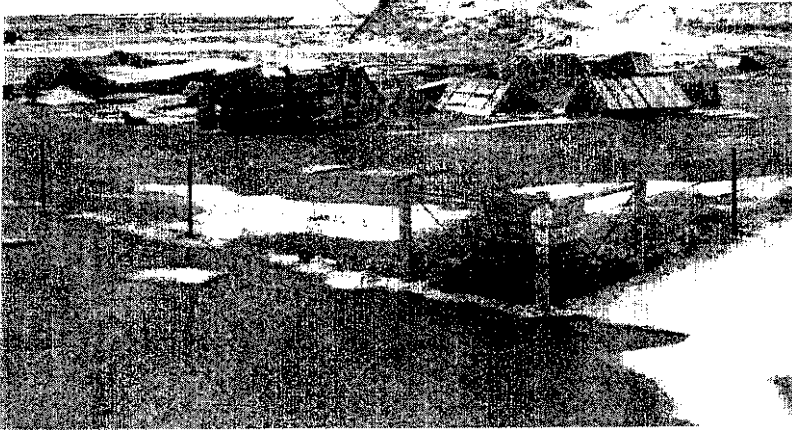


# 能源与安全

能源与环境研究所出版 · 美国华盛顿 · 二〇〇一年第四期

## 渗流地带内的毒物：移入核废物对斯内克河平原地下蓄水层的威胁



当爱达荷国家工程与环境实验室的臭名昭著的第 9 地坑在 1969 年春天因严重的雪融和春雨被淹时，装有低级放射性废物的箱子和罐子不受阻碍地漂浮着。1962 和 1982 年该地也出现洪水。自那时起一直在建造防洪堤和分洪排水系统，但积水仍时不时地出现。

米切尔·博伊德、阿琼·麦克贾尼<sup>1</sup>

斯内克河平原地下蓄水层是美国西北部最重要的地下水资源。美国环境保护署已经指定该地下蓄水层为唯一的水源地下蓄水层，因为它是南爱达荷 20 万人口唯一的饮用水水源。它也是该地庄稼——特别是马铃薯——灌溉水的主要来源。爱达荷出产的农产品供整个美国

以及包括日本、加拿大和墨西哥等在内的其它许多国家食用。同样依赖地表水的爱达荷鳟鱼场产出美国食用的商业虹鳟的 75%。斯内克河平原地下蓄水层含有约 2,500 兆升（超过 600 兆加仑）水。

爱达荷国家工程与环境实验室正位于该地下蓄水层中 2,300 平方公里（890 平方英里）土地的上方。在 20 世纪的后半叶，大量来自当地和美国全境其他地点核武器生产运作中的放射性和有害的化学废物被直接注入该地下蓄水层、排入地表水池、或被泵入爱达荷工

层、排入地表水池、或被泵入爱达荷工

### 在本期内

能源与环境研究所关于保护斯内克河平原地下蓄水层的建议 .....	7
爱达荷前鳟鱼场主的看法 .....	12
亲爱的阿琼：在内华达试验场抗议的风险是什么？ .....	14
对“9·11”事件的反应 .....	18

程与环境实验室不深的地坑或沟渠中。这些废物中包含超过 1 公吨的钚——足够制造 200 多枚核炸弹——以及大量象铯-90 和镭-241 之类的其它放射性核素，以及诸如四氯化碳和三氯乙烯等非放射性的有害物质。

受钚高度污染的废物被泵入浅坑是基于这种假设，即超铀元素转移非常缓慢，如果存在这种转移，抵达地下蓄水层也要花几万年的时间。地下水位比被称为地下置放地区的置放地区位置平面低约 600 英尺。在该地点测量钚和镭——实验工作——以及在过去 25 年间的理论工作已经表明，这一假设是错的。钚和镭可以在几十年而不是几千年里转移入地下蓄水层。来自国家科学院国家研究理事会的图表 1（第 2 页）显示，正如该估计所预言的，钚到达地下蓄水层的预计转移时间从二十世纪六十年代中期发展到九十年代后期。

这些废物管理的实践的一个后果是，当地的水资源，包括爱达荷国家工程与环境实验室饮用水的大部分以及地

图表 1:  
对钚穿过渗流地带达到斯内克河  
地下蓄水层的转移时间的变动中的估计

## 《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](mailto: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, John D. And Catherine T. MacArthur Foundation, Colombe Foundation, Public Welfare Foundation, New-Land Foundation, Rockefeller Financial Service, John Merck Fund, Ploughshares Fund, Town Creek Foundation, HKH Foundation, Turner Foundation, Ford Foundation 和 Stewart R. Mott Charitable Trust.

制作: Cutting Edge Graphics

编辑: 丽莎·莱德维奇

本期英文版于 2001 年 11 月出版

表格 1: 1995 年斯内克河平原地下蓄水层的最高污染带浓度

污染	污染带的最高浓度 (每升微微居里; 每升微克中的三氯 乙烯)	饮用水标准 (每升 微微居里; 每升微 克中的三氯乙烯)	相当于饮用水 标准的%	浓度大于饮用 水标准的面积 (平方英里)
碘-129*	3.82	1	382	1.5
锶-99	448	900	49.8	0
氟	30,700	20,000	153.5	1.3
锶-90	84	8	1,050	0.6
三氯乙烯	32,000	5	640,000	长 2,700 米; 最大宽度为 900 米

\* 碘-129 的资料自 1991 年起。

下蓄水层的许多部分，已经受到污染。在一些情况下，其程度超出了美国环境保护署根据《安全饮用水法案》制定的最高污染标准。这些水目前未被用于饮用，所以饮用水标准没有作为法律问题运用。但是，污染超过饮用水标准令人担心，这既因为它显示了向外污染的可能性，也因为它危及了当地水源在未来的可用性。离开斯内克河平原的地下蓄水层水源今天仍很好地遵从饮用水限制。

尽管事实是，以往的做法已经导致斯内克河平原地下蓄水层受到污染、对该蓄水层的清洁造成威胁，爱达荷国家工程与环境实验室继续将低放射性废物填埋在陆地的浅层，并将废物排入渗滤水池。渗滤水池仅在几天至几个月的程度上延缓了水渗入地下蓄水层。当受污染的水流经渗流地带时，它可以从渗滤池中或通过重新激活以前排放入渗流地带的污染物而将溶解的化学物质带入地下蓄水层。（渗流地带是陆地表面和地下水位之间的土壤和岩石非饱和地带。）

第 4 页上的图表 2 显示了爱达荷国家工程与环境实验室地表水和栖息水源重蓄、污染源和辐射途径的概念模式。

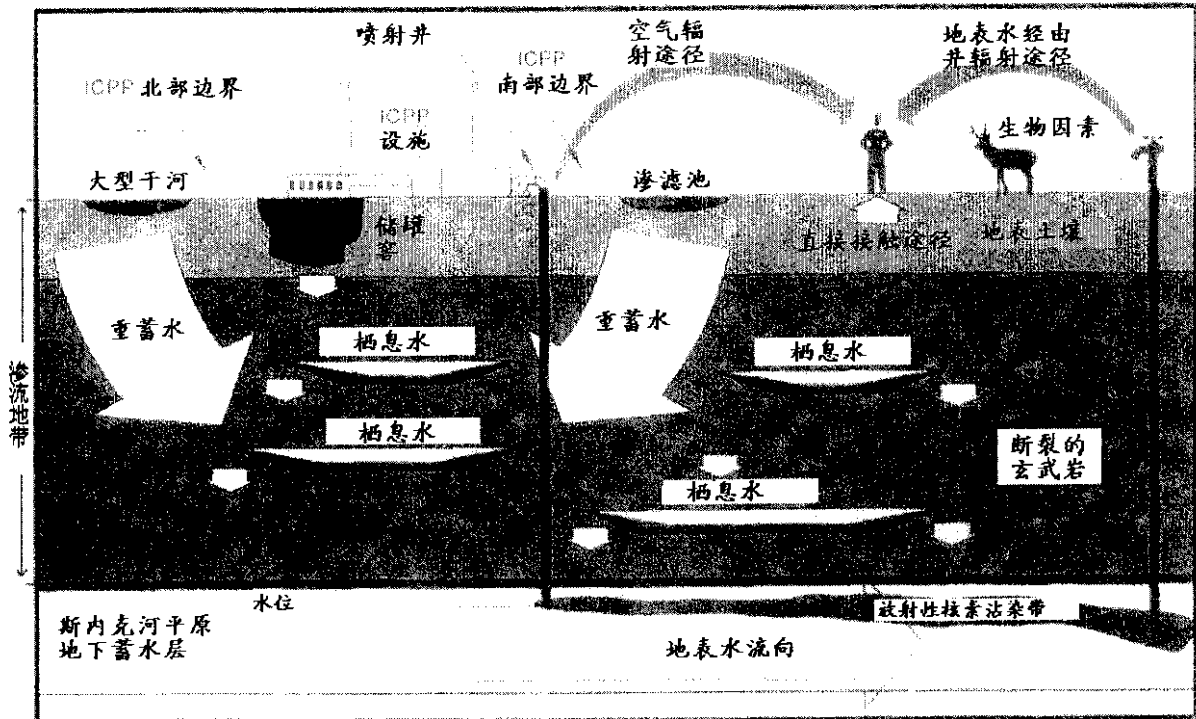
### 地表水污染

地表水污染可能以带状或更分散和不可预测的状态出现，这取决于讨论的污染物、它们排放的方式、以及它们与环境的相互作用。诸如锶-90、氟和三氯乙烯等污染物能迅速穿过渗流地带，倾向于形成污染带。转移（速度）在很大程度上取决于当地地理条件的还还没有在爱达荷国家工程与环境实验室形成污染带，这表明当地不同地点的转移速度有很大差异。

斯内克河平原地下蓄水层目前有几处污染带，包括氟、锶-90、碘-129、以及几种易发散的有机化学物（主要是三氯乙烯）。其中，大范围区域已经测试到高于最高的污染标准。

表格 1 显示了以每升微微居里和以相当于饮用水标准的百分之几两种方法

图表2: 爱达荷国家工程与环境实验室  
地表水和重蓄栖息水体、污染源和辐射途径的概念模型



来源: 能源部, 1999年7月

表现的地下蓄水层的最高污染带, 以及浓度高于饮用水标准的地区。氡、铯-90 和碘-129 污染带的最高浓度都比饮用水标准高出许多。三氯乙烯污染带的最高浓度比饮用水标准高出 640, 000%。

钚-238, 钚-239 和镅-241 也已在斯内克河平原的地下蓄水层中发现, 但还没有测得或建立起其形式或状态。第 10 页表格 2 显示了 1972 至 2000 年之间放射性废物管理综合体正下方地表水中镅和钚的探测量, 超铀废物在放射性废物管理综合体中被泵入散乱排列的地坑和沟渠中。测得镅和钚的数量从钚-239/240 每升 1 微微居里这样很少一点儿到每升 24 微微居里不等。表格 2 还显示, 测量结果波动得很厉害。

对于积极探测钚的合法性和对其的

解释一直有并将继续有所争议。必须指出的是, 仅有某段时间里选用的一两个例子, 而且它们不必然代表钚探测和整个渗流地带钚转移的较长期方式。

有人已经提出, 探测到钚为正数可能是由于测量方法的问题。然而, 所有为正数的探测在相隔几十年的间隔期里进行, 而且没有发现其中有系统的测量错误, 把它们都归咎于测量或采样程序的错误看上去不太可能。高度分化的结果可能来自这一事实, 即钚在渗流地带的转移具有高度复杂性, 并可能深受非常地域化的因素的影响。这些因素的其中之一与胶质转移有关——就是说, 钚的转移不是溶解的, 而是以悬浮的微小胶质粒子移动。即使是次微米大小的钚-238 胶质粒子和微米大小的钚-239 粒子



表格 4: 1952 至 1983 年期间埋在爱达荷国家工程与环境实验室的  
长寿命放射性核素\*的稀释量

放射性核素	半寿命期 (年)	主要 衰变模式	填埋废物的 总放射性 (居里)	饮用水标 准 (每升 微微居 里)	稀释量 (放 射性总量/ 饮用水标 准) (升)	稀释量与斯内 克河平原地下 蓄水层的比率
氚	12.3	贝塔	1,200,000	20,000	$6.0 \times 10^{13}$	0.02
碳-14	5,730	贝塔	16,000	2,130	$7.5 \times 10^{12}$	0.00
镍-59	76,000	EC	5,100	533	$9.6 \times 10^{12}$	0.00
镍-63	100	贝塔	750,000	80	$9.4 \times 10^{13}$	3.8
铯-90	29.1	贝塔	450,000	8	$5.6 \times 10^{16}$	23
铈-99	213,000	贝塔	260	800	$3.3 \times 10^{11}$	0.00
碘-129	17,000,000	贝塔	0.099	0.533	$1.9 \times 10^{11}$	0.00
铯-137	30.2	贝塔	700,000	160	$4.4 \times 10^{13}$	1.8
钚-238	87	阿尔法	2,500	15	$1.7 \times 10^{14}$	0.07
钚-239	24,110	阿尔法	66,000	15	$4.4 \times 10^{15}$	1.8
钚-240	6,537	阿尔法	15,000	15	$1.0 \times 10^{15}$	0.41
钚-241	14.4	贝塔	400,000	533	$7.5 \times 10^{14}$	0.31
镅-241	432	阿尔法	150,000	15	$1.0 \times 10^{16}$	4.1
总计			3,700,000		$8.6 \times 10^{16}$	35
放射性核素 >100 年半寿命期			1,000,000		$2.5 \times 10^{16}$	10
铯-90 和 铯-137			1,120,000		$6.0 \times 10^{16}$	25

注释:

\* 长寿命放射性核素在此被界定为半寿命期超过 10 年的

EC=电子俘获

斯内克河平原地下蓄水层的水量= $2.44 \times 10^{15}$  升

数值四舍五入至两位有效数字。

衰变没有计算在内。

所有超铀同位素都具有随时间积聚的放射性衰变产物。尤其是钚-241 衰变为镅-241。

超过 1,000 人每天使用中央设施地区系统。

表格 3 (第 10 页) 显示了爱达荷国家工程与环境实验室三个水供应系统的资料。对饮用水标准的遵从程度可以通过计算每个污染物质中测得污染量与所允许污染量之比来表述。虽然该计算被用来评估放射性核素的污染程度, 但它不适用于有害化学物, 尽管它对水质提供了合理的估计。这不是估计水中污染物影响的最保守的方法, 因为简单相

加忽略了不同有害化学物之间和有害化学物与放射性核素之间的相互叠加效应。在单个污染物的百分比之外, 计算其总和 (% 负荷), 这不是作为常规遵从的测量手段, 而是作为公共健康的测量手段以显示水适合饮用的程度。虽然没有分配系统超过该累积污染限制的 100%, 但放射性废物管理综合体系统是封闭的, 而且放射性废物管理综合体中四氯化碳的水平已经在逐步升高。请注意, 几种污染物还没有被监测 (在我们

## 关于保护斯内克河平原地下蓄水层的建议

- ▶ 恢复控制和稳定被填埋的废物。被倾倒在爱达荷国家工程与环境实验室放射性废物管理综合体地下处置地区的土坑和沟渠中的填埋废物对斯内克河平原地下蓄水区构成了最大的长期威胁，因为它们不仅包括危险的放射性核素，而且包含了有害的、易燃的和易爆的化学物质。废物的构成很不相同。不可能在移走废物前通过取样计划对废物的特点获得全面的知识。
- ▶ 中断使用渗滤水池和在浅层土地中填埋低级放射性废物。由于受污染的池水通过渗流地带，它可以将溶解的化学物带至地下蓄水区。未受污染水的排放也可以通过重新激活以前排放的渗流地带污染物，或将栖息水体中受污染的地表水推入地下蓄水区，加速污染物转入地下蓄水区。放射性核素也可以从低级废物的浅地埋藏中被激活。
- ▶ 固化液态高级废物，并储存由此产生的固体产物。
- ▶ 挽救渗流地带。需要对挽救渗流地带开展更有力的研究和开发项目，以及更好的技术选择过程。
- ▶ 创制彻底和全面的地表水和污染转移研究项目。在已经实施了实质数量的地表水监测的同时，用于分析超铀核素——特别是还没有形成污染带的钚——转移目的的监测还不够。需要进行更集中和公开的努力，以确保实施了彻底、严格和有效的测量和分析项目。这一项目很可能可以在现有的资源下，通过重新思考该项目的目标和根据他们达成该项目目标的能力而雇佣合同商未加以实施。
- ▶ 实施新的机构安排以开展清洁工作。尽管可以获得非常好的科学知识，对由冷战的环境遗产所施加的威胁的性质也有了日益清楚的认识，但能源部及其合同商已经被证明不具备能力开展一项好的清洁项目。清洁项目的合同商应该根据手头的任务，以其专业、相关特殊工作的经验，以及可衡算和公开的严格标准进行选择。

可以确定的程度），以至于官方的遵从结论假设，由于这些污染物而受到的污染很低。

### 未来的威胁：放射性、混合的和有害的填埋废物

表格 4（上一页）显示了埋在放射性废物管理综合体<sup>2</sup>的主要长周期放射性核素，其在此被界定为半衰期超过十年的放射性核素。废物中放射性的含量被估计至处置时为止，没有因其衰变而修正。填埋时列出的放射性核素的放射性总数差不多是 400 万居里。半衰期超过 100 年的生命周期很长的核素的放射性总数为约 100 万居里。

镅-241 的半衰期为 432 年，就其对环境的威胁而言，它是释放阿尔法射线的最重要核素之一。地表水以约此一半的时间从爱达荷国家工程与环境实验室下方流至南爱达荷农业区的核心地带——马吉克峡谷。在其向下流入地下蓄水区时，由于稀释以及地理介质中的吸着作用，诸如镅-241 等核素会有些衰减。

一些镅-241 已经通过渗流地带转移入地下蓄水区。地表水中发现的镅-241 的最高浓度在 1997 年是每升 1.97 微微居里。镅-241 的水平仍然低于所允许的饮用水限制（每升 15 微微居里），也还没有发现污染带。然而，应该指出的是，

饮用水中镭和钚的允许标准因为《安全饮用水》法规撰写方式的不规范而比大多其它核素（就允许的辐射剂量而言）高出许多。对紧要器官的辐射剂量限制——4 毫雷，是大多数放射性核素的标准，如果应用于钚-239 或镭-241，污染物最大限制必须降低百多倍。

然而，钚-239 显示了另一些问题。首先，填埋于爱达荷国家工程与环境实验室的废物中的钚-239 数量——超过 1 公吨<sup>3</sup>——显示了一个安全顾虑，假使丧失了对该场地的控制。这足够制造超过 200 枚核炸弹。一些废物中的钚在其倾倒发生时处于相对的浓缩状态，这加重了安全问题。因此，如果对该场址失去了控制，这些土坑和沟渠就成为潜在的钚矿。

其次，钚转移代表了严重的环境问题。从地表水样品中获得的证据到目前为止显示钚比镭转移得慢得多。然而，这比原始预期的要快得多，而且钚-239 的半衰期——超过 24,000 年——比镭的长得多。在这样长的时期内钚转移如何进行尚不得而知。

最后，对放射性废物管理综合体中储存罐的内容缺乏了解增加了安全和环境风险。还没有完全确证，这些储存罐中是否有一些含有足够的钚以至于达到临界（自发的不可控核反应）。还有，从填埋废物中泄漏出来的钚可能在少量土壤中积聚起来，这可能在下一大雨或发洪水时导致事故性临界反应。水还增加了储存罐丧失其完整性的可能性，并由此增加了对工人的风险。处于地形凹陷带的地表下处置地区于 1962、1969 和

1982 年发生过洪水。（见封面图片）在 1962 年洪水期间，两个地坑和两个沟渠被冲开，并灌满了水。含有低级放射性废物的箱子和罐子不受阻碍地漂浮着。自那时以来，已经建造了防护堤和转移排水系统的沟渠，但是在地下处置地区上方的小凹陷中仍偶尔出现积水。

可以用来评判填埋在爱达荷国家工程与环境实验室的放射性核素的威胁的一个标准将提出以下问题：是否填埋废物中所有长生命期或非常长生命周期的放射性核素将一致终止在斯内克河平原地下蓄水层中分布，地下蓄水层中污染物是否超过允许的限制，以及如果这样，达到多大程度？

这一计算首先将填埋废物中污染物的总浓度除以该污染物的饮用水标准。该结果被称为稀释量，是需要用来保持污染物浓度低于所允许饮用水限制的水的容量。该稀释量随后可以与地下蓄水层中水的总量进行比较。该方法就填埋废物所施加威胁的潜在范围给了我们一个大致的预示。<sup>4</sup>

表格 4 显示了填埋于爱达荷国家工程与环境实验室的长周期核素的稀释量。根据稀释量，填埋废物中最重要的长周期放射性核素是铯-90，铯-137、钚-239/240、和镭-241。半衰期超过 100 年的核素的放射性总数将需要斯内克河平原蓄水层水量的 10 倍来达到所允许的饮用水标准。请注意，如果钚和镭的饮用水标准以同大多数其它核素相同的方法制定，所需的稀释量将会更大。

多种不同的有害废物也已与放射性核素一起填埋于爱达荷国家工程与环境



实验室。这些包括高毒性有机化合物，如四氯化碳和三氯乙烯，以及有毒金属，诸如铅和铬。第 11 页上的表格 5 根据废物产生的地点显示了地表下处置地区中有害材料中的一些。大多数有毒有机化学物是从科罗拉多洛矶平台工厂作为该厂超铀废物运输的一部分送至爱达荷国家工程与环境实验室的。

评估倾倒的非放射性有害材料的潜在效应的主要困难是，记录如此不足以至于实质上不清楚废物储量的总数。除了可以获得一些资料的那些化学物存在主要的不确定性以外，存在着实质上没有资料的化学物，其中包括钍、氟化物、汞和聚氯双苯等高毒性化学物。

计算埋埋废物中已知非放射性有害化学物的稀释量得出的稀释量总值低于斯内克河平原地下蓄水层的总量，约为地下蓄水层总值的 4%。然而，废物资料关于有害化学物的局限性甚至比放射性核素更大。许多地区没有对倾倒的有害化学物数量的估计。而且，与放射性核素不同，许多有害材料在《安全饮用水法案》中没有设置最高污染程度。一些有害化学物引起的不确定性由于它们能转变土壤属性和改变（增加或降低）包括放射性核素在内的其它污染物的迁移率等这些事实而提高了。

自 1954 年以来，来自再处理过程的液体废物已被装在 18 个不锈钢地下罐中存储在被称为储罐场的地区。此外，那里储存着一些固化的（“煅烧过的”）高级废物。由于泄漏和事故溢出而存在于土壤中的污染物被认为正从储罐场土壤中向位于其间的水体中转移。储罐场

土壤中主要的放射性核素污染物是钼-241，铯-90，铯-137，钚-154，钚-238，钚-239/240，以及铀-235，而主要的非放射性污染物包括汞和硝酸盐。尚未就拯救储罐场土壤的计划做出决定，因为当前有关储罐场污染的性质和程度的信息被认为不充分。

## 结论

有足够的证据以得出结论，填埋于爱达荷国家工程与环境实验室的废物对斯内克河平原地下蓄水层和依赖于其的所有人构成了紧迫的威胁。总之，钚和钼转移快速通过渗流地带的理论、实验和实地证据都非常有力，并超过了采取紧急行动清除埋埋废物所需要的足够基础。移走被填埋的废物，停止当前和未来的倾倒，和在可能的程度上修补渗流地带应该成为水资源保护的核心技术和政策途径。能源与环境研究所的主要建议见于第 7 页。

---

<sup>1</sup> 本文基于能源与环境研究所的报告《渗流地带内的毒物：关于爱达荷国家工程与环境实验室对斯内克河平原地下蓄水层威胁的研究》。除非另有提及，所有参考资料可以在该报告中找到。

<sup>2</sup> 氚虽然其在埋埋废物中占很大比重，但施加于斯内克河平原地下蓄水层向外污染的风险较低，因为氚的衰变与其移动到爱达荷国家工程与环境实验室地界的时间相比，相对较快。

<sup>3</sup> 还有估计中的 65 千克钚-240。钚-239/240 总量的下限和上限分别被估计为 0.8 公吨和 1.5 公吨。

<sup>4</sup> 有关该方法的局限，见该报告的第 83 页。

表格 2: 在斯内克河平原地下蓄水层发现的镭-241 和钷的一些同位素  
(每升微微居)

日期	美国地理调查发现						合同商发现						爱达荷国家工程与环境实验室监测项目					
	镭-241		钷-238		钷-239/240		镭-241		钷-238		钷-239/240		镭-241		钷-238		钷-239/240	
	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高
1972-1976	0.01	0.3	0.02	0.96	0.02	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993-2000	-	0.14	-	0.39	-	-	0.008	1.97	0.012	0.3	0.006	4.3	-	0.059	0.36	0.9	0.42	24

- = 没有发现超过背景

表格 3: 爱达荷国家工程与环境实验室的饮用水, 1998 年

	爱达荷国家工程与环境实验室不同地点 一些污染物												饮用水标准		
	相对于饮用水最高沾染标准的百分比 (被报道的负面价值)														
	CFA 井 1 号	CFA 井 1 号	CFA 井 1 号	CFA 井 2 号	CFA 井 2 号	CFA 井 2 号	CFA 分配	CFA 分配	CFA 分配	RWMC 井	RWMC 井	RWMC 分配			
氚	65%	54%	59%	低	低	低	低	低	7%	7%	7%	7%	7%	7%	每升 20,000 微微居
锶-90	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	每升 8 微微居
钷-99	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	每升 900 微微居
碘-129	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	每升 1 微微居
四氯化碳	?	?	2%	?	?	?	?	?	95%	95%	56%	56%	56%	5 微克/升	
三氯乙烯	?	?	6%	92%	52%	28%	28%	28%	44%	44%	29%	29%	29%	5 微克/升	
总负担, %	65%	54%	67%	92%	52%	28%	28%	28%	146%	146%	92%	92%	92%		

注释: CFA=中央设施区域, TSF=技术支持设施, RWMC=放射性废物管理综合体, ? = 所引来源中没有报道 [来源见报告]  
总负担=最高沾染标准百分比的总数, 阿尔法释放物的测量方法未有报道, 规则不要求彼此或向放射性核素增加化学负担

表格 5: 地表下置放区域的主要填埋非放射性材料, 1952-1983

化学物	总数 (克)	废物来源 (克)							其它非现场 发电机	电力漂移 反应堆
		试验区 域(北)	试验反应堆 区域	爱达荷核与 技术中心 (化工厂)	海军反应 堆设施	阿格尼 西	中央设施 区域	落基平台 废物		
<b>有机化学物</b>										
1,1,1-三氯乙烷	110,000,000			1,700,000				110,000,000		220,000
四氯化碳	120,000,000			26,000		16		120,000,000		不明
四氯乙烷	27,000,000							27,000,000		
四氯乙烯	100,000,000							100,000,000		410,000
<b>非有机化学物</b>										
石棉	1,200,000		1,100,000	110,000	不明	不明				不明
氰化钠	940						940			
<b>金属 (不同化学形式)</b>										
铬	1,000	550		20		不明				450
铅	580,000,000	不明		26,000,000	不明	14,000,000	180,000,000	190,000,000	190,000,000	2,100,000
硝酸酐 (也为放射性)	220,000			220,000						
铀-238 (也为放射性)	320,000,000	17,000		1,900,000		3,500,000		240,000,000		

注释: 数值四舍五入至两位有效数字。

## 爱达荷一个前鳟鱼渔场主的看法

以下访谈基于 2001 年 5 月 18 日斯内克河联盟执行主任盖瑞·理查森对爱达荷一个前鳟鱼场主鲍伯·爱金斯进行录相采访的记录文本。出于篇幅、语法和阐述的目的，此处发表的版本对原记录略做修改。

**盖瑞·理查森**（以下简称理）：您最初是怎样认识到地下蓄水层可能因为爱达荷国家工程与环境实验室而出现问题的？

**鲍伯·爱金斯**（以下简称爱）：我们正处于与纽约 W.R. 格里斯公司共事的过程中，想将我们的鳟鱼场卖给他们，其范围从比尔以北的最大之一的斯内克鳟鱼公司，贯穿爱达荷全州，从黑格曼穿过比尔和波卡特洛、布莱克富特、以及我们在文德尔的饲料加工厂。

格里斯公司的一个高级副总裁寄给我一份来自纽约报纸的剪报，并说政府正从丹佛地区，我想是洛矶平台，运走原子废物，向北送至爱达荷储存。来自格里斯的代表说，“我们确实对买一个[从核废料埋地下的水源中汲水]的渔场不感到怎么兴奋。”我可以理解这一点，因为你为什么要将你的厕所建在你主要的水源上呢？它是为整个黑格曼峡谷和哥伦比亚南部所有地区提供水源的泉水系统。

所以，他们从纽约过来进行查看，我与他们一起去了爱达荷国家工程与环境实验室。而这真令人吃惊！在那里，该厂中的工人正将纸板盒里的原子废物倾倒在土壤里，然后将其掩盖土，并不很深。他们还没有盖上的（是在冬季）充满了聚积的水、雪和雨水。

我说，“这样做很愚蠢。应该有人对此管一管。”因此，我提出投诉，接下来我就知道我们使哥伦比亚广播公司、全国广播公司和美国广播公司的摄像人员都出动了。该厂址原子废物部门的主管——我忘了他的名

选自《美国地理调查》，1999年，第2页。

字，而我也不在乎是否记得他的名字——说，“这个爱达荷下游的小渔场主正在做的是谈论原子能。而他对原子能一无所知。”

是的，我不懂这些。但我知道原子能可以做什么。就在（原子）炸弹投掷后，我在广岛。所以，我对原子废物和原子能可以做什么比一般人有更清楚的感觉。

如果受到适当的控制，我不反对原子能。但是，当你拥有一个象你那时拥有的一样的政府部门时，我认为，并在很大程度上仍然认为，掩藏废物处置并实质上将废物处置掩藏在我们的地下蓄水层之上是个悲剧。

**理**：如果这些材料在马吉克峡谷的地下蓄水层中出现，您认为其后果会如何？

**爱**：哦，这对整个马吉克峡谷[以及哥伦比亚河下游的整个地区]的经济将是灾难性的，因为这种说法将传开：“他们的水里有原子废

物。”这将使地产的价格下降；情况将变得一团糟。它将在今天或明天发生吗？不是。但当该材料慢慢穿过地下蓄水层，由于其向下流淌——请记住这是北美、是全球最大的地下蓄水层之一——这些材料在其沿线下游的某些地方将爆发出来，可能是沿线所有地区，这将非常具有破坏性。

**理：**地下蓄水层的纯净对经济有多重要？

**爱：**我想，纯水对任何地区完全有利。如果你没有纯水，并不得不将之输入系统以提纯，你将耗费一大笔费用。但是，如果你不能将水弄纯，那么将就在我们日本水里有汞而发生可怕的灾难和当婴儿天生残废或天生死亡以及孕妇就是流产时，你的水中有其它元素——例如汞。

水是我们生命的主要成分。我们是什么，85%是水？但是，你得到了这个，你以某种方式污染了水，并饮用它而正在污染你自己。这是为什么瓶装水销售在这几年增加了那么多，因为人们开始认识到，甚至是城市用水可能以这种或那种方式受到污染，而他们没有意识到。我认为纯水对增长的经济体至关重要，正如我们在西部所知是关键的。

**理：**地下蓄水层中放射性核素的潜在威胁与您退出鳟鱼业有关吗？

**爱：**不完全是。我只是认为现在是将其出售的机遇。我认识到，任何将要发生的是总要发生，不是明天或一年以后，但总要发生。

我只是对妻子说，你知道，这是又一个

问题，如果有人在其上建造设施，我们作为食品工业可能遭到灭顶之灾，但这可能需要很长的时间。不仅是位于泉水源头的水是否受到原子废物的污染，而且这一消息的传播足以毁灭食品工业。在人们了解内情的情况下，没人会将对他们有害的物质送入自己的嘴中。

**理：**这是水产业的一个问题吗？

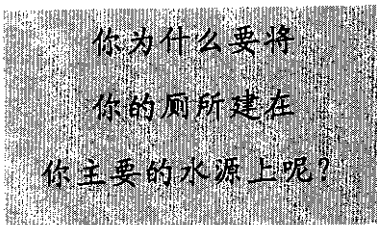
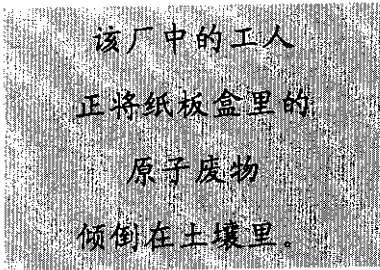
**爱：**我不认为这是他们讨论的一个主要问题，因为大多数人认为自己对此能做些什么。但是，问题在那儿。

消息以不同的出典并以不同的途径传播。当然，任何生产水产品的人们，或者土豆种植者，或其他使用来自这些泉源的水进行灌溉的人们，不准备提及这个话题。我不认为他们此时有所担心或在此时需要担心，但是，如此发展下去，他们会担心的。

**理：**您不认为他们应该在政治上参与这一问题的解决吗？

**爱：**您发现有许多人在政治上卷入其中了吗？在你真正遇到这一问题前不会这样。他们应该，但没有，他们没有，是这样。我认为，我们应该以他们可能获得的所有途径盯住这件事情，以使这些废材料置放到

其它地方。我完全赞同没有任何其他人希望这出现在他们的后院——它们已经被放置在我们的后院——在我们的地下蓄水层、我们最大的水源上。正如我在开始时所说的，这就象将你的厕所建在泉源上，然后饮用其水，然后说“啊！我有病吗？”





# Dear Arjun

亲爱的阿琼:

在内华达试验场举行抗议的风险是什么? 孕妇和儿童去抗议又会怎样?

内华达的诺普拉斯德<sup>1</sup>

亲爱的诺普拉斯德,

在原子时代以前, 该试验场是有伤风化之地。但是, 当核“孩子们”当权后, 它就嬗变为危险之地了。怎么会这样, 又有多危险? 呃, 在大气核试验的日子里, 它非常危险, 但大气核试验于 60 年代早期停止了, 现在该地不十分危险了, 而在将来它可能又将变得比较危险。但我说得太急了。让我先谈谈科学问题, 而后是伦理-社会-政治问题。

## 科学问题

自然背景的辐射达到海平面上每年约 80 或 90 毫雷, 在较高的位置该数值则更高些。这包括来自宇宙射线、土壤中天然的放射性核素和内部辐射, 例如来自天然生成的钾-40。<sup>2</sup>这是其缘由, 为什么核工业支持者经常引用注释说, 睡在一个人的身边(数量级为每年几毫雷, 这取决于靠得多近)比生活在核电厂或放射性垃圾堆旁边(也取决于靠其多近)可能受到更多的辐射。

放射性辐照的一个主要来源是室内的氡——平均 100 至 300 毫雷——它是铀-238 的衰变产物。核机构称之为“自然背景”, 但它主要是房屋建造中的人为因素, 因此能源与环境研究所不认为它是自然的。

其它辐射有医用 X 射线和吸烟(主动的或被动的)。正如你已经可以想象的, 这些也变数很大。用现代装置胸照 X 射线可能使一个人受到相当于整体辐射的 5-10 毫雷。

## 核武器试验

大气试验时期的历史剂量对许多人都很大。<sup>3</sup>尽管内华达试验场的最后一次空中武器试验——空爆——发生在 1962 年, 国家实施的最后一次大气试验在 1980 年(中国), 大气试验至今继续对核试验产生的当前辐射剂量产生最大的作用。当前, 北半球来自全球悬浮物的每年剂量在每年几毫雷的数量级上。随着时间的推移, 由于这一剂量主要来源中的一些, 尤其是具有半衰期分别为约 30 年和 28 年的铯-137 和锶-90 进行衰变, 这一数值将有所下降。

地下(核)试验向大气层中释放的放射性一直远低于来自大气试验的, 后者达到 120 亿居里。尽管如此, 在美国有许多大规模(放射性)释放来自地下(核试验), 总数达 2,530 万居里。<sup>4</sup>最后一次非常大规模的(放射性)释放发生在 1970 年的“毒浆果”地下(核)试验期间(670 万居里)。自那时起, 最大的单次(放射性)释放一直“控制”在低于 1986 年“神力像树”试验达到的 36,000 居里。根据现已停止工作的国会技术评估办公室的一项研究, “毒浆果”试验以后两次最大的(放射性)释放是 6,800 居里的事故性泄漏(1971 年)和 3,100 居里(1980 年)。

这些(放射性)释放估计没有包括已被剩留在地下的放射性残余。根据同一研究, 来自

“毒浆果”试验以来所有美国试验的总(寿命)剂量“对站在放射性浓度最大地区[试验特殊时期的期间]的内华达试验场边界处…的人来说…将相当于 32 分钟的自然背景辐射(或相当于单次胸照 X 射线的 1/1,000)。”<sup>5</sup>能源与环境研究未对技术评估办公室的结论进行核实, 但是没有任何证据表明这些数字有误或值得怀疑。因此, 我们假定它们可用。

当前, 北半球来自  
全球悬浮物的每年剂量  
在每年几毫雷的  
数量级上。

典型的单次试验的剂量要低得多。自“毒浆果”以来来自具有最大事故性泄漏试验的剂量将低于 6 微微雷。当然，过去事故的幅度不能保证如果恢复地下核试验，未来的事故不会更大。它们只是一个参照。

正如你们所知，辐射不是产生癌症、突变、免疫力受损或其它健康问题的唯一环境因素。这些相同的问题也可由其他事物——自然的或人为的——产生。在我们已经讨论的各种层次上对由辐射引起的癌或其他健康问题做出估计所遇到的大部分问题是，很难从影响包括癌症在内健康后果的其它大量因素中区分出对人体累积起辐射剂量的效应。

总之，1970 年“毒浆果”试验以后在内华达进行的各种地下试验的每次试验剂量一直在微雷的数量级上或更小。相对于其它通常遇到的剂量，包括来自以前大气试验残余的当前剂量，这些剂量很小。自 1992 年以来，（核）试验暂停了，尽管美国维持了在内华达试验场恢复试验的准备状态，并拒绝批准《全面禁止核试验条约》。

### 现场剂量

试验场的不同部分由于过去试验受到沾染。在色当火山口的放射性程度上至每小时 30 至 40 微微雷，以至于在该地区进 10 至 12 分钟的试验场旅行将会得到与 1970 年“毒浆果”试验以来所有地下核试验场地边缘（总数约 6 微微雷）相同的辐射。

很可能有未勘探出“危险微粒”的地区。这将包括进行“安全试验”的广泛地带，钚分散在该场地。我的理解是，这一试验场旅行不包括在内华达试验场的干燥和沙漠环境中可能具有更大危险性的地区。在受沾染地点附近的试验场开展活动比在试验场边缘开展活动更危险。

### 社会、政治和伦理问题

是到试验场去抗议还是进行一次旅行以

知道得更多，是一个私人的政治和伦理选择，它应该在考虑了我给你的那些科学信息的情况下做出。所以，让我描述一下我自己做出这一选择的框架。这一讨论是关于我所认为的一些社会和伦理原则，以及它们可以怎样运用的一些遐想。这不意味着将详细讨论对场地的过去、现在或未来的各种访问或抗议所引起技术问题，或告诉人们他们应该或不应该做什么。

首先，天然和人造射线问题。我以我承认正产生其它因素的同样方式承认天然辐射。某些事物或其它事物的消亡是自然秩序和代代相替的一部分。然而，不可避免地由生到死的自然秩序这一事实并未给任何人在未经我们同意下加速我们死亡的权利。对任何人说自然背景辐射为 100 毫雷，所以可以对人或某机构实施几毫雷，就象在说，“你总是要死的，所以为什么不让我闷死你？这不会让你很痛苦。”任何人为假设他们自己有权为其他人施加风险而借用天然施加的风险（或上帝施加的风险，如果你有宗教倾向），完全不可接受。

为了保护人民免受  
核武器和核战争的恐吓，  
我愿意承担某些风险。

现在，谈谈各种人为的风险。确实，当我们睡在一个人旁边时，我们选择了增加辐射照射。然而，重要的是损失-获利比。我不认为睡在垃圾堆边有任何利益可言，当然，这一利益也不会随你离垃圾堆越近而越大！

而且，这事关选择。如果一个人不希望其社会有个垃圾堆以容纳在一个他没有发言权的过程中产生的废物，那么根本有问题的是施以任何风险这一事实，而不只是风险的规模。而且，如果这是从一个其目标未得到人民认可的过程中施加的风险，那么施加这一风险的机构或个人无权施加这种风险。这是诸如民主、机密和被告知认可等问题起作用的地方。谁得利？谁承担风险？

同理，为了保护人民，包括我自己和我的孩子，还有子孙后代免受核武器和核战争

的恐吓，我愿意承担某些风险。我认识到，我的专业可能带来一些风险。我努力将其保持在最低的程度上，但我不让它妨碍我开展工作，这一工作的很大一部分就是跟踪核设施对环境造成的影响。

在和平和保护地球的更大前景下，几毫雷的剂量是我甘冒的小风险。同理，我不愿意接受核武器试验者施与我的甚至是微雷的辐射，其对我子孙的影响更小得多，尽管在今天我们都是其以往行为的非自愿牺牲者。

至于是否警告人们现场活动的危险的问题。一般而言，在沾染地区现场附近开展活动的危险比不在现场或在场地边缘开展活动的危险大得多，但仍然与许多日常辐射可比或比后者小。

你对儿童或孕妇在抗议活动中受到辐射怎么看？这里，我们可以将抗议的（辐射）风险与其它种类的自发辐射进行比较。我们中的许多人已经进行过包括乘飞机旅行在内的旅行。我们中的许多人在那些旅行中带着孩子。孕妇也决定进行这些旅行，如果她们取消计划，通常不是由于对额外辐射剂量的担心。

乘飞机正在纽约和拉斯维加斯之间做往返旅行由于宇宙射线和中子<sup>6</sup>将导致几毫雷的（辐射）剂量。自1970年“毒浆果”试验以来地下（核）试验的常规（核辐射）释放，对个人来说，当在试验场边界地带测量时，其累积的总平均剂量一直在千倍的数量级上小于此（但是，如果恢复试验，未来的排放当然很少有机会导致更高的剂量。）因此，1970年以后地下（核）试验的常规（辐射）释放所导致的剂量小于在航空旅行中受到的。色当试验火山口附近的现场剂量比试验场边缘的剂量要高（取决于在火山口附近停留时间的长度）。

因此，考虑是否举行抗议涉及到个人对

制止（核）试验抗议的有效性相对于达到这一目标个人所愿意承担风险的判断。相反，如果核试验非自愿地辐射了相信核试验为非道德的人们，同样的剂量就是不可接受的。这在危害他们的目标、破坏他们的原则的同时，增加了对人们的风险。

以往的试验已在地下残留下巨大数量的钚。而“次临界”试验正将更多（的钚）放置在那里。因此，如果人们反对核试验，那么他们应该反对由核试验非自愿施加的甚至是瞬间剂量，他们还应该采取行动以制止更多的试验和地下钚污染，因为这些可以使将来的子孙后代受到辐射。但我要做些事先说明。我相信，如果举行抗议，它应该以和平方式进行，因为就如圣雄甘地所说，“我们必须成为我们希望在这一世界上见到的变化。”

一个人甘冒以放射性剂量为形式存在的风险去实现其目标，是一项个人选择，我希望我在此处的讨论和给你的信息有助于你更好地做出这一选择。

您的

阿琼，即秃顶博士

考虑是否举行抗议涉及到个人对制止（核）试验抗议的有效性相对于达到这一目标个人所愿意承担风险的判断。

<sup>1</sup> 本栏目大部分取自未经发表的通讯，它在1991年被用来回复该年收到的询问。

<sup>2</sup> 见1995年冬《科学为民主行动》第4卷第1期中页上关于天然和人造射线的介绍，网址是：[http://www.ieer.org/sdfiles/vol\\_4/401/c-fold.html](http://www.ieer.org/sdfiles/vol_4/401/c-fold.html)。

<sup>3</sup> 见“让他们喝牛奶：来自核武器试验的碘131剂量”，《科学为民主行动》第6卷，第2期，1997年11月，网上地址：[http://www.ieer.org/sdfiles/vol\\_6/6-2/iodine.html](http://www.ieer.org/sdfiles/vol_6/6-2/iodine.html)。

<sup>4</sup> 美国从1945至1962年进行大气核试验。美国的地下试验始于1962年，最后一次地下试验于1992年进行。美国现在在内华达试验场进行“次临界”试验。

<sup>5</sup> 美国国会技术评估办公室，题为“地下核爆炸的沾染”，OTA-ITC-414，1989年10月。该引用来自第4-5页。

<sup>6</sup> 经常受到辐射的航班机组人员应该被告知他们受到的辐射，他们受到的辐射剂量应该受到监测。



## It pays to increase your jargon power with Dr. Egghead

### MCL

- a) 朱利斯·恺撒可以清点的最高数值。
- b) “本和杰里”冰激凌的最新口味：薄荷、巧克力、甘草
- c) 最高沾染标准的缩略语，输送给公共水系统所有使用者的水中允许含有化学或放射性核素沾染物的最高标准。在可行地使用最好的现有技术和考虑了成本的基础上，贴近最高沾染标准目标[饮用水的沾染标准，在这一标准以下对健康没有已知或预期的风险]而制定最高沾染标准。最高沾染标准是由美国环境保护署或美国核规则委员会制定的强制实行标准。

### 栖息水位

- a) 艺术装饰的家具物件，其特点是一个浮雕、平滑的表面，并有一个内置的凹陷以放置饮料。
- b) 为上等但饥渴的鸟儿设计的饲料。
- c) 在渗流地带，高于一般地表水体的相对小型地表水体的水位。（水位是大气压力下自由流动的地表水体的上限。）

### 渗滤池

- a) 特别为生性活跃的动物，象跳蛙和箭鱼，喜欢作为栖息地的小型水体。
- b) 形成往下滴漏咖啡机的咖啡滤纸。
- c) 设计用来允许废水慢慢渗滤进入土壤的水池（通常是人工的）。在重力允许水渗滤或滴流通过土壤或其它未固化介质而进入当地水位和较低的地下蓄水层的同时，这些池塘成为储存设施。也被称为渗入池。

### 唯一来源的地下蓄水层

- a) 在恐龙脚印造成的凹洼处形成的水体。
- b) 由鞋厂制造的水冷却器。
- c) 地下蓄水层是地下的多孔地理介质，它饱含水分，足以渗透成为地表水以至于其提纯能够完成。唯一来源的地下蓄水层在没有其它水源可以合理地取代它的情况下，为其使用者提供最少为其水的50%。根据《安全饮用水法案》，美国环境保护署可以决定，一个地区拥有一个作为该地区唯一或主要饮用水来源的地下蓄水层；如果它受到沾染，会对公共健康带来严重危害。因此，没有联邦财政资助可以被用来支持任何可以沾染通过重蓄地带的地下蓄水层以至于对公共健康产生重要危险的项目。

### 渗流地带

- a) 在清醒和酣睡之间时光半途的一点，经常以在某人的睡梦中谈论环境清洁技术为特点。主要影响城市工程师和环境活动分子。
- b) 弗吉尼亚的旅游点，在那里人们的失眠症得以治愈。
- c) 位于土地表面和水位以上的岩石和土壤不饱和地带。

（有关其它术语的界定，见能源与环境研究所报告《渗流地带的毒物》中附有的术语表。）

答案：c, c, c, c, c

## 对“9·11”事件的反应

通过暴力，你可以除掉一个杀人犯，但你不能铲除谋杀。  
通过暴力，你可以除掉一个谎言家，但你不能建立真理。  
通过暴力，你可以除掉一个仇恨者，但你不能铲除仇恨。  
黑暗不能驱逐黑暗。只有光明能够做到……

——小马丁·路德·金

以眼对眼只会使整个世界以致盲告终。  
非暴力抵抗是教育公共舆论的一个过程，那样它涵盖了整个社会的所有成员，  
并使其本身不可抗拒。  
非暴力抵抗是对真理不屈不挠的追寻，和追求真理的决心。  
非暴力抵抗是内在精神的表征。  
非暴力抵抗已经成为对暴力的有效替代。

——圣雄甘地

2001年9月11日摧毁世界贸易中心双塔和五角大楼的一部分不仅仅是对美国金融和军事力量的象征物的攻击。它不仅仅是媒体所宣称的“对美利坚的攻击”。它是对来自全世界的人民的大规模谋杀。那天，恐惧、悲哀和泪水之流迅速跨越大洋和南、北美大陆。来自五十多个国家的人与数千美国人一起死去。没有目标，无论它多么高尚，可以为对无辜者的这一谋杀提供理由。

全世界人民正悲悼这一悲剧中的牺牲者，并分担其家人和朋友的巨大悲痛。能源与环境研究所全体同仁与他们一同悲悼（死者）。

能源与环境研究所已经在其网址上发布了一些反思“9·11”事件的材料。其中包括：

- 阿琼·麦克贾尼撰：对2001年9月11日的反思（<http://www.ieer.org/comments/sept11.html>）
- 阿琼·麦克贾尼撰：为2001年9月11日的罪行寻求司法解决和降低恐怖主义的威胁（<http://www.ieer.org/comments/justice.html>）
- 圣雄甘地语录摘选（<http://www.ieer.org/latest/oct2quot.html>）
- 杰克·科尔豪：空战学说简史（<http://www.ieer.org/comments/bombing.html>）

近期将有更多材料公布。请访问：  
<http://www.ieer.org>。

### 新书介绍

### 《切尔诺贝利遗产》

有名摄影记者保罗·富斯科和玛德加兰纳·卡里斯提供有感召力的图片  
联合国秘书长科菲·安南撰写的前言  
联合国和平使者和影星迈克尔·道格拉斯所做的介绍  
于切尔诺贝利事故发生15周年的2001年4月26日在联合国发行  
订购《切尔诺贝利遗产》，联系出版商

de. Mo · 123 Nine Partners Lane · Millbrook NY 12545 USA  
Tel. 1-845-677-2075 · Fax 1-845-677-2077 · mailbox@de-mo.org · <http://www.de-mo.org>