

— 强化红线意识 促进安全发展 —

安全生产管理系列读本

煤矿隐蔽致灾 因素与探查

国家安全生产监督管理总局信息研究院 组织编写



保护矿工生命，矿长守规尽责

煤矿安全管理“红线”

“双七条”宣贯

煤矿安全“1+4”工作法

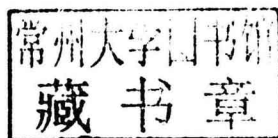


煤炭工业出版社

三产管理系列读本

煤矿隐蔽致灾因素与探查

国家安全生产监督管理总局信息研究院 组织编写



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿隐蔽致灾因素与探查/国家安全生产监督管理总局
信息研究院组织编写. --北京:煤炭工业出版社, 2014

(煤矿安全生产管理系列读本)

ISBN 978-7-5020-4385-8

I. ①煤… II. ①国… III. ①煤矿—灾害防治—风险管理 IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 113818 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京市郑庄宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 1092mm^{1/32} 印张 5^{1/4}

字数 113 千字 印数 1—2 000

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

社内编号 7349 定价 16.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前言

PREFACE

煤炭是我国的主体能源，煤矿安全生产关系煤炭工业持续发展和国家能源安全，关系数百万矿工生命财产安全。近年来，国务院办公厅出台了《关于进一步加强煤矿安全生产工作的意见》（国办发〔2013〕99号），国家安全生产监督管理总局发布了《煤矿矿长保护矿工生命安全七条规定》和《煤矿安全生产“七大攻坚举措”》（简称“双七条”），深入开展“保护矿工生命，矿长守规尽责”主题实践活动和50个煤矿安全重点县遏制重特大事故攻坚战。国家安全生产监督管理总局还提出要实施煤矿安全“1+4”工作法，推动煤矿科学发展、安全发展。

通过各方面共同努力，煤矿安全生产形势持续稳定好转。但事故总量仍然偏大，重特大事故时有发生，暴露出煤矿安全管理中仍存在一些突出问题。为了进一步加强煤矿安全生产管理工作，全面贯彻落实“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，党中央、国务院和国家安全生产监督管理总局对当前的煤矿安全生产管理提出了新的要求和做法，要求深刻汲取事故教训，坚守发展决不能以牺牲人的生命为代价的红线，始终把矿工生命安全放在首位，大力推进煤矿安全治本攻坚，建立健全煤矿安全长效机制，坚决遏制煤矿重特大事故发生。一直以来，煤矿的安全管理往往仅停留在员工层面，很少上升到管理人员层面。而管理人

员在煤矿安全生产中又具有承上启下的作用，既是制度和安全生产措施的制定者、监督者，又是具体的实施者。管理人员的安全管理水平直接关系到煤矿现场的安全生产状况，同时也是发生事故的间接原因。因此，煤矿管理人员更应该积极主动学习安全生产知识，起到模范带头作用。针对当前的煤矿安全生产形势，为了提高煤矿管理人员的安全管理水平，我们组织编写了《煤矿安全生产管理系列读本》，对国家的新要求进行全面解析，以期对煤矿的管理人员起到一定的引导作用。

本套书采用“知识点”的表述形式，重点介绍了煤矿安全生产管理实践中应注意哪些方面，涉及哪些方面的技术，对煤矿基层管理人员所关心的问题进行了详细分析。书中既有基础理论知识，又有实际经验和做法，可供煤矿基层管理人员学习参考，也可供相关人员阅读借鉴。

本套书在组织编写过程中，得到了肥城矿业集团安全技术培训中心、陕西省地质环境监测总站、西安科技大学、河南理工大学、河南能源化工集团焦煤有限公司等单位的大力支持，本套图书的所有作者更是在工作之余精心编写。在这里我们深表谢意！

由于编写组织工作有一定难度，加之时间仓促，不足之处恳请各使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

国家安全生产监督管理总局
信息研究院
2014年4月

目 录

CONTENTS

一、煤矿隐蔽致灾因素概念及特点	1
(一) 煤矿隐蔽致灾因素概念	1
(二) 煤矿隐蔽致灾因素的致灾特点	2
(三) 煤矿隐蔽致灾因素重大事故案例	6
二、煤矿隐蔽致灾因素种类及致灾特点	9
(一) 断层	9
(二) 褶皱	11
(三) 节理	15
(四) 顶板垮落	16
(五) 底板承压水	18
(六) 老空水 (采空区积水)	25
(七) 陷落柱	26
(八) 岩爆 (冲击地压)	29
(九) 瓦斯	34
(十) 煤层自燃及发火	41
(十一) 采空区有害气体	45
(十二) 封闭不良钻孔及油气井	48
(十三) 离层水	50
三、煤矿隐蔽致灾因素探查技术	52
(一) 隐蔽致灾因素探查技术标准及相关规定	52
(二) 隐蔽致灾因素探查技术报告	53

(三) 地震探测技术	56
(四) 瞬变电磁法探测技术	64
(五) 磁法探测技术	68
(六) 地质雷达探查技术	72
(七) 测井技术	74
(八) 钻探技术	85
四、煤矿隐蔽致灾因素探查技术示范	94
(一) 黄陵一号煤矿采空区突水事故探查 技术示范	94
(二) 桑树坪煤矿突水事故致灾因素探查 示范	101
(三) 小断层及煤层起伏形态的综合探测示范	107
(四) 采空区综合探测技术示范	115
(五) 小构造的综合探测技术示范	117
(六) 采空区水害的地质分析技术示范	119
五、煤矿隐蔽致灾因素探查岗位职责与管理制度	127
(一) 地测工作岗位职责与管理制度	127
(二) 防治水岗位职责与管理制度	143
六、结语	158
参考文献	160

一、煤矿隐蔽致灾因素概念及特点

(一) 煤矿隐蔽致灾因素概念

据不完全统计,在煤矿重大事故中,与地质条件有关的占80%。这些地质条件都是看不见、摸不着的隐蔽致灾体,统称为煤矿隐蔽致灾因素。

煤矿隐蔽致灾因素是指隐伏在煤层及其围岩内、在开采过程中可能诱发灾害的地质构造和不良地质体及其在采动应力耦合作用下形成的灾变地质体。主要包括:老窑采空区、各种水体(含水层)、断层、节理、褶皱、陷落柱、岩爆(冲击地压)、瓦斯和应力异常区、煤层自燃与发火、离层水、封闭不良钻孔及油气井等。

煤矿隐蔽致灾因素具有隐蔽性、时变性、突发性的特点,探测和预防难度大,随着煤矿开采活动而演变成灾。近年来出现了多种新型隐蔽致灾因素和灾害形式,例如断层滞后导水、采动离层水为突水水源的水害事故、瓦斯延期突出、浅埋深煤层开采冲击地压、近距离煤层群火灾等。

开展隐蔽致灾因素普查是体现预防为主、源头治理的治本之策,是有效防范煤矿重特大灾害事故的重要举措,是推进煤矿资源整合、严格安全准入的重要抓手,也是一项长期、艰巨的工作。

(二) 煤矿隐蔽致灾因素的致灾特点

【知识点1】煤矿隐蔽致灾因素特点

第一是隐蔽性。这些致灾因素看不见、摸不着，隐蔽性强，完全隐藏在煤层及其围岩之中。

第二是时变性。隐蔽致灾因素随着地壳的运动、煤矿开采活动的进行而变化，如一些逆断层不具有导水性，而采煤可能造成其活化，变为导水断层，成为致灾体。

第三是突发性。许多隐蔽致灾因素致灾时，都是突发性灾害，如对于老空积水突水，一旦采掘工程与老空积水贯通，突发灾难性突水。山西王家岭煤矿、内蒙骆驼山煤矿、陕西桑树坪煤矿的突水都表现为这一特点。

第四是难探测。许多致灾因素隐蔽性强，规模小，开采前很难发现，采用常规手段难以探测。如现有地震勘探技术，一般可以查明落差大于5 m的断层，但落差小于5 m时，也可以致灾。

第五是难预防。煤矿隐蔽致灾因素的上述特点决定了其难预防。

【知识点2】各类隐蔽致灾因素特点

1. 采空区致灾因素及特点

近年来，我国由于煤矿采空区引起的各种事故和灾害问题日趋严重。20世纪80年代末受“有水快流”等政策的影响，历史上存在很多的小煤窑和地方中小煤矿，多属于无规划开采，遗留开采区域不详，缺少文字、图纸资料，导致许多隐蔽性采空区的存在。仅2005年以来，累计取缔非法生产煤矿、非法采煤窝点5.4万处次，关闭各类小煤矿1.6万余处。2007年的煤炭资源整合又关闭了大量小煤矿，一些

整合新建煤矿范围内的历史遗留采空区没有资料，给煤矿生产带来隐蔽致灾因素。随着煤炭资源整合及煤矿兼并重组力度的加大，遗留了大量采空区。由于采空区的隐蔽性，往往诱发采空区透水、有毒有害气体泄漏诱发的中毒、火灾和瓦斯爆炸事故及采空区诱发的其他工程地质灾害，成为附近区域及邻近煤层开采的重大安全隐患。

2. 水害及致灾因素特点

煤矿水害是指煤矿在建设和开采过程中，不同形式、不同水源的水通过特定的途径进入矿坑（矿井），并给矿山建设或生产带来影响或灾害的过程与结果。除采空区积水导致煤矿透水事故多发外，煤矿含水层水害也是导致透水事故的重要因素。我国煤矿含水层水害分布有一定的规律性，它与含煤岩系的成煤环境、成煤地质构造的变迁、煤矿自然地理气候特征及区域水文地质条件有密切联系。目前我国煤矿水害分布划分为四大区：

(1) 华北石炭二叠系岩溶—裂隙水害区，主要分布在河北、山东、山西、河南、陕西、江苏、安徽等地。煤矿突水较频繁，涌水量大或特大（ $1000 \sim 123180 \text{ m}^3/\text{h}$ ），主要致灾因素包括断层、陷落柱、导水裂隙带等。

(2) 华南晚二叠统岩溶水害区，位于我国淮阳古陆以南、川滇古陆以东的长江流域的苏南、皖南、江西、湖南、广东、广西、贵州、云南、四川等省。煤矿突水频繁，突水量大（ $2700 \sim 27000 \text{ m}^3/\text{h}$ ），容易造成淹井，矿井正常涌水量亦大（ $3000 \sim 8000 \text{ m}^3/\text{h}$ ）。主要致灾因素包括地下溶洞（暗河）、构造、地表水等。

(3) 东北侏罗系裂隙水害区，位于东北和内蒙古东部的新华夏系巨型沉降带内。煤矿受山间谷地溪河地表水和第

四系松散层地下水影响严重。主要致灾因素包括煤层顶板含水层、煤层上覆岩层破坏导通水体等。

(4) 西北侏罗系孔隙裂隙水害区，位于昆仑—秦岭构造带以北，包括新疆、青海、甘肃、宁夏、陕西北部和内蒙古西南部广大地区。该区顶板水害突出，第四系水害较严重，尤其是毛乌素沙地建设的陕北、神东煤炭基地，一旦突水，第四系含水层水会携带大量沙子，形成突水溃沙灾害，致灾损失远高于一般水害。主要致灾因素包括突水天窗、风化带分布、含水层富水性与补给程度、地表水受采矿影响程度以及地质构造等。

3. 瓦斯灾害及致灾因素特点

煤矿瓦斯灾害致灾的主要因素是地质构造（褶皱、断层、节理等）、软煤分布及变化、瓦斯含量等。据统计，这三个因素引起的煤与瓦斯突出事故约占 90% 以上，且多因素耦合致使煤矿发生瓦斯灾害的比例逐渐增加，使得防灾抗灾的难度进一步增大。我国煤矿地质条件复杂，煤与瓦斯突出矿井、高瓦斯矿井多且分布广。及时探查发现瓦斯赋存规律，采用抽采瓦斯等技术手段降低瓦斯压力和瓦斯含量，是降低瓦斯灾害的重要措施。

我国瓦斯灾害呈现出区域性分区分带的特点，与煤的形成及其保存条件和形成时代、煤岩结构、煤层厚度、顶底板岩性、构造环境、构造发育程度、构造现今活动特征、地应力集中程度以及地下工程开挖状况、岩石力学性质、外界激发因素等有关，特别是地质构造（褶皱、断裂等）对煤与瓦斯突出具有控制作用。

我国瓦斯灾害按强度可划分三个区，其中华南区强，华北区相对减弱，东北区又稍相对增强。但值得关注的是，华

北区的陕西黄陇侏罗纪煤田（彬长、焦坪、黄陵矿区等），煤油气共生，瓦斯灾害严重。

4. 顶板灾害及致灾因素特点

顶板灾害事故受煤层赋存变化、地质构造、采掘应力变化及开采技术等多种因素影响，其中煤层赋存变化、小构造及应力异常区的隐蔽性强，给顶板灾害的防治增加了难度。

顶板灾害主要分为局部冒顶事故和大面积突然垮落事故。局部冒顶事故是指顶板掉落岩块或局部垮落导致的事故，主要发生在地质条件复杂、机械化程度低的矿区，如四川、贵州、湖南、重庆、云南等地；顶板大面积突然垮落事故是指长壁工作面和房柱式工作面采空区大面积悬顶，在某时突然垮落形成“飓风”和冲击导致的事故，主要发生在坚硬顶板地区（新疆、山西、内蒙古等）、浅埋煤层矿区（鄂尔多斯、榆林、伊犁等）。

5. 岩爆（冲击地压）及致灾因素特点

岩爆（冲击地压）是一种应力控制作用下煤岩体因突然释放巨大能量而引发的破坏性事故。按力源的不同，冲击地压事故一般分为重力控制型、构造应力控制型和复合应力控制型。近年来，随着煤矿开采深度的增加，冲击地压灾害事故越发严重。我国每年都发生多起因冲击地压而导致的人员伤亡事故，是世界上冲击地压最严重的国家之一。

开采深度（地应力）、断层褶曲（构造应力）、煤岩层自身变化（冲击主体）、大厚度坚硬上覆岩层（动应力）和开采布置（应力集中）等是灾害孕育的主要力源，应力突变是冲击地压关键致灾因素。

6. 火灾及致灾因素特点

全国具有自燃倾向性的煤层约占可采煤层 50% 以上，

火灾事故隐患大，非人身伤亡火灾事故频发。我国煤矿自燃火灾因各地区地质体不同而呈现区域性差异：新疆地区多为煤田火灾；西部区域因煤层埋藏浅且多为煤层群开采，浅地表上覆煤层隐蔽火区及采空区隐蔽火区严重；东部区域因开采年限长，平均采深达 600 m 左右，多为深部煤层群隐蔽火区。受采动影响，在下部煤层开采过程中，上覆隐蔽火点成为下部煤层致灾因素。

（三）煤矿隐蔽致灾因素重大事故案例

【案例 1】山西王家岭煤矿突水事故

2010 年 3 月 28 日 14 时 30 分左右，中煤集团一建公司 63 处碟子沟项目部施工的华晋公司王家岭矿北翼盘区 101 回风顺槽发生透水事故，造成 153 人被困。经全力抢险，115 人获救，38 人死亡。

1. 事故原因

直接原因是该矿 20101 回风巷掘进工作面附近小煤窑老空区积水情况未探明，且在发现透水征兆后未及时采取撤出井下作业人员等果断措施，掘进作业导致老空区积水透出，造成 +583.168 m 标高以下巷道被淹和人员伤亡。

间接原因是：地质勘探程度不够，水文地质条件不清，未查明老窑采空区位置和范围、积水情况；水患排查治理不力，发现透水征兆后未采取有效措施；施工组织不合理，赶工期、抢进度；未对职工进行全员安全培训，部分新到矿职工未经培训就安排上岗作业，部分特殊工种人员无证上岗。

2. 经验教训

在未查明采空区及其积水的情况下盲目掘进，发现透水征兆后未采取有效措施，工作人员责任心不强。

【案例2】陕西韩城桑树坪煤矿突水事故

2011年8月7日，陕西韩城矿区桑树坪煤矿发生透水事故，造成全矿井被淹。

1. 事故原因

与该矿相邻的禹昌煤矿（乡镇资源整合矿）11号煤层底板发生突水，通过采空区进入桑树坪煤矿北二采区，在280大巷密闭墙处溃入矿井。桑树坪煤矿在发现井下大量涌水后，立即组织撤人，没有造成人员伤亡，但全矿井被淹没，经济损失巨大。

2. 经验教训

经验：出现突水征兆，安检员及时报告，迅速撤人，没有造成人员伤亡。

教训：隐蔽致灾的小煤矿采空区没有查清，小煤矿越界开采导致采空区积水涌入桑树坪煤矿，造成淹井，损失惨重。

【案例3】陕西陈家山煤矿瓦斯爆炸事故

2004年11月28日早晨7时20分，陕西陈家山煤矿发生重特大瓦斯爆炸事故，当日零点班入井的293名矿工，127人获救，166人遇难。

1. 事故原因

28日凌晨2、4、6时许，监测员三次发现CO和CH₄的含量超标，其中一氧化碳“单零”（即百分之零点零几），比“双零二四”（即0.0024%）的标准高很多，氧气含量也接近最低标准。监测员向调度室汇报后，但没有引起重视，直到发生瓦斯爆炸。

2. 经验教训

瓦斯监测员发现隐患及时报告，但由于盲目追求产量，

没有引起重视，最终酿成惨祸，教训深刻。

【案例4】河南仁和煤矿“9·7”重大透水事故

2008年9月7日5时45分许，河南鹤煤集团禹州仁和煤矿发生透水事故，11021工作面上顺槽上山掘进时发生老空透水事故，出水量大约 300 m^3 ，死亡18人，直接经济损失1545.18万元。

1. 事故原因

直接原因：11021工作面上顺槽上山掘进时发生老空透水。

间接原因：①该矿对上级管理机构先后两次下达的停止作业通知书置之不理，在老空边界进行乱挖滥采的采煤活动，特别是在一探巷有明显透水征兆的情况下，继续组织井下作业人员冒险作业。②该矿安全管理混乱，存在安全管理机构不健全、不按照有关要求配备“五职矿长”、水文地质资料不清、违反国家规定在井下使用包工队作业等重大事故隐患。同时，安全教育和培训不到位，井下作业人员事故防范意识不强，在出现明显透水征兆的情况下仍冒险作业。

2. 经验教训

老空水是煤矿突水最大的隐蔽致灾源，在开采历史较长的区域采煤，必须查明采空区分布和积水情况，评价其危害性，并采取相应的措施。

二、煤矿隐蔽致灾因素种类及致灾特点

煤矿隐蔽致灾因素较多，主要是煤层赋存的空间地质体特征和人类工程活动决定的，根据致灾因素形成特征，将其划分为三大类十三种（图 2-1）。

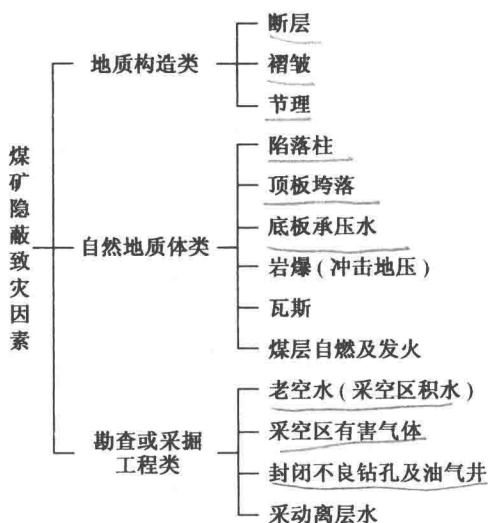


图 2-1 煤矿隐蔽致灾因素种类划分

(一) 断层

断层是构造运动中广泛发育的构造形态。它破坏了岩层

的连续性和完整性。在断层带上往往岩石破碎，易被风化侵蚀。沿断层线常常发育为沟谷，有时出现泉或湖泊。

【知识点1】断层的组成要素

断层是指破裂面两侧岩块发生显著相对位移的断裂构造。规模大小不等，大者沿走向延伸数百千米，常由许多断层组成，可称为断裂带；小者可见于手标本。断层由断层面和断盘构成。断层面是岩块沿之发生相对位移的破裂面。断盘指断层面两侧的岩块，位于断层面之上的称为上盘，断层面之下的称为下盘，如断层面直立，则按岩块相对于断层走向的方位来描述。

断层两侧错开的距离统称位移。按测量位移的参考物的不同，有真位移和视位移之分。真位移是断层两侧相当点错开的距离，即断层面上错断前的一点，错断后分成的两个对应点之间的距离，称为总滑距；视位移是断层两侧相当层错开的距离，即错动前的某一岩层，错断后分成两对应层之间的距离，统称断距。

【知识点2】断层的分类

按断层的位移性质分为：正断层、逆断层和平移断层，如图2-2所示。

【知识点3】断层致灾特点

断层是煤矿生产中最常见也是影响煤矿生产效率和煤矿隐蔽致灾的最主要地质因素之一。断层不仅错断了煤层的连续性，影响采煤工作面的部署和机械化开采，也成为煤矿突水灾害的直接通道。

因此，我国在20世纪90年代初期就开展了煤矿采区三维地震勘探工作，形成了较为成熟的理论与技术，可以查明落差5 m及以上的断层；也可以解释出落差大于3 m的断