

**《清洁生产标准 钢铁行业(高炉炼铁)》
(征求意见稿)
编制说明**

《清洁生产标准 钢铁行业(高炉炼铁)》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.....	4
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(高炉炼铁)》编制说明

1 现状和发展趋势

高炉炼铁是以烧结矿、球团矿为原料，与燃料焦炭和熔剂石灰石等按一定比例配料、称量后送往高炉炉顶布料，由热风炉向高炉炉缸鼓入热风助焦炭燃烧，炉内原、燃料在高温下熔化而逐渐下降；在炉料下降、煤气上升过程中，先后发生传热、还原、熔化、渗碳作用生成铁水；烧结矿等原料中的杂质与炉内熔剂结合生成渣液，当炉内铁水和渣液达到一定量时从高炉排出。高炉渣采用水力冲渣，使其生成水渣；铁水送炼钢车间。高炉炼铁生产主要工艺流程见图 1。

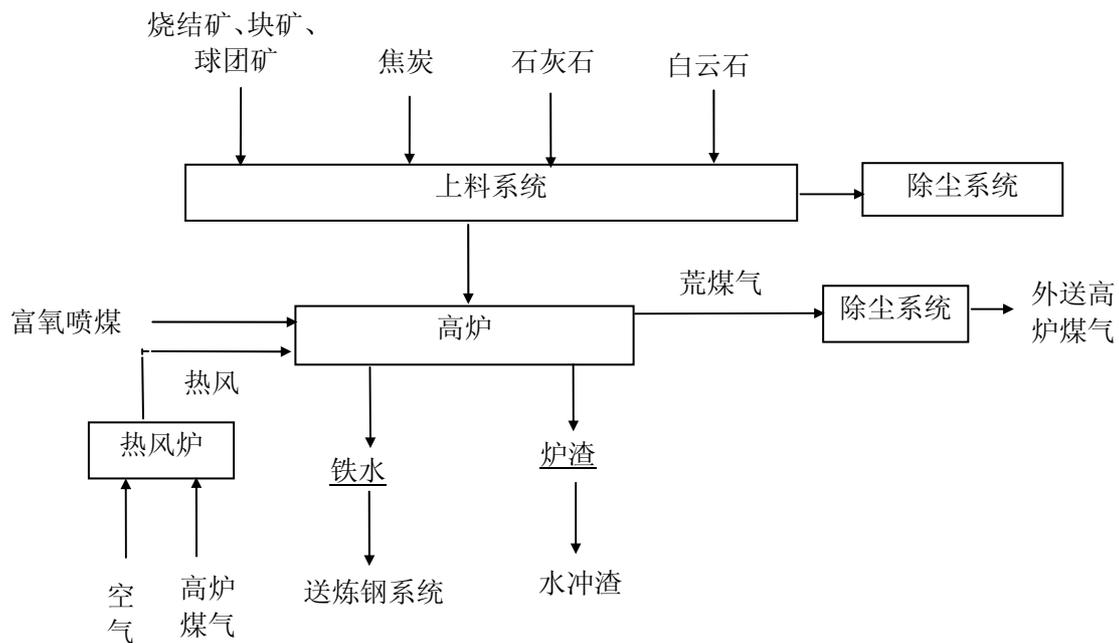


图 1 炼铁生产工艺流程示意图

1.1 炼铁工艺现状

2006 年全国生铁产量为 4.0416 万吨，比去年同期增长 19.78%，高于钢产量的增幅 (18.48%)，保持了 2005 年以来全国生铁产量大幅度增长的态势。但中国炼铁工业的现状是处于多种层次、不同生产结构，不同生产技术水平共同发展阶段。全国有 500 多家炼铁企业，约有 1100 多座高炉，平均炉容 580m³，仅为日本高炉平均炉容的七分之一。全国大于 1000m³ 以上容积的高炉只有 110 座，而大于 300m³ 容积高炉只有 370 多座，大多数高炉的容积是属于应当淘汰的 300m³ 容积以下，其产能在 9980 万吨/年。

在产量增长的同时，全国重点钢铁企业炼铁生产技术经济指标也得到了不同程度的改善。

(1) 炼铁系统能耗在降低

由于炼铁工艺的特点，其能源消耗占钢铁联合企业各工序(包括烧结、焦化、炼铁、转炉炼钢、轧钢)总能耗的 63%，占有相当大的比重。近年来我国重点钢铁企业炼铁工序能耗在不断下降。2006 年全国炼铁工序能耗为 430.59kgce/t，比 2005 年有较大幅度下降。但是，

这里有国家调整电力折标准煤系数的因素（电力的折标系数从 0.404 kgce/kWh 降到 0.1229 kgce /kWh，电力在钢铁工业中占能耗比例在 26%，约使各工序能耗下降 17%左右）。

(2) 入炉焦比在下降

2006 年全国重点钢铁企业炼铁入炉焦比为 396 kg/t，比上年同期下降 16 kg/t。近年来，全国重点钢铁企业焦比降低的原因，一是入炉矿品位上升 0.1%，二是热风温度升高 7℃，三是高炉操作技术水平（特别是大高炉）进入成熟阶段，高炉顺行得到改善（焦炭质量的提高创造出有利条件），采用适宜的上下部调剂手段，使煤气利用率得到提高（CO 含量每升高 0.5%，可减少燃料消耗 10 kg/t），以及冶炼低硅铁的效果（生铁含 Si 每降低 0.1%，焦比下降 4~5 kg/t）。

(3) 热风温度在不断提高

2006 年全国重点钢铁企业热风温度为 1100℃。全国有宝钢、梅山高炉风温超过了 1200℃，有 7 个企业风温超过 1150℃。但是，我国风温偏低，与国际先进水平相差 100~150℃，仍然是我国炼铁技术中与国际先进水平差距最大的地方。

(4) 高炉喷煤取得新进展

2006 年全国重点钢铁企业喷煤比为 135kg/t，比去年同期升高 11kg/t。提高喷煤比的技术措施是：提高入炉矿含铁品位，降低渣量，可有效地提高炉料的透气性；提高风温，脱湿鼓风，富氧（在 130kg/t 以下煤比，可不富氧），提高焦炭和原料质量，提高高炉操作水平和优选喷煤种类等。

(5) 高炉利用系数得到提高

2006 年上半年全国重点钢铁企业高炉利用系数为 2.672 t/m³·d，比去年同期提高 0.127 t/m³·d。近年来，我国大高炉操作技术水平有较大的提高，实现了在外围条件变化较大的情况下，高炉能够稳定顺行。

(6) 高炉炼铁原燃料质量有所改善

近年来，由于生铁产量的高速增长，造成全球原燃料供应紧张，成份不稳定，给高炉生产带来负面影响。但是，我国炼铁工作者认真总结经验教训，不断提升高炉操作技术水平，克服了原燃料质量造成的负面影响，使我国高炉技术经济指标得到改善。2005 年全国烧结矿，焦炭质量有所提高。2006 年上半年，全国重点钢铁企业烧结矿碱度为 1.945，比去年同期提高 0.044。高碱度烧结矿有强度高，还原性好等全面优点。一些企业增加碱性球团矿和天然块矿的配比，也需要用高碱度烧结矿来调节炉渣碱度。

2006 年上半年全国重点钢铁企业焦炭 M40 为 82.91%，比上年同期提高 1.36%，是近 5 年来最好水平；M10 为 7.19%，创造出历史最好水平；灰分为 12.89%。

(7) 高炉炉料结构得到进一步优化

近年来，我国球团生产能力和进口球团矿不断增加。随着我国生铁产量的高速增长，我国球团矿产量和进口球团量均在增加，至 2005 年球团矿配比已超过了 12%。目前，我国投产和在建的链蓖机-回转窑生产球团设备有 33 条生产线，其能力在 4700 万吨/年。这些设备投产之后，炉料结构中的球团配比将会超过 20%。这将会促进我国高炉入炉矿品位的提高，同时也会促使烧结矿碱度的提高。

随着高品位进口矿量的增加，高炉炉料中使用天然块矿的比例也在增加。因为这会有效地提高高炉入炉矿品位的提高，同时也会减少造块过程中对环境的污染和减少能源消耗。

(8) 环境现状

回 出铁场除尘

出铁时出铁场会排放 400~1500g/t 铁的粉尘, 经过滤袋除尘后其粉尘排放可减少至 2~85g/t 铁。我国新建及重点大中型钢铁企业设有出铁场除尘, 但除尘效果有差异, 而一批中小企业尚没有出铁场除尘设施。

回 热风炉环境污染

在炼铁系统中热风炉是排放废气的大户, 是 NO_x 物排放的主要来源, 其排放浓度为 70~400mg/m³(标态)。此外 SO_2 排放为 20~250g/t 铁; 炉尘排放为 3~6g/t 铁, 但目前很多企业采用除尘后的煤气作为热风炉的燃料, 大大减少了 SO_2 和尘的排放。

回 湿法除尘产生的废水

湿法除尘会产生污染的废水, 其中含少量的氰化物和挥发酚可能会造成水质的污染, 湿污泥可脱水后返回烧结。

我国已有一批高炉采用了干法降尘技术, 与湿法除尘相比节电 70%, 节水 9 m³/t 铁, 除尘效率达 99% 以上, 出口煤气含尘可达 10mg/m³(标态)。

回 高炉矿渣利用

高炉矿渣量占钢铁工业各种固体废物总量的 17.7%。我国高炉渣铁比在 265~770kg/t。高炉矿渣可以经粘化做水泥混合料, 经细化破碎可用作混凝土混合料(可提高水泥标号), 粘化的高炉矿渣可做渣砖, 制作硅肥, 慢冷的矿渣可作混凝土骨料, 修路材料, 也可以制成渣棉、铸石、微晶玻璃原料等。2005 年我国高炉矿渣的综合利用率达到 92.63%。

1.2 最新技术进展

(1) 降低焦比

炼铁能源的消耗, 约占整个钢铁生产能源消耗的 63%。降低炼铁的能源消耗, 可有效地减少钢铁产品中的能源成本和废气排放量。节能的重点是降低炼铁焦比。焦比的降低还具有间接减少炼焦生产污染的效应。

(2) 高炉炉顶余压发电

为了回收高炉煤气的物理能, 设置高炉炉顶余压透平设施(以下简称 TRT), 将煤气的压力能、热能转换为电能, 是一种回收能源的有效方法。如采用干法除尘, 则进入干式透平机的煤气湿含量很少, 煤气温度可达到 150℃ 左右, 余压发电量将增加 30% 以上。

(3) 炼铁废水零排放技术

生铁冶炼是钢铁生产的主要工艺过程之一, 其生产用水量 and 外排废水量, 在钢铁企业中占有很大比重。据统计, 我国钢铁企业中炼铁厂生产用水约占钢铁企业用水总量的 22.5%。

炼铁废水零排放技术是按照炼铁生产工艺的不同要求, 先正确给定用水水质条件, 再根据其废水的不同性质进行合理分流、按单元净化, 并采用先进的水质稳定技术和恰当的水处理工艺, 统一规划, 综合平衡, 使各循环系统的排污水串级使用, 最终实现废水零排放。这就彻底解决了炼铁废水对水环境的污染, 大大节约了新水用量。

(4) 高炉煤气干法除尘

干式布袋除尘是近年来发展起来的净化高炉煤气的好方法, 它具有工艺流程简单, 净化效果好, 节能、节水、减少环境污染, 运行费用低, 占地少等优点。高炉煤气使用干法净化已成为世界炼铁工业发展趋势。

高炉煤气干法除尘是以静电除尘器或布袋除尘器代替水洗涤。采用干法除尘, 每 1000m³ 煤气可节约除尘用水 5m³。干法除尘能更有效地降低煤气含尘量, 并消除了处理含悬浮物

(600-3000mg/l)及酚、氰等有毒有害物质的洗涤水。TRT 使用干法除尘的高炉煤气，比使用湿法除尘的煤气可提高出力 30%。

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炼铁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》，制定了高炉炼铁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炼铁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（高炉炼铁）》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高炉炼铁清洁生产标准起草阶段的工作，先后完成了制定高炉炼铁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（高炉炼铁）》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 年的高炉炼铁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。本标准适用于高炉炼铁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》中与高炉炼铁工艺有关的指标纳入本标准中，并结合高炉炼铁工艺的现状，对个别数据进行了调整，具体见下表。

指标等级 清洁生产指标	一级		二级		三级		本标准与钢铁行业标准比较
	本标 准	钢铁行 业标准	本标 准	钢铁行 业标准	本标 准	钢铁行 业标准	
1.高炉炉顶煤气余压发电(TRT)	100%装备		80%装备		60%装备		相同
2.入炉焦比, kg/t	≤300		≤370	≤380	≤400	≤420	二、三级严格
3.高炉喷煤量, kg/t	≥200		≥150		≥130	≥120	三级严格
4.高炉渣利用率,%	100		100	≥95	≥95	≥90	二级、三级严格

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

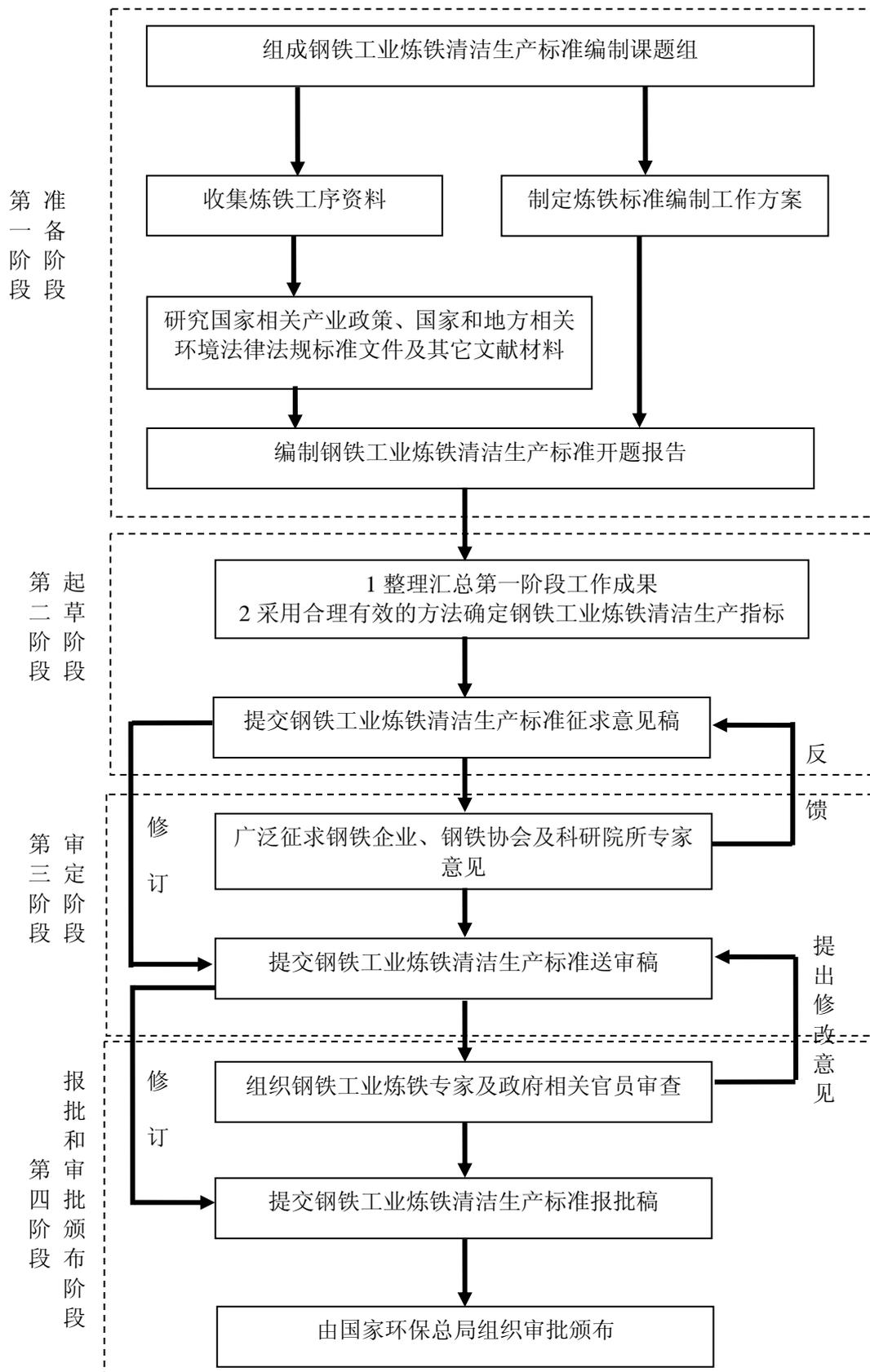


图2 标准编制技术路线图

6 指标确定说明

6.1 生产工艺与装备要求

出铁场除尘和高炉原料系统除尘设施指标是有效控制粉尘产生的措施,因此确定了定性指标。高炉煤气除尘和热风炉双预热技术是从减少炼铁生产用水和节能方面确定了定性指标。平均热风温度和休风率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确定的,其中平均热风温度一级指标结合《2006~2020 年中国钢铁工业科学与技术发展指南》中 2011 至 2020 年目标值 1250℃。由于高炉容积不同,利用系数有差异,因此高炉有效容积利用系数指标,按高炉容积级别进行划分,>4000、2000~4000、1000~2000 和 300~1000m³,各级指标数值的确定是根据近年来各重点大中型钢铁企业不同容积的高炉实际利用系数确定的。

6.2 资源能源利用指标

炼铁工艺主要消耗的资源、能源包括铁矿、焦炭、煤粉、生产用水等,因此设置了入炉焦比、高炉喷煤量、入炉铁矿品位和吨铁取水量等指标;此外炼铁生产还产生余热、余压及二次能源利用等指标,因此又设置了高炉炉顶煤气余压发电、采暖地区进行高炉冲渣水余热回收和高炉煤气放散率三项指标;炼铁工序能耗是综合反映炼铁工艺能源消耗的指标。

炼铁工序能耗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,宝钢可达到 383.5 kgce/t 铁,有 16 家企业能够达到 420 kgce/t 铁以下,平均值达到 437 kgce/t 铁,因此确定各级指标值分别为 390、420 和 460 kgce/t 铁。入炉焦比和高炉喷煤量是根据《清洁生产标准 钢铁行业》的指标数值,结合 2006 年的实际情况,对部分二、三级指标进行了调整。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。据统计,全国重点钢铁企业吨铁取水量在 1.9m³/t,先进值在 0.5 以下,因此确定各级指标值为 0.5、1.0 和 2.0 m³/t。高炉煤气放散率是根据 2005 年和 2006 年相关统计数据进行的,2005 年和 2006 年高炉煤气放散率分别为 10.46 和 9.78%,因此确定三级指标为 10%,2006 年有 12 家企业为零排放,因此确定一级为 0。高炉炉顶煤气余压发电指标值与《清洁生产标准 钢铁行业》指标值一致。此外对一、二级指标要求在采暖地区进行高炉冲渣水余热回收利用。

6.3 产品指标

对炼铁工艺的产品铁水设置的指标为生铁合格率,根据全国重点大中型企业 2005 年的统计数据汇总,50%左右的企业生铁合格率可达到 100%,行业平均值为 99.99%,因此一、二级指标确定为 100%,三级指标确定为 99.99%。

6.4 污染物产生指标

炼铁工艺生产过程中产生的大气污染物主要为烟粉尘和 SO₂,因此本标准设置了吨铁烟粉尘排放量、吨铁 SO₂ 排放量指标。出铁场是炼铁工艺产生粉尘的主要污染源,因此设置了吨铁出铁场粉尘产生量指标。炼铁工艺生产过程中还可能会排放少量废水,因此设置了吨铁废水排放量指标。渣铁比是反映炼铁工艺产生高炉渣量的指标。

吨铁烟粉尘、SO₂ 排放量和渣铁比是根据全国重点大中型企业 2005 年的统计数据汇总,按标准确定原则确定各级指标数值。出铁场粉尘排放量是根据炼铁工艺实际产生量确定的。高炉炼铁生产用水主要包括高炉、热风炉炉体冷却,高炉渣粒化、煤气清洗、铸铁机和鼓风

机设备冷却水。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》中对炼铁工艺排水量的要求，该标准中规定缺水区和丰水区炼铁工艺排水量分别为和 $10.0\text{m}^3/\text{t}$ 铁，因此确定本指标三级数值为 $3.0\text{m}^3/\text{t}$ 铁。

6.5 废物回收利用指标

炼铁工艺生产中主要产生高炉渣、高炉瓦斯灰/泥等固体废物，因此本标准设置了高炉渣回收利用率和高炉指标。在《钢铁工业资源综合利用设计规范》(GB50405-2007)中要求高炉槽下采取焦丁回收措施，因此也将该指标纳入本标准。

根据 2005 年的统计，大部分企业高炉渣回收利用率可达到 100%，确定一、二级均为 100%，结合《清洁生产标准 钢铁行业》中本指标的数值，三级提高到 95%。绝大部分企业高炉瓦斯灰/泥回收利用率可达到 100%，因此确定一、二级均为 100%，三级标准确定为 99%。在《钢铁工业资源综合利用设计规范》(GB50405-2007)中要求高炉槽下采取焦丁回收措施，因此对一、二级标准提出本要求。

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。生产工艺与装备要求中的一些定性指标也只针对部分处于国际或国内先进水平的企业；对于高炉炉顶余压发电、高炉煤气除尘等清洁生产技术，虽然投资较大，但回收期不长。另一类指标是定量要求，其指标用数值表达，例如：炼铁工序能耗、入炉焦比、高炉喷煤量等，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。至于定量指标吨铁废水排放量、吨铁烟/粉尘和 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，立足钢铁行业高炉生产工艺，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
一、生产工艺与装备要求			
平均热风温度, °C	0	10	19
休风率%	1	10	32
二、资源能源利用指标			
炼铁工序能耗, kgce/t	0	3	14
入炉焦比, kg/t	1	10	18
高炉喷煤量, kg/t	1	8	25
入炉铁矿品位, %	1	10	34
高炉煤气放散率, %	12	—	—
三、产品指标			
生铁合格率, %	33		41
四、污染物产生指标			
吨铁 SO ₂ 排放量, kg/t	1	6	18
渣铁比 kg/t	1	13	26
五、废物回收利用指标			
高炉渣回收利用率, %	46(共计 53 家企业)		—
高炉瓦斯灰/泥回收利用率, %	53(共计 55 家企业)		—

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