

文章编号: 1001-4888(2018)04-0592-07

地下气化过程中煤系沉积岩热物理性能试验研究^{*}

张华磊¹, 王连国², 唐芙蓉², 赵鲲鹏¹

(1. 安徽理工大学 煤矿安全高效开采省部共建教育部重点实验室, 安徽淮南 232001;

2. 中国矿业大学 深部岩土力学与国家重点实验室, 江苏徐州 221008)

摘要: 利用 GHC-II 型比热容测试仪、DRX-II 型导热系数测定仪等仪器, 对乌兰察布地下气化煤层顶板泥岩、砂质泥岩、细砂岩、粗砂岩及粉砂岩等 5 种沉积岩体进行了 50~1000℃ 范围内的高温物理试验研究, 分析了不同温度梯度下的比热容及导热系数随温度的变化规律, 并用多项式函数对 5 种岩样的导热系数测定结果进行了拟合, 得到了导热系数与温度的拟合关系式。试验结果表明, 5 种岩样的比热容值随着温度的升高呈现下降趋势, 在 100~400℃ 范围内, 5 种岩样的比热容值下降趋势较为明显; 顶板泥岩等 5 种岩性岩样的导热系数值随着温度的升高呈现下降趋势, 随着温度的升高, 粗砂岩导热系数值变化最大, 由 50℃ 时的 1.412 W/(m·K) 下降至 1000℃ 时的 0.900 W/(m·K), 减小了 36.3%; 随着温度升高, 粉砂岩导热系数值变化最小, 其值由 50℃ 时的 1.200 W/(m·K) 下降至 1000℃ 时的 0.901 W/(m·K), 减小了 24.9%。上述结果可为研究煤炭地下气化空间温度场分布提供必要的数据库。

关键词: 高温; 比热容; 导热系数; 沉积岩高温; 比热容; 导热系数; 沉积岩

中图分类号: TU411

文献标识码: A

DOI: 10.7520/1001-4888-17-060

0 引言

煤炭地下气化就是使地下煤炭通过热化学反应原地转化为可燃气体的技术, 具有安全性好、污染小、效益高等优点, 但是地下气化过程又是一个融地质、采煤、气化、化工、热工学等学科为一体的极其复杂的物理化学过程, 迄今为止, 煤炭地下气化技术仍没有实现长期、连续、稳定的生产, 没有走上商业化开发应用的道路, 其中还有许多问题有待于进一步研究探索与逐步完善^[1,2]。实现煤炭地下气化连续、稳定、安全产气的关键技术之一就是对随气化过程进行日益增大的气化空间(燃空区)进行有效的控制, 因此气化炉围岩的运动规律成为研究煤炭地下气化的重中之重, 而气化围岩的运动规律又与气化炉围岩的热物理力学性质密不可分。

针对岩土体热物理力学性质随温度的变化规律, 自 20 世纪 70 年代以来国内外学者对此进行了许多开拓性的研究^[3-11]。孙强等^[12]利用 MTS 和高温炉进行常温至 800℃ 花岗岩物理力学试验, 得出了岩石内附着水、结合水和结构水汽化逸出的温度区间; 苏天明等^[13]通过对南京地区大量黏土和粉制黏土样品的比热容和导热值的测试, 分析了土体热物理性质与其含水量、孔隙水的相关关系; 庄迎春等^[14]基于平板探针原理, 研究了砂和膨润土及其与水泥混合材料的导热性能。综上所述, 以往所做的热物理试验大多针对砂土体或者变质岩, 而对沉积岩的热物理性质研究还不够深入, 因此本文针对乌兰察布地下气化过程中所影响到的煤系沉积岩进行了不同温度梯度下的热物理试验, 分析了高温下沉积岩的比

^{*} 收稿日期: 2017-03-14; 修回日期: 2017-05-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(51604007, 51474005); 安徽省博士后科研经费资助项目(DG155)

通讯作者: 张华磊(1983—), 男, 博士, 副教授, 主要从事采动岩体力学方面的研究工作。Email: hlzhang1122@126.com

热容、导热系数等热物理参数的变化特征。

1 工程地质条件

在煤炭地下气化过程中,乌兰察布地下工程地质条件较为独特,煤层厚度 8.45m,煤层顶底板岩性如表 1 所示。在煤层顶板上方 34m 处赋存有含水层;煤层底板及顶板上方岩体胶结性较差,通过实验室测试得知常温下其单轴抗压强度均较弱。当煤层采用地下气化进行开采时,气化工艺所形成的气化空间大,燃烧高度大,必将造成气化过程中上覆岩层的移动和塌落,而且气化燃烧场还受到顶板上方含水层的影响,气化空间的大小严重影响着煤气质量和气化过程的顺利进行,所以必须对气化空间上覆岩层运移规律进行研究。研究方法一般有数值计算或者相似材料物理模拟试验两种,不论哪一种方法,都要明确气化空间上方应力场和温度场的分布规律,而决定温度场分布规律的关键因素就是煤层顶板沉积岩系的比热容及导热系数,需要对其进行热物理试验。

表 1 岩层岩性
Tab.1 Strata lithology

组号	厚度/m	埋深/m	岩石名称	组号	厚度/m	埋深/m	岩石名称
10	0.97	257.85	粗砂岩	5	3.10	266.47	泥岩
9	2.13	259.98	泥岩	4	2.88	269.35	砂质泥岩
8	1.42	261.40	细砂岩	3	4.15	273.50	泥岩
7	0.80	262.20	粉砂岩	2	8.45	281.95	煤层
6	1.17	263.37	砂质泥岩	1	3.05	285	砂质泥岩

2 试件制备与试验准备

2.1 比热容测定

2.1.1 试件制备

将从现场钻取的岩芯磨碎,要求粉末状,无颗粒。根据现场取芯岩性分析,从煤层顶板至煤层顶板上方 34m 范围内主要岩性为 5 种:泥岩、砂质泥岩、细砂岩、粗砂岩及粉砂岩;在比热容的测定中,选取泥岩、砂质泥岩、细砂岩、粗砂岩及粉砂岩等 5 种岩性进行取样,每个岩样在每个温度做 3 次测试,统计其平均值作为最终测试结果。

2.1.2 试验原理、仪器及步骤

高温下岩石比热容测定主要采用固体材料高温比热容测试仪。该测试主要由恒温器、控温仪、高精度测温仪、量热计、计算机系统等组成,测试温度范围为室温到 1200℃,试样为磨碎的固体材料。测试时将一定质量试样放入容器中,并将试样与容器放入加热炉中分别加热到试验温度(100℃, 200℃, 300℃, 400℃, 500℃, 600℃, 700℃, 800℃, 900℃, 1000℃),然后将试样迅速倒入一定质量的水中混合,记录混合前以及混合后水的温度,全过程由计算机测量系统采集试件和量热计的温度变化,最后计算出试件的比热容。

本测试使用的主要仪器和设备有:高温电炉、湘潭湘仪仪器有限公司生产的 GHC-Ⅱ 型比热容测试仪、坩埚、电子天平等,见图 1、图 2。

2.2 导热系数测定

2.2.1 试件制备

选取长度大于 150mm 的岩芯,岩芯直径为 130mm,检查岩芯外观,不得有裂纹、变形、溶洞、缺边掉角及气孔分布不均匀等缺陷。将选好的岩芯加工成长为 150mm 的圆柱体,再将圆柱体沿纵向切分成两块,要求剖面光滑、平整,两剖面合在一起无空隙。本测试选取的顶板岩样为粉砂岩、细砂岩、泥岩、粗砂岩及砂质泥岩 5 种岩性,每种岩性岩样选取 3 块进行测试,测试结束统计其平均值。



图 1 高温炉

Fig.1 High temperature furnace



图 2 GHC-II 型比热容测试仪

Fig.2 GHC-II type specific heat capacity tester



图 3 DRX-II 型导热系数测定仪

Fig.3 DRX-II type thermal conductivity detector

2.2.2 试验原理、仪器及步骤

高温下岩石导热系数测定主要采用热系数测试仪,试验最高温度可达到 1400℃,可以同时实现交叉热线法和平行热线法测试。测试时先将试件加热到试验温度(50℃,100℃,200℃,300℃,400℃,500℃,600℃,700℃,800℃,900℃,1000℃),而后由计算机实现全自动测试、计算岩石导热系数。本次测试采用的是动态测量法(非稳态法)。其原理是利用测量岩石的热扩散率计算岩石的导热系数,即测量沿试样长度方向埋设在试样中的线形热源在一定时间内的温升,通过焊接在热线中点的热电偶测量热线温度随时间的变化,然后建立不稳定导热方程,代入特定的边界条件进行求解。本次测试用到的仪器设备主要有湘潭湘仪仪器有限公司生产的 DRX-II 导热系数测定仪及测试控制软件系统、附件热线等,如图 3 所示。

本测试具体步骤如下:(1)试样的制备;(2)热线的放置;(3)装样;(4)检查电偶方向是否正确;(5)加热;(6)测量。

3 热物理试验测试结果与分析

3.1 比热容测试结果及分析

3.1.1 测试结果

通过测试以及数据处理,得出气化煤层顶板 5 种岩性岩样比热容的测试结果如表 2 所示。

表 2 比热容测试结果

Tab.2 Specific heat capacity test results

温度 /℃ 比热容 /(kJ/(kg·K))	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
粉砂岩	1.01	0.97	0.89	0.86	0.95	0.90	0.91	0.90	0.89	0.87
泥岩	1.19	1.25	1.05	0.91	0.92	0.93	0.92	0.92	0.91	0.91
细砂岩	0.81	0.83	0.82	0.79	0.80	0.81	0.82	0.81	0.80	0.80
粗砂岩	0.96	0.93	0.84	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	0.64	0.62
砂质泥岩	0.89	0.85	0.81	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.74	0.70

3.1.2 测试结果分析

本次试验为了尽量减小试验过程中出现的误差,采取了以下措施:(1)在将试样加入坩埚中混合的过程中,保证坩埚盖子打开,并且在一切准备好后再打开加热炉;(2)将坩埚尽量靠近高温炉。以上两条措施都是尽量减少试样暴露在常温空气中的时间,从而保证测试试样的温度。将泥岩等 5 种岩性岩样的测试数据生成曲线如图 4 所示。

由图 4 可知:

(1) 顶板泥岩等 5 种岩性岩样,在 100~1000℃温度条件下比热容的变化范围为 0.62~1.25kJ/(kg·K);

(2) 不同岩性的岩样比热容随着温度的升高基本上呈现下降趋势;随着温度的升高,泥岩、粗砂岩比热容值变化较为显著,泥岩比热容值由 200℃时的 1.25kJ/(kg·K)下降至 1000℃时的 0.91kJ/(kg·K),下降了 27.2%;而粗砂岩比热容值由 100℃时的 0.96kJ/(kg·K)下降至 1000℃时的 0.62kJ/(kg·K),下降了 35.4%;粉砂岩、细砂岩、砂质泥岩的比热容值随温度升高变化不明显,变化率在 10%左右,尤其是细砂岩,其比热容值随着温度的升高基本维持在 0.81kJ/(kg·K)左右。泥岩、粉砂岩、粗砂岩、细砂岩及砂质泥岩的比热容值下降速率较快的温度区间为 100~400℃,400℃之后其比热容值变化较小。

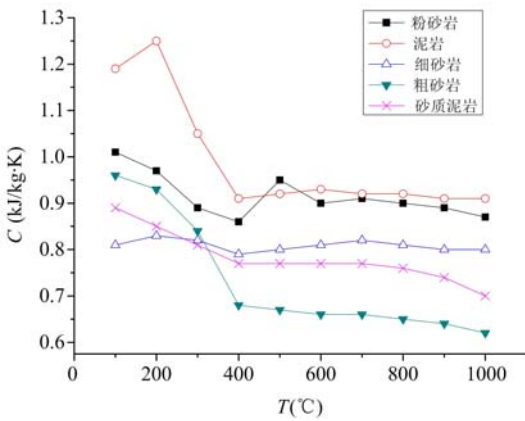


图 4 不同岩性岩样比热容 C 随温度 T 的变化规律

Fig. 4 The specific heat capacity C of different rock samples, as a function of temperature T

3.2 导热系数测试结果及分析

3.2.1 测试结果

通过测试,得出顶板泥岩等 5 种岩性岩样导热系数值随温度升高的变化特征,如表 3 所示。

表 3 导热系数测定结果

Tab. 3 Thermal conductivity test results

温度 /℃ 导热系数 /(W/(m·K))	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
粉砂岩	1.200	1.113	1.106	0.967	0.981	1.009	0.927	1.008	0.921	0.938	0.901
细砂岩	1.301	1.225	1.203	1.099	0.98	0.960	0.950	0.840	0.860	0.850	0.810
泥岩	1.324	1.279	1.246	1.188	1.100	1.094	1.073	1.084	1.077	1.000	0.910
粗砂岩	1.412	1.322	1.300	1.282	1.246	1.097	0.980	0.990	1.050	0.950	0.900
砂质泥岩	1.202	1.182	1.112	1.03	0.96	0.970	0.930	0.940	0.870	0.800	0.820

3.2.2 测试结果分析

本测试过程严格按照测试规范及之前制定的测试步骤进行操作,避免人为误差的引入,并且在每次测试前将试样在高温炉腔内加热至 100℃然后恒温 2h,将试样烘干,避免水分对测试结果的干扰,同时热线稳定温度判断条件为 10min 的稳定度不大于 0.2℃,保证了试样在测试时处于所要求的温度,因此测试得出的数据是可靠的。

在试件的加热过程中,温度是由炉腔温度(试件表面温度)慢慢向试件内部扩散的,试件从外到里接受高温炉烘烤的程度是逐渐减小的,因此测试后试件的颜色是从外到里逐渐变化的,如图 5 所示。图 6 为不同岩性岩样导热系数 λ 随温度的变化曲线。

由图 6 可知:

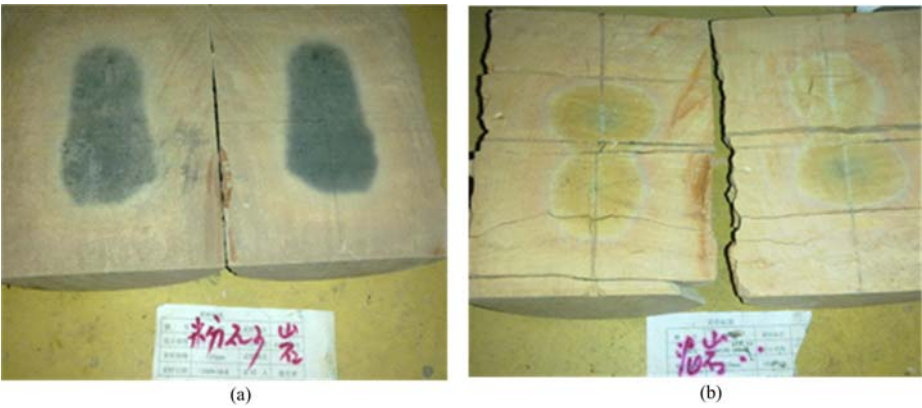


图 5 测试后的岩石试样
Fig. 5 Rock samples after the test

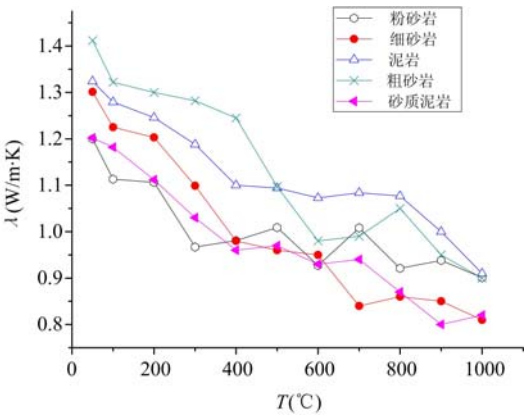


图 6 不同岩性试样导热系数 λ 随温度的变化曲线
Fig. 6 The thermal conductivity of different rock samples λ , as a function of temperature T

(1) 顶板泥岩等 5 种岩性岩样,在不同温度下导热系数的变化范围为 $0.810 \sim 1.412 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;

(2) 泥岩等 5 种岩性的岩样导热系数值随着温度的升高基本上呈现下降趋势;粗砂岩导热系数值随着温度的升高变化较为明显,其值由 50°C 时的 $1.412 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 下降至 1000°C 时的 $0.900 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,变化率为 36.3% ;粉砂岩导热系数值随温度升高,变化相对其他岩性最小,其值由 50°C 时的 $1.200 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 下降至 1000°C 时的 $0.901 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,变化率为 24.9% 。随着温度升高,岩石内固体矿物体积的膨胀会导致岩石内部缺陷增加,引起物理力学性质发生变化。而由以往研究可知^[12,16],随着温度的升高,岩石内部水的状态也

会发生变化,将其分为三种状态:附着水、结合水及矿物结合水。当温度升高到 400°C 以后,结晶水及矿物结合水会从岩石内部汽化逸出,导致岩石矿物晶格的破坏,而岩石的热能传输基本依靠晶格震动,破坏的晶格造成更大的非谐震荡,减小了热波的平均自由路程,岩石的热导率由此降低。由此可知,岩石中水的消失为岩石导热系数随温度升高而下降的一个重要影响因素。

根据图 6 中的导热系数与温度的关系曲线,利用多项式函数拟合得到泥岩等 5 种岩性的导热系数与温度的关系式,如表 4 所示。

表 4 导热系数与温度拟合关系式
Tab. 4 Fitting formula of thermal conductivity and temperature

岩性	表达式
粉砂岩	$\lambda = 1.251 - 1.3 \times 10^{-3} T + 2.1 \times 10^{-6} T^2 - 1.1 \times 10^{-9} T^3 \quad R^2 = 0.82671$
细砂岩	$\lambda = 1.347 - 1.0 \times 10^{-3} T + 4.7 \times 10^{-7} T^2 - 7.9 \times 10^{-12} T^5 \quad R^2 = 0.96581$
泥岩	$\lambda = 1.396 - 1.3 \times 10^{-3} T + 2.0 \times 10^{-6} T^2 - 1.2 \times 10^{-9} T^3 \quad R^2 = 0.95281$
粗砂岩	$\lambda = 1.411 - 4.1 \times 10^{-4} T - 5.8 \times 10^{-7} T^2 + 5.8 \times 10^{-10} T^5 \quad R^2 = 0.89788$
砂质泥岩	$\lambda = 1.264 - 1.1 \times 10^{-3} T + 1.2 \times 10^{-6} T^2 - 6.0 \times 10^{-10} T^5 \quad R^2 = 0.95789$

4 结论

本文对煤炭地下气化过程中的煤层顶板泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩及粗砂岩等 5 种沉积岩体

进行了不同温度梯度下的热物理试验,得出以下结论:

(1) 100~1000℃范围内,顶板泥岩等5种岩性岩样的比热容值变化范围为0.62~1.25kJ/(kg·K);50~1000℃范围内,顶板泥岩等5种岩性岩样的导热系数值变化范围为0.810~1.412W/(m·K);

(2) 顶板泥岩等5种岩性岩样的比热容随着温度的升高基本上呈现下降趋势;泥岩、粗砂岩比热容值变化较为显著,泥岩比热容值由200℃时的1.25kJ/(kg·K)下降到1000℃时的0.91kJ/(kg·K),下降了27.2%,粗砂岩由100℃时的0.96kJ/(kg·K)下降到1000℃时的0.62kJ/(kg·K),下降了35.4%;泥岩等5种岩性岩样的比热容值下降速率较快时的温度区间为100~400℃,400℃之后其比热容值变化较小;

(3) 顶板泥岩等5种岩性的岩样导热系数值随着温度的升高基本上呈现下降趋势;粗砂岩导热系数值随着温度的升高变化较为明显,其值由50℃时的1.412W/(m·K)下降至1000℃时的0.900W/(m·K),变化率为36.3%;粉砂岩导热系数值随温度升高变化相对其他岩性最小,其值由50℃时的1.200W/(m·K)下降至1000℃时的0.901W/(m·K),变化率为24.9%。

参考文献:

- [1] 梁杰. 煤炭地下气化过程稳定性及控制技术[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2002(LIANG Jie. Stability and control technology of coal underground gasification process[M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2002 (in Chinese))
- [2] 刘建明. 煤炭地下气化燃控区扩展及顶板稳定性研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2014(LIU Jianming. Study on the combustion cavity growth and stability of the roof during underground coal gasification[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2014 (in Chinese))
- [3] Wong T F, Brace W F. Thermal expansion of rocks: some measurements at high pressure[J]. Tectonophysics, 1979, 57(2/4):95—117.
- [4] 代金秋, 苏仲杰, 赵明超. 温度对灰砂岩物理特征及抗拉强度影响的试验[J]. 实验力学, 2017, 32(1):87—93 (DAI Jinqu, SU Zhongjie, ZHAO Mingchao. Experimental investigation on the effect of temperature on physical characteristics and tensile strength of grey sandstone[J]. Journal of Experimental Mechanics, 2017, 32(1):87—93(in Chinese))
- [5] 刘泉声, 许锡昌. 温度作用下脆性岩石的损伤分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(4):408—411 (LIU Quansheng, XU Xichang. Damage analysis of brittle rock at high temperature[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2000, 19(4):408—411(in Chinese))
- [6] ZHANG Lianying, MAO Xianbiao, LIU Ruixue, et al. The mechanical properties of mudstone at high temperatures: an experimental study[J]. Rock Mechanics and Rock Engineering, 2014, 47:1479—1484.
- [7] 徐晓丽, 高峰, 沈晓明, 等. 高温后花岗岩力学性质及微孔结构特性研究[J]. 岩土力学, 2010, 31(6):1752—1758 (XU Xiaoli, GAO Feng, SHENG Xiaoming, et al. Research on mechanical characteristics and micropore structure of granite under high-temperature[J]. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(6):1752—1758(in Chinese))
- [8] 王宏伟, 荣航. 流固耦合作用下组合岩体等效导热系数研究[J]. 煤炭学报, 2013, 38(10):1781—1785 (WANG Hongwei, RONG Hang. Study on the equivalence heat conduction coefficients of combined rock in fluid-thermal coupling[J]. Journal of China Coal Society, 2013, 38(10):1781—1785(in Chinese))
- [9] 陈清华, 张国枢, 秦汝祥, 等. 热线法同时测松散煤体导热系数及热扩散率[J]. 中国矿业大学学报, 2009, 38(3):336—340 (CHEN Qinghua, ZHANG Guoshu, QIN Ruxiang, et al. Measurements of thermal conductivity and diffusivity of loose coal using a hot-wire method[J]. Journal of China Coal Society, 2009, 38(3):336—340(in Chinese))
- [10] 赵忠魁, 孙清州, 张普庆, 等. 高温焙烧对石英砂加热时的相变与膨胀性的影响[J]. 铸造, 2006, 55(9):961—964 (ZHAO Zhongkui, SUN Qingzhou, ZHANG Puqing, et al. Effect of calcinations on phase transformation and expansibility of quartz sands during heating[J]. Foundry, 2006, 55(9):961—964(in Chinese))
- [11] 李建伟, 葛岭梅, 徐精彩. 松散煤体导热系数测定试验[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2004, 23(1):4—8 (LI Jianwei, GE Lingmei, XU Jingcai. Damage analysis of brittle rock at high temperature[J]. Chinese Journal of

- Rock Mechanics and Engineering, 2000, 23(1):4–8(in Chinese))
- [12] 孙强, 张志镇, 薛雷, 等. 岩石高温相变与物理力学性质变化[J]. 岩石力学与工程学报, 2013, 32(5): 935–942 (SU Qiang, ZHANG Zhizhen, XUE Lei, et al. Physico-mechanical properties variation of rock with phase transformation under high temperature[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2013, 32(5):935–942(in Chinese))
- [13] 苏天明, 刘彤, 李晓昭, 等. 南京地区土体热物理性质测试与分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(6):1278–1283 (SU Tianming, LIU Tong, LI Xiaozhao, et al. Test and analysis of thermal properties of soil in nanjing district[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2006, 25(6):1278–1283(in Chinese))
- [14] 庄迎春, 谢康和, 孙友宏, 等. 砂土混合材料导热性能的试验研究[J]. 岩土力学, 2005, 26(2):261–264 (ZHUANG Yingchun, XIE Kanghe, SUN Youhong, et al. Experimental study on the thermal conductivity of mixed materials of sand and bentonite[J]. Rock and Soil Mechanics, 2005, 26(2): 261–264(in Chinese))
- [15] 张延军, 于子望, 黄芮, 等. 岩土热导率测量和温度影响研究[J]. 岩土工程学报, 2009, 31(2):213–217 (ZHANG Yanjun, YU Ziwan, HUANG Rui, et al. Measurement of thermal conductivity and temperature effect of geotechnical materials[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2009, 31(2):213–217(in Chinese))
- [16] 许模, 王迪, 蒋良文, 等. 岩土体导热系数研究[J]. 地球科学与环境学报, 2011, 33(4):421–433 (XU Mo, WANG Di, JIANG Liangwen, et al. Review on thermal conductivity coefficient of rock and soil mass[J]. Journal of Earth Science and Environment, 2011, 33(4):421–433(in Chinese))

Thermo-physical properties experimental study of sedimentary rocks of coal measures in underground gasification process

ZHANG Hua-lei¹, WANG Lian-guo², TANG Fu-rong², ZHAO Kun-peng¹

(1. Key Laboratory of Safety and High-efficiency Coal Mining Ministry of Education, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, Anhui, China; 2. State Key Laboratory For Geomechanics & Deep Underground Engineering, China University of Mining & Technology, Xuzhou 221008, Jiangsu, China)

Abstract: Using GHC-II type specific heat capacity tester and DRX-II type thermal conductivity measuring instrument, high temperature physics experimental study was carried out in a range of 50~1000℃ for 5 kinds of sedimentary rock, including roof mudstone, sandy mudstone, fine sandstone, coarse sand stone and siltstone taken from Wulanchabu underground gasification coal seam. The variation of specific heat capacity and thermal conductivity coefficient with temperature under different temperature gradients condition was analyzed. A polynomial function was used to fit the experimental results of 5 samples' thermal conductivity coefficient, and the fitting relationship between thermal conductivity coefficient and temperature was obtained. Experimental results indicate that specific heat capacity of five kinds of rock samples decreased with the increase of temperature. In the range of 100~400℃, the specific heat capacity of five samples decreased obviously. Thermal conductivity coefficient of 5 kinds of rock samples presents decreasing trend with the increase of temperature. As temperature increases, thermal coefficient of coarse sandstone decreases from 1.412W/(m·K) at 50℃ to 0.900W/(m·K) at 1000℃, which is reduced by 36.3%. Thermal conductivity coefficient of siltstone decreases from 1.200W/(m·K) at 50℃ to 0.901W/(m·K) at 1000℃, which decreases 24.990% with the increase of temperature, that is minimum value in 5 kinds of samples. Above results can provide the necessary data for the study of the spatial temperature field distribution of coal underground gasification.

Keywords: high temperature; specific heat capacity; thermal conductivity coefficient; sedimentary rock