

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.24.005

澳大利亚饮用水水质标准概述及探讨

刘则华^{1,2}, 李颖强^{1,2}, 陈 颀³, 吴颖娟³, 梁景堂³, 党 志^{1,2}

(1. 华南理工大学 环境与能源学院, 广东 广州 510006; 2. 华南理工大学 工业聚集区污染控制与生态修复教育部重点实验室, 广东 广州 510006; 3. 中山公用水务投资有限公司, 广东 中山 528403)

摘 要: 随着人民生活水平的日益提高,饮用水水质安全受到越来越高的关注,而科学合理的饮用水水质标准是保证饮用水安全的基础。对澳大利亚饮用水水质标准进行概述和探讨,以期我国的饮用水水质标准制订提供参考。澳大利亚现行生活饮用水水质标准共分为三类,即微生物指标、放射性指标以及物理化学指标,其中微生物指标仅限大肠杆菌一项,而放射性指标为 α 和 β 放射性两项,物理化学指标则高达256项,其中144项为农药指标。这些水质指标既设定了健康限值,还设定了人体感官限值,即该水质标准既考虑了人体健康风险,又兼顾了人的感官,其中大部分依据异味化学物质的异味阈值而确定。此外,澳大利亚生活饮用水水质标准还包含一些新污染物,这是未来生活饮用水水质标准的新趋势,但相关指标和限值还有待进一步探讨。

关键词: 澳大利亚; 生活饮用水; 水质标准; 农药; 新污染物; 异味化学物质

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2023)24-0030-04

Introduction and Discussions on Drinking Water Quality Standard of Australia

LIU Ze-hua^{1,2}, LI Ying-qiang^{1,2}, CHEN Sa³, WU Ying-juan³, LIANG Jing-tang³,
DANG Zhi^{1,2}

(1. School of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 2. Key Lab Pollution Control & Ecosystem Restoration in Industry Cluster, Ministry of Education, Guangzhou 510006, China; 3. Zhongshan Public Water Investment Co. Ltd., Zhongshan 528403, China)

Abstract: With the increasing development of people's living standards, the safety of drinking water quality has become a hot topic, scientific drinking water quality standards are an important basis for guaranteeing the safety of drinking water. The paper provides an overview and discussion of the drinking water quality standards in Australia, with the aim of providing useful references for the development of drinking water quality standards in China. The drinking water quality standards of Australia are divided into three categories: microbiological, physical and chemical, and radiological items. For microbiological indicator, there is only one item for *E.coli*, while radiological items are α and β activity. As for physical and chemical items, there are a total of 256 indicators, including 144 pesticide items. Both health and sensory limited values have been set for the physical and chemical items, taking into consideration both health risks and odor or taste problems, with most of them based on the odor threshold of odorous chemicals. In addition, the Australian drinking water quality standards include some emerging contaminant, which represent the trend for future drinking water quality standards. However, further

discussion is needed regarding the emerging contaminant items and their guideline values.

Key words: Australia; drinking water; quality standard; pesticide; emerging contaminant; odorous chemicals

饮用水水质标准是保证自来水水质安全的基石,也是解决自来水异味非常重要的一环^[1-4]。为应对饮用水中常见的土霉味异味,我国和日本现行生活饮用水标准已将土臭素和2-甲基异茨醇列为水质指标。然而,目前各国生活饮用水标准中的多数水质指标限值大多依据人体健康风险而确定,鲜有针对具体异味化学物质的指标。比较特别的是,澳大利亚的饮用水水质标准中列出了部分水体异味化学物质及其相应健康和异味限值。为此,介绍澳大利亚的最新饮用水水质标准,并在此基础上做一些比较和探讨,以期为我国饮用水水质标准制(修)订提供参考。

1 澳大利亚饮用水水质标准

澳大利亚现行的饮用水水质基准颁布于2011年,水质标准自2013年历经7次修改,目前最新版本更新于2022年9月。该标准共包含如下3类项目:

① 微生物指标,仅包含大肠杆菌这一项指标;

② 物理化学指标,共256项指标,但有些指标还未设定限值,其中农药类指标占比最高,共计144项,达总水质指标数量的56%。值得指出的是,水质指标限值包括健康风险限值和感官限值两类,其中感官限值大多依据异味化学物质的异味阈值而确定。

③ 放射性指标,即总 α 和 β 放射性项目,限值均为0.5 Bq/L以下。

2 澳大利亚饮用水水质标准特点和比较

2.1 水质指标基本情况

对比我国和澳大利亚现行生活饮用水水质标准不难发现,两国之间的水质指标项目有较大的差异,主要体现在以下几方面:

① 水质指标数量:我国《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)共计97项,而澳大利亚的水质指标高达256项,其中有41项指标尚无相关健康限值标准。

② 微生物指标:澳大利亚现行生活饮用水标

准中微生物指标仅有大肠杆菌这一项(要求100 mL以上水样中不得检出),少于我国饮用水标准GB 5749—2022中的5项微生物指标(总大肠菌群、大肠埃希氏菌和菌落总数,以及贾第鞭毛虫、隐孢子虫)。

③ 农药指标:我国饮用水标准GB 5749—2022中包含15种农药指标,而澳大利亚则有144种,而且有些农药的检测并不限于农药本身,还包括其主要代谢产物。

④ 硝酸盐和亚硝酸盐:澳大利亚饮用水水质标准中硝酸盐和亚硝酸盐的限值浓度分别为50和3 mg/L,而我国水质标准中硝酸盐(以N计)和亚硝酸盐(以N计)的限值分别为10和1 mg/L,换算成 NO_3^- 、 NO_2^- 则分别为44.3和3.3 mg/L,两者相差不大。当自来水原水为地下水源时,我国生活饮用水水质标准中对硝酸盐(以N计)的限值为20 mg/L,折合硝酸盐为88.6 mg/L。

⑤ 新污染物指标:中澳两国的饮用水水质标准中均包括5种新污染物,但具体水质指标或者其对应限值有所不同。

⑥ 异味物质指标:澳大利亚标准中设定的异味物质指标为26项,远高于我国GB 5749—2022标准中的5项,且澳大利亚同时设定了健康限值和异味限值。

2.2 新污染物

自20世纪90年代末开始,新污染物成为环境领域的研究热点。为保护人体健康,一些国家开始将一些新污染物纳入饮用水水质标准中。列入澳大利亚现行饮用水水质标准的新污染物共计5种,分别为二甲基亚硝胺(100 ng/L)、全氟辛烷磺酸盐和全氟己烷磺酸盐(70 ng/L)、全氟辛酸(560 ng/L)、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(10 $\mu\text{g/L}$)以及二(2-乙基己基)己二酸酯(暂无限值)。为方便比较,表1列举了不同国家和地区将新污染物列为国家饮用水水质指标的情况。

到目前为止,共有12种(类)新污染物被列入各国饮用水水质标准中,其中澳大利亚饮用水水质标

准中列入 5 种(类),约占总数的 1/2。二甲基亚硝胺在澳大利亚饮用水水质标准中的限值为 0.1 $\mu\text{g/L}$,该限值和新加坡饮用水水质标准的限值一样,但高于加拿大的 0.04 $\mu\text{g/L}$,而其他国家和地区暂无此标准。邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯在澳大利亚的饮用水水质标准中的限值为 10 $\mu\text{g/L}$,略高于新加坡,美国和新西兰国家水质标准中的 6~9 $\mu\text{g/L}$,而所列其他国家或地区暂无此标准。在澳大利亚现行饮用水水质标准中,全氟辛烷磺酸盐和全氟己烷磺酸盐以及全氟辛酸的限值分别为 0.07 和 0.56

$\mu\text{g/L}$,我国最新的水质标准将全氟辛烷磺酸和全氟辛酸列为参考指标,限值分别为 0.04 和 0.08 $\mu\text{g/L}$,还有欧盟对全氟烷基类物质的总量做了不大于 0.5 $\mu\text{g/L}$ 的规定,其他国家或者地区暂无相关标准。澳大利亚饮用水水质标准列出了二(2-乙基己基)己二酸酯这一水质指标,但尚未规定限值,当前我国和美国的饮用水水质标准中该物质的限值均为 400 $\mu\text{g/L}$,而其他国家和地区暂无此标准。不难看出,新污染物作为水质指标暂无较为统一的一致性标准。

表 1 不同国家或地区饮用水水质标准中的新污染物情况

Tab.1 Emerging contaminant included in the drinking water quality standards of various countries or regions

目标物	澳大利亚	中国	日本	新加坡	美国	新西兰	欧盟	加拿大
二甲基亚硝胺	0.1	无	无	0.1	无	无	无	0.04
全氟辛烷磺酸盐和全氟己烷磺酸盐	0.07	0.04*	无	无	无	无	无	无
全氟辛酸	0.56	0.08	无	无	无	无	无	无
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	10	8	无	8	6	9	无	无
二(2-乙基己基)己二酸酯	无限值	400	无	无	400	无	无	无
雌二醇	无	无	0.08	无	无	无	无	无
炔雌醇	无	无	0.02	无	无	无	无	无
双酚 A	无	10	100	无	无	无	2.5	无
邻苯二甲酸二丁酯	无	3	200	无	无	无	无	无
邻苯二甲酸丁苄酯	无	无	500	无	无	无	无	无
邻苯二甲酸二乙酯	无	300	无	无	无	无	无	无
壬基酚	无	无	300	无	无	无	无	无

注: 欧盟对全氟类化合物的总量做了不大于 0.5 $\mu\text{g/L}$ 的规定。*特定为全氟辛烷磺酸。

2.3 异味化学物质

嗅和味是各国生活饮用水水质标准中的常规指标,标准规定饮用水应无异臭和异味。饮用水有异味并不一定意味着该水质受到严重污染并影响人体健康。目前,各国生活饮用水水质指标大多基于健康标准,很少基于其异味阈值。比较特别的是,澳大利亚饮用水水质标准中的物理化学物质指标既设定了健康限值,还设定了感官限值,其中大部分为防止异味的限值。

澳大利亚生活饮用水水质标准中,一共列出了 19 项异味化学物质水质指标。这些异味化学物质指标中有机物异味指标为 12 项,其中包括 5 种无健康限值的异味水质指标。通过对比,除 2-氯苯酚、2,4-二氯苯酚和 1,3-二氯苯 3 种水质指标外,其他 16 种水质指标均为我国现行饮用水水质标准指标。其中,我国标准中的自由氯、硫化氢以及锌 3 种水质

指标的限值均低于澳大利亚相应的标准值。限值相同或相近的异味水质指标有 4 个,即铜、铁、锰和钠。值得注意的是我国剩余 9 个有机物异味水质指标的限值均远高于澳大利亚相应的异味限值,相应倍数高达 5~1 000 倍,即这些有机物异味水质指标在满足我国生活饮用水卫生标准前提下,仍可能导致饮用水异味,需重点关注。此外,我国生活饮用水卫生标准中列出了土臭素、2-甲基异莰醇、苯甲醚、二甲基二硫醚和二甲基三硫醚等 5 种异味化学物质水质指标,而澳大利亚饮用水标准则未提及。值得一提的是,美国现行生活饮用水水质标准中,有 13 项指标属于上述澳大利亚饮用水标准中所设定的 19 项异味化学物质水质指标,但除铁和锰这两项指标外,其他相应限值均明显高于后者(见表 2)。不难看出,异味化学物质水质指标在饮用水水质标准中的设定今后还需进一步完善。

表2 澳大利亚、中国、美国饮用水标准中的异味化学
物质及限值

Tab.2 Odorous chemicals and limits in drinking
water standards for Australia, China, and the
United States of America $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

异味物质	澳大利亚标准		中国标准	美国标准
	异味限值	健康限值		
游离氯	600	5 000	$\leq 4\ 000$	$< 4\ 000$
氯苯	10	300	300	100
2-氯苯酚	0.1	300	无	无
2,4-二氯苯酚	0.3	200	无	无
2,4,6-三氯酚	2	20	200	无
铜	1 000	2 000	1 000	1 000
1,2-二氯苯	1	1 500	1 000	600
1,3-二氯苯	20	无	无	无
1,4-二氯苯	0.3	40	300	75
乙苯	3	300	300	700
硫化氢	50	无	20 ^a	无
铁	300	无	300	300
锰	100	500	100	50
钠	180 000	无	200 000	无
苯乙烯	4	30	20	100
甲苯	25	800	700	1 000
三氯苯(总量)	5	30	20	70 ^b
二甲苯(总量)	20	600	500	10 000
锌	3 000	无	1 000	5 000
土臭素	无	无	0.01	无
2-甲基异莰醇	无	无	0.01	无
苯甲醚	无	无	50	无
二甲基二硫醚	无	无	30	无
二甲基三硫醚	无	无	30	无

注：“指硫化物,而非硫化氢;^b仅限1,2,4-三氯苯。

3 结论

① 澳大利亚的饮用水水质指标项目总数高达 256 项,但微生物指标仅有大肠杆菌 1 项。农药指标最多,达 144 项。而我国现行生活饮用水水质标准中的农药指标仅为 15 项,在今后的修订中应充分考虑农药的实际使用情况和农药本身毒性进行适当更新和修改。

② 除常规水质指标外,澳大利亚的饮用水水

质标准还包括了 5 种新污染物指标,这是未来生活饮用水水质标准的新趋势,但具体指标以及其相应限值还需进一步完善。

③ 水质指标在设定健康风险限值的同时,还设定了其水体异味等感官指标,这是澳大利亚生活饮用水水质标准的一大特点,也是其他国家在制订相关水质标准时的重要参考和启示。然而,有关异味化学物质指标在生活饮用水水质标准中的设定尚需进一步探讨。

参考文献:

[1] WANG H, LIU Z H, TANG Z, *et al.* Bisphenol analogues in Chinese bottled water: quantification and risk evaluation [J]. *Science of the Total Environment*, 2020, 713: 136583.

[2] LUO Q, LIU Z H, YIN H, *et al.* Migration and potential risk of trace phthalates in bottled water: a global situation [J]. *Water Research*, 2018, 147: 362-372.

[3] 李秀虹,刘则华,林青,等. 中日两国自来水水质的重要影响因素全面对比分析[J]. *中国给水排水*, 2018, 34(20):24-30.

LIU Xiuhong, LIU Zehua, LIN Qing, *et al.* Comprehensive comparison of important factors influencing drinking water quality between China and Japan [J]. *China Water & Wastewater*, 2018, 34(20): 24-30 (in Chinese).

[4] 刘则华,谭奇峰,党志,等. 水体异味化学物质:类别、来源、分析方法及控制[M]. 北京: 科学出版社,2019.

LIU Zehua, TAN Qifeng, DANG Zhi, *et al.* *Odorous Compounds in Water: Category, Source, Analytical Method and Removal* [M]. Beijing: China Science Publishing, 2019 (in Chinese).

作者简介:刘则华(1978-),男,湖南邵阳人,工学博士,副教授,主要研究方向为环境新污染物及饮用水安全。

收稿日期:2020-12-17

修回日期:2023-01-11

(编辑:丁彩娟)