

国家专业技术人才知识更新工程 (“653工程”)
煤炭行业采煤工程领域培训教材 (第9册)

煤矿顶板事故防治新技术

领域主编: 钱鸣高 宋振骐 钟亚平 王虹桥
本册主编: 段绪华 凌标灿 金智新

MEIKUANG DINGBAN SHIGU FANGZHI XINJISHU

国家“十一五”重大人才培养工程
国家人事部直接组织领导
中国煤炭工业协会全面负责实施
国家人事部统一颁发培训证书

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)

煤炭行业采煤工程领域培训教材

煤矿顶板事故 防治新技术

领域主编：钱鸣高 宋振骐

钟亚平 王虹桥

本册主编：段绪华 凌标灿 金智新

中国矿业大学出版社

国家专业技术人员知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业培训教材编审委员会

顾 问：王显政 濮洪九

主 任：路德信

副主任：姜智敏 孙之鹏 胡省三

钱鸣高 宋振骥 张铁岗

葛世荣 乔建永

委 员：(以姓氏笔画为序)

马念杰 王金力 王金华

王虹桥 卢鉴章 叶醒狮

刘 峰 刘文生 刘炯天

孙继平 陈 奇 杜铭华

宋学锋 宋秋爽 张玉卓

张贤友 周 英 周心权

赵阳升 赵跃民 赵衡山

钟亚平 段绪华 都基安

袁 亮 徐水师 黄福昌

常心坦 彭苏萍 遇华仁

缪协兴 濮 津

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”) 煤炭行业采煤工程领域培训教材编审委员会

顾 问：路德信

主 任：孙之鹏 钱鸣高 宋振骐
钟亚平

委 员：(以姓氏笔画为序)

丁日佳	才庆祥	马念杰
王虹桥	朱亚平	刘修源
齐庆新	张华兴	张宏伟
金智新	周 英	柏建彪
段绪华	洪 宇	郭忠平
郭惟嘉	黄福昌	窦林名
潘 玮		

《煤矿顶板事故防治新技术》

编写人员

领域主编：钱鸣高 宋振骥

钟亚平 王虹桥

本册主编：段绪华 凌标灿 金智新

副主编：张 军 李守钊

本册编者：（以姓氏笔画为序）

万佳泽 马玉泉 孔长来

付亚平 李守钊 张 军

林丽君 金智新 房新华

段安琪 段绪华 夏泽育

凌标灿

本册主审：谢 宏

序

加快人才培养,是建设创新型国家、强国兴业的重要举措。《中共中央、国务院关于进一步加强对人才工作的决定》为加强专业技术人才队伍建设指明了方向,明确了工作重点和政策措施。人事部决定“十一五”期间,在关系我国经济社会发展和科技创新的一些重要行业领域实施专业技术人才知识更新工程(即“653工程”),开展大规模示范性继续教育活动,加快建立健全我国继续教育的工作体系、制度体系和服务体系,大力推动专业技术人员培养工作的深入开展。“653工程”已被列入国家“十一五”发展规划,是国家实施专业技术队伍建设的一项重大人才培养工程。煤炭行业“653工程”是国家“653工程”的重要组成部分,是煤炭行业专业技术人才继续教育工作的示范工程,该工程的全面启动必将有力带动和促进煤炭工业人才培养工作的进程。

煤炭工业是我国的基础产业。发展振兴煤炭工业,人才队伍建设是关键。实施大基地、大集团战略,推进节约发展、清洁发展、安全发展,实现可持续发展,必须以强有力的专业技术队伍作保证。当前,煤炭工业已进入新的历史发展机遇期,但同时又面临着煤炭主体专业人才匮乏、知识更新滞后的严峻挑战。推进实施“653工程”旨在拓展煤矿专业人才培养的广阔空间。根据《煤炭行业专业技术人才知识更新工程(“653工程”)实施办法》,“十一五”期间每年将为110家国有大型煤炭企业培训1万名左右的高级专业技术人才,为5000多家规模以上煤炭企业培训3万名左右的中高级专业技术人才,五年全国煤炭行业将培训20万名左右。国家人事部委托中国煤炭工业协会全面负责煤炭行业“653工程”的组织实施工作,实行统一组织、统一规划、统一教学大纲、统一发证和归口管理、分级实施、

分类指导,创造性地推进“科教兴煤”战略,全面提升煤炭行业专业技术人才队伍素质,从而为煤炭工业的全面、协调和可持续发展提供强大的人才保障和智力支持。

为适应煤炭行业实施“653 工程”的需要,我们组织全国有关专家学者编写了《国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)煤炭行业培训教材》,这一教材具有以下三个突出特点:

第一,突出重点专业领域,培训内容丰富。煤炭行业“653 工程”专家指导委员会根据煤矿实际需要,立足当前、着眼长远,选定的煤矿专业领域和培训内容都是煤炭行业和企业所必需的。包括采煤工程、煤矿安全、煤矿机电、煤田地质与测绘、煤炭洁净利用及矿区环保这五个重点专业领域,以及高效高回收率采煤方法与技术等 34 个专业培训方向,全面反映煤炭工业的科技发展趋势。培训教材突出新理论、新知识、新装备、新技术、新方法、新工艺、新材料、新标准、新法规、新政策和新问题等内容,涵盖煤炭行业专业技术人才知识更新的重点,具有很强的针对性。

第二,体现学术权威,保证培训质量。顺利、高效地实施“653 工程”,搞好专业技术人才培养,教材编写质量和所体现的学术水平必须得到切实的保证。为此,实行了首席专家负责制,从全国煤炭行业的高等院校、科研院所和煤炭企业推选出一百余名在各自学术研究领域颇有建树和创新的业内知名专家,领衔编写这套培训教材,集中了院校、科研机构和企业多年来理论与实践的丰硕成果,包含了专业基础知识、理论系统讲解,也集锦了一些极具参考价值的典型应用案例。这是建国以来我国煤炭行业在专业技术人才继续教育方面一次规模最大、最为全面的新知识展示,是提高全行业专业技术人员技术水平的一批好教材。

第三,培训方向明确,教材实用性强。根据不同的专业培训对象,立足矿山,站在世界煤炭工业科技发展前沿,针对我国“十一五”煤炭科技发展的需求,广泛吸纳新知识、新技术和新信息,坚持理论与实践相结合、理论知识与案例分析相结合,把专业技术知识内容进

行科学分解,编写成34个分册,既系统成书又独立成册,便于不同领域内的工程技术人员各取所学、研读提高。因此,本套教材既是优秀的培训教科书,也是一套煤炭专业技术人员实际工作中必备的工具书。

我衷心希望这套凝聚着煤炭行业专家学者智慧与心血的教材,能够在实际教学培训中发挥应有的重要作用;同时也希望广大基层专业技术人员通过认真学习、刻苦钻研,不断提高理论水平和实际应用能力,为加快建设新型、现代化煤炭工业做出积极的贡献。

王显政

二〇〇七年八月

前 言

安全生产是全面建设小康社会的重要保障,是社会文明、和谐、进步的重要标志,是坚持人与自然协调发展的首要条件,对于煤炭这一高危行业,要始终坚持贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,更要坚持以人为本的安全理念和科学发展观思想。当前我国煤炭工业正处在快速发展阶段,但受生产力发展水平的制约和从业人员素质的影响,煤炭工业处于事故多发时期,表现在安全生产形势依然相当严峻,重特大事故频繁发生。从2001~2006年我国煤矿事故类型分布统计来看,顶板事故的数量和瓦斯事故的数量相当,有时会超过瓦斯事故,在所有煤矿事故中占有绝对比重。为提高煤炭企业干部、职工整体安全技术素质和管理水平,减少和杜绝顶板灾害事故的发生,根据当前煤矿安全培训的特点和广大干部、职工的需求,在全国煤炭行业“653工程”办公室的领导下,特组织有关专家编写这本针对性教材。

在本书的编写过程中,编者吸收了多年来我国煤炭行业顶板事故管理和防治的新成果和新经验,是在有关兄弟院校教授、企业专家和工程技术人员的共同帮助或参与下完成的,特别得到了采矿工程领域各位首席专家的精心指导,尤其是山东科技大学中国科学院院士宋振骐在指导编写的同时,将自己多年深入现场实践的研究成果毫不吝啬地赠与本书编委。编写过程中重点突出了以下几点:①介绍了煤矿顶板事故对安全生产的影响,以期突出加强顶板管理的重要性和必要性;②介绍了上覆岩层运动规律及其在巷道支护中的应用,以达到采、准巷道设计更加合理的目的;③重点叙述了顶板灾害的防治,集顶板事故的类型、机理、原因、防治措施、抢险救灾等为一体,并借助大量不同类型顶板事故案例,剖析了各类顶板事故的形成

原因,从多角度论述了避免各类顶板事故应注意的问题和防治措施,以提高广大干部职工消除隐患、预防顶板事故发生和抗灾的能力。同时,希望从惨重的事故教训中引起煤炭企业及相关人员对安全生产的重视,对生命的珍惜。为便于培训教学和学员课后复习巩固,每章后附有一定数量的思考题,使本教材具有较强的系统性、专业性、指导性和实用性。

本教材共分七章,内容丰富,突出新思想、新技术、新工艺和新装备,编写中不仅注重基本技术、基本知识的论述,而且特别加大事故原因的分析、防治措施、抢险救灾等篇幅,是煤矿企业负责人、煤矿安全管理人员和相关技术人员学习、培训的实用性教材,必将会为煤炭行业的长治久安和科学发展打下坚实的基础。

本书由段绪华教授、凌标灿副教授、金智新任主编,张军、李守钊任副主编,其他编写成员有孔长来、万佳泽、马玉泉、付亚平、林丽君、房新华、段安琪、夏泽育,谢宏教授任主审。在本教材编写过程中,得到了国家安全生产监督管理总局领导、有关院校和企业专家、全国煤炭行业“653 工程”办公室和出版社相关人员的直接指导,借此机会向为本教材的编写、出版和指导付出辛勤劳动的领导、专家、学者、同志们表示最诚挚的感谢,再次对中国科学院院士宋振骥表示最崇高的敬意。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者不吝指正。

编者

2007 年 10 月

目 录

序.....	1
前言.....	1
第一章 煤矿顶板事故概况.....	1
第一节 综述.....	1
第二节 防治顶板事故在煤矿安全管理中的地位.....	5
第二章 采煤工作面上位岩层的活动与矿压显现规律.....	9
第一节 开采后上覆岩层的移动特征.....	9
第二节 采煤工作面矿压显现的基本规律	13
第三节 影响采煤工作面矿压显现的主要因素	20
第四节 分层开采与综采放顶煤矿压显现的特点	36
第五节 巷道支护设计	44
第三章 采煤工作面顶板的控制	58
第一节 工作面支架与围岩的关系	58
第二节 采煤工作面对支架的基本要求	60
第三节 特殊条件下的顶板控制技术	69
第四章 采煤工作面顶板事故的致因及防治	80
第一节 顶板事故分类	80
第二节 局部冒顶事故的原因及防治	83
第三节 推垮型冒顶事故的致因及防治	91

第四节	压垮型冒顶事故的致因及防治·····	105
第五章	巷道矿压显现规律与事故防治·····	121
第一节	采区巷道的矿压显现规律·····	121
第二节	采区巷道的支护原理·····	130
第三节	松软岩层中的巷道支护技术·····	134
第四节	深井采准巷道的矿压特点及维护·····	138
第五节	巷道冒顶事故的致因及防治·····	143
第六章	冲击地压的机理及防治·····	149
第一节	冲击地压的危害·····	149
第二节	冲击地压发生的条件与类型·····	150
第三节	冲击地压的预测及防治措施·····	156
第七章	顶板事故的抢险救灾·····	164
第一节	顶板灾害的特点·····	164
第二节	顶板事故的救灾方法·····	166
第三节	案例分析·····	172
参考文献	·····	177

第一章 煤矿顶板事故概况

第一节 综 述

2005年,煤炭在我国一次能源生产和消费结构中的比重分别占75.6%和67.7%。我国煤炭产量由2001年的13.81亿t增长到2006年的23.80亿t,年均增加2.0亿t,保证了经济和社会发展的需要,是国民经济发展和国力保障的重要基础。

但是,我国煤炭工业快速发展的同时存在的问题也随之尖锐化,比如煤炭安全供应保障能力低,超能力生产现象严重。一些煤矿不顾矿井设计能力,盲目扩能改造。目前全国具备安全生产能力的矿井产量只有12亿t,仅占2004年煤炭产量的61.35%,其中,有4亿t生产能力需要进行安全系统改造配套,1.5亿t能力安全状况不达标,2亿t能力不具备基本安全生产条件,需要关闭。盲目超产使矿井安全系数大大降低。

受运输瓶颈制约,结构性矛盾突出。我国跨省区煤炭调运量约占煤炭消耗总量的1/3,煤炭运输占铁路货运能力的45%以上。近两年,铁路请车满足率仅达35%。晋东南煤炭外运能力十分紧张;直达华东、中南地区的煤炭运力比较困难。未来十几年,我国煤炭产量将进一步向晋、陕、蒙地区集中,煤炭运输能力紧张情况将进一步显现。

资源管理滞后,精查储量不足。煤炭资源勘查滞后,据测算,到2020年,煤炭精查储量缺口1250亿t,详查储量缺口2100亿t,普查储量缺口6600亿t,需要投资400亿元以上。资源管理滞后,资源供应紧张局面加剧。

行业总体生产力水平低。全国煤矿平均采煤机械化程度仅为42%，煤矿安全欠账500多亿元，主要技术装备陈旧，与发达国家相比性能指标落后10~15年左右。2005年我国煤炭产量的构成如图1-1所示。目前我国各类煤矿百万吨死亡率同发达国家相比结果以及全国煤矿死亡事故按事故性质统计所占比例等情况，如表1-1、图1-2、图1-3所示。

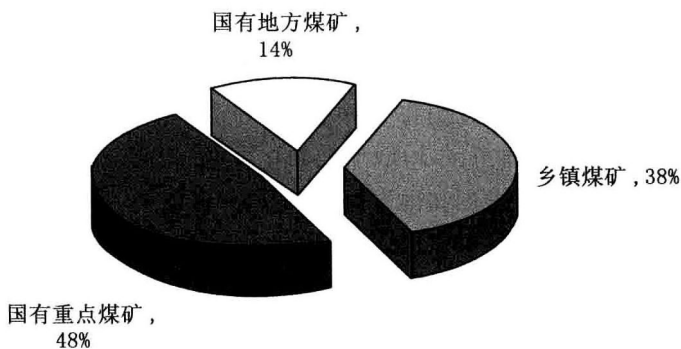


图 1-1 2005 年我国煤炭产量的构成

表 1-1 我国各类典型煤矿百万吨死亡率同发达国家相比

国 家		死亡率/人·(百万 t) ⁻¹
中 国	兖矿集团	0.11
	国有重点煤矿	1.02
	山东省平均	1.20
	全国平均	5.03
美国		0.03~0.06
澳大利亚		0.12

从以上全国煤矿百万吨死亡率及死亡事故性质统计结果可以看出，顶板事故(与采掘工作面装备水平紧紧相连)仍占绝对比重。

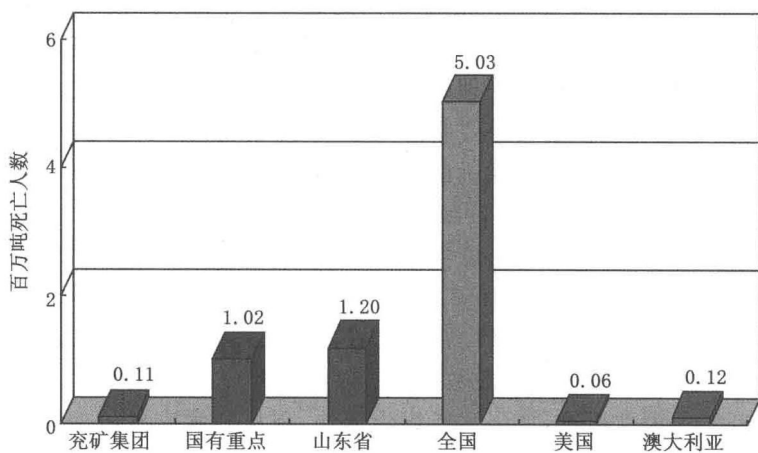


图 1-2 我国煤矿百万吨死亡人数是美国等先进采煤国家的 50~100 倍

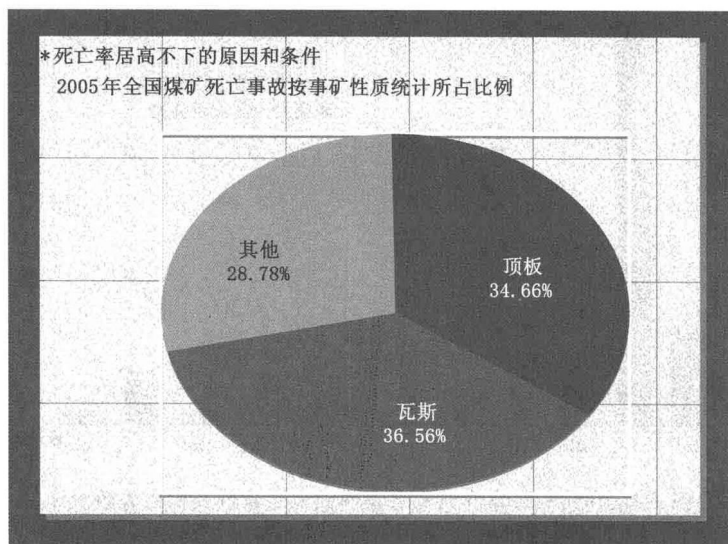


图 1-3 2005 年全国煤矿死亡事故按事故性质统计所占比例

实现煤矿的安全开采,根据不同的地质条件和生产技术条件,不仅要有针对性的安全措施和制度,而且要有较强的工作责任心和科学态度。科学而严格的管理是安全生产的关键,马虎侥幸的行为即人为因素是事故多发的重要原因,从大量的事故统计中可知,由于管理不善而造成的顶板事故所占比例是相当大的。

图 1-4 是 1950~2003 年煤矿各类事故发生次数及伤亡人数的统计结果,可以看出,瓦斯煤尘爆炸事故次数占事故总数的 29.5%,伤亡人数占总伤亡人数的 52.31%,居各类事故之首;其次是顶板事故,发生次数占事故总数的 23.5%,伤亡人数占总伤亡人数的 8.81%;水害事故占事故总数的 12.72%,伤亡人数占总伤亡人数的 11.28%。由此可见,加强瓦斯煤尘爆炸、顶板和水灾事故的防治是降低煤矿百万吨死亡率的重点。

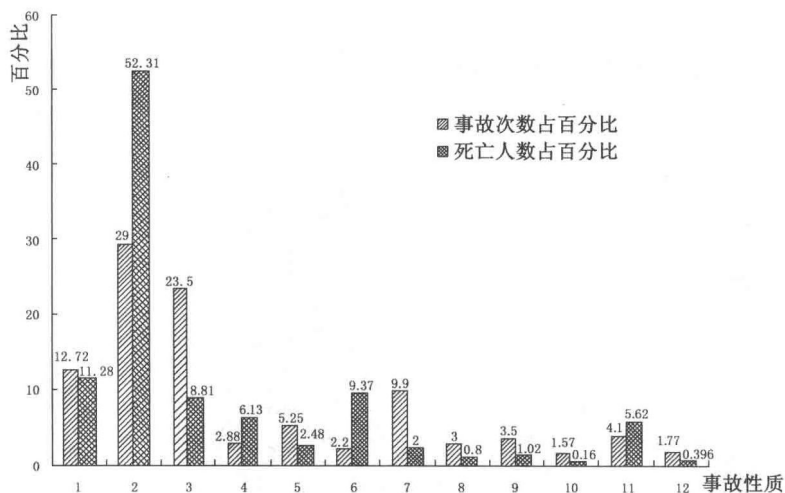


图 1-4 1950~2003 年煤矿各类事故发生次数及伤亡人数统计

1——水灾事故;2——瓦斯煤尘爆炸;3——顶板事故;4——火灾事故;

5——瓦斯中毒窒息事故;6——煤尘爆炸事故;7——提升运输事故;

8——其他;9——自救伤亡;10——机电;11——煤与瓦斯突出;12——爆破

需要指出的是,如果把死亡1~2人的顶板事故统计在内,不论是事故发生的起数,还是死亡人数,均居各类事故之首。根据对2001~2003年煤矿事故的统计,顶板事故起数占煤矿事故总起数的49.86%,死亡人数占总死亡人数的35.67%,可见煤矿顶板事故对煤矿安全生产的影响之大。加强顶板管理、减少或杜绝顶板事故的发生仍然是降低百万吨死亡率、扭转煤矿安全生产形势的重点工作之一。

第二节 防治顶板事故在 煤矿安全管理中的地位

一、顶板事故简介

煤矿顶板事故分为采煤工作面(采场)顶板事故和巷道顶板事故两类。从以下的数据比较,可以使我们对顶板事故发生的地点、类型、频率和加强预防以及勘查的重要性有一总体认识。

(1) 1954~1985年期间,顶板事故的死亡人数占总事故死亡人数的45%,其中,采煤工作面顶板事故占75%,巷道顶板事故占25%。

而在采煤工作面顶板事故中:

① 按支护类型分:摩擦金属支柱、木支柱占93%,其他支柱占7%;

② 按顶板类型分:直接顶板事故占93%,基本顶事故占7%;

③ 按冒顶类型分:局部冒顶占70%,大型冒顶占30%;

④ 按地点分:机道、炮道占26%,放顶线占15%,上下出口占15%,其他地点占44%。

(2) 1986~1992年期间顶板事故死亡人数占总死亡人数的40%,相比较1954~1985年期间的顶板事故死亡人数有所下降,不过按事故的发生地点,其比例有较大的变化。其中,采煤工作面顶板事故占顶板事故总数的66%,巷道顶板事故上升到34%。