

维数与生命

厚宇德

马国芳

(佳木斯师范学院物理系 154600)

(佳木斯教育学院生物科 154600)

讨论生命存在的条件,最具权威性的应该是生物学家,的确,生物学有这方面比较成熟的见解.但是出乎他们意料的是物理学家们发现,生命的存在还受时空维数的制约.

物理学家将生命的存在与时空维数相联系,始于相对论诞生之后.闵可夫斯基将时间做为第四维,用四维时空形式清楚地表达了相对论新时空理论的精髓,也打破了人类三维是最大维数的观念.这种观念的改变又进一步使人们产生疑问:能否有小于四维的现实世界?四维是不是最大的维数?

对于第一个问题,物理学家们似乎是胸有成竹的:二维空间或三维时空不足以形成合理的结构,至于一维空间或二维时空,显然是不值得讨论的.但是有些著作中对这一问题的论述却没有足够的说服力.比如,一本非常优秀的相对论著作就是这样,对该问题的表述可能成了该书唯一的败笔.该书借助图1来说明.

图中有一个二维空间的小人.他的嘴无论张多大也吃不进那只梨.“光线”也永远射不到他的眼睛.因为都被“边界”挡住了.

这种表述至多只能说明在二维空间里不会存活与三维空间里结构相似的生命.但是如果二维空间里的“小人”结构适当变化,比如眼睛和嘴都长在“边界”上将如何呢?显然,这是应该考虑的,否则将没有足够的说服力.

2. 超导磁悬浮列车

在交通领域中,磁悬浮列车非常引人注目.这种列车打破了传统的轮、轨接触方式,在无轮的车厢上和轨道上安置线圈,使轨道上的电磁场与车厢上的超导电磁场互相排斥,能将车厢抬成悬浮状,然后再由线形电动机推动车厢前进.由于没有轮轨接触的滚动阻力,故车速可达



图 1

史蒂芬·霍金绘制的二维动物(见图2)比较成功地解决了这一问题.

如果二维动物吃东西时不能将之完全消化,则它必须将残渣从吞下食物的同样通道排出(新陈代谢是生物的普遍规律).这即要求必须有贯穿二维动物全身的通道.而如此一来,这通道就必将二维动物分割成相互独立的两个部分,二维动物必然解体.同样道理,在二维动物身上实现血液循环也是非常困难的.

现在考虑第二个问题.假如存在多于三维的空间,则两个物体之间的引力(万有引力和库仑引力)将随距离衰减得比三维空间中更快,即在三维空间 $F \propto 1/r^2$, 四维空间 $F \propto 1/r^3$, 一般地在 n 维空间 $F \propto 1/r^{n-1}$. 从宏观看其结果,行星绕太阳的轨道将变得不稳定,极小的微扰都会使之落向太阳,同时,太阳内压力与引力的平衡也会被打破,太阳或分解或成为黑洞;从微观看,电子或从原子中逃逸飞出或坠入原子核,从而失去我们现实世界中原子的稳定性.因此高

500km/h以上.日、德、美和我国都进行了长时间的研究,日本在一条7km的试验线上载入试验,车速已达517km/h;我国和日本合作,将在上海和杭州之间建造一条全长为170km的超高速磁悬浮铁路,车速为500km/h.这种阻力小,速度快,平稳,舒服,且无噪声、废气污染的理想列车,将会在21世纪“飞黄腾达”.

于三维的空间或高于四维的时空是难以存在的。我们这段论述事实上借用了康德的智慧。他认为 n 维空间中整个世界范围内的引力定律采用这样的形式： $F = G \frac{m_1 m_2}{r^{n-1}}$ 。而在现实世界

$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, $r^2 = r^{n-1}$, $n = 3$, 故空间应该是三维的。

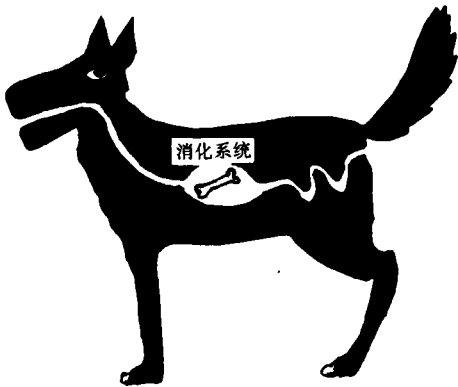


图2 二维动物

无独有偶，法国数学家日·阿达马尔也证明过空间的三维性。他以物理上惠更斯原理为根据，证明了在维数为偶数的空间里，惠更斯原理不再适用。比如位于 0 点的光源在 t_1 时刻发光，那么在此后的时刻 t_2 所产生的光辐射将不仅局限于波前，而且局限在距光源更近的地方，这与普遍适用的惠更斯原理相违背。因此空间的维数只能是奇数。那么在为数众多的奇数中，为什么偏偏空间维数只是 3 而不是其他呢？原来球面波的波动方程只有在三维空间中才可能有解，也只有三维空间中，球面波才能得到精确的表达。

然而这并非最终结论。20 世纪 60 年代后期，为找出一个描述强相互作用的理论，物理学家们发明了超弦理论。在这种理论中，世界的基本单位不是只占空间点的粒子，而是只有长度而没有其他尺度，像是一根无限细的弦这样的东西，弦的基元长为 10^{-35} 米。到 70—80 年代，该理论迅速发展成了物理学包罗万象的理论，最令人兴奋的是该理论能够在理论上实现令许多著名物理学家头疼的广义相对论与量子

力学的协调问题，即能够将引力量子化。超弦理论认为，时空是 10 维的。为什么人们没有觉察到另外的 6 维呢？超弦专家认为这 6 维被卷缩到非常小的尺度——大约 10^{-35} 米，而人们无从觉察这么小的尺度。

虽然超弦理论获得了理论上的较大成功，但是至今尚未发现该理论的最本质的结构。而且有一些著名物理学家对它持怀疑态度。

杨振宁 1986 年说：“超弦是目前高能物理理论中的一个热门。我估计全世界大约有 100 位有博士学位的人在做这方面的工作。我很难相信这个理论最后会是对的。高能物理理论最基本的观念是场，是场论。……超弦则是另起炉灶……现在超弦方面的文章很多，但没有一篇真正与实验有什么关系。它很可能是一个空中楼阁”。费曼也认为超弦走上了一条错误的道路”。

格拉肖认为超弦专家们……对于我们的物理世界什么也讲不出来。“而”想靠纯粹思维本身的力量来解决基本粒子物理的问题，这样的事是不会成功的。多数物理学家对超弦理论的态度还是冷静的，相信时间终会给出一个公正的判定。史蒂芬·霍金曾期望人类在进入 21 世纪前能找到超弦理论的试金石。今天，如霍金所说：“至少如我们所知，生命只能存在于—维时间和三维空间没被卷曲得很小的时空区域里。”这一认识应该是物理学家对生命科学的又一贡献。

* * * * *

(上接第 38 页)

- 张林军 中国科协报；
- 孟保安 中央电视台“科技之光”栏目；
- 俞育德 中国科学院物理所；
- 姜淑华 科学出版社第四编辑室；
- 赵定柏 北京师范大学《大学物理》编辑部；
- 姚义贤 北京科普出版社；
- 闻 阗 北京中国教育电视台；
- 钟锡华 北京大学物理系；
- 俞晓鸿 杭州浙江大学物理系；
- 扈剑华 人民教育出版社物理编辑室；
- 蒙 星 北京中国科协青少年部