



高等学校教材

事故调查 与分析技术

蒋军成 编著



化学工业出版社
教材出版中心

高等学校教材

事故调查与分析技术

蒋军成 编著

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

事故调查与分析技术/蒋军成编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 1

高等学校教材

ISBN 7-5025-5019-4

I. 事… II. 蒋… III. ①事故调查-高等学校-教材②事故分析-高等学校-教材 IV. X928

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 126500 号

高等学校教材

事故调查与分析技术

蒋军成 编著

责任编辑: 何 丽

文字编辑: 徐雅妮

责任校对: 王素芹

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$ 字数 539 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5019-4/G · 1328

定 价: 31.00 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

前 言

安全和健康是人类的基本需求之一。从工业革命开始, 机器等工业装置的出现, 虽然提高了劳动生产率, 改善了人们的生活质量, 却也带来了工伤事故和职业危害。随着科学技术的进步和发展, 新技术、新材料、新工艺、新设备、新产品不断涌现, 火灾、爆炸、交通事故、飞机失事、船舶相撞及各种工伤事故更是频繁发生, 给人们的生命和健康、个人和国家的财产带来了巨大的危害。

20 世纪 50 年代后, 工业产品的生产、核电站建设、宇宙开发、战略武器的研制等, 迫使人们更加注重预防物质和能量的意外释放, 防止灾难性事故的发生。为使生产和研制工作能顺利地进行下去, 人们必须从事故中吸取经验教训, 深刻地认识各种事故的孕育、发生、发展及消亡规律, 采用科学的定性和定量方法分析、辨识和评价过程或系统的危险性、有害性及其程度, 采取相应的措施, 科学、有效、适时、积极地预测预防事故的发生。

编著者结合自己的研究工作和工程实践, 在把握国内外该领域进展的同时编著了本书。书中系统地介绍了事故及其特性、事故调查与统计分析的基本目的、程序和内容, 全面深入地阐述了事故机理及事故致因理论、事故分析方法、火灾与爆炸事故调查分析技术、重大事故后果模拟分析技术及事故预测与故障诊断技术等内容, 介绍了几起国内外典型事故案例的调查与分析、事故救援与安全管理。层次清晰、内容翔实、可操作性强, 突出了系统性、实用性和科学性。本书可作为高等院校化工、安全、消防及相关工程类专业的教材, 也可供安全工程技术及管理人员参考, 是进行事故调查与分析和安全监督管理的一本实用的参考书。

本书的编写得到了中国矿业大学、中国科学技术大学、北京理工大学、江苏大学、中南大学等单位有关专家的大力支持, 得到了南京工业大学研究生重点课程建设基金的资助。南京工业大学的生迎夏同志编写了有关章节, 王志荣、张巍在文字与绘图方面给予了大力帮助, 在此一并表示衷心感谢!

由于水平有限, 时间仓促, 错误和不当之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编著者

2003 年 10 月

于南京

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 事故与事故特性	1
1.1.1 事故的定义	1
1.1.2 事故特性	1
1.1.3 事故隐患的形成与发展	3
1.2 事故的分类	3
1.2.1 自然事故与人为事故	3
1.2.2 常见事故类型	4
1.2.3 工伤事故	4
1.3 事故损失计算	5
1.3.1 事故损失计算	5
1.3.2 损失工作日计算表	5
1.3.3 伤亡事故的计算	6
1.4 事故调查	7
1.4.1 事故调查程序	7
1.4.2 事故调查组织及原则	8
1.4.3 事故分析与处理	9
1.4.4 事故调查报告书.....	11
1.5 事故上报.....	12
第 2 章 事故统计分析	14
2.1 事故统计内容.....	14
2.1.1 事故单位情况.....	14
2.1.2 事故情况.....	15
2.1.3 事故概况.....	16
2.1.4 人员情况.....	17
2.1.5 煤矿企业情况.....	18
2.2 事故统计的基本方法.....	18
2.2.1 综合指标法.....	18
2.2.2 抽样推断法.....	22
2.2.3 假设检验.....	24
2.2.4 统计模型分析.....	26
第 3 章 事故机理及致因理论	37
3.1 物理性作用.....	37

3.1.1	破裂	37
3.1.2	物理爆炸	42
3.1.3	磨损与疲劳	42
3.1.4	噪声与振动	45
3.1.5	电气事故机理	46
3.2	化学性作用	51
3.2.1	燃烧	51
3.2.2	化学爆炸	55
3.2.3	腐蚀	59
3.3	工业中毒事故	59
3.3.1	工业毒物侵入人体的途径及危害	59
3.3.2	工业毒物对人体的危害	61
3.3.3	工业毒物对皮肤的危害	64
3.3.4	工业毒物对眼部的危害	65
3.3.5	工业毒物与致癌	66
3.4	人的因素	68
3.4.1	心理与态度	68
3.4.2	心理压力	69
3.5	伤亡事故致因理论	70
3.5.1	事故因果连锁	72
3.5.2	轨迹交叉论	75
3.5.3	能量观点的因果连锁	76
3.5.4	变化-失误连锁	78
3.6	流变-突变理论	79
3.6.1	物理模型	79
3.6.2	数学模型	81
第4章	事故分析方法	84
4.1	事故树分析 (FTA)	84
4.1.1	方法概述	84
4.1.2	事故树的编制	85
4.1.3	事故树定性分析	87
4.1.4	事故树定量分析	89
4.1.5	基本事件的结构重要度分析	89
4.1.6	应用示例	94
4.2	事件树分析 (ETA)	96
4.2.1	方法概述	96
4.2.2	分析步骤	97
4.2.3	应用示例	98
4.3	故障假设/安全检查表分析	99

4.3.1	分析方法	99
4.3.2	分析步骤	99
4.3.3	应用实例	100
4.4	失效模式与影响分析	103
4.4.1	分析方法	103
4.4.2	分析步骤	104
4.4.3	应用举例	106
4.5	原因-结果分析法	107
第5章	火灾与爆炸事故技术分析	111
5.1	事故现场勘察与取证	111
5.1.1	概述	111
5.1.2	火灾与爆炸事故现场的保护	114
5.1.3	事故现场勘察步骤	118
5.1.4	勘察记录	124
5.2	物证分析与鉴别	126
5.2.1	概述	126
5.2.2	烟熏痕迹	130
5.2.3	木材燃烧痕迹	133
5.2.4	液体燃烧痕迹	139
5.2.5	火灾中的倒塌	141
5.2.6	玻璃破坏痕迹	143
5.2.7	混凝土在火灾中的变化	147
5.2.8	金属在火灾中的变化	151
5.2.9	短路痕迹	153
5.2.10	过负荷痕迹	156
5.2.11	其他痕迹与物证	158
5.3	事故原因与过程分析	160
5.3.1	概述	160
5.3.2	事故性质和特征的分析与认定	162
5.3.3	起火时间和起火点的分析与认定	164
5.3.4	起火原因的分析与认定	169
5.4	典型火灾爆炸事故类型及特征	173
5.4.1	自燃火灾调查	173
5.4.2	爆炸事故调查	179
5.4.3	静电火灾调查	194
5.4.4	雷击火灾调查	198
5.4.5	电气火灾调查	201
第6章	重大事故后果模拟分析技术	219
6.1	物理爆炸模型	219

6.1.1	概述	219
6.1.2	盛装液体的压力容器的爆破能量	220
6.1.3	盛装气体的压力容器的爆破能量	220
6.1.4	液化气体与高温饱和水容器爆破能量计算	221
6.1.5	压力容器爆破时冲击波能量计算	222
6.1.6	压力容器爆破时碎片能量及飞行距离估算	224
6.2	泄漏扩散及火灾爆炸模型	225
6.2.1	泄漏模型	225
6.2.2	火灾	234
6.2.3	爆炸	236
6.3	中毒模型	239
6.3.1	概率函数法	239
6.3.2	有毒液化气体容器破裂时的毒害区估算	241
6.4	应用实例	242
6.4.1	泄漏扩散事故后果分析	242
6.4.2	爆炸灾害模拟分析	243
第7章	事故预测与故障诊断技术	267
7.1	专家系统技术	267
7.1.1	专家系统的组成和形成的程序	267
7.1.2	专家系统的功能	268
7.1.3	知识的获得、整理和知识库	268
7.1.4	专家系统的作用及应用	269
7.2	设备状态监测与故障诊断	273
7.2.1	状态监测与故障诊断简介	273
7.2.2	转动设备的状态监测与故障诊断及操作应用	274
7.2.3	装置的腐蚀与控制	279
7.2.4	涡流检测及应用	284
7.2.5	超声波检测及应用	286
7.2.6	X射线检测及应用	288
7.2.7	其他检测方法及应用	288
7.2.8	温度测量方法及应用	290
第8章	典型事故案例的调查与分析	293
8.1	联合碳化物印度有限公司 (UCIL) 异氰酸甲酯毒气泄漏	293
8.2	切尔诺贝利核电站爆炸事故	295
8.3	“8·5”特大爆炸火灾事故调查报告	297
8.3.1	事故概况	297
8.3.2	事故发生发展过程及原因分析	298
8.3.3	事故性质	300
8.3.4	结论	302

8.4	“5·21”特大瓦斯爆炸事故调查	302
8.4.1	“5·21”特大瓦斯爆炸事故调查报告	302
8.4.2	“5·21”瓦斯爆炸事故技术原因分析报告	306
8.4.3	“5·21”瓦斯爆炸事故管理原因分析报告	307
8.5	北京东方化工厂“6·27”事故	309
8.5.1	概况	309
8.5.2	事故经过	310
8.5.3	10000m ³ 乙烯罐体、C ₃ 罐体和乙烯罐区管线的爆炸破裂技术原因分析	311
8.5.4	酿成事故的泄漏物质分析	313
8.5.5	事故模式	315
8.5.6	结论	316
8.5.7	预防建议	317
第9章	事故救援与安全管理	318
9.1	事故应急救援预案	318
9.2	应急救援预案的编制	319
9.2.1	事故应急救援预案编制的目的	319
9.2.2	事故应急救援预案编制的基本要求	320
9.2.3	事故应急救援预案编制的过程	320
9.2.4	事故应急救援预案的主要内容	320
9.2.5	事故应急救援预案编写提纲	320
9.3	事故的应急救援	322
9.3.1	应急处置	322
9.3.2	事故救援的基本程序	323
9.4	危险化学品火灾事故的扑救	327
9.5	安全教育与培训	332
9.5.1	安全教育	332
9.5.2	安全培训	332
附录		334
一、	与事故调查与分析相关的法律法规	334
二、	伤亡事故统计报表	335
三、	综合事故统计报表	336
主要参考文献		337

第 1 章 概 论

1.1 事故与事故特性

1.1.1 事故的定义

事故是指人们在进行有目的的活动过程中，突然发生的违反人们意愿，并可能使有目的的活动发生暂时性或永久性中止，造成人员伤亡或（和）财产损失的意外事件。简单地说，凡是引起人身伤害、导致生产中断或国家财产损失的所有事件统称为事故。

根据该事故定义，事故有以下 3 个特征。

- a. 事故来源于目标的行动过程。
- b. 事故表现为与人的意志相反的意外事件。
- c. 事故的结果为目标行动停止。

事故结果可能有 4 种情况：①人受到伤害，物也遭到损失。②人受到伤害，而物没有损失。③人没有伤害，物遭到损失。④人没有伤害，物也没有损失，只有时间和间接的经济损失。

上述 4 种情况中，前两者称为伤亡事故；后两者则称为一般事故，或称为无伤害事故。例如汽车相撞、飞机坠落和锅炉发生爆炸等情况，使在场或附近的人受伤，这属于人受到伤害，物也遭到损失的伤亡事故；高空作业过程中高空坠落而致使坠落者受到伤害，这属于人受到伤害，而物没有损失的伤亡事故；电气火灾，引起厂房、设备等受损，而人员安全撤离，这属于人没有受到伤害，物遭到损失的无伤害事故；在生产作业过程中，有时会突然停电而使生产作业暂时停止，但是没有造成任何的损失和伤亡事件，这就属于人和物都没有受到伤害和损失（指直接损失）的一般事故。但无论是伤亡事故还是一般事故，总是有损失存在的，事故的发生影响了人们行为的继续，从时间上给人们造成了损失，致使间接的经济损失发生。另外从事故对人体危害的结果来看，虽然有时在生理上没有明显的表征，但是事故后果依然可能是难以预测的问题。所以，必须将这种无伤害的一般事故也作为发生事故一部分加以收集、研究，以便掌握事故发生的倾向和概率，并采取相应的措施，这在安全管理上是极为重要的。

1.1.2 事故特性

事故表面现象是千变万化的，并且渗透到了人们的生活和每一个生产领域，几乎可以说事故是无所不在的，同时事故结果又各不相同，所以说事故也是复杂的。但是事故是客观存在的，客观存在的事物发展过程本身就存在着一定的规律性，这是客观事物本身所固有的本质的联系；同样客观存在的事故必然有着其本身固有的发展规律，这是不以人的意志为转移的。研究事故不能只从事故的表面出发，必须对事故进行深入调查和分析，由事故特性入手寻找根本原因和发展规律。大量的事故统计结果表明，事故具有以下 3 个特性。

1.1.2.1 因果性

事故因果性是说一切事故的发生都是由一定原因引起的，这些原因就是潜在的危险因

素，事故本身只是所有潜在危险因素或显性危险因素共同作用的结果。在生产过程中存在着许多危险因素，不但有人的因素（包括人的不安全行为和管理缺陷），而且也有物的因素（包括物的本身存在着不安全因素以及环境存在着不安全条件等）。所有这些在生产过程中通常被称之为隐患，它们在一定的时间和地点下相互作用就可能导致事故的发生。事故的因果性也是事故必然性的反映，若生产过程中存在隐患，则迟早会导致事故的发生。

因果关系具有继承性，即第一阶段的结果可能是第二阶段的原因，第二阶段的原因又会引起第二阶段的结果，它们的关系如图 1-1 所示。

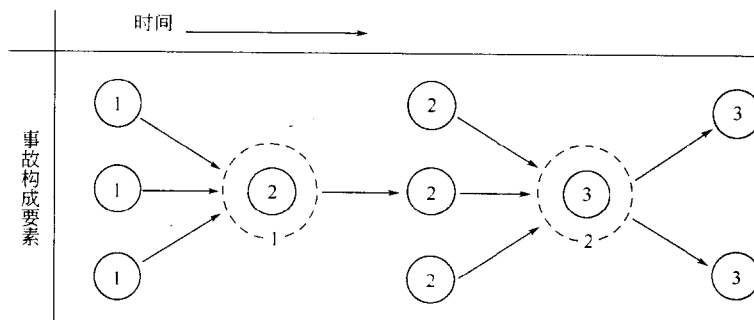


图 1-1 因果关系示意

因果继承性也说明了事故的原因是多层次的，有的和事故有着直接联系，有的则是间接联系，决不是某一个原因就能造成事故，而是诸多不利因素相互作用共同促成的。因此，不能把事故简单地归结为一点，在识别危险过程中要把所有的因素都找出来，包括直接的、间接的，以至更深层次的，只有把危险因素都识别出来，事先对其加以控制和消除，事故本身才可以预防。

1.1.2.2 偶然性与必然性

偶然性是指事物发展过程中呈现出来的某种摇摆、偏离，是可以出现或不出现、可以这样出现或那样出现的不确定的趋势。必然性是客观事物联系和发展的合乎规律的、确定不移的趋势，是在一定条件下的不可避免性。事故的发生是随机的，同样的前因事件随时间的进程导致的后果不一定完全相同，但偶然中有必然，必然性存在于偶然性之中。随机事件服从于统计规律，可用数理统计方法对事故进行统计分析，从中找出事故发生、发展的规律，从而为预防事故提供依据。

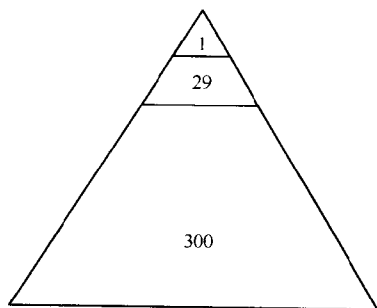


图 1-2 海因里希事故法则

美国安全工程师海因里希曾统计了 55 万件机械事故，其中死亡、重伤事故 1666 件，轻伤 48334 件，其余则为无伤害事故。从中可得出一个重要结论，即在机械事故中，死亡、重伤和无伤害事故的比例为 1 : 29 : 300，其比例关系如图 1-2 所示。

这个关系说明，在机械生产过程中，每发生 330 起意外事故，有 300 起未产生伤害，29 起引起轻伤，1 起是重伤或死亡，国际上把这一法则叫事故法则。对于不同行业，不同类型事故，无伤、轻伤、重伤的比例不一定完全相同，但是统计规律告诉人们，在进行同一项活动中，无数次意外事件必然导致重大伤亡事故的发生，而要避免重大伤亡事故必须减少或消除无

伤害事故。所以要重视隐患和未遂事故，把事故消灭在萌芽状态，否则终究会酿出大祸。

用数理统计的方法还可得到事故其他的一些规律性的东西，如事故多发时间、地点、工种、工龄、年龄等。这些规律对预防事故都起着十分重要的作用。

1.1.2.3 潜伏性

事故的潜伏性是说事故在尚未发生或还未造成后果之时，是不会显现出来的，好像一切还处在“正常”和“平静”状态。但生产中的危险因素是客观存在的，只要这些危险因素未被消除，事故总会发生的，只是时间的早晚而已。事故的这一特征要求人们消除盲目性和麻痹思想，要常备不懈，居安思危，在任何时候任何情况下都要把安全放在第一位来考虑；要在事故发生之前充分辨识危险因素，预测事故可能发生模式，事先采取措施进行控制，最大限度地防止危险因素转化为事故；定制事故防治和应急救援方案，把事故发生时产生的损失降低到最低。

事故的发展过程往往是由危险因素的积聚逐渐转变为事故隐患，再由事故隐患发展为事故，事故是危险因素积聚发展的必然结果。

1.1.3 事故隐患的形成与发展

事故隐患有着其产生、发展、消亡的过程。一般说来，事故隐患的产生、发展可分为以下几个阶段：孕育→发展→发生（即形成阶段）→伤害（损失，即消亡阶段）。

(1) 孕育阶段

事故隐患的存在有其基础原因。例如，各项工程项目以及各种生产设备设施的设计、施工、制造过程都隐含着危险；在生产过程中，因工业水平不高，科技含量较低，人员素质较差等因素，随时可能会产生新的危险。此时，隐患尚处于无形、隐蔽状态，只能估计或预测危险可能会出现，却不能描绘出它的具体形态。

(2) 形成阶段

随着生产的不断发展，企业管理常常出现疏漏和失控，物的状态也在不断演变，逐渐构成了可能导致事故发生的各种因素。此时，有的事故隐患已经发展为险情或“事故苗子”。在这一阶段，事故处于萌芽状态，可以具体指出它的存在。此时是发现事故隐患，预防事故发生的最佳时机，有经验的安全工作者已经可以预测事故的发生。

(3) 消亡阶段

当生产中的事故隐患被某些偶然事件触发，就产生了事故，造成财产损失和人员伤亡。事故是作为一种现象的结果而存在的，这个时候，作为现象的事故隐患已经演变为事故，该事故隐患随着事故的发生而消亡。

事故发生后要进行调查分析、处理整改。研究事故隐患的发展过程，就是为了及时识别和发现事故隐患，通过整改的手段，控制事故的发生。

1.2 事故的分类

1.2.1 自然事故与人为事故

自然事故是指由自然灾害造成的事故，如地震、洪水、旱灾、山崩、滑坡、龙卷风等引起的事故。这类事故在目前条件下受到科学知识不足的限制还不能做到完全防止，只能通过研究预测、预报技术，尽量减轻灾害所造成的破坏和损失。人为事故则是指由人为因素而造成的事故，这类事故既然是人为因素引起的，原则上就能预防。据美国 20 世纪 50 年代统计，在 75000 起伤亡事故中，天灾只占 2%，98% 是人为造成的，也就是说 98% 的

事故基本上是可以预防的。事故之所以可以预防是因为它和其他客观事物一样，具有一定的特性和规律，只要人们掌握了这些特性和规律，事先采取有效措施加以控制，就可以预防事故的发生及减少其造成的损失。

1.2.2 常见事故类型

通常所见的事故类型如下。

① 生产事故 生产过程中，由于操作人员违反工艺规程、岗位操作规程或操作不当等造成原料、半成品或成品损失的事故，称为生产事故。

② 设备事故 由于生产装置、动力机械、电气及仪表装置、运输设备、管道、建筑物、构筑物等各种原因造成损失或减产等的事故称为设备事故。

③ 质量事故 产品质量（包括工程质量和服务质量）达不到技术标准和技术规范而造成的事故。

④ 火灾事故 凡发生着火造成财产损失或人员伤亡的事故，称为火灾事故。

⑤ 爆炸事故 由于某种原因发生化学性或物理性爆炸，造成财产损失或人员伤亡的事故，称为爆炸事故。

⑥ 交通事故 在道路交通运输过程中发生的造成车辆损坏、人员伤亡或财产损失的事故，称为交通事故。

⑦ 医疗事故 在诊疗护理工作中，因医务人员诊疗护理过失，直接造成病员死亡、残废、组织器官损伤、导致功能障碍的事故。

⑧ 破坏事故 蓄意制造的事故。

⑨ 工伤事故 企业在职职工在生产活动所涉及的区域内，由于生产过程中存在着危险影响，突然使人体组织受到损伤或使某些器官失去正常机能，以致受伤人员立即工作中断的一切事故，称为工伤事故。

• 人体的伤害程度分以下3种。

① 轻伤 指损失工作日低于105日的失能伤害。

② 重伤 指相当于表定损失工作日等于和超过105日的失能伤害。

③ 死亡

• 按照事故严重程度分类，事故可以分为以下3种。

① 轻伤事故 指只有轻伤的事故。

② 重伤事故 指有重伤无死亡的事故。

③ 死亡事故 死亡事故又分为重大伤亡事故和特大伤亡事故。

1.2.3 工伤事故

工伤事故的类别是按照直接使职工受到伤害的原因，或叫做引起职工伤亡的第一原因未进行界定。当某一工伤事故由多种因素造成时，应按照事故的直接原因进行分类。例如，工人站在高处进行电气作业，因触电从高处坠落而伤亡，该事故应划入触电事故，而不应算作高处坠落事故。这是因为触电是造成该工人伤亡的直接原因。

根据GB 6441—86《企业职工伤亡事故分类标准》，产业系统工伤事故的类别如下。

a. 物体打击，指落物、滚石、锤击、碎裂崩块砸伤等伤害，不包括因爆炸而引起的物体打击。

b. 车辆伤害，包括挤、压、撞、倾覆等。

c. 机械伤害，包括绞、辗、碰、割、戳等。

d. 起重伤害，指起重设备有缺陷或因操作而引起的伤害。

- e. 触电，包括电击。
- f. 淹溺。
- g. 灼烫，包括化学灼伤。
- h. 火灾。
- i. 高处坠落，包括从架子上、屋顶上以及平地坠入坑内等。
- j. 坍塌，包括建筑物倒塌、土石、堆置物倒塌。
- k. 冒顶片帮。
- l. 透水。
- m. 放炮。
- n. 火药爆炸，指生产、运输、储藏过程中发生的爆炸。
- o. 瓦斯爆炸，包括粉尘爆炸。
- p. 锅炉爆炸。
- q. 压力容器爆炸。
- r. 其他爆炸，包括化学爆炸、炉膛、钢水包爆炸等。
- s. 中毒和窒息。
- t. 其他伤害，扭伤、跌伤、冻伤、野兽咬伤等。

1.3 事故损失计算

1.3.1 事故损失计算

事故总损失为直接损失与产量损失之和。

事故直接损失包括原材料损失、成品（半成品）损失和设备、厂房损失。产量损失指从事故发生时起至恢复正常时止，按日计划产量计算的总损失量。

目前，事故损失一般按以下方法进行计算。

在计算直接损失时，原材料和成品（半成品）损失按市场价格进行计算；设备、厂房等被毁坏而无法恢复的，按照使用年限经折旧后进行价值计算；设备、厂房等被损坏但能修复时，将修复费计入损失，恢复费包括设备损失部分修理的人工、材料、备件及附加费等。

产量损失等于因事故而停产时设备停产的时间乘以设备单位时间的计划产量。产量损失金额则为损失产量乘以产品单位成本。设备修复后，因能力降低而减产部分不计算在产量损失之内。

国外在计算事故间接损失时，除考虑产量损失外，还考虑以下几项。

- a. 负伤者的时间损失。
- b. 负伤者以外的人员的时间损失（如照料负伤者的人员的时间损失等）。
- c. 领导者的时间损失（如事故调查，根据规定提出事故报告等占用的时间）。
- d. 救护者、医院有关人员等时间的损失。
- e. 机械工具材料及其它的财产损失。
- f. 负伤者复工后，能力降低引起劳动生产率下降的损失。
- g. 因事故影响职工情绪，诱发其他事故发生的损失。

1.3.2 损失工作日计算表

- a. 死亡或永久性全失能伤害定 6000 日。

- b. 永久性部分失能伤害按表 1-1、表 1-2 计算。
- c. 表中未规定数值的暂时失能伤害按歇工天数计算。
- d. 对于永久性失能伤害，不管其歇工天数多少，损失工作日均按表定数值计算。
- e. 各伤害部位累计数值超过 6000 日者，仍按 6000 日计算。

表 1-1 截肢或完全失去机能部位损失工作日换算

机能部位	工 作 日					
		拇 指	食 指	中 指	无 名 指	小 指
手	远端指骨	300	100	75	60	50
	中间指骨		200	150	120	105
	近端指骨	600	400	300	240	200
	掌骨	900	600	500	450	400
腕部截肢	1300					
脚		拇 趾	二 趾	中 趾	无 名 趾	小 趾
	远端趾骨	150	35	35	35	35
	中间趾骨		75	75	75	75
	近端趾骨	300	150	150	150	150
	骨(包括舟骨、距骨)	600	350	350	350	350
踝部	2400					
上肢	肘部以上任一部位(包括肩关节)				4500	
	腕以上任一部位,且在肘关节或低于肘关节				3600	
下肢	膝关节以上任一部位(包括髋关节)				4500	
	踝部以上,且在膝关节或低于膝关节				3000	

表 1-2 骨折损失工作换算

骨折部位	损失工作日	骨折部位	损失工作日	骨折部位	损失工作日
掌、指骨	60	肱骨髁上	60	锁骨	70
桡骨下端	80	肱骨干	80	胸骨	105
尺、桡骨干	90	肱骨外髁颈	70	跖、趾	70

1.3.3 伤亡事故的计算

1.3.3.1 适用于企业以及各省、市、县上报企业工伤事故使用的计算方法

死亡率 表示某时期内，平均每千名职工中因伤亡事故造成死亡的人数。

$$\text{死亡率} = \frac{\text{死亡人数}}{\text{平均职工人数 (千人)}}$$

重伤率 表示某时期内，平均每千名职工因工伤事故造成的重伤人数。

$$\text{重伤率} = \frac{\text{重伤人数}}{\text{平均职工人数 (千人)}}$$

1.3.3.2 适用于行业、企业内部事故统计分析使用的计算方法

伤害率 表示某时期内，每百万工时的事故造成伤害的人数。伤害人数指轻伤、重伤、死亡人数之和。

$$\text{伤害率} = \frac{\text{伤害人数}}{\text{实际总工时 (百万工时)}}$$

伤害严重率 表示某时期内，每百万工时的事故造成的损失工作日数。

$$\text{伤害严重率} = \frac{\text{总损失工作日}}{\text{实际总工时 (百万工时)}}$$

伤害平均严重率 表示每人受伤害的平均损失工作日。

$$\text{伤害平均严重率} = \frac{\text{总损失工作日}}{\text{伤害人数}}$$

1.3.3.3 适用于以吨、立方米产量为计算单位的行业、企业使用的计算方法

$$\text{百万吨死亡率} = \frac{\text{死亡人数}}{\text{实际产量 (百万吨)}}$$

$$\text{万立方米木材死亡率} = \frac{\text{死亡人数}}{\text{木材产量 (万立方米)}}$$

1.4 事故调查

事故调查是掌握整个事故发生过程、原因和人员伤亡及经济损失情况的重要工作，它根据调查结果分析事故责任，提出处理意见和事故预防措施，并撰写事故调查报告书。伤亡事故调查是整个伤亡事故处理的基础。通过调查可掌握事故发生的基本事实，以便在此基础上进行正常的事故原因和责任分析，对事故责任者提出恰当的处理意见，对事故预防提出合理的防范措施，使职工从中吸取深刻教训，并促使企业在安全管理上进一步进行完善。

1.4.1 事故调查程序

经抢救与事故现场保护处理后，就开始对事故进行调查，调查程序如图 1-3 所示。主要程序包括组成调查组，进行现场勘察、人员调查询问、事故鉴定、模拟试验等，并收集各种物证、人证、事故事实材料（包括人员、作业环境、设备、管理、事故过程材料）。

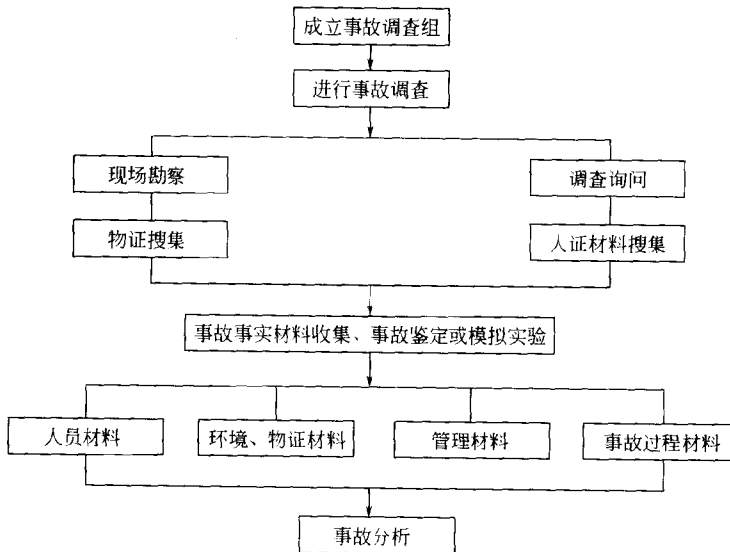


图 1-3 事故调查程序

调查结果是进行事故分析的基础材料。

1.4.2 事故调查组织及原则

1.4.2.1 事故调查组的组成

按事故严重程度组成如图 1-4 所示的调查组，对事故进行调查和分析。

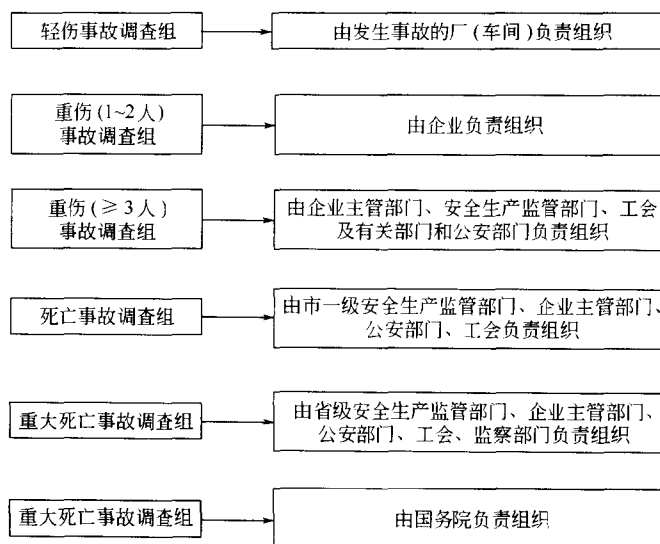


图 1-4 事故调查组的组成

a. 轻伤事故、重伤事故由企业负责人或其指定人员组织生产、技术、安全等有关人员及工会成员参加调查组，进行事故调查。

b. 死亡事故由企业主管部门会同企业所在地的市（或相当于设区的市一级）安全行政管理行政部门、公安部门、工会组成调查组，进行事故调查。

c. 重大死亡事故，按照企业隶属关系，由省、自治区、直辖市企业主管部门或者国务院有关主管部门会同行政管理部门、公安部门、监察部、工会组成调查组，进行调查。

d. 死亡、重伤事故调查组应当邀请人民检察院派员参加，还可以邀请其他部门的人员和有关专家参加。

1.4.2.2 事故调查应遵循的原则

事故调查处理应当按照实事求是、尊重科学的原则，及时、准确地查清事故原因，查明事故性质和责任，总结事故教训，提出整改措施，并对事故责任者提出处理意见。具体原则如下。

a. 事故是可以调查清楚的，这是调查事故最基本的原则。

b. 调查事故应实事求是，以客观事实为根据。

c. 坚持做到“四不放过”的原则，即事故原因分析不清不放过，事故责任者没有受到严肃处理不放过，群众没有受到教育不放过，防范措施没有落实不放过。

d. 事故调查成员一方面要有调查的经验或某一方面的专长，另一方面不应与事故有直接利害关系。

1.4.2.3 事故调查组的权利

a. 调阅一切与事故有关的档案资料。

b. 向事故当事人及有关人员了解与事故有关的一切情况。