

高等|学|校|教|学|用|书|

安全原理与 事故预测

*G*AODENG

XUEXIAO

JIAOXUE

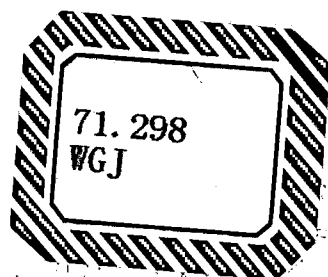
ONGSHU

冶金工业出版社

高等学校教学用书

安全原理与事故预测

北京科技大学 韦冠俊 编



冶金工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全原理与事故预测/韦冠俊编. -北京: 冶金工业出版社, 1995
高等学校教学用书
ISBN 7-5024-1687-0

I. 安… II. 韦… III. ①安全学-高等学校-教学参考资料②事故-预测-高等学校-教学参考资料 IV. X9
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 06278 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)
有色曙光印刷厂印刷; 冶金工业出版社出版; 各地新华书店发行
1995 年 11 月第 1 版, 1995 年 11 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16; 11.25 印张; 265 千字; 173 页; 1-1000 册
9.30 元

前 言

本书是根据冶金工业部教材出版规划,按照“安全系统工程”课程教学大纲的要求,为高等工科院校采矿工程专业的学生编写的教材。

安全系统工程是近 20 年发展起来的一门新学科。由于这一学科具有很大的革新和开创意义,许多工业发达国家都竞相推广应用,在消除危险、防止灾害、避免损失等方面取得了很大的成效。

在 80 年代初,国内掀起学习和应用安全系统工程的高潮时,我们首先向采矿工程专业的学生介绍这一学科的基本原理,并列为选修课程。作者在系统学习国内外有关专著、汇总有关科研成果和各工业部门实践经验的基础上,根据采矿工程专业培养目标的要求,于 1988 年编写了《安全原理与事故预测技术》教材,经校内外多人多次教学实践的检验和修改,形成本书的体系和内容。目前本课程已作为必修课程被正式列入教学计划。

全书共分八章,着重阐述安全系统工程的由来、发展及其基本理论,阐明事故致因原理,介绍识别系统危险的各种方法,以及安全分析、安全评价、安全预测等内容。

在本书的编写过程中,中国矿业大学研究生部黄元平教授,北京科技大学童光照教授、于学馥教授对书稿进行评审,提出许多宝贵的意见,谨致衷心感谢。

在编写本书过程中,作者参阅了国内外学者的著作,并引用了其中有关材料,在此谨表谢意。

本书可作为高等院校采矿工程专业的教材和其它专业参考书,也可供安全技术干部、设计和生产人员阅读。

编者

1994 年 12 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 安全工作的由来和发展	1
第二节 安全系统工程的基本概念	3
第三节 安全系统工程的诞生与发展	4
第四节 安全系统工程的内容及其优越性	5
第二章 伤亡事故发生与预防原理	8
第一节 事故的概念、影响工伤事故因素分析	8
第二节 事故是能量异常传递的结果	12
第三节 物质条件的不可靠性和不安全性是形成事故的潜在危险	15
第四节 信息处理系统的不完善是事故触发的媒介	20
第五节 伤亡事故模型	26
第三章 伤亡事故的统计分析	34
第一节 伤亡事故统计分析的基本原理	34
第二节 伤亡事故的统计分析法	37
第四章 系统安全性分析	43
第一节 安全检查表	43
第二节 预先危险性分析	47
第三节 故障类型和影响分析	49
第四节 事件树分析法	57
第五节 因果分析图法	61
第五章 事故树定性分析	64
第一节 基本概念	64
第二节 事故树分析方法的步骤	65
第三节 事故树的符号及其意义	66
第四节 事故树的编制和用途	69
第五节 布尔代数及事件概率的积与和	71
第六节 利用布尔代数化简事故树	72
第七节 事故树模型的数学表达式	74
第八节 最小割集的求法	75
第九节 最小径集的求法	82
第十节 最小割集和最小径集在事故树分析中的作用	83
第六章 事故树定量分析	86
第一节 基本事件的发生概率	86
第二节 顶上事件发生概率的计算	90
第三节 重要度分析	97

第四节	事故树分析的一些技巧	101
第五节	事故树分析法的综合使用模式	107
第六节	事故树分析应用示例	108
第七章	系统的安全评价	113
第一节	安全评价概述	113
第二节	安全评价的基本方法	117
第三节	国内外安全评价方法	126
第四节	安全评价的现实意义	150
第八章	安全预测技术	153
第一节	安全预测概述	153
第二节	利用回归分析法进行伤亡事故趋势预测	154
第三节	使用马尔柯夫链进行安全预测	162
第四节	灰色系统预测法	164
第五节	特尔斐预测法	167
参考文献		173

第一章 概 论

第一节 安全工作的由来和发展

矿产、森林、江河湖海和其它各种资源的开发以及现代化工业的生产活动，既有人类谋福利的一面，同时也可能有危害人类的一面。即人们在进行生产劳动的过程中，不仅能创造出有益于人类的物质财富，而且会遇到和必须克服在这个过程中出现的不安全和不卫生的因素。人类在向自然界进行斗争的长期实践中，逐步积累了安全生产经验，形成了人类在利用自然、改造自然的同时，克服自然界中的不安全因素，促进生产发展，保护企业和人身安全的学科——安全工程学。

安全问题是随着生产的产生而产生的，同时，也随着它的发展而发展。在石器时代，人们通过狩猎和农业生产，创造了粗陋的生产工具，发明了一些简单的防护措施。到了青铜器时代，防护器械和防护技术则出现了质的飞跃，创造了一些保障安全生产的某些防护技术和措施。

我们中华民族的祖先在这方面曾为人类做出过重要贡献。对此，历史文献中屡有记载。如隋代巢方著的《病源诸候论》中，记述了防止中毒的措施；明代李时珍在其所著的《本草纲目》中，记述了铅中毒的现象；到了1637年，宋应星在《天工开物》一书中，则较详细地介绍了通过抽放瓦斯防止爆炸的技术措施。

18世纪，蒸汽机的问世，使轮船、机车和纺织机械有了新的动力，生产得到了发展，但是产生蒸汽的锅炉却不断发生爆炸事故。从19世纪初到20世纪初的100年里，仅美国就发生了1万次这样的事故，死亡数万人。为了防止锅炉爆炸，人们对锅炉的结构、所用材料、工作压力和炉内除垢等问题进行研究，取得了一系列成果。美国于1880年成立了机械工程师学会(ASME)，并于1925年制定出受压容器标准，这在安全技术方面可以说是一个突破。

19世纪末和20世纪初，西方国家进入了资本主义发展时期。随着生产规模的扩大，伤亡事故的严重程度也在增加，经常出现一次死伤数百人甚至上千人的重大事故，引起了社会的不安。为了防止事态的发展，各国政府纷纷发布安全法令，制订职业病条例。到了1919年，国际劳工局(ILO)成立，并向世界各国发出了防止事故的通报，1934年又制定了企业卫生标准。

第二次世界大战后，工业技术水平的提高和生产规模的扩大，原子能工业和尖端工业的诞生，石油化工和钢铁冶炼等传统工业的发展，导致伤亡事故的加剧，环境污染也日趋严重。这种工业技术的进步所带来的对人类的威胁和损害，引起了人们对安全更为广泛的重视。为了消除和避免危害，人们在长期的实践中，创造和总结了预防危害的办法。归纳起来，可以把这些办法分成“问题出发型”和“问题发现型”两大类。

“问题出发型”实质上是在事故发生后从中吸取经验教训，进行预防的办法。例如从事事故后果查找原因，采取措施以防止事故重复发生。人们通常所采取的各种组织和技术措施，如设立专职机构，制定立法标准，进行监督检查和宣传教育等，以及防尘排毒、防火防爆、安全防护设备、个人防护用品等，都属此类。这也是人们通常所说的传统安全工作方法。

“问题发现型”是从系统的内部出发，研究各构成要素之间存在的联系，检查可能导致事故发生的各种危险因素及其发生途径，通过重新设计或变更操作来减少或消除系统的危险性，把发生事故的可能性降低到最小程度。这就是人们采用的安全系统工程控制事故发生的方法。

传统安全工作方法虽然为防止伤亡事故做出了重大的贡献，但也存在一些问题。它的纵向分科、单项业务保安、事后处理等特点使得人们对事故难以做到防患于未然，从而导致安全工作落后于生产的发展，也就是说事故预防工作总跟不上技术进步的局面。其主要原因在于：

(1) 安全的属性问题。由于安全是依附于生产而存在的，并且是为生产服务的，生产中如果不发生事故，则往往不能引起人们的重视，看不到安全工作的作用和重要性，“安全第一，预防为主”只是挂在口头，难于贯彻落实在实际工作中。不仅企业领导人甚至工人也不重视安全。

(2) 由于工业技术的不断进步和发展，人们对技术中许多潜在性的危险因素还认识不清，没有意识到发生事故后的严重后果。

(3) 由于安全工作所产生的经济效益是间接的，看不见，摸不着，只有发生事故后产生了负效益才感觉出它的存在，这就减少了人们对它进行深入研究兴趣。

传统安全工作很难解决上述问题，主要还是由于它本身也存在着许多弱点：

(1) 凭经验直观地处理生产系统中出现的安全问题多，由表及里地深入分析、发现潜在的事故隐患少，难于彻底改善安全面貌。

(2) 定性的（即“安全”或“不安全”的）概念多，定量的概念少。如生产的安全性有多大，事故发生频率有多大，可能的严重程度有多大，都难以作出实质性的回答。

(3) 由于缺乏系统性，所以解决安全问题时总是片断地和零碎地进行，以致形成头痛医头、脚痛医脚，到处堵塞漏洞的被动局面。

(4) 管理上存在着严重的片面性，侧重于追究人员的操作责任，只抓“违章”而忽视了创造“本质安全”。

(5) 由于没有开展预测工作，没有进行事前的系统安全评价，工作重点在处理已发生的事故，而忽略了从规划、设计阶段就开始抓安全工作。

(6) 没有肯定明确的目标值。究竟做到什么程度才算是安全，才能控制事故，心中无数，盲目性大。

总之，传统安全工作方法是凭经验，孤立、被动的工作方法。多少年来，人们特别是安全工作者总想找到一个办法，能够事先预测到事故发生的可能性，掌握事故发生的规律，作出定性和定量的评价，以便能在设计、施工、运行、管理中对发生事故的危险性加以辨识，并且能够根据对危险性的评价结果，提出相应的安全措施，达到控制事故的目的。安全系统工程学就是为了达到这个目标而发展起来的。

第二节 安全系统工程的基本概念

系统(System)一词被广泛地应用于生产和生活的各个领域。在古希腊语中,它是有条理、有秩序地放在一起的意思。韦氏大词典中称系统为“有组织的或被组织化了的整体,由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素的集合”。人们一般则认为系统就是由人、设备与过程等相互作用且相互依赖的两个或两个以上要素,按一定规律结合而成,并具有特定功能的有机整体。

系统具有下列特性:

(1) 整体性。系统是由至少两个或两个以上的可以相互区别的单元按一定方式所组成。组成系统的各个单元虽然具有不同的性能,但它们是根据整体要求按照一定方式构成的一个具有特定功能的集合体,因而系统不是各单元性能的简单相加。

(2) 相关性。系统内各单元之间是相互联系、相互制约的,而且这种依赖关系具有一定的规律性。

(3) 目的性。任一系统都具有特定的功能,特别是人类所创造的系统,总是具有整体的目的,系统内的各单元正是按照这个目的组织起来的。

(4) 环境适应性。任一系统都存在于一定的环境之中,因此,它必然地要与周围环境发生物质、能量和信息的交换,系统必须适应外部环境。在研究系统的时候,环境往往起着重要作用,必须予以重视。

系统的功能是接受信息、能量、物质,并根据时间序列产生信息、能量和物质。这就要求合理地管理和控制能量、物质和信息的流动,来保证系统的安全和在最优状态下工作。其中信息尤为重要。随着自动化程度的提高,对信息处理的速度及准确度的要求也越来越高,所以信息资源的充分利用,对系统功能的实现起着十分重要的作用。信息是系统的精髓。没有足够的准确信息,系统就不可能正常地工作,也就达不到预期的目的。

系统虽然种类繁多,但若对结构加以仔细分析,就可以看出系统基本上由三部分组成,即输入、处理和输出。任何系统都具有输出某种产物的目的;而一定是先有输入,再经过处理,才能得到输出。可见,输出是处理的结果,代表着系统的目的。处理是使输入变为输出的一种活动,通常由人和设备分别完成或联合承担。比如汽车制造厂是由入口输入了原材料,经过加工或作业,进行整体装配,这就相当于处理部分,装配好的汽车再由出口输出。这种情况是以物质流动为主的系统,称为生产系统。一项计划也可视为输入,经过执行,即处理阶段,最后得到了结果,就是输出。这是以信息流为主的系统,称为管理系统。

处理后的成果,不一定是理想的,这就需要验证与修正计划,改善执行环节来达到预期的目的。这在系统上称为反馈。这些过程概括地如图 1—1 所示。

工程(Engineering)是指服务于特定目的的各项工作的总体。比如采矿工程、冶金工程和机械工程等。其“工程”

概念指的是生产技术的实践,并以“硬件”作为其目标和对象,它所研究的对象主要是人力、材料、价格等。系统工程的“工程”其目标和对象既包括“硬件”,也包括“软件”,如人类工程、生态工程等,它泛指一切由人参加的,以改变系统某一特征为目标的工作过程。

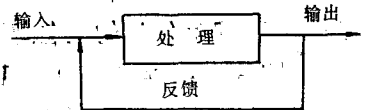


图 1—1

其含义较之传统概念中的“工程”更为广泛。

系统工程 (Systems Engineering) 是研究系统的工程技术。但它并非是内容单一的技术名称,而是许多门工程技术结合的一个综合名称。因处理对象性质不同,还可以再细分为各类系统工程,如工程系统工程、经济系统工程等。

系统工程着眼于整体的状态和过程,而不拘泥于局部的、个别的部分。表现在系统的最佳化并不要求系统的所有单元或所有子系统都具有最佳特征。这是因为系统工程采用了新的方法论,这种方法论的基础就是系统分析的观点。它与一般工程的方法有所不同,是一种“由上而下”,“由总而细”的方法。它不着眼于个别单元的性能是否优良,而是要求巧妙地利用单元间或子系统之间的相互配合和联系,来优化整个系统的性能,使其从整体上成为技术先进、经济合算、运行可靠、时间节省的实际可行的系统。

安全系统工程 (Safety System Engineering) 是采用系统工程的原理和方法,识别分析和评价系统中的危险性,并根据其结果调整工艺、设备、操作、管理、生产周期和投资费用等因素,使系统所存在的危险因素能得到消除或控制,使事故的发生减少到最低程度,从而达到最佳安全状态。

安全系统工程用于安全管理,可归纳为六方面内容:即分析生产系统中不安全因素;预测由这些因素可能引起的危险;设计和选用针对性的安全措施方案;组织实施安全措施;对措施效果进行评价;不断进行完善。其中系统分析和评价这两方面是安全系统工程的核心。只有分析得准确,评价得周密,才可以得出最佳决策。

第三节 安全系统工程的诞生与发展

1957年,前苏联发射了第一颗人造地球卫星之后,美国为了和前苏联争夺空间优势,匆忙地进行导弹技术开发,实行所谓研究、设计、施工齐头并进的方法。由于对系统的可靠性和安全性研究不足,在一年半的时间里,在导弹的地下贮藏库和发射基地连续发生了四次重大事故,最后不得不全部报废,从头做起。后来,美国空军以系统工程的方法研究导弹系统的可靠性和安全性,于1962年第一次提出了“弹道火箭系统安全工程学”,继而制订了“武器系统安全标准”。这为后来发射多弹头火箭的成功创造了条件。1966年美国国防部采用了空军的安全标准,制订了“MIL-S-381030”,1967年7月又发表了安全系统工程计划标准“MIL-STD-882”。在这项标准中,首次奠定了安全系统的概念、以及设计、分析、综合等基本原则。

1965年,美国波音公司和华盛顿大学在西雅图召开安全系统工程专门学术讨论会议,以波音公司为中心对航空工业开展安全性、可靠性分析和设计的研究,在导弹和超音速飞机的安全性评价方面,取得了很好的效果。但是,美国航空航天局对这种方法不够重视,以致造成1967年发生的三名阿波罗宇航员被烧死事故。

另外,英国以原子能公司为中心,从60年代中期开始收集有关核电站故障的数据,对系统的安全性和可靠性问题,采用了概率评价方法,后来进一步推动了定量评价的工作,并设立了系统可靠性服务所和可靠性数据库。

1974年,美国原子能委员会发表了有关核电站事故评价报告。这项报告是该委员会委托麻省理工学院的拉斯姆逊教授,组织了十几个人,用了两年时间,花了300万美元完成的,称为“拉氏报告”。报告收集了核电站各部位历年发生故障及其概率,采用了事件树和

事故树的分析方法，作出了核电站的安全性评价。这个报告发表后，引起了世界各国同行的关注。

日本引进安全系统工程的方法虽为时稍晚，但发展很快，自从1971年科技联盟召开“可靠性安全性学术讨论会”以来，在电子、宇航、铁道、汽车、原子能、化工、冶金等领域得到了应用。

当前，安全系统工程已普遍引起了各国的重视，国际安全系统工程学会每两年举办一次年会。如1983年在美国休斯敦召开的第六次会议，参加国有40多个，从讨论议题涉及面的广泛，可看出这门学科越来越引起了人们的兴趣。

安全系统工程最初是从研究产品和生产过程的可靠性和安全性开始的，后来发展到对生产系统各个环节的安全分析，不仅包括了原材料和设备等物的因素，也包括了人的因素，这就使安全系统工程的方法在防止伤亡事故中得到了应用。

在我国开展安全系统工程的研究工作比较晚，但自从1982年以来，我国许多工业部门和不少企业都开展了安全系统工程的研究工作，初步使用了安全检查表、事件树和事故树定性分析方法，现已初见成效。

第四节 安全系统工程的内容及其优越性

一、安全系统工程的内容

由安全系统工程的概念可以知道，其内容主要包括三方面，即系统安全分析、安全性评价和安全措施。除外，还需进行安全价值分析。

1. 系统安全分析

系统安全分析是安全系统工程的核心，它是安全性评价的基础。通过这个过程，人们对系统进行深入、细致的分析，充分了解和查明系统存在的危险性，估计事故发生的概率和可能产生伤害及损失的严重程度，为确定出哪种危险能够通过修改系统设计或改变控制系统运行程序来进行预防提供依据。所以，分析结果的正确与否，关系到整个工作的成败。

当前已经发表的系统安全分析方法有数十种之多，每一种方法都有其产生的历史背景和适用条件，所以并不能处处都通用。要完成一个准确的分析，就要综合使用多种分析方法，取长补短，有时还要相互比较，看哪些方法和实际情况更为吻合。因此，应当熟悉各种分析方法的内容和长处，用起来才能得心应手。

通过实践，一般认为定性分析的系统安全分析方法，如安全检查表法、故障类型和影响分析法，事件树分析法和事故树分析法等较为实用。我国自70年代末才开始介绍和推广应用系统安全分析的方法，虽然起步较晚，但已广为人们所接受。

2. 安全性评价

系统安全分析的目的，是为了评价系统的安全性。通过分析，了解系统中潜在危险和薄弱环节所在，及发生事故的概率和可能的严重程度等，这些都是评价的依据。

定性分析的结果只能用作定性评价，也就是说，能够知道系统中危险性的大致情况，比如数量多少和严重程度等。但这比用经验管理安全的方法，已经系统和准确得多了。只有经过定量的评价才能充分地发挥安全系统工程的作用。决策者可以根据评价的结果选择技术路线，保险公司可根据企业不同的安全性规定不同的保险金额，领导和监察机关可以根

据评价结果督促企业改进安全状况。

当前,有两类重要的安全性评价方法,其一就是对系统的可靠性、安全性进行评价;其二就是利用生产所需原料,所谓物质系数法进行评价。这两类方法在国内均在研究、试行和应用,将在后面有关章节中详细介绍。

3. 安全措施

根据安全性评价的结果,可以对系统进行调整甚至修改设计,以消除和控制系统中的危险因素,提高系统的安全性。一般采取的安全措施有:增设安全防护装置,改进工艺过程或修改设计;改善作业环境,加强安全教育和管理等。

4. 安全价值分析

当系统中的危险性已被认识,为了控制和消除这些危险因素,以提高系统的安全性时,需要采取各种安全措施,这就需要给予一定的资金投入。为了评价投入资金的合理性,必须进行安全价值分析。

安全投资不同于一般投资;一般来说,它不直接产生投资效益,而主要是能减少未来的损失。为了判断安全投资的合理性,需要知道投资前后损失期望值的变化,并考虑时间的价值因素。只有将减少的损失期望值按时间价值进行折算,才能判断出投入的安全资金是否有收益。当安全投资的利润率大于企业的机会成本时,投资才是合理的。

二、安全系统工程的优越性

安全系统工程是在传统安全的基础上发展起来的,由多门现代学科综合形成的一门新的学科,使用起来有许多优越性,其优点可简述如下:

(1) 可以打破传统安全中单一的、凭经验的相互独立,自我封闭的界限,而使用逻辑性强、直观,能定性、定量地进行安全分析和评价方法,能做到全面系统,合理地解决安全问题。

(2) 可以避免传统安全中对事故的“浅层”分析,从人机关系、人和环境、人和物的关系的诸种关系中寻找出真正的事故原因和查出未想到的原因。

(3) 通过分析,可以了解到系统存在的薄弱环节及发生危险的尺度,从而采取相应措施预防事故的发生。

(4) 通过评价和优化技术,可以找出最适当的方法使各分系统之间达到最佳配合,用最少的投资达到最佳的安全效果和大幅度减少伤亡事故。

(5) 安全系统工程方法,不仅适用于工程,而且适用管理,并且能用来指导产品设计、制造、使用维修和检验等工作。

(6) 可以促进各项标准的制订和有关可靠性数据的收集。安全系统工程使用在安全性评价,就需要各种标准和数据,如安全设计标准;人机工程标准以及允许安全值、故障率等数据。

(7) 可以迅速地提高安全工作人员的水平。安全系统工程是一门实践性很强的科学,真正搞好安全系统工程,必须熟悉生产;学会各种分析和评价方法,这对于提高安全工作人员的素质是大有好处的。

当然,安全系统工程方法的最大优点是预防和减少事故发生,这在实践中已得到证明。

思考题

1. 系统安全与传统安全有何不同, 我们如何在坚持传统安全成功经验的基础上, 发展系统安全工程?
2. 何谓系统, 系统特征是什么?
3. 何谓安全系统工程, 安全系统工程主要研究内容有哪些方面?
4. 安全系统工程是如何发展起来的? 它有哪些优点?

第二章 伤亡事故发生与预防原理

第一节 事故的概念、影响工伤事故因素分析

安全 (Safety) 安全包括人身安全和设备安全,在劳动保护工作中,重点强调保护劳动者在生产劳动中的安全。

安全一词在我国已广泛应用,泛指没有危险、不受威胁和不出事故的状态。

韦氏大词典对安全所下的定义是:“没有伤害、损伤或危险,不遭受危害或损害的威胁,或免除了危害、伤害和损失的威胁。”

一般来讲,对安全可作如下理解:“安全就是不致于对人的身体造成伤害、精神构成威胁和使财物导致损失的状态”。安全是相对于危险而言,世界上没有绝对的安全。美国安全工程师学会(ASSE)编写的《安全专业术语词典》认为,安全就是“导致损伤的危险度是能够容许的,较为不受损害的威胁和损害概率低的通用术语”。

危险 (Risk) 危险的解释很多。在“广辞苑”词典中,危险是指有产生危害或损失的可能性;在“损害保险”中,危险定义为关于发生某种事件而存在的不确切性;在美国原子能委员会发表的拉斯姆逊报告指出:危险等于事故发生频率乘上事故损失率。尽管对“危险”这个词解释很多,究其实质,危险是一种已存在的或潜在的条件,它如果发生可导致意外事故。导致事故的潜在条件什么时候形成以及能否形成都是不一定的,因此危险具有两种不确定性。如工矿企业是否发生灾害是不确定的,这就有发生损失的不确定性;人何时伤亡是不确定的,这就有关于时间的不确定性。危险强调的是不确定性。

事故 (Accident) 指个人或集体在为实现某一目的而进行活动的过程中,由于突然发生了与人们意志相反的情况,迫使原来的行动暂时地或永久地停止下来的事件。例如采矿场内发生顶板岩石冒落使回采工作中断事件为冒顶事故。

事故可能导致人员伤亡与物质损失的单独发生、同时发生或都不发生。

以人为中心考察事故的后果,可将事故分为伤亡事故和一般事故。

工伤事故、伤亡事故 (Injury) 也称人身事故。指企业职工在生产劳动过程中,发生的人身伤害(简称伤害)和急性中毒。其分为:

(1) 暂时性失能伤害 指伤害者或中毒者暂时不能从事原岗位工作的伤害。

(2) 永久性部分失能伤害 指伤害者或中毒者的肢体或某些器官功能不可逆丧失的伤害。

(3) 永久性全失能伤害 指除死亡外,一项事故中,使受伤者形成完全残废的伤害。

一般事故、未遂事故 (Incident) 一般事故是指人身没有受到伤害,或受伤轻微停工短暂,或没有形成人的生理机能故障的事故。对于没有造成人员伤亡的事故,就人身而言称为无伤害事故,也叫未遂事故。

事故的发生及能否导致人员的伤亡都是随机性的。事故的发生和人员伤亡与否在时间和空间上可能只是瞬间和毫厘之差。所以，在研究伤亡事故预防的工作中，必须把这种无伤害事故也作为事故的一部分加以收集研究，以便掌握事故发生倾向和概率并采取相应的措施。这是安全管理工作上一个极其重要的观点。

一、伤亡事故分类

1. 按事故致因分类

为了研究发生事故的原因和有关规律，便于对伤亡事故进行统计分析，国标 GB6441—6442—86 将伤亡事故按致伤原因作出科学的分类（划分为 20 类），详见表 2—1。

表 2—1

伤亡事故致伤原因分类

序 号	事故类别名称	注
01	物体打击	指落物、滚石、锤击、碎裂、崩块、碰伤，但不包括爆炸引起的物体打击
02	车辆伤害	包括挤、压、撞、颠覆等
03	机械伤害	包括绞碾、割、戮
04	起重伤害	
05	触 电	包括雷击
06	淹 溺	
07	灼 烫	
08	火 灾	
09	高处坠落	包括由高处落地和由平地落入地坑
010	坍 塌	
011	冒顶片帮	
012	透 水	
013	放 炮	
014	火药爆炸	指生产、运输和储藏过程中的意外爆炸
015	瓦斯爆炸	包括煤尘爆炸
016	锅炉爆炸	
017	受压容器爆炸	
018	其他爆炸	
019	中毒和窒息	
020	其他伤害	如扭伤、跌伤、冻伤、野兽咬伤等

2. 按伤害程度分类

国标 GB6441—6442—86 中，按受害者的伤害程度将伤害分为 3 类：

- (1) 轻伤：指损失工作日低于 105 日的失能伤害；
- (2) 重伤：指损失工作日等于和大于 105 日的失能伤害；
- (3) 死亡。

3. 按伤害严重程度分类

国标 GB6441—6442—86 还根据一次事故中造成伤害的严重程度，将事故分为 3 类：

- (1) 轻伤事故：只有轻伤的事故；
- (2) 重伤事故：有重伤但无死亡事故；
- (3) 死亡事故：又分重大伤亡事故和特大伤亡事故。

重大伤亡事故：一次事故中死亡1~2人的事故；

特大伤亡事故：一次事故死亡3人及超过3人的事故。

4. 按管理因素分类

为了从管理方面加强安全工作，对事故还做如下分类：

- (1) 设备、工具、附件有缺陷；
- (2) 防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷；
- (3) 个人防护用品缺乏或有缺陷；
- (4) 光线不足或地点及通道情况不良；
- (5) 没有操作规程、制度或规程、制度不健全；
- (6) 劳动组织不合理；
- (7) 对现场工作缺乏指导或指导有错误；
- (8) 设计有缺陷；
- (9) 不懂操作技术；
- (10) 违反操作规程或劳动纪律；
- (11) 其他。

当一起事故涉及到多个原因时，必须从中找出一条最主要的原因。

5. 其他分类

国际劳联在1923年召开的统计会议上，建议尽可能按加害物体进行分类。列出的加害物有：

- (1) 机械：原动机、动力传动装置、起重机、加工机械；
- (2) 运输：铁路、船舶、车辆；
- (3) 爆炸；
- (4) 有害、高温或腐蚀性物质；
- (5) 电气；
- (6) 人员坠落；
- (7) 冲击和碰撞；
- (8) 落下物体；
- (9) 坠落；
- ~~(10) 非机械操作；~~
- (11) 手工工具；
- (12) 动物；
- (13) 其他。

事故分类的方法和粗细决定于对伤亡事故进行统计的目的和范围。上级管理部门需要综合掌握全局伤亡事故的情况，事故类别划分可以概括一些；一个部门或一个企业为了便于追究事故的根源和探索整改方案，常希望划分得详细一些。在样本数一定的情况下，分类越细，数据越分散。为了保证在较细分类的情况下数据又不致过分分散，就需要扩大统计范围，例如把停工不足一个工作日的伤害事故或非伤害事故也统计在内。

二、影响工伤事故因素的分析

工伤事故的发生与否以及事故造成伤害的程度，受下列因素的影响：

(1) 人的行为和状态;

1) 忽视和违反安全规程的行为;

2) 误动作;

3) 不注意;

4) 疲劳;

5) 身体有缺陷等。

(2) 环境条件和物的状况

1) 设备和装置的结构不良, 强度不够, 零部件磨损和老化;

2) 工作环境面积偏小或工作场所有其他缺陷;

3) 工作环境, 如照明、温度、噪声、振动、颜色和通风等条件不良;

4) 物质的堆放和整理不当;

5) 外部的、自然的不安全状态, 危险物与有害物的存在;

6) 安全防护装置失灵;

7) 劳动保护用具和服装缺乏或有缺陷;

8) 作业方法不安全。

(3) 管理上的原因

1) 技术缺陷: 工业建筑物、构筑物、机械设备、仪器仪表的设计、选材、布置安装、维护检修有缺陷, 或工艺流程及操作程序有问题;

2) 对操作者缺乏必要的培养教育;

3) 劳动组织不合理;

4) 对现场缺乏检查和指导;

5) 没有安全操作规程或规程不健全。

环境条件和物的状况不良以及管理上的缺陷可能形成生产中的事故隐患, 由于人为原因的触发, 就可能形成事故。简而言之, 事故的发生不外乎是物的不安全状态(或称故障)和人的不安全行为(失误)两大因素共同作用的结果。在能量失控的情况下, 人、物两大系统各自运动轨迹的交叉点就构成事故的“时空”。这种理论, 被称为轨迹交叉论。

实际上, 人的不安全行为和物的不安全状态互为因果。有时是设备的不安全状态导致了人的不安全行为, 人的不安全行为又会促进设备不安全状态的发展。事故的发生往往不是简单的人物两个系列轨迹交叉, 而是呈现非常复杂的情况。目前人们多用图 2—1 来表示事故的形成过程。

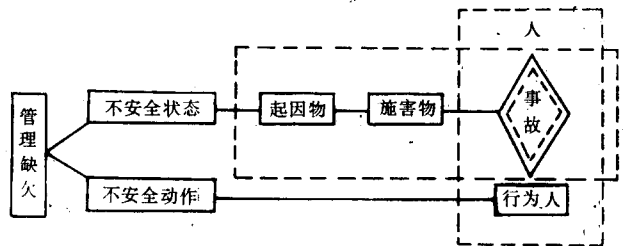


图 2—1 人与物两系列运动轨迹交叉事故模型

三、伤害分析

对造成伤害的事故, 需按国标 GB6441—81 中规定进行分析。

(1) 受伤部位。

(2) 受伤性质: 指人体受伤类型, 如电伤、冻伤等。受伤性质应以受伤当时的身体情况为主, 结合愈后可能产生的后遗症来分析确定; 多处受伤时, 按最严重的伤害定性。

(3) 事故的起因物: 指导致事故发生的物体及物质, 如锅炉、粉尘等。