

大中型沼气工程原料预处理工艺及装备技术^{*}

陈永生, 朱德文, 曲浩丽, 李瑞容

(农业部南京农业机械化研究所, 江苏南京, 210014)

摘要: 欧洲沼气工程的规模大型化、操作机械化、控制自动化、产能高效化代表了当今世界沼气工程的先进水平, 特别是在包括原料收集、转运、混合、匀浆、进料等环节的原料预处理过程。本文介绍了欧洲不同类型的原料、不同的厌氧消化工艺装置以及成熟的、标准化的装备技术。并且在借鉴欧洲沼气工程原料预处理先进工艺技术和装备技术的同时, 结合国内沼气工程预处理的现状及发展谈点粗浅的体会。

关键词: 原料预处理; 沼气工程; 装备技术

中图分类号: S164 文献标识码: B doi:10.3969/j.issn.1006-7205.2010.06.019

陈永生, 朱德文, 曲浩丽, 李瑞容. 大中型沼气工程原料预处理工艺及装备技术[J]. 中国农机化, 2010 (6): 73~78

CHEN Yong-sheng, ZHU De-wen, QU Hao-li, LI Rui-rong. Materials pretreatment process and equipment technology of the large and medium-sized biogas projects[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2010 (6): 73~78

0 引言

沼气工程原料预处理技术是为了满足某种工艺的特殊需要而对生物质所做的技术处理, 是对天然生物质的一个优化处理。沼气原料预处理是沼气工程是否能够运行的重要环节。料液进入厌氧消化器之前称为原料的预处理阶段。原料预处理是保障厌氧发酵系统稳定运行、提高产气率和工程效益的重要环节, 如秸秆预处理是提高秸秆原料利用率, 加大产气量, 缩短启动时间的有效手段^[1]。由于沼气工程中各种原料的收集渠道和理化性状不一、不同工艺对原料的处理要求和输送方式不一, 使得原料预处理环节不仅复杂而且难度加大。近些年随着社会主义新农村建设工程的推进, 利用干稻草、青草、菜叶等农业种植废弃物替代部分畜禽粪便作为沼气发酵原料已成趋势^[2]。本文意在借鉴欧洲沼气工程原料预处理先进工艺技术和装备技术, 结合国内沼气工程预处理技术现状及发展提出一些建议, 以促进我国沼气工程预处理技术的发展。

1 欧洲沼气工程原料预处理典型工艺

以德国为代表的欧洲沼气工程技术以高浓度有机废弃物联合消化工艺(CSIR)为主, 绝大多数配备热电

联产系统。CSIR工艺是先对各类畜禽粪便及其它高产气量的有机废弃物进行预处理, 调整进料浓度在8%~13%范围内, 进入带有机械搅拌的CSIR反应器^{[3][4]}。沼气进入热电联产系统后, 产生的电能并网外卖, 热能用于加热原料^[5]。在欧洲, 大约有94%的农业废弃物沼气工程采用混合原料发酵^[6], 但根据其主要原料来源不同, 可把原料预处理工艺分为以下三种类型。

1.1 能源植物为主的原料预处理工艺

以位于德国Gustow号称“世界上最大的沼气工厂”的Nawaro沼气工厂为例, 每年原料需求量总计有450 kt其中: 青贮玉米秸秆380 kt其他整秆植物60 kt青草8 kt谷类1 kt Nawaro沼气工厂每小时可生产出10000 m³的沼气, 并经过提纯后向天然气管网输送, 相当于每小时可产生22 MW的电能。图1是以能源植物为主的原料预处理工艺图。

在欧洲, 建设沼气工程以获取能源为主要目的, 因此在降低运行成本的同时追求最大原料产气率是这些工程最为重要的经济指标。从原料产气率角度分析, 玉米、甜菜等的干物质产气率可高达600~1000 m³/t, 远远高于动物粪便的产气率。由种植制度方面来看, 一年一熟、连片种植的农艺制度为能源作物收获机械化创造了很好的条件, 从而节省大量的原料收集成本。

收稿日期: 2010年9月9日

^{*} 项目基金: 国家科技支撑计划(2008BADG4B14) 江苏省科技支撑计划(BE2010353)

陈永生(通讯作者), 男, 1964年生, 江苏泰兴人, 农业部南京农业机械化研究所研究员; 研究方向为农业资源开发与设施农业工程技术。

朱德文, 男, 1970年生, 安徽滁州人, 农业部南京农业机械化研究所副研究员; 研究方向为农业废弃物处理及资源开发。

曲浩丽, 女, 1985年生, 山东烟台人, 农业部南京农业机械化研究所研究实习员; 研究方向为农业废弃物处理及资源开发。

李瑞容, 女, 1984年生, 江苏南京人, 农业部南京农业机械化研究所研究实习员; 研究方向为农业废弃物处理及资源开发。

就原料保障机制而言, 沼气工厂与当地的农场主签订长期合作协议, 农场主提供秸秆等原料, 使沼气工厂有长期而稳定的原料供应渠道, 而沼气工厂为农场主提供腐熟的沼渣颗粒肥料以及沼液, 双方互利互惠。

针对秸秆沼气工厂的需要, 以青贮玉米为主的能源作物的收获、切碎、转运全部实现机械化。联合收获机在田间就把玉米连秆带穗全部切成 10mm 长的碎段, 并抛集到专用运草车的车箱中, 再由运草车送到工厂的堆贮场地上。切碎后的秸秆堆密度提高了, 减少了堆贮空间, 也便于进行其他预处理。

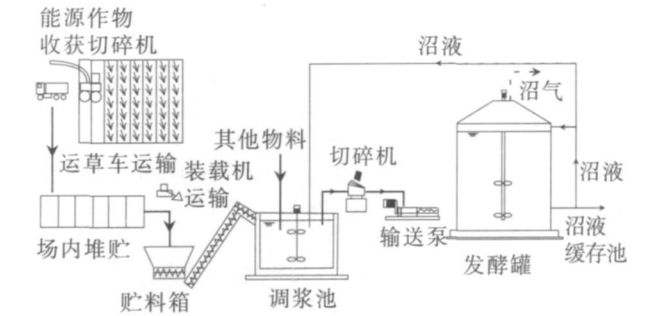


图 1 以能源植物为主的原料预处理工艺图

图 1 所示的流程适合规模较大的沼气工厂, 秸秆原料和其他配料经过调浆池调节浓度和加热料温。再向各个发酵罐输送。为了防止零星的长草引起的堵塞, 加一道切割装置。对于规模小一点的沼气工程, 可把图 1 中的调浆池直接用作发酵罐, 借助搅拌装置, 碎秸秆直接在这个罐中与其他物料混合完成产气过程。

考察中注意到, 从贮料箱到调浆池之间的碎秸秆的输送装置主要有刮板输送链、螺旋输送器(有轴和无轴二种)、皮带输送机等几种形式, 这一过程中的技术关键是确保贮料箱的原料要自动定量、稳定顺畅地输送出去, 不能产生结拱、堵塞等现象。

1.2 以畜禽粪便为主的原料预处理工艺

规模化禽养殖业发展迅速, 伴随而来的是大量的动物粪便(主要是鸡粪、猪粪和牛粪)和相关的废弃物, 沼气工程作为一项多项技术优化组合实用工程系统, 目标是追求较高的能源、经济和环境效益。在丹麦, 沼气原料以畜禽养殖业的粪便和农产品加工厂的有机废弃物、污泥、餐余为主。一般情况下, 原料是用罐车从附近的农场直接运送过来, 部分采用管道输送到沼气工厂。

以位于丹麦北内伯尔的 Blaaby 沼气工厂为例, 每年处理原料 1100 kt 其中: 80% 是牛粪, 20% 是其他的废料, 有 200 kt 的液态原料用管道输送到工厂, 另外 900 kt 固态原料通过专用车运送。Blaaby 沼气工厂每天可以生产出 8500 m³ 的沼气。图 2 是以畜禽粪便为主的原料预处理工艺示意图。

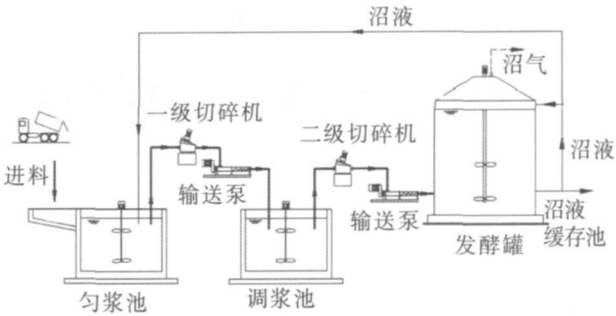


图 2 以畜禽粪便为主的原料预处理工艺示意图

在 Blaaby 沼气工厂中, 首先是将粪便和其他废料在匀浆池中搅拌、匀浆。为防止原料结块以及纤维状物质给泵、阀、外部设备和中心控制以及其他下游设备带来问题, 采用切碎机对匀浆后的原料进行切割破碎。有的工程中在匀浆池和调浆池后分别配备一台粗切碎机和细切碎机。第一道切碎机控制原料粒度在 40mm 左右, 第二道在 10mm 左右。混合原料在调浆池中经过调节浓度和加热料温后, 即可送入发酵罐了。

1.3 以有机垃圾为主的原料预处理工艺

位于德国斯图加特市近郊 Leonberg 的有机垃圾处理厂作为一个有代表性的实例, 采用的是 OWS 公司的 Dranco 工艺, 该项目使用了 1 台排量达 150 m³ 的液压固体输送泵^[7], 流程示意见图 3。

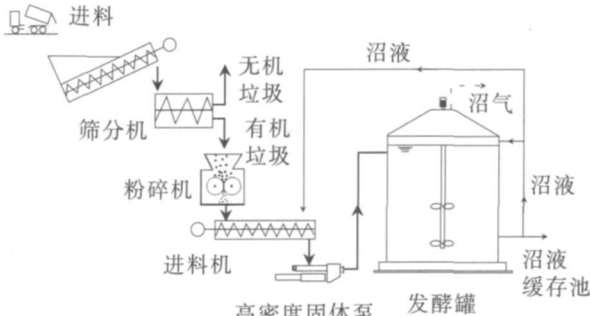


图 3 以生活垃圾为主的原料预处理工艺图

Dranco 工艺是把原始的生活垃圾残渣收集并运送到厌氧消化处理厂。由于垃圾中含有大量的非有机成分, 垃圾需要经过破碎、转鼓筛分和磁力分选等预处理工序。经过预处理后的有机垃圾与蒸汽及消化后物料经混合后采用液压驱动固体泵通过密封的管道从上方输送到消化罐内, 物料的 TS 浓度超过 20%。这种消化罐的底部呈锥形, 便于消化物料的流出。

2 欧洲沼气工程原料收贮、预处理中几种主要装备

2.1 能源作物切碎收获机

CSIR 工艺中对原料的粒度控制较严格, 能源作物的切碎长度在 10mm 左右。很多沼气工厂的原料堆贮场

地上的秸秆粒度很整齐，目测来看，粒径大于 20 ~ 30mm 的比例不超过 10%。据了解，欧洲普遍使用大型的秸秆青贮联合收获机，配套大型的专用运草车，收获、切碎、转运秸秆一条龙作业，不仅效率高，收获成本也低。

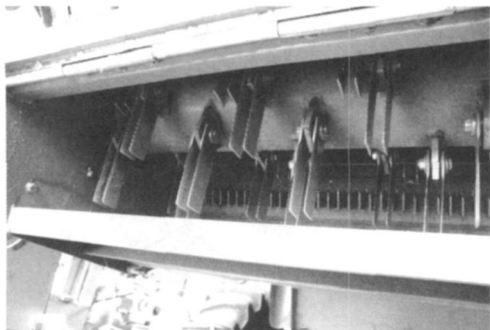


图 4 约翰·迪尔青贮收获切碎机的切碎工作部件

图 4 是约翰·迪尔玉米联合收割机上的电刀式茎秆切碎器，主要由切碎滚筒、刀架、动刀片（电刀）、定刀片组成切碎器主体。动刀座严格按螺旋线配置焊在切碎器滚筒上，保证动刀片工作时载荷均匀，波动小，从而减小机器的振动。动刀片用销轴与动刀座相连。定刀架由底板上沿切碎器长度方向均匀加工的长孔和一根定刀梁组成，定刀片穿过长孔固定在定刀梁上，定刀片的间距可根据作物的不同及需要获得不同的茎秆切碎长度而调整^[8]。

2.2 浆料杂物切碎机

在沼气工程中，原料来源广泛，主要是能源作物秸秆、青草、谷类、动物的粪便、垃圾等，它们中混有各种粒度较大的杂物，如鸡粪中的鸡毛、牛粪中的长草和沙砾等。因此，要采用切碎机对其进行切割、破碎，以保证下游泵和其它机械设备的运行安全，提高使用寿命。

切碎机通常设置在混料匀浆池和调浆暂贮池（发酵罐）间的输送环节，通过管道安装在输送泵前，依靠泵的抽吸作用使浆料通过切碎机。有的切碎机为了防止比重大的物料损坏切碎机工作部件，把切碎机进料侧容腔设计得较大，此处的介质流速较低，比重大的物料就会沉降，并可定期由人工取出。

按照切碎机工作部件结构的不同，目前欧洲沼气工程中常用的切碎机主要有以下二种类型。

2.2.1 刀片—孔盘组合式切碎机

这种形式的切碎机的破碎部件包括开有很多小孔的固定式孔盘和紧贴在孔盘上旋转的旋转刀片。浆料中的长杂在通过刀盘上的小孔时被旋转刀片切割。通过调整刀片转速和刀盘孔径，就可以控制浆料中切碎后杂物的粒度。图 5 是一种典型的刀片—孔盘组合式浆料杂物切碎机结构示意图。刀片—孔盘组合式切碎机在欧洲沼气工程中应用较多的主要有德国的耐驰

（neuzsch）、福格森（Vogelsang）、西派克（seepex）和丹麦的汉斯·布赫（Hans Buch 等品牌。

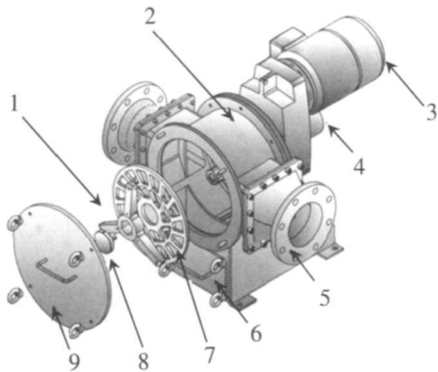


图 5 刀片—孔盘组合式切碎机结构示意图

- 1. 切割刀片 2. 壳体 3. 电机 4. 减速机
- 5. 进出口连接法兰 6. 重杂沉降室端盖
- 7. 孔盘 8. 刀片压紧螺帽 9. 切割室端盖

2.2.2 对滚剪切式切碎机

这种切碎机是基于旋转凸轮泵的双转子的设计理念而设计的，不同于泵的旋转凸轮转子，切碎机使用的是相对滚切的二组圆盘刀。通过调整每组圆盘刀相邻刀片之间的间距，以及选择不同的刀片形式可以达到不同的切碎效果。图 6 是一种对滚剪切式切碎机结构示意图。对滚剪切式切碎机主要由德国的博格（boeiger）公司生产，流量可达 300m³/h 流向可逆，结构设计紧凑，能够长时间无障碍运行。切碎机不仅能够与泵或其他外部设备串联，而且还能独立进行工作。不同的组装形式包括：切碎机+螺旋输送机+旋转凸轮泵、进料漏斗+垂直安装的切碎机+旋转凸轮泵、有破碎效果的双轴螺旋输送机+切碎机+旋转凸轮泵等。

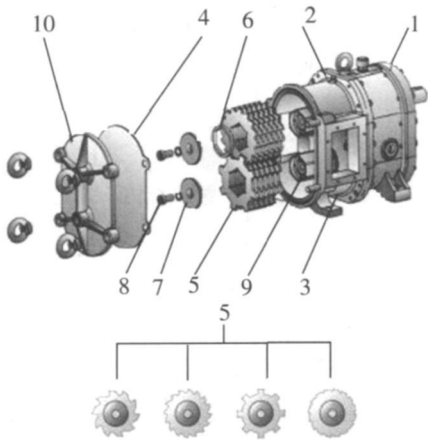


图 6 对滚剪切式切碎机结构示意图

- 1. 传动箱 2. 壳体 3. 进出口连接法兰
- 4. 密封垫 5. 切割盘 6. 切割盘间隔调整垫片
- 7. 8. 刀盘压紧用螺钉、垫圈 9. 刀盘主轴
- 10. 切割室端盖

以上介绍的二种切碎机所适应的场合有所侧重,刀片—孔盘组合式切碎机偏重于对细长纤维性杂物的切割,而对滚剪切式切碎机更适合于对个体较大的块状类杂物的破碎。

2.3 输送泵

在 CSIR工艺中,发酵原料性状的多样性、高浓度对原料输送泵带来了更高的要求。螺杆泵是目前国内外沼气工程中应用最广泛的输送泵。但是螺杆泵也存在维修费用高、能耗高的缺点,对于 TS浓度超过 25%的原料输送也无能为力,针对这些情况,目前在欧洲有的沼气工程中采用了凸轮转子泵和高密度固体泵。下面着重介绍这二种输送泵。

2.3.1 凸轮转子泵

凸轮转子泵是自吸、无阀、正排泵,流量与转速成正比,可以输送各种粘稠或含有颗粒物的介质,结构紧凑,对介质剪切小,运行震动小。凸轮泵完全对称设计允许在任何情况下逆向运转,只需要改变转子的转向即可,这样就可以实现由一台泵完成储罐的装和卸两项工作。

虽然凸轮转子泵的整机造价较高,但与螺杆泵相比,其主要易损件的使用寿命长、费用低,能效比高,因此从长期使用的角度来看,凸轮转子泵还是具有运行成本低的优势。此外,凸轮转子泵还具有结构紧凑,占用空间小的特点。图 7是凸轮转子泵的结构示意图。

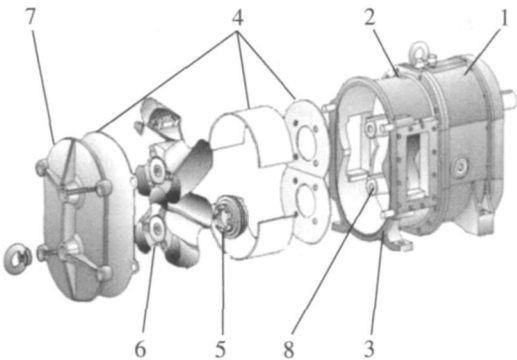


图 7 凸轮转子泵的结构示意图

- 1. 传动箱 2. 壳体 3. 进出口连接法兰
- 4. 可更换衬板 5. 轴封 6. 转子 7. 端盖

2.3.2 高密度固体泵

前文已在介绍以生活垃圾为主要原料的全混式沼气发酵工艺中提及了一种可输送高密度垃圾的固体输送泵。使用这类固体泵主要有三大优势:一是适应原料广,可以正常输送 2/3管径大小的杂物,如当输送管线直径为 200mm时,物料中允许存在的最大杂物粒径可达 130mm。二是物料浓度高,输送物料的 TS可达到 25%~40%。三是输送距离长,可达 200m。

德国普茨迈斯特 (PUTZMEISER)公司开发的 KOS

固体泵采用液压驱动,固体泵配备专用的进料装置+带搅拌功能的液压双轴螺旋给料机,混合后的物料被螺旋推进后,进入 KOS固体泵的输送缸,输送缸在液压油缸的驱动下往复运动。S型摆管配合输送缸的运动,输送缸内的物料通过活塞推进 S摆管,并经过 S摆管进入输送管道。图 8是 KOS高密度固体输送泵的结构示意图。

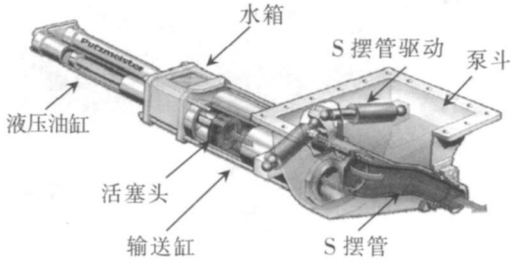


图 8 KOS高密度固体输送泵

固体泵可以长时间无故障工作,24小时连续工作,全封闭系统,对物料的适应能力强,低维护、低磨损。在德国斯图加特附近的 LEONBERG 我国上海普陀区和北京董村等几个生活垃圾综合处理厂的沼气工程中都有应用。预计这种固体输送泵如果在降低运转能耗和产品造价方面更进一步的话,其在沼气工程方面的应用前景还是看好的。

3 我国原料预处理及装备技术现状

3.1 原料的破碎预处理

在原料破碎预处理方面,针对畜禽粪便国内外普遍采用水解、搅拌、破碎的方式,我国已有相关的装备,但未形成标准化的系列产品。针对农作物秸秆(包括青贮类和干枯类)的切碎、粉碎,全混发酵工艺对秸秆的粒度要求严格(10mm左右),而对其水分却要求不高。目前我国普遍使用固定式或半固定式场地作业的秸秆切碎机,在加工能耗、切碎质量、刀具寿命等方面与国外先进水平相差较多,如稻草的吨料耗电达到 20~30 kWh/t,缺乏与田间行走式作物联合收获机相配套的秸秆粉碎装置,现有切碎装置只是针对青贮饲料和秸秆还田的要求,在切碎长度、均匀度等切碎质量指标方面都满足不了沼气工程的需要。从玉米是我国第二大粮食作物、玉米秸秆产气率高及沼气工程对秸秆原料的需求特点等角度考虑,当前,我国急需研究开发与玉米联合收获机相配套的秸秆回收型玉米茎秆切碎、收集装置。另外,针对餐厨垃圾的分拣、破碎,以及其他农产品加工废弃物的破碎,在沼气工程中的应用还几乎是空白。

3.2 原料匀浆预处理

在原料匀浆预处理方面,我国在多物料水解混合、匀浆搅拌方面已有成熟的经验和装备,在浆料除砂和

预加温等方面的装备开发刚刚起步,但在包括长杂切碎、粗杂分离的除杂装备方面的研发几乎还是空白。而国外如德国的耐驰 (neuzsch)、福格森 (Vogel) 格 (boerger) 等专业公司提供的刀片-孔盘组合式切碎机和对滚剪切式切碎机已广泛应用在沼气工程的浆料预处理中,从而有效地保证了物料的正常输送和下游设备的安全。

3.3 原料输送

在原料输送方面,包含液态的浆料输送和固态的碎秸秆输送二个层面。我国现有的沼气工程多是利用畜禽粪便或污水等液态原料,所以螺杆泵是目前国内外沼气工程中应用最广泛的输送泵。但是螺杆泵也存在维修费用高、能耗高的缺点,对于 TS 浓度超过 25% 的原料输送也无能为力,针对这些情况,目前在欧洲有的沼气工程中采用了凸轮转子泵和高密度固体泵。秸秆沼气在国外已形成较大规模,以位于德国 Gustroy 号称“世界上最大的沼气工厂”的 Navaro 沼气工厂为例,每年原料需求量总计有 450 kt 其中青贮玉米秸秆 380 kt 相当于每小时有 44 的秸秆输送量。而我国在秸秆沼气的研究方面还刚刚起步,面对秸秆原料的流动性差、输送不稳定的难题还没有成熟的秸秆进出料装备和技术。当前急需开发适应沼气工程所需的秸秆连续、定量进出料设备。

4 对我国沼气工程原料预处理的几点建议

4.1 秸秆沼气工程在追求产能最大化的同时要兼顾降低原料预处理成本

在秸秆沼气工程中,对秸秆进行破碎处理无疑会提高产气率,而且不同的消化工艺及消化器形式对秸秆破碎粒度的要求都不一样。秸秆破碎粒度越小,耗能就越多,预处理成本就要增加。

对青绿秸秆的破碎通常采用铡切的方式,铡切装置有盘刀式、滚刀式和电刀式。从切碎质量来看,电刀式切碎的草段比较整齐,盘刀式的草段质量则最差。在能耗方面,几种铡切装置的产量约为 $20 \text{ kg/kWh} \cdot \text{mm}$,也就是说草段长度在 10 mm 左右时,吨料耗电约为 5 kWh/t ;草段长度在 40 mm 左右时,吨料耗电约为 1.25 kWh/t 。

对于干枯秸秆的破碎也有多种方式。有加工成小段的铡切式切草机,有加工成丝状的揉搓式粉碎机,有加工成粉状的锤片+筛网式粉碎机,以及这几种粉碎方式的组合。从破碎后秸秆的粒度分布的情况来看,铡切式粒度分布最广,以造纸行业成熟的滚刀式秸秆切碎机为例,理论切碎长度是 40 mm ,但是 100 mm 左右长的物料的比重还要接近 20%。锤片+筛网式粉碎机

通过筛网孔眼大小控制排料的粒度,所以其粉碎后的秸秆 95% 以上的粒度都可达到要求。从加工能耗的角度来讲,如果都以粉碎粒度为 10 mm 为例,锤片+筛网式粉碎机能耗最大,吨料耗电约为 $20 \sim 30 \text{ kWh/t}$ 而铡切式的能耗约为 $10 \sim 15 \text{ kWh/t}$ 。

所以,我们在追求沼气工程产能最大化的同时必须要兼顾降低原料预处理成本的问题,此外也要考虑到各种秸秆切碎装置的加工质量问题。

4.2 秸秆原料收贮模式要兼顾沼气工程特点和当地的资源特点

与欧美地区农场式经营、规模化生产、单一化作物等种植方式不同,我国的秸秆利用要考虑的各种因素要复杂得多。当一个秸秆沼气工程达到一定规模,既要保证原料供应稳定,又要降低贮运成本,其秸秆原料收贮模式一定要兼顾沼气工程特点,并与各地千差万别的秸秆资源特点相结合,探索适合自身需要的秸秆原料收贮模式。

以一个原料主要是玉米秸秆 (非青贮玉米) 的 CSIR 沼气工程为例,其对秸秆原料粒度的要求较高 (10 mm 左右),对原料的水分要求则很低。从减少堆贮空间的角度来说,把秸秆切碎后再堆贮最有利,从减少切碎能耗的角度来说,在玉米秆还是青绿的时候就收获最有利。那么,玉米秸秆的收集可有以下几种模式可供选择:

模式一也称一次联合收获模式,这是一种用一台联合收获机和集草车配套,一次进地就可同时完成玉米摘穗、剥皮、集穗、秸秆切碎、回收装车的联合作业方式,其作业效率最高。

模式二也称分段收获模式,先由玉米收获机完成摘穗和茎秆割倒铺放作业,再由秸秆捡拾切碎机完成玉米茎秆的捡拾和切碎作业。

模式三也称场地粉碎模式,是在场地上采用固定式或流动式的秸秆粉碎机对秸秆进行粉碎。这种方式不受作物栽培茬口的影响,生产时间可以很长,但是如何从田间把秸秆收集到场地上来则要面临很多问题。

我国的秸秆收集储运和预处理技术不完善,关键技术装备处于空白。国内的玉米秸秆收集的手段主要还是青贮、粉碎还田,在收集打捆方面几乎为空白。与德国秸秆沼气工厂采用一种玉米青贮秸秆收集模式就解决问题的情况不同,我国的秸秆沼气工厂可能更多地要考虑如何把上述几种模式有机地组合起来,才能确保原料的供应。

4.3 沼气工程原料预处理装备要借鉴吸收国外新技术

目前国内的秸秆切碎装置多是从青贮饲料和秸秆

电厂的角度考虑, 秸秆切碎的长度还不适合秸秆沼气 CSIR工艺的要求, 需要开发收获切碎效率高、能耗低、质量好的秸秆切碎装置。

欧洲沼气工程在混合原料处理阶段广泛使用的浆料杂物切碎技术、高效输送技术和原料高效换热加温技术等都值得我们认真研究和借鉴, 应组织力量通过引进消化吸收再创新, 尽快形成我国的标准化、系列化产品。

参 考 文 献

- [1] 刘睿, 万楚筠, 黄茜, 等. 秸秆预处理技术存在的问题与发展前景[J]. 环境科学与技术, 2010 33(5): 143~150.
- [2] 朱宗强, 成官文, 梁凌, 等. 几种农业有机废弃物沼气发酵工艺条件优化研究[J]. 环境科学与技术, 2009 32(9): 167~169.
- [3] 杨世关, 张百良. 德国沼气工程技术考察及思考[J]. 农

业工程技术(新能源产业), 2007(1): 62~65.

- [4] Sanna Mohamed Najib. The Development of Biogas Technology in Denmark: Achievements & Obstacles[J] // Denmark Department of Environment Technology and Social Studies Denmark Roskilde University RUC 2004 11.
- [5] 王淑宝, 张国栋, 曹曼, 等. 欧洲大型沼气工程技术国产化方法探讨[J]. 中国沼气, China Biogas 2009 27(2): 42~44.
- [6] 邓良伟, 陈子爱. 欧洲沼气工程发展现状[J]. 中国沼气, 2007(5): 23~31.
- [7] 秦鹏. 液压驱动固体泵对有机废物的输送[J]. 环境卫生工程, 2009(6): 31~35.
- [8] 潘杰, 朱天义, 孙叶强. 约翰·迪尔佳联联合收割机茎秆切碎器简介[J]. 农机市场, 2007(1): 43~44.

Materials Pretreatment Process and Equipment Technology of the Large and Medium-sized Biogas Projects

CHEN Yong-sheng, ZHU De-wen, QU Hao-li, LI Rui-rong

(Nanjing Research Institute for Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China)

Abstract: In September 16 to 27 2009 as a member of Biogas Innovation Alliance Investigation Group to Europe, the author took part in the study tour to 10 biogas plants in Germany, Denmark and Sweden. European biogas projects with large-scale mechanized operation, automation control and efficient productivity present the advanced level of the world, especially at materials collection, transport, mixing, homogenization, feeding materials and other aspects of preprocessing. This article describes the different types of raw materials, different anaerobic digestion process plant and a mature, standardized equipment technology in Europe. At the same time, the text shows a few understanding about the status and development of the domestic biogas pretreatment process.

Keywords: materials pretreatment process, biogas project, equipment technology

(上接第 72页)

Application of Infrared Imaging Techniques in Automatic Processing of Agricultural Products

ZHOU Jian-ming, ZHOU Qi-xian, LIU Yan-de, XU Dong-dong, FENG Zhao-yong

(East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The research in application of infrared imaging techniques in agricultural production has been developing very fast in the world. To promote the development of this technique in our country, the principle of near infrared imaging and thermal infrared imaging are introduced respectively, and then their research and application in quality identification, foreign materials detection, and quality control in automatic processing of agricultural products were reviewed. At last, the emphases of the future research works were pointed out.

Keywords: infrared imaging, processing of agricultural products, infrared radiation, automation