

中华人民共和国国家标准

GB/T 39560.2—2024/IEC 62321-2:2021

代替 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

Determination of certain substances in electrical and electronic products—
Part 2: Disassembly, disjointment and mechanical sample preparation

(IEC 62321-2:2021, Determination of certain substances in electrotechnical
products—Part 2: Disassembly, disjointment and mechanical
sample preparation, IDT)

2024-08-23 发布

2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 取样简介	3
4.1 介绍	3
4.2 某些物质的要求	3
4.3 电子电气产品的复杂性和相关挑战	4
4.4 取样程序	4
4.5 分析范围	5
4.6 分析目的	6
4.7 测试策略	6
5 取样计划	7
5.1 介绍	7
5.2 整机产品取样	7
5.3 部分拆解	8
5.4 完全拆解	8
5.5 部分拆分	8
5.6 完全拆分	8
5.7 测试样品注意事项	8
6 取样的结论与建议	12
7 机械样品制备	12
7.1 通则	12
7.2 装置、设备和材料	13
7.3 程序	13
附录 A (资料性) 取样与拆分的过程示例	15
附录 B (资料性) 含有某些物质的概率	23
附录 C (资料性) 混合检测与取样	27
C.1 概述	27
C.2 根据 MDL 计算混合样品的最大浓度	27

C.3 基于最大许用浓度的混合样品的所需检出限	28
附录 D (资料性) 取样中使用的工具	29
附录 E (资料性) 手机拆解与拆分的示例	30
E.1 总述	30
E.2 无需使用工具的部分拆解——A 型手机	30
E.3 使用简单工具的部分拆解——B 型手机	32
E.4 完全拆解——B 型手机	33
E.5 部分拆分——B 型手机	34
E.6 完全拆分——小型电子零部件的拆分示例	35
E.7 集成电路引线框封装的完全拆分	39
E.8 球栅阵列(BGA)封装的完全拆分	39
参考文献	42

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。

本文件是 GB/T 39560《电子电气产品中某些物质的测定》的第 2 部分。GB/T 39560 已经发布了以下部分：

- 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 3-2 部分：燃烧-离子色谱法(C-IC)筛选聚合物和电子件中的氟、氯和溴；
- 第 3-3 部分：配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法(Py/TD-GC-MS)筛选聚合物中的多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯；
- 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；
- 第 5 部分：AAS、AFS、ICP-OES 和 ICP-MS 法测定聚合物和电子件中的镉、铅、铬以及金属中镉、铅的含量；
- 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；
- 第 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)]；
- 第 7-2 部分：六价铬 比色法测定聚合物和电子件中的六价铬[Cr(VI)]；
- 第 8 部分：气相色谱-质谱法(GC-MS)与配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法(Py/TD-GC-MS)测定聚合物中的邻苯二甲酸酯；
- 第 9 部分：气相色谱-质谱法(GC-MS)测定聚合物中的六溴环十二烷；
- 第 10 部分：气相色谱-质谱法(GC-MS)测定聚合物和电子件中的多环芳烃(PAHs)；
- 第 12 部分：气相色谱-质谱法(GC-MS)同时测定多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯。

本文件代替 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》，与 GB/T 39560.2—2020 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了取样策略一般流程图(见图 1, 2020 年版的图 1)；
- b) 增加了拆解、拆分、均质材料和制样 4 个术语定义(见 3.1.1~3.1.6, 2020 年版的 3.1)；
- c) 增加了 EEE、HBCDD、ICP-MS、ICP-OES、LED、LOT、OLED、PAE、PAH、PBB、PBDE、PCBA、SCART、TCEP 和 XRF15 个缩略语，并删除了 PAS 和 PWB2 个缩略语(见 3.2, 2020 年版的 3.2)；
- d) 增加了电子电气产品的复杂性和挑战性描述相关内容(2020 年版的 4.3)。

本文件等同采用 IEC 62321-2:2021《电工产品中某些物质的测定 第 2 部分：拆解、拆分和机械制样》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为了与我国现有标准系列一致，将标准名称改为《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》；
- 将“豁免”改为“应用例外”。

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。

本文件由全国电工电子产品与环境标准化技术委员会(SAC/TC 297)提出并归口。

本文件起草单位:中国电子技术标准化研究院、深圳赛西信息技术有限公司、北京赛西科技发展有限公司、厦门市翰均科检测科技有限公司、广东省中鼎检测技术有限公司、广东美的制冷设备有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国家用电器研究院、中家院(北京)检测认证有限公司、中国信息通信研究院、工业和信息化部电子第五研究所、深圳海关工业品检测技术中心、兰州北科维拓科技股份有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、广东升威电子制品有限公司、扬州宏远电子股份有限公司、海信视像科技股份有限公司、爱普生(中国)有限公司、威凯检测技术有限公司、中国质量认证中心华南实验室、TCL华星光电技术有限公司、北京航空航天大学、中国工业互联网研究院。

本文件主要起草人:高坚、孟阳、高亚欣、张仲武、李信柱、张举发、王显、曹焱鑫、胡晓桐、杨吉双、丑天姝、李勇、赵强、赵宇宁、洪金镛、马坤松、邵淑红、刘文敬、朱嘉、秦志钧、夏振宇、李卫平、夏景。

本文件于2020年首次发布,本次为第一次修订。

引 言

电子电气产品的广泛使用使人们更加关注其对环境的影响。因此,世界上许多国家修正与电子电气产品有关的废弃处理、限用物质使用和能耗的相关法规。

GB/T 39560《电子电气产品中某些物质的测定》系列为电子电气行业提供全球一致的电子电气产品中限用物质的检测方法,是电子电气产品有害物质管控的基础性和通用性的标准。目前,GB/T 39560 系列拟由 19 个部分构成。

- 第 1 部分:介绍和概述。目的在于规范电子电气产品中限用物质检测一般流程和方法标准技术框架等。
- 第 2 部分:拆解、拆分和机械制样。目的在于规范电子电气产品限用物质检测中样品拆解与拆分及机械制样的原则、方法和流程等。
- 第 3-1 部分:X 射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴。目的在于规范 X 射线荧光光谱法筛选测试电子电气产品中铅、汞、镉、总铬和总溴五种物质的方法和程序等。
- 第 3-2 部分:燃烧-离子色谱法(C-IC)筛选聚合物和电子件中的氟、氯和溴。目的在于规范使用 C-IC 筛选测试聚合物和电子件中氟、氯和溴的方法和程序等。
- 第 3-3 部分:配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法(Py/TD-GC-MS)筛选聚合物中的多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯。目的在于规范使用 Py/TD-GC-MS 筛选测试聚合物中的多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯的方法和程序等。
- 第 3-4 部分:配有紫外检测器的高效液相色谱法(HPLC-UV)、薄层色谱法(TLC)和热解析质谱法(TD-MS)筛选聚合物中的邻苯二甲酸酯。目的在于规范使用 HPLC-UV、TLC 和 TD-MS 筛选测试聚合物中邻苯二甲酸酯的方法和程序等。
- 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。目的在于规范电子电气产品中汞含量测定的方法和程序等。
- 第 5 部分:AAS、AFS、ICP-OES 和 ICP-MS 法测定聚合物和电子件中镉、铅、铬以及金属中镉、铅的含量。目的在于规范电子电气产品中镉、铅、铬含量测定的方法和程序等。
- 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。目的在于规范使用 GC-MS 测定电子电气产品聚合物中多溴联苯和多溴二苯醚含量的方法和程序等。
- 第 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)]。目的在于规范金属样品上无色和有色防腐镀层中六价铬定性测定的方法和程序等。
- 第 7-2 部分:六价铬 比色法测定聚合物和电子件中的六价铬[Cr(VI)]。目的在于规范聚合物和电子件样品中定量检测六价铬的方法和程序等。
- 第 8 部分:气相色谱-质谱法(GC-MS)与配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法(Py/TD-GC-MS)测定聚合物中的邻苯二甲酸酯。目的在于规范使用 GC-MS 与 Py/TD-GC-MS 测定聚合物中邻苯二甲酸酯含量的方法和程序等。
- 第 9 部分:气相色谱-质谱法(GC-MS)测定聚合物中的六溴环十二烷。目的在于规范使用 GC-MS 测定聚合物中的六溴环十二烷含量的方法和程序等。
- 第 10 部分:气相色谱-质谱法(GC-MS)测定聚合物和电子件中的多环芳烃(PAHs)。目的在于规范使用 GC-MS 测定聚合物和电子件中 PAHs 含量的方法和程序等。
- 第 11 部分:气相色谱-质谱法(GC-MS)和液相-色谱质谱法(LC-MS)测定聚合物中的三(2-氯乙基)磷酸酯(TCEP)。目的在于规范使用 GC-MS 和 LC-MS 测定聚合物中 TCEP 含量的方

法和程序等。

- 第 12 部分:气相色谱-质谱法(GC-MS)同时测定多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯。目的在于规范使用 GC-MS 同时测定多溴联苯、多溴二苯醚和邻苯二甲酸酯含量的方法和程序等。
- 第 13 部分:液相色谱二极管阵列检测法(LC-DAD)、液相-色谱质谱法(LC-MS)和液相色谱二级质谱法(LC-MS/MS)测定聚合物中的双酚 A(BPA)。目的在于规范使用 LC-DAD、LC-MS 和 LC-MS/MS 测定聚合物中的 BPA 含量的方法和程序等。
- 第 14 部分:气相色谱-负化学离子源质谱法(GC-NCI-MS)测定短链氯化石蜡(SCCP)和中链氯化石蜡(MCCP)。目的在于规范使用 GC-NCI-MS 测定 SCCP 和 MCCP 含量的方法和程序等。
- 第 15 部分:气相色谱-质谱法(GC-MS)和液相-色谱质谱法(LC-MS)测定聚合物中的四溴双酚 A(TBBPA)。目的在于规范使用 GC-MS 和 LC-MS 测定聚合物中的 TBBPA 含量的方法和程序等。

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

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

本文件规定了从电子电气产品中进行取样及机械制样的策略。这些样品能够用于 IEC 62321 其他部分规范的检测方法进行某些物质含量的分析测试。物质的限制因地区和时间不同而异。本文件描述了在测定所关注物质之前获取并制备样品的通用过程。

本文件不提供以下内容。

- 被归类为电子电气设备的每种产品的详细指南。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，试图提供所有种类电子零部件的拆分过程是不现实的。
- 通过其他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文件的取样策略相关。
- 电子电气产品（例如：含汞开关）和回收产业中[例如：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，见 IEC 62554。
- 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。在本系列标准中被称为“检测标准”的其他部分（例如：IEC 62321 的其他部分）涉及这些分析程序。
- 符合性的评估指南。

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。

IEC 62321(所有部分)电工产品中某些物质的测定(Determination of certain substances in electro-technical products)

注：GB/T 39560(所有部分) 电子电气产品中某些物质的测定[IEC 62321(所有部分)]

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

IEC 62321(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护的用于标准化的术语数据库网址如下：

- IEC Electropedia：<https://www.electropedia.org/>；
- ISO 在线浏览平台：<https://www.iso.org/obp>。

3.1.1

混合检测 composite testing

必要时,将能够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。

3.1.2

某些物质 certain substance

适用于 IEC 62321(所有部分)中已开发或正在开发的测试方法的物质。

注 1: IEC 62321-1 概述了评价上述定义中每种物质的测试方法。

注 2: 例如镉、铅、汞、六价铬、多溴联苯、多溴二苯醚、邻苯二甲酸酯。

3.1.3

拆解 disassembly

用于将物品拆开并方便日后重新组装和使用的过程。

3.1.4

拆分 disjointment

通过机械方式分离材料并致使该物品日后无法重新组装和使用的过程。

3.1.5

均质材料 homogeneous material

一种整体成分均匀或由多种材料组合而成的材料,其无法通过机械作用(如拧松、切割、粉碎、研磨过程)拆分或分离成不同的材料。

[来源:GB/T 26572—2011,3.3]

3.1.6

取样 sampling

获取用于分析某些物质含量的电子电气产品样品的过程。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AC: 交流电(alternating current)

BGA: 焊球阵列封装(ball grid array)

CRT: 阴极射线管(电视机)(cathode ray tube (television))

DVD: 高密度数字视频光盘(digital versatile disc)

EEE: 电子电气设备(electrical and electronic equipment)

HBCDD: 六溴环十二烷(hexabromocyclododecane)

IC: 集成电路(integrated circuit)

ICP-MS: 电感耦合等离子体质谱仪(inductively coupled plasma mass spectrometry)

ICP-OES: 电感耦合等离子体发射光谱仪(inductively coupled plasma optical emission spectroscopy)

JEDEC: 电子器件工程联合委员会(Joint Electronic Devices Engineering Council)

LCD: 液晶显示器(liquid crystal display)

LED: 发光二极管(light-emitting diode)

LOT: 行输出变压器(line output transformer)

MDL: 方法检出限(method detection limit)

OEM: 原始设备制造商(original equipment manufacturer)

OLED: 有机发光二极管(organic light-emitting diode)

PAE: 邻苯二甲酸酯(phthalate)

PAH 多环芳烃(polycyclic aromatic hydrocarbon)

PBB:多溴联苯(polybrominated biphenyl)
 PBDE:多溴二苯醚(polybrominated diphenyl ethers)
 PCB:印刷电路板(printed circuit board)
 PCBA:印刷电路板组件(printed circuit board assembly)
 PDA:个人数字助理(personal digital assistant)
 SCART:无线电和电视机接收器制造商协会(Syndicat francais des constructeurs d'appareils radio et television)
 SIM:用户身份模块(subscriber identity module)
 SMD:表面贴装器件(surface mounted device)
 TCEP:磷酸三(2-氯乙基)酯(tris(2-chloroethyl)phosphate)
 TFT:薄膜晶体管(thin film transistor)
 TV:电视机(television)
 USB:通用串行总线(universal serial bus)
 XRF:X射线荧光(X-ray fluorescence)

4 取样简介

4.1 介绍

由于多种原因,需要对产品中的某些物质进行检测,包括:

- 企业间商业行为(例如为了履行 OEM 和零件制造商之间的合同协议);
- 关于是否符合法规或强制性标准限值的评估;
- 司法鉴定,以防受到不合规质疑(产品不满足合同要求或法定要求的原因、不满足情况发生的时间以及受到影响的产品数量)。

合适的取样方式对分析电子电气产品中某些物质含量至关重要。取样的策略和过程往往与分析测试本身同等重要。有效的取样策略需要清楚地了解电子电气产品、分析原因以及拟满足的要求。

4.2 某些物质的要求

虽然许多监管部门、行业团体以及其他利益相关方对于某些物质具有自己的要求(通常这些要求并不统一),但是本文件不详细讨论这些差异。然而,意识到某些物质的不同限值是制定取样策略的重要一步。本条强调了某些物质要求的差异。

- 地域差异:并非所有地域(例如国家或地区)都限制相同的物质。例如,有些地区已经选择限制使用几种特定的 PBDE 化合物,而其他地区则广泛地限制这类阻燃剂。对产品、零部件等进行取样时,一定要清楚不同地域适用的法规要求有何差异。
- 允许限值:在许多法规中,某些物质的典型允许水平低于 1000 mg/kg。还有某些物质的设定限值更低,例如 100 mg/kg。但对于其他类型产品,其某些物质的限值大于 1000 mg/kg,例如铜铝合金中的铅。
- 允许限值的应用:电子电气产品中允许限值的应用方式决定了取样策略和测试结果的合理解释。许多监管部门是针对“均质材料”设置允许限值。然而,对于“均质材料”的定义在不同地区之间也不一致。
- 适用的应用例外情况:某些类型的电子电气产品不受某些物质要求的限制。这些应用例外情况可能基于不同原因,其中包括限制的范围(如用于军事目的)、材料的应用(如高温焊料)、产品中某些物质的(最大)含量,或产品的电气特性。

4.3 电子电气产品的复杂性和相关挑战

在制定取样策略时,电子电气产品的复杂特征是一个重要考虑因素。这些特征关系到取样和分析的实际执行。以下要素确认与分析 and 取样相关:

- a) 小型化:小型化是电子电气行业的主要趋势之一。意味着更小的体积提供更多的功能。每平方厘米级的 PCB 使用的零部件数量和材料多样性在逐年增加。难以从如此少量材料中取样测量。例如,SMD 的尺寸太小无法采用常规工具进一步拆分或分开,而且拆分获得的样品量太少而无法满足常规测试要求。
- b) 均质材料的数量:许多零部件具有复杂的结构,并具有不同材质的层状结构。通常情况下,单个电子零部件具有 10 种~20 种均质材料,但是许多电子电气产品或组件则包含成百上千个零部件。这意味着一个电子电气产品可能有超过 1000 种~10000 种均质材料。通常,这些均质材料结合太紧密以至采用常规方式无法完全拆分。经验表明,成分通常由于材料之间的分子扩散而改变(例如含铅基材可影响镀层成分)。同样,现代电子电气产品由多种零部件组成。例如,典型的电视机或便携式计算机包含数千个零部件。因此,OEM 的设计数据库可能包含数万个零部件。在附录 E 中,对移动电话机的拆分进一步表明了这一点。
- c) 某些物质的氧化状态可能会随着时间的推移而变得不稳定。例如,腐蚀保护层中六价铬的浓度会随着时间和储存条件发生显著变化。
- d) “不可见”物质:关于取样和分析的另一复杂因素为,如果不借助辅助措施或光学增强,通常无法看到某些物质。含有某些物质的零部件与不含某些物质的零部件具有相同外观和性能。对于某些物质的存在,虽然有一些明显的迹象(例如钢材表面的黄色覆层表示存在六价铬),但是无法进行目视检测。
- e) 批次差异:大多数产品制造商在组装产品时会同时使用多个供应商的商品零部件,例如电缆、电阻器和电容器。因为只要商品零部件符合规范,则技术层面完全可互换,因此生产过程中可将其混用。但是,在大多数情况下,它们的化学成分不同。而且,经验表明,商品零部件供应商可能会更改材料(例如在短缺时),从而导致该零部件的化学成分发生变化。如果零部件仍然满足其技术规范,则一般不会告知此类变更。
- f) 供应链的深度:制造电子零部件通常涉及一条复杂的供应链。外部电缆等相对简单产品的供应链深度至少可达到七层。对于复杂零部件例如 LCD 屏幕,其供应链则更深。

电子电气技术行业的这些特征表明,某些物质的管理以及取样与测试并不简单。零部件的尺寸与数量,以及供应链的复杂性使得完全掌握某些物质在电子电气产品中的分布极具挑战性。对于复杂产品而言,在供应链上游(对于成品)进行均质材料层面取样与测试不切实际。

4.4 取样程序

取样策略描述了确定样品所要遵循的过程,然后是样品的实际制备,最后完成测试。尽管不同种类电子电气产品使用不同的取样和测试方法,但是归纳出一种适用于绝大多数情况的通用程序是可能,如图 1 所示。

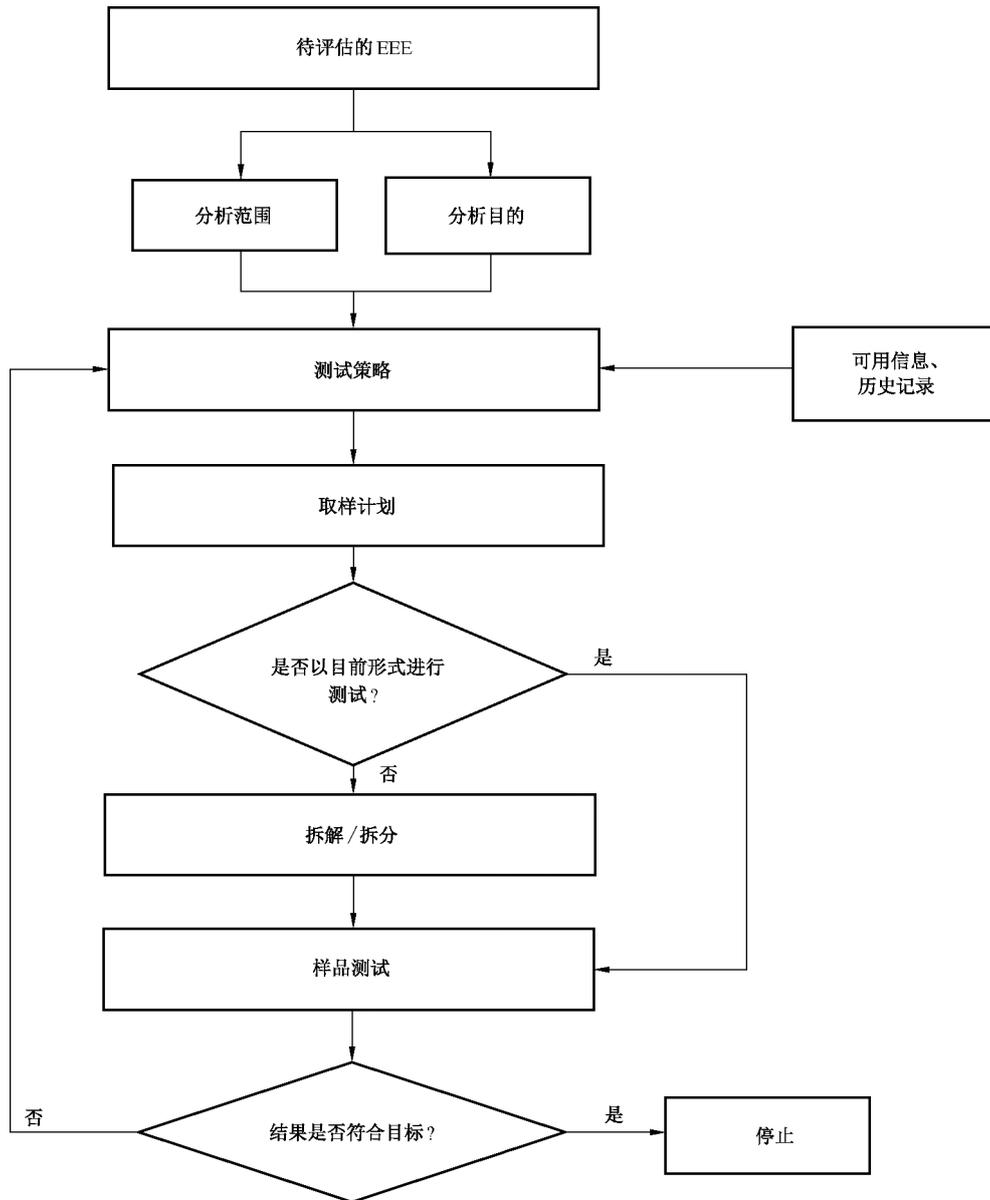


图 1 取样策略的一般流程

图 1 所示的流程具有两个循环。一个循环与第 5 章中进一步描述的拆解和拆分循环有关,包括:

- 循环 1: 部分拆解(见 5.3);
- 循环 2: 完全拆解(见 5.4);
- 循环 3: 部分拆分(见 5.5);
- 循环 4: 完全拆分(见 5.6)。

另一个循环涉及是否达到了评估目标,这超出本文件的范围。

4.5 分析范围

制定特定电子电气产品或零部件的取样策略从确定分析范围开始。此外,还包括根据其他途径获取的知识确定能够排除的内容。在此阶段需要考虑但不限于以下这些基本问题。

- 测试涵盖哪些地域?

- 如果不是全部测试,哪些物质接受了测试(例如,因为它们受到区域范围内的法规限制,或者因为客户要求)?
 - 这些物质在适用地域的允许限值是多少?
 - 产品或零部件的复杂性如何?在均质材料层面考虑取样与测试是否切实可行?
 - 是否存在适用于一种或多种待测物质的应用例外情况?
 - 物料清单是否适用于产品?
 - 是否提供产品或零部件的规范/图纸?
 - 产品中零部件与材料的供应链深度如何?
 - 是否提供产品的材料声明?
 - 是否存在产品或类似产品过往任何可能有用的评估经验?
 - 产品/零部件所用材料中存在的某些物质是否存在风险?
 - 之前是否对该产品或类似产品进行可能有用的任何筛选测试(如 X 射线荧光)?
 - 是否存在产品或类似产品所使用零部件/材料生产过程(金属制造或 IC 生产)有关的任何有用信息?
 - 零部件或材料供应商是否存在任何过程控制意识(例如制造商的信任度水平)?
 - 是否存在零部件或材料供应商的相关历史信息?
- 这些问题和其他更具体问题的答案将会影响取样策略。

4.6 分析目的

取样策略取决于分析的最终目标。一种策略(执法机构通常采用)是一种分析产品是否含有至少一种超过允许限值的某些物质。这种方法采用逐步选择性取样,目标是集中在已知的或可能含有某些物质的产品的零部件上。每个取样阶段都能够进行测试。如果测试结果显示没有超过限值的某些物质,则能够进一步进行取样和分析。一旦测试结果显示任一零部件中有一种物质超过限值,则整个产品判定为不符合,则不再进行进一步的取样和测试。附录 B 提供了目前可能存在一种或多种某些物质的部件列表。

如果分析目标是新产品进行生产或证明产品完全符合要求,则需要比规范性检查规格更加深入的取样策略。需从每种单独的材料或零部件进行取样,其目标是涵盖产品中的所有零部件和材料,其他途径也可能用于产品信息的收集。在下游供应链可能会获得工艺文件和分析报告,从而降低取样和分析的投入。

为了优化成本与效率,需要了解检测的期望结果。一般无法对产品的所有零部件和材料进行取样和测试。组织需要确定投入/成本与取样策略效率之间的最佳平衡。减少取样与测试投入和成本需要考虑以下一些因素:

- 含有某些物质概率较小的零部件或材料(不太可能含有某些物质,因此即使不进行检测,不符合性风险也较低,见附录 B),如果供应商值得信赖,则能够将其排除在测试之外;
- 某些物质适用的应用例外情况(某些物质的存在并不影响其符合性);
- 可信赖供应商提供的材料声明;
- 历史检测数据(含有某些物质可能性证明);
- 混合取样与测试(单次测试中含有多种材料时应注意其他因素影响,见 5.7.3 和附录 C);
- 完成分析测试所需的最小样品尺寸和实施有效测试所需的样品数量。

4.7 测试策略

- 一旦确定了分析范围和目标,则能够确定准确的测试策略,具体将涉及以下方面:
- 产品的哪些零部件需要测试(如果不是全部测试);

- 用于不同零部件或材料的测试方法是什么；
- 需要达到的统计相关性；
- 需要多少样品来执行符合选定统计相关性的测试；
- 将应用于不同零部件或材料的拆分方法。

在开始测试之前,宜考虑进行测试策略的可行性(例如样品质量/尺寸/体积是否足够?)。对于存在可完全拆分或仅选择极有可能含有某些物质高风险材料,则有必要进行进一步的取样和拆解或拆分。表 B.1 和表 B.2 用于辅助确定这些零部件和材料。

如果测试适宜,则应遵循相关测试程序。零部件或材料中存在某些物质可能适用于应用例外情况(示例如表 B.1 所示)。

图 1 所示流程是一个迭代在更深层次获取样品循环过程。过程实施的深度取决于取样策略的目标。筛选测试之后,根据需要执行进一步的分析检测。

5 取样计划

5.1 介绍

本文件仅提供通用取样指南,以形成适用于电子电气产品的取样策略原则。

取样之前,需要解决下列问题:

- a) 基于对产品了解,能否识别可能含有某些物质的零部件(见附录 B)?
- b) 在不进行拆分的情况下,就直接分析这些零部件?
- c) 这些零部件是否能够作为用于分析的均质材料?
- d) 选择分析用的零部件是否具有代表性?
- e) 被选择的样品的质量、面积、厚度和体积等是否满足分析方法的要求?

这些问题的答案将决定取样策略以及提供代表性样品所需的拆解与拆分程度,如可能,需要提供足够数量的有代表性的均质样品进行有效分析。

如可能,取样应按最小程度拆解和拆分步骤进行。每个步骤通常采用筛选方式(见 IEC 62321-3-1)对其有效性进行评估(见图 1 和图 A.1 中的流程图)。根据评估结果和分析目标,如有必要,特别是对于产品零部件和材料的验证分析,需要执行进一步的拆解、拆分与取样。这种方法是最经济、最快捷、最有效的分析手段,特别是对于成品而言。

电子电气产品的众多类型和多样性使其不能为每种产品提供详细的取样策略。但是,本程序提供了 5 个逐级递增拆分级别的取样示例。

附录 A 为某些典型电子电气产品提供了基于图 1 的通用取样流程图: DVD 播放器、液晶电视机、PDA 和台式风扇以及两种零部件(薄膜电阻器和 SMD 电位计)。

附录 D 列出了一些常用的拆解和拆分工具。

在确定某些物质时,强烈建议确保使用的工具不含相关物质,以避免可能的污染。

附录 E 给出了一些拆解和拆分示例,其中涉及两种手机以及多种小型电子零部件的拆分,特别是集成电路引线框和球栅阵列封装(BGA)。

5.2 整机产品取样

从整机产品上取样是第一步,通过非破坏性的方式,能够不经过拆解和拆分就得到产品的代表性零部件并以其目前形式进行分析。

但是“整机产品”具有相对性。例如,交流电源线是其制造商的完整产品,但只是电视机的一个部件。如果整机产品的结构非常简单,或者如果已知预期某些物质的位置,而且可在不拆解的情况下对其进行检测,那么可在不拆解的情况下对其进行评估。

注：对于诸如电源线等看似简单的产品，也甚至可能由 10 种~20 种不同的均质材料组成。

5.3 部分拆解

将产品拆解至其主要零部件，并在可能的情况下进行非破坏性检测。见附录 E。

5.4 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。见附录 E。

5.5 部分拆分

对于电子电气整机产品中某些物质的详细分析，通常需要对拆解零部件进行进一步拆分。但是，一般无法将此类产品完全拆分至构成该类产品的均质材料。因此，零部件的取样与部分拆分应侧重于那些很可能含有某些物质的零部件（见表 B.1 和表 B.2）。当考虑待分析样品的获取位置时，重要的是要了解这些样品的结构与材料及其所含某些物质的可能位置。

拆分后，分开的零部件将无法重新装配至运行状态。

从电子电气整机产品（例如移动电话机、电视机、个人计算机、电冰箱等）中拆分的典型零部件包括：

- 印刷电路板组件(PCBA)；
- 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。

5.6 完全拆分

完全拆分的目标是将所有零部件完全拆分至均质材料。这个通常不太符合实际，所谓的完全拆分只能将零部件拆分到可用工具和技术水平能够拆分到的程度。

在尝试将复杂零部件“完全拆分”至均质材料之前，了解其内部结构和材料将会很有帮助，能够借助以下：

- 专业知识；
- 技术文件；
- 借助于 X 射线荧光(XRF)筛选分析。

在识别拆分之前的材料方面，特别是在样品结构未知时，XRF 分析非常有效。

5.7 测试样品注意事项

5.7.1 概述

5.3 ~5.6 论述了拆解和拆分的多种情况，在细化到均质材料取样时明显存在某些困难。理论上，均质层面的取样可能继续下探至纳米级。但是在实践中，这种取样多为非常困难或极为耗时。方法检出限取决于样品质量/尺寸/体积。低于这些质量/尺寸/体积的检测可能致使检测方法不适用于确认限用物质是否低于限值。

在均质材料层面，通常难以进行某些物质的取样与分析，因此基本规则的正确理解至关重要，特别是在处理混合样品时。

5.7.2 所需样品量

IEC 62321(所有部分)中规定了最小样品量。

某些材料的基体可能超出最小样品量。含量浓度较高的样品需要进行稀释,此时会导致方法检出限(MDL)的增大。

对于小型部件,通常无法获取足够的样品量进行分析检测。为便于说明,表1总结了采用典型引线框材料声明报告中的重量以及 IEC 62321(所有部分)测试方法的最小样品量,计算收集足够样品量以进行分析测试所需的最小样品量的方法。相关计算的技术假设如表1所示。

表1 分析检测引线框样品所需的最小样品量

材料层	每个单元材料的质量/mg	Pb/Hg/Cd 分析所需的单元数量 ^a	Cr ⁶⁺ 分析所需的单元数量	PBB、PBDE 和 PAE 分析所需的单元数量
封装接线 ^{b,c,d,e,f}	1.7	368	—	—
芯片粘合膏 ^{b,c,d,e,f}	0.7	893	—	179
引线框 ^{b,c,d,e,f}	42.0	15	—	—
引线框镀层 ^{b,c,d,e,f}	0.6	1 042	未知	—
封装塑料 ^{b,c,d,e,f}	52.9	12	—	3
硅片 ^{b,c,d,e,f}	6.0	104	—	—
注:“—”表示不适用。				
<p>^a 可采用相同测试方法从一个样品中获得 3 种元素的浓度。这里用于演示说明样品量。实际上,在引线框中不会出现 Hg 和 Cd。 如果需要多种物质进行分析,则所需的单元数量为每一种物质所需的单元数量之和。</p> <p>^b 最小样品量如 IEC 62321(所有部分)所述。</p> <p>^c 样品制备引起 20% 的体积(质量)损失。</p> <p>^d 从技术上而言,不可能在不产生污染的情况下拆分每个材料层。</p> <p>^e 可从每一层 100% 的收集每种材料。</p> <p>^f 不适用于预计材料层中不存在的物质。</p>				

表1所示为引线框材料层的铅检测在理论上需要 15 个样品。但是,如附录 E 所述,在实验室环境中,从引线框层获取足够量所需的实际样品数量接近 30 个~35 个样品。这是由于无法从每个单元收集整个引线框层,因此机械拆分过程防止其他材料层的交叉污染。(由于 IC 插脚含有六价铬、PBB、PBDE 和邻苯二甲酸酯这些物质的风险极低无需测试)因此,应将表1所示的数量视为“最佳情况”或“理论最小量”。

根据上述建议,按照 IEC 62321(所有部分)进行 6 种某些物质检测所需的最小样品质量为 3.6 g。但是,根据材料的不同,在检测之前,机械制样(见第 7 章)期间的损失可能高达 20%。因此,为了分析所有 6 种目标物质,能够从零部件获取的实际最小样品量为 $3.6 \times (1+0.2) = 4.3$ g。金属材料层一般不使用阻燃剂和增塑剂,因此仅对于这些物质的分析,能够将最小样品量减小至 $0.3 \times (1+0.2) = 0.4$ g。

由于检测所需的样品数量增加,零部件受污染的风险也随之增加。即使零部件编号和/或性能和/或规范保持不变,零部件也可取自不同的批次,和/或他们的材料也可不同。因此,分析结果可能是受检样品平均值的误导(高浓度的某些物质在某些样品中被稀释),甚至分析结果并不确定。

因此,当小型零部件的取样数量很大时,如表 2 和表 1 中引线框示例,确切的分析结果会很困难。

例如,是否能够将为了分析收集的材料视为均质材料? 使用的样品是否彼此相同? 怎样来评估零部件批次的一致性?

5.7.3 样品量与检出限

样品量多少和检出限之间存在一种相反的关系。随着可用于分析用的样品量减少,目标物质的方法检出限增大。

随着零部件尺寸的减小,拆分过程会逐渐变难。但是,样品尺寸并非始终是(拆分)限制因素。例如,10 mm³的IC 就比 4 mm³的压敏电阻更难拆分。由于难以拆分小型零部件,规定一个最小尺寸将非常有用,而当小于这一尺寸时,不再需要进行拆分。将小于这一最小尺寸的零部件粉碎,然后对得到的材料进行分析,并将其视为取样与分析技术限制的“均质材料”,即使其实际上是多种均质材料的复合材料。在这种情况下,检出限问题变得非常重要。宜注意,在特定层面设定最小样品尺寸并没有解决与取样和分析测试相关的特定基本问题。

如果继续对最小均质材料进行拆分,则分析所需的材料数量取决于特定分析方法所需的最小样品数量,其中特定分析方法涉及样品类型、样品制备技术(见第 7 章)和分析方法。例如,当利用(将干灰化法作为样品制备程序的)ICP-MS 检测聚合物中的铅时,对于 1 mg/kg 的定量限,需要 0.02 g 样品。当使用 ICP-OES 时,对于 5 mg/kg 的定量限,需要 0.2 g 样品。

一般而言,不同基材、样品制备技术以及分析方法的每个组合都需要最小样品量以达到所需要的报告限。随着样品量的减小,报告限增大。例如,在 0.02 g 的样品量下使用 ICP-OES 进行测试,报告限会增至 50 mg/kg。针对用于测试某些物质的不同基材、样品制备技术以及分析方法,了解样品量和报告限之间的关系就非常重要。

5.7.4 混合样品注意事项

当可检测的材料数量有限且难以获取时,了解某些目标物质存在的可能性尤其重要,以避免不必要检测(见表 B.1 和表 B.2)。例如,无需对金属进行阻燃剂检测。但是,当收集 IC 引线或球芯时,少量的模塑料可能附于金属表面,从而提供阻燃剂源。实际上,此类交叉污染不可避免,且需要加以考虑,从而避免假阳性结果。

另一个需要考虑的方面是根据样品制备方式对某些物质进行稀释。由多种均质材料(“混合材料”)组成的试样可能导致一种或多种目标物质出现阳性检测结果。当混合样品的测试结果以“mg/kg”表述时,可能会小于允许限值。有关这种机制的说明见表 2 中的假设示例。当表达混合材料的总浓度时,结果可能低于允许水平(即 1 000 mg/kg),同时基于其中均质材料的结果可能会超出允许限值。如表 2 所示,假设材料 A 含有大量的铅(Pb),在混合样品的总铅含量测试结果会因为其他材料的稀释而降低。为避免这些问题,可能需要向供应商请求确认。混合样品的更多考虑因素见附录 C。

表 2 混合样品中某些物质(例如 Pb)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

5.7.5 不均匀的“均质材料”

对于那些无法进行机械拆分,同时又没有统一化学成分的零部件,与均质材料的定义本身存在冲突。如 5.7.3 所述,可能需要对这些样品均质化,并将其视为单一的“均质材料”,以便进行检测。但是,为了得到有效的分析结果,需要对零部件的结构和材料进行更加充分的了解。

在制备零部件样品并将其作为单样品(如磨成粉末)进行检测时,分析结果是测试样品的整体质量的某些物质的平均含量。当同一物质的受限形式和非受限形式共存于样品中时,就会出现困难。如图 2 所示,对于无法进行机械拆分的电阻器,在限制应用(铅基镀层、上部横截面)和限制应用例外[氧化铅(PbO)玻璃、下部横截面]中均含有铅。取自该不可拆分零部件的混合样品无法区分铅的不同来源,因此,通过将电阻器作为混合样品进行检测,无法确定每种均质材料中铅的浓度。实际上,这适用于无法进行机械拆分的多种尺寸零部件。

如果多个物质限制在均质材料层面适用于单个零部件,则应单独分析各个均质材料(可能根据其具体应用),而这在实际中极具挑战性。

需要制定策略应对这些挑战,特别是在电子电气产品尺寸持续变小、复杂性持续增加的情况下,同时某些物质的数量增加、允许限量降低。使用筛选方法收集有关某些物质的更多信息,而且可作为横截面对材料进行现场分析,如图 2 所示(见 IEC 62321-3-1, IEC 62321-3-2 和 IEC 62321-3-3)。但是,仍然很难区分同一物质的限制应用和限制应用例外。在这种情况下,供应链上的沟通比测试更合适。有关详细信息见 IEC 63000^[5]。

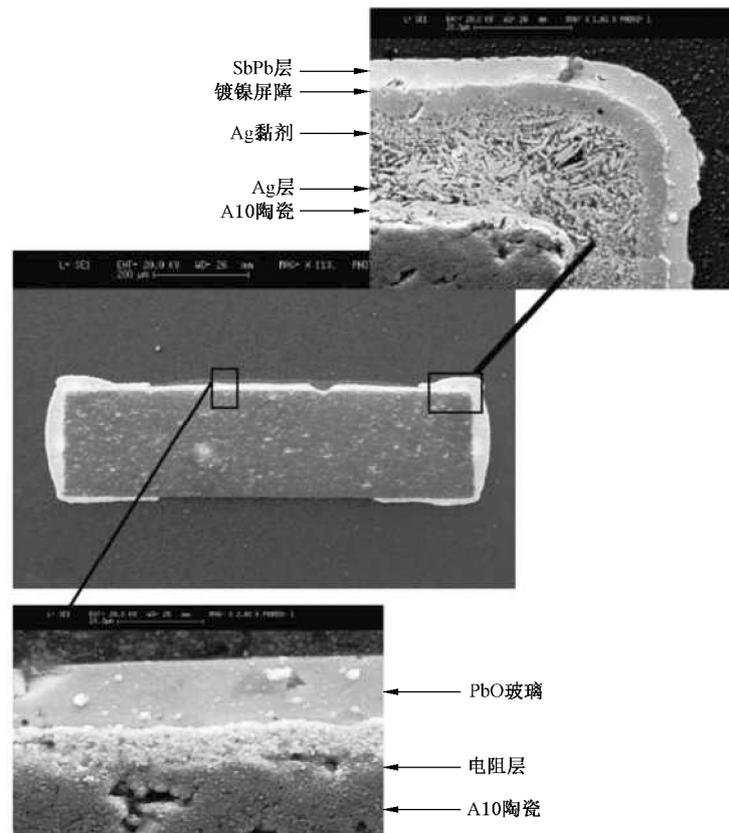


图 2 900 μm 宽的氧化铅基电阻器(SMD)的横截面

5.7.6 均质材料取样部位的确定

虽然市售“均质材料”具有相同的物理特性或化学特性,但是它们的成分并非始终完全相同。如果检测所需的样品质量不超过材料可用质量的一半,则需在多个区域(部位)进行取样,其中至少包括一处几何中心和两条对角线的端部。例如,一根长电缆护套应在多个位置取样,例如中心和端部。

6 取样的结论与建议

在有效的电子电气产品的某些物质分析中,取样的策略与过程是非常关键的准备步骤。分析结果的质量以及(特别是)分析样品的代表性直接受到取样方法的影响。取样策略的选择取决于待测定的物质、物质的允许限量、限制的应用基础以及可能的应用例外情况。其他重要因素包括电子电气产品的复杂结构、产品中的小型零部件、不同的材料含量、批次间的差异、供应链的深度以及分析检测方法。关于这些考虑因素的详细论述见第4章,得出的结论如下:取样策略的选择取决于分析目标。

取样的通用型迭代过程如图1所示。鉴于其迭代性质,没有单一的通用方法。进行取样的实体应确定满足分析目标所需拆解与拆分的迭代层级的类型与数量。每次迭代之后,都将对这些目标的完成程度进行评估。本文件第5章、附录A和附录E以及IEC 62321-3-1所述的多个示例表明,适当的取样策略与合理的分析技术能够极大地减少所需的工作量。

本文件表明,电子电气产品中某些物质的分析取样通常比较复杂,甚至对于复杂的小型零部件和零部件的拆分都无法评估。困难源于“均质材料”层面的物质限制,因此这一层面的物质限制成为取样的关键要素。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。这种情况表明均质材料的定义存在缺陷。如果无法进行进一步的机械拆分,则单独进行分析检测无法确定样品是否符合均质材料层面的某些物质含量要求。

通常无法拆分并检测产品或零部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。为了缓解这一困难,取样策略应谨慎地利用材料声明中的信息以及某些物质在特殊材料类型中存在的可能性方面的知识(见表B.1和表B.2)。此外,还应注意使用常用工具对材料进行机械拆分的实际程度。5.7强调了了解合理检测策略应用限制(例如混合材料的检测)的重要性,以便能够做出有效的决策。而且,这些策略还应与分析目标保持一致。

7 机械样品制备

7.1 通则

7.1.1 应用领域

本文件提供了关于处理样品选定部分的策略。在分析某些物质前的常规方法是减小电子电气产品及其组成单元或零部件机械尺寸。

注:特殊分析方法的样品处理与制备见IEC 62321的其他部分。

用户应选择应用一种或多种方法、或等效方法来制备适用于分析的样品。根据所用检测方法对颗粒尺寸的要求来选择合适的制备方法。只要能够保证样品颗粒尺寸符合要求且样品不会分解或受到某些物质的污染或影响,也能够选择其他的机械样品制备方法。

7.1.2 质量保证

由于污染、挥发性组分的蒸发(例如热量引起的蒸发)、有机化合物的分解(例如热量和紫外线引起的分解)或通过烟尘排放导致材料损失而产生分析偏差风险,因此选择合适的设备和清洗程序非常

重要。

研磨设备以及接触待测样品的任何部件都有可能引起污染。对于选定的设备,应了解可能释放哪些将会污染分析样品的元素,例如碳化钨(WC)设备可能释放钴(Co)和钨(W),而不锈钢设备则可能释放铬(Cr)、镍(Ni)、钼(Mo)和钒(V)。

实验室应通过试验证明:机械过程没有引起可检测量的某些物质产生的污染或某些物质的自身损失。同样,采用清洗机械样品制备设备的程序来防止前一个样品中的某些物质对后一个样品产生污染。例如,在处理已知含有大量某些物质的材料前后,可能需要处理并分析有证标准物质和空白。不强制要求使用有证标准物质,但所使用材料应确定含有已知含量的某些物质,以确定机械样品制备过程和清洗过程不会引起某些物质的污染或损失。应采取质量控制措施(其中包括基质加标或标准样品)持续监测机械样品制备方法的有效性。

7.2 装置、设备和材料

根据正在制备的材料类型,需要以下装置、设备和材料。

- a) 粗磨机或切磨机,配备 4 mm 和 1 mm 不锈钢底筛或类似不锈钢底筛。
- b) 离心式研磨机,配备 250 μm 碳化钨涂层(WC)钢制筛和 6 层 WC 涂层转子,对于均匀的塑料,适合使用 1 mm 的钢制筛。为了避免在研磨过程中引入杂质,应使用 1 mm 的钛制筛或钢制筛及钛制筛转子。
- c) “冷冻箱”无叶片低温冲击研磨机,配备随机的液氮桶、绝缘外壳、速度控制装置、可编程定时器以及安全联锁装置。
- d) 均质化混合器(如搅拌机)。
- e) 分析天平,精确至 0.000 1 g。
- f) 刷子(不同尺寸)。
- g) 纸张。
- h) 剪刀、厚板剪板机。
- i) 玻璃器皿。
- j) 液氮(N_2)。

警告——液氮极易挥发,而且可能引起使用区域缺氧,特别是封闭区域。实验室负责确保遵守适当的安全规程以及在低温研磨期间使用防护装备。

- k) 填料斗。
- l) 手套。
- m) 护目镜。
- n) 聚乙烯容器(用于液氮)。

注:关于取样中使用的工具,见附录 D。

7.3 程序

7.3.1 总述

根据样品类型和尺寸,可使用以下任何程序或程序组合来制备样品。

7.3.2 手工剪切

手工剪切适用于样品的粗切和制备,以便通过研磨等进一步减小样品。建议的最大样品尺寸如下所示,但是仍将取决于后续制备过程所使用设备的规范。

- a) 电子件:使用厚板剪板机[见 7.2 h)]将样品预切至 4 mm \times 4 mm 的尺寸。

- b) 金属板:使用厚板剪板机将样品预切至 4 mm×4 mm 的尺寸。
- c) 聚合物:使用厚板剪板机或剪刀将样品预切至 5 mm×5 mm 的尺寸。应将聚合物薄片剪成小块。

7.3.3 粗磨/磨粉

粗磨适用于将样品直径减小至约 1 mm。如有需要,则使用液氮[7.2 j)]冷却样品,以便在粗磨之前使其脆化。低温制备的一个示例是将样品放入聚乙烯容器 [7.2 n)],使用容器(例如烧杯、烧瓶)中的液氮进行冷却,等到液氮全部消失,用装有 4 mm 不锈钢底筛的粗磨机或切磨机 [7.2 a)]研磨样品。仔细清扫并收集所有颗粒。将准备好的 1 mm 不锈钢底筛装到研磨机上,再研磨通过 4 mm 筛的物料。仔细清扫研磨机并收集所有颗粒。在两次研磨循环期间进行 5 min 的冷却。

注 1:可能只能将金属材料磨成 4 mm 的颗粒(首选的颗粒尺寸为 1 mm)。

注 2:聚乙烯容器可能是聚乙烯密封袋、带盖的小瓶等,用于盛装样品,以免其与液氮直接接触。

7.3.4 均质化

均质化适用于在离心式研磨机 [7.2 b)]中进一步减小尺寸之前于混合器中制备粗磨样品。所用容器的容量应为拟混合粉末体积的两倍。为均质化混合器 [7.2 d)]设置适当的转速并混合粉末,直到均质。

7.3.5 细磨/磨粉

细磨或磨粉适用于将样品直径减小至 1 mm 以下。

利用离心式研磨机研磨样品粉末。仔细清扫离心式研磨机并收集所有粉末。宜对收集的物料进行筛选,以得到已知粒径范围的充分均匀的样品。

7.3.6 聚合物和有机物料的极细研磨

对于聚合物和有机物料,建议使用专用的无叶片低温冲击研磨机 [7.2 c)]。本程序适用于将样品直径减少至 500 μm 甚至更小。但是不适用于金属物料、玻璃或者类似的硬质物料和尖锐物料。

将 3 g~10 g 的粗切样品(3 mm~5 mm 的部分)置于样品瓶中,使其体积达到瓶子体积的 2/3~3/4。添加研磨棒并固定样品瓶的两端。通过在容器中注入液氮,使无叶片低温冲击研磨机在室温下冷却 15 min。研磨样品直至达到所需的粒径。为了确保得到充分均质的样品,宜在研磨时使用一个或多个筛子。

附 录 A
(资料性)
取样与拆分的过程示例

本附录提供了取样与拆分的详细通用过程(图 A.1,另见图 1)以及多个工作示例:

- DVD 播放器的取样(图 A.2);
- 液晶电视机的取样(图 A.3);
- PDA 的取样(图 A.4);
- 台扇的取样(图 A.5);
- 零部件(厚膜电阻器)的取样(图 A.6);
- 零部件(SMD 电位计)的取样(图 A.7)。

需结合流程图考虑以下几点。

- a) 出于下列多种原因,能够进行分析:
 - 特定材料或位置的分析(例如进行内部审核的制造商、对极有可能含有某些物质的电子电气产品领域进行检查的经销商、旨在获取特殊情报的执法机构);
 - 作为进货检验组成部分的筛选;
 - 对整个产品进行全面审查的初始阶段。
- b) 关于含有某些物质的概率,见表 B.1 和表 B.2。
- c) 特定应用中某些物质的应用例外情况仅在特定条件下适用。

注:应用例外在行业中有时称为豁免,具体参考对应国家或地区相关法规或政策的规定,例如,《达标管理目录限用物质应用例外清单》。

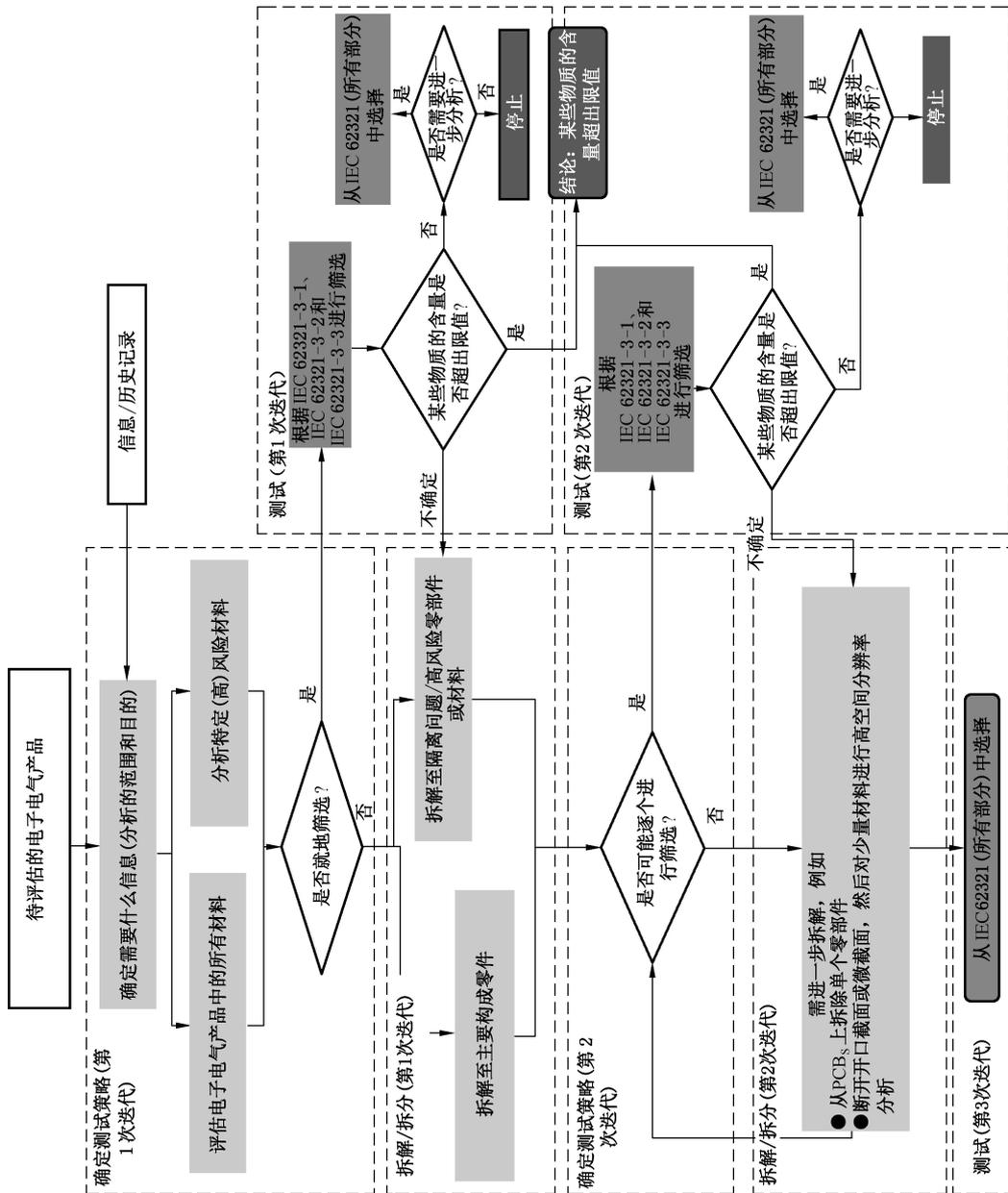


图 A.1 取样与拆分的方法流程

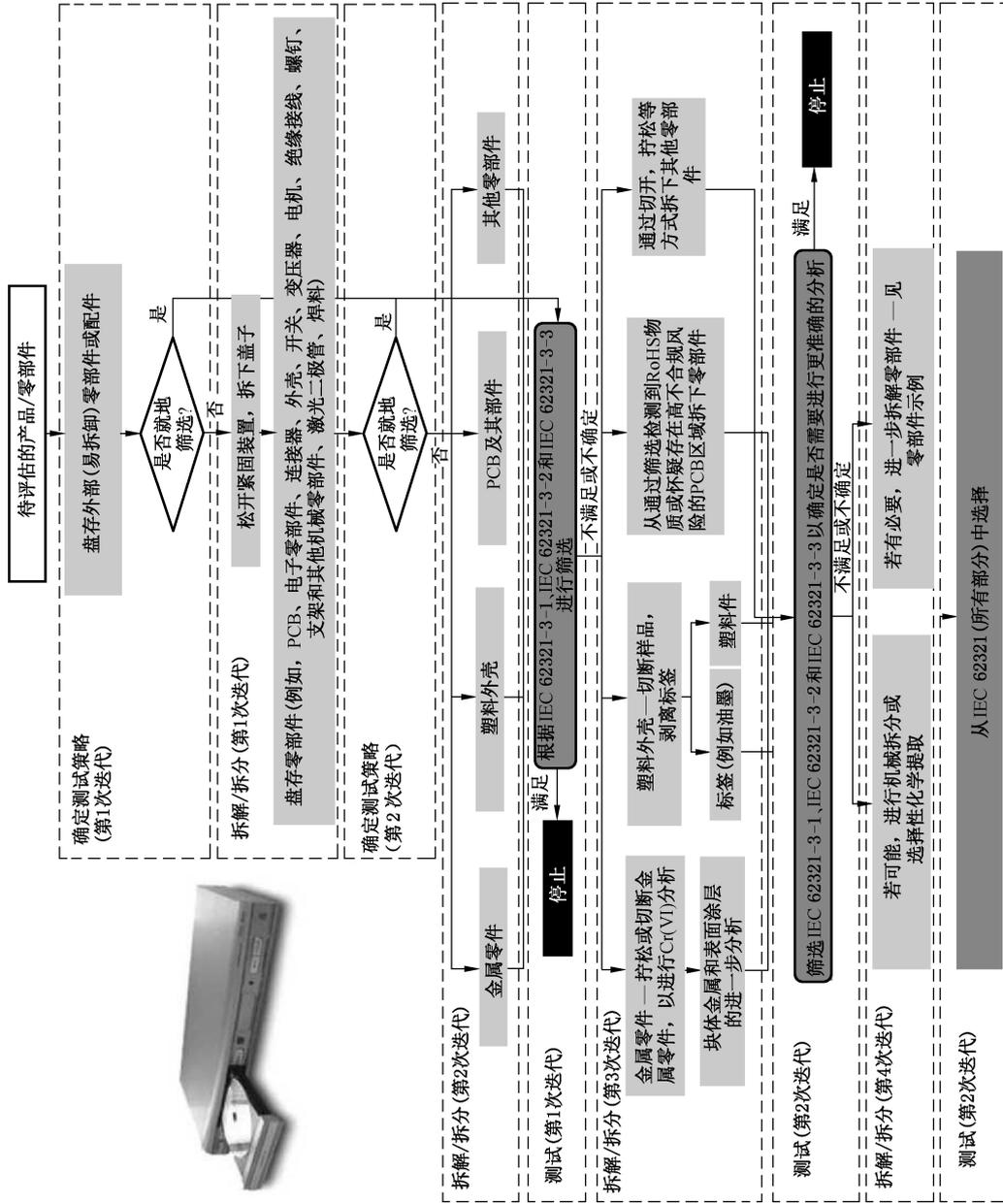


图 A.2 DVD 播放器的取样

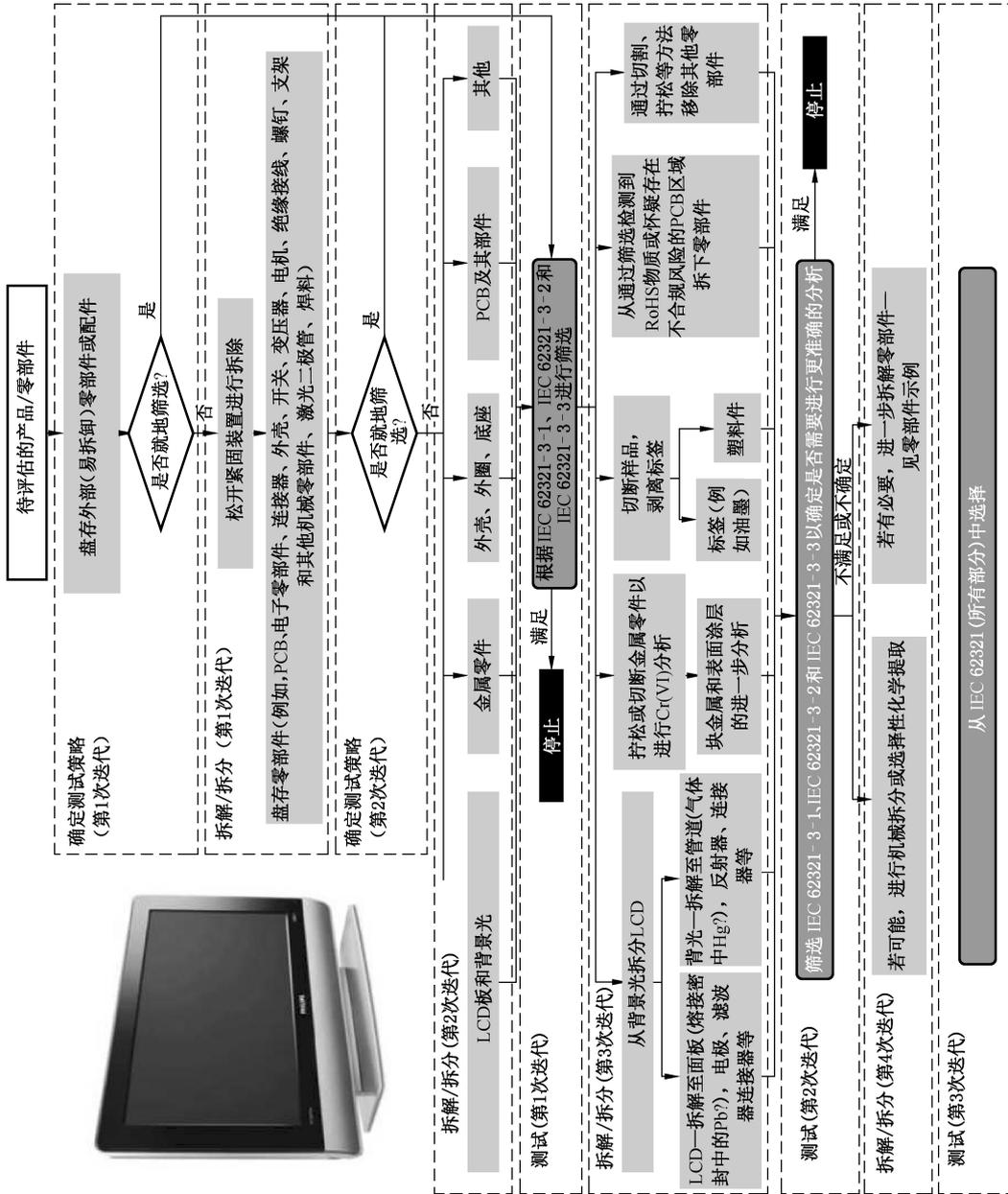


图 A.3 液晶电视机的取样

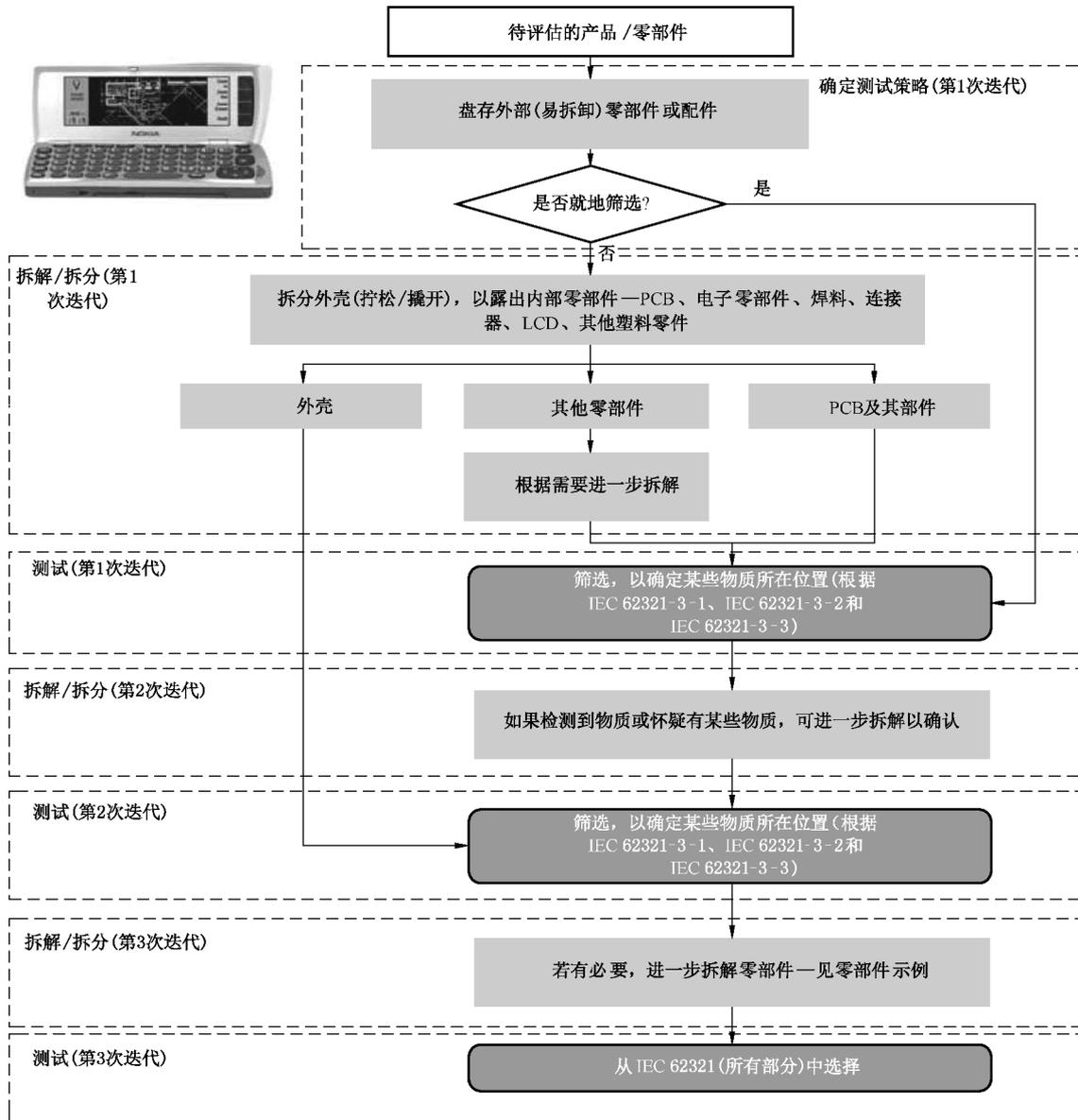


图 A.4 PDA 的取样

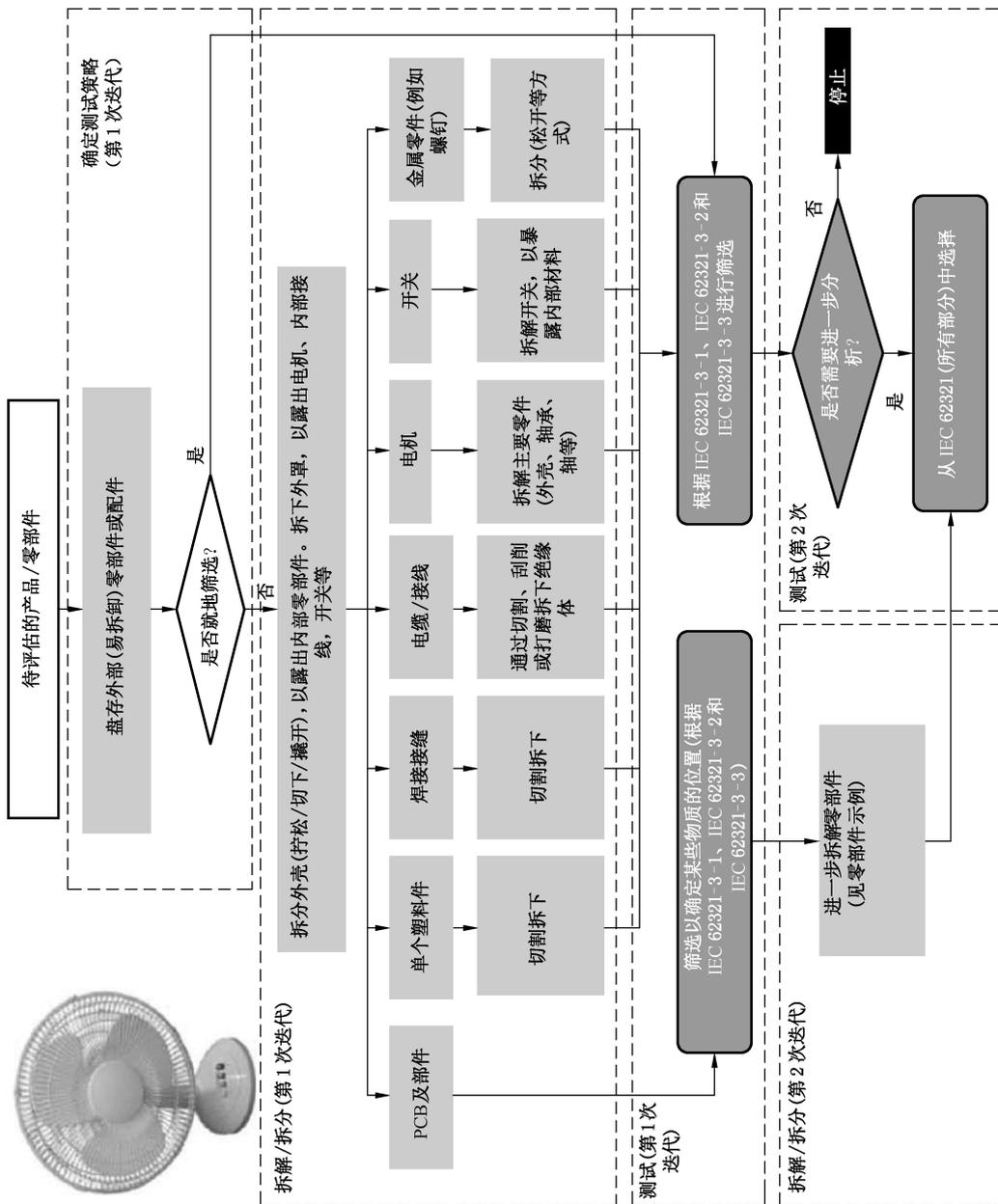


图 A.5 台扇的取样

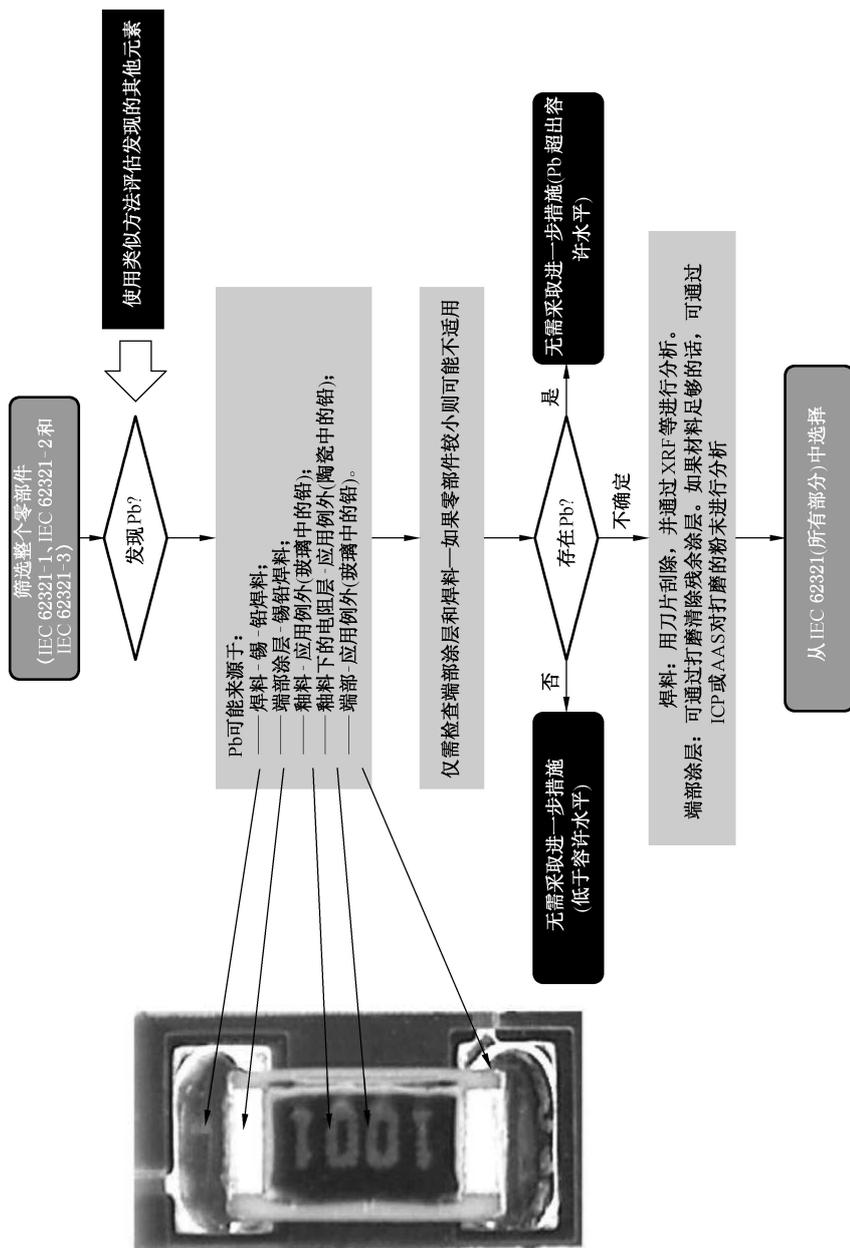


图 A.6 零部件(厚膜电阻器)的取样

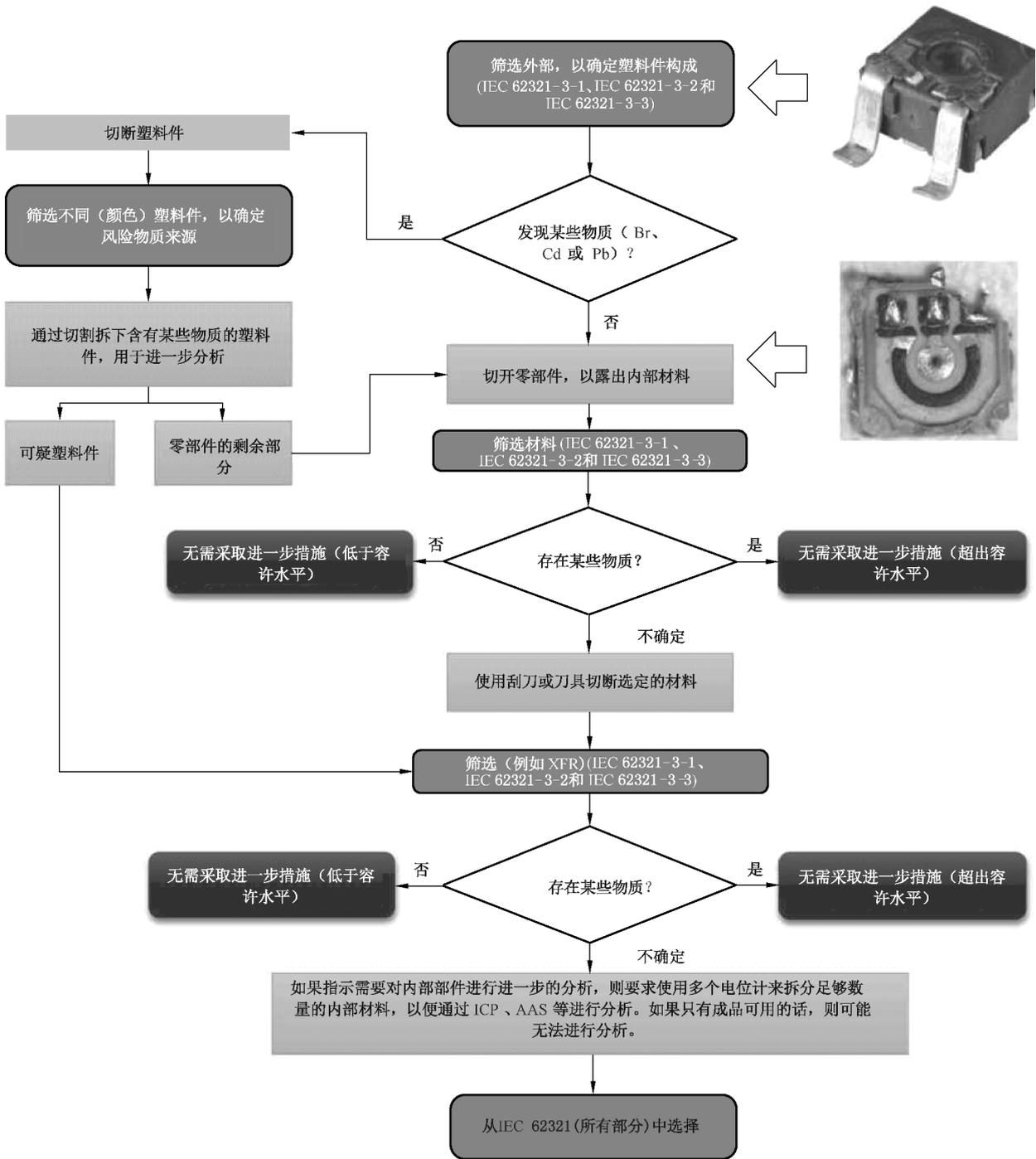


图 A.7 零部件(SMD 电位计)的取样

附录 B
(资料性)
含有某些物质的概率

许多电子电气产品含有大量不同类型的材料和物质。因此,了解电子电气产品的零部件和材料是否含有某些物质对于符合性验证非常有利,因为这样将优化附录 A 中的取样与分析流程。了解以下内容是正确的取样与检测方法提供指导:

- 物质在材料组中的功能;
- 某些物质在材料中的历史用途;
- 基质材料所含物质的化学兼容性;
- 在物质或材料的加工/制造过程中发生的化学转化;
- 其他考虑因素。

通过排除确定不含有某些物质的特定材料或零部件,提高测试效率,例如金属零件中不含 PBB/PBDE 阻燃剂,玻璃和陶瓷中不含邻苯二甲酸酯增塑剂。一般而言,含有某些物质可能性高的材料和零部件需要更加频繁和深入的分析。

表 B.1 和表 B.2 概述了电子电气产品中的典型材料和零部件,以及这些材料和零部件中存在某些物质的概率。而且还提供了相关取样区域的初步指导。由于技术创新和产品创新,不断推出新型材料,因此包括但不限于表 B.1 和表 B.2 的内容。

表 B.1 电子电气产品使用的材料和零部件中含有某些物质的概率

材料和零部件	某些物质 ^a							均质材料的数量 ^b	说明
	Hg	Cd	Pb	Cr(VI)	PBB	PBDE	PAE		
机械零部件									
金属框架	L	L	L	L	N/A	N/A	N/A	1	无涂层且未镀铬
塑料外壳	L	L	L	L	L	M	L	1	
电源线或电缆	L	M	H	L	L	M	H	> 1	
厚膜传感器	L	M	M	L	L	L	L	> 1	
散热片	L	L	L	L	N/A	L	N/A	1	
金属的螺钉、垫圈、紧固件	L	M	M	H	N/A	L	N/A	≥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-金属密封	L	L	H	L	N/A	L	N/A	> 1	
磷光性涂层(例如 CRT)	L	M	L	L	N/A	L	N/A	> 1	
印刷电路板(PCB)									
LCD 面板或屏幕	M	L	M	M	L	L	L	> 1	
等离子体面板或屏幕	M	L	M	M	L	L	L	> 1	
灯具、背景光	H	L	H	M	N/A	N/A	N/A	> 1	
磁头	L	L	M	M	N/A	N/A	N/A	> 1	
PCB 基板/薄片	L	L	L	L	L	N/A	L	> 1	
连接器	L	L	M	L	L	M	M	> 1	

表 B.1 电子电气产品使用的材料和零部件中含有某些物质的概率（续）

材料和零部件	某些物质 ^a							均质材料的数量 ^b	说明
	Hg	Cd	Pb	Cr(VI)	PBB	PBDE	PAE		
电解电容器	L	L	M	L	L	M	H	> 1	塑料绝缘体或包装中的邻苯二甲酸酯
芯片电容器	L	L	M	L	L	M	N/A	> 1	
插件电阻器	L	L	M	L	L	L	L	> 1	
芯片电阻器	L	M	M	L	L	L	N/A	> 1	
二极管	L	L	M	L	L	L	N/A	> 1	
保险丝	L	L	H	L	L	L	N/A	> 1	
焊料(工艺和手工焊接)	L	L	H	L	N/A	N/A	N/A	1	
胶黏剂(红色和白色)	L	L	M	L	M	M	M	1	用于固定零部件
零部件终端涂层	L	M	M	L	N/A	N/A	N/A	≥1	
部件模具	L	L	L	L	L	M	L	≥1	
集成电路(IC)和 BGA	L	L	M	L	L	L	L	> 1	
水银继电器	H	L	M	L	L	L	L	> 1	
电磁继电器	L	H	M	L	L	L	L	> 1	
水银开关	H	L	M	L	L	L	L	> 1	
机械开关	M	M	M	L	L	L	L	> 1	
恒温控制器	H	L	M	L	L	L	L	> 1	
火焰传感器	H	L	M	L	L	L	L	> 1	
热成像半导体	H	H	M	L	L	L	L	> 1	Hg、Cd、Te
LOT	L	L	M	L	L	M	M	> 1	绝缘胶带和/或绝缘垫片(包括胶黏剂)中的邻苯二甲酸酯
二极管整流器	L	L	M	L	L	L	L	> 1	
水银整流器	H	L	M	L	L	L	L	> 1	
硒整流器	L	H	M	M	L	L	L	> 1	
电感器	L	L	M	L	L	M	L	> 1	
LED	L	M	M	L	L	L	L	> 1	
OLED	L	L	L	L	L	L	L	> 1	
配件									
远程控制装置	L	M	M	L	L	L	L	> 1	
外部电缆(例如 SCART、USB、cinch)	L	M	M	L	L	L	H	> 1	
外接电源	L	M	M	L	L	M	H	> 1	
材料									
涂料、油墨和类似涂层	L	M	H	M	L	L	M	1	
胶黏剂	L	L	L	L	L	L	M	1	

表 B.1 电子电气产品使用的材料和零部件中含有某些物质的概率（续）

材料和零部件	某些物质 ^a							均质材料的数量 ^b	说明
	Hg	Cd	Pb	Cr(VI)	PBB	PBDE	PAE		
高光泽聚氨酯	M	L	L	L	L	M	L	> 1	
聚氯乙烯(PVC)	L	M	H	M	L	M	H	1	
苯乙烯、聚苯乙烯(PS-HI)、ABS、聚乙烯(PE)、聚酯	L	L	M	L	L	M	L	1	
橡胶	L	L	M	L	L	M	H	1	用于固定和/或隔绝零部件,也用作封口膏或密封剂
其他塑料	L	M	M	L	L	M	M	1	
色素(所有塑料)红色、橙色、黄色、粉色、绿色	M	H	H	H	N/A	N/A	N/A	1	
金属	L	M	H	H	N/A	N/A	N/A	≥1	
其他钢制品	L	L	L	H	N/A	N/A	N/A	1	
易切削钢	L	L	H	L	N/A	N/A	N/A	1	
铜合金	L	H	H	L	N/A	N/A	N/A	1	
铝合金	L	L	H	L	N/A	N/A	N/A	1	
金属铬镀层	L	L	L	L	N/A	N/A	N/A	> 1	
镀锌层	L	H	H	H	N/A	N/A	N/A	> 1	
其他金属镀层	L	H	L	H	N/A	N/A	N/A	> 1	
其他玻璃	L	M	H	M	N/A	N/A	N/A	U	
陶瓷	L	L	H	L	N/A	N/A	N/A	U	
<p>本表仅作为指导,可帮助选择极有可能含有某些物质的零部件/材料便于检测。并非本表列出的每个零部件都需要检测,而且并非旨在检测每种“大”概率物质。关于取样策略的更多指导,见4.4。更为重要的是,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。应用例外情况清单可在IEC 62474 数据库^[4](http://std.iec.ch/iec62474)中找到。</p>									
<p>^a 某些物质:</p> <p>L ——小概率,之前没有使用某些物质;</p> <p>M ——中等概率,之前使用某些物质,但是现在使用替代物质;</p> <p>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。</p> <p>N/A ——不适用。</p> <p>^b 1:一种均质材料。</p> <p>>1:两种或多种均质材料。</p> <p>U:未知。</p>									

表 B.2 聚合物材料中含有其他某些物质的概率

聚合物材料	某些物质			
	HBCDD	PAH	PAE	TCEP
聚丙烯(PP)	L	L	L	L
聚乙烯(PE)	L	L	L	L
高抗冲聚苯乙烯(HIPS)	M	L	L	L
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)	L	L	L	L
通用聚苯乙烯(GPPS)	L	L	L	L
中抗冲聚苯乙烯(MIPS)	L	L	L	L
超高抗冲聚苯乙烯(SHIPS)	L	L	L	L
聚氯乙烯(PVC)	L	L	H	M
聚氨酯(PU)	H	L	L	H
聚酯纤维	L	L	L	H
橡胶	L	H	H	M
聚碳酸酯(PC)	L	L	L	L
尼龙	L	L	M	L

说明：
 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。

附录 C
(资料性)
混合检测与取样

C.1 概述

如 5.7.4 所述,可将多种不同零部件和/或材料层组成的产品的混合检测作为有效的筛选方法。在特定情况下,这种方法可更加有效地利用样品,且通过避免不必要的检测以节约成本。可采用两种方法:

- a) 根据所使用方法的 MDL 计算最大的样品浓度;
- b) 计算符合要求的 MDL,以确保物质低于样品中的特定浓度水平。

首先是评估可能存在目标物的总量,但可能无法检测到这种目标物,因为该目标物由于混合而被稀释到 MDL 以下。

C.2 根据 MDL 计算混合样品的最大浓度

第一个示例基于以下信息为基础:

- 零部件含有 4 种不同的均质材料(总重为 18 mg);
- 只有混合材料中含量最少的材料(材料 A)才含有某些物质:铅(Pb)和镉(Cd);
- 针对混合样品的化学分析方法的检出限 MDL 为 20 mg/kg;
- 对于化学分析,首先将零部件研磨成粉末(均质样品)。

“未检出”的结果是指:取自零部件的混合样品可能含有高达 20 mg/kg 的铅和镉。根据最坏的情况(铅和镉的含量均为 20 mg/kg),计算铅和镉的最大污染或误差(见表 C.1)。对于混合样品中铅和镉的最大含量 20 mg/kg,均质材料 A 中铅和镉的含量可能高达 360 mg/kg。对于铅而言,这一含量低于 1 000 mg/kg 的允许限量。但是对于镉而言,这一含量可能超出了 100 mg/kg 的最大允许限量。

该混合样品的结论如下:镉需要进一步的分析,以确定其是否满足要求。

注:混合检测仅是一种筛选方法。

表 C.1 根据检出限计算得出的混合样品的最大浓度

材料	质量 mg	占混合样品的总重 百分率 %	铅的最大含量 (适用于 20 mg/kg 的检出限) mg/kg	镉的最大含量 (适用于 20 mg/kg 的检出限) mg/kg
A	1	6	360	360
B	4	22	0	0
C	5	28	0	0
D	8	44	0	0
总计(混合样品)	18	100	—	—
平均含量(混合样品)	—	—	20	20

在第二种方法中,计算所需的检出限,以确保特殊物质的含量不会大于特定水平。
当混合样品的物质可检测时,可计算均质材料 A 中某些物质的浓度,见公式(C.1):

$$C_A = \frac{MDL \times m_C}{m_A} \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

- C_A ——材料 A 中含有某些物质的浓度,单位为毫克每千克(mg/kg);
- MDL ——针对混合样品的化学分析方法的检出限,单位为毫克每千克(mg/kg);
- m_C ——混合样品的质量,单位为毫克(mg);
- m_A ——材料 A 的质量,单位为毫克(mg)。

C.3 基于最大许用浓度的混合样品的所需检出限

第二个示例(见表 C.2)基于以下假设:

在 C.2 所述示例中使用的相同混合样品的污染情况如下:铅(Pb)为 1 000 mg/kg;镉(Cd)为100 mg/kg。

使用化学分析验证铅和镉的含量时,方法的检出限需达到:铅的检出限为 50 mg/kg,镉的检出限为 5 mg/kg,如表 C.2 所示。

表 C.2 基于最大选用浓度的混合样品的所需检出限

材料	质量 mg	占混合样品的总重百分率 %	铅含量 mg/kg	镉含量 mg/kg
A	1	6	1 000	100
B	4	22	0	0
C	5	28	0	0
D	8	44	0	0
总计(混合样品)	18	100	—	—
平均含量(混合样品)	—	—	56	5.6
所需的检出限/(mg/kg)	—	—	56	5.6

可计算混合样品的所需检出限,见公式(C.2):

$$MDL = \frac{C_L \times m_A}{m_C} \dots\dots\dots(C.2)$$

式中

- MDL ——混合样品的所需检出限,单位为毫克每千克(mg/kg);
- C_L ——材料 A 中含有某些物质的最大容许浓度,单位为毫克每千克(mg/kg);
- m_A ——材料 A 的质量,单位为毫克(mg);
- m_C ——混合样品的质量,单位为毫克(mg)。

此外,需要注意:分析方法的检出限和某些物质的浓度都有误差范围,某些物质的存在可在“均质材料”范围之内变化(见 IEC 62321-3-1 和 IEC 62321-3-2)。因此,在使用这一概念时宜引入安全边界。

附录 D
(资料性)
取样中使用的工具

通过拆解和拆分进行取样的常用工具如下所示：

- 烙铁；
- (电动)螺丝刀；
- 电缆剥线钳；
- 小刀/刮刀；
- 大剪刀；
- 扳手(开口扳/套头扳)；
- 锤子；
- 电钻；
- 焊丝,即可吸收软焊料的焊丝；
- 内六角扳手；
- 端切钳；
- 老虎钳；
- 手锯；
- 镊子；
- 真空销；
- 热气枪。

热气枪和真空销的使用如图 D.1 和图 D.2 所示。

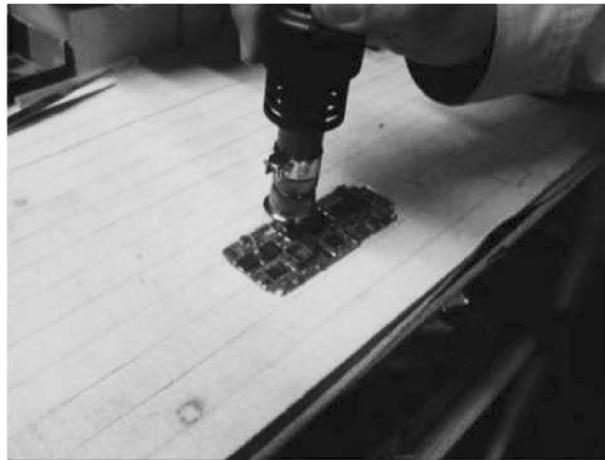


图 D.1 用于移除电子零部件的热气枪

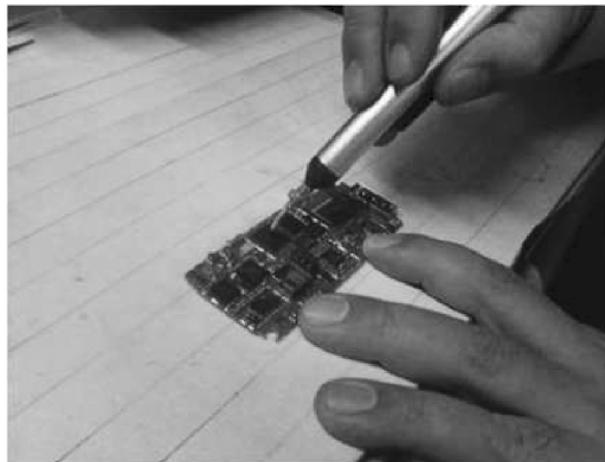


图 D.2 用于移除目标电子器件的真空销

附录 E
(资料性)
手机拆解与拆分的示例

E.1 总述

手机是一种紧凑而复杂的产品,并且含有大量的小型零部件。因此,关于如何针对其他电子电气产品制定取样策略,手机提供了良好的示例。

本附录提供的示例如下所示:

- 无需使用工具的部分拆解——A 型手机;
- 使用简单工具的部分拆解——B 型手机;
- 完全拆解——B 型手机;
- 部分拆分——B 型手机;
- 完全拆分——小型电子零部件的拆分示例;
- 集成电路引线框封装的完全拆分;
- 球栅阵列(BGA)封装的完全拆分。

E.2 无需使用工具的部分拆解——A 型手机



图 E.1 带有电池充电器和摄像头盖子的 A 型手机

作为一个完整的产品,这种手机(见图 E.1)可提供有限的分析机会。充电器至少有 6 个由不同材料组成的独立区域,而且无需拆解即可进行筛选。拆除手机后盖,取出电池。由于后盖外侧进行了金属化,因此对其两侧进行分析(筛选)。这个手机的部分拆解是不使用工具进行拆解的极限,如图 E.2 和表 E.1 所示。

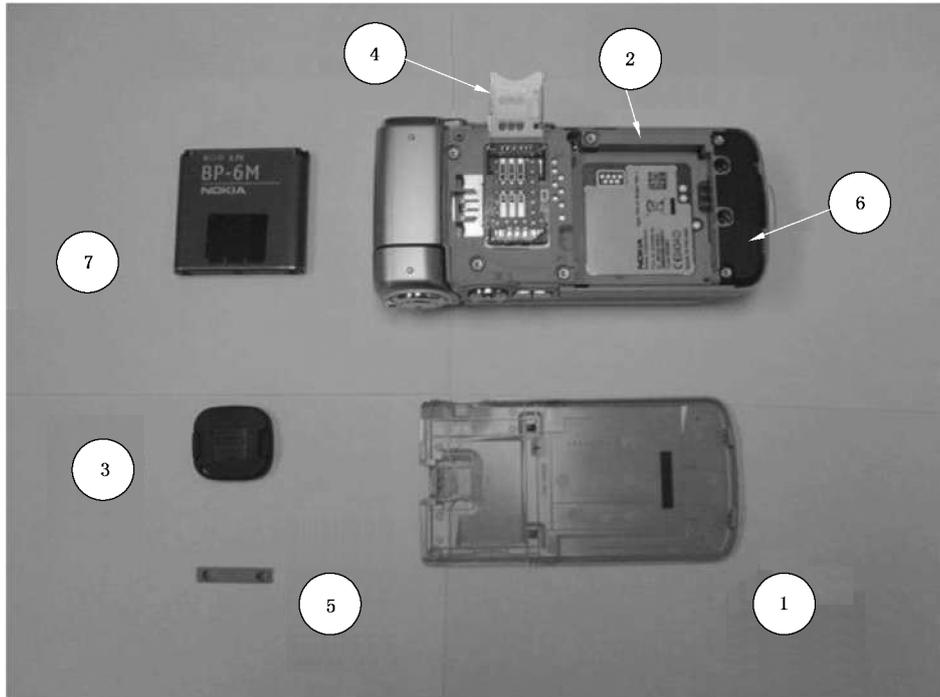


图 E.2 电池和后盖已被拆除的 A 型手机

表 E.1 手机可能含有的某些物质或筛选物质(A 型)

样品编号	产品零部件	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	塑料后盖	聚合物	中等	Pb、Br(铅、溴)	见 4.3
2	手机的塑料外壳	聚合物	中等	Pb、Br(铅、溴)	见 4.3
3	摄像头的塑料盖	聚合物	中等	Pb(铅)	见 4.3
4	SIM 卡的金属夹	聚合物	低	Cr、Cd(铬、镉)	见 4.3
5	通信接口盖	聚合物	中等	Pb、Br(铅、溴)	见 4.3
6	本体内的塑料件	聚合物	中等	Pb、Br(铅、溴)	见 4.3
7	电池	复合物	高	Cd、Pb、Hg(镉、铅、汞)	见 4.3

可直接筛选在图 E.2 中标记的样品。
5.7 表明了进一步操作的考虑因素。

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

E.3 使用简单工具的部分拆解——B 型手机

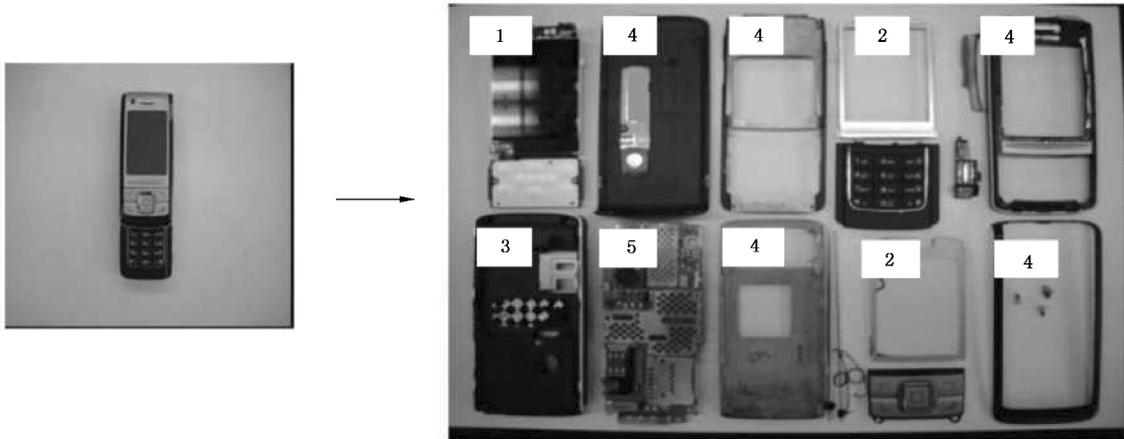


图 E.3 (B 型)手机的部分拆解(拆成主要零部件)

在本示例中,仅使用螺丝刀等简单工具对另一部手机进行部分拆解。请注意:拆解之后,可轻松装回手机的零部件,手机可正常使用。

首先需分开主要零部件,如图 E.3 所示。图中所示的手机零部件为 TFT 屏幕、键盘、底壳、主 PCB、外壳/框架等,如表 E.2 所示。

表 E.2 手机(B 型)主要零部件可能含有的某些物质

样品编号	产品零部件	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(铅)	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	其他外壳或框架	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了某种溴化阻燃剂。

并非此次部分拆解之后分开的所有手机零部件均适合直接分析。TFT 屏幕和 PCB 均为含有多种不同材料的复杂结构。无论使用的分析方法如何,此类样品的构造和尺寸使其难以在不进一步拆解或拆分的情况下对材料进行分析。但是,如果分析的第一步是 XRF 筛选,那么在那些复杂组件内部,仍然能够检测到与某些物质相关的元素(见 IEC 62321-3-1)。然后做出关于确证试验需求的决策。样品 3 和样品 4 似乎是均质材料,可首先使用 XRF 进行直接检测。在本阶段对样品 2——键盘进行筛选,以确定是否需要进一步拆解。

E.4 完全拆解——B 型手机

如 E.2 和 E.3 所述,几乎所有手机零部件的构造和成分都不容易进行有意义的直接分析。几乎所有零部件都需要进一步拆解,甚至需要可使其丧失功能的拆分。

E.6 对 B 型手机的完全拆解进行了说明。图 E.5 和图 E.6 表明了键盘(图 E.4)、底壳(图 E.5)以及其他外壳或框架材料(图 E.6)的拆解过程。使用常用工具(见附录 D)拆解这些手机零部件,以得到近乎单一的材料,例如塑料或金属。样品选择能够基于含有某些物质的概率指南,如表 B.1 和表 B.2 所示。



图 E.4 键盘的完全拆解

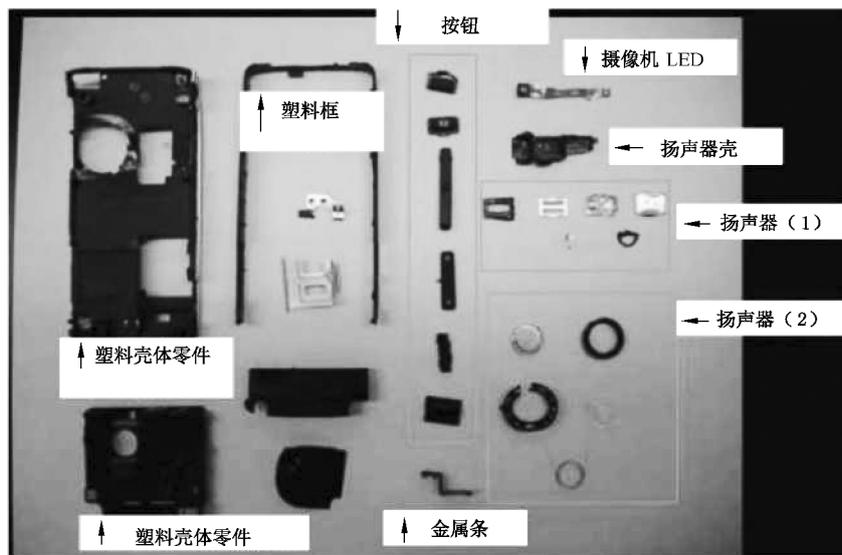


图 E.5 底壳的完全拆解

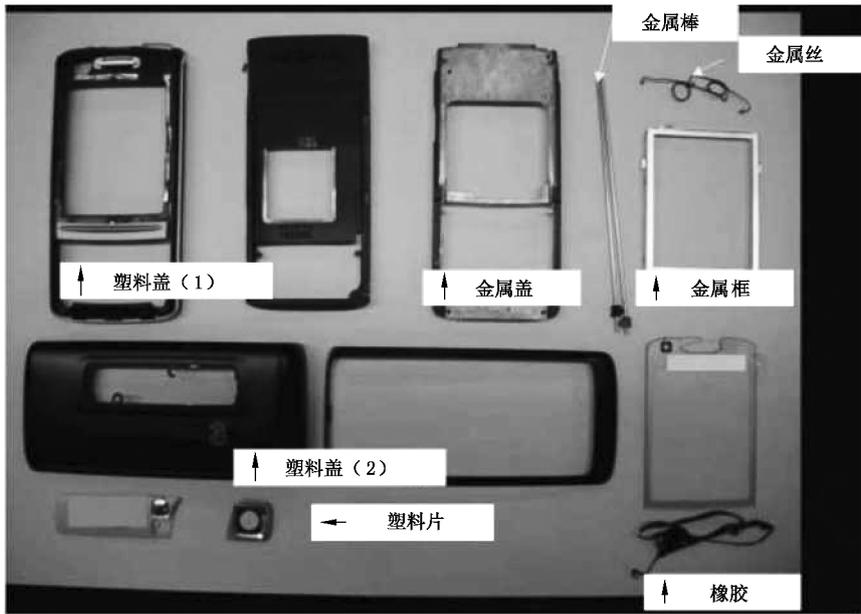


图 E.6 其他外壳/框架的完全拆解

E.5 部分拆分——B 型手机

图 E.7 表明了(之前在 E.3 和 E.4 中拆解的)B 型手机 TFT 屏幕的部分拆分。只能以破坏的方式(拆分)实现屏幕某些部件的分离,例如外壳、绝缘层和过滤器。同样,该手机的主 PCB 的部分拆分产物如图 E.8 所示。此次拆分所需的工具包括螺丝刀、烙铁和小刀(其他工具见附录 D)。



图 E.7 部分拆分之后手机(B 型)TFT 屏幕部件

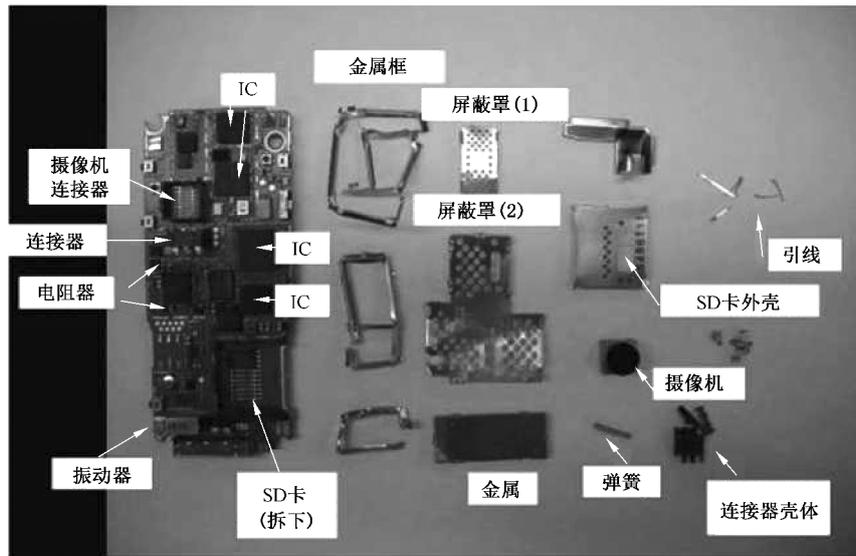


图 E.8 部分拆分之后手机(B型)主 PCB 部件

E.6 完全拆分——小型电子零部件的拆分示例

表 E.3 所示为电子电气产品使用的标准小型电子零部件的结构示例和材料示例。在从 PCB 拆解之后,需从供应商或其他等效来源获取这些零部件。使用适当的工具(见附录 D)从零部件抽取材料样品,同时侧重于那些极有可能含有某些物质的材料(见表 B.1 和表 B.2)。

表 E.3 中的示例反映了当前使用的零部件和之前使用的零部件(例如数年前并没有使用 BGA 集成电路)。很明显,即使是看似简单的零部件(例如通孔电阻器),也可能含有多种不同的材料,即强调了需要针对每个零部件认真规划并制定个体取样策略。

表 E.3 标准小型电子零部件的拆示范例

组件和零部件	结构	取样点	可能的危险材料	可能的应用 例外零部件	IEC 62321 检测方法分析的 取样程序	取样考虑因素或限制
电阻器		引线	Pb		切割引线	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		外层	Pb, Cr ⁶⁺		刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		颜色代码 (油墨)	Pb, Cr ⁶⁺		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
电阻器		电阻器	Pb	电阻器： 铅(玻璃)	无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		电极	Pb		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		保护膜	Pb	保护膜： Pb(玻璃)	无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
电容器		引线	Pb		切割引线	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		套筒(PVC)	Pb		刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		油墨	Pb, Cr ⁶⁺		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间

表 E.3 标准小型电子零部件的拆分示例(续)

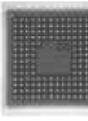
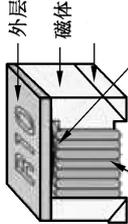
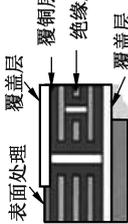
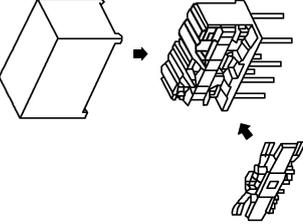
组件和零部件	结构	取样点	可能的危险材料	可能的应用例外零部件	IEC 62321 检测方法分析的取样程序	取样考虑因素或限制
电容器		焊料	Pb		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
集成电路芯片		油墨	Pb, Cr ⁶⁺		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		引线框	Pb		切割引线	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
集成电路芯片		油墨	Pb, Cr ⁶⁺		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		焊球	Pb	焊料:(高熔点型)铅	无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
模制连接器		外壳	PBB/ PBDE		切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		紧固钉	Pb		无实用的机械拆分方法	交叉污染、确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		触点	Pb		切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间

表 E.3 标准小型电子零部件的拆分示例(续)

组件和零部件	结构	取样点	可能的危险材料	可能的应用例外零部件	IEC 62321 检测方法分析的取样程序	取样考虑因素或限制
线圈		电极	Pb	磁体: Pb(陶瓷)	切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		外层	Pb、Cr ⁶⁺ 、Cd		刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
柔性板		表面处理	Pb		刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		外壳盖板	Pb、Cr ⁶⁺ 、Cd		切割	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
继电器		电极	Pb		刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		固定触点 (表面)	Pb		切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		终端	Pb		切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		本体	Pb、Cr ⁶⁺ 、Cd		刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		固定触点	Cd		切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间
		移动触点	Cd		切割或刮擦	确保得到足够样品量的样品数量、样品制备时间

E.7 集成电路引线框封装的完全拆分

在本示例中,拆分集成电路引线框封装,其中铅(Pb)可能存在于镀锡(Sn)端部涂层上。

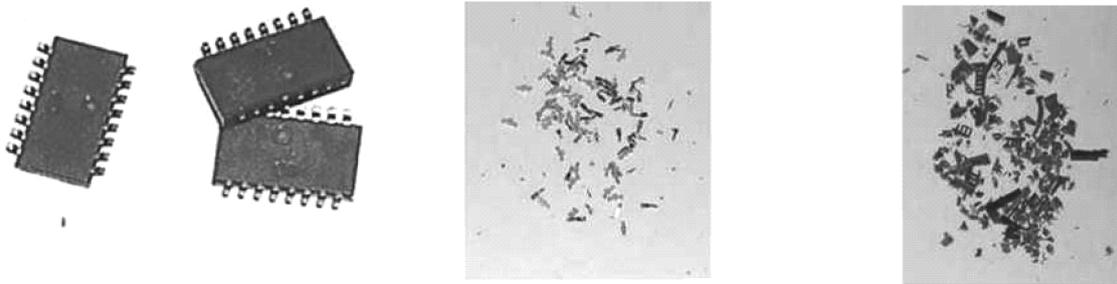
第 1 步:集成电路引线框封装的金属引线拆分

通过切掉延伸至封装其他部分之外的金属零部件,将引线从封装[图 E.9 a)]上去除。在这种情况下,对于 36 个个体封装,引线去除程序需要 2 h,而且可提供 1.2 g 的金属样品。

如果在引线切割过程中多加注意,而且没有使样品过于靠近封装本体,则收集的引线样品将不会受到其他材料的污染。为了得到足够的样品量进行引线框分析,需要大量的制备时间和样品。这种分析也许仅适用于某些实验室。图 E.9 b)所示为拆分之后的引线样品。

第 2 步:封装拆分

图 E.9 c)所示为拆分之后的封装。其中假设以不会引起与其他材料层发生交叉污染的方式完成拆分。



a) 集成电路引线框封装

b) 拆分之后的金属引线

c) 拆分之后的集成电路引线框封装

图 E.9 引线框的拆分

E.8 球栅阵列(BGA)封装的完全拆分

E.8.1 总述

标准球栅阵列(BGA)封装由多种不同的材料层组成:基板、底部填充、硅片、C4 焊接凸点、焊膏和焊球。图 E.10 所示为拆分之前的 BGA 封装示例。

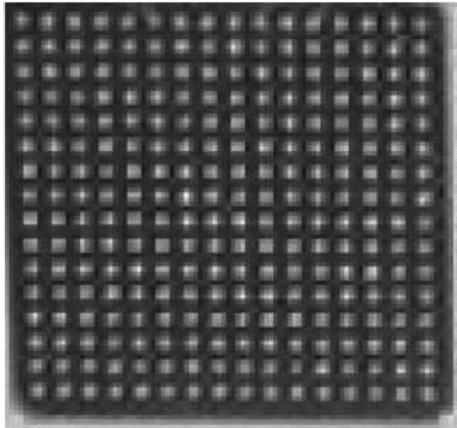


图 E.10 拆分之前的 BGA 封装

E.8.2 去除 BGA 封装的焊球——手动去除程序

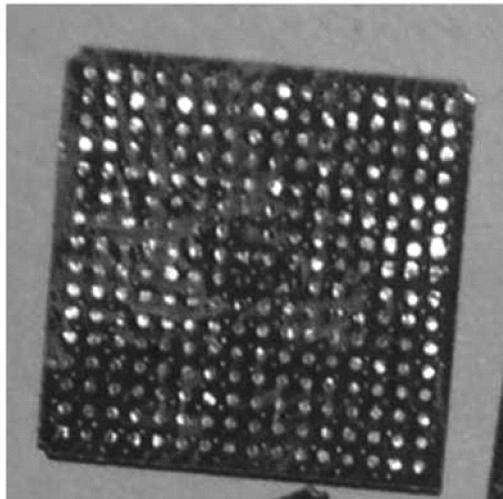


图 E.11 通过手动去除程序拆分的 BGA 封装

通过尖锐器具的手动去除程序,将图 E.10 和图 E.11 所示的焊球从 BGA 封装上拆分,以刮去或切掉基板上的焊球。虽然已经注意未将任何基板、助焊剂或焊膏与拆分的焊球混合,但是使用这种方法的焊球收集并不一致。只能切掉一些焊球,其他焊球只是简单地从封装中“弹出”,而没有被切掉或刮去。如图 E.11 所示,该方式收集到的焊球不确保不含有封装材料。

使用手动去除程序需要 2 h 去除 15 个 BGA 上的焊球。收集的焊球材料质量仅为 1.5 g,而且还包含一些助焊剂、焊膏和基板材料。因此,根据 5.7.1,为了收集必需的最小样品质量(4.4 g),将需要 45 个 BGA 和 6 h 的工作。

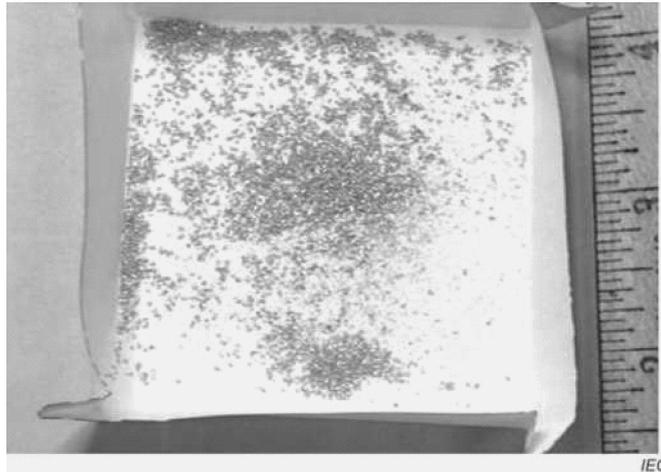


图 E.12 使用手动去除程序从 BGA 收集的焊球材料

图 E.12 所示为收集的焊球材料。但是,不将这种使用手动去除程序收集的样品视为“均质”焊球材料,因为该样品含有在拆分程序期间收集的其他材料(例如助焊剂、基板碎片)。

E.8.3 去除 BGA 封装的焊球——焊球剪切程序

由于手动去除程序无法提供均质焊球样品,因此需要其他焊球去除方法,即 IEC 62137-1-2^[3]的剪切强度检测或 JEDEC JESD22-B117^[6]的焊球剪切程序。虽然没有制定去除用于材料分析的焊球的 JEDEC 标准,但这是某些公司在各自的质量保证/质量控制(QA/QC)实验室使用的行业程序。

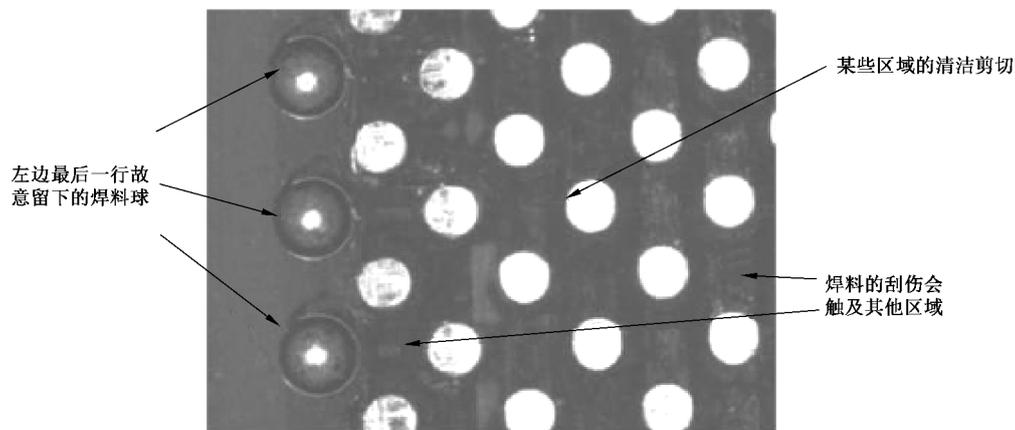


图 E.13 使用焊球剪切程序去除 BGA 的焊球

为了得到足够的样品量进行分析,需要 45 个 BGA,即在最佳条件下需要 6 h 进行样品制备。

由图 E.13 可知,通过刮擦某些区域的阻焊剂和焊球材料或者提升基板,焊球剪切方法也会产生污染。尽管如此,使用焊球剪切程序的污染量远远小于手动去除程序引起的污染量。但是,污染仍然不可避免,为了制备大量样品所需的时间使得这种方法不切实际。

参 考 文 献

- [1] GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求
 - [2] GB/T 23113—2017 荧光灯含汞量检测的样品制备
 - [3] IEC 62137-1-2 Surface mounting technology—Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint—Part 1-2: Shear strength test
 - [4] IEC 62474 DB Material declaration for products of and for the electrotechnical industry (available at <http://std.iec.ch/iec62474>)
 - [5] IEC 63000 Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances
 - [6] JEDEC JESD22- B117 Solder ball shear procedure
 - [7] Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment
-