

展开后得  $\left(\frac{dm}{dn}\right)^2 + \left(1 - \frac{v_m^2}{c^2}\right) = 0$ , 其判别式为  $4c^2(v_m^2 - c^2)$ , 因此得反问题的判型准则是  $v_m \leq c$ 。

综合上面分析, 可以得到如下有益的结论:

1). 只有三维的气动热力方程组才正确地反映了叶轮机中气体流动的物理模型, 它的类型判据是以气流全速度超音或亚音为界, 这一判据是与实际物理问题一致的, 因此, 为了提高叶轮机的气动设计水平, 应该努力介决工程实用的三维方程组的求介方法。

2). 目前在叶轮机气动计算中广为采用的正, 反问题计算均属于流面上的二维问题, 它们均不反映实际三维问题的物理模型, 其数值结果也只是完全三维流动介的一个中间步骤, 因此, 应该寻求合适的修正方法对它们的计算结果进行校正。

#### 参 考 文 献

- [1] 吴仲华, NACA TN 2604, 1952.
- [2] Courant, R., Hilbert, D., The Methods of Mathematical Physics, vol. II, 1962.
- [3] 中国科学院计算所三室, 用流线迭代法求介叶轮机的气动问题, 叶轮机气动热力计算、设计与试验经验交流会文集, 1976.
- [4] 陈静宜, 刘殿魁, 叶轮机沿任意曲线运动方程的通用形式及其应用, 同上交流会文集, 1976.

## 数学、力学和我们关于 物理世界的概念\*

H. B. G. Casimir\*\*

1958年庆祝我们荷兰皇家科学院150周年的时候, 我有幸作过《精密科学的确定性》的报告。我举了一些例子, 试图主要从力学来阐明物理学理论的性质。这样做的理由很多。力学不仅是描述物理现象的头一个定量的数学理论例子, 它的成果十分丰富, 并且还深刻地影响着我们关于自然界的思维方法; 自从牛顿发表他的《自然哲学的数学原理》以来, 力学便是自然哲学的一个主要分支。

正如我在1958年的报告中所说的, 我们信赖物理学理论的根据是, 产生定量结果的实验具有重复性(这对所有观察者来说都一样); 从逻辑推理和数学表述的理论可以作出各种予估。重复性、予估和数学表述, 这些是检验物理学各分支的标准; 力学是符合这些标准的头一个分支。

当我们处理的对象是活生生的人时, 物理学可作的简化就不允许了。任何两颗卵石不会完全一样, 但它们下落时, 就精确地按相同的方式运动来说, 它们却是充分一致的。任何两个人不会完全一样, 他们的个性可以对病程或外科手术的成功与否起决定性影响。物理系统可以跟它的环境分隔开来。一个完全孤独的活人却会是极端变态的。因此, 用力学方法来研究活生生的人时应当十分谨慎。在这个报告中我想指出, 甚至沿着力学的途径来描述物理现象也是有局限性的。

牛顿力学的基本概念不仅能够应用于天体和地上固体的运动, 而且还能够应用于固体内部的变形(弹性理论)和液体及气体内部的运动(水动力学和空气动力学)。人们曾越来越倾向于认为, 力学

\* 第14届国际理论与应用力学会议上的第一个总报告。 \*\* 荷兰皇家科学院院长。

不但是头一个物理学理论，而且是唯一的物理学理论。

牛顿认为光是微粒，惠更斯则看作是波阵面，而且肯定这不是数学的抽象：它们必须是某种介质中的波动。经历了历史上一个有趣的曲折，紧接着扬和弗内斯勒令人信服地证明了光的波动性质之后，哈密尔顿在微粒动力学和几何光学之间建立起了数学上的完全一致。

在十九世纪我们看到了两个重要的新发展。热的现象用分子运动来解释，庭德尔的《热，一种运动形态》一文概述了这一主要思想。电磁现象用以太来解释，所谓以太是一种奇特的介质，它具有不同于任何物质的特性。光则用电磁波来解释。但说法稍稍有些不同：我们看到，质点动力学被推广到假想的原子和分子，而且电磁场是用类似于（尽管并不是完全一样的）连续介质动力学的方法描述的。力学中首先遇到的重复性、预测和数学表述等原则，在这整个发展时期都很流行。此外，还出现了一个新的因素——当我们处理大量粒子时，要用到统计涨落概念。

现在来看现代物理学。从1900年起我们看到了一个非同寻常的发展。假想的粒子、分子、原子、电子日益成为“真实的”东西。它们的数目，大小和质量都能够精确地确定，而且在许多情况下那些单粒子是可以计数的。但同时也日益清楚，它们的行为不能用已有的力学来描述。终于产生了一门崭新的数学分支——量子力学，古典力学则是它的极限情形。量子力学应大大归功于古典力学的数学形式，但是，它也得到完全不同于古典力学的对数学形式的解释。

至于电磁场理论，爱因斯坦的相对论理论把电磁场里物质性的以太概念取消了，相对论理论还给力学的方程作了修正，但它比起量子力学来远不是根本性的修正。可是，甚至撇开相对论来看，以太概念也逐渐变得怪诞起来：人们曾努力用具有电磁相互作用的原子粒子的观点来了解固体和流体的性质，所以要想把这些相互作用化成介质的性质是不合逻辑的。

于是我们要处理的是服从崭新运动定律的粒子和提供粒子间相互作用的数学抽象的电磁场。也许不如说是一些场，因为核物理学已经揭示出，除了电磁相互作用外，还存在着其他一些相互作用。

量子力学不仅是不同的形式而已，它还得到一个解释，得到一个观察自然的新方法。但愿下列相当肤浅的描述不至于太不公正地对待理论。粒子及其运动用“波函数”来描述。这些函数满足偏微分方程，因而类似于连续介质中的压力。但这些波函数本身并不对应于任何可测的量。波函数的平方（更好一些是平方的模，因为形式上波函数是复数量）确定一个粒子在哪儿的几率。这里用全新的方式使用几率的概念：几率不是作为平均量（因为我们要处理大量因素，这些因素我们虽然并不知道，但原则上是可以弄清楚的），而是作为描述自然的一个本质要素。因此，严格的因果关系消失了。不能从初始条件确定地预测未来，这种不确定性并非是由于多组分系统结构复杂所致，一个单粒子就是那样了。这是根本违背古典力学的概念的。

并非一切物理学家都接受量子力学的解释作为最后解答。爱因斯坦就不接受。他跟玻尔的讨论（玻尔是接受量子力学的）是物理学史中最吸引人的一章。在徒劳地挑剔量子力学的统计解释中的矛盾之后——他可能想到的每一反对意见都被玻尔驳倒了——爱因斯坦表示，象这样的理论，也许可以很好地描述现象，但它不可能是确定的理论。按照爱因斯坦的观点，我们应力求更多地了解原子粒子，从而多多少少沿着古典力学的途径作出准确的预估。玻尔则相信，物理学理论的局限性是根本性的和永远存在的。

目前玻尔的观点已大大丰富了起来，今天大多数物理学家赞成玻尔的观点。我并不想对未来的情况作这种解释很可能改变的预言。不过，我的确感到，后世的物理学家将继续成功地利用量子力学的数学形式，正如我们正在成功地继续利用牛顿力学一样，虽然我们知道，牛顿力学是忽略掉量子效应的。

以上我试图概述力学对我们关于自然界的思维方法的影响。这次大会将证明，把力学应用于广泛的问题是富有成果的。

译自：H. B. G. Casimir, *Mathematics, mechanics and our conception of the physical world*, *Theoretical and Applied Mechanics* (Proc. 14th IUTAM Congress, 1976——第14届国际理论与应用力学会议文集)；ed., W. T. Koiter, North-Holland Publ. Comp. (1977)（董务民译 晏名文校）