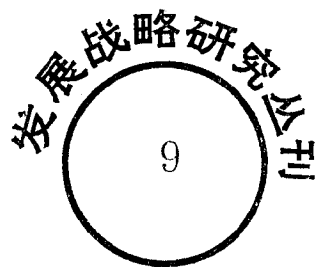


中国科学技术情报研究所



修废利旧、重新 使用、回收再制

——向持续发展的社会迈进

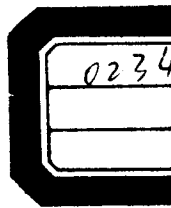
科学技术文献出版社

一九八四年

74

修 废 利 旧、重 新
使 用、回 收 再 制

向持续发展的社会迈进
中国科学技术情报研究所编辑
科学技术文献出版社出版
时事印刷厂印刷
科学技术文献出版社发行



*

开本: 850×1168 1/32 印张: 1.25 字数: 24千字

1984年11月北京第一版第二次印刷

全年出版40期

总定价: 12元

1230

目 录

引言

- 一、资源的供给..... (6)
- 二、还有其它类型的“石油输出国组织”吗? (11)
- 三、能源与环境的制约..... (14)
- 四、从矿山到废物场..... (18)
- 五、节约..... (20)
- 六、废物分离..... (25)
- 七、资源的回收利用..... (30)
- 八、充分利用已有的资源..... (34)

修废利旧、重新使用、回收再制

——向持续发展的社会迈进

〔美〕Denis Hayes

引 言

我们现在浪费掉的材料资源，至少有三分之二可以在无须显著改变生活方式的条件下重新利用。通过设计经久耐用和便于回收再制的产品，工业国家的废物流可以减小成涓涓细流。加上执行明智的材料政策，现在被抛弃掉的那部分资源，最终可以减少到接近于零。

原材料与能源的消费有增无减，这已经成为一种促使通货膨胀的力量。今后随着富矿的枯竭、能源价格的提高、控制因加工贫矿时产生的污染所需投资的增加，这种力量还会不断增长。明智的材料政策，即重点放在修废利旧、重新使用、回收再制的政策，将有助于抑制这些膨胀性的压力。

今天，我们所使用的大部分物品用完便抛弃了。百分之七十左右的金属是仅用一次就丢弃的。余下的百分之三十目前被回收再制。经过五次循环后，这些金属就只有百

分之零点二五还在循环。经过十次循环后，余下的就不到十万分之一了。

现在全世界每人每年消费的矿物量平均已超过三点七五吨，而且每年以百分之七的速度增加。这样下去，五十年后的矿物需用量就将增加三十二倍。矿物消费率最高的是工业国家；在美国，人均年使用量达十五吨。大多数矿物从矿山到垃圾堆是一个单向行程。富矿枯竭和垃圾成灾，越来越迫使我们从化废为利中寻找出路。

废物是人为的概念。自然界是没有废物的，因为万物都是连续不断循环中的一个部分。即使生物死亡了，它也提供养料。最终又重新加入生命循环链之中，废物的概念，来源于把人类活动中大部分物质副产品视为无用。然而，甲某视为废物的报纸，对乙某来说却是可以回收再制的纤维素或纤维绝缘物。日本人随用随扔的塑料袋，坦桑尼亚村民会小心地一用再用。日本人则起劲地收购美国的破烂汽车，以致有人打趣说，头年美国的“别克”汽车，第二年变成了日本的“达特桑”汽车。废物的概念还因时而异。几十年前纸浆与造纸工业中被当作废物的东西，今天大多数已经成为燃料与化工原料。所以，所谓“废物”，是评价与环境的产物。

有关第三世界使用物质材料的情况，我们掌握的准确数据不多。但是，从开罗的物资回收再制系统，可以反映出发展中国家对“废物”的理解和我们不同。开罗八百万户家庭的废物，大部分由两个机构处理，一个叫瓦依哈，

它控制该城的家庭废物；另一个叫扎巴林，它取得了具体清除与加工家庭废物的权利。他们从废物中清理出罐头盒、玻璃、纸张、塑料、破布和碎骨等，再把这些东西运送到市内的工厂和市场去。他们每月拣出约二千吨废纸，重新加工后得到一千五百吨再生纸和纸板。棉、毛碎片回收加工成室内装璜布和地毯；废旧金属加工成各种新用具；碎骨可用来制造粘胶、油漆及炼糖用的高质碳。大多数有机废物用作猪饲料，其余则制成农用复合肥料出售。在一个失业现象严重、行政管理效率很低和原材料匮乏的社会中，这种劳动密集的、能增加收入的方式，比受过西方教育的工程师们所乐于采用的资金密集的、高技术的方式，有更大意义。

“消费”一词的含义也同样含糊不清。例如，一张报纸，当购买者读完了就是“消费”了。一件产品，如果发挥了买主所要求的全部效用之后，也可以说是已“消费”了。所以，一双完好的皮鞋，一辆还完全能用的汽车，如果因式样改变，买主要弃旧易新时，也会被视为“消费”了。

现代经济就是朝着无止境地增加物质消费和生成越来越大量的废物这方向发展的。这种发展方向的背景就是鼓励盲目使用初级材料的政策。许多早先制定的、旨在保护当时新兴工业的政策，至今仍在生效，这就严重地破坏了材料市场。比如，为采矿与冶炼工业规定的税收，就比依靠使用再生材料的工业优惠。由于采矿造成环境破坏而付

出的一切代价并没有计入成本，所以初级材料的价格，不能如实反映为了炼制它们而加在整个社会身上的全部负担。政府的购货清单、货运税单等等，也往往对二次材料提出比初级材料更多的挑剔。

此外，体制结构也没有适当地阻止废物生成。例如，在征收废物收集税时，往往不问产生废物的数量而一视同仁，而且这种清理税往往定得很低，因为它不考虑处置废物所支付的环境成本。凡努力改变这种不平衡状态的地区，常常取得显著进展。美国新英格兰州的一些小城镇，最近回收利用百分之五十的废物。新罕布什尔州的威尔顿佛尔斯，已经拟定了回收利用与制造复合肥料的计划，计划人员希望能回收该城市的百分之八十废物。

要百分之百地回收再制，当然是不现实的。从人们的活动来看，他们不会把废物集中扔在一起，而多数是就地抛弃。随地抛弃的材料数量，有时几乎接近于地壳内这些材料的平均分布量。这种使用材料的方法，尽管在短时间里很便当，但从长远看，就大大减少了成功地回收再制的机会。例如，石油化工原料中有百分之五十制成商品溶剂、洗涤剂、汽油配料、防冻剂、染料、杀虫剂以及各种药品，所有这些药品一旦使用后实际上就消失了。蓄电池里的铅可以很方便地回收；而加进汽车汽油中的四乙基铅，除了变成污染物外，再也不可回收了。

社会是可以把废物耗散的程度降到最低的。例如，用乙烷——一种从生物遗体中提取的高辛烷值燃料——代替

汽油，就无需用铅作防爆剂，便可以消除大气中铅（它对人类健康有很大威胁）的主要来源，可减少铅的回收再制问题，同时也为汽车提供了在石油资源枯竭后用之不尽的燃料。

在一个可持续发展的世界中，我们今天当作废物的东西，都将成为工商业所需的高质量材料的主要来源。这样可以起到减少因原材料价格上涨而助长通货膨胀的作用。原生矿产将只是对已有材料储备的补充。回收再制将成为组织整个经济的重要原则。

一、资源的供给

在未来五十年内，一些原生矿物的生产不可避免地将受到严格的限制。其中一些矿物面临这个转折点的时间还会大大提前。在这种转折点第一次来临之前，世界必须学会如何利用不再增加的有限材料储备而生活得舒适愉快。

有人会争辩说，既然整个星球由矿物构成，那么担心资源储量枯竭岂非笑话。这种见解所依据的是很不严格的“储量”概念。人类文明赖以持续发展的全部矿物只占地壳质量的千分之四。其中又只有很小一部分有理由视为潜在的资源储量。其余的矿物分布非常稀疏，或深藏在地壳之中，如要开采和提炼，所需要的能量和环境成本永远高得惊人。

广义地说，矿物数量可分为两类，一类是矿物“贮藏”，一类是矿物“资源”。矿物贮藏通常指可用现有技术和现行价格开采的探明矿床。这个词广为使用，但不能滥用。例如，赞比亚已无铜矿贮藏，因为该国的铜已不能按世界市场现行价格经济地开采和冶炼。但是赞比亚仍拥有世界最大的铜矿床，其中大多数迟早是要开采的。

矿物“资源”的含义广泛得多，一般包括所有可开采的矿物基地。显然，估计资源量也有许多使人拿不准的因素，要看你如何判断明天的价格、明天的开采技术以及明天你能支付得起的能源储备。

至于一些特别有价值的矿物资源，其贮藏量有时就是所有已知的资源量。例如，为了从世界最富的金刚石矿区开采三吨金刚石，必须搬动七千五百万吨岩石。花这么大功夫得到的矿物，其价格之高自不待言。况且，也不可能围绕象金刚石这样昂贵的矿物来建立整个经济。

地壳中平均每立方公里的岩石中含有约二亿吨铝、一亿吨铁、八十万吨锌和二十万吨铜。但这些数字毫无意义。采矿者对一般岩石并不理睬，对不一般的岩石（指其中一种或数种矿物含量特别高，而且能经济地开采、运输和冶炼的矿石）才感兴趣。例如，大陆地壳中含铅量平均

表1：大陆地壳中的主要元素

元	素	重量百分比
	氧	45.20
	硅	27.20
	铝	8.00
	铁	5.80
	碳	5.06
	镁	2.77
	钠	2.32
	钾	1.68
	钛	0.86
	氢	0.14
	锰	0.10
	硫	0.10
总	计	99.23

是十万分之一，而铅矿石含铅量一般达百分之二至百分之二十。

有十二种元素总量占地壳质量的百分之九十九点二三（见表1）。在这些储量丰富的元素中，有五种是工业上用途很广的金属元素：铝、铁、镁、钛和锰。

自然界大多数的金属通常不是以单质状态出现的，而是与其它元素化合呈晶体或无机化合物状态。为了获得人类所需的金属，就要冶炼矿石，清除非金属杂质。冶炼过程，包括把坚固的化合物破碎，是消耗能量很大的工艺过程。为了尽量减少冶炼所需的能源，采矿业宁可利用硫化物、氧化物、氢氧化物及碳酸盐等矿，而不用难熔的硅酸盐矿，尽管构成地壳的大部分是硅酸盐矿。

这些年来，人们对开采海底大量蕴藏的锰块的兴趣越来越高。这种马铃薯大小的锰块，含锰达25%—30%，还含有丰富的镍、铜和钴等。开采锰块，看来没有什么不可克服的技术难关。但是这项工作将耗费巨大资金，要作到经济上可行，至少需要把铜价提高一倍，镍价提高百分之五十。深海开采也是能量密集型生产，可能要用类似巨大真空吸尘器那样的装置把锰块从海底深处吸上来，这一过程对环境的影响还是未知的。

深海开采最大的障碍很可能是政治上的。例如，联合国的海洋法会议迄今还不能签署一项能让一百五十八个成员国都满意的条约，尽管从一九七三年起就在努力解决这个问题。在第三世界，矿产贫乏的国家认为一切国家都应

当平等地占有这些蕴藏在国际水域中的资源。而矿产丰富的国家则担心深海开采可能影响自己的矿产出口收入，所以总想对海底矿产实施一定的控制权。此外，许多工业国家已经开发了海底采矿的技术，急于取得开采权，以减少它们对进口矿产的依赖。百分之一百的锰和钴、百分之九十的镍和百分之二十的铜依靠进口的美国，和世界上最丰富的锰块海底相毗连，所以特别急于开发这些资源。当然，从开采海底金属矿所要付出的代价看，美国终将发现，还是以回收再制大部分金属为上策。

根据历史经验，技术进步加上廉价能源，可以降低可经济开采和加工的原矿品位，从而大大提高许多金属的贮藏量。虽然在技术上现在还有发展余地，但能源紧张已经成为一大限制性因素。在今后一段时间内，增长还会继续下去：即用日益昂贵的能量开采和加工贫矿。但是现有的各类矿产正面临一个重大的转折点。当传统的矿石接近枯竭、而不得不破碎硅酸盐矿石以获取稀有金属时，能量需求将成百、成千倍增加。大多数金属是否应当用这种方式生产，这个问题很值得考虑。稀有金属一直比丰富金属昂贵，所以一旦冶炼前者的能源需求量成百倍增加，成本差异是无法承担的。到那时，社会也许要用较丰富的金属替代较稀缺的金属，虽然这意味着效率会降低。

即使出现不太可能发生的情况——有一种神奇力量使廉价能源大量出现，它们足以用于开采硅酸盐矿以获得稀有金属——用普通金属替代稀有金属的可能性依然存在。

因为岩石中普通金属的含量比稀有金属大得多，所以在开采稀有金属时必然采出大量的普通金属矿石。社会无疑要千方百计地利用所有这些出土的金属矿，而不会让它们越积越多。

经济学文献往往大谈特谈资源的替代性，但多年来用各种燃料替代石油的种种尝试表明，即使要求很明确，替代物也具备，替换过程仍可能很缓慢很费劲。

贝尔实验室材料研究部主任基诺维斯认为，普遍的规律是，“用途越简单的物品，找替代材料也越容易。如果一个社会的需求很简单，那么无限可替代性理论也许站得住脚，因为制造炊具、食具、衣服及简易住房结构之类的简单产品，多半是可以找到代用材料的。但是如果社会越是依赖于复杂精密的设备，就越容易受到某些关键材料稀缺所造成的冲击，即使这些材料的用量并不很多。”为了证明这一观点，基诺维斯特别指出，制造电话机的“三十五种金属与合金、十四种塑料、十二种粘合剂和二十种不同的半导体器件中，就含有自然界九十二种元素中的四十二种”。

有些资源现在已经非常短缺，它们的原生矿物产量在不远的将来将所剩无几了。石油和天然气、氦、锑、金、钼等就是例子。然而就多数材料而言，最直接的危险不是其全球范围绝对量的短缺，而是其供给受到政治、能源、环境等条件的限制。

二、还有其它类型的“石油 输出国组织”吗？

矿产资源的分布并不均衡。世界上最重要的工业材料中，很大一部分来自非洲南部、亚洲东部、苏联和美洲西部。许多论述矿产资源的可采性的学术性著作，根据各种经济假设，把焦点集中在地理条件的限制上。然而石油卡特尔组织提供的一个最重要的教训是，政治上的限制条件可能是第一位的。

卡特尔组织在采矿业中并非新现象。新的现象是，各国政府与国有化公司对建立这类垄断组织越来越感兴趣。最近几年已经组织了铜、铝土矿、铁、汞和钨矿生产国协会。

国际铝土矿协会的十一个成员国控制着世界铝土矿产量的百分之七十五——这个数字比石油输出国组织控制的世界石油产量的百分比还高。一九七四年，牙买加把对铝土矿的税收增加了五倍以上。国际铝土矿协会中除澳大利亚外的所有成员国也效法牙买加。一九七三年底到一九七四年中，由于摩洛哥磷酸盐垄断组织连续提价，该国磷酸盐价格提高了三倍。磷酸盐的其它主要生产国，包括美国，很快也跟着提高价格。

矿物卡特尔组织成功的前景随矿物而异，要看由这类

卡特尔的成员国控制的世界资源基地所占的百分比，要看这种矿物的需求量因价格上涨而减少的程度，要看这种矿物涨价后在卡特尔组织之外的产量变化，还要看该矿物协会组织的团结状况。许多重要矿物的主要产源，集中在为

表2: 主要矿物的四个最大生产国所占的
世界产量与储量比重, 1975年

矿 物	产 量 百分比	储 量 百分比	最 大 四 个 生 产 国
铝土矿	64	62	澳、牙买加、几内亚、苏里南
铬(1974年数字)	70	96	苏、南非、罗得西亚、菲律宾
钴**	90	64	扎伊尔、赞比亚、加拿大、摩洛哥
铜	53	57	美、智利、加拿大、苏联
莹石	51	42	墨西哥、苏、西班牙、泰国
金**	84	88	南非、加拿大、美、澳
铁矿石	55	61	苏、澳、美、巴西
铅**	59	77	美、澳、加拿大、墨西哥
锰**	78	95	南非、加蓬、巴西、澳
汞	65	65	西班牙、苏、中、意大利
钼**	99	98	美、加拿大、智利、秘鲁
镍**	63	65	加拿大、新喀里多尼亚
磷石	81	88	美、摩洛哥、西属撒哈拉、突尼斯
铂矿	99	99	南非、苏、加拿大
钾碱**	90	95	加拿大、联邦德国、美、法国
银	53	60	秘鲁、墨西哥、加拿大、美国
锡	65	48	马来西亚、美、印尼、玻利维亚
钒(1974年数字)	85	96	南非、美、苏、智利
锌	43	57	加拿大、澳、美、秘鲁

数很少的几个国家（见表2）。根据现在的这种集中程度，按以上所说的卡特尔组织能成功的标准来衡量，许多矿物是极易受到冲击的。

从短期看，价格上涨一般对矿物需求量影响很小。由于材料通常仅占多数生产过程成本中的一小部分，企业宁肯为矿物支付更高价格，而不愿改变其基本生产过程。从长远看，可以肯定矿物价格会有很大弹性，然而这并不能阻止卡特尔组织在此期间仍然会有效地起作用。

由于开发矿井和建造加工设备历时很长，所以一般情况下价格上涨并不会显著增加非卡特尔国家的生产。然而，如果这些国家拥有战略储备的话，则它们会动用这些储备，以减轻价格上涨的影响。

生产国之间有时存在的紧张关系和对抗，并不能说明它们不可能有效地联合起来。石油输出国组织的各成员国能凑在一起的原因并不多，但它们都敏锐地认识到在这个联合组织中共同的切身利益。许多矿物资源，由矿物生产国的政府占有而不是由私营企业占有，这一点可能也增加了卡特尔组织成功的希望。

人们有时坚持说：主要矿物生产国之间的意识形态分歧会妨碍卡特尔的形成。乍一看那些主要矿物的生产大国名单，似乎言之有理。但是，意识形态分歧同市场考虑相比，往往显得无足轻重。例如，苏联就长期与南非合作，维持金刚石矿的卡特尔组织。即使美国这样的自认为是世界上自由市场堡垒的国家，也允许本国的矿业公司加入卡

特尔组织，条件是这些卡特尔只能影响国外市场。

如果几个卡特尔同时组成，它们就可能相互配合，共同得利。例如，铜矿卡特尔的影响可能由于用铝代铜而在短时间内受到削弱。但是，如果同时存在一个有效的铝土矿卡特尔在限制铝的供应，那么上述情况发生的可能性就大大减少。

建立各种有效的矿物卡特尔的可能性只是一种推测，善于思考的人可以得出不同的结论。但是人们认为：这种卡特尔是可能形成的；而对我们所使用的物品制订出修废利旧、重新使用、回收再制的全面计划，就能够限制这类卡特尔对矿物进口国施加的影响。

三、能源与环境的制约

目前，美国全部能源中有五分之一强用于生产材料，这个比重还在增大。人们日益关注由生产能源和材料引起的越来越高的能量成本和日益加剧的环境恶化。

在美国，基础金属生产工业消耗了全国能耗总量的百分之八左右。其中约三分之二用于生产钢铁，约五分之一用于生产铝。塑料工业仍是大多数西方国家中增长最快的工业部门之一，它是用石油作原料的。在美国，塑料所含的能量比生产铝所用的能量还多。但是塑料与提炼出的金属不同，前者所含的能量一般只能通过燃烧回收。在一个