

能量色散型 X 射线荧光光谱仪分析离型膜中含硅离型剂涂布量

EDX-047

摘要：离型膜表面涂布的离型剂，可以有效降低离型膜的剥离力。离型膜中离型剂的涂布量，影响到离型膜的离型效果、生产成本、涂布质量等。能量色散型 X 射线荧光光谱仪，通过分析离型膜表面涂布的含硅离型剂中的硅的强度，计算得到含硅离型剂涂布量与硅测试强度的曲线，可用于离型膜表面离型剂涂布量的分析。该分析方法具有分析灵敏度高，分析数据稳定，分析准确度好的优点，分析过程无损快速，分析样品无需特别处理，适用于生产质量控制分析。

关键词：离型膜 硅油涂布量 能量色散型 X 射线荧光分析仪

离型膜是指薄膜表面能有区分的薄膜，离型膜与特定的材料在有限的条件下接触后不具有粘性，或轻微的粘性。离型膜广泛应用于不干胶标签、压敏胶胶带、黏性物质的包装以及屏幕保护膜等领域。离型薄膜材料的底材可能是 PET、PE、PP，或者是纸质材料。将含硅离型剂涂布在于薄膜原料的表层上，以降低薄膜材料的附着力，来达到减少且稳定离型力的目的。最常用到的离型剂材料由甲基硅油、交联剂、固化剂等组成。甲基硅油又称环状聚二甲基硅氧烷，通用化学式 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}[(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_n\text{-Si}(\text{CH}_3)_3$ ，不同原料供应商的产品可能存有差异性。

经过含硅离型剂涂布而成的硅油离型膜，据相关研究表明，离型剂涂层涂布量低于 1.6 g/m^2 时，离型力随着涂布量的增加迅速降低。当涂布量大于 1.6 g/m^2 小于 2.0 g/m^2 时，随着涂布量的增加，剥离力

缓慢降低；当涂布量超过 2.0 g/m^2 之后，离型剂涂层的剥离力达到一个平衡值，随着涂布量的增大，离型力下降非常缓慢直至不再降低。离型剂分为溶剂型和无溶剂型，溶剂型含硅离型剂的涂布量约为 $0.30\sim 0.80 \text{ g/m}^2$ ，无溶剂型含硅离型剂的涂布量约为 $0.1\sim 1.30 \text{ g/m}^2$ 。离型剂涂层的厚度和涂布均匀程度，都会影响到离型膜的剥离性能，需要对离型剂涂布量进行专业的检测。

岛津 EDX-7000 能量色散型 X 射线荧光分析仪，通过分析到离型剂组成材料硅油中硅的荧光强度 SiKa，由于 SiKa 测试强度与含硅离型剂涂布量成线性关系，计算可得到含硅离型剂涂布量的工作曲线。该分析方法可对离型膜中含硅离型剂涂布量直接进行无损测试，样品无需特别处理，分析过程速度快，适用于工厂离型膜中含硅离型剂涂层涂布量质量控制分析。

■ 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

氛围：大气 准直器：10 mm
靶材：Rh 滤光片：None
电压：15 kV 电流：Auto
DT：30% 分析时间：100 s

1.3 实验样品

实验用到系列含硅离型剂涂布的有值实验样品，实物参考图片见图 1。



图 1 含硅离型剂涂布实验样品

含硅离型剂涂布的实验样品离型剂涂布量信息见表 1。

表 1 实验样品信息 (g/m²)

样品名称	离型剂涂布量
C1	0.035
C2	0.235
C3	0.486
C4	0.848
C5	1.122
C6	1.415
C7	1.594

1.4 样品前处理

实验样品无需特别处理，直接放置在仪器室的测试孔中分析，注意不要加膜测试。

■ 结果与讨论

2.1 工作曲线

使用新建立的分析条件，测试部分含硅离型剂涂布的实验样品中 SiKa 的强度，建立含硅离型剂涂布量与 SiKa 测试强度的工作曲线，工作曲线见图 2。

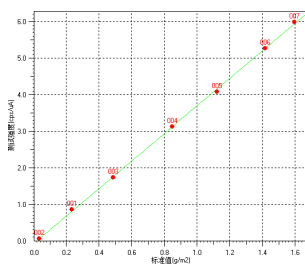


图 2 工作曲线

2.3 检出下限

使用校准工作曲线的分析条件，分析空白样品，连续分析样品 10 次，计算分析数据的 3σ 为检出下限，检测下限见表 2。

表 2 离型剂涂布量检测下限 (g/m²)

检测项目	离型剂涂布量
检出下限	0.0015

2.4 分析稳定性

采用校准的含硅离型剂涂布工作曲线，分析含硅离型剂涂布的实物样品，各样品连续分析 10 次，统计分析结果的稳定性见表 3。

表 3 离型剂涂布样品分析稳定性 (g/m²)

次数	样品	分析稳定性 (g/m ²)		
		S1	S2	S3
1		0.154	0.431	0.881
2		0.154	0.431	0.877
3		0.156	0.428	0.878
4		0.155	0.427	0.884
5		0.155	0.428	0.879
6		0.155	0.429	0.875
7		0.157	0.427	0.875
8		0.156	0.426	0.873
9		0.158	0.432	0.873
10		0.156	0.428	0.872
AVE		0.156	0.429	0.877
Std		0.001	0.002	0.004
RSD, %		0.81	0.47	0.44

2.5 分析准确度

采用校准的含硅离型剂涂布工作曲线，分析含硅离型剂涂布实物样品，对比分析结果的准确度，分析结果统计见表 4。

表 4 离型剂涂布样品分析准确性比较

样品名称	测试值 (g/m ²)	参考值 (g/m ²)	相对误差 (%)
M1	0.362	0.373	2.9
M2	0.655	0.671	2.4
M3	0.873	0.886	1.5
M4	1.282	1.296	1.1
M5	1.783	1.731	-3.0

2.6 结果讨论

岛津能量色散型 X 射线荧光光谱仪 EDX-7000，分析离型膜中含硅离型剂的涂布量，检测下限低，表明该分析方法有较好的检测灵敏度；不同含量的样品重复性分析，分析结果 CV 值优于 1%；分析准确度实验结果显示分析结果的相对误差在 5% 以下，可用于离型膜中含硅离型剂涂布量的分析。

■ 结论

利用岛津能量色散型 X 射线荧光光谱仪 EDX-7000，分析离型膜中含硅离型剂的涂布量，分析具有灵敏度高、分析数据稳定性好、分析结果准确度好的优点。分析过程无需破坏样品，能直接进行分析，分析过程简单，分析速度快，无环境负担。可应用于工厂生产质量控制分析。

岛津应用云

