

# 哈拉沟煤矿超长工作面矿压显现规律

胡建平<sup>1,2\*</sup>, 钱坤<sup>3</sup>

(1.西安科技大学 能源学院,陕西 西安 710054;2.神东煤炭集团 哈拉沟煤矿,陕西 神木 719315;

3.中国有色金属建设股份有限公司,北京 100029)

**摘要:**工作面长度的加大在提高开采效率和资源采出率的同时,必将引起上覆岩层破坏及运移规律的改变,需要对超长工作面矿压显现规律进行研究以指导现场实践.以哈拉沟煤矿 12<sup>上</sup>101 工作面为背景,采用现场实测方法,对普通工作面与超长工作面下的初次来压、周期来压特征进行了测定分析,结果表明:老顶初次来压期间,超长工作面应对老顶垮落步距、来压期间支架循环末阻力及动载系数均大于普通工作面;周期来压期间,较普通工作面相比,工作面长度的增加使得来压步距将逐渐变小,当顶板来压时会支架循环末阻力、动载系数等一系列参数将逐渐增大,因此对于超长工作面周期来压时,压力强度相对比其它工作面显现明显.该研究为后续类似工作面的开采提供了一定程度的指导.

**关键词:**超长工作面;初次来压;周期来压;动载系数

中图分类号:TD323

文献标志码:A

文章编号:1672-9102(2017)02-0068-06

## Research on the Strata Behavior of Ultra Long Working Face in Halagou Coal Mine

Hu Jianping<sup>1,2</sup>, Qian Kun<sup>3</sup>

(1.School of Energy, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China;

2. Halagou Coal Mine, Shendong Group, Shenmu 719315, China;

3. China Nonferrous Metal Mining (Group) Co., Ltd, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The increase of the working face length improves mining rate and efficiency, but causes the changes of overburden failure and migration patterns. The regularity of ground pressure under ultra long working face needs to be studied, so as to guide the practice. Take the mining condition of 12-101 working face in Halagou Coal Mine as the background, this paper studies the characteristics of initial weighting and period weighting under conditions of ordinary working face and ultra long working face by using the field measurement method. Results show that failure step, support resistance and dynamic load coefficient of the ultra long working face are larger than those of the ordinary working face in the initial weighting of the main roof; failure step of the ultra long working face is less than ordinary working face, the support resistance, dynamic load coefficient, and weighting duration of the ultra long working face are larger than those of the ordinary working face in the period weighting of the main roof, which means the working face periodic weighting strength relatively large. It provides guidance for subsequent similar mining conditions.

**Keywords:** ultra long working face; initial weighting; period weighting; dynamic load coefficient

加大工作面长度可以减少巷道掘进率和工作面搬家次数,减少区段煤柱损失,提高采区回采率.随着

收稿日期:2017-02-28

基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20120023110023);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2014QZ03)

\*通信作者,E-mail: hjp\_86@163.com

开采技术和装备水平的提高,在地质条件允许的前提下,布置超长工作面已经成为工作面高产高效的主要技术方向之一.神东矿区哈拉沟煤矿选择进行超长工作面综合开采试验的工作面是 12<sup>上</sup> 101 工作面.工作面长度达到 450 m,但是,工作面长度的加大在提高开采效率和资源采出率的同时,必将引起上覆岩层破坏及运移规律的改变<sup>[1,2]</sup>,加上神东矿区“浅埋深、薄基岩”的开采特点<sup>[3-5]</sup>,普通长壁工作面矿压显现及岩层控制的经验理论已经难以充分适应生产,需要对超长工作面矿压显现规律进行研究以指导现场实践.

赵雁海等<sup>[6]</sup>以超长工作面(240,300 m)基本顶初次断裂所成铰拱结构为力学模型,采用理论分析、数值模拟、现场实测等方法,对结构的稳定性进行判断,为浅埋超长工作面裂隙结构失稳预测提供指导;付玉平、李志军等<sup>[7,8]</sup>通过对不同采高、不同长度、不同支护强度的浅埋大采高超长工作面(240,300,360 m)进行理论分析及数值计算分析,对工作面顶板垮落带高度进行总体研究;刘长友等<sup>[9]</sup>采用数值模拟软件对比分析了超长孤岛工作面(280 m)的支承压力分布特征,对老顶上覆岩层应力场的变化规律、初采期间和正常推进期间工作面超前支承压力分布规律进行研究;崔树江<sup>[10]</sup>采用实验室模拟、数值模拟、现场实测,对超长综放工作面(280 m)的顶板破坏规律进行研究;王新丰等<sup>[11]</sup>运用弹性薄板理论构建了不同支承边界条件下的顶板力学模型,通过理论计算得出了不同长度工作面基本顶断裂前后的挠度、弯矩和应力变化,并理论分析了顶板破断的力学机理.

## 1 工程概况

神东矿区哈拉沟煤矿 12<sup>上</sup> 101 工作面为哈拉沟煤矿 12 煤层首采面,上覆基岩厚度为 30~70 m,松散层厚度为 0~40 m,煤层平均厚度 2.0 m,煤层综合柱状图如图 1 所示.

哈拉沟煤矿 12 <sup>上</sup> 101 工作面钻孔柱状图															
比例尺 1:500															
地层年代			柱状 1:500	层厚	累深	岩性	岩性描述								
界	系	统													
新 生 界	第 四 系	全 新 统		4.20~30.70 11.09	4.20~30.70 11.09	风积砂	土黄色,中细粒,松散未固结								
				KZ	Q	Q4		3.25~37.30 16.50	3.25~37.30 27.59	黄土	棕黄色,局部夹粉砂岩团块.大面积分布,部分地段缺失				
								中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		2.86~14.10 8.07	2.86~14.10 35.66	炭质泥岩	土黄色,泥质胶结,中间夹薄层粉砂岩,强风化.局部分布,部分地段缺失
												中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统	
				中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		2.70~17.97 10.61	2.70~17.97 56.70	中粒砂岩	浅灰色,以长石、石英为主,颗粒分选较差,次棱角状,钙质胶				
								中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		0.53~9.22 4.76	0.53~9.22 61.46	粉砂岩	灰黑色,泥质胶结,水平层理
				中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统						1.80~17.54 8.74	1.80~17.54 69.70	中粒砂岩	灰白色,以石英为主,颗粒分选中等,次棱角状,泥质胶结,含煤线,中间夹 0.25 m 粗砂岩
								中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		1.79~13.13 6.25	1.79~13.13 75.95	粉砂岩	灰色,水平层理,泥质胶结,中间炭质泥岩和煤线
				中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统						0.90~11.54 6.03	0.90~11.54 81.98	砂质泥岩	灰-灰褐色,泥质胶结,局部分布
								中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		0.55~9.39 2.98	0.55~9.39 84.96	细粒砂岩	灰色,水平层理,颗粒分选中等
中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		0.30~9.74 3.79	0.30~9.74 88.75	粉砂岩	灰色,水平层理,泥质胶结,中间夹薄层细砂岩								
				中 生 界	侏 罗 系	侏 罗 统		1.80~2.67 2.11	1.80~2.67 90.86	1-2 上煤	黑色,条痕褐黑色,沥青光泽,断口参差状、阶梯状为主,煤组分以暗煤、亮煤为主,煤岩类型为半暗型煤.局部有夹矸,厚度 0.00~0.35 m				

图 1 12<sup>上</sup> 101 工作面煤层柱状图

受开采条件等因素的影响,工作面长度发生变化,其中 12<sup>上</sup> 101-1 工作面长度为 168.6 m,推进长度为 246.7 m;12<sup>上</sup> 101-2 工作面长度为 450 m,推进长度为 858 m,12<sup>上</sup> 101 工作面巷道布置如图 2 所示.由于该矿区从未布置过长度超过 400 m 的工作面,且工作面顶板条件差,因此缺乏相应条件下的回采经验.对

12<sup>上</sup> 101 不同长度工作面的矿压规律进行对比分析,通过以上矿压规律可以保证回采期间超长工作面的安全生产,并为该矿井后期布置关于较薄煤层超长工作面积累了一定程度技术经验.

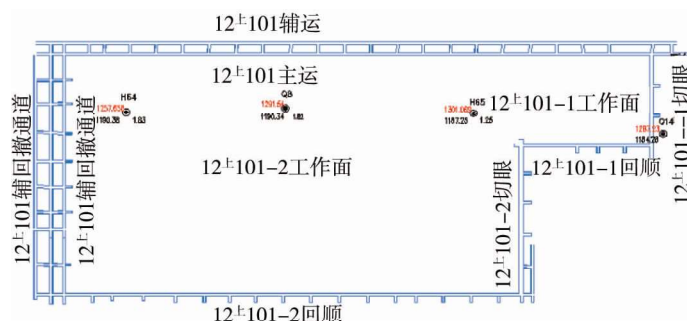


图2 12<sup>上</sup> 101 工作面巷道布置图

## 2 观测方案

12<sup>上</sup> 101-1 工作面共布置 101 套波兰 TAGOR10660/11.3/22.3 液压支架,12<sup>上</sup> 101-2 工作面共布置 238 台波兰 TAGOR 10660/11.3/22.3 POZ 液压支架和 24 台平煤 ZY9200/12.3/22.3D 液压支架支护.在工作面上中下 3 个不同区域,采用 PM32 压力传感器测定支架压力,对 12<sup>上</sup> 101 工作面的初次来压步距、周期来压步距、来压强度、动载系数、来压持续时间与长度等参数进行测定和分析.同时测定工作面支架的支护状况以及围岩的控制情况.测定主要参数包括支架的初撑力、来压时安全阀开启及立柱下缩量、来压时顶板切顶、漏矸以及煤壁片帮情况等.

12<sup>上</sup> 101-1 工作面选择 20<sup>#</sup>,30<sup>#</sup>,35<sup>#</sup>,50<sup>#</sup>,65<sup>#</sup>,70<sup>#</sup>,80<sup>#</sup> 支架进行分析研究;12 上 101-2 工作面选择 50<sup>#</sup>,60<sup>#</sup>,70<sup>#</sup>,80<sup>#</sup>,110<sup>#</sup>,120<sup>#</sup>,130<sup>#</sup>,140<sup>#</sup>,190<sup>#</sup>,200<sup>#</sup>,210<sup>#</sup>,220<sup>#</sup> 支架进行分析研究.

## 3 12<sup>上</sup> 101-1 工作面矿压规律

### 3.1 初次来压

12<sup>上</sup> 101-1 工作面初采期间工作面支架工作阻力如图 3 所示.

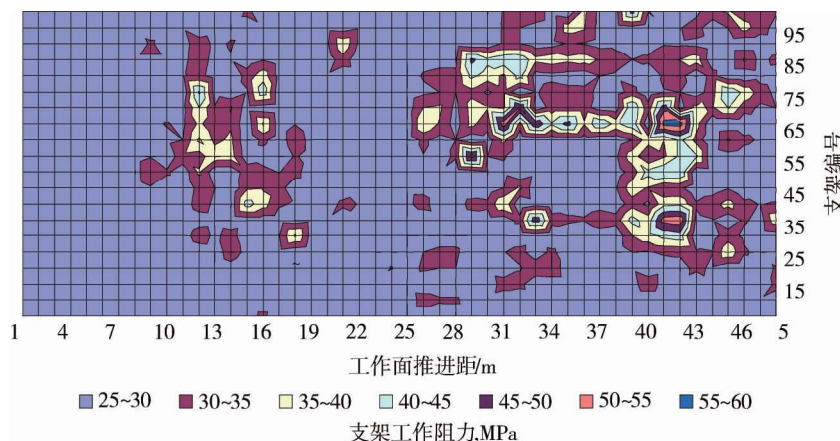


图3 支架阻力分布图

老顶初次来压特征如表 1 所示.

从上表可以获得,12<sup>上</sup> 101-1 工作面初次来压步距变化不是特别明显,初次来压步距平均约为 38.2 m,从以上数据不难看出工作面额的整体来压相对来说比较一致;支架在来压期间和非来压期间的平均工作阻力分别为 49.3,27.8 MPa,支架的动载系数在 1.35~1.95 之间,支架动载系数平均值为为 1.60;来压持续长度为 2.6~3.9 m,平均 3.16 m.

对图3进行分析可知,工作面初次来压期间支架工作阻力沿工作面倾向分布呈现“双驼峰”状,且两端头支架阻力明显小于中部支架工作阻力。

表1 老顶初次来压特征(一)

支架编号	工作面初次垮落步距/m	来压期间支架循环末阻力/MPa	非来压期间支架循环末阻力/MPa	支架动载系数	来压期间持续长度/m
30 <sup>#</sup>	38.0	41.5	27.4	1.35	3.90
35 <sup>#</sup>	37.0	40.4	26.9	1.75	3.80
50 <sup>#</sup>	39.0	43.0	25.2	1.47	2.80
65 <sup>#</sup>	40.0	54.5	25.3	1.95	2.70
70 <sup>#</sup>	37.0	45.4	24.6	1.51	2.60
数据平均值	38.2	44.9	25.8	1.60	3.16
数据最大值	40.0	54.5	27.4	1.95	3.90
数据最小值	38.0	40.4	24.6	1.35	2.60

### 3.2 周期来压

根据支架工作阻力曲线,得出工作面周期来压特征如表2所示。

表2 工作面周期来压特征(一)

支架编号	工作面来压步距/m	来压期间支架循环末阻力/MPa	非来压期间支架循环末阻力/MPa	支架动载系数	来压持续长度/m
35 <sup>#</sup>	13.0	43.4	28.5	1.52	3.0
50 <sup>#</sup>	14.0	41.2	26.7	1.55	2.0
65 <sup>#</sup>	9.0	45.9	27.9	1.66	2.5
70 <sup>#</sup>	13.0	42.9	29.2	1.47	2.3
80 <sup>#</sup>	14.0	43.9	28.1	2.25	2.7
数据平均值	12.6	43.5	28.0	1.69	2.5
数据最大值	14.0	45.9	29.2	2.25	3.0
数据最小值	9.0	41.2	26.7	1.47	2.0

由表2可知,周期来压步距平均为12.6 m,且来压步距变化较大,最大来压步距为14 m,而最小来压步距仅为9 m。来压期间支架工作阻力为41.2~45.9 MPa,平均为43.5 MPa;非来压期间支架工作阻力为26.7~29.2 MPa,平均值为28.0 MPa;支架动载系数为1.47~2.25,平均动载系数值为1.69;来压持续长度为2~3 m,平均2.5 m。

## 4 12<sup>上</sup> 101-2 超长工作面矿压规律

### 4.1 初次来压

12<sup>上</sup> 101-2 工作面初采期间工作面支架工作阻力如图4所示。

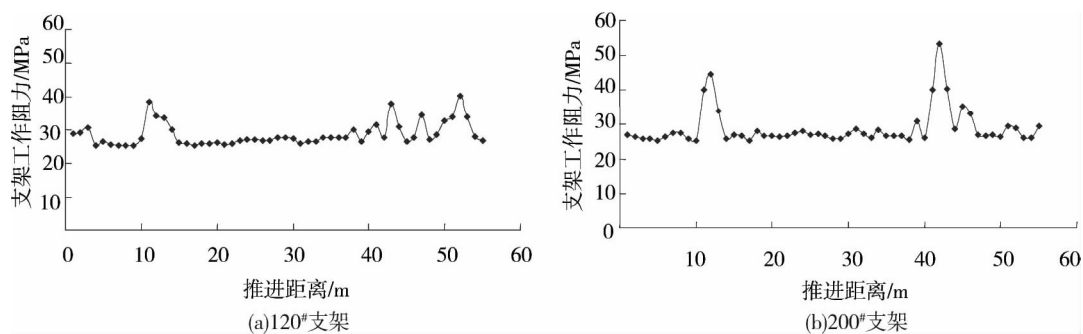


图4 支架工作阻力曲线图

老顶初次来压特征如表3所示。

表3 老顶初次来压特征(二)

支架 编号	工作面来 压步距/m	来压期间支架循环 末阻力/MPa	非来压期间支架 循环末阻力/MPa	支架动载 系数	来压持续 长度/m
120 <sup>#</sup>	50.0	44.6	29.0	1.35	2.1
140 <sup>#</sup>	50.0	45.2	26.8	1.52	1.9
160 <sup>#</sup>	42.0	37.2	26.2	1.40	0.9
180 <sup>#</sup>	39.0	40.2	26.2	1.42	1.8
200 <sup>#</sup>	39.0	51.4	27.2	1.72	2.8
220 <sup>#</sup>	39.0	58.5	27.2	1.90	4.5
240 <sup>#</sup>	39.0	36.0	27.0	1.05	1.8
数据平均值	42.5	44.7	27.0	1.48	2.2
数据最大值	50.0	58.5	29.0	1.90	4.5
数据最小值	39.0	36.0	26.2	1.05	0.9

由上表可获得相关数据,对于老顶来说初次来压步距在41~51 m之间,平均42.5 m.支架工作阻力在来压期间和非来压期间阻力分别为36.0~58.5 MPa,平均44.7 MPa,26.2~29.0 MPa,平均27.0 MPa;动载系数为1.05~1.90,平均1.48;来压持续长度平均为2.2 m.

#### 4.2 周期来压

工作面来压特征如表4所示。

表4 工作面周期来压特征(二)

	支架 编号	工作面来 压步距/m	来压期间支架循环 末阻力/MPa	非来压期间支架 循环末阻力/MPa	支架动载 系数	来压持续 长度/m
机头段	50 <sup>#</sup>	8.31	379	273	0.85	1.1
	60 <sup>#</sup>	10.50	423	268	1.42	1.9
	70 <sup>#</sup>	16.00	430	285	1.75	1.8
	80 <sup>#</sup>	10.43	410	268	1.35	2.0
中部段	110 <sup>#</sup>	10.60	433	279	1.56	2.5
	120 <sup>#</sup>	8.86	417	273	1.53	2.1
	130 <sup>#</sup>	11.17	452	284	1.60	3.6
	140 <sup>#</sup>	11.80	469	270	1.73	4.2
机尾段	190 <sup>#</sup>	15.00	457	280	1.63	2.6
	200 <sup>#</sup>	13.25	470	292	1.61	3.2
	210 <sup>#</sup>	15.00	460	279	1.65	3.6
	220 <sup>#</sup>	17.75	477	281	1.69	4.0

由上表数据可获得,位于工作面机头段周期来压步距约为11.16 m,来压期间支架平均工作阻力在为41.5 MPa,支架平均动载系数为1.39,来压持续平均长度为1.86 m;工作面中部段在周期来压时步距约为10.6 m,支架工作阻力和动载系数分别为44.8 MPa,1.62,来压持续长度为3.12.位于机尾段在来压期间支架的平均工作阻力为469 MPa,平均动载系数为1.65.

## 5 矿压显现规律对比分析

对比可知,老顶初次来压时,超长工作面对应的老顶垮落步距、来压期间支架循环末阻力及动载系数均大于普通工作面.周期来压期间,相较于普通工作面,超长工作面对应的来压步距变小,来压期间支架循环末阻力、动载系数和来压持续长度均增大,即超长工作面周期来压强度大于普通工作面.

结合覆岩关键层结构特征表明,超长工作面初次来压对应老顶(距离煤层最近的亚关键层)厚度8.84 m大于普通工作面对应的老顶厚度8.2 m,因此对于超长工作面来说老顶的初次来压强度相对比其