

The Black Hole, The White Hole
and The Nature of Space and Time

黑洞、白洞

与时空的本性

Jin Hua-Lü

吕锦华 著

学林出版社

The Black Hole, The White Hole
and The Nature of Space and Time

黑洞、白洞与 时空的本性



吕锦华 著

Jinhua-Lü

学林出版社

图书在版编目(CIP)数据

黑洞、白洞与时空的本性 / 吕锦华著. —上海: 学林出版社, 2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80730 - 723 - 5

I. 黑... II. 吕... III. ① 黑洞—研究 ② 白洞—研究 ③ 时空—研究 IV. P145.8 0412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 171506 号



黑洞、白洞与时空的本性

作 者——吕锦华

责任编辑——齐 力

特约编辑——曹炽康

封面设计——周剑峰

出 版——上海世纪出版股份有限公司

学林出版社(上海钦州南路 81 号 3 楼)

电话: 64515005 传真: 64515005

发 行——新华书店上海发行所

学林图书发行部(上海钦州南路 81 号 1 楼)

电话: 64515012 传真: 64844088

照 排——南京展望文化发展有限公司

印 刷——

开 本——889×1194 1/32

印 张——5.375

字 数——11 万

版 次——2008 年 12 月第 1 版

2008 年 12 月第 1 次印刷

印 数——2000 册

书 号——ISBN 978 - 7 - 80730 - 723 - 5/P · 3

定 价——12.00 元

(如发生印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换。)

Preface | 序言 |

牛顿力学是建立在人们对事物的发生、发展和演化都具有前因后果的因果率的信念之上的。牛顿力学在工程领域的杰出成就,不仅使人们视牛顿力学是完满的、无所不能的自然科学理论,也认定因果律是一切事物的发生、发展和演化的铁定规律。

然而,科学实践的深入发展,挑战着人们的这些认识。首先,人们在牛顿力学中将物质分为“微粒”和“波”两类,分别遵循各自的运动规律的认识受到了挑战。微粒有时显现波动的运动特色,波有时又显现微粒的特性,这在微观世界中似乎还是普遍现象,这就是波粒二象性。而其运动规律看来不遵循因果率,倒是遵循统计律。部分科学家以(客观存在必有其内在的合理性)的思维,逐步建立起了以统计理论为核心的量子力学体系,他们就是量子物理学家。这一理论取得了划时代的成就:它不仅揭示了物质内部微观的分层结构的面貌和运动、演化的规律,成功地解释了宏观的热力学现象及其本质;它揭示了化学和元素周期律的物理本原,从

而物理学渗入了化学的领域；它又使物理和化学渗入了生物学(包括遗传学和育种学)和医学(例如,核磁共振成像、CT检测、放射治疗)；它成功地揭示了恒星的能源机理和恒星演化的机理,成了理论天文学的核心基础,而这些都是牛顿力学所未能做到的,也是无能为力的。然而,就是量子物理学家自己至今也未能阐明量子不遵循因果律,却是遵循统计律的根源,没能说清楚波粒二象性和测不准律的物理机理。这正是曾对量子理论作出过贡献的爱因斯坦至死都对量子理论感到不满意的缘由(玻色子遵循玻色—爱因斯坦统计以及阐明光电效应的物理机理,都是爱因斯坦的贡献,后者被授予诺贝尔物理学奖)。另外,奇点和发散困难还一直是量子理论的困惑所在。

牛顿时代人们已经知道,地球不仅自转,而且绕太阳公转。后来又知道太阳又带领太阳系绕银心旋转,再把地球看作绝对静止坐标系的参照物显然是不合理的。于是,在宇宙内寻找绝对静止的参照物成为一致的努力。麦克斯韦电磁理论的成功和认为光也是电磁波的认识,使人们热衷于寻找以太(Ether)的存在。因为人们认为既然声波和其他弹性波都需要载波介质,那么电磁波的传播介质就是以太。但这一切努力都以失败告终！于是,(电磁是场物质,它可以在真空中传播,其速度就是真空光速)的认识开始形成。一系列的实验(包括迈克耳孙—莫雷实验)表明这一光速与坐标系(惯

性的)无关,也表明电磁运动规律与机械运动规律一样,与惯性坐标系的选取无关。爱因斯坦在此认识的基础上先是建立起了狭义相对论(1905年公开发表),在克服了数学的困难后又完成了广义相对论(1916年公开发表)。前者适用于相对运动的惯性坐标系(包括绝对静止坐标系),后者适用于相对运动的非惯性坐标系(包括加速运动和有引力场的情况)。在相对论中一切物理量都是相对量,它推导出连量尺、时钟及质量也是相对量,随运动速度的增加,尺缩钟慢,质量增大。有静止质量的物质的运动速度不可能到达光速(真空光速),否则需要给予它无穷大的能量,它的质量会变为无穷大,其尺度变为零,其时间无法计时(其时钟停止)。另外,得到的质能公式表明质量和能量彼此相关,有对应严格的数学关系。这些都出乎人们的常识之外,甚至与人们信奉的一些哲理相悖的。可是量子物理学家在高能物理实验中,包括宇宙射线的探测和加速器和核反应中证实相对论的预言都是正确的。天体物理和天文观测也证实了相对论的正确。而同时,其他的形形色色的时空理论都没能经受住这些科学实践的检验!自然科学理论第一次大大地超前于人们的实践,又是那么成功,科学界被震撼了!到二十世纪末,绝大多数科学家都信奉了相对论,爱因斯坦被人们公认为是二十世纪对科学文明贡献最伟大的自然科学家(而卡尔·马克思被人们公认为是二十世纪对社会科学和社会变革贡献最伟大的

思想家和社会活动家)。

虽然,发现了物质运动达到或超过同一物相内的光速的事实,也未致质量成无穷大的情况,但有光辐射。切仑可夫成功地解释了这种现象,所以并没动摇爱因斯坦相对论。相反,相对论电动力学的成功及规范场理论将电磁力和弱力、强力统一的成功,鼓舞着科学家为建立能把引力相互作用也包括进去的、相对论与量子论相统一的统一场论而努力。近半个世纪来,已有几十万科学家投入了这种努力,他们可称为量子引力理论学家。其中以从量子论出发的超弦理论学派最为壮观。虽然,它还没得出可供实践验证的推论,但理论的进展是引人注目的,一度被认为是“最有希望的,离成功只一步之遥”了。另一些学者从相对论出发的圈量子理论学派,还有的是黑洞热力学派,也有了进展。黑洞是广义相对论所预言的可能存在的天体。天体物理学家计算出,质量大于太阳质量四倍以上的恒星在耗尽核能后,会因引力塌缩成黑洞。史瓦西、克尔等导出了黑洞的半径公式,表明黑洞是个球体或旋转椭球体;霍金导出了黑洞的温度和熵公式,更是使学术界惊叹(由此他被授予爱因斯坦奖)。天文学家发现,有些星云内的辐射只能用黑洞来解释,好像所有的星系中心都是巨大的黑洞,类星体的辐射也只能用黑洞来解释。另一方面,白洞也是广义相对论所预言的可能存在的物质形态。半个世纪前伽莫夫提出了宇宙是宇宙白洞爆炸的产物。

他用量子理论计算了演化过程,指出宇宙大爆炸后约 200 亿年,大爆炸的余辉约是 3K。英国的两位微波天线工程师在排除接收信号的噪声时,发现其本底噪声大约是 2.7K,而且与天空的方位无关,似乎是各向同性的。这无意地证实了宇宙背景辐射温度与伽莫夫的计算吻合,他俩获得了诺贝尔奖,而大爆炸理论受到了重视。由理论计算出的宇宙内氢气和氦气丰度,也与天文观测符合,而这如用恒星核反应是不能解释的。后来,有人又提出大爆炸初期宇宙有过暴涨期,宇宙就像个膨胀的气泡,用以使大爆炸的理论计算与现在测到的物理常数相符。宇宙在不断地膨胀的事实,也为天文观测所证实,由此,还得到哈勃定律来测定天体离地球的距离。但这种膨胀如无止境,空间的物质将无限地分散,那将使宇宙进入死寂状态,那宇宙最初的物质高度集中到白洞又是怎么回事呢?天体物理学家计算出,宇宙的物质质量至少要比现在观测到的物质质量大八十多倍,宇宙才有足够的引力使它收缩,那么这些物质到哪里去了呢?星系的结构和其旋转无论按牛顿力学或是相对论,都不足以说明,除非其质量远比观测计算值大几十倍才行!这使一些科学家提出了宇宙中存在暗物质的观念。除了有微小静止质量的中微子(其数量非常多),还有看不见的黑洞外,还要有数量非常大的,与我们已知的物质很不相同的物质,它们除了显示引力作用外,不参加其他相互作用。例如,它不发光,也不吸收光,不

阻碍光的传播——对光是透明的。可是，后来发现，宇宙还在加速膨胀！对此，伽莫夫的大爆炸理论是不能解释的。于是，有人说，我们的宇宙可能本身就是个大黑洞！暗物质理论可满足宇宙构成大黑洞的质量条件，黑洞吸收外面的物质而加速膨胀。如此似能自圆其说。可是，霍金的黑洞温度公式，又使这种解释成了问题，因为，这样大的黑洞温度是近乎绝对零度的，宇宙背景辐射温度是 2.7K 与之矛盾！于是，有人提出，宇宙中除了暗物质外还有暗能量，它导致宇宙加速膨胀！但是，这又造成了两个问题：一是没有脱离物质单独存在的能量！这种提法在物理上是荒谬的；二是问题又回到了宇宙将无限分散，不会收缩的老路上去！看来，实践把理论逼入困境！另外，中微子既有静止质量，又以人们公认的真空光速传播，与相对论矛盾。但人们认为这是量子现象，不足动摇相对论。可是，天文观测发现，有两个星系以远超过 30 万公里/秒的速度分离，这可是个宇观现象了！于是，科学界对爱因斯坦相对论的信念开始动摇，连美国科学技术委员会也提出：爱因斯坦相对论是否正确，应列为美国二十一世纪需要重点解决的科研课题之一。那些本就站在旧的哲学思维和牛顿力学观之上，对爱因斯坦相对论格格不入的人，当然更是兴高采烈，举起了“反相、倒相”的大旗，以壮声势。学术界有些人提出了“真空不空”、“真空激发”、“质能转换”、“零时空中拖出无穷大时空”等等，引起了更大的混乱，

致使爱因斯坦相对论面临空前的危机。而霍金的黑洞熵公式与热力学第二定律矛盾,究竟是热力学第二定律在黑洞中不成立,还是霍金的黑洞熵公式有问题,也成了问题。超弦理论先是被说成是“离成功只一步之遥”、“可能是物理学的最终理论”,后来被斥之为“纯粹是数学游戏”、“浪费宝贵的人力资源”,甚至是“伪科学”。物理学界的混乱令人深思!

笔者在学习物理学期间对量子物理学家的“客观存在必有其内在的合理性”的思维及其所取得的成就留下了深刻的印象,又为爱因斯坦相对论的数理思维及对科学实践的杰出贡献所震撼。但我注意到了,光在不同的介质内传播速度不同,甚至在某些晶体内有双折射显现,以及切仑可夫辐射问题,故我对将爱因斯坦说的真空光速是个常数说成“光速不变”,一直抱反对态度的。而且,坚信光速与所处空间物质密度和场强有关。我认为既然场也是物质,星际空间充满场物质(引力场和电磁场),而且还有恒星辐射的粒子物质(当时已知有 α 、 β 粒子流的宇宙射线),后来又发现有星际气体和尘埃,故星际空间绝不是真空,科学家测到的每秒 30 万公里的光速决不是真空光速,它另有其值,且必大于每秒 30 万公里。我认为光子因引力场强改变而变速运动,其光程线弯曲,使空间看来是弯曲的,而非相反!但当时我还没找到解决这些问题的途径和方法。大学毕业后,我的工作远离我的专业,但我始终关注着物理学的发展动态。

大爆炸理论和黑洞研究的进展,特别是霍金博士的工作给了我很大的启发和激励。特别是关于类时空间、类光空间、类空空间的区分,使我敏感到相对论说的引力和相对运动破坏了同时性的重大意义。它打开了通向多度规多宇宙时空的大门。爱因斯坦没从他亲自打开的这扇门走出去,否则他早就可从多度规多宇宙时空的类空空间看出量子统计率的物理本源,搞成量子论和相对论的统一了!我在退休前后,作了两年的准备,确定了探究的思路和途径,在2001年初开始了数理推演,很快得出了(宇宙还在加速膨胀)的结论。虽然,这是度作用力(反引力、光压和中心黑洞引力)的必然结果。但当时,天文学还没有发现这方面的报道。而无穷维的非线性方程组根本无法严格求解,找到了三个特解,但与前人从爱因斯坦广义相对论得到的三个特解本质上是一样的,没有新意。这使我很失望,甚至怀疑自己工作是否值得进行下去,我一度中断了这一工作。2002年初,宇宙还在加速膨胀的天文学发现被报道,这使我万分激动,我的理论探索应该是正确的。很快用三度规四宇宙模型作为无穷度规的多宇宙时空的近似的想法也形成了,我又继续新理论的数理推演,我们所在所见的宇宙的尺度的推算值获得了:以宇宙的年龄为200亿年计,上限不大于150亿光年,下限不小于138.59亿光年。大约半年后,美国根据太空望远镜的太空照片,经计算机运算,我们的宇宙尺度约137亿光年。

这使我大受鼓舞。因为,按我的理论,我们所在所见的宇宙的最外层是向外运动的光子层,是摄影机摄不到的。因而,理论值比实测值大是合理的。这使我决心将研究继续下去。关注我的研究工作的大学同学曾建议我及时将阶段性成果报道出去,走在实践之前的意义更大。可我追求的是,提供给人们一个尽可能完整和自洽的理论。2004 年夏我完成了《大爆炸形成多宇宙时空》一书的中文部分,为了便于国际学术界的了解,又花了一年时间将全书自译成英文。2005 年夏我将书委托上海学林出版社出版。中文审阅很快由出版社邀请的两位物理教授完成了,他们表示,书稿中的理论他们在中外文献中未见到过,是作者自己的东西;依他们的水平,无法评判理论的正确与否。英文部分的校阅,出版社请了位留美回国的物理学博士,可能是我的英文稿质量差,校阅者太忙,为了在约定的出版期出书,除了序言和概要,主要的英文内容只好放弃。书在 2006 年 3 月出版,由新华书店发行。半年后,2006 年 10 月 12 日 MSN 网公布美国太空署公告:根据太空的宇宙背景辐射的各向异性的探测数据,美国和意大利的天体物理学家经计算机模拟,我们的宇宙是个椭球体。拙著中的又一推论得到支持。

我将《大爆炸形成多宇宙时空》一书中阐述的理论定名为:正交的多度规多宇宙时空理论。该理论尊重原有量子理论的科学实践和理论体系,与之比较,有六个新颖的观点:

1. 根据量子运动的麦克斯韦速度分布率,粒子间必有不同速度的相对运动,根据相对论,同时性被破坏。因此,量子问题不是简单的单一时钟的系统问题,而是多时钟(多度规)的系综问题。

2. 量子力学中非常重视不同自由度间的相互作用,称之为交换力,我认识到正是这种力导致了量子效应,我把这种相互作用扩展到不同度规之间,并统称为度作用力,并认为度作用的传播速度是真空光速。这一观点阐明了量子现象不服从因果率,而服从统计率的力学根源,是它度宇宙对我们所在宇宙的度作用力来自类空空间,作用点在类时空间,而遍历我们所在的类时空间的缘故,它使我们所在的时空量子化、频谱化,是物质波粒二象性的物理根源。度作用力的传播超相光速也可解释量子问题中的“超光速”现象和测量仪器影响原来的量子分布的问题。

3. 我坚持光速随物质的分布密度和场的强度而改变的观点(理论导出了此关系式),认为物质高度密集,场强极端强大的场合,光速可接近为零。此时

$$G_0 = G\beta^{-2}$$

式中, G 为我们测定的引力常数; G_0 是该处的引力常数,故该处的引力耦合可与强相互作用接近,引力与强力的统一可克服。而麦克斯韦速度分布对于有静止质量的粒子而言,其区

间是 $[0, C]$, C 是相光速, 不同的物相内 C 值是不同的; β 为相对论修正, $\beta = \left(1 - \frac{v^2}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ 。

4. 多宇宙的思想在科学家中是量子物理学家提出的(更先是宗教界提出的), 但他们是平行的多宇宙。我对规范场的酉空间印象深刻, 酉空间是正交的。天文学中, 天体引力场为洛希面, 相邻天体的洛希面相切于拉格朗日点。因此, 我提出的是正交的多度规多宇宙时空理论。

5. 我不赞成“真空激发”、“真空不空”的说法。他们涉及的或是人造的“真空室”, 或是星际空间, 不是真正的物理真空。物理真空内是没有物质及其运动的, 它是客观存在的。它就是大爆炸的波阵面还没能到达的地方, 物质还来不及进入, 我称之为绝对无穷大真空, 天文学发现的宇宙大空洞可能也是; 再就是物质不可能进入的区域, 它存在于每个有形物体(包括有静止质量的基本粒子和天体)的中心, 我称之为绝对零真空。它的尺度并不是零, 是有大小的, 最小尺度 r_3 约为 $0.4259L_{PL}$, L_{PL} 是普朗克长度。绝对零真空的包络面我称之为相对零真空, 其上光速为零; 我把大爆炸的波阵面称之为相对无穷大真空, 其上光速才是爱因斯坦说的真空光速: $C_\infty = 80$ 万公里/秒。从而, 奇点 0 和 ∞ 被排除, 量子积分区不是 $[0, \infty]$, 而是 $(0, \infty)$, 或 $[r_3, R_z]$, R_z 是大爆炸波阵面的尺度。因而, 量子的奇点和发散问题被排除。而 $\Delta S \neq$

0, 即 $\delta r \cdot \delta t > 0$ 才是导致量子的测不准率的根源。

6. 我把三种无静止质量的作用子——光子、引力子和胶子视为内禀宇称不同的同一种物质, 这既是对称性和三者宇称间的关系所决定, 也是相互作用统一的要求。

正交的多度规多宇宙时空理论源于爱因斯坦相对论, 相对论的思想贯穿于该理论。但它毕竟与爱因斯坦相对论有所差异:

1. 爱因斯坦相对论是单度规时空理论——单时钟的连续时空, 正交的多度规多宇宙时空则是多时钟的离散时空。

2. 爱因斯坦相对论中度规张量的时间是标量, $S = r + iCt$; 正交的多度规多宇宙时空中 $S_i = r_i + iC_it_i$; $S_i \cdot S_j = r_i \cdot r_j - C_i C_j t_i \cdot t_j$, $i = j$ 时, $r_i \cdot r_j = r_i^2$, $t_i \cdot t_j = t_i^2$; $i \neq j$ 时, $r_i \cdot r_j = 0$, $t_i \cdot t_j = 0$, 时间也是矢量, 方向与位置矢量一样, 是从始点指向终点。

3. 不仅在引力中引入反引力, 而且, 引入了始终以真空光速传播的长程相互作用——度作用力。

4. 明确真空光速是相对无穷大真空处的光速, 而在相对零真空处的光速为零, 相光速的变动范围是 $[0, C_\infty]$, 它与时空的物质状况相关。

5. 认为时空流形不仅为引力所决定, 所有的相互作用都影响着它, 例如度作用, 弱相互作用脱耦和中微子脱耦曾对时空流形的演变起过决定性的作用。

6. 认为黑洞是客观存在的天体,而白洞只是存在于黑洞中心的一种物质状态。

正交的多度规多宇宙时空理论是从大爆炸理论着手进行数理推演的,但它与旧的大爆炸理论也有明显的不同:

1. 我把大爆炸的光球宇宙视为梯度场,其内的光速是呈梯度变化的,波阵面处才是真空光速,内部是越近中心越小的。温度也呈梯度变化,越近表面温度越低。故相互作用的逐级分离是由表及里地展开的,物质的演化也如此。而旧理论是将光球宇宙视为一个均匀体,演化是在全域同时发生的。

2. 我高度重视弱作用的电荷(C)、宇称(P)、时间(T)联合反演的守恒,认为在弱相互作用脱耦和中微子脱耦时,必然导致与电磁相互作用分离的引力相互作用是正引力和反引力同时出现,即引力相互作用是同性物质相吸,异性物质相斥的,由此,光球宇宙的中心对称自发破缺为 CPT 的镜面对称,反作用又导致中心黑洞的形成,而正反物质世界继续分裂,多宇宙时空形成。而旧理论是单一宇宙的。

3. 旧理论既没说出大爆炸的宇宙白洞从何而来,起爆条件是什么?也无法揭示宇宙演化的全过程。我的理论则全面地解决了这些问题。

4. 旧理论先后添加了爆炸初期的暴涨假设、暗能量和人择原理的假设。我不需要这些人为的假设,宇宙初期确有暴

涨,后来又是快涨期(还是快转期),现在及随后漫长岁月是一个加速度越来越小的缓慢加速膨胀期(也是缓慢旋转期),之后是漫长岁月的收缩期、快速蒸发期,直至又一次的宇宙大爆炸!完全是自然的演化过程。

我的理论研究的重点是黑洞问题,是基于前人的研究成果之上的。但与他们不同的是:

1. 我把黑洞和白洞结合在一起研究,而别人只研究黑洞,因为他们没看出黑洞和白洞的正确关系。

2. 我始终把黑洞与它周围的时空状况联系在一起研究,把黑洞视为一个耗散结构系统,从而揭示了各类具体黑洞的特点和相互关系,建立了类星体理论。与它周围的时空状况脱离的黑洞只能是抽象的研究。

3. 我提出了裸黑洞的概念,以及黑洞在收缩阶段有驻波辐射,从而解决了黑洞的蒸发问题,这些都是旧的理论中没有的。

4. 黑洞研究通常运用量子的离散数学处理方法,而我将黑洞视为连续介质,用连续函数的微积分方法处理。尽管这是近似的方法,却有效,得到的黑洞温度公式包容了霍金的公式,熵公式也比霍金的熵公式更合理。对于物理问题,数学处理可以有多种途径,只要能解决问题,不存在那种更高级的问题,倒是越简明扼要为优。如果说,有些黑洞物理学家说,黑洞内部可能仍是个因果律起作用的区域,但他们只