



中华人民共和国国家标准

GB/T 44157—2024

废电路板处理处置要求

Requirements for treatment and disposal of waste printed circuit board

2024-06-29 发布

2024-06-29 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 废电路板处理处置工艺 2

5 废电路板处理要求 2

6 废电路板处置要求 4

7 环境保护要求 4

8 处理处置过程安全要求 4

附录 A（资料性） 废电路板处理处置工艺示例 5

附录 B（规范性） 热解率和脱卤率计算方法 6

参考文献 7

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。

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系统的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：中国环境科学研究院、中国质量认证中心、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、北京工业大学、江西格林循环产业股份有限公司、珠海格力绿色再生资源有限公司、常州厚德再生资源科技有限公司、隽诺环保装备科技（肇庆）有限公司、北京新易资源科技有限公司、昆山市鑫盛再生物资回收有限公司、中国科学院广州能源研究所、江门俐通环保科技有限公司、苏州海洲物资再生利用环保有限公司、中节能工程技术研究院有限公司、北京乐讯科技有限公司、广东省安全生产技术中心有限公司、中国物资再生协会。

本文件主要起草人：吴玉锋、陈泽亮、郭玉文、王兆龙、于可利、骆明非、邓毅、李彬、郑洋、王艺博、张贺然、阮久莉、陶源、崔晋意、秦玉飞、陈龙、王怀栋、闻靓、白洋、邬斌、袁浩然、刘才田、江永方、丁银贵、牛兴雷、刘云鹤、郭苗苗、秦远、殷晓飞、黄伟杰、丁莹、邬晓萍、叶刚、江永斌、黄文、郑磊、刘雨浓。

废电路板处理处置要求

1 范围

本文件界定了废电路板处理处置的术语和定义，规定了处理处置工艺、处理要求、处置要求、环境保护要求、处理处置过程安全要求。

本文件适用于废电路板及其元器件的处理处置。

本文件不适用于被放射性物质污染的废电路板及其元器件。

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。

- GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 15577 粉尘防爆安全规程
- GB/T 15605 粉尘爆炸泄压指南
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 18580 室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB 28481 塑料家具中有害物质限量
- GB/T 29769 废弃电子电气产品回收利用 术语
- GB/T 32357 废弃电器电子产品回收处理污染控制导则

3 术语和定义

GB/T 29769 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废电路板 waste printed circuit board

在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或放弃的电路板。

注：包括边角料、残次品、废弃电器电子产品拆解产生的电路板等。

3.2

处理 treatment

对废电路板进行拆解、破碎、分选及其回收利用的活动。

注：包括材料与能量的回收和利用。

[来源：GB/T 23685—2009, 3.9, 有修改]

3.3

处置 disposal

采用焚烧、填埋或其他改变废弃物的物理、化学、生物特性的方法，达到减量化或者消除其危害性的活动，或者将废弃物最终置于符合环境保护规定要求的填埋场的活动。

[来源：GB/T 23685—2009, 3.10, 有修改]

3.4

废树脂粉 waste resin powder

不含元器件或拆除元器件后的废电路板，经破碎、分选后得到的以树脂为主体的物料。

3.5

热解 pyrolysis

在无氧或缺氧的条件下，使废电路板的有机组分受热分解的过程。

3.6

废树脂粉资源化利用 waste resin powder resource utilization

将废树脂粉与其他有机材料或无机材料、助剂等按一定比例加工成材料或产品的利用方式。

4 废电路板处理处置工艺

废电路板处理处置工艺环节包括但不限于：拆解与分类、破碎、分选、热解、火法冶金、湿法冶金，以及废树脂粉资源化利用或填埋、焚烧（火法冶金协同处置）等。

废电路板处理处置工艺示例参考附录 A。

5 废电路板处理要求

5.1 拆解与分类

5.1.1 废电路板可采用加热方式、机械磨铣方式、酸性溶液浸泡或喷雾方式处理，使焊锡脱落，剥离元器件，分类收集元器件、焊锡和裸板。废电路板拆解应在设置废气收集功能的成套处理设施或厂房中进行，应采用负压或抽气等方式收集废气并传送至废气处理系统。

5.1.2 拆解产生的元器件应分类收集管理，按种类、重量或数量及其流向进行详细记录，做好台账。

5.2 破碎

5.2.1 破碎应使用高效节能且具备减噪防震功能的设备。

5.2.2 干式破碎时产生的废气、粉尘等收集后应传送至废气处理系统，采用湿式破碎时废水应收集处理，破碎后的物料应采取压滤等方式充分脱水。

5.3 分选

破碎料宜采用重力、多级摇床等分选技术，应选择高效节能设备，摇床分选废水应循环使用，破碎料中铜的分选率应不低于80%。

5.4 热解

5.4.1 废电路板热解处理应使用密封性好且有自动监测功能的成套设备，主体设备应包括热解炉、热解气焚烧炉以及相匹配的废气处理设施（喷淋、冷却、脱硝、除尘等），宜采用连续进出料处理工艺。

5.4.2 废电路板热解处理时，应控制在无氧或氧气浓度小于1%的条件下进行，热解气在焚烧炉内停留时间不少于2 s，温度应不低于1 100℃。

- 5.4.3 宜采用静电捕集、重力捕集等技术捕集热解挥发分，宜采用高效碱洗工艺处理热解气。
- 5.4.4 废电路板热解率不低于 98%，热解气脱卤率不低于 99%，热解渣可进入下一步冶金工艺环节。废电路板热解率、热解气脱卤率计算方法按照附录 B。
- 5.4.5 热解过程产生的废气应进一步采用废气处理设施处理，控制二噁英、溴化氢等污染物排放。

5.5 火法冶金

- 5.5.1 废电路板火法冶金宜采用顶吹熔池熔炼技术或侧吹熔池熔炼技术，主要设施包括冶炼炉（奥斯麦特炉或艾萨炉或侧吹炉等）、废气处理设施（喷淋、冷却、脱硝、除尘等）和辅助设施。
- 5.5.2 采用火法冶金处理废电路板时，应根据实际情况选择适宜的废电路板与其他含铜物料的搭配比例，冶炼温度不低于 1 150 ℃；废电路板需进行破碎造粒的，宜先磁选去除废铁后再进行破碎、造粒。
- 5.5.3 火法冶金过程产生的废气应进一步采用废气处理设施处理，控制二噁英、溴化氢等污染物排放。

5.6 湿法冶金

- 5.6.1 以废电路板为主要原料进行铜的电解精炼和贵金属再生时，应选用节能设备和清洁生产工艺，湿法冶金过程产生的废气应集中收集、处理。
- 5.6.2 废电路板可采用浸出、萃取、反萃、置换、还原等处理工艺回收金、银、铂、钯等贵金属，其过程应选择低毒无害的浸提剂、萃取剂，不应使用国家明确禁止的化学品，药剂输送宜使用密封管道、自动化成套装备。
- 5.6.3 废电路板酸性溶液浸泡脱除元器件后的浸提液，经分离、除杂等处理后采用电解精炼、化学合成等技术回收金属或盐，相关工艺设备与试剂的选择应符合 5.6.1、5.6.2 要求。

5.7 废树脂粉资源化利用

- 5.7.1 废树脂粉资源化利用前，应进行预处理，经多级分选充分回收金属、去除杂质。废树脂粉预处理产物含水率应低于 3%，树脂与玻璃纤维含量应不低于 98%。应控制废树脂粉预处理产物中的重金属浸出浓度符合 GB 18599 第 I 类一般工业固体废物的要求。
- 5.7.2 经预处理的废树脂粉可作为功能性填料，与木纤维、热塑性树脂、粘合剂等一种或多种改性助剂按一定比例均匀混合，经加工处理可制成木塑制品、脂塑制品、树脂板材、玻镁复合材料、防水材料等再生建材产品。
- 5.7.3 再生建材产品有害物质含量应满足表 1 中的限值要求。甲醛释放量按照 GB 18580 的规定进行检测，可溶性重金属含量按照 GB 28481 的规定进行检测。

表 1 再生建材产品有害物质含量限值

项目	限值	
	室外应用场景	室内应用场景
甲醛	无基本限值	≤0.124 mg/m ³
可溶性铅	≤90 mg/kg	
可溶性镉	≤75 mg/kg	
可溶性铬	≤60 mg/kg	
可溶性汞	≤60 mg/kg	

6 废电路板处置要求

无法进行资源化利用的废树脂粉或其他处理产物，宜利用火法冶金协同处置或合规填埋。利用火法冶金协同处置废树脂粉时，废树脂粉添加比例应与火法冶金的废气处理设施处理能力相匹配。

7 环境保护要求

7.1 废电路板回收处理污染控制应遵循 GB/T 32357，废气、废水排放应满足 GB 8978、GB 9078、GB 16297，废电路板火法冶金、湿法冶金过程中产生的残渣应按照 GB 5085.7 执行，根据废物属性按照危险废物或一般工业固体废物管理。

7.2 废电路板处理处置过程各工艺环节噪声污染防治执行 GB 12348。

7.3 废电路板处理处置企业应建立完善的污染防治制度，定期维护环境保护设施，建立完整的废水处理、废气治理、固体废物处理处置等环境保护相关记录。应建立或补充完善环境风险应急管理预案和环境突发事件应急对策。

8 处理处置过程安全要求

8.1 粉尘防爆安全要求

8.1.1 存在拆解、破碎、分选等涉及可燃性粉尘工艺的企业应辨识所存在的粉尘爆炸危险场所，其工程及工艺设计、生产加工、存储、设备运行与维护应符合 GB 15577 的要求。

8.1.2 分选环节的旋风除尘器、布袋（滤筒）除尘器、斗式提升机等存在粉尘爆炸危险的工艺设备应符合 GB 15577 要求，采用泄爆、抑爆和隔爆、抗爆中的一种或多种控爆方式，但不能单独采取隔爆措施。采用泄爆时，泄爆口应朝向安全的方向，泄爆口的尺寸应符合 GB/T 15605 的要求。

8.2 热解处理安全要求

热解装置采用天然气加热时，自动控制系统应设置天然气超压、天然气欠压、风欠压、点火失败、熄火等故障报警，并应具有安全切断阀门等保护功能。热解挥发分捕集装置应设有易燃、易爆安全标志，宜采取屏蔽、隔离等措施。

8.3 冶金处理安全要求

8.3.1 火法冶金环节涉及的冶炼炉炉下及周围区域、熔融金属罐和渣罐及浇包吊运区域、熔融金属罐车和渣罐车运行区域，地面不应有积水，不应堆放潮湿的物品和其他易燃、易爆物品。

8.3.2 湿法冶金环节涉及用酸、碱等腐蚀性物质的工序，宜采用自动化程度高、密封性好，并具有防飞溅、防腐蚀措施的设备及设施。

附录 A
(资料性)
废电路板处理处置工艺示例

以废电路板热解处理为例，工艺路线如图 A.1。



图 A.1 废电路板处理处置工艺

附 录 B
(规范性)
热解率和脱卤率计算方法

B.1 热解率

热解率按公式 (B.1) 计算：

$$X = \frac{m_0 - m_{s1}}{m_0 - m_{s2}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- X —— 热解率；
- m₀ —— 废电路板热解前试样的质量,单位为克 (g) ；
- m_{s1} —— 废电路板热解后热解残渣的质量,单位为克 (g) ；
- m_{s2} —— 热解残渣经破碎后再次热解60 min，所得固体混合物的质量,单位为克 (g) 。

B.2 脱卤率

脱卤率按公式 (B.2) 计算：

$$Y = \left(1 - \frac{m_{a2}}{m_{a1}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- Y —— 脱卤率；
- m_{a1} —— 热解气中原有卤族元素的总质量,单位为克 (g) ；
- m_{a2} —— 热解气经过脱卤净化处理后，剩余卤族元素的质量,单位为克 (g) 。

参 考 文 献

[1] GB/T 23685—2009 废电器电子产品回收利用通用技术要求

[2] DB32/T 3942—2021 废线路板综合利用污染控制技术规范

[3] DB34/T 4296—2022 废线路板综合利用污染控制技术规范

[4] T/CACE 039—2021 浸没式顶吹炉协同处置废印制电路板工程技术规范

[5] T/CAEE 010—2022 废电路板利用处置污染防控技术指南

[6] 国家危险废物名录（2021年版）

[7] 国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知（安监总管三〔2011〕95号）

[8] 国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知（安监总管三〔2013〕12号）

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
废电路板处理处置要求
GB/T 44157—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)
北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

服务热线: 400-168-0010

2024 年 6 月第一版

*

书号: 155066 • 1—75965

版权专有 侵权必究



GB/T 44157-2024

www.bzxz.net

免费标准下载网