



TESE ZHUANYE XILIE

TESE ZHUANYE XILIE

TESE ZHUANYE XILIE

高等教育安全工程系列“十一五”规划教材  
高等院校安全工程类特色专业系列规划教材

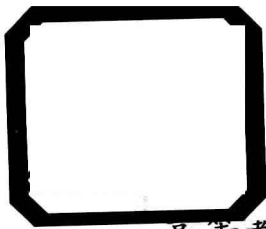
# 矿山安全工程

金龙哲 主编  
傅 贵 主审



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

特色专业



高等教育安全工程系列“十一五”规划教材  
高等院校安全工程类特色专业系列规划教材

# 矿山安全工程

主 编 金龙哲

副主编 张英华 蒋仲安 栗婧

参 编 (按姓氏笔画排列)

牛 伟 刘双跃 刘 建 朱红青 杜翠凤 汪 声

欧盛南 栗继祖 黄志安 程五一 谢振华

主 审 傅 贵



机械工业出版社

本书详细阐述了矿山安全工程的相关理论与实际应用技术,主要内容  
包括:矿山安全概论,矿山通风技术,矿山粉尘防治技术,矿山瓦斯防治  
技术,矿井火灾防治技术,矿山水灾防治技术,矿山尾矿库安全技术,露  
天矿边坡稳定技术,矿山应急救援等。本书理论与实际应用相结合,具有  
很高的实践性。

本书主要作为高等院校安全科学与工程、矿业工程类专业本科生、研  
究生教材,也可供从事矿山安全生产的工程技术人员和管理人员学习  
参考。

#### 图书在版编目(CIP)数据

矿山安全工程/金龙哲主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 10

高等教育安全工程系列“十一五”规划教材

ISBN 978-7-111-35627-1

I. ①矿… II. ①金… III. ①矿山安全—安全工程—高等学校—教材

IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 164215 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:冷彬 责任编辑:冷彬 版式设计:霍永明

责任校对:佟瑞鑫 封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 20.5 印张·504 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-35627-1

定价:41.00 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 序

“安全工程”本科专业是在1958年建立的“工业安全技术”、“工业卫生技术”和1983年建立的“矿山通风与安全”本科专业基础上发展起来的。1984年，国家教委将“安全工程”专业作为试办专业列入普通高等学校本科专业目录之中。1998年7月6日，教育部发文颁布《普通高等学校本科专业目录》，“安全工程”本科专业(代号:081002)属于工学门类的“环境与安全类”(代号:0810)学科下的两个专业之一。据“高等院校安全工程专业教学指导委员会”1997年的调查结果显示，自1958~1996年年底，全国各高校累计培养安全工程专业本科生8130人。近年，安全工程本科专业得到快速发展，到2005年年底，在教育部备案的设有安全工程本科专业的高校已达75所，2005年全国安全工程专业本科招生人数近3900名。

按照《普通高等学校本科专业目录》(1998)的要求，原来已设有与“安全工程专业”相近但专业名称有所差异的高校，现也大都更名为“安全工程”专业。专业名称统一后的“安全工程”专业，专业覆盖面大大拓宽。同时，随着经济社会发展对安全工程专业人才要求的更新，安全工程专业的内涵也发生很大变化，相应的专业培养目标、培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化，学生毕业后的执业身份是注册安全工程师。但是，安全工程专业的教材建设与专业的发展出现尚不适应的新情况，无法满足和适应高等教育培养人才的需要。为此，组织编写、出版一套新的安全工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。

机械工业出版社是有着50多年历史的国家级优秀出版社，在高等学校安全工程学科教学指导委员会的指导和帮助下，根据当前安全工程专业教育的发展现状，本着“大安全”的教育思想，进行了大量的调查研究工作，聘请了安全科学与工程领域一批学术造诣深、实践经验丰富的教授、专家，组织成立了“安全工程专业教材编审委员会”(以下简称“编审委”)，决定组织编写“高等教育安全工程系列“十一五”规划教材”。并先后于2004.8(衡阳)、2005.8(葫芦岛)、2005.12(北京)、2006.4(福州)组织召开了一系列安全工程专业本科教材建设研讨会，就安全工程专业本科教育的课程体系、课程教学内容、教材建设等问题反复进行了研讨，在总结以往教学改革、教材编写经验的基础上，以推动安全工程专业教学改革和教材建设为宗旨，进行顶层设计，制订总体规划、出版进度和编写原则，计划分期分批出版30余门课程的教材，以尽快满足全国众多院校的教学需要，以后再根据专业方向的需要逐步增补。

由安全学原理、安全系统工程、安全人机工程学、安全管理学等课程构成的学科基础平台课程，已被安全科学与工程领域学者认可并达成共识。本套系列教材编写、出版的基本思路是，在学科基础平台上，构建支撑安全工程专业的工程学原理与由关键性的主体技术组成的专业技术平台课程体系，编写、出版系列教材来支撑这个体系。

#### IV 矿山安全工程

本系列教材体系设计的原则是，重基本理论，重学科发展，理论联系实际，结合学生现状，体现人才培养要求。为保证教材的编写质量，本着“主编负责，主审把关”的原则，编审委组织专家分别对各门课程教材的编写大纲进行认真仔细的评审。教材初稿完成后又组织同行专家对书稿进行研讨，编者数易其稿，经反复推敲定稿后才最终进入出版流程。

作为一套全新的安全工程专业系列教材，其“新”主要体现在以下几点：

**体系新。**本套系列教材从“大安全”的专业要求出发，从整体上考虑、构建支撑安全工程学科专业技术平台的课程体系和各门课程的内容安排，按照教学改革方向要求的学时，统一协调与整合，形成一个完整的、各门课程之间有机联系的系列教材体系。

**内容新。**本套系列教材的突出特点是内容体系上的创新。它既注重知识的系统性、完整性，又特别注意各门学科基础平台课之间的关联，更注意后续的各门专业技术课与先修的学科基础平台课的衔接，充分考虑了安全工程学科知识体系的连贯性和各门课程教材间知识点的衔接、交叉和融合问题，努力消除相互关联课程中内容重复的现象，突出安全工程学科的工程学原理与关键性的主体技术，有利于学生的知识和技能的发展，有利于教学改革。

**知识新。**本套系列教材的主编大多由长期从事安全工程专业本科教学的教授担任，他们一直处于教学和科研的第一线，学术造诣深厚，教学经验丰富。在编写教材时，他们十分重视理论联系实际，注重引入新理论、新知识、新技术、新方法、新材料、新装备、新法规等理论研究、工程技术实践成果和各校教学改革的阶段性成果，充实与更新了知识点，增加了部分学科前沿方面的内容，充分体现了教材的先进性和前瞻性，以适应时代对安全工程高级专业技术人才的培育要求。本套教材中凡涉及安全生产的法律法规、技术标准、行业规范，全部采用最新颁布的版本。

安全是人类最重要和最基本的需求，是人民生命与健康的基本保障。一切生活、生产活动都源于生命的存在。如果人们失去了生命，一切都无从谈起。全世界平均每天发生约 68.5 万起事故，造成约 2200 人死亡的事实，使我们确认，安全不是别的什么，安全就是生命。安全生产是社会文明和进步的重要标志，是经济社会发展的综合反映，是落实以人为本的科学发展观的重要实践，是构建和谐社会的有力保障，是全面建设小康社会、统筹经济社会全面发展的重要内容，是实施可持续发展战略的组成部分，是各级政府履行市场监管和社会管理职能的基本任务，是企业生存、发展的基本要求。国内外实践证明，安全生产具有全局性、社会性、长期性、复杂性、科学性和规律性的特点，随着社会的不断进步，工业化进程的加快，安全生产工作的内涵发生了重大变化，它突破了时间和空间的限制，存在于人们日常生活和生产活动的全过程中，成为一个复杂多变的社会问题在安全领域的集中反映。安全问题不仅对生命个体非常重要，而且对社会稳定和经济发展产生重要影响。党的十六届五中全会首次提出“安全发展”的重要战略理念。安全发展是科学发展观理论体系的重要组成部分，安全发展与构建和谐社会有着密切的内在联系，以人为本，首先就是要以人的生命为本。“安全·生命·稳定·发展”是一个良性循环。安全科技工作者在促进、保证这一良性循环中起着重要作用。安全科技人才匮乏是我国安全生产形势严峻的重要原因之一。加快培养安全科技人才也是解开安全难

题的钥匙之一。

高等院校安全工程专业是培养现代安全科学技术人才的基地。我深信，本套系列教材的出版，将对我国安全工程本科教育的发展和高级安全工程专业人才的培养起到十分积极的推进作用，同时，也为安全生产领域众多实际工作者提高专业理论水平提供了学习资料。当然，由于这是第一套基于专业技术平台课程体系的教材，尽管我们的编审者、出版者夙兴夜寐，尽心竭力，但由于安全学科具有在理论上的综合性与应用上的广泛性相交叉的特性，开办安全工程专业的高等院校所依托的行业类型又涉及军工、航空、化工、石油、矿业、土木、交通、能源、环境、经济等诸多领域，安全科学与工程的应用也涉及人类生产、生活和生存的各个方面，因此，本套系列教材依然会存在这样和那样的缺点、不足，难免挂一漏万，诚恳地希望得到有关专家、学者的关心与支持，希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议。谨祝本系列教材在编者、出版者、授课教师和学生的共同努力下，通过教学实践，获得进一步的完善和提高。

“夙其鸣矣，求其友声”，高等院校安全工程专业正面临着前所未有的发展机遇，在此我们祝愿各个高校的安全工程专业越办越好，办出特色，为我国安全生产战线输送更多的优秀人才。让我们共同努力，为我国安全工程教育事业的发展作出贡献。

中国科学技术协会书记处书记

中国职业安全健康协会副理事长

中国灾害防御协会副会长

亚洲安全工程学会主席

高等学校安全工程学科教学指导委员会副主任

安全工程专业教材编审委员会主任

北京理工大学教授、博士生导师

冯长根

2006年5月

# 前 言

我国是矿产资源最丰富的国家之一，矿产资源是我国国民经济的基础产业。新中国成立以来，尤其是改革开放以来，我国在矿产资源的开发利用方面得到了很大的发展，取得了长足的进步。我国原煤产量由1949年的3200万吨、改革开放初期的6亿吨左右，提高到2008年的27.16亿吨、2009年的30.5亿吨，生产力水平大幅度提高，建成了一批国际领先、高产高效的矿井，初步健全了比较完整的技术保障体系；产业结构调整取得重大进展，行业整体效益不断增加。有今天这样一个喜人的发展局面，正是由于在党和政府的重视下，矿山行业广大科技人员通过坚持不懈的探索和实践，在矿山建设、生产管理各个领域创造了多项优秀科技成果并进行了多项技术与管理的改革。

但是，由于我国矿产资源赋存与地质条件复杂多样，而且煤炭生产95%以上是井工开采，受瓦斯、水、火、粉尘、顶板、煤与瓦斯突出、冲击矿压等煤矿灾害的威胁严重；非煤矿山种类多、规模小、户数多、分布广、基础差、所有制成分复杂，增加了非煤矿山的安全管理难度，坍塌、爆破、尾矿库垮塌、透水、窒息、冒顶、火灾、机械、爆炸等事故层出不穷，重特大事故时有发生，矿山安全生产形势在我国工业企业中依然相当严峻，且任重而道远。

为了研究和总结矿山灾害防治的最新理论与技术，全面系统地集成矿山安全最新的科技成果，我们编写了《矿山安全工程》一书。希望本书的出版能为我国矿山工业的安全发展提供更好的智力支持和技术保障。

全书不仅介绍本学科前沿的理论与技术，同时把传统的、目前行之有效的理论、技术、措施有机地结合起来。力求做到系统、权威、全面，结构新颖，具备较高的科技含量。全书贯穿了资源—经济—安全协调可持续发展的理念、企业的社会责任，并力求向读者简要展示全球矿业的前沿科学技术和管理经验，以及未来的发展趋势。

全书共分九章，内容涵盖了矿山安全的各个方面。其中：

第1章，矿山安全概论，由金龙哲、栗婧编写；

第2章，矿山通风技术，由蒋仲安、杜翠凤、牛伟编写；

第3章，矿山粉尘防治技术，由金龙哲、刘建、欧盛南、程五一编写；

第4章，矿山瓦斯防治技术，由张英华、黄志安、朱红青编写；

第5章，矿井火灾防治技术，由谢振华编写；

第6章，矿山水灾防治技术，由刘双跃编写；

第7章，矿山尾矿库安全技术，由谢振华编写；

第8章，露天矿边坡稳定技术，由金龙哲、栗婧编写；

第9章，矿山应急救援，由刘建、汪声、栗婧、栗继祖编写。

全书由北京科技大学金龙哲教授总体策划构思，提出总体编写思路，制定总体框架，确定编写原则和各篇章内容，在编写过程中程五一、栗继祖、朱红青参与了讨论与修改，由金龙哲总体统稿。

本书在编写过程中参阅了大量的文献，在此，对所引用的参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，难免有不妥之处，恳请读者提出批评意见，指出不足之处！

编 者



# 目 录

序	
前言	
第1章 矿山安全概论	1
第一节 矿山灾害概况	1
第二节 我国矿山灾害治理战略	13
第三节 矿山安全技术发展	15
第2章 矿山通风技术	20
第一节 矿内空气	20
第二节 矿井通风阻力	26
第三节 矿井通风动力	30
第四节 局部通风	38
第五节 采区通风	47
第六节 通风网络风量分配	56
第七节 矿井通风系统设计	61
第八节 矿井通风新技术	65
第九节 通风检测检验技术	68
本章习题	80
第3章 矿山粉尘防治技术	82
第一节 矿井防尘的理论基础	82
第二节 采掘工作面防尘技术	89
第三节 物理化学降尘技术	101
第四节 个体防护技术	108
本章习题	109
第4章 矿山瓦斯防治技术	111
第一节 煤矿瓦斯概述	111
第二节 瓦斯致灾类型	118
第三节 瓦斯治理技术	131
本章习题	146
第5章 矿井火灾防治技术	147
第一节 矿井火灾概述	147
第二节 矿井内因火灾及其预防	150
第三节 矿井外因火灾及其预防	167
第四节 矿井灭火技术	170
第五节 火区封闭及管理	174
本章习题	178
第6章 矿山水灾防治技术	179
第一节 矿井水灾概述	179
第二节 矿井充水条件分析	185
第三节 矿井突水与水量估算	190
第四节 矿井水害防治技术	194
本章习题	209
第7章 矿山尾矿库安全技术	210
第一节 矿山尾矿库概述	210
第二节 尾矿库和尾矿坝的类型和特征	215
第三节 尾矿库的安全运行	222
第四节 尾矿坝的维护	230
第五节 尾矿库安全管理	236
本章习题	241
第8章 露天矿边坡稳定技术	242
第一节 边坡稳定性的基本概念	242
第二节 影响边坡稳定的因素	248
第三节 边坡稳定性监测与检测	260
第四节 滑坡的防治	266
本章习题	272
第9章 矿山应急救援	273
第一节 矿山应急救援体系	273
第二节 矿山事故灾害应急预案	275
第三节 矿山救护	286
本章习题	314
参考文献	315

## 矿山安全概论

矿山是工业生产各行业中风险最高的行业，具有劳动密集型生产特点。矿山生产与其他生产活动一样，是人类利用自然创造物质文明的过程。在这一过程中，人类会遇到而且必须克服许多来自自然界的不安全因素。在矿山生产过程中，人们要利用许多工程技术措施、机械设备和各种物料，相应地，它们也带给人们许多不安全因素。人们一旦忽略了对不安全因素的控制或者控制不力，则将导致矿山事故。矿山事故不仅妨碍矿山生产的正常进行，而且可能造成人员伤亡、财产损失和环境污染。因此，搞好矿山安全生产是保护人员生命健康、顺利进行矿山生产的前提和保证。

矿山安全工程是伴随着矿山生产的出现而出现的，又随着矿山生产技术的发展而不断发展。工业革命以后，矿山生产中广泛使用机械、电力及烈性炸药等新技术、新设备、新能源，使矿山生产效率大幅度提高。同时，采用新技术、新设备、新能源也带来了新的不安全因素，导致矿山事故频繁发生，事故伤害和职业病人数急剧增加。

### 第一节 矿山灾害概况

安全生产是矿业生产的头等大事。经过广大矿业职工的长期艰苦努力，我国矿山安全状况整体稳定、趋于好转，但形势依然严峻，重特大灾害事故还时有发生。本节主要介绍我国矿山灾害概况、特征以及主要成因。

#### 一、非煤矿山灾害基本情况

非煤矿山是指除煤矿(含石煤)以外的所有金属和非金属矿山，具体包括：金矿、锡矿、锑矿、铅锌矿、钒矿、铀矿、瓷土矿、石灰石矿(场)、建筑用砂、石矿、青石矿、铜矿、钨矿、花岗岩矿、萤石矿、砖瓦粘土场以及石油、天然气等。

我国非煤矿山非常多，由于小规模及个体经营的较多，因此，很难做出完整的统计。从安全状况相对较好的企业的统计数据便可见一斑。截至 2006 年底，全国已取得安全生产许可证的非煤矿山共有 91998 座，其中金属矿山 8301 座，占总数的 9.02%，非金属矿山 80702 座，占总数的 87.72%，其他矿山 2995 座，占总数的 3.26%。此外，还有 6630 座在建矿山。

非煤矿山采选业是国民经济高速发展的重要基础，其生产总值约占全国 GDP 总值的 1%。然而，目前我国非煤矿山生产深受重大事故灾害的困扰，是仅次于交通和煤炭矿山的第三大危险性行业。

## 2 矿山安全工程

### (一) 我国非煤矿山安全现状

种类多、规模小、户数多、分布广、基础差、所有制成分复杂,是我国的非煤矿山的显著特点,这些特点大大增加了非煤矿山的安全管理难度,坍塌、爆破、尾矿库垮塌、透水、窒息、冒顶、火灾、机械、爆炸等事故层出不穷。

非煤矿山一直是事故的多发领域,我国非煤矿山安全生产形势一直严峻。例如,2001年7月17日,广西南丹县龙泉矿冶总厂所属拉甲坡矿3号作业面发生透水事故,81人死亡,直接经济损失8000余万元;2003年“12·23”开县井喷失控事故,罗家16H井在起钻过程中,大量含有高浓度硫化氢的天然气喷出并迅速扩散,因为没有及时点火,结果造成243人死亡,2142人中毒住院治疗,6.5万名当地居民被迫紧急疏散;2008年9月8日,山西省临汾市襄汾县新塔矿业有限公司(以下简称新塔矿)发生尾矿库特别重大溃坝事故,造成277人死亡;2009年9月8日,河南省灵宝市金源矿业公司第五分公司王家峪矿井下发生火灾事故,死亡13人。

非煤矿山事故的主要特点是:个体、集体、私营企业的事故次数和死亡人数所占比重较大;有色金属、非金属矿采选业的事故次数和伤亡人数较多,且呈明显上升趋势;事故发生的主要类型是物体打击、冒顶片帮、高处坠落、坍塌和放炮等;事故发生区域相对集中。

近些年来,通过非煤矿山安全专项整治工作的开展和安全生产许可制度的实施,全国非煤矿山安全生产状况得到了较大改善,死亡人数逐年下降。非煤矿山安全生产形势保持了总体稳定、趋于好转的发展态势。但非煤矿山伤亡事故总量过大,重大、特大事故多发的势头还没有得到有效遏制,非法、违法生产现象严重,安全生产形势依然严峻。

### (二) 非煤矿山灾害主要类型及致灾因子

#### 1. 冒顶片帮和坍塌

冒顶片帮和坍塌由于其发生的偶然性和普遍性,一直是最受关注的矿山安全生产问题。

#### 2. 地下水灾害

地下水灾害主要表现为突水淹井、海水入侵、破坏水资源、产生井下泥石流、引起地面塌陷等,给采矿安全带来危险,甚至危及矿山生存。

#### 3. 尾矿坝废石场崩塌、滑坡、泥石流

我国矿山历年废石的堆存量已达127亿吨,金属矿尾矿累计堆存量已达50余亿吨,许多废石、尾矿堆场因处置不当或受地形、气候条件及人为因素的影响,易于发生崩塌、滑坡、泥石流等事故,给人民生命财产和环境带来重大损失。

#### 4. 采空区失稳和塌陷

我国地下矿山应用空场采矿法非常普遍,保守估计应用空场法的金属矿山比重高达30%~40%,空场采矿不断扩大和积累的地下采空区以及引发的塌陷等,给我国地下矿山的安全生产带来了巨大损失。据不完全统计,我国因采矿引起的塌陷面积已达1150km<sup>2</sup>,发生采矿塌陷灾害的矿业城市有30多个,每年因地面塌陷造成的损失达4亿元以上。

#### 5. 露天矿边坡滑坡

随着露天矿山开采深度的增加,其边坡高度也在加大,滑坡等失稳现象逐年增多。根据我国大中型露天矿山的不完全统计,不稳定边坡或具有潜在滑坡危险的边坡,占矿山边坡总量的15%~20%,个别矿山高达30%。

#### 6. 中毒窒息

非煤矿山在生产过程中，爆破是主要的作业工序，而炸药爆炸后产生的一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物等有毒有害气体，如不及时排出，很可能导致作业人员中毒窒息，也就是人们常说的“烟炮中毒”，它直接危害职工的健康和生命安全。

### 7. 爆破事故

爆破作业是矿山开采中必不可少的工序，爆破事故也是矿山常见的伤亡事故之一。爆炸物品从采购、运输、储存、保管、分发、加工、使用等全过程稍有不慎将会发生严重事故，不但造成矿山系统的破坏，而且导致作业人员的伤亡，后果严重。

### 8. 电气事故

非煤矿山生产系统和辅助系统均使用较多的电气设备，电气设备和设施如果长时间超负荷运行，产生大量热量，导致电气设备内部绝缘体破坏，保护监测装置失效，造成火灾、爆炸；另外，配电线路、开关、熔断器、插销座、照明电器、电动机等均有可能引起电伤害，也可能成为火灾的引燃源。电气危害的主要表现形式是电气火灾危害和触电危害。

### 9. 粉尘危害

非煤矿山生产过程中，不可避免地会有大量矿岩粉尘的产生，粉尘是随着爆破以及凿岩、耙矿、溜矿、装卸矿、破碎矿石等作业的进行而不断产生的，它是矿山采矿各个环节普遍存在的一种有害杂质。其中粒径小于 $5\mu\text{m}$ 的为呼吸性粉尘，小颗粒越多，分散度就越高。据有关资料介绍，井下粉尘产生的比例是：凿岩占41.3%，爆破占45.6%，装运矿(岩)石占13.1%。在湿式凿岩作业的条件下，粒径 $5\mu\text{m}$ 以下的粉尘占80%~90%。

#### (三) 事故总量分析

2009年，全国金属非金属矿山共发生生产安全事故1230起、死亡1542人，同比分别减少186起、525人，下降13.1%和25.4%。其中较大事故45起、死亡176人。重大事故4起、死亡70人。2010年1~3月，全国金属、非金属矿山共发生生产安全事故153起、死亡209人，同比减少52起、54人，分别下降25.4%和20.5%。其中较大事故11起、死亡50人。

#### (四) 事故类别分析

从事故总量来看，物体打击、冒顶片帮、高处坠落事故起数居前三位；坍塌、物体打击、冒顶片帮事故死亡人数居前三位。从事故下降幅度来看，各类煤矿事故总体均下降，放炮、坍塌、物体打击年均下降幅度最大。

在2002~2009年发生的非煤矿山事故中，事故起数和死亡人数按照事故类型分类详见图1-1。

#### (五) 重特大事故分析

2002~2009年，重特大事故总数有较大幅度下降，8年共发生21起、死亡959人。

从事故类别分析，坍塌、中毒和窒息、爆炸，无论是事故起数还是死亡人数，均居重特大事故前三位。2002~2009年重特大事故中，坍塌事故8起、死亡441人，分别占总量的38.10%和45.99%；中毒和窒息事故5起、死亡351人，分别占总量的23.81%和36.60%；爆炸事故3起、死亡63人，分别占总量的14.29%和6.57%；透水事故2起、死亡46人，分别占总量的9.52%和4.80%；淹溺事故1起、死亡19人，分别占总量的4.76%和1.98%；高处坠落事故1起、死亡26人，分别占总量的4.76%和2.71%；冒顶、片帮事故1起、死亡13人，分别占总量的4.76%和1.36%。

## 4 矿山安全工程

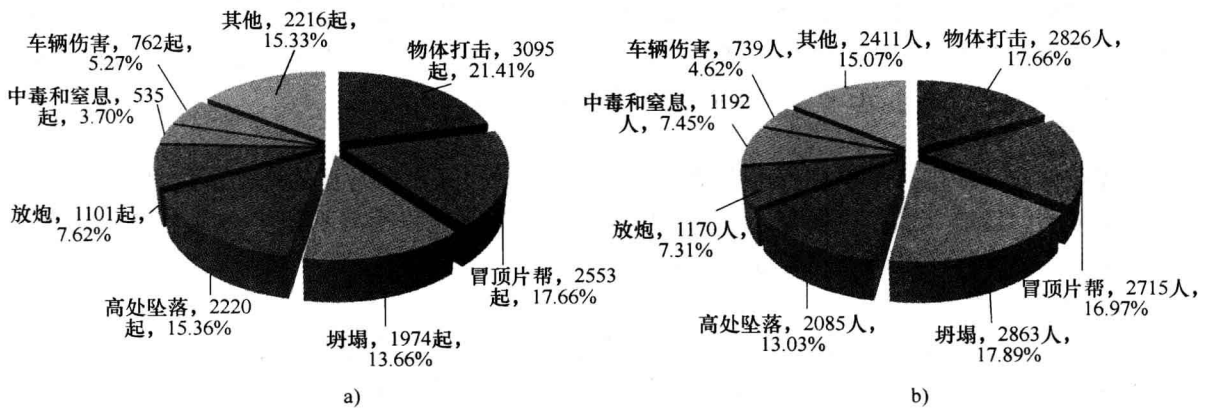


图 1-1 2002 ~ 2009 年全国非煤矿山事故按事故类型分析图

a) 事故起数 b) 死亡人数

### (六) 非煤矿山事故主要原因

#### 1. “三违”现象严重，生产场所环境不良

据统计，违章指挥、违章作业、违反劳动纪律(简称“三违”)和生产场所环境不良导致的事故占总量的 60% 左右，其中“三违”导致事故占 35% 左右，生产场所环境不良导致的事故占 25% 左右。

#### 2. 开采规模过小，安全生产条件差

经营非煤矿山的绝大多数是私营小企业，非煤矿山“多、小、散”的状况普遍存在，小型矿山占 99% 以上，生产工艺技术落后，装备水平和技术含量低，安全管理差，大量的地下矿山未建立完善的通风系统。从事故分析可以看出，事故总量比较大的省(区)，多数也是非煤矿山数量多、经济欠发达的地区。2006 年 18 起一次死亡 3 人以上的放炮事故中，有 10 起为炮烟中毒事故，这些矿井均未实行机械通风，且在作业前未对井下空气质量进行检查。

#### 3. 矿山技术力量薄弱，职工缺乏安全知识

多数非煤矿山是简易投产，短期行为严重，没有配备安全、技术、通风、地质、测量等必要的专业技术人员，难以发现在生产中存在的重大安全隐患。从业人员普遍文化水平低，尤其是大量的小型采石场，几乎都是私营个体矿山，从业人员多数是农民，缺乏基本的安全技术知识，容易酿成事故。

#### 4. 无证非法违法开采现象严重

受矿产品价格上涨带来的巨大利益驱动，目前一些地区无证违法开采、以采代探，一些企业违规开采等行为还比较严重。近年发生的几起特大事故都是一矿出事，危及多矿，教训深刻。矿业秩序混乱成为影响非煤矿山安全生产的源头之一。据统计，2006 年一次死亡 3 人以上的重特大事故中，无证非法违法开采的事故占 30% 左右。

#### 5. 应急处置不当，导致事故扩大

导致事故扩大的原因一是未严格执行事故应急救援预案规定，救援措施不当；二是缺乏应急救援常识，不熟悉应急救援预案的相关要求，不熟悉个人防护和救护的基本方法，缺乏自我保护意识，未参加过应急救援演练。

## 6. 安全监管力量严重不足, 监管不到位

基层安全监管机构不健全, 非煤矿山安全监管的专业人员严重不足, 基层工作经费和办公条件、技术装备欠缺, 现场监管缺位问题突出, 同时存在着业务素质 and 执法水平不高、执法不严、工作落实不下去等问题。

## 二、煤矿灾害事故基本情况

煤炭工业是我国国民经济的基础产业, 以煤为主是我国能源安全的基本战略。目前, 煤炭在我国一次能源消费构成中占 70% 以上, 我国 76% 的发电能源、76% 的工业燃料和动力、60% 的民用商品能源以及 70% 的化工原料都是煤炭提供的。

2002 ~ 2009 年, 煤炭产量持续快速增长, 事故总量持续下降, 保障了国民经济快速发展的需要。特别是 2005 年以来, 开展煤矿瓦斯治理和整顿关闭两个攻坚战, 重点治理事故多发、灾害严重的地区, 抓安全基础管理, 煤矿事故和百万吨死亡率大幅度下降, 煤矿安全生产形势保持了总体稳定、趋于好转的态势, 是 30 年来煤矿安全生产最好的时期, 百万吨死亡率达到了历史最好水平。但事故总量仍偏大, 重特重大事故还时有发生, 安全生产形势依然严峻。

### (一) 煤炭工业的特点和生产结构

煤炭是我国重要的基础能源和重要原料。新中国成立以来, 尤其是改革开放以来, 煤炭工业得到很大发展, 全国原煤产量由 1949 年的 3200 万吨、改革开放初期的 6 亿吨左右, 提高到 2009 年的 30.5 亿吨, 生产力水平大幅度提高, 建成了一批国际领先、高产高效矿井, 初步健全了比较完整的技术保障体系。

#### 1. 煤炭工业的基本特点

煤炭工业是资源性行业, 煤炭是不可再生的资源。煤矿的寿命取决于其所拥有的煤炭储量和生产能力, 煤矿的安全生产状况受其资源条件的制约。煤炭工业是高危险性行业, 煤矿地下采掘生产系统管网式的布置, 近封闭式的结构, 瓦斯、地压、水、火、煤尘等多种致灾因子共存的环境, 使煤矿易发多类灾害事故。灾害事故一旦发生, 容易引起其他灾害的伴生或耦合, 使应急处置、救援救助复杂、困难。

#### 2. 煤矿生产能力结构与利用

(1) 煤炭产量持续快速增长。煤矿生产能力得到了充分甚至是过度的利用。依靠这些整体落后的生产能力, 使煤炭工业得到长足发展。改革开放尤其是进入 21 世纪以来, 煤炭产量超常增长, 2009 年煤炭产量达到 30.5 亿吨, 比 2005 年增加 9.4 亿吨, 增长 44.5%; 比 2002 年增加 16.57 亿吨, 增长 118.9%。

(2) 经济运行质量稳步提高。2007 年规模以上煤炭企业预计实现利润总额 950 亿元, 比 2002 年增长 864.96 亿元, 增长了 11 倍多。其中 94 家国有重点煤炭企业预计实现补贴后利润 252 亿元, 同比增长 29.7%。

(3) 产业集中度进一步提高。2009 年末, 全国年产量超千万吨的企业 34 家, 产量规模超过 11 亿吨, 占全国总量的 45%; 年产量超过 5000 万吨的企业 6 家, 产量 5.76 亿吨, 占全国总量的 23%; 年产量超亿吨的神华、中煤两大集团合计产量 4.52 亿吨, 占全国总量的 14.8%。

(4) 国有重点煤矿安全生产基础管理得到进一步提升。机械化程度明显提高。2009 年,

## 6 矿山安全工程

国有重点煤矿采煤机械化程度达 90%，综采程度达 80%，分别比 2002 年提高 7.72% 和 14.49%；综掘程度达 28.44%，比 2002 年提高 12.56%。同年，原煤全员效率达到 5 吨/工，百万吨死亡率明显下降。同年，国有重点煤矿百万吨死亡率为 0.044，比 2005 年减少 0.914，下降 95.4%；比 2002 年减少 1.226，下降 96.5%。

(5) 安全高效矿井技术指标达到先进水平。2006 年 219 处安全高效矿井共生产原煤 7.02 亿吨，平均单井产量 320.7 万吨，百万吨死亡率为 0.064，平均原煤工效 18.8 吨/工，平均单井盈利 1.65 亿元，其中 35 处矿井盈利逾亿元，其他主要经济技术指标接近或达到世界主要产煤国的水平。

### (二) 我国现有煤矿安全形势

煤矿安全生产形势在我国工业企业中最为严峻，死亡人数是世界主要产煤国中最高的，长期以来我国煤矿的死亡人数占世界煤矿死亡人数的 80%。2002 年以来，全国煤炭产量持续快速上升，煤矿事故总量逐年下降。特别是 2005 年后，随着瓦斯治理和整顿关闭攻坚战地开展，关闭非法和不具备安全条件的煤矿，有效遏制了重特大瓦斯事故，确保了安全生产形势的稳定好转。图 1-2 为 2002 ~ 2009 年煤矿事故情况与煤炭产量统计图。

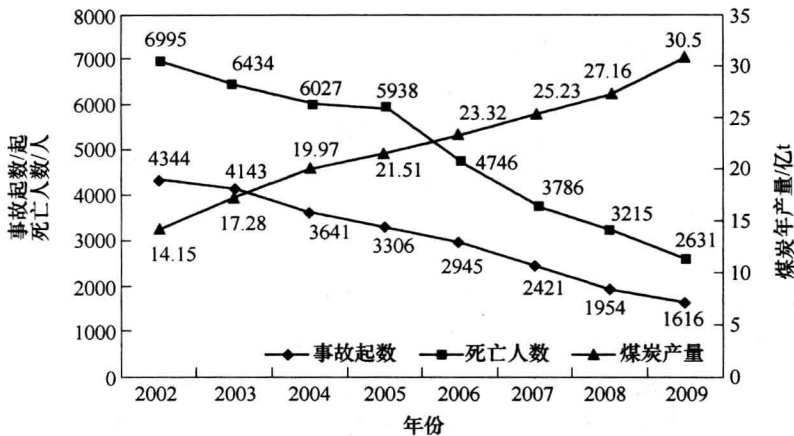


图 1-2 2002 ~ 2009 年煤矿事故情况与煤炭产量统计图

#### 1. 事故总数逐年下降

2009 年全国煤矿共发生煤矿事故 1616 起、死亡 2631 人，与 2005 年相比，事故数减少 1690 起、死亡人数减少 3307 人，分别下降 26.8% 和 36.2%；与 2002 年相比，事故数减少 1923 起、死亡人数减少 3209 人，分别下降 44.3% 和 45.9%。

#### 2. 重大事故大幅度下降

我国煤矿发生的一次死亡 10 ~ 29 人重大事故呈现逐年大幅下降的趋势。2002 ~ 2009 年的 8 年间，重大事故发生起数和死亡人数分别减少了 66.0%、71.1%。但 2005 年，仍发生重大事故 47 起、死亡 778 人。

#### 3. 特别重大事故大幅度下降

我国煤矿发生的一次死亡 30 人以上特大事故虽总体呈现逐年下降态势，但仍时有发生，造成了重大损失和恶劣的社会影响。2009 年发生一次死亡 30 人以上事故 4 起、死亡 292 人，与 2005 年相比，事故数减少 7 起、死亡人数减少 669 人，分别下降 63.6% 和 70.0%；与

2002年相比,事故数减少5起、死亡人数减少125人,分别下降55.6%和30.0%。

#### 4. 百万吨死亡率逐年下降

百万吨死亡率是衡量煤矿安全生产水平的重要指标。随着我国煤矿安全保障程度的逐步改善和国家确实加强煤矿安全监管监察工作,煤矿的百万吨死亡率均呈现持续下降态势。2009年全国煤矿事故百万吨死亡率为0.892,创历史最低水平,首次低于1,比2005年减少1.918,下降68.3%;比2002年减少4.048,下降81.9%。见图1-3。

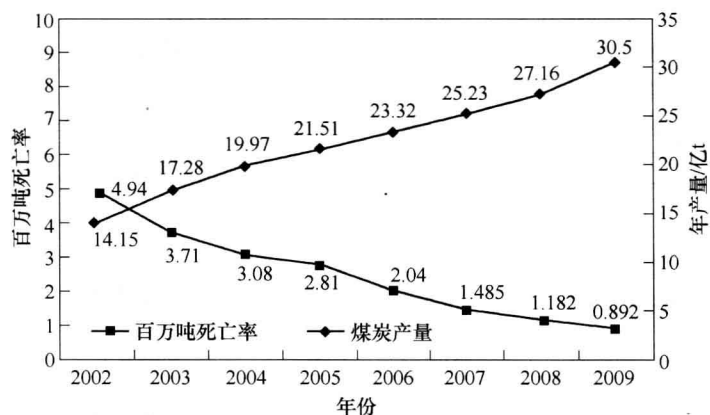


图1-3 2002~2009年百万吨死亡率与煤炭产量关系图

#### 5. 职业危害

我国煤矿职业危害防治形势异常严峻,从接触职业危害人数、职业病患者累计人数、死亡人数到新发病人,在国内工业企业中均居首位,在世界主要采煤国家也是最严重的。

目前,我国煤矿尘肺病患者累计在20万人以上,并且每年以4000~5000人的规模在增长,每年因尘肺病死亡2000~3000人。这些数字还不包括职业危害更严重的国有地方煤矿和乡镇煤矿。煤矿的其他职业危害,如噪声、振动等也相当严重。

##### (三) 煤矿灾害主要类型及致灾因子

我国大陆由众多小型地块多幕次汇聚形成。汇聚过程中多次发生陆块之间的碰撞、俯冲,使煤盆地经受挤压变形的强烈改造。近代由于印度板块不断向我国大陆凸入楔进,使我国煤田原地应力普遍偏高。总体上看,我国主要煤田的构造复杂程度远远超过北美、澳大利亚、印度、俄罗斯的地台轻微变形的煤田。复杂的煤田地质条件给煤矿安全生产带来了严重的瓦斯、高地应力、高地温等灾害,存在诸多致灾因子。

##### 1. 瓦斯——瓦斯爆炸

瓦斯爆炸是煤矿生产中最严重的灾害之一,爆炸产生的高温高压气体使爆炸源附近的气体以极高的速度向外冲击,同时产生大量有害气体,其后果不仅严重损坏井下设施,而且造成大量人员伤亡,有时还会引起瓦斯连续多次爆炸、煤尘爆炸和井下火灾。我国陆上埋深2000m以上的煤层瓦斯资源量为314600亿 $m^3$ ,测定的煤层最高瓦斯压力达到13.8MPa。到2009年底,已陆续探明瓦斯储量1700亿 $m^3$ 。煤层的富瓦斯赋存,使我国煤矿瓦斯灾害十分严重,瓦斯是我国煤矿危害最大的致灾因子。

##### 2. 煤尘——煤尘爆炸

矿井煤尘不仅严重影响井下作业环境,而且对人的眼睛、牙齿、皮肤等都有不同程度的



## 8 矿山安全工程

侵害,尤其是长期接触煤尘的工人,很容易患上严重的职业病——尘肺病。此外,矿井里的可燃煤尘在一定条件下会引起粉尘爆炸,给矿井带来严重的损害。煤炭生产的各个环节都产生煤尘,其主要危害是造成煤尘爆炸,煤尘爆炸是煤矿的严重灾害之一。世界各国在煤矿开采历史上所受到的煤尘危害是惨痛的。1917年,抚顺大山坑煤矿发生特大瓦斯煤尘爆炸,死亡917人;1942年,辽宁本溪煤矿发生特大瓦斯煤尘爆炸,死亡1723人;2005年黑龙江七台河东风煤矿“11·27”矿难,造成171人死亡,也是煤尘爆炸所致。

### 3. 火——煤矿火灾

由火引起的火灾事故是煤矿严重自然灾害之一,包括内因火灾(自燃火灾)和外因火灾。火灾危险在我国煤矿普遍存在,且具有较大的危险性。

矿井火灾的发生和发展不仅会烧毁大量的煤炭资源和设备,而且产生大量的高温烟流和有害气体,危及井下工作人员的生命安全,有时还诱发瓦斯煤尘爆炸,进一步扩大其灾难性。

### 4. 水——煤矿水灾

水是煤矿另一重要的致灾因子,水害的危险性与矿井水文地质类型、矿井涌水量等密切相关。

### 5. 顶板

顶板致灾因子在任何煤矿都存在,其危险性主要与煤矿地质条件、顶板的稳定性和煤层条件相关。

### 6. 冲击矿压危险

冲击矿压是一种以煤岩体急剧、猛烈破坏为特征的动力现象。冲击矿压发生时,煤岩体在外载作用下产生的变形能瞬间释放为动能,引起煤岩体急剧破坏、坍塌冒落,伴随气体或液体喷出,造成人员伤亡。喷出气体中含有可爆炸瓦斯时,遇火源可能发生爆炸,造成更大灾难。2005年,辽宁阜新孙家湾海州立井“2·14”事故的发生,就与冲击矿压有关。

### 7. 热害

随着开采深度的增加,围岩温度提高,加之采掘机械化程度提高,机械设备、电器散热等影响,矿井热害问题也越来越突出。

### 8. 其他致灾因子

煤矿还存在其他致灾因子,如电、辐射、振动、噪声、电磁污染、机械能异常传递等。随着煤矿装备水平和生产集中化程度的提高,机电装备向智能、重型、高能级的方向发展,煤矿井下的电等级和容量增大,与之相关的致灾因子的危险性也在增加,必须采取相应的控制防范措施,以最大限度降低其带来的安全风险。

## (四) 事故总量分析

2002~2009年,煤矿事故总量逐年下降,各类煤矿事故均有不同程度下降,瓦斯、水害、顶板等主要灾害治理取得明显成效,大多数地区安全生产形势持续稳定好转。

煤矿事故起数和死亡人数逐年下降,见图1-4。2002~2009年全国煤矿共发生事故24370起、死亡39772人,平均每年发生3046起、死亡4972人。2009年共发生事故1616起、死亡2631人,比2005年减少1690起、死亡人数减少3307人,分别下降51.1%和55.7%;比2002年减少2728起、死亡人数减少4364人,分别下降62.4%和55.7%。

### 1. 按所有制分析