

ICS 13. 020

CCS A 01

团 体 标 准

T/ACEF 0**—20**

铁路集便污水收集处理工程技术规范

Technical specification for collection and treatment engineering of railway sewage
from toilet system

（征求意见稿）

2026-□□-□□发布

2026-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 设计水量及水质 3

6 集便污水收集设施 4

7 集便污水处理站 5

8 施工与验收 8

9 信息化建设与运行维护 8

10 安全与环保 9

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

铁路集便污水收集处理工程技术规范

1 范围

本文件规定了铁路集便污水收集处理工程技术的总体要求、设计水量及水质、集便污水收集设施、集便污水处理站、施工与验收、信息化建设与运行维护、安全与环保。

本文件适用于新建、改建日处理量 $\leq 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ 的铁路客货运车辆、动车所、车辆段及其周边生活区的集便污水收集、输送及处理工程的设计、施工、验收及运行维护。

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 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 18920	城市污水再生利用 城市杂用水水质
GB/T 31962	污水排入城镇下水道水质标准
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
TB 10010	铁路给水排水设计规范
TB/T3338.2	铁路客车及动车组整体卫生间 第2部分：集便装置

3 术语和定义

GB 50014界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铁路真空集便污水 train vacuum toilet sewage

由铁路列车真空集便装置收集的粪尿、冲洗及盥洗水及少量化学添加剂混合而成的污水，不含车辆外部冲洗灰水，俗称“黑水”。

3.2

真空卸污 vacuum discharge

利用真空将集便污水从列车集便装置经软管、真空管道抽吸至泵站或处理设施的工艺过程，真空机组包括泵式与罐式。

3.3

铁路集便真空泵站 vacuum pumping station (VPS)

由凸轮泵或真空泵、排污泵、阀门及控制仪表组成，用于产生和维持系统负压并转输集便污水的构筑物或一体化装置。

3.4

真空界面单元 vacuum interface unit (VIU)

设于列车卸污点，由快速接头、软管、自闭阀及箱体组成，实现列车与真空管道的快速、密闭对接，亦称“卸污单元”。

4 总体要求

铁路集便装置污水收集、地面卸污及处理遵循标准，总体达到纳管、处理后回用或排放。

4.1 铁路集便污水收集及卸污过程全过程应密闭，防止泄漏与臭气外逸。

4.2 铁路集便污水宜分区收集、就近处理、回用优先、纳管或达标排放。

4.3 工艺简单可靠、运维智慧化、占地集约化。

4.4 出水水质要求

按接纳水体功能区、地方排放要求及回用途径分级：

1) 回用于站区绿化、冲厕：执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 中冲厕及绿化标准；

2) 排入城镇下水道：执行《铁路给水排水设计规范》TB 10010 或《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962；

3) 排入地表水：执行《污水综合排放标准》GB 8978 或《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918；敏感水体执行地方特别排放限值。

4.4.1 收集、输送和处理对象

本规范按“必须接入”和“酌情接入”两类明确集便污水的来源边界，以避免遗漏或过度

设计。

4.4.1.1 必须接入

- 1) 客运站站房、站台、存车线及折返线的所有列车卸污点；
- 2) 动车所、车辆段检修库、临修库、镟轮库内卸污线；
- 3) 真空泵站冲洗水、场地初期雨水（前 15 mm）；
- 4) 因工艺需要必须接入的其他铁路生产污水。

4.4.1.2 酌情接入

- 1) 周边铁路职工生活区、单身宿舍、乘务员公寓等生活污水（须经隔油沉渣井预处理）；
- 2) 站区商业配套餐饮含油废水（须经独立隔油池，油脂≤100 mg/L）；
- 3) 与车站或动车所毗邻、且无市政污水管网的居民居住区生活污水；
- 4) 其他经技术经济比较确认可纳入且不影响系统稳定运行的低浓度废水。

5 设计水量及水质

5.1 水量分类

设计流量应根据列车运行图、用水指标及收集方式，同时考虑管网条件与线路运输距离，应按表 1 划分的三种类型取值：

表 1 水量计算类型划分

类型	管网条件	线路运输距离	计算方法
类型一	已建真空管网	≤400 m	$Q = \text{列车对数} \times \text{厕所数} \times \text{人均容积} \times \text{上座率} \times K_d \times K_h$; K_d （日变化系数）=1.30; K_h （时变化系数）=2.0
类型二	新建真空管网	400–800 m	在情景一基础上乘以 1.1 的管道漏渗修正系数； $K_d=1.40$ ； $K_h=2.5$
类型三	无真空管网	>800 m	在情景一基础上乘以 1.2 的转输修正系数； $K_d=1.50$ ； $K_h=3.0$

5.2 水质分类

依据收集方式、化学剂投加量、运输距离地方排放限值，将进水水质分为典型、高浓度两档：

1) 典型水质 (列车日常运行, 化学剂正常投加, 短距离输送)

COD 需满足 3000–5000 mg/L; BOD₅ 需满足 1500–2500 mg/L; SS 需满足 800–16000 mg/L; NH₃-N 需满足 300–450 mg/L; TP 需满足 50–80 mg/L; pH 需满足 6.5–8.0。

2) 高浓度水质 (长途列车、化学剂过量或节假日高峰, 长距离输送)

COD 需满足 5000–8000 mg/L; BOD₅ 需满足 2500–4000 mg/L; SS 需满足 1200–2000 mg/L; NH₃-N 需满足 450–600 mg/L; TP 需满足 80–100 mg/L; pH 需满足 6.5–8.5。

6 集便污水收集设施

收集系统包括列车集便装置和地面卸污系统。

6.1 集便装置

符合 TB/T3338.2-2023《铁路客车及动车组整体卫生间 第2部分: 集便装置》的规定。

6.2 卸污系统

6.2.1 卸污单元

1) 卸污单元应由卸污接口、连接软管、快速接头、阀门、支架或箱体、排污管路及必要的控制、显示和安全保护部件组成。

2) 卸污接口应采用密闭连接方式, 连接可靠、装拆方便, 作业过程中不应出现污水外溢、滴漏和明显异味逸散。

3) 连接软管应具有耐腐蚀、耐磨损、耐负压、抗弯折和便于清洗的性能, 其长度应满足现场卸污作业需要, 并不得影响站场行车安全和人员通行安全。

4) 卸污单元应设置防回流、防堵塞和防泄漏措施。易堵部位宜设置检查口或清通口。

5) 卸污作业完成后, 卸污接口、连接软管和相关管路宜具备冲洗或排空功能, 防止残留污水产生沉积、堵塞和恶臭。

6) 卸污单元的箱体、支架及外露部件应采取防腐蚀措施, 室外安装时应满足防雨、防尘和防机械损伤要求。

6.2.2 真空管道

6.2.2.1 管径选择

按真空-0.05 Mpa~ -0.07 Mpa、经济流速 1.5~2.5 m/s 计算, 真空收集主管道最小管径 DN160, 支管管径不小于 DN65。

6.2.2.2 管道材质

真空管道宜选用 HDPE100 SDR11 管材；热熔或法兰连接。

6.2.2.3 敷设要求

埋深 $\geq$ 冻土层以下 0.2 m，坡度 $\geq 2\%$ ；主管道提升或弯曲需增设存水弯；穿越股道时采用钢套管并设轨道桥架；直埋需加钢套管。

6.2.4 真空泵站

6.2.4.1 设置原则

按最大时流量、最大真空输送距离 $L_{\max} \leq 1200$ m 选型；当 $L_{\max} > 1200$ m 时宜增设中继泵站或增加泵/罐的负压功率。

6.2.4.2 泵站选址

距站房 ≥ 10 m，位于全年最小频率风向的上风侧；地坪高出百年洪水位 0.5 m。

6.2.4.3 泵站工艺

1) 真空泵应根据卸污系统设计规模、卸污点数量、管道长度、提升高度和同时作业数量进行选型，其抽吸能力应满足最不利工况下的卸污要求。

2) 真空泵应能够稳定产生和维持系统所需负压，运行过程中负压波动不宜影响卸污效率和系统密闭性。

3) 真空泵入口前应设置气液分离、过滤或防护装置，防止污水、杂物或泡沫进入泵体造成设备损坏。

4) 真空泵宜采用一用一备或多台组合运行方式。当系统连续运行要求较高时，应设置备用泵。

5) 为适配系统信息化管控要求，真空泵可配置远程监测功能，实时采集设备运行状态、参数及故障报警信息。

6.2.4.4 通风除臭

机械排风 ≥ 12 次/h，负压引至生物滤池，排放口距地面 ≥ 3 m。

7 集便污水处理站

7.1 选址要求

1) 需考虑污水处理设施的桥撬装一体化装置。

2) 需距离化粪池距离较近。

1) 地基承载力 ≥ 120 kPa；地下水位应低于池底 1.0 m；

- 2) 距站房、住宅≥30 m，距铁路正线≥20 m；
- 3) 避开高压走廊、燃气管道，水平净距≥5 m。

7.2 处理工艺

7.2.1 工艺选择

- 1) 以“达标、回用、低耗、易管”为序。
- 2) 低温地埋式或保温。
- 3) 铁路红线外无市政管网时优先就地回用。
- 4) 预处理工艺是处理高浓度粪便污水的关键，可根据实际处理规模或排放方式选择，包括化粪池、粗格栅、调节池（预曝气、均质）、旋流沉砂池、平流/斜管沉淀池、气浮池、氮吹等。
- 5) TN、TP 排放要求严格时优先 A²/O-MBR、A²/OMBBR 或 A²/O+反硝化深床；亦有两级 A/O 代替 A²/O。
- 6) 含油、含清洗剂浓度高时，前端增设隔油/气浮。

7.2.2 分级处理方式

根据环评报告或不同排放区域要求，分以下三种情况：

- 1) 高浓度集便污水排入城市排水系统时：经多段厌氧处理达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级排放标准后排入城市下水道，汇至城市污水处理厂再进行深度处理（参见 TB 10010），见图 1。

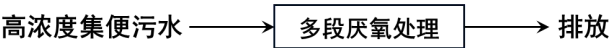


图 1 执行三级排放标准处理工艺流程图

- 2) 高浓度集便污水处理要求达到 GB 8978 规定的二级排放标准，可采用以下工艺流程（参见《TB 10010），见图 2。

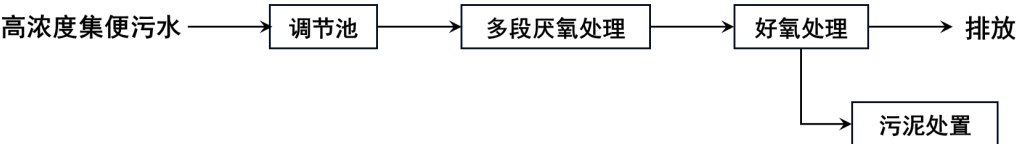


图 2 执行二级排放标准处理工艺流程图

- 3) 高浓度集便污水处理要求达到《污水综合排放标准》GB 8978 规定的一级排放标准

或《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962-2015 或《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918-2002 一级排放标准，可采用表 2 推荐的处理工艺：

表 2 推荐处理工艺

日处理规模	推荐核心处理工艺	主要单元	条件
$Q \leq 50 \text{ m}^3/\text{d}$	预处理+一体化自养反硝化/MBR/MBBR	厌氧-缺氧-好氧-核心处理工艺-紫外/ NaClO	可全地理，保温顶盖
$50 < Q \leq 200 \text{ m}^3/\text{d}$	预处理+A ² /O-MBR/MBBR 或自养反硝化	厌氧-缺氧-好氧-MBR/MBBR 或自养反硝化-消毒	可半地理，覆土 $\geq 800 \text{ mm}$
$200 < Q \leq 500 \text{ m}^3/\text{d}$	预处理+A ² /O+MBBR 或自养反硝化	厌氧-缺氧-好氧-MBR/MBBR 或自养反硝化深床-消毒	钢砼池，保温墙 100 mm PIR
$500 < Q \leq 1000 \text{ m}^3/\text{d}$	预处理+A ² /O-MBBR 或自养反硝化滤池	粗格栅-调节-厌氧-缺氧-好氧-MBBR 或自养反硝化滤池-消毒	可分期，预留二期用地 30 %

实例：200 m³/d，以预处理+A²/O+深度反硝化深床为核心工艺：

化粪池→粗格栅→调节池（预曝气、均质）→旋流沉砂池→平流/斜管沉淀池→气浮池→厌氧池→缺氧池→好氧池→二沉池→MBBR（需增设除磷工艺）或自养反硝化深床滤池（免去除磷工艺）→紫外/次氯酸钠消毒→纳管。

污泥：二沉池→储泥池→叠螺脱水至含水率 $\leq 80\%$ →外运。

7.2.3 部分工艺参数推荐

- 1) 水力梯度：水平流厌氧区 $\geq 0.5\%$ ；MBR 膜区 $\geq 1.5\%$ 。
- 2) MBBR/自养反硝化：脱氮负荷 $\geq 0.2 \text{ kgTN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 、除磷负荷 $\geq 0.02 \text{ kgTP}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。
- 3) 污泥负荷 L_s ：0.05–0.10 kg BOD₅/(kg MLSS·d)；污泥龄 θ_c 15–25 d。
- 4) 比表面积：MBR 膜 $\geq 800 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ；生物填料 $\geq 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。
- 5) 级配：二沉池砂层 $d_{10}=0.5 \text{ mm}$ ，不均匀系数 ≤ 1.5 ；深床滤料 2–4 mm。
- 6) 能效：鼓风机比能耗 $\leq 0.025 \text{ kWh}/\text{m}^3$ 空气；系统能耗 $\leq 0.45 \text{ kWh}/\text{m}^3$ 。
- 7) 最不利工况：按冬季 5℃修正硝化速率 $\mu_{\max}=0.25 \text{ d}^{-1}$ ；反硝化速率取 0.08 d^{-1} 。
- 8) 保温：池体外壁热阻 $\geq 2.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ；室外管道电伴热 30 W/m，配温控器。
- 9) 防冻排空：所有空管设 3‰坡向放空阀，停机 2 h 内排空。

7.2.4 部分材料

- 1) 填料：悬浮填料 HDPE，密度 0.94-0.96 g/cm³。
- 2) 自养反硝化材料：强度 2.3±0.2 MPa；粒径 5.0-20.0±3.0 mm；
- 3) 膜：PVDF 中空纤维，孔径 0.1 μm，拉伸强度≥40 N。
- 4) 保温：地上池壁 100 mm PIR 板+彩钢瓦；地埋池覆土≥800 mm，顶盖加憎水岩棉 50 mm。
- 5) 防腐：与污水接触碳钢件环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+聚氨酯面漆，总厚度 ≥280 μm。

7.3 消毒工艺

采用紫外+次氯酸钠复合消毒，CT 值≥15 mg·min/L，余氯 0.3~0.5 mg/L。

7.4 臭气处理

所有池体加盖，收集风量≥3 m³/(m²·h)；采用生物滤池+活性炭吸附组合，厂界 NH₃≤1.0 mg/m³，H₂S≤0.03 mg/m³（执行 GB 14554）。

7.5 噪声控制

厂界噪声限值执行 GB 12348，昼间≤55 dB (A)，夜间≤45 dB (A)。风机、真空泵应配套隔声罩与消声器；设备基础隔振设计应符合 GB/T 50087 要求，振动传递损失不宜低于 95%；设备运行状态宜纳入远程监测系统。

7.6 污泥处理装置

污泥产量按 0.15 L/人·次计，含水率 99.2%；设污泥储池(24 h)，采用叠螺脱水至含水率 ≤80%，脱水后污泥资源化利用，例如交市政污泥处置中心或堆肥回用。

8 施工与验收

8.1 验收程序

分部分项→系统调试→性能验收（连续 72 h 稳定达标）→环保专项验收→竣工验收。

8.2 功能性试验

真空系统需严密性试验-0.08 MPa，30 min 压降≤5%；处理系统需 72 h 连续运行，出水达标率 100%。

9 信息化建设与运行维护

9.1 信息化建设功能要求

- 1) 真空泵、提升泵、风机运行状态远程监测。
- 2) 进出水水质、水量在线监测，异常短信/APP 报警。
- 3) 能耗统计、故障诊断、运维工单自动生成。

9.2 运行维护

- 1) 日常需要进行真空泵油位、膜组压差、消毒余氯、臭气处理滤料湿度、风机皮带、MBR 膜、真空罐排泥的检查与冲洗。
- 2) 年检：若采用自养反硝化工艺需每半年维护一次；真空泵大修、防雷接地检测需要每年进行一次；真空泵每半年换油、每季度清洗单向阀。
- 3) 异常处理：真空度低于 -0.05 MPa 延时 $>10\text{ s}$ 自动切换备用泵并报警；出水水质超标准值 1 h 内自动回流至集水池并启动应急投药。

10 安全与环保

10.1 集便污水收集、输送、暂存和处理设施应采取密闭、防渗、防腐和防泄漏措施，运行过程中不应发生污水外溢、渗漏和明显恶臭逸散。

10.2 卸污作业区、泵房、污水池、检查井等区域应设置安全警示标识、防护设施和必要的操作空间，确保作业、检修和通行安全。

10.3 卸污接口、连接软管、阀门、真空泵及相关设备应连接可靠、运行稳定，并应设置防脱落、防回流、防堵塞和异常报警等安全保护措施。

10.4 涉及有限空间、带电设备、化学药剂和污泥处置等作业时，应采取通风、检测、防护、隔离和应急处置措施，作业人员应按要求佩戴个人防护用品。

10.5 集便污水处理后出水水质、恶臭气体、噪声和固体废物处置应符合国家、行业和地方现行有关标准要求。

10.6 运行单位应建立安全环保管理制度和运行维护台账，对污水处理量、设备运行、出水水质、污泥处置、能耗统计、日常检修、故障诊断、故障维修和异常情况处置等进行记录。

附录 A

(资料性)

铁路集便污水收集处理流程

铁路集便污水典型收集处理流程参见图 A.1。

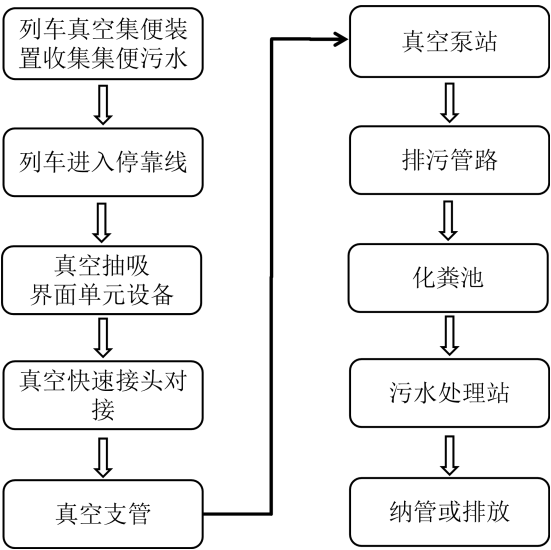


图 A.1 铁路集便污水收集处理流程图