

ATOMIC AWAKENING



原子的觉醒

——解读核能的历史和未来

[美] 詹姆斯·马哈菲 著 戴东新 高见 主译

A NEW LOOK AT THE HISTORY
AND FUTURE OF NUCLEAR POWER

科学新文献

原子的觉醒

——解读核能的历史和未来

[美] 詹姆斯·马哈菲 著

戴东新 高 见 主译

戴东新 高 见 孙瑞霞 译

李 杨 陈永庆 成 功

上海科学技术文献出版社

内 容 简 介

核弹头和核能是两种完全不同的技术,本书对世界核能发展的历史进行了系统的介绍,详细描述了核能发展的道路既漫长又曲折,时而进退维谷,时而险象环生,时而突飞猛进。展示了核能作为清洁能源、充足能源、环保能源的广阔前景。

前言

只有知情人才懂的笑话

这本书书名中的“原子”一词是个由来已久的用语，绝不会消失。这个用语极富魅力，不时出现在有关核问题的讨论中，其实也是对一部年代久远、业已为人忘记的文献的再现。

1909年，加拿大化学家弗雷德里克·索迪(Frederick Soddy)和伟大的物理学家欧内斯特·卢瑟福(Ernest Rutherford)共同研究出版了一本书，详细介绍了有关放射性元素辐射源的最新发现，并对镭进行了阐释。他和卢瑟福已证明了核射线的存在，它来自最近发现的可以裂变成为较轻元素的一种金属。此金属的发现者玛丽·居里夫人(Marie Curie)把这种新型有辐射的元素命名为镭，对此种元素应用可能性的推测拉开了帷幕。卢瑟福戏谑地称如果有人能找到引爆装置，这种放射性的固体金属很可能会释放出裂变波，让“这个旧世界顷刻化为乌有”。索迪赞同这个说法，但他对此并不担心，仅凭简单的逻辑推理就可以知道：这种非同一般的进步仍是幻想。

索迪的书被科幻作家 H. G. 威尔士看中了。功名成就的威尔士先后出版了《时光机器》(1895)、《隐身人》(1897)、《世界大战》(1898)和《月球上的第一个人》(1901)。他还彻底改革了科幻小说，或者至少说他继儒勒·凡尔纳(Jules Verne)之后给了此类小说新的生命。《镭的释析》让他有了创作一部新小说的想法，1914年他发表了《世界解放了》。

这本书并非是威尔士最畅销的小说，但可以说是他最重要的一部作品。在《世

界大战》中,威尔士预测了世界大战将使用极具威力的炸弹。炸弹使用放射性衰变物质作为爆炸成分,一颗炸弹就能毁掉整座城市。他把这些极具破坏力的设施称为“原子弹”。

从技术角度讲,威尔士对这些武器相关技术的描述令人迷惑不解。他对此做了如下描述:

联军使用一块块纯卡洛林金属,外面涂着一层用密封薄膜封好的未氧化的诱导物。两个把手间有个小明胶按钮,用它来控制弹头的发射,让空气进入感应器,这样一来,卡洛林金属球体外层出现了辐射能。它释放了新的电感应,几分钟后整个弹头便成了炙热的连续爆炸物。

虽然这个科学描述让人摸不着头脑,可是这本书至少在敢于对社会进行挑战的专业技术人员那儿备受青睐,在核科学家这个小群体中被广泛阅读。这本书的预测相当准确,谈到了人为引发辐射能方面的问题将在1913年得到解决。匈牙利杰出的物理学家里奥·西拉德(Leó Szilárd)在1932年读了这本书后,深受启发,提出了辐射释放的种种方法。1933年,他解决了自持核裂变问题,并于1934年对核反应堆申请了专利。

到第二次世界大战时,“原子能”这个术语已消失。1911年卢瑟福发现了核子,大家都知道了辐射源于核衰变或裂变,并非是原子的过程。原子过程诸如化学反应涉及相对力量比较薄弱的围在原子核外面的电子云。后来得以证明强大的核结合力是较大能量的来源,是辐射源。在战争时期,核研究这个神秘莫测的领域,是不准使用解释性的头衔或术语,事物必须有一个精确的名称。在美国新墨西哥州进行实验的核弹称之为“小器械”。在日本广岛落下的核弹称为“小男孩”,在日本长崎落下的核弹称为“胖子”。人们把在战时扔下的核武器称为“原子弹”,直言不讳地轻易道出了H. G. 威尔斯对于毁灭性杀伤武器的描述。这可真是一个只有知情人才懂的笑话啊。

战争刚结束不久,整个世界都了解了有秘密的核试验,H. G. 威尔斯发人深省的故事中“原子弹”这个术语引发了公议,1946年,美国国会建立了原子能委员会,这个术语便成了正式用语。然而这个术语对于一个严肃的政府机构未免显得有些过时,1974年,当原子能委员会被听起来更顺耳的美国核管会所取代时,它也就不复存在了。这个术语还用在日本核能委员会、巴基斯坦核能委员会、印度核能委员会与法国核能委员会中,并在各类出版物中不时出现。

简介

谜团中的悖论,幻想中的悖论

写作这本书的主要目的并非推销原子能。原子能很早以前就惠及人类。这种新能源的早期迹象在 1939 年出现了,那时大家都隐隐约约地感到能源危机迫在眉睫。道格拉斯·W. F. 梅耶(Douglas W. F. Meyer)在《发现》杂志上发表了名为《来自于物质的能量》^①的文章。他的文章是这样开头的:

自从人们首次察觉到了能量的自然资源非常有限以来,技术专家们一直对开发原子的潜在能量念念不忘。虽然我们还不能说原子能“近在咫尺”,但有资料显示最近几个月来我们在获取它的方面已经向前迈进了一步。在纽约,已使用原子能进行化学反应,而在法国,参与此项研究的科学家们一想到把原子和它们的结构破坏掉,让其中的巨大能量突然释放出来,就对此忧心忡忡。梅耶文章发表的时间

^① 我这条晦涩难懂的知识来源于亨舍尔飞机制造公司的一份文件的影印本,那还是在 1941 年 8 月 5 日,在一家意大利通心粉库房的桌子下面,传到我手里,来源不明。标题是“核物理技术的地位和潜力”。很明显,这是一份第二次世界大战中一家德国航空公司进行的核物理应用情况的调查报告。德国的信息安全一如既往,亨舍尔飞机制造公司对第三帝国业已着手的一个关于原子弹工程的项目一无所知,他们当时认为是把什么东西从飞机中投了下来,一点儿也没错。报告中还囊括了所有报纸和杂志中与核工程和推测相关的文章,都是战前在美国写的。

真是凑巧。

文章发表几周之后,第二次世界大战在欧洲战场上爆发,对原子潜在能量的讨论戛然而止,当时人们只疯狂地追求它的军事用途,并严加保密,相关的任何信息不再传播流动,短短的6年过后,即在1945年8月,美国将两颗原子弹投向了日本。两周之后一份官方文件发表了,谈到原子能应用的军事目的。与此同时美国普林斯顿大学物理系主任,亨利·狄胡夫·史迈斯(Henry Dewolf Smyth)发表了《1940—1945 美国政府资助下原子弹发展的官方报告》^②。随着该报告的发表,公众的想象力又得以激发,自然能源很是有限这个主题又严肃地被提到日程上来。关于它在工业方面的应用范围的心理战打响了,这时对战时核武器研究已经解密,可以把它用在支持民用电力建设方面。

这可不是容易的叫卖。核能有两大矛盾特征。一方面是可怕的超级炸弹,它可以瞬间让文明毁于一旦,使每个幸存者由于放射性沉降物而慢慢死去。这颗超级炸弹几十年来还保持活力,没有驯服,威胁程度不会削减。当弹坑的预测直径超过8千米(5英里)时,遭受损失的估计值会很抽象,意义不大。建议公众为了不让自己受到核武器的伤害,应在后院挖一个地窖。政府宣传册上说明了挖地窖的操作方法,还谈到了小学如何进行“炸弹即将来临训练”。这样一来,核话题方面就没有什么令人愉悦的氛围了。

与此相反,核能也展示了作为清洁、充足能源的前景,它不用从国外进口可燃性碳氢化合物。美国本身就可以让能量自给自足,大气也不会因为有煤灰或因接受国外的物质受到污染。还必须让公众相信核弹头和核能是两种完全不同的技术,一提到核能,我们不应该想到气化和无菌弹坑。当然这一点确凿无疑,但是就核子分裂产生的放射性碎片来说,两个概念有个交叉领域,它为核弹和电厂均提供共同的能源。所以到今天为止,这个交叉领域对于公众理解核科技还是个难题。不妨回顾一下,第二次世界大战后期,时局比较乐观,前景良好,这可是探求能源生

^② 这份来自美国曼哈顿的官方报告大众版是战争结束几天后发表的,描述了那时国家的安全战备情况,这个事实着实令人震惊。在前言中,少将L. R. 格罗夫斯(Major General L. R. Groves)说“国家安全不允许把整个情况全盘托出”。1962年,他在所著的《现在可以全盘托出了》中又对这个说法加以补充。书中增添了有趣的细节,但是并没有谈到尚未完全公布的国家秘密。亨利·斯麦斯(Henry Smyth)没有收到版税,因为大家认为这是一份政府报告。

产新观念的最有利时机。1954年9月16日,原子能委员会主席刘易斯·L.斯特劳斯(Lewis L. Strauss)在美国国家科学作家协会的讲话中说:“用不了多长时间我们的孩子就可以在家中享受便宜的电源了。”^③

演讲十分精彩,但“能量非常便宜”这个说法未免乐观得过了头,核工程发展应该基于合理的基础。斯特劳斯那时如果这样说就会更有预见性了:“用不了多久,我们的孩子在家中享用的核能要比煤更昂贵,但绝不是全球变暖的罪魁祸首。”斯特劳斯的原子能委员会,简称AEC,肩负着重任:积极促进民用核能工程的发展,解除公众对核科技中可能存在的某些细节问题的担忧,控制核工厂。政府笨拙的掩饰和不必要的保密只能降低公众的信任,20世纪60年代末,乐观主义变成了怀疑主义便是例证。

到20世纪70年代,美国已经历了核能的试验阶段,没有出现停滞,极力在全国转变推广,然而在环保和公共安全领域出现了严厉的抵制活动,从而阻碍了这方面的发展,整个国家又倒退到核能前一个时期。核工程在公众的攻击之下,有些困惑,徘徊不前。在此攻击中,核工程对于工程领域来说,外界的批评很严酷,以至于连内部批评就让这个体系难以承受。核反应堆、核工厂、辅助设施及相关设施,如废物处理系统、燃料储运技术等趋于保守,在工程技术方面几乎回避风险,缺少革新。

1979年3月,在这种沉闷的气氛中,美国宾夕法尼亚州哈里斯堡三里岛(Three Mile Island,简称TMI)核工厂的二号反应堆核心周围出现了失水,熔堆事故发生了,这都是一系列操作失误造成的。公众的情绪难以控制,通用公共设施公司损失惨重,这沉重打击了美国的核能发展。

大家都认为三里岛熔堆事故让美国在核能发展方面趋于停滞。此种说法不对。核能发展在此事故出现之前就停止了多年。三里岛事故只是它的遗骸罢了。令人担忧的不是蘑菇云状的爆炸,不是城市有可能被夷为平地,而是核能发展失去了最基本的思想导向。刘易斯·L.斯特劳斯的话语在耳边回响,文明还不能对自

③ 斯特劳斯还说:“……孩子们会了解到世界的饥荒已成为历史;他们可以轻松地海上、海底和天空旅行,毫无危险,速度极快,寿命也比我们长得多,疾病很快就会治愈,人们也逐渐明白了老龄化的原因。和平时代就要来临。”恐怕再也没有比1954年的这篇讲稿更能展示人类美好前景的了。

已发展到何种阶段有清醒的认识,只要我们记得自己对能量的需求还是最低标价,这一点决不会被忘记。虽然用煤很方便,但不用煤发电是出于对清洁能源的考虑。燃烧煤是因为它价格最为便宜。

斯特劳斯“核能很便宜”的说法至少部分来说是对的。在燃料方面所使用的资金投入,包括开采、加工、储存和运输,实际上都等于零。微量的核燃料就能产生巨大的核能。问题是核工厂自身所需的预支投入。煤发电厂建厂便宜,启动昂贵。核电站启动便宜,建厂投入很大。从资金投入角度来看,关于核电站的使用寿命,还是把资金投入核燃料上,而不是过分关注最初建设上为好。经济投入是核能发展的杀手,并非三里岛二号核反应堆的熔堆事故。

1977年,因为经济方面的现实问题,核能发展停滞,偃旗息鼓了。想建设核电站的请求停止了。进行核反应堆试验的命令撤销了。一些仍在建设中的核电站依然进行着,但一些核电站建设项目流产了,有一些直接转为煤发电厂。美国核发电产生的电力只剩下20%,从此以后一直这样。核电成了能源的行尸走肉,勉强维持着,既没有向前发展,也没有回落。

1986年,前苏联乌克兰普里皮亚季的切尔诺贝利老化的石墨反应堆爆炸融堆,把普里皮亚季这座城市夷为平地,核电站损毁,爆炸发生的辐射云笼罩着北欧上空,俄国作为技术强国的声名大损。这对美国核能专家未造成丝毫影响,要知道美国核科技已炉火纯青。

之所以说这本书的目的不是兜售核能,是因为现在已用不着解释其使用的原因了。一直默默无闻的核能,现在可是崭露头角的时候了。也就是说,对核能的需求正好和核能飞速向前发展吻合。无论大家喜欢与否,工业世界别无选择。燃烧煤和石油的时代已结束,要知道大气化学、全球环境污染让我们濒临绝境,燃烧碳氢化合物的代价太高。我们需要风能、太阳能、地热、氢和其他可以使用的能源,但最基本的能源一定是连续运作的高产核电站。当读到此时,大家一定意识到了核能发展时刻的来临。

亲爱的读者,大家对核能已经有了自己的观点,无论是肯定的还是否定的,无论哪个立场似乎都源于错误的理由才形成的。30年来,自从核科技处于冬眠不觉

醒的状态,对于公众在这方面的教育停滞了。理工科学校在核工程方面的研究项目停滞了,研究中的核反应堆停工了,核反应堆及其附属系统的制造厂停业了,被卖给了外国厂商,核工程师们成了作家。大家可能还不能充分理解自己反对或赞成的原因,因为近 30 年来,核科学教育知识,从小学到大学,很不完整。

这本书旨在重新开启对核能的看法,让大家了解核能的发展历史。既不是原子能委员会对核技术认可的观点,也不是对所有与核技术有关的东西进行尖刻的谴责和批判。本书试图为大家讲述了一个有趣的故事,故事一开头提到了这个神奇的,看不见,摸不到,闻不着的东西是如何变成现实的。

如果大家曾在科学研究领域工作过,一定会记得某一类型的研究人员。这种人很是正统,办事精确,是无神论者,不会相信超自然现象或以目前的物理模型来看不可能存在的事物。这些研究人员让我们想问题一条线,这些人不允许浪费时间,不允许徒然的尝试努力、办糊涂事。事实上如果没有这批人,科学就会迷失方向。这些人是优秀的实验员,然而,如果想去新发现、如果想在边缘科学方面做些研究,他们便成了阻力。如果我们现在万物的物理模型都绝对正确,毫无疑义,那么就没什么发现可言了,任何对此模式的正确性提出质疑的说法都要被封杀。可是要知道,推动事物向前发展的关键在于必须有这种思维模式——把不可能变成可能。

不妨回想一下艾萨克·牛顿(Isaac Newton),他开辟了微积分领域,阐述了运动定律,创立了物理科学。他也是位多产作家,作品的 3/4 都与唯心论和玄妙论有关^④。阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein)博士以他的相对论和光电理论闻名世界,彻底动摇了原来的物理学,使之发生了革命。在后期几十年里,他一直研究统一场论,这种理论在数学上如此抽象,给人的感觉像是更接近宗教而非物理科学,与此同时他还写了一些关于宗教理论的文章。这些当然是天才的典范,但是我们可以看出一点:如果没有给超自然力量留些敬畏的空间,那么物理科学的已知规律就只能保留在原始状态。

④ 牛顿是个多产人士,但是他的作品没几个人去拜读。很多文字都是不可破译的密码。这位微积分和运动定律之父,主要是位化学家,其绝大多数关于化学方面的笔记和书稿藏于以色列犹太国家与大学图书馆。他花了大量时间去破译圣经中的深奥信息,但是收效甚微。

以上便是 19 世纪末的情况。经过了几百年史无前例的技术进步与革新,整个世界的科学知识含量到了巅峰。富有效率、能量巨大的蒸汽机启动了文明运行机制。制造了涡轮机、内燃机,使用了电气照明,电信技术即刻把新旧世界联系起来。大家了解到太阳光和星光是摩擦生热的结果,同样宇宙空间的微粒彼此碰撞,这是因为牛顿万有引力把它们结合在一起的。不必担心太阳会黯淡失光,科学的精密计算证明摩擦力足以使它接连运行下去。为大家反复强调的物理学领域的信条发挥了充分的威力:如果不动手检验和测量,任何事物都不会存在。

抱着对这一点的执著信念,在这种气氛中,人们突然对一种新物质铀开始观测。一块惰性铀在很远就能影响感光片,不受光屏蔽的影响。这种新发现的影响便是自然中不断出现的辐射。辐射是物理现象,它遵循不可测定律,但是此发现还是倾覆了好几个数据表。进一步的观测证实了以下一点:虽然人类没有意识到这一点,可是从人类伊始,辐射以各种各样的形式已对人类进行了不断的开炮。

对于科学界的实验员们,最初一提到辐射,便觉得那是超自然的迷信,是幻想。对于大众来说,由于缺乏这方面的知识,很容易对辐射假设信以为真。毕竟他们相信鬼神的存在,另外再多加些幻想也无妨。一旦这扇门被打开了,新的发现与日俱增,物理学向前发展义无反顾,发现物质的本质和肉眼看不见的辐射息息相关。理论相连,一个又一个幻想。发现了原子结构,之后又发现了原子核结构。这些都是人们看不到、摸不着的东西,只能通过间接试验才能看清。在此基础上又有了相对论,宇宙显得广阔无边,难以理解,而后又出现了量子力学,似乎相对论已不足以征得人们的信任了。

正如伟大的丹麦理论家尼尔斯·玻尔(Niels Bohr)博士曾经说过的那样:“如果量子力学还没有深深地打动你,是你还未明白其中的道理。”^⑤相比之下,20 世纪 30 年代一直纷繁复杂的理论似乎让鬼神的故事成了真实。理论上讲,质量和能量是互相转换的。核物理中最大的假想被发现了,这可是个大疑团,也就是可以把质

⑤ 若仔细检验,许多著名的科学引文并不存在。例如 1899 年,美国专利局官员查尔斯·H. 杜尔(Charles H. Duell)从未说过什么:“所有可以发明的东西都已经被发明出来了”,虽然我希望那是他说的话。我相信这是尼尔斯·玻尔的话。玻尔博士曾四五次提到这几句耳熟能详的话,当然隔了很长时间才提到一次,只是为了强调这个说法的正确性,这已为历史所证明。

量直接转变为能量。但如何做到呢?

在这学术理论氛围极浓之时,第二次世界大战爆发了。美国,未受到纳粹德国轰炸的袭击,一个自由开放的社会,成了伟大人物汇聚的地方,诸如欧洲流亡的核物理学家爱因斯坦便是其中一位。这是个理想的家园。大家也担心遗留在德国的科学研究用品很可能依据质量能量定律被用于制造武器。果真如此的话,理论上讲,西方文明将毁于一旦。美国成了核物理领域的核心地带。美国免遭炸弹袭击,供给绰绰有余,令人叹服的工业实力,这些都让科学家们迅速解决了此难题。一个意大利人设计的实验成了转折点,此次试验是在1942年12月的一天在美国芝加哥大学完成的。实验做得完美无缺,与预测数据完全一致,实验过程中没有出现困难。这便是第一个核反应堆,实验证明铀裂变发生的一系列自运转的连锁反应产生了大量的能量,而这是质量转换的直接结果。90天后,世界上第一个核反应堆设计并建成。从理论的幻想到工业生产的转变迅雷不及掩耳,直接应用更是史无前例。

遗憾的是所有这些令人振奋的工作和发现因为军事原因一直保密。公众第一次知道核能是因为在日本投下的那两颗核弹头。对反应堆则毫无防范,未加控制,发出的核辐射造成了人员伤亡,建筑在冲击波之下被夷为平地,还有难耐的酷热、大火、辐射沉降物以及遗留的污染,这些便是人们对核能的最初认识。

战后对这个疑团的揭示也反映了其内部存在着让人挠头困惑的矛盾。核能是人类解决能源问题的理想办法。与其他实际使用中的能源诸如煤炭、石油甚至木材不同,核能把物质不加燃烧直接转化为能量,所使用的是完全不同的矿物成分铀。核能没有带来任何大气成分,不使用任何昂贵的有机化合物,可开发的铀储量没任何限制。矛盾在于使用这种理想的能量方法非常危险,我们还未看到这一点,而这其实和它被用为城市破坏性杀伤武器一样显而易见。

这矛盾中最致命的一面甚至让人感到丈二和尚摸不着头脑。如果有人想结束自己的生命,请把两块纯铀用双手贴近。这种惰性金属突然在实验凳上变成了临界物质,产生出巨大能量,致命的用量发出形式多样的辐射会把人炸成碎片。它发光,但不是人们在蒸汽时代前期设想的红光,而像超脱人世的蓝绿光。辐射照到人

身上,把人完完全全烤成褐黄色,像烤箱里的烤鱼条。这种完美理想的能源能让人顷刻之间变成如此光景,真让人感到震惊和遗憾。

当然,这个场面的描述是核武器致死的极端范例。辐射燃烧和辐射致病这种情况很少发生,甚至不一定出现。真正的危害是第二次世界大战之后人们穷追不舍的核技术,核科学当中的核心难题,低辐射也可能造成癌症病变。

此矛盾中的一个子矛盾便是辐射致癌,而辐射也可以治疗癌症。许多癌症治疗方法都使用辐射,但一定强度的辐射又可以诱发癌症。在核能研究的常规活动中,诸如核废料储运,接近治疗癌症辐射强度和牙科 X 光射线强度中有害的核辐射不会出现,可是人们对此还是忧心忡忡。这种担忧也解释了为什么在美国仅有 20% 的能量来自无污染的核。

前途光明,大有希望,这个大疑团中存在着清楚的矛盾悖论,也就是核能操作工作是最安全的职业。如果你是房产经理人、股票经纪人,比起当一个核工厂的工人,更容易死去或受伤,对了,别忘了它能使人致癌。以下各章将带领读者步入核能源的发展和复苏的历史,为大家揭开这个大疑团以及奇思异想中的棘手矛盾。

目 录

前言	只有知情人才懂的笑话	i
简介	谜团中的悖论,幻想中的悖论	v

第一部分 异想天开

第一章	隐身魔法师	6
第二章	两个遗留的问题	18
第三章	爱因斯坦投了颗炸弹	32
第四章	宇宙的另一端	43
第五章	破解原子	54

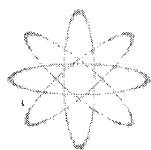
第二部分 不解之谜

第一章	天才的偶然浓缩	70
第二章	来自祖国的危险信号	80
第三章	黑暗中的震惊	97

第四章 隧道口之光	113
第五章 战后计划	127

第三部分 自相矛盾

第一章 追逐权力	148
第二章 开凿运河,治疗癌症,飞往木星	163
第三章 石墨着火了!	181
第四章 核能火箭与核能飞机	201
第五章 高潮、低谷、复兴	217
后记 放射性公园	236
致谢	241
译者感言	242



第一部分 异 想 天 开

