



路甬祥 主编

《科学》杂志精选论文



科学出版社

www.sciencep.com

N53/18

2008

《科学》杂志精选论文

路甬祥 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书由中国科学院和美国科学促进会联合出版, 选取并翻译了近十年来在美国《科学》杂志上发表的引用频次较高的 31 篇文章, 涉及学科包括: 细胞和分子生物学、生物化学和医学, 化学和材料科学, 生态、环境科学和行星科学, 物理学和工程学等领域, 目的是向公众宣传前沿科学的进展, 并指导年轻学者和研究生的科研工作。

The following article reflects the translation by experts chosen by Chinese Academy of Sciences (CAS), which is responsible for any errors or inaccuracies in the translation of materials provided. The official English-language article provided by American Association for the Advancement of Science (AAAS) can be found at www.sciencemag.org.

以下论文由中国科学院遴选的专家根据美国科学促进会提供的材料翻译而成, 译文中的任何错误与不准确之处均由中国科学院负责。美国科学促进会提供的正式英文版论文可以在 www.sciencemag.org 网站上找到。

图书在版编目 (CIP) 数据

《科学》杂志精选论文/路甬祥主编. —北京: 科学出版社, 2008
ISBN 978-7-03-020575-9

I. 科… II. 路… III. 自然科学-文集 IV. N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 022863 号

责任编辑: 科学出版中心/责任校对: 张怡君

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 北京美光制版有限公司

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

陈海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2008 年 3 月第一次印刷 印张: 27 1/4

印数: 1—2 000 字数: 624 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(环伟))

美方委员会名单

Alan Leshner (Chair) Chief Executive Officer, Executive

Publisher, *Science*

Donald Kennedy (Co-Chair) Editor in Chief, *Science*

Barbara Jasny Editor, *Science*

Phil Szuromi Editor, *Science*

Colin Norman News Editor, *Science*

Brooks Hanson Editor, *Science*

Katrina Kelner Editor, *Science*

Vaughan Turekian Chief International Officer

中方委员会名单

- 路甬祥(主席) 中国科学院院长
- 李静海(副主席) 中国科学院副院长
- 朱作言(副主席) 中国科学院学部科普和出版工作委员会主任
- 白以龙 中国科学院学部科普和出版工作委员会副主任
- 吴国雄 中国科学院学部科普和出版工作委员会副主任
- 林国强 中国科学院学部科普和出版工作委员会委员
- 刘嘉麒 中国科学院学部科普和出版工作委员会委员
- 夏建白 中国科学院学部科普和出版工作委员会委员
- 陈木法 中国科学院学部科普和出版工作委员会委员
- 王鼎盛 中国科学院学部科普和出版工作委员会委员
- 张 泽 中国科学院学部科普和出版工作委员会委员
- 曹京华 中国科学院国际合作局副局长
- 刘峰松 中国科学院院士工作局副局长

前 言

当今世界，科学发现、技术发明与人类社会的进步彼此密不可分。科学技术的影响已经渗透到社会发展的各个方面，人类社会的可持续发展更加需要科学技术的支撑和牵引，因此，向社会公众传播前沿科学技术的最新进展，以使他们较为准确地理解科学发现和技术发明，就显得尤为重要。与此同时，随着科学研究的日益国际化，加强科学界的交流与合作，对于提升科学研究的质量和水平也是至关重要的。

中国科学院与美国科学促进会均是致力于提升科学水平，并积极促进科学成果应用于社会的机构。基于两个机构的共同使命和各自优势，彼此联合开展活动，对于两个机构都大有裨益。作为双方的第一项合作计划，我们决定翻译并出版《科学》杂志的部分优秀论文。

在这本论文集中，集中展示了过去十年来若干领域的科学家创新性的有价值的进展和重要见解。我们希望，中国的青年科学家、研究生以及那些热爱科学的人们，能够通过阅读本文集，获得创新思维的启迪和激励。

鉴于此项合作的重要意义，我们对该项合作给予了特别关注。中国科学院与美国科学促进会分别成立了一个高层次的专家委员会，并由双方机构的领导担任主席。根据美国科学促进会的专家委员会的推荐，由《科学》杂志高级编辑委员会遴选出过去十年来在《科学》杂志上发表的最具影响力的 200 篇论文，所涉及的领域包括：细胞与分子生物学、生物化学与医药、化学与材料科学、生态环境与天体科学、物理学与工程学，以及社会与经济科学。从这些具有重大突破意义的论文中，美国科学促进会的专家委员会选择了其中的 31 篇。

在充分考虑了所选论文在中国科学界具有足够的学科多样性和代表性之后，中国科学院的专家委员会最终确定了论文清单。

中国科学院还邀请具有杰出学术成就和良好英语技能的学者翻译这些选中的论文。联合编辑委员会的中方委员及其他相关专家对翻译的论文进行终审和定稿。

中国的科学出版社负责本书的编辑、出版和发行。在正式出版之前，该选集获得了双方专家委员会主席的最终同意。

我们藉此对所有论文的作者、翻译者，以及所有为这项共同努力的成果做出贡献的人们表示感谢！没有他们的支持，中国科学院与美国科学促进会之间的这项具有标志性的合作是不可能完成的。

路甬祥
中国科学院院长
中国科学院委员会主席

阿兰·勒什纳
美国科学促进会委员会主席
《科学》杂志首席执行官、出版人

Preface

In today's world, scientific discoveries, technological inventions and human social advancement are inseparable. Scientific and technological influence has penetrated all aspects of social development, whereas sustainable development of human society requires support and drive from science and technology. Therefore, it is of great importance to disseminate the cutting edge development of science and technology to the public so as to let them acquire a sound understanding. Meanwhile, as science gets increasingly globalized, it is also of critical importance to strengthen exchanges and collaborations between and among scientific communities for the improvement of the quality of scientific research.

The Chinese Academy of Sciences (CAS) and the American Association for the Advancement of Science (AAAS) are both institutions dedicated to advancing the quality of science and promoting applications of scientific achievements to society. Given the common missions and respective strengths of our two institutions, we have agreed that it would be greatly beneficial for CAS and AAAS to undertake joint activities. For our first initiative, we determined to publish a selection of papers from *Science* translated into Chinese.

This compilation focuses on offering valuable progresses and insights into innovation of scientists in several fields of science from the last decade. We hope that young Chinese investigators, postgraduate students and anyone else with a keen interest in science will find the book an inspiration and stimulus for creative thinking.

Given the importance of this initiative, special care was invested in the development of this publication. AAAS and CAS each established a high-level expert committee chaired by the organizations' top leaders. The AAAS expert committee recommended *Science's* distinguished Senior Editorial Board to nominate nearly 200 of the most influential *Science* papers of the past decade in a range of fields, including: cell and molecular biology, biochemistry and medicine; chemistry and materials science; ecological, environmental and planetary sciences; physics and engineering, and social and economic sciences. From this wealth of groundbreaking research, the AAAS expert committee selected 31 papers.

The CAS expert committee finalized the recommended list after fully considering that it was sufficiently diverse and representative for the Chinese scientific community.

CAS invited scholars who have excellent academic achievements and good English skills to translate the selected papers. Chinese members of the Joint Editing Committee and other relevant experts undertook a final review and approval of the translated pa-

pers. China Science Press is responsible for the editing, publication, and distribution of this volume, which received final approval from the Chairs of the CAS and AAAS expert committees before its official release.

We would like to thank all the authors and translators of the papers, and everyone else who have contributed to this joint effort. Without their support, this landmark joint venture between AAAS and CAS would not have been possible.

Lu Yongxiang
President of CAS
Chair of CAS committee

Alan Leshner
Chair of AAAS committee
CEO and Executive Publisher of *Science*

目 录

前言

社会与经济

跨人类社会的高成本惩罚	1
制裁性制度的竞争优势	11

物理

操控电磁场	20
半导体量子点中耦合自旋的相干调控	26
半导体氧化物纳米带	36
双脉冲星系统：相对论引力与等离子体物理实验室	43
半导体中自旋霍尔效应的观测	53

化学与材料

以水为试剂的不对称催化——通过催化水解实现的端位环氧化合物的高效动力学 拆分	61
具有相同网格结构的金属有机骨架材料的孔尺寸、功能性的系统设计及其在甲烷 储存方面的应用	66

生物与医学

一种可用于蛋白与细胞光标记的光激活 GFP	73
人类乳腺癌和结直肠癌的共有编码序列	81
老年黄斑患者中的补体因子 H 多态性	96
补体因子 H 突变提高了老年黄斑变性的患病风险	105
水稻基因组草图序列 (<i>Oryza sativa</i> L. ssp. <i>indica</i>)	111
钾通道的结构：钾离子传导和选择性的分子基础	140
来自人类囊胚的胚胎干细胞系	156
核糖体肽键合成活性的结构基础	163
人类基因组序列	182
G 蛋白偶联受体视紫红蛋白的晶体结构	265
翻译组蛋白密码	278
核糖体大亚单位 2.4 Å 分辨率的原子水平全结构	291
新的 SARS 相关冠状病毒基因组特征鉴定	315
RNAi 调控异染色质沉默和组蛋白 H3 Lysine-9 甲基化	326
异染色质结构域的建立和维持	338
鉴定编码表达小 RNA 的新基因	349
秀丽新小杆线虫中可能具有调控作用的一类丰富的微 RNA	359

地球科学

地球能量不平衡：证实与含义·····	370
全球大洋增暖·····	380
中国葫芦洞晚更新世绝对测年的高分辨率季风气候记录·····	389
稳定楔：用现代技术解决未来 50 年的气候问题 ·····	395
早期动物进化：基于比较生物学和地质学的新观点·····	404

Contents

Preface

Society & Economy

- Costly Punishment Across Human Societies 1
The Competitive Advantage of Sanctioning Institutions 11

Physics

- Controlling Electromagnetic Fields 20
Coherent Manipulation of Coupled Electron Spins in Semiconductor Quantum Dots
..... 26
Nanobelts of Semiconducting Oxides 36
A Double-Pulsar System; A Rare Laboratory for Relativistic Gravity and Plasma Physics
..... 43
Observation of the Spin Hall Effect in Semiconductors 53

Chemistry & Material

- Asymmetric Catalysis with Water; Efficient Kinetic Resolution of Terminal Epoxides
by Means of Catalytic Hydrolysis 61
Systematic Design of Pore Size and Functionality in Isoreticular MOFs and Their
Application in Methane Storage 66

Biology & Medicine

- A Photoactivatable GFP for Selective Photolabeling of Proteins and Cells 73
The Consensus Coding Sequences of Human Breast and Colorectal Cancers 81
Complement Factor H Polymorphism in Age-Related Macular Degeneration 96
Complement Factor H Variant Increases the Risk of Age-Related Macular Degeneration
..... 105
A Draft Sequence of the Rice Genome (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*) 111
The Structure of the Potassium Channel; Molecular Basis of K⁺ Conduction and
Selectivity 140
Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts 156
The Structural Basis of Ribosome Activity in Peptide Bond Synthesis 163
The Sequence of the Human Genome 182
Crystal Structure of Rhodopsin; A G Protein-Coupled Receptor 265
Translating the Histone Code 278
The Complete Atomic Structure of the Large Ribosomal Subunit at 2.4 Å Resolution
..... 291

Characterization of a Novel Coronavirus Associated with Severe Acute Respiratory Syndrome	315
Regulation of Heterochromatic Silencing and Histone H3 Lysine-9 Methylation by RNAi	326
Establishment and Maintenance of a Heterochromatin Domain	338
Identification of Novel Genes Coding for Small Expressed RNAs	349
An Abundant Class of Tiny RNAs with Probable Regulatory Roles in <i>Caenorhabditis elegans</i>	359
Geoscience	
Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications	370
Warming of the World Ocean	380
A High-Resolution Absolute-Dated Late Pleistocene Monsoon Record from Hulu Cave, China	389
Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies	395
Early Animal Evolution: Emerging Views from Comparative Biology and Geology	404

跨人类社会的高成本惩罚

Joseph Henrich^{1*}, Richard McElreath², Abigail Barr³, Jean Ensminger⁴, Clark Barrett⁵, Alexander Bolyanatz⁶, Juan Camilo Cardenas⁷, Michael Gurven⁸, Edwina Gwako⁹, Natalie Henrich¹, Carolyn Lesorogol¹⁰, Frank Marlowe¹¹, David Tracer¹², John Ziker¹³

支振锋[†] 译

摘要 新近一些旨在理解人类合作之进化基础的行为实验表明, 积极参与高成本惩罚的意愿 (甚至是在某些一次性情形中), 可能是人类心理的一部分, 可能也是理解我们社会性的关键。然而, 由于绝大部分的实验都被限制在工业化社会中的研究, 因此这些洞见在所有人类各个族群 (species) 中的普遍性如何, 仍然是不确定的。这里, 从 15 处不同地域居民群体中所获得的实验性结果表明: ①由于不公平行为的增多, 所有居民群体都表现出了某种运用高成本惩罚的意愿; ②这种惩罚的量值 (magnitude) 在各个居民群体之中会发生实质性的变化; ③高成本惩罚与各居民群体中的利他主义行为之间呈正比关系。这些发现与关于人类利他主义的基因-文化协同进化模式 (models of the gene-culture coevolution)^{††} 是一致的, 并且进一步深化了任何一种需要解释的人类合作理论。

¹ Department of Anthropology, Emory University, 1557 Dickey Drive, Atlanta, GA 30322, USA. ² Department of Anthropology, Graduate Group in Ecology, Animal Behavior Graduate Group, Population Biology Graduate Group, University of California Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA. ³ GPRG, Department of Economics, University of Oxford, Manor Road, Oxford, OX13UQ, UK. ⁴ Division of the Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA. ⁵ Department of Anthropology, UCLA, 341 Haines Hall, Box 951553, Los Angeles, CA 90095, USA. ⁶ Department of Anthropology, College of DuPage, Glen Ellyn, IL 60137, USA. ⁷ Facultad de Economía, CEDE, Universidad de Los Andes, K1 No. 18A-70, Bogotá, Colombia. ⁸ Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara, CA93106, USA. ⁹ Department of Sociology and Anthropology, Guilford College, 5800 West Friendly Avenue, Greensboro, NC 27410, USA. ¹⁰ George Warren Brown School of Social Work, Washington University, 1 Brookings Drive, St. Louis, MO 63130, USA. ¹¹ Department of Anthropology, Harvard University, 11 Divinity Avenue, Cambridge, MA02138, USA. ¹² Department of Anthropology, University of Colorado at Denver and Health Sciences Center, Post Office Box 173364, Campus Box 103, Denver, CO 80217, USA. ¹³ Department of Anthropology, Boise State University, 1910 University Drive, Boise, ID 83725, USA.

[†] 中国社会科学院法学研究所

* To whom correspondence should be addressed. E-mail: jhenric@emory.edu

^{††} 这乃是美国人类学家 E. O. 威尔逊的理论 (Wilson, E. O. 1983. *Sociobiology and the Darwinian approach to mind and culture*. In Bendall D S, ed. *Evolution from Molecules to Men*. Cambridge: Cambridge University Press; 545~553)。他在 1983 年提出“基因-文化协同进化 (gene-culture coevolution)”的概念, 以之说明生物个体进化与人类文化进化间的联系关系。他指出, “人类的遗传基因通过个体的发育过程决定其神经系统的结构与功能, 神经系统又制约或影响个体的学习和认识过程及其行为特征。而由个体组成的社会创造出一定的文化, 在这个文化背景之下, 通过自然选择作用又影响人类种群基因组成的改变。如此构成了一个基因与文化协同进化反馈回环的图景”。这种观点挑战长久以来以“种”作为进化、遗传、生殖、分类等之基本 (甚至是唯一) 单元的传统看法, 强调“种”之下 (例如分子层次的化学进化、基因、染色体、细胞、个体、种群等层次的进化) 及“种”之上 (例如种上分类群、社会系统、文化系统、生态系统、地球系统等) 各不同组织层次的进化间存在上述“平行同构关系”。这种观点强调人类在自身的进化中创造了可以不断进化的文化, 这种可以进化的文化又反过来促进了生物进化的进程 (例如现代的生物科技), 使人类适应和改造环境的能力可以不断地提升, 甚至有能力和创造全新的人工环境。当然, 在不同的场合, 威尔逊从各个方面对此理论进行了较为全面的阐述。——译者注

在正式的合同、法院以及治安官 (constables) 出现之前的数万年来, 人类在诸如狩猎、战争、贸易以及食物分配 (food sharing) 等领域维持着一些重要的合作形式。对于进化科学与社会科学而言, 无论在当代还是在过去的人类社会中, 合作的衡量标准 (scale) 都依然是一个谜。这是有原因的, 第一, 无论是亲属选择理论 (kin selection) 还是互惠理论, 都难以没有困难地去解释在由相互并无关系的个体所组成之大型群体中的利他主义; 第二, 在经济学及相关领域中对利己主义偏好 (self-regarding preferences) 的规范预设, 看起来也同样与事实不符^[1]。在大型群体中, 声誉能够激励利他主义; 然而, 为了解释为何互惠性应与亲社会性 (prosociality) 而非自私或者中立的行为联系在一起, 还需要其他某些方法^[2]。新近的理论工作表明, 即便在非亲缘的外人中 (non-kin), 如果合作者已经参与了对不合作规范之违反者的高成本惩罚, 那么实质性合作就能够在很多缺乏声誉或多重互动的情形中进化出来^[3~10]。与这些模式相一致的是, 行为实验现在已经证实了: ①高成本惩罚的存在; ②惩罚在维持合作中的效用^[11,12]; ③在许多互不认识 (anonymous) 的情形中, 未被卷入的第三方乐于惩罚的意愿。这些实验甚至已经开始去探查神经系统对惩罚的支撑^[14,15]。这些结果都是非常重要的, 因为高成本惩罚的存在能够解释大规模人类合作之谜的许多重要方面。然而, 像先前一些研究利他主义的实验游戏一样, 这些实验几乎都是在大学生中间进行的。我们不清楚这些发现代表的是否只是学生们以及/或者那些来自工业化社会之人的特点, 或者说, 他们是否真的具备所有人类各个族群 (species) 的特征。我们的早期研究, 利用了一些在 15 个各不相同的社会中进行的实验性游戏, 目的是去测量利他主义行为^[1,16]。我们发现, 权威的利己主义理论, 无法解释从这 15 个社会中任何一个所获得的结果。与先前从对大学生的研究中的发现相比, 我们从游戏行为中还发现了更多的变化。相似地, 直到在对大学生之外更多社会中的高成本惩罚进行研究之前, 很难判断它在解释人类合作中的重要性。

除了判断高成本惩罚的广泛性以外, 知道它是否与利他行为呈现出正态共变关系也是很有价值的。高成本惩罚的演进模式表明, 在那些高成本惩罚比较常见的社会中表现出更为强烈的有关公平与亲社会性的规范, 这是因为, 正是高成本惩罚的存在允许此等规范保持一贯地去反对正在侵犯的背叛者。因此, 高成本惩罚作为对人类亲社会性的一个可靠解释的资格, 取决于它是在学生群体之外而被发现的, 也取决于它和跨文化的合作性规范与机制之间的联系。

在本文中, 我们将提供一系列表明高成本惩罚之性质的现场实验 (field experiment)。由于现场试验更好地考虑了因果性因素的可比较性与控制, 因此它是非常有价值的, 而且, 这些特殊的实验都是由经济学家设计, 特地用来对狭隘的利己主义的正则模型 (canonical model) 进行检测的^[16]。我们用最后通牒与第三方惩罚游戏这两个行为实验, 来表明人类生产 (human production) 体系的广度; 游戏是在 1762 个成人中进行的, 他们是从五大洲 15 个各不相同之居民群体中抽取出来的样本。除了通过一个策略性方法 (比起先前研究中所采用的方法, 它能够提供更多的信息) 来对高成本惩罚做出的公开测量之外, 这个研究与先前一系列实验 [在线支持材料文本 (Supporting Online Material (SOM) Text)] 相比, 还在方法论上呈现出了更大程度的标准化。尽管我们的发现在所有居民群体中, 都揭示了某些一致性的惩罚模式, 但就这些居民群体乐于去惩罚的意愿上, 包括在一些居民群体乐于去惩罚“过于宽大 (excessive generos-

ity)”的意愿上（一种在典型的以学生为研究对象的游戏中所未发现的现象），都表现出了跨群体的实质性变化。通过采用第三个实验——独裁者实验，我们也表明了，以一种与诸协同进化理论相一致的方式，惩罚与利他主义呈现出跨群体的正态关系^[4]。

实验

在我们的第一个实验——最后通牒游戏（UG）实验中，两个互不相识的游戏者在一个一次性的互动中一起被分配了同一笔真正的金钱（赌注）^[17]。第一个游戏者（游戏者1）能够从这笔钱中拿出一部分作为出价给第二个游戏者（即游戏者2），但出价被限制在赌注增量的百分之十之内。在听到出价的真正具体数额之前，游戏者2必须决定接受还是拒绝每一笔可能的出价，并且这些决定都是有约束力的。如果游戏者2详细指定了对真实出价数额的接受条件，然后他或她就能得到出价的数额并且游戏者1得到其余部分。如果游戏者2详细指定了对实际出价数额的拒绝条件，则两个游戏者都将一分钱也得不到。如果人们单纯为自私的动机所推动的话，游戏者2将会接受任何积极的出价；而知道了这一点，游戏者1应该提供不等于零的最小数额的出价。由于这是一个一次性并且互不相识的交往互动，游戏者2想去拒绝的意愿，在第二方惩罚存在的条件下，就为高成本惩罚提供了一个测量标准。

在我们的第二个实验——第三方惩罚游戏（3PPG）中，两个游戏者被分配了一笔真正的金钱（赌注），并且第三方游戏者要获得这笔金钱的一半^[13]。游戏者1必须决定给游戏者2（他不能做决定）多少赌注。然后，在了解游戏者1分给游戏者2的具体数目之前，游戏者3必须决定是否要拿出赌注的10%（他或者她分配额的20%）作为对游戏者1的惩罚，从而使得游戏者1从其获得的数目中遭受30%的赌注减损。游戏者3的惩罚策略，是由游戏者1所做出的所有可能的支付所导致的。比如，假定赌注100美元，如果游戏者1给游戏者2分了10美元（自己保留了90美元），并且游戏者3想要惩罚这个给付数目的话，那么游戏者1就拿回了60美元，游戏者2拿到了10美元，而游戏者3拿到了40美元。而如果游戏者3决定不去惩罚支付的10%的话，那么各自得到的数额是90美元、10美元与50美元。

在这个互不相识者间的一次性游戏中，一个完全自私的游戏者3将永远不会出钱去惩罚游戏者1。知道了这一点，自私自利的游戏者1总是应该一分也不给游戏者2。如此，个体乐于为惩罚而出钱的意愿，为衡量人们对第二种类型的高成本惩罚——第三方惩罚——的态度提供了直接的标准。

为了获得对利他主义行为上的测量，我们还在每一个居民群体中进行了独裁者游戏（DG）。除了游戏者2不能选择拒绝之外^[18]，独裁者实验与最后通牒实验是相同的。游戏者1仅仅能够控制其自身与游戏者2所能获得的赌注份额。在这个互不相识者间的一次性游戏中，一个完全自私的个人应该一分钱也不分出去；因此，在独裁者游戏中的出价为一种行为上的利他主义提供了测量标准，而这种利他主义与亲缘关系、互惠性、声誉或者即时惩罚的威胁并无直接联系^[19]。

这里，我们特别突出我们的标准化过程、协议与脚本的几个关键方面（进一步的具体细节参见在线支持材料文本）。首先，为了确保对实验的动机与关注，我们将每个游

戏中的赌注都标准化为当地经济水平下的日工资。游戏者也被支付了相当于一天工资20%的出场费。其次，通过使用回译（back translation）的方法，我们所有的游戏脚本都由通晓当地语言者来进行执行。第三，我们的协议，防止在游戏期间那些等候游戏者谈论游戏以及与有经验的游戏者交谈。第四，个别化指导使用的是固定的脚本，一系列的例子，并且预先测试了问题，以确保所有游戏者都能充分地理解游戏从而可以正确地回答至少两个连续的测试问题。

我们从遍布地球的各个不同的居民群体中抽取成年人。表1提供了每个居民群体的民族、宗教、自然环境、经济基础，以及占支配地位的居住模式。正如参考文献中所表明的，我们也是在埃默里（Emory）大学的学生以及密苏里（Missouri）城乡的非学生的成人中进行游戏的。密苏里的样本为我们与我们的那些来自不同社会的样本进行比较提供了恰当的美国特色，尽管学生样本将我们与在大部分工作中所采用的目标居民群体联系了起来。在考量学生数据时（与非学生的数据相对），非常重要的是要意识到，在这些实验中行为随着大学学年的变化而持续变化，并且直到参与者达到25岁前，他们都均不能达到成年人的状态^[20~23]。如此，由于我们希望探索成人居民群体中的变化并且避免混淆最后的结果，我们在比较分析中仅仅利用了非学生的样本^[24]。

表1 被研究居民群体的概况

群体	洲别	民族、宗教	自然环境	经济基础	居住
Accra 城	非洲	加纳	城市	工资劳动者	定居
Gusii	非洲	肯尼亚、尼亚米拉	肥沃的高平原	混合耕作、工资劳动	定居
Hadza	非洲	坦桑尼亚	大草原-林地	劫掠	游牧
Isanga 村	非洲	坦桑尼亚、姆贝亚	深山老林	农业、工资劳动	定居
Maragoli	非洲	肯尼亚	肥沃的平原	混合耕作、工资劳动	定居
Samburu	非洲	肯尼亚	半干旱热带草原	放牧	半游牧
Emory 新生	北美洲	美国东南	温带森林、城市	学生	短期居留
Missouri	北美洲	美国中西部城市与乡村	大草原	工资劳动与农业	定居
Sanquianga	南美洲	哥伦比亚、太平洋沿岸	红森林	渔业（鱼、蛤蜊、虾）	定居
Shuar	南美洲	厄瓜多尔、亚马孙河	热带森林	园艺	定居
Tsimane	南美洲	玻利维亚、亚马孙河	热带森林	园艺-劫掠	半游牧
Dolgan/Nganasan	亚洲	俄罗斯联邦、西伯利亚	苔原-针叶林	渔猎与工资劳动	半定居
Au	大洋洲	巴布亚新几内亚、西赛皮克	热带深山老林	园艺-劫掠	定居
Sursurunga	大洋洲	巴布亚新几内亚、新爱尔兰	沿海热带岛屿	园艺	定居
Yasawa	大洋洲	斐济、伊萨瓦岛	沿海热带太平洋地区	园艺与海上劫掠	定居

注：以“经济基础”来划分的栏目，将产出体系进行了分类。比如，园艺工作者就主要依靠刀耕火种（slash-and-burn）的农业，而田园诗作家就主要依靠放牧来生活。“居住”是根据他们社会群体流动的性质与频率来对那些社会进行分类的。

惩罚结果

我们对高成本惩罚的测量既揭示了一个普遍模式（在每一个社会中在出价逼近零的时候，选择去惩罚之人的比例越来越高的情况下），也揭示出了跨居民群体之间实质上的差异（就他们整体上乐于去惩罚不公平出价的意愿而言）。图1概括了我们最后通牒

游戏的数据资料。对每一个被研究的居民群体而言，在出价从 0% 到 50% 的增长中，拒绝的可能性随之降低。在最低出价的情况下，对之而言惩罚是高成本的（10%），56.5% 的游戏者整体上选择了拒绝。然而，这个效果的量值却有着跨群体的实质性变化。在 Tsimane, Shuar, Isanga 村, Yasawa 以及 Samburu 等五个社会中，有不到 15% 的居民群体会去拒绝 10% 的出价。相反，在四个居民群体的样本中，拒绝这个出价的超过了 60%。对一个居民群体打算去惩罚的意愿的另外一个（尽管是间接的）测量标准，就是使它的收益最大化的出价（IMO），可以在该社会中观察到拒绝的可能性的情况下，IMO 就是能够使得游戏者 1 的预期收益最大化的出价。通过为虚线所标出，我们可以看到，在八个居民群体中，IMO 在 10%（轻微惩罚）到 50%（重度惩罚）之间游移。

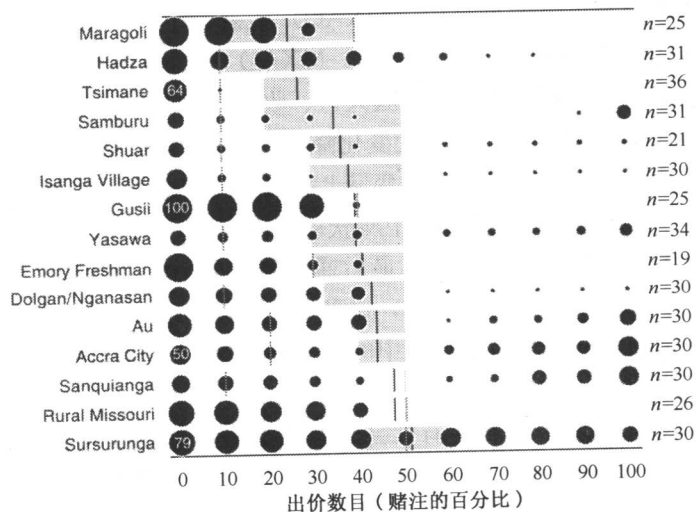


图 1 最后通牒的结果，是作为对在该游戏的各种可能出价之拒绝的分布而被展现出来的，它们掩盖了中间出价与四分位数中（interquartiles）的出价。对于纵坐标轴上所列出的每一个居民群体而言，黑泡泡部分（水平去读），表示的是样本中那些打算去拒绝那个出价的玩家 2 们的部分。为便于参考，在有些泡泡里面，我们记下了为泡泡所例证的百分比。虚线表示的纵向条纹为每一个居民群体都标出了 IMO。实线表示的条纹为每个居民群体标出了中间出价，同时用淡灰色的长方形阴影则突出了四分位数中的出价。居民群体根据他们由低到高的中间出价而被排列。游戏者组合的序号，用右边的 (n) 来指示

为了评估在两个居民群体间可观察到之惩罚的变化，是否能够通过它们之间人口统计学与经济学上的差别而被解释，利用游戏者 2 的最低可接受出价（MAO）——从 0% 到 50% 间游戏者可接受的最低出价（作为因变量），我们还进行了一系列三个线性回归的分析。比如，如果一个人拒绝了零出价但接着却接受了从 10 到 50 之间的出价，MAO 是 10。首先，使 MAO 在居民群体上回归时，哑变量（dummy variable）表明变化的 34.4 在两个居民群体的平均数上出现。其次，将把游戏者的性别、年龄、教育、家庭人口、收入以及财富的测量标准考虑进来，变化被说明为增长到 41.5%，这意味着这些抓住了居民群体中 7% 的变化。再次，在从回归中清除掉虚拟目标（dummies），使变化削减到了 15.8%，这表明在两个居民群体间变化的一个实质性部分，不能通过这些个别的预测来解释（参见在线支持材料文本）。