

# 《锡、锑、汞工业污染物排放标准》

## 编制说明

(征求意见稿)

《锡锑汞工业污染物排放标准》编制组

二〇〇八年三月



## 目 次

<b>1</b>	<b>任务来源和主要工作过程</b> .....	<b>1</b>
1.1	任务来源 .....	1
1.2	锡、铋、汞工业概况 .....	2
1.3	产业政策与环保政策 .....	5
1.4	标准制定的必要性 .....	12
1.5	标准制定的法规和政策依据 .....	16
1.6	标准制定的主要工作过程 .....	18
<b>2</b>	<b>标准主要技术内容的说明</b> .....	<b>21</b>
2.1	生产技术装备及其发展趋势 .....	21
2.2	污染源治理技术及其发展趋势 .....	31
2.3	标准的适用范围及控制污染源 .....	37
2.4	污染物的排放方式及监控位置 .....	38
2.5	控制污染物及其标准值的表达形式.....	39
2.6	水污染物排放限值的确定 .....	42
2.7	大气污染物排放限值的确定 .....	45
2.8	水污染物特别排放限值的确定 .....	50
2.9	污染物监测要求的说明 .....	52
<b>3</b>	<b>与国家有关法规和环保标准的关系</b> .....	<b>54</b>
3.1	与环境保护法律、法规、规章和政策的关系.....	54
3.2	与现行国家环境保护标准的关系.....	55
3.3	一般地区执行标准与现行污染物排放标准的对比.....	55
<b>4</b>	<b>污染物排放现状</b> .....	<b>59</b>
4.1	大气污染物排放现状 .....	59
4.2	水污染物排现状 .....	59
4.3	典型污染源调查结果 .....	60
<b>5</b>	<b>本标准与国外同类标准的对比</b> .....	<b>65</b>
5.1	大气污染物排放限值 .....	65

5.2	水污染物排放限值 .....	69
<b>6</b>	<b>实施成本和效益简要分析 .....</b>	<b>74</b>
6.1	投资估算 .....	74
6.2	运行费用 .....	76
6.3	效益简要分析 .....	77
<b>7</b>	<b>存在问题和建议 .....</b>	<b>79</b>
7.1	存在问题 .....	79
7.2	建议 .....	79
<b>8</b>	<b>主要参考文献 .....</b>	<b>81</b>

# 《锡铊汞工业污染物排放标准》编制说明

(征求意见稿)

## 1 任务来源和主要工作过程

### 1.1 任务来源

为防治环境污染、维护生态平衡、保护人体健康，完善和协调我国的环境标准体系，控制有色金属工业污染物排放、防止其污染物排放对环境造成污染和危害，促进有色金属工业生产技术装备和污染控制技术的进步，国家环境保护总局在 2002 年 8 月提出的《国家环境标准制(修)订计划(2002~2005 年)》中，将《有色金属工业污染物排放标准》列入 2002 年的环境标准制(修)订计划。为此，中国环境科学研究院环境标准研究所于 2002 年 10 月 25 日下达了《关于开展〈有色金属工业污染物排放标准〉编制工作的通知》(环院标函[2002]第 34 号)。据此，南昌有色冶金设计研究院牵头组织有关单位进行了《有色金属工业污染物排放标准》编制的前期工作，并于 2003 年 9 月提交了《有色金属工业污染物排放标准体系框架草案》，该框架草案提出将有色金属工业污染物排放标准划分为铜镍钴、铅锌、锡铊汞、铝、镁钛等 5 个工业污染物排放标准。

2003 年 10 月 23 日~25 日，《有色金属工业污染物排放标准体系》研讨会在南昌举行。国家环境保护总局科技标准司领导，以及中国环境科学研究院标准研究所、南昌有色冶金设计研究院、昆明理工大学、沈阳铝镁设计研究院、贵阳铝镁设计研究院、长沙有色冶金设计研究院等单位的代表参加了研讨会。会上，国家环境保护总局科技标准司的领导介绍了国家环境保护标准改革和发展的总体思路；中国环境科学研究院标准研究所负责人详细讲解了《环境保护标准制(修)订工作规范》。与会代表在认真学习科技标准司领导的讲话和《环境保护标准制(修)订工作规范》的基础上，着重讨论了《有色金属工业污染物排放标准体系框架草案》，并就《有色金属工业污染物排放标准》的编制原则、技术路线、工作内容、计划进度、分工合作等事项达成广泛共识。会后，国家环境保护总局办公厅于 2003 年 12 月 9 日印发了《关于下达有色金属工业污染物排放系列国家标准制定工作任务的通知》(环办函[2003]第 649 号)。该通知明确南昌有色冶金设计研究院为有色金属工业污染物排放系列国家标准的总负责单位，昆明理工大学负责牵头起草有色金属工业污染物排放系列国家标准中的《锡、铊、汞工业污染物排放标准》。据此，昆明理工大学成立了

《锡铋汞工业污染物排放标准》编制组，全面开展本标准的制定工作。

## 1.2 锡、铋、汞工业概况

### 1.2.1 行业背景

包括锡、铋、汞在内的有色金属是重要的基础原材料，广泛应用于国民经济的各个领域，为国民经济和社会发展做出了巨大贡献。

随着经济持续快速增长，我国有色金属的总需求量和总产量都在逐年增长。1983年我国有色金属产量只有131万t，2006年我国铜、铝、铅、锌、镍、镁、钛、锡、铋、汞等10种常用有色金属的产量已达到1917万t，连续5年位居世界第一。到2005年底，我国有色金属工业企业已超过3000家。

表1.1给出了近几年我国10种有色金属总产量统计值。

表 1.1 我国 10 有色金属总产量统计值

年 份	2002	2003	2004	2005	2006
总产量/万 t	1012.0	1181.6	1398.0	1631.8	1917.0

从表1.1可以看出，2002~2006年间，我国10种有色金属的产量处于持续稳步增长阶段。

我国有色金属工业虽然已经有了很大发展，但要满足2020年实现国民经济总产值再翻两番目标的需求，保证稳定和可持续发展，还存在资源、能源和环境等制约自身发展的重大问题。具体表现为：

**(1) 多数有色金属矿产资源紧缺。**按目前的开采水平，我国有色金属各品种已探明的可采储量多数只够开采20多年。我国共有10种常用金属县属以上矿山720余座，生产能力约13993万t矿石。预计到2010年将有330余座矿山因资源枯竭而被关闭，折合产能约4955万t，占总产能的35%。届时，有色金属矿产品的供求矛盾将更加突出，包括锡、铋、汞在内的一大批矿种将面临资源严重短缺的问题。

**(2) 行业整体综合利用率不高。**我国有色金属矿山平均资源利用率仅为30%~35%，采选回收率平均比国际先进水平低10%~20%；废石和原矿利用率仅有5%，与国外先进水平相比差距较大；有色金属矿产资源综合利用率约为60%，比发达国家低10~15个百分点；2006年我国再生有色金属总产量仅为有色金属总产量的23.6%，发达国家再生有色金属总产量一般占有有色金属总产量的30%~40%。利用再生金属不仅节约了稀缺资源，

还可以大大减少能耗和降低污染物排放量。据中国有色金属工业协会统计,2003年我国再生有色金属产量为257万t,与生产相同数量的矿产有色金属产量相比,节能12662.6万t标煤,节水10.25亿m<sup>3</sup>,少排放固体废物5.64亿t,二氧化硫25.62万t。

**(3) 单位能耗与国外先进水平差距较大。**有色金属由于其矿物伴生结构的特点,致使其生产工艺比较复杂,属于一种高耗能产业。我国有色金属产品单位能耗为平均每生产1t有色金属约消耗标准煤4.75t,远高于钢铁(1.7t/t钢)和水泥(0.27t/t水泥)的产品平均能耗,也高出国外有色金属产品单位能耗约40%~50%。

**(4) 环境污染和生态破坏比较严重。**我国有色金属矿物品位较低、原生矿结构比较复杂,并常与有毒金属和非金属元素共生,所以在采矿、选矿、冶炼和加工过程中均有大量废气、废水和固体废物产生及排放,给污染防治工作带来很大困难。如果处理不当,极易造成严重的环境污染。而在矿山开采时,要占用大量土地;露天开采往往要剥离表土,毁坏植被;地下开采往往形成采空区,容易诱发地质环境灾害。

由于我国有色金属工业整体存在严重的资源、能源和环境问题,更需要走资源节约型和环境友好型的可持续发展之路,坚决贯彻清洁生产和循环经济的理念,不断提升技术和装备水平,努力缩小与发达国家先进水平的差距,严格控制污染物的产生和排放。

### 1.2.2 锡工业概况

我国锡矿资源储量大,集中分布在云南、广西、湖南等省区,其中,云南和广西的锡储量分别占全国总储量的32%和30%。截至1996年底,我国已累计探明储量达到560.37万t,保有储量为407.41万t,锡矿基础储量占世界锡基础储量(770万t)的24%,居世界第一位。

我国也是全球最大的锡生产国。全国共有锡生产企业40多家,主要有云南锡业集团有限责任公司、柳州华锡集团有限公司、桂平矿务局等。

表1.2给出了2002~2006年间我国锡产量的统计结果。

表 1.2 我国锡产量的统计值

年 份	2002	2003	2004	2005	2006
总产量/万 t	8.18	9.81	11.71	11.94	13.81

从表1.2可以看出,2002~2006年间,我国锡产量持续稳步增长。

由于锡是我国重要的优势矿产资源,其储量、产量和出口量均居世界前列,在国际市场有着举足轻重的地位。为合理开发利用锡的优势资源,进一步加强对其开发、利用和出口的管理与指导,促进产业结构优化升级,依据国家有关法律法规和产业政策的要求,国

家发展和改革委员会同有关部门制定和发布了《锡行业准入条件》(国家发展改革委 2006 年第 94 号公告),对锡生产企业的设立和布局、生产规模和工艺装备、资源回收利用及能耗、环境保护、产品质量、安全生产和职业病防治、劳动保险、监督与管理等几个方面提出了明确要求,有助于锡工业的健康有序和可持续发展。

### 1.2.3 铟工业概况

我国是传统的铟生产国,也是世界上铟矿资源最为丰富的国家,主要分布在湖南、广西、云南等省区,其总保有储量为 278 万 t,占世界铟总储量的 66.2%;铟产量超过 15 万 t/a,占世界总产量的 70%以上。铟储量和产量均居世界第 1 位。

我国原生铟的出口量占全球市场的 50%以上,占美国氧化铟进口量的 25%,占日本进口铟总量的 35%。铟生产企业集中在湖南、广西、云南、贵州、广东等省区,主要有锡矿山闪星铟业有限责任公司、南丹南星铟业有限责任公司、柳州华锡集团公司等。

表 1.3 给出了 2002~2006 年间我国铟产量的统计结果。

表 1.3 我国铟产量的统计值

年 份	2002	2003	2004	2005	2006
总产量/万 t	12.32	8.99	12.49	14.55	15.01

从表 1.3 可以看出,2002~2006 年间,我国铟产量总体呈平稳增长态势。但是,近年来我国铟工业陷入了资源明显减少、产品依赖出口、产品价格偏低、产业结构不合理、环境污染加重、不少企业出现举步维艰的困境。

由于铟是我国重要的优势矿产资源,其储量、产量和出口量均居世界前列,在国际市场有着举足轻重的地位。为合理开发利用铟的优势资源,进一步加强对其开发、利用和出口的管理与指导,促进产业结构优化升级,依据国家有关法律法规和产业政策的要求,国家发展和改革委员会同有关部门制定和发布了《铟行业准入条件》(国家发展改革委 2006 年第 94 号公告),对铟生产企业的设立和布局、生产规模和工艺装备、资源回收利用及能耗、环境保护、产品质量、安全生产和职业病防治、劳动保险、监督与管理等几个方面提出了明确要求,有助于铟工业的健康有序和可持续发展。

### 1.2.4 汞工业概况

我国是世界上汞矿资源比较丰富的国家之一,主要集中在黔、鄂、川、湘、桂、陕等省区,汞资源的总保有储量为 8.14 万 t,仅次于西班牙和俄罗斯,居世界第 3 位。贵州省汞矿保有储量占全国总储量的 65%。



汞的生产包括原生汞、副产汞和再生汞。我国较大的汞生产企业有贵州万山汞矿、贵州易诚矿产有限公司(务川汞矿)、铜仁汞矿等。

由于受资源、环境、市场等因素的影响,近年来,我国汞的产量呈逐年下降趋势(参见表 1.4),预计今后的需求增长也不会很大。

表 1.4 我国汞产量的统计值

年 份	2002	2003	2004	2005	2006
总产量/t	495	612	424	361	259

目前,我国汞工业处于产业布局和产品结构调整期。资源不足、污染严重、经济效益较差、产品结构单一、质量不高的企业将很快被淘汰出局。

## 1.3 产业政策与环保政策

### 1.3.1 国家与行业产业政策

原国家经济贸易委员会、财政部、科技部和国家税务总局于 2002 年 6 月 21 日联合下发的《国家产业技术政策》(国经贸技术[2002]444 号),该《产业技术政策》对有色金属行业提出了如下的发展方向:高效、低耗、低污染的生产工艺,提高产品质量、增加产品品种、降低环境污染、加强资源综合利用。重点发展地质物探、化探、地理信息系统新技术;深部及难采矿床强化开采综合技术和高效无轨采矿设备;清洁选矿工艺和高效环保药剂及节能设备;难选冶资源湿法冶金新技术和综合利用技术等。

原国家经济贸易委员会于 2002 年 9 月 28 日下发《工业行业近期发展导向》(国经贸[2002]716 号)。指出我国近期工业发展必需坚持如下原则:一是市场导向原则;二是突出重点原则;三是技术进步原则;四是协调发展原则;五是可持续发展原则。

对锡、铋等行业,国家的产业政策导向是:“鼓励发展钨、锡、铋、镍、镁、铟、钽、钛、稀土等我国具有资源优势、可批量出口的深加工产品,重点发展粉体材料、合金材料、深加工制品、高纯金属等。继续贯彻钨、锡、铋、离子型稀土的保护性开采政策。控制稀土开发总量,加大稀土深加工产品和新材料的开发力度。”

国务院办公厅于 2005 年 7 月 13 日转发了国家发展和改革委员会、国土资源部、商务部、国家环境保护总局、国家工商行政管理总局、国家质量监督检验检疫总局、海关总署等部门联合发布的《关于加强钨锡铋行业管理的意见》,指出:“由于一些地方、企业片面追求局部利益,以及有些管理工作不到位,在钨、锡、铋行业发展中仍存在一些突出问

题：一是乱采滥挖屡禁不止，造成资源浪费和环境破坏，安全事故时有发生；二是生产经营秩序混乱，产品长期供过于求，造成资源大量流失，资源优势未能有效发挥；三是产业结构不合理，低水平重复建设严重，产品附加值低，出口仍以初级冶炼产品为主，部分高附加值产品尚需进口，产业结构亟待升级。”为此，需要“一、发挥规划调控作用，加强法规政策引导”；“二、加强行业准入和产品出口管理，提高行业自律水平”；“三、依法开展治理整顿，规范生产经营秩序”。“对虽经审批和有营业执照，但污染严重、浪费资源等不符合产业政策和环保法规的生产企业，要依法予以处罚。”

国家发展和改革委员会于2005年12月5日以第40号令发布《产业结构调整指导目录》(2005年本)，给出了各行业鼓励类、限制类和淘汰类项目的目录。其中，有关锡、铋、汞的政策导向如下：

### **(1) 鼓励类**

1. 有色金属矿山接替资源勘探及关键勘探技术开发
2. 紧缺资源的深部及难采矿床开采
3. 硫化矿物无污染强化熔炼工艺开发及应用
4. 高效萃取设备和工艺技术开发
5. 有色金属复合材料技术开发及应用
6. 锡化合物、铋化合物(不含氧化铋)生产
7. 有色金属生产过程检测和控制技术开发
8. 焙烧、热压预氧化和细菌氧化提金工艺技术开发及应用

### **(2) 限制类**

1. 钨、钼、锡、铋及稀土矿开采、冶炼项目以及氧化铋、铅锡焊料生产项目(改造项目除外)
2. 再生有色金属生产中采用直接燃煤的反射炉项目

### **(3) 淘汰类**

1. 未经国务院主管部门批准，无采矿许可证的钨、锡、铋、离子型稀土等国家规定实行保护性开采的特定矿种的矿山采选项目
2. 未经国务院主管部门批准建设的钨、锡、铋、离子型稀土冶炼项目及钨加工(含硬质合金)项目
3. 采用铁锅和土灶、蒸馏罐、坩埚炉及简易冷凝收尘设施等落后方式炼汞
4. 烟气制酸干法净化和热浓酸洗涤技术
5. 采用地坑炉、坩埚炉、赫氏炉等落后方式炼铋

为合理开发利用钨、锡、铟等优势资源，进一步加强对其开发、利用和出口的管理与指导，促进产业结构优化升级，依据国家有关法律法规和产业政策的要求，国家发展和改革委员会会同有关部门于2006年12月22日以第94号令发布了《钨行业准入条件》、《锡行业准入条件》、《铟行业准入条件》，从生产企业的设立和布局、生产规模和工艺装备、资源回收利用及能耗、环境保护、产品质量、安全生产和职业病防治、劳动保险、监督与管理等几个方面提出了具体要求。

关于**生产企业的设立和布局**，《锡行业准入条件》和《铟行业准入条件》规定：

(1) 新建和改扩建锡、铟冶炼项目应当符合国家产业政策、矿产资源总体规划及锡、铟行业规划，有稳定的原料供应渠道(与合法矿山签定原料采购合同，不得购买违规开采的矿产品)。项目投资中自有资金比例不得低于**50%**。

(2) 在国家法律、法规、行政规章及规划确定或经县级以上人民政府批准的自然保护区、生态功能保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区，大中城市及其近郊，居民集中区、疗养地、医院，食品、药品、电子等环境条件要求高的企业周边**1km**内不得新建锡、铟冶炼企业。已在上述区域内投产运营的锡、铟冶炼企业要根据该区域规划，通过搬迁、转停产等方式逐步退出。

关于**生产规模和工艺装备**，《锡行业准入条件》和《铟行业准入条件》规定：

(1) 新建、改扩建以矿产原料为主的锡冶炼项目年产锡锭(或粗锡)不得低于**8000t**，拥有粗炼、精炼、烟化、真空、余热利用、“三废”处理等完整工艺流程。

粗炼向强化熔炼发展，采用氧气顶吹炉或大型反射炉等先进工艺，反射炉炉床面积不得低于**25m<sup>2</sup>**。配备低浓度二氧化硫烟气治理系统。

火法精炼采用自动控温电热机械结晶机和真空炉工艺等先进工艺，电热机械结晶机单台处理能力大于**30t/d**，真空炉单台处理能力大于**10t/d**；湿法精炼采用电解等先进工艺，选用高效节能的整流设备。

烟化炉床面积大于**4m<sup>2</sup>**。氧气顶吹炉、大型反射炉和烟化炉接有余热锅炉，回收利用高温烟气余热。

新建、改扩建项目精铟(铟锭)或铟白(三氧化二铟)年生产能力不得低于**5000t**。主要设备鼓风机风口区截面积不小于**1m<sup>2</sup>/座**，反射炉炉膛不小于**10m<sup>2</sup>/座**，浸出槽罐不小于**5m<sup>2</sup>/台**。拥有综合回收和“三废”处理等完整的工艺流程。

(2) 新建、改扩建以含锡废料为原料的再生锡冶炼项目年产锡锭(或粗锡)不得低于**3000t**，主要生产设备电炉不得低于**400kVA**，有综合回收和“三废”处理等完整的工艺流

程。

关于**资源回收利用及能耗**，《锡行业准入条件》和《铋行业准入条件》规定：

锡金属综合回收率 $\geq 95\%$ ，单位产品综合能耗 $\leq 2400\text{kg}$  标煤/t；有价金属的综合回收率 $\geq 80\%$ 。水资源实现综合回收利用，水循环利用率 $\geq 95\%$ 。

精铋冶炼综合回收率：以硫氧混合矿为原料，铋 $\geq 90\%$ ；以氧化矿为原料，铋 $\geq 88\%$ ；以硫化矿为原料，铋 $\geq 95\%$ ；以脆硫铅铋矿为原料，铋 $\geq 80\%$ 、铅 $\geq 88\%$ 。有价金属综合回收率 $\geq 80\%$ 。精铋单位产品综合能耗低于 1.03t 标准煤/t，单位产品电耗低于 460kWh/t。

直接法生产铋白(三氧化二铋)：铋回收率 $\geq 90\%$ ，单位产品综合能耗 $\leq 1.0\text{t}$  标准煤/t，单位产品电耗 $\leq 450\text{kWh/t}$ 。

间接法生产铋白：铋回收率 $\geq 99\%$ ，单位产品综合能耗 $\leq 0.02\text{t}$  标准煤/t，单位产品电耗 $\leq 100\text{kWh/t}$ 。

熔析法生产三硫化二铋的综合回收率铋 $\geq 98\%$ 。

综合回收利用水资源，水循环利用率 $\geq 95\%$ 。

关于**监督与管理**，《锡行业准入条件》和《铋行业准入条件》规定：

(1) 新建和改扩建锡、铋冶炼项目应当符合本准入条件；现有锡、铋冶炼企业要根据产业结构优化升级的要求，逐步达到本准入条件中环保、能耗、资源综合利用、产品质量、安全生产和职业病防治、劳动保险等方面的要求。

各有关部门在对锡、铋冶炼企业进行投资管理、土地供应、环保审批、信贷融资等工作中要以本准入条件为依据。对不符合本准入条件的新建和改扩建锡、铋冶炼项目，投资管理部门不予审批、核准和备案，金融机构不得提供贷款和其他形式的授信支持，土地管理、城市规划和建设、环境保护、消防、卫生、安监等部门不得办理有关手续。

(2) 各级锡、铋行业主管部门和有关执法部门负责对当地生产企业执行本准入条件的情况进行监督检查，各级环保部门要加强对锡、铋生产企业的监督检查。中国有色金属工业协会要协助国家有关部门做好监督和管理工作的。

附：

《产业结构调整指导目录(2005 年本)》自 2005 年 12 月发布实施以来，对促进产业结构调整发挥了积极作用。根据《国务院关于发布实施<促进产业结构调整暂行规定>的决定》和第 112 次国务院常务会议精神，适应产业结构调整和宏观调控的新要求，国家发展和改革委员会在初步征求各省、直辖市、自治区和国务院有关部门以及有关行业协会意见的基础上，于 2007 年 12 月 7 日发布了《产业结构调整指导目录(2007 年本)》(征求意见稿)(发改办产业[2007]3074 号)。其中，有关锡、铋、汞的政策导向如下：

**(1) 鼓励类**

- 1) 有色金属复合材料技术开发及应用
- 2) 先进萃取设备及其工业开发
- 3) 有色金属生产过程检测和控制技术开发

**(2) 限制类**

- 1) 钨、钼、锡、铋矿开采项目(改造项目除外)
- 2) 8000t/a 以下以矿产原料为主的锡冶炼(生产锡锭或粗锡)项目
- 3) 以含锡废料为原料的 3000t/a 以下再生锡冶炼项目
- 4) 不具备粗炼、精炼、烟化、真空、余热利用、“三废”处理等完整工艺流程的以矿产原料为主的锡冶炼(生产锡锭或粗锡)项目
- 5) 资源回收利用及能耗达不到以下标准的锡冶炼项目：锡金属综合回收率 $\geq 95\%$ ，单位产品综合能耗 $\leq 2400\text{kg}$  标煤/t；有价金属的综合回收率 $\geq 80\%$ 。水资源实现综合回收利用，水循环利用率 $\geq 95\%$
- 6) 规模在 5000t/a 以下的精铋(铋锭)或铋白(三氧化二铋)项目
- 7) 资源回收利用及能耗达不到以下标准的精铋项目：冶炼综合回收率：以硫氧混合矿为原料，铋 $\geq 90\%$ ；以氧化矿为原料，铋 $\geq 88\%$ ；以硫化矿为原料，铋 $\geq 95\%$ ；以脆硫铅铋矿为原料，铋 $\geq 80\%$ 、铅 $\geq 88\%$ 。有价金属综合回收率 $\geq 80\%$ ；单位产品综合能耗低于 1.03t 标准煤/t，单位产品电耗低于 460kWh/t
- 8) 资源回收利用及能耗达不到以下标准的铋白(三氧化二铋)项目：直接法生产铋白：铋回收率 $\geq 90\%$ ，单位产品综合能耗 $\leq 1.0\text{t}$  标准煤/t，单位产品电耗 $\leq 450\text{kWh/t}$ ；间接法生产铋白：铋回收率 $\geq 99\%$ ，单位产品综合能耗 $\leq 0.02\text{t}$  标准煤/t，单位产品电耗 $\leq 100\text{kWh/t}$ ；熔析法生产三硫化二铋的综合回收率铋 $\geq 98\%$ ；水循环利用率 $\geq 95\%$
- 9) 再生有色金属生产中采用直接燃煤的反射炉项目

**(3) 淘汰类**

- 1) 未经国务院主管部门批准，无采矿许可证的钨、锡、铋等国家规定实行保护性开采的特定矿种的矿山采选项目
- 2) 未经国务院主管部门批准建设的钨、锡、铋冶炼项目及钨加工(含硬质合金)项目
- 3) 采用铁锅和土灶、蒸馏罐、坩埚炉及简易冷凝收尘设施等落后方式炼汞
- 4) 烟气制酸干法净化和热浓酸洗涤技术
- 5) “二人转”式有色金属轧机
- 6) 采用地坑炉、坩埚炉、赫氏炉等落后方式炼铋

与《产业结构调整指导目录(2005 年本)》相比，《产业结构调整指导目录(2007 年本)》(征求意见稿)中鼓励类的范围大大缩减，限制类的范围大大增加，并引入了锡和铋的行业准入条件，淘汰类范围基本不变。

凡与上述国家和行业产业政策不符的工艺、技术、装备和行为，均不作为制定《锡、

铊、汞工业污染物排放标准》的依据。

### 1.3.2 国家与行业环保政策

“十五”期间，我国在经济建设持续高速发展的同时，环境保护监管力度也在不断加强。国家继续高度重视环境保护，采取了一系列重大政策措施，并取得积极成效。在国民经济快速增长、人民群众消费水平显著提高的情况下，全国环境质量基本稳定，部分城市和地区环境质量有所改善，多数主要污染物排放总量得到控制，工业产品的污染排放强度下降，重点流域、区域环境治理不断推进，生态保护和治理得到加强，核与辐射监管体系进一步完善，全社会的环境意识和人民群众的参与度明显提高，我国认真履行国际环境公约，树立了良好的国际形象。与此同时，我国的环境形势依然十分严峻。长期积累的环境问题尚未彻底解决，新的环境问题又在不断产生，一些地区环境污染和生态恶化已经到了相当严重的程度。主要污染物排放量超过环境承载能力，水、大气、土壤等污染日益严重，固体废物等污染持续增加。“十五”时期，我国国民经济发展的各项指标大多超额完成，但环境保护的两个指标(二氧化硫排放量和化学需氧量)并未完成。2005年全国二氧化硫排放量比2000年增加了27%，化学需氧量仅减少了2%，均未完成削减10%的控制目标。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》对我国“十一五”期间环境保护工作，提出了如下的方针、主要目标、重点任务和具体措施：

**(1) 方针：**坚持预防为主、综合治理，强化从源头防治污染，坚决改变先污染后治理、边治理边污染的状况。以解决影响经济社会发展特别是严重危害人民健康的突出问题为重点，有效控制污染物排放，尽快改善重点流域、重点区域和重点城市的环境质量。

**(2) 主要目标：**在保持国民经济平稳较快增长的同时，使重点地区和城市的环境质量得到改善，生态环境恶化趋势基本遏制。单位国内生产总值能源消耗比“十五”期末降低20%左右；主要污染物排放总量减少10%；森林覆盖率由18.2%提高到20%。

**(3) 重点任务：**一是加强水污染防治。把淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池、松花江、三峡库区、长江上游、黄河中上游、南水北调水源及沿线作为水污染治理的重点，组织实施重点流域水污染治理专项工程。优先保护饮用水源地水质，严禁在饮用水源地内排放污染物。加强城市污水处理建设，到2010年，城市污水处理率不低于70%；二是加强大气污染防治，加快燃煤电厂脱硫设施建设，90%的现有电厂实现二氧化硫达标排放。推进钢铁、有色、化工、建材等行业二氧化硫综合治理。进一步加大城市烟尘、粉尘、细颗粒物和汽车尾气的治理力度；三是加强固体废物污染防治。

**(4) 具体措施：**一是落实环境保护责任，建立健全责任追究制度；二是大力发展循环

经济,实现环境与经济协调发展;三是加大环境保护投入;四是加强环境保护监管;五是提高公众参与程度;六是大力发展环保产业;七是扩大国际环境合作与交流。对环境保护监管,要求建立健全国家监察、地方监管、单位负责的环境监管体制。健全环境监测、预警和应急体系,防止特重大环境污染事件发生。严格执行环保法律法规,重点查处各类环境违法行为。严格实行污染物排放总量控制、排污许可、环境影响评价、清洁生产审核、强制淘汰、限期治理、环境标识和认证制度。

**有色金属行业的环保政策是:**在实现有色金属产量根据市场需求增长的情况下,大中型有色金属冶炼和加工企业经过改造,生产技术和污染控制水平基本达到或接近国际先进水平,工业污染源全部达标排放,工业污染物排放总量持续削减,厂区及其周围环境质量明显改善。**具体对策:**一是加强环境管理,完善和严格环保法规、标准,有效控制污染发展趋势;二是加大环保投入,提高污染控制能力,三是依靠环保科技创新,积极推进清洁生产。**具体指标:**在2005年的基础上,2010年工业污染物排放总量削减10%、工业水复用率提高至85%以上、单位产品能耗下降3%~5%;大型冶炼加工企业环保设施达到国际先进水平,并建成一批“清洁生产”企业。

根据国家发展和改革委员会会同有关部门于2006年12月22日以第94号令发布的《锡行业准入条件》和《铋行业准入条件》,其环境保护要符合以下规定:

**(1) 新建、改扩建项目**严格执行《环境影响评价法》,依法向有审批权的环境保护行政主管部门报批环境影响评价文件。按照环境保护“三同时”要求建设项目相配套的环境保护设施并依法申请项目竣工环境保护验收。

## **(2) 废气**

在原料处理、转运、熔炼等过程所有产生粉尘的部位,均应当配备收尘及烟气净化装置。各种炉窑均应当配备袋式收尘装置或其他先进烟气净化收尘装置,废气排放符合GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》和GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》,具有省级环保部门验收的二氧化硫在线自动监控系统。

**主要指标:**1997年1月1日以前建成投产的企业,二氧化硫排放低于 $1200\text{mg}/\text{m}^3$ 、颗粒物低于 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 、硫酸雾低于 $70\text{mg}/\text{m}^3$ 、铅及其化合物低于 $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ 、汞及其化合物低于 $0.015\text{mg}/\text{m}^3$ 、镉及其化合物低于 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 、锡及其化合物低于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 等;1997年1月1日以后建成投产的企业,二氧化硫排放低于 $960\text{mg}/\text{m}^3$ 、颗粒物低于 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 、硫酸雾低于 $45\text{mg}/\text{m}^3$ 、铅及其化合物低于 $0.70\text{mg}/\text{m}^3$ 、汞及其化合物低于 $0.012\text{mg}/\text{m}^3$ 、镉及其化合物低于 $0.85\text{mg}/\text{m}^3$ 、锡及其化合物低于 $8.5\text{mg}/\text{m}^3$ 等。凡是向已有地方排放标准的区域排放大气污染物的,应当执行地方标准。

### (3) 废水

废水排放符合 GB8978-1996《污水综合排放标准》。主要指标为：pH 值 6~9、悬浮物低于 70mg/L、石油类低于 10mg/L、硫化物低于 1.5mg/L、总铜低于 0.5mg/L、总锌低于 2.0mg/L、总锰低于 2.0mg/L 等。凡是向已有地方排放标准的水体排放污染物的，应当执行地方标准。

### (4) 废渣

**对于锡行业：**设有专用的废渣堆存处置场地，并符合 GB18599-2001《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》；含砷废渣应当有专用防渗、防漏、防雨的堆存场地，并安全可靠地处置。对含砷废渣应当进行危险废物特性鉴别，经鉴别不属于危险废物的按一般工业固体废物管理，属于危险废物的依法按危险废物进行管理，其贮存设施符合 GB18597-2001《危险废物贮存污染控制标准》、GB18598-2001《危险废物填埋污染控制标准》等的规定。

**对于铋行业：**设有专用的鼓风炉炉渣堆存处置场地，并符合 GB18599-2001《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》。对砷碱渣和含铋废渣应当进行危险废物特性鉴别，经鉴别不属于危险废物的按一般工业固体废物管理，属于危险废物的依法按危险废物进行管理，其贮存设施符合 GB18597-2001《危险废物贮存污染控制标准》、GB18598-2001《危险废物填埋污染控制标准》等的规定。

### (5) 噪声

厂内噪声符合 GB12348-90《工业企业厂界噪声标准》(III 类)。

(6) 国家发布行业污染物排放标准后按新的行业标准执行。

## 1.4 标准制定的必要性

### 1.4.1 减少污染物排放总量的需要

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确规定：“十一五”期间，全国主要污染物排放总量减少 10% 是一项约束性指标；中央经济工作会议确定，“十一五”期间，全国主要污染物每年应减排 2%。主要污染物减排，是党中央、国务院统筹经济社会健康发展和保护环境的紧迫需要提出的重要任务，是贯彻落实科学发展观的具体任务，是实现可持续发展、建设资源节约型和环境友好型社会，最终实现建设社会主义和谐社会的重要保障。

2007 年 2 月 12 日，国家环境保护总局召开了主要污染物减排形势报告会，总结减排



工作进展、全面分析减排形势和研究减排的具体措施。会上，国家环境保护总局周生贤局长总结完成主要污染物减排任务的主要措施如下：

- 一是抓紧建立和完善科学的减排体系；
- 二是严格执行环境影响评价和“三同时”制度；
- 三是强化重点治污工程的建设和运行；
- 四是继续推动产业结构调整，坚决淘汰污染严重的落后生产工艺装置、生产能力和产品；
- 五是继续开展整治违法排污企业，保障群众健康的环保专项行动；
- 六是配合做好环境立法工作，推动出台有利于污染减排的法规和政策。

本标准的制定和实施，是实现上述主要措施的重要举措，因而也是减少污染物排放总量的需要。

#### 1.4.2 我国工业污染物排放标准发展的需要

1973年11月17日，我国颁布了第一个工业污染物的排放标准 GBJ4-73《工业“三废”排放试行标准》，并于1974年1月1日起正式实施。这一标准是由全国环境保护会议筹备小组办公室主编，经国家计划委员会、国家基本建设委员会和卫生部批准的我国第一个环境保护标准，也是我国第一个污染物排放标准。虽然该标准在1992年8月1日被其他新标准所取代，但它对我国环境保护工作的起步及工业企业的污染源治理工作起到了非常重要的作用。

1983~1985年，我国先后颁布了28个行业的污染物排放标准，其中，包括 GB4913-85《重有色金属工业污染物排放标准》。这次污染物排放标准的大调整，对我国“六五”和“七五”期间工业企业的环境保护工作及工业的高水平发展发挥了重要的作用。

1996年前后，我国又进行了一次工业污染物排放标准的调整。1996年3月颁布了 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》(1997年1月1日实施)，并替代了6项行业标准；1996年4月颁布了 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》(1997年1月1日实施)，并替代了11项行业污染物标准中的废气部分；1996年10月颁布了 GB8978-1996《污水综合排放标准》(1998年1月1日起实施)，并替代了18项行业标准。这3项综合污染物排放标准的颁布与实施，不仅替代了之前实施的行业标准，而且推动了包括锡铊汞工业在内的全国工业生产技术的进步和各工业企业废气与废水的治理工作。

综上所述，可知我国工业污染物排放标准大体上是10年大调整一次。现在距1996年的大调整已有10年，因而国家环境保护总局根据形势发展的需要和国家对环境保护工作的要求又一次筹划以制定行业标准为主要内容的工业污染物排放标准的大调整。由此可

见，制定本标准是我国环境标准化工作发展的必然结果，也非常必要。

### 1.4.3 改变现行标准不能适应锡、铋、汞工业发展变化的需要

现行的 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》、GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》和 GB8978-1996《污水综合排放标准》均属综合性污染物排放标准，具有通用性强、复盖面宽的特点。这些标准在制定时虽已考虑了有色金属工业当时的生产技术装备和污染控制技术水平，但其实施的这 10 年期间，包括锡、铋、汞在内的有色金属工业无论是生产技术装备，还是污染治理技术，均取得了较大的进展。资源的综合利用率和污染物的产生与排放也随之发生了许多变化。有必要根据新情况制定更加符合有色金属工业实际状况的污染物排放标准。

由此可见，制定锡、铋、汞工业的污染物排放标准，是改变现行标准不能适应锡、铋、汞工业发展变化的需要。

### 1.4.4 全面实施我国“十一五”环境保护目标的需要

“十五”期间，我国在推进经济发展的同时，采取一系列的措施加强环境保护工作，取得积极的进展。在资源消耗和污染物产生量大幅度增加的情况下，环境污染和生态破坏加剧的趋势减缓，部分流域、区域污染治理取得初步成效、部分城市、地区的环境质量有所改善、工业产品的污染排放强度有所下降。在取得这些成绩的同时，必需清醒地看到，我国的环境形势依然十分严峻。长期积累的环境问题尚未解决，新的环境问题又在不断产生，一些地区的环境污染和生态恶化已经到了相当严重的程度。主要污染物的排放量已超过环境的承载能力，水、大气、土壤等污染日益严重，流经城市的河段普遍受到污染，五分之一的城市空气污染严重、三分之一的国土面积受到酸雨影响。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题，在我国已经集中出现。生态破坏和环境污染造成了巨大的经济损失，并给人民的的生活和健康带来了严重威胁，必需引起高度警惕。

“十五”期间，我国经济发展的各项指标大多超额完成，但环境保护指标没有完成，主要是二氧化硫和化学需氧量。2005 年，全国二氧化硫排放量比 2000 年增加了 27%；化学需氧量仅减少了 2%，均未完成削减 10%的控制目标。环境污染严重，主要原因如下：一是对环境保护重视不够，没有正确认识和处理好经济发展和环境保护的关系、当前与长远的关系、局部和全局的关系；二是产业结构不合理，经济增长方式粗放。不加快调整产业结构、不改变高投入、高消耗、高排放的粗放经济增长方式，环境污染问题就不能从根本上得到解决；三是环境保护执法不严，监管不力。有法不依、执法不严、违法不究的现象还比较普遍，并形成“违法成本低、守法成本高”的“倒挂”现象。

为坚决改变先污染后治理、边治理边污染的状况，有效地控制污染物排放，解决影响经济社会发展和严重危害人民健康的突出问题，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出：我国“十一五”期间环境保护的主要目标是：“在保持国民经济平稳较快增长的同时，使重点地区和城市的环境质量得到改善，生态环境恶化趋势基本遏制。主要污染物排放总量减少 10%。”

本标准的制定并实施，可进一步促进锡、铊、汞工业生产技术装备和污染治理技术的进步，改变经济增长粗放的模式，落实科学发展观，促进人与自然的和谐发展，确保锡、铊、汞工业全面实施“十一五”环境保护目标的需要。

#### 1.4.5 预防出现严重环境污染问题的需要

2007 年 5 月底，太湖局部蓝藻提前爆发，导致了无锡市区供水危机，给人民群众的正常生活带来很大困难，在国内和国际都造成了不良影响。其后，在巢湖和滇池也不同程度出现蓝藻。为此，温家宝总理在 2007 年 6 月主持召开“三湖”水污染治理工作座谈会。会上，温家宝总理指出：要把治理“三湖”作为国家工程摆在更加突出，更加紧迫，更加重要的位置。科学规划、加强领导，明确责任，坚持高标准，严要求，坚定信心，坚持不懈地把“三湖”治理好。温家宝总理对“三湖”治理提出了十点要求，其中第二点是：强化工业污染源的全面达标排放管理，禁止新上向“三湖”排放含氮、磷污染物项目，从源头上减少污染。

为贯彻落实科学发展观，实施“五个统筹”的重大举措，提高宏观调控水平，维护自然生态系统和建设资源节约型、环境友好型社会，促进我国经济社会全面协调可持续发展，2007 年 7 月 26 日，国务院下发《关于编制全国主体功能区规划的意见》。编制全国主体功能区规划，就是要根据不同区域的资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力，统筹谋划未来人口分布、经济布局、国土利用和城镇化格局，将国土空间划分为“优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发”四类地区，确定主体功能定位，明确开发方向，控制开发强度，规范开发秩序，完善开发政策，逐步形成人口、经济、资源环境相协调的空间开发格局。同时，编制全国主体功能区规划要以其他相关规划为支撑，并在政策、法规和实施管理等方面做好衔接工作。

本标准提出了水污染物特别排放限值，根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，应严格控制企业的污染物排放行为。因而，制定水污染物特别排放限值，有利于保护上述地区的生态环境、有利于编制全国主体功能区规

划、有利于防止严重环境污染问题的发生，是十分必要的。

## 1.5 标准制定的法规和政策依据

### 1.5.1 《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国环境保护法》第十条规定：“国务院环境保护行政主管部门根据国家环境质量和国家经济、技术条件、制定国家污染物排放标准。”

### 1.5.2 《中华人民共和国大气污染防治法》

《中华人民共和国大气污染防治法》第三条规定：“国家采取措施，有计划地控制或者逐步削减各地方主要大气污染物的排放总量”；第七条规定：“国务院环境保护行政主管部门根据国家大气环境质量和国家经济、技术条件制定国家大气污染物排放标准”；第十三条规定：“向大气排放污染物的，其污染物排放浓度不得超过国家和地方规定的排放标准”；第十五条规定：“有大气污染物总量控制任务的企业事业单位，必需按照核定的主要大气污染物排放总量和许可证规定的排放条件排放污染物。”

### 1.5.3 《中华人民共和国水污染防治法》

《中华人民共和国水污染防治法》第七条规定：“国务院环境保护部门根据国家水环境质量和国家经济、技术条件、制定国家污染物排放标准”；第八条规定：“国务院环境保护部门和省、自治区、直辖市人民政府，应当根据水污染防治的要求和国家经济、技术条件、适当修订环境质量和污染物排放标准”；第十六条规定：“省级以上人民政府对实现水污染物达标排放仍不能达到国家规定的水环境标准的水体，可以实施重点污染物排放的总量控制制度，并对有排污量削减任务的企业实施该重点污染物排放量的核定制度”；第二十条规定：“禁止向生活饮用水地表水源一级保护区内的水体排放污水”。

### 1.5.4 《中华人民共和国海洋环境保护法》

《中华人民共和国海洋环境保护法》第十八条规定：“沿海单位向海域排放有害物质，必须严格执行国家或省、自治区、直辖市人民政府颁布的排放标准和有关规定。在海上自然保护区、水生养殖场，不得新建排污口”；第三十八条规定：“任何单位未经国家海洋管理部门批准，不得向中华人民共和国管辖海域倾倒任何废弃物”。

### 1.5.5 《国家环境保护标准制修订工作管理办法》

《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国家环境保护总局公告, 2006 年第 41 号)第六条规定: “标准制修订工作应遵循下列基本原则: (1) 以科学发展观为指导, 以实现经济、社会的可持续发展为目标, 以国家环境保护相关法律、法规、规章、政策和规划为根据, 通过制定和实施标准, 促进环境效益、经济效益和社会效益的统一; (2) 有利于保护生活环境、生态环境和人体健康; (3) 有利于形成完整、协调的环境保护标准体系; (4) 有利于相关法律、法规和规范性文件的实施; (5) 与经济、技术发展水平和相关方的承受能力相适应, 具有科学性和可实施性, 促进环境质量改善; (6) 以科学研究成果和实践经验为依据, 内容科学、合理、可行; (7) 根据本国实际情况, 可参照采用国外相关标准、技术法规; (8) 制订过程和技术内容应公开、公平、公正。”

### 1.5.6 《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》

《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》(国家环境保护总局公告, 2007 年第 17 号)总则中规定: “国家污染物排放标准根据国家环境质量标准和国家技术、经济条件制定”、“承担国家污染物排放标准制修订计划项目的单位, 应按本文件的规定开展相关的工作”; 第二条第七款规定: “行业型污染物排放标准原则上按生产工艺特点设置, 确定排放标准的合理适用范围, 应全面考虑本标准与相关排放标准的关系, 避免适用范围的重叠, 要严格控制行业型排放标准的数量。”

### 1.5.7 《关于环保部门现场检查中排污监测方法问题的解释》

《关于环保部门现场检查中排污监测方法问题的解释》(国家环境保护总局公告, 2007 年第 16 号)指出: “排放标准中规定的污染物排放方式、排放限值等是判定排污行为是否超标的技术依据, 在任何时间、任何情况下, 排污单位的排污行为均不得违反排放标准中的有关规定。”“环保部门在对排污单位进行监督性检查时, 可以环保工作人员现场即时采样或监测的结果作为判定排污行为是否超标以及实施相关环境保护管理措施的依据。”

### 1.5.8 《环境标准管理办法》

《环境标准管理办法》(国家环境保护总局令第 3 号, 1999 年 1 月 5 日)第五条规定: “环境质量标准、污染物排放标准、行政法规规定必需执行的其他环境标准属于强制性环境标准, 强制性环境标准必需执行”; 第七条(二)规定: “为实现环境质量标准, 结合技术经济条件和环境特点, 限制排入环境中的污染物或对环境造成危害的其他因素, 制定污染物排放标准(或控制标准)。”

### 1.5.9 《污染源自动监控管理办法》

《污染源自动监控管理办法》(国家环境保护总局令第 28 号, 2005 年 9 月 19 日)第十条规定: “列入污染源自动监控计划的排污单位, 应当按照规定的时限建设、安装自动监控设备及其配套设施, 配合自动监控系统的联网”; 第十一条规定: “新建、改建、扩建和技术改造项目应当根据批准的环境影响评价文件的要求建设、安装自动监控设备及其配套设施, 作为环境保护设施的组成部分, 与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。”

### 1.5.10 《国务院关于编制全国主体功能区规划的意见》

《国务院关于编制全国主体功能区规划的意见》(国发[2007]21 号, 2007 年 7 月 26 日)指出: “编制全国主体功能区规划, 推进形成主体功能区, 是全面落实科学发展观、构建社会主义和谐社会的重大举措, 有利于坚持以人为本, 缩小地区间公共服务的差距, 促进区域协调发展; 有利于引导经济布局、人口分布与资源环境承载能力相适应, 促进人口、经济、资源环境空间均衡; 有利于从源头上扭转生态环境恶化趋势, 适应和减缓气候变化, 实现资源节约和环境保护; 有利于打破行政区划, 制定实施有针对性的政策措施和绩效考评体系, 加强和改善区域调控”; “编制全国主体功能区规划要以其他相关规划为支撑, 并在政策、法规和实施管理等方面做好衔接工作。”

## 1.6 标准制定的主要工作过程

国家环境保护总局科技标准司在 2002 年 8 月提出的《国家环境标准制(修)订计划(2002~2005 年)》中, 将《有色金属冶炼工业污染物排放标准》列入 2002 年环境标准编制计划。经过前期准备后, 国家环境保护总局办公厅于 2003 年 12 月 9 日印发了《关于下达有色金属工业污染物排放系列国家标准制订工作任务的通知》(环办函[2003]649 号文), 标志着制定有色金属工业污染物排放系列国家标准的工作开始启动。

根据国家环境保护总局办公厅环办函[2003]649 号文, 昆明理工大学环境科学与工程学院负责起草《锡、锑、汞工业污染物排放标准》。参加起草单位有: 南昌有色冶金设计研究院、国家环境保护总局环境标准研究所、云南锡业股份有限公司、沈阳铝镁设计研究院、贵阳铝镁设计研究院、长沙有色冶金设计研究院、中国有色工程设计研究总院等。这些单位组成了《锡、锑、汞工业污染物排放标准》编制组(下称本标准编制组)。随着本标准编制进展和工作需要, 锡矿山闪星锑业有限责任公司和南丹南星锑业有限责任公司也相继加入本标准编制组。

2004 年 3 月 29 日至 31 日, 国家环境保护总局科技标准司在北京主持召开了《有色

金属工业污染物排放系列国家标准》开题论证会，确定了标准的编制原则、技术路线、工作内容、计划进度、分工协作等事项。本标准编制组据此修改完成了《有色金属工业污染物排放标准—锡铋汞》开题论证报告报批稿。

2004年下半年至2007年上半年，本标准编制组主要进行了文献检索、资料收集和分析，开展了对云南、贵州、广西、湖南等地的锡、铋、汞工业污染源排放及治理现状调查，重点实地调查了云南锡业集团公司、锡矿山闪星铋业有限责任公司、南丹南星铋业有限责任公司、万山汞矿等比较有代表性的锡、铋、汞企业，编写了污染源排放及治理调查报告，起草了标准文本征求意见稿框架及草案、标准征求意见稿草案编制说明等技术文件。与此同时，本标准编制组还查阅了国外相关资料，特别是美国、欧盟、日本、世界卫生组织等有关锡、铋、汞行业的环境标准和污染物排放标准。

经过上述调研和分析，本标准编制组初步掌握了我国锡、铋、汞工业的资源分布、生产状况、生产工艺和污染治理现状，查清了污染物的来源和主要污染因子及其有毒有害性，为编制本标准提供了较为详实的污染源及其控制技术现状的基础资料。

2005年1月13日至14日和2006年4月29日至30日，国家环境保护总局科技标准司分别在昆明和南昌召开了国家有色金属工业污染物排放系列标准制定研讨会，一方面检查标准编制工作进展状况，研讨解决存在的问题；另一方面，提出标准编制的具体要求，安排下步工作计划。南昌会议上，各标准编制单位汇报了标准文本征求意见稿草案和标准征求意见稿草案编制说明。与会代表对包括本标准在内的5个有色金属工业污染物排放标准草案及其编制说明的内容展开了讨论，并对标准草案的内容和标准制定工作提出了意见和建议。

2006年5月12日，国家环保局科技标准司下发《关于印发国家有色金属工业排放标准研讨会纪要的函》(环科函[2006]25号)。该纪要对各标准的编制组修改标准的征求意见稿提出了12项具体要求。本标准编制组认真学习和讨论了《纪要》，形成了修改工作方案，并从6月下旬开始，先后对部分锡、铋、汞工业企业进行了补充调查，并与有色金属工业排放标准总牵头单位—南昌有色冶金设计研究院以及编制组其他成员就本标准的技术细节进行了多次研讨。

2006年8月至12月，本标准编制组根据进一步调研所获得的资料和《纪要》的12项具体要求，对征求意见稿进行了修订，完成了征求意见稿。

国家环境保护总局2006年8月23日发布16号公告《国家环境保护标准制修订工作管理办法》，3月1日发布17号公告《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》，南昌有色冶金设计研究院传达了国家环境保护总局科技标准司标准处负责人贯彻上述两

个公告的具体指导意见。本标准编制组根据两个公告和指导意见对 2006 年 12 月的征求意见稿又进行了一次全面的修改。

2007 年 8 月 26 日,本标准编制组收到南昌有色冶金设计研究院转发的国家环境保护总局环境标准研究所提出的标准草案新框架,随即对标准草案新框架进行了认真学习与研讨,并据此对本标准征求意见稿结构框架进行了调整。

2007 年 9 月 9 日至 11 日,本标准编制组派代表参加了国家环境保护总局科技标准司召开的重点行业国家污染物排放标准制修订工作会议。会后本标准编制组根据会议精神和标准草案新框架,对已经完成的征求意见稿进行了全面的修改和补充,形成了本标准征求意见稿及其编制说明(征求意见稿)。

2008 年 1 月 20 日,本标准编制组根据国家环境保护总局环境标准研究所提出的修改意见,再次对本标准征求意见稿及其编制说明(征求意见稿)进行了补充修订,提出了最新一版本标准征求意见稿及其编制说明(征求意见稿)。



## 2 标准主要技术内容的说明

### 2.1 生产技术装备及其发展趋势

#### 2.1.1 矿山

##### 2.1.1.1 资源

###### (1) 锡资源

我国的锡产量占了全世界的 30%以上。截至 1996 年底,我国锡矿累计探明储量达到 560.37 万 t,保有储量为 407.41 万 t,锡矿基础储量占世界锡基础储量(770 万 t)的 24%。锡矿已探明产地 293 处,集中分布在广西壮族自治区的大厂、珊瑚、水岩坝,云南省的个旧、东川,湖南省的香花岭、红旗岭、野鸡尾等地。其中,云南和广西的锡储量分别占全国总储量的 32%和 30%,适合于大规模开发。云南个旧锡超大型矿床,是世界著名的锡都;广西是锡矿资源最丰富的地区之一,保有储量居全国第一,南丹大厂矿区保有金属储量 70 余万 t,是广西最大的锡矿床。

目前,我国已开发利用锡储量约占总储量的 70%。我国锡矿资源的一个重要特点是以脉矿为主,占总储量的 90%,砂矿仅占 10%。

云南锡业集团有限责任公司是以生产锡为主的有色金属联合企业,其锡精矿和精锡产量分别约占全国锡精矿和精锡产量的 33%和 20%。目前,云南锡业集团有限责任公司拥有 5 个坑内矿山、7 个露天砂矿采场、12 个选矿厂(车间)、3 个冶炼厂,已形成 700 万 t/a 采矿、900 万 t/a 选矿、4 万 t 锡、2 万 t 铅、17650t 锡化工产品、23070t 锡材产品的生产能力。

除云南锡业集团有限责任公司之外,云南还有一些地方锡生产企业。如麻栗坡县的新寨锡矿(已建成日处理 100t 矿石的采选厂)、云龙县的云龙锡矿(已形成日采选 200~300t 的生产能力)、昌宁县的茹坝地锡矿、西盟县的西盟锡矿,等等。

广西是我国第二大锡产区。柳州华锡集团有限责任公司现已建成为集采、选、冶于一体的现代化有色金属联合企业,现已形成年采选 250 万 t 矿、年冶炼 2.5 万 t 锡、4 万 t 铅铋、6 万 t 锌、70t 银的生产能力。公司下属有 33 个厂矿、分公司、子公司,分布在广西壮族自治区柳州市、河池市和来宾市,锡资源占广西总量的 70%多,约占全国总量的 1/3。

广西平桂矿务局也是一个以锡为主的大型有色金属企业,下有直属单位 20 多个,

分布于广西富川、贺县、钟山三县境内，现已形成锡冶炼 3500t/a、铅冶炼 2000t/a、钛白粉 5000t/a 的能力。

广西栗木有色金属公司原名栗木锡矿，现拥有年采选能力 100 万 t 的稀有、有色三条完整的采、选、冶生产线，锡冶炼能力 1000t/a、钨冶炼能力 500t/a、铌钽生产线能力 80t/a。

湖南是我国第三大锡产区，其中比较主要的有香花岭锡矿。另外，湘东钨矿、瑶岗仙钨矿、汝城钨矿等也回收一定量的锡精矿。

## (2) 铋资源

我国是世界上铋矿资源最为丰富的国家，总保有储量为 278 万 t，居世界第 1 位。铋矿的储量占世界的 66.2%。我国有铋产地 111 处，分布于全国 18 个省(区)，主要有位于广西、湖南、贵州、云南、甘肃等 5 省区，其合计储量占全国总储量的 88%(其中广西约占 41.3%)，其矿石类型大致可分为单铋矿(锡矿山闪星铋业有限责任公司)、金铋矿(湘西、符竹溪、龙山)、汞铋矿(陕西旬阳)、混合铋矿(云南木利等)、锡铅铋矿(广西大厂)，其中，以单铋型最多，约占 70%，其次为铅铋型、金铋型、汞铋型。

经过几十年的开采，我国已开发利用的铋储量占全国总储量的 83%，大部分富矿和易采矿都已被开发利用，目前可供设计储量仅占全国总储量的 1.5%，后备资源出现严重不足。

我国现有大中型铋采选冶联合企业主要为：位于湖南的锡矿山闪星铋业有限责任公司、湘西铋金钨矿、桃江板溪铋矿、安化渣滓溪铋矿、溆浦曾家溪钨铋矿等，广西的南丹南星铋业有限责任公司、大厂矿务局(锡铋铅铋)、马雄铋矿等，广东的粤北有色金属公司，贵州的晴隆铋矿、独山铋矿，云南的木利铋业有限公司。此外，还有一批中小型矿山企业，如湖北的崇阳铋矿、通山铋矿，江西的德安铋矿，河南的卢氏大河沟铋矿，陕西的丹凤铋矿、商州铋矿、镇安铋矿，甘肃的崖湾铋矿等。

目前全国大小铋冶炼企业约有 300 多家。作为铋品专业冶炼厂且具有大中型规模的主要有：湖南的益阳铋品冶炼厂(现已改为“湖南华昌铋业公司”，产能 1.3 万 t/a 铋系列产品)、桃江冶炼厂、新邵冶炼厂等，广西的田东冶炼厂、怀远冶炼厂、南宁铋品厂、田阳右江冶炼厂，河南的卢氏冶炼厂等。

生产部分铋品的有广东韶关综合化工厂、沈阳冶炼厂、峨眉山冶炼厂等。生产铋合金的有广西大厂矿务局金城江冶炼厂等。

锡矿山闪星铋业有限责任公司是一家集采矿、选矿、冶炼、化工生产和科研于一

体的大型联合企业，属世界上最大的铋品生产厂家，也是我国铋工业的摇篮和铋品主要出口基地。目前该公司拥有 2 座矿山、4 个冶炼厂、1 个技术中心和 1 个检测中心。年采矿能力 55 万 t，年铋品生产能力 4 万 t，年铋锭生产能力 4 万 t。

南丹南星铋业有限责任公司位于广西壮族自治区南丹县。该公司成立于 1995 年秋，拥有资产总额 2 亿多元，员工近 2000 人，具有年产精铋 20000t、电铅 20000t、2#岩石粉状铋炸药 6000t 的生产能力。

云南木利铋业有限公司由创建于 1958 年的原文山州木利铋矿改制而成的股份制企业，属我国大型铋矿之一，也是云南省最大的集采、选、冶、产品开发和贸易为一体的铋业工贸企业。现已形成年产高纯氧化铋 7200t，无尘氧化铋、精铋及其他铋制品 4600t 的生产规模。

### (3) 汞资源

汞是稀少而重要的有色金属，全球资源量约 70 万 t。有的国家称它为稀有金属或战略金属。

我国是世界上汞矿资源比较丰富的国家之一，总保有储量汞 8.14 万 t，居世界第 3 位。已探明汞产地 103 处、分布于 13 个省(区)，主要分属川鄂湘桂成矿带、陕甘青成矿带和川滇藏成矿带，尤以川鄂湘桂黔及陕西、青海较集中，贵州更占首位。贵州省汞矿保存储量占全国总储量的 65%。主要汞矿有贵州省的万山、务川、丹寨、铜仁，湖南省的新晃等。年产汞在 100t 以上的企业有贵州万山汞矿、务川汞矿和铜仁汞矿。

贵州万山汞矿位于贵州省东部的铜仁市万山特区，为超大型汞矿田，南北长 35km，东西宽 15km，面积约为 525km<sup>2</sup>，累计探明汞金属储量 3.7 万多 t，为国内规模最大的汞生产基地，生产能力占全国一半以上，也是世界上大型汞矿山之一。

贵州易诚矿产有限公司(务川汞矿)成立于 2000 年 8 月，是一家集汞的生产和销售为一体的大型公司，拥有丰富的汞矿产资源，汞资源储量 1.613 万 t，拥有超大型汞矿田(床)。矿田南北长 5.4km，东西宽 0.6~1km，面积 4.3km<sup>2</sup>。汞的年产量大于 1000t，质量位居我国前列(纯度为 99.999999%以上)。

1980 年代以来，我国汞的产量平均占世界总产量的 15%左右，所产汞金属的一半以上销往国外，其余部分用于国内的仪器仪表、化工催化剂及氯碱生产等工业等领域。

目前汞资源的开发利用方面尚存在以下几个不利因素：1) 我国汞矿石的品位较低，贫矿所占比例大，富矿少；2) 除单汞辰砂矿外，汞铋、汞铅锌、汞铀钼、汞铊等共生类型矿床较多，占总储量近 1/3，但选冶技术尚未彻底解决，综合回收利用差；

3) 我国大多数汞矿山是五六十年代建成投产的, 现已进入开采晚期, 相当一部分矿山已闭坑或因产品难以销售而停产; 4) 由于汞矿开采和选冶生产过程对环境污染严重, 许多国家严格了汞的生产、使用, 而导致汞需求量大幅度下降, 国际市场汞价下跌, 不宜大量出口汞产品。调查统计结果表明, 2002~2006 年期间, 汞的产量呈逐年下降趋势, 预计今后的需求增长也不会很大。

### 2.1.1.2 采矿

#### (1) 生产方法

锡、铋、汞矿床开采分为露天开采和地下开采两种方式。一般说来, 对于埋藏较深的矿床, 则宜采用地下开采。与地下开采相比, 露天开采具有废石量大, 占地面积大、地表植被破坏大、水土流失严重等环境问题, 但露天开采的生产能力大、建设速度快、矿石回收率高、采矿成本低、作业比较安全、适合大型高效设备等。

我国锡矿集中产地是云南锡业集团有限责任公司和柳州华锡集团有限公司。各矿山在长期的生产实践中根据矿床的开采条件, 不断地寻求适合于各自矿区特点的开采工艺、技术和装备, 无论在露天砂锡矿水利机械化开采方面还是在坑内脉锡矿开拓方式和采矿工艺方面, 都取得了长足的进步。

国内外锡矿的开采都受矿体开采条件的制约, 技术的多样性和发展水平的参差不齐也是客观存在的。在露天开采中, 既有最原始的人工淘洗开采, 也有现代化的采锡船开采。在地下开采中, 既有靠镐挖人背的小洞开采, 也有无轨设备的机械化开采。

我国铋矿开采绝大多数矿山是地下开采, 露天开采很少, 仅有极个别的矿山先露天开采而后也转入地下开采, 如云南木利铋矿。地下开采的铋矿山开拓方式以竖井为主, 但也有的采用斜井、平硐及联合开拓等。如锡矿山闪星铋业有限责任公司南、北两矿区开采均用上盘竖井开拓。井下运输、提升、通风、排水等系统都比较完善。云南木利铋矿、湖南龙山铋金矿等则采用平硐开拓系统。湖南湘西(沃溪)铋金钨矿采用以斜井与竖井相结合的联合开拓系统。

地下采矿方法, 各矿山根据矿床地质条件, 矿体产状、形态则采用各自的采矿方法。如锡矿山闪星铋业有限责任公司为胶结充填法、杆柱护顶砂浆充填法; 贵州晴隆铋矿为留不规则矿柱的全面采矿法; 广西大厂长坡矿采用分段空场法、留矿法; 云南木利铋矿在 1970 年代末以前系小型露天开采, 从 1980 年代初转入地下开采用的无底柱低分段崩落法; 湖南湘西(沃溪)铋金钨矿为削壁充填法、房柱法; 湖南龙山铋金矿则为人工底柱浅孔留矿法。

我国汞矿开采大多为井下作业。随着机械化程度的不断提高,各主要汞矿的采矿方法也由全面空场法或房柱空场法逐步根据矿床赋存状况、矿体形态、产状等的不同特点,演变为溜矿法、中深孔崩落法等。目前,这几种采矿方法在国内各汞矿都存在,且各有千秋。

## (2) 技术发展方向

- a、计算机等先进技术用于现代化矿山的开采设计与生产管理;
- b、露天开采设备(如汽车、电铲、穿孔机)的大型化与计算机控制以及露天移动式破碎机和大型胶带输送机的发展与推广;
- c、露天矿陡帮、高阶段开采方案的发展与应用;
- d、地下矿山无轨遥控自动化连续开采;
- e、地下高品位矿石充填法机械化开采和地下矿高阶段大直径深孔崩矿无轨机械化开采;
- f、地下矿中等—不稳固厚矿体的阶段自然崩落采矿法的发展与推广;
- g、提升运输和井下通风系统的电脑控制。

### 2.1.1.3 选矿

#### (1) 生产方法

选矿是将矿石中的锡、铋、汞等有用金属矿物进行有效地分离和富集,从而获得高品位精矿的过程,包括矿石的破碎、筛分、洗矿、预选、磨矿、选矿和产品脱水等。选矿的方法有重选、浮选、化学选矿等。

表 2.1 和表 2.2 分别给出了国内外部分锡、铋工业选矿生产方法和选矿技术指标。

表 2.1 国内外部分锡工业选矿生产方法和选矿技术指标

序号	矿山名称	规模 /t·d <sup>-1</sup>	矿床类型	选矿工艺	选矿指标/%		
					原矿品位	精矿品位	回收率
1	云锡大屯	1800	锡石氧化矿	破碎中洗矿,泥砂分别重选	0.4~0.45	34~35	73~75
2	云锡老厂	1800	砂锡矿	泥砂分选,然后分别重选	0.307	35.6	56.98
3	云锡古山	2000	残坡积砂锡矿	选矿脱泥,泥砂分别重选	0.283	45.631	53.23
4	云锡大厂车河	2200	锡石多金属硫化矿	重—浮—重—浮,细泥锡石复选	1.44	50.48	73.84
	全国平均	—	—	—	0.91	40.78	69.41
5	[澳大利亚]雷尼森	2600	锡石硫化矿	重介质—重选,细泥浮选	1.12~1.3	60	70

6	[马来西亚]山格别西	18000	冲积砂细矿	重选	0.01	74	90
7	[俄罗斯]兴安	—	脉锡矿	重选—浮选	0.46	18	87

表 2.2 国内外部分铋工业选矿生产方法和选矿技术指标

序号	矿山名称	规模 /t·d <sup>-1</sup>	矿床类型	选矿工艺	选矿指标/%		
					原矿品位	精矿品位	回收率
1	锡矿山闪星铋业有限公司南选厂	1200	单一辉铋矿, 低温热液矿床	手选—重介质一段磨矿—浮选	2.19	17.4	93.04
2	锡矿山闪星铋业有限公司北选厂	500	热液矿床, 辉铋矿、黄铋矿等	手选—重选—浮选—重选	3.74	17.48	83.22
3	云南木利	150	低温热液矿床, 单铋矿	手选—重选	4.20	40.38	47.00
4	湖南板溪	200	低温热液矿床, 单铋矿	手选—浮选	6.4	58.81	89.58
	全国平均	—	—	—	1.92	23.60	87.71
5	[南非]麦其逊	2000	辉铋矿石英脉型, 伴生黄铁矿、毒砂金	浮选—重选	11.5	61.94	91.11
6	[意大利]麦西阿罗	400	沉积充填矿床	一段磨矿浮选	2.4	53	84.6
8	[俄罗斯]克拉斯诺亚尔斯克	—	辉铋矿、黄铁矿、磁黄铁矿及褐铁矿	阶段磨选, 全浮	6.27	56.75	90.68

从表 2.1 和表 2.2 可以看出, 对于锡工业选矿过程, 国内外原矿品位基本相近, 但回收率全国平均不到 70%, 而国外先进水平都远超过 70%, 差距较大。对于铋工业选矿过程, 国内外水平相对来说比较接近。

我国汞的选矿则有手选、重选和浮选工艺。目前, 多数汞矿机选厂一般都采用重浮联合流程和单一浮选流程, 而不采用单一重选流程。例如, 重选流程对原矿品位为 0.25% 的汞矿, 回收率仅为 65.7%, 尾矿品位高达 0.077%, 精矿品位只有 3.78%; 而浮选回收率则可以达到 95.9%, 尾矿品位 0.009%, 精矿品位达 13.6%。

## (2) 技术发展方向

a、大力开发和推广新工艺、新设备。例如发展有色金属矿石的堆浸、槽浸、细菌浸出(包括就地浸出)工艺, 以回收表外矿、废石、尾矿和地下开采残矿中的锡、铋、汞、铜、铅、锌、镍、钴等有价金属; 研究表外矿、废石、尾矿和地下开采残矿中锡、铋、汞、铜、铅、锌、镍、钴等有价金属的回收; 研究电化学选矿在磨矿、浮选、浸出方面的新动向以及开采无拓捕收剂浮选的新途径; 开发新型高效的超细磨矿、分级设备以适应难选矿石增多的需要; 针对不同性质的矿种, 开发提高回收率的新工艺和新设备。

b、重视环境保护。开发和应用先进的选矿技术, 提高回收率, 降低尾矿品位, 促进二次资源和废物的综合回收利用。

c、开发各种适用的软件和自控系统,进一步提高设计水平和选矿厂的自动化水平。

## 2.1.2 冶炼

### 2.1.2.1 锡冶炼

#### (1) 生产方法

根据锡精矿中含锡品位和铁含量的多少,通常将锡冶炼方法分为3种:

**A、还原熔炼—富渣硫化挥发法:** 适于处理含 Sn40%~50%, Fe20%~30%的原料;

**B、还原熔炼—渣还原熔炼法(两段熔炼法):** 适于处理 Sn>60%, Fe<20%的原料;

**C、硫化挥发—还原熔炼法:** 适于处理 Sn3%~30%的原料。

锡的冶炼分为炼前处理、熔炼、精炼3个工序。其冶炼原则工艺流程见图2.1。

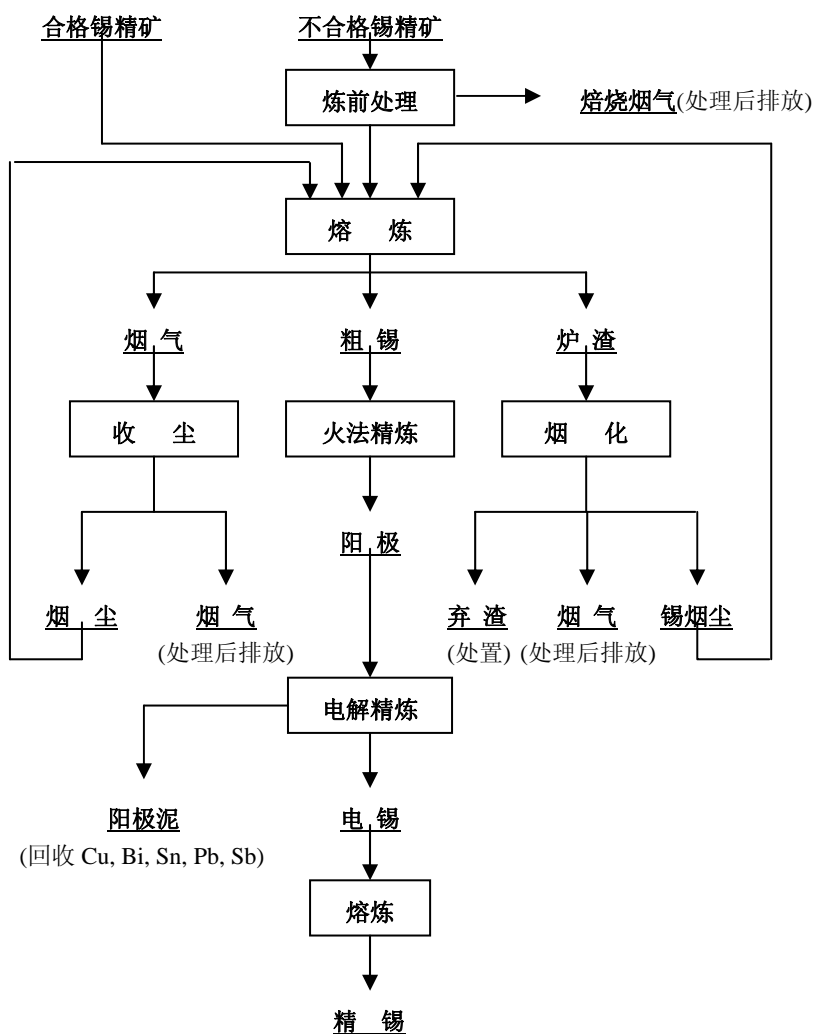


图 2.1 锡冶炼工艺原则流程

炼前处理的方法主要有焙烧、浸出、精选等。根据锡矿所含杂质情况,可采用一

种或几种方法的联合流程。目前,锡矿炼前处理以焙烧法居多,其次是盐酸浸出法。焙烧又分为氧化焙烧、氯化焙烧和氧化还原焙烧。常用的焙烧设备包括流态化焙烧炉、回转窑、多膛炉。国外以回转窑和多膛炉为主,国内则多为流态化焙烧炉和回转窑。

熔炼依设备不同,分为反射炉熔炼法、电炉熔炼法、奥氏(Ausmelt)熔炼法(顶吹法)和鼓风熔炼法等4种工艺。

精炼有火法精炼和电解法精炼之分。国内外目前均以火法精炼为主,其产量约占全球精锡总产量的90%,电解精炼约为10%。

## (2) 技术发展方向

1) 锡冶炼项目年产锡锭(或粗锡)应高于8000t,且拥有粗炼、精炼、烟化、真空、余热利用、“三废”处理等完整工艺流程。

2) 粗炼向强化熔炼发展,采用氧气顶吹炉或大型反射炉等先进工艺,反射炉炉床面积将超过25m<sup>2</sup>,并配备低浓度二氧化硫烟气治理系统。

3) 火法精炼采用自动控温电热机械结晶机和真空炉工艺等先进工艺,电热机械结晶机单台处理能力大于30t/d,真空炉单台处理能力大于10t/d。这些工艺的应用可使锡精炼水平产生质的飞跃,具有简化操作程序、改善生产环境、降低劳动强度、除砷(As)、锑(Sb)、铅(Pb)、铋(Bi)效率高、金属回收率高等特点,显示出粗锡精炼中除铅(Pb)、铋(Bi)的独特优势和效率。

4) 湿法精炼采用电解等先进工艺,选用高效节能的整流设备。

5) 烟化炉床面积将超过4m<sup>2</sup>。氧气顶吹炉、大型反射炉和烟化炉应接有余热锅炉,回收利用高温烟气余热。

### 2.1.2.2 锑冶炼

#### (1) 生产方法

世界各国的生产的锑,绝大部分是从单一硫化锑精矿和硫氧混合精矿中提炼的,极少量是从纯氧化锑矿(红锑矿)中提取的。

锑的冶炼方法,总体上可分为火法和湿法两大类。目前以火法炼锑为主。我国的锑产量位居世界首位,年产量约为世界产量的一半,几乎全部为火法生产。

我国的火法炼锑方法,仍沿用赫氏(Herreshoff)炉(直井炉)挥发焙烧和鼓风炉挥发熔炼,以产出锑的氧化物—三氧化二锑(Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>);再经反射炉还原熔炼和精炼,获得纯净的金属锑;国外除沿用赫氏(Herreshoff)炉外,还采用了回转炉焙烧、多膛炉焙烧、闪速炉挥发熔炼、鼓风炉还原熔炼以及电炉还原熔炼与精炼等。苏联和玻利维亚还采



用了碱性湿法炼铟和电解精炼。

20世纪60年代,我国试验成功了鼓风机挥发熔炼浮选硫化铟精矿和各种含铟物料工艺,鼓风机迅速成为我国的主要炼铟设备。1980年代初,又成功地从铟精炼炉的砷碱渣中提取出铟和砷,从而大大减轻了对环境污染;同时也比较成功地净化了直井炉和鼓风机产出的低浓度二氧化硫烟气,改善了工厂环境和操作条件。

我国炼铟工业主要采用直井炉挥发焙烧富硫化铟块矿,采用鼓风机熔炼浮选硫化铟精矿或含金硫化精矿,采用反射炉还原熔炼和精炼,获得纯净的金属铟锭。熔炼浮渣返回鼓风机处理,精炼所产砷碱渣单独处理,提取其中的铟和砷。

火法炼铟工艺主要有:沉淀熔炼、挥发焙烧(熔炼)—还原熔炼、井式炉挥发、常规回转窑挥发焙烧、回转窑闪速挥发焙烧、沸腾炉焙烧、鼓风机挥发焙烧和旋涡炉挥发焙烧法。

沉淀熔炼法由英国首先采用,适宜于处理含铟大于50%的铟精矿。其实质是利用铟和铁对硫的亲合力的差异,在高温下用铁置换铟。该方法现已基本被淘汰。

挥发焙烧(熔炼)—还原熔炼法系利用硫化铟矿易于氧化挥发的特性,产出铟氧,使铟与脉石分离,铟氧再经还原熔炼,生产金属铟。其中挥发焙烧(熔炼)是影响铟冶炼回收率的重要环节,对它的研究也最多。现有的挥发设备有:回转窑、沸腾炉、烧结机、转窑、鼓风机、旋涡炉等。铟氧的还原熔炼一般在反射炉内进行,采用无烟煤或木炭为还原剂,碳酸钠为熔剂,温度1000℃。

井式炉挥发法是在赫式(Herreshoff)炉的基础上发展起来的。优点是设备简单、成本低。缺点是能力低、适应性差(适宜处理15%左右的块矿)、铟回收率低(90%)、污染严重。目前,国内还有一些小厂采用。属于被淘汰工艺。

常规的回转窑挥发焙烧法的焙烧温度为1100℃,停留时间2~3h,回收率90%,重油消耗大,炉结严重。烟气排出温度700~720℃,烟气经过收尘和布袋室后排入大气,收尘效率97%~98%。

回转窑闪速挥发焙烧法由意大利阿米公司曼西阿诺铟厂研究成功。其特点是充分利用了硫化矿的表面能(炉温1200~1300℃),节省燃料(重油消耗30~50kg/h),所产烟气二氧化硫浓度高(8%~12%),有利于的二氧化硫回收。焙烧烟气含二氧化硫8%~12%,经布袋室降为3%~4%,用水洗法除砷、汞和二氧化硫,然后中和,返回选厂使用,排放烟气中尚含二氧化硫1.5%。

鼓风机挥发焙烧法是我国目前炼铟的主要工艺,在锡矿山闪星铟业有限责任公司、

湘西金矿等冶炼厂采用，铋矿在鼓风炉熔炼过程中，硫化铋挥发氧化，脉石造渣后放出。优点是原料适应性强，可处理硫化矿和氧化矿；挥发率高(92%)、回收率高、铋氧品位高(80%)；生产能力大，劳动条件好。二氧化硫可以制酸，污染较小，适于处理高品位矿。

旋涡炉挥发焙烧法是在铜的旋涡熔炼基础上发展起来的，由捷克斯洛伐克研制成功，在玻利维亚文托炼铋厂采用。其优点是强化燃烧过程，燃料消耗少，热利用率高，自动化程度高。

湿法炼铋分为碱性湿法炼铋和酸性湿法炼铋两大类。目前已工业应用的主要是碱性湿法炼铋。比较典型的湿法炼铋工艺有硫化钠浸出一硫代亚铋酸钠溶液电积法和碱性浸出液的氢还原法。除此之外，对于含有高价铋的氧化铋矿，采用湿法冶炼时，无论是用碱法或用酸法直接浸出，结果均不理想。为此，中国科学院化工冶金研究所研究表明：如在酸浸流程中引入碳还原预处理方法，铋的总浸出率可提高到 93%~95%，并据此开发出处理含有高价铋的氧化铋矿和生产出铋白的流程。

湿法炼铋在 20 世纪 70 年代已在我国试验成功，并在锡矿山矿务局(现锡矿山闪星铋业有限责任公司)建成了年产精铋 11000t 湿法炼铋厂，1978 年试产基本成功。由于实际生产中每吨阴极铋需消耗烧碱 1.1~1.2t，直流电消耗达 2857kWh，其生产成本远高于火法炼铋，故未继续在生产中应用。

## (2) 技术发展方向

- 1) 新建、改扩建项目精铋(铋锭)或铋白(三氧化二铋)年生产能力应超过 5000t。
- 2) 主要设备鼓风炉风口区截面积不小于 1m<sup>2</sup>/座，反射炉炉膛不小于 10m<sup>2</sup>/座，浸出槽罐不小于 5m<sup>2</sup>/台，并拥有综合回收和“三废”处理等完整的工艺流程。
- 3) 研究开发处理复杂铋矿的新工艺和新设备。如：采用真空蒸馏技术处理铋汞矿、用湿法工艺处理铋金砷矿和铋铅矿等新技术新工艺。

### 2.1.2.3 汞冶炼

#### (1) 生产方法

目前我国汞冶炼工艺以沸腾炉炼汞和蒸馏炉炼汞为主。

沸腾炉炼汞是将原矿和原煤分别破碎后送入沸腾炉内焙烧。炉气经除尘后送入冷凝器，经过冷凝后得到的汞、汞氮再分别处理，最终经提纯得到汞产品。废气经处理后排放。当入炉汞矿石品位为 0.15%时，汞冶炼回收率约为 92%。

沸腾炉为我国独有炼汞工艺，具有处理能力大、机械化程度高等优点，尤其是对

处理低品位、宽筛分的矿石有其独到之处。但该工艺投资大、能耗高、生产时废气量大、排渣时烟尘量大。所以，不符合清洁生产工艺的要求，需要对其进行改造升级。

蒸馏炉炼汞因其投入的是浮选后的汞精矿，故又称为浮选—蒸馏工艺。首先将压缩干燥后的汞精矿经螺旋加料器送入电热回转蒸馏炉内蒸馏，蒸馏后的炉渣排至渣场，炉气则导入冷凝系统，冷凝后的粗汞再经加工提纯后得到商品汞。废气经处理后排放。

蒸馏炉炼汞(浮选—蒸馏工艺)的主要优点是产品灵活，在处理高品位矿石时，增加重选工序，可生产朱砂(主要成分为硫化汞(HgS))，也可生产水银，“三废”产生量小，工作环境较好，综合回收率较高。处理原矿品位为 0.15%时，选矿回收率为 94%~96%，冶炼回收率为 97%~98%，综合回收率约为 92%~94%。该工艺的不足之处在于需要比较充足的水、电作前提条件。不适合于储量少的小型矿山。

## (2) 技术发展方向

我国汞矿资源较丰富，分布集中，而且具有单汞矿床多、开采条件好、矿石易选易冶、工艺流程简单等优点，是发展汞业的有利条件。从矿产资源保证程度上看，汞矿现保有储量 8.14 万 t，其中工业储量 2.03 万 t。按有关部门建议限制汞产量年产 500t 配置矿产资源，现有的可供开采的储量可以保证 15 年以上。但目前存在矿山生产接续的问题。大多数矿山是上世纪五六十年代建矿或扩建的老矿山企业，有的资源已近枯竭，有的已闭坑，有的因品位低或因开采成本高而停产，加之目前国内外市场汞的销售不景气，多数汞企业亏损，因而有资源也无力扩建坑口或新建矿山。所以，在市场经济条件下，调整产品结构，研发汞深加工产品的生产工艺和技术装备应是我国汞工业发展的方向。

## 2.2 污染源治理技术及其发展趋势

### 2.2.1 大气污染源治理技术及其发展趋势

#### 2.2.1.1 大气污染源和分类

本标准所称的大气污染源是指锡、铋、汞工业在采矿、选矿、冶炼和烟气制酸生产过程中，因凿岩爆破、破碎、筛分、运输、冶炼原料制备、焙烧、烧结、熔炼和精炼、烟气吸收、转化等作业过程中产生的含大气污染物的气体。

按其所含污染物的种类大体上可将大气污染源分为 3 大类：

(1) 从采矿、选矿和冶炼原料制备等过程产生的含工业粉尘为主的废气；

(2) 从冶炼原料制备、焙烧、烧结、熔炼、精炼等过程产生的含二氧化硫、烟尘、锡、铋、汞、铅、锌、砷等污染物的烟气；

(3) 烟气制酸和电解过程产生的含硫酸雾和二氧化硫废气。

### 2.2.1.2 二氧化硫治理技术

目前，对含二氧化硫烟气的治理技术，按二氧化硫浓度的高低可分为二类：

#### (1) 高浓度二氧化硫烟气

通常是指能满足接触法自热生产硫酸的含二氧化硫浓度在 3.5%以上的烟气。此类烟气采用化学工业中应用的接触法生产硫酸。高浓度二氧化硫烟气经接触法制酸后，尾气中的二氧化硫浓度一般可达到 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》的最高允许排放浓度后排放。

#### (2) 低浓度二氧化硫烟气

对二氧化硫浓度低于 3.5%的烟气，由于不能满足接触法自热生产硫酸的条件。通常，为使其能达标排放，必需进行脱硫处理，常见的脱硫方法按脱硫产物的干湿形态可分为干法、半干法和湿法三种工艺。其中干法和半干法的脱硫率多为 50%~60%；湿法工艺是目前应用最广泛的脱硫工艺，其脱硫率可达 95%以上。为节约投资，也有采用简易的湿法脱硫工艺，但其脱硫率仅为 70%~75%，尾气中的二氧化硫浓度难以稳定达到 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》的最高允许排放浓度，常出现超标现象。

目前，我国锡、铋、汞冶炼厂产生的含二氧化硫烟气的治理情况大致如下：高浓度二氧化硫烟气采用接触法制酸脱除二氧化硫并使其浓度降至  $1000\text{mg}/\text{m}^3$  以下后排放；低浓度二氧化硫烟气有的采用碳酸氢铵溶液吸收后制取亚硫酸铵，用作化肥(但销路不佳)；有的则未经脱硫而直接从高烟囱排放，经常超标。

### 2.2.1.3 颗粒物治理技术

目前，我国锡、铋、汞矿山含颗粒物废气的治理技术大致如下：对凿岩、铲运、放矿、出矿和运输(机车、汽车和皮带)等作业，大多采用湿式作业来减少粉尘的产生量；对溜井出矿系统、露天穿孔系统及选矿厂的破碎系统和皮带运输系统，大多采用密闭抽尘和净化措施相结合的方法来控制废气中颗粒物的含量。目前常用的除尘装置有旋风除尘器、文丘里除尘器、泡沫除尘器、单电极静电除尘器等。

锡、铋、汞冶炼产生的含颗粒物烟气，90%以上都采用干式收尘。常用的装置有：沉降室、旋风除尘器、袋滤器和电除尘器等，它们可单独使用，也可组合使用。湿式

除尘器则适用于含湿量大的物料干燥废气。常用的湿式除尘装置有水膜旋风收尘器、自激式收尘器和文丘里等。

#### 2.2.1.4 硫酸雾治理技术

目前,国内外及锡、铋冶炼企业,脱除废气中硫酸雾的方法,多采用过滤除雾器。

过滤除雾器是将含酸雾气体通过滤料将酸雾粒捕集的装置,应用较广的有丝网除沫器和纤维除雾器。丝网除沫器靠细丝编织的网垫起过滤除沫作用,丝网的材质是金属或玻璃纤维;纤维除雾器是根据惯性碰撞、截留、扩散吸附等过滤机制,在纤维上捕集雾粒的高效能气雾分离装置。分高速型、捕沫型和高效型三种,前两者以惯性碰撞,截留效应为主,后者以扩散吸附效应为主。高效型纤维除雾器对 $3\mu\text{m}$ 以上雾粒除雾效率几近100%,对 $3\mu\text{m}$ 以下雾粒除雾能力为94%~99%。

#### 2.2.1.5 含锡、铋、汞、铅、锌、砷等污染物烟气治理技术

锡、铋、汞火法冶炼时,烟气中除含有颗粒物外,还含有锡、铋、汞、铅、锌、砷等污染物,目前多采用冷凝吸收加除尘的方法加以去除。一般说来,当温度降低时,废气中的锡、铋、汞、铅、锌、砷等污染物也随之冷凝为固态,一部分附着在烟尘等颗粒物上通过除尘方式去除,一部分被冷凝回收。剩余部分则随烟气排入大气环境。

#### 2.2.1.6 治理技术发展趋势

##### (1) 改进工艺和设备

改进生产工艺和设备是减少废气排放的根本途径,同时也是提高回收率和降低能耗的重要措施,具有节能减排的双重效益。

近年来,许多国家在确定生产工艺和设备之前,先对各种生产工艺和设备废气的排放状况进行研究,并在设计时充分考虑废气的产生与防治问题。例如,现采选多用大型的凿岩、铲装和破碎设备;冶炼尽量提高烟气中的二氧化硫的浓度,以提高硫的利用率;开发新型、高效的废气净化工艺和装备等。

##### (2) 大力推行和实施清洁生产

清洁生产是从源头削减污染,提高资源利用效率,减少或者避免锡、铋、汞生产过程中污染物产生和排放的最佳生产模式,是减少锡、铋、汞工业企业大气污染物排放的重要手段之一。实践证明,通过采用清洁工艺和设备,可以大幅度降低污染物的产生量和排放量。清洁生产的理念已为越来越多的锡、铋、汞生产所接受,并正在付诸实施。

## 2.2.2 水污染源治理技术及其发展趋势

### 2.2.2.1 水污染源和分类

本标准所称的水污染源是指锡、铋、汞工业在采矿、选矿、冶炼和烟气制酸生产过程中产生和排放废水的工序、部位、场所、设备、设施等。

根据废水的来源,可分为采矿废水、选矿废水和冶炼废水等;根据废水所含污染物的主要成份,可分为酸性废水、碱性废水和含重金属废水等。

采矿废水来自采矿场和废石场,主要是由大气降水和矿内地下涌水等形成,通常具有水质水量波动大、呈酸性和采矿结束后仍然存在等 3 个特点。

选矿废水来自洗矿、除尘、精矿脱水和尾矿沉清等作业,通常具有废水量大,主要污染物为悬浮物、多为碱性废水且含少量重金属离子(洗矿水除外)和水质水量较为稳定等 4 个特点。

冶炼废水来自冷却、冲渣、烟气洗涤、湿法收尘、湿法冶炼、金属电解、冲洗地面等作业。其中,冲渣水经沉降、冷却水经降温后均可重复使用,且二者的废水量占冶炼废水量的 90%以上。其他废水则污染物种类多且含量高,并呈酸性。冶炼废水的水质水量相对较为稳定。

### 2.2.2.2 采矿废水的治理技术及其发展趋势

#### (1) 治理技术

目前,锡、铋、汞采矿废水的治理,基本上都采用中和法,但在中和工艺和中和剂方面有如下的不同变化:

##### 1) 中和工艺

一是传统中和:即一次投加中和剂至所需的 pH 值,使水质达标。这种工艺对镉和砷超标的废水很难使之达标。此外对二价铁含量较高的废水、由于不能使二价铁完全变成氢氧化物,处理水会发黄。

二是渣回流中和:采用渣回流中和可改善中和渣的性质,有利于固液分离和脱除镉和砷。

##### 2) 中和剂

一是用石灰乳作中和剂。这是常用的中和剂,对其他中和剂来讲相对处理成本较高。此外需一套石灰乳化装置,增加了投资。为此,有些矿山采用电石渣作中和剂。

二是用石灰石作中和剂。由于用石灰石(粉)作中和剂,仅能使废水的 pH 值提高至 5 左右,有许多污染物仍不能被除去。因而多在两段中和工艺中的第一段使用。

三是用选矿碱性废物作中和剂；常用的有选矿碱性废水和尾矿浆作中和剂。这些中和剂不仅有较好的处理效果，而且是以废治废，大大降低废水的处理成本。但存在选矿厂每年约有一个月检修期，期间的采矿废水无法得到治理。

## **(2) 发展趋势**

一是回收废水中的有价金属。通常可采用铁置换，萃取—电积等方法来回收废水中的有价金属。

二是送往选矿厂代替硫酸调整 pH 值。锡、铋矿石的选矿，大多采用优先浮选工艺，浮选过程需用硫酸调低矿浆 pH 值，来实现锡(铋)与硫的分离。因而，用采矿酸污水代替硫酸，具有一定的经济效益。

三是充分利用选矿过程产生的碱性物质。选矿厂产生的精矿脱水、尾矿浆和尾矿库回水等均含有碱性物质，如能用来代替石灰作采矿酸性污水的中和剂，将起到以废治废、降低成本的效果。

四是研制适用可靠的水质水量测量和控制仪表。

### **2.2.2.3 选矿废水治理技术及其发展趋势**

#### **(1) 治理技术**

目前，国内锡、铋、汞选矿厂废水的治理方法，主要有自然净化法、混凝法、中和法和重复利用法等。

##### **1) 自然净化法**

自然净化法是当前普遍使用的方法。其构筑物主要是沉淀池和尾矿库，使选矿废水中的主要污染物—悬浮物被除去。经自然净化(特别是尾矿库)净化后的选矿废水，多数可以达到重复利用和现行排放标准的要求。

##### **2) 混凝法**

混凝法是指使用有机或无机絮凝剂使分散体系聚结脱稳过程的方法。它不仅适用于含悬浮物质、胶体物质及可溶性污染物废水的处理，也适用于含重金属离子废水的处理。混凝法具有适应性强、技术可行和经济合理等优点。因此，在选矿废水的处理中仍占重要的地位。

##### **3) 中和法**

用中和法处理锡、铋、汞选矿废水存在两种情况，一是对选矿废水中呈酸性的洗矿水用中和法进行处理；二是与酸性的采矿废水进行相互中和处理。

##### **4) 重复利用法**

重复利用法是将经自然净化、混凝和中和处理后的选矿废水重新用于选矿作业。这种方法有 3 个优点：一是可以减少废水的外排量、二是可以减少选矿作业新水的用量、三是可以适当降低处理的要求。

## **(2) 发展趋势**

一是提高选矿作业的水重复利用率。许多选矿厂的实践证明，将选矿废水重复用于选矿作业，不但能保证选矿生产的正常运行，而且可充分利用废水中残留的选矿药剂，减少选矿废水的外排量和减少选矿作业的新水用量。因而，有明显的环境和经济效益。

二是充分发挥尾矿库的作用。目前，我国锡、锑、汞矿山的尾矿库在处理矿山废水的过程中主要发挥了如下作用：一是使绝大部分的选矿废水得到处理，并使之达标或基本达标；二是基本成为选矿用水的第二甚至第一水源地；三是有的矿山将采矿酸性废水送往尾矿库，使之实现酸、碱大中和。为此，应在确保尾矿库安全的前提下，进一步发挥尾矿库保护环境的作用。

### **2.2.2.4 冶炼废水治理技术及其发展趋势**

#### **(1) 治理技术**

目前，国内锡、锑、汞冶炼废水治理方法大致如下：

**冷却水：**多为间接冷却用水，一般经冷却后可循环使用。

**冲渣水和直接冷却水：**由于含有炉渣微粒等固体颗粒物以及含有少量的重金属污染物，多采用沉降池脱除固体颗粒后循环使用。并定期引出一部分用中和法进行处理。

**烟气净化废水：**大多采用硫化一中和的工艺进行处理，即废水(酸)经鼓风脱除二氧化硫后，投加硫化钠脱砷，再投加石灰石乳液中和回收石膏，中和液再投加硫酸亚铁和石灰乳进行一级中和，经氧化后再次投加石灰乳进行二级中和，这样可使废水(酸)最终达标排放。

**湿法收尘、湿法冶炼废水和冲洗地面水：**大多均采用中和法进行处理。

#### **(2) 发展趋势**

一是革新生产工艺，以消除和减少废水的排放。如将湿式收尘改为干法收尘，可以消除大量含锡、锑、汞、锌、砷、铅、铜、镉、铬等污染物的废水。

二是提高水的重复利用率。废水重复利用，既避免对环境的污染，又减少了废水处理费用，效益明显。

三是研究新的处理方法，能综合回收利用有价金属，实现变害为利、变废为宝的



废水处理方法。

四是开发能杜绝或拦截跑、冒、漏的设备和构筑物，以尽量减少废水的产生量和排放量。

## 2.3 标准的适用范围及控制污染源

### 2.3.1 适用范围

按我国现行的工业企业生产经营管理模式，锡、铋、汞工业企业包括锡、铋、汞金属的采矿、选矿、冶炼、再生熔炼和压延加工，以及附属于其的非锡、铋、汞金属的采矿、选矿、自备电厂、供热锅炉、通风系统等。

根据《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》中关于“行业型和综合型排放标准的适用范围”的规定，行业型污染物排放标准原则上按生产工艺特点设置，确定排放标准的合理适用范围，应全面考虑本标准与相关排放标准的关系，避免适用范围的重叠。

由于锡、铋、汞金属的再生熔炼和压延加工、非锡、铋、汞金属的采矿、选矿；自备电厂、供热锅炉、通风系统，国家已颁布或将颁布相应的污染物排放标准，故本标准的适用范围是：锡、铋、汞工业企业特征生产工艺和装置的废水和废气污染物排放管理，以及锡、铋、汞工业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计和竣工环境保护验收。本标准不适用于锡、铋、汞再生及锡、铋、汞加工企业(或车间和系统)；也不适用于附属于锡、铋、汞企业的非特征生产工艺和装置。

### 2.3.2 控制污染源

锡、铋、汞工业企业产生的污染源通常有工业污染源和生活污染源。

工业污染源通常有废水、废气、工业固体废物、废热、噪声和振动等。

生活污染源通常有生活污水、生活垃圾、餐饮油烟等。

由于锡、铋、汞工业企业产生的生活污染源、工业固体废物、废热、噪声和振动等污染源，国家已制定和将修订完善相关的标准和规范。故本标准只对锡、铋、汞工业企业特征生产工艺和装置产生的废水和废气这两类工业污染源进行控制。

### 2.3.3 本标准只适用于法律、法规允许的污染物排放行为

《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》(国家环境保护总局第 17 号

公告)规定：“排放标准只适用于法律允许的污染物排放行为，对法律禁止的排放行为，排放标准中不规定排放控制要求，并应明确表述新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，按照《中华人民共和国大气污染防治法》第十六条、《中华人民共和国水污染防治法》第二十和第二十七条、《中华人民共和国海洋环境保护法》第三十条、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第二十二条、《中华人民共和国放射性污染防治法》第四十二条和第四十三条、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等法律、法规、规章的相关规定执行。”

据此，本标准在适用范围中引用了上述规定。

## 2.4 污染物的排放方式及监控位置

### 2.4.1 排放方式

#### (1) 水污染源的排放方式

鉴于目前国内外水污染源排放的废水大多经处理达标后由专门管(渠)排放，所以，锡、铊、汞工业企业对特征生产工艺和装置产生的污水，均应采取相应的治理措施，达到本表规定的排放浓度限值后，经由专门的管(渠)排放。

#### (2) 大气污染物的排放方式

鉴于目前国内外大气固定源排放的废气经治理达标后经由排气筒排放，同时，根据国家环境保护总局 1999 年 1 月 23 日下发的《关于开展排放口规范化整治工作的通知》(环发[1999]24 号)附件 2《排放口规范化整治技术要求》中关于“无组织排放有毒有害气体的，应加装引风装置，进行收集、处理”的规定，结合锡、铊、汞工业采矿、选矿和冶炼过程中存在的无组织排放的实际，本标准规定：特征生产工艺和装置应采取大气污染物收集和治理等措施，防止和减少发生污染物无组织排放，净化后的气体由排气筒排放，并执行规定的大气污染物排放浓度限值。

### 2.4.2 污染物排放的监控位置

#### (1) 水污染物

现行的 GB8978-1996《污水综合排放标准》规定：第一类污染物一律在车间或车间处理设施排放口采样；第二类污染物，在排污单位排放口采样。

规定在车间或车间处理设施排放口采样，原因是锡、铊、汞冶炼废水中含有的重金属等有毒污染物采用二级生化污水处理技术无法去除。为防止这些有毒污染物稀释

排放,要求在车间内对这些有毒污染物进行有效处理,目的是实质性削减污染物排放。

实践证明,这是一项符合实际、行之有效的举措,对于防治水污染物(尤其是第一类污染物)对水环境的污染起到积极作用。因此,本标准仍然沿用了这一做法,规定:对 pH 值、化学需氧量、总磷、总氮、氨氮、石油类、悬浮物、硫化物、总铜、总锌、总锡、总铋等水污染物在企业常规污水处理设施排放口设置监控点;总汞、总镉、总铅、总砷、六价铬等水污染物在车间或生产装置排放口设置监控点。

### **(3) 大气污染物**

大气污染物排放监控点位的设置执行 GB/T16157-1996《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》和 HJ/T55-2000《大气污染物无组织排放监测技术导则》的规定,分别设置在企业大气污染物净化设施排放口和企业边界处。

## **2.5 控制污染物及其标准值的表达形式**

### **2.5.1 控制污染物**

#### **2.5.1.1 控制污染物筛选原则**

本标准废气和废水排放的控制污染物,根据对我国锡、铋、汞工业企业废气和废水排放源的现状调查和监测数据,采用如下原则进行筛选:

(1) 锡、铋、汞工业采矿、选矿和冶炼过程中可能存在且实际产生的废气和废水主要污染物;

(2) 这些污染物的理化特征、毒理特征和环境特征均已被国内外公认为属对人体和环境有害;

(3) 这些污染物有成熟可靠的处理技术;

(4) 这些污染物有成熟可靠的监测分析方法。

#### **2.5.1.2 废气排放控制污染物**

根据污染源调查结果,锡、铋、汞工业排放的废气中通常不含有机化合物,重金属大多存在于颗粒物(烟尘)之中。本标准确定锡、铋、汞工业排放废气的控制污染物为:颗粒物、二氧化硫、硫酸雾、总锡、总铋、总汞、总镉、总铅、总砷。

颗粒物和总锡、总铋、总汞、总镉、总铅、总砷主要来自锡、铋、汞矿石破碎、物料干燥、熔炼炉等过程;二氧化硫主要来自锡、铋、汞熔炼、烟气制酸等过程;硫酸雾主要来自烟气制酸等过程。

### 2.5.1.3 废水排放控制污染物

本标准废水排放的控制污染物的筛选方法和结果是：

(1) 将有色金属工业年排放量占全国总排放量 10%以上的镉、铜、砷作为本标准污染排放控制指标。

(2) 将具有行业特征的总锡、总铋、总汞作为本标准的污染排放控制指标。

(3) 从 GB8978-1996《污水综合排放标准》的第一类污染物中筛去在锡、铋、汞工业产生的水污染源中很少存在，或既是存在也不可能超标的烷基汞、总镍和总银等污染物，保留六价铬控制指标。

(4) 从 GB8978-1996 的第二类污染物中筛出在锡、铋、汞工业产生的水污染源中有可能超标的 pH、化学需氧量、石油类、硫化物、悬浮物、总锌等 6 项污染物作为本标准污染排放控制指标。

(5) 为防止水体富营养化，根据国家环境保护总局 2006 年 11 月 27 日发布的《主要水污染物总量分配指导意见》(环发[2006]189 号)，关于“国家确定的水污染防治重点流域等专项规划中，还要控制氨氮(总氮)、总磷等污染物的排放总量”等规定，考虑将总磷、总氮和氨氮也作为污染控制指标。

根据以上原则，共筛选出 pH、化学需氧量、总磷、总氮、氨氮、石油类、硫化物、悬浮物、总铜、总锌、总锡、总铋、总汞、总镉、总铅、总砷、六价铬等 17 种(类)污染物为本标准水污染物排放控制指标。

### 2.5.2 标准值的表达形式

在我国已颁布的污染物排放标准中，采用的标准值的表达形式主要有浓度、排放速率、排污系数和总量控制指标等 4 种。它们各有其特点适用范围。

#### 2.5.2.1 浓度

这是在我国已颁布的污染物排放标准中无一例外地均采用的标准值表达形式。这种形式由于具有数据获得容易，并能直接用于控制和管理，因而已被我国广大的环保工作者和管理者所接受并应用。但浓度控制方式可能导致产生通过大量空气或水稀释而实现浓度达标的现象。因而对于大气污染物排放标准，通常要规定过剩空气系数。但对于水污染物排放标准，目前尚未有更好的防止稀释达标的可行措施。需要通过在线监测、控制水的重复利用率和提高水价等技术经济手段来逐步解决。

#### 2.5.2.2 排放速率

污染物排放速率标准值最早出现 GBJ4-73《工业“三废”排放试行标准》之中。该标准是我国第一项污染物排放标准。它对废气通过排气筒排放规定了不同高度排气筒对应的排放速率标准值。其后，被许多与大气污染物排放有关的污染物排放标准所沿用。将排放速率作为标准值的表达形式，主要存在如下问题：

一是与浓度标准值不一定完全协调，致使有些污染物排放标准中不得不增加“两项指标，超过其中任何一项均视为超标排放”之类的条款。

二是容易与排污企业所在地的污染物总量控制规定不完全一致，甚至出现矛盾，给标准的实施带来一定困难。

三是由于排气筒高度、气象条件和地形条件的不同，会有不同的排放速率限值，由此可能造成标准形式过于复杂；但如果采取“一刀切”的做法，又不利于体现“公平公正”和“区别对待”的原则。

### 2.5.2.3 排污系数

排污系数是指单位产品的污染物排放量。如今，发达国家的污染物排放标准多将其作为标准值的一种表达形式。我国在“六五”期间发布的 28 项行业污染物排放标准中，约有 2/3 的标准将其作为标准值的表达形式。而从 1988 年颁布的 GB8978-88《污水综合排放标准》至现行的 GB8978-1996《污水综合排放标准》、GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》和 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》，均未将排污系数作为标准值的表达形式。但从 2004 年开始，在国家环境保护总局网站公示的一些行业污染物排放标准的征求意见稿中，又有多项标准将排污系数列为标准值的表达形式。这种标准值形式，主要存在如下问题：

一是数据的获得渠道不一。除需测定污染物浓度之外，还需测定污染源的流量和统计产品产量。浓度和流量可以实时监测，但产品产量往往按月(或日)统计。这将给监测工作和数据处理带来很大的困难。

二是往往容易与污染物浓度或排放速率标准值产生矛盾。

三是会与排污企业所在地的污染物总量控制规定产生矛盾，特别是与“十一五”规划纲要提出的“至 2010 年，在保持国民经济平稳较快增长的同时，使主要污染物排放总量减少 10%”的环境保护主要目标会产生更尖锐的矛盾。

### 2.5.2.4 总量控制

对污染物排放实行总量控制是我国环境保护工作的一项重要制度，也是我国全面落实科学发展观，加快建设“资源节约型”和“环境友好型社会”的一项重要举措。

温家宝总理 2006 年 4 月 17 日在第六次全国环境保护会议发表的重要讲话中指出：“实行污染物总量控制制度。这是减少环境污染的‘总闸门’。各地都要按照国家环保总体目标要求，制定污染物排放总量控制计划，并将控制指标层层分解，落实到基层和重点排污单位。任何地方、任何单位都要严格执行，不得突破”。

可见，我国对污染物总量控制实行的是地方申报、国家平衡、最终落实到企业的方式，亦即对某一污染物，在不同地区，甚至不同企业，会有不同的总量控制要求，无法在国家污染物排放标准中给出统一的标准值。为此，在许多污染物排放标准中都有“除执行本标准之外，还应执行当地总量控制规定”的条款。但由于各地、各企业有着不同的总量控制指标，且不是一个固定数值，无法在国家污染物排放标准中予以统一。此外，排放速率和排污系数的标准值形式，如与浓度在同一标准中出现，还会与浓度标准值产生矛盾，更会与总量控制产生矛盾。

综上所述，本标准的标准值表达形式，仍采用数据容易获得、便于控制和管理的浓度标准值形式，具体如下：

- (1) 对大气污染物，采用浓度( $\text{mg}/\text{m}^3$ )标准值形式来控制有组织和无组织排放。
- (2) 对水污染物，采用浓度( $\text{mg}/\text{L}$ )标准值形式来控制其排放。

## 2.6 水污染物排放限值的确定

### 2.6.1 水污染物及主要污染源的处理方法

锡、铋、汞工业的主要废水包括：矿山酸性废水(含酸、悬浮物、化学需氧量、硫化物、锡、铋、汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬等)、碱性废水(含碱、悬浮物、石油类、化学需氧量等)、烟气制酸废水(含酸、化学需氧量、锡、铋、汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬等)、烟气制酸冷却水(基本不含污染物(酸管漏酸时除外))、冶炼废水(含悬浮物、化学需氧量、硫化物、石油类、锡、铋、汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬等)。

目前，国内外对这些废水的处理方法大致如下：

(1) 对矿山酸性废水，大多采用中和法(包括与矿山碱性废水的相互中和)处理达标后外排；矿山碱性废水，大多经沉清后大部分回用，少量外排；

(2) 烟气制酸废酸大多经硫化—中和法处理后达标外排；烟气制酸冷却水大多经冷却后重复使用；

### (3) 冶炼废水大多经沉清后回用。

由此可见，对污染物含量较少的矿山碱性废水、烟气制酸冷却水和冶炼废水，大多是经澄清、冷却处理后回用于生产工艺之中；而对污染物含量较高的矿山酸性废水、烟气制酸废酸，虽有不同的处理工艺，但最终大多也都落实在中和工艺中。

## 2.6.2 排放限值的确定

本标准确定水污染物排放限值的原则如下：

(1) 现有企业的污染物排放浓度限值不得高于现行 GB8978-1996《污水综合排放标准》中 1998 年 1 月 1 日后建设单位的二级标准值；

(2) 新建企业的污染物排放限值应接近或达到发达国家的污染物排放限值。

(3) 所确定的污染物排放限值，应是国内外目前采用的中和法、改进的中和法等处理工艺在加强管理的基础上能达到的水平。

根据以上原则，确定本标准废水排放污染物的控制限值，结果见表 2.3。

表 2.3 水污染物排放浓度限值

序号	排放控制指标	控制污染源	锡工业		铋工业		汞工业	
			现有企业	新建企业	现有企业	新建企业	现有企业	新建企业
1	pH 值	全部	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	COD/mg·L <sup>-1</sup>	全部	150	100	150	100	150	100
3	总磷/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	总氮/mg·L <sup>-1</sup>	全部	20	15	20	15	20	15
5	氨氮/mg·L <sup>-1</sup>	全部	8	5	8	5	8	5
6	石油类/mg·L <sup>-1</sup>	全部	10	5	10	5	10	5
7	悬浮物/mg·L <sup>-1</sup>	采选	150	100	150	100	150	100
		其他	100	70	100	70	100	70
8	硫化物/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0
9	总锡/mg·L <sup>-1</sup>	全部	6	5	6	5	—	—
10	总铋/mg·L <sup>-1</sup>	全部	6	5	6	5	—	—
11	总汞/mg·L <sup>-1</sup>	全部	—	—	—	—	0.05	0.04
12	总铜/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5
13	总锌/mg·L <sup>-1</sup>	全部	5.0	2.0	5.0	2.0	5.0	2.0
14	总镉/mg·L <sup>-1</sup>	全部	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
15	总铅/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16	总砷/mg·L <sup>-1</sup>	全部	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
17	六价铬/mg·L <sup>-1</sup>	全部	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

### 2.6.3 单位产品基准排水量的确定

#### 2.6.3.1 采矿

采矿废水主要来自采场和废石场,这两处废水水量的大小主要取决于大气降水和地下涌水,而这两者通常只与当地气候条件和地下水文状况有关,与生产工艺基本无关。因而本标准无法确定和控制采矿过程的单位产品基准排水量。

#### 2.6.3.2 选矿

锡、铋、汞矿石的选矿一般采用重选和浮选工艺,其中,重选工艺用水量约为 $4\sim 5\text{m}^3/\text{t}$ 原矿,浮选工艺用水量约为 $5\sim 6\text{m}^3/\text{t}$ 原矿。目前,选矿生产的水重复利用率一般在 $70\%\sim 75\%$ 。按选矿用水量为 $5.5\text{m}^3/\text{t}$ 矿石,水重复利用率现有企业为 $70\%$ 、新建企业为 $75\%$ ,确定本标准选矿过程单位产品基准排水量。

新建企业:  $1.40\text{m}^3/\text{t}$ 原矿;

现有企业:  $1.65\text{m}^3/\text{t}$ 原矿。

#### 2.6.3.3 锡冶炼

锡火法冶炼的用水量约为 $30\sim 50\text{m}^3/\text{t}$ 锡锭。目前,锡火法冶炼的水重复利用率一般在 $80\%\sim 90\%$ 。按锡火法冶炼用水量为 $50\text{m}^3/\text{t}$ 锡锭,水重复利用率现有企业为 $85\%$ 、新建企业为 $95\%$ ,确定本标准锡火法冶炼单位产品基准排水量。

新建企业:  $5.0\text{m}^3/\text{t}$ 锡锭;

现有企业:  $7.5\text{m}^3/\text{t}$ 锡锭。

#### 2.6.3.4 铋冶炼

铋火法冶炼的用水量约为 $30\sim 50\text{m}^3/\text{t}$ 铋锭。目前,铋火法冶炼的水重复利用率一般在 $80\%\sim 90\%$ 。按铋火法冶炼用水量为 $50\text{m}^3/\text{t}$ 铋锭,水重复利用率现有企业为 $85\%$ 、新建企业为 $95\%$ ,确定本标准铋火法冶炼单位产品基准排水量。

新建企业:  $5.0\text{m}^3/\text{t}$ 铋锭;

现有企业:  $7.5\text{m}^3/\text{t}$ 铋锭。

#### 2.6.3.4 汞冶炼

据调查,重、浮选蒸馏炉工艺炼汞排放的废水约为 $2\sim 4\text{m}^3/\text{t}$ 精矿。鉴于重、浮选蒸馏炉工艺是我国炼汞技术的最高水平,故以此为基准确定单位产品基准排水量:

新建企业:  $2\text{m}^3/\text{t}$ 精矿

现有企业:  $4\text{m}^3/\text{t}$ 精矿



## 2.7 大气污染物排放限值的确定

### 2.7.1 二氧化硫

#### 2.7.1.1 烟气制酸

为确定烟气制酸尾气的二氧化硫排放限值，计算了烟气和尾气不同二氧化硫浓度时要求的二氧化硫转化率，结果如表 2.4。

表 2.4 烟气和尾气不同二氧化硫浓度时要求的二氧化硫转化率(%)

烟气中 SO <sub>2</sub> 浓度/%	尾气中 SO <sub>2</sub> 浓度/mg·m <sup>-3</sup>						
	960	900	860	800	700	600	500
4	99.21	99.26	99.29	99.34	99.42	99.51	99.59
6	99.49	99.52	99.54	99.58	99.63	99.68	99.73
8	99.63	99.65	99.67	99.69	99.73	99.77	99.81
10	99.71	99.73	99.74	99.76	99.79	99.82	99.85
12	99.77	99.78	99.79	99.81	99.83	99.86	99.88
14	99.81	99.82	99.83	99.84	99.86	99.88	99.90
16	99.84	99.85	99.86	99.87	99.88	99.90	99.92
18	99.86	99.87	99.88	99.89	99.90	99.91	99.93

目前，国内有色金属冶炼烟气制酸的生产工艺，主要是一转一吸和两转两吸两种工艺。

一转一吸生产工艺的烟气二氧化硫浓度理论上在 5% 以下，但实际情况多在 7% 以下，转化率在 95.6%~96.2% 之间，从表 2.4 可知，其尾气中二氧化硫浓度远大于 960mg/m<sup>3</sup>。因而，需要增设了制酸尾气的脱硫设施，以达到现行 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》规定的二氧化硫排放限值。

两转两吸工艺烟气二氧化硫浓度多在 8% 以上，采用富氧熔炼时可达 14% 甚至更高，转化率可超过 99.5%，使用进口催化剂时可超过 99.85%。但从表 2.4 可知，欲使两转两吸工艺尾气中二氧化硫的浓度降至 800mg/m<sup>3</sup> 以下，须采用强化转化工艺或增设脱硫设施。

本标准确定烟气制酸尾气二氧化硫排放限值的原则如下：

(1) 现有企业两转两吸工艺原则上可不增设烟气脱硫装置，在烟气二氧化硫浓度大于 7% 时可采用高效催化剂；

(2) 新建企业则不分烟气制酸工艺，执行同一标准。

据此，确定烟气制酸尾气的二氧化硫排放限值如下：

现有企业：一转一吸  $960\text{mg}/\text{m}^3$ ；  
两转两吸  $860\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业： $800\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### 2.7.1.2 锡冶炼

#### (1) 排放限值的确定

锡冶炼过程的主要废气排放源为奥斯麦特(Ausmelt)炉和烟化炉等。由于锡精矿硫含量较低,其冶炼烟气经除尘洗涤后,烟气中的二氧化硫浓度对于奥斯麦特(Ausmelt)炉一般都低于  $320\text{mg}/\text{m}^3$ ; 对于烟化炉则一般都低于  $700\text{mg}/\text{m}^3$ 。

据此,本标准锡冶炼烟气中二氧化硫排放浓度限值为:

现有企业: 奥斯麦特(Ausmelt)炉:  $310\text{mg}/\text{m}^3$

烟化炉:  $650\text{mg}/\text{m}^3$

新建企业: 奥斯麦特(Ausmelt)炉:  $260\text{mg}/\text{m}^3$

烟化炉:  $550\text{mg}/\text{m}^3$

#### (2) 排放限值的评述

根据《锡行业准入条件》, 1997年1月1日以前建成投产的企业, 二氧化硫排放低于  $1200\text{mg}/\text{m}^3$ ; 1997年1月1日以后建成投产的企业, 二氧化硫排放低于  $960\text{mg}/\text{m}^3$ 。

由此可知, 本标准规定的锡冶炼二氧化硫排放限值是偏严的。

### 2.7.1.3 锑冶炼

#### (1) 排放限值的确定

锑火法冶炼过程烟气中含有大量二氧化硫。一般说来, 沸腾焙烧炉产生的烟气含有约 3%~6%的二氧化硫, 鼓风炉熔炼烟气中二氧化硫浓度为 3%~5%, 均可用于制酸。烧结工序产生的烟气中二氧化硫浓度较低, 但不能达到现行 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》规定的二氧化硫排放限值。反射炉吹炼和还原熔炼烟气中则几乎不含二氧化硫。

本标准确定锑冶炼烟气中二氧化硫排放限值的原则如下:

- a. 进行工艺改造或增设脱硫率在 95%以上的脱硫设施;
- b. 企业应在加强管理的同时, 积极创造条件, 设置烟气制酸系统;
- c. 进入烟气制酸系统制酸的烟气, 则执行烟气制酸的排放限值。

根据国内外锑冶炼烟气中二氧化硫产生和治理现状, 以及上述原则, 确定其排放

限值为：

现有企业：鼓风机：580mg/m<sup>3</sup>

其他：500mg/m<sup>3</sup>

新建企业：鼓风机：490mg/m<sup>3</sup>

其他：425mg/m<sup>3</sup>

## (2) 排放限值的评述

根据《铋行业准入条件》，1997年1月1日以前建成投产的企业，二氧化硫排放低于1200mg/m<sup>3</sup>；1997年1月1日以后建成投产的企业，二氧化硫排放低于960mg/m<sup>3</sup>。

由此可知，本标准规定的铋冶炼二氧化硫排放限值是偏严的。

## 2.7.2 颗粒物

### 2.7.2.1 烟气制酸

烟气制酸在烟气进入转化器前，为保护催化剂，必须对烟气进行有效的除尘，净化和干燥。因而，烟气制酸尾气中颗粒物的含量是很低的。但当制酸尾气需进一步脱硫时，如采用干法或半干法脱硫时，则又会使制酸尾气中颗粒物含量增加。为此，本标准对现有企业和新建企业执行同一排放限值，即50mg/m<sup>3</sup>。但当制酸尾气采用干法和半干法脱硫时，排放限值为100mg/m<sup>3</sup>。

### 2.7.3.2 锡、铋、汞矿石采选

锡、铋、汞矿石采选过程含颗粒物废气主要来自露天采矿的穿孔和爆破，地下采矿的凿石爆破以及选矿过程的破碎与筛分等。

由于采矿过程产生的粉尘大多属于工业卫生管理范畴，因而本标准的主要对象是矿石的破碎与筛分。

目前，锡、铋、汞矿在破碎与筛分作业产生废气的颗粒物含量多在2000~15000mg/m<sup>3</sup>之间。通过收集作业废气，并设置文丘里、泡沫除尘器等湿式除尘设施来脱除颗粒物，其脱除效率多在95%以上。据此，确定铜镍钴矿石采选颗粒物的排放限值如下：

现有企业：破碎与筛分：150mg/m<sup>3</sup>

其他：100mg/m<sup>3</sup>

新建企业：破碎与筛分：120mg/m<sup>3</sup>

其他：85mg/m<sup>3</sup>

### 2.7.2.3 锡冶炼

锡冶炼的一个特点是一高温作业为主。冶炼过程中，锡和一些低沸点金属挥发率较高，都进入烟气系统。所以，烟气中不但颗粒物浓度高，而且还含有其他金属物。颗粒物粒度细小，多为冷凝而成的凝聚性尘粒。所以在锡冶炼过程中，配置有效的收尘设备是非常必要的。特别是烟化炉，因为其产品就是烟尘。所以，通过收尘不仅能减轻烟气带来的污染问题，也能提高锡的回收率。

目前，锡冶炼烟气中颗粒物的浓度与采用的工艺设备有关。一般说来，奥斯麦特(Ausmelt)炉烟气中颗粒物的浓度约为 70mg/m<sup>3</sup>，烟化炉烟气中颗粒物的浓度约为 190mg/m<sup>3</sup>。其他冶炼烟气大多经除尘后，可使烟气中颗粒物的浓度降至 100mg/m<sup>3</sup>左右。

据此，本标准确定的锡冶炼烟气(不包括烟气制酸尾气)中颗粒物的排放限值如下：

现有企业：120mg/m<sup>3</sup>

新建企业：100mg/m<sup>3</sup>

### 2.7.2.4 锑冶炼

鼓风机挥发焙烧是我国目前炼锑的主要工艺。通常，挥发熔炼鼓风机烟气中颗粒物浓度约为 150~200g/m<sup>3</sup>。经收尘处理后，烟气中颗粒物的浓度可降至 30mg/m<sup>3</sup>。

据此，本标准确定锑冶炼烟气(不包括烟气制酸尾气)中颗粒物的排放限值如下：

现有企业：30mg/m<sup>3</sup>

新建企业：30mg/m<sup>3</sup>

### 2.7.2.5 汞冶炼

火法冶炼汞精矿的过程中，产生汞蒸气的同时，也产生大量烟尘。烟气中颗粒物浓度约为 800~1000mg/m<sup>3</sup>。经收尘处理后，烟气中颗粒物的浓度可降至 85~100mg/m<sup>3</sup>。

据此，本标准确定汞冶炼烟气(不包括烟气制酸尾气)中颗粒物的排放限值如下：

现有企业：100mg/m<sup>3</sup>

新建企业：85mg/m<sup>3</sup>

### 2.7.3 硫酸雾

锡、锑、汞工业企业能产生含硫酸雾废气的主要是烟气制酸尾气。通常，采用除雾器和(或)碱液洗涤塔处理可使尾气中的硫酸雾含量降至 40~50mg/m<sup>3</sup>以下。

据此，确定本标准硫酸雾的排放限值如下：

现有企业：45mg/m<sup>3</sup>

新建企业：40mg/m<sup>3</sup>

#### 2.7.4 其他重金属

锡、铋、汞冶炼过程中，和锡、铋、汞矿伴生的一些重金属，如：镉、铅、砷等也会进入废气中。鉴于这些重金属对人体健康和生态环境都十分有害，所以有必要对其严加控制。

根据对锡、铋、汞工业企业污染源调查结果，结合行业准入条件及现行大气污染物排放标准，确定本标准废气中其他重金属的排放限值。结果见表 2.5。

表 2.5 锡铋汞工业废气中某些重金属排放浓度限值

序号	生产过程	企业类型	排放控制指标及排放浓度限值/mg·m <sup>-3</sup>					
			总锡	总铋	总汞	总镉	总铅	总砷
1	锡冶炼	现有企业	60	10	0.015	1.0	0.9	3.0
		新建企业	50	10	0.012	0.85	0.7	2.5
2	铋冶炼	现有企业	10	24	0.015	1.0	0.9	3.0
		新建企业	8.5	24	0.012	0.85	0.7	2.5
3	汞冶炼	现有企业	—	—	0.015	1.0	0.9	3.0
		新建企业			0.012	0.85	0.7	2.5
4	采选	现有企业	10	10	0.015	1.0	0.9	3.0
		新建企业	8.5	8.5	0.012	0.85	0.7	2.5

#### 2.7.5 无组织排放

本标准所称的无组织排放，是指大气污染物不经过排气筒的无规则排放。亦即从加料口、出料口和设备的不严密处等泄漏的大气污染物。

控制无组织排放的主要途径有两种：一是通过集气的方法来使无组织排放变成有组织排放；二是通过加强管理和改进设备来减少大气污染物的无组织排放量。

由于无组织排放源的实际情况是多种多样的，并存在点多面广、分布不规则等特点，很难对其实施监测。虽然 HJ/T55-2000《大气污染物无组织排放监测技术导则》规定“要在二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和氟化物的无组织排放源下风向设监控点，同时在排放源上风向设参照点，以监控点同参照点的浓度差值不超过规定限值来限制无组织排放；规定对其余污染物在单位周界外设监控点和监控点的浓度限值。”但对锡、铋、汞工业企业来说，无组织排放对车间或厂(矿)区的影响大多属于工业卫生问

题，故本标准仅制定企业边界处浓度最高点的限值来控制锡、铋、汞工业企业无组织排放对环境的影响。

据此，本标准确定企业边界处二氧化硫、颗粒物、硫酸雾、总锡、总铋、总汞、总镉、总铅、总砷的最大浓度限值( $\text{mg}/\text{m}^3$ )见表 2.6。

表 2.6 企业边界处空气中大气污染物监控浓度限值

序号	排放控制指标	监控浓度限值/ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$		
		锡工业	铋工业	汞工业
1	二氧化硫	0.3	0.3	0.3
2	颗粒物	0.8	0.8	0.8
3	硫酸雾	1.0	1.0	1.0
4	总锡	0.24	0.24	—
5	总铋	0.025	0.025	—
6	总汞	—	—	0.012
7	总镉	0.05	0.05	0.05
8	总铅	0.006	0.006	0.006
9	总砷	0.045	0.045	0.045

## 2.8 水污染物特别排放限值的确定

### 2.8.1 制定水污染物特别排放限值的必要性

根据《建设项目环境保护分类管理名录》(国家环境保护总局令第 14 号, 2002 年 10 月 13 日), 环境敏感地区通常包含三类区域。第一类是需要特殊保护的地区, 即: 国家法律法规有关的规划, 以及县以上的地方人民政府依法划定批准的特殊保护的地区, 如: 自然保护区, 与人们生活密切相关的饮用水源保护区、风景名胜区、世界自然遗产保护地等; 第二类地区就是指一些生态的敏感和脆弱区, 它主要是指一些重要的动植物的栖息地、生境或者一些重要的生态系统, 如: 红树林, 珊瑚礁, 还有一些重要的鱼虾的产卵场, 海域、河流里都有重要的产卵场等; 第三类地区是社会关注区, 如: 居民的集中居住区, 以及具有历史、文化、科学、民族意义的保护地等。

环境敏感地区具有两个很重要的特征, 一个就是它有比较重要的自然价值、经济社会价值或者人文价值, 或者是人口的稠密区。另外一个就是它承受环境负荷的能力比较小, 一旦发生污染事故之后, 就会引发大规模的恶性事件。

2007年入夏以来太湖、滇池、巢湖的蓝藻接连暴发,标志着我国进入了水污染密集爆发阶段。据统计,2006年7大水系V类和劣V类水质占26%。国家重点监控的9大湖泊中整体水质为V类和劣V类水质的就达7个。10多年来国家斥巨资治理“三河”、“三湖”流域水污染,但治理的速度远远赶不上破坏的速度,至今这些本已改善的流域又被重新污染。这充分说明,传统工业化的增长方式已使我国资源环境到了难以承受的底线,人民群众的日常生活受到严重威胁。

目前,我国很多地区已明确或正在明确本地区环境敏感地区。如河北省就已制定了《河北省环境敏感区支持、限制、禁止建设项目名录》。

为适应环境敏感地区污染防治工作的需要,有必要制定水污染物特别排放限值。

### 2.8.2 确定原则

一般地区排放标准是污染源排放污染物行为最基本的控制要求。而对于隶属环境敏感地区的企业,必须制定和实施更加严格的排放标准,即:水污染物特别排放限值,以保护其原本稀缺的环境容量资源。

水污染物特别排放限值的制定主要遵循以下原则:

- (1) 污染物排放限值全面与国际先进水平接轨,重点突出“环境保护优先”。
- (2) 仅制定主要水污染物及行业特征污染物的排放浓度限值。同时,执行水污染物排放先进控制技术限值的地域范围、时间,由省级人民政府规定。

### 2.8.3 水污染物排放限值的确定

水污染物特别排放限值及确定依据见表2.7。

表 2.7 水污染物特别排放限值及确定依据

序号	排放控制指标	排放限值	国内外相关标准
1	pH 值	6.5~8.5	
2	化学需氧量(COD)/mg·L <sup>-1</sup>	60	新加坡:排入控制水体为 60mg/L
3	总磷/mg·L <sup>-1</sup>	1.0	德 国:排入湖泊为 1.0mg/L
4	总氮/mg·L <sup>-1</sup>	15	日 本:排入琵琶湖为 12~15mg/L
5	氨氮/mg·L <sup>-1</sup>	5	GB 18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A
6	石油类/mg·L <sup>-1</sup>	5	日 本:排入水体限值为 5mg/L
7	悬浮物(SS)/mg·L <sup>-1</sup>	50	新加坡:排入水体为 50mg/L
8	硫化物/mg·L <sup>-1</sup>	0.2	新加坡:排入控制水体为 0.2mg/L
9	总铜/mg·L <sup>-1</sup>	0.2	挪 威:硫酸生产企业排入水体限值为 0.2mg/L
10	总锌/mg·L <sup>-1</sup>	1.0	德 国:排入控制水体为 1.0mg/L

序号	排放控制指标	排放限值	国内外相关标准
11	总锡/mg·L <sup>-1</sup>	2	德 国：排入控制水体为 2mg/L
12	总铋/mg·L <sup>-1</sup>	3	—
13	总汞/mg·L <sup>-1</sup>	0.001	新加坡：排入水体为 0.001mg/L
14	总镉/mg·L <sup>-1</sup>	0.1	新加坡：排入水体为 0.1mg/L
15	总铅/mg·L <sup>-1</sup>	0.1	新加坡：排入水体为 0.1mg/L
16	总砷/mg·L <sup>-1</sup>	0.1	德 国：排入水体为 0.1mg/L
17	六价铬/mg·L <sup>-1</sup>	0.05	GB 18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》

## 2.9 污染物监测要求的说明

### 2.9.1 采样点设置

水和大气污染源样品的采集，国家及行业均已颁布相应的推荐性标准，如大气污染源的GB/T16157-1996《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》和HJ/T55-2000《大气污染物无组织排放监测技术导则》，水污染源的HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》等。这些标准中的相关条款已被本标准引用并成为本标准的条款。

### 2.9.2 污染源自动监控系统

《污染源自动监控管理办法》(国家环境保护总局第28号令，2005年9月19日)第十条规定：“列入污染源自动监控计划的排污单位，应当按照规定的时限建设、安装自动监控设备及其配套设施，配合自动监控系统的联网”；第十一条规定：“新建、改建、扩建和技术改造项目应当根据批准的环境影响评价文件的要求建设、安装自动监控设备及其配套设施，作为环境保护设施的组成部分，与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。”本标准引用了此规定，作为本标准的条款。

### 2.9.3 采样频次和时间

本标准控制污染物的采样频次和时间，由于国家有关污染源监测技术规范(如：GB/T16157-1996《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》、HJ/T397-2007《固定源废气监测技术规范》、HJ/T55-2000《大气污染物无组织排放监测技术导则》、HJ/T76-2001《固定源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法》、HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》、HJ/T92-2002《水污染排放总量监测技术规范》



等)中已有明确规定，因而本标准引用了这些规范，并将其作为本标准的条款。

#### 2.9.4 测定方法

本标准所列各控制污染物的测定方法，国家及行业均已颁布相应的标准，引用标准的规定；国家及行业标准暂时未作规定的，采用国内外比较公认的方法。待国家和行业标准颁布后，执行国家或行业标准。

#### 2.9.5 标准的实施与监督说明

由于我国县以下人民政府尚未设置环境保护行政主管部门。因而，本标准 6.1 条规定：“本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。”

《关于环保部门现场检查中排污监测方法问题的解释》(国家环境保护总局公告 2007 年第 16 号)规定：“排放标准中规定的污染物排放方式、排放限值是判定排污行为是否超标的技术依据，在任何时间、任何情况下，排污单位的排污行为均不得违反排放标准中的有关规定”；“环保部门在排污单位进行监督性检查时，可以环保工作人员现场即时采样或监测的结果作为判断排污行为是否超标以及实施相关环境保护管理措施的依据。”本标准引用了上述规定。

## 3 与国家有关法规和环保标准的关系

### 3.1 与环境保护法律、法规、规章和政策的关系

#### 3.1.1 与法律的关系

本标准是依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》等环境保护法律相关条款的规定制定的。本标准属于由国家环境保护总局组织制定、审批、发布的强制性国家标准。因而，本标准既是上述环境保护法律的组成部分，又是环境执法必不可少的依据。

#### 3.1.2 与行政法规的关系

环境保护行政法规通常是指国务院以国务院令发布的有关环境保护的管理条例、实施细则等。这些行政法规通常要引用或指明本标准作为环境保护行政执行的依据。当本标准被行政法规引用或指明作为行政执行的依据后，本标准实际上就成为环境保护行政法规的组成部分。各级环境保护行政主管部门，在对辖区内锡、铊、汞工业企业进行监管时，依据本标准监控其大气污染物和水污染物排放，并判断其是否符合环境保护行政法规的要求。

#### 3.1.3 与部门规章的关系

环境保护部门规章是指国家环境保护总局以国家环境保护总局令、公告或文件颁布的规定、管理办法等。例如：《污染源自动监控管理办法》(2005年第25号令)、《关于环保部门现场检查中排污监测方法问题的解释》(2007年第17号公告)等。可见，本标准是环境保护行政主管部门对锡、铊、汞工业企业执行环境保护部门规章的重要依据。

#### 3.1.4 与国家环境保护政策的关系

国家环境保护政策是国家为实现一定历史时期环境保护的路线和任务所规定的行为准则。通常出现在国家的规则(计划)和国务院发布的文件之中。例如，2006年3月发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》、2006年12月国务院下发的《关于落实科学发展观 加强环境保护的决定》等。因而本标准的编制，

必须全面贯彻国家环境保护政策提出的与锡、铋、汞工业企业相关的各项规定和要求，并不得与国家环境保护政策相矛盾。

### 3.2 与现行国家环境保护标准的关系

现行国家环境保护标准可分为环境质量标准、污染物排放标准、环境监测方法标准、环境标准样品标准和环境基础标准。本标准属污染物排放标准，它是根据环境质量标准，以及适用的污染控制技术并考虑经济承受能力，对锡、铋、汞工业企业大气和水污染物排放进行控制的标准。而环境监测分析方法标准、环境标准样品标准和环境基础标准中有关标准的有关条款已被本标准引用并成为本标准的条款。

### 3.3 一般地区执行标准与现行污染物排放标准的对比

#### 3.3.1 与现行大气污染物排放标准的对比

锡、铋、汞工业企业现执行的大气污染物排放标准是 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》和 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》。

本标准与这两个标准的对比情况如下：

##### (1) 控制污染物

GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》和 GB7078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》的排放控制污染物(项目)分别为 33 和 7 种(类)，而本标准为二氧化硫、颗粒物、硫酸雾、总锡、总铋、总汞、总镉、总铅、总砷，共 9 种(类)。可见本标准控制污染物种类数少于 GB16297-1996 而多于 GB9078-1996。

##### (2) 污染物排放限值

本标准与现行标准规定的有组织和无组织排放限值对比如表 3.1。

从表 3.1 可以看出，本标准总体上严于 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》和 GB7078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》。

表 3.1 本标准大气污染物排放浓度限值与现行标准的比较

名称	生产过程	污染物排放设施或流程	控制污染物及排放浓度限值/mg·m <sup>-3</sup>																	
			二氧化硫		颗粒物		硫酸雾		总锡		总锑		总汞		总镉		总铅		总砷	
			现有 <sup>[1]</sup>	新建 <sup>[2]</sup>	现有	新建	现有	新建	现有	新建	现有	新建	现有	新建	现有	新建	现有	新建	现有	新建
本 标 准	烟气 制酸	一转一吸流程	960	800	50 <sup>[3]</sup>	50 <sup>[3]</sup>	45	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		两转两吸流程	860																	
	锡冶炼	奥斯麦特(Ausmelt)炉	310	260	120	100	—	—	60	50	10	10	0.015	0.012	1.0	0.85	0.9	0.7	3.0	2.5
		烟化炉	650	550																
	锑冶炼	鼓风机	580	490	30	30	—	—	10	8.5	24	24	0.015	0.012	1.0	0.85	0.9	0.7	3.0	2.5
		其他	500	425																
	汞冶炼	同转窑、多膛炉、蒸馏炉等	960	815	100	85	—	—	—	—	—	—	0.015	0.012	1.0	0.85	0.9	0.7	3.0	2.5
	采选	破碎、筛分引风装置	—	—	150	120	—	—	10	8.5	10	8.5	0.015	0.012	1.0	0.85	0.9	0.7	3.0	2.5
		其他	—	—	100	85														
	企业边界处(无组织排放监控)			0.3		0.8		1.0		0.24		0.025		0.0012		0.05		0.006		0.045
现行 标准	GB16297-1996	有组织	1200	960	150	120	70	45	10	8.5	—	—	0.015	0.012	1.0	0.85	0.9	0.7	—	—
		无组织	0.5	0.4	5.0	1.0	1.5	1.2	0.30	0.24	—	—	0.0015	0.0012	0.050	0.040	0.0075	0.0060	—	—
	GB 9078-1996	一级	850	禁排	100	禁排	—	—	—	—	—	—	0.05	禁排	—	—	5	禁排	—	—
		二级	1430	850	200	100	—	—	—	—	—	—	3.0	1.0	—	—	30	10	—	—
		三级	4300	1430	300	200	—	—	—	—	—	—	5.0	3.0	—	—	45	35	—	—

注：[1]GB16297 称污染源、GB9078 为第一时段，均指 1997 年 1 月 1 日之前已建成环境影响报告书已被批准的企业；[2]GB16297 称新污染源，GB9078 为第二时段，均指 1997 年 1 月 1 日之后通过环境影响报告书批准的新建、改建、扩建企业；[3]用于法或半干法脱硫时，其排放限值为 100mg/m<sup>3</sup>。

### 3.3.2 与现行水污染物排放标准的对比

锡、铋、汞工业企业现执行的水污染物排放标准是 GB8978-1996《污水综合排放标准》。

本标准与其他的对比情况如下：

#### (1) 控制污染物

GB8978-1996《污水综合排放标准》对 1997 年 12 月 31 日之前建设单位的排放控制污染物(项目)共有 39 种(类)、1998 年 1 月 1 日之后建设单位的排放控制污染物(项目)共有 69 种(类)，而本标准为 17 种(类)。可见本标准控制污染物种类数少于 GB8978-1996。

#### (2) 污染物排放限值

本标准控制的水污染物与现行标准的排放限值对比结果见表 3.2。

从表 3.2 可以看出，本标准总体上严于 GB8978-1996《污水综合排放标准》。

表 3.2 本标准水污染物排放浓度限值与现行标准的比较

序号	排放控制指标	控制污染源	锡工业		铋工业		汞工业		GB8978-1996 <sup>[1]</sup>	
			现有企业	新建企业	现有企业	新建企业	现有企业	新建企业	现有单位	新建单位
1	pH 值	全部	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	化学需氧量(COD)/mg·L <sup>-1</sup>	全部	150	100	150	100	150	100	100/150/500	100/150/500
3	总磷/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5/1.0/—	0.5/1.0/—
4	总氮/mg·L <sup>-1</sup>	全部	20	15	20	15	20	15	—	—
5	氨氮/mg·L <sup>-1</sup>	全部	8	5	8	5	8	5	15/25/—	15/25/—
6	石油类/mg·L <sup>-1</sup>	全部	10	5	10	5	10	5	10/10/30	5/10/20
7	悬浮物(SS)/mg·L <sup>-1</sup>	采选	150	100	150	100	150	100	100/300/—	70/300/—
		其他	100	70	100	70	100	70	70/200/400	70/150/400
8	硫化物/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0/1.0/2.0	1.0/1.0/1.0
9	总锡/mg·L <sup>-1</sup>	全部	6	5	6	5	—	—	—	—
10	总铋/mg·L <sup>-1</sup>	全部	6	5	6	5	—	—	—	—
11	总汞/mg·L <sup>-1</sup>	全部	—	—	—	—	0.05	0.04	0.05	
12	总铜/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	0.5/1.0/2.0	0.5/1.0/2.0
13	总锌/mg·L <sup>-1</sup>	全部	5.0	2.0	5.0	2.0	5.0	2.0	2.0/5.0/5.0	2.0/5.0/5.0
14	总镉/mg·L <sup>-1</sup>	全部	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
15	总铅/mg·L <sup>-1</sup>	全部	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
16	总砷/mg·L <sup>-1</sup>	全部	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
17	六价铬/mg·L <sup>-1</sup>	全部	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

注：[1]第一斜杠前数字为一级标准值，第一和第二斜杠之间数字为二级标准值，第二斜杠后数字为三级标准值。

## 4 污染物排放现状

### 4.1 大气污染物排放现状

根据中国有色金属工业协会产业咨询部对全国 86~111 家规模以上有色金属企业(包括锡、铋、汞工业企业)的统计,有色金属工业 2001~2005 年大气污染物(二氧化硫和颗粒物)的排放情况见表 4.1。

表 4.1 2001~2005 年有色金属工业大气污染源及其污染物排放状况

年份	废气排放量/亿 m <sup>3</sup> ·a <sup>-1</sup>			SO <sub>2</sub> 排放量/t·a <sup>-1</sup>			工业烟尘排放量/t·a <sup>-1</sup>	工业粉尘排放量/t·a <sup>-1</sup>
	燃料燃烧废气	生产工艺废气	合计	燃料燃烧废气	生产工艺废气	合计		
2001	725.77	3533.08	4537.90	97928	212349	310277	63238	52783
2002	764.75	4068.33	4833.18	69626	345938	415564	53326	51672
2003	835.24	4265.27	5100.51	75126	302775	377901	47923	53598
2004	947.00	7046.86	7993.86	105039	295571	400610	48830	39398
2005	1196.57	6938.95	8035.52	144427	317442	461869	51811	37539
平均年变化率	+13.58%	+21.02%	+17.32%	+14.08%	+13.90%	+11.54%	-17.81%	-7.39%

从表 4.1 可以看出,2001 年~2005 年间,我国有色金属工业废气和二氧化硫排放量总体呈上升趋势,其中,废气排放量年平均递增率为 17.32%,二氧化硫排放量年平均递增率为 11.54%;工业烟尘和工业粉尘排放量则总体呈下降趋势,其中,工业烟尘排放量年平均递减率为 17.81%,工业粉尘排放量年平均递减率为 7.39%。

### 4.2 水污染物排放现状

2001~2005 年有色金属工业废水排放量及其主要污染物排放量如表 4.2。

表 4.2 2001~2005 年有色金属工业主要污染物的排放量

年份	废水量/万 t·a <sup>-1</sup>	主要污染物排放量/t·a <sup>-1</sup>							
		铜	锌	镉	铅	砷	COD	石油类	硫化物
2001	29004.88	/	/	74.79	212.21	134.48	14023.69	354.10	17.13
2002	25948.75	230.80	1064.30	57.79	185.62	138.72	10411.47	413.84	52.63
2003	24866.77	/	/	37.91	101.18	115.42	10467.71	375.03	14.88
2004	27678.72	108.52	297.03	2.21	304.38	121.76	9546.73	241.69	25.66
2005	24518.33	213.22	395.04	19.67	68.73	108.72	9521.78	243.65	33.13

从表 4.2 可以看出, 2001 年~2005 年间, 我国有色金属工业废水排放量总体呈下降趋势, 年平均递减率为 3.71%; 废水中铜、锌、镉、铅、砷、COD、石油类、硫化物等污染物的排放量则有升有降。

### 4.3 典型污染源调查结果

#### 4.3.1 锡冶炼

我国某锡冶炼厂 Ausmelt 炉和烟化炉的烟气量、烟尘浓度和二氧化硫浓度及烟尘组分的调查结果见表 4.3 和表 4.4。

表 4.3 某锡冶炼厂废气排放状况

序号	项 目	Ausmelt 炉	烟化炉	排放标准(GB 9078-1996)
1	烟气排放量/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	65 738	93 339	—
2	烟气中的烟尘浓度/mg·m <sup>-3</sup>	65.65	190	200
3	烟气中的二氧化硫浓度/mg·m <sup>-3</sup>	308	650	1430

从表 4.3 可以看出, 采用先进的锡冶炼工艺(Ausmelt 炉和烟化炉), 可以实现烟气中烟尘浓度和二氧化硫浓度的达标排放。

表 4.4 某锡冶炼厂废气中烟尘组分

序号	元素名称	Ausmelt 炉烟尘/%		烟化炉烟尘/%	
		第一组样品	第二组样品	第一组样品	第二组样品
1	Sn	44.90~44.67	42.15~43.33	42.66~49.30	41.46~46.35
2	Pb	7.35~8.73	7.57~8.13	9.70~12.60	9.73~11.91
3	Zn	14.55~14.58	14.91~15.77	8.37~9.10	8.10~8.16
4	As	3.60~3.80	3.05~3.20	3.50~3.84	3.30~3.47
5	Sb	0.065~0.10	0.09~0.11	0.14~0.19	0.12~0.17
6	S	0.56~0.61	0.72~0.82	1.11~1.33	0.15~1.34
7	Bi	0.15	0.15~0.16	0.24~0.28	0.26~0.42
8	Fe	0.65~0.87	0.69~0.75	0.75~2.24	1.32~2.83
9	SiO <sub>2</sub>	3.20~3.40	2.60~3.46	1.80~2.61	2.82~3.46
10	CaO	0.19~0.28	0.19	0.34~0.47	0.18~0.29

从表 4.3 可以看出, 锡冶炼烟气中烟尘组分十分复杂。由于锡矿伴生有其他元素, 在冶炼过程中往往随烟气一起排放。因此, 控制锡冶炼过程的大气污染物排放不能仅



考虑烟尘，对其中毒性和危害性较大的组分也要给出排放控制限值。

我国某锡冶炼厂烟化炉淋洗塔废水采用石灰乳中和沉淀法处理，烟化炉冲渣废水则采用三级沉淀法处理，其处理流程和处理效果分别见图 4.1 和图 4.2 及表 4.5。

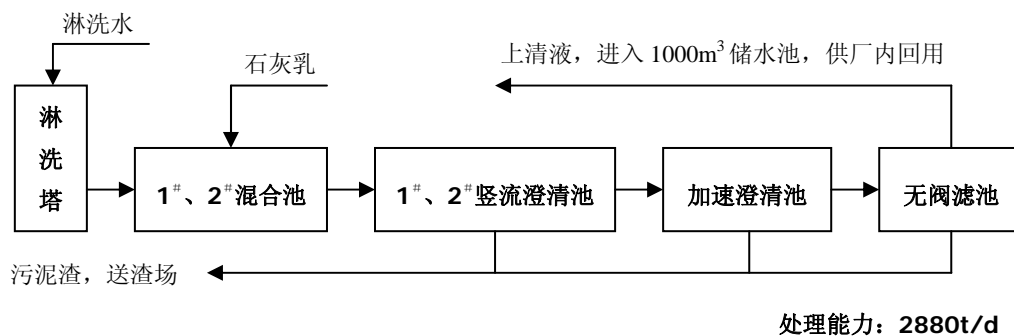


图 4.1 某锡冶炼厂烟化炉淋洗塔废水处理流程

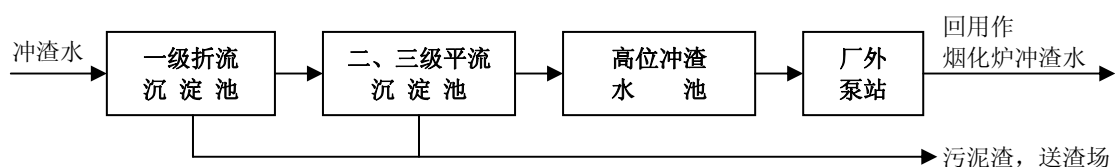


图 4.2 某锡冶炼厂烟化炉冲渣废水处理流程

表 4.5 某锡冶炼厂废水处理及排放状况

序号	废水种类	主要污染物	污染物浓度/mg·L <sup>-1</sup> (pH 除外)		备注
			处理前	处理后	
1	烟化炉淋洗塔 排放废水	pH	2.73	7.21	上清液 回用于厂内 生产过程
		Pb	40	6.37	
		F	460	30	
		Cd	8.17	0.16	
		Cu	8.92	1.54	
		Zn	269	8.46	
2	烟化炉冲渣 排放废水	pH	5.68	—	沉淀后 闭路循环 使用
		As	11.22	—	
		Pb	0.899	—	
		SS	101	—	
		Cd	0.112	—	
		Cu	9.11	—	

从图 4.1、图 4.2 和表 4.5 可知，炼锡过程产生的工艺废水可以实现闭路循环。

### 4.3.2 铋冶炼

我国铋冶炼生产 95%以上为火法。最具代表性的是锡矿山闪星铋业有限责任公司处理硫化铋精矿和广西处理脆硫铅铋矿的火法流程。

铋的火法冶炼存在两大环保问题：一是排出低浓度(小于 3%)二氧化硫对大气的污染；二是砷碱渣堆存待处理，存在对环境水资源污染的重大安全隐患。

对铋冶炼低浓度二氧化硫废气的处理，目前只有锡矿山闪星铋业有限责任公司、湖南辰州矿业有限责任公司等少数几家企业采用石灰乳吸收处理铋冶炼废气，可达到 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》的浓度限值。但绝大多数铋冶炼厂并未对铋冶炼废气进行处理，严重污染环境。

铋冶炼砷碱渣的综合回收利用，一直是铋冶炼的一大难题。目前大的工厂采用库房堆积，有一部分小厂乱堆乱放，甚至露天堆放，更为严重的是砷碱渣中铋提取后，将含砷很高的废水排入江河中，污染水资源，构成重大安全隐患，已发生多起砷碱渣泄漏造成中毒事故。

我国某铋冶炼厂冶炼硫铅铋矿采用了沸腾炉焙烧—烧结焙烧—鼓风炉还原熔炼工艺生产铅铋合金。其烟气中二氧化硫浓度约为 14000~32000mg/m<sup>3</sup>，平均约为 25000 mg/m<sup>3</sup>。经碳酸氢铵水溶液吸收处理后，烟气中二氧化硫排放状况见表 4.6。

表 4.6 某铋冶炼厂废气处理及排放状况(2003 年)

月份	处理精矿/t	烟气中 SO <sub>2</sub> 平均浓度/mg·m <sup>-3</sup>		碳酸氢铵 耗量/t	亚硫酸铵 产量/t	SO <sub>2</sub> 吸收率 /%
		处理前	处理后			
4	687	25500	585	1130	912	97.71
5	663	27400	506	1108	903	98.15
6	674	26600	478	1114	908	98.17
7	635	24700	540	1090	894	97.81
8	665	24400	440	1095	904	98.20
9	638	26700	497	1090	902	98.14
10	644	25800	477	1100	905	98.15
11	657	23900	386	1120	905	98.38
平均	658	25625	490	1106	904	98.21

由表 4.6 可以看出，烟气处理前二氧化硫平均浓度为 25625mg/m<sup>3</sup>，处理后为 490 mg/m<sup>3</sup>，平均吸收率达到 98.21%，取得良好效果，且符合 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》中二氧化硫排放浓度限值(850mg/m<sup>3</sup>)。

### 4.3.3 汞冶炼

根据对我国某省汞冶炼企业的污染源调查,目前采用的浮选-蒸馏工艺排放的废气量仅为高炉炼汞工艺的 1/271,为沸腾炉炼汞工艺的 1/223;而溢出的汞蒸气量只有高炉炼汞工艺的 1/597,为沸腾炉炼汞工艺的 1/831。

另据我国某省 7 个汞矿的历年环境监测资料统计,每处理 1t 原矿产生废气量为 1000~1500m<sup>3</sup>,废气含汞约为 20~38mg/m<sup>3</sup>,最高为 49mg/m<sup>3</sup>,最低为 10mg/m<sup>3</sup>。废气中颗粒物浓度约为 30mg/m<sup>3</sup>。

资料介绍,重浮选-蒸馏工艺炼汞,每处理 1t 汞精矿,排放废气 300~500m<sup>3</sup>(含汞 3~20mg/m<sup>3</sup>),排放废水 2~4m<sup>3</sup>。

表 4.7 给出了某省汞冶炼企业废气监测结果。

表 4.7 蒸馏炉炼汞废气排放监测值

炼汞企业	废气组成/%					
	SO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Hg/mg·m <sup>-3</sup>	其他
A 厂	5.07	72.95	18.87	2.3	20	070
B 厂	5.40	30.68	2.68	40.64	20	20.60

从表 4.7 可以看出,炼汞废气如果不经净化处理,二氧化硫和特征污染物汞的浓度均超过 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》规定的浓度限值。

### 4.3.4 矿山

表 4.8 和表 4.9 给出了我国某锡矿山废气和废水监测结果。

表 4.8 某锡矿山生产废气排放监测结果

项 目	采样点位置及监测结果/MG·M <sup>-3</sup>		
	作业巷道	回风井口上风侧	回风井口下风侧
颗粒物监测值	0.88	0.06	0.13
颗粒物标准值	GB 16297-1996 规定: 监控点与参照点浓度差值限值为 5.0mg/m <sup>2</sup>		
监测频率: 巷道内按 3 个台班每班采样一次,回风井上风侧和下风侧分别采样 3 次,每次 1h。			
监测点位: 巷道内在作业点附近 3m 处,回风井上风侧和下风侧 3m 处。			
生产负荷: 113.4%。			

表 4.9 某锡矿山生产废水排放监测结果

序号	监测项目	排放标准 GB 8978-1996	采样地点及监测结果/mg·L <sup>-1</sup> (pH 除外)				
			1720m 中段沟渠涌水		1540m 中段沟渠涌水		
			浓度范围	平均值	浓度范围	平均值	

1	pH	6~9	8.00~8.04	—	8.01~8.04	—
2	Cu	0.5	0.0025~0.0032	0.0028	0.0003~0.0005	0.004
3	Pb	1.0	0.055~0.121	0.081	0.015~0.029	0.020
4	Cd	0.1	0.0082~0.0092	0.0085	0.0015	0.0015
5	As	0.5	0.016~0.036	0.023	0.016~0.025	0.020
6	SS	100	1.2~2.0	1.7	0.8~2.0	1.5

从表 4.8 可以看出,锡矿山的无组织排放还是可以控制的。至少对环境的影响可以控制在国家现行标准的范围内。

表 4.10 给出了我国某铋矿山排放废水采样分析结果。

表 4.10 某铋矿山生产废水排放监测结果

序号	监测项目	排放标准 GB 8978-1996	采样地点:尾矿库排水口,采样分析及结果/mg·L <sup>-1</sup>	
			2007年01~06月	2007年03月16日
1	pH	6~9	7.0	8.8
2	COD	100	90	250
3	SS	100	17	4730
4	Cd	0.1	0.05	0.05
5	As	0.5	1.06	4.28
6	Pb	1.0	0.20	0.20
7	Cu	0.5	0.05	0.05
8	Zn	2.0	0.544	0.442

从表 4.9 和表 4.10 可以看出,矿山涌水水质一般都较好,主要污染物浓度未出现超过 GB 8978-1996《污水综合排放标准》规定的浓度限值;但矿山生产废水水质则与矿山种类和废水性质有关。尤其是 COD、悬浮物和某些特征(伴生)污染物常出现超过 GB 8978-1996《污水综合排放标准》规定的浓度限值。

## 5 本标准与国外同类标准的对比

### 5.1 大气污染物排放限值

#### 5.1.1 二氧化硫

##### (1) 比利时

有色金属工业为  $800\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (2) 西班牙

有色金属工业为  $1425\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (3) 德国

空气质量技术指令(TALuft)规定为  $800\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (4) 奥地利

为  $300\sim 500\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (5) 欧盟

欧洲理事会指令 96/61/EC 指出：采用半干洗涤器和织物过滤器；石灰、氢氧化镁、氢氧化钠的湿式碱或双碱气体洗涤器；硫酸钠或氧化铝/硫酸铝的结合物与石灰化合，再生反应物并形成石膏等最佳可得技术，可使冶炼过程产生的含二氧化硫烟气中的二氧化硫含量降至 $<50\text{mg}/\text{m}^3$ (最小值)至  $200\text{mg}/\text{m}^3$ (最大值)。

欧洲委员会《综合污染预防与控制(IPPC)有色金属最佳可得技术参考文件》中指出：“具有 4 或 5 段催化剂的接触法硫酸厂，可以用来转化这种气体。一些情况下，如果二氧化硫含量低时(小于 6%)使用一次接触厂，否则使用二次接触厂”；“对二氧化硫浓度 $>5\%$ 的尾气，用二次接触厂转化率可达 $>99.7\%$ 。具有高浓度稳定的二氧化硫进料，转化率已达到 $>99.9\%$ ”；“采用碱式半干洗涤器积织物过滤器，使用石灰、氢氧化镁、氢氧化钠湿式碱式或双碱气体洗涤器，烟气中的二氧化硫可降至 $<50\sim 200\text{mg}/\text{m}^3$ ”；“采用干石灰注入冷气体中，烟气中的二氧化硫可降至 $<50\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用碱式湿式洗涤器，可使热烟气中的二氧化硫可降至 $<50\sim 200\text{mg}/\text{m}^3$ 。”

本标准规定的二氧化硫排放限值如下：

现有企业：烟气制酸为  $860\sim 960\text{mg}/\text{m}^3$ 、锡冶炼为  $310\sim 650\text{mg}/\text{m}^3$ ，铊冶炼为  $500\sim 580\text{mg}/\text{m}^3$ ，汞冶炼为  $960\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：烟气制酸为  $800\text{mg}/\text{m}^3$ 、锡冶炼为  $260\sim 550\text{mg}/\text{m}^3$ ，铊冶炼为  $425\sim$

490mg/m<sup>3</sup>，汞冶炼为 815mg/m<sup>3</sup>。

这些二氧化硫排放限值大约相当于比利时、西班牙和德国的相关标准水平，但与欧盟和奥地利的排放限值仍有一定的差距。

### 5.1.2 颗粒物

#### (1) 比利时、德国、瑞典、奥地利

除铅以外的有色金属工业为 20mg/m<sup>3</sup>。

#### (2) 荷兰

除锌、锡以外的工业为 25mg/m<sup>3</sup>。

#### (3) 日本

1998 年 4 月 1 日修订的《大气污染防治法》规定：一般排放为 40~700mg/m<sup>3</sup>；特别排放为 30~200mg/m<sup>3</sup>。

#### (4) 欧盟

欧洲理事会指令 96/61/EC 指出：采用织物过滤器、热静电除尘器和旋风除尘器，可使废气中的粉尘含量降至<1mg/m<sup>3</sup>(最小值)至 100 mg/m<sup>3</sup>(最大值)。

本标准规定的颗粒物排放限值如下：

现有企业：烟气制酸为 50~100mg/m<sup>3</sup>、锡冶炼为 120mg/m<sup>3</sup>，铋冶炼为 30mg/m<sup>3</sup>，汞冶炼为 100mg/m<sup>3</sup>，采选为 100~150mg/m<sup>3</sup>。

新建企业：烟气制酸为 50~100mg/m<sup>3</sup>、锡冶炼为 100mg/m<sup>3</sup>，铋冶炼为 30mg/m<sup>3</sup>，汞冶炼为 85mg/m<sup>3</sup>，采选为 85~120mg/m<sup>3</sup>。

本标准颗粒物排放限值介于欧洲国家和日本的排放限值之间。

### 5.1.3 硫酸雾

#### (1) 西班牙

有色金属工业为 150mg/m<sup>3</sup>。

#### (2) 欧盟

欧洲理事会指令 96/61/EC 指出：采用除雾器可使酸雾降至<50mg/m<sup>3</sup>。

#### (3) 美国

海湾空气污染控制区，从其他材料中制酸：690mg/m<sup>3</sup>。

本标准规定的硫酸雾排放限值如下：

现有企业：烟气制酸为 45mg/m<sup>3</sup>。

新建企业：烟气制酸为  $40\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准硫酸雾排放限值与欧盟的排放限值基本一致，但明显低于西班牙和美国的排放限值。

#### 5.1.4 总锡

##### (1) 法国、德国

所有排放源为  $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (2) 荷兰

有色金属工业为  $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (3) 澳大利亚

所有排放源为  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准规定的总锡排放限值如下：

现有企业：锡冶炼为  $60\text{mg}/\text{m}^3$ ；锑冶炼和锡、锑采选为  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：锡冶炼为  $50\text{mg}/\text{m}^3$ ；锑冶炼和锡、锑采选为  $8.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准总锡排放限值宽于法国、德国和荷兰标准，与澳大利亚标准相同。

#### 5.1.5 总锑

##### (1) 德国

所有排放源为  $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (2) 瑞典

锌、铜、铅等有色金属工业为  $8\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准规定的总锑排放限值如下：

现有企业：锑冶炼为  $24\text{mg}/\text{m}^3$ ；锡冶炼和锡、锑采选为  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：锑冶炼为  $24\text{mg}/\text{m}^3$ ；锡冶炼为  $10\text{mg}/\text{m}^3$ ；锡、锑采选为  $8.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准总锑排放限值宽于德国和瑞典标准。

#### 5.1.6 总汞

##### (1) 德国

所有排放源为  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

##### (2) 澳大利亚

所有排放源为  $10.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (3) 新加坡

所有排放源为  $10.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (4) 奥地利

所有排放源为  $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准规定的总汞排放限值如下：

现有企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $0.015\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $0.012\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准总汞排放限值宽于德国、澳大利亚、奥地利和新加坡标准。

## 5.1.7 总镉

### (1) 德国

所有排放源为  $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (2) 荷兰

有色金属工业为  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (3) 西班牙

有色金属工业为  $17.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (4) 法国

所有排放源为  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (5) 新加坡

所有排放源为  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### (6) 澳大利亚

所有排放源为  $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准规定的总镉排放限值如下：

现有企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $0.85\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准总镉排放限值宽于德国、荷兰和法国标准，严于西班牙、新加坡和澳大利亚标准。

## 5.1.8 总铅

### (1) 德国

所有排放源为  $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。



**(2) 澳大利亚**

所有排放源为  $10.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**(3) 新加坡**

所有排放源为  $20.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**(4) 美国**

所有排放源为  $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准规定的总铅排放限值如下：

现有企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $0.7\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准总铅排放限值严于德国、新加坡、美国和澳大利亚标准。

**5.1.9 总砷****(1) 德国**

所有排放源为  $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**(2) 其他国家**

未检索到。

本标准规定的总砷排放限值如下：

现有企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

新建企业：锡、铋、汞冶炼和采选为  $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准总砷排放限值宽于德国标准。

**5.2 水污染物排放限值****5.2.1 pH 值**

各国废水排放的 pH 限值多为 6~9，也有一些国家为 6.5~8.5。

本标准规定的 pH 排放限值为 6~9，与绝大多数国家相当。

**5.2.2 化学需氧量(COD)****(1) 法国**

有色金属工业为  $40\text{mg}/\text{L}$ 。

**(2) 西班牙**

为 160mg/L。

**(3) 日本**

《水质污浊防止法》规定为 160mg/L(日平均为 120mg/L)。

**(4) 德国**

联邦水法(WHA)通过废水征税法(AbwAG)规定为 20mg/L。

**(5) 新加坡**

排入下水道为 600mg/L、排入水体为 100mg/L、排入控制水体为 60mg/L。

本标准规定的化学需氧量(COD)排放限值如下：

现有企业：150mg/L。

新建企业：100mg/L。

本标准 COD 排放限值与西班牙、日本、新加坡相当，与法国、德国有一定差距。

**5.2.3 石油类**

**(1) 日本**

日本《水质污浊防止法》规定为 5mg/L。

**(2) 美国**

排入城市污水管道总油脂为 100mg/L。

**(3) 意大利**

石油类排放限值为 5mg/L。

**(4) 新加坡**

排入水体为 10mg/L；排入控制水体为 5mg/L。

本标准规定的石油类排放限值如下：

现有企业：10mg/L。

新建企业：5mg/L。

本标准石油类排放限值与日本、意大利、新加坡的标准相近。

**5.2.4 硫化物**

**(1) 德国**

铜工业为 1mg/L。

**(2) 新加坡**

排入下水道为 1.0mg/L，排放水体(包括控制水体)为 0.2mg/L。

### (3) 英国

排入水体为 0.1mg/L；但对于非渔业水体可提高到 1.0mg/L。

本标准规定的硫化物排放限值如下：

现有企业：1.5mg/L。

新建企业：1.0mg/L。

本标准硫化物排放限值与德国标准相近，宽于英国和新加坡标准。

## 5.2.5 悬浮物(SS)

### (1) 英国

排入河流为 30~100mg/L。

### (2) 西班牙

所有工业：80mg/L。

### (3) 日本

《水质污浊防止法》规定：200mg/L(日平均为 150mg/L)。

### (4) 新加坡

排入下水道 400mg/L、排入水体 50mg/L、排入控制水体 30mg/L。

### (5) 美国

对工业废水排放分流污水的管理为 300~350mg/L。

本标准规定的悬浮物排放限值如下：

现有企业：采选为 150mg/L；冶炼为 100mg/L。

新建企业：采选为 100mg/L；冶炼为 70mg/L。

本标准悬浮物排放限值与日本标准相近，严于美国标准，但与英国、西班牙、新加坡标准有一定的差距。

## 5.2.6 总磷

### (1) 德国

排入湖泊为 1.0mg/L。

### (2) 瑞典

排入地表水为 0.052mg/L。

### (3) 新加坡

排入水体 5.0mg/L、排入控制水体 2.0mg/L。

本标准规定的总磷排放限值如下：

现有企业：1.0mg/L。

新建企业：1.0mg/L。

本标准总磷排放限值与德国标准相近，宽于瑞典标准，严于新加坡标准。

### 5.2.7 总氮

国外标准通常是分别规定氨氮、硝酸盐和亚硝酸盐的排放限值。日本在《水质污浊防止法》中规定：饲养规模在 50m<sup>2</sup> 以上的养猪场和 200m<sup>2</sup> 以上的养牛场的排泄物排放标准为：总氮<120mg/L。日本排入琵琶湖为 12~15mg/L。

本标准规定的总氮排放限值如下：

现有企业：20mg/L。

新建企业：15mg/L。

### 5.2.8 氨氮

#### (1) 美国

对炼油厂为<10mg/L。

#### (2) 意大利

对于不同水体，分别为 15~30mg/L。

本标准规定的氨氮排放限值如下：

现有企业：8mg/L。

新建企业：5mg/L。

本标准氨氮排放限值严于美国和意大利标准。

### 5.2.9 锡、铋、汞

部分国家有关废水中锡、铋、汞排放限值见表 5.1。

表 5.1 部分国家有关废水中锡、铋、汞排放限值

国家和标准	排放限值/mg·L <sup>-1</sup>		
	总锡	总铋	总汞
日本(完全生物处理后排水)	—	—	0.005
德国	—	—	0.002
瑞士	2.0	—	0.01
意大利	—	—	0.005

国家和标准		排放限值/mg·L <sup>-1</sup>		
		总锡	总铟	总汞
新加坡	排入水体	—	—	0.05
	排入控制水体	—	—	0.001
本标准	现有企业	6(锡、铟工业)	6(锡、铟工业)	0.05(汞工业)
	新建企业	5(锡、铟工业)	5(锡、铟工业)	0.04(汞工业)

从表 5.1 可以看出, 本标准总汞排放限值宽于国外标准; 锡、铟因缺乏相关资料, 难以比较。

### 5.2.10 铜、锌、镉、铅、砷、六价铬

部分国家或国际组织有关废水中铜、锌、镉、铅、砷、六价铬排放限值见表 5.2。

表 5.2 部分国家或国际组织有关废水中铜、锌、镉、铅、砷排放限值

国家和标准		排放限值/mg·L <sup>-1</sup>					
		总镉	总铅	总砷	六价铬	总铜	总锌
比利时		1.0	2.0	1.0	—	3.0	3.0(溶解态) 7.0(全量)
德国		0.2	0.5	0.1	—	0.5	—
法国		—	—	—	0.5	—	—
挪威		0.2	—	—	—	0.2	5
美国		—	—	—	0.5 (加州)	—	0.6mg/L(第 I 类) 0.3mg/L(第 II 类)
西班牙		0.2(月均) 0.4(日均)	0.2	0.5	—	2.0	—
日本		0.1	0.1	0.1	0.5	3.0	5
新加坡	排入下水道	1.0	5.0	5.0	—	5	10
	排入水体	0.1	0.1	1.0	—	0.1	1.0
	排入控制水体	0.01	0.1	0.05	—	0.1	0.5
本标准	现有企业	0.1	1.0	0.5	0.5	1.0	5.0
	新建企业					0.5	2.0

从表 5.2 可以看出, 本标准总镉排放限值严于国外标准; 总铅排放限值严于比利时标准, 宽于德国、西班牙、日本、新加坡标准; 总砷排放限值严于比利时标准, 宽于德国、日本标准, 与西班牙和新加坡标准相当; 六价铬排放限值与法国、日本、美国加州标准相当; 总铜排放限值严于比利时、日本和西班牙标准, 宽于新加坡和挪威标准; 总锌排放限值严于比利时标准, 宽于新加坡和美国标准。

## 6 实施成本和效益简要分析

### 6.1 投资估算

#### 6.1.1 废气处理

按如下假定估算实施本标准所需的含二氧化硫废气的处理投资：

- (1) “十一五”期间，我国锡、铋产量的年均增长速度为 10%。
- (2) 脱硫设施的单位投资额按年处理气量进行估算，平均按 0.20 元/m<sup>3</sup> 计。
- (4) 废气的产生量均按 12000m<sup>3</sup>/t·Sn 和 12000m<sup>3</sup>/t·Sb 估算。
- (5) 约 1/3 的烟气可以制酸，制酸尾气有 1/2 需进行脱硫处理。
- (6) 约 1/3 的烟气需要脱硫处理后才能达标。

根据以上假定，估算得实施本标准所需的烟气脱硫设施的投资见表 6.1。

表 6.1 实施本标准所需的烟气脱硫设施投资估算

废气名称	锡工业				铋工业			
	现有企业 (锡产量：13.81 万 t)		新建企业 (锡产量：20.22 万 t)		现有企业 (铋产量：15.01 万 t)		新建企业 (铋产量：21.98 万 t)	
	烟气量/m <sup>3</sup>	投资/亿元	烟气量/m <sup>3</sup>	投资/亿元	烟气量/m <sup>3</sup>	投资/亿元	烟气量/m <sup>3</sup>	投资/亿元
制酸烟气	0.55×10 <sup>9</sup>	0.54	0.81×10 <sup>9</sup>	0.80	0.60×10 <sup>9</sup>	0.60	0.88×10 <sup>9</sup>	0.88
其他烟气	1.11×10 <sup>9</sup>	1.12	1.62×10 <sup>9</sup>	1.62	1.20×10 <sup>9</sup>	1.20	1.36×10 <sup>9</sup>	1.36
合计	1.66×10 <sup>9</sup>	1.66	2.43×10 <sup>9</sup>	2.42	1.80×10 <sup>9</sup>	1.80	2.64×10 <sup>9</sup>	2.24

从表 6.1 可以看出，实施本标准需要投入的含二氧化硫烟气的达标处理投资估算锡工业现有企业约为 1.66 亿元，新建(包括改建扩建)企业约为 2.42 亿元；铋工业现有企业约为 1.8 亿元，新建(包括改建扩建)企业约为 2.24 亿元。当然，这中间可能会有现有企业和新建企业处理投资相互重叠的情况，也会存在随着技术进步，烟气排放量和二氧化硫浓度降低，但单位处理费用增加的情况。这些都是不确定因素，难以预测。所以，表 6.1 只能给出一个大致估算结果，并且只是烟气脱硫部分。如果再加上现有企业和新建企业其他废气的治理，其投资将大大超过上述估算结果。

#### 6.1.2 废水处理

按如下假定估算实施本标准所需的废水处理投资：

- (1) “十一五”期间，我国锡、铋产量的年均增长速度为 10%。
- (2) 锡、铋冶炼废水的产生量分别按 180m<sup>3</sup>/t·Sn 和 100m<sup>3</sup>/t·Sb 估算。

(3) 废水处理设施的投资额平均按 10 元/m<sup>3</sup> 进行估算。

根据以上假定，估算得实施本标准所需的废水处理设施投资如表 6.2。

表 6.2 实施本标准所需的废水处理设施投资估算

废水名称	锡工业				铋工业			
	现有企业 (锡产量: 13.81 万 t)		新建企业 (锡产量: 20.22 万 t)		现有企业 (铋产量: 15.01 万 t)		新建企业 (铋产量: 21.98 万 t)	
	废水量/m <sup>3</sup>	投资/亿元	废水量/m <sup>3</sup>	投资/亿元	废水量/m <sup>3</sup>	投资/亿元	废水量/m <sup>3</sup>	投资/亿元
冶炼废水	2.48×10 <sup>7</sup>	2.48	3.64×10 <sup>7</sup>	3.64	1.50×10 <sup>7</sup>	1.50	2.20×10 <sup>7</sup>	2.20
备注: 废水处理工艺假定为: 沉降-中和-调和均质-化学沉淀-排放(回用)								

从表 6.2 可以看出，实施本标准需要投入的废水达标处理投资估算锡工业现有企业约为 2.48 亿元，新建企业(包括改建扩建)约为 3.64 亿元；铋工业现有企业约为 1.50 亿元，新建企业(包括改建扩建)约为 2.20 亿元。

### 6.1.3 监测设施

根据《污染源自动监控管理办法》(国家环境保护总局令第 28 号，2005 年 9 月 19 日)的要求，重点污染源应设置自动监控系统。

我国锡工业企业目前约有 300 多家，成规模的锡工业企业约有 10 多家，占生产厂家的 % 左右；铋工业企业也存在类似情况，目前约有 400 家，厂家多而规模小。2003 年实际产量在 3000t 以上的有 10 家，占生产厂家的 2.5%。

根据上述现状，假定：

- (1) 全国共有 25 家锡、铋工业企业属于重点污染源，需要设置自动监测系统。
- (2) 每家企业需要各设置废气自动监测系统 5 套，废水自动监测系统 3 套。
- (3) 废气自动监测系统每套价格按 35 万元计，废水自动监测系统每套价格按 15 万元计。
- (4) 每家企业建设一个污染源自动监测站，其土建和设备投资按 150 万元计。

按照以上假定，可以估算出实施本标准所需的污染源监测设施投资，见表 6.3。

表 6.3 实施本标准所需的污染源自动监测设施投资估算

序号	项目	数量	投资估算/万元	备注
1	废气自动监测系统	125 套	4375	25 家企业，每家 5 套系统，每套 35 万元
2	废水自动监测系统	75 套	1125	25 家企业，每家 3 套系统，每套 15 万元
3	污染源自动监测站	25 个	3750	25 家企业，每家 1 个监测站，每个站 150 万元
合计		—	9250	—

## 6.2 运行费用

### 6.2.1 废气处理

假定每处理  $1\text{m}^3$  废气的运行费用为 0.10 元, 则实施本标准使废气达标排放的处理运行费用估算结果见表 6.4。

表 6.4 实施本标准所需的烟气脱硫设施运行费用估算

废气名称	锡工业				铋工业			
	现有企业 (锡产量: 13.81 万 t)		新建企业 (锡产量: 20.22 万 t)		现有企业 (铋产量: 15.01 万 t)		新建企业 (铋产量: 21.98 万 t)	
	烟气量/ $\text{m}^3$	运行费	烟气量/ $\text{m}^3$	运行费	烟气量/ $\text{m}^3$	运行费	烟气量/ $\text{m}^3$	运行费
制酸烟气	$0.55 \times 10^9$	2750 万元	$0.81 \times 10^9$	4050 万元	$0.60 \times 10^9$	3000 万元	$0.88 \times 10^9$	4400 万元
其他烟气	$1.11 \times 10^9$	5550 万元	$1.62 \times 10^9$	8100 万元	$1.20 \times 10^9$	6000 万元	$1.36 \times 10^9$	6800 万元
合计	$1.66 \times 10^9$	8300 万元	$2.43 \times 10^9$	12150 万元	$1.80 \times 10^9$	9000 万元	$2.64 \times 10^9$	11200 万元

从表 6.4 可以看出, 实施本标准需要投入的含二氧化硫烟气的达标处理年运行费用估算锡工业现有企业约为 8300 万元, 新建(包括改建扩建)企业约为 12150 万元; 铋工业现有企业约为 9000 万元, 新建(包括改建扩建)企业约为 11200 万元。

### 6.2.2 废水处理

假定每处理  $1\text{m}^3$  废水的运行费用为 5 元, 则实施本标准使废水达标排放的处理运行费用估算结果见表 6.5。

从表 6.5 可以看出, 实施本标准需要投入的废水达标处理年运行费用估算锡工业现有企业约为 1.24 亿元, 新建企业(包括改建扩建)约为 1.82 亿元; 铋工业现有企业约为 0.75 亿元, 新建企业(包括改建扩建)约为 1.10 亿元。

表 6.5 实施本标准所需的废水处理设施运行费用估算

废水名称	锡工业				铋工业			
	现有企业 (锡产量: 13.81 万 t)		新建企业 (锡产量: 20.22 万 t)		现有企业 (铋产量: 15.01 万 t)		新建企业 (铋产量: 21.98 万 t)	
	废水量/ $\text{m}^3$	运行费	废水量/ $\text{m}^3$	运行费	废水量/ $\text{m}^3$	运行费	废水量/ $\text{m}^3$	运行费
冶炼废水	$2.48 \times 10^7$	1.24 亿元	$3.64 \times 10^7$	1.82 亿元	$1.50 \times 10^7$	0.75 亿元	$2.20 \times 10^7$	1.10 亿元
备注: 废水处理工艺假定为: 沉降—中和—调和均质—化学沉淀—排放(回用)								



### 6.2.3 污染源监测

#### (1) 监测人员工资

按每个污染源自动监测站 3 名监测人员, 每人工资 2.8 万元/年计算, 则 25 家企业需支付监测人员工资约 210 万元/年。

#### (2) 材料消耗

按每个污染源自动监测站年消耗材料 80 万估算, 则 25 家企业污染源自动监测站的材料消耗约为 2000 万元/年。

#### (3) 固定资产折旧

按仪器设备折旧率为 10%、建筑折旧率为 5%, 每个污染源自动监测站建筑投资为 80 万元、仪器设备投资(不包括废气连续监测和废水在线监测设施)为 70 万元进行估算, 25 家企业的折旧费用约为 275 万元/年。

由上可得 25 家企业污染源自动监测站的运行费用为 2485 万元/年。

## 6.3 效益简要分析

本标准涉及到锡、铊、汞工业采矿、选矿和冶炼过程的 9 种大气污染物、16 种水污染物排放限值、相应的监测分析方法及其他控制技术要求, 再加上锡、铊、汞工业企业分布在我国云南、广西、湖南、广东、甘肃等省区, 技术经济水平参差不齐, 生产成本和污染处理费用均不相同, 因此, 很难用一套完整和准确的数据来说明本标准的实施成本和效益。

从环境上看, 由于本标准严于锡、铊、汞工业企业现执行的污染物排放标准, 因此, 在削减污染物排放量方面, 将起到积极的促进作用, 具有良好的环境效益;

从社会上看, 由于实施本标准预计可以大幅度削减污染物的排放量, 因此, 锡、铊、汞工业企业排放污染物对环境的影响程度和范围也将随之降低和减小, 特别是在环境敏感地区执行水污染物特别排放限值, 有助于树立企业的正面影响, 鼓励企业承担更多的社会责任, 具有良好的社会效益;

从经济上看, 由于本标准主要建立在环境保护最佳实用技术上, 并未完全脱离经济承受力而单纯考虑保护环境, 且能推动节能减排和实现清洁生产, 具有一定的经济效益。

下面试图再从另一角度做些简要分析:

(1) 判断本标准实施成本和效益的一个重要因素是其宽严程度。如果排放限值过宽, 实施标准的直接经济成本虽然低, 但起不到保护环境、防治污染的作用, 环境效益和社会效益不明显, 甚至没有, 由此带来的环境污染将加大企业的治污成本; 如果排放限值过严,

虽然看起来能够保护环境、防治污染，但实施标准的直接经济成本就会骤然增高，企业难以承受，势必影响企业控制污染的积极性，最终还是达不到实施标准的初衷(保护环境，防治污染)。

本标准针对污染源，分为现有企业和新建企业；针对环境，则分为一般地区和环境敏感地区。对一般地区的现有企业，其排放控制指标与现行标准相当或略严于现行标准；对新建企业则从严要求；对于环境敏感地区，则不分现有企业和新建企业，一律按照国外先进控制水平和污染物排放限值要求。这样做既体现了区别对待，实事求是的原则，又反映出宽严结合，促进技术进步的方针，尽可能将标准实施成本与预期效益有机关联起来，有助于本标准的实施。

(2) 制定本标准的主要依据之一是环境保护最佳实用技术。从总体上看，国家环境保护总局正式公布的环境保护最佳实用技术推广项目都具备以下基本条件：

- A、工艺成熟、技术先进、经济合理；
- B、已有两个或两个以上应用实例并有 1 年以上(含 1 年)的连续正常运行时间；
- C、技术辐射力强，覆盖面广，可广泛应用；
- D、对实现区域生态环境质量目标或防治污染源的污染具有重要作用；
- E、符合国家产业结构调整方向和行业发展目标。

由此可见，环境保护最佳实用技术实际上优胜劣汰和价格竞争的产物。所以，采用最佳实用技术并非意味着是在要求工厂企业采用经济上难以承受的“先进”技术，而是鼓励和督促企业采用技术上可靠和经济上合理的污染控制技术。这是符合我国国情，且与现阶段技术经济发展水平相适应的一种必然选择。

(3) 标准实施成本与效益除了与标准本身直接相关外，还与企业的生产管理水平和政府监管力度等因素有关。同样的生产工艺技术，其污染物排放状况在不同企业之间存在较大差别也充分说明了这一点。因此，本标准的实施成本和效益在很大程度上也取决于本标准以外的其他因素(如企业管理水平和政府监管力度等)。

## 7 存在问题和建议

### 7.1 存在问题

为了解锡、铊、汞工业污染物治理与排放的现状，本标准编制组尽管做了很多努力，并试图通过函调、现场调查、文献调研等多种方式和渠道获得相关基础数据，虽有一定收获，但距制定本标准应掌握的基础数据还有较大距离。尤其是许多汞企业由于改制、停产、倒闭等原因，调查的难度更大，获得的污染源数据少而不全。产生这些问题的原因是多方面的：一是企业目前大多没有设置污染源自动监测系统，所收集的监测数据尚不能全面反映企业污染源的治理和污染物的排放状况，亦即企业本身基础资料目前尚不够齐全；二是部分企业提供的环境监测报表中的污染物监测数据有些与实际情况和文献资料相差较大或不全；三是由于可能涉及到企业一些生产经营管理中比较敏感的问题，本标准编制组难以掌握企业全面的污染物排放情况。因此，应在可能的情况下，继续尽量收集相关资料。

### 7.2 建议

(1) 目前，污染物排放标准的标准值形式主要有浓度、排放速率(单位时间的污染物排放量)、排污系数(单位产品的污染物排放量)和总量控制等 4 种形式。由于总量控制是我国环境保护工作的一项重要制度，是减少环境污染的“总闸门”，各地都要按照国家环境保护总体目标要求，制定污染物排放总量控制计划，并将控制指标层层分解，落实到基层和重点排污单位，任何地方、任何单位都要严格执行。亦即在不同时期、不同地区、不同企业均有不同的总量控制指标，难以在本标准中予以统一。排放速率(通常是废气排放的一种标准值形式)，其主要作用是确保污染物排放后的落地浓度符合环境空气质量标准的规定。因而，不同地区、不同气象条件、不同排气筒高度，会有不同的排放速率限值。通常，这一问题应在环境影响评价和工程设计中予以妥善解决。排污系数在近年来虽被欧美发达国家普遍采用，但由于其会与总量控制产生矛盾(例如国家环境保护总局在审批二氧化硫排污单位的扩建项目时，经常要求增产不增污)，加之产品统计数据与污染源监测数据往往不同步，所以，在实际操作时难度较大。为此，本标准排放限值主要采用了浓度的表达形式，而未将总量控制、排放速率和排污系数作为本标准的表达形式。

(2) 按新修订的《水污染防治法》和《大气污染防治法》，超标排放污染物是违法行为，要承担法律责任。国家排放标准是依法具有强制力的环境保护技术法规，必须严格执行。提高排放标准的控制水平只是解决污染问题的手段之一，但排放标准不会“自动”

执行，要使排放标准发挥其应有的作用，必须加大环保执法和监管工作的力度，使企业严格执行国家污染物排放标准。否则，排放标准只能成为一纸空文。

(3) 对新污染源企业审批应严格按本标准的要求实施，必须着重审核把关；同时，应加强对企业的环境监管，加大对违法排污的处罚力度，严格执法，引导企业增加污染治理设施投资，防止出现新的环境污染问题。

(4) 将本标准征求意见稿和编制说明尽快发至相关企业征求意见，一方面可以得到对标准本身的反馈意见；另一方面，也可通过征求意见，补充、修改和完善相关基础资料。

(5) 本标准发布后，应尽快组织相关企业认真学习研讨。这是保证本标准能够顺利实施的良好前提条件之一。

(6) 国家已经发布了《锡行业准入条件》和《铋行业准入条件》，有助于锡、铋工业的可持续发展。由于汞工业近年来处于逐步萎缩状态，应利用包括本标准在内的经济的、技术的、环境的、行政的等多种手段，加快实现汞工业的改组整合，以促进其正常发展。

## 8 主要参考文献

- [1] 国家环境保护总局. 国家环保标准制修订工作管理办法[EB/OL]. 国家环境保护总局公告, 2006 年第 41 号, 2006.08
- [2] 国家环境保护总局. 加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见[EB/OL]. 国家环境保护总局公告, 2007 年第 17 号, 2007.03
- [3] 国家环境保护总局科技标准司. 关于加强国家环境保护标准技术管理工作的通知[EB/OL]. 环科函[2007] 31 号, 2007.06
- [4] 国家环境保护总局科技标准司. 关于印发国家有色金属工业排放标准研讨会纪要的函[EB/OL]. 环科函[2006] 25 号, 2006.05
- [5] 国家环保局科技标准司. 大气污染物综合排放标准详解[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.10
- [6] 陆昌淼, 马世豪, 张忠祥. 污水综合排放标准详解[M]. 北京: 中国标准出版社, 1991.07
- [7] 昆明理工大学环境科学与工程学院. 《有色金属工业污染物排放标准—锡铋汞》开题论证报告[R]. 2004.04
- [8] 昆明理工大学环境科学与工程学院. 锡铋汞工业污染源调查报告[R]. 2005/2006/2007
- [9] 《有色金属工程设计项目经理手册》编委会. 有色金属工程设计项目经理手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.01
- [10] 屠海令, 赵国权, 郭青蔚. 有色金属冶金、材料、再生与环保[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.01
- [11] 《有色金属提取冶金手册》编委会. 有色金属提取冶金手册-锡铋汞[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999
- [12] 国家经济贸易委员会. 有色金属工业“十五”规划[R]. 2001.06
- [13] 中国有色金属工业协会. 有色金属工业中长期科技发展规划(2006—2020) [R]. 2007.04
- [14] 宁平, 易红宏, 周连碧. 有色金属工业大气污染控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.03
- [15] 中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会. 重金属冶金工厂环境保护[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2006.07
- [16] 毛应淮, 杨子江主编. 工业污染核算[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.06
- [17] 戴永俊. 面临严峻挑战 科技破解我国铋业发展难题[N]. 中国有色金属报, 2005-12-26
- [18] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) of 17. June 2004
- [19] USA 40 CFR. Protection of Environment CHAPTER I. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (CONTINUED). SUBCHAPTER N - EFFLUENT GUIDELINES AND STANDARDS. PART 421—NONFERROUS METALS MANUFACTURING POINT SOURCE CATEGORY, JANUARY 29, 2004
- [20] EUROPEAN COMMISSION Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries, December 2001