



次

二

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会
矿物加工工程专业规划教材

PLANNED TEXTBOOK FOR MINERAL PROCESSING ENGINEERING

丛书主编 胡岳华

资源利用

主编 张一敏

UTILIZATION OF SECONDARY RESOURCE



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会
矿物加工工程专业规划教材

二次资源利用

主 编 张一敏
副 主 编 童 雄 沈慧庭 任京成

中南大学出版社

内 容 简 介

.....

本书结合当前二次资源利用现状,以冶金、化工、煤系固体二次资源为主要对象,适当兼顾二次水、气资源,系统介绍了物理化学分选、化学处理、微生物技术等二次资源利用方法的基本理论与工艺,同时对近时期发展起来的新工艺、新技术、新设备等进行了较详尽的描述,也对一些典型应用实例给予了一定篇幅的介绍。

本书可作为矿物加工工程专业本科生教学用书,也可作为从事矿物加工工程、冶金工程、化工工程等专业领域研究工作的科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

二次资源利用/张一敏主编—长沙:中南大学出版社,2010.12
ISBN 978-7-5487-0060-9

I.二... II.张... III.再生资源—资源利用—高等学校—教材 IV.F062.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 139195 号

二次资源利用

张一敏 主编

- ☐责任编辑 刘颖维
☐责任印制 文桂武
☐出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482
☐印 装 长沙利君漾印刷厂

- ☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 16.5 ☐字数 410 千字
☐版 次 2010 年 12 月第 1 版 ☐2010 年 12 月第 1 次印刷
☐书 号 ISBN 978-7-5487-0060-9
☐定 价 35.00 元

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会
矿物加工工程专业规划教材

编 审 委 员 会

主 任 王淀佐

丛书主编 胡岳华

委 员 (按姓氏笔画排序)

马少健	王化军	王毓华	文书明	冯其明
吕宪俊	刘炯天	刘新星	孙体昌	李世厚
邱廷省	张一敏	林海	赵跃民	胡岳华
段希祥	顾帼华	陶秀祥	龚文琪	韩跃新
童雄	雷绍民	魏德洲		

二次资源利用

编 委 会

- 主 编 张一敏
- 副 主 编 童 雄 沈慧庭 任京成
- 参 编 人 员 张 覃 吕宪俊 陈铁军
杨慧芬 刘 涛 刘四清
牛福生 梅光军
- 主 编 单 位 武汉理工大学
- 副主编单位 昆明理工大学
广西大学
山东理工大学
- 参 编 单 位 贵州大学
山东科技大学
武汉科技大学
北京科技大学
河北理工大学

总序

“人口、发展与环境”是 21 世纪人类社会发 展过程中的重要问题。矿物资源是人类社会发 展和国民经 济建设的重要物质基础。从石器时代到青铜器、铁器时代，到煤、石油、天然气，到电能和原子能的利用，人类社会生产的每一次巨大进步，都与矿物资源利用水平的飞跃发 展密切相关。

人类利用矿物资源已有数千年历史，但直到 19 世纪末至 20 世纪 20 年代，世界工业生产快速发 展，使生产过程机械化和自动化成为现实，对矿物原料的需求也同步增大，造成了“矿物加工”技术从古代的手工作业向工业技术的真正转变，在处理天然矿物原料方面获得大规模工业应用。

特别是 20 世纪 90 年代以来，我国正进入快速工业化阶段，矿产资源的人均消费量及消费总量高速增长，未来发展的资源压力随之加大。我国金属矿产资源总量不少，但禀赋差、品位低、颗粒细、多金属共生复杂难处理，矿产资源和二次资源综合利用率都比较低。

矿物加工科学与技术的发展，需要解决以下问题。

(1) 复杂贫细矿物资源的综合回收：随着富矿和易选矿物资源不断开采利用而日趋减少，复杂、贫细、难处理矿产资源的开发利用成为当前的迫切需要。

(2) 废石及尾矿的加工利用：在选矿过程中，全部矿石经过碎磨，消耗了大量原材料和能源，通常只回收占总矿石质量 10% ~ 30% 的有用矿物，大量的伴生非金属矿不仅未能有效利用，并且当作“废石”和“尾矿”堆存成为环境和灾害的隐患。

(3) 二次资源：矿山、冶炼厂、化工厂等排出的废水、废渣、废气中的稀有、稀散和贵金属，废旧汽车、电缆、机器及废旧金属制品等都是仍然可以利用的宝贵的二次资源。由于一次资源逐步减少，二次资源的再生利用技术的开发无疑成了矿物加工领域的重要课题。

(4)海洋资源：海洋锰结核、钴结壳是赋存于深海底的巨大矿产资源，除富含锰外，铜、钴、镍等金属的储量也十分丰富，此外，海水中含有的金属在未来陆地资源贫化、枯竭时，也将成为人类的宝贵资源。

(5)非矿物资源：城市垃圾、废纸、废塑料、城市污泥、油污土壤、石油开采油污水、内陆湖泊中的金属盐、重金属污泥等，也都是数量可观的能源资源，需要研发新的加工利用技术加以回收利用。

面对上述问题，矿物加工科技领域及相关学科的科技工作者不断进行新的探索和研究，矿物加工工程学与相邻学科的相互交叉、渗透、融合，如物理学、化学与化学工程学、生物工程学、数学、计算机科学、采矿工程学、矿物学、材料科学与工程已大大促进了矿物加工学科的拓展，形成各种高效益、低能耗、无污染矿物资源加工新知识、新技术及新的研究领域。

矿物加工的主要学科方向有：

(1)浮选化学：浮选电化学；浮选溶液化学；浮选表面及胶体化学。

(2)复合物理场矿物分离加工：根据流变学、紊流力学、电磁学等研究重力场、电磁力场或复合物理场(重力+磁力+表面力)中，颗粒运动行为，确定细粒矿物的分级、分选条件等。

(3)高效低毒药剂分子设计：根据量子化学、有机化学、表面化学研究药剂的结构与性能关系，针对特定的用途，设计新型高效矿物加工用药剂。

(4)矿物资源的生化提取：用生物浸出、化学浸出、溶剂萃取、离子交换等处理复杂贫细矿物资源，如低品位铜矿、铀矿、金矿的提取，煤脱硫等。

(5)直接还原与矿物原料造块：主要从事矿物原料造块与精加工方面的科学研究。

(6)复杂贫细矿物资源综合利用：研究选-冶联合、选矿、多种选矿工艺(重、磁、浮)联合等处理一些大型复杂贫细多金属矿的工艺技术和基础理论，研究资源综合利用效益。

(7)矿物精加工与矿物材料：通过提纯、超细粉碎、纳米材料制备、表面改性和材料复合制备等方法和技术，将矿物加工成可用的高科技材料。

现今的矿物加工工程科学技术与20世纪90年代以前相比，已有更新更广的大发展。为了适应矿业快速发展的形势，国家需要大批掌握现代相关前沿学科知识和广泛技术领域的矿物加工专业人才，因此，搞好教材建设，适度更新和拓宽教材内容对优秀专业人才的培养就显得至关重要。

矿物加工工程专业目前使用的教材，许多是在20世纪90年代前出版的教材基础上编写的，教材内容的进一步更新和提高已迫在眉睫。随着教育部专业教育规范及专业论证等有关文件的出台，编写系统的、符合矿物加工专业教育规范的全国统编教材，已成为各高校矿物加工专业教学改革的重要任务。2006年10月

在中南大学召开的 2006—2010 年地矿学科教学指导委员会(以下简称地矿学科教指委)成立大会指出教材建设是教学指导委员会的重要任务之一。会上,矿物加工工程专业与会代表酝酿了矿物加工工程专业系列教材的编写拟题,之后,中南大学出版社主动承担该系列教材的出版工作,并积极协助地矿学科教指委于 2007 年 6 月在中南大学召开了“全国矿物加工工程专业学科发展与教材建设研讨会”,来自全国 17 所院校的矿物加工工程专业的领导及骨干教师代表参加了会议,拟定了矿物加工专业系列教材的选题和主编单位。此后分别在昆明和长沙又召开了两次矿物加工专业系列教材编写大纲的审定工作会议。系列教材参编高校开始了认真的编写工作,在大部分教材初稿完成的基础上,2009 年 10 月在贵州大学召开了教材审稿会议,并最终定稿,交由中南大学出版社陆续出版。

本次矿物加工专业系列教材是在总结以往教学和教材编撰经验的基础上,以推动新世纪矿物加工工程专业教学改革和教材建设为宗旨,提出了矿物加工工程专业系列教材的编写原则和要求:①教材的体系、知识层次和结构要合理;②教材内容要体现科学性、系统性、新颖性和实用性;③重视矿物加工工程专业的基础知识,强调实践性和针对性;④体现时代特性和创新精神,反映矿物加工工程学科的新原理、新技术、新方法等。矿物加工科学技术在不断发展,矿物加工工程专业的教材需要不断完善和更新。本系列教材的出版对我国矿物加工工程专业高级人才的培养和矿物加工工程专业教育事业的发展将起到十分积极的推进作用。

形成一整套符合上述要求的教材,是一项有重要价值的艰巨的学术工程,决非一人一单位之力可以成就的,也并非一日之功即可造就的。许多科技教育发达的国家,将撰写出版了水平很高的、广泛应用的并产生了重要影响的教材,视为与高水平科学论文、高水平技术研发成果同等重要,具有同等学术价值的工作成果,并对获得此成果的人员给予的高度的评价,一些国家还把这类成果,作为评定科技人员水平和业绩和判据之一。我们认为这一做法在我国也应当接纳及给予足够的重视。

感谢所有参加矿物加工专业系列教材编写的老师,感谢中南大学出版社热情周到的出版服务。

王汝佐

2010 年 10 月

前 言

● ● ● ● ● ● ● ●

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并以各种形态存在,但可以通过某些综合利用加工、回收等途径,使其重新获得使用价值的各种废弃物统称为二次资源。它包括固体二次资源(如各类废石、废渣、粉尘、矿山尾矿)、二次水资源(如矿坑水、工艺废水)和二次气资源(如工厂烟道废气)、二次土地资源(如压占、扰动和破坏的土地)、二次生态环境资源等。固体二次资源、二次水资源和二次气资源是现代工业活动中产生量最大、涉及面最广的二次资源。它们不仅造成了资源浪费,并破坏、压占土地,污染生态环境,甚至引发各种灾害。因此,从根本上开展二次资源利用,是实现社会经济可持续发展,获得资源环境和谐的重要途径。通过对二次资源的利用可以减少原始自然资源压力,延长现有资源的使用年限,缓解人类对自然资源的供求矛盾;同时减少环境污染,改善环境质量,保持生态平衡。

本书结合当前二次资源利用现状,以固体二次资源、二次水资源和二次气资源为主要对象,系统介绍了物理化学分选、化学处理、微生物技术等二次资源利用方法的基本理论与生产工艺,同时对近时期发展起来的新工艺、新技术、新设备等进行了较详尽的描述,也对一些典型应用实例给予了一定篇幅的介绍。

本书可作为矿物加工工程专业本科生教学用书,也可作为从事矿物加工工程、环境工程、化工工程等专业领域研究工作的科技人员的参考书。

本书由张一敏任主编,童雄、沈慧庭、任京成任副主编。其中:第1章、第2章、第4章的4.4节、第6章的6.1节由张一敏编写;第3章的3.1、3.2、3.4节由吕宪俊编写;第3章的3.3节、第9章由任京成编写;第4章的4.1、4.3、4.5节、第6章的6.4节、第8章的8.2、8.3节由沈慧庭编写;第4章的4.2节及4.4节的部分内容、第

6 章的 6.5 节、第 9 章的 9.3 节由陈铁军编写；第 5 章的 5.1 节、第 6 章的 6.2 节、第 9 章的 9.2、9.4、9.5 节由童雄编写；第 5 章的 5.2、5.3、5.4 节由杨慧芬编写；第 6 章的 6.3 节、第 7 章的 7.2、7.3 节由张覃编写；第 7 章的 7.1 节、第 8 章的 8.1 节由牛福生编写；第 8 章的 8.4、8.5、8.6 节由梅光军编写；第 2 章的 2.10 节、第 9 章的 9.1、9.6 节由刘四清编写。童雄、沈慧庭、任京成参加了全书的修改和审查工作，刘涛参加了第 2 章的编写和全书的编辑和订正工作。全书最后由张一敏统稿、修改和审定。

在成书过程中得到了武汉理工大学的黄晶、河北理工大学的刘淑贤、山东科技大学的崔学奇、昆明理工大学的谢海云等的大力协助，在此一并致以谢意。

由于编著者水平所限，不足之处在所难免，敬请读者批评与指教，至为感激。

编者

2010 年 2 月于武汉

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 二次资源的定义及分类	(1)
1.1.1 二次资源的定义	(1)
1.1.2 二次资源的分类	(1)
1.2 二次资源利用现状与发展	(2)
1.2.1 矿业固体二次资源	(2)
1.2.2 钢铁冶金固体二次资源	(3)
1.2.3 有色冶炼固体二次资源	(4)
1.2.4 化工固体二次资源	(5)
1.2.5 煤系固体二次资源	(6)
1.2.6 特殊固体二次资源	(7)
1.2.7 非固体二次资源	(8)
1.3 二次资源利用与可持续发展	(8)
1.3.1 面临的问题和挑战	(8)
1.3.2 二次资源利用与可持续发展	(9)
第2章 二次资源利用的基本方法及原理	(10)
2.1 固体物料的物理化学性质	(10)
2.1.1 物理性质	(10)
2.1.2 表面化学性质	(12)
2.1.3 特殊性质	(12)
2.2 物理分选	(13)
2.2.1 预处理	(13)
2.2.2 拣选	(14)
2.2.3 重力分选	(14)
2.2.4 磁力分选	(15)
2.2.5 电力分选	(16)
2.3 界面分选	(16)
2.4 焙烧	(17)
2.4.1 焙烧的基本机理	(17)
2.4.2 氧化焙烧	(17)
2.4.3 硫酸化焙烧	(18)
2.4.4 氯化焙烧	(19)

2.4.5 还原焙烧	(19)
2.5 成型技术	(20)
2.5.1 烧结	(21)
2.5.2 球团	(22)
2.5.3 压块	(23)
2.6 热解与焚烧技术	(23)
2.6.1 热解	(23)
2.6.2 焚烧	(25)
2.7 浸出与固液分离技术	(26)
2.7.1 浸出	(26)
2.7.2 固液分离	(27)
2.8 绿色建材技术	(29)
2.8.1 节能材料	(29)
2.8.2 超细粉碎技术	(30)
2.8.3 生态陶瓷、滤料技术	(31)
2.9 微生物处理技术	(32)
2.9.1 微生物浸出	(32)
2.9.2 生物浮选	(32)
2.10 二次水资源利用技术	(33)
2.10.1 二次水资源的化学处理技术	(33)
2.10.2 二次水资源的物理化学处理技术	(36)
2.10.3 二次水资源的蒸发与结晶技术	(37)
2.11 二次气资源利用技术	(39)
2.11.1 基本原理	(39)
2.11.2 粉尘特性	(39)
2.11.3 除尘器的类型与应用	(40)

第3章 矿业固体二次资源的利用

3.1 矿业固体二次资源的组成	(42)
3.1.1 含氧盐矿物	(42)
3.1.2 氧化物和氢氧化物矿物	(45)
3.1.3 硫化物及其类似化合物矿物	(46)
3.1.4 其他矿物	(46)
3.2 矿业固体二次资源的性质	(47)
3.2.1 物理性质	(48)
3.2.2 化学性质	(50)
3.3 尾矿的综合利用	(52)
3.3.1 尾矿中有价组分的提取	(53)
3.3.2 尾矿生产建筑材料	(60)

3.3.3 尾矿用作井下充填材料	(65)
3.4 废石的综合利用	(67)
3.4.1 废石中有价金属的提取	(67)
3.4.2 废石用做井下充填材料	(70)
3.4.3 废石生产建筑材料	(72)
第4章 钢铁冶金固体二次资源的利用	(75)
4.1 高炉渣	(75)
4.1.1 高炉渣的组成及性质	(75)
4.1.2 高炉渣的利用	(77)
4.1.3 含钛高炉渣的利用	(79)
4.1.4 高炉渣综合利用新进展	(81)
4.2 钢渣	(81)
4.2.1 钢渣的组成及性质	(82)
4.2.2 钢渣的利用途径	(82)
4.3 铁合金渣	(86)
4.3.1 铁合金渣的组成及性质	(86)
4.3.2 铁合金渣的利用途径	(88)
4.4 含铁尘泥	(92)
4.4.1 含铁尘泥的组成及性质	(93)
4.4.2 含铁尘泥的利用途径	(94)
4.4.3 不锈钢粉尘的回收利用	(95)
4.4.4 含铁尘泥干式冷压块技术	(99)
4.5 钢铁冶炼含锌粉尘	(102)
4.5.1 钢铁冶炼含锌粉尘的来源与组成	(102)
4.5.2 钢铁冶炼含锌粉尘的利用途径	(102)
第5章 有色金属冶炼固体二次资源的利用	(109)
5.1 有色金属冶炼尘泥	(109)
5.1.1 赤泥	(109)
5.1.2 铅锌粉尘	(118)
5.1.3 其他有色冶炼粉尘	(119)
5.2 铜渣	(120)
5.2.1 铜渣的组成和性质	(120)
5.2.2 铜渣中有价金属的回收	(121)
5.2.3 铜渣生产建筑材料	(123)
5.3 铅锌渣	(125)
5.3.1 铅渣的资源化	(125)
5.3.2 锌渣的资源化	(127)

5.4 其他有色冶炼渣	(129)
5.4.1 镍渣	(129)
5.4.2 锡渣	(131)
5.4.3 锑渣	(132)
5.4.4 钼渣	(133)
5.4.5 钨渣	(134)
第6章 化学工业固体二次资源的利用	(136)
6.1 硫酸渣	(136)
6.1.1 硫酸渣的来源与组成	(136)
6.1.2 硫酸渣中有价金属的回收	(137)
6.1.3 硫酸渣生产氧化球团	(141)
6.1.4 硫酸渣的其他利用方法	(143)
6.2 铬渣	(148)
6.2.1 铬渣的来源和组成	(148)
6.2.2 铬渣的熔融固化与利用	(150)
6.2.3 铬渣的其他利用方法	(152)
6.3 磷石膏和磷渣	(153)
6.3.1 磷石膏	(153)
6.3.2 磷渣	(156)
6.4 电石渣	(158)
6.4.1 电石渣的来源与组成	(158)
6.4.2 电石渣的利用途径	(159)
6.5 其他化工废渣	(161)
6.5.1 废催化剂的综合利用	(161)
6.5.2 硼泥的综合利用	(163)
第7章 煤系固体二次资源的利用	(166)
7.1 粉煤灰	(166)
7.1.1 粉煤灰的组成和性质	(166)
7.1.2 粉煤灰中有价组分的提取	(167)
7.1.3 粉煤灰生产建筑材料	(168)
7.1.4 粉煤灰生产化工产品	(169)
7.1.5 粉煤灰的农业利用	(170)
7.2 煤矸石	(170)
7.2.1 煤矸石的组成和性质	(170)
7.2.2 煤矸石中能源物质的回收	(171)
7.2.3 煤矸石生产建筑材料	(172)
7.2.4 煤矸石生产化工产品	(174)

7.3 锅炉渣	(175)
7.3.1 锅炉渣的组成	(176)
7.3.2 锅炉渣生产建筑材料	(176)
第8章 特殊固体二次资源的利用	(179)
8.1 废金属	(179)
8.1.1 废钢铁回收流程	(179)
8.1.2 其他金属分离综合流程	(180)
8.2 废纸	(181)
8.2.1 废纸再生过程与设备	(181)
8.2.2 废纸脱墨工艺	(184)
8.2.3 废纸处理新技术	(186)
8.3 废塑料	(188)
8.3.1 废塑料的种类与来源	(188)
8.3.2 废塑料的分选	(188)
8.3.3 废塑料再生利用	(192)
8.3.4 废塑料的热解油化再生利用	(193)
8.4 废橡胶	(195)
8.4.1 废橡胶的高温热解	(195)
8.4.2 废橡胶生产胶粉	(196)
8.5 废电池	(197)
8.5.1 废电池的种类与组成	(197)
8.5.2 废电池中有价金属提取技术	(197)
8.6 电子废物	(200)
8.6.1 电子废物的来源与组成	(200)
8.6.2 电子废物的回收技术	(201)
第9章 二次水资源的利用	(204)
9.1 二次水资源的分类	(204)
9.2 矿山废水	(204)
9.2.1 矿山坑道废水的利用	(204)
9.2.2 选矿厂废水的利用	(206)
9.3 钢铁工业废水	(208)
9.3.1 烧结厂废水处理与回用	(209)
9.3.2 炼铁废水的处理与利用	(209)
9.3.3 炼钢废水的处理与利用	(210)
9.3.4 轧钢厂废水处理	(212)
9.4 有色冶金工业废水	(215)
9.4.1 酸性废水和碱性废水的利用	(215)

9.4.2 含重金属废水的利用	(216)
9.5 化工和轻工业废水	(218)
9.5.1 化工和轻工业废水的特点	(218)
9.5.2 造纸工业废水的利用	(218)
9.5.3 染料工业废水的利用	(219)
9.5.4 制革工业废水的利用	(221)
9.6 其他工业废水	(222)
9.6.1 电镀工业废水的利用	(222)
9.6.2 石油工业废水的利用	(222)
9.6.3 燃煤电厂废水的利用	(228)
第10章 二次气资源的利用	(230)
10.1 二次气资源概况	(230)
10.2 含无机化合物二次气资源	(231)
10.2.1 含粉尘二次气资源	(231)
10.2.2 含二氧化硫二次气资源	(232)
10.2.3 含氮二次气资源	(234)
10.2.4 含氟二次气资源	(235)
10.2.5 含汞二次气资源	(237)
10.2.6 其他含无机物二次气资源	(239)
10.3 含有机化合物二次气资源	(241)
10.3.1 含有机化合物二次气资源的主要来源及危害	(241)
10.3.2 含有机化合物二次气资源利用方法	(242)
参考文献	(244)

第1章 绪论

内容提要:明确二次资源的定义及分类,论述二次资源利用的现状与发展,针对目前二次资源领域所面临的问题和挑战,提出二次资源利用与可持续发展的重要性。

1.1 二次资源的定义及分类

1.1.1 二次资源的定义

自然界中的自然资源(或一次资源)是指在一定经济技术条件下,对人类有用的一切物质和非物质的总称。自然资源通常可分为不可再生资源(如矿产资源)和可再生资源(如水资源和生物资源等)两类,但两者的划分并不绝对,如果利用合理,保护得当,不可再生资源也可以转化为可再生资源,也可以持续发展。相反,如果开发与保护的关系得不到妥善解决,不仅不可再生资源难以持续,而且可再生资源也难为可持续发展所用。

二次资源,通常是相对于自然资源或一次资源而言的。二次资源有时也称再生资源,即一般意义上的废弃物资源。它的基本定义为: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并以各种形态存在,但可以通过某些综合利用加工、回收等途径,使其重新获得使用价值的各种废弃物的总称。它包括工业生产中的废渣、粉尘、矿山尾矿、废水、废气、废旧金属等,农业生产的副产品(如农作物秸秆、家畜粪便等)以及生产生活中的废弃物(如废橡胶、废纸、废塑、电子废物料等)。所谓再生,实际上是指废弃物资源的再生利用。废弃物资源在物质性能上的可再生性,是其可二次利用的根本。循环利用二次资源是人类科学技术进步的结果,是保证自然资源合理开发利用、保持资源循环的必要手段,也是当今循环经济发展的重要内容。

1.1.2 二次资源的分类

二次资源,按其来源可分为生产性二次资源和生活性二次资源;按其物质属性,二次资源又可分为有害物质和一般物质;按其化学成分则可分为有机物和无机物。通常情况下,人们习惯按形态将其分为固体二次资源和非固体二次资源。

1. 固体二次资源

按来源不同,固体二次资源主要包括:

(1) 矿业固体二次资源

矿业固体二次资源主要是指矿山尾矿和废石。矿山尾矿为原矿石经选矿后所产生的废渣,废石是矿山开采过程中剥离和掘进产生的无工业价值的围岩和岩石。

(2) 钢铁冶金固体二次资源

钢铁冶金固体二次资源主要是指在炼铁、炼钢以及其他特殊钢铁冶金中产生的各类渣尘