

文章编号:1000-582x(2000)04-0058-03

58-59, 71

长山岩盐动溶的动力学特征

刘成伦¹, 徐龙君², 鲜学福²

(1. 重庆大学应用化学系, 重庆 400044; 2. 重庆大学矿山工程物理研究所, 重庆 400044)

摘要:采用电导法和自制的仪器对四川自贡长山岩盐在动态条件下水溶溶解的动力学特征进行了系统的研究。结果表明,在室温下,对于不同的注水流量,溶解过程中溶出液的电导(L)或浓度(c)与溶解时间(t)之间的定量关系(即动力学方程)均可用与Langmuir等温吸附时吸附量和压力或浓度间的关系方程相似的公式描述,且其中的E常数及a常数均随流量(V)的增加而呈现线性增大,b常数和F常数却随流量的增大而线性减小。与静态溶解相比较,动态溶解时的上述4个常数均相对较小。

关键词:岩盐; 动态溶解; 动力学

中图分类号: O 643.19 TD 871+.1

TD 871.1

文献标识码:A

笔者在前文^[1]中利用电导方法研究了岩盐在静态下溶解的特征,得到了溶解的动力学和溶解反应的活化能。而水溶开采盐卤实际上是边注水边出卤的过程,仅研究其静态溶解特征是不够的。为此,笔者拟对长山岩盐岩芯样在动态下的水溶溶解的动力学进行研究,并考察注水流量对动力学参数的影响,以便为指导和完善水溶开采工艺提供基础资料。

1 实验

长山岩盐的特征见文献[1]。为简化实验,采用自制仪器进行^[2]。仪器由溶解桶、搅拌棒、样品悬挂器、测定流量及注水的树脂柱、铁架台、固定支架、盐水溢出管等组成。溶解时,岩盐溶解面与溶解桶所盛水的水平面是平行的,其它溶解面用石蜡密封,每次试验所加入的水量及悬挂绳的高度以水液溢出管刚有水滴滴出为宜,注水量以树脂柱的旋钮来调节控制。每隔一定时间取出少量水样,采用DDS-11型电导仪测定其中盐的浓度(电导电极的电导池常数 $k = 698 \text{ m}^{-1}$),每次取样前必须缓慢搅拌之,以消除浓度梯度的影响。

2 结果和讨论

2.1 电导与时间的关系

图1中示出了不同注水流量下长山岩盐在不同溶

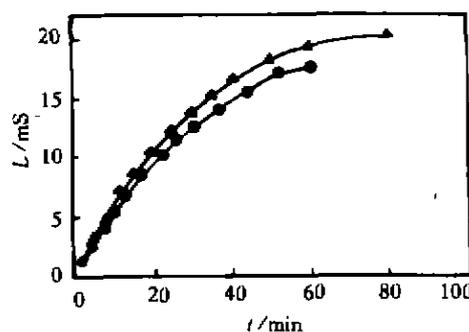
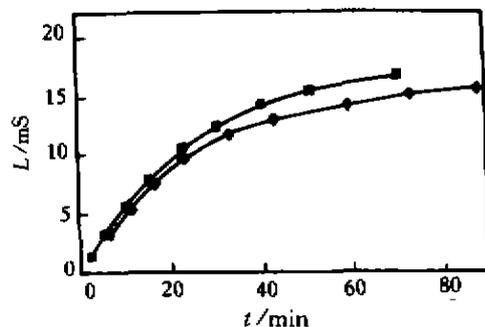


图1 不同溶解时刻溶出液的电导
■、◆、▲、● 分别表示流量 2、5、9 和 $12 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ 时的情况

收稿日期:1999-12-30

基金项目:教育部博士点专项基金资助项目(96061109)

作者简介:刘成伦(1963-),女,重庆南川人,博士。主要从事物理化学等方面的教学与科研工作。

解时刻溶解液的电导值。可见,不同流量下溶出液的电导与溶解时间的关系和电导率与浓度间的关系^[3]非常相似,为此采用方程(1)来定量描述电导 L 与时间 t 之间的关系:

$$L = \frac{abt}{1 + bt} \quad (1)$$

式中: a 、 b ——常数。

拟合结果列于表1。

表1 不同流量(V)下的动力学参数

$V/\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	2	5	9	12
a/mS	21.820 0	26.020 0	32.040 0	33.750 0
b/min^{-1}	0.032 3	0.028 9	0.024 6	0.018 8
r	0.996 7	0.996 5	0.994 6	0.995 1

由表1可看出,不同流量下电导与时间均能较好地满足方程(1)。从 a 常数上看,其随流量的增大而增大,而 b 常数的变化趋势却正好相反。流量增大时, b 值减小,意味着单位时间内溶解下来的盐对电导的贡献减小,事实上对岩盐静溶时^[1]不同温度下电导和时间的关系研究发现,仍服从方程(1),且 b 值(如 $b_{25^\circ\text{C}} = 0.0434 \text{ min}^{-1}$, $b_{30^\circ\text{C}} = 0.0648 \text{ min}^{-1}$)均比动溶时的要大。但是,静溶时的 a 值比动溶大,原因是静溶在3 h左右便达到平衡,而动溶由于一直有进有出,达到平衡的时间增长,且流量增大时,进和出的量增大,相对而言溶解的量增多,从而导致 a 值随流量的增大而增大。

将表1中所列的 a 、 b 常数对流量作图(从略),可发现曲线均为一直线,按直线方程拟合得到:

$$a = 19.76 + 1.236V, r = 0.9877 \quad (2)$$

$$b = 0.0354 - 1.32 \times 10^{-3}V, r = -0.9903 \quad (3)$$

从相关系数临界值上看,方程(2)的置信度为98%~99%,方程(3)的则为99%~99.9%之间。可见,方程(2)和(3)能较好地描述 a 、 b 常数与流量的关系。

2.2 动溶过程中浓度与时间的关系

笔者^[2]在研究电导率与浓度的关系时得到:

$$\kappa = \frac{a_1 b_1 c}{1 + b_1 c} \quad (4)$$

式中 a_1 、 b_1 ——常数;

κ ——电导率, $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$;

c ——浓度, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

而电导率与电导间的关系为:

$$\kappa = kL \quad (5)$$

式中 k ——电导池常数。

由方程(1)、(4)和(5)可得:

$$c = \frac{EFt}{1 + Ft} \quad (6)$$

式中

$$E = \frac{ak}{b_1(a_1 - ak)}, F = \frac{b(a_1 - ak)}{a_1} \quad (6a)$$

也就是说可用方程(6)来描述岩盐动溶的动力学。方程(6)可适用于卤水浓度达到饱和时的情况,事实上岩盐静溶时浓度由 $17 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 到 $300 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 下的动力学也可用方程(6)描述^[3]。

由于已知长山岩盐样的, $a_1 = 40.650 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$, $b_1 = 4.016 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$, (根据文献[1]中的方程(1)和文献[2]中表3所列方程反推求得),利用表1所列的 a 、 b 值,采用方程(6a)便可求出 E 、 F 之值,列于表2。

表2 岩盐动溶时动力学方程常数

$V/\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	2	5	9	12
$E/\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$	149.2	201.0	304.6	343.1
F/min^{-1}	0.020 2	0.016 0	0.011 0	0.007 9

由表2可看出, E 常数随流量的增大而增大, F 常数随流量的升高而减小,与 a 、 b 常数和流量的关系完全相同。同时,用方程(6)处理静溶数据可得到: $F_{25^\circ\text{C}} = 0.0256 \text{ min}^{-1}$, $F_{30^\circ\text{C}} = 0.0247 \text{ min}^{-1}$, 本次实验温度为 28°C (室温),可见动溶的 F 常数小于静溶的值,这是可以理解的,只是 E 常数仍比动溶时要大。研究 E 、 F 常数与流量的定量关系可得到:

$$E = 107.5 + 20.29V, r = 0.9930$$

$$F = 0.0224 - 1.23 \times 10^{-3}V, r = -0.9984$$

3 结论

笔者采用电导法研究了长山岩盐在动态下溶解的动力学特征,得到如下主要结论:

1) 溶解的动力学方程为: $L = \frac{abt}{1 + bt}$ 或 $c =$

$$\frac{EFt}{1 + Ft};$$

2) a 常数和 E 常数随流量的增大而增大; b 常数和 F 常数却随流量的升高而减小。

参考文献:

- [1] 刘成伦,徐龙君,鲜学福等.电导法研究岩盐溶解的动力学[J].中国井矿盐,1998,29(3):19.
- [2] 刘成伦.钻井开采薄层岩盐水溶物化特征及溶腔形态的研究[D].重庆:重庆大学建筑工程学院,2000.
- [3] 刘成伦,徐龙君,鲜晓红等.电导法确定水溶液中盐的浓度[J].重庆大学学报(自然科学版),1999,22(2):126.

(下转71页)

[4] YAN C, ZHANG J. The Use of Bayes Method to Infer Distribution of Rock Mechanical Parameters[A]. Proceedings of Rock Mechanics and Environment Geotech No. logy [C]. Chongqing, China, RMEG, 1997. 16-18.
 [5] 陈彦峰. 岩体强度准则可靠度研究和参数敏感度分析[D]. 重庆: 重庆建筑大学, 1998.

The Improvement Algorithm of the Hoek-Brown Strength Criterion Parameters for Rockbody

XU Jian

(Institute of Architectural Research in Chongqing, Chongqing 400015, China)

Abstract: Based on a lot of testing data from Xiluodu Hydropower power station and ertan hydropower staton, the parameters such as m and s of the Hoek-Brown strength criterion are analyzed in this paper. It is found that m and s are a couple of variables with great corelativity. While the strength of rockbody is a constant, there is negative corelativity between m and s determined by the property and location of rockbody, it is suggested in the paper that the corelativity between m and s is very important parameter which can not be neglected

Key words: rockbody; strength criterion; probability distribution; estimation; statistic test

(责任编辑 钟学恒)

* * * * *

(上接 59 页)

Kinetics Characteristics of Resolving of Rock Salt of Changshan in Dynamic State

LIU Cheng-lun¹, XU Long-jun², XIAN Xue-fu²

(1. Department of Applied Chemistry, Chongqing University, Chongqing 400044, China;
 2. Institute of Mine Engineering Physics, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Kinetics characteristics of resolving of rock salt of Changshan in dynamic state have been studied by using conductance method and equipment made by ourself. The results show that the quantitative relationship between conductance(L) or concentration (c) of resolving solution in the process of resolving of rock salt and time t (kinetics equation) is analogous to Langmuir equation for different flows in ambient temperature. Constant E or a increases with the increase of the flow (V), whereas constant F or b constant decreases. The above 4 constants in dynamic state are smaller than those in static state.

Key words: rock salt; resolving in dynamic state; kinetics

(责任编辑 钟学恒)