中国废旧贵金属回收技术

中国废旧贵金属的回收技术与贵金属回收器

一、中国废旧贵金属的回收技术与贵金属回收器

锇、铱、铂、钌、钯、铑、金、银等八种铂族元素由于其具有良好的耐腐蚀和耐氧化性、很高的熔点、良好的导电性和催化活性，在工业上得到了广泛的应用，已成为现代工业和国防建设的重要材料。可由于矿产资源储量有限、生产困难、产量不高，价格不断上涨。许多工业发达国家都把目光纷纷投向贵金属再生资源回收，这座取之不尽的“富矿”，他们把贵金属废料回收与矿产资源开发置于同等重要的地位。

一、综述

Summary

据资料显示，全世使用过的贵金属，有 85％以上被回收再使用。日前美国的电子垃圾处理企业年利润就已经达到了 2500 万美元～3000 万美元。据统计，开采 1 吨银大约需要 30 万美元费用，而回收 1 吨银仅 1 万美元；开采 1 盎司金需要 250 美元～300 美元，而回收 1 盎司金只需要 lO0 美元。再例如，把旧手机里而的废电池回收起来，积攒到 1 吨，就可以从中提炼出 100 克黄金；而普通的含金矿石(沙)每吨只能提取几克金，多者不超过几十克金。

虽然经过多年的发展，我国已初步形成了一套较为完善的废旧贵金属回收体系，其中以废旧贵金属首饰和制作首饰的废料回收、贵金属矿山尾矿和选冶厂矿渣回收以及电解电镀废渣(液)回收为主。但与发达国家相比，我国贵金属再生资源回收起步较晚，技术较为滞后，回收生产粗放经营，尚未形成有效的贵金属回收体系和相应配套的管理机制，亟待国家政策扶持。目前，我国回收废旧贵金属厂家约有 150～200 家，回收单位分散，形不成规模；而且回收设备简陋、技术落后、回收率不高，浪费了资源和能源；回收渠道杂乱，缺乏政府有力监管。贵金属废料回收的小作坊占据多数。这些个体户的出现，虽然对贵金属废料回收起到一定的作用，但带来的环境污染等问题却十分严重。

贵金属再生资源主要来源

Main resourcesof recyclingmaterialsofpreciousmetals

(1)矿山尾矿、选冶废渣中贵金属回收

为了提高矿山或贵金属选冶企业经济效益，矿山及有关矿石选冶企业对于尾矿和选矿废渣中贵金属的回收都做了较为细致的研究工作，这些企业为提高贵金属回

收率愿意投资，其回收机制比较完善，贵金属作为副产品能为企业带来经济效益。

全世界目前开采的铂矿资源主要可分为两大类，即砂铂矿和共生矿。砂铂矿曾在 50 多个国家的 100 多个地区广泛分布，是 20 世纪 20 年代前的 lO0 多年中的主要生产资源。砂铂矿只要简单重选即可提取出密度很大(约 20 g / cm)的粗铂矿和锇铱矿为主要组分的铂族金属精矿，直接用化学方法分离、精炼为铂、铱、锇 3 个纯金属产品；共生矿的情况较复杂，矿石中含有铂、钯、锇、铱、钌、铑、金、银、镍、铜、钴、铁、硫等 l0 多种有价元素，是一类必须全面综合利用的宝贵资源。主要资源分布，如南非布什维尔德、美国斯蒂尔瓦特、俄罗斯诺里尔斯克、加拿大萨德贝里、中国金川等地的均是共生矿。

贵贱金属分离是决定尾矿回收途径和回收指标的关键，是共生矿综合利用工艺的核心及技术发展的重点，要达到提取铜镍钴产品和以尽量高的回收率富集产出贵金属精矿的双重目的。与其它国家大型共生矿相比，我国金川共生矿中铂族金属品位最低，综合提取的技术难度更大，产量受镍、铜生产规模的制约更大，必须研究和制定有效工艺，才能得到较高回收率。从矿石到提取出品位 50％的贵金属精矿，比较选冶全过程要求的富集倍数，南非为 8 万倍，加拿大为 8 万倍，我国金川需 150 万倍。要求的富集倍数越高，使用的富集工序越多，工艺过程越长，贵金属回收率可能越低。

(2)废旧金银首饰回收

其中还包括牙科用贵金属以及其他生活用贵金属饰品的回收。大部分废旧金银首饰都由银行或首饰公司(店)回收，金银市场放开后，国家、集体、个人首饰店都可以回收金银，为此金银回收机制比较完善。这部分废旧金银回收占相当大的比重，尤其是黄金。

黄金和银的消费主要有珠宝首饰、电子、牙科、工业装饰、储备、纪念币、官方货币、电镀、钢笔、钟表等。根据统计，目前世界黄金消费量达 3235．1 吨，其中首饰业共消费黄金 2840．3 吨，占 87．8 ％ 。进入 21 世纪以来，中国的年黄金消费总量一直在 210 吨左右徘徊；2004 年中国内地黄金消费总量增长了 3 ％ ，达到 213．2 吨，位于印度消费 855．2 吨，美国 409．5 吨，沙特 228 吨之后，排名世界第四。目前亚洲的人均黄金拥有量是 l0 克，而国内的人均黄金拥有量仅为 0．2 克，随着国内人均消费水平的提高，这一数值将进一步增加。由于首饰用贵金属民间使用在我国历史久远，对其中废旧贵金属的回收体系也较为完善，部分地区已建立以

首饰回收再加工为主体的地方经济支柱产业。如湖南省永兴县 3 万多冶炼从业人员，每年从全国各地收回 l20 多万吨含有金银等贵金属的废渣、废料、废液，利用独特的工艺进行冶炼加工，年产金、银、钯、铂等贵金属 l700 吨，年创产值 45 亿元，纳税 4500 万元。永兴已成为全国最大的贵金属“三废” 回收利用基地。永兴并没有金银等矿产资源，300 多年前，勤劳的永兴人就开始从全国各地回收“三废”进行冶炼加工。近年，该县引导该产业走规模化、规范化、集约化经营之路。将 l30 多家分散在 l4 个乡镇、有一定规模、环保达标的企业，向冶炼工业园区集中。目前年产值逾 500 万元的已达 80 多家，纳税过 l00 万的有 l5 家。2002 年该县以 l500 吨的白银产量荣获“中国银都”称号。

(3)电极泥、电镀废液中金银回收

有色金属和金银电解、电镀有关厂家都能对电极泥、电镀废液进行处理，回收其中贵金属。电解铜厂中杂铜在电解过程中产生的阳极泥其中，化学成分见下表，某厂铜阳极泥化学成分，一般 Cu、Ni、Au、Ag、Pt、Pd 为有价元素，应对其加以回收。

(4)照相胶片行业中银回收

感光材料中银消费最大，为此相关厂家对其中银的回收高度重视，一般都建立了完善的回收机制。美国柯达胶卷已回收银达 70 年历史，现具备全球完善的回收渠道。

银的最大用户是照相工业，据资料显示，感光材料每年消耗的银相当于工业用银总量的 1 / 3 左右，而其中有 90％溶解在冲洗加工药液中(主要是在定影液或漂洗液中)，而其中的银 100％都能回收。近年世界再生银平均占世界银供应量的 1 / 4 以上，发达国家再生银回收量比例更大，美国 1999 年~U2000 年从旧料中回收银各为 l700 吨和 1600 吨，占本国精炼银产量(4000 吨)的 40％以上。日本国内有大型再生银工厂 l6 家和 l50 多家从事照相业废液回收企业，年均回收 400—500 吨(日本国内含银 0．1％的废料均可回收)。前苏联每年从各种废料中回收白银也在 600 吨以上。象我国每年用于照相业的白银达 200 吨，其中 80％的银在洗印胶片、底片时进入废液中，如果回收的话，回收银将在 l50 吨以上。就按世界平均回收水平，我国每年也可回收银达到 375 吨。

(5)废旧电器中金银回收

废旧电器中贵金属回收，是贵金属回收市场今后的主要走向，并将在很长一段

时间内是贵金属再生资源回收原料增加最快的领域。

废旧电器包括电脑、电视机、电冰箱、洗衣机以及手机等等。这些产品在我国出现时间不很长，对于这些废旧产品回收也没有相关条例。目前一些地方，通过进口电子废料回收贵金属，回收技术落后，没有环保措施，造成严重的污染。随着时间推移，国内部分电子产品也进入报废期，从2003年起，我国每年将至少有500万台电视机、400万台冰箱、600 万台洗衣机要报废。

日本进口工业废料已有几十年的历史，目前40％贵金属的回收物品来自进口工业垃圾，随着日本企业在海外建厂，大部分废弃电子垃圾的工业废料也随之“流”到海外。而那些发展中国家通常并不具备废料回收、提纯手段，日本企业又不忍眼睁睁地失去这些“黄金垃圾”，只好就地收购，再委托从国内向这里运送原材料的船返程时把它们捎回去。电子垃圾中有黄金、白金、钯等多种贵金属。

从事贵金属回收再利用业务的日本旭浦力于2003年3月l2日在中国上海成立l00％出资的贵金属回收公司“上海旭浦力环境科技有限公司”。新公司首先开展从电子零件及半导体工厂排放的电镀废液及在电子零件的边角料中回收金和银等贵金属；之后，该公司考虑将处理范围扩大到照片冲洗废液及珠宝饰品加工边角料。所回收的金属全部销售给中国，从而建立在中国完成贵金属循环的体系。

(6)废催化剂中的铂族贵金属回收

贵金属元素中金、银、铂、钯、铑、锇、铱、钌8种，除金和银很少用作催化剂外，其它6种元素均被广泛地使用，铂族金属被广泛应用于加氢、氧化、脱氢、氢解、氨合成、甲醇合成、烃类合成、醋酸合成、加氢甲醛化、羰基化、顺向羟基化等催化剂。贵金属作为催化剂使用时，使用最多的是铂、钯、银。

近年来由于汽车尾气净化用的贵金属催化剂的使用日益普及，催化剂中起催化作用的铂族金属的用量逐年增加。催化剂中毒失效后，很大一部分不能再生，因而全世界每年要产生大量的废贵金属催化剂，如何适当处理并充分利用这些二次资源显得日益重要和紧迫。目前，全世界汽车催化剂年消耗的铂族金属占铂总消耗量的30％～42％，钯占56％～76％，铑占95％～ 98％，都在各自的用途中占据首位。近20年来，大量使用贵金属的汽车催化剂已在国际上成为一大环保技术和新材料产业，并表现出强劲的发展趋势。

扬子石化修配公司贵金属厂利用本厂精对苯二甲酸生产装置替换下的废钯碳催化剂回收的海绵钯，生产能力为1OOKg / a，生产出高纯度的氯化钯，并将该产品返

回到与精对苯二甲酸装置相配套的乙酸生产装置，用作乙烯氧化制乙醛的催化剂，完全替代国外进口催化剂。据了解，近年仅石化行业铂重整工艺中使用含贵金属铂、铑、钯元素催化剂，贵金属含量占3%左右，该催化剂使用寿命3～5年，全行业的填装量600吨左右，其中含贵金属1800公斤。化工尿素生产装置中，使用含金、铂、铑，钯元素的金属多金网，使用周期为半年，全年使用量为200公斤。

(7)功能材料用贵金属回收

功能材料是指表现出力学性能以外的电、磁、光、生物、化学等特殊性质的材料。贵金属材料因具有较高的导电导磁性，在功能材料领域大放异彩，主要用于测温传感器灵敏原件等领域。目前，随着电子技术的快速发展，新型功能材料的研制也更新较快，而回收失效和淘汰下来的就的功能材料是贵金属回收的又一方向。

二、中国废旧贵金属的回收技术

概述

Teohnologyof recycling preciousmetal

目前，随着人们对贵金属回收技术研究的不断深入，各项技术不断发展，每天都有这方面新技术诞生。不过比较具有代表性的主要有三种方案：火法富集、湿法富集和微生物吸附。

(1)火法富集

火法富集因其处理复杂废料时，具有很强的适应性。目前世界上一些著名的贵金属回收厂几乎都采用火法富集过程。火法富集有熔炼富集、火法氯化及高温挥发、焚烧等工艺。其主要过程为燃烧和熔炼。燃烧时使用大型回转窑，可使物料减重30％，窑尾附有废气净化装置。燃烧后的物料经磨碎、筛分和磁性分离，产品分别进感应电炉熔炼、化学精炼或电解精炼。

(2)湿法富集

湿法富集作为处理金和银矿石的主要工艺。直至目前，氰化法仍是处理原生矿石和精矿最主要而最普遍使用的一种方法。湿法富集原理是，首先将含金矿石破碎和细磨到金粒从基质或矿物中解离的粒度，采用氧化剂浸出金，最后将含金的浸出液与浸渣分离。

(3)微生物吸附

微生物吸附金属是指利用活的或者死的微生物细胞及其代谢产物，通过物理、化学作用(包括络合、沉积，氧化还原、离子交换等作用)吸附金属的过程。2003 年 8 月，英国伯明翰大学的一个研究小组发明了一种快速和便宜得多的方法回收汽车用的贵金属催化剂，并申请了专利。新的回收方法将金属浸在硝酸和盐酸中，然后通过装有细菌的反应器，金属就沉积在细胞壁上，收集起来就可以进行回收。回收过程只需 15 分钟，效率约为 90％ 。对于含砷、硫的难浸出金矿石，由于金被硫化矿物包裹，用常规氰化法浸出时，金的浸出率很低。如果通过细菌预氧化，将含硫化矿物破坏，使金解离后再用氰化物浸出，这样金的浸出率一般可以达到 90％ 。该方法不仅使金的浸出率高，而且不会排出含砷和硫的废气，废渣也很稳定，不污染环境。

总结

Summary

从总体上讲，我国贵金属回收尚未建立完善的体系，政府也没有专门的管理部门，至今尚无法统计出国内黄金、银以及铂族金属的回收总量和回收率。我国一少部分企业已经拥有了回收电子垃圾的相关技术和设备，应该得到国家的政策支持。回收贵金属的企业必须首先考虑环保，必须采用先进的技术设备、工艺，充分利用贵金属废料同时，保证二次废弃物能符合环保要求。同时国家应充分发挥技术监督和监管的作用，制定一批符合现阶段中国国情的贵金属回收的技术规范、原料及产品标准，加快贵金属回收体系市场化的建立，规范贵金属回收市场，同时充分发挥新标准的技术拉动作用，推动贵金属回收企业进行技术创新，从而加快贵金属回收再生技术的快速发展。

贵金属回收再生技术

一、 金的回收技术

[1]从贴金文物铜回收金物资再生利用研究所采用氧化焙烧法从废贴金文物铜回收金。废贴金文物铜放入特制焙烧炉内，于 8000C 恒温氧化焙烧 30 分钟，取出放入水中，贴金层附在氧化铜鳞片上与铜基体脱离。然后用稀硫酸溶解，溶解渣分离提纯黄金。此法特点焙烧时无污染废气。用此法处理废文物铜 300 公斤，回收黄金 1.5 公斤。金回收率>98%，基体铜回收率>95%，副产品硫酸铜可作杀虫剂。

[2] 从废电子元件中回收金北京稀贵金属化冶厂使用 I2-Nal-H2O 体系。对废元器件上的金镀层溶蚀，用铁置换或亚硫酸钠还原回收金。用硫酸酸化，氯酸钾氧化再生碘。物资再生利用研究所研究出电解退金的新工艺。采用硫脲和亚硫酸钠作电解液，石墨作阴极板，镀金废料作为阳极进行电解退金。通过电解，镀层上的金被阳极氧化为 Au+后即与硫脲形成络阳离子 Au[cs(NH2)]2+,随即被亚硫酸钠还原为金，沉于槽底，将含金沉淀物分离提纯获得纯金粉。基体材料可回收镍钴。此工艺金的回收率为 97~98%。产品金纯度>99.95%。

[3] 从废催化剂中回收金和钯 昆明贵金属研究所采用盐酸加氧化剂多次浸出，使金和钯进入溶液，锌粉置换，盐酸加氧化剂溶解，草酸还原得纯金粉；还原母液用常规法提纯钯。金、钯纯度均可达 99.9%。回收率分别为 97%和 96%。已申请中国专利。

二、 银的回收技术

[1]电解退银新工艺物资再生利用研究所自行设计电解退银设备，以石墨板为阴极，不锈钢滚筒为阳极，滚筒上有许多细孔。柠檬酸钠和亚硫酸钠为电解液，镀银件从滚筒首端进入，从滚筒尾端送出。镀件表层上的银进入电解液，镀件基体完好无损可返回重新电镀使用。银回收率 97—98%，银粉纯度 99.9%。

[2]废银—锌电池的回收利用废银锌电池含银 52.55%、含锌 42.7%。锌为负极，氧化银为正极涂在铜网骨架上。物资再生利用研究所采用稀硫酸分别浸锌和铜，银粉直接熔锭。稀硫酸浸铜时加入氧化剂，含锌液经浓缩结晶生产硫酸锌，含铜液浓缩结晶生产硫酸铜。锌回收率>98%，银回收率 98%，银锭纯度>99%。

[3] 从废胶片中回收银昆明贵金属研究所使用稀硫酸液洗脱彩片上含银乳剂层，氯盐加热沉淀卤化银，氯化培烧或有机溶剂洗涤除有机物，碱性介质用糖类固体悬浮还原得纯银。银纯度 99.9%，直收率 98%。此法已申请专利。物资再生利用研究所（原内贸部物资再生利用研究所）采用硫代硫酸钠溶液溶解废胶片上的卤化银，溶解过程中加入抑制剂阻止胶片上明胶的溶解，溶解液经电解回收银，片基回收利用。银浸出率>99%，回收率 98%，银纯度 99.9%。此法已应用于工业生产。 [4] 从废定影液中回收银感光材料经过曝光、显影、定影之后，黑白片上约有 70-80%的银进入定影液中，彩色片的银几乎全部进入定影液。从废定影液中回收银、在国内外均得到高度重视，进行了大量的研究工作，采用的回收方法为离子沉淀法、电解法、金属置换法、药物还原法、离子交换法等。电解法的优点是提银后的定影液可返回

作定影使用。大陆较大的电影制片厂均使用此法的回收银。　　三、 铂族金属的回收技术

[1] 硝酸工厂中回收铂的方法硝酸生产所用铂、钯、铑三元合金催化剂网，生产中耗损的贵金属大部沉积在氧化炉灰中。昆明贵金属研究所和太原化肥厂合作研究，工艺流程如下：炉灰→铁捕集还原熔炼→氧化熔炼→酸浸→渣煅烧→湿法提纯→铂钯铑三元合金粉。Pt、Pb、Rh 直收率 83%，总收率 98%，产品纯度 99.9%。旧铂网回收工艺简单，废网经溶解、提纯、还原后再配料拉丝织网，其回收率>99%。

[2] 玻纤工业铂的回收昆明贵金属研究所提出，将 Pt、Rh、Au 合金废料用王水深解，赶硝转钠盐，过氧化氢还原分离金，离子交换除杂质，水合肼还原得纯 Pt、Rh。铂铑产品纯度 99%，回收率 99%。物质再生利用研究所提出用“白云石一纯碱混合烧结法”从废耐火砖，玻璃渣中回收铂铑的工艺。废耐火砖经球磨、溶融、水碎、酸溶、过滤、滤渣用王水溶解，赶硝，离子交换；水合肼还原，获铂铑产品。铂铑总收率>99%，产品纯度 99.95%。该所结合多年生产实践提出选冶联合法回收废耐火砖中铂铑，降低了成本，缩短了工艺，收到较好的效果。

[3]从废催化剂中回收铂、钯其一，溶解贵金属法，昆明贵金属研究所与上海石化总厂采用高温焙烧、盐酸加氧化浸出，锌粉置换，盐酸加氧化剂溶解，固体氯化铵沉铂，锻烧得纯铂，产品铂纯度 99.9%，回收率 97.8%。已申请中国专利。其二，物资再生利用研究所与核工业部五所合作采用“全熔法”浸出，离子交换吸附铂（或钯），铂的回收率>98%。钯的收率>97%。产品纯度均>99。95%。已申请中国专利，并在数家工厂使用。其三，物资再生利用研究所与扬子石化公司合作研究从废钯碳催化剂中回收钯。废催化剂经烧碳，氯化浸出，氨络合，酸化提纯，最后水合肼还原获纯度>99.95%海绵钯，络合渣等废液中少量钯经树脂吸附回收。钯回收率>98%。已申请中国专利。4]废铂、铼催化剂回收其一，物资再生利用研究所与长岭炼油厂合作，采取“全溶法”浸出，离子交换吸附铂铼，沉淀剂分离铂铼的方法。铂回收率>98%，铼收率>93%，铂铼产品纯度均>99.95%，尾液硫酸铝可做为生产催化剂载体原料。其二，清华大学与北京稀贵金属提炼厂合作。用萃取法回收废催化剂中的铂铼。废催化剂用 40%硫酸溶解，溶解液中用 40%二异辛基亚砜萃取铼，反萃液生产铼酸钾，硫酸不溶渣灼烧除碳，酸溶浸铂，浸铂液经 40%二异辛基亚砜萃取铂，反萃液还原沉铂。铂的萃取率>99%，反萃率>99%，铂直收率>97%，产品铂纯度 99.9%；铼的萃取率>99%，反认率>99%。

[5]铂铑合金分离提纯昆明贵金属研究所提出：铂铑合金用铝合金“碎化，稀盐酸浸出铝，得到细铂铑粉，盐酸加氧化剂溶解，溶液用三烷基氧化膦萃取分离铂铑，离子交换提纯铑。铑纯度 99.99%，铑回收率 92~94%。已申请中国专利。其二，成都 208 厂从日本引进一套铂铑分离设备，铂收率 98.5%，铑收率 95%，铂铑产品纯度均>99.95。

[6]从铑铱合金废料提纯铑 原中国物资再生利用总公司华东分公司采用通氧燃烧分离铑铱，碱液吸收氧化铑，硫化钠沉淀，除硫得粗铑，再氧化，盐酸液吸收，氯化铵沉淀，氢还原，制取纯铑粉，铑回收率>98%。此方法适用于含铑 3%~8%的废料。

[7]笔尖磨削废料中钌的回收 华东分公司提出用浮选法回收含钌 0.4%~1%的笔尖磨削废料。油酸钠为浮选剂，2#油为起泡剂，酸性介质。所得精矿含钌>5%，尾矿含钌<0.2%，钌回收率>90%。

[8]从废催化剂渣中回收钯和铜其一，物资再生利用研究所用 Hcl-H2O2 二段逆流浸出，黄药沉淀富集钯与铜分离法从含 Pd0.8%、Cu26.2%的废催化剂泥渣中回收铜和钯。回收率 Pd>98%，Cu>95%[20]。其二，沈阳矿冶研究所用稀 Hcl 浸铜，铁置换铜，浸出渣氧化焙烧，稀王水浸出，锌粉置换，粗钯二氯二氨络亚钯法提纯，钯纯度 99.99%。回收率>98%，铜收率 92%。

(2)从含金废王水中回收金

将含金固体废料溶于王水是最常用的将金转入溶液的方法。所得溶液酸度较大，常称为含金废王水，金在其中以＋3 价氧化态存在。从中回收金的基本原理是给这些游离状态或配位状态的金离子提供电子，使其转化为原子状态而得到金的单质。常用的给金离子提供电子的方法有两种：一是在废王水溶液中加入适当的还原剂使金离子得到还原，二是通过电解方式给金离子提供电子，使金在阴极析出。

目前在工业上得到应用的可用于回收废王水中金的还原剂主要有硫酸亚铁、亚硫酸钠、活泼过渡金属（如锌粉和铁粉等）、亚硫酸氢钠（NaHSO3）、草酸、甲酸和水合肼等有机还原剂等。使用还原法回收废王水中的金时必须注意废王水的酸性和氧化性的强弱。通常情况下，废王水的酸性和氧化性很强，在加入还原剂之前必须设法降低其酸性和氧化性。常用的方法是将含金废王水过滤除去不溶性杂质，所得滤液置于瓷质或玻璃内衬的容器中加热煮沸，在此过程中英国一家公司研究成一种提取黄金的新工艺，即边磨边浸和液膜萃取联合提金法。采用这种新工艺，对于矿

粒度为 15mm 的石英脉氧化矿，只要经一个半小时的磨矿和浸出，就可达到 91％～93％的金浸出率。经过两级液膜萃取，金的萃取率可达 98％以上，使萃取余液中金的浓度小于 0.04PPM，游离氰浓度小于 0.5PPM，不会产生环境污染问题。

据称，该工艺与常用的炭浆法工艺相比，时间大大缩短，从矿石到出金仅需 4～5 个小时，能源消耗降低 50％，生产成本节约 50％左右。

电路板的回收处理

废旧的电路板上有各种芯片、电容、极管等零部件，可以回收利用。同时板上还有镀金、锡焊料、铜骨架等各种金属。废旧电路板的回收利用主要集中在北林一带进行。其回收的主要流程如下：

工序 A：回收各类芯片、电容、极管。（主要在北林，以及南阳和华美的一些地点）

第一步：加热：将电路板放在放在煤炉上加热至软化；

第二步：提取：提取各种芯片，以及电容、极管等电子元件；

第三步：分类：对各种芯片和电子元件进行分类；

流向及用途：转手深圳、东莞的电器厂，直接用于生产新产品；

工序 B：提取焊料。（主要在北林，以及南阳和华美的一些地点）

第四步：加热：将已经去除各种芯片和电子元件的电路板放在隔有铁板或者平底锅的火炉上继续加热。上面的锡等焊料会熔化滴在平底锅或者铁板上，将其收集熔化后出售。

工序 C：提取黄金：（主要在郊外，目前这种类型的生产极为隐蔽）

第五步：酸浴：电路板上的各种东西已经被取下，如电路板上有镀金部分，则将其投入强酸溶液中；

第六步：还原：将强酸中的黄金还原成低纯度的黄金；

第七步：加热提炼：将低纯度的黄金进行进一步提纯，制成纯度较高一些的黄金；

流向及用途：出售用作工业黄金。

工序：提取铜。（收集后运往清远冶炼）

第八步：收集：收集各种已经去除了所有附属物的含铜电路板；

第九步：转运及冶炼：转运到清远进行高炉冶炼，冶炼成低品质的铜合金；

流向及用途：出售给株洲等地的冶炼厂进行分离、冶炼和提纯。

废旧电线的回收处理

拆解的电器可以分理出很多的废旧电线。废旧电线可以分为粗电线（电缆）和细电线两种。对于粗电线通常使用专门的金属刀切割，可以提取里面的铜和其他金属，电线外面的绝缘体作为塑料回收。细电线则只能通过焚烧提取里面的铜和其他金属（一般会连同含铜电路板一起运到清远冶炼）。塑料绝缘皮卖给专门回收塑料的家庭作坊和中小型加工厂。提取的金属的流向有三个，一是株洲等地冶炼厂，二是销往江浙福建等地，三是本地的金属加工厂。

废手机提取条金项链

后八家村，距离中关村大街不足 3 公里，北接北五环，西连圆明园，东至小月河。这里没有林立的高楼、辉煌的霓虹，没有豪华的卖场和任何高科技的气息。如果不加说明，你甚至丝毫感觉不到它在北京，它与你印象中的中国任何一个欠发达地区的普通农村没有两样。然而，这里是全北京最大的电子垃圾“中转站”。

7 个废弃手机线路板能提取一条金项链

当然，在老腾眼里，它不仅是全北京最大的，它甚至是“全国最大的”电子垃圾“中转站”。老腾有自己的理由：“中关村能卖出多少台新电脑，我们这里就能收多少台旧电脑！”

老腾是河南信阳光山人，在后八家做电子垃圾回收也已经有四五年。老腾的家在距离后八家村口不远的一个长方形大杂院里，院子不大，却住了三十多户、一百多口人。进入院中，家家户户门口都堆着用落满灰尘的油布掩盖的电脑显示器或主机的机箱，还有成麻袋的键盘、电源等。

老腾一家就住在一间不足二十平方米的屋子里，每月租金 500 元。小屋靠两面墙整齐地摞着回收的电脑主机、主板、音箱、电源、电脑散热器、DVD 光驱等，甚至还有废弃的对讲机、微型摄像机、电子计算器等等。这些东西摞得有一人多高，有些地方从地板一直摞到天花板。墙上还挂着成捆的插头和电线。屋外的电脑显示

器和主机等部件堆得和房顶一样高。

“我们这里，你别看地方小，家家户户都囤着四五十万元的货。”小腾说。看到笔者惊讶的表情，老腾又补充说：“你看我这屋里的货有多少？”顿了一下，他说：“光我存的东西就值两三万元！”

这些东西，都是老腾两口蹬着平板车从北京各个地方拉回来的。老腾媳妇笑道，“生意好的时候，一车能拉 1000 多块钱的货呢！一天拉两趟。”

老腾媳妇也有烦恼，原来人少，生意好做，现在干这活儿的人越来越多了。有时候好几个老乡碰一块儿，就互相抬价。“谁家有个电脑，都盯着呢！”

买回来的废旧电器，要首先测试。所谓测试就是插上电，能转的就是好的，不能转的就是坏的。测试之后要分类，内存、光驱、硬盘等等，价格都不一样。

老腾媳妇介绍道：“DVD 按 7 块钱一斤收，现在跌到了 3 块钱一斤。但是好的 DVD 光驱论牌子有卖 50 元的，有卖 80 元的，甚至还有卖到 100 多元的。完全废弃的，一吨也就赚几百块钱，有的就是按收的价格再卖。”

含金属的废弃设备也有的赚。老腾拿起一块电脑主板指点说：“别看这小小的一块板，上面黄色的都是含金的！最早的时候以为是铜的，后来才知道是含金的。值钱着呢！两个指甲盖大小的一片小元件就两块钱！特别是进口的机器，含金量大，更值钱。刚开始的时候，大家都不懂，都当普通垃圾卖，后来都学精了。”

有资料显示，在这些电子垃圾中，7 个废弃手机线路板就能提取一条金项链，若把手机电池回收积攒到一吨，就可以提炼出 200 克黄金，而每吨普通金矿石只能提炼 2 克黄金。1 吨废旧线路板，可以分离出 286 磅铜、1 磅黄金、44 磅锡，价值达到 6000 美元，加上铁、铝、镉、镍等，价值可能达到 7000 美元。

那些挑出来的“好件”，小腾会把它们组装成二手电器，卖给公司、网吧、学校。他对记者说：“如果要买一二十台，一般来说可以保证是一个牌子、一个型号的，三十多台的话就不一定了，我们老乡好多回去过年了，如果在平常，三十多台，一两天就可以组装一个牌子一种型号。”北京没有来后八家收废料的，不能用于组装的废料一般都卖给广东人，即使是显示器的碎玻璃也能卖 5 分钱一斤。

老腾家的情况在后八家非常典型。后八家村的外来人口有两万左右，占村子总人口的四分之三。他们大多来自河南、安徽、四川，以收废品谋生。在四五环外城乡接合部，从事这类生意的小商贩到处都是，昌平东小口村和天通苑一带也比较集中，但是规模远不及后八家，昌平东小口村那边也就是二三十户。但就总数而言，

号称“十万流动大军”。

据老腾媳妇讲，后八家一带做电子垃圾生意的，河南信阳人居多。最早是老腾媳妇娘家的一个姓王的亲戚在广东做电子垃圾，后来广东干这行的人多了，竞争激烈。2002 年的时候，老王来到北京后八家，后八家这一带原来就是做垃圾回收的，最早是把电子垃圾当一般的垃圾处理，扔在垃圾堆里。

“俺家的亲戚刚刚在后八家干的时候，生意很好，好多收电子垃圾的不知道电板里含贵重金属，收破烂的整个收的电脑，赚点钱就整个卖给俺家的亲戚，当时，谁知道电路板里含那么多好东西啊！俺家的亲戚干了一年后发了财，我们老乡一看他干这发财了，一年能挣几十万，就都跟着做，越来越多。现在不但是后八家，全国做这个的，大部分都是我们光山人。现在做这个的，一年能赚十来万。”老腾媳妇回忆道。2007 年的时候，北京做电子垃圾回收的人也越来越多，老王一看赚不了钱了，就又回广东了，做“总老板”了，自己不动手了。

“这东西污染更厉害，因为它有重金属，有毒”

对于处理电子垃圾的危害，老腾家的每一个人都很清楚。小腾说：“这东西污染可大了，一般烧点塑料纸就感觉污染了，这东西污染更厉害，因为它有重金属，有毒。”说着，小腾随手撩起身旁的一张报纸，报纸下面是他自己用的电脑的主机，机箱盖被掀开了：“看，这得用东西盖着点，不然就有辐射，对人身体有害。”

电子垃圾现在还没有明确技术标准来确定。但笼统地说，凡是已经废弃的，或者已经不能再使用的电子产品，都属于电子垃圾。电子垃圾处理不当危害极其严重，特别是电视、电脑、手机、音响等电子产品，含铅、镉、水银、六价铬、聚氯乙烯、溴化阻燃剂等大量有毒有害物质。有资料显示，每一台电视机或电脑显示器中的阴极射线管平均含有 4 至 8 磅铅。而铅一旦进入土壤会严重污染水源，最终将危害人类、植物和微生物，还会对儿童的脑发育造成极大的影响。一块旧手机块电池里的镉，能够污染 6 万升的水，这些水可以装满 3 个标准游泳池。尽管新手机电池正在淘汰镉的使用，但里面仍有许多有毒物质。

从 20 世纪 80 年代中后期开始，各种电子电器开始进入千家万户。据北京市社科院梁昊光等专家调查测算，按家用电器平均使用寿命 10 年~15 年计算，北京市从 2003 年开始已经进入了电子、电器产品报废的高峰期。到 2010 年，电子废弃物的数量将上升为 15.83 万吨，占全国的十分之一。

据了解，全球产生的电子垃圾正以每年 3%至 8%的速度增长，并将很快攀升到

10%以上。增长迅猛的原因在于，随着高科技产品更新换代速度的加快，电子产品使用时间越来越短，导致电子垃圾也越来越多。环保组织表示，一台电脑的平均使用期限在 1997 年至 2005 年间已由 6 年降为 2 年，而一部手机的使用期限甚至不到 2 年。

“正规军”比不过十万流动大军

2007 年 4 月，政府批准的废旧家电回收处置单位华星集团环保产业发展有限公司(以下称华星环保)开始运营。2008 年，北京市第一家集中处理电子垃圾和废旧家电的分拣中心在海淀区韩家川建成并投入使用。今年，北京市首个大型电子垃圾处理场将在亦庄建成。

但是，据媒体报道，韩家川电子垃圾分拣中心建成后却面临着“政府无补贴，百姓不认可”的尴尬境地：建成投入使用后至今尚未收到有关政府补贴的任何信息，电子垃圾的回收再利用也始终没有受到明确的法律保护，企业受到的最大冲击来自私人高价收购废旧电器。

华星环保市场策划部经理周徐说，小商贩回收电子废弃物的目的是获取暴利，他们提取其中的贵重金属，剩下部分中含有的有毒有害物质根本弃之不理。华星环保这样正规的环保企业则无所谓“有用无用”，部件中所有的危险废弃物都必须按照国家要求进行环保处置或封存。对于其余没有暴利的部分，需要引进先进的技术和设备，一条生产线就要好几千万，如此高的成本，小商贩是不会投入的。

此外，根据前两年的数字，北京市每年淘汰的电子废弃物 350 万到 400 万台，华星环保成立后，回收处置量逐年上升，但还是远远达不到实际的需求。周徐说：“我们和十万流动大军没法比。”

家住宣武区的王小姐说，家里当时卖用了 20 年的旧电视的时候，首先想到的就是小商贩，压根儿没听说过还有正规的处理企业，也不知道有什么途径交给正规的环保企业去处理。据了解，小商贩走街串巷，的确给消费者处理废旧家电提供了很大的便利。正规的环保企业一般也是上门服务，但是消费者需要先拨打热线或者在官方网站上填写自己的信息，然后企业派专人来收取，社区的专门回收点也非常少。

2006 年戴尔有限公司在中国首家推出废旧电脑回收服务。戴尔企业传播部总监张飒英也在一次接受媒体采访时透露：“我们上门回收，消费者打一个电话就行。但效果不好。”

这样，像老腾这样做电子垃圾回收的小商贩就以高价、便捷占领了电子垃圾回

收的巨大市场份额。其实，回收电子垃圾本身无可厚非，关键是小商贩的回收对剩余非高利润部分的处理会造成环境污染。但是，由于在电子垃圾的处理方面，国家缺乏相关的立法，对从事电子垃圾回收的小商贩无人监管。

电子垃圾处理费用该由谁埋单

虽然我国在 1995 年 10 月通过了《固体废物污染环境防治法》，但是现实却不容乐观。很多企业的积极性并不高，也没有很好的防治措施。早有人呼吁对电子垃圾处理要专门立法，但是，立法表面的问题是如何建立正规的电子垃圾回收渠道，而关键的症结却在于要明确电子垃圾处理费用究竟由谁来埋单和埋单的份额比例。此前很长一段时间，这一工作开展得颇为坎坷。制造商不想负担太大的比例，而消费者更不可能成为主要的负担对象。所以，这项立法工作一再搁浅。

在国际上，电子垃圾处理费用分摊的做法也是大相径庭。在日本，消费者在丢弃自己的电冰箱时，不仅得不到卖废弃家电的钱，还要另外自己交付近 4000 日元的电子垃圾处理费，而瑞典则要求全部由制造商付费。这里面存在消费观念转变的问题，而观念的转变将是件长期而艰巨的任务。

一家民间环保组织有毒物污染防治项目的负责人说，电子垃圾的处理费用应当由生产企业来承担。由电子产品企业负责回收自己的废弃产品，能令企业有动力改善产品设计，使用更少的有毒物质，令产品更易被升级回收。而且，设计制造了这些电子产品的企业也最了解自己的产品构造与物质使用情况，是最适合对它们的废弃产品进行回收与处理的。电子产品企业对自己的产品承担全部责任直至产品的废弃阶段，是电子产业的大势所趋，也是从源头上预防电子废物污染的最有效手段。

近日，有媒体报道，呼吁多年的《废旧电器电子产品回收处理管理条例》(以下简称《条例》)近期有望出台。中华环保联合会副秘书长李恒远在接受采访时说，据他了解，目前，处理费用由谁来承担的问题已经解决，很长一段时间立法的问题在于“由谁来监管”，现在也确定由环保部统一监管。目前对《条例》的讨论已经上了国务院常务会议。另外，今年 1 月 1 日起开始实施的循环经济促进法也有助于改善电子垃圾处理现状。

李恒远建议，应当对回收电子垃圾的小商贩进行组织管理。周徐也提到，其实他们的渠道还是很可利用的。

二、贵金属回收器

Electrum®

貴金屬回收器

簡介

貴金屬回收器®是透過電解原理用於從稀釋溶液或清洗水中提取金屬的回收器。可應用於一般電路板或珠寶製作工業中之清洗水缸、回收金缸。不論從經濟還是生態角度去看，從電鍍液內提取金屬回收再用是一效能及價值高得的工藝。

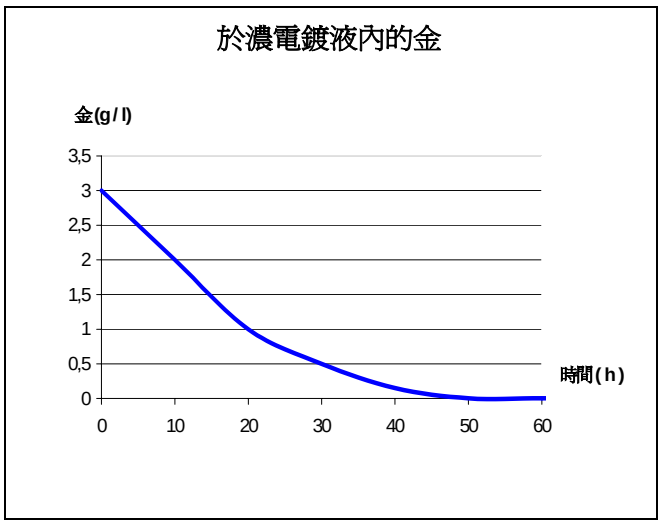
除了應用於金屬回收再用上，它亦能回收污水內有害的金屬。

貴金屬回收器®

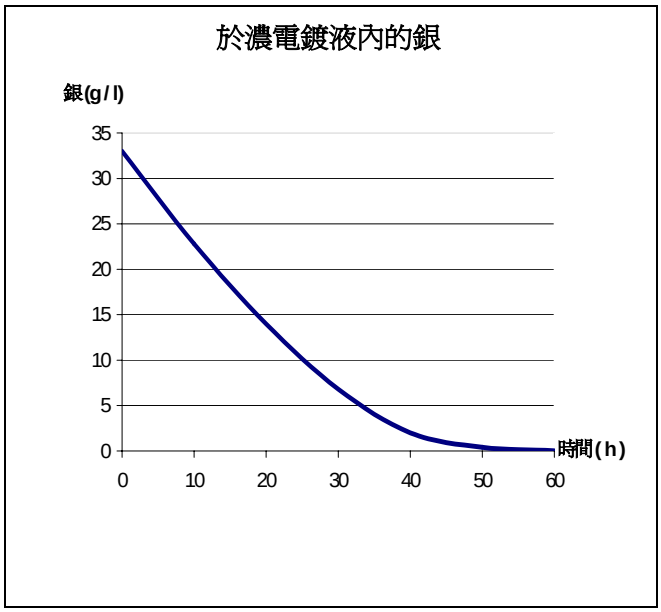
簡述

貴金屬回收器®是一項利用電化學原理的產品。它能把任何濃或稀電鍍液內的金屬回收，常用於回收貴金屬，如:金、銀、白金等。一般地金屬回收都能把金屬含量降至 2-5ppm。下圖顯示貴金屬濃度對比電解時間的進程：

1. 金 (Au) 回收



2. 銀 (Ag) 回收



優點

- 高回收金屬效能
- 投資回報率快
- 高回收生產力，包括在稀釋液中
- 簡易安裝
- 機身體積小巧，不會佔用大量空間
- 利用計算回收所得的金屬重量於生產線運作數據上。
- 融化及提鍊方法容易

用途

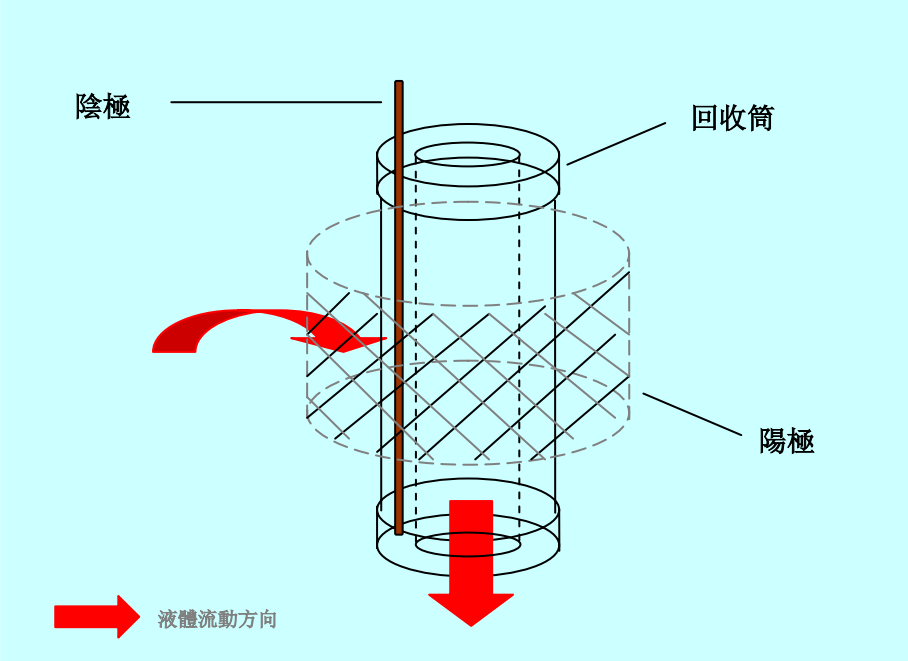
- 回收經氰化銀缸後清洗水中的銀
- 回收經金缸後清洗水中的金
- 回收收金水中的金
- 回收氰化銀溶液中的銀
- 回收金-銅-氰缸中的金
- 破除氰化鈉缸中的氰
- 回收高濃度溶液中的鈀 (包括當中含銅)

操作原理

1. 液體先進行過濾，然後流入內裝有陽極(一由鈦金屬所做的圓形圍網)之回收器中進行電解。其陽極有不能溶解於任何溶液的特性。

2. 開始時，液體先從陽極部份流入，再滲透入回收筒的外壁 – 即其陰極之所在。金屬亦於該部份提取。

3. 所有已提取金屬之溶液經過第二層過濾壁，然後離開回收器。



結構

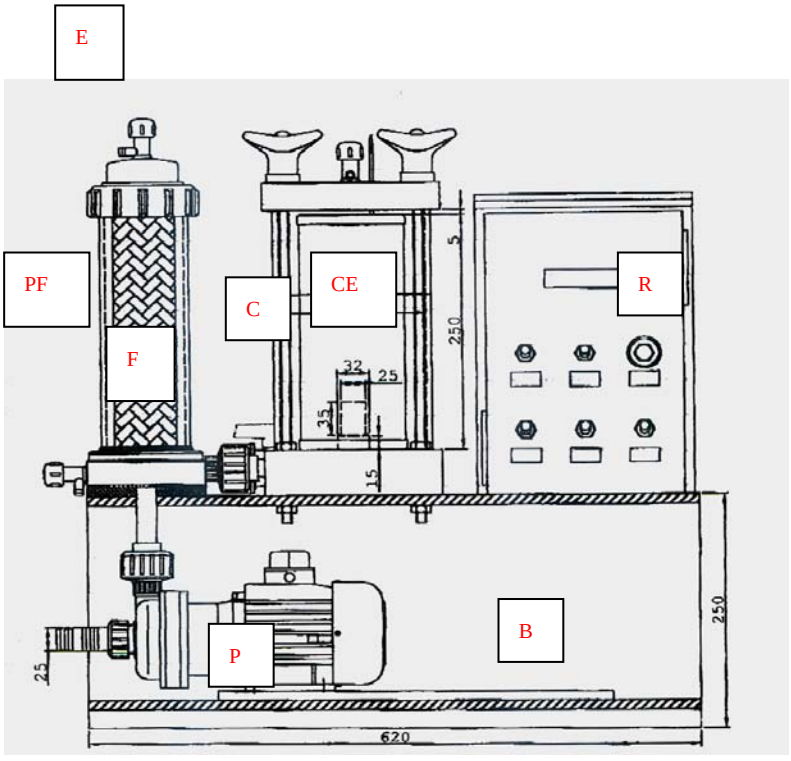
貴金屬回收器®主要分為四部份:

1) 過濾器 PF（內藏一個標準 10 英吋的過濾網 F）

2) 回收器 C（內藏一個可回收金屬的回收筒 CE）

3) 整流器 R 設計為確保適當電子流入電鍍液內以完成其電解及回收過程。電流及電壓最大可調節至 10A 及 10V.

4) 底座 B（內藏一個由開關器 E 連接著的磁化離心泵 P ）



貴金屬回收器®之內部結構

細節

1） 貴金屬回收筒®

這是一種多孔而易燃的接收層，負責接收提煉出來的金屬。它能讓溶液自由流動並同時把所有金屬吸附著。當回收過程完結，取出回收筒清洗、焗乾、量重，然後送往金屬回收中心燃燒。金屬溶化後提能提煉出純金屬。

以下是兩種回收筒以供參考之用：

a） 25/07/07 – 直徑 7 厘米，可回收約 1 千克貴金屬。

b） 一種特別收集鈀金的回收筒

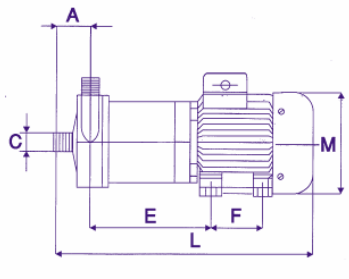
2） 整流器

它包括一個上面有開關及調節器去監察及控制電流及電壓的控制板。一標準斷流器置於底坐的右方。

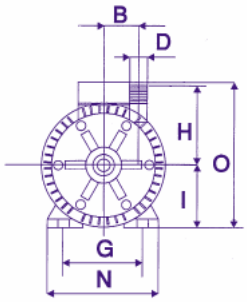
3) 磁化離心泵

MODEL	MPC 042	MPP 051
A	38	39
B	36	35
C	1"	1"
D	1/2"	1/2"
E	109	128
F	71	71
G	90	90
H	72	69
I	56	56
L	280	299
M	110	110
N	107	112
O	128	150

電鍍液由泵起動注入過濾器。利用磁化離心泵可提供一流暢及穩定的流速，並確保沒有滲漏發生。因此可防止帶有酸性或其他的化學品對泵所產生的損壞。



泵內部的側面圖



泵內部的前觀圖

規格

體積	長: 620 毫米 闊: 250 毫米 高: 540 毫米
重量	23 千克
回收器可容納體積的容量	3 升
最高操作溫度	60 度
電壓及頻率	220V 單相 50Hz
用電量	300VA (1.5A)
泵的轉速	3000rpm
流量	1800 L/h
整流器	10A, 10V, 直流電, 穩定的密度或電壓
EC 認可証	插頭、導火線及斷路器去預防不穩定的電壓

亞洲區總代理

思捷環保科技有限公司

香港新界沙田小瀝源道捷和中心 505 室
電話: 852-2648 3392　傳真: 852-2648 2032

思捷環保科技(深圳)有限公司

中國深圳市福永鎮白石廈新塘工業園第四棟
電話: 0755-2738 3379　傳真: 0755-2738 3396

思捷環保科技有限公司(江蘇)代辦處

中國江蘇省蘇州市勞動路 28 號華亭大廈 501 室
電話: 512-6866 5991/2　傳真: 512-6866 5799

思捷環保科技有限公司(台灣)代辦處

台灣桃園縣中壢工业区东园路 75 号

電話:(886)3 453 5282　　傳真: (886)3 453 5284

電郵: admin@c-get.com　　網址:www.c-get.com