

# 煤层气开采过程安全风险及其管理策略

尹中山<sup>1</sup> 周瑞琪<sup>2</sup> 龙 潇<sup>2</sup> 黄远庆<sup>3</sup> 赖 冬<sup>2</sup>

1. 四川省地质调查研究院 四川成都 610072
2. 四川省煤田地质工程勘察设计研究院 四川成都 610072
3. 四川煤华荣宜宾新能源有限公司 四川成都 610072

**摘要:** 社会的发展,煤层气这一能源的重要作用日渐凸显,作为油气资源的重要补充且其需求逐渐增加,但是煤层气开发过程中通常存在各种安全风险,其开采中的管理难度大、安全管理风险高,需要运用 HSE 观念深入探讨开采过程中存在的问题,并提出解决对策,进而促进煤层气井生产安全管理工作的顺利展开,使其社会价值和经济价值获得充分展现。

**关键词:** 煤层气开采; 安全风险; 管理策略

## Safety risk and management strategy of coalbed methane exploitation

Zhongshan Yin<sup>1</sup> Ruiqi Zhou<sup>2</sup> Xiao Long<sup>2</sup> Yuanqing Huang<sup>3</sup> Dong Lai<sup>2</sup>

1. Sichuan Institute of Geological Survey Chengdu, Sichuan 610072
2. Sichuan Coalfield Geological Engineering Survey and Design Institute Chengdu, Sichuan 610072
3. Sichuan Coal Huarong Yibin New Energy Co., Ltd. Chengdu, Sichuan 610072

**Abstract:** With the development of society, the important role of coal bed methane energy is becoming increasingly prominent. As an important supplement to oil and gas resources and its demand is increasing, but there are usually various security risks in the process of CBM development. The management of mining is difficult and the risk of safety management is high. It is necessary to use the HSE concept to explore the problems in the mining process. This paper puts forward countermeasures to promote the smooth development of production safety management of coalbed methane Wells so that its social and economic value can be fully demonstrated.

**Key words:** Coal bed methane extraction; Security risks; Management Policies

煤层气开采利用具有一举多得的功效:提高瓦斯事故防范水平,具有安全效应;有效减排温室气体,产生良好的环保效应;作为一种高效、洁净能源,商业化能产生巨大的经济效益。但开发利用过程中,在巨量的安全隐患,需要对相关危险因素进行掌控,在对其中潜在性安全风险进行识别的同时充分了解并掌握安全生产规律,及时解决企业在生产管理中所面临的问题。开采过程中,安全管理制度、理念、体系建设的标准化的安全生产和重大事故风险防范能够使开采的安全性获得有效保障,能够进一步提高煤层气这一能源的使用率<sup>[1]</sup>。本文就开发工程环节深入探析其中的危险因素以及安全风险,找出安全生产规律,并将安全管理目标落到实处,促进煤层气产业的健康高质量发展。

### 一、煤层气开采过程中的安全风险

风险是客观存在的,必须增强风险意识,积极、主动地应对风险,对风险实行科学管理,降低出现概率,以减少风险所带来的损失。煤层气工程就是一个风险贯穿该全生命周期的项目。

#### 1.1 钻井工程安全风险

煤层气开采中,钻井工程施工这一环节极为关键,同时也很容易诱发各种安全问题,且钻井技术方法、组织管理会直接影响安全管理工作<sup>[2]</sup>。钻井工程主要包括钻井、测井以及固井等。

1.1.1 煤层气钻井。一般都是钻进至目的层之后,按设计钻达设计井深,循环泥浆排除井底沉砂,实施测井作业及后续下套管和固井工序。

在钻井期间很容易产生井下事故(卡钻、井漏、取芯采取率低、掉钻具、掉钻头、旋转导向工具)、地面机械伤害、火灾、物体打击等一系列安全风险。

1.1.2 测井。测井工作中的安全风险,工具安全起下、测井仪器掉井、放射性工具进入井下前的防辐射、放射源的管理等均容易诱发安全事故。

1.1.3 固井。在钻井工程中是非常重要的组成部分,其重点在于对入井各级套管进行保护与固定,封隔地层,为煤层气储层改造、开采创造条件。固井环节是隐蔽工程、作业时间短,不允许出现质量与安全事故,具有要求高、地层情况复杂,主要包括泥浆密度设计与预算、

套管柱设计与连接、固井井口安装、注水泥浆作业等环节,一旦某一环节操作不合理,则很容易诱发安全、质量事故,如目的煤层与设计要求出现较大差距、地面高压损伤、触电、机械伤害等。

### 1.2 完井工程安全风险

完井工程主要包括射孔、压裂作业。所涉及到的风险因素、环节等较高,因此对于安全管理工作提出了严格要求。

1.2.1 射孔。这一环节极为关键,作业过程是其安全风险的关键所在,这主要是由于射孔通常都是应用电缆进行输送,在射孔枪弹送到射孔层位之后则引爆,且穿透射孔层之后才可以和地层相连通进而对煤层气进行开采,在此期间一旦操作不当,则会增加孔弹爆炸风险,且电缆输送期间也会诱发电气火灾事故或者是触电现象,并且其中的潜在性安全风险还包括车辆伤害以及物体打击等<sup>[3]</sup>。

1.2.2 压裂。在煤层气开采中也有着非常重要的地位,这一环节主要是及时对煤层裂缝解放,进而采集煤层气压裂过程中需要使用混砂车、砂罐车、压裂车、仪表车等机械设备,在使用时若操作缺乏合理性,则会增加物体打击以及车辆伤害。并且压裂期间需要对其产生的高压加压,在设备安装以及试压过程中有着较高的发生率。地面检测不到地层压开的特征信息,工作压力极高,超过管材、压裂井口的安全限定范围。一加砂压力明显升高,出现砂堵的现象,达不到衣蛾设计的要求,加砂量不足到严重不足;连带引起压裂液不够,可能给储层压裂环节带来造成不可挽回的伤害,严重者导致储层损伤或气井报废。

### 1.3 排采工程风险

排采工程中,尤其是地面排采集输和增压处理极为显著,这一环节中其技术具有复杂性,并且建设以及运行期间也存在一定的安全风险<sup>[4]</sup>。煤层气是低压气藏,需要外部赋能强化抽采才能实现“排水降压-解析-渗流”过程的完成。排采设备一般均要运用“变频电动机+抽油机械+井下压力仪器”,方可完成一个作业流程。

#### 1.3.1 见气前

建设期间,高压、防硫等专业设备相对较多,精密度要求高,若没有科学安装并精细维护电气设备,则很有可能导致电压不匹配、机械磨损、管道接口焊缝不达标等诱发渗水等事故。

#### 1.3.2 见气后

##### 1) 井场内

若不及时引导气体进入管道、或点火把,随气体集聚期间很容易由于煤层气泄露而引起爆炸及火灾现象。

##### 2) 管道

在排采运行期间车辆动用较多,操作不当引发伤害相对较高,同时对环境因素的维护进行精细设计与思考,确保安全距离和应急材料的配备,煤层气管道所经过的

区域,其环境复杂多样如工业园区以及河流等,因此环境因素也会严重阻碍输气管道工程安全性的进一步提高。

### 1.4 输气管网安全风险

仍需对煤层气输气管网安全风险加以关注。尽管管材技术水平以及管网建设技术都取得了一定进展,但是其在运维中依旧存在诸多安全风险。与此同时,输气管道安全风险诱发因素较为复杂,如焊接漏焊、人为因素、地表及地质变化等造成管道破裂和变形,另外不可预见因素如地震、山洪、滑坡与泥石流等地质灾害的破坏,以上都是诱发输气管道安全风险的关键因素。

## 二、管理的思路与理念

安全生产管理就是围绕危险源辨识、风险评估、风险控制的主线来进行的,基本原理是运用风险管理的技术,采用技术和管理综合措施,实现“一切意外均可避免”、“一切风险皆可控制”的风险管理目标,其运作模式是 PDCA 循环,由休哈特(Walter A. Shewhart) 1930 年提出,戴明(Edwards Deming)在 1950 年加以推广。即辨识危险源,就是安全管理的对象;进行风险评估,抓住安全管理的重点;建立安全管理体系,就是安全管理的依据。经过比较与评价,提出目标与对策,将系统的危险性控制在最低限<sup>[6]</sup>。

## 三、煤层气开采过程安全风险策略探析

遵照国家已经颁布《中华人民共和国安全生产法》、《煤层气地面开采防火防爆安全规程》、《煤层气集输安全规程》等煤层气行业安全标准要求,建立安全机构、落实安全人员、编制安全管理制度,并积极与健康-安全-环保(HSE)体系正常匹配。

### 3.1 制定安全风险管理体系

煤层气开采中,为了能够其实将安全管理工作落到实处,项目建设初期在对风险辨识、评估的基础上,及时制定安全管理方案和计划,在对煤层气特点以及地质条件进行掌握的基本前提下制定开采方案并对技术进行合理选择,创建安全管理方案,并针对其安全管理展开合理设计,达到风险控制的目的<sup>[5]</sup>。

### 3.2 创建安全管理标准体系

煤层气开采中,立足于安全管理层面而言,因为我国煤层气开采工程发展相对缓慢,其安全管理技术依旧存在一定提升空间。尽管我国已经颁布了有关煤层气行业标准,但是其并无法完全覆盖煤层气开采过程特别是对于完井和钻井工程,安全标准并未落到实处。工作过程中,一般都是由煤层气开采企业制定相关标准,在此期间其一般都会借鉴天然气开采有关安全技术标准规范。但是和煤层气开采进行对比,天然气与其存在一定的技术差异,这主要是由于在开采不同能源时其开采技术和安全标准之间存在显著差异<sup>[6]</sup>。

### 3.3 落实安全事故防控工作

安全事故防控在煤层气开采中极为关键,这一工作

涉及开采以及运输全程。工作过程中,相关煤层气开采企业需要及时制定安全事故防控方案 and 对策。首先安全管理中需要增加对于输气管道建设、管理以及煤层气开采的重视程度,立足于油气开采中存在的安全事故可以发现,其主要集中于输气管道和井下,特别是输气管道其安全事故发生率相对较高,无论是对于煤层气还是天然气,输气管道建设以及运行期间都需要对安全管理工作加以关注,并针对相关安全事故展开预防和控制。与此同时还需要及时制定安全事故应急处理对策并加以完善,立足于安全管理层面而言,不管是哪一煤层气开采企业,尽管其安全管理制度相对全面,但是在进行开采时依旧存在一定隐患,所以在进行煤层气开采时,需要做好安全事故应急预案,以便发现安全事故时可以及时解决并处理相关安全事故,最大程度减少经济损失。

#### 3.4 针对性预防潜在性风险

煤层气开采过程中需要在对风险管理制度进行优化的同时创建风险管理机制,并依照其中的潜在性风险因素提出解决对策,特别是对可能会产生安全风险环节需要制定防控对策。如输气管网建设以及运行期间的安全风险,需要及时制定预防控制机制并进行合理优化调整,如管道的长时间使用,受到锈蚀影响,煤层气泄露风险相对较高,因此安全管理过程中需要对输气管道安全检查方式以及内容等进行及时确定,安排专业人员监督检查过程,设定安全检查标志等。在对防控措施和对策所进行的制定中需要从细节出发控制其中的潜在性安全因素,进而实现预期目标。

#### 四、结语

煤层气开采中通常存在各种安全风险,要求生产企业在进行开采时及时针对其中的潜在性安全风险展开评估,切实将安全风险识别、预防以及控制等一系列工作落到实处,减少安全风险产生,进而使煤层气开采的稳定性和安全性获得充分保障。同时企业管理层面要在煤层气开采中需科学制定相应的开采标准及安全准则,确保开采过程能将安全风险发生率降到最低,仍需及时创建安全生产责任标准化体系和 HSE 制度,将责任落实到人到岗,做到知风险、权责明、重预防、应急快,创建系统性、科学性、严密性安全生产管理体系,进而实现管理控制安全因素的目标,促进企业持续稳定、健康与高质量发展。

#### 参考文献:

- [1] 杨勇. 煤层气开采过程安全风险及其管理策略[J]. 当代化工研究, 2022, 49(6): 90-92.
- [2] 李建林, 赵帅鹏, 崔延华. 煤层气开采后成庄矿 15 号煤层底板突水危险性评价[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2021, 40(5): 1-7.
- [3] 周芳芳, 林亮, 刘峰, 等. 排采连续性对煤层气开采的影响[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2021, 41(4): 46-51.
- [4] 牛书琴. 煤层气发电企业成本管理问题探析[J]. 大众投资指南, 2020(3): 2.
- [5] 霍轩, 石璐, 刘超, 等. 煤层气开采技术应用现状及改进策略[J]. 设备管理与维修, 2021, 15(6): 67-69.
- [6] 赵阿兴. 煤层气开发利用中的安全生产和重大事故风险防范预控操作标准化的探究[R]. 第十一届中国标准化论坛, 2020, : 1366-1342.