



中华人民共和国农业行业标准

NY/T 2142—2012

秸秆沼气工程工艺设计规范

Process design code of crop straw anaerobic digestion engineering

2012-03-01 发布

2012-06-01 实施

中华人民共和国农业部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国沼气标准化技术委员会(SAC/TC 5157)提出并归口。

本标准起草单位:农业部规划设计研究院、农业部沼气科学研究所、中国农业大学、北京化工大学、北京合百意生态能源科技开发有限公司、河北省新能源办公室、四川省农村能源办公室。

本标准主要起草人员:赵立欣、董保成、颜丽、林聪、李秀金、颜开、李惠斌、万小春、向欣、尹勇、陈羚、高新星。

秸秆沼气工程工艺设计规范

1 范围

本标准规定了秸秆沼气工程工艺设计的一般规定、设计内容、主要技术参数和工程设计参数。

本标准适用于以农作物秸秆为主要原料(发酵原料中秸秆干物质含量大于 50%)沼气工程的工艺设计,不适用于农村户用秸秆沼气。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 14554 恶臭污染物排放标准
GB 15577 粉尘防爆安全规程
GB/T 15605 粉尘爆炸泄压指南
GB/T 17919 粉尘爆炸危险场所用收尘器防爆导则
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50057—94 建筑物防雷设计规范
GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范
GB 50191 构筑物抗震设计规范
GB 50444 建筑灭火器配置验收及检查规范
JBT 7679 螺旋输送机
NY/T 509 秸秆揉丝机
NY/T 1220.1 沼气工程技术规范 第一部分:工艺设计
NY/T 1220.2 沼气工程技术规范 第二部分:供气设计
NY/T 1704 沼气电站技术规范
NY/T 2141 秸秆沼气工程施工操作规程
国家环境保护部第 2 号令(2008)《建设项目环境保护分类管理目录》

3 一般规定

3.1 总则

3.1.1 秸秆沼气的工艺设计和工程建设,应遵守国家有关法律、法规,执行国家现行的资源利用、环境保护、土地节约、安全与消防等有关规定。

3.1.2 秸秆沼气的工艺设计和工程建设,应根据当地秸秆资源统筹规划,与城乡发展相协调,做到近远期结合,以近期为主,兼顾远期发展。

3.1.3 秸秆沼气的工艺设计,应根据所选用的原料特性、沼气用途,选择投资与运行成本低、占地少、运行稳定可靠、操作简便的工艺技术,并积极稳妥地采用新工艺、新技术、新设备、新材料。对于需要引进的先进技术和关键设备,应以提高沼气工程综合效益,推动技术进步为原则。

3.1.4 秸秆沼气工程的设计使用年限不低于 25 年。

3.1.5 秸秆沼气的工艺设计,除执行本规范外,还应符合国家现行有关经济和技术标准的规定。

3.1.6 秸秆沼气工程相关施工操作,按 NY/T 2141 的规定执行。

3.2 工程选址

- 3.2.1 应对拟建秸秆沼气工程场址进行实地考察,选定的场址应符合当地有关能源和土地的规划。
- 3.2.2 选址应考虑秸秆原料的可获得量和收集半径,便于就近、就地利用沼气、沼液、沼渣,综合评估秸秆沼气工程的经济性。
- 3.2.3 秸秆沼气工程应满足安全生产要求,其场址在符合国家有关防尘、防爆、防火的规定外,还应与生产或贮存易燃易爆及其他危险物品的场所、居民生活区、铁路、高速公路以及重要公共建筑保持大于50 m的距离。
- 3.2.4 场址应有较好的地质,具备供电和给排水的基础条件,交通方便。

4 工艺设计

4.1 设计依据及基础资料

- 4.1.1 秸秆沼气工程项目可行性研究报告、设计合同书、相关管理部门的要求、委托单位提供的技术基础资料。
- 4.1.2 秸秆原料的种类、可利用的秸秆资源量以及收集、运输、贮存方式,秸秆资源供应的可持续年限。
- 4.1.3 沼气、沼液、沼渣的用途。
- 4.1.4 项目建设点的气象、地质、水文等资料。

4.2 设计内容

- 4.2.1 应包括秸秆贮存,预处理,沼气生产,沼气的净化、贮存、输配和利用,沼气、沼液、沼渣综合利用,安全消防、给排水、供电等系统工艺设计及单元工艺设计。
- 4.2.2 工艺设计文件包括设计总说明、总平面布置图、工艺流程图、工艺管道总图等。
- 4.2.3 单元工艺设计文件包括各处理单元的工艺设计及说明、设备选型、设备布置图、各单元的工艺管道布置图等。

4.3 原料贮存

- 4.3.1 秸秆贮存设施的容积应根据原料特性、收获次数、消耗量等因素确定,通常以秸秆收获周期内需要消耗的原料量设计和贮存,以保证原料的供应量。
- 4.3.2 秸秆沼气工程场区内或附近应设置短期堆放秸秆的场所,秸秆贮存量应与秸秆沼气工程的秸秆消耗能力相匹配,并能满足工程连续运行的原料需求。
- 4.3.3 秸秆长期堆放场所应选择四荒地或田间等空地,远离电线、变电站等设施,并应有防霉变,防雨、雪渗漏和防火措施;秸秆堆放场地地面宜采用防潮混凝土地面,场地标高应高于周边地面,且有排水设施。
- 4.3.4 青贮池(窖)宜采用耐腐蚀砖混结构或预制混凝土结构;青贮秸秆的含水率应 $\geq 65\%$,密度大于 500 kg/m^3 。
- 4.3.5 执行秸秆原料的贮存记录制度。

4.4 原料预处理

- 4.4.1 秸秆原料的预处理有物理、化学和生物等方法。
- 4.4.2 秸秆预处理设施包括集料池、匀浆池、粉碎车间等,每个工程可根据实际需求合理选用。
- 4.4.3 集料池和匀浆池底部应有坡度,并设排泥设施,同时须设有护栏等安全防护措施。
- 4.4.4 液体发酵工艺的进料池容积一般按一次进料量设计,按式(1)计算。

$$v = qt \dots\dots\dots (1)$$

式中:

v ——进料池有效容积,单位为立方米(m^3);

q ——进料量,单位为立方米每天(m^3/d);
 t ——原料滞留时间,单位为天(d),以发酵原料量变化一个周期的时间设计为宜。

- 4.4.5 秸秆预处理设备包括粉碎机、切碎机、揉丝机、输送机等。易损机电设备应有备用。
- 4.4.6 秸秆揉丝机、粉碎机按 NY/T 509 的规定执行。
- 4.4.7 秸秆原料输送机按 JBT 7679 的规定执行。
- 4.4.8 泵按 NY/T 1222 的规定执行。
- 4.4.9 秸秆粉碎场所除执行 GB 15577 的规定外,还应设置阻爆和泄爆设备或设施。除尘器的防爆要求按 GB/T 17919 的规定执行;粉碎机和风机的防爆要求按 GB/T 15605 的规定执行。

4.5 沼气生产

4.5.1 一般规定

- 4.5.1.1 应根据秸秆原料的特性和工程建设目标选择适合的厌氧消化工艺。
- 4.5.1.2 所选择的厌氧消化工艺应能适应两种或两种以上秸秆的物料特性及其发酵要求。
- 4.5.1.3 厌氧消化器应采用抗渗钢筋混凝土或抗腐蚀钢结构,应设置增温保温措施;宜采用太阳能、风能、生物质能等多能互补的方式增温保温。
- 4.5.1.4 厌氧消化器内的加热盘管,宜采用多管路平行布置。加热管路固定支架和罐壁连接时,不应破坏厌氧消化器的防腐层。
- 4.5.1.5 用于集中供气的大型工程,厌氧消化器的个数不宜少于 2 个。
- 4.5.1.6 厌氧消化器应密闭、耐腐蚀。
- 4.5.1.7 厌氧消化器上部应设置正负压保护装置,底部应设置排泥装置和检修观察口。
- 4.5.1.8 厌氧消化器应设有 2 个以上取样口和测温点。
- 4.5.1.9 内部物料高度随时间变化的厌氧消化器,须设置物料高度检测装置。
- 4.5.1.10 厌氧消化器的有效容积计算见式(2)。

$$V = W \cdot T_s \cdot k \cdot p / y \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中:
 V ——厌氧消化器的有效容积,单位为立方米(m^3);
 W ——物料消耗量,单位为千克每天(kg/d);
 T_s ——进料干物质浓度,单位为百分率(%);
 k ——总固体消化率,单位为百分率(%);
 p ——单位质量产气量(常用原料的秸秆产气量参数参见附录 A),单位为立方米每千克(干物质)
[$\text{m}^3/\text{kg}(\text{TS})$];
 y ——设计容积产气率,单位为立方米每立方米·天[$\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$]。

4.5.2 主要工艺技术参数

4.5.2.1 秸秆沼气工程工艺的主要技术参数见表 1。

表 1 秸秆沼气工程工艺主要技术参数

参 数	温度范围 ℃	单位质量产气量 $\text{m}^3/\text{kg}(\text{TS})$	容积产气率 $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$
中温发酵	35~45	0.3~0.35	≥ 0.8
高温发酵	50~60	0.3~0.35	≥ 1.0

注:集中供气工程推荐使用中温或高温发酵。

4.5.2.2 不同规模秸秆沼气工程各类秸秆消耗量折算见表 2。

表 2 不同规模秸秆沼气工程各类秸秆日消耗量折算表

秸秆种类	原料日消耗量, W(kg(TS))				单位干物质产气量, m ³ /kg(TS)
	小型沼气工程	中型沼气工程	大型沼气工程	特大型沼气工程	
玉米秆	450>W≥15	1 500>W≥450	3 800>W≥1 500	≥3 800	0.33~0.35
稻草	500>W≥18	1 700>W≥500	4 200>W≥1 700	≥4 200	0.30~0.31
麦秆	475>W≥15	1 600>W≥475	3 950>W≥1 600	≥3 950	0.32~0.33
注:该数据为 35℃±2℃条件下的实验数据。					

4.5.2.3 典型秸秆沼气工艺类型及工程设计参数参见附录 B。

4.6 沼气的净化、贮存、输配和利用

4.6.1 沼气用于集中供气工程按照 NY/T 1220.2 的规定执行。

4.6.2 沼气用于发电工程按照 NY/T 1704 的规定执行。

4.7 沼渣沼液处理与利用

4.7.1 大中型秸秆沼气工程的发酵剩余物宜先固液分离,沼液回流利用,沼渣做固体肥料。场区内发酵残余物贮存调节设施的有效容积应不小于 5 d 平均出料量。

4.7.2 沼液沼渣利用按照 NY/T 1220.1 的规定执行。

4.7.3 应制定紧急排空情况下沼液贮存的应急预案。

5 附属设施

5.1 一般规定

5.1.1 秸秆沼气工程场区内附属设施应与工艺要求相适应,改建、扩建工程应充分利用原有的设施。

5.1.2 电力装置应符合 GB 50058 的规定。

5.1.3 须有可靠的供水设施。生产用水、消防用水及生活用水应符合国家现行有关标准的规定。

5.1.4 须有防雷装置,其防雷接地装置的冲击接地电阻应小于 10 Ω。秸秆堆放场和粉碎间、沼气贮气柜分别属于 10 区和 0 区爆炸危险环境,其防雷要求应符合 GB 50057—94 中第一类防雷建筑物的规定;进料间、发电机房、锅炉房、厌氧消化器、沼气净化间分别属于 11 区和 1 区爆炸危险环境,其防雷要求应符合 GB 50057—94 中第二类防雷建筑物的要求;其他建(构)筑物应符合 GB 50057—94 中第三类防雷建筑物的要求。

5.1.5 厌氧消化器罐体、贮气柜等构筑物的抗震应符合 GB 50191 的规定。

5.1.6 通信设施应充分考虑所在地区现有的通信条件,并满足各生产岗位之间的通信联系和外部通信的需要。

5.1.7 控制室、化验室、锅炉房、值班室、泵房、沼气发电机房、沼气净化间、秸秆粉碎间、进料间等应设置通风装置。根据 GB 50016 中相关规定,发电机房、锅炉房、沼气净化间、秸秆粉碎间、进料间等易燃易爆场所的换气次数不小于每小时 12 次,其他不小于每小时 3 次。

5.1.8 应设置可燃气体监测报警装置和沼气应急燃烧器。

5.1.9 应配备常规维修和紧急故障抢修的设备设施。

5.1.10 应设置围墙(围栏),其高度不得低于 2 m,高压贮气柜和秸秆堆放场的周边围墙高度不宜低于 2.5 m。

5.1.11 厌氧消化器和各类贮气装置距围墙的安全距离不宜小于 5 m。

5.2 监测与数据采集

5.2.1 每天应对厌氧消化器的物料 pH、沼气压力、温度、液位、沼气产量和成分等参数进行检测,对进

料量和料液浓度进行记录,对各项设施及设备的运行状况进行观测。

5.2.2 自动化控制程度较高的秸秆沼气工程,宜设置远程在线监控系统,通过数据实时采集,实现对沼气泄漏、过压、温度异常等情况进行监控和及时报警。

5.2.3 采用自动控制时,应同时设置手动控制系统。

6 消防

6.1 秸秆沼气工程内的消防设施的设置应符合国家现行有关标准的要求。

6.2 秸秆沼气工程场区内建(构)筑物间距应符合 GB 50016 的规定。

6.3 秸秆沼气工程占地面积大于 3 000 m² 时,宜设置环形消防车道,消防车道应符合 GB 50016 的规定。

6.4 秸秆沼气工程场区内供水管网的水量和压力不能满足消防要求时,须设置消防水池,消防水池设计应符合 GB 50045 的规定。

6.5 秸秆堆放场、粉碎间、发电机房、锅炉房、沼气净化间、进料间、贮气柜等爆炸危险环境应设置消防器材,消防要求应符合 GB 50016 的规定。

6.6 秸秆沼气工程场区与环境敏感点之间的安全距离按《建设项目环境保护分类管理目录》和 GB 14554 的规定执行。

6.7 厌氧消化器和贮气柜应设置安全阀。

6.8 其他应按 GB 50444 的规定执行。

附 录 A
(资料性附录)

几种常见原料的秸秆产气量参数

原料种类	消化温度,℃	产气量,L/kg(TS)	消化时间,d
玉米秆	35	442	90
稻 草	35	409	90
麦 秆	35	425	90
青 草	35	455	90
数据来源:《沼气技术手册》(四川科学技术出版社,1990年9月第一版。ISBN 7-5364-1763-2/S·270)。			

附录 B

(资料性附录)

典型秸秆沼气工艺类型及工程设计参数

B.1 全混合厌氧消化工艺(CSTR)

- a) 采用立式筒形或卧式厌氧消化器,内设搅拌装置,附有循环回流接种系统;
- b) 立式厌氧消化器宜设置为上部进料、下部出料;
- c) 干秸秆粒径不大于 10 mm、青贮秸秆粒径 20 mm~30 mm,进料浓度 4%~6%。消化温度宜为 $38^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,消化时间 40 d~50 d,容积产气率 $\geq 0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;
- d) 中温发酵条件下,每生产 1 m^3 沼气消耗干秸秆(以含水率 10%计)3.0 kg~3.5 kg。

B.2 全混合自载体生物膜厌氧消化工艺(CSBF)

- a) 采用立式圆筒型或卧式长方型反应器,内设强化搅拌装置,配有环境友好的固态化学预处理工序;
- b) 采用秸秆与调节水分路进料的方式,秸秆通过可自密封的绞龙进料,调节水通过普通的离心泵进水,进料含水率通过调节池调节;
- c) 秸秆粒径小于 20 mm,进料浓度 7%~8%,消化温度 $35^{\circ}\text{C} \sim 38^{\circ}\text{C}$,消化时间小于 45 d,容积产气率大于 $0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;
- d) 中温条件下,每生产 1 m^3 沼气消耗干秸秆 2.8 kg~3.0 kg。

B.3 竖向推流式厌氧消化工艺(VPF)

- a) 采用立式圆筒形厌氧消化器,内设沼液回流喷淋装置和回流接种系统;
- b) 立式厌氧消化器设置为上部进料、下部出料;
- c) 本工艺适用于干秸秆原料,秸秆粒径不大于 10 mm,进料浓度 3%~5%,消化温度宜为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,消化时间小于 90 d,容积产气率 $\geq 0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;
- d) 中温发酵条件下,每生产 1 m^3 沼气消耗干秸秆(以含水率 10%计)2.8 kg~3.5 kg。

B.4 一体化两相厌氧消化工艺(CIP)

- a) 采用立式厌氧消化器,内部的顶部设置布料和消化液喷淋装置,底部设置渗滤液收集设施,反应器内部产酸相和产甲烷相的相对分区;
- b) 立式厌氧消化器采用顶部进料、中下部出料,不外排沼液;
- c) 秸秆粒径为 5 mm~15 mm,消化温度宜为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,消化时间 90 d,容积产气率 $\geq 0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;
- d) 中温发酵条件下,每生产 1 m^3 沼气消耗干秸秆(以含水率 10%计)2.5 kg~3.5 kg。

B.5 覆膜槽厌氧消化工艺(MCT)

- a) 采用顶部及至少一侧面由密封膜密封的矩形槽厌氧消化器,密封膜可方便地开闭,消化器内部可带有循环回流接种系统;
- b) 采用批量式投料发酵,宜采用装载机作为进出料工具;
- c) 一般采用秸秆和粪便混合原料发酵,其中秸秆粒径不大于 60 mm,进料 TS 浓度为 15%~

- 40%，消化温度宜为 37℃～42℃，消化时间 20 d～40 d，容积产气率 $\geq 0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ；
- d) 中温条件下，每生产 1 m^3 沼气消耗干秸秆(以含水率 10%计)9.0 kg～11 kg，厌氧消化后的剩余物可全部转化为有机肥。
-