

高等学校教学用书

# 煤矿系统安全管理

袁绪忠 主编



中国矿业大学出版社

T07  
y-899

高等学校教学用书

# 煤矿系统安全管理

主 编 袁绪忠  
副主编 杨大明 高作志  
刘学峰 尚多江

---

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书运用安全系统工程的原理和方法,较详尽地阐述了煤矿安全管理的基础知识、事故发生及其控制原理,并较系统地介绍了煤矿系统安全分析方法、安全评价和系统安全预测等技术。

本书紧密结合煤炭生产实际,通俗易懂,主要作为成人高等学校、职工大学的教学用书,亦可供煤矿生产管理人员、技术人员及安全监察人员使用。

责任编辑 刘社育 白海新

## 煤矿系统安全管理

刘社育 白海新 主编

---

中国矿业大学出版社 出版发行

新华书店经销 北京地质印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 7.75 字数 200 千字

1998年3月第1版 1998年3月第1次印刷

印数:1—1000册

---

ISBN 7—81040—811—9

---

TD·87

定价:21.00元

## 前 言

建国以来,我国的煤炭工业取得了巨大成就,矿山技术、装备水平不断提高,职工队伍迅速成长。但是,安全状况并不理想,煤矿事故时有发生,其原因是多方面的,包括:缺乏防止和控制事故的现代化装备与科学手段;缺乏完备的法规、条例、制度;更缺乏科学的安全管理理论的指导。

我国的煤炭生产,绝大多数是井工开采,生产条件复杂,作业环境恶劣,经常受到水、火、瓦斯、煤尘、顶板和地温等自然灾害的威胁,因此必须加强安全管理。目前,随着煤矿现代化建设的发展,对安全工作又提出了更高更新的要求,特别是在人员素质、现场管理、灾害防治等方面都需要提高到一个新的水平。

系统安全管理是运用安全系统工程的原则和方法,根据安全生产的目标要求,对生产过程中的各种事故和不安全隐患进行控制、处理,并从全系统的危险认识入手,通过对系统本身的分析、预测、评价,进而采取相应措施,消除或控制危险因素,优化系统,使系统达到最佳的安全状态。

《煤矿系统安全管理》一书填补了《煤矿管理学》中的空白。这本书较详尽地阐述了煤矿安全管理的基础知识、煤矿安全的法律和法规、安全监察、事故发生原理及其控制与处理,系统地介绍了煤矿系统安全分析、安全评价和系统预测的各种技术。本书紧密结合煤炭生产实际,突出煤炭生产特点,并将现场实践与理论相结合。该书主要作为成人高等院校、职工大学的教学用书,也可供煤矿生产管理人员、技术人员以及安全监察人员使用。

本书由袁绪忠、杨大明、高作志、刘学锋、尚多江、郑国元、朱庆光编著,由袁绪忠主编,张宝山高级工程师主审。本书在编写与出

ABF 42 / 10 0V

版过程中得到了邢台矿业集团东庞煤矿的大力支持与协助,在此深表谢意。

由于编者水平有限,书中错误之处难免,敬请读者指正。

编 者

1997年12月28日

## 目 录

<b>第一章 煤矿系统安全管理概述</b> .....	( 1 )
第一节 煤矿安全管理的发展与现状 .....	( 1 )
第二节 煤矿安全系统工程概述 .....	( 4 )
第三节 煤矿安全管理基础 .....	( 10 )
<b>第二章 煤矿安全的法律和法规</b> .....	( 19 )
第一节 煤炭工业法律体系的组成 .....	( 19 )
第二节 《煤炭法》和《矿山安全法》 .....	( 21 )
第三节 煤矿安全法规 .....	( 24 )
第四节 其他安全行政法规 .....	( 27 )
<b>第三章 煤矿安全监察</b> .....	( 30 )
第一节 煤炭工业安全监察机构 .....	( 30 )
第二节 煤矿安全监察工作 .....	( 33 )
第三节 煤矿安全监督 .....	( 39 )
<b>第四章 事故管理</b> .....	( 45 )
第一节 事故的基本概念 .....	( 45 )
第二节 事故发生的原理 .....	( 52 )
第三节 事故处理 .....	( 59 )
第四节 事故分析技术 .....	( 67 )
第五节 危险控制 .....	( 83 )
<b>第五章 煤矿安全系统分析</b> .....	( 88 )
第一节 安全检查表分析 .....	( 88 )
第二节 因果图分析 .....	( 100 )
第三节 事件树分析 .....	( 104 )
第四节 事故树分析 .....	( 114 )
<b>第六章 煤矿系统安全评价</b> .....	( 173 )
第一节 系统安全评价概述 .....	( 173 )

---

---

第二节	可靠性安全评价法 .....	(183)
第三节	矿山工程安全评价 .....	(192)
第四节	作业条件的危险性评价 .....	(194)
第五节	评估管理法 .....	(197)
<b>第七章</b>	<b>煤矿安全系统预测 .....</b>	<b>(203)</b>
第一节	概述 .....	(203)
第二节	回归分析预测 .....	(207)
第三节	危险性预先分析 .....	(215)
第四节	危险预知活动 .....	(226)
<b>第八章</b>	<b>劳动保护与矿山救护 .....</b>	<b>(233)</b>
第一节	劳动保护 .....	(234)
第二节	职业病管理 .....	(236)
第三节	矿山救护 .....	(238)
参考文献	.....	(241)

## 第一章 煤矿系统安全管理概述

安全管理是指为了保证安全生产,采取一系列对策,防止或消除生产过程中危害人身安全和健康的不良条件与行为,以及防止伤亡事故和防治职业病,从而保障劳动者在生产过程中的安全和健康。本章着重阐述安全管理的基本知识和安全系统工程的基本概念。

### 第一节 煤矿安全管理的发展与现状

#### 一、煤矿安全管理概况

从管理学发展的观点来看,自古到今,管理随着生产的产生而产生,又随着生产的发展与科技的进步而发展和进步。安全管理也是如此,哪里有生产活动,哪里就应有安全管理。

早在明朝,宋应星编著的《天工开物》一书中,就记载了有关处理矿内瓦斯和顶板支护的措施:“初见煤端时,毒气灼人,有将巨竹凿去中节,尖锐其末,插入炭中,其毒烟从竹中透上”。采煤时,“其上支板,以防压崩耳。凡煤炭取空,而后以土填实其中”等等。这说明了我国古代劳动人民,在与自然作斗争中,积累了丰富的劳动保护和安全管理的经验。也反映了我国古代煤矿安全管理的状况。

20世纪50年代以前的旧中国,处在一个半封建半殖民地的环境,劳动人民深受三座大山的重重压迫,其中工矿企业中的工人受压迫最重,安全生产没有保障,伤亡事故层出不穷。据资料统计,从1913年到1948年的35年中,开滦煤矿共死亡工人4973人,平均每年死亡143人。新中国成立后,由于建立了以生产资料公有制



为基础的社会主义制度,因而劳动保护和安全管理事业的发展从根本上得到了保证。劳动者既是国家的主人,又是社会财富的创造者,他们在企业中的地位发生了根本的变化,劳动者的安全和健康受到了国家法律保护。在50年代初期,党和国家就开始制订了全国性的《煤矿安全规程》,以后每隔五年或十年修改或补充一次。同时建立了部、省、企业的各级安全管理和监察机构,以及一批专职的矿山救护队和专门的安全研究所和高等院校的安全专业和安全技术培训中心,形成了较完善的安全管理体系和制度。

由于煤炭行业所固有的原因,多年来,经过广大职工的不懈努力,虽然安全管理水平有了长足进步,但比起有些行业来仍处于落后状态,与西方发达的国家相比差距很大。主要表现在:

(1) 目前在指标上,百万吨死亡率还是世界上较高的;安全生产状况尚未普遍得到根本改善,而且发展很不平衡,地方煤矿部分矿区还十分落后。

(2) 安全管理方法比较落后,大部分仍停留在传统的经验管理水平上。主动防治,消除隐患、杜绝事故能力差。特别是对重大灾害事故,如矿井瓦斯、水、火、冲击地压等,还不能彻底控制。

(3) 在建立权威性的安全监察部门方面,还没有形成于煤炭管理机构之外的严格监督监察,造成在一定程度上还受煤炭管理部门的制约。

(4) 安全教育、职工素质差。由于大批低文化的农民轮换工、合同工进入矿山,虽然也进行了一定的培训,但效果不是很好,还远远不能适应煤矿安全生产日益发展的需要。

当前,科学技术迅猛发展,生产手段日益完善,但安全问题并没有完全解决。所以对待安全问题,要慎之又慎,决不可掉以轻心。

## 二、传统安全管理和系统安全管理

人们根据实践经验,把安全管理方法总结为两种:一是传统安全管理;二是系统安全管理。这两种安全管理方法,都是以安全生

产活动为对象,以安全生产管理基本理论知识作指导,实现安全生产的实践技术。后者是在前者的基础上发展起来的,现在二者都被广泛地应用。

传统安全管理亦称经验管理,概括起来就是:决策主要依靠领导者本身的经验和决心;管理主要依靠各自企业本身的经验而不是依照科学规律进行管理。其安全工作主要采取表面检查手段,凭经验或直观的感觉处理安全问题,从宏观方面查找危险因素,其机能是对项目进行计划、实施、检查和处理。其实质是强制安全——被动的事故管理——属于治“标”之策,其管理的重点是抓已发生事故的统计、分析与处理,多是事后工作。

传统安全管理虽然为防止事故作出了并正在作出贡献,但又存在不少的缺点。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,从而导致安全工作总是落后于生产,对事故的预防工作总跟不上生产技术的进步和发展。总之,传统安全管理是不完善的,不能有效地控制事故和使事故大幅度降低,越来越不适应生产的发展和“四化”要求,也不可能从根本上改变安全生产状况。

系统安全管理是在传统安全管理的基础上,注重系统化、整体化、横向综合化,运用新科技和系统工程原理和方法,强调法规、机构、队伍、人、财、物、时间和信息等要素来管理,办法是完善系统,达到本质安全化,工作以“事前”为主。

系统安全管理是从全系统的危险认识入手,通过对系统本身的分析、预测、评价来认识问题,从而采取相应措施,消除或控制危险因素,使系统优化,达到最佳安全状态。系统安全管理依靠客观实际的准确信息,综合、系统分析,按矿井各类危险发生的规律,主动治理,即变被动的事故分析处理为主动的事故预测和安全评价;研究事故致因的初始事件,把事故消灭在发生之前;利用系统分析方法,针对各类事故模型进行定性和定量研究;以系统的物质流、信息流的综合观点分析事故发生和发展的规律,应用新的技术成

果,特别是应用微型电子计算机开展事故预防工作,组织安全生产,在保证职工安全健康的前提下提高经济效益。

系统安全管理与传统安全管理的对比如表 1—1 所示。

表 1—1 传统安全管理与系统安全管理对比表

比 项	传统安全管理	系统安全管理
1. 概念	基本上是纵向分科、单项业务保安,事后追查处理,侧重操作者责任安全与生产脱节,凭经验和感觉处理安全问题,从宏观方面查找危险因素	是把系统科学引入安全工作领域,它是从性能、经费、时间等整体出发,针对系统生命周期的所有阶段、实施综合性安全分析、评价、预测可能性的事故,采取措施,以获得最佳的安全生产综合指标
2. 实质	强制安全——被动的事故管理——治表之策	本质安全化——主动的条件管理——治本之策
3. 机能	对项目进行计划、实施、检查和处理	对系统进行分析、评价、采取措施,也对项目进行计划、实施、检查和处理
4. 类型	事后追查型——事故分析型,出了事再说	事先预测型——安全评价型,有把握再干
5. 做法	主要是人管人的办法,靠行政管	主要是提供物质基础,靠系统分析和评价管
6. 重点	是抓好已发生事故的统计分析,即事故本身	是抓事故背后的发生过程,即背后事件
7. 属性	安全附属生产,生产要安全,安全为生产	安全指导生产,安全第一,预防为主

## 第二节 煤矿安全系统工程概述

煤矿安全系统工程是在运用系统工程原理和方法的基础上,对系统或生产中的安全问题进行预测、分析及评价,并采取综合安全措施予以控制,使系统在生产中发生事故的可能性减少到最低限度,从而使安全状况达到最佳。

## 一、安全系统工程的产生和发展

安全系统工程是近 40 年迅速发展起来的一门新兴学科。安全系统工程最初主要是应用于军事装备方面。1957 年苏联首先发射第一颗人造地球卫星后,美国为了争取空间优势,投入很大的人力、物力、财力,匆忙地进行这一工程。由于系统的可靠性、安全性研究不够,在一年半时间内,连续发生四次重大事故,造成极大的经济损失。最后不得不全部报废,从头做起。1962 年美国第一次提出了“弹道火箭安全系统工程学”,继而制定了“武器系统安全标准”,在美国首次奠定了“安全系统工程”的概念。

1965 年美国波音公司和华盛顿大学在西雅图召开了安全系统工程的专门学术讨论会,以波音公司为中心,对航空工业开展了安全性、可靠性的分析和研究。

在 60 年代中期,英国以原子能为中心,开始收集有关核电站故障的数据,采用概率的方法对系统的安全性、可靠性进行评价,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麻省理工学院拉斯姆逊教授有关原子能电站事故评价的报告。报告收集了原子能电站各个部位历年来发生的事故,分析了发生的概率,采用了事故树和事件树分析方法,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。

当前,安全系统工程技术已引起了各国的普遍重视,国际安全系统工程学会每两年召开一次年会。1983 年在美国休斯敦召开的第六次会议中,参加国有四十多个,从讨论议题涉及面的广泛性来看,这门学科已越来越引起人们的兴趣。

70 年代以来,有关安全系统工程的专著和文献陆续传入我国。1978 年,天津市东方化工厂最早应用了事故树分析法,绘制了高氯酸生产火灾爆炸事故分析图。1982 年国家劳动人事部在北京

召开了安全系统工程座谈会,1983年明确规定,安全系统工程列为劳保干部(即安全管理人员)职称考核的内容。1984年国家科委把它列为国家重点攻关项目。

目前,推广应用安全系统工程的活动已在全国范围内展开。煤炭系统推广应用安全系统工程技术后,许多单位也都收到了明显的效果。

## 二、安全系统的概念

### 1. 系统

由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能和明确目的的有机整体即为“系统”。“系统”本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。

从系统的定义可以看出,系统具有整体性、相关性、目的性和环境适应性这四大特征。

(1) 整体性。系统是由两个或两个以上的要素(元件或子系统)所组成。这些要素间不是简单的组合,而是组合后能构成一个具有特定功能并能完成一定任务的整体。如矿井通风系统是由通风设备、通风方法、通风方式、通风网路等要素组成一个具有通风功能,而且又能够使矿井达到通风目的的整体。

(2) 相关性。系统内各要素之间是有机联系和相互作用的,要素之间具有相互依赖的特定关系。如综采支架系统,高压油管是其中的一个要素,当油管损坏时,综采支架系统将不能正常工作。

(3) 目的性。所有系统都是为了实现一定的目标,没有目标就不能称之为系统。如煤矿设置的瓦斯监测系统,如果不是为了实现预测、预报井下瓦斯浓度的目的,瓦斯监测系统就没有存在的必要。

(4) 环境的适应性。任何系统都存在于一定的环境之中,因此,它必然要与外界环境发生能量、物质和信息的交换,必须适应环境的变化。只有适应环境的系统,才有可能发挥系统应有的功

能。

一个系统可以分为若干个子系统。子系统具有特定的功能,有输入和输出,但不能完成系统的最终任务。只有在所有子系统都完成其本身的功能时,系统才能实现其目标。

## 2. 系统工程

所谓工程就是服务于特定目的的各项工作的总体。如水利工程、机械工程、电力工程、采煤工程等。系统工程就是指为了更好地达到系统目标,对系统的构成要素、信息流动和控制机构进行分析与设计的技术。

系统工程与我们所熟悉的常规工程一样,在科学体系结构中同属于工程技术,但它们的某些性质不同。常规工程都有其特定的工程物质对象,而系统工程所处理的对象则是信息,因而有些学者称系统工程为一种“软科学”。系统工程所研究的对象并不限于某个领域,它是各类系统的组织和管理技术,是在实践经验的基础上,运用系统的观点、现代的数学方法和电子计算机技术,对系统进行分析和研究,使过去不能量化的组织管理工作能够实现量化,它的主要研究内容是系统的模式化、最优化和综合评价,通过对这三方面内容的研究,对系统进行定性和定量分析,为决策提供最优方案。

## 3. 安全系统工程

安全系统工程是采用系统工程的原理和方法,识别、分析、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、生产周期和投资等因素,使系统可能发生的事故得到控制,并使系统安全性达到最好状态的一门技术。

安全一般采用“安全性”来描述。与安全对立的概念是危险,因而危险也同样可以用“危险性”来描述。在实际工作中,通常是对系统的危险性进行研究,并以危险性的大小来表达其安全性。因而,要实现系统的安全,识别、分析和评价系统中的危险性,消除或控制系统中所存在的危险是至关重要的。

运用安全系统工程之所以能够很好地消除或控制事故,其原因是:

(1) 利用系统工程方法可以识别出存在于各要素本身及要素之间的危险性。危险性是产生事故的根源,它存在于生产过程中的各个环节。安全管理的目的就是要识别、分析、控制和消除这些危险性,使之不致于发展成为事故。利用系统可以分割的特性,可以充分地使存在于系统各要素中和要素间的所有危险性得以显示,这样就可采取有效的措施对危险性加以消除,对不协调部分加以调整,使事故的根源得以消除,从而使安全状态达到最佳。

(2) 利用系统工程方法可以了解各要素之间的相互关系,消除各要素由于互相依存、互相结合而产生的危险性。要素本身可能并不具有危险性,但当进行有机的结合而成系统时,就可能产生了危险性。利用系统工程方法即可发现其中存在的危险性,进而可消除事故隐患。

(3) 系统工程所采用的一些手段都能用于解决安全问题。系统工程几乎使用了各种学科的知识,但其中最重要的有运筹学、数学、控制论。而在安全管理中正是运用了这些知识,如利用决策论预测发生事故的可能性;利用数理统计和概率论预测风险、分析事故等等。因此可以说,系统工程方法的应用可以使系统的安全状态达到最佳。

### 三、安全系统工程的内容和优点

#### 1. 安全系统工程的内容

根据煤矿安全生产的实际需要,煤矿安全系统工程的主要内容可归纳为四个方面。

##### 1) 系统安全分析

系统安全分析是认识系统的重要手段,在安全系统工程中占有十分重要的地位。为了充分辨识系统中存在的危险性,就要对系统进行细致地分析。只有分析的准确,才能在安全预测中有充分的

依据,在安全评价中得到正确的答案。

### 2) 系统安全评价

系统安全评价是从数量上说明系统的安全程度,给人们具有直观比较的概念,是进行危险性预防决策的重要依据。安全评价是在系统安全分析的基础上进行的,不同的系统安全分析方法有不同的安全评价结果。决策者可以根据评价的结果,选择技术路线,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。

### 3) 系统安全预测

系统安全预测是在分析大量事实的基础上,运用安全系统工程的理论和手段对安全生产的发展(如事故发生的可能性、单位的安全工作主攻方向)作出预计、测算和判断。使我们做安全管理工作心中有数,对症下药,则可达到好的预期效果,为我们制定相应措施提供科学的依据。

### 4) 安全措施

当对一个系统进行评价后,根据评价结果,针对系统中的薄弱环节或潜在危险,提出调整、修正的措施,以消除事故的发生或使发生的事故得到最大限度的控制。

## 2. 安全系统工程的优点

它可以使以预防为主的安全管理从过去的凭直观、经验的传统方法,发展成为能定性及定量预防事故的方法。其优点如下:

(1) 通过分析可以了解到系统的薄弱环节及危险性可能导致事故的条件。从定量分析可以预测事故发生的概率,从而可以采取相应的措施,控制事故的发生。通过分析还能找到发生事故的真正原因。

(2) 通过评价和利用优化技术,可以找出使各子系统间达到最佳配合的最适当方法,以期用最少的投资达到最佳的安全效果,大幅度地减少伤亡事故。

(3) 安全系统工程方法适用于工程和管理,能用来指导产品的设计、制造、使用维修和检验。



(4) 可以促进各项标准的制订和有关可靠性数据的收集。安全系统工程既然需要评价,就需要各种标准,如安全设计标准,人机工程标准等。同时,为了定量计算,还可促进积累有关可靠性(包括人和物)的数据。

(5) 可以迅速提高劳动保护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,这对提高安全工作人员的素质是大有好处的。

### 第三节 煤矿安全管理基础

煤矿安全管理是指煤矿生产建设整个过程中的全部安全工作及所进行的一系列的法制、组织、技术措施和管理办法等工作。它涉及各个方面,许多管理工作是在计划管理、经营管理、劳动管理、生产管理、技术管理、设备管理、质量管理、财务管理等工作中进行的。所以,煤矿安全管理必须将职工作业的岗位保安制、职能部门的业务保安制、专业部门的安全职责制和各级领导的安全责任制结合起来,多方面相辅相成,同时必须加大力度,才能取得更好效果。

#### 一、煤矿安全管理的地位、目的和任务

煤炭是我国的主要能源,它在国民经济中占有重要地位。因此,煤矿的建设和发展与国民经济的发展休戚相关,而要保证煤矿的正常生产和顺利发展,就必须依赖与之相适应的安全管理工作。

安全生产是我们党和国家的一贯方针。在同自然作斗争的过程中,避免不必要、不应该的牺牲,则是我们组织生产工作的一个重要内容。因此,安全管理关系到我们发展生产的目的是否符合党和国家的要求,以保证生产者的生命安全和身体健康。除此之外,它还关系到生产关系的改善和生产力的提高,关系到我国物质文