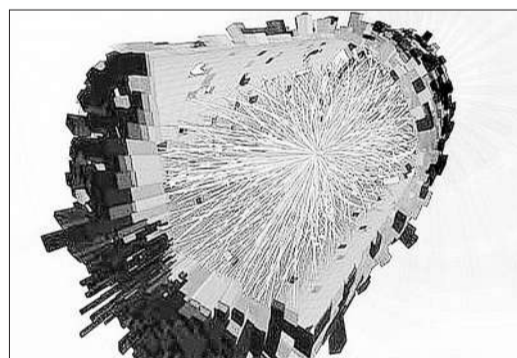
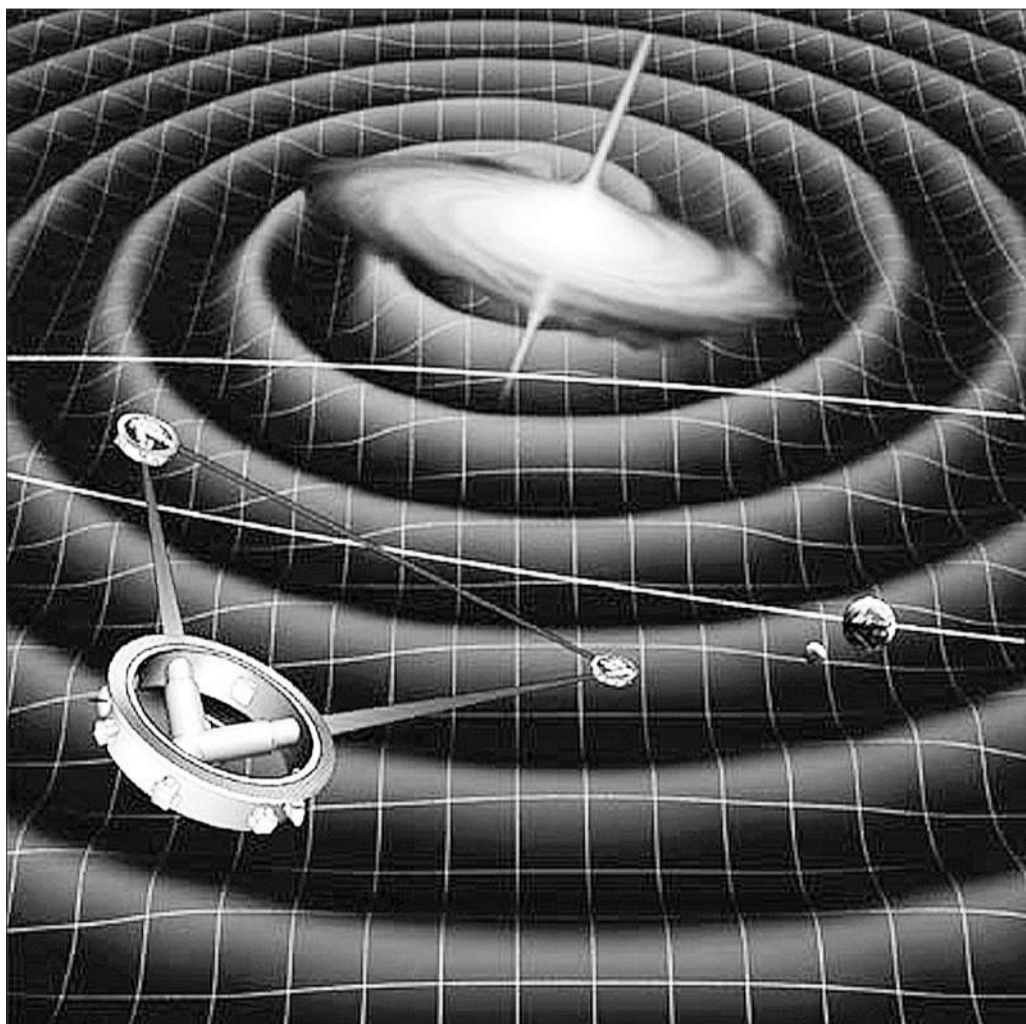
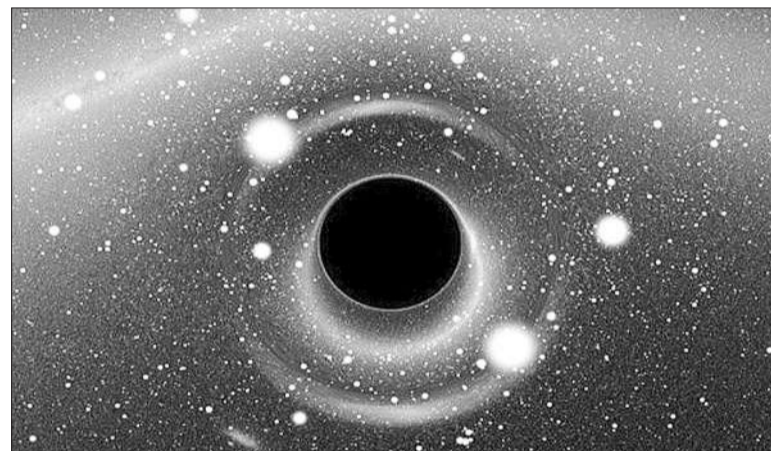
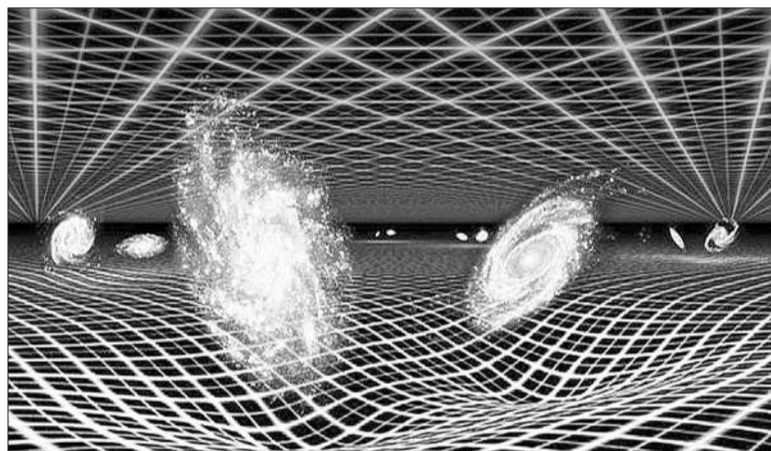
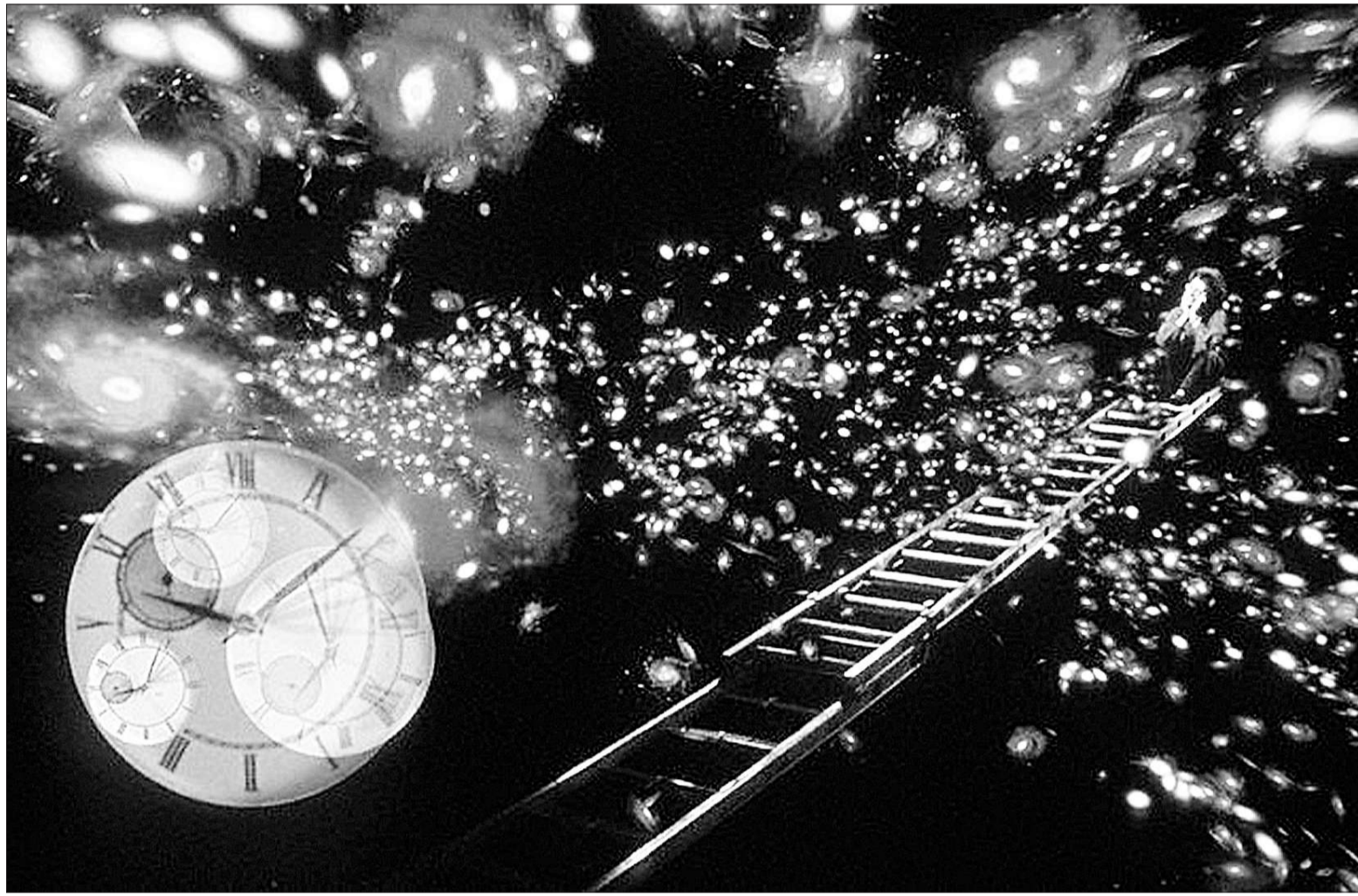


物理学陷入困境：接下来该怎么办？(下)

本报记者 刘霞 综合外电



第二部分：接下来我们该怎么办？

雅各布·大卫·贝肯斯坦：以色列耶路撒冷希伯来大学的理论物理学家、黑洞热力学的奠基人之一，他指出，宇宙间的暗物质、暗能量等“黑色幽灵”对爱因斯坦的理论是否正确提出了质疑。

应该抛弃相对论吗？

广义相对论似乎已经成功地嵌进现代社会的血液中。的确如此，尽管大多数太阳系和天文学现象仍然采用牛顿的重力理论进行计算，但是，如果没有GPS（全球定位系统）这个小玩意，我们什么事情也做不了，而GPS则与相对论脱不了干系。因为GPS的误差来源里有一项是相对论效应的影响，通过修正相对论效应才能得到更准确的定位结果。

在重力场很强的太阳系系统和双脉冲系统内，广义相对论已经被精确地测试过，但是，在重力场比较弱的大尺度上，广义相对论从来没有被测试过。暗物质和暗能量这对“黑暗双煞”还没有被科学家们了解清楚会让广义相对论陷入失败吗？

有些科学家认为会，他们也取得了些许成功。例如，以色列魏茨曼科学研究所的摩德埃·米尔格鲁姆于上世纪80年代提出了修正的牛顿动力学(MOND)理论。该理论认为引力和质量之间具有另外一种关联，依照他的理论，当物体质量非常轻时，并不遵循牛顿定律。MOND解释了星系奇怪的旋转现象，其解释方法比广义相对论使用暗物质解释更好。另外，科学家们提出的用来替代相对论的“f(R)”引力理论构建的宇宙模型尽管没有包含暗能量，但却表现得好像已经将暗能量囊括其中了。

但是，没有一个理论尽善尽美。首先，MOND并没有很好地解决星系簇内单个星系的运动。而且，“f(R)”引力理论并没有很好地描述引导科学家们提出暗物质这一概念的不规则的星系旋转。

广义相对论或许仍然坚挺。如果暗能量是爱因斯坦硬塞进其广义相对论方程式中的珍贵的宇宙常数，那么，其令人信服的原因是真空能。引力场毫无疑问会扰乱真空，让出现在星系和星系簇内以及周围的前景集中在一起，就像暗物质一样。我们很难想象目前的量子场论可以集中如此充足的能量，但或许某一天，明智地使用量子物理学可能会揭开笼罩在暗物质和暗能量头上的神秘面纱。

克里斯·克拉克森：南非开普敦大学的宇宙学家，他认为，假设我们在宇宙中身处何处或许会歪曲我们对宇宙的看法。

应该摒弃哥白尼原则吗？

无论我们朝哪个方向看，我们看到的宇宙好似非常一样。这说明，我们在观察一个事物时所处的位置并不特殊。

这是哥白尼原则的一个假设，听起来似乎合情合理。但是，很难证实我们在遥远的星系中的所见所闻与我们身处地球时的所见所闻有何区别。

哥白尼原则要是不对怎么办？科学家们对超新星在不同距离范围内的观察使我们相信，宇宙正在加速膨胀，暗能量必须存在。但是，因为光速是有限的，我们看进太空的距离越远，我们需要的时间也越长。令我们惊奇的是，随着时间的演进，空间中发生出现的变化可能会很容易同演化混淆。这样说来，暗能量或许只是一个幻觉。

让我们将球形的天空想象成一颗洋葱，其由几层密度不同的物质组成。在密度大的地方，引力的凝聚力会阻碍宇宙的膨胀。如果我们居于一个密度比较低且膨胀率比较高的中央空白处，并从各个方向向外看向那些密度比较高而且膨胀率比较低的地方，对我们来说，宇宙似乎在最近一段时间内一直在加速。

在宇宙大爆炸后的一霎那，这样一个宇宙的膨胀环境或许会发生变化，以产生这样庞大的低密度区域。但是，它将违背神圣的哥白尼原则：其他坐在该洋葱中的人将看到一个完全不一样的不均匀的宇宙。

尽管我们正处于中央空白处的几率微乎其微，不过，也有可能发生。但是，研究遥远的星系簇周围的宇宙微波背景温度的变化使我们能从遥远的地方“看见”宇宙，并且告诉我们宇宙是否均匀，最新的观察表明宇宙并不均匀。

摒弃了哥白尼原则的模型可能需要进行很多微调，才能同现实相符。

马克斯·特格马克：美国麻省理工学院宇宙学家，他提出了一种新的宇宙终结理论，该理论认为宇宙最终将会以“大崩塌”的方式结束，而该终结模式似乎在逻辑上难以避免。在他的观点中，与大爆炸有关的最好的理论在逻辑上是自毁的。

应该重新思考宇宙暴胀理论吗？

暴胀始于一个伟大的起点。人们认为，宇宙以一种新奇的很难解释的物质的一个亚原子粒子开始，而且该粒子的数量不断加倍，最终制造出了宇宙大爆炸和我们现在看到的几乎整齐划一的、平滑的宇宙。

不仅如此，宇宙甚至变得更好。暴胀也产生了随机量子波动，这些波动产生了今天我们看到的满天繁星、星系以及其他更大的天体结构。暴胀理论也作出了很多非常精确的预测。例如，用来测量空间平滑度的量——欧米茄(Omega)的平滑度应该等于1，而实际上科学家们测出其等于1.003 ± 0.004，真的是非常接近，太神奇了。

那么，有很多其他人观察到的事物和我们看到的一样，会出现什么可能的情况呢？无用的、正式的答案是无限除以无限，似乎毫无用处。我们的宇宙学家们仍然没有就如何将这一无用的答案变成有用的事物达成一致意见。因为膨胀，我们几乎无法预测出任何可能性。我们将这称为“测量问题”，并且，将其看成今天的物理学家们面对着的最深的危机。从逻辑上而言，我认为，膨胀具有自我破坏性，破坏了促使我们起初对它严阵以待的预测。

老实话，我并不觉得任何其他富有竞争性的理论能够更好地解释暴胀。我估计，一旦我们解决了“测量问题”，某种形式的暴胀仍然会保持下去——但或许并非最终的那种。所有的问题都源于无限，尤其是假设空间能够被永远延伸而不会分崩离析。我并不愿意质疑这个激进的假设，但是，我们应该这样做。

弗朗克·韦尔切克：因发现强相互作用理论中的渐近自由，而荣获2004年诺贝尔物理学奖。韦尔切克表示，美学告诉我们，超对称或许会突破标准模型的僵局。

应该重视美

标准模型确实非常强大而且形式简洁优美。科学家们发现希格斯玻色子更是锦上添花。2012年7月4日，欧洲核子研究中心(CERN)的科学家们宣称，他们发现了一种新的亚原子粒子，这个粒子是希格斯玻色子(即传说中的“上帝粒子”)的可信度高达99.99994%。1964年，科学家首次提出希格斯玻色子是物理学粒子标准模型中最后缺失的一部分，标准模型是一套描述强作用力、弱作用力及电磁力这三种基本力及组成所有物质的基本粒子的理论。根据该理论模型，希格斯玻色子必须存在从而赋予其他基本粒子质量。希格斯玻色子的“现身”证实了标准模型的完整性。

而且，更为重要的是，这是科学家们几十年科研探索的集大成者。就像在大海中捞针一样，我们首先必须完全理解大海和针，为了发现大型强子对撞机(LHC)制造的“迷你宇宙大爆炸”中的希格斯玻色子的罕见踪迹，我们必须了解基础物理学。标准模型几乎是大自然给予人类的最美妙的果实。然而，标准模型是作用力和粒子的杂烩，没有获得完整的统一性和一致性。在标准模型中，标准模型最早部分——麦克斯韦方程组统治了电磁学，公正地说来，麦克斯韦方程组以平衡和优美著称。标准模型

最新部分的方程式描述了强核力，这部分也具有令人愉悦的对称性，但是，强核力并不需要电荷和载力子(光子)，它们需要3个“色”电荷和8个胶子。而弱核力则引入了另外3个载力子。上述所有这些使标准模型看起来有点别扭扭扭的。

鉴于此，我们希望能够获得更大更好的方程组，其具有更好的对称性和平衡性。从逻辑上而言，超对称就是这些想法的集大成者。它假定存在着一种基本的对称性，使力能够变成物质，物质也能变成力，同时，这些方程式作为整体具有同样的内容。通过让自然界的粒子博物馆里粒子的数量加倍——为每个组成物质的费米子制造出一种携带力的玻色子以及相反，可以做到这一点。

朝着这条道路一直追寻下去，我们会获得比较大的成功。经过扩展后的新理论可以精确地预测强核力、弱核力、电磁力的强度之间的比率，标准模型听任这些参数摆布。

我相信这个成功绝非偶然。但是，在科学上，相信只是一种手段，而不是最终目的。超对称性预测了具有独特属性的新粒子，随着大型强子对撞机以更高的能量和密度强度操作，这些粒子会逐一进入我们的视野中。这一理论很快将经受严格的考验，它或者会给我们提供我们所需要的，甚至给我们惊喜，或者一切只是竹篮打水一场空。

丽莎·蓝道尔：哈佛大学理论物理学家，粒子物理学和宇宙学领域的权威。她有点担忧地表示：“我们或许无法获得超越标准模型的答案。”

到我们提升对撞能量的时刻了吗？

如果超对称能解决标准模型的一个核心问题——同其他基本作用力相比，引力为何如此微弱，那么，超对称预测的其他粒子的质量应该比较低。当大型强子对撞机开启时，很多人满怀乐观地认为，超对称就在不远处。

而实际上，以前的加速器实验已经很好地排除了最简单的这个超对称版本。没有在大型强子对撞机内发现低能粒子也说明了这一点。因此，如果超对称要发挥自己应有的作用的话，它一定拥有一个更灵敏更复杂的形式，而且，其涉及到的粒子的质量也应该更高。

不过，超对称并非唯一可能的答案。大型强子对撞机也正在搜索其他可能的证据，包括我和同事拉曼·桑杜首先于1999年提出的一个模型。我们的这个模型认为，我们身处的四维宇宙落在一个“膜”上，膜内的宇宙拥有第五维度。科学家们假设能传递引力的基本粒子引力子集中在该膜内，只有一小部分“泄露”到我们生存的三维中，这就解释了为何引力相对电磁力、强核力和弱核力相对来说比较微弱。

这些模型预测，粒子会从额外的维度获得动量，因此，在我们看来，虽然是同样的粒子，但其质量其实更大。它们的质量应该最少有几个电子伏特，或许更高。其对应的低质量的粒子可以被观察到，但是，大型强子对撞机制造出的这样的粒子也可能急剧下降到几个电子伏特。

这就将我们置于一种非常不安的境况。在大型强子对撞机提供新的发现之前，我们并不知道哪个理论是正确的。如果大型强子对撞机再也不能提供新的发现，我们就很难有理由制造某些更大的机器。不过，我并不担心物理学领域没有新东西供我们发现，我担心我们可能没有钱来做这些事情。

珍妮特·康拉德：麻省理工学院中微子物理学家，她认为，中微子这种令人捉摸不透的粒子已经为我们提供了打开新的物理学大门的钥匙。

中微子会打败标准模型吗？

标准模型是所有理论中的巨人，其主要特点是庞大、强大，而且直到最近似乎都不可战胜。但其实，早在10年前，它可能就已经遇到过几乎将其完全打败的对手：中微子。

标准模型认为，中微子这种微小而神秘的粒子分为3个不同的类型或者气味。它们没有质量，仅仅通过弱核力相互作用，这使它们很难被探测到。

这种情况一直持续到1998年。当年，科学家们证实，中微子会“振荡”。意大利理论物理学家布鲁诺·庞蒂科夫首先提出此猜想，他认为特定味的某一中微子可以转化为不同的味。这是一个量子力学效应，只有在中微子有质量的情况下才能出现。这个粒子因此成为第一个而且也是迄今为止唯一一个超越标准模型的粒子。

如果中微子拥有质量可以让一切问题迎刃而解的话，我们或许只需要对标准模型进行修修补补就行。但是，我们现在看到了其他振荡的证据，如果只有3种中微子的话，这种额外的振荡就很难解释清楚了。这或许表明，还存在着其他“惰性”中微子，这种中微子并不通过目前已有的四种作用力来相互作用，但是，其能变成活跃的中微子，也可以由活跃的中微子变化而来。

如果这一全新的现象获得证实，那将会给我们迎头一棒。重新思考已知粒子的质量是一件事情，但是，要在标准模型中添加一种全新的粒子则是另外一回事。我们或许可能需要一个新的理论来解释惰性粒子以及它们来自于何处。如果惰性中微子并不通过现有的已知的作用力发生作用，那么，它们通过什么力相互作用呢？这或许会成为解开暗物质之谜的关键。

对于上述问题，我们并没有清晰的答案，但是，关于惰性中微子的理论论文正以一周两篇的速度出现。为什么我们要研究最细微的粒子呢？因为研究大粒子并不管用。