

中日两国自来水水质的重要影响因素全面对比分析

李秀虹¹, 刘则华^{2,3,4}, 林青¹, 彭鹭¹, 尹华^{2,3,4}, 党志^{2,3,4}

(1. 广东粤港供水有限公司, 广东 深圳 518021; 2. 华南理工大学 环境与能源学院, 广东 广州 510006; 3. 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; 4. 华南理工大学 污染控制与生态修复广东省普通高等学校重点实验室, 广东 广州 510006)

摘要: 随着人们生活水平的日益提高,直饮水已成为大家关注的焦点。从自来水水源水质、自来水处理工艺、国家饮用水水质基准,以及供水管网和卫生管理等四个方面对中日两国的情况进行了详细对比。结果显示:①我国的自来水水源水质与日本存在较大差距;②我国的自来水处理工艺和日本差别不大,均以常规水处理工艺为主,但我国整体较差的饮用水水质亟需建立现代化的深度水处理工艺;③我国的饮用水水质基准已与国际接轨,和日本无本质差别,但我国水质基准的制定应考虑经济发展不平衡的地域性差异;④日本对自来水管网和二次卫生管理极为严格和规范,这是保证日本自来水能够直饮的一个重要环节。

关键词: 直饮水; 影响因素; 饮用水源; 自来水处理工艺; 二次供水

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)20-0024-07

Comprehensive Comparison of Important Factors Influencing Drinking Water Quality between China and Japan

LI Xiu-hong¹, LIU Ze-hua^{2,3,4}, LIN Qing¹, PENG Lu¹, YIN Hua^{2,3,4}, DANG Zhi^{2,3,4}

(1. Guangdong GDH Water Co. Ltd., Shenzhen 518021, China; 2. School of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 3. Key Lab of Pollution Control & Ecosystem Restoration in Industry Clusters <Ministry of Education>, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 4. Key Laboratory of Environmental Protection and Eco-Remediation of Guangdong Regular Higher Education Institutions, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: With the improvement of people's living standard, more attentions have been paid to direct drinking water. A comprehensive comparison between China and Japan was performed in four aspects including quality of source water, drinking water treatment process, drinking water standard, drinking water pipe and management. Four conclusions were obtained as follows: ①Compared to Japan, the drinking water source quality of China is relatively poor and needs to be greatly improved; ②Conventional drinking water treatment processes are the main type in both China and Japan. While, the advanced drinking water treatment processes are urgently to be constructed in China due to the relative poor water

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(21577040、21107025); 广州市科技计划项目(201510010162); 广东粤港供水有限公司水体易致嗅化学物质数据库网络化平台建设与推广资助项目(YGSYBMKY17-N11)

source; ③Although little difference exists between China and Japan in drinking water quality standards, establishing drinking water quality standard in China should be based on the regional difference due to the unequal economic development; ④Management and supervising for drinking water distribution is very strict and standard, which is an important factor to guarantee high quality drinking water.

Key words: direct drinking water; influencing factor; drinking water source; water treatment process; secondary water supply

随着人们生活水平的日益提高,公众对饮用水水质的要求也越来越高,直饮水已成为大众的基本需求。从 1988 年开始,国内已出现了分质供水,即直饮水的介绍,且国内已有部分社区和学校相继实施了直饮水项目,但离实现全面直饮供水尚需时日。作为邻国日本早已实现直饮水供给,其优良的水质也得到了世界的广泛认可。一般来说,影响自来水水质的主要因素包括自来水水源、自来水处理工艺、

国家饮用水水质基准以及供水管网和卫生管理。为此从上述四个方面来比较中日两国自来水之间的差异和差距,希望可以为我国的自来水水质提升提供参考。

1 饮用水水源水质

饮用水水源水质是决定自来水水质的重要因素之一。为了确保优质的水源水,中国和日本均对不同的水源水进行了划分和定义,具体见表 1。

表 1 中日两国地表水分类及水质指标

Tab. 1 Water quality classifications for surface waters and items for water quality in China and Japan

项目	地表水分类	适用范围	常规水质指标				
			pH 值	BOD ₅ / (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)	DO/ (mg · L ⁻¹)	大肠菌群/ (个 · 100 mL ⁻¹)
日本*	AA	饮用水源 1 级,自然保护区	6.5 ~ 8.5	<1	<25	>7.5	<50
	A	饮用水源 2 级,水产养殖 1 级,游泳水	6.5 ~ 8.5	<2	<25	>7.5	<1 000
	B	饮用水源水 3 级,水产养殖水 2 级	6.5 ~ 8.5	<3	<25	>5	<5 000
	C	水产养殖水 3 级,以及工业用水 1 级	6.5 ~ 8.5	<5	<50	>5	无
	D	工业用水 2 级,农业用水	6.0 ~ 8.5	<8	<100	>2	无
	E	工业用水 3 级,环境保全 (居民在河边散步不会产生不快感)	6.0 ~ 8.5	<10	水面没有漂浮垃圾	>2	无
中国	I	源头水、国家自然保护区	6 ~ 9	<3	无	>7.5	<200
	II	集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等	6 ~ 9	<3	无	>6	<2 000
	III	集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区	6 ~ 9	<4	无	>5	<10 000
	IV	一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区	6 ~ 9	<6	无	>3	<20 000
	V	农业用水区及一般景观要求水域	6 ~ 9	<10	无	>2	<40 000
注: * 仅指河流水,不包含湖泊。饮用水源 1 级采用过滤等简单水处理工艺即可;饮用水源水 2 级采用沉淀和过滤等常规水处理工艺即可;饮用水源水 3 级采用过滤等前处理结合深度水处理工艺。							

从表 1 不难看出,两国的地表水常规水质指标差别不大,但是日本地表水水质标准对 BOD₅ 和大肠菌群数的限制更为严格,日本的 3 级标准水质相当于我国的 1 级(除大肠菌群外);日本要求游泳水的大肠杆菌数在 1 000 个/100 mL 以下,而我国的要求则为 10 000 个/100 mL 以下,两者相差 10 倍。以

上仅是相关标准情况,但中日两国饮用水水源的实际情况更有不少差距。

我国的饮用水水源以地表水为主,地下水为辅,水质受到较大污染。据相关报道^[1],地表水水源约占全国城市供水总量的 80% 以上,地表水水源水质不能够满足水源水水质标准的比例约占 2/3。在

2 333个地表水水源地中,Ⅰ类和Ⅱ类水质水源地为1 297个,Ⅲ类水质水源地921个,Ⅳ类水质水源地79个,Ⅴ类及劣Ⅴ类的水质水源地36个。相应的在1 669个地下水水源中,其中Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类水质水源地1 409个,Ⅳ类水质水源地167个,Ⅴ类水质水源地93个。由于水源水质受到污染,不符合水源水质标准的总服务人口共计1.3亿人。全国共有城市供水处理厂4 553座,其中以地表水为水源的自来水处理厂2 557座,地下水为水源的自来水处理厂1 976座。全国公共供水自来水处理厂中,原水水质不能稳定符合饮用水水源要求的水厂2 556个,涉及供水总规模达 $1.47 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{d}$,影响用水总人口达1.9亿人。与我国的饮用水源水存在较大污染不同,日本的水源水质普遍优良。自1977年开始,日本的河流水质逐年上升,到2009年以后,日本河流的水质达标率高达91%以上。2011年日本全国的水质调查显示,在所有165个一级河流中,排名最末位的是位于关东地区的绫濑河,但其年平均 BOD_5 值也仅为 3.7 mg/L ,该水质的 BOD_5 指标达到我国Ⅲ类水平,而排名前150(占比为90%)的河流中,其 BOD_5 指标值低于 1.5 mg/L ,均达到我国Ⅰ级地表水标准。

从上述中日两国水源水质的巨大差异来看,我国全面实现自来水直饮的重要任务之一是要全面提升我国的地表水水质。其实在1965年的日本,河流污染问题也较为突出,当时约有1/3的河流,其 BOD_5 值高于 5 mg/L (相当于我国Ⅳ类水体),河流水质亟需提高和改善。在污水排放基准、污水处理设施建设,以及河流水体改善等多项举措条件下,至2011年日本95%的河流水质已达到我国Ⅰ类水体基准。从日本的经验来看,虽然河流水质改善是一个较为漫长的过程,但只要措施得当并非遥不可及。

2 自来水处理工艺

虽然我国东部部分发达城市已陆续建成了深度自来水处理工艺,但整体上来说,我国的自来水处理工艺仍然以常规处理工艺为主(约占90%以上)。然而,若按照日本针对水源水水质不同而制定的自来水处理工艺标准来看,我国绝大部分自来水处理厂需要采用深度处理工艺。就自来水水处理工艺而言,日本的情况和中国类似,以常规的自来水处理工艺为主,结合高级深度处理工艺为辅。

日本常用的慢速和快速过滤处理系统,约占日

本自来水厂总数的80%。通过上述对比,不难看出处理工艺不是决定自来水是否可以直饮的最关键因素。然而,就现阶段而言,为了保证我国的饮用水水质安全,加速自来水深度处理工艺建设仍然刻不容缓。

3 自来水水质指标

国家水质标准是保证自来水水质安全的重要基础。一般来说,水质标准越严格,其自来水的水质便更好。我国现行的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)提出了106项水质指标,并对水源水质、生活饮用水水质、集中式供水和二次供水单位以及饮用水卫生安全产品提出了技术要求。同时也对水质监测及水质检验方法做出了规定。该标准与日本及其他一些发达国家的水质标准都非常相近,有部分指标甚至优于一些发达国家(见表2)。从各项限制指标来看,我国的国家水质标准已经与国际接轨,处在国际前沿。然而,结合我国经济东部沿海城市较为发达、中西部地区较为落后的实际情况,以及我国水源水水质存在较大污染的现状,我国现行的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)似乎存在一些不合理的地方。比如日本的饮用水水质标准中,法律规定必须要达到的指标项目仅为51项,其他项目为水质目标管理项目(26项)和需要探讨的项目(47项),其中水质目标管理项目中的农药这一项指标包含120种农药^[2]。无论是水质目标管理项目,还是需要探讨的项目均为选择性项目,不是必须要达到的项目指标,但建议有条件的自来水厂满足该基准。这样做的目的是兼顾了日本一些小城市和偏远地区的需求,同时鼓励一些大城市可以为民众提供更为优质的饮用水。譬如,日本东京和大阪等大城市的自来水厂的水质在满足日本国家水质标准的基础上,水厂对不少指标的实际执行限值是日本国家标准限值的1/10。简而言之,日本的国家水质标准是确保水质安全的最基本要求,而不是最严基准。不同的是,我国的饮用水水质基准似乎没有考虑我国地域性差别明显的实情,也没有全面考虑我国现阶段自来水处理工艺整体落后的现状。据报道,我国43个国家水质监测站中,具有106项水质监测能力的监测站不足1/3,而4 500多个自来水处理厂中,有近80%的水厂无日监测能力,同时有近一半的水厂无任何监测能力^[1]。因此,虽然我国的饮用水水质基准和国际接轨,但不少情况下饮用水

的实际水质指标却很难满足相关国家基准。因此,笔者认为今后我国饮用水水质基准的重新修订,不是该标准越与世界接轨越好,而是要更多地考虑我国的实情。最重要的一点是要制定差别性的水质基

准,东部发达地区可推行较严格的水质基准,而中西部一些欠发达地区,相关水质基准可适当放宽。这点可以借鉴日本,将水质标准划分为必须达标项目和目标管理项目。

表 2 中国生活饮用水水质指标和日本以及其他发达国家之间的比较

Tab. 2 Main differences for drinking water regulations among China and Japan as well as other developed countries

项 目	中国	美国	加拿大	日本	英格兰
水质指标/项	106	103	91	124	54
农药指标/项	19	16	24	120	未明确
亚硝酸氮/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	1	1	1	0.04	0.03
总溶解性固体/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	1 000	500	500	$500^1 (30 \sim 200)^2$	无
硫酸盐浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	250	250	500	无	250
总硬度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	450	无	$(80 \sim 100)^3$	$300 (10 \sim 100)^2$	无
总卤乙酸/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	0.06	0.08	— ⁴	无
氨三乙酸/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	无	0.4	0.2	无
双酚 A/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.01	无	无	0.1	无
壬基酚/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	无	无	0.3	无
微囊藻毒素-LR/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.001	无	无	0.000 8	无
雌二醇/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	无	无	0.000 08	无
雌炔醇/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	无	无	0.000 02	无
邻苯二甲酸二丁酯/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.003	无	无	0.01	无
邻苯二甲酸二乙酯/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.3	无	无	无	无
NDMA/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	无	0.000 04	0.000 1	无
二噁英/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.000 000 03	无	无	10^{-12}	无
土臭素/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.000 01	无	无	0.000 01	无
2-甲基异莰醇/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.000 01	无	无	0.000 01	无
总多环芳香烃/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.002	无	无	无	0.000 1
MX/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无	无	无	0.001	无
溴氰菊酯/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.02	无	无	无	无
多氯联苯/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.000 5	0.000 5	无	无	无
二溴乙烯/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.000 05	无	无	无	无
氯化乙基汞/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.000 1	无	无	无	无
丁基黄原酸/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.001	无	无	无	无
β -萘酚/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.4	无	无	无	无
苯甲醚/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.05	无	无	无	无
二(2-乙基己基)己二酸酯/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.4	无	无	无	无

注: ¹指总固体浓度;²指目标控制浓度;³指最佳浓度;⁴指尚未确定限值。

4 供水管网及卫生管理

4.1 供水管网

日本对主供水管网的描述较少,主要侧重点为供水设施,即从主供水管开始的分水管到居民用户部分。供水设施主要由分水管、停水阀、水表、给水阀等部分组成。管网的材质主要包括抗冲击聚氯乙烯管、不锈钢、铜合金、聚乙烯、乙烯树脂和球墨铸铁等,但各材质使用比例的信息没有查到。尽管如此,不论使用何种材质的水管,除了要符合抗水压、耐土

压和抗地震外,还需要通过标准的溶出试验。表 3 是日本自来水管溶出污染物的限值标准。有关我国管网材质的参考资料较少,但为保证自来水的水质安全,早在 1998 年,我国卫生部就颁布了《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》(GB/T 17219—1998)。该标准对管材可能溶出的各种污染物的允许溶出量有严格的规定。因此,从供水管网的材质上来说,中日两国间的差异应该不大。为保证自来水管材质的安全,关键是相关部门的严格监管。

表 3 日本自来水管的污染物渗出限值标准

Tab. 3 Limit values for substances seepage from drinking water distribution pipes in Japan mg · L⁻¹

项 目	分水水管	居民用户水管	项 目	分水水管	居民用户水管
镉及其化合物	0.000 3	0.000 3	铝及其化合物	0.02	0.2
水银及其化合物	0.000 05	0.000 5	铁及其化合物	0.03	0.3
硒及其化合物	0.001	0.01	铜及其化合物	0.1	1.0
铅及其化合物	0.001	0.01	钠及其化合物	20	200
砷及其化合物	0.001	0.01	锰及其化合物	0.005	0.05
六价铬	0.005	0.05	氯离子	20	200
亚硝酸氮	0.004	0.04	蒸发物残留	50	500
氰化物	0.001	0.01	阴离子表面活性剂	0.02	0.2
硝酸氮和亚硝酸氮	1.0	10	非离子表面活性剂	0.005	0.02
氟及其化合物	0.08	0.8	酚类	0.000 5	0.005
硼及其化合物	0.1	1.0	有机物(TOC)	0.5	3
四氯化碳	0.000 2	0.002	1,2 - 二氯乙烷	0.000 4	0.004
1,4 - 二氧杂环己烷	0.005	0.05	胺类	0.01	0.01
顺 1,2 - 二氯乙烯及反 1,2 - 二氯乙烯	0.004	0.04	环氧氯丙烷	0.01	0.01
二氯乙烷	0.002	0.02	醋酸乙烯酯	0.01	0.01
四氯乙烷	0.001	0.01	苯乙烯	0.002	0.002
三氯乙烷	0.001	0.01	2,4 - 甲苯二胺	0.002	0.002
苯	0.001	0.01	2,6 - 甲苯二胺	0.001	0.001
甲醛	0.008	0.08	1,2 - 丁二烯	0.001	0.001
锌及其化合物	0.1	1.0	1,3 - 丁二烯	0.001	0.001
注：日本分水水管和居民用户水管对味和嗅的要求均为无异常,色度分别为 0.5、5 度,浊度分别为 0.2、2 NTU。当使用铜合金时,铅的含量由 0.001 mg/L 调整为 0.007 mg/L;锌的浓度由 0.1 mg/L 调整为 0.97 mg/L;铜的限制浓度由 0.1 mg/L 调整为 0.98 mg/L。					

4.2 自来水的卫生管理

对于自来水的卫生管理,中日两国之间也存在很大差距。无论是饮用水污染或者异味事件,日本都有详细的记载,数据完全公开透明。与此同时,日本对二次供水管网卫生的监管也非常严格。调查分析表明即使是在饮用水源水质优良的日本,每年都会出现少量水质污染事件。相关部门对水质污染事件的详细记载及数据完全公开,不会出现对水质安全的恐慌,也不会引起外界对日本自来水水质优良的质疑。日本监管部门对高位水槽卫生的监管,虽然只是一些常规问题诸如人孔卫生以及通气状况等常规项目,但正是这些看似不起眼的监管是保证日本饮用水安全的一个必不可少且重要的环节。

4.2.1 日本自来水污染事件概括

2015 年日本发生 132 件水污染事件,在 15 558 个自来水厂中占比约 0.8%。按照自来水的类别统计,自来水厂(服务人口>5 000 人)91 件,小型水厂(服务人口为 100~5 000 人)5 件,以及自营水厂 17 件,原水供给厂家 19 件。2011 年—2015 年日本自

来水水质污染经年变化(见表 4)分析表明,2015 年的水质污染事件数较往年略有增加。按照水质污染发生时的水源(共 76 个)类别划分(见表 5),主要包括地表水(湖泊和河流)56 个(占比为 73.7%),浅层地下水 4 个(占比为 5.3%),地下水 10 个(占比为 13.1%),其他水源 6 个(占比为 7.9%)。

表 4 日本自来水水质污染经年变化

Tab. 4 Annual status for drinking water pollution in Japan

项 目	污染事件次数					
	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	平均
自来水厂	49(4)	154(21)	44	46	91(1)	73(6)
小型自来水厂	11(5)	7(2)	5(2)	8(1)	5(2)	8(4)
自营自来水厂	6(3)	4(2)	6	8(3)	17(1)	8(2)
自来水水源水供给厂	15(1)	15(2)	10(4)	29(1)	19(1)	17(2)
总计	81(13)	180(27)	65(6)	91(5)	132(5)	106(14)
注：括号内数值指因水质污染而导致的停水或者用水限制次数。						

表 5 日本 2015 年的自来水污染情况及地域分布
Tab. 5 Drinking water pollution based on classifications
and regions of Japan in 2015

地域	自来水厂			小型 自来水厂			自营 自来水厂			水源水 供给厂			合计		
	地表水	浅层地下水	其他	地表水	浅层地下水	其他	地表水	浅层地下水	其他	地表水	浅层地下水	其他	地表水	浅层地下水	其他
北海道	4												4		4
东北地区	3			1									3	1	4
关东地区	10			1			2	5					16	2	18
中部地区	9			1	1	1		2					12	1	14
近畿地区	4	1					2	2					6	1	9
中国地区	4			1	2	3	1						6	2	11
四国地区	1												1		1
九州地区	8		1			1	1	3					8	1	14
冲绳地区								1					1		1
小计	42	2	1	3	1	3	5	1	1	7	10		56	4	76
合计	45(91)			12(5)			9(17)			10(19)			76(132)		

注： 括号内的数字为受影响的自来水厂数。

按照污染物质划分,油类 76 件(占比为 57.6%),氨氮超标 19 件(占比为 14.4%),浊度 10 件

表 6 日本饮用水和水源水异味事件地域分布特征

Tab. 6 Regional distributions for odor problems in drinking water and source water in Japan

地 区	2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年	
	污染事件次数	受影响人口/千人	污染事件次数	受影响人口/千人	污染事件次数	受影响人口/千人	污染事件次数	受影响人口/千人	污染事件次数	受影响人口/千人
北海道	0	0	7(1)	3	3	3	0	0	4	184
东北地区	6	54	5(2)	275	8	53	5	127	5(1)	0
关东地区	30(14)	708	46(18)	1 369	50(13)	190	26(3)	846	49(19)	26
中部地区	0	0	1	0	2	701	3	0	11(2)	459
近畿地区	15(3)	196	26(4)	288	22(3)	502	18(2)	572	12	76
中国地区	25(6)	951	18(3)	305	19(3)	51	14(3)	539	16(2)	340
四国地区	3	426	4(2)	194	6	260	3	320	7(1)	56
九州地区	19(2)	248	16(2)	327	24(1)	660	13	432	10	214
合计	98(25)	2 583	123(32)	2 761	134(20)	2 420	82(8)	2 836	114(25)	1 355

注： 括号内的数字表示自来水厂数。

4. 2. 3 日本自来水二次管网卫生监督

为了保证自来水供水安全,日本除了对自来水的出水水质、自来水管管材以及安装有严格要求外,对二次供水的卫生状况也非常重视,并要求定期检查。检查的主要对象为水槽。为方便统计,将水槽的大小分为三类,即有效储水体积 > 10 m³ (专用水

(占比为 7.6%),有机物 5 件(占比为 3.8%),臭气 6 件(占比为 4.5%),pH 值和农药各 2 件(占比均为 1.5%),无机物和表面活性剂各 1 件(占比均为 0.8%),其他 10 件(占比为 7.5%)。按污染原因划分,工厂等污染占总数的 6.8%,车辆污染占 3.0%,农牧业占 9.8%,土木建设占 0.8%,其他占 15.2%,不明原因的比例最高,高达 64.4%。

4. 2. 2 日本自来水异味事件状况

日本饮用水和水源水异味事件地域分布特征见表 6。由于湖泊水的富营养化影响,自来水的异味事件所影响人口在 1990 年达到顶峰,高达 2 000 万人以上,随着自来水深度净化工艺的使用,2007 年以后,受影响人口维持在(100 ~ 300)万人之间。2015 年日本因自来水异嗅而受影响人口为 136 万人,比 2014 年的 284 万人少了 1/2 以上,但是饮用水异味次数却比 2014 年的 82 件增加了不少,累计达 114 次,其异味特征为:鱼腥味 46%、土霉味 46%、腐败味 5%、植物性气味 3%。按照地域划分的话,中部地区发生的次数最多,另外北海道和中部地区的异味发生次数比上一年有所增加,而比上一年有所减少的地区则是东北地区、关东地区、中国地区、四国地区以及九州地区。

槽)和有效储水体积 ≤ 10 m³ (小型水槽),以及饮用类水井(专用水井和合用水井)。

水槽的有效体积超过 10 m³ 即称之为专用水槽,这是日本自来水二次供水的主要供水方式。调查研究表明(见图 1),日本的专用水槽定期检查率很高,近 5 年检(抽)查率高达 76% 以上。在所有检

查的专用水槽中,有问题点的专用水槽约占1/4,排名前三的问题分别为文件资料记录的保存状况、水槽人孔卫生状况和通气管状况,其所占整体比例分别为32%~35%、14%~16%,以及12%~14%。涉及水质问题的专用水槽数极少,其中余氯问题最多,但其所占比例仅为0.6%。也有因专用水槽卫生问题较为严重而上报相关行政部门的情况,但上报率较低,近5年的上报率一直维持在0.4%~0.5%的水平。在这些问题中,所占比例最高的是受水槽和高位水槽的自身情况,水槽内部情况和人孔状况等。水质问题中,残留氯的问题较多,所占比例为12%~20.3%,色度问题的比例为1%左右。从1994年开始,日本专用水槽的检查率一直都很高,全国平均水平保持在80%左右。

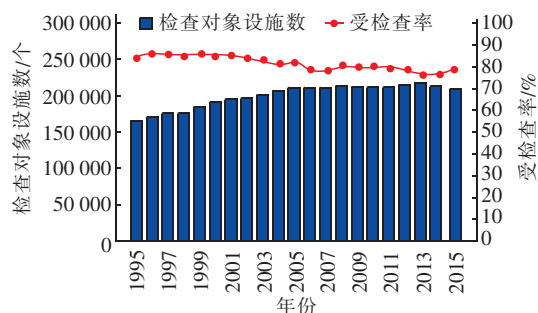


图1 日本近20年来专用水槽检查对象设施数与受检查率情况

Fig. 1 Inspected numbers and ratios of drinking water storage tank in Japan from 1995 to 2015

5 结语

本研究详细对比了中日两国之间影响自来水水质的四个重要影响因素,即自来水水源水质、自来水处理工艺、国家饮用水水质基准,以及供水管网和卫生管理。通过对比不难得出,我国的自来水原水水质较差,因而要保证安全供水,多数场合下必须采用现代化的深度水处理工艺,这与我国目前的自来水

处理工艺仍然以常规的水处理工艺为主相矛盾。此外,日本对自来水管网和二次卫生的管理严格而又规范,这也是我国需要重视和借鉴的地方。

参考文献:

- [1] 张晓健,陈超,林朋飞. 应对水源突发污染的城市供水应急处理技术研究与应用[J]. 中国应急管理,2013,(10):11-17.
Zhang Xiaojian, Chen Chao, Lin Pengfei. Research and application of emergency treatment technology for urban water supply encountering accident for source water pollution[J]. China Emergency Management, 2013, (10): 11-17 (in Chinese).
- [2] 刘则华,余沛阳,韦雪柠,等. 日本最新饮用水水质标准及启示[J]. 中国给水排水,2016, 32(8):8-10.
Liu Zehua, She Peiyang, Wei Xuening, et al. New drinking water standards in Japan and discussions[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(8): 8-10 (in Chinese).



作者简介:李秀虹(1972-),女,广东普宁人,硕士,主任工程师,研究方向为饮用水处理。

E-mail: zehualiu@scut.edu.cn

收稿日期:2018-04-19