

# 《铸造工业大气污染物排放标准 (征求意见稿)》编制说明

《铸造工业大气污染物排放标准》编制组

二〇一八年二月

# 目 录

1 项目背景.....	204
1.1 任务来源.....	204
1.2 工作过程.....	204
2 标准制修订必要性分析.....	204
2.1 国家及环保主管部门的相关要求.....	204
2.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求.....	205
2.3 行业发展带来的主要环境问题.....	205
2.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展.....	205
2.5 我国现行大气污染物排放标准存在的主要问题.....	205
3 行业概况、行业产排污情况和污染物控制技术分析.....	206
3.1 我国铸造工业概况.....	206
3.2 铸造生产工艺流程及产污分析.....	209
3.3 铸造工业大气污染排放现状.....	216
3.4 铸造工业大气污染物排放治理现状及技术路线.....	218
4 标准制定的基本原则和技术路线.....	225
4.1 标准制定的原则.....	225
4.2 标准制定的技术路线.....	226
5 标准主要技术内容.....	226
5.1 标准适用范围.....	226
5.2 标准结构框架.....	227
5.3 不同生产工艺、不同产品类型的划分.....	227
5.4 大气污染物项目的选择.....	227
5.5 污染物排放限值的确定及制定依据.....	227
5.6 其他污染控制指标的确定及制定依据.....	246
5.7 铸造行业大气污染排放达标技术路线.....	248
6 本标准与国内外相关标准的比较.....	248
7 实施本标准的环境、社会、经济效益和实施成本分析.....	253
7.1 实施本标准的环境、社会效益分析.....	253
7.2 实施本标准的实施成本分析.....	253
8 实施本标准的管理措施建议.....	256

# 《铸造工业大气污染物排放标准》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

(1) 2006 年 8 月，原国家环境保护总局下达了《铸造工业污染物排放标准》的制定任务，辽宁省环境科学研究院为项目承担单位，项目统一编号：77。

(2) 标准项目承担单位：辽宁省环境科学研究院、中国铸造协会、沈阳铸造研究所。

### 1.2 工作过程

(1) 《铸造工业污染物排放标准》编制任务下达后，项目承担单位组织相关研究骨干成立了《铸造工业污染物排放标准》编制组，立即开展本标准制定工作。

(2) 2008 年 8 月 4 日，《铸造工业污染物排放标准》开题论证会通过标准草案，会议建议进一步明确标准的适用范围，主要针对铸造工业大气污染物提出排放控制要求，标准名称修改为“铸造工业大气污染物排放标准”。同年 12 月，编制组编制完成标准的征求意见稿。

(3) 为落实《国家环境保护标准“十三五”发展规划》，加快《铸造工业大气污染物排放标准》制定进度，2016 年 6 月，经环保部大气司主持召开协调会决定，由中国铸造协会作为主起草单位之一承担完成该项目编制工作。具体开展以下工作：

a 深入开展现场调研，对铸造行业准入数据、重点（有色及黑色）铸造企业现场检测数据和除尘设备企业研发检测等数据进行收集、梳理和分析，编写完成标准征求意见稿初稿。

b 多次召开专家研讨会，对标准关键技术内容进行研讨，并完善征求意见稿初稿。

c 2017 年 3 月，环保部大气司组织召开标准编制进度汇报会。会后编制组根据会议意见对标准文本及编制说明进行进一步修改，并提交征求意见稿。

(4) 2017 年 12 月，环保部大气司组织召开技术审查会，审查通过《铸造工业大气污染物排放标准》（征求意见稿）。

## 2 标准制修订必要性分析

### 2.1 国家及环保主管部门的相关要求

#### 2.1.1 国家对铸造行业最新环保的要求

铸造工业大气污染物排放标准与其他环境标准相同，随着国民经济的快速发展和气候与环境的变化，我国对污染物的排放标准将会日趋加严，逐步与发达国家的标准接轨。近几年环保部加大了大气污染防治强化措施：2015 年 1 月 1 日新《环境保护法》亮剑实施，随之配套管理办法纷纷制定。特别是在 2016 年 6 月颁布了《京津冀大气污染防治强化措施（2016-2017 年）》，再次加严大气污染物排放规定。

## 2.1.2 《“十三五”环境影响评价改革实施方案》的要求

严格环境准入。细化污染物排放方式、浓度和排放量，严格建设项目污染物排放要求。严格高能耗、高物耗、高水耗和产能过剩、低水平重复建设项目，开展关停、搬迁企业环境风险评估。

## 2.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

### 2.2.1 行业发展规划

《铸造行业十三五发展规划》将推进铸造工业绿色发展作为一项主要任务。要求加大铸造领域先进节能环保技术、工艺和装备的应用，推进铸造企业将绿色铸造理念贯彻于铸件生产全过程，降低物耗能耗及废弃物产生量，向低碳化、循环化和集约化绿色铸造方向发展。

### 2.2.2 铸造准入政策

为规范铸造行业管理，国家工信部从2013年5月发布了《铸造行业准入条件》，重点从生产规模、能源消耗、环境保护等9个方面制定了准入条款，其中明确提出铸造企业相关生产装备要配置完善环保设备，污染物排放符合国家环保标准要求，要求企业申报资料时必须提供最近一年度的环境监测报告，对环保排放不达标企业实行一票否决制。

目前铸造行业既存在一定数量工艺装备先进且环保治理水平相对规范的企业，同时也存在相当数量污染物排放、能耗、物耗远高于行业平均水平的落后产能企业，这些企业也是铸造行业最重要的污染排放来源。环保标准作为行业准入强制性约束条件，将有力提升铸造企业准入水平。

## 2.3 行业发展带来的主要环境问题

铸造业属于高能耗、污染严重的行业。铸造行业能耗占机械工业总能耗的25%~30%。铸造企业在生产过程中对环境污染最严重的是固体废弃物和空气污染。我国每生产1吨铸件的三废排放量是部分工业发达国家的10倍，根据统计，2013年我国铸造行业排放污染物总量约为：粉尘220万吨，废气450~900亿立方米，废砂5000万吨，废渣1300万吨。

## 2.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

目前铸造行业的清洁生产技术主要涉及环保技术、原料、生产工艺设备等方面内容。

原料使用主要是采用环保型树脂、固化剂等材料，减少废物的产生量；使用无毒原料，避免在生产过程中使用对人体有致癌性或可能引起神经中毒、畸变等不可逆毒性，以及对环境造成危害的溶剂。

生产工艺、设备主要是使用密闭式或带集气罩的先进生产线，如迪砂线等。落砂、砂处理、送砂、抛丸等工序均采用密闭作业。

铸造行业排放的污染物主要是颗粒物，现阶段主要采用密闭+布袋除尘或集气罩+布袋除尘。

## 2.5 我国现行大气污染物排放标准存在的主要问题

目前,我国铸造工业大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)和《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB 9078-1996)的有关规定。由于两个标准均不是针对具体某一行业制定的,因此存在以下问题:

(1) 综合排放标准和工业炉窑标准中控制项目的标准值多是针对所有排污单位,没有考虑铸造行业生产工艺特点及污染治理的实际状况,行业针对性不强。有些标准限值使用时间过长,考虑到目前技术的进步,应适当加严;

(2) 综合排放标准和工业炉窑标准缺少针对重点地区的污染物特别排放限值,无法满足新形势下重点地区大气污染物排放管理需求。

(3) 综合排放标准和工业炉窑标准限于当时的认识水平,主要采取末端控制的技术思路,未针对铸造工艺污染物的源头控制、产生过程、收集处理等相关技术细节进行具体规定,而铸造行业的颗粒物等物质排放很大一部分是以无组织形式排出的,因此不对生产全过程的污染进行控制,就难以有效完成削减污染物排放、改善环境的目标。

因此,应根据我国铸造工业行业实际情况,结合国家环境管理需求,尽快制定铸造工业大气污染物排放标准,以有效控制大气污染物排放。

### 3 行业概况、行业产排污情况和污染物控制技术分析

#### 3.1 我国铸造工业概况

##### 3.1.1 我国铸造行业产量

据中国铸造协会统计报告显示,自 2000 年起我国铸件产量已连续 17 年居全球首位,与第二至第十位的国家铸件产量总和相当,2016 年产量达 4720 万吨,占全球总产量的 40% 以上,已成为名副其实的铸造大国,见图 3-1。

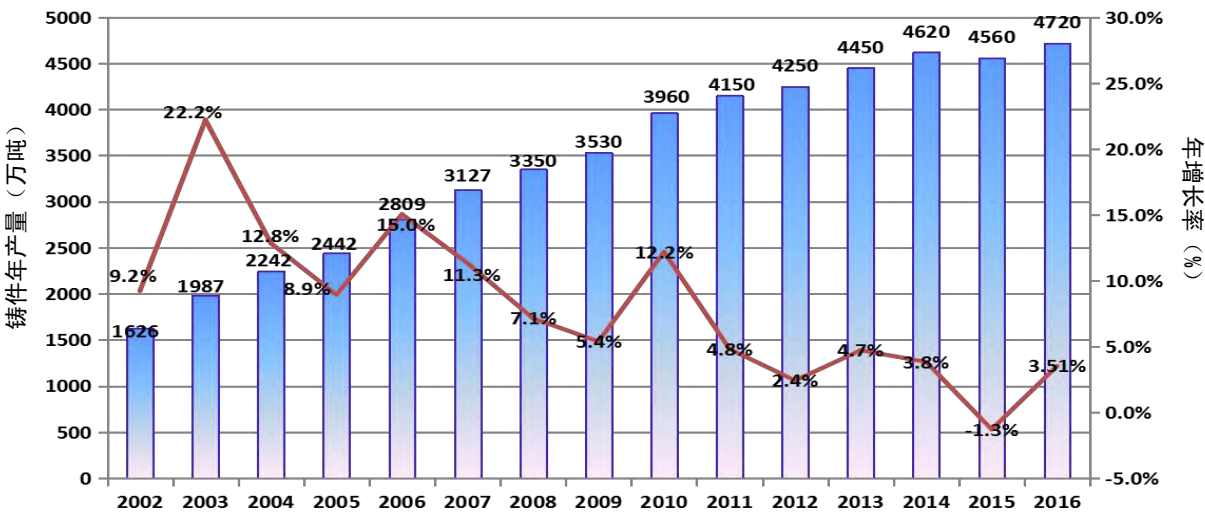


图 3-1 2002~2016 年中国铸件产量及增长率变化情况

我国铸造企业数量目前约有 2.6 万家,数量呈逐年下降趋势,规模铸造企业产量集中度不断提高,其中排位靠前的 4500 家企业铸件产量占总产量的 70 % 以上,铸造企业平均年产量从 2010 年的 1320 吨增长至 2015 年的 1777 吨,但仍远低于工业发达国家,见表 3-1。

表 3-1 2015 年世界主要铸件生产国企业平均年产量

国家	中国	美国	俄罗斯	印度	德国	日本	巴西	意大利	法国	韩国
企业平均 年产量 (吨)	1777	5293	3500	2133	8817	2656	2042	1862	4098	2872

### 3.1.2 国民经济各行业对铸件的需求变化

按照铸造产品服务的行业区分，汽车铸件占比最大，2015 年各类汽车铸件占比达到 27.4 %。汽车等领域铸件企业主要采用大批量生产模式，企业设备的自动化程度和生产效率较高；机床工具、大型内燃机、发电设备、船舶等行业所需铸件生产主要为多品种、小批量、以手工操作为主的生产模式。图 3-2 为下游各行业铸件占铸件总量的百分比。

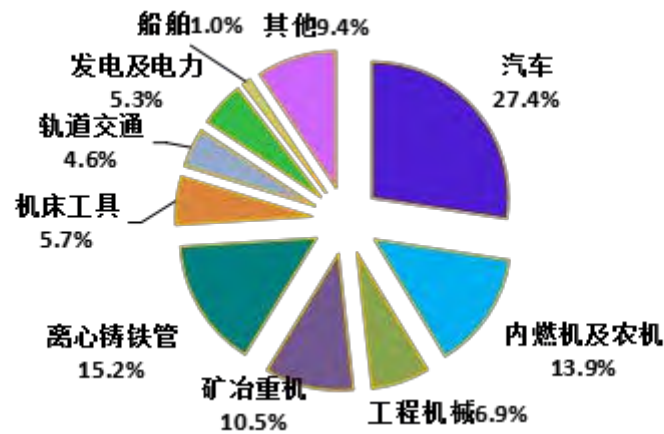


图 3-2 2015 年国民经济各行业铸件占铸件总量的百分比

### 3.1.3 铸件材质结构及其变化趋势

铸件材质主要为铸铁、铸钢和有色铸造合金三大类。各类合金材质铸件近三年的统计年产量及 2016 年占比情况详见表 3-2、图 3-3。

表 3-2 2013~2016 年不同材质铸件产量

材质	铸铁件			铸钢	有色合金铸件			合计
	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁		铝合金 (含镁合金)	铜合金	其他	
2013 年 (万吨)	2055	1160	60	550	520	75	30	4450
2014 年 (万吨)	2080	1240	60	550	585	75	30	4620
2015 年 (万吨)	2020	1260	60	510	610	75	25	4560
2016 年 (万吨)	2035	1320	60	510	690	80	25	4720
2016/2015 增速 (%)	0.74	4.76	—	—	13.11	6.67	—	3.51

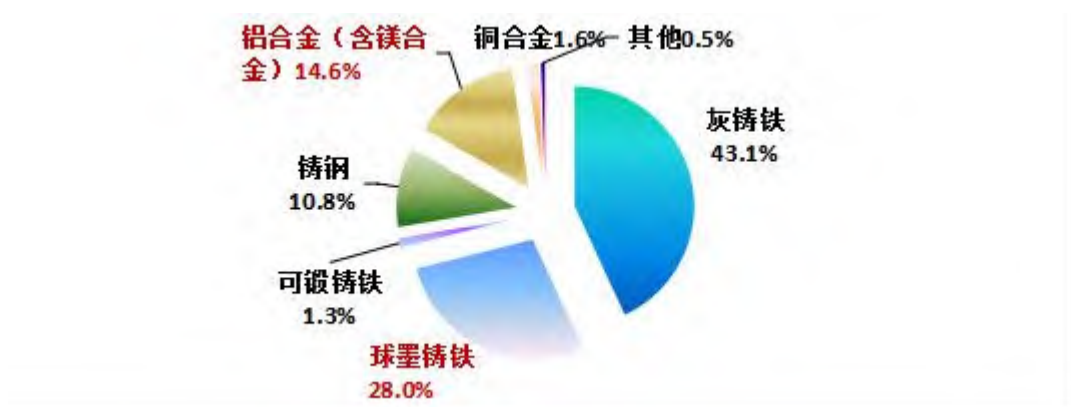


图 3-3 2016 年中国各类材质铸件占比

### 3.1.4 铸造企业分布

自 2013 年工信部针对铸造行业实行准入公告制度以来，共对三批 1729 家铸造企业公告准入，公告企业的产量占全国产量的 55 %以上，体现了铸造规模化生产的集中度。目前规模以上铸造企业的地域分布见表 3-3。

我国铸造生产企业主要分布在濒海的东部，西部较少。主要分布在江苏、山东、山西、河北、河南、浙江、辽宁和广东等地区。从产业结构看，既有从属于主机生产厂的铸造分厂或车间，如汽车、机床、发电及电力、泵阀、市政、矿山冶金、重型机械等行业，还有大量的专业铸造厂。就规模和水平而言，既有工艺先进、机械化程度高、年产数万吨铸件的大型铸造厂，如重型工业、汽车工业、航空工业等一些先进的铸造厂；也有工艺落后、设备简陋、手工操作，年产铸件百余吨的小型铸造厂。

表 3-3 2016 年中国规模以上铸造企业的主要地域分布表

序号	省 市	企业数量（个）	序号	省 市	企业数量（个）
1	河北省	392	15	四川省	27
2	江苏省	174	16	重庆市	23
3	山东省	167	17	江西省	21
4	浙江省	156	18	福建省	19
5	安徽省	143	19	陕西省	19
6	辽宁省	98	20	宁夏回族自治区	16
7	河南省	88	21	黑龙江	14
8	山西省	80	22	内蒙古	8
9	湖南省	54	23	广西壮族自治区	7
10	天津市	50	24	贵州省	6
11	广东省	47	25	吉林省	5
12	上海市	42	26	新疆维吾尔自治区	4
13	湖北省	34	27	甘肃省	3
14	云南省	32			

3.2 铸造生产工艺流程及产污分析

3.2.1 铸造工业生产工艺流程

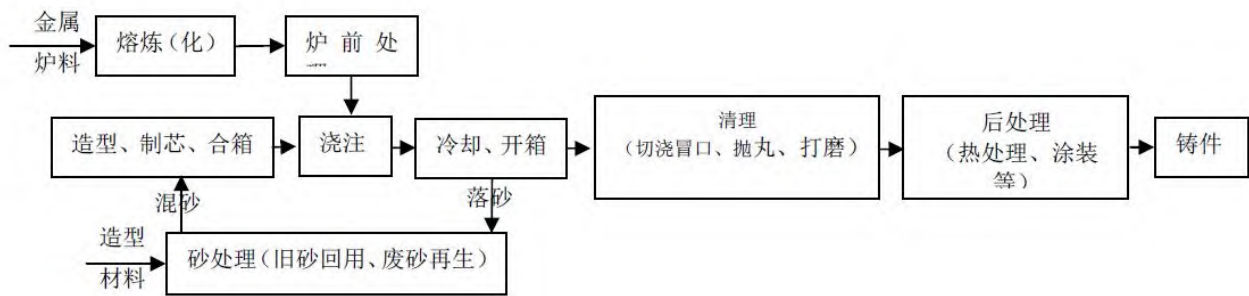
铸造生产工艺主要分为两大类：砂型铸造和特种铸造。两大类又可细分多种不同铸造工艺，不同工艺又由不同生产工序构成；

砂型铸造工艺包括：粘土砂湿型工艺、树脂自硬砂型工艺、水玻璃自硬砂型工艺等。

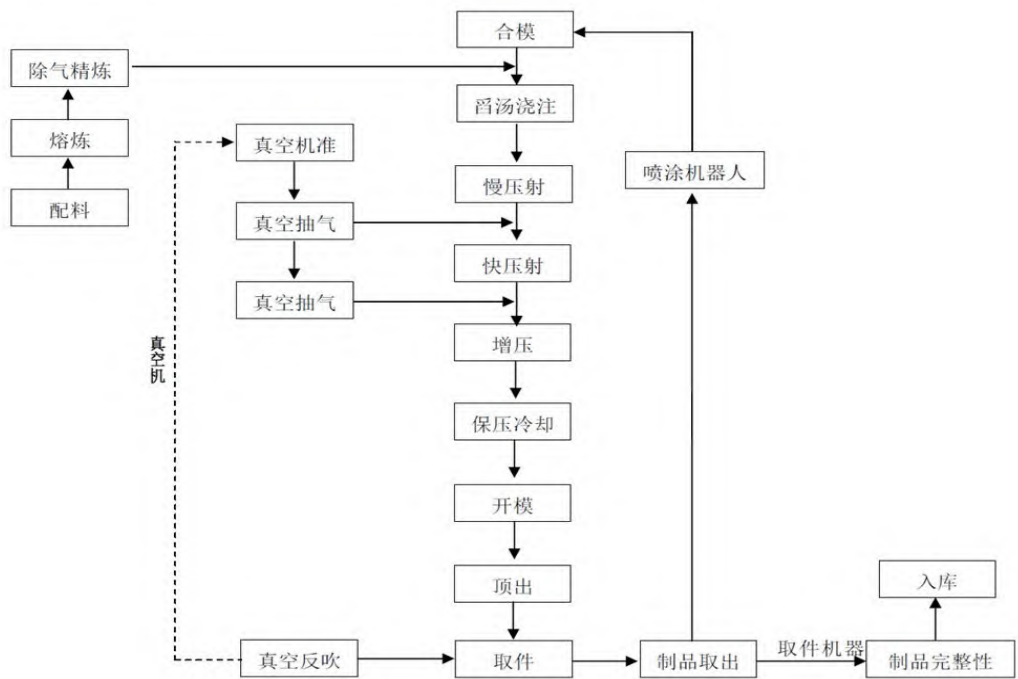
特种铸造工艺包括：离心铸造、熔模铸造（精密铸造）、压铸（高压铸造）、低压铸造、金属型铸造（含金属型复砂）、消失模铸造、V 法铸造、连续铸造、挤压铸造、差压铸造、石墨型铸造、陶瓷型铸造、石膏型铸造等。其中消失模铸造和 V 法铸造因存在砂处理及旧砂回用的工序，常称为“特种砂型铸造工艺”。

上述不同铸造工艺又由多个不同生产工序构成。其中金属熔炼、炉前处理、浇注、清理和后处理是两大类各种不同铸造工艺共有的通用工序。

砂型铸造和特种铸造的生产工艺流程参见图 3-4。

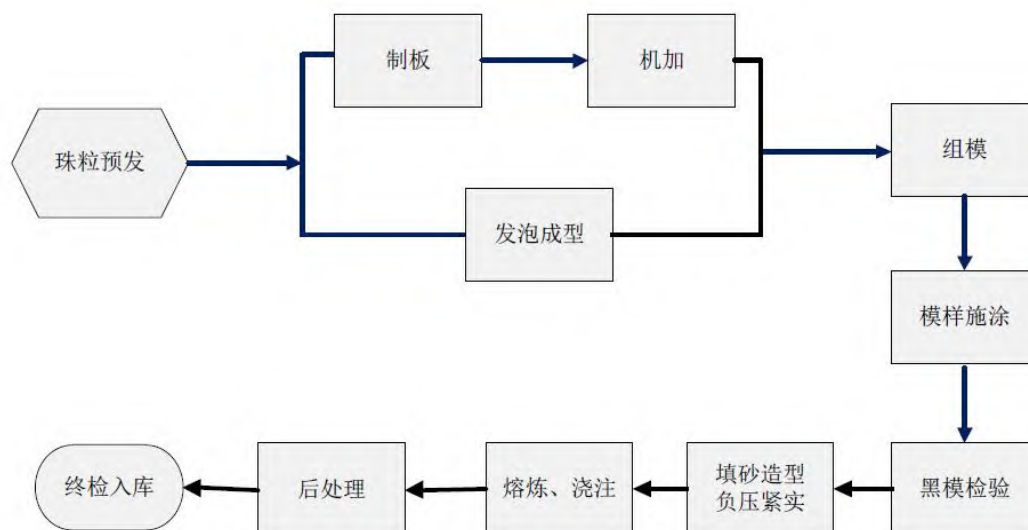


a) 砂型铸造生产工艺流程图

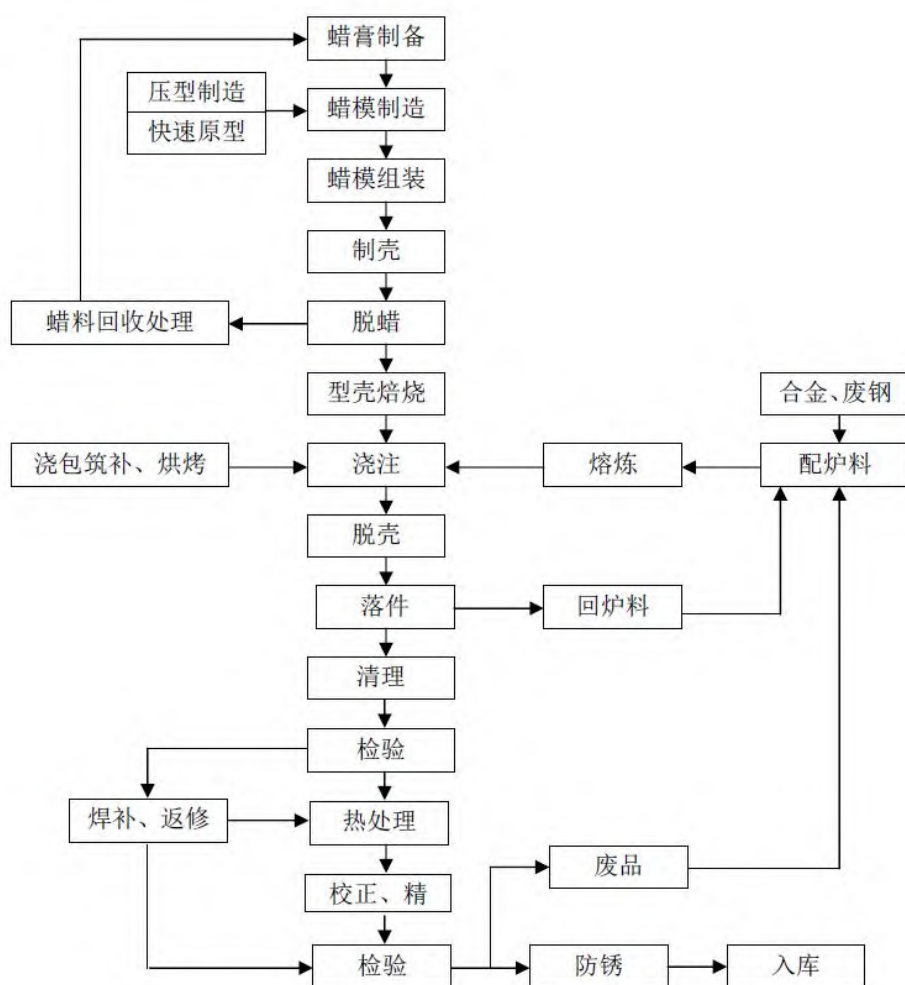


b) 压铸生产工艺流程图

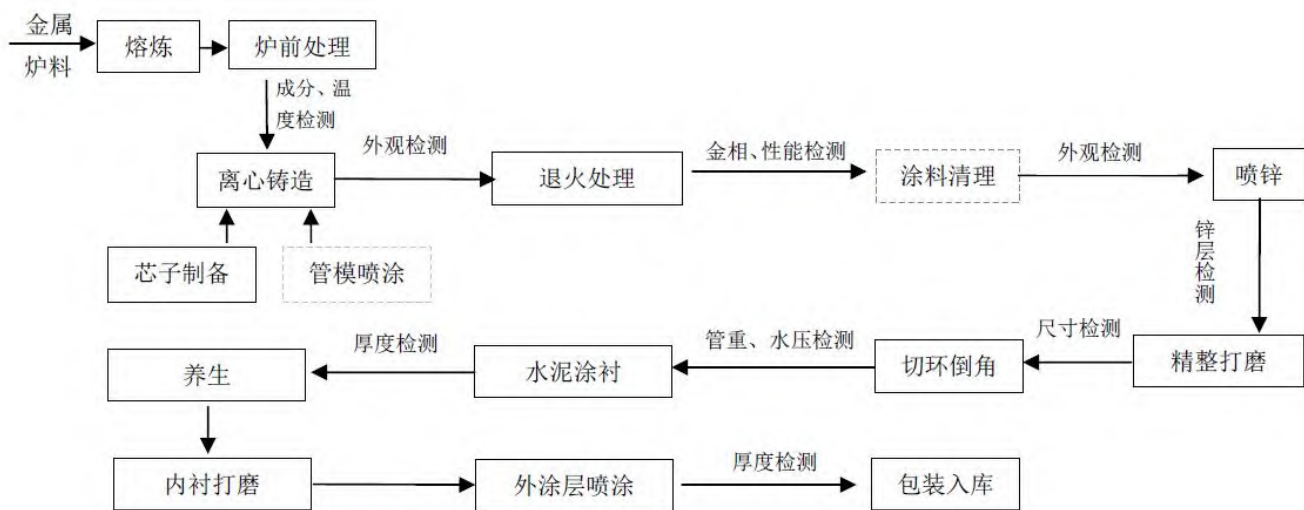




c) 消失模生产工艺流程图



d) 熔模铸造生产工艺流程图



e) 离心球墨铸铁管生产工艺流程图

图 3-4 砂型铸造和特种铸造的生产工艺流程图

### 3.2.2 铸造生产主要工序大气污染物产生源及产污分析

(1) 铸造生产主要工序大气污染物产生源见图 3-5。

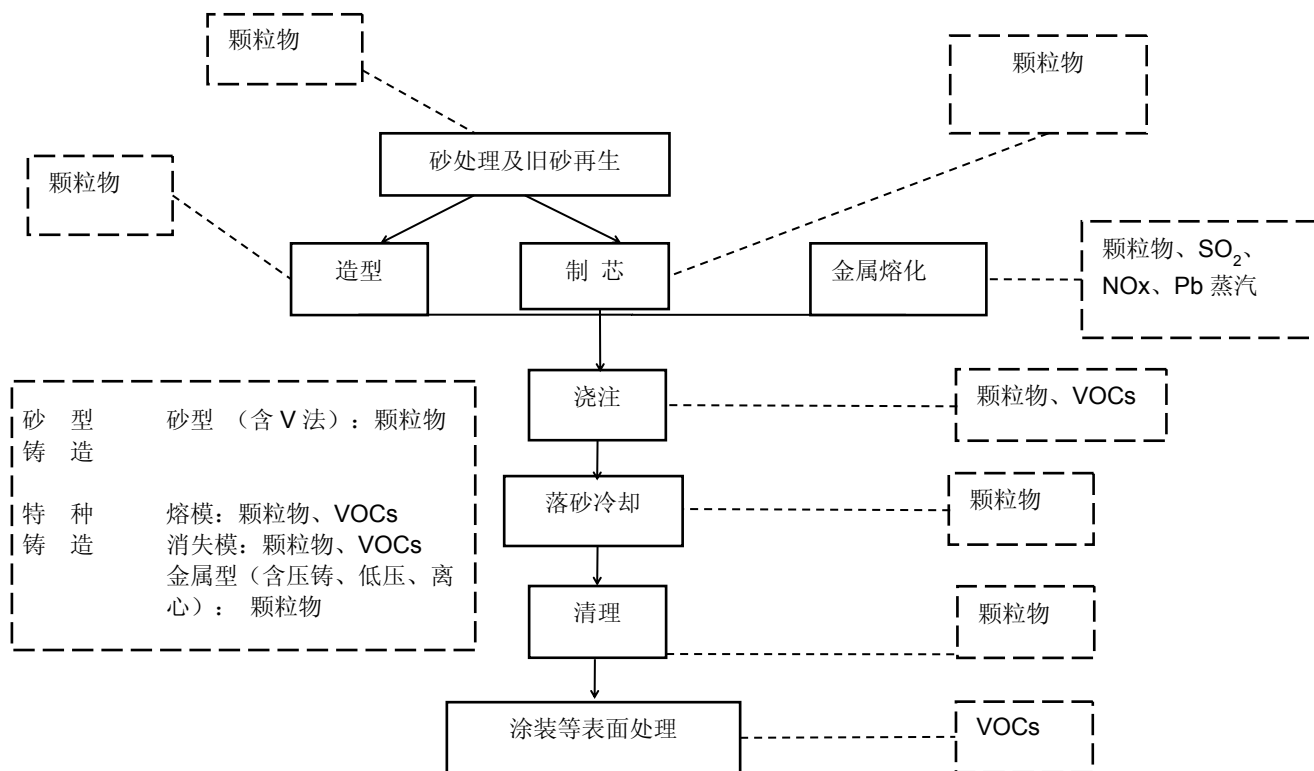


图 3-5 铸造生产主要工序大气污染物产生示意图

(2) 铸造生产主要工序大气污染物产污源分析

以下按铸造工序过程阐述。

#### 1) 金属熔炼（化）产污源

① 黑色金属熔炼（化）设备有冲天炉、燃气炉、电弧炉、感应电炉、电阻炉、反射

炉等。铸铁多用冲天炉及感应电炉，铸钢多用电弧炉和感应电炉，高性能铸钢还须加配精炼炉。

冲天炉中加入的原料有焦炭、金属炉料、石灰石等，在高温燃烧的过程中，会产生粉尘（金属氧化物尘、焦炭颗粒）、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 等污染物，焦炭以及废铁料表面油漆等的不完全燃烧还会排放有机物。

燃气炉、电弧炉和感应电炉产生的污染物主要包括：颗粒物、 $\text{NO}_x$ 等。

上述设备在加炉料的过程中会有粉尘产生。

② 有色金属熔炼一般使用燃气炉、感应电炉或电阻炉。

铝、镁、铜合金熔炼过程中产生的大气污染物主要为颗粒物、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 。铅基及铅青铜合金铸件熔炼产生 Pb 蒸汽。

德国标准明确禁止使用六氯乙烷作为精炼剂。我国《国家产业结构调整指导目录（2011 年本）》中已明确规定限制使用六氯乙烷作为精炼剂。2013 年工信部发布铸造行业准入条件，明确准入企业不得使用六氯乙烷，认为其为落后淘汰工艺技术。现阶段已基本无企业在铝、镁、锌合金熔炼使用六氯乙烷作精炼剂，但不可避免的会有极少数企业偶尔在违规用六氯乙烷。

## 2) 造型工序产污源

按照铸型使用的材料不同，主要可分为：砂型、熔模、消失模（含 V 法造型）、金属型等多种铸型。国内的黑色铸造主要以砂型、熔模、消失模、金属型（主要用于离心铸造）为主；有色金属铸造主要以金属型（含压铸及低压铸造）为主，因此重点分析这五种铸型在制造过程中产生的大气污染物。

### ① 砂型（含 V 法造型）

制备砂型的方法有两种。

一种是采用造型机或捣固机来制备砂型。此过程由于皮带运输、振动等会产生粉尘污染。对于中大型砂型有时需进一步将砂型表干；表干过程中有机粘结剂及煤粉中的有机物受热会产生 VOCs 排放。

另一种是 V 法造型工艺，即将型砂（不含粘结剂）密封于砂箱和塑料薄膜之间。抽真空使干砂紧实成型。此处的污染主要是粉尘污染。

### ② 熔模铸造

熔模铸造使用易熔材料（石蜡、树脂等）制成和铸件形状相同的模样（即熔模），在熔模表面涂挂涂料（硅砂、硅溶胶或水玻璃等）和石英砂，经硬化（采用  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$  等，不再使用  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ），干燥后将模样在  $80\sim 90\text{ }^\circ\text{C}$  的热水中脱蜡，得到一个中空的型壳，再经干燥和高温焙烧，浇注铸造合金而获得铸件的工艺方法。在熔模表面涂挂石英砂时会扬起粉尘；熔模在蜡料融化成模、在  $80\sim 90\text{ }^\circ\text{C}$  的热水中熔化脱蜡和型壳焙烧时也会产生 VOCs。

### ③ 消失模铸造

消失模铸造是将铸件尺寸形状的聚苯乙烯泡沫模型粘结组合成模型簇，刷涂耐火材料并烘干后，埋在干石英砂中振动造型，在负压下浇注，使模型气化，液体金属占据模型位置，凝固冷却后形成铸件的铸造方法。在雨淋加砂过程中，会产生粉尘；制备泡沫模型时，

高温切割会有少量 VOCs 排放；浇注过程中有烟尘和 VOCs 气体排出。

#### ④ 金属型有色金属铸造（含压铸、低压铸造）

金属铸型多用于有色合金铸造。在制造时，常需在金属模的工作表面喷刷涂料（氧化锌、白垩粉等），制备过程中有粉尘排放。传统压铸工艺主要由四个步骤组成：金属型模具准备、浇注填充、注射加压和脱模。压铸件合模浇注前要向型腔内喷涂脱模剂，此时模具温度较高会产生烟尘或尘雾（成分主要是硅氧化合物）。

### 3) 制芯工序产污源

制芯的方法按固化方式有两种，分别是热芯盒法和冷芯盒法。

① 热芯盒用的树脂有呋喃树脂和酚醛树脂，大多是以脲醛、酚醛和糠醇改性为基础的一些化合物，在加热到 180~250 °C 条件下容易挥发出 VOCs；吹射砂过程会产生粉尘污染。

② 冷芯盒法可分为自硬冷芯盒法和吹气冷芯盒法。自硬冷芯盒法是在室温下，将芯砂和液态催化剂混合均匀后填充到芯盒中，稍加紧实后，在室温下靠树脂与催化剂反应的自硬作用而成型。吹气冷芯盒制芯是将原砂和粘结剂酚醛树脂及聚异氰酸酯混合，通过射芯机填入芯盒，再吹入催化剂，使之在数秒至数十秒内硬化制成砂芯。这些工艺过程存在粉尘排放。

### 4) 浇注工序产污源

铸造浇注时温度较高，即产生大量的高温粉尘，同时铸型中会产生有机物污染物。

① 砂型：由于砂型在制备过程中需要加入煤粉（粘土砂）或有机粘结剂，在高温条件下煤粉或有机粘结剂热解会产生苯、甲苯、二甲苯、酚、甲醛、乙醛、多环芳烃等 VOCs 污染物。

② 熔模：由于熔模在浇注使用前要经过高温焙烧，因此 VOCs 排放量相对较少。

③ 消失模：聚苯乙烯或共聚物泡沫塑料在浇注过程中受热会分解产生大量的有机废气，主要有害成分是苯、甲苯、乙苯、苯乙烯等 VOCs，排放点为浇口处。

④ 金属型（多为有色合金的压铸、低压铸造及重力浇注）：模腔中的脱模剂中含有硅氧化合物、蜂蜡、机油、石墨、高压聚乙烯、煤油等涂料，这些物质在高温条件下会形成 CO、CO<sub>2</sub>、VOCs、乙烯等污染。

### 5) 落砂及铸件清理工序产污源

铸件冷却后进行落砂，将铸件与砂型分离，其后还要进行喷丸、抛丸、切割浇冒口、打磨等清理工序。这些工序过程大气污染物排放特征均以粉尘为主，产生的粉尘量较大。

### 6) 砂处理及旧砂再生工序产污源

落砂后的旧砂应再生回用。在再生的过程中需要对旧砂进行机械搓、擦洗，存在粉尘排出问题。

以上为铸件（毛坯）生产全过程及其产污源的分析。为了增加铸造产品附加值，大多企业延续进行以下 7) 和 8) 两个生产操作。

### 7) 热处理工序产污源

为了消除铸件的铸造应力，防止铸件出现变形或裂纹，或为获得特定的基体组织、提高铸件最终力学和各种使用性能，需对铸件进行热处理，即将铸件加热到一定的温度范围，

保温一段时间，再以规定的速度冷却到适当温度。热处理一般采用电热式，电热式基本没有污染物产生；采用燃气加热炉时会有粉尘、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>产生。

#### 8) 喷漆等表面处理工序产污源

铸件表面处理包括：喷漆或钝化等，防止或减轻铸件产生氧化或腐蚀。该工序存在苯、甲苯、二甲苯等 VOCs 和酸雾、碱雾排放。

不同铸造生产工艺和不同工序（工段）排放的大气污染物见表 3-4。

表 3-4 铸造工业不同生产工艺和不同工段排放的主要大气污染物的种类

类型	铸     铁     件				铸     钢     件			
工段名称	湿型砂、（呋喃、酚醛）树脂砂型芯工艺		湿型砂—树脂砂工艺		碱性酚醛树脂砂工艺		水玻璃砂工艺	
	使用手段	主要污染物	使用手段	主要污染物	使用手段	主要污染物	使用手段	主要污染物
熔化	冲天炉 <sup>※</sup>	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub>	冲天炉 <sup>※</sup>	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub>	电弧炉 <sup>※</sup>	颗粒物	电弧炉 <sup>※</sup>	颗粒物
	电弧炉 <sup>※</sup> /感应电炉 <sup>※</sup>	颗粒物	感应炉 <sup>※</sup>	颗粒物	感应炉 <sup>※</sup>	颗粒物	感应炉 <sup>※</sup>	颗粒物
造型制芯	树脂砂 <sup>※</sup>	颗粒物	湿型砂造型树脂砂制芯 <sup>※</sup>	颗粒物 三乙胺	树脂砂 <sup>※</sup>	甲醛、苯酚	水玻璃砂 <sup>※</sup>	颗粒物、氯气
浇注冷却	浇注 <sup>※</sup>	颗粒物、VOCs （甲醛、苯酚等）	浇注冷却生产线 <sup>※</sup>	颗粒物、苯、甲苯、二甲苯	浇注 <sup>※</sup>	颗粒物、甲醛、苯酚	浇注 <sup>※</sup>	颗粒物
清砂及砂再生	落砂机 <sup>※</sup> 、砂再生线 <sup>※</sup> 、抛丸机 <sup>※</sup>	颗粒物	落砂机 <sup>※</sup> 、砂再生线 <sup>※</sup>	颗粒物	落砂机 <sup>※</sup> 、砂再生线 <sup>※</sup>	颗粒物	落砂机 <sup>※</sup> 、砂再生线 <sup>※</sup>	颗粒物
清理	抛丸 <sup>※</sup> 、清铲 <sup>※</sup> 、打磨 <sup>※</sup>	颗粒物	抛丸 <sup>※</sup> 、清铲 <sup>※</sup> 、打磨 <sup>※</sup>	颗粒物	抛丸 <sup>※</sup> 、清铲 <sup>※</sup> 、打磨 <sup>※</sup>	颗粒物	抛丸 <sup>※</sup> 、清铲 <sup>※</sup> 、打磨 <sup>※</sup>	颗粒物
类型	有   色   金   属   铸   件							
工段名称	铝合金压铸		高温合金铸造					
	使用手段	主要污染物	使用手段	主要污染物				
熔化	燃气炉 <sup>※</sup>	颗粒物/SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub>	真空感应电炉 <sup>※</sup>	颗粒物				
	感应电炉 <sup>※</sup>	颗粒物						
浇注	压铸 （低压、金属型）	烟尘	自动	烟尘、VOCs				
清理	抛丸 <sup>※</sup> 、清铲 <sup>※</sup> 、打磨 <sup>※</sup>	颗粒物	抛丸 <sup>※</sup> 、清铲 <sup>※</sup> 、打磨 <sup>※</sup>	颗粒物				
注：带有※号的污染物均为有组织排放的污染物，否则为无组织排放的污染物。								

### 3.3 铸造工业大气污染排放现状

针对铸造行业大气污染物的种类、排放工序及排放量，本项目数据采集来源和方式为：

#### (1) 企业调研

对本行业不同铸件材质、不同熔化手段、不同工艺手段的铸造企业进行了重点实地调研，实地调研企业 300 余家；其中黑色铸造企业 100 余家，有色铸造企业 200 余家。

#### (2) 铸造行业准入数据

统计分析了铸造行业三批准入企业 1700 多家排放情况，按照排放控制大气污染物项目分类共分析 2380 项数据，其中归类熔炼工序共 853 家企业数据，造型工序 187 家企业数据，清理工序 521 家企业数据，砂处理工序 338 家企业数据，无组织排 481 家企业数据。

综上数据汇总分析如下表 3-5。

表 3-5 企业大气污染物排放调研情况统计与分析

百分比 (%)	项目	颗粒物 (mg/m <sup>3</sup> )				二氧化硫 (mg/m <sup>3</sup> )			氮氧化物 (mg/m <sup>3</sup> )		
排污设备	调研数量 (个)	≤10	≤20	≤30	≤40	≤100	≤150	≤200	≤50	≤100	≤150
感应电炉	442	12.1	37.9	54.61							
冲天炉	185	78 (≤100)		17	22	14.67	20.62	29.38	29.2	74.45	87.59
精炼炉	148	10.5		50.9							
有色燃气炉	152	20.4	44.4	59.74		89.8	75.51 (≤50)		17.86 (≤10)	42.86 (≤20)	50 (≤30)
造型	146	24.8	51.9	70.59							
清理	336	16	34.9	52.59							
砂处理	321	15.8	41	58.58							

调研结果分析可看出，铸造工业环境影响因素主要为大气污染物，分类为：

1) 对铸造各工部大气污染严重程度进行了综合排序，结果为：（1）熔化（2）落砂（3）清理（4）混砂（5）压铸（6）造型（7）制芯。

2) 对 7 种环境污染物按照造成铸造工业严重污染程度作了排序：（1）颗粒物（烟尘、粉尘）（2）有害气体（3）烟雾（4）振动噪声（5）废弃物（6）水污染（7）热辐射。

针对铸造各工部或设备排放污染主要因素——颗粒物的排放情况做以下具体分析。

#### 3.3.1 熔炼工部——颗粒物排放情况

##### (1) 冲天炉

冲天炉检测颗粒物抽样企业 185 家，经统计约有 78 % 的冲天炉颗粒物排放浓度小于

100 mg/m<sup>3</sup>，28%的冲天炉颗粒物排放浓度小于 50 mg/m<sup>3</sup>，且颗粒物排放数值较大的企业，除尘装备一般为重力、喷淋、干法滤材等，加装布袋除尘的颗粒物排放一般能保证到 30mg/m<sup>3</sup>以下，17%的冲天炉颗粒物排放浓度小于 30mg/m<sup>3</sup>。

企业的冲天炉颗粒物排放水平分布情况为：浓度极高和浓度极低的企业均较少，多数企业的排放浓度水平集中在 30~130mg/m<sup>3</sup> 的水平范围，且排放浓度 100~120mg/m<sup>3</sup> 的企业个数约占 30%，这些企业可能仍在执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）。但仍有近五分之一的企业连《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）都无法达到。

#### （2）感应电炉

感应电炉颗粒物排放数据抽样企业 242 家，82.3%的感应电炉颗粒物排放浓度小于 60mg/m<sup>3</sup>；71.5%的感应电炉颗粒物排放浓度小于 30mg/m<sup>3</sup>。

企业的感应电炉颗粒物排放水平分布情况为，浓度高的企业较少，多数企业的排放浓度水平集中在 40 mg/m<sup>3</sup> 以下，且排放浓度 15~25mg/m<sup>3</sup> 的企业数量约占 23%，而 100mg/m<sup>3</sup> 以上分布的企业较少。与冲天炉数据比较，感应电炉的颗粒物排放水平整体低很多。从此看出与冲天炉相比，电炉污染物排放相对较小。

#### （3）燃气炉（有色合金熔化）

燃气炉主要大气污染物为颗粒物。颗粒物排放数据抽样企业 152 家，75.9%的检测点可以实现 50mg/m<sup>3</sup>以下的排放浓度。55%的检测点可以实现 30mg/m<sup>3</sup> 以下的排放浓度。

企业的燃气炉颗粒物排放水平分布情况为：浓度高的企业较少，多数企业的排放浓度水平集中在 40mg/m<sup>3</sup> 以下，且排放浓度 10~30mg/m<sup>3</sup> 左右的企业个数约占 30%，而 100mg/m<sup>3</sup> 以上分布的企业较少。

#### （4）电弧炉（铸钢合金熔化）

电弧炉（电渣炉、精炼炉）颗粒物抽样企业 148 家，经统计约有 94 %的电弧炉颗粒物排放浓度小于 100mg/m<sup>3</sup>。

电弧炉颗粒物排放水平分布情况为：多数企业的排放浓度水平集中在 60mg/m<sup>3</sup> 以下，且排放浓度 15~25mg/m<sup>3</sup> 的企业个数约占 24%，而还有少部分企业为 10mg/m<sup>3</sup>。

### 3.3.2 造型浇注工部——颗粒物排放情况

造型、浇注工部环境颗粒物排放浓度抽样企业 146 家，66.7 %的企业造型工部环境颗粒物排放浓度小于 20 mg/m<sup>3</sup>。

企业的造型、浇注工部颗粒物排放水平分布情况为：多数企业的排放浓度水平集中在 50mg/m<sup>3</sup> 以下，排放浓度 15~25mg/m<sup>3</sup> 的企业个数约占 30%，100mg/m<sup>3</sup> 以上几乎没有企业分布。这也说明，相比熔炼工部，造型浇注工部产生的颗粒物污染要少很多。

### 3.3.3 清理工部——颗粒物排放情况

铸件清理工部一般可能包括落砂、砂轮打磨、抛丸清理机等，其中一部分企业也将落砂划分到砂处理工部当中。清理工部环境颗粒物排放浓度抽样企业 273 家，76.1%的企业的清理工部颗粒物排放浓度小于 50mg/m<sup>3</sup>。

清理工部颗粒物排放水平分布情况为：多数企业的排放浓度水平集中在 50mg/m<sup>3</sup> 以下，120mg/m<sup>3</sup> 以上几乎没有企业分布。这也说明，相比熔炼工部，清理工部产生的颗粒物



污染要少很多。

### 3.3.4 砂处理工部——颗粒物排放情况

砂处理工部主要包括造型前的混砂，和落砂后的砂再生两部分；也有部分企业将落砂机也作为砂处理的一部分。砂处理工部颗粒物排放浓度抽样企业 202 家，84.7%的企业砂处理工部颗粒物排放浓度小于 50mg/m<sup>3</sup>。

### 3.3.5 清理工部——颗粒物排放情况

清理工部颗粒物排放水平分布情况为：多数企业的排放浓度水平集中在 40mg/m<sup>3</sup> 以下，而 120mg/m<sup>3</sup> 以上几乎没有企业分布。这说明砂处理工部虽然产生的颗粒物污染水平虽然较熔炼工部相比更低，但各种排放水平的企业均有一定数量，这可能是由于不同企业使用的砂型种类、砂再生手段都有很大区别造成的。

## 3.4 铸造工业大气污染物排放治理现状及技术路线

### 3.4.1 我国大气污染物末端治理装备应用概况

目前，我国大气污染物末端治理颗粒物、二氧化硫、铅蒸汽和 VOCs 的技术装备应用情况分别见表 3-6、表 3-7、表 3-8 和表 3-9。

表 3-6 大气污染物末端治理颗粒物装备应用概况

序号	环保装备名称	主要结构或技术特点	适于排放物规格	除尘效率
1	重力除尘器	大颗粒粉尘的重力沉降。 当含尘气体水平通过沉降室时，尘粒受沉降力的作用向下运动，经过一定时间后尘粒沉降到沉降室的底部而分离，净化后的气体通过出口排出。	>50 μm	30 %
2	惯性除尘器	利用惯性力将粉尘从气体中分离出来，压损 100~1000 Pa。 利用一系列的挡板，惯性大的颗粒被阻挡下落，小的颗粒绕板而过。粉尘粒径越大、气流速度越大、挡板数越多和距离越小，则除尘效率越高，但压力损失也越大。	20~30 μm	40 %
3	旋风除尘器	利用气体旋转产生的离心力，将粉尘从气体中分离出来的干式气—固分离设备。 结构简单，不需特殊的附属设备；操作、维护简单，压力损失中等，动力消耗不大；操作弹性大，性能稳定，不受含尘气体的浓度和温度等影响。 旋风分离器对粉尘的物理性质无特殊要求。	5~30 μm	70 %~85 % (单管)
				85 %~90 % (多管)
4	湿法除尘器	主要靠惯性碰撞、粘附、扩散 3 种作用将粉尘除去。 当含有悬浮尘粒的气体与水相遇接触且气体冲击到湿润的器壁时，尘粒被器壁所粘附，或者当气体与喷洒的液滴相遇时，液体在尘粒质点上凝集，增大了质点的质量，而使之降落。 可同时消除 SO <sub>2</sub> 气态污染物。但要配备污水、污泥处理设施。	10~50 μm	90 %~95 %
			1~10 μm (文丘里、冲击式)	

序号	环保装备名称	主要结构或技术特点	适于排放物规格	除尘效率
5	袋式除尘器	当含尘气体进入除尘器时,粗粉尘因受导流板的碰撞作用和气体速度的降低而落入灰斗中;其余细小颗粒粉尘随气体进入滤袋室;受滤料纤维及织物的惯性、扩散、阻隔、钩挂、静电等作用,粉尘被阻留在滤袋内,净化后的气体逸出袋外,经排气管排出。 滤袋上的积灰用气体逆洗法或喷吹脉冲气流的方法去除,清除下来的粉尘由排灰装置排走。袋式除尘器的清灰方式已日趋成熟,目前的研究主要集中在滤料上。滤料性能和质量的好坏,直接关系到袋式除尘器的性能和使用寿命。滤料已从天然纤维发展到现在的人工合成纤维,从而使袋式除尘器的除尘性能及应用范围有了大幅提高。目前滤料的研究主要集中在表面覆膜滤料的开发上,表面覆膜技术给滤料的除尘性能带来了革命性的变化。	0.1~5 μm	98 %~99.9 %  (袋式有多种类型,除尘效率有差别)
6	膜电除尘器(MESP)	相比钢质极板,膜收尘极具有许多优异的性能,主要体现在:质轻;能捕捉空气动力学当量直径< 2.5 μm(以 PM 2.5 表示)的细粉尘。除尘效率高;膜阳极板没有加强筋,对流场的干扰较小,减少了二次飞扬的产生;两极的间距可以缩小,使干式 ESP 的体积减小;耐腐蚀;清灰方式灵活多样;积灰层容易以较大的块状脱落,减小了二次飞扬;也可用来改造原来钢质阳极板的 ESP。其中耐腐蚀的优点,对湿式 ESP 更具有吸引力,使得在 ESP 中同时实现除尘、脱硫、脱硝一体化将成为可能。	PM 2.5	
7	表面过滤除尘器	表面过滤主要利用薄膜过滤粉尘,依靠薄膜的筛滤,同时也借助于膜表面尚的粉尘薄层。薄膜的孔径很小,能把绝大部分尘粒阻留在膜的表面,完成气固分离过程。小同于一般滤料的分离过程。粉尘不深入到纤维内部。其好处是:在滤袋开始工作时就能在膜表面形成透气性好的粉尘薄层,既能保证较高的除尘效率,又能保证较低的运行阻力。		几乎‘零排放’
8	塑烧板除尘器	表面经过深度处理,孔径细小均匀,具有疏水性,不易粘附含水量较高的粉尘,是处理含水量较高及纤维性粉尘的最佳选择。高精度工艺制造保持了均匀的微米级孔径,可以处理超细粉尘和高浓度粉尘。布袋收尘器的入口浓度一般小于 20g/m <sup>3</sup> ,而塑烧板除尘器入口浓可达 500g/m <sup>3</sup> 。简化二级收尘为一级收尘,不但工艺方便,也可降低成本能耗和缩小占地面积及空间管道。		>袋式除尘器

表 3-7 大气污染物末端治理二氧化硫装备应用概况

序号	脱硫技术	主要结构或技术特点	适于硫含量	脱硫效率
1	石灰石/石膏湿法脱硫工艺	石灰石经过破碎、研磨、制浆后输送到吸收塔,吸收塔内浆液经循环泵送到喷淋装置喷淋。烟气从烟道引出后经增压风机增压进入吸收塔,在塔中与喷淋的石灰石浆液接触,除去 SO <sub>2</sub> ,吸收后的 SO <sub>2</sub> 生成亚硫酸钙,经氧化处理生成硫酸钙从吸收塔内排出经旋流分离(浓缩)、真空脱水后回收利用。	不限	80 -95%
2	喷雾干燥脱硫技术	属于半干法烟气脱硫技术,利用喷雾干燥原理,在吸收剂喷入吸收塔后,一方面吸收剂与烟气中的 SO <sub>2</sub> 发生化学反应,生成固体产物;另一方面烟气将热量传递给吸收剂,使之不断干燥,在塔内脱硫反应后形成的产物为干粉,其部分在塔内分离,由锥体出口排除,你一部分随脱硫后烟气进入布袋除尘器收集。	中低硫	70-80 %

表 3-8 大气污染物末端治理铅蒸汽污染装备应用概况

序号	净化技术	主要结构或技术特点	适于铅含量	除铅效率
1	化学吸收法	采用的吸收剂主要是稀醋酸或 NaOH 溶液。稀醋酸溶液净化含铅烟废气在斜孔板塔中,用 0.25 %~0.3 %的醋酸溶液作为吸收剂,使铅烟中的铅变成醋酸铅。烟气进塔之前,先做除尘预处理,除去较大的颗粒后,再进入吸收塔。空塔一般不会超过 2 m/s,液气比根据气量的大小,控制在 2.8~4 L/m <sup>3</sup> ,净化效率可达 90 %以上。稀碱液吸收含铅废气。在冲击式净化器内采用 1 %的 NaOH 作为吸收剂净化含铅、锌烟的废气,同时可以除去较大的铅尘粒。	≥0.5 mg/m <sup>3</sup>	80 -99%
2	袋式除尘净化工艺	铅污染的主要形式是烟尘,因此,控制熔炼烟气中铅污染重要途径之一就是微粒的捕集。袋式除尘器净化效率高,运行稳定,技术成熟,滤布选择得当、结构设计合理的情况下,对于 5 μm 以上的尘粒的除尘效率可以达到 99 %以上。且袋式除尘器比静电除尘器的设备简单,技术要求较低。对于含有大量铅烟尘的气体,采用脉冲袋式除尘器,优选滤料后,除尘效率可以达到 99.9 %。若净化程度要求较高,可以采用两级净化,即袋式除尘器作为预处理手段,进而采用湿法工艺处理。	颗粒度≥5um	99 %

表 3-9 大气污染物末端治理 VOCs 污染装备应用概况

序号	净化技术	主要结构或技术特点	适于性	除 VOCs 效率
1	液体吸收法	通过吸收剂与有机废气接触,把有机废气中的有害分子转移到吸收剂中,从而实现分离有机废气的目的。这种处理方法是一种典型的物理化学作用过程。有机废气转移到吸收剂中后,采用解析方法把吸收剂中有害分子去除掉,然后回收,实现吸收剂的重复使用和利用。	不限	60 -90%
2	活性炭吸附--脱附净化装置	采用蜂窝状活性炭为吸附剂,结合吸附净化、脱附再生并浓缩 VOC 和催化燃烧的原理,即将大风量、低浓度的有机废气通过蜂窝状活性炭吸附以达到净化空气的目的,当活性炭吸附饱和后再用热空气脱附使活性炭得到再生,脱附出浓缩的有机物被送往催化燃烧床进行催化燃烧,有机物被氧化成无害的 CO <sub>2</sub> 和 H <sub>2</sub> O,燃烧后的热废气通过热交换器加热冷空气,热交换后降温的气体部分排放,部分用于蜂窝状活性炭的脱附再生,达到废热利用和节能的目的。整套装置由预滤器、吸附床、催化燃烧床、阻燃器、相关的风机、阀门等组成。	不限	90-99 %

### 3.4.2 我国铸造行业环保装备实际使用情况

编制组对我国铸造行业当前的环保设备（主要是除尘设备）使用情况进行调查。调查发现,有较多企业已安装除尘设备,但所选设备种类有所不同。根据一般的环保设备分类方法,结合调研实际情况,将我国铸造企业使用的除尘设备进行分类研究:

机械除尘设备——依靠气流碰撞、重力沉降等物理手段去除颗粒物的设备;

干法除尘设备——使用布袋等过滤材料,通过干态的过滤、吸附等去除颗粒物的设备;

湿法除尘设备——利用水流洗涤、吸附颗粒物(需要水);

静电除尘设备——利用静电原理去除颗粒物(耗电但不需要滤料耗材);

组合设备——上述设备的组合,如机械+干法、机械+湿法等。

按上述分类方法，分别分析各工部除尘设备使用情况。

### 3.4.2.1 熔化工部

#### (1) 冲天炉

本次调查涉冲天炉企业 206 家。根据调研结果，与冲天炉配套使用的环保设备除脱硫脱硝设备外主要是除尘设备，或二者结合。由于湿法除尘对二氧化硫和氮氧化物也有一定的处理效果，因此有不少企业选择给冲天炉配套湿法除尘设备。统计中各类设备的使用比例如图所示。由图 3-6 可见，选择配备湿法除尘设备的企业占比超过一半；其次是干法设备，机械除尘设备使用较少。

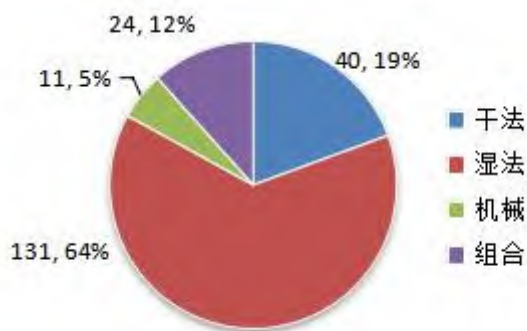


图 3-6 冲天炉使用的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

本次调研发现我国铸造行业冲天炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：重力除尘器、旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋、水幕（或水膜）、文丘里除尘器等；

组合设备：多为机械除尘设备与干法或湿法设备组合，部分还与脱硫设备组合成成套设备。

#### (2) 感应电炉

本次调查涉感应电炉企业 351 家。根据调研结果，与感应电炉配套使用的环保设备主要是除尘设备。各类设备的使用比例如图 3-7 所示。图中可见，选择干法除尘设备的企业占比 80%；在这些干法除尘设备当中，布袋除尘设备占绝大多数。选择湿法除尘和机械除尘企业数量较少，另有 4 家企业选择了静电除尘设备。

本次调研发现我国铸造行业感应电炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：多数为重力除尘器，有 2 家企业使用了旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋、水幕（或水膜）、文丘里除尘器等；

组合设备：多为重力除尘器与干法设备组合。

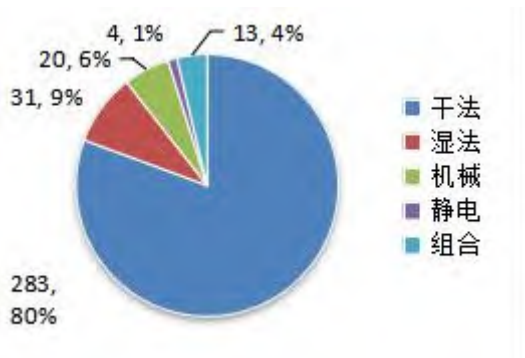


图 3-7 感应电炉使用的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

### （3）电弧炉

本次调查涉电弧炉（含电渣炉、精炼炉）企业 52 家。根据调研结果，与电弧炉配套使用的环保设备主要是除尘设备。统计中各类设备的使用比例如图 3-8 所示。图中可见，选择干法除尘设备的企业占比高达 88%。在这些干法除尘设备当中，布袋除尘设备占绝大多数。其次，有个别企业选择湿法除尘和机械除尘。

本次调研发现我国铸造行业电弧炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：有 4 家企业使用重力除尘器；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：使用喷淋、水膜的企业各 1 家。

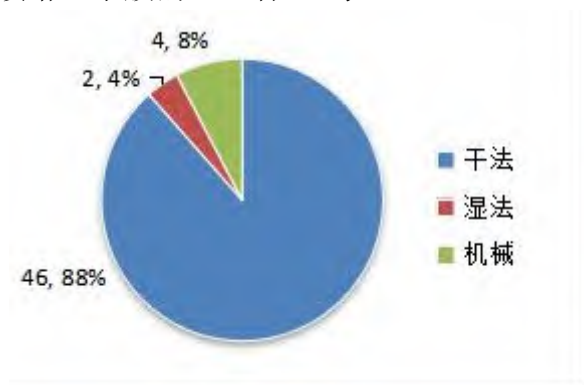


图 3-8 电弧炉（精炼炉）的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

### （4）燃气炉

本次调查涉燃气炉企业 37 家。根据调研结果，与燃气炉配套使用的环保设备主要是除尘设备。统计中各类设备的使用比例如图 3-9 所示。由图可见，选择了干法除尘和湿法除尘的比例各占约四成，这可能是因为湿法除尘器对燃气炉产生的其他污染物也有一定处理效果。

本次调研发现我国铸造行业燃气炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：2 家重力除尘器，1 家旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是使用滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋和水幕；

组合设备：有湿法+干法设备、机械+干法、机械+湿法等组合。

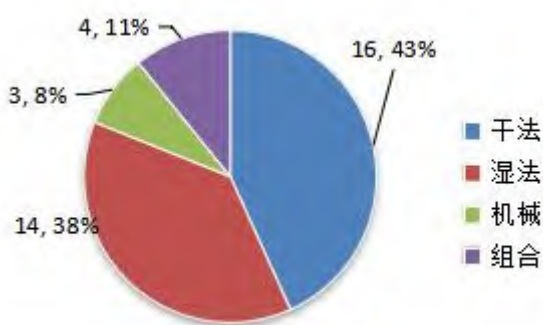


图 3-9 燃气炉的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

#### 3.4.2.2 造型浇注工部

本次调查涉造型浇注工部企业 64 家。根据调研结果，造型浇注工部使用的环保设备主要是除尘设备，此外有两家企业使用了冷芯盒工艺，配备了三乙胺废气净化装置。统计中各类设备的使用比例如图 3-10 所示。由图可见，造型浇注工部配备干法除尘设备的企业占比高达 86%，选择机械和干法的企业较少。

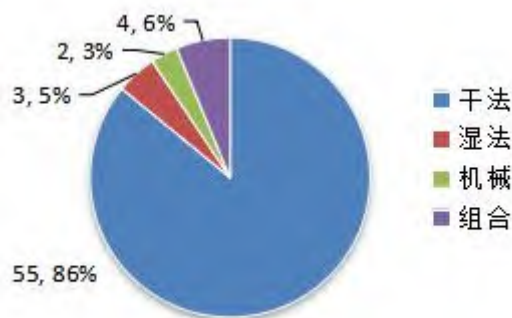


图 3-10 造型浇注工部的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

本次调研中发现我国铸造行业燃气炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：2 家旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是使用滤材或布袋的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋和水幕；

组合设备：有机械+干法组合。配备三乙胺净化装置的企业使用的也是配合旋风除尘器或水膜除尘器的组合式设备。

#### 3.4.2.3 清理工部

本次调查涉清理工部企业 336 家。根据调研结果，铸造企业清理工序配备的除尘设备针对落砂机、各类抛丸清理机、打磨等工序，主要选择干法除尘设备，使用率约 92%；湿法较少。使用的除尘设备类型主要有：

机械除尘设备：重力除尘器、旋风除尘器；

干法除尘设备：布袋除尘器的使用占绝大多数，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲式、振打式除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋、水幕等，使用较少；  
静电除尘设备：2 家企业使用；  
组合设备：多为机械除尘设备与干法或湿法设备组合。  
此外，还有部分企业只有轴流风机等通风设备，而没有能起到污染物削减效果的设备。

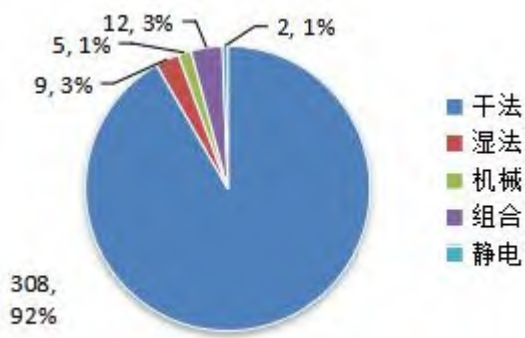


图 3-11 清理工部的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

3.4.2.4 砂处理工部

本次调查涉砂处理工部企业 219 家。砂处理工部包括造型前的混砂，以及落砂后的砂再生等。部分企业已使用成套的或自动化的砂处理设备，或形成完整的砂处理线。根据调研结果，砂处理工部使用的环保设备主要是除尘设备。统计中各类设备的使用比例如图 3-12 所示，可见，由于砂处理主要产生干态颗粒污染物，因此高达 91%的企业选择了干法除尘设备，选择其他设备的企业较少。

本次调研发现我国铸造行业燃气炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：4 家重力除尘设备，2 家旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是使用滤材或布袋的干法除尘设备，还有在布袋除尘器基础上改进的脉冲式、反吹式除尘器等；

湿法除尘设备：喷淋和水幕；

组合设备：主要是重力除尘+干法组合。

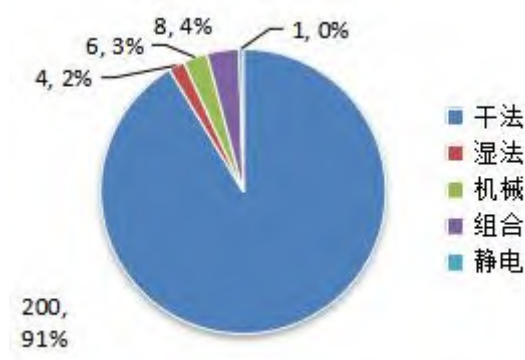


图 3-12 砂处理工部的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

3.4.3 不同大气污染治理设备在我国铸造行业的使用效果

项目组抽取多家企业不同工部的除尘设备共计 1265 台（套）。按中国铸造协会最新标准进行达标统计和分析，结果见表 3-10。



表 3-10 不同除尘设备使用数量及达标情况

除尘方法	企业总数	达标企业数量	达标比例
干法	948	369	38.9%
湿法	194	37	19.1%
机械	51	17	33.3%
静电	7	0	0.0%
组合	65	24	36.9%
总计	1265	441	34.9%

在本研究涉及的全部除尘设备中，仅有 441 台（套）除尘设备排放浓度能够达标，占总数的 34.9%。结果表明，我国铸造企业大气污染治理设备的使用效果整体不高。

表 3-6 到表 3-9 可见各类设备使用效果：使用干法、机械和组合工艺的企业，均有超过三成能够达标。其中干法设备的使用数量、达标总数和达标率最高，为 38.9%；说明这类设备对铸造企业的治理效果好受到铸造企业青睐，使用湿法除尘设备的企业数量居其次，但湿法设备的达标比例仅有 19.1%。本次研究中还发现了 7 台（套）静电除尘设备在铸造企业中使用，但统计数据显示这些设备均未实现达标排放。

## 4 标准制定的基本原则和技术路线

### 4.1 标准制定的原则

标准的制定应体现标准的科学性、可行性、时间性和可操作性。本标准制定时遵循了以下具体原则：

- （1）保证标准的适用性、先进性、统一性和协调性。
- （2）根据我国铸造行业大气污染物的实际控制水平，参照国内外相关大气污染物排放标准和最佳控制技术，制定切实可行的大气污染物排放限值。
- （3）标准区分现有企业和新建企业，现有企业给予一定的整改时间。
- （4）结合我国铸造行业实际大气污染排放现状对比国际标准和国外先进标准。
- （5）合理确定标准的适用范围，避免过宽或过窄。
- （6）在充分调查研究的基础上编写标准草案，认真分析国内外同类技术标准的技术水平。



4.2 标准制定的技术路线

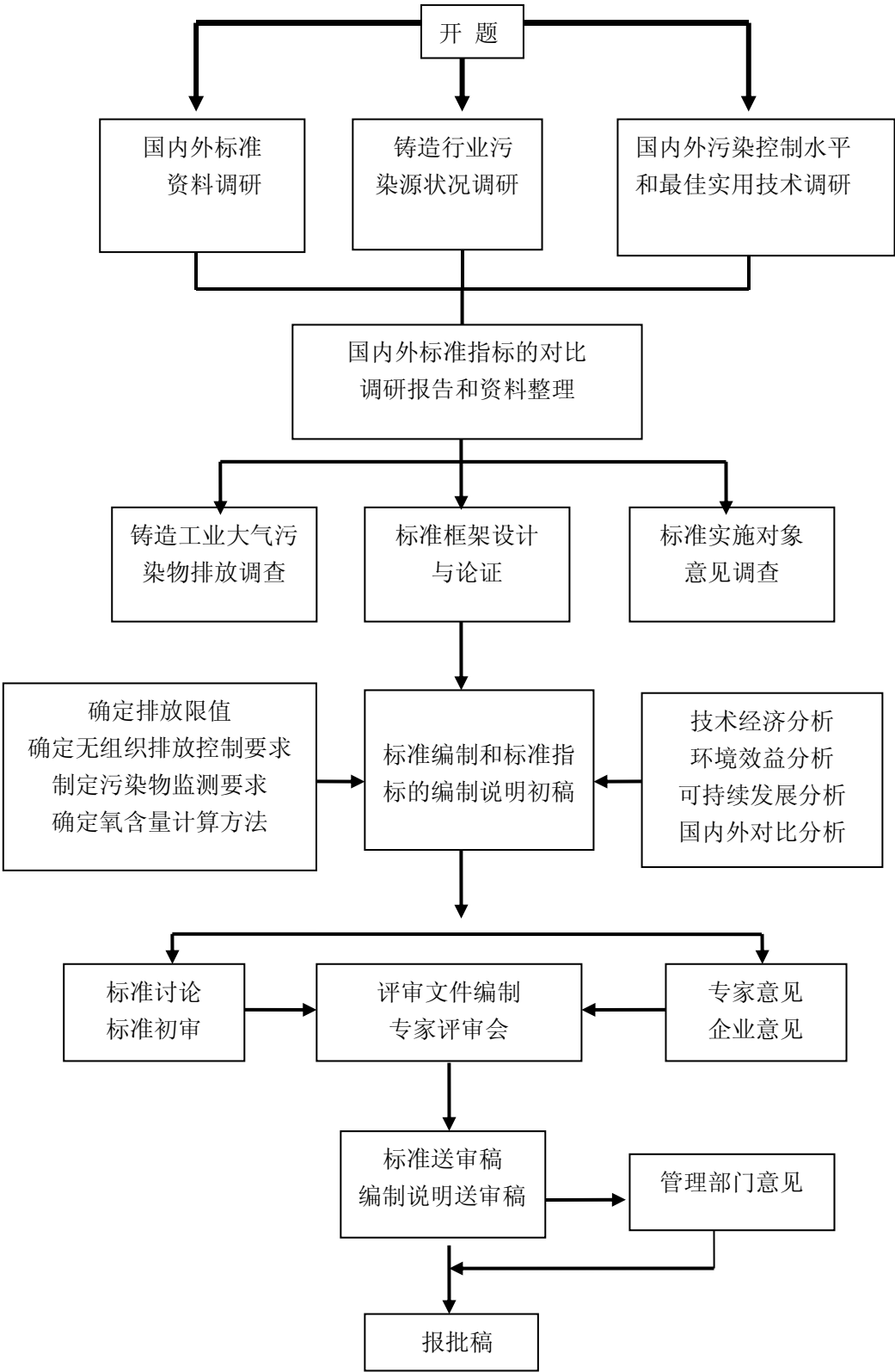


图 4-1 标准制修订技术路线

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

本标准适用于现有独立铸造企业以及含铸造工序的企业大气污染物排放管理，以及铸造工业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可证核发及其投产后的大气污染物排放管理。

铸造短流程工艺中铁液冶炼的高炉执行《炼铁工业大气污染物排放标准》(GB 28663)。

## 5.2 标准结构框架

本标准正文共设置 6 个章节：

### 1) 适用范围

本部分对本标准的适用范围进行界定。

### 2) 规范性引用文件

本部分引用了实施标准所涉及的污染物采样监测和分析方法，诸如颗粒物、二氧化硫的采样和分析方法。

### 3) 术语和定义

本部分对本标准涉及的铸造行业专用术语及其他术语进行了定义。

### 4) 污染物排放控制要求

本部分对企业污染物的有组织排放制定浓度限值，对无组织排放规定了无组织排放控制措施要求。

### 5) 污染物监测要求

本部分要求对标准适用企业进行污染物监测，规定了采样点位置、采样周期和分析测定方法等。

### 6) 实施与监督

本部分明确了实施与监督的主体及相关责任。

## 5.3 不同生产工艺、不同产品类型的划分

本标准中按照黑色金属铸造、有色金属铸造的生产流程，划分为金属熔炼（含炉前处理）、造型、制芯、浇注冷却、旧砂再生、铸件清理（抛丸打磨）、铸后热处理、表面涂装八个工序，分别对这八个工序有组织排放的废气规定限值。熔炼工段根据生产工艺进行了细化，分别对不同熔炼设备冲天炉和电炉规定限值；造型制芯工段根据工艺的共同特点，其有组织排放归为一类；浇注冷却工段，仅有汽车发动机生产等少数企业的浇注冷却生产线为有组织排放，其余铸造方式均为无组织排放，对浇注冷却生产线制定有组织排放限值。落砂清理和旧砂再生、铸件清理（抛丸打磨）工段在各企业的操作方式类似，统一进行限值要求。此外，对铸造车间及厂区的无组织排放，本标准规定了针对各工序各环节具体的无组织排放控制措施要求。

## 5.4 大气污染物项目的选择

本标准规定大气污染物项目为：颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、VOCs 和铅及其化合物。

## 5.5 污染物排放限值的确定及制定依据

5.5.1 颗粒物

(1) 冲天炉排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，与冲天炉配套使用的环保设备除脱硫设备外主要是除尘设备，或二者结合。由于湿法除尘对二氧化硫和氮氧化物也有一定的处理效果，因此有不少企业选择给冲天炉配套湿法除尘设备。工业发达国家冲天炉的颗粒物治理普遍采用布袋除尘器或者湿式洗涤器。

本次调研，发现我国铸造行业冲天炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：重力除尘器（除尘效率 40 %）、旋风除尘器（除尘效率 70 %~90 %）；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备（除尘效率 98 %~99.9 %）；

湿法除尘设备：喷淋、水幕（或水膜）、文丘里除尘器等（除尘效率 90 %~95 %）；

组合设备：多为机械除尘设备与干法或湿法设备组合，部分还与脱硫设备组合成成套设备。

各类除尘设备的使用比例如图 5-1 所示。图中可见，在我国使用冲天炉的铸造企业当中，选择配备湿法除尘设备的企业最多，占比超过一半；其次是干法设备。

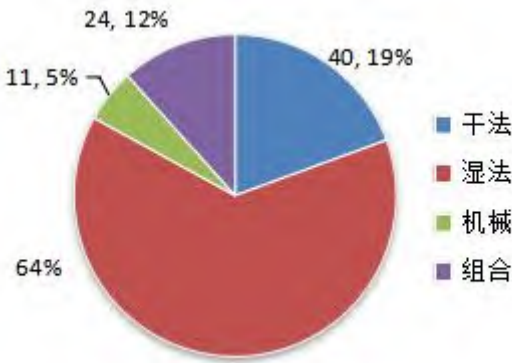


图 5-1 冲天炉使用的除尘设备类型及使用比例

选取了 185 家企业对冲天炉颗粒物检测，排放浓度统计结果如图 5-2 所示。

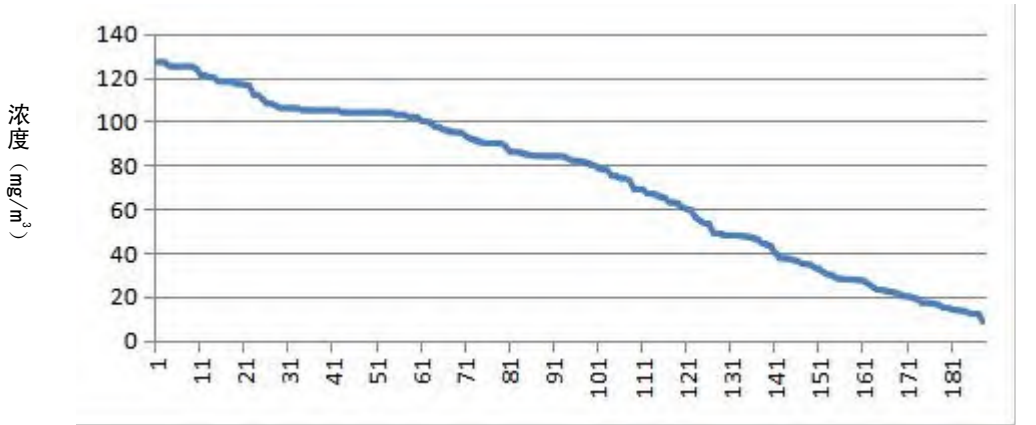


图 5-2 冲天炉颗粒物排放浓度抽样统计结果 企业数量 (个)

经统计约有 78%的冲天炉颗粒物排放浓度小于 100mg/m<sup>3</sup>，28%的小于 50mg/m<sup>3</sup>，17%

的达到 30mg/m<sup>3</sup>。这两个比例的企业使用的除尘设备为布袋除尘或多级除尘（布袋+湿法）。其余方法均难以达到这个效果。

发达国家普遍采用布袋除尘器或者湿式洗涤器作为冲天炉的颗粒物污染控制方式。国内大中型铸造企业的冲天炉目前也多为布袋除尘。课题组所监测的 A 厂和 B 厂更采取了陶瓷多管+低压脉冲布袋+湿式脱硫三级除尘器。C 厂采用了重力除尘+布袋除尘的方式。一些中小型铸造企业的冲天炉多采用机械除尘和湿式除尘，除尘效果相对较差，颗粒物排放浓度较高。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 40mg/m<sup>3</sup> 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速颗粒物排放能够达到 30mg/m<sup>3</sup>。

为确定冲天炉排放的颗粒物排放限值，编制组依据控制技术，参照美国、欧盟和日本的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，将冲天炉的颗粒物一般排放限值确定为 40mg/m<sup>3</sup>，略松于天津标准，严于日本标准；特别排放限值参照天津标准为 30mg/m<sup>3</sup>，见表 5-1。

表 5-1 冲天炉颗粒物排放限值的参考标准表

单位：mg/m<sup>3</sup>

限值分类		不同国家（地区）颗粒物排放限值标准					
		欧盟	日本	中国			
				国标-工业炉窑	北京	上海 工业炉窑	天津 工业炉窑
参考值	现有	20	50~200	100/200	10	20	30
	新建			禁/150	10	20	30
确定值	一般	40					
	特排	30					

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），虽低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）及天津市和上海市工业炉窑大气污染物排放标准，但接近工业发达国家的水平。如本次调研企业执行此标准，其排放达标情况见表 5-2。

表 5-2 冲天炉颗粒物排放达标情况

标准	限值（mg/m <sup>3</sup> ）	达标率（%）
本标准一般限值	40	22.0
本标准特别排放限值	30	17.04
《铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	10	0.9

可见本标准实施后近 78%的企业需要进行整改污染控制设备。

### （2）燃气炉排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，与燃气炉配套使用的环保设备主要是除尘设备。本次调研中

发现我国铸造行业燃气炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：重力除尘器（除尘效率 40 %）、旋风除尘器（除尘效率 70 %~90 %）

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备；也有使用其他滤材的干法除尘设备。（除尘效率 98 %~99.9 %）

湿法除尘设备：喷淋、水幕（或水膜）、文丘里除尘器等。（除尘效率 90 %~95 %）

组合设备：多为机械除尘设备与干法或湿法设备组合，部分还与脱硫设备组合成成套设备。

各类设备的使用比例如图 5-3 所示。图中可见，在我国使用燃气炉的铸造企业当中，选择了干法除尘和湿法除尘的比例大致相当，各占约四成。

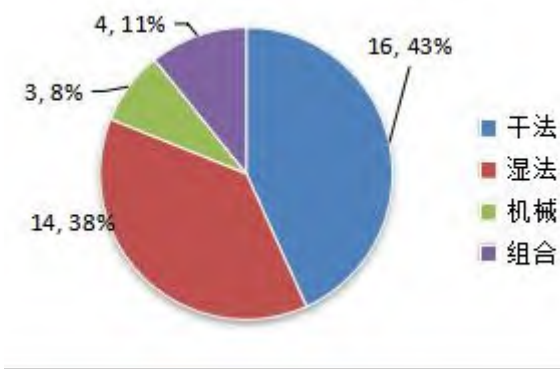


图 5-3 燃气炉的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

对燃气炉颗粒物排放检测抽样了 152 家企业。排放浓度统计结果如图 5-4 所示。

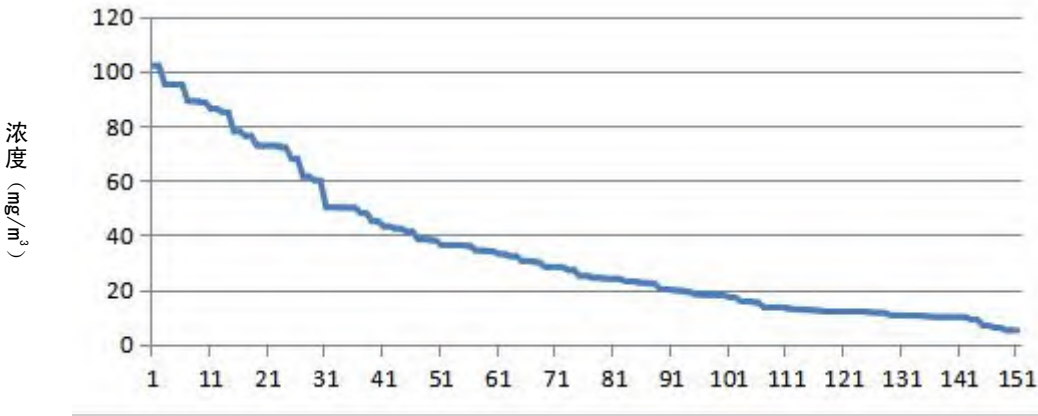


图 5-4 燃气炉颗粒物排放浓度统计（mg/m³） 企业数量（个）

经统计约有 75.9 % 的燃气炉颗粒物排放浓度小于 50mg/m³，57.0% 的小于 30mg/m³，44.4% 的小于 20mg/m³，24% 的小于 15mg/m³。这两个比例的企业使用的除尘设备大多为布袋除尘、湿法除尘或多级除尘（机械+布袋或机械+湿法或布袋+湿法）。其余方法均难以达到这个效果。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 30mg/m³ 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速颗粒物排放能够达到 20mg/m³。

为确定燃气炉排放的颗粒物的排放限值，编制组依据控制技术，参照美国、欧盟和日

本的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，燃气炉的颗粒物一般排放限值确定为 30mg/m<sup>3</sup>，略松于上海标准；特别排放限值参照上海标准为 20mg/m<sup>3</sup>，见表 5-3。

表 5-3 燃气炉颗粒物排放限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

限值分类		不同国家（地区）颗粒物排放限值标准					
		美国	欧盟	日本	中国		
					工业炉窑	北京	上海
参考值	现有	13.73	20	50~200	100/200	10	20
	新建	4.58			禁/150	10	20
确定值	一般	30					
	特排	20					

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。本次调研企业执行此标准，其排放达标情况见表 5-4。

表 5-4 燃气炉颗粒物排放达标情况

标准	限值（mg/m <sup>3</sup> ）	达标率（%）
本标准一般限值	30	57.0
本标准特别排放限值	20	44.4
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	10	20.4

统计得出实施本标准，近 43%的企业需要整改污染控制设备。

（3）电弧炉及铸钢精炼炉排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，与电弧炉配套使用的环保设备主要是除尘设备。本次调研中发现我国铸造行业电弧炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：有 4 家企业使用重力除尘器；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备；

湿法除尘设备：使用喷淋、水膜的企业各 1 家。

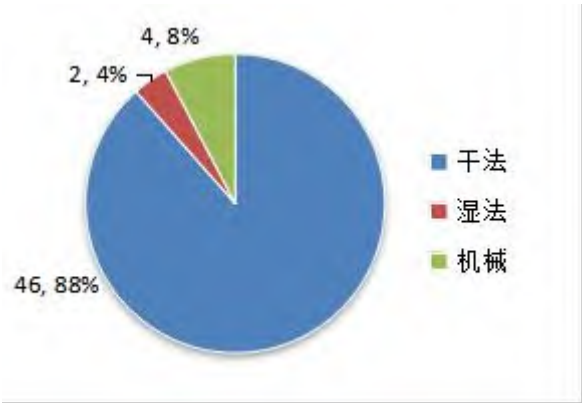


图 5-5 电弧炉（精炼炉）的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

电弧炉（电渣炉、精炼炉）颗粒物抽样企业 148 家，电弧炉颗粒物排放浓度抽样统计

结果如图 5-6 所示。

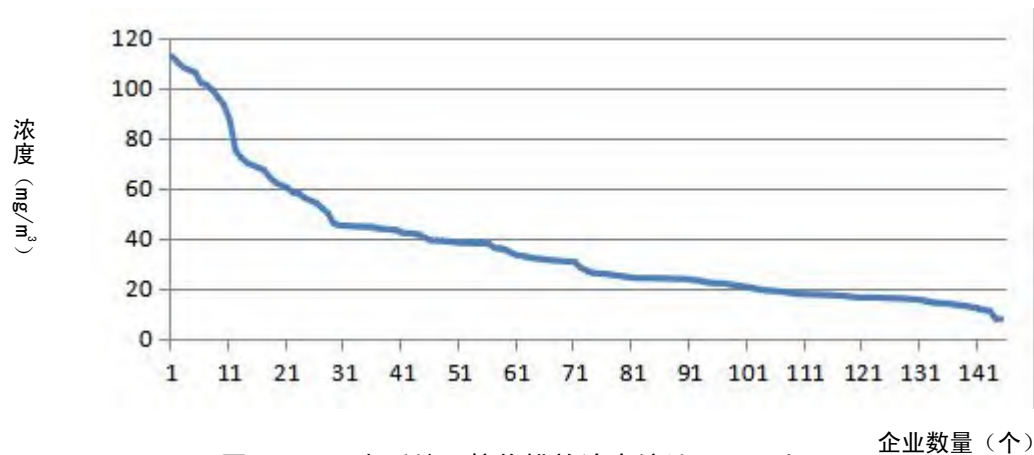


图 5-6 电弧炉颗粒物排放浓度统计 (mg/m³)

经统计所有的电弧炉颗粒物排放浓度均小于 150mg/m³，50.9%的小于 30mg/m³，34.5%的小于 30mg/m³，10.5 %的达到 15mg/m³。这两个比例的企业使用的除尘设备为布袋除尘或多级除尘（布袋+湿法）。其余方法均难以达到这个效果。

发达国家普遍采用捕集+处理的方式控制电弧炉的颗粒物污染。捕集采用各种大集尘罩，处理一般采用布袋除尘器。国内大中型铸造企业或者设施的电弧炉目前多为布袋除尘，小型企业多采用机械除尘、湿式除尘。我国电弧炉排放颗粒物浓度较高，主要原因是除尘设施老化、疏于维护或者人为停运，需要提高排放标准以达到环保要求。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 30mg/m³ 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速颗粒物排放能够达到 20mg/m³。

为确定电弧炉排放的颗粒物的排放限值，编制组依据控制技术参照美国、欧盟和日本的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，电弧炉颗粒物一般排放限值确定为 30mg/m³，略低于上海标准；特别排放限值参照上海标准和钢铁标准为 20mg/m³，见表 5-5。

表 5-5 电弧炉及铸钢精炼炉颗粒物排放限值

单位：mg/m³

限值分类		颗粒物排放限值标准						
		美国	欧盟	日本	中国			
					工业炉窑	北京	上海	钢铁
参考值	现有	11.44	20	50~100	100/200	10	20	20
	新建	4.58			禁排/150	10	20	20
确定值	一般	30						
	特排	20						

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-6。



表 5-6 电弧炉（电渣炉、精炼炉）颗粒物排放达标情况

标准	限值（mg/m <sup>3</sup> ）	达标率（%）
本标准一般限值	30	50.9
本标准特别排放限值	20	34.5
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	10	10.5

可见本标准实施后近 49%的企业需要整改污染控制设备。

（4）感应电炉排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，与感应电炉配套使用的环保设备主要是除尘设备。在我国使用感应电炉的铸造企业当中，绝大多数选择了布袋除尘设备，占比 80%。其次，有少量企业选择湿法除尘和机械除尘，另有 4 家企业选择了静电除尘设备。

本次调研中发现我国铸造行业感应电炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：多数为重力除尘器，有 2 家企业使用了旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋、水幕（或水膜）、文丘里除尘器等；

组合设备：多为重力除尘器与布袋设备组合。

各类除尘设备的使用比例如图 5-7 所示。



图 5-7 感应电炉使用的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

感应电炉颗粒物排放数据抽样企业 442 家，电炉熔化颗粒物排放浓度统计结果及不同排放浓度水平的企业数量如图 5-8 所示。



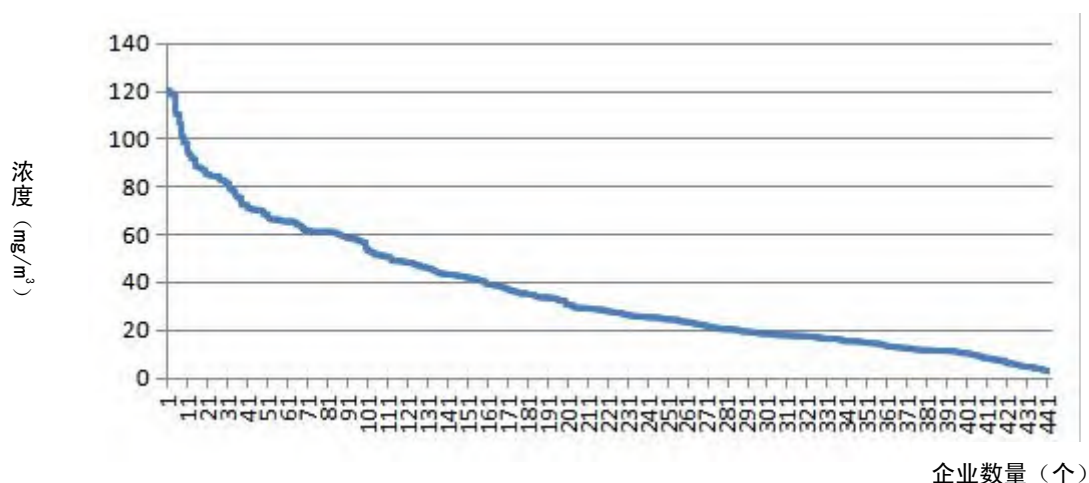


图 5-8 感应电炉颗粒物排放浓度统计 (mg/m³)

经统计约有 54.6%的感应电炉颗粒物排放浓度小于 30mg/m³，37.9%的感应电炉颗粒物排放浓度小于 20mg/m³；11.4%的感应电炉颗粒物排放浓度小于 10mg/m³。这两个比例的企业使用的除尘设备为布袋除尘，其余方法均难以达到这个效果。

发达国家普遍采用布袋除尘器除尘。国内大中型铸造企业或者设施的感应电炉目前也多为布袋除尘，小型企业多采用机械除尘、湿式除尘。由于感应电炉一般加料相对清洁，颗粒物排放较冲天炉和电弧炉低。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 30mg/m³ 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速颗粒物排放能够达到 20mg/m³。

为确定感应电炉排放的颗粒物排放限值，编制组依据控制技术，参照美国、欧盟和日本的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，感应电炉的颗粒物一般排放限值确定为 30mg/m³，略松于上海标准，略高于钢铁标准；特别排放限值参考上海标准和钢铁标准为 20mg/m³，见表 5-7。

表 5-7 感应电炉颗粒物排放限值

单位：mg/m³

限值分类		不同国家（地区）颗粒物排放限值标准						
		美国	欧盟	日本	中国			
					工业炉窑	北京	上海	钢铁
参考值	现有	11.44	20	50~100	100/200	10	20	35
	新建	2.29			禁排/150	10	20	20
确定值	一般	30						
	特排	20						

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，达标情况见表 5-8。

表 5-8 感应电炉颗粒物排放达标情况

标准	限值 (mg/m <sup>3</sup> )	达标率 (%)
本标准一般限值	30	54.6
本标准特别排放限值	20	37.9
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》(DB 11-914-2012)	10	12.1

可见本标准实施后近 45%的企业需要整改污染控制设备。

#### (5) 造型、浇注、冷却生产线排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，在造型浇注工部使用的环保设备主要是除尘设备。

本次调研中发现我国铸造行业燃气炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：2 家旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是袋式除尘器，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋和水幕；

组合设备：多为有机械+布袋组合。

各类除尘设备的使用比例如图 5-9 所示。

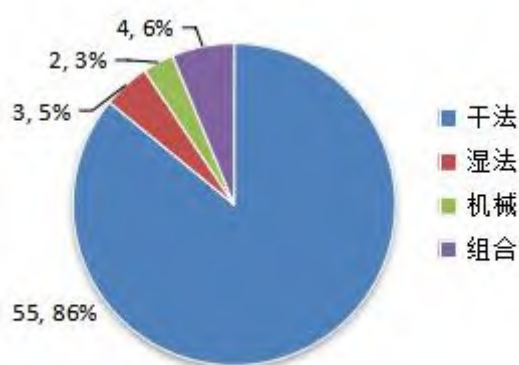


图 5-9 造型浇注工部的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

造型、浇注工部环境颗粒物排放浓度抽样企业 146 家，造型浇注工部环境颗粒物排放浓度统计结果如图 5-10 所示。

经统计约有 71.2%的造型、浇注工部环境颗粒物排放浓度小于 30mg/m<sup>3</sup>，51.9%的小于 20mg/m<sup>3</sup>，34.6%的小于 15mg/m<sup>3</sup>。这两个比例的企业使用的除尘设备为布袋除尘。其余方法均难以达到这个效果。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 30mg/m<sup>3</sup> 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速颗粒物排放能够达到 20mg/m<sup>3</sup>。

为确定造型浇注工部排放的颗粒物排放限值，编制组参照国内标准，造型浇注工部的颗粒物一般排放限值确定为 30mg/m<sup>3</sup>，松于北京标准；特别排放限值接近北京标准为 20mg/m<sup>3</sup>，见表 5-9。

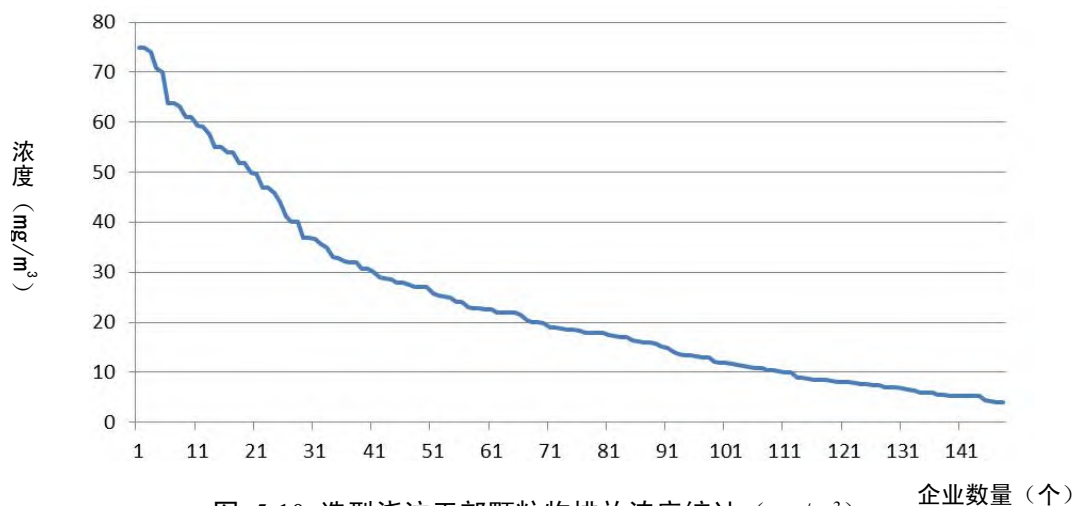


图 5-10 造型浇注工部颗粒物排放浓度统计 (mg/m³)

表 5-9 造型浇注冷却生产线颗粒物排放限值

单位: mg/m³

限值分类		不同国家（地区）颗粒物排放限值标准	
		中国	
		大气污染物综合排放标准	北京
参考值	现有	150	10
	新建	120	10
确定值	一般	30	
	特别	20	

该值远高于《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-10。

表 5-10 造型浇注工部颗粒物排放达标情况

标准	限值 (mg/m³)	达标率 (%)
本标准一般限值	30	71.2
本标准特别排放限值	20	51.9
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	10	24.8

可见本标准实施后近 29%的企业需要整改污染控制设备。

#### （6）落砂清理（落砂机、抛丸机、打磨机等）排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，落砂清理工序配备的除尘设备主要是针对落砂机、各类抛丸清理机、打磨等工序。使用的除尘设备主要有：

机械除尘设备：重力除尘器、旋风除尘器；

干法除尘设备：布袋除尘器的使用占绝大多数，还有在袋式除尘器基础上改进的脉冲式、振打式除尘设备，也有使用其他滤材的干法除尘设备；

湿法除尘设备：喷淋、水幕等；  
静电除尘设备：2 家企业使用；  
组合设备：多为机械除尘设备与布袋设备组合。  
各类除尘设备的使用比例如图 5-11 所示。选择的干法除尘设备占 92%。

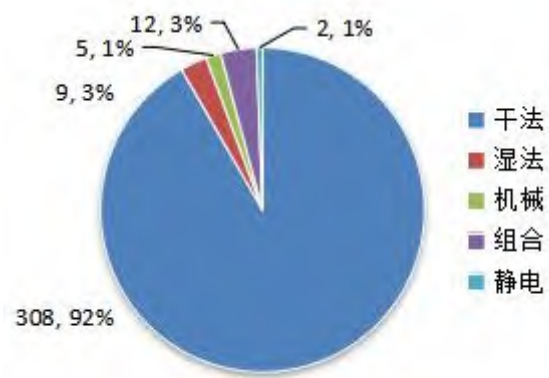


图 5-11 清理工部的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

清理工部环境颗粒物排放浓度调研企业 336 家，清理工部环境颗粒物排放浓度统计结果如图 5-12 所示。

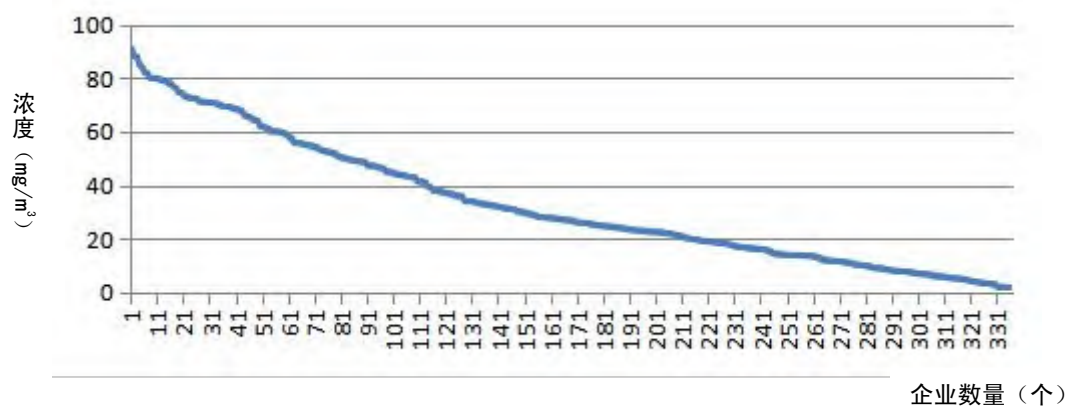


图 5-12 清理工部环境颗粒物排放浓度统计（mg/m³）

经统计约有 52.6% 的小于 30mg/m³，34.9% 的小于 20mg/m³，26.1% 的达到 15mg/m³。这两个比例的企业使用的除尘设备为布袋除尘或多级除尘（机械+布袋）。其余方法均难以达到这个效果。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 30mg/m³ 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速颗粒物排放能够达到 20mg/m³。

为确定落砂清理工部排放的颗粒物排放限值，编制组依据控制技术，参照欧盟的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，落砂清理的颗粒物一般排放限值确定为 30mg/m³，松于北京标准，严于现行大气标准；特别排放限值接近北京标准为 20mg/m³，见表 5-11。

表 5-11 落砂机颗粒物排放限值确定

单位: mg/m<sup>3</sup>

限值分类		不同国家（地区）颗粒物排放限值标准		
		欧盟	中国	
			大气污染物综合排放标准	北京
参考值	现有	20	150	10
	新建		120	10
确定值	一般	30		
	特别	20		

该值远高于《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-12。

表 5-12 清理工部颗粒物排放达标情况

标准	限值（mg/m <sup>3</sup> ）	达标率（%）
本标准一般限值	30	52.6
本标准特别排放限值	20	34.9
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	10	16.0

可见本标准实施后近 47%的企业需要整改污染控制设备。

（7）砂处理工部排放的颗粒物

当前我国铸造企业当中，砂处理工部使用的环保设备主要是除尘设备。

本次调研中发现我国铸造行业燃气炉使用较多的除尘设备种类主要有：

机械除尘设备：4 家重力除尘设备，2 家旋风除尘器；

干法除尘设备：主要是使用滤材或布袋的干法除尘设备，还有在布袋除尘器基础上改进的脉冲式、反吹式除尘器等；

湿法除尘设备：喷淋和水幕；

组合设备：主要是重力除尘+布袋组合。

各类除尘设备的使用比例如图 5-13 所示。

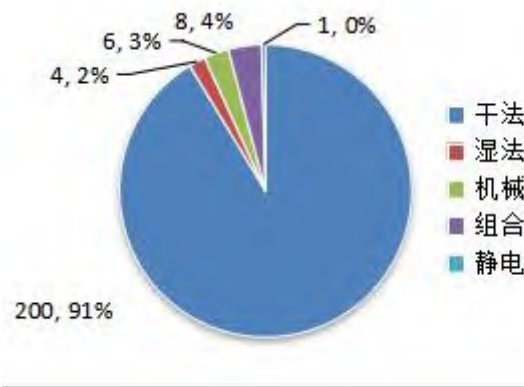


图 5-13 砂处理工部的除尘设备类型（企业数，所占百分比）

砂处理工部颗粒物排放浓度调研企业 321 家，砂处理工部环境颗粒物排放浓度统计结果如图 5-14 所示。

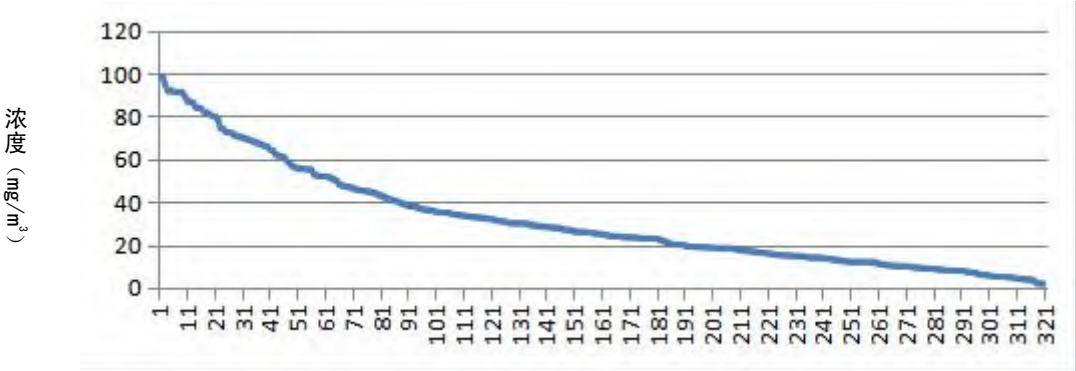


图 5-14 砂处理工部颗粒物排放浓度统计 (mg/m³) 企业数量 (个)

经统计约有 58.6% 的小于 30mg/m³，41% 的小于 20mg/m³，30% 的达到 15mg/m³。这两个比例的企业使用的除尘设备为布袋除尘或多级除尘（机械+布袋）。其余方法均难以达到这个效果。

使用覆膜布袋，控制过滤风速，颗粒物排放可控制在 30mg/m³ 以下，进一步降低布袋透气率，增大过滤面积，降低过滤风速，颗粒物排放能够达到 20mg/m³。

为确定砂处理工部排放的颗粒物的排放限值，编制组依据控制技术，参照欧盟的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，砂处理工部的颗粒物一般排放限值确定为：30mg/m³，松于北京标准，严于大气综排标准；特别排放限值接近北京标准为 20mg/m³，见表 5-13。

表 5-13 砂处理工部颗粒物排放限值 单位：mg/m³

限值分类		不同国家（地区）颗粒物排放限值标准		
		欧盟	中国	
			大气污染物综合排放标准	北京
参考值	现有	15	80	10
	新建		60	10
确定值	一般	30		
	特排	20		

该值远高于《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-14。

表 5-14 砂处理工部颗粒物排放达标情况

标准	限值 (mg/m³)	达标率 (%)
本标准一般限值	30	58.6
本标准特别排放限值	20	41.0
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	10	15.8



可见本标准实施后近 41%的企业需要整改污染控制设备。

5.5.2 二氧化硫

铸造排放的二氧化硫主要来自熔化工段的冲天炉、燃气炉以及铸后热处理工段的燃气热处理炉，主要由含硫的焦炭和燃气燃烧产生二氧化硫。

(1) 冲天炉二氧化硫

调研 194 家企业冲天炉二氧化硫排放情况，冲天炉二氧化硫排放浓度统计结果如图 5-15 所示。

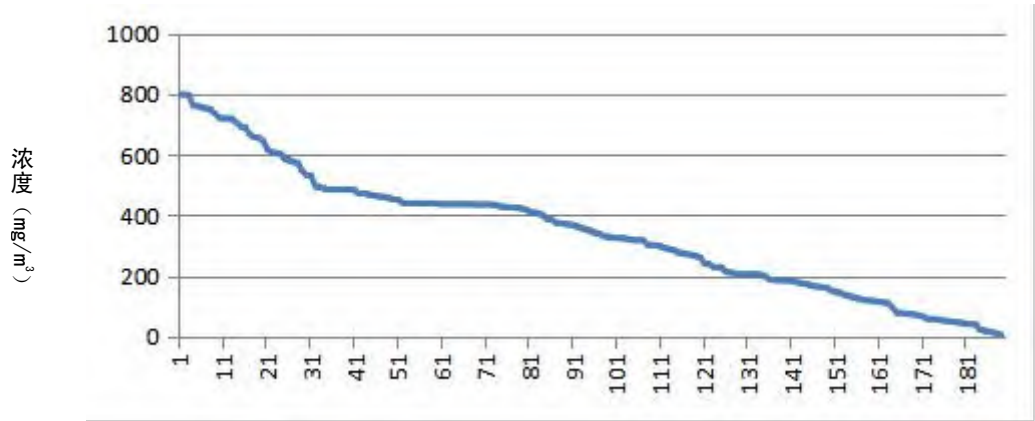


图 5-15 冲天炉二氧化硫排放浓度统计 (mg/m³)

经统计，二氧化硫排放浓度小于等于 200mg/m³ 的企业占比 29.38%，小于等于 100mg/m³ 的企业占比 14.67%。未采用脱硫设施的企业排放普遍偏高。

目前脱硫技术比较成熟，编制组参照欧盟的排放标准和相应的技术文献，以及国内标准，冲天炉二氧化硫一般排放限值确定为 200mg/m³，严于德国标准；特别排放限值为 100mg/m³，见表 5-15。

表 5-15 冲天炉二氧化硫排放限值

限值分类		单位: mg/m³		
		二氧化硫排放限值标准		企业数量 (个)
		欧盟	中国	
参考值	现有	热: 20~100 冷: 100~400	工业炉窑大气污染物排放标准	大气综合
	新建		2860	700
确定值	一般	禁 2000		
	特排	550		
确定值	一般	200		
	特排	100		

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），但低于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-16。

表 5-16 冲天炉二氧化硫排放排放达标情况

标准	限值 (mg/m³)	达标率 (%)
本标准一般限值	200	29.38
本标准特别排放限值	100	14.67
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	20	3.09

可见本标准实施后近 71%的企业需要进行整改。

(2) 燃气炉排放二氧化硫

调研 55 家企业燃气炉二氧化硫排放情况，燃气炉二氧化硫排放浓度统计结果如图 5-16 所示。

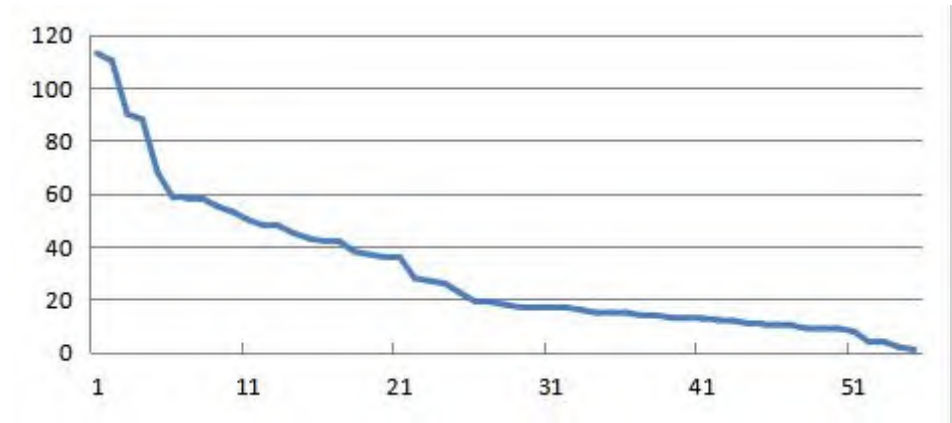


图 5-16 燃气炉二氧化硫排放浓度统计 (mg/m³)

经统计，二氧化硫排放浓度小于等于 200mg/m³ 的企业占比 100%，小于等于 100mg/m³ 的企业占比 96.4%。

燃气炉主要通过降低燃料中硫含量来降低排放浓度，编制组参照欧盟的排放标准和相应的技术文献以及国内标准，燃气炉二氧化硫一般排放限值确定为 200mg/m³，严于工业炉窑标准为；特别排放限值考虑实际排放情况及控制措施确定为 100mg/m³，见表 5-17。

表 5-17 燃气炉二氧化硫排放限值

限值分类		二氧化硫排放限值标准			单位: mg/m <sup>3</sup>
		欧盟	中国		企业数量 (个)
			工业炉窑大气污染物排放标准	大气综合	
参考值	现有	热: 20~100 冷: 100~400	2860	700	
	新建		禁 2000	550	
确定值	一般	200			
	特排	100			

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），但低于《北京市



铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），接近工业发达国家的水平。将这排放限值应用于本次调研企业，其排放达标情况见表 5-18。

表 5-18 燃气炉二氧化硫排放排放达标情况

标准	限值（mg/m <sup>3</sup> ）	达标率（%）
本标准一般限值	200	100
本标准特别排放限值	100	96.4
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	20	55

本次调研企业基本都可以达到本标准限值。

5.5.3 氮氧化物

铸造排放的氮氧化物主要来自熔化工段的冲天炉、燃气炉、电弧炉、精炼炉和燃气热处理炉，主要分为燃料型和热力型氮氧化物。

（1）冲天炉氮氧化物

调研 135 家企业冲天炉氮氧化物排放情况，冲天炉氮氧化物排放浓度统计结果如图 5-17 所示。

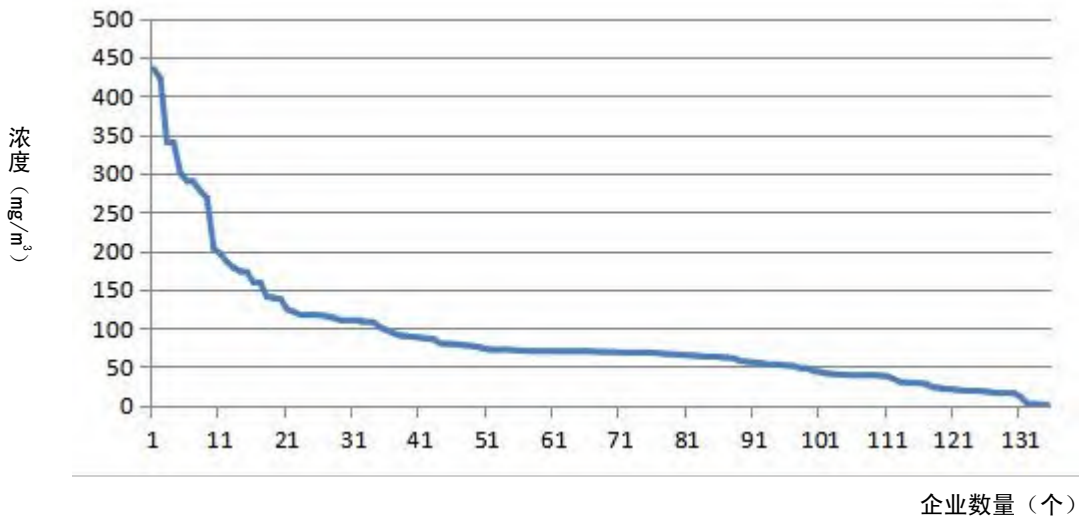


图 5-17 冲天炉氮氧化物排放浓度统计（mg/m<sup>3</sup>）

经统计，氮氧化物排放浓度小于等于 150mg/m<sup>3</sup> 的企业占比 87.59%，小于等于 100mg/m<sup>3</sup> 的企业占比 74.45%。

铸造行业企业暂时不具备增设脱硝设备的能力，所以限值相对宽松，企业使用一般冶金焦可达到 200mg/m<sup>3</sup>，使用优质铸造焦可达到 150mg/m<sup>3</sup>。

为确定冲天炉氮氧化物的排放限值，编制组参照国内标准，冲天炉氮氧化物一般排放限值确定为 200mg/m<sup>3</sup>，严于北京市《铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），严于《山东省工业炉窑大气污染物排放标准》（DB 37/ 2375-2013）；特别排放限值参考北京标准为 150mg/m<sup>3</sup>，见表 5-19。

表 5-19 冲天炉氮氧化物排放限值

单位:  $\text{mg}/\text{m}^3$

限值分类		氮氧化物排放限值标准			
		中国			
		大气污染物综合排放标准	锅炉大气污染物排放标准	北京	山东
参考值	现有	420	400	150	450
	新建	240	300/200	150	300
确定值	一般	200			
	特排	150			

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），等同于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），达到工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-20。

表 5-20 砂处理工部颗粒物排放达标情况

标准	限值 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	达标率 (%)
本标准一般限值	200	92.6
本标准特别排放限值	150	87.6
《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB	150	87.6

可见本标准实施后近 7.4 %的企业需要整改污染控制设备。

（2）燃气炉氮氧化物

调研 49 家企业燃气炉氮氧化物排放情况，燃气炉氮氧化物排放浓度统计结果如图 5-18 所示。

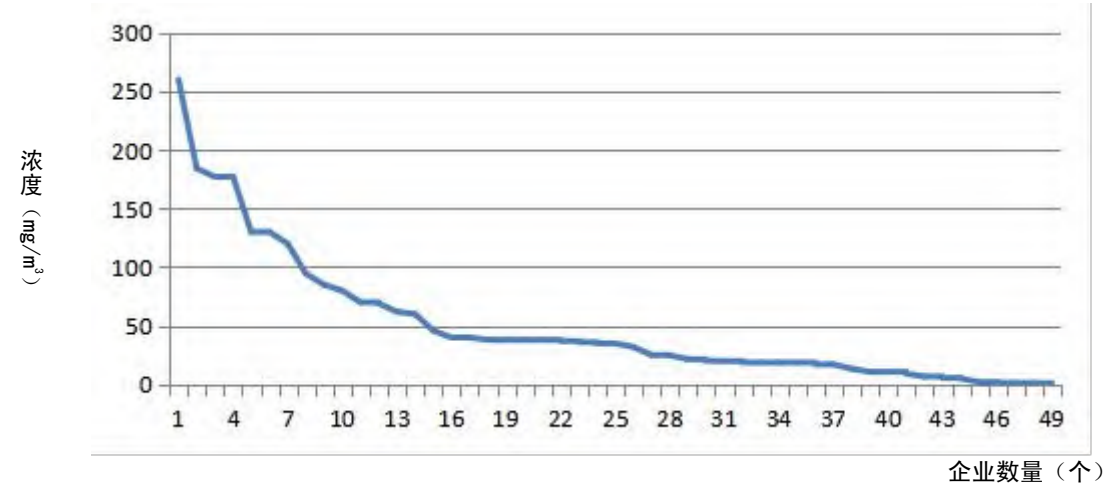


图 5-18 燃气炉氮氧化物排放浓度统计 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

经统计，氮氧化物排放浓度小于等于  $150\text{mg}/\text{m}^3$  的企业占比 91.84%，小于等于  $200\text{mg}/\text{m}^3$  的企业占比 97.96%。

燃气炉氮氧化物排放中燃料型氮氧化物不可控，热力型氮氧化物控制与炉型设计及熔炼温度有关，控制起来难度较大。

为确定燃气炉排放氮氧化物的排放限值，编制组参照国内标准，确定燃气炉排放氮氧化物一般排放限值参考山东标准为 200mg/m<sup>3</sup>；由于行业内暂时没有控制措施，所以特别排放限值与一般限值相同，为 200mg/m<sup>3</sup>，见表 5-21。

表 5-21 燃气炉氮氧化物排放限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

限值分类		氮氧化物排放限值标准		
		中国		
		大气污染物综合排放标准	锅炉大气污染物排放标准	山东
参考值	现有	420	400	300
	新建	240	200/150	200
确定值	一般	200		
	特排	200		

该值远高于《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），接近于《北京市铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012），达到工业发达国家的水平。针对本次调研企业，执行此标准，其排放达标情况见表 5-22。

表 5-22 燃气炉氮氧化物排放达标情况

标准	限值（mg/m <sup>3</sup> ）	达标率（%）
本标准一般限值	200	97.96
本标准特别排放限值	200	97.96
《铸锻工业大气污染物排放标准》（DB 11-914-2012）	150	91.84

#### 5.5.4 挥发性有机物（VOCs）

喷漆室、烘干室排出的气体为低浓度、大流量常温废气，废气主要是涂料中含有的有机溶剂和涂膜在喷涂及烘干时的分解物，统称为挥发性有机化合物（VOCs），其成份主要有甲苯和二甲苯。目前，我国铸造行业喷漆工序大部分为半封闭车间，普遍采用湿法（水幕）吸收 VOCs，水经处理后循环利用。国外较为成熟的方法是先将有有机废气浓缩以减少需处理的有机废气总量，先采用吸附法（活性炭或沸石作吸附剂）对低浓度常温喷漆废气进行吸附，用高温气体脱附，浓缩的废气采用催化燃烧或蓄热式热力燃烧的方法进行处理。

企业实际调研数据见表 5-23。表排放最大为 46.4mg/m<sup>3</sup>，相对其他行业较低，主要原因是铸造涂装车间大部分未采取密闭措施，部分 VOCs 为无组织排放，新标准中要求涂装应在密闭环境下进行，VOCs 排放将显著降低。在喷涂车间排气口设置 VOCs 处理装置，处理效率可达 70%以上，排放浓度可达 100mg/m<sup>3</sup> 以下。本标准铸造工业涂装工序的 VOCs 一般排放限值设定 100mg/m<sup>3</sup>，同时参考天津和河北等地已发布的地方排放标准限值，确定

特别排放限值定为 60mg/m³。

表 5-23 喷漆排放企业调研数据

单位：mg/m³

企业编号	处理方式	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃
1	湿法	0.077	33.8	20.2	
2	湿法				36.9
3	湿法	2	4	3	
4	湿法	0.027	3.41	0.398	
5	湿法	0.633	3.48		0.86
6	湿法				4.77
7	湿法	0.32	6.2	39	
8	湿法	0.227	17.6	15.9	
9	湿法		4.98	14.8	
10	湿法	1.76	2.45	6.89	42.1
11	湿法		0.019	0.089	46.4
12	湿法	4.21	0.22		
13	湿法			50	
14	湿法		3.26	23.9	
15	湿法	2.934	1.53	2.56	
16	湿法			0.326	12.8
17	湿法			0.33	5.1

5.5.5 铅及其化合物排放

铅污染物主要在铅基合金和铅青铜熔炼过程中产生，烟气中铅等杂质多以尘粒和烟的形式存在，对于粒径较大的尘粒（一般为 1~200 μm），一般采用袋式除尘器即可除去，对于粒径较小的铅烟（0.01~1 μm 范围），则可以采用静电除尘或者化学吸收法。

铅基合金主要用于射线防护、蓄电池和铸铅字等；铅青铜合金铸造产品主要是滑动轴承、各种阀门等。因目前缺乏生产现场实测或监测数据，但又是需要加以限制排放的产业，故本标准参考了我国《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 25466-2010）中相关限值，确定铅及其化合物排放限值，见表 5-24。

表 5-24 铅及其化合物排放限值

单位：mg/m³

来源		铅、锌工业污染排放标准	
		铅及其化合物	
参考值	现有	10	
	新建	8	
确定值	一般	10	
	特排	8	

铅基合金和铅青铜铸造企业需按照此要求进行检测，其他铸造企业不用进行检测。

## 5.5.7 企业边界大气污染物排放限值

企业边界任何 1 小时大气污染物平均浓度执行表 5-25 规定的限值。

表 5-25 企业边界大气污染物浓度限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

序号	污染物	限值
1	颗粒物	1.0
2	VOCs	2.0
3	铅及其化合物	0.006

## 5.6 其他污染控制指标的确定及制定依据

### 5.6.1 无组织控制要求

按照各个工序的无组织排放情况及控制方法，提出无组织排放控制要求，详见表 5-26。

表 5-26 无组织排放控制要求

工序	一般地区	重点地区
物料储存与运输	<p>a) 硅砂、煤粉等粉状物料应储存于封闭料场（仓、库）中；生铁、废钢等其他散状物料应储存于封闭、半封闭料场（仓、库、棚）中，或四周设置防风抑尘网、挡风墙。采取半封闭料场措施的，料场应至少两面有围墙（围挡）及屋顶，并对物料采取覆盖、喷淋（雾）等抑尘措施；采取防风抑尘网、挡风墙措施的，防风抑尘网、挡风墙高度应不低于堆存物料高度的 1.1 倍，并对物料采取覆盖、喷淋（雾）等抑尘措施。料场出口应设置车轮清洗设施，或采取其他有效控制措施。</p> <p>b) 生铁、废钢、硅砂、煤粉等物料应采用封闭通廊、管状带式输送机或罩式皮带等输送装置。硅砂、煤粉等粉料采用车辆运输的，应采取密闭措施；汽车、火车卸料点应设置集气罩并配备除尘设施，或采取喷淋（雾）等抑尘措施，皮带输送机卸料点、受料点应设置密闭罩，并配备除尘设施。皮带输送机头部加装在防护罩或加装帆布，避免扬尘。</p> <p>c) 除尘灰应采用气力输送、罐车等密闭方式运输；采用非密闭方式运输的，车辆应苫盖，装卸车时应采取加湿等抑尘措施。</p> <p>d) 厂区道路应硬化。道路采取清扫、洒水等措施，保持清洁。</p>	<p>a) 硅砂、煤粉等粉状物料应储存于封闭料场（仓、库）中；生铁、废钢等其他散状物料应储存于封闭、半封闭料场（仓、库、棚）中，半封闭料场应至少两面有围墙（围挡）及屋顶，并对物料采取覆盖、喷淋（雾）等抑尘措施。料场出口应设置车轮和车身清洗设施，或采取其他有效控制措施。</p> <p>b) 厂内物料应采用封闭通廊或管状带式输送机等密闭方式输送。</p> <p>c) 除尘器灰仓卸灰不得直接卸落到地面。除尘灰应采用气力输送、罐车等密闭方式运输。</p> <p>d) 粉料运输，汽车、火车卸料点，皮带输送机受料点、卸料点以及厂区道路等其他环节无组织排放控制措施与一般地区相同。</p>
熔炼工部	<p>a) 熔炼设备、炉前脱硫、出铁扒渣、铁水包及渣包的维修或烘干，炉渣的干法泼渣及水淬渣，铁液球化孕育处理等铁水预处理设备上应设置集气罩，并配备除尘设施。</p> <p>b) 冲天炉加料口应为负压状态，防止粉尘外泄。出渣口应设置密闭罩，并采取喷淋（雾）等抑尘措施。</p> <p>c) 电炉加料应设置集气罩，并配备除尘设施。</p> <p>d) 电弧炉烟气应采用工艺孔直接集尘，炉体或炉顶罩式集尘，或厂房顶罩式集尘与其他集尘相结合的集气方式，并配备除尘设施。</p> <p>e) 精炼炉、氩氧脱碳炉等精炼装置应在产生点应设置集气罩，并配备除尘设施。</p> <p>f) 炉后原辅材料料仓配料、上料应配置防护挡板。</p>	<p>a) 电弧炉应设置固定工位，在炉上排烟基础上采用密闭罩。</p> <p>b) 熔炼车间外不应有可见烟尘外逸，并设置 24 小时视频监控。</p> <p>c) 熔炼工部的其他无组织排放控制措施与一般地区相同。</p>
浇注冷却、造型、制芯、落砂、	<p>a) 浇注冷却应在浇注及冷却区上方设置侧吸或移动式集气罩，并配备除尘设施。</p> <p>b) 造型、制芯设备出砂口上方应设置气体收集系统和集中净化处</p>	<p>浇注冷却、造型、制芯、落砂、清理、旧砂回用、废砂再生工序的无组织排放控制措施与一般地区相同。</p>

清理、旧砂回用、废砂再生	理装置。 c) 落砂、磁选、清理（去除浇冒口、铲飞边毛刺等）、旧砂回用、废砂再生工序应设置固定工位，采取密闭措施。 d) 对大、特大型铸件需要就地开箱落砂时，应采取铸型浇水湿法落砂和喷水雾降尘等控制措施。 e) 抛丸机应密闭，并配备除尘设施。	
表面涂装	VOCs 的产污点应设置于密闭工作间内，不允许露天喷涂作业。采取废气收集措施，集气排风并导入 VOCs 污染控制设备进行处理。	VOCs 固定产污点应设置于密闭工作间内，应安装有效的 VOCs 治理措施，处理效率应达到设计处理效率，密闭排气系统、污染控制设备应与工艺设施同步运转。
其他工序或产生点	a) 废钢、回炉料等金属物料切割破碎等原料加工工序应设置密闭罩，并配备除尘设施。 b) 除尘器灰仓卸灰不得直接卸落到地面，对卸灰区进行封闭。除尘管道内积灰不得超过 30 cm，应定期清理，保证除尘效果。	其他工序无组织排放控制措施与一般地区相同。

### 5.6.2 基准含氧量

编制组调研发现冲天炉冷风炉含氧量主要集中在14 %~17 %之间（图5-19），均值为15.6 %。参照《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996）中的掺风系数将冲天炉的 $\alpha$ 设定：冷风炉（鼓风温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ）掺风系数为4.0（含氧量约15 %），规定冲天炉冷风炉基准含氧量为15 %。

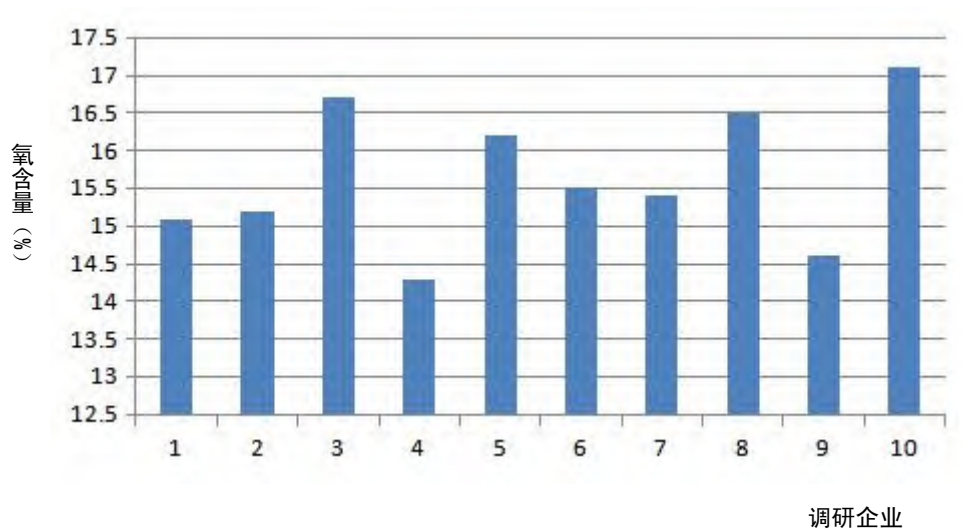


图 5-19 冲天炉冷风炉氧含量

热风炉企业普遍采用富氧送风。富氧率大多集中在2~4 %，出口含氧量主要集中在13 %~16 %之间，减去其富氧量约为11 %~14 %之间，参照《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996）中的掺风系数将冲天炉的 $\alpha$ 设定：热风炉（鼓风温度 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ ）掺风系数为2.5（含氧量约12 %），规定冲天炉热风炉基准含氧量为12 %。

燃油、燃气的加热炉、干燥炉的基准含氧量参照《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271-2014）中燃油、燃气锅炉的基准含氧量3.5%，其他废气排放按实测大气污染物排放浓度判定排放是否达标，不得人为稀释排放。

5.7 铸造行业大气污染排放达标技术路线

铸造各工序大气污染物治理技术应用见表 5-27。

表 5-27 铸造工序大气污染物治理技术应用

污染源名称	污染源设备	主要控制的污染物	环保措施及处理效果	备注
熔炼工序	冲天炉	粉尘、SO <sub>2</sub>	冲天炉排气筒设置除尘设施，连接布袋除尘加干法或湿法脱硫设施，脱硫效率可达 80%以上，除尘效率可达 99%以上，排放浓度可达 40mg/m <sup>3</sup> 以下。	冲天炉加料口等开口位置应保持负压，除尘器应考虑烟气高温。建议采用热风长炉龄水冷冲天炉。
	电弧炉	粉尘	电弧炉上方设可移动集气罩，集气效率可达 80%~90%之间，连接袋式除尘器进行除尘，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 30 mg/m <sup>3</sup> 以下。	集气罩大小形状应考虑炉口作业面积保证集气效率；除尘器选择应考虑烟气的高温。
	中频感应炉	粉尘	中频感应炉上方设可移动集气罩，集气效率可达 80 %~90 %之间，连接袋式除尘器进行除尘，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 30 mg/m <sup>3</sup> 以下。铅基及铅铜合金熔炼采用布袋除尘器也有很好的除铅效果，除铅率可达 99%以上。	集气罩大小形状应考虑炉口作业面积保证集气效率；除尘器选择应考虑烟气的高温。
	燃气炉	粉尘	燃气炉排气筒设置除尘设施，连接布袋除尘除尘效率可达 99%以上，排放浓度可达 30mg/m <sup>3</sup> 以下。	除尘器选择应考虑烟气的高温。
混砂工序	自动封闭混砂机	粉尘	采用密闭罩，连接袋式除尘器进行除尘，除尘效率 99 %以上，排放浓度可达 20~30 mg/m <sup>3</sup> 之间。	混砂设备必须密闭，不漏灰。
浇注工序	采取人工浇注	粉尘	污染物排放点分散，属于无组织排放。处理措施在浇注工位上方设置移动集气罩，集气效率可达 80 %~90 %之间，连接袋式除尘器进行除尘，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 30 mg/m <sup>3</sup> 以下。	集气罩大小形状应考虑浇注工位作业长度和面积，保证集气效率；除尘器选择应考虑烟气的高温。
落砂工序	机械振动落砂机	粉尘	采用效率 80 %左右的集气罩，连接袋式除尘器，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 20~30 mg/m <sup>3</sup> 之间。	两个工序根据实际需求可采用一套袋式除尘设施进行除尘。
旧砂再生	自动封闭筛砂机	粉尘	采用密闭罩，连接袋式除尘器，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 20~30 mg/m <sup>3</sup> 之间。	
铸件抛丸清理工序	自动封闭抛丸机	粉尘	自带袋式除尘系统，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 20~30 mg/m <sup>3</sup> 之间。	需密闭，不得漏灰。
打磨工序	小型砂轮机人工打磨	粉尘	采用效率 80 %左右的集气罩，袋式除尘器处理后排放，除尘效率可达 99 %以上，排放浓度可达 20~30 mg/m <sup>3</sup> 之间。	需采取降低无组织排放控制措施。
涂装工序	喷枪	VOCs	在喷涂车间排气口设置 VOCs 处理装置，处理效率可达 70%以上，排放浓度可达 100 mg/m <sup>3</sup> 以下。	需密闭。

6 本标准与国内外相关标准的比较

本标准与国外、国内相关标准的比较分别见表 6-1 和表 6-2。由两表可见，本标准大气污染物现有和新建企业排放标准严于现行标准。工业炉窑颗粒物方面，本标准一般排放限值处于欧盟标准和日本标准之间，特别排放限值基本达到欧盟标准。二氧化硫方面，本标准达到欧盟标准，严于德国标准。

表 6-1 本标准与国外相关标准的比较

单位: mg/m<sup>3</sup>

工段	污染源	国家	颗粒物	SO <sub>2</sub>	VOCs	Pb及其化合物
金属熔化	冲天炉	本标准	40/30	200/100		
		美国	13.73/4.58 <sup>(1)</sup>	-	-	-
		欧盟	5-20 <sup>(2)</sup>	20-100/100-400 <sup>(3)</sup>	-	-
		英国	20	-	-	-
		德国	10	500	-	
		日本	100/50 200/100 <sup>(4)</sup>	提供参考公式未设统一值 <sup>(4)</sup>	-	-
	电弧炉	本标准	30/20			-
		美国	11.44/4.58 <sup>(5)</sup>	-	-	-
		欧盟	5-20 <sup>(2)</sup>	-	-	-
		英国	10			-
		德国	5			-
		日本	100/50 <sup>(6)</sup>	-	-	-
	感应电炉	本标准	30/20			10/8
		美国	11.44/2.29 <sup>(7)</sup>			-
		欧盟	5-20 <sup>(2)</sup>	-	-	-
		英国	10			-
		德国	5			5
		日本	100/50 <sup>(6)</sup>	-	-	-
造型、制芯	造型、制芯	本标准	30/20		-	
	三乙胺制芯机	美国	-	-	-	
		欧盟	-	-	-	
	造型、制芯	欧盟	15 <sup>(8)</sup>	-	-	-
浇注、冷却	浇注冷却生产线	本标准	30/20		-	
		美国	-	-	-	-
		英国	10		-	



		欧盟	-	-	-	-
落砂、清理、旧砂再生	落砂、清理、旧砂再生	本标准	30/20		-	
	落砂机	美国	-	-	-	-
		英国	10			
		欧盟	20 <sup>(10)</sup>	-	-	-
	砂再生	英国	10		-	
	抛丸机	欧盟	30 <sup>(11)</sup>	-	-	-
涂装	喷枪	本标准	-	-	100/80	-
		美国	-	-	36(20ppmv) <sup>(9)</sup>	-

注：(1) 美国钢铁铸造业有害空气污染物排放标准（主要源 Major Source）针对现有和新建冲天炉设定不同的限值。该值为现有值/新建值，时间界限是 2002 年 12 月 23 日前后，该标准于 2004 年 4 月 22 日发布，2008 年 2 月 7 日最新修订；

(2) 欧盟黑色金属熔化和处理的可行技术相关的污染物排放水平，包括冲天炉、电弧炉和感应电炉。欧盟BAT参考文件于 2005 年发布；

(3) 欧盟冲天炉熔化黑色金属的最佳可行技术相关的二氧化硫排放水平：热鼓风——20~100 mg/m<sup>3</sup>，冷鼓风——100~400 mg/m<sup>3</sup>；

(4) 日本针对冲天炉设定排放标准：根据废气量多少和所处地区不同设定——废气量≥4 万Nm<sup>3</sup>/h，一般标准 100 mg/m<sup>3</sup>，特别标准 50 mg/m<sup>3</sup>。废气量< 4 万Nm<sup>3</sup>/h，一般标准 200 mg/m<sup>3</sup>，特别标准 100 mg/m<sup>3</sup>。（一般排放标准：对每一产生煤烟的设施，由国家制定的全国统一的标准。特别排放标准：适用于大气污染严重地区的新设设施，比一般标准严格。主要针对硫氧化物和煤尘）。日本制定了硫氧化物的排放量计算公式，设定不同的K值进行参照计算。具体内容参考编制说明日本排放标准部分。标准值出自《大气污染防治法》1968 年 6 月 10 日；

(5) 美国钢铁铸造业有害空气污染物排放标准现有和新建电弧炉排放限值；

(6) 日本针对电弧炉和感应电炉设定排放标准：一般标准 100 mg/m<sup>3</sup>，特殊标准 50 mg/m<sup>3</sup>；

(7) 美国钢铁铸造业有害空气污染物排放标准现有和新建感应电炉排放限值；

(8) 欧盟造型制芯车间安装除尘系统的颗粒物排放均在 15 mg/m<sup>3</sup>以下；

(9) 美国钢铁铸造业有害空气污染物排放标准针对新建钢铁铸造厂的浇注冷却或者自动落砂线设定 20 ppmv的浓度值（以丙烷计），转换标态mg/m<sup>3</sup>的浓度值为 36 mg/m<sup>3</sup>；

(10) 欧盟落砂机通过除尘系统清理后排放浓度可以达到 20 mg/m<sup>3</sup>以下；

(11) 欧盟抛丸后通过除尘系统清理后排放浓度可以达到 30 mg/m<sup>3</sup>以下。

表 6-2 本标准与国内标准的比较

单位: mg/m<sup>3</sup>

工段	污染源	地区	颗粒物	SO <sub>2</sub>	氮氧化物	Pb及其化合物	VOCs
金属熔化	冲天炉	本标准	40/30	200/100	200/150	—	—
		工业炉窑	150	850	—	—	—
		重庆	50/100/120	400	200/240	—	—
		北京	10	20	150	—	20
		河南	30	200	400	—	—
		厦门	100	440	200	—	—
		上海	20	200	200	—	—
		山东	50	300	300	—	—
	电弧炉	本标准	30/20	—	200/150	—	—
		工业炉窑	150	—	—	—	—
		重庆	50/100/120	—	—	—	—
		北京	10	20	150	—	—
		河南	30	—	—	—	—
		厦门	100	—	—	—	—
		上海	20	—	—	—	—
		山东	20	200	200	—	—
	感应电炉	本标准	30/20	—	—	10/8	—
		工业炉窑	150	—	—	10	—
		重庆	50/100/120	—	—	—	—
		河南	30	—	—	—	—
		厦门	100	—	—	—	—
		上海	20	—	—	—	—
		山东	20	200	200	—	—
造型、制芯	造型、制芯	本标准	30/20	—	—	—	—
		大气综排	120	550	240	0.7	120
		北京	10	—	—	—	—
		厦门	100	—	—	—	—
		重庆	50/100/120	—	—	—	—
		上海	30	—	—	—	—
浇注、冷却	浇注冷却生产线	本标准	30/20	—	—	—	—
		大气综排	120	550	240	0.7	120
		重庆	50/100/120	—	—	—	—
		北京	10	—	—	—	—
		厦门	100	—	—	—	—
		上海	30	—	—	—	—

落砂、清理、 旧砂再生	落砂、清理、 旧砂再生	本标准	30/20	—	—	—	—
		大气综排	120	550	240	0.7	120
		重庆	50/100/120	—	—	—	—
		北京	10	—	—	—	—
		厦门	100	—	—	—	—
		上海	30	—	—	—	70
热处理	热处理炉	本标准	30/20	200/150	200/150	—	—
		工业炉窑	200	—	—	—	—
		北京	10	20	150		
涂装	喷枪	本标准	—	—	—	—	100/80
		大气综排	120	550	240	0.7	120

## 7. 实施本标准的环境、社会、经济效益和实施成本分析

### 7.1 实施本标准的环境、社会效益分析

实施本标准以后，国内大、中、小型铸造企业都将不同程度增建环保治理设施以达到标准的排放限值要求。不同规模和不同环境管理水平企业增加的投资不同，技术先进而且环保措施比较完善的大中型企业，只需加强日常管理和维护就可以达标；对于一些老的大中型企业，需要根据自身情况提高环保能力建设，适当增加投资或者改进工艺以达到新时段的要求。对于某些中、小型企业或者作坊式企业，由于环保设施落后、工艺水平粗放且又疏于管理，或者根本不具备治理条件，将难以达到新限值的要求，部分企业将被淘汰。淘汰落后生产力，在一定程度上保障了国内铸件市场的稳定，保护了遵纪守法企业的利益，杜绝了以牺牲环境来换取利润的现象，达到了以环保优化经济的目的。同时，抑制了国外铸造企业向我国转移污染的态势。

污染物达标控制与总量减排是我国“十三五”期间环境管理工作重点。根据本标准制订的排放限值，对重点污染指标（颗粒物、二氧化硫）进行减排评估。详见表 7-1 执行本标准后的大气污染物减排情况，减排效果可观。

表 7-1 执行本标准的大气污染物减排效果一览表

工段	污染源	地区	颗粒物 (mg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	废气量/ (亿立方米)	颗粒物			SO <sub>2</sub>		
						排放 (t)	减排 (t)	减排效率 (%)	排放 (t)	减排	减排效率 (%)
金属 熔化	冲天炉	国标	150	850	1181.5	17722.5	12996.5	73	100427.5	76797.5	76.5
		本标准	40	200		4726			23630		
	电弧炉	国标	150	-	51.8	777	621.6	80	-	-	-
		本标准	30	-		155.4			-	-	-
	感应电炉	国标	150	-	844	12660	10128	80	-	-	-
		本标准	30	-		2532			-	-	-
	燃气炉	国标	100	850	100	1000	700	70	8500	6500	76.5
		本标准	30	200		300			2000		
其他 工序	造型、制芯、浇注等	国标	100	-	1089.5	16342.5	13074	80	-	-	-
		本标准	30	-		3268.5			-	-	-

### 7.2 实施本标准的成本分析

为满足标准要求，不同规模的铸造企业根据自身情况的不同需要相应增加部分环保投资，用于废气治理设施的新建或者改造。根据生产工段和污染物排放类别的不同，投资成本也不尽相同。目前国内铸造企业除尘设备费用投资标准基本为 15~20 万元/万 m<sup>3</sup>，冲

天炉湿法脱硫设备投资标准基本为 10~15 万元/万 m<sup>3</sup>。表 7-2 给出治理设备投资标准。不同熔化率（吨位、容量）冲天炉和电弧炉对应除尘和脱硫设备的投资费用见表 7-3 和表 7-4。其他工段可以表 7-1 数据为基础，再依据不同废气排放量估算投资费用。

表 7-2 铸造治理设备投资标准

序号	废气量（万 m <sup>3</sup> /h）	除尘标准 <sup>1</sup> （万元/万 m <sup>3</sup> ）	脱硫标准 <sup>2</sup> （万元/万 m <sup>3</sup> ）
1	≥10	15	10
2	5-10	20	15
3	<5	20	15
注：1、以脉冲袋式除尘器投资为标准，作为各工段废气排放控制的主要推荐除尘设备			
2、以湿法脱硫设备投资为标准，作为冲天炉的推荐脱硫设备。			

表 7-3 按冲天炉熔化率对应除尘设备（布袋除尘器）投资费用

序号	熔化率 (t/h)	废气量 (m <sup>3</sup> /h)		除尘		脱硫	
				标准 (万元/万m <sup>3</sup> )	设备投资费用 (万元)	标准 (万元/万m <sup>3</sup> )	设备投费用 (万元)
1	1	加料口下部 抽风	4020	20	8	15	6
2	2		9900	20	20	15	15
3	3		14580	20	29	15	22
4	5		17670	20	35	15	27
5	7		23280	20	47	15	35
6	10		35340	20	71	15	53
7	15		36520	20	73	15	55
8	1	加料口上部 抽风	6000	20	12	15	9
9	2		10000	20	20	15	15
10	3		15000	20	30	15	23
11	5		25000	20	50	15	38
12	7		35000	20	70	15	53
13	10		50000	20	100	15	75
14	15		75000	20	150	15	113
15	20		100000	15	150	10	100

表 7-4 电弧炉按规模计算除尘设备

序号	熔化率 (t/h)	废气量 (m <sup>3</sup> /h)	标准 (万元/万 m <sup>3</sup> )	设备投资费用 (万元)
1	1	13000	20	26
2	1.5	23000	20	46
3	3	40000	20	80
4	2×4	58200	20	116
5	5	55000	20	110
6	8	23710	20	47
7	9	94400	20	189
8	10	68000	20	136
9	2×10	147000	15	221
10	15	60000	20	120
11	20	242000	15	363
12	25	27000	20	54
13	30	255000	15	383
14	4×30	218000	15	327
15	2×35	450000	15	675
16	40	318000	15	477
17	50	384000	15	576
18	2×50	425000	15	638
19	60	289000	15	434
20	70	133000	15	200
21	80	420000	15	630
22	85	318000	15	477
23	90	540000	15	810
24	100	550000	15	825
25	125	765000	15	1148
26	2×125	1530000	15	2295
27	128	486000	15	729
28	150	935000	15	1403

通过实例分析，不同企业的环保设备投资会有较大差别，但由于一般铸造企业工段或

工序较多，需要控制的废气污染节点也较多，因此环保投资总量较为可观，但却是企业为满足排放标准必要的投资。按照我国目前近 30000 家铸造企业规模计算，根据调查统计平均每家企业的环保投资至少在 50 万元，则黑色金属砂型铸造行业污染控制总投入据估算将近 300 亿元。环保投入将占平均每家企业投资的 10 %~15 %，从而拉近与发达国家的环保投资水平。

新建企业通过环评和准入标准的限制，必须满足环保投入水准。现有大中型企业通过加大资金投入可以满足要求。对于无序生产的小企业，则将通过淘汰和整合促进行业结构调整。

## 8 实施本标准的管理措施建议

由于我国一直没有针对铸造业制定行业污染物排放标准，现有标准的宽松造成了部分铸造企业的生产粗放和环境污染严重的局面。

标准发布后，实施前，新建企业通过环评和准入标准的限制，必须满足标准；现有大中型企业通过加大资金投入满足标准要求；对于无序生产的小企业，则将通过淘汰和整合促进行业结构调整，而控制污染和促进行业发展，也正是污染物排放标准制定的初衷。

标准实施后，各地环境管理部门应协助现有企业尽快建设或改进环保设施，尽快满足排放标准的限值要求。

本标准发布后不达标企业必须限期治理，逐步淘汰落后工艺装备，新老企业执行统一的排放限值，在标准正式实施前必须达到标准要求。

本标准正式实施后，企业设施不能达到新标准要求的，一律停产整改直至达到本标准要求。