

# 高速动车组供水卫生状况及影响因素调查

陶明锐, 兰天翔, 郑成龙

(济南铁路疾病预防控制中心, 山东 济南 250001)

**摘要: 目的** 为了掌握高速动车组供水卫生状况和影响因素, 为供水监管提供依据。**方法** 分别对供水各个环节进行水质采样和检测, 针对可能影响因素采取控制措施, 并分析水质变化情况。**结果** 高速动车组待乘组水箱、运营组水箱和车站上水管末梢水合格率分别为 91.67%、67.64%、92.59%, 给水所出厂水和市政自来水检测合格率分别为 95.45%和 100%; 待乘组水箱末梢水合格率高于运营组 ( $p<0.01$ ); 各采样点水质在枯水期差异显著 ( $p<0.01$ ), 一般化学指标、微生物指标和消毒剂指标检测合格率不同 ( $p<0.05$ )。各采样点水质采取措施前检测合格率差异显著 ( $p<0.01$ ), 采取措施后检测合格率无显著差异 ( $p>0.05$ ), 待乘组和运营组水箱末梢水在采取措施后检测合格率均高于采取措施前 ( $p<0.05$ )。**结论** 高速动车组供水合格率较高, 供水污染可以通过关键环节进行控制。

**关键词:** 高速动车组; 生活饮用水; 末梢水; 影响因素

## A Survey On Sanitation Situation And The Influencing Factors Of High Speed EMU Water Supply

Ming rui TAO, Tian xiang LAN, Cheng long ZHENG

(Ji Nan Railway Center for Disease Control and Prevention, JiNan, 250001, Shandong, China)

**Abstract :**[Objective] Grasp sanitation conditions and factors of High Speed EMU Water Supply ,in order to provide a basis for water regulation. [Methods] Sampling and testing all aspects of water supply, taking measures to control the Influence factors, and analyzing the changing trend of thewater quality. [Results] The Qualified rates of the water in tank of management group, operation group and the tap of station pass were 91.67%, 67.64%, and 92.59%, ;the qualified rates of the water supply water and municipal water were 95.45% and 100%; qualified rate of the management group is higher than the operation group ( $p<0.01$ ); the water quality of every sampling points is significantly different during the dry season( $p<0.01$ ), **general chemical indicators ,microbial indicators and the qualified rate of different disinfectant index** ( $p<0.05$ ). The Qualified rates of the water of every sampling point had no difference before taking any measure( $p<0.01$ ), which was significantly different after the measures taken ( $p>0.05$ ),. ( $p>0.05$ ); the water qualified rates of management group and the tap of station pass are higher than t the measures taken( $p<0.05$ ). [Conclusions] High Speed EMU water qualified rate is higher, and the water pollution can be controlled in the key points.

**Keywords:** High Speed EMU; Drinking Water; Tap water; Influence factors.

铁路饮用水卫生关系到旅客和铁路职工健康, 同时也是提高铁路服务质量的关键。目前, 济南铁路局投入运营的动车组有CRH1、CRH2、 CRH3、CRH5、CRH380A、CRH380B、CRH380C等型号。课题组于2013年1月至2014年4月, 对所有车型供水状况及供水环节进行抽样调查, 以掌握水质变化情况, 保证供水卫生安全, 为管理提供依据。

作者简介：陶明锐，男，汉族，生于1976 年，本科，职称:主管医师，研究方向：公共卫生。邮箱：taomingrui2006@sina.com

## 1 对象与方法

1.1 对象 上水车站包括济南、济南西、青岛站，济南和青岛港湾动车运用所，以及济南局投入运营的高速动车组作为研究对象。青岛站和青岛港湾动车运用所采用市政自来水直供车站上水管；济南、济南西和济南动车运用所由给水所采用二次供水方式提供上水。

1.2 动车组供水卫生状况调查 采集市政供水、上水车站、动车运用所和动车组水箱末梢水，检测分析动车组供水卫生状况。

1.3 关键控制措施调查 针对动车组供水可能影响因素，分别对给水所、上水车站（动车运用所）、和动车组水箱等供水环节同时采取控制措施，控制措施包括对上水从业人员进行卫生知识培训；对上水管道进行严格的卫生防护；对上水胶管与动车组水箱的接口处分别进行消毒和冲洗；指导给水所增加出厂水余氯的余氯量；对晚间入库检修和整备并且第二天继续投入运营的车组，进行水箱排空、冲洗等措施；同时采集水样进行检测。

### 1.4 水质检测与评价

1.4.1 水质检测项目 色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、氰化物、铁、锰、铜、锌、砷、硒、汞、镉、铬（六价）、铅、铝、耗氧量、氨氮、亚硝酸盐氮、菌落总数、总大肠菌群、游离余氯共22项。

1.4.2 检验依据与评价 所有项目检测按照 GB/T 5750-2006《生活饮用水标准检验方法》执行,评价方法按照GB/T 5749-2006《生活饮用水卫生标准》执行，检测项目中一项不符合标准即判定为该样品不合格。

## 2 结果

### 2.1 动车组供水卫生状况分析

2.1.1 不同采样点和季节水质检测合格情况 待乘组水箱、运营组和车站上水管末梢水合格率分别为 91.67%、67.64%和 92.59%，给水所出厂水和市政自来水合格率分别为 95.45%和 100%。各采样点水质检测合格率差异有统计学意义（ $p<0.01$ ）；尤其是运营组水箱末梢水合格率，低于市政自来水（ $\chi^2=5.230$ ， $p<0.05$ ），低于给水所出厂水（ $\chi^2=4.594$ ， $p<0.05$ ），低于车站上水管末梢水（ $\chi^2=7.502$ ， $p<0.01$ ）。各个采样点水质合格率，枯水期均高于丰水期，不同采样点的合格率在枯水期和丰水期之间均无显著差异（ $p>0.05$ ），不同采样点水质检测合格率在枯水期差异均有统计学意义（ $p<0.01$ ）。见表 1。

表 1 不同采样点和季节水质检测合格率比较

类别	枯水期			丰水期			合计			$\chi^2$ 值	P 值
	样本数	合格数	合格率	样本数	合格数	合格率	样本数	合格数	合格率		
	(份)	(份)	(%)	(份)	(份)	(%)	(份)	(份)	(%)		
待乘组水箱末梢水	10	10	100	14	12	85.71	24	22	91.67	0.249	0.618
运营组水箱末梢水	15	11	73.33	19	12	63.16	34	23	67.64	0.068	0.794
车站上水管末梢水	28	28	100	26	22	84.62	54	50	92.59	2.680	0.102
给水所出厂水	11	11	100	11	10	90.91	22	21	95.45	0.000	1.000
市政自来水	9	9	100	8	8	100	17	17	100	--	--
$\chi^2$ 值	13.613			7.898			17.104				
P 值	0.009			0.095			0.002				

### 2.1.2 不同运营状态和供水方式对供水的影响

待乘组水箱末梢水合格率高于运营组，差异有统计学意义（ $p < 0.01$ ）；市政供水组和给水所组的车站上水管末梢水合格率差异无统计学意义（ $p > 0.05$ ）。见表 2。

表 2 不同运营状态和供水方式对供水合格率比较

类别		样本数（份）	合格数（份）	合格率（%）	$\chi^2$ 值	P 值
水箱末梢水	待乘组	24	22	91.67	4.668	0.031
	运营组	34	23	67.64		
车站上水管末梢水	市政供水组	17	17	100	0.722	0.396
	给水所组	37	33	89.19		

### 2.1.3 不同类检测指标格率分析

待乘组水箱末梢水一般化学指标和消毒剂指标检测合格率分别为 87.50%和 91.67%，运营组水箱末梢水一般化学指标、微生物指标和消毒剂指标检测合格率分别为 94.12%、85.29%和 67.64%，车站上水管末梢水微生物指标和消毒剂指标检测合格率分别为 98.15%和 92.59%，给水所出厂水消毒剂指标检测合格率为 95.45%。各采样点的水质一般化学指标、微生物指标和消毒剂指标检测合格率不同，差异有统计学意义（ $p < 0.05$ ）。见表 3。

表 3 不同类检测指标合格率比较

类别	样本数 (份)	感官指标		一般化学指标		毒理学指标		微生物指标		消毒剂指标	
		合格数	合格率	合格数	合格率	合格数	合格率	合格数	合格率	合格数	合格率
		(份)	(%)	(份)	(%)	(份)	(%)	(份)	(%)	(份)	(%)
待乘组水箱末梢水	24	24	100	21	87.50	24	100	24	100	22	91.67
运营组水箱末梢水	34	34	100	32	94.12	34	100	29	85.29	23	67.64
车站上水管末梢水	54	54	100	54	100	54	100	53	98.15	50	92.59
给水所出厂水	22	22	100	22	100	22	100	22	100	21	95.45
市政自来水	17	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100
$\chi^2$ 值		--		10.613		--		12.110		17.104	
P 值		--		0.031		--		0.017		0.002	

2.2 采取关键控制措施后调查

2.2.1 采取控制措施对供水的影响

各采样点水质采取措施前检测合格率差异有统计学意义（ $p<0.01$ ）；采取措施后检测合格率差异无统计学意义（ $p>0.05$ ）；给水所出厂水、车站上水管末梢水、运营组水箱末梢水和待乘组水箱末梢水合格率在采取措施后，两两比较差异无统计学意义（ $p>0.05$ ）。待乘组和运营组水箱末梢水在采取措施后检测合格率均高于采取措施前，差异有统计学意义，（ $p<0.05$ ）。见表 4。

表 4 采取控制措施前后水质合格率变化

类别	采取措施后			采取措施前			$\chi^2$ 值	P 值
	样本数	合格数	合格率	样本数	合格数	合格率		
	(份)	(份)	(%)	(份)	(份)	(%)		
待乘组水箱末梢水	21	21	100	24	22	91.67	11.035	0.001
运营组水箱末梢水	25	23	92.00	34	23	67.64	4.974	0.026
车站上水管末梢水	24	24	100	54	50	92.59	0.661	0.416
给水所出厂水	22	22	100	22	21	95.45	0.859	0.354
$\chi^2$ 值		5.332			12.507			
P 值		0.149			0.006			

2.2.2 采取控制措施对供水水质各项类指标的影响

运营组水箱末梢水在采取控制措施后消毒剂指标检测合格率为 92.00%，其他各类指标检测合格率均为 100%；其他各采样点所有指标检测合格率均为 100%。所有指标检测合格率在各采样点之间差异均无统计学意义（ $p>0.05$ ）。见表 5。

表 5 采取控制措施后不同类指标的合格率比较

类别	样本数 (份)	感官指标		一般化学指标		毒理学指标		微生物指标		消毒剂指标	
		合格数	合格率	合格数	合格率	合格数	合格率	合格数	合格率	合格数	合格率
		(份)	(%)	(份)	(%)	(份)	(%)	(份)	(%)	(份)	(%)
待乘组水箱末梢水	21	21	100	21	100	21	100	21	100	21	100
运营组水箱末梢水	25	25	100	25	100	25	100	25	100	23	92.00
车站上水管末梢水	24	24	100	24	100	24	100	24	100	24	100
给水所出厂水	22	22	100	22	100	22	100	22	100	22	100
$\chi^2$ 值		--		--		--		--		5.332	
P 值		--		--		--		--		0.149	

3 讨论

本次调查结果显示，车站上水管合格率为 92.59%，与郭君霞<sup>[1]</sup>报道的车站水龙头（93%）基本一致；给水所出厂水和市政自来水合格率分别为 95.45%和 100%，均高于给水所<sup>[1]</sup>泵房水龙头（94%）；待乘组水箱末梢水合格率为 91.67%，与黎有田<sup>[2]</sup>等报道的 95.73%较为接近。市政自来水、给水所出厂水、车站上水管末梢水和待乘组水箱末梢水合格率两两比较，差异无统计学意义（ $p>0.05$ ）。提示高速动车组供水卫生状况总体较好，管道输送过程对水质的影响不明显，与董洁炜<sup>[3]</sup>等 2011 年的水质调查结果相符。

调查结果显示，各个采样点水质合格率受季节变化影响较小，枯水期均高于丰水期，可能丰水期气温较高<sup>[4]</sup>有关，适宜水中细菌<sup>[5]</sup>的生长、繁殖，上水胶管<sup>[6]</sup>长期在外暴露或接触地面，水箱内剩余水质不能及时排空等管理措施不到位，极易增加水质污染机会。枯水期不同采样点水质检测合格率不同（ $p<0.01$ ），可能与冬季旅客用水量减少，是水箱内剩余增多有关。因此，建议在丰水期，应加强水质消毒<sup>[7]</sup>，加大消毒药物投放剂量；日常检修时，定期排空剩余水质，并做好上水设备管理。

运营组水箱末梢水合格率为 67.64%，明显高于普速列车<sup>[2]</sup>的 53.98%。但是运营组水箱末梢水合格率为明显低于市政自来水、给水所出厂水、车站上水管末梢水和待乘组水箱末梢水（ $p<0.05$ ）。各采样点的水质一般化学指标、微生物指标和消毒剂指标检测合格率不同（ $p<0.05$ ）。主要原因可能是随着高速动车组运行时间延长，加之卫生管理<sup>[8]</sup>不善，水箱

和管网不能很好的执行<sup>[9]</sup>定期清洗消毒制度,造成水箱内微生物滋生,长期易形成管道壁形成生物膜,导致余氯<sup>[10]</sup>过渡的消耗或减退;其次管道壁的腐蚀、结垢和沉积物沉积造成对水质污染。因此高速动车组在投入使用中,水箱应加强清洗消毒,确保供水安全。

采取措施前供水水质合格率较低,可能与高速动车组运行过程中,给水水源点多线长<sup>[11]</sup>,各上水车站及水源点的水质质量直接影响列车水质质量<sup>[12]</sup>,其次列车站停时间较短,上水工作较为紧张,上水前基本未执行消毒和清洗;另外部分上水从业人员不能按照《站车卫生工作规范》进行上水操作,使上水使上水管管口<sup>[13]</sup>被地面污染;第三与列车自备水箱的清洗消毒工作难度较大,管理人员不够重视<sup>[14-15]</sup>,没有形成制度化、规范化有关。

国内研究<sup>[16-17]</sup>发现,列车运营时间长,水箱不能及时消毒,末梢水在水箱内存放时间过长,导致细菌滋生。采取措施后供水水质合格率明显提高,给水所出厂水、车站上水管末梢水、运营组水箱末梢水和待乘组水箱末梢水合格率在采取措施后,两两比较差异无显著性( $p>0.05$ )。提示建立健全<sup>[18]</sup>卫生管理制度;对上水从业人员进行卫生知识<sup>[19]</sup>的培训,对上水管道进行必要的卫生防护,对高速动车组自备水箱进行必要的排空和定期的清洗、消毒,适量增加上水中的余氯含量等措施,是提高高速动车组水箱水质合格率的关键<sup>[20]</sup>所在。

综上所述,客车上水水质事关旅客和乘务人员的身体健康,加强对水源水质监管。建议管理部门针对高速动车组自身特点,改进<sup>[31]</sup>上水设备和列车水箱容积,制定相应的高速动车组供水设施管理办法,将水箱清洗、消毒纳和排空纳入定期作业流程,并指定专人落实,有效预防上水水质的污染,确保列车水质卫生安全。

## 参考文献

- [1] 郭君霞. 上海铁路局管内饮用水水质微生物指标监测与分析[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2014, 4(5): 234-235.
- [2] 黎有田, 蒋林. 高速动车与普速列车二次供水卫生状况调查[J]. 预防医学论坛, 2014, 20(9): 663-665.
- [3] 董洁炜, 李雅珍, 刘燕. 上海铁路局部分给水所水质现况调查与检测结果浅析[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2012, 2(2): 90-92.
- [4] 马国华. 沈阳铁路地区生活饮用水微生物指标检测结果分析[J]. 职业与健康, 2011, 27(9): 1026-1027.
- [5] 毛彬, 杨东坡, 芦春洁. 哈尔滨铁路旅客列车上水系统水质调查[J]. 环境与健康杂志, 2007, 24(4): 264.
- [6] 张宏斌. 客车给水管出水污染调查[J]. 环境与健康杂志, 2002, 19(4): 308.
- [7] 曹刚, 罗卫红. 长沙县 2009-2013 年水厂水源水和出厂水水质检测情况分析[J]. 实用预防医学, 2015, 22(5): 604-606.

- [8] 万爱玲,苑仁静.旅客列车自备水箱水的水质调查与分析[J].现代医药卫生,2013,29(12):1831-1832.
- [9] 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(5):65-66.
- [10] 唐佳挥.二次供水的水质污染预防以及治理方式探讨[J].科技创业家,2013,5:193.
- [11] 张洪梅.天津铁路旅客列车生活饮用水微生物检测结果分析[J].中国城乡企业卫生,2013,1:99-101.
- [12] 潘洁,陈卫华,蒋时波,等.旅客列车二次供水水质调查与分析[J].广西预防医学,2004,10(6):333-334.
- [13] 李庆权.火车站供旅客列车上水水质的卫生学调查[J].环境与健康杂志,2003,20(1):18.
- [14] 毕玉芳.南京铁路管区站车生活饮用水微生物污染监测与分析[J].铁道劳动安全卫生与环保,2007,34(4):193-194.
- [15] 李红梅,麦浩,王彦文,等.2008-2011年桂林市生活饮用水检测结果分析[J].实用预防医学,2013,20(5):581-583.
- [16] 王宏毅,许匡,李鹏.京九直通列车生活饮用水卫生学指标监测结果分析[J].口岸卫生控制,2014,19(2):26-27.
- [17] 张志特,花清菊,赵群,等.某铁路局旅客列车二次供水水质卫生状况分析[J].实用预防医学,2012,19(7):1029-1030.
- [18] 邵怡,王艳红,韩立君.吉林铁路旅客列车自备水箱水微生物指标调查[J].铁道劳动安全卫生与环保,2010,37(3):165-166.
- [19] 康红礼.兰州铁路局客车上水存在的问题及改进措施[J].铁路节能环保与安全卫生,2014,4(4):162-164.
- [20] 候世全,施红生,洪蔚.客车上水系统水质污染原因及预防措施[J].铁道劳动安全卫生与环保,2013,3(5):217-221.
- [21] 陈继斌,扈刚,卞玉东.旅客列车上水问题及改进措施[J].铁道运输与经济,2007,29(1):30-32.