

全球铀生产和需求趋势

保持供需平衡

JEAN-PAUL NICOLET 和 DOUGLAS UNDERHILL

在许多国家,铀是一种主要的能源资源,用作核电厂的燃料。核电厂总发电量约占世界发电量的 17%。全球对能源尤其是电力的需求预计今后几十年会迅速增长。这使包括铀在内的所有能源来源的价格和可获得性,成为能源规划和决策过程的关键因素。过去 10 年,不断变化的政治和经济形势影响了整个能源工业,也影响了民用铀市场。

具体地说,影响铀市场的因素有:对核电增长及随之而来的核燃料需求量的预测不断变化;出现了一个包括以前实行中央计划经济的国家在内的更加一体化的自由市场体系;以及从拆解核武器中得到的铀进入民用铀市场。所有这些因素都曾增大商业铀市场的不确定性,使核电厂今后燃料供应方面产生了一些问题。

今天的一些迹象表明,形势正在变化。世界铀市场正朝供需关系更加平衡的方向发展。世界铀产量自 1988 年到 1994 年下降近 50% 以后,1995 年、1996 年和 1997

年均有所增加。1997 年估计产量较 1994 年增加约 20%。铀的现货市场价格从 1994 年中期的持续低价略有回升以来一直处于不稳定趋势,1998 年初的价格上升了 30% 以上。

一段时间以来,澳大利亚、加拿大、哈萨克斯坦、蒙古、美国、乌兹别克斯坦等国家一直在从事重要的与生产相关的开发活动。另外,1997 年在将低浓铀(LEU)引入市场方面也取得了进展。这些低浓铀是通过将美国从俄罗斯购买的 500 吨高浓铀(HEU)掺淡后得到的。1996 年和 1997 年,俄罗斯根据协议向美国交付第一批 HEU。

1990 年以来,世界铀产量一直低于铀需求量。1997 年铀产量仅满足世界核反应堆总需求量的约 60%——约 6.38 万吨铀(tU)。1990 年以来,这种供应不足情况已造成世界铀库存量累计减少约 16 万 tU。(见第 18 页图。)预计 1998 年库存量会继续减少 2 万 tU 以上。铀库存量的迅速减少使民用铀储备少到如此程度,以致一些

市场分析师断定,仅有有限数量的多余核材料可供出售。尽管铀库存量仍很可观,但 1995—1996 年期间铀现货价格的增长表明,铀库存量越来越接近所要求的水平。

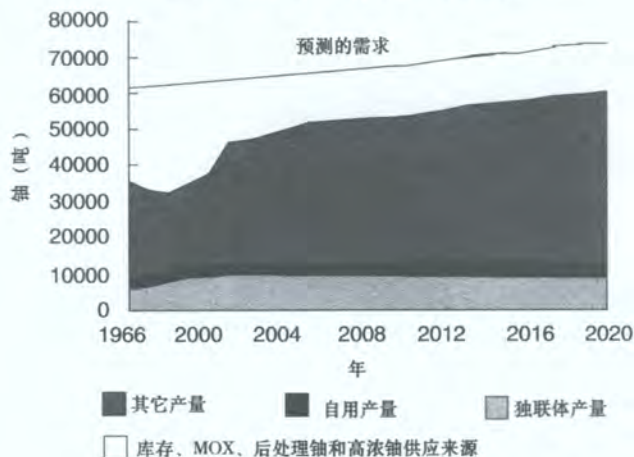
供应和需求预测

通过对有关可用于满足反应堆需求的补充性铀供应的可获得性分析,得出了如下结论,即铀生产作为核燃料的主要来源会继续进行。由此产生了铀资源和铀生产能力是否能及时满足需求的问题。为解决这些问题,IAEA 邀请专家分析现有资料,并起草至 2020 年的预测报告。本文重点介绍该报告的主要结论,并描述 IAEA 与铀勘探和生产有关的部分活动。(见第 20 页的方框。)

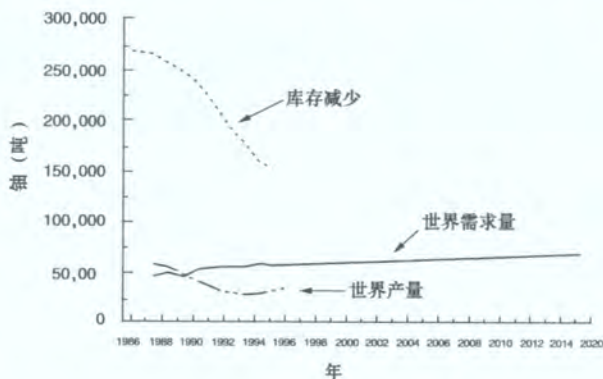
需求预测。直到 2005 年的世界铀需求情况是比较清楚的。2005 年后的预测的不确定性越来越大。这是由于

Nicolet 先生和 Underhill 先生是 IAEA 核燃料循环和废物技术处职员。

铀产量和供应预测



全球铀产量、需求量和库存量



一些核电厂可能关闭、一些建造进度表可能发生变化，以及缺少新的机组订货。在此分析中，预计年铀需要量将从1997年的6.15万tU增加到2020年的7.5万tU。

该预测值与根据对几种公开的需要预测值的分析得出的需求范围的中间值最接近。在该预测中，反应堆需求在至2020年期间将以600tU/年的速率增加，相当于每年增长不到1%。这期间的总累积需要量约为163.8万tU。

供应预测。预期可用来满足反应堆需要的铀供应来源有：

- 电力公司和生产商的库存。两类库存要加以考虑：西方国家的过剩库存和俄罗斯联邦的估计库存。非俄罗斯库存的大部分为电力公司所有，用以确保供应。还有一些数量较小的库存为生产商、铀贸易商和美国能源部所有。1997年初，可自由支配的电力公司库存（电力公司所拥有的超过宜用水平或批准水平的库存）估计总量

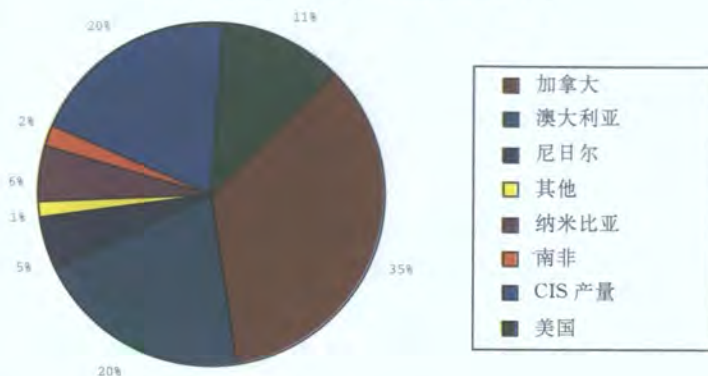
约为5万tU。这种可自由支配的库存预计将在2000年售出。俄罗斯联邦1997年初持有的天然铀和/或低浓铀的库存估计总量约为3万tU。预计至2004年该库存将会逐渐减少。

- 源于俄罗斯核武器的500吨高浓铀。与任何其他供应源相比，俄罗斯联邦所拥有的高浓铀的不确定性可能是最大的。政治、经济和技术都将在决定这种铀的可获得性的过程中起作用。按计划将交付500吨高浓铀（相当于15.3万吨天然铀）。不过，至于所建议的交付时间表能否保持不变，则有若干政治上和技术上的不确定性。该预测中采用的假设是，俄罗斯高浓铀掺淡后得到的低浓铀将按既定日程向美国交付的速度进入市场。现在的时间表规定，在1997年、1998年和1999年分别交付18吨、24吨和30吨高浓铀当量（分别相当于5733吨、7644吨和9555吨天然铀）。此后以30吨高浓铀当量的速度继续交付，直到2012年。在此预测中还假设俄罗斯和美国高浓铀掺淡后得到的额外低浓铀将继续交付到2020年。

- 混合铀-钚氧化物燃料(MOX)和后处理得到的铀。假设各国在选择是进行乏核燃料后处理还是直接处

世界累积铀产量

1997—2020 年(总量=124.5 万 tU 铀)



置方面坚持现在的政策,那么混合氧化物燃料和后处理得到的铀的未来市场将是有限的。用于 MOX 燃料的后处理得到的铀和钚仅是有限几个国家供应来源的重要组成部分。直至 2020 年,MOX 燃料和后处理得到的铀的贡献预期不会超过年总需求量的约 6%。这些来源没能满足的需求量,将必须由下面提到的来源生产的天然铀来满足。

■ 独联体(CIS)开采和加工的天然铀。CIS 1997 年估计产量为 6258 tU,预计 2001 年 CIS 的供应量将增加到 9785 tU,并将这一水平保持至 2020 年。该数量占世界需求量的 15%。但是,CIS 生产这么多铀的能力存在着不确定性。

■ 自用产量。这指其产量只用于满足国内核电计划的国家计划。在阿根廷、巴西、印度、巴基斯坦、罗马尼亚和西班牙,自用计划的生产根据反应堆需求来安排。属于这种情况的还有下列国家的生产企业:法国(预计生产至 1999 年);捷克共和国(预计生产至 2003 年);匈牙利(计划于 1997 年终止生产);及葡萄牙(预计继续生产至 2020 年)。自用生产量相当于年需求量的约 5%或 3200 tU。

■ “所有其他”开采和加

工的天然铀。北美洲、非洲、澳大利亚和欧洲的铀生产属于这种情况。它满足 57% 的需求量,而且将从 1997 年的 2.8 万 tU 增加到 2001 年的 3.85 万 tU。此后,它将逐渐增加到 2020 年的 4.77 万 tU。铀储量已被确定的项目的产量足以满足直至 2012 年的需求量。2012 年以后,将需要使用较不确定的资源来满足需求。预计加拿大会成为这个时期的主要生产商。预计加拿大的产量在 2002 年将达到峰值 2.04 万 tU,然后产量下降,到 2020 年时将占这类范畴铀总供应量的约 38%。预计当两种储量枯竭和世界其他地方低成本铀生产能力增加时这种情况将发生。1997 年,预计澳大利亚和美国这类范畴铀产量分别从占总天然铀产量的 21%和 10%增加到 29%和 16%。尼日尔和纳米比亚的累积产量预计满足需求的 5%到 10%,直至 2020 年。

(见图。)

正如 1997 年版《铀资源、生产和需求》(IAEA 同经济合作与发展组织核能机构联合出版的白皮书)中所报道的,1997 年 1 月 1 日世界年生产能力为 4.3 万 tU。它由 CIS 生产能力、自用和“所有其他”生产能力——分别为每年 8050 tU、2600 tU 和 3.235 万 tU——所构成。

1996 年铀产量是 3.6195 万 tU,世界生产能力利用率约为 84%。(生产能力利用率被定义为产量除以可用的生产能力。)总产量中的 6275 tU、2440 tU 和 2.745 万 tU 分别来自 CIS、自用和“所有其他”生产能力。这些生产能力的利用率分别为 78%、93%和 85%。

2005 年的估计产量约为 5.25 万 tU,比 1996 年产量约高 44%。要达到这个产量,生产能力必须从现有的 4.3 万 tU 增加 22%—26%。根据该预测,仅有 7 年时间

确定支持目标

IAEA 34 个成员国在从事铀资源的勘探和(或)开采。其中 22 个国家是正受益于特定类型的 IAEA 支持的发展中或新兴国家。机构的主要活动有:

半年一次编写全球现状报告《铀资源、生产和需求》(即所谓的“红皮书”。)该报告是和经济合作与发展组织核能机构共同编写的。1997 年版最全面,包括来自 59 个国家的报告。它第一次包括了所有铀生产国的报告(包括俄罗斯联邦和乌兹别克斯坦的正式报告)。对于涉及铀供应与需求工作的规划者和决策者来说,这本书是很有用的。

世界地图数据库。这本世界铀矿床地图和附带手册,首次汇编了世界上所有的铀矿床。它的特点是包括了关于铀矿床的地质环境、吨数、品位、矿型和状况的技术描述。它有助于完成国家战略规划,包括有关经济地开发本国铀资源的决策。

经验传播。过去 15 年,铀价格的下降和对铀开采作业的安全和环境方面关注

的增加,使管理法规更加复杂并导致一些非经济的作业终止。与此同时,勘探和开采技术已有大幅度的改进,产生了一些环境上合理、经济上效率更高的方法。机构正在积极从事相关技术和技术经验的传播。使许多国家更感兴趣的是就地浸出开采方法。采用这种方法,可从水饱和的渗透性砂岩矿床中回收铀。浸出用溶液由井注入,然后从井中泵出含铀溶液作进一步处理。该方法不需要破碎岩石以及把它们运到水冶厂。若项目得到很好的规划和经营而且矿床得到精心挑选,则该方法在经济、环境和安全方面都有好处。在澳大利亚、中国、捷克共和国、哈萨克斯坦、蒙古、巴基斯坦、俄罗斯联邦、美国 and 乌兹别克斯坦,已经使用或正计划使用该方法。1996 年世界铀总产量的 13%是用就地浸出开采方法生产的。作为 IAEA 在该领域活动的一部分,IAEA 正在实施几个技术合作项目,而且最近以此为专题针对发展中国家召开了一次技术会议。

可用于铀项目的规划、许可证申请、建造和投产。将需要额外的生产能力以实现 2020 年约 6.15 万 tU/年的生产能力以及补充因资源枯竭而失去的生产能力。

保持需求平衡

根据预测的 1%的适度年增长率,世界铀需求量预计将从 1997 年的 6.15 万 tU 增加到 2020 年的 7.5 万 tU。其间,累积需求量为 163.8 万 tU。

1996 年,铀产量满足世界需求量的约 60%,其余大部分由库存满足。1992 年以来库存每年平均供应约 2.3 万 tU 的需求,即将用完。随着过剩库存即将用完,其他来源的铀供应将必须增加以满足需求。有什么供应源可用来满足直到 2020 年的需求呢?

铀矿生产仍将是主要的供应来源,可满足至 2020 年的累积需求量的 76%到 78%。满足其余需求的供应

来源按相对重要性排列为:核武器计划撤出的高浓铀掺杂得到的低浓铀(11%—13%)、乏核燃料的后处理得到的铀(6%)和多余库存(5%)。美国政府和俄罗斯其他战略储备对铀供应的贡献,现在尚未知晓。

为满足这些预测的铀需求量,所有供应来源都将不得不按计划增加供应量。否则下个世纪初,可能因一类或多类生产商而导致短缺。 □