

日用陶瓷制品铅、镉迁移限量的变迁及国内外 限量对比分析

徐大余^{1,2*}, 敖敏^{1,2}, 陈冰^{1,2}, 黄慧超^{1,2}, 张侃^{1,2}

(1. 中国轻工业陶瓷研究所, 景德镇 333000; 2. 江西省陶瓷检测中心, 景德镇 333000)

摘要: 日用陶瓷制品的重金属铅、镉迁移量一直是陶瓷产品关注的重点。在日用陶瓷产品标准中也给出了限量要求, 并不断地进行了修订, 特别是近年来, 国家对食品及相关产品质量安全高度重视, 对陶瓷制品的铅、镉迁移量做出了重新整合和制订。本文总结了国内关于陶瓷制品铅、镉迁移限量的变迁, 回顾了国内对陶瓷产品质量不断提升的历程, 对比分析了国外主要相关标准的限量, 确定了我国目前陶瓷制品的铅、镉限量所处的水平, 阐述了新标准的实施的要点。

关键词: 日用陶瓷制品; 铅镉迁移量; 允许极限; 对比分析

Changes in permissible limits of lead and cadmium release from ceramic ware and comparative analysis of the limits at domestic and international standards

XU Da-Yu^{1,2*}, AO Min^{1,2}, CHEN Bing^{1,2}, HUANG Hui-Chao^{1,2}, ZHANG Kan^{1,2}

(1. Ceramic Research Institute of Light Industry of China, Jingdezhen 333000, China;
2. Inspection Center for Ceramic of Jiangxi Province, Jingdezhen 333000, China)

ABSTRACT: The migration of heavy metals lead and cadmium in daily ceramic products has always been the focus of ceramic products. In the standard of ceramic products for daily use also gave the limited requirements, and constantly revised. Especially in recent years, the state has attached great importance to the quality and safety of food and related products, and has re-integrated and formulated the migration of lead and cadmium in ceramic products. This paper summarized the change of the limit of lead and cadmium migration for ceramic products in China, reviewed the process of improving the quality of ceramic products in China, compared and analyzed the limit of lead and cadmium for ceramic products in foreign countries, determined the level of the limit of lead and cadmium for ceramic products in China, and expounded the key points of the implementation of the new standard.

KEY WORDS: ceramic ware for daily use; lead- and cadmium- release; permissible limits; comparative analysis

基金项目: 景德镇市科技计划项目(2017GYZD020-01)

Fund: Supported by Jingdezhen Science and Technology Project (2017GYZD020-01)

*通讯作者: 徐大余, 工程师, 主要研究方向为陶瓷产品检测。E-mail: dy_xu@163.com

*Corresponding author: XU Da-Yu, Engineer, Ceramic Research Institute of Light Industry of China, No.553, Xinchang West Road, Zhushan District, Jingdezhen 333000, China. E-mail: dy_xu@163.com

1 引言

日用陶瓷制品作为人们日常使用的食品接触材料及制品,其重金属铅、镉迁移量(溶出量)一直是陶瓷产品关注的重点^[1],在日用陶瓷产品的标准中也给出了限量要求,并不断地进行了修订。历年来,国内对于日用陶瓷制品的铅、镉迁移限量主要是通过标准 GB 12651-1990《与食物接触的陶瓷制品铅、镉溶出量允许极限》^[2]、GB 12651-2003《与食物接触的陶瓷制品铅、镉溶出量允许极限》^[3]、标准 GB 8058-87《陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限和检测方法》^[4]、标准 GB 8058-2003《陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限和检测方法》^[5]、标准 GB 14147-1993《陶瓷包装容器铅、镉溶出量允许极限》^[6]等来进行限定的。近年来,国家对食品及相关产品质量安全的高度重视,对陶瓷制品的铅、镉迁移量做出了重新整合和制订,发布了新的 GB 4806.4-2016《食品安全国家标准 陶瓷制品》^[7]。食品接触陶瓷制品的铅、镉迁移限量的设定水平关系到对此类制品的食品安全要求程度,因此对标准限量的研究具有重要意义。

本文综述了国内关于陶瓷制品铅、镉迁移限量的变迁,总结了国内陶瓷产品质量不断提升的历程,结合国外主要相关标准的限量进行对比分析,明确我国目前陶瓷制品的铅、镉限量所处的水平,阐述新标准的实施的要点,为相关产业的发展提供参考。

2 国内陶瓷制品铅、镉迁移限量的变迁

标准 GB 12651-2003《与食物接触的陶瓷制品铅、镉溶出量允许极限》规定了与食物接触的瓷器、炆器、有釉和无釉陶器制品,但不包括食品制造工业、包装和烹调用陶瓷器(它必须使用更严格的标准),也不包括玻璃、玻璃陶瓷、搪瓷制品。标准 GB 8058-2003《陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限和检测方法》则规定了与食物接触的砂锅、汽锅、“茶煲”、火锅及炒锅等陶瓷烹调器制品的铅、镉迁移限量。而标准 GB14147-1993《陶瓷包装容器铅、镉溶出量允许极限》则规定了包装食物用的缸、坛、罐、瓶类陶瓷容器。通过上述3个标准把涉及日常使用的陶瓷制品包括日用餐具、茶具中的碗、盘、碟、杯、壶、勺和煲、锅、坛、缸、罐、瓶等制品含括在内。

标准 GB 12651 首版于 1987 年制订,1990 年进行了第一次修订,修订后的限量指标见表 1 所示。并于 2003 年再次进行了修订,新修订后的限量指标见表 2 所示。

GB 12651-90 版参照采用国际标准 ISO 6486-2: 1981《与食物接触的陶瓷制品铅、镉溶出量允许极限》^[8], GB 12651-2003 版与标准 ISO 6486-2: 1999《与食物接触的陶瓷制品、玻璃陶瓷制品、玻璃餐具铅、镉溶出量允许极限》^[9]—

致性程度为非等效。

表 1 GB 12651-90 版铅、镉限量指标
Table 1 Permissible limits of lead and cadmium release in GB 12651-90

陶瓷器类型	铅/(mg/L)	镉/(mg/L)
扁平制品	7.0	0.50
小空心制品	5.0	0.50
大空心制品	2.5	0.25

GB 12651-2003 版与 GB 12651-1990 版的变化主要是将限量指标进行了加严,并增加了杯类、罐类制品的允许极限,并且同时考虑到国内特殊装饰产品(采用粉彩、古彩、青花斗彩、粤彩等传统彩绘装饰)的需要,将产品分为非特殊装饰产品和特殊装饰产品。

表 2 GB 12651-2003 版铅、镉限量指标
Table 2 Permissible limits of lead and cadmium release in GB 12651-2003

器型	非特殊装饰产品		特殊装饰产品	
	铅/(mg/L)	镉/(mg/L)	铅/(mg/L)	镉/(mg/L)
扁平制品	5.0	0.50	7.0	0.50
除杯类以外的小空心制品	2.0	0.30	5.0	0.50
杯类	0.5	0.25	2.5	0.25
除罐以外的大空心制品	1.0	0.25	2.5	0.25
罐	0.5	0.25	1.0	0.25

GB 8058 首版于 1987 发布实施,并于 2003 年重新修订。GB 8058-87 版是等效采用国际标准 ISO 8391/1-1986(E)《与食物接触陶瓷烹调器铅、镉溶出量检测方法》标准和 ISO 8391/2-1986(E)《与食物接触陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限》^[10]标准的。GB 8058-87 版的铅、镉允许极限为任何单一制品中铅 $\leq 5 \mu\text{g/mL}$,镉 $\leq 0.5 \mu\text{g/mL}$ 。

GB 8058-2003 版是等效采用国际标准 ISO 8391-1: 1986《与食物接触陶瓷烹调器铅、镉溶出量检测方法》标准和 ISO 8391-2: 1986《与食物接触陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限》标准。并对铅、镉允许极限指标进行了加严,GB 8058-2003 版的铅、镉允许极限为任何单一制品中铅 $\leq 3.0 \text{ mg/L}$,镉 $\leq 0.30 \text{ mg/L}$ 。

GB14147-1993《陶瓷包装容器铅、镉溶出量允许极限》中的规定是任何单一制品与食物接触面的铅、镉溶出量允许极限值为 Pb $\leq 1.0 \text{ mg/L}$,Cd $\leq 0.10 \text{ mg/L}$ 。

通过回顾上述 3 个标准历版的允许极限,可以发现国内关于陶瓷制品的铅、镉限量是不断加严的,并且与国际相关主要标准保持了同步,且符合了国内特殊情况的需

要。应该说这些标准的制修订在严把国内日用陶瓷产品的铅镉重金属的溶出和引领国内日用陶瓷产品质量的不断提升做出了很大的贡献。

为了落实食品安全法的规定和《食品安全国家标准“十二五”规划》提出的食品标准清理整合的要求,近年来,对目前食品接触用陶瓷制品的相关标准开展了清理研究工作,对标准中涉及食品安全的指标和强制执行的指标进行系统梳理^[11-14],并于 2016 年发布新的标准《食品安全国家标准 陶瓷制品》GB 4806.4-2016,于 2017 年 4 月 19 日开始实施。标准 GB 4806.4-2016 所规定的理化指标见表 3 所示。

新标准 GB 4806.4-2016 所规定的理化指标综合了 GB 12651-2003 版和 GB 8058-2003 版中的指标,删除了 GB 12651-2003 中的特殊装饰产品指标,并且将 GB 12651-2003 中的扁平制品铅 ≤ 5.0 mg/L、镉 ≤ 0.50 mg/L 修订为铅 ≤ 0.8 mg/dm²、镉 ≤ 0.07 mg/dm²,把扁平制品与食品模拟物的参考面积纳入了考虑范围。

3 国外现行铅、镉迁移限量

目前国际上关于与食物接触的陶瓷制品铅、镉迁移限量指标标准主要有 ISO 6486-2:1999(E)《与食品接触的陶瓷器皿,微晶陶瓷器皿和玻璃餐具中铅和镉的溶出限量》^[15]、美国联邦食品药品监督管理局(federal food and drug administration, FDA)制定的《符合性政策指南》(compliance policy guides, CPG)FDA CPG 7117. 06《进口和国产陶瓷器皿的镉杂质》^[16]和 FDA CPG 7117. 07《进口和国产陶瓷器皿的铅杂质》^[17]、美国加州 65 号提案《安全饮用水和有毒物质强制法》^[18]、欧洲理事会关于使各成员国有关与食品接触的陶瓷制品的法律趋于一致的指令 84/500/EEC^[19]等,其

他各国的限量指标基本与上述标准要求变化不大。

3.1 ISO 6486-2:1999(E)限量

国际标准化组织(international organization for standardization, ISO)制定了食品接触用容器、包装材料的食品安全指标,主要为铅和镉的溶出限量。ISO 6486-2《与食品接触的陶瓷器皿,微晶陶瓷器皿和玻璃餐具中铅和镉的溶出限量》,该标准中分别对不同形状的陶瓷器皿、微晶陶瓷器皿和玻璃餐具中铅和镉的溶出限量做出了规定,见表 4 所示。目前 ISO 6486-1:2019《与食物接触的陶瓷制品、玻璃陶瓷制品和玻璃餐具铅、镉迁移量检验方法》^[20]已发布,此版的迁移试验是采用 3 次迁移要求的,与之配套使用的限量标准 ISO 6486-2 也还正在商定适合 3 次迁移试验的新的限量,它的修订必定对多数国家的陶瓷制品限量产生影响。

3.2 美国 FDA 的符合性政策指南

根据美国国会通过的《联邦食品、药品和化妆品法案》以及后续的《1958 年添加剂修订案》和《1997 年食品药品管理一体化法案》有关规定,食品包装材料所使用物质在美国被视作间接添加剂而被纳入到食品添加剂安全监管法规体系中。所涉及的主要技术法规和政策有:《联邦规章法典》第 21 章)以及美国联邦食品药品监督管理局制定的《符合性政策指南》等。《联邦规章法典》(code of federal regulations, CFR)是联邦政府各规章的汇编,规章是美国政府各行政部门(相当于中国的各个部委)提出,并经国会批准的法律文件,统一称为规章,在美国的法律制度中,相对于法案的基础性法律地位,规章则更侧重于从执行层面予以细化或具体化。CFR 共分 50 卷,涉及食品接触材料的部分是由美国 FDA 负责制定的第 21 卷 170-189 章,这些章节规定了对食品包装材料用接触物质的具体规范要求。

表 3 GB 4806.4-2016 所规定的理化指标
Table 3 Permissible limits of lead and cadmium release in GB 4806.4-2016

项目	指标					
	扁平制品(mg/dm ²)	贮存罐(mg/L)	大空心制品(mg/L)	小空心制品(杯类除外)(mg/L)	杯类(mg/L)	烹饪器皿(mg/L)
铅 \leq	0.8	0.5	1.0	2.0	0.5	3.0
镉 \leq	0.07	0.25	0.25	0.30	0.25	0.30

表 4 标准 ISO 6486-2:1999(E)中关于铅、镉迁移限量
Table 4 Permissible limits of lead and cadmium release in ISO 6486-2:1999(E)

类型	样品数量	判定标准	单位	铅限量	镉限量
扁平制品	4	平均值 \leq 限量	mg/dm ²	0.8	0.07
小空心制品	4	所有样品 \leq 限量	mg/L	2	0.5
大空心制品	4	所有样品 \leq 限量	mg/L	1	0.25
贮存罐	4	所有样品 \leq 限量	mg/L	0.5	0.25
杯类	4	所有样品 \leq 限量	mg/L	0.5	0.25
烹饪用器皿	4	所有样品 \leq 限量	mg/L	0.5	0.05

出口美国的食物包装材料除了遵守 21CFR 170-189 的要求外, 还需关注 FDA 制定的《符合性政策指南》中的要求。涉及食物接触材料的 CPG 指南文件有 FDA CPG 7117.05《镀银凹形器皿的铅杂质》、FDA CPG 7117.06《进口和国产陶瓷器皿的镉杂质》和 FDA CPG 7117.07《进口和国产陶瓷器皿的铅杂质》, 这 3 个文件分别对镀银或陶瓷器皿中铅或镉溶出量要求、检测样品数量、抽样监管及不合格处置作出了规定, 并指定了铅和镉溶出量的检测方法。表 5 为美国 FDA 制定的《符合性政策指南》中关于陶瓷制品铅镉迁移限量要求。

表 5 美国 FDA 关于陶瓷制品铅镉迁移限量
Table 5 Permissible limits of lead and cadmium release from FDA requirement

种类	判定标准	限量 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	
扁平制品	6 件样品平均值 \leq	3.0	
铅	除杯类以外小空心制品	6 件样品中每一件 \leq	2.0
	杯类	6 件样品中每一件 \leq	0.5
	除罐类大空心制品	6 件样品中每一件 \leq	1.0
	罐类	6 件样品中每一件 \leq	0.5
镉	扁平制品	6 件样品平均值 \leq	0.5
	小空心制品	6 件样品中每一件 \leq	0.5
	大空心制品	6 件样品中每一件 \leq	0.25

3.3 加州 65 提案

1986 年 11 月, 加州投票通过了《安全饮用水和有毒物质强制法》, 即是人们熟悉的加州 65 提案。其宗旨是保护美国加州居民及该州的饮用水水源, 使水源不含已知可能导致癌症、出生缺陷或其他生殖发育危害的物质, 并在出现该类物质时如实通知居民。提案要求商家通过清晰合理的标签警告消费者产品中含有已知的毒性化学物质。近几年, 随着有害物质的受关注度越来越高, 加州 65 法案清单中涉及的有害物质已达约 900 项。加州 65 提案对所有在加州销售的产品造成深刻的影响, 陶瓷餐具是加州 65 提案针对的对象之一, 旧 Prop. 65 只涉及食物用和与食物接触的制品表面受到管制, 2005 年 8 月, 新增对玻璃及陶瓷器具外部非食物接触面的有色装饰部分(包括颜料及装饰)加以管制, 新增对玻璃及陶瓷器制品不与食物接触的外表面和非食物用制品的内容, 和开口边缘及产品的全部外表面部分包括儿童用品和与食物接触的制品的相关内容^[18]。表 6 列出了 Proposition 65 对与食物接触的陶瓷制品内表面铅、镉限量指标。加州 65 要求的限量指标总体上来说是非常严格的, 特别是对铅的迁移限量要求和空心制品的镉的要求, 但对扁平制品镉的设定要求却不严, 而镉往往存

在于与食物接触的扁平制品上, 扁平制品镉的 1.853 mg/L 限量要求在国内基本上都能满足。由此可见陶瓷制品的铅、镉迁移限量必须根据本国产品情况科学制定, 能够提到高于国际水平的可以设定更高的要求。

表 6 加州 65 限量指标
Table 6 Permissible limits of lead and cadmium release in California Proposition 65

铅限量	扁平制品	0.226 mg/L
	空心制品	0.100 mg/L
镉限量	扁平制品	1.853 mg/L
	小空心制品	0.189 mg/L
	大空心制品	0.049 mg/L

3.4 84/500/EEC 指令

84/500/EEC 指令为欧洲理事会关于使各成员国有关与食物接触的陶瓷制品的法律趋于一致的指令, 该指令针对预期会与食物发生接触或正在与食物发生接触并且以此为预期用途的陶瓷制品可能会引发的铅和镉溶出问题做出了规定^[19], 表 7 为该指令中关于陶瓷制品的铅、镉允许极限值。指令中规定, 如果陶瓷制品是由容器和配套的陶瓷盖子组成的, 则铅和/或镉的规定限值(mg/dm^2 、 mg/L)仅仅是针对容器本身而言。容器本身和陶瓷盖子的内表面应在相同条件下单独测试。如果某一件陶瓷制品超出以上限值但没有超过 50%, 该件制品仍有可能被视为达到了本指令的要求, 条件是至少有形状、尺寸、装饰和釉彩与之相同的另外三件制品在按规定的要求进行测试后, 从中提取的铅和/或镉的平均数量没有超出所设定的限值, 并且其中没有一件制品超过限量的 50%, 则该陶瓷制品也视为符合指令的要求。

表 7 84/500/EEC 指令关于陶瓷制品的铅、镉允许极限
Table 7 Permissible limits of lead and cadmium release in 84/500/EEC

制品类型	铅	镉
不可填充制品、内部深度(从最低点到上边缘所在的水平面)不超过 25 mm 的可填充制品	0.8 mg/dm^2	0.07 mg/dm^2
所有其他可被填充的陶瓷制品	4.0 mg/L	0.3 mg/L
烹调器皿、容积大于 3 L 的包装和储存容器	1.5 mg/L	0.1 mg/L

3.5 ISO 8391/2-1986(E)限量

ISO 8391/2-1986(E)《与食物接触的陶瓷烹调器 铅、镉溶出量-第 2 部分: 允许极限》^[10], 标准中规定了陶瓷烹调器铅的迁移限量为每件样品 $\leq 5 \text{ mg}/\text{L}$ 、镉的迁移限量为每件样品 $\leq 0.5 \text{ mg}/\text{L}$ 。

4 国家标准 GB 4806.4—2016 限量同国际标准限量的比较

GB 4806.4-2016 同 ISO 6486-2:1999(E)相比, 在样品类型分类上一致保持, 其中小空心制品的铅迁移限量(0.3 mg/L)比 ISO 6486-2:1999(E)的要求(0.5 mg/L)要小; 烹饪器皿的铅镉限量(铅 \leq 3.0mg/L、镉 \leq 0.30 mg/L)则比 ISO 6486-2:1999(E)中规定(铅 \leq 0.5 mg/L、镉 \leq 0.05 mg/L)的要大。

GB 4806.4-2016 同 FDA 规定的相比, 对扁平制品铅、镉限量数值单位不同, 且 FDA 中对烹饪器皿没有做单独限定, FDA 中对镉的限量也只区分扁平制品、小空心和大空心制品; 在罐类、小空心、大空心 and 杯类制品的铅限量上两者是一致的。

GB 4806.4-2016 同加州 65 规定相比, 加州 65 中规定的铅限量和空心制品的镉限量要求要严格的多, 加州 65 中所规定的铅镉允许极限是目前标准中最为严格的, 并且提案中要求如果产品指标达到了 FDA 限量要求但不符合加州 65 限量指标, 则需要在产品标签上进行明示, 通过警示语的形式告知消费者危害信息, 以帮助其在了解足够的信息后, 合理消费。

GB 4806.4-2016 同 84/500/EEC 指令相比, 对扁平制品的铅镉限量是一致的, 对待空心制品(包括小空心、大空心、杯类)84/500/EEC 指令的要求要比 GB 4806.4-2016 的要松一些, 对罐类和烹饪器皿铅镉限量则有高有低。

由此可见, 目前国内陶瓷制品铅、镉迁移限量同国际水平保持相当, 个别指标如陶瓷烹调器铅镉限量在今后实施过程中, 可以结合国内陶瓷烹调器产品质量情况进行修改, 建议可以适当加严。

同时, 通过对比国外铅、镉迁移的限量, 国内生产、出口企业必须足够了解进口国的限量要求, 严格生产工艺控制, 把好贴花纸、色釉原料关, 出口时主动向国内检验机构申请检验获得合格证书, 有企业的合格声明要求的, 积极与进口商进行沟通, 及时将检验证书和合格声明提供给进口商, 以免带来不必要的损失。

5 新标准实施的注意要点

5.1 检测对象的选取

新制订的迁移试验预处理方法通则标准 GB/T 5009.156-2016 中对迁移试验测定对象规定为“在合理预期使用条件下可能与食品直接接触的面”, 也即预期通常会与食物接触的表面, 如碗、盘、杯、碟、勺、壶、瓶、煲、罐、锅、筷等, 而像托类(茶杯托、盖碗托)、陶瓷茶盘、湿巾碟、牙签筒、烟灰缸、调料架等预期不与食物接触的器皿应不做为选择的测试对象。

5.2 扁平制品测试结果的换算

新标准中规定的扁平制品的铅镉限量单位为 mg/dm²,

浸泡液经电感耦合等离子体质谱法(inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS)、电感耦合等离子体原子发射光谱法(inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, ICP-AES)、火焰原子吸收光谱法(flame atomic absorption spectrometry, FAAS)、石墨炉原子吸收光谱法(graphite furnace atomic absorption spectrometry, GFAAS)检测得到的浓度结果是 c mg/L, 这就需要对其结果进行换算, 在迁移预处理时需要记录扁平制品的填充液的体积 V 和与食物模拟物接触的面积 S, 对于不可填充的扁平制品如筷子、全浸泡法测试的勺子等, 需要预先测量其表面积, 测量表面积的方法可以采用 GB/T 5009.156-2016 中 7.2-7.6 方法进行, 也可以采用其他准确测定面积的方法比如模具法、3D 扫描仪等方法进行测试, 通过采用实际的 S/V 或常规 S/V(即 6 dm²接触面积对应 1 L 4%乙酸溶液)来进行浸泡, 最终结果采用 c*V/S 进行换算。

5.3 特殊制品的器型归类

新标准 GB 4806.4-2016 对器型的划分分为扁平制品、贮存罐、大空心制品、小空心制品(杯类除外)、杯类、烹饪器皿, 不同的器型铅、镉限量不同, 所以在检测时准确把握制品器型的划分就很重要, 特别是对一些特殊类器型制品, 在这里列举几种: 1)茶用盖碗和盏类应归为杯类制品而非小空心制品; 2)勺子如果从口沿水平面至其内底部最低点深度大于 25 mm 且只测其内表面则按小空心制品来判定, 如果是采用全浸泡法测试与食物接触的内、外表面, 则应当算作扁平制品; 3)隔水炖盅由于其主要用来加热制备食物的制品, 所以归为烹饪器皿较为合理。

6 结 语

日用陶瓷产品是人们使用最密切、最频繁的食品接触材料及制品, 在使用中其重金属铅和镉的迁移析出对人体的危害也是人们所不断熟悉的, 这要得益于多年来国内陶瓷产品相关标准中对铅、镉的迁移限量的要求。通过本文的阐述, 可以知道我们国内陶瓷产品铅、镉迁移限量是不断加严的, 限量要求也是一直同国际上主要相关标准保持了基本同步, 为国民的食品安全提供了最大保障。新标准的制订融合了以往标准的限量并做出了一定的修改, 限量指标同国际水平保持相当水平。在食品接触材料纳入食品安全国家标准的新形势下, 制订好、执行好和完善好这些标准就需要更为广大的消费者、检验部门、企业团体和标准与评估机构一起参与, 制订更加完善的、引领国际水平的陶瓷制品食品安全国家标准。

参考文献

- [1] 贺鹏, 陈练, 吕小园, 等. 电感耦合等离子体质谱法同时测定与食品接触陶瓷制品中 12 种元素溶出量[J]. 食品安全质量检测学报, 2016,

- 7(1): 177-181.
He P, Chen L, Lv XY, *et al.* Simultaneous determination of 12 elements extraction from ceramic articles in contact with foodstuffs by inductively coupled plasma-mass spectrometry [J]. *J Food Saf Qual*, 2016, 7(1): 177-181.
- [2] GB 12651-1990 与食品接触的陶瓷制品铅、镉溶出量的允许极限[S].
GB 12651-1990 Standard permissible limits of lead and cadmium release from ceramic ware in contact with food [S].
- [3] GB 12651-2003 与食品接触的陶瓷制品铅、镉溶出量的允许极限[S].
GB 12651-2003 Standard permissible limits of lead and cadmium release from ceramic ware in contact with food [S].
- [4] GB 8058-87 陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限和检测方法[S].
GB 8058-87 Standard permissible limits and testing method for release of lead or cadmium from ceramic cookware [S].
- [5] GB 8058-2003 陶瓷烹调器铅、镉溶出量允许极限和检测方法[S].
GB 8058-2003 Standard permissible limits and testing method for release of lead or cadmium from ceramic cookware [S].
- [6] GB 14147-1993 陶瓷包装容器铅、镉溶出量的允许极限[S].
GB 14147-1993 Standard permissible limits of lead and cadmium release from ceramic packaging vessel in contact with food [S].
- [7] GB 4806.4-2016 食品安全国家标准 陶瓷制品[S].
GB 4806.4-2016 National food safety standard-Ceramic products [S].
- [8] ISO 6486-2: 1981 Ceramic ware in contact with food — Release of lead and cadmium-Part 2: Permissible limits [S].
- [9] ISO 6486-2:1999 Ceramic ware, glass-ceramic ware and glass dinnerware in contact with food-Release of lead and cadmium -Part 2: Permissible limits [S].
- [10] ISO 8391/2-1986(E) Ceramic cookware in contact with food -- Release of lead and cadmium-Part 2: Permissible limits [S].
- [11] 朱蕾, 张俭波. 食品接触材料及制品迁移试验标准实施指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
Zhu L, Zhang JB. Guidelines for implementing standards for migration tests of food contact materials and products [M]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [12] 张俭波, 朱蕾, 张泓, 等. 食品接触用陶瓷制品相关标准清理研究[J]. *卫生研究*, 2014, 43(4): 637-641.
Zhang JB, Zhu L, Zhang H, *et al.* Study on the reorganization of standards related to food contact ceramics and porcelains [J]. *J Hyg Res*, 2014, 43(4): 637-641.
- [13] 张侃, 徐大余, 敖敏, 等. 陶瓷制品铅、镉迁移量检测标准的变更及几点问题的探讨[J]. *中国陶瓷*, 2019, 55(4): 71-76.
Zhang K, Xu DY, Ao M, *et al.* The change of testing standards for lead and cadmium release from ceramic ware and some problem discussion [J]. *Chin Ceram*, 2019, 55(4): 71-76.
- [14] 袁文璐, 张海焯, 孙计瓚, 等. 陶瓷制品铅镉迁移量食品安全国家标准对比分析研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2017, 8(12): 4895-4900.
Yuan WZ, Zhang HX, Sun JZ, *et al.* Comparative study on national food safety standards for lead and cadmium migration in ceramic products [J]. *J Food Saf Qual*, 2017, 8(12): 4895-4900.
- [15] ISO 6486-2: 1999(E) Ceramic ware, glass-ceramic ware and glass dinnerware in contact with food-Release of lead and cadmium-Part 2: Permissible limits [S].
- [16] FDA Compliance Policy Guides (CPG) sec. 545. 400 Pottery (ceramics): Imported and domestic-cadmium contamination [S].
- [17] FDA Compliance Policy Guides (CPG) Sec. 545. 450 Pottery (ceramics): Imported and domestic-lead contamination [S].
- [18] Proposition 65 [EB/OL]. [2005-08]. <https://www.p65warnings.ca.gov/>.
- [19] 出口商品技术指南日用陶瓷[Z]. 2017.
Technical guide to export commodities (domestic ceramic) [Z]. 2017.
- [20] ISO 6486-1:2019 与食物接触的陶瓷制品、玻璃陶瓷制品和玻璃餐具铅、镉迁移量检验方法[S].
ISO 6486-1:2019 Test method for lead and cadmium transfer in ceramic, glass ceramic and glass tableware in contact with food [S].

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



徐大余, 工程师, 主要研究方向为陶瓷产品检测。

E-mail: dy_xu@163.com