

# 时空之谜：《星际穿越》中的科学与幻想

2014年12月04日17:08 三联生活周刊

 702





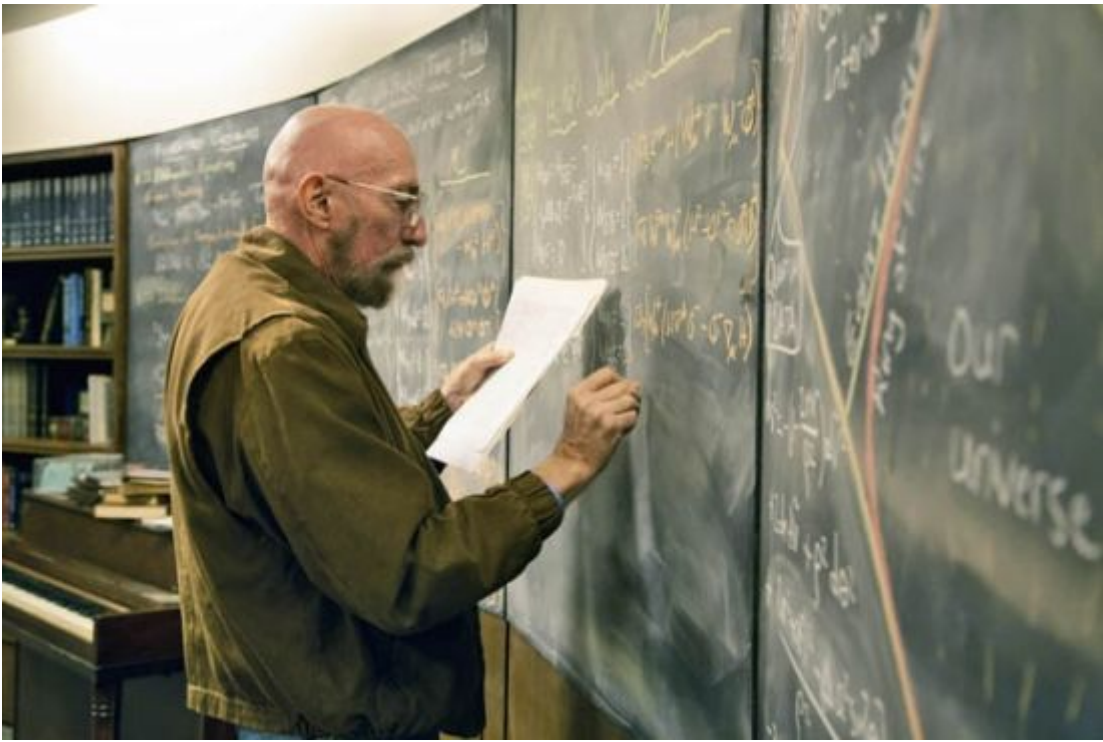








三联生活周刊本期封面



在《星际穿越》片场的美国物理学家基普·索恩。他随时准备用密密麻麻的方程式推演和论证各种影片中涉及的理论

### 专栏推荐



政见

特朗普上任两周签8条行政命令外号外，特朗普又出行政命令啦！行政命令有多强，买不了吃亏，买不了上当，是XX你就坚持

### 我爱看图



美国加州山火持续肆虐 火情未得到控制



初秋的呼伦贝尔草原美如画



征集：影像见证小康之路



海军第40批护航编队返回湛江



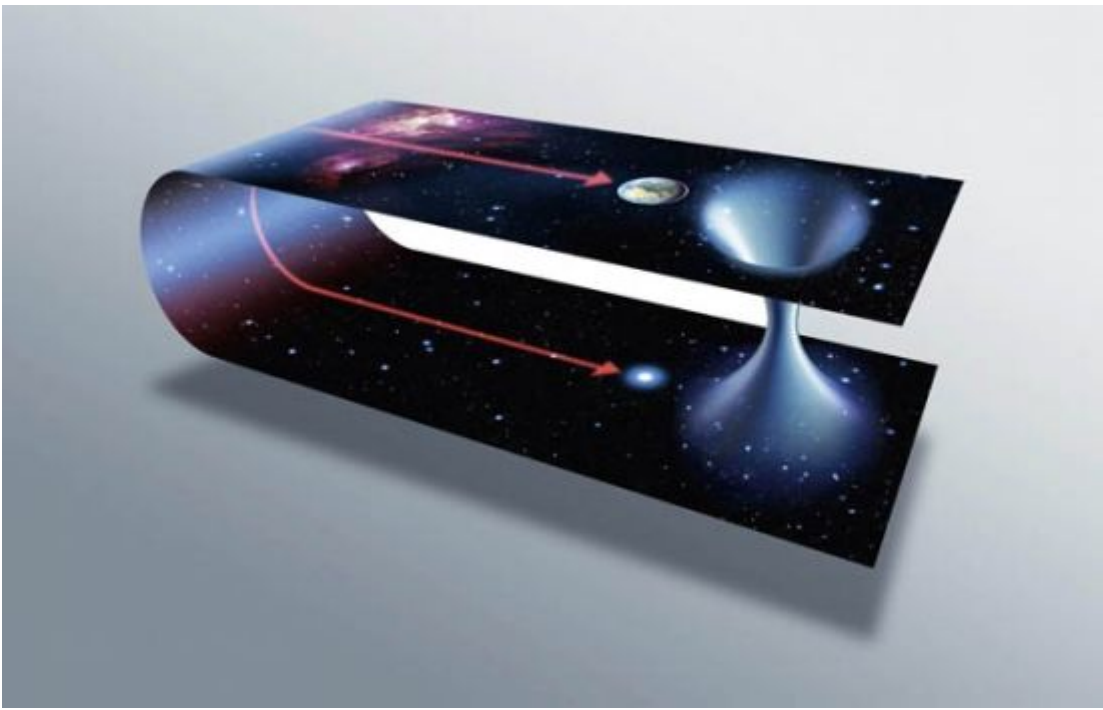
### 推荐视频



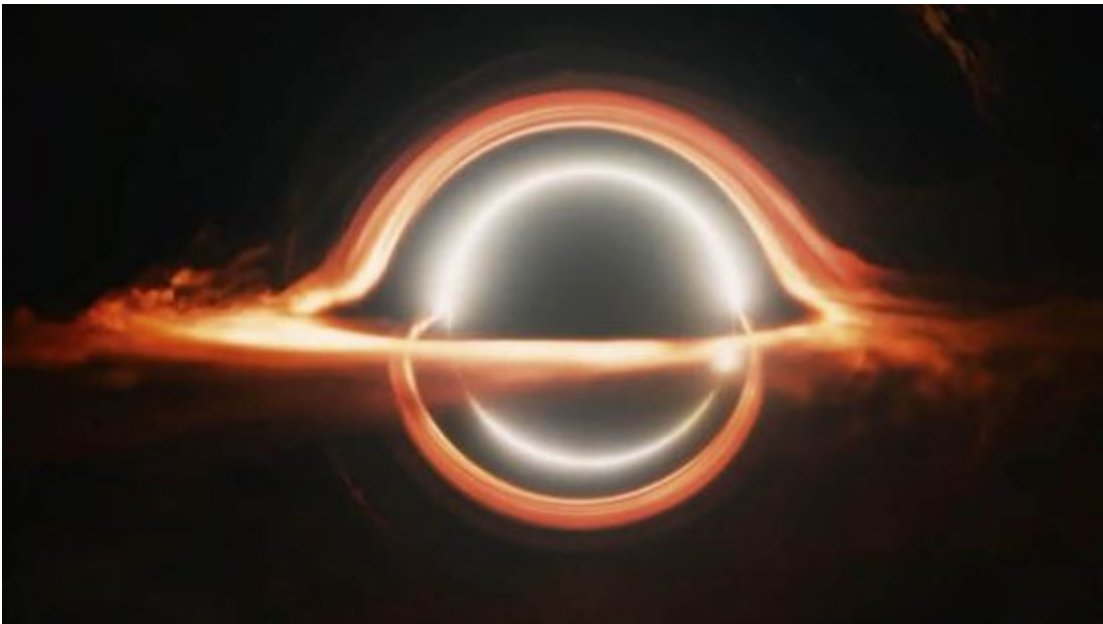
中国游客被老挝警察抢走手机 使领馆帮要回

### 热点博客





虫洞的电脑概念图。虫洞上面连接地球，下面连接离地球最近(4.3光年)的半人马座阿尔法星



《星际穿越》中的黑洞形象被称为有史以来对黑洞面貌描述最准确的模型。这个模型是 30 个人、数千台计算机工作一年的成果

作者：苗千 来源：三联生活周刊

好莱坞著名导演克里斯托弗·诺兰(Christopher Nolan)执导的科幻电影《星际穿越》，在全世界上映后迅速成为一部“现象级”电影，引发了人们探讨科幻电影，乃至理论物理学的热潮。美国加州理工学院的天体物理学家肖恩·卡罗尔(Sean Carroll)说，《星际穿越》上映后，就连在扑克牌桌旁边玩牌的陌生人都会过去找他询问有关虫洞和相对论的问题。观众们对于其中涉及的有关物理学的疑问显然远远超过了对电影自身剧情的关注，这并不奇怪，因为这可能算得上是世界上第一部基本忠实地展现宇宙中各种奇妙的天体现象的电影，想要理解这部电影需要大量的物理学知识。

与好莱坞经常塑造出各种各样的超级英雄不同，在《星际穿越》中，最后是几位理论物理学家拯救了全人类。其实，电影中运用的主要的情节与场景，例如地球上发生无法挽救的灾难必须移民外星，驾驶飞船穿越虫洞、进入黑洞、探索地外行星，以及在极端情况下人性的改变……这些桥段在之前的很多科幻电影中早都被运用过多次，电影中很多带有诺兰导演个人色彩的故作深沉的台词更是显得做作。那么，究竟是什么因素使得《星际穿越》成为一部让所有人都开始讨论理论物理的电影呢？这就必须提到为这部电影设置物理学背景，并使电影中几乎所有场景都有物理学的支持，情节合乎科学原理的人——加州理工学院的著名天体物理学家基普·索恩(Kip Thorne)。

科幻作品中常有“软科幻”和“硬科幻”之分，“软科幻”通常涉及的科学理论比较少，只是需要设置一个幻想的场景即可，而“硬科幻”则更需要有实在的科学理论作为支撑，并且让科学理论在故事情节发展过程中起到重要作用。从这个角度说，《星际穿越》因为有了来自各个领域专家的支持，硬到不能再硬。加州理工学院的理论物理学家约翰·普雷斯基(John Preskill)就回忆



## 秒拍精选



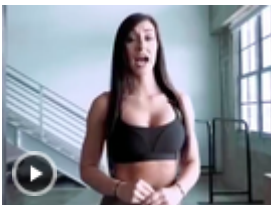
我有狗粮你有故事么



新手也能轻松停车



会八国语言的男孩



高强度腹肌训练

## 新浪扶翼

行业专区

广告:

专家团热点教育知识大百科

提供小升初、中考、高考、考研等考试辅导

中国主流人气博客频道

博客频道:全中国人气的博客频道

新浪专业教育考试服务平台

出国留学、商学院、外语、教育视频

值得信赖的教育资讯信息

公务员考试、托福、雅思、司法等考试辅导

热点草根名博带你围观世界

动人的博客,博客尽在博客频道

体育高清视频抢先看!

篮球 足球抢先看

草根名博展示精彩大千世界

拥有耀眼的明星博客,知性的名人博客

效果广告小投入大商机

新浪效果平台 扶效为营 翼展未来

了在**2006**年，索恩为了设置电影中的科学场景，在加州理工学院召集过一个会议，其中包括了物理学家、太空生物学家、行星学家和心理学家。正因为有如此多的科学家的参与，才让《星际穿越》在物理学的约束之下不仅视觉效果惊人，描述宇宙中各种极端罕见的场景最为准确。

“黑洞”、“虫洞”等物理学名词早已被大众所熟知，并且进入了流行文化，《星际穿越》利用电影手法，希望尽量真实地展现这些场景。因此，电影中既包含了切实的科学发现，成熟的科学理论，也有基于目前理论所做的合理猜想，有距离目前人类物理学知识很大距离的推测，更有为了电影的视觉和叙事效果而做的“不科学”的妥协，要在电影中辨清这些，并不容易。

《星球大战》、《阿凡达》等科幻电影，即使抽取出其中的科幻内容，仍然可以形成独立的、完整的故事，与此不同的是，导演诺兰希望《星际穿越》的故事可以自然地从科学理论中浮现出来，这使《星际穿越》完全无法与宇宙学理论和各种天体分隔开。为此，索恩还特地写了一本书《<星际穿越>中的科学》(The Science of Interstellar)讲述电影中的各种场景，以及其中涉及的科学原理。

## 引力波观测

索恩讲述，他曾经计划邀请斯蒂芬·霍金参演电影，并且设计了电影剧情的前传，布兰德(Professor Brand)教授是如何在太阳系内的土星附近发现了一个虫洞。这个前传实际上架起了现实与科学幻想之间的桥梁。故事发生在**2019**年，当时还只有**20**多岁的布兰德在美国激光干涉引力波天文台(LIGO)工作，这是一个真实存在的机构，由来自**17**个国家的**900**多名科学家组成，总部正是设在加州理工学院，而索恩也正是LIGO的创始人之一。布兰德在LIGO的工作是探测宇宙中传播到地球的引力波。根据爱因斯坦的广义相对论的描述，引力波是一种时空的褶皱，它自身具有能量，通过时空传播。在理论上一些激烈的宇宙学现象，比如黑洞相撞、一个巨大的天体被黑洞吞噬等等，都会释放出剧烈的引力波，并且有可能传播到地球上。LIGO设置在美国华盛顿州和路易斯安那州的两个天文台，正是为了探测这种时空的褶皱，而在法国、荷兰、意大利等国也都有类似装置，日本也正在建造引力波探测装置，人类正在形成一个引力波探测网络，故事也就由此而起。

尽管人类目前在地球上还没有探测到任何引力波存在的痕迹(**2014**年初，一组科学家宣布他们在南极探测到的宇宙微波背景辐射过程中发现了其中原初引力波的痕迹，证实了宇宙暴涨理论，这引起了全世界的关注，但是这个发现随后被认为是受到了噪声的干扰，并不能成立)，但是在宇宙学观测中，宇宙学家们已经发现了证明引力波存在的有力证据。索恩相信，在未来**10**年内人们就有可能在地球上探测到引力波，人类在并不遥远的未来就可以利用引力波来精确探测宇宙中的天体，这也正是电影故事发生的基础。唯有如此，布兰德教授才能在**2019**年发现太阳系内蹊跷地出现了一个虫洞。

年轻的布兰德在**2019**年通过LIGO观测到了一场只持续了几秒钟的引力波大爆发，他开始调查发生引力波大爆发的位置。结果他惊奇地发现，这场激烈的爆发竟然是发生在太阳系的内部，土星附近。这显然让他无法理解——这个程度的引力波大爆发只会发生在巨大且致密的天体之间，但是如果在太阳系内部真的出现了这种天体，比如说一个巨大的黑洞，那么整个太阳系内所有行星的轨道就会被黑洞巨大的引力所打乱，土星，以及太阳系所有的行星，甚至包括太阳在内的整个太阳系，也应该早就被摧毁，为什么布兰德还能够安全观测到这场引力波大爆发，却没有观测到太阳系内有任何的异常现象？最终布兰德发现，这个悖论只存在一个解释，就是在土星附近出现的是一个稳定的虫洞，这个虫洞连接了宇宙中遥远空间的两端，它的两个开口一个在太阳系内的土星附近，另外一端则在一个超大型黑洞附近，也就是电影中描述的卡冈图雅(Gargantua)黑洞，他所观测到的引力波爆发，实际上是来自虫洞另外一端的黑洞正在吞噬一颗中子星，这并未影响到太阳系的安全，但在这个过程中发出的引力波则有一部分通过虫洞传播到太阳系，进而被布兰德发现。

## 虫洞

虫洞已经成为一切星际穿越题材的电影中最必不可少的装置，这不仅是因为在理论上虫洞自身奇异的特性，也是由浩瀚的宇宙自身所决定的。人类目前的活动范围仍然被限制在太阳系以内，一方面是受到自身科学技术水平的限制，另外也要受到狭义相对论的限制。爱因斯坦的狭义相对论规定，光速是宇宙中最快的速度(大约为每秒钟30万公里)，人类驾驶宇宙飞船，无论使用何种动力手段(包括核动力)，都很难接近光速。太阳只是银河系中的一颗中等恒星，而人类所居住的太阳系本身是太阳的1000倍，光穿过整个太阳系都需要11个小时，而即使是以光速到达距离太阳最近的恒星，比邻星(Proxima Centauri)也需要4.22年，以人类目前的科技水平，甚至是在可预见的未来，都绝无可能到达(在电影中，库珀利用火箭从地球出发，到达土星都花费了两年时间)。太阳和比邻星，不过是银河系中的沧海一粟而已，银河系也只是浩瀚宇宙中的沧海一粟。那么人类想要进行星际旅行，唯一的可能就是借助虫洞进行穿越。

索恩与虫洞的渊源颇深。实际上“虫洞”这个名字就来自于索恩的博士生导师、著名的理论物理学家约翰·惠勒(John Wheeler)。惠勒受到穿透了苹果表面的虫洞启发，给这种仅存于理论中的现象命名。而早在此之前，理论物理学家们就已经意识到了虫洞存在的可能性，这也源于爱因斯坦。爱因斯坦在1915年发表了描述宇宙中质量(能量)、引力以及时空之间如何相互影响的广义相对论，随后很快有人得到了广义相对论方程的一个解，这代表了一种可能性：存在着一种连接宇宙中两个遥远时空的“桥”，这种可能性在十几年之后又被爱因斯坦和他的助手罗森发现，因此这种理论中的宇宙桥被命名为“爱因斯坦—罗森桥”(Einstein-Rosen Bridge)，也就是俗称的虫洞。

虫洞仅能够存在于理论中，原因就在于索恩证明，它即使存在，也会极不稳定，这种奇异的天体诞生—膨胀—收缩—死亡的速度极快，更有可能是在微观尺度下的量子泡沫中随机的产生和消失，远小于原子尺度，因此完全不可能让人类进行宇宙间的穿越旅行。而且，要形成一个在理论上稳定的虫洞，需要大量有负能量的“奇异物质”，这在理论上也无法做到。

即使是在理论上可以实现，在宇宙中也很难“自然”形成一个稳定的虫洞，原因就在于人类目前观测不到任何有可能形成虫洞的天体。《星际穿越》中出现的其他天体，比如恒星、行星、黑洞、中子星等，人们都早已通过天文学观测得到了证实，但是人类在宇宙中找不到任何天体存在着任何可能演变为虫洞，而宇宙大爆炸过程中“自然”产生出虫洞的机会也是微乎其微。

尽管如此，要实现星际穿越、探索宇宙中各种奇异的天体、挽救地球，一个可以穿越折叠空间的虫洞仍然必不可少，否则人类连冲出太阳系都不大可能。索恩假设可以出现稳定的虫洞供人类进行宇宙穿越，同时这个巨大的虫洞就被放置在太阳系内，这如同在一个失火的房子窗口恰好出现了一个安全梯，如此体贴，不可能是一个巧合。那么，在电影中解释，只可能是一种更为高级的生命把虫洞放在那里，专门为了解救人类。索恩通过计算，设置了土星附近虫洞的大小：直径大约是1公里，长度则只有几十米，飞船穿越，应该是一晃而过。但是诺兰为了电影效果，还是将拍摄成虫洞漫长且内部充满了奇异的闪光，犹如是驾车驶过一个黑暗的隧道，这其实也是很多人对于穿越虫洞场景的想象。

## 黑洞

黑洞才是《星际穿越》整部电影中真正的主角，那个巨大的卡冈图雅黑洞是这部电影的主心骨。不仅是导演，索恩为了设计这个巨大的黑洞也是倾尽心血，使它注定会成为电影史上一个令人难以忘记的鲜明角色。正因为卡冈图雅黑洞的外观和行为在极大程度上符合当今的物理理论，也正是由于黑洞的种种特性推动了情节发展，才使它如此鲜明，令人难忘。

黑洞同样也是广义相对论的产物。广义相对论描述了物质与时空之间相互作用的关系，真正开启了人类的宇宙学探索。索恩的导师惠勒曾经说，“时空告诉物质如何运动，物质告诉时空如何弯曲”。这句话就是对于广义相对论极佳的概括。物质(或是能量)可以使时空扭曲，而当

物质的密度极大时，时空的扭曲到达极限，就会形成黑洞。从这个角度说，黑洞就是由卷曲的时空组成。在黑洞的视界范围内，任何物质，包括光线都无法逃脱，因此注定只能是一片黑暗，但在黑洞的视界周围，因为环绕黑洞的吸积盘的存在，又有可能发出光亮。在黑洞的中心，存在着一个时空卷曲到极致的点，称为“奇点”，在奇点处任何物理学定律都将失效。

黑洞听起来可怖且危险，实际上它是广义相对论自然而然的产物，尽管黑洞会吞没一切信号，人类不可能得到关于黑洞的直接观测证据，但已经有各种各样充分的间接证据证明，黑洞确实广泛地存在。在大多数星系的中央，包括银河系内，都坐落着一个巨型黑洞。银河系中央的巨型黑洞**Sagittarius A\***的质量大约是太阳质量的**410**万倍(也就是说它的引力是太阳的**410**万倍)，维系着整个星系。不仅如此，在银河系内还存在着大约**1**亿个小黑洞，这些小黑洞大多都是由质量在**3~30**个太阳质量之间的恒星在燃烧尽自身燃料后发生内爆，随后又发生塌缩形成的。这种黑洞的质量一般也是在**3~30**个太阳质量之间。而银河系中还有大约**1**亿颗恒星将在死亡之后发生内爆，进而塌缩成为黑洞。

因为恒星死亡而形成的黑洞，质量一般都不会太大，一般在**100**个太阳质量以内，而电影中索恩设置的超重黑洞卡冈图雅，质量远超银河系中心的黑洞**Sagittarius A\***，达到**1**亿个太阳质量，并且在进行着剧烈的自旋，这一切都是为了电影情节的发展而做出的合乎物理学理论的假设。这种超重黑洞不可能因为恒星死亡塌缩而形成，它们形成的原因人类目前还不清楚，有可能是由巨型的气体聚合形成，也有可能是黑洞相互融合形成。如同卡冈图雅这样的巨大的黑洞，虽然在宇宙中罕见，但也并非是绝无仅有。目前人类发现的最重的黑洞名为**NGC1277**，它的质量相当于太阳质量的**170**亿倍，距离地球**2.7**亿光年远，这个距离大约是目前可观测宇宙的距离的**1/10**。好在起码人类不用担心自己葬身于黑洞中，太阳系中并没有这样沉默的巨兽，最近的黑洞也距离地球**300**光年，不会威胁到太阳系。

约翰·惠勒对于黑洞也有过一个精妙的描述：“黑洞无毛”，也就是说，黑洞彼此之间并无巨大的区别，没有特性而言。只要知道了关于黑洞的两个参数：它的质量以及自旋速度，人们就可以通过理论而推断出有关这个黑洞大小、引力、引力透镜等一切特征。而对于卡冈图雅来说，索恩需要精心地设计这两个数字就行。

过于接近一个黑洞时，除了会被它吞没，还有另一个特性就是时间的流逝会变慢，这是由黑洞强大的引力场扭曲了时间维度造成的奇妙现象之一。爱因斯坦的相对论使人类摆脱了牛顿力学中的绝对时间(宇宙中到处都放着一块显示统一时间的手表)和绝对空间(宇宙中放着一把刻度精准、永远不变的尺子)的概念，“同时性”的概念变得极为精妙，时间的流逝成了相对性概念，其快慢与一个人所运行的速度和他身处的引力场强度有关。实际上，在地球上，因为地球的引力场作用，同样会出现时间膨胀的效应，随着海拔不同，时间流逝的速度也是不一样的，**GPS**定位系统就必须通过广义相对论对此进行修订。只不过因为地球的引力场相比于黑洞太微弱，普通人完全感受不到这样的差别。在黑洞附近，引力场极强的条件下，时间的流逝显著减缓，这样才能达到诺兰导演所需要的在米勒行星上停留一小时，地球上已经过了**7**年的“沧海桑田”的电影效果。

除了黑洞造成的时间膨胀的效应外，还必须要考虑其他更为现实的因素。在一个静止的黑洞附近，如果想达到时间膨胀了**6**万倍这样显著的效应，根据计算，米勒行星必须贴着黑洞的视界运转。在这种危险的区域运行，且不说米勒行星很可能会被黑洞的吸积盘所摧毁，它还会感受到巨大的潮汐力。因为距离黑洞太近，所以行星的近远两端感受到的黑洞引力完全不同，这相当于对行星进行了巨大的拉扯。在一个巨型黑洞的视界附近，这种力量会轻而易举摧毁一个行星，使行星表面的水分因为摩擦而变热蒸发，行星自身也就成为灰尘。

巨大的潮汐力与强烈的时间膨胀现象形成了一对悖论，导演需要一个在黑洞附近能够稳定存在的行星，但又不会被潮汐力所摧毁。在这种情况下，索恩通过计算，发现只有让这个相当于**1**亿个太阳质量的黑洞进行快速自旋，利用引力锁定米勒行星，才可能同时满足这个条件，



这其实也是索恩自己的研究成果。**1975**年。索恩在研究黑洞自转时就曾经发现，黑洞自转的速度并非可以无限加快，如果黑洞自转的速度过快，它的视界就将消失，黑洞内部的奇点就会裸露出来，这是自然界所不允许的。为了防止这种情况出现，索恩推算，黑洞的自转速度越是接近极限时，越是更难以吸收和它自转方向一致的物体(吸收与自己自转方向一致的物体会使自转加快)，而更容易吸收与它自转方向相反的物体(这样会使自转减慢)，这样黑洞的自转就被限制在一个极限范围之内。索恩发现，电影中所需要的卡冈图雅黑洞自转的速度，恰好在黑洞自转的极限范围之内，这样，米勒行星在理论上就可以稳定地存在，而且它表面上每一个小时一次的巨大水浪可能就是由有限的潮汐力，或是潮汐力造成的行星地震所引发的了。

## 引力弹弓

与在野外驾车出行一样，进行太空旅行时人们最需要担心的就是，飞船燃料不够了该怎么办。在电影中，库珀等人驾驶飞船探寻卡冈图雅黑洞附近的三个行星，旅行途中还发生了意外爆炸，他们必须随时注意节省燃料。更何况米勒行星在黑洞附近的运行速度超过光速的一半，要想在米勒行星上着陆，飞船也必须要达到同等的速度才行。考虑到飞船此前花了两年时间才从地球到土星，利用自身的动力系统，无论如何也不可能达到这个速度。所幸在黑洞附近，他们非常熟练地运用了引力弹弓手段，首先利用一个围绕着卡冈图雅黑洞运行的小黑洞的引力进行加速(利用其引力加快自身的速度)，接近黑洞和米勒行星。之后再利用附近一颗中子星的引力场进行减速，进而与米勒行星实现同步，才实现着陆。

电影中通过引力弹弓手段达到接近光速的速度固然只可能出现在科幻电影中，但是实际上，人类的航天器利用天体引力进行加速或减速的引力弹弓手段并不罕见。美国航空航天局(NASA)在**1997**年发射的“卡西尼—惠更斯号”航天器为了节省燃料，就曾经利用木星的引力进行加速，快到达目的地时，又利用距离土星最近的一个卫星引力场进行减速，完成探测土星的任务。只不过是，在实际中利用行星或是卫星的引力进行的加速或是减速的效果远远不如电影中利用黑洞或是中子星的引力改变自身速度的效果显著了。

## 多出来的维度

在电影的高潮部分，诺兰导演又一次运用了一个此前曾经被使用过无数次的经典电影桥段：主角库珀驾驶着飞船中的着陆器纵身一跃，与飞船里的机器人**TARS**先后跳进了卡冈图雅黑洞的视界以内，把女主角推回到了一个安全区域，而库珀则踏上了死亡之路，注定无法再逃出黑洞。

当两个物体相互作用时，作用力与反作用力大小相同，方向相反，这就是著名的牛顿第三定律。库珀自己身陷绝境而推出女主角(虽然因为彼此质量相差太大，效果可能微乎其微)，彼此间隔绝着黑洞的视界，这如同一面单方向的墙，库珀仍然可以听到女主角的呼叫，女主角却永远都看不到库珀掉进黑洞。因为时间膨胀的原因，她会看到库珀跌落的速度越来越慢，无限地接近黑洞视界而不会掉入其中，而后库珀的形象越来越红，最后变黑消失不见(从库珀处传到飞船的光子因为黑洞引力发生红移，直至超出人类视力的频率范围)。

库珀跳入黑洞中之后，他与黑洞之外的一切联系在视界处被完全切断，但是他与同样跳入黑洞的机器人**TARS**之间的联系却与在黑洞外面时没有什么区别。因为卡冈图雅是一个极大的黑洞(半径与地球环绕太阳运转的轨道半径接近)，所以当他们跳过黑洞的视界时并没有任何特殊的感受，也没有因为黑洞的潮汐力而被迅速撕裂。与此同时，库珀和**TARS**获得了融合广义相对论和量子力学的最佳条件，他们终于可以活着在黑洞中采集数据，虽然这些数据注定不能被发送出去，这其中也有着一种“朝闻道，夕可死矣”的毅然决绝。

量子力学和广义相对论都诞生于**20**世纪初，经过了**100**年的发展，这两个学科已经成为当代物理学的两个支柱。量子力学主要是描述在极小的微观领域内物质的运动规律，而广义相对论则是描述在极大尺度，或是物质密度极高的条件下，物质和时空的相互作用规则。在**20**世纪

中期，物理学家们就已经意识到了，广义相对论和量子力学彼此间不能相互协调。这两种理论所主宰的领域并不相同，但是试图把它们融合在一起，形成一个大统一理论的尝试至今为止全都失败了。当今物理学的“圣杯”，所有当代物理学家的最终追求，就是获得一种融合了这两种理论的“量子引力理论”。如何才能获得这种理论？物理学家们认为，在这两种理论同时起作用的领域内进行真正的观测，获得数据，就有可能得到启发。

库珀和**TARS**纵身一跃，终于获得了这种物理学家们梦寐以求的机会，而**TARS**也抓住机会，迅速获得了观测数据，这是融合两种理论、建立完整的量子引力理论的关键。而就当库珀做好牺牲的准备时，他和**TARS**一起进入了一个“超立方体”，在这个高级生命为了拯救他们而特地放置在黑洞中的超立方体中，时间维度对库珀打开了。

人们生活在三维空间中，而后相对论结合了时空，把时间变成了一个特殊的维度。人们在空间中可以自由游走，而时间维度的特殊之处在于，根据狭义相对论，尽管在不同情况下可能彼此前进的速度不同，人们在时间维度中都只能前进而无法后退，也就是说，人们无法“回到过去”。但是，空间除了前后、上下、左右三个维度外，还有没有其他维度？此前物理学家们并不相信，认为更高的维度只能是数学游戏而已。在**1984**年，两位物理学家迈克尔·格林(**Michael Green**)和约翰·施瓦茨(**John Schwarz**)在进行量子引力理论研究时发现，在更高的维度数中，量子力学和广义相对论有可能相互融合，这个理论发现开启了一个如今在理论物理学领域炙手可热的研究领域——弦论。在弦论中，除了一个时间维度外，空间实际上存在有**9**个维度，人们只能感觉到其中的**3**个维度，而另外**6**个维度在卷曲起来中，使引力不至于发散得过快，以至于无法形成星系。从此以后，对于更高维度空间的研究不再是数学游戏，而是成为严肃的物理学探索。在电影中，出于视觉效果考虑，导演并没有展现出多余的**6**个维度，而只是展现了多出的一个维度，在这个维度中，时间维度也展开了，库珀看到了自己和女儿的过去。原来，以前发给自己信息的人就是他自己。

回到过去，在电影中使时间旅行成为可能，这将使电影陷入到一个循环的悖论中，也是物理学定律所不允许的。为了解决这个难题，诺兰导演做出了设定：在超立方体中，如果黑洞的视界一样，光只能单方向传播过来，过去的自己则看不到超立方体中的一切。另外，一切的粒子、相互作用、场等物理学实在也无法相互传播，这在极大程度上限制了时间旅行的可能。那么，库珀如何把他收到的在黑洞内部的观测数据传送给已经成为物理学家的女儿，进而解救人类？他只能利用唯一可以从超立方体向过去传播的力，引力。

库珀收到了同在超立方体内的**TARS**传来的量子引力数据，希望把它传给自己的女儿。但是他发现，他在时间维度上，无法与过去的自己相互联系，他只能单方向收到来自过去的信息，他的女儿却听不到自己的叫喊。但是他马上意识到，引力可以穿过各个维度，进行时间旅行，正因为如此，他用力地反复敲击他女儿房间的书架，产生的引力场使书架上的一些书掉落在地上，这正是他女儿长久以来追寻的“鬼”。也就是说，他可以通过引力作用与他的女儿进行联系。他在收到机器人**TARS**传来的数据后，掌握了如何利用重力与另一个世界联系，进行时间旅行的方法。他敲击表针，利用摩斯代码与女儿联系，终于把在黑洞里取得的量子引力信息传出去，解决了难题。

在另一个空间维度中，时间维度展开，得以进行时间旅行，这固然是导演出于剧情需要而进行的幻想，超出了目前物理学范畴，但在另一方面，也说明了很多物理学家相信，要解决量子引力问题，需要引入更多的维度。至于这个超立方体为什么会出现在黑洞的内部，恰好拯救了库珀于绝境，如同在太阳系内忽然出现了一个虫洞，只能说是更高等生命的有意为之了。

纵观《星际穿越》电影，故事与情节并不算新鲜，之所以让其成为一个“现象级”的科幻电影，就因为其中对于科学理论尽量忠实的视觉体现。电影中对于卡冈图雅黑洞的展示，是迄



今为止最为准确的描述，在快速旋转的巨型黑洞的周围，围绕着一圈炽热明亮的物质，同时由于黑洞的引力作用，使经过它的光线也发生偏转，造成引力透镜现象。这使得人们在远处观察黑洞，会看到在一个接近圆形的黑洞周围

有一个几乎对称的光圈，这些现象，都在电影中得到了忠实的体现，在电影院中看到的视觉效果极为惊人。尽管导演在电影中为了视觉效果做了一些妥协，也有一些难以解决的问题，比如说在三个行星附近并没有一个稳定的恒星存在，因此要想获得能量，只能通过黑洞附近的吸积盘。但是当行星远离吸积盘时，也就必将陷入极度的黑暗和冰冻中，在接近黑洞时又可能会因为引力问题引发行星上的地震和火山爆发，这些在电影中并未体现(电影中的三个行星的天空都被设置为阴天，看不出光和热量的来源)。

《星际穿越》因为众多科学家的参与，以科学的态度尽可能准确展示出一幅奇异而壮观的宇宙景象，必将成为科幻作品的新标杆。它已经在世界上引发了众多关于宇宙学的讨论，也必将开启很多人对于物理学和宇宙学的兴趣和爱好，甚至可能改变很多人的人生轨迹，这可能也就是在电影带来的视觉享受之外，科幻作品最大的价值了。

(本文写作主要参考了基普·索恩的《〈星际穿越〉中的科学》一书)

编辑：SN123

文章关键词： 黑洞 星际穿越

我要反馈



## 相关阅读



【青年节策划】“非主流”一代已经长大了



【新青年】翼状飞行很危险但我想玩一辈子



【记忆】90年代我们这样做计划生育



【看见】五一，你有去看山(rén)水(hǎi)吗？

