

新疆生物质能发展的时间序列及前景展望——基于AHP方法和3E-SRT框架

张晟义, 刘丹, 高强

(新疆财经大学, 新疆乌鲁木齐830012)

摘要: 新疆能源生物质资源储量巨大, 具有广阔的开发利用前景, 但具体到不同生物质能类型时情况差异较大。本文基于3E-SRT框架和AHP方法, 通过对不同生物质能类型综合效益的评估, 提出新疆生物质能发展的时间序列, 并结合资源禀赋和政策约束等因素, 对新疆生物质能发展的前景进行深入分析。本文得出的新疆生物质能源商业化发展的时间序列为: 大中型沼气工程 成型燃料 秸秆发电 生物柴油 生活垃圾能源化 燃料乙醇。

新疆被认为是适宜大力发展生物能源的地区。据笔者估算, 2012年新疆农作物秸秆可用资源量为2396.4万吨, 薪柴资源量为21355.2万吨, 禽畜粪便能源化可利用量为3130.4万吨, 皂角/油脚总量约45万吨, 21个主要城市全年生活垃圾清运量为352.7万吨(据IPCC1995推荐的经验公式ECH4计算, 可产甲烷25.5万吨)。

目前新疆生物质能技术运用的现状是[1]: 沼气方面, 截至2015年3月, 中央和自治区累计投入近14亿元资金, 在全疆建成户用沼气66万余户, 联户沼气与养殖小区沼气工程645个, 大中型沼气工程122个。生物发电方面, 目前新疆在阿瓦提县、巴楚县有2个农林生物质发电厂建成运行, 且并网发电, 其装机容量均为 2×1.2 万千瓦, 由国能新疆分公司统一管理。燃料乙醇方面, 新疆目前能够规模化、商业化运营的项目还没有。生物柴油方面, 新疆迄今已有14家企业获得立项, 计划年产能达62.26万吨。其中, 1家企业运营3年后倒闭, 1家在主体工程完工后却终止, 其余企业推进缓慢或未有推进。秸秆气化方面, 迄今新疆相继在8个县乡、团场或单位建成一批秸秆气化集中供气设施, 但只有6%的设施在间歇性运行。成型燃料方面, 新疆迄今有7家企业获立项, 计划年产能达6.41万吨。其中, 1家运营2年后倒闭, 1家处于工程招标中, 其余仍在推进中。垃圾能源化方面, 迄今新疆有6家企业获立项。其中, 1家焚烧发电项目于2014年点火成功, 装机规模为1.2万千瓦, 年可处理垃圾29.2万吨; 1家填埋气焚烧发电项目于2014年底试运行; 还有1家焚烧发电项目仍处于前期准备中。

新疆能源生物质资源储量巨大, 开发利用前景广阔, 但具体到不同生物质能类型(包括其子类)时情况差异较大。在实施产业引导和促进时, 商业性资本自然会寻求投资收益, 而区域财政扶持资金总量又有限, 因而更需衡量综合效益, 分清轻重缓急, 有步骤、有侧重地推进。本文基于3E-SRT框架和AHP方法, 通过对不同生物质能类型综合效益的评估, 提出新疆生物质能发展的时间序列, 并结合资源禀赋和政策约束等, 展望新疆生物质能发展的前景, 以期为市场行为和政府决策提供有价值的参考。

一、层次分析法(AHP)与生物质能综合效益评估指标体系

层次分析法(Analytical Hierarchy Process, 简称AHP)由美国运筹学家T.L.Satty于20世纪70年代提出, 它是一种定性与定量相结合的决策分析方法, 是一种将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程。AHP法的基本过程是: 首先对所分析的问题建立层次模型, 然后将一个层次的各因素相对于上一层次各准则(或目标)进行两两比较判断, 构造判断矩阵, 通过对判断矩阵进行层次单排序和一致性检验, 最后进行层次总排序, 得到各因素相对于决策目标的优选序列, 以此作为决策的依据。运用这种方法, 决策者通过将复杂问题分解为若干层次和若干因素, 在各因素之间进行简单比较, 就可以得出不同方案的权重, 为最佳方案的选择提供依据。

考虑到生物质能的资源可利用性、开发利用技术的成熟性等不同于传统化石能源的特点, 本文特借鉴3E-SRT生物质能技术品种的综合评价模型, 建立新疆生物质能发展综合效益评估指标体系。3E-SRT是指基于能源(Energy)、经济(Economic)、环境(Environment)、社会(Social)、原料(Resources)以及技术(Technology)六大方面的综合评价[2]。本指标体系采用一定的层次结构, 以具有不同量纲的多个指标综合反映新疆生物质能发展的优先次序。本研究建立的评价体系如图1所示, 综合效益评价体系共分三层, 即目标层(A层)、评价指标层(B层)和方案层(C层)。

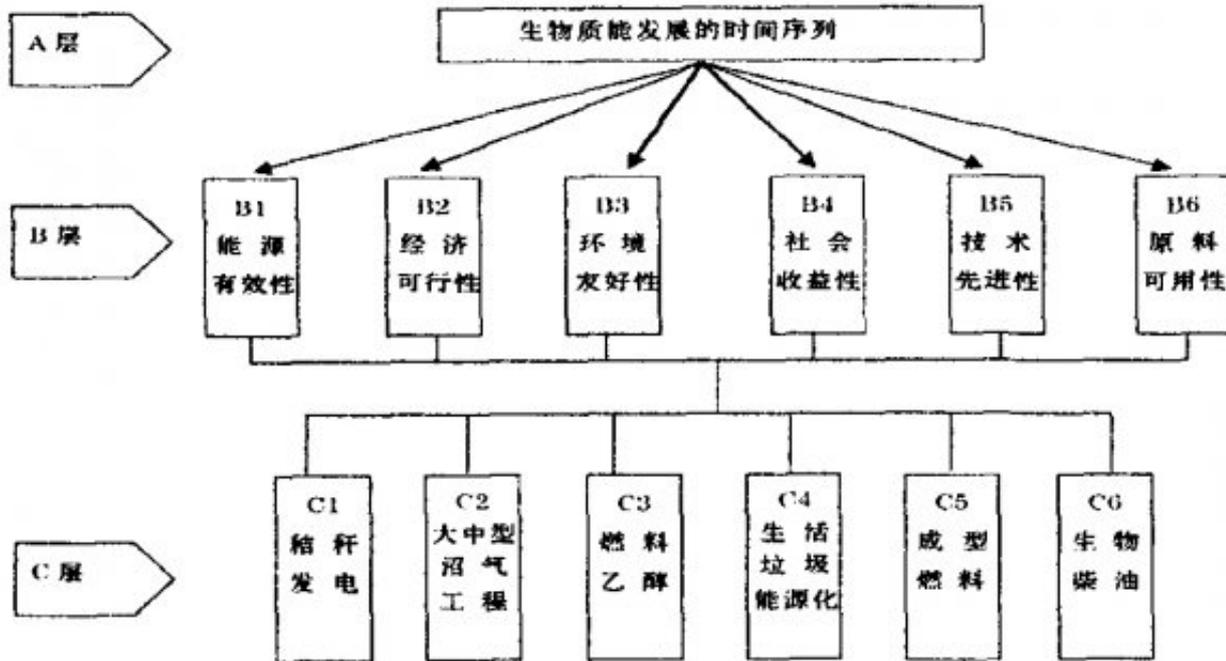


图1 生物质能发展的综合效益评价体系

(一)目标层(A层)

目标层(A层)是以生物质能发展的时间序列为总目标，即某一生物质能技术品种的综合效益越高，在资源约束的前提下，其越应得到优先发展。

(二)评价指标层(B层)

评价指标层包括能源有效性、经济可行性、环境友好性、社会收益性、技术先进性和原料可利用性。

1.能源有效性(B1)。开发生物质能的主要目的就是生产能量来缓解当前传统化石能源供应的压力，能源效率的高低和替代性是衡量其发展的重要方面。本文主要从能量效率、能源替代性以及能源品位方面进行分析。

2.经济可行性(B2)。主要考察投资的可行性，反映生物质能发展的可持续性，主要从与被替代能源的成本比、生产净成本、行业当前投入产出比等方面考虑。

3.环

境友好

性(B3)。当前开

发生物质能的主要动力之一是

追求生态环境效益，缓解我国的减排压力。主要可从CO₂减排能力、SO_x

减排能力、固体废弃物与利用比、动植物生存环境影响和生物多样性变化等方面进行分析。

4.社会收益性(B4)。因为生物质资源主要来自农村，生物质能发展会极大地影响农村的生产生活方式，因此社会收益的高低将在很大程度上决定项目的生命力。

5.技术先进性(B5)。它直接关系到发展规模和项目的可持续发展，可从设备和技术两方面的先进程度进行考察。

6.原料可利用性(B6)。原料是生物质能利用的基础。在运行过程中，因为原料的季节性和分散性特点，企业大都面临原料收购难以及成本高的压力，可从原料产量年增长率、原料价格年增长率、原料年供求比等方面考察生物质能的原料状况。

(三)方案层(C层)

方案层(C层)包括：秸秆发电(C1)；大中型沼气工程(C2)；燃料乙醇(C3)，主要是指甜高粱燃料乙醇，中远期则可以纤维素乙醇等；垃圾资源化利用(C4)，包括填埋气发电、焚烧发电和餐厨废油制生物柴油等；生物质成型燃料(C5)；生物柴油(C6)，主要是指动植物废弃油脂制生物柴油，中远期则可以文冠果为原料。

二、判断矩阵、一致性检验及分值

(一)构造判断矩阵

本文所使用的判断矩阵标度及其含义[3]如表1所示。

表 1 判断矩阵标度及其含义

标度	含义
1	表示两个因素相比,具有同等重要性
3	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素稍重要
5	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素极端重要
2·4·6·8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较得判断 b_{ij} , 则因素 j 与 i 比较的判断 $b_{ji} = 1/b_{ij}$

本研究在充分了解新疆生物质能发展的基础上,又咨询有关政府部门、行业及科研机构的专家,构造了不同层次结构判断矩阵,并使用规范列平均法及EXCEL2003软件,计算不同层次判断矩阵的特征向量 w_i ,结果如表2所示。

表 2 标准及方案的特征向量

6个标准特征向量		单一标准下6个方案的特征向量						
			B1	B2	B3	B4	B5	B6
B1	0.0443	C1	0.0494	0.1727	0.1099	0.0432	0.2488	0.2568
B2	0.2540	C2	0.3840	0.3680	0.3713	0.0989	0.3794	0.2016
B3	0.2583	C3	0.0649	0.0377	0.0395	0.3507	0.0434	0.0322
B4	0.0587	C4	0.1902	0.0860	0.0801	0.2895	0.1024	0.0555
B5	0.1114	C5	0.1526	0.2339	0.1565	0.1209	0.1604	0.3518
B6	0.2734	C6	0.1589	0.1018	0.2428	0.0968	0.0655	0.1021

(二)一致性检验

接下来,可以对两两比较矩阵进行一致性检验。这里需要确定自由度指标RI的取值,平均随机一致性指标RI的取值按表3进行。

表 3 平均随机一致性指标 RI

维数(N)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.96	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

本研究中,方案数(N)为6个,因此RI取值为1.24。

其中,最大特征根 $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i}$; 一致性指标 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。

通常,判断矩阵的一致性指标CI的值越大,表明判断矩阵偏离完全一致性的程度越大;CI值越小,表明判断矩阵越接近于完全一致性。显然,随着n的增加判断误差就会增加,因此判断一致性时应考虑n的影响,这就要使用随机一

致性比值CR来判断。这里，判断矩阵一致性指标CI与同阶平均随机一致性指标RI之比，为随机一致性比率CR。各两两比较矩阵的一致性检验结果如表4所示。

表4 两两比较矩阵的一致性检验

	A - B	B1 - C	B2 - C	B3 - C	B4 - C	B5 - C	B6 - C
λ_{max}	6.4931	6.5065	6.4831	6.4159	6.5531	6.1232	6.2578
CI	0.0986	0.1013	0.0966	0.0832	0.1106	0.0246	0.0516
RI	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
CR	0.0795	0.0817	0.0779	0.0671	0.0892	0.0199	0.0416

按照判断一致性的相关规定，CR 0.1时，表示具有相当的一致性；CR>0.1时，则表示呈现显著的不一性。表4中，各CR值均小于0.1，因此可以判定相应求得特征向量有效。

(三)计算总得分

利用表2中的权数或向量可计算每个方案的总得分，即对每个方案，分别以该方案在某一标准下的权重乘以该标准在目标层的权重并求和，以此类推。所有方案的总分值如表5所示。

表5 各方案总得分及其排序

代号 (方案)	C1 (秸秆发电)	C2 (大中型沼气工程)	C3 (燃料乙醇)	C4 (生活垃圾资源化)	C5 (成型燃料)	C6 (生物柴油)
总得分	0.175	0.310	0.057	0.095	0.228	0.136
总排序	3	1	6	5	2	4

三、主要结论与前景展望

根据表5的计算结果，新疆生物质能源商业化发展的时间序列为：大中型沼气工程 成型燃料 秸秆发电 生物柴油 生活垃圾资源化 燃料乙醇。

(一)大中型沼气工程发展的时间序列

在新疆生物质能发展的时间序列中，大中型沼气工程的发展排名第一，是应优先发展的领域。

1.基本发展态势。新疆大中型沼气工程发展，具有强烈的财政依赖性特点。预计未来国家的政策导向仍将具有较长的延续性，因此，新疆大中型沼气工程的发展将继续保持推进的态势，并有望在“十三五”中后期实现初步的商业化和产业化。

2.未来发展态势。今后，随着经验教训的总结、历史问题的消化、沼气财政资金使用模式的改革、项目监管的加强、环保规制的严格以及服务支持体系的完善，预计“十三五”期间，新疆大中型沼气的市场定位、推广范围和运行质量将出现积极的变化。据测算，新疆15个地州中，伊犁州直属、昌吉回族自治州、喀什地区、阿克苏地区、塔城地区、阿勒泰地区、克孜勒苏柯尔克孜自治州和博尔塔拉蒙古自治州，在畜禽粪便资源量绝对数、人均占有量和空间分布密度(每平方公里畜禽粪便资源量)这几个指标上排名均靠前，“十三五”期间，应优先布局沼气工程，特别是前几个地区应优先布局大型甚至是5000立方米以上的特大型沼气工程。

“十三五”中后期及以后，随着政策、投融资和组织体系的创新，预计新疆沼气工程将有诸多新变化：一是项目建设单位和工程技术企业等多个主体，将依托资源、技术优势，强强联合，采取资金、技术入股等方式进行合资合作，成立单独的公司(独立法人)，进行沼气系列产品的规模化、工厂化生产和商业化管理。二是沼气工程发展定位的“非农化”特点将初步显现。以往沼气工程建在养殖场的单一模式将得到改变。工业园区和农业园区将合建大型沼气工程，原料呈多元化，技术和工艺上突出综合利用。三是除了通过管网就近向农户及养殖小区供应沼气外，中远期可考虑以车用燃气、管道生物燃气、热电联供、罐装生物燃气等方式来开拓市场。四是沼气工程申报清洁发展机制项目将陆续增多。

(二)生物质成型燃料发展的时间序列

1.基本发展态势。相对于沼气产业，新疆生物质成型燃料发展的主要推力来自于企业或个人的市场行为。相对于秸秆直燃发电，生物质成型燃料在新疆面临的政策阻力、技术争议要小得多。因此，虽然起点较低、基础薄弱，但新疆生物质成型燃料将继续保持推进的局面，并有望在“十三五”中后期实现初步的商业化和产业化。

2.未来发展态势。今后，随着国家关于生物质成型燃料政策的不断完善，新疆节能减排任务约束的强化，环保规划的严格以及成型燃料配套支持体系的完善，预计“十三五”期间，新疆生物质成型燃料将迎来大的历史机遇期。

与其他生物质能利用方式相比，秸秆向成型燃料方向具有诸多优势，是“十三五”期间新疆优先发展的方向，适合在大部分地州的县域进行试点和布局。因此，“十三五”期间，应抓住国家和自治区的政策机遇，考虑在塔城地区、阿克苏地区、喀什地区、伊犁州直属、昌吉回族自治州、巴音郭楞蒙古自治州和博尔塔拉蒙古自治州，重点推进生物质成型燃料的运用发展。新疆应加强生物质成型燃料配套技术的发展，特别是针对棉秆和玉米秆原料。这一期间应积极利用国家财政扶持政策、科技援疆等，并依托石河子大学、塔里木大学等科研机构，以引进并消化吸收国内外先进技术及设备为主。“十三五”中后期及以后，新疆应发展出适应本地情况的技术设备，进入初步的产业化生产和制造阶段。

“十三五”初期，新疆主要还可以通过推进生物质成型燃料在工业锅炉和城镇供暖锅炉改造领域的应用，来促进其商业化。这样，新疆生物质成型燃料的发展定位于“非农化”的一面将会初步显现。“十三五”中期及以后，如在塔城地区、阿克苏地区、昌吉回族自治州、巴音郭楞蒙古自治州和博尔塔拉蒙古自治州生物质成型燃料布局得以实现，那么进一步地，可以在相邻中心城市附近的工业园或经济技术开发区启动生物质液化或气化项目(以成型燃料为原料)，以拉伸生物质秸秆产业链的长度，提升资源利用水平。

(三)秸秆发电发展的时间序列

虽然按照AHP分析结果，秸秆发电的综合得分排名第三，但是新疆秸秆发电产业面临巨大的政策限制，因此其在新疆生物质能发展的时间序列中，实际的发展排名将会后移。

1.总体定位。一直以来，新疆发展秸秆发电的动机非常强烈，但又受到非常严格的政策管制。基本的政策基调是，确保秸秆需要还田和秸秆综合利用的原料空间不受可能的不合理的压缩和损害。实践证明，这在总体上是谨慎的、合理的，但这一政策有微调的必要。

2.完善已投产项目的运营管理。截至2014年底，新疆已运营的两家秸秆发电项目，均处于亏损状态。今后应加强运营管理，特别是要改进原料收储工作，降低人工成本和管理成本，不断积累知识和经验，为以后可能上马的新项目提供借鉴。

3.“十三五”期间的布局。“十三五”期间，阿勒泰地区、伊犁州直属、克孜勒苏柯尔克孜自治州、和田地区、哈密地区及吐鲁番地区，原则上不应进行秸秆发电的布局。有关部门应在充分论证的基础上，适当放松管制。在综合考虑效益、环境保护、秸秆资源总量及人均拥有量指标等因素后，可以在乌苏市、奎屯市、石河子市和玛纳斯县一线，择机布局1~2座生物质发电厂(30MW或以上，但也不宜过大)；此外还可以在塔额盆地和博尔塔拉蒙古自治州，择优布局1座30MW的生物质发电厂。需要指出的是，新上马项目不应只是秸秆直燃发电，可考虑秸秆气化发电等其他技术类型。

(四)生物柴油/生物燃油发展的时间序列

1.总体发展态势估计。新疆生物质能发展中，生物柴油项目主要由商业化力量推动，财政依赖性较弱。总体看，在目前的政策惯性(文冠果国际基金的投资介入)和棉籽废油等资源的支撑下，新疆生物柴油在“十三五”期间将有较大的发展。

2.次生物柴油原料——棉秆、棉油和棉废油类发展预估。预计在2020年以前，新疆棉花播种面积和产量将保持相对稳定，进而棉籽废油角的产量也会保持稳定。目前在伊犁哈萨克自治州(霍尔果斯口岸工业区)、昌吉回族自治州(呼图壁县)、乌鲁木齐市、阿拉尔市(工业区)、库尔勒等地已批复并初步上马的生物柴油项目将会有一定的发展，预计在“十三五”中后期会达到一定的生产规模，并形成初步的商业化生产。但是，也正是由于这种相对稳定性，在“十三五”中后期及以后，基于棉籽废油角的生物柴油厂商数目预计将很难有大的增加，否则将导致严重的原料供应问题。

在新疆，直接使用棉籽油生产生物柴油，从政策、效益等多角度看都是不可取的。但是，不排除生物精炼技术

被引入和使用,用来直接处理棉籽油,并形成多元、复合价值高的产品。如果这样,在“十三五”中后期,在新疆直接使用棉籽油生产生物基产品将可能走上前台。

3.直接生物柴油原料——文冠果及蓖麻等发展预估。目前在新疆,文冠果已有一定的、自发的和商业化的种植(主要在2011年-2013年间),也有政策推进型的种植项目如麦盖提县项目[4]。文冠果稳定的挂果平均按5年计,预计在2016年-2018年间第一批种植的文冠果将稳定、集中挂果,形成稳定和规模性的原料来源。预计在“十三五”中后期文冠果制生物柴油将实现小规模、初步的商业化生产。2018年以后,随着文冠果种植技术的成熟、种植面积的增大,以及文冠果制生物柴油生产技术和工艺的推广与成熟,预计文冠果制生物柴油产业在新疆将有显著增长。

近几年,受国际国内蓖麻原料及产品价格波动的影响,新疆蓖麻种植面积连年缩减,蓖麻加工企业运营困难,还有一些蓖麻发展项目遭受重大挫折。因而未来新疆蓖麻基生物燃油的发展具有高度的不确定性。考虑到北疆蓖麻种植和加工仍有一定的基础,预计在“十三五”中后期,可以形成初步的原料供应,并小规模地支撑蓖麻的初级加工提炼。因此,预计“十三五”初期和中期,后工序的提炼仍将主要在疆外进行,而到“十三五”中后期,如果蓖麻种植面积有大的突破,那么可以考虑在“十四五”期间,在疆内适时引进和上马蓖麻深加工项目,甚至考虑蓖麻基生物燃油精炼项目。

4.远期展望。根据国内相关技术发展和推广的态势,以及新疆目前的能源农业(林业)研发态势,预计在“十三五”中后期将出现新的能源农业品种,形成初步的技术和成果,并进一步推广扩散,在“十三五”后期或2020年以后进行推广应用,形成基于新原料的生物柴油初步的商业化生产。

(五)城镇生活垃圾资源化发展的时间序列

1.城市生活垃圾能源化处理展望。对目前(截至2014年底)新疆已立项或建设的3个城市生活垃圾能源化处置项目(乌鲁木齐市2个、石河子市1个、库尔勒市1个),需要进一步做好前期工作,同时要做好投产后的运营管理工作,不断积累经验,为今后其他城市生活垃圾的能源化处理提供借鉴。另外,新疆绝大部分城市(城镇)还不具备生活垃圾能源化利用的主客观条件,因此,主要应推进城镇生活垃圾无害化处理设施建设,提升基础管理能力,为“十三五”期间及以后适时上马生活垃圾能源化工程创造条件。特别需要考虑在以卫生填埋为主导的项目布局上,为远期潜在的能源化处理预留适当的技术接口和拓展空间。

“十三五”期间,新疆应抓住国家在市政生活垃圾处理领域推广生活垃圾焚烧发电技术的机遇,可以考虑在新疆一些中等城市中实施生活垃圾的能源化处置。综合生活垃圾产甲烷并折标煤量、人均垃圾产甲烷并折标煤量、单位面积垃圾产甲烷并折标煤量这几项指标,按优先度排名,备选城市包括库尔勒市、克拉玛依市、伊宁市和昌吉市等。“十三五”中后期,随着城市垃圾产生量的增大,以及垃圾存量(历史上生活垃圾填埋量)的累积增大,可以适时在新疆一些中等城市择优进行能源化处置。备选城市按优先度排名,依次是喀什市、哈密市、和田市、阿克苏市、博乐市和吐鲁番市。

2.餐厨废油制生物柴油展望。新疆城镇生活垃圾中,有一部分是餐厨废油,能源化利用的另外一种处理路线是餐厨废油制生物柴油。目前在新疆,一方面,各主要城市餐厨废油原材料的总量太少;另一方面,即使如乌鲁木齐这样的大城市也没有完善的餐厨废油收集系统[5]。由于这种约束,静态地看,整个“十三五”期间,除乌鲁木齐市等少数城市外,新疆大部分城市缺乏就近上马以餐厨废油为主要原料的生物柴油项目的条件。

为改变这种局面,动态地看,“十三五”期间,新疆各城市可采取以下措施:一是强力打击生产和销售地沟油的非法行为,引导餐厨废油收储加工体系合法有序发展;二是提高市容环境行业建设固定资产投资占城市市政公用建设的比重;三是垃圾分类工作作为一项长期工程,应回归居民主体。政府应加大对垃圾分类的投入,建立并完善促进生活垃圾分类减量的办法(中远期甚至可以启动绿色账户试点工作),制定激励和惩罚相济的措施,增强公众参与度,提高生活垃圾准确投放率,降低人均生活垃圾末端处理量,最终建立起成熟完善的垃圾分类投放和处置体系。通过这些改变,可以进一步分离并有效地、成规模地利用生活垃圾中的餐厨废油,以奠定新疆餐厨废油制生物柴油的物质基础。

(六)燃料乙醇发展的时间序列

1.基本发展态势。新疆燃料乙醇发展具有严重的财政依赖性特点,商业化环境极不成熟。在没有政策性投资介入的情况下,其发展将保持目前的缓慢发展甚至是停滞的局面。目前在新疆,甜高粱制燃料乙醇已有比较成熟的种植技术和生产工艺,并得到过技术推广。其发展主要制约在于受比较效益的影响(特别是与棉花相比),严重缺乏能源农业的支持。预计在“十三五”中后期甜高粱制燃料乙醇能进行推广应用,形成初步的商业化生产。

2.未来发展态势预估。虽然目前棉秆制燃料乙醇(纤维素乙醇)在新疆还处于研发阶段，但极具发展潜力，预计可在“十三五”中后期形成初步的技术和成果，在“十三五”后期或2020年以后进行推广应用，形成初步的商业化生产。棉秆制燃料乙醇可以率先在南疆的阿克苏地区，北疆的塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州和石河子市、昌吉回族自治州等地布局，随着运营经验的不断取得和不断积累，逐渐向其他植棉区谨慎推开。

参考文献：

- [1]张晟义.新疆生物质能产业发展凸显的重要关键问题及政策建议[R].软科学要报，2016(5)：1-8.
- [2]张玉兰.我国生物质能主要能源品种的综合效益评价[D].南京：南京航空航天大学，2011.
- [3]王莲芬，许树柏.层次分析法引论[M].北京：中国人民大学出版社，1990.
- [4]新疆麦益提启动百万亩文冠果项目计划建年产6万吨航油厂[EB/OL].http://nance.ts.cn/content/2014-09/4/eontent_10488295.htm.,2014-09-04.
- [5]张晟义，高强，胡玉凤.新疆生物柴油产业发展研究[J].新疆财经，2014(6)：35-42.
- [6]张晟义，龚海涛.中国城市餐厨垃圾资源化治理的地沟油困境：文献回顾与研究展望[J].新疆财经大学学报，2013(1)：44-51.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/191562.html>