

DB51

四川省地方标准

DB 51/T 2573—2019

自然保护区保护站微动力/无动力生活污水 处理工程技术规范

地方标准信息服务平台

2019 - 04 - 16 发布

2019 - 05 - 01 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 4

4 系统设计 4

5 工程设计以及工艺流程 6

6 材料选择要求 11

7 运行和管理 11

地方标准信息服务平台

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定编写。

本标准由四川省林业和草原局提出并归口。

本标准由四川省市场监督管理局批准。

本标准主要起草单位：四川省野生动植物资源保护管理站、西华师范大学。

本标准主要起草人：杨旭煜、杨彪、顾海军、古晓东、朱敏、钟金岑，徐万苏。

地方标准信息服务平台

自然保护地保护站微动力/无动力生活污水处理工程技术规范

1 范围

本标准规定了针对保护站生活污水采用微动力/无动力污水处理工程的技术规范，包括工程设计、施工、验收、运行维护与管理。

本标准适用于四川省内自然保护区、风景名胜区、湿地公园、国家公园等自然保护地中不具备连接城乡污水处理管网系统的下设保护站。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 5084 农田灌溉水质标准

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 13663 给水用聚乙烯（PE 管材）

GB 15618 土壤环境质量标准

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB 50013 室外给水设计规范

GB 50014 室外排水设计规范

GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范

CJ/T 409-2012 玻璃钢化粪池技术要求

HJ 2005-2010 人工湿地污水处理工程技术规范

HJ 2008-2010 污水过滤处理工程技术规范

JG/T 193-2006 钠基膨润土防水毯

DB51/T 2138-2016 用水定额

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微动力/无动力污水处理系统 Micro-powered/unpowered sewage treatment system

利用山地自然落差或类似潜水泵等微动力，运用天然介质以及原生植物等组合，通过沉淀、水解、吸附、过滤和微生物降解等过程，将日常生活中的黑水（厕所排出的粪尿水）和灰水（淋浴水、洗衣水和厨房洗涤水）净化处理到符合排放标准甚至优良的水质。

3.2

土壤渗滤 Soil percolation

污染物经过表土层及下包气带时产生一系列的物理、化学和生物作用，可分为生物和非生物机制。微生物和化学物质通过非生物机制如吸附分解、沉积、离子交换、氧化还原及其他化学反应在土壤表层被去除或浓度降低。

3.3

预处理 Pretreatment

在污水进入人工湿地之前，对原污水进行的一级处理或强化预处理，一般处理技术为厌氧技术，包括且不限于过滤、沉淀、产甲烷等技术手段，以消除污水中的悬浮物和有机物的部分降解。

4 系统设计

4.1 设计原则与要求

- a) 利用自然落差原理和就地材料搭配进一步设计系统，采用处理效率高、节约能源、节省建设投资的处理工艺，灵活规划利用自然坡度形成的落差势能代替外部的动力辅助；
- b) 注重系统与周边景观的协调性，采用下沉式建造方式，用下挖塘的方式代替水泥筑池；
- c) 保证在设计、施工以及运行过程中，确保系统的稳定性和相关标准，避免产生二次污染；
- d) 保证污水处理设施稳定、可靠、安全运行，且易于操作和维护，降低运行费用；
- e) 系统处理工程场址选择应尽量考虑洪水、山体滑坡等自然灾害的威胁。

4.2 系统单元组成

污水处理系统单元组成包括：预处理设施单元包括且不限于格栅化粪池（3格或5格）、快滤池、调节池；二级处理单元包括人工湿地或土壤渗滤系统，人工湿地污水处理有表流人工湿地、水平潜流人

工湿地以及垂直潜流人工湿地三种类型，根据实际需要进行搭配建设；土壤渗滤单元主要为生态滤池，滤池分为覆土层、散水层、厌氧滤层、好氧滤层和集水层。

部分有恶臭处理、污水回用以及辅助设施等单元，包括且不限于污水收集池、消能池、检查井等。

4.3 水质水量

4.3.1 系统接纳污水水量

保护站生活用水参考 DB51/T2138-2016《四川省用水定额》中小城市居民生活用水额度估计用量：160L/人·日。

系统接纳污水水量按照保护站每日排水量设计。排水量根据实地调查结果确定，在没有调查数据的地区，总排水量按总用水量的 60%~90%估算。

保护站常驻人数按 10-20 人计算，保护站日均生活污水量参考为 0.96-2.88m³/d。如保护站有接待功能则根据访客人数根据实际情况计算调整。

4.3.2 系统接纳污水水质

系统接纳污水的设计水质根据调查资料确定，或参照邻近城镇和居民区的水质确定。无调查资料时，保护站污水水质平均参数参照表 1。

系统主要处理污水类型为生活污水。有毒有害、含有重金属及影响微动力/无动力污水处理系统运行的工业废水不得进入系统或须进行技术论证。

表 1 系统处理污水水质最大限值参数范围表

主要指标	pH	SS	COD	BOD5	NH3-N	TP
建议取值范围(≤)mg/l	5.5~8.5	100	200-400	120-200	30-60	2.5-5.0

4.3.3 系统出水水质要求

系统出水水质要求必须达到 GB8978《污水综合排放标准》要求的一级排放标准。在达到该标准的基础上，尽力达到表 2 要求标准：

表 2 系统处理污水出水水质参数范围参考表

主要指标	pH	COD	BOD5	TN	TP
建议取值范围(≤)mg/l	4-7	15	3	15	0.3

5 工程设计以及工艺流程

微动力/无动力污水处理系统只处理保护站日常生活污水，需将生活污水与雨污事先进行分流建设。

系统污水处理工艺是先将污水经过格栅化粪池做厌氧发酵无害处理，再进入快滤池和调节池以截留污水中的部分悬浮物质和胶体物质实现初级过滤，最后将污水引导入人工湿地或土壤渗滤系统进行最终处理。

当生活污水中的 DO 小于 1.0mg/L 时，需加设曝气装置。

5.1 预处理系统

5.1.1 三格式化粪池

三格式化粪池三个池子的建筑容积比例为 2: 1: 3，可视情况按照容积比放大（如 3:1.5:4.5、4:2:6）。第一、第二池有效容积应保证粪便在其中能够存留 20 天时间，在第三池存留 10 天时间。化粪池有效深度为 1m，最低不能少于 0.9m，加上上部结构合适池深为 1.5m，并使用直径为 20mm 的 PE 管作为通气管预防化粪池内气体膨胀。

保护站亦可购买使用符合 CJ/T 409-2012 技术要求的玻璃钢化粪池。玻璃钢化粪池深埋地下（埋入地平面以下 10-30cm），以便保温防冻，提高冬季处理效果。

5.1.2 快滤池

快滤池采用机械过滤去除水中的细小悬浮物和脱稳胶体等物质。其建设参考 HJ2009-2010《污水过滤处理工程技术规范》，滤料为单层细砂级配滤料或煤、砂双层滤料。

系统所需快滤池的建设面积应小于 30m²。具体面积以实际情况调整大小，一般以一个快滤池或两个组合的方式呈现。

表 3 快滤池滤料类型和组成方式

滤料种类	滤料组成			正常滤速 (m/h)
	粒径 (mm)	不均匀系统 K80	厚度 (mm)	
单层粗砂滤料	石英砂 d10=0.8	< 2.0	700	8-10
双层滤料	无烟煤 d10=1.0	< 2.0	300-400	9-12

	石英砂 d10=0.8	< 2.0	400	
均匀级配粗砂滤料	石英砂 d10=1.0	<1.4	1200-1500	8-10

5.1.3 调节池

调节池容积依据污水量具体设计，调节池有效深度为 1-1.5m，污水在调节池停留的时间应不少于 4-6 个小时。

5.2 二级处理系统（系统主体核心部分）

选择二级处理系统类型时需考虑在地的区域特点，如气候、地势、地形和土地权属等限制因素，以冬季室外温度为主要参考。通常情况下，可选择人工湿地系统处理污水的保护站区域应为位于北纬 28° 以南且海拔 2500m 以下，或北纬 28° 以北区域且海拔 2000m 以下的地区；其余地区建议选择土壤渗滤系统。

5.2.1 人工湿地系统

人工湿地系统设计时需首先考虑以下几个方面的内容：湿地类型、湿地面积和湿地床结构、湿地排水和出水设计、基质材料选择、植被选择、防堵塞设计等。

鉴于节约用地以及保护站年均温普遍不高的情况，建议系统人工湿地均采用潜流湿地。

● 设计参数

人工湿地的主要设计参数，根据试验资料确定；无试验资料时，可采用经验数据或按表 4 的数据取值。

表 4 人工湿地主要设计参数

人工湿地类型	BOD5 负荷 (g/(m ² .d))	水力负荷 (m ³ /(m ² .d))	水力停留时间/d
水平潜流人工湿地	8-12	< 0.5	2-4
垂直潜流人工湿地	8-12	0.4-0.8	2-4

● 湿地几何参数

人工湿地可由一个或多个单元湿地组合而成。人工湿地构筑物的长宽比需根据水质及水流特点来合理设置，形状多以矩形为主，面积参考范围为 20-50m² 之间，具体面积根据实际情况确定。

潜流人工湿地的单元长宽比宜控制在 3:1 以下。规则的潜流人工湿地单元长度宜为 2-5m，不规则

的潜流人工湿地，应考虑人工湿地均匀布水和集水的问题，通过设置挡墙、挡板等来人为改变水流路径，延长停留时间，防止断流；潜流人工湿地系统坡度建议为 0.5-1%。

人工湿地水深的初步设计值通常以植物根系深度作为考虑条件，淹没的最大深度应保证大部分植物能够生存并发挥其功能。潜流人工湿地水深需控制在 0.4-1.6m，总水力停留时间为 2-4d。

● 湿地出水进水设计

人工湿地进水系统的设计应保证配水的均匀性。潜流人工湿地的进水系统采用铺设在地面和地下的多头导管、与水流方向垂直的敞开沟渠以及简单的单点溢流装置。

出水系统的设计可采用沟排、管排、井排等方式，并通过阀或闸板调节进水流量，过多的流量或紧急变化时应有溢流、分流措施。

对严寒地区，进、出水管的设置必须考虑防冻措施，并在潜流人工湿地单元的进水管上设置防冻阀门，底部设放空阀。

在出水量较大且跌落较高时，应设消能设施建设消能池。

● 基质厚度以及材料选择

人工湿地系统多采用碎石、砂子、矿渣、煤渣等基质材料作为填料，总基质床的厚度一般为 0.5-1m 之间，人工湿地基质厚度在 0.6-0.8m 之间，起厚度应大于植物根系所能达到的最深处。

基质的粒径范围为 4-16mm，孔隙率控制在 35-40%。

● 植被选择与种植

植物选择需具有下列特性：

- a) 能忍受较大变化范围内的水位、含盐量、温度和 pH 值；
- b) 必须利用本土植物，禁止使用外来物种。植物种类一般 3-7 种，其中至少 3 种为优势物种；
- c) 对污染物具有较好的去除效果；
- d) 成活率高，种苗易得，繁殖能力强；

西南地区选择的植物为芦苇、茭白、水葱、菖蒲、香蒲、灯心草、凤眼莲、浮萍、睡莲、伊乐藻、茨藻、金鱼藻、黑藻等。

植物种植的最佳时间是春季或初夏。第一年启动人工湿地，需在生长季节结束前或霜冻期来临前 3-4 个月进行种植。栽种方法视植物而定，一般每平方米 8-10 穴，每穴栽 2-3 株，亦可用行距 10cm、簇距 15cm 控制。

5.2.2 土壤渗滤系统

该技术规范所使用土壤渗滤系统均为地下渗滤系统。其工艺类型选择，主要根据处理水量、出水要求、土壤性质、地形与气候条件等确定。土地渗滤对污水的缓冲性能较强，但不能用于过高浓度污水的处理。

● 土壤渗滤系统设计参数和场地条件

土壤渗滤的主要设计参数和场地条件，根据试验资料确定；无试验资料时，可采用经验数据或按表 5 和表 6 的数据取值。

表 5 土壤渗滤系统主要设计参数

类型	BOD5 负荷 (g/(m ² ·d))	水力负荷 (m ³ /(m ² ·d))	水力停留时间/d
土壤地下渗滤系统	1.8-14	0.4-0.8	2-4

表 6 土壤渗滤系统（地下渗滤）工艺的场地条件参考

场地条件	参考数值
土壤类型	壤土、砂壤土
土壤渗透系数	0.15cm/h-5.0cm/h
地面坡度	不受限制
地下水位	>1.5m

在土壤条件不适用时，可考虑采取人工配置措施进行土壤的处理和处置。但须对土壤的孔隙度、pH 值、重金属、渗透系数等性质进行综合测定，使其满足处理能力的要求和 GB 156181《土壤环境质量标准》中规定的三类土壤的标准。

● 地下渗滤系统面积和结构

系统基本设计参数为每天处理 1 t 生活污水使用 8m² 面积的土壤处理系统。保护站土壤渗滤系统面积范围为 8-24m²。

地下渗滤系统设计中必须包含防渗设计。当地下水位低于地下渗滤系统的最低点时，地下渗滤系统的底和池壁可考虑采用难以压缩的密实土，系统内由于渗滤导致的水位降落不得大于 2.5mm/d；当地下水位高于最低点或当地的密实土不能满足要求时，需另行采用衬底材料，包括但不限于沥青、混凝土、水泥或其他衬底，如采用厚度为 0.5mm-1.0mm 的高密度聚乙烯树脂，或油毛毡密封铺垫等。

● 地下渗滤系统工艺设计

地下渗滤的废水投配的形式为地下布水。进水系统管道宜布置在地表以下 0.2m-0.4m 范围之内，每根配水管道的长度不宜大于 6m，配水管道间距应在 1.5m-2.0m 范围之内。每一配水管道末端设计检查井。

配水管道周边应采用厚度为 100mm-300mm，直径为 20mm-30mm 的砾石形成的保护层覆盖，并在下方用不透水层与土壤分隔，形成以配水为中心向两侧均匀布水的形式。

地下渗滤系统的集水管道的铺设应在厚度为 100-300mm，直径为 50-80mm 的鹅卵石或砾石一类的形成的保护层覆盖。

● 填料和植被选择

地下渗滤系统的填料主要为鹅卵石、砾石、人工混合土（可由细砂、煤渣和秸秆粉末组成）以及满足处理土壤要求的耕地沙质熟土。

表 7 保护站土壤渗滤系统填料参考

填料层	填料直径	填料厚度
耕地砂质熟土	-	50 cm
细砂+煤渣+秸秆粉末	-	25cm
小碎石	10-30 mm	25cm
碎石	20-50 mm	25cm
鹅卵石	50-80 mm	25cm

土壤地下渗滤系统对于植被的选择要求不高，一般情况下在其上可以继续保持其原有的使用功能。系统可选择利用在地的植被系统如杉木林、柳杉林、杂木林、灌丛地等，也可选择种植牧草、谷物和部分花卉植物等。

6 材料选择要求

6.1 防渗材料选择

6.1.1

系统处理污水时，必须要有完备的防渗措施。防渗层的渗透率要低于 10-8m/s。

6.1.2

防渗层宜采用黏土层，也可采用聚乙烯薄膜等其他建筑工程防水材料，可参照 CJJ17-2004 内容中

防渗部分执行。

6.2 系统管材设计

6.2.1

系统内部管材选用 PE 管，应按 GB/T13663 规定执行。部分地区严冬季节，室外管道需包裹保温岩棉层。

6.2.2

系统的管材防腐应符合 GB50046 中的规定。

6.3 闸阀及其他要求

6.3.1

阀门的设计应满足国家相关制造标准中的规定。

6.3.2

阀门选用应满足耐腐蚀性强、密封性好、操作灵活等特点。

6.3.3

水位控制闸板、可调堰及格栅等采用非标设计时，应考虑材质、控制方式、防腐及耐用等几方面。

7 运行和管理

7.1 监测与控制

微动力/无动力污水处理系统工程设计应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定控制内容。定期监测数据以随时掌握系统的运行状况和污水处理成效。

表 8 系统成功运行所需的监测内容

参数	取样位置	频率
系统水流量	进水、出水	每周
溶解氧、pH 值	进水、出水	每季度
BOD5、TSS、TP、TN	进水、出水、土壤	每半年
地下水监测	地下水取样井	每年
植被覆盖率	系统主体部分	每年

冻土深度测试	人工湿地主体部分	冬季每月
视需要监测： 重金属、毒性物质、传染性细菌和病毒	进水、出水、土壤	视需要

7.2 维护与管理

系统的监测可结合保护站人员分工管理制度，采取轮班制定定期对系统进行检查和监测，并做好相关记录。

7.2.1 日常维护管理内容

- a) 控制污水进入系统的悬浮物浓度，定期清淤和清理系统内部沉积物。如出水溶解氧低且出水不达标时，需对污水进行曝气和间歇运行。
- b) 根据暴雨、洪水、干旱、结冰期等各种极限情况，进行水位调节，不得进水端壅水现象和出水端淹没现象；如系统出现短流现象，需进行水位调节。

7.2.2 后期维护内容

- a) 由于接口处易松动，弯头处易堆积淤泥应定期检查管道弯头和接口处。室外塑料管道在长期日照下易产生裂纹，如发现，需进行管道更换。
- b) 根据植物生长情况，进行缺苗补种、杂草清除、适时收割以及控制病虫害等管理，严禁使用除草剂、杀虫剂等；
- c) 系统材料更换，主要为填料更换，更换周期为 8-10 年。
- d) 清理的杂草、填料等，均采用深坑填埋的方式处理。

7.3 标识标牌

系统的宣传标牌系统应参照四川自然保护区标桩标牌设计规范执行，可采用其中大型解释性标牌标准设计，主要展示系统的自然生态原理和工艺流程。