

水嘴的铅析出量分析及风险评估

卢立用, 许秀兰, 张景武, 蒋武

(温州市质量技术监督检测院, 浙江温州 325024)

摘要: 本文对水嘴的铅质量分数和铅析出量进行了分析, 并对水嘴浸泡液铅暴露量进行了风险评估。采用固定式金属分析光谱仪对水嘴中铜件的铅质量分数进行了检测, 39批次抽检的水嘴中铅质量分数在1.19~6.24%之间。采用HJ/T411-2007标准中规定的方法对水嘴的铅析出量进行分析, 28批次抽检的铸造铜件水嘴中有13批次铅析出量不合格, 不合格率占46.43%, 并且不合格水嘴的铅质量分数基本在3.00%以上; 11批次抽检的加工铜件水嘴的铅析出量全部合格。从分析结果看, 铸造铜件水嘴中铅质量分数和水嘴内腔容量对水嘴的铅析出量影响较大。采用粗略的点评估方法对水嘴浸泡液铅的摄入暴露量进行风险评估表明, 人群每日饮用水嘴浸泡液铅摄入暴露量处于安全范围。

关键词: 水嘴; 铅析出量; 风险评估

文章编号: 1673-9078(2013)7-1710-1715

Analysis of Lead Extraction in Faucets and its Risk Assessment

LU Li-yong, XU Xiu-lan, ZHANG Jing-wu, JIANG Wu

(Wenzhou institute of technology testing & calibration, Wenzhou 325024, China)

Abstract: In this paper, lead content and lead extraction in faucets were analyzed and exposure of lead in soaking water of faucets was calculated. Lead contents of 39 sampling inspection faucets were tested by SpectroMaxx direct-reading spectrometer with the results of 1.19~6.24%. Lead extraction in faucets was analyzed by the method of HJ/T 411-2007. The results indicated that 13 faucets were unqualified of lead extraction in 28 sampling inspection faucets of cast copper. Sampling unqualified rate was 46.43% and lead content of the unqualified faucets was over 3.00%. It was found that lead pollution of copper and volume of faucets had a great influence on lead extraction of cast faucets. The daily exposure of lead in faucets was calculated using the Crude Point Estimate method and the results showed that the daily lead exposure of the intake in soaking water of faucets was within the reference dose.

Key words: faucets; lead extraction; risk assessment

水嘴是厨卫产品主要零部件, 与人们日常生活密切相关。近年来除了关注水嘴的节能、节水、安全、美观等质量指标外, 水嘴重金属析出量也成为建筑五金行业关注的环境健康安全指标。从近几年水嘴抽查结果看, 铅是容易超标的项目^[1]。GB 18145-2003^[2]规定水嘴产品浸泡水中铅 ≤ 0.005 mg/L。JC/T 1043-2007^[3]和HJ/T 411-2007^[4]要求水嘴的铅检测统计值不大于11 μ g。国际上各大卫浴厂商都对与饮用水直接接触产品的浸泡水卫生要求有严格控制, NSF/ANSI 61-2011^[5]规定“加权平均铅含量评估程序对0.25%的含铅规定”, 并要求水嘴的铅检测统计值不大于11 μ g。

收稿日期: 2013-03-26

基金项目: 浙江省质量技术监督局2012年重点产品质量评价(风险监控)项目(ZP010)

作者简介: 卢立用(1980-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事机械化工检测工作

通讯作者: 许秀兰(1978-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事食品化工检测工作

铅在人体内积累, 可引起中或长期的健康风险以及影响人体的正常生理功能^[6]。铅主要抑制细胞内含巯基的酶而使人体的生理和生化功能发生障碍, 从而出现一系列病理变化, 其中神经系统、肾脏、造血系统和血管等方面的改变尤为显著^[7]。人体正常血铅低于100 μ g/L, 血铅为100~200 μ g/L为轻度铅中毒, 超过200 μ g/L为重度铅中毒。铅可通过脐血造成新生儿的铅接触, 对新生儿婴儿早期神经行为发育产生不良影响^[8]。研究表明, 当儿童血铅高于或等于100 μ g/L时将儿童智力发育产生影响, 导致儿童智力下降^[9]。

水嘴的铅析出量主要来源于与水接触的铜合金材料。目前水嘴生产企业多数选用加工铜HPb59-1 (Cu 57.0~61.0、Pb 0.8~1.9)和HPb59-3 (Cu 57.5~59.5、Pb 2.0~3.0)、铸造铜合金ZCuZn33Pb2 (Cu 57.0~61.0、Pb 1.0~3.0)和ZCuZn40Pb2 (Cu 58.0~60.0、Pb 0.5~2.5)^[10,11]。有些水嘴生产企业选用回收黄铜如钥匙铜、汽车水箱铜等(铅质量分数4%左右, 甚至更高)。在铜材中适当加入铅的主要目的是为了改善铜材的加工性

能。水嘴铜合金中的铅与水接触后可直接溶出到水中,尤其是水嘴中滞留的“隔夜水”铅含量更高。因此,对水嘴中重金属铅析出量进行研究有着极其重要的实际意义。

本文对对铸造铜件水嘴和加工铜件水嘴的铅质量分数和铅析出量进行了分析,并对人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量进行了风险评估。

1 材料与amp;方法

1.1 样品来源

本研究从浙江省各地抽样 39 批次铜合金材质(铸造铜件和加工铜件)的水嘴。每批次取 3 个样品进行检测。

1.2 主要仪器设备

固定式金属分析光谱仪(MAXx LMM15):德国斯派克分析仪器厂;双盘四速金相试样磨抛机(MPD-2):上海研润光机科技有限公司;电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)X-7 Series:热电公司。

1.3 试验方法

1.3.1 水嘴铜件中铜和铅质量分数测定试验方法

每批次取一个水嘴样品,采用双盘四速金相试样磨抛机去除表面镀层并打磨光滑平整后,于固定式金属分析光谱仪测定水嘴铜件中铜和铅质量分数。

1.3.2 水嘴的铅析出量测定试验方法

试剂:去离子水,次氯酸钠(分析纯),无水氯化钙(分析纯)、无水碳酸钙(分析纯),铅标准溶液、浓硝酸(UP级)。

0.025 mol/L 氯储备液:取 7.3 mL 次氯酸钠,用纯水稀释至 200 mL,贮于具塞密闭棕色试剂瓶中,于 20 °C 避光保存,每周新鲜配制。

氯含量的测定:取 1.0 mL 氯贮备液,用纯水稀释至 1.0 L,立即分析余氯,将此数值标记为“A”。

测定所需余氯:为了获得 2.0 mg/L 余氯,需要向浸泡水中加入氯贮备液的量,按下式计算:

$$V = \frac{2.0 \times B}{A} \quad (1)$$

注:V-需加入氯贮备液的体积, mL; B-浸泡液的体积, L; A-氯贮备液浓度, mg/mL。

0.04 mol/L 钙硬度贮备液:称取 4.44 g 无水氯化钙,溶于纯水中,稀释至 1.0 L,充分混匀,每周新鲜配制。

碳酸氢钠缓冲液:0.04 mol/L,将 3.36 g 无水碳酸氢钠溶于纯水中,并用纯水稀释至 1.0 L,充分混匀,每周新鲜配制。

浸泡液(pH=8.0,硬度为 100 mg/L、有效氯为 2.0 mg/L)的配制:取 25 mL 0.04 mol/L 碳酸氢钠缓冲液、25 mL 0.04 mol/L 钙硬度贮备液及适量氯贮备液混合,用纯水稀释至 1 L。按此比例配制实际所需要的浸泡液。

水嘴样品预处理:用自来水将试样清洗干净,并连续冲洗水嘴内部 15 min,使用 3 倍于嘴内腔体积的浸泡液少量多次对水嘴内部进行淋洗。

样品的浸泡:将水嘴开关置于全开位置,用浸泡液充满水嘴内部空间,根据浸泡液的用量准确记录水嘴内部空间体积。水嘴两端用包有聚四氟乙烯薄膜的干净橡胶塞塞紧。每批次取 3 个样品进行检测。浸泡实验在(23±2) °C、避光条件下进行,需要浸泡 19 d。第 1 d 和第 2 d 的浸泡实验用于水嘴样品内表面稳定化。分别收集在第 3、4、5、10、11、12、17、18、19 d 的 16 h 浸泡液(即从 16:00 到 8:00 期间)分别进行铅析出量的检测。其他时间的浸泡液以 2 h 为单位进行连续浸泡并用同天配制的浸泡液进行更换。

检测方法:将用于测定的浸泡液转入清洗好的聚乙烯塑料瓶中,加数滴浓硝酸,摇匀,于 ICP-MS 测定浸泡液中铅浓度。同一批配制的浸泡液作为测试空白。

铅标准化值计算公式:

$$X = \frac{C \times V_1}{V_2} \quad (2)$$

注:X-经标准化处理的铅析出量浓度, μg/L; C-3 个水嘴连续 9 天浸泡液检测结果的几何平均值, mg/L; V₁-水嘴内部与水接触空间体积(即水嘴内腔容量), mL; V₂-水嘴使用时,盛水容器体积,此处规定为 1 L。

铅测试结果统计量 Q 计算公式:

$$X_{ij} = e^{Y_{ij}} \quad (3)$$

$$Y_i = \frac{(Y_{i3} + Y_{i4} + Y_{i5} + Y_{i10} + Y_{i11} + Y_{i12} + Y_{i17} + Y_{i18} + Y_{i19})}{9} \quad (4)$$

式中 X_{ij} 为第 i 个样品第 j 天浸泡液中铅经标准化处理的检测结果, Y_i 表示第 i 个样品 X_{ij} 的几何平均值。

按式(5)计算检测结果的统计量 Q:

$$Q = e^{\bar{Y} + k \times S} \quad (5)$$

其中 \bar{Y} 和 S 分别表示样品 Y_i (i=1, 2, 3) 的平均值和标准偏差, \bar{Y} 和 S 分别按式(6)、式(7)计算:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (6)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (7)$$

k 是取决于样品量大小的统计参数,当水嘴样品

个数 $n=3$ 时, $k=2.60281$ 。

检验结果判定: HJ/T 411-2007 中规定铅限值为 $5 \mu\text{g/L}$, 如果铅析出量大于 $5 \mu\text{g/L}$, 则计算测试结果统计量 Q , 同 $11 \mu\text{g}$ 进行比较, 若 Q 值 $\leq 11 \mu\text{g}$, 则判定合格; 若 Q 值 $> 11 \mu\text{g}$, 则判定此水嘴的铅析出量不合格。

1.3.3 人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量风险评估试验方法

经1.3.2试验后, 每批次各取一个水嘴样品, 根据人群日常饮用水习惯, 连续收集24 h浸泡液作为试验, 例如从20:00到8:00, 浸泡时间为12 h, 其他时间的浸泡液以2 h为单位进行连续浸泡, 并收集8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00、20:00水嘴浸泡液, 分别进行铅析出量的检测, 各水嘴浸泡液中铅的浓度分别以C8、C10、C12、C14、C16、C18、C20表示。按式(2)计算各水嘴浸泡液的铅标准化值X8、X10、X12、X14、X16、X18、X20, 并计算各水嘴浸泡液24 h铅析出量总和 ($\sum X$), 即为人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量。

铅的安全摄入量值以 JECFA 原规定的铅 PTWI

($0.025 \text{ mg/kg}\cdot\text{bw}$) 为依据^[12], PTWI 的计算公式为: $\text{PTWI}=\text{ADI}\times 7$ 。以成人平均体重 60 kg 、儿童平均体重 30 kg 折算, 则成人、儿童每人每日铅的允许摄入量 (ADI)为 $214 \mu\text{g}$ 和 $107 \mu\text{g}$ 。计算铅暴露量 ($\sum X$) 占 ADI 比例 (%), 计算公式:

$$R = \frac{\sum X}{\text{ADI}} \times 100\% \quad (8)$$

注: R -铅暴露量 ($\sum X$) 占 ADI 比例 (%); $\sum X$ -人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量 ($\mu\text{g/d}$); ADI -人每日铅的允许摄入量 (μg)。

若 $R < 1$, 则处于安全水平, $R > 1$ 则存在健康风险, 且数值越大, 健康风险也越大。

2 结果与讨论

2.1 水嘴中铜和铅质量分数及铅析出量检验结果

对各地抽样 39 批次铜合金材质的水嘴进行铅析出量测定, 其中铸造铜件水嘴 28 批次, 加工铜件水嘴 11 批次。检验结果见表 1 和表 2。

表1 铸造铜件水嘴中铜和铅质量分数及铅析出量检验结果

Table 1 The inspection results of copper & lead content and lead extraction in cast copper faucets

编号	铜件		水嘴内腔容量 V(mL)	浸泡液中铅浓度几 何平均值 C/(mg/L)	铅标准化值 X/($\mu\text{g/L}$)	铅统计值 Q/(μg)	检验 结果
	铅质量 分数/%	铜质量 分数/%					
1	3.34	57.85	50	0.22±0.06	10.84±2.80	19.73	不合格
2	2.26	58.52	60	0.17±0.04	9.99±2.29	17.16	不合格
3	4.21	56.67	35	0.26±0.05	9.11±1.77	14.66	不合格
4	1.35	60.49	60	0.06±0.01	3.40±0.43	4.74	合格
5	1.35	58.62	30	0.04±0.01	1.25±0.41	2.73	合格
6	2.85	57.53	12	0.08±0.02	0.92±0.22	1.62	合格
7	1.19	59.75	36	0.07±0.02	2.63±0.59	4.77	合格
8	3.52	58.62	90	0.23±0.06	20.90±5.12	38.12	不合格
9	2.64	55.24	13	0.13±0.03	1.66±0.33	2.63	合格
10	1.27	58.64	30	0.13±0.03	3.81±0.83	6.28	合格
11	1.63	59.19	70	0.10±0.02	7.15±1.56	12.01	不合格
12	1.52	60.36	55	0.07±0.01	4.07±0.40	5.24	合格
13	1.49	59.8	105	0.04±0.01	4.02±0.88	6.86	合格
14	4.29	58.04	140	0.18±0.04	25.61±6.28	46.04	不合格
15	3.62	59.41	75	0.29±0.03	22.00±2.46	29.29	不合格
16	4.31	56.1	100	0.19±0.03	18.71±2.83	27.12	不合格
17	1.33	59.99	50	0.01±0.00	0.54±0.18	1.16	合格
18	1.63	58.17	46	0.03±0.00	1.23±0.21	1.86	合格
19	2.86	56.99	26	0.11±0.02	2.88±0.49	4.38	合格

转下页

接上页

20	1.45	59	65	0.01±0.00	0.91±0.14	1.31	合格
21	3.67	56.72	85	0.10±0.02	8.29±1.91	14.42	不合格
22	3.91	55.03	85	0.08±0.02	6.60±1.59	11.49	不合格
23	2.03	59.23	90	0.01±0.00	1.08±0.24	1.83	合格
24	4.53	55.47	62	0.14±0.03	8.82±2.06	15.62	不合格
25	3.93	57.03	32	0.21±0.05	6.73±1.68	12.39	不合格
26	4.13	55.26	75	0.16±0.04	12.00±2.77	20.78	不合格
27	2.1	57.23	48	0.09±0.02	4.18±1.07	7.57	合格
28	2.04	57.59	37	0.13±0.02	4.99±0.86	7.66	合格

从表1可以看出,在28批次铸造铜件水嘴中,铜质量分数在55.03~60.49%之间,铅质量分数在1.19~4.53%之间,水嘴内腔容量在12 mL~140 mL之间,各铸造铜件水嘴浸泡液中铅浓度在0.01 mg/L~0.29 mg/L之间,铅标准化值在0.54 μg/L~25.61 μg/L之间,其中有13批次铅标准化值大于5;铅统计

值大于11 μg(即不合格)的有13批次,不合格率占46.43%。从13批次不合格的铸造铜件水嘴看,铜件中铅质量分数基本在3.00%以上,其中有11批次水嘴内腔容量大于50 mL。由此可知,铸造铜件水嘴中铅质量分数和水嘴内腔容量对水嘴的铅析出量影响较大。

表2 加工铜件水嘴中铜和铅质量分数及铅析出量检验结果

Table 2 The inspection results of copper & lead content and lead extraction in copper faucets

编号	铜件		水嘴内腔容量/mL	浸泡液中铅浓度 C/(mg/L)	铅标准化值 X/(μg/L)	铅统计值 Q/μg	检验结果
	铅质量分数/%	铜质量分数/%					
29	2.72	56.64	60.00	0.01±0.01	0.55±0.32	2.49	合格
30	2.47	57.70	35.00	0.01±0.01	0.30±0.24	1.52	合格
31	1.63	59.47	75.00	0.02±0.01	1.24±0.40	2.90	合格
32	3.66	55.01	67.00	0.01±0.00	0.27±0.07	0.50	合格
33	3.78	55.89	165.00	0.03±0.01	5.65±1.28	9.69	合格
34	1.99	57.76	72.00	0.02±0.00	1.64±0.35	2.64	合格
35	4.10	53.80	60.00	0.02±0.00	0.92±0.14	1.32	合格
36	2.00	57.63	155.00	0.02±0.01	2.98±0.97	5.70	合格
37	6.24	52.95	58.00	0.02±0.00	1.12±0.19	1.64	合格
38	2.73	57.18	180.00	0.01±0.00	1.82±0.66	4.25	合格
39	3.88	56.45	138.00	0.03±0.01	4.78±1.17	8.25	合格

从表2可以看出,在11批次加工铜件水嘴中,铜质量分数在52.95~59.47%之间,铅质量分数在1.63~6.24%之间,水嘴内腔容量在35 mL~180 mL之间,各加工铜件水嘴浸泡液中铅浓度在0.01~0.03 mg/L,铅标准化值在0.27 μg/L~5.65 μg/L之间,其中有1批次铅标准化值大于5;铅统计值均小于11 μg,即11批次加工铜件水嘴的铅析出量全部合格。

从表1和表2的分析结果看,部分水嘴铜件中铜质量分数小于57.00%,即达不到标准HPb59铜合金的要求;并且这些铜件中铅质量分数往往高于标准HPb59铜合金,从而增加水嘴铅析出量的风险。

2.2 人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量

根据人群日常饮用水习惯,连续收集24 h浸泡液作

为试验,各水嘴浸泡液24 h铅析出量总和(ΣX),即为人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量,实验结果见表3。

从表3结果看,所检的39批次水嘴浸泡液每日铅析出量总和在0.75 μg~50.51 μg之间,其中铸造铜件水嘴在1.20 μg~50.51 μg之间,加工铜件水嘴在0.75 μg~21.43 μg之间,铸造铜件水嘴浸泡液每日铅析出量总体高于加工铜件水嘴。

2.3 风险评估

铅的安全摄入量值以JECFA原规定的铅PTWI(0.025 mg/kg bw)为依据,以成人平均体重60kg、儿童平均体重30kg折算,计算人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量(ΣX)占ADI比例(%),结果见表4。

若R<1,则处于安全水平,RI>1则存在健康风险,

且数值越大，健康风险也越大。

表3 人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量

Table 3 The daily exposure of the intake in soaking water of

		faucets							
水嘴类型	编号	X8	X10	X12	X14	X16	X18	X20	ΣX
	1	8.48	5.10	3.95	4.51	3.74	3.85	3.66	33.29
	2	7.89	5.53	4.64	4.65	3.39	4.19	3.28	33.57
	3	7.86	4.30	4.24	4.01	3.56	3.94	3.54	31.45
	4	2.68	1.51	1.39	1.46	1.55	1.45	1.56	11.59
	5	0.66	0.59	0.52	0.55	0.29	0.37	0.27	3.24
	6	0.67	0.32	0.36	0.34	0.28	0.32	0.27	2.57
	7	2.06	1.25	0.88	0.92	0.59	0.87	0.66	7.23
	8	12.55	7.16	4.47	4.44	4.64	4.54	4.43	42.23
	9	1.52	0.80	0.84	0.77	0.80	0.78	0.81	6.32
	10	3.04	2.44	2.36	2.34	1.88	2.10	1.97	16.13
	11	6.10	3.03	1.93	1.96	1.74	1.55	2.08	18.39
	12	4.13	2.66	2.01	1.79	2.02	1.94	1.95	16.51
铸造	13	2.78	1.16	1.22	1.21	0.58	1.05	0.84	8.83
铜件	14	17.47	6.61	4.27	5.36	4.14	4.41	3.95	46.21
	15	14.40	7.04	5.58	5.81	5.92	5.94	5.84	50.51
	16	17.46	7.21	3.92	3.59	3.33	3.45	3.21	42.17
	17	0.38	0.28	0.14	0.12	0.10	0.13	0.11	1.26
	18	0.86	0.61	0.59	0.40	0.28	0.42	0.34	3.49
	19	2.81	2.19	1.99	1.74	1.66	1.62	1.53	13.54
	20	0.60	0.40	0.07	0.01	0.05	0.04	0.03	1.20
	21	7.66	4.43	5.41	5.72	4.25	4.23	3.83	35.54
	22	5.27	3.29	2.77	2.35	2.60	2.57	2.33	21.18
	23	0.97	0.80	0.76	0.65	0.69	0.56	0.55	4.98
	24	6.22	4.07	4.54	3.52	3.78	3.65	3.50	29.28
	25	5.73	2.16	2.14	2.18	2.10	1.99	2.08	18.38
	26	8.59	5.56	5.67	4.67	4.58	4.49	4.52	38.06
	27	3.17	1.90	1.81	1.22	1.47	1.43	1.45	12.45
	28	3.93	2.35	1.70	1.99	1.98	1.94	1.96	15.86
	29	0.54	0.49	0.10	0.16	0.24	0.23	0.24	1.99
	30	0.21	0.06	0.06	0.17	0.04	0.15	0.07	0.75
	31	1.20	0.47	0.21	0.35	0.35	0.41	0.31	3.30
	32	0.27	0.11	0.17	0.07	0.11	0.08	0.09	0.89
加工	33	5.12	2.76	2.31	0.96	1.25	1.0725	1.12	14.59
铜件	34	1.65	0.39	0.36	0.32	0.35	0.37	0.39	3.82
	35	0.94	0.58	0.35	0.35	0.33	0.37	0.35	3.28
	36	2.77	0.78	1.07	1.22	1.01	0.90	0.95	8.70
	37	1.17	0.63	0.55	0.50	0.53	0.49	0.53	4.40
	38	1.17	1.04	1.10	0.83	0.79	0.70	0.76	6.39
	39	4.26	3.42	2.98	2.50	2.83	2.65	2.79	21.43

表4 人群每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量占ADI比例

Table 4 The proportion of ADI accounted for daily lead exposure of the intake in soaking water of faucets

水嘴类型	编号	R 成人/%	R 儿童/%
	1	15.56	31.11
	2	15.69	31.37
	3	14.70	29.39
	4	5.42	10.83
	5	1.51	3.03
	6	1.20	2.40
	7	3.38	6.76
	8	19.73	39.47
	9	2.95	5.91
	10	7.54	15.07
	11	8.59	17.19
	12	7.71	15.43
	13	4.13	8.25
铸造	14	21.59	43.19
铜件	15	23.60	47.21
	16	19.71	39.41
	17	0.59	1.18
	18	1.63	3.26
	19	6.33	12.65
	20	0.56	1.12
	21	16.61	33.21
	22	9.90	19.79
	23	2.33	4.65
	24	13.68	27.36
	25	8.59	17.18
	26	17.79	35.57
	27	5.82	11.64
	28	7.41	14.82
	29	0.93	1.86
	30	0.35	0.70
	31	1.54	3.08
	32	0.42	0.83
	33	6.82	13.64
加工	34	1.79	3.57
铜件	35	1.53	3.07
	36	4.07	8.13
	37	2.06	4.11
	38	2.99	5.97
	39	10.01	20.03

由表4可以看出，所检的39批次铜合金材质的水嘴浸泡液铅暴露量占ADI比例均小于1；其中成人每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量占ADI比例为

0.35~23.60%，达 20% 或以上的有 4 批次；儿童每日饮用水嘴浸泡液铅暴露量占 ADI 比例为 0.70~47.21%，达 20% 或以上的有 12 批次。在假定的每日最大饮用水嘴浸泡液情况下，铅在体内的暴露量低于 JECFA 的推荐值，通过饮用水嘴浸泡液摄入铅的量处于安全范围。

但人群日常生活中铅摄入量除了饮用水嘴浸泡液外，还有膳食、空气等其它来源。与发达国家相比（表 5）^[13]，我国的铅摄入状况应当引起关注，对于儿童或特定人群存在较大风险。因此应当加强水嘴的铅析出量监管力度，从严制定国家相关标准。

表5 我国及一些发达国家成人每日膳食中铅摄入量比较结果

Table 5 Comparison on adult lead intake between China and some developed countries

国家	铅		调查年份
	摄入量/($\mu\text{g}/\text{d}$)	占 ADI 比率/%	
中国	57.4	27	2005~2007
美国	4.2~18.8	1~7	2002, 1995
英国	24	11	2000
澳大利亚	34~60	12~20	2001
巴斯克地区 (西班牙)	43	18	1996
丹麦	18	7	2002
加拿大	33	15	1993, 1995

3 结论

3.1 在抽检的 28 批次铸造铜件水嘴中，浸泡液中铅浓度在 0.01 mg/L~0.29 mg/L 之间，铅标准化值在 0.54 $\mu\text{g}/\text{L}$ ~25.61 $\mu\text{g}/\text{L}$ 之间，其中铅统计值大于 11 μg （即不合格）的有 13 批次，不合格率占 46.43%。在抽检的 11 批次加工铜件水嘴中，浸泡液铅浓度在 0.01 mg/L~0.03 mg/L 之间，铅标准化值在 0.27 $\mu\text{g}/\text{L}$ ~5.65 $\mu\text{g}/\text{L}$ 之间，铅统计值均小于 11 μg ，即 11 批次加工铜件水嘴全部合格。从 13 批次不合格的铸造铜件水嘴看，铜件中铅质量分数基本在 3.00% 以上，其中有 11 批次水嘴内腔容量大于 50 mL。由此可知，铸造铜件水嘴铜件中铅质量分数和水嘴内腔容量对水嘴铅析出量影响较大。

3.2 在假定的每日最大饮用水嘴浸泡水量情况下，铅在体内的暴露量低于 JECFA 的推荐值，通过饮用水嘴浸泡水摄入的铅的量处于安全范围。虽然铅暴露量处于安全范围，但人群日常生活中铅摄入量除了饮用水嘴浸泡水外，还有膳食、空气等其它来源，因此铅暴露风险也相应增加，对于儿童或特定人群存在较大风险。因此应当加强水嘴的铅析出量监管力度，从严制

定国家相关标准。

参考文献

- [1] 任立军,贾秀芹,于跃,等.水嘴浸泡液中重金属析出量的测定及标准限值[J].化学分析计量,2012,21(3):44-47
REN Li-jun, JIA Xiu-qin, et al. Determination of Heavy Metal Elements in Extraction Solution from Faucets and Concentration Limits [J]. Chemical Analysis and Meterage, 2012, 21(3): 44-47
- [2] GB 18145-2003,陶瓷片密封水嘴[S]
GB 18145-2003, Ceramic cartridge faucets[S]
- [3] JC/T 1043-2007,水嘴铅析出限量[S]
JC/T 1043-2007, Limit of lead extraction in faucets[S]
- [4] HJ/T 411-2007,环境标志产品技术要求水嘴[S]
HJ/T 411-2007, Technical requirement for environmental labeling products Faucets [S]
- [5] NSF/ANSI 61-2011, Drinking Water System Components-Health Effects [S]
- [6] Gokce Kaya, Mehmet Yaman. Use of Atomic Absorption Spectrometry in Assessment of Biomonitor Plants for Lead, Cadmium and Copper Pollution [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2012, 32(1): 229-234
- [7] 王增焕,林钦,王许诺.大亚湾海洋生物体内铅的含量与风险评估[J].南方水产,2010,6(1):54-58
WANG Zeng-huan, LIN Qin, WANG Xu-nuo. Analysis of lead content in marine organisms and risk assessment in Daya Bay [J]. South China Fisheries Science, 2010, 6(1):54-58
- [8] Kangsheng Liu, Jiahu Hao, et al. The effect of lead levels in the umbilical cord blood with the neurobehavioral development and Its related factors [J]. Chinese Journal of Birth Health and Heredity, 2012, 20(1): 111-115
- [9] 蒋丽,周穗玲,殷比,等.青少年儿童饮食中膳食纤维与健康状况的关系调查[J].现代食品科技,2010,26(12):1379-1383, 1398
JIANG Li, ZHOU Sui-Ling, et al. Relationship between the Health Situation and Diet Habit of Adolescence [J]. Modern Food Science and Technology, 2010, 26(12): 1379-1383, 1398
- [10] GB/T 5231-2001,加工铜及铜合金化学成分和产品形状[S]
GB/T 5231-2001, Wrought copper and copper alloys chemical composition limits and forms of wrought products [S]
- [11] GB/T 1176-1987,铸造铜合金技术条件[S]

- GB/T 1176-1987, Specification for cast copper alloys[S]
- [12] 许秀兰.微波消解 ICP-MS 法同时测定羊栖菜中 13 种元素及其食用风险评估[J].现代食品科技,2013,29(3):636-639
- XU Xiu-lan. Determination of Thirteen Elements in *Sargassum Fusiforme* by Microwave Digestion and ICP-MS and its Health Risk Assessment [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(3): 636-639
- [13] 尚艳娥,余宗乔,孟凡春,等.我国居民膳食中铅摄入量调查与分析[J].北京工商大学学报(自然科学版),2012,30(3):81-84
- SHANG Yan-e, YU Zong-qiao, MENG Fan-chun, et al. Research and Analysis about Chinese Dietary Intake of Lead [J]. Journal of Beijing Technology and Business University(Natural Science Edition), 2012, 30(3):81-84

现代食品科技