

静磁场作用下的水的性质改变

邓 波, 庞小峰

(电子科技大学生命科学与技术学院 成都 610054)

【摘要】通过实验研究了静磁场作用下对水粘度、电导率和接触角的变化。结果表明,在静磁场作用下,水的粘度随磁场作用时间的增长而降低;同时,磁场强度越大,粘度降低得越快。水的电导率随磁场作用时间的增加而增加;水在铜表面上接触角减小了大约 0.4° ,在石墨表面接触角减小了大约 2.4° 。并得到了水在磁场作用下,发生上述性质改变的原因在于磁场影响了水中的氢键。

关键词 电导率; 接触角; 静磁场; 粘度; 水
中图分类号 O59 **文献标识码** A

Static Magnetic Field Influence on Properties of Water

DENG Bo and PANG Xiao-feng

(School of Life Science and Technology, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054)

Abstract The influence of static magnetic field on the properties of water is studied systematically. From experiment results, it is found that, under the action of static magnetic field, the properties of water such as viscosity, conductivity and contact angles are changed. Viscosity of water decreases with the increase of processed time and the strength of the static magnetic field, and the conductivity of water increases when the time processed by magnetic field increases. Meantime, after processed by 0.40 T magnetic field for 30 minutes, the contact angles of water on Cu and graphite are decrease about 0.4° and 2.4° , respectively. The essential reason of above phenomena might be that the hydrogen bonding in liquid water is influenced by the static magnetic field.

Key words conductivity; contact angel; static magnetic field; viscosity; water

水是地球上最重要的物质之一,是生命存在的基础。磁场对水的影响方面的研究始终是一个重要而复杂的课题,有利于磁场生物效应^[1]等重要问题的研究。磁处理水具有广泛的用途,文献[2-3]通过对废水进行磁处理来消除污染。但是,由于废水中污染的成分复杂,磁场对其影响不尽相同,因此废水的磁处理排除污染的方法还很不理想。磁处理水同样可以用于锅炉出垢^[4-5],也能用于金属表面的防锈和混凝土的加速凝固^[6-9]。在此情况下,对磁场作用下水的物理化学性质进行研究,有助于结合其他手段解决废水的磁处理解除污染问题。已有的实验以及理论模拟的研究表明,在经过电磁场或静磁场作用后,水的挥发度增加,溶解度增大,折射率减小,表面张力、红外光谱以及拉曼光谱等都有不同程度的改变^[10-20],但磁场对水的作用特点及其机理并没有一个明确的结论。同时,磁场对水的粘度、电导率、浸润性质的影响并没有得到全面而深入的

研究。对粘度和电导率的研究并没有采用经磁场,而对浸润性质的影响迄今未见报道。本文测量了磁场作用下水的粘度、电导率以及在固体表面接触角的变化,得到了一些较好的结果;并据此讨论了磁场对水的作用特点。

1 磁场对水的粘度的影响

1.1 磁场处理时间对水的粘度的影响

在粘度的测定中,本文采用重庆大学维多生物工程研究所生产的FASCO-2050A全自动血液流变仪,样品体积为5 ml,测量温度为 37.5°C ,使用的水为双蒸水(纯水)。实验中所使用的磁处理水通过以下方式获得:在50 ml烧杯中倒入20 ml纯水,将烧杯置于强度为 0.44 T 的钕铁硼磁铁磁场上,环境温度为 20°C 。每次测量时,通过血液流变仪的进样口直接从烧杯中抽取样品。

不同磁处理时间的水的粘度随切变力的变化如

收稿日期: 2007-09-13; 修回日期: 2008-01-22

基金项目: 国家863计划(2006AA0224C3)

作者简介: 邓 波(1975-),男,博士生,主要从事生物物理方面的研究。

图1所示。由图1可知,在磁感应强度0.40 T的磁场作用下,水的粘度值随着切变力的增大而减小。在此情况下,磁场作用时间越长,水的粘度值降低得越大。磁场作用60 min后的水的粘度值已经基本与作用75 min后得到水的粘度值相同。这说明当磁场作用时间足够长后,即使再增加作用时间,水的粘度值也不再降低。出现这种情况的原因在于磁场作用的初期,由于外加磁场的引入,液态水的水分子由于受到洛仑兹力的作用,分子内能、热运动以及水分子间的氢键都受到了影响,从而引起水分子的重排。当磁场对水作用足够长的时间后,水中的分子重排和分布已经达到了动态平衡,水中形成了新的氢键网络。此时,水的粘度必然稳定在一定值,即磁场对水的粘度的影响达到了最大,与磁场对水的红外吸收强度的影响一致^[20]。不同磁处理时间的水的切变速率随切变力的变化如图2所示,对磁处理时间不同的水,切变速率随切变力的变化也不相同,磁处理时间越长,变化率越快。实验结果说明经过磁场作用后,水的力学性质发生了一定的改变。

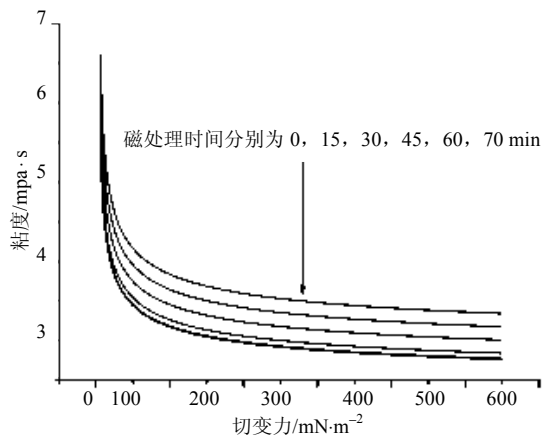


图1 不同磁处理时间的水的粘度随切变力的变化

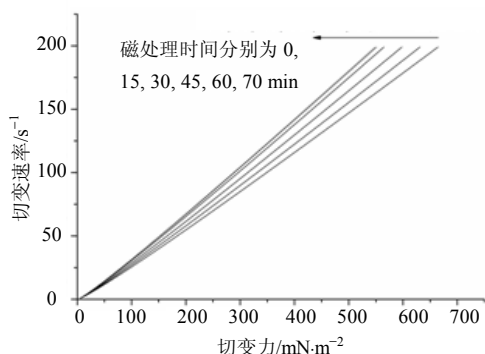


图2 不同磁处理时间的水的切变速率随切变力的变化

1.2 磁场强度对水的粘度的影响

本文测量了在不同强度的磁场作用下(磁感应强度分别为0.30 T和0.40 T),水在高、低切变速率下

粘度随磁场作用时间的变化,结果如图3、图4所示。磁场强度越大,水的粘度降低得越快。但随着磁场作用时间的增加,粘度降低的速率越慢。不论在何种磁场强度下,最终水的粘度值在作用75 min后都基本不再变化,说明磁场对水的粘度的影响达到了极限,即磁场对水的粘度的影响达到了饱和。这一结果同文献[20]中磁场对水的红外光谱吸收强度的影响类似。文献[21]提出了水的磁化理论:在液态水中,许多水分子通过氢键结合在一起,从而形成不同形式的水分子链或环,进而形成许多水分子构成的氢键网络。磁场对水的粘度影响达到饱和时,氢键网络最稳定。

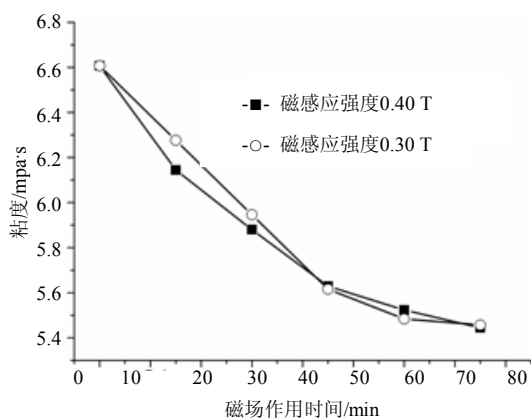


图3 高切变速率下不同磁场对水的粘度的影响

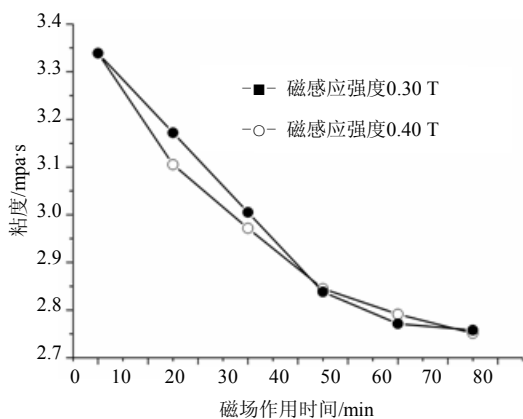


图4 低切变速率下不同磁场对水的粘度的影响

2 磁场对水的电导率的影响

本文采用美国Keithley公司生产的4200半导体特性测试仪和伏安法检测了静磁场对水的电导的影响。具体测量方法为:在50 ml的烧杯中准确地量取20 ml纯水,将烧杯置于磁感应强度为0.40 T的钕铁硼磁铁磁场上,然后将铂电极插入烧杯,在磁场作用不同的时间后分别测量水的电导,如图5所示。由图5可知,经过磁场处理后,水的电导发生了一定的

改变, 水的磁处理时间越长, 水的电导越大; 磁场对电导的影响也存在限度, 当作用时间足够长, 再增加时间, 水的电导也不会增加。由于电导率与电导成正比, 所有水的电导率在磁场作用下具有相同的变化。水分子中氢氧键(O-H)的键能为4.8 eV。液态水中的分子热运动引起的碰撞能将粒子加速, 可以提供克服势垒为5 eV所需能量的加速粒子。5 eV大于4.8 eV, 因而能够断开O-H键, 出现了水的动态微离解: $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$, 所以常温下水有微弱的导电能力。当外加磁场作用于水后, 因为洛仑兹力对水中的粒子做功, 增大了内能, 使液态水中粒子更加剧烈碰撞, 能提供更大的能量以克服势垒以断裂O-H键, 使水中存在的 OH^- 浓度增大^[22]。另一个原因可能在于液态水中存在的质子传递^[21]受到了磁场的影响, 这就是水的电导率在磁场作用后增大的根本原因。

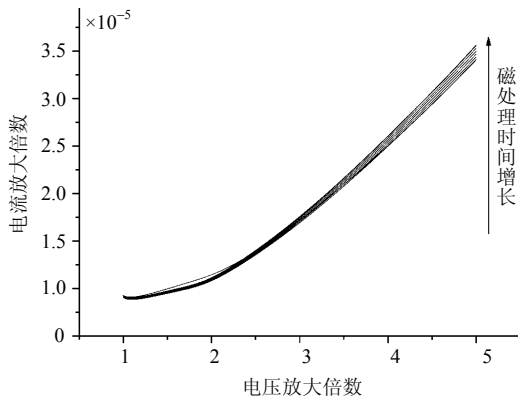


图5 水在磁场作用不同时间后电导率的变化

3 磁场对水的接触角的影响

文献[10]报道了交变电磁场作用能够使水的表面张力减小。而水的表面张力减小, 必然会使磁处理水具有一些独特的性质。本文采用OCA40Micro光学视频接触角测定仪(德国Dataphysics公司)测量了磁处理水在不同固体表面的接触角, 以考察水分子团聚和表面张力的变化。磁场作用于水的时间为30 min。测定时注射针的注射速度为0.5 $\mu\text{l/s}$, 注射体积为3 μl , 接触角测量范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$, 测量精度为 $\pm 0.3^\circ$ 。本文选取了石墨、铜和云母三种界面, 测定在固体表面5个不同部位的接触角, 结果取其平均值。实验结果如图6、图7所示。在水经过静磁场作用后, 比较疏水的石墨和疏水的铜表面, 磁处理水的接触角都比正常的水接触角略小, 在铜表面上接触角相差约 0.4° , 在石墨表面接触角相差大 2.4° 。这表明静磁场对水作用之后, 水在石墨和铜两种材料

的表面上更容易浸润, 其根本原因在于水经过磁场处理后, 由于分子间的成键和团聚状态的改变和极性的增强, 使其表面张力减小的缘故。

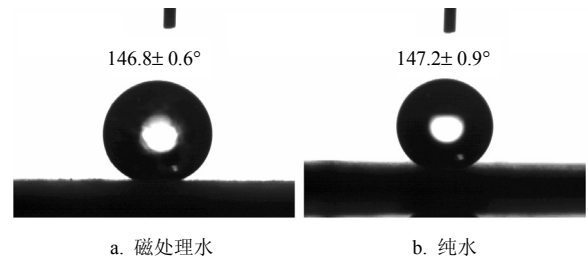


图6 水在石墨表面的接触角

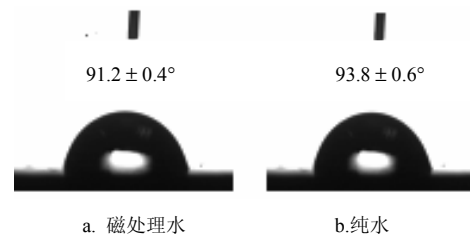


图7 石墨表面的接触角

4 结论

从本文的实验结果可知, 经过静磁场作用一定时间后, 水的粘度、电导率以及接触角的确发生了改变。对于一定量的水, 磁场强度和作用时间是影响水性质的的重要因素。发生这些变化的根本原因可能是磁场能够影响水中的氢键, 从而使水中的一些水分子长链或环的结构、分布、状态以及原子的结构在磁场作用后发生了改变, 导致磁处理水的粘度、电导率和在固体表面接触角等的上述变化。这些特性的变化表明磁场能影响水的分子结构、分布及其特性。但磁场和水之间的关系以及磁场对水的作用过程及其机理都是非常复杂的, 还需要深入和广泛的研究。

参 考 文 献

- [1] 廖小丽. 毫米波生物效应的水分子谐振机理[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(1): 80-83.
LIAO Xiao-li. Resonance mechanism of water molecular in biological effects of millimeter waves[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2002, 31(1): 80-83.
- [2] KNEYA A D, PARSONS B S A. A spectrophotometer-based study of magnetic water treatment: Assessment of ionic vs surface mechanisms[J]. Water Research, 2006, 40: 518-524.
- [3] 朱元保, 颜流水, 曹社祥, 等. 磁化水的物理化学性能[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 1999, 26(1): 21-26.
ZHU Yuan-bao, YAN Liu-shui, CAO Zhi-xiang, et al. Physical and chemical properties of magnetized water[J]. Journal of Hunan University(Natural Science), 1999, 26(1): 21-26.

- [4] COEY J M D, CASS S. Magnetic water treatment[J]. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2000, 209: 71-74.
- [5] FATHIA A, MOHAMEDA T, CLAUDEB G, et al[J]. *Water Research*, 2006, 40: 1941-1950.
- [6] IWASAKAA M, UENO S. Structure of water molecules under 14 t magnetic field[J]. *Journal of Applied Physics*, 1998, 83: 6459-6462.
- [7] HIGASHITANI K, OSHITANI J, OHMURA N, et al. Effect of magnetic field on stability of magnetic ultrafine colloid and particles[J]. *J Colloid Interface Sci*, 1992, 152: 125.
- [8] CHANG Hai-chou, HUANG Kai-hsiang, YEH Yu-ling, et al. A high-pressure FT-IR study of the isotope effects on water and high-pressure ices[J]. *Chemical Physics Letters*, 2000, 326: 93-100.
- [9] AMIRI M C, DADKHAH A. Colloids and surfaces a: physicochem[J]. *Eng Aspects*, 2006, 278: 252-255.
- [10] JOSHI K M, KAMAT P V, INDIAN J, et al. Effect of magnetic field on the physical properties of water[J]. *Chem Soc*, 1965, 43: 620.
- [11] HIGASHITANI K O, OSHITANI J, OHMURA N, et al. Effect of magnetic field on water investigated by fluorescent probes[J]. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1996, 109: 167-173.
- [12] KELAXIN B N. Magnetization of water[M]. Beijing: Measurement Press, 1982: 48-53.
- [13] HE P B, LIU W M. Nonlinear magnetization dynamics in a ferromagnetic nanowire with spin current[J]. *Phy Rev B*, 2005, 72: 064410.
- [14] CZARNIK-MATUSEWICZ B, PILORZ S. Study of the temperature-dependent near-infrared spectra of water by two-dimensional correlation spectroscopy and principal components analysis[J]. *Vibrational Spectroscopy*, 2006, 40: 235-245.
- [15] VANDERKOOI J M, DASHNAU J L, ZELENT B, et al. Temperature excursion infrared (teir) spectroscopy used to study hydrogen bonding between water and biomolecules [J]. *Biochimical Et Biophysical Acta B*, 2005, 1749: 214-233.
- [16] MATUSEWICZ B C, PILORZ S, HAWRANEK J P, et al. Temperature-dependent water structural transitions examined by near-ir and mid-ir spectra analyzed by multivariate curve resolution and two-dimensional correlation spectroscopy[J]. *Analytica Chemical Acta*, 2005, 544: 15-25.
- [17] 杨达起, 杨丽莉. 水的磁化和磁化水[J]. *生物磁学*, 2000, 3: 20-25.
YANG Da-qi, YANG Li-li. Magnetization of water and water processed by magnetic field[J]. *Magnetism*, 2000, 3: 20-25.
- [18] HIGASHITANI K. Effect of a magnetic field on the formation of CaCO₃ particles[J]. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1993, 156: 90-93.
- [19] BERTIE J E, EYSEL H H. Structural and water-repellent properties of a urea/poly(dimethylsiloxane)Sol-Gel hybrid and its bonding to cotton fabric[J]. *Appl Spectrosc*, 1985, 39: 392-401.
- [20] 邓波, 庞小峰. 在静磁场作用后水的光学特性的改变[J]. *科学通报*, 2007, 5: 999-1002.
DENG Bo, PANG Xiao-feng. Variations of optic properties of water under action of static magnetic field[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2007, 5: 999-1002.
- [21] PANG Xiao-feng. The conductivity properties of protons in ice and mechanism of magnetization of liquid water[J]. *European Phys Journal B*, 2006, 49(5): 3-23.
- [22] 陈本, 胡小慧, 李俊亨, 等. 电磁场处理水电导率提高的机理[J]. *生物磁学*, 2003, 9: 69-72.
CHEN Ben, HU Xiao-hui, LI Jun-heng, et al. Mechanism of increasing of conductivity of water processed by electro-magnetic field[J]. *Biomagnetism*, 2003, 9: 69-72.

编辑 黄 莘