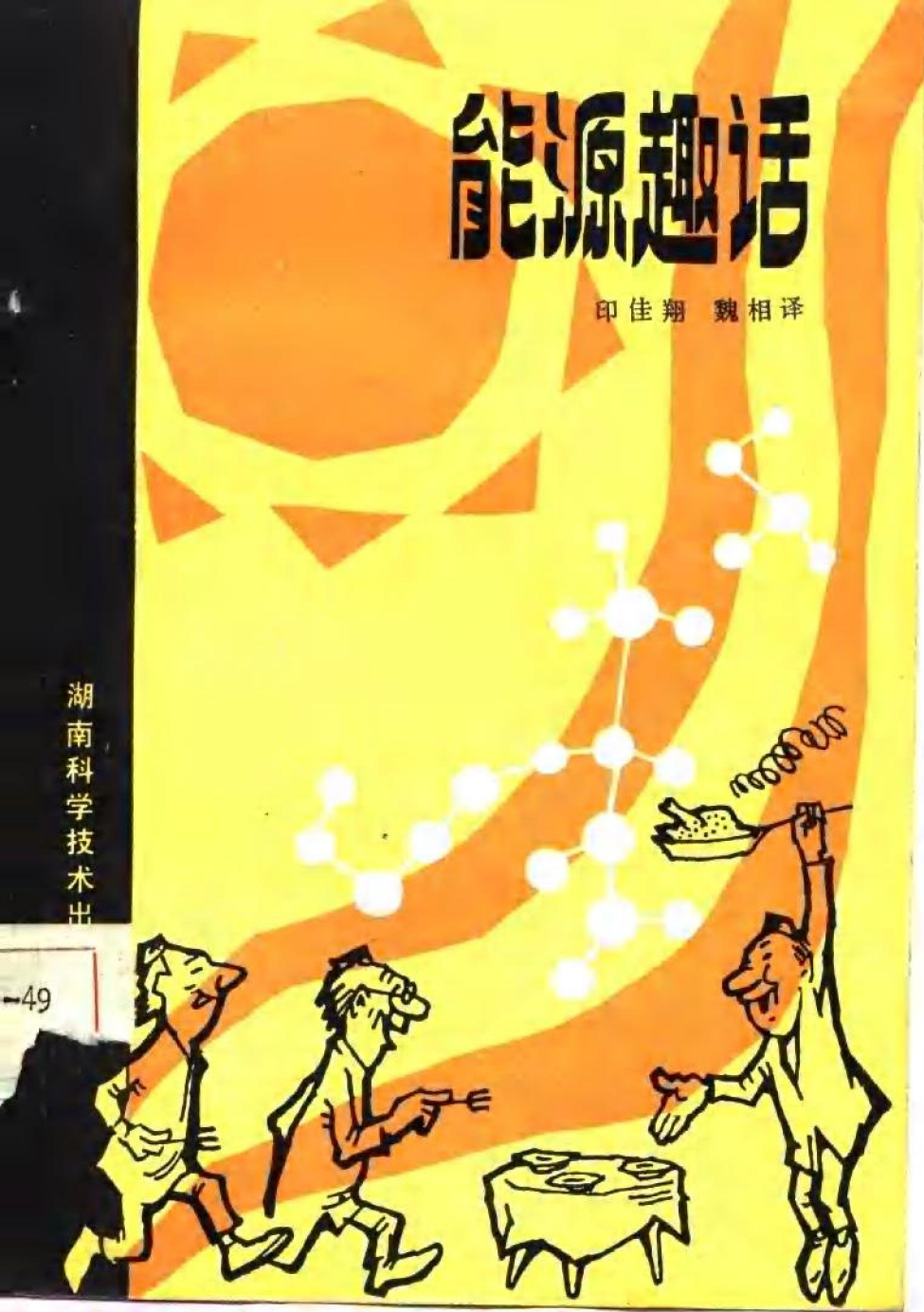


能源趣话

印佳翔 魏相译

湖南科学技术出

-49



Ю. Г. ЧИРКОВ
ЗАНИМАТЕЛЬНО ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ
МОСКВА «МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»

1 9 8 1

能 源 趣 话

(苏) Ю.Г. 契尔柯夫 著
印佳翔 魏 相 译

能 源 趣 话

印佳翔 魏 相 译

责任编辑: 陈增林

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南印刷一厂印刷

*

1984年10月第1版第1次印刷

开本. 787×1092毫米1/32 印张: 7.375 插页: 1

字数 162,000 印数: 1—2,900

统一书号: 15204 126 定价. 0.95元

引 言

在法国儿童中流传着一则智力测验题，那里面说的是一位农场主，他的一口池塘和池塘里面的睡莲。

睡莲生长得很快，它们的数目每天翻一番，三十天后，它们将盖满整个池塘的水面，那池塘里的其它一切生物都将被它窒息死。

农场主当然不允许出现这种情况，但他很忙，所以他决定，等到睡莲盖住池塘一半水面时，他再来对付它们。

问题是这样的（需要动脑筋的地方也就在这儿）：“睡莲将在第多少天盖住池塘的一半水面？”

答案是：“在……在第二十九天。”原来，那位农场主只剩下一天的时间能拯救他的池塘了！

地球上的能源问题和这一情况有点相似。因为对能源的需求在不可遏制地增长，但矿物燃料的贮藏量却在剧烈地减少着。

在这一问题中伤脑筋的地方是：必须赶快（在几十年的时间内？）找到的、尽可能廉价的、丰富的（永久性的？）、大功率的并且对生态环境无污染的能源。

为能源问题动脑筋的人，已经不是上述猜智力题的小孩子们，而是科学家、工程师、经济学家、生态学家及未来学家们了。

目 录

引 言

第一章	物理学家看能源·····	(1)
第二章	生态学家看能源·····	(21)
第三章	“驾驭”太阳·····	(42)
第四章	能源世界中的“恐龙”·····	(69)
第五章	“冷” “燃烧”·····	(92)
第六章	电化学能源·····	(114)
第七章	能源化学与煤炭的复兴·····	(131)
第八章	氢世纪·····	(156)
第九章	太空轨道上的太阳能电站·····	(180)
第十章	幻想中的能源·····	(201)
结束语	·····	(248)

【附】	作者简介·····	(231)
-----	-----------	---------

第一章

物理学家看能源

在一九四五年，当世界上两颗原子弹已经炸响了的时候，有人向美国的大科学家们提出这样的一个问题：“什么时候才能将原子能用于和平目的？”几乎所有被问的人都说出了同一个数字：五十年（即到一九九五年）。但我们知道，苏联在奥勃宁斯克建立的第一座核电站（它也是世界上的第一座核电站），在一九五四年六月二十七日就发出了电流。

这与实际情况出入有多大啊！尤其令人费解的是，美国从一九四二年起，就有一座以石墨为减速剂的原子反应堆在工作着了，而它就是未来的核电站模型。

原来，美国科学家们在回答那个问题时，不是从技术方面的考虑出发，而是从经济观点出发的。当时他们认为，核电站的造价比水电站或火电站的造价都昂贵（现在它们的造价已经拉平了），所以断言核电站没有大显身手的机会。要是再过五十年，等到石油快要用光了的时候还差不多……

为什么尽管经济学家持悲观态度，在最近几十年里全世界的核能却仍然以最大的速度增长着？为什么在苏联核能的增长率达到了将近35%（国民经济的任何其他部门都没有这样高的增长率）？

为什么？为什么？为什么？物理学家们将给我们回答所有这些问题，物理学已经把裂变原子的能量赐予了人类，现在正试图把热核反应的能量也交给我们。物理学家们是用自己的眼光看世界的，是按严格的定量方式进行思维的，因此他们的见解特别令人感兴趣。现在让我们来听听他们对地球近期的能源状况所做的预测吧。

代 价——能 量

在东方国家里流传着一个有关国际象棋的来历的传说：一位国王打算奖赏一位发明象棋的智者，并让那位智者自己提出他要什么奖赏。那位智者要的是麦粒：在棋盘的第一格里放一粒，在第二格里放两粒，在第三格里放四粒……，每增加一格，就把要放进去的麦粒数目翻一番。国王感到很惊奇，他以为这个要求太低了。但很快国王就发现，他手中的财富是无法满足那位智者的要求。如果把棋盘上的六十四个格子都填满，需要的麦粒总重量要达到一千亿吨。比全世界一年的粮食总产量还要多许多倍呢！

我们在这里引出这段传说并非没有原因。这个古老传说中的痛苦寓意也适用于我们的时代。原来，人类社会中的某些问题都具有类似的性质。

物理学家说，麦粒的数目是按几何级数增长的，或换个相同的说法，是按指数规律增长的，物理学家补充说，矿物的开采量、科学刊物的数量、汽车的数量，以及与人类生活有关的其他许多东西的数量，都在逐年的按指数规律增长着。

就拿地球上的人口来说吧，它以每年百分之二的速率在增

长着。百分之二是多还是少呢？好象不多，可是根据联合国的预测，到二〇〇〇年时，地球上的人口将增加到现在的1.5倍，达到一个天文学数字——将近七十亿人！

然而能源生产的增长率还要高，每年为百分之五！在全世界的经济范围中，这是个最高的增长指数，几乎在所有的国家中，对能源的投资都是最大的（百分之五是个很大的数字了，法国能源学家及数学家R·热布拉进行过令人感兴趣的计算。根据爱因斯坦的质能关系式，人类可以指望的最大能量，等于将全部的物质质量 m 都转变成能量时所放出的热量，即： $E = mc^2$ 。即使我们已经掌握了将质量转变为能量的方法，并且打算利用这种能量，但以目前的增长率即每十年电能的生产就增加一倍来计算，地球上的物质也用不了多久！）。

对能量需求的剧烈增长是有道理的。

地球人口的增长本身要求增加各种制品的数量，这就要额外消耗能量。此外，在全世界范围内进行的工业化过程，使得每人平均消耗的各种物质，如金属、塑料等的数量都有额外的增加，这也不可避免地导致能量消耗的增加。

另外还有其他原因。

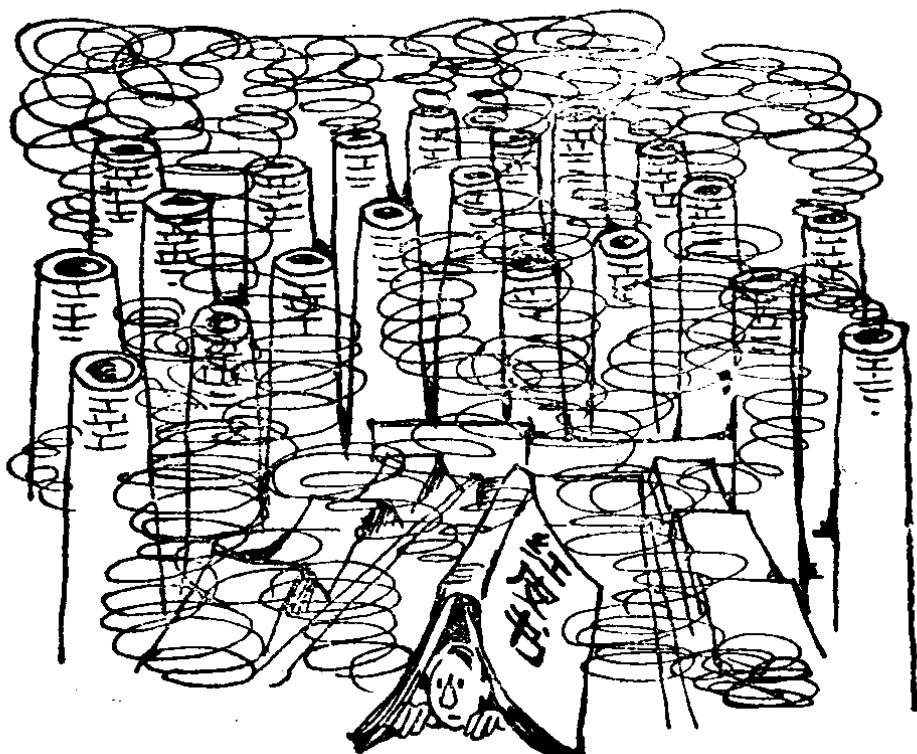
大家知道，矿物的蕴藏量正在迅速的减少，银、锡、铜及其他人类极为需要的有色金属矿的品位越来越低，于是人类不得不从越来越贫的矿石中提取这些东西。现在就开始从海水中提取镁了，每一小块镁都消耗了大量的能源。

人类对各种物质的要求也够苛刻的了，时髦的东西不断在变化着。A·费尔斯曼院士曾写过，在遥远的将来，工业的基础很可能是粘土。

不管人类利用那些元素，偏爱那些物质，要想使那些东西

为自己服务，都得拥有足够强大的能源才行。

能源迅速增长的第二个原因就是环境污染，这个问题已经达到了全球的规模，需要采取紧急措施了。



最好的措施就是以自然过程为样板，建立根本没有有害排放物的循环式、闭合式生产过程。可是，建造这样的装置还得消耗能量。

农业也需要能源。无机肥料的产量，从空气中固定的氮的数量都在与日俱增。再说化学工业也需要能量啊！化学工业许诺给我们许多东西，甚至说要为我们造出人工食物。但为了从无机物中合成出适于食用的有机物，例如蛋白质，还得消耗能量。

于是，不管人类接触什么，从事什么，希望什么，都有一支无形的手伸出来向他说：“请付钱吧！”

不仅为了舒适，就是为了能创造出勉强可以忍受的生存条件，人类都得不断地付出代价。并且总是用一种东西——能量来偿付的。

近年来，诺贝尔奖金获得者、卡皮察院士在他的讲演及文章中（《全球性问题及能源》、《能量及物理学》），曾多次谈到能源问题。卡皮察院士在他的一篇文章中作了一个精采的比喻。他写道，有一个细菌进入了人的机体内，它以每小时分裂一次的速率在繁殖，细菌的数目随着时间在疯狂地增长着（这时疾病在发展），就像棋盘上的麦粒数一样，这又是一个几何级数！不难算出，三天内，人体中的细菌数目将达到一个天文数字—— 10^{21} ，细菌的总重将超过人体的重量！

这当然是不可能的。细菌的无限制增殖过程必定会中止。卡皮察说，一共有三条出路。或者人的机体战胜了疾病，于是细菌被消灭；或者细菌继续繁殖下去，结果人与细菌同归于尽。但还有第三条出路——人体内的细菌被消灭了多少，就重新生出来多少，这就是慢性病，它可能持续很长的时间。

疾病的发展与能源问题在许多方面都相似（还是物理学，它善于在各种各样的现象中找到共同的东西）。在能源这一问题上，人类也只有三条出路。

第一条出路是没有能量。这可与细菌的例子不同，其结局是悲惨的、灾难性的！

第二条出路是在原地踏步不前，就是说，让能量勉强凑合够用，这个结局也不会使人感到安慰。

看来，只有第三条出路可以接受了，就是使能量的供应不断增长。实际情况也正是这样。在过去的十五年里，能源的年增长率一直保持在百分之五的水平上，领先于国民经济的所有

其它部门。那么近期前景又如何呢？著名的苏联能源问题专家、E·别称霍夫说得非常清楚：“根据某些组织的报告，例如，苏联科学院、美国科学会、国际应用系统分析研究所等的报告（他指的是一九八〇年初时，在德国汉堡召开的一次大型国际科学会议上的报告），我们得出一个重要的结论：虽然人们尽量节约，但对能源的需求仍将增长……”

这样的结论好象应该使人高兴。你听，“世界机体”正在一天天健康起来，越来越多的能量服从了人的意志……

那么我们应该怎样理解卡皮察的这番话呢：“现在我们突然觉得自己生了病，为了不死去，就该想想怎样治疗了……”？

生活用能源及工业用能源

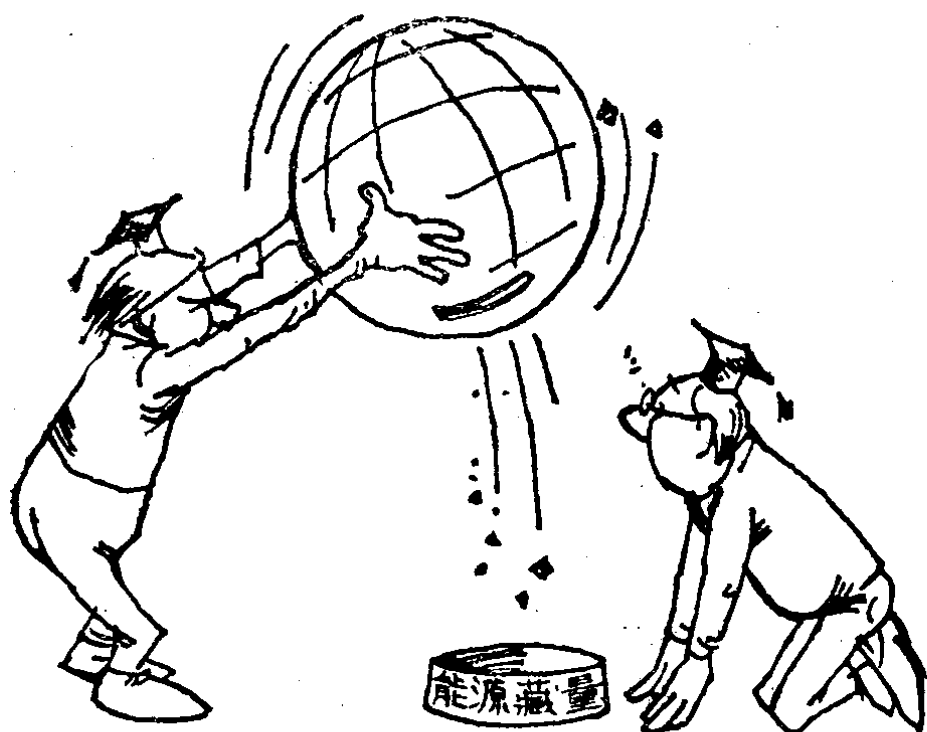
对卡皮察的话应该这样来理解。大家都说我们生活在原子时代，但事实是否如此呢？要知道，今天我们用的大部分能量并不是由裂变原子或“托马卡克”〔注〕提供的，而是象以往一样，是由煤、石油及天然气产生的。但大家常说，一切都在运动中，一切都在变化着，这些能源将在一个不太美妙的日子里耗尽。到底哪一天很难说。大家指出的时期相差很大，有人说要几百年，有人说用不了几十年。

勘探方法不断的改进，打深井的技术不断在完善。现在，从五——七千米深的地层中开采石油及天然气已算不得稀奇了。其结果是，人们对能源用光的时限不断进行更正。

另外，能源与能源各不相同。人们希望能量是廉价的，并

注：托马卡克，苏联研制出的一种热核反应装置。

且是容易被利用的。比如说，大家都知道，普通的花岗岩及玄武岩里就有铀及钍的成分，它们都是热核燃料。而且它们的藏量还相当大，但很难想象应该达到什么样的技术水平，才能对地球上如此大量的花岗岩及玄武岩进行经济的、合理的加工，以提取出我们需要的铀和钍。



就算它们的藏量确实很大，但总有一天连它们也要用光，这是明摆着的道理。要不然，就该与物理学的基本定律之一的能量守恒定律相矛盾了。其结果，好象只有允许永动机存在才行。

永动机是不可能发明出来的，这是事实。但可以代替消耗性能源的永久性能源确实存在。只要看一看太阳就能明白这一点。它已经燃烧了那么多年，向地球倾泻了那么多光和热，但能量一点儿也没减少。

常见的永久性能源就是风，太阳光，海流，地热……哪个

较好呢？我们应该选择谁？

在这个问题上，物理学家的见解也是有益的。他们帮助我们吧“麦粒”与“毒草”分开，就是说他们能剔除掉没有前途的技术方案。

但在物理学家这个“审判官”做出自己的“判决”前，我们最好弄清楚这儿要讲的是什么能源，或者说用能量干什么。因为有“生活用”能源及“工业用”能源，这二者是不可混淆的。“生活用”能源保证了我们的文明生活，使它保持在很高的水平上。许多这样的能源是大家已经习惯的了，如电气照明、电冰箱、电视机、电剃刀、电吸尘器及其他日常电器的供电。生活用电的计量单位是不高的，它以千瓦计算。

“工业用”能源的规模就完全是另外一码事了。冶金业、机器制造业、运输业及农业消耗掉的电量以几亿千瓦计算。生活用电无论如何不能与之相比。

当我们说到能源危机时，我们指的正是“工业用”能源的危机，只有工业用能源才决定着一个国家的总产值及总收入水平。

于是，我们需要功率强大的能源。考虑到能源危机以及不可能制造的永动机，我们还需要永不枯竭的、永远不可耗尽的（当然是指实际上，而不是指理论上不可耗尽的）能源。

好吧，让我们向周围看看。太阳能、潮汐能、火山能实际上都是永不枯竭的。它们确是永久性能源，但可惜的是，它们的功率不够，它们发出的能流密度很低。

就拿太阳来说吧。这个巨大的天体每秒钟把它的4200吨物质变成了光和热。每昼夜太阳的质量大约要减少四亿吨！太阳真是眼看着在烧掉。但若为此而焦虑却是早了点儿。

整个太阳是如此之大，以至还能把它“炉膛里的火”烧上大约一千亿年。可以说，够我们用一辈子了！

但从太阳射到我们地球上的能流密度却太低了。太阳离我们很远。地球上每一平方米的光照表面只能得到100瓦热量。而且这还是太阳能给我们的最适值、最大值。至于人类怎样利用它，还是另外一码事。

对于日常用能源，一百瓦可能还凑合着够用。可是，我们得向工业供能啊，为了得到100兆瓦的能量，就得有一平方公里的表面才行。

但更糟糕的是，目前没有一种利用太阳能的方法是有利可图的。为了开发太阳能，就得把成本降低几个数量级。目前人们甚至连实现这一事的途径影子都看不出。

我们再以地热能为例。它能否解决问题呢？这种能源很诱人，它是不会枯竭的。而且它不象太阳那样，不但没有昼夜的变化，也没有一年四季的变化，能够连续不断的发出电流来。

向地球里钻孔，取出深部的能量来，这种想法正吸引着很多人。但遗憾的是，这些人并非时常能想到，我们需要的不是温度，而是能量。而且他们也没有想到，为了从地球的深层里取出这样的能量来，需要一种钻杆，它能从原来钻孔的地方向周围探出很远很远。换句话说，需要一种多孔结构，好沿着它的表面把能量从很大的体积中取出来。

还在本世纪初时，现代蒸气透平的发明者英国工程师及企业家C·巴尔松斯就进行了利用地热的设计。在地下10——15公里的深度中温度已达数百度。原则上，可以得到蒸气，并发出有用功系数很高的电来。

但在地热上又失算了！物理学家说，由于地壳的导热性很

差（谢天谢地，这样才不至于烫伤我们的脚掌），地热能的流密度仍然不大。

诚然，在堪察加，已经有苏联的第一座试验性地热发电站——鲍热斯基地热发电站在工作了，它的功率为5万千瓦。这座电站就是一所独特的实验室，科学家及工程师们在那里继续研究着热水的性质，试验着各种仪器设备，制定着最合适的技术过程，自这座电站投入运行以来，它已经发出了一亿六千四百万度电。意大利有很多大火山和大温泉，那个国家正顺利地利用着地热能，但地热能发出的电，只占该国全部能源的百分之二。而且在地球上，象意大利那样多火山、多温泉的地方并不多见。

那么水力能呢？它发出的电只占全世界总能源的百分之五。而且也不可能再多，因为即使在山区，也没有几条太大的河流。

风能怎样呢？它极不稳定，最主要的是，它的能流密度也太低。

于是物理学家坚持说，不管是太阳能、地热能、水力能、风能、还是别的许多能源，都不能满足地球的胃口。因为它们的能流密度都太低，只能起辅助性作用。

救 命 的 原 子

早在一百多年前，即1879年，在彼德堡出版的《自然及狩猎》杂志第一期上，读者们曾经读到了如下这一段话：“……许多学者及普通人都在关心木柴的不断涨价问题，甚至连煤都在不断涨价。我们的后代该烧什么呢？他们是否会被冻死，还

是搬到非洲及南美的赤道附近，不再烧木柴或煤炭，而只能满足于太阳的热量……”

你看，“能源危机”并不是从昨天才谈起的。

在本世纪二十年代，有人做了精确的计算：已知的石油储藏量只能用到2000年以前，已知的煤贮藏量只能用到2100年以前。至于别的能源，那是没有多大指望的。有人推测，到21世纪末的什么时候，人类就得重新回到原始时代，再次使用牛，马、风车及水磨。

如果目前威胁着人类的能源危机早在40——50年前，在核能被发现前就能被感觉到，那么人类早就应该碰到灾难；人类的文明早就应该走进死胡同了。可是我们应该为科学家们说几句公道话，他们之中的一些最伟大人物早就认识到了核能的强大。

1922年，在居民受到饥寒交迫的彼德格勒城，37岁的费尔斯曼院士于一月份的某天晚上举行了一次报告会，报告的题目是：《通往未来科学之路》。那时费尔斯曼院士就预见到未来的人们将要利用蕴藏在原子核内的大量能量。他这样讲到：

“应该学会提取这种能。有些物质按照永恒的、严格的规律自身放出这种能。根据这一点我们看出，这种想法不是幻想，对于未来，它可能是一种现实……”

是的，这不是幻想。物理学家的计算使我们有理由感到乐观。И·阿里契莫维奇院士曾这样写道：“系数 10^7 将会拯救我们。这个系数决定了两种能量的比率。一种能量是在铀反应堆里燃烧核燃料时所释放的热量，一种能量是在普通热电站的锅炉里燃烧等重的有机燃料时所释放的热量。”

一克铀（有图钉帽那样大）里蕴藏的能量几乎等于一吨半

高质量顿巴斯无烟煤燃烧时放出的热量。

1979年，苏联的核电站共发出了五百多亿度电。简单的计算指出，为了得到这么多的能量，需要大约一千七百万吨有机燃料。

我们想想铁路车厢的载重量，眼前就会闪过一长列一长列的铁路列车。为了火电站锅炉的火不致熄灭，火车就得从几百、几千公里外，不断运进煤或褐煤。运输工作迫使铁路部门超轴满载地工作着。仅仅根据这一理由，原子能就有其自己独特优越性。

苏联在和平利用原子能方面一直领先。世界上第一座功率为5兆瓦的原子能电站还在一九五四年就于卡卢加省的奥勃宁斯克城投入运行了。那时世界上首批电灯被原子能点亮了，而A·阿列克山德洛夫院士（现在的苏联科学院院长，库尔恰托夫原子能研究所所长）则说出了一句有名的祝贺话。

当实验管道中出现蒸气时，阿列克山德洛夫向И·库尔恰托夫转过脸来，开玩笑地说道：“身上轻松啦，伊戈尔，库尔恰托夫！”〔注〕

这是一个小小的“序曲”，在传统能源巨人的国度中，第一座原子电站就象一个侏儒。

不久前，A·阿列克山德洛夫这样回忆起了那个时代：“……许多人认为，总的说来，原子能只不过是科学家和工程师们的玩意儿，将来未必能有广泛的应用，未必能与普通燃料——石油、天然气、煤炭等竞争。现在大家已经不这样想了……”

注：俄国人常对刚洗完蒸气浴的人说“С легким паром”以表示问候。这句话的意思是“身上轻松啦！”，按字面直译则为“祝你有使你感到轻松的蒸气。”

——译者注

甚至在15年前，关于“未来原子”的想法还是幻想呢。虽然在那时，别洛雅尔斯克及新沃洛涅什斯克的原子电站已经牢固地立在大地上了。它们叫做试验电站，因为原子锅炉及部分装备都是试验性的。对它们工作进行评价的标准，与其说是根据千瓦小时，还不如说是根据对使用大功率原子反应堆必需的工作条件所进行的研究工作。而且在这两座电站的工作人员中，物理学家的人数也比其他科学部门里多。但现在人们可以说，原子能已经向未来跃进了一大步。

在国际原子能机构的报告中公布了一九七八年内的各项数据，它们说明了原子能的发展规模。

在加入该组织的21个国家中，共有227座原子电站在工作着，它们的总功率为一万一千兆瓦，于是，全世界的原子发出的电量大约占全世界总发电量的百分之六。

尽管苏联的有机燃料蕴藏量很大，但它也在大力发展着原子能。

在顿河草原上正在建造一台“原子机器”，它是一座工厂，是二十世纪技术及工艺水平的体现。

随着伏尔加——顿河运河的诞生，在罗斯托夫省出现了一个小港口城市伏尔加顿斯克城，人们都认为它是一座很有前途的城市。它首先是一座化学家及化学工厂的城市。城里的化学工厂是五十年代建立的。生产合成脂肪酸。是该城市的最大企业。但在五年前，（1975年12月份），从冻得硬梆梆的、挖得乱七八糟的基坑里，从顿河岸上，开始耸立起未来的庞然大物——“原子机器”。今天，这座新工厂的巨大、灰色的壳体正拔地而起。

五年前，那些开始建造这座原子工厂的人们，只能在图画