

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

生物质天然气生产技术规范

Technical specification for biomass natural gas production

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国工业环保促进会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 1

5 工程建设 2

6 生产技术 2

7 配套设施 5

8 运行与维护 5

9 安全与环保 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国工业环保促进会提出。

本文件由中国工业环保促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

生物质天然气生产技术规范

1 范围

本文件规定了生物质天然气生产的基本规定、工程建设、生产技术、配套设施、运行与维护、安全与环保的内容。

本文件适用于新建、扩建或改建的规模化生物质天然气工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 6222 工业企业煤气安全规程
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 12348—2008 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 17820 天然气
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 30366—2024 生物质 术语
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50041 锅炉房设计标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB/T 51063—2014 大中型沼气工程技术规范
- CJJ 60—2011 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程
- CJJ/T 153 城镇燃气标志标准
- NY/T 1220.6 沼气工程技术规范 第6部分：安全使用
- NY/T 3437 沼气工程安全管理规范
- NB/T 10136 生物天然气产品质量标准

3 术语和定义

GB/T 30366—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物质天然气 biomass natural gas

沼气经过净化提纯处理后以甲烷为主要组分、能达到天然气产品质量要求的可燃性气体。

4 基本规定

4.1 生物质天然气工程应配备保证供气安全的设施，使用的材料、设备应符合国家现行标准的有关规定。

- 4.2 应采取有效措施对生产运行进行维护，以保证人身和公共安全。
- 4.3 应采取措减少噪声、气味等污染，对废水、废渣、废气等排放物的处理应符合国家现行环境保护标准的要求。
- 4.4 生物质天然气作为民用燃气时，产品品质应符合 GB 17820 规定的技术指标要求。

5 工程建设

5.1 工程选址

- 5.1.1 应符合当地区域的总体规划和土地利用规划。
- 5.1.2 应根据用气区域分布特点，宜靠近原料丰富的产地。
- 5.1.3 应在居民区和拟建厂区主导风向的下风侧，远离学校、军事禁区、风景名胜区、水源保护地、居民稠密区等区域，以及大型公共建筑、高压输电线、通讯和交通枢纽等重要设施。
- 5.1.4 应选择满足工程建设地质条件的地段，交通运输方便，有较好的供水、供电条件。

5.2 总体布局

- 5.2.1 厂区应分区设置，可划分为生产区、生产辅助区、办公区等。
- 5.2.2 在满足生产工艺的前提下，生产区应布置原材料存储、原料进料及预处理、厌氧消化、固液分离和存储、沼气储存、沼气净化提纯、生物天然气调压和输送等系统；生产辅助区应布置水泵房及消防水池、锅炉房、变配电室、机修间和备品备件库等；办公区设置管理及生活设施用房等。
- 5.2.3 生产辅助区宜尽量靠近生产区和用电负荷中心，沼液、沼渣储存区域以及增压机、机泵等噪声源宜远离办公区。
- 5.2.4 总平面布置应符合 GB/T 51063—2014 中 4.1 以及 GB 50187 的规定并按照本文件执行。
- 5.2.5 道路布置应满足物料运输及消防要求，主要道路宽度不小于 6 m，次要道路宽度不小于 4 m，人行道的宽度不小于 1 m。
- 5.2.6 厂区出入口的位置和数量应根据企业的生产规模、总体规划、厂区用地面积及总平面布置等因素综合确定。主要人流出入口宜与主要物流出入口分开设置，出入口的数量不宜少于 2 个。

6 生产技术

6.1 工艺流程

生物质天然气生产工艺流程主要分为原料储存、原料预处理、厌氧消化、固液分离、沼气储存、沼气净化提纯、天然气输送等，如图1所示。

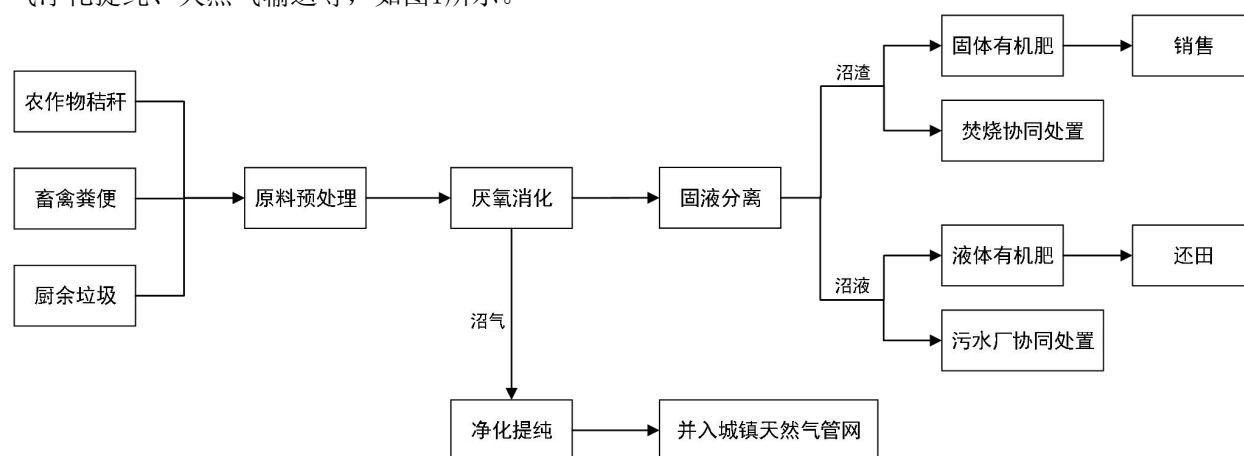


图 1 生物质天然气生产工艺流程图

6.2 原料储存

6.2.1 农作物秸秆

- 6.2.1.1 农作物秸秆原料应堆存在秸秆存储区。秸秆储量应满足工程 1 年使用，若由于场地限制，秸秆可分厂区内和厂区外储存。厂区内存储区作为周转场，秸秆储存量应满足工程 1 个月以上使用。
- 6.2.1.2 秸秆存储区宜设置在厂区全年最小频率风向的上风侧，并远离办公区和生活区，宜靠近原料预处理系统。
- 6.2.1.3 秸秆存储区四周应设置消防车道以及消火栓、灭火器等消防设施，并符合 GB 50016 的规定。
- 6.2.1.4 秸秆存储区场地应高出周边地面，场地内应有排水设施。
- 6.2.1.5 秸秆存储区应设置三面围挡，挡墙高度不低于 4 m。挡墙宜采用钢筋混凝土结构或浆砌块石结构，挡墙顶端应设置避雷设施。
- 6.2.1.6 秸秆存储区地面宜采用硬化地面，并满足重型运载车辆承重要求及防渗要求。
- 6.2.1.7 秸秆存储区应设置分隔隔墙，秸秆分仓储存，每个仓的储存量不宜大于 5000 t，秸秆储存过程中用防水、阻火薄膜覆盖并压实。

6.2.2 畜禽粪便

- 6.2.2.1 畜禽粪便应及时收集并储存在粪污接收池内，储存量满足使用需求。
- 6.2.2.2 粪污接收池应按满足大于等于 3 d 的量设置，至少 2 套，一用一备。
- 6.2.2.3 粪污接收池宜采用全地下钢筋混凝土池体，池内应满足防渗要求，并设有潜水搅拌器。地下钢筋混凝土接收池内应满足防腐蚀要求，并应符合 GB 50010 的规定。
- 6.2.2.4 粪污接收池应配套物料输送系统，满足生产要求。
- 6.2.2.5 粪污接收池应配备给排水管道，满足配料和冲洗要求。
- 6.2.2.6 粪污接收池应设置液位监测设施，液位监测设施与粪液接收池输送泵联锁，防止泵空转损坏及粪污接收池内畜禽粪便超液位溢出。
- 6.2.2.7 粪污接收池应设置除臭设施，除臭装置的设计应符合 CJJ 60—2011 的规定。

6.2.3 厨余垃圾

- 6.2.3.1 煎炸废油等含油量高的厨余垃圾应单独收集储存，避免与其他厨余垃圾混合。
- 6.2.3.2 厨余垃圾宜做到日产日清，不应长期积存；如需暂存，应设置厨余垃圾暂存、缓冲容器，缓冲容器的容积应与厨余垃圾预处理工艺和处理规模相协调。
- 6.2.3.3 储存应使用符合标准的全密闭容器，防止水分、气体外溢及异味扩散，并定期清洗、消毒和除臭，保持清洁。
- 6.2.3.4 对于产生量大或远距离运输的情况，可设置非暴露式转运站，采用封闭式工艺防止二次污染。
- 6.2.3.5 在储存、转运过程中应采取通风、低温等措施避免发生霉变。容器和运输车辆应避免在运输过程中发生泄漏或遗洒。

6.3 原料预处理

- 6.3.1 厌氧消化原料应进行预处理，并应根据原料特点设置相应的预处理设施。
- 6.3.2 预处理进料系统宜采用配备称重、计量设施及自动化程度较高的自控系统，进料时宜采用添加回流沼液的方式进行进料，或螺旋/皮带方式进料。
- 6.3.3 预处理宜包括除杂、破碎、生物或化学预处理、均质搅拌或多位搅拌等过程。
- 6.3.4 预处理可采用物理、生物或化学方法，以及三种预处理方法的组合方式。建议使用物理、生物方法。物理预处理可采用机械加工方法，降低原料尺寸；生物预处理可采用加入微生物方式对原料进行固态发酵。
- 6.3.5 含杂质较多的原料，应设置格栅，格栅间隙应根据原料种类、流量、杂物大小及水泵要求确定；含砂较多的原料，应设置沉砂池和除砂装置。
- 6.3.6 秸秆原料宜在调配设施中调质均匀后进入厌氧消化器。
- 6.3.7 经破碎后进入厌氧消化器的物料，粒径不应大于 5 cm。

6.4 厌氧消化

- 6.4.1 厌氧消化装置应根据原料特性、进料方式、进料条件等确定发酵时间，经技术经济比较后，进行厌氧消化工艺路线选定及设备选型。
- 6.4.2 秸秆和畜禽粪便混合进料方式，宜采用中温湿式厌氧消化，厌氧温度宜维持在 $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并

应设置加热装置以及保温装置。厌氧消化料液含固率宜控制在 8 %~12 %。

6.4.3 厨余垃圾的湿式厌氧消化料液含固率宜为 5 %~15 %；干式厌氧消化料液含固率宜为 15 %~30 %。

6.4.4 选用完全混合式厌氧反应器（CSTR）应配备搅拌器，搅拌器的设置半径应根据罐体尺寸、料液性质，物料均质化等确定，并防止物料结壳。

6.4.5 厌氧消化装置应满足抗渗和气密性要求，如钢制厌氧消化器内外壁应采取防腐措施，外壁防腐层外侧设置保温层，保温材料应选用阻燃、环保的材料。

6.4.6 厌氧消化装置应设有取样口、观察口、测温点和液位检测点，及沼气成份在线监测仪。

6.4.7 厌氧消化装置应设有防止超正、负压的报警安全装置、稳压安全装置及相关措施。

6.4.8 厌氧消化装置的有效容积，可根据公式（1），按水力滞留时间计算：

$$V = qt \quad (1)$$

式中：

V——厌氧消化器的有效容积，单位为 m^3 ；

q——设计进料流量，单位为 m^3/d ；

t——水力滞留时间，单位为d。

6.4.9 厌氧消化装置应设置紧急放散口并连接紧急火炬。

6.4.10 厌氧消化剩余物的处置与利用宜优先考虑农用。

6.4.11 厌氧消化剩余物储存池其容积设计应根据厌氧消化剩余物的数量、储存时间、利用方式、利用周期、当地降雨与光照蒸发量确定，应不小于 1 d 平均出料量，厌氧消化剩余物的储存应为密闭储存。

6.5 固液分离

6.5.1 厌氧消化剩余物宜先进行固液分离。

6.5.2 沼液宜回流利用或用作液体有机肥，也可经预处理后优先排入城市污水处理厂，与城镇生活污水协同处理。

6.5.3 沼渣宜用作固体有机肥，也可经过干燥—筛分—调配—造粒—包装的深加工后，包装成袋进行销售。或是采用热干化后外运与水泥窑、热电厂、垃圾焚烧炉等协同焚烧或独立热干化焚烧。

6.5.4 固液分离系统应根据厌氧消化剩余物的含固量和沼液回流要求，确定固液分离机的形式及处理能力。

6.5.5 固液分离后的沼液应按照沼液产生量、生产要求、存储时间、利用方式和利用周期等因素，综合确定沼液存储池（罐）容积。

6.5.6 固液分离后的沼渣应按照沼渣产生量、利用方式设置沼渣堆场，沼渣堆场宜设置防雨棚、沼渣储存间等必要的防雨设施。

6.6 沼气储存

6.6.1 沼气宜采用低压存储。储气柜的选择可根据用户性质、供气规模、用气时间、供气距离等因素，经技术经济比较后确定。

6.6.2 储气柜应设自动超压放散装置和低压报警装置。使用膜式气柜应设置泄漏检测在线装置，且连锁信号传输至中控室声光报警。

6.6.3 膜式气柜的工艺设计应符合 GB/T 51063—2014 中 4.5.4 的规定。

6.6.4 寒冷地区宜采用干式气柜。采用湿式气柜时应采取防冻措施。干式和湿式气柜的设计应符合 GB 6222 的规定。

6.7 沼气净化提纯

6.7.1 应包括脱水、脱硫、脱碳的净化提纯处理，产品品质应符合 NB/T 10136 的规定。

6.7.2 沼气净化提纯的工艺选择应根据沼气不同的用途、处理量、产品品质等因素，并结合当地环境温度等因素，经技术经济比较后确定。

6.7.3 沼气脱水常用的方法有冷凝法和固体吸附法。脱水后的沼气应满足后续工段工艺要求，冷凝水应设置收集设施，尽量回收利用。

6.7.4 沼气脱硫方法有物理吸附法、化学物理氧化法和生物法，沼气脱硫采用一种或多种方法组合，且

应满足处理负荷 30 %～110 %的操作弹性。

6.7.5 沼气脱碳常用的方法有变压吸附法、膜分离法等。沼气脱碳单元操作弹性应为 30 %～110 %，CH₄回收率不宜小于 95 %，CO₂可回收利用。当采用膜分离法时，宜使用中空纤维膜组件，应经久耐用、便于更换；膜组件采用串联方式，串联级数不宜少于二级。

6.8 天然气输送

生物质天然气的调压系统及输配管网可根据不同用途、处理量、产品品质等要求，经技术经济比较后确定输配方案，并应符合GB 50028和NB/T 10136的有关规定。

7 配套设施

7.1 配套设施主要包括辅助生产设施和管理及生活设施。

7.2 辅助生产设施包括变配电室、水泵房及消防水池、锅炉房、备品备件库、机修间等；管理及生活设施包括办公楼等。

7.3 电力供应应符合GB 50058的规定，防雷设施应符合GB 50057的规定。

7.4 给水、排水应符合GB 50015的规定。

7.5 锅炉房设计应符合GB 50041的规定，宜选用沼气或生物质锅炉对厂区进行供暖及工艺供热。采暖通风应符合GB 50019的规定。

7.6 工程建设应设置自动控制系统，用于对生产系统及辅助生产系统的过程参数进行显示、记录、控制、报警、打印和管理。自动控制系统宜留有适当的通道，应配备不间断供电电源设备，符合GB/T 51063—2014中4.8.3以及GB 50016的规定。

7.7 生产及辅助生产系统应配置必要的物位、流量、压力、温度和分析仪表等检测仪器和仪表，并定期进行检定和校准。

7.8 工程建设应从工艺、设备、建筑、管理等方面采取节能减排措施。

7.9 厂区内应设置备品备件库和机修间等必要的设施，满足日常运行和维护需要。

8 运行与维护

8.1 生物质天然气生产、供应单位应根据工程工艺设备系统的结构、性能、用途等制定相应的安全操作规程和管理体系，各工艺单元的系统图、操作和维护规程等应示于明显的位置，在生产运行期间全区域严禁烟火，在车间墙壁和重点设施上设置醒目的警示标志。

8.2 运行管理、操作和维护人员应持有国家职业资格证书上岗，按照规程进行操作，并记录各项生产、能源和材料消耗等指标。

8.3 起重设备、锅炉、压力容器等特种设备的使用、检修、检测以及鉴定人员应具有相应的资质。

8.4 对工程内设施、管道、附件等应定时进行巡检，各连接部件应无泄漏情况，发现泄露应立即停气检修经气密性试验合格后重新使用。

8.5 应为操作人员配备必要的劳动防护用品，各岗位操作人员上岗时应穿戴相应的劳保用品。

8.6 定期检查安装于厌氧消化反应器、储气柜等设备的压力表，确认设备保持正压，未形成超压，严禁形成负压，如发现沼气压力低于规定值，应立即采取措施，关小进气阀或停止使用。

9 安全与环保

9.1 安全

9.1.1 生物质天然气工程的安全管理应按照NY/T 3437的相关规定执行，并采取有效措施，以保证人身和公共安全。

9.1.2 应开展安全预评价，并进行专项安全设施设计，建设单位应按照设计内容进行建设。

9.1.3 应设置沼气、生物质天然气泄漏时的预警防控设施。

9.1.4 应建立健全事故处理应急体系，并应制定相应的安全生产、职业卫生、环境保护、自然灾害等应急预案。

9.1.5 电气操作、维护应严格按照电工安全操作规范进行，用电设备的操作、维护严格按照设备操作

规程进行。

9.1.6 厂区内的主要通道、主要出入口、生产装置及各建筑物内应根据需要设置监控摄像头。

9.1.7 厂区内的生产装置及各建筑物应根据类别设置不同的防雷设施。

9.1.8 沼气净化提纯系统、压缩天然气（CNG）加压站等爆炸危险场所的防爆设计应符合 GB 50058 的规定。

9.1.9 应对工程内管道、设备等设置安全标志, 所设安全标志应符合 CJJ/T 153 的有关规定。

9.1.10 应设置火炬或放散口等集中放散装置, 集中放散装置应设置在全年主导风向的下风侧。

9.1.11 其他安全要求应符合 NY/T 1220.6 的规定。

9.2 环保

9.2.1 应设有必要的环保设施, 满足国家及项目建设地环境保护要求。

9.2.2 环境排放应符合下列标准要求:

- a) 放散气体的排放应满足当地的环保要求;
- b) 恶臭气体排放应符合 GB 14554 中限值的规定;
- c) 厂界噪声排放应符合 GB 12348—2008 中 1 类标准限值的规定;
- d) 危险废物处理应符合 GB 18597 及其修改单要求的规定;
- e) 一般固体废物处理应符合 GB 18599 及其修改单要求的规定;
- f) 污水排放应符合 GB 8978 的规定。

9.2.3 建筑的设计应考虑给排水、采暖、通风换气、采光照明、降噪、除尘等卫生要求。

9.2.4 生产生活过程中产生的各类废弃物应集中收集处理, 达标后有组织地排放, 危险废弃物应经有资质的单位进行处置。
