

霍金“复活”，给黑洞选了个“泄密者”

本报记者 俞慧友

3月14日，著名物理学家史蒂芬·霍金的离世，震惊了整个世界，也遗憾了整个世界。原以为，霍金的研究也因此划上了句号。不想，半年后这位伟大的科学家“复活”了，以第二作者的身份，在arXiv网站上以《黑洞熵和软毛》为题，发表了其最新科学研究论文成果的预印版。这一消息在被著名学术期刊《科学》网站以《霍金最后论文的发出》为新闻发布后，再度引发了人们的关注：最后的论文，到底是写了啥？

“贪食”属性引谜团 丢失的信息去哪儿了

爱因斯坦的广义相对论，是物理学的一大基础理论。这一理论预言宇宙中存在一种质量极大的天体——黑洞。黑洞可由质量、电荷和自转三个特征完整定义。在这个“洞”中，光都很难“逃逸”，更遑论速度低于光速的其他物质。因此，黑洞就像一只“只进不出”的“貔貅”。假设，黑洞自身最终会消失，那么被黑洞“吞噬”的物体所携带的信息，自然也就随之消失了。

不过，吞噬所有物质和信息黑洞，却与物理学的另一基础理论量子力学产生了矛盾。根据量子力学，一个物体的所有性质都由其状态决定，物体的状态则由波函数所表征。换言之，在获得了物体在某一个具体时刻的波函数后，其此前或此后的任意时刻波函数，都能被当前波函数所决定。因此，物体

的信息必须守恒。这两大理论得出的关于信息丢失与否的矛盾，被称为黑洞信息悖论。

中国科学院国家天文台研究员、黑洞及其高能爆发现象研究小组负责人苟利军从熵的角度，解释了黑洞的种种“传奇”。

霍金曾与合作者在上世纪70年代提出黑洞热力学定理。那个定理的最直接推论就是黑洞没有熵，物体掉进黑洞就完全消失了，包括信息。熵反映了黑洞中存储信息量的多少。这就意味着，因为黑洞的存在，通过某种方式，我们可以实现宇宙中熵的减少，这与我们所熟知的宇宙熵增加原理相违背。正是由于这一违背之前原理的推论，才促使霍金发现了霍金辐射，而有了更让人困惑的黑洞信息悖论。

合作伙伴“代笔”论文 解霍金几十年之困

剑桥大学理论物理学教授、论文共同作者马尔科姆·佩里表示，四十多年来，信息悖论问题始终是霍金生命的心结。让霍金“复活”的论文，由其在剑桥大学与哈佛大学工作的三位合作伙伴代笔。论文研究的，正是困

扰了霍金几十年的问题：掉进黑洞中的物体，所携带的信息是否会丢失？这些信息能否从黑洞中“逃”出？

此前，霍金曾提出，除了质量、电荷和自转等三特征外，黑洞还应当具有温度这一特征。

霍金认为，传统的黑洞研究只考虑了广义相对论。但如果“叠加”上量子力学，则会发现，在空间的任一地方，都会存在粒子和反粒子对，它们会在瞬间产生和湮灭。这些粒子对的能量越高，寿命就越短。

如果在黑洞的边缘，即视界上，有一瞬间产生的反粒子被黑洞吸收，那么与该反粒子成对、本该同步湮灭的粒子则可能不会湮灭，而成为了一个持续存在的真实粒子。从外界的角度看，就类似于黑洞发射出了一个粒子。此即霍金辐射。从这一角度看，黑洞并非绝对黑，也并非一只“貔貅”。

苟利军解释说，根据经典广义相对论，黑洞没有任何辐射，也不会有光子辐射出来，它所对应的温度则为绝对零度。“但一旦考虑到有光子辐射出来，那么黑洞就不再是一个没

有温度的天体。”

天文学家过去认为，由于黑洞会不断产生辐射并且散失到太空中，黑洞的终极命运将是彻底蒸发，消失于无形，信息也随之消失殆尽。但在2016年，霍金提出黑洞的“软毛”可以保存黑洞熵的部分信息。所谓软毛，是黑洞视界附近的光子。它们来自黑洞蒸发过程中的辐射。霍金和同事们在本次新发表的论文中，对于“软毛”如何携带熵信息进行了论证。“我们发现‘软毛’确实能做到这一点。”马尔科姆·佩里说。

“如果没有‘软毛’，黑洞就会成为一个神秘莫测的球。”苟利军说。虽然目前霍金的最后一篇遗作仅仅是彻底解决悖论的第一步，还需要很多后续的努力，但是它为我们解决黑洞信息悖论问题提供了一个努力的方向。

另类声音有新见解 世间或许本无“洞”

黑洞信息悖论问题扑朔迷离，而黑洞本身也并非获得了所有科学家的认同。甚至，有少数科学家认为，世界或许从来没有黑洞。天体物理学家曾提出过无数关于黑洞内部究竟长什么样的假设，在美国劳伦斯利弗摩国家实验室的科学家乔治·凯普林看来，这些猜想可能都是“无用功”。他认为，那些“黑洞”或许就是一个甜甜圈状的暗能量星。

2005年，乔治·凯普林在接受《自然》期刊采访时曾表示：“黑洞不存在的概率几乎是百分之百。”在与诺贝尔物理学奖获得者罗伯特·劳克林此前合作研究的基础上，他又提出了一套名为“暗能量星”的黑洞替代模型。他认为，一颗正在坍缩的恒星中蓄积了巨大能量，足以使恒星中的质子和中子衰变成光子气体和其他基本粒子，同时产生所谓的“真空能液滴”。这些物质会形成“凝聚”态的时空，就像气体在一定压力下可以转化为液体一

样。这些凝聚态时空中含有的暗能量密度远比恒星周围的时空高得多。这可以提供足够的压力，抵抗引力的作用，从而阻止奇点形成。而时空中如果没有奇点，也就不可能存在黑洞。被大多数科学家当作黑洞的坍缩恒星其实可以被描述为时空正在发生相变的区域。

当然，这一观点在天体物理学界鲜有人支持。在过去十年中，乔治·凯普林在这方面论文的引用次数仅为个位数。而相比之下，他在粒子物理学领域最热门的论文引用次数多达600多次。

扫一扫
欢迎关注
带你去看耿耿星河
微信公众号



图片来源于网络

■ 聚焦

“产业好声音”系列报道之五

融睿纳米：淡膜轻染镀芳华

季天宇 张晔

1817年，德国物理学家弗劳恩霍夫用浓硫酸或硝酸腐蚀玻璃，偶然中得到了减反射膜；

此后，有人用化学湿选法积淀，得到了银镜膜，这是世界上最早制备的光学薄膜；

一个世纪之后，大发明家爱迪生采用阴极溅射的方法，对唱片涂覆蜡膜。这是真空镀膜技术在工业应用的开端。

历经百年的迭代更新，化学溶液镀膜法逐渐被真空镀膜技术取代。目光敏锐者意识到，真空镀膜产业的广阔蓝海已经开启。

作为国内真空镀膜行业的领先者，苏州融睿纳米复合材料科技有限公司(以下简称融睿纳米)深耕行业11年，见证了中国真空镀膜的发展，也在不断探索创新，在裂变中寻求突破。

“旁观者”的华丽蜕变

金属切削工具、眼镜镜片、平板显示器、光学显示仪……这些器具的表面，都有一层看得见或看不见的膜。

镀膜就像给材料穿上“新衣”，使其拥有更加良好的理化性能。中国的真空镀膜技术从上世纪60年代发端，经历了引进模仿到自主创新的蝶变，取得了飞跃式发展。

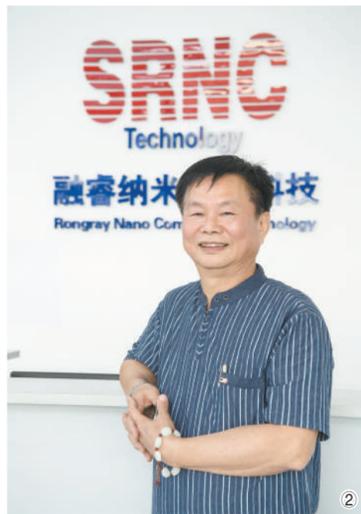
最初，融睿纳米董事长林政乾是真空镀膜行业的“旁观者”。

1994年4月，林政乾离开台湾，成为台湾亦铭光学公司派驻厦门富华光学一名经理。富华光学的主要业务是眼镜的研发及生产。由于大陆低廉的劳动力和生产成本，当时盛行“台湾亦铭接单—厦门富华光学生产—出口营销世界各地”的模式。在厦门富华光学生产基地，林政乾一待就是7年。

2001年6月，林政乾成为苏州柏霖光电的一名经理，公司的主要业务是研发、生产笔记本电脑的EMI薄膜(电磁屏蔽薄膜)。

长久接触真空镀膜这项技术，一个念头不断响起：目前只应用在产品内部的功能薄膜，将来能否应用到产品外部？

“为什么不自己做？”林政乾把想法告诉



图① 工人在检查真空镀膜产品
浦东峰摄
图② 融睿纳米董事长林政乾
浦东峰摄

共事多年的好友戴明光，两人一拍即合。2007年10月，融睿纳米在苏州成立，专注真空镀膜研发与材料特殊纹理处理加工服务。

随后，融睿纳米把业务范围扩大到PC(个人电脑)、PMMA(俗称有机玻璃或亚克力)、PET等塑胶板及玻璃表面镀膜。

以微米为计量单位的镀膜，肉眼几乎无法察觉出它的厚度。但就是这一层薄薄的膜，成为了目前所有3C产品不可或缺的一部分，市场前景十分广阔。

经过多年的发展，融睿纳米专注研发外包服务和大批量定制生产，服务对象包括松下、索尼、华为、联想、中兴等几十家著名企业，公司实力在华东地区跻身前三。

以研发安身立命的融睿纳米，专注真空镀膜，在业内取得了一个又一个突破：公司研发的笔记本键盘防指纹膜，能够有效防止指纹等污渍残留；

研发的后视镜行车记录仪镀膜，能够将

实时环境图像呈现在后视镜上，不同物体上的镀膜折射出五彩斑斓的光芒；

研发的应用于电子产品表面的杀菌工艺技术，可让3C电子产品表面自动杀菌……

11年来，融睿纳米的研发团队一共拿下11个外观设计专利，2个发明专利，8个实用新型专利，还有多项发明及实用新型正在审核中。

支撑研发的，除了公司自有的研发团队，还有强大的后盾。融睿纳米与苏州大学、哈尔滨工业大学等深入合作，打通产学研合作的通路。

“成长的烦恼”

据中国真空学会统计，2017年，中国真空镀膜产业的销售额为1万亿元左右，预计到2020年，真空镀膜产业年销售额将达1.3万亿元。

“车间太小，地不够大。”研发服务和定制生产让融睿纳米渐入佳境，但面对庞大的市

场空间，林政乾遭遇“成长的烦恼”。

位于苏州虎丘区的厂房仅有1200平方米，就像在“螺丝壳里做道场”，林政乾感觉到浑身使劲却使不出来。如果扩大生产，势必增加机器设备，没有更多的地方安置这些“大家伙”，何来扩大产能？

不断发展壮大的城市，不断攀升的劳动力成本，让一些公司不得不向城市周围转移……近年来，城市扩张和转型升级引发的产业转移浪潮，给林政乾带来新思路。

为了解决产能扩大问题，林政乾开始四处奔走，为企业选址。宿迁、桐乡、巢湖……周边许多地方都留下了他实地考察的足迹，但考察的结果都不能令他满意。

在一次行业交流中，林政乾与华夏幸福产业服务团队结识，来安产业新城进入视野。

位于安徽滁州的来安产业新城，区位优势极佳。地处南京半小时都市圈核心层，与国家级南京江北新区仅一河之隔，是宁滁一

体化发展先导区和安徽东向发展桥头堡。“不在省会城市，却享有省会城市的便利！”林政乾有些心动。

在跟华夏幸福产业服务团队的多次接触中，林政乾了解到，这支产业服务团队的成员大多是行业资深人士、地方招商系统人士，对企业发展的需求非常了解。

客户是企业发展的生命线，华夏幸福产业服务团队做的第一件事，就是帮助融睿纳米对接潜在客户。在来安产业新城，华夏幸福将重点打造新型显示、新能源汽车及核心零部件等产业集群，产业集群内的很多企业都是融睿纳米的客户或潜在客户。此外，从来安产业新城驱车约半小时，就能进入南京。作为我国新型显示产业基地，南京聚集了中电熊猫、夏普、LG、瀚宇彩欣等显示行业巨头，都是融睿纳米的潜在客户。

这些“得天独厚的优势”，让林政乾暗暗下定决心，“就来安了”。

“破壳而出”

2018年3月，融睿纳米与华夏幸福签约，在来安产业新城建设“新型显示产品镀膜项目”，致力于真空镀膜的研发、生产及销售。

自林政乾离开台湾来到大陆发展，接触到镀膜技术，已经过去24个春秋。镀膜已从最早应用到眼镜行业，逐渐拓展到笔记本电脑，再到手机上广泛使用。融睿纳米始终紧跟产业发展的脉搏，站上了一个又一个新台阶。

随着技术逐渐成熟，融睿纳米将触角伸到汽车领域。

带有摄像功能的汽车后视镜，符合人眼观察习惯的抬头显示仪，新能源汽车车标……林政乾向我们展示公司的新产品。这些原本普通的汽车零部件，已经拥有了全新的功能。其中的关键，正是真空镀膜的应用。

庞大的汽车工业，正在经历着历史上最剧烈的变化：新能源车正在冲击传统汽车，无人驾驶蓬勃兴起。

“无人驾驶的秘密可以藏在车标里。”林政乾握着手里的车标，充满信心。

林政乾介绍，汽车视野最佳的地方就在引擎盖区域，尤其是车标的位置。通过暗藏在车标里的传感器，接收周围环境的变化信号，可以帮助汽车更好地实现无人驾驶。如何让车标兼具美观和信号接收能力？这是真空镀膜行业的新课题。

目前，融睿纳米已经成功研发出一种新型车标镀膜，能够有效增强传感器信号接收能力，与比亚迪、吉利、丰田等汽车制造商建立合作。

在来安产业新城，融睿纳米将在30亩的土地上建设新厂区，“产能将提高10—20倍，产值也能提高10—20倍”。

林政乾表示，在来安产业新城的新厂区建设完成后，在苏州的厂区将全部搬迁，最终在来安实现研发、生产、销售一体化。

这次调整对融睿纳米的意义，林政乾形容为“破壳而出”。在来安的新型显示产业集群中，融睿纳米将迎来发展新纪元。