

城市轨道交通车辆基地污废水处理及水环境影响问题探讨

孙 涛

(中铁工程设计咨询集团有限公司环境工程设计研究院, 100055, 北京//高级工程师)

摘 要 结合城市轨道交通车辆基地的污废水处理设计及环评项目实例,系统梳理了该类项目污水产生环节、污水产生量、污废水处理工艺、污泥处置等相关工作。针对污废水处理工艺及污水达标论证、市政配套可依托性、地下水影响分析、含油污泥处置等问题,提出了可操作的解决方案。

关键词 城市轨道交通; 车辆基地; 污废水处理; 水环境影响

中图分类号 X322; U269

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.01.032

Discussion on Sewage Treatment and Water Environment Impact in Urban Rail Transit Vehicle Base

SUN Tao

Abstract Taking the actual case of sewage treatment design and environment evaluation project of one urban rail transit vehicle base, the sewage generation procedure, sewage generation volume, sewage treatment process, sludge disposal and relevant treatment are sorted out systematically. Aiming at the key issues such as sewage treatment process and demonstration of sewage standards, dependability of government infrastructure, underground water impact analysis and oily sludge disposal, feasible solutions are proposed.

Key words urban rail transit; vehicle base; sewage treatment; water environment impact

Author's address Environmental Engineering Design and Research Institute, China Railway Engineering Consulting Group Co., Ltd., 100055, Beijing, China

污废水处理及其水环境影响是城市轨道交通车辆基地设计需要考虑的重要内容。目前,该领域的研究仅限于车辆段含油废水处理^[1-3],而对该类场站(含停车场)废水产污环节、废水治理达标论证及水环境影响等问题的研究未见报道。

本文结合某城市轨道交通车辆基地污废水处理设计、环评工作实例,梳理了污水产生、处理、排放等各阶段的工作内容,针对污废水处理和水环境影响等问题提出解决方案,以期为同类项目污废水处理、环保设计及环境影响评价工作提供参考和借鉴。

1 污废水来源

车辆基地承担城市轨道交通车辆运用管理,整备保养、检查及检修等工作,其场区内通常配备检修库、列检线、洗车线等生产设施。运营期污水包括:车辆检修废水、车辆清洗废水、职工生活污水。

1) 车辆检修废水。车辆定修、列检作业时需要用水清洗转向架、轴承及轮对等部件。转向架检修间、轴箱检修区和吹扫库是含油废水的主要来源。检修废水量随着检修任务和检修周期而变化,其特点为间歇性排放。检修废水中的污染物控制项目主要为石油类、COD(化学需氧量)、SS(悬浮物)等。其中石油类污染物主要为润滑油和机油,并以浮油和分散油为主(约占石油类的80%)^[1]。

2) 车辆清洗废水。车辆基地一般采用洗车机洗刷车辆。其污染物控制项目主要为COD、SS、LAS(阴离子表面活性剂)、石油类等。清洗废水水量可以根据每天清洗车辆的数量采用定额法核算。清洗废水的水质和水量相对比较固定。

3) 生活污水。来源于办公楼、食堂、宿舍楼及浴室等,其主要污染物控制项目为COD、氨氮、SS、BOD₅(五日生化需氧量)等。生活污水量一般根据定员采用排污系数法确定。生活污水的水质、水量比较固定。

2 污废水处理工艺及处理效果研究

2.1 废水产污环节及污水水量分析

某城市轨道交通1号线(简称“C1线”)全长约

30 km,有 25 座车站,设置 1 处车辆基地、1 处停车场。根据同类项目车辆基地运营经验,列车每 3 天进行 1 次列检,每 3 个月进行 1 次三月检,当车辆运行 30 万 km、60 万 km 时进行车辆重点维修和全面检修工作。车辆的运用、检修工艺流程及废水排污环节见图 1。

车辆基地检修废水量相对较高,但受检修周期、检修量等影响,其水质及水量均不稳定。车辆基地生活用水量按定额计算,生活污水按生活用水量的 95% 核算。生产用水及排水情况根据工艺与生产情况确定,由相关设计专业提出。C1 线车辆基地用水量、排水量情况详见表 1。由表 1 可知,车辆基地总用水量为 269.6 m³/d、排水量为 190.1 m³/d、损耗量为 79.5 m³/d。车辆基地生产废水的排水量为 86 m³/d。

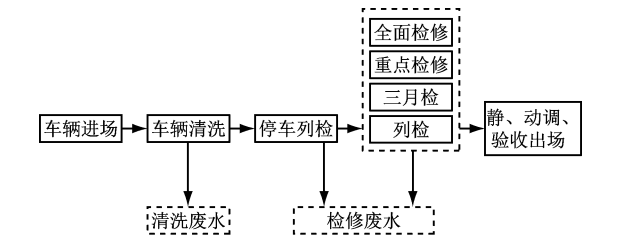


图 1 车辆运用、检修工艺及废水排污环节图

表 1 车辆基地用排水量表				m ³ /d
分类	用水量	排水量	损耗量	
日常生活	109.6	104.1	5.5	
检修作业	60.0	54.0	6.0	
洗车作业	40.0	32.0	8.0	
绿化、道路浇洒	60.0	0.0	60.0	

2.2 处理工艺及达标排放的可行性分析

根据污水成分与特征,C1 线车辆基地生活污水处理工艺为:食堂废水经隔油预处理,与其他生活污水排入化粪池处理;出水满足 GB 8978—1996《污水综合排放标准》三级标准后,排入市政污水管网。

针对生产废水水量不稳定、含油量较高的特点,拟采取治理方案:“调节+隔油沉淀+气浮”。

1) 调节池主要针对生产废水间歇排放、水量不稳定的特点而设置,具有均衡水量、水质的功能,可减少对后续处理工艺的冲击。

2) 隔油沉淀池可去除大量的浮油和渣滓。含油废水在隔油沉淀池中停留时间为 120 min 时,可去除粒径 >45.80 μm 的油珠,使废水含油量从 150

mg/L 降到 37.03 mg/L,其油污去除率可达 70%^[2]。

3) 气浮通过空气微气泡与油污颗粒结合,增大油污颗粒的浮力,使废水中的油污迅速分离。废水在气浮池分离段停留时间宜≤1.0 h。文献[4]的研究成果表明,废水经气浮 20 min 处理后,油污去除率可达 56.3%。

上海梅陇车辆段、九亭车辆段、石龙路停车场及重庆大堰综合基地均采用该类废水处理工艺,生产废水经处理后均满足三级标准要求^[5-7]。参考上述场站污水的处理效果,C1 线车辆基地生产废水经处理后也应能满足三级标准。

由于清洗废水和检修废水经调节池后流出的水质相差不大^[3],设置污水站对两种废水进行统一处理是可行的。根据表 1 中生产废水排放量,C1 线车辆基地生产废水设计处理规模为 100 m³/d。污水站处理规模与文献[3]根据实际运营规模校核后的研究成果基本一致。可见,污水站设计处理规模合理,设计方案可行。

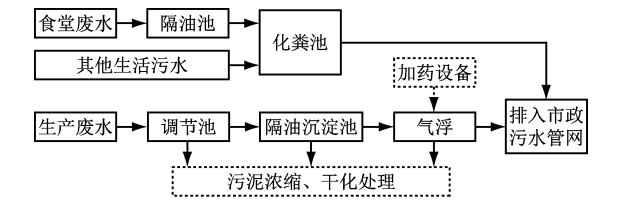


图 2 车辆基地废水处理工艺流程图

3 污水处理及水环境影响相关问题

3.1 污水水质

车辆基地水环境影响评价的重点是核算污水产生量、处理量、排放量,以及排污口水质的评价。针对生产废水和生活污水,应分别提出治理对策。正常运营阶段,生产废水具有随检修周期间歇性排水,水量不稳定、含油量较高等特点。废水水质确定时可采用类比资料法,选择与拟建工程相似的参数(废水来源、废水类型、主要污染物的种类、排放方式、排放去向、排放点、排放量等)进行对比。采用类比资料时,应说明引用数据的来源,且必须是公开发表的资料数据。部分车辆段含油废水水质见表 2。

3.2 处理效果分析

水处理措施的处理效果可参考同类同规模项目进行论证分析。

表 2 水污染物评价指标数据

数据来源	废水类别	污染物控制项目				
		pH 值	COD/(mg/L)	石油类含量/(mg/L)	SS/(mg/L)	BOD ₅ /(mg/L)
文献[2]	生产废水	6.5~8.0	100~150	30~60	90~150	10~20
文献[3]	检修废水	7.7	230	50	80	
	洗车废水	7.3	250	15	160	
文献[7]	含油废水	6~10	50~400	5~100	50~300	

注:文献[2]中的浓度出现概率为 50%~80%

深圳前海车辆段、长沙黄兴车辆段、南京小行车辆段均对生产废水采用“调节+隔油沉淀+气浮+过滤+消毒”的处理工艺,处理后的废水指标均满足回用水要求,可回用于洗车、道路清洗和绿化等^[8-10]。C1 线车辆基地废水处理规模与上述项目类似,其生产废水经“调节+隔油沉淀+气浮”处理后即可满足三级标准,再经过“过滤+消毒”处理后理论上也足以满足回用水要求。

3.3 区域市政设施可依托性

城市轨道交通的车辆基地,应在设计阶段调查既有及规划污水处理厂的处理能力及集水范围、规划污水处理厂及管网建设情况等,结合城市轨道交通运营时间,论证依托市政设施的可行性。

C1 线工程建设周期约 5 年,预计 2022 年投入运营。C1 线车辆基地位于规划的 A 污水厂服务范围内。根据规划,A 污水厂将于 2020 年前完成建设。综合考虑各种信息,C1 线车辆基地运营期具备接入市政配套的条件。

由于城市区域发展不均衡,部分区域市政污水水管网设施不齐全,某些车辆基地污水不能纳入城市污水处理厂处理。对于这类场站,可采用废水回用来减少外排废水量。针对外排污水应明确排放去向、排放标准,并结合纳污水体的环境容量等,分析污水处理方案达标排放的可行性和环境影响的合理性。

3.4 污水泄露对地下水的影响

由于城市轨道交通车辆基地(车辆段)在车辆整备、检修作业中会产生含油废水,应重视该类站场的地下水影响评价。

C1 线车辆基地已对污水池等设施采取防渗措施,运营期正常状况下,能有效阻隔废水与外部水环境联系,其废水对地下水基本无影响。在非正常状况下,一旦污水处理设施或地下水防渗措施失效,则污水可能会连续注入地下水含水层。

针对车辆基地污水特征,本文选取 COD 和石油类等污染物项目进行分析。车辆基地周边区域地下水以水平方向径流为主,可采用一维稳定流动一维水动力弥散公式预测污染物浓度分布^[11]。表 3 为该车辆基地地下水污染扩散预测结果。

表 3 C1 线车辆基地地下水污染扩散预测结果

污水泄露 后时间/d	污染物 控制项目	标准值/ (mg/L)	检出限值/ (mg/L)	超标距离/ m	影响距 离/m
100	COD	3.0	0.05	32	43
	石油类	0.3	0.01	35	44
300	COD	3.0	0.05	61	81
	石油类	0.3	0.01	67	83
1 000	COD	3.0	0.05	133	171
	石油类	0.3	0.01	145	174

由表 3 可知,当该车辆基地污水发生泄漏后 300 d 时,在泄露点下游 61 m 范围内 COD 出现超标,在下游 67 m 范围内石油类出现超标现象。虽然该车辆基地污水泄漏造成的地下水污染范围有限,但地下水一旦受到污染,其治理难度较大。因此应针对污水池、处理系统及污泥临时贮存场所等可能发生泄露的区域采取严格的防渗措施(如采取 2 mm 厚高密度聚乙烯,渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s 进行基础防渗);加强废水设施运营管理和废水监测,及时掌握污水水质、水量情况;定期通过观测井对特征污染物监测。

通过采取上述措施,可有效减少渗漏事故发生概率,及时发现污染源采取补救措施,防范非正常状况下废水对地下水污染。

3.5 含油废水污泥处置及影响

《建设项目危险废物环境影响评价指南》^[12]已于 2017 年 10 月 1 日起施行。目前,城市轨道交通环评工作仍存在着对危险废物重视不够等问题,大部分项目以定性分析为主。

车辆基地废水处理产生的含油污泥、废油及含油浮渣等属于危险废物,其类别为:HW08 废矿物油与含矿物油废物,代码为:900-210-08(油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥(不包括废水生化处理污泥))。城市轨道交通项目的设计及环评,应根据文献[12]的要求,强化危险废物处理处置措施,并根据地下水评价要求对危险废物产生、贮存场所采取防渗措施。

4 结论

本文针对某车辆基地污废水的特点,对生活污水提出了“隔油池+化粪池”处理方案,对含油废水提出了“调节+隔油沉淀+气浮”的处理方案,经处理后的废水可满足三级标准要求。C1 线车辆基地生产废水设计处理规模为 $100 \text{ m}^3/\text{d}$,经论证,设计处理规模合理,污废水设计方案可行。

环评阶段,污废水水质、设计方案的处理效果应结合已运行污废水设施进行论证。通过比对区域市政设施现状及规划建设情况,结合城市轨道交通运营时间可论证依托市政设施的可行性。针对不能接入市政污水处理厂的含油废水采用“调节+隔油沉淀+气浮+过滤+消毒”可以满足回用水要求。车辆基地项目还应重视地下水及危险废物影响等问题,针对污废水池、处理系统及污泥临时贮存场所等可能发生泄露的区域采取防渗措施,并加强运营期环境管理和防范措施,可防止泄露事故污染环境。

(上接第 136 页)

在危害度和严酷度矩阵中,对列车状态等级为 M_1 、 M_2 、 M_3 的列车均需调整修程预警。

全寿命可靠性智能检修系统能自动生成检修结果,以供用户调阅,能智能识别部件的“过修”和“欠修”状态,每半年或一年根据提出更科学的修程调整建议,实现部件维修周期的科学化;能科学地延长部分部件的修程,避免欠修和过修;能有效提高检修效率和效益。

2 结语

综上所述,目前,城市轨道交通迅速发展,加快进行城市轨道交通列车智能检修技术的研究,提升城市轨道交通车辆全寿命周期的维修智能化检修

参考文献

- [1] 陈建敏,朱婧瑶.城市轨道交通车辆段含油废水处理工艺探讨[J].中国给水排水,2016(6):28.
- [2] 王立存,曾国保,熊景芷,等.城市轨道交通车辆段生产废水处理工艺改造[J].中国给水排水,2012,29(1):59.
- [3] 曾国保.城市轨道交通车辆段及维修基地生产污水处理方案[J].城市轨道交通研究,2007(1):69.
- [4] 陆洋,张帆,王寒,等.气浮除油实验装置设计与影响因素[J].水处理技术,2016(5):56.
- [5] 中铁二院工程集团有限责任公司.上海市轨道交通 15 号线工程环境影响报告书[R].成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2015.
- [6] 国家环境保护总局环境工程评估中心.重庆市快速轨道交通较场口—新山村线路工程竣工环境保护验收调查报告[R].北京:国家环境保护总局环境工程评估中心,2006.
- [7] 中华人民共和国铁道部.铁路给水排水设计规范:TB 10010—2016[S].北京:中国铁道出版社,2016.
- [8] 中华人民共和国环境保护部环境工程评估中心.深圳市城市轨道交通二期 1 号线续建工程竣工环境保护验收调查报告[R].北京:环境保护部环境工程评估中心,2017.
- [9] 中南勘测设计研究院有限公司.长沙市轨道交通 2 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告[R].长沙:中南勘测设计研究院有限公司,2017.
- [10] 马亮亮,赵莉,杨公博,等.地铁车辆基地含油废水处理工艺应用研究[J].给水排水,2015(增刊1):245.
- [11] 中华人民共和国环境保护部.环境影响评价技术导则-地下水环境:HJ 610—2016[S].北京:中国环境科学出版社,2016:14-35.
- [12] 中华人民共和国环境保护部.建设项目危险废物环境影响评价指南:公告 2017 年第 43 号[S].北京:中华人民共和国环境保护部,2017.

(收稿日期:2018-03-28)

水平是行业发展的趋势。从城市轨道交通车辆设备空间维度和时间维度,对全寿命周期内的列车智能检修进行了阐述,提出了有效的智能检修方案,可有效地减少维修人工,节约列车的检修资源,提升检修效率和水平。

参考文献

- [1] 田俊峰.高速列车智能运维支持系统研究与实现[D].杭州:浙江大学,2014.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.地铁设计规范:GB 50157—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [3] 张成光,郭振通,黄挺.基于故障模式、影响及危害度分析(FMECA)的地铁车辆检修工艺优化方法[J].城市轨道交通研究,2017(10):72.

(收稿日期:2018-05-29)