

金属循环工程

李树彬 王国华 王冠宝 主编



6.05

中国标准出版社

991468

金属循环工程

李树彬 王国华 王冠宝 主编

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

金属循环工程/李树彬等主编. —北京: 中国标准出版社, 1997. 8
ISBN 7-5066-1404-9

I. 金… II. 李… III. 金属废料-废物综合利用 IV. X7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 12027 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电 话: 68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 400 千字

1997 年 8 月第一版 1997 年 8 月第一次印刷

*

印数 1—2 000 定价 30.00 元

**加强金属资源
基础理论和应用技术
研究,为我国冶金工业
发展做贡献。**

徐大铨

一九九七、五、十、

《金属循环工程》编辑委员会

顾问	卢和煜	戚以新	王镇武	朱荣华
	王长松	姜钧普	吴清一	
主编	李树彬	王国华	王冠宝	
副主编	韩刚	冯爱兰		
编委	(按姓氏笔画排序)		于晓红	王国华
	王冠宝	王厚芹	冯爱兰	李树彬
	李恩荣	陆星	吴敏	商东核
	韩刚	滕向阳		
主审	卢和煜			
审稿	郭启扬	吴清一	谈嘉祯	姜钧普
	曲英	陈冰		

前 言

金属资源(Metal Resource)包括金属的自然矿物资源(Natural Mineral Resource)和社会既有的金属循环资源(Metal Recycling Resource)两大部分,前者属于自然资源工程研究范畴,后者属于物资循环工程研究范畴。在世界自然矿物资源极度消耗并日益匮乏的今天,金属循环资源在世界经济可持续发展战略中愈显重要。

金属循环工程(Metal Recycling Engineering)是伴随现代工业和科学技术的发展以及环境保护和资源永续的需求而逐步形成和发展的,它是一门研究金属在国民经济中积累和循环的专业性极强的综合性交叉学科,并侧重于金属循环资源开发利用的研究。

根据我国目前金属循环资源开发利用的现状和未来发展的需求以及高等院校相关专业的教学需要,编者根据多年的现场实践、科研及教学研究经验,遵从理论和实践相结合的原则,在冶金及钢铁回收战线广大科技工作者和工程技术人员多年工作所取得成绩和经验的基础上,并吸收该领域国内外已取得的研究成果和应用技术而编写了《金属循环工程》一书。全书由金属循环资源理论(第1,2章)、资源再生与利用(第3,4,5章)、机械加工工艺与设备(第6,7章)及资源开发利用的现代化管理(第8章)四部分组成。

本书采用法定计量单位,并以国家标准和设计规范为设计计算的准则和技术依据。

本书可作为大专院校金属循环工程专业及其他相关专业的教学参考书,也可作为冶金系统和钢铁回收、加工、储运及再生利用各管理部门、企业和科研单位的管理人员及工程技术人员的参考书,并可作为企业职工“再教育工程”的培训教材。

本书的编审得到了各级领导、广大科技工作者的大力支持和帮助,在此致以衷心的感谢。由于编著这样一本集金属循环资源理论、重熔再生、综合利用、机械加工工艺与设备和现代化管理于一体的综合性书籍,在国内还尚属首次尝试,并且由于资料收集难度较大而欠全面,加之编者的实践经验、理论水平和认识水平所限,书中难免有疏漏、不妥或错误之处,敬请读者不吝批评指正。

编 者

1996年12月

目 录

绪论	(1)
第 1 章 金属循环资源概论	(3)
§ 1.1 再生资源与废金属资源化	(3)
§ 1.2 金属循环资源的属性及特征	(7)
§ 1.3 金属循环资源的生成来源	(9)
§ 1.4 金属循环资源的分类方法	(12)
§ 1.5 金属循环资源再生利用的意义、途径及影响因素	(14)
§ 1.6 废金属预处理工艺流程及基本方法	(18)
§ 1.7 金属循环工程及其研究方向	(21)
第 2 章 金属循环资源的测算与平衡	(25)
§ 2.1 金属循环资源测算的意义和内容	(25)
§ 2.2 金属循环资源预测技术	(27)
§ 2.3 金属循环资源生成量及可获量预测	(32)
§ 2.4 社会钢铁蓄积量预测	(51)
§ 2.5 生产企业金属循环资源的平衡	(54)
§ 2.6 冶金企业废钢铁平衡实例	(62)
第 3 章 废金属重熔再生	(66)
§ 3.1 钢铁生产基本知识	(66)
§ 3.2 废钢铁炉料对冶炼工艺的影响	(75)
§ 3.3 炼钢生产中增加废钢用量的技术	(85)
§ 3.4 利用废钢炼钢的新技术	(94)
第 4 章 废金属综合利用	(99)
§ 4.1 废金属的直接利用	(99)
§ 4.2 修复与改制利用	(100)
§ 4.3 深加工利用	(107)
§ 4.4 双金属废料的综合利用	(110)
§ 4.5 废有色金属综合利用	(115)
第 5 章 冶金固体废弃物及其利用	(123)
§ 5.1 冶金废弃物综合利用概述	(123)
§ 5.2 冶金粉尘的加工利用	(125)
§ 5.3 冶金炉渣及其综合利用	(129)

第 6 章 金属再生加工机械	(141)
§ 6.1 金属再生加工机械种类及应用	(141)
§ 6.2 破碎机械	(143)
§ 6.3 剪切机械	(158)
§ 6.4 打包机械	(167)
§ 6.5 压块机械	(176)
第 7 章 辅助处理设备及联合加工作业线	(179)
§ 7.1 辅助设备的功用及种类	(179)
§ 7.2 分选设备	(180)
§ 7.3 脱脂、洗涤与干燥设备	(185)
§ 7.4 废钢铁预热设备	(188)
§ 7.5 金属再生加工机组作业线	(192)
第 8 章 现代管理方法在金属循环资源开发利用中的应用	(202)
§ 8.1 现代管理简述	(202)
§ 8.2 物流学及废钢铁物流合理化	(204)
§ 8.3 工业工程(IE)及其在金属循环资源开发利用中的应用	(217)
§ 8.4 价值工程(VE)及其在金属循环资源开发利用中的应用	(225)
§ 8.5 线性规划在废钢铁资源优化配置中的应用	(230)
§ 8.6 现代管理方法在废钢铁管理中的综合应用实例	(234)
附件 1 中华人民共和国国家标准 废钢铁(GB/T 4223—1996)	(239)
附件 2 鞍钢废钢铁处理厂标准 1500t 液压打包机操纵工岗位作业标准	(248)
主要参考文献	(255)

绪 论

资源、交通、能源、环境和人口是当前国民经济发展中面临的主要问题。

全世界每天有数以亿计的汽车奔驰在编织如麻的公路上,汽车每年的销售量已近 5 000 万辆;全世界 100 多万公里的铁路上数已百万计的火车日夜不停地奔驰着;繁忙的航空港跑道上飞机起落的平均间隔只有几分钟;江河湖海上往来穿梭的各种船舶描绘着现代文明的轨迹。而默默地奉献给人们无数产品的各种各样的机械设备所耗用的金属就近 90 亿 t,它们消耗着大量的资源和能源。

自然资源是人类社会赖以生存和发展的物质条件。人类 5 000 年的文明史就是开发和消耗资源的历史。自从世界上第一台蒸汽机车以其巨大的轰鸣推动了第一次工业革命浪潮以来,在近百年的时间内,巨大的需求和过度的索取使资源消耗的速度日益增长。人们不择手段、毫无节制的拼命掘取,每年要从地球的岩石中挖出近 25 亿 t 矿藏。

本世纪初,全世界的钢产量为 0.3 亿 t,到本世纪末将增加到 10 亿 t,提高 30 多倍。从已探明的资源量和现时的消耗速度看,地球上可开采的资源诸如铁矿石大约 200 年;森林大约 200 年;石油大约 45 年;天然气大约 38 年;金、银、铜、铅、锌等约为 20~50 年左右,有些重要矿藏在 100 年之内将开采殆尽。人类在无法摘取天上的星星,也无法从地壳深处获取资源后,便在人烟稀少的荒漠和浩瀚无垠的海洋中寻找资源。尽管能克服开采和运输所带来的重重困难,但探明的贮量及可获资源量仍是有限的。而到 3 000 年,那些埋藏地下几千万年的财富将全部消耗殆尽,人类后代面对的只有开采铁矿的历史故事和废弃的矿井遗迹。

在大量开采自然资源——一次资源和大工业迅猛发展中,人类在创造文明和进步的同时,也削弱和破坏了自身的生存基础和条件——生态平衡的破坏和环境污染问题也同样日益严峻。

全世界每年在开采上亿吨矿石、几十亿吨煤、30 亿 t 石油、上千万公顷森林的同时,每年又有数百亿吨工业垃圾和无数的生活垃圾抛向了人类有限的生存空间并污染之。例如,美国年产 20 多亿吨工业垃圾,5 亿多个垃圾场占地 1.18 万平方公里;北京市一星期的垃圾能堆成京广大厦那么高;某国科学家预测,若不加处理,100 年后,该国将被淹没在以钢铁为主的废弃物中。

资源与环境问题就这样愈发突出地展现在人们面前。因此,如何有效地利用现有资源,防止环境污染,实现资源的循环利用——资源再生便成为举世关注的新课题。70 年代以来,几乎所有的工业国家都开始注重资源再生利用问题,再生资源的开发利用已形成世界经济中一个重要的新兴领域。它能够保持资源永续、促进资源良性循环、增加工业原料以缓解供需矛盾、节约能源、减少环境污染、保护生态平衡,因此被视为发展经济的“第二矿业”和二次资源,在世界经济可持续发展战略中具有特别重要的作用。当今,物资循环工程(Material Recycling Engineering)在许多国家正方兴未艾,有些国家还通过立法的形式保障资源循环利用的实施,将开发再生资源综合利用列为国家重要发展战略和一项基本国策。现在,再生资源回收率、加工处理能力及再生利用程度已成为衡量一个国家科学技术水平高低和综合国力强弱的尺度。

金属循环资源是一种重要的再生资源。它是指在社会生产、加工、使用过程中产生的各种金属废品,边角屑末,废旧设备、车辆,报废的机电产品、军械,工业三废——含金属物质的废渣、废液、废气以及社会废弃物等。目前,全世界每年的金属循环资源可达4亿多吨,我国也近4000万t。全世界每年生产的9亿多吨钢之中有近50%是由回收钢铁重熔再生而获得的。

金属循环资源的开发利用具有节约能源、补充自然资源的匮乏、节约基本建设投资、减少物流量缓解交通运力不足、减少环境污染保持生态平衡、优化调整冶金工业结构等方面的作用,在国民经济建设中具有举足轻重的地位。

与其他再生资源相比,金属循环资源的生成量之巨大,对环境污染的减轻程度、能源的节约、经济效益的提高、科学技术水平的提高与促进、建设资金投入的降低、发展国民经济的影响程度等都具有极明显的优势,是一种极具发展潜力和前景的资源领域。

金属循环资源的回收、加工处理、再生与综合利用是一项复杂的系统工程。它所涉及的理论基础、学科涵盖、价值取向、开发利用技术以及经营管理规律等都不同于其他领域,更不同于单独的工矿企(行)业或商业企业。因此,它需要全社会的参与,需要特殊的政策、特殊的投入及特殊的“意识”,进而才能取得特定的效应。

我国金属循环资源的开发利用已取得长足进步,为冶金工业的发展和国民经济建设做出了巨大贡献。但在基础理论研究、加工处理方法、再生工艺及设备、加工能力以及回收质量、生产规模与水平等方面与世界先进国家相比,差距还较大,同时也满足不了国民经济快速发展的需求。国内在金属循环资源领域中的专业观念、行业(学术)用语方面沿袭传统,许多都不尽科学、不尽合理,并与国际通用解释(概念)相悖。如我们习惯称谓的“废金属”、“废钢铁”等观念不清、名不举实,很不科学。破了的铁锅是废锅,但铁的物质属性仍旧,铁本身的使用价值仍在,铁并未“废”。英文中从不称作Waste Iron(废铁)或Waste Metal(废金属),而叫做Metal Scrap,其解释是: Metal which cannot be used for its original purpose but which still have some value,即该金属不能再用于其原来用途但仍有其价值。德语中的Abfalleisen或Alteisen,则是拆卸下的或老旧的钢铁,而没有Ausschusseisen(废的铁)的说法。因此,拟应将俗称的“废金属”、“废钢铁”改称为“回收金属”和“回收钢铁”;生产(自产)废钢拟称做返回钢;加工废钢、社会废钢拟改称为加工回收钢铁和社会回收钢铁;废钢铁物流拟称为钢铁回收物流,……等等。在本书中,考虑到现状及真正“名举其实”需要一个过程,暂用目前流行称谓。在今后金属循环资源基础理论及开发利用不断发展中,务应做到“审讹疑、查实理、明是非、治乱异”,使专业用语(术语)真正名正理顺、概念清晰,以利于促进金属回收事业的发展并推动金属循环工程之开展,以利于该学科的建立与拓展。

金属循环资源开发利用的前景是广阔的,在我国21世纪“最具发展的新兴科技领域”中必将独树一帜。

机遇、困难、挑战与发展将是共存的。

第1章 金属循环资源概论

§ 1.1 再生资源与废金属资源化

一、再生资源及其特点

人类在社会生产和社会生活中开发、利用、消耗了大量的自然资源(如矿物资源),其中一部分按照人们的生产目的转换成物质资料(如金属),它们以生产资料或生活资料的形态存在着;另一部分则成为排泄物——废弃物(如冶金渣),它们以生产排泄物或消费排泄物的形态存在着。在对物质资料做进一步加工时,仍然是一部分成为有目的生产的产品(如各种机器),另一部分又成为排泄物(如边角余料、金属双屑等)。所以,生产排泄物的产生是人们实现有目的生产的一个条件,是不以人们的意志为转移的。

随着科学技术的进步和生产力水平的提高,这种排泄物有可能经济地加以回收、处理和利用,并重新进入社会生产领域或流通领域,从而使之成为一种新资源,也就是再生资源。正如马克思所说:“生产排泄物(即生产上所说的废料)会在同一个产业部门或另一个产业部门再转化为新的生产要素”¹⁾。所谓转化为新的生产要素,就是通过对排泄物的回收、加工或处理使之重新资源化,重新成为生产力要素。马克思同时还强调其重要性:“这种所谓废料,几乎在每一种产业中都起重要的作用”²⁾。这就从理论上阐明了废弃物作为资源存在的必然性及废弃物资源化的必要性。

1988年在“国家中长期科技发展纲要”中对再生资源的定义为:“所谓再生资源,是指在社会的生产、流通、消费过程中产生的不再具有原使用价值而以各种形态赋存,但可以通过不同的加工途径而使其重新获得使用价值的各种物料的总称”。

再生资源和原生资源的最主要区别在于,原生资源是专为某种需要,是为满足生产或消费要求而生产的,其生产有十分明确的目的性;而再生资源则是一种附属物,是派生的东西,需要寻找能实现其使用价值的途径和方法。

再生资源与原生资源(或自然资源)在生存状态和开发利用条件上存在着许多不同的特点和规律。

例如,在自然资源中的矿物资源大多数是不可再生的,储量也是有限的;而各类排泄物几乎都具有可再生的特点,因而在数量上(可循环利用)却具有无限性,但生成地点则具有分散性和不确定性,所以开发利用的难度远比自然矿物资源复杂。

自然界中的矿物资源大多以化合物或混合物的形态存在,因而在客观上存在着综合利用的可能性;而各种排泄物的存在形态更是千姿百态,更具有化合物和混合物的特征,因而更需要高新科技和工艺手段才能加以综合利用。

各种自然矿物资源在开发前是人类的潜在财富,而排泄物资源,如钢铁生产中的冶金

注:1)《资本论》,第3卷,人民出版社,1966年版,第68页。

2)《资本论》,第3卷,人民出版社,1975年版,第117页。

渣、粉尘、废液及废气等一旦生成,若不及时处理、开发或利用,不仅会造成资源的流失,而且还会污染环境、毁坏国土、破坏生态平衡,造成社会公害。

两种资源的不同特点表明,它们是研究物质资源合理利用的两个方面、两种形式,既有共性,更有特性,是不应该而且也不可能互相替代的。正如马克思所指出的那样:“应该把这种通过生产排泄物的利用而造成的节约和由于废料的减少而造成的节约区别开来,后一种节约是把生产排泄物减少到最低限度和一切进入生产中去为原料和辅助材料的直接利用提高到最高限度”¹⁾。

二、再生资源的利用价值及其实现条件

再生资源的使用价值是其开发利用的基础。正因为再生资源具有使用价值,它才能进入社会生产领域或消费领域。再生资源的使用价值是由它的自然属性所决定的,这也是再生资源之所以能够“再生”的本质问题。

再生资源有着不同于原生资源的自然属性,所以,当人们还没有意识到“废料”、“排泄物”的效用时,也就无法发现和掌握它的使用价值和使用方法。只有当科学技术水平和生产工艺水平发展到一定阶段,人们才能发现和掌握建立在“废料”自然属性之上的使用价值。

1. 再生资源使用价值的来源

(1) 原生资源在使用过程中,其主要效用由于受到科技水平、工艺水平或经济合理性等所制约而“残存”下来的一部分使用价值,即为“残余”属性。例如各种冶金渣,主要原生金属元素在冶炼过程中大部分都被提炼出来,但其中的一小部分金属元素却“残存”在渣中,比如从钢渣中回收的渣钢的含钢量为50%~70%。

(2) 原生资源多种效用在初次利用时未曾被利用的那些效用被“留存”下来,形成再生资源的使用价值。由于这一使用价值是在第一次使用中未被消耗的,所以它就好比“残存”的使用价值更高。如某矿是由铁、稀土、铌等元素共生的,作为铁矿开发后,留存下来的稀土、铌等元素被遗弃(留存)了。由于铁组分已被开采,稀土含量提高,从尾矿中提取这些元素比从原生矿中去开采要容易得多。就稀土元素而言,尾矿的使用价值远高于原生矿的使用价值。

(3) 原生物质在第一次使用时物理性地使用其中一部分而剩余了另一部分。被使用部分的全部使用价值已经消耗了,而另一部分则基本上原封不动地连同物理特性及使用价值一起“保存”下来(比如生产过程中产生的各种边角余料、切头、切边、屑末、碎料等),只是物理形态,即尺寸大小发生了变化,尽管在一定程度上影响了其使用价值,但其基本的理化性能并未改变,并随物理特性一起被“保留”下来。这“保存”下来的使用价值便成了再生资源的使用价值。此时再生资源的使用价值和原生物质比较,没有发生质的变化。

(4) 对“排泄物”进行加工,使之具有新的使用价值。在“排泄物”所具有的自然属性不能形成直接效用或不能直接转化而具有新的使用价值时,如果科技水平和工艺生产条件能使其自然属性进行转化,进而形成新的使用价值,则可通过再生加工处理,利用物理、化学及机械等工艺处理,则这种“排泄物”便可能形成新的使用价值。例如,从电子器件触点中提炼并回收金、从洗相废液中提取贵金属银等,这是通过再生加工形成新的使用价值的方式。

(5) 在原生资源加工过程中增加的使用价值转化为再生资源的新使用价值。再生资源的使用价值有时甚至超过原生资源,这是由再生资源形成过程中的特殊性决定的。例如金属

注:1)《资本论》,第3卷,人民出版社,1975年版,第118、119页。

资源在形成过程中,由于矿物资源的开采、冶炼消耗了大量能量,使金属资源再生利用过程中由于其内部聚积着内能而减少能量的消耗,比如废钢作为一种“载能资源”重熔炼钢,就省却了铁水炼钢时炼铁的能量消耗,因而表现出更高的使用价值。

总之,各种“废料”的价值和使用价值是客观存在的,使用价值是价值的载体。根据物质不灭定律,人们对各种物质形态的可用性的认识,是随着实践和科技水平的发展而不断深化的。各种“排泄物”在一定条件下都有可能转化为新的生产要素。这为再生资源的开发和综合利用提供了广阔的前景。

2. 实现条件

实现再生资源的使用价值,应具备一定的条件。

首先,这种“排泄物”必须是大量的。如果其数量很少、或者极度分散、或地处偏僻,尽管其具有使用价值,但由于不便回收、或形不成批量、或回收处理费用昂贵,则很难使其资源化而成为再生利用对象。

其次,应具备对各种“废料”的回收采集、运输、存贮、加工处理、综合利用等各环节所必需的技术装备条件,这样才能使那些在原有形态下本不能利用的、分散的“废料”获得在一种新的生产中可以利用的形态。例如,在没有打包机和压块机等加工手段之前,大量的钢屑铁末等双屑资源只好填坑垫沟,造成资源浪费;进行打包处理后则成为极好的钢铁炉料,把它的“潜在”价值变为极高的使用价值。

第三,开发利用各种“废料”,需要依托科学技术的进步、生产力水平及工艺处理水平的提高,即应具有技术上的可行性。例如,冶金渣的开发及综合利用,及超高功率电炉(UHP)炼钢中废钢炉料的精料化水平,等等。

最后,开发利用再生资源应产生一定的经济效益,使“废料”的使用价值或商品价格低于原生资源,即应具有经济合理性。否则,在市场机制条件下,再生资源的开发利用便缺乏市场竞争力。

三、废金属特性及废金属资源化

废金属的生成方式及存在形态千式百样,但无论哪种废金属都不是以产品的形式出现,而是以“废料”或“排泄物”、“废弃物”的形式出现,也就是说产生废金属不是企业生产的目的,而是伴随生产成品、半成品而产生的“废物”。

1. 什么是废金属

就一般传统观念而言,废金属是指社会生产与生产资料在消费中,金属的价值与使用价值得到转化和消耗之后,所遗留下来的仍有一定使用价值的金属残体。

在商品时代,废金属被泛泛地认为是一种“特殊商品”,即是具有使用价值而能被再利用的“废料”。

根据再生资源理论,废金属应是原生金属在社会生产和社会消费中所遗留的(或“排泄”的、“弃废”的),而又具有使用价值和残余价值这样两重属性的“排泄物”。废金属再生利用的实质也就是实现废金属使用价值和残余价值的“复活”。

实际上,废金属与原生金属除了在物理形态和存在方式上有些差别外,其理化构成与特性几乎没有什么不同。因此可以说二者在本质上是一致的。

2. 废金属的特性

由于废金属在本质上与原生金属基本一致,所以,原生金属的理化特性也就是废金属的

理化特性。

与其他种类“废料”相比,废金属还有如下两个重要特性:

① 可重塑性。由于废金属的物理机械特性与原生金属基本相同或差别不大,因此,原生金属的可塑性则“遗传”给废金属,使其具有可重塑性。这样就可以根据生产或消费需要,对废金属进行物理形态的变化而重现其使用价值。例如,轧钢厂的切头、切尾可以在小型轧钢厂轧制一些型材或板材;机械加工中的边角余料可以制造一些农具或小五金工具;火车的重轨通过改制成轻轨而用于其他场合;轧钢厂的轧辊、某些机电零部件都可进行修复而重新使用;废旧钢丝绳轧制成钢球;等等。这样就可以极大地扩展废金属再生利用的途径。

② 可重熔性。可重熔性是废金属最重要的一个特征,它也是由“原生金属”“遗传”所致。废金属的可重熔性是其残余价值和使用价值这一两重属性的充分体现。我国目前钢产量的40%左右是通过废钢铁入炉重熔而生产的。由于废金属入炉重熔不改变其理化特性,同时,又可以在重熔过程中通过冶金工艺处理对其原理化结构进行变革、或进行单金属提纯、或进行多金属重组而形成新种类金属。这在有色冶金、合金钢、特种钢生产中被广泛应用。

3. 废金属资源化

全世界每年消耗钢铁近10亿t,铅1300多万吨,铜700多万吨,黄金1000多吨。若按目前的开采速度,有些矿藏不到10年(如黄金)就会被采光。与矿产资源(一次资源)日趋枯竭的同时,大量的废弃物(如尾矿、冶金渣等)又不断产生,并造成环境污染,从而破坏生态平衡。因此,开发利用废弃物,使废弃物资源化是解决上述问题的根本措施。

我国既是金属生产大国,同时又是金属消费大国,目前年消耗钢铁已近1亿t。因此,在矿产开采、冶炼、制造及使用过程中丢失、“残存”、废弃的废金属数量是巨大的,例如我国年产冶金渣500万m³、尾矿1.5亿t,这些都是巨大的“潜在”资源。

所谓废金属资源化,就是指人们在认识与实践上、主观与客观上对废金属资源进行开发、回收、加工处理、重熔再生或综合利用上的高度统一,并达到一定的广度和深度。只有这样才能使废金属资源在国民经济建设中发挥更大的作用。

建国以来,虽然已经回收利用废钢铁4亿多吨、有色金属900多万吨,但废金属的流失仍很严重。例如,包括回收金属在内的冶金渣的综合利用还停留在初级阶段;废钢铁的氧气切割、落锤加工等落后的加工方法造成金属的大量烧损、流失;由于没有先进的预处理设备和手段,杂铜只能混杂回炉熔炼,因而浪费了其中大量的合金原料;一些小废品,如废牙膏皮和废干电池至今没有得到充分的回收利用,仅此国家每年损失铝1万多吨,锌9万多吨、二氧化锰10万多吨。

由于资源与需求的矛盾日益突出,人们对再生资源开发与利用的认识不断深化,而且伴随着国民经济的发展、科学技术进步和加工工艺水平的提高以及综合利用新领域、新技术和新方法的开拓与应用,必然促使废金属资源化向全新的深度和广度发展,并将成为21世纪我国高科技领域中最具魅力的领域之一。

由于历史条件、经济体制和科技水平的制约,过去那种随意式地排泄、个体式的回收、作坊式的加工、小贩式的流通、简单式的利用以及粗放式的回炉重熔再生,已经完全不能适应或不利于目前处于市场机制条件(环境)下的再生资源的开发利用和现代冶金工业的发展需求。由此而导致了多学科(如基础理论科学、系统工程、计算机、物流及现代化管理等)、多领域(如生产、流通、科研、教育及国防等)、多层次(如国家、地区、行业、部门及企业)、多环节

(如排泄、采集、回收、贮运、加工处理再生利用及重熔等)、多技术(贮运技术、加工技术、处理技术、管理技术等)的渗透、联合、协调、应用与互补。

因此,废金属资源化不但是一种综合科技投入,同时它又是一项复杂的系统工程。做好此项工作需要有力的宏观调控、积极的组织配合及现代的科学管理。废金属资源化水平能从一个侧面反映出一个国家科技水平的高低和综合国力的强弱。

§ 1.2 金属循环资源的属性及特征

一、金属循环资源的属性

金属循环资源的属性应是废金属的属性与再生资源的属性的集合。同时,金属循环资源的属性包括其自然属性和社会属性两方面。自然属性和社会属性是实现废金属资源化的必要条件和充分条件。

1. 金属循环资源的自然属性

基于废金属的产生过程,金属循环资源的自然属性应具有两重性属性,即原生金属资源在开发、生产、制造、利用及消耗过程中“残存”、“保存”、“保留”、“增加”的使用价值和残余价值。这样就揭示了金属循环资源的深刻内涵,以及金属循环资源在综合利用方面向深层次发展的物质基础和广阔前景。

2. 金属循环资源的社会属性

废金属资源化的全过程如图 1-1 所示。在某些特定条件下,某些环节的时序可能发生变更。

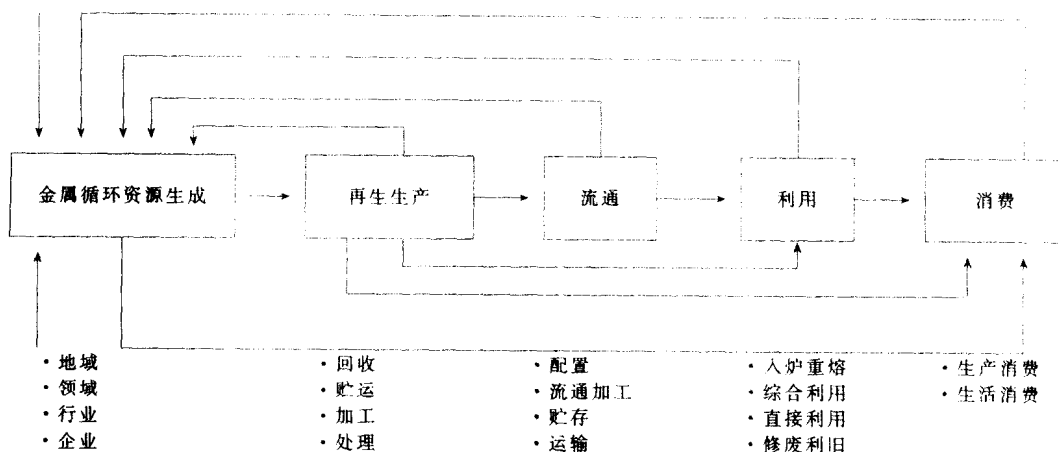


图 1-1 废金属资源化全过程

由图可以看出,金属循环资源的社会属性呈现多层次特征。

首先,废金属资源的生成与分布具有社会的广泛性与不确定性。它几乎存在于任何生产、流通和消费部门以及任一地域。只不过资源的种类、数量或其物理特征方面存在差异;同时,资源化的全过程也几乎需要全社会的参与与协调。

其次,要实现废金属“使用价值”和“残余价值”的复活,必须对其注入新的社会劳动。只有这样才能使废金属各部分不同程度地体现或恢复原金属物资的“残余价值”和“使用价

值”。这就是金属循环资源再生生产的过程,是从资源生成直至消费(或综合利用)之前的一系列中间过渡过程(如回收、挑选、分类、加工、处理等)。在该过程中,金属循环资源的自然属性不发生变化,但在内涵上由于注入新的劳动而发生了质的变化。它不仅使“残余价值”和“使用价值”复活,甚至增加了新价值,使废金属不再是‘特殊商品’或废料,而真正成为有目的生产的商品,即金属资源化产物,这就是金属循环资源社会属性内涵的充分体现。

最后,流通过程则是向社会其他生产优化配置金属再生资源的过程。就总体而言,它仍处于金属资源二次消费(如作为钢铁炉料或综合利用)之前的空间变动状态,具有生产——流通同一性特征,即资源生成——再生生产(优化配置)——再流通(再生供应)——消费(再生利用)——再生生产(优化配置)这样一个复杂的社会过程。这就是金属循环资源社会属性本质的充分体现。

金属循环资源的这种社会属性实际上是由于其“使用价值”和“残余价值”这种自然属性所致,并由此外延至废金属资源化的全过程才得以充分体现。

二、金属循环资源的特征

金属循环资源的特征除了包括废金属的理化特征、可重塑性、可重熔性之外,与其他再生资源相比,从资源的角度来看,还具有如下一些重要特征。

1. 资源生成的分散性及分布的不均衡性

这主要是由于金属循环资源的原生物质——金属的应用、消费范围极广所至。现代社会中,凡是存在社会生产及社会生活的地域、空间都有可能产生废金属,因而使资源极度分散、不集中。同时,受生产力水平及生活水平的影响,使资源数量在区域分布上呈现不均衡性。例如,我国东南沿海及东北地区工业较发达,废金属资源量就大;而西北地区相对少得多。另外,同一区域内的不同产业、行业、企业之间,金属资源量的分布也极不平衡,如机械制造业、冶金行业资源量较多,而其他行业相对较少。

2. 资源构成的复杂性

首先是各种废金属的物理性态差异极大。其原因是资源生成于不同领域、不同产业和不同的生产部门及不同层次的社会消费群所至。例如,机械加工产生的各种卷曲的车屑、碎屑末、各种边角余料;冶金生产中的冶金渣、氧化铁皮、粉尘和烟尘;废水中金属物质;社会上废旧机械设备;军械、交通工具等。它们之中重的达数百吨,小的几微克;大的如巨型设施、退役的远洋轮、大型军械等;长的如轧废、乱卷的型钢、线材的废次品等。它们形状各异、大小不等、薄厚不均,这些都给资源的回收、贮运、分选、拆解及加工利用带来较大的困难和复杂的因素。

其次,是在资源的理化构成上呈现多相共生或多类掺杂。这是由于原生金属的特性而使金属循环资源中相当一部分以化合物或混合物的形式存在,尤其以废有色金属为甚。例如,合金废钢中各种金属元素共生,各种镀层、涂层的废金属、尾矿中各种元素共存,冶金渣中渣钢与其他元素及非金属元素的混合。同时,由于资源的分散性所致,在回收过程中,尤以社会回收为甚,在废金属中掺杂着许多其他非金属废弃物、泥土沙石、废塑料、废橡胶、木材等,有时甚至掺杂着易燃、易爆物资,安全性极差。所有这些都给再生加工、分选、利用带来难度和负效应。

3. 资源再生的无限循环性

我们所讲的废金属,仅仅是指原金属物资在几何形状、尺寸等方面的变化,它的理化特

性没有变化,也就是没有质的变化。因此这并不影响它的“残余价值”和“使用价值”。例如废钢铁的使用价值在炼钢时与生铁是等同的,边角料、切头切尾在制造小农具、小五金或轧制小型材方面与好钢材的使用价值也是等同的。另外,由于废金属所具有的可重塑性与可重熔性,可以使废金属无限次地循环利用,进行重新加工或重新冶炼成为有用产品或好金属材料,即它可以按金属材料消耗 $\xrightarrow{\text{(产生)}}$ 废金属 $\xrightarrow{\text{(冶炼、轧制)}}$ 好金属 $\xrightarrow{\text{(生成)}}$ 废金属,这样一种模式无限的循环复用,或通过冶炼再无限的使用。这是所有其他再生资源都无法比拟的、也不具备的特性。金属循环资源的这种性质使它成为人类社会解决金属物质需求上的无限性和金属矿产资源有限性这一矛盾的根本途径,是实现资源永续的一个范例。

4. 金属循环资源的经济性

在废弃物资源化过程中,也就是复活其残余价值和使用价值过程中,必须要投入必要的活劳动和物化劳动(包括各种回收、处理、贮运装备)。如果这种投入超过原生物质生产的投入,市场往往不予承担,在同质同价、公平原则的市场机制下缺乏竞争力,这正是再生资源利用中的社会效益高、环境效益好、经济效益差这种共性的一种体现。例如,要把千家万户、漫山遍野(如铁路沿线)的各种废塑料制品收集起来,再清除污垢等各种附着物,再根据不同种类通过一系列的工艺过程后才能制取出高纯度的塑料颗粒,它所需要的各种投入往往要超过制取原生塑料的投入。

金属循环资源在所有再生资源中经济性最好。首先是因为省却对原矿物的开采而节省了投资、减少了运力、且见效快;其次是资源相对集中、便于回收。由于废金属的可重塑性、可重熔性,使其再生与利用途径简捷,重新投入的活劳动和物化劳动相对少得多。例如,从国民经济总体上看,用废钢铁炼钢比生铁炼钢就具有极大的经济效用:如炼1t钢需开采矿石3~4t、剥岩9~12t、运送各种物资30~40t;若用废钢炼钢则能节约能源74%、材料90%、压缩空气86%、水40%。如若形成1000万t铁的生产能力,需要投资40亿元、炼焦和动力煤2000万t、生产定员15万人,并需基建时间五年,并占用大量土地,即需要建1000m³高炉10座、65孔焦炉14座、4m³电炉50台、8kW电机60台、矿车600辆、大型卷扬机20台、大型破碎机60台等。而用废钢铁炼钢可省去炼铁过程。

§ 1.3 金属循环资源的生成来源

金属循环资源生成来源广泛,根据废金属生成的时空特征将其分为两大类。一类是在金属物质的开采、冶炼、轧制、加工制造和利用的各种生产过程中,伴随生产产品而产生的排泄物,称为生产性金属循环资源;另一类是金属物质产成品(制品)在社会生产与生活过程中,因丧失原使用价值而生成的排泄物,称为非生产性金属循环资源。图1-2为金属循环资源生成来源概况。

一、生产性金属循环资源

这类资源来源于生产企业,并且数量较大。主要生成于冶金生产、机加工生产和基本建设过程中。

1. 冶金企业生产过程

(1) 金属矿物采选过程。被遗留在尾矿中的一小部分主要金属元素物质,以及非采选目标的其他金属元素物质,如钒钛铁矿尾矿中的钒和钛合金元素。