

钢铁工业大气污染物排放标准

烧结（球团）

（征求意见稿）

编制说明

鞍山钢铁集团公司

二〇〇七年九月

目 次

1 任务来源及工作过程	3
1.1 任务来源	3
1.2 工作过程	3
2 制订本标准的必要性	5
2.1 钢铁工业发展概况	5
2.2 现行排放标准存在的主要问题	7
2.3 制订本标准的必要性	9
3 制订本标准的法规政策依据、技术依据及编制原则	9
3.1 法规政策依据	10
3.2 技术依据	14
3.3 编制原则	15
4 烧结(球团)工艺产生的污染物及最佳控制技术	17
4.1 烧结(球团)工艺及产生的污染物	17
4.2 污染物的特点与最佳控制技术	27
5 国内外烧结(球团)工艺大气污染物控制水平调查	29
5.1 国内烧结(球团)工艺大气污染物控制水平调查	29
5.2 国外烧结(球团)工艺大气污染物控制水平调查	36
6 本标准的主要技术内容及确定依据	40
6.1 主要技术内容的确定	40
6.2 制订标准限值的原则	41
6.3 排放限值的确定依据	41
6.4 操作控制要求	48
6.5 环境监测要求	49
6.6 排气筒高度要求	50
7 本标准与现行排放标准及国外标准的比较	50
7.1 烟(粉)尘排放标准比较	50
7.2 SO ₂ 、NO _x 排放标准比较	50
8 本标准与现行法律法规、政策及现行排放标准的关系	51
8.1 与现行法律法规政策的关系	51
8.2 与现行排放标准的关系	51
9 实施本标准的技术经济分析	52
9.1 技术可行性分析	52
9.2 经济可行性分析	56

10 实施本标准的环境效益分析	56
10.1 颗粒物削减效益分析	56
10.2 SO ₂ 削减效益分析	57
10.3 NO _x 削减效益分析	57
11 达标可行性分析	57
11.1 现行标准达标状况分析	57
11.2 现有污染源执行新标准中现源限值的达标状况分析	58
11.3 现有污染源执行新标准中新源限值的达标状况分析	58
12 对实施本标准的建议	59
12.1 技术措施建议	59
12.2 管理措施建议	59
12.3 其他建议	60

钢铁工业大气污染物排放标准 烧结（球团）

编制说明

1 任务来源及工作过程

1.1 任务来源

为完善国家污染物排放标准体系，引导钢铁行业可持续发展，规范和加强钢铁企业污染物排放管理，国家环保总局以环办函[2003]517号文《关于下达钢铁行业污染物排放系列国家标准制订任务的通知》向中钢天澄环保科技股份有限公司等单位下达了制订《钢铁行业污染物排放系列国家标准》的任务，要求按钢铁联合企业的工序流程分为采选、烧结、炼铁、铁合金、炼钢、轧钢和总排口废水等七个分项排放标准。

该系列排放标准的制订由中钢集团天澄环保科技股份有限公司牵头负责，其中“烧结及球团”分项排放标准由鞍山钢铁集团公司承担。

1.2 工作过程

（1）2003年7月14-15日，国家环境保护总局科技司在湖北省武汉市组织召开了“钢铁企业污染物排放标准编制研讨会”，会议达成了共识，即将钢铁企业生产过程的污染控制排放标准按工序分别制订排放标准制订，钢铁行业排放标准体系即由七个具体的排放标准项目组成：采选标准、烧结标准、炼铁标准、铁合金标准、炼钢标准、轧钢标准、联合企业水污染物排放标准。

（2）2003年10月10日，国家环保总局办公厅发布了“环办函[2003]517号”文，即“关于下达钢铁行业污染物排放系列国家标准制订工作任务的通知”，将钢铁行业污染物排放标准的制订任务下达给各承担单位。

（3）2003年11月4~5日国家环保总局在上海举办了钢铁行业和农药行业污染物排放标准起草培训班。介绍国家污染物排放标准制订工作的总体原则和要求，讲解国家污染物排放标准起草工作规范，讨论布置下一步标准起草工作安排。上海会议后，承担单位随即展开了广泛的企业实际情况调研。除函调外，还对宝钢、鞍钢等企业进行了实地调查，掌握了企业生产工艺、环保治理措施等实际情况。

（4）2005年5月18-19日在武汉召开了《钢铁工业污染物排放标准》开题论证会。专家组认真听取了承担单位的汇报，详细审阅了承担单位提交的开题报告材料，经过充分讨论，

提出了专家组意见。开题论证会之后，承担单位对调研和实地调查情况进行了分析、整理，在工艺分析的基础上，根据不同工序可能产生的污染物情况及其危害程度，确定了标准中应当控制的指标。在广泛参阅国内外现有标准和有关资料，并结合典型企业的三废分析结果，以及考虑多数企业环保治理现状和“可获得的最佳技术”等综合因素的前提下，提出了《钢铁工业污染物排放标准》初稿（2005年7月初稿第一稿，根据国家环保总局及有关单位意见，2005年10月初稿第二稿，2006年3月初稿第三稿，2006年5月初稿第四稿）。

（5）2006年5月16～17日在北京召开《钢铁工业污染物排放标准》初稿研讨会，国家环保总局科技标准司、中国钢铁工业协会、中国环科院标准所等单位的专家对《钢铁工业污染物排放标准》初稿进行了初步审查，并以会议纪要的形式提出了修改意见。根据国家环保总局司函环科函【2006】41号《关于印发国家钢铁工业污染物排放标准研讨会纪要的函》，标准编制单位对《钢铁工业污染物排放标准》初稿进行了修改、补充、完善，于2006年11月形成《钢铁工业污染物排放标准》（征求意见稿——第一稿）报国家环保总局科技标准司标准处。

（6）2007年5月，根据国家环保总局公告第16号文、第17号文，又对《钢铁工业污染物排放标准》（征求意见稿 第一稿）进行了修改，于2007年7月形成《钢铁工业污染物排放标准》（征求意见稿 第二稿）报国家环保总局科技标准司标准处。

（7）2007年9月7～20日，国家环保总局科技标准司标准处在北京召开了《重点行业国家污染物排放标准制修订工作会议》，按照会议精神，《钢铁工业污染物排放标准》（征求意见稿 第二稿）作出了结构性调整，将原来第二稿中烧结、炼铁、铁合金、炼钢、轧钢标准中的废水标准抽离出来，合并到《钢铁工业水污染物排放标准 联合企业》中，名称改为《钢铁工业水污染物排放标准》。各标准名称也相应改为《钢铁工业大气污染物排放标准 烧结》、《钢铁工业大气污染物排放标准 炼铁》、《钢铁工业大气污染物排放标准 铁合金》、《钢铁工业大气污染物排放标准 轧钢》，各标准的编制说明也按照国家环保总局公告第41号文《国家环境保护标准制修订工作管理办法》和结构调整后的标准进行了修订，最终形成《钢铁工业污染物排放标准》（征求意见稿 第三稿）报国家环保总局科技标准司标准处。

本标准制订的技术路线见图1。

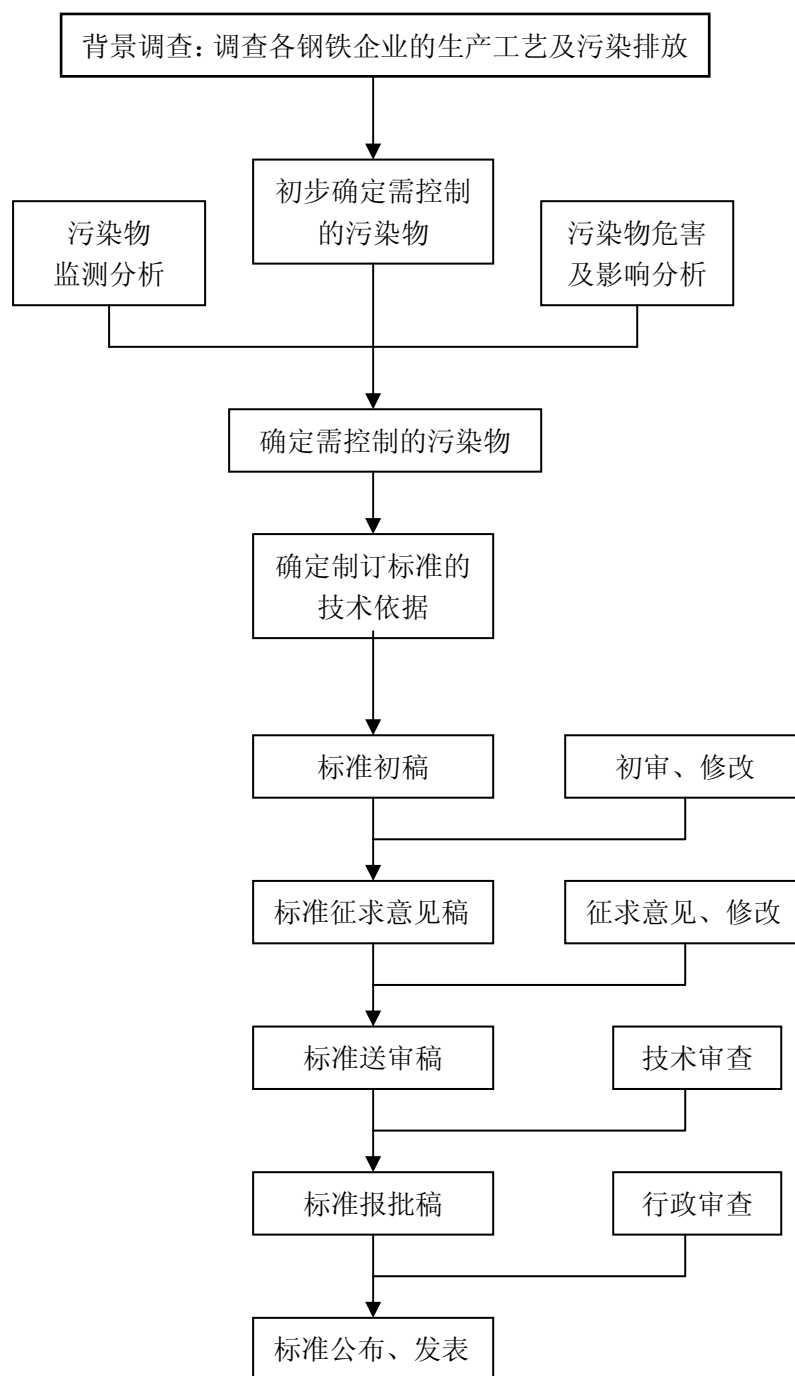


图1. 本标准制订的技术路线

2 制订本标准的必要性

2.1 钢铁工业发展概况

我国钢铁工业经历了一个不平凡的发展历程，改革开放以来取得了举世瞩目的成就。建国初期，我国粗钢产量只有 15.8 万 t、1996 年达到了 1.01 亿 t，实现第一个 1 亿 t 用了 46

年时间；2003 年达到了 2.2 亿 t，实现第二个 1 亿 t 只用了 7 年时间；2005 年粗钢产量达到了 3.5 亿 t，实现第三个 1 亿 t 仅用了 2 年时间；2006 年达到了 4.2 亿 t，预计 2007 年将达到或超过 4.8 亿 t。我国钢铁工业的发展势头十分迅猛，虽然新的《钢铁工业发展政策》已经出台，近几年的发展速度将会有所放缓，但仍然处在快速发展时期。

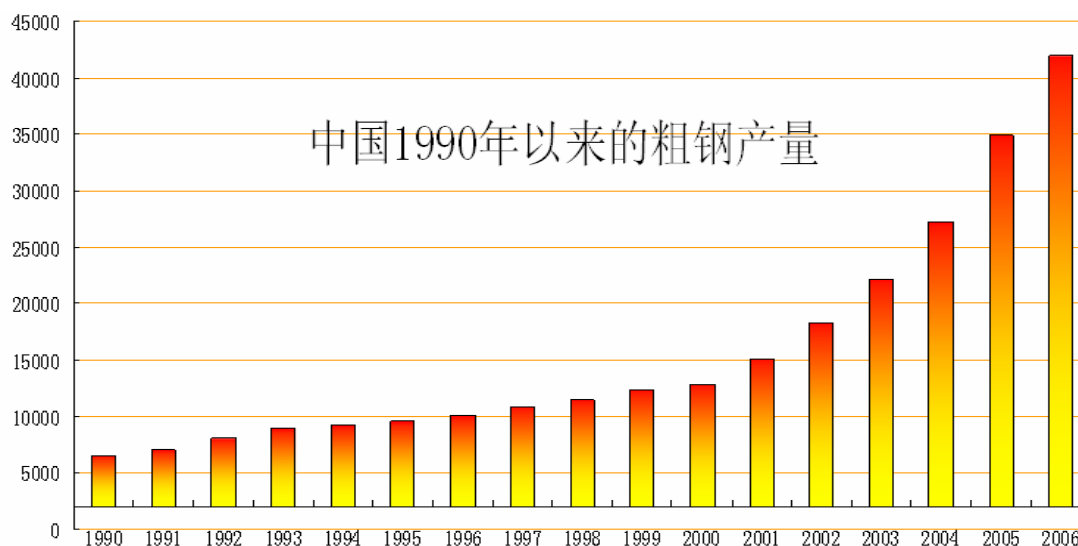


图2. 中国1990年以来的粗钢产量

我国钢产量已经连续 10 多年居世界第一，今后一个较长时期仍会稳居世界第一，实现了钢铁大国之梦，为我国国民经济的发展做出了重大贡献，但却未能实现钢铁大国向钢铁强国的转变。另一方面，我国钢铁工业中低水平生产能力仍占相当的比重，这类低水平的生产装备环境污染也相对严重。从世界钢铁产业发展的大趋势来看，我国钢铁产业集中度非常低、而进一步走低趋势十分明显，并由此导致了资源配置不合理、竞争能力低下，单位产量的能耗、物耗及污染物的排放量居高不下，不仅严重制约着整体竞争力的提高，同时也大大削弱了我国钢铁工业在国际市场上的地位和作用。

钢铁工业，是资源、能源密集型产业，其特点是产业规模大、生产工艺流程长，从矿石开采到产品的最终加工，需要经过很多生产工序，其中的一些主体工序资源、能源消耗量都很大，污染物排放量也比较大。同时，由于传统冶金生产工艺技术发展的局限性以及我国多年来基本上延续以粗放生产为经济增长方式，整体工艺技术装备水平落后，导致钢铁工业一直成为国内几大重点污染行业之一。据不完全统计，2004 年我国钢铁工业排放 SO_2 84.4 万 t (占全国总排放量的 3.7%)、烟粉尘 72.3 万 t (占全国总排放量的 3.7%)、废水量 18.7 亿 m^3 (占全国总排放量的 3.9%)，吨钢排放量分别为 3.1kg、2.7kg 和 6.9 m^3 ，远落后于发达国家。

为了钢铁工业的可持续发展和落实科学发展观，国家发改委于 2005 年 7 月新出台了《钢铁产业发展政策》，对钢铁工业发展循环经济、节约能源和资源、走可持续发展道路提出了更高的目标和更具体的要求。“十一五”期间及以后，我国的钢铁工业将会进入一个全新的健康发展时期，淘汰落后和企业间兼并重组的步伐将会进一步加快，将初步实现钢铁大国向钢铁强国的转变。在这种由“大”变“强”的发展过程中，必将会有一批生产装备落后、资源能源消耗高、环境污染严重、小而弱的钢铁企业被淘汰出局。

2.2 现行排放标准存在的主要问题

目前，钢铁工业执行的污染物排放标准主要有《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-92)、《炼焦炉大气污染物排放标准》(GB16171-1996)、《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)、《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-90)等多项标准，已经实施了 11 至 17 年。这些排放标准都是 20 世纪 90 年前后代制订的，对控制我国钢铁行业的污染物排放和推动国内钢铁工业的技术进步发挥了重要作用。但随着我国钢铁工业的迅猛发展和近几年的结构性调整及生产格局的变化，一系列清洁生产工艺技术和末端治理技术的飞速发展，现行排放标准已远远落后于技术发展的进步，已经无法适应 21 世纪新形势下的钢铁工业环境保护要求。

1) 现行排放标准不符合走新型工业化道路和可持续发展战略要求

钢铁工业是国民经济的重要基础工业，又属高能耗重污染行业，要实现整个社会的和谐发展，中国钢铁工业就必须走新型工业化道路，必须实施可持续发展战略，必须转变粗放型的经济发展方式，要走一条科技含量高、经济效益好、生活富裕、生态良好、人与自然和谐的文明发展道路。同时，中国又是一个人均资源量匮乏的大国，也只有走最有效利用资源和保护环境为基础的循环经济之路，才有可能实现钢铁工业的可持续发展。

这样，我国钢铁工业未来的发展就必须抓住两个方面：一是根据新出台的产业政策和相关技术政策实施技术改造和结构性调整，二是严格排放限值、大幅度削减污染物排放量。目前执行的钢铁工业污染物排放标准已不可能适应这种新的发展形势。

2) 现行排放标准不适应我国的环境形势

我国当前环境形势依然相当严峻，全国污染物排放总量仍然很大，主要污染物排放量超过环境承载能力；长期积累的环境问题尚未很好的解决，新的环境问题又在不断产生，一些

地区的环境质量仍在恶化、有的甚至已经到了极为严重的程度：水、气、土壤等污染日益加重，1/5 的城市空气污染严重、1/3 的国土面积受到酸雨影响；发达国家上百年工业化过程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，给人民的的生活和健康造成了严重影响。近年发生的一些污染事件在国内、国外都造成了极大的负面影响，同时也为我们敲响了警钟。

要改善我国的环境质量，就必须大幅度削减污染物排放总量。钢铁工业属重污染行业之一，削减污染物排放量就首当其冲，目前现行的钢铁工业污染物排放标准无法适应这种新要求。

3) 现行标准过于宽松，已远落后于目前的技术水平

如《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）钢铁冶炼类烟尘排放标准为 100~150mg/m³，在目前的常规环保投资水平条件下，这类烟粉尘的实际排放浓度通常可低于 20mg/m³ 甚至 10mg/m³，排放标准已远落后于目前的环保技术水平。

4) 现行排放与功能区对号入座，越发加重了污染地区的环境负担

环境空气三类功能区本来污染就比较严重，废气执行三类排放标准较二级标准宽 50%，客观上就进一步加剧了这些地区的环境污染，不利于改善环境质量。

“低功能低保护”的排放标准思路不符合我国的环境政策、也不符合我国的环境质量现状形势，不利于促进环保技术的进步和清洁生产技术的实施，无法做到与时俱进。

5) 现行排放标准保护了“落后”，不利于钢铁工业的健康发展和科学发展观的落实

现行标准是按照建厂时间划分时段的，如电炉烟尘 1997 年 1 月 1 日前建厂二级标准为 150mg/m³、其后建厂二级标准为 100mg/m³，而且未对老厂的技术改造、提高末端治理水平和进一步削减污染物排放量等提出要求，客观上过分保护了早期建厂的落后企业，不利于清洁生产和先进环保技术的推广应用，这种落后的“标准思路”应当摒弃。

近几年，一些地区和企业受利益驱动，违反国家产业政策大量重复建设、低水平建设钢铁生产能力，甚至大量建设国家明令淘汰和禁止发展的生产装备，不仅造成了资源能源浪费和严重环境污染，危害了人民身体健康；假冒伪劣钢材充斥市场，已成为人民生命财产安全的重大隐患；并由此导致了产能的进一步过剩、竞争无序，甚至造成金融风险和社会、经济等其他方面的隐患。现行排放标准过于宽松，不利于淘汰消耗高、效率低、污染严重的落后

工艺装备和生产能力，不利于我国钢铁工业的健康发展，更不利于科学发展观的落实。

6) 现行标准远落后于发达国家标准

从钢铁工业排放标准的内容来看，有的国家（如美国）就规定得非常详细、非常具体，不仅规定了每道生产工序的排放限值，甚至对不同的排放点都作了规定，而我国钢铁工业现行排放标准则显得过于粗糙。

从排放限值来看，如转炉二次烟尘和电炉烟尘排放浓度限值，美国分别为 $7\sim 23\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $4.6\sim 11.5\text{mg}/\text{m}^3$ ，日本为 $20\sim 40\text{mg}/\text{m}^3$ ，德国电炉烟尘为 $5\sim 15\text{mg}/\text{m}^3$ 、英国为 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。而我国现行排放标准不仅落后于发达国家，而且还远落后于国内常规投资条件下的末端治理技术水平。

7) 现行标准已经阻碍了环保设施能力的发挥、加剧了环境污染

一些企业电炉烟尘和转炉二次烟尘经布袋除尘器净化以后排放浓度在 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 左右甚至更高，但仍属“达标排放”。由于标准过于宽松，严重影响了环保设施能力的正常发挥，未能有效削减污染物的排放量，加剧了企业所在地的环境污染。

8) 现行排放标准无法适应目前节能减排形势的需要

国家《节能减排综合性工作方案》中提出，我国将加快淘汰钢铁工业 10000 万 t 炼铁、5000 万 t 炼钢落后生产能力，并制订了分地区分年度具体工作方案。同时指出：对不按期淘汰的企业地方各级人民政府要依法予以关停，有关部门依法吊销生产许可证和排污许可证并予以公布，电力供应企业依法停止供电；对没有完成淘汰落后产能任务的地区，严格控制国家安排投资的项目，实行项目“区域限批”。

针对目前的这种紧迫形势，现行钢铁行业排放标准则显得无能为力，远远不能适应这种环境形势。

2.3 制订本标准的必要性

从以上我国钢铁工业的发展形势和国内的环境保护形势、节能减排形势来看，根据国家现行环保法规、现行钢铁产业发展政策、目前国内环境保护形势和钢铁工业的技术水平，有针对性地制订一套技术先进、经济合理、环境容许、实践可行，且符合清洁生产和节能减排要求的排放标准，是十分必要的，而且已是迫在眉睫。

3 制订本标准的法规政策依据、技术依据及编制原则

3.1 法规政策依据

3.1.1 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环境质量标准和国家经济、技术条件、制定国家污染物排放标准。

3.1.2 中华人民共和国大气污染防治法

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。

第三十六条规定：向大气排放粉尘的排污单位，必须采取除尘措施。严格限制向大气排放含有毒物质的废气和粉尘；确需排放的，必须经过净化处理，不超过规定的排放标准。

3.1.3 中华人民共和国清洁生产促进法

第十二条规定：国家对浪费资源和严重污染环境的落后生产技术、工艺、设备和产品实行限期淘汰制度。

第十八条规定：新建、改建和扩建项目应当进行环境影响评价，对原料使用、资源消耗、资源综合利用以及污染物产生与处置等进行分析论证，优先采用资源利用率高以及污染物产生量少的清洁生产技术、工艺和设备。

第十九条规定：企业在进行技术改造过程中，应当采取以下清洁生产措施：（一）采用无毒、无害或者低毒、低害的原料，替代毒性大、危害严重的原料；（二）采用资源利用率高、污染物产生量少的工艺和设备，替代资源利用率低、污染物产生量多的工艺和设备；（三）对生产过程中产生的废物、废水和余热等进行综合利用或者循环使用；（四）采用能够达到国家或者地方规定的污染物排放标准和污染物排放总量控制指标的污染防治技术。

3.1.4 国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知

“控制高耗能、高污染行业过快增长。严格控制新建高耗能、高污染项目。严把土地、信贷两个闸门，提高节能环保市场准入门槛。

“加快淘汰落后生产能力。加大淘汰电力、钢铁、建材、电解铝、铁合金、电石、焦炭、煤炭、平板玻璃等行业落后产能的力度。

“建立落后产能退出机制，有条件的地方要安排资金支持淘汰落后产能……

“修订《产业结构调整指导目录》，鼓励发展低能耗、低污染的先进生产能力。根据不同行业情况，适当提高建设项目在土地、环保、节能、技术、安全等方面的准入标准。

“完善节能和环保标准。研究制订高耗能产品能耗限额强制性国家标准……”

3.1.5 钢铁产业发展政策

第三条：通过钢铁产业组织结构调整，提高产业集中度……最大限度地提高废气、废水、废物的综合利用水平，力争实现“零排放”，建立循环型钢铁工厂。

第十条：不再单独建设新的钢铁联合企业、独立炼铁厂、炼钢厂，不提倡建设独立轧钢厂。

第十二条：为确保钢铁工业产业升级和实现可持续发展，防止低水平重复建设，对钢铁工业装备水平和技术经济指标准入条件规定如下，现有企业要通过技术改造努力达标：烧结机使用面积 180 平方米及以上，焦炉炭化室高度 6 米及以上，高炉有效容积 1000 立方米及以上，转炉公称容量 120 吨及以上，电炉公称容量 70 吨及以上。

沿海深水港地区建设钢铁项目，高炉有效容积要大于 3000 立方米；转炉公称容量大于 200 吨，钢生产规模 800 万吨及以上。钢铁联合企业技术经济指标达到：吨钢综合能耗高炉流程低于 0.7 吨标煤，电炉流程低于 0.4 吨标煤，吨钢耗新水高炉流程低于 6 吨，电炉流程低于 3 吨，水循环利用率 95%以上。其他钢铁企业工序能耗指标要达到重点大中型钢铁企业平均水平。

第十三条：所有生产企业必须达到国家和地方污染物排放标准，建设项目主要污染物排放总量控制指标要严格执行经批准的环境影响评价报告书（表）的规定，对超过核定的污染物排放指标和总量的，不准生产运行。

第十七条：加快淘汰并禁止新建土烧结、土焦（含改良焦）、化铁炼钢、热烧结矿、容积 300 立方米及以下高炉（专业铸铁管厂除外）、公称容量 20 吨及以下转炉、公称容量 20 吨及以下电炉（机械铸造和生产高合金钢产品除外）……中频感应炉等落后工艺技术装备。

3.1.6 产业结构调整指导目录(2005 年本)

第一类，鼓励类（钢铁）：120 万吨/年以上大型链篦机回转窑和带式球团焙烧机等氧化球团生产

第二类，限制类（钢铁）：180 平方米以下烧结机项目

第三类，淘汰类（钢铁）：土烧结矿、热烧结矿、30 平方米以下烧结机（2005 年）、环

保不达标的冶金炉窑（2005 年）

注：括号内年份为淘汰期限，淘汰期限为 2006 年是指应于 2006 年底前淘汰，其余类推；未标淘汰期限或淘汰计划的条目为国家产业政策已明令淘汰或立即淘汰。

3.1.7 国家环境保护标准制修订工作管理办法

第六条 标准制修订工作遵循下列基本原则：（一）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；（二）有利于保护生活环境、生态环境和人体健康；（三）有利于形成完整、协调的环境保护标准体系；（四）有利于相关法律、法规和规范性文件的实施；（五）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；（六）以科学研究成果和实践经验为依据，内容科学、合理、可行；（七）根据本国实际情况，可参照采用国外相关标准、技术法规；（八）制订过程和技术内容应公开、公平、公正。

第七条 ……承担标准制修订工作的单位，应根据第六条确定的标准制修订工作基本原则，结合标准制修订项目的具体情况，在标准制修订工作中，开展相关的调查、研究、咨询、论证、试验等工作。在充分掌握与标准有关的基本情况后，编制标准。在标准制修订工作中，不得弄虚作假，不得篡改或捏造数据。

第八条 标准制修订工作按下列基本程序进行……

第二十七条 在污染物排放（控制）标准制修订工作中，要按照以环境保护优化经济增长的要求，妥善处理经济发展与环境保护之间的关系……确定标准的适用范围和控制项目，根据行业主要生产工艺、污染治理技术和排放污染物的特点，提出标准草案，并对标准中排放限值进行成本效益分析……预测行业达标率。

第二十八条 各类标准的技术内容应具有普遍适用性和通用性。

3.1.8 加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见

“按照我国现行环境保护法律确立的排放标准体系，国家污染物排放标准包括水污染物排放标准、大气污染物排放标准、噪声排放标准、固体废物污染控制标准、放射性和电磁辐射污染防治标准。制定排放标准应符合有关法律、法规的规定并与现行排放标准体系相协调。

“排放水污染物、大气污染物、噪声的行为和固体废物的污染控制要求分别适用不同的法律，原则上应分别制定排放标准……

“当行业排放的污染物存在在水、气介质之间转移的可能时，其排放控制要求可纳入一个排放标准中。

“对固体废物处理处置过程中产生的水污染物和大气污染物的排放控制要求属于排放标准范畴，但可纳入固体废物污染控制标准中。

“应根据行业生产工艺和产品的特点，科学、合理地设置行业型排放标准体系。行业型排放标准体系设置应反映行业的实际情况，适应环境监督执法和管理工作的需要。

“行业型污染物排放标准体系应完整、协调，各排放标准的适用范围应明确、清晰，行业型排放标准的设置要以能覆盖行业各种污染源、完整控制行业污染物排放为目的。

“行业型污染物排放标准原则上按生产工艺的特点设置，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。

“排放标准的基本内容是污染物排放控制要求，包括控制排放的污染物种类、排放方式、浓度限值、排放速率或负荷、污染物去除率、污染物排放监控位置、监测频率和工况要求等。在排放标准中可规定实施标准的技术和管理措施，体现环保技术法规的特点。超越排放标准权限的事项应通过其他途径，如制订法律、法规、规章和其他规范性文件予以解决。

“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……

“排放标准应对企事业单位等污染源执行排放控制要求作出明确规定，任何情况下污染物排放均应符合排放限值的要求，以保证其污染防治设施正常运行……

“国家级水污染物和大气污染物排放标准的排放控制要求主要应根据技术经济可行性确定，并与当前和今后一定时期内环境保护工作的总体要求相适应。

“大气污染物排放标准要明确控制污染物排放的设施、监控位置、对应的污染物项目和排放控制要求。

“排放标准中原则上不规定统一的污染源与敏感区域之间的合理距离（防护距离）……

“制修订各类排放标准应按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》第六条和第二十七的规定，确定合理的排放控制项目和控制水平。

“制订行业型水、大气污染物排放标准，应对行业排放污染物情况进行全面的分析，确定控制的污染物项目应全面，重点应考虑控制对人体健康和生态环境有重要影响的有毒物质和国家实行总量控制的污染物，以及本行业特殊的污染物质。

“排放标准应针对本标准实施后设立的污染源和实施前已经存在的现有污染源的特点，分别提出排放控制要求……对新设立污染源，应根据国际先进的污染控制技术设定严格的排放控制要求；对现有污染源应根据较先进技术设定排放控制要求，并规定在一定时期内要达

到或接近新设立污染源的控制要求。排放标准提出的排放控制要求应具有先进性，能够代表行业先进清洁生产技术和污染治理技术的发展方向，对能耗、物耗高、污染严重的落后工艺，不能作为编制标准的技术依据。

“……法律、法规对污染物排放行为已经作出明确规定的事项，排放标准中不应再重复相同的内容。”

3.2 技术依据

在应充分考虑到标准的长期性、先进性和前瞻性，向国际先进标准看齐的同时，还必须充分考虑排放标准的技术可行性。本排放标准适用于钢铁行业的烧结（球团）工序，根据国内钢铁企业的烧结（球团）生产情况主要考虑了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氟化物和二噁英五类大气污染物，确定排放限值的主要技术依据如下：

1) 颗粒物

目前国内烧结（球团）设备烟气净化 80%是采用电除尘器，其余为多管除尘器，由于电除尘器应用的较普遍，而且去除颗粒物的效果也较好，能够满足当前的环保要求，所以，本标准确定烧结（球团）烟气排放限值的技术依据为电除尘器。

其他设备产生的含粉尘废气治理，考虑到目前有近 50%仍采用电除尘器，故现源限值还是以电除尘器为依据；在新源限值中，为了适应更严格的环保要求，同时考虑到已有 44%采用布袋除尘器，故以布袋除尘器为依据。

2) 二氧化硫

烧结烟气 SO₂ 治理，在我国尚处在起步阶段，还没有大规模应用，没有比较成熟的应用经验，因此，现源限值主要依据降低原料中硫含量的技术措施，如有个别企业排放仍不能达标，则要考虑安装合适的烟气脱硫装置；随着国家对 SO₂ 限量排放的要求越来越高，烧结烟气必须强制脱硫，因此，新源限值必须严格制订。

3) 氮氧化物

由于目前国内烧结（球团）废气去除氮氧化物还没有先例，脱硝技术在烧结工艺应用尚未成熟，加之现有的样本数据表明我国的氮氧化物排放水平尚可，因此，标准限值以样本水平为依据，稍有放宽，即使如此，仍接近国外先进水平。

4) 氟化物

烧结（球团）设备产生的氟化物以气态的氟化氢、四氟化碳等为主，其主要来源于矿石中氟的含量，从目前国内的情况看，氟化物只在部分高氟地区的烧结（球团）设备排放较高，

由于其对环境的危害较大，故本标准重点针对高氟地区的排放水平制订标准限值。

5) 二噁英

根据二噁英的物理性质，150℃以下很容易吸附在细小颗粒物上，可以通过高效除尘或喷吸附剂等措施使其得到高效净化。

3.3 编制原则

3.3.1 与现行环境法律、法规、政策协调配套，与现行环境保护方针相一致

环境标准，是一个国家或地区环境政策的综合体现和执行环境法规政策的主要依据，具有行政法律效力和投资导向作用。环境标准的实施还可以起到强制推广先进科技成果的作用，可以加速科技成果转化为生产力的步伐，使无废、少废、节能、节水及污染治理方面的新技术、新工艺、新设备加快推广应用。

因此，环境标准的编制和修订必须以现行环境保护法律法规为准绳，与我国现行的环境法律、法规、政策、技术政策协调配套，与现行的环境保护方针相一致。

3.3.2 必须认真贯彻执行国家产业政策

除满足国家现行法律法规外，还必须有利于促进工艺技术进步和产业结构调整，有利于淘汰落后的钢铁产能，有利于促进钢铁生产工艺、生产装备、清洁生产技术、末端治理技术的升级换代，有利于促进我国由钢铁大国向钢铁强国转变，有利于促进我国钢铁工业的可持续发展和认真落实科学发展观，有利于促进建设循环型社会、节约型社会。

《钢铁产业发展政策》与《产业结构调整指导目录(2005 年本)》已经颁布实施。新的排放标准必须坚决贯彻执行新出台的《钢铁工业发展政策》和《产业结构调整指导目录》，能够提高钢铁行业的市场准入条件和引导投资方向，有利于促进我国钢铁工业的结构性调整 and 实现钢铁产业集中度提升，有利于钢铁大国向钢铁强国的转变。

3.3.3 要考虑到标准的长期性和先进性，但又不宜“一劳永逸”

现阶段，一个环境标准的修订周期往往要五、六年或更长时间，如现行《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996)就已经执行了 11 年、《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-92)竟执行了 15 年。因此，应充分考虑到标准的长期性、先进性和前瞻性，尽可能做到“前五年先进后五年不落后”，但又不宜“一劳永逸”。一些目前仍难以有效解决的环境问题，如现有烧结（球团）工序产生的二噁英等近期可以暂不考虑，而只对新、改、扩

建烧结（球团）项目二噁英排放限值作出规定；对现有烧结（球团）工序，可以根据不同地区的经济发达程度和实用技术的进步情况，将这类污染物排放限值的制订权下方到地方。

新的排放标准应向国际先进标准看齐（如污染物排放浓度限值可采用与国外先进标准大致相同的排放限值），但又不宜一味模仿国外先进标准。如美国钢铁行业排放标准就制定得非常详细、具体，甚至对不同的排放点都作了规定；看似针对性和可操作性都非常强，但并不适合目前的中国国情：如我国的排污收费，时至今日仍然是以排放浓度作为主要收费依据。由此来看，标准并不是制定得越详细越好，制订得过于详细反而可操作性不强，应充分考虑国内的实际情况。

3.3.4 着眼于技术进步，以可行技术为主要依据，不再与功能区对号入座

如目前的布袋除尘技术，在常规投资条件下烟粉尘排放浓度通常可以做到 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 以下甚至更低；从国外先进排放标准情况来看，要求污染物排放浓度更低已成为一种潮流。但目前国内仍有少数钢铁企业采取布袋除尘措施后烟粉尘排放浓度仍在 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 左右甚至超过 $300\text{mg}/\text{m}^3$ （最高的竟达 $380\text{mg}/\text{m}^3$ ），这是很不正常的；其主要原因就是企业内部环境管理水平不高和目前现行排放标准过于宽松所致。如滤袋破损后未能及时更换、滤袋接口故障未能及时修复等造成的烟粉尘排放浓度偏高，如果这类问题不是很严重，仍然能够低于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 、仍属“达标排放”，但这种现象是很不正常的。新标准对这类情况将不予照顾，而是着眼于促进技术进步，以常规投资条件下最佳可行技术为主要依据，不再与功能区对号入座，按照不同的主要生产工序和相应的最佳控制技术规定排放限值，要“跳起来才能够得着”，以充分体现新标准的先进性和前瞻性。其目的就是为了促进钢铁企业进一步提高环境管理水平，进一步削减烟粉尘排放量。

再者，烟粉尘颗粒物的毒性随粒径减小而增大。粒径大于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物因自身重力作用易于沉降，被吸入呼吸道的几率减小、对人类健康的不利影响相对较小；而粒径小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物一般不易重力沉降，可以被吸入呼吸道，对人类健康的不利影响比较大；一些粒径在 $2\text{ }\mu\text{m}$ 左右或小于 $2\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物，90%~100%可以到达肺泡区，对人体健康的不利影响最大。经过布袋除尘器净化后排放的烟粉尘粒径都在 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 左右或小于 $2\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒物占相当的比例，从影响人类健康环境毒理学角度考虑也要求对这类污染物严加控制。

3.3.5 浓度控制与排放负荷控制相结合，新老污染源区别对待

参照国内外先进企业的排放水平，向国外先进钢铁行业排放标准看齐，力求做到科学合理、技术上可靠、经济上可行，具有可操作性。

考虑到目前钢铁工业的污染治理技术水平和今后技术水平的进步及目前的环境污染状况，很有必要提高新老污染源排放标准。考虑到新老企业的技术差异，新污染源必须严加控制，老污染源必须限期治理，落后工艺装备必须逐步淘汰，新老污染源宜分别执行不同的排放限值，最终目标应是执行统一的排放标准。

考虑到现有钢铁企业污染源不可能在很短的时间内达到新的排放标准，在与现行排放标准的衔接方面，应根据国内钢铁企业的实际情况考虑对现有污染源给予一定的宽限期：如宽限期为3年，满3年以后则应执行新源排放标准。

对于改、扩建项目，应首先要求现有污染源必须做到全面达标排放。

3.3.6 大气污染物无组织排放严格控制

破碎、筛分、转运站以及原料场等工序都会造成较大的无组织排放。对于这类无组织，宜从两个方面考虑：一是考虑大气污染物无组织排放对外环境的影响程度，如原料场，应参照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）和《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）进行下风向监控点浓度控制，规定监控点最高浓度限值；二是仍沿用原《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）中无组织排放最高允许浓度对排放源进行控制，监测点设在生产厂房门窗、屋顶、气楼等无组织排放处，并选浓度最大值。如破碎、筛分等车间厂房及转运站等。

4 烧结(球团)工艺产生的污染物及最佳控制技术

4.1 烧结(球团)工艺及产生的污染物

本标准包括烧结和球团两种工序，烧结生产方法主要是带式烧结机法；球团生产方法主要有竖炉、带式焙烧机、链算机-回转窑三大类。

4.1.1 烧结工艺过程

烧结生产就是把铁精矿等含铁原料和燃料、熔剂混合在一起，利用其中的燃料燃烧，使部分烧结料熔化，从而使散料粘结成块状，并具有足够的强度和块度的过程。

烧结过程根据炼铁的要求，将细粒的含铁原料、熔剂、燃料进行配料、混合造球、铺料

点火、抽风烧结，而后再降温固结，经破碎、筛分、冷却、整粒后把成品运往炼铁厂。返矿重新参加配料、铺底、烧结。工艺流程见图 3。

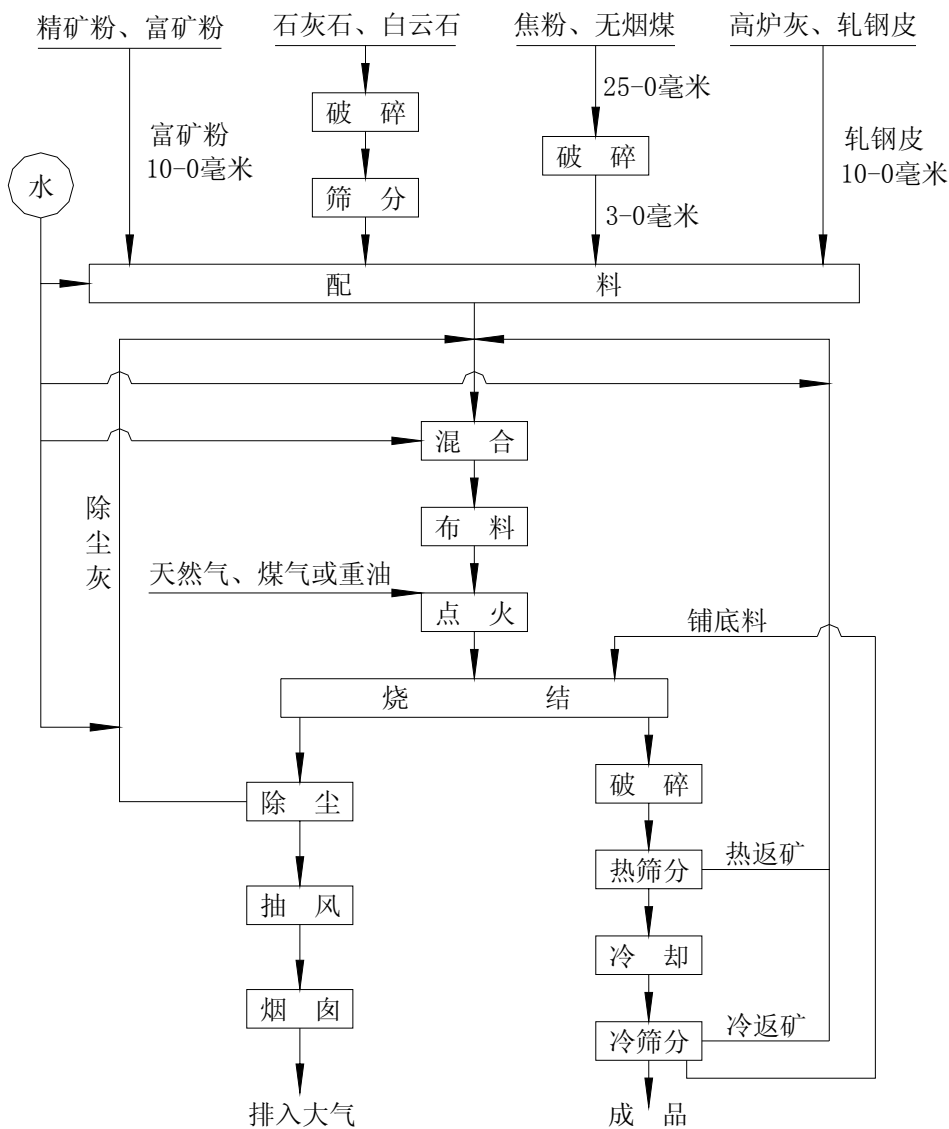


图3. 烧结生产工艺流程图

(1) 原料准备

烧结生产使用的主要原料有含铁原料（包括精矿粉、富矿粉、高炉瓦斯灰、转炉泥以及轧钢皮等）、熔剂（包括石灰石、白云石、菱镁石、生石灰和消石灰等）和燃料（无烟煤、焦粉、煤气）等。

以上原料通过翻车机、螺旋卸车机等卸车设备卸入皮带，然后运往相应的料仓。熔剂和固体燃料经过破碎机破碎后进行筛分。其任务是为配料工序准备好符合生产要求的原料、熔剂和燃料。



图4. 翻车机卸料

另外，原料场也是烧结、球团生产所必需的，其主要作用是贮存生产所需的原料，避免在原料市场波动的情况下影响生产。

（2）配料系统

为了满足高炉冶炼的要求，必须根据原料条件，准确地将各种烧结料（含铁原料、熔剂、燃料等）按一定的比例进行配料。广泛采用的设备有圆盘给料机和皮带电子秤。

（3）混合造球

在生产上，烧结料的混匀和造球工艺通常分两段进行，一段混合；二段造球。如果使用热返矿，包括返矿打水。其任务是加水，润湿混合料，再经混合机将混合料混匀，造成小球，并对混合料进行预热。常用设备为圆筒混合机。

（4）点火烧结

带式烧结机是烧结生产的主要设备，它由给料装置、点火装置、传动装置、轨道、台车、风箱、密封装置和机架等组成。通常根据其抽风烧结面积的大小，有各种不同的规格。

在台车布料之前，先铺一层厚 30mm、粒度为 10~25mm 的底料，目的是保护台车，延长算条寿命，减轻算条缝堵塞，杜绝烧结矿粘台车现象，防止大量粉尘吸入风箱，减少除尘器的负荷，减轻抽风管道和除尘设备的磨损。

然后是布料工序。布料是否均匀，对烧结机的产量和质量都有很大的影响。现代烧结厂，烧结料层约 400~600mm 厚，在老厂中，浅一些料层的更常见。

最后是点火烧结工序。点火器通常采用煤气点火，抽风机从料层下部抽风，使烧结料中的燃料燃烧，由于烧结料层沿着烧结机烧结，燃烧的前端可以一直延续到烧结机末端，所以

能够产生 1300℃左右的高温，从而使烧结料局部熔化，冷却后散料粘结成块状，形成烧结矿。



图5. 带式烧结机点火烧结

(5) 破碎冷却

烧结矿经烧结机尾卸下后（温度大约 750~800℃），用单辊破碎机破碎至 150mm 以下，进入冷却机（常用的有带式冷却、环式冷却和机上冷却）冷却至 150℃以下。



图6. 带式冷却机



图7. 环式冷却机

(6) 成品整粒

冷却后的烧结矿进入整粒工序，包括破碎与多段筛分。整粒的目的就是控制烧结矿上下限粒度，并按需要进行粒度分级，以提高烧结矿质量。烧结机的铺底料（10~20mm）也在筛分过程中分出。整粒工序常用设备有双齿辊破碎机和冷振筛。

4.1.2 球团工艺过程

球团生产是把铁精矿等原料与适量的膨润土均匀混合后，通过造球机造出生球，然后高温焙烧，使球团氧化固结的过程。

由于高碱度烧结矿具有强度高、还原性好、高温冶金性能也优于自熔性烧结矿，但其必须与酸性炉料配合入炉。因此，酸性球团矿越来越成为高炉冶炼必不可少的原料。



图8. 球团矿

球团生产的工艺流程与烧结相似，主要包括含铁原料的干燥，配料、混合、造球、筛分、

铺底边料、布料、焙烧、冷却和成品输出等工序。工艺流程图见图 9。

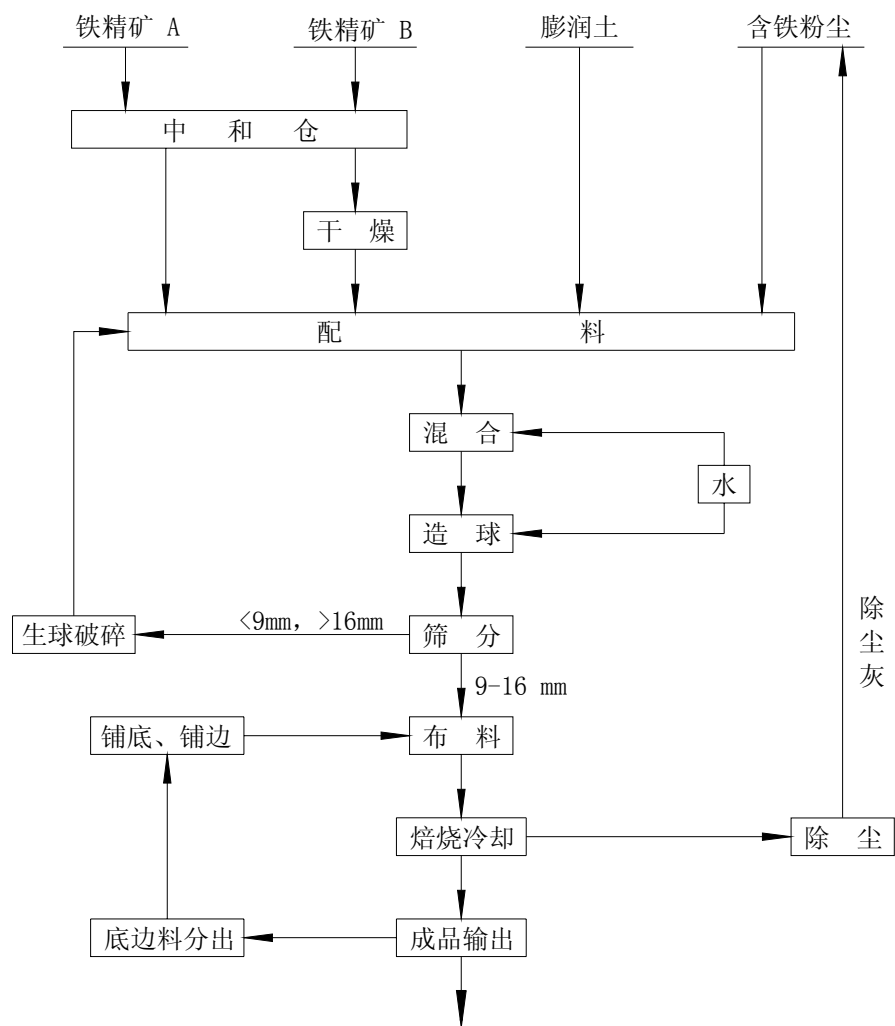


图9. 球团生产工艺流程图

（1）原料准备

球团使用的含铁原料主要有精矿粉、富矿粉等，但它比烧结使用的原料粒度细得多。一般来说，球团原料要求-325 目粒级必须大于 70%，而烧结原料中，-150 目粒级在 20%以下。球团原料的最佳粒度范围一般用比表面积表示。实践证明，精矿比表面积为 1500～1900cm²/g，成球性能良好。所以，通常使用富矿粉的球团厂普遍设有磨矿工艺，使比表面积符合最佳范围。

水分对造球成功与否极为重要。为保证铁精矿水分控制在造球工艺所需的最佳范围内，需采用干燥机对铁精矿进行干燥脱水。

如果是链算机-回转窑工艺，通常还需要破碎机和磨煤机，进行煤粉制备，以便达到喷煤系统对煤粉的粒度要求。

（2）配料系统

球团所用的原料种类较少，故配料、混合工艺简单。多数采用圆盘给料机给料和控制下料量，并由皮带秤（或电子皮带秤）按预定配料比称量。

为了改善物料的成球性，通常在造球原料中添加膨润土、消石灰或石灰石等添加剂。另外，除尘灰的铁含量较高，也可作为球团原料用于配料中。

（3）混合造球

各球团厂采用的混合工艺有所不同，有的采用一段强力混合，有的采用两段混合工艺，即第一段用轮式混合机，第二段用强力混合机。

造球工序，目前国内外广泛采用圆盘造球机和圆筒造球机。圆筒造球机和圆盘造球机对于生球质量并无大的区别，但工艺配置有所不同。圆筒造球机必须与筛分组成闭路流程，将小于要求粒度的小球筛去，并返回造球机内。圆盘造球机由于本身的分级作用，使得生球粒度较均匀，一般无需筛分。但为了提高料层透气性，达到均匀焙烧的目的，近来设计的球团厂也均采用辊式筛分机进行生球粒度分级。不符合要求的生球经过破碎后重返配料工序。

（4）焙烧

目前采用较多的球团焙烧方法主要有竖炉法、带式焙烧机法和链算机-回转窑法。一般包括干燥、预热、焙烧、冷却等不同的工艺阶段。

①竖炉法：竖炉是用来焙烧铁矿球团的最早设备。竖炉法具有结构简单、材质无特殊要求、投资少、热效率高、操作维修方便等优点。但由于竖炉单炉能力较小，对原料适应性较差，故不能满足现代高炉对熟料的要求。因此，在应用和发展上受到一定限制。



图10. 竖炉

②带式焙烧机法：带式焙烧机是一种历史早、灵活性大、使用范围广的细粒造块设备，用于球团矿生产则始于 50 年代。其操作简单、控制方便、处理事故及时，焙烧周期比竖炉短，可以处理各种矿石。

③链算机—回转窑法：链算机—回转窑是一种联合机组，包括链算机、回转窑、冷却机及其附属设备。这种球团工艺的特点是干燥预热、焙烧和冷却过程分别在三台不同的设备上进行。生球首先在链算机上干燥、脱水、预热，而后进入回转窑内焙烧，最后在冷却机上完成冷却。



图11. 链算机+回转窑+环冷机

（5）成品整粒

焙烧后的球团矿，经过冷却后，进行筛分整粒，筛下碎料经球磨返回配料工序，重新造球。筛上为球团矿成品，运往高炉使用。

4.1.3 烧结（球团）工艺污染因子分析

（1）原料准备

在原料场的装卸物料过程中，由于露天作业，产生大量粉尘。如果遇到大风天气，污染会更加严重。

原燃料、熔剂的接受卸车过程中，物料翻入料仓时，由于物料落差比较大，上升气流强，会产生大量粉尘。

胶带机在运料过程中，以及转运过程中，特别是落差较大及物料含水低时，产生的粉尘很大。转运生石灰时，飞扬的粉尘浓度可达 $5\sim 10\text{g}/\text{m}^3$ 。

熔剂与固体燃料的破碎、筛分等工序均产生大量粉尘，浓度约 $1\sim 5\text{g}/\text{m}^3$ 。

另外，球团工艺的精矿干燥过程产生含尘热废气。煤粉制备过程中产生大量煤尘。

(2) 配料混合

由于烧结的原料种类比较多，粒度较小（在配料之前，熔剂和燃料经过破碎，使小于 3mm 的含量大于 90%），在运输、配料过程中产生大量粉尘。

为强化烧结过程，在返矿通廊或一次混合机进料口处需加水润湿。热返矿工艺，温度为 500 左右的返矿加水后，产生大量带有粉尘的蒸汽，环境十分恶劣。由于烟气具有高温（50～100℃）、高湿（相对湿度大于 80%）、高尘（粉尘浓度 8～21g/m³）等特点，是治理的重点。

冷返矿工艺由于温度低，不产生大量的水蒸气，只在物料转运点产生含尘废气。

(3) 烧结（焙烧）

在烧结过程中，由于烧结原料和燃料在台车上的燃烧，将使抽风烟道排出大量含尘废气（一般称机头废气），同时，在卸矿端的破碎、筛分过程中也产生大量的含尘废气，这些含尘废气是烧结厂的主要污染源。

机头废气中颗粒物的粒径及分布呈现两个最大值：一个是粗尘（粒径约为 100 μm），另一个是细尘，即通常所说的烟尘（粒径为 0.1～1 μm），这个特有的“两种成分的混合粉尘”可以解释为存在两种粉尘形成的过程。粗尘是在烧结机开始处产生，在烧结矿给料装置和底层形成的，而细尘是在混合物的水分完全蒸发后在烧结区产生的。

机头废气量与含尘量的大小，随烧结机型式、烧结面积、料床下产生的真空度以及装料颗粒大小等因素有很大变化。每生产一吨烧结矿约产生 6000～15000m³ 的废气，粉尘 20～40kg，其废气含尘量一般为 1～5g/m³。

烧结矿生产出来后，以块状形式落入烧结机的末端，经过单辊破碎机破碎。在很多烧结厂，烧结矿会经过一个热筛分过程。此过程也会产生大量粉尘。

机尾卸矿端放散的废气量及含尘量，通常与密闭形式、原料组成和操作条件等有关，含尘浓度一般为 5～15g/m³。

由于在烧结过程中，发生了很多化学和冶金反应，不仅产生大量的烟（粉）尘，还含有 SO₂、NO_x、CO₂、CO、HF、二恶英（PCDD）、呋喃（PCDF）等多种气态污染物。

烧结烟气中的 SO₂，主要来源于在烧结矿来料中硫的化合物燃料的结果。这些硫的化合物主要是通过焦炭引入的。而铁矿石中的含量要比其少十倍。硫的输入从 0.28～0.81 kg/t 烧结矿不等。每生产一吨烧结矿约产生 SO₂ 0.8～2.0kg（视精矿粉和燃料中的含硫量多少有所不同）。

烧结烟气中的 NO_x ，主要是由烧结固体燃料及含铁原料中的氮和空气中的氧在高温烧结时产生的。在烟气中，由燃料生成的 NO_x 可以占到 80%，在燃烧的空气氧分子和氮分子反应而产生的 NO_x 也可能占 60~70%。每生产一吨烧结矿约产生 NO_x 0.4~0.65kg。烧结烟气中 NO_x 的浓度一般在 200~310mg/m³，也有报道说其浓度达到过 700 mg/m³，这与燃料中氮的含量有关。

氟化物的排放主要来源于矿石中氟的含量，以及烧结矿进料的碱度。含磷丰富的矿石中含有大量的氟化物（1900~2400ppm）。氟化物的排放很大程度上取决于烧结矿给料的碱度。碱度的提高可使得氟化物的排放有所减少。氟化物的排放量为 1.3~3.2g F/t 烧结矿或 0.6~1.5mg F/m³（用 2100 m³/t 烧结矿换算）。

烧结（球团）的含氟废气主要为氟化氢、四氟化碳等气体。氟化氢对人体的危害比 SO_2 大 20 倍，对植物的危害比 SO_2 大 10~100 倍。氟化氢可在环境中积蓄，通过食物影响人体和动物，造成骨骼、牙齿病变，骨质疏松、变形。

有关在烧结过程中 PCDD/F 的形成的研究表明，PCDD/F 是在烧结床本身所形成的，大概是在火焰锋前缘，因为热气被渗入到烧结床。而且火焰传播的破坏，也就是不稳定状态的操作，导致排放出更多的 PCDD/F。解决的办法是在以下方面尽可能保持一致来进行烧结流程：烧结速度、烧结床成分（特别是氯化物料的最小量输入要保持一致）、烧结床高度、添加物的使用，例如生石灰和轧钢皮的含油量控制在 <1% 的水平、保持烧结带、管道和 ESP 的气密性来尽可能的降低操作中的空气进入。

（4）冷却与余热利用

烧结矿在冷却过程中，产生大量高温废气。鼓风冷却高温段的废气温度较高，达 350~450℃，抽风冷却高温段的废气温度较低，一般为 200℃左右。这部分高温废气含有大量的显热，约占烧结全部热支出的 30%。因此，国内外烧结技术界越来越重视烧结余热的利用，这样，不仅合理地利用了余热，而且也消除了污染。烧结余热的利用方法主要有：

①将余热直接用于烧结过程。

直接将冷却器的第一段冷却抽出的废气引出作为点火器保温炉的助燃空气以节省煤气。

直接将冷却器的第一段冷却抽出的废气引出作为混合料预热以降低烧结固体燃料用量或提高料温，强化烧结过程。

②将废气余热用来产生蒸汽以代替部分锅炉燃料。



图12. 废气余热利用

③用余热发电，并入电网。

当烧结矿从烧结机末端卸下后被破碎、筛分和冷却。在这些过程中会排放粉尘。当冷却废气被回用到烧结过程时，这些粉尘也将被带回烧结过程。如果冷却废气不被回用，则粉尘可以利用除尘器来消除。从冷却器出来的废气通常会与机尾废气一起治理。

(5) 成品整粒

整粒系统包括破碎和多段筛分，它的除尘抽风点多，风量大，通常设置专门的整粒除尘系统。该系统设置集中式除尘系统，一般采用高效大风量袋式除尘器或电除尘器。

通过以上分析，将烧结（球团）工艺的废气污染源及污染物归纳结果如下。

表1. 废气污染源及污染物

序号	生产工序	污染源	主要污染物
1	原料场	原料的装卸、堆取	粉尘
2	原料准备	煤粉制备、卸车、破碎、筛分、干燥、皮带运输	粉尘
3	配料混合	配料、混合、造球	粉尘
4	烧结（焙烧）	烧结（球团）生产设备	烟（粉）尘、SO ₂ 、NO _x 、CO、CO ₂ 、HF、PCDD/F 等
5	破碎冷却	破碎、鼓风	粉尘
6	成品整粒	破碎、筛分	粉尘

4.2 污染物的特点与最佳控制技术

由于烧结（球团）生产所采用的原料全部为粉状物料，并且粒径很细、含水量小，因此，

各个生产工序，即从原燃料进厂至成品外运几乎都有污染物产生。根据污染物的种类和特点不同，按污染源分为以下几类：

(1) 原料场

由于原料场通常为露天作业，扬尘点无法密闭，不能采用机械除尘装置，通常采用在产尘点喷水雾使物料增湿而抑制粉尘飞扬的方法，也有一些企业采用防尘网、喷洒抑尘剂等方法，收到较好效果。

(2) 烧结（球团）设备

烧结机以及球团竖炉、带式焙烧机和链算机-回转窑产生的废气，其特点是烟气温度高、流量大、成分复杂，除含有大量烟（粉）尘外，还含有 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 、 CO 、 HF 、多氯代二苯并二恶英（PCDD）、多氯代二苯并呋喃（PCDF）等多种气态污染物。机头废气含尘浓度一般为 $1\sim 5\text{g}/\text{m}^3$ ，机尾卸矿端含尘浓度一般为 $5\sim 15\text{g}/\text{m}^3$ 。

对于这部分烟气的治理，由于烟气量大，温度高（ $100\sim 180^\circ\text{C}$ ），国内约占 80%的烧结机采用电除尘器，平均排放浓度约为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ，宝钢电除尘器最高排放浓度 $90\text{mg}/\text{m}^3$ 左右。

还有约 20%的烧结机机头采用多管除尘器，平均排放浓度高达 $280\text{mg}/\text{m}^3$ ，难以达到现行的标准要求，必然遭到淘汰。

(3) 其他生产设备

除烧结（球团）设备以外的其他生产设备，主要用于原燃料和熔剂的接受、贮存、转运、烘干、破碎、筛分，以及配料、混合造球、烧结（球团）矿的破碎与筛分、冷却、成品整粒与输出等生产过程，该类设备产生的污染物为工业粉尘，为冷态过程和一般热力过程。通常该类废气温度较低或接近常温，流量相对较小，烟气性质稳定、易于处理。

对于该类废气的处理，电除尘器约占 50%，布袋除尘器约占 44%。

在目前的常规环保投资水平条件下，采用袋式除尘器，实际排放浓度通常可低于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。宝钢的布袋除尘器平均排放浓度为 $7.4\text{mg}/\text{m}^3$ 。可以说袋式除尘器是今后的发展趋势。

还有少数热烧结矿工艺，热返矿温度为 500°C 左右，为强化烧结过程，在返矿通廊或一次混合机进料口处需加水润湿，加水后产生大量带有粉尘的蒸汽，环境十分恶劣。由于烟气具有高温（ $50\sim 100^\circ\text{C}$ ）、高湿（相对湿度大于 80%）、高尘（粉尘浓度 $8\sim 21\text{g}/\text{m}^3$ ）等特点，除尘一般采用湿式除尘，如冲激式除尘器等，约占总体的 3%。由于热烧结矿工艺已经被国

家产业政策明令淘汰，因此，这部分湿式除尘也必然随之淘汰。

5 国内外烧结(球团)工艺大气污染物控制水平调查

5.1 国内烧结(球团)工艺大气污染物控制水平调查

烧结(球团)厂是钢铁企业的污染大户，尤其 SO_2 排放更为严重。据 2005 年数据统计，烧结工序 SO_2 排放量约 43 万吨，占钢铁工业的 58.94%；烟尘排放量约 2.8 万吨，占钢铁工业的 19.87%；工业粉尘排放量约 11 万吨，占钢铁工业的 26.42%。

在我国，由于地区差异、技术优劣、经济强弱等因素，大型企业与中小企业在环保治理水平上还存在着一定的差距。大型钢铁企业能够不断采用新工艺、新技术，加大环保投资力度，有效地控制了污染物的排放。以 2002 年钢产量 300 万吨为划分界限，大型企业的烧结烟尘排放浓度平均水平为 $82.61\text{mg}/\text{m}^3$ 。而且，从近几年的数据来看，大型企业烟尘、 SO_2 的排放量都呈下降趋势。而中小企业的烧结烟尘排放浓度平均水平仅为 $168.29\text{ mg}/\text{m}^3$ ，并且 SO_2 的排放量还略有增加。

2004 年国内部分企业调查统计结果如下：

表2. (2004 年) 全国部分钢铁企业烧结生产情况统计结果

序号	企业名称	烧结机型号×数量	烧结矿产量(万 t)
1	宝山钢铁集团公司	450×3	1492.5
2	鞍山钢铁集团公司	90×4 265×2 360×1	1135
3	首钢集团公司	90×4 75×3 90×1	720
4	武汉钢铁集团公司	75×4 193×1 360×1 435×1	1356
5	杭州钢铁公司	28×2	100
6	重庆钢铁公司	105×2	230
7	包头钢铁公司	90×4 180×2	760

8	本溪钢铁公司	360×1 265×2 75×7	808.7
9	唐山钢铁公司	33×2 180×2 265×1	760
10	宣化钢铁公司	28×3 64×2 86×1	—
11	邢台钢铁公司	24×4 180×1	230
12	承德钢铁有限公司	50×3 150×1	—
13	石家庄钢铁公司	24×2 50×1	216
14	苏州钢铁集团公司	24×3	80
15	萍乡钢铁公司	24×1 36×1 42×1	172
16	三钢集团有限公司	27×2 33×2	210
17	新疆八一钢铁公司	20×3	—
18	柳州钢铁公司	24×1 50×1	—
19	济南钢铁公司	120×2 40×2	430
20	张店钢铁总厂	24×	127
21	南京钢铁公司	24×2 39×2	250
22	西林钢铁公司	29×1	51
23	涟源钢铁公司	40×2 130×1 180×1	500

表3. (2004 年) 全国部分钢铁企业球团生产情况统计结果

序号	企业名称	球团设备类型×数量	球团矿产量 (万 t)
1	鞍山钢铁集团公司	321.5m ² 带式焙烧机	214
2	杭州钢铁公司	10m ² 竖炉×1	48
3	重庆钢铁公司	8m ² 竖炉×2	80

4	包头钢铁公司	162m ² 带式焙烧机 8m ² 竖炉×4	—
5	本溪钢铁公司	16m ² 竖炉×1	62.9
6	唐山钢铁公司	8m ² 竖炉×1	49.7
7	宣化钢铁公司	8m ² 竖炉×2 10m ² 竖炉×1	—
8	邢台钢铁公司	8m ² 竖炉×2	85
9	济南钢铁公司	8m ² 竖炉×1 10m ² 竖炉×1 14m ² 竖炉×1	180
10	涟源钢铁公司	8m ² 竖炉×2	—
11	萍乡钢铁厂	5m ² 竖炉×2	38
12	新疆八一钢铁总厂	8m ² 竖炉×1	45
13	承德钢铁有限公司	Φ3.5×30m 链算机-回转窑 15m ² 竖炉×1	—
14	柳州钢铁公司	Φ5.0×33m 链算机-回转窑	120
15	武钢程潮铁矿	Φ4.7×40m 链算机-回转窑	120
16	鞍钢弓长岭球团厂	Φ6.1×40m 链算机-回转窑×2	400
17	昆明钢铁公司	Φ6.2×43m 链算机-回转窑	200

表4. 国内部分企业烧结（球团）废气烟（粉）尘排放水平统计（mg/m³）

序号	企业名称	除尘器类型	样本数	平均值	最大值	最小值
1	宝钢炼铁厂	电除尘器	9	51.2	90.2	21.0
2	鞍钢炼铁 烧结分厂	电除尘器	7	109.2	150.0	50.0
		多管除尘器	1	138.0	138.0	138.0
3	武钢烧结厂	电除尘器	7	67.1	97.2	50.0
		多管除尘器	1	132.8	132.8	132.8
4	首钢炼铁厂	电除尘器	3	52.3	63.0	47.0
		多管除尘器	1	80.0	80.0	80.0
5	石钢公司烧结厂	电除尘器	4	76.5	125.4	24.2
6	武钢大冶铁矿	电除尘器	1	240.0	240.0	240.0
7	重钢烧结厂	电除尘器	6	51.2	63.4	35.8
8	柳钢	电除尘器	3	83.3	90.0	75.0
		多管除尘器	1	198.0	198.0	198.0
9	济南球团厂	电除尘器	4	103.3	130.0	80.0
10	济钢烧结厂	电除尘器	2	125.0	150.0	100.0
11	苏钢炼铁厂	电除尘器	3	112.7	115.0	110.0
		多管除尘器	3	120.0	120.0	120.0

12	萍乡钢铁公司 炼铁分厂	电除尘器	5	140.7	146.0	135.6
		多管除尘器	3	1209.8	1209.8	1209.8
13	新疆八一钢厂	电除尘器	5	110.3	139.8	75.5
14	南钢烧结厂	电除尘器	6	58.0	72.0	49.0
		多管除尘器	2	135.5	143.0	128.0
15	涟钢烧结厂	电除尘器	8	157.5	260.0	100.0
16	唐钢炼铁烧结区	电除尘器	5	179.8	279.3	110.4
17	唐钢庙沟铁矿	电除尘器	2	56.4	59.0	53.8
		布袋除尘器	1	64.3	64.3	64.3
18	宣钢第二炼铁厂	电除尘器	6	183.8	198.0	178.5
		多管除尘器	3	192.3	198.0	188.9
19	宣钢第一炼铁厂	多管除尘器	2	120.0	120.0	120.0
20	邢钢烧结厂	电除尘器	5	100.0	100.0	100.0
		多管除尘器	1	150.0	150.0	150.0
21	本钢炼铁厂	电除尘器	7	58.7	80.0	30.0
		多管除尘器	2	195.0	210.0	180.0
22	唐钢炼铁厂	电除尘器	6	128.1	169.5	80.0
23	承钢烧结厂	电除尘器	8	102.5	150.0	80.0
		多管除尘器	1	80.0	80.0	80.0
24	西林钢铁烧结厂	多管除尘器	1	140.0	140.0	140.0
25	福建三钢烧结厂	电除尘器	1	23.0	23.0	23.0
		多管除尘器	1	106.0	106.0	106.0
总 计			137	131.5	1209.8	21.0

表5. 国内部分企业烧结（球团）厂其他设备粉尘排放水平统计（mg/m³）

序号	企业名称	除尘器类型	样本数	平均值	最大值	最小值
1	宝钢炼铁 烧结分厂	电除尘器	1	32.9	32.9	32.9
		布袋除尘器	12	7.4	13.7	3.4
2	鞍钢炼铁 烧结分厂	电除尘器	5	50.0	113.0	22.0
		布袋除尘器	1	9.0	9.0	9.0
3	武钢烧结厂	电除尘器	3	37.3	50.0	15.0
		布袋除尘器	1	21.0	21.0	21.0
4	首钢炼铁厂	电除尘器	2	36.8	45.0	28.5
		布袋除尘器	1	35.0	35.0	35.0
		多管除尘器	2	52.0	52.0	52.0
5	石家庄钢铁公司 烧结厂	电除尘器	2	21.6	27.4	15.8
		布袋除尘器	3	3.3	4.5	2.7
		水冲激除尘器	1	95.0	95.0	95.0
6	重钢烧结厂	电除尘器	4	46.9	71.3	27.0
7	柳钢	电除尘器	2	81.0	92.0	70.0
8	济南球团厂	电除尘器	4	86.0	130.0	14.0
9	济钢烧结厂	电除尘器	3	100.0	100.0	100.0

10	萍钢炼铁厂	电除尘器	1	113.0	113.0	113.0
11	新疆八一钢厂	电除尘器	3	49.1	53.0	46.6
12	南钢烧结厂	电除尘器	2	54.5	62.0	47.0
		布袋除尘器	4	50.8	74.0	31.0
13	涟钢烧结厂	电除尘器	4	142.5	250.0	100.0
		布袋除尘器	9	98.9	120.0	90.0
14	包钢炼铁厂	电除尘器	1	150.0	150.0	150.0
15	唐钢庙沟铁矿	布袋除尘器	3	74.1	89.0	54.4
16	宣钢第二炼铁厂	电除尘器	1	180.0	180.0	180.0
		布袋除尘器	4	188.6	196.7	179.2
17	宣钢第一炼铁厂	电除尘器	1	100.0	100.0	100.0
		布袋除尘器	3	106.7	120.0	100.0
		多管除尘器	2	120.0	120.0	120.0
18	邢钢烧结厂	电除尘器	3	100.0	100.0	100.0
		布袋除尘器	4	100.0	100.0	100.0
19	本钢炼铁厂	电除尘器	3	57.5	80.0	40.0
		布袋除尘器	4	67.5	100.0	30.0
		冲激式除尘器	1	50.0	50.0	50.0
20	唐钢炼铁厂	电除尘器	6	102.1	129.9	33.3
21	承钢烧结厂	电除尘器	4	80.0	100.0	40.0
22	西林钢铁 烧结分厂	布袋除尘器	1	130.0	130.0	130.0
		冲激式除尘器	1	145.0	145.0	145.0
23	福建三钢烧结厂	电除尘器	1	25.0	25.0	25.0
总 计			113	73.6	250	2.7

表6. 烧结（球团）废气烟（粉）尘排放统计（按生产工艺统计）

生产工艺类型	样本数	平均浓度 mg/m ³	最大值 mg/m ³	最小值 mg/m ³
烧结	111	132.6	1209.8	21.0
球团	26	126.8	279.3	53.8
样本合计	137	131.5	1209.8	21.0

表7. 烧结（球团）废气烟（粉）尘排放统计（按生产工艺统计）

生产工艺类型	样本数	平均浓度 mg/m ³	最大值 mg/m ³	最小值 mg/m ³
烧结	111	132.6	1209.8	21.0
球团	26	126.8	279.3	53.8
样本合计	137	131.5	1209.8	21.0

表8. 烧结（球团）废气烟（粉）尘排放统计（按除尘器统计）

除尘器类型	样本数	样本占总体 百分数 %	平均浓度 mg/m ³	最大值 mg/m ³	最小值 mg/m ³
电除尘器	113	82.5	101.4	260.0	21.0
布袋除尘器	1	0.7	64.3	64.3	64.3
多管除尘器	23	16.8	282.3	1209.8	80.0
样本合计	137	100	131.5	1209.8	21.0

表9. 其他生产设备粉尘排放统计 (mg/m³)

除尘器类型	样本数	样本占总体 百分数 %	平均浓度	最大值	最小值
电除尘器	56	49.6	77.2	250.0	14.0
布袋除尘器	50	44.2	67.1	196.7	2.7
水冲激除尘器	3	2.7	96.7	145.0	50.0
多管除尘器	4	3.5	86.0	120.0	52.0
样本合计	113	100	73.6	250	2.7

表10. 宝钢烧结机废气烟（粉）尘排放统计 (mg/m³)

除尘器类型	样本数	平均浓度	最大值	最小值
电除尘器	9	51.3	90.2	21.0

表11. 宝钢烧结厂其他生产设备粉尘排放统计 (mg/m³)

除尘器类型	样本数	平均浓度	最大值	最小值
电除尘器	1	32.9	32.9	32.9
布袋除尘器	12	7.4	13.7	3.4
样本合计	13	9.4	32.9	3.4

表12. 烧结厂吨产品烟（粉）尘排放量（单位：kg/t·烧结矿）

企业名称	烟（粉）尘
本钢	0.105~0.667
武钢	0.261
鞍钢	0.147（烟尘）、0.400（粉尘）
宝钢	0.250

表13. 国内部分企业烧结（球团）SO₂排放水平调查样本统计（mg/m³）

企业名称	样本数	平均浓度	最大值	最小值
宝钢	6	570.8	862.0	364.0
鞍钢	3	229.7	322.0	150.0
武钢	4	901.2	1000.0	840.0
首钢	1	268.5	268.5	268.5
石家庄钢	3	1404.0	1733.9	1106.2
武钢大冶铁矿	1	264.0	264.0	264.0
重钢	4	507.5	701.0	295.0
苏钢	3	1400.0	1400.0	1400.0
萍乡钢厂	2	1926.5	2082.0	1771.0
新疆八一钢厂	4	3001.7	3151.0	2554.0
涟钢	2	430.0	430.0	430.0
包钢	1	1500.0	1500.0	1500.0
唐钢老区	3	403.5	436.0	353.7
本钢	5	335.6	350.0	318.0
唐钢	3	404.8	455.3	335.2
样本合计	45	881.2	3151.0	150.0

表14. 烧结厂吨产品 SO₂排放量（单位：kg/t·烧结矿）

企业名称	SO ₂
本钢	0.715~0.896
武钢	3.666
鞍钢	0.936
宝钢	0.880~0.950
平均值	1.340

表15. 国内钢铁企业烧结（球团）NO_x 排放情况（mg/m³）

企业名称	样本数	平均浓度	最大值	最小值
------	-----	------	-----	-----

宝钢	6	209.7	292.0	179.0
鞍钢	3	185.0	288.0	117.0
首钢	1	155.0	155.0	155.0
样本合计	10	196.8	292.0	117.0

表16. 烧结厂吨产品 NO_x 排放量（单位：kg/t·烧结矿）

企业名称	NO _x
宝钢	0.50~0.76

表17. 国内钢铁企业烧结（球团）氟化物排放情况（mg/m³）（以 F 计）

企业名称	样本数	排放浓度
包钢	1	<45
首钢	1	1~5

氟化物作为高氟区冶金烧结（球团）厂主要的污染因子，就本次调研反馈的调查表来看，首钢烧结机机头 F 排放为 1~5mg/m³，没有治理措施，排放符合标准要求；包钢炼铁厂有 90m² 烧结机四台，180m² 烧结机两台，均 1997 年以前投产。氟化物原始浓度 200 mg/m³，通过烟气洗涤净化系统后的出口排放浓度小于 45 mg/m³，达到了三级标准要求。该厂有 8m² 竖炉四座，162m² 带式焙烧机一台，由于采用了低氟原料生产，烟气排放符合标准要求。

近几年来，随着钢铁工业在环保方面投入的不断增加，烧结厂采用高效电除尘器或袋式除尘器越来越普遍，在烟（粉）尘治理方面取得了较好的效果。同时，随着环保产业的不断发展，SO₂ 治理技术也取得了一定的进展，在减少投资费用、提高设备国产化率和谋求副产物资源化方面也已取得明显成效。随着经济的飞速发展，促使烟气脱硫市场日益繁荣，我国从事烟气脱硫工程的环保公司也应运而生，从而开创了我国烟气脱硫的新局面。

5.2 国外烧结（球团）工艺大气污染物控制水平调查

5.2.1 美国污染治理现状

美国共有 9 个烧结厂，最主要的污染源是风机，其主要的控制设备是袋式除尘器和湿式除尘器。对机尾处各排放点（排料、破碎机、热筛分、冷筛分、冷却）也进行了相应的控制。但对原料贮存、混料及烧结矿存贮工序一般不不进行控制。

美国对钢铁企业气体污染物排放（针对颗粒物）标准非常详细。除了有国家的排放标准外，各州根据本地区钢铁企业生产及环保设备的情况，对每个企业的不同工序、不同排放点

都制定了排放标准。对于不同钢铁企业的同一类排放点，各州污染物排放标准的差距比较大。

表18. 烧结机风机处颗粒物排放限制值

企业名称	州	控制方式	限制值
内陆钢铁公司	印第安纳州	布袋除尘器	16.02 mg/m ³
美国钢铁公司	印第安纳州	布袋除尘器	22.88 mg/m ³
杰尼瓦	犹它州	布袋除尘器	27.92 mg/m ³ 12.26 kg/h
WCI 钢公司	俄亥俄州	布袋除尘器	22.70 kg/h
LTV 钢公司	印第安纳州	湿式除尘器	45.77 mg/m ³
伯利恒钢铁公司	印第安纳州	湿式除尘器	0.14 kg/t
伯利恒钢铁公司	马里兰州	湿式除尘器	68.65 mg/m ³
惠林-匹兹堡公司	弗吉尼亚州	湿式除尘器	68.65 mg/m ³
AK 钢公司	俄亥俄州	湿式除尘器	22.70 kg/h

表19. 烧结厂部分烟气控制技术

企业名称	破碎机	热筛分	冷 却	冷筛分
伯利恒钢铁公司	布袋除尘器	布袋除尘器	无	不详
内陆钢铁公司	布袋除尘器	布袋除尘器	布袋除尘器	无
LTV 钢公司	湿式除尘器	湿式除尘器	无	无
美国钢铁公司	布袋除尘器	布袋除尘器	无	布袋除尘器
AK 钢公司	布袋除尘器	布袋除尘器	布袋除尘器	喷水
WCI 钢公司	布袋除尘器	布袋除尘器	布袋除尘器	布袋除尘器

表20. 球团工序颗粒物排放限制值（单位：mg/m³）

工 序	现有污染源	新污染源
破碎	18.32	11.45
干燥	119.08	57.25
带式焙烧机（处理磁铁矿）	22.90	13.74
链算机回转窑（处理磁铁矿）	22.90	13.74
链篦机回转窑（处理赤铁矿）	68.70	41.22

成品球团矿装卸	18.32	11.45
---------	-------	-------

5.2.2 日本污染治理现状

日本的环境保护工作在发达工业国家中做得比较好，从日本钢铁行业执行的环保标准（基准）来看，水平比较高。尽管有些大型钢铁厂紧靠大都市，但是其污染程度低于周边地区，起到了很好的环保作用。

烧结工序粉尘的治理措施见下表。

表21. 粉尘发生地点及采取的措施

工 序	粉尘发生地点	采取的措施
装卸料	舱口、卸载料斗	喷洒水
料场	堆料场、堆料机、轮式装载机	喷洒水、喷洒表面固化剂
原料处理	粉碎机、整粒、输送带、输送带接口料斗	除尘、输送带罩
烧结机	主烟气、冷却机尾气、输送带、料斗、粉碎机、筛分	除尘

日本在研究烧结烟气脱硫技术方面居于世界领先地位，日本按照严格的环境保护标准，在 70 年代建设的一部分大型烧结厂（如日本钢管的扇岛、福山烧结厂、住友的鹿岛、和歌山烧结厂和新日铁的若松烧结厂等）先后采用了烧结烟气脱硫法，脱硫方式为湿式吸收法。

表22. 日本烧结机废气脱硫设备

公司名称	工厂名称	烧结机机号	脱硫方式	投产日前	处理能力 (万 m ³ /h)	脱硫率 (%)	副产品
新日铁公司	名古屋厂	No. 3	干法活性炭吸收法	1987.07	90.0	>95	硫酸
	八幡厂	No. 3	Mg(OH) ₂	1989.08	48.0	95	无排放
JFE 公司	京滨厂	No. 1	石灰-石膏法	1976.10	123.0	>99	石膏
	千葉厂	No. 4	石灰-石膏法	1976.10	76.2	95	石膏
	水岛厂	No. 2	石灰-石膏法	1976.05	75.0	95	石膏
		No. 3	石灰-石膏法	1975.07	90.0	95	石膏
		No. 4	石灰-石膏法	1974.11	75.0	95	石膏
住友金属工业公司	鹿岛厂	No. 3	石灰-石膏法	1976.06	200.0	95	石膏
	和歌山厂	No. 5	石灰-石膏法	1975.04	37.0	95	石膏
	小仓厂	No. 3	Mg(OH) ₂	1985.04	32.0	98	无排放

神户制钢公司	神户厂	No. 1	石灰-石膏法	1983. 12	22. 0	>97	石膏
		No. 2	石灰-石膏法	1976. 03	35. 0	>97	石膏
	加古川厂	No. 1	石灰-石膏法	1978. 05	80. 0	95	石膏

5.2.3 欧盟（德国）污染治理现状

（1）烧结工序

烧结工序最主要的环境污染问题是废气的排放，排放物包括粉尘、重金属、SO₂、HCl、HF、PAH（多环芳烃）及有机氯化物（如多氯联苯 PCB 和 PCDD/F），其中最主要的排放物是粉尘和 PCDD/F。

欧盟钢铁行业烧结工序的废气除尘采用了以下最佳适用技术：

先进的静电集尘技术（ESP）、静电集尘加布袋除尘器、预除尘（如 ESP 或旋风集尘器）加高压湿法涤气系统。采用这些技术后，在一般运行情况下粉尘排放量小于 50mg/m³，假如使用了布袋除尘器粉尘排放浓度能够达到 10~20 mg/m³。

采用废气循环使用技术。在烧结产品质量和生产效率没有受到较大影响的情况下，可使用从整个烧结机出来的部分废气或局部废气循环再利用技术。

控制 PCDD/F 最低排放量技术。采用废气循环使用技术对从烧结机排放出来的气体进行处理；使用效果较好的湿法涤气系统，其排放值小于 0.4 ng I-TEQ/Nm³。布袋除尘器加褐煤焦尘也能得到低的 PCDD/F 排放值（减少 98%以上，为 0.1-0.5 ng I-TEQ/Nm³）。

重金属排放量最小化技术。使用效果较好的湿法涤气系统，目的是为了清除水溶性重金属氯化物，尤其是氯化铅的清除效率大于 90%。或使用加有石灰的袋式除尘器，从最后一级的静电集尘器中除去粉尘，倒出后进行安全掩埋。

SO₂ 排放量的最小化技术。降低原料中的硫含量（利用含硫分低的焦粉，且焦粉的消耗量最小，利用含硫分低的铁矿石作为原料）；使用以上措施使 SO₂ 的排放浓度小于 500 mg/m³。利用湿法废气脱硫，可使废气的排放量降低 98%以上，以及 SO₂ 的排放浓度小于 100 mg/m³。

NO_x 的排放量最小化技术，采用废气循环、废气脱氮、活性炭再生工艺、选择催化还原等。

（2）球团工序

目前，欧盟的钢铁联合企业只有一座球团厂，另外还有四个独立的球团厂。尽管只有这几座球团厂，但它们向空气中排放的污染物却占很大比例。废气中有效地清除颗粒物、SO₂、HCl 和 HF 主要依靠下列技术：

采用涤气或半干法脱硫以及随后的除尘（如气体悬浮吸收（GSA））或其他具有同样功能的设备。可有效去除这些成分。颗粒物去除率大于 95%，相应得到的粉尘浓度小于 10mg/m³。SO₂ 去除率大于 80%；相应得到的浓度小于 20mg/m³。HF 的去除率大于 95%，相应得到的浓度小于 1mg/m³。HCl 去除率大于 95%，相应得到的浓度小于 1mg/m³。

选择催化还原反应或其他相关技术使 NO_x 的排放率至少降低了 80%。但到目前为止这几家球团厂还没有使用减少 NO_x 排放的系统。

在德国，环境保护水平很高，欧盟其他各成员国较德国有很大的差距。但也同样进行了很大的努力以试图提高环保技术水平，特别是对钢铁工业空气污染控制。其钢铁行业主要污染物排放情况见下表。

表23. 欧盟钢铁行业主要废气污染物排放值

工序名称	污染物名称	排放量
烧结	粉尘	155~255 g/t 烧结矿
	NO _x	400~645 g/t 烧结矿
	SO ₂	818~1682 g/t 烧结矿
	HF	1.27~3.18 g/t 烧结矿
球团	粉尘	20~130 g/t 球团
	NO _x	120~510 g/t 球团
	SO _x	18~250 g/t 球团
	HF	0.8~3.9 g/t 球团

6 本标准的主要技术内容及确定依据

6.1 主要技术内容的确定

本标准包括：前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、执行时段的划分、污染物排放控制要求、污染物监测要求、操作规范及排气筒高度要求、标准的实施与监督共 9 章，其中污染物排放控制要求、污染物监测要求是标准的主体部分。

本标准规定的主要技术内容有：

- 1) 烟粉尘最高允许排放浓度及单位产品最高允许排放量
- 2) 二氧化硫最高允许排放浓度及单位产品最高允许排放量

- 3) 氮氧化物最高允许排放浓度及单位产品最高允许排放量
- 4) 氟化物最高允许排放浓度及单位产品最高允许排放量
- 5) 二噁英毒性当量排放限值
- 6) 无组织排放粉尘最高允许浓度
- 7) 烟囱（或排气筒）最低允许高度

6.2 制订标准限值的原则

本标准的制订以技术为依据，体现“技术强制”的原则。即通过本标准的制订迫使污染者采用先进的污染控制技术。制订的标准值应当是企业在采用了先进的生产工艺与污染治理措施后能够达到的水平。

在标准制订时，严格贯彻《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》的原则，对新设立污染源，应根据国际先进的污染控制技术设定严格的排放控制要求；对现有污染源应根据较先进技术设定排放控制要求，并规定在一定时期内要达到新设立污染源的控制要求。排放标准提出的排放控制要求应具有先进性，能够代表行业先进清洁生产技术和污染治理技术的发展方向，对能耗、物耗高、污染严重的落后工艺，不能作为编制标准的技术依据。

6.3 排放限值的确定依据

6.3.1 设备排气筒烟(粉)尘排放限值的确定

6.3.1.1 烧结（球团）废气烟（粉）尘最高允许排放浓度的确定

美国钢铁联合企业气体污染物排放标准（NESHAP）是基于最有效控制技术（MACT）制定的，其中规定烧结机机尾卸料端现源 45.8 mg/m³，新源 22.9 mg/m³。

英国烧结机采用布袋除尘器，测试值小于 30 mg/m³。美国的烧结机机头排放限值在 16.02~27.92mg/m³，球团现源 22.9mg/m³，新源 13.74mg/m³。

宝钢不仅在国内钢铁企业中是最先进的，其技术水平在国际上也是处于领先的。宝钢的烧结机采用的是电除尘器，也取得了较好的效果，排放浓度为 21.0~90.2mg/m³。

国内钢铁企业的烧结（球团）调查样本统计见下表。

表24. 烧结（球团）废气烟（粉）尘排放统计（按除尘器统计）

除尘器类型	样本数	样本占总体 百分数 %	平均浓度 mg/m ³	最大值 mg/m ³	最小值 mg/m ³
电除尘器	113	82.5	101.4	260.0	21.0

布袋除尘器	1	0.7	64.3	64.3	64.3
多管除尘器	23	16.8	282.3	1209.8	80.0
样本合计	137	100	131.5	1209.8	21.0

可以看出，电除尘器占总样本的 82.5%，说明我国烧结（球团）废气治理主要还是以电除尘器为主导，布袋除尘器（用于机尾除尘）仅有 1 例，还有相当一部分仍采用多管除尘器（占总样本的 16.8%）。由于多管除尘器不适合处理机头含烟尘废气，除尘效率低，排放难以达标，很难胜任今后的环保要求，淘汰多管除尘器是必然趋势。因此，多管除尘器不作为本标准限值的制订依据，应重点考虑电除尘器的排放水平。

由于本标准不再分级，同时还要兼顾原来执行 GB9078-1996 中三级标准（150 mg/m³）的企业，所以现源标准取 90 mg/m³ 较为合适，该值比烧结（球团）废气采用电除尘器的平均水平（101.4 mg/m³）稍严格一些。

考虑到新源对 SO₂ 的排放要从严要求，也就是说只有安装了脱硫装置才能使 SO₂ 的排放达到本标准的要求。湿法脱硫装置在脱除 SO₂ 的同时，也可以去除 50%（保守估计）以上的颗粒物，所以，新源的颗粒物标准取 50 mg/m³ 是可以达到的。

6.3.1.2 其他生产设备粉尘最高允许排放浓度的确定

其他生产设备的粉尘治理主要以电除尘器和布袋除尘器为主，占总体的 93.8%。多管除尘器和水冲激除尘器不作为本标准限值的制订依据。

表25. 其他生产设备粉尘排放统计（单位：mg/m³）

除尘器类型	样本数	样本占总体百分数 %	平均浓度	最大值	最小值
电除尘器	56	49.6	77.2	250.0	14.0
布袋除尘器	50	44.2	67.1	196.7	2.7
水冲激除尘器	3	2.7	96.7	145.0	50.0
多管除尘器	4	3.5	86.0	120.0	52.0
样本合计	113	100	73.6	250	2.7

在宝钢的 13 个样本中，只有 1 个小球系统是电除尘器，其他均为布袋除尘器。可以看出，布袋除尘器的效果是相当显著的。

表26. 宝钢烧结厂其他生产设备粉尘排放统计（单位：mg/m³）

除尘器类型	样本数	平均浓度	最大值	最小值
-------	-----	------	-----	-----

电除尘器	1	32.9		
布袋除尘器	12	7.4	13.7	3.4
样本合计	13	9.4	32.9	3.4

美国共有 9 个烧结厂，对破碎机、热筛分、冷筛分、冷却等各排放点都进行了相应的控制。绝大多数烧结厂的粉尘控制都是采用布袋除尘器，粉尘排放浓度能够达到 30 mg/m^3 以下。部分烧结工序粉尘排放限值见下表。

表27. 美国部分烧结工序粉尘排放限值（单位： mg/m^3 ）

工 序	现有污染源	新污染源
破碎	18.3	11.5
烧结机冷却区	68.7	22.9
成品球团矿装卸	18.3	11.5

通过以上分析可知，由于国内烧结厂现有的除尘装置近 50% 仍为电除尘器，所以，参照国外标准把现源的排放限值定为布袋除尘器的水平是不太现实的。考虑到目前国内主要为电除尘器和布袋除尘器，其平均排放水平（ 72.4 mg/m^3 ）更具有代表性。因此，确定现源排放限值为 70 mg/m^3 比较合适。

按照“《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》的排放标准控制项目和控制水平的确定原则，对于新设立污染源，应根据国际先进的污染控制设定严格的排放控制要求”，故新源排放限值取 30 mg/m^3 。采用高效的袋式除尘器应该很容易达到这一指标。

6.3.1.3 烟（粉）尘单位产品排放量的确定

吨产品污染物排放量与污染物排放浓度存在着下面的关系：

$$\text{吨产品污染物排放量} = \text{吨产品废气量} \times \text{污染物排放浓度} \quad (1)$$

因为吨产品产生的废气量不是一个恒定的指标，它根据工艺流程不同而有所差异，所以，在此处通过吨产品废气量计算出的吨产品污染物排放量只作为确定标准限值的参考依据。

下面，以×××烧结分厂 2004 年生产统计数据为例，计算出吨产品废气量作为确定吨产品污染物排放量的参考依据。

表28. 2004 年×××烧结分厂统计数据

烧结（球团）设备产生废气量	其他生产设备产生废气量	烧结（球团）年产量
$7404926 \text{ m}^3/\text{h}$	$5159457 \text{ m}^3/\text{h}$	13533800 t/a

按年作业率 90%计算，全年生产 328.5 天，则计算结果见下表。

表29. 吨产品废气量计算表

设备类别	烧结（球团）设备	其他生产设备
年产生废气量（m ³ / a）	5.8380436×10^{10}	4.0677158×10^{10}
吨产品废气量（m ³ /t·产品）	4313.7	3005.6

国外有资料认为，吨烧结矿的废气排放量为 2100 m³（该废气量不包括其他生产设备产生的废气量）。综合表 18 的计算结果，取烧结（球团）设备吨产品废气排放量 3200 m³，其他生产设备吨产品废气排放量 3000 m³。

把所得的吨产品废气量代入公式（1）中得出吨产品污染物排放量，结果见下表。

表30. 吨产品污染物排放量计算结果

污染源	现 源		新 源	
	最高允许排放浓度 mg/m ³	吨产品排放量 kg/t·产品	最高允许排放浓度 mg/m ³	吨产品排放量 kg/t·产品
烧结、球团设备	90	0.288	50	0.160
其他生产设备	70	0.210	30	0.090
合 计		0.498		0.250

国内部分大型钢铁企业的调查数据见下表。

表31. 烧结厂吨产品烟（粉）尘排放量（单位：kg/t·烧结矿）

企业名称	烟（粉）尘
本钢	0.105~0.667
武钢	0.261
鞍钢	0.147（烟尘）、0.400（粉尘）
宝钢	0.250

国外数据见下表。

表32. 国外烧结厂吨产品烟（粉）尘排放量（单位：kg/t·烧结矿）

国家（地区）	烟（粉）尘
欧盟	0.155~0.255（粉尘）
英国	0.037~0.41（粉尘）

美国	0.14 (烟尘)
----	-----------

综合考虑以上数据，取现源 0.50 kg/t · 产品，新源 0.25 kg/t · 产品。

6.3.2 二氧化硫排放限值的确定

6.3.2.1 二氧化硫最高允许排放浓度的确定

欧盟钢铁行业烧结工序通过降低原料中的硫含量（利用含硫分低的焦粉，且焦粉的消耗量最小，利用含硫分低的铁矿石作为原料），可以使 SO₂ 的排放浓度小于 500 mg/m³。

德国空气质量控制技术说明(TA Luft)2002 关于烧结厂的排放控制要求是 SO₂ 500mg/m³。英国钢铁工业 SO₂ 测试值小于 500 mg/m³。

目前国内在没有脱硫措施的情况下，采用的方法也是降低原料中的硫含量，但平均排放浓度仍高达 880mg/m³，同国外指标相比，仍有很大的减排潜力，因此取现源限值 600 mg/m³，应该完全可以做得到。

日本在研究烧结烟气脱硫技术方面居于世界领先地位，在上世纪七十年代就开始了对于烧结烟气进行脱硫，如日本钢管的扇岛、福山烧结厂、住友的鹿岛、和歌山烧结厂和新日铁的若松烧结厂等，先后采用了烧结烟气脱硫法，脱硫方式为湿式吸收法，脱硫率在 95%以上，入口 SO₂ 浓度在 370~940 mg/m³ 之间，排放浓度可以达到 30 mg/m³ 以下。

欧盟钢铁行业烧结工序在通过降低原料中的硫含量，使 SO₂ 的排放浓度小于 500 mg/m³ 的前提下，再利用湿法脱硫，可使 SO₂ 的排放浓度小于 100 mg/m³。

为保证“十一五”规划 SO₂ 减排 10% 的目标，对于新源必须采取更严格的排放要求，因此取新源限值 100mg/m³。对于这一指标，目前国内很多烟气脱硫工艺都可以做得到，有的甚至提出了 10mg/m³ 的解决方案。但脱硫率越高，投资增长越大，所以综合考虑，取 100mg/m³ 较为合适。

6.3.2.2 二氧化硫单位产品排放量的确定

按吨产品废气量 3200 m³ 计算，得出现源 1.92 kg/t · 产品，新源 0.32 kg/t · 产品。

表33. 烧结厂吨产品 SO₂排放量（单位：kg/t · 烧结矿）

企业名称	SO ₂
本钢	0.715~0.896
武钢	3.666
鞍钢	0.936

宝钢	0.880~0.950
----	-------------

表34. 国外烧结厂吨产品 SO₂排放限值（单位：kg/t·烧结矿）

国家（地区）	SO ₂
欧盟	0.82~1.68
英国	0.8~2.0

综合考虑以上数据，取现源 2.00 kg/t·产品，新源 0.35kg/t·产品。

6.3.3 氮氧化物排放限值的确定

6.3.3.1 氮氧化物最高允许排放浓度的确定

国外，在脱硝技术方面，日本和欧洲普遍采用选择性催化还原系统（SCR），其氮氧化物去除率已达 60~80%；美国则采用选择非催化还原系统（SNCR）的改进系统，使氮氧化物去除率提高到 80%。

德国空气质量控制技术说明（TA Luft）2002 关于钢铁行业烧结厂的排放控制要求为 NO₂ 400mg/m³。英国钢铁工业 NO_x 实际排放水平为 200~310 mg/m³。国外也有过报道 NO_x 浓度达到 700 mg/m³的，由于与燃料中氮的含量有关，所以排放浓度差异很大。

国内，对烧结烟气脱硝技术的研究还处在起步阶段，烧结（球团）厂对 NO_x 排放还没有任何治理措施。在 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》中也没有对 NO_x 提出控制要求，所以，多数企业没有对 NO_x 进行常规监测。从国内部分企业的 10 个调查样本来看，烧结（球团）烟气中 NO_x 排放浓度在 117~292 mg/m³之间，但由于样本数太少，不能反映我国烧结（球团）NO_x 的实际排放水平。考虑多数企业没有包括进来，可能存在少数企业高浓度排放等因素，因此，我们取新源限值 300 mg/m³，现源限值 500 mg/m³。

6.3.3.2 氮氧化物单位产品排放量的确定

按吨产品废气量 3200 m³ 计算，得出现源 1.60 kg/t·产品，新源 0.96 kg/t·产品。

表35. 烧结吨产品 NO_x 排放限值（单位：kg/t·烧结矿）

国家（地区）	NO _x
欧盟	0.40~0.65
英国	0.40~0.65
我国宝钢	0.50~0.76

综合考虑以上数据，取现源 1.40kg/t·产品，新源 0.80 kg/t·产品。

6.3.4 氟化物排放限值的确定

6.3.4.1 氟化物最高允许排放浓度的确定

氟化氢作为高氟地区的主要污染因子，在现行的《工业炉窑大气污染物排放标准》中规定的排放限值见下表。

表36. GB9078-1996 标准中氟及其化合物的排放限值摘录

有害污染物名称	标准级别	1997 年 1 月 1 日前 排放限值 (mg/m ³)	1997 年 1 月 1 日起 排放限值 (mg/m ³)
氟及其化合物 (以 F 计)	1	6	禁排
	2	15	6
	3	50	15

从调研结果来看，只有首钢和包钢反馈了氟化物数据，说明氟化物并不是具有普遍性的污染因子。

首钢烧结机机头 F 排放为 1~5mg/m³，没有治理措施，排放符合标准要求；包钢炼铁厂有 90m²烧结机四台，180m²烧结机两台，均 1997 年以前投产。由于地处高氟区，氟化物原始浓度 200 mg/m³，通过烟气洗涤净化系统后的排放浓度小于 45 mg/m³，达到了三级标准的要求。该厂有 8m²竖炉四座，162m²带式焙烧机一台，由于采用了低氟原料生产，排放烟气符合标准要求。

国外资料记载，烧结氟化物的排放浓度为 0.6~1.5mg/m³（以 F 计）。

考虑到新标准不再分级，并且要严于现行标准才能对高氟排放企业有所促进，因此，取现源排放限值 5.0 mg/m³，比现行的 GB9078-1996 标准限值稍严一些。新源排放限值取现源的 70%，即 3.5 mg/m³。

6.3.4.2 氟化物单位产品排放量的确定

按吨产品废气量 3200 m³ 计算，得出现源 0.016 kg/t·产品，新源 0.011 kg/t·产品。

国外资料记载，吨烧结矿氟化物的排放量为 0.0013~0.0032 kg（以 F 计），吨球团矿氟化物的排放量为 0.0008~0.039 kg（以 F 计）。

综合考虑以上数据，取现源 0.016 kg/t·产品，新源 0.011 kg/t·产品。

6.3.5 二恶英排放限值的确定

二恶英是毒性很强的一类三环芳香族有机化合物。在烧结（球团）工序中，二恶英主要

来源于含油轧钢皮，特别是氯化物原料的热反应过程。通过选用低氯化物原料、轧钢皮除油以及废气循环的措施可有效降低废气中二恶英的排放浓度，而且不需要昂贵的气体清洗装置。

二恶英在环境中的归宿，主要是以烟尘形式进入大气，部分沉降到排放源的下风处地表。研究表明，二恶英在环境中有很强的“持久性”，难以被生物降解，可能以数百年的时间存在于环境中。因此存在各种机会被人体所吸收。二恶英微量摄入人身不会立即引起病变，但由于其稳定性极强，一旦摄入不易排出，如长期食用含二恶英的食品，这种有毒成分会蓄积下来逐渐增多，最终对人身造成危害。

目前，欧盟烧结工艺的二恶英排放标准是 0.1 ng TEQ/m^3 ，其他国家是 $0.2 \sim 0.4 \text{ ng TEQ/m}^3$ ；我国台湾省的排放标准是 0.5 ng TEQ/m^3 。太钢 3[#]烧结机废气的实际监测数据为 0.25 ng TEQ/m^3 。综合考虑整个行业状况，取新源限值 0.5 ng TEQ/m^3 ，现源限值 1.0 ng TEQ/m^3 。

6.3.6 无组织排放限值的确定

无组织排放指大气污染物不经过排气筒的无规则排放。

针对烧结（球团）工序的实际情况，本标准从两个方面考虑。

（1）原料场是烧结（球团）厂首要的无组织排放源，由于是露天堆放，在生产中，特别是大风天气污染非常严重。考虑该部分无组织排放与外环境的影响很大，因此采用监控点浓度控制，规定下风向监控点最高浓度限值。

下风向监控点颗粒物浓度限值，采用《大气污染物综合排放标准》（GB16297）中的浓度限值，“现源”和“新源”均为 1mg/m^3 （扣除参照点浓度）。

（2）有车间厂房的无组织排放源，粉尘一般是通过车间厂房的天窗、侧窗以及房门向外环境排放的，对该部分无组织排放仍沿用原《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）中无组织排放最高允许浓度对排放源进行控制，监测点设在生产厂房门窗、屋顶、气楼等无组织排放处，并选取浓度最大值，“现源”和“新源”最高允许排放浓度均为 10mg/m^3 ；对于露天（或有顶无围墙）的无组织排放源，“现源”和“新源”最高允许排放浓度均取 5mg/m^3 。

6.4 操作控制要求

（1）新、改、扩建项目的生产工艺装备及相关设计指标必须达到《钢铁产业发展政策》及相关产业政策规定的市场准入条件和相关技术政策要求，现有生产工艺装备不符合国家产业政策的必须在规定的期限内淘汰。

(2) 不得建设《产业结构调整指导目录》中“限制类”和“淘汰类”规定的烧结（球团）项目。

(3) 新建、改建、扩建烧结（球团）生产线，新上除尘设备一律采用高效收尘器。

(4) 露天储料场应当采取防风设计，对起尘点采取洒水、防尘网或喷洒抑尘剂等措施。

(5) 烧结机、竖炉、带式焙烧机、链算机-回转窑等烧结（焙烧）设备，以及其他生产设备在装卸、加工、贮存、输送物料时的扬尘点，必须纳入除尘系统。

(6) 除尘装置应与其主体设备同步运转，禁止无集尘装置和除尘设施，任由烧结（球团）生产过程中产生的烟（粉）尘无组织排放。

6.5 环境监测要求

(1) 新建、改建、扩建的各种生产设备的排气筒应设置采样、监测孔和采样监测平台。

(2) 排气筒中颗粒物和气态污染物监测的采样点数、采样点位置的设置及污染物的采样方法按 GB/T 16157 执行。

(3) 对于 6.3.6 中第一类无组织排放源的监测方法按 HJ/T 55 执行；对于 6.3.6 中第二类，无组织排放污染物最高允许浓度采样点设在生产厂房门窗、屋顶、气楼等排放口处，并选浓度最大值。若无组织排放源是露天或有顶无围墙，监测点应选在距烟（粉）尘排放源 5m，最低高度 1.5m 处任意点，并选浓度最大值。

(4) 新建、改建、扩建的烧结机、球团竖炉、带式焙烧机、链算机-回转窑的排气筒应当安装烟（粉）尘、二氧化硫、氮氧化物连续监测装置。对于现有烧结机、球团竖炉、带式焙烧机、链算机-回转窑应当逐步安装连续监测装置。各省、自治区、直辖市人民政府环境保护部门应当根据烧结（球团）结构调整和达标进展情况制订安装计划。连续监测装置需满足 HJ / T 76 的要求。烟气排放连续监测装置经县级以上人民政府环境保护行政主管部门验收后，在有效期内其监测数据为有效数据。

(5) 大气污染物分析方法见下表。

表37. 烧结（球团）厂大气污染物分析方法

序 号	分析项目	分析方法	方法来源
1	烟（粉）尘	重量法	GB/T 16157
2	二氧化硫	碘量法	HJ/T 56
		定电位电解法	HJ/T 57

3	氮氧化物	紫外分光光度法	HJ/T 42
		盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ/T 43
4	氟化物	离子选择电极法	HJ/T 67
5	二恶英类	同位素稀释高分辨率毛细管气相色谱/高分辨质谱法	HJ/T 77

6.6 排气筒高度要求

为使排气筒排放的大气污染物经扩散后落地浓度满足环境空气质量的要求，规定排气筒高度。生产设备排气筒（烟囱）一律不得低于 15m，并应高出邻近建筑物 3m 以上。若现有排气筒达不到规定的高度，其污染物最高允许排放浓度按严格 50% 执行。

7 本标准与现行排放标准及国外标准的比较

7.1 烟(粉)尘排放标准比较

表38. 烟（粉）尘标准对比（单位：mg/m³）

生产设施及污染源		本标准	现行标准	国外标准
烧结（球团）设备	现源	90	100~250	45.8
	新源	50	禁排、100、150	<30.0
其他生产设备	现源	70	150	18.3~68.7
	新源	30	120	11.5~22.9

可以看出，本标准与现行标准相比，变化幅度是相当大的。但也应该看到现行标准是针对上个世纪九十年代的除尘设施水平制订的，经过将近十年的科技发展，环保产品质量和技术水平有了明显的提高。近年来，新技术、新工艺、新产品不断被开发研制出来，引进、消化和吸收了国外先进的环保技术，广泛应用于污染治理和资源综合利用。所以，从目前国内环保设施的实际发展水平来看，完全有能力达到本标准的要求。

同时也应看到，虽然新制订的标准比较严格，但与国外标准相比，还有着一定的差距。

7.2 SO₂、NO_x 排放标准比较

表39. SO₂、NO_x 标准对比（单位：mg/m³）

污染控制项目及污染源		本标准	现行标准	国外标准
SO ₂	现源	600	1430、2860、4300	500

	新源	100	禁排、2000、2860	<100
NO _x	现源	500	—	400
	新源	300	—	

由于“十五”规划要求的SO₂减排10%的目标没有实现，“十一五”期间，减排SO₂成为我国环境保护的重点，把SO₂减排10%作为“十一五”规划的约束指标。因此，为了顺利完成SO₂减排指标，必须通过制订严格的排放限值，强制企业安装脱硫装置。从这一出发点考虑，本标准规定的SO₂与现行标准相比是相当严格的，已经接近国外水平。

从国内统计结果来看，目前我国平均排放水平为880mg/m³，这说明现行标准已经远远落后于实际水平，对企业已经失去了制约作用。从而也说明了制订本标准的必要性与迫切要求。

对于NO_x，本标准现源已接近国外标准，新源接近甚至严于国外标准。

由于是首次制订烧结（球团）行业NO_x排放标准，并且调查样本数量有限，所以，本标准制订的NO_x限值针对国内现有的样本数据还是比较宽松的，相信无论是现有企业还是新建企业绝大多数都能够很轻松地达到新标准要求。

8 本标准与现行法律法规、政策及现行排放标准的关系

8.1 与现行法律法规政策的关系

本标准是在国家现行法律、法规、国家产业政策和国家钢铁产业政策框架下制订的，其制订的依据就是《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》、《中华人民共和国清洁生产促进法》、《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》、《产业结构调整指导目录(2005年本)》和《钢铁产业发展政策》；因此，本标准符合国家现行法律、法规、国家产业政策和国家钢铁产业政策的。

8.2 与现行排放标准的关系

对于大气污染物的排放，由于现行排放标准过于宽松并远落后于目前的环保技术水平；根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》和《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》，本标准中规定的排放限值要比现行排放标准要严格很多。

但考虑到目前钢铁工业的污染治理技术水平以及新老企业的技术差异，本标准对现源给予3年的宽限期，宽限期内执行“现源”排放标准，宽限期结束后则必须达到本标准中的“新源”排放限值规定。新设立的污染源，要求本标准实施之日起就要执行“新源”排放标准。

本标准实施之日起,烧结(球团)生产停止执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297)、《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB 9078)。

对于烧结(球团)工序排放的废水应执行《钢铁工业污染物排放标准》中的《钢铁工业水污染物排放标准》;噪声和固体废物应执行相应的现行排放标准,如噪声执行现行《工业企业厂界噪声标准》(GB12348),固体废物执行现行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599)等。

9 实施本标准的技术经济分析

9.1 技术可行性分析

9.1.1 除尘技术

目前,除尘技术已处于成熟阶段,烧结(球团)尘气治理(包括机头废气),国外越来越趋于采用布袋除尘器,出口浓度普遍达到 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。国内机头废气治理还仍然采用电除尘器,但就目前的技术水平,电除尘器出口浓度做到 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 也是完全可行的。所以,目前的除尘技术水平是完全能够满足本标准排放限值要求的。

但是,为了长远考虑,建议新设立的污染源,尽可能采用高效的布袋除尘器,因为随着国家对环保要求的越来越严格,排放标准也将随之更加严格,如果采用电除尘器,对满足今后的排放标准,将有一定的困难。

9.1.2 脱硫技术

烟气脱硫技术在国外已实践了 40 多年,我国也摸索了近 30 年。至今已形成五大类基本脱硫工艺、150 多种流程,其中常用的十多种技术已趋成熟,并且经过多年不断的改进,在减少投资费用、提高设备国产化率和谋求副产物资源化方面也已取得明显成效。主工艺设备以湿法为例的喷淋塔、填料塔、液柱塔等均已成功地应用于大型工业炉窑的烟气脱硫工程中。

常见的烧结烟气脱硫工艺有以下几种。

(1) 氨-硫铵法

氨-硫铵法是利用焦炉气中无用的氨与烧结中的 SO_2 反应回收硫铵。在有焦炉的钢铁厂,烧结废气采用氨-硫铵法脱硫具有经济效益好,脱硫效率高等优点。脱硫效率一般稳定在 98% 以上,副产品硫酸铵质量好而且稳定,但需提高设备的耐磨性能。

(2) 石灰-石膏法

脱硫工艺以石灰或石灰石浆液与烟气中的 SO_2 反应，脱硫产物亚硫酸钙，也可氧化为石膏回收利用。该工艺使用的脱硫剂价廉易得，对于烧结工艺，可以利用石灰除尘系统收集来的石灰粉尘。上个世纪 70 年代开始，日本已经在一部分大型烧结厂（如日本钢管的扇岛、福山烧结厂、住友的鹿岛、和歌山烧结厂和新日铁的若松烧结厂等）先后采用了石灰-石膏法，脱硫效率可以达到 95%~99%。并且，可以去除废气中的 HCl 、 HF 以及细微粉尘。其缺点是投资及运行费用较高，系统复杂，占地面积大，而且易于腐蚀、磨损以至堵塞管路，从而降低了其运行的可靠性。

（3）活性炭吸附法

新日铁于 1987 年在名古屋第三烧结厂的 3 号烧结机中设置了利用活性炭的烧结排烟脱硫、脱硝设备，处理能力(标态) 90 万 m^3/h ，这是一种干法排烟脱硫装置，将烧结机排烟的除尘、脱硫、脱硝三种功能集于一身，使烧结排烟脱硫技术提高到新的阶段。

该脱硫技术的基础是活性炭可以吸收 SO_2 。重复利用吸收了 SO_2 的活性炭装置称为再生活性炭(RAC)。该法通常使用高质量的、价格昂贵的活性炭，并且会产生副产品硫酸(H_2SO_4)。炭床通过水和蒸汽达到再生的效果。

再生活性炭技术可以去除废气中的一些有害成分，如 SO_2 、 HCl 、 HF 、 Hg 和 NO_x 。当废气被引导着通过活性炭床的时候，污染物即被活性炭吸收。如果要去除废气中的 NO_x ，需要在废气通过炭床之前，向废气中喷洒氨(NH_3)才能实现。

该法可以达到较高的脱硫效率(>95%)。脱氮效率可以达到 80%~90%，视运行温度、添加物 NH_3 以及设计情况不同而异。上面提到的效率是设备每天 24 小时运行情况下的，没有考虑设备闲置。因此，实际运行的效率会相对低一些。

使用再生活性炭设备时，会产生副产品硫酸和少量的废水。因为活性炭是再生的，而且部分可以被燃烧，所以不会产生固体废弃物。

（4）密相干塔处理工艺

密相干塔烟气脱硫技术是由北京科技大学环境工程中心和德国福汉燃烧技术股份有限公司针对中国国情开发的一种先进技术，具有脱硫效率高（达 99%，同时可以去除 HF 等）、投资运行费用低、可靠性高、能耗低、维护量小、占地面积小、系统使用寿命长等优点。到目前为止，在德国等一些欧洲国家和地区，已有 20 多家不同规模的电厂锅炉和工业锅炉应

用了密相干塔烟气脱硫技术，其独特的技术优势保证了较高的脱硫效率和良好的信誉。

密相干塔烟气脱硫的主要原理是利用干的熟石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 以及密相干塔下部及后部工艺设备布袋除尘器下收集的大量循环灰一起进入加湿器内进行均化，加湿后的大量循环灰由密相干塔上部的布料器进入塔内，含水分的循环灰有极好的反应活性，与塔上部进入的烟气发生反应。最终脱硫产物由灰仓排出循环系统，通过输送装置送入废料仓。

目前，国内针对烧结烟气的脱硫工程已逐渐开展起来，如广钢对 1 台 24m^2 烧结机采取了脱硫措施，方法是石灰—石膏法；石家庄钢铁厂的 2 台 50m^2 烧结机实施烟气脱硫的治理，采用的方法是密相干塔法；宝钢、攀钢正在对烧结烟气进行脱硫试验，寻找合理的工艺；武钢也正酝酿对烧结烟气进行脱硫。相信随着烧结烟气脱硫工业化的不断进展，技术不断成熟，“十一五”期间，我国烧结（球团）烟气强制脱硫是完全可以实现的。

9.1.3 脱硝技术

烟气脱硝技术，国外早已有所应用，SCR 和 SNCR 法在大型燃煤电厂获得了较好的商业应用，其中 SCR 在全球范围内有数百台的成功应用业绩和十几年的运行经验，日本和德国 95% 的烟气脱硝装置采用 SCR 技术，该方法技术成熟、脱硝率高、几乎无二次污染。

（1）选择性催化还原（SCR）

SCR 法原理是废气中的 NO_x 被氨（ NH_3 ）和尿素还原为 N_2 和 H_2O 。由以钛氧化物（ TiO_2 ）为载体的五氧化二钒（ V_2O_5 ）钨氧化物（ WO_3 ）做催化剂，也可以选择铁氧化物和铂。最佳的运行温度在 300°C 至 400°C 之间。

由于 SCR 装置要求处理的气体必须非常洁净，粉尘含量小于 $40\text{mg}/\text{m}^3$ ，所以，在烧结厂中，通常被用在除尘和脱硫之后。而且温度要求在 300°C 左右，因此需要加热气体。

在烧结厂应用这项装置，可以消除 90% 的 NO_x 。这取决于催化剂的类型，运行温度，以及添加剂 NH_3 。

由于 SCR 是干法技术，所以不会产生废水。所产生的唯一废弃物是失活催化剂。此废弃物可以由催化剂生产厂家进行回收再处理。

（2）选择性非催化还原（SNCR）

SNCR 法原理是在烟气的高温区加入氨、尿素、焦炉气、天然气等还原性物质，不需要催化剂，使 NO_x 还原为氮气。

使用 SNCR 法的脱氮效率可达到 50%~80%，由于不采用催化剂，操作费用较低，但温度控制较难，仅在 950~1050℃这一狭窄范围内脱氮有效，不在该温度范围时氨气容易氧化，造成 NO 浓度增加。

总之，SNCR 法投资少，费用低，但适用范围窄，要有良好的混合及反应空间、时间条件。当要求较高的脱除率时，会造成氨泄漏过大。

我国台湾省中钢公司在上个世纪九十年代已经有 3 座 SCR 法装置投产使用。使用中发现不仅脱硝率 $\geq 80\%$ ，同时也脱除了 80%的二恶英。

目前我国大陆的烧结行业还没有采用脱硝装置的先例，但随着国内烧结脱硝技术研究的不断深入，并吸取火电行业的实践经验，相信不久将会应用到工业生产中的。

9.1.4 二恶英治理技术

减排途径首先应从减少 PCDD/Fs 生成量入手，在烧结（球团）工序中，二恶英主要来源于含油轧钢皮，特别是氯化物原料的热反应过程。通过选用低氯化物原料、轧钢皮除油以及废气循环的措施可有效降低废气中二恶英的排放浓度。

另外，低温条件下（200℃以下）PCDD/Fs 大部分都以固态形式吸附在烟尘表面，而且主要吸附在微细的颗粒上。湿法除尘对 PCDD/Fs 的净化效率为 65%~85%，静电除尘器则要低一些（国内某钢铁企业烧结机三电场静电除尘器实测平均净化效率为 50.7%），而袋式除尘器则一般都可以达到 75%~90%或更高。

烧结烟气脱硫对 PCDD/Fs 具有明显的减排效果，主要是脱硫以后细颗粒烟尘排放浓度可以大幅度降低。此外，烧结烟气脱硝对 PCDD/Fs 也具有明显的减排效果，可能是催化氧化对 PCDD/Fs 的降解作用。

利用 PCDD/Fs 可被多孔物质（如活性炭、焦炭、褐煤等）吸附的特性对其进行物理吸附（国外已广泛采用），一般有携流式、移动床和固定床 3 种形式。用褐煤作吸附剂可使烧结废气中 PCDD/Fs 最终排放量降低 80%左右，欧洲多家钢厂实测减排效果为 70%；使用焦炉褐煤粉末作吸附剂和袋式除尘，PCDD/Fs 排放量可减少 98%、排放浓度可低至 0.1ng-TEQ/Nm³。

综上所述，由于我国地域广大，各地情况不同，应根据各钢铁企业的具体情况，因地制宜，选择一种既投资少、效率高，又运行稳定、成本低廉的最佳治理措施。

9.2 经济可行性分析

9.2.1 环保设施投资估算

(1) 从我国现有的烧结(球团)的环保装备来看,电除尘器占 67.6%,布袋除尘器占 20.4%,两者合计占总数的 88.0%。从技术角度来说,这部分除尘设施,虽有少数超标现象,但通过强化除尘器的维护与管理是完全应该满足现源限值要求的,因此,无需增加投资。

其余的 12%中,多管除尘器占 10.8%,水冲激湿式除尘占 1.2%。这部分除尘设施,如果以本标准的现源限值来考核,很难达到要求,必然被淘汰。如果改建成电除尘器,由此将增加资金约 18 亿元。

(2) 过渡期后,现有烧结(球团)厂执行 50 mg/m^3 、 30 mg/m^3 的新源限值,将很难达到标准要求。因此,需要增加较大的资金投入。

烧结(球团)设备通过改造后全部采用电除尘器,安装脱硫装置不仅使 SO_2 排放满足 100 mg/m^3 要求,而且颗粒物也能够满足 50 mg/m^3 要求。也就是说,只增加脱硫装置就可以满足要求。

按全国总烧结面积 38000m^2 计算,折算成 360m^2 烧结机 105 台。每台烧结机脱硫装置费用约 1 亿元,则全国烧结机脱硫需投资 105 亿元,另外,还有约 100 套球团生产设备脱硫需投资 100 亿元,总共需要大约 205 亿元的投资。年运行费用 20.5 亿元。

其他生产设备还有 25.3%的电除尘器,要达到 30 mg/m^3 排放要求,有一定的困难,如果改成布袋除尘器还需投资 37.8 亿元。

9.2.2 标准实施后对产品成本的影响

按全国烧结矿(包括球团矿)年产量 50000 万吨、环保设施运行成本增加 20.5 亿元/年计算,则每吨产品增加成本 4.1 元。如果固定资产投资按 10 年折旧,则每年又增加约 25 亿元,即每吨产品又增加成本 5 元。合计每吨产品增加成本 9.1 元。以每吨烧结矿 600 元计算,所占比例约为 1.5%。

10 实施本标准的环境效益分析

以 2005 年全国烧结矿(包括球团矿)年产量 50000 万吨、吨产品外排废气按烧结(球团)设备 3200m^3 ,其他生产设备 3000m^3 计算:

10.1 颗粒物削减效益分析

①执行现行标准 150 mg/m^3 、 120 mg/m^3 :

吨产品排尘量约为 $150 \times 3200 + 120 \times 3000 = 0.84\text{kg}$

总排尘量约为 $0.84 \times 0.001 \times 50000 = 42$ 万吨。

②若按新标准现源计算：

吨产品排尘量为 0.50 kg ，总排尘量约为 25 万吨，比执行现行标准削减 40.5%。

③若按新标准新源计算：

吨产品排尘量为 0.25 kg ，总排尘量约为 12.5 万吨，比执行现行标准削减 70.2%。

10.2 SO₂削减效益分析

①执行现行标准 2000 mg/m^3 ，烧结机达标排放的吨产品 SO₂ 约为 6.4kg ，总排放量约为 320 万吨。

②若按新标准现源计算，吨产品 SO₂ 排放量为 2.00kg ，总排放量约为 100 万吨，比执行现行标准削减 68.8%。

③若按新标准新源计算，吨产品 SO₂ 排放量为 0.35kg ，总排放量约为 17.5 万吨，比执行现行标准削减 94.5%。

10.3 NO_x 削减效益分析

由于是首次对钢铁工业烧结（球团）工序控制 NO_x，所以，无法进行比照。

通过以上分析可以看到，新标准实施后，污染物的削减量是相当可观的，尤其 SO₂ 的排放量将有大幅度的削减，因此，具有明显的环境效益。

另外，通过本标准的实施，不仅保障了人们的身体健康、同时也促进了我国环保产业技术水平的提升，因此，还将具有明显的社会效益。

11 达标可行性分析

11.1 现行标准达标状况分析

根据对烧结（球团）生产企业污染物排放情况的调查分析，按照现行的排放标准，绝大多数企业的颗粒物能够达标排放，个别企业的除尘设施，由于管理、维护等原因，存在超标现象。但通过采取有效措施，对超标除尘器进行诊断、大修，并加强管理，应该可以做到达标排放。还有少数效率较低的落后除尘装置，必须要投入资金进行改造才能做到达标排放。

从调查的结果来看，SO₂ 的排放水平差距较大，但由于现行的标准对 SO₂ 的控制较宽松，所以，基本能够达到标准要求。

11.2 现有污染源执行新标准中现源限值的达标状况分析

①执行新标准后，烧结机烟气颗粒物现源执行 90 mg/m^3 ，其他设备现源执行 70 mg/m^3 。

调查样本中，137 个烧结机样本，有 57 个达标，80 个超标，达标率 41.6%。去除 23 个（其中有 21 个超标）多管除尘器需要改造外，其他均为电除尘器，通过加强环保设备设施的维护保养，基本上不需要增加建设投资或增加少许投资即可达到“现源”排放限值要求。

113 个烧结其他设备样本中，有 54 个达标，59 个超标，达标率 47.8%。113 个样本中，有 3 个水冲激除尘器（其中 2 个超标），4 个多管除尘器（其中 2 个超标），其他均为电除尘器和布袋除尘器。但从统计结果来看，无论布袋除尘器还是电除尘器，超标现象都比较严重。按通常的环保设施水平来说，布袋除尘器低于 30 mg/m^3 是完全没有问题的，即使电除尘器达到 70 mg/m^3 也完全做得到，所以，应该着重从管理方面下力气，找原因。

②执行新标准后，烧结机烟气中 SO_2 现源执行 600 mg/m^3 。

45 个调查样本中，有 25 个达标，20 个超标，达标率 55.6 %。从样本来看，当执行新标准的现源限值时，有 44.4% 超标，如果通过降低原料中的硫含量（利用含硫分低的焦粉，且焦粉的消耗量最小，利用含硫分低的铁矿石作为原料）等措施仍然不能达到要求的，建议按新源指标考虑，增加脱硫装置。

③执行新标准后，烧结机烟气中 NO_x 现源执行 500 mg/m^3 。

10 个 NO_x 样本，按新标准的现源限值要求全部能够达标。

11.3 现有污染源执行新标准中新源限值的达标状况分析

现有污染源经过渡期后，将执行本标准新源限值：

①烧结机烟气颗粒物排放标准 50 mg/m^3 ，其他设备排放标准 30 mg/m^3 。

在 137 个烧结机样本中，18 个达标，119 个超标，达标率仅为 13.1%。

113 个烧结其他设备样本中，27 个达标，86 个超标，达标率 23.9%。

从以上数字来看，由于标准更加严格，将给现有企业带来更大的压力。这必将促使现有企业不仅在环保设施上采用先进技术，更要加速淘汰低效、高能耗、严重污染环境、经济效益差的落后生产工艺，合理利用自然资源，从生产源头做起，减少生产过程中污染物的排放。

②烧结机烟气中 SO_2 执行新源限值 100 mg/m^3 。

45 个调查样本全部超标。可以看出，当执行本标准的新源限值时，单靠采用低硫原燃料是无法解决问题的，必须采取有效的烟气脱硫装置才能满足要求。

③烧结机烟气中 NO_x 执行新源限值 300 mg/m^3 。

10 个样本全部达标。

近几年来，随着科技的飞速发展，环保产品质量和技术水平有了明显的提高。新技术、新工艺、新产品不断被开发研制出来，引进、消化和吸收了国外先进的环保技术，广泛应用于污染治理和资源综合利用。所以，现有企业通过技术改造，完全有能力达到本标准新源的要求。

12 对实施本标准的建议

12.1 技术措施建议

(1) 由于本标准与现行排放标准相比已十分严格，“新源”标准已接近国际先进水平；本排放标准发布之日起，现有钢铁企业应对企业内的所有大气污染源执行本标准的达标情况进行全面的分析，找出未能达标的污染源并及时采取有效的改进措施，尽可能在本标准实施之日前全面达到“现源”排放标准。

(2) 本标准实施之日起现源执行“现源”标准、3 年宽限期后才执行“新源”标准，但钢铁企业在对现有污染源或治理设施改造时应“一步到位”，即按执行“新源”排放标准进行改造。

(3) 本标准实施之日起改、扩建或新设立的污染源，其设计指标应严于本排放标准，即在设计指标与“新源”排放标准留有一定的“缓冲带”，以此来确保投产以后能够长期、稳定达到“新源”排放标准。

12.2 管理措施建议

(1) 钢铁工业属高能耗、重污染行业，根据国内的环境形势、资源和能源的状况以及国民经济发展的需要，国家产业政策提出限制出口能耗高、污染大的焦炭、铁合金、生铁、废钢、钢坯(锭)等初级加工产品；为此，建议以新标准的颁布实施为契机提高钢铁产品的出口门槛，应要求出口企业必须全面达到新的污染物排放标准，不能全面达标的企业不得出口钢铁产品，尤其是低附加值的初级钢铁产品更不得出口。“产品出口国外污染留在国内”无异是在将应该留给子孙后代的环境资源提前掏空补贴给国外，这种做法不可取。

(2) 今后几年，国内钢铁企业间的兼并重组仍将会连续不断，对这类“兼并重组”应设立必要的环境准入门槛：应要求兼并重组企业与被兼并重组企业都必须在一定限期间内全面达到新的污染物排放标准。

(3) 目前排污收费标准太低，由此造成了“违法成本低守法成本高”的不正常现象，

为此建议大幅提高排污收费标准；“超标即违法”，对超标企业应加大处罚的力度。

（4）目前仍有部分钢铁企业未能达到已经过于宽松的现行排放标准，这主要是管理问题、已不再是技术问题。新的排放标准将比现行排放标准严格得多，存在的环境管理问题将会更加突出；因此，现有钢铁企业必须大幅提高环境管理水平、必须加大环境管理的力度，尤其是那些中小钢铁企业，在一定期限内仍然不能全面达标的企业应要求其退出钢铁行业。

12.3 其他建议

（1）环境标准的贯彻执行不能也不应只是环境保护行政部门的事，企业应负有直接责任，但钢铁企业的主管部门（或单位）也应负有不可推卸的主管责任。因此，新标准发布之日起，钢铁企业的主管部门（或单位）应对所属企业“新标准”达标情况进行监督检查，应组织、督促所属企业安排、落实改造计划和改造资金，确保在本标准规定的期限内能够做到达标排放。

（2）为减少除尘器收集的干烟粉尘厂区内运输过程中的泄漏和无组织排放，应要求采用真空吸压送罐车运输。