

工 程 师 必 读 丛 书

安 全 技 术

◆◆◆大学后教育书系◆◆◆

陆庆武 编著

中 国 科 学 技 术 出 版 社

内 容 提 要

本书运用人类工效学和人机工程的概念,对安全技术的共性问题进行了介绍。为了从事故中吸取教训,还适当地对一些国内外发生的事故进行了分析。

全书共分三部分:第一部分是有关安全和事故以及与人有关的基本概念,共三章;第二部分是保证安全的工作条件,共五章;第三部分是机械设备的安全设计、设备设计及有关的安全技术,共九章。附录列举了我国有关安全部分国家标准,供工程师在实际工作中参考。

本书可供工程技术人员、工人和企业领导人阅读。

工程师必读丛书

安 全 技 术

大学后教育书系

陆庆武 编著	中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)
责任编辑: 范国俭	新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
封面设计: 王小飞	安徽阜阳印刷总厂制版 化学工业出版社印刷厂印刷
技术设计: 王震宇	开本: 850×1168毫米 1/32 1988年8月第1版
	印张: 10.875 字数: 260千字 1988年8月第1次印刷
	ISBN 7-5046-0047-4/TB·2 印数: 1-3000册

定价: 4.25元

主 编 的 话

科学技术正在经历着一个新的发展时期。许多传统学科呈现出新的面貌，从知识结构到方法体系，都已经出现了重大的更新。各种新兴学科显示出强大的生命力，对现代的工程技术和生产工艺，日益产生着广泛和深刻的影响。各个学科间的相互渗透和集成应用，正成为一种普遍性的趋势，它对提高生产的柔性和增强产品的竞争将会展现出巨大的优越性。这一切是对工程技术界和工程教育界的一个崭新的挑战。

面对这种快速的发展和严峻的挑战，一项十分紧迫的工作是要为工作在各种技术和管理领域的广大工程师们提供机会和条件，使他们在不脱离现职工作的环境中，能够比较现实地和比较有效地扩充知识领域、完善知识结构、提高适应能力和增长开拓才能。广泛的社会性继续教育无疑是实现这个目标的一条重要的和可行的途径。

近年来，世界上许多国家，包括发达国家和发展中国家，都把继续教育作为大学教育的一种不可缺少的延伸和补充，给予充分的重视。在美国、联邦德国等一些国家，这些年来都相继出版了各种层次的以工程师为对象的大学后教育丛书，受到广泛欢迎。在我国，尽管各种形式的继续教育已有所开展，

但至今还没有一套系统的、高质量的适合各种层次工程师的大学后教育丛书。编辑和出版这样的一套丛书已经成为工程技术界和工程教育界广泛关注的一项刻不容缓的工作。

正是基于这种认识和考虑，不管是中国科学技术出版社还是编委同人，都早有愿望来组织编写和编辑出版一套适用于众多工程专业领域的、完整的、具有时代感的和便于自学提高的工程师必读丛书。在统一认识的基础上，通过协商成立了丛书编委会，拟订了短期选题计划并提出了长远的设想。现在，经过一年多的筹备，通过作者、编委和出版社同志的共同努力，本丛书的第一批读物将正式出版，我们这个愿望终于得以实现。

《工程师必读丛书》是中国科学技术出版社组织编辑和出版的《大学后教育书系》的一个组成部分。读者对象是工作在生产和管理第一线的各类工程师。针对各类专业工程师的共性问题，丛书从意识、方法、知识、技术工具等各种角度，按照不同层次的工程师的需要，进行选题和组织编写。丛书强调时代性、实用性和可读性，以期通过不太长的篇幅，按照特定读者的认识规律，有重点、有深度和有的放矢地介绍科学技术的新理论、新方法和新手段，并在介绍知识的同时给读者以解决实际问题的思路和方法。丛书是开放性的，将按照轻重缓急、需要与可能，分期分批地组织出版。衷心希望这套丛书的出版会得到广大工程师朋友们的喜欢。

在筹备和组织本丛书的过程中，国家教委、中国科协、清华大学等有关单位的领导同志和各个专业领域的许多专家给予了很大支持和鼓励，参加本丛书工作的工作者、编委和编辑同志作了大量的工作并付出了辛勤的劳动，对此一并表示谢忱。限于水平和时间，丛书中一定会有不少未能尽如人意的地方，诚恳希望广大读者批评指正，以便不断提高丛书的质量。

常 迥

1988年5月于清华大学

前 言

安全生产对保证人民幸福、社会安定、经济繁荣具有重要意义。安全第一是实现安全生产的基本指导思想。这一观点是经过几十年的生产实践和事故教训而逐步确立的，现已深入人心。因为只有实现安全生产，才能发展生产力。离开了安全，就无法进行正常的生产活动。

国外对安全技术工作都十分重视，提出了“安全工程”新学科。由于安全技术是为了预防事故的发生，所以有的国家也叫防灾技术，并提出了人类工效学（Ergonomics）及人机控制的新概念。这是一门专门研究人与工作条件及设备设计与安全之间的密切关系的新兴学科。安全技术的研究是多种学科互相渗透的。

我国自建国以来一直重视安全工作，国务院颁发过许多有关安全工作的法令和文件。国家标准局成立以来，又制定和发布了一系列有关安全的国家标准。

国内外对安全工作的共同经验是，必须有坚定的信念和明确的指导思想：只要采取预防措施，使用劳动保护用品，人身事故都是可以防止的。企业安全的最高负责人是经理、厂长，要教育企业的全体人员都对安全负责。安全态度和安全技术教育是必不可少的。

发生重大或特重大事故会给人民造成痛苦，产生不良的政治影响，打乱正常的生产秩序，影响政治安定，给国家造成严重的经济损失。即使是资本主义企业，也要考虑企业的声

誉和生存、经济损失和竞争力。不少企业由于不重视安全而发生重大事故,以致于破产倒闭。从个人来说,保证安全生产不仅是为了家庭 and 个人的幸福,也关系到周围人的安全。安全才能安心,这是全人类的共同愿望。

我国目前已进入以经济建设为中心的发展新时期,工业企业必将以更高的速度发展。工程师对发展生产负有重要责任,安全技术知识是必不可少的。为了适应我国经济建设以及中小企业发展的需要,本书力图用国际上新提出的人类工效学的概念,来介绍工程师必须具备的安全技术知识。

为了从事故中吸取教训,本书还适当地介绍了国内外发生的闻名事故并进行分析。由于国内统计资料不全,书中引用的统计数据主要是国外的。引用这些统计数据的目的,主要是为了提高对安全技术重要性的认识。

本书中有关安全的基本概念共三章,有关安全的工作条件共五章,与安全有关的设备设计和安全技术共九章。

为了帮助读者在工作中执行安全标准,在附录中列举了我国有关安全方面的主要的国家标准。由于篇幅及作者水平有限,疏漏之处及错误是难免的,欢迎读者给予批评指正。

陆庆武

1988年3月

目 录

第一章 安全入门	1
一、安全和事故	2
二、事故的代价和分类	4
三、预防事故的基本概念	10
四、安全生产的基本要求	15
五、工业生产中有关安全的法规	16
六、产品质量和安全性的关系	18
第二章 事故的调查分析	20
一、事故调查的目的	20
二、事故的直接原因	23
三、事故的间接原因	25
四、分析事故的方法	26
五、控制危险、预防事故的措施	31
第三章 人的因素	35
一、人和事故的关系	35
二、人机系统	37
三、人的特性	43
四、人的感觉能力	44
五、人的机动能力	49
六、人体受压力所产生的影响	53
七、人和机械的比较	55
八、安全教育	58
第四章 个人防护用品	61
一、对飞来物的防护用品	62
二、呼吸系统的防护用品	65

三、防护热灼伤和化学灼伤的用品	71
四、防护噪声的用品	74
五、防坠落用品	76
六、危险性服装和装饰品	78
七、其它防护用品	79
第五章 工作环境中的大气条件	82
一、空气的特性	82
二、温度和湿度的调节	83
三、空气洁净度的控制	84
四、空气净化方法	89
五、照明和颜色	93
第六章 工人行走和工作的地面	96
一、水平路面的设计和维护	98
二、倾斜路面	104
三、楼梯的设计	105
四、固定及移动式梯子	108
五、临时性及可移动升降平台	110
六、行走及站立地面的维护保养	111
第七章 安全出口	115
一、定义	115
二、建筑设计的特点	117
三、安全出口设计	120
四、危险的工作区	127
五、事故分析	128
第八章 噪声及其控制	131
一、定义	131
二、听觉现象	133
三、噪声的测量	135

四、工业噪声卫生标准	137
五、噪声的调查	140
六、噪声控制的方法	143
七、吸声材料	144
八、在噪声源控制噪声	147
九、传播过程控制噪声	151
十、在接受处控制噪声	153
第九章 防火与灭火	155
一、防火目标	156
二、燃烧的基本条件	157
三、火焰的发展过程	159
四、建筑设计中的防火要求	162
五、火灾的起因	166
六、防火灭火的基本原理和实践	167
七、排烟和排热	170
八、火灾探测器	172
九、灭火设备	173
十、喷水灭火系统	177
十一、事故分析	179
第十章 防爆技术	183
一、爆炸的特性	183
二、工业上几例典型的爆炸事故	185
三、粉尘爆炸	188
四、蒸气云爆炸	192
五、工艺设备的爆炸	193
六、使用爆炸性物质时的防爆措施	194
七、工艺设备的防爆	197
八、建筑物的防爆设计	200

第十一章 辐射危害及其防护	203
一、辐射的特性	203
二、放射能允许暴露标准	205
三、辐射造成的危害	207
四、对辐射的防护	211
第十二章 工业防毒和防尘	218
一、工业毒物	218
二、毒性分类	220
三、人体中毒的途径	225
四、工业毒物对人体的危害	227
五、工业防尘	230
六、预防尘毒的措施	231
七、个人防护用品的使用	233
第十三章 泄漏造成的危害	234
一、泄漏可能造成的危害	235
二、泄漏造成的重大事故举例	236
三、造成泄漏的原因	239
四、检查气体泄漏的方法	242
五、预防泄漏的措施	243
第十四章 机械事故及预防措施	247
一、机械事故及事故分析	247
二、机械事故原因的分类	250
三、预防机械事故的基本措施	251
四、压力容器的安全	255
五、隔离机械危害的方法	258
六、生产设备安全设计的要求	260
七、设备诊断技术	264
八、防护装置的性能	266
九、防护罩	272

十、连锁防护装置	274
十一、自动保护装置	276
十二、机械操作装置	277
第十五章 电气安全和事故	282
一、电流的人体效应	282
二、保安电路的设计	284
三、电路的安装	290
四、维修中的安全	293
五、静电危害及消除方法	294
第十六章 工具及机械操纵器	298
一、人类工效学的应用	298
二、手用工具的设计	302
三、手持式电动工具	305
四、操纵器的设计	307
五、操纵器的位置和排列方式	312
第十七章 危险品的管理	315
一、危险品的分类	315
二、危险品的安全标志	321
三、混合危险	323
四、危险品的运输和贮存	324
五、厂内运输	325
六、车间管理	326
七、三废处理	327
参考文献	329
附录 主要的有关安全的国家标准	331

安全入门

安全是贯穿整个人类活动的一项基本要求，其中保持自身、家庭和周围人们身体健康和幸福又是安全工作最重要的一环。安全工作贯穿在整个人类活动中，是因为其含意不仅涉及到生产活动，而且涉及到人类的生存。

与安全相反的，是事故。本书主要讨论生产中的安全问题，同时还涉及到在生活中使用某些工业产品时所面临的安全问题。本书着重讨论安全生产，这是由于大量的事故是发生在生产中。《辞海》对安全生产所作出的解释是：指为预防生产过程中发生人身、设备事故，形成良好劳动环境和工作秩序而采取的一系列措施和活动。其内容包括：制定劳动保护法规；采取各种安全技术和工业卫生方面的技术组织措施；以及经常开展群众性的安全教育和安全检查活动等。

《辞海》对事故的解释是：意外的变故或灾祸。今用以称工程建设、生产活动与交通运输中发生的意外损害或破坏。有的由于自然灾害或其它原因，为当前人力所不能全部预防；有的由于设计、管理、施工或操作时的过失所引起。后者称为“责任事故”。这些事故可造成物质上的损失或人身的伤害。

工业生产中安全的范畴包括劳动保护、健康、工业卫生、环境保护等各个方面，因而它是比较复杂的。

首先介绍与安全工作有关的术语和基本概念。

一、安 全 和 事 故

这是日常词汇中常用到的两个词，但难以规定一个确切和完整的定义。我们可以说或可以理解：如果某些事故没有危险或没有公认的危险时，是安全。这样一个定义可能满足非正式的谈话，但在技术上是恰当和不严密的。没有一样东西是真正没有危险的，也可能存在着潜在的（没有认识到的）危险。

对某些事情我们称为安全的关键是：它应该具备什么条件才算没有危险。在一种情况下可以称为安全的事情，在另一种情况下可能是不安全的。

W. W. 劳伦斯 (William W. Lowerance) 博士对“安全”提出一个被公认的定义。1977年3月他在美国化学会全国会议上提出：“对大多数实用场合，我发现把安全定义为可容许危险性的判断是有用的，又把危险性作为衡量损害人类健康的可能性或严重性。如果一个事物所伴随的危险性被判定为可容许的，则该事物是安全的。”但是这个定义也不够清楚，而且劳伦斯本人也不满意。什么叫可容许的危险性？对谁造成危险？由谁来判断可以容许的程度？如果没有明确的界限，一旦发生危险而造成事故，就无法追究责任，吸取教训。

关于什么是安全，在看法上的差别可能是从个人利益出发形成的。例如，在国外有时雇主要求雇员违背他们的意愿在危险状态下工作。在确定一个安全标准时，人们应该从实际出发，尊重科学，把思想统一到一个共同的认识上。安全标准是指在工作中所能容许的危险性，以此作为评价安全工作的情况和容许的操作标准。

劳伦斯定义的另一个缺点是排除了财产，只把人类健康

作为安全的判断标准。常常用这种方法来评价安全，是因为通常认为人的生命和幸福要比物质财富更有价值。但应该记住不安全的工作条件或不安全的操作，也会导致对有一定价值的财产造成意外损失。劳伦斯在另一处把危险定义为：“有害作用的可能性和严重程度”。这个定义包括财产损失和人体伤害。

另一个术语是“事故”。一个事故通常可定义为“干扰一个有计划活动的意外或不希望有的事件”。这种事故可能或不一定导致人身伤害或财产损失。但是应该记住一个事故往往有造成伤害或财产损失的潜在可能。例如，一个工人在操作时无意掉下一个扳手，作为事故。如果扳手只掉在地上，它不会造成伤害或可能也不会造成财产损失；如果扳手先碰坏工作台上的精密仪器，然后又砸到工人的脚趾上，就造成了人身伤害和财产损失。

随着科学技术的发展以及人们认识的不断提高，对形成事故的原因的认识也在逐步深入。许多国家在劳动保护法规中已把事故这个词的含义，放宽到由于暴露在危险工作环境中所造成的疾病，即职业病。

伤害和疾病这两个术语也需要加以区别。从安全的角度来讲，伤害是指事故造成的人体损伤。损伤是在一个固定的时间和地点突然发生的。而疾病是指由于暴露在有害物质和环境中造成的人体损伤。疾病不是突然发生的，而且初期往往并不明显，直到暴露一定时间后才发现，就是说通常需要一般时间并有一个积累过程。伤亡事故中也包括急性中毒。

讨论这些术语的主要目的是为了减少事故，因为减少事故要远比仅仅减少伤害更为重要。流行的说法是“安全即无事故”。如果我们能消灭事故和有害的暴露，我们就可以消灭工伤和职业病。工程师在安全方面所致力最终目标应该是减少事故和避免在有害环境中的暴露。

二、事故的代价和分类

大量的事故会导致生命财产的损失。除了人力目前尚不能抗拒的自然灾害外，从原则上讲，这些事故都是可以预防的。

前已指出事故是意外发生的变故或灾祸。除了人为的有意破坏外，大部分事故是由于各种复杂因素造成的。

事故造成的危害是严重的，代价是惊人的。其主要危害如下。

1. 造成严重伤亡

事故将会造成人员伤亡，有些人因此致残，完全丧失劳动力，甚至死亡。据国际劳工组织（ILO）1986年1月宣布，全世界每年发生5000万次事故，平均每年有10万人死于工伤，另有150万人丧失工作能力。尤其是一次恶性事故，死伤人员更多，给不少家庭带来不幸。

2. 使财物遭受巨大损失

重大、特大事故造成的经济损失也很惊人，一次恶性爆炸事故，因事故造成人身伤亡及善后处理支出的费用和毁坏财产的价值，即直接经济损失，可以上亿元计。因事故导致产值减少、资源破坏和受事故影响而造成其它的间接经济损失，往往要比直接经济损失多3~4倍。1987年5月6日我国大兴安岭发生了特大火灾，至6月2日才全部扑灭。据林业部扑火领导小组负责人于5月27日向中外记者介绍的初步统计和估算，不包括森林资源损失的数额和扑火救灾投入的人力物力，仅直接经济损失即达5亿元之多。

3. 打乱了正常的工作秩序并影响职工情绪和社会安定

工厂发生重大事故后，往往需要几个月的艰苦工作，才能使职工情绪恢复正常。

按照发生事故的场合，可将事故分类为7种。

1. 工厂事故 主要有火灾、爆炸、各种机械损坏、职业中毒、工伤、职业病、坠落。

2. 矿山事故 主要有塌方、瓦斯和煤尘爆炸、煤的自燃、矿井透水、窒息。

3. 交通事故 飞机失事、火车脱轨、汽车相撞、轮船触礁、超载沉没、行人碰撞等。

4. 森林火灾 由于雷击或吸烟、违章作业造成的火灾。

5. 城市火灾 住宅、商店、公共建筑失火。

6. 环境污染造成的事故 工厂有毒有害气体、废水的排放，废渣堆积，噪声。

7. 家庭生活中的事故 煤气中毒、食物中毒、爆炸、溺水、使用家用电器时的触电、意外伤害、房屋倒塌等。

为了便于对各种事故进行统计分析，找出预防事故的措施，我国国家标准《企业职工伤亡事故分类及调查分析规则》GB6441-86对各种事故进行分类如下。

1. 事故类别

- (1) 物体打击
- (2) 车辆打击
- (3) 机械伤害
- (4) 起重伤害
- (5) 触电
- (6) 淹溺
- (7) 灼烫
- (8) 火灾
- (9) 高处坠落
- (10) 坍塌
- (11) 冒顶片帮
- (12) 透水