

# 2021—2023年呼伦贝尔市14个旗市(区)生活饮用水中耗氧量指标监测结果分析

孙丽萍, 路堃\*

(呼伦贝尔市疾病预防控制中心, 呼伦贝尔 021008)

**摘要:目的** 通过对2021—2023年呼伦贝尔市14个旗市(区)3136份生活饮用水中耗氧量的监测,分析在不同年度、丰枯水期、水样类型、采样类型对耗氧量的变化。**方法** 依据《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750.7—2023)酸性高锰酸钾滴定法进行检测。水质检测结果按《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2022)进行评价,用非参数检验的方法对检测结果进行分析。**结果** 2021—2023年生活饮用水耗氧量平均合格率为93.62%(2936/3136),耗氧量污染水平总体呈下降趋势( $\chi^2=10.20, P=0.006$ );出厂水耗氧量值低于末梢水,出厂水、末梢水耗氧量分布差异有统计学意义( $Z=-8.530, P<0.001$ );城市水耗氧量值高于农村水,城市水、农村水耗氧量分布差异有统计学意义( $Z=-21.003, P<0.001$ )。**结论** 本文发现呼伦贝尔市14个旗市(区)仍然存在耗氧量超标的情况,水样类型和采样类型对饮用水的耗氧量存在一定影响,为政府制定饮用水发展规划、建立健全饮用水卫生监督的管理提供支持。

**关键词:** 耗氧量;生活饮用水;呼伦贝尔;监测

## 0 引言

生活饮用水的安全直接关系到人类的健康和生存。耗氧量作为衡量生活饮用水水质的重要指标之一,是体现水体中可被氧化的有机物和还原性无机物的总量<sup>[1]</sup>,反映了水中可被氧化的有机物的含量。随着工业化、城市化进程的加快,生活饮用水源受到各种污染的威胁日益增加,如工业废水排放、农业面源污染、生活污水排放等,这些都可能使水中有机物含量上升,进而影响耗氧量指标。同时,人们对生活品质的要求不断提高,对饮用水的安全性和质量也提出了更高期望,因此,深入研究生活饮用水中的耗氧量具有重要的现实紧迫性。耗氧量在不同水源的特征也有了较为深入的研究,明确了不同水源受污染程度和污染来源的差异对耗氧量的影响。针对降低生活饮用水耗氧量的水处理工艺研究取得了一定成果。如活性炭吸附、臭氧氧化、生物处理等技术在去除水中有机物、降低耗氧量方面有良好效果。虽然有多种水处理工艺可降低耗氧量,但在实际应用中仍面临诸多问题。如活性炭吸附存在吸附饱和和需频繁更换、再生困难等问题;臭氧氧化可能

产生有害副产物;生物处理对水质、水温等条件要求苛刻,且处理效果不稳定。如何优化处理工艺,使其在高效降低耗氧量的同时,保障出水水质安全、稳定,仍是亟待解决的问题。近年来,全国多地检测出生活饮用水中耗氧量超标情况,给居民饮水安全带来隐患<sup>[2-3]</sup>。为提高饮用水安全性,合理控制生活饮用水耗氧量,提高水资源的利用效率,减少因水质问题导致的水资源浪费,了解耗氧量在不同年度、丰枯水期、水样类型、采样类型水中耗氧量的变化特点,本文对2021—2023年呼伦贝尔市14个旗市(区)生活饮用水耗氧量监测结果进行了分析,对水资源的可持续开发和利用具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

呼伦贝尔地区水源类型以地下水为主,其次为地表水;在所有旗市(区)的城市区域设置城市水监测点。城市水监测点的设置应当涵盖城区内全部的市政供水和部分自建设施供水。农村区域设置农村水监测点。每个监测点在每年的丰水期和枯水期各采样1次,样品的采集、保

第一作者:孙丽萍,主任检验师,研究方向为卫生检验、理化检验和微生物检验。

\*通信作者:路堃,中级公共卫生医师,研究方向为环境卫生。E-mail:lk15648061731@163.com

存、运输按照《生活饮用水标准检验方法水样的采集与保存》<sup>[4]</sup>(GB/T 5750.2—2006) 进行, 2023 年丰水期水样按照《生活饮用水标准检验方法》<sup>[5]</sup>(GB/T 5750—2023) 进行检测, 按照《生活饮用水卫生标准》<sup>[6]</sup>(GB 5749—2022) 进行评价, 耗氧量 > 3 mg/L 为超标。

### 1.2 方法

依据《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750.7—2023) 酸性高锰酸钾滴定法进行检测。

### 1.3 统计学处理

使用 WPS 录入数据, IBM SPSS Statistics 26.0 软件对数据进行分析处理, 耗氧量按不同年份的合格率进行卡方检验。对耗氧量数据进行 K-S 或 S-W 正态性检验, 若均为正态性分布, 选择方差分析; 若为非正态分布, 选择 Kruskal-Wallis 秩和检验或 Mann-Whitney 秩和检验, 以

$P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 基本情况

3 年共检测城乡饮用水 3136 份, 耗氧量测量数值 0.05~25.5 mg/L, 为深入探究耗氧量在不同条件下的分布规律, 分别从不同年份、丰枯水期、水样类型以及采样类型多个维度进行分析。在不同年份的研究中, 运用正态性检验方法, 对各年份的数据进行严谨的统计分析。结果表明无论是在丰水期还是枯水期, 不同年份的耗氧量分布均不符合正态分布特征。针对不同水样类型, 如出厂水、末梢水等, 以及不同采样类型, 同样进行正态性检验, 发现其耗氧量分布也都不为正常分布(表 1)。

表 1 各类耗氧量数据正态检验

统计量	年份			丰枯水期		水样类型		采样类型	
	2021	2022	2023	丰水期	枯水期	出厂水	末梢水	城市水	农村水
份数	1036	1030	1070	1595	1541	945	2191	1136	2000
Z 值	0.161	0.054	0.083	0.075	0.137	0.065	0.140	0.195	0.180
P 值	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

### 2.2 2021—2023 年生活饮用水耗氧量合格情况

监测的 3136 份水样中有 200 份水样的耗氧量超过限值(3 mg/L), 3 年总体合格率为 93.62%。生活饮用水耗氧量指标连续三年的合格率逐年升高, 2021 年, 合格率为 92.28%, 尽管当时仍存在一定比例的不合格水样, 但已经为后续水质改善提供了重要的数据基础。2022 年, 随着水质管控措施的逐步加强和完善, 合格率提升至 93.01%, 这一显著的进步表明相关工作取得了初步成效。2023 年, 合格率进一步攀升至 95.51%, 饮用水有机物污染情况正在好转, 充分显示出水质提升工作的持续性和有效性。不同年份之间耗氧量合格率差异有统计学意义( $\chi^2=10.20$ ,  $P=0.006$ )见表 2。

表 2 呼伦贝尔市 2021—2023 年生活饮用水中耗氧量合格情况

年份	份数	合格数	不合格数	合格率	$\chi^2$ 值	P 值
2021	1036	956	80	92.28%		
2022	1030	958	72	93.01%	10.20	0.006
2023	1070	1022	48	95.51%		
合计	3136	2936	200	93.62%		

### 2.3 2021—2023 年生活饮用水耗氧量检测结果

2022 年耗氧量最低, 为 1.800 mg/L, 2023 年耗氧量

最高, 为 2.000 mg/L。不同年份见耗氧量水平差异未见统计学意义( $P=0.282$ ), 见表 3。

表 3 2021—2023 年耗氧量检测结果

年份	份数	耗氧量 $M(P25, P75)$ (mg/L)	H 值	P 值
2021	1036	1.805(1.185, 2.400)		
2022	1030	1.800(1.200, 2.600)	2.533	0.282
2023	1070	2.000(1.100, 2.560)		
合计	3136	1.840(1.140, 2.560)		

### 2.4 2021 年—2023 年生活饮用水丰枯水期耗氧量检测结果

丰水期和枯水期耗氧量均为 1.84 mg/L, 丰水期、枯水期耗氧量分布差异未见统计学意义( $P=0.946$ ), 见表 4。

表 4 2021 年—2023 年生活饮用水丰枯水期耗氧量检测结果

水期	份数	耗氧量 $M(P25, P75)$ (mg/L)	Z 值	P 值
丰水期	1595	1.840(1.010, 2.680)		
枯水期	1541	1.840(1.280, 2.400)	-0.068	0.946
合计	3136	1.840(1.140, 2.560)		

### 2.5 2021 年—2023 年生活饮用水不同水样类型耗氧量检测结果

出厂水耗氧量值低于末梢水, 出厂水、末梢水耗氧量

分布差异有统计学意义( $P < 0.001$ )见表 5。

表 5 2021—2023 年生活饮用水不同水样类型耗氧量检测结果

水期	份数	耗氧量 $M(P25, P75)/(mg/L)$	Z 值	P 值
出厂水	945	1.610(0.945, 2.200)	-8.530	< 0.001
末梢水	2191	2.000(1.240, 2.700)		
合计	3136	1.840(1.140, 2.560)		

### 2.6 2021 年—2023 年生活饮用水不同采样类型耗氧量检测结果

城市水耗氧量值高于农村水, 城市水、农村水耗氧量分布差异有统计学意义( $P < 0.001$ ), 见表 6。

表 6 2021—2023 年生活饮用水不同采样类型耗氧量检测结果

采样类型	份数	耗氧量 $M(P25, P75)/(mg/L)$	Z 值	P 值
城市水	1136	2.400(1.840, 2.800)	-21.003	< 0.001
农村水	2000	1.520(0.880, 2.120)		
合计	3136	1.840(1.140, 2.560)		

## 3 讨论与结论

2021—2023 年呼伦贝尔市 14 个旗市(区)生活饮用水耗氧量研究表明, 3 年共检测城乡饮用水 3136 份, 耗氧量测量数值 0.05~25.5 mg/L, 平均合格率达 93.62%, 污染水平呈下降态势。不同供水环节中, 出厂水耗氧量低于末梢水, 两者差异显著; 城乡对比, 城市水耗氧量高于农村水, 差异同样显著。

耗氧量能间接反映水体受有机物污染的程度, 是评价水体受有机物污染的一项综合指标<sup>[7]</sup>。监测研究发现 2021—2023 年呼伦贝尔市饮用水耗氧量指标平均合格率为 93.62%, 与 2004—2008 五年的饮用水耗氧量合格率 35.96% 相比高出了很多。随着三年的不断监测耗氧量合格率逐年提升, 2021—2023 年的合格率分别为 92.28%、93.01%、95.51%, 不同年份与耗氧量合格率分析具有统计学意义( $\chi^2 = 10.20, P = 0.006$ )。

末梢水与居民生活息息相关, 本次研究结果表明, 末梢水的耗氧量数值高于出厂水, 提示在此输送过程中存在影响增高耗氧量的因素<sup>[8]</sup>。而且家庭用的净水器也可以增加耗氧量的含量<sup>[9-10]</sup>。

天然有机物存在于各种天然水体中, 包括有较强亲水性和较低芳香度的蛋白质、脂肪、氨基酸、碳水化合物等, 构成了水体中可生物降解有机物的主要部分; 还有部分藻类毒素还具有极强的促进肿瘤形成作用<sup>[11]</sup>, 对人类健康构成严重威胁。人工合成有机物的种类与数量与日俱

增, 现已发现的就有 1 万种<sup>[12]</sup>, 面对这一挑战, 研究和开发有效的水处理技术变得尤为重要, 水厂可进一步向大型化规模化方向发展, 选择更好的水源, 或新建采用深度水处理工艺的水厂, 有效减低出厂水耗氧量, 产出优质安全卫生的生活饮用水。另外为保证出厂水耗氧量的达标, 需要加强对水源水的保护和监督监测。要结合实际查出主要污染水源水的有机物种类, 结合水处理新技术新方法, 有针对性地去除和控制, 提高出厂水的合格率。

饮用水水质状况关乎民生, 要从根本上改善水质, 建议政府、水利和环境保护部门对集中供水、自建集中式供水单位、农村式供水水源, 按照国家有关法律法规, 划定水源保护和加强监督管理力度, 让水源水及各种饮用水都达到国家相关标准, 还可以利用各种传媒广泛宣传饮水卫生知识, 增强群众饮水卫生意识, 让人人都喝上安全放心的生活饮用水。

## 参考文献

- [1] 岳舜琳. 水的耗氧量的卫生学意义[J]. 给水排水, 2004, 30(6): 37-39.
- [2] 武景福, 武和平, 刘楠. 三门峡市区生活饮用水耗氧量 5 年监测结果分析[J]. 现代预防医学, 2008, 35(1): 178-179.
- [3] 汪海洋. 连云港市 2005-2015 年饮用水耗氧量分析[J]. 江苏预防医学, 2018, 29(1): 88-89.
- [4] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5750. 2—2006 生活饮用水标准检验方法水样的采集与保存[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [5] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5750—2023 生活饮用水标准检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [6] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [7] 岳舜琳. 给水的卫生学意义[J]. 给水排水, 2004, 30(6): 37-39.
- [8] 汪海洋. 连云港市 2005—2015 年饮用水耗氧量分析[J]. 江苏预防医学, 2018, 29(1): 88-89.
- [9] PIRBAZRI M. Physical chemical characterization five earthy-musty-smelling compounds[J]. Water Sci Tech, 1992, 25: 177-184.
- [10] 王占生. 中国饮用水的水质问题[C]//中国水处理技术国际研讨会论文集. 北京: 国家环保总局, 2000.
- [11] 连晓文, 杨业, 杜达安. 水处理器耗氧量的检测分析[J]. 广东卫生防疫, 1999, 25(3).
- [12] 饶俊, 张锦瑞, 李玉凤. 饮用水源地水体有机物污染研究现状[J]. 河北理工学院学报, 2005, 27(2): 137-139.