



祝贺彭罗斯获 2020 年诺贝尔物理学奖

王德奎 (Wang Dekui)

绵阳日报社, 绵阳, 四川 621000, 中国

y-tx@163.com

Abstract: 2020 年 10 月 6 日今年诺贝尔物理学奖揭晓, 89 岁的英国数学家罗杰·彭罗斯“由于发现黑洞的形成是广义相对论的一个有力预测”而被授予了诺贝尔物理学奖----这是一件众望所归的大喜事, 也是对英国理论物理学家斯蒂芬·霍金 (1942--2018) 最好的纪念。彭罗斯的理论研究不假, 是今年同时获得诺贝尔物理学奖的德国科学家莱因哈德·根泽尔和美国科学家和安德里亚·盖兹, “在银河系中心发现了一个超大质量的致密物体” ----这两人是彭罗斯证实理论的发现者----三人因发现了宇宙中最奇异的现象之一 ----黑洞, 分享了今年的诺贝尔物理学奖。

[王德奎. 祝贺彭罗斯获 2020 年诺贝尔物理学奖. *Academ Arena* 2021;13(8):70-75]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 4. doi:[10.7537/marsaa130821.04](https://doi.org/10.7537/marsaa130821.04).

Keywords: 诺贝尔物理学奖; 英国; 数学; 罗杰·彭罗斯; 黑洞; 相对论; 斯蒂芬·霍金

2020 年 10 月 6 日今年诺贝尔物理学奖揭晓, 89 岁的英国数学家罗杰·彭罗斯“由于发现黑洞的形成是广义相对论的一个有力预测”而被授予了诺贝尔物理学奖----这是一件众望所归的大喜事, 也是对英国理论物理学家斯蒂芬·霍金 (1942--2018) 最好的纪念。

彭罗斯的理论研究不假, 是今年同时获得诺贝尔物理学奖的德国科学家莱因哈德·根泽尔和美国科学家和安德里亚·盖兹, “在银河系中心发现了一个超大质量的致密物体” ----这两人是彭罗斯证实理论的发现者----三人因发现了宇宙中最奇异的现象之一 ----黑洞, 分享了今年的诺贝尔物理学奖。这也是 2020 年诺贝尔物理学奖的一大亮点: 理论推导者与实验发现者共同获奖, 这好得很。

彭罗斯作为一个数学家, 能获诺贝尔物理学奖, 并不奇怪。虽然他是 1965 年 1 月在爱因斯坦去世 10 年后, 为了证明黑洞的形成是一个稳定的过程, 彭罗斯用数学“奇点”证明了黑洞确实可以形成, 指出广义相对论导致了黑洞的形成, 并进行详细描述----这篇开创性的文章, 至今被视作爱因斯坦之后对广义相对论的最重要贡献, 而且他也称为新黑洞物理学的开创人物之一。

彭罗斯 1931 年出生于英格兰埃塞克斯, 1957 年博士毕业于英国剑桥大学, 现为英国牛津大学数学系终身名誉教授。他在数学物理方面的工作对广义相对论与宇宙学方面具有高度贡献, 曾以彭罗斯--霍金奇点理论与霍金共享 1988 年沃尔夫物理学奖。

我们知道彭罗斯, 是看到 1985 年上海科技出版社出版的《科学的未知世界》一书中, 读到彭罗斯的《自然界是复的吗?》一文产生共鸣, 才开始关注彭罗斯的。如他的《皇帝新脑》、《时空本性》、《宇宙的轮回》和《通往实在之路----宇宙法则的完全指南》等著作, 成为我们的必读之书。

35 年来我们对彭罗斯的学习和了解, 认为他有四个特点: (1) 彭罗斯把数学理论的研究与物理的应用, 结合得很好。2020 年获得诺贝尔物理学奖, 就是一个证明。(2) 彭罗斯善于别人搞科研合作。例如彭罗斯对引力物理的许多重要贡献, 和霍金的合作分不开。他和霍金一道证明了广义相对论的奇点的不可避免性, 提出了黑洞的捕获面, 以及克尔黑洞的能层概念。(3) 彭罗斯勇于承认被科学实验证实了基础理论, 敢于转变已陈旧的科研方向, 与时俱进。例如, 彭罗斯原先是跟着霍伊尔的“恒宇态”思维走的。1965 年宇宙微波背景实验被发现, 彭罗斯立马转到宇宙大爆炸论, 当年就发展出用新的数学概念研究广义相对论的方法, 论证明黑洞的形成是一个稳定的过程, 一举为 2020 年获得诺贝尔物理学奖打下了基础。(4) 彭罗斯系统学习和整理了古今数学和物理等自然科学从基础到高端全部的人类认知成果, 把它们分为 32 个知识阶梯, 最后归结的是超弦、圈量子、扭量等类似的理论, 出版了巨著《通往实在之路》。这是目前世界上还前无古人, 后无来者的创举。也为他能获得今天获得诺贝尔物理学奖准备充分的力量。彭罗斯代表了西方科学中善

良的一面，也帮助浇灌了中国特色社会主义自然科学的“柯猜弦论”之花。

例如，代表彭罗斯的科学善良，是在《通往实在之路》一书中，他并不赞扬“超弦理论”，而把他的“扭量”理论排在 32 个的最高最后的阶梯，但他仍然原汁原味坚持把“超弦、圈量子”，排在倒数的第 31 个最高的阶梯上。这里有一点道理的是：“超弦”类似古代原子论，是单个的原子论；也类似现代普朗克的量子论，是单个的量子论。但现代统计热力学的玻尔兹曼的原子论，是大数据的原子论，而且容易被爱因斯坦说的类似布朗运动的科学实验等所证实。其实，中国特色社会主义自然科学的“柯猜弦论”，正是类似统计热力学玻尔兹曼的原子论，是大数据的超弦理论，能被类似 2020 年全球抗击新冠肺炎疫情中的突出表现所理解。

《通往实在之路》这部巨著，为我们认识宇宙提供了一个全面而无与伦比的指南。彭罗斯发明研究时空的拓扑结构的主要工具，即彭罗斯图。他对类空、类时和零无穷的阐释使引力辐射的图像更具形象。他把旋量引进引力物理，使辐射问题的研究更新，这就是扭量--彭罗斯形式，在此框架中他证明了剥皮定理，即向无穷远辐射的引力可按照其衰减方式被分成四个层次（电磁波只有两个层次）。从这里，我们能够了解物理学各个不同门类在科学上所起的作用；学到微积分和现代几何学的众多神奇概念；知晓量子力学的基础和冲突；明了什么是粒子物理学标准模型；什么是宇宙学、大爆炸、黑洞；什么是热力学第二定律的深刻挑战；何谓弦论和 M 理论；何谓圈量子引力；看到各种科学新潮以及新的发展方向。

创见本天成，有缘偶得之。彭罗斯的“奇点”思考事后他回忆说：1964 年的秋天，他还是伯克贝克学院的数学教授，一次一天午后与一个同事一道散步，正要穿越一条小径时，他们暂时停止了交谈，一个想法划过他的脑海。那时他从大脑里翻出了这个念头：“俘获面”。这就是彭罗斯苦寻多年的数学工具。俘获面强制所有光指向一个中心，无论这个面是向内还是向外弯曲。利用俘获面，彭罗斯可以证明黑洞总是藏有一个奇点，一个时空结束的边界。它的密度是无限的，所有已知的自然法则到此终止。所有物质只能从一个方向穿过黑洞视界，然后时间代替了空间，条条可能的路径都指向内，时间的潮流把一切都带向不可避免的奇点。从外面看，没人能看到你跌入一个超大质量黑洞的过程，根据物理定律，窥视黑洞绝无可能。黑洞把所有的秘密都藏在事件视界后面。尽量看不到黑洞里面，但我们可以观察黑洞巨大的引力牵引着周围恒星运动。

自 1960 年代以来，物理学家们就推测包括银河系的大多数大型星系中都存在超大质量黑洞。而银河系中心一个叫做人马座 a^* 的区域，正有一个强大的无线电源。从我们地球的角度来看，巨大的星际云和尘埃遮住了大部分从那里射出来的可见光，但红外线望远镜和射电望远镜能帮助天文学家们“透视”。在银河系中心，一个看不见的、极其重的物体控制着恒星的轨道。超大质量黑洞是目前唯一已知的解释。爱因斯坦自己并不相信黑洞真的存在，这些超重量级的怪物会捕获所有进入它们的东西。没有东西可以逃脱，即使是光---黑洞把所有的秘密都藏在事件视界后面。尽量看不到黑洞里面，但我们可以观察黑洞巨大的引力牵引着周围恒星运动。

根泽尔和格兹各自领导着一个天文学家小组。自 20 世纪 90 年代初以来，他们发展改进观测技术、设计建造独特的仪器。他们就把重点放在了银河系中心一个名为人马座 A^* 的区域上，开始系统性地长期调查人马座 a^* 区域。研究人员发现，在银河系内中心一光月半径内的恒星移动得最快，像群蜂乱舞；在这个区域以外的恒星，则呈现出更为有序的椭圆运动。一颗名为 S2 的恒星在不到 16 年的时间内就转了一圈，而太阳要花 2 亿多年。随着银河系最中央区域那些最明亮恒星的轨道，越来越精确地呈现在科学家的眼前，这两组人的测量结果走向一致：一个极其沉重、看不见的物体牵引着恒星，令它们以眩目的速度绕行。约等于 400 万个太阳的质量聚集在一个不比太阳系大的区域。利用世界上最大的望远镜，根泽尔和盖兹开发了一种方法，可以穿透星际气体和尘埃组成的巨大云团，看到银河系的中心。

他们拓展了技术的极限，改进了新技术，以弥补地球大气造成的扭曲，建造独特的仪器，并致力于长期的研究。他们的开创性工作为我们提供了迄今为止最令人信服的证据，证明银河系中心存在一个超大质量黑洞。黑洞是唯一可能的解释，这与彭罗斯指出黑洞是广义相对论的直接结果一致，但在奇点的无限强引力下，这个理论就不再适用了。未来，理论物理学领域必须把物理学的两大支柱---相对论和量子力学结合在一起，而这两者正好在黑洞的极深处交汇。

以下我们来分析彭罗斯和霍金的争论---即黑洞信息丧失问题上的争论。因为这首先是由彭罗斯和霍金引起---在奇点和奇环是不同拓扑结构问题上，霍金和彭罗斯采取了不同的立场。霍金的宇宙，永远膨胀类似一个球面；反之，收缩也应是球面，而球面是有奇点的。而彭罗斯利用扭量理论理解的宇宙是复数的；扭量理论迈向了实、虚、正、负、

零五元数量子时空，是一次飞跃。扭量理论对复数的量子时空，用共形投影的黎曼球来处理，这是个非凡的举动。

但扭量理论至今发展不大，是因为彭罗斯没有把“黎曼球”看成是“点内空间”的映射。即黎曼球的整个球面或者半个球面占据的地方，虽类似一个点，但把“黎曼球”拿开，表示复数的阿干平面，就成了环面。而“黎曼球”留下的孔洞，是一个不动点；“黎曼球”不动点孔造成的曲率，称为扭量的第一曲率；而其余的阿干平面表示的复空间，称为扭量的第二曲率，它是以量子力学粒子的波函数代替的。这样，点本身将由扭量构成。粒子也是如此。即扭量可以取代“时空点”作用的要素，所有可能的粒子空间实际是一个复空间，无质量粒子也可用在时空画一条世界线来表示，即使当自旋为零时，粒子不是完全定域的。扭量的几何基本上是复的，达到了量子力学原理到几何概念的一种实质性的结合。

1、如果复数量子时空的虚部分，可以看成类似黎曼球联系的“点内空间”，同意拓扑学环面是没有奇点的，那么史瓦西黑洞是球对称的，是有奇点的。转动的克尔黑洞，内部有一个奇环，是没有奇点的。另外，带电的纽曼黑洞或既带电又旋转的克尔--纽曼黑洞，有复杂的奇环结构，也是没有奇点的。

2、霍金认为，如果在宏观黑洞中信息丧失，那么信息也应在因度规量子起伏出现的微观的虚黑洞过程中丧失。在霍金看来，事件视界的出现和内禀引力熵的存在，以及相伴随的量子纯态向混合态的演变，在原来的量子不确定基础上引入了额外的不确定性。

3、这里如果用虚黑洞的方生方灭，来理解纯态向混合态的演变，霍金思维和彭罗斯的扭量思维是等价的。从相互作用实在论的立场看，虚过程和所谓的可能发展趋势，是相对于实过程来定义的。如果把波函数相位视为信息，虚过程丧失的只是相位信息。

4、彭罗斯认为虚黑洞对的涨落，会导致量子体系的相空间体积和信息的丧失，而作为量子测量的R过程，会导致波函数塌缩并引起相空间体积的补偿增益，而且这个过程不是时间对称的。如果上述过程是时间对称的，应该容许封闭量子体系内有白洞出现，但他认为这违背热力学第二定律；而真正的量子引力论一定会涉及时间不对称性。其实彭罗斯忽视了类似大小相等、方向相反而对称的力线，也可以不作用在同一点上。即量子理论的“时间对称”曾被笼统地理解了。虚黑洞可以有时间是对称的，也可以有时间不是对称的。宇宙大爆炸，就类似虚数的封闭量子体系运动到“零”出现的白洞。或者如

霍金认为，在一定程度上，量子力学的霍金辐射可被看作是经典的物质被黑洞“吞没”的时间反演。

5、在量子宇宙学中，霍金将黑洞的熵与时空拓扑的变化联系起来，也是与彭罗斯的设想是一致的。彭罗斯的扭量复数量子时空，认为黑洞产生的概率是与量子测量得到的信息量非定域地关联在一起的，即使不出现黑洞，量子测量也能进行。而霍金按照费曼路径积分的方法来理解量子理论，一个粒子不像在经典理论中那样，不仅只有一个历史；相反地，它被认为是通过时空中的每一条可能的途径，每一条途径有一对相关的数，一个代表波的幅度，一个代表它的相位。粒子通过一指定点的概率是将通过此点的所有可能途径的波叠加而求得。但人们不是对发生在你我经验的“实”时间内的路径求和，而是对发生在所谓的“虚”时间内的粒子的路径求和，把波加起来，这就是量子场论中的维克旋转，用 it 代替 t 实现时间轴的旋转，同时把闵可夫斯基空间翻译成欧氏空间，在欧氏理论中量子场论的某些表达式（譬如路径积分）可被更好地定义。

霍金进一步把“维克旋转”运用到洛化度规这一类弯曲时空的度规中，以便得到欧氏度规的空间的更高水平上的维克旋转。即依据霍金的说明，要用费曼的历史求和方法确定宇宙波函数，在数学上非常困难，要运用鞍点近似和维克旋转等数学技巧，这就要求时间值取虚值，并且虚时间所对应的度规还要周期等同。在实时间中，只能朝着时间将来的方向前进，或沿着时间将来方向夹一个小角度的方向前进，在这个方向上不可避免地会遭遇到奇性，实时间在此到达尽头，而虚时间和实时方向夹直角，在虚时间中就可转弯绕过奇性了。

在霍金看来，虚时的引入意味着时间和空间之间的差别完全消失了；在欧几里德时空里，在时间方向和空间方向之间没有任何区别，而在闵氏时空或普通弯曲时空中，所有点上的时间方向都位于光锥里，而空间方向则位于外面。霍金认为，在普通量子力学中虚时和欧几里德时空的运用，仅仅视作一种计算实时空答案的数学方法的理解。但是，霍金同时又推测对虚时间概念作实在论解释的可能性，认为虚时间很可能比实时间更基本，广义相对论中的实时间在合理的因果性和物质分布的条件下不可避免地导致奇点，而量子引力论中的虚时间可以回避奇点，从中可以延拓出实时间，很可能是更为基本的时间概念。这里，实际是霍金超越或解读了彭罗斯的扭量时空理论。

6、其实量子引力作用量，虚时间的引入平心而论，就类似在“点内空间”的事情，而且这只不过在强化实在性结构。实际上各种描述，包括真空和物理场

在内的非实物的相互作用量,就都预设了类似“点内空间”的物质过程的存在,这在不同的理论中,可以指称不同类型的真空态量子场,它们的物理场及其涨落也可以不同,其宇宙的边界条件也就自然成了它没有边界。而有了无边条件条件和虚时间,通过对宇宙所有可能的时空度规求和,也能类似如霍金找到那个理想化宇宙波函数,即“点内空间”能更多更好描写一个没有物质只有宇宙常数的理想化宇宙自发创生的过程。这个过程可想象成半个欧氏四维球面或环面,或者旋转的整个球面或环面。这里也能满足彭罗斯需要的,把场论分解为正频和负频部分,因这实际是指趋向于零的正虚数与负虚数频部分、正实数与负实数频部分。

7、不管是牛顿还是爱因斯坦引力公式,对质量巨大的星体,都会形成将三维空间分为两个区域:一个是以称之为视界的二维光滑曲面为边界的内区域;一个是以视界以外的渐近平直的外区域;而且要求内区域中的点不能与外区域中的任何点通信息。球面和环面拓扑结构不分的人,认为只要与坐标系的选择无关,就能反映时空的内性质,而不必区分奇点和奇环的存在,或者认为在奇点和奇环处,就都只是时空的曲率无穷大(弯曲程度无穷大),物质的密度也无穷大。由于他们只是希望时空中最好不存在奇点,也就推测真实的时空中没有奇点。其实这也对,情形也简单,只要了解宇宙大爆炸类似起于奇环就行。因为上述奇点的出现,是由于他们把时空的对称性只想象得如球面造成的。彭罗斯的扭量理论想到共形投影的黎曼球面,而没有想到环面,是他屈服于传统球面科学的强大压力的结果。

况且还彭罗斯也认为,只要爱因斯坦的广义相对论正确,并且因果性成立,那么任何有物质的时空,都至少存在一个奇点。而霍金参加进来,只是补充了另外的证明。不过,彭罗斯提出了“宇宙监督假设”来改善奇点的处境。他提出,“存在一位宇宙监督,它禁止裸奇点的出现”。也就是说,“宇宙监督”要求奇点必须包含在黑洞里面,这样生活在黑洞外面的人,不会受到奇点的“不良”影响。因为任何信息都不可能跑到黑洞外面来。

8、但研究也表明,裸奇点出现时,黑洞的温度会处在绝对零度。因此这位“宇宙监督”很可能类似就是热力学第三定律。奇点定理表明,时空中至少存在一条具有如下性质的类光(光速)或类时(亚光速)曲线,它在有限的长度内会断掉,而且断掉的地方不能用任何手段修补,以使这条曲线可以延伸过去。即“奇点”就是时间过程断掉的地方。彭罗斯等人相信真正的量子引力论应该取代奇性处的时空的目前观念,以一种明晰的方式来谈论经典广义

相对论中的时空奇点。彭罗斯主张把实际的“奇异点”以及“无穷远处的点”,也就是理想点合并到时空中去。例如,令 IP 是不可分解的过去集。“过去集”是包括自身过去的一个集合,类似宇宙“膜”外的“点外空间”或“膜”内的“点内空间”。“不可分解”是指它不能被分离成两个互不包含的过去集合,即“点外空间”和“点内空间”不能被分离成两个互不包含的集合。IP 有两个范畴,即 PIP 和 TIP。一个 PIP 是一个正规的 IP,即一个实际时空点的过去。

一个 TIP 是一个终端的 IP,而不是时空中的一个实际点的过去。TIP 是未来理想点的过去。如果这个理想点“在无穷”,则称为 ∞ -TIP,类似“点外空间”;如果这个理想点是奇点,称为奇性 TIP,类似“点内空间”。彭罗斯指出,为了使一切分类行得通,我们必须假定没有两点有相同的未来或相同的过去。这样一来,黑洞内部的那些封闭类时线在彭罗斯看来,可能是没有物理意义的数学虚构;即使它们是实在的,由于被视界所包围,因果性和时序的混乱也不会影响黑洞外部的物理过程。霍金后来也提出“时序保护猜想”,认为时空的真空量子涨落必然会堵塞封闭类时线构成的虫洞或时间机器;而且,霍金从量子论的费曼图计算中得出戈德爾宇宙解出现的概率趋向于零。

9、彭罗斯相信引入宇宙监督假设后,经典广义相对论可以保证因果性和时序。而霍金却相反,他认为在引入虚时和无边条件,“点内空间”也可以倾向于一个闭合的宇宙;当然这仅是相对于他认为经典的广义相对论无法给出明确的时间箭头而说的。而彭罗斯认为,大爆炸奇性不同于黑洞奇性,由韦尔曲率假设,初始奇点(大爆炸)的韦尔曲率为零,而终结奇点(大挤压和黑洞)的韦尔曲率可能会发散;两种类型的奇性也许满足完全不同的定律,可能量子引力对于它们的定律是完全不同的。其实,这不是怀疑统一场论的可能存在,不是否定宇宙演化遵循统一的规律。彭罗斯和霍金的不同理解,都是把连续统中实数与虚数分开的,都是对的。

例如,霍金认为,这种分开后,奇点的经典分类对于量子引力定律是无意义的。实际上,如果在宇宙“膜”内考虑引力熵和韦尔曲率假设的联系,热力学第二定律也可以从物质系统趋向稳定运动分布的这一更普适的事实中推导出来。对霍金黑洞辐射机制不同设想的解读,霍金的黑洞辐射与奇点理论是统一的。爱因斯坦的广义相对论方程包括了球面和环面,如果是球面,反演收缩一定可以得到奇点。这是微分几何的证明。黑洞辐射以虚实分演的“霍金环路”,既维护了相对论和量子力学,又把相对论和量子力学统一起来开创了霍金新时代。

10、所以与霍金对抗的形形色色理论，也以否定奇点或虚实观控相对界为突破口。但所持观点的学者，并不了解霍金发展的动态卡西米尔效应---传统意义的卡西米尔力指的是相对静止的两平面之间的吸引，动态卡西米尔效应中的两面镜子，则相对而言作快速移动（类似机械振动）。也就是说，相对之间有一个方向大小不断变化的加速度。这个很快加速移动的镜面可以将虚光子变成真实的光子。其过程可以直观地理解为加速度的作用，破坏了瞬间产生瞬间湮灭的正负粒子对之间的正常时间关系，时间变长，长到虚粒子成为实粒子而被发射出来，在强大的引力场附近，也有可能发生“虚光子”转化成“实光子”产生辐射的现象---“霍金辐射”就是一个典型的例子。

黑洞物理的历史与爱因斯坦 1915 年创建的广义相对论有关---他将引力几何化，解释为弯曲时空的曲率，与量子理论没有任何关系。所以广义相对论相对于“量子论”而言，是经典的理论。经典黑洞，便是这个经典理论的特解，可以被简单的几个参数所描述，由此惠勒提出了“黑洞无毛定理”。无毛的意思是“少毛”。例如，以德国天文学家卡尔·施瓦西（1873--1916）命名的施瓦西黑洞，只有质量、角动量以及电荷三个参数，即黑洞三毛。真是创见本天成，有缘偶得之，惠勒对黑洞研究颇深，一次惠勒和他的一个博士研究生、以色列裔美国物理学家雅各布·贝肯斯坦（1947--2015 年）在喝下午茶时，惠勒突发奇想，问贝肯斯坦：“如果你倒一杯热茶到黑洞中，会如何？”这是一个难于回答的问题，因为热茶既有热量又有熵，但一切物质被黑洞吞下后就消失不见了，那么热茶的热量和熵到哪里去了呢？

贝肯斯坦认为，为了保存热力学第二定律，黑洞一定要有“熵”！贝肯斯坦的黑洞熵概念立刻带来一个新问题：如果黑洞具有熵，那它也应该具有温度，如果有温度，即使这个温度再低，也会产生热辐射。最早认识到黑洞会产生辐射的人并不是霍金，而是莫斯科的泽尔多维奇。霍金开始时不赞同贝肯斯坦提出的“黑洞熵”，后来从泽尔多维奇等人的工作中吸取了营养，得到启发，意识到这是一个将广义相对论与量子理论融合在一起的一个重要开端。于是，霍金进行了一系列的计算，最后承认了贝肯斯坦“表面积即熵”的观念，提出了著名的霍金辐射。黑洞辐射不是一个简单的公式就能了事的，首先得说明辐射的物理机制。根据霍金的解释和计算，黑洞辐射产生的物理机制是黑洞视界周围时空中的真空量子涨落。

在黑洞事件边界附近，量子涨落效应必然会产生出许多虚粒子对。这些粒子反粒子对的命运有三

种情形：一对粒子都掉入黑洞；一对粒子都飞离视界，最后相互湮灭；第三种情形是最有趣的：一对正反粒子中携带负能量的那一个掉进黑洞，再也出不来，而另一个（携带正能量的）则飞离黑洞到远处，形成霍金辐射。这些逃离黑洞引力的粒子将带走一部分质量，从而造成黑洞质量的损失，使其逐渐收缩并最终“蒸发”消失。霍金的分析，成为第一个令人信服的量子引力理论，但目前尚未实际观察到霍金辐射的存在。霍金相信他的研究结果，只好认为信息就是“丢失”了。但“黑洞战争”争的另一方，如在美国斯坦福大学教授伦纳德·萨斯坎德（1940--）的《黑洞战争》一书中，对此则强调量子力学的结论，认为信息不可能莫名其妙地丢失。形成黑洞之前星体的信息，以及黑洞形成后掉入黑洞物质的信息，都保存在黑洞视界的二维球面上，犹如一张储存立体图像信息的“全息胶片”。

在霍金辐射过程中，这些信息应该会以某种方式被重新释放出来。并且，霍金辐射的机制将导致“信息丢失”，可是量子力学认为信息不会莫名其妙地消失。这就造成了黑洞的信息悖论。在霍金生命的最后十几年，黑洞专家们对此的争论和探讨不断---这就似乎发起了一场“战争”---霍金对黑洞的信息丢失问题，发表了一系列文章，提出一些新的说法。例如他曾经认为事件视界不存在，宣称黑洞不黑，应该叫做“灰洞”；又说，黑洞并非无毛，而是长满了软毛，提出“软毛定理”之类的。此外，形成“霍金辐射”产生的一对粒子是互相纠缠的。处于量子纠缠态的两个粒子，无论相隔多远，都会相互纠缠，即使现在一个粒子穿过了黑洞的事件视界，另一个飞向天边，似乎也没有理由改变它们的纠缠状态，对此的解释也难以使人信服。而“柯召--魏时珍猜想”的“柯猜弦论”，已给予了解释。

References

- [1]. Google. <http://www.google.com>. 2021.
- [2]. Journal of American Science. <http://www.jofamericanscience.org>. 2021.
- [3]. Life Science Journal. <http://www.lifesciencesite.com>. 2021.
- [4]. <http://www.sciencepub.net/nature/0501/10-0247-mahongbao-eternal-ns.pdf>.
- [5]. Ma H. The Nature of Time and Space. Nature and science 2003;1(1):1-11. doi:[10.7537/marsnsj010103.01](https://doi.org/10.7537/marsnsj010103.01). <http://www.sciencepub.net/nature/0101/01-ma.pdf>.
- [6]. Marsland Press. <http://www.sciencepub.net>. 2021.
- [7]. National Center for Biotechnology

- Information, U.S. National Library of Medicine.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. 2021.
- [8]. Nature and Science. 6/5/2021
<http://www.sciencepub.net/nature>. 2021.
- [9]. Wikipedia. The free encyclopedia.
<http://en.wikipedia.org>. 2021.

8/12/2021