

《钢铁工业发展循环经济环境保护导则》 编制说明

《钢铁工业发展循环经济环境保护导则》 编制课题组

二〇〇七年四月

目 录

1 概述.....	1
2 适用范围	2
3 指导原则	2
4 制订导则的依据和主要参考资料	3
5 编制导则的基本方法	4
6 导则经济分析和实施的技术可行性分析	22
7 导则的实施建议	23

《钢铁工业发展循环经济环境保护导则》编制说明

1 概述

我国钢铁行业经过近十多年的快速发展,在技术进步和结构调整等方面都取得了令人瞩目的进步。但与世界先进水平相比,我国钢铁工业资源利用率低、能源消耗大、污染较严重,受资源、能源、环境的制约越来越明显,因此,必须建立一种发展钢铁工业的新模式,实现资源与环境协调友好发展。循环经济通过“资源-产品-再生资源”的反馈式流程,实现低开采、高效利用、低排放,资源、能源尽可能地循环利用,把经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度。我国钢铁工业实施循环经济是目前为止被认为是较好解决目前发展过程中面临的资源、能源、环境和交通等问题,是实现钢铁工业可持续发展的一种途径。

2000 年以来,在经济快速增长带来的环境压力及国际环保新思潮的影响下,我国将发展循环经济、建设生态工业园区作为实现区域可持续发展、经济和环境“双赢”的一个重要举措。经过几年的发展,循环经济在我国也由最初的一种发展理念,落实到重点行业、产业园区、再生资源回收利用、再生金属利用、废旧家电回收处理和再制造等各个方面。国家对我国钢铁工业的可持续发展也是非常重视,国家发改委已将鞍本钢铁集团、攀枝花钢铁集团有限公司、包头钢铁集团有限公司、济南钢铁集团有限公司和莱芜钢铁集团有限公司列入第一批钢铁行业循环经济试点单位。随着钢铁行业循环经济试点单位经济效益和环境效益显现,人们对循环经济理念的不断深入理解,我国钢铁工业循环经济必将进入全面发展阶段。当钢铁工业发展循环经济在全国轰轰烈烈展开之际,对钢铁工业发展循环经济过程中环境保护理念和措施进行正确引导尤为重要。

发展循环经济是一个新生事物,循环经济由概念到实践在我国只有几年的时间,虽然通过试点我国在该方面已经积累了一定的经验,但是目前在行业层面如何发展循环还存在着一定的障碍和不足,在行业发展循环经济过程中的污染防治及发展循环经济产生的环境效益也缺少评价标准。行业循环经济发展是个系统工程,涉及工程、技术、管理、信息、机构、基础设施等多个方面,为保证钢铁工业发展循环经济真正实现资源能源的节约和污染物的减量,必须制订旨在引导钢铁工业发展循环经济环境保护导则。

从发展循环经济的角度来看,制约钢铁工业可持续发展的因素主要表现在资源利用效率、能源消耗和环境污染方面。资源利用效率及能源消耗受直接和间接两种因素的影响,工艺及技术装备水平直接影响资源利用效率及能源消耗,而产品结构、钢铁产业布局、钢铁产业集中度及原材料供应将间接影响资源利用效率

及能源消耗；环境污染问题主要包括环境保护意识、环保技术及装备及钢铁企业间的环境保护发展不平衡。钢铁工业发展循环经济环境保护导则将提出钢铁工业提高资源、能源和生态效率的主要途径、发展循环经济过程污染控制要求（包括水、气、固体废物综合利用指标和污染物排放达标要求）以及发展循环经济的保障措施。导则提出的措施和要求是从污染预防、过程控制、末端治理、废物的资源化利用等全过程控制污染物产生和排放出发实现循环经济理念，以使环境保护措施促进钢铁工业发展循环经济。钢铁工业发展循环经济环境保护导则的提出具有以下三方面的作用：

（1）为钢铁工业向可持续化方向发展提供全面、系统的环境保护指导，防止钢铁工业发展循环经济偏离发展循环经济的本质，有利于钢铁工业发展循环经济健康快速发展。

（2）对钢铁工业中的企业发展循环经济所必须达到的污染控制要求提供依据，促进钢铁工业环境保护的不断深入、完善、扩展和提升，解决其发展中的不足和薄弱环节，促进环境保护与循环经济全面协调、持续发展。

（3）有利于钢铁企业间的比较和借鉴，也有利于我国钢铁工业发展更加针对性地借鉴发达国家先进经验，从总体上加速我国新型钢铁工业化进程。

钢铁工业发展循环经济环境保护导则为 2005 年度国家环保标准制修订计划项目。

2 适用范围

本导则适用于国家环境保护总局和地方各级环保部门对钢铁工业发展循环经济的规划、建设及运行的污染防治和环境保护管理。

3 指导原则

制订钢铁工业发展循环经济环境保护导则的指导原则是：

（1） 3R 原则

以循环经济和工业生态学理论为指导，按照物质、能量、信息流动的生态规律，通过废物资源综合利用、物质闭合循环、产品与服务的低物质化以及能源效率最大化等措施来构建行业发展循环经济的模式与结构。

（2） 科学性原则

导则应结合钢铁工业的主要特征，提出钢铁工业发展循环经济环境保护应采取的措施和达到的标准，其本身具有合理的层次结构。数据来源要准确、处理方法要科学，具体指标能够反映出钢铁工业发展循环经济环境保护主要目标的实现程度。

（3） 可操作性原则

导则要尽可能全面反映出钢铁工业发展循环经济环境保护的各个方面，同时要考虑指标量化以及数据的可获得性和可靠性，要保证既能全面反映钢铁工业发展循环经济环境保护的各种内涵，又能有效地利用统计资料和有关规范标准，易于企业和管理人员的理解和掌握。

4 制订导则的依据和主要参考资料

4.1 制订依据

- （1） 国务院办公厅《国务院关于加强发展循环经济的若干意见》（国发〔2005〕22号）
- （2） 国务院办公厅《国务院关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》（国发〔2005〕21号）
- （3） 国务院办公厅《国务院加快推进产能过剩行业结构调整的通知》（国发〔2006〕11号）
- （4） 《国务院办公厅转发发展改革委等部门关于制止钢铁电解铝水泥行业盲目投资若干意见的通知》（国办发〔2003〕103号）
- （5） 国家环境保护总局办公厅《关于印发〈国家环保总局关于推进循环经济发展的指导意见〉的通知》（环发〔2005〕114号）
- （6） 国家发改委《钢铁产业发展政策》（国发〔2005〕35号）
- （7） 国家发改委《关于组织开展循环经济试点（第一批）工作的通知》（发改环资〔2005〕2199号）

4.2 主要参考资料

- （1） 解振华主编，循环经济知识领导干部高级读本，北京：中国环境出版社，2005
- （2） 国家环境保护总局科技标准司编，循环经济和生态工业规划汇编，北京：化学工业出版社，2004
- （3） 国家环境保护总局科技标准司编，钢铁行业清洁生产审核指南，北京：化学工业出版社，2004
- （4） 创建“国家环境友好企业”实施方案（试行），国家环境保护总局，2003
- （5） 国家环境保护总局，中华人民共和国环境保护行业标准，清洁生产标准（钢铁行业）HJ/T189-2006，2006

- (6) HJ/T275 行业类生态工业园区标准（试行）
- (7) 鞍山钢铁集团公司建设循环经济型示范企业总体规划 2004
- (8) 本钢钢铁集团公司循环经济发展规划. 2005

5 编制导则的基本方法

5.1 导则的构建方法

钢铁工业发展循环经济环境保护导则构建基于循环经济 3R 原则和生态工业理论，按照物质、能量、水和信息流动的生态规律，通过减少源头资源和能源的消耗、强化生产过程资源循环利用、加强生产单元之间产品流和废物流链接、扩展钢铁工业与其他产业的链接，尽可能地降低废物排放量。为此，钢铁工业发展循环经济环境保护要求包括三部分：一是钢铁工业提高资源、能源和生态效率的主要途径；二是钢铁工业发展循环经济污染控制要求；三是钢铁工业发展循环经济保障措施。其中在钢铁工业发展循环经济污染控制要求中提出了钢铁工业发展循环经济必须达到的水、气、固体废物综合利用指标和相应的污染物排放标准。

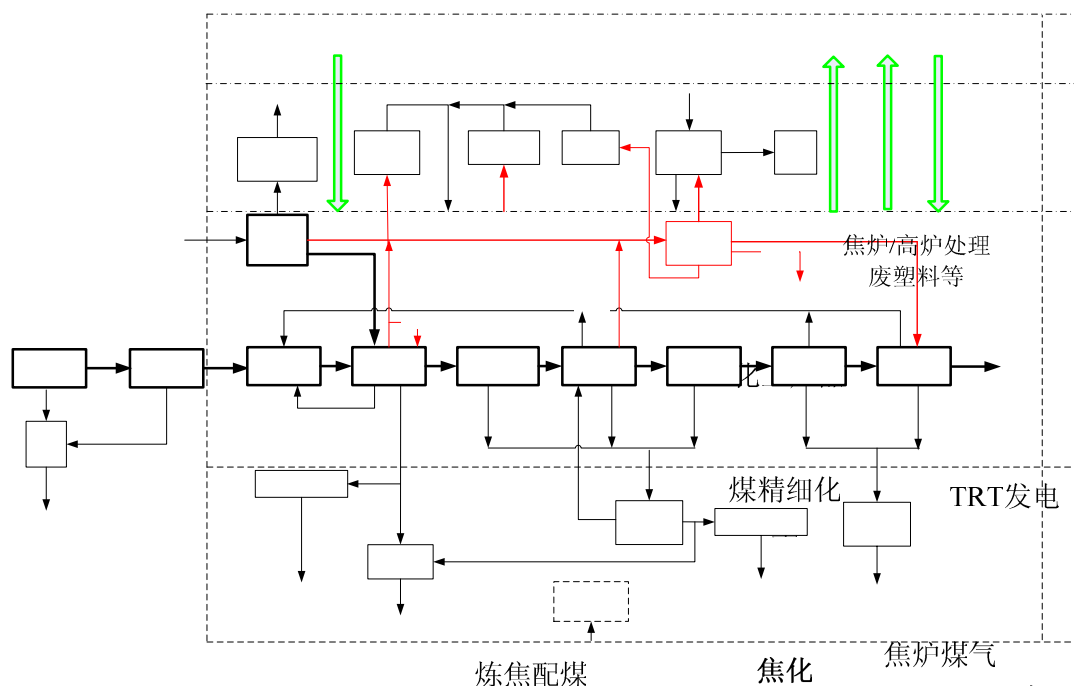
5.2 提高资源、能源和生态效率主要途径的确定依据

依据循环经济理论的 3R 原则，从污染预防、过程控制、末端治理、废物的资源化利用等全过程控制的环境保护理念来实现资源最高的使用效率和最大限度的循环利用，产生最少的废物，本导则提出的钢铁行业提高资源、能源和生态效率主要途径是在钢铁行业清洁生产技术之上，结合循环经济特征，吸取国内外钢铁企业在相关工序的先进工艺技术，通过召开钢铁行业专家研讨会、走访钢铁工业协会和实地调研等形式确定。导则对中国钢铁行业生产过程及产品的集成，从物质、能量、水、技术、信息五大集成系统，提出钢铁行业发展循环经济提高资源、能源和生态效率主要技术方向和技术途径。然而，技术是进步的，有利于钢铁工业发展循环经济的技术不限于导则所提出的，导则旨在引导钢铁企业从环境保护角度更好地促进企业发展循环经济。

（一）物质集成

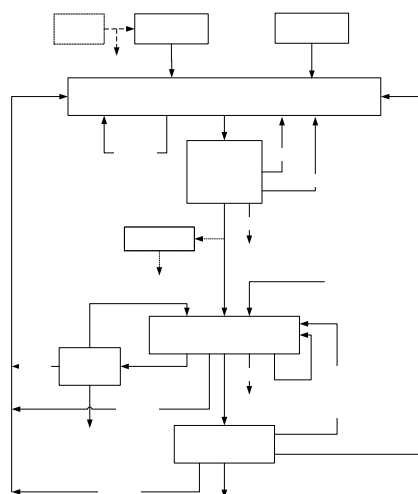
（1）产业链

钢铁行业循环经济的主产业链是建立在长流程基础上的钢铁产品制造过程，也即钢铁行业循环经济体系的核心功能区。副产业链的设计主要是根据主产业链中产生的各种副产品的最优设计及各工序生产过程中伴生的废弃物的再循环，即钢铁行业循环经济体系的支持功能区。通过主、副产业链的构建实现资源和能源的小、中、大循环即：厂矿层次、企业层次和企业与社会层次；实现钢铁工业的三个功能：钢铁产品制造、能源转换和社会废弃物消纳。钢铁行业主、副产业链和社会功能链及相应的功能分区见图 1。



(2) 铁素集成

要减少含铁废弃物的产生，循环利用含铁废物，尽可能地提高铁素的循环利用率。图2是钢铁企业铁素循环利用图，图中给出了炼钢、炼铁、铁素回用途径，通过回用措施减少废弃物的产生，提高铁素的循环利用率。可以通过优化的生产工艺流程和工序间的衔接配合，合理降低铁钢比，取消或减少高耗能工序，减少资源浪费，减轻钢铁企业的环境负荷；优化炉料结构，提高精料水平。提高入炉矿品位，降低渣量，降低焦比；实行铁水全量预处理，减少能耗、物耗、渣量及金属损耗，降低炼钢成本；提高石灰活性度，改善炼钢技术经济指标。实现以合理配比的烧结矿和球团矿为主、以副产品和废弃物产品化为辅的合理的炉料结构；在生产过程中，最大限度可持续地利用各种可再生资源(包括废钢、渣钢和含铁尘泥等)，少用铁矿石及其它天然矿物资源，实现废弃物资源化；采用资源、能源利用效率最大化、工业废物利用升值化、“三废”产生最小化的清洁生产措施，实现废弃物减量化和无害化，保护环境。



采矿 自产矿
尾矿
尘、返矿

图 2 钢铁企业铁素循环利用图

(3) 废物集成

废物集成包括废物“减量化”、资源化利用。“源头治理”是循环经济的重要思想，废物“减量化”是废物集成的有效措施，生产系统废物减量化生产措施见表 1。

铸铁机
铸铁
钢铁块

表 1 生产系统废物减量化生产措施

生产系统	废物减量化生产措施	传统措施
选矿	选矿工艺改造，提高铁精矿品位	铁精矿品位偏低
焦化	设备大型化 干熄焦技术 干法除尘	小型焦炉 湿法除尘
烧结	提高烧结矿原料品位	
炼铁	高炉大型化 精料方针 高压炉顶操作	小高炉 入炉原料波动大 常压操作
炼钢	增加废钢比、提高石灰质量、复吹炼钢技术	
轧钢	采用先进的加热炉及加热技术 提高热送比	加热炉较落后
电厂	燃气锅炉发电	燃煤锅炉

含铁细泥
钢渣破碎磁选
钢渣
含铁尘泥
水泥
建筑材料
工程回填等
含铁尘泥

废物资源化利用包括处理和循环利用自身产生的废物和消纳社会废物如废塑料、其它行业废渣等。目前，发展的方法有三条主要链和三大社会功能，即：焦化副产品→煤精细化工→化工产品；铁渣、钢渣→建材厂→水泥、微粉等；副产煤气→发电厂→电。三大社会功能为：焦炉、高炉处理废塑料；供周围用户煤

气；余热蒸汽供暖、热水等。主要废物资源化途径及产品见表 2。

表 2 主要废物资源化途径及产品

废物名称	主要资源化途径	主要产品
高炉渣	水淬 暖冷	水泥、超细粉、混凝土、砌砖等建筑材料 矿渣棉、混凝土、筑路
钢渣	粒化磁选 再加工	钢铁块、冶炼熔剂 超细粉、钢渣水泥、砌砖等建筑材料 农肥和酸性土壤改良剂 筑路、回填材料等
粉煤灰	再加工	粉煤灰水泥、墙体材料 筑路、填充材料等
含铁尘泥	高品位 重力螺旋法、混合制粒 高附加值利用	返烧结利用 与高品位尘泥混合返烧结 磁性材料、粉末冶金产品、颜料等
废耐火材料	破碎循环利用	耐火材料原料
二氧化硫 (焦炉及烧结机)	烟气脱硫	建筑原料(硫酸钙) 硫酸原料
二氧化碳 (石灰窑)	碳化法 提纯加工	工业沉淀碳酸钙 蔬菜、水果保鲜剂等
废纸浆	替代球团膨润土	有机粘结剂
废塑料	炼焦、高炉喷吹	冶金燃料

(4) 产品体系

产品体系的主要功能根据钢铁行业发展现状和当地企业的技术、资金状况，运用系统集成技术，提出产品链和产业链优化方案，生产出更多资源能源消耗少、性能高、附加值高的产品，达到资源、能源、投资的最优利用。

(二) 能量集成

根据循环经济理论以及钢铁企业的特点，从源头和过程中利用先进技术来实现最优利用能源以及余热余能的再利用（固体显热、废气余热、冷却水余热、蒸汽等），提高能源的利用效率。

(1) 能量消耗最小化

采用先进的节能和环保技术，淘汰或改造浪费资源、污染严重的落后生产工艺和装备。钢铁行业能量系统消耗最小化措施见表 3。

表 3 钢铁行业能量消耗最小化优选技术

工序	优选措施	备注
原料	综合原料场，控制含铁原料品位波动，实现精料方针。	结合各厂实际条件分步、分阶段实施先进的节能环保技术
烧结、球团	小球烧结和球团烧结、低硅烧结、铺底料、厚料层烧结；热风烧结；烧结点火新设备	
焦化	干熄焦；入炉煤湿度调节—煤干燥；型煤炼焦；炼焦煤预热	
炼铁	高炉喷煤；热风炉自身预热；热风炉双预热 高炉煤气干式除尘（布袋除尘器，干式静电除尘器）；烟气回收	
转炉	氧气转炉顶底复吹；溅渣护炉	
电炉	直流电炉；电弧炉合理供电；强化供氧；偏心炉底出钢；底吹搅拌；电极智能控制技术；干法除尘；余热回收	
连铸	高效连铸（高拉速，高作业率，高质量） 近终型连铸（薄板坯连铸，薄带连铸，喷雾成形） 连铸坯热装热送和直接轧制	
轧钢	加热炉炉体结构优化；采用先进的筑炉材料 蓄热式系统加热炉；蓄热式燃烧；先进、高效的燃烧装置 连铸坯一火成材；在线热处理 采用先进的节能设备，如连轧机、保温辊道、热卷箱、油膜轴承、高效液压润滑系统等	

（2）能量梯级使用

钢铁行业能量的梯级使用主要是合理分配和使用三种煤气和各种余热余能即：焦炉煤气、高炉煤气和转炉煤气，通过各种措施实现综合利用，达到能源再利用，减少煤气放散。钢铁企业能源循环利用见图 3。

（3）副产能源和余热余能的再利用

传统钢铁行业对副产能源和余热余能没有有效的利用方法，被大量放散，造成二次能源的大量浪费。循环经济利用的方法通过直接返回工序回收利用、采用能源转化措施将其转化为高品质的电能，满足生产用电需求，实现生产电力基本自给，大幅度降低生产能耗水平，缓解社会环境负荷。钢铁行业副产能源和余热余能的再利用措施见表 4。

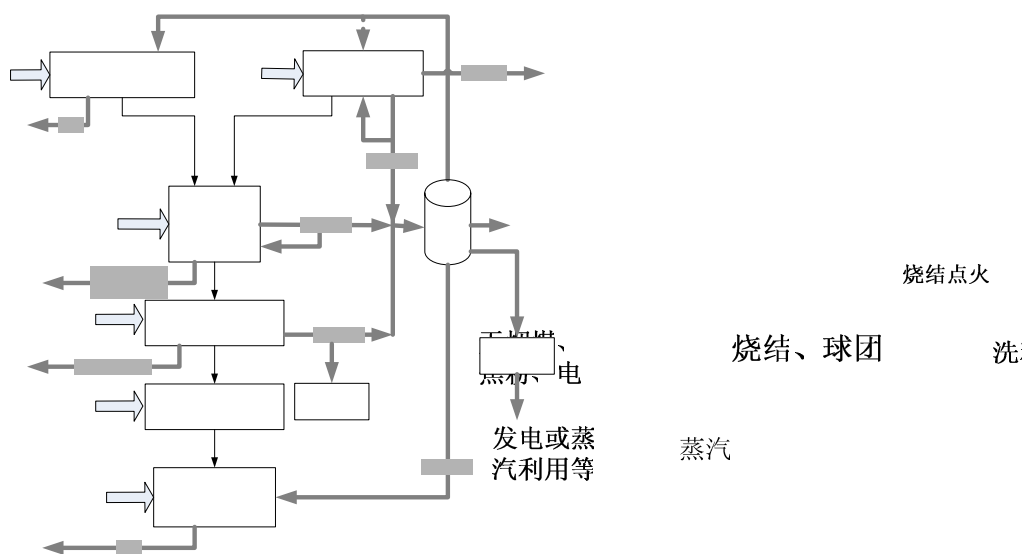


图 3 能源循环利用图

表 4 钢铁行业副产能源和余热余能的再利用措施和技术

副产能源及余热余能		循环经济利用的方法	传统利用的方法
煤气	焦炉煤气	综合利用（内部循环利用、剩余发电） 富余采用煤气柜回收	富余放散 TRT、 电 冲渣热水发电
	高炉煤气	综合利用、TRT 发电；富余采用煤气柜回收	富余放散 电
	转炉煤气	综合利用；富余采用煤气柜回收	富余放散
高温热源	高温焦炭余热	热交换，回收蒸汽发电	损失 高温烟气余热
	高炉冲渣水余热	冲渣热水发电	损失
	高温烟气余热	烟气通过热管换热器产生蒸汽，回收蒸汽	损失 电
中低温热源	低品质余热蒸汽（球团竖炉、烧结机、转炉、加热炉）	利用专门设计的汽轮机，引入低品质（低压、饱和）蒸汽直接进行发电。	大量放散，热量全部损失
	低温焦炉烟气	用来炼焦煤的调湿，降低炼焦煤的含水量，减少焦化污水的产生量。	放散 电
	烧结带冷机烟气	一部分作为点火机的燃烧空气；一部分用作热风烧结；剩余部分烟气通过安装在带冷机上的余热锅炉产生蒸汽，应用于生产或发电。	放散 蒸汽
	热风炉的烟气	就近干燥水淬矿渣。	放散
综合	煤气、蒸汽	高炉煤气燃气轮机、蒸汽联合发电； 热—电联产	无

（三）水集成

水资源集成是物质集成的特例。水系统的目标是节水，主要考虑水的多用途使用策略。钢铁行业是一个高耗水的行业，钢铁行业的供水配套共生体系要达到在各个企业间供水系统的统一调配、重复利用，使吨钢耗新水量达到最小。水的原位再生和梯级利用是实现水集成的有效方法。水梯级利用的核心指导思想是

“全过程控制、分散和集中相结合”，水梯级利用技术主要包括厂域梯级利用技术和区域梯级利用技术，建立工序内部、厂内、厂际多级用水循环思想，提高水的循环利用率，采用先进工艺对循环水系统的排污水及其它排水进行有效处理，使废水资源化，实现废水“零”排放。

（1）水消耗最小化

水消耗最小化实现途径是与主体技术改造配合，采用不用水或少用水的工艺及大型设备，做到源头用水减量化。采用高效、安全可靠的先进水处理技术和工艺，提高水的循环利用率，进一步降低吨钢新水消耗。钢铁行业水系统消耗最小化措施及技术见表 5。

表 5 钢铁行业水系统消耗最小化措施及技术

工序	优选措施	备注
原料	生产用水循环利用	比较各工序与先进企业的用水指标，针对差距较大的工序采取相应的重点措施，各工序多采用无水或少水冷却技术。
烧结、球团	低水分烧结；	
焦化	干熄焦；干法除尘	
炼铁	软水密闭循环冷却水系统 高炉煤气干法除尘（高温除尘）	
炼钢	转炉煤气干法除尘（高温除尘）	
连铸	连铸气化冷却	
轧钢	加热炉气化冷却 独立的净环水和浊环水循环系统	
其它综合	净环水缓蚀技术 浊环水絮凝技术 水夹点技术	

（2）水的循环、级联使用

建立工序内部、厂内、厂际多级用水循环思想，提高水循环的浓缩倍数，实现水资源消耗减量化，减少循环系统的工业废水排放量。具体措施有就近循环、水的按质梯级利用、管网优化、建立数字化水网。

① 烧结生产

采用絮凝沉淀、浓缩处理，溢流水串级使用或外排，底流污泥可返回烧结配料综合利用。

② 炼焦生产

对含有酚、氰、硫化物和有机油类的酚氰污水采用溶剂萃取脱酚和蒸氨回收、活性污泥法、A/O 法或 A/O₂、A₂O 法；煤焦除尘废水经粗颗粒分离槽去除粗颗粒的煤尘、焦尘后，废水送污水处理站集中处理。

③ 炼铁生产

高炉煤气洗涤水处理采用二级文氏管处理，处理后废水循环使用或串接用水，含铁污泥浓缩、脱水后送烧结利用；用渣滤法处理高炉冲渣废水，以水渣本身作为滤料，在滤池内将渣水分离，同时水得到过滤，可供循环利用；INBA 法水冲渣—用装有不锈钢丝网的转鼓进行脱水，水通过渣和网过滤，从转鼓下部流出回送水冲渣系统循环利用，无外排水。

④ 炼钢生产

湿法除尘废水采用添加絮凝剂、辐射沉淀池沉淀、水质稳定、闭路循环和污泥脱水等综合处理措施；采用立式沉淀池或辐射式沉淀池沉淀废水中悬浮物。同时使用分散剂解决循环水结垢问题，从而使密闭、循环成为可能。

在水质稳定方面，除使用缓蚀阻垢剂的方法解决问题外，还有投加 Na_2CO_3 或引入高炉煤气洗涤水的方法解决结垢问题。

⑤ 连铸生产

连铸生产废水经沉淀、除油、过滤、冷却、水质稳定后循环利用。

⑥ 轧钢生产

热轧废水经沉淀、除油、过滤、冷却后循环和串级使用。强化除油设施除油能力，用带式或软管式除油机；把净环水的排污水作为浊环水的补充水，当有几个浊环水系统时，水质较高的系统的排污水用作水质要求较低系统的补充水。热轧循环水系统除净环水进行水质处理外，浊环水系统也要做相应的水质处理，根据浊环水中氧化铁皮含量高的特点，添加专门的铁的分散剂。热轧循环水系统常有一系列的连锁和保护。例如，由电导率仪自动控制排污，通过吸水井的液位计自动向系统补水。浊环水泵常有轴承温度指示和报警装置。某些重要的参数，如水温、水压、水量、电导率、腐蚀率、水泵轴承温度、循环水浊度等都能就地或集中指示、记录、报警并进行必要的连锁。

冷轧生产的含油及乳化液废水可利用贮槽静置分离废水中的少量浮油、浮渣和油泥，并在槽内设有刮油、刮泥装置。废乳化液采用破乳、气浮法处理。

⑦ 发展和采用循环用水技术所必需的计量、监控等技术与设备

为了从根本上解决钢铁行业废水对水环境的污染与破坏，必须把整套循环用水引入生产工艺全过程，使废水和污染物都实现循环利用。因此，高度循环和闭路循环用水技术，将成为控制钢铁行业水污染防治的最佳实用技术。

（3）废水再生及中水回用

采用废水生态化治理、利用废水的自净原理对循环水系统的排污水及其它排水进行有效处理，使工业废水资源化，实现工业废水“零”排放。依据钢铁行业的特点，结合当地的实际情况可适宜考虑城市生活污水在钢铁企业的循环利用。

一方面减少钢铁企业水的消耗；另一方面，消纳了城市污水，充当城市清道夫。

① 广泛应用水质稳定剂及投药自动化

在钢铁企业水处理中投加不同类型的水质稳定剂是一个主要的发展趋势。随着用水循环率的不断提高，浓缩倍数也在升高，为维持系统的正常运行，防止设备结垢、腐蚀成了钢铁行业水处理的首要任务。

通过投加合适的水质稳定剂，改善水处理效果，如美国阿姆柯公司中城钢铁厂的转炉除尘水，投加絮凝剂改善沉淀效果，使悬浮物含量由 75mg 降至 30mg，在沉淀池出水中投加一定量的阻垢剂后，解决了结垢问题，实现了水的闭路循环，从而使污水排放为零，大大节约了水资源，也延长了文氏管和管道的使用寿命。

目前，国内生产的水质稳定药剂有多种类型，国外生产的水质稳定剂种类繁多，在选用时，应注意经过实验确定优选药剂及最佳投药量及投药自动化，是钢铁企业水处理中亟需解决的问题。目前采用人工或定期加药，造成系统内药剂浓度变化很大，不能保证系统在最佳的药剂浓度条件下运行。因此，要求能及时监测系统中药剂浓度、结垢、腐蚀状况，以便因水质或其他参数改变时能及时调整或增减药剂浓度，保证循环冷却系统有效、经济、准确和合理运行。

② 发展废水处理利用领域的生物工程和新材料利用工程

加快新的高效水处理技术的开发和研究，并大力推广使用新技术及设备。如闭式冷却塔(密闭式蒸发冷却塔)是一种极具前景的具有水冷式冷却器和冷却塔组合性能的热交换器。目前，国内生产和使用单位均较少，应加大这方面的研发力度，并推广使用该产品。发展国内的反渗透设备技术处理废水，减少二次污染，着手研制纳滤膜水处理技术。

③ 集中污水处理厂及城市污水再利用

将污水资源化，建立全厂性污水处理厂，使钢铁企业的排水经处理达到回用水水质的要求，补充到生产用水系统中去，从而减少新水补充量。同时，开发城市污水回用的途径，城市污水水量大且相对稳定，污水中的非水物质比海水中的要少得多，污水中绝大部分成分是可再利用的水。城市污水易于收集，再生处理比海水淡化成本低，处理技术也比较成熟，基建投资比远距离引水经济得多。

因此，当今世界各国解决缺水问题时，城市污水被选为可靠且可以重复利用的第二水源。这在西方发达国家已经有了许多成功的实例，美国 357 个城市实现了污水回用，其中，回用于农业占 55.3%，回用于工业占 40.5%。我国城市污水回用技术的研究早在“七五”时期就已展开。目前已有少数企业回用城市污水，如太原钢铁厂利用太原北郊污水处理厂的回水供高炉冷却。

(四) 技术集成

从钢铁材料设计开始,按照生命周期的原则,依据生态设计的理念,引进和改进现有企业的生产工艺,应用高新技术、抗风险技术、废物使用和交换技术、信息技术、管理技术等,以满足循环经济的要求,建立最小化消耗资源、极少产生废物和污染物的高新技术系统。技术集成既包括硬技术,也包括软技术,是软硬技术的集合。

(1) 钢铁行业发展循环经济的系统设计和关键技术

1) 烧结工序先进技术

① 小球烧结技术

该技术的优点是可提高烧结料层的透气性(约 30%),提高料层厚度(允许达到 600mm),提高机速,使烧结机增产 20%~30%,烧结矿还原性提高 10%~15%,转鼓指数提高 5%,FeO 含量减少 5%~7%,节约固体能耗 15~20kg/吨,使用此种烧结矿后可节约焦比,增加产量。目前此技术已在全国普遍推广,莱钢、首钢、通钢、济钢、鞍钢、酒钢等几十家企业取得了明显效果。

② 降硅提铁烧结技术

由于精矿粉品位的提高(66%~69%)使得 SiO_2 的含量降到 40%以下,这种精矿粉烧结生产出现起粘结相作用的针状铁酸钙量不足,会造成烧结强度下降。为此可采用低温烧结技术(即适当控制烧结温度),以促进铁酸钙的形成;在保证一定配碳量条件下适当提高烧结碱度;在适当控制硅铝比条件下,增加 MgO 含量(约 2.5%),发展 Fe_3O_4 再结晶粘结结晶,可生产出高铁高镁高强度烧结矿;采用计算机精确配矿,提高碱度稳定率;降低烧结机负压可提高烧结强度,又可节电。该技术已在太钢、鞍钢、本钢、武钢、宝钢、莱钢等企业得到普遍应用。

③ 增配褐铁矿烧结技术

褐铁矿的价格比其它铁矿要低,所以增配褐铁矿会有明显的经济效益。但是多配褐铁矿在烧结工艺中尚有一些技术问题尚未成熟。宝钢烧结中配褐铁矿比例已达 35%,他们在焙烧、破碎、均匀、控制粒度等方面取得了宝贵的经验。日本在开发增配褐铁矿技术中有一整套的先进经验,也已取得了可观的经济效果。

④ 超低温烧结新技术

在烧结配料混合时配加万分之 7~10 的添加剂,可使混合过程中 <3mm 的小球减少 26%,为实现低温原料层烧结创造有利条件。在配料时控制 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 在 0.1~0.2, CaO/SiO_2 碱度在 1.8~2.2 条件下烧结温度控制在 1100℃(保持 2~3 分钟)。正常烧结生产,磁铁矿原料控制温度在 1230~1250℃,赤铁矿原料控制温度在 1250~1270℃。在这个情况下生产出来的烧结矿固体能耗降低 12%,FeO 含量减少 1.3%,烧结机产量提高 4.0%,转鼓指数升高 3%~5%,还原性得到提高。

该技术已在唐钢、承德、唐山建龙、新兴铸管、酒钢等企业得到应用。马钢、泰钢等单位使用新型烧结添加剂也起到节能、提高烧结矿质量的效果。

⑤热风烧结技术

将烧结机冷却部位1、2号风箱的热风(900℃左右)抽出来供烧结机点火和附近地区热风使用,可节约烧结能耗10%,提高烧结矿质量。宝钢、武钢、南钢等企业已在使用该技术。

2) 炼焦工序先进技术

①干法熄焦技术(CDQ)

干法熄焦法已在宝钢、济钢、首钢得到应用。2003年正在设计、施工的单位有武钢、马钢、通钢、鞍钢和本钢。

②新型熄焦方法

对传统的湿法熄焦进行改进,在喷洒水方式、喷洒量和控制方式有所改变,即使用少水份,稳定控制熄焦,可以得到水份均匀,焦炭含水量在2%~4%,粒度均匀,裂纹减少,焦炭质量得到提高。比较成熟的工艺有德国的稳定熄焦和美钢联的低水份熄焦工艺。现莱钢、武钢等企业已引进使用该技术。

③煤调湿技术

将煤的水份控制在6%左右就可使煤的堆积密度提高4%~7%,焦炉产能提高7.7%,焦炭转鼓提高0.8%~1.5%。重钢焦化厂已采用了导热油传热方式对煤进行调湿工艺技术。

④型煤压块技术

将炼焦煤的一部份进行压块成型(其密度可达950~1150kg/cm³),与其它散料煤一同装入焦炉,可使焦炭M₄₀提高,M₁₀下降,高温反应后强度提高,同时允许增配10%~15%弱粘结性煤(在焦炭机械强度不变条件下)。

宝钢已使用1/3的型煤炼焦,弱粘煤超过50%。非炼焦煤配比在8%的条件下,焦炭转鼓仍可达88%以上。

3) 炼铁工序先进技术

①富氧大喷煤量技术

高炉喷煤是炼铁系统结构优化的中心环节,实现大喷煤量需要有精料(吨铁渣量低于300kg),高温(>1100℃)、富氧(一般在3%左右),高炉顺行、喷煤设施完善和安全等条件。目前,宝钢、承钢、柳钢、韶钢、新疆八一、酒钢、攀钢等企业喷煤比较高。

②炉顶煤气余压发电(TRT)技术

目前全国已有66座高炉装备了TRT设备,特别是杭钢420m³高炉已使用了TRT设备,为中国同类型高炉打开了广泛应用的前景。

③全烧高炉煤气锅炉技术

首钢使用高炉煤气烧锅炉，全年增加供蒸汽量 57.6 万 t，增发电 4320 万度，节约标准煤 17.6 万吨，综合效益在 4000 万元/年以上。此技术已在首钢、武钢、马阳、鞍钢、沙钢、安钢、梅山、新疆八一、上海一钢等单位应用。

④低热值燃气轮机技术

该技术的优点是：降低煤气外排，有好的环保效益；热效率高，发电率高(比常规锅炉高 70%~90%)；节水显著(仅用常规燃煤电厂的 1/3)；运行灵活等。宝钢使用该技术年发电 9.4 亿度。

⑤低硅铁冶炼技术

能够冶炼低硅铁是反映高炉生产技术水平先进的重要标志之一。2003 年中国重点企业之中，攀钢生铁含 Si 在 0.15%左右，是最低的。宝钢、酒钢、新兴铸管、马钢、宣钢、莱钢等企业的 13 座高炉冶炼的生铁含 Si 年平均低于 0.4%，全国有 42 座高炉冶炼的生铁含 Si 低于 0.5%。

⑥高压操作技术

2003 年新兴铸管 2 号高炉(183m^3)顶压在 86KPa, 年平均利用系数达 $4.175\text{t}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 。三明 3 号高炉(380m^3)顶压在 98.42KPa, 利用系数在 $3.98\text{t}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 。杭钢 1 号高炉(450m^3)顶压在 121.25KPa, 利用系数达到 $3.97\text{t}/\text{m}^3\cdot\text{d}$, 并且添置了炉项煤气压差发电(TRT)设施。莱钢、唐钢、首钢、宝钢、武钢等一批企业的高炉顶压都得到了不同程度的提高，产生出可观的经济效益。

⑦热风炉双预热高温技术

利用热风炉烟气余热来预热助燃空气和燃烧煤气(简称双预热)，可以提高热风炉顶温度，使热风炉送出热风达到 1200°C 。风温每提高 100°C ，可实现高炉增产 4%~7%，降焦比 20~30kg/t。目前鞍钢、承钢、武钢、梅山、三明等一大批企业已经应用此项技术。

4) 炼钢工序先进技术

①铁水预处理技术

铁水预处理的发展为钢铁生产流程优化及优质钢材生产提供了良好的基础条件。铁水预处理“三脱(硫、磷、硅)”工艺，使转炉只承担脱碳、升温 and 精确控制吹炼终点功能，实现少渣($<30\text{kg}/\text{吨钢}$)冶炼。

②转炉溅渣全程复吹技术

2003 年武钢二炼钢 2 转炉创复吹炉龄 29424 炉(不更换底吹氧枪条件)的新世界纪录(2004 年上半年达 30468 炉)，而且同年在武钢 250 吨转炉、包钢 80 吨转炉、济钢 25 吨转炉、马钢 50 吨转炉都创造了全程复吹炉龄 >10000 炉的复吹炉龄新纪录，表明中国已形成大、中、小型转炉系统的复吹溅渣长寿工艺技术。

③转炉生产自动控制技术

以动态和静态模型控制为基础的全自动炼钢技术是强化冶炼，降低消耗，提高生产效率和钢水质量的重要手段，通过终点命中控制，完善过程控制，适应原料条件变化的情况，针对不同钢种碳含量要求和温度要求，实现一次倒炉命中。目前，武钢、唐钢的自动控制实现得较好。

④转炉“负能炼钢”技术

继宝钢、武钢三炼钢厂实现“负能炼钢”之后，2003年在大幅度提高转炉煤气回收利用率的基礎上唐钢一炼、武钢一炼、二炼等厂也先后实现了转炉“负能炼钢”。

⑤先进、高效电炉冶炼技术

先进的电炉冶炼技术主要措施是大幅度提高化学能输入强度，优化供电制度，优化炉料结构，充分利用物理热(废钢预热)。

采用高功率、超高功率电炉实现提高生产率，降低冶炼电耗 50~150kwh/吨钢，实现电炉高效冶炼。

⑥炉外精炼技术

到 2003 年底，各重点企业共拥有除单纯吹氩、喂包芯线外的各类真空、非真空精炼设备 210 台套，总精炼能力超过 9000 万吨/年，加上在建的设备，到 2005 年总能力将超过 1 亿吨/年，2003 年钢水精炼比接近 30%。

⑦转炉生产优质、洁净钢技术

通过精确的工艺控制，提高钢水纯净度、控制夹杂物性能等综合技术实现转炉窄成分控制、获得高纯净度、高均质连铸坯。如宝钢的汽车用钢、太钢的含氮不锈钢以及武钢的子午线轮胎用钢帘线。

⑧薄板坯连铸连轧技术

2003 年马钢、涟钢 CSP 紧凑流程均成功热试，而且邯钢、珠钢 CSP、鞍钢 ASP 生产线第二流连铸建成。同时，本钢 FTSR、通钢 CSP、济钢 ASP 生产线建设正式启动，武钢、梅山等薄(中厚)板坯连铸连轧生产线积极酝酿可研，鞍钢、马钢等厂扩大生产规模时，继续把薄(中厚)板坯连铸连轧生产薄带材的新流程作为主要的选择，使中国在世界上这一最新钢铁生产流程中发展最快的地位得到了进一步巩固。2003 年紧凑流程不仅产能扩大，品种优化和质量提高的工作也有了新的进展。如珠钢 CSP 高强度集装箱板生产稳定增长；邯钢、鞍钢等进行了管线钢的试生产；马钢与钢研总院等合作开展 CSP 热卷定向冷轧供坯的研究；珠钢第二流 CSP 准备浇注不锈钢；唐钢 FTSR 生产线扩大 ≤ 2 毫米板材的生产比例。

⑨高效连铸系统技术

高效连铸系统技术包括高效连铸技术和高效长寿结晶器技术。板坯高效连铸技术如宝钢大板坯连铸平均拉速达到 1.6m/min，最高超过 1.8m/min；南钢、安阳引进的超宽板坯连铸机最高拉速均超过 1.8m/min。

5) 轧钢工序先进技术

① 高效热送热装技术

连铸坯热送热装是指铸坯在 400℃ 以上热状态下装入加热炉，或不进加热炉直接轧制，以实现节能，提高成材率，节约金属消耗，提高产品质量。热送热装率和温度的提高，将有效缩短钢坯在加热炉中的加热时间，达到降低工序能耗和提高轧机机时产量。

② 蓄热式加热炉高效化技术

通过合理加热炉炉温制度，实现优化操作控制（模型控制）；对空燃比进行合理优化控制；合理炉底水管结构，减少管底比，对炉底水管绝热包扎的结构、耐火材料的选择进行优化；优化排烟控制，合理控制排烟温度，在满足烟气露点温度控制的前提下，尽量降低烟气排放温度，实现烟气余热的极限回收；实现炉压的准确控制，降低溢气损失；开展燃烧机理和炉气成分的深入研究，进一步降低被加热钢坯的氧化烧损。通过一系列措施的实施，降低加热炉能源消耗 10%，使目前的蓄热式加热炉更加节能化、高效化，为高效轧钢提供有力保障。采用蓄热式加热炉技术，可节能 30% 以上，使生产效率提高 10~15%，并大大减少了有害废气的排放。

③ 精轧分区撑套器下各架间的形状控制技术

精轧分区撑套器下各架间的形状控制技术对热轧产品板的平坦度进行控制的技术。为了将片的张力保持在一定水平，使用片之间的撑套器可以在线直接检测出片的平坦度并进行控制。从前为了控制厚度的变动，一直都是采用单纯改变轧辊的压力和轧辊速度的输入—输出的方式，由于实际的厚度控制关系到很多因素，不得不考虑到周边的参数变化。新的厚度自动控制技术是可以精确预测出轧辊下厚度的技术，持续监控预测厚度和实际厚度之间的差异，使预测厚度的误差最小化，通过 Micro Tracking 方法计算出高速碾轧出的钢板的精确位置，进一步提高了控制效果。

6) 生态钢铁产品开发

按照钢铁材料的生命周期，钢铁材料的设计是钢材使用过程的源头。采用高质量、高性能的生态钢铁材料有利于减少钢材的环境负荷、提高资源利用率、最小化消耗资源。

1) 超级钢

超级钢是利用普碳超级钢替代部分微合金钢，减少高强度低合金钢（HSLA）的合金元素含量，改变用添加合金元素来满足性能要求的传统做法，通过控制轧制

和冷却的工艺，提高强度从而减少合金元素的用量，生产高强钢板及 III 级和 VI 级钢筋。目前开发的有中板和厚板超级钢 Q235 系列和型材超级钢 20MnSi 系列。

2) 超低碳贝氏体钢超低碳贝氏体钢是上世纪 80 年代以来在国际上发展起来的高技术含量、高附加值的新钢种，具有强度高、韧性好及优良的焊接性能等特点，可广泛应用于工程机械、油气管线、重型汽车、桥梁等领域。其因自身的高性能，在实际应用中可减少钢材的使用量、提高钢材使用寿命，节约资源，被世界冶金行业誉为 21 世纪绿色环保钢种。目前，济钢、鞍钢等企业已研制开发出多个级别的超低碳贝氏体钢并具备批量生产能力。

3) 含氮奥氏体、双相系列不锈钢

氮的间隙固溶作用可以显著提高不锈钢的强度性能，改善不锈钢的耐蚀性能、焊接性能以及平衡相比比例，同时可以代替钢中部分镍含量，达到节约贵重金属的目的，其在奥氏体、双相不锈钢钢种中得到越来越广泛的应用。目前，我国太钢已开发出具有自主知识产权的含氮不锈钢品种和生产工艺技术，建立了 AOD 炉完全采用气体进行氮元素合金化工艺模型，控制精度达到了国际先进水平。

4) 其它新开发绿色钢产品

在绿色产品开发方面，为减轻产品对环境的负荷，从源头减少材料的消耗，污染物的带入，实现环境友好。如我国先后开发出热轧高强度钢板、冷轧高强度 IF 钢、冷轧高强度低合金钢、冷轧 TRIP 钢、烘烤硬化钢等强度级别较高的汽车用钢，以适应汽车制造业的发展要求；水性自粘接涂层电工钢，代替了有毒有害的溶剂型涂层；无铬耐腐蚀镀锌钢板，广泛应用于电子和家电产品的壳体；减振复合钢板，降低了汽车、家电和工程机械的噪音和振动；电镀锌预磷化钢板，减少了各类有机润滑油的使用，从而减轻了油污和清洗剂对环境的污染。

7) 废物资源化技术

废物利用价值的提升对钢铁行业循环经济系统的稳定、保证循环的畅通至关重要。钢铁行业废物多，含铁较高，目前，虽然有一些资源化利用途径，但多数废物的资源化价值较低。废物利用价值的提升离不开技术，离不开与其它行业的交叉互补。目前废物除用于制造水泥及其它建筑材料外，又有一些资源化技术。

1) 液态高炉渣生产微晶玻璃技术

利用液态高炉矿渣，对其成分进行改性以后，在适当的热工条件下，促使其析出晶体，用以生产深色调微晶玻璃，该技术充分利用了液态高炉矿渣中的显热，降低了微晶玻璃生产的能耗，降低成本。

2) 矿渣、钢渣微粉技术

水淬矿渣是高炉冶炼生铁时产生的以硅、铝、钙、镁为主要成分的硅酸盐熔融物，经水淬所得的粒化玻璃质材料，具有良好的胶凝性能。高炉矿渣一般是被破碎

成颗粒或磨成细粉后作为建材的混合材来应用，这种利用方式只能使矿渣的部分活性得以应用。水淬高炉矿渣的潜在活性必须通过磨细，即机械激活后才能产生，粒度越细，活性越大，只有当矿渣粉碎至比表面积在 $420\text{m}^2/\text{kg}$ 以上时，才能充分发挥其潜在的活性。

工艺流程：将烘干后的炉渣和石膏配比输送到立式辊磨机→立式辊磨机→研磨→被磨细的微粉→可调节选粉细度选粉机→成品吸入袋式收尘器收集→通过链式输送机、螺旋输送机将产品送入贮存仓。

3) 优质结构矿棉及矿棉制品生产技术

以液态高炉矿渣为主要原料，生产国际上先进的优质结构矿棉和矿棉制品。采用高级摆锤技术生产优质结构矿棉制品，是整个矿棉行业产品升级换代的新产品。生产的优质结构矿棉又可以与彩钢复合板生产线配套，最终生产彩钢矿棉夹芯板。

工艺流程为：高温熔渣调质经离心机→矿棉纤维→喷洒粘结剂压制成矿棉板或管→矿棉板与彩钢板复合→彩钢矿棉夹芯板。

(2) 钢铁行业替代技术

1) 直接还原铁技术

为解决高炉炼铁(含烧结、炼焦)存在的流程长、污染严重、能源利用差等问题，工业国家都在开发研究替代工艺，其中比较成熟的有直接还原炼铁。目前已工业化的直接还原铁工艺分为气基直接还原和煤基直接还原两大类。气基是以天然气为还原剂和燃料的竖窑法。煤基是以非炼焦煤为还原剂和燃料的回转窑法。铁矿石以块矿为主，近年也已开发成功用粉矿的技术。

直接还原炼铁工艺同我国现行炼焦、烧结、炼铁生产工序相比，产生的烟尘、粉尘和二氧化硫、固体废物量大为降低。但直接还原炼铁工艺有其制约的一面，它需要高品位的铁矿(块矿)和天然气(煤基在技术和产品质量等方面有限制)，因此经过几十年的发展，全世界目前产量仍只有 4000 万吨左右。我国目前规模化的产地只有天津钢管厂的 30 万吨装置。因此该产品国际上主要是用作电炉炼钢高质量废钢的补充，而不是作为生铁资源。

2) 熔融还原炼铁技术

传统的高炉炼铁方法离不开高品质的铁矿、块矿、焦炭和石灰石，存在着资源浪费和环境污染的弊端，特别是焦炭的大量使用，对环境污染十分严重。熔融还原炼铁技术是将普通煤装入熔融气化炉，然后吹入氧使煤燃烧、分解，将发生的煤气作为还原煤气导入还原竖炉，接着在还原竖炉内将块矿石和矿石颗粒进行充分的还原熔融，最终生产出液态铁水。熔融还原炼铁不需要高炉炼铁所需的原料，能节约资源、保护环境，降低炼铁成本 30% 左右。

目前熔融还原炼铁技术有投入实际应用的 COREX 工艺和已半工厂化的 HISMELT 工艺。南非伊斯科钢铁公司采用 COREX 工艺日产 1000t，韩国浦项钢铁公司日产 2000t。然而使用块状铁矿和煤炭的 COREX 工艺虽然可以省略高炉工艺的烧结和焦炭生产过程，但 COREX 工艺必须使用高价原料，而且还要处理生产过程中产生的碎煤炭。为了克服这一缺点，韩国浦项开发了 FINEX 工艺，它使用价格低廉的 8mm 以下的铁矿石和普通煤炭，节减投资费用，生产成本低。同时 FINEX 工艺还非常环保，预处理时产生的二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)和一氧化碳的排放量将比高炉工艺显著降低，这是因为 FINEX 工艺的流动还原炉有脱硫的作用，而且在熔化炉中使用的是纯氧。FINEX 工艺实际应用之后，比起现有的熔矿炉工艺将通过降低设备费用、降低污染物质排放量，减少作业人员、缩短生产所需时间等使生产成本降低 10~15%左右。

3) 薄带连铸技术

传统的薄型钢材一般采用板坯连铸法，在生产中需要经过多道次热轧和反复冷轧等工序。能耗大，工序复杂，生产周期长，劳动强度大，产品成本高，转产困难等缺点。采用薄带连铸技术，将连续铸造、轧制、甚至热处理等整合为一体，使生产的薄带坯稍经冷轧就一次性形成工业成品，简化了生产工序，缩短了生产周期，其工艺线长度仅 60m。设备投资也相应减少，产品成本显著降低，并且薄带质量不亚于传统工艺。此外，利用薄带连铸技术的快速凝固效应，还可以生产出难以轧制的材料以及具有特殊性能的新材料。但从目前的研究情况看，主要集中在不锈钢、低碳钢和硅钢片方面。

(3) 新一代钢铁流程制造技术

“新一代钢铁制造流程”旨在通过集成现有的先进技术、优化的“界面”技术和新开发的先进工艺与装备，构建具有钢铁产品制造功能、能源转换功能和处理—消纳社会大宗废弃物功能的新一代钢铁制造流程，重构钢铁工业与社会和谐发展的依存关系，实现跨越式发展，并逐步融入循环经济社会。其研究重点和技术路线包括：开发与新流程相关的关键技术，使钢铁生产流程在消耗资源和能源得到优质钢铁产品的同时，还可以充分利用全流程中可能产生的各种可利用介质（如煤气、煤气的余热和余压、炉渣、循环水等）进行深度开发和利用，做到最少排放甚至“零排放”，并得到有价值的产品（如电力、水泥、氢气、二甲醚等），服务于社会。同时，也可大量消纳社会废弃物（如废钢、废塑料、废轮胎等），实现环境友好的新型钢铁厂。

(五) 信息集成

建立完善的厂内生产管理和外界交流信息数据库和管理系统，实现钢铁生产自动化控制，利用生产管理信息控制中心，实现统一调度，合理分配、优化流程。利用外界交流信息包括的有害及无害废物的物化性质、废物的流向和去向信息，

加强与其它行业的耦合，为构建新的副产业链提供基础信息支持；利用相关生态链上产业的生产信息、市场发展信息、技术信息、法律法规信息、人才信息、社会功能及其它保障条件等信息，为钢铁行业循环经济发展实现提供信息储备。

5.3 发展循环经济污染控制要求的确定依据

5.3.1 指标值的确定方法

导则还包含了钢铁工业发展循环经济环境保护必须达到的水、气、固体废物综合利用定量指标，为了协调钢铁工业发展循环经济和清洁生产，本导则的指标取值参照清洁生产标准 钢铁行业（HJ/T189-2006）中指标。

5.3.2 指标值的确定依据

（1） 生产取水量（钢铁联合企业）

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（2） 生产取水量（电炉钢厂）

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（3） 生产水复用率

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（4） 高炉煤气回收利用率

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（5） 转炉煤气回收热量

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（6） 电炉余热利用量

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（7） 余热余能回收利用量

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（8） 含铁尘泥回收利用率

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（9） 高炉渣利用率

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（10） 转炉渣利用率

要求达到国内钢铁行业先进水平。

（11） 电炉渣利用率

要求达到国内钢铁行业先进水平。

对于既有转炉冶炼，也有电炉冶炼的钢铁联合企业，需对不同冶炼方法产生的废弃物的资源综合利用指标进行分别考核，如转炉煤气回收热量、电炉余热利用量、转炉渣利用率和电炉渣利用率。其它污染物排放指标应达到国家和行业的相关排放标准。

5.4 发展循环经济保障措施的需求分析

钢铁工业发展循环经济离不开相应的保障措施，这些措施来源于国家、企业自身和社会公众。在国家层面表现为需要制定促进行业发展循环经济的政策、法规支撑体系，加强钢铁工业宏观调控，提高钢铁产业集中度；环境保护职能部门需要建立严格的环境监测和监控体系；钢铁企业自身需要不断强化技术更新、技术创新，强化环境质量意识；社会层面需要引导公众参与，加强公众环境保护督促意识，强化社会监督机制。本导则从以上三个层面提出钢铁工业发展循环经济在环境保护方面所需要的保障措施。

6 导则经济分析和实施的技术可行性分析

6.1 导则的经济分析

本导则包括引导技术措施和定量指标要求。引导技术措施是从钢铁行业清洁生产实践经验、钢铁行业循环经济试点企业经验交流、冶金行业生产力促进中心以及其它各种途径整理获得，并经过行业专家认可的对钢铁工业发展循环经济过程中环境保护发挥应有的潜力的主要途径和措施。只要各级人民政府环境保护行政主管部门负责组织对企业的宣传和动员，相关的资金投入额度较小。另一类定量指标要求，其指标用数值表示，例如：生产水复用率、高炉煤气回收利用率、转炉煤气回收热量、电炉余热利用量等这些指标是钢铁企业月报、年报中重点考核的指标，通过企业生产部门和环境保护部门最常用的指标简单计算可得。因此，不会给钢铁企业增加额外的经济负担。钢铁企业一般具备一定的测试分析条件和能力，不需要另行投资。因此，本导则的实施在经济方面是可行的。

6.2 导则实施的技术可行性分析

为使本导则与现行各项相关标准和环境管理制度相结合，循环经济污染控制要求中的达标指标取值参照清洁生产标准 钢铁行业（HJ/T189-2006）中的二级指标，也即是国内清洁生产先进水平。

清洁生产标准在钢铁行业的实践证明，企业实现这些指标在技术上难度不大。只要钢铁企业运行和管理到位，大部分可达到要求，故本导则的实施在技术上是可行的。

6.3 导则实施的可操作性分析

为使本导则实施具有较强的操作性，在制订过程中，认真分析第一批钢铁行业循环经济试点企业的技术和指标的基础上，对比研究了这些钢铁企业目前在环境保护中采取的措施和相关的综合利用定量指标。通过召开行业专家研讨会、走访行业主管部门和实地调研等形式，结合钢铁行业的最新发展趋势和工业生态学、循环经济理论，充分分析了我国钢铁工业发展循环经济过程中环境保护的潜力，在现有的钢铁行业清洁生产技术之上，进一步提出钢铁工业发展循环经济环

境保护引导技术措施和综合利用指标，因而具有较大的可操作性。

7 导则的实施建议

本导则由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。