



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

煤矿顶板事故防治及 案例分析

张嘉勇 巩学敏 许慎 主编



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn





普通高等教育“十三五”规划教材

煤矿顶板事故防治及 案例分析

张嘉勇 巩学敏 许 慎 主编

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书系统阐述了我国目前煤矿顶板支护相关法律法规、矿山压力基本理论与基本规律、采煤工作面顶板事故的致因与防治、巷道矿压显现的特点与事故防治、冲击地压的机理及防治、各类型顶板事故经过及案例分析等内容。本书通过多角度论述各类顶板事故的防治措施,对于提高煤炭企业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,具有重要意义。

本书内容简明扼要,浅显易懂,不仅可供高校煤矿安全专业师生参阅学习,而且也是从事煤矿安全生产技术管理人员重要的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿顶板事故防治及案例分析 / 张嘉勇, 巩学敏,
许慎主编. —北京: 冶金工业出版社, 2017. 1
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5024-7429-4

I. ①煤… II. ①张… ②巩… ③许… III. ①煤矿—
顶板事故—防治—高等学校—教材 IV. ①TD77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 029037 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcb@cnmp.com.cn

责任编辑 赵亚敏 杨 敏 美术编辑 吕欣童 版式设计 彭子赫

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7429-4

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 固安华明印业有限公司印刷

2017 年 1 月第 1 版, 2017 年 1 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 15.25 印张; 368 千字; 237 页

36.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

前 言

受生产力发展水平的制约和从业人员素质的影响,目前我国煤炭企业安全生产形势依然相当严峻,重特大事故时有发生。从2001~2015年我国煤矿事故类型分布统计来看,顶板事故的数量最多,超过了瓦斯事故的数量,在所有煤矿事故中占有绝对比重,而由顶板事故造成的死亡人数也占有很大比重。因此,编制本书对于高校培养煤矿安全专业本科生实践操作能力,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,扭转煤炭企业安全生产被动局面,实现煤炭工业的可持续发展具有重要意义。

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,并在有关企业专家和工程技术人员的共同帮助或参与下完成的,特别得到了开滦老科技工作者协会各位专家的精心指导。编写过程中重点对采煤工作面顶板的控制及事故的致因与防治、巷道矿压显现的特点与事故防治、冲击地压的机理及防治等内容进行了详细阐述。同时,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,以期提高广大从业者消除隐患、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,珍惜生命。

本书共分为八章,第一章至第五章由张嘉勇编写,第六章至第八章由巩学敏、许慎编写。本书编写过程中得到了开滦老科技工作者协会和煤炭科学研究总院唐山研究院的大力支持,在此表示衷心的感谢!借此机会向为本书的编写、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!

由于编者水平有限,书中不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者
2016年10月

目 录

第一章 煤矿顶板事故概况	1
第一节 综述	1
第二节 顶板事故防治在煤矿安全管理中的地位及趋势	2
习题	5
第二章 顶板支护法律法规	6
第一节 井巷支护	6
第二节 顶板控制	9
习题	22
第三章 采场顶板事故及预防	23
第一节 顶板事故分类	23
第二节 压垮型冒顶的机理及预防措施	24
第三节 漏冒型冒顶的机理及预防措施	28
第四节 推垮型冒顶的机理及预防措施	32
第五节 综合类型冒顶的机理及预防措施	35
习题	44
第四章 巷道矿压显现规律与事故防治	45
第一节 受采动影响巷道矿压显现规律	45
第二节 采区巷道的支护原理	54
第三节 软岩巷道围岩变形规律及其支护技术	57
第四节 深井采准巷道的矿压特点及维护	65
第五节 巷道冒顶事故的致因及防治	68
习题	71
第五章 冲击地压的机理及防治	72
第一节 冲击地压现象形成特点及影响	72
第二节 冲击地压的危害	74
第三节 冲击地压发生的条件与类型	74
第四节 冲击地压的预测预报及危险性评定	78
第五节 冲击地压的防治	91

习题	96
第六章 采煤工作面事故及案例分析	97
第一节 采煤工作面典型事故	97
第二节 采煤工作面其他顶板事故案例分析	119
第七章 巷道顶板事故及案例分析	152
第一节 巷道典型事故	152
第二节 其他巷道顶板事故案例分析	173
第八章 冲击地压事故及案例分析	203
第一节 地应力弹性释放事故典型案例	203
第二节 其他冲击地压事故案例分析	217
参考文献	236

第一章 煤矿顶板事故概况

第一节 综 述

近 20 年来,我国煤矿事故总体趋势随着煤炭经济形势而发生变化。我国煤炭产量以 2000 年为拐点,经历了 1996~2000 年的产量减少和 2000~2013 年的煤炭产量剧增,后来由于经济结构的调整,2014~2015 年煤炭产量略有下降(见图 1-1)。在煤矿灾害方面,我国煤矿灾害事故发生次数、死亡人数同样经历了 2000~2002 年的递增、2002~2015 年的递减(见图 1-2)。据煤矿事故完全数据,我国煤炭产量变化主要原因为 2000~2002 年煤炭经济形势低迷减产造成的;2002 年前,煤炭产量没有太大波动,使得众多小煤窑关停;在 2002 年以后,随着我国经济的高速发展,对煤炭资源的需求迅猛增长。自 2003 年以来,伴随着我国煤炭安全形势持续好转、煤矿生产技术的提高,煤矿事故的发生次数及死亡人数大幅降低。

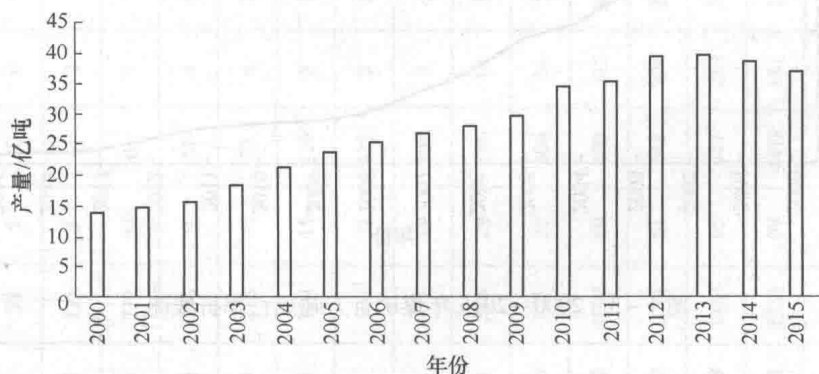


图 1-1 2000~2015 年煤炭产量柱状图

煤炭资源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,例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。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 亿吨,详查储量缺口 2100 亿吨,普查储量缺口 6600 亿吨,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。

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,而且还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

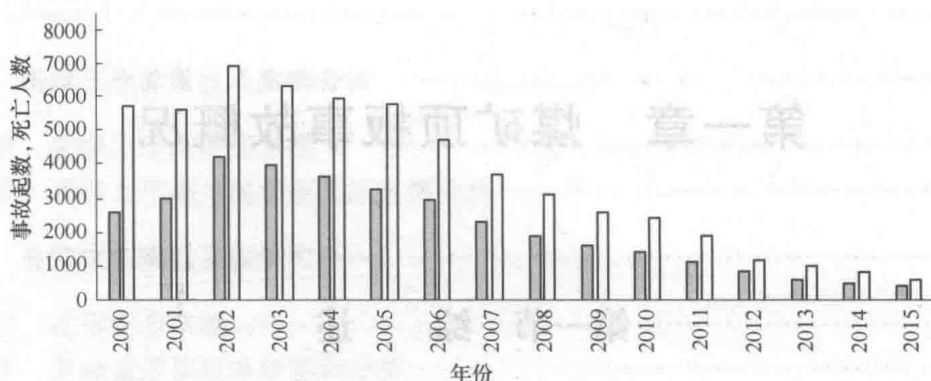


图 1-2 2000 ~ 2015 年全国煤矿事故起数，死亡人数柱状图

■ 事故起数；□ 死亡人数

于管理不善而造成的顶板事故所占比例是相当大的。因此，加强管理，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（见图 1-3）。

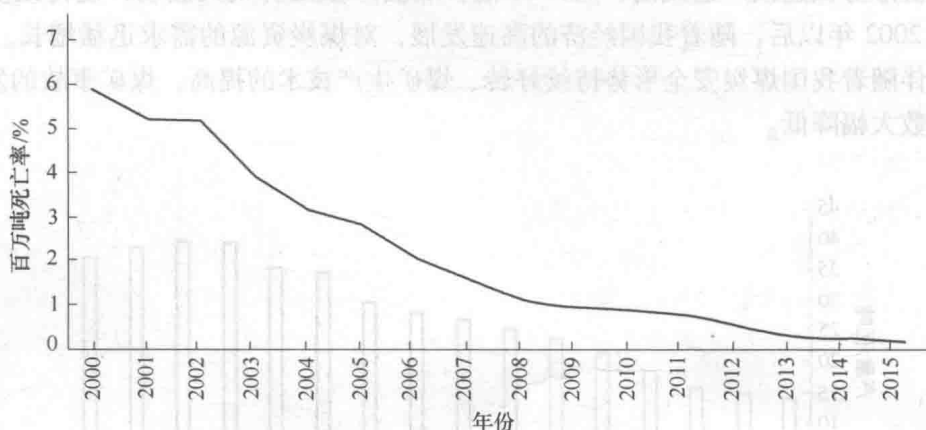


图 1-3 2000 ~ 2015 年煤矿百万吨死亡率折线图

第二节 顶板事故防治在煤矿安全管理中的地位及趋势

根据国家煤矿安全监察局煤矿事故查询系统，进行煤矿事故统计分析（见表 1-1），虽然数据有一定的局限性，但也能反映出相应的情况。在煤矿安全事故起因统计中，顶板、瓦斯、水害在事故总次数所占比例分别为 46.7%、20.9%、6.6%，在事故总死亡人数所占的相应比例分别为 16.9%、30.2%、23.1%。煤矿顶板事故主要包括局部冒顶、片帮、冲击地压、巷道塌方、底板滑落及陷落等。根据数据统计，顶板事故具有以下特点：

（1）工作面回采及巷道掘进过程中的冒顶占据了顶板事故发生的 95% 以上，且事故多发生于工作面切眼、掘进迎头部位；随着煤炭资源开采深度的加大，冲击地压发生次数及死亡人数逐渐增大。

表 1-1 2001~2015 年煤矿事故起因分类统计

年份	事故次数	死亡人数	顶 板		瓦 斯		水 害		运 输		火 灾		机 电		放 炮		违 章		其 他	
			次数	人数	次数	人数	次数	人数	次数	人数	次数	人数	次数	人数	次数	人数	次数	人数	次数	人数
2015	28	189	5	20	8	56	5	40	0	0	1	22	2	6	0	0	0	7	45	
2014	46	252	13	53	17	115	5	41	2	5	1	4	0	0	2	7	0	6	27	
2013	54	406	9	21	24	277	11	61	2	5	0	0	2	13	0	0	1	4	25	
2012	63	425	13	58	26	208	9	56	8	66	2	10	0	0	1	3	0	4	24	
2011	77	497	15	64	34	278	13	73	6	27	2	32	0	0	1	3	0	6	20	
2010	104	689	16	57	49	309	15	129	3	10	8	128	0	0	1	5	0	12	51	
2009	94	585	14	43	41	308	21	125	5	22	3	38	0	0	0	0	0	10	49	
2008	114	757	19	85	51	351	19	106	3	10	8	113	0	0	2	23	1	5	64	
2007	168	10525	36	144	74	554	29	356	10	38	7	58	0	0	0	0	1	4	79	
2006	326	1566	103	218	105	723	39	306	34	50	8	79	1	1	3	3	2	10	176	
2005	1433	3016	749	913	192	1093	69	409	215	243	12	79	22	27	38	41	6	6	205	
2004	1463	2792	787	988	242	1081	61	248	204	225	14	56	14	17	37	52	6	13	12	
2003	1878	3736	1036	1239	339	1483	95	447	217	280	10	58	8	8	47	52	22	23	146	
2002	1569	3391	771	913	273	1331	99	4478	181	193	14	157	10	10	34	48	49	75	216	
2001	667	1968	267	380	213	1130	41	243	65	79	2	11	0	0	11	12	33	43	70	
合计	8084	30794	3853	5196	1688	9297	531	7118	955	1253	92	845	59	82	177	249	121	183	609	1209
总体占比			46.7	16.9	20.9	30.2	6.6	23.1	11.8	4.1	1.1	2.7	0.7	0.3	2.2	0.8	1.5	0.6	7.5	3.9

(2) 综合原因导致的顶板事故一次性死亡人数最多(17人),包括煤层自燃后引起局部冒顶、火灾造成顶板冒落、自然发火区巷道垮塌等。2003年以来顶板事故发生次数呈逐年减少趋势。数据表明,在煤矿发生的各类事故中,顶板事故起数及死亡人数所占比例较大,是煤矿事故中的重点防治对象。顶板事故可分为三类:采场顶板事故、巷道顶板事故和冲击地压引起的顶板事故。

一、加强顶板管理的重要性

顶板事故是煤矿不容忽视的重要灾害事故之一,它发生的主要特点不同于瓦斯煤尘爆炸,群死群伤的重特大恶性事故通常比较少见,而零散事故却频繁发生,而且凡是有人工作的地点,都有可能发生这类事故,分布范围特别广泛。也正因为一次死亡人数难以构成群死群伤的恶果,人们往往重视不够,管理不细,忽视其累计的恶果,这尤为要引起煤矿管理干部和广大职工的警觉。通过对煤矿顶板事故的统计分析可知,人为因素导致事故发生的比例约占91.57%。这足以说明加强顶板管理的重要性,特别是中小型煤矿,由于井型小,勘探资料不详,地质条件复杂,规划、设计及施工措施简陋,技术力量薄弱,机械化程度偏低,安全投入不足,有的甚至管理不规范等原因,顶板事故屡屡发生。要充分认识到,要想降低煤矿百万吨死亡率,必须提高认识,加强顶板管理,这是安全生产的最基本要求。煤炭开采需有工作面,煤炭运输要通过巷道,完好的顶板支护应是系统畅通、安全生产的前提。为此,支护形式和材料,支架的刚度、强度、柔度和密度,采掘设备和工艺,采高、控顶距、煤柱尺寸,释放压力的方法和手段,采掘工程设计的合理性和科学性,作业规程的编制和审批的严密性,贯彻执行规程的严肃性,安全措施针对性,日常监察、勘测的责任性等,都是顶板管理应注意的问题。对于煤矿开采来说,地质因素是产生事故的自然因素,人为地改变其自然因素(如采保、构造等)是不现实的,但提高管理水平、减少事故的发生是完全可以做到的。因此,按照“安全第一、预防为主、综合治理”的生产方针,树立牢固的安全意识,强化管理,堵塞漏洞是搞好安全生产的首要任务。

二、顶板事故控制的发展趋势

(一) 煤矿安全监察工作存在的主要问题

1. 事故预测和控制决策理论不完善

- (1) 没有抓住事故发生的“动力本质”——开采覆岩运动和应力分布发展的规律;
- (2) 没有提供相应的动力信息基础;
- (3) 事故控制方法彼此孤立,照章办事,效果不好,盲目性很大。

2. 事故监察管理方法和模式不科学

- (1) 依靠经验统计决策;
- (2) 不讲具体条件的统一条例管理。

(二) 现代煤矿安全监察工作发展的方向

1. 建设目标(发展方向)

建立事故预测决策信息化体系,实现决策和实施管理的信息化、智能化和可视化。

- (1) 信息化——在可靠的采动信息基础上决策；
- (2) 智能化——在决策理论指导下，输入采动信息多目标、多方案计算机优化决策；
- (3) 可视化——形象化输出决策结果。

2. 必要性（重要性）

- (1) 针对事故监察客体的复杂性；
- (2) 监察执行者工作空间、时间的局限性；
- (3) 事故控制管理主体素质和水平差异的客观性；
- (4) 我国煤矿众多的特点及管理现代化的要求。

（三）顶板事故控制的重点和技术路线

1. 理论研究重点

(1) 深入研究不同开采方案（不同采动条件）岩层运动和应力场应力大小、分布发展变化的规律；

(2) 深入地揭示重大事故发生的岩层运动和应力趋动条件；

(3) 通过控制事故发生的动力条件，实现事故预测和控制的理论、方法和信息基础体系的建设。

2. 技术路线

采用现代信息技术手段，实现事故预测、控制理论与现代信息技术的结合。

习 题

1-1 我国煤矿事故的特点及规律是什么？

1-2 煤矿顶板事故有什么特点？

1-3 顶板事故控制的重点和技术路线是什么？

第二章 顶板支护法律法规

在顶板控制方面应该严格遵守国家相关法律法规。本章主要讲述（解读）国家安全生产监督管理总局 2016 颁布的《煤矿安全规程》中的有关规定及一些案例。

第一节 井巷支护

第四十三条 立井永久或者临时支护到井筒工作面的距离及防止片帮的措施必须根据岩性、水文地质条件和施工工艺在作业规程中明确。

【名词解释】永久支护、临时支护

永久支护——在井巷服务年限内，为维护围岩的稳定而进行的支护。

临时支护——在永久支护前，为暂时维护围岩的稳定和保护工作面的安全而进行的支护。

【条文解释】本条是对立井凿井时的空帮距离及防止片帮措施的规定。

立井凿井时，从井底工作面到临时支护之间是空帮。空帮段的围岩是不加任何支护的裸露围岩，与空气、水接触而风化剥落，或受爆破震动而破碎，容易发生片帮伤人事故。临时支护段之上是永久支护。临时支护段无论是采用槽钢井圈、背板或是锚喷支护，在地压、风化与爆破震动的影响下，或临时支护质量不好，或距离过长，都会使岩石松动而发生片帮事故。因此，立井的永久或临时支护到井筒工作面的距离及防止片帮的措施，必须根据岩性、水文地质条件和施工工艺，在作业规程中明确规定。

第四十四条 立井井筒穿过冲积层、松软岩层或者煤层时，必须有专项措施。采用井圈或者其他临时支护时，临时支护必须安全可靠、紧靠工作面，并及时进行永久支护。建立永久支护前，每班应当派专人观测地面沉降和井帮变化情况；发现危险预兆时，必须立即停止作业，撤出人员，进行处理。

【条文解释】本条是当立井井筒穿过冲积层、松软岩层或煤层时，必须编制专门措施的规定。

当立井井筒穿过冲积层、松软岩层或煤层时，由于冲积层含水、风化破碎，砂层遇水易散甚至变成流砂，松软岩层强度低，煤层可能赋存瓦斯等情况，施工难度较大，安全隐患多。必须根据岩层赋存情况、岩石性质、水文地质条件等，制定专项措施，选用合理的施工方法（如冻结法、钻井法、注浆法、沉井法、混凝土帷幕法等）和施工工艺，采用合适的临时支护、永久支护形式，采取保证安全和质量的措施等，以确保井筒安全穿过。

本条特别强调，采用井圈或其他临时支护时，临时支护要紧靠工作面，不留空帮，并及时进行永久支护，以减少围岩暴露的时间和面积，防止片帮事故的发生。

在穿过这些岩层时，有可能出现地面沉降及临时支护后面的井帮发生位移、松动等情况，导致井筒坍塌。所以，在建立永久支护前，每班应派专人进行观测。发现危险预兆

时,必须立即停止作业,撤出人员,妥善处理,以确保安全。

第四十六条 采用竖孔冻结法开凿斜井井筒时,应当遵守下列规定:

(一) 沿斜长方向冻结终端位置应当保证斜井井筒顶板位于相对稳定的隔水地层 50m 以上,每段竖孔冻结深度应当穿过斜井冻结段井筒底板 5m 以上。

(二) 沿斜井井筒方向掘进的工作面,距离每段冻结终端不得小于 5m。

(三) 冻结段初次支护及永久支护距掘进工作面的最大距离、掘进到永久支护完成的间隔时间必须在施工组织设计中明确,并制定处理冻结管和解冻后防治水的专项措施。永久支护完成后,方可停止该段井筒冻结。

【条文解释】本条是新增条款,是对竖孔冻结法开凿斜井井筒的规定。

地质条件的复杂性一直以来都是煤矿矿井开凿的难题,为解决此难题目前我国主要依赖冻结技术完成深表土层的凿井施工。不仅立井井筒开凿是这样,斜井井筒更是如此。随着我国煤炭开发的发展,年产量千万吨的现代化矿井逐年增加,因立井井筒提升能力的限制,符合自然条件的矿井均采用了斜井开拓。斜井冻结技术尚处于摸索研究阶段,国内尚无统一的施工规范。

为了使采用竖孔冻结法开凿斜井井筒顺利安全地施工,冻结段初次支护及永久支护距掘进工作面的最大距离、掘进到永久支护完成的间隔时间必须在施工组织设计中明确,并制定处理冻结管和解冻后防治水的专项措施。

1. 沿斜长方向冻结终端位置应保证斜井井筒顶板位于相对稳定的隔水地层 5m 以上,每段竖孔冻结深度应穿过斜井冻结段井筒底板 5m 以上。

2. 沿斜井井筒方向掘进工作面位置,距离每段冻结终端不得小于 5m。

3. 永久支护完成后,方可停止该段井筒冻结。

【典型事例】国网能源宁夏煤电有限公司李家坝煤矿主斜井倾角 20° ,斜长 1440m,采用局部冻结方案施工,冻结起始位置距井口水平距离为 250.4m,冻结斜长 163.2m,冻结段水平长度 153.4m,共分 4 段冻结。沿井筒长度方向布置了 6 排冻结孔,共 455 个,冻结孔施工质量均达到设计要求。冻结管采取了局部保温措施,减少了无效冻结段冷量损失,节约了冷量。冻结过程中,根据测温数据,对冻土扩展速度、冻结壁厚度及冻结壁平均温度等进行了分析计算,均满足设计要求。井筒开挖后,对井帮温度进行了实测。从开挖揭露的情况看,冻结效果良好,验证了冻结分析数据的准确性,保证了井筒冻结和掘砌施工安全。

第五十四条 延深立井井筒时,必须用坚固的保险盘或者留保护岩柱与上部生产水平隔开。只有在井筒装备完毕、井筒与井底车场连接处的开凿和支护完成,制定安全措施后,方可拆除保险盘或者掘凿保护岩柱。

【名词解释】保险盘、保护岩柱

保险盘——在原生产井筒的井窝内人工构筑的临时盘状结构物。保险盘的结构类型有水平式、楔形式、单斜式、偏滑式和带钢丝绳缓冲网式 5 种。保险盘自上向下一般由缓冲层、隔水层及盘梁三部分组成。缓冲层的作用是吸收坠落物的部分冲击能量,缓冲材料有柴束、竹捆、锯末袋、沙袋、木垛等。隔水层的作用是防止水及淤泥等流入延深工作面,盘梁的作用是承受保护盘的自重和坠落物的冲击力。

保护岩柱——在岩石比较坚硬致密的条件下,在井筒延深段的顶部暂留一段长 6 ~

10m 的岩柱。紧贴岩柱之下设置护顶盘,以防止岩柱松动冒落,保持岩柱的稳定,但不支撑岩柱的全部重量。护顶盘是在紧贴岩柱底面设钢梁,用背板将岩柱底面背紧。

【条文解释】本条是延深立井井筒对保险盘或保护岩柱的规定。

1. 延深立井的方法

延深立井是在原生产井筒正常进行生产提升的情况下,将井筒加深到新生产水平的工程。延深立井的方法有下向延深法和上向延深法两大类。无论采取哪种延深方法,都必须用安全保护设施把原生产井筒与延深井筒隔开,防止原生产井筒的提升容器、物料等重物坠下,砸坏延深段的施工设备和伤害人员。这种安全保护设施通常采用坚固的保险盘或留设保护岩柱。

2. 拆除保险盘或掘凿保护岩柱

拆除保险盘或掘凿保护岩柱的工作,是在延深段井筒装备结束,井筒与井底车场连接处掘砌完成,制定安全措施之后进行。

(1) 拆除时,应停止上段井筒的生产提升。

(2) 拆除前,应先清理井底水窝的积水、淤泥、碎煤等,防止坠落伤人。

(3) 在生产水平以下 1~1.5m 处搭设临时保险盘,防止生产水平以上坠物伤及拆除人员。

(4) 在辅助水平井口处设置封口盘,加固保护岩柱的护顶盘。

(5) 井口及各水平马头门进行清扫,车场入口处设栅栏,井口设专人守护。

(6) 作业人员必须佩戴保险带。

(7) 采用先掘小断面反井后刷砌的方法拆除保护岩柱时,在小反井贯通井底水窝前要用钎子打探眼。准确掌握剩余厚度,最后剩 2m 左右时,再一次崩透。刷大时自上向下进行,矸石从小断面反井溜出,从辅助水平装岩出车,但要严格控制矸石块度,防止堵塞反井。刷大时反井上口必须设防坠算子,并严禁站在算子上作业,防止发生坠人事故。每次爆破前必须通知在生产水平马头门及井筒内工作的人员停止工作,撤到安全地点躲避。

(8) 拆除保险盘自上向下进行,逐层拆除,边拆边运,并修补井壁。最后拆除封口盘与工作盘,接通上下水平的罐道。在拆除期间,井底不得有人,要有明确清晰的信号。运送材料要由专职人员指挥,钢梁要捆牢,绳子要结实,挂手动葫芦处要牢固可靠。

第五十八条 施工岩(煤)平巷(硐)时,应当遵守下列规定:

(一) 掘进工作面严禁空顶作业。临时和永久支护距掘进工作面的距离,必须根据地质、水文地质条件和施工工艺在作业规程中明确,并制定防止冒顶、片帮的安全措施。

(二) 距掘进工作面 10m 内的架棚支护,在爆破前必须加固。对爆破崩倒、崩坏的支架必须先行修复,之后方可进入工作面作业。修复支架时必须先检查顶、帮,并由外向里逐架进行。

(三) 在松软的煤(岩)层、流砂性地层或者破碎带中掘进巷道时,必须采取超前支护或者其他措施。

【名词解释】空顶作业

空顶作业——在井下巷道或采场顶板未采取任何支护或支护失效范围内进行的作业。

【条文解释】本条是对施工岩(煤)平巷(硐)顶板管理的规定。

1. 支护的作用

支护的作用在于加强巷道附近周围岩石的强度,防止破坏岩石的脱落。支护的阻力越大、强度越大,越及时,越能加强巷道围岩的强度,限制破碎区的扩展。为了保证安全,防止岩石冒落,必须及时对悬空顶板进行支护,严禁空顶作业。临时和永久支护到掘进工作面的距离,必须根据地质、水文地质条件和施工工艺在作业规程中明确规定,并制定防止冒顶、片帮的安全措施。

2. 空顶标准

架棚巷道未按规程(或措施)要求使用前探梁等临时支护或冒顶高度超过0.5m不接实继续作业的;锚(网)喷支护巷道未按规程(或措施)要求在前探梁、临时棚或点柱掩护下作业的;在最大控顶距内未按措施规定完成顶部永久支护,继续向前施工作业的。

3. 严禁空顶作业的管理方法

- (1) 在作业规程和施工措施中必须明确如何维护顶板,严禁在空顶下作业。
- (2) 锚喷工作面掘进过程中必须打超前锚杆控制顶板。
- (3) 炮掘架棚巷必须使用前探梁进行超前支护,爆破前要有防崩倒装置。
- (4) 综掘巷道要使用托梁器托钢梁进行临时支护,掘锚一体化巷道采用机组自身支撑顶梁临时支护。
- (5) 在开口或贯通前,架棚巷道要先在主巷架设抬棚,抬棚必须有三保险。锚网支护巷道应当补打锚杆锚索维护顶板。

(6) 要加强对空顶违章作业的监督检查,一经发现追究其事故责任。

4. 支架修复方法

为了防止崩倒、崩坏支架,在钻爆方面从炮眼角度、装药量、爆破顺序上采取措施外,对靠近掘进工作面10m内的支护,在爆破前必须加固。爆破崩倒、崩坏的支架必须先行修复之后方可进入工作面作业。为了防止修复支架时发生冒顶堵人事故,修复支架时必须先检查顶、帮,并由外向里逐架进行,严禁由里向外进行。

5. 在松软的煤、岩层或流砂性地层中及地质破碎带掘进巷道时,必须采取前探支护或其他措施。

【典型事例】2012年7月27日,贵州省六盘水市某煤矿在维修巷道时,将原U形棚改为大断面梯形棚,扩帮后巷道宽度过大,未按措施要求加固支护,致使局部空帮空顶,支架失稳,应力集中显现导致推垮型冒顶,造成4人死亡,直接经济损失约350万元。

第二节 顶板控制

第九十七条 采煤工作面必须保持至少2个畅通的安全出口,一个通到进风巷道,另一个通到回风巷道。

采煤工作面所有安全出口与巷道连接处超前压力影响范围内必须加强支护,且加强支护的巷道长度不得小于20m;综合机械化采煤工作面,此范围内的巷道高度不得低于1.8m,其他采煤工作面,此范围内的巷道高度不得低于1.6m。安全出口和与之相连接的巷道必须设专人维护,发生支架断梁折柱、巷底底鼓变形时,必须及时更换、清挖。

采煤工作面必须正规开采,严禁采用国家明令禁止的采煤方法。

高瓦斯、突出、有容易自燃或者自燃煤层的矿井,不得采用前进式采煤方法。

【名词解释】正规开采、前进式采煤方法

正规开采——煤矿矿井、采区、采掘工作面布置，符合煤矿相关法律法规、行业规范的要求；采掘工作面独立通风，风量稳定可靠；采、掘、支护工艺符合《煤矿安全规程》的要求。

前进式采煤方法——自井筒或主平硐附近向井田边界方向依次开采各采区的开采顺序；采煤工作面背向采区运煤上山（运输大巷）方向推进的开采顺序。

【条文解释】本条是对采煤工作面安全出口和采煤方法的规定。**1. 采煤工作面安全出口的地位和作用**

(1) 采煤工作面安全出口是该采煤工作面通风、行人和运输的咽喉。

1) 采煤工作面作业人员要经过安全出口进、出工作面进行作业和操作。

2) 采煤作业所需要的设备、材料要经过安全出口运进工作面作业场所；采出的煤炭要经过安全出口运出工作面至运输巷输送机。

3) 采煤工作面所需要的新鲜风流经过进风巷处安全出口输送给作业人员，作业人员呼吸后的污浊风流、粉尘及有害气体经过回风巷处安全出口排到回风巷。

【典型案例】某日，山西省吕梁地区某村办煤矿发生一起冒顶事故，工作面只有1个安全出口，造成10人死亡、1人受伤，直接经济损失约88万元。

(2) 采煤工作面安全出口是矿山压力叠加的地带。采煤工作面安全出口受到巷道掘进期间支承压力的影响，又受到采煤工作面采动时超前支撑压力的作用，它们产生叠加，造成安全出口处压力剧增，成为采煤工作面加强支护的重点。

(3) 采煤工作面安全出口是采煤工作面冒顶常发生部位。在煤矿五大灾害中，全国煤矿顶板事故起数和死亡人数，分别占各类事故总数的30%左右。顶板事故发生的地点主要在采煤工作面。

在采煤工作面最容易发生冒顶事故的部位是“两线两口”，即煤壁线、切顶线和上、下安全出口。从以上分析可知，搞好安全出口的顶板管理是减少矿井顶板事故乃至矿井安全管理的重要内容。

2. 采煤工作面安全出口的标准要求

(1) 出口个数。采煤工作面安全出口必须保持至少2个，一旦其中一个安全出口发生冒顶，另一个安全出口能起到临时应急作用，提高采煤工作面安全程度。

(2) 畅通无阻。采煤工作面安全出口不能堆积大量设备、器材和材料，以免堵塞出口断面，影响行人、运料和通风。特别是如果通风断面太小，将影响采煤工作面瓦斯和有害气体有效排除和冲淡，甚至引起瓦斯积聚，当遇有引爆火源时，可能发生瓦斯爆炸事故。

(3) 通达巷道。采煤工作面安全出口必须一个通到进风巷道，另一个通到回风巷道。这样既能保障采煤工作面的正常通风，又能保证2个安全出口间的安全距离，不致2个安全出口同时遭到破坏，当一个安全出口遭到破坏时，另一个安全出口仍能使用。

3. 保证采煤工作面安全出口的措施

(1) 科学确定超前加强支护范围。一般来说，采煤工作面超前支承压力峰值位置距煤壁4~8m，相当于2~3.5倍回采高度，影响范围40~60m，少数可达60~80m，应力增高系数2.5~3。

由于受到巷道围岩岩性、地质构造、煤层赋存条件、巷道掘进方法和采煤工艺等因素影响,采煤工作面上、下出口的两巷支承压力大小不尽相同,所以,在进行加强安全出口支护以前,必须对巷道受采动影响而出现的顶板下沉量、顶底板移近量和顶底板移近速度进行现场实测,以确定采煤工作面超前压力影响范围,在此范围内加强支护。

(2) 合理选择超前加强支护形式。

1) 端头支护形式。悬臂梁与单体液压支柱配套使用的采煤工作面或推移顶梁支护的采煤工作面,上、下端头使用四对八根长钢梁或双楔调角定位顶梁(不少于6架)支护,并保证足够的初撑力。

综采工作面应使用端头支架、普通液压支架或Ⅱ型钢梁支护。

2) 超前支护形式。在一般情况下,采煤工作面上、下两巷超前加强支护形式为铁梁(或木板梁)和单体液压支柱配套使用。布置方式有垂直巷道走向布置和沿巷道走向上、下帮各一排布置2种。一梁三柱或四柱,柱距0.8~1.0m,排距1.0~1.2m。

如果上、下两巷顶板破碎压力大,超前加强支护应采用十字铰接顶梁与单体液压支柱配套形式。

(3) 加强对安全出口和与之相连接的巷道的日常维护。因为与安全出口相连接的巷道若不能保持支架完好和足够断面,即使安全出口畅通无阻,也不能真正起到安全出口行人、运输和通风的作用,同样不能保证采煤工作面正常生产和人员安全。

安全出口和与之相连接的巷道日常维护应该做到以下3点:

1) 必须设专人维护。只有设专人维护,才能从劳动组织方面给予保证,没有人,一切无从谈起。有的单位不重视这一点,出勤人员多时安排人维护,出勤人员少时就不安排维护,甚至有的即使出勤人员多,宁可放在工作面多出煤,也不进行出口维护,造成出口爬行。

2) 保证足够的巷道断面。加强支护的巷道长度不得小于20m,综合机械化采煤工作面安全出口巷道高度不得低于1.8m,其他采煤工作面巷道高度不得低于1.6m。如果巷道底鼓变形,必须清挖。

3) 保持完好的支架,发生支架断梁折柱必须及时更换。

4. 保证采煤工作面正规开采

采煤工作面必须正规开采,严禁采用国家明令禁止的采煤方法,如高落式采煤、巷道式采煤和仓储(房)式采煤等。

高落式采煤(不包括放顶煤采煤)主要开采厚煤层,是一种人工回收顶煤的方式,一般采用非机械化落煤和人工装煤,并与其他采煤方法相组合。存在的主要安全隐患是空顶作业,容易造成顶板事故。

巷道式采煤主要特征为:一是无序开采,多头同掘,系统通风不稳定、不可靠,极易造成瓦斯积聚;二是在顶板来压时,不便于采取卸压措施,支护难度较大;三是无2个以上安全出口,发生灾变时避险路线少,抗灾能力差;四是煤炭回收率低,资源浪费极大。

仓储(房)式采煤俗称掏洞子采煤法,多用来开采缓倾斜厚煤层。采用非机械化落煤,工作面运输设备一般为扒斗式装煤机。煤房的采煤顺序一般为:扩帮、挑顶(卧底)。存在的主要安全隐患是空顶作业,煤房通风量难以控制;另外,煤炭资源回收率很低。