

第一辑

●
科学与人译丛

技术与 风险

〔美〕H·W·刘易斯 著



中国对外翻译出版公司



技术与 风险

[美] H ·

W · 杨健 缪建兴 译
刘易斯 著

中国对外翻译出版公司

图书在版编目(CIP)数据

技术与风险/(美)H. W. 刘易斯著. —北京:

中国对外翻译出版公司, 1994

(科学与人译丛)

书名原文: Technological Risk

ISBN 7-5001-0282-8

I. 技… I. ①刘… II. 自然科学-普及读物 N.N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 11542 号

出版发行/中国对外翻译出版公司

地 址/北京市西城区太平桥大街 4 号

电 话/66168195

邮 编/100810

责任编辑/章婉凝

责任校对/燕桂珍

印 刷/北京市怀柔新华印刷厂

经 销/新华书店北京发行所

规 格/850×1168 毫米 1/32

印 张/8.5

字 数/20.5(千)

版 次/1994 年 4 月第 1 版

印 次/1997 年 2 月第 2 次印刷

ISBN 7-5001-0282-8/G · 55 定价:10.20 元

TECHNOLOGICAL RISK

by H. W. Lewis

©1990 by H. W. Lewis

©1994 Chinese Translation Copyright

by China Translation and Publishing Corporation

Published by Arrangement with the Author

in Association with Bardou-Chinese Media Agency

All Rights Reserved

“科学与人译丛”出版说明

英国著名科学专栏作家布赖恩·阿普尔亚德在其《理解现在——科学与现代人的灵魂》一书中有这样一段话：

“1609年，加利莱奥·伽利略使用一架望远镜观看月亮。这一时刻，对世界的意义如此重大，以至人们将它与耶稣的诞生相提并论。因为，就像在伯利恒，自这一时刻，人类生活中的不可能成为可能。”

阿普尔亚德据此将科学划分为伽利略之前的科学，或称“智慧”，以及从1609年开始的现代科学。前一科学建立在推理基础上，后一科学建立在观察与实验基础上。经过如此划分，我们习以为常的科学，竟然只有400年的历史。

但人类就在这400年内经历了飞速发展。

我们有了蒸汽机，有了轮船，有了电话、电报，有了飞机、火箭，有了电视、电脑、互联网络，我们还有重力场理论、元素周期表、量子力学、相对论乃至被称为“自然中最基本物体”的超弦。工业革命、农业革命、信息革命使人类的社会生活发生了前人难以想象的变化。

人类改造了自然，也改造了人类自己。回顾这一切，人类完全有理由感到自豪。因为，人类就像上帝，也有自己的“创世纪”。人说，要有科学，就有了科学。科学是好的，它行之有效。

然而，“创世纪”中写道“到第七日，上帝造物的工已经完毕，就在第七日歇了他一切的工，安息了”。而人类的工却没有完毕，400年后的今天仍然不能安息。

就像有光必有影，人在发现、发明、创造、拥有上述一切的同时，还得到了原子弹、氢弹、核泄漏、酸雨、温室效应、臭氧层空洞乃至伴随科学技术而来的种种风险。

人类曾以为已找到了通往自由王国的必由之路，他将乘着科学的飞船，摆脱一切束缚，重新确立自己在宇宙中的位置。但在科学爆炸的二十世纪，人类终于开始反思：

科学行之有效，但它是否就是真理？

为此，我们编辑了这套《科学与人译丛》，陆续分辑推出。其中，有对信息崇拜的批判，有对生命起源的求索，有对技术所导致风险的分析，有对世界最新科学动态和研究方向的展望。数学家用对策论证明，完全的民主实际上并无可能，物理学家提出全新的超弦理论，试图统一描述所有的力、物质的所有基本粒子和时空，继量子力学和相对论之后，成为“第三次物理学革命的重要标志”……《译丛》汇集了物理学家、数学家、生物学家、天文学家、哲学家、人类学家、伦理学家……自本世纪后半期、尤其是在本世纪末打通自然科学与社会科学之间的隔膜，对科学这一决定人类命运的工具的深刻思索。通过这套丛书，我们期望读者可以对科学的现状、科学的未来、科学的正面与负面效应，有一个较为全面的了解，更好地认识科学、掌握科学、利用科学。

中国对外翻译出版公司

1997年2月

序

过去的 15 年里，我在研究风险方面得到很多人的支持，这些风险都是我们能叫得出名字的。1974 年，美国物理协会主席皮也夫·帕诺夫斯基要求我主持该协会的反应堆安全研究，从而使我选择了这一偏离专业的生涯。我多年前的专业教授和朋友罗伯特·奥本海默先生的渊博学识树立了杰出的典范，因为真正的物理应用正需要这种学识。如果没有他，二战后的理论物理要贫乏得多。

在审读和评论过我的部分手稿的人当中，我特别感谢比尔·普雷斯，他审读了书稿全文；感谢比尔·安德斯和查列·米勒，他们审读了飞行安全一章；感谢通用汽车公司研究实验室的几位同仁——鲍勃·弗罗施，迪克·施温和莱恩·埃文斯——他们审读了公路安全一章；感谢乔·凯勒和艾丽斯·惠特莫尔，他们审读了有关有毒和致癌化学物质的章节；感谢迪克·威尔逊，他审读了矿物燃料一章。如果还有什么错误，那当然是我自己的。

我的编辑埃德·巴伯实际上详细地审读了手稿，并指出我在写作方面要学的东西还很多。他不知从哪里学会了批评人但又不使人反感的技巧，我非常感谢他。

最后，我要感谢我的家人（特别是有其他工作的人）忍受了我在写作时的疯狂和古怪行为。我过去一直认为这些感谢之词只是出于礼貌，但实际上不是。

引 言

我们的周围充满风险，特别是科学和技术带来的许多新型风险。风险已成为一个重大的政治和社会问题，激起人们对科学进步的普遍不安，煽动家在这样的气氛中春风得意。

然而，技术的风险是真实的，而技术的好处也是真实的。我们在现代化学奇迹的包围中度过我们的一生，但我们念念不忘化学污染。我们使用来自核电站的清洁的电力，却又害怕核事故的发生。我们因接种疫苗战胜了许多过去的病害，而使生命得以大大延长，但少数几种疫苗弊大于利的例子被广泛宣传，忧心忡忡的父母常常拒绝给他们的子女注射疫苗以预防已知的疾病。商用飞机的速度使我们当中越来越多的人只用几小时就跨越全国，这比我们驾车走同样的路程要安全 10 倍，但我们却担心飞机晚点。对饮用水进行氟化处理使得龋齿成为过去，但对化学物质的恐惧剥夺了氟化水给全国带来的许多益处。

技术丰富了我们的生活，同时也带来了风险——特别是那些未知的风险。这是一个令人不安的利弊共存的问题。知道我们在得到益处的同时要付出代价，包括要承担风险是好的，然而风险和益处都难以估计，即使对致力于这方面研究的专家来说也是这样。在上述所有例子中，都既有真正的益处，也有真正的风险。由于它们难以比较，我们常常在权衡利弊时做得很糟，即接受了那些没有必要，但对我们来说较为熟悉的危险，而同时又夸大其他形式的风险。大部分人可能会同意，如果没有报偿，我们经受风险就毫无意义；甚至还可能会同意，如果报偿较大，我们就应该接受大的风险。如果我们的祖先中无人愿意承担风险以取得可能的成就，那么人类的历史就非常可悲了。风险是我们

为成长付出的部分代价，几乎所有的父母都知道这一点。

有些琐事把我们吓得不知所措，而一些真正的风险却不使我们烦恼。许多人为 1000 年后可能会泄漏储存的强放射性核废料（目前的环保局标准要求 1 万年无泄漏）而苦恼，却对美国每年大约有 1000 人触电而死的事实熟视无睹。没有反对电力的群众示威，没有一个带有呼吁降低配电电压演讲的摇滚音乐会，尽管较低的配电电压能减轻触电事故的危害。（大部分国家使用高于我们的 110 伏的家庭配电电压，以此得到经济上的利益。）闪电每年要杀死大约 100 名美国人，但只售避雷针远远不是肯定的致富之路。一个最惊人的有关风险的例子——吸烟，已被人们开始严肃地对待，正如它本该被严肃地对待那样。吸烟每年杀死将近 40 万美国人，每天 1000 多人。美国人中每死亡 5 人，其中之一必是死于吸烟。诚然，自从医务总监颁布那份证明吸烟引起肺癌的著名报告以来，20 多年中美国的吸烟率逐渐下降，1971 年是高峰，但我们的进步缓慢。难以理解的是，许多医生仍在吸烟，所占比例和全国成人的 30% 一样。如果我们在因吸烟而夭折的每个人身上花费与煤矿安全方面同样的经费，美国就再也没有钱干别的事了——这将花掉整个国民生产总值。我们每年甚至付出 300 亿美元以上的钱来购买香烟。这比我们估计花在非法毒品上的 1000 亿美元要少，对于后者就不必多说了。

事实上，吸烟尽管在美国有所减少，但作为一个全球问题它却在加剧。在第三世界，吸烟的增长率高于人口增长率，在非洲是人口增长率的两倍。在社会劳动大军中，吸烟在教育程度较低的人当中比在教育程度较高的人当中普遍，在蓝领工人中比在白领工人中普遍，在黑人中比在白人中普遍，等等。也许在那儿也像这里一样，这个问题已引起社会关注。

本书意在提高公众对风险估价和风险管理的困难的认知，为公众理解这些问题提供帮助。本书的对象是有理解能力的读

者,而不是专家。尽管风险有许多种,但本书只限于与科技进步有关的风险。其他威胁生命的因素也很重要——他们在死者和病人的统计中占主导地位——但它们不是本书的论题。

许多与风险有关的问题,譬如生命的价值和风险的控制,并不取决于考虑中的技术风险的形式,本书的第一部分将讨论这些问题。另一方面,再没有比通过例子学习更好的学习方法了,所以第二部分集中探讨具体案例,并根据案例的特点分类,第二部分意在探求第一部分中提出的实际问题。收集的案例远远不够全面,但所选的每一个例子都具有现实意义,论证了前面提出的论点。最后我们必须承认这一倒霉的事实,即没有起码的统计和概率方面的知识,就不能较深刻地了解风险,特别是可能发生的罕有风险。第三部分为有中学数学基础,善于思考的读者提供必要的知识,任何人都应敢于使用数字。第三部分还作了某种概括。

现在谈谈有关适时问题。追求适时很吸引人,但研究、立法及管理上的变化使得完全时新成为不可能。此外,有人反对在适时方面走得太远,因为还没有经受时间考验的新发现的信息以后可能被证明是错误的——这在科学中常常发生,适时的会迅速过时。本书将做到适当地但不是完全地适时。

对技术风险的关注是地点和时间的作用——这种关注相对来说是后来者,在较发达国家最为明显。这里的出发点自然是美国,无论是所举的例子还是对管理力量的讨论都是如此,尽管可以在全世界找到不同的问题和例子。

我们也应该客观地看到风险与人类面对的其他威胁和挑战相比较的重要性。尽管技术风险很重要,但它远远不是最重要的议题。当我们人类的末日来临时,它不会来自空气和水中的微量化学物质,也不会来自核事故。正如艾略特所预见的,人世就这样结束了,没有一声巨响,而只有啜泣。我们必须时时思索这一

事实的含义,即地球上的人口大大超过地球的负荷,而且这种情况越来越严重,特别是在第三世界。第一世界并未幸免于第二和第三世界的经济和人口问题,我们所有的人都同在其中。创造“宇宙飞船地球”一词就是为了描述这种状况,解决人口问题的时间限度是一两代。这种情况不能再继续下去,已到挽回局面的时候了。

目 录

序	VI
引 言	IX
第一部分 总则	1
第一章 生活的各种风险	3
第二章 风险的测量	10
第三章 对风险的认识	20
第四章 风险政治	32
第五章 对风险的估价	38
第六章 对风险的管理	52
第七章 生命的价值	62
第八章 怎样安全才足够安全	70
第九章 不确定性、因果关系、可探测性	76
第十章 保守主义的迷惑	85
第二部分 详细说明	93
第十一章 有毒化学物	95
第十二章 化学品致癌作用	107
第十三章 高速公路安全	130
第十四章 航空运输	143
第十五章 电离辐射	166
第十六章 矿物燃料	195

第十七章	核冬天	214
第十八章	非电离辐射	221
第三部分	结语	231
第十九章	足够的统计数字和概率	233
第二十章	后记:这一切意味着什么?	253

第一部分

总 则

第一章

生活的各种风险

恐惧和风险是两种不同的东西。我们有些人最害怕的东西——饮用水中的毒物，空气中的放射物，食品中的农药——几乎没有带来任何真正的风险，而我们最少害怕的一些事情——开车、饮酒和吸烟——却每年杀死成千上万的人。

风险并不是一无是处。没有风险就不可能有个人发展——一个人怎样才能学会骑车呢？从更大的范围来讲，没有改善物种的风险和挑战，就不可能有生物的进化。不管怎么说，如果没有我们祖先对之作出反应的种种风险，我们人类永远也不会成为今天这个样子。

本章意在收集美国已知的有关对生命产生威胁的事件，为本书其余部分建立一个框架，在以后的各章中，我们将集中讨论技术风险问题。

现在让我们把风险看作是自然的生命终结前偶然的死亡事件。死亡对于人类来说自然是不可避免的。用某种确定的东西来衡量风险似乎有点奇怪，但有时人们也使用其他一些方法，譬如生命非自然地缩短的年数、日数或分钟数。用第一种衡量方法，早死 10 年与早死 5 年被看成是一样的；而用第二种衡量方法，早死 10 年要比早死 5 年糟一倍。有些人认为早年的岁月比晚年的岁月更有价值，而另一些人（譬如罗伯特·布朗宁）则持相反的论点。第七章将较为深刻地探讨有关生命的价值这一有

争议的问题。在一位著名的喜剧演员活到 50 岁时,人们开始把他称作中年人,据说他曾说过如果多认识几个 100 岁的老人,他的感觉会好得多。事实上,我们当中大约有 1% 的人能活到 100 岁,而其中 80% 以上很可能是女性。目前,夭折的几率是对风险的一个恰当的定义。

• 美国人的平均寿命几十年来一直在稳步延长。一位 1920 年出生的美国人的寿命可达 54 岁——女性比男性多 1 年——而到 1985 年平均寿命已增加到 75 岁。世界平均寿命是 60 岁左右。美国女性现在比男性能多活 7 年,这一数字在降低。因此在过去 65 年中我们的平均寿命每年延长约 4 个月,如果这种态势再继续 75 年,美国的平均寿命可达 100 岁,最近有关社会福利基金的偿债能力的危机到那时回想起来可能只不过是一种儿童游戏而已。寿命的延长主要是由于医学进步和公共医疗措施攻克了一些易于夺去年轻生命的疾病。美国的婴儿死亡率在过去 20 年中下降了一半,这虽是一个巨大的进步,但我们仍落后于其他 20 个工业化国家。年纪越大,改善的程度越小。50 岁以后大约每年能延长寿命 1 个月,这种延长速度已持续 28 年。要活到 50 岁,最重要的一步是要活到 1 岁,95% 能活到 1 岁的人可望活到 50 岁。

年轻人和老年人在存活率改善方面的区别在过去更为明显。在 1789 年《宪章》生效时,即两百多年前,平均寿命的数据保存在马萨诸塞州。在那时的马州,人们在出生时预计可活到 35 岁左右,而今天则是 75 岁。相比之下,当时 60 岁的人预计还能活 15 年,而现在增加到了 20 年,可见对老人来说,长寿的前景现在比过去好不了多少。当然,在 18 世纪末能活到 60 岁的人一定是非常顽强的。

我们最终死去的原因是什么?下一页的表格列出了 1985 年的主要死因,曲线图展示主要死因的年龄分布。表格括号中的项