



2020年11月



国际溴工业协会

[www.bsef.org](http://www.bsef.org)

溴化阻燃剂对WEEE（废弃电子电器设备）塑料回收的影响

# 溴化阻燃剂

现代家庭和电子设备中含有高度易燃的材料。

溴用于生产抑制或减缓火势增长的阻燃剂。

阻燃剂是保护人员和财产免遭火灾侵害的防火工具。

在火焰可被扑灭，或建筑物内的人员可逃脱的火灾早期阶段，溴化阻燃剂可显著延迟火焰蔓延。

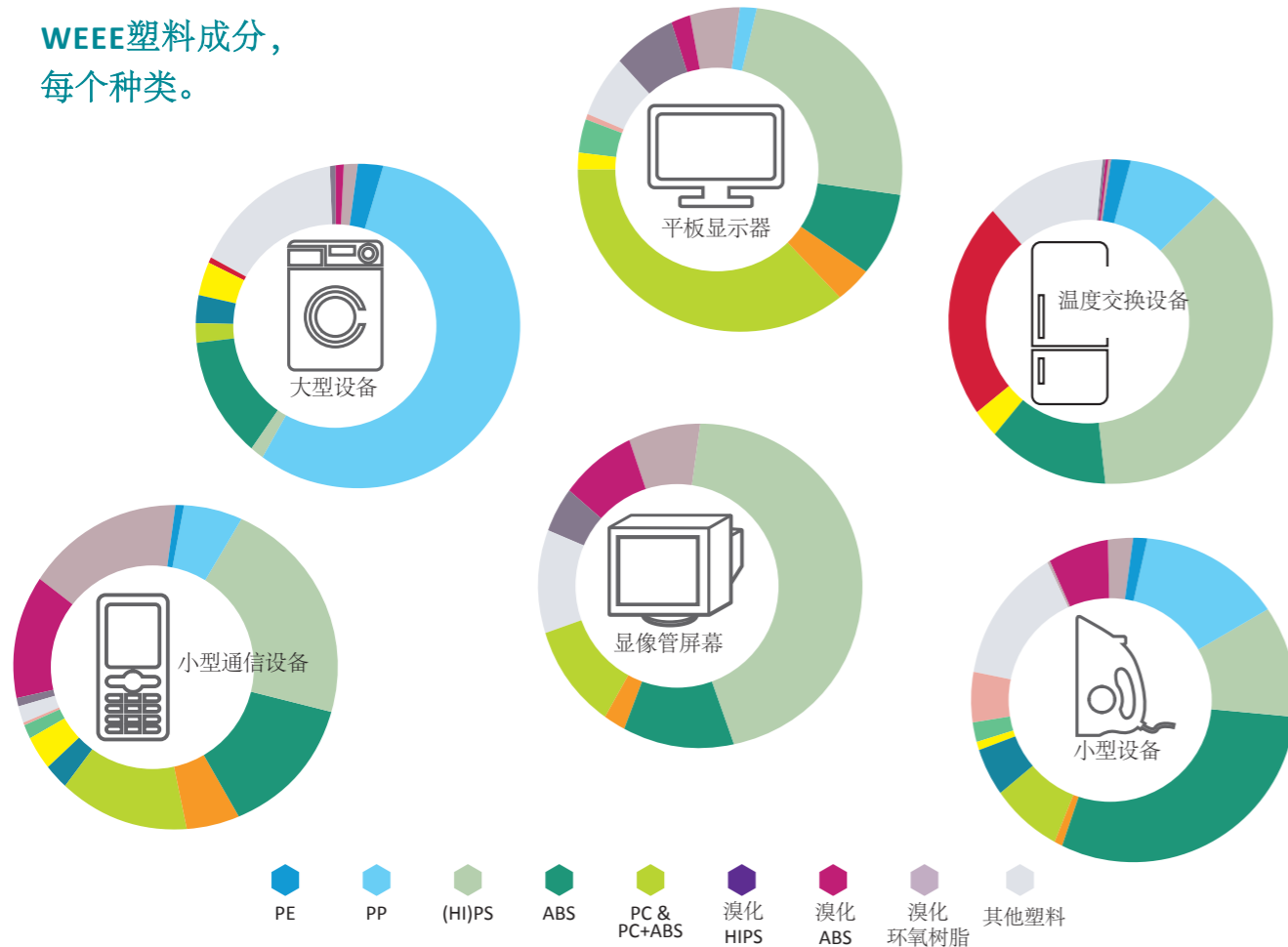
## WEEE塑料和循环经济

欧盟委员会于2018年12月发起了“循环塑料联盟”，旨在促进欧盟回收塑料市场，承诺到2025年达到1000万吨，迄今为止已有230多个签约方。

这一举措也是2020年1月启动的《欧盟循环经济行动计划》的组成部分。

电子设备不仅是《循环经济行动计划》中确定的主要废物流之一，而且还是塑料废物的相关来源：约25%（按重量）的废弃电气电子设备（WEEE）由各种聚合物（主要是ABS、PP、PS和PC-ABS）塑料组成。然而，这些塑料包含种类繁多的添加剂，例如阻燃剂、填充剂、色素和稳定剂，这些添加剂共同影响WEEE塑料的回收利用。

### WEEE塑料成分， 每个种类。



## 欧洲WEEE塑料的行踪

如今，欧洲每年产生约260万吨的WEEE塑料；含溴化阻燃剂的塑料约占总数的9%。限用的溴化阻燃剂（例如八溴二苯醚和十溴二苯醚）仅占WEEE塑料中可检测出的溴化阻燃剂的一小部分，并且占比在迅速下降，反映了对这些物质的限用时间已经超过十年（2003年限用八溴二苯醚，2008年限用十溴二苯醚）。

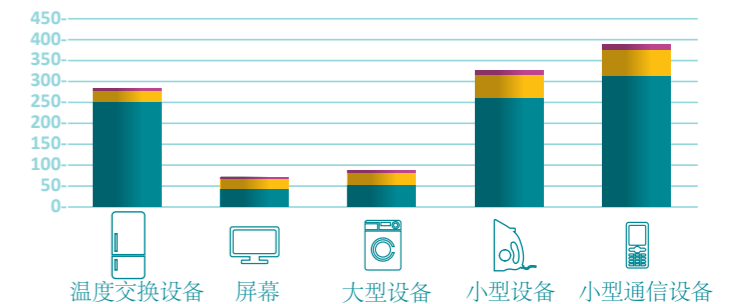
不幸的是，欧洲产生的WEEE塑料中未进入官方回收渠道的约占一半，这些塑料最终被扔进垃圾桶、在不合格的回收设施中进行处理或出口。

官方收集的130万吨WEEE塑料中，约有100万吨被送到专门的WEEE塑料回收设施（若印制电路板中含环氧树脂则送到集成冶炼厂）。剩余的30万吨要么被焚烧，要么在极少数情况下，经过WEEE预处理后填埋，或因为分拣失误而混入金属碎片中。



### WEEE塑料回收目的地

- 送去塑料回收
- 送去焚烧/变成金属碎片
- 送去填埋



## THE WEEE PLASTICS RECYCLING PROCESS

专门的WEEE塑料回收设施采用一系列的分选步骤，通常包括逐步的密度分离，利用WEEE塑料的密度差异来进行更均匀的拆解。将低密度和中等密度的部分进一步分离（例如通过静电分离）以生产PP、PE、ABS和PS。高密度部分包含了重塑料和各种添加剂等复杂混合物。它的高异质性使其不适合回收利用，因此可以进行焚烧、在水泥窑中协同处理或填埋。

这些高密度部分包含95%以上的原始溴化阻燃剂（因为溴化阻燃剂显著增加了塑料的密度）以及各种添加剂（矿物填充剂、磷系阻燃剂等）和重质聚合物（如PVC、PET、PC、尼龙等）。

总体而言，进入专门的WEEE塑料回收设施的塑料中有55%可以有效回收，即转化为可用于生产新的塑料产品的再生料。改用非溴化阻燃剂不会提高回收率，因为根据传统的密度分拣法回收的过程中，也会将其他阻燃剂选出来进行处理。



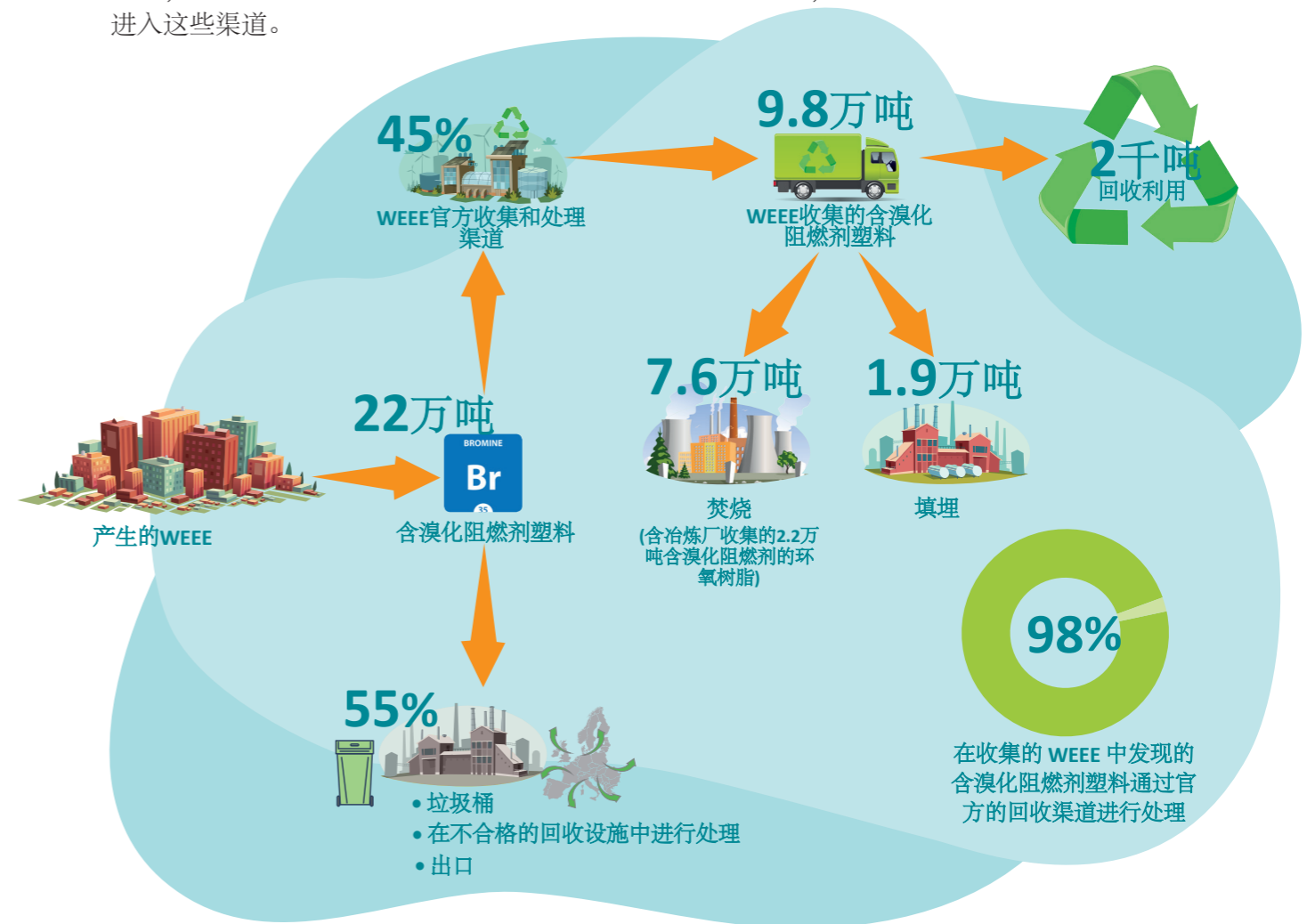
来自WEEE塑料回收商的访谈和反馈证实，含溴化阻燃剂的塑料目前得到很好的管控，在常规和工业回收过程中很容易进行分类。因此，它们并不是WEEE塑料回收的障碍。

然而，WEEE塑料回收商担心的是，其他阻燃剂文献资料不全，但可能严重影响WEEE塑料的回收。某些使用最广泛的其他阻燃剂，如有机磷酸盐，由于处理过程中的化学降解，会对WEEE塑料的可回收性产生负面影响。

## 含溴化阻燃剂塑料的行踪

欧洲每年产生的WEEE中可发现约22万吨含溴化阻燃剂的塑料，其中只有45%进入了WEEE官方收集和处理渠道。余下的55%被扔进垃圾桶、在不合格的回收设施中进行处理或者出口。WEEE收集的9.8万吨含溴化阻燃剂塑料中，有7.6万吨被焚烧（含冶炼厂收集的2.2万吨含溴化阻燃剂的环氧树脂），1.9万吨被填埋，仅有0.2万吨被回收利用，占最初的WEEE中含溴化阻燃剂塑料的2%。

换句话说，目前所收集的含溴化阻燃剂塑料中有98%可以通过WEEE官方回收渠道进行分离和处理。然而，由于消费者对WEEE的分类不当或WEEE处理方法不合格，有55%的含溴化阻燃剂塑料并未真正进入这些渠道。



## 含溴化阻燃剂塑料的分离要求

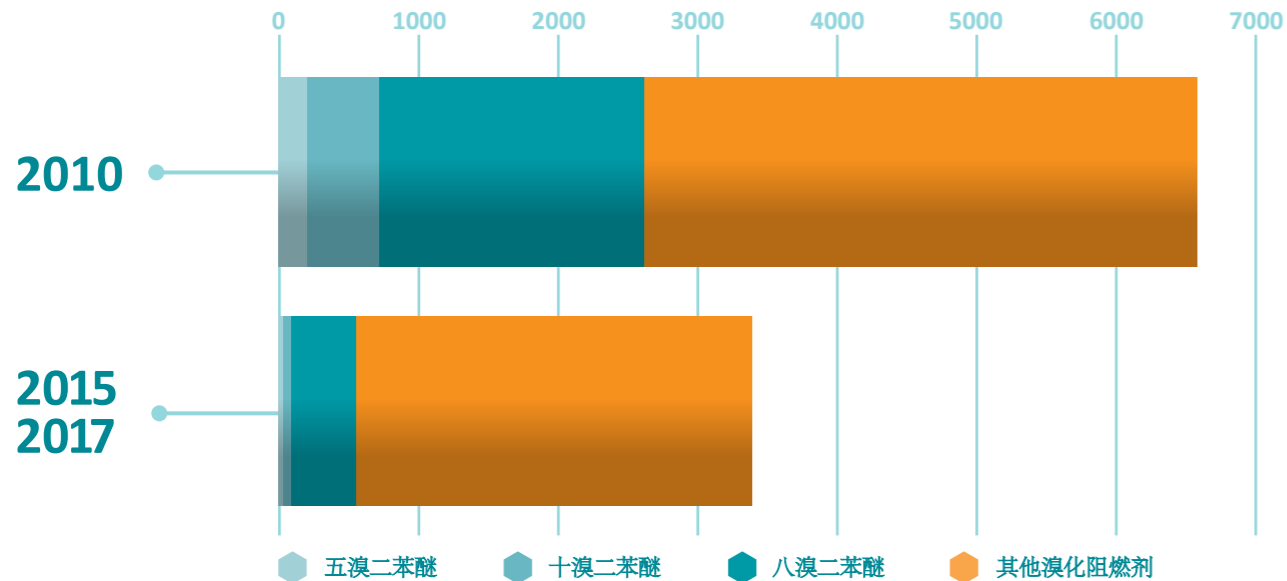
WEEE指令要求在废弃物处理过程中分拣含有限制性溴化阻燃剂的塑料，而有关WEEE处理的欧洲标准化委员会标准(EN 50625)规定了这种分拣的形式。来自屏幕和小型电器的塑料必须经过这种溴化阻燃剂分离的方法，该方法能够分离出可以回收的低溴部分以及应处置的高溴部分。

由于塑料分选技术无法区分受限制和不受限制的溴化阻燃剂，为了能够在操作环境中分离含溴化阻燃剂的塑料，引入了**总溴含量为2,000 ppm\***的操作阈值。

当初制定2000 ppm\*的阈值是为了限制总溴的含量。从统计的角度来说受限的溴化阻燃剂不可能低于这个限值，因为受限溴化阻燃剂仅占总溴含量的一小部分(2010年约为40%)。自那以后，这一比例进一步下降(2017年约为15%)，因此有必要考虑修订2000 ppm的阈值。最新分析数据表明，即使阈值高达6,000 ppm，受限溴化阻燃剂也不会超过当前限值。此阈值的提高将立即减少被分拣出来的WEEE塑料数量，从而提高WEEE塑料的回收量。

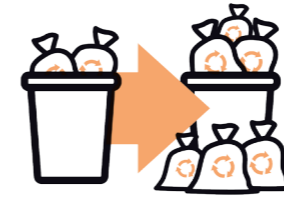
\*百万分之(1% = 10'000 ppm)

### WEEE塑料中的平均溴化阻燃剂含量(ppm)



## 结论

### 决策者:



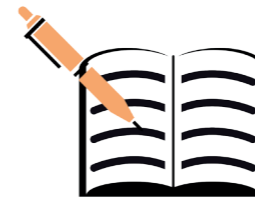
通过提高WEEE收集率、加强执行EN 50625标准以及促进欧盟内部跨境运输，将WEEE塑料运往最先进的专业回收设施（例如将切碎的WEEE部分归类为无害），使更多的WEEE塑料被运至专业的WEEE塑料回收设施。



研究替代性阻燃剂对WEEE塑料可回收性的影响，以避免可能损害WEEE塑料回收性能的“遗憾替代”。



通过定期收集和分析WEEE塑料中溴化阻燃剂和其他添加剂含量，优化政策依据和决策所必需的知识库。



考虑到随着时间的推移，受限溴化阻燃剂的水平降低，因此考虑对含溴化阻燃剂的WEEE塑料处理规范要求的相关性进行审查(WEEE指令和EN50625中2000ppm的限值)。



协调并确保对WEEE塑料回收有直接影响的化学品、废物和产品法规的稳定性，以促进创新回收技术方面急需的投资。



### 生产方:

制定并实施回收料含量指标，以促进WEEE塑料回收需求，并与原始塑料价格脱钩。



与WEEE塑料回收商进行交流，以了解聚合物和添加剂的选择如何影响塑料的可回收性。并在此基础上，根据当前的回收程度选择电子电气设备生产中使用的聚合物(和添加剂)。



### 回收方:

开发创新的分类和回收方法以回收更多的塑料，例如回收PC-ABS, PA或PBT聚合物。

寻求与生产商的长期合作关系，以优化回收设计。



溴的元素符号是Br，溴是化学元素周期表中卤族元素之一。溴是一种红棕色液体。溴在自然界中不以单质存在，而是存在于无机化合物（又称溴化物）以及天然有机溴化物中。土壤，盐，空气和海水中都有它们的身影。



国际溴工业协会（BSEF）代表全球主要溴素生产商的利益。自1997年成立以来，它一直致力于让溴素造福于社会和经济。BSEF对科学和创新充满信心。通过对研发的投入，BSEF成员设施创造出与溴素相关的先进技术，以满足社会需求。

## 我们的会员单位

引领溴及溴产品领域的开发，服务人类多领域需求。基于溴的解决方案与许多重大科技进步密不可分。

BSEF的会员单位包括美国雅保公司、以色列化工、德国朗盛和日本东曹株式会社。





联系我们: BSEF aisbl - Rue Belliard 40 box 17 - 1000 Brussels Belgium - 电话: +32 2 436 9602 [www.bsef.org](http://www.bsef.org)

关注我们  @bromineinfo  
 @BSEF