

「名家讲坛」

宇宙：琴弦一曲正演奏

钱定平

摘要：文学家绚丽的想像、哲学家冷静的直觉、科学家缜密的观察和推演，都指向了一种音乐般的美妙世界。那里，只要弦线调得和谐，就能催生万千事物。宇宙，于是就绷在这一根根琴弦之上。

关键词：宇宙、琴弦、弦论、黑洞、时空

中图分类号：O412.1 **文献标识码：**A

上一个千禧晨光乍露的时候，自然科学界的云霞却已经是光焰万丈。爱因斯坦先后提出了狭义相对论和广义相对论，振奋发聩。前者发现牛顿的“绝对时空”错了，时间和空间都是相对的。根本不存在绝对空间的代表（以太），也不存在到处用同一只钟表来计量的“绝对时间”。广义相对论进一步指出，重力不再是一种力，而是一片弯弯曲曲的时空罢了。形象点儿说，哪儿有质量出现，哪儿就像贴在浴室墙上的钩子吸盘，中间是瘪下去的；质量愈大，瘪得愈厉害。到了质量极大，就会瘪下去成了一个无底洞，就叫“黑洞”。

这些事儿听起来怪怪的，后来居然都给无数实验一一证实了。

黑洞形成的一种三维表现，巨大质量出现使得空间产生弯曲。有情

趣的是也可以看做二维图像，名唤作“黑洞的二维形象”（2D Black Hole Visualization）（图1）

造物虽然偏爱科学家，可是并不溺爱；爱翁的科学光焰并没有普照四方。量子力学几乎就是在他老的大

鹏翅膀之外成长起来的。爱翁的科学信条是“上帝从来不掷骰子！”（Gott würfelt nicht!）。可是，量子力学认为环宇到处都在掷骰子；先不先海森堡的“不确定性原理”就是重锤一击！再说，爱翁信奉上帝的正人君子作派，

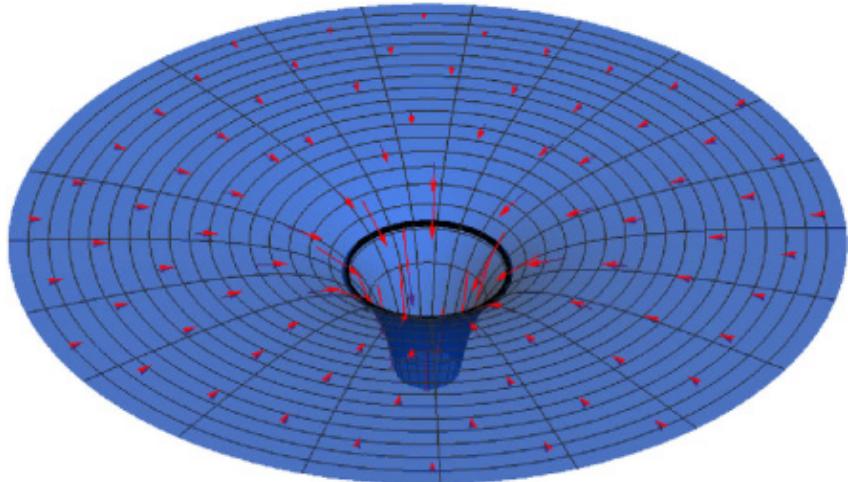


图1. 黑洞的二维形象 (2D Black Hole Visualization) (图片来源: Geometry outside of acoustic black holes in (2+1)-dimensional spacetime November 2020 Physical Review D)

通讯作者：钱定平

收稿日期：2025-09-23 录用日期：2025-10-02

DOI: <https://doi.org/10.58244/sha.263508>

他说“上帝老儿城府很深，但不怀恶意。”(Raffiniert ist der Herrgott, aber boshart ist er nicht.)。但是，在量子力学里面，“薛定谔的猫”简直就是恶意的牺牲品！

看来，双方似乎都有着某些“内禀的和外显的论据”(internal and external evidences)。而且，也正像英国文豪狄更斯所说的：“就像许许多多关爱备至的父母一样，我在内心深处总藏有一个宁馨儿！”(Like many kind parents. I have in my heart of heart a favorite child.)因此，对这亲情所鍾的一切，爱翁几乎绝对不能容忍别的可能性。生命的最后三十年他全花在“统一场论”的研究上。所谓“统一”，就是要把相对论和量子力学、或者说重力和电磁力统一成一组方程。当时，旁观的人们干着急，又不敢去挫伤这位德高望重、师心自用的老人，只好把他比喻成那位要同自顾自旋转不停的大风车开打的“堂吉诃德”！当时说闲话的人并不知道，爱翁和堂翁两老翁虽然行为相似，性质却完全不同，一个标志着滞后而无人明白的苦恼，一个却代表着超前而无人理解的悲哀……

但是，人们确实有理由于一些“终极性问题”发起勇敢的冲击。达尔文早已经解决了“人从哪里来？”的问题；弗罗伊德也差不多回答了“人究竟是什么？”的难题；在人类一切感官远远够不着的微观世界，理论物理学家却本领更大，他们能把一些原先（由于一些不知名的力）粘在一起的极其

微小的颗粒，都一颗颗分辨开来，展现在人们眼前。他们早就发现了物都是由原子组成的。原子再分割，就分出电子、质子、中子等。质子在中央南面而坐，电子围着她旋转舞踊，这就是微观世界的小小宇宙，同大宇宙有点儿相似。后来，科学家又把各种粒子加速到极高的速度，让它们相互碰撞而且撞碎——因为没有更小的工具，只能造孽地让它们自己迎头相撞撞碎自己——从那些碎片里头寻找更小的东西。于是弄明白了，质子、中子是由一种叫做“夸克”的更小家伙搭配组成的，统统给叫做“基本粒子”。技术造福人类，功劳归于科学，从大学讲堂到斯德哥尔摩，科学的显赫地位一路辉煌。于是，科学上的勇敢分子，再一次骑上骏马、举起长矛；于是，一片前所未有的风景慢慢出现在眼前——理论物理学的分割能手说，电子

和夸克根本不是什么圆圆的“粒子”，她们实际上是由一团团弦线构成的圈圈！微观世界也就实际上是弦线的圈圈世界！

弦理论把弦线说成孙悟空七十二变，同样的弦线发出不同的振动，就分别构成了电子，或者夸克，再进一步拼构成万事万物。所以，宇宙的根本原来是弦线，像提琴，而大千世界不过是提琴弦线振动的不同音调！

宇宙洪荒——弦线雄浑阔大的交响乐！

当然，弦线的构造极端复杂，否则成不了这般大事。首先，弦线的微观世界不是三维，也不是四维（三维加上时间轴），而是有十一维，才能描绘极端复杂。另外，早已经发现凡有物质，必有其反，这也好像是一种对称关系。弦线理论加上这种“超对称”，就是超弦(Superstring)理论。目前一

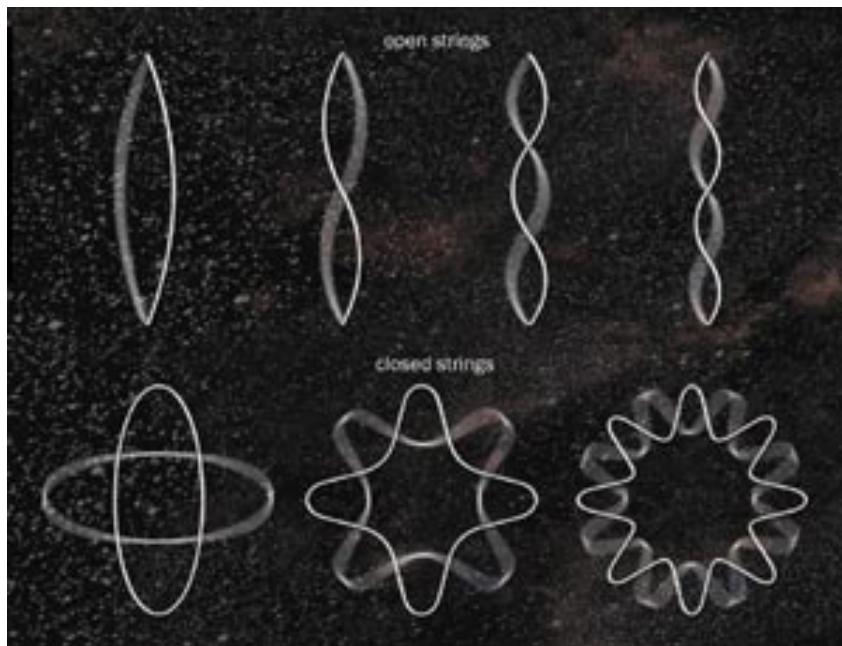


图 2. 科学家想象中弦的各种可能形状 (图片来源: CERN Courier)

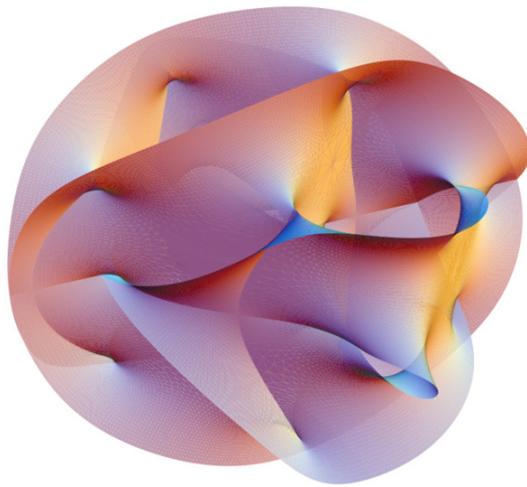


图3. 空间的六维结构 (图片来源: Creative Commons | Lunch)

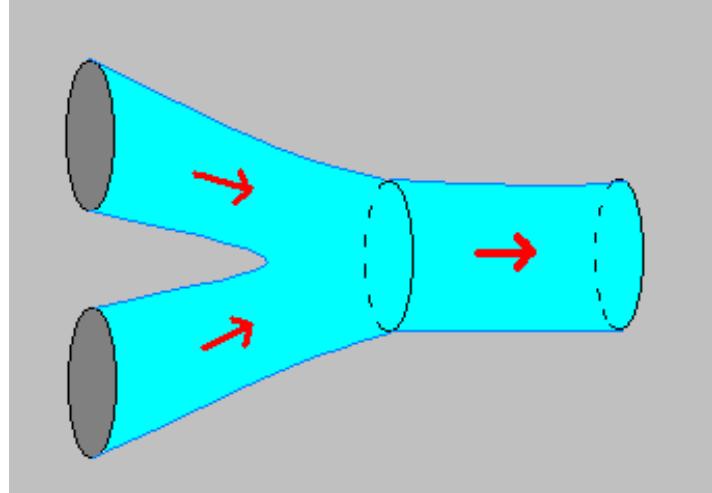


图4. “裤子形”交会 (图片来源: SUPERSTRINGS! StringBasics <https://web.physics.ucsb.edu/~strings/superstrings/basics.htm>)

些乐观派的物理学家认为，这正是爱因斯坦当年鼓起余勇，超前于时代奋勇冲刺的目标，也正是一种关于宇宙最终构成的终极理论。因为，超弦认为引力也是“微粒状”的，介质就是引力子。爱翁的卓绝雄图是把量子论和引力论合并为一宗统一理论，而现在引力子不过是又一根弦线而已。

超弦理论之下对于宇宙结构的一种科学图示，这就是卡拉比 - 丘成桐流形（一种数学上的拓扑结构）。图3图形实际上表示的是空间的六维结构——这也正是超弦理论所预示的。

超弦是一座桥，一座横跨两片科学大陆的桥。桥下流水汹涌澎湃、湍急涛狂。当年，连爱因斯坦老翁都曾经望洋兴叹！这座桥正在建造当中，“合龙”的日子很难预测，关键是这个问题实在太难。初略的就可以举出下面两点。

一方面，弦线的几何尺寸实在太小，撞碎她们来研究真相就需要极大能量的粒子对撞机，目前还恐怕远远

做不到。

弦线世界的相互作用可能是“裤子形”交会。（图4）

第二，目前物理学家的机遇比不上爱翁当年，他老人家有现成凑手的数学工具（如黎曼几何等）可用。尽管手头有称手的工具，爱翁有一次还对一个学生说：别抱怨你数学头疼，我的数学问题比你还大哩！现在的物理学家则好像牛顿那会儿一样，要一边发明微积分，一面把火热哒哒滚烫的数学融进他的运动定律里面去。而目前的对象比起牛顿当年真是精巧绝伦、神工鬼斧，所需要的数学工具也就必须超凡脱俗，不同凡响，也许还没有横空出世。从构筑和解决超弦理论所需要的各门学科来说，可是群山环绕的蓬莱仙境。要有发现就得征服科学上一座又一座山头，这对于只受过单项爬山训练的科学家，也是极大挑战。所以，对这个问题人们爱调侃说：二十一世纪的难题，不知怎的坠落到了二十世纪！

在文学家的想像里面，弦线也常常起着指引迷津的作用。英国诗人布莱克 (W. Blake, 1757—1827) 这么说：

我给你一根金线线头
绕成一个球形
她就将把你领到
天堂之门……

*I gave you the end of a golden string
only wind it into a ball
It will lead you in to the Heaven
Gate...*

可见，我们也许可以靠着弦线给领到宇宙天堂真正的门槛。还是莎士比亚吟唱得最好。琴弦，在莎翁的笔下真成了确定宇宙秩序的定音鼓：

秩序一旦废除，琴弦一朝失调，
听吧！跟着就是一阵聒噪。
*Take but degree away, untune that
string
And, hark! what disorder follows.*

我们中国古人对于时间空间，早已经联系起来思考把握了。战国时代的《尸子》里一语道破天机：“天地四

方曰宇，往古来今日宙。”一举就把时空拧在一起，真是正确精当！晋朝陆机《文赋》说：“观古今于须臾，抚四海于一瞬”，气魄宏大，独步古今和四海！在中国哲学家的思考里面，说得最清楚莫过于《周易》，那里面说起“六爻”的关系，有“应、比、承、

乘”。明确指出，只有性质相反者相遇，才会互相感应、互相协调，产生出新鲜事物。正像广义相对论对付银河、黑洞等庞然大物，而量子论则管理微观粒子。两者相反相成，会奏出宇宙的华美和声。

文学家绚丽的想像、哲学家冷静

的直觉、科学家缜密的观察和推演，都指向了一种音乐般的美妙世界。那里，只要弦线调得和谐，就能催生万千事物。宇宙，于是就绷在这根琴弦之上！

作者按语：

这是多年前所写的散文。当时，北大同学、已故的杨乐院士正张罗着迎接霍金访华。他要我写一篇介绍宇宙学的通俗散文。所以，这篇文章不过是一篇应景之作而已。今天，超弦理论又有了长足的新发展。例如，高维统一、非微扰方法、实验验证，以及特别是跨学科也即“通感”应用等等方面。对于这些，本文就是鞭长莫及的了！

作者简介：

钱定平 北京大学数学本科与复旦大学语言学研究生毕业，专业为电脑科学和语言学。早年在电脑“汉字信息处理”取得突破，遂为欧美多所大学聘任为客座教授。在此期间，钱定平时在文学院和理学院任教，并创导“理科当作文科教”教学改革。回国后，从事文学创作。迄今已在大陆与海外出版长篇小说、散文随笔与翻译作品二十余种，其译作《朗读者》（原文为德文）销售数百万。多年来，他致力于融通科学与人文，并提出了“钱氏通感”创新学说，其英文著作 *Synesthesia Decodes Innovation* 于去年在新加坡出版。

The Universe is Stretched and Fabricated on Strings

Qian Dingping

Abstract: String Theory ! Fingers, of Einstein and Hawking and many others such as those in CERN's, ply needles vibrating with cosmic energy –intertwined physics, geometry, philosophic minds and many great poems in a fully synesthetic way. Gradually, a dancing filament of yarn is transformed, and a new dimension and recognition of Cosmos created bound with and fabricated by invisible strands of love and warmth.

Keywords: Universe; String; String Theory; Black hole; Spacetime fabric