重有色金属冶金工厂技术培训教材
中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织编写

重金属冶金工厂环境保护

丛书主编　彭容秋

中南大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

重金属冶金工厂环境保护/彭容秋主编. —长沙:中南大学出版社,2006.7
ISBN 7-81105-333-0

Ⅰ.重… Ⅱ.彭… Ⅲ.重有色金属-冶金工厂-工厂环境保护 Ⅳ.X758

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 082778 号

重金属冶金工厂环境保护

彭容秋 主编

中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织 编写

□**责任编辑** 邓立荣
□**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:0731-8876770 传真:0731-8710482
□**印 装** 长沙瑞和印务有限公司

□**开 本** 787×1092 1/16 □**印张** 14.75 □**字数** 360 千字
□**版 次** 2006 年 7 月第 1 版 □2006 年 7 月第 1 次印刷
□**书 号** **ISBN 7-81105-333-O/X·002**
□**定 价** **22.00 元**

图书出现印装问题,请与经销商调换

《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》编委会

主　任　张兆祥

副主任　(按姓氏笔画排序)

王一滔　王洪江　安　本　李沛兴　何云辉　吴吉孟
杨安国　张伟健　罗忠民　林升叨　贺家齐　侯宝泉
葛启录

主　编　彭容秋

副主编　任鸿九　张训鹏

编　委　(按姓氏笔画排序)

马　进　于晓霞　王一滔　文丕忠　王守彬　王洪江
王彦坤　王建铭　王盛琪　孔祥征　龙运炳　叶际宣
刘中华　刘华文　江晓武　安　本　李沛兴　李仲文
李维群　李景峰　朴东鹤　孙中森　任鸿九　许永武
宋兴诚　汪友元　肖　珲　陈　进　陈　莉　陈忠和
何云辉　何蔼平　吴吉孟　沈立俊　余忠珠　周　俊
林升叨　杨安国　杨　龙　杨小琴　张卫国　张伟健
张顺应　张训鹏　张兆祥　罗忠民　宝国锋　苗立强
姚素平　赵文厚　赵　永　贺家齐　洪文灿　胡耀琼
徐　毅　徐　爽　席　斌　高心魁　侯宝泉　贾建华
尉克俭　黄太祥　黄建国　戚永明　蒋龙福　葛启录
舒毓璋　彭容秋　翟保金　谭　宁　谭世雄　潘恒礼

秘书长　尉克俭　陈　莉

《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》参编单位

中国有色工程设计研究总院
南昌有色冶金设计研究院
中南大学
东北大学
昆明理工大学
江铜集团贵溪冶炼厂
大冶有色金属公司
云南铜业股份有限公司
金川集团有限公司
安徽铜都铜业股份有限公司金昌冶炼厂
深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂
河南豫光金铅集团有限责任公司
云南驰宏锌锗股份有限公司
云南锡业集团有限责任公司
白银有色金属公司
祥云县飞龙实业有限责任公司
吉林吉恩镍业股份有限公司
水口山有色金属集团公司
烟台鹏晖铜业有限公司
柳州华锡集团有限责任公司
山西华铜铜业有限公司
葫芦岛有色金属集团有限公司
奥托昆普技术公司
营口青花集团有限公司
锦州长城耐火材料有限公司
中国·宣达实业集团有限公司
扬州市中兴硫酸设备厂
昆明市嘉和泵业有限公司
宜兴市宙斯泵业有限公司

参加《重金属冶金工厂环境保护》分册编审人员

彭容秋　任鸿九　张训鹏　王建铭　叶绍成
彭　兵　林世英　李维群　曹龙文　夏志文
左宏宜　刘祖鹏　方照坤　陈志华　邓文彬
杨士跃　朱宏文　赵震宇　郭亚会　袁庆云
张新颖

需要全本请访问 www.ertongbook.com

序

进入21世纪，我国有色金属工业继续持续稳定地发展，十种有色金属年产量超过1000万吨，其中铜、镍、铅、锌、锡、锑等重有色金属的产量占一半以上，稳居世界第一，重有色金属冶炼企业在不断对现有工艺进行技术改造、挖潜增效、节能降耗、强化管理的同时，广泛采用闪速熔炼及顶吹、底吹、侧吹类的熔池熔炼，热酸浸出，深度净化，L－SX－EW湿法炼铜，永久阴极电解等新工艺、新技术、新设备逐渐取代能耗高、污染大、效益差的落后工艺，有色金属工业面貌焕然一新。

我国有色金属工业的发展，竞争与机遇并存。我们应清醒地看到，我国的人均有色金属量占有率仍然很低，除了资源严重短缺外，在核心技术创新方面，在管理模式、管理水平、经营理念、总体装备水平、劳动生产力、自动化程度、资源有效利用、职工素质等多方面与世界有色金属强国相比，还存在很大的差距。我们必须百尺竿头，继续奋斗，不断增强我国有色金属工业的国际竞争能力。

国家综合实力的竞争归根结底是人才的竞争，发展有色金属工业迫切需要提高企业职工的整体素质。近年来，我国有关方面相继启动了“国家高技能人才培训工程”，目的在于培养千百万具有一定专业理论知识、动手能力强、技术娴熟的技能型人才。为满足工厂职工教育和培训的需要，中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织一批教授、专家和资深技术人员编写了《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》，经过近一年的努力，现在终于可将这套丛书奉献给广大读者了。为了编好这套丛书，全国各重有色金属冶炼工厂都竭尽全力给予了极大的支持，在此，我代表中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会向为编写这套丛书作出辛勤劳动的教授、专家及广大企业领导及工程技术人员致以衷心的感谢！我们相信，这套丛书的出版发行，必将为我国重有色金属冶炼企业技术工人综合素质的提高，促进我国重有色金属工业的发展起着重要的作用，并为增强我国国民经济综合实力作出重要贡献。

中国有色金属学会重金属冶金学术委员会主任委员
中国有色工程设计研究总院院长

2004年12月

内容提要

《重金属冶金工厂环境保护》共分 6 章。第 1 章介绍环境保护的一般法规、标准和重金属冶金工厂“三废”排放状况。后 5 章根据重冶工厂“三废”特点分别介绍冶炼烟气冷却与余热利用，冶炼烟气收尘，冶炼烟气制酸，低浓度二氧化硫烟气治理和冶金工厂污水治理等内容。其中重点介绍了烟气制酸和治理废气、废水的基本工艺方法及工厂应用实例。

本书可作为重金属冶金工厂职工教育和培训教材，也可供工厂技术人员、管理人员和大专院校师生参考。

编者的话

我国国民经济和社会发展“十一五规划”强调指出，要进一步落实节约资源和保护环境基本国策，建设低投入、高产出，低消耗、少排放，能循环、可持续的国民经济体系和资源节约型、环境友好型社会。

有色冶金工业是资源消耗型行业，排放的固体废物、烟尘、粉尘、二氧化硫、含重金属废水等有害物会严重污染环境，但由于冶炼工艺的特殊性，决定了冶金行业“三废”（废气、废水、废渣）的双重性，因为这些排放物中大多含有可回收的有价金属和元素，甚至有的本身就是重要的二次资源，因此“三废”治理和资源化相辅相成，构成了本行业循环经济的共性。为此，本书内容包括高温烟气的冷却和余热利用，含尘烟气的收尘，高浓度二氧化硫冶炼烟气的常规法制造硫酸，低浓度二氧化硫冶炼烟气和制酸尾气的治理和利用，冶炼污水治理和循环应用，上述内容均辟专章叙述。有关从“三废”中回收有价金属的内容已在这套培训教材《重金属冶金工厂原料的综合利用》一书中予以介绍，本书不再赘述。

本书的初衷是想全面总结一下重有色金属冶金工厂近年来在环境保护方面的技术进步和先进经验，以适应工厂建设循环经济的高标准要求和满足职工教育与培训的需要，但由于多方面的原因，目前收集现场生产资料比较困难，加之参编人员水平有限，时间仓促，书中难免出现某些缺点与错误，甚至有一些遗漏，恳请读者批评指正，竭诚表示感激。

编　者

2006.6

目　录

1　重金属冶金工厂的环境保护工程概论 …… (1)

1.1　**重金属冶金工厂应遵守的环保法规和标准** …… (2)
1.1.1　法规 …… (2)
1.1.2　标准 …… (2)
1.2　**冶金原料的化学成分及物理形态** …… (2)
1.3　**冶金原料中有毒组分在冶金过程中的行为与分布** …… (3)
1.3.1　冶金原料中有毒组分存在的形态及危害途径 …… (4)
1.3.2　冶金原料中有毒组分在冶金过程中的分布 …… (4)
1.4　**火法冶金过程高温含尘烟气产出源** …… (4)
1.4.1　粉尘的捕集 …… (5)
1.4.2　粉尘(机械尘与挥发尘)的成分及特性 …… (5)
1.4.3　烟气的成分及特性 …… (6)
1.4.4　高温含尘烟气的处理与烟气排放标准 …… (7)
1.5　**车间空气的含尘标准** …… (13)
1.6　**冶金过程产生的废渣** …… (17)
1.6.1　火法冶金过程产生的炉渣 …… (17)
1.6.2　湿法冶金工厂的废渣 …… (19)
1.6.3　废渣的综合利用 …… (19)
1.7　**有色冶金工厂污水** …… (19)
1.7.1　湿法冶金过程产生的污水 …… (20)
1.7.2　硫酸净化工序的酸性污水 …… (20)
1.7.3　火法冶金过程的外排污水 …… (20)
1.7.4　污水主要成分 …… (20)
1.7.5　污水排放标准 …… (21)
1.7.6　污水处理与循环利用 …… (29)

2　高温烟气的冷却和余热利用 …… (30)

2.1　**高温烟气的冷却和余热回收方式** …… (30)
2.1.1　烟气冷却和余热回收方式 …… (30)
2.1.2　冶炼烟气冷却和余热利用的实例 …… (31)
2.2　**余热锅炉** …… (33)

2.2.1 余热锅炉的构造 …… (33)
2.2.2 余热锅炉的水循环 …… (34)
2.2.3 余热锅炉的主要附件 …… (35)
2.2.4 余热锅炉的正常操作 …… (36)
2.2.5 余热锅炉的事故处理 …… (38)
2.2.6 有色冶金余热锅炉的应用实例 …… (39)
2.3 **汽化冷却器** …… (42)
2.4 **空气换热器** …… (43)
2.4.1 列管式换热器 …… (43)
2.4.2 辐射换热器 …… (44)
2.5 **冷却水套** …… (47)
2.6 **表面冷却器** …… (51)
2.6.1 冷却烟道 …… (51)
2.6.2 风管冷却器(风套) …… (51)
2.6.3 表面淋水冷却器 …… (52)
2.7 **直接冷却设备** …… (52)
2.7.1 喷雾冷却 …… (52)
2.7.2 吸风冷却 …… (53)

3 冶炼烟气收尘 …… (56)

3.1 **重金属冶金工厂的烟气含尘量及其常用的收尘方法** …… (56)
3.1.1 主要火法冶金过程的烟气含尘量 …… (56)
3.1.2 冶金工厂常用的收尘方法 …… (57)
3.2 **沉降室和惯性收尘器** …… (59)
3.2.1 沉降室 …… (59)
3.2.2 惯性收尘器 …… (60)
3.3 **旋风收尘器** …… (60)
3.3.1 旋风收尘器的收尘原理 …… (60)
3.3.2 操作条件对旋风收尘器性能的影响 …… (61)
3.3.3 旋风收尘器的分类 …… (62)
3.3.4 旋风收尘器的特点及操作注意事项 …… (62)
3.4 **袋式收尘器** …… (63)
3.4.1 袋式收尘器的收尘原理 …… (63)
3.4.2 袋式收尘器的分类 …… (64)
3.4.3 影响袋式收尘器收尘效率的因素 …… (65)
3.4.4 袋式收尘器的滤料 …… (68)
3.4.5 机械振动清灰袋式收尘器 …… (69)
3.4.6 脉冲喷吹清灰袋式收尘器 …… (70)
3.4.7 反吹(吸)风清灰袋式收尘器 …… (73)

3.5 **电收尘器** …… (76)
3.5.1 电收尘器的原理 …… (76)
3.5.2 影响电收尘效率的因素 …… (77)
3.5.3 电收尘器结构 …… (78)
3.5.4 电收尘器的分类及应用实例 …… (80)
3.5.5 电收尘器常见送电故障的判断及处理 …… (83)
3.5.6 电收尘器的操作要点 …… (83)
3.6 **湿式收尘器** …… (84)
3.6.1 湿式收尘器的一般原理及其特性 …… (84)
3.6.2 冲击式水浴收尘器 …… (85)
3.6.3 旋风水膜收尘器 …… (86)
3.6.4 湍球塔 …… (86)
3.6.5 文丘里收尘器 …… (87)
3.6.6 泡沫收尘器 …… (89)

4 冶炼烟气制酸 …… (91)

4.1 **概述** …… (91)
4.1.1 有关硫酸的基本知识 …… (91)
4.1.2 硫酸生产的工艺过程 …… (91)
4.1.3 目前我国冶炼烟气制酸的发展状况 …… (93)
4.2 **二氧化硫烟气的净化** …… (94)
4.2.1 烟气净化的基本原理和主要方法 …… (94)
4.2.2 烟气净化的工艺流程 …… (96)
4.2.3 烟气净化的主要设备 …… (99)
4.2.4 烟气净化的操作及控制指标 …… (101)
4.3 **二氧化硫的转化** …… (104)
4.3.1 二氧化硫气体转化原理 …… (104)
4.3.2 二氧化硫气体转化用触媒 …… (108)
4.3.3 转化工艺操作条件和工艺流程 …… (112)
4.3.4 转化的操作调节和不正常情况的原因分析及处理 …… (118)
4.3.5 转化不正常情况的原因分析和处理 …… (121)
4.3.6 转化设备 …… (128)
4.4 **二氧化硫气体的干燥和三氧化硫的吸收** …… (130)
4.4.1 二氧化硫气体的干燥 …… (130)
4.4.2 三氧化硫的吸收 …… (132)
4.4.3 系统的水平衡和干吸工序的串酸 …… (134)
4.4.4 干燥－吸收工序工艺流程 …… (135)
4.4.5 干燥和吸收工序的设备 …… (137)
4.4.6 干燥和吸收工序的操作控制 …… (139)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

4.5 烟气制酸系统检测仪表及生产过程自动化 …… (145)
4.5.1 概述 …… (145)
4.5.2 生产过程工艺参数的自动测量和常用仪表 …… (147)
4.5.3 硫酸生产自动化分析测量仪表 …… (149)
4.5.4 烟气制酸系统的自动调节和联锁 …… (149)
4.5.5 DCS 系统简介 …… (151)
4.6 硫酸的贮运及生产安全技术 …… (152)
4.6.1 硫酸的危害性及预防措施 …… (152)
4.6.2 硫酸的贮存和装卸 …… (152)
4.6.3 冶炼烟气制酸中的有害物质 …… (154)
4.6.4 硫酸生产中的安全技术 …… (155)
4.6.5 硫酸贮运的安全措施 …… (157)

5 低浓度二氧化硫冶炼烟气与制酸尾气的治理和利用 …… (158)

5.1 概述 …… (158)
5.1.1 二氧化硫的危害 …… (158)
5.1.2 环境保护对二氧化硫排放要求 …… (158)
5.1.3 重金属火法冶金污染源排放的二氧化硫 …… (159)
5.1.4 铅烧结低浓度二氧化硫烟气的治理 …… (161)
5.1.5 常见的烟气脱硫方法 …… (161)
5.2 氨 – 酸法 …… (163)
5.2.1 基本反应 …… (163)
5.2.2 工艺过程 …… (163)
5.3 石灰/石灰石 – 石膏法 …… (165)
5.3.1 化学原理 …… (165)
5.3.2 工艺流程 …… (166)
5.3.3 工艺主要控制参数 …… (167)
5.3.4 冶炼烟气脱硫实例 …… (170)
5.3.5 冶炼制酸尾气脱硫实例 …… (172)
5.4 碱式硫酸铝 – 石膏法 …… (175)
5.4.1 工艺过程及其原理 …… (175)
5.4.2 工艺操作要点 …… (177)
5.4.3 应用实例 …… (177)
5.5 亚硫酸钠法 …… (178)
5.5.1 吸收反应 …… (178)
5.5.2 工艺流程 …… (178)
5.5.3 主要设备 …… (179)
5.5.4 产品质量及消耗指标 …… (179)
5.6 氧化锌法 …… (180)

5.6.1　基本原理 …… (180)
5.6.2　国内外工业实践 …… (181)
5.7　**托普索 WSA 工艺** …… (183)
5.7.1　WSA 工艺过程及其原理 …… (183)
5.7.2　WSA 装置的设备和材质 …… (184)
5.7.3　WSA 工艺的工业应用 …… (185)
5.8　**非稳态转化法** …… (188)
5.8.1　非稳态氧化二氧化硫的原理 …… (188)
5.8.2　非稳态法的工业应用 …… (189)

6　重金属冶金工厂的污水处理 …… (191)

6.1　**污水处理一般概况** …… (191)
6.2　**污水处理的方法** …… (192)
6.2.1　中和处理法 …… (192)
6.2.2　化学沉淀法 …… (195)
6.3　**污水处理设备及工艺配置** …… (200)
6.3.1　污水处理设备 …… (200)
6.3.2　工艺配置 …… (204)
6.4　**冶炼厂污水处理工艺实例** …… (205)
6.4.1　华东某铜冶炼厂酸性污水处理实例 …… (205)
6.4.2　含砷污水处理实例 …… (210)
6.4.3　电石渣－铁屑法处理硫酸废水实例 …… (213)
6.4.4　含汞、酚离子的污水处理工艺 …… (214)
6.5　**污泥的利用与堆存** …… (214)
6.5.1　污泥量的计算 …… (214)
6.5.2　脱水设备选择 …… (216)
6.5.3　污泥的利用与堆存 …… (217)

主要参考文献 …… (219)

1　重金属冶金工厂环境保护工程概论

自 2002 年以来，党中央和国家领导人高度重视循环经济的发展，在有关文件和讲话中多次强调发展循环经济，并已经列入了我国最高决策层的议事日程。我国还制定了一系列与循环经济相关的法律和法规，从中央到地方，从政策到法规都充分表明加快循环经济建设已是我国的一项重大国策。

循环经济的理论基础是工业生态学，并运用其规律指导经济活动，是一种建立在物质、能量不断循环使用基础上与环境友好的新型范式；它融资源综合利用、清洁生产、生态设计和可持续消费等为一体，把经济活动重组为“资源利用—产品—资源再生”的封闭流程和“低开采、高利用、低排放”的循环模式，强调经济系统与自然生态系统和谐共生，是集经济、技术和社会于一体的系统工程。

国家发展与改革委员会已明确提出了大力发展循环经济的以下优先领域：在资源开采环节，应统筹规划油气、铁、铜、铝等战略性矿产资源的开采，采取切实可行的措施防止掠夺性开采；推进共生、伴生矿产资源的综合利用，开发低品位油气资源和非常规油气资源，提高矿产资源的开采和洗选回收利用率。在产品生产环节，应着重推进冶金、石化、化工、电力、有色、建材、轻工(包括造纸、纺织印染、酿造)等资源消耗重点行业的资源节约和清洁生产。在废物利用和处理环节，应加强对冶金、电力、石化、轻工、机械制造、建材建筑等行业的废弃物回收利用，为粉煤灰、煤矸石等大宗废弃物的综合利用创造更好的环境。

发展循环经济是从根本上减轻环境污染、提高资源与能源效率的有效途径。据测算，我国固体废弃物综合利用率若提高 1 个百分点，每年可减少约 1000 万吨废弃物的排放；粉煤灰综合利用率若能提高 20 个百分点，就可减少排放近 4000 万吨，这将使环境质量得到巨大改善。大力发展循环经济，推行清洁生产，可将经济社会活动对自然资源的需求和生态环境的影响降低到最小程度，从根本上解决经济发展与环境保护及资源短缺之间的矛盾，促进资源合理开发和节约使用。总之，我国要从节约中求发展，从环境保护中求发展。

2002 年我国有色金属产量达到 1012 万吨，跃居世界有色金属总产量的第一位。20 世纪 90 年代以后，我国的有色金属工业进入一个高速发展的阶段，但目前我国有色金属行业的现状限制了自身的发展，主要表现为投入多产出少、经济效益较低、技术进步缓慢、资源浪费严重、生态环境问题较多等。我国有色金属工业必须实施循环经济的发展模式，结合本行业特征优先开展以下几方面工作：

(1)加大污染治理投入，降低“三废”排放量；

(2)改革现有工艺，采用先进清洁生产工艺；

(3)积极发展再生有色金属产业。

1.1 重金属冶金工厂应遵守的环保法规和标准

1.1.1 法规

《中华人民共和国环境保护法》
《中华人民共和国水污染防治法》
《中华人民共和国大气污染防治法》
《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
《中华人民共和国环境噪声污染防治法》
《建设项目环境保护管理条例》
《放射环境管理办法》

1.1.2 标准

《污水综合排放标准》GB8978 – 1996
《大气污染物综合排放标准》GB16297 – 1996
《工业炉窑大气污染物综合排放标准》GB9078 – 1996
《锅炉大气污染物综合排放标准》GWPB3 – 1999
《地表水环境质量标准》GHZB1 – 1999
《环境空气质量标准》GB3095 – 1996
《土壤环境质量标准》GB15618 – 1995
《地下水环境质量标准》GB/T14848 – 1993
《城市区域环境噪声标准》GB3096 – 1993
《危险废物鉴定标准》GB5085.1 ~ 3 – 1996

1.2 冶金原料的化学成分及物理形态

重金属冶金工厂使用的原料主要是重有色金属的硫化物、氧化物浮选精矿，个别情况下也使用硫化物、氧化物块矿。辅助原料及燃料有石灰石、石英石(河砂)、硫铁矿烧渣、煤、重油及轻柴油。

典型的精矿成分如表 1 – 1。

表 1 – 1 典型的主要重有色金属精矿成分/%

精矿名称	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Cd	Sb
铜精矿	15 ~ 32	0.1 ~ 4.3	0.1 ~ 4.1		个别 1.5 ~ 4.0		
铅精矿	0.1 ~ 2.3	45 ~ 77	1.3 ~ 11.7	Bi ~ 0.1		~ 0.03	0.03 ~ 0.48
锌精矿	0.1 ~ 1.2	0.3 ~ 3.0	47 ~ 55	< 0.01	< 0.01	0.1 ~ 0.33	0.01 ~ 0.02
镍精矿	0.2 ~ 3.0			1.5 ~ 14.5	0.1 ~ 0.5		

续表 1－1

精矿名称	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Cd	Sb
钴精矿	0.5～2.5			0.1～0.2	0.2～4		
锡精矿	0.001～0.38	5～15	0.8～2.16	Bi 0.012～8.0			0.14～0.55
精矿名称	Sn	As	S	Fe	SiO_2	CaO	MgO
铜精矿		0.1～0.4	15～41	11～40	2～18	<10	<12
铅精矿	0.1～0.3	0.05～0.3	14～20	2～11	1.0～13.5	0.5～2.3	0.1～0.5
锌精矿	0.1～0.4	0.05～0.3	30～33.5	3～10	1.5～6.0	0.5～2.2	0.1～0.66
镍精矿			10～31	31～44	8～21	0.3～2.5	2～21
钴精矿			30～35	40～55			
锡精矿	30～75	0.2～3.0	3.5～6.3	7～25	5.2～7.6	0.7～1.35	个别 WO_3～38
精矿名称	Al_2O_3	Hg	Cl	F	Au(g/t)	Ag(g/t)	∑Pt(g/t)
铜精矿					2～10	15～480	
铅精矿	0.1～0.5	<0.1			500～900	0.8～10	
锌精矿	0.12～0.78					50～270	
镍精矿	3～3.5						0.*x*～*x*
钴精矿							
锡精矿							

重有色金属精矿中一般均含有一些有毒成分，如 S、As、Pb、Cd、Hg、Cl、F 等。这些元素在冶炼过程中或进入烟气、或进入酸性污水和渣中，直接排放将会造成环境的污染。

在冶炼过程中使用的燃料有煤和重油，一般燃料中均含有硫，因此在燃烧烟气中一般都会含有 SO_2，故应视燃料中的硫含量高低而决定燃烧烟气的处理方法。

使用的辅助原料熔剂中铁质原料一般含有硫，有时还含有砷，对于石灰石、石英或河砂有时会含有氯，这些元素一般会在冶炼过程中进入烟气。

冶炼过程所使用的原料一般为粉状矿物，个别金属矿物的原矿品位较高时也可将其块矿直接冶炼。矿物中的元素均为化合物状态、以单质状态存在的可能性较少。

1.3　冶金原料中有毒组分在冶金过程中的行为与分布

在重有色金属冶炼过程中造成环境污染的主要元素是 Pb、Cd、As、Hg、S 和其他酸性污水。

1.3.1 冶金原料中有毒组分存在的形态及危害途径

冶金原料中的有毒组分在原料中一般以化合物存在，如：$CuFeS_2$、Cu_5FeS_4、Cu_2S、CuS、FeS_2、Fe_7S_8、FeS、PbS、ZnS、NiS、$Ni_5Fe_4S_8$、CuAsS、As_2S_3、Co_3S_4、SnS_2、Sb_2S_3、HgS。在焙烧、熔炼过程中，上述原料中的 As、Hg、S 氧化后或升华气化进入烟气，部分进入烟尘，其中 Hg 在烟气冷却和制酸系统的烟气净化时会冷凝成液态汞珠，导致汞蒸气危害操作人员健康。由于铅、镉的化合物和金属镉在火法冶金过程中高温下极易挥发，极易进入岗位环境空气或排入大气，即便在低温状态，如物料干燥、破碎、倒运过程中粉尘飞扬使岗位环境严重污染，操作人员吸入这些粉尘将会导致铅中毒。

在湿法冶金过程中，Pb、As、Cd 易溶入溶液，随污水排放会污染水源，若进入渣中，冶炼废渣在堆放过程中容易引起二次溶解造成污染，故对废渣应当进行固化和封存堆放处理。

1.3.2 冶金原料中有毒组分在冶金过程中的分布

重有色金属冶炼技术一般采用的方法为火法冶炼技术，铜、镍冶炼的典型方法是造锍熔炼—吹炼—精炼。铅、锑、锡冶炼的典型方法是氧化脱硫焙烧(或熔炼)—还原熔炼。锌冶炼的典型方法是焙烧—浸出—净液—电解。

铜、铅、锌冶炼过程中有毒组分分布率如表 1－2。

表 1－2 铜、铅、锌冶炼过程中有毒组分分布率

冶炼金属品种	Cu			Pb			Zn		
有毒组分	S	As	Pb	S	As	Pb	S	As	Hg
进入烟气①/%	5～100	85		1～85	50～80		90～95	70	90
进入炉渣或浸出渣/%	1			1			5		
进入制酸污水/%	1	90		5					
进入岗位环境/%	0.5								
进入中间产品/%				5	50				

注：①该数据是指烟气脱硫(包括制酸)前的数值。

由于有色金属的冶炼方法很多，即使同一金属根据矿物的种类和性质、当地的自然条件、企业的经济状况等条件，各企业所选取的工艺流程也不尽相同，因此，对于不同冶炼工艺所产生的污染物和有毒组分的分布率均会有较大的差别，表 1－2 也只能是一个大致的范围，具体情况将在本书的其他章节中会详细叙述。

1.4 火法冶金过程高温含尘烟气产出源

在火法冶金过程中焙烧、烧结、熔炼、吹炼、精炼过程中产生的烟气均含有粉尘和硫、铅、砷、锑、镉、汞等金属或其化合物的蒸气等。因此除了要回收烟气中的有价金属外还必须对其进行处理，以保证环境不受污染。

需要全本请访问 www.ertongbook.com