



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113236249 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(21) 申请号 202110114128.0

(22) 申请日 2021.01.27

(71) 申请人 西安合智宇信息科技有限公司

地址 710038 陕西省西安市经济技术开发  
区凤城二路海荣翡翠国际城第2幢2单  
元8层20815号

(72) 发明人 李旭 董博 党恩辉 田斌  
赵新安 殷强强 史云 张晓江  
刘洪涛 肖剑

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 李红霖

(51) Int.Cl.

E21C 41/18 (2006.01)

E21C 35/24 (2006.01)

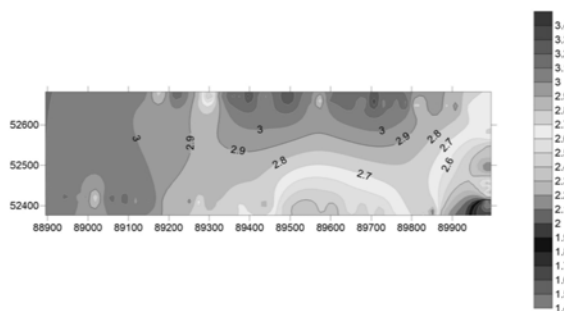
权利要求书1页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

一种融合地质基线的自适应截割方法

(57) 摘要

本发明公开了一种融合地质基线的自适应截割方法,本发明融合分析地质资料和测量数据,构建多属性综采工作面地质基线模型,在工作面走向和倾向上对煤层数字化模型进行网格划分,根据采煤计划进行煤层数字模型切割,本发明融合地质基线的自适应截割技术能够按照不同矿井不同地质环境的具体状况进行综采工作面开采设备的自修正。



1. 一种融合地质基线的自适应截割方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,融合分析地质资料和测量数据,利用插值算法构建多属性综采工作面地质基线模型;

S2,研究开采工艺设定模型网格步长,在工作面走向和倾向上对煤层数字化模型进行网格划分,并将网格投影到二维水平面;

S3,根据采煤计划进行煤层数字模型切割,将煤层顶板和底板曲面分别投影至二维水平面,并计算直线段与网格线的交点平面坐标及该点对应的顶板和底板标高,将得到的顶板和底板控制点按照直线段方向顺序连接,得到顶板和底板界面曲线,作为截割曲线;

S4,根据截割曲线执行截割,并对截割执行效果进行评定;

S5,根据截割执行效果评定,对规划曲线修正。

2. 根据权利要求1所述的一种融合地质基线的自适应截割方法,其特征在于,地质测量包括巷道标志点测量、巷道坡度测量、底板标高、顶板标高、煤厚、煤层产状和钻孔定位测量。

3. 根据权利要求1所述的一种融合地质基线的自适应截割方法,其特征在于,构建多属性综采工作面地质基线模型需要进行煤层厚度统计分析、煤层厚度变异系数分析、煤层倾角变化分析、煤层厚度变化趋势分析和地质异常体分析。

4. 根据权利要求1所述的一种融合地质基线的自适应截割方法,其特征在于,S3中,以工作面为研究单位,结合各类勘探技术的开展,对工作面地质情况进行综合分析,综合分析内容包括:煤层厚度统计分析、煤层厚度变异系数分析、煤层倾角变化分析、煤层厚度变化趋势分析和地质异常体分析。

5. 根据权利要求1所述的一种融合地质基线的自适应截割方法,其特征在于,根据多属性综采工作面地质基线模型,规划得到的截割曲线,结合采煤机的采煤工艺,预先设定不同工艺段的采煤机运行速度及折返点位置,并设定提前减速机制,控制采煤机在折返位置减速换向。

6. 根据权利要求1所述的一种融合地质基线的自适应截割方法,其特征在于,采煤机按照规划截割曲线运行,并自适应调整滚筒截割高度,以保证与规划截割曲线相吻合;当进入其余象限三角煤阶段运行时,采煤机接受精准控制中折返点位置命令,根据折返点位置进行规划减速、停机和反向动作。

## 一种融合地质基线的自适应截割方法

### 技术领域

[0001] 本发明输入截割方法领域,具体涉及一种融合地质基线的自适应截割方法。

### 背景技术

[0002] 现有技术方案是采煤机的记忆截割技术,首先人工操作采煤机进行割煤动作,实现采煤机的被动割煤,将此次采煤机的动作过程进行记录保存,通过控制指令下发之至采煤机实现采煤机的记忆割煤。现有技术针对工作面环境良好的矿井能够取得很好的应用效果,若想应用至复杂地质环境依然存在很多问题,需要跟多的人工干预。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种融合地质基线的自适应截割方法,能够按照不同矿井不同地质环境的具体状况进行综采工作面开采设备的自修正。

[0004] 为了达到上述目的,本发明包括以下步骤:

[0005] S1,融合分析地质资料和测量数据,利用插值算法构建多属性综采工作面地质基线模型;

[0006] S2,研究开采工艺设定模型网格步长,在工作面走向和倾向上对煤层数字化模型进行网格划分,并将网格投影到二维水平面;

[0007] S3,根据采煤计划进行煤层数字模型切割,将煤层顶板和底板曲面分别投影至二维水平面,并计算直线段与网格线的交点平面坐标及该点对应的顶板和底板标高,将得到的顶板和底板控制点按照直线段方向顺序连接,得到顶板和底板界面曲线,作为截割曲线;

[0008] S4,根据截割曲线执行截割,并对截割执行效果进行评定;

[0009] S5,根据截割执行效果评定,对规划曲线修正。

[0010] 地质测量包括巷道标志点测量、巷道坡度测量、底板标高、顶板标高、煤厚、煤层产状和钻孔定位测量。

[0011] 构建多属性综采工作面地质基线模型需要进行煤层厚度统计分析、煤层厚度变异系数分析、煤层倾角变化分析、煤层厚度变化趋势分析和地质异常体分析。

[0012] S3中,以工作面为研究单位,结合各类勘探技术的开展,对工作面地质情况进行综合分析,综合分析内容包括:煤层厚度统计分析、煤层厚度变异系数分析、煤层倾角变化分析、煤层厚度变化趋势分析和地质异常体分析。

[0013] 根据多属性综采工作面地质基线模型,规划得到的截割曲线,结合采煤机的采煤工艺,预先设定不同工艺段的采煤机运行速度及折返点位置,并设定提前减速机制,控制采煤机在折返位置减速换向。

[0014] 采煤机按照规划截割曲线运行,并自适应调整滚筒截割高度,以保证与规划截割曲线相吻合;当进入其余象限三角煤阶段运行时,采煤机接受精准控制中折返点位置命令,根据折返点位置进行规划减速、停机和反向动作。

[0015] 与现有技术相比,本发明融合分析地质资料和测量数据,构建多属性综采工作面地质基线模型,在工作面走向和倾向上对煤层数字化模型进行网格划分,根据采煤计划进行煤层数字模型切割,本发明融合地质基线的自适应截割技术能够按照不同矿井不同地质环境的具体状况进行综采工作面开采设备的自修正。

### 附图说明

[0016] 图1为本发明实施例中进风巷和回风巷和切眼的实测数据;其中,(a)回风巷,(b)为进风巷;

[0017] 图2为本发明实施例中煤层厚度等值线图;

[0018] 图3为本发明实施例中煤层倾角变化图;

[0019] 图4为本发明实施例中煤层厚度1次趋势图;

[0020] 图5为本发明实施例中煤层厚度1次趋势剩余图;

[0021] 图6为本发明实施例中煤层厚度2次趋势图;

[0022] 图7为本发明实施例中某工作面槽波CACT成像图;

[0023] 图8为本发明实施例中工作面回风巷反射槽波CDM成像图;

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0025] 基于煤矿巷道精细测量,融合分析地质资料、测量数据,利用插值算法构建多属性综采工作面地质基线模型。研究开采工艺设定模型网格步长,在工作面走向和倾向上对煤层数字化模型进行网格划分,并将网格投影到二维水平面。根据采煤计划进行煤层数字模型切割,将煤层顶板/底板曲面分别投影至二维水平面,并计算直线段与网格线的交点平面坐标及该点对应的顶板/底板标高,将得到的顶板/底板控制点按照直线段方向顺序连接,得到顶板/底板界面曲线。在巷道掘进过程中,可以揭露部分异常构造,包括断层、煤厚变薄区、破碎区等。在综采工作面形成之后,进、回风巷和切眼又揭露了其他地质信息,主要包括煤厚信息和煤层起伏信息。一般情况下,巷道断面主体均位于煤层内,如果煤层较厚,会留一部分顶煤和底煤;如果煤层厚度与巷道设计高度相对一致时,巷道顶底板与煤层顶底板基本重合;当煤层较薄时,实际采煤过程中会割底或切顶。若巷道掘进过程中不留顶底煤,则可以测量出煤层在局部位置处的倾角和倾向,从而量化煤层起伏形态。

[0026] 实施例:

[0027] 巷道揭露信息不仅是建立综采工作面静态地质模型的关键硬数据,也是开展其他矿井物探的关键参考资料,因此巷道精细测量工作是构建透明工作面模型的基础。

[0028] 1) 测量仪器

[0029] 根据测量要求,本次采用的测量仪器为全站仪。

[0030] 2) 测量范围及方法

[0031] 巷道测量范围为某综采工作面整个进、回风巷,对巷道空间信息及钻孔孔口坐标位置进行测量;切眼测量范围为整个综采工作面。为达到精细化测量要求,对巷道进行精细测量,具体内容如下:

[0032] (1) 巷道标志点测量:缩短标志点间距,以60m间距进行标志,标志点的精度是所有

巷道测量的基础；

[0033] (2) 巷道坡度测量：以20m的间距进行测量，利用全站仪对坡度进行高精度测量；

[0034] (3) 底板标高：与巷道坡度同步测量，结合标志点进行标高的标定；

[0035] (4) 顶板标高：与巷道坡度同步测量，结合标志点进行标高的标定；

[0036] (5) 煤厚：与巷道坡度同步测量，对厚度进行测量，根据每个测量点数据信息，绘制出地质写实图，标注出底板、顶板、煤厚、夹矸等信息；

[0037] (6) 煤层产状：与巷道坡度同步测量，在巷道内对产状进行测量；

[0038] (7) 钻孔定位测量：包括每个钻孔的开孔位置与角度，在每个孔口用三个靶点进行控制，用以最终计算孔心坐标位置。

[0039] 3) 测量结果

[0040] 在某矿某工作面总共完成了进、回风巷33个标志点、94个碎步点以及174个钻孔孔口的坐标测量。

[0041] 根据进、回风巷和切眼的实测数据，绘制写实图，如图1所示。

[0042] 通过对两巷道以及各钻孔孔口坐标的高精度测量为后续的探测提供了准确的数据基础。

[0043] 本项目通过以工作面为研究单位，结合各类勘探技术的开展，对工作面地质情况进行综合分析，主要内容包括：煤层厚度统计分析；煤层厚度变异系数分析；煤层倾角变化分析；煤层厚度变化趋势分析；地质异常体分析。

[0044] 1) 煤层厚度统计

[0045] 根据工作面范围内煤层厚度数据见表1，可得出工作面范围内煤厚1.3m~3.43m，平均煤厚约2.72m。

[0046] 表1某矿某工作面煤层厚度统计表

[0047]

编号	X 坐标	Y 坐标	煤层厚度/m	编号	X 坐标	Y 坐标	煤层厚度/m
1	52425.425	88895.182	3.12	63	52484.246	89989.4	2.18
2	52422.957	88917.787	3	64	52494.32	89989.7	2
3	52421.833	88936.634	3.12	65	52504.126	89990.19	2.15
4	52422.041	88953.548	3.1	66	52516.072	89990.9	2.29
5	52421.028	88974.768	2.98	67	52524.236	89991.4	2.38
6	52419.839	88995.408	3.02	68	52534.179	89991.8	2.3
7	52418.726	89018.131	2.68	69	52544.54	89992.29	2.36
8	52417.823	89038.845	3.05	70	52554.214	89992.8	2.44
9	52416.951	89057.378	3.14	71	52564.241	89993.23	2.62
10	52416.74	89076.191	3.06	72	52574.863	89993.68	2.67
11	52415.478	89095.902	3.18	73	52574.765	89993.68	2.78
12	52414.544	89113.317	2.95	74	52585.104	89994.12	2.74
13	52413.501	89135.843	3.08	75	52595.109	89994.49	2.68
14	52412.651	89154.148	3.12	76	52605.357	89994.88	2.64
15	52411.598	89174.446	2.95	77	52615.493	89995.36	2.64
16	52411.491	89197.535	2.82	78	52625.484	89995.76	2.64
17	52409.71	89216.815	2.8	79	52635.888	89996.23	2.64
18	52409.222	89235.468	2.83	80	52681.595	89108.77	3
19	52409.157	89255.904	2.95	81	52680.825	89132.86	3.1
20	52407.171	89274.177	2.6	82	52679.969	89151.44	2.97
21	52406.6	89293.325	2.9	83	52679.118	89171.74	2.74

[0048]

22	52406.691	89313.055	2.8	84	52678.273	89190.48	2.84
23	52404.405	89354.183	2.77	85	52677.244	89211.58	3.2
24	52403.825	89375.142	2.68	86	52676.183	89233.81	3.12
25	52402.462	89396.405	2.72	87	52675.519	89255.89	2.951
26	52401.654	89415.657	2.72	88	52674.56	89276.63	2.822
27	52401.378	89434.047	2.84	89	52673.398	89300.65	2.27
28	52400.651	89454.635	2.75	90	52672.698	89320.94	2.94
29	52399.146	89472.147	2.56	91	52671.712	89343.33	3.12
30	52398.679	89492.954	2.43	92	52670.919	89357.48	3.26
31	52397.422	89512.002	2.38	93	52670.297	89376.4	3.06
32	52396.777	89530.257	2.34	94	52669.445	89395.23	3.35
33	52395.882	89556.201	2.35	95	52668.453	89417.68	3.13
34	52394.864	89578.968	2.46	96	52667.592	89436.97	2.96
35	52394.101	89601.369	2.32	97	52666.802	89455.51	3.11
36	52393.272	89618.91	2.41	98	52665.994	89472.46	3.18
37	52392.333	89637.019	2.5	99	52664.936	89496.4	3.3
38	52391.211	89656.293	2.58	100	52664.028	89516.55	3.15
39	52390.854	89677.871	2.38	101	52663.155	89535.94	3.05
40	52389.652	89699.097	2.61	102	52662.41	89555.27	3.03
41	52388.912	89718.536	2.43	103	52661.531	89574.03	2.68
42	52387.779	89745.015	2.58	104	52660.947	89590.13	3.1
43	52386.365	89774.467	2.65	105	52659.99	89608.45	3.12
44	52386.175	89791.109	2.68	106	52659.113	89627.41	3.12
45	52384.795	89810.322	2.78	107	52658.239	89647.31	3.21
46	52383.02	89834.563	2.66	108	52657.327	89667.1	3.07
47	52382.471	89852.915	3.05	109	52656.599	89683.99	3.03
48	52381.599	89873.626	2.3	110	52655.523	89706.84	3.43
49	52380.537	89911.358	2.07	111	52654.694	89726.27	3.04
50	52379.196	89932.517	2.01	112	52653.944	89743.02	3.15

[0049]	51	52377.83	89958.413	1.7	113	52653.146	89768.01	3.05
	52	52376.498	89987.217	1.72	114	52652.227	89787.41	3.3
	53	52383.609	89987.596	1.65	115	52651.252	89807.53	2.72
	54	52393.573	89988.302	1.48	116	52649.902	89831.99	2.87
	55	52403.463	89988.999	1.3	117	52649.593	89846.67	2.95
	56	52413.617	89989.407	1.45	118	52648.568	89867.11	3.02
	57	52423.796	89990.229	2.88	119	52647.511	89887.94	2.73
	58	52433.449	89990.257	3	120	52644.449	89907.88	2.99
	59	52443.779	89987.734	2.27	121	52643.636	89928.16	2.72
	60	52454.126	89988.165	3.02	122	52641.218	89950.38	2.65
	61	52463.619	89988.714	2.5				
	62	52474.11	89988.535	2.44				

[0050] 据表1中的数据得到某煤矿某工作面内煤层厚度变化如图2所示,从图中可见,工作面内煤层厚度整体表现为“切眼至停采线逐渐变厚、从北向南厚度变薄”的特点,在距离开切眼约 100m范围内的煤层较薄,在距离停采线约200m范围内的煤层较厚,厚度大于3m。

[0051] 煤层厚度变异系数分析:

[0052] 煤层厚度变异系数计算公式如下:

[0053]  $\gamma = s/x_m$

[0054] 
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}$$

[0055] 式中:  $\gamma$  为煤厚变异系数;  $n$  为参与评价的见煤点总数;  $x_m$  为平均煤厚,  $m$ ;  $s$  为煤厚变化标准差;  $x_i$  为见煤点实测煤厚,  $m$ 。

[0056] 据表1中所列煤层厚度数据,得到工作面内煤层厚度变异系数为25.71%,参照表2中的标准,工作面内为较稳定煤层。

[0057] 表2煤层厚度变异系数参照表

[0058]	煤厚变异系数	<0.25	0.25~0.40	0.40~0.65	>0.65
	煤层稳定性	稳定煤层	较稳定煤层	不稳定煤层	极不稳定煤层

[0059] 煤层倾角变化分析:

[0060] 根据工作面内写实数据,统计了工作面运输巷、回风巷、开切眼内煤层倾角值见表3,其中,鉴于自开切眼向停采线方向,煤层顶板标高整体为增加的趋势,煤层倾角统计值中的正值表示仰角,负值表示俯角。

[0061] 表3某矿某工作面煤层倾角统计表

[0062]

编号	X 坐标	Y 坐标	煤层倾角/°	编号	X 坐标	Y 坐标	煤层倾角/°
1	88906.48	52424.19	1.025564	61	89988.62	52468.86	-4.56445
2	88927.21	52422.4	1.478041	62	89988.97	52479.18	-1.90968
3	88945.09	52421.94	1.161896	63	89989.55	52489.28	0.142126
4	88964.16	52421.53	1.737142	64	89989.95	52499.22	-0.13422
5	88985.09	52420.43	1.000513	65	89990.55	52510.1	-4.81749
6	89006.77	52419.28	1.937072	66	89991.15	52520.15	-2.20002
7	89028.49	52418.27	2.391049	67	89991.6	52529.21	-1.50875
8	89048.11	52417.39	2.851528	68	89992.04	52539.36	-1.19873
9	89066.78	52416.85	2.9553	69	89992.55	52549.38	-1.28354
10	89086.05	52416.11	1.804629	70	89993.02	52559.23	-1.44451
11	89104.61	52415.01	0.827925	71	89993.46	52569.55	-1.47142
12	89124.58	52414.02	3.192919	72	89993.9	52579.93	-1.88279
13	89145	52413.08	2.057806	73	89994.3	52590.11	-1.68274
14	89164.3	52412.12	2.498372	74	89994.68	52600.23	-2.20179
15	89185.99	52411.54	2.695895	75	89995.12	52610.43	-1.4456
16	89207.18	52410.6	3.301305	76	89120.82	52681.21	1.397927
17	89226.14	52409.47	2.540231	77	89142.15	52680.4	1.096595
18	89245.69	52409.19	3.169747	78	89161.59	52679.54	1.805083
19	89265.04	52408.16	0.919609	79	89181.11	52678.7	1.814752

[0063]

20	89283.75	52406.89	2.525162	80	89201.03	52677.76	0.263098
21	89303.19	52406.65	4.974928	81	89222.69	52676.71	1.001792
22	89333.62	52405.55	3.42659	82	89244.85	52675.85	2.410082
23	89364.66	52404.12	3.097614	83	89266.26	52675.04	1.973617
24	89385.77	52403.14	3.274422	84	89288.64	52673.98	1.203326
25	89406.03	52402.06	4.354388	85	89310.79	52673.05	1.942021
26	89424.85	52401.52	3.953265	86	89332.13	52672.21	2.454236
27	89444.34	52401.01	2.581861	87	89350.41	52671.32	2.803588
28	89463.39	52399.9	3.725299	88	89366.94	52670.61	2.073183
29	89482.55	52398.91	3.233721	89	89385.82	52669.87	1.921439
30	89502.48	52398.05	2.648213	90	89406.46	52668.95	1.553211
31	89521.13	52397.1	3.040868	91	89427.32	52668.02	2.692869
32	89543.23	52396.33	2.837318	92	89446.24	52667.2	2.365253
33	89567.58	52395.37	1.146508	93	89463.99	52666.4	2.241874
34	89590.17	52394.48	1.152947	94	89484.43	52665.47	2.44671
35	89610.14	52393.69	1.869888	95	89506.48	52664.48	2.933487
36	89627.96	52392.8	-1.55476	96	89526.25	52663.59	2.63941
37	89646.66	52391.77	0.578706	97	89545.61	52662.78	2.201679
38	89667.08	52391.03	0.260183	98	89564.65	52661.97	2.340365
39	89688.48	52390.25	-0.55787	99	89582.08	52661.24	0.743356
40	89708.82	52389.28	0.023563	100	89599.29	52660.47	1.990338
41	89731.78	52388.35	0.575059	101	89617.93	52659.55	0.944747
42	89759.74	52387.07	-0.14768	102	89637.36	52658.68	0.776499
43	89782.79	52386.27	-1.6148	103	89657.21	52657.78	0.879194
44	89800.72	52385.49	-0.23498	104	89675.55	52656.96	-0.15929
45	89822.44	52383.91	-1.56543	105	89695.42	52656.06	0.681413
46	89843.74	52382.75	-0.362	106	89716.55	52655.11	-3.49684
47	89863.27	52382.04	-0.89004	107	89734.65	52654.32	0.594394
48	89892.49	52381.07	-0.69521	108	89755.52	52653.55	1.077149

[0064]	49	89921.94	52379.87	0.294568	109	89777.71	52652.69	1.870877
	50	89945.47	52378.51	-1.6087	110	89797.47	52651.74	-3.074
	51	89972.82	52377.16	2.001353	111	89819.76	52650.58	-0.98471
	52	89987.41	52380.05	-6.01329	112	89839.33	52649.75	-0.18334
	53	89987.95	52388.59	-0.92926	113	89856.89	52649.08	1.946573
	54	89988.65	52398.52	-0.55479	114	89877.52	52648.04	0.126367
	55	89989.2	52408.54	2.159916	115	89897.91	52645.98	1.650013
	56	89989.82	52418.71	-2.84011	116	89918.02	52644.04	2.550359
	57	89990.24	52428.62	-2.08383	117	89939.27	52642.43	2.961295
	58	89989	52438.61	1.169312				
	59	89987.95	52448.95	-7.73597				
	60	89988.44	52458.87	-5.17088				

[0065] 根据表3中的数据,可见,工作面范围内的煤层倾角一般介于 $-0.5\sim 2.5^{\circ}$ ,工作面中部,煤层倾角比较大。并绘制工作面内煤层倾角变化如图3所示。

[0066] 煤层厚度变化趋势分析:

[0067] (1) 原始数据预处理;

[0068] 由于原始数据的坐标均采用了“平面直角坐标系”,其横坐标都为八位,纵坐标都为七位,而煤层厚度值仅为1~2位,这种情况下坐标值与煤层厚度值之间会产生巨大的级差,无异于为坐标变量和地质变量赋予了不同的权系数,结果会造成正规方程组病态,又会使计算失去实际意义,甚至还会在计算时产生溢出。在这里采用了只对坐标值进行量纲统一,先对其最小化,然后再均值化,以达到趋势分析之要求。具体步骤如下:

[0069] ①对坐标进行最小化变换:

$$[0070] \quad u_i = x_i - x_{\min} \quad 3.3$$

$$[0071] \quad v_i = y_i - y_{\min} \quad 3.4$$

[0072] ②进行均匀化变化:

$$[0073] \quad u_i' = u_i / \bar{u} \quad 3.5$$

$$[0074] \quad v_i' = v_i / \bar{v} \quad 3.6$$

[0075] ③分别对 $u_i'$ 和 $v_i'$ 乘以系数C(为与煤层底板高程值统一,这里取 $C=10$ ),使坐标数据满足趋势分析处理的要求,计算完成后,再将数据转化为原始数据格式输出。

[0076] (2) 煤层厚度趋势分析;

[0077] 利用趋势分析可使煤层厚度的整体趋势变化和局部异常的信息分离,如趋势变化反映煤层厚度的总体区域形态,局部变化则可表示煤层厚度的局部增厚或减薄,用趋势面分析方法研究煤层厚度的趋势变化和局部变化,可以揭示区域内煤层厚度的变化规律。

[0078] 由于地学特征在空间的变化既有规律性,又有随机性,地学特征在空间任意一点的观测值都可以看作是区域性变化特征(趋势)与局部变化特征(异常)之和。趋势分析将地学变量区分为区域性变化分量和局部变化分量,通过为地学变量在空间的观测值拟合

线(一维)、面(二维)、或超曲面(三维空间)来识别、分离和度量其趋势和异常的多元统计分析方法。其公式为:

$$[0079] \quad \Omega_{地} = \Omega_{区} + \Omega_{偏}$$

$$[0080] \quad \Omega_{偏} = \Omega_{局} + \Omega_{随}$$

[0081] 其中,  $\Omega_{区}$ 反映地质变量的区域性因素(区域地质构造)控制下有规律性变化的部分,即区域变化趋势; $\Omega_{局}$ 反映小范围内局部性地质因素引起的异常变化。

[0082] 趋势面分析是用来反映岩层曲面在空间趋势性变化性质,分析其变化规律,并研究其局部异常的数学地质方法。利用以上方法量纲统一后的数据对某煤矿某工作面的煤层厚度作了1~2次趋势分析,趋势方程见表4。

[0083] 表4某矿某工作面煤层厚度趋势方程表

[0084]	趋势方程次数	趋势方程表达式	拟合度	F 检验值
	一次	$z = -25.071 + 0.0016x - 0.000668y$ $z = 2704.1785751671 - 0.041296207964402$	0.51	62.87
[0085]	二次	$x - 0.033008842508897y - 1.535121 \times 10^{-2}x^2$ $3.4100147178889 \times 10^{-6}xy - 7.7287643765738 \times 10^{-7}y^2$	0.51	62.86

[0086] 从煤层厚度1次趋势面图(如图4)可见,某矿某工作面内煤层厚度趋势等值线为近平行线形态,煤层厚度的变化趋势表现为自北西向南东方向逐渐减薄。煤层厚度1次趋势面剩余图(如图5)在工作面大部以正剩余区为主,煤层厚度有局部增厚趋势;在靠近开切眼范围东南角和工作面西北区域负剩余区为主,煤层厚度有局部减薄趋势。

[0087] 从煤层厚度2次趋势面图(图6)可见,某矿某工作面内煤层厚度变化趋势表现为切眼薄中部厚的特点,在距离开切眼东南角约0~50m范围内煤层厚度相对其他区域最薄。

[0088] 地质异常体分析:

[0089] 某工作面切眼靠近进风巷处,有一煤层冲刷带,根据槽波CACT成像结果如图7所示,对煤层冲刷带范围进行了圈定,面积约15090m<sup>2</sup>;并在工作面回采的过程中,对切眼进行了写实取证,证实了该范围内冲刷带的存在。

[0090] 某工作面回风巷反射槽波CDM成像结果中,工作面内部存在一个反射界面,分析认为该区域存在地质异常;在工作面推采到该位置区域,对切眼进行了写实取证,证实了该范围煤厚异常的存在如图8所示。

[0091] 采煤机规划截割关键技术:

[0092] (1) 基于规划截割的调高技术

[0093] 利用透明地质建模预先构建精细化顶底板数字高程模型,利用采煤机实时数据感知系统,监测采煤机位置和姿态,计算出滚筒当前截割边界点,并与顶底板数字高程模型进行叠置分析,最终确定滚筒高度调整值。得到的滚筒调整值下发至采煤机控制器进行存储并发出相应控制指令,从而实现采煤机滚筒高度的自动调整。

[0094] 根据透明地质模型融合大数据智能分析决策系统,规划得到的截割曲线,结合采煤机22道采煤工艺,预先设定不同工艺段的采煤机运行速度及折返点位置,并通过程序设定提前减速机制,控制采煤机在折返位置减速换向。因人为干扰或其他因素导致采煤机退

出规划截割模式，再次进入规划截割模式后，采煤机程序通过速度比较自动调速至该工艺段设定速度，从而实现采煤机规划截割速度的自动调整。

[0095] 采煤机规划截割控制；

[0096] 通过建立的采煤工作面地质数据模型，结合工作面多种传感器进行大数据决策分析，形成规划截割曲线，将规划截割曲线下发至采煤机控制系统，由采煤机控制系统根据规划截割曲线进行自动截割。

[0097] 采煤机规划截割流程如下：

[0098] (1) 通讯确认

[0099] 采煤机在进行规划截割之前，首先需确认采煤机与精准控制中心是否通讯正常，以及采煤机与惯性导航系统是否通讯正常。4C7、4C8、4C9数据来自精准控制中心的规划数据，如果采煤机与精准控制中心通信失败，4C7、4C8、4C9底色显示红色常亮。4CF数据来自采煤机惯性导航系统，如果采煤机与惯性导航系统通信失败，4CF底色显示红色常亮。

[0100] (2) 规划截割曲线下发

[0101] 采煤机与精准控制中心及采煤机与惯性导航系统通讯确认正常后，精准控制中心下发规划截割曲线至采煤机。

[0102] (3) 规划截割启动

[0103] 采煤机在进行规划截割之前，首先需确认采煤机与精准控制中心是否通讯正常，以及采煤机与惯性导航系统是否通讯正常。4C7、4C8、4C9数据来自精准控制中心的规划数据，如果采煤机与精准控制中心通信失败，4C7、4C8、4C9底色显示红色常亮。4CF数据来自采煤机惯性导航系统，如果采煤机与惯性导航系统通信失败，4CF底色显示红色常亮。

(2) 规划截割曲线下发

采煤机与精准控制中心及采煤机与惯性导航系统通讯确认正常后，精准控制中心下发规划截割曲线至采煤机。

(3) 规划截割启动

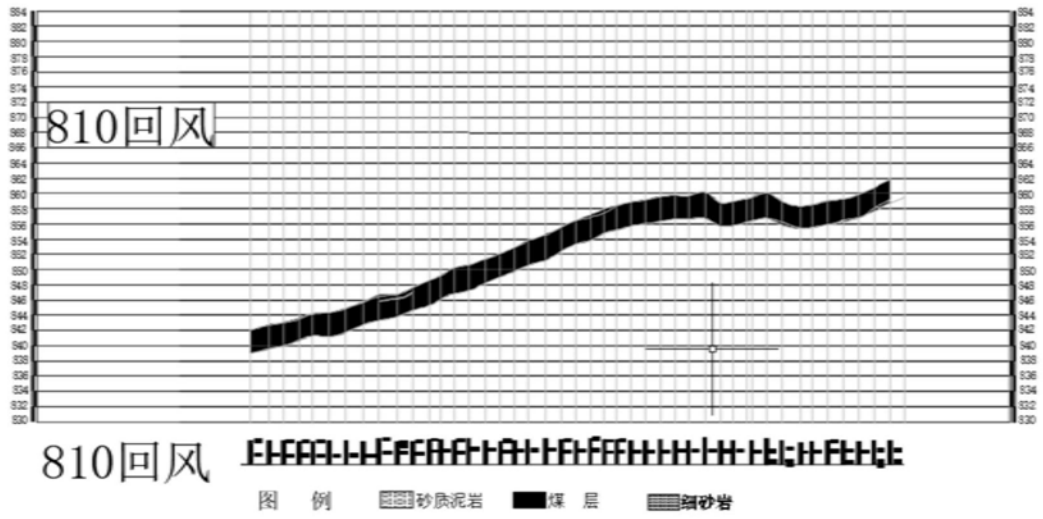
规划截割曲线下发完毕后，需要进行象限设定。为规划截割象限设定界面，通过精准控制中心在此界面，根据采煤机实际所处象限位置进行设定。象限设定结束后，即进入规划截割模式，采煤机按照规划方向运行。

[0104] (4) 规划截割执行

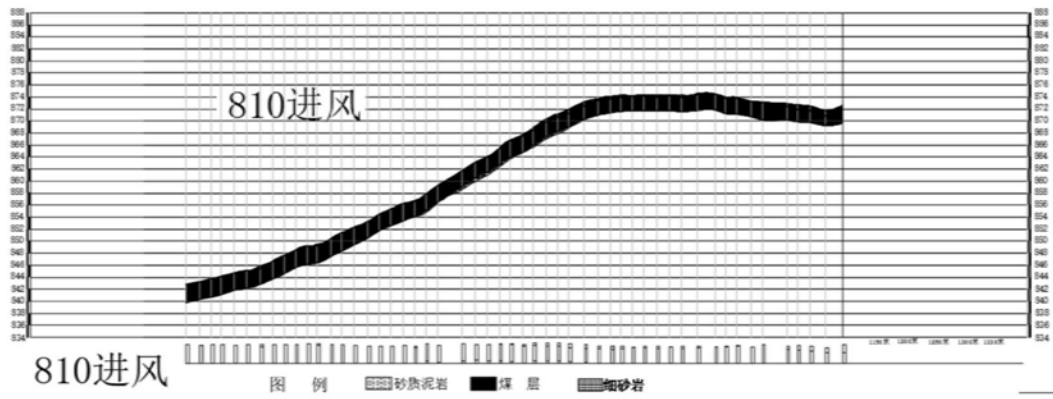
[0105] 在执行规划截割，在第1和第12象限中部割煤过程中，采煤机按照规划截割曲线运行，并自适应调整滚筒截割高度，以保证与规划截割曲线相吻合；当进入其余象限三角煤阶段运行时，采煤机接受精准控制中折返点位置命令，根据折返点位置进行规划减速、停机、反向等动作。执行过程可通过规划截割显示系统界面实时查看。

[0106] (5) 规划截割退出

[0107] 当运行结束后，可通过精准控制中心下发退出指令结束。



(a)



(b)

图1

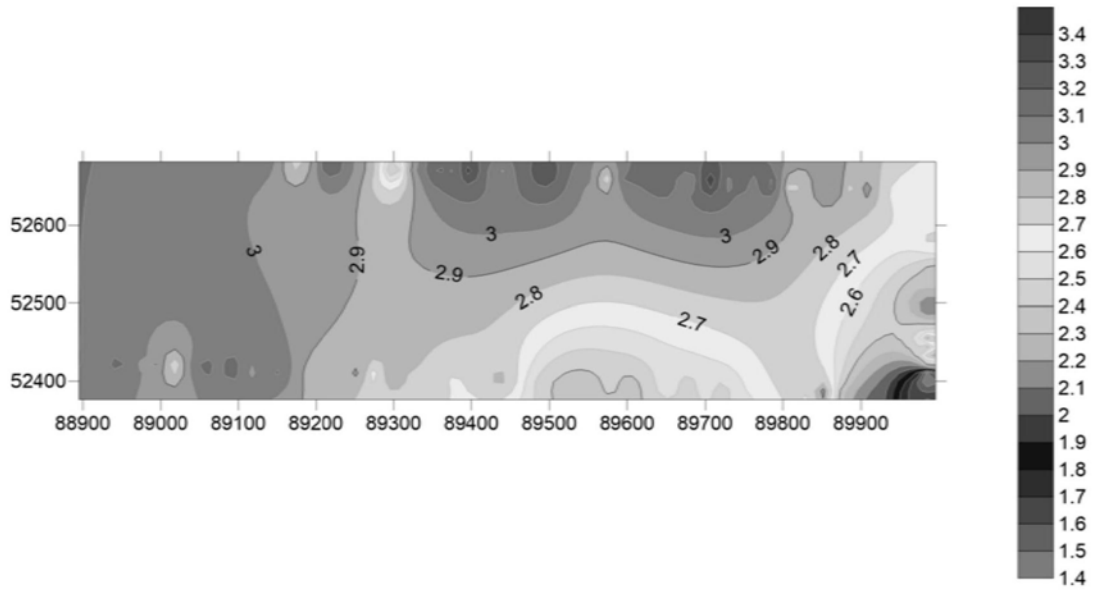


图2

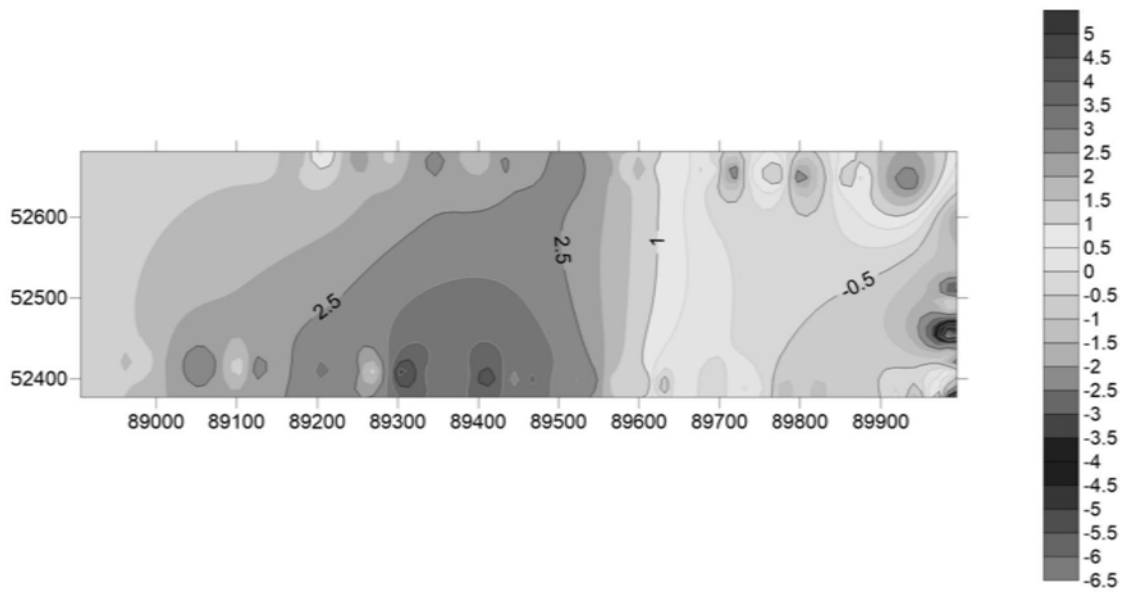


图3

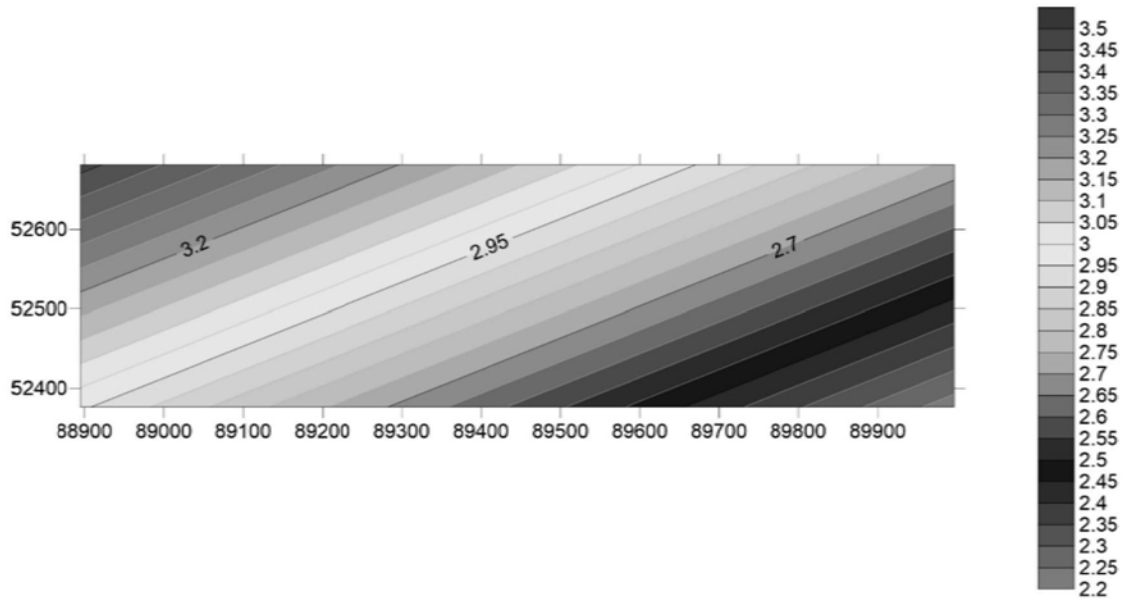


图4

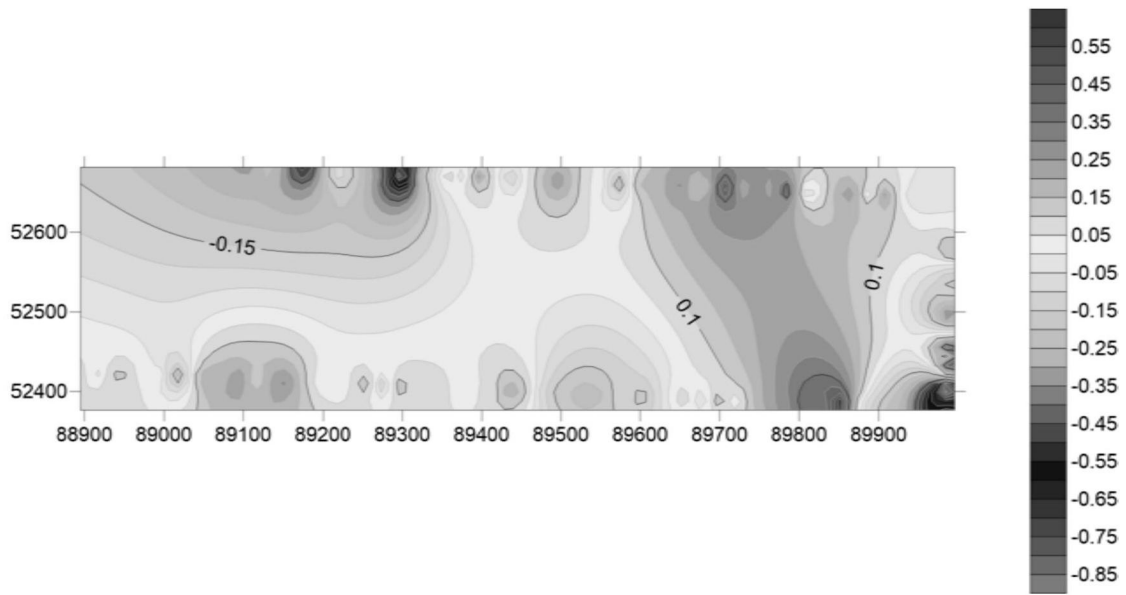


图5

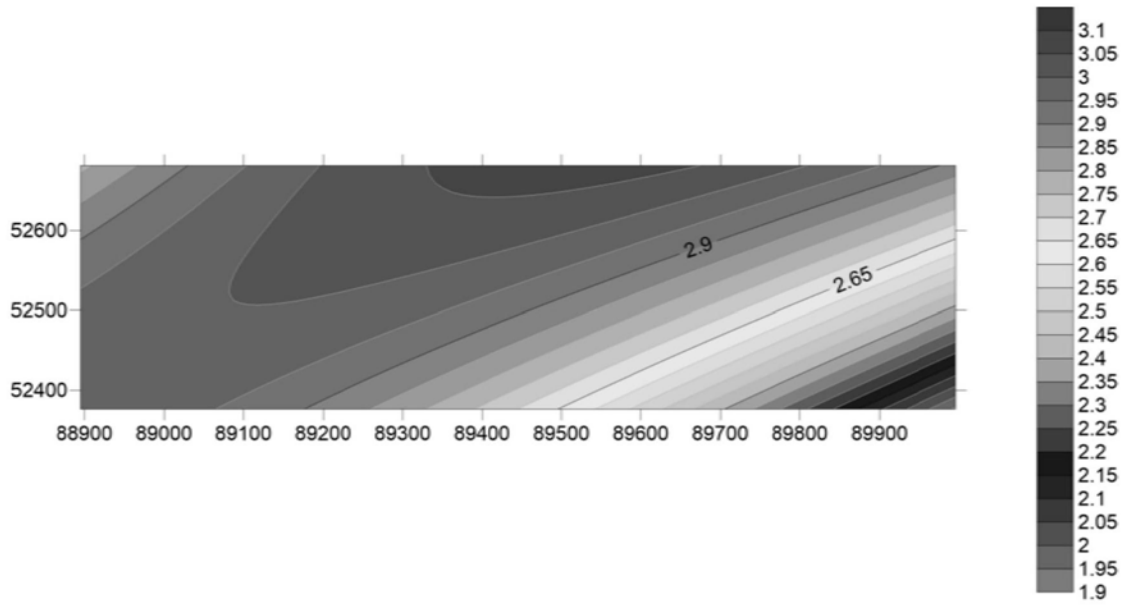


图6

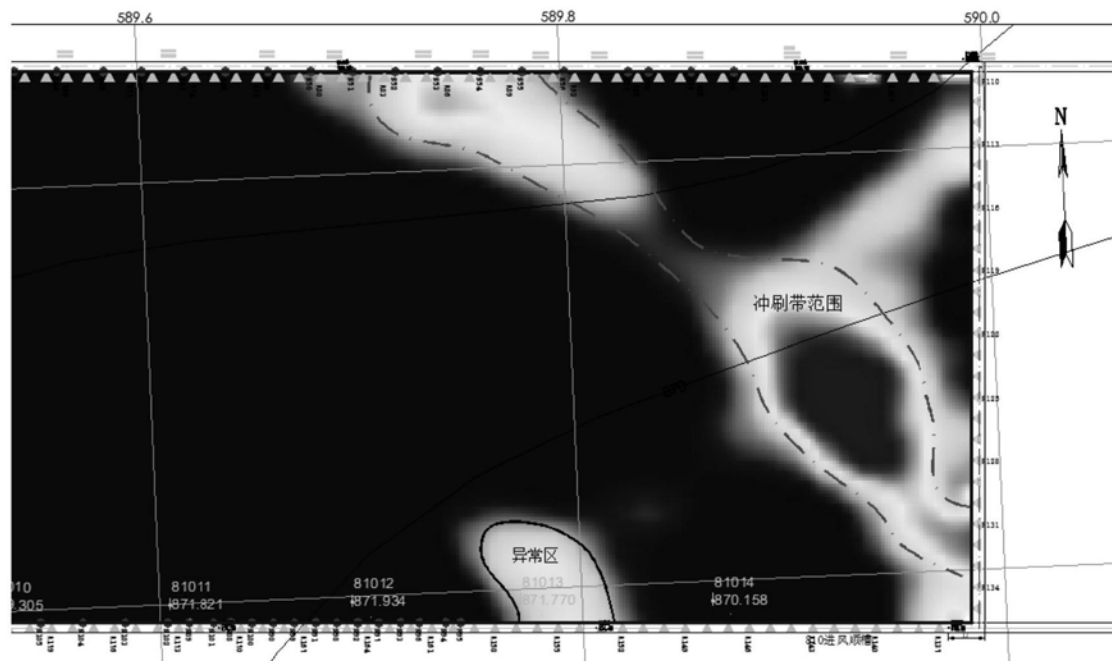


图7

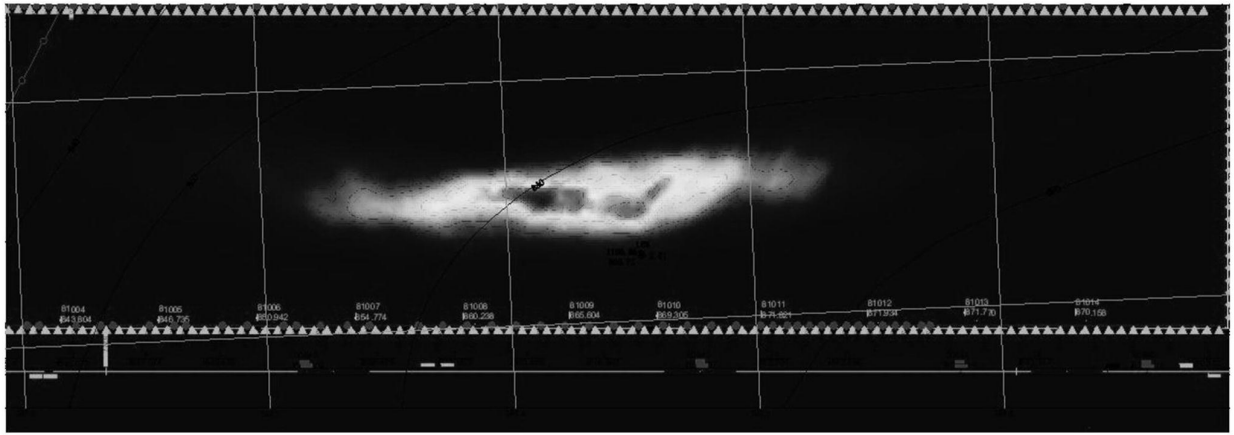


图8