

## 生物质气体燃料标准化研究进展

**摘要：**生物质能源是清洁可再生能源，本系列讲座以生物质能源主要产品为对象，以产品的物理形态为分类依据，在分析研究国际主要产品标准化的基础上进行我国生物质能源标准体系的构建。本讲在对国内外生物质气体燃料产业化发展状况进行深入剖析的基础上，重点介绍了沼气、生物质气化可燃气体燃料标准化情况。我国在沼气方面已经形成了比较完善的标准体系，应及时建立和完善生物质气化气质量及相关技术和装备标准，形成气体燃料生产、气化装置、燃气发电供热装备、性能评价等完善的技术标准体系。

能源多元化和寻求可再生的清洁能源已成世界发展之大势。已经市场化的生物质能源产品主要包括液态(燃料乙醇、生物柴油)、固态(成型燃料)和气态(沼气、生物质气化可燃气体等)燃料及燃烧产生的电能和热能，它不仅可做化石能源的一种替代，而且是石油化工产品的替代，更具有环境友好、可再生和资源丰富的优势。

生物质气体燃料主要包括沼气、生物质气化、生物质制氢等方面，沼气和生物质气化已实现规模化推广应用，为规范生物质气体燃料的生产和使用，先后陆续制订了沼气、气化、燃气发电机装备等系列产品标准和使用规范，形成了完善的产品生产、供应一体化的市场和标准体系。

近年来，我国生物质气体燃料产业亦呈现蓬勃发展的趋势，特别是沼气产业发展迅速，已形成了比较完善的标准体系；生物质气化技术已开始推广应用，但缺乏相关标准和技术规范，因此，及时建立和完善生物质气化燃气质量及相关技术、装备标准，形成气体燃料生产、气化装置、燃气发电供热装备、性能评价等完善的技术标准体系，显得尤为重要。

### 1 国外生物质气体燃料技术及产业化发展现状

#### 1.1 沼气

欧洲是工业化沼气生产技术发展较快的地区，主要采用干式厌氧发酵工艺，主要有车库型、气袋型、渗出液存储桶型和干湿联合型等4种类型。德国于20世纪90年代起，开始进行干式厌氧发酵技术及工业级装备的研发。2002年，BEKON公司等厂家生产的车库型工业级厌氧干发酵装备已投入实际运行，在运行、控制、安全等方面均较完备，但所需投资巨大。瑞典利用动物加工副产品、动物粪便、食物废弃物生产沼气，并专门培育了用于产沼气的麦类植物，产气率达每公斤底物300升，沼气中含甲烷64%以上。

除沼气被用做运输燃料外，所产生的沼肥又被用于种植。瑞典Lund大学开发了“二步法”秸秆类生物质制沼气技术，并已进行中间试验；还开发了低温高产沼气技术，可于10℃条件下产气，产气率大于每公斤底物200升。沼气经净化、压缩后可作为运输燃料替代天然气，到2005年底，瑞典全国有5000多辆沼气汽车，加油(气)站逐年成倍增加，已达70余座，还有1列斯德哥尔摩至海滨的火车使用沼气燃料。目前，全球有410万辆压缩天然气汽车，8300座加油(气)站。

在沼气发电方面，国外用于沼气发电的内燃机主要使用Otto发动机和Diesel发动机，其单位质量的功率约为27kW/t。汽轮机中燃气发动机和蒸汽发动机均有使用，燃气发动机的优点是单位质量的功率大，一般为70~140kW/t；蒸汽发动机一般为10kW/t。美国在沼气发电领域有许多成熟的技术和工程，处于世界领先水平，目前拥有61个填埋场，使用内燃机发电，加上汽轮机发电的装机，总装机容量已达340MW。欧洲用于沼气发电的内燃机，较大的单机容量在0.4~2MW，填埋气的发电效率约为1.68~2kWh/m<sup>3</sup>。

#### 1.2 生物质气化可燃气体

生物质气化可燃气体是生物质在气化介质和高温条件下通过热化学反应转化为可燃性气体，主要成分为CO、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等，可用于供热、供气或利用可燃气体推动燃气发电设备进行发电。目前，利用气化技术制备合成气，进而生产生物液体燃料正成为气化研究的热点。发达国家如奥地利、丹麦、芬兰、法国、挪威、瑞典和美国等比较关注的是生物质气化联合循环发电技术(BIGCC)，BIGCC技术主要基于增压流化床技术和高温燃气净化技术，可望成为生物质能转化的主导技术之一。

意大利12MW的生物质BIGCC示范项目的发电效率约为31.7%，但建设成本高达25000元/kWh，发电成本达1.2元/kWh。全球环境基金(GEF)/世界银行在巴西进行30MW发电项目的示范；在英国和美国进行6~10MW规模的3个项目的示范。第一代BIGCC投资较高，3500~5000美元/kW。近年来，发达国家也进行了其它技术路线的研究，如比利时和奥

地利的生物质气化-

外燃式燃气轮机发电技术，美国的史特林循环发电技术等，在提高发电效率的前提下降低生产成本。

### 1.3 生物质制氢

氢气是一种可再生、高热值的清洁能源。以生物质为原料制取氢气是生物质产氢的重要发展方向。意大利开发了生物质直接气化制氢技术，过程简单，产氢速率快，成本显著低于电解制氢、乙醇制氢等，目前主要处于研究阶段，欧洲正在积极推进这项技术的开发。

## 2 国外生物质气体燃料标准化现状

### 2.1 沼气标准

美国在沼气计划中列入了沼气有关器具标准，如沼气炉、沼气管、沼气管路、沼气管路转接器等，主要包含规格、型号、材料配件清单、原材料、构造、推荐的制造工艺、加工质量控制、性能测试、产品取样检测、包装等方面。瑞典是生物质能源发展最为迅速的国家，地方供热系统中生物质能占42.3%以上，沼气的净产量约为1400GWh(1.4 × 10<sup>9</sup>kWh)，主要产自于200多家市政污水处理厂的污泥消化池，其产量约占沼气总产量的60%；其余为垃圾填埋场(产量约占总产量的30%)以及工业污水处理厂和混合消化厂产生的沼气(产量约占总产量的10%)。

一般情况下，沼气可用作热源和发电，也作为汽车燃料。通常采取直接用管路输送、借助于天然气管道或用压力容器运送等3种途径被输送到加油(气)站。沼气净化后的车用甲烷燃料标准号为SS155438，将产品分为A、B两级，主要包含甲烷含量，水分，氧、二氧化碳、氮气总含量，氧气含量，氨气含量，总硫含量等指标，见表1。

表 1 瑞典的车用甲烷标准 (SS155438)

Table 1 Swedish quality standard for upgraded biogas used as vehicle fuel(SS155438)

组分 component	甲烷 /(% <sup>1)</sup> CH <sub>4</sub>	水分 / (mg·Nm <sup>-3</sup> ) moisture	氧、二氧化碳、 氮气总量 /(% <sup>1)</sup> CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> + N <sub>2</sub>	氧气 /(% <sup>1)</sup> O <sub>2</sub>	氨气 / (mg·Nm <sup>-3</sup> ) NH <sub>3</sub>	总硫含量 / (mg·Nm <sup>-3</sup> ) total sulfur content
A 级 A grade	96~98	< 32	< 4	< 1	< 20	< 23
B 级 B grade	95~99	< 32	< 4	< 1	< 20	< 23

1) 体积分数 volume ratio

### 2.2 生物质气化可燃气体标准

生物质气化可燃气体尚处于规模化应用初期，2003年欧盟标准化协会(CEN)启动了焦油分析测试标准项目，包含气相色谱法和称重法，由气体预处理，颗粒过滤，焦油收集、气体计量、焦油组分分析等部分组成，其中烟道气等动力取样参考了国际标准ISO9096或VDI2066。美国国家标准化组织(ANSI)PTC16-1974针对气体生产和连续气体发电机的电力测试法规是唯一的气化器法规。

此外还有，英国的BS-995气体生产测试法规(Test Code for Gas Producer)，德国的DIN1942蒸汽发电机测试法规以及美国机械工程协会(ASME)PTC4.1蒸汽发电机单元电力测试法规。最近，美国机械工程协会编写了BIGCC电厂性能测试法规(PTC47)，该法规包含整个BIGCC工厂组成、输入、输出以及效力的定义，净化后的燃气指标包含取样点压力、温度，标准流量，循环气量，CO、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、HCN、H<sub>2</sub>S、COS、C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>、C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>、C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>、焦油等组分的含量，气体颗粒含量，燃气密度等。

## 3 中国生物质气体燃料产业发展状况与标准制订

我国生物质气体燃料发展迅速。在沼气方面，基本分为小型能源-生态组合型和大中型沼气工程。2003年我国户用沼气池新增210万户，年末累计1289万户，北方能源生态模式应用达43.42万户，南方生态模式应用达391.27万户，总产气量45.80亿m<sup>3</sup>，相当于300多万吨标准煤，提高了农民生活质量，减少了环境污染。与此同时，截至2005年底，全国共建成3764座工业废水和畜禽粪便沼气工程，年产沼气3.4亿m<sup>3</sup>，利用沼气年发电量40000万kWh，供气138.36万户。

沼气发动机主要为两类，即双燃料式和全烧式。如：中国农机研究院与四川绵阳新华内燃机厂共同研制开发的S195-1型双燃料发动机；上海新中动力机厂研制的20/27G双燃料机等；潍坊柴油机厂研制出功率为120kW的6160A-3型全烧

式沼气发动机，贵州柴油机厂和四川农业机械研究所共同开发出60的6135AD(Q)型全烧沼气发动机发电机组。

在生物质气化方面，在20世纪60年代就开发了60kW的农林生物质气化发电系统，已开发出多种固定床和流化床小型气化炉，以秸秆、木屑、稻壳、树枝等为原料，生产燃料气，热值为4~10MJ/m<sup>3</sup>。目前村镇级农林废弃物气化集中供气系统近300处，供气户数3万余户。160和200kW的生物质气化发电设备在我国已得到小规模应用，显示出一定的经济效益。1MW的生物质气化发电系统已推广应用20多套，4MW规模生物质气化发电已建成示范工程。

在标准化方面，我国生物质气体燃料标准主要集中在沼气上，形成了从户用沼气工程及器具，畜禽养殖厂沼气工程等系列标准，已颁布实施了《沼气工程规模分类》、《农村家用水压式沼气池施工操作规程》、《农村家用沼气发酵工艺规程》、《家用沼气灶》、《家用沼气灯》、《农村家用水压式沼气池标准图集》、《户用沼气池标准图集》、《农村家用水压式沼气池质量检查验收标准》、《户用沼气池质量检查验收规范》、《户用沼气池施工操作规程》、《农村家用沼气管路设计规范》、《农村家用沼气管路施工安装操作规程》等12项国家及行业标准，形成了一定的体系。近年来，针对大型沼气工程，将陆续制定和颁布《规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范》、《规模化畜禽养殖场沼气工程运行、维护及其安全技术规程》、《沼气工程技术规范》(包括工艺设计、供气设计、施工及验收、运行管理、质量评价)等标准。

在气化可燃气体标准方面，山东省先后出台了《常压固定床生物质气化机组制造技术条件》、《农村生物质燃气供应系统设计规范》、《农村生物质燃气供应系统施工和验收规范》、《农村生物质燃气供应系统运行维护规范》等4项地方标准。2001年农业部颁布了第一个生物质气化方面的行业标准《秸秆气化供气系统技术条件及验收规范》(NY/T443-2001)，而焦油及灰尘的分析方法主要参考《城市燃气中焦油及灰尘含量的测定方法》(GB12208-1990)，即将颁布的城镇燃气规范只适用于煤、油(包括轻油、重油)、液化石油气或天然气等，并未包含生物质原料。

为规范生物质气体燃料大规模生产与应用，加强气体燃料的生产和使用管理，在现有标准的基础上及时制订生物质气体燃料的基础标准，生产过程、工艺控制规程等标准就显得极为迫切。

可考虑分步实施的原则，参考国内其它相关领域成熟的经验，根据用途制订既符合中国国情又与现行国际标准接轨的标准，在分析检测方法上可参考或借鉴国内或国际相关标准，加快气体燃料的标准化进程。为此，建议制订的生物质气体燃料标准有：生物质原料分析、燃气质量控制方法、生物质可燃气体净化、燃气组分分析包括焦油和灰尘、燃气使用、燃气发电设备评估指南和方法、供热燃烧器具等标准。(刘军利，蒋剑春 中国林业科学研究院林产化学工业研究所，国家林业局林产化学工程重点实验室)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/57796.html>