

KEXUEMUJIZHE

# 科学目击者

## 黑洞与白洞

北京未来新世纪教育科学研究所 编



新疆青少年出版社  
喀什维吾尔文出版社

# 科学目击者

## 黑洞与白洞

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社  
喀什维吾尔文出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2005. 12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

## 科学目击者

### 黑洞与白洞

北京未来新世纪教育科学研究所 编

---

新疆青少年出版社 出版  
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-3000

---

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

# 前 言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂,实非少数几人所能完成,所以我们在编稿之时,于众多专家学者的著作多有借鉴,在此深表谢意。由于时间仓促,纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

# 目 录

|   |                        |    |
|---|------------------------|----|
| 一 | 黑洞综述.....              | 1  |
|   | 1. 黑洞导论.....           | 1  |
|   | 2. 黑洞与相对论.....         | 3  |
|   | 3. 宇宙深渊.....           | 4  |
|   | 4. 黑洞与时间.....          | 5  |
|   | 5. 黑洞的利用.....          | 6  |
| 二 | 白洞综述.....              | 8  |
|   | 1. 白洞导论.....           | 8  |
|   | 2. 白洞起源 .....          | 11 |
|   | 3. 白洞的喷发 .....         | 13 |
| 三 | “大爆炸”的结果 .....         | 15 |
|   | 1. 坍缩成黑洞的原因 .....      | 15 |
|   | 2. 黑洞模型与大爆炸模型的区别 ..... | 16 |
|   | 3. 大爆炸是黑洞还是白洞 .....    | 17 |
| 四 | 经典论述 .....             | 22 |
|   | 1. 虫洞的由来 .....         | 22 |
|   | 2. 黑洞并不黑 .....         | 25 |
|   | 3. 广义相对论与白洞 .....      | 31 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 4. 黑洞和婴儿宇宙 .....   | 33 |
| 5. 黑洞的量子力学 .....   | 45 |
| 6. 黑洞与虫洞 .....     | 58 |
| 7. 白洞与虫洞 .....     | 60 |
| 8. 黑洞不寻常的性质 .....  | 65 |
| 9. 黑洞的信息丢失问题 ..... | 69 |
| 10. 掉入黑洞的时间 .....  | 73 |
| 11. 什么是霍金辐射 .....  | 76 |
| 12. 一种新型黑洞 .....   | 78 |
| 13. 黑洞存在的证据 .....  | 83 |
| 14. 引力走出黑洞 .....   | 88 |

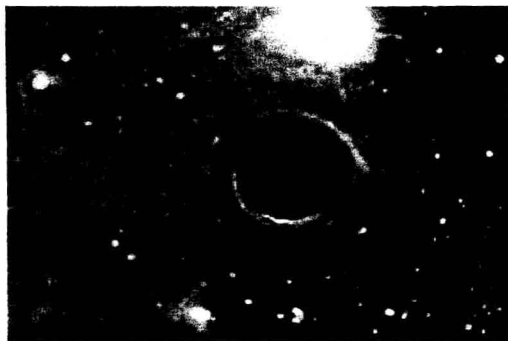
## 一 黑洞综述

提起黑洞,使人总想到一种神秘的色彩,那么究竟什么是黑洞?黑洞是由具有极大质量的超巨星在塌陷时所形成的,恒星的核心在本身重量的影响下非常快速的收缩,并释放出强劲的暴发能量,如果核心物质大的使塌陷无限地继续下去,便产生了黑洞,在重力巨大的挤压下,所留下的物质具有难以想像的高密度。由于黑洞的质量非常大,使得它们具有强大的重力场,这些力量大的连光线也无法逃出它的手掌心,这也就是为什么它要叫做黑洞的原因了,在它的边界内你看不到任何东西。

### 1. 黑洞导论

黑洞,顾名思义就是一个漆黑的洞。因其引力过强,以至于连自己发出的光线都无法从其中逃脱而出。就连光线由外射入,也像射入无底洞。那么大质量塌缩的恒

星是如何到达此情境的呢？试想一物体于一塌缩星的表面，随着恒星塌落而凝缩，不停的靠向中心，重力愈来愈强。（天体的重力离中心愈近愈大）而恒星愈收缩，要离开它的表面速度要求愈大。当恒星塌缩到到光速时，已几乎无任何物体可逃脱而出。（根据爱因斯坦相对论而言，光速是所有物体速度的极限，几乎没有任何物体的速度会超过光速。）而塌缩到光速都无法逃出时，任何物体都不可能再从黑洞中出来。当恒星塌缩到此一境界时，这时黑洞所呈现的半径就称为“史瓦西半径”。假设地球也做如此的塌缩，那此时地球的史瓦西半径就为一厘米宽。但恒星并非一定凝缩到此程度才形成不可逃脱的表面。质量愈大，其史瓦西半径内的物质密度愈小。如质量是太阳一亿倍的，缩到水的密度便达到史瓦西半径了。



## 2. 黑洞与相对论

谈黑洞必须谈到爱因斯坦的相对论。本来黑洞并非一定得由大质量的恒星演变而成,只是一般星体不可能一下子缩到底。所以恒星演变成黑洞只有经由大质量塌缩这一途径。此结论已由相对论导出,至于黑洞与外界断绝关系,我们可以把其形状试想成细长瓶子状。进入瓶子的一切短程线,都只能按弧线落到其底部。因此形成禁锢的空间,任何物体都无法逃出。但这个禁锢空间对外界是开放的,只是进的去出不来而已,也就是它和外界相通只有单向性。这个禁锢空间的内外分界称为事界(Event horizon),也就是史瓦西半径的界面,过了这界线,外界就无从得知了。内部的人最远只能到达史瓦西半径界面,亦即事界是他们世界的端点。而史瓦西界面是由史瓦西首先依据相对论所求出的解,后人便称之为“史瓦西黑洞。”然而其实事界的概念已先于爱因斯坦早存在,但他创见性的两点在于时空弯曲以及光速是一切物体运动的极限。

### 3. 宇宙深渊

黑洞是一去不复返的深渊,但在靠近黑洞时,由于时间的延滞,会发生许多奇妙的事。黑洞旅行者穿越事界,按他的计时系统来说,只是很短的时间,但对远方的观测者来说,其结果却是恰恰相反。他看见愈近事界宇航员的身影愈薄,接近事界愈缓慢。火箭无限靠近事界,但总不能到达。外界的人看事界亦为如此,也是越塌缩越缓慢,形状也越朦胧,塌缩星就像是渐渐凝住了所以以前把这现象叫做“塌缩星凝止”。凝止的界面就称为“凝止界面”(Static limit)。而当塌缩接近事界时,星光迅速暗淡。对于太阳质量十倍的星,就在凝止那一刹那,在百万分之四秒内全部化为乌有。所以我们无从得知黑洞是如何形成的。然而黑洞周围的时空弯曲的性质,对人的寿命有特殊影响。它周围的时间进度缓慢,也许这可以作为一种变时机制,勇敢涉足于事界边缘也许可以不老不死。但在黑洞的边缘要求很大的加速度。愈靠近黑洞,要求的加速度越大,时间延滞也越厉害。

## 4. 黑洞与时间

在我们的世界中,空间是自由的,你可以随意上下左右移动;但时间只有一个方向,你不能使时光倒流。靠近事界时,时间进程减缓了,但是方向没有改变。而在事界中,则恰恰相反,我们不能在空间自由行动了,但却可在时间上后退。黑洞中的物体毫无办法的向下落,亦即绝对不停止的冲向黑洞中心。在外界不断向时间的一方流逝,在事界却变为不断的向中心走去,舍此别无它途。我们每个人都有自己的内在“时钟”,这时钟和某人一起行动,其时刻便称为他的“本位时”(Proper time)。由于各种原因,各人的本位时皆不同。只是地球上的本位时差太微小了,所以大家可以校准,但靠近事界的人和远方的人本位时去却相差很多。由于运动系统时间的延滞,不同速度的系统时间就相异了。靠近黑洞时的强引力,相对于周围世界产生加速度,同样也就有时间延滞。光的红位移亦可表明此一效应。光有能量,也就是有质量,一样受到引力场的作用,它要克服事界的巨大力量,一定付出能量的代价。光的能量由频率决定,越靠近事界的光,

跑出黑洞范围的频率越跌落的厉害。如果以光的脉动来做计时装置,那么愈靠近事界处的钟就走的越慢。

## 5. 黑洞的利用

物理学家把有序的相反概念,也就是无序状态叫做熵(Entropy)。一个封闭的物质世界系统,无论什么物理变化,全熵量即无序的总量绝不减少,这称热力学第二定律。最后熵达到最大而成平衡状态,这就是所谓的热寂,这时到处能量分布相同,宇宙再也活不起来了。没有运动,也就是没有时间,宇宙就不存在了!引力能的熵比核能以及热运动能的熵小得多,通常引力场绝非无序的。但黑洞把通常共存物体吞噬进去,就使黑洞失去多样性而趋于统一,于是就包含一定的熵,把黑洞引力场转为其他形式就不能百分之百有用。但黑洞有熵是肯定的。若非如此,投入极大量的无序的东西到黑洞中,岂非全体熵减小了。这就和热力学第二定律相违背了。而黑洞的引力能,可看为存于表面,恰如水滴表面张力那样的表面能。如果给水滴补充能量,它就会激烈震动而分裂。因为面积不够容纳更大的能量。同样的,如果对黑洞施以

能量,类似的理由它会震动,用引力波放走能量,因为它不能分裂。它的表面积依然和初始界面表面积一样,亦即表面积不能减少,这可称为“不减能”。黑洞一形成,对应的表面积就是永远不可减。再来谈到若黑洞自转或带电的话,其塌缩星的能量便对应增加。因为各个电场互相排斥,要合成一体必须作功。所以电荷凝缩伴随着电场能量的储存。以后吸收等量反符号电荷,变成中性,就等于把储存的能量放出。事实上,塌缩星的全部能量包含了寄存的电量。而黑洞有不可减表面能量、自转能量、电场能量三种。自转能和电场能不是以熵的形式寄存的。旋转速度降低、电荷中性化,就可送出能量,所以只有表面能是熵性的。但要如何获得其能量呢?在这里提供了“弹道法”。它是把物体射入能层,让它分裂为二。一个跌进了事界,一个抛了出来,而跑出的便带走了能层的能量。

## 二 白洞综述

### 1. 白洞导论

广义相对论方程组有个很有趣的数学特性,即它们在时间上是对称的。这意味着可以取方程组的任何解,想像时间是倒着流而不是顺着流,你可以得到方程组的另一个解。如果你用这个解来描述黑洞,你可以得到一个叫白洞的物体。黑洞是一个空间区域没有任何东西能逃出来,黑洞的反时间版本就是一个空间区域没有任何东西可以掉进去。事实上,就像黑洞只能吸进东西,白洞只能吐出东西。

白洞是广义相对论的一个完美的数学解。但那并不表明它们真的在自然存在。实际上,它们基本上可以说肯定不存在。因为没有办法来产生一个。(产生一个白洞就像要毁灭一个黑洞一样是不可能的,因为这两个过

程是时间上互相相反的)。

人们对黑洞的观测已花费了不少心血,而根据广义相对论,又有人提出了一种“白洞”理论。人们发现,类星体的个头不大,但亮度极高,于是猜测其中心可能有个白洞。

黑洞的一个特点是,它在自己的周围形成了一个封闭的边界。这个边界是只许进不许出。白洞也有一个边界,它吸引外界物质和辐射能到这个边界,并不能通过边界而进入白洞,可是白洞内部物质和辐射不受边界限制。因此,白洞像个源泉,不断地向外部喷射物质。正因为它“只出不进”的特点,使它成为一个可见的天体。

白洞“只出不进”,那么它的物质不会枯竭吗?如果不枯竭,那么这些物质从何而来呢?有人提出一种设想,白洞与黑洞是相通的,它们之间有一条通道,叫做“蛀洞”。正是这条通道,把黑洞吸积的物质,运到白洞喷发出去。美国天文学家认为,蛀洞这一通道可能使我们与其他的宇宙相连。

那么,白洞是怎样形成的呢?著名的英国天体物理学家霍金认为,白洞有“自发蒸发”现象,它会使白洞质量减小。小白洞在很短时间内就蒸发干净,大白洞则需要

时间较长才可蒸发干净。蒸发过程中,质量不断减小,且随质量的减小加速蒸发。最后发生一种反收缩方式的猛烈爆发,这与黑洞很类似。这是否意味着,黑洞的终结是白洞的开始。

总的来说,白洞和蛀洞还只是广义相对论的一个数学结果,还未得到证实,而且就理论自身来看,也还有许多问题要解决。

黑洞作为一个发展终极,必然引致另一个终极,就是白洞。其实膨胀的大爆发宇宙论中,早就碰到了原初火球的奇点问题,这个问题其实一直困扰着科学家们。这个奇点的最大质量与密度和黑洞的奇点是相似的,但他们的活动机制却恰恰相反。高能量超密物质的发现,显示黑洞存在的可能,自然也显示白洞存在的可能。如果宇宙物质按不同的路径和时间走到终极,那么也可能按不同的时间和路径从原始出发,亦即在大爆发之初的大白洞发生后,仍可能出现小爆发小白洞。而且流入黑洞的物质命运究竟如何呢?是永远累积在无穷小的奇点中,直到宇宙毁灭,还是在另一个宇宙涌出呢?如果黑洞从有到无,那白洞就应从无到有。20世纪60年代的前苏联科学家开始提出白洞的概念,科学家做了很多工作,