

客车集便器污水处理方案研究和设计应用

贺占民 杜秀玲
(铁道第三勘察设计院,天津 300251)

Treatment Scheme & Design of Wastewater from Toilet Wastewater Collectors

He Zhanmin Du Xiuling

摘 要 通过对国内客车集便污水处理方案的调研,结合某新建客运专线动车整备所的环境条件,对集便器污水的水质及处理工艺进行了研究;选择了预曝气、SBR 法污水处理工艺。

关键词 客车集便器 污水处理 SBR 法

为了保护铁路沿线卫生环境、建设绿色运输大通道,使客车粪便污水不在沿线抛洒,铁路客车设置了厕所集便器将其集存,带回到动车整备所或客整所,集中卸污处理及排除。集便器污水不是一般的生活污水,而是高浓度的粪便污水。对集便器污水单独进行处理排放,在国内外还比较少见。对集便器污水进行处理,在国内铁路工程建设中,尚属首次。

据年鉴统计资料(2001 年铁路客运量 105 155 万人),每年约有 150 万 t 粪便,由运行列车洒向铁路沿线,不仅污染铁路装备,也严重危害沿线两侧环境。

客运列车车厢内可产生污水的地点,有餐车、车厢内的洗手间及厕所等。

1 客车集便器污水的水质和水量

1.1 污水的水质

客车集便器污水的水质,受客车行驶的区域、时间、列车等级、乘车人员的饮食习惯等诸因素影响。经初步乘车观察统计,乘客的大解时间一般习惯在早晚时间段,特别是早上占 70% 以上;上厕所频率为 5 ~ 6 次/d,一般情况下,大、小便的频率分别是 1 次/d、5 次/d。客车集便器污水的水质估算如表 1 所示。

从表 1 可以看出,集便器污水的水质不同于一般生活污水,是高浓度生活污水;其数值的随机性比较大,仅供作为污水处理设计时的参考。一般短途客车、短途城际列车集便器污水的水质,接近表 1 所列中、下

限值;夕发朝至等长途客车集便器污水的水质,接近表 1 中、上限数值。

表 1 客车封闭厕所集便器污水水质 mg/L				
某城际列车集便器污水			集便器污水与客整所其他污水混合	
COD _{Cr}	BOD ₅	SS	COD _{Cr}	BOD ₅
4 393 ~ 7 875	2 132 ~ 3 396	873 ~ 953	870 ~ 1 570	420 ~ 670

- 注:1. 表中某城际列车资料是国内某高速列车集便器污水的取样化验资料。
2. 集便器污水与客整所其他污水混合后的污水水质是计算而得,它与混合的污水量有关。

1.2 污水的水量

某动车运用维修所处于东北某城市边缘,场地狭小,冬季经常出现 -20 ℃ 的寒冷气温。近期配属新型客车 10 列,列车编组 14 节,2 动 12 拖,双层客车定员为 144 人,集便器的容积为 600 L;全程运行时间 4.5 h,高峰期每日 2 个往返。排污周期按 24 h,计算得每列车的污物量为 6 720 L;10 列车的集便器污物排卸采用 1:1 水量冲洗及其他排水,大约需 200 m³/d。

2 客车集便器污水处理方案研究

2.1 国内外客车集便器污水处理概况

为了达到环保规定的排放标准,国外一些客车整备所将集便器污水用水稀释,简单处理后排入下水道,由城市污水处理设施统一处理后排放。

因各国公用污水管道对水质的要求不同,客车集便污水的处理方式各异。

国内某快速客车集便器的粪便污水,是由吸粪车



直接送市政环保部门处理的。

2.2 地面式集便器污水排除方案

集便器污水的排除要达到环境保护允许的水质排放标准。依据污水排除的位置、受纳水体标准,可选择输送到市政污水处理厂或者自建污水处理站。

2.3 集便器污水排除方案选择

以某新建客运专线动车整备所为例,该整备所距离市政污水处理厂消纳站大约 5 km,采用吸粪车卸污并运到市政污水处理厂重力自卸;往返需要 1 个多小时。吸粪车能力为 1 m^3 、 2 m^3 。采用 2 m^3 的吸粪车,每列客车产生的污物量为 6.72 m^3 ,需要吸粪车 4 辆次。

考虑备用吸粪车及不均衡卸污,按 2 列客车卸污,需要吸粪车 8 辆次,购置费用高;车辆的运行、维修保养费用也不低。

集便器污水通过管道及加压设施,输送到市政污水处理厂消纳站排除,工程建设干扰较大,工程费用估算为 200 多万元;加之污水处理厂消纳站的消纳能力有限,铁路分摊处理费用估算为 250 多万元,总费用比较高。

自建污水处理站,采用二级生化法处理,处理后的水可以排入市政排水管道系统。该工程建设费用估算 300 多万元,该方案工程费用相对比较小。

客车集便器污水的排卸,需要一定量的低质水及地面管道系统。在自建污水处理站,二级生化法处理的基础上,再增加过滤、消毒工艺,费用增加不多;处理后的水就可用于冲洗客车集便器及管道系统,减少了污水排放量,还可节省水资源。

经过以上集便器污水排除方案的技术经济比较,选择自建污水处理站方案。

3 污水处理站处理工艺

3.1 污水处理工艺选择

污水处理的工艺形式很多,如 MBR 膜过滤法、SBR 法、氧化沟、间歇式循环曝气活性污泥法等,一般认为,MBR 膜过滤法、SBR 法效果比较好。

由于膜易阻塞性和膜的高价格,使 MBR 膜过滤法应用受到制约;氧化沟方法受场地制约;故设计采用 SBR 法污水处理工艺。

考虑冬季气温比较低的情况,设计引进了部分客车外皮冲洗处理后剩余水(客车外皮洗刷采用温水冲洗)。两种污水的混合,对集便污水起到了稀释和增温的作用。

考虑集便污水浓度比较高,在此基础上,增加污水

预处理(水解酸化+预曝气)、过滤、消毒工艺。预处理在调节沉淀池内进行。SBR 反应池的剩余污泥排入调节沉淀池的进水口处,与集便污水混合,发生水解酸化反应。曝气管设置在调节沉淀池的后段,曝气使污水发生好氧反应,可降低 SBR 反应的负荷。

预处理曝气时间为每天 8 h,分 4 次;SBR 反应池进水时,预处理池停止曝气。后续污水处理采用漩流沉淀,可减小占地。SBR 反应每天 4 个周期,每个周期 6 h;其中进水、曝气 4 h(采用非限制性曝气),沉淀 1 h,排水及闲置 1 h。预测水质经过上述工艺处理后,可达到回用水标准。处理工艺见图 1。

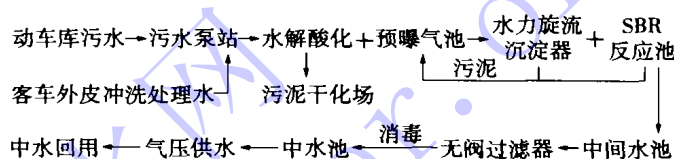


图1 集便污水处理及回用工艺流程

由于客车运行的不均衡,将引起客车卸污污水水质、水量的不均衡性及污水处理的特殊情况,污水调节沉淀池容积应选择稍大一些。

设计重点研究了北方低温对污水处理的影响,在工程上采用了地下式污水调节沉淀池,并且与污泥干化场合建,将污泥干化场设置在调节沉淀池上方,增加了保温效果。

调节沉淀池内增加预曝气,使污水中的恶臭析出,经过调节沉淀池顶板上预留的小孔,进入污泥干化场的滤料中,被滤料吸收并分解,改善了污水处理间及附近的卫生环境。调节沉淀池内污泥经污泥泵提升到污泥干化场干化,污泥中污水经滤料过滤,流回到调节沉淀池,减少了占地,降低了工程费用。

3.2 污水处理站情况简介

某站动车整备所内集便器粪便污水经过上述工艺处理、过滤、消毒后,回用于客车集便器的清洗和污水管道的冲洗,剩余中水排到站区附近的既有排水管道内。

(1) 设计污水量及水质情况

污水量: $200\text{ m}^3/\text{d}$ 。

水质: COD_{Cr} 1 100 mg/L, BOD_5 550 mg/L, SS 300 mg/L。

(2) 设计回用水质

《生活杂用水水质标准》(GJ25.1—89)中相应的标准: COD_{Cr} 50 mg/L, BOD_5 10 mg/L, SS 10 mg/L。

(3) 主要污水处理设备

生化处理装置(TSBR-2): $Q=200\text{ m}^3/\text{d}$, 1套。



无阀过滤器(DWL-A-20): $Q=20\text{ m}^3/\text{h}$,1套。

二氧化氯消毒器: $Q=100\text{ g/h}$,1套。

气压供水设施: $Q=20\text{ L/S}$, $H=36\text{ m}$,1套。

(4) 主要排水构筑物

钢筋混凝土污水调节沉淀池(250 m^3)1座,与污泥干化场合建。

小型隔油池1座;小型含酸性废水处理池1座。

为保证出水质量,过滤采用无阀过滤器,通过过滤阻力装置自动进行过滤器反冲洗。

调节沉淀池内的漂浮物及干化污泥作为固体垃圾排除。

格栅井、调节沉淀池内的漂浮物清除设计为人工清除。考虑人工清除的环境条件,建议采用机械清除,以减轻人工劳动强度。

4 结束语

设计采用的集便污水处理,是首次在铁路建设工程中使用。集便污水的处理,需要依据集便污水的具体水质情况,因地制宜的选择污水处理工艺。宜进一步研究处理工艺,产生更好的社会和企业效益,使运行单位有投入产出价值。