

## 近距离煤层回采巷道平移布置方式研究

田振清 邓硕刚 张治军 赵海燕

(1. 平顶山天安煤业股份有限公司一矿, 河南平顶山467011; 2. 贵州林东煤业发展有限责任公司南山煤矿, 贵州息烽551100; 3. 平顶山天安煤业股份有限公司勘探工程处, 河南平顶山467011)

**摘要:** 为了使回采巷道处于低应力区域, 最大限度地降低巷道变形, 保障回采巷道在掘进回采期间能满足采面通风、行人、运输等要求。探讨了巷道破坏的原因, 如何降低巷道的压力, 如何优化采区回采巷道布置, 提出回采巷道的合理布置方式。研究了内错和重叠方式布置的采面, 誓巷道的受力状况, 找出了巷道破坏的原因, 根据巷道围岩控制理论, 并提出了新的下分层回采巷道布置方式, 得出了下分层运输巷、回风巷相对于上分层巷道平移的距离为10~20 m, 降低了巷道的压力, 提高了生产能力, 降低了生产成本, 采掘正常接替, 为高产高效矿井建设创造良好条件。

**关键词:** 回采巷道; 平移布置; 移近量; 内错; 重叠

中图分类号: TD822. 2 文献标志码: A 文章编号: 0253—2336  
(2008)04—0020—05

### 1 概述

平顶山一矿实际年生产能力为350万~400万t。矿井现有3个水平, 其中: 一水平为残采水平, 二水平为生产水平, 三水平为在建水平; 主要生产采区4个: 二水平戊一采区、二水平戊二采区、三水平戊一采区、三水平丁一采区。

平顶山一矿主采煤层为戊组和丁组, 戊组主要采戊<sub>8</sub>、戊<sub>9</sub>和戊<sub>10</sub>。煤层, 占一矿总储量的60%以上, 在一矿范围内, 大部分煤层为合层, 平均厚度6.5 m, 戊组煤层的3层煤相距很近, 在深部区域, 戊<sub>8</sub>、戊<sub>9</sub>、戊<sub>10</sub>煤层之间的距离均不超过6 m, 均属近距离煤层开采。

戊组煤层合层区域均采用分层综采技术, 到了深部以后, 由于煤层距离较近, 上下煤层回采期间, 相互影响较大。随着矿井的向下延伸, 巷道的压力越来越大, 但一矿的大部分下分层工作面, 仍采用小距离内(外)错布置方式, 错距一般为7 m左右。如戊<sub>8</sub>一22080采面, 该工作面运输巷、回风巷均采用内错形式, 向内错中心对中心为7 m, 在生产实践中, 巷道矿压显现明显, 棚支架变形严重, 在掘进工程中, 巷道的顶底板总移近量达到600 mm以上, 大部分严重变形; 在回采期间, 巷道破坏更是严重, 顶底板及两侧位移量更大, 巷高不足1 200 mm, 宽度不足1 500 mm, 造成运输、行人、通风非常困难, 严重的影响巷道的掘进及工作面回采, 在掘进期间, 由于压力的影响, 新棚支架维修率很高, 严重影响着掘进速度; 该工作面投产后, 在回采过程中, 矿压显现更加明显, 可缩支架大量破坏, 设专业队伍对工作面上下巷进行维修, 仍不

### 安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

[更多>>](#)

### 专家答疑

- ◆ 通讯
- ◆ 主巷道的风力
- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题

[更多>>](#)

能满足生产的要求，造成采面产量很低，月产量仅仅达到2.5万~4万t，经济效益差，影响矿井的高产高效建设。

目前一矿主采煤层主要为戊组和丁组，而戊组煤的储量占一矿总储量的60%以上，戊组煤层采用分层综采，研究下分层回采巷道的布置方式，对矿井的生产非常必要。

## 2 近距离煤层回采巷道平移布置方式

近距离煤层的回采巷道的布置形式有2大类型：一种是无区段集中巷，实行分层分采；另一种是设置区段集中巷，各分层回采工作面以一定的超前距离同时开采，实行分层同采。分层平巷用煤柱维护的布置方式有重叠式、外错式和内错式；采用无煤柱护巷时，主要有重叠式和内错式；煤层倾角较大时，还采用水平布置。

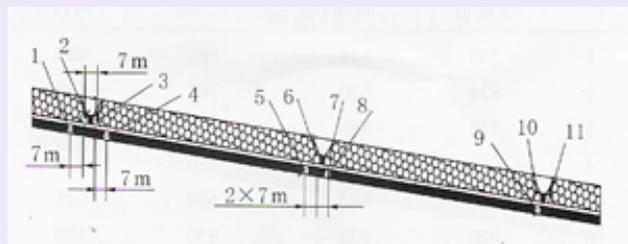
### 2.1 一矿近距离煤层回采巷道的布置现状

目前，平顶山一矿厚煤层均采用上下2个分层开采，分层采高为3.0 m左右，戊组煤层下部分层后，一般以自然厚度为采高。

厚煤层开采上分层回采巷道采用留小煤柱的沿空掘巷布置方式，煤柱宽度一般为2.5~3.0 m；下分层回采巷道布置，一般采用内错布置，与上分层巷道错距一般为7 m。为了减少下层煤柱损失，也采用重叠布置的方式。

平顶山煤一矿在一水平下部和二水平戊组煤层开采中，下分层回采巷道的布置均是采用该布置形式。在煤层埋深较浅的情况下，采用该布置形式，巷道的受力状况比较稳定，压力的显现不太明显；随着矿井的延伸，含煤地层的原岩应力逐渐增大，巷道掘进后，矿压显现非常剧烈，由于下分层巷道紧靠上分层煤柱，位于上分层两侧均已采空的煤柱附近的下分层回采巷道，从开掘到废弃，均经历刚开掘时围岩明显变形，然后趋向稳定和持续流变，以及受回采影响后围岩又显著变形这3个时期。但由于受到上分层两侧已采煤柱上支承压力叠加的强烈影响，巷道服务期间的围岩变形量达到600~800 mm，巷道难以维护。

图1为一矿二水平戊二采区上下层2个区段回采巷道布置示意图，上层回采巷道采用留小煤柱的沿空掘巷布置方式，相邻区段回采巷道中心距7m，巷道宽4~5 m，区段煤柱宽度2~3 m。下层戊一22060工作面采用内错式布置，内错中心距7 m；戊一22080工作面采用重叠式布置。



1—戊911(j—22040运输巷；2—戊8—22040运输巷；3—戊8—22060回

风巷；4—戊9<sub>1</sub>(【】—22060回风巷；5—戊9<sub>1</sub>(【】—22060 运输巷；6—戊8—22060运输巷；7—戊8—22080回风巷；8 戊9<sub>I</sub>(【】—22080回风巷；9—r% 9<sub>10</sub>—22080运输巷；10—戊8—22080运输巷；11—戊8—22100回风巷

图1上下层回采巷道布置示意

2个工作面埋深560~630 m，上部已采空，采面走向长1 250 m，倾斜长150 m，煤层平均厚度2. 25 m，开采区域内戊。、戊。煤层东部合层，匹部分层的煤中间有0. 1~0. 4 m厚的泥岩夹矸。上层基本顶为砂质泥岩，厚度9~12 m，直接顶为泖岩，厚度1~4 m，直接底为泥岩，厚度0. 4~2. q m，工作面基本底为砂质泥岩，厚度6~12 m。工作面回风巷设计断为14. 5 m。采用u。大拱形棚支架，支护棚距为500 mm；运输巷设计断面宽11. 2 m。采用11号工字钢金属梯形支护，棚距宽 500 mm，上下平巷均背钢笆。2个采面回采后，巷道变形严重，巷道底板上鼓，棚腿被挤出，20%能棚支架被压断，造成边掘进边维修，采面移交前，对整个巷道进行了维修。拉底维修前，在运输巷、回风巷各设10个点，每100 m取一个点，对巷道的总移近量进行了量测，量测结果见表1和表2。

从巷道的总移近量来看，采用重叠布置时，顶 底板平均移近量为770~800 mm，侧向移近量平均为580 mm左右。采用内错布置时，顶底板平均移近量600 mm左右，侧向移近量平均在560~580 mm。从移近量上看，2种布置方法巷道变形都很严重，巷道维修工程量大。由于下层巷道处于上层采空区下面，下层巷道支护方式选择余地不大，只能采用u型钢支架或矿用工字钢支架进行支护，不可能大幅度提高巷道支架的支护强度。因此，必须对巷道受力状况进行分析，改变下层巷道布置方式，避免高应力对巷道的影

表一 戊<sub>9-10</sub>-22080 工作面巷道总移移近量

测点	运输巷		回风巷	
	顶底板	两帮	顶底板	两帮
1	765	456	760	480
2	834	520	765	530
3	778	556	820	525
4	654	530	630	625
5	863	482	650	645
6	920	638	850	580
7	835	642	680	560
8	826	664	920	635
9	845	586	835	650
10	680	745	785	600
1平均	800	582	770	583

表二 戊<sub>9-10</sub>-22060工作面巷道总移近量

	运输巷	回风巷

测点	顶底板	两帮	顶底板	两帮
	1	580	450	550
2	650	520	540	500
3	565	550	580	520
4	570	510	630	530
5	620	550	650	610
6	580	560	600	610
7	710	660	660	560
8	630	600	620	580
9	565	650	640	610
10	480	770	600	600
平均	595	582	601	557

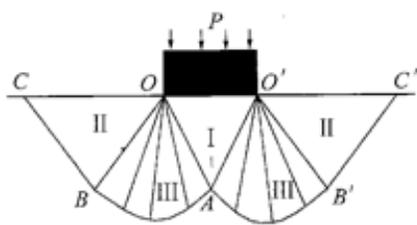
## 2.2 回采巷道上、下层位置与围岩变形的关系

根据煤矿巷道围岩控制理论，如图2所示，在煤柱荷载P的作用下，下分层及底板岩石中，将

呈现三个区域。OA' 区域内的岩煤将承受很大的垂直应力，为最大主应力，在煤柱下方形成一个应力很高的弹性压缩核，在OBC与O' B' C' 区域内，岩煤将承受最大的水平应力，产生被动推力，在直线OA和OB及D' B' 之间有一个具有滑移线网的中

间区，煤岩挤向两侧半平面的无荷载部分(图2 中OC及O, c, )，表现为煤柱两侧底板和巷道底板

的鼓起，这是处于应力降低区内的巷道围岩显著变形和受到破坏的主要原因。生产实践表明，在上分层煤柱的底板中，不仅处于高应力区的巷道难于维护，位于应力降低区内的巷道维护也很困难，这是由于煤柱下方受煤柱荷载作用的底板煤岩内的应力很高，由于煤柱两侧均是采空区，采空区下的岩煤强度明显降低，使煤柱两侧会出现对称的底鼓现象。以至于围岩位移量很大，破坏巷道的支护，这就是该矿近距离煤层内(外)错布置巷道被严重破坏的主要原因。



I—主动受力区；II—被动受力区；III—中间区

图2 在荷载作用下下部煤岩的受力状况

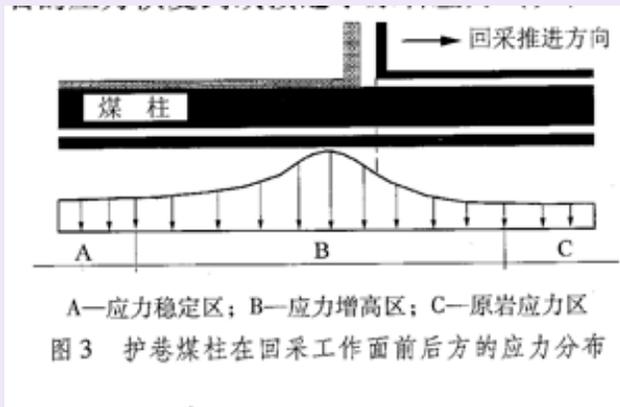
巷道离煤柱边沿越近，底鼓和变形量越大，巷道越难以维护，煤柱的影响范围一般为10 m左右，

所以，在下分层回采巷道布置时，与上分层回采巷道的错距保持在10 m以

上，布置在相邻采面的采空区内。因此，下分层巷道远离上分层煤柱，布置在采空区内，受力状况良好，其主要原因为：

1)所布置的巷道，远离上分层煤柱，避开支撑煤柱荷载的作用范围，不受上分层煤柱的影响。

2)相邻的回采工作面后方，采空区上覆岩层的沉降，垮落的岩石被压缩和压实，垮落带和底板岩石的压力恢复到或接近于原岩应力(如图3中的C)，



而煤柱上的压力增大到原岩应力的2~5倍。因此，下分层回采巷道布置在于远离上分层煤柱的采空区内，巷道受力很小，所以支护效果良好。

图4为一矿戊组煤层内，煤层石门的围岩变形 与上分层煤柱的关系。由图可见，煤门的顶底板移近速率”以煤柱中心处最大，它与煤门和煤柱中心 之间的上分层煤柱水平距离 $z$ 。呈概率曲线关系，即口： $0.8+5.45\exp(-0.18x_0)$ ，其中”为顶底板移近速率。

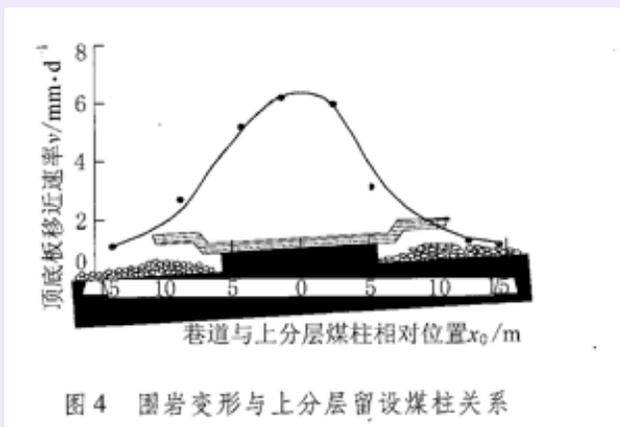


图4 围岩变形与上分层留设煤柱关系

这个煤门不仅位于上分层两侧已经采空的煤柱F方地带，顶底板移近速度达6 mm / d左右，维护十分困难，而且位于上分层采空区下并靠近这个煤注的地段，顶底板移近速度也高达3 mm / d左右，准护也比较困难。直至距煤柱边缘10 m的地段，才不受煤柱的影响，顶底板移近速度下降到1 mm / d左右。可见厚煤层分层或近距离煤层开采时，上层内煤柱对下层巷道的围岩变形和维护量影响很大，其影响程度取决于：两侧已采煤柱的宽度、煤柱附近采动已

经稳定还是正在采动和巷道紧靠上层煤柱，还是与煤柱之间保持一定距离。

图5为实测下层巷道的围岩变形与上层煤柱边缘水平距离的关系。如图5中的二侧已采煤柱曲线，紧靠上层两侧采空的煤柱边缘时，巷道的围岩变形最大速率为4.5 mm/d，随着巷道远离煤柱，

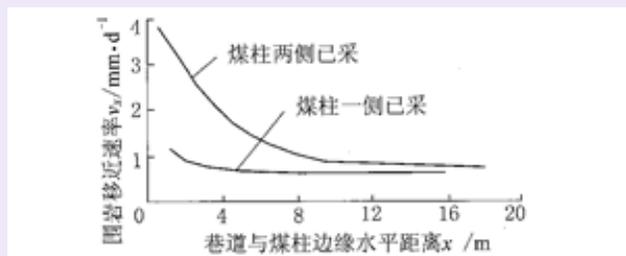


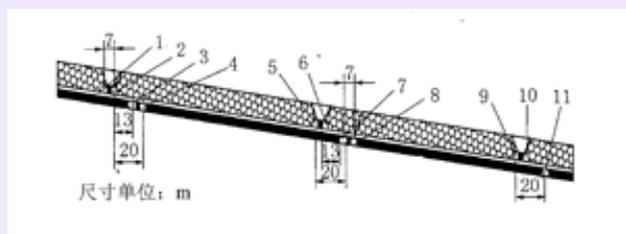
图5 下分层巷道围岩变形与上分层煤柱水平距离关系

图5 下分层巷道围岩变形与上分层煤柱水平距离关系 围岩变形速率  $v_x$ 。按负指数函数衰减，直到巷道与煤柱间水平距增至10 m左右时，才不受上层两侧已采煤柱的影响，在10 m范围内  $v_x$  与  $x$  的关系为： $v_x: 4.5 \exp(-0.175x)$ ，其中  $v_x$  为围岩变形速率； $x$  为下分层煤柱水平距离。

### 2.3 下分层回采巷道布置方式的改进

根据对上下分层巷道受力分析的结果，为了避免上层煤柱集中应力对下层回采巷道的影响，减少

下层区段煤柱损失，同时考虑上层已有巷道的利用，在戊一采区下层工作面戊，圳一21160采面设计时，采用向下平移布置的方式(图6)，工作面上下平巷均相对于上分层巷道平移20 m。使F层巷道离上层开采煤柱距离保持在13 m以上。



1—戊<sub>8</sub>—21140运输巷；2—戊<sub>8</sub>—21160回风巷；3—戊<sub>9-10</sub>—21140运输巷；4—戊<sub>9-10</sub>—21160 ON@-；5—戊<sub>8</sub>—21160运输巷；6—戊<sub>8</sub>—21180回风巷；7—戊<sub>9-10</sub>—21160运输巷；8—戊<sub>9</sub>—21180回风巷；9—戊<sub>8</sub>—21180运输巷；10—戊<sub>8</sub>—31020回风巷；11—戊<sub>9-10</sub>—21180运输巷

图6 下分层巷道平移式布置示意

图6中戊<sub>9-10</sub>—21160工作面，位于二水平戊下山采区西翼，地面标高200~380 m，工作面；高：—323~—363 m，工作面走向长1 225 m，倾斜长160 m，煤厚度3.8 m，工作面开采范围内、戊<sub>9</sub>戊<sub>10</sub>合层，戊<sub>8</sub>与戊<sub>9</sub>层间距为4.4 m。上层工作面基本顶为中细砂岩，直接顶为砂质泥岩4.8 m，伪顶为炭质泥岩，0.2~1.5 m；工作面直乏底为泥岩，厚0.6~1.4 m；基本底为砂质泥岩，厚7.2~16.9 m。工作面回风巷设计断面为14.5，采用

U<sub>29-1</sub>，大拱形支架支护，支护棚距为600 mm，运输巷、回风巷设计断面为11 m。采用11 手工字钢金属梯形支护，棚距为600 mm，运输巷、 风巷均背钢管。

通过戊<sub>9-10</sub>—21160采面开采实践表明，采用 亥种布置方式，巷道顶底板的压力大大降低，巷道

目岩位移量很小，巷道断面从掘进到回采均满足了 #产的要求。巷道移交安装前，对运输巷、回风巷选点量测总移近量，量测结果见表3，运输巷、回风巷的顶底、侧向总移近量均不超过250 mm，符合设计断面的要求，巷道可以不维修。

表3戊<sub>9-10</sub>-21160工作面巷道总移近量 mm

测点	运输巷		回风巷	
	顶底板	两帮	顶底板	两帮
1	236	180	210	210
2	185	225	180	190
3	160	185	175	230
4	120	170	135	180
5	160	210	120	210
6	210	190	140	140
7	150	250	170	160
8	165	235	185	175
9	180	210	165	210
10	220	210	150	190
平均	179	207	163	190

下层回采巷道平移式布置与内错式或重叠式布 呈相比较，具有以下优越性：

1) 巷道受力状况良好。采用该种布置方式，道压力大幅降低，巷道围岩位移量很小，有利于 摹低维护费用，降低支护成本。

2) 工作面单产单进水平提高。在生产中，由 F巷道的压力小，基本不存在巷道维修问题，有利 F快速掘进和提高单产水平。戊，圳—21 160在掘生时，平均月工作面推进达到450 m，在回采过程#，平均月产8万t以上，最高月产达12. 03万t。

3) 有利于采面的安全生产。在掘进、回采过呈中，运输巷、回风巷断面均符合要求，采面风量 苞足，采面风量达到1 300 m<sup>3</sup> / min以上，在掘进、团采过程中，杜绝了瓦斯超限事故，确保了采面的 安全生产—

4)提高了采面棚支架的回收率。由于工作面玉力很小,所以在回收时比较容易,除断层附近的潮支架难以回收外,其余的基本全部回收,回收率达到90%以上。与戊<sub>9-10</sub>—22080采面相比(回收率为50%),棚支架的回收率提高40%,而且回收拘棚支架变形小,再利用率高。

5)提高煤炭的采出率。运输巷、回风巷平移布置方式,减小了区段煤柱的宽度,与内错布置方式相比,下分层区段间煤柱宽度由17 m减少到3m,提高了煤炭的采出率。

近距离煤层回采巷道平移布置方式,通过在戊<sub>10</sub>—21160采面的实践,应用效果良好。该布置方式不仅可以降低巷道的压力,提高生产能力,降低生产成本,同时有利于采掘正常接替,为高产高效矿井建设创造良好的条件。

## 2.5 优化采区设计

一矿的主采煤层是戊组和丁组煤层,其中戊组煤层的可采储量占全矿总储量的60%以上,而戊组煤层开采均属于近距离煤层开采,随着生产水平的延伸,巷道的压力越来越大。近距离煤层回采巷道平移布置研究的成功,为下分层回采巷道布置提供了设计模式,为改善下分层巷道的受力状况,对二、三水平戊一戊二采区下分层进行了统一的规划,规划的原则如下:

1)统筹安排上下分层接替压茬关系,打破三水平戊一和二水平戊二的界限,对整个戊组煤层上下区段重新规划,使下分层的回采巷道均布置于采空区下方,与上分层的煤柱的边沿距离保持13m以上,彻底避开煤柱压力的影响。

2)尽量考虑同其他采区共用,减少岩巷的掘进量,提高老巷的利用率。

3)随着掘进、采煤、通风、机电运输技术发展,尽量扩大采面的走向长度及采长。

通过对戊组煤层的统一规划,使各区段巷道布置更加合理,避免了上分层煤柱对下分层巷道的影响,改善了巷道的受力状况,有利于矿井集中高彭地生产。本次规划包括12个下分层工作面,可多回收煤炭60万t。

### 参考文献:

[1] 乌荣康. 综采资料手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社 1998.

[2] 鲍仪, 施修诚, 张文山煤矿矿井采矿设计手册[M]: 北京: 煤炭工业出版社, 1984.

[3] 张荣立, 何国纬, 李铎. 采矿工程设计手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2003.

作者简介：田振清(1979—)，男，河南方城人，助理工程师，现在平顶山天安煤业股份有限公司一矿总工程师办公室工忙长期从事煤矿安全技术管理工作，主要研究方向为矿井开发与计。Tel：0375—2721266，E—mail：

[pmyktzq117@126.com](mailto:pmyktzq117@126.com)

收稿日期：2007—12—18；责任编辑：曾康生

[版权声明](#) [商铺介绍](#) [理事会章程](#) [广告招商](#) [CCTE网站联盟](#) [友情链接](#) [帮助中心](#)

主办单位：煤矿与煤炭城市发展工作委员会

协办单位：北京嘉诚禾力广告有限公司

联系地址：北京市海淀区彰化路银利娜管理中心西区5号楼 邮政编码：100097

电话：010-51638370 传真：010-51638371/72

E-mail：master@mtsbxxn.com mtsbxxn@163.com

网站备案号：京ICP备05035317号

