

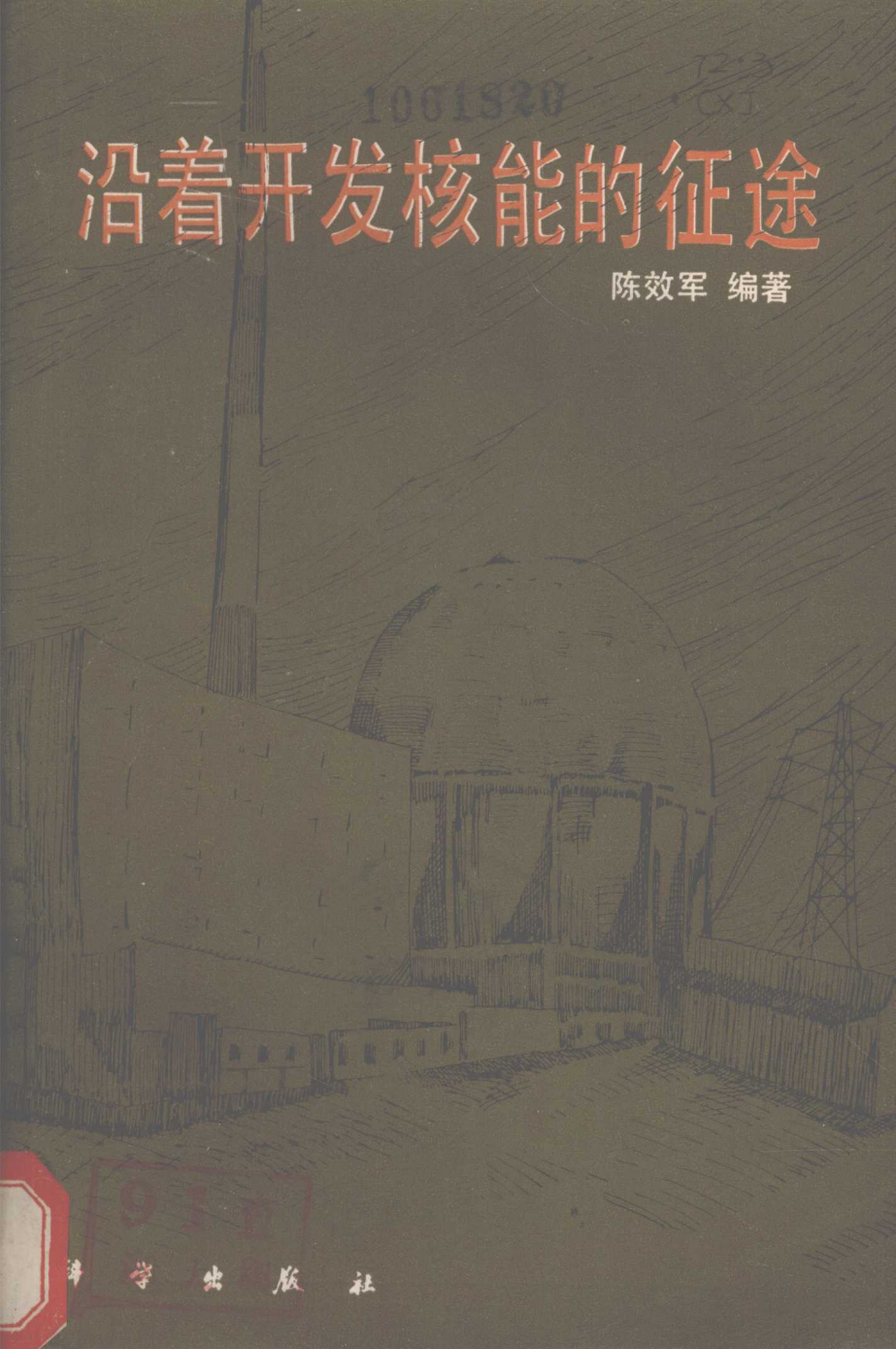
1061820

72.3

CXJ

沿着开发核能的征途

陈效军 编著



91.5

科学出版社

沿着开发核能的征途

陈效军 编著

科学出版社

1986

内 容 简 介

本书以生动的语言叙述了核能开发的历史、现状和美妙的前景。通俗易懂地介绍了有关核动力的基本知识和工作原理。为了回答核能发展中所引起的各种疑问，书中对核电站的安全性、放射性与人类的关系、核废物的最终处置等方面作了重点说明。

本书可供中等文化程度的广大读者阅读，它所阐明的观点和收集的资料，对能源工作者和核技术工作者来说，也是饶有兴趣的。

沿着开发核能的征途

陈效军 编 著

责任编辑 姚平录

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137号

北京市通县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1986年5月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1986年5月第一次印刷 印张：9 $\frac{3}{4}$

印数：0001—1,700 字数：202,000

统一书号：13031·3185

本社书号：4945·13-18

定 价：1.80 元



开发核能的征途

序 言

这本科普读物的诞生得归功于我国核工业界的前辈王淦昌老先生，虽然他自己可能并不知道这个渊源。那是1982年秋天的事，王淦昌先生在一次讲话中热情地宣传了核能在我国四个现代化建设中的应用价值和发展前景。在座的出版工作者听了这一发言得到很大的启发，感到有必要出版一些正确地介绍核能知识的科普著作，使我国广大人民能在核能和平利用的事业中作出积极的响应。

这个任务落到作者的肩上纯属偶然，因为我刚好在事后几天见到了科学出版社的编辑同志。他以十分殷切的心情和信任的口吻鼓励我去进行这一尝试。开始时我以为自己是从从事核动力工作的科技人员，写一下自己的本行总比别人容易一些。但当一开始着手时就发现并非如此。即使是脑海里十分熟悉、完整的内容，当下笔时都忽然变得十分生疏、残缺起来，以致不得不重新考证有关的数据和事实。

掌握了资料以后，又产生一个新的问题。究竟从什么角度来表达这些素材，才能引起大家的兴趣呢？说实在的，很难把握住读者的口味。当我叙述技术内容时，代替广大读者，在脑海中常常出现我朝夕共事的同志们，于是语言也就变得技术化起来。越是自己熟悉的专业，越舍不得丢弃内容，越容易介绍得平铺直叙，甚至显得喋喋不休。有好几次我明显地意识到，不应过于着急地把一切都塞入这个篇幅有限的

小书里，重要的应争取大家愿意把书读完，因此重新作了修改。

出于这种考虑，我不得不在知识性、科学性、趣味性和系统性之间作一些平衡。可能丢弃了某些不应丢弃的东西。如果细心的读者愿意把发现的不足之处告诉我的话，将感激不已。

在写作过程中，我得到了很多同志的支持和帮助，尤其是上海电影制片厂的肖镇同志为本书绘制了精美的插图，借此机会向他们表示深切的谢意。

编著者

目 录

序 言

(1) 当代能源.....	1
1.1 一次重大的智力测验	1
1.2 罗马俱乐部的警告	6
1.3 四点要求	10
1.4 天文学家的畅想	14
1.5 动力工作者的预测	17
1.6 地球的积蓄和收入	22
1.7 天赋的巨型能库	26
1.8 当务之急	32
(2) 核能开发的历史.....	37
2.1 “带葡萄干的布丁”	37
2.2 来自原子内部的信息	41
2.3 能库的钥匙	44
2.4 现代炼金术理论	49
2.5 “超铀元素”之谜	54
2.6 链式裂变反应	58
2.7 原子时代的诞生	62
2.8 为了战后的需要	68
(3) 核电发展的现状.....	72
3.1 挽回声誉的最佳方案	72
3.2 基本原理	76

3.3	瞬息万变的中子数	82
3.4	苏联的骄傲	87
3.5	英国的失算	90
3.6	美国海军的贡献	94
3.7	大有希望的劲旅	98
3.8	独树一帜的加拿大	101
(4)	核电站的安全性	106
4.1	会发生原子爆炸吗?	108
4.2	“中国进发症”	112
4.3	失水事故大辩论	117
4.4	震惊世界的三岛事故	121
4.5	吓人的氢气泡	125
4.6	总统委员会的结论	129
4.7	比三岛更严重的核事故	133
4.8	风险概率	137
(5)	放射性与人类	144
5.1	反核运动一瞥	144
5.2	自古结下的不解之缘	147
5.3	人间有的和天外来的	153
5.4	人间造的和天上掉的	16
5.5	核电站中产生的	16
5.6	在比较中鉴别	17
5.7	救死扶伤	17
5.8	多才多艺	180
(6)	辐射及其防护	186
6.1	看不见的射线	18
6.2	新旧交替中的计量单位	190

6.3	大剂量是有害的	196
6.4	小剂量是	201
6.5	防护标准	206
6.6	它是最毒的物质吗?	211
6.7	核电站的辐射防护	217
6.8	如果想破坏核电站的话	220
(7)	放射性废物的处理	224
7.1	核燃料的前处理	224
7.2	核燃料的后处理	229
7.3	业余原子弹制造者的困难	232
7.4	拘禁放射性的手段	237
7.5	昂贵的葬礼	241
7.6	深海中的墓地	247
7.7	极地冰盖的稳定性	253
7.8	反应堆化石的启示	259
(8)	核动力的明天和后天	263
8.1	越烧越多	263
8.2	太阳与微型太阳	269
8.3	地平线上的曙光	273
8.4	两种可怕武器的组合	278
8.5	被禁锢的幽灵	283
8.6	负能电子的海洋	287
8.7	真空中的大千世界	292
8.8	两个文明的保证	297

1

当代

能源

世界上最快而又最慢、最长而又最短、最平凡而又最珍贵、最容易被人们忽视而又最令人后悔的就是时间。

——高尔基——

1.1 一次重大的智力测验

在法国的孩子们中间流行着一个智力测验题，其中有三个角色：农场主、池塘和水百合。

水百合长得很快，它们的数目每天增加一倍。经过30天它们就会盖满整个池塘，把其中一切生物都毁灭掉。农场主不希望发生这种情况，但忙于很多其它事务，决定当水百合占满半个池塘表面时再干预这件事。

问题(这就是智力测验的实质所在)：“哪一天水百合将

会盖满半个池塘？”

回答：“在第29天。”这样一来，农场主为了挽救自己的池塘，只剩下了一天时间！

在地球上能源所出现的情况与这有些类似。能量的需求不可遏止地增长着，而矿藏燃料资源正在迅速地缩减，这里也存在一个智力测验题：究竟人类还有多少时间（在几十年内，还是在几年内）去寻找新能源？

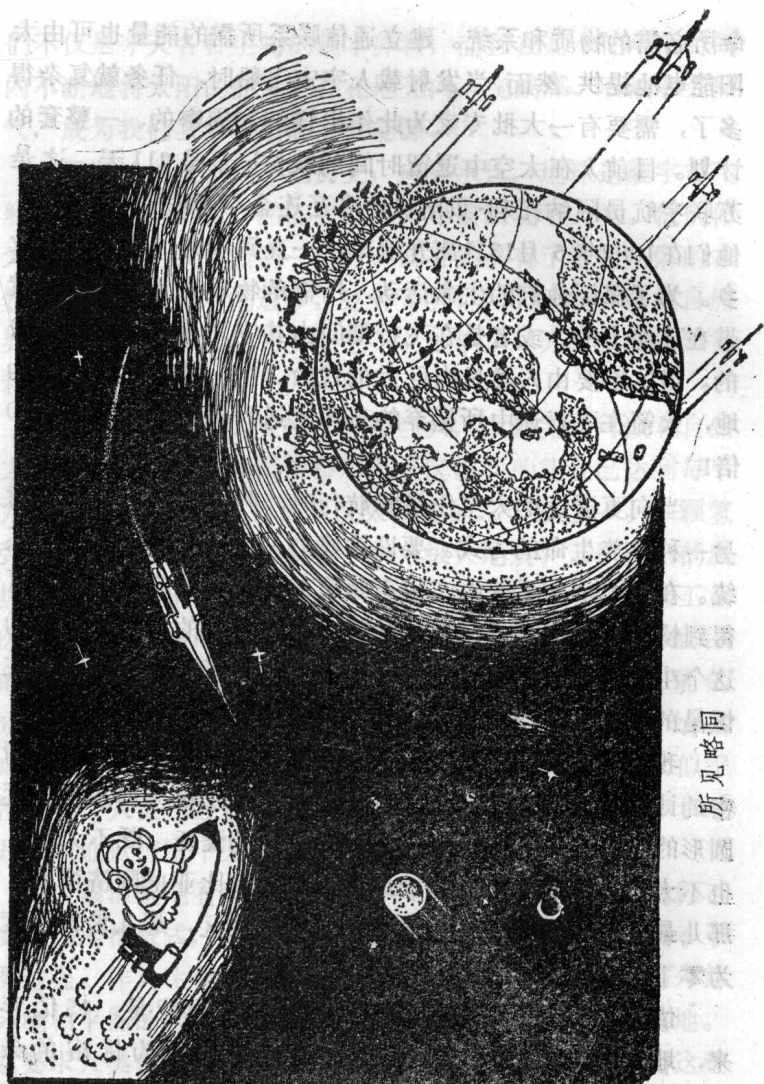
在这个问题上绞尽脑汁的已经不是小学生，而是学者、工程师、经济学家、生态学家和未来学家……。

460年以前，当伟大的航海家麦哲伦与他勇敢的水手们历尽千辛万苦，用了三年多时间，完成第一次环球航行时，人们感到我们的地球是十分巨大的，其中蕴藏着无穷无尽的资源，足以让我们子孙万代生生世世地繁荣下去。

然而在今天的太空时代，当宇航员在飞船中绕地球一周只要一小时左右的时候，大家心目中的地球就明显地缩小了。人们好像从宇宙飞船的座舱中在观察地球，心里不由自主地觉得它在无边的宇宙空间中好像和一个排球差不多大小。这样的印象多半是在中学课堂上看了地球仪而造成的。

然而，让我们先不要站在旁观的角度来评论地球的大小。实际上我们的地球本身就是一艘宇宙飞船。它注定要在广袤无垠的宇宙空间中作永久性的长期航行。在这样的航行中，除了阳光以外，飞船上得不到任何物质和能量的补充，而我们就在这艘飞船上。不仅如此，还必须想到，在这里生活和工作着的不是几名字航员，而是整整45亿男女老少。

理解了这一点后，可对人类的处境作一番重新估计。大家都知道，当发射不载人的人造卫星时，不需要考虑维持生



命所必需的物质和系统。建立通信联系所需的能量也可由太阳能电池提供。然而，当发射载人宇宙飞船时，任务就复杂得多了，需要有一大批专家为此作出详细和周密的、一整套的计划。目前人在太空中逗留时间的最长记录是211天，这是苏联宇航员阿纳托利·贝洛伏伊和瓦连金·列别捷夫创造的，他们在1982年5月13日离开地球，一直到12月11日才返回故乡。为了保证他们的生命活动，所需的物质或者是一开始就带在飞船上的，或者是在飞行期间由其它飞船陆续送上去的。但这都要由人类付出巨大的代价。把一批物资送达目的地，火箭在飞行途中所抛弃的东西比送到轨道上的物资重30倍！

当向更遥远的太空作星际航行时，科学家们不得不考虑另一种供养生命的方式。要设法建立一个闭合的生态循环系统。在这个闭合系统中，每克物质在使用和消耗以后，又可得到恢复和再生。已经设计了很多生态系统的模型。在开动这个生态机器时，只要这艘飞船在整个航行过程中能够处在恒星的照耀之下，就可以考虑利用太阳的能量。

我们地球这艘宇宙飞船在开始时并没有专家为它作过精密的计算和设计，然而它却自动进入了一个极为理想的接近圆形的飞行轨道。它始终受到太阳温暖的爱抚，既不太热，也不太冷。在地球上最热的地区是非洲利比亚的阿济济亚，那儿最高温度达到 58°C ，最冷的是南极地区，那儿最低温度为零下 94.5°C 。

依靠太阳中不断进行的核反应所释放的能量，45亿年来，地球上的生态演化为人类的降生创设了极为优裕的条件，其中十分重要的一个产前准备就是出现了各种植物。它

们不仅是今天各种生物的基本养料，而且在几十亿年的时间内不断地将太阳的能量贮存在地壳内，变成煤、石油和天然气，成为我们当前使用的主要能源。

回顾过去几十亿年的历史，应该承认，地球这艘宇宙飞船航行得相当不错。然而在几百万年前出现了人类。他们作为阳光孕育的大自然的一部分，却开始具有了不同凡俗的本领。随着科学技术的进步，这种奇异的脚动物力图把自然界的一切都置于自己的支配之下。他们为了开发天然的财富和宝藏，移山填海，上天入地。

人类驾驭能量的规模已经相当大，以致完全可以和自然力相匹敌。例如联邦德国鲁尔工业区消耗的能量已达到每平方公里 2×10^4 千瓦，为该地区太阳能的二十分之一。一颗氢弹爆炸所释放的能量相当于一次八级大地震。工厂排出的废热使很多大河的水温猛增。每年通过莱茵河带给海洋的工业废物高达2400万吨，由于污染严重，它获得了“工业化欧洲的尿盆”这一不雅的称号。波罗的海海底附近水中含氧量的减少使那儿实质上已成了死海。有不少种矿物资源开始枯竭，有不少地区开始出现能源的不足现象……。这一切似乎预示着，人类已经度过了自己的黄金时代，而正在一步步地开始向地狱沉沦下去。

应该清醒地看到，最近300~400年中，各种发展指标不受限制地指数式，甚至“超指数式”的增长是一种严重的不平衡过程。作为生物圈一部分而产生出来的人类偏离了与外部环境相平衡的状态。这必然会把人类引向一个危急的境地。它要求人类作出抉择，并从根本上研究自己的策略，而这些策略的最重要的方面之一，就是如何正确地对待能源的开发

和使用。人类整个即将到来的历史将与此有关。

1.2 罗马俱乐部的警告

“未来学”这一名词是柏林自由大学教授费莱希泰姆在四十年代提出来的。近年来由于人们对动荡不安的社会生活、敏感脆弱的经济结构和变幻莫测的政治形势日益感到担忧，因此，未来学的研究工作在西方得到了广泛的开展。1968年意大利出现一个民间的预测未来的机构，名叫“罗马俱乐部”。这个组织是国际性的，会员不到一百人，分属25个国家。据说他们都没有官方的职务，也不宣传本人或本国的政治观点和意识形态。他们的目的只是关心人类所共同面临的各种复杂的重大课题。

罗马俱乐部最初的一个报告是“人类处境研究”。其目的是探讨那些折磨着全世界的问题，如富裕中的贫困、环境的退化、城市的畸形发展、就业无保障、青年的异化、通货膨胀、经济崩溃等等。

1970年俱乐部在瑞士伯尔尼召开会议。美国马萨诸塞理工学院教授福雷斯特提出了一个有可能弄清这些问题的全球模型，并在联邦德国汽车制造商基金会的支持下，成立了一个以米多斯为首的国际研究组织，对人口、农业生产、自然资源、工业发展和环境污染等问题作了全面的数学研究。这一研究成果发表在著名的《增长限度》一书中。

这一研究工作的复杂性在于人类发展的各种参数是互相联系的，而且所有全球性的过程都具有一种惯性。因此在数学上这个课题可归结为解好几千个联立的微分方程式。这只

有依靠现代的计算技术才能办到，对应这个课题的学科领域叫做系统分析。

罗马俱乐部的参加者计算了人类社会发展的若干种模型。其中有一个模型是这样的，即认为进一步的发展将和过去所发生的情况一样。也就是说，不采取任何措施来改变目前的趋势。结果根据计算发现，将出现一种相当可怕的情景。各种参数将继续增长，一直到21世纪初，然而在2030年以后，很快出现一种灾难性的局面。由于资源的限制，人口和工业产品开始急剧下降，而环境污染则急剧上升，文明社会开始萎谢。而到了下一世纪末，污染也将跟着消失。然而这是在一种十分凄惨的情况下的“消失”，对此谁也不会感到高兴和鼓舞。

俱乐部主席、意大利实业家A·贝切伊据此宣称：“地球上正在发生的退化有可能最终导致人这一物种的消灭……，考虑到发展的速度，有根据认为，用不了十年，今天看来还是现实可行的某些挽救措施可能也会从根本上消失掉……。我想说的是我们不能再损失任何一分钟。”

作为一种方案，罗马俱乐部的会员们建议根本性地改变文明社会的行动策略，用完全停止生产的发展，严格控制出生率，严格控制资本的投入并对它们进行精确调节等办法，来代替不受限制的自发增长。与此同时，还要化很高的代价与环境污染作斗争，以恢复资源和消除对可耕地的侵占。

在能源问题上，矛盾显得更加尖锐。因为动力事业结构的改造有很大的惯性，要求巨大的资金和材料，以及长期的研究开发工作。罗马俱乐部对此也提出一个退让的劝告，他们强调指出，如果不进行极其严格的节能，不大幅度地缩减

