飞向火星

□ 老多

7月23日，由长征五号遥四运载火箭搭载的“天问一号”火星探测器，从海南文昌发射升空，飞向火星。“天问一号”将于明年春节左右在火星着陆。

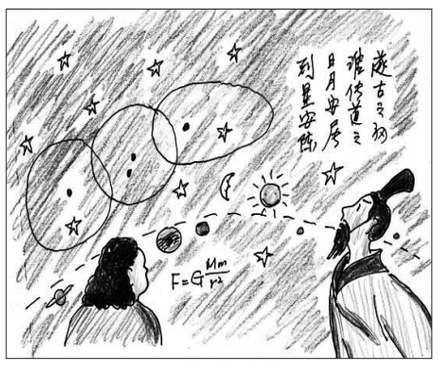
今天老多就和大家聊聊关于火星的故事。人类在很早很早的时代就开始仰望星空，而且很早就发现，夜空中除了有无数的繁星以外，还有几颗穿行于繁星之间的漫游者——行星，最早被发现的行星有水星、金星、火星、木星和土星。其中火星是最引人注目的一颗行星，后来好几个科学的发现都出自对火星的观察。为什么这么关注火星呢?

首先行星是怎么被发现的呢？古人经过长期的观察发现，太阳月亮总是沿着一条看不见的线在移动，又经过很长很长时间的观察，人们又发现夜空中有几颗星星似乎也沿着这条看不见的线穿行于繁星之中。于是屈原在他著名的诗篇《天问》中问道：“遂古之初，谁传道之……日月安属，列星安陈。”逐渐人们发现，日月列星安陈之线就是黄道，有了黄道日月列星的运动就有了固定的参照物，于是日月列星的行踪被发现。

火星为什么最受关注，原因是火星的行踪十分怪异，它一会快一会慢，有时还会停，甚至会倒退。古人奇怪极了。中国古代把火星停下来叫“守”，讲究天人合一的中国人觉得，天上火星守，地上肯定要坏事儿！比如《星经》在描述心宿时这样写：“火星守，地动，守二十日，臣谋主。”火星的奇怪现象不但中国人，西方人也早就发现了。西方古代虽然也迷信，但古希腊留下玩几何学的传统。于是公元前3世纪发明圆锥曲线的阿波罗尼奥斯，他用几何学的方法去解释火星为什么一会快一会慢。那时候西方的宇宙观是地心说，地球是宇宙的中心，所有星星都以正圆形轨道运行。他认为，地球不在圆的正中心，而是偏心，这样，在地球上看火星就会一会快一会慢了。阿波罗尼奥斯解释了快慢的问题，停和倒退的问题没有解释。于是这个问题变成了接力棒继续往后传。公元2世纪传到托勒密那里，托勒密的解释仍然不令人满意，然后16世纪接力棒传到了哥白尼那里，哥白尼提出了日心说，不过日心说还是没有彻底解释清楚这个难题，接力棒继续往下传。

16到17世纪伟大的开普勒来了，他接过阿波罗尼奥斯、托勒密、哥白尼理论的接力棒继续琢磨，他用自己师傅第谷对火星极其精密的观察记录，发现椭圆形轨道的行星运动三大定律。接着在17到18世纪接力棒传到牛顿手里，牛顿在《自然哲学的数学原理》中，把三大定律变成了万有引力定律的数学公式，从此火星运行的秘密被彻底揭开。

不过人类对火星的科学探索一直没有停止。下面我们再聊聊怎么飞向火星。火星是太阳系从里往外数第四颗大行星，火星在地球的外面，地球和火星都以椭圆形轨道围绕着太阳旋转。地球转一圈是一个地球年，火星转一圈是687天，也就是差不多两个地球年。地球和火星在太阳系的相对位置，地球和火星在太阳两边时叫合，在太阳同一侧时叫冲。从地球飞向火星，首先要考虑计算出最短的航程，以最少的燃料到达火星。另外，因为两个星球都在不停地旋转，相对运动中发射火箭，就像用枪打飞靶，扣动扳机的时机很重要。还有一个问题是地球和火星处在两个轨道平面上，飞向火星还要考虑如何从地球轨道转移到火星轨道。关于这些问题，一位叫霍曼的德国工程师在1925年计算出了霍曼转移轨道方法。根据霍曼的方法，火箭飞向火星的发射窗口，是在火星冲以前大约100天，火箭到达火星是在合的位置。而2020年10月13日将发生火星大冲，所以“天问一号”提前差不多100天，于7月23日发射。“天问一号”到达火星需要飞行大约6个月，当它到达火星时，火星已经运行到太阳另一侧合的位置了。



绘图/老多

科学探索的接力棒还在继续传递，直到永远。

（作者李建荣，笔名老多，科普作家，文津图书奖、中国科普作家协会优秀科普作品奖获奖作品《贪玩的人类》系列作者）

还原一个真实的霍金

□ 李大光

斯蒂芬·霍金是我们这个时代最有影响力的物理学家之一，他的生活经历触动了数百万人的生活，物理学的贡献影响了物理科学家对宇宙的认识。霍金生前好友与物理学家列纳德·蒙洛迪诺，在其新书《斯蒂芬·霍金：难忘的友谊与物理才学》中回忆了自己作为霍金近20年的合作者和朋友在一起的生活和工作经历。在书中，作者带领我们与霍金的同事们见面。虽然疾病使霍金只能以每分钟6个单词的速度与人交流，但他竭尽全力用幽默来点缀他的谈话。读者也会了解到作为霍金的朋友，他们除了语言，还会用皱眉、微笑或者只是扬起眉毛来传递信息。

书中还描绘了霍金沉溺于对葡萄酒和咖喱的热爱，读者还能够分享他对爱、死亡和残疾的感受，并与同事们就哲学和物理学的深层问题进行研讨与争论。列纳德·蒙洛迪诺把我们带到了霍金的房间里，对他的生活和工作进行深入了解。读者可以分享到霍金对工作的投入，以及展示他将如何做出即兴的选择，比如在卡姆河上划船（尽管要冒着溺亡的风险），以及霍金在一家没有轮椅专用厕所的餐厅外的树篱里公然小便的故事，列纳德·蒙洛迪诺都抓住了他不屈不挠的精神并进行了详尽的描述。这种友谊产生的深刻影响，不仅教会了我们物理的本质和实践，而且也教会了我们人类克服巨大障碍的能力。

著名物理学家斯蒂芬·霍金毕生致力于研究的问题同样也是一个谜。20多岁时，霍金被诊断出患有运动神经元疾病，但是他继续从事开创性的物理研究，并将其中大部分内容用通俗的语言讲给大众，直到2018年去世，享年76岁。作为霍金同事的物理学家列纳德·蒙洛迪诺，与霍金合著了两本书：《时间简史》和《大设计》。在他的第十本书籍《斯蒂芬·霍金：难忘的友谊与物理才学》中，分享了自己与霍金长期合作的感想。

列纳德·蒙洛迪诺撰写过很多关于霍金的生活与科学生涯的作品。在其《正直的思想者：人类从在树上的生活到理解宇宙的旅程》一书中，将霍金的传记事实和轶事与他自己的第一印象和后来的许多遭遇结合在一起。在这本书中，大部分内容都在追溯这两位科学家在写作《大设计》的合作。在这个过程中，列纳德·蒙洛迪诺需要在霍金生活和工作的英国剑桥待上一段时间，这使他获得了了解霍金生活的新窗口。列纳德·蒙洛迪诺不仅能够观察他朋友的智力活动，还能观察到他与助手朱迪丝维持的密切而复杂的关系、他的第二任妻子伊莱恩·梅森，以及霍金与其他的朋友之间的关系。正如列纳德·蒙洛迪诺所写的那样：“一开始只是一个智力联盟，后来发展成为我们人与人的广泛联系。”

列纳德·蒙洛迪诺被霍金的个性以及处理自身缺陷带来的诸多不便的策略所深深吸引，他运用自己敏锐的观察眼光来适应与霍金合作的工作。在他们关于研究和写作的讨论（有时是争论）中，列纳德·蒙洛迪诺学会了解读霍金的非语言信号，并瞥见了他朋友的思维方式。他们的友谊建立在对黑洞和宇宙起源等复杂而抽象的概念进行理智辩论的基础上，但也包括在霍金家里举行的许多非正式晚宴，甚至食物、酒和对一系列问题的讨论。在讲述他们合作的故事时，列纳德·蒙洛迪诺以一种清晰易懂的方式总结了他们所从事的科学理念（以及霍金的许多其他研究），同时对霍金本人进行了细致入微的描绘。对通俗科学、宇宙学或霍金著作感兴趣的读者会在本书中发现很多值得思考的东西，但列纳德·蒙洛迪诺的书也是关于一段非凡友谊的一个深思熟虑、温柔却不伤感的故事。

（作者系中国科学院大学教授、国际科学素养促进中心研究员）

为什么科学传播要“说人话”

□ 王大鹏

为了让公众更好地理解科学、认识科学，从而对科学形成理性的态度，就需要有效地将科学传播给普通公众。但是，聚焦于一些从事科学传播的学者则表达了如下的关切，那就是科学共同体与普通公众在某种程度上并不能彼此理解，因为他们隶属于不同的话语体系。当然，这一方面需要我们提高公众的科学素养，另外一方面则需要从科学传播从业者本身着手，毕竟科学传播不能靠直觉，它需要有理论的指引，并且将这种理论应用到实践中去，只有这样，才能更好地传播科学。

自从科学专业化和科学家职业化以来，科学共同体开始形成，相伴而来的是科学的制度化；科学成为了有特定参与者、协定的规则和实践的活动，科学家发展出了自己的语言、自己的培养方案和自己的奖励制度。对科学共同体及其成员来说，这节省了同行之间交流的成本，提高了交流的效率，但是对于外行公众来说，这些却成为了阻碍他们理解科学的藩篱。就像一句话说的那样：知识分子到哪里去了？他们躲在象牙塔里，玩着“自我陶醉的话语游戏”，鲜少有人站出来，将这套黑话体系“翻译”成能为大众理解的大白话。

从科学传播的角度来说，需要将科研成果传播给广大的公众，这样才能让公众真正地理解科学。因而也有一些研究人员致力于考察如何将科学的语言转变为公众可以理解的语言，并且得出了一些具有可行性的建议和策略，其中之一就是科学传播要“说人话”，实际上这是在主张科学传播要接地气，要从公众的视角出发，对科学语言进行转换和翻译。

而如何更好地“说人话”，其中涉及的一个技巧就是如何减少或者避免术语的使用。术语往往被用于展示某种专业知识，表达具有独特性的东西，它是某个特定群体的专属语言，而位于该群体之外的人往往难以理解，不得其要领。

为了考察减少或避免术语这一建议背后的机制，以及考察在科学传播中使用术语会产生什么影响，2019年，美国俄亥俄州立大学的四位学者在《公众理解科学》上发表了一项研究成果，从元认知的角度探讨了术语对于科学传播的效果的影响。

研究人员通过信息抽样方法遴选了一段与科学有关的素材，分别是自动驾驶、外科手术机器人和3D生物打印，并且针对原始素材改编了一份与之相对应的无专业术语的素材，用更简单的同义词对术语进行了替换。这些素材（原始的与改编后的）由三句话组成，分别是情境陈述、描述该技术如何发挥作用以及介绍它可能存在的风险。随后研究人员把招募的650名参与者进行随机分组，并让他们阅读这三个与科学话题有关的素材。

通过上述实验，研究人员旨在印证他们提出的四个假设，分别是：处于专业术语情境下的参与者要比对照组具有更低的加工流畅性（处理新信息的难易程度），加工流畅性会介导对术语的接触与对说服的动机性抵制之间的关系，专业术语会通过多种介导因素间接地影响对风险的认知，以及专业术语会通过多种介导因素间接地影响对科学的支持。总体上而言，他们希望了解的是，专业术语的存在与否在人们处理复杂信息的难易程度上有何影响，以及这是否会影响人们对新的科学技术的认知。

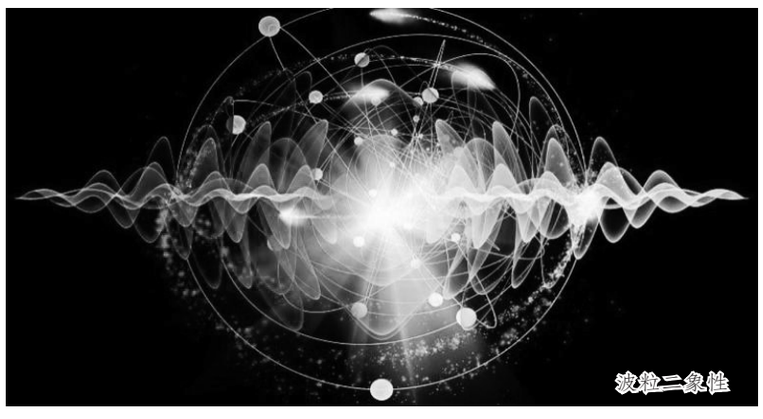
研究人员最后发现，专业术语的存在会损害公众理解和处理科学信息的能力，而由此带来的损害会导致对说服具有更强烈的抵制，从而增加了公众对风险的认知，降低了他们对技术的支持。也就是说，研究表明专业术语的使用通过元认知的认知机制削弱了告知和说服公众的努力。

我们经常在科学传播技能提升方面告诉科研人员说，要尽量减少和避免专业术语的使用，更多地“说人话”，但是这背后的科学机制是什么，上述四位学者的研究给出了一定的科学依据，也让更多的科学传播从业者了解了，为什么需要用公众能够理解的语言来传播科学。

（作者系中国科普研究所副研究员，中国科普作家协会会员）

科学的尽头真是神学吗？（下）

□ 陈思进



我在《科学的尽头真是神学吗？（中）》一文中提到，随着量子力学的发展，量子力学中的概念、术语，如叠加态、量子纠缠、不确定原理等，也开始在各个媒体、网络之中广泛传扬。近年来，这些fancy（花哨的）的词语常常被各行各业用来点缀，动辄“量子”、甚至成了神学的“稻草”，有的宗教人士更试图用量子理论来背书神学……

在此，有必要再从头浅谈一下，“量子”究竟是什么？

在好些科普文章中，我们经常会阅读到这样的文字，“量子就是能量存在一种不可分割的最小单元”。这从字面上来看似乎没错，但却很容易产生误导。根据科学界的共识，世界上所有的粒子，如原子、电子都不该简单地把它们看作一种点状的粒子，即量子并不等于点粒子。因为，如果量子真是点粒子的话，那科技就不可能发展到今天了。

现在物理学界对原子共识是“原子都具有波粒二象性”，而这“波粒二象性”就恰恰是量子最关键的“真谛”，甚至可以这样说，量子就是波粒二象性，且通过量子力学中关于状态的一个基本原理——叠加态原理表现出来的。

而我在上文的最后部分中，提到了物理学中的所谓“四大神兽”之一——量子力学中的薛定谔的猫（另外三个是经典力学芝诺龟、物理信息学中的拉普拉斯兽、以及热力学中的麦克斯韦妖），就是对叠加态的一个不可能实现的思想实验。

一旦抓住了波粒二象性，量子力学身上的“魔力”在某种程度上便消失了。比如，爱因斯坦和玻尔互掐了几十年无果的量子纠缠、量子隧穿（据说通过它，你能像崂山道士一样，念念咒语就可以穿墙而过）等许多“怪现象”，瞬间便没什么好奇怪的了。你会发现，其实量子力学中那些不可思议的现象，跟你听过的其他物理定律一样，都是有道理可循的。

这就好似绝大多数人都没学过变魔术，因为不理解魔术是怎么变的，就会很自然地觉得有些魔术，特别是那些魔术大师变的魔术很神奇，甚至会以为魔术师有魔力。

然而当你一旦看了破解魔术的视频，知道了其中的窍门，就会立刻觉得那些魔术没什么了不起。普通人看量子力学也类似，一旦你了解了其中的“窍门”，那量子力学之中那些“神奇的现象”也就不再神秘了。而波粒二象性就是这个量子力学之中的“窍门”，一旦明白了这点，量子力学就再也不是“神鬼”的“避难所”了。

既然此文所讨论的“科学的尽头真是神学吗？”是随着科学的发展而来的，那我就引用一下著名科学家、清华大学教授赵南元对这个问题的回应。赵南元教授说，要证明“科学的尽头是什么”，首先要搞清楚这个提问本身是不是正确。比如，有人提问，“为什么鲨鱼在天空翱翔？”，这个提问本身就是有问题的。因为鲨鱼不可能在天空翱翔，它就是一种生活在海洋里面的鱼类。如果你提问的是，“鲨鱼为什么可以在海洋里游弋”，我们就可以用生物学知识来回答你。但是你提问中描述的原本就是不存在的东西，就无所谓做出解答了。像“科学的尽头是什么”这样的提问，本身就是一个错误的提问。

在赵南元教授看来，科学是没有尽头的，而且无止境。他进一步指出，可以把科学当作发明创造，代表人类的一种创造力。人类的创造力会枯竭吗？如果人类的创造力枯竭了，科学便会走到尽头。

然而众所周知，人类的创造力是无穷无尽的，无论经历了多少世代，人类终究会发明创造出新的念头、新的技术、新的理论，永世不竭。

对此赵南元教授还举了一个例子。他说，现在已经发明了100万个理论，人类肯定会继续发明创造出第1，000，001个理论。人类可以做到N+1。科学创造就是这个永远的“+1”。所以说，科学哪里会有尽头？

至于这个问题的另一类说法“佛道老子等能和量子力学统一起来吗？”是随着物理学的发展、特别是量子力学的崛起而出现的，那我再引用几位著名的物理学家对这个问题的回应吧。

如著名物理学家李淼反复强调，科学家和佛教徒攀登的根本不是一座山，佛学大师永远等不来科学家，只能等来信徒；著名量子力学家潘建伟也曾公开明确表示，请别把量子力学跟哲学、宗教联系在一起；曾与霍金共事多年的量子力学学会副会长施郁，更是以量子力学真正行家的身份，撰写了许多科普文章，也逐条反驳了那些荒唐的观点；量子物理学家李剑龙则认为，你要是听见有人说这样的话：人的意识是量子的、两个人的心灵感应就是量子纠缠、量子力学证明人死后有鬼魂，这只能表明说话的这些人对量子力学一窍不通，因为我们还没研究到那儿呢。

而我个人认为，试图将宗教和科学混为一谈完全没必要。宗教是宗教，科学是科学，宗教有宗教存在的意义，如果宗教也变成了科学，也就没有存在的价值了。科学没有尽头，是代表了人类本身无穷无尽的创造力，那么“科学的尽头是什么”的提问，也自动失去了价值和意义。至于“科学的尽头是神学”这样的说法，只不过是某些人的自娱自乐罢了。

总之，科学的尽头不是神学，佛道老子等更不可能与量子力学统一起来。神学是人类自己定义出来的，人类可用神学来解释“不可控”的现象，或得到心灵上的慰藉。然而，当我们用科学揭开一个宇宙的奥秘，便会发现有更多更大的奥秘呈现在眼前，我们了解得越多，就会越感觉到自己的“无知”！因此，科学是没有尽头的！

（作者系加拿大某国际财团风险管理资深顾问，科幻作家）

天宁一号的低碳转身

□ 王谨

千年古塔和热电遗产大烟囱相临而立，这是北京西城保持的一景。

8月25日下午，我和几位朋友受邀参观位于北京西城区天宁一号。从门外，就可远远地看到一座古塔与一座大烟囱并肩矗立 。古塔是有着900余年历史的辽代天宁寺塔，明代何景明曾诗咏：“七级芙蓉起，千年舍利藏。地形标海岳，人代阅隋唐。”大烟囱是有着40年历史的“北京第二热电厂”标志性建筑。如今古塔面貌依旧，而烟囱所属的工厂已经变身为“天宁一号文化科技创新园”。进入园区，从留在现已斑驳的办公楼墙壁上的雄浑题字，可触摸当年北京第二热电厂走过的不平凡岁月。

熟悉北京当代历史的人们，对地处东西方向高耸的烟囱，印象深刻。这两座高大的烟囱，像擎天的立柱直插云天。

时序倒转到2016年12月18日。在位于朝阳区王四营北路的华能北京热电厂中控室，4号机组被摁下停止键，至此华能北京热电厂的所有燃煤机组停机，高耸的烟囱不再冒烟。

这也是北京最后一个燃煤电厂关闭。此前的2009年8月5日，在北京西城区莲花池东路16号的原北京第二热电厂，关停了燃油发电供热机组。

从此，北京电厂基本实现无煤化运营，成为全国首个基本实现清洁能源发电的城市。

烟囱是热电厂的重要组成部分，现在烟囱常常被视为工业污染的一个符号，但以历史的眼光看，这两座当年热电厂的烟囱，曾确保了当时北京百万居民数十年的供暖，是不可或缺的。

进入新世纪，随着京城低碳发展方略、生态文明建设的需要，北京热电厂、第二热电厂先后退出烧煤、燃油发电的历史，烟囱不再冒烟了。这两座高耸的烟囱成为北京工业遗产的一部分，仍然留在大众的视野。

低碳经济是以低能耗、低排放、低污染为基础的经济模式，其实质是改变我国多年前的粗放型能源消耗，提高能源利用效能和创建清洁能源结构，实现技术创新、制度创新和发展观的转变。中国发展低碳经济，合乎中国国情，是提升国民幸福指数、实现可持续发展的必由之路。

“一热”“二热”两座电厂的低碳转身，以怎样的新形象示人？这是两座烟囱属地决策者思考的。时间不长，这两家热电厂所在那两片属地，真的变了，变低碳了，变亮丽了。

我们进入二期待改造的厂房，当年的发电机组和相关设施还静静地躺在那里。天宁华韵文化科技公司党支部书记王建新，带我们参观时，指了指相邻的天宁寺和带有历史斑驳感的旧厂房说：“遵循《北京城市总体规划（2016—2035）》优化首都核心功能要求，坚持‘留白增绿’，推进文化和科技的产业融合，在保护工业特色建筑的基础上，争取第二期改造方案比第一期更彰显特色”。在他看来，相比于重建一个新园区，不如就地改造保留有城市工业遗迹的科技文化园，这样更能体现园区的历史文化价值。

第二热电厂建于上个世纪70年代，占地7.9万平方米。2009年关停了燃油发电供热机组后，厂房和车间被原样封存，沉寂下来。2014年，中国华电集团启动了老厂改造工作，在保留老厂房建筑原貌的基础上，分两期进行改造布局，打造高端文化科技创意产业园区。在已投入运营的一期园区，除保留有部分原热电工业遗产景观小品外，鲜花和绿地映衬着新入园的国有或民营文化、科创企业办公场所，富有现代色彩。这里不仅有新媒体创新工场、新华网（北京）科技有限公司等科创空间，还有珠江钢琴艺术之家、壹空间剧场、咖啡屋、古玉文化馆、南草场及观宁阁等文创专属地，经常举办诸如文博会、学术活动、政务活动、商务活动、少儿文体活动等，呈现出一期改造带来的科技与文化的时尚氛围。

科技和文化改变世界，期待转身后的天宁一号呈现时代华彩。

（作者系中国作家协会会员，人民日报高级记者，人民日报海外版原副总编辑）