

述评与讨论

## 污水潜能开发取决于适时补贴政策

郝晓地, 罗玉琪, 林 甲, 曹达啟

(北京建筑大学城市雨水系统与水环境省部共建教育部重点实验室 中—荷未来污水处理技术研发中心, 北京 100044)

**摘 要:** 污水中含有大量化学能(COD)和热能(余温),其潜在含能值可达污水处理运行所消耗能量的9~10倍。转化污水化学能和热能其实可采用常规技术,传统污泥厌氧消化和水源热泵技术即可奏效。然而,看似简单而又成熟的厌氧消化与水源热泵技术在我国污水处理行业应用十分有限,并不普及。究其原因,政府管理层面意识和认识滞后乃是其主要瓶颈,缺乏有效的政策/法律、经济补贴措施,制约了对污水潜能的开发与利用。在这一问题上,欧美等发达国家或区域组织的做法与经验值得学习和借鉴。介绍了欧美等国政策制定、法律形成、经济补贴、税收减免、市场调节等环节对污水潜能开发的推动作用,供我国相关管理部门参考,以期撬动我国对污水巨大潜能的开发与利用。

**关键词:** 污水潜能; 化学能/热能; 厌氧消化; 水源热泵; 政策/法律; 经济补贴  
**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2017)12-0012-08

### Development Potential Energy in Wastewater Depends on Timely Subsidy Policies

HAO Xiao-di, LUO Yu-qi, LIN Jia, CAO Da-qi

(Sino-Dutch R and D Centre for Future Wastewater Treatment Technologies, Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment <Ministry of Education>, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

**Abstract:** Wastewater contains a lot of chemical energy (COD) and thermal energy (remaining temperature), of which potential energy could reach up to 9-10 times as much as the energy consumed by wastewater treatment. Actually, general technologies can be applied to convert wastewater chemical energy and thermal energy by the means of anaerobic digestion and water source heat pump. However, the application of these simple and mature technologies is limited in China. The bottleneck of this situation is due to lag of awareness and cognition from government management, and lack of effective policies, laws and subsidies. While, the practices and experiences from developed countries deserve being referred and studied. In this paper, some measures including policies, laws, subsidies, tax exemption and market regulation from Europe and the United States are introduced, which are expected as references to our government for promoting the development and usage of potential energy in wastewater.

**Key words:** potential energy in wastewater; chemical energy/thermal energy; anaerobic digestion; water source heat pump; policy/law; subsidies

传统污水处理以能消能、污染转嫁,不可持续。事实上,污水中含有大量化学能(COD)与热能(余温),其潜在所含能量可达污水处理所消耗能量的9~10倍之多<sup>[1]</sup>。其中,有机物(COD)含能约占污水潜能的10%,而其余90%污水潜能均为污水余温热量<sup>[2]</sup>。转化污水有机物中化学能已是常规技术,传统厌氧消化工艺可将剩余污泥或高浓度污水中的有机物转化为可再生的能源——沼气或甲烷(CH<sub>4</sub>),并以热电联产(CHP)方式对沼气予以利用<sup>[3]</sup>。对污水中热能利用亦有成熟的水源热泵技术,可将污水热能作为低品位能量直接以供热或制冷方式利用<sup>[4]</sup>。然而,看似简单又成熟的厌氧消化与水源热泵技术在我国污水处理行业虽有应用,但范围十分有限,工程并不普及。究其原因,技术显然不是首要因素,管理层面认识滞后以及相应宏观政策缺乏实为污水潜能利用的瓶颈。在这一问题上,发达国家或区域组织的作法值得借鉴,即通过政府政策或行政立法鼓励或强制污水潜能利用,同时给予一定经济补偿或进行市场调节。为此,介绍发达国家或地区有关污水潜能利用方面的方针政策、法律法规以及经济补贴/回报等作法与经验将有助于我国污水潜能的利用和技术普及。

## 1 国内概况

我国对污水潜能开发、利用起步较晚,但技术发展已经相对成熟,也曾出台过一些政策、法规。但迄今为止,污水潜能利用并不普及,污水源热泵多用作示范,剩余污泥仍以填埋为主<sup>[5]</sup>。尽管政府层面口头甚至书面支持,但污水潜能开发进程缓慢,污水处理厂多担心“买豆腐花了肉价钱”而没有主动去挖掘污水潜能。即使一些利用政府补贴建成的能量回收示范项目(污水源热泵、污泥厌氧消化)也常因运行费用无法维持而“半途而废”。

我国尽管已出台一些相关政策、法规,例如,2005年颁布的《可再生能源法》、2008年发布的《城市污水处理厂污水污泥处理处置最佳可行技术导则》(征求意见稿)、2010年2月发布的《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南》(试行)以及2012年公布的《可再生能源发展“十二五”规划》等,但是这些政策法规大多是定性的,并

没有相应的经济补贴或税收减免定量措施。这便导致污水处理企业普遍认为,开发污水潜能是个“好经”,但念完后不但不会“解渴”,反而还会“挨饿”。可见,既要“念好经”也要让企业“喝足”、“吃饱”。政府只有从宏观层面看清污水潜能开发对低碳经济、甚至碳中和运行的好处,算清“大账”,实施必要的经济补贴政策才能真正推动污水潜能开发。

## 2 国际背景

世界上许多国家和地区主要通过促进清洁能源、可再生能源发展而推动污水潜能开发与利用。一些国家和地区可再生能源现状及目标<sup>[6,7]</sup>见图1。

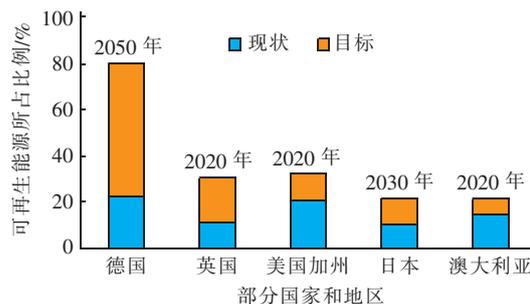


图1 一些国家或地区可再生能源现状和目标

Fig. 1 Status and target of renewable energy in some countries and region

在发展清洁能源与可再生能源的推动下,欧美等国家较早便开始了对污水潜能的开发与利用。其中,欧盟国家在欧盟政策框架指令下走在了世界前列。欧盟可再生能源利用的基础是1997年欧盟理事会和欧洲议会通过的《白皮书社区战略和行动计划》。2003年欧洲议会又颁布了《生物燃料指令(2003/30/EC)》,要求欧盟国家到2010年时交通运输能耗中可再生能源和生物质能源的比例至少达到4.4%。欧盟委员会后续又出台了《欧洲能源政策COM(2007)》、《欧洲2020战略智能、可持续和包容性增长COM(2010)》<sup>[8]</sup>等政策、法令,对可再生能源比例做出了强制性要求。2015年,欧盟《可再生能源行动计划》分析显示,欧盟国家可再生能源使用预计从2005年的4 181 PJ (1 PJ = 10<sup>15</sup> J)达到2020年的10 255 PJ<sup>[9]</sup>。

此外,欧盟还设立了欧盟区域发展基金(EU funding),用于组织和发展与可再生能源相关的教

育性项目和多媒体竞赛,这也促进了对污水潜能的开发。2016年底,波兰政府利用该项基金在格但斯克(Gdansk)投资560万欧元建设了新型污水处理厂,该厂剩余污泥通过厌氧消化产甲烷后以热电联产(CHP)形式回收能量,能源贡献相当于发电量为2.864 GW/a的发电厂<sup>[10]</sup>。

## 2.1 政策、法律、法规

欧盟在污水潜能开发方面更加关注污泥利用和热电联产技术,而在利用污水热能方面(污水源热泵)的特定政策、法规则显得薄弱。欧盟《能源效率指令政策(2012/27/EU)》以构建测量能源效率之共同框架来实现2020年能源效率提高的目标;该指令的关注点旨在能源供应方面,并没有单独提及污水余热利用。在此之前的《可再生能源指令(2009/28/EG)》、《能源指令(2010/31/EU)》也没有提及对污水余热的利用。有关污水余热利用目前尚未列入欧洲立法<sup>[11]</sup>。尽管如此,一些发达国家在发展可再生能源的大框架下先行一步,在污水潜能开发方面制定了各自相应政策和相应法律保障。

瑞典是世界上最早认识到环境问题,并制订相应环保法规的国家之一。在《迈向2020无油国家》宣言中,瑞典提出将在2020年成为全球第一个不使用石油的国家。这个行动宣言也直接促进对污水潜能的开发,并使之迈入一个新的阶段。

在欧盟国家中德国的沼气发电产业一直处于世界领先地位,这主要得益于其完善的政策支持和有效的法律保障。2002年,德国开始实施《热电联产(CHP)法》,主要目的是鼓励CHP大规模工程应用。经多次修订,该法适用范围由最初的火力发电不断扩展至垃圾、废热、生物质能等领域。2012年,对CHP法再一次进行了修订,主要是对经济补贴的额度(有效期延长至2020年)进行了修改,旨在2020年CHP发电量比例达25%。2015年《可再生热法(EWärmeG,2015)》明确提及通过热泵技术利用的环境热也是一种可再生能源。2016年7月,德国又出台了《2017年可再生能源法案》(EEG2017),预示着德国能源转型将进入全新阶段,其投资利益回报将完全由市场调节。全新的可再生能源法案已于2017年1月1日生效,不再以政府指导价格收购电量,而是通过市场竞价来发放补贴,竞价最低的企业便可按此价格获得新建设施入网补贴<sup>[12]</sup>。

英国环境协会发布的《污水处理设施碳减排举

证》要求提高污泥厌氧消化普及率。该文件指出,最佳污泥厌氧消化+CHP每年可减少102 000 t二氧化碳排放量(前提是50%英国污水处理厂进行升级改造);该文件同时对产生的沼气燃烧监控、后续科研、技术投入也提出了建设性意见。苏格兰于2014年6月成立了SHARC能源系统组织,专门从事污水热量回收技术工作。该组织专门为商建及民建制冷、供热提供兼顾节能、成本与环保的综合解决方案。这个组织推广的热能系统即采用污水源热泵提取能量,以达到节能、碳减排的目的。目前,这种系统在苏格兰已有一些实际应用案例。2010年颁布的《英格兰和威尔士环境容量规定》(2010年修订,EPR),规定了设置污泥厌氧消化甲烷(CH<sub>4</sub>)燃烧设备的污水处理厂均需要燃烧许可证,这导致许多企业无法申请到适合热量输出<3 MW的燃烧许可证而严重阻碍了污泥厌氧消化的广泛应用。为解决这一许可证限制弊端,英国环境机构准备发布新的财务状况监管表,这将有利于燃烧许可证的发放,并会根据可能出现的实际情况继续修订,以利于污泥厌氧消化产能利用<sup>[13]</sup>。

法国于2010年发布《国家可再生能源行动计划》,对2020年可再生能源在能源结构、制冷/制热、交通运输、电力结构中所占的比例提出了具体要求,并对现行政策进行了修订。行政程序的修订克服了可再生能源发展的行政壁垒,同时增大了对增值税的减免,以发展建筑节能、提高能源效率。与此同时,法国还增加了赠款资助研究、开发项目,并提出在铁路等基础设施投资方面考虑利用可再生能源。该计划从可再生能源角度促进了污水潜能的开发与利用。

荷兰在有机废水厌氧消化领域的研发与应用处于世界领先地位,从污水、废物中收集资源和能源乃荷兰一种循环经济模式,亦有相应政策、法律支持。2010年荷兰发布了《面向2030年的污水管理路线图》,预测未来污水处理厂将转变为能源工厂(NEWs)<sup>[14]</sup>,并列出了2010年—2030年间具体发展目标和侧重点,有效地促进了污水潜能开发。该“路线图”指出,通过转换污水中的化学能(COD)为电能、热能,将使污水处理厂产生超过其自身能耗的能量;利用动物粪便与污泥共消化将提供更多的沼气发电量,相关立法也将进行修订。同时,污水中的热能也是非常重要的潜能。夏季可通过水源热泵提

取污水中热量存储于地下水系统中,冬季再利用热泵交换出热量为建筑物提供高质量的热能。荷兰自 2011 年起实行《可再生能源激励计划(SDE+)》,向利用可再生能源发电企业和其他组织提供赠款(包括水务局在内的非营利组织),以鼓励可再生能源发展。

作为欧盟成员国之一,爱尔兰对污水潜能开发相对滞后。为了改善这一状况,爱尔兰《全国污水污泥管理计划(NWSMP)》给出了利用污泥的政策和指导方针;明确指出,污水污泥除了用作肥料和土壤改良剂之外,因其富含能量而可视为一种宝贵资源。该计划要求增加对污泥能量的回收,并从中提取其他有用资源;明确提出污泥厌氧消化产 $\text{CH}_4$ 发电可显著降低污水处理厂的能源成本。

瑞士虽不在欧盟成员国之列,但其独立的法律体系比欧盟国家更加支持对污水潜能的开发。早在 2004 年,瑞士联邦能源办公室便发布了《污水热回收处置指南》,提倡污水热能利用。后期又出台了《能源法(2014)》、《能量调节法(2015)》。前者在宏观上构建了能源供应框架,后者从微观角度详细规定、规范了对污水处理厂余热的利用。

美国惯以立法形式对能源比例做出要求,收效显著。例如,《2009 年美国清洁能源与安全法》中包括了清洁能源、能源效率、减少全球变暖与污染、向清洁能源经济转型等 4 个方面的内容。该法规定,从 2012 年开始,年发电量在  $100 \times 10^4 \text{ MW} \cdot \text{h}$  以上的电力供应商每年必须有 6% 的电力供应来自于可再生能源,直至增加至 2020 年的 20%;同时要求至 2020 年时,各州电力供应中至少有 15% 以上电力供应必须来自可再生能源。在该法的规定下,预计美国到 2020 年生物质发电量将高达  $200 \text{ TW} \cdot \text{h}^{[15]}$ 。在鼓励污水处理厂 CHP 方面,美国于 2009 年启动了《复苏与再投资法案》,建立了美国环境保护署(EPA)清洁水状态周转基金(CWSRF)项目。该项目可向初次安装 CHP 系统的污水处理厂提供为期 20 年、利率为 1.625% 的低息贷款。CHP 融资通常来自国家或地方债券、当地公用事业或第三方业主/运营商或州/联邦的贷款和赠款。

早在 2001 年 4 月,澳大利亚就制定了《强制性可再生能源目标》;2009 年又对该目标进行了修订,确定到 2020 年可再生能源电力生产要占到其总电力供应的 20%。近年来,澳大利亚政府还多次修订

了《可再生能源(电力)法》和《可再生能源(电力)收费法》。《2010 年可再生能源(电力)法》则要求通过签发可再生能源证书,并要求电力特定购买者提交法定数量证书,以获取年度电力来促进可再生能源的发展。

## 2.2 技术扶持

虽然污水中含有大量化学能(COD)、热能(余温),但由于技术转化效率、操作管理水平有限,使得资源化利用效果在实践中显得差强人意,这从另一角度也挫伤了污水处理企业开发潜能的积极性。因此,发达国家普遍高度重视可再生能源的研发,并为此制定了许多技术扶持政策,这对我国具有很好的借鉴意义。

### 2.2.1 研发政策

德国是最早鼓励新能源研发与示范的国家,多项可再生能源技术专利数量上居世界第一,其中包括含污水潜能开发在内的生物质能技术、风力发电技术等。

英国政府为履行可再生能源义务责令成立了“国家能源研究中心”,以汇集各方精英协调研发活动,并实行数据共享。同时,英国正在筹备“可持续能源政策办公室”,负责监督和评价现行政策,并顺应形势进行战略修订。

倡导“能源独立”的美国对生物质能科研投资力度非常之大。截止到 2007 年,对包括污泥厌氧消化产 $\text{CH}_4$ 发电在内的生物质能利用的研发投入已经超过 10 亿美元<sup>[16]</sup>。并于 2011 年 3 月 31 日发布了《未来能源安全蓝图》,提出了确保美国未来能源供应和能源安全的三大战略,具体为:①注重在清洁能源领域开展全球合作;②推广节能减排,提高能源利用效率;③激发创新精神,加快发展清洁能源。该内容的颁布有效推动了污水潜能研发和投资进程。

日本是亚洲较早开发污水潜能的国家,早在 1997 年—2008 年期间,建有污泥厌氧消化设施的污水处理厂已达 310 座,占其污水处理厂总数的 16%<sup>[17]</sup>。为了进一步促进污水潜能开发,日本国土交通省在 2005 年推出了由其主导的为期 3 年的“下水道污泥资源化技术和先端技术引导(LOTUS)”项目<sup>[18]</sup>。LOTUS 包括“下水污泥生物质燃料化”、“下水污泥和生物质同时处理回收能源”、“促进消化污泥减量和沼气发电”等,极大地推动了污水潜能开发的工程应用。

## 2.2.2 产业化政策

传统厌氧消化产  $\text{CH}_4$  的单一利用模式会限制污水潜能进一步开发。为此,瑞典、瑞士等国家开发了沼气提纯、净化后用作车用燃料和民用天然气等利用新途径,实现了能量开发产业化和商品化应用。

自1996年起,瑞典开始提纯沼气并将其作为汽车燃料使用,同时制定了相关标准,现已成功地将沼气用作汽车、火车燃料,也形成了良好的运作模式<sup>[19]</sup>。此外,将污水热能直接用作供热或制冷应用也比较普遍。瑞典是利用污水源热泵供应城市供热取暖最早的国家。1981年6月世界上第一座污水源热泵系统便在斯德哥尔摩 Sala 镇投入运行,装机容量为3.3 MW。瑞典首都斯德哥尔摩楼宇建筑物供热方式中约有40%采用了热泵系统,其中约10%利用的是污水处理厂二级出水转换的热量。从处理后污水中交换的能量十分可观:一座处理能力为  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的污水处理厂,冬季从污水中提取  $7 \text{ }^\circ\text{C}$  温差的热量,可满足  $8.37 \times 10^4 \text{ m}^2$  建筑物的供暖需要;夏季向污水中释放  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  温差的热量,可为  $6.5 \times 10^4 \text{ m}^2$  的建筑物供冷<sup>[4]</sup>。

瑞士效仿瑞典模式,近年来在生物天然气车用方面突飞猛进。利用剩余污泥加入其他有机废弃物共消化生产沼气,不仅解决了污泥、固体废弃物二次污染问题,又可取得相当可观的  $\text{CO}_2$  减排效果。以首都伯尔尼市(30万居民)为例,2010年已有1.5万多辆汽车(主要为大型公交车)使用生物天然气,其中一部分则来自该市污水厂生产、提纯的沼气<sup>[6]</sup>。

## 2.3 经济政策

污水含能利用成本和发电电价较高,相对于化石能源价格缺乏市场竞争优势。为了鼓励潜能开发,可再生能源发电量或电价补贴政策已成国际惯例,税收优惠和其他费用减免也较为常见。

### 2.3.1 生产及上网补贴

德国是固定上网电价政策的发源地,也是欧盟中可再生能源补贴支出最高的国家之一。德国从FIT(固定价格)制度发展演变成FIP(奖励+市场价格)制度,现已被欧洲国家广泛采用<sup>[6]</sup>。FIT制度是根据发电装机容量从小到大分类递减上网收购电价,也就是说发电规模越小收购电价越高,旨在保护发展初期的微小企业。逐渐更新后的FIP制度废弃了原FIT制度中发电量全额义务收购的条例,转为要求可再生能源发电量直接进入电力市场销售,对

长期维持一定水平电价的企业进行“售后”奖励。自2009年起,德国沼气工程基本发电并网补助为  $0.0779 \sim 0.1167$  欧元/(kW·h)。利用动物粪便、生物垃圾(餐饮、市政固体垃圾)等作为原料的沼气发电工程可额外获得最少为  $0.03$  欧元/(kW·h)的补助,较2004年增加了  $0.01$  欧元/(kW·h);此外,还另享有技术创新补助  $0.02$  欧元/(kW·h)。装机容量低于  $70 \text{ kW}$  的沼气发电工程还可获得  $15000$  欧元的补助金或低息贷款<sup>[20]</sup>。

2011年以来,法国开始实行沼气工程发电注入天然气电网的政策,并规定保持固定税率在  $0.05 \sim 0.15$  欧元/(kW·h)之间15年不变。这里所指的沼气( $\text{CH}_4$ )可以被任何燃气供应商或上级买家购买,这种自由交易模式增强了市场活力。法国2016年颁布了《能源过渡法案》,建立了包括FIP方案在内的支持可再生能源发电计划,相对于原有政策增加了细节性内容。法案指出实行FIP方案的两种途径:一是与能够签订15~20年合格技术方直接签订合同;二是通过竞争性招标签订合同。对签订合同的企业也设置了准入门槛,规定从垃圾填埋场、污水处理厂获得沼气发电量在  $500 \text{ kW}$  以上的企业具有直接承包的技术资格;生物质沼气发电量在  $500 \text{ kW}$  以上的单位则具有技术招标资格。

如上所述,荷兰在有机废水厌氧消化领域研发与应用处于世界领先地位,这完全依赖于政府财政在污水能源回收/利用(沼气发电)方面的经济补贴。自2005年1月起,从动物粪便、剩余污泥等底物厌氧消化产生的沼气发电量,可获得政府  $0.091$  欧元/(kW·h)现金补贴,成为一种富有成效的发展可再生能源激励措施<sup>[21]</sup>。上述提及的《可再生能源激励计划(SDE+ )》也有相应的财政补贴规定;2014年该计划发放专项资金总额达35亿欧元;2017年该计划预算高达60亿欧元,面向风能、太阳能、地热能、水能和生物质能等各种可再生能源项目,而最高补贴额度从2016年的  $0.15$  欧元/(kW·h)降至目前的  $0.13$  欧元/(kW·h),旨在激励企业尽可能以低成本生产更多的可再生能源。

### 2.3.2 税收抵扣及其他优惠

丹麦 Marselisborg 污水处理厂是全球首个能单纯从污水中回收能量并实现能量盈余的成功案例,污水处理之所以扭亏为盈与丹麦财政支持是分不开的。2010年丹麦制定的《2050年能源发展战略》中

提及,丹麦将大力发展可再生能源,计划在 2050 年完全摆脱对化石燃料的依赖<sup>[22]</sup>。根据 2012 年《能源协议》,丹麦给予沼气发电工程建设补助由原来的 20% 提高至 39%,2013 年—2015 年间政府投资 7 000 万丹麦克朗(约合 1 000 万美元)用于混合燃料汽车加气站等基础设施建设。

瑞典对建设沼气发电工程的企业/农场给予工程投资 30% 的补贴,对沼气纯化后替代车用燃料免征化石燃油使用税,减征沼气企业增值税,免征车辆拥堵税(仅限斯德哥尔摩等大城市)<sup>[19]</sup>。对 CO<sub>2</sub> 超过一定排放量的车辆则征收车辆附加税,起征车辆排放底限由 2012 年的 120 g/km 降低至 2013 年的 117 g/km,而可再生能源环保车量起征点放宽至 150 g/km。使用环保型燃料的车辆还可享受国家购车补贴以及一些区域性优惠政策,如免费停车等。2013 年起,瑞典开始实行对使用包括“人造”天然气(CH<sub>4</sub>)在内的环保车量免征 5 年车辆税的政策<sup>[21]</sup>。

为促进污水潜能开发的迅速发展,欧美等发达国家还采用了约束性指标、配额、绿色证书等方面的措施。在此方面,英国实行比例配额和义务证书(ROC)制度<sup>[6]</sup>;比例配额指用电企业从电力企业购买的电量必须包含规定比例的“绿色电能”,否则企业将面临 10% 的罚款;而 ROC 制度重点在于可再

生能源(电力)义务证书,电力供应商有义务供应一定比例的可再生能源电力,提交 ROC 或购买 ROC,以履行义务。瑞典、意大利、比利时、波兰、挪威等国家也实行了类似的比例配额制度。

#### 2.4 日趋完善的污水潜能开发政策

作为污水潜能发展的风向标,政府政策具有极强的时效性和针对性。污水潜能开发政策从无到有、从略到细,实现了以无害化处理污泥为主,到以获取优质可再生能源为目的的战略性转向,反映出政府部门高屋建瓴,认识水平不断提高和转变,污水潜能开发政策也与时俱进。

2013 年 12 月 8 日,英国《能源法》正式引入差额支付合同制度(CFD)<sup>[6]</sup>,要求可再生能源电力企业义务在电力市场销售电力,并与交易方(电力购买者)签订差额支付合同。当市场价格超过合同基准价格时,政府补贴电力企业合同差额,即,相对于合约价格实行“多退少补”。另外,对正在采用某种技术进行可再生能源电力生产的企业,规定用竞标形式确定基准价位,进而制定最大补助额值。英国改革方案的实施弥补了 ROC 政策下电力供应商购买可再生能源义务证书积极性较差的缺陷。

德国自出台相关政策以来,又进行了多次修订和补充,现行鼓励污水潜能开发的政策见表 1<sup>[6]</sup>。

表 1 德国鼓励沼气发电产业发展的法律及政策措施

Tab. 1 Incentive laws and policies on the development of biogas industry in Germany

项目	热电联产(CHP)	供热	人造天然气并网	车用人造天然气
目标	2020 年可再生能源发电占总发电量的 20%	2020 年 14% 来自可再生能源	2020 年注入 $60 \times 10^8 \text{ m}^3$	生物燃油替代化石燃油路线图
立法手段	REL 促进法:可再生能源发电量占 17.1%	市场推进计划:拨款、低息贷款	地位视同天然气	2015 年分别替代 4.4% 和 3.6% 的柴油和汽油
经济激励	根据可再生能源法(EEG)免除能源税	免除能源税	免除能源税	免除能源税,零售价低于柴油和汽油(等能量当量)
基础设施	现成电网	—	扩建现有天然气管网	由天然气/保险公司提供服务

2016 年 4 月 1 日起,日本全面放开电力零售市场,允许所有用户自由选择供电商;取消批发市场的价格管制,鼓励供电商、十大区域电力公司和售电商同时进入交易市场,在交易所(JEPX)中进行余缺电力的交易。市场化的改变为可再生能源发电上网注入新的活力。

### 3 横向思考

纵观各个先行国家在污水潜能开发方面的举措,从方针政策到法律法规、再到补贴纳税等,总体

上体现了政府通过制定政策、法律、法规而实施的宏观调节作用,相应的经济补贴、税收减免措施则显示了经济上“四两拨千斤”的效果,亦体现了社会的公平性。上有政策,下有好处;政策定位了企业的发展方向,经济补贴/税收减免则保证了企业的收益;立法又能确保公平交易,且能根据实际情况及时做出改进和修正。在此方面,德国经验值得借鉴;他们结合国情,从硬性规定过渡到软性激励;当发展到一定阶段时,又通过逐年减少甚至取消补贴优惠政策来

刺激电力供应商不断更新能源技术以降低成本<sup>[22]</sup>,带动可再生能源向更成熟阶段发展。

我国对污水潜能开发起步较晚,目前还处于劣势状态。政府相关政策颁布不及时、内容不适时、无相应经济补贴措施,使污水潜能发展进一步受阻。现行有关政策、法律也只给出了一个大致框架,企业实际操作性很弱。由于缺乏细节性内容,对补贴和优惠等激励政策还没有明确标准,很难取得预期效果。可见,我国开发污水潜能的当务之急是,首先从国家和地方层面制定出适时的补贴、优惠政策,其次才是从科技层面鼓励和指导污水潜能技术研发。

#### 4 结语

污水中蕴含着巨大的化学能(有机物)与热能(余温),是一种潜在的可再生能源。然而,污水潜能开发不是一蹴而就的,需要更新观念,特别是政府层面的宏观意识和认识。只有政府在宏观政策上把握方向,以立法形式引导企业入列,并后续跟进相应的经济补贴措施,才能促进污水处理企业自觉实践污水潜能开发,随之从市场需求带动科研机构的技术研发(企业出资为主体)。否则,会步入政府科研投以巨资,科研单位盲目研究,而最后企业不愿“接单”的科技不能转化生产力之恶性循环。换句话说,政府技术资金应投下而不投上(基础研究基金应相反),将同样的钱投到不同的位置则会有着截然不同的实际效果!

在此方面,欧美等发达国家作法和经验值得学习和借鉴。鼓励可再生能源、清洁能源发展是欧美等国未来能源利用的大政方针。制定区域联动政策是欧盟一贯的行为方式,各国则根据各自国情制定出适合自己发展的政策、计划、法律、法规,同时在经济利益方面让企业有利可图,这样才能激发市场的活力,最终走向以市场调节为机制的污水潜能开发模式。欧美实践表明,污水潜能开发并非一种“赔本赚吆喝”的噱头,只要路子对头,采用“软硬兼施”的适时补贴政策,从污水中开发的潜能完全可以反哺污水厂运行,甚至逼近碳中和目标,真正让污水处理企业“扭亏增盈”。

#### 参考文献:

[1] 郝晓地,刘然彬,胡沅胜. 污水处理厂“碳中和”评价方法创建与案例分析[J]. 中国给水排水,2014,30

(2):1-7.

[2] Shizas I, Bagley D M. Experimental determination of energy content of unknown organics in municipal wastewater streams[J]. J Energy Eng, 2004, 130(2): 45-53.

[3] 郝晓地. 可持续污水-废物处理技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.

[4] 郝晓地,黄鑫,刘高杰,等. 污水处理“碳中和”运行能耗赤字来源及潜能测算[J]. 中国给水排水,2014,30(20):1-6.

[5] 李雄伟,李俊,李冲,等. 我国污泥处理处置技术应用现状及发展趋势探讨[J]. 中国给水排水,2016,32(16):26-30.

[6] 罗承先. 世界可再生能源支持政策变迁与趋势[J]. 中外能源,2016,21(9):20-27.

[7] Australian Government. Australian renewable energy law under the renewable energy (Electricity) act 2000 (Cth)[EB/OL]. <https://www.legislation.gov.au/Details/C2014C00229>, 2014-06-24.

[8] European Commission. The EU research and development framework programmes and horizon 2020[EB/OL]. [http://www.welcomeurope.com/european-funds/horizon-2020-framework-programme-research-innovation-810+710.html#tab=onglet\\_details](http://www.welcomeurope.com/european-funds/horizon-2020-framework-programme-research-innovation-810+710.html#tab=onglet_details), 2016-11-21.

[9] European Commission. Renewable energy policy framework and bioenergy contribution in the European Union[EB/OL]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115006346>, 2015-06-24.

[10] European Commission. New plant to produce heat and energy from biogas recovered from sewage sludge built in Gdansk[EB/OL]. [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/projects/poland/new-plant-to-produce-heat-and-energy-from-biogas-recovered-from-sewage-sludge-built-in-gdansk](http://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/poland/new-plant-to-produce-heat-and-energy-from-biogas-recovered-from-sewage-sludge-built-in-gdansk), 2016-11-28.

[11] Kretschmer F. Thermal use of wastewater - policy instruments for initialization and potential operating models/Thermische Nutzung von Abwasser - Instrumente zur Verbreitung und mögliche Betreibermodelle[J]. Die Bodenkultur J Land Manage Food Environ, 2016, 67(3):173-183.

[12] Lültsdorf T. Die novellierten Ausschreibungen nach dem EEG 2017[J]. Natur Und Recht, 2016, 38(11):756-761.

[13] Kent A, Mercer D. Australia's mandatory renewable energy target (MRET): An assessment[J]. Energy Policy,

(下转第23页)