

德国可再生能源技术的研发与创新

王志强

(中国21世纪议程管理中心, 北京 100053)

摘要:在对德国可再生能源发展战略、发展现状和研发创新情况进行调研的基础上, 本文对其技术研发重点领域、经费投入和最新进展进行了总结, 并对其鼓励研发创新的政策机制进行了分析。

关键词: 可再生能源; 能源技术; 技术创新; 政策机制

中图分类号: TK01; TK51 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2010.04.004

能源问题不仅仅是能源的生产、供应和消费问题,而且与经济增长、社会发展、气候变化、环境保护密切相关。当前,能源安全与气候变化问题已经成为世界各国普遍关注的热点话题,是我国实现可持续发展迫切需要解决的一个关键性问题。德国是继美国、中国、俄罗斯和日本之后的全球第五大能源消费国,又是一个能源资源缺乏的国家,其能源供应很大程度上依赖进口(2008年占其能源消费总量的60%),对石油的进口依存度更是近乎100%。近年来,随着国际油价涨跌起伏,世界能源供应的不可预见性越来越大,能源政策在德国联邦政府内政和外交中的地位大幅提升。为了摆脱对进口传统能源的长期依赖,德国政府确定了“经济性、安全性和环境友好性”的新能源发展政策目标,大力发展可再生能源,加大新能源和可再生能源技术的研发创新力度,减少传统不可再生能源的使用,提高能源资源利用的效率,减少对能源进口的依赖。在德国政府的努力下,其可再生能源消费在一次能源消费结构中所占比重实现了快速增长:1995年,可再生能源占一次能源消费比重仅为1.9%;到2008年,该比重大幅增加到了近10%,年均增幅超过了12%。

德国联邦政府高度重视推动可再生能源技术研发与创新,把发展可再生能源技术作为产业创新

的平台和带动出口的新增长点,可再生能源产业已成为引领德国经济发展和促进就业的发动机。目前,全球65%的沼气发电设备、41%的太阳能光伏发电设备、33%的水力发电设备和近25%的风力发电设备产自德国。在当前国际金融危机,世界经济衰退的背景下,我国的能源安全问题面临着新的机遇和挑战,只有大力推动可再生能源和新能源技术创新,依靠技术进步减少对传统化石能源的依赖,才能更好满足我国未来的能源消费需求,更好应对复杂多变的国际能源形势。本文在对德国可再生能源发展现状、技术研发重点、经费投入及其最新进展情况进行调研的基础上,对其鼓励可再生能源研发创新的政策机制进行了归纳,希望能为我国新能源和可再生能源领域技术研发及其产业化发展提供参考借鉴。

一、德国可再生能源发展与创新现状

近年来,德国可再生能源得到了快速发展,可再生能源消费(生物质能、太阳能、风能、水能和地热能,不包括不可再生废物)在一次能源消费结构中所占的比重实现了持续快速增长。1995年,德国的可再生能源占一次能源总消费的比重仅为1.9%;到2008年,据德国联邦环境初步估算,可再生能源消费已经占德国一次能源消费总量的近10%,占总

作者简介:王志强(1977-),男,中国21世纪议程管理中心 副研究员;研究方向:可持续发展、科技政策与管理等。

收稿日期:2009年11月24日

发电量的 15%, 占总供热量的 7.5%, 年均增长幅度超过了 12%。截至 2008 年底, 德国可再生能源产业领域共实现产值 287 亿欧元, 带动劳动力就业近 28 万。根据统计数据测算, 2004-2008 年德国可再生能源产业领域就业人数年均增幅超过了 73%。同时, 得益于其国内可再生能源消费比例的迅速提高, 2008 年德国实现了二氧化碳温室气体减排 1.15 亿吨, 并于 2007 年提前完成了京都议定书规定的温室气体减排任务: 2010 年比 1990 年平均减排 21%。按照这样的发展速度, 德国也将顺利实现欧盟制定的 2020 年可再生能源发展目标: 2020 年将可再生能源消费比例提高 20%。图 1 给出了 1995-2008 年德国可再生能源领域发展的总体情况。

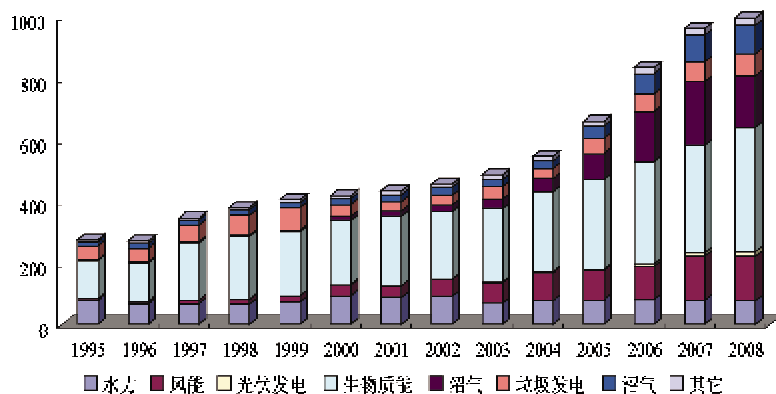


图 1 德国可再生能源发展情况示意图 (单位: PJ=1015 焦耳)

德国联邦政府的高度重视依靠科技创新实现可再生能源产业的跨越式发展。从 20 世纪 90 年代开始就不断加大对可再生能源技术研发的投入力度, 特别是在近年来出台的《市场激励计划》、《第五能源研究计划》、《国家高技术战略》、《能源气候集成计划》和《生物质能国家行动计划》都将推动可再生能源技术创新作为重要领域。在此背景下, 德国的可再生能源技术得到了迅速发展, 在可再生能源技术研发方面保持了世界领先地位。仅从专利数量这一重要的创新能力指标来看, 德国在风力发电技术、太阳集热技术、地热能利用技术、生物质能技术和沼气技术领域的专利数量都位居世界第一。虽然在太阳能光伏发电技术领域, 日本和美国依然领先, 但德国也表现出了强劲的上升势头。图 2 给出

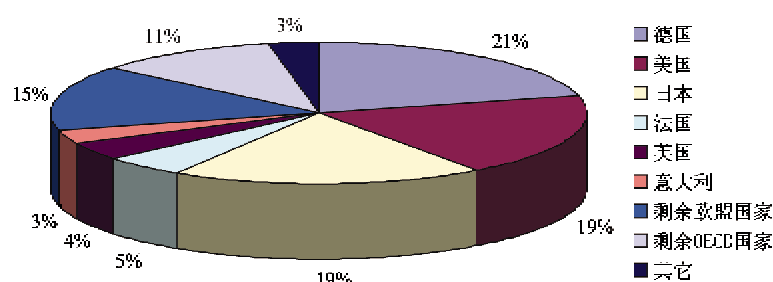


图 2 2008 年全球可再生能源技术产品专利数量国别比例

了 2008 年世界可再生能源技术领域专利数量分布比例。

二、德国可再生能源研发创新重点目标

研究与创新为德国可再生能源的发展和新能源利用效率的提高提供了坚实的技术保障。德国可再生能源技术研究与创新的重要目的是: 进一步降低可再生能源的生产和使用成本, 使可再生能源与传统化石能源相比更具竞争力。当前, 德国联邦政府资助的可再生能源技术研发领域主要包括: 太阳能、风能、生物质能、地热能和潮汐能等。德国认为, 传统的水力发电技术(筑坝拦水发电)会对流域生态环境造成严重破坏, 因此, 未将水电技术列入可再生能源技术发展的重点。德国联邦政府设定的可再生能源技术研发的总体目标是: 一是构建完善的可再生能源生产、供应和消费体系; 二是提升可再生能源研究机构与企业的国际竞争力; 三是促进可再生能源技术产业化发展带动更多就业。

德国联邦政府设定的可再生能源技术研发的重点有: 降低可再生能源生产使用成本; 优化可再生能源生产供应体系; 发展新型绿色环保可再生能源。

三、德国可再生能源研发创新最新进展

(一) 太阳能光伏发电领域

太阳能光伏发电是当前可再生能源技术研发和产业化发展最具活力的领域之一。据德国太阳能经济协会(BSW)统计, 2008 年德国太阳能光伏发电装置安装功率增长幅度超过了 35%, 而发电成本有

了进一步下降。从德国太阳能光伏发电并网发电量看:2000年仅仅为64GWh,到2008年已增加到了4000GWh,年均增长幅度超过了60%(1GWh=106千瓦时)。2008年8月,德国联合太阳能硅公司建设的年产能850吨的高纯度硅生产厂投产,与传统工艺相比其节能效率达到了90%。2008年11月,全球第二大多晶硅生产企业,德国Wacker化学公司投资4000万欧元建设年产能650吨的第一个商业化硅颗粒生产厂正式投产。图3给出了2000-2008年德国光伏发电领域发电量增长情况。

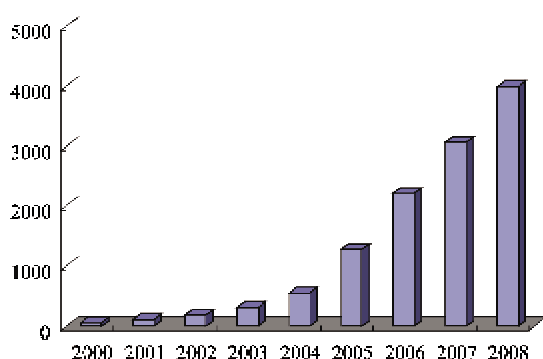


图3 2000-2008年德国光伏发电领域发展情况示意图
(单位:GWh)

2008年,在太阳能光伏发电技术研发创新方面德国保持着世界领先地位。德国弗朗霍夫学会太阳能研究所研发转化效率为20.3%的多晶硅太阳能电池占有全球最大市场份额。德国太阳能与氢能研究所研发的薄膜太阳能电池转化效率高达12%~13%,位居世界前列。2009年初,德国弗朗霍夫学会太阳能研究所在太阳能电池转化效率技术领域创造了新的世界记录:太阳能电池转化效率达到了41.1%,目前其研究成果已在Concentrix公司得到了应用。2009年,德国OPEC(有机光伏能源供给)项目研究成果又被世界记录:将有机太阳能电池转化效率提高到5.9%,比5.4%的世界记录提升了0.5个百分点。

为了推动该领域技术研发创新,联邦环境部每两年组织德国经济界和科学界的专家在Glottertal举办太阳能光伏发电技术发展战略研讨会,制定未来太阳能光伏发电技术的研发重点、优先主题和指导方针。目前,该技术领域最新发布的优先主题(2008年11月)有:硅片技术;薄膜技术;能源系统

和网络集成技术;产业化应用技术;节能和资源循环利用技术等。2008年,联邦环境部共批准设立了38个太阳能光伏发电研发新项目,计划总经费投入为3970万欧元。同期,在该领域还有总额为3990万欧元的既有项目在实施中。德国的公司企业也非常重视技术研发创新投入,2008年太阳能光伏发电领域公司企业研发经费投入约为1.9亿欧元,用于新建和扩建生产厂房投资约为18亿欧元。图4给出了德国太阳能光伏发电技术领域优先主题的研发投入强度。

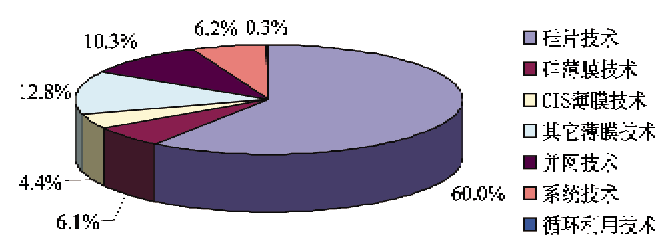


图4 2008年德国太阳能光伏发电技术领域研发投入比例示意图

(二)风能领域

据专家预测:在可预见的未来风力发电将成为全球可再生能源最重要的组成部分。风力发电同样也是德国提高可再生能源利用比例的先锋。2008年,风力发电约占德国电力消费总量的6.5%,风力发电占可再生能源领域发电总量的44.3%。从全球范围来看,2008年全球风力发电装机总量超过了1000亿瓦。截至2008年年底,德国的风力发电装机总量达到了23902兆瓦,已建成使用的风力发电机组20301座。2008年,德国风力发电新增装机容量增长22%,约1665兆瓦,仅次于美国8358兆瓦和中国约6000兆瓦在世界排名第三位。德国的风力发电机组制造商和供应商生产的风力发电技术产品占世界市场1/3以上的份额。2007年,德国的风电技术产品出口总额约为76亿欧元,产品出口率达到了83%。而根据德国风能研究所(DEWI)最新预测,到2014年全球风力发电装机总容量将达到2100亿瓦,这将带动1300亿欧元的新增投资。图5给出了2000-2008年德国风力发电领域发电量增长情况。

在风力发电技术研发创新最新进展方面。2008年5月,德国海上风力发电实验项目“Alpha

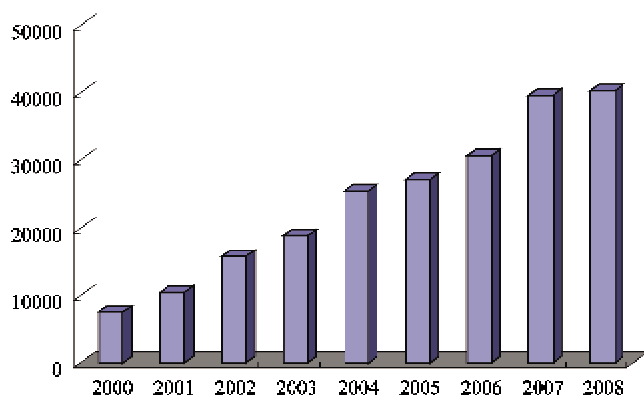


图5 2000-2008年德国风力发电领域发展示意图
(单位: GWh)

Ventus”正式启动,该项目研究内容包括:海上风力涡轮机技术、海上风电并网技术要求和环境影响等。2009年1月,德国弗朗霍夫协会新设立的风能和能源系统技术研究所在不莱梅成立,同年,该所与卡塞尔的太阳能与能源技术研究所(ISET)合并,并与汉诺威大学、奥登堡大学、不来梅大学和卡塞尔大学等联合组建了德国风能利用技术创新研究集群。

为了推动该领域技术研发创新,2008年联邦环境部在风力发电技术领域新批准实施了32个项目,总额经费预算投入4010万欧元。同期,在该领域还有总额为2990万欧元既有项目在实施中,研发项目的实施期限一般为3年。新批准项目的研发内容包括:海上风力发电系统、风机降低噪音技术、风机旋翼桨叶新材料开发、兆瓦级示范工厂等。在该领域技术研发和创新战略制定方面,联邦环境部定期召开专家研讨会,制定未来太阳能光伏发电技术的研发重点、优先主题和指导方针。目前,该领域发布的未来几年优先主题有:依靠技术创新降低风机生产成本、提高生产量;海上风力发电技术(包括Alpha Ventus项目);环境友好型风力发电技术。图6给出了2008年德国新设立的风力发电技术领域

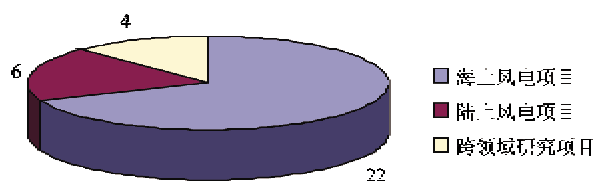


图6 2008年德国新设立的风力发电研发项目比例

研发项目比例。

(三) 生物质能领域

在目前众多可再生能源中,生物质能是唯一可以在电力、供热和燃料三方面提供能源供应的类型。德国联邦政府一直高度重视生物质能技术产业化发展。2008年,生物质能占德国一次能源最终消费量的6.8%,近75%的可再生能源供应来自生物质能源。从可再生能源消费领域来看,可再生能源燃料的100%,可再生能源供暖的93%和可再生能源电力供应的22%源自于生物质能。2008年,德国在生物质能领域实现了二氧化碳温室气体减排5720万吨,占可再生能源减排总量的51%。据专家预测,生物质能源将满足未来世界能源总需求的10%。图7给出了2000-2008年德国在生物质能领域的发展情况。

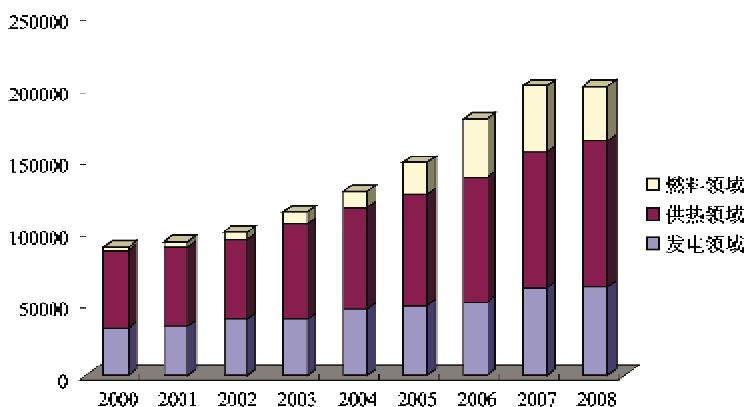


图7 2000-2008年德国生物质能领域发展示意图(单位: GWh)

在生物质能技术研发创新最新进展方面。2008年1月,德国生物质能研究中心(DBFZ)在莱比锡正式成立,联邦农业部每年将为其拨付400万欧元研发经费,该研究中心与德国赫尔姆兹大研究中心、莱比锡大学以及其它研究机构共同组建了德国生物质能源技术研究创新网络。2009年4月,联邦农业部和环境部联合发布了最新的《生物质能国家行动计划》,明确了德国未来生物质能源的发展战略和政策措施:到2020年生物质能源在一次能源消费中的比例要在2007年基础上提高一倍,达到12%。

为了推动该领域技术研发创新,联邦农业部陆续实施了系列研发项目计划:《可再生资源研究计划》用于支持生物质能技术创新研发,《可再生资源

市场引导计划》用于支持生物质能源的生产与供应系统构建,《可再生资源应用推广示范计划》用于支持生物质能源技术成果综合示范点的建设。联邦政府于1993年成立了可再生资源专业协会(FNR),具体负责生物质能源项目的组织协调。2008年,联邦农业部在生物质能源技术研发项目投入经费总计1940万欧元,研究内容主要包括:一是能源作物种植技术,主要是能源作物种植技术改良、环境影响评估等;二是沼气技术,主要是优化沼气发电技术、发酵技术和沼气能应用创新技术等;三是固态生物燃料技术,主要是固体生物燃料标准化技术、开发新型燃料原材料(秸秆等)、环境友好型燃烧设备和热电联产设备等;四是液态生物燃料技术,主要是传统生物柴油优化技术、新型第二代液态生物质燃料开发等。图8给出了2008年德国生物质能技术领域研发投入比例。

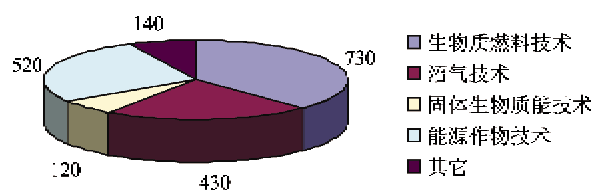


图8 2008年德国生物质能技术领域研发投入比例
(单位:万欧元)

(四)太阳能集热领域

从2007年开始,世界太阳能集热技术产业领域,特别是在欧洲和德国,得到快速发展。2008年,德国新建了约200万平方米的太阳能集热收集装置。目前,在德国全境太阳能集热收集装置的建造面积已经超过了1100万平方米。据专家预测,到2020年全球太阳能集热装置的建造面积将超过4.86亿平方米。目前,德国的太阳能集热技术产品已经占世界市场份额的约17%。图9给出了2000-2008年德国太阳能集热领域的发展情况。

在太阳能集热技术研发创新方面。2008年以来低温太阳能集热供暖、太阳能热水发电技术出现了一体化集成发展的趋势。德国有超过50%的新增太阳能集热装置采用了技术集成,而真空集热管技术的使用率提高了12%。2008年,德国卡斯乐哈特啤酒公司采用太阳能低温集热技术改进啤酒酿造工艺,该公司220平米的太阳能光热屋顶年供能约110

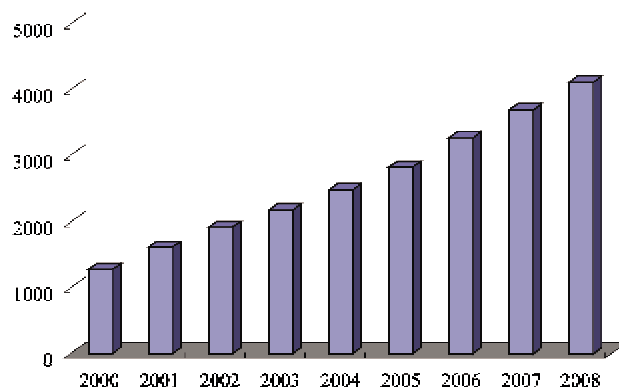


图9 2000-2008年德国太阳能集热领域发展情况意图
(单位:GWh)

兆瓦时,可满足其5%的日常生产能耗需求。目前,该领域最新研发方向是大规模高温太阳能集热发电技术。2008年,德国尤里希研究中心建成了德国首个太阳能高温热电示范厂,并于2009年1月开始进行了为期6个月的试运行,2009年中期将实现并网发电。该电厂太阳能集热面积占地有12个足球场大,包括2000多面太阳能集热镜,高达60米的太阳能集热塔,装机容量为1.5兆瓦。

为了推动太阳能集热与发电技术研发创新,2006年德国联邦政府制定了发展目标:到2020年太阳能集热装置面积要达到8000万平方米。基于这个发展目标,联邦环境部确定了以下优先主题:高效低成本太阳能收集存储技术;太阳热能制冷、加工等应用技术;太阳能收集存储装置建设技术;太阳热能发电集热塔技术;高效低成本的环带镜面和反射装置等。2008年,德国联邦环境部共新批准了20个低温太阳能集热技术研发项目和15个高温太阳能发电技术研发项目,总研发经费投入约为1810

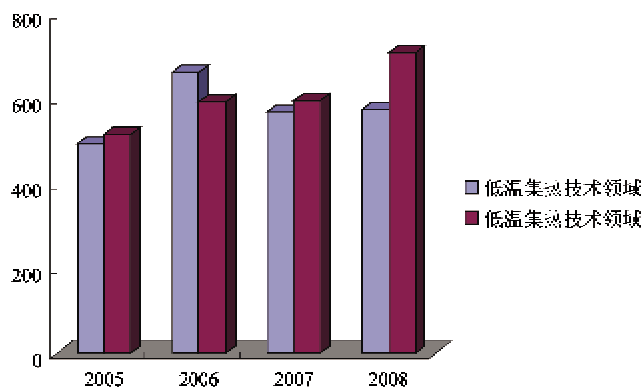


图10 2005-2008年德国太阳能集热领域研发投入情况
(单位:万欧元)

万欧元。同时,该领域目前仍在实施的既有项目总经费约为 1270 万欧元。图 10 给出了 2005–2008 年德国太阳能集热技术领域公共研发年度投入情况(当年实际经费拨付数)。

(五)地热能领域

德国很早就开始就地热资源利用,并于 2003 年建成了第一座地热能发电站。2008 年,德国地热能利用领域呈现出了积极发展的态势,相继启动了地热能供暖和发电示范项目。目前,德国的地热能供热已经占其可再生能源供热总量的约 2.4%,地热发电从 2003 年的 0.2GWh 发展到了 2008 年的 18GWh。据专家预测,到 2020 年地热能将占德国可再生能源总量的约 5%。图 11 给出了 2000–2008 年德国地热能利用领域发展情况。

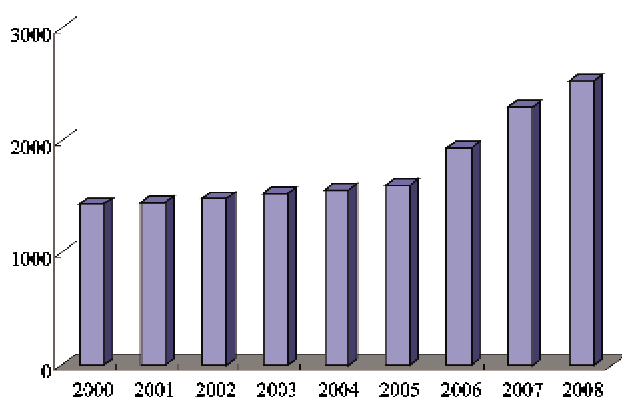


图 11 2000–2008 年德国地热能利用领域发展示意图
(单位:GWh)

在地热能利用技术研发创新方面。2008 年,德国汉诺威地球科学研究所研制开发了德国地热资源信息系统,系统能够提供德国境内 5000 米深度级别的地热资源信息,该系统于 2009 年 5 月正式上线服务。慕尼黑地区的 Unterhaching 地热发电站获得了 2008 年度欧洲太阳能奖,该厂于 2007 年底开始正式运营。目前,地热能热电联产和深层地热能开发利用是德国地热能利用技术领域的研发重点。德国计划到 2015 年地热发电装机容量达到 100 兆瓦,2020 年达到 280 兆瓦。2009 年,德国的市场激励计划将为可再生能源供热示范项目工程建设提供总额为 4 亿欧元经费支持,而深层地热资源利用技术工程项目(钻井技术、热提取技术)可以在此框架内进行申请。

为了推动地热能利用技术研发创新,2008 年 9 月,德国地热能研究咨询委员会根据地热资源利用技术的未来发展趋势制定了以深层地热资源利用为重点的优先主题,具体包括:(1)地热能钻探风险规避技术;(2)高温和腐蚀环境下数据测量方法;(3)地热能钻探技术和地热能水库技术;(4)地热能存储和生产优化技术;(5)耐高温、腐蚀仪器设备;(6)地热能高效转化技术;(7)地热能与其它能源一体化利用技术等。2008 年,联邦环境部共新批准设立了 18 个地热能技术研发项目,研发经费预算约为 1640 万欧元。同时,该领域目前仍在实施的既有项目总经费约为 740 万欧元。图 12 给出了 2005–2008 年德国地热能开发利用技术领域公共研发经费的投入情况(当年实际经费拨付数)。

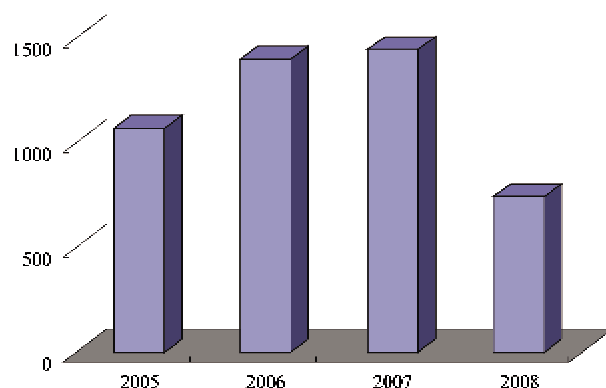


图 12 2005–2008 年德国地热能技术领域研发投入情况
(单位:万欧元)

四、德国可再生能源研发经费投入体制

(一)研发经费总体投入情况

自 20 世纪 70 年代经历第一次石油危机后,德国开始大力支持核能和可再生能源技术的研究开发。特别进入 90 年代后,德国联邦政府对可再生能源技术研发创新投入稳步上升并不断创造新高。2008 年以来,随着应对气候变化成为热点问题,启动了《能源和气候集成计划》对可再生能源技术研发公共经费投入又有了新的增长。目前,可再生能源技术研发经费投入德国全部能源科技研发投入的 60%。图 13 显示了 2002–2009 年德国可再生能源技术领域公共研发经费投入情况(其中不包括对各公立研究大中心、研究会、大学和科研院所的基本科研经费投入,以及各联邦州的科研经费投入)。

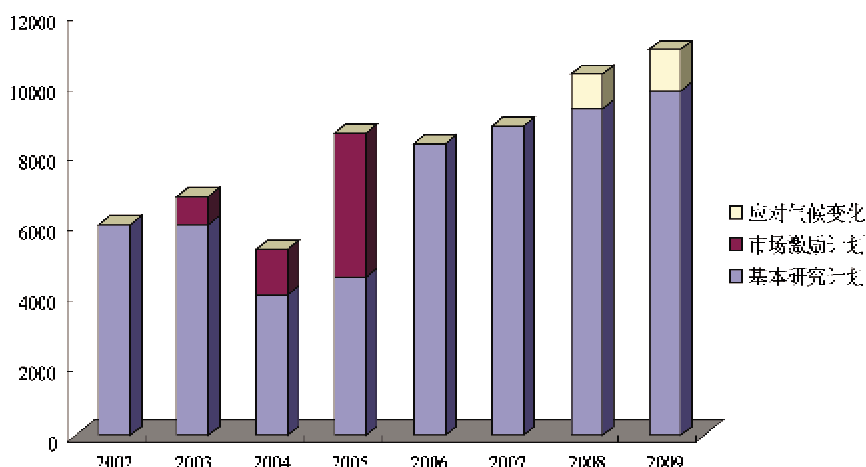


图 13 2002-2009 年德国可再生能源技术研发经费投入情况(单位:万欧元)

(二)研发经费投入机制

在可再生能源技术公共研发经费投入体制方面。自 2002 年起,德国可再生能源领域技术研发主要由联邦环境部负责。2008 年,联邦环境部共新批准设立了 169 个可再生能源领域技术研发项目,总经费预算超过 1.5 亿欧元,主要投入领域及经费为:光伏发电技术 3970 万欧元,风力发电技术 4010 万欧元,地热能利用技术 1640 万欧元,低温太阳热能利用技术 1010 万欧元,太阳能热电技术 820 万欧元,能源系统优化技术 2820 万欧元,跨领域研究与国际合作 800 万欧元。除了联邦环境部,还有其它 3 个联邦部:联邦教研部、联邦食品、农业与消费者保护部(农业部)和联邦经济技术部(经济部),在可再生能源领域也有专项经费的投入。图 14 给出了 2008 年度德国各部门在可再生能源技术领域研发经费投入比例。

五、德国可再生能源技术研发的政策机制

(一)科学动态的制定研发目标

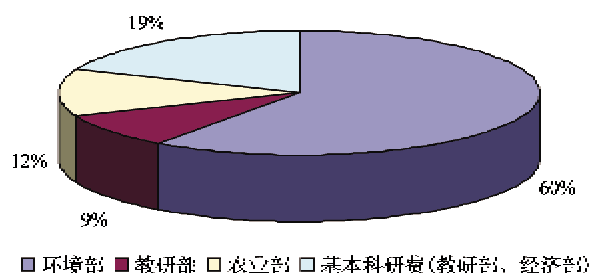


图 14 2008 年德国各部门可再生能源技术领域研发投入比例

德国联邦环境部定期(一般为两年)组织可再生能源科学界和经济界专家,召开领域技术发展专家咨询会,根据不同技术领域(风能、太阳能、地热能、生物质能等),以公开研讨的方式制定未来技术发展的总体战略,并确定其优先主题、发展目标和指导方针。然后,根据优先主题,环境部每两年发布一次政府资助的研发项目申报通知。目前,环境部最新发布的项目申报通知有《关于促进可再生能源领域研究与发展的通知》(2008 年 12 月)和《继续鼓

励可再生能源领域跨部门、跨领域合作研究战略的通知》(2009 年 2 月)。

(二)稳定持续的研发经费投入

研发先进适用的可再生能源技术是德国政府保障其长期能源供应安全、促进可再生能源产业化发展的重要战略目标。近年来,德国联邦政府对可再生能源技术研发经费投入稳步上升并不断创造新高。2005 年,启动了《市场激励计划》,利用生态税改革的税收对可再生能源应用技术研发和成果推广提供资金支持;2006 年,启动了创新和新能源技术计划,将可再生能源技术作为其发展重点;2007 年,推出了高技术战略,在可再生能源高技术研发领域每年项目经费预算约 500 万欧元;2008 年以来,随着应对气候变化问题成为热点,可再生能源技术研发公共经费投入又有了新的增长。

(三)高度重视市场和企业参与

德国联邦政府十分重视可再生能源技术研究成果的市场转化和产业化发展。其具有代表性的技术成果推广计划是 2005 年启动的《市场激励计划》,同时还通过《可再生能源法》、《新能源经济法》、《电力入网条例》等法律法规来支持可再生能源新技术成果产业化发展。各联邦部在研发项目的立项申请评估过程中将有没有企业参与作为重要的评判标准之一。目前,实施的各类可再生能源研发项目中,企业的投入比例一般在 25%~50%。这意味着在研发项目立项和实施过程中,企业和市场的意愿将会得到充分的尊重和体现。

(四)公开透明的信息发布机制

德国联邦政府一直重视公共科研项目管理工作的透明性,注意及时发布各类项目申报、研发进展和经费使用信息。特别是自2005年以来,在研发项目信息发布机制建设方面有了很大进展:每年通过网站定期免费发布各技术领域最新研究发展报告,每个月通过电子简讯不定期公布现有研究项目的最新进展。通过这样的方式,可以让所有有兴趣的利益相关方:企业、高校、科研院所、政府机构、媒体和社会公众有机会充分了解联邦政府实施的研究项目最新进展情况,更好发挥社会公众的监督作用。

五、结束语

德国是世界能源消费大国和进口大国。近年来,德国联邦政府以发展可再生能源为突破口,依靠可再生能源技术创新,降低可再生能源生产和使用成本,扩大可再生能源使用范围和比例,走出了一条“经济、安全和绿色”的可持续能源发展道路。德国已经成为世界可再生能源技术和产业强国:产品市场份额和专利数量都位居世界前列。当前,我

国政府也把大力发展新能源与可再生能源作振兴能源产业、确保能源安全和应对气候变化的重要举措,德国在可再生能源技术研发和创新方面取得的经验值得我们借鉴。■

参考文献:

- [1] Strom aus Erneuerbaren Energien, 德国联邦环境部,2009年.
- [2] Energie in Deutschland, 德联邦经济技术部,2009年.
- [3] Innovation durch Forschung, 德国联邦环境部,2009年.
- [4] Umweltwirtschaftsbericht 2009, 德国联邦环境部,2009年.
- [5] Forschung und Innovation für Deutschland, 德联邦教研部,2009年.
- [6] Klimaschutz und Energieeffizienz, 德联邦经济技术部,2008年.
- [7] Integriertes Energie- und Klimaprogramm, 德联邦经济技术部,2008年.
- [8] Grundlagenforschung Energie 2020+, 德联邦教研部,2008年.
- [9] Key World Energy Statistics, 国际能源署(IEA),2008年.
- [10] Nationaler Energieeffizienz- Aktionsplan, 德联邦经济技术部,2007年.

R&D and Innovation of the Renewable Energy Technology in Germany

WANG Zhiqiang

(The Administrative Center for China's Agenda21, Beijing 100053)

Abstract: Based on latest status of the development strategy and innovation of renewable energy in Germany, this paper summaries the important domain, investment and achievements of renewable energy technology and analyzes the innovation incentive mechanism on the R&D of renewable energy technology in Germany.

Key words: renewable energy; energy technology; technology innovation; policy system