

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2023-2012

厌氧颗粒污泥膨胀床反应器废水处理工程技术规范
Technical specifications of expanded granular sludge bed (EGSB)
reactor for wastewater treatment

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2012-12-24 发布

2013-3-1 实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 设计水量和设计水质.....	3
5 总体要求.....	4
6 工艺设计.....	5
7 检测和过程控制.....	11
8 主要辅助工程.....	12
9 施工与验收.....	12
10 运行与维护.....	15
附录 A（资料性附录）实际工程 EGSB 反应器的设计负荷统计表.....	17

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，规范厌氧颗粒污泥膨胀床反应器废水处理工程的建设与运行管理，防治环境污染，保护环境和人体健康，制定本标准。

本标准规定了厌氧颗粒污泥膨胀床反应器的工艺设计、检测和控制、施工与验收、运行与维护等技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、清华大学、北京市环境保护科学研究院、山东十方环保能源股份有限公司。

本标准环境保护部 2012 年 12 月 24 日批准。

本标准自 2013 年 3 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

厌氧颗粒污泥膨胀床反应器废水处理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了厌氧颗粒污泥膨胀床反应器废水处理工程的工艺设计、检测和控制、施工与验收、运行与维护的技术要求。

本标准适用于采用厌氧颗粒污泥膨胀床反应器处理工业有机废水工程的设计、建设与运行管理，可作为环境影响评价、设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。

内循环厌氧反应器和厌氧流化床反应器的设计、运行等可参考本标准。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- GB 3836 爆炸性气体环境用电气设备
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50014 室外排水设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50037 建筑地面设计规范
- GB 50040 动力机器基础设计规范
- GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50053 10kV 及以下变电所设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范

- GB 50203 砌体工程施工质量验收规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢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 50222 建筑内部装修设计防火规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50275 压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范
- GB/T 18883 室内空气质量标准
- GBJ 19 工业企业采暖通风及空气调节设计规范
- GBJ 22 厂矿道路设计规范
- GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范
- GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- GBZ 2 工作场所有害因素职业接触限值
- CJJ 60 城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程
- HGJ 212 金属焊接结构湿式气柜施工及验收规范
- HJ/T 91 地表水和废水监测技术规范
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
- NY/T 1220.1 沼气工程技术规范 第1部分：工艺设计
- NY/T 1220.2 沼气工程技术规范 第2部分：供气设计
- 《建设项目（工程）竣工验收办法》（国家计委 计建设（1990）1215号）
- 《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令（2001）第13号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 厌氧颗粒污泥膨胀床反应器 expanded granular sludge blanket reactor (简称EGSB反应器)

指由底部的污泥区和中上部的气、液、固三相分离区组合为一体的，通过回流和结构设计使废水在反应器内具有较高上升流速，反应器内部颗粒污泥处于膨胀状态的厌氧反应器。

3.2 外循环 external the circle

指将通过顶层三相分离器的出水经动力提升，与进水相混合的一种循环方式。

3.3 内循环 internal the circle

指将未通过顶层三相分离器的出水经动力提升，与进水相混合的一种循环方式。

4 设计水量和设计水质

4.1 设计水量

4.1.1 设计水量应根据工厂或工业园区总排放口实际测定的废水流量设计。测试方法应符合 HJ/T91 的规定。

4.1.2 废水流量变化应根据工艺特点进行实测，确定流量变化系数。

4.1.3 无法取得实际测定数据时，可参照国家现行的工业最终用水量折算确定，或根据同行业同规模同工艺现有工厂排水数据类比确定。

4.1.4 提升泵房、格栅井、沉砂池宜按最高日最高时废水量设计。

4.1.5 EGSB 反应器的设计流量及 EGSB 反应器前、后的水泵、管道等输水设施宜按最高日平均时废水量设计。

4.2 设计水质

4.2.1 设计水质应根据进入废水处理厂（站）工业废水的实际测定数据确定，其测定方法和数据处理方法应符合 HJ/T91 的规定。无实际测定数据时，可参照类似工厂的排放资料类比确定。

4.2.2 EGSB 反应器进水应符合下列条件：

a) pH 值宜为 6.0~8.0；

b) 常温厌氧温度宜为 20 ℃~25 ℃，中温厌氧温度宜为 35 ℃~40 ℃，高温厌氧温度宜为 50 ℃~55 ℃；

c) 营养组合比 COD:N:P 宜为 100~500:5:1；

d) EGSB 反应器进水中悬浮物含量宜小于 2000 mg/L；

e) 氨氮浓度宜小于 2000 mg/L；

f) 硫酸盐浓度应小于 1000 mg/L，COD/SO₄²⁻比值应大于 10；

g) COD 浓度宜大于 1000 mg/L；

h) 严格控制重金属、氰化物、酚类等物质进入厌氧反应器的浓度。

4.2.3 宜通过适当提高出水外回流比，降低进水中有毒物质（如重金属、氰化物、酚类等）的浓度，减轻或消除其毒害作用。

4.2.4 如果不能满足进水要求，宜采用相应的预处理措施。

4.2.5 污染物去除率

EGSB 反应器对污染物的去除效果可参照表 1。

表 1 EGSB 反应器对污染物的去除率

污染物	去除率 (%)		
	化学需氧量 (COD)	五日生化需氧量 (BOD ₅)	悬浮物 (SS)
易降解废水	70~90	60~80	30~50
难降解废水	50~70	40~60	20~40

(注: B/C>0.3 为易降解废水; B/C<0.1 为难降解废水。)

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 EGSB 反应器设计除应执行本标准外,还应符合国家现行的有关标准和技术规范的规定。

5.1.2 废水处理厂(站)建设、运行过程中产生的废气、废水、固体废物及其它污染物的治理与排放,应执行国家环境保护法规和有关标准的规定,不得产生二次污染。

5.1.3 废水处理厂(站)的设计、建设应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施,噪声和振动控制的设计应符合 GBJ87 和 GB50040 的规定,厂界环境噪声排放应符合 GB12348 的规定,废水处理厂(站)周围应建设绿化带,并设有防护距离,防护距离由环境影响评价确定。

5.1.4 废水处理厂(站)应按照国家或当地的环境保护管理要求安装污染物自动监测系统。

5.1.5 废水处理厂(站)应按照国家地方的有关规定设置规范化排污口。

5.1.6 废水处理厂(站)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 GBZ1、GBZ2 和 GB12801 的规定。

5.1.7 EGSB 反应器应按照规定设置防护栏杆、防滑梯等安全措施,并做好防火、防爆和防中暑、防中毒等预防工作。

5.1.8 EGSB 反应器宜采用密闭方式,减少恶臭对周围环境的污染,臭气浓度应符合 GB/T18883 的规定。EGSB 废水处理厂(站)宜设置恶臭集中处理设施,可采用化学除臭或生物除臭法。

5.2 厂(站)选址和总平面布置

5.2.1 废水处理厂(站)址和总体布置应符合 GB50014 的相关规定,总图设计应符合 GB50187 的规定。

5.2.2 废水处理厂(站)的防洪标准不应低于城镇防洪标准。

5.2.3 废水处理厂（站）分期建设时，应按远期处理规模进行总体布置和预留场地。管网和地下构筑物宜一次建成。

5.2.4 废水处理厂（站）的各种管线应统筹安排，避免相互干扰，便于清通和维护，合理布置超越和放空管线。

5.2.5 处理单元的竖向设计应充分利用原有地形，尽可能做到土方平衡和减少废水提升的次数。

5.3 项目构成

5.3.1 采用 EGSB 反应器的废水处理厂（站）主要由预处理、EGSB 反应器、后续处理、污泥储存、沼气净化及利用系统组成。后续处理一般指好氧处理，此部分不在本规范范围内。

5.3.2 EGSB 废水处理厂（站）辅助工程包括：供配电、给排水、消防、暖通、检测与控制等。

6 工艺设计

6.1 工艺流程

采用 EGSB 反应器的废水处理厂（站）宜采用的工艺流程见图 1。

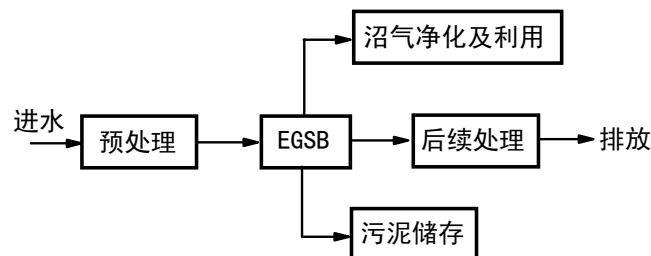


图 1 工艺流程图

6.2 预处理

6.2.1 预处理包括格栅、沉砂池、沉淀池、调节池及混合加热池或降温措施等。

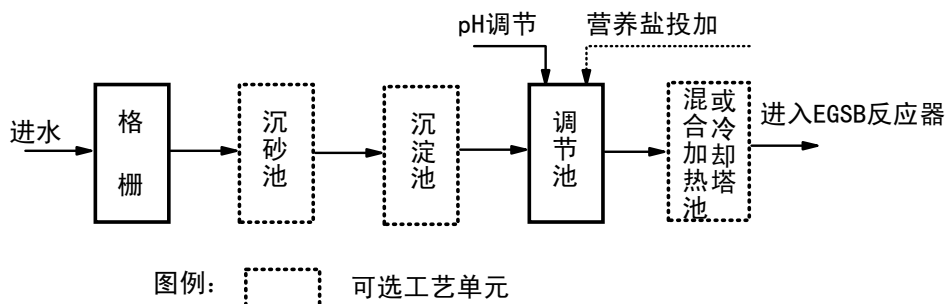


图 2 预处理工艺流程

6.2.2 应根据需要设粗、细格栅。格栅的设计应符合 GB50014 的规定。

6.2.3 处理屠宰和酒糟等含砂较多废水时，应设置沉砂池。沉砂池的设计应符合 GB50014 的规定。

6.2.4 处理造纸、淀粉等含大量悬浮物的废水时，应设置沉淀池。沉淀池的设计应符合 GB50014 的规定。

6.2.5 应设置调节池。调节池的设计应满足以下要求：

a) 调节池容量应根据废水流量变化曲线确定；没有流量变化曲线时，调节池的容量应满足生产排水周期中水质水量均化的要求，停留时间宜为 6 h~12 h；如为批式生产，废水间歇排放，调节池容量宜按 1 个~2 个周期设置；

b) 调节池可兼用作中和池，也可在其内设置营养盐补充装置；

c) 调节池内宜设置搅拌设施，搅拌机动力宜为 4 W/m^3 池容~ 8 W/m^3 池容；

d) 调节池出水端应设置去除浮渣装置，池底宜设置除砂和排泥装置。

6.2.6 pH 值调节及加药装置宜设在加药间内，其设计应符合下列要求：

a) 通过投加碱性或酸性物质来调节和控制 EGSB 反应器内的 pH 值，碱性物质可选用 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 等；酸性物质可选用盐酸等；

b) 药剂应有一定的存储量，酸性物质贮存时间宜为 7 d 以上，碱性物质贮存时间宜为 15 d 以上；

c) 溶药宜采用专用的溶药罐和搅拌设备，投加宜采用计量泵自动定量投加；

d) pH 值粗调宜在调节池中投加酸性物质或碱性物质，pH 值微调宜采用管道混合器和定量加酸加碱泵；

e) 在加药间宜同时设置营养盐(氮、磷等)等药品溶解和加药装置。

6.2.7 如废水温度不能满足设计温度要求，应设置加热或降温装置，具体要求如下：

a) 加热方式可采用池外加热和池内加热，池内加热宜采用热水循环加热方式；

b) 热交换器选型应根据废水特性、介质温度和热交换器出口介质温度确定。热交换器换热面积应根据热平衡计算，计算结果应留有 10%~20% 的余量；

c) 加热装置的需热量按公式 (1) 计算；

$$Q_t = Q_h + Q_d \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q_t ——总需热量，kJ/h；

Q_h ——加热废水到设计温度需要的热量，kJ/h；

Q_r ——保持反应器温度需要的热量，kJ/h。

d) 宜采用冷却水池或冷却塔等降温设施。

6.3 EGSB 反应器

6.3.1 EGSB 反应器组成

EGSB 反应器主要由布水装置、三相分离器、出水收集装置、循环装置、排泥装置及气液分离装置组成。

EGSB 反应器结构形式见图 3。

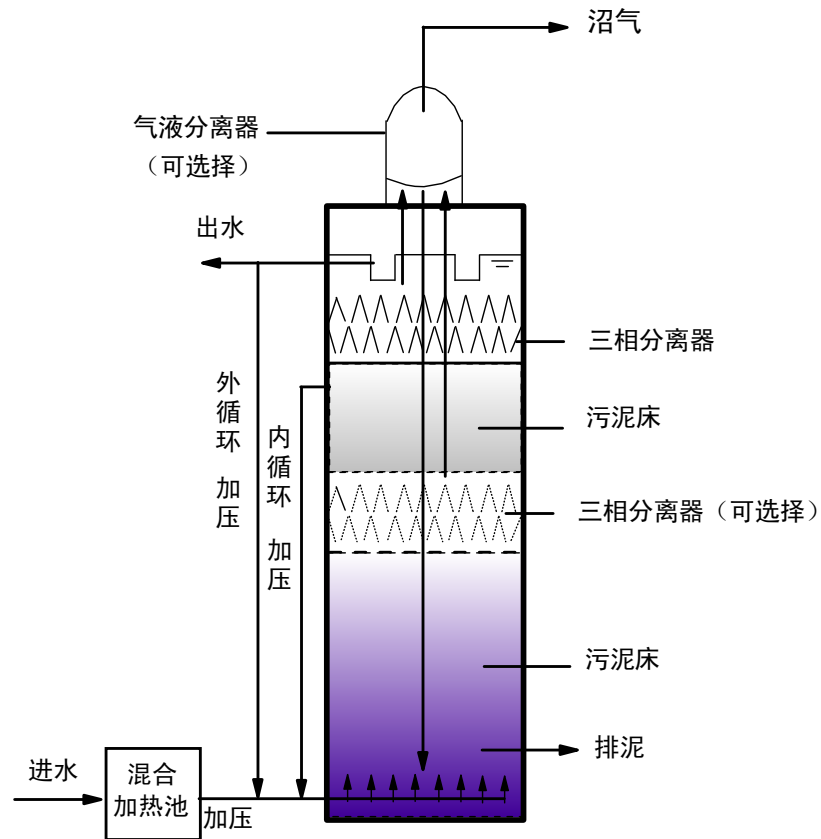


图 3 EGSB 反应器结构示意图

6.3.2 EGSB 反应器池体设计

6.3.2.1 EGSB 反应器容积宜采用容积负荷法计算，按公式 (2) 计算。

$$V = \frac{Q \times S_o}{1000 \times N_v} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V ——反应器有效容积， m^3 ；

Q ——EGSB 反应器设计流量， m^3/d ；

N_v ——容积负荷, kgCOD/ (m³·d);

S_0 ——进水有机物浓度, mgCOD/L。

6.3.2.2 反应器的容积负荷应通过试验或参照类似工程确定,在缺少相关资料时可参考附录 A 的有关内容确定,EGSB 反应器的容积负荷范围宜为 10 kgCOD/ (m³·d) ~30 kgCOD/ (m³·d)。

6.3.2.3 EGSB 反应器的个数不宜少于两个,并应按并联设计,具备可灵活调节的运行方式,且便于污泥培养和启动。

6.3.2.4 EGSB 反应器的有效水深宜在 15 m~24 m 之间。

6.3.2.5 EGSB 反应器内废水的上升流速宜在 3 m/h~7 m/h 之间。

6.3.2.6 EGSB 反应器宜为圆柱状塔形,反应器的高径比宜在 3~8 之间。

6.3.2.7 EGSB 反应器的建筑材料应符合下列要求:

a) EGSB 反应器宜采用不锈钢、加防腐涂层的碳钢等材料,也可采用钢筋混凝土结构;

b) 钢制 EGSB 反应器的保温材料常用的有聚苯乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、玻璃丝棉、泡沫混凝土、膨胀珍珠岩等。

6.3.3 布水装置

6.3.3.1 布水装置宜采用一管多孔式布水和多管布水方式。

6.3.3.2 一管多孔式布水孔口流速应大于 2 m/s,穿孔管直径应大于 100 mm,配水管中心距反应器池底宜保持 150 mm~250 mm 的距离。

6.3.3.3 多管布水每个进水口负责的布水面积宜为 2 m²~4 m²。

6.3.4 三相分离器

6.3.4.1 宜采用整体式或组合式的三相分离器,三相分离器基本构造见图 4。

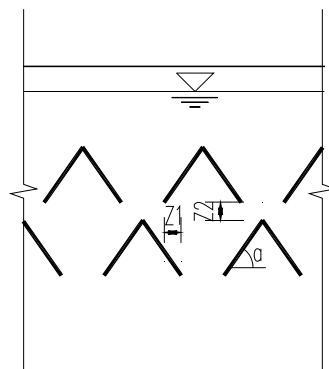


图 4 三相分离器基本构造图

6.3.4.2 整体式三相分离器斜板倾角范围 α 为 55° ~60° ; 分体式三相分离器反射板与隙缝之间的遮盖 Z_1 宜在 100 mm~200 mm,层与层之间的间距范围 Z_2 宜为 100 mm~200 mm。

- 6.3.4.3 EGSB 反应器可采用单级三相分离器，也可采用双级三相分离器。
- 6.3.4.4 设置双级三相分离器时，下级三相分离器宜设置在反应器中部，覆盖面积宜为 50%~70%，上级三相分离器宜设置在反应器上部。
- 6.3.4.5 出气管的直径应保证从集气室引出沼气。
- 6.3.4.6 处理废水中含有蛋白质、脂肪或大量悬浮固体时，宜在出水收集装置前设置消泡喷嘴。
- 6.3.4.7 三相分离器宜选用聚丙烯（PP）、碳钢、不锈钢等材料，如采用碳钢材质应进行防腐处理。

6.3.5 出水收集装置

- 6.3.5.1 出水收集装置应设在 EGSB 反应器顶部。
- 6.3.5.2 圆柱形 EGSB 反应器出水宜采用放射状的多槽或多边形槽出水方式。
- 6.3.5.3 集水槽上应加设三角堰，堰上水头应大于 25 mm，水位宜在三角堰齿 1/2 处。
- 6.3.5.4 出水堰口负荷宜小于 1.7 L/（s·m）。
- 6.3.5.5 EGSB 反应器进水管宜采用聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PPR）、不锈钢、高密度聚乙烯（HDPE）等材料。

6.3.6 循环装置

- 6.3.6.1 EGSB 反应器有外循环和内循环两种方式。
- 6.3.6.2 EGSB 反应器外循环和内循环均由水泵加压实现，回流比根据上升流速确定，上升流速按公式（3）计算。

$$v = \frac{Q + Q_{回}}{A} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- v ——反应器上升流速，m/h；
- Q ——EGSB 反应器进水流量，m³/h；
- $Q_{回}$ ——EGSB 反应器回流流量，包括内回流和外回流，m³/h；
- A ——反应器表面积，m²。

- 6.3.6.3 EGSB 反应器外循环出水宜设旁通管接入混合加热池。
- 6.3.6.4 EGSB 反应器外循环、内循环进水点宜设置在原水进水管道上，与原水混合后一起进入反应器。

6.3.7 排泥装置

6.3.7.1 EGSB 反应器的污泥产率为 0.05 kgVSS/kgCOD~0.10 kgVSS/kgCOD，排泥频率宜根据污泥浓度分布曲线确定。应在不同高度设置取样口，根据监测污泥的浓度制定污泥分布曲线。

6.3.7.2 EGSB 反应器宜采用重力多点排泥方式，排泥点宜设在污泥区的底部。

6.3.7.3 排泥管管径应大于 150 mm，底部排泥管可兼作放空管。

6.3.8 气液分离器

设置双级三相分离器时，反应器顶部宜设置气液分离器，气液分离器与三相分离器通过集气管相连接。

6.4 剩余污泥

6.4.1 EGSB 反应器应设置污泥储存设施，经过静置排水后作为接种污泥。

6.4.2 如不考虑储存，EGSB反应器的污泥宜和好氧池剩余污泥合并后一同脱水处理。污泥处理要求参照GB50014的规定，经处理后的污泥处置应符合国家的相关规定。

6.5 沼气净化及利用

6.5.1 EGSB 反应器的沼气产量按公式（4）计算。

$$Q_a = \frac{Q \times (S_0 - S_e) \times \eta}{1000} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Q_a ——沼气产量，Nm³/d；

Q ——进水流量，m³/d；

η ——沼气产率，Nm³/kgCOD，一般为 0.45 Nm³/kgCOD~0.50 Nm³/kgCOD；

S_0 ——进水有机物浓度，mgCOD/L；

S_e ——出水有机物浓度，mgCOD/L。

6.5.2 沼气净化主要包括脱水、脱硫及沼气储存，系统组成见图 5。

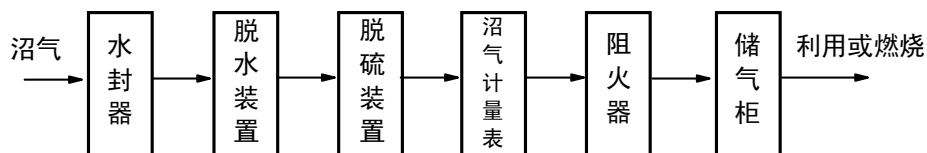


图 5 沼气净化系统图

6.5.3 沼气净化利用设计应符合 NY/T1220.1、NY/T1220.2 和 GB50016 的有关规定。

6.5.4 沼气利用应经过脱水和脱硫处理后方可进入后续利用装置。沼气脱水、脱硫设计应符合 NY/T1220.2 的有关规定。

6.5.5 沼气贮存可采用低压湿式储气柜、低压干式储气柜和高压储气柜。储气柜与周围建筑物应有一定的安全防火距离。储气柜容积应根据沼气产生量及不同利用方式确定：

a) 沼气用于民用炊事时，储气柜的容积按日产气量的 50%~60%计算；

b) 沼气用于锅炉、发电和部分民用时，应根据沼气供应平衡曲线确定储气柜的容积；无平衡曲线时，储气柜的容积应不低于日产气量的 10%。

6.5.6 沼气储气柜输出管道上宜设置安全水封或阻火器。沼气利用工程应设置内燃式燃烧器，不得随意排放沼气。

6.5.7 若沼气净化后需达到天然气标准等时，应符合国家相关标准。

6.5.8 沼气日产量低于 1300 m³的 EGSB 反应器，宜作为炊事、采暖或厌氧换热的热源，沼气日产量高于 1300 m³的 EGSB 反应器宜进行发电利用或作为炊事、采暖或厌氧换热的热源。

6.5.9 沼气利用的锅炉宜选用燃煤燃气两用锅炉。

7 检测和过程控制

7.1 检测

7.1.1 调节池内宜设液位计、液位开关及流量计，大型污水处理厂（站）宜在出口处增设化学需氧量检测仪。

7.1.2 调节池出水端宜设置温度、pH 值自动检测装置，检测值用于控制温度和药剂投加。

7.1.3 EGSB 反应器应设置 pH 计、温度计、污泥界面仪等在线仪表。

7.2 过程控制

7.2.1 过程控制管理系统应具有数据采集、处理、控制、管理，储存历史数据 1 年以上和安全保护功能。

7.2.2 应结合工程规模、运行管理的要求、工程投资情况，确定所选用设备仪器的先进程度及维护管理水平，因地制宜选择监控指标和自动化程度。

7.2.3 EGSB 反应器宜与全站其他反应器共用一套 PLC 控制器，必要时可在 EGSB 反应器处设现场 I/O 模块，PLC 控制器一般不另设接口设备。

7.2.4 采用成套设备时，成套设备自身的控制宜与 EGSB 污水处理厂（站）设置的控制相结合。

7.2.5 关键设备附近应设置独立的控制箱，同时具有“手动/自动”的运行控制切换功能。

7.2.6 现场检测仪表应具有防腐、防爆、抗渗漏、防结垢和自清洗等功能。

8 主要辅助工程

8.1 电气工程设计应符合下列规定：

- a) 工艺装置的用电负荷应为二级负荷；如不能满足双路供电，应采用单路供电加柴油发电机组的供电方式；
- b) 高、低压用电设备的电压等级应与其供电系统的电压等级一致；
- c) 中央控制室主要设备应配备在线式不间断供电电源；
- d) 接地系统宜采用三相五线制；
- e) 变电所及低压配电室设计应符合 GB50053、GB50054 的规定；
- f) 供配电系统应符合 GB50052 的规定；
- g) 电机应优先采用直接启动方式，当通过计算不能满足规范中规定的直接启动电压损失条件时才考虑采用降压启动方式；
- h) 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。

8.2 防腐工程设计应符合 GB50046 的规定。

8.3 脱硫脱水间为防爆区，此区域内的电气设备及安装均应满足防爆要求；脱硫脱水间内的照明采用防爆灯，房间内设置的检测仪表应达到本安防爆等级，自控设备达到隔爆等级；沼气柜的增压设备应满足防爆要求，防爆工程设计应符合 GB50222 和 GB3836 的规定。

8.4 抗震设计应符合 GB50011 的规定。

8.5 钢结构应符合 GB50017 的规定。

8.6 构筑物结构应符合 GB50069 的规定。

8.7 建筑物设计应符合 GB50037 的规定。

8.8 防火与消防工程设计应符合 GB50016 的规定。

8.9 厌氧反应器、沼气柜按照一级防雷设计防雷装置，防雷设计应符合 GB50057 的规定，。

8.10 给水工程设计应符合 GB50015 的规定。

8.11 排水工程设计应符合 GB50014 的规定。

8.12 采暖通风工程设计应符合 GBJ19 的规定。

8.13 厂区道路与绿化等工程设计应符合 GBJ22 的规定。

9 施工与验收

9.1 一般规定

9.1.1 工程施工单位应具有国家相应的工程施工资质，工程项目宜通过招投标确定施工单位和监理单位。

9.1.2 应按工程设计图纸、技术文件、设备图纸等组织工程施工，工程变更应取得设计单位的设计变更文件后再行实施。

9.1.3 施工前应进行施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。

9.2 施工

9.2.1 钢结构工程应符合 GB50017 的规定，钢结构的 EGSB 反应器应符合下列要求：

- a) 对容易变形的钢构件进行强度和稳定性验算，必要时应采取加固措施；
- b) 反应器的壁板、支撑等主要构件安装就位后，应立即进行校正、固定。当天安装的构件应形成稳定的空间体系；
- c) 设计要求顶紧的节点，接触面积不应小于 70%的紧贴面；
- d) 利用安装好的结构吊装其他部件和设备时，应进行验算，采取相应保护措施；
- e) 安装在罐体上的人孔及其各种管线必须严格按设计文件执行；
- f) 钢结构反应器的所有焊缝均应作煤油渗漏检查；
- g) 反应器安装完毕后，应进行防腐处理及密封性试验。

9.2.2 三相分离器安装应符合下列要求：

- a) 设备安装完毕后，进行注水试验，时间不少于 24 h，设备不得有渗漏现象。试验合格后，作防腐、保温处理；
- b) 吊装时钢丝绳应固定牢固，起吊需平稳；
- c) 设备安装前基础应找平，设备圆周部位的误差应 ≤ 10 mm。

9.2.3 泵类的安装应符合 GB50275 的有关规定。

9.2.4 脱硫罐安装应根据设备总重量、底座大小和地脚螺栓的位置安放好垫铁；罐内的构件和填料，应按技术图纸的要求进行安装；脱硫罐与各管道的连接接头不得漏气。

9.2.5 储气柜的施工应符合 HGJ212 的有关规定。

9.2.6 EGSB 反应器、储气柜的平台、梯子、栏杆、导轨架等附件的制造与安装应符合 GB50205 的有关规定。

9.2.7 钢板及支架应具有足够的强度、刚度和稳定性，能可靠地承受钢板自重、侧压力和施工中产生的荷载及风荷载。

9.2.8 应做好临时设施及脚手架等的防强风措施，遇六级以上（含六级）强风、大雪、浓雾

等恶劣天气，不得露天起重吊装和高空作业。

9.2.9 高空作业应符合 JGJ80 的规定，管道工程应符合 GB50268 的规定，混凝土结构工程应符合 GB50204 的规定。

9.2.10 建筑物的基础、构造柱、圈梁、模板、钢筋、混凝土等施工应符合 GB50202 和 GB50204 的规定。

9.2.11 建筑物的砖石工程施工应符合 GB50203 的规定，建筑物的地面工程施工应符合 GB50209 的规定。

9.2.12 应根据当地气温和环境条件对构筑物采取有效的防冻措施。

9.3 工程验收

9.3.1 工程验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》、相应专业现行验收规范和本标准的有关规定执行。工程竣工验收前，不得投入生产性使用。

9.3.2 三相分离器应按设计要求进行各项性能试验，保证气、液、固的分离效果。

9.3.3 水泵应按设计最多开启台数进行 48 h 运转试验，测定水泵和污泥泵的流量及机组功率，有条件的应测定其特性曲线。

9.3.4 排水管道应做闭水试验，上游充水管保持在管顶以上 2 m，外观检查应 24 h 无漏水现象。

9.3.5 验收时应对厌氧反应器进行满水试验、气密性试验、管道强度及严密性试验等。

9.3.6 仪表、化验设备应定期送计量检定部门检定。

9.3.7 变电站高压配电系统应由供电部门组织电检、验收。

9.4 环境保护验收

9.4.1 工程竣工环境保护验收应按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定执行。

9.4.2 EGSB 反应器验收前应结合试运行进行性能试验，性能试验报告可作为竣工环境保护验收的技术支持文件。性能试验内容包括：

a) 满负荷运行测试，处理系统应满负荷进水，考查各工艺单元、构筑物和设备的运行工况；

b) 水质检测，在工艺要求的各个重要部位，按照规定频次、指标和测试方法进行水质检测，分析污染物去除效果；

c) 耗电量统计，分别统计各主要设备单体运行和设施系统运行的电能消耗；

d) 厌氧污泥测试，观察污泥性状、活性及浓度；

e) 计算全厂技术经济指标：COD 去除量、COD 去除电耗[(kw·h) /kgCOD]、沼气产量

(m^3/d)、处理成本(元/kgCOD)等。

10 运行与维护

10.1 一般规定

10.1.1 污水处理厂(站)的运行、维护及安全管理应参照 CJJ60 执行。

10.1.2 污水处理厂(站)的运行管理应配备专业人员和设备,操作人员应熟悉本厂(站)处理工艺技术指标和设备的运行要求。

10.1.3 各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等应示于明显位置,运行人员应按规程进行操作,并做好运行记录,记录内容主要包括反应器内的 pH 值、温度、进出水污染物浓度、悬浮物浓度、污泥浓度、沼气的量、储气柜的贮气量及压力等参数。

10.1.4 应每小时巡视一次、检查沼气发电机组的运行情况,做运行记录分析运行状态,随时掌握负载的变化情况。

10.1.5 定期应对 EGSB 反应器及其附属设施如气液分离器、循环装置、营养盐投加装置、pH 值调节装置等进行定期检修,同时定期对 pH 计、温度计、流量计、液位计、污泥浓度计、污泥界面仪等仪表进行校正和维修保养。

10.1.6 反应器本体、各种管道及阀门等应每年进行一次检查和维修,反应器的各种加热设施应每半年进行一次除垢、疏通。

10.1.7 EGSB 反应器应定期放空清理,检查构筑物完好情况。

10.1.8 宜每日检测 EGSB 反应器进口和出口的化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)及反应器内的 pH 值、温度、挥发性脂肪酸(VFA)、碱度,宜每周检测沼气产量、生化需氧量(BOD_5)、污泥浓度和沼气成分等指标。

10.1.9 EGSB 反应器放空、维修时,应打开人孔与顶盖,强制通风 24h,通过检测确认安全并佩戴防毒面具和便携式甲烷检测仪方可进入。反应器外必须有人进行安全保护。

10.1.10 工作人员必须按照安全规程操作,上、下沼气储气柜巡视、操作或维修时,必须配备防静电的工作服,并不得穿带铁钉的鞋或高跟鞋。

10.1.11 在清洗沼气净化装置时,应打开旁路阀门,检查进出口阀门是否完全关闭后方可进一步操作。

10.2 反应器启动

10.2.1 反应器启动前宜进行污泥产甲烷活性的检测。

10.2.2 EGSB 反应器启动应采用颗粒污泥接种,接种量宜为 $10 \text{ kgVSS}/\text{m}^3 \sim 20 \text{ kgVSS}/\text{m}^3$,宜

根据处理废水的性质，优先选用与拟处理的废水种类一致的颗粒污泥进行接种。

10.2.3 颗粒污泥应具有下列特征：大小均匀，粒径为 0.5 mm~3.0 mm，颗粒沉速为 20 m/h~100 m/h，具有较高的机械强度。

10.2.4 颗粒污泥宜在低温（4℃左右）含有营养液的密封装置中储存，并尽量缩短保存时间。

10.2.5 EGSB 反应器的启动负荷应小于 2 kgCOD/（m³·d），上升流速小于 0.5 m/h。

10.2.6 启动时应逐步升温（以每日升温 2℃为宜）使 EGSB 反应器达到设计温度。

10.2.7 颗粒物污泥投加后，应缓慢增加循环流量；当反应器出水悬浮物增加过快时，应适当降低循环流量。

10.2.8 出水 COD 达到一定的去除率并稳定后，或出水挥发酸浓度低于 200 mg/L~300 mg/L 后，可逐步提高进水容积负荷；负荷的提高幅度宜控制在设计负荷的 20%~30%，直至达到设计负荷和设计去除率。

10.3 运行控制

10.3.1 应根据 EGSB 反应器监测数据及时调整反应器负荷、控制进水碱度或采取其他相应措施。EGSB 反应器中碱度（以 CaCO₃ 计）应高于 2000 mg/L，挥发性脂肪酸（VFA）宜控制在 200 mg/L 以内。

10.3.2 启动和运行时，均应保证 EGSB 反应器内 pH 值在 6.0~8.0 之间；pH 值降至 6.0 以下时，宜停止运行装置，检查原因，并加入碳酸氢钠等碱性物质。

10.3.3 EGSB 反应器反应区污泥浓度不宜低于 30 kgVSS/m³。

10.3.4 EGSB 反应器污泥层应维持在三相分离器下 0.5 m~1.5 m，污泥过多时应进行排泥。

10.3.5 EGSB 反应器宜维持稳定的设计温度。

10.3.6 应保证 EGSB 反应器溢流管畅通。

10.4 停产控制

10.4.1 EGSB 反应器长期停运时，应采取相应的防冻措施。

10.4.2 EGSB 反应器再启动时，应先恢复运行温度，并根据运行状态逐步提高进水负荷。

10.5 应急措施

过量的有毒有害物质进入 EGSB 反应器时，应采取回流、稀释进水，同时调节反应器内营养盐等应急措施，保证反应器的正常运行。

附录 A
(资料性附录)

实际工程 EGSB 反应器的设计负荷统计表

序号	废水类型	实际工程			
		负荷 kgCOD/ (m ³ ·d)			统计 厂家数
		平均	最高	最低	
1	化工	12.0	25.8	5.3	14
2	啤酒厂	16.6	30.2	13.0	12
3	甜菜糖等	20.0	22.8	18.7	3
4	土豆加工	14	17.1	9.3	3
5	酵母业、玉米加工	23.9	29.0	14.6	3
6	柠檬酸、蔬菜加工	18.0	25.1	12.0	6
7	食品加工	14.2	18.9	10.0	7
8	制药厂	16.2	22.5	12.0	8
9	淀粉和乙醇、调味品	15.0	25.0	9.0	16
10	淀粉糖	18.0	26.0	13.0	6