

**《清洁生产标准 钢铁行业(烧结)》  
(征求意见稿)  
编制说明**

《清洁生产标准 钢铁行业(烧结)》编制课题组

二〇〇七年九月

## 目 次

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1 现状和发展趋势.....        | 1 |
| 2 编制过程.....           | 4 |
| 3 适用对象.....           | 4 |
| 4 制订标准的依据和主要参考资料..... | 5 |
| 5 制订标准的方法和技术路线.....   | 6 |
| 6 指标确定说明.....         | 7 |
| 7 标准实施的可行性.....       | 8 |
| 8 标准的实施建议.....        | 9 |
| 9 标准反馈意见及处理说明.....    | 9 |



## 《清洁生产标准 钢铁行业(烧结)》编制说明

### 1 现状和发展趋势

烧结生产工艺系统流程从配料槽开始至成品矿输出为止，包括焦炭破碎筛分、配料、混合、点火、烧结、冷却、成品整粒等工序。烧结的主要原料为含铁精矿粉，另加熔剂石灰石、白云石和燃料焦粉、煤粉等，经破碎筛分后进行配料、混合，在烧结机头端料床上布料点火，经高温熔融、焙烧成烧结矿，烧成的烧结矿经冷却、破碎、筛分后，合格的成品烧结矿送炼铁厂做原料，筛下的烧结矿返回烧结机作烧结原料使用，多余的烧结矿外销。烧结生产主要工艺流程及排污位置见图 1。

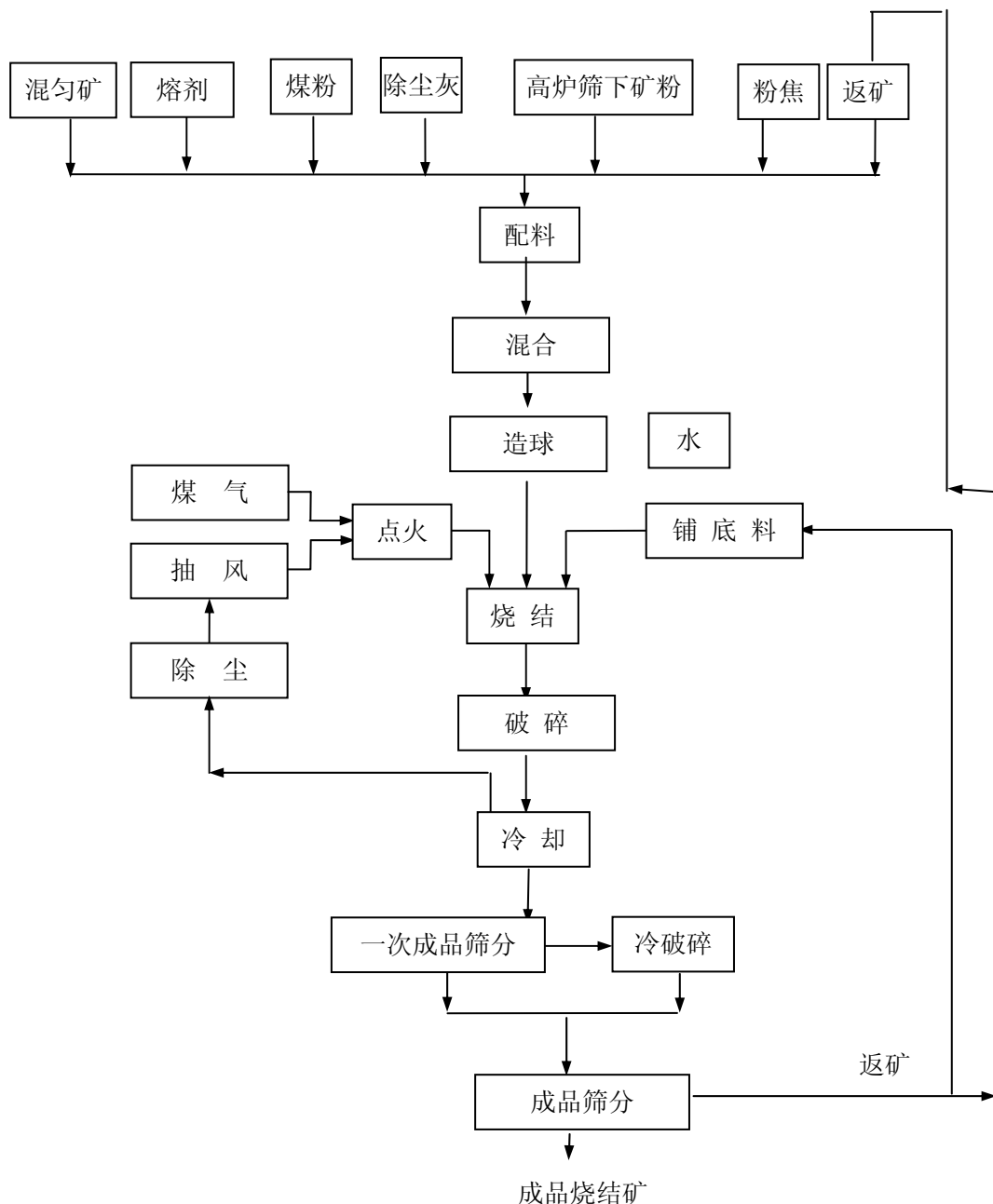


图 1 烧结生产工艺流程

## 1.1 烧结生产现状

从 1990 年开始,随着钢铁工业的飞速发展,我国烧结行业也得到了迅速的发展,特别是 1999 年至今几年更是一个大发展的时代。主要表现在:

### 1. 烧结矿产量大幅度增加

全国历年烧结矿产量见表 1。

**表 1 全国历年烧结矿产量**

| 年份       | 1985 | 1990 | 1991 | 1996  | 1997  | 1998  | 2002    |
|----------|------|------|------|-------|-------|-------|---------|
| 产量 / 万 t | 6818 | 8000 | 9654 | 14200 | 15100 | 16300 | 约 22600 |

表 1 说明,从 1990 年开始,产量大幅度上升,2002 年比 1990 年上升了 14600 万 t 平均每年增加 1217 万 t。

### 2. 主要技术经济指标得到改善

重点大中型钢铁企业烧结主要技术经济指标见表 2。

**表 2 烧结厂历年烧结矿质量和主要技术经济指标**

| 年份及企业       | 利用系数<br>/t·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> | 作业率<br>/% | 台时产量<br>/t·台时 <sup>-1</sup> | 碱度<br>/倍 | 转鼓指数<br>/% | 合格率<br>/% | 平均品位<br>/% | 固体燃料耗<br>/kg·t <sup>-1</sup> |
|-------------|---------------------------------------------|-----------|-----------------------------|----------|------------|-----------|------------|------------------------------|
| 2004        | 1.46                                        | 87.00     | 127                         | 1.933    | 73.24      | 91.39     | 56.25      | 54                           |
| 2005        | 1.48                                        | 89.34     | 121                         | 1.941    | 83.78      | 92.63     | 55.91      | 53                           |
| 2006<br>上半年 | 1.44                                        | 95.32     | 143                         | 1.945    | 74.23      | 93.17     | 56.28      | 54                           |

表 2 说明,重点钢铁企业利用系数基本平稳;作业率和台时产量有所上升。在质量方面,烧结矿品位基本维持平稳;碱度和合格率都有所提高,但转鼓指数在 2005 年有一个较大的波动。固体燃料消耗也基本平稳。

### 3. 烧结机向大型化发展

烧结机大型化是现代化烧结厂的标志之一。80 年代初,我国在宝钢引进了 450m<sup>2</sup> 的大型烧结机及其配套设备,并同时引进了烧结机的设计制造技术。我国从 1989 年到 1998 年,已先后在宝钢、鞍钢、武钢、马钢等企业投产了 6 台 265~450m<sup>2</sup> 的大型烧结机和 24 台>90~180m<sup>2</sup> 的中型烧结机。两者共计新增面积达 5266m<sup>2</sup>,但其面积仅占总面积的 40.2%。

1999 年到 2003 年 3 月,我国又在武钢、鞍钢、邯郸、本钢等企业投产了 8 台 265~450m<sup>2</sup> 的大型烧结机和 17 台>90~200m<sup>2</sup> 的中型烧结机,新增面积达 4762m<sup>2</sup>,此时期内还新增了 7 台小型烧结机。全国烧结单机平均面积也由 1989 年 9 月的 47.2m<sup>2</sup> 增加到 2003 年 3 月的 65.5m<sup>2</sup>,增加 18.3m<sup>2</sup>。大中型烧结机的总面积达到 11068m<sup>2</sup>,占我国烧结总面积的 54%。

### 4. 工艺技术装备和自动化水平提高

工艺技术装备和自动化水平也是现代化烧结厂的重要标志。1989 年 9 月以后,我国投产的大中型烧结机的工艺技术装备水平有很大的提高。几乎都有自动配料,包括热返矿的自动配料,采用强力型的混合机、节能型的点火保温炉以及烧结矿冷却、整粒和铺底料工艺,从而基本上结束了我国生产热矿的历史,有的厂采用球团烧结,不少厂特别是精矿较多的厂多采用小球烧结和燃料分加的工艺,除个别厂外都生产高碱度的烧结矿,余热也普遍得到回收利用。

### 5. 环境现状

1985 年以前的烧结厂，无论是主排气还是环境除尘，除个别厂外，几乎都是采用多管除尘器或旋风除尘器，除尘效率不高，环境保护很差。1989 年 9 月以后，这批改扩建的大中型烧结机主排气除个别厂采用多管除尘器外，几乎都采用高效干式电除尘器，而环境除尘都采用高效布袋除尘器和干式电除尘器，除尘效率达 99% 以上，使环境保护大为改观，能满足国家对排放标准的要求。此外，钢铁厂的粉尘、泥渣也得到了大量利用，减少了对环境的污染。也由于很多厂采用了进口低硫粉矿，主排气单位体积的 SO<sub>2</sub> 量也降低了，见表 3。

**表 3 烧结工艺和钢铁联合企业产生的二氧化硫和烟粉尘量(万 t)**

| 污 染 物           | 2000 年 |          |           | 2005 年 |          |           |
|-----------------|--------|----------|-----------|--------|----------|-----------|
|                 | 烧结工艺   | 钢铁联合企业合计 | 烧结占比例 (%) | 烧结工艺   | 钢铁联合企业合计 | 烧结占比例 (%) |
| SO <sub>2</sub> | 29.04  | 59.55    | 48.8      | 42.99  | 71.81    | 59.9      |
| 烟粉尘             | 11.69  | 70.91    | 16.5      | 13.87  | 54.36    | 25.5      |

由表可见，2000 年烧结工艺排放烟粉尘 11.69 万 t、二氧化硫 29.04 万 t，分别占钢铁工业排放总量的 48.8% 和 16.5%。

2005 年烧结工艺排放烟粉尘 13.87 万 t、二氧化硫 42.99 万 t，分别占钢铁工业排放总量的 59.9% 和 25.5%。因此烧结工艺排放的大气污染物在钢铁企业占有较大的比重。

## 1.2 最新技术进展

### (1) 厚料层及铺底料操作

料层厚薄对烧结生产过程有很大影响。料层薄，机速快，能够提高烧结速度和产量，但在薄料层烧结时，表层质量差的烧结矿数量相对增加，降低了烧结矿的平均强度，使返矿和粉末量增多。同时烧结过程的自动蓄热作用受到削弱，增加了固体燃料消耗，使烧结矿中 FeO 含量增高，还原性变坏。

国外烧结厂早就实行厚料层操作。料层厚度每提高 10mm，可节约固体燃料 1.0~1.5kg/t；降低烧结矿中 FeO 含量(料层厚度每提高 10mm，FeO 含量降低 0.3~0.5%)，改善蓄热条件，提高热能利用率。

在烧结带上面铺一层烧结矿返矿作为底料，可以减轻烧结机、引风机及风管磨损，降低抽风系统含尘量，提高烧结矿成品率等。

### (2) 低温烧结工艺

在较低的烧结温度下对烧结混合料进行烧结，获得质量优良的烧结矿的工艺叫低温烧结工艺。

低温烧结工艺生产出的烧结矿具有还原性高、冷强度高、软化开始温度高、软化区间窄和低温还原粉化率低等优点，并可降低固体燃料消耗，高炉使用低温烧结工艺烧结矿，可降低焦比，提高生铁产量。因此，这一新工艺的实现无论对烧结生产，还是对高炉冶炼都是一项重大的技术改革。

### (3) 小球烧结工艺

小球烧结工艺将混合料制成小粒径球团，并在其外表面黏附一层粉状燃料后，在烧结机上进行焙烧的工艺过程。该工艺是将原有烧结料混匀工艺中的圆筒混合机结构予以适当改造，提高粉矿成球率与球的粒度。同时采用固体燃料分加工艺，使部分固体燃料裹在球料外

部的措施。

由此取得的综合效果是，烧结机产能高，烧结矿强度提高，粉矿率降低，烧结矿的还原性能改善，燃料消耗降低。固体燃料一般降低 5-8kg/t 矿，最佳的可达到 15kg/t 矿。

#### (4) 烧结工序节能技术

##### a、烧结矿显热利用

烧结矿显热回收技术主要有：

◆将冷却机末端的 300℃ 左右的热风作为点火器的二次空气使用，或供给保温炉，或供预热烧结料，降低烧结燃料消耗。

◆用冷却机来的热风，通过余热锅炉回收蒸汽，蒸汽再用于透平发电。

◆热管换热器回收蒸汽

##### b、烧结混料配用转炉钢渣

转炉钢渣含 CaO50%左右，可代替部分石灰石用于烧结生产。因转炉钢渣是熟料，可以节省石灰石(CaCO<sub>3</sub>)分解耗热，从而节省燃料配比。根据太钢试验资料，烧结混合料配用 2~4%转炉钢渣，吨烧结矿可节省燃料 2kg 左右。

## 2 编制过程

### (1) 开题报告

2007 年 1 月份，冶金清洁生产技术中心、中国环境科学研究院、北京正丰易科环保技术研究中心成立了烧结清洁生产标准编制课题小组，开始进入了标准编制的准备阶段。然后，根据全国清洁生产标准牵头组织单位中国环境科学研究院清洁生产与循环经济研究中心提供的《清洁生产标准编制导则（修改稿）》和《清洁生产标准排版体例要求》，制定了烧结清洁生产标准编制的工作计划。按照工作计划，课题小组先后完成了烧结生产相关资料的收集，国家相关产业政策和环保法律法规与标准等文件的研究，并于 2007 年 1 月 20 日前编制完成了《清洁生产标准 钢铁工业（烧结）》的开题报告。

### (2) 征求意见稿及编制说明

在 2007 年 2-6 月份，课题小组按工作计划进行了烧结清洁生产标准起草阶段的工作，先后完成了制定烧结清洁生产标准指标编制原则、编制清洁生产标准指标的框架和清洁生产指标分级表、编写和清洁生产标准正文与编制说明等文字内容，按计划要求，于 2007 年 6 月 20 日前完成了《清洁生产标准 钢铁工业（烧结）》征求意见稿的编制工作。

## 3 适用对象

### 3.1 适用范围

本标准是在对全国 68 家重点大中型钢铁企业 2005 年至 2006 年的烧结生产工艺统计数据和对国内几家有代表性的大型钢铁企业进行调查的基础上，经有关行业专家根据我国钢铁行业目前的状况，按照国家产业政策、技术进步政策和环境保护政策要求进行制定的。本标准适用于烧结生产工艺的清洁生产审核、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度。

### 3.2 本标准与《清洁生产标准 钢铁行业》之间的关系

本标准将《清洁生产标准 钢铁行业》中与烧结工艺有关的指标纳入本标准中，并结合烧结工艺的现状，对个别数据进行了调整，具体见下表。

| 指标等级<br>清洁生产指标                         | 一级              |            | 二级         |            | 三级                       |            | 本标准与钢铁行业<br>标准比较 |
|----------------------------------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------------|
|                                        | 本标准             | 钢铁行<br>业标准 | 本标准        | 钢铁行<br>业标准 | 本标准                      | 钢铁行<br>业标准 |                  |
| 1.小球烧结及厚料层<br>操作                       | ≥<br>650mm      | ≥<br>600mm | ≥<br>550mm | ≥<br>500mm | ≥<br>450mm               | ≥<br>400mm | 三个级别标准均严<br>格    |
| 2.烧结矿显热回收                              | 利用余热锅炉产生蒸汽或余热发电 |            |            |            | 预热点火、保温炉<br>助燃空气或混合<br>料 |            | 相同               |
| 3.烧结机头 SO <sub>2</sub> 产生<br>量,kg/t 产品 | ≤0.7            |            | ≤1.5       |            | ≤3.0                     |            | 相同               |
| 4. 烧结机头烟尘产生<br>量,kg/t 产品               | ≤2.0            |            | ≤3.0       |            | ≤4.0                     |            | 相同               |

## 4 制订标准的依据和主要参考资料

- 1.国家环境保护总局环发[2006]20 号《关于印发 “十一五” 国家环境保护标准规划的通知》及《“十一五期” 期间需要制修订的国家环境保护标准名录》;
- 2.《清洁生产标准 钢铁行业》(2006 年 10 月 1 日起实施, HJ/T189-2006);
- 3.《清洁生产标准编制导则(修改稿)》(HJ/T XXX-200X);
- 4.《中国钢铁工业生产统计指标体系指标解释》(国家冶金工业局, 1999 年);
- 5.《钢铁产业发展政策》(由国家发展改革委组织有关部门制定, 2005 年 7 月 20 日对外公布);
- 6.《促进产业结构调整暂行规定》及《产业结构调整指导目录》(国务院国发[2005]40 号, 2005 年 12 月 2 日);
- 7.《钢铁工业资源综合利用设计规范》(GB55405-2007);
- 8.中国金属学会、中国钢铁工业协会.2006~2020 年中国钢铁工业科学与技术发展指南. 冶金工业出版社

5 制订标准的技术路线

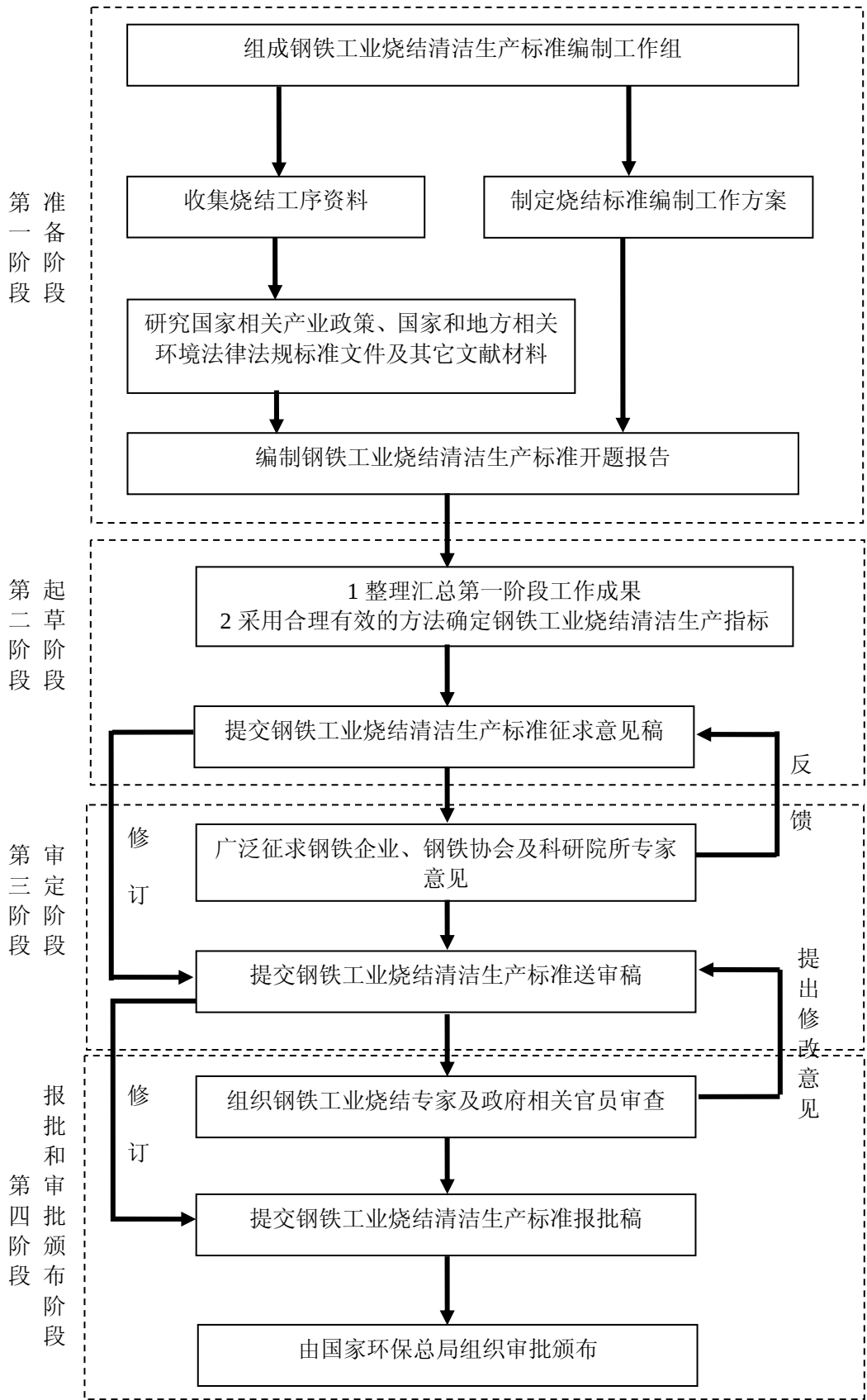


图 2 标准编制技术路线图

## 6 指标确定说明

### 6.1 生产工艺与装备要求

烧结原料及成品系统除尘设施指标是有效控制烧结工艺烟粉尘产生的措施,因此确定了定性指标。烧结铺低料和低温烧结工艺是从提高烧结矿质量、减少烧结生产能耗方面的定性指标。小球烧结及厚料层操作同样是从提高烧结矿质量、减少烧结生产能耗方面的指标,是定量的,是结合《2006~2020 年中国钢铁工业科学与技术发展指南》中的目标值和《清洁生产标准 钢铁行业》的指标数值,结合 2006 年的实际情况,对一、二、三级指标进行了调整。日历作业率是根据全国重点大中型企业 2005 年的统计数据确定的。

### 6.2 资源能源利用指标

本标准以固体燃料消耗和吨矿取水指标考核烧结工艺主要燃料和生产新水消耗情况;烧结工序能耗是综合反映烧结工艺能源消耗的指标。此外烧结生产还会产生余热,因此设置了烧结矿显热回收指标。

烧结工序能耗是根据全国重点大中型企业 2005 年的统计数据,由于 2006 年电力折标煤系数调整,因此进一步结合 2006 年的统计数据确定本标准值。固体燃料消耗指标是根据全国重点大中型企业 2005 年的统计数据确定的。入炉铁矿品位是根据全国重点大中型企业 2005 年和 2006 年上半年的统计数据汇总确定的。根据《钢铁企业节水设计规范(征求意见稿)》中对大、中和小型烧结取水量的控制指标并结合专家意见,确定本标准各级指标值。烧结矿显热回收指标是定性指标,该值与《清洁生产标准 钢铁行业》指标值一致。

### 6.3 产品指标

精料是高炉炼铁的基础,国内外炼铁界公认高炉炼铁的精料技术水平包括“高、熟、净、小、均、稳、少、好”等八个方面,其中“高”是指入炉矿石含铁品位要高,焦炭、烧结矿强度要高(转鼓指数),烧结矿的碱度要高,因此本标准设置了烧结矿品位、转鼓指数和碱度三个指标反映烧结矿质量指标。此外产品合格率是反映企业技术装备水平、管理水平的指标。以上指标均是根据全国重点大中型企业 2005 年和 2006 年的统计数据并结合专家意见汇总确定。

### 6.4 污染物产生指标

烧结工艺生产过程中产生的大气污染物主要为烟粉尘和  $\text{SO}_2$ ,因此本标准设置了烧结机头、机尾吨矿烟粉尘排放量和吨矿  $\text{SO}_2$  排放量,烧结机头排放烟尘量占机头、机尾排放量的 70%~80%, $\text{SO}_2$  主要来自于烧结机头,因此设置了烧结机头烟尘产生量和烧结机头  $\text{SO}_2$  产生量。烧结原燃料场扬尘是重要的污染源,因此增加无组织粉尘排放定性控制措施,并在此基础上结合无组织粉尘排放浓度监测,对该部分污染源加以控制。烧结工艺生产过程中还可能会排放少量废水,因此设置了吨矿废水排放量指标。

烧结机头烟尘产生量和烧结机头  $\text{SO}_2$  产生量指标值与《清洁生产标准 钢铁行业》指标值一致。烧结机头、机尾吨矿烟粉尘排放量和吨矿  $\text{SO}_2$  排放量是结合企业烧结工艺排放量确定的。烧结生产用水主要包括抽风机、环冷机、热筛、混合机、造球机、物料加湿搅拌除尘等用户,这部分水大部分能够循环使用和串级使用,因此一、二级指标确定为不排废水;三级指标结合《钢铁工业水污染物排放标准》中对烧结工艺排水量的要求,该标准中规定无论缺水或丰水区烧结工艺排水量均为  $0.01\text{m}^3/\text{t 矿}$ ,因此确定本指标三级数值为  $0.01\text{m}^3/\text{t 矿}$ 。

## 6.5 废物回收利用指标

烧结工艺生产中主要产生的固体废物为除尘灰，因此本标准设置了烧结粉尘回收利用率指标。在统计的 50 家企业，除 3 家没有达到 100%外，其余均为 100%，平均值为 99.5%，因此确定一、二级均为 100%，三级为 95%。

## 6.6 环境管理要求

随着我国环保法律、法规的法律体系及执法体系的不断健全和完善，环境管理对企业的生存和发展起着至关重要的作用，因此，成为企业清洁生产的重要组成部分。

一级指标要建立国际标准化环境管理体系 ISO14001。

二级指标要对生产过程中的环境因素进行控制，有严格的操作规程，建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和各种环境管理制度。

三级指标要对生产过程中的主要环境因素进行控制，有操作规程，建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和必要环境管理制度。

# 7 标准实施的可行性

## 7.1 标准的经济分析

本标准包括定性和定量要求。其中定性要求主要从环境管理角度考核，不需要大量资金的投入。另一类指标是定量要求，其指标用数值表达，例如：烧结工序能耗、转鼓指数、碱度等，这些指标是钢铁行业内部考核的技术经济指标，因此不会给企业增加任何经济负担。至于定量指标吨矿废水排放量、吨矿烟/粉尘和  $\text{SO}_2$  排放量，是行业生产特征污染物，也是国家总量控制污染物，是环境保护部门最常用的指标，企业一般都具有测试分析的条件和能力，不需要另行投资。因此，从经济可行性分析，本标准是可行的。

## 7.2 标准实施的技术可行性

本标准的提出从环境保护的角度出发，立足钢铁行业烧结生产工艺，从其所涉及的各个方面进行指标的选取，各指标数值的确定参考了钢铁行业绝大部分企业的实际状况，实现这些指标并不是高不可攀，指标中所列技术均成熟可靠，并有成果实例，只要企业经营管理达到全国平均水平，均可达到三级要求。因此，从技术可行性分析，本标准是可行的。

根据对 2005 年和 2006 年全国重点大中型钢铁企业统计数据，对部分定量指标数据汇总如下：

| 清洁生产指标等级                  | 一级           | 二级 | 三级 |
|---------------------------|--------------|----|----|
| <b>一、生产工艺与装备要求</b>        |              |    |    |
| 有效面积利用系数, $t/m^2 \cdot h$ | 10           | 31 | 51 |
| 日历作业率, %                  | 0            | 13 | 38 |
| <b>二、资源能源利用指标</b>         |              |    |    |
| 烧结工序能耗, $kgce/t$ (2006 年) | 2            | 10 | —  |
| 固体燃料消耗, $kg/t$            | 2            | 12 | 33 |
| <b>三、产品指标</b>             |              |    |    |
| 烧结矿品位, %                  | 0            | 18 | 29 |
| 转鼓指数, %                   | 3            | 10 | 32 |
| 碱度, 倍                     | 5            | 23 | 35 |
| 产品合格率, %                  | 3            | 12 | 32 |
| <b>四、废物回收利用指标</b>         |              |    |    |
| 烧结粉尘回收利用率, %              | 47 (共计 50 家) |    | —  |

## 8 标准的实施建议

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。

新建企业应达到清洁生产二级以上水平。

## 9 标准反馈意见及处理说明