

切尔诺贝利 核事故与教训

(苏) В·Я·沃兹尼亚克等

伍仁毅 杜凡 等译 闵泰 校



中国劳动出版社

切尔诺贝利核事故与教训

(苏) В.Я.沃兹尼亚克等

伍仁毅 杜凡 等译
闵泰 校

中国劳动出版社

ЧЕРНОБЫЛЬ : СОБЫТИЯ И УРОКИ

Под общей редакцией

Е.И.Игнатенко

Коллектив авторов

Возняк В.Я., Коваленко А.П.,

Троицкий С.Н.

切尔诺贝利核事故与教训

〔苏〕В. Я. 沃兹尼亚克等

伍仁毅 杜凡 等译

闵泰校

责任编辑 任萍

中国劳动出版社出版

(北京市和平里中街12号)

地质出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 32开本 6印张 134千字

1991年5月北京第1版 1991年5月北京第1次印刷

印数:2000册

ISBN 7-5015-0762-2/IL·001 定价:3.20元

在进一步开展科学技术革命的条件下，技术可靠性及安全问题，纪律、制度和组织性问题是头等重要的问题，随时随地都必须从严要求，这是切尔诺贝利事件给我们无庸置疑的教训。

M.C.戈尔巴乔夫

目 录

核动力工程的历史和现状·····	1
事故的景况·····	25
事故原因·····	33
事故发生后的应急处理·····	58
疏散·····	101
辐射的扩散和医学问题·····	112
全民清除核污染·····	147
30公里区域内的今天和明天·····	178
今后的教训·····	184

核动力工程的历史和现状

苏联的核动力工程是怎样发展过来的？目前它在国民经济生活中的作用如何？

什么是核电站？按其本质来说，这是一种利用核反应堆获得的热量来发电的企业，核反应堆在这里起到了普通热电站燃烧蒸汽锅炉的作用。冷却介质（也称载热剂）在封闭的动力反应堆回路中循环，从而把反应堆释热元件的热量载带出来。水、液态金属（主要是钠）或气体可以用作这种载热剂，而核电站的发电部分与常规的热电站相应的部分之间，区别很小。

第一座核电站的电功率为 5 兆瓦^①。它的主机是热中子反应堆。

原子能燃料——浓缩铀，分布在 128 个石墨减速剂内的工作孔道中。载热剂流经每一个孔道。用高纯度的蒸馏水作载热剂。

第一座，即奥布宁斯克核电站已经设置了保证工作人员安全的各个系统。在整个厂房内都配备了放射性监测的仪器，在危险的情况下自动报警就会发出“光”和“声”的信号。

作为试验基地的奥布宁斯克核电站，直到今天仍在运行和利用，它为设计大型原子能电站提供了丰富的经验。在这

^①注：兆瓦——功率的单位，1兆瓦 = 10^6 瓦。

里顺便提一下，在第一座苏联核电站顺利投产后，没有进行大型核电站的大规模建造。与其它一些国家有所不同，苏联对待建造大型核电站虽然很积极，但在一定的时期内持相当慎重的态度。

开辟了核动力工程新纪元的苏联，只在 70 年代中期才开始积极地发展核动力。我们的专家们确信，在可预期的未来，正是这种核电站才能够在对生态影响最小的情况下，保障人类对能源的需求。

发展核动力可使有些国家动力的自主性有所加强，同时，它也会对世界经济甚至对国际关系起到一定的稳定作用。例如核能生产占总电力一半以上的法国，就是很好的证明。

1989 年初，苏联共计有核电站 46 套机组，发电量为 35.4 千兆瓦^①。在 1988 年中，苏联核电站生产的电力为 2157 亿千瓦时，这一年的电力增长率为 13.3%。按这个数值，苏联已经占世界的第三位。但与此同时，苏联核电站的发电量在总电力生产中所占的比例还不够高（1988 年约占 12% 左右）。

苏联装备核电站的技术如何？

苏联是在两个核反应堆堆型的基础上来发展最初的核动力的，这两种堆型都是热中子堆。在最初阶段是铀—石墨孔道沸腾堆。该系列中的最后一个是 РБМК 型堆（大功率孔道堆）。在苏联各地区，甚至向国外供货的另一种型号

^①注：千兆瓦（ГВт）——功率单位，1 千兆瓦 = 10^9 瓦 = 1000 兆瓦。

ВВЭР (水——水动力堆) 正在广泛地运行。

目前还有另一种核动力装置——快中子反应堆也在推广。苏联已经有 3 座这种反应堆在运行。计划到 2000 年其数量将会有所增加。

快中子反应堆的一个主要特征是：它不仅能够发电，而且，由于铀-238 核吸收由原有燃料核裂变过程中释出的快中子，还能够生产（诸如钚-239）核燃料。由于核燃料的增殖再生产，就有可能利用现有的铀资源包括相当数量未加利用而残剩于热中子反应堆的铀-238。

苏联的科学家和专家们积极从事于热核能源的创建，因为可控的热核聚变——是一种可以保障人类取之不尽的能源。

苏共中央总书记 М.С.戈尔巴乔夫于 1985 年在法国与法国总统 F·密特朗会见，稍后，又在日内瓦与美国总统 R·里根会见时，建议共同努力来创建一座新型核电站——热核反应堆的原型，而现在，参加方案设计的各合作国家正在为达到这一目标而进行踏踏实实的研究工作。

苏联核电站的全部主要设备，其中包括反应堆、蒸汽发生器和汽轮机等都是国产的。苏联已经组建了“原子能机器厂”（Атоммаш）、“红色锅炉厂”及汽轮机厂等联合生产集团从事核电站设备的制造，现在还正在扩大它们的新的生产能力。伊泽尔厂（Ижорский завод）联合企业基地正在加强与巩固。值得一提的是：该厂的铸-锻件可达 360 吨重，并采用由独一无二的轧板机“5000”生产的宽幅面钢板，大大地减少了设备外壳的焊缝，从而提高了质量和可靠性。

在伏尔加-顿河地区，正在继续建造核电站设备制造厂“原子能机器厂”，它已部分投产，并已开始出产品。该厂的

设计能力是每年 8 座一百万千瓦（1000 兆瓦）级的反应堆设备，该厂是世界上第一个采用流水作业工艺来生产核反应堆设备的厂家。原子能机器厂是被指定生产各种堆型的设备制造厂：目前生产水——水堆和快中子堆设备，今后还将制造热核反应堆设备。它装备着最现代化的工艺和检测设备，从而保证高质量的产品。

核电站能否象热电站那样向居民区和工厂供热？

苏联正在研究另一个颇有发展前途的和平利用原子能方向，并正在部分地付诸实现。众所周知，国家要用有机燃料总量的 40% 来保障城镇取暖和生活用的热水。但它可以依靠专门的核供热站（ACT）使能源大大节约。例如，在高尔基城近郊区已即将建成第一座这种供热站，该站有两座水——水反应堆，热功率都为 500 兆瓦。它的投入运行可向有 40 万居民的城区供应 150℃ 的热水，使人们可以把 270 台小型锅炉灭火停烧。

以结构简单，采用金属安全保护壳和其他的有效措施来保证这种核供热站的安全。第二座核供热站正在沃罗涅什城近郊建造。

天然有机燃料极为丰富的苏联，是否还有必要那样普遍地发展核电站网络？

确实，苏联的有机燃料的储备可以充分供应许多年。但是，我们必须考虑如下的一个重要情况：约有 90% 的燃料和 80% 的水力资源都蕴藏在苏联的亚洲地区。与此同时，

电力的主要需求却在苏联的欧洲地区，在那里居住着全国人口的 70%，经过有关电力覆盖面可能不足的研究后就会知道，为什么这些地区比其他地区更为需要电力，专家们得出的结论是：在苏联的欧洲部分建造核电站，从经济和生态来说，都显得更为合理。

是否可以用其它形式的电站来代替核电站？目前提出这样的问题，并不偶然，当然，这也是可以理解的。

切尔诺贝利核电站发生事故后，世界上许多国家对核动力的信任程度大大下降了。某些国家的政府把核电站看作是一种不可承受的风险根源，从而推迟作出发展国家核动力计划的决议，另一些国家的政府被迫考虑受某些政党支持的、关于拒绝继续发展核动力计划的舆论要求，其结果是意大利、荷兰、芬兰、菲律宾、瑞典、瑞士等国冻结了核动力的发展，而停留在已经达到的水平上；而奥地利甚至通过了不准让已经建成的核电站投入运行的决议。

在这方面，反对者并没有注意到如下的事实：全世界已经积蓄了几千个堆一年的运行经验，在这期间里，并没有出现过关于商用核电站发生人身伤害事故的正式通报，其中也包括正在切尔诺贝利和在其它核电站运行的 RBMK 类型的反应堆也已经有了超过 100 堆一年的安全运行。

越来越多地会让您听到这样类型的问题：为什么一定要去分裂原子核？难道再也找不到其它的能源了吗？为什么不把研究和建造核电站的投资用于诸如太阳能、风能、海洋能的研究和实际应用中去呢？

毫无疑问，人们应该想到这样的能源保护方式：对各式各样的能源资源都加以利用。在遥远的北方越冬的一些地区，完全可以建立风力电站；在炎热的沙漠地带，太阳能蓄

电池完全可以满足地质工作者和牧人们的需求，他们可以使用电视机和电冰箱。

与许多其他国家一样，苏联也有专门研究这类问题的科研中心，以便把自己的设想付诸实践。例如在堪察加半岛上就有巴乌然茨卡雅地热发电站（Паужетская геотермальная электростанция）、在穆尔曼斯克地区就有基洛古泼斯潮汐发电站（Кислогубская приливная）、建造了由太平洋海洋水文研究所研究的小型海浪发电原型机，在克里米亚苏联第一座太阳能发电站已投入运行。此外，还正在考虑太阳能——热能混合电站的设计方案。由此可见，在很多非传统能源方面，正在进行研究工作，其中已有一部分进入了工业规模的试验阶段。鉴于目前采取的一系列措施，在苏联的能源平衡中，可再生的、安全的、对生态无害的能源将日益增加。但是，在未来一段很长时期内，煤、天然气、石油和核燃料仍然要用于大规模的工业发电。

根据国际原子能机构（МАГАТЭ）公布的数据，到1987年末，核电站已在全世界的26个国家中运行。它们的发电量如果要从热电站中获得，那么，可以想象得到，如果真的进行这种变换，将导致传统有机燃料的消耗量急剧上升，会立即使世界燃料市场，首先是石油市场出现紧张。不难预见到，所有这些都对世界上许多迫切的经济问题带来消极的影响。

未必可以对下述事实提出异议：核燃料和核动力，现今已经对世界经济和政治命运起到了一定的稳定作用。再者，有机燃料的储藏量总是有限的。应提醒人们注意的是：石油、天然气和煤都是宝贵的工业原料，它们理应获得比在电站的炉膛中烧掉更为合理的应用。

还应从生态观点来看问题，这也是十分重要的，根据现有的计算数据来看，每年燃烧煤、石油和天然气时，要向大气排放 2~2.5 亿吨灰尘和大约 6000 万吨的二氧化硫。而到 2100 年时，这类排放量将分别增加到 15 亿吨和 4 亿吨。

除此以外，从热电站的烟囱中，还要向大气释放大量的氮和碳的氧化物及其它有害物质，其中包括天然放射性元素（如镭和钋）。二氧化硫气体已经给北半球国家带来了所谓的“酸雨”。它们不仅在毁灭森林，而且也在损害人类的健康。

对核动安全程度作出评价时应该指出，因排放有害物而污染周围环境，常规电站要比核电站高出 100 倍左右，其中包括放射性物质（如铀和钍族的同位素及钾-40），例如煤中含有碳的放射性同位素，燃烧时它将随烟尘排出。

常规热电站若用核电站来代替，不但可以改善空间环境，而且还可以减少放射性污染。听起来，这似乎很离奇，但这毕竟是事实。

因此，北半球的 21 个国家，其中也包括苏联在内，于 1985 年组成了所谓的《30% 俱乐部》，这并非偶然。该联盟的参加国要保证在 1993 年前，把它们的企业，特别是电站向大气排放的二氧化硫减少 30%。如果放弃核动力，怎么能够达到这一目标呢？

更重要的是，由于大气中二氧化碳和甲烷的浓度的增加（其中热电站起着很大的作用），可能使整个地球出现气候变异。这种变异对我们人类是否安全？从事于这方面问题研究的大多数专家，对此问题都会作出否定的回答。

不仅仅只有苏联的学者和专家们有这样的想法。例如，国际原子能机构（即 IAEA）的总干事汉斯·布利克斯博士

在分析切尔诺贝利事故时曾说：“从更广泛的意义上来看，真的只有损失吗？切尔诺贝利核电站各机组的总（电）功率为4000兆瓦，用煤来生产同样数量的电力，其代价很高，其中包括要占用一定数量的矿工和运输人员；而且，污染将导致一定数量居民的死亡和森林、湖泊、良田及城市的毁灭，而且也会成为癌症的起因。即使在正常工作条件下，上述情况也会发生。因此，鉴于目前紧张的形势，特别是在这样的时间里，我们应该在自己的见解中保持必要的情感”。

由此可见，与传统的发电工艺相比，核电站仍然更具诱惑力，因为它可以保持在较清洁的生态下进行生产。但这毕竟仍是一个相当复杂的问题，例如，其中一个最为尖锐的问题是放射性废物的处置问题。会产生许多复杂的议题：有关提高安全水平的可能性问题；制订安全保证的国际规范问题；解决一系列首先是因切尔诺贝利事故提出的有首要意义的科技和组织任务。最初，这是在美国三里岛电站惨祸以及其他国家中规模较小的事故之后，人们才开始谈论到这些问题的。

毫无疑问，应该牢牢地记住；发展世界核动力，除了电力上和保护自然资源方面获得好处以外，也会带来不仅是地区性的，有时甚至是具有国际性的风险，属于这一类的风险有：其中包括在发生巨大的放射性事故时，放射性超越国界的迁移；核电站的世界性恐怖主义以及在战事条件下，被选为核打击目标的特殊危险性。所有这一切都确定了在核动力发展范围内，从根本上就要求有国际间紧密的合作。

切尔诺贝利提出了许多值得深思的问题。但是，即使遇到种种压力，无论如何也决不能否定掉利用核电站的必要性。能够满足现代人类需求的另外形式的电力资源，目前暂

时还没有。从切尔诺贝利惨祸中学会的不应是政治的和经济的投机事业，而应是详细了解发生灾祸的全部过程，以便在各层次作出严肃而实际的结论，使今后不再发生类似事故。

为什么我们不把核电站建在某个冻土带上或人烟稀少的地方？

要实行这种建议，实际上是很复杂、困难的。在进行新的核电站厂址选择时，要对许多因素进行整体的综合性考虑，如地区的地震情况；是否具有足够的水源；是否已在一定程度上建立起发达的地面设施，电站工作人员及其家属生活的某些方便条件等等。

众所周知，为了保证一套 1000 兆瓦核电站机组的正常工作，要求有大约一千名工作人员，如果再加上家属和社会文化及医务设置的人员，那么上述的数字至少还要增加 3 倍，甚至 5 倍，最终还要找到核电站与电力用户之间的最佳距离，这种距离目前还不能规定得太远，其原因是多方面的，原因之一是：每一千公里的输电距离，就要损失 10% 的电力。

此外，全世界没有任何一个国家拥有象苏联那样的领土，举例说，瑞士的面积为 41300 平方公里，比利时的领土为 30500 平方公里。这两个国家的人口密度都很大，但是，他们那里也都已建造了核电站。

对切尔诺贝利事故，苏联已经作出了严肃认真的多方面的结论，其中也涉及到了关于未来核电站的布局问题。

核动力在其他国家的电力体系中所占的位置如何？

紧跟在世界第一座苏联核电站之后，其他国家也开始建造它们自己的核电站。例如大不列颠帝国（在卡德尔——毫尔）在 1956 年末，功率为 46 兆瓦石墨减速剂的工业核电站投入了运行，它是用二氧化碳把热量从反应堆中带出的。

在 1957 年末，美国也把功率为 60 兆瓦的希平港核电站投入了运行。

如果对这一过程作一个总的的评价的话，那么，可以把核动力的世界发展史区分为两个阶段。

某些专家把其中第一阶段（60 年代的中期到 70 年代的中期），夸大其辞地称之为“狂热”时期，其特征是：核电站的定货高速增长；建造的速度也相当的快；投资较低；对核动力发展持乐观的前景。

在第二阶段（到 80 年代的中期止）内，一系列国家对核动力的作用作了重新评价。在这一阶段中，大大地降低了以前预定的增长速度。核电站与其它电力能源的竞争能力开始明显地下降了。

现今，许多国家，其中包括大多数工业发达的资本主义国家对核动力的态度，主要是视其本国天然有机资源和水力资源而定。例如，资源有限的国家在很大程度上指望于核动力。在欧洲经济共同体国家中高速发展核动力，在很大程度上是力求减少进口石油的依赖性。

根据国际原子能机构公布的数字，核动力在 1987 年占世界供电的 16%。这一指标到 1990 年也许会增加到 18%。在 1987 年末，全世界有 406 座核反应堆在运行。在同一年

中，计有 19 个国家的核电站发电量占它们本国的总发电量的 10% 或更多。

1985 年全世界核电站生产的电力（约 1400 核瓦·小时^①）等于欧洲经济共同体 10 国在这一年中所生产的全部电力。现举如下数据，以便于比较：这个发电量等于 1954 年的世界总发电量；而且它相当于用 5.7 亿吨煤在热电厂发出的电力。

在某些国家里，特别是在西欧的国家里，核电站生产的电力在总发电量中占很高的比例。如 1987 年法国核电站的发电量占法国总发电量的 70%，比利时为 67%，瑞士为 50%。一种形式的动力，一种类型的能源，在总的能源平衡中占了如此大的比重，这是独一无二的，这也证明了和平利用原子能具有广泛的可能性。

是什么促进了诸如法国等国家认真地着手兴建核电站呢？1984 年，这个国家在供电领域内有 84% 要依靠进口，而 1985 年，这种依赖性就下降到 64%。而且，还因为有了核电站，稳定了法国的电力价格，达到了欧洲最低的价格水平。

1987 年，加拿大核电站的电力所占的比例为 14.7%，而在加拿大的安大略省，这个比例超过了 40%。美国在 1987 年核动力生产的电力占其总发电量的 16.6%，而在美国的 6 个州中，这个比例超过了 50%。

在发展中国家，核动力的使用要比期望的慢，到 1986 年，还只有 21 座运行的核装置，18 座正在建造。而且其中的一半集中在印度和南朝鲜。

^①注：核瓦——功率的单位，1核瓦 = 10¹²瓦。

从核电生产报导的简要评述中得出的结论是：核电站已经成为这样的现实力量，没有它，就难于想象会有现代文明的进步。

切尔诺贝利核电站何时建成的？位于何处？事故前的主要技术性能如何？

切尔诺贝利核电站位于称作为白俄罗斯——乌克兰的波列西耶多林低地的广阔地域的东部，在最终流入第聂伯河的普里皮亚特的河滨，距离区中心——切尔诺贝利城 18 公里，该地区的地形较为平坦。1970 年元月开始建造核电站。

白俄罗斯——乌克兰的波列西耶多林低地具有人口密度低的特征，大约每平方公里 70 人左右。切尔诺贝利核电站事故前，在电站周围 30 公里以内的区域中，共有居民约 10 万人。

规模巨大的新电站是分期建造的。每个电站都装有两套机组，它们共用一个专用水净化系统和一些现场建筑物，其中包括：液体和固体放射性废物库；露天配电装置；气体设施；备用柴油机发电站；水利工程以及其它建筑物。

面积为 22 平方公里注入式蓄水池是最初兴建四套机组的工程用水源。对第 3 和第 4 号机组，还规定设置单独的泵站。另外还有应急柴油发电机的供电。

仅仅这一份切尔诺贝利电站各建筑物极不完整的清单，也已说明了核动力工程是多么庞大，它的建造是多么复杂。

为了起动切尔诺贝利核电站的机组，建设者和运行人员化了很艰苦的劳动。