



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 预制集成式无下水管道厕所的卫生处理装置技术要求

General technical specification for prefabricated integrated treatment units of non-sewered sanitation toilets

(ISO 30500:2018, Non-sewered sanitation systems-Prefabricated integrated treatment units-General safety and performance requirements for design and testing, MOD)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	V
引言 .....	VI
1 范围 .....	7
2 规范性引用文件 .....	7
3 术语和定义、缩略语 .....	8
3.1 术语和定义 .....	8
3.1.1 系统结构 .....	8
3.1.2 系统输入物和产出物 .....	8
3.1.3 系统安全性和完整性 .....	9
3.1.4 系统使用和影响 .....	10
3.2 术语缩写 .....	11
4 总体要求 .....	11
4.1 用户使用 .....	11
4.2 计量单位 .....	11
4.3 设计要求 .....	12
4.3.1 输入物 .....	12
4.3.2 处理量 .....	12
4.3.3 经期卫生用品 .....	12
4.3.4 过载保护 .....	12
4.3.5 待机状态 .....	12
4.3.6 短期关机 .....	12
4.3.7 长期关机 .....	12
4.3.8 连续使用 .....	13
4.3.9 安全状态提示 .....	13
4.4 性能要求 .....	13
4.4.1 一般要求 .....	13
4.4.2 固体产物和出水 .....	13
4.4.3 臭味 .....	13
4.4.4 噪声 .....	13
4.4.5 气体 .....	13
4.5 使用寿命 .....	13
4.6 人体工程学 .....	14
4.7 防盗 .....	14
4.8 运行条件 .....	14
4.8.1 环境温度 .....	14
4.8.2 环境湿度 .....	14
4.8.3 气压 .....	14

4.9	系统组件	14
4.9.1	一般要求	14
4.9.2	卫生设计	14
4.9.3	密封性	14
4.9.4	表面要求	15
4.9.5	化学和生物添加剂	15
4.10	材料	15
4.10.1	耐久性	15
4.10.2	耐火性	15
4.11	连接点和联结件	15
4.12	通用安全设计要求	16
4.12.1	边缘、边角和表面的安全性	16
4.12.2	防火防爆	16
4.12.3	系统结构完整性	16
4.12.4	回用水安全要求	16
4.12.5	地下组件	16
4.12.6	稳固性	16
4.13	信息和标记	17
4.13.1	信息和警示	17
4.13.2	标记和标识	17
4.14	运行维护和维修保养	17
4.14.1	设计要求	17
4.14.2	维护方式和配件更换	17
4.14.3	排空和清洁	18
4.14.4	工具和专用器械	18
4.14.5	用户手册	18
4.14.6	搬运和运输	18
5	技术要求	18
5.1	安全评估	18
5.2	运行要求	18
5.2.1	一般要求	19
5.2.2	启动	19
5.2.3	停机	19
5.2.4	紧急停机	19
5.3	能源供应	19
5.3.1	可靠性	19
5.3.2	电力供应安全	19
5.3.3	非电源供应安全	19
5.4	机械	19
5.4.1	加压或真空设备	19
5.4.2	硬管、软管和容器	20
5.4.3	可移动和转动的部件	20
5.4.4	防止回流	20

5.5	辐射	20
5.5.1	高温零件和表面	20
5.5.2	低温零件和表面	20
5.5.3	其他辐射源	20
5.6	电气和电子设备	20
5.6.1	安全性和可靠性	20
5.6.2	控制系统	20
5.6.3	控制系统的安全功能	21
5.7	输送装置的可靠性	21
5.8	后端处理过程	21
6	系统前端要求	21
6.1	一般要求	21
6.2	使用和操作	21
6.2.1	使用	21
6.2.2	清洁	22
6.2.3	操作	22
6.2.4	文化习惯	22
6.3	粪便可视性	22
6.4	冲洗性能	22
6.5	抗外部冲击	23
6.6	安全防护	23
6.7	水封深度	23
7	性能试验	23
7.1	一般要求	23
7.2	实验室测试	24
7.2.1	一般要求	24
7.2.2	组装、安装、运行、维护	24
7.2.3	输入物记录	24
7.2.4	产出物	24
7.2.5	测试观察	24
7.2.6	实验室条件	24
7.2.7	测试流程和时间	25
7.2.8	负载模式	26
7.2.9	性能要求	26
7.3	现场验证测试	30
7.3.1	一般要求	30
7.3.2	I类系统	30
7.3.3	II类和III类系统	31
8	可持续性	31
8.1	一般要求	31
8.2	营养物回收	31
8.3	耗水量与出水回用	31

8.3.1	计算	31
8.3.2	耗水量	31
8.3.3	出水回用	31
8.4	能源消耗与回收再利用	31
8.4.1	计算	31
8.4.2	能源消耗	32
8.4.3	能源回收再利用	32
8.5	全生命周期评价	32
8.6	重复性操作要求	32
附录 A (规范性)	试验方法及附加测试要求	33
附录 B (规范性)	风险评估及重大危险源	59
附录 C (规范性)	用户手册	64
附录 D (资料性)	可持续性措施	66
附录 E (资料性)	T95L 和 T95S 的说明	68
参考文献		69

## 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。

本文件修改采用ISO30500:2018《无下水道卫生系统-预制组合式处理单元-设计和测试的安全运行标准》。

本文件与ISO30500:2018的技术性差异调整如下，以适应我国的技术条件：

——在第2章“规范性引用文件”中

- 用GB/T 60751代替了ISO 20816-1；
- 用GB/T 27065代替了ISO/IEC 17065：2012；
- 用GB/T 15173代替了IEC 60942：2017；
- 用GB/T 3241代替了IEC 61260-1:2014；
- 用GB/T 3785.1代替了IEC 61672-1：2013；
- 用GB/T 14675代替了EN 13725：2003；
- 用GB 5749代替了世界卫生组织饮用水水质准则第4版；
- 用HJ/T 397代替了EPA方法1A；
- 增加了GB 7959；

——删除了其他可处理输入物类型中的“厨余垃圾”（见4.3.1）；

——更改了处理量计算依据示例（见4.3.2）；

——补充了固体产物和出水水质的“蛔虫卵死亡率”指标（见7.2.9.3和7.2.9.4）；

——更改和补充了部分指标检测方法：

- 更改了前端冲洗性能检测方法，用国内常用方法代替（见表1）；
- 补充“蛔虫卵死亡率”指标测试方法（见表A.3）；
- 更改了臭味评估小组成员的筛选要求，用国内嗅辨员筛选要求代替（见A.3.5.4、A.3.5.5）；
- 更改了气体污染物排放指标检测方法，用国内常用方法代替（见表A.12、表A.13）；

为了便于使用，本文件做了下列编辑性修改：

——将标准名称改为《预制集成式无下水管道厕所的卫生处理装置技术要求》（名称还会作调整）；

——删除国际标准前言内容；

——修改国际标准引言内容

——删除部分术语（原标准3.1.2.3、3.1.2.4、3.1.2.5、3.1.2.10、3.1.3.8）；

——删除部分术语缩写；

——在“用户手册”中删除了涉及英语语言习惯的条款（见C.1）；

——删除资料性附录E；

——更改原标准资料性附录F；

——更改参考文献。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本文件由全国城镇环境卫生标准化技术委员会（SAC/TC451）归口。

本文件起草单位：上海市环境工程设计科学研究院有限公司

本文件主要起草人：

## 引 言

2016年，为响应联合国可持续发展目标（SDG）提出的对全球清洁安全厕所的迫切需求，国际标准化组织（ISO）成立ISO/PC 305项目组，开始启动ISO30500《无下水道卫生系统-预制组合式处理单元设计和测试安全运行标准》的编制工作，标准于2018年10月正式发布实施。该标准规定了无下水道卫生厕所产出物（包括固体、液体、臭味、噪声、气体等）的排放指标要求和测试方法，以及相关技术和性能要求等，为世界各国提供了无下水道卫生厕所产品基本技术和性能的国际标准，同时对我国厕所行业的技术发展和运行管理具有较强的指导和规范作用。

当前，在我国缺水、高寒等极端气候区域或基础设施建设不完善地区，传统水冲式厕所的应用受到较大限制，基于公众对安全、卫生、健康日益增长的需求，无下水道卫生厕所应运而生。随着技术的不断发展，无下水道卫生厕所产品类型越来越多，产品质量参差不齐，厕所的安全性和可靠性，以及产出物对环境的影响引发公众的关注，相关国家标准严重缺失。本标准在充分借鉴和吸收ISO30500国际标准安全、环保和可持续管理等指标体系和测试方法的基础上，根据中国国情和现状开展标准编制工作，标准的实施将进一步规范和提升无下水道卫生厕所产品的设计、制造和运行水平，为助推我国厕所革命事业，有效控制污染，预防疾病传播，改善人居环境，提高人民生活品质具有重要意义。

无下水道卫生厕所的预制集成处理单元由前端和后端组成，输入物由前端收集，输送至后端经处理后，最终输出产出物，过程示意图见图1。前端包括小便器、蹲便器或坐便器。后端为处理装置，采用处理工艺包括生物、化学或物理方法（如厌氧和好氧消化、燃烧、电化学消毒、微孔滤膜），可选择采用其中一种工艺或组合式工艺。输入物主要包括人类粪便和尿液等物质。产出物包括如固体产物、出水、臭味、噪声和气体等。收集/输送环节可采用传统水冲、免水冲或新型冲洗（只需少量水或无需用水并通过机械力清空便器）等方式。传统水冲和新型冲洗装置可与粪尿分集装置（如粪尿分集抽水马桶或粪尿分集无水马桶）结合使用。

此类厕所无需连接下水道或排水管网系统，以最少工序、最快速度完成整套厕所产品组装为设计理念，可整体生产，也可预制生产。

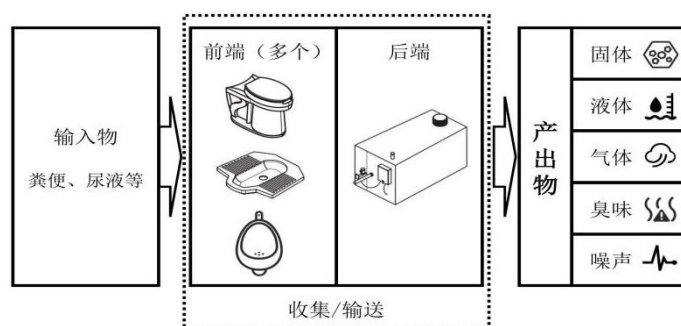


图1 无下水道卫生厕所示意图

# 预制集成式无下水道厕所的卫生处理装置技术要求

## 1 范围

本文件详细规定了无下水道卫生厕所（以下简称“系统”）的预制集成处理单元设计和试验的安全与性能通用要求，以及可持续管理要求。无下水道卫生厕所的预制集成处理单元由前端（“便器设施”）和后端（“处理装置”）组成，后端可与一个或多个特定前端连为一体：

- a) 收集、输送和充分处理系统中的输入物，最终保证固态、液态和气态产物可以安全再利用或直接排放。
- b) 无需连接下水道或排水管网系统。

本文件所指的无下水道卫生厕所的预制集成处理单元，可以是整体生产，也可将各单元组件在工厂内预制完成，在现场进行装配，且不需要进一步的加工或修改。

本文件适用于无供水和无供电网络条件下系统的开发，有供水供电条件的也可参照本文件要求。

本文件不适用于现场施工建造的厕所。

本文件中定义的输入物主要是指人类粪尿，还可包括其他物质，并对系统产物（包括固体和液体、臭味、气体和噪声）的质量要求作出规定。

本文件包含了系统的安全性、功能性、易用性、可靠性、可维护性、以及环保可持续和兼容性的要求。

本文件不包括以下几方面：

- 系统的选择、安装、操作、维修和管理指南；
- 为进一步处理、再利用或处置产出物而需采取的运输方式（如人工、卡车或管道运输）；
- 在前端和后端组件以外进行的处理过程；
- 产出物的再利用和处置方式。

## 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 3241 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器（GB/T 3241-2010，IEC 61260:1995，MOD）

GB/T 3785.1 电声学 声级计 第1部分 规范（GB-T 3785.1-2010，IEC61672-1:2002，IDT）

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 7959 粪便无害化卫生要求

GB/T 14675 空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法

GB/T 15173 电声学（GB/T 15173-2010，IEC60942:2003，IDT）

GB/T 27065 合格评定 产品、过程和服务认证机构要求（GB/T 27065-2015，ISO/IEC 17065:2012，IDT）

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范



ISO 20816-1 机械振动-机械振动的测量和评估-第1部分：概述（ISO 20816-1, Mechanical vibration Measurement and evaluation of machine vibration — Part 1: General guidelines）

NSF/ANSI 41: 2011, 非液体渗透处理系统（Non-liquid saturated treatment systems）

### 3 术语和定义、缩略语

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1 系统结构

###### 3.1.1.1

**无下水道卫生厕所 non-sewered sanitation system**

一种不与下水管道相连的卫生厕所，简称系统，能够收集、输送、并充分处理输入物（3.1.2.1），其所产生的产出物（3.1.2.2）可以安全再利用或直接排放。

###### 3.1.1.2

**收集和输送 evacuation mechanism**

将收集的输入物（3.1.2.1）从系统的前端（3.1.1.3）输送到后端（3.1.1.4）的一种方式。

注：通常包括常规水冲、倾倒式水冲、无水清洁、新型清洁方式等。

###### 3.1.1.3

**前端 frontend**

如厕便器及设施（如小便池、蹲便器或坐便器）。其中包括收集输送（3.1.1.2）、以及使用者能看得见的所有部件。

###### 3.1.1.4

**后端 backend**

使产出物（3.1.2.2）达到安全再利用或直接排放要求的处理装置及部件。

###### 3.1.1.5

**围护结构 superstructure**

为了给使用者提供遮蔽以保护其隐私，而维护于系统（3.1.1.1）或与之结合使用的附加结构。

#### 3.1.2 系统输入物和产出物

##### 3.1.2.1

**输入物 input**

主要包括人类的粪便和尿液、经血、胆汁、冲厕水、肛门清洗液、厕纸，其他人体排出的液体/固体物质以及生产商所定义的其他输入物。

注：其他输入物可能包含洗手水、经期卫生用品。

### 3.1.2.2

#### 产出物 **output**

后端处理过程中产出的物质，包括固体产物和出水（3.1.2.4）以及噪声、气体和臭味。

### 3.1.2.3

#### 腹泻排泄物 **diarrhoea**

松散、水状的粪便，通常由病毒、寄生虫、细菌或蛔虫感染引起。

### 3.1.2.4

#### 出水 **effluent**

经后端处理后（3.1.1.4）排放的液体。

### 3.1.2.5

#### 添加剂 **additives**

添加到系统（3.1.1.1）中以辅助后端处理过程或清洁系统的物质，包括但不限于化学物质、生物制剂。

注：除臭剂、消毒剂、抑菌剂、杀菌剂、化学反应物、表面活性剂或酶制剂等。

### 3.1.2.6

#### 能源 **energy supply**

为系统（3.1.1.1）提供能量供应，包括来自电网、光伏电源或其他能量源（例如机械储能器、压缩空气储存罐或风车）的能量。

## 3.1.3 系统安全性和完整性

### 3.1.3.1

#### 危险源 **hazard**

可能导致人身伤害或健康损害（短期和长期）、财产损失以及环境、土壤和植被损害的根源和状态，或其组合。

[来源：GB/T 33800-2017，有修改]

### 3.1.3.2

#### 风险 **risk**

伤害发生的概率与伤害严重程度的组合。

[来源：GB/T 15706-2012，3.12]

### 3.1.3.3

#### 风险分析 **risk analysis**

系统性地使用现有信息以识别危险（3.1.3.1）并预估风险（3.1.3.2）。

### 3.1.3.4

#### 风险评价 **risk evaluation**

以风险分析（3.1.3.3）为基础，判断是否已达到减小风险的目标。

[来源：GB/T 15706-2012，3.16]

### 3.1.3.5

#### 风险评估 **risk assessment**

包括风险分析（3.1.3.3）和风险评价（3.1.3.4）在内的全过程。

[来源：GB/T 15706-2012，3.17]

### 3.1.3.6

#### 防护装置 **guard**

系统（3.1.1.1）的组成部分，用于提供保护的物理屏障。

[来源：GB/T 15706-2012，3.27，有修改]

### 3.1.3.7

#### 安全状态 **safe state**

为用户与专业保养人员提供具有可接受风险水平的系统运行模式。

注1：安全状态可以通过防止潜在危险情况发生（例如，发生故障或故意中断）来保障用户和服务人员的安全。

[来源：GB/T 38874.1-2020，有修改]

### 3.1.3.8

#### 水密性 **water tightness**

抗渗和抗漏的能力。

### 3.1.3.9

#### 密闭性 **technical tightness**

能够防止有害液体、气体或悬浮颗粒进入内部加工/处理环境或从内部加工/处理环境排到外部环境，或者防止双向渗漏的性能。

注1：如果泄露率不超过0.001Pa·l/s，则认定此系统或其组件符合工艺密闭性要求。

注2：要求达到工艺密闭性要求的子系统、系统组件或系统边界将会在安全评估（见5.1）中进行确定。

### 3.1.3.10

#### 强度安全系数 **strength safety factor**

材料屈服强度载荷或压力极限与限制载荷（或压力）之比。

注：强度安全系数可以防止系统结构发生断裂、变形和劳损。

### 3.1.3.11

#### 鉴定合格 **proven**

通过测试、验证、对系统操作的系统性分析或其他合适的鉴定方法证明系统在预定使用的情况下可以安全、有效和可靠地运行。

## 3.1.4 系统使用和影响

### 3.1.4.1

#### 预定使用 **intended use**

按照使用说明书提供的信息使用系统。

[来源：GB/T 15706-2012，3.23]

### 3.1.4.2

#### 可合理预见的误使用 **reasonably foreseeable misuse**

未按设计者预定的方法使用系统，而是按照常理可预见的人类习惯来使用系统。

注：相关行为可能包括不正确的系统操作，例如过度使用、错误激活机械和电气控制装置，维修不当或使不明物体

沉积在前端。

[来源：GB/T 15706-2012，3.24]

### 3.2 术语缩写

BL	序批处理中液体停留时间 (Batch liquid)
BS	序批处理中固体停留时间 (Batch solid)
CAPEX	资本性支出 (Capital expenditure)
CFU	菌落单位 (Colony-forming units)
COD	化学需氧量 (Chemical oxygen demand)
EMC	电磁兼容性 (Electromagnetic compatibility)
EPA	美国环境保护局 (US Environmental Protection Agency)
GHG	温室气体 (Greenhouse gas)
HAACP	危害分析关键控制点 (Hazard analysis and critical control point)
HAZOP	危险和可操作性研究 (Hazard and operability study)
IP	防护等级 (Ingress protection)
LRV	对数减少值 (Log reduction values)
MOP	最大工作压力 (Maximum operating pressure)
OPEX	运营支出 (Operating expense)
PFU	空斑单位 (Plaque-forming units)
PL	周期性的液体 (Periodic liquid)
PS	周期性的固体 (Periodic solid)
PSLC	产品安全生命周期 (Product safety life circle)
SSF	强度安全系数 (Strength safety factors)
TSS	总悬浮固体 (Total suspended solids)
VOC	挥发性有机化合物 (Volatile organic compound)

## 4 总体要求

### 4.1 用户使用

系统的设计应能确保用户按照生产商期望的方式安全使用，应确保系统使用简单、维护方便。  
注：对于特定用户（如残障人士和幼儿）的额外要求见参考文献[55]、参考文献[56]和参考文献[57]。

### 4.2 计量单位

系统的设计和制造应采用国际计量单位制中的单位。

### 4.3 设计要求

#### 4.3.1 输入物

系统应能够至少处理人类的粪便、尿液、经血、胆汁、冲厕水、肛门清洁液、厕纸及其他人体排出的液体/固体物质。生产商可列出其他类型的可处理输入物，如洗手水、经期卫生用品，消毒湿巾。

#### 4.3.2 处理量

粪便和尿液的设计处理能力应按每日预计产生量（即粪便产生量/天和尿液产生量/天）来计算。粪便（kg/人次）和尿液（L/人次）平均产生量是设计处理量的计算依据，应在设计文件中明确说明。此外，生产商还应说明其他输入物（如水、经期卫生用品）的预计处理能力（以 kg/d 或 L/d 为单位标示）。

示例：粪便各地差距较大，难以确定统一标准，应根据各地方实际情况研究确定。成人平均粪便排泄量为 100g/人/天-300g/人·天，尿液排泄量一般为 0.8-1.5L/人·天。

#### 4.3.3 经期卫生用品

如系统可以单独储存处理经期卫生用品，应提供有关经期卫生用品处理装置或设备的安全操作和维护的规定。在处置此类用品时应考虑文化规范、现有习惯做法和使用者意愿。

#### 4.3.4 过载保护

生产商在设计时应考虑合理的安全系数，且需予以标明。当系统接近最大处理量（设计容量加上安全系数）时，应具备可视和或可听手段用以提醒系统过载而不能继续使用。一旦过载，系统将进入安全状态，防止过载造成危险（见 A.3.8.6）。

#### 4.3.5 待机状态

系统应在待机状态 60h 后保持可操作状态，且不会引起故障或需要采取正常操作程序之外的步骤来恢复运行。

待机状态指的是系统开机后或系统正常运行时，用户未故意关闭系统，且该系统在其后 60h 内未经使用或没有任何人为操作的状态。

#### 4.3.6 短期关机

系统应能在生产商标出的短期关机时限（即 60h 以内）后重新启动，立即恢复正常工作状态并处理输入物。

#### 4.3.7 长期关机

生产商应对系统长期关闭（即超过 60h）前的准备工作做出详细说明，其中应包括使系统安全稳定关机的流程。

生产商应清楚地标明完成长期关机流程的时长，不应超过 10h，期间需要操作人员参与的事项尽可

能少。

重新启动后，系统应能够立即接受输入物，并能够在生产商标明的时间内恢复至正常的运行状态。

#### 4.3.8 连续使用

系统应允许连续使用，使用间隔时间应合理。生产商应在用户手册、设备标签或铭牌上标明最短的使用间隔时间。

#### 4.3.9 安全状态提示

系统应具备是否处于安全状态（见 3.1.3.7）的提示功能（视觉或声音）或指示。

### 4.4 性能要求

#### 4.4.1 一般要求

系统在所有运行条件下（见 4.8）的运行、维修和使用均应符合 4.4.2 至 4.4.5 的规定。

#### 4.4.2 固体产物和出水

经充分处理后的固体产物和出水应达到可安全再利用或直接排放的标准，应符合 7.2.9.3 和 7.2.9.4 的规定。检测方法应按 A.3.4 规定进行。

#### 4.4.3 臭味

应按 A.3.5 规定进行检测，并应符合 7.2.9.5 的规定。

注：系统产生臭味的潜在来源包括粪便（新鲜及陈腐粪便和尿液）和处理过程中产生的臭味（如在干燥、热解、燃烧和排放过程中产生的臭味）。

#### 4.4.4 噪声

应按 A.3.7 规定进行检测，并应符合 7.2.9.6 的规定。

#### 4.4.5 气体

系统可能排出的气体分为污染性或爆炸性气体。运行期间爆炸性气体的监测要求见 4.12.2。系统释放到室内外的空气污染物浓度应按 A.3.6 规定的方法进行检测，并应符合 7.2.9.7 的规定。

整个系统（前端和后端）的设计应能够将生物气溶胶和细菌内毒素排放降至最低。针对气体直接释放至室内环境的后端系统，可检测致病性生物气溶胶和细菌内毒素。

生物气溶胶和细菌内毒素性能要求应符合现行国家标准或相关规定。

### 4.5 使用寿命

应确保按照生产商的说明书使用和维修，并在规定的处理能力或使用频率下至少正常使用 10 年。维修要求和用户使用指南应符合 4.14 和附录 C 的规定。

## 4.6 人体工程学

系统设计宜兼顾功能化和人性化要求，宜具有良好的美学和感官体验，提高系统外观的整洁度和使用的舒适度。（见参考文献[56]he [49]）

## 4.7 防盗

为了防止系统关键部件被偷盗或擅自移动，关键部件的组装或固定方式应防止他人移除或拆卸。

注：如将部件设计成需要使用工具进行移除和拆卸，则可一定程度上防止被盗。

## 4.8 运行条件

### 4.8.1 环境温度

应在周围环境温度 5°C-50°C 条件下安全可靠地运行。如果所采用的技术在此温度范围外运行，应证明其安全可靠运行能力。

### 4.8.2 环境湿度

应在环境湿度为 20%-100%条件下安全可靠地运行。如果所采用技术能在湿度低于 20%的环境中运行，应证明其安全可靠运行能力。

### 4.8.3 气压

应在 0m-2500m 海拔范围内安全可靠地运行。如果所采用的技术在此范围外运行，应证明其安全可靠运行能力。

## 4.9 系统组件

### 4.9.1 一般要求

在选择必不可少的关键材料、设备、组件、连接部分和联结件时，应考虑其与系统应用相匹配。

如设计不够清晰，或非常用以及未经批准使用的，都应提供证明文件。也可通过风险评价或其他被认可的方式（例如，失效模式及其影响分析、材料测试、材料安全数据表）证明其性能是否符合要求。

当测试属于产品认证流程的一部分时，进行材料测试的实验室应满足 A.1 的要求。

### 4.9.2 卫生设计

应尽量降低病原菌微生物感染风险。防止昆虫和寄生虫进入。

### 4.9.3 密封性

所有储存或运输液体的装置应密封。如安全评估（见 5.1）结果表明存在危害性（例如，潜在的危险气体），应通过技术措施提升系统密封等级。

注：洪水易发地区的系统还应考虑系统的防洪（如洪水泛滥和其侧向力）能力。

相关测试程序应符合 A.3.1 的规定。

#### 4.9.4 表面要求

设备及其联结件、储存器和管道的表面应光滑平整且易清洗，应：

- a) 避免积堵点、脊线或缝隙；
- b) 尽可能减少凸起、翻边和凹槽。

应确保粪便和残留物可通过常用清洁方法去除，无需使用专门的化学清洁剂。整个系统的可清洁度的最小值宜相当于用 3 号，粒度 100-120 的磨料研磨而成的不锈钢抛光表面的粗糙度。

注：此处提到的不锈钢表面有相对粗糙的短平行抛光线，以圈状方式均匀地延伸，抛光可用 3 号，粒度 100-120 的磨料研磨制取。

#### 4.9.5 化学和生物添加剂

宜少用化学和/或生物添加剂。如需使用，添加剂的使用应符合现行国家相关规定，生产商应提供包括使用风险说明，以及添加剂使用、处理和储存的说明文件（如添加剂安全证明）（见附录 C）。

### 4.10 材料

#### 4.10.1 耐久性

为保证在正常使用和误用情况下都能正常运行，应保证材料稳定、耐用，并具有密封性，同时不受当地条件影响。

应通过使用耐腐蚀材料或适当的涂料来实现材料耐久性。必要时应在系统生产环节采取防腐措施。

如在系统内有不同的金属材料连接，应防止电偶腐蚀。如承受机械负荷的部件是由塑料材质制成的，应防止环境（如紫外线辐射、温度）对系统产生的有害影响。

#### 4.10.2 耐火性

系统应耐火。当接触火源时，材料不应出现燃烧、缓慢灼烧、闷烧，或出现功能受损的现象。材料应符合 ISO 10295 标准（所有部件）或等效的标准。

### 4.11 连接点和联结件

系统的连接部分（例如焊接点、接头）应耐用并且能够经受在运输、装配、安装、运行和维修过程中受到的应力和磨损。连接部分应具有抗腐蚀性。接触污水和污泥等的联结件（如螺母、螺栓、垫圈、螺丝）应具有一定抗腐蚀性（如不锈钢 A2 或 A4 类；参考 GB/T3098.1、GB/T3098.2、GB/T3098.3）。

经安全评估为系统安全运行必须的连接点，应无需经常进行维修。连接的位置、类型和规格，生产商应在系统示意图中清楚地标明并与系统一起提供给用户。

设计时应通过对元件的比选和组合，防止在应用连接点和联结件时产生风险。生产商应在示意图中



清楚地标明系统中可移动或可传送的零件及其变位的方向。对易存在风险的连接（如电线或管道）应在设计时考虑采取措施（例如通过机械编码方式）来避免。

#### 4.12 通用安全设计要求

##### 4.12.1 边缘、边角和表面

使用者和系统维护人员可接触到的表面和部件应光滑平整，不应有毛边或快口或多余的尖头。

##### 4.12.2 防火防爆

应避免运行或故障产生或使用的气体、液体、粉尘、蒸汽或其他物质造成起火或过热的风险。

应避免后端处理技术和工艺产生的易爆气体或物质（包括气体、液体、粉尘、蒸汽或其他物质）引起的任何爆炸危险。应对潜在易爆气体、液体、粉尘、蒸汽或其他物质的积聚浓度进行监测，生产商应采取恰当的风险管控措施，至少应评估最低爆炸点和潜在火源。应通过系统优化设计，或安装安全设备以降低爆炸风险，实现对人员和系统的保护。

在采用燃烧/焚烧技术的系统中，应通过可靠的安全措施来控制火灾和爆炸危险（见 5.6.3）。

注：潜在的危险源包括熔渣、排气装置的堵塞和劣质燃料。

##### 4.12.3 系统结构完整性

设备所有部件都应能在静态和动态状态下正常运行。

如某部件在有防护措施的情况下仍有可能发生破裂或散架的危险，应妥善安装、固定和/或保护该部件以避免危险。液体和/或气体通过的装置和管道（无论刚性的或柔性的）都应能承受额定的内部和外部应力，并与系统牢固相连和/或受到保护，确保不会发生断裂。

应证明强度安全系数（SSF）符合下列规定（详见 ISO 14622）：

- 对于可能导致伤害和死亡的危害而言， $SSF \geq 3$ ；
- 对于中止了后端运作的危害而言， $SSF \geq 2$ ；
- 对于造成不便的危害而言， $SSF \geq 1.5$ 。

##### 4.12.4 回用水安全要求

回用水水质应符合 7.2.9.4 中相应回用方式（如灌溉、冲厕、洗手）的水质要求。

##### 4.12.5 地下组件

位于地下的组件应符合：

- 能在运行过程中承受住地质影响（例如地压和流体静压）并保证系统结构的完整性。
- 易于监测以防止泄漏导致地下水和/或土壤污染。

##### 4.12.6 稳固性

系统及其部件和可拆装件应确保稳定，以防倾斜、倾覆、坠落或失控移动。如需采用锚固方式，应

在用户手册中标明使用细则（见 4.14.5）。系统应能抵抗运输、安装、正常运行和维修过程中产生的外部机械冲击。

## 4.13 信息和标记

### 4.13.1 信息和警示

信息、警示和图标应清晰明确，确保用户能够理解。并应充分考虑使用者要求（见 4.1）。

标牌或标签应至少包含以下内容，并设置在前端相应位置：

- a) 人流量和使用频次（人次/d 和使用次数/d）（见 4.3.2）和生产商规定的使用间隔时间（见 4.3.8）；
- b) 其他输入物的预计日处理量（kg/d 或 L/d）（见 4.3.2）；
- c) 禁止投入的物品；
- d) 售后服务和联系人信息；
- e) 运行温度范围。

如后端和前端由不同生产商提供，则后端生产商应向运营方提供包含 a) 至 e) 信息的标记或标签。

如出水不能符合饮用水要求（见 7.2.9.4），应清晰警示出水禁止饮用。此外，如系统处理产出物可以再利用，则生产商应提供产出物的用途和质量的说明。应以标记和标签形式设置在系统后端相应位置。

用户手册和警示信息的编写应包含附录 C 中的所有信息。警示信息应清楚地标明安全风险的程度。

### 4.13.2 标记和标识

铭牌和标签应能够经久耐用、清晰易懂，并应至少包括以下信息：

- a) 生产商的名称和地址；
- b) 型号；
- c) 序列号；
- d) 制造日期；
- e) 运行总重量；
- f) 额定功率、电压等。

## 4.14 运行维护和维修保养

### 4.14.1 设计要求

在设计时应充分考虑用户和维护人员的水平，方便维护和维修保养。特定地点和用户要求参照 D.3 要求。

### 4.14.2 维护方式和配件更换

更换配件、调试和维修操作应避开有潜在危险的区域。当系统发生堵塞，应从系统外部来疏通堵塞而不需要对系统进行拆卸。

检修通道应确保配件能进入，配件更换、维修操作应安全，应避免人与输入物、系统处理中间产物

或残渣接触。

#### 4.14.3 排空和清洁

清洁和定期保养时应不需要排出未完全处理的物质，如必须排出应由专业保养人员完成。此类物质无需符合本文件规定的产物排放要求，保养人员应负责妥善清理处置未完全处理的物质。在维护保养时排出未完全处理的物质的行为不能视作处理过程。

维护关闭时，系统内未完全处理的物质质量宜降至最低。

生产商宜向保养人员说明如何妥善存放未完全处理的物质，以降低健康、安全和环境风险。

#### 4.14.4 工具和专用器械

如排空和保养需要专用工具，应在用户手册（见 4.14.5）中列出工具清单并随系统一起提供。

#### 4.14.5 用户手册

为方便更换配件、调试和维修，应向用户和系统保养人员提供用户手册。手册中至少应规定必要步骤、方法和流程表。用户手册的详细要求见附录 C。

#### 4.14.6 搬运和运输

生产商应标示系统在搬运和安全运输情况下能承受的环境温度条件。

在运输时，系统不应发生突然移动，或储罐、管道内物质的意外泄露，或任何因不稳定而造成的危险。必要时，应以捆扎或固定方式确保安全运输。

## 5 技术要求

### 5.1 安全评估

生产商应对系统进行迭代风险评估或其他能够证明其安全性的等效评估。安全评估应包括以下内容：

- a) 确定产品适用的特殊卫生健康和安全要求；
- b) 确定需采取的风险减轻措施；
- c) 记录安全评估结果。

评估工作应在设计过程或设计完成后进行。因此，评估应覆盖系统相关寿命周期，应考虑到系统的预定使用及可合理预见的误使用。

其他风险评估要求可参考附录 B。

产品安全寿命周期（PSLC）应作为风险管理流程的考察因素之一，即此流程将考察产品开发过程中的所有相关进程（如研发、采购和生产、质量保证、质量管理）。如实施 PSLC，要求可参考附录 B.3。

### 5.2 运行要求

### 5.2.1 一般要求

系统应满足基本功能要求，如启动、停机和紧急停机。

### 5.2.2 启动

启动和重启系统应能用单个专用控制装置来实现。如当系统后端处理过程阻止了该装置的使用时，应能按生产商明确标出的操作顺序来实现。

如需要用户施加机械力启动系统，机械力不应大于25N。

### 5.2.3 停机

系统应配备控制装置或清楚标示的操作程序使系统完全停机且达到安全状态。生产商应清楚地标出停机过程时间。系统应具备确保停机过程期间的安全功能（见5.6.3）。制动控制应始终优先于启动和操作控制。

### 5.2.4 紧急停机

系统应根据需要配备一个或多个紧急停止装置。有关紧急停止功能的其他指导可参考GB/T 16754标准。

## 5.3 能源供应

### 5.3.1 可靠性

主要能源供应不足不应造成危险，系统应可自动过渡到安全状态，或提供备用能源。备用能源（能源余量）最小容量应满足系统长期关闭（见4.3.7）要求。应向用户明示备用能源总量。

### 5.3.2 电力供应安全

#### 5.3.2.1 电源隔离

应采用先进的安全装置（如开关电源、熔断器，或者其他已验证的装置）实现电源隔离。隔离装置的标注和安放位置应清晰醒目。如重新连接可能会产生人体危害（例如在运行维护和更换配件期间），则隔离装置应可以被锁起。

如系统通过电源插座连接，只要操作员能够从其可以接入的任何一点来验证插头是否处于拔出状态，则拔下插头应完全能够满足电源隔离要求。

#### 5.3.2.2 能量释放

系统应具备可释放电源隔离后（见5.3.2.1）残存或存储的电量的装置，以达到安全的状态，避免造成危害。

如供电和存储电能的系统可与系统分离（如通过分离开关），该子系统应无需释放电能。

### 5.3.3 非电源供应安全

非电源供应的系统设计，运行和配置应防止与能源供应有关的危害。同时也应满足5.3.2的要求。

## 5.4 机械

### 5.4.1 加压或真空设备

额定工作表压高于50kPa的加压设备或额定工作表压低于50kPa的真空设备的设计应使设备能承受相应的机械荷载压力，并应保证合理的结构强度安全系数。

应使用安全泄压阀控制过压。

#### 5.4.2 硬管、软管和容器

硬管和软管应进行合理捆扎和固定，硬管和软管及其配件应能安全触及，方便目测检查。储存容器应能满足长时间密闭而不破裂、不损坏、不变形。

储存容器应配有液位指示器和自动控制过压装置。

#### 5.4.3 可移动和转动的部件

系统设计应避免人与可移动或转动部件接触，如不能避免应设防护装置或保护装置。

系统在设计时应考虑防止可移动部件意外卡阻。

#### 5.4.4 防止回流

如果系统连接到给水系统，应根据GB50015的要求设置防止回流措施。

### 5.5 辐射

#### 5.5.1 高温零件和表面

超过60℃的可接触零件或表面应具备保护措施或固定防护装置。

#### 5.5.2 低温零件和表面

低于-20℃的可接触零件或表面应具备保护措施或固定防护装置。

#### 5.5.3 其他辐射源

不良辐射应控制在安全水平内。

### 5.6 电气和电子设备

#### 5.6.1 安全性和可靠性

泵、驱动器、风扇或控制系统等电气设备应满足以下要求：耐用、仅需要最低限度维修、耐腐蚀、易维修。系统应通过合适的安全装置，如断路器和熔断器，来达到这些安全要求，同时还应满足相关设备标准（可参考GB 4706.53的适用部分）的要求。

安全要求应至少包括以下内容：

- a) 具备充分的绝缘和保护方案，以防止直接和间接带电部件的危害；采取适当的保护措施，以防止短路和电弧；
- b) 具备电气保护方案，此方案适用于系统运行条件，或者至少需满足 IP44 中的相关要求（防触电保护等级的更多信息可参考 GB/T 17045）；
- c) 满足电磁兼容性（EMC）要求，即系统的运行应不受任何相关电磁场外源干扰，且此系统的电磁场也不应干扰外部电气设备的运行（有关 EMC 和合适阈值的更多信息可参考 GB 17799.1 和 GB 17799.3）。

#### 5.6.2 控制系统

厕所系统应包含一个控制系统，用于获取和处理有关系统安全、可靠、高效运行的数据和信息。系统安全方面要求的信息可参考GB/T 16855.1的信息。

生产商应在设计阶段初期明确必要的控制功能和要求的测量方法，且应反映出5.1中描述的系统运行及安装条件和评估结果。

如厕所系统不含控制系统，应确保：

- a) 传送设备和处理过程应确保不会意外启动，否则会对用户和专业服务人员造成危害此外，设备的启动应在控制显示器上有显示；
- b) 自动或手动停止系统可移动部分，应操作无障碍；
- c) 安全评估（见5.1）中明确的必要保护装置应保持完全有效的状态或能发出停止命令；
- d) 信号系统应指示系统状态并包含故障模式，以告知用户系统的可用性或运行故障（如电气、机械或液压故障）；生产商应指明每一种警报对应的故障类型。

如厕所系统含有控制系统，控制系统至少应能够检测以下内容：

- 对处理过程形成严重影响的电气和机械部件故障，并应向用户传达可见和可听到的故障信号；
- 对系统的综合可用性的影响，并应传达可见和可听到的信号以通知用户系统不可用。

其它控制点应根据HACCP体系、HAZOP分析或类似的经验证过的方法进行定义。控制系统应能保证系统在外部冲击、元器件故障（硬件和软件）以及人机交互界面方面的功能稳定性。发生故障时系统应能够进入安全状态模式。

### 5.6.3 控制系统的安全功能

如安全评估（见5.1）指出控制系统内还需具备额外的安全功能，可参考GB/T 16855.1和GB/T 16855.2的原则来开发、设计、检验并验证这些控制功能。

安全相关功能的设计应满足安全完整性要求，并有效减轻安全评估（见5.1）中所说的风险。

注：安全完整性要求涉及安全相关功能的架构、判别性能和可靠性。

## 5.7 输送装置的可靠性

输送装置的机械和液压设计在正常运行中应防止回流、堵塞和负载过高。

## 5.8 后端处理过程

后端设备在在正常运行中不应由于振动、冲击、冷或热引起使用者不适。

根据ISO 20816-1 进行振动水平测试时，在使用者所处前端的任何区域内，XYZ轴的振动加速度不得超过 $0.5\text{m/s}^2$ 。

## 6 系统前端要求

### 6.1 一般要求

如前端部件和后端部件为一体化集成设计，前端部件应符合本章节要求。

### 6.2 使用和操作

#### 6.2.1 使用

前端设计应符合人体工程学要求。可根据ISO 7250（全部章节），获取人体测量数据，用于设计使用者所能接触到的区域和部件。

前端应方便使用，满足使用者的使用需求，设计应符合下列要求：

- a) 控制装置应直观；
- b) 操作流程应有逻辑顺序；
- c) 控制面板信号应简单易懂。

程序应达到下列要求：

- 一目了然，设计直观；
- 具有可控性；
- 符合用户习惯；
- 具有用户使用及保养的容错性。

选择、设计、安装手动控制装置（如手柄、踏板、开关）和指示装置时应符合以下要求：

- 位置明显，易于操作；
- 在触发后自动复位。

### 6.2.2 清洁

前端及其相连的装置（如管道、水槽等）应易于清洁。

前端表面应能够使用常规方法清洁，无需使用专门的化学清洗剂。如需专门的清洁工具，生产商必须在用户手册中做出说明（见4.14.5）并随系统一起提供。

### 6.2.3 操作

系统的设计和制造应尽量减少用户重复操作（例如使用耙和添加菌种），操作应符合6.2.1中的要求。如有必要，生产商应在用户手册中提供明确的操作说明（见4.14.5及附录C）。

### 6.2.4 文化习惯

前端的设计应当遵循和尊重文化习惯，包括：

- a) 运行模式（水冲式，干式）
- b) 坐/蹲姿势；
- c) 个人清洁用品。

如必须改变用户的使用习惯，应尽可能减少使用者操作程序，并在用户手册中进行解释（见附录C）。详情可参考附录D.4。

### 6.3 粪便可视性

前端便器应有视觉屏障设计。

### 6.4 冲洗性能

系统前端的小便池、蹲便器或坐便器可以采用常规水冲方式（水箱/冲洗阀）、倾倒式水冲、无水清洁或机械力等新型清洁方式。

相关国家或国际相关标准可参考表1。系统组装后，冲洗性能应满足A.3.3中的冲洗方式测试要求。

表1 冲洗性能检测方法

前端便器	冲洗方式			
	常规冲洗方式 (水箱/冲水阀)	倾倒式水冲	无水清洁	新型清洁
坐便器	GB 6952 GB/T 31436 GB/T 34549 JC/T 2116	参考附录A.3.3.4 和 A.3.3.6		
蹲便器	GB 6952 GB/T 31436 附录A.3.3.5 和 A.3.3.6 (非陶 瓷蹲便器)	参考附录A.3.3.5 和 A.3.3.6		
坐便器	GB 6952 GB/T 31436 GB/T 34549 JC/T 2116	-	ASME A112.19.19	-

## 6.5 抗外部冲击

前端便器应能承受运输、安装、正常运行和保养过程中的机械力冲击，且应根据NSF/ANSI41:2011，5.2.1相关规定进行静载试验。

## 6.6 安全防护

前端区域的设计应确保用户和/或系统保养人员在走动、站、坐的情况下不会滑倒、绊倒或跌倒，或从上面摔下。如有必要，应在前端区域安装扶手。

## 6.7 水封深度

水封便器的水封深度不应小于20mm。

## 7 性能试验

### 7.1 一般要求

性能试验应根据表2规定的分类以及附录A测试方法进行。

如产品前端和后端组件非一体化设计，应根据生产商标明的平均值和峰值量匹配相应数量和类型的前端进行组装，以满足试验目的。前端及后端距离应为生产商所规定的最小距离。根据安装形式分为I类、II类和III类，见表2规定。只提供后端的产品无需进行前端性能试验。

表2 性能试验要求分类

类别	性能试验要求
I类：包括1个前端和无生物处理单元的后端的系统	按7.2规定进行实验室测试，按7.3.2规定进行现场验证测试



II类：包括1个前端和含一个或多个生物处理单元的后端的系统	按7.2规定进行实验室测试，按7.3.3规定进行现场验证测试
III类：包括多个前端的系统	按7.2规定进行实验室测试，（如系统无法在实验室安装可依据不同测试环境适当更改）；按7.3.3规定进行现场测试。 含2-5个前端的系统，随机抽取至少2个前端进行测试包括前端、第6章、臭味（7.2.9.5）、噪声（7.2.9.6）和气体排放（7.2.9.7）涉及的所有项目要求； 对于超过5个前端的系统，随机抽取至少3个前端测试包括前端、第6章、臭味（7.2.9.5）、噪声（7.2.9.6）和气体排放（7.2.9.7）涉及的所有项目要求；

## 7.2 实验室测试

### 7.2.1 一般要求

应对I类、II类系统以及可在实验室中安装的III类系统（见表2）进行实验室测试。实验室测试是产品认证过程的环节之一，实验室应符合A.1的规定。

### 7.2.2 组装、安装、运行、维护

应根据生产商提供的说明书进行组装、安装、启动、装载、运行和维护。

如生产商提供的产品不包括围护结构，应在测试前根据生产商的建议（如尺寸和材料）安装围护结构，围护结构宜符合附录A.3.6.6的规定，其规格应在测试报告中明确描述。如生产商提供的产品不包括围护结构，应在噪声测试前将独立于系统的围护结构移除（见A.3.7），测试应作调整以符合A.3.7的规定。噪声测试报告中应明确指出是否含有围护结构。

### 7.2.3 输入物记录

如没有指定要求，应投加人的尿液及粪便进行测试。在投加寄生虫的测试中（见A.3.4.4.1），如人类粪便达不到投加量，可采用猪粪及必要的微生物培养技术以达到最低所需浓度。粪便和尿液可由使用者直接排入系统，也可分开收集后再置于系统中。前者方式宜做好使用记录。为保护隐私，记录文件宜妥善保存于前端封闭区域，或测试所在地的测试机构。

### 7.2.4 产出物

产出物中的固体产物和出水应符合7.2.9.3和7.2.9.4的规定，臭味、噪声、气体应符合7.2.9.5、7.2.9.6和7.2.9.7的规定。制造商应说明固体产物和出水再生利用的用途。

### 7.2.5 测试观察

测试期间和结束后，测试人员应当观察并记录下列情况：

- 系统的破裂、裂缝、渗漏和永久性变形；
- 输送设备的回流、堵塞和过载（见5.7）；
- 非正常关闭和运行故障。

### 7.2.6 实验室条件

实验室温度应控制在15℃到30℃。实验室的湿度和气压值应符合实验室操作规程并记录。

### 7.2.7 测试流程和时间

测试流程应遵循表3第1列（测试项目）和第2列（负载模式）。测试时间应不少于32天，如后端处理过程需要更多的时间，可适当延长测试时间。由于测试方法及制定人体健康参数所需的病菌峰值要求，在制定测试时间表时，宜考虑停留时间、处理周期、重要突破等因素。测试时间表应在测试开始前确定。

应在测试开始前完成6.4、6.5、6.6、A.3.1、A.3.2和A.3.3规定的测试工作。

表3测试步骤可按A.3.8执行。

表3 测试流程

测试项目	负载模式	建议时间表	建议时常/天
启动：按生产商说明启动程序		启动过程持续时间按生产商说明	持续时长取决于实现系统可操作性和稳定性所需的启动持续时间；启动持续时间按生产商说明确定
—开机 —故意停机 —意外停机 —重启	正常	第1天和第2天	2天
—无	正常	第3天	1天
—固体产物和出水 (健康及环境指标)	正常	第4天	1天
—无	腹泻模拟	第5天	1天
—固体产物和出水 (健康及环境指标)	腹泻模拟	第6天	1天
—无	正常	第7天	1天
—未使用	无负载	第8天至第10天	3天
—无	正常	第11天	1天
—短期关机	无负载	第12天至第14天	3天
—无	正常	第15天	1天
—固体产物和出水 (健康及环境指标)	正常负载模式	第16天	1天
—电源隔离 —能量释放 (能源供应的合理性和安全性, A3.8.4)	无负载	第17天	1天
—无	正常	第18天	1天
—长期关机	无负载	第19天和第21天	3天
—无	正常	第22天	1天
—固体产物和出水 (健康及环境指标)	正常	第23天	1天
—粪便可视性	正常	第24天	1天

表3 测试流程（续）

测试项目	负载模式	建议时间表	建议时常/天
—正常臭味	正常	第 25 天	1 天
—模拟臭味	模拟粪便	第 26 天	1 天
—噪声和气体	正常	第 27 天	1 天
—正常臭味	正常	第 28 天	1 天
—过载保护及连续使用	过载（使用模拟的粪便，参考 A3.8.6）	第 29 天	1 天
—噪声和气体	超载	第 30 天	1 天
—正常臭味 —固体产物和出水 （健康及环境指标）	超载	第 31 天	1 天
—排空及清洁	无负载	第 32 天	1 天

## 7.2.8 负载模式

### 7.2.8.1 正常负载模式

当测试流程表（表3）中显示正常负载模式时，投料量应与生产商规定的处理量一致。此处理量中还包含所规定的额外输入物。

投料量应按4.3.2规定的处理量计算得出，并以每日投料的比例数（粪便：kg/d，尿液：L/d）表示：每日投料量由以下两项相乘得出：

- a) 日使用次数（排便次数/d 和排尿次数/d）；
- b) 粪便平均量（kg/次）及尿液平均量（L/次）。

投料应在以下时间段内进行：

- 上午 6 点至上午 9 点投加 35%；
- 上午 11 点至下午 2 点投加 25%；
- 下午 17 点至下午 20 点投加 40%。

### 7.2.8.2 超载模式

当测试流程表（表3）中显示“超载”时，投加量应为处理量（见4.3.2）与“Sn”之和，其中Sn等于最大处理量（见4.3.4）与处理量（见4.3.2）之差值的80%。

投料应在以下时间段进行：

- 上午 6 点至上午 9 点投加 35%；
- 上午 11 点至下午 2 点投加 25%；
- 下午 17 点至下午 20 点投加 40%。

## 7.2.9 性能要求

### 7.2.9.1 输入物和产出物测试

测试应根据表3要求的顺序并采用相应的负载模式进行，如系统设计的固体产物排放频率无法达到表3的频率（例如，系统每隔几个月仅排放一次固体产物），固体产物应满足至少1次测试，且涵盖所有健康及环境指标。应合理解释并记录测试次数。

### 7.2.9.2 固体产物和出水

固体产物和出水指标的检测应按A.3.4规定进行。

出水指标达标的判断依据：在5次测试中应至少4次结果符合表6、表7和表8中的全部指标值，其中不达标的测试结果偏差不应超过指标值的20%。检测结果不应取算数平均值。

在所有检测结果中，与人体健康有关的指标都应符合表4和表5规定。

### 7.2.9.3 固体产物要求

固体产物安全排放及再利用要求应符合表4的规定。

表4 和人体健康有关的指标值和对数减少值（LRVs）

参数（病原体类别）	人体肠道致病菌	人体肠道病毒	人体肠道寄生虫	人体肠道原虫
替代物	以 E.coli 大肠杆菌 <sup>b</sup> 作为替代物，单位：CFU 或 MPN	以 MS2 噬菌体作为替代物，单位：PFU	以猪蛔虫活卵为替代物，单位：个数	以活性产气荚膜梭菌孢子为替代物，单位：CFU
最大浓度 [数量/g（干固体）]	100	10	< 1	< 1
对数减少值 <sup>a</sup>	≥6	≥7	≥4	≥6

a 对数减少值（LRVs）根据 2016 年 WHO 组织描述的微生物定量风险评估法（QMRA）确定，其假定 1 克固体粪便中所含有的参照病原体量大约与 1 升尿液相同（对数减少值见表 5），详情可参考文献[77]和[78]。

b 以 E. coli 大肠杆菌 K011（ATCC 55124）做替代物是因为其对氯霉素具有耐药性。可在培养基中加入抗生素，抑制其他干扰性细菌滋生。

人体肠道寄生虫指标和检测方法应符合下列要求：

- 样本中寄生虫卵（以猪蛔虫活卵作为替代物）浓度的检测方法应参考表 A.3，如寄生虫卵（以猪蛔虫活卵作为替代物）含量小于 1/g（干固体），则符合要求。
- 如含量大于或等于 1/g（干固体），则可采用经验证有效的方法判断寄生虫卵的活力。如不能证实样本中寄生虫卵（以猪蛔虫活卵作为替代物）无法存活，则不符合要求。

当实验室测试无法获取猪蛔虫活卵作为寄生虫替代物时，人体肠道寄生虫指标和检测方法应按 GB7959 执行。

### 7.2.9.4 出水水质要求

出水水质应符合表5、表6、表7和表8。

如系统处理后的出水被回用于手部或肛门清洗，水质应符合GB 5749相关规定。

如TSS（见表6）不达标，无需检测寄生虫卵指标。TSS在5次检测中至少4次达标，否则出水水质不达标。

表5 和人体健康有关的指标值和对数减少值（LRVs）

参数 (病原体类别)	人体肠道致病菌	人体肠道病毒	人体肠道寄生虫	人体肠道原虫
最大浓度（数量/L）	100	10	< 1	< 1
对数减少值 <sup>a</sup>	≥6	≥7	≥4	≥6

- a 对数减少值 (LRVs) 根据 2016 年 WHO 组织描述的微生物定量风险评估法 (QMRA) 确定, 其假定 1 克固体粪便中所含有的参照病原体量大约与 1 升尿液相同 (对数减少值见表 5)。详情可参考文献 [77] 和 [78]。
- b 以 E. coli 大肠杆菌 K011 (ATCC 55124) 做替代物是因为其对氯霉素具有耐药性。可在培养基中加入抗生素, 抑制其他干扰性细菌滋生。

人体肠道寄生虫指标和检测方法应符合下列规定:

- a) 样本中寄生虫卵 (以猪蛔虫活卵作为替代物) 含量的检测方法应参考表 A. 3, 如寄生虫卵 (以猪蛔虫活卵作为替代物) 浓度小于 1/L, 则符合要求。
- b) 如浓度大于等于 1/L, 则可采用经验证有效的方法判断寄生虫卵的活力。如不能证实样本中寄生虫卵 (以猪蛔虫活卵作为替代物) 无法存活, 则不符合要求。

当实验室测试无法获取猪蛔虫活卵作为寄生虫替代物时, 寄生虫卵 (蛔虫卵) 浓度应小于 1/L, 检测方法应符合 HJ 775。

表6 出水要求

指标	A 类	B 类
COD (mg/L)	≤50	≤150
TSS (mg/L)	≤10	≤30

注1: A类是出水作为再生水的基本要求, 包括城市杂用水、景观环境用水等。  
注2: B类是出水排入水体的基本要求, 具体情况还应满足当地排放标准。  
注3: COD为未经过滤情况下的总化学需氧量。

表7 营养污染物去除率要求

	最低去除率 (%)
TN	70
TP	80

表8 pH 值要求

	要求
pH	6-9

### 7.2.9.5 臭味评估

I、II、III类系统的臭味评估结果应符合表9和表10的规定, 不含围护结构的系统应按A.3.6.6安装围护结构后进行评估。

在围护结构的系统内按A.3.5的规定进行臭味评估, 评估结果中“令人不适或不可接受”的气味所占比例不应超过表9规定的最大值。

表9 系统维护结构中含使人不适或不可接受的气味最大允许比例

	“令人不快”气味的最大允许比例%	“不可接受”气味的最大允许比例%
正常臭味测试	10	2
模拟臭味测试	10	2

在系统附近按A. 3. 5的规定进行臭味评估，令人不快或不可接受的气味所占的比例应不得超过表10规定的最大值。

**表10 系统附近含令人不快或不可接受气味的最大允许比例**

	“令人不快”气味的最大比例%	“不可接受”气味的最大比例%
正常臭味测试	10	2
模拟臭味测试	10	2

注1：令人不快的气味是指难闻，稍微让人讨厌，但未达到不可接受程度的气味。

注2：不可接受的气味是指非常让人讨厌，令人作呕和/或足以导致人们因厌恶而避免使用系统的气味。

### 7.2.9.6 噪声要求

测量地点和围护结构的安装应符合A. 3. 7. 1的要求，按A. 3. 7. 4在距离系统1m处所测得系统运行过程中的任何噪声源（如处理、冲厕或机械部件），24h内平均噪声级不应超过60dBA( $L_{EX,24h}$ )；按A. 3. 7. 3测得的最大噪声不应超过85dBA( $L_{pA,max}$ )。

注1： $L_{EX,24h}$ 指日系统噪声等级，相当于系统24h噪声的平均值。

注2： $L_{pA,max}$ 指最大声级。

### 7.2.9.7 气体污染物排放要求

系统排放气体包括污染性气体或易爆气体。气体污染物应按A. 3. 6进行检测，室内气体污染物浓度和室外空气污染物浓度不应超过表11和表12的规定。易爆气体监测应符合4. 12. 2的要求。

如处理过程中有燃烧现象，应对CO和CO<sub>2</sub>的排放进行检测。

生产商应提供温室气体（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O）排放情况的说明。

**表11 室内气体污染物要求**

指标	标准值
CO	35 mg/m <sup>3</sup> (1h 平均值)
NO <sub>x</sub>	203 μg/m <sup>3</sup> (1h 平均值)
SO <sub>2</sub>	19 μg/m <sup>3</sup> (1h 平均值)
CO <sub>2</sub>	0.1%(1h 平均值)
H <sub>2</sub> S	7 μg/m <sup>3</sup> (30 min 平均值)
VOCs	300 mg/m <sup>3</sup> (1h 平均值)
PM2.5	25 μg/m <sup>3</sup> (1h 平均值)
NH <sub>3</sub>	19 mg/m <sup>3</sup> (1h 平均值)
注：NO <sub>x</sub> 包括NO和NO <sub>2</sub> ，测量值以NO <sub>2</sub> 含量表示。	

**表12 室外气体污染物排放要求**

指标	标准值（1 h 平均值）
----	--------------

CO	100 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	194 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	400 mg/m <sup>3</sup>
VOC	19 mg/m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> S	3 mg/m <sup>3</sup>
PAH	0.01mg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	10 mg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	38 mg/m <sup>3</sup>
<p>注1: NO<sub>x</sub> 包括 NO 和 NO<sub>2</sub>, 测量值以NO<sub>2</sub>含量表示。</p> <p>注2: PM<sub>2.5</sub>暂无国际公认的阈值可供参考。公认的PM<sub>2.5</sub>在总PM值中的占比约为15% (适用于燃烧过程不使用除尘器情况)。</p>	

### 7.3 现场验证测试

#### 7.3.1 一般要求

在现场验证测试过程中,系统应按规定的处理能力(4.3.2)供使用者使用。现场测试阶段应分别使用替代物(E.coli 大肠杆菌、SC 噬菌体和产气荚膜梭菌孢子)进行检测,并且至少 75%的环境参数(见表 6、表 7、表 8)和所有与人体健康相关指标(见表 13)都应达标。结果不应取算数平均值。

去除率(见表 7)可通过比较输入物样本和经处理的输出物样本中的氮、磷总量得出。在现场测试工作启动之前,需在 1 周时间内每日收集分析输入物样品。采样点在系统各个处理工段的上游段。收集的输入物样本数据将作为整个现场测试过程中 TN 和 TP 的输入参考数据。

表13 有关人体健康的固体产物和出水的现场测试指标值

参数(致病微生物分类)	人体肠道细菌	人体肠道病毒	人体肠道原虫
替代物	以大肠杆菌 E. coli 为指示物,以 CFU 或 MPN 单位测定	以 SC 噬菌体作为指示物,以 PFU 单位测定	以活性产气荚膜梭菌孢子作为指示物,以 CFU 单位测定
固体中最大浓度(数量/g 干固体)	100	10	< 1
出水中最大浓度(数量/L)	100	10	< 1

注1: 固体产物和出水指标的检测方法按表A.3规定执行。

注2: 在现场测试时,人体肠道原虫测试(以活性产气荚膜梭菌孢子作为替代物)能够验证人体肠道寄生虫测试的处理效果。

在测试过程中和测试结束后,测试人员应观察并记录有无下列情况出现:

- 任何破裂、裂缝和渗漏,永久性变形;
- 输送设备出现任何回流、堵塞和过载情况(见 5.7);
- 非正常关闭以及程序故障。

#### 7.3.2 I 类系统

I 类系统的现场验证测试应持续至少 30 天,应至少选择 1 个与实验室测试相同模式的系统进行测试。

应每周检测 1 次固体产物和出水的环境指标(见表 6、表 7 和表 8)和与人体健康相关的指标(见

表 13)。如排放次数有限（见 7.2.9.1），固体产物检测次数可减少至 1 次。生产商应记录并加以验证。

### 7.3.3 II类和III类系统

II类和III类系统的现场验证测试应符合以下要求。

应至少选择 1 个与实验室测试相同的系统进行测试，持续至少 5 个月。如仅使用一套系统无法在 5 个月内达到要求的运行条件（见 4.8），则应在不同的运行条件下同时进行多个系统测试，或者延长测试时间。

应每周检测 1 次固体产物和出水的环境指标（见表 6、表 7 和表 8），应每月检测 1 次与人体健康相关的指标（见表 13）。如排放次数有限（见 7.2.9.1），固体产物检测次数可减少至 1 次，生产商应记录并加以验证。

## 8 可持续性

### 8.1 一般要求

8.2 至 8.6 规定了系统资源的利用和回收。

### 8.2 营养物回收

生产商应详细说明最终的固体产物和/或出水中营养物的类型、浓度和总量（单位可为 mg/L 或 mg/kg 干固体或 mg/用户/天）。生产商应说明计算依据。

注1：此处营养物是指促进作物生长的元素，例如磷、氮、钾。

注2：本信息可用于指导最终固体产物和出水回收再利用方式。

### 8.3 耗水量与出水回用

#### 8.3.1 计算

应计算系统每次冲水量以及每个用户每天的用水量，单位可用升/次或升/用户/天。计算用水量无需考虑非系统处理水如洗手水等。生产商应说明计算依据。

#### 8.3.2 耗水量

生产商应说明系统运行耗水量及水质（见 8.3.1），应最大程度减少耗水量。

#### 8.3.3 出水回用

生产商应确定回用水量占总耗水量比例。如系统需在出水回用前进行稀释，生产商应说明所需清水（见 8.3.1）的总量和水质及回用水的用量，应最大程度对出水进行回用。

注：如果系统内存在回用水，应考虑、处理和监测如军团杆菌之类的食腐病菌。

### 8.4 能源消耗与回收再利用

#### 8.4.1 计算

应计算并明确系统的能源消耗与回收再利用情况，单位可用 kJ 或 kWh/体积或质量、kJ 或 kWh/用户/天。



#### 8.4.2 能源消耗

生产商需明确系统运行所需的能源消耗量。应最大程度减少能源消耗。

更多关于使用可再生能源的系统的信息可参考附录 E.3.3。

#### 8.4.3 能源回收再利用

系统应最大程度实现能源的直接回收再利用。生产商应明确可回收再利用的能量量，以作为系统运行的能源供应。

系统应最大程度实现能源的间接回收再利用（非系统内部直接使用）。生产商应明确输出的能源类型。

注：能源输出形式可以是：燃烧产生的热能、厌氧消化产生的沼气、和用于后期燃烧或热解的固体产物。

生产商宜通过能量平衡图说明能源消耗与直接或间接回收再利用的关系。

#### 8.5 全生命周期评价

系统全生命周期评价见 GB/T 24040 和 GB/T 24044 的内容。

#### 8.6 重复性操作要求

考虑到 4.3.2 确定的处理能力，生产商应随产品提供相关信息如下。

- a) 运行维护和维修保养方案，包括确定需要定期更换的零部件和更换频率。信息应在汇总表中提供。如表 14 所示，任务复杂程度描述宜参考表 15。
- b) 年净能源消耗量（单位可为 kWh/年）。
- c) 年耗水量（单位可为升/年）。
- d) 其他耗材的年消耗量（总量/数量），如化学和生物添加剂以及专门的清洁和维修工具。

表14 运行维护和维修保养方案

执行人员（用户/专业服务人员）	类型	任务的复杂性（如表 15）	频率	持续时间（工时）	所需零件、部件或消耗品

表15 运行维护和维修保养复杂程度

复杂性	技术能力
非常低	无技能要求（背景教育，经验），无需培训
低	需要基本技能和少于 1h 的培训
中等	需要一定的技能和少于 1 天的培训
高	需要高级技能（如：接受过相关领域的专业教育），需接受 1 天以上的培训，并具备至少 6 个月的工作经验。
非常高	需要很高的专业技能（如：接受过相关领域的专业教育），需接受大量培训，并具备至少 1 年的工作经验。

用户可计算系统可能的运营支出。更多信息可参考附录 D.1。

## 附录 A

## (规范性)

## 试验方法及附加测试要求

## A.1 一般要求

认证机构应符合GB/T 27065的要求,如果产品认证流程需要试验环节,试验实验室应符合GB/T 27025的要求(见GB/T 27025:2012的6.2.1和6.2.2)。

## A.2 型式试验

## A.2.1 试验要求

为了确保与本文件保持一致,型式试验应按表 A.1 规定进行。型式试验应采用至少1个具有代表性的样本产品,当产品改动可能会引起最终产品的安全、功能、性能、容量有关属性的变更时,应重复测试。

## A.2.2 试验记录

型式试验结果应予以记录,并可供检查。

试验结果文件应采用报告的形式,包含以下内容:

- a) 关于依据本文件进行测试的声明;
- b) 试验样品的说明,包括其生产商、型号、种类、容错性/精确性和设计处理能力,及系统装置组成示意图或设计图;
- c) 试验说明,包括运行条件、测试仪器、试验步骤、样本数量和采样频次、采样日期和时间以及采样布点图;
- d) 试验结果的说明,包括测试过程采集的数据或计算的结果,计算方法和试验方法的精确度,以及测量的不确定度(如适用);
- e) 试验结果评估和说明,包括关于试验样品是否满足本文件包含的所有要求的说明。

表A.1 型式试验结果的获取方法

条款/分条款	型式试验结果的获取方法:		
	文件	目测	测试
4.2 计量单位	文件		
4.3.1 输入物	文件		
4.3.2 处理量	文件和目测		
4.3.3 经期卫生用品	文件和目测		
4.3.4 过载保护	按 A.3.8.6 规定		
4.3.5 待机状态可操作性	按 A.3.8.2 规定		
4.3.6 短期关机后的可操作性	按 A.3.8.3 规定		
4.3.7 长期关机后的可操作性	按 A.3.8.5 规定		
4.3.8 连续使用	文件和目测		
4.4.2 固体产物和出水	详细要求见 7.2.9.3 和 7.2.9.4; 按 A.3.4 规定进行测试		
4.4.3 臭味	详细要求见 7.2.9.5 ; 按 A.3.5 规定		

4.4.4 噪声	详细要求见 7.2.9.6；按 A.3.7 规定
4.4.5 气体	详细要求见 7.2.9.7；按 A.3.6 规定
4.5 使用寿命	文件和目测
4.6 人体工程学	文件和目测
4.7 防盗	文件和目测
4.8.1 环境温度	文件
4.8.2 环境湿度	文件
4.8.3 气压	文件
4.9.1 一般要求	文件
4.9.2 卫生设计	文件和目测
4.9.3 密封性	按 A.3.1 规定
4.9.4 表面要求	文件和目测
4.9.5 化学和生物添加剂	文件
4.10.1 耐久性	文件和目测
4.10.2 耐火性	文件和目测
4.11 连接点和联结件	文件和目测
4.12.1 边缘、边角和表面的安全性	目测
4.12.2 防火防爆	文件和目测
4.12.3 系统整体稳定性	文件
4.12.4 回用水安全要求	文件和目测
4.12.5 地下组件	文件和目测
4.12.6 稳固性	文件和目测
4.13.1 信息和警示	文件和目测
4.13.2 标记和标识	目测
4.14.1 运维维护和维修保养	详细要求见 D.3；目测（见附件 D.2）
4.14.2 维护方式和配件更换	目测
4.14.3 排空和清洁	按 A.3.8.8 规定

表A.1 型式试验结果的获取方法（续）

条款/分条款	型式试验结果的获取方法：
	文件 目测 测试
4.14.4 工具和专用器械	文件和目测
4.14.5 用户手册	文件
4.14.6 搬运和运输	文件和目测
5.1 安全评估	文件和目测
5.2.2 启动	文件以及按 A.3.8.1 规定测试
5.2.3 停机	文件以及按 A.3.8.1 规定测试
5.2.4 紧急停机	文件以及按 A.3.8.1 规定测试
5.3.1 电力供应安全	文件以及按 A.3.8.4 规定测试
5.3.2.1 电源隔离	文件以及按 A.3.8.4 规定测试

5.3.2.2 能量释放	文件以及按 A.3.8.4 规定测试
5.3.2.3 非电源供应安全	文件以及按 A.3.8.4.2 规定测试
5.4.1 加压或真空设备	文件
5.4.2 硬管、软管和容器	文件和目测
5.4.3 可移动和转动的部件	文件和目测
5.4.4 防止回流	文件和目测
5.5.1 高温零件和表面	目测
5.5.2 低温零件和表面	目测
5.5.3 其他辐射源	文件和目测
5.6.1 安全性和可靠性	文件和目测
5.6.2 控制系统	文件以及按 A.3.2 规定测试
5.6.3 其他安全功能	文件以及按 A.3.2.4 测试
5.7 输送装置的可靠性	贯穿整个过程的测试 (表 3)
5.8 后端处理过程	参考 ISO 20816-1 测试
6.2.1 使用	文件以及按 7.2 功能性规定测试
6.2.2 清洁	文件和目测
6.2.3 操作	文件和目测
6.2.4 文化习惯	文件和目测 (见 D.4)
6.3 粪便可视性	按 A.3.8.7 规定测试
6.4 冲洗性能	按 A.3.3 规定测试
6.5 抗外部冲击	测试 (见 6.5)
6.6 安全防护	目测
6.7 水封深度	按 A.3.8.11 规定测试
8 可持续性	文件及见附件 D

### A.3 试验方法

#### A.3.1 密闭性

##### A.3.1.1 水密性

###### A.3.1.1.1 一般要求

应对系统部件进行适当的水密性测试。所有测试宜在尽可能稳定的温度条件下进行。如此条件无法满足，则应在测试结果中考虑到测试液或管道材料膨胀的计算。

在测试前，可能要根据水或污水贮存容器的材料和构造来对其进行支撑固定。在独立式容器中充满水，即可检查其渗漏情况。对于依靠地面支撑或者需要额外构件方可形成完整结构的轻型容器，气压测试（正压或负压均可）更加合适。

在低于50kPa的压力或表压下运行的系统不需要在1.5倍最大允许操作压力下进行水压试验。除非风险评估明确指出需要进行测试，否则此类系统的密闭性可以通过适当的目测方法进行检验（见7.2.5c）。

应对适用的系统按A.3.1.1.2和A.3.1.1.3的规定进行测试。

###### A.3.1.1.2 供水系统

待测试的管道应注满饮用水并排空空气，然后将管道加压至 1.5倍最大允许操作压力。如有必要，可以使用加压泵，使试验压力保持  $30_{-0}^{+10}$  min，并记录压力。然后隔离管道停止加压，放置  $30_{-0}^{+10}$  min并记录压力。在此期间，压力下降不得超过60kPa或出现任何可见的渗漏。

注：此试验方法基于EN 805。

### A.3.1.1.3 容器

#### A.3.1.1.3.1 水压测试

容器置于开放悬空的网架上，既用于支撑也便于发现任何渗漏。容器所有连接部件应密封或隔离，然后注满水。 $30_{-0}^{+5}$  min后，观察水位。如水位下降，且容器的材料可能吸收水分，则应根据需要把容器加满水，并记录所需的额外水量。容器吸水最多持续2h，之后不需要再加水。容器不应渗漏。

注：此试验方法基于EN 12566-3。

#### A.3.1.1.3.2 气压测试-真空状态

将容器置于水平面上，并横向支撑。所有孔口均密封或隔离，留下一个口连接到真空泵和测量仪器上。压力采用 $-(10\pm 2)$ kPa，持续 $180_{-0}^{+10}$  s，然后将容器与真空泵断开。 $(60\pm 1)$ s 后测量容器内的压力。压力增加不应超过 10kPa。

注：此试验方法基于EN 12566-3。

#### A.3.1.1.3.3 气压测试-压力状态

将容器置于水平面上，并横向支撑。所有孔口均密封或隔离，留下一个口连接到合适的气泵和测量仪器上。压力采用 $+(30\pm 2)$ kPa，持续 $180_{-0}^{+10}$  s，然后将容器与加压装置断开。 $60_{-0}^{+10}$  s 后测量容器内的压力。压力下降不应超过 10kPa。

注：此试验方法基于EN 12566-3。

### A.3.1.2 系统密封性

如安全评估结果（见 5.1）表明系统需要更高程度密封等级，应通过技术措施提升系统密封等级并提交合规证明文件。

## A.3.2 控制系统

### A.3.2.1 通用要求

控制系统测试方案可参考GB/T 21109规定。测试方法有文件验证、目测和性能试验。如测试不涉及所有功能，应说明原因。应基于目测和相关技术文件来制定测试方案，其中包括能够单独测试每个控制系统功能的测试案例。系统设计人员不得进行控制系统测试。测试结果应记录并可供检查。

### A.3.2.2 测试计划和方案

测试计划和方案应至少包括：

- a) 官方信息，包括软件版本（如相关）；

- b) 测试设备的信息，包括适用的校准信息；
- c) 通过目测来验证系统是否符合技术文档所述情况，包括：
  - 1) 标签适用性；
  - 2) 正确安装；
  - 3) 正确的国际防护等级分类；
  - 4) 包括短路测试、电位水平测试和连续性测试在内的信号电路的证明；
  - 5) 过渡电阻测试；
  - 6) 绝缘测试；
  - 7) 接地导体测试；
  - 8) 剩余电流装置测试；
- d) 控制系统功能，及评估控制系统功能的测试案例介绍；
- e) 对用于测试控制功能的系统预期模式的介绍，包括（如适用）：
  - 1) 使用准备，包括设置和调校；
  - 2) 启动；
  - 3) 配置；
  - 4) 自动、手动或半自动流程控制；
  - 5) 稳态运行；
  - 6) 重置；
  - 7) 关闭；
  - 8) 维修；
  - 9) 可合理预见的异常状况；
- f) 测试标准的介绍，（即预期状况或每个测试执行后结果），包括定性标准（如指示机制、系统模式或状态的变化）和定量标准（如反应时间、过渡时间、温度）；
- g) 确定是否符合测试标准，记录不符合项；
- h) 测试人员的姓名、资质及签名；
- i) 测试日期。

### A.3.2.3 常规测试案例

测试案例应纳入测试计划，以验证以下内容：

- a) 传送和处理设备不会意外启动；
- b) 所有系统的启动都在控制显示器上显示；
- c) 在所有相关运行条件下，包括紧急停止测试中，自动或手动停止都不受阻碍；
- d) 保护装置保持完全有效的状态或可发出停止命令；
- e) 信号系统通过相应的警报向用户表明所有相关系统状态和故障模式，如与处理过程相关的重要电气和机械部件故障及系统整体可用性或不可用性；
- f) 在可合理预见的误用和用户操作失误的情况下，系统仍然可安全运行。

用于验证的所有测试测量设备应按可靠的标准进行校准。应验证所有设备是否可以正常操作。

### A.3.2.4 其他安全功能要求

除了按A.3.2.1、A.3.2.2和 A.3.2.3规定进行测试之外，应通过以下方式验证控制系统安全功能：

- a) 审查与评审安全评估（见 5.1）中确定的安全完整性要求；

- b) 审查和验证安全要求标准、用户手册中的安全规定（见附录 C）和设计文件，以及测试方案；
- c) 按安全要求标准和用户手册的安全规定，对系统电路图，及用于维持系统安全运行的硬件和软件的合格性进行性能审查和分析；
- d) 验证潜在共因故障的适当缓解措施（评分表可参考 GB/T 16855.1，附录 F）；
- e) 通过计算表明是否达到要求的安全完整性的正式验证；
- f) 基于安全要求标准的测试案例。

### A.3.3 冲洗性能

#### A.3.3.1 一般要求

冲洗性能测试方案根据 EN 997、IS 2556-3 和 IS 2556-14 标准并基于行业最优方法改编。

#### A.3.3.2 测试对象

以下清洁方式的前端产品应接受测试：

- a) 常规水冲；
- b) 倾倒式水冲；
- c) 无水清洁；
- d) 新型清洁。

应按生产商说明的方式启动冲洗装置。

#### A.3.3.3 冲水量

应按生产商说明的冲水量进行测试。

对于采用常规水冲或新型清洁方式（用水）的系统，所有测试都应按生产商标明的“完全冲洗”水量进行。

对于采用倾倒式水冲方式的系统，应按生产商的说明倾倒水。测试时使用的水量应近似于生产商说明的正常冲水量。

无水或新型清洁方式（无水）无需进行冲水量测试。

#### A.3.3.4 坐便器冲洗功能及测试方法

##### A.3.3.4.1 洗净功能

利用经孔径 2mm 的筛子筛过的 20g 细干木屑进行测试。测试步骤如下：

- a) 将便器边缘以下的内表面全部润湿。
- b) 立刻将木屑尽可能均匀地洒在湿润的表面上。
- c) 启动冲洗装置，并测量未冲洗到的面积。
- d) 步骤 a) 到步骤 c) 重复进行 5 次。

5 次测试结果（便器边缘以下未冲洗面积）的算术平均值不得超过 50cm<sup>2</sup>。

##### A.3.3.4.2 厕纸

测试使用的厕纸应符合 EN 997:2012 标准 5.7.2.4.1 的规定。测试步骤如下：

- a) 每次只使用一张纸，轻轻揉皱成 12 张厕纸，并将它们一张一张地分别投入坐便器，在 14s 至 18s 内完成此步骤。

- b) 在最后一张厕纸丢入坐便器后 2s 内启动冲洗装置。
- c) 记录结果并取走未被冲走的厕纸。
- d) 重复进行 5 次。

5次测试中至少应有4次能将12张厕纸全部冲走。

#### A.3.3.4.3 排放功能

测试使用不吸水的小球，每个球重  $(3.7 \pm 0.1)$  g，直径  $(20 \pm 1)$  mm。测试步骤如下：

- a) 将 50 个球投入坐便器，启动冲洗装置。
- b) 记录结果并取走残留在便器内的小球。
- c) 重复进行 5 次。

5次测试结果的平均值应大于等于85%。

#### A.3.3.4.4 防溅污性

适用于除倾倒式清洁方式外的前端。

测试应使用一种打湿后具有明显可见变化的纸张。测试步骤如下：

- a) 把纸平铺在待测试坐便器周围的地面上，覆盖便器投影面积外 200mm 范围。
- b) 启动冲洗装置并记录结果。

冲洗水不应溅出坐便器边缘打湿纸张。只有极少水滴能滴落在纸上。

#### A.3.3.5 蹲便器性能要求及测试方法

##### A.3.3.5.1 洗净功能

利用经孔径2mm的筛子筛过的20g干木屑进行测试。测试步骤如下：

- a) 将便器边缘以下的内表面全部润湿。
- b) 将 20g 细干木屑尽可能完整和均匀地洒在蹲便器内部。
- c) 启动冲洗装置，并记录蹲便器上残余的木屑。

蹲便器边缘40mm以下的木屑应被冲净。

##### A.3.3.5.2 厕纸

测试使用的厕纸应符合EN 997:2012标准5.7.2.4.1中的规定。测试步骤如下：

- a) 轻轻揉皱 6 张厕纸或聚乙烯薄膜，并将它们丢入蹲便器。
- b) 启动冲洗装置。
- c) 记录结果并移除未被冲走的纸张。
- d) 重复进行 4 次。

4次试验中至少应有3次将6张厕纸全部冲走。

##### A.3.3.5.3 污渍

试验应使用颜色与蹲便器对比明显且用孔径为1.18mm的筛子筛选后的石英粉末。测试步骤如下：

- a) 将石英粉末涂抹到蹲便器边缘 40mm 以下的整个内表面。
- b) 启动冲洗装置。
- c) 记录残留在蹲便器内的污渍。

冲洗后，蹲便器内应无残留污渍。



#### A.3.3.5.4 防溅污性

适用于除倾倒式清洁方式外的前端。测试应使用经有色染料着色的水。测试步骤如下：

- a) 确保测试区域地板干燥洁净。
- b) 将冲洗水用染料着色。
- c) 启动冲洗装置。
- d) 观察并记录是否有冲洗水溅出便器边缘落在地板上，清点地上的水滴数。
- e) 重复测试5次。

冲洗水不应溅出便器边缘滴落在地板上。5次测试结果之和不应超过10滴。

#### A.3.3.6 容量

容量测试适用于包括倾倒式清洁方式在内的水冲式前端。

当出水口和排气孔（如有）密封时，便器应能至少容纳生产商所指的足够进行“完全冲洗”的冲水量，安装时应达到便器可达到的最高水位。

### A.3.4 固体产物和出水指标检测方法

#### A.3.4.1 一般要求

7.2.9.2 有关固体产物和出水指标的采样和检测方法应符合本章节规定。

#### A.3.4.2 采样

##### A.3.4.2.1 采样点

采样点设置应确保可获取具有代表性的固体产物和出水样品（如选取产物排出前后的位置作为采样点）。

##### A.3.4.2.2 采样类型和频次

应按表A.2规定的样品类型和采样频次进行采样。应采用可靠的样品保存方法。采样设备和步骤应符合国家相关标准，使用的设备、步骤和标准应记录在检测报告中。

表A.2 采样类型和频次

	参数	样品类型-瞬时/混合采样	最小采样频次
出水	TN	12h 混合采样样品	1 次/指定采样日
出水	TP	12h 混合采样样品	
出水	pH	瞬时采样样品	
出水	COD	12h 混合采样样品	
出水	TSS	12h 混合采样样品	

关于与人体健康参数相关的采样，请参阅表 A.5。

#### A.3.4.3 检测方法

表A.3列出了现行国家和行业标准，以及国际公认的固体产物和水质检测方法。在进行人体肠道致病菌替代物测试时，应在输入物中投加相关替代物（见A.3.4.4）。

表A.3 固体产物和水质检测方法

	参数	检测方法	
出水	TN	HJ636	
出水	TP	GB11893	
出水	pH	GB6920	
出水	COD <sub>cr</sub>	HJ828	
出水	TSS	GB11901	
出水和固体产物	人体肠道致病菌 (利用 E. coli 大肠杆菌作为替代物，测量单位是 CFU 或 MPN)	APHA 9221, APHA9222 和 APHA9223 液体: HJ 1001	
出水和固体产物	人体肠道寄生虫 (利用活猪蛔虫卵作为替代物)	固体: GB7959 液体: HJ 775	
	蛔虫卵		
出水和固体产物	人体肠道病毒 在实验室测试中利用 MS2 大肠杆菌噬菌体作为替代物，测量单位是 PFUs	EPA 1602 大样本使用 EPA 1601	ISO 10705-1
	在现场测试中利用体细胞大肠杆菌噬菌体作为替代物，测量单位是 PFU	EPA 1602 大样本使用 EPA 1601	ISO 10705-2
出水和固体产物	在现场测试中利用活性产气荚膜梭菌孢子作为替代物，测量单位是 CFU	固体: ISO 7937、GB/T 26425 液体: ISO 14189	

#### A.3.4.4 人体健康参数检测中的替代物投加和产物采样（实验室测试）

##### A.3.4.4.1 一般要求

为确保人体健康相关参数的结果具有意义，应按表 A.4 和表A.5有关规定在粪便和尿液输入物里投加人体肠道致病菌替代物。

必须按照相关规定投加浓度足够高的替代物并测量其浓度，以便能够测试和量化由于系统消毒过程引起的病原体负荷的减少程度。

该系统的停留时间决定了投加替代物的粪便和尿液进入系统的流动过程。因此，需要在足够长的持续时间内投加替代物，以确保系统排出的产物与投加替代物的输入物有对应关系。输入物和产物的取样测试持续时间不应小于24h，以满足24h或更长的处理周期模式。此外，由于液体和固体在系统中停留时

间不同，应分别考虑液体和固体的时间参数。如在运行时固体和液体产生显著的相互作用，应在投加替代物和采样过程中考虑这种相互作用。

表A.4 在输入物中投加人体肠道致病菌替代物

参数 (致病菌分类)	人体肠道细菌病原体	人体肠道病毒	人体肠道寄生虫	人体肠道原虫
替代物	利用 E. coli 大肠杆菌作为替代物，以 CFU 或 MPN 计	利用 MS2 大肠杆菌噬菌体作为替代物，以 PFU 计	利用猪蛔虫活卵作为替代物	利用活产气荚膜梭菌孢子作为替代物，以 CFU 计
粪便中最小投加量[数量/克，(干燥固体)]	$10^8$	$10^8$	$10^4$	$10^6$
尿液中最小投加量(数量/升)	$10^8$	$10^8$	$10^4$	$10^6$

与投加有关的参考可见表 F.1。

#### A.3.4.4.2 不同类型系统的时间参数定义

对于以序批式收集、处理和完全排出尿液和/或粪便的系统，则用参数BL和BS分别定义处理液体和固体批次所需的时间。

对于连续或定期排放液体和/或固体的系统，则用参数T95L和T95S分别定义液体和固体的系统停留时间。这些参数用于确保采样时输出产物与加有替代指示物的输入物对应，详见附录F。

对于间歇式排放液体和/或固体流的系统，则用参数PL和PS分别定义液体和固体流连续排放的周期或时间间隔。

生产商应定义下列变量值：BL，BS，T95L，T95S，PL 和 PS（如适用），并提供证明材料。如适用，生产商应提供确定T95L和/或T95S的方法、测量和计算方式的文件。

#### A.3.4.4.3 液体和固体无显著相互作用系统的替代物投加和采样

##### A.3.4.4.3.1 一般要求

如系统中固体和液体消毒方式不同，生产商应分别提供说明文件。此类系统替代物投加和采样的时间见表A.5。

表A.5 替代物投加时间和排出物采样时间

液体排放类型 (时间参数)	尿液中替代物投加时间	采样时间
序批式 (BL) BL < 24 h	24h 周期内所有批次均应随批次投加	对应所有投加批次的排放液体都应进行采样和测试
序批式 (BL) BL > 24 h	随该批次投加 1 次	该批次对应的排放液体进行采样和测试
连续排放 (T95L)	在 T95L + 24h 时间内连续投加	在投加替代物后，自 T95L 起 24h 内每 4 h 进行一次采样和测试
定期液体排放 (T95L, PL) PL < 24 h	在 T95L + 24 h 时间内连续投加	在投加替代物后，自 T95L 起 24h 内对每次定期排出的液体进行采样和测试
定期液体排放 (T95L, PL)	在 T95L + PL 时间内连续投加	在投加替代物后，从 T95L 开始。在 T95L 之后对第

PL > 24 h		一批排出液体进行采样和测试
<b>固体排放类型 (时间参数)</b>	<b>粪便中投加替代物投加时间</b>	<b>采样时间</b>
批量(BS) BS < 24h	24h 周期内所有批次均应随批次投加	所有批次的固体产物输出时间段 (不超过 24h)。
批量(BS) BS > 24h	随该批次投加 1 次	该批次对应的固体产物进行采样和测试
连续固体排放 (T95S)	在 T95S + 24 h 时间内连续投加	在投加替代物后, 自 T95S 起 24h 内每 4 h 进行一次 采样和测试
定期固体排放 (T95S, PS) PS < 24 h	在 T95S + 24 h 时间内连续投加	在投加替代物后, 自 T95S 起 24h 内对每次定期排出 的液体进行采样和测试
定期固体排放 (T95S, PS) PS > 24 h	在 T95S + PS 时间内连续投加	在投加替代物后, 从 T95S 开始。在 T95S 之后对第 一批排出液体进行采样和测试

对于按表A.5确定的替代物投加持续时间过长(例如大于1周)的系统,可根据系统实际情况制定替代物投加和采样方案。方案应确保采样样品具有代表性,且液体和固体中浓度的对数减少值具有统计学意义,并提供能够证明方案统计有效性的材料,其中包括考虑停留时间分布。

#### A.3.4.4.3.2 替代物的投加和采样频率

如系统存在多个液体和/或固体排放情况,A.3.4.4.3规定的方案可适用于这种系统,并提供能够证明方案统计有效性的材料,其中包括对停留时间分布的考虑。

#### A.3.4.4.4 液体和固体相互作用系统的替代物投加和采样

##### A.3.4.4.4.1 一般要求

如系统中固体和液体发生长时间的接触,或者要在部分或整个过程中处于同一处理流程,此类系统中的固体和液体可同时或分别排放。如同时排放,则都以批量、连续或周期性的方式排放;如分别排放,则以不同的方式排出(如,连续性排出液体,周期性排出固体)。在所有情况下,系统中的液体和固体都具有对应的停留时间/处理时间,可参考A.3.4.4.2。

如替代物的投加持续时间和采样持续时间均在一周之内,应选取较长的时间进行投加。

如固体和液体中替代物的投加和采样时间至少有一种超过一周(例如每几周或几个月定期排放1次的系统),根据系统实际情况制定替代物投加和采样方案。

##### A.3.4.4.4.2 替代方案

应根据系统实际情况制定方案确保采样样品具有代表性,浓度对数减少值具有统计学意义,并提供能够证明方案统计有效性的材料,其中包括考虑停留时间分布、稀释和/或不同阶段的分隔情况。

##### A.3.4.4.4.3 投加和采样时间

A.3.4.4.4可适用于系统存在多个液体和/或固体排放情况,需提供能够证明方案统计有效性的材料,其中包括考虑停留时间分布。

##### A.3.4.4.5 其他

如系统不属于上述任何类别,评价系统处理有效性的方法可通过修改液体和固体的替代物投加和采样方法来定义和确定。有时还需要提供计算方式或支持数据以考量系统中的固体停留时间、稀释和/或指示生物划分,如需要考虑固体在系统中的停留时间,稀释和/或指示生物的分配,则应提供数据计算依据。

### A.3.5 臭味评估方法

#### A.3.5.1 一般要求

臭味评估方法适用于只有一个前端(即表2中的和I类II类系统)和含围护结构的系统。III类系统的评估方法应按表A.6规定进行相应调整。

表A.6 III类系统和无围护结构系统的臭味评估方法调整方式

系统类型	评估方式
有2-5个前端的III类系统	在“系统围护结构内”(见A.3.5.7)对2个随机选择的前端进行臭味评估。 “系统的附近”的臭味评估应按A.3.5.8规定进行。
有多于5个前端的III类系统	在“系统围护结构内”(见A.3.5.7)对3个随机选择的前端进行臭味评估。 “系统的附近”的臭味评估应按A.3.5.8规定进行。

#### A.3.5.2 评估环境

为避免对评估造成干扰,评估环境的换气次数应为每小时6至12次。

#### A.3.5.3 评估小组的构成

评估小组由4名经选择(见A.3.5.4)和筛选(见A.3.5.5)的成员构成。

#### A.3.5.4 小组成员的选择

评估小组成员应符合GB/T 14675对嗅辨员的要求。

#### A.3.5.5 小组成员筛选

评估小组成员的嗅觉检测和人员筛选应符合GB/T 14675中5.2的规定。

#### A.3.5.6 评估步骤

##### A.3.5.6.1 一般要求

在明确评估频率和时间(见A.3.5.7.1和A.3.5.8.1)后,应根据下列步骤采用直接观察方法进行评

估:

- 分配4名小组成员在系统两个位置同时进行评估,其中2名小组成员在围护结构内进行,另2名在系统附近进行。每次臭味评估后,围护结构内评估小组成员和系统附近评估小组成员互换。
- 确保小组成员了解用于报告臭味的臭味代码和相关的术语、概念。
- 指导小组成员每隔10s吸入周围空气并进行臭味判断,评估持续3min。

- d) 小组成员在每次间隔时记录判断结果，包括 i) 指出有或无臭味，ii) 如感受到臭味，记录臭味类型和带来的感受（令人愉快、可以接受、令人不快或不可接受）。评估报告表如图 A.1 所示。
- e) 评估过程中小组成员禁止相互交谈以及其他方式透露评估结果。

小组成员：张某

日期：2016年3月26日

开始时间：14:25

停止时间：14:25

评估时间：第2次排便后

评估位置和备注：此处填写评论

<b>气味代码</b>
<b>气味类型</b>
0- 无气味
F- 粪便味
X- 其他气味
<b>气味属性</b>
1- 令人愉快
2- 可以接受
3- 令人不快
4- 不可接受

第1分钟

F4	F3	X3	X2	X2	X3
----	----	----	----	----	----

第2分钟

X2	X2	X2	X2	X2	X2
----	----	----	----	----	----

第3分钟

X2	F2	F2	X2	0	0
----	----	----	----	---	---

注：

粪便味 可轻易判别为粪便和/或尿液味的气味

其他气味 非粪便气味（例如香料、清洁产品、系统处理过程其味）

令人愉快 令人愉快的气味

可以接受 淡淡的气味，不会让人讨厌，容易忍受

令人不快 令人不快的气味，稍微让人讨厌，但未达到不可接受的标准

不可接受 非常让人讨厌，令人作呕和/或足以导致用户放弃使用

图A.1 臭味评估报告表

#### A.3.5.6.2 评估有效性

评估小组成员应经过专业训练并具有嗅辨员资质，具备较高专业水准。每次评估不应遗漏2个以上的判断结果，全天测试不应遗漏4个以上的判断结果，否则应重新进行评估。此外，如有证据表明系统出现误用，则应重新安排评估。

#### A.3.5.6.3 正常臭味评估

应按7.2规定的测试流程和测试日当天的负载模式使用系统。

#### A.3.5.6.4 模拟臭味评估

##### A.3.5.6.4.1 一般要求

应使用具有臭味的模拟粪便。

注：模拟粪便无需具备粪便的所有特性，只是要模拟粪便和尿液混合的浓稠度和气味。

#### A.3.5.6.4.2 模拟粪便制备

所需材料：

- 烹调用炉；
- 用于搅拌的叉或铲；
- 可密封的玻璃容器；
- 带盖平底锅；
- 冰箱。

所需原料：

- 丁酸；
- 二甲基三硫化物；
- 老豆腐；
- 甘油；
- 吲哚；
- 对甲酚；
- 花生油或植物油；
- 三醋酸甘油酯；
- 三甲胺；
- 水；
- 白米。

模拟粪便的制备步骤如下：

- a) 将 150g 的白米和 0.5L 水倒入平底锅内，盖上盖子煮沸。
- b) 水沸腾后，调低加热温度煮沸 30min（微沸）。
- c) 待米饭稍微冷却后，用叉子或铲用力搅拌 1min。
- d) 盖上盖子，待其冷却至室温。
- e) 另取一个容器，用叉子或铲将 1kg 老豆腐搅拌 30s，将其打碎成更小的块状（不需要打碎成匀质糊状）。
- f) 加入 100ml 甘油，通过步骤 a)-d) 制成的 600g 米饭，和 50ml 花生油或植物油，用叉子或铲搅拌 30s，使其完全混合。
- g) 在每千克湿重物料中添加以下含量的气味剂：
  - 丁酸：1000 mg/kg；
  - 对甲酚：300 mg/kg；
  - 吲哚：30 mg/kg；
  - 二甲基三硫化物：6 mg/kg（最好添加 0.5ml 的浓度为 12mg/ml 的甘油三乙酸酯溶液）；
  - 三甲胺：5 mg/kg。
- h) 搅拌气味混合到糊状物中，直到均匀分布。。
- i) 将模拟粪便封存于密封玻璃容器内并置于冰箱中。
- j) 制备好的模拟粪便可在一个月内使用。

#### A.3.5.6.4.3 评估步骤

需要以下器材：

- 装有 300g 室温下模拟粪便的密闭容器，方便搬运至厕所且易于重新密封；
- 装有替代尿液的 200ml 水的容器。如系统需要液体导电才可正常运行，可在水中添加不超过 10g/l 的尿素，8g/l 的氯化钠和 2g/l 的氯化钾。
- 臭味评估报告表（见图 A.1）。

模拟粪便评估步骤如下：

- a) 指导实验室人员按如下步骤将模拟粪便投加至系统中：
  - 1) 进入围护结构并关上门（如有围护结构）。
  - 2) 将 300g 模拟粪便和 200ml 水依次迅速投加至坐便器或蹲便器中。
  - 3) 迅速密封空的模拟粪便容器并启动冲洗装置。
  - 4) 离开围护结构。
- b) 指导小组成员按如下步骤进行评估：
  - 1) 在启动冲洗装置 5min 后靠近系统（如有围护结构，则进入该结构）。
  - 2) 开始臭味评估（见 A.3.5.6.1）。
  - 3) 进行臭味评估，持续时间为 3min。

系统附近的 2 名小组人员应同时进行评估。

### A.3.5.7 围护结构内的臭味评估步骤

#### A.3.5.7.1 评估频率和时间

正常臭味评估（见 A.3.5.6.3），臭味评估时间应为：

- 大便和小便结束，冲洗装置启动开始后 5min；
- 处理过程预计释放臭味最多的时刻；
- 在测试日随机进行；

评估频率按 A.8 规定执行。

模拟臭味评估（见 A.3.5.6.4），臭味评估时间应为：

- 模拟排便（见 A.3.5.6.4.3）结束，冲洗装置启动开始后 5min；
- 处理过程预计释放臭味最多的时刻；
- 在测试日随机进行；

评估频率按 A.9 规定执行。

表A.7 正常臭味评估频率和时间

	大便后五分钟	小便后五分钟	处理过程预计释放臭味最多的时刻	测试日随机
评估次数	4	2	2	2

表A.8 模拟臭味评估频率和时间

	模拟大便后五分钟	处理过程预计释放臭味最多的时刻	测试日随机
评估次数	4	4	2

注：“处理过程预计释放臭味最多的时刻”很可能是刚刚启动冲水或冲洗装置之前或之后。



### A.3.5.7.2 评估步骤

每次评估时，应有2名小组成员进入系统围护结构并关上门立即开始评估。

如围护结构不能同时容纳2人，应按表A.8和表A.9规定的采样频率的两倍进行采样。

详细的评估步骤见A.3.5.6.1。

### A.3.5.7.3 评估有效性

如所有评估小组成员每次评估均未遗漏判断结果，应按表A.8和表A.9对所有评估结果进行汇编，内容包括：在3次正常臭味评估完成后，每个被测试前端的1080个判断结果（计算方法是：每次评估的18个判断结果×2名小组成员×每天10次×3次）；在1次模拟臭味日评估完成后，每个被测试前端的360个判断结果（计算方法是：每次评估的18个判断结果×2名小组成员×每天10次）。

评估有效性要求见A.3.5.6.2。

### A.3.5.8 系统附近的臭味评估步骤

#### A.3.5.8.1 评估频率和时间

正常臭味评估，评估时间应为：

- 大便和小便结束，冲洗装置启动开始后5min；
- 处理过程预计释放臭味最多的时刻；
- 在测试日随机进行；

评估频率按表A.10规定进行。

表A.9 系统附近正常臭味评估频率和时间

	大便后五分钟	小便后五分钟	处理过程预期释放臭味最多的时刻	测试日随机
评估次数	4	2	2	2

模拟臭味评估，评估时间应为：

- 大便和小便结束，冲洗装置启动开始后5min；
- 处理过程预计释放臭味最多的时刻；
- 在测试日随机进行；

评估频率按表A.11规定执行。

表A.10 系统附近模拟臭味评估频率和时间

	模拟大便后五分钟	处理过程预计释放最多臭味的时刻	测试日随机
评估次数	4	4	2

#### A.3.5.8.2 评估步骤

每次应由2名小组成员按表A.10和A.11规定的内容进行评估。

各成员位置如下：

- a) 评估小组由4名成员组成，每次评估时，在系统附近和围护结构内的小组成员相互交换位置。

- b) 系统附近臭味评估时，一名成员应站在系统前面，且距离系统门口 2m 远，另一名成员应站在系统后面，且距离后端臭味排放最多处 2m 远。如受系统所处空间限制，不能站在 2m 之外，则可以缩短此距离。具体测试点选择时应基于科学的工程经验进行判断。

评估步骤详见A. 3. 5. 6. 1。

### A. 3. 5. 8. 3 评估有效性

如所有评估小组成员每次评估均未遗漏判断结果，按表A. 10所得评估结果进行汇编，内容包括3次正常臭味评估的1080个判断结果（计算方法是：每次测试中的18个判断结果×2名小组成员×每天10次测试×3次）；以及按表A. 11所得评估结果进行汇编，内容包括1次模拟臭味评估的360个判断结果（计算方法是：每次评估的18个判断结果×2名小组成员×每天10次测试）。

评估有效性要求见A. 3. 5. 6. 2 。

## A. 3. 6 气体污染物检测方法

### A. 3. 6. 1 设备

#### A. 3. 6. 1. 1 说明

用于气体其污染物检测的分析仪应保证灵敏度。设备应按生产商提供的说明操作。

分析仪在使用前应检查：

- a) 响应时间；
- b) 零点漂移和量程漂移；
- c) 检测限；
- d) 干扰物质的影响；
- e) 温度和压力对仪器的影响；
- f) 稳定性。

#### A. 3. 6. 1. 2 校准

对于半连续排放监视器，应在现场测试前（分析仪稳定2h内）检查整个采样系统的零点和量程漂移。现场测量完成后，应进行最后的零点和量程检查。

每天应定期进行其他校准工作。

### A. 3. 6. 2 气体污染物指标检测步骤

#### A. 3. 6. 2. 1 检测对象

每次需对系统内主要气体污染源（即排放气体浓度最高的污染源）进行检测，具体包括处理单元和系统运行相关的其他气体污染源。

#### A. 3. 6. 2. 2 检测方法

##### A. 3. 6. 2. 2. 1 一般要求

气体污染物指标检测步骤应按国家现行标准进行。

##### A. 3. 6. 2. 2. 2 室内气体污染物

检测方法应按表 A. 12规定的现行国家和行业标准进行。应确定采样方法是瞬时采样还是连续采样。

表A. 11 室内气体污染物检测方法

成分	检测方法
CO	GB 9801
NO <sub>x</sub>	HJ 479
CO <sub>2</sub>	GB/T 18204.2
H <sub>2</sub> S	HJ 872
VOC	GB/T 18883
SO <sub>2</sub>	HJ 482
PM <sub>2.5</sub>	HJ 618
NH <sub>3</sub>	HJ 533

注：NO<sub>x</sub>是NO和NO<sub>2</sub>的统称。测量值以NO<sub>2</sub>计。

#### A. 3. 6. 2. 2. 3 室外气体污染物

检测方法应按表A. 13列出的我国现行国家和行业标准进行。

表A. 12 室外气体污染物检测方法

成分	检测方法
CO	HJ/T44
SO <sub>2</sub>	HJ 57
NO <sub>x</sub>	HJ 693
VOC	HJ 1012
PAH	HJ 646
H <sub>2</sub> S	见参考文件[65]
PM <sub>2.5</sub>	HJ 618
O <sub>2</sub>	HJ/T 397
NH <sub>3</sub>	HJ 533
容积流量	HJ/T 397
水分含量	GB/T 11605
测试要求	HJ/T 397

#### A. 3. 6. 3 采样点

##### A. 3. 6. 3. 1 室内气体污染物

应在围护结构内、前端蹲便器或坐便器上方约1m至1.5m处进行采样。采样之前和采样时围护结构大门应保持关闭。

##### A. 3. 6. 3. 2 室外气体污染物

应按HJ/T 397规定在外部排气孔中进行采样。

### A.3.6.4 采样数量和采样时间

#### A.3.6.4.1 室内气体污染物

每次采样应至少采集2份样品。每份样品的检测应包含所有检测项目（见A.3.6.2.1）。

除A.3.6.4.3规定的例外情况，瞬时采样和连续采样中H<sub>2</sub>S 最短采样时间应为30min，其他指标应为60min。

#### A.3.6.4.2 室外气体污染物

每次采样应至少采集2份样品。除A.3.6.4.3规定的例外情况，表12中各指标的每次采样时间不得少于60min。

#### A.3.6.4.3 缩短采样时间

在可以计算出确切平均排放值的前提下，可根据实际情况（如处理时间较短、非连续排放等）缩短采样时间（如缩短至30min）。缩短采样时间（尤其采用瞬间采样方法）时须考虑污染物检测限。对于序批式处理中的超短期排放事件，可将数次相似排放事件合并成一次进行采样。

### A.3.6.5 结果计算

#### A.3.6.5.1 标准状态换算

应将仪器测量浓度进行标准状态换算。

在包含燃烧/焚烧的系统中，应按公式(A.1)进行换算：

$$C_N = C_X \frac{1}{1 - H_2O} \times \frac{21 - 7}{21 - O_{2, \text{measured}}} \times \frac{101.3}{p} \times \frac{273.15 + T}{273.15} \quad (\text{A.1})$$

注：公式（A.1）中氧气体积浓度参考值为7%。

在不包含燃烧/焚烧的系统中，应按公式（A.2）进行换算：

$$C_N = C_X \frac{1}{1 - H_2O} \times \frac{101.3}{p} \times \frac{273.15 + T}{273.15} \quad (\text{A.2})$$

其中

$C_N$  标准状态浓度，单位是 ppmv, ppbv 或  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$C$  仪器测量浓度，单位与  $C_N$  一致；

$H_2O$  湿度，通过水汽体积分数  $\frac{m^3 H_2O}{m^3 \text{gas}}$  计算得到；

$O_2$  排放气体中氧气浓度，通过  $\frac{m^3 O_2}{m^3 \text{exhaustgas}} \times 100$  计算得到

$P$  排放气体压力，单位是 kPa；

T 排放气体温度，单位是℃。

注：ppmv和ppbv的含义见表11。

### A.3.6.5.2 计算

#### A.3.6.5.2.1 室内气体污染物浓度

在完成两次检测后，应当进行以下计算：

- a) 将仪器测量值进行标准状态换算，得到各排放气体指标 60min 平均值，其中 H<sub>2</sub>S 为 30min 平均值。
- b) 取两次结果中较高值。
  - 1) 如低于表 11 的标准值，则符合 7.2.9.7 的要求。
  - 2) 如高于表 11 的标准值，则不符合 7.2.9.7 的要求。

#### A.3.6.5.2.2 室外气体污染物浓度

在完成两次检测后，应对每一种污染物进行以下计算：

- a) 将仪器测量值进行标准状态换算，得到各排放气体指标 60min 平均值。
- b) 取两次结果中较高值。
  - 1) 如低于表 12 的标准值，则符合 7.2.9.7 的相关要求。
  - 2) 如高于表 12 的标准值，则不符合 7.2.9.7 的相关要求。

### A.3.6.6 实验室测试对围护结构的要求

实验室测试时，如产品未预制围护结构，应加装围护结构；如围护结构已预制，无需对其进行改动。

围护结构规格宜参考生产商的建议。III类系统应包含2或3个围护结构，可根据系统前端数确定。（例如表A.6）

围护结构应符合实际应用，并应满足以下规定：

- a) 围护结构应将用户四周环绕，并设置进出门，以使用户进出，且在用户使用便器时，将其与外界隔离。
- b) 围护结构表露材料不应大量吸附气味或产生气味。推荐使用镀锌铁、不锈钢用作内部表面的建筑材料，也可采用无味塑料板（如 PVC、HDPE 等）、干砌墙和水泥制品（最好涂有耐水洗涂料）。选用木制板时应确保其表面涂有耐水洗图料。
- c) 每个前端的围护结构最小规格为：宽 1m×长 2m×高 2.3m；最大规格为：宽 2.5m×长 2.5m×高 2.5m。
- d) 用户如厕位置上方应安装通风扇，每小时换气 5 次-10 次。

### A.3.7 噪声检测方法

#### A.3.7.1 检测地点和围护结构

在实验室内进行检测时（见7.2），系统所处位置之上或附近应至少具有1个声音反射平面。实验室内应没有任何背景噪声，并符合反射面上方近似自由声场条件。不符合条件的实验室可按A.3.7.5要求调整。

如围护结构是系统产品的预制部分，应在围护结构内部（见A.3.7.4.1.1）和外部测量点（见A.3.7.4.1.2）都进行噪声测量；如系统产品不包含围护结构，应在未安装围护结构的情况下进行噪声测量，只需在外部测量点进行（见A.3.7.4.1.2）。

### A.3.7.2 测量仪器

#### A.3.7.2.1 一般要求

包括传声器、电缆和风罩在内的测量仪器应符合GB/T 3785.1的规定，滤波器应符合GB/T 3241的规定。

#### A.3.7.2.2 校准

每次测量前后应使用符合GB/T 15173中1级要求的校准器进行声音校准。其前后校准偏差不应大于0.5dB；否则测量无效。

### A.3.7.3 系统运行状态

噪声测量时的系统运行状态应：

- a) 可再现；
- b) 代表典型应用的最大噪声工况。

### A.3.7.4 噪声测量步骤

#### A.3.7.4.1 测点布设

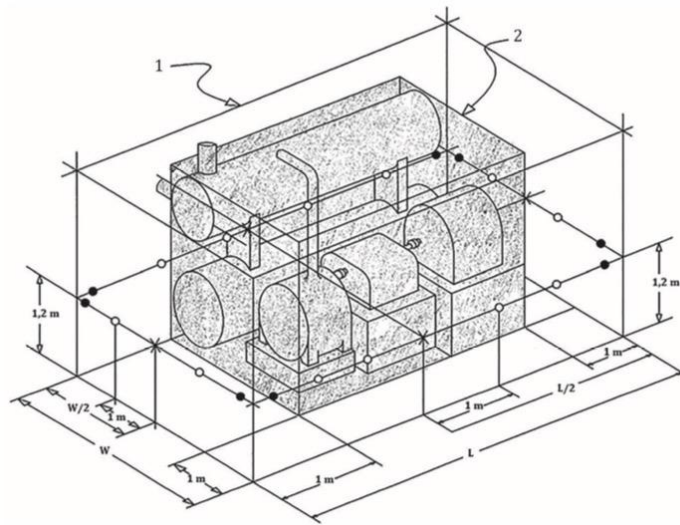
##### A.3.7.4.1.1 围护结构内

如围护结构是系统产品的预制部分，应在围护结构中单个测点进行噪声测量。测点应位于前端蹲便器或坐便器中心位置的1.2m高度处。

##### A.3.7.4.1.2 外部

应如图A.2方式确定基准体，基准体为一个恰好包围被测声源的的最小正平行六面体假想面。如围护结构为系统产品的预制部分，整个围护结构应被基准体完全包裹。在确定基准体尺寸时，声辐射不明显的声源凸出部分可忽略。

测点应位于上述基准体各平面外1m处（相对于系统）的正平行六面体表面，且关键测点应位于基准体1.2m高度上的截面上，且在长和宽的中点处。其余测点也位于该截面四周且相距1m，起始点为上述关键测点（图A.2）。如拐角处相邻测点之间距离小于1m，则离拐角处最近的测量点忽略。基准体上的测点总数记为N。



- 1 测点所处的正平行六面体  
 2 基准体  
 W 宽  
 L 长  
 X 关键测点  
 ○ 测点  
 ● 靠近拐角的测点

图 A.2 测点布设图

#### A.3.7.4.2 声级计的设置

声级计应调整到A声级和慢档，并记录每次测量的等效连续声级和最大声级。

#### A.3.7.4.3 传声器指向

传声器指向应让传声器基准方向与测量面垂直，其位置应能避开反射面和附近的固定噪声源。在使用声级计和确定传声器朝向以获得最平坦的频率响应时，应遵循仪器生产商的建议。

#### A.3.7.4.4 噪声测量和数据记录

每次测量时应记录所有N测点的最大声级和等效连续声级。测量时应确保测量到系统内的所有噪声源，包括由冲洗和处理装置运行以及其它系统运行相关的噪声源。为了确定背景噪声级别，还应关闭系统后进行噪声测量，但其它测量条件应保持不变，如测量环境中其它运行设备。

如所有噪声测量可以在24h的时间内完成，那么测量时间无需持续24h。

#### A.3.7.5 噪声测量计算步骤

##### A.3.7.5.1 背景噪声和环境修正值

为降低噪声级的测量不确定度，可进行以下修正：

- a)  $K_I$ ，单位为 dB，针对背景噪声的修正；

b)  $K_2$ , 单位为 dB, 针对测量环境中反射面的修正。

#### A.3.7.5.2 背景噪声导致的不确定测点数量

如果背景噪声比被测系统运行噪声低于6dB以下 (A.3.7.4.4所测), 则应以星号 (\*) 表示此测量值无法确定。背景噪声导致的不确定测点数量记为 $N_{K1}$ 。

#### A.3.7.5.3 测量环境导致的不确定测点数量

如外部测点 (见A.3.7.4.1) 位于墙、窗或其他反射面1m内, 则不记录该点的测量数据。反射表面导致的不确定测点数量记为 $N_{K2}$ 。

#### A.3.7.5.4 A声级

有效测点的数量计算方法: 从A.3.7.4.1所述的测量点总数中减去A.3.7.5.2和A.3.7.5.3中所述的不确定测点。如果还剩半数以上的测点 (即, 如果 $N-N_{K1}-N_{K2} \geq N/2$ ), 则A声级 (L) 可使用公式(A.3)计算。

$$L = 10 \log_{10} \left[ \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right] - 10 \log_{10} n \quad (\text{A.3})$$

公式中:

L 等效连续声级或最大声级关于所有有效测点的对数平均值, 计算结果修约到 0.5 dB;

$L_i$  测点测得的 A 声级;

n 有效测点数 =  $(N - N_{K1} - N_{K2})$ 。

$L_{EX,24h}$  代表单日平均噪声水平, 为 24h 等效连续声级的平均值。 $L_{pA,max}$  代表最大噪声水平, 为最大声级的平均值。

### A.3.8 实验室测试步骤

#### A.3.8.1 故意停机、启动、紧急停机后重启

以下测试步骤用以评估系统是否符合 5.2 规定的要求。

- 通过启动停止控制装置或按停止控制动作顺序来停止系统运行。如果需要过渡时间, 应记录其过渡期持续时间, 并记录实际数据 (见 5.2.3)。并确保在过渡模式下, 有图示或声音提示系统暂不可使用。
- 停机 4h 以上后, 再通过激活启动装置或按顺序采用启动控制动作来启动系统。如该系统需要用户施加机械力才能启动, 应使用可靠测量装置测量该力度并记录实际数据。(见 5.2.2)。
- 在运行 4h 之后, 激活紧急停止。如系统配备了一个以上的紧急停止装置, 应单独测试每个紧急停止装置。观察和记录是否所有的机械和电气流程和操作已停止 (见 5.2.4)。
- 切断系统电源, 直至所有的机械和电气流程和操作已停止, 再重新接上电源。观察并记录系统的反应, 确保该系统没有自动重启。

注: 某些情况下, 处理过程在无动力的状态下仍可能继续 (即低温燃烧、生物处理)。

随后, 按生产商说明的相关步骤重启系统。

#### A.3.8.2 待机状态下的可操作性



以下测试步骤用以评估系统是否符合 4.3.5 有关系统在待机状态下的要求。

- a) 不关闭系统，确保 60h 未使用系统（即系统处于空载状态，也无人为操作）。
- b) 至少 60h 后，恢复正常的投料（见 7.2.8）。
- c) 核实系统已经恢复正常运行状态。记录故障情况及恢复的操作步骤。

#### A.3.8.3 短期关机后的可操作性

以下测试步骤用以评估系统是否符合 4.3.6 有关系统短期关机的要求。

- a) 按照生产商的操作说明进行短期关机。
- b) 确保系统短期关机时长达到生产商所标出的时长。
- c) 短期关机后，按生产商标明的步骤重启系统。
- d) 核实系统恢复正常运行状态，输入物可以立刻进入该系统。记录故障情况及恢复的操作步骤。

#### A.3.8.4 能源供应的可靠性和安全性

##### A.3.8.4.1 电源供应

以下测试程序用以评估系统是否符合 5.3.1 和 5.3.2 的要求。

- a) 用特定的安全装置断开和隔离电源（见 5.3.2.1）。

注1：如果系统靠电力运行，则可拔去电源插头实现断电。

注2：符合 5.3.1 要求的系统将处于在一个安全状态，或由备份能源供能（见 5.3.1）。

- b) 应释放系统内可带来危险的剩余或储存的电能（见 5.3.2.2）。按照生产商的说明释放电量。应使用适当的测量装置，核实且记录是否所有剩余的或存储在系统中的电量已被释放。
- c) 如有备份能源，检查并记录该备份能源的容量（见 5.3.1）。

##### A.3.8.4.2 非电能供应

应根据预期用途，测试可靠性和安全性措施有效性（见 5.3.3）。如适用，应按情况调整 A.3.8.4.1 中的 a) 到 c) 三个步骤。如不适用，应提供系统满足 5.3.3 要求的依据。

#### A.3.8.5 长期关机后的可操作性

以下测试步骤用以评估系统是否符合 4.3.7 的要求。

- a) 按照生产商关于长期关机的程序说明进行操作。记录从开始到系统关机的持续时间与生产商标明的时间对比分析。
- b) 确保该系统在重启前已关机至少 60h。
- c) 长期关机后，按照生产商的操作说明重启系统。
- d) 核实在生产商标出时间内，系统可以立即接收输入物，恢复正常运行状态。记录故障情况及恢复的操作步骤。

#### A.3.8.6 超载

以下测试步骤用以评估系统是否符合 4.3.4 和 4.3.8 的要求。可使用模拟粪便（见 A.3.5.6.4.2）。

- a) 按常规负载（见 7.2.8）投料，每次投料量见 4.3.2。
- b) 在生产商所述的两次使用间隔时间结束后，（见 4.3.8），重复 a) 步骤，直到达到额定处理量（见 4.3.2）。

- c) 达到处理量后继续投加，直到触发超载机制。
- d) 核实在生产商所述的等待时间结束后系统可投入使用。记录任何故障以及超载指示（声音和/或可视指示/警告）是否正常运行。

#### A.3.8.7 粪便可视性

以下测试步骤用以评估系统是否符合6.3的要求。

- a) 保证足够的照明，确保有一个可以直接看到前端蹲便器或（垂直于地面的）坐便器的视角。
- b) 启动冲洗装置。
- c) 当前端恢复到待使用状态，观察并记录是否可以看见前一用户粪便沉积物堆积。

#### A.3.8.8 排空与清洁

以下测试步骤用以评估系统是否符合4.14.3的要求。

- a) 按照生产商操作说明，开始从系统中排出所有液体、气体和浮质以及固体。
- b) 记录系统是否进入安全状态。
- c) 记录是否已排出所有物质，以及系统是否向用户显示排放过程已完成。

#### A.3.8.9 可用性

以下测试步骤用以评估系统是否符合6.2.1的要求：

- a) 将系统的使用与 6.2.1 中的可用性要求进行比较（包括：适当的复杂程度、自我描述性、直观的设计（观感）、可控性、与用户期望的一致性以及容错性）。
- b) 根据用户期望，记录相关的控制装置（例如，手动杆，踏板，开关）和标志是否容易使用和找到；
- c) 按照生产商说明书使用系统时，记录：
  - 1) 控制装置是否自动复位；
  - 2) 运行控制件启动冲洗功能是否正常使用；
  - 3) 用户触发冲洗装置的舒适度。

#### A.3.8.10 腹泻测试日

##### A.3.8.10.1 一般要求

应投加50%的“腹泻输入物”（按4.3.2指出的粪便平均产生量计算）代替正常粪便。尿液常规投加模式如下：

- a) 6点-9点，按日处理量的35%进行投加（单位：kg/天，基于4.3.2中的规定）。投加量的一半应为常规粪便（固体粪便），另一半为腹泻输入物。
- b) 11点-14点，按日处理量的25%进行投加（单位：kg/天，基于4.3.2中的规定）。投加量的一半应为常规粪便（固体粪便），另一半为腹泻输入物。
- c) 17点-20点，按日处理量的40%进行投加（单位：kg/天，基于4.3.2中的规定）。投加量的一半应为常规粪便（固体粪便），另一半为腹泻输入物。

测试前准备腹泻输入物的步骤如下：

- a) 将新鲜粪便与水以1:2的比例混合。使腹泻输入物干物质比例达到3%-10%。。模拟腹泻输入物样本中的干物质含量不必特别精确，因此可以使用经2倍稀释后的新鲜粪便。

- b) 轻轻搅动物质混合均匀。使用腹泻输入物前也应轻轻搅动，以防固体沉降。用水稀释使粪便容量扩大三倍。对于此测试而言，假设每位腹泻用户每天的排泄量为 1.2L。按 A.3.8.10.2 规定，每次腹泻事件中应投加 0.4L 的腹泻输入物，即每用户每日的腹泻事件为三次。

#### A.3.8.10.2 腹泻测试

每次腹泻模拟操作步骤如下：

- a) 将 0.4L 的腹泻输入物投加至坐便器或蹲便器，以均匀打圈形式使其覆盖住坐便器或蹲便器里侧四周。
- b) 按 A.3.3.4.2 或 A3.3.5.2 步骤后，加 6 层纸。
- c) 等待 1min 后启动冲洗装置。

#### A.3.8.11 水封测试

以下测试步骤用以评估系统是否符合 6.7 的要求。

如前端包含水封，应测量水封深度（可使用简单的尺子）。

记录水封深度是否达到至少 20mm。

**附 录 B**  
**(规范性)**  
**风险评估及重大危险源**

## B.1 风险评估要求

### B.1.1 一般要求

风险评估（见5.1）应按照以下改编自GB/T15706且基于业内最佳操作的条款进行（同见E.3.3.2）。

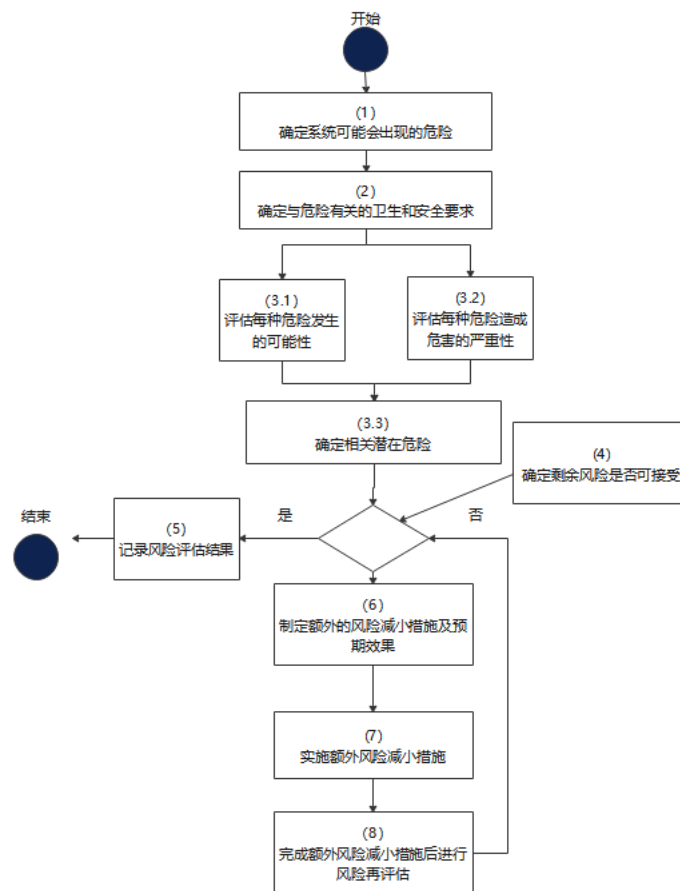
生产商或其授权代理商应进行风险评估，以确保并记录系统的设计和成品符合保护健康及安全的基本要求。系统应合理设计，以便发挥其功能，并做到在预期使用条件下，其运行和维修都不会危及人身安全。

### B.1.2 设计过程中的风险评估过程

产品设计过程应包含系统的评估过程，且该评估过程应遵循、记录风险评估步骤（见图 B.1），目的是：

- 1) 确定在特定的系统设计和实现过程中，合理预计会出现的相关危险（例如：使用危险鉴定研究或假设分析的方法）；
- 2) 对已发现的危险进行评估，并制定适用于该系统的设计和成品的卫生和安全要求；
- 3) 评估危害发生的可能性，以及每种危险造成的危害的严重性，并确定相关潜在风险；
- 4) 确定该风险是否可接受，或是否需要另外制定风险减小措施；
- 5) 如果该风险可接受，则需要记录风险评估结果；
- 6) 制定额外的风险减小措施，并指出预期效果；
- 7) 在必要的情况下，需要设计并完成额外的风险减小措施；
- 8) 在完成额外的风险减小措施后进行风险再评估，确定由此产生的风险是否可接受，或是否需要进一步制定额外的风险减小措施。

将风险评估纳入系统设计过程，可根据风险评估结果进行及时调整。



图B.1 风险迭代评估流程

### B.1.3 系统限制

在进行风险评估和降低风险时，应考虑限制系统使用的条件，包括：

- 用户和服务人员的特点，以及他们培训的水平、经验和能力；
- 系统操作模式以及相关的用户干预程序；
- 导致系统无法进入安全状态的系统故障；
- 故意使用或任何按理来说可能发生的误用；
- 能源供应接口及能源存储情况；
- 在包含合理保养周期在内的系统和/或部件的预期使用寿命。

### B.1.4 相关的生命周期

风险评估应包含系统整个生命周期内每个阶段可产生的危险，这些阶段即：

- 运输；
- 组装及安装；
- 使用及待机；
- 故障；
- 保养及维修；

- f) 关机及存储;
- g) 设备拆卸及报废处理。

### B.1.5 风险减小保护措施制定原则

为确定是否有必要采取风险减小保护措施,应根据本文件相关规定并遵照安全整体性的基本原则进行风险评估。

在选择最佳风险减小措施时,生产商或其授权代理商应按以下顺序进行:

- a) 本质安全设计措施;
- b) 安全防护和补充保护措施;
- c) 提供用户和系统保修人员的有关剩余风险的信息。

### B.1.6 文件编制要求

风险评估的过程和结果都应被完整地记录在风险评估报告中。

风险评估报告应至少包含以下内容:

- a) 对所评估的系统以及此风险评估所基于的系统预期使用情况的介绍;
- b) 评估参考或使用到的技术文件、测试结果、信息、数据、任何标准或其他技术规范;
- c) 通过保护措施所达到风险减小目标;
- d) 风险评估表,包括相关危险、危害情况、以及对这些危险的评估;
- e) 各项风险减小措施及其效果,应单独指出危险出现概率的降低以及对潜在危害程度的降低;
- f) 剩余风险标识以及相关说明或警告,以纳入用户手册和/或必要的警示牌;
- g) 最终声明,声明中确定根据风险减小目标,所有系统内的相关风险都被控制在可接受范围内。

## B.2 重大危险源清单

表B.1列举了本文件提及的重大危险源以及危险情况、危险事件,并指出了每种危险对应的条款。应通过安全性评估(5.1)来确定危险源。GB/T15706指出了一些系统中可能存在的其他危险。

表 B.1-本文提及的重大危险

序号	重大危险	文件中对应分条款
1	由零部件的形状、位置、质量和稳定性、质量和速度、机械强度引起的 <b>机械危险</b>	5.4
1.1	系统内累积的机械能	5.3.3
1.2	受压状态下的液体和气体,真空状态带来的影响	5.4.1
1.3	挤压危险	5.4.3
1.4	剪切危险	5.4.3
1.5	切割或切断危险	4.12.1; 4.13.1
1.6	吸入或卷入危险	5.4.3
1.7	冲击危险	4.12.5; 4.12.6; 6.4
1.8	刺伤或扎伤危险	4.12.1
1.9	摩擦或磨损危险	4.12.1
1.10	高压物料流入或喷射危险	5.4.1; 5.4.2
1.11	使人滑倒、绊倒或跌倒	6.6

<b>2</b>	<b>电气危险</b>	5.3.2.2; 5.6.1
2.1	人与带电部件接触, 触电	5.3.2.1; 5.3.2.2; 5.6.1
2.2	短路、超负荷等情况带来的后果, 如着火	5.3.2.1; 5.6.1
<b>3</b>	<b>热危险</b> , 可导致因人与高温或低温物件或表面的接触而出现烧伤、烫伤以及其他损伤	5.5.1; 5.5.2
<b>4</b>	<b>噪声危险</b> , 可导致不适, 干扰语言交流、现场声音状况和听觉信号等	4.4.4
<b>5</b>	<b>振动危险</b> , 可导致因全身振动而造成的不适, 尤其是因身体在姿势不良状态下发生振动而造成的不适	6.5
<b>6</b>	<b>辐射危险</b> 由致电离辐射源、低频电磁辐射、光辐射或射频电磁辐射引起的	5.5.3; 5.6.1
<b>7</b>	<b>材料与物质产生的危险</b>	
7.1	因接触有害物质、液体、气体、雾、烟和尘从而引发感染、过敏的危险	4.4.1; 4.4.2; 4.4.5; 4.10.1; 4.10.2; 4.12.2; 6.2.2
7.2	着火或爆炸危险	4.12.2
<b>8</b>	<b>人体工效学危险</b> 导致不适、压力、人为失误	4.1; 4.4.2; 4.7; 4.14.1; 4.14.2; 6.2.1; 6.2.3; 6.2.4; 6.3; 6.6
8.1	不良姿势或用力过度	4.14.2; 6.2.1
8.2	系统不可用	4.3.8; 6.2.1; 6.2.2; 6.4
8.3	忽视安全集成防护装置和保护设备的设计识别	5.1; 5.2.4; 5.4.3
8.4	安装或维修区域的设计不够完善, 或者该区域不便找到	4.14.2
<b>9</b>	与系统使用 <b>环境</b> 有关的危险	4.8; 4.9.1; 4.9.2; 4.9.3
<b>10</b>	<b>系统运行危险</b> , 如意外启动、超负荷、流程运行情况欠佳等	5.2.2; 5.2.3; 5.2.4; 5.6.3
10.1	控制系统故障	5.2.4; 5.6.2; 5.6.3
10.2	在供应中断时恢复能源供应	5.3.1
10.3	用户或保修人员的错误控制操作	4.12; 5.6.2
10.4	污水处理流程运行欠佳	4.3.1; 4.3.2; 4.3.3; 4.3.4; 4.3.5; 4.3.6; 4.3.7; 5.6.2; 5.7; 6.4
<b>11</b>	<b>失稳或倾翻</b>	4.12.6; 6.5
<b>12</b>	<b>由运输造成的危险</b>	4.14.6

## B.3 产品安全生命周期 (PSLC)

如对系统进行产品安全生命周期考察，以下条款适用于本文件：

自系统进入市场以来，PSLC能够系统地观察和记录用户和维护人员从系统运行中获得的经验和事件。应系统地评估这些数据，以提高产品安全和性能。因此，通过PSLC，生产商可确保系统始终能满足预期功能和安全性相关要求（如：容量、阈值、可用性）。

一般来说，PSLC应遵循并记录以下处理步骤（见图B.2）。

- 1) 进行技术产品分析，以确定系统中各不相同的子系统 and 功能部件，以及它们独立的接口。
- 2) 制定出一个程序，以便找出任何与系统设计和后期运行相关的标准和规则。
- 3) 通过风险评估（见 B.1）或等效的安全评估（见 5.1）发现相关危险，以让系统得以持续安全运行。
- 4) 通过技术、组织或人为措施，确定必要的额外风险减小行动方案，以实现系统预期的安全性。
- 5) 为用户准备必要的使用手册和资料，以便系统安全运行（见 4.14.5 的要求和附录 C 中的详细说明）。

注：步骤3）、4）、5）与B.1中风险评估过程相对应；

- 6) 根据第7章内容，对系统运行能力和安全要求进行审查、核实和测试。
- 7) 编写和完善该系统的产品安全生命周期文件，其中包括技术参数、设计、系统鉴定、测试、风险评估（见 B.1）或等效的安全评估（见 5.1）和用户记录。技术档案应从系统生产之日起，存档 10 年以上。如是批量生产，则应从最后一个系统生产日计存档 10 年以上。
- 8) 将系统投放至市场，并连续监测运行状况，保证故障和事件都经过风险评估，此外，如有必要，可修改设计或将信息提供给用户，以便二次缓解风险。应通过采用技术应变管理（MOC）策略，系统地对产品设计进行技术性修改。

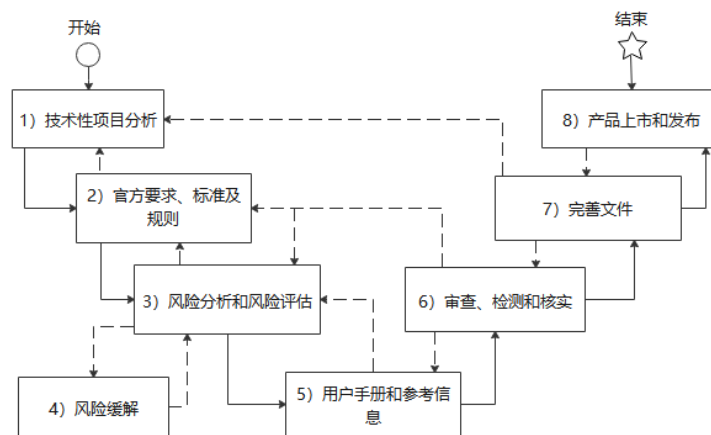


图 B.2 常规产品安全生命周期考察流程图

要点：

← 箭头指向下一周期步骤的要求

← 用上一周期步骤核实此周期步骤的结果

注：各编号步骤与 B.3 中描述的步骤相对应



## 附录 C (规范性) 用户手册

### C.1 语言要求

系统应提供以下语言版本的所有用户手册，手册应符合用户的阅读水平：

- a) 中文；
- b) 应用当地官方语言。

### C.2 手册提供

系统所有者应得到一份用户手册。

### C.3 文件数量

生产商可以将用户所需信息印在一本或多本手册上。如条件允许，宜向专业保修人员单独提供一份手册。

### C.4 提供信息

用户手册编写宜符合GB/T 9969的要求，并且至少包含以下信息：

- a) 产品信息，包括：
  - 1) 型号；
  - 2) 序列号；
  - 3) 制造日期；
  - 4) 系统自重；
  - 5) 基于每日用户数量和使用次数（用户数量/天和使用次数/天）的预期处理量，以及每次使用间隔；
  - 6) 使用寿命；
  - 7) 运行条件；
  - 8) 产品认证相关文件（如有）。
- b) 系统概述；
- c) 系统设计工艺流程图表并包含电路图；
- d) 系统出现问题时可联系的生产商、供货商及专业服务人员的联系方式（姓名、地址、电话号码、电子邮箱）；
- e) 系统组装、安装以及储存的详细指南；
- f) 对于只涉及后端的产品，应详细说明该产品所连接前端设施的数量、类型和冲水量；
- g) 如果系统稳定性不够，则说明适当的锚固方式（见 4.12.6）。
- h) 安全说明，包括合理可预见的误用，预期操作期间有关剩余风险的所有警告；

- i) 全面的操作说明，至少应包括：
  - 1) 新安装系统的启动程序；
  - 2) 短期关机后恢复运行的说明（见 4.3.6）；
  - 3) 系统如何准备长期关机（即超过 60h）的说明（见 4.3.7）；
  - 4) 长期关机后的详细重启步骤；
  - 5) 开机步骤（见 5.2.2）；
  - 6) 停机步骤（见 5.2.3）；
  - 7) 紧急停机步骤（见 5.2.4）。
- j) 对处理潜在警报、故障以及修理和/或更换零部件的全面说明，包括恢复安全可靠运行的步骤，以及有关用户应联系专业保修人员的指示，以及：
  - 1) 明确指示警报对应的故障类型和/或缺陷；
  - 2) 明确指出可能的故障和/或缺陷，并说明如何识别这些故障和缺陷；
  - 3) 明确指出用户期望采取哪些维修措施，哪些维修措施应留给专业服务人员（例如出于安全原因）；
  - 4) 明确指出用户需要更换的零部件，包括预期的更换计划和详细的更换说明。应指导用户仅使用制造商推荐的零部件。
- k) 关于前端的清洁、操作和使用的综合说明，包括：
  - 1) 如需要专门清洗工具，应对其加以说明；
  - 2) 推荐使用和不推荐使用的清洁、消毒和漂洗剂和产品；
  - 3) 详细的操作步骤及操作频率；
  - 4) 系统详细的使用步骤（见 D.3）。
- l) 关于运行维护和保养的操作说明，至少包含：
  - 1) 明确区分用户和专业保养人员职责；
  - 2) 针对用户需要遵循的程序和步骤详解（例如，定期清除处理后的输出物）；
  - 3) 用户需要操作的动作和频率（见 8.6，表 14）；
  - 4) 如需要用到专门维修工具，提供详情。
- m) 对可以 and 不可进入系统的常规物品的介绍：
  - 1) 可处理的生活垃圾的种类和体积（kg/d）；
  - 2) 每天最大可处理量（l/d）；
  - 3) 可处理的经期卫生产品的种类和体积，或如该系统不能处理经期卫生产品，应提供可处理这些物品的方法和/或设备的介绍；
  - 4) 可投加进入系统的化学和生物添加剂的种类、数量和频率；
  - 5) 不可进入该系统的常规物品；
  - 6) 其他相关物品。
- n) 关于系统输出物的介绍：
  - 1) 系统输出物再利用的应用；
  - 2) 养分回收的详细信息（见 8.2）；
  - 3) 可能的出水再利用的详细信息（见 8.3.3）。

## 附录 D (资料性) 可持续性措施

### D.1 概述

以下指导意见旨在收集和传达信息。此信息可用于判断系统是否适合于特定地点的特定用户。

### D.2 费用估算

#### D.2.1 概述

为了判断用户对系统的负担能力(见4.5),宜计算系统基于全生命周期的资本支出(CAPEX)和运营支出(OPEX),来估算用户支出。为了合计当前费用和运行费用,宜计算年度净现值。净现值的计算应该考虑折扣率和系统设计时间跨度,此时间跨度宜为系统的预期设计使用寿命(见4.5)。更多有关计算全生命周期支出的信息可参考ISO 15686-5。在计算系统可购性时,宜考虑相关融资模式。

国际上将供水和污水排放服务的可购性定义为:用户家庭收入(或家庭支出)和用户用于供水和污水排放服务的支出的比值(在这里就意味着在特定时间段内系统的CAPEX和OPEX年度净现值)。生产商在计算可购性时,应使用计算年度净现值时用到的时间框架,以及用户收入或支出数据。

注1:家庭支出数据通常可用来替换家庭收入数据,因为在许多此系统的预期应用环境中,家庭支出数据比收入数据更容易获取。

注2:系统所提供的污水排放服务,仅仅是一个家庭所需全部的供水和污水排放服务的一部分。

对于特定地点和用户,应进行更详细、有针对性的的可购性研究,此研究要考虑所在地社会经济和社会文化因素,包括用户的支付意愿。

#### D.2.2 资本性支出(CAPEX)

资本性支出包括全部前期投资。确定安装地点和用户后,应至少考虑购买系统的费用,以及运输、组装、安装费用和场地(例如,土地使用/物业费用)费用。

#### D.2.3 运营成本(OPEX)

运营成本包括确保系统稳定运行的所有支出。确定安装位置后,可获得如人工成本等详细费用情况和计算精确的运营成本等。

确定安装地点和用户后,应确保系统所需零部件、工具和添加剂包括化学和生物添加剂以及专门的清洁和维修工具在当地可获得。并编制详细的耗材价目表提供给用户。

### D.3 合理的运维维护和维修保养

#### D.3.1 概述

为了让用户和专业服务人员对系统进行合理运行维护和维修保养(见4.14.1),应指出每项操作的频率和复杂程度。

#### D.3.2 频率

生产商应提供运维维护和维修保养时间表（见8.6）。该表应指出操作者、操作类型及频率、每项操作预期时长（人-小时），以及必要的零部件或耗材。

### D.3.3 复杂程度

生产商宜指出涉及技术能力的必要的运行维护和维修保养的复杂程度。生产商宜参考表15要求来评估每项运行维护和维修保养的复杂程度。

就特定项目而言，在安装系统前，需要考虑当地用户和服务人员的专业度和使用经验的情况下，做一次适应性评估（比如通过问卷调查的方式），以确定它是否适合于预期使用环境。

### D.4 文化因素

用户接受度是系统能否取得长期成功的主要因素，而满足用户的文化偏好、适应原有的做法（生活习惯）是让用户接受系统的前提。除了将主流的文化偏好和生活习惯融入到系统设计和制造，特别是有关前端设计（见6.2.4），对于某些特定地点和用户的项目，还应评估当地的特定文化偏好和生活习惯，将其融入到前端和后端的设计和制造中。

当由于文化偏好和生活习惯而不可避免地对系统做出调整时，应清楚地为用户手册中解释系统的使用和相关操作（见附录C）。

可采取培训、提高意识和行为改变以帮助提升用户接受度。这些项目对那些以露天排便方式为主要生活习惯的地区特别重要。

## 附录 E

(资料性)

## T95L 和 T95S 的说明

## E.1 系统中的液体输送时间 (T95L)

T95L 是用于描述系统中液体输送时间的参数。液体输送时间或停留时间的分布取决于系统内液体流动性质和混合程度，并且可以使用惰性流体示踪剂来测量。在正常负荷和运行情况下，如果尿液输入物中加有惰性示踪剂，T95L 即在尿液输入之后开始，直到示踪剂浓度在尿液输出时达到 95% 的那段时间。

由于添加了其他液体流或水分蒸发，投加示踪剂的尿液输入物的质量或质量流量可能与输出液体的输入体积或流量不同。应在同一基础上定义用以确定 T95L 的输入和输出示踪剂浓度。

**示例 1:** 假设现有一个处理和消毒液体流程。在正常负荷条件下，系统每天处理 30L 液体，连续或半连续地排出液体。例如，示踪剂研究表明，在理想情况下，在任何时间点，系统都可以容纳 15L 液体。在理想的混合系统中，经合理估计，T95L 为反应器完全置换三次的时间，因此可以确定 T95L 为 1.5 天 ( $3 \times 15 / 30 = 1.5$  天)。

**示例 2:** 假设某系统的连续输入流量为 100L/天，其连续投加示踪剂浓度为 1mg/升，连续输出流量为 50L/天。在这种情况下，假设示踪剂仍留在液体内，因为输出流量为输入流量的一半，则输出流的示踪剂浓度会变为输入流示踪剂浓度的 2 倍，1mg/L 的输入示踪剂浓度相当于稳定状态下  $1\text{mg/L} \times (100/200)$ ，即 0.5mg/L 的输出示踪剂浓度。这时 T95L 指的是在加入示踪剂后输出浓度达到  $0.5\text{mg/L} \times 0.95$ ，即 0.475mg/L 时的时间。

## E.2 系统中的固体输送时间 T95S

T95S 是用于描述系统中固体输送时间或停留时间的参数。在系统中，固体可能通过焚烧或生物降解等过程进行转化，因此固体产物将显著少于粪便输入物。用以确定固体输送时间的示踪剂应与固体废弃物一起排出系统，该示踪剂可以为与处理过程不发生反应的化学物质，或者是可通过化学或生物转化进行追踪的物质。在正常负荷和正常运行情况下，如果固体输入物中加有示踪剂，则 T95S 即为从固体输入之后开始，直到示踪剂浓度在固体流输出时达到 95% 的那段时间，示踪剂输入浓度根据输入/输出质量或质量流率的比值进行调整。

**示例:** 假设在进行将潮湿粪便输入物转化为水汽、气体燃烧物和固体灰渣的焚烧过程。每克潮湿粪便输入物会排出 0.05g 的固体灰渣。适合该过程的示踪剂是一种非生理无机化合物，其无需经过燃烧，并且随着焚烧过程以固体形式与残留灰渣一起排出。如果示踪剂在潮湿粪便输入物中的浓度为 0.5mg/g，其在排出灰渣 (0.5/0.05) 中的浓度为 10mg/g，那么 T95S 指的是在排出灰渣中示踪剂浓度达到  $10\text{mg/g} \times 0.95$ ，即 9.5mg/g 所花费的时间。

## 参 考 文 献

- (1)GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- (2)GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母
- (3)GB/T 3098.3 紧固件机械性能 紧定螺钉
- (4)GB 4706.53-2008 家用和类似用途电器的安全 坐便器的特殊要求
- (5)GB 6920-86 水质 PH值的测定 玻璃电极法
- (6)GB 6952-2015 卫生陶瓷
- (7)GB 9801 空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法
- (8)GB/T 9969 工业产品使用说明书. 总则 标准
- (9)GB/T 11605 湿度测量方法
- (10)GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
- (11)GB 11901 水质 悬浮物的测定 重量法
- (12)GB/T 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- (13)GB/T 16754 机械安全急停设计原则
- (14)GB/T 16855.1-2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分：设计通则
- (15)GB/T 16855.2-2015 机械安全 控制系统安全相关部件 第2部分：确认
- (16)GB/T 17045-2020 电击防护 装置和设备的通用部分
- (17)GB/T 17799.1-2017 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度
- (18)GB 17799.3-2012 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射
- (19)GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物
- (20)GB/T 18883 室内空气质量标准
- (21)GB/T 21109 过程工业领域安全仪表系统的功能安全
- (22)GB/T 24040 环境管理 生命周期评估 原则和框架
- (23)GB/T 24044 环境管理 生命周期评估 要求和指南
- (24)GB/T 26425 饲料中产气荚膜梭菌的检测
- (25)GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求
- (26)GB/T 27065 合格评定 产品、过程和服务认证机构要求
- (27)GB/T 31436 节水型卫生洁具
- (28)GB/T 33800-2017 船舶与海上技术 拆船管理体系 拆船厂安全与环境无害化管理体系规范
- (29)GB/T 34549 卫生洁具 智能坐便器
- (30)GB/T 38874.1-2020 农林拖拉机和机械 控制系统安全相关部件 第1部分：设计与开发通则
- (31)GB 50015-2019 建筑给水排水设计标准
- (32)HJ/T44 固定污染源排气中一氧化碳的测定非色散红外吸收法
- (33)HJ 57 固定污染源废气 二氧化硫的测定定电位电解法
- (34)HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- (35)HJ 479 环境空气 氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法
- (36)HJ 482 环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法
- (37)HJ 533 环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》
- (38)HJ 618 环境空气 PM10 和 PM2.5 的测定 重量法
- (39)HJ 636 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法
- (40)HJ 646 环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 气相色谱质谱法

- (41)HJ 647 环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 高效液相色谱法
- (42)HJ 693 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法
- (43)HJ 775 水质 蛔虫卵的测定 沉淀集卵法
- (44)HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
- (45)HJ 872 环境空气 氯气等有毒有害气体的应急监测 电化学传感器法
- (46)HJ 1001水质 总大肠菌群、粪大肠菌群和大肠埃希氏菌的测定 酶底物法
- (47)JC/T 2116非陶瓷类卫生洁具
- (48)DG/TJ 08-401-2016 J11049-2017 上海市公共厕所规划和设计标准
- (49)ISO 7250 (all parts), Basic human body measurements for technological design
- (50)ISO 7937, Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of *Clostridium perfringens* — Colony-count technique
- (51)ISO 10295 (all parts), Fire tests for building elements and components — Fire testing of service installations
- (52)ISO 10705-1, Water quality — Detection and enumeration of bacteriophages — Part 1: Enumeration of F-specific RNA bacteriophages
- (53)ISO 14189, Water quality — Enumeration of *Clostridium perfringens* — Method using membrane filtration
- (54)ISO 14622:2000, Space systems — Structural design — Loads and induced environment
- (55)ISO/TR 22411, Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities
- (56)ISO/IEC Guide 71, Guide for addressing accessibility in standards
- (57)CEN/CENELEC Guide 6, Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities
- (58)EN 805, Water supply — Requirements for systems and components outside buildings
- (59)EN 12566-3:2005, Small wastewater treatment systems for up to 50PT — Part 3: Packaged and/or site assembled domestic wastewater treatment plants
- (60)EN 13407, Wall-hung urinals — Functional requirements and test methods
- (61)ASME A112.19.19-2006, Vitreous China Nonwater Urinals
- (62)IS 2556-3, Vitreous sanitary appliances (Vitreous china) — Part 3: Specific requirements of squatting pans
- (63)WHO: EVALUATING HOUSHOLD WATER TREATMENT OPTION 2011.
- (64)World Health Organization, WHO, 2016. Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for Water Safety Management. World Health Organization: Geneva, p 208
- (65)《空气和废气检测分析方法》第四版
- (66)U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Method 1601: Male-specific (F+) and Somatic Coliphage in Water by Two-step Enrichment Procedure
- (67)U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Method 1602: Male-specific (F+) and Somatic Coliphage in Water by Single Agar Layer (SAL) Procedure
- (68)胡洪营, 吴乾元, 黄晶晶, 赵欣. 再生水水质安全评价与保障原理[M]. 北京:科学出版社, 2011年.

- (69) 孙玉焕, 骆永明. 污泥中病原物的环境与健康风险及其削减途径[J]. 土壤 (Soils), 2005, 37(5): 474~481.
- (70) 陈亚楠, 王亚炜, 魏源送, 郑祥, 王光宇. 不同功能地表水体中病原微生物指示物的标准比较[J]. 环境科学学报, 2015 年 2 月, 第 35 卷第 2 期.
- (71) 陈胜蓝, 尹红果, 陈梦清等. 环境水体中病原微生物与指示微生物的相关性研究[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(4)448-452, 537.
- (72) 李梅, 胡洪营, 张薛, 申欢. 城市污水处理工艺对噬菌体的去除效果[J]. 环境科学, 2006 年 1 月, 第 27 卷第 1 期.
- (73) 宫飞蓬, 张静慧, 李魁晓, 周军, 甘一萍. 城市污水再生利用中病原菌指示微生物及其限值研究[J]. 给水排水, 2011 年, 37(4): 45-47.
- (74) 仇付国, 高红伟, 卢文灏. 源分离尿液收集、利用的病原性健康风险计算评估[J]. 安全与环境学报, 2013 年 6 月, 第 13 卷第 3 期.
- (75) 何星海, 马世豪, 李安定. 再生水利用的病原微生物浓度限值探讨[J]. 环境科学, 2006 年 7 月, 第 27 卷第 7 期.
- (76) 污水再生利用指南, 美国环境保护局 (USEPA) 组织编写, 胡洪营, 魏东斌, 王丽莎等译.
- (77) Jahne M. A., Schoen M. E., Garland J. L., Ashbolt N. J. Simulation of enteric pathogen concentrations in locally-collected greywater and wastewater for microbial risk assessments. Microbial Risk Analysis 2016
- (78) Schoen M. E., Ashbolt N. J., Jahne M. A., Garland J. Risk-based enteric pathogen reduction targets for non-potable and direct potable use of roof runoff, stormwater, greywater, and wastewater. Microbial Risk Analysis 2017