

安全系统工程学

肖爱民



中国劳动出版社

安全系统工程学

肖爱民

中国劳动出版社

(京)新登字 114 号

内 容 提 要

本书深入浅出地全面阐述了如何应用现代管理技术——安全系统工程，来提高安全管理水平，降低事故率。全书共分六章，内容包括：安全生产和安全管理、安全系统工程、事故理论、事故危险辨识技术、危险评价技术、危险控制技术。

本书可供厂矿企业的安全技术人员、安全管理干部、以及劳动保护部门和工会的技术人员学习参考，亦可用作职工安全教育的教材和大专院校有关专业的教学参考书。

本书由隋鹏程教授审校。

安全系统工程学

肖爱民

责任编辑：高永新

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街 3 号)

北京地质印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092 毫米 32 开本 8.75 印张 197 千字

1992 年 9 月北京第 1 版 1992 年 9 月北京第 1 次印刷

印数：3100 册

ISBN 7-5045-1059-9/N·004 定价：4.50 元

序 言

安全生产是我国一项基本国策,是保护劳动者安全健康,保证经济建设持续发展的基本条件。安全科学是交叉科学领域的重要学科之一,综合研究是安全科学的主要发展趋势。系统科学是现代科学技术体系中的一个正在形成和发展的新兴科学。系统工程是组织、管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和应用的管理科学。系统工程在安全上的应用,对发展安全科学,改造传统的安全管理具有重要作用。

传统的安全管理与生产经营管理脱节,缺乏整体性、关联性、系统性;忽视信息反馈的动态管理;侧重追究人的操作责任,不注重人这一子系统的行为科学和人为失误的研究;只着眼于伤害后果和经济损失,处于被动的事故后管理的落后状态,以致“安全第一,预防为主”的安全生产方针难于贯彻落实。因此,将系统科学的理论和方法与安全科学综合交叉,引入系统工程于安全管理是我国变传统的安全管理为现代安全管理的重要途径,这无疑也是一项重要的学科建设。

《安全系统工程学》一书密切联系我国实际情况,重点阐述了事故理论、事故辨识、危险评价、危险控制等新知识,深入浅出,便于广大安全专业干部和厂矿领导学习应用。它的正式出版对丰富安全科学技术教材,提高系统工程在安全

生产上的应用水平，把安全工作的重点切实转到预防为主的轨道上等方面将发挥重要作用。

隋鹏程

目 录

| | |
|----------------------------|----|
| 第一章 安全生产和安全管理 | 1 |
| 第一节 安全生产概述..... | 1 |
| 第二节 安全生产立法和监察..... | 4 |
| 第三节 安全生产管理制度..... | 6 |
| 第四节 安全卫生技术规范..... | 10 |
| 第五节 伤亡事故管理..... | 14 |
| 第六节 安全管理的现代化..... | 16 |
| 思考题..... | 18 |
| 第二章 安全系统工程 | 19 |
| 第一节 系统工程概述..... | 19 |
| 第二节 安全系统工程概述..... | 23 |
| 第三节 安全系统工程的基本内容..... | 29 |
| 思考题..... | 31 |
| 第三章 事故理论 | 33 |
| 第一节 事故..... | 33 |
| 第二节 工伤事故的主要影响因素..... | 36 |
| 第三节 事故模式理论..... | 39 |
| 第四节 事故预防理论..... | 49 |
| 思考题..... | 53 |
| 第四章 事故危险辨识技术 | 54 |
| 第一节 统计图表分析法..... | 54 |

| | | |
|------------|--------------------------|------------|
| 第二节 | 安全检查表 (SCL) | 67 |
| 第三节 | 鱼刺图 (因果分析图) | 77 |
| 第四节 | 预计危险分析法 (PHA) | 81 |
| 第五节 | 故障类型影响和致命度分析法 | 87 |
| 第六节 | 事件树分析法 (ETA) | 96 |
| 第七节 | 事故树分析法 (FTA) | 108 |
| 第八节 | 管理失误和风险树分析法 (MORT) | 148 |
| 第九节 | 抽样判断法 (CIT) | 153 |
| 第十节 | 危险预知活动 (KYT) | 157 |
| 第十一节 | 行为分析法 | 165 |
| 第十二节 | 统计分析法 | 168 |
| | 思考题 | 180 |
| 第五章 | 危险评价技术 | 183 |
| 第一节 | 危险评价概论 | 183 |
| 第二节 | 定性评价技术 | 189 |
| 第三节 | 定量评价技术 | 192 |
| 第四节 | 火灾爆炸危险指数评价法 | 203 |
| 第五节 | 其他评价技术 | 220 |
| | 思考题 | 227 |
| 第六章 | 危险控制技术 | 228 |
| 第一节 | 危险控制的若干基本概念 | 228 |
| 第二节 | 固有危险控制技术 | 237 |
| 第三节 | 人为失误控制 | 243 |
| 第四节 | 安全目标管理 | 250 |
| | 思考题 | 254 |
| 附录 | 国内外的几起典型事故案例分析 | 256 |

第一章 安全生产和安全管理

安全系统工程是把从事生产建设和交通运输等企业作为一个系统，运用系统工程方法解决系统中的安全问题。同时，系统工程属于软科学的管理科学范畴，安全系统工程也是安全管理科学。因此，在论述安全系统工程前，需对安全生产作概括性的介绍，也需简要说明我国的安全生产管理工作。

第一节 安全生产概述

一、安全生产

安全生产指企事业单位在生产劳动过程中劳动者的人身安全，厂房、设备和产品安全以及交通运输安全等等。

安全生产是我国一项基本国策，是保护劳动者和发展生产力的一项重要工作，是保证经济建设持续、稳定、协调发展和社会安定团结的基本条件，是社会文明的重要标志。

建国以来，党和国家对职工的安全健康是关心和重视的，采取了一系列改善劳动条件的措施。随着国民经济的发展和科学技术的进步，安全生产状况有了很大的改善。但是，由于我国工业基础比较薄弱，科学技术比较落后，工艺装备不良，企业管理不善，法制不够健全，职工素质不高等，使得目前我国的工伤事故和职业病严重的状况仍没有得到根本改变，重大事故屡有发生，乡镇企业，尤其是小煤矿，各

类事故更为突出，劳动条件更差。

安全生产的目的是保护劳动者的安全健康和国家的财产，保障生产建设的顺利进行。保护劳动力是其中最根本的任务。劳动保护即保护劳动者在劳动过程中的安全健康，是国家整个劳动政策的一个重要组成部分，也是宪法规定的劳动者的一项基本权利和义务。为了落实这项劳动政策，国家授权劳动部门实行职业安全卫生、矿山安全卫生和锅炉压力容器安全的监察制度。并实行国家监察、行政管理、群众监督相结合的管理体制。

二、安全生产方针

贯彻执行国家发展国民经济的宏观决策，依据社会主义经济发展的规律，党和国家规定在经济建设中必须遵循“安全第一、预防为主”的方针。这就是我国的安全生产方针。为了全面贯彻安全生产方针，必须坚持以下基本原则：

1. 在生产过程中保护劳动者的安全健康。在经济建设中要做到有计划地改善安全生产条件。在设备更新和技术改造中应提出安全卫生的要求。

2. 管生产的必须管安全，是社会主义企业管理的一项基本原则。在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时，计划、布置、检查、总结、评比安全生产工作。

3. 国家鼓励安全科学研究，奖励劳动保护科研成果、技术创造发明和有重大贡献者。

4. 国家实行劳动保护监察制度，完善监察体系，建立监察队伍。

5. 新建、改建、扩建、技术改造和引进的工程项目，其安全和卫生工程设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

6. 禁止安排女工从事矿山井下作业和女工所禁忌的工作。女职工在经期、孕期、产期、哺乳期要给予保护。

7. 不准招用未满 16 周岁的少年儿童从事生产劳动。禁止安排未成年工加班加点。

8. 在各地集中掌握使用的企业更新改造资金中，安全技术措施经费的安排不应低于 10%；在企业管理升级和评选先进中，要把安全生产工作作为考核的主要内容，达不到安全生产指标的，不能评为先进，也不能升级。

9. 企业发生伤亡事故，要查清原因，分清责任，吸取教训，改进工作。对重大责任事故，要分清事故的直接责任、领导责任和主要责任者，并按责任大小、情节轻重给予严肃处理。

三、安全生产发展战略

为了保证我国经济、社会和生产建设的健康发展，国家在制订安全生产中长期发展纲要中，提出了安全生产发展战略，即全面贯彻“安全第一，预防为主”的方针；坚持安全生产与经济建设、企业深化改革、技术改造同步规划、同步发展、同步实施的原则；坚持发展生产与保护生产力相统一的原则；坚持充分利用已有的实用安全科学技术与发展现代的安全科学技术相结合的原则。依靠政策引导、技术进步和科学管理，使安全生产工作重点转移到预防为主的轨道上来，实现安全法规、标准系列化，安全管理科学化，教育培训正规化，生产设备安全化。

这个发展战略是安全生产方针的具体化。认真贯彻这个发展战略，是做好安全生产工作的保证。

第二节 安全生产立法和监察

一、安全生产立法

我国安全生产的重要法规是 1956 年国务院颁布的《工厂安全卫生规程》、《建筑安装工程安全技术规程》、《工人职员伤亡事故报告规程》，1963 年国务院公布的《国务院关于加强企业生产中安全工作的几项规定》，1982 年国务院颁布的《矿山安全条例》、《矿山安全监察条例》和《锅炉压力容器安全监察暂行条例》，1983 年国务院批转的《加强安全生产和劳动安全监察工作的报告》和 1984 年《国务院关于加强防尘防毒工作的决定》。1991 年，国务院颁布了《企业职工伤亡事故报告和处理规定》，同时废止了《工人职员伤亡事故报告规程》。

近几年，进一步加强了安全生产立法。在许多国家重要的法律中都规定了安全生产的内容。全国人大七届一次会议通过的《中华人民共和国全民所有制工业企业法》和国务院颁布的《中华人民共和国私营企业暂行条例》都明确规定：“企业必须贯彻安全生产制度，改善劳动条件，做好劳动保护和环境保护工作，做到安全生产和文明生产。”“建立必要的规章制度，提供劳动安全、卫生设施，保障职工的安全和健康。”

地方人大和政府把制定颁布安全生产法规列入了立法工作重点。至 1989 年底，全国已有 28 个省、自治区、直辖市的人大和政府颁布了地方安全生产法规和规章，结束了安全生产无法可依的局面。与此同时，各地政府还相继颁布了各类专业性安全生产法规 60 余个。

劳动部及有关部门还颁布了一系列重要规定，为监察和行业管理提供了法规依据和安全卫生技术的科学规范。

二、安全生产监察

根据国务院的规定，劳动部门在全国开展了职业安全卫生监察、矿山安全卫生监察和锅炉压力容器安全监察。

近几年，劳动部颁发了《生产性建设工程项目职业安全卫生监察暂行规定》，并对新建、改建、扩建、技术改造和技术引进项目开展了主体工程与职业安全卫生设施同时设计、同时施工、同时竣工验收的“三同时”监察。据不完全统计，全国监察验收重大工程技术项目 15 632 项，从可行性入手把好初步设计关，从预验收入手，把好竣工验收关，使许多企业和技术项目从根本上解决了职业危害问题，不留后患。

劳动部还颁布了《劳动部门参加矿山设计审查和竣工验收的暂行规定》和《乡镇煤矿安全生产若干暂行规定》。逐步开展了全国矿山安全检查活动、设计审查和竣工验收工作及预防重大事故的监察活动。并对乡镇矿山进行了安全监察。

劳动部根据《锅炉压力容器安全监察暂行条例》的规定，制定并颁布了有关锅炉、压力容器的安全规章 20 余项，主要有《蒸汽锅炉安全技术监察规程》、《热水锅炉安全技术监察规程》、《压力容器安全技术监察规程》、《气瓶安全监察规程》等。依据这些法规和技术法规，实行对锅炉、压力容器的设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造的整个过程进行全面监察。

三、行使安全否决权，开展企业升级安全考评工作

“三同时”监察是解决“源”上的事故和职业危害问题，抓企业升级安全考评则是从“流”上解决安全监察问题。加强对企业安全管理的宏观调控，要同企业本身的利益关系

挂钩，才能起到有的放矢的作用。1988年和1989年，国务院企业管理领导小组和劳动部先后联合下发了《关于企业升级中考评安全问题的暂行规定》和《关于企业升级中考评工作的补充规定》、《关于矿山企业升级中安全生产考评工作的具体规定》，正式确立了安全生产在企业管理中具有否决权的地位。企业对安全生产的重视大大加强，开始推行“纵向到底，横向到边”的全面安全管理。

第三节 安全生产管理制度

为了保障职工在劳动过程中的安全健康，劳动部门、生产管理部门和企业、事业单位都设置相应的安全生产组织管理机构，建立健全各项管理制度。

建国以来，我国企业、事业单位的安全管理制度逐步建立并得到改善。目前企业已建立的安全管理制度有下列10项：

- (1) 安全生产责任制；
- (2) 安全教育制度；
- (3) 安全检查制度；
- (4) 伤亡事故统计报告制度；
- (5) 易燃、易爆和有毒物品管理制度；
- (6) 防火制度；
- (7) 电工、司炉工等特种作业人员考核发证制度；
- (8) 安全卫生设施管理制度；
- (9) 防护用品管理发放制度；
- (10) 交接班制度。

劳动保护组织管理工作还包括制定改善企业劳动条件的

长远规划和计划，制定安全技术措施，开展各种形式的安全大检查，监督企业、事业单位的新建、改建、扩建项目和改造工程的安全卫生设施与主体工程同时设计、同时施工、同时验收。下面简要介绍安全生产责任制、安全技术措施计划和安全检查制。

一、安全生产责任制

安全生产责任制是指企业的各级生产领导、职能部门和个人对安全生产工作应负责任的规定。它是企业管理的重要制度之一。我国有些企业在 50 年代初期就开始建立安全生产责任制。

1. 企业各级行政领导的安全生产职责

厂长、主管生产的副厂长负责贯彻执行国家有关劳动保护的方针政策，对本企业的安全生产负总的责任；在计划、布置、检查、总结、评比生产工作的时候，同时计划、布置、检查、总结、评比安全工作；领导编制劳动保护措施计划，不断改善劳动条件，并组织贯彻实施；组织制定和贯彻本企业的安全技术操作规程和安全生产制度；组织定期的或专业的安全生产检查，研究解决存在的隐患，发生事故及时组织调查，采取改进措施，并督促切实执行。

车间主任负责贯彻执行安全生产规章制度和本企业的有关决定，对本车间职工在生产过程中的安全健康负全面责任；合理组织生产，在计划、布置、检查、总结、评比的各项活动中都必须包括安全工作；经常检查生产现场的安全状况，及时解决存在的问题；经常向职工进行安全生产知识、安全技术规程和劳动纪律的教育，提高职工的安全生产思想认识和专业知识；对特殊工种工人组织训练；负责提出改善劳动条件的项目和实施措施，并组织按期实现；对本车间的

伤亡事故登记、统计、调查的及时性和正确性负责。

班组长的主要职责是：组织工人学习安全操作规程和本企业、本车间的有关规定，教育工人严格遵守劳动纪律，按章作业；经常检查本班组工人使用的机器设备、工具和安全卫生装置，以保持安全良好状态；整理工作现场，以保持整洁文明生产；组织小组安全生产竞赛与评比，学习推广安全生产经验；及时研究分析伤亡事故原因，提出改进措施。

2. 企业职能部门的安全生产职责

企业单位中生产、技术、设计、供销、运输、财务等各有关专职机构，都应该在各自业务范围内，对实现安全生产的要求负责。

生产技术部门的主要职责是：在编制生产作业计划的同时编制劳动保护措施计划；保证设计的产品符合安全卫生要求，并有相应的安全卫生措施等。

机械设备部门的主要职责是：负责改进各种机器设备的安全装置的设计，进行机器设备安装时，要符合安全卫生要求；组织设备的定期检修，使其保持良好状态，保证安全装置完整、有效等。

动力设备部门的主要职责是：安装、改装、拆卸和修理动力设备时，应采取必要的安全卫生措施，定期和随时检查各种动力设备，使之经常处于良好状态，认真贯彻执行安全操作规程，加强对有关人员的安全教育培训等。

企业安全技术部门的主要职责是：协助企业领导做好安全工作，对有关劳动保护政策、法令及规章制度的贯彻执行情况，进行监督检查；制定和审查本企业的劳动保护规章制度，并督促贯彻执行；组织审查改善劳动条件的项目，并督促按期实现；经常进行现场检查，协助研究解决问题，遇到

严重危及人身安全的情况，有权指令先行停止生产，然后报告领导研究处理；组织推动劳动保护的宣传教育、经验交流和培训的工作；参加伤亡事故的调查和处理，对伤亡事故进行统计、分析和报告，提出防止事故措施，并督促贯彻执行；制定防护用品、保健食品的管理制度，并督促贯彻执行；指导小组安全员的工作。

3. 小组安全员的安全生产

为了加强劳动保护工作的群众管理，发动群众做好劳动保护工作，生产小组一般都设有不脱产的安全员。小组安全员由具有较高技术水平和安全生产知识、热心劳动保护工作、能联系群众、以身作则、遵章守纪、勇于坚持原则的人担任。业务上受劳动保护监察员的指导。小组安全员的职责是协助小组长做好安全生产工作；组织学习有关安全生产的规章制度，并说服工人遵守规章制度和劳动纪律；经常检查机具设备和工作地点安全卫生状况；组织分析小组发生伤亡事故原因，采取预防措施；发现特别危害情况时，有权停止作业或操作，并立即报告小组长处理；教育工人正确使用个体防护用品。

4. 工人的安全生产责任

自觉地遵守安全生产规章制度，不进行违章作业，并且要随时制止他人违章作业；积极参加安全生产的各种活动，主动提出改进安全工作的意见；爱护和正确使用机器设备、工具及个体防护用品。工人的安全生产责任应纳入工作岗位责任制内容之中。

二、安全技术措施计划

安全技术措施是针对生产劳动中的不安全因素，研究控制措施以预防伤亡事故和职业病的发生。安全技术措施项目

的范围，包括以改善劳动条件、防止工伤、预防职业病和职业中毒为主要目的的一切技术组织措施。具体可分为安全技术、劳动卫生、辅助房屋及设施、安全生产宣传教育。

建国以来，国家和有关部门制定了一些安全技术措施方面的规定。

1954年11月18日，劳动部发布《关于厂矿企业编制安全技术劳动保护措施计划的通知》，对编制计划的项目范围、职责、程序和经费等问题作了明确规定。1956年9月21日，劳动部、全国总工会联合制定了《安全技术措施计划的项目总名称表》，规定了安全技术、劳动卫生方面的具体内容。

三、安全检查制

安全检查是及时发现事故隐患和险情的有效办法。按检查的性质和季节可分为四类：

(1) 专业检查（如锅炉压力容器安全检查，起重机械安全检查，电气设备安全检查）；

(2) 全国性的全面安全检查（如劳动部、国家经委、全国总工会组织有关产业部门的人员到全国检查《国务院关于加强安全生产紧急通知》的落实情况）；

(3) 地区性安全检查；

(4) 季节性检查（如春季、冬季安全检查）。

第四节 安全卫生技术规范

一、安全技术规范

分以下八个方面介绍：

1. 在建筑安装安全技术措施方面，继《建筑安装工程安全技术规程》，有关部门又先后制定了《建筑工地防火规程》、