

C. I. 分散红 60 在超声波作用下的破碎性

Keun Wan Lee 等著
郑敏 译
王建民 校

Mason 等人定量探讨了超声波作用下粒子粒度的减小, Schram 综述了粒子在超声波作用下行为的广泛研究的结果。多篇文献提到粒子行为的改变归因于空穴冲击波所产生的定位高温高压。

在以前的研究中我们报道了染料粒子的破碎率取决于染料的结晶性能。但是有关超声波对染料的破碎性尚没有系统地加以研究。

本文通过粒度分析仪定量测试了超声波作用下染料的粒度。同时考察了超声波辐射强度、染料分散液体积、液体介质温度对破碎率的影响。

1 实验

实验所用 C. I. 分散红 60 滤饼由韩国 Rifa 公司提供。将 10 g 滤饼、10 g 分散剂(韩国 Mate-xil DA-N 公司, ICI-Woobang)和 20 ml 蒸馏水放在装有 300 g 直径为 2 mm 的玻璃球的旋转式碾磨器中碾磨。其他实验工序与以前的研究相同。

为了考察超声波作用下染料分散液中粒度的减小情况,所有实验均在如图 1 所示的超声浴中进行。

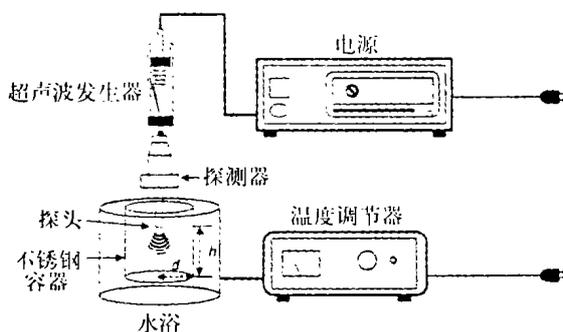


图 1 超声浴示意图

超声系统由超声波发生器、探测器、探头组成。其特性参数如表 1 所示。该超声系统由韩国 Dongga Sonics 公司生产。将探测器垂直放入不同体积(100 ml, 200 ml, 300 ml)的不锈钢容器中, 容器内盛有染料分散液, 然后分别在 30℃、50℃、70℃、90℃ 下用给定强度的超声波辐射。

表 1 超声波换能器的特性参数

换能器	探头直径 (cm)	频率 (kHz)	辐射强度 (W)
1	1	28	200
2	1	28	500
3	1	28	700

2 结果和讨论

超声波探测器垂直插入圆筒形容器中, 超声波从探头向下辐射。从探头辐射的超声波类似一股细流传到不锈钢容器中。这说明辐射区域是不均匀的。但是由于分散液在超声波细流作用下能较好地混合, 因此在一定时间内辐射到分散液各部分的能量几乎是相同的。

容器中探头的位置是否影响粒子破损率, 这一点值得研究。图 2 表明当分散液体积一定时在不同的辐射期间容器的高度和直径的比值对粒子平均粒度的影响。从图 2 可以清楚看出, 当 $0.2 \leq h/d \leq 2$ 时, 平均粒径几乎不受 h/d 的影响。从这个结果也可以看出, 分散液在超声波作用下能充分混匀, 辐射到每个染料粒子的能量几乎是相同的。因此 h/d 的值可看作 1。

图 3 所示为在不同温度下粒子平均粒度与超声波辐射时间和强度的关系, 实验在 500 ml 的容

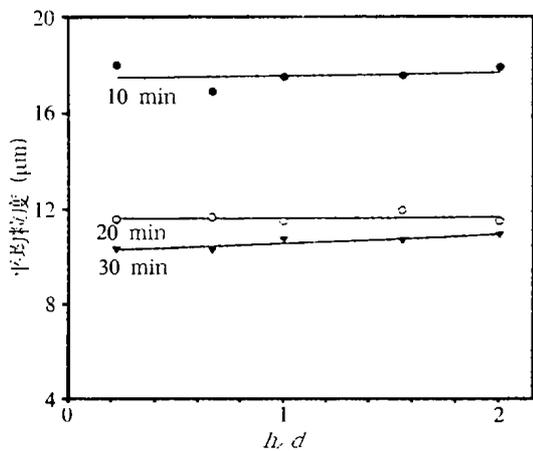


图 2 平均粒度与超声波探头位置的关系

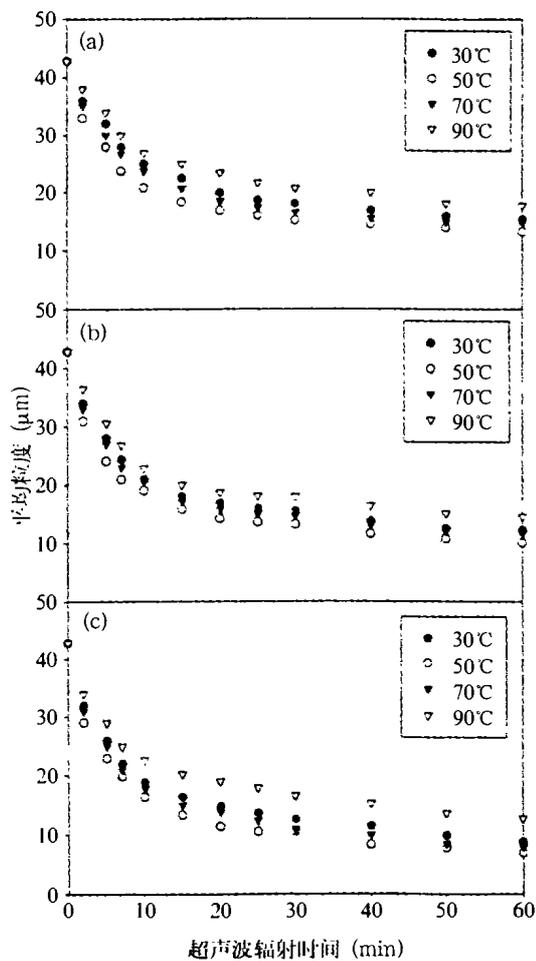


图 3 不同温度下 500 ml 染料分散液中粒子平均粒度的变化:(a)200 W;(b)500 W;(c)700 W

器中进行。我们发现随超声时间的增加粒度减小,同时也受温度的影响。

通常粒子破损率(1/min)可用

$$-d(D_t/D_\infty)/dt$$

表示。其中 D_t 为时间 t 时粒子的平均粒度,而 D_∞ 为平衡时粒子的平均粒度。

我们考察了在不同超声波强度下粒子的破碎率与温度的关系,结果如图 4 所示。在所有的超声波强度下当温度达到 50℃ 时破碎率都达到最大值,此后随温度的增加而减小。此外破碎率也取决于超声波强度。

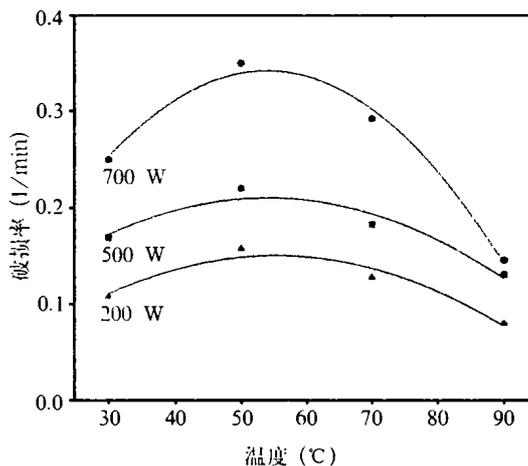


图 4 不同温度对染液中粒子破损率的影响

温度对染料粒子空穴破碎率的影响归因于液体介质与多种因素的相互作用,其中包括液体中所溶解的氧气的浓度、粘度、液体表面张力以及微气泡内的蒸气密度,所有这些都与温度有关。分散液中溶解的氧气有两种相反的作用,一方面如果氧气量增加,能产生气泡的气体量也增加,在几何形状、压力、温度以及粘度固定不变的条件下,将产生大量的微气泡。另一方面,如果要崩溃的微气泡中含大量空气,微气泡的崩溃受内部气压限制,液体介质中的空穴效应由于氧气的缓冲而减小。除了溶解的氧气外,液体的粘度和表面张力也能起缓冲作用。当微气泡中的蒸气密度增加时,由于限制了微气泡的生长和崩溃,因此空穴破损作用减小。总的作用被称为空穴热力学效应。当液体温度增加时,溶解的氧气量、粘度以及表面张力减小,而微气泡内部的蒸气密度增加。这些作用的综合效果表现为在 50℃ 时破碎率达到最大值。由此可以推断在低于 50℃ 时溶解的氧气

起主导作用,而当温度高于 50℃ 时,热力学效应起主导作用,但是各单一因素的具体影响还不清楚。

图 5 表明染液体积与平均粒度的关系. 正如我们事先所预料的,体积越小,在超声波作用下粒子平均粒度减小越快。图 6 表明在不同超声波强度下粒子破碎率随染液体积增大而减小。

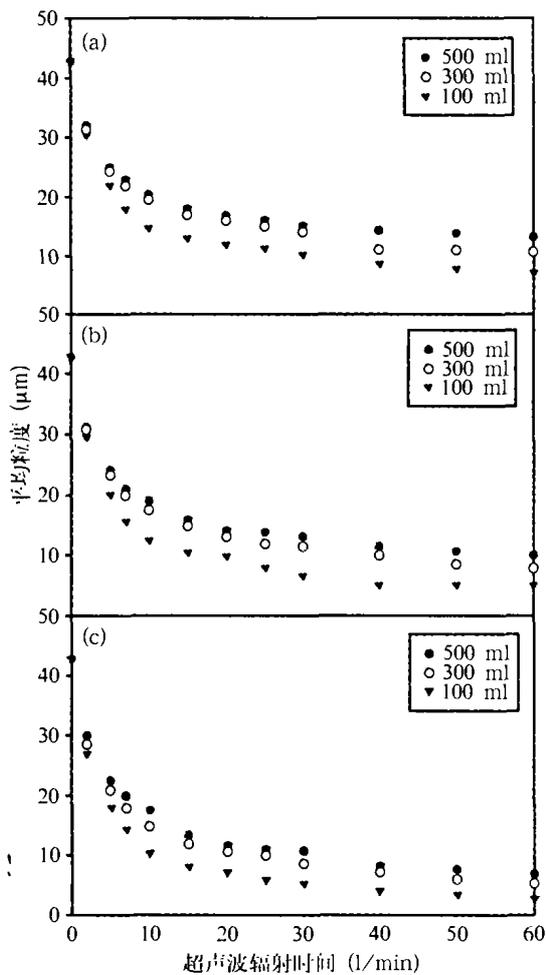


图 5 50℃ 下染液的体积与平均粒度的关系
(a)200 W;(b)500 W;(c)700 W

图 7 所示为对不同体积的分散液超声波辐射强度与粒子平均粒度的关系,超声波强度越高,平均粒度减小越快,当时间足够长时平均粒度达到恒定值。

我们也研究了对于不同体积的分散液超声波辐射强度与破碎率的关系,结果如图 8 所示。从图 8 可以看出随超声波强度增加,破碎率增大。

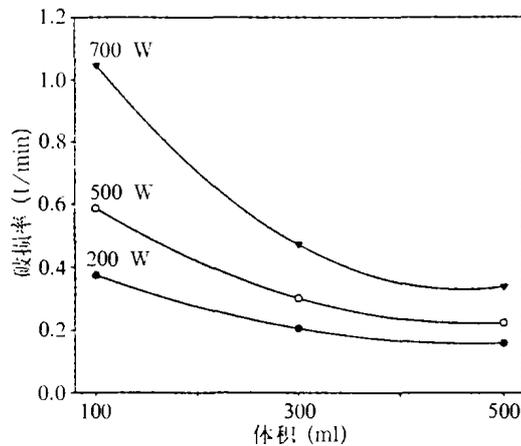


图 6 50℃ 下粒子破碎率与染液体积的关系

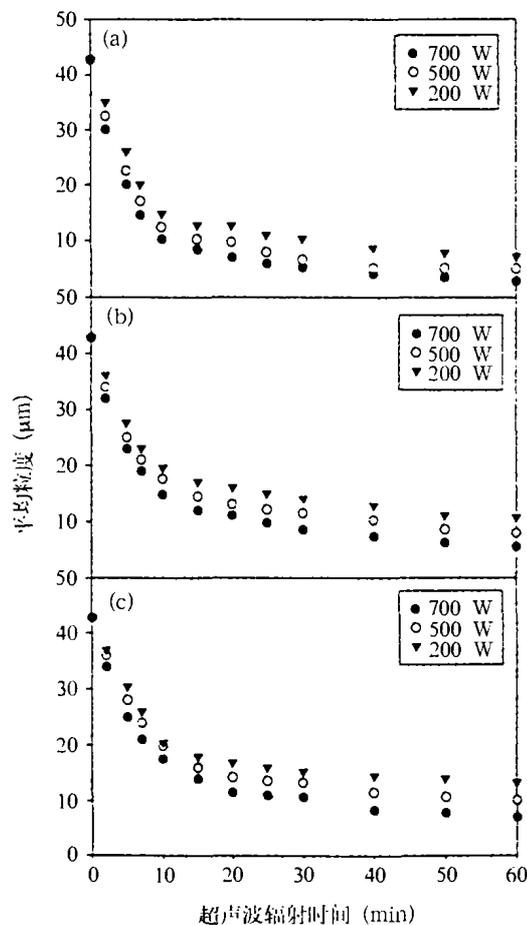


图 7 50℃ 下平均粒度与超声波强度的关系
(a)200 ml;(b)500 ml;(c)700 ml

从以上实验我们似乎可以得出结论:粒子平均粒度与上述各种因素的关系可归因于单位体积的辐射能量。为了证明这个假设,我们将平均粒度对单位体积总超声波能量(E_v)作图,结果如图

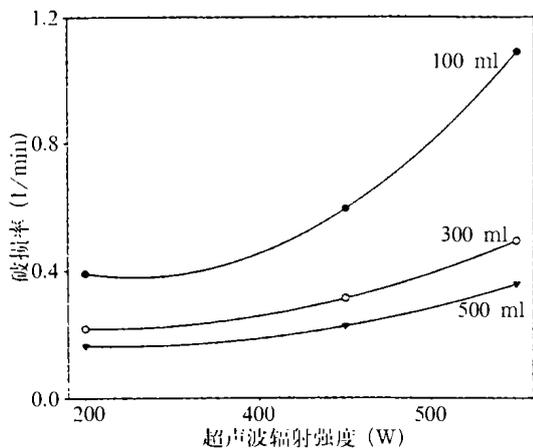


图 8 超声波辐射强度与破碎率的关系

9 所示。单位体积的总超声波能量按下式计算：

$$E_t = W_s \times t_r / V_f$$

式中： W_s ——超声波强度；

t_r ——超声波辐射时间；

V_f ——染液的体积。

从图 9 可以看出，所有数据都落在同一条曲线上。这表明不管实验条件，如超声波时间、超声波强度和染液体积等如何变化，所有数据都可以用一条曲线表示。该结果表明超声波破碎率仅仅取决于辐射到每单位体积分散液的总能量。实验所用分散染料的粒度受以下因素控制：超声波辐射强度、染料分散液体积、超声波辐射时间，从而产生大小一致的粒子。当 $E_t \geq 2.1 \times 10^4 \text{ J/cm}^3$ 时平均粒度的大小是一定的，这从图 9 可以看出。

3 结论

我们的实验结果表明超声波可有效地应用在染料分散液中，超声波辐射强度、染液体积、辐射温度等对染料粒子粒度的减小均有不同程度的影

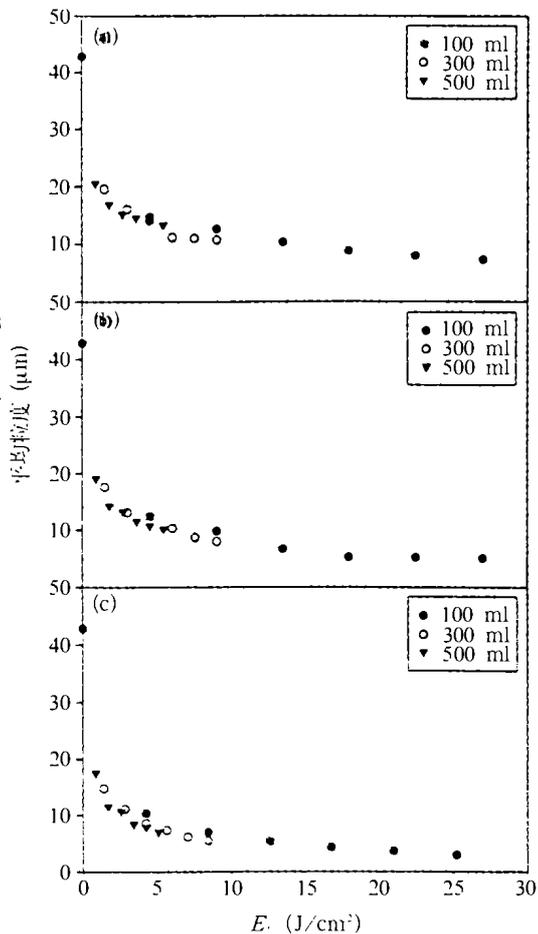


图 9 50℃时染液单位体积总超声波能量(E_t)与平均粒度的关系
(a)200 W;(b)500 W;(c)700 W

响。

在 50℃时染料粒子粒度减小率达到最大值，此后随温度升高减小率下降。超声波辐射强度越大，染液体积越小，染料粒子减小率越高。因此，超声波对粒子的破碎程度仅仅取决于辐射到单位体积染液中的总能量。

资料来源:Text. Res. J., 2002, 72(8), 663 ~ 667

欢迎订阅 2003 年度

产业用纺织品 国际纺织导报 国外纺织技术