

2010–2019 年铁路单位二次供水检测结果分析

黄天资¹, 宋少锋^{2*}, 刘肖辉², 陶明锐³

(1. 中国国家铁路集团有限公司劳动和卫生部, 北京 100844; 2. 济南铁路疾病预防控制中心, 济南 250001;
3. 济南铁路卫生监督所, 济南 250001)

摘要: 目的 了解集团公司济南辖区二次供水卫生状况, 探索改善铁路二次供水系统的水质对职工健康影响的思路。**方法** 按照《生活饮用水标准检验方法》进行采样与检测, 依据《二次供水设施卫生规范》进行评价, 分别对工程验收和日常检测水质进行统计分析。**结果** 二次供水的日常检测合格率 82.69%, 高于工程验收合格率 65.77% ($P<0.05$)。二次供水的日常检测合格率分析, 生活区、客运车站、股道上水井和列车水箱供水合格率依次降低, 不同采样地点合格率差异有统计学意义 ($P<0.05$); 所有月份合格率均在 74% 以上, 3 月、4 月、6 月和 9 月合格率均在 80% 以下, 微生物指标和消毒剂指标合格率变化趋势与全指标合格率变化趋势一致; 出厂水合格率 90.54%, 高于末梢水合格率 81.19% ($P<0.05$); 微生物指标及消毒剂指标不合格是引起二次供水不合格的主要因素。**结论** 集团公司济南辖区二次供水合格率较高, 但卫生状况存在隐患, 应进一步加强对二次供水的监管。

关键词: 二次供水; 铁路单位; 检测结果

Analysis on detection results of secondary water supply in railway units from 2010 to 2019

HUANG Tian-Zi¹, SONG Shao-Feng^{2*}, LIU Xiao-Hui², TAO Ming-Rui³

(1. Department of Labor and Health, China State Railway Group Co., Ltd., Beijing 100844, China;
2. Jinan Railway Center for Disease Control and Prevention, Jinan 250001, China;
3. Jinan Railway Health Supervision Institute, Jinan 250001, China)

ABSTRACT: Objective To understand the sanitary condition of secondary water supply in jinan railway area and provide scientific basis for railway departments to improve secondary water supply. **Methods** According to 《Standard test method for drinking water》, we sampled and tested the water quality. On the basis of 《Hygienic specification for facilities of secondary water supply》, we analyzed the data about engineering acceptance and daily detection water quality. **Results** Daily detection of secondary water supply qualified rate was 82.69%, higher than engineering acceptance of secondary water supply qualified rate 65.77% ($P<0.05$). According to the daily detection qualified rate analysis of secondary water supply, the qualified rate of water supply from living area, passenger station, well of the train track and train water tank was decreased successively. The difference of the qualification rate among the sampling locations is statistically significant ($P<0.05$); The qualified rate in each month is all above 74%. The qualified rate in March, April, June and September is below

基金项目: 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划合同 (合同编号: K2023S018)

Fund: Science and Technology Research and Development Plan Contract of China National Railway Group Co., Ltd., (Contract No. K2023S018)

*通信作者: 宋少锋, 副主任医师, 研究方向为疾病防控与健康管理。E-mail: 37910233@qq.com

*Corresponding author: SONG Shao-Feng, Deputy Chief Physician, Jinan Railway Center for Disease Control and Prevention, Jinan 250001, China. E-mail: 37910233@qq.com

80%.Soil microbial indicators and disinfectant indicators qualified rate trend consistent with all indicators qualified rate trend. The qualified rate of ex-factory water was 90.54%, which was higher than 81.19% of peripheral water ($P<0.05$).The unqualified soil microbial indicators and disinfectant indicators are the main factors causing the unqualified secondary water supply. **Conclusion** The qualified rate of secondary water supply in jinan railway area is higher than other water supply types, but there are hidden dangers in the health situation. The supervision of secondary water supply should have further strengthen.

KEY WORDS: secondary water supply; railway units; test results

0 引言

生活饮用水与健康息息相关^[1], 饮用水中微生物超标, 是影响人体健康的重要原因^[2]。二次供水是目前铁路生活区、客运站、股道上水主要供水方式, 随着高铁旅客运输作用越发突出, 铁路饮水安全也面临一些挑战^[3]。近年来某集团公司济南辖区内为了改善供水质量, 推行改水措施, 越来越多的自备井改为二次供水, 整体供水质量得以改善, 但是, 随之而来的二次供水的卫生学问题也越来越显现。因此, 我们对2010—2019年济南辖区二次供水水质检测结果进行分析, 掌握二次供水的水质动态变化, 有效预防和控制介水性疾病的发生和流行, 提出完善管理机制的建议, 为保障广大职工及旅客饮用水安全和职工健康管理相关政策制定提供依据。

1 材料和方法

1.1 样品来源

2010—2019年度济南铁路辖区内生活饮用水检测水样。日常检测水样是按照年度工作计划, 分别对职工及家属生活区、客运站、列车股道上水、列车水箱供水进行采样, 工程验收检测水样是对新建、改建、扩建铁路二次供水工程在投入使用前的供水。

1.2 检验与评价

1.2.1 检验指标与方法

所有采集样本由专业技术人员按照《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750-2006)标准要求, 对相应供水进行采集、保存、运送和检测。由于列车水箱无消毒设备, 其供水未检测消毒剂指标。

依据《二次供水设施卫生规范》(GB 17051-1997)规定的项目进行检测, 感官指标有: 色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物; 微生物指标有: 菌落总数、总大肠菌群, 当检出总大肠菌群时, 应进一步检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群; 一般化学指标有: pH、总硬度、挥发酚类、氯化物、铁、锰、耗氧量、氨氮、亚硝酸盐氮; 毒理学指标有: 氰化物、硝酸盐(以N计)、砷、铬(六价)、铅、亚硝酸盐氮; 消毒剂指标有: 游离余氯或二氧化氯、亚氯酸盐(根据消毒剂情况选择检测)。

1.2.2 结果评价

检验结果依据《二次供水设施卫生规范》进行评价, 有1

项及以上项目不合格, 即判为该份水质不合格。消毒效果判断标准: 消毒剂指标与微生物均合格的供水判定为达到消毒效果; 反之, 消毒剂指标和(或)微生物不合格判定为未达到消毒效果。

1.3 统计分析

使用SPSS29.0进行统计分析, 率的比较采用 χ^2 检验, 检验水准取 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 工程验收与日常的生活饮用水检测结果分析

2010—2019年共采集新投入使用的二次供水工程验收水样111份, 合格73份, 合格率为65.77%; 日常检测水样1381份, 合格1142份, 合格率82.69%, 两者合格率差异有统计学意义($\chi^2=19.47, P<0.001$)。新投入使用二次供水的水源水为市政供水, 水质各项指标合格, 但是二次供水出水的水质出现不合格现象。调查发现, 供水水质不合格多与新建的二次供水的消毒设备未及时启用、蓄水设施施工垃圾未清除^[4]、管网未冲洗或存在渗漏、使用初期供水循环过慢^[5]等因素有关。

2.2 日常的生活饮用水检测结果分析

2.2.1 二次供水的出厂水与末梢水检测结果分析

济南辖区2010-2019年日常检测的二次供水合格率为82.69%, 高于王松松等^[6]对烟台市2014—2016年二次供水合格率(73.33%)。虽然二次供水合格率较高, 但也存在一些问题, 需要进一步改善, 如出厂水合格率高于末梢水合格率, 管网末梢水合格率较低的原因可能是因供水管网老化、渗漏、管网内消毒剂余量不足^[7]等。前三类不合格指标依次为微生物指标、消毒剂指标和一般化学指标, 水质超标主要为微生物指标, 与代飞等^[8]报道的2016年潍坊市居民生活饮用水检测结果一致, 详见表1。

2.2.2 不同采样月份的二次供水的检测结果分析

全指标合格率: 所有月份二次供水合格率均在74%以上, 3月、4月、6月和9月合格率均在80%以下, 9月合格率最低, 为74.81%; 其他月份合格率均在80%以上, 12月合格率最高, 为98.53%; 不同月份合格率差异有统计学意义($P<0.05$)。

各类指标合格率: 微生物指标: 与1月比较, 3月($\chi^2=16.75$)、4月($\chi^2=15.54$)、6月($\chi^2=20.30$)、7月($\chi^2=8.12$)、9月($\chi^2=21.41$)

和11月($\chi^2=6.68$)的微生物指标合格率较低,差异有统计学意义($P<0.05$);消毒剂指标:3月($\chi^2=10.133$)、4月($\chi^2=5.66$)、6月($\chi^2=10.32$)、8月($\chi^2=11.44$)和11月($\chi^2=4.05$)的消毒剂指标合格率较低,差异有统计学意义($P<0.05$)。微生物指标和消毒剂指标合格率变化趋势与全指标合格率变化趋势一致。

二次供水管理单位若不能及时做好清洗、消毒等关键环节,极易造成微生物指标超标和消毒剂指标不足^[9-11]。特别在气温

较高的季节微生物繁殖迅速,若不能及时、足量投入消毒剂,会造成水质质量下降。

2.2.3 不同采样地点的二次供水检测结果分析

生活区、客运车站、股道上水和列车水箱供水全指标合格率依次降低,差异有统计学意义;微生物指标合格率在不同采样地点间差异有统计学意义;感官指标、一般化学指标、毒理学指标、消毒剂指标在不同采样地点间差异无统计学意义。

表1 二次供水的出厂水与末梢水检测结果分析

Table 1 Analysis of test results of factory water and terminal water for secondary water supply

水质类型	份数	全指标	微生物指标	感官指标	一般化学指标	毒理学指标	消毒剂指标	
		合格份数(%)	合格份数(%)	合格份数(%)	合格份数(%)	合格份数(%)	份数	合格份数(%)
出厂水	222	201 (90.54)	214 (96.40)	222 (100)	215 (96.85)	221 (99.55)	222	206 (92.79)
末梢水	1159	941 (81.19)	974 (84.04)	1153 (99.48)	1148 (99.05)	1157 (99.83)	681	595 (87.37)
合计	1381	1142 (82.69)	1188 (86.02)	1375 (99.57)	1363 (98.70)	1378 (99.78)	903	801 (88.70)
	χ^2	11.38	23.67	0.27	5.43	0.00		4.91
	p	0.001	<0.001	0.605	0.02	0.978		0.027

表2 不同采样地点的二次供水检测结果比较

Table 2 Comparison of secondary water supply detection results at different sampling sites

采样地点	份数	全指标	微生物指标	感官指标	一般化学指标	毒理学指标	消毒剂指标	
		合格份数(%)	合格份数(%)	合格份数(%)	合格份数(%)	合格份数(%)	份数	合格份数(%)
生活区	197	173 (87.82)	178 (90.36)	196 (99.49)	195 (98.98)	196 (99.49)	197	177 (89.85)
客运车站	237	207 (87.34)	221 (93.25)	237 (100)	232 (97.89)	235 (99.16)	237	212 (89.45)
股道上水	469	402 (85.71)	426 (90.83)	467 (99.57)	460 (98.08)	469 (100)	469	412 (87.85)
列车水箱	478	360 (75.31)	363 (75.94)	475 (99.37)	476 (99.58)	478 (100)	-	-
	χ^2	28.37	62.8	2.45	6.31	7.14		0.73
	p	<0.001	<0.001	0.484	0.098	0.068		0.693

2.2.4 消毒对二次供水检测结果的影响分析

全指标合格率:配置消毒设施的903份水质合格率为86.60%,无消毒设施的478份水质合格率为75.31%,两者合格率差异有统计学意义($\chi^2=40.34$, $P<0.05$)。出厂水全指标合格率为90.54%,末梢水全指标合格率为85.32%,两者全指标合格率差异有统计学意义($P<0.05$)。无消毒措施均为列车水箱供水,其中动车组水箱供水全指标合格率为65.37%;普速列车水箱供水全指标合格率为82.78%,两者指标合格率差异有统计学意义($P<0.05$)。

有消毒措施的903份二次供水,消毒达标率为88.59%。其中,出厂水消毒达标率为92.79%,末梢水消毒达标率为87.22%,两者消毒达标率差异有统计学意义($P<0.05$)。

说明有效的消毒措施能显著提高水质合格率。提高二次供水合格率,首先要解决消毒剂指标合格率偏低的问题^[12],督促供水单位做好水质消毒处理^[13],提高消毒达标率,确保供水中消毒剂含量符合卫生要求。

影响旅客列车车厢供水的因素主要有上水设备设施(上水管栓、车厢注水口等)受到污染^[14],管网没有及时清洗消毒^[15],

列车水箱消毒周期过长等。无消毒措施的478份列车水箱供水,动车组水箱供水合格率低于普速列车水箱供水,与黎有田等^[16]报道的江苏铁路地区2010—2014年487份旅客列车二次供水水质检测结果恰恰相反。新型动车组采取增压供水方式,水箱及管网密闭性较好,但这也增加了供水设施的清洗消毒难度^[17],高速动车组运行越久,且不能采取有效的清洗消毒措施,供水水质就会逐步下降,甚至比普速列车差。

3 讨论与结论

当今社会快速发展,人们对美好生活的追求越来越高,更加关注自身健康,对饮用水质量要求不再局限于卫生,而是立足于安全且有益健康。中国科学院城市环境研究所对厦门市的二次供水系统进行了季节性采样和分析。研究发现^[18],尽管二次供水系统的水质可以达到我国生活饮用水卫生标准的要求,但基于PMA-qPCR的结果显示,二次供水系统实际上可能会提高用户面临的饮用水微生物学风险。二次供水系统存在许多问题^[19],如余氯衰减、水温升高、金属浸出、微生物生长等,这些问题可能导致水质恶化,影响居民的饮用水安全和健康。二

次供水系统中的水质变化,将直接影响到居民龙头水的水质,从而影响到居民的健康。济南辖区二次供水水质比较稳定,水质合格率较高,但仍存在影响二次供水卫生的风险因素^[20],如新投入使用的二次供水的仍然存在管网冲洗不及时或渗漏等污染因素,未能有效采取清洗消毒的供水在气温较高的季节微生物繁殖迅速;尽管清洗消毒是保障供水安全的重要措施,但是仍然有部分供水无法落实清洗消毒措施。以上二次供水安全影响因素,应引起各部门的高度重视,建议采取综合治理措施,降低饮水安全风险。措施包括以下几方面:(1)强化饮水管理措施。完善相关管理制度,督促制度落实。(2)做到医防教融合。在落实职工三个防护措施的同时,融合预防和控制介水性疾病的措施,通过持续不断的努力,使职工群体健康水平持续提升。(3)提升自我管理能力。积极创新职工健康管理模式,积极引导职工掌握自我管理和日常保健的方法,学会改变不合理的行为方式,尤其是不饮用生水,出现身体不适科学就医和合理用药,自觉学习健康知识,不断提高自我健康管理能力^[21],以达到促进健康的目的。

参考文献

- [1] 王舒,崔仲明,李继芳.2014-2019年辽宁省农村生活饮用水微生物监测结果分析[J].职业与健康,2021,37(10):1388-1391.
- [2] 王玲,刘文艳,幸薇洁,等.2015—2019年成都市龙泉驿区生活饮用水监测结果分析[J].预防医学情报杂志,2021,37(09):1251-1255.
- [3] 张艾梅,徐峰,王小群,等.高铁站饮用水化学和毒理指标调查分析[J].铁路节能环保与安全卫生,2024,14(02):39-43.
- [4] 齐晏,张辉,刘海滨,等.新建高铁站二次供水水箱的监测分析[J].黑龙江科技信息,2017,(17):119.
- [5] 区继军,金宁,麦伟鹏.某市新建工程二次供水水箱设计对水质卫生状况的影响[J].中国社区医师,2017,33(15):157-158.
- [6] 王松松,刘磊,徐建军,等.烟台市2014—2016年市政供水水质状况分析[J].中国卫生检验杂志,2018,28(09):1108-1110.
- [7] 廖灵灵,江穗宁,邹金林.2016—2018年惠州市集中式生活饮用水水质分析与评价[J].公共卫生与预防医学,2019,30(03):99-102.
- [8] 代飞飞,张荣花,徐斌.潍坊市居民生活饮用水水质状况分析[J].中国卫生检验杂志,2017,27(07):1016-1019.
- [9] 康利民,吴俊奇.不同季节的二次供水水质调查及分析[J].给水排水,2018,54(02):48-52.
- [10] 崔裕敏,楚蓓,吕荣,等.二次供水与集中式供水水质卫生状况比较[J].现代预防医学,2005,(10):1369-1371.
- [11] 孙玲,姬晓红.2012-2015年旅客列车自备水箱水卫生状况[J].职业与健康,2016,32(03):397-399.
- [12] 胡冀,陈彦华,黄涛,等.2014—2017年湖南省城市饮用水浑浊度影响因素及其对消毒效果的影响[J].实用预防医学,2019,26(05):559-563.
- [13] 迟丹丽.北京铁路地区高层建筑二次供水卫生管理现状[J].职业与健康,2013,29(22):3022-3024.
- [14] 孙顺爱,韦桂水,莫九生.铁路旅客列车车厢二次供水水质检测结果分析[J].应用预防医学,2015,21(05):365.
- [15] 林萃.福建铁路旅客列车自备水箱水质现状调查[J].海峡预防医学杂志,2013,19(05):65-66.
- [16] 黎有田,蒋林.高速动车与普通列车二次供水卫生状况调查[J].预防医学论坛,2014,20(09):663-665.
- [17] 王昭妍,王嘉子,丛众.2015—2017年中国铁路沈阳局旅客列车生活饮用水微生物污染指标分析[J].预防医学论坛,2018,24(10):771-773.
- [18] 中国科学院城市环境研究所.城市环境所等在城市二次供水系统微生物安全研究中获进展[EB/OL].[2021-12-20].https://www.cas.cn/syky/202112/t20211220_4818884.shtml [2024-06-01].
- [19] 徐敏仪.二次供水中水质与居民健康的关系研究[J].当代水利水电,2023,5(11):86-88.
- [20] 但晓红,杨明珠.武汉铁路辖区生活饮用水卫生现状分析[J].中国公共卫生管理,2012,28(06):810-811.
- [21] 任旭锴,赵静.北京市丰台区健康教育体系建设问题及对策[J].职业与健康,2016,(12):1717-1720.

作者简介

黄天资,硕士,主管医师,研究方向为公共卫生管理。
宋少锋,副主任医师,研究方向为疾病控制与健康管理。