工 程 史

DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.22030301

冷战初期和平利用原子能运动与技术乌托邦实践

奉湘宁

中国科学院大学 人文学院，北京 100049

摘要：聚焦20世纪50年代和平利用原子能运动，梳理了原子乌托邦塑造、发展、引发风险、重归反思的过程。根据对档案报告、亲历者回忆录、新闻报道及相关评述等资料的整理分析，认为核应用领域早期的观念、技术选择、利益关联均影响深远。冷战推动超级大国利用已有核基础塑造原子乌托邦，民族独立运动推动大国外的国家步入乌托邦，借助美苏核援助实现自身战略目标。现代社会高耗能的生活方式、对技术效率和规模经济的不懈追求、对人类管理复杂系统和自然现象的过度乐观以及政治社会领域的利益权衡等因素，成为原子乌托邦得以诞生与强化的动力，与大型能源系统暴露出的固有脆弱性在现实中持续碰撞。

关键词：原子乌托邦；和平利用原子能运动；核能源系统；新兴尖端技术

中图分类号：B516.59 **文献标识码：**A **文章编号：**1674-4969(2022)02-0152-11

引言

乌托邦是西方思想史和文学史上的一个普遍概念，其英文词“utopia”由两个希腊语词根“ou”和“topos”组成，意指“乌有之乡”，即空想社会。近代以来，随着资本主义的兴起、启蒙运动的开展，特别是科学技术的发展，乌托邦逐渐从不可能实现的空想社会，转变为可能实现的理想社会。20世纪50年代，核科学在工业、农业、医疗、生物，特别是能源领域的应用潜力迅速彰显且备受重视，“和平利用原子能”开始成为冷战竞争下多国安全、发展战略的组成部分。1953年艾森豪威尔在联合国发表“原子为和平(Atoms for Peace)”演讲，次年美国《1954年原子能法案》出台，1955年首届国际和平利用原子能会议召开，1957年国际原子能机构正式运行……在这场席卷全球的和平利用原子能运动中，美、苏、英、法等冷战大国共同塑造出一个由核科技支撑起的、具体的乌托邦；后续许多发展中国家，特别是刚刚摆脱殖民统治的新国家为这一“原子乌托邦”的乐观许诺所吸引，争相步入其中。和平利用原子能运动距今已70年，运动中对原子能利用的高度乐观催生了原子乌托邦，而其普遍影响促使人们从根本上重新审视这一技术乌托邦塑造、传播、引发风险、

收稿日期：2022-01-10； **修回日期：**2022-02-05

作者简介：奉湘宁(1994—)，女，博士研究生，研究方向为冷战科学史、核科学史。 E-mail: fennyfeng@126.com

引用格式：奉湘宁. 冷战初期和平利用原子能运动与技术乌托邦实践[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2022, 14(2): 152-162. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.22030301

Feng X N. Movement for peaceful use of atomic energy and the practice of technological utopia in the early cold war[J]. Journal of Engineering Studies, 2022, 14(2): 152-162. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.22030301

重归反思的历史过程。尽管和平利用原子能运动的相关研究已然丰富，但近年来从科技史视角对该运动中技术乌托邦实践的研究仍较少，当中一些极具启发意义的研究成果值得关注。美国学者保尔·博耶(Paul Boyer)指出，核能的和平利用与核武器所引发的社会情绪不可割裂开来看待，冷战初期对原子战争的恐惧和对核乌托邦的宏伟构想复杂地交织在一起，并取得了一种微妙平衡。尽管乌托邦式预言带来的兴奋狂潮随时间消退，但其乐观本质在此后数十年间被证明仍十分顽强[1]。瑞典学者马丁·霍尔特曼(Martin Hultman)将20世纪50年代的原子乌托邦与21世纪初的氢经济(hydrogen economy)乌托邦联系起来，指出二者均强调了能源技术的无限潜力与科学变革的积极一面，淡化了新技术可能引发的风险或消极后果，这一跨世纪的历史连续性所带来的经验教训不容忽视，并呼吁更广泛的民主性内容应被加入到新技术的发展决策中。

美国学者克里格(John Krige)批判道，科技史学家们很少甚至根本没有关注和平利用原子能相关的许多重要问题[2]。不同于以往研究“原子为和平”计划的视角，克里格将该计划视为“欲望培植(education of desire)”的实践，指出原子不仅是提供能源的一个新来源，还是一种普遍化意识形态的承载者，它将超越社会分裂、解放身体的欲望与欢愉，按照生活在富裕、工业化的西方国家人民的要求，重塑其他国家人民的“需要”，最终利用原子乌托邦愿景，将各国有限的资源引入特定的道路，服务于美国利益[3]。2010年，普林斯顿大学斯尔必·库洛姆·戴维斯(Shelby Cullom Davis)历史研究中心曾以“乌托邦/反乌托邦”为主题，召开了为期两年的研讨会，并将研究成果收录于《乌托邦/反乌托邦：历史可能性的条件》中。该研究指出，考察乌托邦和反乌托邦的目的并非因为它们展现了人头脑中各种各样的智力构造，也并非致力于振兴乌托邦/反乌托邦的学术概念，而是因为乌托邦式工程/项目/计划是重要的历史资源，不仅揭示出一系列持续的社会利害关联和文化形态，也使我们得以审视人们一路走来的思想、理解人类想象的边界——作为一种将当前历史化(historicize the present)的途径，乌托邦提供给历史学家一个宝贵的视角[4]。

以往研究不乏探讨人类是否要离弃科技、考察乌托邦/反乌托邦是否合理的内容，问题空间亟待开拓。本文旨在超越对乌托邦“辩护”或“批判”的普遍态度，以刘大椿[5]提出的“科学审度观”为新研究视角，聚焦和平利用原子能运动这一“具体的乌托邦”案例，回溯20世纪50年代原子乌托邦诞生的真实情境，揭示其如何被塑造以及后续的发展中国家如何接受乌托邦愿景并陆续走入其中，这一宏伟愿景又是如何在历史演进中引发风险、走向反面的，从而阐述原子乌托邦中知识、技术、经济、权力、民族等因素相互间的复杂互动。

1 塑造原子乌托邦

20世纪50年代，冷战对峙格局最终形成，诸多与“原子”有关的变量萌生、相互作用，原子能的军事利用与和平利用并行。此时，苏联、英国相继打破了美国对原子弹、氢弹的垄断，构建起独立的核力量，美苏自此开启了旷日持久的军备竞赛；1954年，当美国在太平洋马绍尔群岛的氢弹试验引发全球性舆论危机时[6]。苏联高调宣布率先建成世界上第一座核电站；两年后，英国也率先建成世界上第一座商用核电站……20世纪50年代是东西方在和平利用原子能领域竞争最为激烈的时期，核科技因其能反映出国家的科技、经济实力及工业发展水平，成为冷战竞争中的“关键领域”。为获取政治、经济与意识形态利益，尽管美苏间的核军备竞赛已然如火如荼，双方都不遗余力地突出原子的社会效益及其用于和平建设的一面——苏联的“原子为人民”宣传、美国的“原子为和平”计划相继面世。

1949年11月10日，在苏联第一次原子弹爆炸试验两个月后，苏联驻联合国代表安德烈·维辛斯基(Andrei Vyshinskii)在联合国第四届大会的国际平台上，首次正式提及原子能的非军事用途：“在苏联，我们使用原子能不是为了增加原子

弹的储备……我们利用它是为了增进我们的经济和管理效益。我们将充分利用原子能以粉碎山脉、改变河道、灌溉荒地，从而在那些荒芜的地方开辟新的生活。”[7]

这次讲话是苏联政治领导人就和平利用原子能发表的第一次官方评论。有学者分析，该讲话的动机一部分是出于反美宣传，一部分是出于对苏联原子弹的辩护。1952年10月5日，苏联政治局委员格奥尔基·马林科夫(Georgii Malen’kov)在全联盟共产党第十九次会议的第一天，高度赞扬了苏联原子能利用的成就：“发现如何利用原子能是当今苏联科学最重要的进步。我们的科学技术推翻了美国在这一领域的垄断地位，挫败了战争纵火犯企图利用原子能生产、垄断原子武器信息来恐吓、威胁他国人民的阴谋。苏联致力于为和平目的、为人民利益利用原子能这一新能源。”[8]

苏联不仅大力宣传“原子为人民”理念，还率先建成世界上第一座核电站，这些事实使“苏联式”原子乌托邦的可信度大幅加强，也令西方阵营深感不安. 美国安全局在报告中强调：“苏联正在迅速发展核科技，并试图削弱美国目前在原子领域的优势。必须预料到，苏联不仅将最大程度地将原子能用于军事和工业，而且还将作为政治和心理措施来获得对世界未承诺地区的效忠。尽管苏联面临着与美国相似的技术问题，但苏联在较短的时间内可以向印度，巴基斯坦或缅甸等国家/地区提供小功率的原子能反应堆。如果美国在政治和心理上未能充分发挥原子能的作用，苏联将在冷战斗争的关键领域获得重要优势。”[9]1952年，艾森豪威尔政府的心理战略委员会就在报告中指出，核能是一种能够迅速带来文化、经济和社会进步的发酵剂，这些进步是推动第三世界新独立国家脱离苏联发展模式所必需的。若美国实施一项富有影响力的原子项目，将使共产主义的基本论点与诉求归诸无效。委员会得出结论，尽管核能技术本身的发展仍处于初期阶段，但启动原子战略在经济和心理层面工作的时机业已成熟，“原子有助于摧毁共产主义的威胁和巩固自由世界，这应该成为指导重新焕发活力的美国战略的主导思想之一” [10]。这一心理战略建议直接推动了美国“原子为和平”计划的出台。

1953年末，艾森豪威尔在美、英、法三国的百慕大首脑会晤中，向英国首相丘吉尔(Winston Churchill)、法国总理拉尼埃(Joseph Laniel)强调，“世界已分为两大对抗集团，一方是苏联与中国，另一方是英国、法国和美国。全世界的人们都需要能源，如果我们将希望给予这些国家，就会使他们体会到卷入东西方竞争的程度之深，他们就会站在我们这一边，而这些希望往往从一个微不足道的开端产生”。[11] 丘吉尔对艾森豪威尔的观点表示认同，他也将原子能视为“世界繁荣的一个永久源泉”[12]。1953年12月8日，在百慕大会议刚刚结束后，艾森豪威尔在联合国大会上发表了著名的“原子为和平”演讲，强调“目前作为具有最大破坏力的原子能，也能够在人类奇迹般的创造力下发展为一种巨大的福音”[13]，并提出了成立国际原子能机构、设立原子池等想法，向世界提供了“美式”原子乌托邦的前景。

为推行“原子为和平”计划，美国开展了全球规模的宣传运动。总统演讲当天，国务院立即致电各驻外使馆，要求他们“协助海外新闻处确保演讲及其评论最大可能地传播”，实施“适当的后续行动”，确保总统的意旨“继续获得理解且产生重大影响” [14]。美国新闻署第一时间以10种语言为国内企业准备了12万份总统演讲的直邮插页传单，同时以34种语言向海外传播了650万册原子和平宣传手册，远多于同期新闻署的其他任何出版物。350份外文报纸全文报道了艾森豪威尔的演讲，美国之音也以30余种语言直播了总统演讲，并向35个国家放映了关于演讲的纪录片。1954年春，行动协调委员会(Operations Coordinating Board)赶制了关于美国原子能成就的系列电影，以31种语言在80个国家放映。环球影业制作的“原子和平”纪录片也以 41 种语言在海外播放。新闻署驻日、法、澳、意、西德新闻处还将自制故事片改编成适合本土口味的快速媒体[15]。这一空前的宣传攻势使美国的“原子为和平”许诺在海外吸引了大量关注。数月后，美国原子能委员会主席路易斯·施特劳斯(Lewis L. Strauss)在纽约市全国科学作家协会的演讲中强调：“由于

和平利用原子能的发展，完全可以预见，未来我们的孩子将在家中享受便宜得无法计量的电力；世界上周期性的大规模地区性饥荒，对他们来说将成为历史；他们能够以最小的危险和极快的速度，轻松地在海上、海底、空中穿行；随着疾病的产生和人类逐渐了解导致他们衰老的原因，他们的寿命会比我们的长得多。”[16]

这一发言在此后被数以千次地报道与转述，尤其是核能“便宜得无法计量(too cheap to meter)”的“特点”，在公众间引起热烈反响。然而这只是艾森豪威尔口中“微不足道的开端”，更具实质性的活动随后迅速在世界范围内展开。美国本土不仅在总统演讲后一年内通过了以核合作代替核保密政策的《1954年原子能法》，促进核科技情报的解密，还首先提议并主导筹划了1955年在日内瓦举办的国际和平利用原子能会议，并大力推动1957年国际原子能机构的成立，“美式”原子乌托邦逐渐被具体地塑造出来。

东西方原子乌托邦的塑造运动在1955年到达顶峰。1955年8月8日至20日，联合国在瑞士日内瓦万国宫(Palais des Nations)举办了“第一届和平利用原子能国际会议”(以下简称“日内瓦会议”)。来自73个国家和8个联合国机构的1428位官方代表、1334名观察员和902名新闻媒体代表参会，其中不乏许多曾参与曼哈顿计划的科学家与工程师、核领域诺贝尔物理学奖、化学奖、生理医学奖获得者，以及各国政府官员、情报机构的工作人员等，使日内瓦会议成为世界上最早的大型国际核能会议[17]。一些会议亲历者及媒体指出：“(1955年)八月的两周里，日内瓦一直是科学世界的中心”[18]，大量解密信息在会议上首次公开，规模化的展览、全球性的媒体报道，使美、苏、英、法等大国将日内瓦会议视为展现其科技成就、争取冷战优势的高地。

美、苏领导人艾森豪威尔与赫鲁晓夫(Nikita S・Khrushchev)全程跟进了这一科学会议的筹备——这在过去和此后的数十年中尤为罕见。1955年7月末，美、苏、英、法四国在瑞士日内瓦举行首脑峰会(Geneva Summit 1955)，共商战后和平、军备控制、东西方关系等问题。在日内瓦正式会议还未开始前，艾森豪威尔专程在峰会期间到正在筹备的万国宫展览区发表讲话，并在专业人员指导下亲手操作了从橡树岭空运而来、刚刚在广场组装完毕的美国实验沸水反应堆，成为历史上第一位操作核反应堆的国家元首。“美国总统亲手操作反应堆”成为当时备受热议的事件，150名新闻代表和摄影师簇拥在艾森豪威尔身旁，为了轰动的宣传效果，记者和摄影师们在混乱中相互推搡以争抢有利位置，甚至纵身爬到反应堆顶部的平台上，最终被专业人员劝下。在1955年日内瓦会议的两个星期里，其他几位政治领导人和外国科学家也在美国技术人员的协助下操作了反应堆[19]306。

如果说政治家对和平利用原子能的推崇，很大程度上是冷战政治斗争的延伸，那么会议上科学家们对原子能发展的高度乐观，则更多是出于“原子能是一切都依赖之技术(technology on which all depends)”的设想，即任何物质都不能像原子能一样包含着取之不尽的力量之源。大会主席、印度物理学家巴巴(Homi J. Bhabha)将二十世纪四五十年代定义为自“早期文明时代”“工业革命时代”后的第三个时代“原子能时代”的开端，认为会议“标志着原子能时代黎明的降临”，并大胆预测可控核聚变将在20年内实现。尽管这一具体预判受到了一定的质疑，但对核科技发展的高度乐观已成为与会科学家们的共识。这一共识也在广泛的报道中进入公众视野，一些媒体宣称“在原子能会议之后，我们敢于相信一场新的工业革命——远比18世纪的革命更加引人注目——正摆在我们面前”。[20]860

在核工业安全问题上，参会者们表现出超乎寻常的乐观，着重强调本国反应堆操作简单、安全可靠的特性。英国原子能管理局总干事克里斯托弗・欣顿(Christopher Hinton)在会上讲解了世界上第一座大型商业核电站“考德霍尔(Calder Hall)”的建设计划，并强调“一个管理良好的大型核工业项目丝毫不会存在危险，放射性物质也不会存在过多浪费而导致大量工业废物排出”。另一些老牌反应堆专家认为，核泄漏几乎不可能发生，只要有一个完善的自动控制系统或是安全壳，就可以全然规避风险，并将核工业中的辐射风险与其他普

通工业的风险等同起来，如汽车工业的尾气问题。苏联理论物理学家布洛欣采夫(D. I. Blokhintsev)以“苏联第一座原子发电站与原子能利用前景”为题，首次在国际上公开了奥布宁斯克核电站的运行细节。他强调这座核电站在一年的运行内非常稳定，无燃料元件故障，放射性水平也低于国际容许水平，“核电站的操控被证实比传统燃煤发电站更简单”[21]8。美国联合碳化物公司(Union Carbide)的代表也宣传道：“一个高效运行的反应堆可以在没有精心准备或复杂设施的情况下，设计、建造和完全安全地运行”，“其易操作、低成本和固有的安全特性确保了其在美国的普及……反应堆在瑞士的运行，应该可以鼓励其他国家参与原子能的和平发展”。[22]

这些高度乐观与绝对化的表述，在日内瓦会议的商业及教育展览中得到了进一步加强。美国原子能委员会为展览做了大量策划工作，特别是将一座真实的反应堆从橡树岭空运到日内瓦，引起了全球媒体的关注。美国学者克里格分析了该反应堆安置的目的性：把这座反应堆安置在距离市中心不到一英里的地方，意在凸显核设施的安全性；通过将反应堆置于中立国瑞士且在联合国大楼的平台前搭建，向世界强调了美国将原子能用于和平的一面[3]156。美国原子能委员会邀请了知名艺术家为这座反应堆设计外观，委员会的首席科学家乔治·威尔(George L.Weil)将其称为“现场秀(live show)”[21]755。这座反应堆并非坐落在由混凝土围阻的掩体里，而是被安置在一个低矮的红色木制建筑里，看上去与一座简朴的瑞士小屋并无二致，“日常生活的熟悉就这样与被锁在原子核中的神秘力量的视觉表现交织到一起，核设施重新被解释为一种无危险的研究工具”[3]156。在反应堆正式开放的16天里，约有6.3万人前来参观，其中不乏从欧洲各国赶来的游客。参观者们围在反应堆旁轻松地交谈，兴奋地看着水下的契伦科夫蓝光。展出的反应堆在操作时只启用了三根控制棒，程序也被有意简化，所用燃料正是美国承诺提供给联合国和签订双边协议的国家的燃料类型。会议最后一天，美国将这座建造成本为35万美元的反应堆以18万美元的低价卖给瑞士，作为“一个国家向另一个国家出售的第一座核反应堆”，美国“最大程度上降低了价格”[3]164，从而暗示了美国反应堆的潜在购买者，选择美国制造的反应堆将获得经济上可观的优惠。美国原子能委员会的会议历史学家(conference historian)劳拉·费米(Laura Fermi)记录了展览中的一个小插曲：一位女士看到当地宣传后，认为40美元/kg的铀矿石很划算，因此专程到日内瓦会议的展台前提出要购买几公斤铀矿石，回家代替烧煤取暖[23]139。“以敬畏取代恐惧，以信息取代无知，以家庭生活取代危险，以良性取代好战”已成为美国展览的核心主旨[24]，这一颇具代表性的插曲也见证了美国宣传策略在公众中取得的成功。

相应地，苏联也为日内瓦会议也作了充分准备，不仅派出了自苏联参加国际会议以来科学家人数最多的代表团，还展出了奥布宁斯克核电站的模型，然而这与美国反应堆正在运行的壮观演示相比仍显逊色。日内瓦会议筹备期间，苏联就已得知美国要展出实验性反应堆的消息，为抢先获取宣传优势，苏联在1955年7月1日至5日(即日内瓦会议召开的前一个月)紧急筹办了与日内瓦会议同名的“苏联科学院和平利用原子能会议”，赫鲁晓夫也跟进了该会议的筹备①。会程中，所有参会科学家们都被邀请参观了正在运行的奥布宁斯克核电站。随后的日内瓦会议上，苏联学者将自制的5卷本会议论文集热情地送给国外同行[25]。有学者指出苏联“抢先赶制”的此次会议，在现实中是仓促、尴尬、不甚理想的[7]41，但这也反映出苏联对日内瓦会议这一展现其核科技成就机会的重视程度。

① 彼时苏联在原子能领域的优势在于核电站的率先建成，但日内瓦会议上只能展出核电站模型。因此苏方认为提前举办自己的和平利用原子能会议、邀请各国有影响力的科学家到莫斯科参观正在工作的核电站，能够获取更大舆论优势。苏联科学院不仅通过正式外交渠道向各国科学机构发出邀请，如英国皇家学会、法兰西科学院、马克斯·普朗克学会、日本科学委员会等，还直接将邀请函寄给了一些知名科学家。 但由于准备时间过于仓促，大部分受邀机构和个人来不及安排参会事宜，最终仅有20个国家的40位代表出席。 见Obninsk H I. 1955: the world’s first nuclear power plant and “the atomic diplomacy” by Soviet scientists[J]. Historia Scientiarum, 2016, 26(1): 25-41.

日内瓦会议结束后，美国安全局在和平利用原子能的后续规划中写道，“我们的计划是继续从美国在这一领域的实质性行动中获得最大心理优势……发布解密的原子能信息的时机可以成为美国的政治和心理资产，美国还应不断探索进一步利用其原子能以发挥最大政治和心理优势的可能方法” [9]。1955年后，美、苏纷纷着手建造核动力汽车、核动力游艇、核动力火车甚至核动力飞机，并将设计模型进行大规模展览与宣传。尽管受技术条件的限制，这些宏伟设计未能付诸实施，但却在说服着公众将原子与原子弹分离，并将“驯服的原子核”视为一种具有巨大社会效益的工具。20世纪60年代后，美苏均开展了“和平核爆炸”(peaceful nuclear explosions)项目：苏联利用大当量核爆炸开辟运河与水库，甚至用核爆炸灭火、开采石油，尽管其产生的放射性污染耗费40年才重归正常水平；美国原子能委员会也发起了日后广受批评的犁头计划(project plowshare)，试图展现核武器建设性而非破坏性的一面。但正如一些学者指出的，“即使犁头计划大获成功，也不会减少核武器的负面影响…犁头计划最好的结果成为一项昂贵的营销活动，最坏的结果就只是宣传本身。”[26]

2 走入原子乌托邦

冷战大国的最高政治领导人直接牵头、全国乃至世界性广泛宣传、秉持技术乐观主义的科学家及工程师们提供专业依据、核援助协议下经济优惠的暗示等，共同塑造出原子乌托邦这一既宏伟又具体的愿景。面向公众的多渠道宣传、频繁的展览与规模化的论坛等，推动着核科技快速进入“社会评价过程”，并在短时间内得出意料之中的乐观结论。除原子乌托邦的塑造过程外，还需考察：当原子能的利用前景被无暇地呈现在世人面前时，冷战大国之外的国家，又是出于何种动机、通过何种途径走入这一乌托邦?

20世纪50年代，冷战与民族独立运动相互交织。1945年至1955年间，世界上诞生了大约20个新国家，1955年后的10年中又建立了30余个新国家。对于刚刚摆脱殖民主义枷锁的国家来说，一个国家的核能力或核相关能力不仅会带来新能源及农业、工业的收益，还将直接映射其地缘政治地位，它既是国际承认的保证，也是盟国中现代化的象征，还有可能成为军事力量的宝贵补充。新独立的民族国家如何扭转甚至重建被排斥了几个世纪的地缘政治世界秩序——有限的“核程度”(degree of nuclearity)或将成为答案之一[27]。此时，西方塑造出的原子乌托邦及时提供了以科学技术为核心的国家认同的愿景。专注于政治修辞学的学者梅德赫斯特(Martin J. Medhurst)曾敏锐指出：“反应堆计划(指原子为和平计划)作为一种工业帝国主义的形式发挥作用，一种先进的技术可以嵌入到一种尚未准备好充分发挥其潜力的文化中，成为一种获得技术和经济立足点的手段。”[28]美国学者克里格也提示道，不妨转换视角，将原子为和平计划理解为一种“共识霸权”(consensual hegemony)的实践，即西方向其他各国植入其对于“发展”的定义与战略——说服核领域的后来者，发展的道路将由核能铺就，引导他们有限的资源走上一条定制好的核道路——最终将目标国家锁定于对美国技术和美国工业半永久的依赖中[3]161-162。

20世纪50年代中期，核援助名义下大量的双边核合作项目、多边国际会议，加之全球性的原子能巡展、工业论坛、纪录片、出版物、教育广播、技术培训项目、经济激励措施等，充实了人们想象中的未来。1955年1月，苏联宣布援助社会主义阵营的国家发展和平利用原子能的计划，内容包括设计、供给设备及建设具有达到5000 kW热能的实验性原子堆、原子微粒加速器，供给必要数量的原子堆和科学研究用的可分裂物质，且这些国家的科学家和工程师们可以到苏联了解相关科学研究和实验性原子堆的情况等[29]。1955年6月，美国也开始与世界各地选定的国家签订双边协议，承诺为合作伙伴提供关于核反应堆的设计、建造和实验操作的解密信息，以及提供铀-235浓度达20%的6 kg铀。北约成员国土耳其成为第一个签署双边协议的国家；作为主要的铀供应国，

阿根廷、比利时和巴西也很快加入其中。及至日内瓦会议前夕，美国原子能委员会已与20多个国家完成了双边协定的谈判，使许多国家获得了最初的核材料与核技术[30]。日内瓦会议的大型商业及教育展览仅是开端，美国随后在乌拉圭、土耳其、埃及、希腊、日本、意大利、印度、巴基斯坦、阿根廷等数十个国家/地区举办了原子能巡展，吸引了200余万人前来参观，苏联、英国、法国的展览紧随其后[31]。

日内瓦会议推动原子乌托邦完成了从学术话语到公共话语、最终到政策话语的转变。会议结束后，美国新闻署对欧洲六国进行了民意调查并总结道："许多人都认同：美国在发展和分享和平利用原子能方面所做出的努力比其他任何国家都要多；美国已将其重点从原子能的军事利用转向了和平利用……也可以这样认为，日内瓦会议、美国的双边核合作项目以及总统于1955年6月11日提出的分享和平利用原子能'潜力'①这三件大事，明显地转变了外国人的观念"[15]。会议对核科技前景的高度乐观，促使许多国家在会后迅速建立了新的独立政府机构，许多参会代表也在会后1~2年内担任了这些机构的新主席或行政长官，进一步在国内游说原子能成为最有希望的下一代技术。

尽管在宣传攻势上拔得头筹，美国仍有顾虑。1955年12月，艾森豪威尔政府的心理战略机构行动协调委员会，在列出美国和平利用原子能项目面临的问题时，强调了"可见成就的时滞(time lag in visible accomplishments)"问题："目前生效的几项双边协议，还需很长时间才能取得实际进展……由于(a)实施计划所需的时间以及(b)过于乐观地期望早日从和平利用原子能项目中获得广泛的实际利益，国外存在民众幻灭的危险。和平利用原子能所带来的重大经济变化，至少还要10至15年才能实现，外行很少能意识到这一点。为了预防这种幻灭，有益的措施是在公开声明中更充分地强调原子能面临的'问题'和我们的'承诺'。强调的问题有：培训原子能专家仍需大量工作、发展高效且有竞争力的反应堆仍需时间、核能在特定国家的经济发展中所能发挥的作用还需进行现实评估——这些问题应当被看作是挑战而非障碍，因而亟需采取行动，尽早实现看得见、摸得着的成果。" [15]

美国的担忧不无必要。宣传上的宏大许诺与现实益处的停滞不前，构成原子乌托邦战略的内在矛盾。为防止刚刚步入美式原子乌托邦的国家迟疑甚至退出，美国仍需采取进一步行动。值得注意的是，美国本土的第一座核电站希平港原子能发电站(Shippingport Atomic Power Station)在1957年12月才建设完成，开始积累运行经验，且在经济上构成了一次失败先例②[32]。但早在1955年末，美国就宣布已由私人资本购买了三座核电站，在拉丁美洲投入建设[15]。此时，原子能的和平利用还处于开发阶段，不论是核电企业的技术人员还是美国原子能委员会内部及外部专家，所掌握的核电站技术和经验都非常有限。但这一激进的举措还是令美国在和平利用原子能领域，保持了相对于苏联的优势。

1956年1月，美国原子能委员会确信它已顺利启动了艾森豪威尔总统的"原子为和平"计划，这是美国外交政策中的一个重要、有利的因素；美国国务院承认，这一计划在心理上是成功的，但背后仍是不确定的和无法估量的风险[19]319-320。"这些国家最终做出了技术选择——他们所渴望的正是美国意在使他们产生渴望的东西——而这些技术选择却凝固成了一份与最初表达的愿望相去甚远的礼物，核武器扩散、反应堆熔毁和新殖民主义等初期的反乌托邦正在崛起" [3]。

3　反思原子乌托邦

在一个熵不断增加的宇宙中，人们发现计划出

① 1955年6月11日，艾森豪威尔在美国宾夕法尼亚大学百年毕业典礼仪式上发表演讲，宣布美国准备在双边合作的基础上和平利用原子能，包括帮助其他国家获得研究型核反应堆，培训可以建造和运行能源型核反应堆的技术人员。

② 希平港核电工程原预算为4800万美元，可在实际建设中却耗费了8400万美元，其中相当一部分用于开发操作设备、使相关人员弄清楚大规模核电站的运作模式。 尽管这座发电站的发电成本是常规发电站的7倍，但产出电力只有此后标准核电站的6%。

错的方式比计划正确的方式多，产生反乌托邦的方式比乌托邦的方式更多。《能源政策》(*Energy Policy*)中的研究统计，1947—2007年，全球共发生了63起核事故。若包含间接造成的死亡人数，核事故是所有能源系统中导致伤亡人数最多的(20万~35万)；核电站在所有能源事故中的经济成本也最高昂，占1907—2007年所有能源事故相关财产损失的41%(共166亿美元)[33]。值得注意的是，71%的事故(63起中的45起)发生在美国，这一事实驳斥了严重事故不会发生在高度监管核设施的国家的观点[34]。但这里计算的仅是核事故在生命和财产损失方面的绝对成本，生态成本、社会混乱、美学价值损失和非致命伤害等相对成本还需另作考量。

2015年，瑞士与丹麦的研究团队根据1946—2013年的核事故数据，计算了一次性损失超过两千万美元的核事故发生的概率，统计分析的结果包括：有50%的可能性在50年内出现一次福岛或更大量级损失的事故、在27年内出现一次切尔诺贝利(或更大)级别的事故、在10年内出现一次三哩岛(或更大)级别的事故；损失超过两千万美元的小级别事故平均每年将发生一次；若用放射性释放量来衡量事故大小，后期事故的灾难程度是失控的；国际核能事件分级表(International Nuclear Event Scale)是为传媒和公众更易了解事故影响而作的分类，但其在损伤和放射性释放值方面并不一致，若按二者协调的方式加以计算，福岛核事故的灾难等级应在10~11级之间——超过当前标准中最高的7级[35]。核电站的风险也不仅限于一代人，麻省理工学院的跨学科团队使用最前沿的概率风险评估工具，根据核电站从2005年到2055年的预期增长情况，预估至少会发生四起严重的堆芯损坏事故，并警示道："历史和概率风险评估数据都显示出不可接受的事故频率。安全管理或核废物管理失败对公众的潜在影响……使得今天无法给出一个可信的理由，来立即扩大核能的使用" [36]。

这些数据反映出一个核心问题：为什么一方面核工业因频繁的核灾难而不断暴露出重大风险，另一方面原子乌托邦却延续至今，甚至以某种形式得到了加强？福岛核废水排放事件，更反映出这一问题的现实紧迫性。

英国能源政策学者索瓦库尔(Benjamin K・Sovacool)指出，现代大型能源系统中的技术系统和子系统越是复杂、越是相互依赖，其脆弱程度就越高。索瓦库尔在分析了大量研究成果后，总结出导致系统脆弱性的四大因素：技术系统的复杂性(complexity)、紧密耦合的特性(tight coupling)、高交互速度(speed of interaction)以及人类设计者与操作者的易错性(fallibility)。复杂且紧密耦合的系统在应对快速变化的外部环境时难度更高，几乎没有出错空间；系统组件的相互依赖与高速交互意味着一旦系统出现局部故障，也将产生级联效应；人类的易错性则加剧了上述每一种产生风险的趋势。核电站以及类似的大规模能源技术本身的复杂性，使得人们很难透视系统运作的全景；一旦问题产生，紧密耦合就会使失误扩散；系统失误如多米诺骨牌般接续发生，发生故障速度往往会压倒预防进一步故障的努力；资本密集意味着一旦出现失误，将产生更严重的后果；支持者中的选择偏见与傲慢，助长了人类的易错性——这意味着那些能源系统继续选择失败的技术，高估其优势，却低估其成本，从而使技术风险与经济风险、政治风险彼此交织，扩大了技术系统的脆弱性及后续影响[33]。

在核能的商业利用方面，美国原子能委员会在本土及部分海外国家/地区确立了延续至今的以企业为主、政府支持的政界-工业界合作关系。在自由企业制度的框架内，企业充分发挥了其在商业核能展示和推广利用方面的作用。20世纪50年代中期，尽管当时核技术还处于发展的初级阶段，对反应堆设计、建设申请的审核只能建立在个案基础上，美国原子能委员会却急于推进商业核电站项目，同一时间支持多种反应堆的设计方案。原子能委员会对看得见、摸得着的核电建设项目的关注，远远超过了看似虚无缥缈但理应优先解决的安全问题。1956年，美国动力反应堆开发公司(Power Reactor Development Company，PRDG)向原子能委员会提交了快中子增殖堆建设申请。该堆型在当时是技术超前的堆型，反应堆安全咨询委员会对此设计持保留意见，在一份向美国原

子能委员会提交的内部报告中指出：就目前提供的材料，无法保证该反应堆投入运营后不会危害公共安全。然而，原子能委员会执意批准该申请，刻意向原子能联合委员会隐瞒了反应堆安全咨询委员会的审查意见。这一事实被揭露后，原子能委员会因对商业核电发展的激进倾向和对核安全监管的失职而饱受诟病[37]。

一旦大规模技术系统进入社会和经济领域，其发展就不再是单纯的技术内部问题。冷战催促着大国在核科技领域的快速突破；运营商倾向于选择直接和立即使他们受益的系统；从事各种能源项目的科学家和工程师，往往低估了与他们的项目相关的技术挑战；人们对进步和现代化的普遍看法、对技术效率的不懈追求、对等级管理的偏好、对规模经济的寻求、对大规模尖端技术直接可行性的固有信念等因素，逐渐成为经济思维和技术思维的主流传统。这种对大科学和高技术潜力的过度乐观，导致大规模能源技术的支持者夸大了人类管理复杂系统和把握自然现象的能力，相应也就削弱了有效的应急筹备与快速响应能力，构成人类高能耗生活方式的一个棘手特征。

4　结论

20世纪50年代，和平利用原子能运动的起步遇上了冷战与民族独立运动的开端，国际竞争的多层次化、科学的国家化、核科技本身的特殊性等因素，促使原子能的和平利用成为冷战竞争中的“关键领域”。正如一些学者强调的，“技术的发展往往没有预先设定的可预测或普世化的社会后果；相反，技术的发展是一种社会现象，产生它的社会持续塑造着它”。[38]在紧张的国际形势下，谁能更早、更快地建设核工业，建造功率更大、产能更大、数量更多、影响范围(特别是海外范围)更广的核设施，成为判断优势方的量化指标，从而使需要长期研判风险的大型科技项目，变得紧迫起来。一个重要事实是，竞争方式也是竞争的重要部分。当博弈者的注意力仅集中于竞争对手、成本与收益、竞争优势时，就会疏于对竞争方式的反思，有意或无意地卷入“竞争方式陷阱”[39]。

在和平利用原子能运动中，冷战竞争推动美苏基于现实的利益考量，塑造出“美式”和“苏式”原子乌托邦；与冷战并行的民族独立运动推动着冷战大国以外的国家步入原子乌托邦，借助美苏的核援助战略，用以实现自身战略目标。

20世纪30年代，美国宣传研究先驱哈罗德·拉斯韦尔(Harold Lasswell)把“宣传”定义为“通过控制有重要意义的象征符号，来操纵集体的态度”。二战结束后，原子能就成为这样强有力的符号，正如艾森豪威尔所言：“原子随时可以成为人类顺从和不知疲倦的仆从”[21]2，人们确信原子可以在短期内被人类“驯化(domestication)”，并作为国家政治、外交的工具加以重用，期间出现任何问题都是暂时的。因此，塑造乌托邦的过程可以被理解为一种“说服行为”，其结果是，塑造者不仅说服了对方也说服了自己。核工业体系不止是一条门类繁多又环环相扣的产业链，还是一个庞大又复杂的科技系统，系统的主要特征之一是对初始状态的依赖，早期的观念、早期的技术选择、早期的利益关联都将影响深远。一方面，高耗能的生活方式、对技术效率和规模经济的不懈追求、对人类管理复杂系统和把握自然现象的过度乐观以及政治社会领域的利益权衡等因素，构成了原子乌托邦得以发生与强化的动力：另一方面，大型能源系统固有的脆弱性与前者在现实中持续碰撞着。

如何超越原子乌托邦跨越半个世纪的笼罩，重新审视新兴技术发展效率与安全底线间的均衡？冷战初期和平利用原子能运动这一案例，为研究者提供了重要历史资源，尤其是在理解技术产生的环境，理解人们如何构思技术、看待技术以及选择如何使用技术等方面，提供了事实性参考。

致谢

本文受益于中国科学院自然科学史研究所刘益东教授的方向指引和悉心指导，有幸得到美国加州州立

理工大学普莫娜分校王作跃教授在原始资料方面的亲切帮助，也要特别感谢导师刘晓教授的指导，在此谨致谢忱!

参考文献

[1] Walker J S, Boyer P. By the bomb's early light: american thought and culture at the dawn of the atomic age[J]. Technology and Culture, 1986, 28(2): 393.

[2] Krige J. Atoms for peace, scientific internationalism, and scientific intelligence[J]. Osiris, 2006, 21(1): 161–181.

[3] John K. Techno-utopian dreams, techno-political realities: the education of desire for the peaceful atom[C]// Gordin M D, Tilley H, Prakash G. Utopia/Dystopia: Conditions of Historical Possibility. New Jersey: Princeton University Press, 2010: 151-175.

[4] Gordin M D, Tilley H, Prakash G. Utopia and dystopia beyond space and time[C]// Gordin M D, Tilley H, Prakash G. Utopia/Dystopia: Conditions of Historical Possibility. New Jersey: Princeton University Press, 2010: 6-9.

[5] 刘大椿. 审度: 马克思科学技术观与当代科学技术论研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2017: 1-6.

[6] 樋口敏広, 奉湘宁. 放射性尘降、健康风险评估与美国核禁试政策[J]. 科学文化评论, 2020, 17(3): 33-53.

[7] Obninsk I H. 1955: The world's first nuclear power plant and "the atomic diplomacy" by soviet scientists[J]. Historia Scientiarum, 2016, 26(1): 25-41.

[8] Malenkov G M. Ochyotnyi doklad Tsentral'nogo komiteta VKP(b) XIX s"ezdu partii (the report of the Central Committee of All-Union Communist Party-Bol'shebiki- to the XIX congress of the party)[EB/OL].[2022-3-10].http://stalinism.ru/dokumentyi/materialy-xix-s-ezda-vkp-b-kpss.html?tmpl=component&print=1&page=.

[9] Daniel J L, Erin R M. Foreign relations of the united States, 1955—1957, regulation of armaments; atomic energy, volume XX, document 14 [A]. Washington: United States Government Printing Office, 1990.

[10] White House. Outline of American atomic strategy in non-military fields [A]. Washington: U.S. Declassified Documents Online. Oct 6, 1952. CK3100238983.

[11] John A B, Lisle A R, Charles S S, et al. Foreign relations of the United States, 1952—1954, Western European Security, volume Ⅴ, part 2 [A]. Washington: United States Government Printing Office, 1988 :1752-1753.

[12] Robert B. Nuclear Non-Proliferation: Congress and the Control of Peaceful Nuclear Activities[M]. Colorado: Westview Press, 2019: 70.

[13] Dwight D. Eisenhower, Atoms for Peace Speech [EB/OL]. [2022-3-10]. https://www.iaea.org/about/history/atoms-for-peace-speech.

[14] 胡腾蛟. 艾森豪威尔时期的原子和平宣传[J]. 历史教学(下半月刊), 2015(4): 61-67.

[15] Eimer B. Staats provides a draft Operations Coordinating Board progress report on nuclear energy projects and related information programs and the effects of these programs on foreign opinion of the U.S. Memo [A]. Washington: White House. Nov 23, 1955. CK3100159934.DDRS.

[16] Lewis L. Strauss, "too cheap to meter: it's now true" (speech to the National Association of Science Writers, New York City, 16 September 1954) [EB/OL]. [2022-3-10]. https://atomicinsights.com/too-cheap-meter-its-now-true/.

[17] United States Government Printing Office. Participation of the United States Government in international conference: July 1, 1955-June 30, 1956[R]. Washington: United States Government Printing Office, 1958, 38-46.

[18] Charpie R A. The geneva conference[J]. Scientific American, 1955, 193(4): 27–33.

[19] Hewlett R G, Holl J M. Atoms for Peace and War 1953—1961[M]. Berkeley: University of California Press, 1989.

[20] 奉湘宁. 冷战初期的国际科技交流: 聚焦首届和平利用原子能国际会议中的若干共识[J]. 广西民族大学学报(自然科学版), 2021, 27(2): 48-58.

[21] United States Atomic Energy Commission. Report of the United States Delegation to the International Conference on the peaceful uses of atomic energy held by the United Nations, August 8-20, 1955, Geneva, Switzerland with Appendices and Selected Documents[R]. Office of Scientific and Technical Information (OSTI), 1956.

[22] Union Carbide and Carbon Corporation, "Background Data: The United States Exhibit Reactor"[A]. July 1955, Chicago: University of Chicago, Regenstein Library, IACF Papers, Box 259, Series 2, Folder 4.

[23] Laura F. Atoms for the World: United States Participation in the Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1957: 139.

[24] Boyle A. “Banishing the atom pile bogy”: Exhibiting Britain′s first nuclear reactor[J]. Centaurus, 2019, 61(1/2): 14–32.
[25] Glenn T S. Journal of Glenn T. Seaborg (1946—1958), January 1, 1955-December 31[A]. Berkeley: University of California, Lawrence Berkeley Laboratory, 1991: 247-248.
[26] Rubinson P. Project plowshare: the peaceful use of nuclear explosives in cold war america[J]. Presidential Studies Quarterly, 2017, 47(2): 399–400.
[27] Krige J, Barth K H. Science, Technology, and International Affairs[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 2006.
[28] Medhurst M J. Atoms for peace and nuclear hegemony: the rhetorical structure of a cold war campaign[J]. Armed Forces & Society, 1997, 23(4): 571-593.
[29] 苏联部长会议发表声明在促进原子能和平用途的研究方面给予我国和其他国家以科学、技术和工业帮助[N]. 人民日报, 1955-1-18.
[30] Hall J A. Atoms for peace, or war[J]. Foreign Affairs, 1965, 43(4): 602.
[31] Operations Coordinating Board. Nuclear energy projects and related information programs [A]. Washington: White House, 21 Dec. 1955. CK2349159951. DDRS.
[32] 美国核电技术发展简史[J]. 世界博览, 2009(15): 11.
[33] Sovacool B K. The costs of failure: a preliminary assessment of major energy accidents, 1907–2007[J]. Energy Policy, 2008, 36(5): 1802–1820.
[34] Sovakool B K. The accidental century–prominent energy accidents in the last 100 years[J]. Exploration & Production, 2009, 7(2): 132-137.
[35] Wheatley S, Sovacool B, Sornette D. Disasters and dragon kings: a statistical analysis of nuclear power incidents and accidents[J]. Risk Analysis, 2017, 37(1): 99–115.
[36] Beckjord E S, et al, The Future of Nuclear Power: An Interdisciplinary MIT Study[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2003: 22-48.
[37] 禹庚. 美国商业核电站监管的进化与发展: 基于美国核能监管委员会的发展史[J]. 全球科技经济瞭望, 2014, 29(3): 35-43.
[38] Howcroft D, Fitzgerald B. From utopia to dystopia: the twin faces of the internet[C]//Information Systems: Current Issues and Future Changes, Proceedings of IFIP WG8. 1998, 2: 49-70.
[39] 刘益东. 竞争方式陷阱与匿名核袭击: 科技重大风险治理的当务之急[J]. 山东科技大学学报(社会科学版), 2021, 23(1): 1-4.

Movement for Peaceful Use of Atomic Energy and the Practice of Technological Utopia in the Early Cold War

Feng Xiangning

School of Humanities, University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049*, China*

Abstract: Focusing on the movement for the peaceful use of atomic energy in the 1950s, this study analyzes the process of shaping, developing, and triggering risks. Additionally, it provides a reflection of the atomic utopia. The collation and analysis of archival reports, memoirs of witnesses, news reports, and relevant comments show the extensive implications of early ideas, technological choices, and interest relations in the field of nuclear application. The Cold War promoted superpowers to use the existing nuclear foundation to shape the atomic utopia, and the national independence movement encouraged other countries to enter the abovementioned utopia using nuclear power to achieve their own strategic objectives. The high energy consumption of modern society, unremitting pursuit of technical efficiency and economies of scale, excessive optimism of humans in managing complex systems and natural phenomena, and balance of interests in political and social fields promoted the emergence and strengthening of the atomic utopia, thereby mitigating the inherent vulnerability of large-scale energy systems.

Keywords: atomic utopia; movement of peaceful use of atomic energy; nuclear energy system; cutting-edge technologies