

能 源 与 安 全

能源与环境研究所出版·美国华盛顿·二〇〇二年第一期·总第 20 期

保 卫 美 国 能 源 的 未 来

阿琼·麦克贾尼



本田“洞察力”是两座舱盖式轿车，具有石油动力的混合型发动机。其燃料效率超过每加仑 60 英里。当前已经存在制造效率达到每加仑 100 英里的家用汽车的技术。美国目前对轿车的平均燃料效率标准是每加仑 27.5 英里。就包括小型面包车和运动用机车在内的轻型卡车而言，这一标准是每加仑 20.7 英里。

在能源和安全政策方面，美国处在十字路口。2001 年 9 月 11 日的袭击前所未地揭示了美国能源体系在各种打击下的弱点。布什政府提出的能源计划——2001 年 5 月公布，在 9 月 11 日事件发生的情况下既未重新审议也不修改——将使这些弱点更加严重。

2001 年 11 月，能源与环境研究所发表初步报告，陈述了一个对美国能源未来更安全的计划。能源与环境研究所在两年前就开始研究彻底淘汰核能和实质性（在 50% 的数量

级上）减少全球二氧化碳释放的可行性以及时间跨度，该报告是这一能源项目的一部分。我们早于原定计划发表其初步研究是为了对目前开展的关于能源与安全的全国性和国际争论做出贡献。这里是该报告“保卫美国能源的未来：石油、核、和电力的弱点以及 9 月

11 日后的行动指南”的综述。参考资料见于原报告，其全文可在网上获得，网址：<http://www.ieer.org/reports/energy/bushtoc.html>。

弱 点

美国能源体系的弱点，特别是那些与石油进口和核能相关的部分

在 本 期 内	
能源与环境研究所的	
能源政策建议	12-14
原子迷宫	20

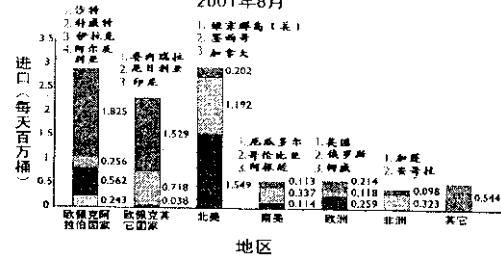
的弱点，今日更甚往昔。表格 1 总结了石油与核的弱点以及它们可能表现出的严重性。

石油的弱点

自其在 20 世纪上半期成为进行战争的关键燃料以来，石油一直处于安全和军事问题的核心。它仍然是中东、欧洲、苏联/俄罗斯、美国以及世界政治暴力纠缠的核心方面之一。在包括珍珠港和斯大林格勒战役在内的第二次世界大战期间的许多事件中，控制石油都是主要因素之一。¹

美国当前的石油进口和核能的脆弱性比以往更严重，尽管作为更早以前有关安全的危机的结果，所进行的研究提出了许多建议，它们

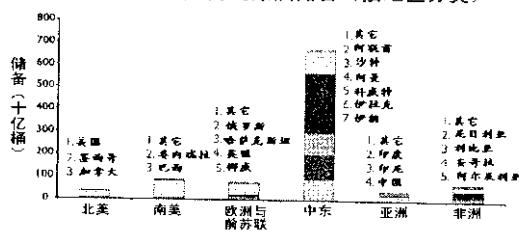
图表1：美国所有石油制品按地区来源的净进口
2001年8月



注释：地区中的国家列在每一竖形柱的上方，每一列中的第一个国家对应于每一竖形柱中的第一个国家。石油日进口低于 100,000 桶的国家被置于“其它”竖形柱中。“瓶装油”是“石油输出国组织”英文缩写的音译。2001 年 8 月，美国每天进口石油约 1020 万桶。

资料来源：美国能源部，能源信息署，石油月供应，2001 年 10 月，表 49。

图表2：1999 年 1 月的原油储备（按地区分类）



注释：每一竖形柱中包括的国家已列在该竖形柱的上方。储备低于 30 亿桶的国家包括在“其它”中。全球的总储备约为 8 兆桶。

资料来源：美国能源部，能源信息署，年度国际能源（1999），表格 8.1。

《能源与安全》

《能源与安全》是一份报导核不扩散、裁军和能源可持续性的时事通讯刊物，由能源与环境研究所 (IEER) 一年发行 4 次。

IEER 地址：6935 Laurel Avenue, Suite 204,
Takoma Park, MD 20912, USA

电话：(301) 270-5500

传真：(301) 270-3029

INTERNET: ieer@ieer.org

万维网地址：<http://www.ieer.org>

能源与环境研究所就广泛的问题向公众和决策者提供有见地的、明确的和稳妥的科学和技术研究报告。该研究所旨在向公共政策事务提出科学的意见，以促进科学的民主化和更健康的环境。

能源与环境研究所成员：

所长：阿琼·麦克贾尼，博士

全球对外协调员：米切尔·博伊德

图书馆员：洛伊丝·查墨斯

成员科学家：斯里拉姆·高帕尔

簿记员：戴安娜·科恩

对外协调员：丽莎·莱德维奇

项目科学家：安妮·麦克贾尼

行政助理：贝特西·瑟洛·希尔兹

感谢我们的支持者

我们衷心感谢我们的资助者，是他们的慷慨资助使我们能够对从事与核武器有关问题工作的基层组织提供技术帮助，并开展我们的全球对外联络项目。我们的资助者是 W. Alton Jones Foundation, Colombe Foundation, Ford Foundation, HKH Foundation, John D. And Catherine T. MacArthur Foundation, John Merck Fund, Stewart R. Mott Charitable Trust, New-Land Foundation, Ploughshares Fund, Public Welfare Foundation, Rockefeller Financial Service, Town Creek Foundation 以及 Turner Foundation。

制作：Cutting Edge Graphics

编辑：丽莎·莱德维奇

本期英文版于 2002 年 2 月出版

的绝大部分都未被采纳。²美国在以往的危机之后，尤其是在 1973 至 1980 年期间，采取的行动暂时缓和了问题，但它们尚不足以有力，以至于可以使美国的能源体系在长远阶段更安全。

目前，美国的石油进口约每天 1,100 万桶，其中 25% 来自波斯湾地区。总体上，世界石油出口的 40% 来自波斯湾地区，那里拥有已知世

界石油储量的三分之二。图表 1 和 2 分别显示了美国石油进口和世界石油储量。

在发展中国家石油进口上升的背景下，美国石油进口的增加将使全世界在更大程度上依赖于波斯湾的(石油)供应。美国每天超过 1,000 万桶的持续性石油进口增加了(石油供应)被严重中断的风险，这可能产生重大的军事和经济后果。

表 格 1：能 源 体 系 中 石 油 和 核 因 素 的 弱 点

能源体系因素	弱点的种类	最糟情况下的后果	评论
石油进口	波斯湾石油（见注释）由于政治原因、战争、或恐怖主义而中断	取决于石油进口的长期水平和中断的性质。严重和冗长的全球性经济中断以及波斯湾地区发生可能扩大的战争是可能的。	如该地区中遇到大规模政治和军事不稳定，核因素可能出现。几个核国家卷入地区事务。
轻水反应堆	仅对于大规模袭击	灾难性的放射性释放，可比拟于切尔诺贝利（事故）。大规模、长期的经济损失和环境破坏。	第二道控制仅被设计用来应付最严重的袭击。
乏燃料池	对处于第二道控制之外的那些池塘的各种攻击	如遇大火，由于存在长周期放射性核素，其灾难性的放射性释放将超过切尔诺贝利事故。大规模、长期的经济损失和环境破坏。	
卵石床模式反应堆	各种攻击，所以反应堆没有第二道控制	石墨包裹的燃料着火将把放射性散布到广阔地区。大规模、长期的经济损失和环境破坏。	处于研制阶段的反应堆。尚未得到许可证。
高级钠冷却反应堆	脆弱性将取决于控制的精确设计	钠着火或爆炸以及冷却剂泄漏事故可能引起放射性的灾难性散布。较高的扩散弱点以及在事故或袭击中钚散布的可能性较高。	模型反应堆这一类别于 1994 年被取消，但根据布什计划可以重建。
钚分离，所有种类	扩散	核武器用材料的扩散以及核武落入非国家集团手中的可能性。	即使是不纯净的钚也可被用来制造核武器。
钚分离，当前技术	各种攻击，取决于处理和废物设施的性质	高放射性废物在空气和水中广泛、灾难性的散布，钚散布，以及钚转移。	苏联高级废物储存罐 1957 年的爆炸导致灾难性的放射性散布。
钚使用或储存	脆弱性随位置而不同	大量钚有可能严重散布。钚有可能被转用为武器目的。	如果钚用作燃料，脆弱性将上升；如钚被固化并存储在地下设施中，脆弱性将下降。

注释：由于中亚地区局势非常不稳定的性质、美-俄关系正在演变的性质、以及该地区石油政治前景的不确定性，我们在报告中尚未详细讨论该地区的安全脆弱性。但是，存在着出现严重问题的可能性，特别是如果该地区成为地区和世界经济竞争的焦点。

石油也处于全球气候变暖问题的中心。来自矿石燃料的二氧化碳（温室气体积聚的最重要贡献者）释放中约有一半归因于石油。大多数城市空气污染来自机动车。许多海洋污染来自石油溢出，其中常规性和偶然性的都有。全球气候的严重中断也可能产生重大安全影响，其特征难以预测。

核电与乏燃料的弱点

以前的研究假设了在核能基础设施上发生事故、战争或恐怖主义袭击的潜在的灾难性后果。³事实上，核电厂在多个国家已象其它核设施一样成为恐怖主义袭击的目标。⁴

就会引起长期混乱的灾难性后果而言，目前核电体系最脆弱的部分是核反应堆和核乏燃料池。由于

石油处于全 球变暖问题 的中心

事故或遭受袭击而完全失去控制的后果可能正与 1986 年切尔诺贝利事故在相同的规模上。大型乏燃料池由于事故或遭受袭击而释放出的长周期放射性核素可以比来自反应堆的更多。仅一次成功袭击就会引起电力部分的危机，因为它形成的巨大压力会仓促地关闭所有核电厂。

在从反应堆中卸载下乏燃料以后，为了冷却，必须将它们储放在池中至少三年。美国的乏燃料池中含有至目前为止从美国核电反应堆中卸载下来的 40,000 公吨左右的乏燃料中的大部分，尽管乏燃料中越来越多部分目前正储放在现场的干燥的储存桶中。大多数乏燃料池并不在具有反应堆第二道控制的建筑内，因此对各种可能出现的袭击很脆弱，这不同于只对最严重的袭击才脆弱的反应堆。

干燥储存的脆弱性较小，因为既然只有相对冷却的燃料才可以被储放在干燥的桶中，万一控制失效它也不会熔毁。但是，受到攻击的后果仍然可能十分严重，特别是如果遇到放射性散布，它会附着在以航空器实施攻击引起的石油大火上。地面上的乏燃料干燥储存也是一种具有脆弱性的形式，但是这可以通过现场或现场附近的地下储存来弥补。

钚的弱点

美国的钚储存和高浓铀几乎全部掌握在核武器综合体或五角大楼

通过网络赞助 能源与环境研究所

为了接受个人通过因特网而参与该所的活动，能源与环境研究所而建立了一套安全系统。请访问

<http://www.ieer.org.contrib.html>

并按提示操作。它方便、快捷又安全。

您的贡献将帮助能源与环境研究所去推动公共政策在科学方面走向完善，以促进科学的民主化以及一个更加安全和健康的环境。

《科学为民主行动》的所有读者已经成为能源与环境研究所的赞助者，感谢你们。您的支持深铭于心。

www.ieer.org

手里，后者以核武器形式存在。美国的钚储存中只有一小部分出自商业来源，其它都来自军事用途。约 50 公吨钚已经被宣布为超出了军事的需要。⁵

美国政府提议用多余的钚作为核反应堆的燃料。能源与环境研究所在其它出版物中已经以很长的篇幅讨论过也被称为混合氧化物或 MOX 燃料的钚燃料与扩散有关的脆弱性。在 2001 年 9 月 11 日（事件）⁶的背景下，需要强调的主要观点是：

- 运输新产生的钚燃料增加了恐怖主义袭击情况下（钚）转化为（军用）的机会。从混合氧化物的陶瓷小球中重新提取武器级钚并获得适合核武器使用的材料相对简单。这无法用当前的低浓铀燃料完成。需要大规模的浓缩设施来用低浓铀制造高浓铀。
- 在核电厂中新产生的钚燃料储存会增加核电厂作为（袭击）目标的吸引力。
- 使用钚燃料会使事故或遭受攻击的后果更加严重。⁷
- 在池中储存混合氧化物乏燃料会使对乏燃料池攻击的后果更具灾难性。

当前的钚储存方法完全不够，特别是考虑到一旦受到袭击的后果。钚被储存在各种建

筑中，大多数在地面上以可能引起火（金属）或相对容易在空气中可散布的形式存在，诸如氧化钚。而且，在塞凡纳河厂址上的两座大型再处理厂增加了高级液态放射性废物（储存于大型地下储罐中）的储存和分离钚的储存。

能源基础设施的弱点

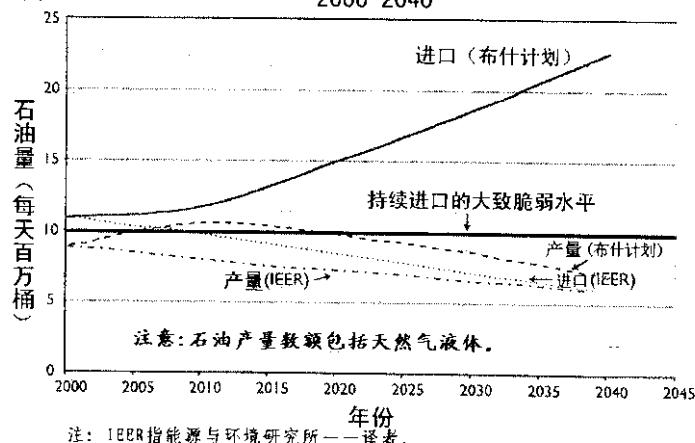
9 月 11 日的事件已表明，对美国来说，能源生产和管道基础设施在战争或恐怖主义袭击的脆弱性不仅仅存在于理论上。事实上，在过去就有对美国电力基础设施的恐怖

**核能体系
最脆弱的部分是
反应堆和乏燃料池**

主义袭击。⁸在这些脆弱性中，高度集中的、越来越相互联系在一起的电力网如果其战略部分由于超载、事故、天气、或受到袭击而崩溃，它损毁的可能性有理由被认为是电力体系中最重要的非核脆弱性。

电力体系拥有全国性输电网却私营化的倾向会加重电网的脆弱

图表 3：美国石油生产和进口图释
2000-2040



性。如果由于全国输送电网的一个或多个关键因素受到攻击而导致电力体系的有形毁损而引起（电力）短缺，加州电力私营化和出售引起的混乱的金融形势将复杂得多。

布什的能源计划

能 源 与 环 境 研 究 所 的 能 源 计 划：所 使用 的 假 设

1. 通过高效使用天然气和电热共生，地区电力生产将成为能够创制分配电网和提高制热及制冷效率的基本方法。假设电力生产的效率是 60%。这可以用现有燃料电池（尽管不是以当前非常小的规模）和用燃料先进的联合循环天然气电厂达成。
2. 大规模的风能生产，特别在中西部各州，将是风能供应的主要依靠。假设太阳能发挥的作用相对较小。
3. 煤的消费在头十年仅稍稍减少，到 2030 年降到 2000 年水平的 45%，然后到 2040 年降到目前水平的 10%。天然气将是集中化的电力生产中主要的矿物燃料，而联合循环电厂具有 60% 的效率。当前，在正常情况下，那些工厂具有 50% 的效率。可以预计，在不远的将来，工厂具有 60% 将成为正常状态。大幅度减少煤的使用相应地降低了二氧化碳的释放。大量使用煤将在三十年里给至关重要的企业留出转型时间，还为能源体系提供了灵活性，这将带来更多的安全。例如，如果将煤炭工业维持在实质性水平直至所有核电厂关闭，为安全原因做出以较快速度淘汰核电厂的决定就比较可行。将煤炭工业维持在每年 5,000 万到 1 亿吨的水平将为能源体系提供灵活性，例如，防止在转型到可再生能源期间完全依赖天然气作为过渡性燃料。
4. 与室内供热和制冷以及水供热相关联的技术是地热加热泵，它可以与具有热回复功能的高效的地区电力生产一起使用。（关联技术的使用并不意味着全球普遍采用该技术，而是指通过各种方法可以预期达到的平均效率。）基于燃料的热能表现共同效率为，加热平均 2.4，制冷平均为 3。地热加热泵目前可以通过商业途径购得，并在近些年里被包括政府在内的机构用来提高能源效率，布什总统在得州克劳福德的农场就装有这样一个装置。
5. 所有新型载客机车的平均燃料效率到 2020 年将为每加仑 100 英里，到 2030 年所有机车的平均效率为每加仑 100 英里，并在此后的 10 年中每年提高 2 个百分点。如果要实现这一点，就需要政府在不远的将来制定出达到这一效果的规则。
6. 飞行器的效率在整个阶段中将以每客运哩程燃料为单位每年提高 2 个百分点。
7. 货物运输的效率每年提高约 3 个百分点。这很可能要求为卡车运输（制定）效率标准。
8. 到 2040 年应该达到二氧化碳释放至少减少 40%，最好是 50%，使其与其它安全目标对应。
9. 到 2030 年淘汰核能。
10. 地区太阳能、水电和一些电热共生厂在很大程度上被安排来使电力供应最大化。现在被广泛用来提供最大电力的低效的气体涡轮装置到 2040 年将被淘汰。
11. 出于安全和环境因素的共同考虑，到 2040 年，约 40% 的水电生产能力将被废除。
12. 与布什政府供应方面的计划相关的是，通过政府为高效照明和引擎的新发展、实用标准和一般使用制定采买政策和适当的规则，有可能将非供热、非通风、非空调部分电力使用的有效性提高 40%。
13. 通过热电共生系统将在任何可能的地方都满足工业加热要求。
14. 只有已经被广泛尝试和试验的那些技术才会被广泛使用，以至于巨大影响今后 20-40 年的能源效率和能源生产结构。

2001 年 5 月，由美国副总统迪克·切尼领导的一个项目小组发表“国家能源政策”报告，这就成为布什政府的能源蓝图。⁹甚至在某些风险由于 9 月 11 日的触发而严重提升以前，该计划在不扩散、安全、环境领域等许多方面就已经令人不

满。迄今为止，行政当局的基本立场没有变化。

表格 2：布什和能源与环境研究所计划中某些能源系统脆弱性的比较，2040 年

脆弱性因素	布什计划		能源与环境研究所计划		评论
	定量测量	脆弱程度	定量测量	脆弱程度	
石油进口 ^a	每天 2,300 万桶	遭到打断的风险非常高	每天 600 万桶	很低	布什计划：从波斯湾大量进口。
战略石油储备	7 亿桶，或约 1 个月的进口量	在被打断情况下稍有缓冲	7 亿桶，或至多为 4 个月的进口量	在被打断时，具有实质性的缓冲	如果物理条件许可，在几周到几个月内可以从其它来源获得额外供应。
核电反应堆，轻水反应堆	约 200 座运行中的反应堆	强有力的，9 月 11 日规模的攻击会引起灾难性后果	核电站为零	无	可能发生切尔诺贝利规模的放射性散布。在突然受到攻击后，由于放弃核电的压力，（电力供应）大规模中断的风险上升。
在池中存放的低浓铀乏燃料 ^b	在乏燃料池中，约有 20,000 公吨	灾难性后果可能来自各种攻击	零	无	万一发生火灾，长周期放射性核素释放可能比切尔诺贝利事故更大。
钚储存 ^c	无法指出处于高风险的数量——很大程度上取决于政策	在钚燃料被转作它用、发生事故或受到攻击情况下，具有导致灾难性后果的风险	所有的多余钚（50 公吨或更多）在地下存储中固定化	受攻击时，灾难性后果以及严重的当地环境后果的风险低	布什计划中几十年里的再处理、增殖反应堆和钚燃料政策的演变不见了，使定量预测不确定。
发电站（非核）	300 兆瓦发射单位的规模所施加的风险小于目前典型的发电机规模	一次袭击引起（电力供应）严重中断的风险低或一般	由于更多依赖于风能或多元的电力生产，低于布什的计划	（电力供应）严重中断的风险低	在某些关键性工厂里两用的燃料能力将降低安全脆弱性。
电力输送	取决于特殊的系统特点	由于电网进一步集中化和私营化，比目前具有更大风险。由于更高的集中程度和损坏潜力，作为攻击目标更具吸引力。	五分之二配电生产。	来自电力网受攻击的一些脆弱性仍存在。相对目前状况，作为攻击目标的吸引力低得多。	在分配电力系统中较大规模地引入太阳能、当地生产的氢能源资源，并管理储备能力以对（电力供应）中断进行快速反应可以几乎消除大范围的脆弱性。

表格注释：

- 我们与石油有关的脆弱性的主要标准是石油进口，其脆弱性很高被界定为每天持续进口超过 1,000 万桶，脆弱性非常高是每天的持续进口超过 1,500 万桶。美国每天石油进口低于 500 万桶将实质性地消除发生灾难性供应中断的可能性，尤其是如果其与欧洲进口衰退相伴随。
- 假设在乏燃料池中存储的乏燃料数量是平均 5 年的值得卸载的燃料储存在池中。假设其余的被置放在干燥的地下贮处。这一行指来自使用低浓铀新燃料中的乏燃料。乏燃料典型地仅包含低于 1% 的钚。我们假设，所有超过五年期的乏燃料储存在地下以便攻击导致的后果最小。
- 布什计划中钚储存的脆弱性来自在商业部分使用多余的军用钚以及商用钚使用可能的发展。目前，我们无法对钚于 2040 年在能源系统中的作用进行量化。这是因为目前唯一的特殊钚燃料计划与多余的武器钚有关，假设到那时这些多余的武器用钚已经通过反应堆并作为乏燃料进行储存。在布什计划中存在不可量化的脆弱性，通过追求（使用）钚燃料，美国将鼓励其它国家也这样做。根据《不扩散核武器条约》第四条，美国也有义务向该条约的非核武器成员国提供商业核技术。
- 两用燃料能力在能源与环境研究所的计划中不是明显的因素。有关这一主题的讨论，见罗文斯与罗文斯 1982 年（第 11 页注释 8）。

布什计划中最严重的弱点与石油进口和核电企业的各种方面有关。¹⁰在许多方面，核脆弱性是布什计划中最严重的一部分。

布什计划中包含着关于核设施的重大建议，如果它们得以实施，在与现有核电厂许可证延长有关的问题之外，还会大大提升核的脆弱性。该计划将导致在无限的将来需要在池中存储乏燃料。转向不要求乏燃料池的卵石床模式反应堆将意味着广泛采用在建造中被建议不施加第二道控制的反应堆。它们较目前的轻水反应堆对袭击更加脆弱得多。新的先进的反应堆，就象布什计划中暗示的那些，遭到袭击的后果甚至比当前商业反应堆造成的更具灾难性。

高度依赖石油进口带来供应中断的高度风险。美国每天进口的石油少于500万桶将实质性地减少灾难性（供应）中断的可能性，尤其是如果它们与欧洲（石油）进口下降相伴随。根据布什的石油计划，美国到2040年为止将每天预计进口230亿桶石油，其中的许多来自波斯湾。图表3比较了布什和能源与环境研究所计划中到2040年美国的石油生产和进口估算。

布什能源计划将创制

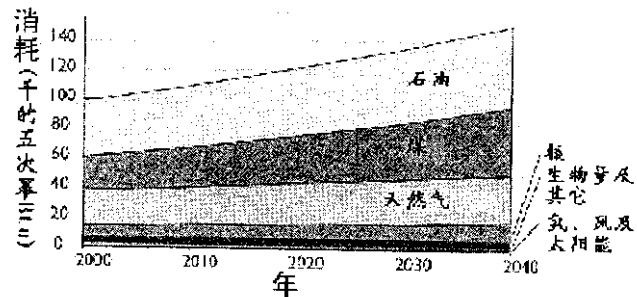
私营化的电力体系 以及全国性的电力 网络将增加脆弱性。

一个全国性电力网以加快大型发电机的电力输送。通过允许电力生产者到他们愿意的任何地方设厂，这已被表述为提高电力体系可靠性的计划的一部分。然而，这并不必然解决可靠性问题，却可能使其恶化。

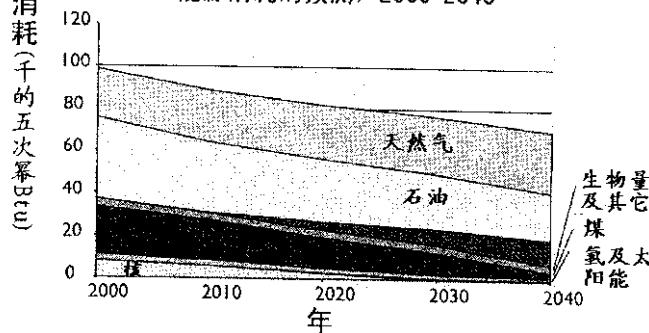
该届政府还延续了发展商业钚燃料以作为美国核电体系一部分的计划。这将恶化扩散压力以及遭受袭击的脆弱性。这还会使四分之一世纪以来在过去五届政府中两党一致的核不扩散政策出现倒退。

9月11日的这些重大事件并没有导致重新评估与钚有关的能源政策很令人震惊，这还尤其因为这一领域遭受袭击的后果属于最严重，

图表4：布什政府根据来源对美国能源消耗的估计
2000-2040



图表5：能源与环境研究所根据来源对美国能源消耗的预测，2000-2040



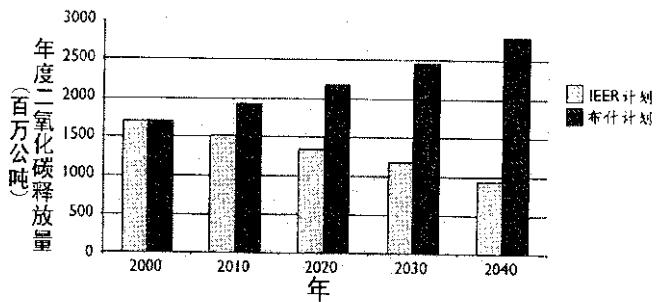
而大幅度降低脆弱性的解决方案在相对现有核反应堆而言较短的时间内可能得以实施。

能源与环境研究所的能源计划

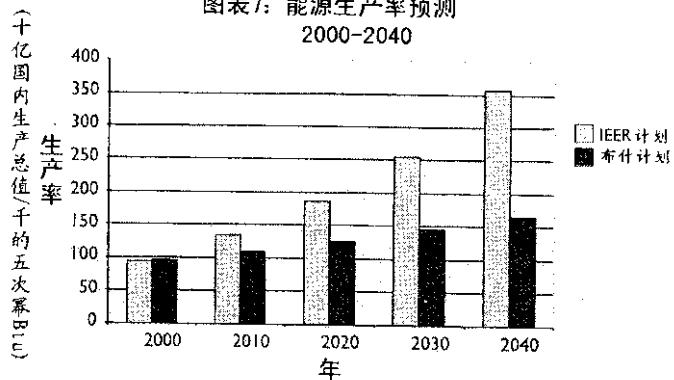
能源与环境研究所的能源计划明确地被设计来应付某些安全脆弱性，这些安全脆弱性已被揭示出较 9 月 11 日前一般认为的远为严重。这些脆弱性并非是在新近产生的；它们在以往的官方和非政府的研究中就已讨论过。其区别是 9 月 11 日（事件）已使严重的袭击和可怕的生命和经济后果的可能性令人悲哀地伸手可及。

能源与环境研究所的能源计划使用与布什计划相同的经济和统计参数。只是能源为经济提供服务的途径并不相同。这是说，例如：能源与环境研究所假设相同数量的汽车里程以及照明或供热或制冷程度，但提供这些服务的能源体系以不同方式构造。鉴于相同的总体经济产出，这一方法允许将两个计划的脆弱性进行直接比较。这一方法也具有一些缺陷，这些我们不打算在本报告中修补。例如，它不允许引入重大经济倡议以改变整个能源使用体系的基本结构。这种能源使用体系，诸如运输系统，是这样一种体系，时间、能源、资金、土地和生态体系整合的

图表 6：二氧化碳每年释放总量预测
2000–2040



图表 7：能源生产率预测
2000–2040



巨大投资在其中被置于以汽车为中心的运输体系中。能源与环境研究所的计划也没有讨论生活方式的改变，也没有将消费某种层次上的“足够”观念整合到全球社会和经济框架中去的愿望。

布什的能源计划 将恶化 能源体系的 脆弱性

能源与环境研究所能源计划的技术和与政策有关的假设在第 6 页的框图中进行了描述。它提供了该计划的框架以及我们可以将之与布什计划相比较的基础。

发现

我们用所讨论的能源体系的脆弱性来评估能源与环境研究所和布

什的能源计划。第 7 页上表格 2 提供了每一计划在 2040 年突出的脆弱性的“静态”比较。¹¹图表 4-7 以时间为序阐释了这两个计划在能源消耗方面通过来源、碳释放和能源产量而突显出的区别。

总结起来，布什政府的能源计划会通过以下问题恶化能源体系的脆弱性：

- 增加恐怖主义袭击核、石油和电力体系目标的吸引力和数量；
- 增加绝对数量上的石油进口以作为石油供应的一部分（即使国内石油生产由于开放象北极国家野生保护区之类的环境敏感地区进行开采而扩展）；以及
- 增加核扩散的风险。

要消除恐怖主义袭击、战争、严重事故和失误的所有脆弱性和风险绝无可能。但是，要降低能源体系主要因素作为袭击目标的吸引力，并降低袭击如果发生而造成的后果则是可能的。例如：

- 如果制定出陆地交通（系统）效率的严格标准，石油消费下降约 40% 可以在未来的四十年中达成。¹²与机动车效率有关的技术现状比客车当前的平均表现远为先进。当前载人机车的平均表现是轿车约每加仑 27.5 英里，轻型卡车、小型面包车和运动用机车每加仑 20.7 英里。丰田普里厄斯是已经商业销售的四座汽油动力混合引擎轿车，它几乎达到每加仑 50 英里的效率。通用汽车的燃料电池概念汽车达

到相当于每加仑汽油 100 英里的效率，在约 9 秒时间内速度从零达到六十。它到 2010 年可能商业化。

- 同时降低二氧化碳释放和遭受攻击脆弱性的技术已经存在。其中有一些，诸如风能和热电共生，已经具有经济价值。其它的需要政府采取适当的采买政策以使它们具有经济价值。成功减少二氧化碳释放可以与全部淘汰核能不相矛盾。¹³
- 许多技术进步已经为彻底革新能源部分提供了基础。天然气生产电力在效率方面的先进性使在同一时间共同达成提高效率、降低二氧化碳释放和保持电力生产的水平这些目标成为可能。风能技术的提高已经使在美国的广大地区使用风能变得经济，在那些地区积累的风能潜力远远超过目前美国的电力生产。¹⁴

结论与建议

鉴于 9 月 11 日那天发生的事情，布什政府尚未重新审议其于 9 月 11 日之前四个月提出的能源计划很令人震惊。那些事件的规模及其影响之巨大使美国必须采取紧急和强有力行动以降低能源体系的脆弱性，尤其是那些与石油进口、核电厂和相关基础设施和电网有关的脆弱性。能源与环境研究所有关如何行动的建议详见第 12-14 页。

¹¹ 有关石油的大致历史，见丹尼尔·叶尔金：《美

赏：对石油、金钱和权力的孜孜追求》（纽约：西蒙和舒斯特，1991年）。对中亚最近的情况，可见迈克尔·克莱尔：《资源战争：全球战争的新图景》（纽约：大都会图书，2001年）。

¹ 一份是由杜鲁门总统授权的佩利委员会于1952年提出的官方审议。它得出结论，到70年代可能出现石油短缺。直到预测的脆弱性由于1973年阿拉伯国家的石油禁运和1973年阿拉伯-以色列战争期间和之后石油价格的迅速攀升后，美国政府才将注意力集中到这一问题。

² 《能源、脆弱性和战争》是（美国）联邦紧急事务管理局于1980年发表的报告。它指出了一大堆与能源体系有关的安全脆弱性，石油进口和核电厂被认为是在战争、袭击或（供应）中断情况下具有最严重消极影响潜力的因素。它的结论与佩利委员会（见注释2）的令人吃惊的相似。这两个报告都发现，核能在对付石油安全问题上并非很有帮助，而安全考虑要求蓬勃发展和实施可再生能源。尽管如此，核能受到热情追捧，并通过普莱斯·安德森法案仍然得到政府的大力支持。在大部分时间里，可再生能源资源少人问津。

³ 1972年11月12日，三个确实懂得飞机驾驶和需要钱的男人劫持了一架商用喷气飞机并威胁橡树岭核电厂。这些劫机者得到了给钱的许诺并达到古巴，在那里他们被逮捕、上庭、被判有罪，并在后来引渡到美国。2001年9月11日（被劫持）的航班中在宾夕法尼亚撞毁的那一架离三里岛核电厂并不太远。一名在阿富汗被捕的塔利班囚犯所做的陈述表明，他认为，如果增加对核脆弱性的关注，核电厂是可能的目标。

⁴ 如果布什和普京总统最近在2001年11月首脑会晤期间达成的有关将战略核武库削减到各方2,000枚弹头的临时美-俄协议得以实施，也许有更多的（钚）会被置于多余这一类。

⁵ 见阿琼·麦克贾尼和安妮·麦克贾尼：“玻璃中的裂变材料，黑暗地：钚和高浓铀处置的技术和政策方面”（塔库玛公园，马里兰：能源与环境研究所出版社，1995年）。也可参见能源与环境研究所网站上的各种文章，网址：<http://www.ieer.org/latest/pu-disp.html>。

⁶ 有关使用钚燃料的轻水反应堆发生熔毁事故后果的分析，见爱德文·S·莱曼：“在压水反应堆中用混合氧化物代替铀燃料的公共健康风险”，《科学与全球安全》，2001年，第9卷第1期，第33-79页。同样的后果将适用于会导致熔毁的恐怖主义袭击上。

⁷ 爱默里和L·亨特·罗文斯在“脆弱的力量：国家

安全的核战略”（1982年）第128页上列举了几个例子。在线地址：<http://www.rmi.org/sitelpages/art7095.php>（见于2001年11月20日）。

⁸ 布什能源计划2001年。在它被提出作为给布什总统的建议时，它被称为切尼计划。自那时起布什政府采纳了该报告作为其能源政策的基础。能源与环境研究所对于该报告的批评发表于《科学为民主行动》第9卷第4期（2001年8月），在线地址为：http://www.ieer.org/sdfiles/vol_9/9-4/chency.html。

⁹ 2001年5月的“国家能源政策”没有对诸如预计中石油进口的水平或电厂的种类做出详尽的规定。它对到2020年的情况做出了一些规划。能源与环境研究所根据布什能源计划中提供的规划和能源信息署网址上公布的官方资料对到2040年的情况做了详细预计。

¹⁰ 我们选择的时间跨度大约为40年，因为消除或大幅度降低脆弱性中的一些内容消耗时间。由于布什政府尚未规划出其能源计划在四十年里的影响，我们这样做了。我们采用的假设在该报告中有详尽的说明，在能源与环境研究所的计划中，头一个十年的数字没有详尽算出，它应该被视作象征性的加以对待；它们在很大程度上将取决于建议中的长期政策如何确实得以实施以及在实践中这些政策在头十年中的计划分配怎样。

¹¹ 实践中，如果政府不采取行动规范他们，汽车制造商一直抵制严格的效率标准。

¹² 在《科学为民主行动》第6卷第3期中，能源与环境研究所比较了核电厂在降低温室气体释放方面相对于联合循环天然气的优点。在线地址为：<http://www.ieer.org/ensec/no-5/sustain.html>。

¹³ 见“美国的大规模风能发展”，《科学为民主行动》第9卷第4期（2001年8月），在线地址：http://www.ieer.org/sdfiles/vol_9/9-4/winpotl.html。

行动指南：来自“保证美国能源未来”的建议

主要建议：

- 美国应该采取将目标定为长远——四十年间的能源计划。在这一期间，它必须寻求到 2040 年实质性消除对袭击最严重的脆弱性并降低二氧化碳释放约一半。
- 应该制定到 2020 年新型载客车辆（包括轻型卡车）平均效率达到每加仑 100 英里的目标。效率目标应该与安全和释放目标相伴随，以至于所有这三个问题可以一致和同时得到处理。达成这一里程目标的技术现已存在。
- 应该制定国家政策以在今后三至四十年间创建地区分配电网。在这些地区电网中，很大比例的电力将来自分布相对分散的发电机，在那些地方建设电力生产系统将与提升效率相伴随。规则的变化应该适于鼓励达成分配电网，而不是相互联系的地区网络的全国性集中或集中的电力生产。地区和州政府以及他们的地区性或全国性协会应该具有足够的权威和资金以监督这些分配电网并以经济、可靠性、安全和环境为标准规范它们的表现。
- 应该淘汰核电。一般而言，电厂可以在其原始许可证到期时退出运行。如果它们具有特殊脆弱性，有一些可能需要更早退出运行。美国核规则委员会应该对可能面临特殊脆弱性的反应堆和乏燃料池进行彻底审议，并在其许可证到期之前考虑是否应该关闭那些反应堆。如果要将核脆弱性，特

别是来自乏燃料储存的脆弱性，降低到整个设施作为恐怖主义袭击的目标不具吸引力的状态，就必须以与电力网稳定相适应的方式淘汰核电。

- 为了提高其商业化，美国政府应该承诺每年用约 100 亿美元购买可更新能源、燃料电池、高效能的汽车、高效的现场电力生产、高效的加热和空调技术，以及其他还没有完全商业化的主导的优势技术。出于相同目的，每年应该另外给州和地方政府 100 亿美元。由于这一采买项目代替了新的容量，应该消除给可更新能源和效率的直接补贴，这应该得到一贯并可靠地实施至少十年，最好是二十年。采买项目应该在基于表现的竞标过程中每年开展。这一竞标过程与用来为开采石油和天然气而出租土地的过程相似。减税保证了现有的可更新能源和能源效率设施可以继续下去。

其它建议：

联邦层面

1. 美国应该渐进地对每单位电力生产的二氧化碳释放设定更严格的限制。
2. 美国应该承诺加入《京都议定书》。根据该全球协议，工业国家通过在宣布在今后四十年里减少二氧化碳释放 40%-50% 这一长期目标上起到领导作用（不进行国际交易，而可能在电力部分进

- 行积分的国内交易。），保证降低温室气体的牌坊。中期目标的达成要与已经签署该条约的那些国家进行磋商。《京都议定书》目前仅要求适度地降低全球温室气体的排放，对工业化程度最高的国家一般不超过 10%。为了消除发生严重灾难的风险，在几十年里必须将那些排放降到 50% 的数量级上。
3. 天然气应该被视为趋向可更新能源未来的关键性过渡燃料。
 4. 为城市公共设施（很象水、电力或电话）的公共输送进行全国性努力，以至于确保公共和多种形式的输送得到比目前远为更多的联邦资源份额。包括轿车、摩托和有轨公共交通在内的多种交通体系、自行车道和人行道将通过分散人们在城市中可以行动的模式而降低对恐怖主义的脆弱性。通过使公共交通变得安全、高效、经济、频繁和方便，能源使用以及交换的时间可以大大降低，而随之产生的却是社会、经济和环境利益。我们建议就公共交通作为实质性公用设施的成本和可行性进行全面研究，它可以用来自石油或个人车辆纳税的税收部分来维持合理的成本。这一研究应该认真考虑基于机动的城市运输系统相对于轿车、火车、公车、自行车道和人行道处于更好平衡的系统的各种安全脆弱性。
 5. 应该将多余的武器钚和所有分离出的商业钚固定化并以地下储罐形式存储在大型核武器厂中，以降低受到袭击的后果。固定化项目（一种将钚与非放射性物质混
合并将其混合物放入混凝土构造的物体中，以强有力地抵制大火或细小微粒散布的方式）必须紧急地重新设置和实施。
 6. 任何新的核电厂都不应该得到许可证。应该放弃将钚作为在核反应堆中使用的燃料的计划。
 7. 来自核电厂的乏燃料中包含了核废物中所有放射性的 95%，应该在反应堆中卸载下来的几年里或在其这样做安全时将其安置到干燥的桶中，而不是呆等到反应堆的乏燃料池爆满时。干燥储存应该在地下设施的现场或临近地点，与储存在南加州塞凡纳河厂址核武器厂的那些玻璃化的高级军用放射性废物相似。当核电厂关闭时，存储可以在州或地区范围内在关闭的核电厂地址上加固。对乏燃料的控制应该转移给联邦政府。目前令人十分不满的核贮藏项目应该抛弃，并代之以将导致深度地理置放项目的计划，这种深度地理置放将更好地保护自然资源和子孙后代，对于精心策划或非故意的人类入侵的脆弱性也较小。[能源与环境研究所已就该课题进行了广泛的研究。见阿琼·麦克贾尼，“考虑替代方案”，《科学为民主行动》第 7 卷第 4 期（1999 年 5 月）。在线地址：<http://www.ieer.org/sdfiles/index.html>。]
 8. 作为预防措施，核规则委员会应该下令将碘化钾药片散发到诸如医院等的公共卫生设施中，以防对核电厂的大规模事故或袭击导致释放出大量碘-3。在核电厂仍然运行时，有关何时和如何使用

这些药片的公共教育活动是公共健康的重要保障。

9. 美国应该要求国家科学院建立一个常设委员会以从供应、效率、环境和脆弱性等角度评估能源体系，这一评估要每年向政府和公众汇报。
10. 应该维持和加强强势的联邦项目，诸如可更新能源、能源效率和燃料电池的研究和发展，以及能源政策，诸如在国家可更新能源实验室、橡树岭国家实验室和劳伦斯·伯克利实验室所进行的那些。
11. 联邦政府应该继续补充战略石油储备。布什政府正奉行这一重要的政策。如果采取严格的标准，其对安全的影响会大大上升。
12. 将氢燃料与可更新能源资源和包括工业原料和航空运输在内的各种最终用途联系在一起的研究、发展和展示项目应该作为对长期可持续能源体系的投资来开展。这一努力的短期重点可以是用风产生的氢来代替石油在高污染地区被用作工业和运输业的燃料。

州和地方层面

除了根据以上讨论的标准而为诸如学校、学院、州政府大楼以及车辆等其拥有的设施而机制化其本身的采买政策之外，州和地方政府还应该：

1. 为了达到体系可靠性、储备优势、以及转移和分配能力等所有目标，创制或维持州一级的电力体系规则。
2. 以公众监督和透明的保障为标准，以促进高效、安全的分配电

网和足够的输送和分配体系能力在没有大规模延长（供应）中断的情况下抵御对关键电力基础设施的袭击为目标，建立州和地方拥有的公共设施。

3. 在地区可靠性理事会（相对于地区性电网）制定规则以在体系广度的基础上为达成安全和可靠的输送和产电提供总体框架，包括足够的储备边际和输送能力。地方和州政府以及它们在地方和全国的相关机构应该具有足够的监督和规则权威。
4. 制定规则要求发展商考虑用加热和制冷效率可获得的最好技术进行现场发电，并就这些技术为何不应该被使用提供理由。
5. 将能源审计的要求置于适当之处以成为家居和商业大楼重新销售的一部分，并在重新销售和有结果期间为这些大楼的新业主提供最佳做法的信息。
6. 如果联邦政府无法做到这一些，就促使对申请者、大楼和车辆的严格效率标准生效。
7. 就将运输作为城市公共设施组建任务小组，它可以分析与公众运输作为公共设施有关的安全、环境和经济利益，特别是当它们与学校中有关公共安全和优秀的努力相联时就更是如此。

“保证美国能源未来”的完整报告已上网，地址是：<http://www.ieer.org/reports/energy/bushtoc.html>。

洛斯·阿拉莫斯进行《清洁空气法案》审计 ——美国核武器工厂的首个环境独立审议

阿琼·麦克贾尼和琼尼·艾伦茨¹

就一个方面而言，1997年是美国核武器设施在环境问题上具有历史性意义的一年。在那一年，在公众的监督下，根据法庭的命令，核武器设施开始了首次独立的环境审议。该设施是世界上得到最好资金支持的核武器实验室——洛斯·阿拉莫斯国家实验室，它由美国能源部拥有并由加利福尼亚大学运营，位于新墨西哥州。洛斯·阿拉莫斯国家实验室遵从《清

洁空气法案》所做的两项审计已经完成。另一个将在2002年进行，第4个审计可能将在2004年进行(尚未决定)。这是关于导致审计的原因和到目前为止已经揭示出什么的简要综述。这些审计报告在网上的地址是：<http://www.racteam.com/Experience/Projects/LANLAudit.htm>。作为法庭监督程序的一部分，能源与环境研究所就这些报告做出的评论也已上网，地址是：<http://www.ieer.org/reports/lanl/audit1.html>。

洛斯·阿拉莫斯国家实验室具有复杂的业务，主要(而不是完全)致力于核武器和相关的科学和技术实验、理论工作、以及计算机模拟。钚、铀(不同的浓缩程度)和钍在那里储

存和加工(最后那种元素既用于武器也用于核聚变能量的研究)。大量放射性废物也储存在那里。洛斯·阿拉莫斯国家实验室具有小规模制造核武器的能力，主要用于制作模型的目的，并具有相关的化学和物理加工设施。这是在新墨西哥州试验和1945年在广岛和长崎使用的第一批核武器得以制造的实验室。它也被设计用来作为生产库存钚芯的厂址，并拥有野心勃勃的核次临界流体试验项目。

在洛斯·阿拉莫斯国家实验室的实验工作涉及许多放射性核素，并导致各种向空气和水中的排放。1991年，在1990年实施《清洁空气法案》²的规则墨迹未干之际，环境保护署就发现洛斯·阿拉莫斯国家实验室在破坏该法案了。洛斯·阿拉莫斯国家实验室还没有以规定的方式对其剂量做出计算。³所要求的计算方法要对假设在该厂址边界居住的个体受到的超过每年所允许的最大剂量——10毫雷的辐射剂量做出估计。⁴使用假设的个体去预计最大剂量是放射性法规中常用的方法。如果适当地界定了最大辐射的位置和环境，这一规范性程序将确保普通公众中的其它任何一个人也受到保护，而不会受到超过所允许辐射剂量限制的辐射。⁵

洛斯·阿拉莫斯国家实验室关于

放射性核素释放到空气中的测量，以及它对未测量资源影响的评估都有许多尚待改进之处。环境保护署和洛斯·阿拉莫斯国家实验室随后达成的协议被称为《联邦设施遵从协议》，它为两个机构解决了这个问题。但是，座落于圣菲的公众利益组织“关切核安全的市民”相信，环境保护署在测量和评估对公众的辐射剂量方面认可了洛斯·阿拉莫斯国家实验室保持对《清洁空气法案》要求的破坏。

与剂量释放的实际水平相去甚远的是，有关测量和建立模型的技术要求是向公众保证该设施遵从（法律）的核心。1994年，“关切核安全的市民”组织提出诉讼，控告洛斯·阿拉莫斯国家实验室继续破坏《清洁空气法案》，并要求其应该停止破坏。⁶这一事件本身以及其中反映出的司法重要性在于“关切核安全的市民”组织被赋予起诉的权利，特别是考虑到能源部和环境保护署之间达成的《联邦设施遵从协议》。在该诉讼中，能源与环境研究所充当技术顾问。

高级法官爱德温·梅切姆发表的总结判断中说，洛斯·阿拉莫斯国家实验室如“关切核安全的市民”组织在诉讼中所控告的在破坏《清洁空气法案》。这（一结论）很大程度上基于洛斯·阿拉莫斯国家实验室本身公布的正式文件。该法官命令洛斯·阿拉莫斯与“关切核安全的市民”组织进行磋商以尝试解决这一诉讼。否则，洛斯·阿拉莫斯国家实验室将面临巨额罚款，并将关闭该设施直至其可能

遵从法律的命令。洛斯·阿拉莫斯国家实验室选择了解决这一案件。应该指出的是，洛斯·阿拉莫斯国家实验室的管理层在得知其运行破坏联邦环境法案时，一致选择保持（该设施的）运行。

1997年3月联邦法庭发布了标志这一问题得以解决的一致性判决。这是一项很复杂的解决结果，但其核心条款与独立审计有关。“关切核安全的市民”组织和洛斯·阿拉莫斯国家实验室同意，将由约翰·铁尔领导的风险评估公司组建一支独立的技术审计小组，它将进行多至四次的独立审

洛斯·阿拉莫斯国家实验室破坏《清洁空气法案》

计。“关切核安全的市民”组织能够保持其自己的顾问以监督该审计——就是说，以核查该审计是否以彻底和胜任的方式进行。

“关切核安全的市民”组织选择能源与环境研究所为其监督使命提供科技人员。⁷

联邦政府将支付审计和监督任务的费用，但能源部没有控制该项资金。风险评估公司直接从司法部得到报酬。司法部也支付“关切核安全的市民”组织的费用，而后该组织在监督审计中拨款给能源与环境研究所以及其本身的专家。使这些审计更具历史性的是，铁尔博士决定向州和地方政府的代表和公众开放包括现场视察在内的整个审计过程。洛斯·阿拉莫斯国家实验室和能源部的人员竭尽全力地确保接触到监测设备和设施，直至参与现场视察的每个人。⁸

洛斯·阿拉莫斯国家实验室提供

了所有相关记录和文件，并使观众和监督者得以动用其空中监测设施以及人员。在审计过程中提出了这些问题：

- 环境监测系统和高处监测系统是否足以应付释放监测和剂量估算？
- 为不受监测的资源保存的记录是否适当，而且从几百份这些资源中做出释放估计的过程是否适当？
- 考虑到包括峡谷和方山在内的复杂地形和释放的方式，洛斯·阿拉莫斯国家实验室使用的计算机模式是否合适用来评估剂量？
- 有关放射性释放的假设是否反映了在不同设施内运营的现实？
- 在洛斯·阿拉莫斯国家实验室和高处样品送交的其它实验室所进行的取样和分析程序是否适当和足够？
- 质量控制和确保程序是否足够？它们是否被遵循？
- 理论上受到最大辐射的个人的位置是否适合？或者它是否可能在某些环境下低估了辐射剂量？

洛斯·阿拉莫斯国家实验室在 20 世纪 90 年代排放的主要来源（超过 90%）是质子加速器，被称为 LANSCE（洛斯·阿拉莫斯中子科学中心）。在环境保护署于 1991 年向洛斯·阿拉莫斯国家实验室证实了有关这一设施的排放之后，（后者）采取了减少这些排放的措施。然而，研究洛斯·阿拉莫斯国家实验室 1996 年遵从情况的第一次审计结果表明，洛斯·阿拉

莫斯国家实验室没有遵从《清洁空气法案》，而且洛斯·阿拉莫斯国家实验室的遵从项目有科学缺陷。在这方面的主要发现有：

1. “缺乏放射性核素库存的文献。从现存的文献中不能确定 1996 年的库存。在某些大楼里缺乏库存资料是妨碍审计小组核查哪些来源可能已经存在并因此遵循定量核查的主要缺陷。”
2. “缺乏对结论的独立核查。”
3. “有些环境取样技术和假设没有很好的表述或记录。”
4. “样品损耗。在规则中，流体样品指南要求评估样品运输系统中烟雾颗粒的损耗。然而，洛斯·阿拉莫斯国家实验室没能对这个带防护照的取样系统在探测和输送线上的损耗做出分析。”

**审计与监测过程使
公众可以信赖的
合理科学得以出现**

1998 年 5 月，在第一个审计过程进行到半途时，发表了有关非遵从的发现，以使洛斯·阿拉莫斯国家实验室得以改正到那时已被指出的问题。

拨给第一次审计的经费显得不够，审计被公认为不完全。能源与环境研究所发表了它对审计的评估，同意有关非遵从的发现。然而，能源与环境研究所不同意审计小组关于 10 毫雷剂量限制尚未被超越的“经过深思熟虑的判断”。能源与环境研究所发现，既然许多与测量和模型有关的问题尚未解决，既然还没有进行不确定性分析，审计小组就没有正当理由

得出这一结论。能源与环境研究所没有对剂量超过 10 毫雷限制这一问题做出任何陈述，只是认为审计小组做出的分析没有支持遵从剂量限制的那一陈述。洛斯·阿拉莫斯国家实验室对审计的非遵从发现提出异议，但却开始实施其中的许多建议。

能源与环境研究所早先提出的关于洛斯·阿拉莫斯国家实验室如何表现遵从的主要关切是：

- 洛斯·阿拉莫斯国家实验室得到环境保护署同意而用于剂量计算的模型是“平面地表模型”，这与洛斯·阿拉莫斯的地形相去甚远。该模型被称为 CAP-88。只有当平面地表假设可以被表明一贯具有保守性质（就是说，在所有主要条件下提供对剂量的过量估计）时，该模型才能在科学上被认为适合。
- CAP-88 模型估算每年的平均剂量，并假设全年的排放前后一致。然后，有些排放前后并不一致，可能导致对个体的剂量（辐射）高于每年平均模式估计的数值。
- 能源与环境研究所还就路过者（在技术术语中被称为过路接受者，诸如经过释放放射性核素设施的漫步者）在某些环境下是否可能不受到高于设施设计中理论上最大的个人受辐射量提出了疑问。该质疑还引发了怎样辨别假设中最大辐射接受个体这一问题。

第二次审计于 2000 年进行，其资料与 1999 年有关。洛斯·阿拉莫斯中

子科学中心这一主要的辐射（释放）源在 1999 年期间没有运行。结果，最大预计剂量为 0.32 毫雷。这一数据具有不确定性，它们仍然未得到量化。但是，就洛斯·阿拉莫斯国家实验室在 1999 年遵从《清洁空气法案》对放射性的规定达成了广泛共识。发现这一遵从在意料之中，而且不能被视为与洛斯·阿拉莫斯国家子科学中心完全运行情况下达到遵从同等重要。应该指出的是，洛斯·阿拉莫斯国家实验室已经采取措施以减少洛斯·阿拉莫斯子科学中心的（辐射）释放。

审计小组还核查了那些如果反映洛斯·阿拉莫斯真实地形的模型得以使用可以预期的后果。基于有限的公认的模型，它发现平面地表模型在大多数——不是所有——环境下给出了保守的结论。能源与环境研究所认为，既然复杂的地形模型在有些条件下显示出较平面地表模型更高的剂量，那

更正

《科学为民主行动》第 9 卷第 4 期（2001 年 8 月）第 15 页上第 2 栏第 6 行的以下句子：

“在卵石床模式反应堆会减少每单位电力生产所产生的废物量的同时，仍会有巨大数量的放射性废物通过这一过程产生，引起与长周期放射性废物所产生的相似的问题。”

应更改为：

“就任何时候在产生每单位电力的反应堆中所含有的放射性数量而言，卵石床模式反应堆中少于轻水反应堆中。同时，卵石床模式反应堆中乏燃料的数量与轻水反应堆相比将高出许多，这引起了与长周期废物所产生的相似的问题。”

能源与环境研究所所有印刷出版物的堪错完整清单
可在网上获得，地址：<http://www.ieer.org/crrata.html>

么在可以为继续使用平面地表模型提供理由以前，需要更详尽和彻底的调查。

总体上，审计和监督过程促使在核武器综合体的某一环境方面出现了公众可以信赖的合理科学。当然，各方从一开始就认识到这一过程存在的一个限制是，它不能通过这种或那种途径用促进核裁军，而这是美国承诺的条约义务，也是包括能源与环境研究所在内的涉及其中的一些成员所公开宣布的目标。在另一方面，该过程使我们得以在官方程序中提出一些关键的国家环境问题。尤其是，“关切核安全的市民”组织和能源与环境研究所已经与类似于洛斯·阿拉莫斯国家实验室的其他环境中（其中既包括政府所有的机构，也包括私人设施），着手处理平面地表模型的不适当性问

题。我们也提出了路过（辐射）接受者的问题。到目前为止，环境保护署已经同意注意平面地表模型以及应该如何为它提供合理性的问题。

第三次审计定于 2002 年 6 月开始，它将研究洛斯·阿拉莫斯国家实验室在 2001 年的遵从情况。增加对审计的关注将为独立审计和监督审计发展起一套工作模式，以便根据《清洁空气法案》在规定的政府所有的和实施工业生产的场地上使用。

¹ 琼尼·艾伦德是“关切核安全的市民”组织中废物处理项目的主管。

² 有关放射性核素在空气中释放的部分是：《联邦规则法典》联邦规则法典 40 次部分 61H。

³ 洛斯·阿拉莫斯国家实验室使用未得到批准的“建立防护”因素。当“关切核安全的市民组织”的约翰·施朝德正式向环境保护署对其使用提出疑问后，环境保护署否定了它。

⁴ 《清洁空气法案》没有限制以空气为载体的所有放射性剂量，只限制了那些由放射性核素释放的放射性。特别是，中子剂量被排除在外，因为中子就技术层面而言不是放射性核素，它们不在元素周期表上。

⁵ 见“制定清洁标准以保护子孙后代”第二部分，由阿琼·麦克贾尼和斯里拉姆·高帕尔撰写，能源与环境研究所，2001 年 12 月，在线地址：<http://www.ieer.org/reports/rocky/2critgp.html>。低于规则限制的剂量并不意味着没有患癌风险。它意味着风险小于规则中所指出的。成年人受放射性辐射而患致命癌症的风险被认为与受到的辐射成正比。官方的风险系数是，受到每毫雷辐射患致命癌症的风险是约 1000 万分之 4。

⁶ 杰伊·克格兰、卡龙·伯尔尼先生、以及卡罗尔·奥本海默先生在战略和诉讼中起主导作用。约翰·施朝德是该诉讼的发起者。

⁷ 贝尔尼德·弗兰克（作为能源与环境研究所的顾问）和阿琼·麦克贾尼在审计过程中充当能源与环境研究所的监督小组。

⁸ 当然，接近保密区域被限制于那些具有适当安全许可的人士。

网上订购

能源与环境研究所的出版物

现在您可以通过网络购买
能源与环境研究所的出版物了！
只需进入
**[http://www.ieer.org/
pubs/puborder.html](http://www.ieer.org/pubs/puborder.html)**
并根据指令进行。
这方便、快捷又安全。

而且，能源与环境研究所的
部分出版物现在可以通过网络
以 PDF 形式下载了！

不久将增添更多内容



Sharpen your technical skills with Dr. Egghead's A t o m i c P u z z l e r

秃顶博士忠实的朋友——伽玛近来考虑了很多关于美国石油消耗的问题。你能帮助他回答这些问题吗？

注意：为了解决这些问题中的一些时，你不得不用到乘幂概念（切记！）。但是不用担心，秃顶博士在这里做出全面解释。为了指示出增长的数量，只要使用增长率并将其乘以所讨论年份的电量。如果没有增长，则增长率为1。如果有变化，则比率是 $1+/-\text{此变化率}$ 。所以，假使你拥有1,000件某物件，而此物件的数量在未来的10年中以每年5%的速度增长。10年后小物件的数值将为： $1,000 \times (1.05)^{10} = 1,628$ （大致）。相似地，如果在未来10年中某物件的数量以每年5%的速度减少，此物件10年后的数量将是： $1,000 \times (0.95)^{10} = 599$ （大致）。有关乘幂概念的更多帮助，查找能源与环境研究所的网上技术教室，在我们网上的地址是：<http://www.ieer.org/classroom/scinote.html>。

1. 假设，在2000年，美国每天消费石油2,000万(2.0×10^7)桶。而且，该数值预计在至少30年间以每年2%的速度增长。在以下几个年份中，美国每天的石油消耗量将是：
 - a. 2010?
 - b. 2020?
 - c. 2030?
 2. 测量美国能源生产的一种途径是判断消耗每单位能量（以英国热量单位，或称Btu，测量）产生国内生产总值(GDP)的数量。逻辑上讲，该比率越高，有关能源的经济越发达，因为消耗每单位能量产出更多的财富。
- a. 如果美国在2000年消耗了 99×10^{15} 英国热量单位，当时的国内生产总值是10兆亿(1.0×10^{13})美元，该年美国每个 10^{15} 英国热量单位每十亿美元国内生产总值的能源生产率是多少？
 - b. 如果自2000年起能源消耗以每年2%的速度增长，而国内生产总值以每年1.5%增长，那么到2030年每 10^{15} 英国热量单位10亿美元国内生产总值的美国能源生产率将是多少？
 - c. 如果自2000年起能源消耗每年增长1%，而国内生产总值每年增长1.5%，那么到2030年美国的能源生产率是多少？
 3. 1999年，全世界能源消耗总量约为 380×10^{15} 英国热量单位。美国能源消耗总量约为 97×10^{15} 英国热量单位。1999年全世界能源消耗总量的多大百分数发生在美国？
 4. 美国没有从以下哪些国家进口过任何石油？
 - a. 沙特阿拉伯
 - b. 加拿大
 - c. 墨西哥
 - d. 伊拉克
 - e. 伊朗
 5. 对错题：世界已证实石油储备的超过60%位于中东。
 6. 附加题（答案未包括在本期内）：说出石油输出国组织11个成员的名字。

将您的答案通过传真(1-301-270-3029)，电子邮件(ieer@ieer.org)，或邮件(IEER, 6935 Laurel Ave., Suite 204, Takoma Park, Maryland, 20912, USA)寄给我们。截止日期为2002年3月27日，以邮戳为准。能源与环境研究所将给25名寄来完整答案者(截止日前)每人最多10美元的奖金，答案对错不论。正确答案的提供者如果超过一份，将随机抽取一份授予25美元奖金。提供答案的国际读者，作为现金奖金(根据汇率)的替代，将收到能源与环境研究所最新的一份报告：“保证美国能源的未来：石油、核和电力脆弱性以及2001年9月11日以后的行动指南”，并含有作者签名。