

CS:
备案号:

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T XXXX - 202X

干式发酵沼气工程设计规范

Design specification of dry anaerobic digestion biogas plant

(公开征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX

实施

中华人民共和国农业农村部 发布

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。

本文件的某些内容可能涉及某些专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由农业农村部科学技术司提出。

本文件由全国沼气标准化技术委员会（SAC/TC 515）归口。

本文件起草单位：农业农村部成都沼气科学研究所、湖北绿鑫生态科技有限公司、上海济兴能源环保技术有限公司、青岛汇君环境能源工程有限公司、农业农村部农业生态与资源保护总站。

本文件主要起草人：

目录

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 3

4 一般规定 4

5 总体设计 5

 5.1 发酵原料 5

 5.2 工程选址 5

 5.3 总平面布置 6

 5.4 工艺流程 7

6 原料收储及预处理 7

 6.1 原料收集与输送 7

 6.2 原料储存 8

 6.3 原料预处理 8

7 沼气发酵 8

 7.1 一般规定 8

 7.2 干式沼气发酵工艺 9

 7.3 进出料 10

8 沼气净化 11

8.1 一般规定11

8.2 沼气脱水11

8.3 沼气脱硫11

9 沼气储存12

10 沼气利用 13

11 沼液沼渣利用 14

11.1 固液分离 14

11.2 沼渣利用 14

11.3 沼液利用 15

12 检测和控制15

12.1 一般规定 15

12.2 过程检测 15

12.3 过程控制 16

13 主要辅助工程 16

13.1 供配电 16

13.2 管道与阀门17

13.3 沼气计量 18

14 劳动安全与职业卫生 18

干式发酵沼气工程设计规范

1 范围

本文件规定了干式发酵沼气工程设计的一般规定、总体设计、原料收储及预处理、沼气发酵、沼气净化、沼气储存、沼气利用、沼液沼渣利用、检测和控制、主要辅助工程、劳动安全与职业卫生。

本文件适用于采用干式发酵工艺处理农作物秸秆、鸡粪、牛粪、猪粪以及城市有机垃圾等固态原料的沼气工程。

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/T 3091 低压流体输送用焊接钢管

GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯

GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯

GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台

GB 5083 生产设备安全卫生设计总则

GB 5310 高压锅炉用无缝钢管

GB/T 8163 输送流体用无缝钢管

GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则

GB/T 13663 给水用聚乙烯(PE)管材

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB 15558.1 燃气用聚乙烯（PE）管道系统 第 1 部分：管材

GB 15577 粉尘防爆安全规程

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 17820 天然气

GB 18047 车用压缩天然气

GB/T 21447 钢制管道外腐蚀控制规范

GB/T 29488 中大功率沼气发电机组

GB 38400 肥料中有毒有害物质的限量要求

GB/T 40750 农用沼液

GB/T 41328 生物天然气

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50014 室外排水设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50028 城镇燃气设计规范

GB 50053 20kV 及以下变电所设计规范

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 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

GB 50187 工业企业总平面设计规范

GB 50191 构筑物抗震设计规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50209 建筑地面工程施工质量验收规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50341 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50473 钢制储罐地基基础设计规范

GB 50489 化工企业总图运输设计规范

GB 50770 石油化工安全仪表系统设计规范

GB/T 51063 大中型沼气工程技术规范

GB/T 51094 工业企业湿式气柜技术规范

GB/T 51455 城镇燃气输配工程施工及验收标准

GB 55037 建筑防火通用规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素

GBZ/T 223 工作场所有毒气体检测报警装置设置规范

CJJ 95 城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程

CJJ 113 生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范

CJJ/T 146-2011 城镇燃气报警控制系统技术规程

CJJ/T 148 城镇燃气加臭技术规程

CJJ 274 城镇环境卫生设施除臭技术标准

NY/T 525 有机肥料

NY/T 884 生物有机肥

NY/T 1704 沼气电站技术规范

NY/T 2596 沼肥

NY/T 3437 沼气工程安全管理规范

NY/T 3896 生物天然气工程技术规范

QB / T 5379 用于存储水以及处理市政、工农业污水、污泥的螺栓连接的搪瓷钢板储罐设计规范

SH/T 3535 石油化工混凝土水池工程施工及验收规范

TSG 23 气瓶安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

干式沼气发酵工艺 dry biogas fermentation process

沼气发酵装置进料总固体浓度（TS）大于等于 20%的沼气发酵，根据进出料方式，分为批式和连续式干式沼气发酵工艺。

3.2

批式干式沼气发酵工艺 batch dry biogas fermentation process

沼气发酵原料与接种物分批混合，一次投料进行发酵，发酵结束后需要打开反应器进行出料、进料，之后再进行下一批次混合和发酵的干式沼气发酵过程。

3.3

连续式干式沼气发酵工艺 continuous dry biogas fermentation process

沼气发酵原料在相对固定周期（小时、天）内一次或多次进入沼气发酵装置，并排出接近等量的发酵残余物的干式沼气发酵过程。

3.4

车库式干式沼气发酵工艺 garage-type dry biogas fermentation process

发酵反应器类似车库并带有进出料密封门，配套渗滤液收集、回喷设施的序批式干式沼气发酵过程。

3.5

完全混合式干式沼气发酵工艺 dry biogas fermentation process based on continuously stirred tank reactor

在搅拌的作用下，发酵原料和厌氧微生物在反应器内的处于近似完全混合状态的干式沼气发酵过程，通常采用立式反应器。

3.6

平推流式干式沼气发酵工艺 dry biogas fermentation process based on horizontal plug flow reactor

发酵原料从反应器一端进入，呈横推流状态流动，发酵后残余物从另一端排出的干式沼气发酵过程，通常采用水平放置的反应器。

3.7

下推流式干式沼气发酵工艺 dry biogas fermentation process based on vertical plug flow reactor

发酵原料从反应器上部进入，发酵残余物从中下部排出，物料流动呈竖向推流流态的干式沼气发酵过程。

4 一般规定

4.1 应根据拟建工程周边可获得原料种类、数量、质量及季节，沼气、生物天然气、有机肥、基质市场需求，沼渣沼液消纳土地等情况，确定沼气工程建设规模。

4.2 应根据原料性质、产品需求及利用方式，选择安全稳定、技术先进、操作简便、经济合理的工艺流程。

4.3 所采用的工艺流程、主要设备、设施等应能满足生产和使用的需要，并考虑适用多种原料的可能性。

4.4 应在不断总结生产实践经验和吸收科研成果的基础上，积极采用经过实践证明行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备。

4.5 沼气工程建设地区的地震加速度大于 0.10g 时，其建（构）筑物的设计应采取抗震措施，并应符合

合 GB50011 和 GB50191 的有关规定。

4.6 应以拟建近期工程规模为主，兼顾中远期规划，并为后续发展预留改、扩建余地。

4.7 沼气工程应采用自动化控制，以方便科学运行管理，降低劳动强度。

4.8 本文件尚未做出规定的有关设计参数及技术要求，应通过生产性试验研究或参照类似工程的运行参数加以解决。

4.9 沼气工程的施工、运行及维护应采取有效措施，保证人身、财产和环境安全，应在沼气站内有关场所、设备及管道上设置安全标志，所设标志应符合 CJJ/T 153 的有关规定。

4.10 沼气工程的设计除应按本规范执行外，还应符合国家、行业现行相关标准、规范和规定。

5 总体设计

5.1 发酵原料

5.1.1 机废物可作为干式沼气发酵原料，畜禽粪便、作物秸秆、有机垃圾、农产品加工有机废渣等最常用的原料的产生量及理化特性及产气性能应实测确定，无法实测时，可参考附录 A 表 A.1、表 A.2、表 A.3 的数据。5.1.2 干式沼气发酵原料宜满足以下条件：

- a) 总固体（TS）不宜小于 20 %；
- b) 发酵后氨氮浓度不宜大于 8000mg/L；
- c) 易降解 VS/总 VS 的比值应大于 0.4；
- d) pH 宜为 4.0~8.0。
- e) 不得含有砖头、金属、手套、塑料等明显的无机杂物。

5.1.3 沼气工程的沼气产量或沼气工程所需要的原料量宜按下式估算：

$$q = W \leftrightarrow S \leftrightarrow Y_p \dots\dots\dots (1)$$

式中：

q —沼气产量，单位为标准立方米每天（Nm³/d）；

W —发酵原料量，单位为千克每天（kg/d）；

S —发酵原料总固体物质（TS）含量或挥发性总固体（VS）含量，单位为百分比（%）。

Y_p —原料产气率或称原料沼气产率、原料甲烷产率，单位为标准立方米沼气每千克总固体（Nm³/kgTS）或标准立方米甲烷每千克挥发性总固体（Nm³/kg VS）。

5.2 工程选址

5.2.1 沼气工程厂址的选择应符合区域国土空间、区域总体规划的要求，与农业农村发展、生态环境、能源等规划相协调，并应符合下列要求：

- a) 宜靠近发酵原料的产地和沼气利用地区，还应与有机肥、沼液利用相衔接；
- b) 应在学校、医院、居民区等环境敏感区域全年主导风向的下风侧；
- c) 有较好的工程地质条件和水文地质条件，避开山洪、滑坡等不良地质地段；；

- d) 满足安全生产、环境保护和卫生防疫要求；
- e) 尽量减少土方量的开挖与回填；
- f) 不应低于当地防洪标准，并有良好的排水条件；
- g) 应远离居民密集区、环境敏感保护区，以及大型公共建筑、高压输电线以及通讯和交通枢纽等重要设施；
- h) 有较好的供水、供电条件，交通方便。

5.2.2 沼气工程的选址还应符合 GB 50016、GB55037、GB 50187 的以及相关法律法规的规定。

5.3 总平面布置

5.3.1 沼气工程厂内总平面宜分区布置，可分为原料堆放储存、预处理、沼气生产、沼气净化/提纯、沼气、生物天然气储存、固液分离、有机肥生产及产品存放、沼液储存区、沼气发电等生产区，锅炉房、监控室、配电间、化验室、维修间、火炬等生产辅助区，以及管理和生活设施用房等生活区等。生产区与生活区应隔开，并设置出入口。

5.3.2 总平面应根据各建（构）筑物的功能和工艺要求，结合地形、地质、气象等因素进行设计，并应便于施工、运行、维护和管理。

5.3.3 建（构）筑物的平面布置，应符合下列要求：

- a) 管理建筑物或生活设施除必须与生产建（构）筑物结合外，宜集中布置在主导风向的上风侧，与生产建（构）筑物的距离应符合 GB 50016 的规定；
- b) 建（构）筑物间距宜紧凑、合理，并应满足各建（构）筑物安全及施工、设备安装和管道埋设及维护管理的要求；
- c) 增压机、发电机等产生噪声的设备宜低位布置。

5.3.4 秸秆堆场、沼气发酵装置、储气柜或带储气膜的沼气发酵装置、火炬或放散口与厂内主要设施的防火间距应符合 GB 50016、GB55037、GB/T51063 的规定。

5.3.5 沼气发酵装置应分组布置，沼气发酵装置之间及沼气发酵装置与厂内其它设施之间的间距应满足检修和操作的要求。

5.3.6 沼气净化、增压等设施或机房等甲类生产厂房、储气柜及秸秆堆场与架空电力线路最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的 1.5 倍。

5.3.7 各种料液、气体输送管（渠）和电缆线的布置，应统一考虑，避免迂回曲折和相互干扰。料液、气体输送管线（渠）的布置尽量短而直，防止堵塞和便于清通，在条件允许时，应尽量采用管道输送，架空明敷。

5.3.8 厂内必须设置给水系统，并应避免与处理装置直接衔接，当与处理装置相衔接时，必须有防止给水系统污染的措施。

5.3.9 厂内应设消防通道、汽车通行主道和人行道，各建（构）筑物间应留有连接通道，其设计应符合下列要求：

- a) 厂内宜设环形消防车道。受地形条件限制的沼气工程可设有回车场的尽头式消防车道，回车

场的面积应按当地所配消防车辆车型确定，但不宜小于 12 m×12 m；

b) 消防车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0 m；转弯半径应满足消防车转弯的要求；消防车道与建筑之间不应设置妨碍消防车操作的树木、架空管线等障碍物；纵向坡度不宜大于 8 %；

c) 主要物料运输车行道宽度宜为 7 m~8 m,其余车行道宽度不小于 3.5m,转弯半径宜为 6 m~10 m。

d) 人行道的宽度宜为 1.5 m~2.0 m。

5.3.10 厂内应实行雨污分流，初期雨水和生活污水有条件时应排入市政污水管网，无市政污水管网时应建设处理设施处理后排放，拦截暴雨的截水沟和排水沟应与区域或厂区（场区）总排水通道相连接。

5.3.11 沼气工程四周应设置有不低 2.0 m 高度的围墙（栏），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，须与其它生产区、生活区分开。

5.3.12 沼气工程的竖向设计应充分利用原有地形高差、符合排水通畅、降低能耗、平衡土方的要求。

5.4 工艺流程

5.4.1 干式发酵沼气工程宜采用工艺流程如图 1。

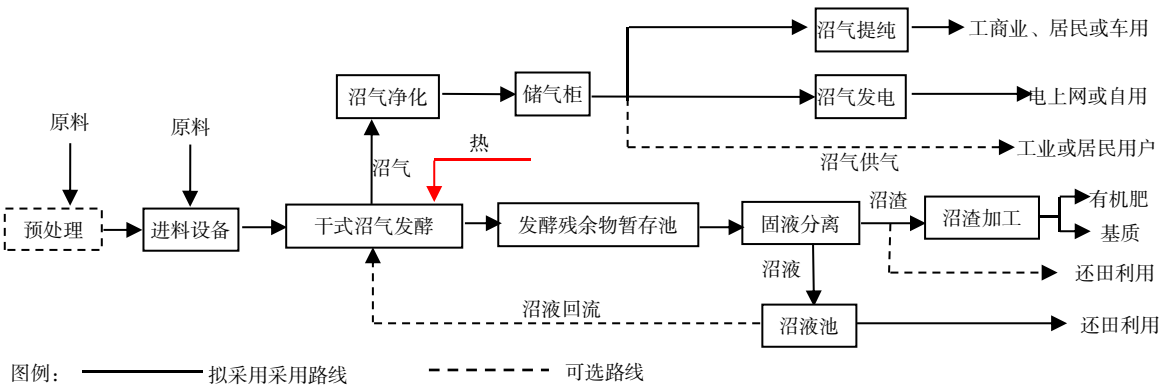


图 1 干式发酵沼气工程工艺流程图

6 原料收储及预处理

6.1 原料收集与输送

6.1.1 畜禽粪污类原料宜先收集到养殖场（户）的临时储存设施中，再由密闭罐车或管道输送到沼气工程；罐车输送时，应在养殖场（户）内设粪便收集专用通道，避免交叉感染。

6.1.2 秸秆类原料的收集应根据物料性状、收集量划定收集作业区域。

6.1.3 根据原料物理形态特征、运输要求等因素确定运输设备，如果为固态，使用自卸式卡车运输；如果是半固态或液体，可采用管道或罐车输送。运输车辆装载率不宜大于 90%，并应采取密封、防水、防渗漏和防遗撒等措施。

6.2 原料储存

6.2.1 储存设施类型及容量应根据原料种类、收集及使用周期确定。

6.2.2 秸秆宜采用黄贮或青贮。

6.2.3 畜禽粪污、有机垃圾、农产品加工废渣类原料封闭储存时应制定防爆、防中毒措施，有臭味的原料储存时还应采取除臭措施，其设计应符合 CJJ 274 的规定。

6.3 原料预处理

6.3.1 原料预处理宜根据原料特点及不同沼气发酵工艺采取相应的预处理设施和工艺。

6.3.2 液态原料宜采用格栅、除砂等设施去除杂物和泥砂，防止堵塞、缠绕、磨损水泵、搅拌器等设备。

6.3.3 体积、尺寸较大的固态类原料应采用粉碎、揉丝、切割等设备进行预处理，预处理后粒度应满足进料设备的要求，宜小于 50mm。

7 沼气发酵

7.1 一般规定

7.1.1 干式沼气发酵工艺及装置应根据工艺技术、原料特性、进出料方式等经技术经济比较后确定。

7.1.2 干式沼气发酵宜根据原料特性和可用加热热源，采用中温（30~40℃）、或中高温（40~50℃）、或高温（50~58℃）发酵。

7.1.3 沼气发酵装置应能适应多种类型的发酵原料。

7.1.4 可根据消化阶段的要求按一级发酵或两级发酵工艺进行设计。当采用两级发酵工艺时，第一级沼气发酵装置出料进入第二级沼气发酵装置，多个第一级发酵反应器可共用一个第二级发酵反应器。

7.1.5 沼气发酵装置的个数宜大于或等于 2 个，可根据不同工艺按串联、并联或者独立运行设计。

7.1.6 沼气发酵装置有效容积应按公式（2）确定。

$$V = \frac{q}{r_p} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V —沼气发酵装置有效容积，单位为立方米（ m^3 ）；

q —沼气产量，单位为标准立方米每天（ Nm^3/d ）；

r_p —容积产气率，单位为标准立方米/（立方米·天）（ $Nm^3/m^3 \cdot d$ ）。

7.1.7 沼气发酵装置均应密闭，并能承受沼气的工作压力，还应有防止产生超正、负压的安全设施和措施。

7.1.8 沼气发酵装置的设计压力应根据工作液面和气相部分的工作压力确定，且不应小于工作液面高度对应的水压，其气相部分的输出工作压力计算参照 GB/T 51063 的方法。

7.1.9 沼气发酵装置应设置进料管（口）、出料管、排泥管、正负压保护器、集气管、检修人孔和观察窗等附属设施及附件，并应符合下列规定：

- a) 检修人孔孔径不应小于 600mm，且不应大于 1200mm；
- b) 进料管（口）距沼气发酵装置底部距离不宜小于 500mm；
- c) 沼气发酵装置集气管距液面不宜小于 500mm，管径应经计算确定，且不宜小于 100mm；
- d) 沼气发酵装置排泥（排空）管宜设置在最低处，排泥管（排空）管的管径不宜小于 150mm，排泥管阀门后应设置清扫口；
- e) 沼气发酵装置进料管和排泥（排空）管应选用双向双刀闸阀门；
- f) 膜顶反应器的正负压保护器应在超过设计压力 300Pa 或低于-100Pa 时动作保护；
- g) 硬顶反应器的正负压保护器应在超过设计压力 2500Pa 或低于-300Pa 时动作保护；
- h) 沼气发酵装置应预留各附属管道及附件的接口。
- i) 观察窗应设置在高液位位于其 1/3 处，最高液位不得高于观察窗 1/2，且观察窗应设置照明装置。

7.1.10 沼气发酵装置应设置加热装置，总需热量应按冬季最不利工况计算，换热装置的总换热面积应根据热平衡计算，并应留有 10%~20%的余量。

7.1.11 沼气发酵装置宜采用反应器外换热器、反应器内盘管等方式进行加热。

7.1.12 沼气发酵装置宜采用钢制或钢筋混凝土结构，钢制沼气发酵装置可采用焊接、搪瓷钢板拼装和螺旋双折边咬口结构。钢筋混凝土结构应抗渗，并应符合现行 GB 50069 的有关规定。钢制沼气发酵装置的罐壁板的材质宜为 Q235 或 Q345，其设计可参照 GB 50341。搪瓷钢板拼装沼气发酵装置设计可参考 QB/T 5379。

7.1.13 钢制沼气发酵装置应安装在钢筋混凝土基础上，基础外沿应比设备主体边沿大 500mm 以上，基础设计应符合现行国家标准 GB 50473 的规定。

7.1.14 沼气发酵装置内外壁应采取防腐措施，外防腐层外侧应设置保温层，保温层应采用阻燃等级为 B1 等级的保温材料，保温层外应设置防护层。

7.2 干式沼气发酵工艺

7.2.1 车库式干式发酵工艺

7.2.1.1 含塑料、木块、沙石等杂质较多的有机垃圾类原料宜采用车库式干式发酵工艺。

7.2.1.2 车库式干式发酵工艺进料 TS 浓度宜为 20~35%。

7.2.1.3 车库式干式发酵系统至少应设 4 个发酵单元。每个单元高宜为 4~6m，宽 4~7m，长度 20~40m，根据项目场地可适当调整发酵仓长度。

7.2.1.3 车库式干式发酵系统应前后启动运行，单室单次沼气发酵周期为 25~40 d。平均容积有机负荷 2~5 kg TS/(m³·d)，容积产气率宜为 0.6~2 Nm³/m³·d。

7.2.1.4 车库式干式发酵系统应设渗滤液收集设施、渗滤液回流与喷淋设备。发酵仓溢流的渗滤液应收集至渗滤液回流池，渗滤液回流池内部应为厌氧环境，应设置加热保温设施以维持池内温度始终

高于发酵仓温度 3~5℃, 渗滤液回流池容积宜为发酵仓总容积的 20%~30%。

7.2.1.5 车库式干式发酵系统应采用密封门密封, 应考虑进出物料装载机的实际工作空间; 密封门宜采用液压驱动、气密性较好的不锈钢门, 密封门与发酵仓之间宜通过膨胀力密封。

7.2.2 完全混合式发酵工艺

7.2.2.1 畜禽粪便、秸秆、农产品加工废渣类原料, 可采用完全混合式发酵工艺。

7.2.2.2 完全混合式发酵工艺宜采用两级发酵, 进料 TS 浓度宜为 20~35%, HRT 宜为 30~60 d, 第一级容积有机负荷宜为 4~9 kg TS/(m³·d), 容积产气率宜为 2~4 Nm³/m³·d; 第二级容积有机负荷宜为 3~5 kg TS/(m³·d), 容积产气率宜为 1~1.5 Nm³/m³·d。

7.2.2.3 完全混合式发酵工艺宜采用立式圆柱体发酵罐, 原料从反应器下部进料、上部出料, 高度宜为 6~10 m, 直径 18~36 m, 高径比 0.2~0.4。

7.2.2.4 完全混合式发酵工艺的搅拌宜采用大桨叶式搅拌器, 搅拌功率按照 15~25W/m³设计。

7.2.3 平推流式干式沼气发酵工艺

7.2.3.1 畜禽粪便、秸秆、垃圾、农产品加工废渣、市政污泥类原料可采用平推流式干式沼气发酵工艺。

7.2.3.2 平推流式干式沼气发酵工艺宜采用圆柱型(或长方体)发酵罐, 高宜为 6~10m, 宽 7~10m, 长宽比宜为 3:1~6:1m。原料从发酵罐一端送入, 另一端排出。

7.2.3.3 平推流式干式沼气发酵工艺进料 TS 浓度宜为 20~40%, HRT 30~40 d, 容积有机负荷 6~10 kg TS/(m³·d), 容积产气率 2.5~5 m³/(m³·d)。

7.2.3.4 平推流式干式沼气发酵工艺的搅拌宜采用单个轴向搅拌器或多个水平搅拌器, 搅拌功率宜按照 35~45W/m³设计。

7.2.4 下推流式干式沼气发酵工艺

7.2.4.1 畜禽粪便、秸秆类原料以及混合原料, 可采用下推流式干式沼气发酵工艺。

7.2.4.2 下推流式干式沼气发酵工艺进料 TS 浓度宜为 20~40%, HRT 宜为 20~60 d, 容积有机负荷宜为 5~8 kg TS/(m³·d), 容积产气率宜为 1.5~3 Nm³/m³·d。

7.2.4.3 下推流式干式沼气发酵工艺宜采用立式圆柱体发酵罐, 原料从反应器上部进入、中下部排出, 反应器高度宜为 10~25m, 直径 8~20 m, 高径比 1.2~1.5。

7.2.4.4 下推流式干式沼气发酵工艺外应设置混料池(调配池), 用于回流发酵残余物与新鲜物料的混合。

7.3 进出料

7.3.1 车库式干式发酵工艺宜采用装载机进料; 完全混合式和推流式干式发酵工艺, 宜采用推送机、螺旋输送机、渣浆泵、柱塞泵或真空泵进料。

7.3.2 车库式干式发酵工艺宜采用装载机出料; 完全混合式和推流式干式发酵工艺出料系统宜采用重力出料、螺旋输送机、渣浆泵、柱塞泵或真空泵出料。

8 沼气净化

8.1 一般规定

8.1.1 沼气发酵装置产生的沼气应进行脱硫、脱水净化处理。净化工艺的选择应根据沼气用途及质量要求、沼气产量，并结合当地环境温度等因素，经技术经济比较后确定。

8.1.2 经过净化处理后的沼气，作为民用燃气时，低位发热量应大于 18 MJ/m^3 ，沼气中硫化氢含量应小于 20 mg/m^3 ；用作沼气发电时，应符合 GB/T 29488 的技术指标要求，用于提纯生产生物天然气时，应满足后续提纯工艺对沼气质量的要求。

8.2 沼气脱水

8.2.1 沼气中水分宜采用重力法、冷干法、吸附法等工艺脱除，冷干法或吸附法脱水装置前宜设置气水分离器或凝水器。脱除的冷凝水应排至匀浆池或沼液储存池。

8.2.2 脱水前的沼气管道的最低处宜设置凝水器，管道坡度不小于 0.003。

8.2.3 脱水装置的沼气出口管道上宜设置水露点检测口。

8.2.4 在寒冷地区，重力脱水装置应设保温增温设施。

8.3 沼气脱硫

8.3.1 沼气脱硫宜采用生物脱硫、湿法脱硫或干法脱硫。

8.3.2 当一级脱硫后的沼气质量不能满足要求时，应采用两级脱硫，第一级宜采用生物脱硫或湿法脱硫，第二级宜采用干法脱硫。

8.3.3 生物脱硫应设置在脱水装置前端，干法脱硫应设置在脱水装置后端。

8.3.4 脱硫装置前后应设置阀门，脱硫装置前后应预留检测口。

8.3.5 生物脱硫可采用罐内原位脱硫和罐外异位脱硫。

8.3.6 生物原位脱硫应满足下列要求：

- a) 罐内生物原位脱硫装置应向反应器气室脱硫空间持续通入空气（氧气）。
- b) 通空气（氧气）量根据沼气产量、硫化氢含量计算确定，并能及时调整。
- c) 空气（氧气）输送管道出气口应在反应器气室脱硫空间均匀布置。

8.3.7 罐外生物脱硫的工艺设计应符合下列要求：

- a) 工艺温度宜为 $30\sim 35^\circ\text{C}$ ，负荷可取 $8\sim 10 \text{ m}^3 \text{ 沼气}/(\text{h}\cdot\text{m}^3 \text{ 填料})$ ，沼气与喷淋液之比宜为 5:1~10:1。
- b) 脱硫系统宜设置生物脱硫塔、循环水箱、循环泵、鼓风机、排渣泵和加药泵等设施设备；
- c) 脱硫塔应设置用于清理、维护、检修用的填料装卸口、人孔、平台爬梯；
- d) 循环水箱内应设置温度传感器、加热、防堵、防淤积装置；
- e) 所需的营养液应满足脱硫菌群生长代谢的要求；

f) 宜将空气鼓入循环水箱内喷淋液中，再通过循环泵将喷淋液喷洒到生物脱硫塔填料上；也可将空气直接通入生物脱硫塔内。

8.3.8 原位和异位生物脱硫后沼气管路宜设置氧含量在线监测系统，沼气中余氧含量应小于 0.5%；

8.3.9 干法脱硫的工艺设计应符合下列要求：

- a) 脱硫剂宜采用颗粒状的氧化铁或活性炭，脱硫剂空速宜为 $200\text{h}^{-1} \sim 400\text{h}^{-1}$ ；
- b) 沼气首次通过脱硫剂每米床层时的压力降应小于 100Pa ；
- c) 每层颗粒状脱硫剂装填高度宜为 $1.0\text{m} \sim 1.4\text{m}$ ；
- d) 沼气通过颗粒状脱硫剂的线速度宜为 $0.020\text{m/s} \sim 0.025\text{m/s}$ ；
- e) 脱硫塔的操作温度宜为 $25^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ；
- f) 脱硫塔底部最低处应设置排污阀；
- g) 脱硫装置出口宜设置除尘过滤装置，过滤精度满足后端工艺装置需求；
- h) 脱硫剂在塔内再生时应设置空气进气管及放散管，并宜配备在线氧含量监控系统。

8.3.10 湿法脱硫的工艺设计应符合下列要求：

- a) 沼气湿法脱硫宜采用氧化法，并采用硫容量大、副反应小、再生性能好、无毒和原料来源方便的脱硫液；
- b) 沼气湿法脱硫系统宜设置脱硫塔、再生槽、流浆槽、循环泵、再生泵（鼓风机）、加药泵、硫泡沫泵、板框压滤机等设施设备；
- c) 脱硫塔应设置用于清理、维护、检修用的填料装卸口、人孔、平台爬梯；
- d) 脱硫塔、再生槽应设置温度、氧化还原电位（ORP）、pH 值及液位传感器，能实时在线检测循环液温度、ORP、pH、液位等指标；
- e) 再生槽应设置曝气系统使脱硫循环液得到再生，并应设置液位调节系统控制硫泡沫溢流。
- f) 湿法脱硫系统所需催化剂应能及时活化；
- g) 应配备加药系统，保证持续均匀加药过程；
- h) 脱硫塔的操作温度应为 $25^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ；
- i) 应配备硫磺分离系统，使单质硫得以及时、充分分离。

9 沼气储存

9.1 沼气宜采用低压储存，可采用双膜储气柜、湿式储气柜等储气装置。

9.2 储气装置容积应满足用气均衡，当缺乏相关资料时，应符合以下规定。

- a) 沼气用于居民生活用气时，储气装置的容积可按日产气量的 $50\% \sim 60\%$ 计算；
- b) 沼气用于发电，发电机组连续运行时，储气装置容积宜按发电机日用气量的 $10\% \sim 30\%$ 计算；发电机组间断运行时，储气装置容积应大于间断发电时间的用气量；
- c) 沼气用于提纯压缩时，储气装置容积宜按日用气量的 $10\% \sim 50\%$ 计算；
- d) 沼气用于烧锅炉、供热等商业用气和部分居民生活用气时，应根据沼气供应平衡曲线确定储气装置的容积；
- e) 确定储气装置单体容积时，应考虑储气装置检修期间供气系统的调度平衡，对于不间断供气的用户，储气装置数量不宜少于 2 个。

9.3 寒冷地区宜采用双膜储气柜，双膜储气柜应设置能够反应内膜储气量的计量装置，内外膜间应设

置燃气报警装置，双膜储气柜应满足 GB/T 51063 的有关要求。

9.4 寒冷地区采用湿式储气柜时，应采取防冻措施，并应满足 GB/T 51094 的要求。

9.5 沼气储气装置宜布置在气源附近，根据需要也可远离气源布置或分散布置。

9.6 储气柜应设自动超压放散装置和低压报警及保护装置。

9.7 储气装置出口端应设置阻火器。

10 沼气利用

10.1 产生的沼气应充分利用，可供民用（居民生活、商业、锅炉）、发电利用，也可提纯生产生物天然气；没有利用的沼气应通过火炬燃烧。

10.2 沼气输配管网的设计应符合下列规定：

a) 根据沼气用户的用气量及其分布、施工和运行等因素，经多方案比较，择优选取技术经济合理、安全可靠的中、低压供气方案，并宜按逐步形成环状供气管网进行设计；

b) 当采用低压供气时，管网压力应小于 0.01MPa，不满足式 3 计算值时，应设置增压机；

$$P - 0.75P_n > \Delta P_y + \Delta P_j \quad (3)$$

式中：P—储气柜额定工作压力，Pa；

P_n —低压燃具额定工作压力，Pa；

ΔP_y —储气装置到最远端燃具管道的沿程阻力损失，Pa；

ΔP_j —储气装置到最远端燃具管道的局部阻力损失，Pa。

c) 当采用中压供气时，应使用增压机升压，管网压力不应大于 0.2MPa；

10.3 中压供气宜设调压装置，将压力调至用户需要的压力后供给用户使用，调压装置的工艺设计应符合现行国家标准 GB 50028 的规定；

10.4 沼气管道的计算流量和水力计算、管材的选择、与其他管道的安全间距等均应符合现行国家标准 GB 50028 的有关规定。

10.5 当沼气压力不满足用户或后续净化、提纯处理设备要求时，应设置沼气专用增压机。增压机的选择与布置应符合下列规定：

a) 增压机流量应按用户小时最大用气量确定，压力按用户或后续设备需要的压力和增压机出口至用户之间的最大阻力之和确定；

b) 增压机组的并联工作台数不宜超过 3 台，每 1~3 台，宜另设 1 台备用；

c) 增压机机组之间和增压机与墙之间的通道宽度，应 GB50014 鼓风机组布置的要求；

d) 增压机前应设置缓冲装置，沼气在缓冲装置内停留时间不应少于 3s；缓冲装置应设切断阀和上、下限位报警装置，当沼气储量位于下限位时应能与加压设备停机和自动切断阀连锁，厂站内缓冲装置可用低压储气装置代替；

e) 每台增压机的出口管道上应设置止回阀；

f) 增压机组的出口总管和入口总管间应设置回流管；

g) 出口总管处还应设置阻火器；

h) 增压机组前必须设有现场紧急停车按钮。

10.6 沼气管道的阀门应按以下原则设置：

- a) 沼气管道出厂后应设置阀门；
- b) 低压钢管、聚乙烯沼气支管的起点处应设置阀门；
- c) 中压沼气管道上应设置分段阀门，并宜在阀门两侧设置放散管。

10.7 民用沼气利用系统应采用低压用气设备，用气设备前的压力应在燃具的额定压力的 0.5 ~ 1.5 倍范围。

10.8 民用集中供气室内沼气管道、沼气计量、用气设备的设计应符合现行国家标准 GB 50028 的规定。

10.9 进入发电机组的沼气热值、水露点、硫化氢、温度、压力、压力波动、含尘量等参数应符合选用的发电机组的技术要求，沼气发电应符合 NY/T 1704 的要求。

10.10 供发电和提纯压缩的沼气进口管道上应设快速切断阀，切断阀的安装位置应便于发生事故能及时切断气源。

10.11 沼气提纯应符合 NY/T 3896 的要求。

11 沼渣沼液利用

11.1 固液分离

11.1.1 沼渣沼液分离设备应根据被分离的原料性质、浓度、要求分离的程度及综合利用的要求等因素确定，宜采用螺旋挤压机、微滤机或卧式螺旋离心分离机进行沼渣沼液分离。

11.1.2 固液分离后沼渣含水率宜控制在 60%~80%范围。

11.2 沼渣利用

11.2.1 沼渣可直接利用，也可堆肥腐熟后深加工为有机肥或基质。沼渣直接利用的技术指标应符合 NY/T 2596 的规定。

11.2.2 沼渣堆肥宜采用反应器、条垛式、槽式等好氧堆肥技术对沼渣进行无害化处理，发酵周期宜为 7 d~30d，堆体温度维持 50℃以上的时间不少于 7 d，或 45℃以上不少于 14 d。

11.2.3 沼渣发酵终止时，腐熟堆肥应符合下列要求：

- a) 外观颜色为褐色或灰褐色、疏松、无臭味、无机械杂质；
- b) 陈化后含水率宜小于 30%；
- c) 碳氮比 (C/N) 小于 20: 1；
- d) 好氧呼吸量不宜超过 20 mg O₂/ (g 有机物)；
- e) 蛔虫卵死亡率和粪大肠菌群数应符合的 GB38400 的要求；
- f) 种子发芽指数应符合 NY/T 525 的要求。

11.2.3 充分腐熟、稳定的堆肥产品应进行粉碎、筛分。

11.2.4 堆肥产品作为有机肥应执行 NY/T 525 相关规定；作为生物有机肥应执行 NY/T 884 的相关规定。

11.3 沼液利用

11.3.1 沼液可直接利用，沼液的技术指标应符合 GB/T 40750 的规定。

11.3.2 应设置沼液储存池储存沼液，沼液储存池应能满足所施用农作物平衡施肥要求，其容积应根据沼液的数量、储存时间、利用方式、利用周期、当地降水量与蒸发量确定。

11.3.3 沼液储存期不得低于当地农作物生产用肥最大间隔期和冬季封冻期或雨季最长降水期，不宜小于 90 天。

11.3.4 沼液储存池宜设置为站内储存池和站外分散储存池。

11.3.5 站内沼液储存池容积应根据生产需要进行设定，站内沼液储存池宜加密封盖，并收集产生的臭气。

11.3.6 站外分散储存池可采用田间简易储存池，池底应有防渗措施，并应附设沼液进出管、泵、阀、搅拌反冲等设施设备，便于还田利用。

11.3.7 沼液储存池池壁上沿应高于地面 20cm 以上，周围应设置安全防护栏、安全警示标记、救生设备。

11.3.8 容积小于等于 2000m³ 的沼液储存池宜采用抗渗钢筋混凝土结构，并应符合现行 GB 50069 的有关规定。容积大于 2000m³ 的沼液储存池宜采用聚乙烯土工膜结构，并应符合现行 CJJ113 的有关规定。

12 检测和控制

12.1 一般规定

12.1.1 沼气工程应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求、工程投资情况、所采用设备、仪器的先进程度、维护和管理水平确定检测、控制参数与自动化程度。

12.1.2 自动化仪表和控制系统应保证工程的安全和可靠，便于运行管理，便于改善劳动条件，提高科学管理水平。

12.1.3 机电设备应设置工作和事故状态的检测装置。

12.1.4 沼气工程应安装水、电、气、和药剂的计量仪器、仪表，采用自动控制时，仪表应满足 GB50770 的相关要求。

12.1.5 现场操作的设备（泵、增压机、搅拌器等）应设置两路电控系统，除在中控室进行自动控制外，还应在现场设置手动控制系统。

12.2 过程检测

12.2.1 沼气工程应设置现场检测、集中显示系统，中央控制室的控制系统应配备不间断供电设备（UPS）。

12.2.2 沼气工程宜对下列点位及参数进行在线监测。

- a) 进料量、进料仓物位；
- b) 沼气发酵装置内物料物位、温度、pH 值、沼气压力、成分及流量；
- c) 热交换器进出口温度；
- d) 脱硫装置进出口或沼气发酵罐沼气引出管（罐内原位脱硫时）沼气中硫化氢浓度；
- e) 脱水装置出口沼气中水分含量；
- f) 储气柜储存沼气容量及压力；
- g) 增压机后沼气压力、温度；
- h) 进料、搅拌、出料、增压、脱硫、脱水等设备的电流及启停状态。

12.3 过程控制

12.3.1 沼气工程的主要生产工艺单元,在满足工艺控制条件的基础上可选择配置集散控制系统(DCS)或可编程控制器(PLC)自动控制系统。

12.3.2 采用成套设备时,设备本身控制应与系统控制相匹配。

12.3.3 计算机控制管理系统应具有数据的采集、处理、控制、管理、储存历史数据一年以上和安全保护功能。

12.3.4 计算机控制系统的设计应符合下列要求：

- a) 宜对控制系统的监测层、控制层和管理层做出合理配置；
- b) 应根据工程具体情况,经技术经济比较后选择网络结构和通信速率；
- c) 对操作系统和开发工具应从运行稳定、易于开发、操作界面方便等多方面综合考虑；
- d) 根据工程需求和相关基础设施,宜对信息化系统做出功能设计；
- e) 中控室应就近设置电源箱,供电电源应为双回路,直流电源设备应安全可靠；
- f) 防雷、防静电和接地保护应符合国家现行标准的要求。

13 主要辅助工程

13.1 供配电

13.1.1 供电系统的用电负荷应按二级负荷设计,并应设置应急供电系统,应急供电系统应能保证储气膜、PLC、泄漏报警、消防、应急放散、视频监控以及应急照明配电系统的供电。

13.1.2 工艺装置的高、低压用电电压等级应与供电电网一致。

13.1.3 工艺装置的接地系统宜采用三相五线制(TN-S)系统。

13.1.4 变电所低压配电室的配电设备布置,应符合 GB 50053 的规定。

13.1.5 工艺装置的变、配电室宜设在负荷较集中的设备附近。

13.1.6 现场控制设备应采用户外防腐、防雨型控制箱,控制设备宜选用防腐、防潮型电气设备。

13.1.7 位于防爆区域内的电气设备应符合 GB50058 的规定。

13.2 管道与阀门

13.2.1 物料输送工艺管道宜采用钢管或 PE 管，采用焊接钢管时应符合 GB/T 3091 的规定，采用无缝钢管时，应符合 GB/T 8163 的规定，采用 PE 管时，应符合 GB/T 13663 的规定。

13.2.2 净化前的沼气输送管道宜采用不锈钢管或 PE 燃气管；净化后沼气输送管道宜采用钢质管道，埋地管道可采用 PE 燃气管。PE 燃气管技术性能应符合 GB15558.1 的有关规定。管道的计算流量、水力计算以及与其它管道的安全距离应符合 GB 50028 的有关规定。

13.2.3 自流的物料管道及净化前的沼气管道宜架空敷设，当采用架空敷设时应符合下列规定：

- a) 管底距道路路面的垂直净距不宜小于 4m；在车辆与人行道以外的地区，管底距地面的垂直净距可取 0.35m；
- b) 支架的最大允许间距应根据管材的强度、管道截面刚度、外荷载大小、水压试验时管内水重及管道最大允许挠度等经计算确定；
- c) 架空管应敷设在支架上，支架应坚固，支架材料应采用防腐的金属或钢筋混凝土，不得使用木制支架；
- d) 架空管与水管、热力管同支架敷设时，应架设在水管或热力管的上方，其垂直距离不宜小于 250mm；与其他管道平行敷设时，管道间距不宜小于 200mm；支架基础外缘距建筑物外墙应不小于 4m；
- e) 与沼气管道共架敷设的其他管道的操作装置，应避开沼气管道法兰及阀门等易泄漏沼气的部位；
- f) 架空钢质管道，应选用干燥快、涂敷工艺简单、不易裂缝剥皮、附着力强、耐水性好的油漆进行防腐；
- g) 架空管宜进行保温，保温应采用阻燃材料，并应具有良好的防潮性和耐候性；
- h) 架空管应有防碰撞保护措施和警示标志；
- i) 沼气管道宜采用自然补偿的方式，当采用补偿器时，补偿器宜采用耐腐蚀材料制造。

13.2.4 埋地工艺管道的管顶最小覆土深度应在冰冻线以下，并应符合下列规定：

- a) 埋设在非机动车车道下时（含人行行道），不得小于 0.6m；
- b) 埋设在机动车道下时，不得小于 0.9m；
- c) 埋设在机动车不可能到达的地方，对钢管不得小于 0.3m，对聚乙烯管不得小于 0.5m；
- d) 埋设在未硬化地面下时，不得小于 0.8m；
- e) 当埋设深度不能满足技术要求时，应采取有效的安全防护措施。
- f) 埋地沼气管道与其他相邻建筑物、构筑物或相邻管道的最小水平间距与垂直净距，应符合 GB/T 51063 的有关规定。
- g) 在容易积存沉淀物的物料管段上部，宜设检查管。
- h) 埋地钢制管道的连接应采用焊接。
- i) 管道与设备及阀门的连接，公称直径小于等于 50mm 时宜采用螺纹连接，公称直径大于 50mm

时应采用法兰连接。

j) 埋地钢制管道应做防腐处理,其防腐设计应符合国家现行标准 GB/T 21447 和 CJJ 95 的有关规定。

13.2.5 阀门的选用和设置应符合以下要求:

- a) 沼气、沼气管道采用燃气专用阀门;
- b) 在寒冷地区,不应采用灰铸铁阀门。
- c) 在防火区域内使用的阀门,应具有耐火性能。

13.3 沼气计量

13.3.1 沼气工程应安装计量装置,计量装置应安装在净化装置后,计量装置前宜设置过滤器。

14 劳动安全与职业卫生

14.1 沼气工程应尽量避免形成有限空间,并应采取有效措施和预防手段保护人身和公共安全。

14.2 沼气工程的设计、建设、运行过程中应高度重视职业卫生和劳动安全,严格执行《中华人民共和国安全生产法》、GB/T 12801、GBZ 1、GBZ 2.1、GBZ 2.2 和 GB 5083 的有关规定。

14.3 沼气工程的构筑物应设置防护栏杆、防滑梯等安全措施,应执行 GB 4053.1、GB 4053.2 和 GB 4053.3 的有关规定。

14.4 原料预处理、沼气发酵、沼渣沼液暂存、固液分离、沼液储存等散发臭气的设施设备宜采用相应除臭措施,减少恶臭对周围环境的污染,恶臭气体浓度应符合 GB 14554 的有关规定。

14.5 有爆炸危险的房间或区域内的电气防爆设计应符合 GB 50058 的规定,爆炸危险区域和范围的划分应符合 GB/T 51063 的有关规定。

14.6 沼气工程内具有爆炸危险的进料间、净化间、增压机房等建(构)筑物的防火、防爆设计应符合下列规定:

- a) 建(构)筑物耐火等级不应低于二级;
- b) 门窗应向外开;
- c) 屋面板和易于泄压的门、窗等宜采用轻质材料;
- d) 照明灯具应为防爆灯,照明灯具电源开关应设置在室外;
- e) 地面面层应采用撞击时不产生火花材料,并应符合 GB 50209 的相关规定。
- f) 应采用不发生火花工具;
- g) 房间门口 3m 外应设置人体静电装置。

14.7 电气设备的金属外壳均应采取接地或接零保护,钢结构、排气管、排风管和铁栏等金属物应采用等电位连接。

14.8 沼气工程内易发生沼气、沼气泄漏的进料间、净化间、锅炉房、发电机房、增压机房等建(构)筑物等区域内应设置可燃气体及有毒气体报警装置和事故排风机,并应符合 CJJ/T 146、GBZ/T 223

的规定。

14.9 沼气锅炉房应设置泄压设施，其泄压面积不应小于锅炉房占地面积的 10%；沼气的锅炉房应选用防爆型事故排风机。

14.10 沼气工程内易发生沼气、沼气泄漏的进料间、净化间、泵房、锅炉房、秸秆粉碎、发电机房、增压机房间等应采用强制通风措施。正常工作时换气次数不应小于 6 次/h，事故通风时，换气次数不应小于 12 次/h。

14.11 秸秆粉碎间应符合《粉尘防爆安全规程》GB 15577 的有关规定。

14.12 沼气工程应设置应急燃烧器（火炬），应急燃烧器的设计应符合下列规定：

- a) 应急燃烧器宜采用闭式；
- b) 应急燃烧器前端的沼气管道上应设置阻火器；
- c) 应急燃烧器应设置自动点火、火焰检测及报警装置；
- d) 应急燃烧器燃烧后的排放物质应符合 GB 16297 的规定。

14.13 沼气工程设备及构筑物的防雷、接地应符合下列规定：

- a) 储气柜、应急燃烧器（火炬）应参照第一类防雷建筑设防，沼气发酵装置、储气柜、增压机房和发电机房按第二类防雷建筑设防，防雷设计应符合现行国家标准 GB 50057 的有关规定；
- b) 控制室等电子信息系统的防雷设计应符合现行国家标准 GB 50343 的有关规定；
- c) 沼气工程按用途可分为电气设备工作（系统）接地、保护接地、雷电保护接地、防静电接地，不同用途接地共用一个总的接地装置时，其接地电阻应不大于其中的最小值。

常用发酵原料的产生量及特性

畜禽粪便、作物秸秆、农产品加工废渣类发酵原料产生量及特性分别见表 A.1、A.2、A.3。

表 A.1 畜禽粪便类发酵原料产生量及特性

原料种类	产生量 [kg/ (头、羽、 只·天)]	总固体 (TS) 含量 (%)	挥发性固体比例 (VS/TS) (%)	C:N (w/w)	原料沼气产率 (m ³ 沼气 /kg TS)	原料甲烷产率 (m ³ 甲烷 /kg VS)
猪粪	1.4~1.8	17~35	77~84	13~15	0.25~0.35	0.17~0.24
蛋鸡粪	0.1~0.15	18~31	80~82	9~11	0.30~0.42	0.20~0.29
肉鸡粪	0.1~0.15	20~35	80~82	9~11	0.33~0.42	0.22~0.29
奶牛粪	30~33	16~18	70~75	17~26	0.18~0.30	0.14~0.23
肉牛粪	12~15	17~20	79~83	18~28	0.18~0.25	0.14~0.17
羊粪	1.0~1.2	30~32	66~70	26~30	0.20~0.27	0.16~0.22
鸭粪	0.10~0.12	10~18	80~82	9~15	0.30~0.38	0.20~0.26
兔粪	0.36~0.42	30~37	66~70	14~20	0.17~0.21	0.14~0.17

表 A.2 秸秆类发酵原料产生量及特性

原料种类	产生量 kg/ (666m ² ·茬)	总固体 (TS) 含量 (%)	挥发性固体比例 (VS/TS) (%)	C:N (w/w)	原料沼气产率 (m ³ 沼气 /kg TS)	原料甲烷产率 (m ³ 甲烷 /kg VS)
黄贮玉米秸秆	1000-1500	25~35	80~89	51~55	0.40~0.50	0.26~0.33
干黄玉米秸秆	400-500	80~85	80~85	50~53	0.30~0.48	0.20~0.32
黄贮小麦秸秆	550~680	50~65	78~85	68~87	0.35~0.45	0.24~0.30
干黄小麦秸秆	350-450	82~88	74~83	65~85	0.30~0.40	0.21~0.28
黄贮水稻秸秆	650~850	50~65	82~85	50~65	0.35~0.45	0.26~0.34
干黄水稻秸秆	450-550	82~88	82~84	51~67	0.32~0.35	0.21~0.24

表 A.3 农产品加工废渣类沼气发酵原料产生量及特性

原料种类	产生量 (t/t 产品)	总固体 (TS) 含量 (%)	挥发性固体比例 (VS/TS) (%)	C:N (w/w)	原料沼气产率 (m³ 沼气 /kg TS)	原料甲烷产率 (m³ 甲烷 /kg VS)
白酒酒糟	3~4	17-45	89~93	12~25	0.35~0.53	0.21~0.32
啤酒糟	0.25	20~25	84~93	9~22	0.14~0.55	0.09~0.34
醋糟	0.8	28	85	24	0.25	0.16
酱油糟	0.67	25	67	10	0.30	0.25
糠醛渣	12~15	50~90	79	32~116	0.45	0.31
木薯渣	1~2	15~30	88~98	49~75	0.20~0.25	0.12~0.15
甘蔗渣	2~3	63	97	61	0.23	0.13
蘑菇渣	4~5	52	90	32~53	0.20	0.12
菜籽饼	1.5	89~94	87~92	9~12	0.57	0.35
土豆渣	7.5	13	90	27	0.54~0.62	0.33~0.38
甜菜渣	5~6	11~15	95	30	0.23~0.40	0.13~0.23
苹果渣	6.3	25~45	85~90	49~57	0.63~0.65	0.40~41
葡萄渣	0.25~0.33	28~33	80~90	24	0.57~0.62	0.37~0.40