# 中国废弃电器电子产品
# 回收处理及综合利用

# WHITE PAPER on WEEE RECYCLING INDUSTRY in CHINA

## 行业白皮书 2015

中国家用电器研究院

2016 年5月

国家自然科学基金项目“基于生产者责任延伸制度的电子产业技术转型研究”（编号：41271548）

# 目录

前言 ..... 1
1. 管理制度及最新政策 ..... 2
2. 行业发展概况与特点 ..... 4
3. 理论报废量 ..... 6
4. 行业数据分析 ..... 8
5. 处理技术 ..... 10
6. 实施成果 ..... 12
7. 优秀企业实践 ..... 14
8. 先进技术推广 ..... 15
9. 风云人物 ..... 16
10. 支持单位及特别鸣谢 ..... 17

## 编委会

主 编：田晖

顾 问：刘福中、段广洪、刘挺

委 员：蔡毅、单明威、靳敏、童昕、向东、于治璞、鲁习金、沈燕军、潘晓勇、秦玉飞、杨义晨、李金萍

# 前言

2015年是“十二五”的收官之年，也是我国经济平稳转入新增长阶段的关键时期。在全面贯彻党的十八大和十八届五中全会精神，按照推进绿色发展和生态文明建设的决策部署，坚持五大发展理念，以加快转变发展方式、促进行业转型升级为主线的大环境下，我国再生资源行业回收总量小幅增长；顺应“互联网+”发展趋势，一些具有创新型商业模式的再生资源回收企业不断出现；企业间的兼并重组进一步加快，对于化解产能过剩将起到积极的促进作用。

2015年，《废弃电器电子产品回收处理管理条例》（以下简称《条例》）实施5年，基金征收和补贴制度实施第4年。国家发改委发布废弃电器电子产品处理目录（2014年版），财政部发布关于调整废弃电器电子产品处理基金补贴标准的公告以及第五批获得处理基金补贴企业名单，环保部发布废弃电器电子产品拆解处理情况审核工作指南（2015年版），商务部发布再生资源回收体系建设中长期规划（2015-2020年），工信部开展生产者责任延伸试点工作。在《条例》和各项相关政策的推动下，我国废弃电器电子产品行业规模效应、环保效益和资源效益效果显著，多渠道回收初见成效。

截止到2015年底，进入废弃电器电子产品处理基金补贴名单的处理企业共计109家，绝大部分规划内的处理企业已经进入废弃电器电子产品处理行业。处理企业年处理能力超过1.5亿台，实际处理废弃电器电子产品达到7500万台左右。2015年，基金征收27.15亿元，拨付53.97亿元。

此外，2015年处理行业的金融活动和重组并购愈加活跃，行业集中度进一步提高，新的处理技术和设备不断涌现，行业的总体处理技术水平和管理水平在不断提高。在基金补贴的间接激励下，废弃电器电器电子产品回收企业与获得资质的处理企业得到了较好的对接。2015年，随着企业自身发展的需求以及“互联网+”的快速融合，各式各样的废弃电器电器电子产品创新回收模式如雨后春笋般涌现出来，比如绿色消费+绿色回收、互联网+分类回收回收、两网融合回收、EPR回收等回收模式，废弃电器电器电子产品回收行业进入了全新的发展阶段。

2015行业白皮书是中国家用电器研究院电器循环技术研究所推出的第六个年度行业白皮书。白皮书的内容包括中国废弃电器电子产品回收处理管理制度及最新政策、回收处理行业发展现状、理论报废量、行业数据分析、处理技术、实施成果、风云人物、优秀企业实践、优秀技术介绍、支持单位及特别鸣谢十大部分。

我国废弃电器电子产品回收处理及综合利用行业正处在快速发展阶段，不论是政策层面，还是技术方面，还有很多问题值得深入探讨和研究。希望本书成为政府主管部门、科研院校、行业协会、企业等了解行业发展的一个有效的途径和工具。

由于时间仓促和水平有限，白皮书有不当之处，敬请您批评指正，我们将在今后的研究工作中修正补过。

# 01 管理制度及最新政策

## 1.1 我国废弃电器电子产品回收处理管理制度

随着人民生活水平的提高，越来越多的电器电子产品进入报废的高峰期。废弃电器电子产品不仅具有资源性，同时具有潜在的环境危害性。与传统的再生资源相比，废弃电器电子产品是一类新兴的再生资源，其管理制度的核心是建立生产者责任延伸制度。

我国废弃电器电子产品回收处理的管理包括再生资源和环境保护两个领域，涉及电器电子产品的绿色设计与制造、再制造、回收、处理和资源综合利用和处置多个环节。从人大立法、国务院《废弃电器电子产品回收处理管理条例》、到主管部委的管理办法和规章、标准，已经形成一个至上而下的较为完善的管理体系。

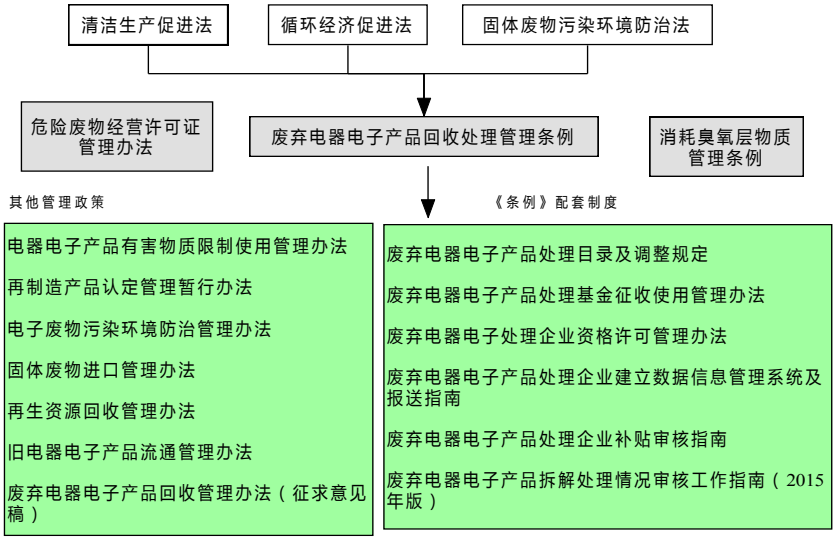



**图1.1 废弃电器电子产品回收处理管理体系**

**表1.1 新发布的管理文件（2015年1月-2016年3月）**

| | |
|---|---|
| 发改委 | 《废弃电器电子产品处理目录（2014年版）》（联合公告[2015年]5号）<br>《2015年循环经济推进计划》（发改环资[2015]769号） |
| 工信部 | 《开展电器电子产品生产者责任延伸试点工作》（工信部联节[2015]301号）<br>《开展国家资源再生利用重大示范工程建设工作》（工信厅节函[2015]322号） |
| 环保部 | 《废弃电器电子产品拆解处理情况审核工作指南（2015年版）》（环境保护部[2015]33号）<br>《关于调整废弃电器电子产品处理数量申报及审核工作有关事项的通知》（环办污防函[2016]117号） |
| 商务部 | 《再生资源回收体系建设中长期规划（2015-2020）》（商流通发[2015]21号）<br>《关于对外援助项目实施企业资格认定有关事宜的公告》（商务部[2015]62号） |
| 财政部 | 《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》（财税[2015]78号）<br>《第五批纳入废弃电器电子产品处理基金补贴范围的企业名单》（财税[2015]81号 ）<br>《关于调整废弃电器电子产品处理基金补贴标准的公告》（财政部[2015]91号 ） |

## 1.2 相关国家标准

**表1.2 我国废弃电器电子产品回收处理领域新发布和实施的国家标准**

| 序号 | 标准号 | 标准名称 | 发布日期 | 实施日期 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | GB/T 31371-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 台式微型计算机 | 20150204 | 20151001 |
| 2 | GB/T 31372-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 便携式微型计算机 | 20150204 | 20151001 |
| 3 | GB/T 31373-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 打印机 | 20150204 | 20151001 |
| 4 | GB/T 31374-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 复印机 | 20150204 | 20151001 |
| 5 | GB/T 31375-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 等离子电视机及显示设备 | 20150204 | 20151001 |
| 6 | GB/T 31376-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 液晶电视机及显示设备 | 20150204 | 20151001 |
| 7 | GB/T 31377-2015 | 废弃电子电气产品拆解处理要求 阴极射线管电视机及显示设备 | 20150204 | 20151001 |
| 8 | GB/T 32355.2-2015 | 电工电子产品可再生利用率评价值 第2部分：洗衣机、电视机和微型计算机 | 20151231 | 20160701 |
| 9 | GB/T 32355.4-2015 | 电工电子产品可再生利用率评价值 第4部分：复印机和打印机 | 20151231 | 20160701 |
| 10 | GB/T 32356-2015 | 电子电气产品可再生利用设计导则 | 20151231 | 20160701 |
| 11 | GB/T 32355.1-2015 | 电工电子产品可再生利用率评价值 第1部分：房间空气调节器、家用电冰箱 | 20151231 | 20170101 |
| 12 | GB/T 32357-2015 | 废电子电器产品回收处理污染控制导则 | 20151231 | 20160701 |

# 02 行业发展概况与特点

## 2.1废弃电器电子产品回收行业

我国废弃电器电子产品回收行业的发展经历了三个阶段，见图2.1。第一个阶段是2009年之前市场经济体制下的个体回收商的回收模式；第二个阶段是2009-2011年，在家电以旧换新政策下的以零售商和制造商为主的政府补贴回收模式；第三个阶段是2012年后通过基金间接补贴带动的以个体回收为主的新型多渠道回收模式。2012年《废弃电器电子产品处理基金征收使用管理办法》发布并实施，通过基金补贴，促使了各相关方加入到回收体系建设中，带动了废弃电器电子产品回收行业进入了新的发展阶段，并呈现以下特点：

**（1）废弃电器电子产品的绿色回收率较去年持平**

绿色回收率定义为有资质处理企业的实际拆解处理量与当年理论报废量的比例。2015年处理企业实际处理量同比增长6.84%，理论报废量同比增长9.32%，2015年绿色回收率为60.29%，较2014年基本持平，较2013年增加一倍，见图4.5。

**（2）废弃电器电子产品绿色返回率较去年略有下降**

绿色返回率定义为有资质处理企业的实际拆解处理量与当年的年销量的比例。据家电院测算，2015年的绿色返回率为19.59%，较2014年略有下降。 由于2014年的销量有小幅降低，致使2014年绿色返回率达到了新高峰为23.72%。2015年，年销量同比增加了29%，理论报废量同比增长9.32%，使得绿色返回率较2014年有所下降，但依旧高于家电以旧换新时期的返回率，见图4.6。

**（3）不同废弃电器电子产品的政策效果差异大**

2015年，据家电院测算，首批目录产品的绿色回收率如下：电视机为180%、电冰箱为17%、洗衣机为38%、房间空调器为0.25%、微型计算机为27%。其中高补贴低残值的电视机，在政策影响下，已报废的但未投付拆解处理的废电视机大量涌出，并进入有资质处理企业，造成了废电视机的拆解量远远大于理论报废量，使得绿色回收率居高不下，超过了100%；高补贴低残值的电冰箱和低补贴低残值的洗衣机绿色回收率虽然不高，但整体呈现上升趋势；高补贴高残值的微型计算机的绿色回收率也呈现出逐年上升的趋势；而低补贴高残值的房间空调器的绿色回收率一直最低，不超过1%。因此，不同废弃电器电子产品的政策效果差异很大。

**（4）初级回收渠道以个体回收者为主， 新型回收模式不断涌现**

据家电院调研，2015年个体回收者的回收渠道占比达到了85.86%，可知我国初级回收渠道仍以个体回收者为主。但随着《条例》的推动，越来越多的大型企业，例如生产企业、销售企业、维修企业、处理企业等将进入回收行业，多元化的回收模式已经出现。比如绿色消费+绿色回收、互联网+分类回收回收、两网融合回收、EPR回收等回收模式。

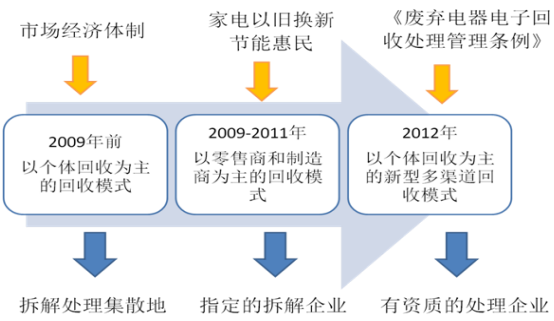



**图2.1 我国废弃电器电子产品回收处理行业发展图**

## 2.2废弃电器电子产品处理行业

我国废弃电器电子产品处理行业的发展经历了四个阶段，见图2.2。第一个是2005年前自发形成的拆解处理集散地模式阶段；第二个是在2005-2009年国家支持建设的少数废旧家电回收处理示范企业的阶段；第三个是2009-2011年家电以旧换新政策下涌现出的100余家新兴的废旧家电指定拆解企业的阶段；第四个是2012年在《废弃电器电子产品回收处理管理条例》和基金制度下的激励下，形成了109家有资质的处理企业的阶段。2015年处理行业呈现以下特点：

**（1）废弃电器电子产品处理数量持续上升**

2015年，废弃电器电子产品处理量约7500万台，较2014年处理量增加6.84%，近三年处理数量持续上涨，见图4.5。废弃电器电子产品处理总重量达到165万吨，处理行业的资源效益和环境效益日益显现。根据中国家用电器研究院测算，2015年，处理企业共回收铁24.8万吨、铜7.3万吨、铝1.9万吨、塑料30.6万吨，分别同比增长21%，2%，45%，5%。

**（3）处理技术和效率显著提升**

废弃电器电子产品处理量的不断增加，使处理企业的拆解处理技术和管理的需求不断提高。按照2015年第1、2季度的拆解数据，每月30天核算，平均每个处理厂、每天规范拆解废弃电器电子产品1941台。为了提高拆解效率，2015年越来越多的处理企业改造拆解线，升级处理设备。随着处理企业的运营和发展，我国废弃电器电子产品拆解处理技术和装备也在不断提升。

**（3）处理企业分化愈加明显**

进入市场的处理企业越多，企业间竞争越激烈。由于处理企业是依据核定后拆解数量才能获得补贴，处理企业要想获得更多的补贴，就需要大量的资金投入购买原料，且资金占用周期长。随着行业的发展，处理企业间原料的竞争变成了资金实力的竞争。据中国家用电器研究院调研，2015年，不同企业产能利用水平分化较大，有的企业超过100%的产能利用率，而有的企业不到20%。一些资金实力不足的企业出现长时间甚至全年的停产现象，有些企业被兼并重组。

**（4）处理企业集约化愈加明显**

2015年处理企业集团化、现代化、金融化的趋势愈加明显，成为了处理行业的新常态。全国形成了中再生系统、格林美集团公司、桑德集团、格力电器、华新绿源、伟翔等多家集团公司，集团将业务扩展至多个地区，产业集中度加大。同时，处理行业金融活动持续活跃，比如上市公司通过定向增发解决资金周转困难的问题。

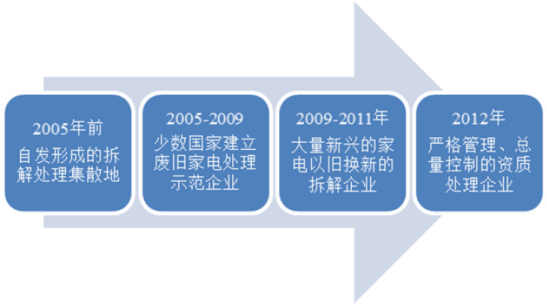



**图2.2 我国废弃电器电子产品处理行业发展图**

**图2.3 格林美全自动塑料分选设备**

**图2.4 格林美冰箱处理系统**

# 03 理论报废量

废弃电器电子产品理论报废量的测算为行业管理提供重要的依据。

根据国家统计年鉴电器电子产品居民百户拥有量与居民户数测算的居民保有量，见图3.1。除固定电话和黑白电视机之外，其他产品均逐年增长，其中移动电话的增长速度最高。

2013和2014年中国电器电子产品的社会保有量，见图3.2。社会保有量是根据电器电子产品销量与对于该年报废系数乘积的方法进行的测算。

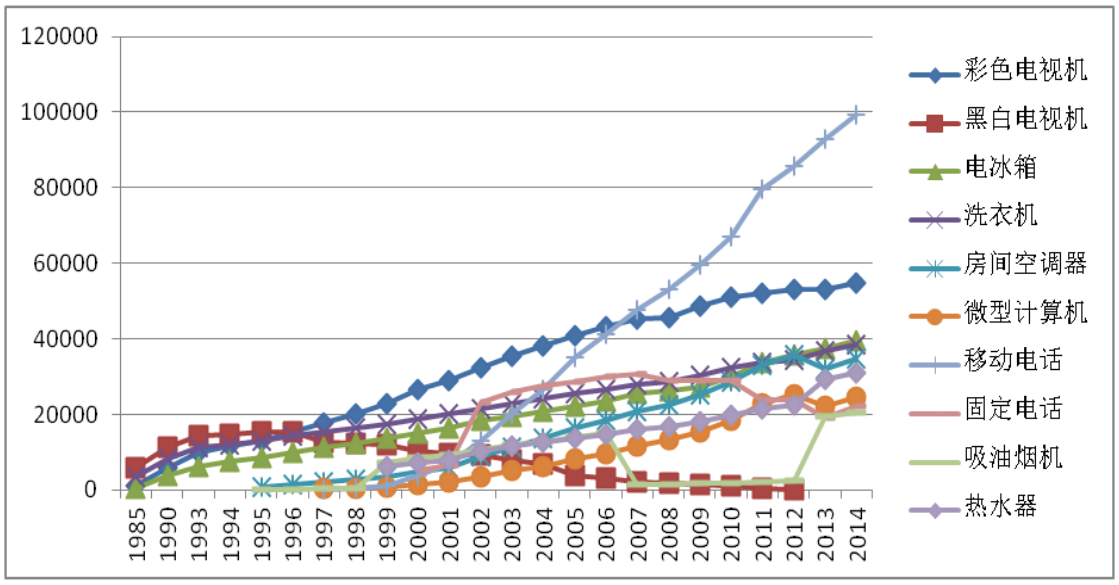



图3.1 我国电器电子产品居民保有量 （万台）

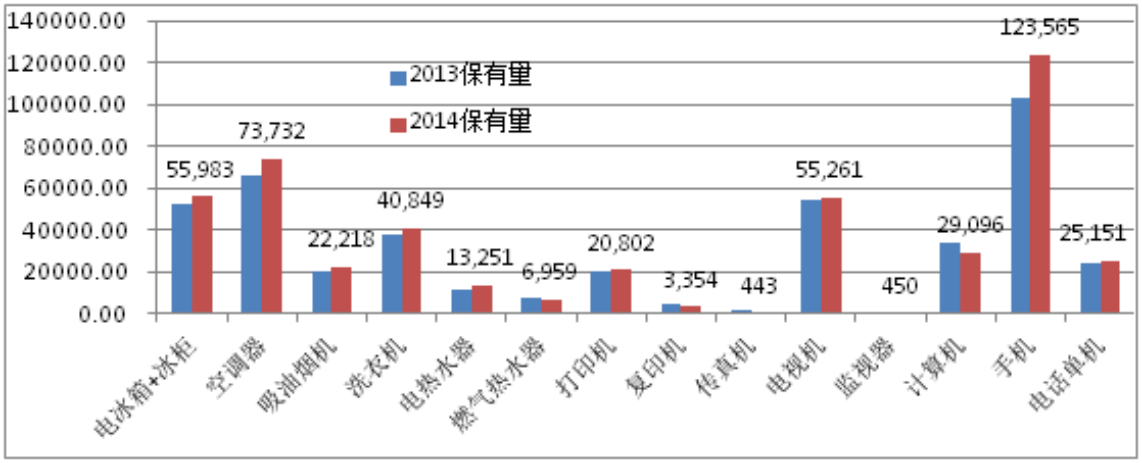



图3.2 2013和2014年中国电器电子产品的社会保有量（万台）

2015年首批目录产品的理论报废量增幅放缓，同比增加9.32%。在政策激励下，从2013年开始，电冰箱、洗衣机、房间空调器和微型计算机的理论报废量逐年上涨，但电视机的理论报废量小幅下降，见图3.3。2015年，新增目录产品中手机的理论报废量同比增加约50%，见图3.4。

**表3.1 我国电器电子产品理论报废量（万台）**

| 年份 | 电视机 | 电冰箱 | 洗衣机 | 房间空调器 | 微型计算机 | 总计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006 | 1566 | 338 | 731 | | 393 | 3029 |
| 2009 | 2198 | 546 | 981 | 96 | 1326 | 5148 |
| 2010 | 2375 | 654 | 1050 | 122 | 1653 | 5854 |
| 2011 | 2548 | 744 | 1131 | 98 | 2150 | 6671 |
| 2012 | 2773 | 868 | 1264 | 151 | 2530 | 7585 |
| 2013 | 3204 | 1279 | 1262 | 1530 | 3706 | 10980 |
| 2014 | 3048 | 1471 | 1419 | 2027 | 3414 | 11378 |
| 2015 | 3015 | 1705 | 1545 | 2432 | 3742 | 12439 |

[注]：2014年开始采用基于家电院修正的市场供给A模型进行测算。

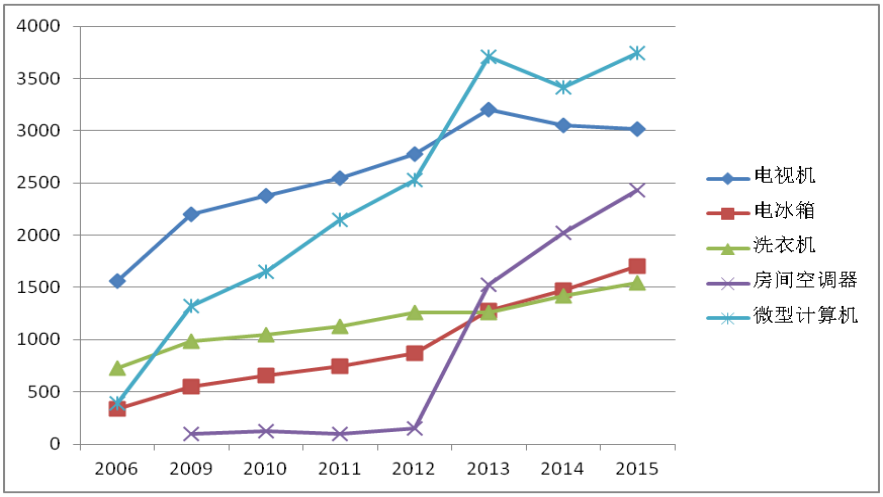



**图3.3 2006至2015年首批目录产品理论报废量（万台）**

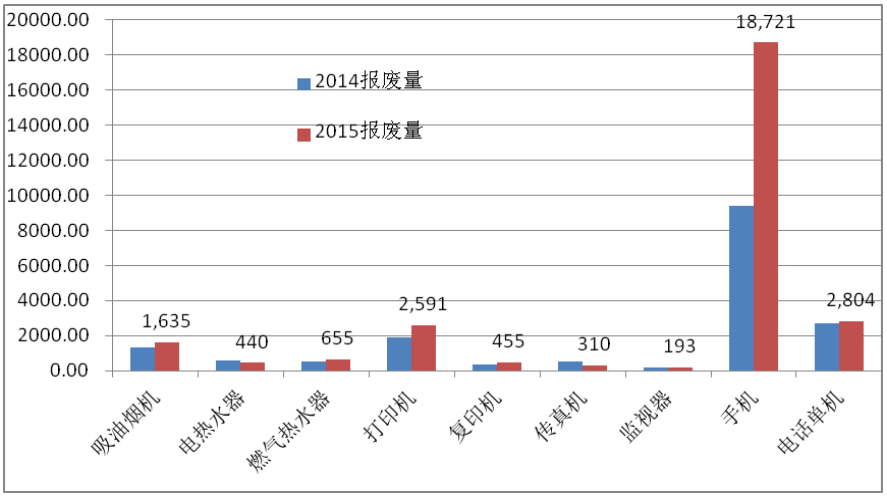



**图3.4 2014年和2015年新版处理目录增补产品理论报废量（万台）**

2016年1-4月，中国家用电器研究院电器循环技术研究所对进入废弃电器电子产品处理基金补贴名单的五批共109家处理企业开展问卷调研和现场调研，调研结果如下。

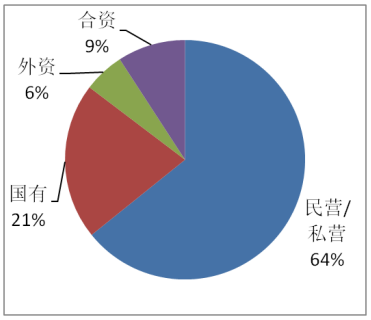



**图4.1 废弃电器电子产品处理企业性质分类图**

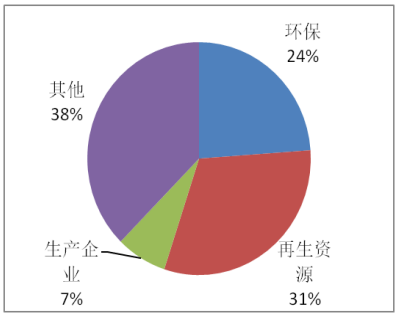



**图4.2 废弃电器电子产品处理企业背景分析图**

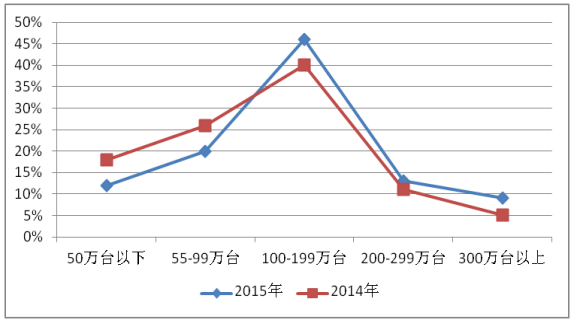



**图4.3 废弃电器电子产品处理企业规划年处理量比例**

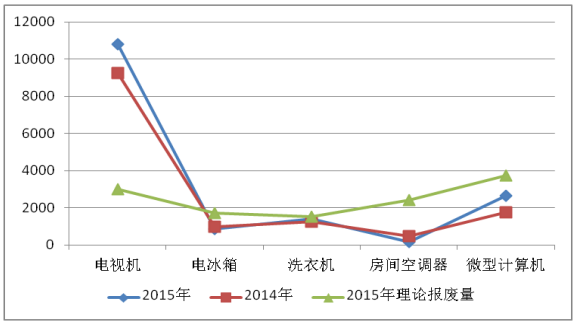



**图4.4 废弃电器电子产品处理企业规划处理产品种类（万台）**

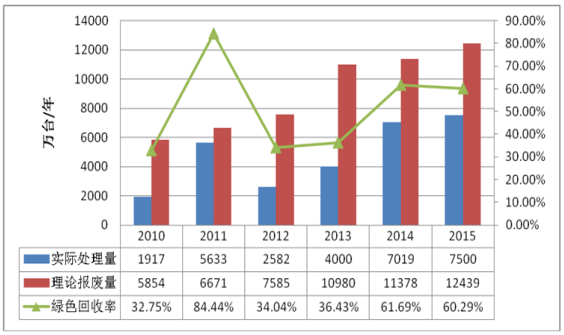



**图4.5 2010年-2015年我国废弃电器电子产品绿色回收率的分布图**

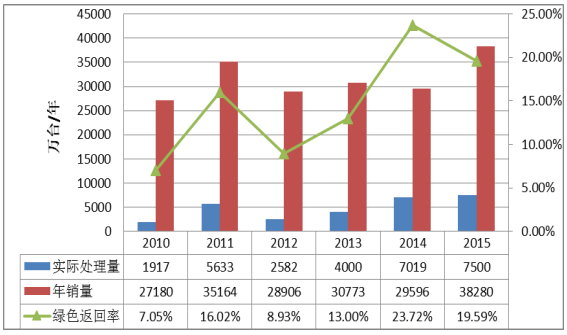



**图4.6 2010年-2015年我国废弃电器电子产品绿色返回率的分布图**

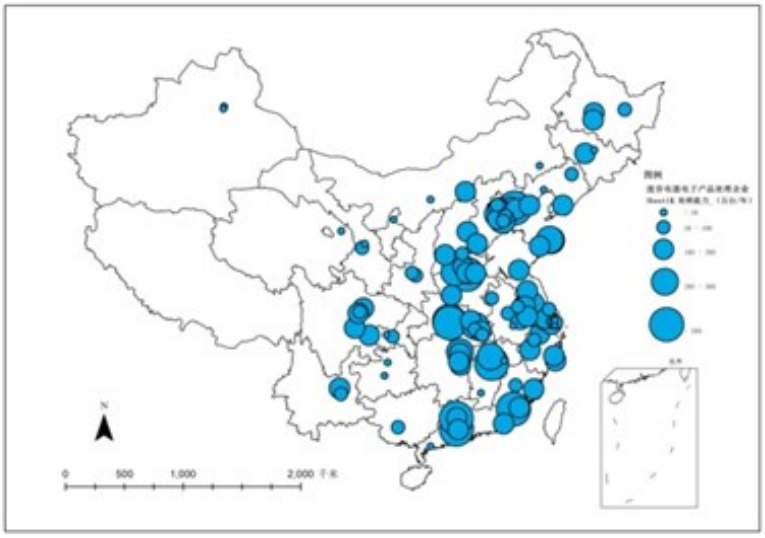


图4.7 2015年废弃电器电子产品处理企业分布图

表4.1 2015年第1、2季度废弃电器电子产品处理量前十名企业

| 序号 | 企业名称 | 地区 | 拟确认规范拆解量（台） |
|---|---|---|---|
| 1 | TCL奥博（天津）环保发展有限公司 | 天津 | 1138905 |
| 2 | 荆门市格林美新材料有限公司 | 湖北 | 1109176 |
| 3 | 江西格林美资源循环有限公司 | 江西 | 1101713 |
| 4 | 中再生洛阳投资开发有限公司 | 河南 | 1096955 |
| 5 | 山东中绿资源再生有限公司 | 山东 | 951013 |
| 6 | 清远市东江环保技术有限公司 | 广东 | 932195 |
| 7 | 江西中再生资源开发有限公司 | 江西 | 899750 |
| 8 | 广东华清废旧电器处理有限公司 | 广东 | 810235 |
| 9 | 江苏苏北废旧汽车家电拆解再生利用有限公司 | 江苏 | 801362 |
| 10 | 河南格林美资源循环有限公司 | 河南 | 785902 |

表4.2 2015年1、2季度废弃电器电子产品规范处理数量前五名处理企业集团

| 序号 | 集团名称 | 企业数量 | 规范处理数量（台） |
|---|---|---|---|
| 1 | 中再生 | 8 | 6215756 |
| 2 | 格林美 | 5 | 3791359 |
| 3 | 格力 | 4 | 2180877 |
| 4 | TCL | 2 | 1698323 |
| 5 | 桑德 | 8 | 1632074 |

# 05 处理技术

废弃电器电子产品处理企业技术工艺调研包括废弃电器电子产品处理深度、处理工艺及受控部件处理方式等。2015年处理工艺技术涉及60家处理企业。其中，华北地区有13家，华东地区的有14家，华中地区有17家，华南地区的有4家，西北地区3家，西南地区5家，东北地区4家。基本反映了中国处理企业处理技术工艺情况。

调研结果显示，废弃电器电子产品处理企业已经由开始以拆解为主，向深加工方向发展，约96%的企业涉及不同程度的深加工活动，较2014年持平。拆解工艺流程和处理技术向高效化发展，且已经开始技术和装备的升级改造。处理技术和设备以国产和自主研发为主，进口技术和设备具有少量的市场份额。

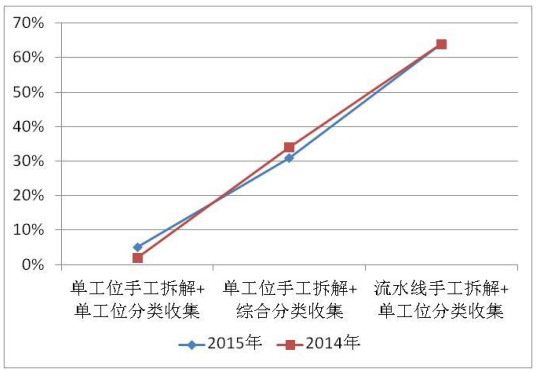



图5.1 电视机的处理工艺

图5.2 屏锥分离的设备

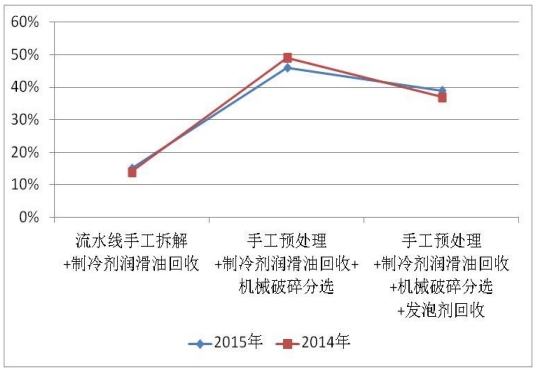



图5.3 电冰箱的处理工艺

图5.4 电冰箱的处理设备

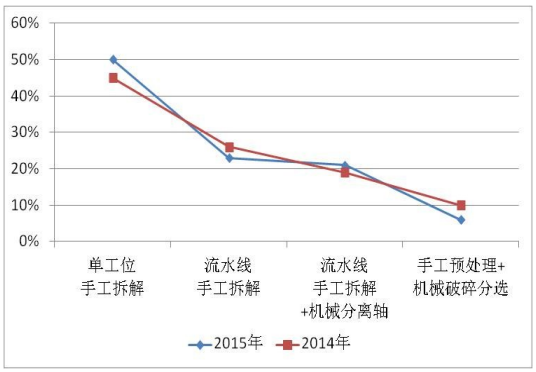



图5.5 洗衣机的处理工艺

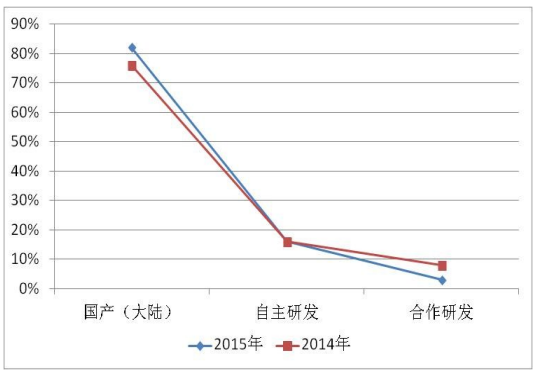



图5.6 洗衣机的处理设备

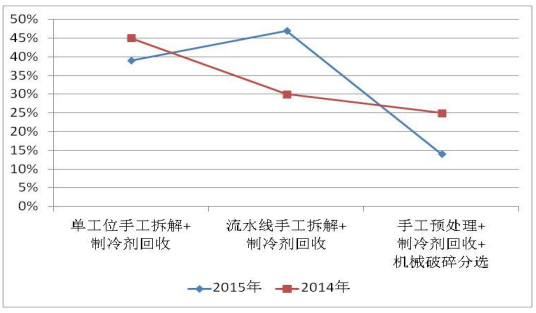



图5.7 房间空调器的处理工艺

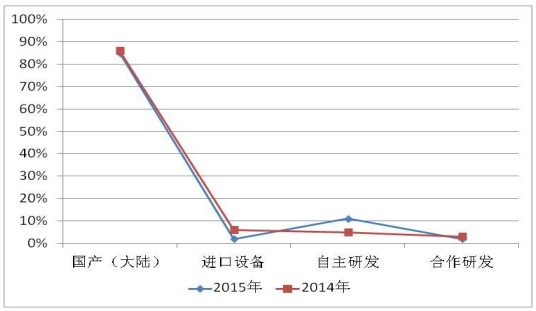



图5.8 房间空调器的处理设备

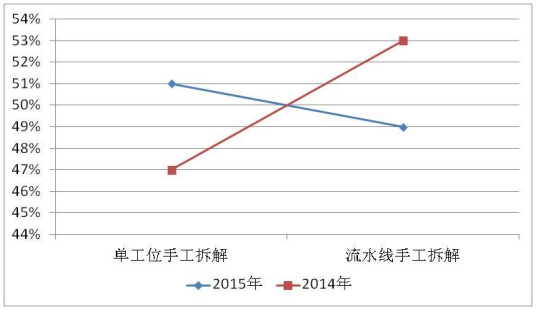



图5.9 微型计算机的处理工艺

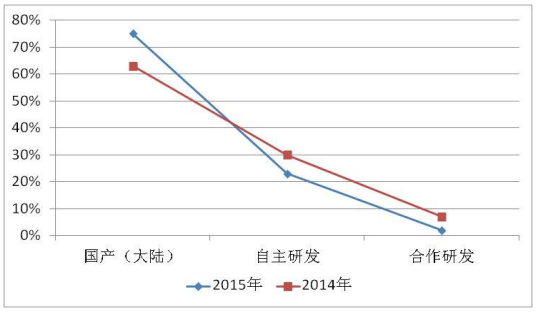



图5.10 微型计算机的处理设备

图5.11 CRT屏锥分离的方式

图5.12 印刷线路板的处理方式

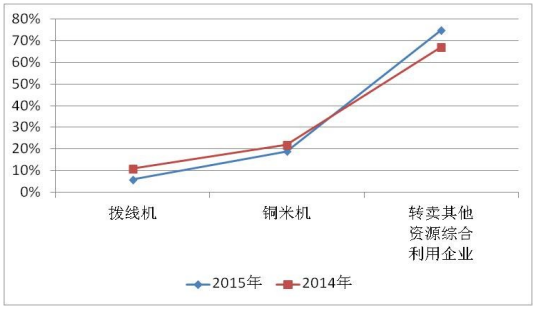



图5.13 电线电缆的处理方式

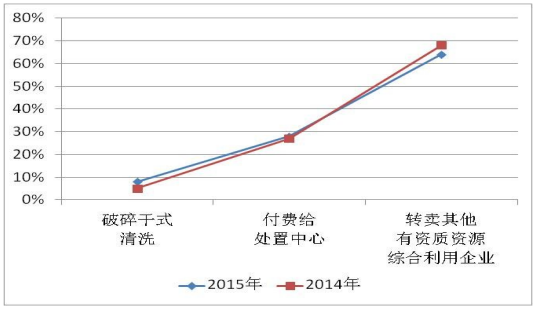



图5.14 CRT锥玻璃的处理方式

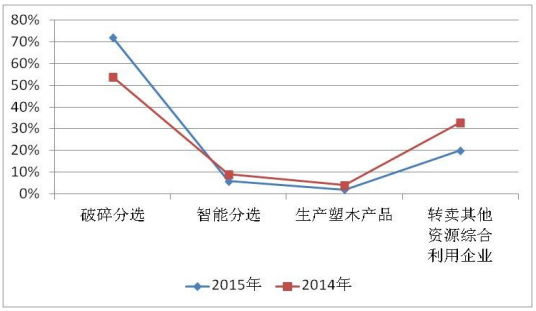



图5.15 大宗塑料的处理方式

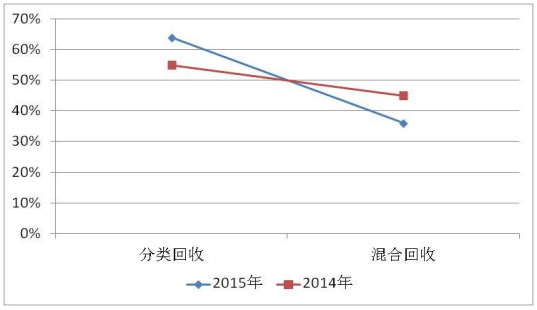



图5.16 制冷剂的处理方式

# 06 实施成果

在《条例》和配套政策全面实施的推动下，我国废弃电器电子产品回收处理行业得到了快速发展。不论在管理制度方面，还是资源回收利用、节能减排、污染预防等领域都取得了显著的效果。废弃电器电子产品回收处理行业的快速发展，促进了我国循环经济的发展，同时促进跨行业协同和回收模式创新的进程。

## 6.1 资源收益与环境效益

2015年，获得资质的废弃电器电子产品处理企业拆解处理首批目录产品达到7500万台左右，同比增加7%。总处理重量达到165万吨，同比增加10%，处理行业的资源效益和环境效益日益显现。根据中国家用电器研究院测算，2015年，处理企业整体回收资源量较2014年增幅平稳，但较2012和2013年涨幅很大。由于2015年CRT电视报废量减少，所以回收的玻璃量较2014年下降。同时，废弃电器电子产品的规范拆解处理减少了对环境的危害。特别是对环境风险大的印刷线路板回收处理的政策拉动效果最为显著。印刷电路板交售给有资质的下游企业进行综合利用，大大减少了不规范处理带来的环境污染。

## 6.2 减少温室气体排放

根据中国家用电器研究院测算，2015年，废电冰箱累计拆解处理约为280万台。以200升电冰箱制冷剂平均重量160克计算，理论上，可减少445吨电冰箱制冷剂排放（R12的ODP=1，GWP=8500），相当于减少近380万吨CO2的排放量，较2014年提高150%。

2015年，废房间空调器拆解处理约为5.5万台。以1.5P家用空调器制冷剂平均重量为1.0千克计算，理论上，可以减少55吨房间空调器制冷剂排放（R22的ODP=0.05、GWP=1700），相当于减少9.3万吨CO2的排放量，为2014年的4.2倍。具体如图19.2所示。综合可知，2015年废弃电器电子产品回收处理行业对减少温室气体减排成效显著。

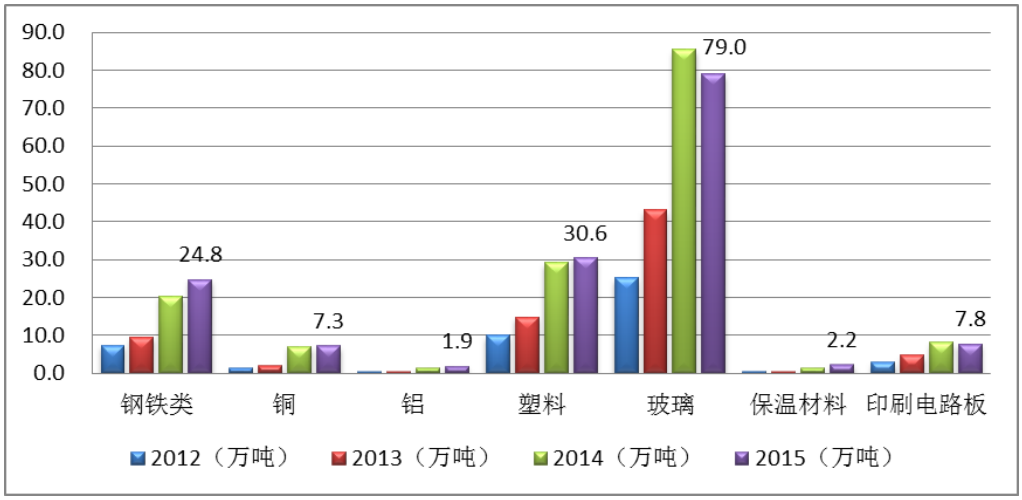



图6.1 2012-2015年废弃电器电子产品资源回收重量（万吨）

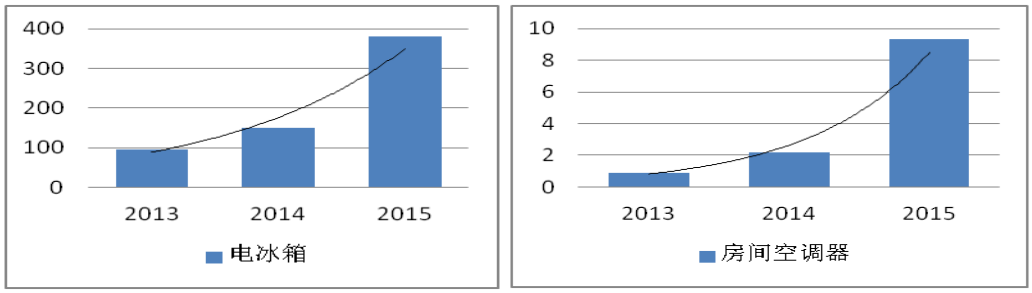



图6.2 2013-2015年电冰箱和房间空调器CO2减排量（万吨）

### 6.3 废弃电器电子产品处理与资源化利用技术不断提升

在规模化处理和基金补贴政策的带动下，处理企业对拆解处理技术和处理效率的需求不断提高。越来越多的企业面对拆解数量的压力，开始改造拆解线，升级处理设备，以提高拆解处理效率和自动化水平。随着处理行业的快速发展，废弃电器电子产品处理的专业设备制造商逐渐形成规模。根据调研，2015年绝大部分处理企业涉及不同程度的深加工活动，其中以废旧线路板和塑料外壳等产品为主。因此，关于废旧线路板回收处理和家用产品制冷剂等方面的技术设备得到极大发展，部分处理企业也通过和高校科研院所合作自主研发适合本身生产情况的设备，甚至有的设备成功在行业内推广。格林美研发的用热解法回收废PCB中铜的技术，以及天津澳宏开发了一套适用于家电产品的全生命周期制冷剂的回收与再利用的工艺与技术，均为国内领先水平。

### 6.4 新回收模式不断创新发展

随着WEEE回收处理行业快速发展，越来越多的企业着力创新回收模式，提高回收水平。2015年，回收哥、淘绿、爱回收、香蕉皮等“互联网+回收”的废弃电器电子产品回收渠道快速发展，回收覆盖的城市越来越多，回收的产品从手机等小型产品扩展到主要的家电产品；2015年，“绿色消费+绿色回收”的废弃电器电子产品的新回收模式也取得了一定的成效。北京推动的节能超市中，通过绿色消费带动的绿色回收废弃电器电子产品达到4万台；工信部联合商务部、科技部和财政部发布“废弃电器电子产品生产者责任延伸试点通知”，鼓励电器电子产品的生产者通过逆向物流建立废弃电器电子产品绿色回收渠道；桑德在福州启动了“两网融合”的示范项目。这些新模式在未来多元化的废家电回收体系建设将初见成效，同时推动了回收行业绿色转型升级。

### 6.5 促进国际交流与合作

2015年，商务部发布关于对外援助项目实施企业资格认定有关事宜的公告，以明确援外项目实施企业的资格认定工作。2016年格林美股份有限公司，以环保领域第一名取得对外援助成套项目管理企业的资格，格林美将谋划废物再生循环产业项目，输出优势废物处理技术，开采全球城市矿产。另一方面，自2005年以来，中国家用电器研究联合行业知名的科研院校、协会等机构成功举办了8届WEEE&EPR国际会议，吸引了来自美国、欧洲、东南亚等国家和地区协会代表、企业代表、专家学者参会，搭建了中国制造与回收处理行业、院校与企业合作的平台，以及政府部门与企业信息沟通的桥梁， 极大地促进国际间的多层次的交流与合作。

图6.3 格林美线路板绿色处理试验线

图6.4 手机回收机

图6.5 互联网+节能超市示范店

## 格林美 互联网+分类回收 回收哥

格林美股份有限公司于2001年12月28日在深圳注册成立，2010年1月登陆深圳证券交易所中小企业板，股票代码002340，是中国开采城市矿山资源第一支股票、再生资源行业和电子废弃物回收利用行业的第一支股票，总股本9.2亿股，净资产近43亿元，在册员工5000余人。

2003年，格林美在国内率先提出"开采城市矿山"的思想以及"资源有限、循环无限"的产业理念（2011年1月12日，被国家版权局授予版权），积极探索中国"城市矿山"的开采模式，致力于废旧电池、报废电子电器、报废汽车与钴镍钨稀有金属废弃物等"城市矿产"的循环利用与循环再造产品的研究与产业化。公司自成立以来，被先后授予国家循环经济试点企业、全国循环经济工作先进单位、国家技术创新示范企业、国家循环经济教育示范基地、国家"城市矿产"示范基地、国家电子废弃物循环利用工程技术研究中心等荣誉称号，成为中国循环经济与低碳制造的领军企业之一。成为国内一流、国际先进水平的国家城市矿山循环利用示范基地。

2015年7月格林美在武汉试点推广"互联网+"平台——回收哥，设立APP线上平台和统一的客服电话，居民若需要出售废旧物品，通过APP呼叫附近回收哥上门回收。格林美从以往废品回收的中间商上门出售废品的方式改变为由公司直接参与一线回收。之后，回收哥陆续在荆门、天津、深圳启动。

回收哥全方位O2O平台中包括有当前社会普及度极高的APP、微信、网站和400电话，直接面向居民并统一回收生活中的全部可回收物，实现居民线上交投废品与回收哥线下回收的深度融合，市民只要轻点手机，就可预约安全可靠的回收哥上门服务。

任何人均可通过认证、培训等正规流程加盟成为一名"回收哥"；居民可利用"回收哥"手机APP、微信、400电话、网站等预约"回收哥"上门回收；所有废品价格公开透明，回收后将被直接送到正规环保处理企业进行处理。这也是回收人员转变为正规军的新型模式。在回收价格方面，回收哥的价格公开透明，每周回收哥会同步发布废品价格指数。

互联网+分类回收的模式实现了千家万户与回收渠道的畅通连接，促进资源节约型社会建设，为再生资源产业链提供了丰富的原材料，促进回收行业更加规范管理。

## 废液晶显示器资源再生与污染防治关键技术

近年来，废液晶显示器已成为我国增长速度最快的一类电子废弃物，包括电脑、监视器、手机、液晶电视等在内的液晶显示器报废量都在数千万台以上。废液晶显示器中铟含量低、约为0.3mg/kg，但由于总体量大、其所蕴含的铟价值达亿元以上。液晶是作为其特有的显示材料，其结构式末端基团、侧向基团有氰基、卤素等，骨架结构含苯环、吡啶环等，存在潜在的环境风险和健康风险。

中国环境科学研究院自2007年起，着手开始废液晶显示器资源再生与污染控制研究，在充分研究废液晶显示器资源特性、环境风险以及适宜技术基础上，主要形成了以下研究成果：

（1）面板资源再生

废面板玻璃资源化技术基本原理：在发泡剂、助熔剂等作用下，高温烧结废玻璃形成发泡材料。以国家战略资源—稀有金属铟再生为核心，解决了铟选择性再生与杂质同步转移调控等难题，重点研发了包括面板中铟的浸提、富集/分离、电积等在内的成套技术与设备，同时研发了无损拆解分类、面板玻璃制备发泡保温材料等技术；解决了铟再生回收率不高、缺乏选择性分离技术等问题。废面板玻璃资源化技术将为废液晶显示器处理企业增加经济效益提供重要支持。

（2）废液晶无害化

探讨了废液晶热解反应机理，研发了废液晶热解—焚烧联动技术，废液晶热解—焚烧联动技术基本原理：废液晶混合物低温热解，热解生成的小分子产物高温焚烧。针对废液晶量小、难处理、处理成本高等问题，研发了低成本、小型的废液晶热解—焚烧联动技术与设备，解决了缺乏大型危废焚烧处理设施的企业处理废液晶问题，实现废液晶无害化处理。

2014年，《废液晶显示器处理关键技术与成套装备》列入环保部、工信部、科技部联合发布的《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录》，2015年，《废液晶显示器资源再生与污染防治关键技术》获得环境保护部环境科学技术奖二等奖。

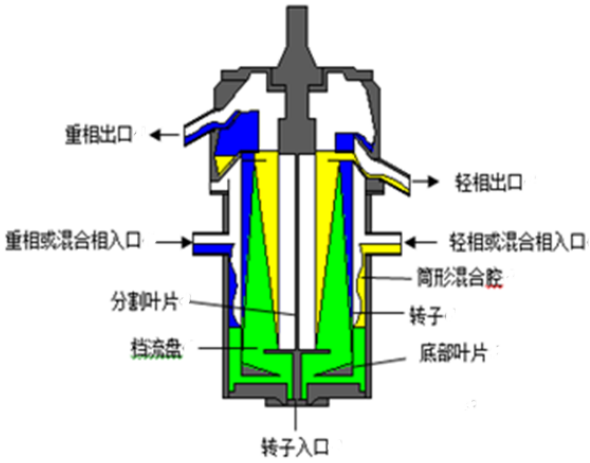



图8.1 离心萃取示意图

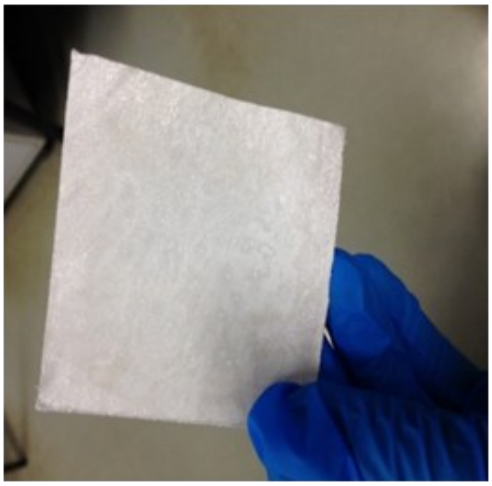


图8.2 电积铟

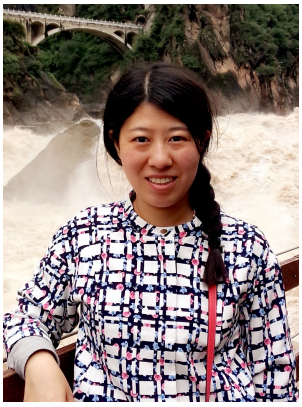
靳敏，女，中国人民大学环境学院副教授。研究方向是资源环境政策与管理；在可持续生产于可持续消费、贸易与环境、产业环境问题与对策、产业生态学与中国的生态工业园区规划建设等领域有长期深入的研究。兼任中国废弃电器电子产品回收处理目录管理委员会专家以及多个中国标准化技术委员会委员。曾主持欧盟重大项目——“亚洲电子产品生态设计”的中国项目组的课题研究，并担任欧盟SWITCH-Asia项目“提供中国中小型电子电气企业环境和安全绩效”的可持续生产高级研究员。

廖全平，男，现职台北市电器商业同业公会理事长、中国民国电器商业同业公会全国联合会副理事长、台湾区冷冻空调工程工业同业公会理事长、台北市云林同乡会常务监事、台北市圆环扶轮社创社社员、雅光有限公司董事长。

刘志峰，男，工学博士，教授，博士研究生导师。现任合肥工业大学副校长，合肥工业大学智能制造技术研究院院长。享受国务院特殊津贴专家。 1994年起从事绿色设计理论与方法、绿色制造工艺技术、废旧产品回收工艺与装备、再制造设计与工艺等研究，先后主持或参加了国家科技支撑计划、863计划、国家自然科学基金重点及面上项目及企业合作项目等30多项。发表研究论文100多篇，出版《绿色设计与绿色制造》等多部学术著作。多次荣获家级奖项。

沈燕军，男，上海新金桥环保有限公司副总经理，国家环保部工程技术中心及上海市工程技术研究中心主任。带领团队自主研发包括废旧冰箱空调、废线路板等在内的废弃电器电子产品处理处置装备，建成拥有自主知识产权的各类电子废弃物处理处置生产线十二条，年处理处置能力达十万吨。 参编起草国家标准九项，参与了包括国家科技部863项目等在内的国家级课题七项、省部级项目十余项，申请专利三十余项，授权七项。

山中 尚登 ，男，日本，富士施乐富士施乐爱科制造（苏州）有限公司总经理。日本东海大学 工学部生产机械工学专业。曾负责、再生品的组装技术及模数的组装技术，再生复印机的组装技术，大型喷墨打印装置的生产启动、再资源化事业的启动，TPS改善管理等工作。目前专职于海外及国内的生产准备课题的解决、丰田生产方式的推进、新一代定影设备的生产准备，再资源化技术的开发。



蔡毅，女，凝聚态物理硕士，2013年就职中国家用电器研究院电器循环技术研究所，担任创新发展研究室副主任，从事电器电子产品回收处理政策法规与技术研究工作，参与多项国家级科研项目，主要研究方向废弃电器电子产品回收体系建设，生产者责任延伸制度，环境保护，循环经济，产业可持续发展等。

# 10 支持单位与特别鸣谢

**支持单位：**

格林美股份有限公司

上海新金桥环保有限公司

**特别鸣谢：**

TCL(天津)环保发展有限公司
苏州伟翔电子废弃物处理技术有限公司
江苏苏北废旧汽车家电拆解再生利用有限公司
浙江盛唐环保科技有限公司
江西格林美资源循环有限公司
荆门市格林美新材料有限公司
广东赢家环保科技有限公司
四川长虹格润再生资源有限责任公司
汨罗万容电子废弃物处理有限公司
清远市东江环保技术有限公司
格林美（武汉）城市矿产循环产业园开发有限公司
伟翔联合环保科技发展（北京）有限公司
伟翔环保科技发展（上海）有限公司
汕头市TCL德庆环保发展有限公司
陕西九洲再生资源有限公司
邢台恒亿再生资源回收有限公司
华新绿源环保产业发展有限公司
上海新金桥环保有限公司
台州大峰野金属有限公司
湖北金科环保科技股份有限公司
湖南绿色再生资源有限公司
郑州格力绿色再生资源有限公司
河南格林美中钢再生资源有限公司
石家庄绿色再生资源有限公司
芜湖绿色再生资源有限公司
泰鼎（天津）环保科技有限公司
山西天元绿环科技有限公司
临汾拥军再生资源利用有限公司
黑龙江省中再生废旧家电拆解有限公司
南通森蓝环保科技有限公司
扬州宁达贵金属有限公司
江西中再生资源开发有限公司
中再生洛阳投资开发有限公司
湖北蕲春鑫丰废旧家电拆解有限公司
四川中再生资源开发有限公司
贵阳市物资回收公司
天津和昌环保技术有限公司
吉林市金再废弃电器电子产品回收利用有限公司
森蓝环保（上海）有限公司
山东中绿资源再生有限公司
鑫广绿环再生资源股份有限公司
湖南省同力电子废弃物回收拆解利用有限公司
河南恒昌贵金属有限公司
河南艾瑞环保科技有限公司
广东华清废旧电器处理有限公司
青海云海环保服务有限公司
唐山中再生资源开发有限公司
哈尔滨市群勤环保技术服务有限公司
河北万忠废旧材料回收有限公司
通辽华强废旧家电处理有限公司
华新绿源（内蒙古）环保产业发展有限公司
云南华再新源环保产业发展有限公司
陕西新天地废弃电器电子产品回收处理有限公司
三明市万源再生资源有限公司
内蒙古新创资源再生有限公司
湖北东江环保有限公司

# 联系方式

**联系方式**

中国家用电器研究院 电器循环技术研究所

田晖　　主任　　tianh@cheari.com

单明威　资源综合利用研究室 副主任　shanmw@cheari.com

蔡毅　　创新发展研究室 副主任 caiy@cheari.com

电话：86-10-68069353

传真：86-10-68069353

地址：北京市宣武区下斜街29号 中国家用电器研究院南楼204室

邮编：100053

网址：www.cheari.org/recycling www.weee-epr.org

关注微信公众号：

**weee-epr 国际会议**

## 声明：

《中国废弃电器电子产品回收处理及综合利用行业白皮书（2015）》知识产权归中国家用电器研究院所有。如需转载，请注明出处。

更多详细内容请关注：2015中国废弃电器电子产品回收处理和综合利用行业发展报告 www.cheari.org/recycling