



数学能为我们设计出更美好的未来吗？

Eric Maskin *

哈佛大学, 经济学系 (美国, 马萨诸塞州, 坎布里奇)

少年审稿人



DIVYA

年龄: 13



LI

年龄: 11

有没有想过数学能够推动社会进步？无论你是否相信，数学每天都在发挥这样的作用。它不仅能开发新技术与工程手段，更能帮助我们设计社会改进方案，以实现减少污染、将资源分配给最需要的人等社会目标。本文将介绍经济学中一个名为“机制设计”的分支领域，该领域正是为了帮助经济学家改善社会。通过机制设计，我们有望达成那些没有良好机制便无法实现的重要社会目标。请随我一同探索这项能够为全人类设计出更美好未来的经济理论。

Eric Maskin 教授与 Leonid Hurwicz 教授、Roger Myerson 教授作为“机制设计”理论的奠基者，共同获得 **2007** 年诺贝尔经济学奖。

我们能否设计出经济改良方案？

经济
(Economy)

创造并分配商品与服务的系统。

现代经济是一套无人能完全理解的复杂系统。当我们思考经济时，通常会想到买方与卖方、企业与消费者等要素，这些要素往往自由互动，很大程度上不受政府等监管机构的直接控制。然而，借助经济原理与法规，我们往往能够改良经济机制，进而改善民生。

外部性 (Externalities)

经济活动的附带效应,会对他人造成影响却未被行为主体纳入考量。

机制设计 (Mechanism Design)

研究如何通过构建制度与规程来实现期望经济目标的经济理论。

图 1

应对外部性的改良设计:空气污染就是一种典型的外部性。除非政府以某种方式干预,否则污染者通常不会主动减排。根据污染量征税是有效的干预方式。插图: Iris Gat.

以存在重要外部性的经济体系改良为例 [1]: 外部性 指个人或企业行为对他人产生的、无需承担责任的影响。比如空气污染,钢铁厂排放的烟雾会损害周围居民健康与环境,但如果没有干预措施,通常无法阻止企业持续污染空气。

或许你认为设计空气污染管控方案很简单——直接禁止排放即可。但这种“一刀切”的规定会导致大量企业倒闭,反而损害社会利益。更明智的做法是在允许企业发展的同时精准控污,例如根据烟雾排放量按比例征税 (图 1)。假设每吨烟雾需缴纳 100 美元,则企业排放 10 吨就要缴纳 1000 美元。这种“污染者付费”原则要求企业承担其排放造成的损害,通过经济压力引导企业关注环保 [2],在经营时考虑到污染问题。类似这样的巧妙对策便是源自机制设计 [3–6],它属于经济学的一个研究分支,自 20 世纪 60 年代发展至今仍然充满趣味。



图 1

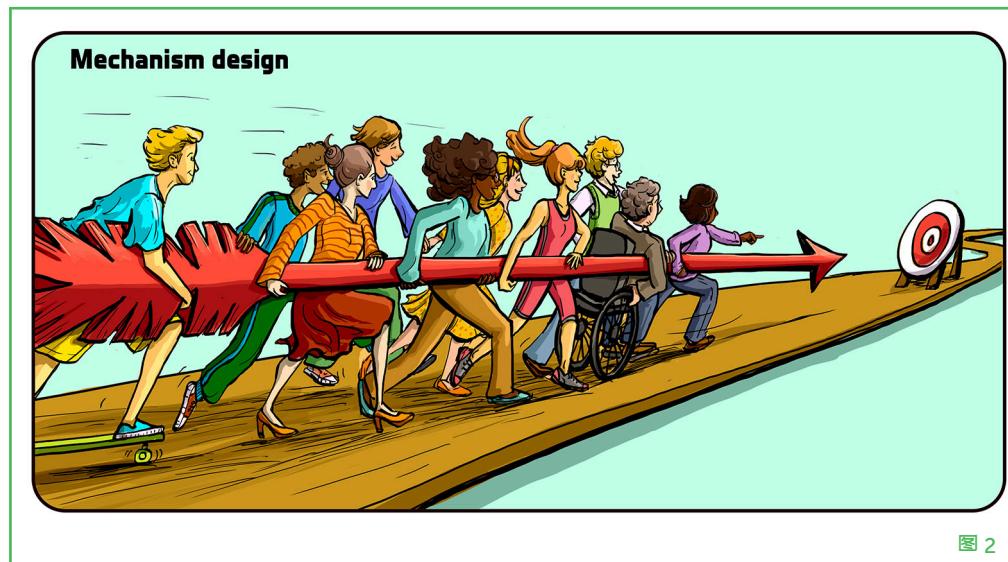
如你所料,在某些情况下设计最有益于社会的干预方案会相当复杂:有时难以量化特定活动造成的长期危害,有时需要协调多方利益,还要兼顾公平性等常见因素。以全球变暖为例,一个潜在的解决方案是按二氧化碳(变暖主因)排放量对各国征税,但贫困国家比富裕国家更难承担此类税负,要想制定行之有效的全球变暖协议,必须考虑到这种差异。值得庆幸的是,即便面对复杂问题,机制设计仍能提供重要的破局思路。

机制设计 ——让我一见钟情的学术挚爱

我一般将机制设计视为经济学中的“工程学”。传统经济学通常从现有经济制度出发,分析其可能导致的社会结果;而机制设计则恰恰相反,先确定理想的社会目标,再探索如何通过构建制度或规程来实现这些目标 (图 2)。该理论常被用于实施保护环境、建立公平高效投票系统等重要社会目标。

图 2

机制设计原理: 先确定期望目标 (如无污染环境, 以红色标示), 再设计实现该目标所需的制度或规程 (以红色箭头标示)。插图: Iris Gat.

**图 2**

我最初接触机制设计理论是在大学本科时期, 那会儿我学的是自从高中就非常喜欢的数学。到了大学最后一年, 我选修了 Kenneth Arrow (在专业领域颇负盛名, 1972 年诺贝尔经济学奖得主) 讲授的《信息经济学》课程。Arrow 教授当时所讲的内容中就有后来被称为“机制设计”的理论, 它展示了运用数学改善社会的途径, 让我恍然大悟, 毕竟之前从未想过数学还能这么用。这种社会价值导向深深吸引了包括我在内的大批年轻人, 我们都渴望为社会做贡献。迷上机制设计后不久, 我便决定追随 Arrow 教授攻读博士学位。这份热爱历经五十多年未曾消退! 如今的我仍深耕该领域, 不断探索机制设计造福社会的新可能。

机制设计的应用: 让我获得诺贝尔奖的发现

要有效地运用机制设计, 首先需要明确哪些社会目标能够实现、哪些无法实现。机制设计中的**执行理论** [7] 能帮助我们回答这个问题。借助该理论, 我们便能用数学语言描述可通过特定规程实现的社会目标。

例如, 假设社会必须从天然气、石油、太阳能与核能四种能源中仅选一个使用, 而每位公民对这四个选项的偏好结构不尽相同。我们能否设计一个规程, 做出让所有公民相对满意的选择, 在各种不同的偏好间达成理想的折衷方案?

我对执行理论的研究表明: 只要用于确定折衷方案的规则满足“**单调性**”条件, 该目标就能实现 [8]。简单来说, 单调性可以这样解释: 比如太阳能在某种公民偏好结构下属于理想的折衷方案, 如果这种偏好结构改变后该公民对太阳能的评价能够不低于原有水平 (例如其原先将太阳能排在石油之前, 变化后依然如此), 那么太阳能在新的偏好结构中依然属于理想的折衷方案。

执行理论 (Implementation Theory)

机制设计的子领域, 研究哪些目标可实现、哪些无法实现。

单调性 (Monotonicity)

一项确保目标可实现的关键要求: 如果在特定情境下将某个结果设为目标, 而情境改变后所有参与者对这个结果的重视程度均未降低, 那么在新情境下必须依然将它设为目标。

这项关于单调性的发现，正是诺贝尔奖委员会将 2007 年经济学奖授予我与同事 Leonid Hurwicz、Roger Myerson 时特别表彰的核心成果。

机制设计应用案例

机制设计的一大特性在于它能在起初缺乏关键信息时实现目标。例如，假设你有一件自己用不上但很宝贵的物品（可能是旧吉他、绝版书或演唱会门票），希望送给最珍视它的朋友，但你又拿不准每位朋友究竟有多重视这件物品。现在怎么办？

如果采用竞价方式，出价最高者得，而且必须要按报价付钱，那么竞价者就会有意往低了报。例如某朋友认为这件物品值 10 美元，要是以 10 美元竞得，净收益为零，只有报价低于 10 美元才可能获得正收益。然而，要是所有朋友都故意报低价，就无法保证最重视这件物品的人能如愿中标，可能留下明珠暗投的遗憾。

机制设计可通过修改规则解决此问题：仍然是报价最高者得，但只需支付第二高的报价 [9]。例如最高报价是 10 美元、然后是 9 美元，那么胜出者便能以 9 美元获得物品（图 3）。这种简单而巧妙的机制可确保所有竞价者都会报出心中的真实估值，因为报价不再等于实际支付额，报低价不仅无法减少支出，反而会有错失心仪物品的风险。如果我估值 10 美元却报价 8 美元，有人报 9 美元我就输了，而要是直接报 10 美元，就能以 9 美元胜出，实现 1 美元 ($10 \text{ 美元} - 9 \text{ 美元}$) 的净收益。

图 3

机制设计应用：确保竞价者按真实估值出价的拍卖机制：出价最高者得，但仅需支付第二高的报价。插图：Iris Gat.



图 3

在这种改良机制下，所有朋友都会如实报价，确保估值最高者获胜。这种竞价机制（及其变体）已被广泛应用于政府向电信企业拍卖无线电频谱等现实场景。

此案例展示了机制设计如何帮助决策者（如政府或组织）在信息不对称时达成目标。如前所述，该理论还能用于制定国际减排协议、计算污染税等领域。近些年来，机制设计已取得显著成功，我坚信它将在未来继续发挥重要作用。

给年轻人的建议

人生道路的选择终究是个人的事。每个人都有权根据自身志趣决定如何度过一生，各种选择都有其意义。但基于个人经历，我还是想推荐大家从事科研工作：很少有职业能提供如此充分的自主权。在科学的研究中，你可以自主决定想要探索的课题（图 4A），不需要让别人告诉你应该研究什么。这种高度的自由与独立在其他职业极为罕见。

图 4

给年轻人的建议：**(A)** 解决困扰许久的科学难题能带来无与伦比的成就感，如果你向往这种体验，科研生涯值得追求；**(B)** 如果选择科研道路，建议培养一项能提供情感表达与社交渠道的业余爱好，以此调剂研究工作。
插图: Iris Ga.

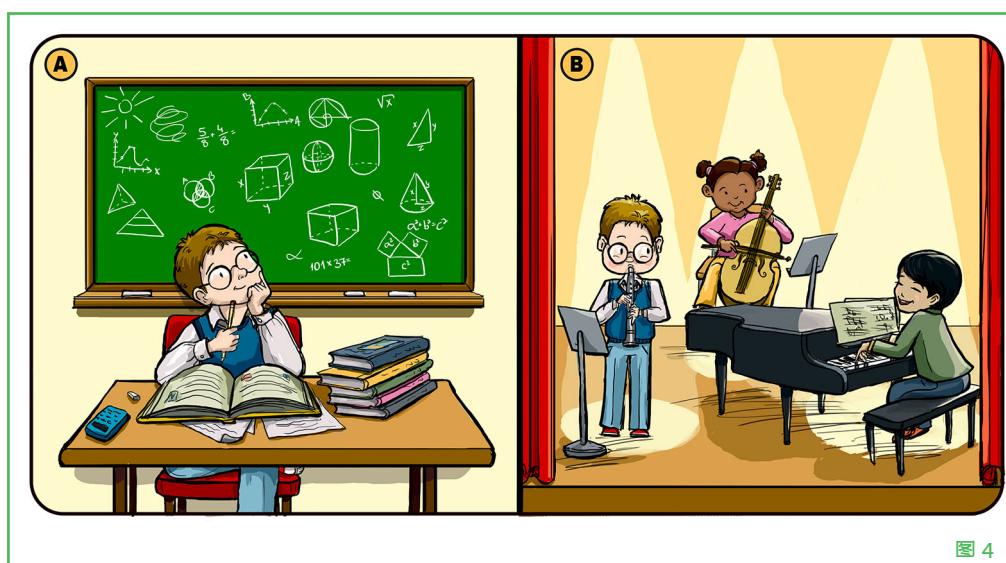


图 4

另外，人类天生就是充满好奇的生物，我们渴望探寻无数问题的答案。当下，科研正是满足这种求知欲的最佳途径之一。科研之路难免遭遇挫折，可能长期耕耘却难见进展，因此需要保持耐心。但就个人而言，当我终于解开困扰许久的科学难题时，那种兴奋与满足感几乎无与伦比。如果你也渴望享受这种奇妙的成就感，我衷心建议你选择科研事业。

对于决心投身科研的同学，我还建议培养一项业余爱好。我的业余爱好是音乐演奏（图 4B），吹单簧管，与大提琴手和钢琴师组成三重奏。音乐是我职业生活的完美调剂：科研虽然充满乐趣，但时常伴随孤独感，也没法排解情绪，而玩音乐的社交属性很强，还能让人将情感倾注于旋律中，成为绝佳的宣泄口。如果你对音乐不感兴趣，也可以选择其他爱好，只要它能让你尽情表达自我，并与他人建立良好关系。这种爱好将与工作一起为你的生活带来平衡感。

致谢

感谢 Noa Segev 为本研究进行访谈并参与撰文, Iris Gat 提供所有插图。

补充资料

机制设计理论 —Eric Maskin—YouTube.

数学如何帮助我们在游戏中获胜 —Frontiers for Young Minds.

AI 人工智能工具使用声明

本文中所有图表附带的替代文本 (alt text) 均由 Frontiers 出版社在人工智能支持下生成。我们已采取合理措施确保其准确性，包括在可行情况下经由作者审核。如发现任何问题，请随时联系我们。

参考文献

1. Maskin, E. S. 1994. The invisible hand and externalities. *Am. Econ. Rev.* 84:333–7.
2. Baliga, S., and Maskin, E. 2003. "Mechanism design for the environment," in *Handbook of Environmental Economics*, Vol. 1. eds K.-G. Maler and J. Vinceny (Amsterdam: North-Holland Publishers). p. 305–24.
3. Vickrey, W. 1961. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. *J. Fin.* 16:8–37.
4. Hurwicz, L. 1973. The design of mechanisms for resource allocation. *Am. Econ. Rev.* 63:1–30.
5. Arrow, K. J. 1974. *The Limits of Organization*. New York, NY: WW Norton & Company.
6. Maskin, E. S. 2008. Mechanism design: how to implement social goals. *Am. Econ. Rev.* 98:567–76. doi: 10.1257/aer.98.3.567
7. Maskin, E., and Sjöström, T. 2002. "Implementation theory," in *Handbook of Social Choice and Welfare*, Vol. 1, eds K. J. Arrow, A. K. Sen, and K. Suzumura (Amsterdam: North-Holland Publishers). p. 237–88.
8. Maskin, E. 1999. Nash equilibrium and welfare optimality. *Rev. Econ. Stud.* 66:23–38.
9. Myerson, R. B. 1981. Optimal auction design. *Math. Operat. Res.* 6:58–73.

线上发布: 2025 年 12 月 12 日

编辑: Idan Segev

科学导师: Jiayuan Lin 和 Sriram Srinivasan

引用: Maskin E (2025) 数学能为我们设计出更美好的未来吗? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2023.1111437-zh

英文原文: Maskin E (2023) Can We Use Math to Design a Brighter Future?. *Front. Young Minds* 11:1111437. doi: 10.3389/frym.2023.1111437

利益冲突声明: 作者声明本研究不涉及任何潜在商业或财务关系。

版权 © 2023 © 2025 Maskin. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例，在注明原作者和版权所有者，及在标明本刊为原始出处的前提下，允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款，则不得使用、传播或复制文章内容。

少年审稿人



DIVYA, 年龄: 13

我对科学与创意写作的交汇点充满兴趣, 还钟情于古典声乐和多语言学习, 闲暇时喜欢阅读、创作和解谜。



LI, 年龄: 11

我是 Li, 热爱阅读, 尤其爱读推理小说, 对数学、科学和历史特别感兴趣, 还喜欢艺术、写作和游泳, 闲暇时会吹长笛和弹古筝。

作者



ERIC MASKIN

Eric Maskin 教授是美国经济学家与数学家, 现任哈佛大学亚当斯讲席教授兼经济学与数学教授, 同时担任俄罗斯高等经济研究大学首席研究员。他持有哈佛大学数学学士学位与应用数学博士学位。读博期间, Maskin 教授选修了多门经济学课程, 并结识了后来共同获得诺奖的 Roger Myerson。他的博士课题是探索社会福利函数可解性的数学条件。获得博士学位后, Maskin 教授赴英国剑桥大学耶稣学院担任博士后研究员, 期间系统研究了实现特定社会目标的机制设计条件, 并提出了后来被称为"Maskin 单调性"的重要理论。1977 年, 他在美国麻省理工学院任教, 1985 至 2000 年间任职于哈佛大学, 2000 至 2011 年担任普林斯顿高等研究院访问教授, 后于 2012 年重返哈佛任教。2007 年, Maskin 教授与 Leonid Hurwicz、Roger Myerson 共同荣获诺贝尔经济学奖, 以表彰他们在机制设计理论领域的奠基性贡献, 该理论致力于在经济市场中实现经济参与者的收益最大化。^{*} emaskin@fas.harvard.edu

中文翻译由下列单位提供
Chinese version provided by

