

# 煤矿开采巷道布置及采煤工艺技术分析

王豪杰

中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710054

**[摘要]**煤矿开采工程中, 巷道布置及采煤工艺应用对于煤炭资源生产有着重要意义。根据煤矿开采巷道的实际条件, 合理布置煤矿开采巷道, 并科学应用采煤工艺, 不仅有利于保证采煤安全, 且提高煤矿开采效率和效益。文中首先分析了当今我国煤矿开采的特点, 其次探索了不同条件下的巷道布置方法, 最后探索了开采工艺的具体应用, 希望对煤矿开采实践工作有所帮助。

**[关键词]**煤矿开采; 巷道布置; 采煤工艺

DOI: 10.33142/aem.v4i8.6756

中图分类号: TD3

文献标识码: A

## Analysis of Coal Mining Roadway Layout and Coal Mining Technology

WANG Haojie

CCTEG Xi'an Research Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710054, China

**Abstract:** In coal mining engineering, roadway layout and coal mining technology application are of great significance to the production of coal resources. According to the actual conditions of coal mining roadways, reasonable layout of coal mining roadways and scientific application of coal mining technology are not only conducive to ensuring coal mining safety, but also improving coal mining efficiency and benefits. This paper first analyzes the characteristics of coal mining in China, then explores the roadway layout methods under different conditions, and finally explores the specific application of mining technology, hoping to be helpful to the practice of coal mining.

**Keywords:** coal mining; roadway layout; coal mining technology

### 1 我国煤矿开采的特点

#### 1.1 开采强度提升

近年来, 我国煤矿开采的矿井单产量增多, 即我国煤矿开采的强度提升了。之所以开采强度增大, 是因为综采放顶煤技术和大采高技术的运用。

综采放顶煤技术在提升厚及特厚煤层开采效率方面发挥了积极作用, 能够利用工作面的支撑压力促进煤岩破碎。综采放顶煤技术应用中只需通过改进传统的综采工作面液压支架的方式, 就能实现综采工作面产量大幅增加。

大采高技术在提升煤矿产量方面得益于其运用了超大型综采设备。传统综采工作面的液压支架仅达到 3.5 米, 而大采高工作面的液压支架能够到达 8.8 米的高度, 这也就决定了大采高技术下的开采强度是传统方式的两倍。根据实践发现, 基于良好的地质条件, 大采高工作面的年开采量超过了  $2.0 \times 10^7$ t。

#### 1.2 资源采出率增加

资源采出率高有利于促进煤矿资源可持续发展。在无煤柱开采技术的支持下, 且进行了沿空留巷和沿空掘巷, 我国的煤矿资源采出率更高。沿空留巷中, 切顶卸压的应用较为广泛, 具体是针对巷道靠近采空区一侧的顶板通过人工方法进行切断, 以削弱支承压力的传递; 沿空掘巷中, 普遍运用柔模混凝土墙支护技术, 具体是对采空区边缘一

侧浇筑混凝土墙, 以支撑采空区顶板。以上技术都具有成熟的体系, 能够有效规避双巷掘进过程中遗留大量煤柱无法回收的问题。

#### 1.3 资源开采挑战更加严峻

随着各种开采技术的应用, 开采工作面临的挑战也更加严峻。我国经过长期高强度持续开采, 浅部煤炭资源基本也被开采空, 很多的矿井开采逐渐向深部发展。深部开采过程中, 会遇到更多的地质方面的难题, 增加开采事故发生率。例如, 煤矿动力灾害问题方面会遇到煤矿冲击地压、煤与瓦斯突出等情况。

在机械化开采过程中会采用大型的设备, 在设备向深部深入时, 大型设备会挤压到工作面的顶层。如果顶板耐受力不足, 会威胁开采巷道的安全。当顶板破裂, 会造成严重的安全事故。

### 2 煤矿开采巷道布置方式分析

#### 2.1 近距离煤层的巷道布置

针对近距离煤层的开采, 较容易遭受其他煤层的影响, 所以有必要合理布置巷道。例如, 下部煤层顶板想要规避上层煤层对其产生的干扰, 应当加强下层顶板抗压性。上部煤层开采结束后, 煤柱也会压制下层煤层, 为了减少各方面的困扰, 需要优化巷道布置。实际布置过程中, 若选择重叠布置的形式, 应当从煤区之间回采巷道开始, 进行

合理的平面重叠布置;基于此,还需有效控制工作面长度。这样的布置方式,能够规避上下层间预留煤柱,增加煤炭产出量。然而,运用这一布置方法,容易加大下层回采巷道施工难度,在确保下层开采安全方面也有一定的欠缺,对此,可以采用内错式布置方式。内错式布置有助于形成煤柱,发挥一些支撑效应<sup>[1]</sup>。虽然会在一定程度上限制煤炭产出量,但是可以确保下部煤区开采的安全性,并且减弱了施工难度,有助于提升开采效率。

## 2.2 多煤层的巷道布置

针对多煤层的巷道布置主要考虑如下几方面:其一,多关注下层煤层,明确下层煤层是否影响上层煤层巷道的稳定性,即最大程度地降低不同煤层间的相互影响;其二,考虑煤层自身受到的支撑压力,防范煤层失稳、坍塌问题;其三,关注多煤层巷道布置支撑压力问题,具体布置过程中,就各煤层都要设置相应的上限,由此形成煤柱,实现煤层保护。

具体开展多煤层巷道布置时,分组开采巷道布置方式较为常用。通过对采区进行分组,根据其走向进行巷道布置,实际可以依照 800m 的距离进行计算,并合理控制煤层的倾角,通常倾角为 25°。这一布置方法针对客观的地质条件具有一定要求,但是其整体工程量小,所以具有较高的性价比。但是需要注意的是,统一开采区域内,如果划分 3 组煤层,各煤层应当设置 1 条上山巷道,且进行重叠布置,借助上山巷道煤柱实现保护。

## 2.3 特厚煤层的巷道布置

放顶煤开采或大采高开采过程中,通常煤层厚度更大。煤层厚度小的话,两巷的高度一般等于煤层厚度,但是特厚煤层的话,实现这一指标是不现实的。巷道的高度高,一方面不利于施工开展,另外临时支护难度也加大了许多<sup>[2]</sup>。对此,有三种巷道布置方法:

回风巷均靠近煤层的顶板。采用此种布置方法,巷道顶板支护会相对便捷,可底板较为不稳定,回采过程中出现嵌底现象的概率较大,影响回采进度和稳定性;

进、回风巷均在底板上。采用此种布置方法,巷道底板稳定性较强,可回采时瓦斯会大量进入回风巷,给开采安全造成严重威胁;

进风巷位于底板上,回风巷靠近顶板。采用此种布置方法可以有效解决(1)、(2)方式的缺陷,在特厚煤层巷道布置中具有较高的可操作性。

针对特厚煤层开采,需要及时封闭采空区,主要是由于开采过程中,采空区的遗煤量会增多,如果出现氧化自燃,将发生严重的安全事故。而采空区密闭具有一定的难度,为了防范浮煤氧化自燃问题,一般要将黄泥浆或惰性气体注入到采空区,这样能够有效控制浮煤自燃问题。

## 2.4 高瓦斯煤层的巷道布置

煤矿开采过程中,瓦斯所造成的安全威胁非常大,可

谓是“第一杀手”。煤层中的瓦斯含量过高、具有突出危害性时,应当优化巷道布置,以防范瓦斯事故<sup>[3]</sup>。高瓦斯煤层巷道布置的核心是对回风巷道进行科学布置,实现巷道风流中瓦斯浓度的有效控制。基于此,要积极运用矿井通风系统促进工作面瓦斯排放,并且,采用有效方式对瓦斯进行抽采,从根源上避免瓦斯积累、涌出。可以采取“一进二回”的巷道布置形式,也就是设置 1 条进风巷、2 条回风巷(轨道运输巷和专用回风巷)。这一布置方式能够加快瓦斯排放,避免瓦斯浓度超标。

## 2.5 高地应力条件的巷道布置

深部开采进行巷道布置会遇到较高的地应力,这种情况下,不但巷道变形严重,而且由于动压条件的作用会出现巷道冲击地压现象。因此,从煤矿开采安全角度考虑,巷道走向与地应力主方向需要处于一个适宜的角度,以便巷道承受的作用力相对较小。在高地应力条件下的巷道布置,一是要针对井下实施地应力主方向测量,二是建模模拟巷道与主应力方向的角度,比如运用 FLAC3D 软件建模,分布不同巷道工况下主应力方向巷道的变形,确定巷道变形最低的工况。

高地应力条件下,巷道由于承受较高的地应力,发生冲击地压现象较为普遍。为了防范这一问题,一是要强化巷道支护效果,二是要合理控制矿井开采速率<sup>[4]</sup>。如果工作面回采速度偏快,则会存在较大的动载,从而加大冲击地压危险系数;如果工作面回采速度偏慢,会给液压支架带来较大的压力,从而导致压架事故发生。

## 3 煤矿开采采煤工艺技术分析

### 3.1 合理选择采煤技术

具体煤矿开采过程中,不同区域所具备的煤矿资源分布及特点存在差异性。所以,应当结合实际煤矿开采区域内的环境条件、资源分布规律等,科学采用开采技术。针对采煤工艺,较为常用的有早采和水采<sup>[5]</sup>。其中早采包括壁式开采和柱式开采,壁式开采又具体有整层开采和分层开采的形式。如果选择整层开采技术,可以运用柱式开采技术体系。煤层的倾斜角度不同,选择的采煤技术也不同,可以参考如下参数进行选择。当倾斜角度为 8°~25°,选择缓倾斜煤层采煤技术;当倾斜角度为 25°~45°,选择倾斜煤层采煤技术;当倾斜角度为 45°,选择急倾斜煤层采煤技术;当倾斜角度超过 45°,小于 80°,选择近水平煤层采煤技术。

### 3.2 割煤和装煤技术

开采活动中,需要合理选择采煤机工作方式。针对相对平缓的煤层结构条件,通常采用双向割煤的工作方式。采煤机运行过程中,启动的前滚筒顺沿煤层顶板实施割煤操作,后滚筒顺沿煤层底板实施割煤操作,并同步进行装煤作业。采用双向割煤的工作方式时,在工作面会往返一次,一共实施两次进刀操作,当割煤作业结束后,借助刮

板输送机运输工作面上残留的煤渣到中部槽中,且通过人工方式对浮煤予以进一步清理。

在采煤机割煤操作前,需要作业人员提前进行开机准备,保持采煤机冷却水开启状态并空载运行5分钟,观测采煤机运行状态,如果存在异常现象要及时解决<sup>[6]</sup>。其次,采煤机通常是针对工作面上部下部同步割煤操作,因此需要对滚筒升降高度进行合理控制,以保证割煤作业的实效性,提高割煤效率和质量。割煤操作结束后,采煤机从头条巷向下尾巷返回,返回过程中,前滚筒会实施顶部煤层割煤操作,后滚筒会实施割煤与装煤同步操作。

### 3.3 移架操作技术

实际开采时,工作面支撑方面多采用手动邻架,随着新暴露顶板出现进行依次顺序移架,这一过程发现移动步距和截深相同。煤层开采作业结束后,需要及时对采煤机进行移架操作,且设置顶板支护<sup>[7]</sup>。例如,当煤层顶板压力偏小,安全性能相对良好,移架可以相对采煤机后滚筒滞后5架左右,但反之,顶板承受较大压力的情况下,安全性无法得到有效保障,对此,移架相对采煤机后滚筒滞后2架左右,且采用高强度的保护方式进行支架保护。具体移架操作过程中,如果移架速度较为缓慢,需要有效控制采煤机速度,可以减小采煤机整体移速或直接暂停采煤机,保证移架操作的可靠性。移架时,需要配置专门人员对顶板进行监测,升降操作都会在一定程度上影响移架过程,具体操作中需要保证顶板与顶梁间距离在150-200mm。如果立柱降低较多,可以先不采用平衡千斤顶来操作,可将降柱与移架操作同步实施。可当煤层顶板承受着较大的压力时,会呈现出较弱的完善性,移架操作结束后需要利用平衡千斤顶将顶梁前端顶起,以提高顶梁支护效果,避免新暴露顶板发生下沉等现象。当顶板完善性较高时,可以利用平衡千斤顶顶起支架后端,增强后端支护力。想要保证煤层开采后的安全性持续良好,结束移架操作后,应当及时充分地进行接顶作业,确保移架后支护力方面更好地满足承受需求。

### 3.4 炮采采煤技术

炮采采煤,即通过爆破的方式降低采煤压力,提升采煤效率。具体进行炮采采煤过程中,爆破这一方式相对于其他采煤方式具有一定的安全风险,特别是采用单体液压支柱爆破过程中,发生坍塌风险的可能性很大<sup>[8]</sup>,所以,矿井生产中单一采用炮采采煤方式越来越少。一般都是将炮采采煤与其他技术相结合。例如,将综采采煤技术与炮采采煤技术结合运用。通过这一形式能够提高开采效率的同时,减少综采采煤设备损耗,且降低了爆破两,在一定程度上也能规避爆破安全风险。

### 3.5 刮板输送机工艺技术

结束割煤作业后,工作人员还需及时将煤炭进行运送。

煤炭运送过程中,采用刮板输送机,在运用过程中明确采煤机后滚筒的相应范围,确保符合操作标准和规范。具体进行输送机操作时,应当按照标准严格控制弯曲段长度,且控制推移方向一致,保证推移工作安全、有序开展<sup>[9]</sup>。除此之外,还应当严格检查皮带工作情况,在煤炭资源运输设备运行中,皮带输送机是关键设备,其运行状态关系到采煤和出煤的效率。所以,工作人员需要合理安装调试皮带输送机,依据工作要求规范操作机械设备,保证皮带输送机运行效能。

## 4 结语

综上所述,煤炭资源开采过程中,巷道布置方式及采煤方法对于资源开采效率和质量有重要影响。随着我国煤炭资源开采强度提升,资源采出率增加,资源开采挑战更加严峻,对巷道布置和采煤方法提出了更高的要求。各区域的煤炭资源分布情况不同、煤层条件也不同,近距离煤层、多煤层、特厚煤层、高瓦斯煤层、高地应力条件的煤层都是煤炭资源开采中的常见情况,需要结合实际选择最佳的巷道布置方案。并且,结合实际情况制定合理的采煤方案,在割煤、装煤、移架操作、炮采采煤、运输等环节做好细节控制,以切实保障采煤安全,提高采煤效率和质量。

### [参考文献]

- [1]张宁.煤矿软岩巷道掘进支护技术探析[J].矿业装备,2022(2):58-59.
  - [2]原来.煤矿巷道围岩控制与加固技术研究[J].矿业装备,2022(2):92-93.
  - [3]郭鹏宇.煤矿开采中巷道变形影响因素的分析[J].山西冶金,2022,45(1):150-154.
  - [4]马晓伟.煤矿开采中巷道布置及采煤技术质量分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(24):185-186.
  - [5]徐峰.层状岩层影响下煤矿巷道稳定性研究[J].安徽建筑,2021,28(10):157-158.
  - [6]赵常通.井下采煤技术和工艺选择[J].矿业装备,2022(2):10-11.
  - [7]王慧宇.井下采煤技术特点与新工艺[J].黑龙江科学,2022,13(4):156-157.
  - [8]李康.煤矿开采中常见采煤工艺适用条件分析[J].能源与节能,2022(2):168-169.
  - [9]张宏伟.浅析煤矿采煤方法与采煤技术的选择及其影响因素[J].矿业装备,2022(1):88-89.
- 作者简介:王豪杰(1995-)男,汉族,陕西渭南人,硕士学历,毕业于中国矿业大学(北京)采矿工程专业,现供职于中煤科工集团西安研究院有限公司,工程师,研究方向为煤矿动力灾害治理。