



中国电子技术标准化研究院
China Electronic Standardization Institute



GB/T 39560《电子电气产品中某些物质的测定》序列标准解读

——概述，拆分与机械制样和XRF筛选

高坚

2021-4-20

主要内容



- 1 标准制定背景
- 2 序列标准制定总体情况介绍
- 3 标准解读



标准制定背景

标准制定背景



- ❖ 欧盟RoHS 2.0和中国修订版《电器电子产品有害物质限制使用管理办法》，更多有害物质种类被限制使用，同时也出现更先进快速的新型检测技术（Py-GC/MS,C-IC等筛选技术）
 - ❖ 目前国内电子电气产品有害物质检测领域国家标准GB/T 26125:2011等同转化国际标准IEC 62321:2008。而国际标准IEC 62321已经按检测技术和限制物质种类修订并发布了10个序列标准
 - ❖ 为了适应产业对应对新种类有害物质限制要求和新型检测技术发展，制定GB/T 39560《电子电气产品中某些物质的测定》国家序列标准，等同采用IEC 62321序列标准，保持我国有害物质检测技术及结果的国际一致
-



2

序列标准制定总体情况介绍

本次制定的9项GB/T39560国家标准



序号	标准号	标准名称	等同采标情况	状态
1	GB/T 39560.1-2020	电子电气产品中某些物质的测定 第1部分：介绍和概述	IEC62321-1:2013	发布
2	GB/T 39560.2-2020	电子电气产品中某些物质的测定 第2部分：拆解、拆分和机械制样	IEC62321-2:2013	发布
3	GB/T 39560.301-2020	电子电气产品中某些物质的测定 第3-1部分：X射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴	IEC62321-3-1:2013	发布
4	GB/T 39560.4-XXXX	电子电气产品中某些物质的测定 第4部分：CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES和ICP-MS测定聚合物, 金属和电子件中的汞	IEC62321-4:2013+AMD1:2017	报批
5	GB/T 39560.5-XXXX	电子电气产品中某些物质的测定 第5部分：AAS, AFS, ICP-OES和ICP-MS测定聚合物和电子件中的镉、铅和铬与金属中的镉和铅	IEC62321-5:2013	报批
6	GB/T 39560.6-2020	电子电气产品中某些物质的测定 第6部分：气相色谱-质谱仪（GC-MS）测定聚合物中的多溴联苯和多溴二苯醚	IEC62321-6:2015	发布
7	GB/T 39560.701-2020	电子电气产品中某些物质的测定 7-1部分：六价铬-比色法测定金属上无色和有色防腐镀层中的六价铬（Cr（VI））	IEC62321-7-1:2015	发布
8	GB/T 39560.702-XXXX	电子电气产品中某些物质的测定 7-2部分：六价铬-比色法测定聚合物和电子件中的中六价铬（Cr（VI））	IEC62321-7-2:2017	报批
9	GB/T 39560.8-XXXX	电子电气产品中某些物质的测定 第8部分：气相色谱-质谱仪（GC-MS）与配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱仪（Py/TD-GC-MS）测定聚合物中的邻苯二甲酸酯	IEC62321-1:2013	报批

- ✓ 替代GB/T 26125-2011（IEC 62321:2008, IDT）
- ✓ 涉及限用物质及筛选物质：Pb, Cr(VI), Cd, Hg, PBBs, PBDEs, Phthalates, 总Cr, 总Br

GB/T 39560序列与GB/T 26125主要技术差异



序号	检测方法	GB/T 39560序列	GB/T 26125-2011对应章节	主要技术差异分析
1	检测方法总则	GB/T 39560.1-2020	GB/T 26125-2011的1到4	基本无变化
2	拆分和机械制样	GB/T 39560.2-2020	GB/T 26125-2011的5和GB/T 26572-2011的规范性附录A	1) 新版融合IEC/PAS 62596:2009样品拆分的内容 2) EEP-A/B/C分类、4mm ³ 体积拆分 3) 增加了“混合检测 composite testing”的概念
3	XRF筛选	GB/T 39560.301-2020	GB/T 26125-2011的6和资料性附录D	增加了XRF筛选测试结果可信度的控制，其它基本无变化
4	汞	GB/T 39560.4-XXX	GB/T 26125-2011的7和资料性附录E	1) 荧光灯样品前处理按IEC 62554; 2) 细化计算过程 3) 增加了热解析汞汞气纯化技术方法。
5	铅、镉和总铬	GB/T 39560.5-XXX	GB/T 26125-2011的8, 9和10和资料性附录F,G,H	1) 增加了AFS的测试方法
6	多溴联苯和多溴二苯醚	GB/T 39560.6-2020	GB/T 26125-2011的资料性附录A	增加新的检测方法 (IAMS仅限于测试十溴/八溴/五溴二苯醚, HPLC仅限测试十溴/八溴-二苯醚/联苯) 作为标准资料性附录A和C。 其他的技术内容基本没变。
7	六价铬 (金属镀层)	GB/T 39560.701-2020	GB/T 26125-2011的资料性附录B	1) 删除“斑点法”，只保留“沸水提取法”； 2) 沸水提取法中，参比溶液浓度变为0.10 μg/cm ² 和0.13 μg/cm ² (旧版为0.02mg/kg)； 3) 修订了对结果的阴/阳性判定基准 (改为小于0.1 μg/cm ² 阴性、大于0.13 μg/cm ² 阳性、0.1 μg/cm ² -0.13 μg/cm ² 不确定)
8	六价铬 (聚合物和电子件)	GB/T 39560.702-XXXX	GB/T 26125-2011的资料性附录C	整体修订了聚合物和电子件中Cr(VI)的前处理方法，增加了不同基体样品使用不同萃取液的提取Cr(VI)的技术方法
9	Phthalates (聚合物)	GB/T 39560.8-XXXX	无	新增“增塑剂”测试对象和方法



3

标准解读

- ❖ 第1部分：介绍和概述
- ❖ 第2部分：拆解，拆分和机械制样
- ❖ 第3-1部分：X射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴

第1部分：介绍和概述



目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 检测方法——概述	3
4.1 应用领域	3
4.2 样品	4
4.3 检测方法——流程图	4
4.4 质量保证与控制	6
4.5 空白溶液	6
4.6 基体匹配	6
4.7 检出限(LOD)和定量限(LOQ)	6
4.8 检测报告	7
4.9 替代的检测方法	7
附录 A (资料性附录) 检出限(LOD)或方法检出限(MDL)——计算实例	8
参考文献	10

范围



❖ 适用范围

电子电气产品：工作电压直流电1500伏特、交流电1000伏特及以下的设备及配件

❖ 规范内容

- ① 本序列标准仅规范了样品前处理和测定 Pb、Hg、Cd、Cr(VI)、PBBs、PBDEs和Phthalates含量的方法
- ② 样品的类别和取样方式由检测机构确定
 - **注意：样品的选择会影响检测结果的描述**

1. 范围



❖ 没有规范的内容

- ❖ 样品“单元”或者“均质材料”的定义
- ❖ 获得样品的拆分程序
- ❖ 评价程序

GB/T 26572-2011

GB/T 39560.2-2020 (IEC 62321-2:2013, IDT)
GB/T 26572-2011
SJ/T 11692-2017

GB/Z 30374-2013 (IEC/TR 62476:2010, IDT)

2. 规范性引用文件



❖ ISO 78-2:1999 化学 标准的格式 第2部分:化学分析方法

- 规范了一般化学分析方法文件的结构

❖ ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求 (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

- 最新版ISO/IEC 17025: 2017 (CNAS CL01: 2018等同采用该版本)

3. 术语，定义和缩略语



❖ 10个术语及其定义

❖ 25个缩略语

详见标准的3.1节和3.2节。

- 电子件
 - ✓ 电子电气产品中不能实际拆分到独立分离的材料，它不是金属或塑料（例如：陶瓷）或成分均一的材料。
 - ✓ 示例：电阻、电容、二极管、集成电路、混合电路、专用集成电路、绕线元件、继电器及其材料。（混和材料，制样时需要均质化！）
 - ✓ 注：电子件可包含聚合物材料，例如导电胶，带树脂封装的半导体器件（一般不含引脚）等，或者不包含聚合物材料，例如电子玻璃器件，电子陶瓷器件等。（SJ/T 11692 分为电子件1和电子件2）
- 现场可换单元（FUR）
 - ✓ 使用普通工具就容易拆除（机械拆解）的零件、元器件或组件。
 - ✓ 注：“容易拆除”的意思包括使用普通工具如旋拧或分离等操作，但不包括对设备进行不可还原的破坏。。
- 筛选
 - ✓ 确定产品的代表性部分或部件中是否含有某些物质的分析方法，该方法通过与物质存在、不存在和进一步检测设定的对应限值比对以确定物质存在、不存在或需要进一步检测。
 - ✓ 注：如果筛选方法测得的值不能判定是否含有待测物质，则可能需要进行进一步的确认分析或采用其他流程做出最终存在或不存在的决定。

4. 检测方法——概述

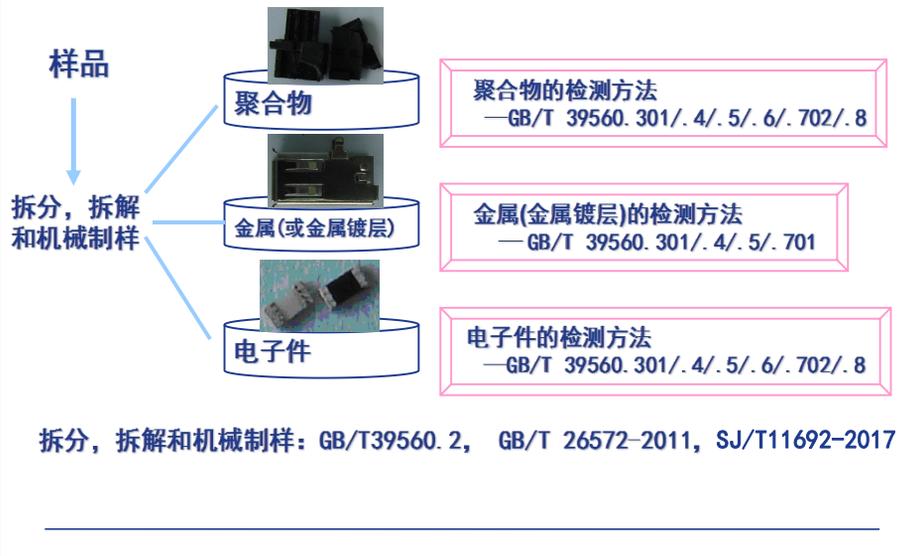


❖ 4.1 应用领域

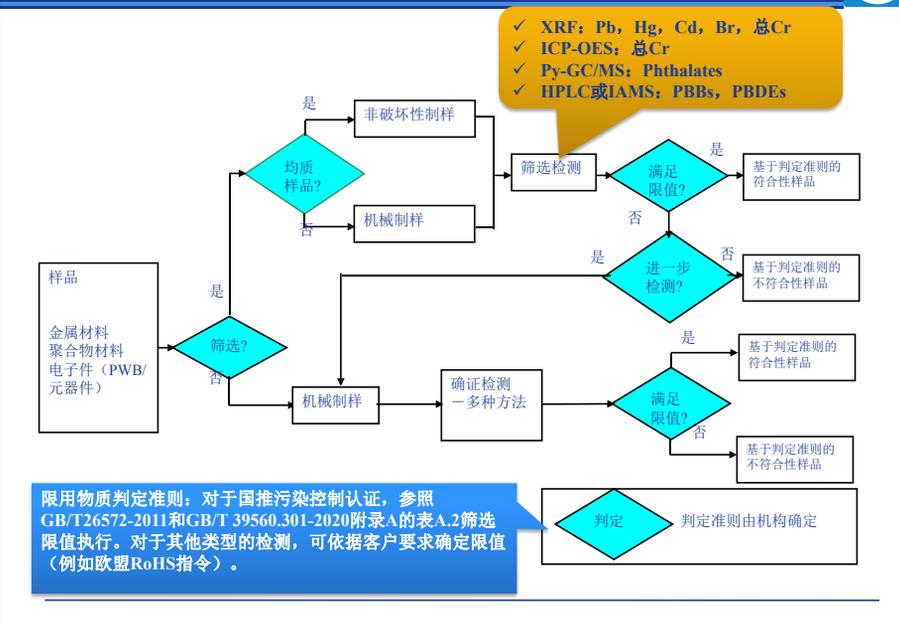
❖ 本章从以下两个方面对检测方法进行概要性描述：

- a) 分析检测方法（ISO 78-2:1999的化学分析方法一般结构）
 - ✓ 前言；引言；检测方法名称；警告；范围；规范性引用文件；定义；原理；反应；试剂和材料；仪器；采样；程序；计算；精密度；质量保证和控制规程；特殊情况；检测报告；附录；参考文献。
- b) 实验室实施
 - ✓ 本方法不包括具体实验室实施，采用良好实验室规范（GLP）和/或通过类似的国际或国家级的实验室认可（例如ISO/IEC 17025）

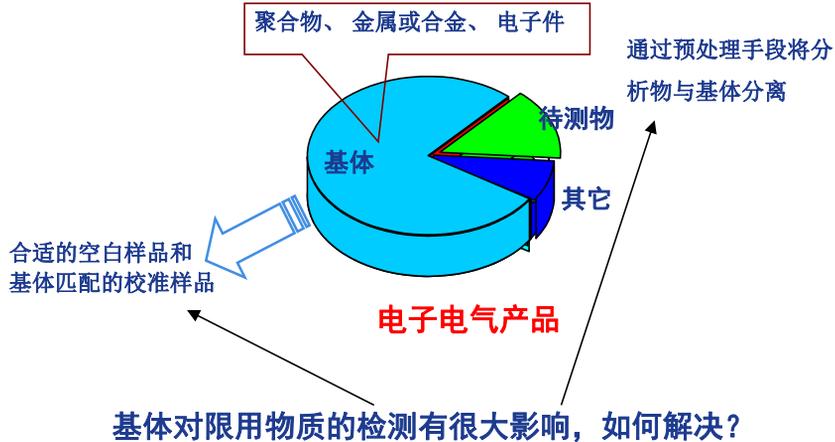
4.2 样品



4.3 检测流程



4.4 基体匹配



4.5 质量控制，4.6 空白溶液



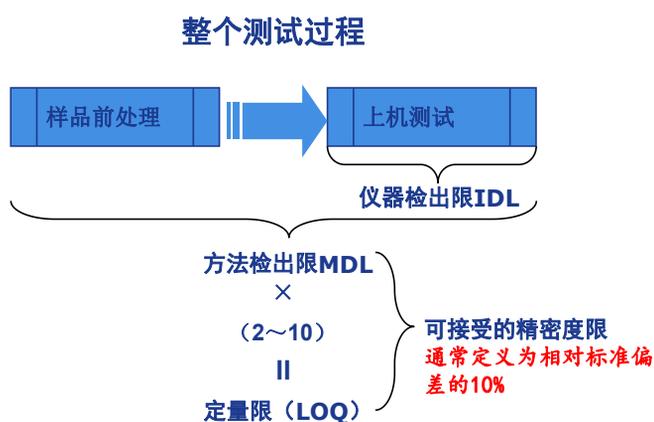
- ❖ 质控样的检测频率和接受准则的要求。
- ❖ 检出限（LOD）和定量限（LOQ）等特定质量控制的方法。
- ❖ 其他包括：方法空白、校准曲线核查标准、加标或替代样品和内标响应等有关的要求。
- ❖ 精密度条款应包括重复性和再现性的表述（来自实验室间方法研究或等效研究的统计数据作支撑）

4.7 检出限与定量限

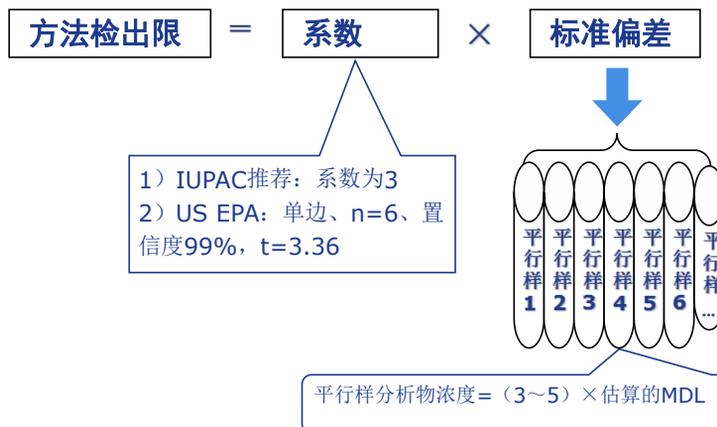


- ✓ 仪器检出限（IDL）：表示仪器能够检出空白或标准溶液（不包括前处理步骤）中分析物的最低浓度，一般由该仪器厂商给出，通常要比能代表整个分析过程的方法检出限低得多。
- ✓ 方法检出限（MDL）：大多是通过低含量样品或基体加标样品（如塑料）进行重复、独立的全过程检测来确定，完整的检测包括样品前处理步骤（如消解或萃取），有时也成为检出限（LOD）。
- ✓ 定量限（LOQ）：某一测量系统的定量限或估算的定量限，通常是指在实验室的常规工作条件下，在规定的或可接受的精密度限内能够可靠地检测出样品中分析物的最低含量。可接受的精密度限通常定义为相对标准偏差的10%；或者简单地表述为方法检出限的2~10倍。

IDL、MDL和LOQ的区别与联系



MDL评估方法



附录A MDL评估示例



- ❖ 一个样品镉量 (约9.5mg/kg) 约为估算方法检出限 (约2mg/kg) 3倍到5倍的样品经9次平行单独消解和定量测定, 其镉含量检测结果如下表1所示。
- ❖ 根据表2选择合适的t分布值 (表2) 和 $MDL = t(n-1, \alpha=0.99) \times \text{标准偏差}(s_{n-1})$ 计算方法检出限 (MDL) 和定量限 (LOQ), 见表3
- ❖ 基于上述计算结果, 将估算的MDL评估为1.2mg/kg, LOQ计算为6.0mg/kg基本合理

表1

重复 (消解) 次数	测得的镉含量 (mg/kg)
1	9.49
2	10.20
3	9.79
4	9.44
5	9.42
6	9.80
7	9.94
8	8.89
9	10.20

表2

平行测定次数 (n)	t (n-1, α=0.99)
3	6.96
4	4.54
5	3.75
6	3.36
7	3.14
8	3.00
9	2.90
10	2.82

表3

平均值	9.69 mg/kg
t (n-1, α=0.99)	2.90
标准偏差 (s _{n-1})	0.42 mg/kg
MDL	1.22 mg/kg
LOQ即为5×MDL	6.09 mg/kg

4.8 检测报告



RoHS检测报告至少应包括以下信息：

- ❖ a) 参与分析检测实验室名称、地址和检测地点以及操作者姓名；
- ❖ b) 样品接收日期和样品检测日期；
- ❖ c) 检测报告的唯一性标识（如：序列号）和每一页的标识，以及报告的总页数。
- ❖ d) 样品的描述和标识，包括产品拆分以获得测试样品的描述；
- ❖ e) 对本部分的引用，所采用的方法或性能等效方法（包括消解方法和仪器）的说明；
- ❖ f) 方法检出限（MDL，有时也称为检出限（LOD））或定量限（LOQ）；
- ❖ g) 样品检测结果，以毫克每千克（mg/kg）表示；
- ❖ h) 本部分中未明确规定的部分（可以作为报告的可选内容）以及任何可能
 - ✓ 质量控制结果（空白样品、基体加标）
 - ✓ 标准物质清单及来源
 - ✓ 报告更正或补充时，追加文件并合适标记，满足4.2-4.6要求

4.9 替代检测方法



❖ 核心

- 满足质控要求并要进行有效性确认方可使用
- 偏离要以文件化形式附在报告中

❖ 注意

- 要求：与质量控制条款对应的性能评价系统
- 偏离：与标准检测方法的偏离

3

标准解读

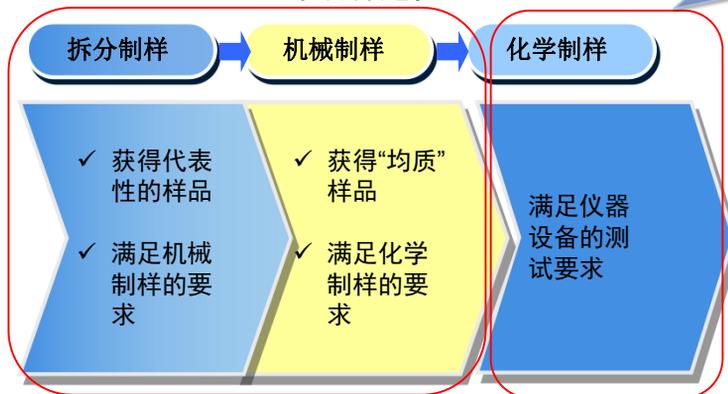
- ❖ 第1部分：介绍和概述
- ❖ 第2部分：拆解，拆分和机械制样
- ❖ 第3-1部分：X射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴

制样的重要性

- ❖ 制样过程直接影响到检测结果的准确性

也称为“前处理方法”，分布于
GB/T 39560.X序列标准中

整个制样过程



GB*T 39560.2 电子电气产品中某些物质的测定 第2部分：拆解，拆分和机械制样

第2部分：拆解，拆分和机械制样



拆解、拆分

目 次

机械制样

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	2
4 取样简介	3
5 取样	6
6 取样的结论与建议	11
7 机械样品制备	11
附录 A (资料性附录) 取样与拆分的过程示例	14
附录 B (资料性附录) 含有某些物质的概率	23
附录 C (资料性附录) 混合检测与取样	26
附录 D (资料性附录) 取样使用的工具	28
附录 E (资料性附录) 手机拆解与元器件拆分的示例	29
参考文献	40

1 范围



❖ 规范了从电子电气产品、电子组件和元器件中进行取样及机械制样的策略

❖ 用于GB/T 39560序列标准规范的检测方法进行某些物质含量的分析测试

❖ 本部分不提供以下内容：

- ——电子电气设备中每种产品拆分的详细指南。由于存在各种各样具有不同结构和过程的电子电气设备、以及行业的持续创新，因此试图提供所有种类电子元器件的拆分过程是不现实的；
- ——通过其它途径收集产品中某些物质附加信息的指南，即使根据指南所收集的信息与本部分的取样策略相关；
- ——电子电气产品（例：含汞开关）和回收产业中（例：如何处理阴极射线管（CRT）或电池安全移除）相关的安全拆解说明与机械拆分说明。关于含汞荧光灯的拆分与机械制样，可见 IEC 62554 “荧光灯汞含量测试中的样品制备”；
- ——作为样品的“单元”的定义；
- ——包装与包装材料的取样程序；
- ——旨在测定某些物质含量的分析程序（在GB/T 39560其它系列标准中规范）；
- ——符合性的评估指南（该部分由GB/Z 30374-2013（IEC/TR 62476:2010，IDT）提供。

❖ 2 规范性引用文件（略）

❖ 3 术语、定义与缩略语

➢ 混合检测 composite testing

- ✓ 必要时，将可以进行机械拆分的两种或两种以上材料作为单个样品进行检测。



- ✓ 降低测试结果（稀释作用），“假阴性”；
- ✓ 需要更低的MDL。

表 2 混合样品中某些物质的含量示例

均质材料	质量分数 %	Pb 浓度 mg/kg	混合样品中的 Pb 浓度 mg/kg
A	25	1 200	300
B	25	600	150
C	20	0	0
D	15	0	0
E	15	40	6
混合样品的总数	100	/	456

4 取样简介

❖ 目的：通过拆解，拆分获取可用于RoHS检测的样品

❖ 前期需要关注点：

- 限用物质种类；
- 限用物质限值；
- 均质材料定义；
- 应用例外（豁免）情况。

❖ 面临的挑战：

- 产品小型化：各种高密度PCBA，SMD器件；
- 均质材料的数量：EEP有1000到10000种均质材料；
- “不可见”物质：含有某些物质的元器件与不含某些物质元器件具有相同外观和性能；
- 批次差异：大多数制造商组装产品会同时使用多个供应商的商品元器件，生产过程中可将其混用；
- 供应链的深度：电缆等相对简单产品的供应链深度至少可达到七层，IC等复杂产品更深。

5 整机的拆解、拆分



❖ 部分拆解

- 将产品拆解至其主要部件和组件，并在可能的情况下进行非破坏性检测

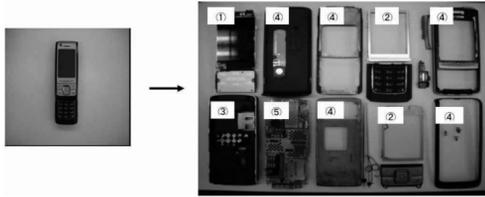


图 E.3 拆成主要部件的(B型)手机部分拆解

表 E.2 手机主要部件可能含有的某些物质

样品数量	手机零部件/组件	材料	存在概率 ^a	与某些物质相关的元素 ^b	进一步分析的选项
1	TFT 屏幕	聚合物/玻璃/金属	中等	Pb	进一步拆解或拆分之后
2	键盘	聚合物	高	Cd, Hg(镉、汞)	需要进一步拆解
3	底壳	聚合物	高	Cd, Br(镉、溴)	是
4	其他外壳/框架	聚合物	高	Cd, Br(镉、溴)	是
5	主 PCB	各种不同的(玻璃纤维、铜)	高	Pb, Br, Hg(铅、溴、汞)	进一步拆解或拆分之后

^a 存在概率表明了发现所列某些物质的可能性(见表 B.1)。
^b Br(溴)的存在可能表明使用某种溴化阻燃剂。

5 整机的拆解、拆分



❖ 完全拆解

- 完全拆解则是尽可能分开所有零部件，同时允许重新装配得到可运行的产品。

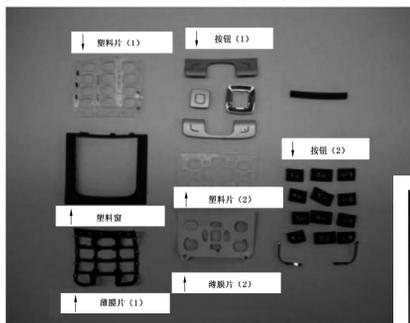


图 E.4 键盘的完全拆解

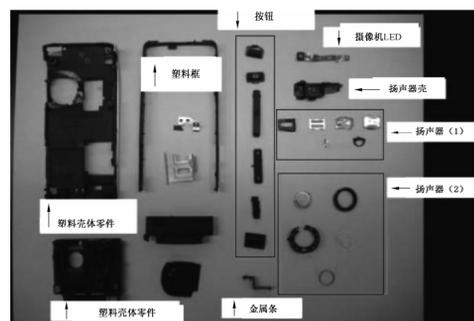


图 E.5 底壳的完全拆解

5整机的拆解、拆分



❖ 部分拆分

- RoHS的详细分析，通常需要对部件和组件进行进一步拆分。但是，一般无法将此类产品与其构成的均质材料完全拆分。因此，部件和元器件的取样与部分拆分应侧重于那些可能含有某些物质的零部件（见表B.1）
- 当考虑用于分析的取样位置时，重要的是应了解这些产品的结构与材料及其所含某些物质的可能位置。
- 从整机产品中拆解的零部件和元器件典型示例包括：印制线路板（PWB）；电阻器；电容器；半导体封装（IC）；变压器；连接模组；散热片；连接电缆等。
- 拆分后，分开的零部件和/或元器件将无法重新装配至运行状态。



图 E.7 部分拆分之后的手机 TFT 屏幕部件

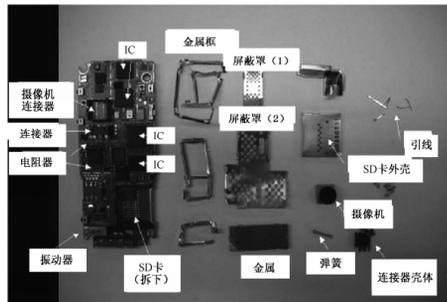


图 E.8 部分拆分之后的手机主板部件

5整机的拆解、拆分



❖ 表B.1 电子电气产品使用的材料和元器件中含有某些物质的概率（部分）

部件和材料	某些物质						均质材料的数量	备注
	Hg	Cd	Pb	Cr (VI)	PBBs	PBDEs		
机械零部件								
塑料外壳	L	L	L	L	L	M	1	
电源线/电缆	L	H	H	L	L	M	>1	
金属的螺钉、垫圈、紧	L	M	M	H	N/A	N/A	1以及>1	对其中一些进行涂层，例如黑色和黄色的铬酸盐
玻璃——CRT、灯泡 玻璃到金属密封	L	M	H	L	N/A	N/A	>1	玻璃中的铅可适用于应用例外

注：本表仅作为指导，可帮助选择极有可能含有某些物质的元器件/材料，便于检测。并非本表列出的每个零部件都需要检测，而且并不是为了检测每种“大”概率物质（的零部件）。关于取样策略的更换指导，见4.3（即表2）。极为重要的是，在开始检测之前确定任何适用的应用例外情况，以确保准确说明分析结果，并避免任何不必要的后续检测。

L：小概率——之前没有使用某些物质。

M：中等概率——之前使用某些物质，但是现在使用替代物质。

H：大概率——之前使用某些物质，而且这些物质没有已知的替代物质或者替代物质不常用。

N/A：不适用。

1：一种均质材料。

>1：两种或多种均质材料。

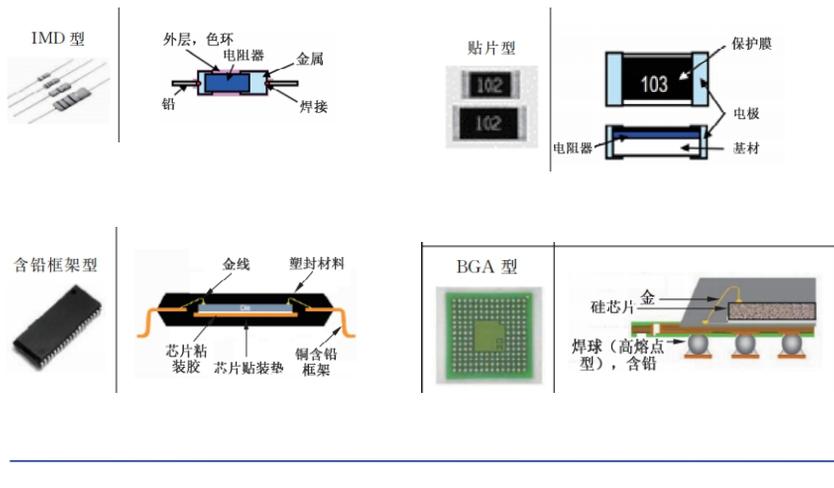
U：未知。

5 整机的拆解、拆分



❖ 完全拆分

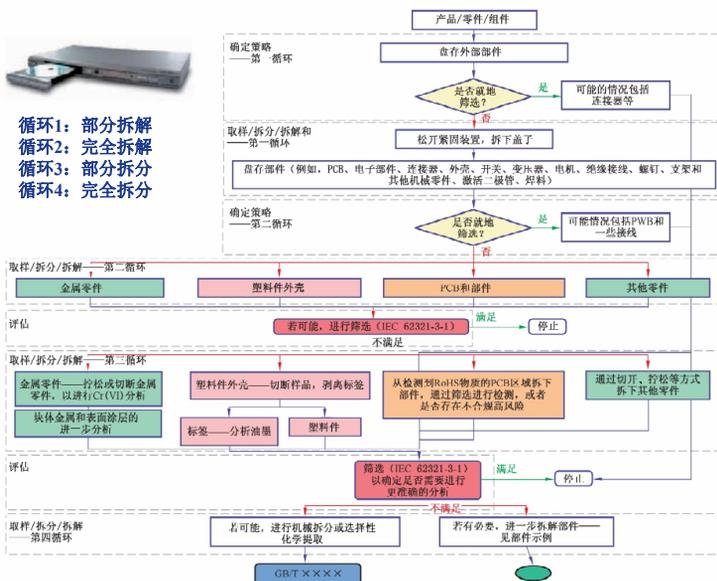
- 完全拆分的目标是将所有零部件/元器件完全拆分至均质材料。这个通常不太实际，所谓的完全拆分只能将零部件/元器件拆分到可用工具和技术水平能够拆分到的均质材料。
- 辅助方式：（1）产品结构专业知识；（2）产品技术文件；（3）XRF筛选分析辅助拆分。



5 取样与拆分流程



循环1: 部分拆解
循环2: 完全拆解
循环3: 部分拆分
循环4: 完全拆分



6 取样的结论与建议



- ❖ 取样的策略与拆解、拆分过程是非常关键的准备步骤。
- ❖ 适当的取样策略与合理的分析方法可以极大地减少所需的工作量。
- ❖ 电子电气产品中某些物质的分析取样通常比较复杂，困难源于“均质材料”层面的物质限制，在对整体成分不一致、但又无法进行机械拆分的样品（例如图2所示的电阻器）进行评估时会存在很大的问题。
- ❖ 通常无法拆分并检测产品或元器件中的所有均质材料。即使在物理上可行，但是时间、资源以及可用材料的数量等限制可能不足以进行有意义的分析（如图E.9所示，为了获得足够检测的样品量，在这种情况下，对于36个个体封装，铅去除程序需要2 h，方可提供1.2 g的金属样品）

怎么办？

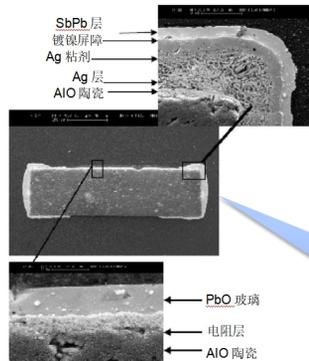


图2 900 μm宽的氧化铅基电阻器（SMD）的横截面



图 E.9 铅制框架元器件的拆分

常规RoHS检测无法确定Pb的来源！

6.1 RoHS检测样品拆分指南



- ❖ 国家标准GB/T 26572-2011《电子电气产品中限用物质的限量要求》的附录A，B，C有RoHS检测样品拆分原则，要求和操作性指导。
- ❖ 电子行业标准SJ/T 11692-2016《电子电气产品限用物质检测样品拆分指南》有RoHS检测样品拆分细化指导，更具可操作性。

6.2 拆分前的准备



❖ 依据GB/T 26572-2011附录A第A.2的规定和要求备好工作台面，检查并备齐以下拆分工具等：

- a) 拆分装置及工具；
- b) 拆分后的样品容器，如样品袋等；
- c) 拆分记录表格，如拆分原始记录表等；
- d) 样品照相设备和记录笔等；
- e) 根据样品大小对应合适的标尺。

❖ 此外，RoHS检测样品拆分环境、台面、工具要避免样品污染和变质，实施拆分的人员要具备一定能力。

6.2.1 拆分环境和工具



❖ 样品拆分环境和工具要求如下：

- 1) 拆分区域应相对独立，并足够用于拆分操作。
- 2) 拆分工作台应平整、洁净、耐磨损、耐腐蚀、有足够承重力，台面面积应满足拆分操作和样品摆放的要求。
- 3) 拆分用工具和容器不限制，常见的拆分工具有烙铁、吸锡线、螺丝刀、内六角扳手、剥线器、顶切钳、壁纸刀、老虎钳、扳手、手锯、板钳、剪刀、锤子、镊子、钻孔机、塑料袋和热焊枪等，如下图所示。为了保证拆分工具不污染样品，拆分工具与容器中与样品接触的部位不能含有RoHS检测目标物，一般来说铅、汞和溴的最大允许值为200mg/kg，镉的最大允许值为20mg/kg，聚合物拆分工具中铬的最大允许值为200mg/kg，金属拆分工具中的铬含量可不做限量要求。可使用XRF筛选测试定期对拆分工具中接触样品部位的RoHS检测目标物进行监测，可同时保证样品不污染拆分工具，拆分工具不污染样品。



6.2.2 拆分人员要求



❖ 为了得到正确的拆分结果，实施样品拆分的人与应经过一定的培训并至少具备以下的能力：

- 1) 对被拆分对样的组成和结构有基本了解；
- 2) 对组件、元器件和原材料的工具具有基本了解；
- 3) 对材料的材质有基本了解；
- 4) 对电子电气产品中常用材料及零部件中限用物质能进行正确的风险分析；
- 5) 具有XRF操作测试能力并能对其测试结果进行解释。

6.3 检测单元分类



表7.1 国家标准GB/T 26572-2011中检测单元的分类

检测单元类别	检测单元类别定义
EEP-A	构成电子电气产品的各均质材料（包括金属材料、聚合物和各种溶液等）
EEP-B	电子电气产品中各部件的金属镀层
EEP-C	电子电气产品中现有条件不能进一步拆分的小型零部件或材料 ^a
^a 体积小于或等于4mm ³ 的单元，例如贴片电阻器，贴片电容器等。	

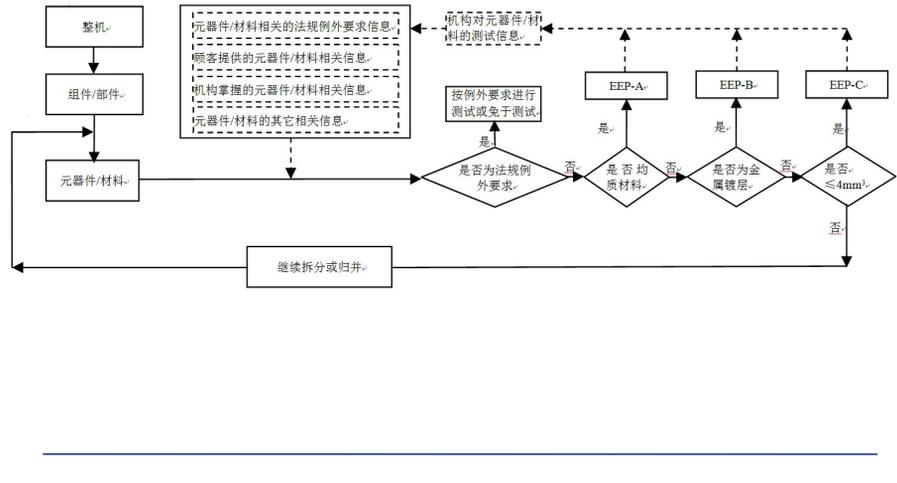
表7.2 国家标准GB/T 39560.2-2020中检测单元的分类

检测单元类别	检测单元类别描述	需要检测的有害物质种类
聚合物材料	由许多相同的、简单的结构单元通过共价键重复连接而成的、均匀一致的高分子量化合物，例如橡胶、塑料、纤维、粘合剂、涂料、功能高分子材料等。	多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯等有机类有害物质与铅、镉、汞和六价铬等无机类有害物质
金属材料	有一种或多种金属元素构成均匀一致的材料，包括各种单一金属及其合金，例如铁、铝、铜、钢、黄铜等。	铅、镉、汞和六价铬等无机类有害物质
电子件	电子电气产品中不能实际拆分到独立分离的材料，它不是金属或塑料或成分均一的材料。	/
电子件1	含有聚合物材料的电子件，例如导电胶，带树脂封装的半导体器件（一般不含引脚）等。	多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯等有机类有害物质与铅、镉、汞和六价铬等无机类有害物质
电子件2	不含聚合物材料的电子件，例如玻璃件、陶瓷件，贴片电阻等。	铅、镉、汞和六价铬等无机类有害物质
SJ/T 11692-2016《电子电气产品限用物质检测样品拆分指南》中将电子件细分为电子件1和电子件2		

6.4 拆分流程



RoHS一般拆分流程（来源：SJ/T 11692-2017）



6.5 拆分原则



- ❖ 1) 总体原则：应尽可能按拆分成均质材料的原则进行样品拆分，能拆分成均质材料的检测单元归类为EEP-A，不能拆分成均质材料的单元归类为EEP-B和EEP-C。
- ❖ 2) 拆分时可按照上述的流程图，以由外及内、由大到小、先易后难的原则进行拆分，并分类整理为EEP-A/B/C。
- ❖ 3) 为了兼顾检测的可操作性和经济性，拆分前应参考附录D对限用物质存在的可能性等级进行评估，以指导其后的样品拆分，得出较优的拆分方案。
- ❖ 4) 拆分时，应首先考虑将法律法规对限用物质应用有例外要求的材料或部件和其他部分（EEP-A/B/C）分开。

6.6 拆分过程要求



- ❖ 拆分时要做到边拆分，边拍照，边记录，同时注意拍照背景与样品本身颜色具有明显色差。拆分过程中,应对检测名称及分类、材料种类和归并方法等信息进行记录，记录信息尽可能全面。一般拆分流程如下：
 - 1)样品拆分前要对样品进行拍照，一般正、反面各照一张。对于整机产品，可拍摄一张反映样品铭牌信息的照片；对于结构及形状复杂的样品，可拍摄多张照片，反映样品大致结构；对于元器件样品，照片可记录元器件正面的型号等信息；
 - 2)对于较为复杂的整机/电子组件/部件样品，拆分前，要仔细观察样品，并宜从螺丝，扣合位等容易拆分的部位开始拆分；
 - 3)对于电子组件/部件样品，可首先拆分为各个元器件/材料，并做好编号和记录工作，再按4)、5)进一步拆分。此阶段拆分可以是破坏性的；
 - 4)对于元器件样品，宜拆分至检测单元；
 - 5)对于材料样品，直接归类为EEP-A类检测单元；
 - 6)对检测单元分类：在第3)、4)、5)拆分过程中得到的检测单元，按GB/T 26572-2011中表1的分类方法进行分类，分类顺序：EEP-A→EEP-B→EEP -C。

6.7 检测单元样品要求



❖ 6.7.1 XRF筛选测试检测单元样品要求

- 1)可根据样品的面积，选择合适的光斑尺寸；一般来说样品的面积宜大于源级射线光斑。
- 2)样品要达到XRF检测设备所需要的“厚度”。例如，对塑胶样品宜大于5 mm，对钛、镁和铝等合金宜大于5 mm，对其他合金宜大于1 mm。需要注意的是如果可获得的样品不能达到上述要求，将有可能影响测试结果的准确度。
- 3)样品的均匀性要符合GB/T 39560.2中7.9.2的相关规定。

6.7 检测单元样品要求



❖ 6.7.2 化学确证分析检测单元样品要求

- 考虑到制样的损耗、平行样测试和有可能复测等因素，样品最小拆分量至少为最小检测用量的2倍。
- 注意样品量不够会导致方法检出限（MDL）增大。

表7.3 电子电气产品限用物质含量检测中的样品最小检测用量

目标物	基材	前处理方法	样品最小检测用量	GB/T 39560序列国标
汞	聚合物金属电子件	开放式消解	1 g	GB/T 39560.4
		微波消解	0.1 g	
铅、镉	聚合物	开放式消解	0.4 g	GB/T 39560.5
		干法灰化	0.2 g	
		微波消解	0.2 g	
铅、镉	金属电子件	开放式消解	1 g	
铅、镉	电子件	开放式消解	2 g	
		微波消解	0.2 g	
多溴联苯和多溴二苯醚	聚合物电子件1	索氏萃取	0.1 g	GB/T 39560.6
邻苯二甲酸酯类	聚合物电子件1	索氏萃取	0.5 g	GB/T 39560.8
六价铬	金属镀层	斑点法	约1 cm ²	GB/T 39560.701
		沸水法	50 cm ²	
六价铬	聚合物电子件	碱液萃取	2.5g	GB/T 39560.702

6.8 限用物质应用例外识别



- ❖ 1)应用例外（或豁免）信息：定期关注相关机构发布的最新应用例外（或豁免）信息；
- ❖ 2)前期测试信息：包括前期相似样品的测试信息和测试人员经验的累积等；
- ❖ 3)顾客提供的信息：可向顾客咨询和了解其自身产品的材料组成或生产工艺等信息；
- ❖ 4)检测机构经验：一个检测机构对以往判断应用例外（或豁免）检测单元的数据累积。

附件 2

达标管理目录限用物质应用例外清单

编号	应用	限值要求
汞 (Hg)		
1	普通照明的单端（紧凑型）荧光灯	每灯管中的汞含量不得超过：
	功率 < 30W	2.5mg
	30W < 功率 < 50W	3.5mg
	50W < 功率 < 150W	5mg
	功率 ≥ 150W	1.5mg
	灯管为环形或方形，管直径 < 17mm	7mg
	特殊用途的	5mg
	功率 < 30W 且寿命 > 20000h	3.5mg

6.9 高风险零部件及材料的识别



- ❖ **GB/T 39560.2-2020 附录B 表B.1** 电子电气产品使用的材料和元器件中含有某些物质的概率
 - ❖ **GB/T 26572-2011附录D 表D.1**电子电气产品中常用材料及零部件中限用物质存在的可能性
 - ❖ **SJ/T 11692-2016 附录B** 电子电气产品中常用材料及零部件中限用物质存在的可能性
 - ❖ **SJ/T 11467-2014** 电子电气产品中的有害物质风险评估指南（参考自行评估）
-

7 机械样品制备



7.1 概述

7.1.1 应用范围

7.1.2 质量保证

7.2 仪器、设备及材料

7.3 制备程序

7.3.1 手工剪切

7.3.2 粗磨/碾碎

7.3.3 均质化

7.3.4 细磨/碾碎

7.3.5 聚合物和有机材料的超细研磨

7.1 概述——范围



- ❖ 机械制样的定义：大到小，满足化学制样要求
 - ❖ 机械制样的方法：可自由选择，但要基于两个原则，
 - 一、样品颗粒尺寸符合要求
 - 二、样品不会受到限用物质污染或影响
- 注：“污染或影响”包含两层含义
- 1 不能引入限用物质和检测对象
 - 2 不能引入干扰限用物质检测的物质
-

8.2 仪器、设备及材料



- ❖ 列出了可能用到的工具，不需严格按标准执行
 - ❖ 实验室可根据自身实际情况而定
 - 粗磨机，附带4mm和1mm的不锈钢筛
 - 离心粉碎机
 - 细磨设备（内置液氮储存器）
 - 搅拌机
 - 剪刀或厚板剪切机
 - 液氮
-

7.1 概述——质量保证



- ❖ 选择合适的机械制样设备
- ❖ 机械制备过程不导致样品被污染
 - 一、工具清洗（酒精）
 - 二、工具定期筛选确认不含目标物和干扰物
- ❖ 机械制备过程不导致样品损失
 - 一、防止汞受热挥发（液氮冷冻）
 - 二、防止PBDEs受热分解（液氮冷冻）
- ❖ 清洗程序不导致样品之间交叉污染
 - 如，粉碎机筛孔较小，小塑胶颗粒留在其中
- ❖ 进行质量控制
 - 空白样，有证标准物质，基体加标样，质控样

在两次制样之间须保证，前一次所用的设备或工具不会把制备的样品带入后一次的制样！

液氮浸泡样品至少15min！

7.3 制备程序



- ❖ 原则
 - ① 实验室根据实际情况，参考操作步骤进行
 - ② 制备的样品要符合要求
- 7.3.1 手工剪切
 - a) 电子件：40mm×40mm
 - b) 金属片：40mm×40mm
 - c) 聚合物：5mm×5mm（薄的聚合物膜剪成小碎片）

7.3 制备程序



7.3.2 粗磨/碾碎

- a) 直径为1mm（金属材料4mm）
 - b) 低温研磨（有机材料）：①样品脆②避免样品受热分解
- 注：清扫研磨机及辅助设备（筛网）时，保证干净，防止出现样品之间交叉污染。

EEP-C类($\leq 4\text{mm}^3$)，一定要均质化！

7.3.3 均质化

从样品的外观大小和形貌角度来说

- a) 不均匀或不能满足检测要求的样品；
- b) 部分本身不是均质材料（如PCB基材中的玻璃纤维与环氧树脂）。

7.3 制备程序



7.3.4 细磨/碾碎

- a) 制备直径小于1mm样品
- b) 有机样品：低温细磨。注意：防止样品飞溅。
- c) 设备清扫：避免交叉污染

7.3.5 聚合物和有机材料的超细研磨

- a) 制备直径小于500 μm 的样品（仅用于聚合物和有机材料）
- b) 制备前：3mm~5mm
- c) 低温冲压研磨
- d) 设备清扫：避免交叉污染



3

标准解读

- ❖ 第1部分：介绍和概述
- ❖ 第2部分：拆解，拆分和机械制样
- ❖ 第3-1部分：X射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴

第3-1部分：X射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴



1 范围	7.1 概述	11 质量控制
2 规范性引用文件	7.2 非破坏性方法	12 特殊情况说明
3 术语、定义与缩略语	7.3 破坏性方法	13 检测报告
4 原理	8 检测程序	附录A XRF筛选应用和结果说明
4.1 概述	8.1 概述	附录B XRF筛选示例
4.2 检测原理	8.2 光谱仪的准备	
4.3 解释性说明	8.3 试样	
5 仪器、设备和材料	8.4 光谱仪的性能验证	
5.1 XRF光谱仪	8.5 检测	
5.2 材料与工具	8.6 校准	
6 试剂	9 计算	
7 取样	10 精密度	

1 范围



- ❖ 主要内容：X射线荧光光谱法筛选分析电子电气产品均质材料中铅、汞、镉、总铬、总溴的程序。包括取样（制样），仪器准备，检测，计算和质量控制的个步骤的要求，没有给出各步骤的操作细节。建议使用者进一步文件化来细化指导操作
 - ❖ 适用材料：聚合物、金属及陶瓷材料，原材料、取自产品的材料、以及由一种材料以上组成的“均质”混合材料
 - ❖ 任何具备本检测方法所规定性能特征的XRF光谱仪都可以用于样品筛选，并不是所有类型的XRF光谱仪都能适合筛选分析所有尺寸和形状样品，因此应宜谨慎选择用于具体筛选分析的XRF光谱仪。（8.4节 XRF性能验证，形状校正，颗粒校正等）
- GB/T 33352-2016 《电子电气产品限用物质筛选应用通则 X射线荧光光谱法》
- ❖ 本部检测方法的性能已通过表1至表5所列不同基体材料中所列含量范围的下列物质进行了验证。

1 范围



表 1 已验证基体材料的铅含量范围

物质/元素	参数	单位	铅								
			验证的基体/材料								
			ABS	PE	低合金钢	铝, 硅铝合金	无铅焊料	研磨PWB	晶体玻璃	PVC	聚乙烯链烯烃
含量或含量范围		mg/kg	15.7~954	14~108	30	190~930	174	22000~23000	240000	390~665	380~640

表 2 已验证基体材料的汞含量范围

物质/元素	参数	单位	汞	
			验证的基体/材料	
			ABS	PE
含量或含量范围		mg/kg	100~942	4~25

表 3 已验证基体材料的镉含量范围

物质/元素	参数	测定单位	镉		
			验证的基体/材料		
			无铅焊料	ABS	PE
含量或含量范围		mg/kg	3	10~183	19.6~141

表 4 已验证基体材料的总铬含量范围

物质/元素	参数	测定单位	总铬				
			验证的基体/材料				
			ABS	PE	低合金钢	铝, 硅铝合金	玻璃
含量或含量范围		mg/kg	16~944	16~115	240	130~1100	94

表 5 已验证基体材料的总溴含量范围

物质/元素	参数	测定单位	总溴		
			验证的基体/材料		
			HIPS, ABS	PC/ABS	PE
含量或含量范围		mg/kg	25~118400	800~2400	96~808

4 原理



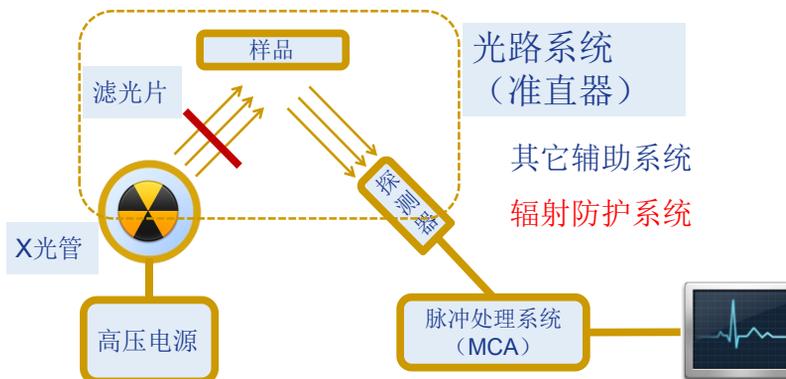
❖ 4.1 概述

- RoHS “筛选” 是为了减少检测量。
 - ✓ ——当某种物质的含量筛选测试结果明显高于所选定判定标准值，就可以判断不合格
 - ✓ ——当某种物质的含量筛选测试结果明显低于所选定判定标准值，就可以判断合格
 - ✓ ——当某种物质的含量筛选测试结果接近所选定判定标准值，不能就某种物质含量是否合格给出判定，需要进一步确证分析测试
- XRF筛选仅能获得样品中Pb、Hg、Cd、Cr、Br总量信息，不能获得相应化合物的信息或元素价态信息
- 对于非“均质”材料（电子件），薄层样品等，XRF结果的分析判定需要更为谨慎
- 筛选分析可以使用下列两种方法的一种来进行：
 - ✓ ——非破坏性分析：对收到的样品直接分析；
 - ✓ ——破坏性分析：样品经过一次或多次制样后再进行分析（例如电子件的均质化）

4 原理



❖ 4.2 检测原理



4 原理



❖ 4.3 解释性说明

- 本检测方法的准确度水平应至少可达到所谓的半定量分析要求，也就是说，在置信度为68%时，测量结果相对不确定度的典型值为30%或者更好
- 由于XRF应用范围非常广泛，适合RoHS筛选测试的XRF设备性能需要满足8.4节的要求（但没有评价方法）可参考GB/T 33352-2016《电子电气产品限用物质筛选应用通则 X射线荧光光谱法》
- 警示1 使用XRF检测方法的操作人员应经过光谱仪的操作培训，并且具有操作技术和取样的相关知识。
- 警示2 X射线对人体有害。应按照制造厂商提供的安全说明以及地方适用的职业健康安全规定谨慎操作设备。

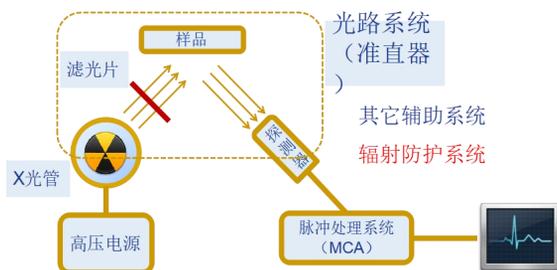
GB/T 33352-2016/5.3规定：XRF设备100cm内周围任何一处辐射剂量 $\leq 1\mu\text{Sv/h}$

5 仪器、设备和材料



❖ 5.1 XRF光谱仪

- XRF光谱仪包括：X射线激发源、可放置样品的测试台、X射线探测器、数据处理器和控制系统。



❖ 5.2 材料和工具

- 制备XRF检测用样品的材料不应受到污染，这意味着所有的研磨材料、溶剂、助熔剂等都不应含有可检出量的Pb、Hg、Cd、Cr和Br。

6 试剂



- ❖ 分析纯试剂，且不得含有可检出量的Pb、Hg、Cd、Cr和/或Br。避免产生干扰

7 取样



❖ 7.1 概述

- 本检测方法使用机构需要将XRF取样（制样）过程文件化
- 保证过程可重复

❖ 7.2 非破坏性方法

- XRF光斑照射区域验证；
- 样品测试过程可重复性；
- 记录取样（制样）过程。

GB/T 33352-2016/5.4规范了XRF光斑的位置和验证方法

❖ 7.3 破坏性方法

- 粉末制样：在能掌握颗粒尺度的情况下足够细，降低颗粒效应影响；
- 溶解制样：溶液均匀，并放入规定容器保证测试过程可重复；
- 熔融或压片：均匀。
- 详细记录取样（制样）的全过程

7 取样——试样的一般要求



- ❖ 1)样品面积“足够大”：一般来说样品的面积宜大于XRF射线光斑面积。
- ❖ 2)样品厚度“足够厚”：，对塑胶样品宜大于5 mm，对钛、镁和铝等合金宜大于5 mm，对其他合金宜大于1 mm。
- ❖ 需要注意的是如果可获得的样品不能达到上述要求，将有可能影响测试结果的准确度。

8 检测程序



- ❖ 8.1 概述（略）
- ❖ 8.2 光谱仪的准备
- ❖ 8.3 试样（略）

分析元素	首选谱线	次选谱线
铅 (Pb)	L_{2-4} ($L_{\beta 1}$)	$L_{3-4, 5}$ ($L_{\alpha 1, 2}$)
汞 (Hg)	$L_{3-4, 5}$ ($L_{\alpha 1, 2}$)	/
镉 (Cd)	$K-L_{2, 3}$ ($K_{\alpha 1, 2}$)	/
铬 (Cr)	$K-L_{2, 3}$ ($K_{\alpha 1, 2}$)	/
溴 (Br)	$K-L_{2, 3}$ ($K_{\alpha 1, 2}$)	$K-M_{2, 3}$ ($K_{\beta 1, 3}$)

干扰

序号	元素	分析线系	特征能量/KeV	典型的干扰谱峰/KeV
1	Pb	L_{α}	10.55	As 的 K_{α} 的干扰(10.53);
		L_{β}	12.61	Fe 的 K_{α} 倍峰的干扰(6.40×2);
2	Hg	L_{α}	9.99	Br 的 K_{α} 逃逸峰的干扰(11.91-1.74);
		L_{β}	11.82	As 的 K_{β} 的干扰(11.73);
3	Cd	K_{α}	23.11	Sn 的 K_{α} 逃逸峰的干扰(25.20-1.74);
4	Cr	K_{α}	5.41	Cl 的 K_{α} 倍峰的干扰(2.62×2);
6	Cr	K_{β}	5.95	Mn 的 K_{α} 的干扰(5.90);
7	Br	K_{α}	11.91	Hg 的 L_{β} 的干扰(11.82, 11.92);
		K_{β}	13.29	Fe 的 K_{α} 和 K_{β} 合峰的干扰(6.40+7.06)。

XRF筛选目标元素典型
干扰峰
(详细干扰请参见
GB/T 33352-2016表1)

8.4 XRF性能验证



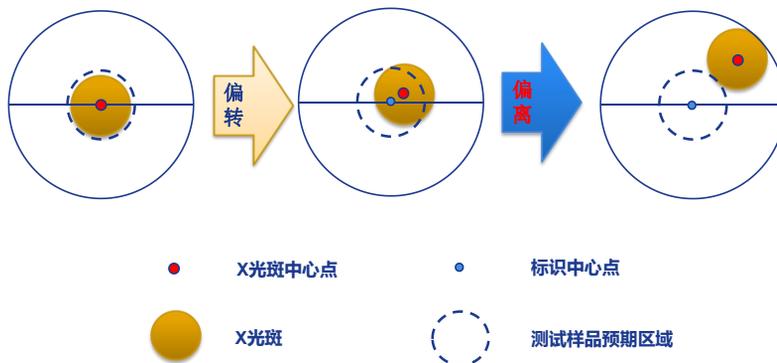
- ❖ 每种分析物的灵敏度；
- ❖ 光谱分辨率；
- ❖ 检出限；
- ❖ 分析区域验证（XRF光斑位置验证）；
- ❖ 样品制备与检测的可重复性；
- ❖ 校准的准确度（符合第10章IIS结果统计要求）。

- ✓ 本标准没有给出上述指标的技术要求和验证方法；
- ✓ GB/T 33352-2016《电子电气产品限用物质筛选应用通则 X射线荧光光谱法》提供了上述指标的要求及其对应验证方法，可供参考！！

8.4 XRF性能验证——XRF光斑位置验证示例



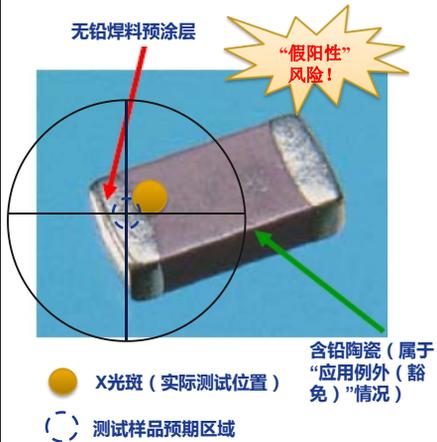
- ❖ GB/T 33352-2016/5.4 规定：XRF光斑中心与测试样品预期区域中心的距离不能超过XRF光斑半径的1/4



8.4 XRF性能验证——XRF光斑位置验证示例



❖ 光斑偏离的风险



ED-XRF仪器设备校准不能发现
光斑偏离问题!

Why?

- ✓ 校准规范没有此项指标;
- ✓ 校准用的标准样品直径较大, 光斑少许偏离基本不影响测试结果。

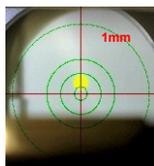


一般校准用的标准样品

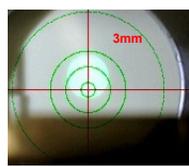
8.4 XRF性能验证——XRF光斑位置验证示例



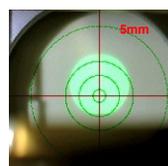
❖ 实际验证的情况



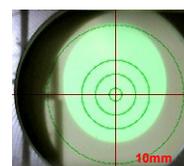
偏离, 不合格



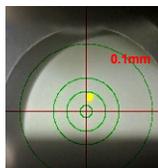
偏转, 基本合格



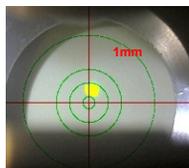
偏转, 基本合格



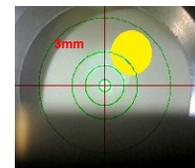
合格



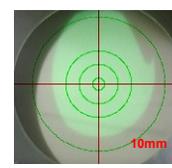
偏离, 不合格



偏离, 不合格



偏离, 不合格



合格? 不合格?

8.5 检测



- ❖ 将检测样品放置到XRF光谱仪的正确测量位置进行检测，如果需要，应在光谱仪的测量室建立必需的气体环境并使其达到稳定。
 - 注：通常情况下，检测是在空气环境下进行；然而，如果需要测量如S、Al等轻元素时，真空或者氦气环境(A.3 b))将有助于测量。
- ❖ 样品检测时XRF光谱仪的参数设置应与校准测量时的设置保持一致。

8.6 校准



- ❖ 分析方法在校准时应考虑对基体效应和其他影响X荧光强度测量的因素，详见A.2
- ❖ 基本参数法，
 - 使用纯元素物质、纯化合物、化合物的混合物或基体成分明确的标准物质进行校准。就XRF校准而言，所用校准物质与被测样品基体越接近，其准确度越高。
- ❖ 经验系数法(经典方法)
 - 基于影响系数建立的模型进行校准，影响系数可以通过使用一组接近未知样品的校准物质的试验数据来获得，也可以通过基本参数法建立。

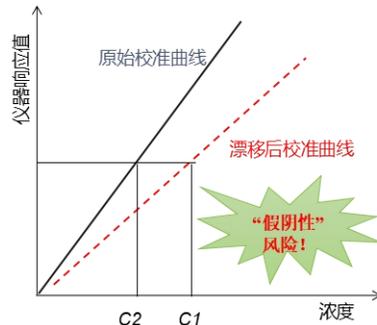
- ✓ 用户可要求厂商开放其XRF设备的工作曲线技术平台，用户可定义更新或新增工作曲线；
- ✓ 用户可根据日常检测样品类型尽可能配置不同基体的标准物质，以建立不同基材的工作曲线。

8.6 校准——不更新工作曲线的风险



❖ 不向用户开放的工作曲线环境的风险分析

- ✓ 仪器响应值的漂移
- ✓ 如果校准曲线环境不开放，用户无法及时修正校准曲线



ED-XRF仪器设备校准不能发现
校准曲线环境是否开放问题!

Why?

- ✓ 校准规范中没有此项指标;
- ✓ 校准规范中没有“准确度”指标。

C1: 样品实际测试浓度值 (同时与样品实际浓度有偏差) ;
C2: 仪器读出的样品浓度值。

9 结果计算与分析



- ❖ 通常情况下，软件自动进行
- ❖ 被测材料中每种元素的最大允许值的30%作为测量结果的相对不确定度，或者作为所谓“安全系数”

附录A表A.2 不同基体材料中以mg/kg表示的筛选元素限值

元素	聚合物材料	金属材料	复合材料
Cd	$BL \leq (70-3\sigma) < X < (130+3\sigma) \leq OL$	$BL \leq (70-3\sigma) < X < (130+3\sigma) \leq OL$	$LOD < X < (150+3\sigma) \leq OL$
Pb	$BL \leq (700-3\sigma) < X < (1300+3\sigma) \leq OL$	$BL \leq (700-3\sigma) < X < (1300+3\sigma) \leq OL$	$BL \leq (500-3\sigma) < X < (1500+3\sigma) \leq OL$
Hg	$BL \leq (700-3\sigma) < X < (1300+3\sigma) \leq OL$	$BL \leq (700-3\sigma) < X < (1300+3\sigma) \leq OL$	$BL \leq (500-3\sigma) < X < (1500+3\sigma) \leq OL$
Br	$BL \leq (300-3\sigma) < X$	/	$BL \leq (250-3\sigma) < X$
Cr	$BL \leq (700-3\sigma) < X$	$BL \leq (700-3\sigma) < X$	$BL \leq (500-3\sigma) < X$

BL: 低于限值;
OL: 高于限值;
X: 不确定, 需要进一步确证分析。

10 精密度



❖ 可参考GB/T 33352-2016的附录A

可用于XRF筛选的基本要求!

性能评价项目	仪器等级	
	专业级	普通级
精密度 (3σ) mg/kg	对于限用物质含量为GB/T 26572中限值要求±15%范围内的标准物质: 聚合物材料: 3 σ (Pb) ≤限值×2.2 % 3 σ (Hg) ≤限值×2.2 % 3 σ (Cr) ≤限值×2.2 % 3 σ (Cd) ≤限值×10 % 3 σ (Br) ≤限值×5 % 金属材料: 3 σ (Pb) ≤限值×7.5 % 3 σ (Hg) ≤限值×7.5 % 3 σ (Cr) ≤限值×7.5 % 3 σ (Cd) ≤限值×20 %	对于限用物质含量为GB/T26572中限值要求±15%范围内的标准物质: 聚合物材料: 3 σ (Pb) ≤限值×4.5 % 3 σ (Hg) ≤限值×4.5 % 3 σ (Cr) ≤限值×4.5 % 3 σ (Cd) ≤限值×20 % 3 σ (Br) ≤限值×10 % 金属材料: 3 σ (Pb) ≤限值×15 % 3 σ (Hg) ≤限值×15 % 3 σ (Cr) ≤限值×15 % 3 σ (Cd) ≤限值×20 %
检出限 (LOD) mg/kg	对聚合物材料标准物质中的各限用物质, LOD≤限值×2.5 %; 对金属材料标准物质中的各限用物质, LOD≤限值×10 %。	对聚合物材料标准物质中的各限用物质, LOD≤限值×5 %; 对金属材料标准物质中的各限用物质, LOD≤限值×15 %。

注1: Br的限值在考虑了最为不利的情形下为300 mg/kg, Cd的限值为100 mg/kg, 其余的限值为1000 mg/kg。
注2: XRF光谱仪的性能评价项目仅限于应用国家已正式发布的电子电气产品限用物质XRF筛选用有证标准物质。

11 质量控制



❖ 10.1 校准的准确度

- 应通过分析一种或几种标准物质来验证校准的准确度。

❖ 10.2 质控样品

- 指定一个稳定材料作为质控样, 使用经过验证的校准曲线进行检测, 至少平行4次, 计算均值和标准偏差, 设定可接受的范围, 定期监控。

12 特殊情况说明



❖ 下列情况下无法实现本检测方法的准确度（可设置更大的“安全系数”）：

- a) 分析的样品不平整和无法覆盖光谱仪的测量区域（表面不平整或样品太小）；
 - ✓ 形貌校正功能，小光斑
 - b) 极薄样品或多层样品；
 - c) 不均质的样品。
-

13 检测报告



❖ 分析材料的所有检测结果应记录在检测报告中，检测报告应包括下列内容：

- ——明确识别检测样品所需要的信息；
 - ——检测日期、时间和位置；
 - ——本部分编号；
 - ——使用的检测程序；
 - ——每种分析元素的检测结果和不确定度；
 - ——与规定程序的偏差；
 - ——在检测期间观察到的任何异常情况。
-




Thank You !