

# 神东矿区综采工作面低氧原因分析与治理措施

郭佳策

中煤科工集团沈阳研究院有限公司 煤矿灾害防控全国重点实验室

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1773

**[摘要]** 神东矿区所开采煤层具有浅埋深、薄基岩、厚风积沙的特点,各矿在综采工作面回采过程中会时常出现低氧现象。针对神东矿区的低氧问题,本文从区域位置及开采条件出发,详细分析了工作面系统低氧形成机制,得出浅埋深煤层开采、瓦斯赋存属二氧化碳~氮气带及超大采空区流场联动是造成矿井工作面低氧的主控因素。在此基础上提出了减少采空区连通面积、控风稀释、负压系统引排、分流泄压及开区均压等治理技术措施,为神东矿区低氧治理工作和矿井安全高效生产提供了技术支持。

**[关键词]** 神东矿区; 浅埋深; 工作面低氧; 采空区流场联动; 治理技术

中图分类号: U492.6+4 文献标识码: A

## Analysis and treatment measures of low oxygen in fully mechanized mining face of Shendong mining area

Jiace Guo

Middling coal Science and Engineering Group Shenyang Research Institute Co., Ltd National Key Laboratory of Coal Mine Disaster Prevention and Control

**[Abstract]** The coal seams mined in the Shendong mining area have the characteristics of shallow burial depth, thin bedrock, and thick aeolian sand. Low oxygen phenomena often occur in the process of fully mechanized mining in various mines. In response to the low oxygen problem in the Shendong mining area, this article starts from the regional location and mining conditions, and analyzes in detail the mechanism of low oxygen formation in the working face system. It is concluded that shallow and deep coal seam mining, gas storage belonging to the carbon dioxide nitrogen zone, and the linkage of the flow field in the super large goaf are the main controlling factors causing low oxygen in the mining face. On this basis, control measures such as reducing the connected area of goaf, controlling air dilution, negative pressure system drainage, diversion and pressure relief, and opening area pressure equalization were proposed, providing technical support for the low oxygen treatment work and safe and efficient production of the Shendong mining area.

**[Key words]** Shendong mining area; Shallow burial depth; Low oxygen in the working face; Linkage of goaf flow field; Governance technology

煤炭在我国能源体系中的主体地位,较长时期内不会改变,在社会与经济发展过程中扮演着“压舱石”的重要作用。随着煤炭资源开发布局持续优化,我国煤炭生产重心加快向资源禀赋好、开采条件好的“晋陕蒙地区”集中,截至目前国内已建成年产千万吨级煤矿52处,产能8.2亿吨/年。而神东矿区作为我国重要的亿吨矿区之一,所属矿井虽都为国内先进的高产高效矿井,但在开采过程中也都面临着工作面低氧问题,严重制约着矿井生产和人员安全。基于此,亟需对神东矿区综采工作面低氧原因进行分析,并提出有效的治理技术措施<sup>[1-2]</sup>。

### 1 概况

#### 1.1 神东矿区概况

神府东胜矿区(简称神东矿区)位于陕西省榆林市北部和内蒙古自治区鄂尔多斯市南部地区。煤田形成于1亿4千万年前的侏罗纪,总面积3.12万km<sup>2</sup>,探明储量2236亿t,远景储量为10000亿t,是我国现已探明储量最大的煤田,也是世界七大煤田之一。神东矿区是我国最大的高产高效的现代化矿区,煤层具有浅埋藏(一般在150m以内)、基岩薄(一般小于50m)的赋存特征。矿区共包含13队矿14个井,共开采9层煤,主要开采煤种为变质程度较低的长焰煤和不粘煤,除12上煤、22煤及31煤在部分井田中为长焰煤外,其余煤层在各矿井内均为不粘煤。

#### 1.2 煤层自燃属性

针对神东矿区的14个井田33个煤样测试分析结果进行统计

得出,其煤层绝大部分属于I类易自燃煤层,具有强吸氧能力、高挥发分、低燃点和发火期短等属性。吸氧量最大为 $10.93\text{cm}^3/\text{g}$ ,最小为 $0.72\text{cm}^3/\text{g}$ ,均大于 $0.7\text{cm}^3/\text{g}$ ,自燃倾向性为容易自燃,其中 $0.7\sim 0.75\text{cm}^3/\text{g}$ 的有8个, $0.75\sim 1.4\text{cm}^3/\text{g}$ 的有19个, $1.4\text{cm}^3/\text{g}$ 以上有6个;挥发分最大为43.02%,最小为28.23%,平均为36.29%,其中28%~30%的有2个,30%~35%的有9个,35%以上有22个;燃点最高位 $311^\circ\text{C}$ ,最低为 $286^\circ\text{C}$ ,平均为 $296.7^\circ\text{C}$ ;发火期最长的为105天,最短的为32天,平均为55天。

神东矿区33个煤层测试分析吸氧量与挥发分统计结果分布图如下图1所示。

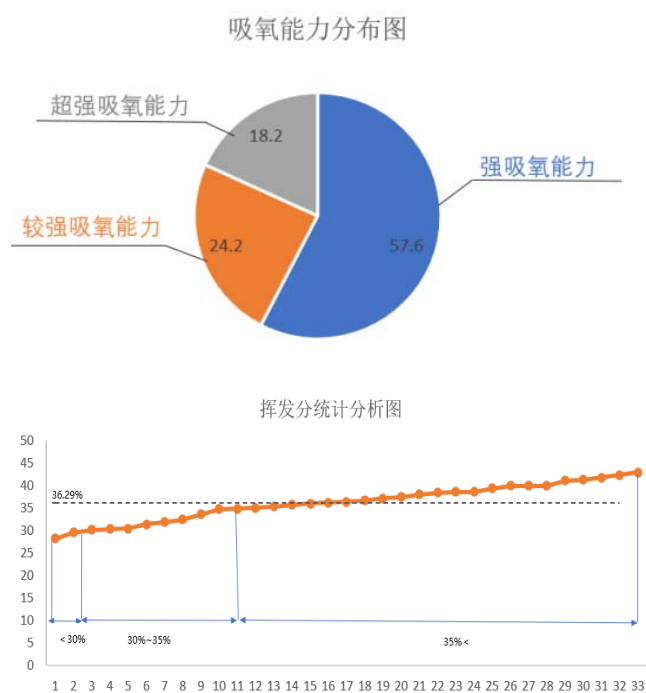


图1 吸氧量与挥发分统计结果分布图

## 2 神东矿区综采工作面低氧主控因素分析

回采过程中工作面低氧是一个多种因素共同作用的结果,不仅要考虑到井下工作面采掘布置情况,还要考虑所属煤层赋存条件及自燃特性等因素<sup>[3]</sup>。因此,针对神东矿区综采工作面低氧问题,围绕以上几个方面进行详细分析,得出浅埋深煤层开采、瓦斯赋存属二氧化碳~氮气带及超大采空区流场联动等三个产生低氧的主控因素,为提出有效的治理技术措施提供理论依据。

### 2.1 浅埋深煤层开采

工作面氧气浓度的降低,最直接的原因是有低氧气体涌向工作面,而涌出的来源一般是采空区。由于受到某些因素的影响,使得采空区与工作面之间的压差变化较大,采空区内已形成的低氧气体由于压差影响,从采空区涌向工作面。

无论矿井的深浅,煤层在开采过程中其井下气体的变化都会与大气压力变化相关联。而大气压力的作用机制则是由空气这种“连续介质”从地表逐步传导到井下。在相同的沿程阻力

条件下,其传导距离越远,所需时间越长。因此煤层埋深越浅,其井下气体受大气压力变化越敏感。据实测数据分析表明:当大气压力变小时,采空区内的低氧气体不断涌出,造成工作面尤其回风隅角位置氧气浓度下降,出现低氧现象。回风隅角氧气浓度与大气压力变化情况如下图2所示。

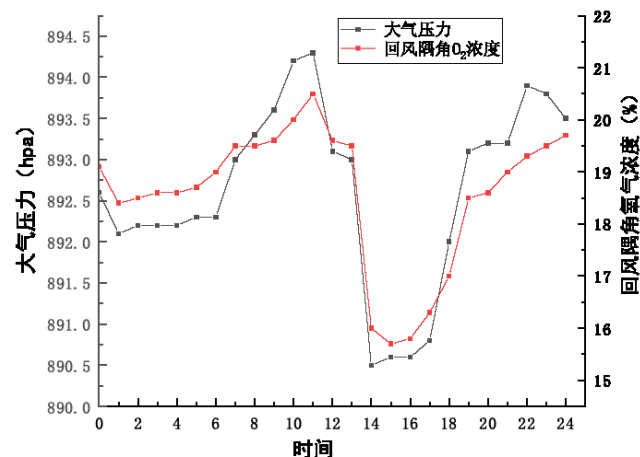


图2 回风隅角氧气浓度与大气压力变化规律图

目前神东矿区14个井所开采煤层中最浅埋深为55m,平均为260m左右,属浅埋深煤层开采,其井下气体对大气压变化反应敏感,采空区“呼吸”现象严重,采空区气体涌出更为集中且呈现出不均衡态势,导致工作面易出现低氧问题<sup>[4]</sup>。

### 2.2 瓦斯赋存属二氧化碳~氮气带

对神东矿区井田煤层进行未采动煤层原始气体组分测定,数据分析得出其煤层瓦斯成分独具特色。 $\text{CH}_4$ 成分含量较低,大多为 $0\sim 0.79\%$ , $\text{CO}_2$ 成分含量较高,为 $0.85\sim 5.33\%$ , $\text{N}_2$ 成分含量则在90%以上,高浓度 $\text{N}_2$ 并非煤层所形成,不仅超过正常情况下煤层气体成分,也远超地壳岩石圈沉积岩中各种气体组合的比例,属典型氮气-二氧化碳带,采空区形成天然的高氮低氧环境<sup>[5]</sup>。采煤过程中,煤体破碎,大量 $\text{N}_2$ 和 $\text{CO}_2$ 气体析出,是低氧气体产生的主要来源。同时回采过程中顶板垮落极易与上覆采空区或地表导通形成漏风通道,在通风负压和大气压力的作用下,采空区低氧气体涌出更为集中且呈现出不均衡态势。

### 2.3 超大采空区流场联动

矿井中的每个盘区之间并未留设隔离煤柱,同时开采工作面间联巷数量较多,受重复采动影响,顺槽保护煤柱及联巷密闭被破坏,逐渐会形成采空区之间连通、盘区之间连通。同时,近距离煤层多次重叠扰动开采条件下较大的垮落跨度使顶板岩层破坏形成裂隙,造成地表、层间以及本煤层工作面采空区贯通的立体漏风通道。

由于漏风通道多,且较为隐蔽,不容易被检测处理。因此,在受到季节及昼夜温差变化造成的气压改变时,会形成超大采空区的流场联动,大量采空区内低氧气体向工作面长时间持续涌出,造成工作面低氧<sup>[6]</sup>,如下图3所示。据统计,超大采空区面积小的亦可达几十万平方米,大的甚至达到了上千万平方米。

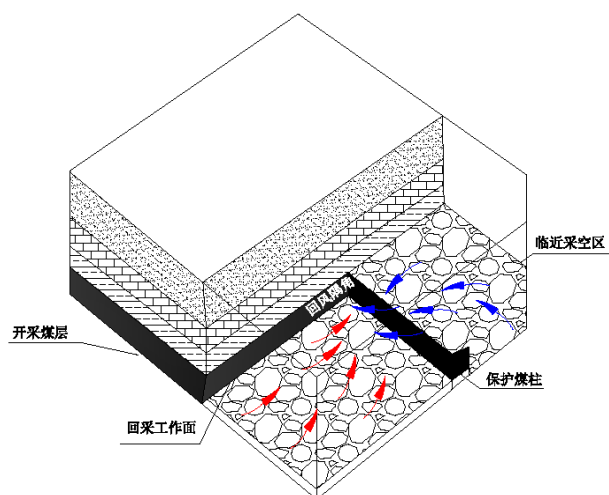


图3 采空区气体流动示意图

### 3 工作面低氧治理技术措施

根据神东矿区工作面产生低氧现象的特点和原因分析,本文有针对性的提出了可采取减小采空区连通面积、控风稀释、负压系统引排、分流泄压及开区均压等治理技术措施,可有效预防工作面在开采过程中出现低氧问题,现针对每种措施进行详细介绍。

#### 3.1 减小采空区连通面积

采空区气体涌出实际就是采空区气体的泄压过程,其涌出量和涌出时间与采空区面积大小息息相关,因此可通过减小采空区连通面积,来降低采空区内低氧气体持续涌出的时间。在开采过程中要留设盘区之间的隔离煤柱,最大限度的减少联巷;回采时采空区要分段隔离,可间隔200m、500m或1000m的距离借助联巷条件,利用大压力混凝土泵、高强度隔离封堵材料来堆筑采空区隔离带,进而减小采空区连通面积。

#### 3.2 控风稀释

控风稀释原理即是保持风量不变,利用控风设施指向性的进行分配风量,达到稀释低氧气体的目的。此方法一般适用于工作面回风流中氧浓度正常的情况下。根据工作面具体开采情况可采用以下两种方式:①利用风障导流新鲜风流稀释低氧气体;②利用风筒导流新风稀释低氧气体。

#### 3.3 负压系统引排

利用负压系统在回风隅角或采空区回风侧的适当位置制造低负压区域,从而改变风流中部分混合气体的流动路径,将低氧气流通过管路系统引排到可安全稀释的地点,使得低氧气体不再聚集在回风隅角或回采工作面。具体方法为:利用井下移动水环真空泵和较大直径(不小于300mm)的管路,依据“低负压大流量”原则来组成负压系统,将负压端管路敷设至回风隅角或回风侧适当位置,管路末端要设置更大直径的集气罩,以此来实现对低氧气体引排、稀释的目的。

#### 3.4 分流泄压

在回采工作面采空区或与本采空区高度关联的其他采空区

设置与回风巷道相连通的大直径管路,并在管路上加设阀门,利用采空区内气体压能高于回风巷气体压能的特点,通过控制阀门开关来控制泄压气体流量,从而降低目标气体流场的压能,达到抑制或减少采空区内气体向工作面涌出的目的。

#### 3.5 开区均压

均压通风技术是通过通风设施设备的协同调制,将工作面通风方法从抽出式变为压入式,在保证足够通风量的同时,来升高系统内流场的整体压能,进而平衡工作面和采空区之间压差,尽可能减少或消除漏风通道(实施均压区域)两端的风压差,从而达到减少或消除漏风,在一定程度上来达到抑制采空区低氧气体涌出目的。可采用局部通风机、风门和调节风窗联合均压,所属通风设施必须安全可靠,风机的风量、风压必须与采煤工作面所需风量、风压相匹配。

均压技术的实施主要有以下几个步骤:①根据生产布局及周围采空区的关系,确定需要均压的区域或范围。②对需进行均压区域内的所有巷道进行通风阻力测定,绘制各巷道压能图,掌握均压区域及其周围相关巷道的通风压力和风量分布状况,选择好调压的参考点,确定均压区域控制目标。③全面了解均压区域及相关巷道内的通风设施(风门、调节风门,局扇等)。④均压区域内的风门要闭锁,若采用局扇均压,必须保证均压风机持续稳定地运转,并有当均压风机突然停止运转时,保证人员安全撤出的措施。⑤根据巷道系统及其压力分布状况,制定合理、有效可靠的均压方案。

## 4 结论

(1)通过对神东矿区综采工作面低氧问题分析,得出浅埋深煤层开采、瓦斯赋存属二氧化碳~氮气带及超大采空区流场联动等三个原因是造成工作面低氧的主控因素。(2)本文针对综采工作面低氧问题提出可采取减小采空区连通面积、控风稀释、负压系统引排、分流泄压及开区均压等五种治理技术措施,可有效预防工作面在开采过程中出现低氧问题。

### [参考文献]

- [1]鹿文勇,王伟,陈洋.工作面低氧原因分析及防治技术[J].煤矿安全,2018,49(01):89-92.
- [2]胡开通.综放工作面低氧原因分析及防治新技术[J].同煤科技,2018,14(02):44-46.
- [3]张永福.神东公司“一通三防”重大灾害防治技术与经验[J].煤矿安全,2017,48(03):113-116.
- [4]郭永文.浅埋藏近距离煤层群综采工作面低氧原因分析[J].煤炭科学技术,2017,45(S1):145-148.
- [5]郭永文.浅埋深近距离煤层群综采工作面低氧原因分析与防治对策[J].煤矿安全,2017,48(09):137-140.
- [6]方保明.综采工作面回风隅角低氧原因分析及防治[J].煤矿安全,2018,49(10):187-190.

### 作者简介:

郭佳策(1993--),男,汉族,河北石家庄人,硕士,部长,研究方向:矿井通风与火灾防治工作。