

《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中 金属迁移量的测定》

编制说明

(征求意见稿)

编制单位：中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院

编制日期：2026 年 1 月

《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中 金属迁移量的测定》 编制说明（征求意见稿）

一、任务来源

（一）任务来源

本标准由中国化工学会提出并归口，由中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院牵头制定。根据中国化工学会化会字（2024）第 37 号文《关于《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中金属迁移量的测定》团体标准立项的通知》，于 2024 年 7 月 1 日下达《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中金属迁移量的测定》团体标准制定项目，计划号 T/CIESC 161-2024，项目周期 24 个月。

（二）标准制定的目的和意义

制定目的：建立团体标准用于测定生活饮用水输水用塑料管道、管件及其接头内表面金属迁移量。

制定意义：生活饮用水输水用塑料管道材料不应影响饮用水的质量。然而，输水管道中的可迁移元素，特别是金属元素，会影响水质，危害人体健康。许多国家都限制了供水塑料管中可迁移金属的总量。目前国际上在检测塑料管道、管件、接头中可迁移金属时，没有相应的标准可参考，导致数据存在偏差。本提案旨在建立塑料管道、管件及接头中可迁移金属的测定方法标准，统一金属迁移试验方法，使得数据之间具有可比性。

二、起草工作简要过程

按照中国化工学会标准制修订程序的要求，《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中金属迁移量的测定》团体标准的编制完成了以下工作：

（一）资料的收集

在标准编制过程中，起草工作组收集了以下资料：

— ISO 8795:2001 用于输送人类饮用水的塑料管道系统 迁移评估 塑料管材、管件及其接头的迁移值测定

— ISO 3114 供应饮水用的硬聚氯乙烯管材-铅及锡的萃取试验方法

— GB/T 5836.1-2018 建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材

— GB/T 17219-1998 生活饮用水输配水设备防护材料卫生安全评价规范

（二）标准的起草

1. 2024 年 1 月至 2024 年 3 月，工作组完成标准的前期预研工作，通过现场调研北七家建材批发市场、朝阳区民乐建材市场、西三旗百汇板材五金建材批发市场等活动，了解市场输配水管材的类型、材质、使用情况，收集不同种类的管材、管件及接头样品。

2. 2024 年 4 月，召开标准启动会，成立起草工作组，启动《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中金属迁移量的测定》的团体标准编制工作，根据起草工作组共同探讨，完成《塑料管道系统-塑料管道、管件及接头中金属迁移量的测定》标准初稿。
3. 2024 年 5 月至 2024 年 6 月，起草工作组对搜集到的具有代表性的管材样品进行了大量试验，经过试验表明该方法适用于大部分材质管材中金属迁移量的测定。项目组以此确立了试验条件及仪器参数。
4. 2024 年 7 月，起草工作组召集 8 家实验室间验证试验单位举行线上会议设计试验方案，最终选取了 4 种管材样品，循环样品会后发放至各实验室。
5. 2024 年 8 月至 2024 年 12 月，各实验室间验证试验单位根据线上会议讨论内容和要求，开展精密度试验。起草工作组接收实验结果。
6. 2025 年 1 月至 2025 年 6 月，起草工作组编写标准的征求意见稿、编制说明等材料。

（三）主要参加单位和工作组成员

标准起草单位为中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院。具体情况如表 1 所示。

表 1 主要参加单位和工作组成员表

成员姓名	所在单位	专业方向	邮箱
霍明辰	中国石油天然气股份有限公司 石油化工研究院	分析化学	huomingchen@petrochina.com.cn

三、编写原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准的编写原则

本标准本着符合用户要求，保护消费者利益，促进对外贸易的原则；科学性、先进性、统一性的原则；标准科学合理，技术先进，具有可操作性的原则。充分考虑我国国情，与国际先进水平接轨。在编写方面符合 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》的有关标准编写基本规定，符合 GB/T 1.2—2020《标准化工作导则第 2 部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》及其他相关标准的要求，并与我国有关的法律、法规和相关标准保持协调一致。

（二）确定标准主要内容的依据

1. S/V 的选择

本标准首先规定了 $S/V \geq 5 \text{ dm}^{-1}$ ，其中 S 为被浸泡管材的表面积， V 是测试液体积。 $S/V \geq 5 \text{ dm}^{-1}$ 这个要求是参照了国际、国内相关浸泡、迁移试验标准，此规定是为模拟严苛情景，确保测出的是最大可能迁移量，为安全评估提供可靠的上限金属迁移数据；同时金属含量变高，也更容易在 ICP-MS 的检出限上，使测试结果更加科学准确。

2. 试样迁移试验参数考察

工作组选取 4 种 8 个不同的塑料管材、管件及接头用于样品前处理条件试验验证。4 种样品涵盖 PP-R、PE、PP、PE-RT 等常见的品种，项目组的样品主要采购自管道生产厂家和建材市场。

项目组经查阅国内外的相关标准和规定的前处理浸泡等步骤，通过进行相关验证试验确定了取样长度、浸泡温度、冲洗时间等参数，对不同类型浸泡液的选取、管件接头的适用性、大口径管材的适用性、不同品牌型号间仪器的适用性等进行了大量试验。综合考虑，下文设定的各条件及参数是适合本方法的。

2.1 对样品长度的考察

项目组截取不同长度的 3 种试样进行试验，通过表 2 中试验数据可以看出，管道中的镁元素分布不均匀，其他元素管道的长度对浸没试验的结果影响不大。所以项目组确定样品取样长度为 50 cm，因为可以获得足够体积的迁移液用于试验，而管道也不宜过长，会导致冲洗和温度试验步骤不易操作。

表 2 试样长度对迁移量的影响

单位：μg/L

样品	长度 (cm)	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
PP-R	10	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	0.38	0.45	32.88	<0.01	<0.01	0.83	<0.01
	20	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.15	0.24	24.12	<0.01	<0.01	1.28	<0.01
	30	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.28	0.35	23.29	<0.01	<0.01	1.74	<0.01
	40	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.28	0.39	24.81	<0.01	<0.01	1.07	<0.01
	50	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.98	0.39	18.47	<0.01	<0.01	1.74	<0.01
	100	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.53	0.22	18.06	<0.01	<0.01	1.11	<0.01
PE-a	10	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.25	0.32	7.35	0.02	0.06	1.15	<0.01
	20	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.30	0.25	5.29	<0.01	0.06	1.10	<0.01
	30	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.13	0.13	4.83	<0.01	0.04	2.16	<0.01
	50	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.27	0.13	4.16	<0.01	0.05	0.93	<0.01
	100	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.28	0.13	2.18	<0.01	0.04	1.03	<0.01

PE-b	10	0.01	<0.01	0.61	<0.01	0.08	<0.01	10.82	92.32	65.32	<0.01	1.87	0.10
	20	0.01	<0.01	0.53	<0.01	0.10	<0.01	9.87	98.52	70.90	<0.01	1.36	0.06
	40	0.02	<0.01	0.53	<0.01	0.08	<0.01	10.11	104.55	68.42	<0.01	1.90	0.05
	50	0.02	<0.01	0.54	<0.01	0.08	<0.01	10.09	102.31	73.23	<0.01	1.21	0.04
	100	0.02	<0.01	0.69	<0.01	0.09	<0.01	10.30	105.31	68.70	<0.01	1.35	0.04
注：PP-R: $d_n \times e_n$ 为 25mm \times 2.3mm, 测试液为水, S/V 为 22dm ⁻¹ ; PE-a: $d_n \times e_n$ 为 20mm \times 2.0mm, 测试液为水, S/V 为 25dm ⁻¹ ; PE-b: $d_n \times e_n$ 为 25mm \times 2.0mm, 测试液为水, S/V 为 22dm ⁻¹ 。													

2.2 对迁移液的考察

项目组又考察了不同迁移液对同一管道迁移金属的影响, 取 PP 管材 8 根, 每根 50cm 长, 分别采用水、酸性水、氯化酸性水、氯化碱性水进行浸泡试验, 通过表 3 中试验数据可以看出, 在使用不同迁移液浸泡管道后, 迁移出的各金属含量随迁移液不同而不同, 说明根据使用环境不同, 需要用与使用条件一致的迁移液试验, 才可得出有意义的结果。

表 3 不同迁移液的迁移量

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	测试液	Pb	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn
PP-1	水	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.10	3.27	<0.01	<0.01	<0.01
PP-2		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.14	7.59	<0.01	<0.01	<0.01
PP-3	酸性水	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	0.71	0.25	2.38	3.27	0.02	2.28
PP-4		0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.53	0.11	4.06	3.52	0.02	2.85
PP-5	氯化 酸性水	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.18	0.04	9.88	4.12	0.02	2.00
PP-6		0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.82	0.21	11.08	7.43	0.05	2.13
PP-7	氯化 碱性水	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	4.22	<0.01	<0.01	2.43
PP-8		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	5.13	<0.01	<0.01	1.50
注：PP管材：长度为 50cm，d _n ×e _n 为 20mm×2.0mm，S/V为 25dm ⁻¹ 。											

2.3 对浸泡温度的考察

项目组考察了本方法是否适用于管道在温水、热水中的迁移测试。从表 4 可以看出, 除了有个别镁元

素含量的数据有波动外，其他元素迁移数据都是一致的。说明该方法适用于测试不同温度下 PE-RTII管、PE管和 PP-R 管材中金属元素的迁移含量。

表 4 浸泡温度对迁移量的影响

单位：μg/L

样品	浸泡温度(°C)	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
PE-RTII	60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.34	11.98	0.16	0.02	3.83	<0.01
	60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.34	12.39	0.21	0.03	3.87	<0.01
	90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.41	27.47	0.59	0.02	5.08	<0.01
	90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.33	14.61	0.43	0.02	5.30	<0.01
PE	60	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.10	0.38	30.18	0.72	0.07	2.94	<0.01
	60	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.10	0.45	31.58	0.85	0.07	3.00	<0.01
	90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.50	0.69	35.72	0.66	0.06	4.49	<0.01
	90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.34	0.64	42.54	0.84	0.07	4.69	<0.01
PP-R	60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.27	0.40	28.21	1.44	0.02	2.64	<0.01
	60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.21	0.70	30.89	2.24	0.03	3.26	<0.01
	90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.14	0.90	45.26	1.81	0.10	4.70	<0.01
	90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.12	0.92	45.43	3.41	0.10	3.69	<0.01

注：PE-RTII：长度为 50cm， $d_n \times e_n$ 为 25mm×2.8mm，S/V 为 21dm⁻¹；
PE：长度为 50cm， $d_n \times e_n$ 为 20mm×2.0mm，测试液为水，S/V 为 25dm⁻¹；
PP-R：长度为 50cm， $d_n \times e_n$ 为 32mm×4.4mm，测试液为水，S/V 为 17dm⁻¹。

2.4 对冲洗时间的考察

项目组考察了冲洗时间对本方法的影响，选取同一 PE 管材 8 根，测试了冲洗 30 分钟和 60 分钟两种条件，数据如表 5 所示，发现数据没有显著差异。为节约试验时间和试验成本，选择使用自来水冲洗 30 分钟。

表 5 冲洗时间对迁移量的影响

单位：μg/L

样品	冲洗时间(min)	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
PE	30	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.37	0.12	1.54	<0.01	0.02	1.71	<0.01

	30	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.28	0.09	1.51	<0.01	0.05	1.15	<0.01
	30	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.76	0.11	2.27	<0.01	0.04	1.26	<0.01
	30	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.38	0.14	1.58	<0.01	0.02	1.80	<0.01
	60	0.22	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.26	0.22	2.41	<0.01	0.02	1.86	<0.01
	60	0.28	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.33	0.29	4.83	<0.01	0.05	1.71	<0.01
	60	0.39	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.25	0.26	3.50	<0.01	0.05	1.63	<0.01
	60	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.63	0.34	2.08	<0.01	0.03	1.07	<0.01

3. 试样溶液制备过程

试样不同位置迁移液金属迁移量可能略有不同，所以制备测试液时应使迁移液充分混合摇匀，再用仪器进行分析，确保测定结果合理有效。

4. 仪器参数的确定

4.1 项目组根据厂家推荐和各家仪器厂商调研后，确定了电感耦合等离子体质谱的推荐测试参数，见表 6。

表 6 推荐的仪器参数

工作参数	设定值	工作参数	设定值
功率, kW	1.50±0.10	雾化器	同心雾化器
等离子气流量, L/min	15.0±0.5	进样速率, mL/min	0.3±0.1
雾化器流量, L/min	0.7 ~ 1.2	采样深度, mm	8 ~ 10
辅助气流量, L/min	1.0±0.1	重复测量次数	≥3
氦气流量, L/min	4 ~ 10	每个峰的测量点	1 或 3
注：用户可根据仪器制造商的建议选择其他合适的参数进行测定。			

4.2 待测元素推荐的反应模式和内标物

项目组调研了仪器厂家、研究机构等多家使用 ICP-MS 的企业，各企业表示表 7 中推荐的待测元素分析模式和内标物为大部分实验室常用的选择。

表 7 待测元素推荐使用的反应模式和内标物

序号	元素	分析模式	内标物选择
1	Pb	标准模式/碰撞模式	Bi

2	Sn	碰撞模式	In
3	Sb	碰撞模式	In
4	Cd	标准模式/碰撞模式	In
5	Cr	碰撞模式	Sc
6	Cu	碰撞模式	Ge
7	Ba	标准模式/碰撞模式	In
8	Mg	碰撞模式	Be
9	Al	标准模式/碰撞模式	Be
10	Ni	标准模式/碰撞模式	Sc
11	Zn	碰撞模式	Sc
12	As	碰撞模式	Ge
注：用户可根据仪器制造商的建议选择其他合适的参数进行测定。			

5. 方法适用性考察

5.1 为了验证该试验方法是否适合大部分材质管材样品，项目组首先选取 5 种 9 个不同材质种类的管材进行验证实验，9 个管材样品信息见表 8，迁移液结果见表 9。说明该方法适合各种材质种类的管材样品检测。

表 8 管材样品信息

序号	管材材质	尺寸 ($d_n \times e_n$) mm	S/V (dm^{-1})
1	PP-R	25×3.5	22
2	PP-R	110×7.5	4
3	PP-R	25×4.5	25
4	PE-100	25×2.1	19
5	PE	25×2.2	19
6	PE-RT	20×3.0	21
7	PVC-U	50×6.2	10
8	PP-R	20×3.5	31
9	PE	25×2.5	27

表 9 管材迁移液测试结果

单位：μg/L

管材材质	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
PP-R	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	78.8	<0.1	<0.1	2.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	77.9	<0.1	<0.1	2.4	<0.1
PP-R	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	76.3	<0.1	<0.1	2.2	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	78.2	<0.1	<0.1	2.0	<0.1
PP-R	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	80.2	<0.1	<0.1	3.2	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	80.6	<0.1	<0.1	3.0	<0.1
PE-100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	80.5	1.4	<0.1	8.6	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.0	81.5	1.6	<0.1	8.0	<0.1
PE	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.0	73.8	3.0	<0.1	12.5	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.4	75.8	3.1	<0.1	13.0	<0.1
PE-RT	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	74.6	1.7	<0.1	4.0	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.9	74.8	2.0	<0.1	4.2	<0.1
PVC-U	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	15.6	0.4	<0.1	4.9	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	16.0	0.4	<0.1	4.6	<0.1
PP-R	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.3	20.7	3.7	<0.1	2.2	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	21.3	3.4	<0.1	2.5	<0.1
PE	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	6.9	34.5	5.0	<0.1	3.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	7.3	33.8	5.2	<0.1	2.9	<0.1

5.2 项目组选取不同材质管件和接头，样品信息见表 10。分别用不同浸泡液浸泡，最终测试迁移液结果如表 11 所示。通过试验可以看出本方法对于管件和接头同样适用，但需要注意的是，管件和接头同样要满足 S/V 大于 5 的要求，如果浸泡液为 250 mL 左右，那么大约需要同时放入 2-5 个配件样品，并且保证其均被浸泡液没过表面。

表 10 管件、接头样品信息

序号	材质	迁移液	$d_n \times e_n$ (mm)	数量	S/V (dm^{-1})
1	PE	水	25×2.5	4	30
2	PVC-U	水	50×5.0	4	22
3	PVC-U	水	50×5.0	4	19

4	PP-R	酸性水	25×2.5	4	22
5	PVC	酸性水	20×2.5	4	20
6	PE	酸性水	20×3.0	4	26
7	PVC-U	酸性水	20×2.5	4	19
8	PP-R	酸性水	25×3.0	4	24
9	PB	水	34×5.0	2	9
10	PE-RT	氯化碱性水	27×4.0	2	7

表 11 管件、接头试验结果

单位：μg/L

序号	材质	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
1	PE	2.50	0.70	0.11	0.04	0.26	5.22	4.03	153.95	32.86	2.51	58.96	2.52
2	PVC-U	0.01	0.04	0.01	0.01	0.03	0.12	0.73	43.38	6.37	0.11	9.71	0.04
3	PVC-U	2.11	0.04	0.01	0.06	0.02	0.74	1.11	36.86	3.90	0.34	18.86	0.03
4	PP-R	1.42	0.03	0.07	0.05	0.24	2.36	1.94	13.06	11.9	2.02	14.24	2.55
5	PVC	17.30	0.03	0.02	0.01	<0.01	0.52	1.27	59.02	<0.01	1.68	25.36	0.12
6	PE	7.13	0.04	0.12	0.06	0.42	13.92	4.16	116.71	49.96	8.07	63.76	0.16
7	PVC-U	240.03	0.02	0.02	0.05	0.11	1.72	4.62	77.05	15.01	0.51	17.75	0.14
8	PP-R	1.87	<0.01	0.01	0.04	0.09	0.83	1.11	19.94	7.43	0.48	29.55	0.55
9	PB	<0.01	0.08	0.11	0.07	0.02	0.24	0.63	23.94	<0.01	0.04	6.73	<0.01
10	PE-RT	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	0.25	0.18	1.81	10.90	<0.01	0.07	13.30	0.02

5.3 为了验证该试验方法是否适合不同型号的仪器，项目组选取市场占有率较高的具有代表性的三个厂家的仪器对管材浸泡液进行验证实验，分别配制 3 种不同浸泡液并建立相应标准曲线，迁移液测试结果见表 13-表 16，除镁元素外，大多数元素重复性良好，说明该方法适用于市场中各主流仪器型号。

表 13 纯水迁移液测试结果（冷水）

单位：μg/L

仪器型号	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

8900	0.02	0.03	<0.01	<0.01	0.01	0.11	0.03	2.95	<0.01	0.10	1.05	<0.01
	0.04	0.02	<0.01	<0.01	0.01	0.11	0.10	2.06	<0.01	<0.01	1.54	<0.01
NexION 5000G	<0.01	0.08	<0.01	0.01	<0.01	0.18	0.13	1.92	<0.01	0.01	0.77	<0.01
	<0.01	0.06	<0.01	0.01	0.01	0.27	0.16	4.99	<0.01	0.61	2.89	<0.01
iCAP RQ	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.01	0.08	0.17	11.69	<0.01	0.05	1.22	<0.01
	0.01	0.08	<0.01	<0.01	0.01	0.07	0.08	2.00	<0.01	<0.01	1.53	<0.01
注：使用纯水浸泡PE-c管，建立水标准曲线测试。												

表 14 酸性水迁移液测试结果（冷水）

单位：μg/L

仪器型号	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
8900	<0.01	0.23	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3.08	134.06	<0.01	0.09	<0.01	<0.01
	<0.01	0.14	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	4.49	125.63	<0.01	0.03	<0.01	0.09
NexION 5000G	<0.01	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	4.00	127.22	<0.01	0.09	<0.01	<0.01
	<0.01	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3.20	149.72	<0.01	0.06	<0.01	0.02
iCAP RQ	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.86	158.59	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3.92	129.10	<0.01	0.31	<0.01	<0.01
注：使用酸性水浸泡PVC-U管，建立酸性水标准曲线测试。												

表 15 碱性水迁移液测试结果（冷水）

单位：μg/L

仪器型号	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
8900	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.41	8.26	78.84	<0.01	0.02	0.36	0.17
	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.24	7.15	77.26	<0.01	0.03	1.42	0.06
NexION 5000G	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	5.62	80.36	<0.01	0.06	1.59	0.31
	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	5.73	81.02	<0.01	0.02	1.66	0.31
iCAP RQ	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.10	7.35	74.84	<0.01	<0.01	1.05	0.11
	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.22	10.89	74.66	<0.01	<0.01	1.72	0.03
注：使用碱性水浸泡PP-R-a管，建立碱性水标准曲线测试。												

表 16 纯水迁移液测试结果（温水）

单位: $\mu\text{g/L}$

仪器型号	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
8900	0.02	0.03	<0.01	<0.01	0.05	0.04	0.29	11.14	0.97	<0.01	1.89	<0.01
	0.02	0.03	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.30	11.60	1.06	<0.01	1.02	<0.01
NexION 5000G	<0.01	0.01	<0.01	0.02	0.10	<0.01	0.42	10.74	1.04	0.17	1.94	<0.01
	<0.01	0.03	<0.01	0.01	0.09	<0.01	0.34	9.94	1.04	0.15	1.12	<0.01
iCAP RQ	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.13	0.24	8.90	0.81	0.04	0.91	<0.01
	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.06	0.12	0.32	10.02	1.00	0.04	2.21	<0.01
注: 使用纯水在 60℃ 浸泡 PE-RT II 管, 建立水标准曲线测试。												

6. 实验室循环比对试验

由于实际样品金属分布不均匀且无法制得足量均质样品, 我们未按照常规程序进行精密度试验。为了评估方法的实际效果, 项目组征集 8 个实验室 (A-H), 对 4 个有代表性的管材样品开展实验室循环比对试验。每个试样重复测定 2 次, 结果保留至小数点后 1 位。

6.1 参加实验室循环比对试验的单位

参加本次循环比对试验的单位及仪器信息见表 17。

表 17 循环比对试验实验室名单

实验室序号	实验室名称	仪器型号
1	中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院	8900
2	中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院	NexION 5000G
3	中国石化北京化工研究院	NexION 5000G
4	安捷伦有限公司 (北京)	8900
5	安捷伦有限公司 (上海)	8900
6	珀金埃尔默	NexION 5000G
7	广州质量监督检验研究院	7900
8	中石化石油化工科学研究院	iCAP RQ

6.2 试样选择

选择了一些代表性的塑料管材, 使这些样品种类尽可能覆盖本标准所描述的检验能力和范围, 以保证标准验证结论的科学性。

表 18 循环测试样品信息

序号	样品名称	样品类型	长度 (m)	尺寸 ($d_n \times e_n$) mm	S/V (dm^{-1})	测试液	浸泡温度 ($^{\circ}\text{C}$)	浸泡时间 (h)
1	12#	PE	0.5	25×2.3	20	水	23±2	72±1
2	13#	PVC-U	0.5	25×2.0	19	酸性水	23±2	72±1
3	14#	PP-R	0.5	20×2.3	27	碱性水	23±2	72±1
4	15#	PE-RT	0.5	25×2.8	21	水	60±2	24±1

6.3 实验室循环比对试验结果

循环比对试验原始数据见表 19-表 26。

表 19 实验室 A 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	9.8	<0.1	<0.1	8.1	<0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	15.0	<0.1	<0.1	6.7	<0.1
13#	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.8	5.6	148.0	<0.1	1.1	<0.1	0.3
	1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.7	5.3	218.0	<0.1	1.3	<0.1	0.3
14#	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.9	1.2	4.8	1.3	0.5	0.4	<0.1
	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.9	1.3	4.3	1.4	0.5	0.4	<0.1
15#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.2	<0.1	<0.1	2.0	0.1
	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.2	<0.1	<0.1	2.1	0.1

表 20 实验室 B 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	14.1	<0.1	<0.1	5.0	<0.1
	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	13.4	<0.1	<0.1	6.3	<0.1
13#	1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	4.8	133.0	<0.1	0.9	<0.1	0.3
	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.2	3.3	80.0	<0.1	0.6	<0.1	0.3
14#	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.9	1.4	9.0	2.5	0.5	1.2	<0.1

	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.9	1.4	11.0	2.0	0.5	0.8	<0.1
15#	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.5	<0.1	<0.1	1.9	0.1
	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.8	<0.1	<0.1	2.5	0.1

表 21 实验室 C 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	14.9	<0.1	<0.1	9.2	<0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	6.9	<0.1	<0.1	8.7	<0.1
13#	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	4.6	156.0	<0.1	0.3	<0.1	0.4
	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	5.1	171.0	<0.1	0.3	<0.1	0.4
14#	1.2	<0.1	<0.1	1.7	0.9	1.5	1.4	4.3	1.3	1.5	1.3	<0.1
	1.2	<0.1	<0.1	1.7	0.7	1.3	1.5	1.0	1.6	1.4	1.1	<0.1
15#	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.2	<0.1	<0.1	2.4	0.1
	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.1	<0.1	<0.1	1.8	0.1

表 22 实验室 D 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	6.9	<0.1	0.1	8.7	<0.1
	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	11.2	<0.1	0.1	9.6	<0.1
13#	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	3.3	90.0	<0.1	0.4	<0.1	0.3
	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	4.0	142.0	<0.1	0.3	<0.1	0.5
14#	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.9	1.6	11.0	2.5	0.5	1.2	<0.1
	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.9	1.5	8.3	2.2	0.5	1.4	<0.1
15#	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.2	<0.1	<0.1	1.5	0.1
	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.5	<0.1	<0.1	2.0	0.1

表 23 实验室 E 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	4.2	<0.1	0.1	8.5	<0.1
	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	4.7	<0.1	0.2	7.8	<0.1
13#	1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	3.2	87.0	<0.1	0.5	<0.1	0.1
	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.6	161.0	<0.1	0.2	<0.1	0.2
14#	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	1.1	1.7	13.0	4.4	0.5	1.9	<0.1
	1.2	<0.1	<0.1	0.8	1.3	1.0	1.7	10.0	4.8	0.5	1.6	<0.1
15#	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.6	<0.1	<0.1	2.2	0.1
	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.0	<0.1	<0.1	1.8	0.1

表 24 实验室 F 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	3.3	<0.1	<0.1	6.8	<0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	2.3	<0.1	<0.1	7.9	<0.1
13#	0.8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	3.6	90.0	<0.1	0.3	<0.1	0.3
	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.8	140.0	<0.1	0.4	<0.1	0.4
14#	1.1	<0.1	<0.1	0.5	0.7	0.1	0.9	3.6	2.7	0.4	0.4	<0.1
	1.1	<0.1	<0.1	0.6	0.9	0.2	1.0	7.4	2.1	0.4	0.7	<0.1
15#	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.6	<0.1	<0.1	1.0	0.1
	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.1	<0.1	<0.1	1.3	0.1

表 25 实验室 G 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As

12#	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	1.2	<0.1	<0.1	6.5	<0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.9	<0.1	<0.1	7.5	<0.1
13#	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.0	107.0	<0.1	0.2	<0.1	0.2
	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.4	109.0	<0.1	0.2	<0.1	0.1
14#	0.9	<0.1	<0.1	0.6	1.0	1.1	1.1	3.6	1.4	0.4	0.8	<0.1
	1.1	<0.1	<0.1	0.7	0.8	1.0	1.0	3.1	1.2	0.4	1.0	<0.1
15#	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.9	<0.1	<0.1	1.3	0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.0	<0.1	<0.1	1.9	0.1

表 26 实验室 H 原始数据

单位: $\mu\text{g/L}$

样品	迁出物含量											
	Pb	Sn	Sb	Cd	Cr	Cu	Ba	Mg	Al	Ni	Zn	As
12#	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	1.6	<0.1	<0.1	7.8	<0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.7	<0.1	<0.1	8.2	<0.1
13#	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.3	80.0	<0.1	0.3	<0.1	0.2
	0.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	3.7	86.0	<0.1	0.3	<0.1	0.2
14#	1.2	<0.1	<0.1	1.7	0.5	1.4	1.5	1.0	0.8	1.5	1.1	<0.1
	1.2	<0.1	<0.1	1.7	0.8	1.5	1.5	0.8	1.2	1.4	1.0	<0.1
15#	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.0	<0.1	<0.1	2.1	0.1
	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.8	<0.1	<0.1	2.3	0.1

各实验室数据结果相差不大,可见本标准规定的各项步骤和仪器参数等实验条件科学合理,具有很好的执行性和准确性。

四、技术经济分析论证和预期的经济效益

暂无。

五、采用国际标准和国外先进标准情况及水平对比

暂无。

六、与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

符合现行法律、法规、规章制度的要求，与现行相关标准，特别是强制性标准协调一致。

七、贯彻实施标准的措施和建议

1. 建议标准实施日期为：自发布起 2 个月。

2. 针对标准使用的不同对象，有侧重点地进行标准的培训和宣贯。建议秘书处组织宣贯，起草单位或秘书处在相关行业会议上介绍该标准的内容，使业内各企业熟悉该标准。

八、其它应予以说明的事项

暂无。