

对话埃隆·马斯克

——何时能在火星上看到人类？

► 钱颖一

人类距离登陆火星还有多远？我们未来真的能够在火星上生存吗？SpaceX 首席执行官和首席设计师埃隆·马斯克（Elon Musk）曾表示，到 2025 年有 50% 的概率可以在火星上看到人类。就在 2022 年初，据美国《华尔街日报》报道，埃隆·马斯克说，如果飞行安全监管机构要求对公司在德克萨斯州的一个设施进行额外的环境评估，SpaceX 准备在佛罗里达州的一个场地来测试公司一直在开发的巨型火箭。

据介绍，SpaceX 一直在准备位于德克萨斯州南端 Boca Chica

的一个场地，用于试飞星舰火箭系统。230 英尺高的超级重型助推器将把星舰飞船送入轨道，该公司曾表示，这将是其最雄心勃勃的任务。

马斯克表示，如果 FAA（美国联邦航空局）要求提交环境影响报告，SpaceX 公司将不得不将星舰测试转移到肯尼迪航天中心。他还补充道，随着时间的推移，公司最终可能会将佛罗里达和德克萨斯的设施用于不同用途：德克萨斯州的工厂“非常适合作为先进的研发基地”，肯尼迪航天中心可能会成为“主要的运营发射基地。”

早在七年前，他在与经济学家、时任清华大学经济管理学院院长的钱颖一对话时表示，在火星上建立城市才是他创立 SpaceX 的初衷和根本目的。

追随顶尖科技

钱颖一 我了解到，你早年从南非到加拿大，进入女王大学（Queen's University），两年之后转学到美国宾夕法尼亚大学。在这两所大学你一开始学



钱颖一，著名经济学家。清华大学 1977 级数学专业本科，曾任清华大学经济管理学院院长。2018 年起任西湖大学首届校董会主席。

的都是商科，在宾大你又学了物理学。在大学学习商科和物理学，你最大的收获是什么？大学教育如何影响了你后来的职业生涯？

马斯克 我的大学教育并没有怎么规划过。事实上，我当初都不确定是否要上大学。

钱颖一 你是说，当初你甚至没有想要上大学吗？

马斯克 是啊，我不确定是否该上大学。当初我从南非到北美，只是因为觉得很多尖端科技都是在北美诞生、发展的，我了解到的每一项新技术，似乎都是从那里发源的。17 岁的时候，我独自去了北美，也没有上大学的明确计划，只是想接近技术的诞生地而已。

钱颖一 必须是北美？



《钱颖一对话录》

马斯克 是啊。我喜欢技术，所以一拿到加拿大护照，我就不顾家人反对，马上去了。那个时候还没有互联网之类的技术。我有远房亲戚在加拿大，所以就写信给他们，但一直没有收到回信。我有一个叔祖父住在蒙特利尔，等我到蒙特利尔后，我妈妈终于收到了回信，信里说他在明尼苏达过夏天。所以我只能买了一张加拿大的公交车票，住在一个学生旅店里。在接下来的几个月里，我在多伦多做了几份计算机方面的工作，最后决定上大学——因为只有这样我才有机会接触女孩子，在我上班的公司里，每个人都比我大得多。所以，如果我不上大学的话，就会错失一段重要的人生经历，这才是我决定上大学的原因。

钱颖一 你在加拿大女王大学为什么选择商科？

马斯克 其实我考虑过两个选择：一个是去滑铁卢大学读计算机，另一个是去女王大学。我去了滑铁卢大学后，发现那边女孩子并不多，就觉得没那么有意思。所以我就去了女王大学，在那里遇到了我的妻子。我学的科目范围很广泛，包括电子商务、工程和数学。有人从女王大学转学去了宾夕法尼亚大学沃顿商学院，反映说那边很不错。所以我

就想申请沃顿，但我没有钱，要拿到奖学金才能去，我觉得自己拿不到奖学金。不过我还是申请了，而他们居然给了我奖学金。在沃顿，两年的商学课程，我一年就完成了。

钱颖一 所以你又修了一个物理学位？

马斯克 是啊，我喜欢物理，所以第二年就学了物理。我当时面临的选择是毕业后可以去华尔街，也可以从事工程技术工作。最后我决定投身科学事业，所以就多花了一年，拿到了物理学的学位。之后我去了斯坦福大学，我想在那里学习如何研制能用于电动汽车的先进电容器，这也会涉及一些基础物理学，所以这差不多是一个结合了物理学和材料学的项目。但是后来我退学了，开了自己的公司。

钱颖一 多久之后辍学了？

马斯克 大约三天。其实是休学。他们说还可以回去再读，不收学费了。

钱颖一 你先学了商科，然后学了物理。相比经济学和商科，你认为物理学更有趣还是更难？

马斯克 我之所以对物理和其他科学感兴趣，是因为我想弄明白现实世界的本质。生命的意义是

什么？宇宙的本质是什么？这是我读物理的主要动机。其实我学商科的原因是我担心毕业后遇到一个有商科学位的老板，如果老板懂的我不懂，那我就没有优势了。当然，其实也没什么。

钱颖一 你学商科是为了跟你未来的老板有共同语言，这是当时的动机吗？

马斯克 是的，我最怕遇上一个我不喜欢的老板。

钱颖一 然后你就决定自己当老板，避免这个问题？

马斯克 没错。

用物理学第一性原理思考问题

钱颖一 你在很多场合都提到了物理学。你喜欢物理学。你说过物理学的第一性原理（First Principles）能帮助你思考复杂的事情。能否告诉我们，或举一些例子，为什么物理学第一性原理对你来说这么重要？对你的生活和思维方式到底有什么影响？

马斯克 要知道，想理解那些反直觉的新事物，我觉得物理学提供了一个最理想的研究框架。比如说，量子力学就是违背直觉的，现实世界似乎并不是那样运转，而事实就是，并可以通过实验高度精确地验证。物理学之所以能

够在这些反直觉领域取得进展，就是因为它将事物拆分到最基本的实质，再往上推。我觉得这是很重要的方法，事实上也是了解新事物、探索未知领域的唯一有效方法。

在日常生活中，我们非常善用类推（analogy）方法，在别人正在做的事情上做些微小调整。类推提供了捷径，不需要大量思考，这在日常生活中没什么问题。我们不可能万事都用物理学第一性原理，那需要太多计算。但第一性原理对于了解新事物极其重要。

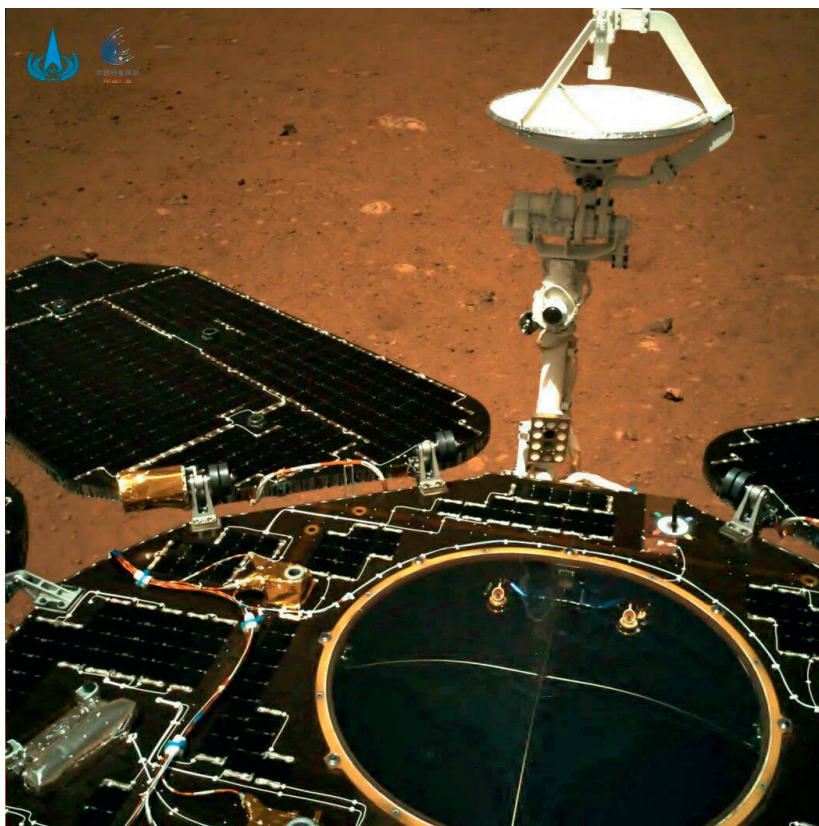
钱颖一 你的观点是，如果一个人想真正有创意，就要从第一性原理来思考问题。事情要追回到它的本源，这样才能变得有独创性，否则还是在类推的基础上做些改变？

马斯克 如果用类推，你无法知道什么是真正正确的，什么是真正可能的。类推看上去很有说服力，但用于创造，只是传说。

钱颖一 你的观点非常发人深省，我们喜欢类推，因为类推是捷径。

马斯克 人在大多数时候都需要这样，不然没法生活。

钱颖一 平时生活中使用类推。但是想要有独创性，就必须回到第一性原理。这是关键？



中国国家航天局在5月19日发布的“祝融号”火星车在火星上拍摄到的照片。

马斯克 对的。

钱颖一 今天我们现场有一位清华大学物理系的教授，朱邦芬院士。

朱邦芬 你对中国计划减少高中物理课程有什么看法？

马斯克 我是支持多开物理课的。不过我觉得最大的问题在于，现在物理课的教学方式不对。我们通常让学生背各种枯燥的公式，却没有传递公式的基本含义。这些公式在现实中代表什么呢？一个公式所能描绘的美妙现实世界是令人难以置信的。物理的美妙和神奇没有通过课堂来传递。

另外，我们的教学应该以问题为重点，而不是以工具为重点。比方说，我们想了解内燃机的工作原理，那最好的方法就是把它拆开，把每个零部件都研究一下，然后再组装起来。在这个过程中我们需要什么工具呢？我们需要螺丝刀、扳手，以及其他各类工具。当你把内燃机拆开再组装起来的时候，你就知道这些工具的作用了。但如果反过来，让你先去上一堂关于螺丝刀和扳手的课，那效果就很差了，你很难记住。我们大脑的进化方式是记住跟我们相关的事物，所以一定要建立

相关性，不然记忆的过程会很痛苦，也很困难，因为看上去太抽象而无关紧要。所以必须有相关性和重要性，要理解事物的原因，才能自然而然地吸收知识。

SpaceX: 成功几率 10%

钱颖一 人们都想做有用的事情。以 SpaceX 为例，这个领域是我们传统上认为政府部门负责的领域，技术门槛高，耗资巨大，以及从监管角度考虑，很多人也想进入这个领域，但他们觉得不太可能。你为什么认为你可以进入航空航天这个领域呢？

马斯克 我可以告诉大家，我创立 SpaceX 的初衷不是为了创业。2001 年，我跟一个朋友聊天的时候，提到为什么我们还没有登陆火星。因为既然在 1969 年就登陆了月球，我们距离火星也不远啊，现在也应该快登陆火星了。

所以，随后我访问了 NASA 的官网，想看看有没有登陆火星的时间表，但什么也没找到。后来我了解到，NASA 已经放弃登陆火星了。所以我想搞一个公益性质的项目，将一个小型温室送上火星表面，起到一个表率作用。如果成功的话，这将是地球生命去过的最远的地方，也是我们认知范围内生命首次出现在火星。所以我们就有了把绿色植物送上红色火星表面的宏伟计划，我想

这应该能激起公众的兴趣，从而促使 NASA 增加预算，那样我们就能延续“阿波罗之梦”了。

这就是最早的想法。我甚至还去了三趟俄罗斯，我想买一些用过的 ICMB（洲际弹道导弹），用于火星任务。生意确实谈成了。但我这时意识到，之前的想法是错的。我们之所以没去火星，不是因为不想去，而是因为认为没有能力去。大家都觉得没有成功的可能，于是就放弃了。

所以我决心创立一家公司，减少太空旅行的开支，同时改进火箭技术，因为火箭技术自 20 世纪 60 年代以来根本没取得什么进展。从某种意义上说，火箭技术还退步了，因为将物质送入轨道需要花费的成本更高了。这就是我创立 SpaceX 的初衷，不过在公司刚创立的时候，我觉得公司的存活几率只有 10%。

钱颖一 存活几率只有 10%？你打算冒这个风险？

马斯克 最多就 10% 了。是的，我感觉如果我们不做点什么来改进火箭技术，就永远去不了火星了。

钱颖一 你打算自己造火箭，是因为俄罗斯人没有卖给你火箭，还是你觉得价格太贵？

马斯克 其实我跟俄罗斯人达成了协议，但是他们的火箭都是报

废火箭。所以，即使那些火箭可以用，也只能短期使用，一旦用完了还得购买昂贵的火箭。从长远来看，这样的火箭没有什么优势，显然无法用来在火星上建立自给自足的城市，而在火星上建立城市是我开展这项计划的根本目的。

钱颖一 你有了意愿，也做了一些初步的工作，跟俄罗斯人接触。你认为过去几十年中在此领域没有任何进展，但是有人类登陆火星的可能性。火箭技术是非常尖端的科技，而你不仅是公司的 CEO，还是 CTO（首席技术官）。你读了三天博士，我非常肯定，你是自学成才的。你自学了科学、工程、计算机编程、物理学等，没有经过在学校的正式学习，你是怎么做到的？

马斯克 自学的速度要比正规学习快得多。

钱颖一 自学要比在学校的正规学习快？和我们分享一下你学习的秘密。

马斯克 读很多书，和很多人交流。

钱颖一 光靠读书就可以成为一个火箭科学家？

马斯克 是的，不过还要进行实验。既要看书，也要实验，因为书里的东西未必正确。

钱颖一 通过阅读书籍，就能成为高科技领域的专家，就这样？

马斯克 是的，其实看书的速度要比听课快。看可以比听快得多，所以看书学东西要快得多。我可能把自己说得像个机器人。

钱颖一 使用可重复利用的火箭不容易，美国宇航局已经停止制造航天飞机了。制造火箭也很贵。我在这方面不是专家，但是我猜想这一定非常不容易。为什么你会如此自信你可以实现这些？

马斯克 目前，我相信我们至少能够实现推进节的重复利用，因为我们曾两次成功地将推进节降落在海面上，至少两次降落到了无人船上。第二次，火箭过了几秒才炸掉，说明我们在进步。我相信在未来一年内，我们能够使推进节安全着陆，并重新飞上天，这种可能性很大。（编者注：2015年12月21日晚，SpaceX发射的“猎鹰9”火箭在佛罗里达州实现第一节火箭成功软着陆，从而开创了火箭从太空直接垂直回收的历史。）

钱颖一 很可能？

马斯克 可能性在90%以上。

钱颖一 那10年内是否有可能在火星上看到人类？可能性有多大？

马斯克 我觉得大概需要10年，50%的几率。这取决于全球范

围的技术进展。但如果按目前趋势推算的话，我估计SpaceX在2025年就能做到了。

钱颖一 2025年？从现在开始算起10年内吗？

马斯克 是的，差不多，关键在于火箭的重复使用。这里第一性原理就成立了。不过如果仿照先例的话，我们可以看看前人在重复使用方面的努力，比如太空梭或俄罗斯“暴风雪计划”，这些重复使用的努力并未降低太空飞行的成本，反而增加了成本。关于太空飞行的成本，太空梭的预算大约是一年40亿美元，每年一般飞四次，所以每艘太空梭的成本大约就是每次10亿美元，这比同等档次的火箭贵多了。人们看



马斯克和龙飞船

到这些先例，就会觉得重复使用非但没有降低成本，反而增加了成本。

但站在第一性原理的角度来看，实际情况不是这么回事。我们用的火箭推进剂的费用大约是每次飞行30万美元，而火箭的造价达到6000万美元，所以推进剂的花费只占火箭造价的0.5%。如果能够重复使用，考虑到维护等问题，每次火箭飞行的成本就会不断接近推进剂的成本，就与大型喷气式飞机差不多，飞机的维护成本可能接近于燃油成本。对于航空公司来说，每次飞行的成本就是60万美元，久而久之就能大幅节省成本。

钱颖一 这是一个非常好的例子。



2015年10月22日，钱颖一与特斯拉首席执行官埃隆·马斯克（Elon Musk）（右）在2015清华管理全球论坛上对话。

用物理学第一性原理思考问题与用类推方法思考问题很不一样，使用类推你会觉得任何事情都不可能。

马斯克 绝对是。研究火箭究竟是应该用完就扔，还是重复使用也是这么个道理。火箭到底应该花费多少才合理？以过去的火箭造价作为现在火箭的造价，还是看一下火箭的组成材料？你可以确定铝、钛、铬镍铁合金、碳纤维等元素的重量，把它们堆成一堆放在房间里，然后拿一根魔法棒一挥，把它们变成你想要的物理形状，就可以确定实物的最低造价。问题在于，如何将这些元素变成你想要的形状。如果你真能够这么干，你就会发觉原材料的成本对于火箭是否能重复使用的影响很小，只占总价的百分之

几，关键在于如何高效地重新组合这些原材料，使其变成你想要的形状。

钱颖一 再次回到第一性原理的一个很好的例子。回到事物最基本的假定去看待问题。我知道你的梦想是把人类送往火星，并在火星上建立一座城市，是这样的吗？

马斯克 纵观整个人类文明史，你会发现人类文明基本会朝着两个不同的方向发展：要么变成一个居住在多个行星上的文明，走向太空，探索星系；要么就永远住在一个行星上，直到最终灭绝于某个天灾人祸。我想还是前一种结局比较好。要实现前一种愿景，我们必须在某颗星球上建立一个能够自我维系的文明。火星是唯

一现实的选择，所以我觉得我们应该向这个方向努力，而在我们的认知范围内，这将是地球诞生45亿年以来生命首次有机会走出地球。这个时间窗口可能很长，也可能很短，而我们应该赶早不赶晚，在有能力的时候采取行动。

钱颖一 这是你的梦想之一？

马斯克 如果考虑到我们的生存前景，我认为我们应该朝这个方向努力。

阅读

钱颖一 我知道你读了很多书，你自学了太空技术、能源、编程和很多其他方面的知识。除了有关技术的书籍以外，你还读哪些书？你最喜欢读什么方面的书？科幻类、哲学类、宗教、历史、生物？和我们分享一下。

马斯克 我觉得历史方面的书很有意思。可以从历史、人物传记中学到很多经验教训。比如说，他们面临的困难，他们如何克服困难。我喜欢莎士比亚，我的最爱之一。我还喜欢本·富兰克林。

钱颖一 富兰克林是一个伟大的发明家。

马斯克 除此之外，他还在正确的时间做了正确的事情。

钱颖一 你认为自己也是在正确

的时间做了正确的事情吗？这是另一个类推。

马斯克 是啊。我觉得他很伟大，还有牛顿、爱因斯坦、达尔文。达尔文是一个伟大的作家。

钱颖一 你相信他的进化论吗？

马斯克 是的，我觉得有道理。

钱颖一 你也喜欢科幻小说吗？

马斯克 喜欢。科幻的魅力在于突破常规的束缚。虽然一般题材的书也很有趣，但受到固定框架的限制，自由度有限。科幻作品的自由度要大得多。最近我在看伊恩·M·班克斯 (Iain M. Banks) 的书《文化系列》(Culture Series)，非常好看。我还喜欢看艾萨克·阿莫西夫 (Isaac Asimov)、罗伯特·A·海因莱因 (Robert A. Heinlein)、亚瑟·C·克拉克 (Arthur C. Clarke) 的书。有很多优秀的科幻作品，各种奇思异想。

钱颖一 你从这些科幻小说中获得灵感，因为它们突破了我们现有世界的一些框架？

马斯克 我觉得我确实从很多科幻作品中汲取了灵感，这些作品具有非凡的想象力。想象一下走出地球探索恒星的场景，实在令人激动，我们的努力方向就是，让科幻作品不会永远是科幻作品，终有一天它们会变成现实。

做有用的人

钱颖一 你现在 40 多岁。目前对自己所做的一切还满意吗？

马斯克 是的，还算满意。

钱颖一 还算满意，是吧。那你在有生之年还是想去火星吗？

马斯克 无论是否成功，我都想去火星，这不是短期内可以实现的，但我希望 SpaceX 开发的技术可以帮助许许多多的人去火星，希望能够帮助人类跨入太空文明时代。

朱邦芬 你目前取得了巨大的成功。如果时间可以倒转，你会重新设计和选择你的职业、生活和教育吗？你对于清华的学生有什么建议？

马斯克 我觉得应该尽可能广泛涉猎各个科目。很多创新发明都是跨学科的成果。我们的知识储备越来越庞大，所以必须能够融会贯通。有人精通一个领域，而不了解其他领域，如果你能把不同领域的知识结合在一起，就有机会创造出超常成果，这里有大把的创新机会。所以我鼓励大家尽可能广泛地学习各个科目。对于工科学生，我建议去学一点经济学，学点文学，或者其他领域。我建议，在有兴趣的前提下，大家可以学习每个领域的基础知识，然后思考一下如何将不同领域的

知识融会贯通。这样很容易产生奇思妙想。

钱颖一 这是我们在清华经管学院所做的事情。我们称之为“通识教育”。在清华大学层面，也越来越重视通识教育，而不是过早进行专业教育。你认为这很重要？

马斯克 我觉得要对所有领域有一个大致的了解是很重要的。即使要做专才，也至少要精通两个领域，那样的话就可以把两个领域的知识相结合，这里面就蕴含大量的机会。

钱颖一 中国今年兴起了创业热潮。很多清华学生希望创立中国的特斯拉、SolarCity、PayPal，等等。你对这些学生有什么建议？在大学期间就创业是件好事吗，还是读研究生期间？没有创立企业前，对于一个创业者来说，应该具备什么品质？你能给予这些年轻一代什么建议吗？

马斯克 对于发现社会上的需求，如果你发觉这确实是大家所需要的，你可以找一些志同道合的人，一起来研究、解决。最适合做这些事情的时候是大学时代或大学刚毕业，因为这个时候你身上承担的责任较轻，不需要养家。随着时间的推移，你身上的担子越来越重，你就需要承担更大的风险。