

ICS 31.020

SJ

L10

备案号:

中华人民共和国电子行业指导性技术文件

SJ/Z ×××××—××××

电子电气产品中有害物质的风险评估指南

Guide of risk assessment for hazardous substances in electrical and electronic products

(报批稿)

××××—××—××发布

中华人民共和国工业和信息化部

希科检测
www.cirs-ck.com
咨询热线: 4006-721-723
邮箱: test@cirs-group.com

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	3
5 风险的识别.....	3
5.1 概述.....	3
5.2 材料风险.....	3
5.3 采购风险.....	4
5.4 工艺风险.....	4
5.5 物流风险.....	5
6 风险分析与评价.....	6
6.1 概述.....	6
6.2 风险的量化.....	6
6.2.1 风险量化的依据及形式.....	6
6.2.2 多风险综合量化.....	6
6.3 风险等级.....	8
6.3.1 风险等级设置.....	8
6.3.2 风险等级的更新及调整.....	8
7 风险应对.....	8
7.1 决策依据.....	8
7.2 风险应对措施.....	9
7.3 风险应对措施的监测与评审.....	9
附录 A（资料性附录） 利用 X 荧光光谱法（XRF）辅助评估电子电气产品中有害物质风险.....	10
附录 B（资料性附录） 电子电气产品中有害物质风险评估示例.....	14
附录 C（资料性附录） 电子电气产品中限用物质的典型存在示例.....	21
附录 D（资料性附录） 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计.....	22
参考文献.....	33

前 言

本指导性技术文件按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则编写。

本指导性技术文件仅供参考。有关对本指导性技术文件的建议和意见向国务院电子行业行政主管部门反映。

本指导性技术文件由工业和信息化部电子信息产品污染防治标准工作组提出。

本指导性技术文件由工业和信息化部电子工业标准化研究院归口。

本指导性技术文件起草单位：工业和信息化部电子工业标准化研究院、深圳赛西信息技术有限公司、泰科电子(上海)有限公司、鸿富锦精密工业(深圳)有限公司、纳优科技(北京)有限公司、深圳市华测检测技术有限公司、通标标准技术服务有限公司、莱茵技术(上海)有限公司、深圳市安姆特测试技术有限公司、深圳华唯计量技术开发有限公司、联想(北京)有限公司、杭州华三通信技术有限公司。

本指导性技术文件主要起草人：果荔、郑璐、曹富俭、武海云、杨李锋、李信柱、陈蹇、何艺桦、高志祥、张军、陈光华、卞征云。

引 言

当前，国内外环保法规对电子电气产品中有害物质的管控要求日趋严格，为指导相关行业，特别是广大中小型企业快速地识别电子电气产品中有害物质的存在风险，有效控制和降低组织管理成本，特制定本指导性技术文件。

本指导性技术文件附录A~附录D为资料性附录，可为组织识别和评估风险提供帮助和参考。其中附录B列出来自不同组织的评估示例，仅供参考。值得注意的是，随着科学技术的发展，附录C、附录D的内容可能会更新。

电子电气产品中有害物质的风险评估指南

1 范围

本指导性技术文件提出了电子电气产品中有害物质的风险识别方法, 以及其含有情况的风险评估流程和方法。

本指导性技术文件适用于对电子电气产品中有害物质的风险评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T XXXX 电子电气产品限用物质管理体系 要求

SJ/T YYYYY-yyyy 电子电气产品有害物质限制使用 术语

3 术语和定义

SJ/T YYYYY-yyyy界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用, 以下重复列出了SJ/T YYYYY-yyyy中的一些术语和定义。

3.1

组织 organization

职责、权限和相互关系得到安排的一组人员及设施。

示例: 公司、集团、商行、企事业单位、研究机构、慈善机构、代理商、社团或上述组织的部分或组合。

[GB/T 19000-2008, 定义3.3.1]

3.2

电子电气产品 electrical and electronic product

EEP

依靠电流或电磁场工作或者以产生、传输和测量电流和电磁场为目的, 额定工作电压在直流电不超过 1500V、交流电不超过 1000V 的设备及配套产品。

[SJ/T YYYYY-yyyy, 定义2.1.1]

3.3

有害物质 hazardous substance

电子电气产品中含有的对人、动植物和环境等有危害的物质。

[SJ/T YYYY-yyyy, 定义2.2.3]

3.4

限用物质 restricted substance

法律法规或顾客要求在电子电气产品中限制使用的物质。

注：“含有限用物质”表示产品中限用物质的含量超出GB/T 26572的限量要求。

[SJ/T YYYY-yyyy, 定义2.2.7]

3.5

有害物质风险评估 risk assessment of hazardous substance

对有害物质风险进行识别、分析和评价的全部过程。

注1：风险是有害物质存在于电子电气产品中的可能程度及其后果。

注2：有害物质风险识别是发现电子电气产品中的有害物质风险，并进行列举和描述的过程。

注3：有害物质风险分析是系统地运用相关信息，对识别的风险进行量化赋值的过程。

注4：有害物质风险评价是风险分析的结果与组织内、外部环境等进行对比，以确定风险严重程度，以及组织对其可接受和/或容忍程度的过程。

[SJ/T YYYY-yyyy, 定义2.2.6]

3.6

生产辅助材料 auxiliary material

生产辅料

直接用于产品生产，有助于产品形成，并在生产过程中被消耗或耗用，且不构成产品的主要实体的各种辅助材料，如焊料、助焊剂、清洗剂等。

3.7

再生材料 recycled material

对失去原使用价值的材料经过加工处理产生的重新获得使用价值的材料。

[SJ/T YYYY-yyyy, 定义2.3.4]

4 总则

有害物质可能在电子电气产品生命周期的各个阶段被引入，评估其风险时应首先识别风险因素，分析各风险对产品环境符合性的影响及影响程度。通过将分析结果与组织内、外部环境进行比较，组织可采取适宜的风险应对措施。

当组织的有害物质管理体系符合GB/T XXXX时，其产品中存在有害物质的风险可能降低。本指导性技术文件中所指的材料包括组织采购的原料和生产辅料、元器件和部件等。

5 风险的识别

5.1 概述

产品中有害物质风险的识别应贯穿于产品的研发、采购、制造、产品交付等过程，特别应关注以下几方面的风险因素。

5.2 材料风险

5.2.1 出于对材料功能、性能、成本和/或技术等方面的考虑，产品设计过程决定了产品中可能使用了含有有害物质的材料，这就产生了有害物质存在于材料中的理论风险。

示例：为增强产品表面抗氧化及防腐效果采用的电镀设计，可能会造成六价铬的含量超出GB/T 26572的限量要求。

5.2.2 再利用/再生材料的使用可能会增加材料中有害物质存在的风险。如果使用了再生材料，由于其加工处理等过程中有可能混入含有有害物质的杂质等，则产品中有害物质存在的风险更大。这种情况下，组织要确认材料供应商提供文件中记载的相关信息。

5.2.3 材料风险识别过程中，可借助于已有的有害物质检测数据及相关经验，但应注意这些数据的不确定性对结果带来的影响。

可能造成检测结果的不确定因素，包括但不限于：

- a) 材料的拆分。当材料不易被拆分时，通常会降低检测对有害物质的识别度；
- b) 不同的前处理方法和检测方法可能会使检测结果出现差异，有时，检测方法的难易程度也可能影响检测结果；
- c) 操作人员的人为因素等。

5.2.4 材料风险可通过5.2.1~5.2.3的各风险因素综合分析进行识别和评估。

5.3 采购风险

5.3.1 概述

组织在采购过程中要考虑材料本身的风险，以及供应商风险两方面的因素。

5.3.2 组织对采购材料中有害物质的风险可按 5.2 进行识别。如有必要，组织可制定适宜的检测或验证方案，以进一步验证材料中有害物质的风险。

5.3.3 供应商风险可能直接或间接影响着组织采购的材料中有害物质的风险，因此，供应商风险的识别也应作为采购风险的一个重要评估因素，并宜定期监督及重新识别和评审。供应商风险评估可以考虑以下风险因素，但不限于：

- a) 供应商的研发能力；
- b) 供应商的工艺控制水平；
- c) 供应商对于其上游供应链的管控水平；
- d) 供应商的质量管理体系，特别是有害物质管控体系；
- e) 与供应商的合作经验，如对供应商过往的综合评估结果，和/或所采购产品是否出现过不符合的情况等。

5.4 工艺风险

5.4.1 概述

在电子电气产品的生产过程中，以下风险因素可能增加成品/半成品中有害物质的风险。组织应在每一个生产工艺环节考虑这些风险因素。

5.4.2 工艺过程中的化学反应

当生产工艺中存在化学反应时，需要着重对该工艺进行风险评估，包括：

- a) 工艺过程中使用的原料和生产辅料中有害物质的含有情况（见 5.2）；
- b) 化学反应条件；
- c) 化学反应产物、副产物中有害物质的含有情况。

示例 1：纯锡电镀是一种高风险的工艺。根据电化学反应原理，纯锡阳极及电镀液中的铅杂质，会通过电泳富集到锡镀层上，导致锡镀层的铅含量大于纯锡阳极及电镀液中的铅杂质含量，可能使产品不符合 GB/T 26572 的限量要求。阳极、电镀液中铅杂质的含量和锡镀层中的铅含量具有一定的相关性，且受电流密度和电镀液化学特性等因素影响。可通过实验确定每个电镀工艺的该相关性，从而确定纯锡阳极及电镀液中铅杂质的管控限值。

示例 2：因三价铬与六价铬可通过氧化还原反应进行相互转化，因此，在电镀工艺中，产品中的三价铬在一定条件下氧化形成六价铬。

5.4.3 残留物的风险评估

成品/半成品上的残留物主要来源于工艺过程中的生产辅料残留，或工艺过程的反应副产物等，组织需对成品/半成品上可能存在的残留物考虑以下风险因素：

- a) 残留物中有害物质的含有情况；

- b) 残留物的量；
- c) 残留物因加温、光照等条件变化可能引起的化学反应；
- d) 残留物的分布等。如分布于成品/半成品表面，或分散在均质材料中。

示例：助焊剂、脱模剂、记号笔墨水均为高风险生产辅料，其中所含杂质中铅含量若超出 GB/T 26572，其残留物可能影响成品/半成品的符合性。

5.4.4 工艺过程中的交叉污染

电子电气产品生产过程中，因满足不同需求，组织可能存在不含及含有有害物质的多种不同工艺，从而可能造成的交叉污染将增加成品/半成品中有害物质存在的风险，此时需要着重进行风险评估，并可采用加贴标签等方式，针对不同符合性状态的工序和工具、材料等加以区分。

造成交叉污染的风险因素包括：

- a) 多种材料共用的机台、工具、容器、运输装置等；
- b) 不同工艺间的材料误用；
- c) 多种材料进行切换时有害物质的残留污染。

示例：当含铅和无铅电镀共用一套设备，含铅切换成无铅电镀时，共用的电镀槽、电镀池、管道、泵、阀门都会引起铅的交叉污染。

5.4.5 制程工具的污染

在生产过程中，由于制程工具与产品的接触，制程工具中的有害物质有可能迁移，增大成品/半成品中有害物质的风险。

组织应关注以下风险因素：

- a) 制程工具本身有害物质的含有情况；
- b) 制程工具与成品/半成品接触的状态，如成品/半成品的存在形态、接触时间、温度等条件的不同，带来的风险也不同。

示例：传送固态产品使用的传送带，污染产品的风险较低；而油性笔与产品接触后，很可能在产品上有一定程度的残留。

5.5 物流风险

物流风险主要是由于出、入库房、运输等物流过程中含有及不含有有害物质的材料/半成品交叉混用，此时需要着重进行风险评估，并可采用额外的产品识别方式（如标签）加以区分不同符合性状态的产品。

有些情况可能是物流过程中有害物质污染造成的残留。

6 风险分析与评价

6.1 概述

组织根据5.2~5.5识别的风险因素，通过选择适宜的分析方法，判断产品中有害物质风险等级，为最终风险评估及风险应对提供输入。

将风险因素量化并分析是较常见的风险分析和评价形式，组织也可根据具体情况选择适宜的其他方法，并进行综合分析。

风险分析方法通常不是针对单个风险因素的，而是综合多个风险因素进行综合分析的结果。

6.2 风险的量化

6.2.1 风险量化的依据及形式

针对5.2~5.5识别的风险，组织可根据风险的原因、类型和后果、风险出现的概率，以及组织现有的管理措施和已有数据等量化风险。

针对某一类风险因素，组织还可依据其造成的影响程度及重要性设置权重。常见的风险量化形式如表1所示。

表1 风险量化形式

风险类别	评估准则及分值 F_i	权重 W_i
风险1	F_1	W_1
风险2	F_2	W_2
...
风险 n	F_n	W_n

6.2.2 多风险综合量化

6.2.2.1 概述

当对多个风险进行综合分析时，组织可根据风险内容和风险的复杂程度，采用模型法、矩阵法等，和/或多种方法组合的方式量化某方面的整体风险。

6.2.2.2 模型法

6.2.2.2.1 乘积法

乘积法是将各风险的分值与权重的积相乘得出风险的分值。计算公式见公式(1)。

$$R = \prod_{i=1}^n F_i \times W_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R —风险分析得分；

n —风险个数；

F_i —第 i 个风险的分值；

W_i —第 i 个风险的权重（如不设置权重，则 $W_i=1$ ）。

6.2.2.2.2 累加法或平均数法

累加法是将各风险的分值与权重的积相加得出风险的分值。计算公式见公式(2)。

$$R = \sum_{i=1}^n F_i \times W_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R —风险分析得分；

n —风险个数；

F_i —第 i 个风险的分值；

W_i —第 i 个风险的权重（如不设置权重，则 $W_i=1$ ）。

也可采用平均数法计算风险分值，即用公式(2)的结果除以风险个数。

6.2.2.3 矩阵法

矩阵法是通过二维矩阵判断产品中有害物质风险和风险等级。方法是将已识别的两个风险分别作为X轴和Y轴，并分别设置风险等级，从而形成评价矩阵（见图1）。

矩阵法仅适用于两两风险的综合判断。

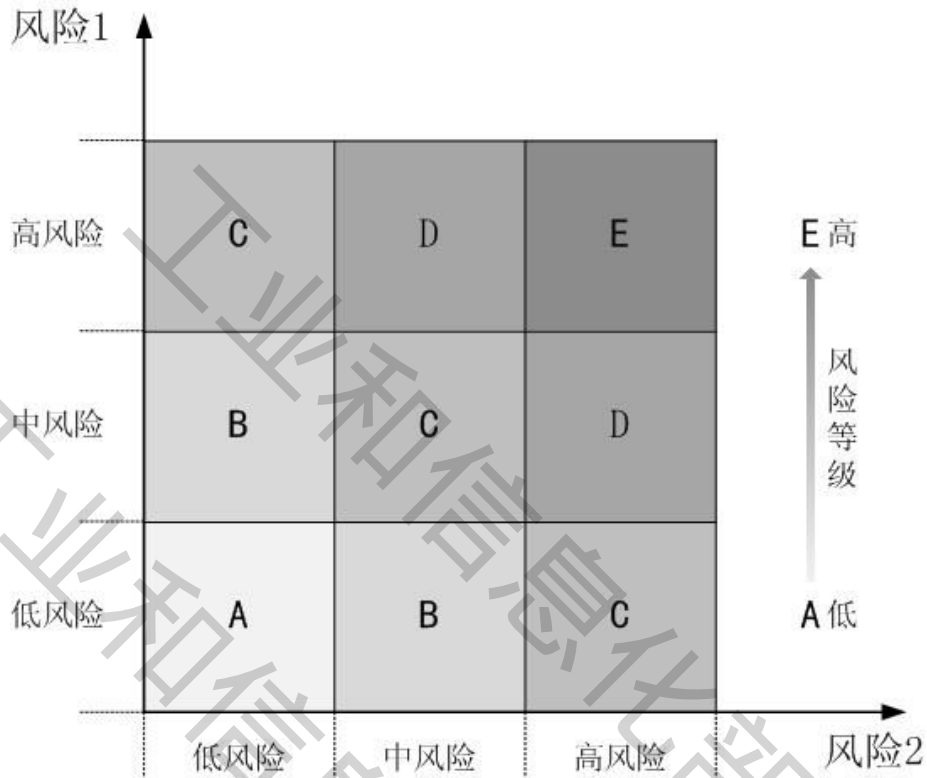


图1 产品中有害物质的风险评价矩阵

6.3 风险等级

6.3.1 风险等级设置

对 6.2 量化的风险值，组织可采取划分取值区间等方式，设置为由低到高的风险等级。

6.3.2 风险等级的更新及调整

组织需要关注以下因素可能造成 5.2~5.5 中各风险的更新，由此，产品中有害物质风险可能也会发生改变。此时，组织应重新进行识别，并分析和调整相关风险等级：

- 有害物质限制使用相关法律法规及顾客要求的更新；
- 有害物质减量化、替代化技术发展，以及工艺技术的革新；
- 供应商有害物质管理控制水平的更新。

7 风险应对

7.1 决策依据

组织可根据已确定的风险等级，并依据以下要素进行决策，确定风险应对及控制措施。

- 组织内部对有害物质的管理目标；

- b) 组织外部法律法规和标准，以及顾客的要求。

7.2 风险应对措施

组织可依据 7.1 制定适宜的风险控制计划和措施。主要的应对措施包括但不限于：

- a) 制定标准化操作流程；
- b) 在采购、生产等环节采取适宜的有害物质检测验证措施；
- c) 收集并分析供应商有害物质相关信息；
- d) 建立和加强供应商风险管理机制；
- e) 对可能引入有害物质的生产工艺进行调整；
- f) 建立完善的记录系统实现可追溯；
- g) 加强对生产、检测、运输等相关人员的培训。

7.3 风险应对措施的监测与评审

组织可通过关注以下方面，适时调整风险应对措施，以确保其有效性。

- a) 组织内、外部环境的变化，如6.3.2及7.1中涉及的各要素更新；
- b) 识别正在显露的潜在风险；
- c) 现行风险应对措施的有效性。

附录 A (资料性附录)

利用 X 荧光光谱法 (XRF) 辅助评估电子电气产品中有害物质风险

A.1 概述

X 荧光光谱法 (XRF) 分析技术作为一种非破坏性筛选检测手段, 可实现材料中铅、汞、铬、镉、溴等元素的快速筛选分析。科学合理的应用 XRF 分析方法, 可辅助评估电子电气产品中有害物质的风险。

注: XRF 应用方法和原则参见 GB/T 26125-2011 第 6 章及附录 D。

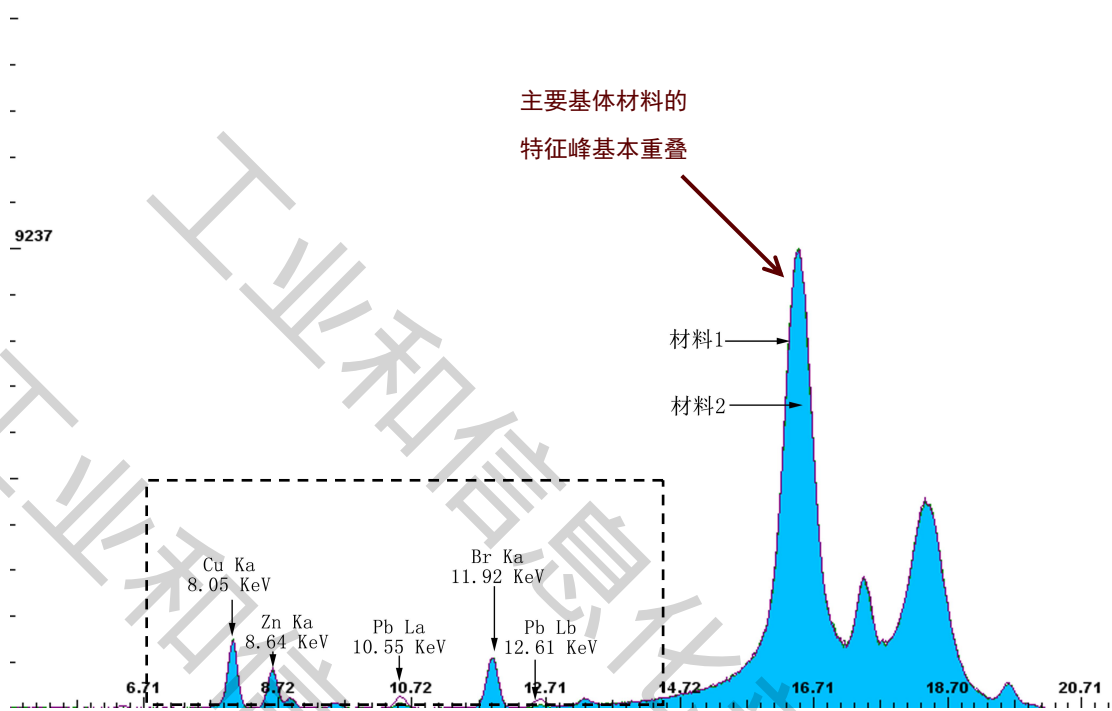
A.2 谱图比对法

相同测试条件下, 将不同批次的相同部件的 XRF 谱图叠加在一起进行对比, 当发现有害物质的特征谱峰发生显著变化时, 应特别注意风险存在的可能性。

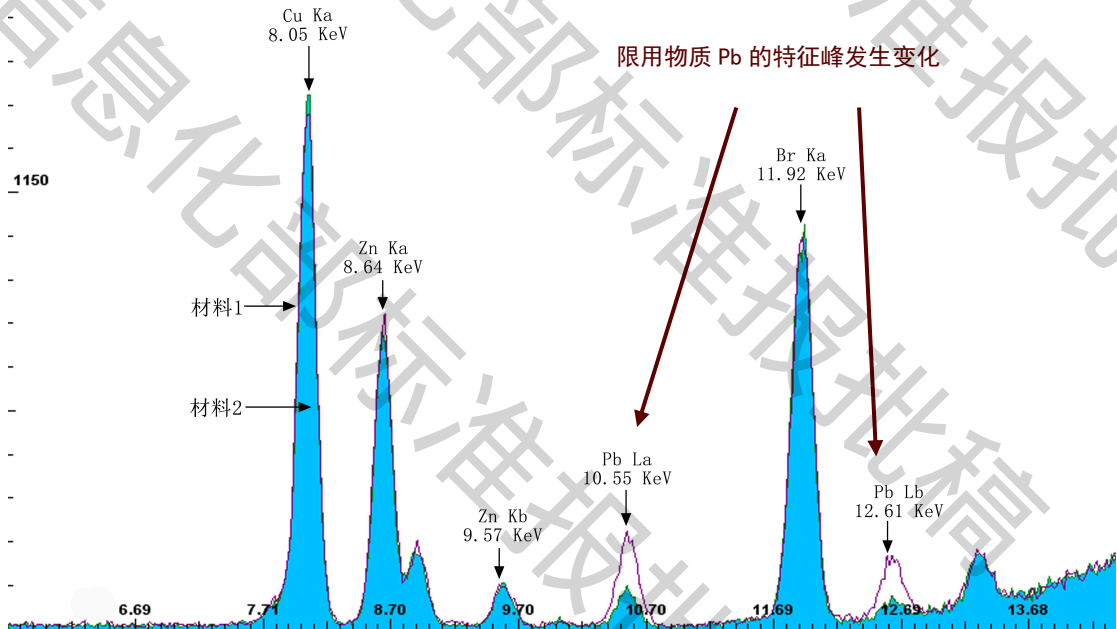
示例 1: 谱图比对法—主要材质未发生较大变化, 有害物质谱图发生较大变化

图 A.1 是两个相同部件 (塑料材质基体) 的叠加样品谱图 (图中 “材料 1”、“材料 2”), 其中 a) 分图 为全谱图, b) 分图 为 a) 分图虚线部分的放大图。图中粉红色的 “材料 1” 谱图为之前送检合格的样品谱图, 蓝色的 “材料 2” 为另一批物料送检样品谱图。

谱图显示, 样品主要基体材料未发生较大变化 (图中基体材料的谱图基本重叠), 但限用物质 Pb 的含量水平发生了较大变化。如果出现这种情况, 表明此供应商供应的这个部件含有有害物质 Pb 的含量不稳定, 则此部件的风险级别较高。需要特别说明的是, 即使后续物料中, 限用物质 Pb 的含量水平降低, 也应该对其变化的原因引起足够的关注。



a) 叠加样品的全谱图



b) a) 分图虚线部分的放大谱图

图 A.1 主要材质未发生较大变化，有害物质谱图发生较大变化的谱图对比

示例 2：谱图比对法-限用物质谱图未发生变化，主要基体材料元素组成发生较大变化

图 A. 2 是两个相同部件（铜合金材质基体）的叠加样品谱图，图中粉红色的“材料 1”谱图为之前送检合格的样品谱图，蓝色的“材料 2”为另一批物料送检样品谱图。谱图显示，样品主要基体材料仍然是铜合金基体材料（图中主要元素 Cu、Zn 的特征峰基本重叠），但样品中其他元素的含量发生了较大的变化（如图中 Ni 元素的特征峰变化较大）。当这些部件来自于同一个供应商时，则此部件的风险级别较高。

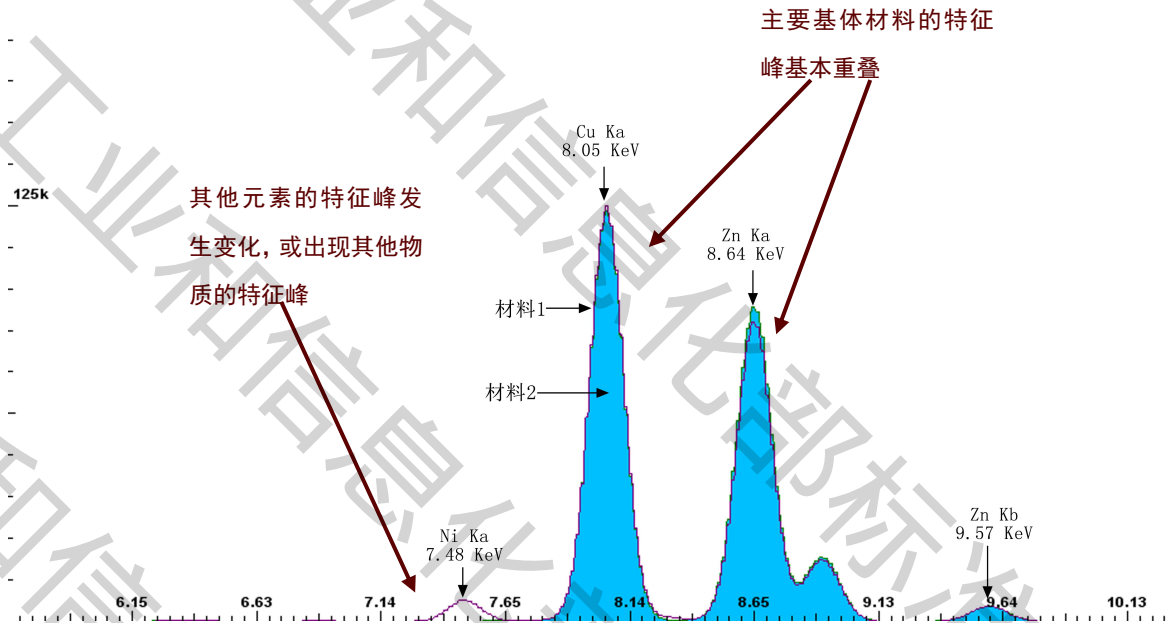


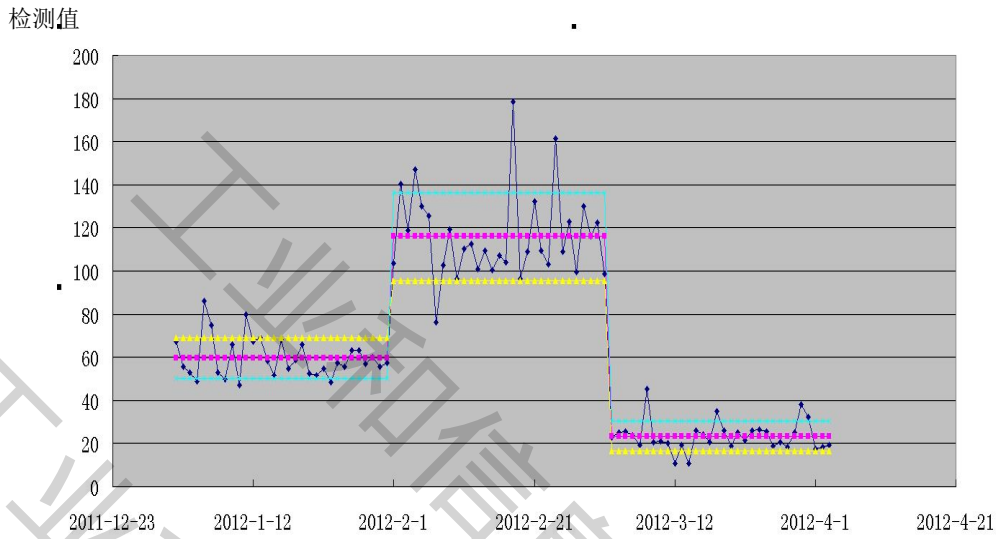
图 A. 2 谱图比对法-限用物质谱图未发生变化，主要基体材料元素组成发生较大变化

特别需要说明的是，由于谱图基本可以反映出材料的元素构成状况，如果来自同一供应商的同一部件的元素谱图发生明显变化，例如不是有害物质的峰发生明显变化，而是增加了新的峰或缺少了某些峰，即使其中的有害物质不发生变化，或者含量水平较低，也说明供应商的原料来源不同或生产工艺的稳定性不够，其风险也较高。

A. 3 材料组成跟踪与统计方法

由于 XRF 分析技术可以在较短时间内筛选检测较大数量的样品（包括原料和生产辅料，元器件、部件等），因此，在对这些材料进行风险等级评价时，可以用同一材料中有害物质的检测的记录和统计结果，作为风险等级评价的重要依据，特别是材料组成出现突然或显著的变化时。

示例：图 A. 3 是同一材料中某目标元素在不同时间的检测结果记录和统计图。图中显示在不同时期，该目标元素的检测结果范围变化较大，如没有特殊原因，则该材料风险较大。原则上，在同一时期内，若该目标元素检测结果超出正负三倍标准偏差，也说明这一材料的成分不稳定，存在一定风险。



注：红色代表材料中目标元素多次测定结果的平均值；蓝色和黄色分别代表多次测定结果的正负三倍标准偏差。

图 A.3 同一材料中某目标元素在不同时间的检测结果记录和统计图

A.4 对再生材料的重点评估

由于再生材料中的有害物质含量往往具有较大的不确定性，因此，可以采用 XRF 筛选检测的方法，加大对塑料部件中有害物质的筛选检测频度，可有效降低产品的有害物质风险。

附录 B (资料性附录)

电子电气产品中有害物质风险评估示例

B.1 评估示例一：模型法评估塑胶外壳的采购风险

B.1.1 概述

本示例在采购环节通过对材料风险及供应商风险的综合评估组织的采购风险。

其中风险识别考虑的因素包括材料的理论风险(5.2.1)、再生材料使用的风险(5.5.2)，以及供应商风险(5.3.3)，风险分析方法则采用了累加模型法(6.2.2.2.2)。

B.1.2 采购风险评估要素及权重

在本示例中，采购风险的评估要素被确定为材料风险和供应商风险，其权重分别为60%和40%，其中供应商风险被细化为供应商的管理风险和信用风险。风险要素的具体权重分配见表B.1。

表 B.1 塑胶外壳的采购风险评估要素及权重

评估要素		权重 (%)	
材料风险 (F_A)		60%	
供应商风险 (F_B)	供应商管理风险 (F_{B1})	25%	40%
	供应商信用风险 (F_{B2})	15%	

B.1.3 各风险量化

B.1.3.1 材料风险 (F_A) 量化

根据材料中有害物质存在的理论风险以及再生材料的使用情况，本示例的材料风险量化见表B.2。

表 B.2 材料风险等级划分及量化分值

风险等级	说明	量化分值 (F_A)
高风险	阻燃剂、电镀液等特殊应用的材料； 或使用了回收胶粒、回收金属板材、再循环的清洗剂等	3
中风险	从材料的形成过程和行业现状，有可能被混入或使用有害物质的材料	2
低风险	单纯的塑胶粒、纯净的单一化学物质等	1

B.1.3.2 供应商风险 (F_B) 量化

本示例中将供应商风险细化为供应商管理风险 (F_{B1}) 和供应商信用风险 (F_{B2})，并根据相应内容划分风险等级及量化分值，见表 B.3、B.4。

表 B.3 供应商管理风险 (F_{B1}) 等级划分及量化分值

风险等级	说明	量化分值 (F_{B1})
高风险	a) 没有或者无法验证供应商制定了有效的有害物质管理体系； b) 供应商现场评估结果较差	3
中风险	除高风险和低风险以外的情况	2
低风险	a) 具有可信、可靠的有害物质管理体系和有效的供应链管理机制； b) 普遍获得其他顾客的与有害物质限制相关的评估认可； c) 供应商现场评估结果成绩好	1

表 B.4 供应商信用风险 (F_{B2}) 等级划分及量化分值

风险等级	说明	量化分值 (F_{B2})
高风险	不诚信。如通过以往的合作以及业界的反应, 有严重的失信行为, 或造成重大经济损失	3
中风险	除 3 分和 1 分之外的情况	2
低风险	诚信。包括在以往的合作中, 配合度/诚信度完好, 在业界享有持续稳定的诚信口碑等	1

B.1.4 采购风险评估模型及评估准则

本示例中采用累加模型法 (6.2.2.2.2) 计算采购风险值, 并按表 B.5 设置风险评估准则。

表 B.5 塑胶外壳的采购风险评估准则

序号	风险值 (R) 取值区间	风险等级
1	$R \geq 2.0$	高
2	$1.4 < R < 2.0$	中
3	$R \leq 1.4$	低

根据表 B.2~B.4, 假设: 材料风险 (F_A) 为中风险 ($F_A=2$); 供应商管理风险 (F_{B1}) 为高风险 ($F_{B1}=3$); 供应商信用风险 (F_{B2}) 为低风险 ($F_{B2}=1$); 则根据 6.2.2.2 的模型法, 采购风险值 (R) 为:

$$R = F_A \times W_A + \sum_{i=1}^3 F_{Bi} \times W_{Bi} = 2.1$$

根据表 B.5 的评估准则, 则本示例中的采购风险为高风险。在本示例中, 尽管材料风险属于中等风险, 且供应商信用较好, 但由于供应商管理风险高, 有可能造成材料符合性的不稳定, 因此综合评估采购风险仍为高风险。

B.2 评估示例二：模型法评估电阻器的材料风险

B.2.1 概述

本示例根据检测不确定性因素及实际检测结果综合评估电阻器的材料风险。

本示例中将产品的可拆分性、产品的易测性和人为因素作为影响检测结果的三个不确定因素并进行细化和量化，见表 B.6。同时根据电阻器各拆分单元中有害物质的理论风险（见表 B.7），利用模型法以及企业自行确定的评估准则（见表 B.8），综合评估电阻器的材料风险。

B.2.2 根据检测结果的不确定因素求可检测性系数

B.2.2.1 检测结果不确定因素量化

在本示例中，可检测性系数是指通过对检测结果不确定因素进行量化，利用平均数法（6.2.2.2.2）得到各不确定性因素对检测结果的影响程度。

根据 5.2.3，检测结果的不确定因素可细化并量化为表 B.6。

表 B.6 检测结果不确定因素量化及评分

不确定因素 (<i>n</i>)	评分标准	详细说明	评分 (<i>Fi</i>)
人为因素	人为因素使结果完全错误	a) 使用错误的仪器等； b) 错误前处理和测试方法	1
	人为因素影响高	a) 仪器使用前没有校正； b) 在拆分作业中误操作(比如:油墨的刮取动作,可能会带有附近非油墨成分)	0.8
	人为因素影响低	操作人员能够按照标准操作流程(SOP)作业	0.4
	完全没有人为因素	此情况基本不会存在	0
可拆分性	完全不能拆分	属于非均质材料,但目前技术水平无法拆分	1
	难拆分	必须借助复杂工具进行拆分	0.8
	容易拆分	用普通工具即可拆分	0.4
	无需拆分	均质材料,或可视为均质材料的体积小于 4 mm ³ 的样品	0
易测性	几乎不能测试(目前几乎不存在此种状况)	目前技术水平无法检测	1
	难测试	需拆分为均质材料后,使用 ICP 等复杂仪器检测	0.8

不确定因素 (<i>n</i>)	评分标准	详细说明	评分 (<i>F_i</i>)
	易测试	产品为均质材料，，或者只限于测试外露部分，且满足 XRF 测试要求，用 XRF 可以完成测试	0.4
	不用测试	确定不含有有害物质	0

B. 2. 2. 2 模型法求电阻器的可检测性系数

根据 6. 2. 2. 2 的平均数模型法，已知检测结果的不确定因素个数 $n=3$ ，假设表 B. 6 中的人为因素影响低 ($F_1 = 0.4$)；可拆分性为“难拆分” ($F_2 = 0.8$)；易测性为“难测试” ($F_3 = 0.8$)，则该电阻器的可检测性系数 (R_C) 为：

$$R_C = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 F_i \approx 0.67$$

B. 2. 3 电阻器中有害物质的理论风险

表 B. 7 为电阻器的各拆分单元及其中有害物质的理论风险，其中“1”表示该拆分单元中存在有害物质理论风险。

表 B. 7 电阻器拆分单元中有害物质的理论风险

零件	拆分单元 (<i>L</i>)	Pb	Cd	Hg	Cr (VI)	PBBs	PBDEs
芯片电阻器	陶瓷基体						
	导电层						
	绝缘层	1					
	涂层 1	1					
	涂层 2						
	标签		1		1		
	镍镀层						
	锡镀层	1					

B. 2. 4 电阻器材料风险的评估模型及评估准则

本示例中采用 6.2.2.2.2 的模型法计算电阻器材料风险值,并按表 B.8 设置风险评估准则。

表 B.8 芯片电阻器的材料风险评估准则

序号	风险值 (R) 取值区间	风险等级
1	$0.8 < R \leq 1$	高
2	$0.4 < R \leq 0.8$	中
3	$0 < R \leq 0.4$	低

根据 6.2.2.2.2 求得的电阻器可检测性系数 (R_C),以及表 B.7 的理论风险,本例中所采用的评估模型为:

$$R = R_C \times \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \left(\sum_{j=1}^6 a_{ij} \right) \approx 0.42$$

式中:

R —材料风险值;

R_C —可检测性系数;

L —均质拆分单元数, $L=8$;

i —第 i 个拆分单元,本示例共 8 个拆分单元 ($i=[1, 8]$);

j —第 j 种有害物质,共 6 种有害物质 ($j=[1, 6]$);

a_{ij} —各拆分单元中有害物质的理论风险 (1: 存在理论风险; 空白: 不存在理论风险,按 0 计算)。

根据表 B.8 的评估准则,则可判断该芯片电阻器中有害物质风险为中等风险。

B.3 评估示例三: 利用双矩阵评估采购风险

本示例采用矩阵法 (6.2.2.3),通过材料风险和供应商风险综合评估采购风险 (见图 B.1)。其中, a) 分图是材料中有害物质的理论风险与通过历史数据总结的有害物质风险的评估矩阵; b) 分图是 a) 分图的评估结果与供应商风险进行二次评估,得到采购风险。

a) 分图中，假设有害物质理论风险为低风险，通过历史检测数据评估的有害物质风险为中风险，则材料风险的评估结论为中风险。

b) 分图中，假设供应商风险为高风险，且由a) 分图得到的材料风险为中风险，通过矩阵法评估，该供应商的采购风险较高。

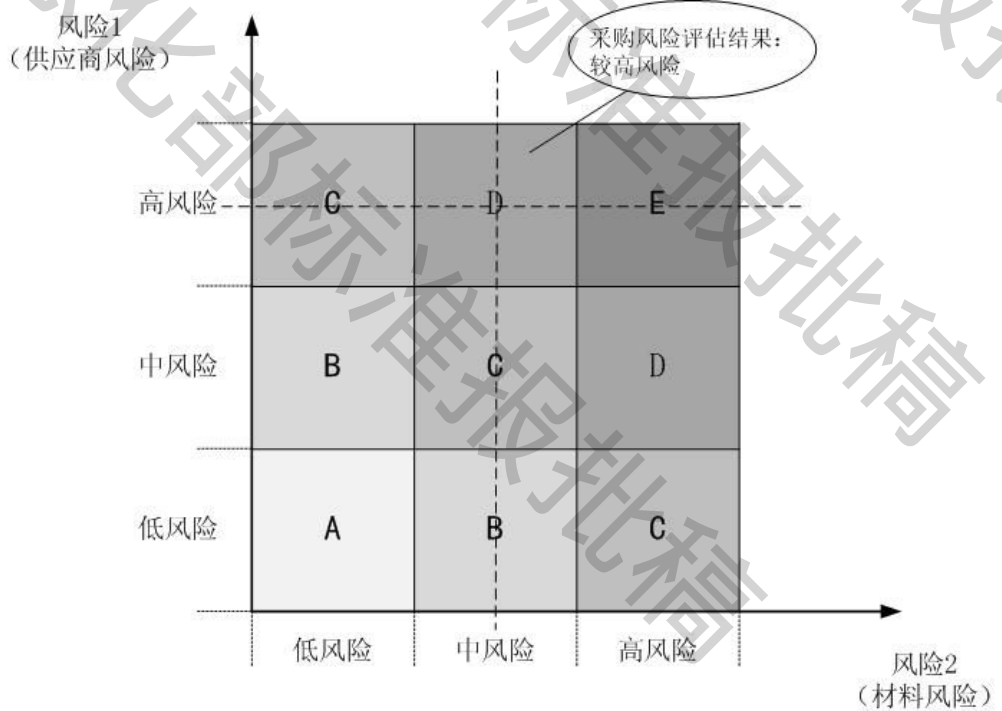
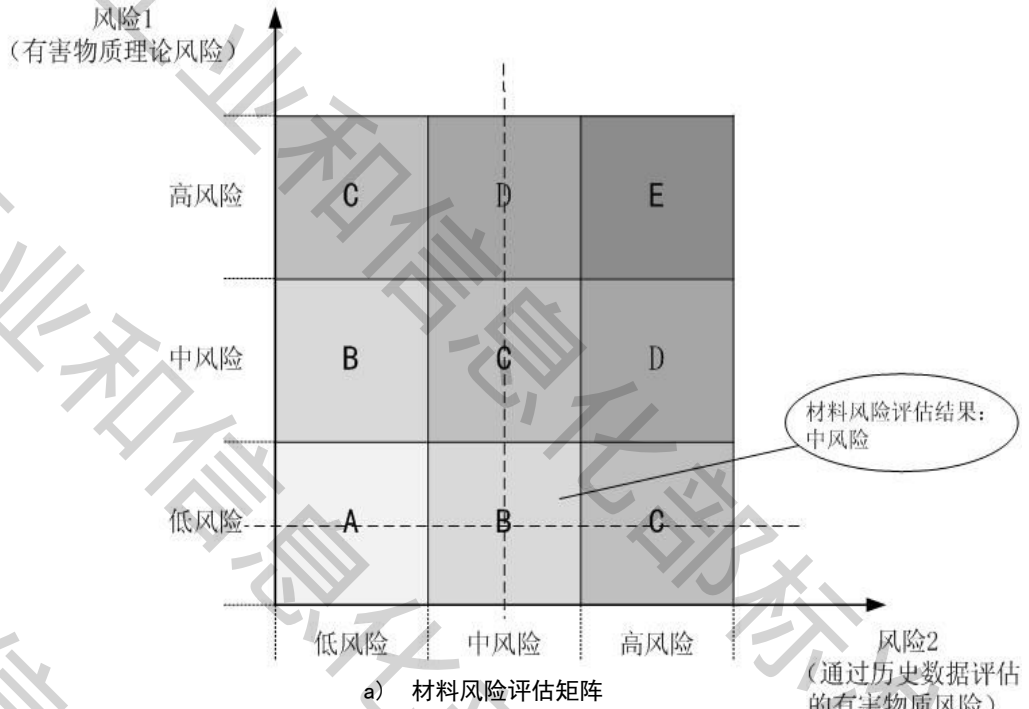


图 B.1 通过矩阵开工实现两两因素判断采购风险

附录 C
(资料性附录)

电子电气产品中限用物质的典型存在示例

本附录为铅(Pb)、汞(Hg)、镉(Cd)、六价铬(Cr(VI))，以及多溴联苯(PBBs)、多溴二苯醚(PBDEs)等6类限用物质在电子电气产品中的典型应用举例，见表C.1。

表 C.1 电子电气产品中限用物质的典型存在示例

项目	元器件、部件举例	主要用途
铅(Pb)及其化合物	主要存在于含铅焊料、CRT玻璃、灯泡、颜料、固体润滑剂、塑胶制品、铅酸电池、PVC热稳定剂等	稳定剂、着色剂、焊接、软化剂等
汞(Hg)及其化合物	存在于温控器、传感器、继电器、金属蚀刻剂、电池、防腐剂、消毒剂、粘结剂等	添加剂
镉(Cd)及其化合物	主要存在于开关、弹簧、连接器、外壳、印制电路板、熔断器、颜料和涂料、半导体光电感应器等	稳定剂、着色剂、电镀等
六价铬(Cr(VI))化合物	六价铬常在电化学工业中作为铬酸。此外还用于色素中的着色剂(亦即铬酸铅)及冷却水循环系统中，如工业用冷冻库及冰箱热交换器中的防腐蚀剂(重铬酸钠)	添加剂、钝化剂
多溴联苯(PBBs)、多溴二苯醚(PBDEs)	主要存在于印制电路板、连接器、塑胶制品	阻燃剂

附 录 D
(资料性附录)

电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计

D.1 统计方法及说明

表 D.1 将限用物质的检测结果划分为三个区间。

第一区间的设定是依据国内外主流电子电气产品生产制造公司的限值要求，设定上限。

考虑到一般情况下，组织可能在采购、生产等过程中，对材料、半成品和成品中的有害物质采用 XRF 筛选分析方法进行风险管控，根据 GB/T 26125-2011 中 6.1.1，鉴于 XRF 方法是半定量分析方法，测量结果安全系数为 30%，因此，第二区间的上限设定为 GB/T 26572-2011 规定限量要求的 70%。超过限量要求 70%的检测数据列入第三区间。

表 D.1 检测数据分段统计的区间 单位为 mg/kg

限用物质		第一个区间	第二个区间	第三个区间
Pb		[0, 300]	(300, 700]	(700, +∞)
Hg		[0, 50]	(50, 700]	(700, +∞)
Cd		[0, 5]	(5, 70]	(70, +∞)
Cr(VI)	聚合物、电子件	[0, 100]	(100, 700]	(700, +∞)
	金属镀层	统计阴性结果所占比例的情况		
PBBs		[0, 300]	(300, 700]	(700, +∞)
PBDEs		[0, 300]	(300, 700]	(700, +∞)

D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计

表 D.2 是根据主要化学检测机构近两年对于电子电气产品中常用零部件和材料中铅 (Pb)、汞(Hg)、镉(Cd)、六价铬(Cr(VI))，以及多溴联苯(PBBs)、多溴二苯醚(PBDEs)等 6 类限用物质的测试数据统计而得。随着科学技术的发展，组织在实践过程中对上述限用物质的实际检测结果可能与本附录的统计数据存在差异。

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
电感器	塑料外壳、 塑料线轴、 塑料基座、 内部塑料件	285	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	98.60%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	焊锡、引脚	360	[0, 300]	97.50%	[0, 5]	98.89%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A	N/A	N/A	N/A
			(300, 700]	1.11%	(5, 70]	0.83%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	1.39%	(70, +∞)	0.28%	(700, +∞)	0.00%						
	金属片、 金属外壳	131	[0, 300]	95.42%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A	N/A	N/A	N/A
			(300, 700]	3.05%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	1.53%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	磁芯、磁环	345	[0, 300]	98.84%	[0, 5]	97.68%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	N/A	N/A	N/A	N/A
			(300, 700]	0.87%	(5, 70]	2.03%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.29%	(70, +∞)	0.29%	(700, +∞)	0.00%						
	绝缘层	125	[0, 300]	98.40%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	98.40%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	1.60%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	漆包线	274	[0, 300]	95.62%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	2.19%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	2.19%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
电感器	涂层	80	[0, 300]	98.75%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	1.25%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	封装	782	[0, 300]	95.65%	[0, 5]	99.36%	[0, 50]	99.74%	[0, 100]	99.74%	[0, 300]	99.74%	[0, 300]	99.74%
			(300, 700]	0.77%	(5, 70]	0.38%	(50, 700]	0.26%	(100, 700]	0.26%	(300, 700]	0.26%	(300, 700]	0.26%
			(700, +∞)	3.58%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
电阻器 (色环电阻器、 热敏电阻器、光敏电阻器、湿敏电阻器、可调电阻器)	引脚	1078	[0, 300]	99.17%	[0, 5]	99.91%	[0, 50]	99.91%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.37%	(5, 70]	0.09%	(50, 700]	0.09%						
			(700, +∞)	0.46%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	塑料外壳	204	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	99.02%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	97.06%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.98%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.98%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	1.96%
	金属边框、 金属片、 金属螺丝、 内部金属件	180	[0, 300]	99.44%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.56%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	封装	2074	[0, 300]	85.54%	[0, 5]	99.42%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	2.56%	(5, 70]	0.34%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	11.91%	(70, +∞)	0.24%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
电阻器 (色环电阻器、 热敏电阻器、光 敏电阻器、湿敏 电阻器、可调电 阻器)	粉末	23	[0, 300]	91.30%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	4.35%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	4.35%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	陶瓷片	407	[0, 300]	95.58%	[0, 5]	99.51%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	1.72%	(5, 70]	0.49%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	2.70%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
电容器 (瓷片电容器、 电解电容器、积 层陶瓷电容器、 引线钽电容器、 涤纶电容器、金 属化聚酯膜电 容器)	外皮	1681	[0, 300]	99.88%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.12%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	封装材料 /外壳	4831	[0, 300]	98.28%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	98.45%
			(300, 700]	0.33%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.14%
			(700, +∞)	1.39%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.14%
	垫片	•	[0, 300]	99.81%	[0, 5]	99.91%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	99.91%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.09%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.09%
			(700, +∞)	0.19%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	引脚	3303	[0, 300]	99.03%	[0, 5]	99.97%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.48%	(5, 70]	0.03%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.48%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	绝缘层	1321	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
电容器 (瓷片电容器、 电解电容器、积 层陶瓷电容器、 引线钽电容器、 涤纶电容器、金 属化聚酯膜电 容器)	介质材料	1501	[0, 300]	96.94%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.93%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	2.13%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	电解液	571	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	油墨	980	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
印制电路板	基材	2527	[0, 300]	98.73%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	99.33%
			(300, 700]	0.32%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.08%
			(700, +∞)	0.95%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.59%
	阻焊层	248	[0, 300]	94.76%	[0, 5]	98.39%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	99.60%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	3.63%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.40%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	1.61%	(70, +∞)	1.61%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	铜箔	4	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	油墨	24	[0, 300]	95.83%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	4.17%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
二极管	引脚	897	[0, 300]	98.66%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.78%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.56%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	封装	1661	[0, 300]	62.37%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	99.82%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.36%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.18%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	37.27%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
三极管	引脚	314	[0, 300]	99.36%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.64%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	塑料外壳	44	[0, 300]	97.73%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	2.27%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	金属片	57	[0, 300]	91.23%	[0, 5]	98.25%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	1.75%	(5, 70]	1.75%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	7.02%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	本体	396	[0, 300]	95.96%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	4.04%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
熔断器	引脚	115	[0, 300]	98.26%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	2.82%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	1.74%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	金属外壳、 金属帽	127	[0, 300]	93.71%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	4.72%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	1.57%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	弹簧、簧 片、金属铆 钉	71	[0, 300]	97.18%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	2.82%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	金属片, 内 部金属丝	137	[0, 300]	91.24%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	7.30%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	1.46%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	包封物、玻 璃、陶瓷管	105	[0, 300]	94.29%	[0, 5]	99.05%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	5.71%	(5, 70]	0.95%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	内部塑料 件	124	[0, 300]	93.55%	[0, 5]	82.26%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	6.45%	(5, 70]	17.74%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	石英砂	40	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	70.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	30.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
集成电路(IC)	引脚	785	[0, 300]	98.34%	[0, 5]	99.24%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.51%	(5, 70]	0.25%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	1.15%	(70, +∞)	0.51%	(700, +∞)	0.00%						
	本体	1605	[0, 300]	90.78%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.50%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	8.72%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
电磁继电器、温度继电器	电磁体	76	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	触点	77	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	87.01%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	12.99%	(700, +∞)	0.00%						
	外壳	81	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	96.30%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	1.23%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	2.47%
	弹簧	67	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	线圈	81	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
晶体滤波器, 陶瓷滤波器, EMI 滤波器	磁芯	63	[0, 300]	82.54%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%				
			(700, +∞)	17.46%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%				
	线圈	48	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	外壳	121	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	97.52%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	2.48%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	引脚	70	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
开关	塑料基座、塑料外壳、塑料片	507	[0, 300]	97.63%	[0, 5]	97.44%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	2.37%	(5, 70]	2.56%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	按钮	368	[0, 300]	98.91%	[0, 5]	97.83%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	1.09%	(5, 70]	1.90%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.27%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	金属片、弹簧、金属框	567	[0, 300]	93.65%	[0, 5]	98.59%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	5.64%	(5, 70]	1.41%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.71%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

零部件/材料	单元	数量 (个)	有害物质的存在情况统计											
			Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)	
			区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率
开关	引脚	278	[0, 300]	97.84%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	1.80%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.36%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
变压器	磁体	175	[0, 300]	95.43%	[0, 5]	92.58%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	4.57%	(5, 70]	6.28%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%				
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	1.14%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%				
	引线	160	[0, 300]	98.74%	[0, 5]	98.75%	[0, 50]	100.00%	阴性	100.00%	N/A		N/A	
			(300, 700]	0.63%	(5, 70]	1.25%	(50, 700]	0.00%						
			(700, +∞)	0.63%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%						
	绝缘管	153	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	81.70%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.00%	(5, 70]	18.30%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
	框架	227	[0, 300]	99.12%	[0, 5]	98.68%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%
			(300, 700]	0.88%	(5, 70]	1.32%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%
			(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%
漆包线	175	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	100.00%	[0, 300]	100.00%	
		(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	(300, 700]	0.00%	
		(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	

表 D.2 电子电气产品中常用零部件和材料中限用物质的存在情况统计 (续)

材料	数量 (个)	有害物质的存在情况统计												
		Pb/(mg/kg)		Cd/(mg/kg)		Hg/(mg/kg)		Cr(VI)/(mg/kg)		PBBs/(mg/kg)		PBDEs/(mg/kg)		
		区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	区间段	概率	
塑料	40000	[0, 300]	96.70%	[0, 5]	97.85%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	97.08%	[0, 300]	99.55%	
		(300, 700]	1.50%	(5, 70]	2.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]	0.02%	(300, 700]	0.30%	
		(700, +∞)	1.80%	(70, +∞)	0.15%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.15%	
金属	22000	[0, 300]	99.96%	[0, 5]	99.93%	[0, 50]	100.00%	N/A		N/A		N/A		
		(300, 700]	0.01%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%							
		(700, +∞)	0.03%	(70, +∞)	0.07%	(700, +∞)	0.00%							
金属镀层	22000	N/A		N/A		N/A		阴性	99.05%	N/A		N/A		
标贴	1200	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	100.00%	[0, 300]	/	[0, 300]	/	
		(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]	0.00%	(300, 700]		(300, 700]		
		(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)		(700, +∞)		
焊料	4000	[0, 300]	79.00%	[0, 5]	99.97%	[0, 50]	100.00%	N/A		N/A		N/A		
		(300, 700]	0.04%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%							
		(700, +∞)	21.00%	(70, +∞)	0.03%	(700, +∞)	0.00%							
涂层	1000	[0, 300]	99.90%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	/	[0, 300]	/	[0, 300]	/	
		(300, 700]	0.05%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]		(300, 700]				
		(700, +∞)	0.05%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)		(700, +∞)				
玻璃	2100	[0, 300]	96.70%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	/	N/A		N/A		
		(300, 700]	2.20%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]						
		(700, +∞)	1.10%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)						
陶瓷	700	[0, 300]	100.00%	[0, 5]	100.00%	[0, 50]	100.00%	[0, 100]	/	N/A		N/A		
		(300, 700]	0.00%	(5, 70]	0.00%	(50, 700]	0.00%	(100, 700]						
		(700, +∞)	0.00%	(70, +∞)	0.00%	(700, +∞)	0.00%	(700, +∞)						

参 考 文 献

- [1] GB/T 23694-2009 风险管理 术语 (idt ISO guide 73:2002)
- [2] GB/T 26125-2011 电子电气产品 六种限用物质(铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚)的测定
- [3] GB/T 26572-2011 电子电气产品中限用物质的限量要求
- [4] ISO 31000:2009 风险管理 原则与指南
- [5] ISO/IEC 31010: 2009 风险管理 风险评估技术