某污水处理场所中毒事故参考答案	141
案例 46	大客车火灾特大死亡事故参考答案	141
案例 47	某化工企业物体打击死亡事故参考答案	142
案例 48	某油脂化工厂液氯残液泄漏事故参考答案	142
案例 49	某织染厂火灾、厂房坍塌事故参考答案	143
案例 50	某兵器公司分厂 TDI 生产线爆炸事故参考答案	143
案例 51	某机械厂铸造车间一起机械伤害事故参考答案	144
案例 52	某修造船厂重大火灾事故参考答案	144
案例 53	某造纸厂污水处理分厂中毒事故参考答案	145
案例 54	某港务局多人氰中毒事故参考答案	145
案例 55	某县水泥厂贮煤罐窒息、一氧化碳中毒事故参考答案	146
案例 56	某水电工程局隧洞内一氧化碳中毒特大事故参考答案	146
案例 57	某石油化工助剂总厂火灾爆炸事故参考答案	146
案例 58	某化工厂乌洛托品车间火灾爆炸重大事故参考答案	147
案例 59	某焦化厂危险因素辨识参考答案	147
案例 60	某飞机维修公司危险因素辨识参考答案	148

案例 61	某羊绒衫厂危险因素辨识参考答案	148
案例 62	某太阳能热水器厂危险因素辨识参考答案	148
案例 63	某气体制品厂危险因素辨识参考答案	148
案例 64	某电子制造企业危险因素辨识参考答案	148
案例 65	某亚麻厂特大爆炸事故参考答案	148
案例 66	某锡锑铟铅矿透水事故参考答案	149
案例 67	某航空公司飞机起飞机械事故参考答案	149
案例 68	某市建材厂石灰窑坍塌事故参考答案	149
案例 69	某乡办煤矿瓦斯和煤尘爆炸事故参考答案	149
案例 70	某港商独资工艺玩具厂重大火灾事故参考答案	150
案例 71	某电化厂液氯工段液氯钢瓶爆炸事故参考答案	150
案例 72	某桥梁特大坍塌事故参考答案	151
案例 73	A 铜矿顶板脱落事故参考答案	151
案例 74	某污水工程起重作业高压线触电事故参考答案	151
案例 75	某剧毒农药一甲胺罐车泄漏事故参考答案	152
案例 76	某载客车特大交通事故参考答案	153
案例 77	某面粉厂粉尘爆炸事故参考答案	153
案例 78	某加油站爆炸事故参考答案	153
案例 79	某化肥厂机修车间机械事故参考答案	153
案例 80	某化工厂罐区特大爆炸和火灾事故参考答案	153
案例 81	某园林绿化公司污水池中中毒死亡事故参考答案	153
案例 82	某聚氨酯涂料作业场所火灾事故参考答案	154
案例 83	某活动板房倒塌事故参考答案	154
<b>附录一</b>	<b>安全生产事故案例分析考试大纲</b>	157
<b>附录二</b>	<b>考试说明</b>	158
<b>附录三</b>	<b>考试样题</b>	159
	<b>参考文献</b>	161

# 上 篇

## 事故案例分析基本知识

- 第一章 事故致因理论
- 第二章 危险、有害因素辨识和控制
- 第三章 事故应急预案
- 第四章 事故调查分析与处理



# 第一章 事故致因理论

本章要点分析：

根据事故致因理论基础知识，科学地理解事故发生，发展的规律。

## 一、事故致因理论的沿革

早在 1919 年格林伍德曾认为事故在产业人群中并非随机地分布，某些工人比其他工人更易于发生事故，提出了“有事故倾向的工人”的概念。1926 年纽伯尔德和 1939 年的法默等都曾支持这种夸大工人性格特点在事故中作用的观点，认为一个有事故倾向的工人具有较高的事故发生概率，而与工作任务、生活环境无关。这种“具有事故倾向的素质论”因受到广泛的批判，早已被排出事故致因理论的行列。

1936 年海因里希（Heinrich）提出了应用多米诺骨牌原理研究工人受伤害导致事故的五个顺序过程，即伤亡事故顺序五因素。

1953 年巴内尔（Barer）又将上述理论发展为“事件链”，提出导致事故发生的诸因素是一系列事件的链锁，一环连一环。它是事故因果理论的基础。

20 世纪 60 年代初期，由于火箭技术发展的需要，西方各国着手研究系统安全工程。美国在 1962 年 4 月公开发表了“空军弹道导弹系统安全工程”的说明书。同年 9 月拟定了“武器系统安全标准”。

1965 年科罗敦（Kolodner）在安全性定量化的论文中介绍了故障树分析（FTA）。这一系统安全分析方法，实质上是基于事件链理论。

1970 年帝内逊（Driessen）明确地将事件链理论发展为分支事件过程逻辑理论。FTA 等树枝图形，实际上是分支事件过程的解析。

早在 1961 年由吉布森（Gibson）提出、并在 1966 年由哈顿（Haddon）引申的“能量转移理论”，阐述了伤亡事故与能量及其转移于人体的模型。

1972 年本尼尔（Benner）提出了起因于“扰动”而促成事故的理论，即 P 理论（Perturbation Occurs），进而提出“多重线性事件过程图解法”。

1972 年威格尔斯沃思（Wigglesworth）提出了以人的失误为主因的事故模型。

1974 年劳伦斯（Lawrence）根据上述原理，在矿山发展了能适用于复杂的自然条件，连续作业情况下以人失误为主因的事故模型，并在南非金矿作了试点。

1975 年约翰逊（Johnson）研究了管理失误和危险树（MORT），这是一种系统安全逻辑树图的新方法，也是一种全面理解事故现象的图表模型。

1980 年泰勒斯（Talanck）在《安全测定》一书中介绍了变化论模型；1981 年佐藤吉信依 MORT 又引申出从变化的观点说明“事故是一个连续过程”的理论。

1983 年瑞典工作环境基金会（WEF）对 1969 年莎莉（Surry）提出的安全信息模型进行了修改。1998 年 R. 安德森（Andersson）综合了莎莉、WEF 及新 WEF 等三个模型制成了新的安德森模型，把与安全信息相关的事故致因理论向前推进了一大步。

## 二、事故因果论

### (一) 事故因果类型

伤亡事故的发生，系一连串事件在一定时序下相继作用的结果。

发生事故的原因与结果之间关系错综复杂，因果关系类型可分为集中型、连锁型、复合型。

几个原因各自独立共同导致某一事故发生，即多种原因在同一时序共同造成一个事故后果的，叫集中型。见图 1-1。

某一原因要素促成下一要素发生，这下一原因要素再形成再下一要素的发生，因果相继连锁发生的事故，叫连锁型。见图 1-2。

某些因果连锁，又有一系列原因集中、复合组成伤亡事故后果，叫复合型。见图 1-3。

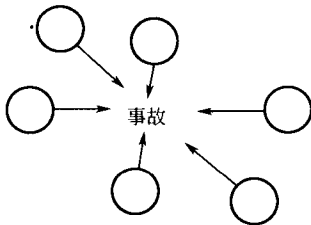


图 1-1 多因致果集中型

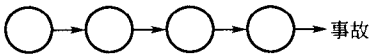


图 1-2 因果连锁型

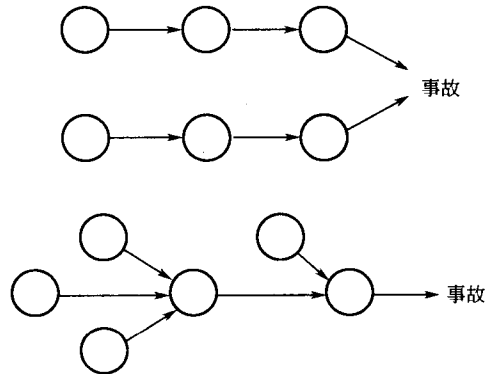


图 1-3 集中、连锁复合型

单纯的集中型或连锁型均较少，事故的因果关系多为复合型。

接近事故后果时间最近的直接原因，叫一次原因。造成一次原因的原因，叫二次原因，依此向下类推为三次、四次、五次等间接原因。从初始原因（离事故后果最远的原因）开始向上，五次、四次、三次、二次、一次，直至事故后果，是事故发生的因果顺序。追查事故原因时，则逆向从一次原因查起。这说明，因果是继承性的、多层次的。一次原因是二次原因的结果，二次原因又是三次原因的结果，依此类推。见图 1-4。

### (二) 起因物和施害物

所谓起因物，是指造成事故现象的起源的机械、装置、物件、环境等；施害物是指直接造成事故的加害物质。不安全状态导致起因物起作用；施害物则是由起因物促成其造成事故后果的。施害物亦称“加害物”。

就物的系列而言，从远因到近因，由最早的起因物（物 0）到施害物（物 1），物 1 又会派生出新的施害物（物 2），直至与人接触而发生人员伤亡的事故现象。见图 1-5。

### (三) 多米诺骨牌原理

海因里希（Heinrich）于 1936 年提出应用多米诺骨牌原理来阐述伤亡事故的因果顺序。经一些专家多年的改进，这顺序五因素（五颗骨牌的内涵）是：① 社会环境和管理；② 人为失误（或过失）；③ 不安全行为和不安全状态；④ 意外事件；⑤ 伤亡（后果）。

如图 1-6 所示，伤亡事故五因素：社会环境和管理缺欠（设为  $A_1$ ）促成了人为失误



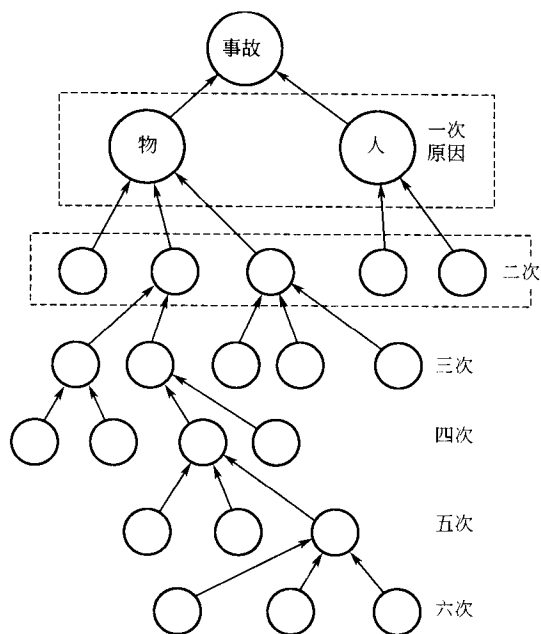


图 1-4 事故发生的层次顺序

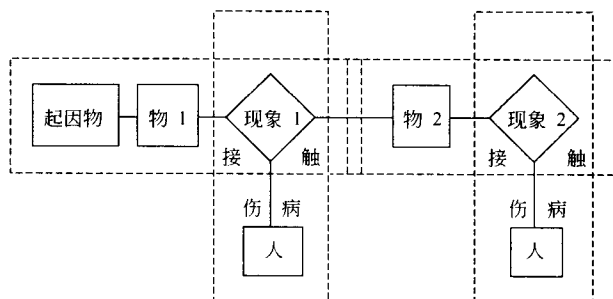


图 1-5 事故发生的物的系列

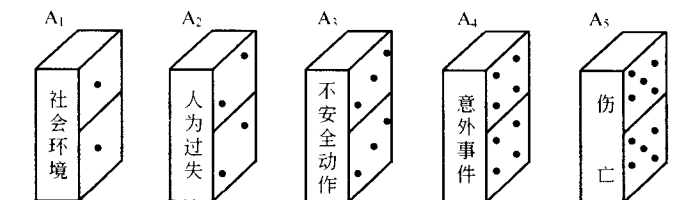


图 1-6 伤亡事故五因素

(设为  $A_2$ )；人为失误又造成了不安全行为或机械、物质危害 (设为  $A_3$ )；后者导致意外事件  $A_4$  (包括无伤亡的险肇事故或称未遂事故) 和由此产生的人员伤亡事件  $A_5$ 。五因素连锁反应构成了事故。

将  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$  看成等距，而牌间距离小于骨牌高度竖立的骨牌。伤害之所以发生是由于前面因素的作用， $A_1$  推倒  $A_2$ ， $A_2$  推倒  $A_3$ ， $A_3$  推倒  $A_4$ ， $A_4$  推倒  $A_5$ ，在事件运算上，称为“特款”，记作：