

大家之言

【本期导读】味感是新时代消费现状下评价饮用水的关键指标,受水中各种离子及有机成分等的影响,较为复杂。文中综述了影响饮用水味感成分的研究成果,集中梳理了相关标准条例规定中所述的影响味感的味阈值与规定浓度,介绍了味感改善技术以及研究中使用的味感评价方法及其选择,以期为进一步明晰饮用水味感核心影响因子,控制和改善味感提供参考。

关键词 味感 味阈值 矿物质 饮用水

徐斌,唐利贞. 饮用水味感研究的现状及展望[J]. 净水技术, 2020, 39(8):1-7.

XU B, TANG L Z. Research progress and prospect of taste and mouth feel of drinking water[J]. Water Purification Technology, 2020, 39(8):1-7.



扫我试试?

饮用水味感研究的现状及展望

徐斌,唐利贞

(同济大学环境工程与科学学院,上海 200082)

Research Progress and Prospect of Taste and Mouth Feel of Drinking Water

XU Bin, TANG Lizhen

(Environmental Science and Technology College, Tongji University, Shanghai 200082, China)

【作者简介】 徐斌,博士,教授,同济大学环境科学与工程学院副院长;主要从事饮用水安全保障相关理论与技术方面工作。主攻方向包括:饮用水深度处理技术、水消毒与副产物控制、新兴水质的识别与控制、二次供水理论与技术等。

随着人们生活水平和消费水准的提高,公众对饮用水的品质需求也在发生着变化,在满足饮用水安全卫生的前提下,饮用水的感官性状作为公众判定水质安全性的最直观指标,也是评价饮用水品质好坏的主要方法,直接影响消费者的使用选择。饮用水水源污染加剧以及饮用水处理和输送过程导致饮用水产生感

官问题。鉴于消费者和市场对饮用水的感官评价提出了新的要求,饮用水的感官评价问题亟待研究^[1-4]。饮用水感官评价中的味道(flavor)主要包括嗅(odors)、味(tastes)和口感(mouth feel)3个方面,国外对这3项划分出了相应的饮用水感官轮图^[5-7]。近年来,有关饮用水味道研究以嗅的问题为主,而对味和口感(统称味感)的研究则较少。通过对饮用水的来源、处理供给方式和饮用人群的途径研究分析,一般认为饮用水味感主要受3个方面的影响。其一,饮用水水源的污染,由于工农业生产的快速发展,大量的污染物质进入饮用水水源,导致饮用水味感改变;其二,饮用水处理工艺过程产生了影响味感的物质或是去除了有益提升口感的物质;其三,饮用水在输送过程中由于管道或水箱等原因产生了影响味感的物质。现阶段随着高品质饮用水、市政直饮水、瓶装饮用水的发展和普及,如何改善和评价饮用水的味感已然成为一个热点话题。

1 饮用水味感的影响因素

饮用水的味感是一个综合性指标,受水中各种离子的含量及其综合作用的影响,同时与水温、水中有机物种类和含量、消毒剂种类和消毒方式等亦存在必然的相关性,属于比较复杂的一种指标。本文梳理了目前

研究的饮用水无机指标对味感的影响,如表 1 所示。同时,综合梳理了美国环保署(EPA)的国家一级饮用水法规(NPDWRs)^[8]和二级饮用水法规(NSDWRs)中对味感相关参数所设定的水质标准^[9],世界卫生组织(WHO)的指导浓度以及味阈值等参数^[10],如表 2 所示。

表 1 饮用水无机指标对味感的影响

Tab. 1 Influence of Drinking Water Index on Taste and Mouth Feel

指标	对味感的影响	具体描述
TDS/(mg·L ⁻¹)	正面/负面	不同人群的偏好不一样, 300 mg/L 左右味感优, 偏高偏低均对味感产生负面影响
Ca ²⁺ /(mg·L ⁻¹)	正面/负面	15 mg/L 低浓度味感优, 较高浓度会产生刺激性
Mg ²⁺ /(mg·L ⁻¹)	正面/负面	高浓度会超过味感接受度, 但也有研究认为其与味感无关
Na ⁺ /(mg·L ⁻¹)	正面/中性	当 Cl ⁻ 存在时, 较高浓度会使味感接受程度降低
K ⁺ /(mg·L ⁻¹)	正面	当 Cl ⁻ 存在时, 较高浓度会使味感接受程度降低
Si/(mg·L ⁻¹)	待定	还需要更多的研究来确定
Cl ⁻ /(mg·L ⁻¹)	待定	偏高时氯化物有咸味, 但还需要更多的研究来确定
水温/℃	正面/负面	冷水可改善味感
pH 值	正面/负面	中性偏碱 pH 值(7.5~8.1) 味感较好

表 2 饮用水味感相关参数指标的设定标准/指导值

Tab. 2 Standard/Guiding Value of Parameters Related to Drinking Water Taste and Mouth Feel

指标	USEPA	味感描述	WHO 指导值	味阈值
氯化物	250 mg/L	咸味	/	取决于相关的阳离子(对于氯化钾、氯化钙、氯化钠的味感阈值为 200~300 mg/L)
铜	1.0 mg/L	金属味	2 mg/L	
铁	0.3 mg/L	金属味	/	0.3 mg/L
锰	0.05 mg/L	苦金属味	/	0.1 mg/L
锌	5 mg/L	金属味	/	4 mg/L
钠	/	/	/	200 mg/L(室温条件下)
硫酸盐	250 mg/L	咸味	/	250~1 000 mg/L
硫化氢	/	/	/	0.05 mg/L
TDS	500 mg/L	咸味	/	/
pH 值	6.5~8.5	低 pH: 苦金属味; 高 pH: 湿滑口感, 苏打味	/	/
起泡剂	0.5 mg/L	苦味	/	/
胺	/	/	/	35 mg/L
氯	4 mg/L	漂白剂味	5 mg/L	0.2~0.8 mg/L
氯胺	4 mg/L	漂白剂味	/	一氯胺: 0.48 mg/L, 二氯胺: 0.13 mg/L
一氯苯	0.2 mg/L	苦霉味, 油漆味	/	0.01~0.02 mg/L
1,2-二氯苯	0.6 mg/L	硬纸板味	1 mg/L	1 μg/L
1,4-二氯苯	0.075 mg/L	杏仁味	0.3 mg/L	6 μg/L
1,2,4-三氯苯	/	/	/	0.03 mg/L
2-氯酚	0.04 mg/L	苦味, 防腐剂味	/	0.1 μg/L
2,4-二氯酚	0.02 mg/L	消毒水味	/	0.3 μg/L
2,4,6-三氯酚	0.03 mg/L	/	0.2 mg/L	2 μg/L
甲苯	/	/	0.7 mg/L	0.04~0.12 mg/L
乙苯	0.7 mg/L	塑料味, 油味	0.3 mg/L	0.04~0.12 mg/L
土臭素	/	霉味, 泥土味	/	0.007 5 μg/L
2-甲基异莰醇	/	霉味, 泥土味	/	0.002 5 μg/L
阿特拉津	0.003 mg/L	苦味, 涩味	0.002 mg/L	20 μg/L
西维因	0.7 mg/L	膏药味, 泥土味	/	44 μg/L

1.1 水中无机指标的影响

目前,进行饮用水味感影响因素的研究不多,主要集中在 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Si 这几种常见的无机元素以及总溶解性固体(TDS)、pH、水温等指标上(表2)。对于 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 而言,中低浓度可使饮用水更受消费者喜爱,但较高浓度会产生刺激性。当水中存在 Cl^- 时, Na^+ 、 K^+ 会与其发生协同作用,在较高浓度时使饮用水产生咸味,对味感产生消极影响。而 Si 在饮用水味感中的作用尚未明确,有关 Si 的影响还需要更多的研究来确定。 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Zn^{2+} 等金属离子浓度过高时会使饮用水产生金属味,世界卫生组织(WHO)对这4种金属离子的指导浓度以及味阈值如表2所示。TDS 可视无机离子的总指向标,不同的人群对 TDS 的偏好不一样,但总体而言 300 mg/L 左右的中低浓度味感较优,偏高偏低均会对味感产生负面影响。有着相对较高 pH 值(7.5~8.1)的饮用水更受消费者喜爱,当 pH 偏低时会有苦金属味;当 pH 偏高时,伴随着湿滑口感和苏打味。饮用水常用的消毒剂游离氯和氯胺也对饮用水味感产生一定的影响,主要表现为漂白剂味(表3),但水温同样也会对味感产生影响,低温时能提高氯化饮用水的可接受度。由此可知,有关饮用水味感的无机核心因子尚未明确,最佳味感物质含量对改善饮用水味感和健康的作为也未得到深入研究,且各国之间的饮水习惯(如我国偏好温开水)等也存在一定的差异。

表3 FRA 评分表
Tab. 3 Rating Form of FRA

评分	具体描述
1	我非常乐意将该水作为我每天喝的水
2	我乐意将该水作为我每天喝的水
3	我坚信我可以接受该水作为我每天喝的水
4	我可以接受该水作为我每天喝的水
5	也许我可以接受该水作为我每天喝的水
6	我不认为我能接受该水作为我每天喝的水
7	我不能接受该水作为我每天喝的水
8	我永远也喝不了该水
9	我不能忍受该水在我嘴里,并且我永远不会喝它

1.2 水中有机指标的影响

能影响饮用水味感变化的有机物种类繁多,主要包括农药类、酚类、苯类等有机污染物以及天然有机物(表2)。阿特拉津、西维因等农药的 WHO 指导浓度以及 USEPA 规定浓度均低于其味阈值,因此,饮用水在满足 WHO 指导浓度以及 USEPA 的要求下,这些农药均不能引起异味。而对于以 1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、1,2,4-三氯苯为代表的氯苯和以 2-氯酚、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚为代表的氯酚而言,他们的味阈值远低于基于健康的限值(USEPA 和 WHO),这也就意味着在不构成健康风险的低浓度下也可能引起消费者对味感的投诉。天然有机物中以土臭素和 2-甲基异茨醇为代表,他们味阈值极低,表现为霉味和泥土味,USEPA 和 WHO 对这两种物质均没有设定标准或指导值,我国对土臭素和 2-甲基异茨醇的限值(GB 5749—2006)均为 0.01 $\mu\text{g/L}$,远大于味阈值,虽然在安全卫生上可以使公众接受,但是在感官美学方面仍存在影响。后续研究可结合我国饮水习惯和偏好等进一步考察饮用水中无机成分和有机成分对饮用水味感的影响,明晰其核心影响因子,为饮用水味感评价提供更完善的评价指标和体系。

2 饮用水味感评价方法

研究所涉及的饮用水味感评价方法均包括在美国公共卫生协会所编制的水和废水检验的标准方法中,主要分为味阈检测法、等级评估法和层次分析法 3 种方法^[11]。

使用这 3 种方法均需在前期对评测人员进行筛选和培训,确保人员总数不少于 5 人,排除对味道不敏感

的人并确保参与测试的人员没有感冒或过敏,在测定前的 15~30 min 不使用香水、不抽烟、不吃东西,以保证检测结果的可靠性。此外,样品需在保证安全卫生的前提下,盛放于无色无味的容器中,并使样品置于测试人员认为适宜应用的温度下,在测试过程中保持该温度,并在报告结果中指定测试温度。在评测过程中,确保每次评测的外界环境相同,单个评估环节可以评估 10 个水样。在每个评分环节至少休息 30 min。评测人员将样品放入口中,在口中移动样品,含几秒,不吞咽,品尝结束后吐出,对评测结果形成初步判断。不确定时以类似的方式再次品尝,做出最终评分并记录,注意评测人员不可相互交流。样品间用无嗅无味的标准水样漱口,休息 1 min 后进入下一个样品的评测。

2.1 味阈检测法

味阈检测法(flavor threshold test, FTT)是将样品用无味水稀释到不同倍数进行品尝,并让测试人员将样品与无嗅无味水进行比较并记录是否可品尝到味感,以刚好可品尝出水的味感来确定产生该种味感的物质味阈。注意在序列中插入空白,且对评测人员保密。味阈值(FTN)用式(1)计算。

$$FTN = \frac{A + B}{B} \quad (1)$$

其中:FTN——味阈值;

A——待测水样体积,mL;

B——稀释过程中消耗的参照水体积,mL。

2.2 等级评估法

等级评估法(flavor rating assessment, FRA)是让每个评测人员在水样的 9 种描述项中做出选择,其范围为非常喜欢到非常不喜欢。评测人员的任务即选择最能表达自己对于该水样观点的描述项。个人评分是所选描述项的编号。水样的小组评分是所有评测人员对样品评分集中趋势的一个适当值,如果评分分布合理对称,则计算所有评级的均值和标准差,否则将一组最典型的评分作为单个评分的中位数或几何平均值。所用的评分和对应的描述项如表 3 所示。

2.3 层次分析法

层次分析法(flavor profile analysis, FPA)是鉴定和表征水样的单种味道最常用的方法。FPA 不同于 FTT,该方法样品没有稀释,每种味道均是单独表征,并赋予强度等级。在小组培训期间,制定味感标准,将他们所尝的强度与标准强度进行比较。用于味感标准的化学物质有:蔗糖(甜)、柠檬酸(酸)、氯化钠(咸)、咖啡因(苦)。因为除了甜这一标准外,其他 3 种味感均有覆盖任何后续味感的倾向,所以在实际的样品分析中,只使用甜味标准品,并让每个测试人员描述最浓样品的味感,并综合编制味感类别,以在有分类的基础上对味感进行更有经验的描述。在 FPA 中使用表 4 进行评分。

表 4 FPA 评分表
Tab. 4 Rating Form of FPA

评分	具体描述
—	无味
T	味阈值
2	非常微弱
4	微弱
6	中等偏弱
8	中等
10	中等偏强
12	强烈

2.4 电子舌/味觉传感器仪器分析法

除以上基于评测人员的 3 种味觉评定方法外,也可使用电子舌/味觉传感器对味感和味感物质进行检测评定。电子舌/味觉传感器测定法是一种仿生仪器分析法,是基于多传感器阵列的液体分析系统,目前用于液体传感的传感器阵列主要基于电化学方法,如电压法、电位法等。这些传感器对于液体中的不同成分具有部分特异性,基于传感器的不同可以分析识别液体中对应的溶解成分。

电子舌/味觉传感器的选择很大程度取决于所测溶液的组成和复杂性。对于地面水、废水和污水等含有多种无机和有机化合物等成分复杂的水,所采用的测试方法必须具有灵敏性和广泛的选择性,近期报道的基于脉冲电压法的电子舌则被认为具有环境监测的潜力^[12]。味觉传感器首先是在 1990 年被提出的,它使用对离子敏感的脂质膜,并将其与舌头感知的酸、甜、苦、咸、鲜等基本味觉相联系。在味觉评定领域,主要应用的是味觉传感器。基于植脂末对脂质/聚合物膜的基础研究,一种使用人工脂质作为多通道味觉传感器的传感器系统已被开发^[7,13-15],使得其能够评估咸、酸、苦、甜、鲜味和涩味,具有广泛的选择性。大多数脂类分子是由疏水性和亲水性基团组成的,因此,脂类可认为是通过静电和疏水性的相互作用从而与各种味感物质相反应。经过 10 多年的研发,第一款商业化的 SA401 味觉传感系统于 1993 年在日本推出(日本 INSENT 公司)。随后 SA402 和 SA402B 型味觉传感系统分别于 1996 年和 2000 年在日本销售。第四款 TS-5000Z 装置有多达 8 个传感器连接,提供关于味感质量的数据,如酸味、咸味、鲜味、苦味、涩味和醇厚度。

2.5 饮用水味感评价方法的选择

参考表 5,可根据对所评测饮用水的目的和需求对味感评价方法进行选择。

表 5 饮用水味感评价方法
Tab. 5 Evaluation Method of Drinking Water Taste and Mouth Feel

评价方法	优点	缺点	适用条件
味觉检测法	器具简单,操作简易,较为客观	所得 FTN 难以精确化,且难以在不同时间和地点上进行比较	用于定量测量可检测的味道,进行味道的初期分析或应急测定,但该方法在水质管理和工艺效果评价上很难发挥作用,该方法同样不适用于要求相对严格的科学研究
等级评估法	受多种因素影响的一种情绪反馈,具有评价综合性	评分仅代表 1 个评测小组的集中趋势和分散性的评分,仅能用来估计某个定义消费群体的评分	用于评估日常消费的可接受性;目前,已应用于实验室研究和消费者调查公共来源的样品,以对有关饮用水中矿物质含量的标准提出建议
层次分析法	可对水样的味道种类和强度客观地进行较精的描述,无需进行样品稀释等处理	不同检测小组的检测标准和味觉描述特征暂不统一,且在定性分析和精确的定量分析上仍然存在一定缺陷	用于对水样味感进行分类特征描述,并进行鉴定强度
电子舌/味觉传感器	检测便捷,且结果精确	受仪器分析方法和精度影响,对低浓度或难萃取的味感物质的分析具有局限性,成本高	在明确与饮用水味感相对应成分之后,可考虑选择性地使用仪器进行味感评定;也可针对传统分析技术进行传感器阵列校准,用于过程和产品控制

3 饮用水的味感提升和优化技术

提高饮用水味感的技术研究目前主要集中在海水淡化水的再矿化研究。现有海水淡化方法制得的海水淡化水矿化度和盐分含量都很低,味感较差,且益于人体的常量、微量元素含量很低,水质稳定性差,对于输水管网而言具有很强的腐蚀性和侵蚀性。因此,海水淡化水必须做恰当的再矿化处理,提高其矿化度以降低腐蚀性,然后再进入给水管网系统。溶解矿石法是目前最简单且应用最广泛的处理海水淡化水的方法,其普遍做法是使淡化水通过装填富含矿物质矿石的反应器,通过溶解矿石中所含矿物质来增加淡化水中的硬度、碱度,从而实现淡化水的再矿化。石灰石和方解石是再矿化处理中常用的矿石。此外,也有文献报道,白云石 $[\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2]$ 可作为再矿化处理的矿石,但由于其矿化淡化水时对 pH 和碱度的提升远低于要求,且缺

少控制溶解的数据,在实际应用中,选用的矿石多为石灰石和方解石^[16-19]。淡化水的 pH 值一般在 7~8,在该 pH 范围内石灰石和方解石中矿物质的溶解速率非常慢,故通常采用向水中通 CO_2 或投加 H_2SO_4 等方式降低进水的 pH,从而增大矿石中矿物质的溶出速率。海水淡化水通用溶解矿石(以方解石为例)再矿化工艺如图 1 所示。

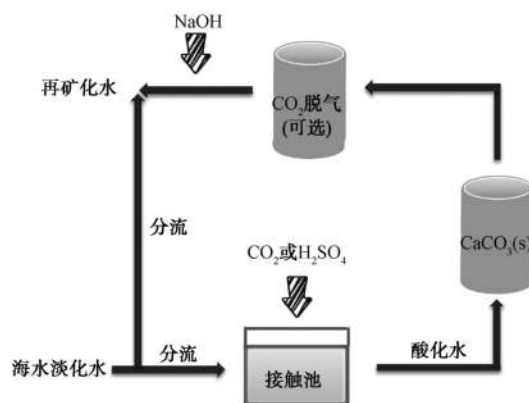


图 1 基于 CO_2 (或 H_2SO_4)-方解石溶解的海水淡化水后处理工艺示意图

Fig. 1 Schematic of CO_2 (or H_2SO_4) Based Calcite-Dissolution Desalination Post-Treatment Process

鉴于消费者对味感优化以及有益微量元素多样化的要求,新种类矿石对海水淡化水等低矿化度水进行再矿化的开发研究应运而生。麦饭石和木鱼石因具有较好的吸附和溶出性能,可在对饮用水中重金属进行吸附的同时溶出对人体有益的微量矿物元素,现被国内视为理想的饮用水味感和水质改善矿石材料。而目前对除简单石灰石或方解石外的含多种矿物质的矿石溶解过程缺乏研究,且对该矿石进行矿化的具体工艺参数的影响以及矿化出水水质稳定性缺乏系统的研究,可采用未反应收缩核模型研究多矿物矿石元素溶出性能,确定反应控制步骤,建立与影响因素相关的静态溶出动力学经验模型,进一步研究实际矿化工艺的组组合优化。

4 研究总结与展望

过去 100 年的许多研究都集中在减少饮用水中有害物质的健康危害作用上,而饮用水味感的重要性的水处理过程中去除重要营养元素的影响却很少受到关注。味感是评价饮用水质量的一项关键性指标,是反映水质好坏的综合项目,直接影响消费者对饮用水的采纳度。事实上,饮用水不是化学上纯净的水,它含有少量的矿物质和有机物。这些成分决定了它的化学性质,并赋予其不同的味感。未来饮用水味感研究主要可分以下 3 个方面。

(1) 目前,涉及饮用水味感的研究较少,未取得一致的结果,且局限于几种常见的无机元素以及 pH、TDS 等指标,而影响饮用水味感的物质除了某些矿物质,还可能有腐殖质的分解产物及某些微生物新陈代谢的产物、消毒副产物及其残留物等。因此,开展饮用水味感的核心因子研究,筛选关键味感物质,并建立与关键味感物质相关的味感经验评价公式将会是味感研究的重要部分。

(2) 电子舌/味觉传感器等仿生味感测量方法正迅速发展并应用于饮用水领域。传感器响应信号会产生大量数据,在多数情况下具有大量冗余,因此,算法的进一步发展对于最优数据的测量并有效评估是十分重要的。此外,电子舌和人类感觉的组合进行味感评价的技术尚未成熟,所使用的生物膜模拟人类口腔味感类别的机理与准确性仍需进一步研究和提高。

(3) 饮用水味感改善技术尚集中于海水淡化水的再矿化,其中,溶解矿石法是最简单且应用最广泛的再矿化技术,但因普遍使用的碳酸岩类矿石(主要是含 CaCO_3 矿石)仅改善了水体稳定性差和味感差的问题,且其溶出矿物元素单一,与消费者对优质饮用水和健康饮用水的要求尚有差距,因此,含多种矿物质的矿石溶解机理与最优工艺条件亟待开展研究。

参考文献

- [1] LIN T F, WONG J Y, KAO H P. Correlation of musty odor and 2-MIB in two drinking water treatment plants in South Taiwan[J]. Science of the Total Environment, 2002(1): 225-235.
- [2] DZIALOWSKI A R, SMITH V H, HUGGINS D G, et al. Development of predictive models for geosmin-related taste and odor in Kansas, USA, drinking water reservoirs[J]. Water Research, 2009, 43(11): 2829-2840.
- [3] SU M, YU J, ZHANG J, et al. MIB-producing cyanobacteria (*Planktothrix* sp.) in a drinking water reservoir: Distribution and odor producing potential[J]. Water Research, 2015, 68(1): 444-453.
- [4] OLSEN B K, CHISLOCK M F, WILSON A E. Eutrophication mediates a common off-flavor compound, 2-methylisoborneol, in a drinking water reservoir[J]. Water Research, 2016, 92(7): 228-234.
- [5] SUFFET I, BRADY B, BARTELS J, et al. Development of the flavor profile method into a standard method for sensory analysis of water[J]. Water Science and Technology, 1988, 20(8-9): 1-9.
- [6] SUFFET H M, KHIARI D, AUGUSTE B. The drinking water taste and odor wheel for the millennium: Beyond geosmin and 2-methylisoborneol[J]. Water Science and Technology, 1999, 40(6): 1-13.
- [7] KHIARI D, BARRETT S, CHINN R, et al. Distribution-generated taste-and-odor phenomena[J]. Water Ence & Technology, 1999, 40(6): 129-133.
- [8] Environmental Protection Agency. Primary drinking water standards[Z]. <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>.
- [9] Environmental Protection Agency. Secondary drinking water standards: Guidance for nuisance chemicals[Z]. <https://www.epa.gov/sdwa/secondary-drinking-water-standards-guidance- nuisance-chemicals>.
- [10] World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality[M]. 4th ed. Geneva:WHO, 2017.
- [11] American Public Health Association (APHA), AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater[M]. 21st ed. Washington DC: APHA, AWWA, WEF, 2012.
- [12] CHRISTINA K R, STENBERG M, WINQUIST F, et al. Electronic tongues for environmental monitoring based on sensor arrays and pattern recognition: A review[J]. Analytica Chimica Acta, 2001(2): 217-226.
- [13] TOKO K, YAMANAKA T, HAYASHI K, et al. Multi-channel taste sensor with lipid membranes[C]. Tokyo: Technical Digest of the 9th Sensor Symposium, 1990: 193-196.
- [14] IKEZAKI H. Multi-channel taste sensor with artificial lipid membrane[J]. Trans. IEICE Japan, J74-C-II, 1991: 434-442.
- [15] IKEZAKI H, TOKO K, HAYASHI K, et al. Intelligent multi-channel taste sensor with lipid membranes[C]. Tokyo: Proceedings of Technical Digest of the 10th Sensor Symposium, 1991: 173-176.
- [16] LAHAV O, SALOMONS E, OSTFELD A. Chemical stability of inline blends of desalinated, surface and ground waters: The need for higher alkalinity values in desalinated water[J]. Desalination, 2009(1): 334-345.
- [17] LIU Z H, YUAN D X, DREYBRODT W. Comparative study of dissolution rate-determining mechanisms of limestone and dolomite[J]. Environmental Geology, 2005, 49(2): 274-279.
- [18] MORSE J W, ARVIDSON R S. The dissolution kinetics of major sedimentary carbonate minerals[J]. Earth-Science Reviews, 2002, 58(1-2): 51-84.
- [19] GAUTELIER M, OELKERS E H, SCHOTT J. An experimental study of dolomite dissolution rates as a function of pH from 0.5 to 5 and temperature from 25 to 80°C[J]. Chemical Geology, 1999(1-2): 13-26.

【编辑札记】随着国家对饮用水标准紧锣密鼓的修订,上海和深圳等地方饮用水标准也相继出台。在保证饮用水安全的基础上,饮用水的味感问题日益得到人们的关注,而这也是实现高品质饮用水面临的一个重大问题,如何让老百姓相信龙头水、愿意喝龙头水、喜欢喝龙头水值得广大从业人员深入研究。该文综述了截至今日众多的以饮用水味感为基础的研究,提出了今后味感研究的主要方向,为推动高品质饮用水提供参考。

中图分类号: TU991 文献标识码: A 文章编号: 1009-0177(2020)08-0001-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2020.08.001