

[编者按]: 郁伯铭教授对本刊 1999 年第 5 期发表“用饱和核态池沸腾换热机理模型预测加热壁面活化核心密度”文章中的分形维数的定义提出了质疑。本着学术上百家争鸣的原则,对某一理论和观点进行交流,为提高学术水平,促进科学技术的发展,现将郁伯铭教授的评论文章发表于此,以飨读者。

对“用饱和核态池沸腾换热机理模型预测加热壁面活化核心密度”一文的评论

郁伯铭

(华中科技大学物理系,湖北武汉 430074)

吴玉庭等人最近在贵刊发表的一篇题为“用饱和核态池沸腾换热机理模型预测加热壁面活化核心密度”的论文^[1]中,“提出根据核态沸腾换热机理模型预测沸腾表面的活化核心密度,预测得到的六种表面的活化核心尺度分布曲线与表面活化核心的分形分布相一致,证明了表面活化核心尺度分布具有分形特征这一结论具有普遍意义”(见第 337 页上的“摘要”)。

然而,该论文中有关分形维数的定义是值得商榷的,所得到的结果也与分形基本理论相左。下面是我对该论文的具体评论:

吴玉庭等人给出的“无量纲活化核心密度的分形分布应是(见第 337 页):

$$dn^*/dr^* = c_1(r^*)^{-b-1} = c_1(r^*)^{-m} \quad (4)$$

式中的 m 被定义为分形维数”。式(4)中, r^* 为“无量纲最小可活化核心半径”, n^* 为“无量纲活化核心密度”。式(4)表示为在无量纲活化核心半径 $r^* \rightarrow r^* + dr^*$ 区间上无量纲活化核心密度的增量 dn^* 所遵循的幂规律。

然而,一个众所周知的分形维数的定义式是^[2-4]:

$$N(r > L) \sim r^{-D} \quad (C)$$

式(C)表示为尺度 r 大于某个特征尺度 L 的粒子数或岛屿数或活化核心数目所服从的分形标度关系,指数 D 即为分形维数。假设式(C)中各物理量为无量纲量,对式(C)微分,即可得到式(4)。显然,式(C)中的 D 就是式(4)中的 b ,即 $D = b$,因而有 $m = b + 1 = D + 1$ 。很明显 $D \neq m$,所以将式(4)中的 m 定义为分形维数是不正确的。

根据文献[2~4],判定一物体或一系统是否为分形体,还可以从以下几个方面衡量:

(1) 从维数上看:在二维空间里, $1 < D < 2$;在三维空间里, $2 < D < 3$ 。

(2) 要具有一定的尺度范围。

(3) 必须具有自相似性和标度不变性。

可是,式(4)不满足以上这些条件。这可以从以下两个方面看出:

(1) 由于式(4)表示,在无量纲活化核心半径 $r^* \rightarrow r^* + dr^*$ 区间上无量纲活化核心密度的增量 dn^* 所遵循的幂规律,所以式(4)是定义在 $r^* \rightarrow r^* + dr^*$ 区间上,而 $dr^* \rightarrow 0$,式(4)不满足“要具有一定的尺度范围”这一条件。因而,把式(4)作为分形维数的定义式是不正确的。

(2) 吴玉庭等人的论文得到的分形维数 $m = 2.46 \sim 3.7$ 不等^[1](见第 339 页图 3 和图 4)。另外,该论文没有给出说明,这些 m 值是在两维还是在三维空间里得到的。所以,他们获得的分形维数不符合分形基本理论,他们的论文^[1]称“式(4)具有一定的通用性”(见第 339 页)和“通过对不同粗糙表面活化核心密度分布的预测证明了沸腾表面活化核心分布具有分形特征这一结论具有普遍意义”的结论缺乏根据。必须注意到:不能认为凡是在双对数坐标上有直线关系的物理量都服从分形标度关系。

参考文献:

- [1] 吴玉庭,杨春信,袁修干,等.用饱和核态池沸腾换热机理模型预测加热壁面活化核心密度[J].热能动力工程,1999,14(5):337-339.
- [2] 张济忠.分形[M].北京:清华大学出版社,1995.
- [3] MANDELBROT B B. The Fractal Geometry of Nature[M]. W. H. Freeman, New York, 1982.
- [4] FEDER J. Fractals[M]. New York: Plenum Press, 1988.

(辉 编辑)