

# 能量色散型 X 射线荧光光谱仪分析内墙涂料中的重金属

EDX-038

**摘要：**城市建设规模的扩大增加了对建筑材料的需求，建筑用内墙涂料具有装饰墙面作用，可以美化人们的工作和生活环境。随着科技和生活水平的提高，人们对涂料提出了更多、更高的要求，对绿色环保涂料的有毒有害物质重金属限量也提出了要求。重金属可以引起人身体健康的损害，内墙涂料中含有的重金属是潜在的污染源，国家标准规定了涂料中重金属的限量。能量色散型 X 射线荧光分析仪快速无损的分析方法，可以快速筛选分析涂料中重金属含量，为涂料质量检测提供科学的数据。

**关键词：**建筑用内墙涂料 重金属 能量色散型 X 射线荧光分析仪

城市建设的高速发展，城建设施是硬件基础，对建筑材料的需求量快速增加。墙面涂料被用于建筑墙面起到装饰和保护的作用，使建筑墙面美观整洁，同时也能够起到保护建筑墙面，延长其使用寿命的作用。墙面涂料包括内墙涂料和外墙涂料两大部分。内墙涂料注重装饰和环保，外墙涂料注重防护和耐久。内墙涂料的制作成分中基本上由水、颜料、乳液、填充剂和各种助剂组成，一般为水溶性乳液涂料漆。随着人们生活水平的日益提高，对贴近生活的墙面涂料的功能和环保提出了更多的要求。

2020 年 03 月 04 日国家标委会发布了 GB18582-2020《建筑用墙面涂料中有害物质限量》，该标准将取代 GB18582-2008《室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量》、GB24408-2009《建筑用外墙涂料有害物质限量》。新国标更新了建筑用墙面涂料有害物

质限量的要求，新标准中规定了建筑涂料色漆和腻子中重金属的要求，具体为总 Pb ≤ 90ppm；可溶性重金属：Cd ≤ 75ppm、Cr ≤ 60ppm、Hg ≤ 60ppm。

涂料中重金属的分析方法有 ICP-OES 等化学分析法，样品需要进行分析前处理。本文选用了市售的内墙涂料为样品，采用岛津能量色散型 X 射线荧光光谱仪筛选分析，建立涂料中重金属含量与测试强度的函数关系，可以快速完成涂料中的重金属的直接筛选分析，无需进行样品前处理。X 射线荧光光谱仪重金属筛选分析结果为元素总量，墙面涂料国标中的规定包含有可溶性重金属总量要求，筛选分析结果不大于可溶性重金属元素限制值，则可溶性量也在总量的控制范围内，即重金属元素分析总量不超标的话，溶出量肯定不超标，筛选测试判定标准也可以制订严于国标要求，实现快速筛查分析的目的。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 EDX-7000 能量色散型 X 射线荧光分析仪。



## 1.2 分析条件

靶材：Rh

准直器：10mm

电流：Auto

滤光片：1#、3#、4#

电压：30, 50kV

分析时间：100s

## 1.3 实验样品

取市售建筑用内墙涂料作为实验空白样品，表 1 中的 6# 为空白样品，空白样品重金属总量经过化学分析得到。取空白样品准确添加标准溶液，配成有梯度的系列标准样品，为制作曲线用途。实验配置的标准样品信息见表 1。

序号	Pb	Cd	Cr	Hg
1#	155	25	106	20
2#	121	50	80	42
3#	90	76	61	61
4#	60	101	40	79
5#	30	125	21	100
6#	7	0	10	0

## 1.4 样品前处理

涂料实验样品为无定型的流体样品，测试时需要放置在装有迈拉膜的样品杯中，实验采用 PE 保鲜膜和迈拉膜固定放置，PE 膜经测试无重金属元素存在，样品处理见图 1。



图 1 实验样品的处理

## ■ 结果与讨论

### 2.1 工作曲线

采用配置的标准样品，在岛津 EDX-7000 仪器上登记测试强度，计算各测试重金属元素含量与测试强度的线性关系，各重金属元素工作曲线见图 2。

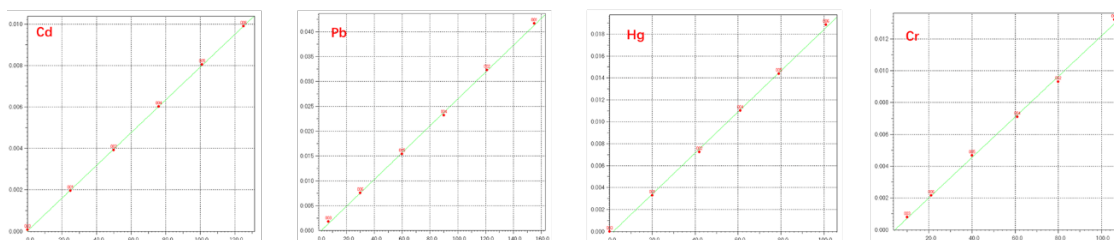


图 2 工作曲线

## 2.2 检出限和定量限

使用内墙涂料空白样品连续测试 10 次，统计测试数据，按照统计数据标准偏差的 3 倍作为检测下限，检测下显得 3 倍作为定量下限，计算得到重金属元素的检测限和定量限，具体见表 2。

元素	ppm				
	Cd	Pb	PbLa	Hg	Cr
检出限	1.5	1.5	1.5	0.3	3.9
定量限	4.5	4.5	4.5	0.9	11.7

## 2.3 分析稳定性

取含量接近涂料国家标准中重金属限值的样品，连续分析 10 次，计算得到测试元素分析结果的稳定性，分析结果稳定性统计见表 3。

样品	ppm				
	Cd	Pb	PbLa	Hg	Cr
3#(01)	76.5	86.2	89.1	61.0	63.6
3#(02)	77.9	89.3	89.2	61.4	65.6
3#(03)	77.7	88.6	92.4	61.8	65.1
3#(04)	79.7	88.2	91.3	61.7	62.8
3#(05)	79.0	90.2	90.9	64.2	61.0
3#(06)	75.7	90.1	90.0	59.3	58.8
3#(07)	77.6	90.5	92.3	62.7	62.5
3#(08)	77.6	89.6	93.9	63.9	65.0
3#(09)	79.0	91.5	92.0	60.8	62.1
3#(10)	78.4	91.9	92.1	60.2	64.5
平均	77.9	89.6	91.3	61.7	63.1
标准偏差	1.2	1.7	1.5	1.5	2.1
C.V.(%)	1.5	1.9	1.7	2.5	3.4

## 2.4 分析准确性

使用涂料分析条件分析对照样品，验证工作曲线的准确性，验证样为市售内墙涂料，添加标准液得到已知含量的样品，分析结果的准确性对比见表 4。

样品	项目	ppm				
		Cd	Pb	PbLa	Hg	Cr
S1	分析值	13.7	19.2	18.1	10.9	13.3
	参考配比值	14.6	19.2	19.2	11.8	13.0
	误差	-0.9	0.0	-1.1	-0.9	0.3
S2	分析值	39.7	41.9	42.2	27.9	28.5
	参考配比值	38.4	45.5	45.5	30.0	30.1
	误差	1.3	-3.6	-3.3	-2.1	-1.6

	分析值	51.3	57.9	59.5	39.7	43.1
S3	参考配比值	52.4	62.7	62.7	43.0	43.3
	误差	-1.1	-4.8	-3.2	-3.3	-0.2
	分析值	90.6	106.2	106.1	73.5	77.7
S4	参考配比值	90.5	108.6	108.6	71.7	74.3
	误差	0.1	-2.4	-2.5	1.8	3.4

## 2.5 结果讨论

利用能量色散型 X 射线荧光光谱仪筛选分析内墙涂料中的重金属含量，实验结果显示，重金属元素检出限在 5ppm 以下，分析稳定性优于 5%，分析误差小，可以满足墙面涂料国标重金属限量值的筛选测试要求。

## ■ 结论

岛津能量色散型 X 射线荧光光谱仪筛选分析内墙涂料中的重金属含量，无需复杂前处理，具有分析过程简单、分析速度快、分析数据稳定性好、分析误差小、分析灵敏度高、无环境负担的优点，分析性能满足墙面涂料国标对重金属限量的筛选要求，适合实验室和现场的快速筛查分析，为涂料质量控制和科研提供科学的参考依据。

岛津应用云

