

基于幅频矢量匹配的 DV-Hop 定位算法优化

×××¹, ×××¹, 张露²

(1. 山东科技大学 能源与矿业工程学院, 山东 青岛 266590; 2. 中国石油大学 土木工程学院, 山东 青岛 266580)

摘要: 矿井巷道环境复杂多变, DV-hop 算法应用于井下定位时效果不理想。因而, 基于幅频矢量匹配对经典 DV-hop 算法定位结果进行优化。利用经典 DV-hop 算法找到井下移动节点可能位置点大致区域, 将节点接收到的各锚节点信标信号的幅频矢量与数据库中煤矿巷道中各点的幅频矢量相匹配, 最终确定移动节点的精确位置信息。仿真结果表明, 优化后的 DV-hop 算法的平均定位精度和定位覆盖率明显优于经典的 DV-hop 算法; 随着锚节点数的增加, 优化后的 DV-hop 算法的平均定位误差呈现明显下降趋势。

关键词: 幅频矢量匹配; DV-hop 算法; 井下定位

中图分类号: TN929.5

文献标志码: A

The optimization of DV-hop localization algorithm based on amplitude vector matching

ZHENG Xiaoxia¹, SONG Wencan¹, ZHANG Lu²

(1. College of Energy and Mining Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. College of Civil Engineering, China University of Petroleum, Qingdao 266580, China)

Abstract: The localization effect of coal mine wireless sensor network is not ideal because of the complicated environment of roadway. This paper studied the amplitude vector matching technology to optimize the DV-hop algorithm. The classical DV-hop algorithm was used to locate the area of the underground mobile node, and the amplitude vector matching algorithm was employed to match the specific amplitude vector of the location points in the area. The precise location information of mobile node was discovered based on the matching results. The simulation results indicate that the average localization accuracy and positioning coverage of the improved DV-hop algorithm is much higher than the classical DV-hop algorithm, and the average positioning error of the improved DV-hop algorithm presents an obviously downward trend with the increase of the number of nodes.

Key words: amplitude vector matching; DV-hop algorithm; underground localization

红色荧光粉越来越多地用于发光二极管 (light-emitting diode, LED) 器件中。采用扫描电子显微镜 (scanning electron microscope, SEM) 观察膜表面和横截面的微观形貌。DV-hop 定位算法对节点的硬件要求低, 实现简单, 适用于多径效应明显、信号衰落快的井下环境^[1]。但是经典的 DV-hop 算法的定位精度尚不能满足井下定位的需求。

1 DV-hop 算法井下应用的局限性

DV-hop 算法是由美国路特葛斯大学的 Niculescu 和 Nath 等^[6]提出的, 分为三个步骤:

- 1) 节点之间相互通信, 使移动节点获得到锚节点的最小跳数。
- 2) 在获得其他锚节点的位置信息和相隔跳距之后, 可以计算该锚节点估算的网络平均一跳的距离

离 $\bar{H}$, 然后计算出移动节点到每个锚节点的跳段距离:

$$\bar{H} = \frac{\sum_{j \neq i} \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}}{\sum_{j \neq i} H_i} \quad (1)$$

其中: (x_i, y_i) , (x_j, y_j) 为锚节点的坐标, H_i 为锚节点 i 和 j ($i \neq j$) 之间的跳数。

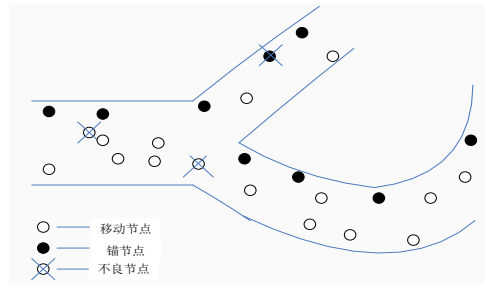


图 1 不良节点示意图

Fig.1. Bad node map

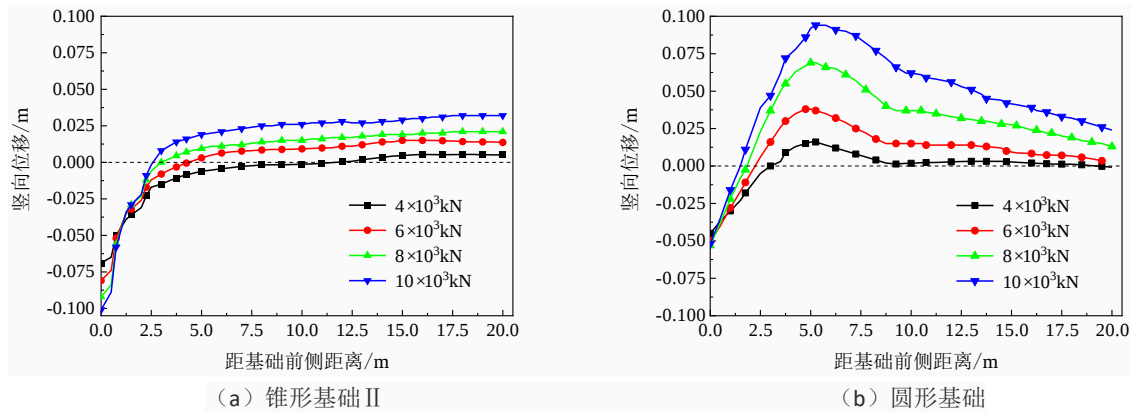


图 2 不同荷载作用下基础前侧土体竖向位移

Fig. 2 Vertical displacement of the front side of the foundation under different loads

2 利用幅频矢量算法优化 DV-hop 算法

虽然 DV-hop 算法对移动节点的硬件要求低,但定位误差较大,影响了它在井下的应用。文献[9]在研究井下定位系统的过程中提出一种误差较小的幅频矢量匹配定位算法。本研究结合两种算法,利用 DV-hop 算法先确定移动节点位置范围,再利用幅频矢量算法提高定位精度,同时,对硬件的要求并没有大幅度提高。

表 1 煤样的工业分析及元素分析

Table 1 Proximate analysis and ultimate analysis of coal				%				
工业分析				元素分析				
M_{ad}	A_{ad}	V_{ad}	FC_{ad}	C	H	N	S	O
10.04	4.73	29.76	55.47	76.22	4.05	0.87	0.67	8.15

表 2 数值模拟模型岩性参数

Table 2 Lithology parameters of the numerical simulation model

岩 层	密度 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	体积模 量/GPa	剪切模 量/GPa	黏聚力 /MPa	内摩擦 角/(°)	抗拉强 度/MPa
泥 岩	2 400	4.29	2.95	1.10	33	2.19
中砂岩	2 500	16.2	13.8	5.30	35	2.35
细砂岩	2 600	6.41	4.65	1.00	32	2.56
粉砂岩	2 500	4.10	3.20	1.80	28	2.56
断 层	1 500	0.50	0.40	0.25	10	0.25

在三条地震波激励下，屋脊、门梁和立柱节点侧向位移分布如图 4 所示。

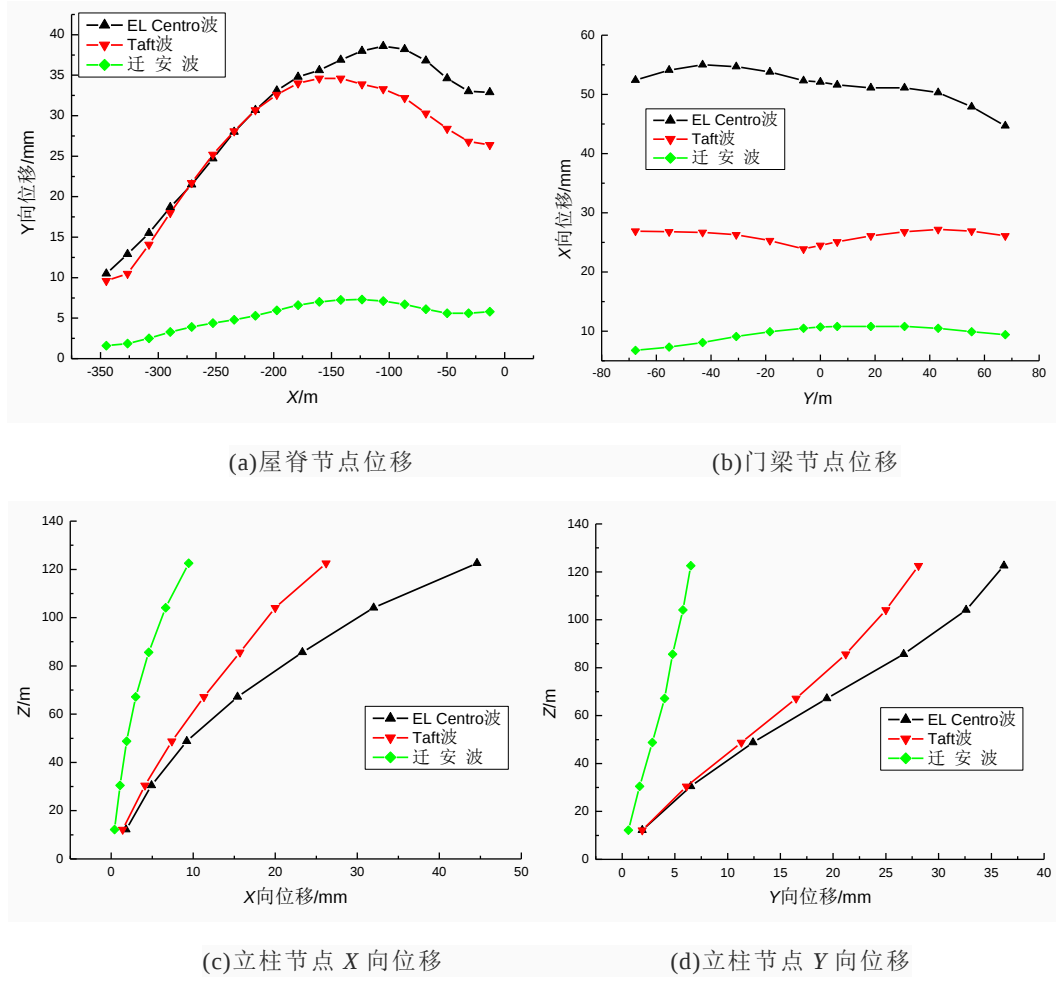


图 4 节点位移分布

Fig. 4 Nodal displacement distribution

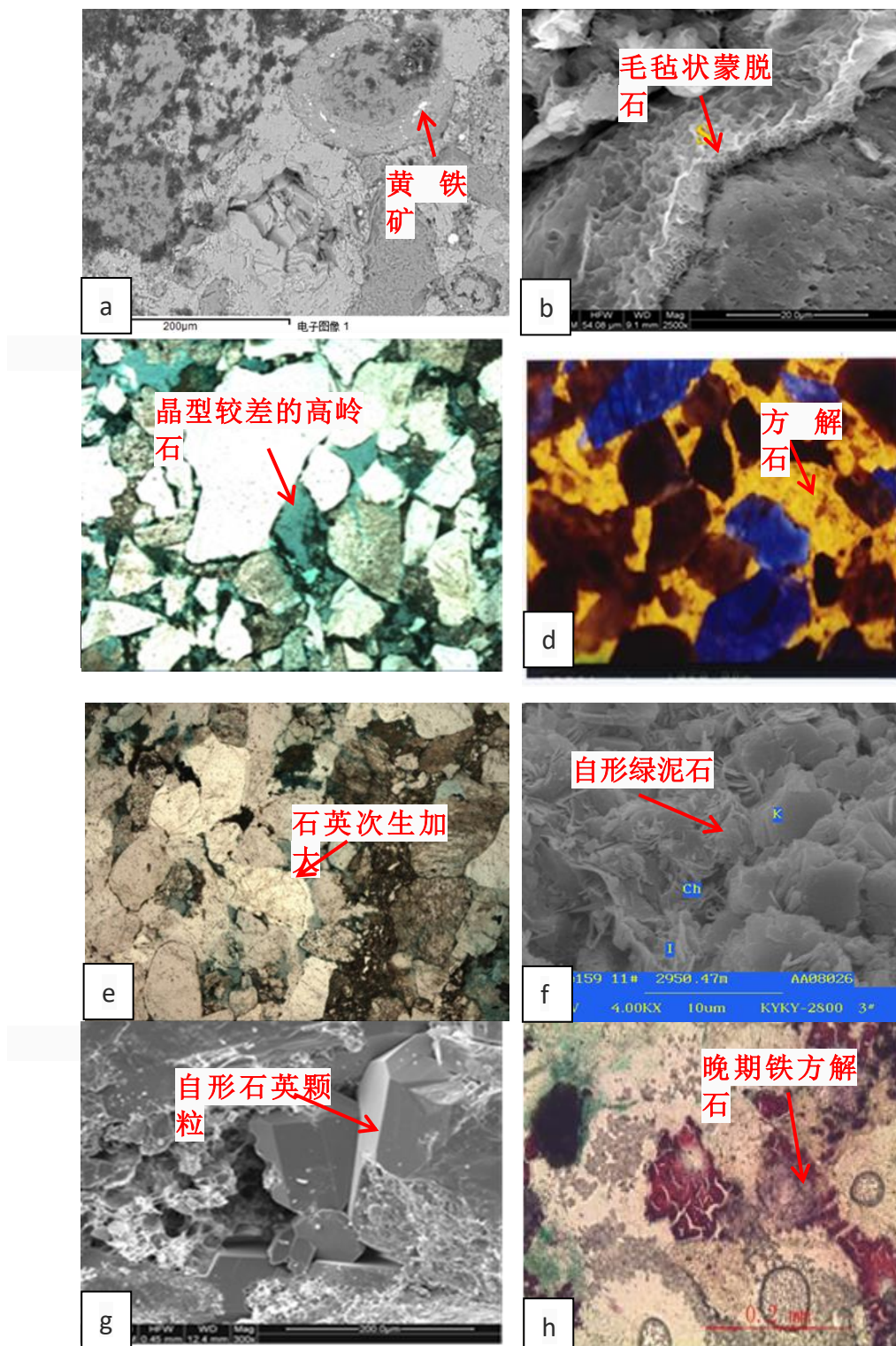
3 仿真实验

依据算法原理和流程，在 Tunnel 7.0 仿真平台上进行仿真。仿真时，所有节点的通信半径为 50 m，仿真区域为 500 m×6 m 的狭长区域。无线传感网络定位算法的评价标准是平均定位误差 $\bar{E}$ ：

$$\bar{E} = \frac{\sum_{j=i}^N \sqrt{(x'_j - x_j)^2 + (y'_j - y_j)^2}}{N \times R} \quad (5)$$

其中： (x'_j, y'_j) 表示待定位节点 i 的估算位置， (x_j, y_j) 是待定位节点的实际位置， N 表示移动节点的个数， R 是节点的通信半径。

海绵骨针含量很高，达 30%~40%，其他生屑含量为 5%~10%，从镜下微相角度观察，海绵骨针与深水盆地中骨针岩非常相似，产于亮甲山组燧石层中，骨针粒度小(图 5(h))，泥晶胶结，可能形成于下覆岩基生屑滩中，硅质海绵碎屑被风浪击碎，带到较深水环境中沉积下来。



(a)史 142 井, 1 307 m, 背散射, 早期黄铁矿; (b)通 38-1 井, 823.00 m, 扫描电镜, 毛毡状蒙脱石; (c) 河 142 井, 1 878.76 m, 阴极发光×20 倍, 亮晶方解石充填原生孔隙; (d) 坨 717 井, 1 993.94 m, 单偏光, ×20 倍, 晶型较差的自生高岭石; (e) 河 142 井, 3 046.05m, , 单偏光, ×100 倍石英次生加大边; (f) 河 159 井, 2 950.47 m, 扫描电镜, 绿泥石充填自形高岭石充填的残余孔隙; (g) 史 126 井, 3 385.49 m, 单偏光, 铁方解石充填方解石溶孔; (h)丰深 2 井, 5 545.56 m, 单偏光, 晚期自生石英颗粒; c-e 的比例尺同 h)

图 6 东营凹陷不同流体-岩石相互作用带典型的流体/石相互作用

Fig. 6 Typical fluid-rock interaction of different fluid-rock interaction zones in Dongying Depression

5 结论

通过理论分析与数值模拟结合的方法,对不同覆岩地层正断层下盘煤层开采地表沉陷规律进行了研究,结合实例对比分析了厚基岩、厚松散层地质条件的矿区开采沉陷特征,得出不同覆岩正断层下盘煤层开采沉陷的规律。

1) 厚松散层地质条件下,松散层吸收了由断层引起的上盘基岩滑移破坏,地表下沉值大于无断层一侧,地表形成偏态下沉盆地,松散层厚度的增加使地表下沉盆地更为平缓。

2) 研究了正断层影响下不同松散层与基岩比例对开采沉陷规律影响。采深 275 m 时,当松散层占上覆地层比例小于 13%,断层露头位置地表出现下沉台阶;松散层占比 45%~67%,上盘受影响的范围增加,地表形成连续的偏态下沉盆地。

3) 全基岩地质条件下,上盘覆岩抗拉强度高、移动变形小,主要为下盘向断层的水平移动,上盘地表移动变形范围减小;松散层存在的地质条件下,受断层与厚松散层的影响,上盘基岩滑移破坏传递至松散层使上盘松散层向采空区方向产生较大的水平位移,地表移动范围增大。

参考文献:

- [1] 富众杰,申毅,赵刚.一种改进的煤矿井下无线传感器网络定位算法[J].计算机仿真,2012,29(8):123-126.
FU Zhongjie, SHEN Yi, ZHAO Gang. Improved wireless sensor network node localization algorithm of underground coal mine [J]. Computer Simulation. 2012, 29(8): 123-126.
- [2] CHEN H Y, SEZAKI K, DENG P, et al. An improved DV-hop localization algorithm with reduced node location error for wireless sensor networks[J]. Communications and Computer Sciences, 2008, 91 (8): 2232-2236.
- [3] 解维伟.煤化学与煤质分析[M].北京:冶金工业出版社,2012:77-92.
- [4] 刘美琪.重力匹配辅助惯性导航系统算法研究[D].北京:北京理工大学,2015: 19-27.
LIU Meiqi. Study on algorithms of gravity aided inertial navigation system[D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2015: 19-27.
- [5] 姚运全,李瑾,郭银景,等.一种基于幅频矢量感知的井下定位算法[J].山东科技大学学报(自然科学版),2012,31(6):101- 105.
YAO Yunquan, LI Jin, GUO Yinjing, et al. A coal mine localization algorithm based on the amplitude vector perception[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology(Natural Science), 2012, 31(6): 101-105.
- [6] U.S. Department of Homeland Security. National Incident Management System[EB/OL]. (2004-03) [2014-09-20] <http://www.fema.gov/national-incident-management-system>.
- [7] 刘裕国,杨柳,张洋,等.雾霾来袭,如何突围?[N/OL].人民日报,2013-01-12[2013-11-06].http://Paper.people.com.cn/rmrb/html/2013-01/12/nw.D110000renmrb_20130112_2-04.htm.
- [8] 刘冠华,左丽华,舒兴田.β沸石/硅胶复合催化材料的制备: 1084101A[P]. 1994-01-01.
- [9] 赵增立,唐兰,马晓茜.生物质的氮气等离子体热解研究[C]//第十届全国等离子体科学技术会议暨全国青年等离子体讨论会论文集.长沙:国防科技大学出版社,2001: 156-159.
- [10] KELLAND A, SVARTAAS M. A new generation of gas hydrate inhibitors[C]// SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Dallas, Texas, Oct. 22-25, 1995: 306-315.
- [11] 国家环境保护局科技标准司.土壤环境质量标准: GB 15618—1995[S].北京:中国标准出版社,1996.
- [12] FANG D, ZHAO D, ZHANG S, et al. Black phosphorus quantum dots functionalized MXenes as the enhanced dual-mode probe for exosomes sensing [J/OL]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2020, 305. DOI: 10.1016/j.snb.2019.127544. (无纸刊的网络期刊)

收稿日期：2019-03-03

基金项目：国家自然科学基金项目(61070000);山东省自然科学基金项目(ZR2011FM000)

作者简介：×××(1996—)，女，山东青岛人，博士研究生，主要从事矿山无线通信系统的研究.

×××(1976—)，男，山东嘉祥人，教授，博士，主要从事矿山无线通信系统的研究，本文通信作者.E-mail:
y0000@163.com

说明：1) 此文仅为**格式模板**，非完整文章；2) 篇幅建议控制在10页以内。