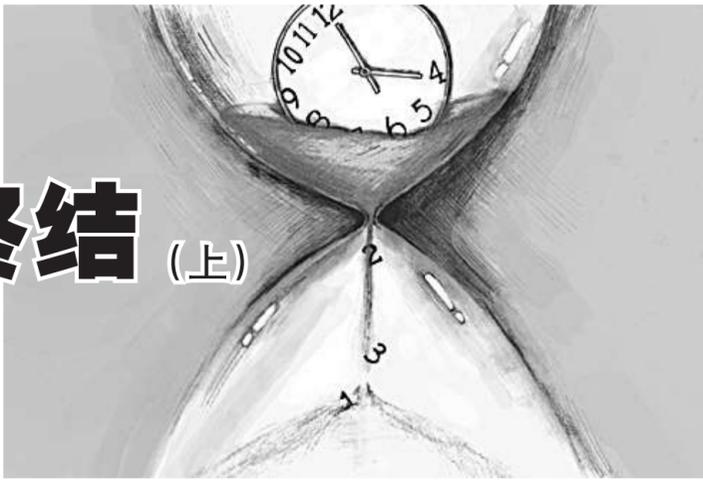


## 物理学与哲学的双重悖论

# 时间是否会终结 (上)



时间会终结,也不会终结。因为时间的终结似乎既没有可能,又无法避免。最近的物理学研究为这一矛盾提出了一个解决方案。

### 时间,会在黑洞内部走到尽头

相对论会预言诸如死后无法“再生”这么令人不安的事情,这一点物理学家花了几十年才逐渐接受

爱因斯坦在提出广义相对论诠释引力时,恐怕连他自己都不曾预料到,他的理论会预言出这么一个可怕的前景。

在广义相对论之前,大多数物理学家和哲学家都认为,时间是一种放四海而皆准的鼓声,是宇宙要与之同步的一种稳定节律,不会变化,不会摇摆,也不会停止。爱因斯坦则证明,宇宙更像是一场盛大的复合节奏爵士摇滚即兴演奏会。时间可以放慢,可以拉长,可以被“撕成碎片”。我们感受到引力的同时,也在感受着时间节律的即兴演奏;下落的物体被拖到了时间流逝更加缓慢的地方。时间不仅会影响物体的运作,反过来,物体在做什么也会影响到时间,就像鼓手和舞者彼此激发,共同演绎一段奏乐舞舞。

出现这种情况的那些时刻,被称为奇点(singularity)。这个术语实际所指的正是时间的边界,可能是开端,也可能是终点。最著名的奇点当数字宇宙大爆炸(big bang),也就是137亿年前我们这个宇宙(以及其中的时间)无中生有并开始膨胀的那一瞬间。

如果宇宙有一天停止膨胀,转而开始收缩,

最终就会发生某种与大爆炸相反的过程,称为大挤压(big crunch),给时间“压”出一个终点。时间不一定非得在所有地方同步终结。相对论说,时间会在黑洞内部走到尽头,而在黑洞之外,宇宙绝大多数其他地方,时间仍将继续。

黑洞的破坏力名不虚传,甚至超过你对它的所有想象。如果你落入一个黑洞,不仅你的身体会被撕成碎片,这些碎片最终还会撞上黑洞中心的一个奇点,你的时间线(timeline)也就此走到了尽头。你的灰烬中再也诞生不出新的生命,你的分子也不会再得到任何回收利用。就像小说中的某个角色走到了这本小说的最后一页,你遭遇到的不仅仅是死亡,还有彻底的“不复存在”。

相对论会预言诸如死后无法“再生”这么令人不安的事情,这一点物理学家花了几十年才逐渐接受。直到今天,他们还是不太确定,这到底是怎么回事。奇点可以说是物理学家追寻物理学大统一理论的主要原因——他们将爱因斯坦独创的广义相对论与量子力学结合,试图创造出一种量子引力理论。在某种程度上,他们希望这一理论能够令人满意地解释奇点。不过对于“希望”二字,你必须慎之又慎。时间终结令人难以想象,但时间没有终点或许同样矛盾重重。

### 奇点的物理本质,一个点还是一小团?

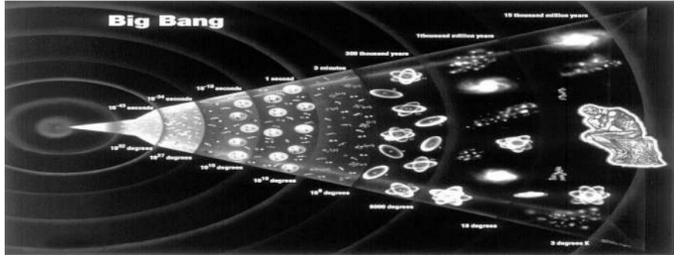
几乎所有物理学家都推测,宇宙中的奇点实际上拥有一个就算很高但也有限的密度

宇宙中充斥着奇点,宇宙本身也可能遭遇各种令人不安的时间灾难。就算躲过了大挤压,宇宙也可能被大撕裂(big rip)、大冻结(big freeze)或大刹车(big brake)搞定。不过,如果再追问一句,奇点(不论大小)到底是什么,答案就不那么明确了。“奇点的物理本质,现在还没有定论。”美国密歇根大学安阿伯分校的著名物理哲学家劳伦斯·斯克拉(Lawrence Sklar)说道。

恰恰是招惹出奇点这些“怪物”的那个理论,暗示它们无法真正存在。以大爆炸奇点为例:相对论说,我们看到的每一个星系的前身都曾经被压缩到一点——不只是一个细微如针尖般大小的点,而是一个数学意义上大小为零的点。与此类似,不幸落入黑洞之中的宇航员身上的每一个粒子,也都会被压缩到一个无限小的点中。在这两种情况下,计算密度都意味着要用质量除以一个数值为零的体积,得到的结果是无穷大。其他类型的奇点不会遇到无穷大的密度,但总会遇到

无穷大的其他物理量。

但几乎所有物理学家都推测,宇宙中的奇点实际上拥有一个就算很高但也有限的密度。相对论的错误之处在于,它漏掉了引力或物质的某个重要属性——正是这个属性在奇点附近发挥作用,把密度保持在了可以控制的范围之内。“大多数人会说,它们(指奇点)标志着这个理论在那里崩溃了。”美国加利福尼亚大学圣巴巴拉分校的物理学家詹姆斯·B·哈特尔(James B. Hartle)说道。要想弄清楚到底发生了什么,就必须用到一个更加完善的理论——量子引力论。物理学家还在苦苦钻研这样一个理论,但他们估计,这个理论会包含量子力学的一个重要属性——物质跟光一样,拥有类似于光的性质。这些波动性应该会把假想的奇点“模糊”成小小的一团,而不再是一点,因而也就排除了“除以零”这样的错误。果真如此的话,时间实际上或许就不会终结。



### 时间是否会终结,怎么说都有理

在这个问题上,物理学家被折磨得不轻,他们的争论目前也难以看到终点

关于这一点,物理学家分成了两派。一些物理学家认为,时间确实会终结。这种观点的问题在于,已知的物理学定律都是在时间中运作的,描述的也都是事物如何随时间移动和演化。时间的终点超出了已知物理学的范畴。负责掌管时间终点的,必定不是现有物理学体系中的某一条未知定律,而应该是一套全新的物理学定律——它能避开运动和改变之类与时间有关的概念,而是偏向于几何简洁性之类与时间无关的概念。

3年前,借用量子引力论主流候选理论——弦论(string theory)中的一些观点,新加坡国立大学的布雷特·麦金尼斯(Brett McInnes)提出了一个构想。他提出,在宇宙还是最初那一小团的时候,它的形状是一个圆环面;与圆环面有关的那些数学定理,决定了当时的宇宙必定是完美均匀和完美平滑的。然而,在大挤压或者某个黑洞的奇点处,宇宙可能拥有任何形状,同样的数学推理不一定仍然适用;此时的宇宙,大体上可以说是极端的破烂不堪。这样一套几何物理学定律与通常的动力学定律有着本质的不同:它并不是时间对称的。换句话说,终结不会仅仅是开端的反演。

其他量子引力研究者认为,时间会永恒延伸,既没有开端,也没有终点。在他们看来,大爆炸只是宇宙永恒生命中一个戏剧性的转折点。或许大爆炸前的宇宙经历了一场大挤压,在密度变得太高时发生了逆转——这个场景被称为大反弹(big bounce)。大爆炸前这段宇宙历史中的一些遗迹,甚至有可能流传到今天。按照类似的推理,黑洞中心附近的那一小团奇点也可能像一颗微缩版的恒星那样不停地沸腾和翻滚。如

果落入一个黑洞,你会在痛苦中死去,但至少你的时间线不会就此到头。你体内的粒子会“扑通”一声落入这一小团,在它上面留下一个独特的印记,有可能在这个黑洞散发出的微弱光芒中被未来某一代人看到。

假定时间能够持续下去——通过这种方式,这一观点的支持者大可不必再为所谓“一套全新的物理学定律”而大费脑筋。不过,他们同样遇到了麻烦。比方说,宇宙随着时间的流逝只会变得越来越凌乱,如果这一过程已经持续了无限久,那为什么今天的宇宙还没有彻底沦为一盘散沙?至于黑洞,携带着你的印记的那些光又该如何才能逃离那个黑洞的引力魔爪?

在爱因斯坦出现之前很久,各个时代的哲学家就已经为时间是否终有一死而争论不休了。康德(Immanuel Kant)认为,这个问题是一个“二律悖反”(antimony)——这个哲学术语指的是怎么说都有理,让人不知道该如何思考。

归根结底,物理学家在时间终结这个问题上的纠结丝毫不亚于哲学家。已故的量子引力先驱约翰·阿奇博尔德·惠勒(John Archibald Wheeler)就曾经写道:“爱因斯坦的方程说‘这就是终点’,物理学家却说‘终点不存在’。”面对这种两难的局面,一些人干脆举手投降,总结说科学永远无法解决时间会不会终结这个问题。在他们看来,时间的边界同样也是推理和经验观察适用范围的边界。不过,其他一些人认为,破解这道难题只需要一些全新的思路。“这并没有超出物理学的范畴。”美国加利福尼亚大学圣巴巴拉分校的物理学家加里·霍罗威茨(Gary Horowitz)说,“量子引力论应该能够提供一个明确的答案。”

### 时间如何消逝,从有序到凌乱

时间之死不过是一个复杂体系的崩溃,就像人类生命的消逝一样,没有什么自相矛盾之处

就在物理学家和哲学家苦苦思索试图领悟时间如何终结时,许多人看到了它与生命终结之间的相似之处。正如生命是在无生命的分子组成机体的过程中涌现出来的一样,时间也可能是无时间的原料自行产生秩序的过程中涌现出现的。存在时间的世界是一个高度组织化的世界。时间告诉我们诸多事件何时发生,持续多久,以及它们发生的先后次序。或许这种结构不是外部强加的,而是内部产生的。能够产生出来的东西,自然也可以被摧毁。当这种结构崩离析时,时间便终结了。

按照这种思路,时间之死只不过是一个复杂体系的崩溃,并不比其他任何体系的崩溃更难理解,没有任何自相矛盾、左右为难之处。一项接着一项,时间会丧失它的特性,穿越存在和不存在之间的模糊地带。

最先丧失的特性可能是时间的单向性(unidirectionality),也就是由过去指向未来的那个“时间箭头”。物理学家早在19世纪中叶就已经认识到,时间箭头并不是时间本身的属性,而

是物质的属性。时间本身是双向的;我们感受到的时间箭头,只是物质从有序过渡到凌乱的一种自然退化,任何家里养着宠物或者小孩的人对此都会有感。

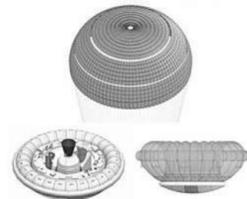
如果这一趋势持续下去,宇宙最终将达到一种平衡态,又被称为“热寂”(heat death),这是凌乱到不可能比它本身更乱的一种状态。单个粒子仍将持续不断地进行着自我重组,但宇宙作为一个整体将不再有任何变化,任何幸存下来的“时钟”都将在前后两个方向上左右摇摆,未来将变得跟过去没有任何区别。少数物理学家已经推测,时间箭头可能会反转,以便宇宙自行恢复到整齐简洁的状态。不过,对于我们这些无法永生的生物来说,连我们自身的存在都取决于指向未来的时间箭头,这样的反转无疑像热寂一样,标志着时间的终结。

(未完待续)

稿件来源:环球科学(《科学美国人》中文版)  
撰文:乔治·穆瑟(George Musser)  
翻译:虞骏

## ■趣图

### NASA测试史上最大降落伞用于火星载人飞行



美国宇航局(NASA)近日对历史上最大的降落伞进行测试,如果成功,该降落伞未来将应用于探索火星的载人飞行器。

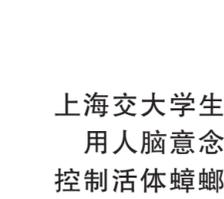
据中新闻报道,美国宇航局早在上世纪70年代就已掌握在太空飞行器使用降落伞减速降落的技术。1976年,“海盗”号火星探测器的着陆器就是依靠降落伞降落在火星表面的。

不过,由于火星的大气层很薄,因此,未来探测火星的高速重型载人飞行器需要更先进和更超强的降落伞。

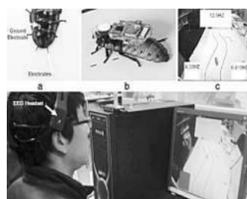
美国宇航局即将测试的“超音速环帆降落伞”可以让这种载重更大的低密度超音速飞行器平稳降落在火星表面。

超音速环帆降落伞直径达30米,是“历来使用过的最大降落伞”,希望能把飞行器的速度从两倍音速减至亚音速。音速约为每小时1225公里。

另外,计划执行火星任务的着陆器逐渐成型,这款被称为“洞察力”的空间探测飞行器正接受NASA的测试,为2016年3月的发射做准备。



### 上海交大大学生用人脑意念控制活体蟑螂

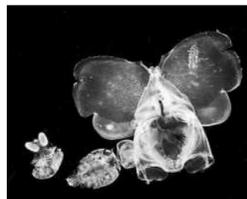


科幻电影《阿凡达》虚构了利用“脑-脑接口”技术实现异体生物控制的科学梦想,日前,这一想法在上海交通大学机械与动力工程学院机器人研究所机电及生物机器人实验室得以实现。

据报道,该研究建立起了人脑与蟑螂大脑的功能性“脑-脑接口”,把人的脑信号发送到了蟑螂大脑,实现了人脑对蟑螂运动的远程无线控制。

控制者头部佩戴便携式无线脑电采集设备,控制者根据视觉反馈和视觉刺激,脑部产生方向控制意图;计算机程序解码脑电信号,识别控制者的控制意图,控制意图转换为控制指令后无线发送到蟑螂的电子背包接收器;蟑螂脑部的触角神经被植入了电刺激的微电极,这样就制作出了一个可控的活体“机器动物”。利用蓝牙通信技术,建立计算机间电子背包的无线通讯,电子背包可接收来自控制者大脑的指令,通过侵入式神经电刺激技术向蟑螂的触觉神经发送特定模式的电脉冲,进而实现人脑对蟑螂运动的控制。

### 海洋浮游生物产生地球一半氧气 微小却重要



据新浪科技报道,法国国家科学研究中心科学家搭乘“塔拉”号科考帆船漂洋过海,历时三年半时间在全球210处海洋科考点采集了大约35000种浮游生物标本。

通过对所采集标本深入分析,科学家们首次明确了各种浮游生物的全球分布情况,并完成了对其基因分析工作,这是迄今科学家们对全球浮游生物最全面的认识。

提起海洋浮游生物,我们通常会想到它们可以为海洋动物提供食物,可以为我们人类提供氧气。通过研究和分析,科学家们发现,浮游生物的特点并非仅限于此。浮游生物包括浮游植物和动物,还有细菌、病毒以及其它漂浮于海洋中的各种微生物。

这些生物虽然很微小,但它们却构成了海洋生命支撑系统的关键一部分。通过光合作用,它们每年产生了地球上的一半氧气。作为食物链的最底端,它们是其它海洋生命的生存之基。

### 冥王星小卫星因双重引力作用不断发生翻转



日前发表的一项研究结果显示,冥王星周围的小卫星在它们的母行星及其最大的卫星卡戎的双重引力作用下不断发生翻转。

参考消息援引路透社报道称,天文学家马克·肖沃尔特在电话会议上对记者说:“就好像冥王星和卡戎是一根哑铃两端的重物,它们两个的重量极不平衡,而这根哑铃正在旋转。其他4个卫星的运行轨道则根据这两个天体的引力场所发生的变化作出相应改变。”

这一研究结果刊登在本周出版的英国《自然》周刊上,它有助于让科学家弄清冥王星及其周围的小卫星是如何形成的,并提供了关于太阳系起源的线索。

科学家怀疑,冥王星、卡戎以及冥王星的小卫星,是在远古时期两个被冰层覆盖的天体发生碰撞后形成的。有了新发现的冥王星的卫星会翻滚、摆动的证据,再加上“新地平线”号探测器将会获得的观测结果,有助于让科学家检验这一理论的真伪。

### 我国首部实用型雨量雷达正式交付客户

科技日报讯(记者王婷婷)日前,我国自主研发的“高分辨格点雨量监测及洪水应用服务系统雨量雷达”交付河南水文局,标志着我国首部应用于水利系统的实用型雨量雷达正式投入使用,实现了我国雨量雷达由联合试验阶段向业务使用阶段的转变。

该雷达由中国电子科技集团公司投资控股

的四创电子自主研发,是一款高时空分辨率的连续雨量监测和预报预警设备,可无人值守,自动监测大范围区域降水过程,相关技术指标具有显著的先进性。应用该雷达,将为中小流域突发性洪水、城市洪涝以及小流域生态降水监测提供定量、及时的区域雨量信息,有效提高灾害预警预报能力,助力防灾减灾事业。

### 私人定制带来独一无二的“专车”

科技日报讯(记者段佳)6月9日记者获悉,北京现代Blue order让用户定制一款车仅仅需要不到一杯咖啡的工夫,而且来自原厂的定制服务,让用户在沉浸于自己的品位时,完全不用担心私自改装带来的问题与困扰。

自2010年以来,众多汽车厂家加入到“定制化”服务阵营,但大多多可操作性小,与私人定制还有距离。今年,第九代索纳塔上市时,北京现代也宣布加入“私人定制”阵营,推出了Blue Order(蓝选)定制化购车平台。曾经定制一款车等待周期长,可选范围小、操作中专业型太强等问题,都让私人定制的购车方式沦为了土豪们表达任性的工具。

现在,Blue order让选车和买车的过程变得透明、简单。与大多数厂商推出的单一化产品不同,用户通过定制化购车平台,可随心选择彰显

个人品位与喜爱的车型、颜色、内饰、格栅以及配置,从而打造自己的专属座驾。

用户定制汽车,还可通过线上和线下两种渠道。线上渠道有北京现代官方网站、天猫、京东三个平台,用户只需使用鼠标勾选操作,下单并交付定金,不到一杯咖啡的时间,即可订购符合自己喜好的“专属座驾”;线下消费者则可通过特约店线上下单,完成预定。

同时,用户在线定制,还可在线查询“专属座驾”的进度,跟踪何时生产、何时运输到店等信息,轻松享受定制的乐趣与便利。

业内人士表示,目前汽车用户群迅速呈现出细分化和个性化的趋势,在越来越多的用户追求个性和品位的风潮下,类似北京现代Blue order的“私人定制”,将作为一种新的消费方式逐渐兴起。

### “习酒杯”全国山地穿越挑战赛闭幕

科技日报讯(记者胡唯元)6月7日,“习酒杯”2015中国·习水北坡28.3最美森林全国山地穿越挑战赛在贵州省遵义市习水县古城镇土城圆满结束。此次活动为期两天,包括山地穿越赛和户外嘉年华两项内容,穿越赛分为两个赛段,路线总长度约50公里,海拔累计上升2800米。每支队伍由三男一女组成,赛段中途有瀑降、横渡等技能项目,队

员必须经过绳索过河等特殊考验后才能完成比赛路线。线路的设定也充分结合了当地风情,途经千年古镇土城、赤水河畔、小坝原始森林等地。

本次挑战赛由国家体育总局登山运动管理中心、中国登山协会、贵州省体育局、遵义市人民政府共同主办。贵州茅台集团习酒有限公司冠名此次挑战赛。