

世界能源发展态势 ——加速向太阳能/氢能过渡

Developmental Tendency of the World's Energy

贡光禹(摘译)

(中国能源研究会,研究员 北京 100863)

当前,世界能源正加速向太阳能/氢能经济过渡。1990~1999年期间,世界风发电装机容量平均每年增长24.2%,光伏电池产量的年增长率为17.3%,地热发电装机容量的年增长率为4.3%(1990~1998年),天然气消费的增长率为1.9%,水力发电装机容量的年增长率为1.8%(1990~1998年),石油消费的增长率为0.8%,核电装机容量的年增长率仅为0.5%,煤炭消费的增长率为-0.5%。1999年世界能源以更快的速度从化石燃料向太阳能/氢能经济过渡,其发展态势如下。

一、化石燃料消费结构发生变化

1999年,世界化石燃料消费量比1997年增长0.1%。虽然化石燃料消费在近50年内增加了4倍,但其年均增长率却从50年代的5.7%下降到90年代的0.7%。与此同时,各种化石燃料的不同发展趋势反映了世界能源系统正从固体燃料过渡到液体燃料,再过渡到气体燃料。

1999年石油消费增长了0.9%,90年代石油消费的年均增长率为0.8%。发展中国家石油消费的增长率最高,经济复苏的亚洲国家增长3.5%。1999年美国石油消费增加2.2%。

化石燃料消费增长最迅速的是天然气,1999年增长3.0%,90年代年均增长率为1.9%。由于发电和采暖用气需求的拉动,发展中国家和欧洲的天然气消费分别增长5.9%和4.7%。全球1998年天然气消费第一次超过煤炭消费。

1999年煤炭消费减少3.3%,煤炭消费量达到1986年以来的最低水平。90年代全球煤炭消费呈现负增长。1999年中国煤炭消费减少3%,美国减少1.7%,欧洲减少4.5%,前东方集团国家减少7.3%。今后几年内煤炭消费将进一步减少,这会产生重大的社会问题。在英国,由于缺乏政府的资助,2/3的矿井面临关闭。根据CLG能源咨询公司的一项独立调查,英国政府为减缓煤炭工业衰落而阻止兴建烧天然气的电站没有达到目的。在美国,持续的酸雨和烟雾问题已促使纽约州首席检察官和环保局提出法律诉讼,指控电力公司在改造运行10多年的老电站以提高出力时,没有按照清洁空气法的要求来改进污染控制设备。

劳伦斯·伯克利国家实验室的研究人员认为,

中国由于住宅采暖和烹调转向采用天然气和其他替代能源,政府将关闭更多的国有煤矿,2000年中国煤炭消费将继续减少。中国的事例表明,经济和环境压力将有助于天然气的发展。1999年中国政府批准了进口液化天然气的计划,2000年4月开始修建青海到污染严重的兰州市的天然气管线。中国还将同俄罗斯合作建设西伯利亚到北京和天津等大城市的天然气管线。

最近石油价格的波动——1998年末石油价格下跌到26年来的最低水平,而1999年几乎上涨了3倍——引发了未来石油可获得性和消费前景的争论。一些专家认为,随着技术创新使发现和开采新油田的成本不断降低,有可能返回到廉价石油时代。Amy Myers Jaffe和Robert Manning认为,21世纪初的能源问题将是长期的石油过剩并保持低价。另外,一些专家则指出,70年代发现的主要油田(如阿拉斯加和北海油田)正接近其生产极限,中东地区以外的石油储量占全球的比例从70年代以来没有发生很大的变化,使世界在面对另一次石油禁运时,将变得十分脆弱。Colin Campbell在“即将来临的石油危机”一书中指出,在未来10年内,石油产量将达到最高值,然后逐渐递减,导致局部地区石油短缺和油价暴涨。

然而,突出的问题并不是世界将脱离石油,或者说世界将脱离化石燃料,而是在发生危险的气象变化之前,大气能吸收多少化石燃料燃烧所排放的二氧化碳。实际上,问题并不在于缺乏化石燃料,而是在不可持续的情况下,仍不断地利用这些燃料。

二、核电装机容量稍有增加

1999年世界核电总装机容量增加0.4%,或增加1440MW,达到344526MW。90年代期间,全球核电总装机容量仅增长4.7%,而80年代增长了140%。今后3年全球核电总装机容量有可能达到最高水平。

1999年开始兴建的两座核反应堆都在日本,使在建的反应堆总数达到32座,总功率为25716MW。这是30多年来在建反应堆最少的一年。

1999年有3座反应堆并网发电,法国、印度和斯洛伐克各一座。瑞典有一座反应堆永久性关闭。这样,共有95座反应堆在平均服务寿命不到18年

表 1 1950~1999 年世界化石燃料消费			
年份	煤炭	石油	天然气
	(百万吨油当量)		
1950	1 043	436	187
1955	1 234	753	290
1960	1 500	1 020	444
1965	1 533	1 485	661
1970	1 635	2 189	1 022
1971	1 632	2 313	1 097
1972	1 629	2 487	1 150
1973	1 668	2 690	1 184
1974	1 691	2 650	1 212
1975	1 709	2 616	1 199
1976	1 787	2 781	1 261
1977	1 835	2 870	1 283
1978	1 870	2 962	1 334
1979	1 991	2 998	1 381
1980	2 021	2 873	1 406
1981	1 816	2 781	1 448
1982	1 878	2 656	1 448
1983	1 918	2 632	1 463
1984	2 001	2 670	1 577
1985	2 100	2 654	1 640
1986	2 135	2743	1 653
1987	2 197	2 789	1 739
1988	2 242	2 872	1 828
1989	2 272	2 921	1 904
1990	2 245	2 964	1 942
1991	2 190	2 956	1 981
1992	2 172	2 978	1 990
1993	2 162	2 943	2 037
1994	2 174	2 998	2 049
1995	2 207	3 031	2 116
1996	2 285	3 106	2 213
1997	2 266	3 174	2 202
1998	2 219	3 171	2 234
1999(预计)	2 146	3 200	2 301

之后退役,总装机容量为 28 779MW。1999 年底,有 431 座反应堆在运行,比 6 年以前多一座。

在北美和西欧,没有一座在建的反应堆,今后几年也不会有新的核电项目。在这两个地区,电力市场的逐步开放对核电的竞争力产生巨大的压力。由于成本高,美国 40 %的核电能力面临永久性关闭的命运。美国能源部预计,美国约 31 %的核电能力将在 2015 年前关闭。

在欧洲,法国政府继续暂停新的核电项目,直到 2002 年总统大选之后。与此同时,许多国家正在制订永久性关闭不经济和老化的反应堆的计划。瑞典决定 2001 年关闭第二座反应堆,英国承诺在 2002 年关闭两座反应堆,荷兰宣布将在 2003 年制定计划关闭其最后一座反应堆。德国政府正就关闭该国 19 座反应堆的时间表与核电行业进行谈判。

保加利亚已宣布,将在 2002 年关闭两座反应堆,2006 年关闭另外两座反应堆。立陶宛计划在 2005 年关闭一座反应堆,俄罗斯将在 2004 年关闭

一座反应堆,斯洛伐克共和国将在 2008 年关闭两座反应堆。哈萨克斯坦已宣布关闭其靠近伊朗国境线的唯一一座反应堆的计划。

1999 年日本发生了自 1986 年切尔诺贝利核电站爆炸以来世界上最严重的核事故。9 月份在距东京不远的一座核燃料制造厂发生事故,导致一名工人死亡。这对日本政府提出的到 2010 年新建 20 座反应堆的计划产生影响。1999 年底,日本有 4 座反应堆在建设中,日本政府能源咨询委员会负责人对官方核计划的可靠性提出了质疑。

中国运行和在建的核电装机容量为 6 500MW,政府希望到 2020 年增加到 40 000MW,但 1999 年中国政府突然宣布,至少在 3 年内不再批准新的核电项目,这使新增两座俄罗斯反应堆的计划被搁置。

韩国现有 14 座反应堆,计划到 2015 年新增 14 座反应堆,其中已有 6 座在建。印度计划 2000 年有一座新的小型反应堆并网,使现有的 1 900MW 核电容量增加到 2 000MW,但该计划面临难以克服的资金困难。

土耳其核电产业的发展尚存一线希望。该国 30 年来未能有效地推进核电发展,现在看来将订购第一座核电站。然而,这一计划招致非政府组织的强烈反对,特别是 1998 年其邻近地区发生强烈地震以后,引发了更广泛的反对核电的呼声。1999 年底,土耳其政府第三次发布延迟订购核电站的决定。

三、风力发电迅速发展

风力发电已经成为世界上发展最迅速的能源。1999 年世界风力发电装机容量增长 39 %,总装机容量达到 13 840MW。21 世纪初,风力发电量将是 10 年前的 8 倍。

1999 年,估计安装了 3 900MW 的风力机,比上年增加 65 %。目前风力机市场的增长速度几乎和全球火爆的移动电话市场一样快。1999 年全球移动电话增加了 73 %。1999 年安装的风力机价值超过 30 亿美元,支持着约 86 000 个工作岗位。

德国风力发电机装机容量连续 6 年居全球之冠,1999 年约安装了 1 568MW 的风力发电机组,几乎是 1998 年的两倍。目前,德国 4 445MW 风力机提供全国 2 %的电力。在多风的北部地区,风力发电提供的电力超过 10 %。德国风力发电已从西北部扩展到内陆地区,并向波罗的海沿岸发展。

1999 年西班牙新增风力机 750MW,居世界第 2 位。风力发电总装机容量为 1 584MW,居世界第 4 位。从西北部的加利西亚到东北部的加泰罗尼亚以及南部的安达卢西亚,西班牙的风电产业在今后几年内将以更快的速度增长。新年伊始,西班牙的主要风电开发商 Energia Hidroelectrica de Navarra 宣布了一宗迄今最大的风力机订货——1 800 台风力机,总容量约 1 400MW,价值约 7 亿美元。这是 1994 年全球风电市场规模的两倍。

在美国,由于受风电开发厂商急于利用 1999 年 6 月到期的风电税收优惠的推动,1999 年风电市场

表 2 1960~1999 年世界核电站净发电装机容量

年份	装机容量 (GW)	年份	装机容量 (GW)
1960	1	1984	219
1965	5	1985	250
1970	16	1986	276
1971	24	1987	297
1972	32	1988	310
1973	45	1989	320
1974	61	1990	328
1975	71	1991	325
1976	85	1992	327
1977	99	1993	336
1978	114	1994	338
1979	121	1995	340
1980	135	1996	343
1981	155	1997	343
1982	170	1998	343
1983	189	1999(预计)	345

也有所发展 (1999 年底美国国会又恢复了风电税收优惠政策)。1999 年美国新增风力发电装机容量 562MW, 风力发电装机容量达到 2 490MW, 从而使美国风力发电装机容量保持第二的地位。美国新增风力机主要在依阿华、明尼苏达和得克萨斯州, 这些州的风能资源比 80 年代美国开始发展风电产业的加利福尼亚要丰富得多。

1999 年风力发电有所发展的国家还有: 丹麦, 新增装机容量 290MW; 意大利, 新增装机容量 101MW; 希腊, 新增装机容量 73MW。在发展中国家, 风力发电发展仍然落后, 主要是缺乏政策支持, 中国、印度和哥斯达黎加取得了有限的进展。

随着风力发电技术的不断进步, 风力发电的成本很快地缩小了与常规发电厂之间的差距。美国能源部估计, 目前风力发电的成本约为每千瓦时 4~6 美分, 与新建的的烧天然气和燃煤电站的发电成本相当。促使风力发电成本下降的主要因素之一, 是风力机的容量日益增大, 目前许多风力机的叶片翼展超过 70m, 单机容量达 1~2MW。

欧洲正在发展大型海上风力发电场。主要有丹麦、德国、爱尔兰、荷兰、瑞典和英国等国, 英荷壳牌石油公司等大公司正在制定大规模开发北海和波罗的海风能的计划。德国劳埃德和加勒德汉莎公司的研究认为, 欧洲近海海面 30m 以浅的风能资源可提供欧洲大陆所需的全部电力。

1999 年欧洲风能协会、能源与发展论坛以及国际绿色和平组织资助的一项研究估计, 如果风力发电的增长率能持续下去, 2020 年风力发电可提供世界 10 % 的电力。要实现这一目标, 2020 年风力发电年投资额应增加到约 780 亿美元, 这相当于 90 年代新增发电装机总容量年投资额的 40 %。

四、太阳能发电市场火爆

1999 年全球光伏电池产量估计增加到 201.3MW, 比上年增长 30 %。在过去 10 年期间光伏

表 3 1980~1999 年世界风力发电总装机容量和年增加量

年份	总装机容量 (MW)	年增加量 (MW)
1980	10	5
1981	25	15
1982	90	65
1983	210	120
1984	600	390
1985	1 020	420
1986	1 270	250
1987	1 450	180
1988	1 580	130
1989	1 730	150
1990	1 930	200
1991	2 170	240
1992	2 510	340
1993	2 990	480
1994	3 680	720
1995	4 820	1 294
1996	6 115	1 290
1997	7 640	1 566
1998	9 940	2 363
1999(预计)	13 840	3 900

电池产量几乎增加了 5 倍。1999 年光伏电池组件的批发市场约为 7 亿美元, 包括蓄电池和逆变流器以及安装费用在内的光伏发电系统的总市场价值约为 16 亿美元。

1999 年光伏发电市场的增长主要是远距离通信、交通信号和农村家庭供电的离网系统, 以及工业发达国家连网的太阳能屋顶发电。欧洲国家和日本政府对连网的太阳能屋顶发电系统给予补贴。

1999 年日本光伏电池产量达 80MW, 比 1998 年增长 63 %, 居世界第一位。日本生产的光伏电池大部分用于政府大力支持的住宅太阳能发电计划, 1999 年已安装了 9 000 套光伏发电系统。日本京都陶瓷公司是目前居世界第二位的光伏电池制造商, 1999 年生产了 30.3MW 的光伏电池。

美国光伏电池生产增长缓慢, 产量为 60.8MW, 其中部分出口到发展中国家。虽然克林顿政府发动了著名的百万屋顶太阳能发电计划, 但所提供的支持远远低于大多数实施类似计划的其他国家。美国能源部宣布, 将在废弃的城市建筑物屋顶装设太阳能电池, 但国会不愿为该计划提供足够的资金。

设在加利福尼亚的西门子光伏电池制造厂在两年内从世界第一降到第四位, 与此同时, 英国石油公司所属 Solarex 公司跃居光伏电池制造商的第一位, 虽然该公司的生产是由设在美国、欧洲和其他地区的工厂进行的。

欧洲光伏电池产量从 1998 年的 33.5MW 增加到 1999 年的 40.0MW, 主要推动力是德国、挪威和瑞士等国的住宅太阳能发电计划, 今后几年欧洲光伏发电市场有可能进一步增长。1999 年 11 月英荷壳牌石油公司的太阳能分部在德国的一座大型全自动光伏电池厂 (25MW) 投产。

1999 年促进发展中国家光伏发电发展的工作加紧进行。来自政府和国际机构的资助促使这方面的工作不断取得进展。例如,印度拉贾斯坦邦的“赤脚大学”正在培训农村妇女制造和维修太阳能灯;南非政府计划给农村学校和诊所提供太阳能电力,1999 年宣布将安装 350 000 套光伏发电系统。

1999 年,多晶硅电池约占光伏电池市场的 44%,而传统的单晶硅电池占 36%,薄膜非晶硅电池占 16%,其中包括约 8.6MW 用于计算器等器具的电池。虽然非晶硅电池的效率低于晶硅电池,但是许多分析家认为,非晶硅电池最有可能在今后几年大幅度地降低光伏电池的生产成本。

1999 年技术进步和市场竞争促使光伏电池组件的价格大幅度下降,降到每瓦 3.5 美元。这是一个重大突破,因为近 6 年来光伏电池的价格一直在每瓦 4.10~4.30 美元之间徘徊。光伏电池价格应进一步下降,这样在大多数连网应用中才会有竞争力。

光伏发电市场未来发展的令人鼓舞的一个迹象是,2000 年 1 月,替代能源技术公司的股票价格大幅上扬,因投资利润剧增而获益的太阳能公司有宇宙动力公司 (Astro Power)、能源转换设备公司 (Energy Conversion Devics)、螺旋公司 (Spire) 以及太阳能世界公司 (Solar World)。

五、紧凑型荧光灯遍布全球

1999 年全球紧凑型荧光灯销售量增长 11%,达到创记录的 4.32 亿只。80 年代初实现商品化的紧凑型荧光灯是普通 4 英尺荧光灯管小型化的产品。而紧凑型荧光灯的使用寿命约为 1880 年托马斯·爱迪生获得专利的白炽灯泡的 10 倍,紧凑型荧光灯发出同样的光照度,耗电量却少 75%。

1988 年以来,紧凑型荧光灯销售量约增加了 10 倍。由于紧凑型荧光灯可使用数年,因此估计目前使用中的荧光灯约有 13 亿只,所需电力为 20 000MW,如果使用同样数量的白炽灯,则需要 80 000MW 的电力。紧凑型荧光灯每年所节约的电力相当于 28 座中等规模燃煤电站的发电量。1999 年,白炽灯与荧光灯的销售量的比例为 25:1,由于紧凑型荧光灯使用寿命长,因此荧光灯约占已出售的照明容量的 33%。

节电可避免污染。例如,2000 年初北美使用的 2.75 亿只紧凑型荧光灯可以在 1 年内避免排放 350 万吨碳和 69 000 吨硫。紧凑型荧光灯还可减少电费。在丹麦,消费者花 4 美元可以购买 1 只高质量的紧凑型荧光灯,如果 1 天照明 4 小时,则在不到 6 个月内就能回收购买它所花的额外费用。一只紧凑型荧光灯在 10 000 小时使用寿命期内可节省电费 49 美元,是其售价的 12 倍。

由于认识到紧凑型荧光灯的效益,许多国家的政府都在推广紧凑型荧光灯。例如,中国已实施 3 年的绿色照明工程,扩大了紧凑型荧光灯的市场,并改进了质量。1996~1999 年,中国紧凑型荧光灯的国内销售量增长 347%,中国已成为全球紧凑型

表 4 1971~1999 年世界光伏电池产量

年份	产量 (MW)	年份	产量 (MW)
1971	0.1	1987	29.2
1975	1.8	1988	33.8
1976	2.0	1989	40.2
1977	2.2	1990	46.5
1978	2.5	1991	55.4
1979	4.0	1992	57.9
1980	6.5	1993	60.1
1981	7.8	1994	69.4
1982	9.1	1995	78.6
1983	17.2	1996	88.6
1984	21.5	1997	125.8
1985	22.8	1998	154.9
1986	26.0	1999(预计)	201.3

荧光灯最大生产国。1995 年以来,亚洲紧凑型荧光灯的市场扩大了两倍多,1999 年亚洲紧凑型荧光灯的市场规模是北美的两倍。欧盟正在制订绿色照明计划,提倡住宅和商业部门推广高效照明。

国际金融公司 (IFC) 在全球环境基金 (GEF) 的支持下发起了高效照明计划 (ELI),在 7 个国家 (阿根廷、捷克共和国、匈牙利、拉脱维亚、秘鲁、菲律宾和南非) 推广紧凑型荧光灯和其他高效照明器具。

国际金融公司的 Russell Sturm 指出:“高效照明技术的兴起不仅可以减少能源费用,还能使各国以更高的成本效益满足其能源服务需求,腾出稀缺的资金用于其他重要的发展需求,以 1 吨碳不到 5 美元的成本来减少温室气体排放。”

在南非,为了支持高效照明计划,国家电力公司,即 Eskom 公司将提供与全球环境基金出资相当的资金。这样,到 2003 年可投入 1 000 万美元来推广紧凑型荧光灯和其他高效照明器具。Eskom 公司的项目协调员 Barry Bredenkamp 说:“我们的高效照明计划将帮助南非所有的阶层。对低收入阶层,我们将高效照明计划与正在进行的电气化相结合,帮助住户逐步电掉蜡烛而采用紧凑型荧光灯。”

表 5 1988~1999 年世界紧凑型荧光灯销售量

年份	销售量(百万只)	年份	销售量(百万只)
1988	45	1994	206
1989	59	1995	245
1990	83	1996	288
1991	112	1997	362
1992	138	1998	387
1993	179	1999(预计)	432

人们将不断改进紧凑型荧光灯技术,降低造价和提高质量。镇流器是紧凑型荧光灯最昂贵的部件,约占紧凑型荧光灯制造成本的 70%。劳伦斯·伯克利实验室的 Steve Johnson 认为,新设计的镇流器将使紧凑型荧光灯更小和更便宜,改进电力的质量和提高光输出。预计到 2002 年,将看到先进的紧凑型荧光灯。

(责任编辑 蔡德诚)