



目 录

第一篇 煤矿安全生产方针及法律法规

第一章 煤矿安全生产方针	(2)
第二章 煤矿安全生产法律法规	(4)
第一节 关于《安全生产法》	(4)
第二节 关于《矿山安全法》	(8)
第三节 关于《煤炭法》	(9)
第四节 关于《煤矿安全监察条例》	(9)
第五节 关于《煤矿安全规程》	(10)
第六节 关于《安全生产违法行为行政处罚办法》	(11)
第七节 关于《安全生产许可证条例》	(11)

第二篇 煤矿瓦斯防治技术

第一章 瓦斯基础知识	(14)
第二章 矿井瓦斯等级鉴定及预测技术	(20)
第一节 矿井瓦斯等级划分和认定	(20)
第二节 鉴定管理	(21)
第三节 瓦斯矿井和高瓦斯矿井的鉴定	(21)
第四节 煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井的鉴定	(22)
第三章 矿井瓦斯爆炸及其预防技术	(23)
第一节 矿井瓦斯爆炸	(23)
第二节 瓦斯爆炸的原因	(25)
第三节 防治瓦斯积聚的措施	(27)
第四节 煤尘爆炸性鉴定	(34)



第四章 矿井瓦斯涌出量 ·····	(35)
第一节 瓦斯涌出量·····	(35)
第二节 影响瓦斯涌出的因素·····	(35)
第三节 矿井瓦斯涌出来源的分析与分源治理·····	(36)
第四节 瓦斯涌出不均系数·····	(36)
第五节 矿井瓦斯等级·····	(37)
第六节 矿井瓦斯涌出量预测·····	(38)
第五章 矿井瓦斯抽采技术 ·····	(47)
第一节 瓦斯抽放系统的构成·····	(47)
第二节 瓦斯抽放基本参数·····	(50)
第三节 选择抽采瓦斯方法的原则·····	(50)
第四节 瓦斯抽放的基本方法·····	(52)
第六章 矿井瓦斯检测与检查技术 ·····	(64)

第三篇 矿尘防治技术

第一章 矿尘基本知识 ·····	(71)
第一节 矿尘的产生及分类·····	(71)
第二节 矿尘的危害·····	(72)
第三节 含尘量的计量指标·····	(74)
第四节 矿尘性质·····	(75)
第二章 煤尘爆炸及预防 ·····	(77)
第一节 煤尘爆炸的机理及特征·····	(77)
第二节 煤尘爆炸的条件·····	(78)
第三节 影响煤尘爆炸的因素·····	(78)
第四节 预防煤尘爆炸的技术措施·····	(80)
第三章 矿山综合防尘技术 ·····	(85)
第四章 矿尘测定技术 ·····	(89)
第一节 粉尘浓度测定方法·····	(89)
第二节 滤膜质量称重测尘法测尘·····	(92)
第三节 测定粉尘分散度·····	(94)
第四节 测定矿尘中游离二氧化硅含量·····	(97)



第四篇 矿井火灾防治技术

第一章 矿井火灾基本知识	(103)
第二章 煤炭自燃理论基础	(107)
第一节 煤炭自燃理论	(107)
第二节 影响煤炭自然发火的因素	(109)
第三节 煤的自燃过程	(111)
第三章 外因火灾及其预防	(116)
第一节 外因火灾的预防	(116)
第二节 预防外因火灾的技术措施	(118)
第四章 火灾预测与预报	(120)
第一节 外因火灾预测	(120)
第二节 煤炭自燃火灾的预报	(120)
第五章 矿井灭火技术	(125)
第一节 开采技术防火措施	(125)
第二节 开拓开采技术防火措施	(127)
第三节 介质防灭火	(131)
第四节 均压防灭火	(142)
第五节 火灾时期通风	(151)
第六章 矿井火灾处理与控制	(155)
第一节 直接灭火法	(155)
第二节 隔绝灭火	(157)
第三节 联合灭火	(160)
第四节 火区的管理与启封	(160)

第五篇 矿井水害防治技术

第一章 矿井水害的基本知识	(164)
第一节 矿床充水的天然条件	(164)
第二节 矿井水灾发生基本条件	(172)
第三节 矿井涌水通道	(177)
第四节 矿井充水强度	(180)



第二章 矿井水害防治技术措施	(184)
第一节 地面水防治技术	(184)
第二节 井下防治水技术	(186)
第三章 矿井透水事故处理措施	(195)

第六篇 矿井冲击地压与防治技术

第一章 冲击地压发生的机理	(200)
第二章 冲击地压的预报	(205)
第三章 冲击地压的防治	(207)

第七篇 矿山应急救援

第一章 矿山救护队	(217)
第一节 救护队的性质与任务	(217)
第二节 救护队的组织	(218)
第三节 救护队指战员的职责	(220)
第四节 矿山救护装备与设施	(222)
第二章 矿山救护工作	(227)
第一节 事故抢救前的准备	(227)
第二节 瓦斯爆炸事故的处理	(230)
第三节 矿井火灾的处理	(231)
第四节 矿井水灾的处理	(235)
第五节 冒顶事故的处理	(238)
第六节 瓦斯突出事故的处理	(242)
第七节 煤尘爆炸事故的处理	(244)
参考文献	(246)

第一篇

煤矿安全生产方针及法律法规





第一章 煤矿安全生产方针

“安全生产”是指在社会生产活动中,通过人、机、物、方法、环境的和谐运作,使生产过程中潜在的各种事故风险和伤害因素始终处于有效控制状态,切实保护劳动者的生命安全和身体健康。方针是国家或政党在一定历史时期内,为达到一定目标而确定的指导思想和遵循原则。煤矿安全生产方针是党和国家为确保煤矿安全生产而确定的指导思想和行动准则,即“安全第一、预防为主、综合治理”。

党和国家主要领导人高度重视煤矿安全生产。毛泽东主席于 1952 年指出:“在实施增产节约的同时,必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业。如果只注意前一方面,忘记或稍加忽视后一方面,那是错误的。”周恩来总理于 1959 年视察河北井陘煤矿时指出:“在煤矿,安全生产是主要的,生产和安全发生矛盾时,生产要服从安全。”1997 年,江泽民主席指出:“必须坚决树立‘安全生产第一’的思想,强调任何企业都要努力提高经济效,《煤炭法》明确规定:“煤矿爆破业必须坚持安全第一、预防为主的安全生产方针”。2002 年 6 月 29 日通过、2002 年 11 月 1 日起施行的《安全生产法》也明确了“安全生产管理,坚持安全第一、预防为主”的方针。这些法规都为煤矿安全生产方针的提出和贯彻执行指明了方向。2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过了全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国安全生产法》的决定,自 2014 年 12 月 1 日起施行。

安全第一:指在安全与生产的关系的处理上,要始终坚持安全第一;煤矿整个生产建设过程中,要把安全工作放在各项工作首位,摆在第一重要的位置;要把保护矿工的身体健康和生命安全放在第一位,是强调安全、突出安全、安全优先,把安全放在一切工作的首位,要求各级政府和煤矿领导及职工把安全生产当作头等大事来抓,切实处理好安全与效益、安全与生产的关系;当生产建设等与安全发生矛盾时,安全是第一位的,要树立人是最宝贵的思想,努力做到不安全不生产、隐患不处理不生产、措施不落实不生产;在确保安全的前提下,实现生产经营的各项指标。安全第一是衡量煤矿安全工作的硬性指标,必须认真贯彻执行。



预防为主:要实现安全第一,必须以预防为主。要不断地查找隐患,谋事在先,尊重科学,探索规律,采取有效的事前控制措施,防微杜渐、防患于未然,把事故、隐患消灭在萌芽之中。虽然在生产经营活动中还不可能完全杜绝事故发生,但只要思想重视,按照客观规律办事,运用安全原理和方法,预防措施得当,事故特别是重大恶性事故就可以大大减少。

综合治理:指明了煤矿安全生产必须坚持标本兼治的原则;指明了煤矿安全生产必须坚持综合防范原则;指明了煤矿安全生产必须坚持加强安全建设原则,指明了煤矿企业必须坚持“三并重”原则。

煤矿安全生产方针是煤矿安全生产管理的基本方针。贯彻落实好这个方针,对于处理安全与生产以及与其他各项工作的关系,科学管理,搞好安全,促进生产和效益提高,推动各项工作时顺利进行有重大意义。



第二章 煤矿安全生产法律法规

新中国成立以来特别是改革开放以来,我国的立法工作发展较快,煤矿安全法律法规体系已基本形成。主要有四个部分:一是全国人大及其常务委员会颁布的关于安全生产的法律;二是国务院颁布的关于安全生产的行政法规;三是省(自治区、直辖市)级人大及其常务委员会颁布的关于安全生产的地方性法规;四是国务院有关部委、省级人民政府颁布的关于安全生产的规章和地方规章。

我国煤矿安全法律法规体系主要内容有:

1. 法律有《安全生产法》《煤矿法》《矿山安全法实施办法》《劳动法》《矿产资源法》等。

2. 行政法规有《煤矿安全监察条例》《煤炭生产许可证管理办法》《安全生产许可证条例》《乡镇煤矿管理条例》《矿山安全法实施条例》《特别重大事故调查程序暂行规定》《企业职工伤亡事故报告和处理规定》等。

3. 地方性法规有《××省矿山安全法实施办法》《××省煤炭法实施办法》等。

4. 部门规章和地方政府规章有《煤矿安全规程》《爆破安全规程》《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》等。

第一节 关于《安全生产法》

一、立法的目的与意义

《安全生产法》于2002年6月29日由第九届全国人民代表大会常务委员会第28次全体会议通过,同日由国家主席江泽民签发命令予以公布,于2002年11月1日起施行。制定这部法律的目的,是为了加强安全生产的监督管理,防止和减少安全事故,保障人民群众的生命和财产安全,促进经济发展。其意义是四个需要,即:一是依法加强监督管理、安全监察和依法行政的需要;二是预防和减少事故,保护人民群众的生命和财产安



全的需要；三是依法制裁安全生产违法犯罪的需要；四是建立和完善我国安全生产法律体系的需要。

二、主要内容

2014年10月1日实施的《安全生产法》共7章114条，具有丰富的内涵。其核心内容简略归纳如下(以下简称《安全生产法》)。

1. 三大目标

《安全生产法》的第一条，开宗明义地确立了通过加强安全生产监督管理措施，防止和减少生产安全事故，需要实现如下基本的三大目标：保障人民生命安全，保护国家财产安全，促进社会经济发展。由此确立了安全(生产)所具有的保护生命安全的意义、保障财产安全的价值和促进经济发展的生产力功能。

2. 五方运行机制(五方结构)

在《安全生产法》的总则中，规定了保障安全生产的国家总体运行机制，包括如下五个方面：政府监管与指导(通过立法、执法、监管等手段)；企业实施与保障(落实预防、应急救援和事后处理等措施)；员工权益与自律(8项权益和3项义务)；社会监督与参与(公民、工会、舆论和社区监督)；中介支持与服务(通过技术支持和咨询服务等方式)。

3. 两结合监管体制

《安全生产法》明确了我国现阶段实行的国家安全生产监管体制。这种体制是国家安全生产综合监管与各级政府有关职能部门(公安消防、公安交通、煤矿监督、建筑、交通运输、质量技术监督、工商行政管理)专项监管相结合的体制。其有关部门合理分工、相互协调，相应地表明了我国安全生产法的执法主体是国家安全生产综合管理部门和相应的专门监管部门。

4. 七项基本法律制度

《安全生产法》确定了我国安全生产的基本法律制度。分别为：安全生产监督管理制度；生产经营单位安全保障制度；从业人员安全生产权利义务制度；生产经营单位负责人安全责任制度；安全中介服务制度；安全生产责任追究制度；事故应急救援和处理制度。

5. 四个责任对象

《安全生产法》明确了对我国安全生产具有责任的各方，包括以下四个方面：政府责任方，即各级政府对安全生产负有监管职责的有关部门；生产经营单位责任方；从业人员责任方；中介机构责任方。



6. 三套对策体系

《安全生产法》指明了实现我国安全生产的三大对策体系。

事前预防对策体系,即要求生产经营单位建立安全生产责任制、坚持“三同时”、保证安全机构及专业人员落实安全投入、进行安全培训、实行危险源管理、进行项目安全评价、推行安全设备管理、落实现场安全管理、严格交叉作业管理、实施高危作业安全管理、保证承包租赁安全管理、落实工伤保险等,同时加强政府监管、发动社会监督、推行中介技术支持等都是预防策略。

事中应急救援体系,要求政府建立行政区域的重大安全事故救援体系,制定社区事故应急救援预案;要求生产经营单位进行危险源的预控,制定事故应急救援预案等。

建立事后处理对策系统,包括推行严密的事故处理及严格的事故报告制度,实施事故后的行政责任追究制度,强化事故经济处罚,明确事故刑事责任追究等。

7. 生产经营单位主要负责人的六项责任

《安全生产法》特别对生产经营单位负责人的安全生产责任做了专门的确定。确定如下:建立健全安全生产责任制;组织制定安全生产规章制度和操作规程;保证安全生产投入;督促检查安全生产工作,及时消除生产安全事故隐患;组织制定并实施生产安全事故应急救援预案;及时报告并如实反映生产安全事故。

8. 从业人员八大权利

《安全生产法》明确的从业人员的八项权利如下:

(1)知情权,即有权了解其作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施和事故应急措施。

(2)建议权,即有权对本单位的安全生产工作提出建议。

(3)批评权、检举权、控告权,即有权对本单位安全生产管理工作中存在的问题提出批评、检举、控告。

(4)拒绝权,即有权拒绝违章作业指挥和强令冒险作业。

(5)紧急避险权,即发现直接危及人身安全的紧急情况时,有权停止作业或者在采取可能的应急措施后撤离作业场所。

(6)依法向本单位提出要求赔偿的权利。

(7)获得符合国家标准或者行业标准劳动防护用品的权利。

(8)获得安全生产教育和培训的权利。

9. 从业人员的三项义务

《安全生产法》明确了从业人员的三项义务:



(1)自律遵规的义务,即从业人员在作业过程中,应当遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程,服从管理,正确佩戴和使用劳动防护用品。

(2)自觉学习安全生产知识的义务,要求掌握本职工作所需的安全生产知识,提高安全生产技能,增强事故预防和应急处理能力。

(3)危险报告义务,即发现事故隐患或者其他不安全因素时,应当立即向现场安全生产管理人员或者本单位负责人报告。

10. 四种监督方式

《安全生产法》以法定的方式明确规定了我国安全生产的多种监督方式。

(1)工会民主监督,即工会有权对建设项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用进行监督,提出意见。

(2)社会舆论监督,即新闻、出版、广播、电影、电视等单位有对违反安全生产法律、法规的行为进行舆论监督的权利。

(3)公众举报监督,即任何单位存在事故隐患或者个人做出违反安全生产法规的行为时,均有权向负有安全生产监督管理职责的部门报告或者举报。

(4)社区报告监督。即居民委员会、村民委员会发现其所在区域内的生产经营单位存在事故隐患或者安全生产违法行为时,有权向当地人民政府或者有关部门报告。

11. 38 种违法行为

《安全生产法》明确了政府、生产经营单位、从业人员和中介机构可能产生的 38 种违法行为。其中生产经营单位及负责人 30 种,政府监督部门及人员 5 种,中介机构 1 种,从业人员可能存在的违法行为有 2 种。

12. 十三种处罚方式

《安全生产法》明确了相应违法行为的处罚方式:对政府监督管理人员有降级、撤职的行政处罚;对政府监督管理部门有责令改正、责令退还违法收取的费用的处罚;对中介机构有罚款、第三方损失连带赔偿、撤销机构资格的处罚;对生产经营单位有责令限期改正、停产停业整顿、经济罚款、责令停止建设、关闭企业、吊销其有关证照、连带赔偿等处罚;对生产经营单位负责人有行政处分、个人经济罚款、限期不得担任生产经营单位的主要负责人、降职、撤职、处十五日以下拘留等处罚;对从业人员有批评教育、依照有关规章制度给予处分的处罚。无论任何人,造成严重后果,构成犯罪的,依照刑法有关规定追究刑事责任。



第二节 关于《矿山安全法》

1. 立法的目的与意义

《矿山安全法》于 1992 年 11 月 7 日由第七届全国人民代表大会常务委员会第 28 次会议通过,由国家主席以第 65 号命令发布,自 1993 年 5 月 1 日起施行。这是新中国成立以来第一部矿山安全法。其立法目的是:坚持保护矿工生命安全的宗旨,从实际出发,做到劳动部门监督与矿山企业主管部门的管理相结合、国家监督和民众监督结合起来,建立健全各级生产和管理人员的安全生产责任制,防止矿山事故,保护矿山职工的人身安全,促进采矿工业健康发展,健全矿山法制。

2. 主要内容

该法共八章 50 条。第一章总则、第二章矿山建设的安全保障、第三章矿山开采的安全保障、第四章矿山企业的安全管理、第五章矿山安全的监督和管理、第六章矿山事故处理、第七章法律责任、第八章附则。其主要内容包括:矿山建设工程的安全设施必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用;矿井的通风系统,供电系统,提升、运输系统,防水、排水系统和防火、灭火系统,防瓦斯和防尘系统必须符合矿山安全规程和行业技术规范;矿山企业职工有权对危害安全的行为提出批评、检举、控告;矿山企业对职工进行安全教育、培训,未经安全教育、培训的,不得上岗作业;矿山企业安全生产的特种作业人员必须接受专门培训,经考核合格取得操作资格证书的,方可上岗作业;矿长必须经过考核,具备安全专业知识,具有领导安全生产和处理矿山事故的能力;矿山企业必须对瓦斯爆炸、煤尘爆炸、冲击地压、瓦斯突出、火灾、水害、冒顶等危害安全的事故隐患采取预防措施;已投入生产的矿山企业,不具备安全生条件而强行开采的,要责令其限期改进,逾期仍不具备安全生产条件的,责令其停产整顿或吊销其采矿许可证和营业执照;矿山企业主管人员违章指挥、强令工人冒险作业,因而发生重大伤亡事故的,和对矿山事故隐患不采取措施,因而发生重大伤亡事故的,依照刑法规定追究刑事责任等。



第三节 关于《煤炭法》

1. 立法的目的与意义

《煤炭法》于1996年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第21次会议通过,国家主席签发第75号命令,1996年12月1日起施行。是中国第一部煤炭法,是中国煤炭法制建设的里程碑,为煤炭的生产、经营活动确立了基本原则,从而使煤炭行业在法制轨道上健康发展。立法目的是:合理开发利用和保护煤炭资源,规范煤炭生产、经营活动,促进和保障煤炭行业的发展。

2. 《煤炭法》的主要内容

该法共八章81条。第一章总则、第二章煤炭生产开发与煤矿建设、第三章煤炭生产与安全管理、第四章煤炭经营、第五章煤矿矿区保护、第六章监督检查、第七章法律责任、第八章附则。该法确立了坚持安全第一、预防为主的安全方针,提出了保障国有煤矿的健康发展;开发利用煤炭资源,应当遵守环保法规、法律,做到使环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时验收、同时投入使用;严格实行煤碳水化合物生产许可证制度和煤矿企业责任制度及上岗作业培训制度;加强矿区保护,加强煤矿企业监督检查,要求煤矿企业依法办事;维护煤矿企业合法权益,禁止违法开采、违章指挥、滥用职权、玩忽职守、冒险作业,依法追究煤矿企业管理人员违法责任等,该法对煤矿企业的健康发展具有重大意义。

第四节 关于《煤矿安全监察条例》

1. 《煤矿安全监察条例》背景

一是煤矿安全监察体制改革的需要。1999年12月20日国务院办公厅下发国务院关于我国煤矿安全管理监督体制改革实施方案,设立国家煤矿安全监察局,负责煤矿安全监察,成立了25个省级煤矿安全监察局、71个煤矿安全监察分局,实行中央垂直管理。这种体制需要用法规加以规范;二是煤矿安全监察机构开展工作的需要。由于执法主体从劳动部门到煤矿监察机构的转换,实行的是垂直管理,因此过去有关的法律法规已不适应煤矿安全监察。为了明确责任权利,解决修改法律法规费时较长的问题,由国务院制定一个行政法规,解决煤矿安全监察机构工作的现实问题比较适宜;三是改变和



促进我国煤矿安全状况根本好转的客观需要。全国煤矿每年均有较多重大事故发生,人员伤亡大,不仅给职工家属带来巨大痛苦,而且还造成了重大经济损失和政治影响。近几年,美国、俄罗斯、南非、波兰、印度等国家煤矿的死亡人数都在明显下降,我国与世界产煤国家安全状况的差距太大,其中我国的煤矿安全监察体制不适应,安全监察不到位,也是原因之一。

制定《煤矿安全监察条例》的目的是:保障煤矿安全、规范煤矿安全监察工作,保护煤矿职工人身安全和健康,促进煤矿健康发展。

2.《煤矿安全监察条例》的主要内容

该项条例于2000年11月7日以国务院第296号命令颁布,于2000年12月1日实施。该条例共有五章50条。该条例明确了煤矿安全监察制度、权力、地位、职责、监察内容、行政处罚种类、工作原则及与政府的关系等,是我国第一部较为全面的煤矿安全监察的行政法规,是依法监察的法律武器,填补了煤矿监察法规的空白,对于依法治矿,促进安全生产具有重大意义。

第五节 关于《煤矿安全规程》

1. 目的和意义

《煤矿安全规程》(简称《规程》)于2006年10月25日由国家安全生产监督管理总局发布,自2007年1月1日起施行。《规程》以《矿山安全法》《煤炭法》《煤矿安全监察条例》及我国原有《煤矿安全规程》《小煤矿安全规程》《露天煤矿安全规程》为依据,坚持“安全第一、预防为主”的方针,坚持以先进的科学技术为导向,以生产实践为基础,向世界先进水平靠近,不迁就保护落后,结合我国煤矿技术水平、装备水平实际,坚持改革开放、不断探索,具有权威、科学、实用、全面和可操作性的特点,是煤矿必须遵守的法定规程,具有不容置疑的法律地位。《规程》制定的目的,是保障煤矿安全生产和职工人身安全,防止煤矿事故。其意义就是规范煤矿工作,加强管理和监察执法,遏制重大、特大事故,保护职工安全和健康,保证和促进我国煤炭工业健康发展和煤矿安全状况稳定好转,为国家步入小康社会作出应有贡献。

2.《规程》的主要内容

《规程》共有四编751条。第一编总则,规定煤矿必须遵守有关安全生产的法律法规、规章制度、标准和技术规范,建立各类人员安全生产责任制;明确职工有权停止违章作业、拒绝违章指挥;第二编井下部分,规定开采、“一通三防”管理、提升运输、机电管理,



以及爆破作业涉及的安全生产行为标准;第三编露天部分,规范了采剥、运输、排土、滑坡和 水火防治、电气及设备检修标准;第四编职业危害,规定必须做好职业危害的防治与管理工作和职业卫生劳动保护工作,使职工健康得到保护。该《规程》为第七将从睡订本,是我国煤矿安全管理方面最全面、最具体、最权威的一部基本规程,是国家有关法律和法规的具体化。

第六节 关于《安全生产违法行为行政处罚办法》

1. 目的和意义

《安全生产违法行为行政处罚办法》(简称《处罚办法》)自 2003 年 7 月 1 日起施行。制定该办法的目的是,为了制裁安全生产违法行为,规范安全生产行政处罚工作,保证生产经营单位依法进行安全生产。它适用于县级以上人民政府安全生产监督管理部门对生产经营单位及其有关人员在生产经营活动中违反有关安全生产的法律、行政法规、部门规章、国家标准、行业标准和规程的违法行为实施行政处罚。

2. 主要内容

《处罚办法》共有 6 章 78 条,主要包括:总则,行政处罚的种类、管辖,行政处罚的程序,行政处罚的适用,行政处罚的执行和备案及附则。其中第二章行政处罚的种类、管辖中规定行政处罚共有 9 种,分别为:警告、罚款、没收违法所得、责令改正、责令限期改正、责令停止违法行为、责令停产停业整顿、责令停产停业、责令停止建设、拘留、关闭、吊销有关证照、安全生产法律,行政法规规定的其他行政处罚。第四章行政处罚的适用中,规定了对生经营单位及主要负责人不够刑事处罚的安全生产违法行为,可以处以 20 万元以下的罚款。其他违法处罚规定也明确、具体,有很强的可操作性。

第七节 关于《安全生产许可证条例》

1. 《安全生产许可证条例》(以下简称《条例》)的目的及适用范围

《条例》于 2004 年 1 月 7 日由国务院第 34 次常务会议通过,并于 2004 年 1 月 13 日发布实施。制定《条例》的目的是,严格规范安全生产条件,进一步加强安全生产监督管理,防止和减少生产安全事故,确保安全生产。

2. 《条例》的主要内容

《条例》共 24 条,规定了相关企业实行安全生产许可证制度;明确了国家 t 省(自治



区、直辖市)的安全生产监督管理部门和煤矿安监机构,以及国家、省级建设和国防科技工业主管部门的发证权和管理权;提出了取得安全生产许可证应当具备的安全生产条件;对安全生产许可证管理、监督和使用做出了规定,对行政处罚明确了权力机关。这是一个有利于从源头上遏制安全事故的法规,也是煤矿企业和其他相关企业加强法治管理、科学管理的有力武器。

第二篇

煤矿瓦斯防治技术





第一章 瓦斯基础知识

瓦斯是古代植物在堆积成煤的初期,纤维素和有机质经厌氧菌的作用分解而成。在高温、高压的环境中,在成煤的同时,由于物理和化学作用,继续生成瓦斯。煤层瓦斯是腐殖型有机物在成煤的过程中生成的。如图 2-1 所示,煤的原始母质——腐殖质沉积以后,一般经历两个成气时期:从植物遗体到泥炭属于生物化学成气时期;在地层的高压高温作用下从褐煤到烟煤直到无烟煤属于煤化变质作用成气时期。

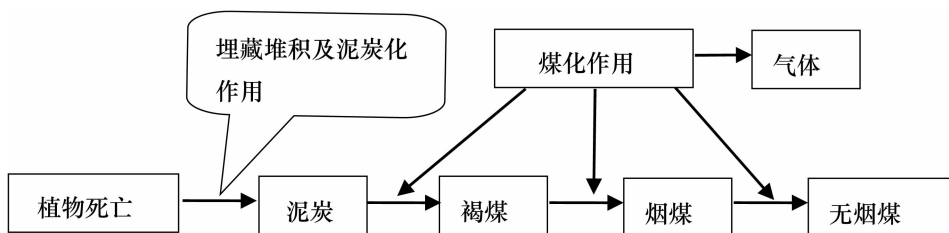


图 2-1 瓦斯形成过程图

煤矿瓦斯则是指天然气。主要成分是烷烃,其中甲烷占绝大多数,另有少量的乙烷、丙烷和丁烷。此外,煤矿瓦斯一般还含有硫化氢、二氧化碳、氮和水汽,以及微量的惰性气体,如氦和氩等。植物在成煤过程中生成的大量气体,又称煤层气。腐殖型的有机质,被细菌分解,可生成瓦斯;其后随着沉积物埋藏深度增加,在漫长的地质年代中,由于煤层经受高温、高压的作用,进入煤的碳化变质阶段,煤中挥发分减少,固定碳增加,又生成大量瓦斯,保存在煤层或岩层的孔隙和裂隙内。

瓦斯是无色、无味、无臭的气体,但有时可以闻到类似苹果的香味,这是由于芳香族的碳氢气体同瓦斯同时涌出的缘故。瓦斯对空气的相对密度是 0.554,在标准状态下瓦斯的密度为 0.716 kg,瓦斯的渗透能力是空气的 1.6 倍,难溶于水,不助燃也不能维持呼吸,达到一定浓度时,能使人因缺氧而窒息,并能发生燃烧或爆炸。瓦斯在煤体或围岩中是以游离状态和吸着状态存在的。



一、瓦斯的危害

1. 窒息:当瓦斯浓度达到 43% 时,氧气冲淡到 12%,人会感到呼吸困难;当瓦斯浓度达到 57% 时,氧气冲淡到 9%,人就会窒息、死亡。
2. 燃烧、爆炸:当瓦斯与空气混合达到一定浓度时,遇高温火源能燃烧、爆炸。
3. 煤与瓦斯突出:摧毁、堵塞巷道,甚至引起人员窒息死亡、瓦斯爆炸。

二、瓦斯爆炸

1. 瓦斯爆炸的概念

瓦斯是一种能燃烧和爆炸的气体,瓦斯爆炸就是空气中氧气(O_2)与瓦斯(CH_4)进行剧烈氧化反应的结果,会产生二氧化碳和水蒸气,并释放出大量的热量,这些热量能使反应过程中生成的二氧化碳和水蒸气迅速膨胀并形成高温、高压,并以极高的速度向外冲出,而产生动力现象。

2. 瓦斯爆炸的必备条件

(1) 瓦斯浓度:当瓦斯浓度在 5%~16% 之间才能爆炸。浓度不同,燃烧和爆炸的特性也不同。当瓦斯浓度小于 5% 时参加反应的瓦斯少,不能形成热量积聚,瓦斯不爆炸只燃烧;当瓦斯浓度达 5%~9.5% 时,爆炸威力迅速增强,通过实验测定,当瓦斯浓度在 8.5% 时,瓦斯全部参加反应,威力最强;当瓦斯浓度达 9.5%~16% 时,爆炸威力逐渐减弱;当瓦斯浓度高于 16% 时,由于氧气含量不足,热量被多余的瓦斯和周围其他介质吸收而降温,不能爆炸。

(2) 引火温度:瓦斯最低点燃温度为引火温度,在 650~750 °C。

(3) 爆炸下限缓慢上升,而上限迅速下降;当氧气浓度小于 12% 时,瓦斯则失去爆炸性,遇火不爆炸。

3. 瓦斯爆炸产生的危害

(1) 爆炸温度高,瓦斯爆炸瞬时温度可达 1850~2650 °C 之间,能烧伤人员、烧坏设备,并能引起火灾,扩大灾情。

(2) 爆炸压力大,高温时气体突然膨胀,形成冲击波,能够破坏井巷及设备,并扬起煤尘使之参与爆炸。

(3) 产生大量的有毒有害气体。爆炸后氧气供给不足,产生大量的一氧化碳,统计资料表明,在爆炸中死于一氧化碳的人数占总死亡人数的 70% 以上。



三、瓦斯赋存

煤中瓦斯的赋存状态一般有吸附状态和游离状态 2 种,如图 2-2 所示。在煤层赋存的瓦斯量中,通常吸附瓦斯量占 80%~90%,游离瓦斯量占 10%~20%;游离瓦斯以自由气体形式存在(于孔径大于 10 nm 内)。吸附瓦斯分为吸着状态与吸收状态,在吸附

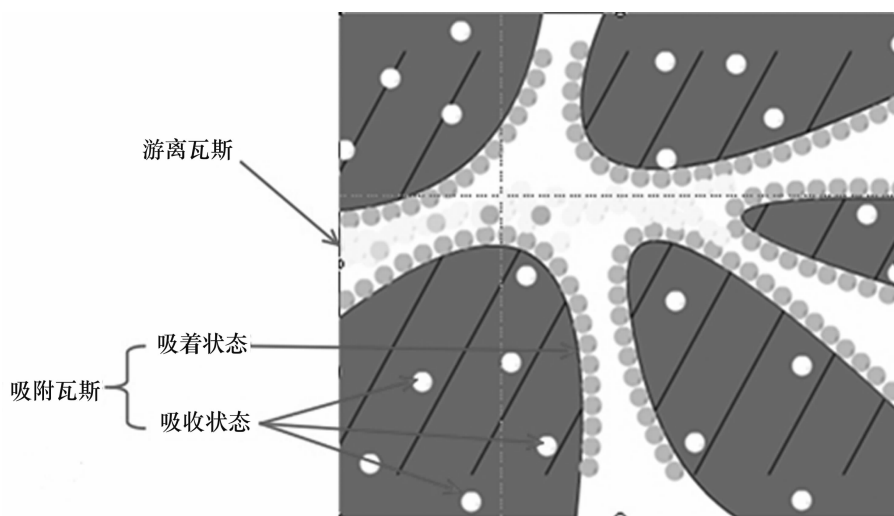


图 2-2 瓦斯吸附状态图

瓦斯量中又以煤体表面吸着的瓦斯量占多数。煤是一种天然的吸附剂,具有良好的吸附性能。煤对瓦斯的吸附属于物理吸附,即瓦斯分子与煤分子之间的作用力是剩余的表面自由力(范德华引力)。在一定条件下,瓦斯还可以从煤中解吸出来,吸附与解吸是可逆的,如图 2-3 所示。

1. 煤层瓦斯垂向分带

当煤层直达地表或直接为透气性较好的第四系冲积层覆盖时,由于煤层中瓦斯向上运移和地面空气向煤层中渗透,使煤层内的瓦斯呈现出垂直分带特征。

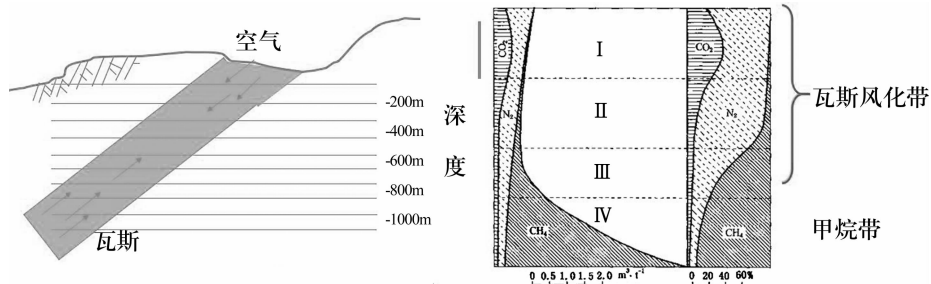


图 2-3 瓦斯垂向风化带图



2、煤的孔隙

(1)孔隙率

煤的孔隙率就是孔隙的总体积与煤的总体积的比。煤的孔隙率是决定煤的吸附、渗透和强度性能的重要因素。通过孔隙率和瓦斯压力的测定,可以计算出煤层中的游离瓦斯量。此外,孔隙率的大小与煤中瓦斯流动情况也有密切关系。

(2)煤的孔隙特征

煤的变质程度,随煤化程度的加深,总孔隙体积先减少,到焦煤、瘦煤达到最低,而后逐渐增加,至无烟煤达到最大。但微孔体积是随煤化程度的增加一直增长。煤的破坏程度,破坏程度越高,煤的渗透容积就越大,但破坏程度对微孔影响不大。压性的地应力(压应力)可使渗透容积缩小,压应力越高,煤体渗透容积缩小越多。而张性应力(张应力)则可使裂隙张开,从而使渗透容积增大。目前最有效的区域瓦斯治理方法,正是利用降低地应力来增加煤层渗透率,采用卸压瓦斯抽采技术。

3. 煤的瓦斯吸附性能

吸附是一种界面现象,是物理吸附、化学吸附和吸收的总称。煤对瓦斯的吸附属于物理吸附。吸附力为范德华力,煤吸附瓦斯是可逆过程,煤吸附的瓦斯量和脱附时解吸的瓦斯量基本相同。煤中除表面吸附瓦斯外,还存在吸收状态的瓦斯。所谓吸收是指瓦斯分子更深入地进入煤的微孔中,进入煤分子晶格之中,形成固溶体状态。煤的吸附性通常用煤的吸附等温线表示。煤的瓦斯吸附饱和度是吸附瓦斯量与极限吸附瓦斯量之比。

大量实验发现,煤的吸附性与煤的变质程度之间并不存在单值联系,但有一个总的趋势,即在相同瓦斯压力下,煤的吸附瓦斯量随煤的变质程度提高而增大。煤的温度对煤的吸附能力有显著影响。如图如图 2-4 所示,在同一瓦斯压力下,温度越高,煤的吸附瓦斯量越小。煤中水分以多种状态存在着,但对煤吸附性影响最主要的是吸附水分。由于煤对水蒸气的吸附能力比对瓦斯的吸附能力大得多,故煤中含水时,煤的吸附瓦斯量将明显减小。当前,煤的吸附等温线测定通常是对干煤样进行的。

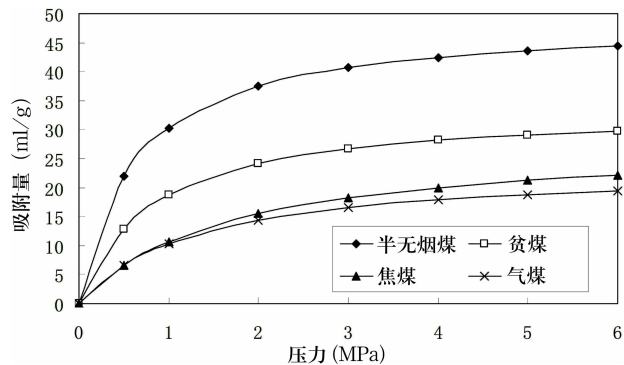


图 2-4 瓦斯吸附等温曲线图



4. 煤的瓦斯解吸

(1) 煤的瓦斯解吸条件

在井下掘进巷道或进行钻孔施工时原来的应力平衡受到破坏,工作面或钻孔周围形成应力集中,煤的围岩产生细微裂隙和变弱,导致煤层渗透性发生变化,即甲烷-煤基吸附体系由于影响吸附-解吸平衡的条件发生变化,破坏了吸附平衡状态,吸附气体转化为游离态而脱离吸附体系,吸附-解吸动态平衡体系中吸附量减少。

绝大部分煤层瓦斯以物理吸附的形式赋存于煤的基质孔隙中,当煤储层压力降至临界解吸压力以下时,煤层瓦斯即开始解吸,由吸附态转化为游离态。

(2) 煤解吸-吸附瓦斯的过程

1) 瓦斯和煤体表面接触后,瓦斯气体分子不能立即与所有的孔隙、裂隙表面接触,在煤体中形成了瓦斯压力梯度和浓度梯度。

2) 瓦斯压力梯度引起渗透,其遵循达西定理,这种过程在大的裂隙、孔隙系统面割理和端割理内占优势。

3) 瓦斯气体分子在其浓度梯度的作用下由高浓度向低浓度扩散,这种过程在小孔与微孔系统内占优势。

4) 瓦斯气体在向煤体深部进行渗透—扩散运移的同时,与接触到的煤体孔隙、裂隙表面发生吸附和解吸。因此,就整个过程来说,是渗透-扩散、吸附-解吸的综合过程。

(3) 瓦斯压力的影响

煤的原始瓦斯压力不但表征煤中瓦斯含量的大小,而且提供煤中瓦斯脱附所需动

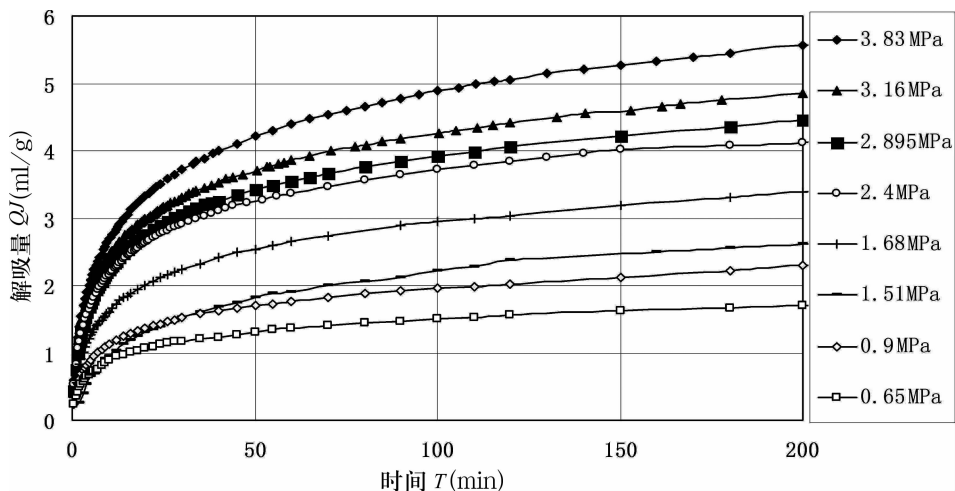


图 2-5 瓦斯压力影响图

力。如图 2-5 所示,随着时间的延长,解吸瓦斯量逐渐增加,解吸速度逐渐变小。初始时



刻,瓦斯解吸速度很大,并且衰减快。不同平衡吸附压力下,解吸曲线不同,同一解吸时间区间内,吸附平衡压力越高,解吸瓦斯量越大。

(4)煤的粒度影响

煤样粒度的大小首先会影响煤的总表面积,其次影响气体分子进入到煤粒内部的孔隙。采样地点和吸附平衡压力相同的条件下,粒度越小,瓦斯解吸总量越大。无论何种粒度的煤样,其瓦斯解吸总量与时间的关系曲线属于有上限单调增函数;试样的瓦斯解吸总量曲线存在一条最大水平渐近线和若干条极值水平渐近线。对相同煤质、相同破坏类型的煤样而言,粒度的大小反映解吸出来的路径长短和阻力大小。

(5)水分的影响

煤对瓦斯的解吸能力随着水分含量的增加而降低,直到临界水分含量为止。水分作为阻止吸附与解吸瓦斯的因素之一,水分越大,煤中解吸或吸附瓦斯的强度会越小。

(6)温度的影响

其他条件一定时,煤基质温度越高,瓦斯解吸速度和解吸量就越大。



第二章 矿井瓦斯等级鉴定及预测技术

第一节 矿井瓦斯等级划分和认定

矿井瓦斯等级鉴定应当以独立生产系统的自然井为单位,有多个自然井的煤矿应当按照自然井分别鉴定。矿井瓦斯等级应当依据实际测定的瓦斯涌出量、瓦斯涌出形式和实际发生的瓦斯动力现象、实测的突出危险性参数等确定。

矿井瓦斯等级划分为:煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井(以下简称突出矿井);高瓦斯矿井;瓦斯矿井。具备下列情形之一的矿井为突出矿井:发生过煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出的;经鉴定具有煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出煤(岩)层的;依照有关规定有按照突出管理的煤层,但在规定期限内未完成突出危险性鉴定的。具备下列情形之一的矿井为高瓦斯矿井:矿井相对瓦斯涌出量大于 $10 \text{ m}^3/\text{t}$;矿井绝对瓦斯涌出量大于 $40 \text{ m}^3/\text{min}$;矿井任一掘进工作面绝对瓦斯涌出量大于 $3 \text{ m}^3/\text{min}$;矿井任一采煤工作面绝对瓦斯涌出量大于 $5 \text{ m}^3/\text{min}$ 。同时满足以下条件的矿井为瓦斯矿井:矿井相对瓦斯涌出量小于或等于 $10 \text{ m}^3/\text{t}$;矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于 $40 \text{ m}^3/\text{min}$;矿井各掘进工作面绝对瓦斯涌出量均小于或等于 $3 \text{ m}^3/\text{min}$;矿井各采煤工作面绝对瓦斯涌出量均小于或等于 $5 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

瓦斯矿井每 2 年进行一次瓦斯等级鉴定。高瓦斯矿井和突出矿井不再进行周期性瓦斯等级鉴定工作;但应每年测定和计算矿井、采区、工作面瓦斯涌出量。经鉴定或者认定为突出矿井的,不得改定为瓦斯矿井或高瓦斯矿井(以下统称非突出矿井)。新建矿井在可行性研究阶段,应当依据地质勘探资料、同一矿区的地质资料和相邻矿井相关资料等对矿井内采掘工程可能揭露的所有平均厚度在 0.3 m 以上的煤层进行突出危险性评估,评估结果应当在可行性报告中表述清楚。经评估认为有突出危险性煤层的新建矿井,建井期间应当对开采煤层及其他可能对采掘活动造成威胁的煤层进行突出危险性鉴定;未进行突出危险性鉴定的,按突出煤层管理。



瓦斯矿井出现下列情况之一的,应当在 6 个月内完成瓦斯等级鉴定工作:新建矿井建设完成的;矿井核定生产能力提高的;改扩建矿井改扩建完成的;开采新水平或新煤层的;资源整合矿井整合完成的。

非突出矿井或者突出矿井的非突出煤层出现下列情况之一的,该煤层应当立即按照突出煤层管理:采掘过程中出现瓦斯动力现象的;相邻矿井开采的同一煤层发生突出的;煤层瓦斯压力达到 0.74 MPa 以上的。矿井有按照突出管理的煤层,可以直接申请省级煤炭行业管理部门批准认定为突出矿井。不直接申请认定的,应当在确定煤层按照突出管理之日起半年内完成该煤层突出危险性鉴定。矿井发生生产安全事故,经事故调查组分析确定为突出事故的,应当直接认定该煤层为突出煤层、该矿井为突出矿井。

第二节 鉴定管理

矿井瓦斯等级鉴定应当依照法律、法规、技术标准和执业规则,公正、诚信、科学地开展,鉴定单位对鉴定结果负责。突出矿井(或者突出煤层)的鉴定工作,由国家安全生产监督管理总局认定的鉴定机构承担。瓦斯矿井和高瓦斯矿井的鉴定工作,由具备矿井瓦斯等级鉴定能力的煤炭企业或者委托具备相应资质的鉴定机构承担,具体办法由省级煤炭行业管理部门会同省级煤矿安全监管部门和省级煤矿安全监察机构制定,并报国家煤矿安全监察局、国家能源局备案。

用于矿井瓦斯等级鉴定或者测定的所有仪器仪表应保证状态完好、测值准确,计量仪器仪表应在其计量检定证的有效期内使用。煤矿委托鉴定机构鉴定时,应与鉴定机构签订合同;合同内容应包括鉴定对象、内容、范围等。鉴定矿井与鉴定机构应当密切配合,提供的鉴定基础资料、数据等必须真实、完整、可靠。鉴定机构应当自签订合同生效之日起 60 天内完成高瓦斯矿井和瓦斯矿井的鉴定工作、120 天内完成突出矿井的鉴定工作。

第三节 瓦斯矿井和高瓦斯矿井的鉴定

鉴定开始前应当编制鉴定工作方案,做好仪器准备、人员组织和分工、计划测定路线等。鉴定时间应根据当地气候条件,选择在矿井绝对瓦斯涌出量最大的月份,且在矿井正常生产时进行。参数测定工作应当在鉴定月的上、中、下旬各取 1 天(间隔不少于 7 天),每天分 3 个班(或 4 个班)、每班 3 次进行。鉴定工作应当准确测定风量、瓦斯浓度、



二氧化碳浓度及温度、气压等参数；统计井下瓦斯抽采量、月产煤量；全面收集煤层瓦斯压力、动力现象及预兆、瓦斯喷出、邻近矿井瓦斯等级等资料。

第四节 煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井的鉴定

煤层初次发生瓦斯动力现象的,煤矿应当保留发生瓦斯动力现象的现场,及时检测瓦斯动力现象影响区域的瓦斯浓度、风量及其变化等情况,并委托鉴定机构开展鉴定工作。

表 2-1 判定煤层突出危险性单项指标的临界值及范围

判定指标	煤的破坏类型	瓦斯放散初速度 Δp	煤的坚固性系数 f	煤层瓦斯压力 P/MPa
有突出危险的 临界值及范围	Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ	≥ 10	≤ 0.5	≥ 0.74

煤层突出危险性指标未完全达到上述指标的,测点范围内的煤层突出危险性由鉴定机构根据实际情况确定;但当 $f \leq 0.3$ 、 $p \geq 0.74 \text{ MPa}$,或 $0.3 < f \leq 0.5$ 、 $p \geq 1.0 \text{ MPa}$ 或 $0.5 < f \leq 0.8$ 、 $p \geq 1.50 \text{ MPa}$,或 $p \geq 2.0 \text{ MPa}$ 的,一般确定为突出煤层;认定为非突出煤层的范围和需要重新鉴定的条件应当在鉴定报告中明确划定或者说明。当鉴定结果认定为非突出煤层时,采掘工程进入原鉴定报告圈定的范围以外,或者矿井开拓新水平、新采区,或采深增加超过 50m,或者进入新的地质单元时,应当重新测定参数进行鉴定。

采用煤层突出危险性指标鉴定时,鉴定报告还应附有瓦斯参数测点和煤样取样点布置图、煤层瓦斯压力上升曲线图、实验室指标测定报告、现场指标测定所用仪器仪表的规格及其检定证书等。煤与二氧化碳突出矿井(煤层)的鉴定参照煤与瓦斯突出煤层的鉴定方法。岩石与二氧化碳(瓦斯)突出矿井的鉴定依据为矿井实际发生的动力现象,当动力现象具有如下基本特征时,确定为岩石与二氧化碳(瓦斯)突出矿井:在炸药直接作用范围外,发生破碎岩石被抛出现象的;抛出的岩石中,含有大量的砂粒和粉尘的;产生明显动力效应的;巷道二氧化碳(瓦斯)涌出量明显增大的;在岩体中形成孔洞的;有突出危险的岩层松软,呈片状、碎屑状,其岩芯呈凹凸片状,并具有较大的孔隙率和二氧化碳(瓦斯)含量的。



第三章 矿井瓦斯爆炸及其预防技术

瓦斯是一种能够燃烧和爆炸的气体,瓦斯爆炸就是空气中的氧气与甲烷进行剧烈氧化反应的结果。瓦斯在高温火源的作用下,与氧气发生化学反应,生成二氧化碳和水蒸气,并放出大量的热,这些热量能够使反应过程中生成的二氧化碳和水蒸气迅速膨胀,形成高温、高压并以极高的速度向外冲出。

第一节 矿井瓦斯爆炸

一、瓦斯爆炸条件

瓦斯爆炸的条件是一定浓度的瓦斯、高温火源和充足的氧气。其方程式为:



1. 瓦斯浓度

瓦斯爆炸有一定的浓度范围。我们把在空气中瓦斯遇火后能引起爆炸的浓度范围称为瓦斯爆炸界限。瓦斯爆炸界限为5%~16%。当瓦斯浓度低于5%时,遇火不爆炸,但能在火焰外围形成燃烧层,当瓦斯浓度为9.5%时,其爆炸威力最大(氧和瓦斯完全反应);瓦斯浓度在16%以上时,其失去爆炸性,但在空气中遇火仍会燃烧。

瓦斯爆炸界限并不是固定不变的,它还受温度、压力以及煤尘、其他可燃性气体、惰性气体的混入等因素的影响。

2. 引火温度

瓦斯的引火温度。即点燃瓦斯的最低温度。一般认为,瓦斯的引火温度为650~750℃。但因受瓦斯的浓度、火源的性质及混合气体的压力等因素影响而变化。当瓦斯含量在7%~8%时,最易引燃;当混合气体的压力增高时,引燃温度即降低;在引火温度相同时,火源面积越大、点火时间越长,越易引燃瓦斯。

高温火源的存在是引起瓦斯爆炸的必要条件之一。井下抽烟、电气火花、违章放炮、



煤炭自燃、明火作业等都易引起瓦斯爆炸。所以,在有瓦斯的矿井中作业,必须严格遵守《煤矿安全规程》的有关规定。

3. 氧的浓度

实践证明,空气中的氧气浓度降低时,瓦斯爆炸界限随之缩小,当氧气浓度减少到12%以下时,瓦斯混合气体即失去爆炸性。这一性质对井下密闭的火区有很大影响,在密闭的火区内往往积存大量瓦斯,且有火源存在,但因氧的浓度低,并不会发生爆炸。如果有新鲜空气进入,氧气浓度达到12%以上,就可能发生爆炸。因此,对火区应严加管理,在启封火区时更应格外慎重,必须在火熄灭后才能启封。

二、影响瓦斯爆炸界限的因素

1. 可燃性气体的混入。在瓦斯与空气的混合气体中,如果有一些可燃性的气体(如硫化氢、乙烷等)混入,则由于这些气体本身具有爆炸性,不仅增加了爆炸气体的总浓度,而且会使瓦斯爆炸下限降低,从而扩大了瓦斯爆炸的界限。

2. 爆炸性煤尘的混入。多数矿井的煤尘具有爆炸性。当瓦斯和空气的混合气体中混入有爆炸性危险的煤尘时,由于煤尘本身遇到火源会放出可燃性气体,因而会使瓦斯爆炸下限降低。根据实验,空气中煤尘含量为5 g/m³时,瓦斯的爆炸下限降低到3%;煤尘含量为8 g/m³时,瓦斯爆炸下限降低到2.5%。显然,在正常情况下,空气中的煤尘含量达到这样高是不可能的,但当沉积煤尘被暴风吹起时,达到这样高的煤尘含量却十分容易。因此,对于有煤尘爆炸危险的矿井,做好防尘工作,从防止瓦斯爆炸的角度来讲也是十分重要的。

3. 惰性气体的混入。惰性气体,是指不太容易与其他分子结合、化学性质不太活泼的气体,如氮气、二氧化碳等。在瓦斯和空气的混合气体中,混入惰性气体将使氧气的含量降低,缩小瓦斯的爆炸界限,降低瓦斯爆炸的危险性。

三、影响引火温度的因素

影响瓦斯爆炸引火温度的主要因素有瓦斯浓度、混合气体压力及火源性质等。

1. 瓦斯浓度

不同的瓦斯浓度,所需要的引火温度也不同。一般来说,瓦斯浓度为7%~8%引火温度最低。高于这个浓度,所需引火温度就增高。这是因为瓦斯热容量较大、吸收热量较多的缘故。当瓦斯浓度过浓时,也不易引燃,所需引火温度也比较高。

2. 混合气体压力



混合气体的压力越大,引火温度就越低。例如,当瓦斯与空气混合气体的压力为 9.8KPa 时,引火温度为 700℃;压力为 2742KPa 时,引火温度为 460℃。当混合气体瞬间被压缩到原来体积的 1/20 时,混合气体由于被压缩,自身产生的热量,就能使其自行爆炸。

3. 火源性质

火源有多种,不同的火源有不同的性质,它们的温度、存在时间及表面积等也都不同,而这些都能对瓦斯爆炸的引火温度产生很大的影响。

4. 引火延迟现象

因为瓦斯的热容量比较大,即使达到爆炸浓度的瓦斯遇到高温火源,也并不能立即发生爆炸,而需要延迟一个很短的时间,瓦斯的这种延迟一个很短时间才爆炸的现象,称为引火延迟现象。利用这一特性,通过缩短高温火源的存在时间,使其不超过瓦斯爆炸的感应期,可以减少或消除瓦斯爆炸的可能性。目前煤矿使用的电雷管和安全炸药,在一定程度上就是根据瓦斯爆炸感应期这一特性研制生产的。虽然在爆破时炸药的爆炸温度能达到 2000℃ 左右但是这一高温存在的时间极短(通常仅为千分之几秒),小于瓦斯爆炸的感应期,不会引起瓦斯爆炸;当然,如果炸药质量不合格或炮泥装填不符合要求,爆炸后高温气体存在的时间就能延长,当超过感应期时即会造成瓦斯爆炸事故。

第二节 瓦斯爆炸的原因

一、瓦斯积聚的原因

瓦斯积聚,是指采掘工作面及其他地点,体积大于 0.5m³ 的空间内,积聚瓦斯浓度达到或超过 2% 的现象。

1. 局部通风机停止运转引起瓦斯积聚

这种现象导致瓦斯积聚而引起爆炸的比例最大。有的是设备检修,无计划停电、停风;有的是机电故障,掘进工作面停工、停风;还有的是局部通风机管理混乱、任意开停等。

2. 风筒断开或严重漏风引起瓦斯积聚

主要是施工人员不爱护通风设施,将风筒掐断、压扁、刮坏等,而通风管理人员又不能及时发现和进行维护、修补,造成掘进工作面风量不足而导致瓦斯积聚。

3. 采掘工作面风量不足引起瓦斯积聚

造成采掘工作面风量不足的原因多种多样,如果不按需要风量配风、通风巷道冒顶堵塞、单台局部通风机供多个工作面、风筒出口距掘进工作面太远等,都可能造成采掘



工作面风量小、风速低而导致瓦斯积聚。

4. 局部通风机出现循环风引起瓦斯积聚

由于局部通风机安装的位置不符合规定或全风压供给风量小于该处局部通风机的吸人风量等原因,都可能使局部通风机出现循环风,致使掘进工作面涌出的瓦斯反复回到掘进工作面,越积越多,达到爆炸浓度。

5. 风流短路引起瓦斯积聚

如果打开风门而不关闭,巷道贯通后不及时调整通风系统等,都可能造成通风系统的风流短路而引起瓦斯积聚。

6. 通风系统不合理、不完善引起瓦斯积聚

自然通风、不符合规定的串联通风、扩散通风和无回风道独眼井及通风设施不齐全等,都是不合理通风,都有可能引起瓦斯积聚而导致爆炸事故。

7. 采空区或盲巷瓦斯积聚

采空区和盲巷没有风流通过,往往积存有大量高浓度瓦斯,在气压变化或冒顶等使其涌出或突然压出时都可能导致瓦斯爆炸。

8. 瓦斯涌出异常引起瓦斯积聚

断层、褶曲或地质破碎地带是瓦斯的富集区域,在接近或通过 these 地带时,瓦斯涌出可能会突然增大,或忽大忽小变化无常,而且容易冒顶造成瓦斯积聚。

9. 局部地点瓦斯积聚

在正常通风系统中存在的局部地点的瓦斯积聚,往往具有更大的危险性。如采煤工作面的上隅角、巷道支架背后空间及冒顶区、采煤机切割机组附近、采掘工作面的机组附近、刮板输送机底槽附近和未充填的各种钻孔等,常常积聚着高浓度的瓦斯。

二、引爆火源

引爆瓦斯的主要火源有以下几种:

1. 电火花

由于对井下照明和机械设备的电源及电器装备的管理不善或操作不当,如矿灯失爆、电钻失爆、带电作业、电缆漏电或短路、电缆明接头或抽线、电器开关失爆、电机车架线出火及杂散电流等产生的电火花,都是引起瓦斯爆炸的主要火源。其中,矿灯失爆、电缆明接头及带电作业所占比例较大,杂散电流引爆瓦斯事故也时有发生,电火花引起瓦斯爆炸事故的比重约为 40%。

2. 爆破火花



爆破产生火花是引爆瓦斯的另一主要火源。爆破火花主要是因炮泥装填不满、最小抵抗线不够、放明炮、糊炮、接线不良及炸药不合乎要求等引起的,爆破火花引起瓦斯爆炸事故的比重约为 40%。

3. 撞击摩擦火花

井下因撞击和摩擦产生火花的情形多种多样,机械设备之间的摩擦、截齿与坚硬岩石之间的摩擦、坚硬顶板冒落时的撞击、金属表面之间的摩擦等等,都可能产生火花而引爆瓦斯。随着机械化程度的不断提高,因机电设备撞击出现摩擦火花而引起的爆炸事故也在逐渐增多,仅次于电火花和爆破火花的引爆次数。

4. 明火

井下严禁明火。但是由于种种因素的影响,井下明火并未能杜绝,而由此引爆的瓦斯事故也时有发生。井下明火的来源主要有煤炭自然发火形成的火区、井下电焊、吸烟等。

第三节 防治瓦斯积聚的措施

一、加强通风管理,防止瓦斯积聚

1. 采煤工作面上隅角处理瓦斯积聚的方法

(1)风障引导风流法。障引导风流法的实质是将新鲜风流引入瓦斯积聚的地点,把局部积聚的瓦斯冲淡、带走。该方法应用较为普遍,它适应于上隅角瓦斯涌出量不超过 $2\text{m}^3/\text{min}$ 、工作面风量大于 $200\text{m}^3/\text{min}$ 、风障最大长度不超过 20m 的条件。风障引导风流法如图 2-6 所示。

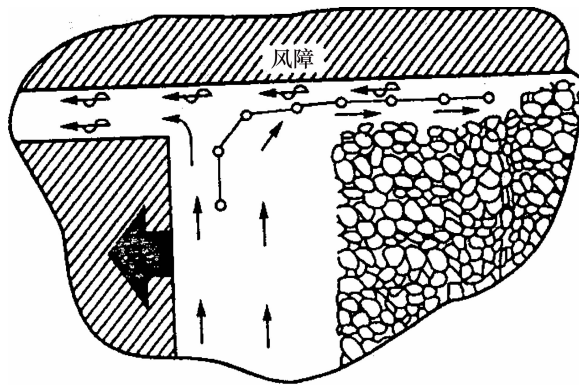


图 2-6 风障引导风流法处理上隅角积聚瓦斯



风障引导风流法的优点:安设简单,不需要任何动力设备,且安全、经济。

风障引导风流法的不足:引入风量有限,波动性大,增加了通风阻力,加剧了采空区的漏风,减少了作业空间,降低了作业环境的安全程度。

(2)风筒导排风流法。风筒导排风流法,按其动力源的不同分为水力引射器(见图 2-7)和压气引射器两种不同导排方式。其处理积聚瓦斯的原理和布置方式都是相同的,风筒进风口设在上隅角瓦斯积聚地点后,工作面中一部分风流流经上隅角进入风筒口时,即把积聚的瓦斯冲淡、带走。

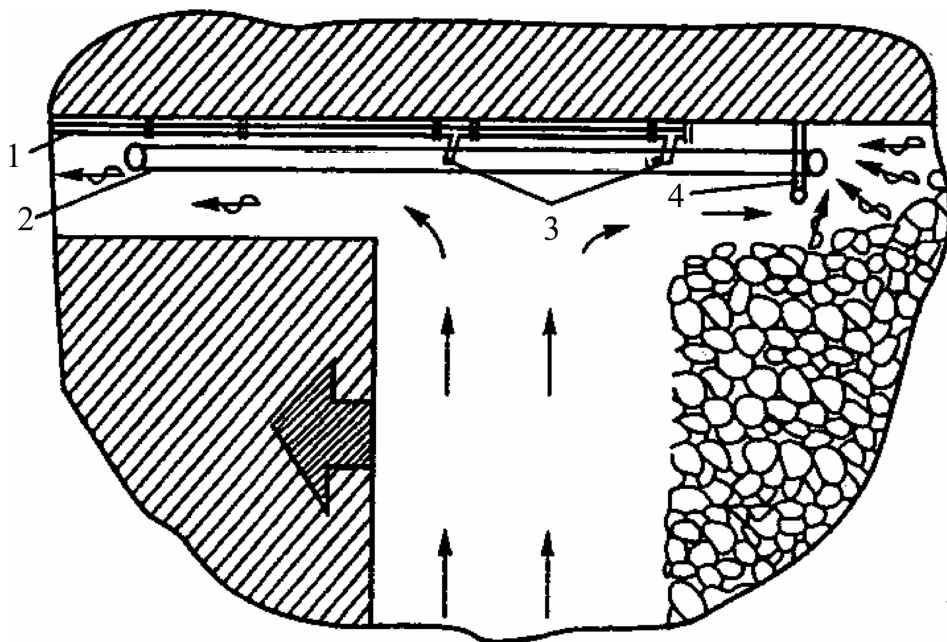


图 2-7 利用水力引射器排除积聚的瓦斯

1-水管;2-风筒;3-水力引射器喷嘴;4-风筒架

这种方法的优点:处理能力大,适应范围广。

这种方法的缺点:需要安设设备,并占据了一定的采掘空间,影响作业环境和条件。

(3)尾巷排放法。尾巷排放法是目前广泛采用的一种方法,如图 2-8 所示。此种方法利用尾巷与工作面采空区的压力差,使工作面一部分风流流经上隅角、采空区、通风眼(联络眼)到尾巷,达到冲淡、排除上隅角瓦斯的目的是。如果尾巷排放瓦斯效果不显著,可在工作面的回风道设调节风门,以增大采空区与尾巷之间的压差,提高排放效果。

此方法的优点:利用已有的巷道,不需要增加设备,易于实施,较经济。

此方法的不足:进入尾巷的瓦斯量难以控制,瓦斯浓度忽高忽低。

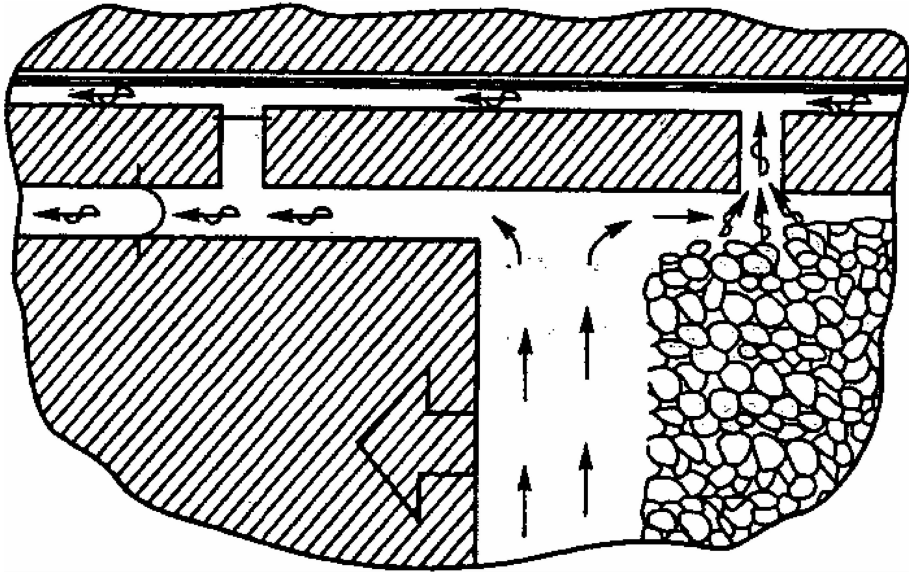


图 2-8 尾巷排放法排除瓦斯

(4) 瓦斯抽放法。瓦斯抽放法即进行采空区的瓦斯抽放。开滦矿务局采用可移动瓦斯泵抽放上隅角瓦斯,取得很好的效果。

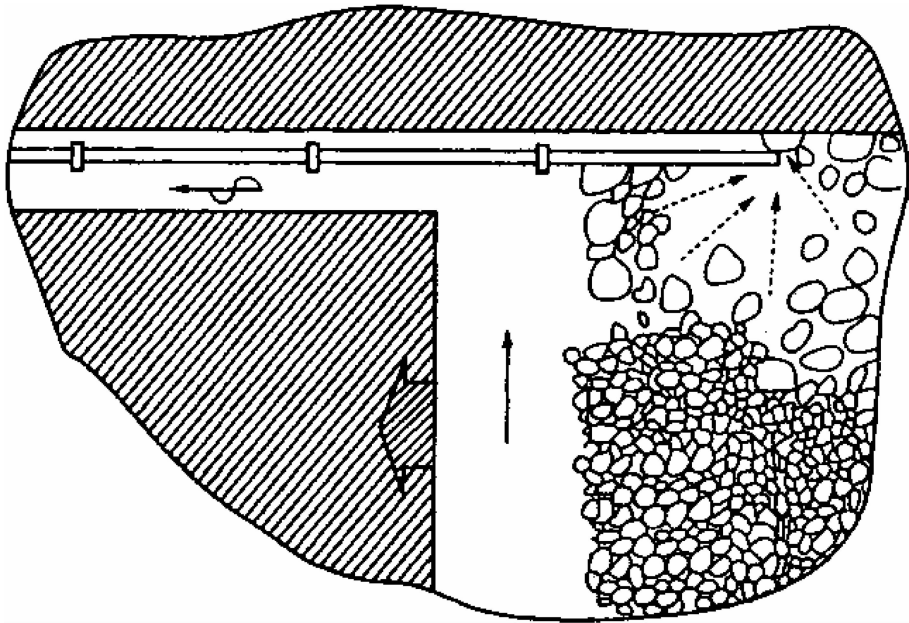


图 2-9 埋管抽放处理上隅角局部积聚的瓦斯

(5) 充填置换法。这种方法是对采空区上隅角的空隙进行充填,将积聚瓦斯的空用不燃性固体物质充填严密,使瓦斯没有积聚的空间(见图 2-10)。这种方法效果明显,



还可达到预防自然发火的目的,是一举多得的好措施。但这种方法除受条件限制外,工艺过程较复杂,对生产有一定干扰。因此,除特殊要求的少数矿井外,大部分矿井还没有应用。

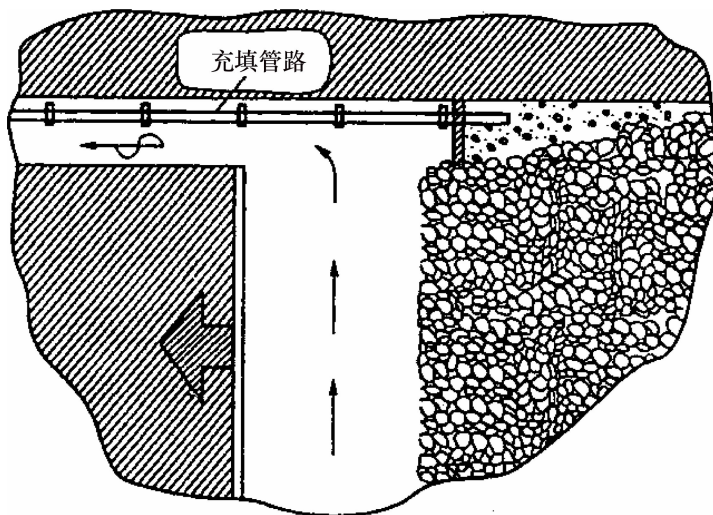


图 2-10 填充置换法瓦斯

目前,安徽皖北煤电集团祁东矿自主研发的采煤工作面上隅角气囊式封堵技术,在该矿的综采工作面和高档普采工作面得到了成功应用。该技术安全快捷、节约成本、安全性能高,可大幅度降低工人劳动强度。

2. 巷道冒落空洞内瓦斯积聚的处理方法

(1)导风板引风法。在高顶空间下的支架顶梁上钉挡板,把一部分风流引到高冒处,吹散积聚瓦斯。见图 2-11。

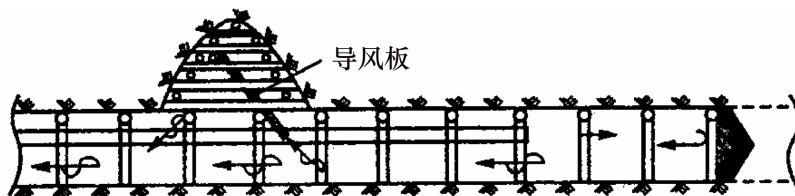


图 2-11 导风板引风法处理巷道冒落空洞内局部积聚的瓦斯

(2)充填置换法。在棚梁上铺设一定厚度的木板或荆笆,再在上面填满黄土或砂子,从而将积聚的瓦斯置换排除。如图 2-12 所示。

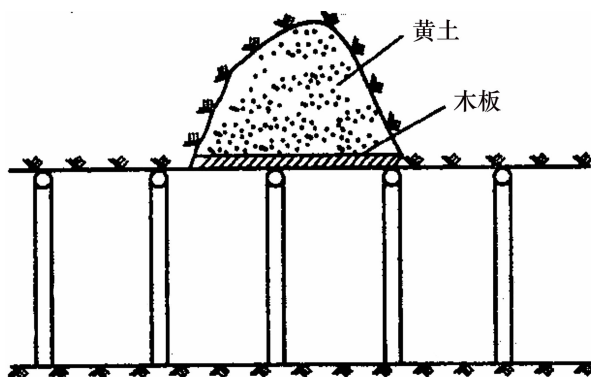


图 2-12 充填置换法处理巷道冒落空洞内局部积聚的瓦斯

(3) 风筒分支排放法。处理巷道冒落空洞内局部积聚的瓦斯压风排除法。在有压风管通过的巷道,可在管路上接出分支,并在支管上设若干个喷嘴,利用压风将积聚的瓦斯排除。

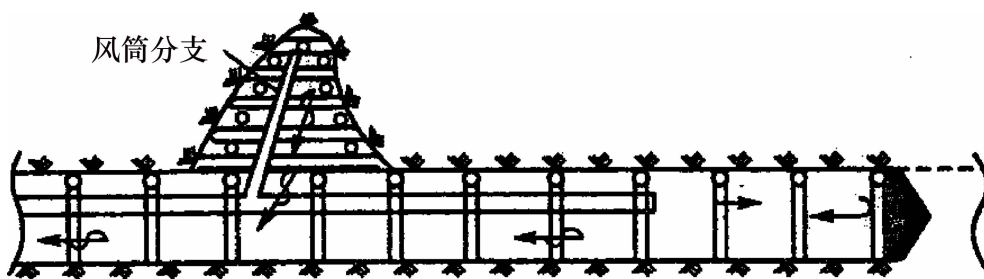


图 2-13 风筒分支排放法处理巷道冒落空洞内局部积聚的瓦斯

二、防止引爆火源

1. 防止明火

(1) 禁止在井口房、通风机房周围 20 m 以内使用明火、吸烟或用火炉取暖。

(2) 严禁携带烟草、点火物品和穿化纤衣服入井;严禁携带易燃品入井,必须带入井下的易燃品要经矿总工程师批准。

(3) 井下禁止使用电炉或灯泡取暖。

(4) 不得在井下和井口房内从事施焊作业。如果必须在井下主要响室、主要进风道和井口房内从事电焊、气焊和使用喷灯焊接时,每次都必须制订安全措施,报矿长批准,并遵守《煤矿安全规程》有关规定。回风巷不准进行施焊作业。

(5) 严禁在井下存放汽油、煤油、变压器油等。井下使用的棉纱、布头、润滑油等,必须放在有盖的铁桶内,严禁乱扔乱放和抛洒在巷道、响室或采空区内。



(6)防止煤炭氧化自燃,加强火区检查与管理,定期采样分析,防止复燃。

2. 防止出现爆破火焰

(1)严格炸药、爆破管理,井下严禁使用产生火焰的爆破器材和爆破工艺。

(2)井下爆破作业,必须使用煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管。煤矿许用炸药的选用,应按《煤矿安全规程》的规定执行,不合格或变质的炸药不准使用。

(3)炮眼深度和装药量要符合作业规程的规定;炮眼黄泥装填要满、要实,防止爆破打筒,坚持使用水泡泥。

(4)禁止使用明接头或裸露的爆破母线;爆破母线与发爆器的连接要牢固,防止产生电火花;爆破工尽量在进风流中启动发爆器。

(5)禁止放明炮、糊炮。

(6)严格执行“一炮三检制”。

3. 防止出现电火花

(1)井下电气设备的选用应符合《煤矿安全规程》的要求,对电气设备的防爆性能要定期、经常检查,不符合要求的要及时更换和修理,否则不准使用。

(2)井口和井下电气设备必须有防雷和防短路保护装置;采取有效措施防治井下杂散电流。

(3)所有电缆接头不准有“鸡爪子”“羊尾巴”和明接头。

(4)严禁带电作业。

(5)局部通风机开关要设风电闭锁装置、瓦斯电闭锁装置、检漏装置等。

(6)发放的矿灯要符合要求,严禁在井下拆开、敲打和撞击灯头和灯盒。

三、加强瓦斯检查和监测监控

1. 井下每区每班设1名专职瓦斯检查员,按规定路线巡回检查井下各地区瓦斯浓度,一般地区每班检查不得少于3次,特殊地区要固定专人检查,次数不少于6次。井下所有工作地点必须进行检查,严禁空班漏检、误检和假检,每次都要准确填写瓦斯记录牌板和检查手册,并通知现场人员;各采掘地区必须悬挂便携式瓦斯报警仪。若瓦斯浓度超限,要按《规程》规定撤人、汇报并进行处理。

2. 各采掘工作面及硐室按《规程》和《AQ1029—2007》规定安设各种瓦斯监测监控设施,并严格进行管理。瓦斯检查员每班必须用光干涉瓦斯检测仪对瓦斯传感器、便携式报警仪进行对照检查,若三种方式检查数据误差超限,先以读数较大者为依据采取安全措施,并必须在8h内对设备调校完毕,并向调度室值班领导汇报,尽快派人调整校



验,确保仪器数据的准确性,始终保持瓦斯监测三道防线安全。

3. 通风、瓦斯检查仪器、仪表、设施等必须定期送有资质的部门进行检校,保证测量精度。

4. 瓦斯报表要及时填写,并分送通风科、矿长和矿总工程师审阅。

5. 安全监控设备必须具有故障闭锁功能,矿井安全监控系统必须具备甲烷断电仪和甲烷风电闭锁装置的全部功能;当主机或系统电缆发生故障时,系统必须保证甲烷断电仪和甲烷风电闭锁装置的全部功能;当电网停电后,系统必须保证正常工作时间不小于2 h;系统必须具有防雷电保护、断电状态和馈电状态监测、报警、显示、存储、打印报表及双机热备功能;中心站主机应不少于2台,一台工作,一台备用。

6. 安装断电控制系统时,必须根据断电范围要求提供断电条件,并接通井下电源及控制线。安全监控设备的供电电源必须取自被控制开关的电源侧,严禁接在被控开关的负荷侧。拆除或改变与安全监控设备关联的电气设备的电源线及控制线、检修与安全监控设备关联的电气设备、需要安全监控设备停止运行时,须报告矿调度室,并制定安全措施后方可进行。安全监控设备必须定期进行调试、校正,每月至少1次。甲烷传感器、便携式甲烷检测报警仪等采用载体催化元件的甲烷检测设备,每7天必须使用校准气样和空气样调校1次。每7天必须对甲烷超限断电功能进行测试。

7. 安全监控设备发生故障时,必须及时处理,在故障期间必须制定安全措施。安全监控系统中心站必须实时监控全部采掘工作面瓦斯浓度变化及被控设备的通、断电状态。安全监控系统的监测日报表必须报矿长和技术负责人审阅。

8. 必须设专职人员负责便携式甲烷检测报警仪的充电、收发及维护,发放前必须检查便携式甲烷检测报警仪的零点和电压或电源欠压值,不符合要求的严禁发放使用。

9. 甲烷传感器报警浓度、断电浓度、复电浓度、断电范围及传感器的设置必须满足《煤矿安全规程》要求。

四、防止瓦斯爆炸灾害事故扩大的措施

1. 矿井必须采用分区通风,各采掘工作面必须有独立的通风系统,报废的巷道要及时密闭。

2. 坚持每年一次反风演习。反风演习必须制定反风演习计划,反风演习计划由通风科负责编制,矿总工程师审批。

3. 反风演习时,由矿长和总工程师指挥并下达反风命令。反风演习后必须进行总结,对出现的问题要及时进行处理。



4. 处理瓦斯爆炸事故时,在通风系统未恢复正常前,除救护队人员外其他人员严禁入井。

第四节 煤尘爆炸性鉴定

《规程》规定:新矿井的地质精查报告中,必须有所有煤层的煤尘爆炸性鉴定材料。生产矿井每延深一个新水平,由矿务局组织一次煤尘爆炸性试验工作。

煤尘爆炸性的鉴定方法有两种:一种是在大型煤尘爆炸试验巷道中进行,这种方法比较准确可靠,但工作繁重复杂,所以一般作为标准鉴定用;另一种是在实验室内使用大管状煤尘爆炸性鉴定仪进行,方法简便,目前多采用这种方法。

煤尘通过燃烧管内的加热器时,可能出现下列现象:

1. 只出现稀少的火星或根本没有火星。
2. 火焰向加热器两侧以连续或不连续的形式在尘雾中缓慢地蔓延。
3. 火焰极快地蔓延,甚至冲出燃烧管外,有时还会听到爆炸声。

同一试样应重复进行5次试验,其中只要有一次出现燃烧火焰,就定为爆炸危险煤尘。在5次试验中都没有出现火焰或只出现稀少火星,必须重做5次试验,如果仍然如此,定为无爆炸危险煤尘。在重做的试验中,只要有一次出现燃烧火焰,仍应定为爆炸危险煤尘。



第四章 矿井瓦斯涌出量

瓦斯能够长时间地、持续地从煤体中释放出来,这是瓦斯涌出的基本形式,又叫瓦斯的普通涌出。与其对应的瓦斯特殊涌出是指在时间上突然,在空间上集中、大量的瓦斯涌出,称为特殊涌出,主要有瓦斯喷出和煤与瓦斯突出。

第一节 瓦斯涌出量

矿井建设或生产过程中从煤与岩石内涌出的瓦斯量;矿井瓦斯涌出量或翼、采区或工作面的瓦斯涌出量。

1. 瓦斯涌出量表示方法

绝对瓦斯涌出量:单位时间涌出的瓦斯体积,单位为 m^3/d 或 m^3/min 。

相对瓦斯涌出量:平均日产一吨煤同期所涌出的瓦斯量,单位是 m^3/t 。

瓦斯涌出量与瓦斯含量的大小不相等。因为瓦斯涌出量中除开采煤层涌出的瓦斯外,还有来自临近层和围岩的瓦斯,所以相对瓦斯涌出量一般要比瓦斯含量大。矿井瓦斯涌出量是决定矿井瓦斯等级和计算风量的依据。

由于绝对瓦斯涌出量不能反映出矿井瓦斯涌出的严重程度,煤炭生产中通常采用相对瓦斯涌出量。

煤矿井巷和工作面的瓦斯主要有四个来源:

1. 从采落下来的煤炭中放出瓦斯。
2. 从采掘工作面煤壁内放出瓦斯。
3. 从煤巷两帮及顶底板放出瓦斯。
4. 从采空区及邻近煤层中放出瓦斯。

第二节 影响瓦斯涌出的因素

瓦斯的涌出受自然因素和开采技术因素的综合影响。



一、自然因素

1. 煤层和围岩的瓦斯含量。瓦斯含量越高,瓦斯涌出量越大。当前把矿井煤层瓦斯含量预测作为瓦斯涌出量的主要因素。

2. 地面大气压变化。当地面大气压突然下降时,瓦斯积存区的气体压力将高于风流的压力,瓦斯就会更多地涌入风流中,使矿井的瓦斯涌出量增大。反之,矿井的瓦斯涌出量将减少。

二、开采技术因素

1. 开采规模。产量与瓦斯涌出量的关系复杂,开采深度越深、开拓与开采范围和矿井产量越大,矿井瓦斯涌出量也就越大。

2. 开采顺序与回采方法。先开采,大;回采率低,大。

3. 生产工艺。初期大,呈指数下降;落煤时瓦斯涌出量大。

4. 风量变化。单一煤层,随风量减而增;煤层群随风量增而增。

5. 采区通风系统。上隅角涌出量大。

6. 采空区的密闭质量。采空区积存着大量高浓度的瓦斯(可达60%~70%)。

第三节 矿井瓦斯涌出来源的分析与分源治理

为了有效地治理瓦斯,每一个矿井都要掌握影响瓦斯涌出的主要因素和各涌出来源在总量中所占的比重,这是矿井风量分配和日常瓦斯治理工作的基础。

按划分目的不同,对矿井瓦斯来源有三种划分方式:

1. 按水平、翼、采区来进行划分,作为风量分配的依据之一。

2. 按掘进区、回采区和已采区来划分,它是日常治理瓦斯工作的基础。

3. 按开采区、临近区划分,它是采煤工作面治理瓦斯工作的基础。

一般是将全矿(或翼、水平)的瓦斯来源分为回采区(包括回采工作面的采空区)、掘进区和已采区三部分。其测定方法是同时测定全矿井、各回采区和各掘进区的绝对瓦斯涌出量。

第四节 瓦斯涌出不均系数

正常生产过程中,矿井绝对瓦斯涌出量受各种因素的影响,其数值是经常变化的,



但在一段时间内只围绕一个平均值上下波动,峰值与平均值的比值称为瓦斯涌出不均系数。

矿井瓦斯涌出不均系数表示为:

$$kg = Q_{\max}/Q_a$$

式中: kg —— 给定时间内瓦斯涌出不均系数;

Q_{\max} —— 该时间内的最大瓦斯涌出量, m^3/min ;

Q_a —— 该时间内的平均瓦斯涌出量, m^3/min 。

什么方法? 确定瓦斯涌出不均系数的方法是: 确定区域, 进、回风量, 瓦斯浓度。根据需要, 在待确定地区(工作面、采区、翼或全矿)的进、回风流中连续测定一段时间(一个生产循环、一个工作班、一天、一月或一年)的风量和瓦斯浓度, 一般以测定结果中的最大一次瓦斯涌出量和各次测定的算术平均值代入上式, 即为该区域在该时间间隔内的瓦斯涌出不均系数。

第五节 矿井瓦斯等级

1. 矿井瓦斯等级划分

《规程》第一百三十三条规定, 一个矿井中只要有一个煤(岩)层发现瓦斯, 该矿井即为瓦斯矿井。瓦斯矿井必须依照矿井瓦斯等级进行管理。

矿井瓦斯等级, 根据矿井相对瓦斯涌出量、矿井绝对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式划分为:

(1) 低瓦斯矿井: 矿井相对瓦斯涌出量小于或等于 $10 \text{ m}^3/\text{t}$, 且矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于 $40 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

(2) 高瓦斯矿井: 矿井相对瓦斯涌出量大于 $10 \text{ m}^3/\text{t}$ 或矿井绝对瓦斯涌出量大于 $40 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

(3) 煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井。

每年必须对矿井进行瓦斯等级和二氧化碳涌出量的鉴定工作, 报省(自治区、直辖市)煤炭管理部门审批, 并报省(自治区、直辖市)煤矿安全监察机构备案。

新矿井设计文件中, 应有各煤层的瓦斯含量资料。矿井在采掘过程中, 只要发生过煤层定为突出煤层。

2. 矿井瓦斯等级鉴定

(1) 鉴定时间和基本条件。矿井瓦斯等级的鉴定工作应在正常生产的条件下进行。



选择矿井瓦斯绝对涌出量较大的月份,一般在七、八月份。

(2)测点选择和测定内容及要求。确定矿井瓦斯等级时,是按每一自然矿井、煤层、一翼、水平和各采区分别计算相对瓦斯涌出量,并取其中最大值(而不是全矿井的平均值)。所以测点应布置在每一通风系统的主要通风机的风硐、各水平、各煤层和各采区的回风道测风站内。

(3)矿井瓦斯等级的确定。矿井瓦斯等级以最大的相对瓦斯涌出量和有、无煤与瓦斯突出,按分级标准确定。

第六节 矿井瓦斯涌出量预测

瓦斯涌出量的预测是根据某些已知相关数据,按照一定的方法和规律,预先估算出矿井或局部区域瓦斯涌出量的工作。其任务是确定新矿井、新水平、新采区、新工作面投产前瓦斯涌出量的大小;为矿井、采区和工作面通风提供瓦斯涌出基础数据;为矿井通风设计、瓦斯抽放和瓦斯管理提供必要的基础参数。

决定矿井风量的主要因素往往是瓦斯涌出量,所以预测结果的正确与否,能够影响矿井开采的经济技术指标,甚至影响矿井正常生产。大型高瓦斯矿井,如果预测瓦斯涌出量偏低,投产不久就需要进行通风改造,或者被迫降低产量。而预测瓦斯涌出量偏高,势必增大投资和通风设备的运行费用,造成不必要的浪费。

矿井瓦斯涌出量预测方法可概括为两大类:一类是矿山统计预测法,另一类是根据煤层瓦斯含量进行预测的分源预测法。

一、矿山统计预测法

矿山统计预测法的实质是根据对本矿井或邻近矿井实际瓦斯涌出量资料的统计分析得出的矿井瓦斯涌出量随开采深度变化的规律,来推算新井或延深水平的瓦斯涌出量。此方法适用于生产矿井的延深水平,生产矿井开采水平的新区,与生产矿井邻近的新矿井。在应用中,必须保证预测区的煤层开采顺序、采煤方法、顶板管理等开采技术条件和地质构造、煤层赋存条件、煤质等地质条件与生产区相同或类似。应用统计预测法时的外推范围一般沿垂深不超过 100~200 m,沿煤层倾斜方向不超过 600 m。

1. 基本计算式

矿井开采实践表明,在一定深度范围内,矿井相对瓦斯涌出量与开采深度呈如下线性关系:



$$q = \frac{H - H_0}{a} + 2$$

式中： q ——矿井相对瓦斯涌出量， m^3/t ；

H ——开采深度， m ；

H_0 ——瓦斯风化带深度， m ；

a ——开采深度与相对瓦斯涌出量的比例常数， t/m^2 。

瓦斯风化带即为相对瓦斯涌出量为 $2 \text{ m}^3/\text{t}$ 时的开采深度。开采深度与相对瓦斯涌出量的比例常数 a 是指在瓦斯风化带以下、相对瓦斯涌出量每增加 $1 \text{ m}^3/\text{t}$ 时的开采下延深度。 H_0 和 a 值根据统计资料确定，为此，至少要有瓦斯风化带以下两个水平的实际相对瓦斯涌出量资料，有了这些资料后，可按下式计算 a 值：

$$a = \frac{H_2 - H_1}{q_2 - q_1}$$

式中： H_1 、 H_2 ——分别为瓦斯带内 1 和 2 水平的开采垂深， m ；

q_1 、 q_2 ——分别为在 H_1 和 H_2 深度开采时的相对瓦斯涌出量， m^3/t 。

a 值确定后，瓦斯风化带深度可由下式求得：

$$H_0 = H_1 - a(q_1 - 2)$$

瓦斯风化带深度也可以根据地勘阶段实测的煤层瓦斯成分来确定。

a 值的大小取决于煤层倾角、煤层和围岩的透气性等因素。当有较多水平的相对瓦斯涌出量资料时，可用图解法或最小二乘法按下式确定平均的 a 值：

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n q_i H_i - n \sum_{i=1}^n H_i \sum_{i=1}^n q_i}{n \sum_{i=1}^n q_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n q_i \right)^2}$$

式中： H_i 、 q_i ——第 i 个水平的开采深度和相对瓦斯涌出量， m 、 m^3/t ；

n ——统计的开采水平个数。

某些矿井相对瓦斯涌出量与开采深度之间并不呈线性关系，即 a 值不是常数，此时，应首先根据实际资料确定 a 值随开采深度的变化规律，然后才能进行深部区域瓦斯预测。

2. 生产水平矿井瓦斯涌出量和平均开采深度的确定

应用矿山统计法预测矿井瓦斯涌出量时，必需首先统计至少两个开采水平的瓦斯涌出量资料。在统计确定某一水平矿井瓦斯涌出量时，通风瓦斯旬报、矿井瓦斯等级鉴定以及专门进行的瓦斯涌出量测定资料均可加以利用；此外，还应掌握在统计期间的矿井开采和地质情况。对于全矿井，可以统计某一生产时期的绝对瓦斯涌出量和采煤量，



并用加权平均方法求出该时期的平均开采深度和平均相对瓦斯涌出量。

下面介绍利用矿井瓦斯等鉴定资料确定矿井瓦斯涌出量和平均开采深度的具体方法。

根据《煤矿安全规程》的规定,矿井瓦斯等级鉴定工作是在鉴定月份的上、中、下旬各选一天,分三班或四班进行的,且每班测定三次;按矿井、煤层、一翼、水平和采区分别计算日产 1t 煤的瓦斯涌出量,并选取相对瓦斯涌出量最大一天的数据作为确定矿井瓦斯等级的依据。在瓦斯预测工作中,与矿井瓦斯等级鉴定的要求不同,它是取 3 d 测定结果的平均值作为确定相对瓦斯涌出量的依据。

确定全矿井相对瓦斯涌出量时,可采用矿井总回风的瓦斯鉴定资料。根据鉴定月份井下各采区的煤炭产量和采深,按下式计算鉴定月份全矿井的加权平均开采深度:

$$H_c = \frac{\sum_{i=1}^n H_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

式中: H_c ——全矿井加权平均开采深度,m;

H_i 、 A_i ——鉴定月份第 i 采区的采深和产量,m、t。

根据历年的矿井相对瓦斯涌出量和加权平均深度,可用图解法或算法找出相对瓦斯涌出量与采深间的关系。

3. 瓦斯涌出量预测图编制

根据通风瓦斯旬报,按下式计算每个采区(或工作面)日瓦斯涌出量的月平均值:

$$G = 14.4 \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_i}{n}$$

式中: G ——采区或工作面日瓦斯涌出量的月平均值, m^3/d ;

Q_i 、 C_i ——每次测得的采区或工作面回风量和风流中瓦斯浓度, m^3/min 、%;

n ——统计月份的测定次数。

统计月份的平均日产量按下列确定:

$$A = \frac{A_M}{N}$$

式中: A ——统计月平均日产量,t/d;

A_M ——月采煤量,t;

N ——月工作天数。

采区或工作面月平均相对瓦斯涌出量为:



$$q = \frac{G}{A}$$

应当指出,在工作面开采初期,从开切眼形成到第一次放顶期间,由于瓦斯涌出尚未达正常状态,在该段时间内的测定数据不能在统计分析中应用;此外,在采煤不正常的情况下测得的瓦斯涌出量,以及地质变化带采区瓦斯涌出量变化很大的情况下测得的瓦斯涌出量,均不能在统计分析中应用。在实施瓦斯抽放的采区或工作面,确定相对瓦斯涌出量时,还应考虑抽放瓦斯的影响。

得出采区或工作面每月平均相对瓦斯涌出量后,将该值标在采掘工程平面图(1:5000)对应采区或工作面开采范围的中央,根据大量月份的统计资料,用插值法绘出瓦斯涌出量等值线图。从绘出的瓦斯涌出量等值线图上可以看出瓦斯涌出量在煤层走向和倾向上的变化。通常,相对瓦斯涌出量等值线的间距为 $2 \text{ m}^3/\text{t}$ 或 $5 \text{ m}^3/\text{t}$ 。根据该图,用外推法即可预测新区的相对瓦斯涌出量。

二、分源预测法

1. 分源预测法的基本原理

含瓦斯煤层在开采时,受采掘作业的影响,煤层及围岩中的瓦斯赋存平衡状态即遭到破坏,破坏区内煤层、围岩中的瓦斯将涌入井下巷道。井下涌出瓦斯的地点即为瓦斯涌出源。瓦斯涌出源的多少、各涌出源涌出瓦斯量的大小,直接决定着矿井瓦斯涌出量的大小。根据煤炭科学研究总院抚顺研究院的研究,矿井瓦斯涌出的源、汇关系如图 2-14 所示。

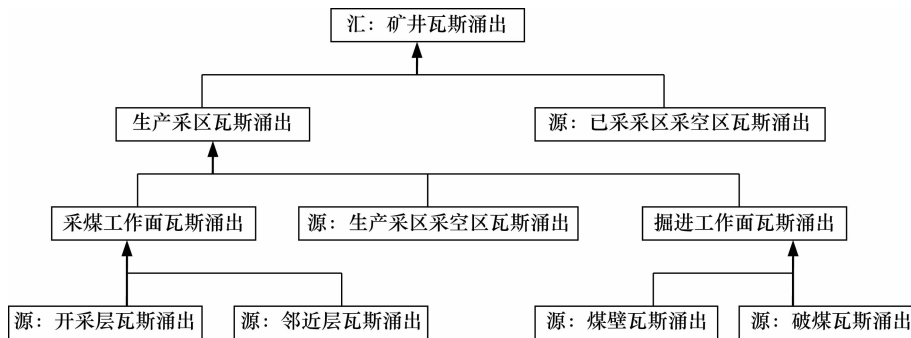


图 2-14 矿井瓦斯涌出源、汇关系图

应用分源预测法预测矿井瓦斯涌出量,是以煤层瓦斯含量、煤层开采技术条件为基础,根据各基本瓦斯涌出源的瓦斯涌出规律,计算回采工作面、掘进工作面、采区及矿井瓦斯涌出量。

2. 预测所需的原始资料



应用分源预测法预测瓦斯涌出量时,需要准备如下的原始资料:

- (1)各煤层瓦斯含量测定资料、瓦斯风化带深度以及瓦斯含量等值线图。
- (2)地层剖面和柱状图,图上应标明各煤层和煤夹层的厚度、层间距离和岩性。
- (3)煤的灰分、水分、挥发分和密度等工业分析指标和煤质牌号。
- (4)开拓和开采系统图,应有煤层开采顺序、采煤方法、通风方式等。

3. 计算方法

(1)开采煤层(包括围岩)瓦斯涌出量

薄及中厚煤层不分层开采时按下式计算:

$$q_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \frac{m_0}{m_1} \cdot (X_0 - X_1)$$

式中: q_1 ——开采煤层(包括围岩)相对瓦斯涌出量, m^3/t ;

k_1 ——围岩瓦斯涌出系数,其值取决于回采工作面顶板管理方法;

k_2 ——工作面丢煤瓦斯涌出系数,其值为工作面回采率的倒数;

k_3 ——准备巷道预排瓦斯对工作面煤体瓦斯涌出影响系数;

m_0 ——煤层厚度(夹矸层按层厚 1/2 计算),取 3.2m;

m_1 ——煤层开采厚度,取 3.2m;

X_0 ——煤层原始瓦斯含量, m_3/t ;

X_1 ——煤的残存瓦斯含量, m_3/t ,与煤质和原始瓦斯含量有关,需实测;如无实测数据,可参考表 2-2 取值。

表 2-2 运至地表时煤在残存瓦斯含量

煤的挥发分含量 $V_{\text{daf}}(\%)$	6~8	8~12	12~18	18~26	26~35	35~42	42~50
煤残存瓦斯含量 $X_1(\text{m}_3/\text{t})$	9~6	6~4	4~3	3~2	2	2	2

采用长壁后退式回采时,系数 k_3 按下式确定:

$$k_3 = \frac{L - 2h}{L}$$

式中: L ——回采工作面长度,m;

h ——巷道瓦斯预排等值宽度,m。

不同透气性的煤层其值可能不同,需实测;无实测值时,其值可按表 2-3 参考选取。



表 2-3 巷道预排瓦斯等值宽度

巷道煤壁暴露时间(d)	不同煤种巷道预排瓦斯等值宽度(m)					
	无烟煤	瘦煤	焦煤	肥煤	气煤	长焰煤
25	6.5	9.0	9.0	11.5	11.5	11.5
50	7.4	10.5	10.5	13.0	13.0	13.0
100	9.0	12.4	12.4	16.0	16.0	16.0
160	10.5	14.2	14.2	18.0	18.0	18.0
200	11.0	15.4	15.4	19.7	19.7	19.7
250	12.0	16.9	16.9	21.5	21.5	21.5
300	13.0	18.0	18.0	23.0	23.0	23.0

采用长壁前进式方法回采时,如上部相邻工作面已采,则 $k_3 = 1$;如上部相邻工作面未采,则可按下式计算 k_3 值:

$$k_3 = \frac{L + 2h + 2b}{L + 2b}$$

式中, b 为巷道长度, m 。残存瓦斯含量的单位为每一吨煤的瓦斯体积。厚煤层分层开采时按下式计算:

$$q_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_{fi} \cdot (X_0 - X_1)$$

式中, k_{fi} ——取决于煤层分层数量和顺序的分层开采瓦斯涌出系数, k_{fi} 可按表 2-4 选取。

表 2-4 厚煤层分层开采瓦斯涌出系数 k_{fi}

两分层开采		三分层开采		
k_{f1}	k_{f2}	k_{f1}	k_{f2}	k_{f3}
1.504	0.496	1.820	0.692	0.488

(2) 邻近层瓦斯涌出量

$$q_2 = \sum_{i=1}^n k_i \cdot (X_{0i} - X_{1i})$$

式中: q_2 ——邻近层相对瓦斯涌出量, m^3/t ;

m_i ——第 i 个邻近层厚度, m ;

m_1 ——开采层的开采厚度, m ;

X_{0i} ——第 i 邻近层原始瓦斯含量, m^3/t ;

X_{1i} ——第 i 邻近层残存瓦斯含量, m^3/t 。

K_i ——受多种因素影响但主要取决于层间距离的第 i 邻近层瓦斯排放率。



邻近层瓦斯排放率与层间距存在如下关系：

$$k_i = 1 - \frac{h_i}{h_p}$$

式中： k_i ——第 i 邻近层瓦斯排放率；

h_i ——第 i 邻近层至开采层垂直距离，m；

h_p ——受开采层采动影响顶底板岩层形成贯穿裂隙、邻近层向工作面释放卸压瓦斯的岩层破坏范围，m。

开采层顶板的影响范围由下式计算：

$$h_p = k_y \times m_1 \times (1.2 + \cos\alpha)$$

式中： k_y ——取决于顶板管理方式的系数。对采高小于等于 2.5 m 的煤层，用全部垮落法管理顶板时， $k_y = 60$ ；用局部充填法管理顶板时， $k_y = 45$ ；用全部充填法管理顶板时， $k_y = 25$ ；

m_1 ——开采层的开采厚度，m；

α ——煤层倾角，度。

开采倾斜和缓斜煤层时，开采层底板的影响范围为 35~60 m。开采急倾斜煤层时，底板的影响范围由下式计算：

$$h_p = k_y \times m_1 \times (1.2 - \cos\alpha)$$

(3) 掘进巷道煤壁瓦斯涌出量

$$q_1 = n \times m_0 \times q_0 (2 \sqrt{L/v} - 1)$$

式中： q_1 ——掘进巷道煤壁瓦斯涌出量， m^3/min ；

n ——煤壁暴露面个数，单孔送道时， $n = 2$ ；

m_0 ——煤层厚度，m；

v ——巷道平均掘进速度， m/min ；

L ——巷道长度，m；

q_0 ——煤壁瓦斯涌出初速度， $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 。按下式计算：

$$q_0 = 0.026[0.0004V_{daf}^2 + 0.16]X_0$$

式中： V_{daf}^2 ——煤中挥发分含量，%；

X_0 ——煤层原始瓦斯含量， m^3/t 。

(4) 掘进破煤的瓦斯涌出量

$$q_1 = S \cdot v \cdot y \cdot (X_0 - X_1)$$

式中： q_1 ——掘进巷道落煤瓦斯涌出量， m^3/min ；



- S ——掘进巷道断面积, m^2 ;
 v ——巷道平均掘进速度, m/min ;
 γ ——煤的密度, t/m^3 ;
 X_0 ——煤层原始瓦斯含量, m^3/t ;
 X_1 ——煤层残存瓦斯含量, m^3/t 。

(5) 采煤工作面瓦斯涌出量

回采工作面瓦斯涌出量由开采层(包括围岩)、邻近层瓦斯涌出量两部分组成,其计算公式为:

$$q_5 = q_1 + q_2$$

式中: q_5 ——回采工作面相对瓦斯涌出量, m^3/t 。

(6) 掘进工作面瓦斯涌出量

掘进工作面瓦斯涌出量包括掘进巷煤壁和掘进落煤瓦斯涌出量两部分,用下式计算:

$$q_6 = q_3 + q_4$$

式中: q_6 ——掘进工作面瓦斯涌出量, m^3/min 。

(7) 生产采区瓦斯涌出量

生产采区瓦斯涌出量系采区内所有回采工作面、掘进工作面及采空区瓦斯涌出量之和,其计算公式为:

$$q_7 = (1 + k) \times \left(\sum_{i=1}^n q_{si} \cdot A_1 + 1440 \sum_{i=1}^n q_{6i} \cdot A_1 \right) / A_0$$

式中: q_7 ——生产采区瓦斯涌出量, m^3/t ;

k ——生产采区内采空区瓦斯涌出系数,取 $k = 0.15 \sim 0.25$;

q_{si} ——第 i 回采工作面瓦斯涌出量, m^3/t ;

A_1 ——第 i 回采工作面平均日产量, t ;

q_{6i} ——第 i 掘进工作面瓦斯涌出量, m^3/min ;

A_0 ——生产采区平均日产量, t 。

(8) 矿井瓦斯涌出量

矿井瓦斯涌出量为矿井内全部生产采区和已采采区(包括其他辅助巷道)瓦斯涌出量之和,其计算公式为:

$$q_8 = \frac{(1 + k'') \sum_{i=1}^n q_{7i} \cdot A_{0i}}{\sum_{i=1}^n A_{0i}}$$



式中： q_s ——矿井相对瓦斯涌出量， m^3/t ；

k'' ——已采区采空区瓦斯涌出量系数，其值为 $k'' = 0.10 \sim 0.25$ ；

q_{7i} ——第 i 生产采区瓦斯涌出量， m^3/t ；

A_{oi} ——第 i 生产采区日平均产量， t 。

3. 类比法

(1) 基本原理

瓦斯生成、赋存、排放条件是受地质构造因素控制的。在未开发的井田、未受采动影响处于自然状态的煤层瓦斯含量的分布规律与地质构造条件有密切的关系，而矿井瓦斯涌出量的大小，一方面受地质因素控制，另一方面受开采方法的影响。因此，在一个煤田或一个矿区范围内，在地质条件相同或相似的情况下，矿井瓦斯涌出量与钻孔煤层瓦斯含量之间存在一个自然比值。

对于新建矿井，在地质勘探期间已经提供了钻孔煤层瓦斯含量的基础数据，而矿井瓦斯涌出量是未知数。若要获得该参数，可以通过对邻近生产矿井已知的矿井瓦斯涌出量资料和钻孔煤层瓦斯含量资料的统计运算求得一个比值，然后将该比值与新建矿井已知的钻孔煤层瓦斯含量相乘，即可得到新建矿井的瓦斯涌出量。公式表达为：

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$$

式中： A ——生产矿井瓦斯涌出量；

B ——生产矿井钻孔煤层瓦斯含量；

C ——新建矿井瓦斯涌出量；

D ——新建矿井钻孔煤层瓦斯含量。

(2) 类比条件

运用类比法预测新建矿井瓦斯涌出量是通过邻近生产矿井的实际瓦斯资料统计来进行的。因此，必须把相同或相似的地质、开采条件作为两个矿井类比的前提。



第五章 矿井瓦斯抽采技术

《煤矿安全规程》第 145 条规定:凡符合下列情况之一者,必须建立地面永久瓦斯抽采系统或井下临时抽采瓦斯系统:

1. 1 个采煤工作面的瓦斯涌出量大于 $5 \text{ m}^3/\text{min}$ 或 1 个掘进工作面的瓦斯涌出量大于 $3 \text{ m}^3/\text{min}$,用通风方法解决瓦斯问题不合理的。

2. 矿井绝对瓦斯涌出量达到以下条件的:

大于或等于 $40 \text{ m}^3/\text{min}$;年产量 $1.0\sim 1.5 \text{ Mt}$ 的矿井,大于 $30 \text{ m}^3/\text{min}$;年产量 $0.6\sim 1.0 \text{ Mt}$ 的矿井,大于 $25 \text{ m}^3/\text{min}$;年产量 $0.4\sim 0.6 \text{ Mt}$ 的矿井,大于 $20 \text{ m}^3/\text{min}$;年产量小于或等于 0.4 Mt 的矿井,大于 $15 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

3. 开采有煤与瓦斯突出危险煤层的。

第一节 瓦斯抽放系统的构成

瓦斯抽放系统主要由瓦斯泵、管道、流量计、安全装置等组成。瓦斯抽放管路由总管、分管和支管组成,一般选用无缝钢管、焊接管、硬质抗静电塑料管,支管也可选用玻璃钢管。抽放管路设于回风巷内,抽放管路在铺设时必须吊挂平直,离地高度不小于 30 cm ,必须保证抽放系统中所有管路的接头严密、不漏气,正式抽放前,必须对所有抽放管路进行试通、试漏;管路铺设在有提升运输的巷道内时,管路与矿车最外缘的间隙必须大于 70 cm ;严禁瓦斯管路与电缆同侧吊挂,严禁与带电物体接触,严禁砸坏管路,设有抽放管路的巷道要维修时,必须制定保护抽放管路的措施;瓦斯抽放管路要每隔一定距离或在高度起伏变化处设放水三通。

1. 瓦斯抽放管路的连接

瓦斯管路与钻孔可用高压胶皮软管通过抽放多通连接,高压胶皮软管的尺寸根据封孔套管的直径来选择,煤层钻孔一般选用 2.5 英寸的高压胶管,岩石钻孔一般选用 3



英寸或 4 英寸的高压胶管。抽放瓦斯管与瓦斯管路的连接如图 2-15 所示。

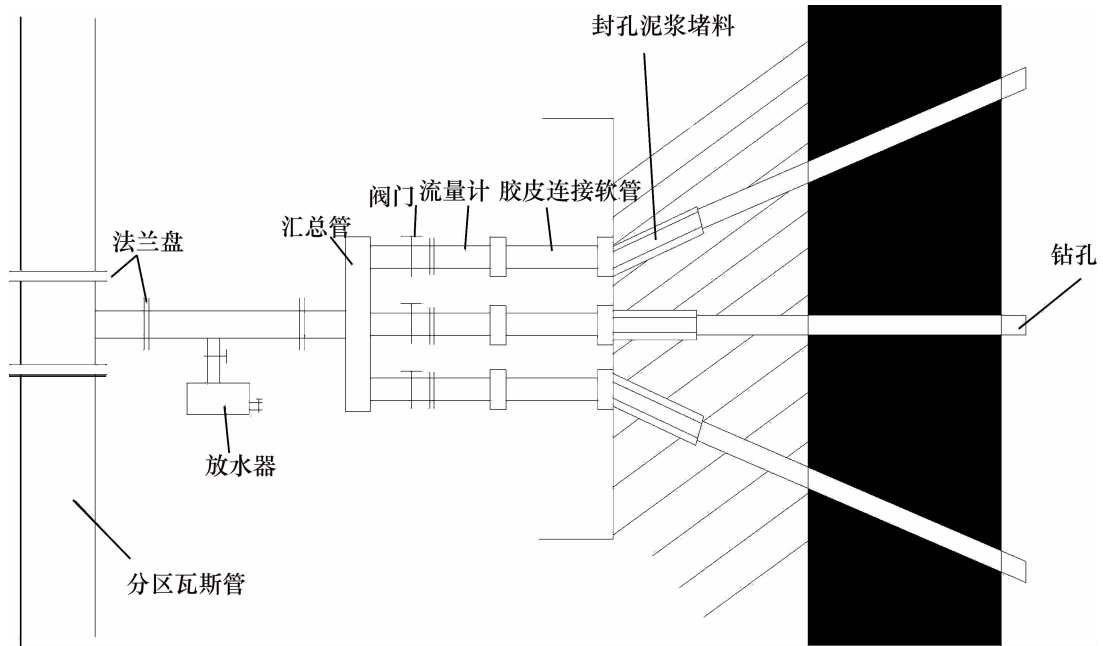


图 2-15 瓦斯抽放管连接图

2. 孔板流量计

为了全面掌握与管理井下瓦斯抽放情况,要在总管、支管和各个钻场内安设测定瓦斯流量的流量计。孔板流量计比较简单、方便。孔板流量计的标准规格如图 2-16 所示,孔板流量计由两个短管和一个有标准孔口的圆板构成,使用时安装在管道上,用水柱压差计测出孔板前后的压差和管内瓦斯浓度。

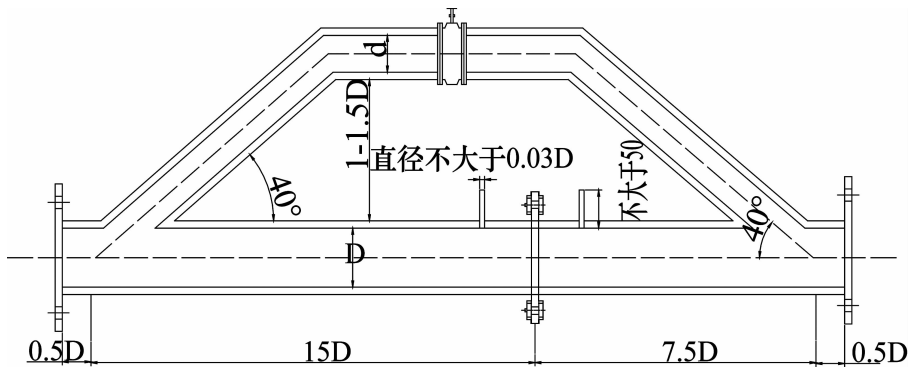


图 2-16 孔板流量计安装示意图



3. 钻孔的封孔

瓦斯抽放钻孔的封孔应满足密封性好、操作方便、速度快、材料便宜。对成孔效果好、服务期不长的钻孔可用机械式封孔器封孔；对煤岩强度不高、封孔深度较长的钻孔可用充填料封孔。岩石孔不小于 2~5 m，煤孔不小于 4~10 m。

(1)成孔形状效果好时用封孔器封孔。目前常用的是 CPW—II 型封孔器。使用时将封孔器送入钻孔内，然后用高压水管向封孔器内注水，使之产生径向膨胀将孔封住。

(2)成孔形状效果差时用充填料封孔。封孔材料主要为水泥砂浆和聚氨酯。聚氨酯封孔有密封性好、硬化快、膨胀性强的优点。它由甲、乙两组药液混合而成，甲组液占总重的 37.52%，乙组液占总重的 62.48%。封孔时将两组药液倒入容器内混合搅拌 1 min，当药液由原来的黄色变为乳白色时，倒在塑料编织袋上并缠在抽放管上送入钻孔，经 5 min 开始发泡膨胀，逐渐硬化成聚氨酯泡沫塑料，它在自由空间内约膨胀 20 倍。此法缺点是不适宜于封孔要求较深的钻孔（一般为 0.8~1.2 m）。

水泥砂浆封孔主要借助 KFB 型矿用封孔泵进行封孔。封孔时先在孔内插入抽放管，同时在孔壁与套管之间插入一根注浆管，为防止注浆时产生气泡，再插入一根排气管。然后用高压软管将注浆管与注浆泵连接。此法不受封孔深度限制。

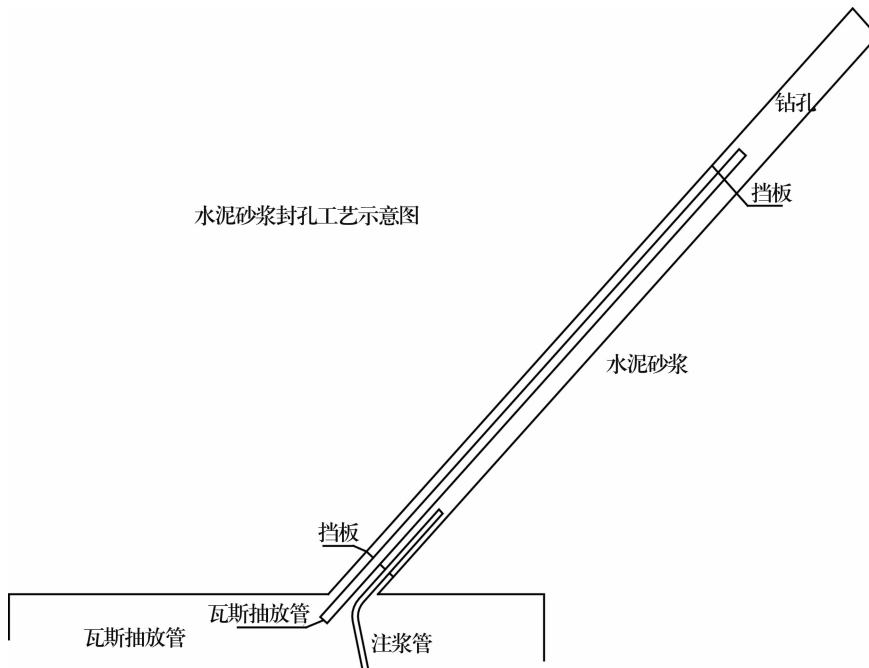


图 2-17 水泥砂浆封孔工艺示意图



第二节 瓦斯抽放基本参数

1. 矿井(或采区)抽放率

矿井(或采区)抽放率是指矿井(或采区)的抽出瓦斯量占其风排瓦斯量与抽放瓦斯量之和的百分比。

2. 工作面本开采层抽放率

开采层抽放率指从开采层抽出的瓦斯量占开采层涌出及抽出瓦斯量的百分比。

3. 工作面邻近层抽放率

指从邻近层抽出的瓦斯量占邻近层涌出及其抽出量之百分比。

4. 工作面总抽放率

指从工作面开采层与邻近层抽出的瓦斯量占其涌出及抽出量的百分比。

第三节 选择抽采瓦斯方法的原则

矿井抽采瓦斯方法应根据矿井煤层赋存条件、瓦斯基础参数、瓦斯来源、开采巷道布置、采掘时间配合、抽采瓦斯目的及利用要求等因素经技术经济比较确定,并符合以下要求:

1. 选择的抽采瓦斯方法应适合煤层赋存条件和开采技术条件。

2. 应根据矿井瓦斯涌出来源及涌出量进行分析,有针对性地选择抽采瓦斯方法,以有利提高瓦斯抽采效果。

3. 应尽可能利用开采巷道抽采瓦斯,以减少抽采工程量。必要时可设布置钻场、钻孔的专用瓦斯抽采巷道。

4. 选择的抽采方法应有利于抽采巷道的布置和维护,有利于增加钻孔的抽采时间,降低瓦斯抽采成本。

5. 宜采用综合瓦斯抽采方法。

6. 在满足矿井安全开采的前提下,还需满足开发、利用瓦斯的需要。

一、开采层瓦斯抽采方法选择

1. 对容易抽采及可以抽采的煤层,宜采用本层预抽,可采用穿层或顺层布孔方式。

2. 对可以抽采及较难抽采的煤层,宜采用边采边抽的方法。