



CECS 339 : 2013

中国工程建设协会标准

地源热泵式沼气发酵池 加热技术规程

Technical specification for heating biogas
reactor by ground source heat pump



中国计划出版社

中国工程建设协会标准

**地源热泵式沼气发酵池
加热技术规程**

**Technical specification for heating biogas
reactor by ground source heat pump**

CECS 339 : 2013

主编单位：同 济 大 学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 1 3 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2013 北 京

中国工程建设协会标准
地源热泵式沼气发酵池
加热技术规程

CECS 339 : 2013

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

新华书店北京发行所发行

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 1.5 印张 34 千字

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—3080 册

☆

统一书号:1580242·053

定价:15.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

中国工程建设标准化协会公告

第 136 号

关于发布《地源热泵式沼气发酵池 加热技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2010 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2010〕91 号)的要求,由同济大学等单位编制的《地源热泵式沼气发酵池加热技术规程》,经本协会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 339 : 2013,自 2013 年 8 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇一三年五月六日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2010 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2010〕91号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结各地实践经验,参考有关国内外标准,在广泛征求各方意见的基础上,制定本规程。

本规程共分 5 章和 3 个附录,主要技术内容包括:总则,术语,设计,施工,试验、调试及验收。

根据原国家计委计标〔1986〕1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,推荐给工程建设设计、施工等使用单位和工程技术人员采用。

本规程由中国工程建设标准化协会归口管理,由同济大学(上海市杨浦区四平路 1239 号,邮政编码:200092)负责解释。在使用中如发现需要修改和补充之处,请将意见和资料邮寄解释单位。

主 编 单 位: 同济大学

参 编 单 位: 上海林海生态技术有限公司

上海同悦节能科技有限公司

上海戎源环境科技有限公司

同方人工环境有限公司

北京矿大节能科技有限公司

广州大学

珠海兴业绿色建筑科技有限公司

主要起草人: 谭洪卫 朱洪光 石惠娴 雷 勇 庄 智
陈淑琴 季 亮 秦朝葵 赵建林 吴建兵

牛永胜 王建学 周孝清 李 进 张 玲
主要审查人：张国强 吴喜平 叶 海 王立雄 陈金华
郁松涛 符立伟

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	设 计	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	沼气发酵池热负荷计算	(4)
3.3	加热系统方案的确定	(7)
3.4	地热能换热系统设计	(8)
3.5	加热系统末端设计	(8)
3.6	监测与控制系统设计	(10)
4	施 工	(11)
4.1	一般规定	(11)
4.2	加热系统末端施工	(11)
4.3	防护与绝热	(12)
5	试验、调试及验收	(13)
5.1	一般规定	(13)
5.2	试验与调试	(13)
5.3	系统验收	(15)
附录 A	沼气发酵池经济保温厚度计算方法	(16)
附录 B	典型地区沼气发酵池热负荷概算指标	(17)
附录 C	池内加热盘管布置方式	(20)
本规程用词说明		(21)
引用标准名录		(22)
附:条文说明		(23)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Design	(4)
3.1	General requirement	(4)
3.2	Heat load of biogas digester calculation	(4)
3.3	Heating system proposal confirmation	(7)
3.4	Geothermal exchange system design	(8)
3.5	Terminal device of heating system design	(8)
3.6	Monitoring and control system design	(10)
4	Construction	(11)
4.1	General requirement	(11)
4.2	Terminal device of heating system construction	(11)
4.3	Protection and thermal insulation	(12)
5	Checking, testing and acceptance	(13)
5.1	General requirement	(13)
5.2	Checking and testing	(13)
5.3	Acceptance	(15)
Appendix A	Calculation method for the economic insulation thickness of biogas digester	(16)
Appendix B	Computation index of heat load of biogas digester in typical area	(17)
Appendix C	Heating coil arrangement in biogas digester	(20)
	Explanation of wording in this specification	(21)

List of quoted standards	(22)
Addition;Explanation of provisions	(23)

1 总 则

1.0.1 为使地源热泵式沼气发酵池加热系统设计、施工及调试、验收做到技术先进、经济合理、安全适用,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于没有沼气发电余热等其他廉价热源、采用中温发酵工艺新建和改、扩建的大、中型沼气发酵池的地源热泵加热系统工程设计、施工及验收。

1.0.3 地源热泵式沼气发酵池加热系统设计、施工及调试、验收除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 沼气工程 biogas plant

以规模化厌氧消化为主要技术,集污水处理、沼气生产、资源化利用为一体的系统工程。

2.0.2 沼气发酵池 biogas reactor

用于制取沼气的厌氧消化装置,又称厌氧消化器。

2.0.3 进料 feed

经过粉碎、除沙、混合、稀释等处理后,将要进入沼气发酵池内或加热计量池内的发酵原料。

2.0.4 水力停留时间 hydraulic retention time (HRT)

待处理污水在反应器内的平均停留时间,即一个消化器内的消化液按体积计算被全部置换所需要的时间。

2.0.5 地热能换热系统 geothermal exchange system

提取浅层地热能资源的热交换系统,包括土壤换热系统、地表水换热系统、地下水换热系统三种形式。

2.0.6 水源热泵机组 water-source heat pump unit

以水或添加防冻剂的水溶液为冷/热端传热介质的热泵,本规程特指水-水热泵。

2.0.7 加热系统末端 terminal device of heating system

用于加热沼气发酵池内料液的热交换装置,有池内加热盘管和池外换热器两种形式。

2.0.8 地源热泵加热系统 ground source heat pump heating system

由地热能换热系统、加热系统末端、水源热泵机组和控制系统组成的、为沼气发酵池内料液增温的系统。

2.0.9 围护结构耗热量 heat loss of envelope

在沼气发酵池内外温差的作用下,池壁、池底和池顶等围护结构与周边环境的热交换引起的热量损失,单位为 W。

2.0.10 进料耗热量 heat loss by feeding

将进料加热至池内设计温度时所消耗的热量,单位为 MJ/d。

2.0.11 生物热 bio-heat

微生物在生长繁殖过程中本身所产生的热量,单位为 W。

2.0.12 搅拌热 stirring-heat

搅拌器在搅拌过程中,带动发酵液做机械运动,造成液体与设备之间、液体与液体之间的摩擦而产生的热量,单位为 W。

2.0.13 沼气发酵池热负荷 heat load of biogas digester (HLBD)

在某一室外温度下,为达到要求的沼气发酵池内温度,加热系统在单位时间内向沼气发酵池供给的热量,单位为 W。

2.0.14 沼气发酵池热负荷概算指标 computation index of HLBD

在方案初步设计或扩初阶段,为了对沼气工程热负荷进行快速计算而提出的沼气发酵池热负荷估算指标,包括围护结构热负荷指标(W/m^3)和日进料耗热量指标 $[MJ/(m^3 \cdot d)]$ 。

3 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 地源热泵式沼气发酵池加热系统的方案设计前,应进行工程场地状况调查和浅层地热能资源勘察。工程勘察应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 中的相关规定。

3.1.2 地源热泵式沼气发酵池加热系统的设计应以设计合同书、业主要求、地源热泵工程勘察报告、沼气工程相关工艺参数为依据。

3.1.3 地源热泵式沼气发酵池加热系统的设计应包括下列内容:

- 1 沼气发酵池热负荷计算;
- 2 加热系统方案的确定;
- 3 地热能换热系统设计;
- 4 加热系统末端设计;
- 5 监测与控制系统设计。

3.1.4 地源热泵式沼气发酵池加热系统设计文件应包括设计总说明、系统原理图、平面布置图、设备选型及安装大样图等。

3.1.5 对于配备地源热泵加热系统的沼气工程,应对沼气发酵池体进行保温,并且应采取外保温的形式,经济保温厚度计算方法可按本规程的附录 A 执行。

3.2 沼气发酵池热负荷计算

3.2.1 沼气发酵池热负荷,应根据沼气发酵池的下列散失和获得的热量确定:

- 1 围护结构耗热量;
- 2 进料耗热量;

3 内部得热量(搅拌热、生物热)。

3.2.2 围护结构耗热量应包括基本耗热量和附加耗热量。

3.2.3 围护结构的基本耗热量应按下列式计算：

$$Q_w = KA(t_n - t_w) \quad (3.2.3)$$

式中： Q_w ——围护结构的基本耗热量(W)；

K ——围护结构的传热系数[W/(m²·℃)]；

A ——围护结构的面积(m²)，取围护结构的外表面面积；

t_n ——沼气发酵池内计算温度(℃)；

t_w ——沼气发酵池外计算温度(℃)。

3.2.4 地上部分围护结构的附加耗热量，应按其占基本耗电量的百分率确定。各项附加百分率，宜按下列规定的数值选用：

1 朝向修正率 f_c ：

北、东北、西北 0~10%

东、西 -5%

东南、西南 -10%~ -15%

南 -15%~ -30%

池顶(冬季) -10%~ -20%

池顶(夏季) 0~5%

2 风力附加率 f_w ：沼气发酵池在不避风的高地、河边、海岸、旷野上时，垂直的外围护结构附加 5%~10%。

3 高度附加率 f_h ：对于高度超过 3m 的沼气发酵池，每高出 1m 应附加 2%，但总的附加率不应超过 15%。

3.2.5 计算围护结构耗热量时，沼气发酵池内计算温度应根据沼气管道工艺参数确定，对于具有明显温度分层的沼气发酵池，应根据温度梯度在高度方向进行必要的修正。温度梯度值不能确定时，可按本规程第 3.2.4 条第 3 款规定的高度附加率进行修正。

3.2.6 进料耗热量应按下列式计算：

$$Q_i = c_i m_i (t_n - t_i) / (3.6 T_i) \quad (3.2.6)$$

式中： Q_i ——进料耗热量(W)；

c_i ——进料比热容[kJ/(kg·℃)],不能确定时可取4.18kJ/(kg·℃);

m_i ——每天的进料量(kg/d);

t_i ——进料温度(℃);

T_i ——每天的进料时间(h/d)。

3.2.7 内部得热量主要包括生物热和搅拌热两部分,生物热应按下式计算:

$$Q_b = 0.334V_g q_b \quad (3.2.7-1)$$

式中: Q_b ——生物热(W);

V_g ——每天的产气量(m³/d);

q_b ——每摩尔甲烷产量的生物热(kJ/mol),取135.6 kJ/mol。

当采用机械搅拌方式时,搅拌热应按下式计算:

$$Q_s = 1000n_1 n_2 N / \eta \quad (3.2.7-2)$$

式中: Q_s ——机械搅拌热(W);

N ——搅拌机的电动机功率(kW);

η ——电动机效率。电机在沼气发酵池内时, η 取75%~89%;电动机在沼气发酵池外时, η 取1;

n_1 ——利用系数,电机最大实效功率与安装功率之比,一般取0.7~0.9;

n_2 ——电动机负荷系数,一般取0.5左右。

当采用液体或气体搅拌的方式时,搅拌热可忽略不计。

3.2.8 沼气发酵池的瞬时总热负荷为围护结构耗热量、进料耗热量及内部得热量在同一时间叠加值,按下式计算得出:

$$Q_t = Q_w(1 + f_t + f_w)(1 + f_h) + \lambda \cdot Q_i - (Q_b + Q_s) \quad (3.2.8)$$

式中: Q_t ——沼气发酵池总热负荷(W);

λ ——进料时间系数,有进料时 λ 取1,无进料时 λ 取0。

3.2.9 在方案初步设计阶段和扩初阶段,沼气发酵池热负荷可根据实际工程积累的经验数据进行估算,或通过热负荷概算指标按

下式进行估算：

$$Q_t = V \left(\alpha \cdot q_{w,100} + \frac{278\lambda \cdot \beta \cdot q_{f,20}}{T_f} \right) \quad (3.2.9)$$

式中： V ——沼气发酵池的容积(m^3)；

$q_{w,100}$ —— $100m^3$ 围护结构热负荷概算指标(W/m^3)，可按附录 B-1 取用；

$q_{f,20}$ ——HRT=20d 的日进料耗热量概算指标(MJ/d)，可按附录 B-3 取用；

α ——围护结构热负荷概算指标池容积修正系数，可按附录 B-2 取用；

β ——日进料耗热量概算指标水力停留时间修正系数，可按附录 B-4 取用；

T_f ——每天的进料时间(h/d)。

3.3 加热系统方案的确定

3.3.1 加热系统方案的确定应包括下列内容：

- 1 地热能换热系统形式；
- 2 加热系统末端形式；
- 3 水源热泵机组的制热功率。

3.3.2 地热能换热系统形式的选择，应根据当地的水文地质条件、沼气工程规模、能源政策、环保等要求，通过技术经济比较确定，并应符合下列规定：

- 1 具备地表水资源利用条件的地区，宜采用地表水换热系统。
- 2 采用土壤换热系统形式时，应考虑长期单向取热运行条件下的土壤热平衡。
- 3 地面或地层有污染源的地区，不应采用地下水换热系统形式。

3.3.3 加热系统末端形式，应根据沼气发酵工艺和热负荷特点综

合确定,并应符合下列规定:

1 对于进料流量大、热负荷集中的沼气工程,宜采用池内加热的末端形式。

2 对于进料流量大、但热负荷相对分散的沼气工程,宜采用池内加热和池外加热相结合的末端形式。

3.3.4 水源热泵机组的制热功率应根据沼气发酵工艺要求和热负荷特点,经过技术经济比较后确定。最小制热功率应符合下列规定:

1 沼气工程在最冷月启动时,水源热泵机组应能在沼气发酵工艺规定的启动调试时间内将发酵池内料液温度提升至设计温度。

2 沼气工程在最大热负荷日正常运行时,水源热泵机组应能维持发酵池内料液温度稳定在设计温度范围内。

3.4 地热能换热系统设计

3.4.1 地热能换热系统设计应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 中的相关规定。

3.4.2 进行地热能换热系统设计前,宜进行沼气工程的全年日耗热量动态分析,地热能换热系统的换热量应满足地源热泵系统最大吸热量的需求。

3.4.3 对于地埋管换热系统的设计,应采用专用软件对地埋管附近土壤温度变化进行预测分析,在沼气工程的生命周期内,地埋管附近土壤的最低温度应能满足地埋管的换热需求;不能满足时,应采取一定的热平衡措施。

3.5 加热系统末端设计

3.5.1 加热系统末端的设计应与水源热泵机组的参数相适应。

3.5.2 池内加热形式的加热系统末端设计应符合下列规定:

1 热交换盘管的总长度,应根据水源热泵机组制热功率经过

换热计算确定。

2 换热盘管内传热介质应处于紊流状态,管内流速不宜小于 0.25m/s 。

3 热交换盘管应根据沼气工程规模、热泵机组制热功率划分为若干个并联环路,各并联环路的长度不宜超过 120m ,且在沼气发酵池底部至少应设置一个环路;四壁设有加热环路时,环路的最高点应在料液高度的 $3/4$ 处以下。

4 热交换盘管设有多个加热环路时,各加热环路的管长应尽量接近,并且应对各加热环路进行水力平衡计算,热交换盘管的水力计算可按现行行业标准《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142 进行。

5 热交换盘管的间距应根据热交换盘管的总长度和盘管布置区的面积确定,对于公称外径为 16mm 的管,热交换盘管的间距宜取 150mm ;对于公称外径为 20mm 的管,热交换盘管的间距宜取 200mm 。

6 热交换盘管应与发酵池的内壁面保持一定间距布置,间距宜取 $50\text{mm}\sim 150\text{mm}$ 。

7 热交换盘管系统应设置反冲洗装置。

3.5.3 池外加热形式的加热系统末端设计应符合下列规定:

1 外加热池形式的加热系统末端设计应符合本规程第 3.5.2 条的规定,且外加热池内应设置搅拌装置。

2 池外换热器形式的加热系统末端应选专用的耐腐蚀污水换热器,换热器应由最高进料温度工况进行选型设计。

3.5.4 加热系统末端管材应符合下列规定:

1 加热系统末端应选用导热系数大、流动阻力小及耐腐蚀的管材,与发酵料液直接进行热交换的管材,宜选用耐高温聚乙烯管(PE-RT)、交联聚乙烯管(PE-X)、聚丁烯管(PB)等,其质量应符合国家现行有关标准中的各项规定。

2 管件的材料应与管材相同。

3 管材及管件的工作温度应能承受热泵机组的最高热水温度。

4 管材公称压力不应小于 1.0MPa。

3.6 监测与控制系统设计

3.6.1 地源热泵式沼气发酵池加热系统应设置监测与控制系统。设计时,应根据工程规模、运行管理要求、工程投资情况等因素,因地制宜选择监测指标和自动化程度。

3.6.2 地源热泵式沼气发酵池加热系统,宜对下列参数进行监测:

- 1 沼气发酵池内温度。
- 2 水源热泵机组热源侧的供回水温度、压力、流量。
- 3 水源热泵机组用户侧的供回水温度、压力、流量。
- 4 水源热泵机组、循环水泵的耗电量。
- 5 水泵进出口压力、过滤器前后压力。
- 6 水源热泵机组、水泵、搅拌器等设备的启停状态。

3.6.3 监测与控制系统的仪表、设备应选用耐腐材料或进行相应的防腐处理。

3.6.4 沼气发酵池内温度、设备启停状态等代表性的参数,宜在控制配电室内设置检测仪表以便于观察。

3.6.5 检测沼气发酵池内温度的传感器布置应符合下列规定:

- 1 在竖直方向上,应布置在距离沼气发酵池底部 $1/3 \sim 1/2$ 高度处。
- 2 在水平方向上,应布置在距离池内壁不小于 0.5m 处。

3.6.6 地源热泵式沼气发酵池加热系统的自动运行控制策略,应根据热负荷特点、沼气发酵工艺要求及水源热泵制热功率等因素,通过技术经济比较后确定。控制系统的设置应符合下列规定:

1 加热系统中各相关设备及附件应与热泵机组连锁,顺序启停。加热系统与搅拌系统应进行电气连锁,加热时间段内搅拌系统的运行时间应根据加热系统要求确定。

- 2 设计自动运行控制的加热系统时,应同时设置手动控制方式。

4 施 工

4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 地源热泵式沼气发酵池加热系统的施工应由具有相应资质的单位承担。
- 4.1.2 地源热泵式沼气发酵池加热系统施工前,应由设计单位进行技术交底,施工单位应编制施工方案。
- 4.1.3 建造沼气发酵池时,应为地源热泵加热系统预留必要的用于管道、仪表设备安装和维修的孔洞。
- 4.1.4 地热能换热系统、机电设备的施工安装应符合国家现行有关标准的规定。

4.2 加热系统末端施工

- 4.2.1 池内加热盘管安装前应具备设计文件和施工图纸。
- 4.2.2 施工的环境温度不宜低于 5℃,低于 5℃时应采取升温措施。
- 4.2.3 加热管应按设计图纸标定的管间距和走向进行敷设。管道安装间断和完毕时,敞口处应随时封堵。
- 4.2.4 加热管的弯曲应符合下列要求:
 - 1 管道安装时应防止管道扭曲。
 - 2 塑料加热管的弯曲半径不宜小于 6 倍管外径,当加热管设计间距较小,平行型布置[图(a)]或双平行型布置[图(b)]不能满足最小弯曲半径要求时,可采用回折型布置方式[图(c)]。
 - 3 加热管弯曲时,圆弧的顶部应加以限制,并应固定,不得出现“死折”。
- 4.2.5 沼气发酵池内部的加热管不应有接头,内部加热盘管应通

过预留套管穿出沼气发酵池围护结构,并采用止水环进行密封。

4.2.6 加热管应设固定装置,宜用卡件将加热管固定在铺设于沼气发酵池内壁面上的网格上,严禁采用扎带等强度不足的管件固定方式。

4.2.7 加热管弯头两端宜固定。加热管直管段固定点间距不宜超过 500mm,弯曲管段固定点间距宜为 200mm~300mm。

4.2.8 设有多个加热环路时,应通过分、集水器连接各个环路,分、集水器应安装在沼气发酵池外部易于维护操作的地方,且分水器、集水器宜在开始铺设加热管之前进行安装,安装位置应高于环路最高点。

4.2.9 加热管与分水器、集水器连接,应采用卡套式、卡压式挤压夹紧连接。连接件材料宜为铜质。

4.2.10 在分、集水器处,宜对各加热环路的供回水管安装关断阀门。

4.3 防护与绝热

4.3.1 地源热泵式沼气发酵池加热系统的防雷与接地应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 等相关规定执行。

4.3.2 地源热泵式沼气发酵池加热系统的金属管及管件、仪表设备应采取必要的防腐措施;明装 PPR 管道和保温管道应做防直射处理。

4.3.3 保温材料在施工现场不得雨淋或存放在潮湿场所。

4.3.4 沼气发酵池体保温施工应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 中的相关规定。

4.3.5 从事矿渣棉、玻璃纤维棉(毡)等作业时,衣领、袖口、裤脚应扎紧。

4.3.6 机房内热水管道、定压补水管道应在防腐和水压试验合格后进行保温施工。

5 试验、调试及验收

5.1 一般规定

5.1.1 试验、调试与验收应由施工单位提出书面报告,监理单位组织各相关专业进行检查和验收,并应做好记录。

5.1.2 地源热泵式沼气发酵池加热系统交付使用前,应进行系统验收,合格后方可投入使用。

5.2 试验与调试

5.2.1 地热能换热系统验收应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的相关规定。

5.2.2 池内加热盘管安装过程中,应进行现场检验,并提供检验报告。检验内容应符合下列规定:

1 管材、管件、分集水器、阀门配件等应符合国家现行有关标准的规定。

2 加热管的管间距、弯曲半径应符合设计要求,管道固定应牢靠。

3 每个加热环路的管总长度与设计图纸误差不应大于8%。

4 加热管与分水器、集水器的连接处应无渗漏。

5 加热管在发酵池内应没有接头。

6 加热管穿越沼气发酵池壁面时密封应严密。

7 加热管路水压试验合格。

8 加热管路通水试验合格。

5.2.3 池内加热管路水压试验应符合下列规定:

1 水压试验应在系统冲洗之后进行。

2 水压试验宜进行两次,分别为池内加热盘管安装固定牢靠

后和加热系统末端全部安装完成后。

3 水压试验应以每组分水器、集水器为单位,逐回路进行。

4 试验压力应为工作压力的 1.5 倍,且不应小于 0.6MPa。

5 在试验压力下,金属及其复合管恒压 10min,管内压下降应小于或等于 0.02MPa;PR-R 管恒压 1h,允许最大下降压力为 0.05MPa。

6 水压试验宜采用手动泵缓慢升压,升压过程中应随时观察与检查不得有渗漏。

7 在有冻结可能的情况下试压时,应采取防冻措施,试压完成后应及时将管内的水吹净、吹干。

5.2.4 池内加热管路通水试验应符合下列规定:

1 通水试验宜在水压试验之后进行。

2 在设计流量下,应以每组分水器、集水器为单位,逐回路测试各回路的阻力损失。

3 各回路的压降不平衡率不应超过 10%。

5.2.5 池外换热器形式的加热系统末端的检验与验收应符合下列规定:

1 换热器的质量应符合国家现行有关标准的规定。

2 换热器在实际工况下的换热量应满足设计要求。

3 管路系统应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定。

5.2.6 机电设备的检验与验收应符合下列规定:

1 各个部件的规格、性能及技术参数等应符合设计要求,并具备产品合格证书、产品性能检测报告及产品说明书等文件。

2 热泵机组、附属设备及管路系统的验收应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 及《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

3 电气工程的验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254 及《建筑电气工程施工质量

验收规范》GB 50303 的规定。

5.3 系统验收

5.3.1 地源热泵式沼气发酵池加热系统的验收应在各分项试验和系统调试合格后进行。

5.3.2 地源热泵式沼气发酵池加热系统调试应符合下列规定：

1 系统调试前，应编制调试方案。

2 调试过程中，应进行水力平衡调试，确定系统循环总流量、各分支流量均达到设计要求。各环路流量、压力应达到基本平衡，并应符合设计要求。

3 水力平衡调试完成后，应进行热泵机组的试运转，并填写运转记录，运行数据应达到设备技术要求。

4 热泵机组试运转正常后，应进行连续 24h 的系统试运转。系统试运转中，应观测监控系统的状态参数是否正确显示，设备连锁、自动调节、自动保护机构是否能够正确动作。

5 系统调试合格后，应编写调试报告及运行操作规程，并提交甲方确认后存档。

5.3.3 加热系统调试合格后应进行竣工验收，竣工验收应由建设单位负责，组织施工、设计、监理等单位共同进行，验收合格后应办理竣工验收手续。

附录 A 沼气发酵池经济保温厚度计算方法

A.0.1 沼气发酵池围护结构经济保温层厚度可按下列公式计算：

$$\delta = A_0 \sqrt{\frac{f_n \cdot \lambda \cdot t(T - T_s)}{P_i \cdot S}} - \frac{\lambda}{\alpha} \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$f_n = \frac{10^3 p_n}{3.6COP} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中： δ ——保温层厚度(m)；

A_0 ——常数， A_0 取 1.8975×10^{-3} ；

f_n ——热价(元/ 10^6 kJ)；

p_n ——电价[元/(kW·h)]；

COP ——热泵机组性能系数，由热泵性能参数查得，不确定时可取 3.5；

λ ——保温材料制品导热系数[W/(m·K)]，对于软质材料应取安装密度下的导热系数；

t ——年运行时间(h)；

T ——设备和管道的外表面温度(K)；

T_s ——环境温度(K)；

P_i ——保温结构单位造价(元/ m^3)；

S ——保温工程投资贷款年分摊率，按复利计息： $S =$

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} (\%)$$

i ——年利率(复利率)(%)；

n ——计息年数(年)；

α ——保温层外表面向大气的放热系数[W/(m^2 ·K)]。

附录 B 典型地区沼气发酵池热负荷概算指标

表 B-1 围护结构热负荷指标($V=100\text{m}^3$) (W/m^3)

地点	月 份												max	min
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
北京	27	25	21	15	10	7	6	7	10	15	21	26	27	6
长春	36	33	27	19	13	10	8	9	13	19	27	33	36	8
长沙	21	20	17	12	9	6	4	4	8	11	15	19	21	4
成都	20	19	16	12	9	7	6	6	9	12	16	19	20	6
重庆	19	17	15	11	9	7	5	4	8	11	14	17	19	4
福州	16	16	14	11	9	6	4	4	6	9	12	14	16	4
广州	15	14	12	9	6	5	4	4	5	7	10	13	15	4
哈尔滨	37	34	27	20	14	10	8	9	15	20	28	35	37	8
海口	12	11	9	6	5	4	4	5	5	6	8	11	12	4
杭州	21	20	17	13	10	7	4	5	8	11	15	19	21	4
合肥	22	21	17	13	10	7	4	5	8	12	17	21	22	4
济南	25	23	19	13	9	6	5	6	9	13	19	23	25	5
昆明	18	17	15	12	11	10	10	10	12	13	16	18	18	10
拉萨	25	23	21	18	15	13	13	14	15	18	22	25	25	13
兰州	29	25	20	16	12	10	9	9	13	17	23	27	29	9
南昌	20	19	16	12	9	6	4	4	7	10	15	18	20	4
南京	23	21	18	14	10	7	5	5	8	12	17	21	23	5
南宁	15	14	12	8	6	5	4	4	5	7	11	13	15	4
上海	21	21	18	14	11	8	5	5	7	11	15	20	21	5
沈阳	32	30	24	17	12	9	7	8	12	17	24	30	32	7
太原	28	26	22	16	12	9	8	9	13	17	23	27	28	8

续表 B-1

地点	月 份												max	min
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
西安	24	22	18	14	11	6	5	6	10	14	19	23	24	5
武汉	21	20	17	12	9	6	4	4	8	12	16	20	21	4
乌鲁木齐	32	31	26	17	12	9	7	8	12	19	25	30	32	7
天津	27	25	20	15	10	7	6	6	9	14	20	25	27	6
西宁	30	27	23	18	15	13	12	13	16	19	24	28	30	12
银川	30	27	22	17	12	9	8	9	13	17	23	28	30	8
郑州	24	23	19	14	9	6	5	6	9	13	19	23	24	5

表 B-2 围护结构热负荷指标池容积修正系数

沼气发酵池容积 $V(\text{m}^3)$	15	50	100	200	300	500	700	900	1000
修正系数	1.94	1.27	1.00	0.79	0.69	0.58	0.51	0.47	0.46

表 B-3 日进料耗热量指标 $[\text{MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})]$

地点	月 份												max	min
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
北京	3.14	2.99	2.53	2.00	1.70	1.40	1.25	1.40	1.70	2.00	2.61	2.99	3.14	1.25
长春	2.84	2.84	2.84	2.46	1.70	1.40	1.70	1.70	1.85	2.00	2.84	2.84	2.84	1.40
长沙	2.84	2.46	2.46	2.08	1.85	1.47	1.47	1.47	1.47	1.85	2.46	2.84	2.84	1.47
成都	2.46	2.31	2.08	2.08	1.85	1.47	1.10	1.10	1.47	2.08	2.46	2.84	2.84	1.10
重庆	2.46	2.31	2.08	2.08	1.85	1.47	1.10	1.10	1.47	2.08	2.46	2.84	2.84	1.10
福州	2.46	2.08	2.08	1.70	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	2.08	2.46	2.46	1.47
广州	2.46	2.08	1.70	1.32	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.47	2.08	2.46	2.46	1.10
哈尔滨	2.84	2.84	2.84	2.84	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	2.23	2.84	2.84	2.84	1.85
海口	2.08	2.08	2.08	1.70	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.70	2.08	2.08	1.47
杭州	2.84	2.84	2.46	2.08	1.85	1.47	1.47	1.47	1.47	1.85	2.46	2.84	2.84	1.47
合肥	2.84	2.84	2.46	2.08	1.85	1.47	1.47	1.47	1.47	1.85	2.46	2.84	2.84	1.47

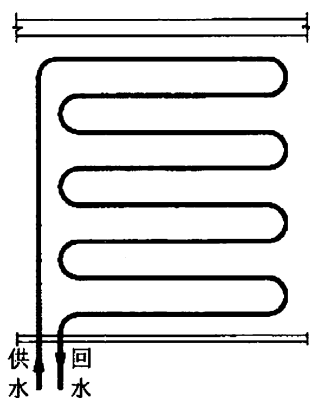
续表 B-3

地点	月 份												max	min
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
济南	2.84	2.84	2.46	2.08	1.85	1.47	1.47	1.47	1.47	2.23	2.84	2.84	2.84	1.47
昆明	2.46	2.46	2.08	2.08	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.85	2.46	2.46	2.46	1.47
拉萨	2.84	2.84	2.84	2.46	1.85	1.85	1.85	1.85	2.23	2.23	2.84	2.84	2.84	1.85
兰州	1.15	1.23	1.36	1.18	1.00	1.26	1.69	1.69	1.51	1.07	1.15	1.00	2.84	1.00
南昌	2.46	2.46	2.08	2.08	1.85	1.47	1.47	1.47	1.47	1.85	2.08	2.84	2.84	1.47
南京	2.84	2.61	2.46	2.08	1.85	1.47	1.10	1.10	1.47	1.85	2.46	2.84	2.84	1.10
南宁	2.46	2.46	2.08	2.08	1.47	1.47	1.10	1.10	1.47	1.47	2.08	2.08	2.46	1.10
上海	2.46	2.46	2.31	2.08	1.85	1.47	1.47	1.47	2.84	1.85	2.08	2.46	2.84	1.47
沈阳	2.84	2.84	2.84	2.08	1.85	1.85	1.47	1.47	1.85	2.23	2.84	2.84	2.84	1.47
太原	2.84	2.84	2.84	2.08	1.85	1.85	1.47	1.47	1.85	2.23	2.84	2.84	2.84	1.47
西安	2.84	2.68	2.23	1.78	1.93	1.47	1.40	1.47	1.93	1.63	2.38	2.84	2.84	1.40
武汉	2.61	2.46	2.08	1.63	1.78	1.47	1.25	1.32	1.63	1.32	2.00	2.38	2.61	1.25
乌鲁木齐	2.84	2.84	2.84	2.15	2.08	1.70	1.55	1.63	2.08	2.08	2.99	3.52	3.52	1.55
天津	2.84	2.84	2.46	1.93	1.85	1.55	1.32	1.40	1.85	1.63	2.46	2.91	2.91	1.32
西宁	2.84	2.84	2.46	2.31	1.85	1.47	1.47	1.47	1.63	2.23	2.84	2.84	2.84	1.47
银川	2.84	2.84	2.46	2.08	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	2.23	2.84	2.84	2.84	1.47
郑州	2.84	2.84	2.46	1.70	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	2.23	2.84	2.84	2.84	1.47

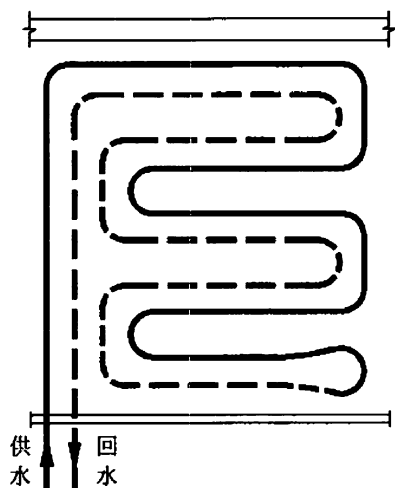
表 B-4 日进料耗热量指标水力停留时间修正系数

水力停留时间(d)	15	20	25	30
修正系数	1.33	1	0.8	0.67

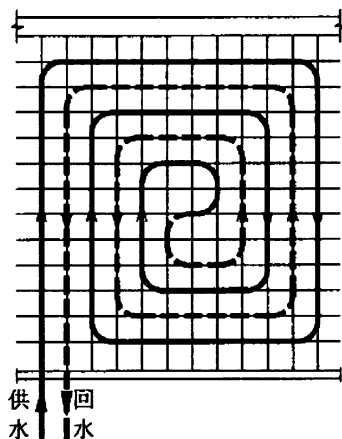
附录 C 池内加热盘管布置方式



(a) 平行型布置



(b) 双平行型布置



(c) 回折型布置

图 C 池内加热盘管布置方式

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
- 《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142
- 《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144

中国工程建设协会标准

地源热泵式沼气发酵池
加热技术规程

CECS 339 : 2013

条文说明

目 次

1	总 则	(27)
3	设 计	(28)
3.1	一般规定	(28)
3.2	沼气发酵池热负荷计算	(29)
3.3	加热系统方案的确定	(32)
3.4	地热能换热系统设计	(34)
3.5	加热系统末端设计	(34)
4	施 工	(36)
4.2	加热系统末端施工	(36)

1 总 则

1.0.2 根据现行行业标准《沼气工程规模分类》NY/T 667, 沼气工程规模分为大型、中型和小型沼气工程。对于小型沼气工程, 热需求量较小, 单独配备一套地源热泵加热系统在经济上不划算。为此, 本技术规程主要是针对大、中型沼气工程。同时, 由于当前常规地源热泵机组出水温度一般在 55°C 以下, 用常规地源热泵机组为采用高温发酵工艺 ($46^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$) 的沼气池加热时, 很难保证发酵池内温度要求且能源利用效率低下, 不建议使用。

3 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 工程场地状况及浅层地热能资源条件是能否应用地源热泵系统的基础。地源热泵加热系统方案设计前,应根据调查及勘察情况,合理地选用低位热源的形式。浅层地热能资源的勘察包括地埋管换热系统勘察、地下水换热系统勘察及地表水换热系统勘察,现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 对这三种低位热源系统的勘察内容作了详细的规定,进行工程勘察时应按该标准的相关规定执行。

3.1.2 前期搜集的基础资料主要为后期的方案设计与计算提供依据。工程勘察报告应包含工程场地状况调查及浅层地热能资源勘察两部分,主要为确定地源热泵系统低位热源形式(地埋管、地下水、地表水)提供依据。沼气发酵池内、外计算温度、进料参数(温度、进料量、进料方式)及围护结构参数决定了沼气工程的热量需求规律,是沼气工程设计的主要工艺参数。其中,沼气发酵池外计算温度应根据沼气发酵池的外部环境确定,沼气发酵池的地下部分,通过当地的地层资料获取。沼气发酵池暴露在大气环境中的地上部分,其外部计算温度可通过气象资料获取,取典型气象年的逐时、逐日或逐月平均干球温度。沼气发酵池内的温度,通常会由于搅拌不均、消化器过高等因素在高度方向存在温度梯度,因此,结合已有的工程经验,本规程规定沼气发酵池内计算温度为 $(1/3 \sim 1/2)$ 高度处的池内设计温度。进料温度主要由原料的存放地点、发酵工艺等因素决定。存放在室外的原料通常比存放在室内的原料温度低,原料的处理工艺也会影响进料的温度,由消化器内上清液稀释的原料通常要比自来水或地表水稀释的原料温度

高,因此,进料温度应在考虑这些因素的基础上,根据工程经验和理论推导获得。

3.1.5 对于地源热泵式沼气发酵池加热系统,沼气发酵池围护结构的散热是其热负荷构成的主要因素之一。因此,通过保温减少围护结构的散热量,可以大大地降低沼气工程的热量需求,进而达到降低沼气工程加热成本的目的。但是,增加池体的保温势必会增加工程的初投资,所以,应结合当地的气候条件,从投资经济性角度出发,选取一个适宜的经济保温层厚度。另外,由于沼气发酵池内壁面常年与发酵料液接触,不适合于做内保温。

3.2 沼气发酵池热负荷计算

3.2.1 沼气发酵池热负荷应通过建立沼气发酵池的热平衡模型进行计算。对于沼气发酵池来说,热量损失主要来自两部分:围护结构与周边环境的热传递引起的热量损失和进出物料引起的热量损失。在中温发酵和高温发酵条件下,设计的池内温度一般都要比环境温度高,所以将围护结构与周边环境的热传递过程归为热损失项,并称之为围护结构耗热量,当环境温度高于设计的池内温度时,该项取负值,即为得热项。进出物料包括进出料液和产出沼气两部分,根据物料平衡,每天进入消化器的料液的质量应等于每天排出的料液及产出的沼气质量之和,而由于排出的料液和产出的沼气的温度都等于消化器内设计温度,所以进出物料引起的热量损失实际上就是补偿进入料液达到池内设计温差所需的热量,因此该项可归纳为进料耗热量。另外,沼气发酵池还会由于生物热、搅拌等内部热扰获得一部分热量,这部分得热量虽然不是很大,但在进行较精确的能量平衡计算时,应将其计算在内。沼气发酵池的热平衡计算模型如图 1 所示。

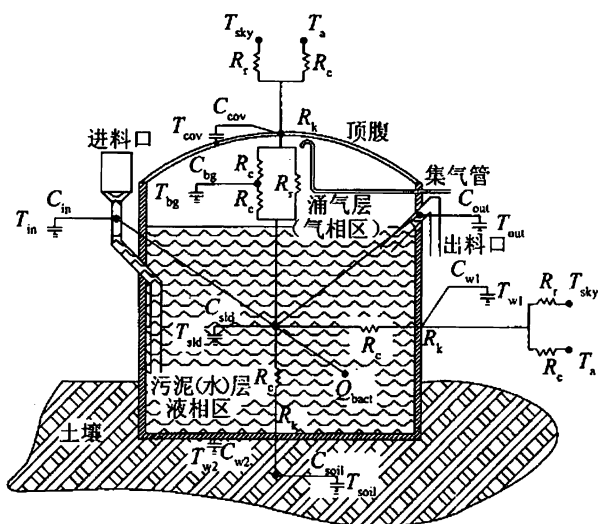


图1 沼气发酵池的热平衡计算模型

3.2.2 影响围护结构耗热量的因素很多,如围护结构的传热系数、传热温差、面积、朝向、高度及所在地的风速等。在这些影响因素中,有的可以当做是基本状态量,通过建立一般的传热模型进行分析计算,而很多因素对围护结构耗热量的影响很难通过建立模型求解获得,只能根据经验进行相应的修正。所以,计算围护结构耗热量时,应将这两部分分开。

3.2.3 进行围护结构基本耗热量计算时,应将围护结构的传热系数不同的部分(如池顶和其他围护结构的传热系数有差异时)或沼气发酵池外计算温度不同的部分(如沼气发酵池有地下和地上两部分时)分开计算,然后将各部分的耗热量进行叠加。

3.2.4 在沼气发酵池内料液的自然对流作用下,沼气发酵池内的温度在高度方向存在一定的梯度,从沼气发酵池的底部到顶部呈现温度增大的趋势。而在搅拌的作用下,这种垂直的温度梯度会得到一定程度的减小,减小的程度取决于搅拌的强度。对于搅拌强度不是很大的沼气发酵池来说,当沼气发酵池的(1/3~1/2)高

度处达到沼气发酵池内计算温度时,其(1/3~1/2)以上高度区域的温度将会大于沼气发酵池内计算温度,这就使得该区域的实际耗热量要比按公式(3.2.3)计算出的耗热量大,为此,应根据实际情况对 t_0 进行修正。

3.2.5 进行朝向修正主要是基于两方面的考虑:一是围护结构受到太阳辐射的影响,其外壁面温度升高,导致围护结构的实际耗热量会有所降低,故应附加一个负的修正率,但由于不同朝向的太阳辐射强度值不一样,所以朝向附加率会有所不同;二是受围护结构低温长波辐射的影响,围护结构的实际耗热量会有所增加,故应附加一个正的修正率。在综合考虑这两方面影响的基础上,可以得出以下结论:北向应附加,南向附减;沼气发酵池外计算温度越高,北向附加值越大;池顶冬季附减,夏季附加。风力修正主要是基于风速对围护结构外表面换热系数考虑的。风速越大,表面换热系数越大,围护结构耗热量就越大。由于沼气发酵池内温度梯度的影响,往往使沼气发酵池上部的传热量加大,故应进行高度附加,并且由于高度附加是在朝向修正和风力修正的基础上进行的,所以高度附加率应附加于围护结构的基本耗热量和其他附加耗热量上。

3.2.6 在能确定发酵原料组分的情况下,应对进料的比热容进行计算。不确定其组分时,由于进料一般为 6%~12%浓度的料液,故可将其比热容近似地认为是水的比热容,即 $4.18\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。进料耗热量之所以以瓦(W)为单位,是为了方便进行负荷叠加获得沼气发酵池瞬时总热负荷,因此,进行进料耗热量计算时,应特别注意进料的时间段概念,只有在进料的时间段内才有进料耗热量项,否则,该项为 0。

3.2.9 热负荷概算指标主要是为了对沼气工程热负荷进行快速估算。而根据已有的研究结果和工程经验,内部得热量比消化器的耗热量要小很多,因此,利用热负荷概算指标进行沼气工程热负荷估算时可以不考虑内部热扰得热量,即热负荷概算指标只包括

围护结构热负荷指标和进料热负荷指标两项。围护结构热负荷指标主要与围护结构的传热系数、传热面积及沼气发酵池内外温差有关,而传热面积与沼气发酵池体积有密切关系,沼气发酵池内外温差则取决于池内设计温度及该地区的气候条件。基于此,附录 B-1 给出了我国典型地区池容积为 100m^3 的沼气发酵池围护结构热负荷指标,附录 B-2 给出了不同池容积下的修正系数。而每天单位池容积的进料耗热量主要取决于气候条件及料液的水力停留时间,但进料耗热量在全天的分布情况(即进料热负荷)还与进料方式及进料时间有关,即取决于发酵工艺设计。所以,附录 B-3 给出了我国典型地区水力停留时间为 20d 时单位池容积的日进料耗热量,附录 B-4 给出了不同水力停留时间下的日进料耗热量指标修正系数。

3.3 加热系统方案的确定

3.3.1 加热系统方案的确定是进行加热系统深化设计的依据和基础。一个完整的地源热泵加热系统包括低位热源、热泵主机和加热末端三大部分,而这三大部分又分别有多种形式或参数,这些不同形式和参数的组合将形成多种方案,因此,确定加热方案就必须明确这三大部分各自的形式和参数。

3.3.2 本规程涉及的地热能换热系统形式包括土壤换热系统、地下水换热系统、地表水换热系统三种。地表水作为低温热源时,由于其流动性和导热性要远大于浅层岩土体,基本上不需考虑全年热平衡问题。因此,在具备地表水作为低位热源的地区,应优先利用地表水作为热泵的低位热源。由于沼气工程地热能换热系统是一个单向取热的过程,利用导热系数小的土壤作为低温热源时,土壤的温度会逐年降低,为控制土壤温度在沼气工程的生命周期内仍处于可利用的范围之内,否则,应考虑增加辅助热源的形式。为满足大热负荷沼气工程的加热需求,在技术经济合理的情况下,可采用浅层地热能-太阳能、浅层地热能-空气能等复合式低位热源

系统进行调峰,以提高加热系统的稳定性和运行效率。

3.3.3 加热系统末端有池内加热和池外加热两种形式,其中池内加热方式是指热媒在沼气发酵池内部通过热交换盘管对发酵料液进行加热的方式;而池外加热是指热媒在沼气发酵池外部通过相应的热交换设备对发酵料液进行加热的方式,通过污水换热器加热进料和通过加热计量池加热发酵料液的方式属于常见的两种池外加热方式。为保证换热器的热效率,应保证冷热流体的换热温差,在大量的理论和实验研究基础上得出:热泵机组最高制热温度应比被加热料液终温高 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。同时,应根据发酵工艺进料特点,选择合适的加热末端形式。

3.3.4 通常情况下,由于发酵池内料液的比热容较大,沼气发酵池热负荷所引起的池内温度波动很小,一般都在允许的温度波动范围内。这就说明沼气发酵池可以采用间歇式加热的方式,而热泵机组的制热功率决定了加热系统运行的总时间。对于日耗热量一定的沼气发酵池,可以选用一较小功率的机组,通过较长的加热时间来满足消化器的加热需求,也可以选用较大功率的机组,通过较短的加热时间满足加热需求,但二者并不都是经济可行的,例如:选用小功率的热泵机组,所需配套的低位热源系统及加热末端的规模都将减少,这将会减少加热系统的初投资,但由于其需运行更长的时间,这可能会导致加热系统的输送能耗即运行费用增加;而选用大功率的热泵机组时,其初投资会增加,但其运行费用可能会降低。因此,应根据沼气工程的热负荷特点、地热能换热系统形式、加热系统末端形式及运行方式,综合考虑加热系统的初投资及运行费用,以生命周期内成本最低为目标,合理选择热泵机组的制热功率。热负荷相对集中的沼气工程,如进料量大、进料时间短且进料温度低的沼气工程,如果所选热泵机组的制热功率过小,来不及补偿进料耗热量,将可能引起发酵池内温度波动超过允许的温度波动范围;同时,如果选用的热泵机组的制热功率过大,发酵池内升温过快,仍可能导致发酵池内温度波动超过允许的温度波动

范围。

3.4 地热能换热系统设计

3.4.1 现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 对地埋管换热系统、地表水换热系统、地下水换热系统三种形式的地热能换热系统设计作了详细规定,因此,本规程不再赘述。

3.4.2 沼气发酵池热负荷主要取决于两部分:围护结构耗热量和进料耗热量,这两者都受全年气象参数的影响,使得沼气工程的热负荷不仅以天为单位发生周期性变化,还以年为单位发生周期性变化,其中冬、夏季沼气工程耗热量差异十分显著。而发酵工艺通常以 1 天为进料周期,所以,在进行低位热源换热系统设计时,宜以 1 天为周期,进行沼气工程的全年日耗热量动态分析,并且低位热源系统的日设计换热量应大于沼气工程最大日耗热量条件下的换热需求。如果低位热源系统设计的日换热量不足,将会导致消化器内温度持续下降,进而使得消化器内温度严重偏离设计值。

3.4.3 沼气发酵池常年只有热负荷,对于地埋管换热系统来说,这种长期从土壤中单向取热将会导致地埋管周围的土壤温度呈现逐年下降的趋势,进而导致加热系统能效降低。因此,需采用专用软件对地埋管附近土壤温度变化进行预测分析,在沼气工程的生命周期内,如能保证加热系统的高效稳定运行,则可不用考虑热平衡辅助手段,否则,应采取相应的热平衡措施,如:与太阳能集热系统耦合形成太阳能-地源热泵复合式加热系统;与沼气工程周边生活区的空调系统结合,夏季为生活区供冷;使用沼气锅炉承担一定比例的热负荷等。

3.5 加热系统末端设计

3.5.1 水源热泵机组的进出水温度是加热系统末端设计的依据。同时,加热系统末端的换热能力不应小于热泵机组的最大制热功率。

3.5.3 外加热池形式的加热系统末端与池内加热形式的加热系统末端相似,所以其设计与池内盘管加热末端的设计相同。但是,由于加热池一般都比较小,为了使盘管的换热量与热泵机组的制热功率相匹配,可通过两种途径提高换热效率:一是通过搅拌加强管外换热;二是使用导热性能好的换热管。

采用换热器对发酵料液进行加热时,应考虑发酵料液对换热器的堵塞和腐蚀问题,因此,应选用专用耐腐蚀的污水换热器。进行换热器的设计选型时,换热面积是换热器选型的重要依据,如果换热面积过小,则会导致换热器换热能力与热泵制热功率不匹配。由于一年当中进料温度是变化的,所以换热温差也在变化,进料温度最高时,换热温差最小,此时计算出的换热面积最大,所以进行换热器的选型计算时,应以最大换热面积为依据。同时,考虑到长时间使用后,换热器结垢导致换热能力下降的问题,最终选取的换热面积还应乘以 1.1~1.3 的放大系数。

4 施 工

4.2 加热系统末端施工

4.2.2 随着环境温度的降低,塑料管的韧性变差,抗弯曲性能变坏,不利于施工。

4.2.4 加热管应做到自然释放,不允许扭曲,以免管道非正常受力,影响管道使用寿命。加热管允许最小弯曲半径与安装的环境温度有关,且弯曲半径过小,会造成机械损伤,以及弯处出现“死折”,使水流不通畅。当平行型布置或双平行型布置不满足最小弯曲半径限制时可采用回折型布置,在中心区较小范围内,因弯曲半径的限制可能减少了一点布管长度,但对环路总长影响不大。同时,在弯曲过程中,若对圆弧顶部不加力予以限制,则极易出现“死折”。

4.2.5 沼气发酵池内部加热管即使热熔连接也会因质量问题而漏水。由于消化器是一个密闭的厌氧环境,一旦接头漏水,维修十分困难。所以,为便于系统的运行维护,沼气发酵池内部的加热管不应有接头。当加热盘管需要穿出消化器的围护结构时,应通过预埋套管穿出,并采用止水环密封。

4.2.6 固定加热管的目的是使其定位,防止加热管由于发酵池内流体流动或本身重力引起位置偏移。

4.2.7 本条对固定点间距作了规定。固定点间距过大,管道反弹较大。不易定形的管材,其固定点的间距应根据需要加密。

4.2.10 本条规定主要是为了在个别环路出现漏水事故时,可以通过阀门关断该环路,进而可以通过其他环路为沼气发酵池应急加热。

需本标准可按如下地址索购：

地址：北京百万庄建设部 中国工程建设标准化协会

邮政编码：**100835** 电话：**(010)88375610**

不得私自翻印。

S/N:1580242·053



统一书号:1580242·053

定价:15.00 元

9 158024 205305 >