

施工安全基础

主 编 黄国雄



成都电子科技大学出版社



★ 国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果

★ 西南安装高级技工学校

施工安全基础

主 编 黄国雄

主 审 罗棣宾

西南安装高级技工学校

前 言

“安全重于泰山，责任高于一切”，建筑安装施工作业千头万绪，安全工作当属首位，没有安全稳定的施工环境，则无法保证施工进度、质量和成本。在项目施工中，我们一定要加强安全教育，提高责任意识。

机械设备装配与自动控制专业的同学们在校学习设备安装和项目施工等专业知识和操作技能，其中施工安全教育尤为重要。掌握它，遵守它，我们就能顺利完成施工项目，不断创造价值；不了解它，不遵守它，就有可能遭受事故造成的痛苦和不幸。

目前，我国一年约有 1000 多人在建筑施工中丧生，数万人致残，一旦出了工伤事故，会给伤者及家庭带来无法弥补的灾难，伤者会留下挥之不去的阴影，更会给家庭、社会带来重大的经济损失和精神创伤。

同学们是祖国的花朵，是民族的未来，是家庭的希望。职业学校的学生活泼好动，但是他们生活常识少，安全意识差，刚刚参与建筑安装施工活动，对施工现场缺乏了解，容易发生工伤事故。因此，对学生进行系统的安全教育是当务之急，也是非常必要的。

为了便于进行施工安全教育，我们根据机械设备装配与自动控制专业教学计划和大纲，编写了这本校本教材，其内容包括事故成因理论、危险有害因素辨识、建筑安装施工中常见事故类型分析、建筑安装施工安全防护技术、施工安全管理和安全生产法律法规等。本书通俗易懂，详略得当，图文并茂，注重应用，符合机械设备装配与自动控制专业培养目标，可作机械设备装配与自动控制专业及相近专业培训教材，也可作其他职业学校教学、青工培训和职工自学用书。

相信，通过我们的共同努力，同学们的安全生产意识、安全法制意识、安全知识水平、安全操作技能以及自我保护能力都会得到提高。

在这里，祝同学们：日日平安！月月平安！年年平安！一生平安！

本书由黄国雄编写，左方印、祝文颖、杨伟、李石岭等为本书做了一定工作。本书由四川建筑职业技术学院罗蕊宾主审，本书编写大纲制订时，德阳安装技师学院机械工程系其他老师提出了很好的意见和建议，本书成书时均作了采纳，在此一并表示感谢。

编者

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 事故致因理论及危险有害因素辨识基础	7
第一节 事故及事故致因理论	7
第二节 危险有害因素辨识基础	13
第三章 建筑安装施工中常见事故类型分析	19
第一节 高处坠落	19
第二节 物体打击	29
第三节 触 电	34
第四节 机械伤害	39
第五节 坍 塌	43
第六节 起重伤害	51
第七节 车辆伤害	55
第八节 火灾及灼伤、烫伤	60
第九节 中毒或窒息	69
第十节 其他伤害	73
第四章 建筑安装施工安全防护技术	79
第一节 个体防护	79
第二节 工程防护	84
第三节 机械防护	88
第四节 安全用电	97
第五节 焊接安全	116
第六节 起重安全	131
第七节 防火、防爆	144
第八节 防毒	155
第五章 施工安全管理	157

第一节	安全生产管理概述.....	157
第二节	安全生产管理管理制度.....	161
第三节	安全生产教育培训.....	167
第四节	施工安全管理.....	171
第五节	安全生产检查.....	176
第六节	应急救援预案.....	184
第六章	安全生产法律法规.....	190
第一节	安全生产法律法规体系.....	190
第二节	安全生产法.....	193
第三节	建设工程安全生产管理条例.....	198
第四节	安全生产许可证条例.....	208
第五节	建筑法.....	214
第六节	特种设备安全法.....	220
	参考文献.....	228
	后记.....	229

第一章 绪 论

一、安全是什么？

安全以人为本，爱护和保护人的生命。凡是麻痹、漠视，甚至鄙视人本身的行为，都是一种犯罪！

安全是尊严，尊严是生命的价值所在。遵纪守法、遵章守纪，既是对他人的尊重，更是对自己的尊重。违法、违章、违纪、违规行为，既不自尊，更无尊严！

安全是文明，不文明的行为视为野蛮的行为。违法、违章、违纪、违规行为就是野蛮行为，即是愚昧！

安全是文化，文化是一个社会、一个时代普遍认同并追求的价值观和行为准则。忽视安全，轻视生命，是落后文化的表现！

安全是幸福，安全是持久享受幸福生活不可或缺的前提！

安全是财富，每个人的生命是最大的财富。没有安全财富瞬间化为乌有！

安全是权利也是义务，享受安全的基本权利，必须承担维护和保障安全的义务！

改革开放的三十多年，我国进行了历史上也是世界上规模最大的基本建设，且仍在进行着。据 2011 年的统计，我国建筑业实现总产值 11.8 万亿元，占国内生产总值的 6.78%；从业人员达 4000 万，是世界最大的行业劳动群体，然而，建筑业的安全问题却十分突出，事故频发，伤亡不断，目前建筑业仍然是事故率发生较高的行业，与煤矿、非煤矿山、危险化学品生产、烟花爆竹和民爆器材生产等划为高危行业。这固然与建筑业的生产特点有关，但并不意味着无法做得更好。从我国的建筑安全事故来看，违规设计、违章指挥、违章操作、违章施工和工人素质不高是事故率较高的主要原因。同时，个性很强、特点突出的建设工程的施工和管理难度在不断加大，新技术层出不穷，相应的安全与健康法律法规和技术规范难以及时跟上，出现的风险得不到有效控制，这也是事故多发的一个重要原因。

（一）建筑施工安全的历史与现状

由于行业特点，建筑业一直是一个高风险的行业，因此，为保护建筑业从业人员的人身安全而采取的措施古已有之。我国是世界四大文明古国之一，有关建筑业劳动保护的记载已有 2000 年的历史。如北宋初年的木工喻皓，曾在东京（今开封）建造一座高塔，他每建一层都在塔的周围安设帷幕（即安全网）遮挡，既避免施工伤人，又便于操作。这种保护措施一直沿用至今。明朝盛行建筑，南北两京造宗庙、宫殿、王府等，征用了 30 多万建筑工匠。当时，类似的保护已有了极大的改善，由屯土改为使用机械，有两种起重方式：一是独杆螺旋式，二是滑轮式，二足轱辘把式。这些方式显著减少了工匠的伤亡。明朝《农政全书》、《本草纲目》等著作，不仅提到了“缝灯火”到井下测试毒气的方法，还详细记

述了职业病和职业中毒及其预防的措施。古人在生产实践中积累的许多劳动保护经验，都比较符合现代科学技术的基本原理。只是由于当时生产力水平低下，劳动保护措施十分简陋。

新中国成立后，大规模的经济建设给建筑业的发展提供了机会，我国建筑业取得了突飞猛进的发展和巨大成就。党和政府十分关心建筑安装企业的安全生产工作，采取了一系列有效的措施加强安全技术工作和安全立法工作。在“安全第一，预防为主”的方针和“管生产必管安全”的安全生产原则的指导下，切实地保护了劳动者的安全和健康。

特别是近 10 多年来。全国人大、国务院及建设部等相继颁布制定了《安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》、《安全生产许可证条例》、《建筑安装工人安全技术操作规程》、《建筑施工安全检查评分标准》、《施工企业安全生产评价标准》等一系列法律、行政法规、规范性文件和技术标准，建筑施工安全状况得到进一步改善。

工程建设的巨大投资和从业人员规模使得安全事故所造成的后果异常严重、损失异常巨大。我国工程建设的安全水平一直不高，每年由于安全事故丧生的从业人员有数千人之多，直接经济损失逾百亿元。特别是近年来重大恶性事故频发，已引起我国政府和人民群众的普遍关注。

较低的安全水平成为阻碍国家建设和社会发展的重要因素。多年来，我国在建筑安装施工安全方面做了大量工作，取得了显著的成绩。特别是制定了许多安全技术标准、规范和规程，有效地预防和控制了安全事故的发生。然而安全形势依然严峻。调查表明：大量事故都源于安全管理的不完善或者失误，违规违章操作就是典型的管理不善的结果。因此，如何在有限的资源条件下，有效、高效地进行科学管理，是进一步提高我国建筑安全水平的关键所在。

（二）建筑安装施工作业的特点及事故类型

无论在发展中国家还是在发达国家，建筑安装行业都是一个重要的产业，然而各国建筑安装行业的安全水平却又不约而同地要低于所有行业部门的平均安全水平。以美国的统计数据为例，建筑安装行业雇佣的劳动力相当于美国全国总劳动力的 5%，但是在当年全国发生的所有工业事故中，却有 11% 的致残事故和 18% 的死亡事故是由建筑安装工程引起的。日本安全卫生年鉴的数据表明：建设业的死伤事故占有所有工业部门死伤事故总数的 28.7%，建设业的死亡人数则占总人数的 42.2%；同期，韩国每 10 万人事故死亡人数为 30 人左右，比日本多 10 人；香港的建筑安全事故发生率更高，每年事故发生率是日本的 25 倍，新加坡的 30 倍。因此世界各国包括政府、研究机构和企业界，都在努力将安全科学与建筑安装行业的许多特点相结合，应用安全科学的原理和方法，改进和指导工程建设过程中的安全技术和安全管理，达到减少人员伤亡和避免经济损失的目的。作为一个传统的工业部门，建筑安装行业之所以成为一个危险的行业，与建筑安装行业本身的如下一些特点有关：

1. 建设工程是一个庞大的人机工程，在项目建设过程中，施工人员与各种施工机具和施工材料为了完成一定的任务，各自发挥自己的作用，又必须相互联系，相互配合。这一系统的安全性和可靠性不仅取决于施工人员的行为，还取决于各种施工机具、材料以及建筑安装产品的状态。一般来说，施工人员的不安全行为和物的不安全状态是导致意外伤害

事故造成损害的直接原因。而建设工程中的人、物以及施工环境中存在的导致事故的风险因素非常多，如果不能及时发现并且排除，将很容易导致安全事故。

2. 工程项目的施工具有单件性的特点。单件性是指没有两个完全相同的建设项目，不同的建设项目所面临的事故风险的多少和种类都是不同的，同一个建设项目在不同的建设阶段所面临的风险也不同。建筑安装行业从业人员在完成每一件建筑产品的过程中，每一天所面对的都可能是一个几乎全新的工作环境。在完成一个建设项目之后，又需要转移到新的地区参与另一个建设项目的施工。因此，不同的工程项目在不同施工阶段的事故风险类型和预防重点也各不相同。项目施工过程中层出不穷的各种事故风险是导致建筑事故频发的重要原因。

3. 工程项目施工具有离散性的特点。离散性是指项目的施工人员——现场施工人员，在从事生产的过程中，分散于施工现场的各个部位，尽管有各种规章和制度，但他们面对具体的生产问题时，仍旧不得不依靠自己的判断做出决定。因此，尽管部分施工人员已经积累了许多工作经验，还是必须不断适应一直在变化的人-机-环境系统，并且对自己的作业行为做出决定，从而增加了建筑安装行业生产过程中由于工作人员采取不安全行为或者工作环境的不安全因素导致事故的风险。

4. 建设项目施工大多在露天的环境中进行，所进行的活动必然受到施工现场的地理条件和气象条件的影响。例如，在现场气温极高或者极低、现场照明不足（如夜间施工）、下雨或者大风等条件下施工时，容易导致工人生理或者心理的疲劳，注意力不集中，造成事故。

5. 工程建设往往有多方参与，管理层次比较多，管理关系复杂。仅仅现场施工就涉及业主、总承包商、分包商和监理工程师等各方。安全管理要做到协调管理、统一指挥，需要先进的管理方法和能力，但目前很多项目的管理未能做到。因此，人的不安全行为、物的不安全状态以及环境的不安全因素往往相互作用，构成安全事故的直接原因。

6. 目前世界各国的建筑安装行业仍属于劳动密集型产业，技术含量相对偏低，建筑工人的文化素质较低。尤其是在发展中国家和地区，大量的没有经过全面职业培训和严格安全教育的劳动力涌向建筑安装行业成为施工人员。一旦管理措施不当，这些工人往往成为建筑安全事故的肇事者和受害者，不仅为自己和他人的家庭带来巨大的痛苦和损失，还给建设项目本身和全社会造成许多不利的影响。

7. 建筑安装行业作为一门传统的产业部门，许多相关从业人员对于安全生产和事故预防的错误观念由来已久。由于大量的事件或者错误操作并未导致伤害或者财产损失事故，而且同一诱因导致的事故后果差异很大，不少人认为建筑安全事故完全是由于一些偶然因素引起的，因而是不可避免的。由于没有从科学的角度深入地认识事故发生的根本原因并采取积极的预防措施，因而造成了建设项目安全管理不力、发生事故的可能性增加。此外，传统的建设项目中主要关注的对象工期、质量和成本，在施工过程中，往往为了达到这些目标而牺牲安全管理。再加上目前建筑市场竞争激烈，一些承包商为了节约成本，经常削减用于安全生产的支出，更加剧了安全状况的恶化。

8. 我国的建筑市场不规范也是事故多发的原因。建设方工程发包不规范，如不进行招投标；将工程承包给无施工资质的企业；肢解分包等。施工企业为市场竞争，变相压价；以牺牲安全设施来降低成本等。

总之，建筑安装施工作业因产品固定，人员流动；露天作业多，高处作业多，手工操作，劳动强度大；施工变化大，规则性差，不安全因素随施工进度变化等多种因素，以及管理因素还有待提高等，使得建筑安装行业属于高危行业。

二、建筑安装施工中主要事故类型

- (1) 高处坠落
- (2) 物体打击
- (3) 触电
- (4) 机械伤害
- (5) 坍塌

此外还有：车辆伤害、中毒或窒息、火灾及灼伤、烫伤、其他伤害等类型。

三、建筑业安全生产的发展

(一) 建立健全安全生产法规体系和技术标准体系

60年来，我国逐步建立了建筑安全生产法规体系和技术标准体系，使建筑安全生产工作开始走向法制化轨道。建国初期，国务院的“三大规程”（《工厂安全卫生规程》、《建筑安装工程安全技术》和《工人职员伤亡事故报告规程》）对维护劳动者安全与健康的权益，控制生产过程中伤亡事故的发生起到了重要作用。改革开放以来，国家建设行政主管部门抓住深化改革的历史机遇，把建筑行业安全管理工作的重点放在建立健全行政法规和技术标准体系上。加大了建筑安全生产立法工作的力度，加快了建筑安全技术标准体系的进程。20世纪80年代，建设部出台了《工程建设重大事故报告和调查程序规定》和《建筑安全生产监督管理规定》等部门规章；颁布了《建筑施工安全检查标准》、《建筑施工高处作业安全技术规范》、《龙门架及升字架物料提升机安全技术规范》、《施工现场临时用电安全技术规范》、《建筑施工门型脚手架安全技术规范》、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》、《建筑施工模板工程技术规范》等技术标准和规范，初步形成了建筑安全的法规体系。1998年《中华人民共和国建筑法》（2011年进行了修订）颁布实施，2002年《中华人民共和国安全生产法》颁布实施，2004年《建设工程安全生产管理条例》颁布实施。奠定了建筑安全管理工作的法规体系的基础，把建筑安全生产工作真正纳入法制化轨道，开始实现建筑安全生产监督管理向规范化、标准化和制度化管理的过渡。

(二) 加强了建筑安全生产的行业管理

初步形成的建筑安全管理监督管理体系，加强了建筑安全生产行业管理。形成了“纵

向到底，横向到边”的建筑安全管理监督管理体系。建筑安全管理监督管理体制的形成，加大了建筑安全生产监督检查力度，强化了建筑业企业的安全生产意识，有效地贯彻了“安全第一，预防为主”的安全生产方针，消除了大量的事故隐患，减少了施工伤亡事故的发生，为搞好建筑安全生产做出了突出的贡献。

（三）开展了创建文明工地活动

建设部号召建筑业开展创建文明工地活动，把建筑安全生产管理水平推向新的水平。要求在全国建设工程的施工现场开展安全达标活动，把建筑安全生产的管理重心放在了施工现场，对施工全过程进行安全监督管理。积极开展创建文明工地活动，改变了昔日施工现场“脏、乱、差”的面貌，改善了施工现场作业人员的生活环境和工作条件，美化了施工现场的场容场貌，而且提高了建筑业的整体形象，成为全行业乃至城市建设的重要内容。

（四）开展了意外伤害保险工作

我国建筑安装行业广泛开展了意外伤害保险工作，促进了建筑安全生产保障体系尽快发展。按照《建筑法》关于“建筑施工企业应当为从事危险作业的职工办理意外伤害保险，支付保险费”的要求，借鉴国外保险制度的经验，把意外伤害保险与事故预防相结合，激励企业采取有效措施改善安全生产条件，促进了建筑安全生产保障体系尽快发展。

（五）形成了安全生产管理体制

我国的安全生产方针是“安全第一、预防为主、综合治理”。2010年国发[2010]23号文件《国务院关于加强企业安全生产工作的通知》中，进一步明确了我国实行企业负责、行业管理、国家监察和群众监督的安全生产管理体制。这是我国长期安全生产工作实践经验的总结，是行之有效的安全生产管理体制，对于保障安全生产起到了极其重要的作用。

（六）建立了建筑施工企业安全生产许可证制度

国家颁发了《安全生产许可证条例》和《建筑施工企业安全生产许可证管理规定》，要求所有施工总承包企业、专业承包企业均应依法申领建筑施工企业安全生产许可证，没有取得建筑施工企业安全生产许可证的企业不得从事建筑施工活动。

四、学习本课程的意义

通过本课程的学习，同学们应该掌握建筑安装施工中存在的危险有害因素、安全对策措施、事故防范等方面的基本知识；熟悉安全生产管理知识和方法；了解安全生产的法律、法规及国家标准、行业标准；从而提高安全素质，防范伤亡事故，减轻职业危害。

提高安全生产的意识是施工安全知识教学的主要目的之一，没有重视安全生产的意识，不可能做到安全生产。而目前存在的普遍情况是作业人员安全意识非常薄弱，也正是这一

因素，导致安全事故越来越多，本可以避免的一些事故，也还时有发生。所以本课程极力要灌输给同学们重视安全生产的意识，希望同学们在实习和将来参与施工的过程中，始终牢记安全，做到不伤害自己，不伤害他人，不被他人伤害。有了安全生产意识，并不能完全遏制安全事故的发生，还应具备相应的安全生产知识，很多同学只是对安全生产有个大概的认识，对具体的安全生产知识、理论并不熟悉，本课程旨在提高同学们这方面的知识。希望同学们能够认真学习，增加自身的安全生产知识，将所学的知识运用到实习和今后的施工中，有效防范事故的发生。安全生产，重在预防，如何有效地将事故消灭在萌芽状态中，这就涉及危险有害因素的辨识和隐患排查，从而在源头上消灭安全事故的苗头。通过本课程的学习，提高同学们对安全生产重要性的重视和掌握安全施工基础知识，继而减少安全事故的发生。

第二章 事故致因理论及危险有害因素辨识基础

第一节 事故及事故致因理论

一、事故、事故隐患、危险及危险源

(一) 事故

事故一般指生产、工作过程中造成死亡、疾病、伤害、损坏或者其他损失的意外情况。事故是发生于预期之外的造成人身伤害或财产或经济损失的事件。

在事故的种种定义中，伯克霍夫的定义较著名。伯克霍夫认为，事故是人（个人或集体）在为实现某种意图而进行的活动过程中，突然发生的、违反人的意志的、迫使活动暂时或永久停止或迫使之前存续的状态发生暂时或永久性改变的事件。

事故的含义包括：

1. 事故是一种发生在人类生产、生活活动中的特殊事件，人类的任何生产、生活活动过程中都可能发生事故。

2. 事故是一种突然发生的、出乎人们意料的意外事件。由于导致事故发生的原因非常复杂，往往包括许多偶然因素，因而事故的发生具有随机性质。在一起事故发生之前，人们无法准确地预测什么时候、什么地方、发生什么样的事故。

3. 事故是一种迫使进行着的生产、生活活动暂时或永久停止的事件。事故中断、终止人们正常活动的进行，必然给人们的生产、生活带来某种形式的影响。因此，事故是一种违背人们意志的事件，是人们不希望发生的事件。

事故是一种动态事件，它开始于危险的激化，并以一系列原因事件按一定的逻辑顺序流经系统而造成的损失，即事故是指造成人员伤亡、死亡、职业病或设备设施等财产损失和其他损失的意外事件。事故有生产事故和企业职工伤亡事故之分，事故导致人体生理性质受到不同的程度的伤害。

生产事故是指生产经营活动（包括与生产经营有关的活动）过程中，突然发生的伤害人身安全和健康或者损坏设备、设施或者造成经济损失，导致原活动暂时中止或永远终止的意外事件。

按照《企业职工伤亡事故分类标准》（GB6441—1986）将企业工伤事故分为 20 类。分别为物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、漏水、放炮、瓦斯爆炸、火药爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息以及其他伤害等。

受伤性质是从医学角度给予创伤情况的具体划分，按安全事故受伤性质分类，常见的有：电伤、挫伤、割伤、擦伤、刺伤、撕脱伤、扭伤、倒塌压埋伤和冲击伤等。

（二）事故隐患

事故隐患是指作业场所、设备及设施的不安全状态，人的不安全行为和管理上的缺陷，是引发安全事故的直接原因。

事故隐患是在众多的问题、缺陷、故障、苗子、隐患等不安全因素中，有可能蕴藏着激发潜能突然释放而发生与人的意志相反或客观规律相违背，会迫使生产和行动暂时地或永久地停止的事故条件，即是否有隐藏或潜伏在内部的祸患、危机或危险事件。

问题、缺陷、故障、苗子都是外露性的，有现象表现出来；事故隐患则是内涵性的，要透过现象才能分析判定。因此，事故隐患呈现了内在本质的薄弱点（或称危险点、危险源），靠人的知识和经验，靠科学的评估和计算，靠科学检测仪器的探测和监视，才能予以发现，并想出对策措施予以整治后消除，把事故消灭于萌芽状态之中。

（三）危险及危险源

危险是指某一系统、产品或设备或操作的内部和外部的一种潜在的状态，其发生可能造成人员伤亡、职业病、财产损失、作业环境破坏的状态。

危险的特征在于其危险可能性的大小与安全条件和概率有关。危险概率则是指危险发生（转变）事故的可能性即频度或单位时间危险发生的次数。危险的严重度或伤害、损失或危害的程度则是指每次危险发生导致的伤害程度或损失大小。

根据系统安全工程的观点，危险是指系统中存在导致发生不期望后果的可能性超过了人们的承受程度。从危险的概念可以看出，危险是人们对事物的具体认识，必须指明具体对象，如危险环境、危险条件、危险状态、危险物质、危险场所、危险人员、危险因素等。

一般用危险度来表示危险的程度，在安全生产管理中，危险度用生产系统中事故发生的可能与严重性给出，即：

$$R=f(F, C)$$

式中；R——危险度

F——发生事故的可能性

C——发生事故的严重性

危险源是指一个系统中具有潜在能量和物质释放危险的、可造成人员伤亡、在一定的触发因素作用下可转化为事故的部位、区域、场所、空间、岗位、设备及其位置。它的实质是具有潜在危险的源点或部位，是爆发事故的源头，是能量、危险物质集中的核心，是能量从那里传出来或爆发的地方。危险源存在于确定的系统中，不同的系统范围，危险源的区域也不同。例如，从一个企业系统来说，可能是某个项目、工程就是危险源，一个项目系统可能某台设备是危险源；因此，分析危险源应按系统的不同层次来进行。一般来说，危险源可能存在事故隐患，也可能不存在事故隐患，对于存在事故隐患的危险源一定要及时加以整改，否则随时都可能导致事故。

实际中，对事故隐患的控制管理总是与一定的危险源联系在一起，因为没有危险的隐

患也就谈不上要去控制它；而对危险源的控制，实际就是消除其存在的事故隐患或防止其出现事故隐患。所以，在实际中有时不加区别也使用这两个概念。

危险源应由三个要素构成：潜在危险性、存在条件和触发因素。危险源的潜在危险性是指一旦触发事故，可能带来的危害程度或损失大小，或者说危险源可能释放的能量强度或危险物质量的大小。危险源的存在条件是指危险源所处的物理、化学状态和约束条件状态。例如，物质的压力、温度、化学稳定性，盛装压力容器的坚固性，周围环境障碍物等情况。触发因素虽然不属于危险源的固有属性，但它是危险源转化为事故的外因，而且每一类型的危险源都有相应的敏感触发因素。如易燃、易爆物质，热能是其敏感的触发因素，又如压力容器，压力升高是其敏感触发因素。因此，一定的危险源总是与相应的触发因素相关联。在触发因素的作用下，危险源转化为危险状态，继而转化为事故。

二、事故致因理论

（一）事故频发倾向理论

20 世纪 50 年代以前，人们往往将生产中的事故原因推到操作者身上。代表性理论有事故频发倾向理论（1919 年 M.Greenwood、H.Woods 的统计和 1939 年 Farmer 等人的概念）和事故因果连锁理论（1936 年 W.H.Heinrich 《工业事故预防》一书的发表）；事故频发倾向理论认为：从事同样的工作和在同样的工作环境下，某些人比其他人更易发生事故，这些人即为事故倾向者，他们的存在会使生产中的事故增多，如果通过人的性格特点等区分出这部分人而不予雇佣，就可以减少工业生产中的事故。

由于个性研究中量度界限难于确定，该理论一直没有得到证实。现代社会中，该理论主要用于工作任务分配、工作选择等方面。

（二）海因里希事故因果连锁论

美国著名安全工程师海因里希提出了隐患与事故的 300：29：1 法则。这个法则意思是说，当一个企业有 300 个隐患或违章，必然要发生 29 起轻伤或故障，在这 29 起轻伤事故或故障当中，必然包含有一起重伤、死亡或重大事故。海因里希法则如图 2-1 所示。

这一法则完全可以用于企业的安全管理上，即在一件重大的事故背后必有 29 件“轻度”的事故，还有 300 件潜在的隐患。可怕的是对潜在性事故毫无觉察，或是麻木不仁，结果导致无法挽回的损失。了解“海因里希法则”的目的，是通过对事故成因的分析，让人们少走弯路，把事故消灭在萌芽状态。

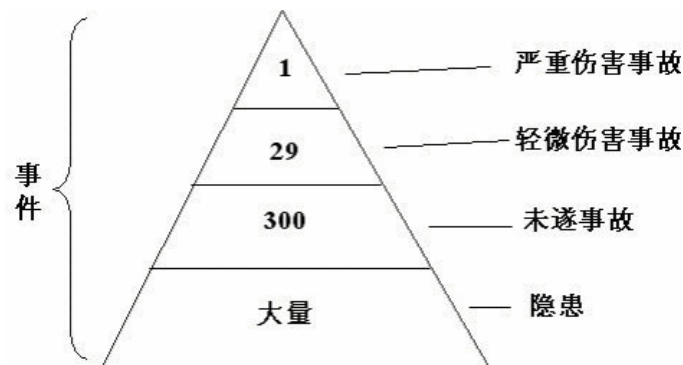


图 2-1 海因里希法则

（三）海因里希因果连锁论

事故的发生不是一个孤立的事件，而是一系列互为因果的原因事件相继发生的结果。即：人员伤亡的发生是事故的结果，事故的发生是由于：人的不安全行为，物的不安全状态；

人的不安全行为或物的不安全状态是由于人的缺点造成的；人的缺点是由于不良环境诱发的，或是由先天的遗传因素造成的。安全工作的中心就是防止人的不安全行为，消除物的不安全状态，中断事故连锁的进程而避免事故的发生。

海因里希提出的事故因果连锁论，用以阐明导致伤亡事故的各种原因及与事故间的关系。该理论认为，伤亡事故的发生不是一个孤立的事件，尽管伤害可能在某瞬间突然发生，却是一系列事件相继发生的结果。

海因里希把伤害事故的发生、发展过程描述为具有一定因果关系的事件的连锁发生过程，即：

- （1）人员伤亡的发生是事故的结果。
- （2）事故的发生是由于：①人的不安全行为；②物的不安全状态。
- （3）人的不安全行为或物的不安全状态是由于人的缺点造成的。
- （4）人的缺点是由于不良环境诱发的，或者是由先天的遗传因素造成的。

它可以应用多米诺骨牌原理来阐述事件连锁发生过程。一种可防止的伤亡事故的发生，是一连串事件在一定顺序下发生的结果。按因果顺序，伤亡事故的五因素：社会环境和管理欠缺（设为 A1）促成人为的过失（设为 A2）；人为的过失又造成了不安全动作或机械、物质危害（设为 A3）；后者促成了意外事故 A4（包括未遂事故）和由此产生的人身伤亡的事件 A5。因果连锁多米诺骨牌原理如图 2—2a 所示。

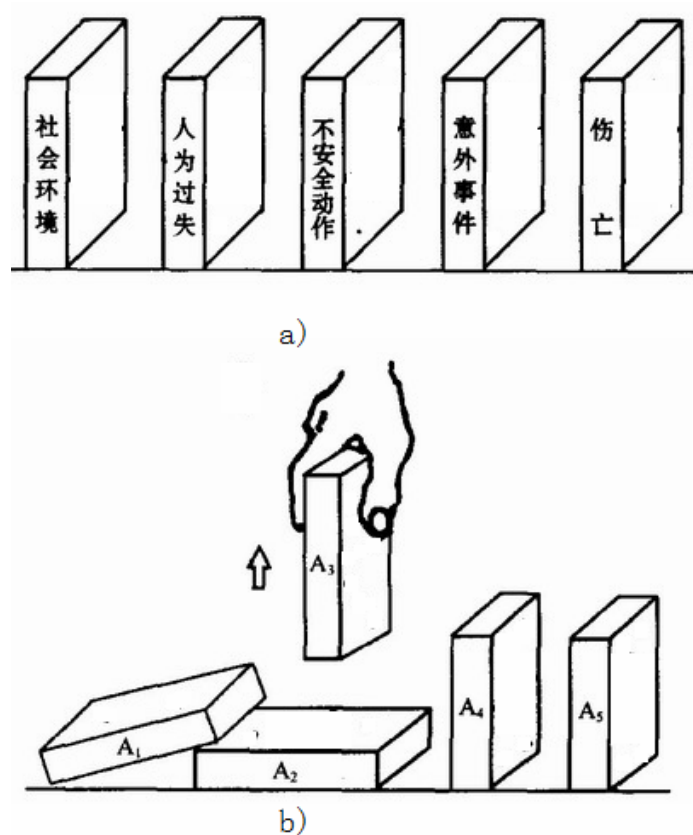


图 2-2 因果连锁多米诺骨牌原理图

伤害之所以发生是由于前面因素的作用。在意外事件及伤害发生前，一切工作应以减少环境内物的不安全状态或危害及人为的不安全动作为原则。防止伤亡事故的着眼点，应集中于顺序的中心，即设法消除事件 A3，使系列中断，则伤害便不会发生，如因果连锁多米诺骨牌原理如图 2-2 图 b。

（三）亚当斯的管理失误论

强调管理层的重要性。

(1) 亚当斯对事故因果关系的描述

管理体制→管理失误→现场失误→事故→伤害。

① 现场失误：操作者的不安全行为及生产作业中的不安全状态。

② 管理失误：管理人员在管理工作中的差错或疏忽，企业领导人决策错误或没有做出决策。

③ 管理失误反映了企业管理体系存在问题。

(2) 亚当斯提出了建立企业的安全管理体系。

加强安全管理，必须建立符合企业实际的安全管理体系。

亚当斯的管理失误论各因素之间的关系见表 2-1。

亚当斯的管理失误论各因素之间关系表 2-1

管理体制	管理失误	现场失误	事故	伤害或损坏
目标组织机能	领导者在下述方面决策错误或没做决策: 政策 目标 权威 责任 职责 注意范围 权限授予 安全技术人员在下述方面管理失误或疏忽: 行为 责任 权威 规则 指导主动性 积极性 业务活动	不安全行为 不安全状态	伤亡事故 损坏事故 无伤害事故	对人 对物

(四) 人与物轨迹交叉论

(1) 轨迹交叉论认识的发展

① 人机工程学之前的认识

事故频发倾向论：工业事故发生的主要原因是因为存在事故频发倾向者。解决的办法是，按机械特性挑选和训练工人，让工人满足机械的要求。

② 人机工程学之后的认识

人机工程学，要求机械设计要考虑人的特性，使机械适合人的操作。

现代轨迹交叉论对事故的认识：人的不安全行为和物的不安全状态相遇，就是发生事故的时间和空间。

(2) 轨迹交叉论对事故原因的分析

轨迹交叉论对事故原因的分析如图 2—3 所示。

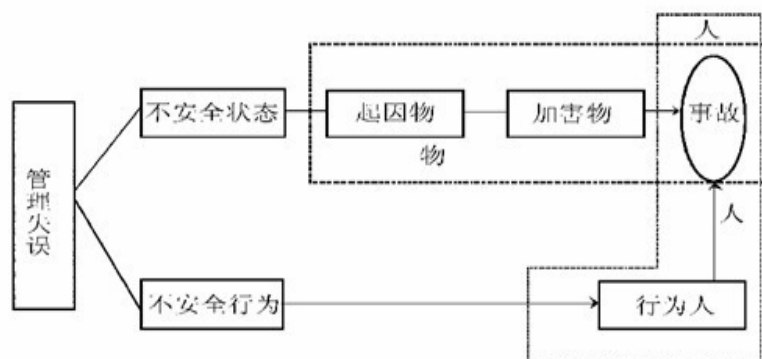


图 2—3 轨迹交叉论对事故原因分析图

① 人的因素运动轨迹：

遗传、社会环境或管理缺陷→心理、生理弱点，安全意识、知识、技能薄弱→不安全行为

② 物的因素运动轨迹：

设计、制造缺陷，使用、维修保养潜在故障或毛病→物的不安全状态

(3) 人与物轨迹交叉论的创建

事故是人的不安全行为和物的不安全状态相遇；为了有效地防止事故发生，必须同时采取措施消除人的不安全行为和物的不安全状态。