ICS 97.200.50
CCS Y 57

中华人民共和国国家标准

GB/T 22788—2026
代替 GB/T 22788—2016

玩具及儿童用品材料中总铅含量的测定

Determination of total lead content in material of toys and children's products

2026-05-25 发布　　2026-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 22788—2016《玩具及儿童用品材料中总铅含量的测定》，与GB/T 22788—2016相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——增加了混合测试的相关术语和定义（见第3章）；

——增加了混合测试的试样制备和结果的计算相关内容（见7.1和第8章）；

——增加了电感耦合等离子体发射光谱仪器测试方法（见7.3）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国玩具标准化技术委员会（SAC/TC 253）和全国婴童用品标准化技术委员会（SAC/TC 610）归口。

本文件起草单位：广州海关技术中心、亿科检测认证有限公司、广东乐美达集团有限公司、浙江卡游科技有限公司、北京申创世纪信息技术有限公司、北京中轻联认证中心有限公司、中国质量认证中心有限公司、深圳市计量质量检测研究院、广东精正检测有限公司、汕头海关技术中心、广东创意双星科技股份有限公司、美泰玩具技术咨询（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：刘崇华、欧阳雨、汤骏懿、罗小芳、刘祖方、唐春燕、彭志超、张爱静、张晓芬、王璨、徐云峰、苏伟杰、陈小砖、王友生。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2008年首次发布为GB/T 22788—2008，2016年第一次修订；

——本次为第二次修订。

玩具及儿童用品材料中总铅含量的测定

警告——使用本文件的人员应有正规实验室工作的实践经验。本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本文件描述了玩具及儿童用品材料中总铅含量的测定方法。

本文件适用于玩具及儿童用品表面涂层、金属材料及非金属材料中总铅含量的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 602 化学试剂 杂质测定用标准溶液的制备

GB 6675.4 玩具安全 第4部分:特定元素的迁移

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

3 术语和定义

GB 6675.4 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混合测试试样 composite test portion

通过物理方法将若干份类似的材料混合后形成的单一测试试样。

3.2

混合测试 composite test

为判定单一测试试样是否符合法规或其他安全限量要求而将多个试样以混合测试试样形式进行的独立测试。

注:在材料或颜色无法通过物理方式分离的情况下,将不同颜色或材料组合为一个测试试样测试不视为混合测试。

4 原理

经电热板加热法或微波法消解试样,采用火焰原子吸收光谱仪(FAAS)、电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-OES)或其他适合的仪器在合适的条件下测定铅的浓度。

5 试剂和材料

除非另有规定,仅使用分析纯及以上级别试剂。

5.1 水,GB/T 6682,2级。

5.2 硝酸(质量分数约为67%)。

5.3 过氧化氢(质量分数约为30%)。
5.4 盐酸(质量分数约为37%)。
5.5 氢氟酸(质量分数约为40%)。
5.6 硝酸(1+99)。
5.7 硝酸(5+95)。
5.8 硝酸(10+90)。
5.9 硼酸溶液(质量分数为5%):称取硼酸5.0 g,加入95 mL水,摇匀。
5.10 铅标准溶液(1 000 mg/L):按GB/T 602配制或直接购买有证标准样品/标准物质。
5.11 铅系列标准工作溶液1:分别吸取一定体积铅标准溶液(5.10)于100 mL容量瓶,用硝酸(5.7)稀释至刻度,混匀,配制成质量浓度为0 mg/L、0.1 mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L、2.0 mg/L、5.0 mg/L的标准工作溶液。
5.12 铅系列标准工作溶液2:分别吸取一定体积铅标准溶液(5.10)于100 mL容量瓶,用硝酸(5.8)稀释至刻度,混匀,配制成质量浓度为0 mg/L、0.1 mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L、2.0 mg/L、5.0 mg/L的标准工作溶液。
5.13 玻璃珠,直径不超过5 mm,也可用沸石代替。

6 仪器和设备

6.1 火焰原子吸收光谱仪、电感耦合等离子体发射光谱仪或其他适合的仪器。
6.2 可控温电加热板:最高工作温度不小于200 ℃。
6.3 微波消解仪:带程序温度控制功能,最高工作温度不小于210 ℃。
6.4 分析天平:精度为±0.1 mg。
6.5 烧杯:50 mL、100 mL等。
6.6 容量瓶:25 mL、50 mL等。
6.7 塑料容量瓶:25 mL、50 mL等。
6.8 定量滤纸:201型、202型、203型等。

7 分析步骤

7.1 试样的制备

制样时应选择试样中具有代表性的材料。若存在试样量不足的情况,试样可取自同一批次的多个相同玩具或儿童用品。

制备涂层材料时,应在室温条件下用刀片或其他合适的刮削工具将样品上的涂层材料刮下,但应注意不要刮到样品的基体材料;制备金属材料和塑料、聚合物及其他非金属材料时,如样品表面带有涂层,应将涂层刮除。获取的试样在室温条件下粉碎至最大尺寸为5 mm×5 mm×5 mm。

当需要混合测试时,可以制备混合测试试样。混合测试试样应由物理形态和主要基体相似的材料组成,且最多只能将三份这样的单独试样混合成一份测试试样。

混合测试中,各试样质量宜相近,任意两份试样之间的质量差不宜超过10%,每份单独试样的质量宜控制在60 mg~110 mg范围内,三份单独试样的质量相加约0.2 g。混合前,应准确称量并分别记录每份单独试样的质量。

示例:分别称取玩具及儿童用品中红色、蓝色、黄色油漆涂层65 mg、65 mg、70 mg后混合成混合测试试样,按单一测试试样相同的方法进行混合测试。

7.2 试样的消解

7.2.1 涂层材料

7.2.1.1 电热板加热消解法

称取试样约 0.2 g,精确到 0.1 mg,置于 50 mL 烧杯(6.5)中,加入 7 mL 硝酸(5.2),必要时可放入 3 颗～5 颗玻璃珠(5.13),盖上表面皿,在电热板上加热使溶液保持微沸,消解 15 min 左右,取下冷却大约 5 min,缓慢滴加 1 mL～2 mL 过氧化氢(5.3),再次放至电热板上加热至试样消解完全。如试样消解不完全,取下稍冷,再加入 0.5 mL～2 mL 硝酸(5.2)和数滴过氧化氢(5.3),继续加热,重复该步骤一到两次使试样消解完全,至残余溶液约 1 mL,取下冷却到室温。用约 10 mL 水稀释,溶液过滤到 25 mL 容量瓶(6.6)中,再用 5 mL 硝酸(5.6)分 3 次冲洗烧杯和滤纸(6.8),所得到的溶液全部合并转移至 25 mL 的容量瓶中并定容待测。

添加过氧化氢过程中应特别关注溶液爆沸或溢出而可能造成的危险。

7.2.1.2 微波消解法

称取试样约 0.2 g,精确到 0.1 mg,置于聚四氟乙烯的微波消解容器中,分别加入 5 mL 硝酸(5.2)、2 mL 过氧化氢(5.3)。然后将消解罐封闭,按以下温度程序进行消解:大约 10 min 的时间内升温到(180±5)℃,维持该温度 30 min 后降温。消解罐冷却至室温后,打开消解罐,将消解溶液转移至 25 mL 的容量瓶(6.6)中,用少量硝酸(5.6)洗涤微波消解内罐和内盖 3 次,将洗涤液并入容量瓶,如果消解溶液不澄清或有沉淀产生,应过滤溶液,残留的固态物质用 5 mL 硝酸(5.6)分 3 次冲洗,所得到的溶液全部合并转移至 25 mL 的容量瓶中并定容待测。

注:本文件提供了涂层材料的两种消解方法,实验室根据条件选用。

7.2.2 金属材料

7.2.2.1 电热板加热消解法

称取试样约 0.2 g,精确到 0.1 mg,置于 50 mL 烧杯(6.5)中,加入 6 mL 盐酸(5.4)和 2 mL 硝酸(5.2),在电热板上加热使溶液保持微沸,消解 15 min 左右,如试样溶解不完全,取下稍冷,再加入 0.5 mL～2 mL 硝酸(5.2)和数滴盐酸(5.4),继续加热,重复该步骤一到两次使试样消解完全,至残余溶液约 1 mL 左右,取下冷却到室温。用约 10 mL 水稀释,溶液过滤到 25 mL 容量瓶(6.6)中,再用 5 mL 硝酸(5.6)分 3 次冲洗烧杯和滤纸(6.8),所得到的溶液全部合并转移至 25 mL 的容量瓶中并定容待测。

7.2.2.2 微波消解法

称取试样约 0.2 g,精确至 0.1 mg,置于聚四氟乙烯的微波消解容器中,加入 6 mL 硝酸(5.2)、2 mL 盐酸(5.4),室温下待反应平息后,将消解罐封闭,按以下温度程序进行消解:大约 6 min 的时间升温到(180±5)℃,维持该温度 5 min 后降温。待容器冷却至室温后打开容器,转移至 25 mL 容量瓶(6.6)中,用少量硝酸(5.6)分 3 次洗涤微波消解内罐和内盖,将洗涤液并入容量瓶,消解液如果不澄清或有沉淀产生,应过滤溶液,残留的固态物质用 5 mL 硝酸(5.6)分 3 次冲洗,所得到的溶液全部合并转移至 25 mL 的容量瓶中并定容待测。

注:本文件提供了金属材料的两种消解方法,实验室根据条件选用。

7.2.3 陶瓷、玻璃、水晶及其他含硅质非金属材料

称取试样约 0.2 g,精确到 0.1 mg,置于聚四氟乙烯的微波消解容器中,加入 6 mL 硝酸(5.2)、1 mL

氢氟酸(5.5),待反应平息后,将容器密封,置于微波消解仪内,然后按以下温度程序进行消解:大约6 min的时间内上升到(185±5)℃,维持该温度10 min后降温。待容器冷却至室温后打开容器,向每个消解罐中加入8 mL硼酸溶液(5.9),转移至25 mL塑料容量瓶(6.7)中,用少量硝酸(5.6)分3次洗涤微波消解内罐和内盖,将洗涤液并入塑料容量瓶,消解液如果不澄清或有沉淀产生,应过滤溶液,残留的固态物质用5 mL硝酸(5.6)分3次冲洗,所得到的溶液全部合并转移至25 mL的塑料容量瓶中并定容待测。

操作过程应戴耐酸碱手套和防毒面具,以防吸入氢氟酸或与皮肤接触。

7.2.4 塑料、聚合物及其他不含硅质非金属材料

称取试样约0.2 g,精确到0.1 mg,置于聚四氟乙烯的微波消解容器中,加入7 mL硝酸(5.2),待反应平息后,将容器密封,置于微波消解仪内,然后按以下温度程序进行消解:大约20 min的时间内升温到(205±5)℃,维持该温度10 min后降温。待容器冷却至室温后打开容器,转移至25 mL容量瓶(6.6)中,用少量硝酸(5.6)分3次洗涤微波消解内罐和内盖,将洗涤液并入容量瓶,消解液如果不澄清或有沉淀产生,应过滤溶液,残留的固态物质用5 mL硝酸(5.6)分3次冲洗,所得到的溶液全部合并转移至25 mL的容量瓶中并定容待测。

7.2.5 空白试验

随同试样做空白试验,空白试验应与试样平行进行,并采用相同的分析步骤,取相同量的所有试剂,但不加试样。

7.3 测定

7.3.1 总则

采用火焰原子吸收光谱仪(FAAS)或电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-OES)测定,采用ICP-OES分析时,尤其是分析金属试样时,宜注意样品基体干扰和光谱干扰。

注:测试实验室也能采用其他经过验证的检测方法测定,如石墨炉原子吸收光谱法(GFAAS)或电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS),采用ICP-MS分析时,特别注意基体干扰。

7.3.2 仪器工作条件的选择

火焰原子吸收光谱仪工作条件和电感耦合等离子体发射光谱仪工作条件见附录A。

7.3.3 标准曲线

采用电热板法消解试样时,按浓度由低到高的次序依次测定铅系列标准工作溶液1(5.11);采用微波法消解试样时,按浓度由低到高的次序依次测定铅系列标准工作溶液2(5.12)。以FAAS吸光度或ICP-OES光谱信号强度为纵坐标、浓度为横坐标绘制标准曲线,计算相关系数,线性相关系数应大于或等于0.995。

注:当使用其他经过验证的检测方法测定时,如石墨炉原子吸收光谱法(GFAAS)或电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS),根据仪器的灵敏度、线性范围以及试样溶液中各元素实际含量适当调整标准系列溶液中该元素的浓度和范围。

7.3.4 样品溶液中铅的测定

在与绘制标准曲线相同条件下,测定空白试验溶液和试样溶液的浓度值。如果试样溶液中的铅含量超出标准曲线的最高浓度值,则应使用与配制标准工作溶液所使用的介质一致的硝酸适当稀释后再测定。

8 结果的计算

试样中总铅含量以铅元素的质量分数 w 计，单位以毫克每千克(mg/kg)表示，按公式(1)计算：

$$w=\frac{(\rho_1-\rho_0)\times V\times f}{m} \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

ρ_1 ——试样溶液中铅的质量浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

ρ_0 ——空白试验溶液中铅的质量浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

V ——消解溶液定容体积，单位为毫升(mL)；

f ——消解溶液稀释倍数；

m ——试样的质量，单位为克(g)。

计算结果保留 3 位有效数字。

混合测试时，需分别计算混合测试的总铅平均含量 w_{avg} 和单种试样的总铅最大含量 w_{max}。计算 w_{avg} 时，m 为混合测试试样的总质量。计算 w_{max} 时，假定所有的总铅均来自混合测试中质量最少的组分，m 为混合测试试样中的单一试样的最小质量(见 7.1)。通过比较 w_{max} 与法规安全限量的关系，判定是否需要对混合测试涉及的单一测试试样分别进行单独测试，附录 B 提供了混合测试结果判定指南。

9 精密度

精密度数据见附录 C。

10 方法检出限

采用火焰原子吸收光谱仪(FAAS)测定时，方法检出限为 10 mg/kg；采用电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-OES)测定时，方法检出限为 5 mg/kg。如果采用石墨炉原子吸收光谱法(GFAAS)或电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)分析，方法检出限可能有所差异。

11 试验报告

试验报告应至少包括以下几个方面的内容：

a) 试样信息，混合测试试样应包括用于混合测试的全部单一测试试样信息；

b) 执行的标准编号；

c) 试样消解方法及测定仪器方法；

d) 分析结果，混合测试报告总铅平均含量；

e) 与规定的分析步骤的差异；

f) 测定中观察到的异常现象；

g) 试验日期。

附 录 A
（资料性）
仪器工作条件

A.1 火焰原子吸收光谱仪参考工作条件

表 A.1 给出了火焰原子吸收光谱仪参考工作条件。

表 A.1 火焰原子吸收光谱仪参考工作条件

项目	工作条件
吸收线波长	217 nm
灯电流	10 mA
狭缝宽度	1.0 nm
火焰类型	空气-乙炔
空气流量	13.5 L/min
乙炔流量	2.5 L/min
背景校正	氘灯

A.2 电感耦合等离子体发射光谱仪参考工作条件及分析波长

表 A.2 给出了电感耦合等离子体发射光谱仪参考工作条件。

表 A.2 电感耦合等离子体发射光谱仪参考工作条件

项目	工作条件
射频功率	1 300 W
等离子体流量	12 L/min
雾化器气体流量	0.65 L/min
辅助气流量	1.0 L/min
样品吸收率	1.5 mL/min
稳定时间	30 s
总采集时间	70 s

在使用电感耦合等离子体发射光谱仪测定时，宜特别注意样品中可能存在的共存元素对目标元素分析谱线的光谱干扰，不同的分析波长的灵敏度和干扰情况有较大差异，当存在选定分析波长存在干扰且没有合适的校正方法时，建议更换分析波长或选用其他仪器方法进行测定。表 A.3 给出了电感耦合等离子体发射光谱仪测定铅元素的推荐分析波长和可能存在光谱干扰元素。

表 A.3　电感耦合等离子体发射光谱仪测定铅元素的分析波长和干扰元素

元素	分析波长/nm	干扰元素
Pb	220.353	Al、Co、Fe、Ti
	283.305	Cr、Fe

附 录 B
（资料性）
混合测试结果判定指南

B.1 总则

混合测试是针对物理形态和化学成分相似的同类材料试样进行的筛选性质的测试方法，其主要目的在于提高检测效率并降低测试成本。

混合测试不是用于解决试样量不足的问题，若某份试样因质量不足无法进行单独测试，则同样不能混合测试。

混合测试的结果具有一定的不确定性，因此，在使用混合测试结果进行判定时，宜引入适当的安全系数，以确保潜在的不合格材料不会因混合而被误判为合格。

本附录提供了混合测试结果的判定方法，通过比较混合测试中各单个试样总铅含量的理论最大值（w_{max}）与设定的行动限量（L_{act}），判断是否需要进一步分别对混合测试涉及的单一测试试样进行单独测试。

B.2 平均含量和最大含量的计算

当混合测试样品溶液中铅有检出时，通常需要同时计算混合测试的总铅平均含量和单种试样的总铅最大含量，平均含量反映混合测试的平均含量水平，最大含量则是假定混合测试总铅仅仅来自样品量最小单一测试试样，其他混合测试的测试试样不含铅。总铅平均含量和单种试样中总铅最大含量分别通过公式（B.1）和公式（B.2）进行计算。

$$w_{avg}=\frac{(\rho_1-\rho_0)\times V\times f}{m_{tot}} \qquad \cdots\cdots(B.1)$$

$$w_{max}=\frac{(\rho_1-\rho_0)\times V\times f}{m_{min}} \qquad \cdots\cdots(B.2)$$

式中：

w_{avg} ——混合测试试样中总铅平均含量，单位为毫克每千克（mg/kg）；

ρ_1 ——混合试样溶液中铅的质量浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

ρ_0 ——空白试验溶液中铅的质量浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

V ——定容溶液的体积，单位为毫升（mL）；

f ——消解溶液稀释倍数；

m_{tot} ——混合测试试样的总质量，单位为克（g）；

w_{max} ——单种试样中总铅最大含量，单位为毫克每千克（mg/kg）；

m_{min} ——单种试样的最小质量，单位为克（g）。

B.3 结果判定

计算得出混合测试试样中单种试样中总铅的最大含量（w_{max}）后，依据该结果决定是否需要进一步进行单独测试。由于混合测试具有诸多不确定性，在评估混合测试结果时，需应用足够的安全系数，以考虑称量误差以及分析过程中各步骤误差的累积，从而确保不会将实际不合格的试样误判为合格。因而定义一个变量“安全系数”，便保证非相容材料得到正确合格评定。

根据公式（B.3）进行判定：

$$L_{act}=L\times F \qquad \cdots\cdots(B.3)$$

式中：

L_{act} ——行动限量，单位为毫克每千克(mg/kg)；

L ——法规限量，单位为毫克每千克(mg/kg)；

F ——安全系数，范围为：0～100%。

当 $w_{max}<L_{act}$，不需要进行单独测试，全部单一测试试样符合法规限量要求；当 $w_{max}\geqslant L_{act}$，需要拆分后分别单独测试，以确定单一测试试样符合法规限量要求。

注：考虑到检测能力、不同实验室的差异性和材料的多样性。实验室根据其经验和累积的历史数据选取合适的安全系数。本文件推荐80%作为安全系数，该安全系数以实际的总铅的分析结论为基础。

B.4 示例

ASTM F963-23 美国玩具标准对玩具基材中的总铅规定了最大限量为 100 mg/kg，安全系数设定为 80%，即 80 mg/kg 可以认为是考虑安全系数后的行动限量，即含量大于或等于 80 mg/kg 的混合测试试样必须单独测试各组成部分。假设从黄色、红色和蓝色塑料的混合测试以及金色金属(顶部)，金色金属(底部)和金色金属(拉链齿)的 2 组混合测试中得到的铅含量数据见表 B.1。

表 B.1 两类材料的混合测试试样中铅的试验结果

测试试样	测试试样质量 g	安全限 L_{act} mg/kg	混合测试试样的分析结果 mg/L	总铅平均含量 w_{avg} mg/kg	单种试样中总铅的最大含量 w_{max} mg/kg
塑料的混合测试	0.200 0	80	0.120	15.0	48.4
黄色塑料	0.062 0	80	—	—	—
红色塑料	0.068 0	80	—	—	—
蓝色塑料	0.070 0	80	—	—	—
金属的混合测试	0.215 4	80	0.336	39.0	121
金色金属(顶部)	0.069 7	80	—	—	—
金色金属(底部)	0.073 8	80	—	—	—
金色金属(拉链齿)	0.071 9	80	—	—	—

在表 B.1 中，可以看出，塑料的混合测试试样的总铅平均含量 w_{avg} 为 15.0 mg/kg，单种试样中总铅的最大含量 w_{max} 为 48.4 mg/kg，w_{max} 未超过安全限(80 mg/kg)，不需要进行单独测试。金属的混合测试试样的总铅平均含量 w_{avg} 为 39.0 mg/kg，单种试样中总铅的最大含量 w_{max} 为 121 mg/kg。w_{max} 超过安全限(80 mg/kg)，因此拆分为 3 个不同部位金色金属重新单独测试，以确定各单一测试试样是否符合法规限量要求。

附 录 C
（资料性）
从实验室间试验结果得到的精密度数据

由 10 家实验室对 4 种材料的 1 个水平的试样进行测定，按 GB/T 6379.2 计算精密度，结果见表 C.1。

表 C.1 方法的精密度

单位为毫克每千克

材料	含量水平	重复性限 r	再现性限 R
涂层	284	7.11	46.9
塑料	135	9.68	22.6
金属	406	32.2	50.0
玻璃	76.0	9.20	15.9

参 考 文 献

[1] GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第2部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法

[2] GB/T 13452.1 色漆和清漆 总铅含量的测定 火焰原子吸收光谱法

[3] SN/T 2046—2015 塑料及其制品中铅、汞、铬、镉、钡、砷、硒、锑的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

[4] SN/T 3249—2012 仿真饰品 铅、镉、钡含量的测定 火焰原子吸收光谱法

[5] ASTM F963-23 Standard Consumer Safety Specification for Toy Safety

[6] CPSC-CH-E1001-08.3 Standard Operating Procedure for Determining Total Lead (Pb) in Children's Metal Products (Including Children's Metal Jewelry)

[7] CPSC-CH-E1002-08.3 Standard Operating Procedure for Determining Total Lead (Pb) in Nonmetal Children's Products

[8] CPSC-CH-E1003-09.1 Standard Operating Procedure for Determining Lead (Pb) in Paint and Other Similar Surface Coatings