

## 综放面错层位巷道布置系统在镇城底矿的应用

张国祥

〔摘要〕介绍了综放错层位巷道布置系统的特点，针对镇城底矿8#煤层的生产地质条件，在轻型支架低位放顶煤工作面采用错层位巷道布置系统进行分析研究，并通过现场工程实践，进行了技术经济效益分析。

〔关键词〕综放；错层位；巷道布置；技术经济效益

近10多年，放顶煤开采在我国得到迅速发展，取得了显著效果，表现出高产、高效优势。截至2000年底，全国已经有78个综放工作面，共产煤7000万t。其中25个队达到年产百万吨水平，占全国百万吨队的34.7%；有9个队达到年产200万t以上，其中兖州兴隆庄矿在2002年300m长的综工作面年产能力突破600万t。而且综放开采技术在4~5m较薄厚煤层中也取得了成功，逐步扩大了综放开采的适用范围，使我国的综放技术处于世界领先水平。

同时，放顶煤采煤法本身也存在一系列亟待解决的技术难题。如回采率较低就是其中之一。除工作面放煤工艺不可避免地造成丢煤损失外，工作面端头过渡支架不能放煤与区段平巷顶煤损失，是一个长期没有解决的问题。此外，区段煤柱的丢煤问题也未获得解决。另外，工作面的瓦斯排放问题、由于沿底送道造成顶帮空洞易产生自燃发火问题及沿底掘巷支护、巷道维护困难等一系列问题需进一步研究解决。

针对上述问题对轻放开采工艺进行工作面回采巷道布置研究，从而实现安全、高产、高效和较高的回收率。

### 1 放顶煤开采巷道布置特点及存在问题

典型的放顶煤开采两顺槽及切眼均沿煤层底板布置，区段间或根据地质情况留20~30m的煤柱或留3~5m的窄煤柱，如图1所示。这种布置方法有以下特点：

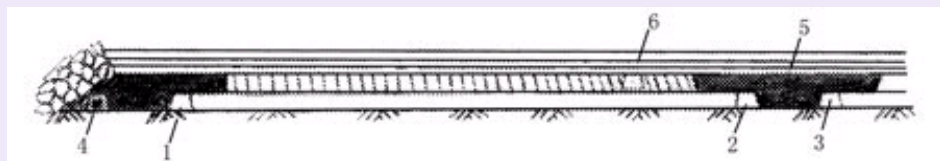


图1放顶煤开采的回采巷道布置示意图

1—区段运巷；2—区段风巷；3—下区段运巷位置；4—上区段风巷位置；5—损失的顶煤与区段煤柱；6—沿顶板排瓦斯巷

#### 1.1 掘进施工难度大、成本高

由于巷道全部托顶煤施工给巷道的支护工作带来很多困难，因为煤层硬度不同，当煤层较软或层理较发育时在掘进过程中往往会发生冒顶现象，现场施工中一般采用金属支架+锚网联合支护方式，有的矿还得再配以锚索支护。比

### 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

- ◆ 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
- ◆ 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
- ◆ 抽出式局部风机的用途
- ◆ 为什么挖煤前要请测量人员测

更多>>

起分层开采时上分层沿顶板掘进或下分层沿金属网假顶掘进支护都要困难的多，不但掘进工序复杂、进度慢，而且支护成本也相应的增加不少。

## 1.2 容易引起瓦斯积聚

因为两顺槽及切眼都沿底板布置，那么由于瓦斯的上浮效应，在工作面支架后上方放顶煤后形成的空间，就成了瓦斯积聚的场所，而工作面主风流，经割煤空间后便进入回风顺槽，无法清洗支架后上方积聚的瓦斯(如图2)。当顶板垮落时，常将这部分瓦斯压入工作面，造成工作面，尤其是上隅角瓦斯严重超限，威胁正常生产。有的地方为了解决这一问题，又在靠近工作面机尾处沿煤层顶板掘一条煤巷，用于专门的排放瓦斯，形成一进二回通风的复杂回采系统。

## 1.3 容易引起巷道自然发火

我国大多数厚煤层具有自然发火倾向，镇城底矿2.3#煤层自然发火系数为Ⅲ级，属易自然发火煤层。由于放顶煤回采巷道均沿底板掘进，巷道顶帮均为煤体，易冒顶片帮，所形成的空洞常常发生自燃。

## 1.4 采区回收率低

放顶煤开采的回收率问题一直是人们关注的焦点问题之一。采区煤炭损失主要包括工作面损失、采区内各种煤柱损失和其它损失。由于两顺槽沿煤层底板布置，多数工作面靠近两端头的3~5架不放顶煤，这部分损失占工作面损失量约20%，而工作面损失占到采区总损失量的60%；采区内工作面间留煤柱损失占采区损失量的30%左右。端头不放煤和区段间煤柱损失占总损失量的50%。



图2放顶煤工作面析出瓦斯分布图

## 2 采用错层位巷道布置系统的特点

该巷道布置采用了中国矿大(北京)赵景礼副教授申请的“厚煤层错层位巷道布置采全厚采煤法”的发明专利,这一新方法兼有厚煤层整层开采与分层的技术特点,2001年被列为国家重点技术创新项目。该布置系统的特点是:

(1)工作面区段运输巷1与区端回风巷2分别布置在厚煤层的不同层位,即:将运输顺槽1沿煤层底板布置在采空区金属网下(采区首采面为托顶煤施工);将回风顺槽2沿煤层顶板布置。(见图3)

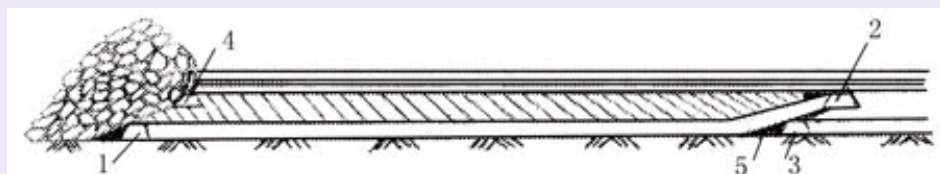


图3厚煤层错层位巷道布置系统图

1-运输顺槽; 2-回风顺槽; 3-下区段运输顺槽; 4-上区段回风顺槽; 5-丢失的三角煤

(2)使用该布置系统可将工作面端头与顺槽上方的顶煤采出,显著提高工作面顶煤回收率。把端头煤损与区段煤柱合并为一个三角形煤柱5,从而大大提高了总的采区回采率,使之完全达到国家规定。

(3)采用该巷道布置系统巷2沿顶板掘进,避免了巷道高冒区的形成,巷1位于采空区下,顶部也不是煤体。从而避免了巷道高冒区自燃发火。同时将工作面端头与顺槽巷道上方的顶煤采出,消除了临近采空区发火。

(4)回风顺槽布置于煤层上部层位可有效地排放上隅角的瓦斯,对安全生产十分有利。与现有技术相比,该方法既有实现高产高效的特点,又可综合解决和缓和采用当前放顶煤开采方法出现的丢煤多,巷道掘进维护困难,安全隐患多等难题。

(5)采用该系统较为简单合理,节省1条顶板巷道,巷2沿顶板掘进,掘进、维护条件均好,且支护成本较低。图3所示,巷1位于采空区下,可以在上部铺设的网下掘进,相当于分层开采时下分层内错式布置,巷道处于免压区,护巷效果好。

煤炭损失分析:按常规放顶煤开采,一般需留设20m左右的煤柱。由于工作面两端头3~5架不放顶煤,两个区段间将形成T形煤柱。以5m厚的煤层为例,T形煤柱图如图4a,按厚煤层错层位巷道布置采煤法形成的三角形煤柱(如图4b)。在工作面推进长度1000m,煤厚5.0m,工作面割煤高度2.3m,煤的容重1.37t/m<sup>3</sup>的情况下,如图4a、4b所示,分别得出各自煤柱的煤炭损失量Mt、Mb如下:

$$M_t = 1000 \times s_b \times \gamma = 1000 \times 143.58 \times 1.37 = 196704.6 \text{ t}$$

$$M_b = 1000 \times S_t \times \gamma = 1000 \times 22.2309 \times 1.37 = 30456.3 \text{ t}$$

即:每推进1000m错层位布置采煤法可减少煤炭损失约16万t。以工作面长175m计,则可提高回收率:

$$160000 \div (1000 \times 175 \times 5.0 \times 1.35) = 0.135 = 13.5\%$$

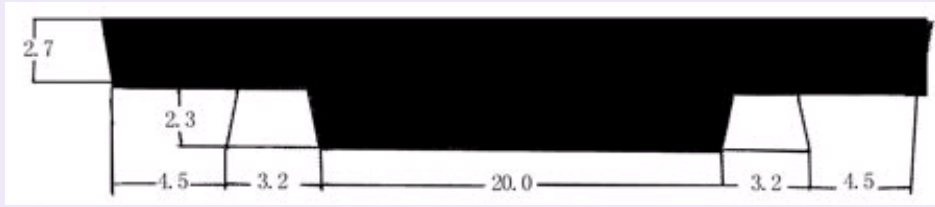


图4aT型煤柱示意图

煤柱面积为：143.58m<sup>2</sup>

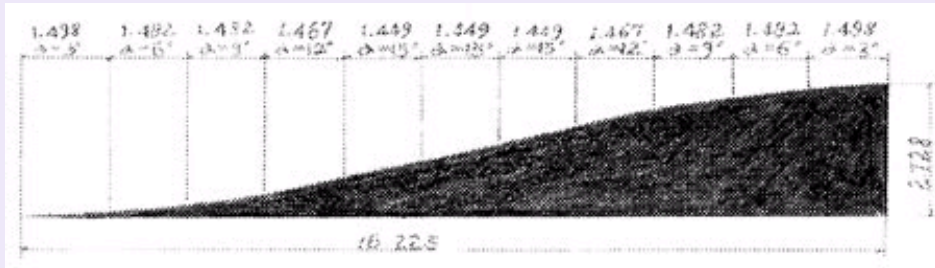


图4b三角形煤柱示意图单位m:

煤柱面积：22.2309m<sup>2</sup>

### 3 现场工程实践

镇城底矿8#煤层赋存为厚度4.5~5.2m的较厚煤层。而且该煤层储量丰富，赋存稳定。2003年在2#层中成功试验轻型综采低位放顶煤工艺后，取得了很好的效果。根据条件，2004年计划在8#煤层中也推广应用。为提高采区及工作面回收率，减少区段煤柱损失，解决沿底送道支护难问题及沿底掘巷时易自燃发火等问题，有必要对此技术在8#煤层中的应用进行研究，以进一步推广轻型综采低位放顶煤工艺技术，使其获得更好的技术经济效益。经研究决定将西下组采区工作面作为错层位巷道布置首采试验面。

#### 3.1 试验工作面地质概况

18113工作面所采煤层为8#煤层，煤层整体走向长600m，倾斜长175m(见图5)。煤层平均总厚度5m，工作面可采储量70.875万t，煤层倾角2~10° 平均9°，煤质中硬，硬度系数为2.0~2.2，直接顶为黑灰色石灰岩，平均厚度179m，老顶为灰白色中砂岩，平均厚度2.33m，直接底为0.6m的灰色细砂岩，老底为1.13m厚黑色泥岩。根据现场情况，直接顶可随采随冒，煤层可放性较好，适用于一次采全厚技术。

工作面地质构造较复杂，掘进中共揭露4条正断层，其中对回采影响较大的为f1、f3两条正断层，见图5。

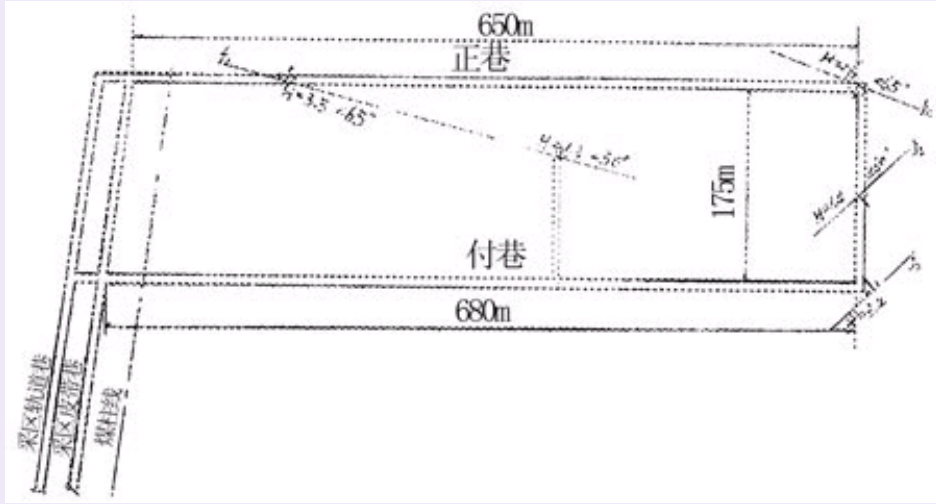


图518113工作面平面布置图

据工作面地质报告，沼气涌出量0.82m<sup>3</sup>/t，煤尘爆炸指数27.86%，具有爆炸危险性，煤层自燃发火倾向属二类(易自然发火)。

### 3.2 工作面巷道布置

#### 3.2.1 方案的选择

工作面采用单巷布置形式。胶带运输顺槽直接与采区皮带巷相连，并与采区回风巷相交，形成运煤及回风系统。轨道顺槽与采区轨道巷相连，形成进风行人及辅助运输系统(如图5)。

在2003年10月开始送道前提出了两种方案可供选择：第一种方案为采用一般的综放工作面布置方法，即工作面两顺槽及切眼全部沿煤层底板布置，而且区段间仍按高档回采工艺巷道布置经验，留设20m的区段煤柱(见图1)。第二种方案为采用“厚煤层错层位巷道布置采煤法”中的错层位巷道布置系统。即工作面皮带进风顺槽沿煤层底板布置，轨道回风顺槽沿煤层项板布置，工作面切眼可根据具体情况可跟项或跟底。这样，下区段布置时皮带进风顺槽即可在本区段回风顺槽内错布置(如图3所示)，沿本区段采空区下金属网假顶(因两端头不放顶煤，回采时两端头铺设10#金属网假顶)掘进。而下区段回风顺槽仍沿煤层项板布置。这种布置方法既解决了沿底送道托顶煤支护难的问题，又解决了放顶煤工作面上隅角有可能瓦斯超限的难题。支护成本又进一步降低。

#### 3.2.2 方案的实施

##### 1) 巷道掘进

经研究论证该工作面所在采区煤层条件及顶底板岩层情况适合错层位巷道布置全厚开采。2003年10月正式实施该方案，首采工作面18113开始掘进送道。该工作面轨道回风顺槽沿8#煤层项板掘进，工作面皮带运输顺槽沿8#煤底板掘进，到开切眼位置前15m时逐渐上爬到8#煤层项板，切眼全部为沿8#煤层项板掘进。巷道支护形式为：回风顺槽沿项掘进采用锚杆、梯子梁联合支护；轨道运输顺槽沿8#煤层底板托顶煤掘进采用梯形金属棚加网联合支护方式；大断面切眼采用锚杆、梯子梁、加木点柱联合支护方式。

## 2) 工作面工艺参数

①工作面初采工艺：由于工作面切眼沿煤层顶板掘进，因此初采时开始15m工作面逐渐向下卧底回采，不放顶煤，直至使工作面卧底到8#煤层底板上，具备了工作面一次采全厚的条件。但工作面机头段约8个支架(回风巷侧)由于回风巷沿8#煤层顶板布置，沿工作面倾斜方向支架逐渐下钻跟底，到第9个架完全卧到底板。

②放煤步距：根据研究表明：放煤步距和放煤方式的合理性是决定工作面回收率和含矸率的2个最重要的因素。一般要根据架型、放煤口位置及几何尺寸、顶煤厚度及破碎状况，合理确定放煤步距。根据我国放煤工作面的实际统计，确定放煤步距时可借用经验公式： $a=(0.15\sim 0.21)h$ 式中d为放煤步距；h为放煤高度，放煤口至煤层顶部的垂高， $h=4.279m$ 。  $d=0.64\sim 0.898$ 因此确定工作面采用一采一放，放煤步距0.6m。

③采高：确定采高为2.3m，放煤高度2.7m，采放比1：1.17。

④放煤方式：根据研究本煤层条件最适合采用单轮顺序放煤方式，工序简单，放煤效果好。

⑤工艺流程：工作面两端头铺网→割煤→伸前伸缩梁→移架→移前部输送机→放顶煤→拉后部输送机。

⑥作业方式：采用“三八”制作业，两班生产，一班检修。采用追机作业方式，采机过后及时带压擦顶移架。进刀方式采用端头斜切进刀，采煤机自开缺口割三角煤，进刀距离不小于30m。

## 4 技术经济分析

### 4.1 从回收率分析

2节中已分析得出结论：采用错层位巷道布置系统比普通综放面全部沿底布置巷道可提高回收率13.5%。那么，工作面可采储量70.875万t，即可多回收煤炭9.6万t，按吨煤售价95元(局计划价)计算，可多收入912万元。

### 4.2 从巷道支护费用分析

工作面回风巷沿顶板布置支护材料费及人工费为41.164万元(见表1)：若沿底板布置，则其支护材料费及人工费为105.4万元(见表2)，相当于采用错层位巷道布置系统，每米巷道综合费用1102元，而若全部沿底送道每米巷道综合费用1550元。下一个相邻工作面则变成一条巷道沿顶板布置，另一条巷道沿金属网假顶布置，每米巷道综合费用1343.46元/m(见表3)，相当于采用错层位巷道布置系统，每米巷道综合费用988元，节省费用355.46元/m，比全部沿底送道节省26.46%。

表1沿顶板布置掘进支护材料及人工费用

| 材料  | 单价      | 每米消耗量  | 巷道长度 (m) | 总费用 (万元) | 备注       |
|-----|---------|--------|----------|----------|----------|
| 顶锚杆 | 45.6元/套 | 3.333根 | 650      | 9.879    | φ18×1800 |
| 帮锚杆 | 27.7元/套 | 3.333根 | 650      | 6        | φ16×1600 |

|     |       |        |     |        |           |
|-----|-------|--------|-----|--------|-----------|
| 梯子梁 | 60元/架 | 0.833架 | 650 | 3.25   | φ14钢筋加工   |
| 人工  | 339   |        | 650 | 22.035 |           |
| 合计  |       |        | 650 | 41.164 | 633.29元/m |

表2沿底板布置掘进支护材料及人工费用

| 材料   | 单价                    | 每米消耗量                 | 巷道长度 (m) | 总费用 (万元) | 备注       |
|------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| 金属支架 | 680元/架                | 1.333架                | 680      | 61.6379  |          |
| 金属网  | 13.96元/m <sup>2</sup> | 3.2m <sup>2</sup>     | 680      | 3.04     | 10#菱型金属网 |
| 坑木   | 950元/m <sup>2</sup>   | 0.1288/m <sup>3</sup> | 680      | 14.1345  |          |
| 人工   | 391                   |                       | 680      | 26.588   |          |
| 合计   |                       |                       | 680      | 105.4    | 1550元/m  |

表3沿金属网假顶布置掘进支护材料及人工费用

| 材料   | 单价                  | 每米消耗量  | 巷道长度 (m) | 总费用 (万元) | 备注         |
|------|---------------------|--------|----------|----------|------------|
| 金属支架 | 680元/架              | 1.333架 | 650      | 58.9186  | φ14钢筋加工    |
| 坑木   | 950元/m <sup>3</sup> | 650    | 5.335    |          |            |
| 人工   | 339                 |        | 650      | 23.052   |            |
| 合计   |                     |        |          | 87.325   | 1343.46元/m |

## 5 结论

综上所述，综放工作面错层位巷道布置在煤炭资源回收、优化通风系统、巷道掘进费用等方面一般布置有较大的优势，是一种可行的布置方法，值得大力推广。

[作者简介] 张国祥，男，（1962-），[内蒙古](#)赤峰人，高级工程师，多年从事采矿工作，现任镇城底矿总工程师，曾发表论文3篇。

版权声明 商铺介绍 理事会章程 广告招商 CCE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：北京市海淀区恩济庄18号院4号楼 邮政编码：100036  
 电话：010-88124838 88127046 传真：010-88127046  
 E-mail: master@mtsboxn.com mtsboxn@163.com  
 网站备案号：京ICP备05035317号

