

无需预测即可做出正确决策

高度不确定性下的鲁棒决策规划

量性分析对于正确的政策抉择而言往往不可或缺。不过，在面对当今快速、变革甚至惊人的变化形势下，决策者不时发现常用的量性分析方法和工具会适得其反或将其引向歧途。

通常情况下，量性分析可以通过预测为决策者提供有关未来的信息。举例而言，计算机模型可以预测水资源管理机构的一项投资是否可以为消费者带来可靠和经济的水资源供应，或其他某个模型可以预测一项国会立法案是否可以为纳税人省钱。但是，预测往往有误，因而依赖预测的风险很高。决策者也知道预测经常不准，这可能会令他们低估或忽视量性分析提供的重要信息。

幸运的是，新的信息技术和决策科学认知为通过量性分析进行决策提供了全新的方法。本研究集萃将介绍其中一种——鲁棒决策法（RDM），如何在不需要相信及同意有关预测的情况下做出正确的决策，并展示鲁棒决策法之影响力在各类政策领域日益增加的案例。

逆向分析

鲁棒决策法基于一个简单的概念。其不是使用计算机模型和数据来做出最佳的预测，而是通过运用基于成百上千套假设的模型来说明计划在未来各种可能情形下的实施情况。研究人员随后会对这些模型生成的庞大数据库进行可视化和统计分析，以此帮助决策者区分计划实施优劣的各种情况。这样，决策者便可对鲁棒策略进行识别和评估，并从中甄选出可以胜任多种未来情形的策略，进而更好地管控意外情况。

传统上，决策者往往是在“先预测后行动”框架下收到对于未来的量性分析信息，即先结合现有的依据对未来做出最佳的预测，然后据此给出最好的行动方案。

内容提要

政策制定者和决策者在面对难以预测的高度不确定未来时，要在各种选择中做出正确抉择所需的不仅仅是基于预测的传统决策分析。幸运的是，鲁棒决策分析法等全新方法可以借助日益强大的计算机工具助其解决此类困境。鲁棒决策法基于一个简单概念。其不是使用模型和数据来对未来做出最佳预测，而是通过成百上千次运用模型来说明计划在未来各种可能场景下的实施情况，并对模型运用生成的数据库进行可视化和统计分析，以此帮助决策者区分计划实施优劣的各种情况，以便决策者制定更加鲁棒的计划。本研究集萃讨论了鲁棒决策法的工作原理，并通过以下两个应用实例来展示其裨益：帮助水资源管理机构制定应对气候变化的自适应计划，以及评估联邦恐怖主义保险能否为纳税人省钱。

预测准确无疑时，这种方法非常奏效。倘若预测有误，则会导致僵局或过于自信。僵局之下，决策者经常围绕预测而非解决方案争辩不休，而过于自信者则会不顾预期形势的变化选用不合时宜的解决方案。

鲁棒决策法采用的是“逆向分析”，从而避免了上述问题。其第一步不是预测，而是拟定一个或多个计划（通常是当前或预计最好的计划），并运用多个模型来识别对计划成功实施最相关的未来状况。这就好比人们日常使用谷歌等搜索引擎在数百万个网站中搜寻自己感兴趣的内容一样，鲁棒决策法也会分析多个模型生成的数据，以

帮助决策者解决“计划实施成功与失败所处情形有哪些主要特征?”、“采用哪些措施可以让计划胜任更多未来情形?”等问题。

分析方法帮助重启决策者之间的对话

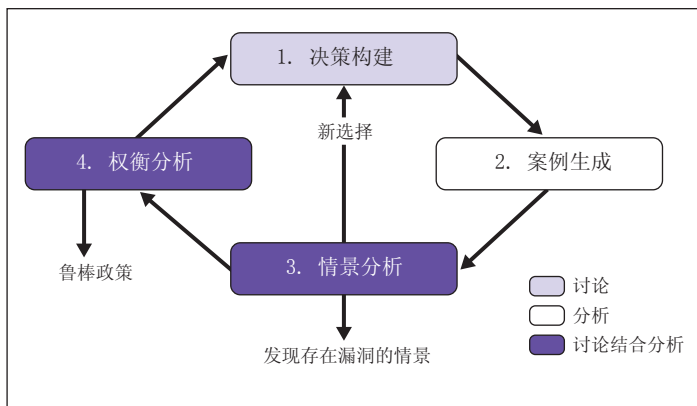
数十年的经验和研究明确指出，分析方法作为一种旨在发现和交流量性信息中有意义的规律的研究方法，在与用户需求密切结合时最为见效。鲁棒决策分析法主要用于在高度不确定的情况下促进决策者之间的对话。这种高度不确定性往往在决策各方对于未来事件的可能性及应采取的最佳行动模型一无所知或存在分歧时产生。

在协助决策的过程中，鲁棒决策法遵循美国国家研究委员会推荐的“讨论结合分析”方针。首先，所有决策参与者聚在一起界定其目标和其他参数。随后，各参与者与专家一道生成及解释相关决策信息，并基于这些信息重新审视相关选择和目标。在此惯用的决策方法基础之上，鲁棒决策法运用“逆向分析”的概念，即首先提议某项决定，然后验证该提议是否适用于未来各种可能的情形。

如图 1 所示，鲁棒决策流程首先要做的是决策构建，即决策者界定目标、不确定性因素及可能的选择（步骤 1）。随后，研究人员通过运用计算机模型生成一个庞大的数据库（步骤 2），库中包含了每个建议的政策在相应情形下的实施效果。接下来，计算机会对该数据库进行可视化和统计分析，帮助决策者找出政策存在漏洞的多种情形（步骤 3）。决策者可通过这些情形找到弥补漏洞的新方法（回到步骤 1），或可通过权衡分析来评估先前给出的选择是否值得采用（步骤 4）。该流程会反复运行直至决策者最终敲定一个鲁棒策略。

鲁棒决策法通过融合两种传统不确定性管理方法“情景分析”和“概率风险分析”的精髓，开辟了一种促进决策者之间对话的全新方式。所谓情景分析主要描述了潜在的未來情形。通过呈现未来可能发生的值得考虑的情形，情景分析可以打破决策者的认知和组织障碍，从而解除其对于潜在未来各种情形和决策选项的思考能力限制。不过，将诸多未来情形归纳于少数情景的传统方法可能会显得随意或有偏差。

图 1. 鲁棒决策分析的重复及参与步骤



相比之下，概率风险分析——一种“先预测后行动”的方法，则通过量性风险预测（通常被定义为预测的概率乘以预测的事件后果）来系统地做出有关工作分配的决定以降低风险。这种方法往往在对不确定性有深入了解时有用，一旦不确定性很高则会面临预测错误的风险。

鲁棒决策法吸收了情景和概率风险分析二者之长，并以逆向概率风险分析的方式探寻哪种政策在诸多假设情形中可以降低风险，例如“哪种假设情形适合做出 A 选择而不是 B 选择？”这有助于各方在为决策而争执不下时甄别各情景风险的高低。这些情景也可以促使决策者对鲁棒计划进行创造性思考，并帮助其对各计划进行评估和权衡，如图 1 所示。

鲁棒决策法使用计算机模型的方式根本不同于“先预测后行动”分析法。后者认为模型比较准确地反映了实际情况，并据此推荐了应对未来不确定情形的最佳政策。相反，鲁棒决策法则将模型视为映射相应结果的假设。通常情况下，鲁棒决策法可以大幅提升决策者现有模型（“先预测后行动”分析法所用）的价值，即通过多次运行现有模型来找出存在的弱点，并找到可以适应多种假设组合情形的计划。

得益于量性分析支持多种未来可能的情形，鲁棒决策法可以减少过于自信和意外情况所带来的不利影响、在分析中系统地纳入不确切信息，并帮助怀有不同预期的决策者和利益相关者在高度不确定性下达成合乎情理的行动共识。

改进现实决策

鲁棒决策法已协助决策者成功应对诸多政策领域的挑战。此处，我们就以水资源管理和恐怖主义保险这两个领域为例进行说明。前者旨在说明鲁棒决策法如何帮助水资源管理机构在不确定情形下制定兼具灵活性和鲁棒性同时又保留严谨分析及公众责任的计划，而后者则主要说明鲁棒决策法如何通过假设情形（基于各种至关重要但难以预测的因素），来做出有别于传统“先预测后行动”分析法但更为有效的解决方案。

制定灵活、鲁棒和负责任的水资源管理计划

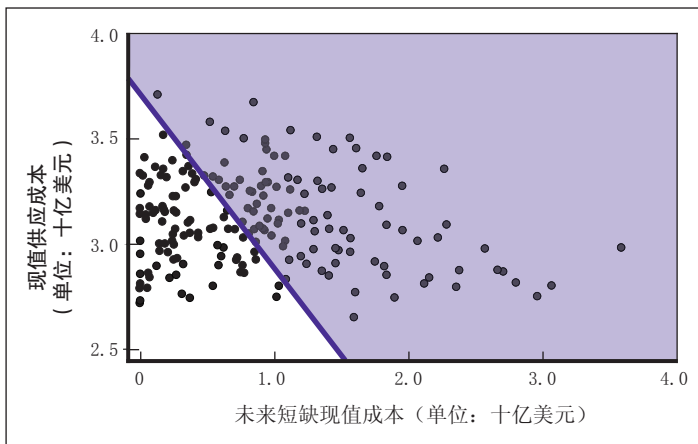
挑战。许多水资源管理机构会制定面向未来数十年的长期计划，以便确立投资优先级并与公众一起就投资优先级和目标展开讨论。尽管此类计划通常每隔几年就会更新，但现行水资源管理计划最多仅涉及少数几个情景试验，而且所设计的计划是固定的。不过，水资源管理人员意识到，鲁棒性和灵活性才是应对未来不确定情形的最佳策略，只不过苦于缺乏有效手段来制定兼具灵活性和鲁棒性同时又保留严谨分析及对用户责任的计划。

鲁棒决策法的应对之道。2005年，南加州内陆帝国公用局（IEUA）——一个位于农业向城镇化快速转型地区的水资源供应和废水处理机构，利用传统方法制定了一套城市水资源管理计划（UWMP）。该项计划旨在通过分别提高地下水利用率 75 个百分点及再生水利用率 600 个百分点，来满足日益增长的区域水资源需求。但该计划没有考虑到气候变化的潜在影响。于是，兰德在 2007 年协助该局重新审视了这项计划，从中提升了其整体规划的能力。

按照图 1 所示的步骤，兰德利用水资源评估和规划（WEAP）平台开发了一个计算机模型，探究内陆帝国公用局水资源管理计划在反映未来各种假设气候的数百种情况下的实施效果，以及内陆帝国公用局达成其再生水和地下水目标的能力、未来进口水成本以及节水技术的应用。

在与内陆帝国公用局管理人员和用户的研讨会上，兰德借助诸多计算机模型得出的可视化结果（见图 2）与参会人士讨论了内陆帝国公用局的目标、主要不确定性因素以及可以采取的应对措施。图 2 显示了 2005 年版水资源管理计划在截至 2030 年的实施效果，所采用的数据来源

图 2. 内陆帝国公用局 2005 年版计划在 200 个样例中的实施效果

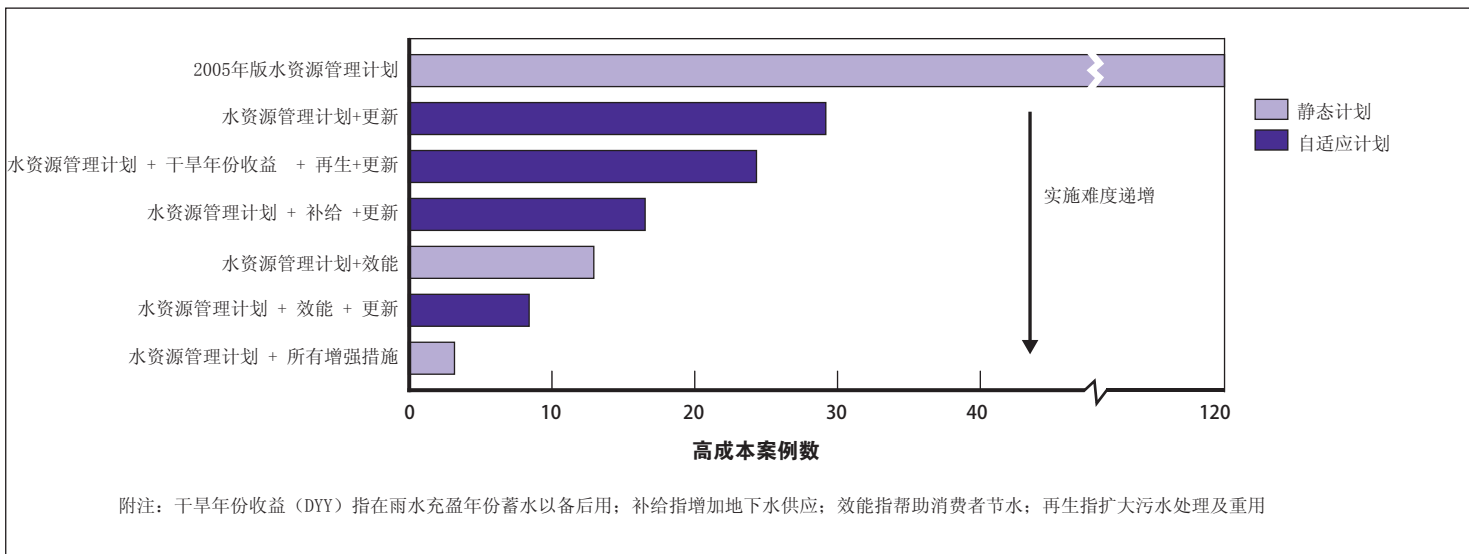


于对 200 个案例的统计结果，其中每个案例都代表了对未来气候、内陆帝国公用局实施计划的能力以及未来社会经济状况的一套不同假设。每个点或案例（其中许多有重叠）表示计划在某套假设下的成本：其中包括实施计划的现值成本和任何未来短缺导致的其他现值成本。图中的阴影区域表示 120 个未达到计划预期目标的案例。也就是说，在这些案例中，实施 2005 年版计划的总成本（实施成本加上短缺成本）比制定该计划时所预期的最佳成本至少高出 20 个百分点。

通过对计算机模型生成数据库的统计分析，确定了导致上述高成本的最重要因素。在考察的六个不确定性参数中，其中三个参数的一种特定结合可使成本大为提升：这就是，如果降水减少至少 10 个百分点、渗入该地区蓄水层的雨水减少至少 3 个百分点、以及气候对进口水资源的影响大于预期。这三种情形揭示了 2005 年版水资源管理计划的主要弱点所在。重要的是，只有这三个因素同时发生时才会对该项计划造成影响。如果这种情况在未来数十年成为现实，则计划的实施成本便会增高。如若没有发生，则计划的实施成本将会维持在一个合理的水平。

据此，内陆帝国公用局可以着手考虑应对上述弱点的潜在措施，其管理人员还特别询问当前和今后可以分别采取什么样的措施。针对这一问题，兰德通过计算机模型对静态和自适应计划进行了对比。静态计划，如 2005 年版的水资源管理计划，其实是一个为期 25 年的固定投资和政策措施时间表；而自适应计划不仅包含一个为期 25 年的投资和政策措施时间表，而且还包含对未来主要趋势的监测，并根据观察到的特定趋势变化进行更新。具体而言，内陆帝国公用局根据兰德提出的自适应计

图 3. 2005 年版水资源管理计划与其他静态与自适应计划实施效果对比



划，每五年会监测预计的供求变化程度，一旦变幅超过预设门限值便采取相应的修正行动。

图 3 将 2005 年版水资源管理计划（最顶端）与其他六个静态（淡紫色）及自适应计划（深紫色）进行了比较，并列出了计划超出成本目标的案例数量。如图所示，2005 年版水资源管理计划在 200 个案例中，有将近 120 个案例超出成本目标。通过使当前计划具有自适应功能，可以监测未来形势以及对计划进行必要更新。这样，即便短期内采取与 2005 年版水资源管理计划相同的措施，也可以将高成本案例数降至 30（参见深紫色的“水资源管理计划 + 更新”条目）。若内陆帝国公用局在短期内采取上图显示的所有增强措施，（参见淡紫色“水资源管理计划 + 所有增强措施”条目），则几乎可消除分析中发现的所有弱点。

图 3 按实施难度递增的顺序列示了各个计划（因为没有更好的成本数据可供现成使用）。因而，内陆帝国公用局需要在短期实施难度和减少未来弱点之间进行取舍。上述结果有助于内陆帝国公用局在适当的权衡之下，将其 2005 年版水资源管理计划升级为自适应计划，并将各项短期增强措施纳入其“再生和干旱年份收益”项目，从而将高成本案例数从 120 降至 25（图中的粗体条目所示）。

影响。鲁棒决策法帮助内陆帝国公用局将不确定的气候因素纳入其长期计划中，并针对未来气候及其他不确定因素制定了有效的鲁棒和灵活应对措施。此外，鲁棒决策法还帮助公用局与其用户、纳税人以及甚至对气候变化存

疑者就该计划达成了共识。自从该计划首次应用以来，许多水资源机构部门纷纷将鲁棒决策法纳入其规划之中。

评估联邦恐怖主义保险是否为纳税人省钱

挑战。2001 年 9 月 11 日恐怖袭击造成严重后果以后，保险公司纷纷放弃商业地产的恐怖袭击保险业务。这一举措威胁到未来可能遭受袭击地区（如曼哈顿）的经济发展。为了解决这一问题，美国国会于 2002 年通过了《恐怖主义风险保险法案》（TRIA），承诺联邦政府会补偿保险公司因超大规模恐怖袭击而遭受的损失，作为保险公司为各种规模恐怖袭击承保的回报。2007 年，美国国会开始就是否延长法案的有效期限展开了辩论，焦点是该项法案是否可为纳税人省钱，但发生大规模恐怖袭击的不确定性使得很难对这一问题做出明确回答。

鲁棒决策法的应对之道。针对上述讨论，兰德制定了一个计算机模型，其中对未来恐怖袭击的规模和类型做出了各种假设，并据此预测纳税人、保险行业和商业地产所有人所遭受的损失、保险行业及其客户的行为和未来国会在没有保险前提下对地产所有人进行补偿的意愿度。

为了评估未来发生恐怖袭击的可能性，研究人员采纳了来自风险管理解决方案公司（Risk Management Solutions，一家提供保险行业风险信息的领军企业）的预测数据，通过建立一个经济模型来预测保险公司及其客户的行为。由于无法预测未来国会的行为，研究人员

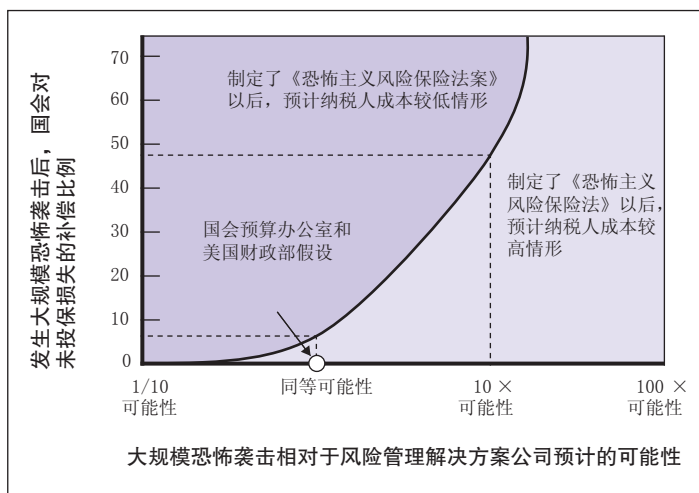
便假设未来国会对未投保导致的损失补偿范围介于 0 至 100% 之间。随后将 17 个参数的数千种组合运用于计算机模型，从中得出各种假设情形产生的后果。

图 4 对这些后果进行了总结。通过对数千次模型运行生成的数据库统计分析发现，在纳入考察的 17 个不确定参数中，其中两个参数与《恐怖主义风险保险法案》能否为纳税人省钱最为相关。如图 4 的轴线所示，这两个参数分别为大规模恐怖袭击的可能性以及国会对未投保损失的补偿比例。分析还界定了大规模恐怖袭击的含义，即造成的损失不低于 400 亿美元，是 9•11 恐怖袭击损失的两倍。图 4 横轴显示的是相对于风险管理解决方案公司预测大规模恐怖袭击发生的可能性。竖轴显示的是国会对未投保的恐怖袭击损失补偿的百分比。

图 4 中的深色阴影部分表示在《恐怖主义风险保险法案》有效期获准延长时纳税人的成本可得以降低的各种假设情形；而浅色阴影部分则表示纳税人支付的成本会更高的各种情形。决策者可以清楚地看到，《恐怖主义风险保险法案》在许多假设情形下均可带给纳税人净收益，尤其是在各种难以预测的未来国会行为情形下。

影响。鲁棒决策分析法对解决国会争辩的问题起到了至关重要的作用。更为重要的是，这种分析得出了与国会预算办公室和美国财政部相反的结论。要是换用“先预测后行动”分析法，这两个政府部门根本无法呈现未来国会行为的不确定性。因而，他们假设国会将坐视不理，即不会对未投保的大规模恐怖袭击造成的损失提供补偿，并预测《恐怖主义风险保险法案》会给纳税人造成高昂成本（如图 4 中的白点所示）。许多人认为这种假设并不切实际。从图 4 可以看出，如果该等机构假设国会将承担任何程度的补偿，则其答案就不同。结果，国会决定同意延展《恐怖主义风险保险法案》的有效期。事实证明，鲁棒决策分析法及其框架可以为政治辩论中面临

图 4. 有无《恐怖主义风险保险法案》时预计年度纳税人成本



的不确定信息提供非常有效的呈现方式。

鲁棒决策法：应对高度不确定性下规划挑战的最佳办法

决策者通常需要通过量性分析来做出正确的决策。但在当今快速、变革甚至惊人的变化形势下，“先预测后行动”的传统方法可能将其引向歧途。预测在高度不确定下变得不可靠时，鲁棒决策法却可以提供一套有助于正确决策的系统方法。该套方法逆向运用传统分析法，借助计算机模型和数据探知既定计划在未来各种情形下的实施结果，帮助决策者辨别其计划实施结果优劣的各种情形。这样，决策者可以识别并选择更加鲁棒的计划。在许多应用方面，包括水资源管理、能源、洪涝风险管理及国防等，鲁棒决策法在决策者及其分析法之间促成了一种新型关系。从此，决策者面对的不再是“未来会发生什么事情？”这种往往无法回答的问题；而是转向“我们现在可以采取哪些措施来确保局势朝着我们期望的方向发展？”这种更加有效和有影响力的探索。

本研究集萃摘自兰德在下列出版物中发表的关于鲁棒决策方法及其具体应用的研究成果：

方法案例

Hall, Jim W., Robert J. Lempert, Klaus Keller, Andrew Hackbarth, Christophe Mijere, and David J. McInerney, “Robust Climate Policies Under Uncertainty: A Comparison of Robust Decision Making and Info-Gap Methods,” *Risk Analysis*, Vol. 32, No. 10, October 2012, pp. 1657–1672.

Lempert, Robert J., and Nidhi Kalra, *Managing Climate Risks in Developing Countries with Robust Decision Making*, Washington, D.C.: World Resources Institute, 2011.

Bryant, Benjamin P., and Robert J. Lempert, “Thinking Inside the Box: A Participatory, Computer-Assisted Approach to Scenario Discovery,” *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 77, No. 1, January 2010, pp. 34–49.

Fischbach, Jordan R., *Managing New Orleans Flood Risk in an Uncertain Future Using Non-Structural Risk Mitigation*, Santa Monica, Calif.: RAND Corporation, RGSD-262, 2010, http://www.rand.org/pubs/rgs_dissertations/RGSD262.html.

Groves, David G., and Robert J. Lempert, “A New Analytic Method for Finding Policy-Relevant Scenarios,” *Global Environmental Change*, Vol. 17, No. 1, 2007, pp. 73–85.

Lempert, Robert J., and Myles T. Collins, “Managing the Risk of Uncertain Threshold Responses: Comparison of Robust, Optimum, and Precautionary Approaches,” *Risk Analysis*, Vol. 27, No. 4, August 2007, pp. 1009–1026.

Lempert, Robert J., David G. Groves, Steven W. Popper, and Steven C. Bankes, “A General, Analytic Method for Generating Robust Strategies and Narrative Scenarios,” *Management Science*, Vol. 52, No. 4, April 2006, pp. 514–528.

Popper, Stephen W., Robert J. Lempert, and Steven C. Bankes, “Shaping the Future,” *Scientific American*, April 2005, pp. 66–71.

Lempert, Robert J., Steven W. Popper, and Steven C. Bankes, *Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative Long-Term Policy Analysis*, Santa Monica, Calif.: RAND Corporation, MR-1626-RPC, 2003, http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1626.html.

Lempert, Robert J., “A New Decision Sciences for Complex Systems,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 99, Suppl. 3, May 14, 2002, pp. 7309–7313.

应用案例

Lempert, Robert J., and David G. Groves, “Identifying and Evaluating Robust Adaptive Policy Responses to Climate Change for Water Management Agencies in the American West,” *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 77, No. 6, July 2010, pp. 960–974.

Dixon, Lloyd, Robert J. Lempert, Tom LaTourrette, and Robert T. Reville, *The Federal Role in Terrorism Insurance: Evaluating Alternatives in an Uncertain World*, Santa Monica, Calif.: RAND Corporation, MG-679-CTRMP, 2007, <http://www.rand.org/pubs/monographs/MG679.html>.

This is a Chinese translation (simplified) of “Making Good Decisions Without Predictions” (RB9701)

本研究集萃总结了兰德司法、基础设施及环境部门开展的研究工作。兰德公司是一家致力于通过研究与分析来改善政策和决策的非营利性研究机构。兰德公司的出版物未必代表其研究客户和赞助商的观点。RAND® 是兰德公司的注册商标。



OBJECTIVE ANALYSIS. EFFECTIVE SOLUTIONS.

兰德公司是一家致力通过研究与分析来改善政策和决策的非营利性研究机构。

作为兰德公司的一项公共服务，本电子文档可在 www.rand.org 下载。

更多信息

请浏览兰德公司网站 www.rand.org

浏览 [文件详情](#)（英文）

有限电子版发行权

本文件和文中所载商标受后文通知中所提及法律的保护。本电子文档的知识产权归兰德公司所有，不得用于商业用途。未经授权，严禁在非兰德公司所属网站发布兰德公司的电子文档。兰德公司的电子文档受版权法的保护。未经许可，不得复制或以其他形式将兰德公司的任何研究文献用于商业用途。有关翻印和链接授权的信息，请查询兰德公司涉及 [授权许可](#) 的网页。