

瑞典的能源综合管理体系

段黎萍

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 瑞典在过去近20年来, 实现了国民生产总值增长44%, 但是, 温室气体排放量却降低了近9%。通过分析发现, 瑞典其能源模式的成功是在立足本国国情的基础上, 采用税收、绿色认证、因地制宜、环保补贴和研发投入等多种措施综合作用的结果, 而瑞典的企业、公民和政府都在能源综合管理体系中做出了各自的贡献。

关键词: 瑞典; 能源; 综合管理; 体系

中图分类号: TK01 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2009.12.004

从1970年至今的30多年间, 瑞典逐步形成了一套运行安全可靠、环境友好、温室气体排放较小、价格相对合理的能源综合管理体系。石油和煤等的化石能源在能源体系中比例逐步减少, 生物燃料、水力和核能等能源的占有比较逐步提高, 并在交通领域外实现了非化石能源体系。

从1990-2006年, 瑞典国民生产总值 (GNP) 增加了44%, 但是, 温室气体排放量反而降低了8.7%^[1]。同期, 单位GNP能源使用量从21 000千瓦小时百万克朗降低至16 000千瓦小时百万克朗, 大约下降了25%。从1990-2006年瑞典人均能源使用量是略有增加, 但是主要增加的是可再生能源的使用, 人均可再生能源使用量从15 000千瓦小时增加到20 000千瓦小时, 约增加了30%以上。截至2006年, 可再生能源占到瑞典全部能源使用量的40%以上, 石油的份额仅占到33%, 核能占到30%, 见表1^[2]。

瑞典并不满足已经取得的成绩, 而是制定了更高的目标。2009年3月, 瑞典政府出台了“气候及能源联合法案”^[3], 提出瑞典在2020年的总目标是: 温室气体排放减少40%, 可再生能源最少达到总能源的50%, 能源使用效率提高20%, 运输领域最少使用10%的可再生能源。其中, 温室气体减

排40%是基于1990年和非贸易排放量。

瑞典的能源综合管理模式有以下几个组成部分。

一、因地制宜使用本国特色的能源

瑞典拥有丰富的自然资源, 如水力和森林。瑞典因地制宜地使用本地能源, 既减少了化石能源的进口, 又减少了温室气体的排放, 还有利于

表1 瑞典能源种类及总量 (单位: 10亿千瓦小时)

能源种类 \ 年	1970 年	2006 年
石油及产品	350	205
核能* (含核电)	0	190 (65)
生物燃料	45	113
水力	41	61
热泵	0	6
风能	0	1
其它 (煤等)		
总量	457	620

*: 核能仅生成了650亿千瓦小时电能, 其它能量为核电厂中的转换损失。

作者简介: 段黎萍 (1972-), 女, 工学博士, 中国科学技术信息研究所 副研究员; 研究方向: 科技政策与国际合作研究。

收稿日期: 2009年6月14日

保障瑞典国家能源安全,例如:2009年初,欧洲许多国家的冬季取暖受到俄罗斯与乌克兰的天然气运输争端的严重影响,瑞典却没有受此影响。

1. 发展生物质能源

瑞典的生物质能源主要来自林业木屑和造纸黑液,并已经用作热电联产的主要原料。瑞典有220家小区热力系统,大约承担了40%的供热,2005年相当于470亿度电的供热来自以生物质为主的可再生能源。当夏季供热需求减少时,则将生物质加工成为木屑球或乙醇。仅有极小部分用于发电。瑞典还在开发多联产系统,即希望用现有的热电系统生产电、热、乙醇和沼气等。

瑞典在20年前就开始研发,包括:纤维素乙醇、合成气体为基础的燃料、高温裂解石油为基础的生物燃料和其它燃料,希望能够大量使用农业、林业废料,不用争夺粮食资源或污染环境。2004年,瑞典在北部的Örnsköldsvik市SEKAB生物燃料公司内部建立了一个纤维素乙醇试验厂,产量为300~400升/天,目前使用的原料为针叶树木屑,其它原料如甘蔗渣、秸秆等都在考虑之内,目标是逐步开发商用技术和纤维素乙醇生产设备。

由于造纸业发达,造纸黑液气化也是瑞典另一项领先世界的生物能源技术。

2. 水力发电为瑞典提供了近一半的电能

瑞典水力资源丰富,早在1880年,瑞典就开始建立小型水力发电站,大型水电站始建于20世纪初。目前,瑞典约有1000家水电站,发电量占到能源总使用量的约16%,2007年达到750亿度。大型水电站在水电发电量占到主导地位,发电量占到瑞典全国电量的45%。小型水电仅占全国电力的份额0.5%。在瑞典,水电装机容量大于1500千瓦的称为大型水电,小于1500千瓦的称为小型水电。瑞典拥有14座装机容量大于20万千瓦的水电站,有650座小于1000千瓦的小水电站。

出于对自然环境的原生态景观的保护需求,瑞典禁止在占全国水力资源1/3的Vindelälven、Pite Älv、Kalix Älv 和Torne-Muonio Älv等4个主要大河上建立水电站,限制了瑞典水电进一步的发展。瑞典对大型水电的未来发展的态度不明朗,政府需要在自然环境原生态保护和经济发展需求方面做好平衡。

3. 核电起步早,重视核废料处理技术开发

瑞典核电起步早,开始于20世纪40年代,并于70年代开始商业化运行。第一个特许建立的核反应堆Oskarhamn 1号,于1965年被批准,于1972年投入商业运营。目前,瑞典在运行的核电站有3家,共拥有10个反应堆。正常年份核电约为600亿~700亿度,发电量约为瑞典电力的50%,已经在瑞典能源体系中占有重要的支持地位。

瑞典核电发展并非一帆风顺。20世纪70年代,核安全和核废料处理问题成为瑞典各政党讨论的主要议题之一,各方意见不一。在1979年美国三哩岛核事故后,瑞典议会根据当时公民公决的结果,同意启动当时所有在建及筹建核电项目,并寻求合适的核能退出机制。1997年瑞典通过了“核能退出法案”^[4],并据此法案于1999年和2005年先后关闭了Barsebäck核电厂的两个反应堆。但是,随着气候变化和石油价格等因素,以及民众对核电认可程度的提高,核能作为清洁能源又重新被重视。在2009年“气候及能源联合法案”中,瑞典政府将向议会提出一项废除“核能退出法案”的建议,方案是在新反应堆必须代替现有反应堆中的一个,并必须在原有地址上重建。

瑞典在核废料处理独具特色,现有两处核废料处理基地:一处是从1988年开始使用的低放射性核废料永久存储地;一处是高放射性核废料中间存放地。瑞典还计划建立全世界第一个高放射性核废料永久存储处,现已有自行研发的存储技术,正在选址,计划于2010年开工,2020年投入使用。

4. 开始关注风力发电

瑞典的风力发电量在瑞典能源体系中所占比例很少,2007年仅有14亿度风电,约占总电量的0.5%,远远低于其邻国丹麦的20%的比例。政府的2001年“能源供应”草案^[5],提出2015年,风电要增加100亿度的目标,并提出支持地方政府进行土地使用规划,并简化审批风电建设的程序,以促进风电设施的建设。2007年瑞典能源署又重新规划了风能目标,提出2020年达到300亿度的目标,其中,200亿度是陆地风电,100亿度是离岸风电。

瑞典能源署2009年3月表示,瑞典对风能的需

求强烈,因而,瑞典能够实现2020年的风电目标,但是由于金融危机和欧元升值的影响,风力电厂建设成本提高了近20%,可能会导致建设速度降低。

二、有机垃圾再利用产生热电

2005年,瑞典宣布填埋有机垃圾是非法的,所有有机垃圾都要通过生物技术处理变为堆肥、沼气或混合肥料,或进行焚化。目前,约有12.6%的有机垃圾作生物技术处理,其余的垃圾则用来产生能量。在瑞典发达的小区能源系统中,生活垃圾是供热和供电的来源之一。目前,瑞典共有30家城市固体垃圾焚化厂,其中16家是热电联产式,13家是锅炉供热式,可为81万个家庭供热,为25万个家庭供电,另一家是为企业提供蒸汽。

垃圾焚化厂在经济上也是可行的。以瑞典南部马尔默市一家垃圾焚化厂为例:其年焚化垃圾量为46万吨,主要用于小区供热和供电,多余电力可以联网销售。该厂投资2.86亿美元修建,每年收入约为3600万~7000万美元,10年之内即可收回投资。

以前一直认为,垃圾焚烧会给环境带来污染,所以许多垃圾焚化项目遇到了公众的抵制。但随着技术的提高,主要污染物,包括二恶英在内的排放越来越少。瑞典Götaverken公司开发的由冷却、三步清洗、余热回收系统组成的多功能烟道气清洗系统,可以分别除去氯化氢、二氧化硫、氢氟酸、氨、二恶英等物质,还能同时回收余热^[6]。

三、税收和可再生能源补贴

1. 征收CO₂税

从1991年起,瑞典开始对征收高额的CO₂排放税^[7],即无论企业还是个人,都要对污染环境的行为付出代价,税收主要针对包括石油、煤、天然气等在内的化石能源。瑞典的税收是为了提高能源效率,鼓励生物燃料的使用,激励企业减少对环境的影响。瑞典对不同行业采用不同CO₂税率,采矿、制造和园艺等行业的税率仅为家庭和非制造业税率的1/4,以保证其产业界在国际上拥有竞争力。

交通是瑞典CO₂排放的主要领域,2008年瑞典

将交通领域CO₂税增加了60克朗/吨,提高至1010克朗/吨,对消费者而言,约合每升汽油增加0.29克朗税。由于使用化石能源的成本提高,更多的私家车主开始使用减少排放的方式,比如:使用生物燃料,从而,可以得到CO₂税率减免。据瑞典交通与通信研究所(SIKA)估计,CO₂税实施后,从1991-2005年,仅从交通领域,主要是私家车,每年就减少了排放CO₂排放150万~320万吨。

2. 采用绿色电力认证系统

在电力体系中,瑞典从2003年5月起,依据“电力认证法案”^[8]实施绿色电能认证体系,以促进可再生能源生产的电力有价格竞争力,认证的绿色电能包括:风电、太阳能发电、地热发电、生物质能发电、潮汐发电、小水电。大型水力发电不在此列。根据2006年修改后目标,与2002年相比,到2016年瑞典要将可再生能源生产的电力增加170亿度/年。认证、管理和执行机构分别为瑞典能源署和国家电网公司。

“瑞典认证法案”制定了2003-2030年,每年可再生能源电力的认证配额。加入认证体系的电厂每采用可再生能源产生1000度电,可得到1个认证数,从国家电网公司得到相应的认证数。若电厂得到的此认证数,达不到当年配额的要求,则电厂需在当年年初向国家电网购买一些认证数。若得到的认证数超出配额,电厂可以出售多余的认证数。国家电网年底根据实际生产情况核算时,如果电厂的认证数达不到配额要求,则要按照认证数平均价格的1.5倍支付罚款。认证数可以交易,1个认证数的价钱大约为200~300瑞典克朗左右,具体价格根据市场行情决定。到2007年,加入认证体系的电厂已有1149家电,既有大型电厂,也有小型电厂。

认证费最终不是由各电厂支付,而是由消费者支付。各电厂提供给国家电网的电价中,含有每度电0.04克朗的认证费,除去管理、传输、附加税和人工等费用外,这些钱都由电厂获得。

对电厂而言,使用可再生能源生产的电力越多,得到的认证数就越多,额外收入就越多,因此,这几年来各电厂积极采用可再生能源,2007年瑞典可再生能源生产的电力比2002年增加了62亿度。

3. 对环保型汽车提供补贴与优惠

在交通系统,瑞典也制定了一些特别的激励政策,促进可再生能源的使用。由于瑞典的化石能源主要用在交通,因此,减少化石能源使用量的最大挑战来自交通。瑞典为了促进环境友好的绿色汽车的使用,采取了诸如降低环境友好汽车购置税、免费停车、强制要求大型加油站至少提供一种可再生燃油等措施。

从2007年瑞典政府对使用生物能源的汽车进行10 000瑞典克朗(约1500美元)的补贴^[9],此举效果显著,到2008年1月,在瑞典注册的新车中已经有36%是生物能源汽车,而且这个数量还在增加。该补贴将于2009年12月31日截止,取而代之的是将对消费者新购置的绿色汽车及小排量汽车减免头5年的汽车税。

四、重视提高能源效率和节能

政府重视提高能源效率和节能,旨在通过促进企业提高能源效率、促进了公共交通,并增加集中供热的份额和废热回收的力度。

瑞典于2005年1月开始实施“提高能源效率法案”^[10],主要是鼓励高能耗制造业公司提高能源效率,其具体方法是设立“提高能源效率项目”,瑞典能源署是该项目的执行机构。目前,已经有124家企业获准参加该项目,其中包括许多造纸、钢铁、木材、化工等大企业。企业只要符合下列条件之一,就可以自愿申请加入,即企业使用能源的成本占到全部产值的3%,或能源税、CO₂税和SO₂税合计超过企业增值税的0.5%。

企业参与该项目的期限为5年。在头两年期间,公司必须引入能源管理系统,并通过该系统认证。能源管理系统是一套能源管理的标准,内容包括在企业内部实施能源审计和分析,并依据能源效率的要求,检查大功率用电设备的采购和企业的设计过程等。两年后,企业需要向能源署提交一份关于能源审计、能源管理系统和节能措施的报告,并制定一套提高能源效率的措施,然后在剩下3年时间要实施这些措施。

除了能源管理系统达到的节能效果外,政府还减免这些公司的用电税,即从0.005瑞典克朗/千

瓦小时减为零。此外,没有参加“提高能源效率”项目的企业,也可以引进能源管理系统。

五、政府和企业能源研发领域合作良好

瑞典政府重视能源领域的研发投入,近几年来,每年约有16亿瑞典克朗,其中8亿克朗由瑞典能源署负责。此外,瑞典研究理事会以及瑞典创新署等机构也从基础研究、应用技术和产业化等方面对能源研发进行支持。

20世纪70年代,为了应对第一次石油危机,瑞典将与能源相关的研究都纳入在“国家能源研究计划”一揽子计划下,目前主要包括6个领域:通用能源系统研究、建筑物节能研究、交通能源研究、耗能型工业节能研究、燃料能源研究和发电及输送研究。

瑞典政府关注能源产业链条的研究、开发到示范项目等各个环节,并吸引大量的企业参与。以造纸黑液气化为例:瑞典能源署、瑞典战略环境研究基金会、以及Kappa、Sveskog、SCA、Vattenfall、Chemrec等著名林业、造纸业及电力企业以及一些地方政府一起进行合作研发。瑞典ABB公司和Chemrec公司开发了两种技术路线,并在Kappa公司和Chemrec各建立一个示范厂,为实验室改进和今后的商业化操作积累数据和经验。

结束语

从以上分析可以看出:瑞典的能源综合体系在立足本国国情的基础上,取得了社会发展和节能减排双赢的局面,其能源模式的成功是采用税收、绿色认证、因地制宜、环境补贴和研发等多种措施综合作用的结果,而瑞典的企业、公民和政府都在能源体系中做出了各自的贡献。■

参考文献:

- [1] <http://www.sweden.gov.se/sb/d/8202/a/94668>.
- [2] Energy Indicators 2008—Theme: Renewable energy. www.swedishenergyagency.se.
- [3] An integrated climate and energy policy. <http://www.regeringen.se/sb/d/2023/a/123466>, 30 March 2009.

- [4] Stefan Lindstrom. The brave music of a distant drum: Sweden's nuclear phase out. *Energy Policy*, 1992, 20 (7): 623-631.
- [5] Proposition 2001/02:143. Samverkan för en trygg, effektiv och miljövänlig energiförsörjning. (瑞典议会2001/02:143草案: 共同创建一个安全、有效和环保的能源供应)。
- [6] Flue gas treatment with integrated Dioxin removal by A-DIOX. Götaverken 环保公司。
- [7] Higher carbon dioxide tax for reduced traffic emissions. <http://www.sweden.gov.se/sb/d/574/a/88613>, 20 September 2007.
- [8] Electricity Certificate Act (2003:113), <http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=2003:113>, 2003-04-03.
- [9] Increased appropriations to biological diversity and green cars in 2008. <http://www.sweden.gov.se/sb/d/713/a/103153>.
- [10] The Programme for Improving Energy Efficiency Act (2004:1196), <http://www.energimyndigheten.se/en/>.

The Comprehensive Energy Manage System of Sweden

DUAN Liping

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: In the past two decades, Sweden's GNP increased 44%, while the green house gas emission decreased about 9%. Through the analysis, it would be found that its successful energy model is the result of comprehensive energay manage system, including CO₂ tax, green certification, environmental bonus and R&D investment, which are based on the natural and social reality of Sweden. Meanwhile the enterprises, the citizens and governments play different roles in the energy system.

Key words: Sweden; energy; comprehensive manage; system