

# 对三量纲制的讨论

蔡玉平 刘直承 宁如云

(军械工程学院基础部 石家庄 050003)

物理量是在量度物质属性和描述物质运动状态时所用的各种量值,最基本的物理量有时间、长度、质量、温度、电流强度、物质的量和发光强度,其余的物理量则是按它们各自的定义由基本物理量组合而成;量纲是用于表示一个物理量怎样由基本量(包括这些量的幂指数)组合的式子,量纲的原始含义是测量,它只是表明物理量的性质而不表明其大小,因此量纲只是用于定性地描述物理量,在动力学领域,人们选定长度L、质量M及时间T作为基本量纲,也称三量纲制。

为什么取三量纲制?能不能取更少的量纲?二量纲制、一量纲制甚至无量纲制,会给物理世界带来什么样的影响呢?研究表明,如果多取一个基本物理量,就会多带来一个常数;而少取一个基本物理量,则会少一个基本常数。如果我们把三量纲制进一步简化为二量纲制、一量纲制甚至无量纲制,一些如极限速度存在、空间格子化、弯曲时空等物理本质,就会如水落石出般逐步显露出来。如同被层层云雾笼罩的山峰,等风开云散时,方见其端倪。

20世纪初,近代物理学的3个理论体系:量子论、狭义相对论和广义相对论应运而生,1905年爱因斯坦发表了光量子假说和相对论,1916年他又创立广义相对论,1926年普朗克、玻尔、薛定谔、海森堡等人建立起量子力学理论体系。20世纪的整个物理学是构筑在这3个理论体系之上的,这3个理论分别给出3个重要的物理常数:

量子论给出普朗克常数:  $h = 6.6260755 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

狭义相对论给出真空中的常数:  $C = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

广义相对论给出万有引力常数:  $G = 6.67259 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

现在我们来具体分析少于3个量纲带来的影响。首先,考虑二量纲制的情况。设长度和时间量纲相同,速度则没有量纲。我们取极限速度存在,令  $C = 1$ ,则真空中的光速  $C = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

会失去其物理意义,即可舍去这个常数。同时发现物理规律不随基本物理量的选择而改变,即不随选取的任意性而改变。光速不变原理和相对性原理这两个基础,恰好体现了狭义相对论的思想。

其次,考虑一量纲制。设能量与动量的量纲相同,速度无量纲,且能量与质量具有相同的量纲。在公式  $E = h\nu$  中,  $\nu$  是频率,与时间的倒数成正比,即其量纲为  $T^{-1}$ ,而能量与质量的量纲相同,取质量的量纲为  $T^{-1}$ ,则3个基本量纲简化为一个量纲。这时  $h$  无量纲,不妨令  $h = 1$ ,普朗克常数  $h = 6.6260755 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  无物理意义,即可舍去这一常数。 $h$  是空间格子化的度量,空间并不是连续的,每个格子的状态是不可区分的,这恰好反映了量子论的基本思想。

最后考虑无量纲制。一个基本物理量也不要,则万有引力常数  $G = 6.67259 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$  失去物理意义,不妨舍去。 $G$  的大小本身并不重要,重要的是它描写了空间弯曲度。牛顿引力理论纳入狭义相对论的努力是徒然的,爱因斯坦的广义相对论就是构造弯曲时空中的相对论引力理论。弯曲时空这一物理本质是广义相对论的精华。

再一个就是对称的自发破缺。相变过程中伴随着自发对称破缺,用无量纲的方法来反映是很精彩的,能够很好地反映临界点的本质。

三量纲制反映了人们对物质世界旧的时空观和物质观,掩盖了极限速度存在、空间格子化、弯曲时空等物理实质。但通过减少量纲,会带来物理量比较上的麻烦。因此三量纲制仍是很必要的,在整个物理学的研究中具有重要的意义。

