

矿用索道固定抱索器夹紧力与力矩确定

程 军¹ 写义明² 王 宇² 罗志成²

(1. 北京昊华能源股份有限公司 大安山煤矿 北京 102419; 2. 长沙正忠科技发展有限公司 湖南 长沙 410004)

摘 要: 为了得出矿用索道固定抱索器抗滑力和夹紧力定量关系, 确保固定抱索器安全可靠运行, 通过对固定抱索器进行受力分析, 得出了固定抱索器抗滑力与夹紧力、夹紧力与固定抱索器尾部螺栓力矩的力学关系, 推导出了抱索器夹紧力的计算公式并给出计算步骤, 提供了不同运行坡度下抱索器下滑力、夹紧力、紧固扭力扳手的力矩参考值。

关键词: 矿用索道; 固定抱索器; 抗滑力; 夹紧力; 力矩

中图分类号: TD52 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2336(2013)10-0102-03

Determination on Clamping Force and Torque of Fixed Gripper Applied to Mine Cableway

CHENG Jun¹, XIE Yi-ming², WANG Yu², LUO Zhi-cheng²

(1. Beijing Haohua Energy Resources Company Limited, Beijing 102419, China;

2. Changsha Zhengzhong Technology Development Company Limited, Changsha 410004, China)

Abstract: In order to obtain the relationship between the sliding resistance and the clamping force of the fixed gripper applied to the mine cableway to ensure the safety and reliable operation of the fixed gripper, a stress analysis was conducted on the fixed gripper. The mechanics relationship between the sliding resistance and the clamping force of the fixed gripper, the clamping force and the torque of tail bolt in the gripper was obtained. The calculation formula for the clamping force of the gripper was derived, the calculation procedure was set up and the downward sliding force, gripping force and torque reference value of the fastened torque spanner under the different operation slope were provided.

Key words: mine cableway; fixed gripper; sliding resistance; clamping force; torque

0 引 言

固定抱索器是在矿用索道上应用最广的一种抱索器, 是矿用索道的重要关键部件, 其可靠性是安全运行的重要指标, 直接影响矿用索道的运行安全。抗滑力是固定抱索器的一个重要性能指标, 相关的国家标准 (GB 21008—2007)、行业标准 (MT/T 873—2000、MT/T 1117—2011)、安全标准 (AQ 1038—2007) 均对其数值严格规定^[1-4], 如 MT/T 873—2000 规定: 抱索器的抗滑力不应小于重车在最大坡度时下滑力的 2 倍^[2]。合理的抗滑力是确保矿用索道安全运行的保障, 抗滑力检测是产品出厂检验和型式检验的必检项目^[4]。固定抱索器的抗滑力通过其尾部螺栓的夹紧力提供, 而夹紧力则由作用

在螺栓上的力矩获得, 虽然作用在螺栓上的力矩越大, 抗滑力越大, 但是过大的力矩, 会使抱索器对钢丝绳造成严重的损伤, 缩短钢丝绳的寿命, 带来新的安全隐患。经查询, 国内外没有文献对矿用索道固定抱索器抗滑力和夹紧力以及作用在固定抱索器尾部螺栓上的力矩做定量研究。在设计、生产和使用过程中, 通常是根据经验对该力矩值进行选取, 这导致固定抱索器的抗滑力大小选取不合理, 带来了诸多问题和安全隐患。研究固定抱索器抗滑力、夹紧力和力矩的关系, 对提高固定抱索器的运行可靠性具有重要意义。

1 固定抱索器夹紧力与抗滑力的关系

对于固定抱索器夹紧力的计算方法, 矿山乘人

收稿日期: 2013-06-20; 责任编辑: 张 扬

作者简介: 程 军 (1971—), 男, 山西运城人, 高级工程师, 现任大安山煤矿副矿长。通信作者: 写义明, Tel: 13548982625

引用格式: 程 军, 写义明, 王 宇, 等. 矿用索道固定抱索器夹紧力与力矩确定[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(10): 102-104, 124.

索道标准未有涉及,在此笔者借鉴客运索道抱索器的成熟技术,结合矿用索道固定抱索器的应用实际,得出了一系列固定抱索器夹紧力计算公式、步骤和数据。固定抱索器在有倾角的巷道中运行将产生沿钢丝绳方向的下滑力,该下滑力主要由吊椅重车总重力和巷道的最大倾角决定。根据矿用索道运送人员时固定抱索器在巷道中运行的实际情况,固定抱索器受力分析如图 1 所示。

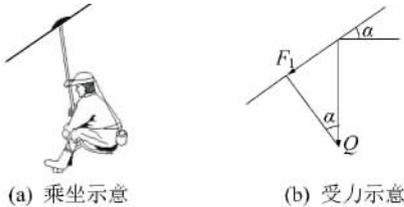


图 1 固定抱索器受力示意

Q 为吊椅重车总重力, α 为巷道的倾角, F_1 为 Q 在巷道倾角方向产生的下滑分力。上述三者满足以下关系:

$$F_1 = Q \sin \alpha \quad (1)$$

根据标准中对抗滑力的规定,固定抱索器与钢丝绳产生的抗滑力 F 应满足:

$$F \geq 2F_1 = 2Q \sin \alpha \quad (2)$$

固定抱索器与钢丝绳的抗滑力 F 是通过固定抱索器钳口的夹紧力 P 产生的,即固定抱索器钳口夹紧力 P 大小直接决定抗滑力 F 的大小。固定抱索器抗滑力 F 的大小与钳口的夹紧力 P 、内外钳口的形状以及钳口与钢丝绳之间的摩擦因数 μ 有关。由于各生产厂商采用的加工工艺不同,固定抱索器的钳口形状各异,实际生产中,使用最多的是圆弧形钳口,如图 2 所示。

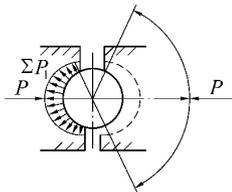


图 2 圆弧形钳口

根据受力分析,采用圆弧形钳口的固定抱索器抗滑力 F 与夹紧力 P 的关系如下:

$$F = 2\mu \sum P_1 = 2P\mu' \quad (3)$$

其中: $\sum P_1$ 为钳口对钢丝绳的压力; μ' 为钳口处的平均粘着系数。由于圆弧形钳口各处的摩擦因数不同,考虑到计算的方便,引入钳口处的 μ' 与摩擦

因数 μ 相区别。粘着系数的计算方法如下:

$$\mu' = 4\mu \sin(\gamma/2) / (\gamma + \sin \gamma) \quad (4)$$

式中 γ 为圆弧形钳口与钢丝绳接触范围角度。

抱索器的 2 个钳口均与牵引钢丝绳接触,2 个钳口处的粘着系数略有不同。假如设定外钳口处的粘着系数为 μ'_1 ,内钳口处的粘着系数为 μ'_2 ,则整个抱索器的 μ' 值可用下式计算

$$\mu' = (\mu'_1 + \mu'_2) / 2 \quad (5)$$

根据式(1)一式(5),以及 2 倍抗滑力的临界值可知:

$$2P\mu' = F \geq 2F_1 = 2Q \sin \alpha \quad (6)$$

则可得夹紧力 $P \geq F_1 / \mu' = Q \sin \alpha / \mu'$ 。

根据 AQ 1038—2007《煤矿用架空乘人装置安全检验规范》中第 7.6.1 条规定,吊椅重车总重力 Q 按 1 100 N 计算,可得:

$$P \geq 1 100 \sin \alpha / \mu' \quad (7)$$

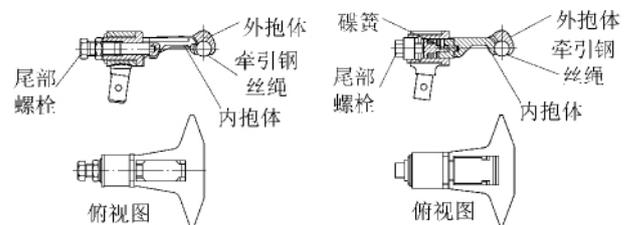
由式(6)、式(7)可知,根据现有标准规定,在吊椅重车总重力一定的情况下,固定抱索器的最小抗滑力与巷道的倾角成正比,与抱索器钳口处的粘着系数成反比。因此,可以得出:①固定抱索器的最小抗滑力在不同倾角的巷道中不同,应根据实际巷道倾角情况,确定不同的抗滑力;②固定抱索器的最小抗滑力与抱索器钳口的形状有关,在实际使用过程中,应根据不同钳口形状,分析计算其钳口粘着系数,以便确定合适的抗滑力。

2 固定抱索器夹紧力与尾部螺栓力矩关系

普通固定抱索器和碟簧固定抱索器的结构如图 3 所示。在实际工作中,通过拧紧固定抱索器尾部螺栓,使内抱体压紧牵引钢丝绳,从而获得所需要的夹紧力。从力矩到夹紧力的传递是一个过程,受到多种因素的影响。力矩扳手处的力矩 M_a 为^[11]

$$M_a = M_p + M_t \quad (8)$$

$$M_p = PD_c \tan(\theta \pm \rho) / 2 \quad (9)$$



(a) 普通固定抱索器结构示意图 (b) 碟簧固定抱索器结构示意图

图 3 固定抱索器结构示意图

$$M_t = Pfd_t/3 \quad (10)$$

$$\tan \rho = f(1 + \cos^2 \theta \tan^2 \beta/2) / 2 \quad (11)$$

其中: M_p 为外抱体尾端丝扣处的力矩, $N \cdot m$; M_t 为顶轴端部的力矩, $N \cdot m$; d_t 为顶轴直径, mm ; D_c 为螺丝中径, mm ; θ 为螺旋导程角 ($^\circ$); ρ 为螺纹当量摩擦角 ($^\circ$); f 为螺母与螺杆接触表面间的摩擦因数; β 为牙型角 ($^\circ$)。由式(8)一式(11)可得

$$P = M_p / [(D_c \tan(\theta \pm \rho) / 2 + fd_t/3)] \quad (12)$$

从式(12)可以看出, 固定抱索器的夹紧力 P 与力矩扳手处的力矩成正比, 同时还与抱索器尾部螺栓的参数有密切关系, 如螺丝中径、螺旋导程角、螺纹当量摩擦角、螺母与螺杆接触表面间的摩擦因数、牙型角等, 因此可以得出: ①固定抱索器尾部螺栓的力矩直接决定了固定抱索器的夹紧力大小, 实际使用过程中, 应确保力矩扳手的精度, 并设置合适的调定值; ②应选择合适参数的尾部螺栓, 确保夹紧力的大小和稳定性。

3 固定抱索器夹紧力和力矩的计算实例

为了更直观说明固定抱索器夹紧力和力矩的关系, 现以常用钢丝绳直径为 24 mm 的固定抱索器为例对其夹紧力和力矩进行计算, 并给出不同倾角下固定抱索器夹紧力和力矩的推荐值。

3.1 夹紧力计算

$\phi 24$ mm 固定抱索器钳口如图 4 所示。

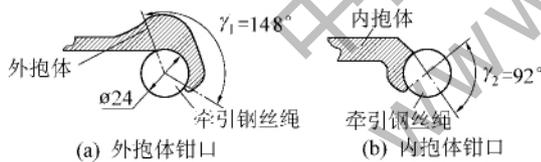


图 4 $\phi 24$ mm 固定抱索器钳口示意

外抱体钳口与钢丝绳的接触角 $\gamma_1 = 148^\circ$, 即 2.582 rad; 内抱体钳口与钢丝绳接触角 $\gamma_2 = 92^\circ$, 即 1.605 rad。所以: $\mu'_1 = 4\mu \sin(\gamma_1/2) / (\gamma_1 + \sin \gamma_1) = 0.1610$ $\mu'_2 = 4\mu \sin(\gamma_2/2) / (\gamma_2 + \sin \gamma_2) = 0.1439$ 。由以上计算得, 整个钳口上的平均粘着系数 $\mu' = (\mu'_1 + \mu'_2) / 2 = 0.15245$, 取 $\mu' = 0.16$ 。代入式(6)得普通刚性抱索器夹紧力 P 为

$$P \geq 1100 \sin \alpha / \mu' = 6875 \sin \alpha \quad (13)$$

当选用碟簧式固定抱索器(图 3b)时, 其碟簧产生的张力应略大于螺栓拧紧时的夹紧力 P , 一般可乘以 1.1 的系数, 则碟簧固定抱索器的夹紧力 P' 为

$$P' \geq 1.1P = 7563 \sin \alpha \quad (14)$$

AQ 1038—2007 规定固定抱索器最大适应倾角不大于 35° 。根据式(13)、式(14), 不同倾角下固定抱索器最小夹紧力和最小力矩见表 1。

表 1 不同倾角下固定抱索器最小夹紧力和最小力矩

巷道倾角/ $^\circ$	最小夹紧力/N		最小力矩/($N \cdot m$)	
	普通	碟簧	普通	碟簧
35	3 943	4 337	41	45
30	3 438	3 782	36	40
25	2 906	3 196	30	33
20	2 351	2 587	25	27
15	1 779	1 957	18	20
10	1 194	1 313	13	15

注: 不同直径钢丝绳对应的抱索器钳口所形成的包角会略有出入。要得到准确的数值, 应按钳口实际形状和尺寸计算折合粘着系数。

3.2 力矩计算

目前矿山乘人索道固定抱索器其紧固最常见的为 M20 螺栓, 可推知: ①普通固定抱索器夹紧力对应紧固扭力扳手力矩 $M \geq PR = 6875R \sin \alpha$, 其中: R 为力矩扳手的力臂。②碟簧固定抱索器的夹紧力对应紧固扭力扳手的力矩 $M' \geq P'R = 7563R \sin \alpha$ 。实际抱索器使用一段时间后, 钳口的内壁会形成绳纹槽, 其粘着系数通常会超过计算值, 因 μ 不等同于 μ' , 所以用 $\mu = 0.13$ 直接代入公式计算求出的夹紧力 P 偏大。

3.3 固定抱索器夹紧力和力矩推荐值

根据以上计算, 单人吊椅的固定抱索器矿山乘人索道在不同运行坡度下的抱索器下滑力、夹紧力、力矩推荐值见表 2。根据上述方法, 对于特殊双人乘坐吊椅的固定抱索器夹紧力也可参照按上述公式逐步计算出来, 此处不再论述。

表 2 单人吊椅固定抱索器下滑力、夹紧力与力矩推荐值

运行坡度/ $^\circ$	下滑力/N	夹紧力/N		推荐力矩/($N \cdot m$)	
		普通	碟簧	普通	碟簧
30~35	631	4 100	4 500	41	45
25~30	550	3 600	4 000	36	40
20~25	465	3 000	3 300	30	33
15~20	376	2 500	2 700	25	27
10~15	285	1 800	2 000	18	20
0~10	191	1 300	1 500	13	15

注: 表中数值含有一定的富裕量, 实际选择时不应超过表中给出的数值。

(下转第 124 页)

态,而萘系则呈现不流动状态,聚羧酸系和萘系7 d少量析水,软沉淀厚度小于2 mm,木系7 d少量析水,软沉淀厚度小于5 mm。使用聚羧酸系分散剂制备的水煤浆的定黏浓度与萘系相比略有提高,但却表现出了很好的流动性和相同的稳定性,从性能和应用价值上优于萘系分散剂。与木系分散剂相比,使用聚羧酸系分散剂制备的水煤浆的定黏浓度则提高了近2%,流动性方面,二者都表现出了很好的流动性,但木系表现出较差的稳定性,不适合长时间储存。

3 结 论

1) 加入聚羧酸系分散剂后,煤粒表面的电位显著降低,说明该分散剂与煤粒能够很好地结合,使得煤粒表明电负性变大,增加了颗粒间的静电斥力,从而起到很好的分散降黏作用。

2) 适宜相对分子质量水平的分散剂才能起到相应的分散降黏作用,试验结果表明,聚羧酸系分散剂的相对分子质量处于110 000~170 000时,制浆效果最佳、最为稳定。

3) 在保证浓度不降低的前提下,与萘系和木系2种分散剂相比,采用聚羧酸系分散剂制备的水煤浆表现出很好的流动性和稳定性,具有较强的分散降黏作用。

参考文献:

- [1] 国家发展和改革委员会. 煤炭工业发展“十二五”规划[Z]. 2012-03-18.

(上接第104页)

4 结 语

国内外对矿用索道固定抱索器抗滑力和夹紧力研究较少,固定抱索器各项参数大多靠经验选取,为此笔者分析得出了固定抱索器抗滑力与夹紧力、夹紧力与固定抱索器尾部螺栓力矩的力学关系,并对抱索器夹紧力的计算公式进行推导,提供了不同运行坡度下抱索器下滑力、夹紧力、紧固扭力扳手的力矩参考值,对提高固定抱索器安全可靠具有重要意义。

参考文献:

- [1] GB 21008—2007 地下矿用架空索道安全要求[S].
[2] MT/T 873—2000 煤矿固定抱索器架空乘人装置技术条件

- [2] 马力强, 陈清如. 煤泥调浆技术与设备的研究现状及进展[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(4): 11-16.
[3] 李安. 水煤浆技术发展现状及其新进展[J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(5): 97-100.
[4] 卢安民. 煤泥水煤浆的制备与燃烧技术[J]. 选煤技术, 2008(4): 20-23.
[5] 刘志红, 成建. 选煤厂煤泥制浆制水煤浆多峰级配技术[J]. 煤炭工程, 2009(1): 65-67.
[6] 廖承超, 傅晓恒, 刘万峰. 煤泥水煤浆的制备与燃烧[J]. 中国煤炭, 2002, 28(11): 38-39, 53.
[7] 魏辉, 张光华, 李云飞, 等. 新型聚羧酸水煤浆分散剂对制浆性能的影响[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(8): 122-124, 128.
[8] 任军哲, 张安琪, 魏辉, 等. 一种新型聚羧酸系水煤浆分散剂的合成及性能研究[J]. 陕西科技大学学报, 2011, 29(2): 40-43.
[9] 杨纯, 朱书全, 张华文, 等. 聚丙烯酸系水煤浆分散剂合成工艺改进及应用[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(4): 121-124, 128.
[10] 张光华, 郝皓, 朱军峰. 柠檬酸脂型聚羧酸水煤浆分散剂的合成与研究[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(9): 121-124.
[11] 邹燕, 何培新, 张玉红, 等. 耐高温抗盐型聚丙烯酰胺研究进展[J]. 胶体与聚合物, 2011, 29(3): 138-140.
[12] GB/T 18856.2—2008 水煤浆质量试验部分(第二部分): 水煤浆浓度测定方法[S].
[13] GB/T 18856.4—2008 水煤浆质量试验部分(第四部分): 表观粘度测定方法[S].
[14] 朱明华. 仪器分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
[15] 邱学青, 周明松, 杨东杰, 等. 麦草碱木素高效水煤浆分散剂的应用性能[J]. 中国造纸, 2007, 26(2): 31-34.
[16] YANG Dong-jie, QIU Xue-qing, ZHOU Ming-song et al. Properties of Sodium Lignosulfonate as Dispersant of Coal Water Slurry[J]. Energy Conversion and Management, 2007, 48: 2433-2438.

[S].

- [3] MT/T 1117—2011 煤矿用架空乘人装置安全检验规范[S].
[4] AQ 1038—2007 煤矿固定抱索器架空乘人装置技术条件[S].
[5] 石春强. 客运架空索道用钢丝绳[J]. 工程设计与研究, 1996(2): 53-72.
[6] 彭学孝. 如何计算固定式抱索器的移位周期[J]. 起重运输机械, 1987(11): 16-18.
[7] 张树民, 王国庆. 设计单索循环式固定抱索器实验索道的参数及整体结构[J]. 科技咨询导报, 2007(20): 12.
[8] 高自成, 徐学林, 陈自力. 矿山架空乘人装置连接系统的设计研究[J]. 煤矿机械, 2011, 32(9): 153-154.
[9] 郝妮妮. 煤矿架空乘人装置的设计与仿真研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2009.
[10] 周新年, 郝丽凤, 冯建祥, 等. 客运索道设计理论及其应用研究Ⅲ: 单线循环吊椅式客运索道设计模型[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(1): 10-17.

[11] 金兴春. 客运索道固定抱索器防滑性能分析[J]. 中国索道,

2001(11): 13-14.

成型压力与粉煤粒度分布对冷压型煤性能的影响

田 斌, 许德平, 杨芳芳, 庞亚恒, 徐荣声, 林雄超, 王永刚

(中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京 100083)

摘要: 采用无烟煤为原料, 腐植酸钠和高岭土复配物为黏结剂制备加压气化用型煤, 考察了成型压力和粉煤粒度组成对型煤冷压强度、热压强度和热稳定性的影响。结果表明: 成型压力为 5.5 ~ 19.5 MPa 时, 对大颗粒粉煤成型性能影响较大, 对小颗粒粉煤成型性能影响相对较小。-0.075 mm 粒度粉煤在低压 5.5 MPa 下制备的型煤冷压强度、热压强度和热稳定性分别达 3 630 N、2 590 N、97.85%, 表明小颗粒粉煤有利于制备高性能型煤; 此外, -0.150 mm 粉煤占成型粉煤 50% 时, 型煤的冷压强度、热压强度和热稳定性最高, 分别为 4 239 N、2 713 N、98.49%。

关键词: 无烟煤; 型煤; 成型压力; 粒度组成; 冷压强度; 热压强度; 热稳定性

中图分类号: TQ536.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2336(2013)10-0125-04

Briquetting Pressure and Fine Coal Particle Distribution Affected to Performances of Cool Pressed Briquette

TIAN Bin, XU De-ping, YANG Fang-fang, PANG Ya-heng, XU Rong-sheng, LIN Xiong-chao, WANG Yong-gang

(School of Chemical and Environment Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Briquettes for the pressurized gasification were prepared with anthracite as the raw material and the humic acid sodium and kaolin mixture as the binder. An investigation was conducted on the briquetting pressure and fine coal particle composition affected to the cool pressed strength of the briquette, heat pressed strength and heat stability. The results showed that when the briquetting pressure was 5.5 ~ 19.5 MPa, the pressure would have high influences to the briquetting performances of the large particle fine coal and would have small influences to the briquetting performances of the small particle fine coal. The cool pressed strength, heat pressed strength and heat stability of the briquette prepared under a low pressure of 5.5 MPa and with -0.075 mm particle fine coal would reach to 3 630 N, 2 590 N and 97.85% individually. The small particle fine coal would be favorable to prepare high performance briquette. In addition, when -0.150 mm fine coal taking 50% of the briquette, the cool pressed strength, heat compressed strength and heat stability of the briquette would be the best and would be 4 239 N, 2 713 N and 98.49% individually.

Key words: anthracite; briquette; briquetting pressure; particle composition; cool pressed strength; heat pressed strength; heat stability

0 引 言

由于国内块煤供应短缺并伴随着鲁奇气化炉数量持续增加, 生产鲁奇加压气化用型煤将是粉煤利用未来发展的重要方向。型煤的性能, 包括冷压强度、热压强度、热稳定性和湿压强度等对型煤能否应用于气化至关重要。成型粉煤粒度组成和成型压力是影响型煤性能的关键因素。型煤性能不仅与黏结剂种类以及添加量、成型水分、煤种和煤质相关, 成

型压力和成型粉煤粒度组成也是重要因素。吉登高等^[1]通过对粉煤成型前后粒度的变化研究认为, 原料粒度上限过大, 或者小于 0.5 mm 粒度含量过多, 都会导致型煤质量降低。徐德平等^[2]认为无黏结剂高压成型时, 随着煤粒度的减小, 型煤强度增大; 有黏结剂低压成型时, 无烟煤和烟煤的粒度可适当偏大, 褐煤要保持较小的成型粒度。谌伦建等^[3]采用理论分析方法对原料煤级配进行分析, 认为合理的原料煤级配应保证煤粒之间填充密实, 孔隙率最低,

收稿日期: 2013-05-11; 责任编辑: 代艳玲

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (2010YH13, 2013QH02)

作者简介: 田 斌(1987—), 男, 陕西咸阳人, 硕士研究生。Tel: 13552049813, E-mail: tianbin_0108@sina.com

引用格式: 田 斌, 许德平, 杨芳芳, 等. 成型压力与粉煤粒度分布对冷压型煤性能的影响[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(10): 125-128.