

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50405 – 2017

钢铁工业资源综合利用设计规范

Code for design of comprehensive utilization of
iron and steel industry resources

2017 – 05 – 27 发布

2018 – 01 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

钢铁工业资源综合利用设计规范

Code for design of comprehensive utilization of
iron and steel industry resources

GB 50405 - 2017

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 1 月 1 日

中国计划出版社

2017 北 京

中华人民共和国国家标准
钢铁工业资源综合利用设计规范
GB 50405-2017

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 1.75 印张 39 千字

2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0181

定价: 12.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1573 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《钢铁工业资源综合利用设计规范》的公告

现批准《钢铁工业资源综合利用设计规范》为国家标准,编号为 GB 50405—2017,自 2018 年 1 月 1 日起实施。其中,第 4.5.2、4.7.5 条为强制性条文,必须严格执行。原《钢铁工业资源综合利用设计规范》GB 50405—2007 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 5 月 27 日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》(建标〔2013〕169 号)的要求,由中冶京诚工程技术有限公司会同有关单位共同修订而成的。

本次修订的主要内容:

(1)根据国家新颁布的相关法律法规、政策及标准等要求,修订细化了《钢铁工业资源综合利用设计规范》GB 50405—2007(以下简称原规范)中的基本规定要求以及钢铁工业各工序资源综合利用设计相关内容。

(2)根据国家现行的国民经济行业分类,稀土金属生产属于有色金属行业,并已颁布有《有色金属工业环境保护工程设计规范》GB 50988—2014,因此本次修订删除了与稀土金属资源综合利用设计的相关内容。

(3)在采矿的资源综合利用设计中,将矿产资源开发利用过程中产生的废石、尾矿、矿渣的综合利用作为主要设计内容。

(4)修订细化了各工序生产中产生的余热、余压、可燃气体等再生资源的综合利用设计内容。

本规范共分 4 章,主要内容包括:总则、术语、基本规定、工序资源综合利用设计。

本规范正文中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国冶金建设协会负责日常管理,中冶京诚工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本规范过程中,注意总结经验,积累资料,如有意见和建议请寄往中冶京诚工程技术有限公司。

限公司(国家标准《钢铁工业资源综合利用设计规范》管理组,地址:北京市北京经济技术开发区建安街7号,邮政编码:100176),以供今后修订时参考。

本规范的主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中冶京诚工程技术有限公司

参 编 单 位:中冶长天国际工程有限责任公司

中冶赛迪工程技术股份有限公司

中冶北方工程技术有限公司

中冶焦耐工程技术有限公司

宝山钢铁股份有限公司

中冶南方工程技术有限公司

山东钢铁集团有限公司

中冶东方工程技术有限公司

主要起草人:肖 莹 邢芳芳 刘 锟 熊 樱 周玉莲

王 冬 郑绥旭 武 剑 陈 健 刘剑平

朱慧玲 任海霞 梁凯丽 王树生 夏克斌

主要审查人:郭启蛟 黄 导 李友琥 牛京考 郑文华

苍大强 张启轩 卢忠飞 王丽英 郭俊才

吕 杰

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	工序资源综合利用设计	(4)
4.1	采矿	(4)
4.2	选矿	(4)
4.3	原料场	(5)
4.4	烧结、球团	(5)
4.5	焦化	(6)
4.6	炼铁	(7)
4.7	炼钢、连铸	(8)
4.8	轧钢、金属制品	(9)
4.9	冶金石灰、耐火材料	(10)
4.10	铁合金	(10)
4.11	炭素	(11)
4.12	公用、辅助设施	(12)
	本规范用词说明	(14)
	引用标准名录	(15)
	附：条文说明	(17)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Design of resources comprehensive utilization of the process	(4)
4.1	Mining	(4)
4.2	Beneficiation	(4)
4.3	Raw material yard	(5)
4.4	Sintering and pelletizing	(5)
4.5	Coking	(6)
4.6	Ironmaking	(7)
4.7	Steelmaking and continuous casting	(8)
4.8	Steel rolling and metal production	(9)
4.9	Metallurgical lime and refractory	(10)
4.10	Ferroalloy	(10)
4.11	Carbon products	(11)
4.12	Public and auxiliary facilities	(12)
	Explanation of words in this code	(14)
	List of reference standards	(15)
	Addition; Explanation of provisions	(17)

1 总 则

1.0.1 为全面贯彻执行国家关于节能减排、资源综合利用的法律、法规和钢铁产业发展政策,发展循环经济,促进清洁生产,节约资源,保护生态环境,提高企业经济效益,走可持续发展道路,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于钢铁工业建设项目的设计。钢铁工业包括铁矿、锰矿、铬矿采选和烧结、球团、焦化、炼铁、炼钢、轧钢、铁合金、炭素、耐火材料、金属制品等工艺及相关配套工艺。钢铁工业资源综合利用,包括对矿产资源开发利用过程中产生的废石、尾矿的综合利用和对钢铁工业生产过程产生的矿渣和各种废渣、废水、废液、废气、余热、余压、可燃气体的综合利用。

1.0.3 钢铁工业建设项目的资源综合利用设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 钢铁工业资源综合利用 comprehensive utilization for iron and steel industry resources

本规范所指钢铁工业资源综合利用的内容主要包括：对矿产资源开发利用过程中产生的废石、尾矿进行综合利用；对钢铁企业生产过程中产生的矿渣和各种废渣、废水、废液、废气、余热、余压、可燃气体进行综合开发利用。

2.0.2 二次能源 secondary energy

由一次能源直接或间接加工或转化得到的其他种类和形式的能源。

2.0.3 余热 waste heat

某一热工艺过程中未被利用而排放到周围环境中的热能。按载体形态可分为固态载体余热、液态载体余热和气态载体余热。

2.0.4 余压 waste pressure

某一有压工艺过程排出流体所具有的压力（指与标准大气压的差值）。按流体形态可分为气态余压和液态余压。

2.0.5 单位产品综合能耗 comprehensive energy consumption per unit product

在报告期内企业生产单位产品所消耗的各种能源，扣除工序回收并使用的能源后实际消耗的各种能源折合标准煤总量。

3 基本规定

3.0.1 建设项目设计文件中应有相应的资源综合利用设计内容。

3.0.2 资源综合利用设计不得使用国家明令淘汰、禁止使用的工艺、技术、设备。

3.0.3 资源综合利用设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

3.0.4 主体工程分期建设时,应总体规划资源综合利用设施。

3.0.5 建设项目设计应采用少用水、不用水的节水工艺、技术、设备。

3.0.6 建设项目设计用水水源宜采用城市中水作为全部或部分供水水源。

3.0.7 建设项目设计应根据各生产工序水处理系统及其排水的水量、水质建立相应的循环水系统;并应在此基础上,建设工序间的串级水系统和全厂性集中污水处理厂,最大限度地回收利用废水资源。

3.0.8 建设项目设计应充分回收生产过程中产生的可燃气体和余热、余压。

3.0.9 大、中型钢铁联合企业应建立能源管理中心。

4 工序资源综合利用设计

4.1 采 矿

4.1.1 露天采场和排土场、工业场地剥离的耕作层和熟土应单独妥善存放,并应用于绿化和土地复垦。

4.1.2 低品位矿石、难选矿石应选择便于二次装运的场地单独妥善堆存,条件成熟后应进行资源化利用。

4.1.3 无毒废石宜作为露天采坑、地下采空区、开采塌陷坑的充填料或用作建筑材料。

4.1.4 露天采坑水、地下矿井涌水经收集处理后,净化澄清水和沉淀污泥宜回收利用。

4.1.5 排土场产生的淋溶水宜净化处理后回收利用。

4.1.6 废弃露天采场、排土场应采取土地复垦措施,因地制宜地进行土地再利用。

4.2 选 矿

4.2.1 选矿的尾矿综合回收设计应根据选矿试验研究部门提供的选矿试验研究报告书进行。尾矿综合回收的试验方法和试验规模应由设计单位与研究部门共同确定。

4.2.2 重介质选矿工艺应设置介质回收设施,分离出的稀相废液应循环使用。

4.2.3 湿法选矿的精矿滤液、精矿输送管道冲洗水、尾矿浆浓缩溢流水、尾矿库澄清水应回收循环利用,尾矿库坝前渗水宜收集利用。

4.2.4 选矿废水、除尘废水、冲洗地坪废水经收集处理后,净化澄清水应回收利用,沉淀污泥可根据含矿品位因地制宜地回收利用。

4.2.5 选矿作业工序除尘系统收集的粉尘以及磨矿、选别、脱水作业事故、检修时排放的矿浆应返回工艺系统回收利用。

4.2.6 焙烧回转窑、竖炉产生的高温烟气宜进行余热利用。

4.2.7 选矿过程产生的含有价金属及其他高附加值组分的尾矿宜进行尾矿再选,暂时无条件再选的尾矿应单独妥善堆存于尾矿库或尾矿堆场,技术经济条件成熟时应进行回收利用。

4.2.8 无回收利用价值的尾矿宜用于充填矿山地下采空区和露天矿坑、生产建筑材料或进行其他综合利用。

4.2.9 堆存废弃尾矿的尾矿库或尾矿堆场闭库后,应采取土地复垦措施,对土地进行再利用。

4.3 原 料 场

4.3.1 原料场产生的含铁尘泥、含煤尘泥、石灰石粉尘应分类回收。

4.3.2 原料场应设有尘泥贮存、混匀、输送设施,污泥应经脱水后送往原料场。

4.3.3 设备间接冷却水应冷却后循环使用,冲洗废水及其他浊废水应经处理后循环使用。

4.3.4 风速较大的地区,易扬尘原料料场宜采用封闭式贮存工艺或其他减少物料损失的措施。

4.4 烧结、球团

4.4.1 原料系统、混合料系统、烧结机、链篦机-回转窑、带式焙烧机、竖炉、冷却机、成品整粒系统、成品储运系统的除尘设施回收的粉尘,应返回工艺系统作为原料回收利用。

4.4.2 烧结机头电除尘器三、四电场除尘灰宜单独收集、综合利用。

4.4.3 烧结、球团厂(车间)冲洗地坪排水和湿式除尘器排水中所含尘泥应返回生产系统回收利用。

4.4.4 烧结、球团生产循环水系统及湿式除尘系统废水经处理后应串级使用和循环利用。

4.4.5 烧结生产宜采用烟气循环技术,回收烟气显热,降低固体燃料消耗;烧结矿显热应回收并梯级利用。

4.4.6 球团生产过程中产生的热烟气、热风等余热应综合回收利用。

4.4.7 烧结、球团焙烧烟气应采用副产物能综合利用的烟气净化技术。

4.5 焦 化

4.5.1 焦化厂宜采用自动配煤炼焦。

4.5.2 新建焦炉必须同步建设干熄焦装置。

4.5.3 大型干熄焦装置宜配置高温高压、自然循环锅炉。

4.5.4 煤粉碎机室除尘器捕集的煤粉尘应返回上煤系统。

4.5.5 焦处理系统、装煤和出焦以及干法熄焦的除尘地面站捕集的粉尘宜送烧结厂作为燃料使用。

4.5.6 湿法熄焦产生的焦粉经脱水后宜送烧结厂作为燃料使用。

4.5.7 焦炉烟道气余热宜回收利用。

4.5.8 煤气净化装置应设有焦油氨水分离和煤气脱硫脱氰、脱氨脱苯单元。

4.5.9 脱硫脱氰单元产生的废液应根据不同的工艺流程,回收下列化工产品:

1 提取硫氰酸盐和硫代硫酸盐产品;

2 与回收的硫磺混合焚烧,制取硫酸。

4.5.10 煤气净化装置和焦油加工装置排出的焦油渣、硫铵单元排出的酸焦油宜混入炼焦煤料中回收利用。

4.5.11 粗苯蒸馏单元的洗油再生残渣、溶剂脱酚单元的溶剂油再生残渣应混入焦油中回收利用。

4.5.12 酚精制及吡啶精制的蒸馏残渣宜直接配制燃料油或其他油品。

4.5.13 从工业萘蒸馏单元和精萘装置的结片包装捕集的升华萘应返回工艺系统。

4.5.14 酚盐分解单元宜采用二氧化碳分解工艺,产生的含碳酸钠废水应送酚氰废水处理站作补充碱源。

4.5.15 设备和管道的各类放空液应分别汇集于放空槽,并应返回工艺系统使用。

4.5.16 可收集的蒸汽凝结水应回收利用。

4.5.17 酚氰废水处理站预处理除油设施回收的油类,应送至焦油氨水分离设备回收利用。

4.5.18 经生化处理达标后的废水可用于炼钢闷渣、烧结混料加湿、炼铁冲渣。在无法全部消纳的情况下,应进行深度处理后用作循环水系统的补充水。

4.5.19 生活污水宜作为酚氰废水处理站的工艺用水。

4.5.20 煤焦油宜集中加工处理,新建煤焦油加工装置的单套处理能力应达到年处理无水焦油 15 万 t 及以上。

4.5.21 粗苯精制应采用加氢精制技术,新建粗苯加氢精制装置的单套处理能力应达到年处理粗(轻)苯 10 万 t 及以上。

4.5.22 焦炉煤气应采取减少煤气放散的措施,并应对焦炉煤气进行综合利用。

4.6 炼 铁

4.6.1 炼铁工艺应采取清洁生产技术措施降低焦炭消耗,应回收筛下小块焦用于炼铁。

4.6.2 炼铁煤气应净化后作为二次能源利用,并应设置煤气柜,剩余煤气应转换为电能或蒸汽利用。

4.6.3 炼铁炉渣应全部综合利用,应采用炉前水淬技术处理,用于生产矿渣微粉或作为水泥的掺和料使用。

4.6.4 冲渣水余热宜回收利用。

4.6.5 炼铁干渣应回收渣中铁素后用作建筑材料。

- 4.6.6** 含铁粉尘应作为原料回收利用。
- 4.6.7** 含锌、铅、钾、钠元素较高的含铁粉尘宜作为原料回收利用。
- 4.6.8** 间接冷却废水和浊废水应分别设置循环用水系统,并应采取串级排污方式提高水重复利用率。
- 4.6.9** 炼铁应采用高压炉顶操作工艺,并应同步配套建设煤气余压利用装置。
- 4.6.10** 煤气净化宜设干法煤气净化系统,煤气余压利用装置宜选用干式高炉炉顶煤气余压发电装置(TRT)或轴流压缩机、能量回收透平机同轴机组(BPRT)。
- 4.6.11** 热风炉应配置烟气余热回收装置,并应采用助燃空气和煤气预热工艺,以低热值煤气替代优质气体燃料。

4.7 炼钢、连铸

- 4.7.1** 钢渣应全部综合利用。钢渣宜采用热闷、滚筒处理工艺粒化,应设钢渣磁选分选线,分选出的金属应返回生产利用,尾渣宜资源化深加工利用。
- 4.7.2** 转炉冶炼、精炼、铁水预处理过程产生的粉尘和转炉煤气净化尘泥应回收利用。
- 4.7.3** 转炉煤气湿法净化废水应经处理后循环使用。
- 4.7.4** 连铸二次冷却水处理后应循环使用,收集的氧化铁皮应综合利用。
- 4.7.5** 转炉炼钢必须同步建设煤气回收系统。
- 4.7.6** 转炉煤气净化宜采用干法净化工艺,转炉煤气回收指标不应小于 $90\text{Nm}^3/\text{t}$ 钢,热值不应小于 $1800\text{kcal}/\text{Nm}^3$ 。
- 4.7.7** 转炉应设置汽化冷却装置回收转炉烟气余热,未燃法余热蒸汽回收量不应低于 $80\text{kg}/\text{t}$ 钢。
- 4.7.8** 电炉应设置炉内排烟的余热回收利用设施。
- 4.7.9** 连铸火焰切割机、火焰清理机熔渣及金属废料应送炼钢、炼铁综合利用。

4.8 轧钢、金属制品

4.8.1 新建型材、线材、薄板坯轧制生产线应采用连铸坯热送热装技术,并应提高热装率和热装温度,新建中厚板生产线宜采用连铸坯热送热装技术。

4.8.2 轧钢工业炉烟气余热回收及利用装置的设置应符合现行国家标准《钢铁厂工业炉设计规范》GB 50486 的有关规定。

4.8.3 轧钢冷却水应经处理后循环使用。

4.8.4 轧钢和金属制品酸洗产生的废酸液应回收再生处理或综合利用。

4.8.5 大中型轧钢企业应设置净油设施,并应在线去除油中杂质,减少废油产生。对于产出的废油,应首先自用,剩余的按照危险废物管理办法的相关要求进行处置。

4.8.6 轧钢浊环平流池和油库吸水井应设浮油回收机。

4.8.7 轧制过程产生的切头、废品应回收,送炼钢利用。

4.8.8 轧钢加热炉炉渣及火焰清理机、火焰切割机熔渣及锯切锯屑应送炼钢、炼铁综合利用。

4.8.9 轧钢除尘灰、含铁尘泥应综合利用。

4.8.10 氧化铁皮宜采用高附加值的利用方式用于硅铁合金生产、还原铁粉生产及化工行业综合利用。

4.8.11 酸再生生产过程中产生的氧化铁粉应回收后送其他行业综合利用,宜深加工生产高品质氧化铁红产品。

4.8.12 热镀锌生产过程中产生的锌尘和锌渣应回收提取锌。

4.8.13 拉丝机冷却水经过冷却后应全部循环利用,冷却排污水可用于酸洗工序冲洗钢丝。

4.8.14 含硫酸亚铁、硫酸锌的酸性废水经中和凝聚处理后宜回收用于拉丝机冷却和钢丝冲洗。

4.8.15 酸洗间高压冲洗水和连续机组钢丝冲洗水应部分或全部回收用于钢丝的预清洗或预冲洗。

4.8.16 钢丝磷化处理所产生的磷化渣应回收利用。

4.9 冶金石灰、耐火材料

4.9.1 石灰石原料应按粒级范围及性质分别煅烧,细颗粒可供炼钢、烧结或其他行业使用。

4.9.2 石灰石原料洗石用水应经处理后循环使用,泥料宜采取措施综合利用。

4.9.3 细颗粒石灰可压制成球供炼钢或制成细粉作为脱硫剂使用,也可供烧结或其他行业利用。

4.9.4 各生产环节收集的石灰石粉宜掺和到细颗粒石灰石中使用,石灰粉宜掺和到细颗粒石灰中使用。

4.9.5 冶金石灰窑炉煅烧石灰时宜使用低热值煤气。

4.9.6 冶金石灰窑炉产生的尾气宜综合利用。

4.9.7 耐火材料窑炉产生的尾气余热宜回收利用。

4.9.8 冶金石灰、耐火材料企业新建或改建窑炉时应优先使用节能环保不定形耐火材料。

4.9.9 采用气态或液态燃料煅烧镁砂、白云石砂时所收集的细粉及粉尘宜回收利用,可压制成球供炼钢使用。

4.9.10 耐火制品生产中的废坯应按比例送回混炼工序。

4.9.11 耐火制品生产的废砖和冶金炉窑更换、拆除的耐火材料宜回收用于不定型耐材、火泥或制砖颗粒的原料。

4.9.12 耐火制品埋炭热处理时,应设有粉焦回收再利用装置。

4.9.13 设备冷却用水应采取措施循环使用或梯级利用。

4.9.14 轻烧白云石生产的资源综合利用设计可按本规范第 4.9 节中石灰部分设计。

4.10 铁 合 金

4.10.1 全封闭式电炉煤气宜作为化工行业合成原料及燃料利用,应减少煤气放散,并应配套建设煤气柜,电炉煤气除自用外,多

余部分可利用燃气发电。

4.10.2 半封闭式电炉炉气的余热应回收用于生产蒸汽或发电。

4.10.3 原料预处理的回转窑及烧结机产生的烟气宜进行余热回收利用。

4.10.4 精炼锰铁电炉宜采用热装热兑工艺技术,并宜回收利用其显热。

4.10.5 锰铁高炉煤气应综合利用,高炉瓦斯灰宜用作生产四氧化三铁的原料。

4.10.6 氢氧化铬法生产金属铬过程产生的废液应回收利用。

4.10.7 湿法生产五氧化二钒过程中产生的沉钒废液宜回收钒。

4.10.8 钼铁生产过程中钼矿焙烧产生的低浓度二氧化硫烟气应回收利用。

4.10.9 锰铁、铬铁及镍铁生产过程回收的粉尘、烟尘、粉料宜用于造球或直接返至原料并配制炉料综合利用。

4.10.10 锰铁、铬铁及镍铁生产过程回收的炉渣可供建材行业使用。

4.10.11 还原电炉生产硅铁产生的硅尘应综合利用。

4.10.12 冶炼钨铁产生的钨铁粉尘应作为钨资源回炉使用或用于生产钨酸钠。

4.10.13 冶炼钼铁产生含钼量高的粉尘应回炉做原料使用。

4.10.14 金属铬浸出渣及五氧化二钒的浸出渣可分别用作生产含铬、含钒生铁的原料。

4.10.15 电解金属锰浸出渣经处理后进行处置或综合利用应符合现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599 的有关规定。

4.10.16 冶炼粗磷结垢产生的残留物可用于生产磷酸和过磷酸钙。

4.11 炭 素

4.11.1 原料库、中碎配料和制品加工各生产环节除尘器收集的

粉料和制品加工过程产生的碎料可返回配料利用。

4.11.2 沥青熔化、凉料、焙烧、高压浸渍工序沥青烟中回收的焦油和吸附沥青烟的焦粉宜送混捏配料利用。

4.11.3 石墨化炉填充料分离出的焦炭和碳化硅应综合利用。

4.12 公用、辅助设施

4.12.1 燃煤锅炉设计应符合下列规定：

1 粉煤灰及煤渣应根据其成分、数量和市场调研结果进行综合利用；

2 采用干法除尘的燃煤锅炉应根据粉煤灰的利用途径，设置相应规模的供应原状干灰的贮运设施；

3 钢铁联合企业自备电厂宜使用高炉煤气发电，不宜采用全烧煤发电。

4.12.2 煤气站设计应符合下列规定：

1 煤气站回收的焦油和焦油渣应综合利用；

2 煤气站筛下的煤粉应回收用作锅炉燃料；

3 煤气发生炉的炉渣应根据具体情况加以利用；

4 煤气站煤气冷却洗涤水应经净化处理后循环使用。

4.12.3 大型制氧机组宜设置稀有气体回收装置。

4.12.4 铸造、机械加工设计应符合下列规定：

1 机修设施所产生的酸洗废液和废油应回收利用；

2 电镀件漂洗应采用逆流梯级清洗工艺，电镀含铬废液、废水的处理宜首先回收其中有价值的组分；

3 机修设施产生的金属切屑及边角余料应分类堆存，对于产生金属切屑较多的大型机修设施宜设置打包或压块设施；

4 大型铸造车间的废型砂宜综合利用；

5 铸造用炼钢炉及化铁炉的炉渣和尘泥应经处理后综合利用。

4.12.5 乙炔站电石渣可因地制宜地加以回收利用。

4.12.6 水处理设施设计应符合下列规定：

1 各工序冷却用水应采用循环用水；

2 全厂应建立生产废水回收处理站，处理后废水应综合利用，宜建设生产废水深度处理回用设施；

3 钢铁企业宜回收利用雨水，雨水利用设施的设置应符合现行国家标准《钢铁企业节水设计规范》GB 50506 的有关规定。

4.12.7 大型车间及其附属站房采用蒸汽采暖和采暖换热站热媒采用蒸汽换热时，其凝结水应回收利用。

4.12.8 厂区道路照明宜采用太阳能、风能结合路灯。

4.12.9 全厂余热回收产生的蒸汽应根据蒸汽用户对蒸汽品质的需求，按照能级匹配原则，做到“按质用能、温度对口、梯级利用、热尽其用”。

4.12.10 焦炉、高炉、转炉煤气的综合利用应根据各煤气用户对煤气特性的需求，遵循“高质高用、能级匹配、稳定有序、高效耦合”的原则。

4.12.11 燃油库的含油污水及残油排放的油品应集中收集进行水、油分离，分离出的油品应回收利用。

4.12.12 全厂产生的含水废油较多时，宜设置集中性废油再生站。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《钢铁厂工业炉设计规范》GB 50486

《钢铁企业节水设计规范》GB 50506

《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599

中华人民共和国国家标准

钢铁工业资源综合利用设计规范

GB 50405 - 2017

条文说明

编制说明

《钢铁工业资源综合利用设计规范》GB 50405—2017,经住房和城乡建设部于2017年5月27日以第1573号公告批准发布。

本规范是在《钢铁工业资源综合利用设计规范》GB 50405—2007(以下简称原规范)的基础上修订而成。原规范的主编单位是中冶京诚工程技术有限公司(原北京钢铁设计研究总院),参编单位是中冶长天国际工程有限责任公司(原长沙冶金设计研究总院)、中冶赛迪工程技术股份有限公司(原重庆钢铁设计研究总院)、中冶北方工程技术有限公司(原鞍山冶金设计研究总院)、中冶焦耐工程技术有限公司(原鞍山焦耐设计研究总院)、宝山钢铁股份有限公司、中冶南方工程技术有限公司(原武汉钢铁设计研究总院)、济南钢铁集团总公司、中冶东方工程技术有限公司(原包头钢铁设计研究总院),主要起草人是祁国琴、杨晓东、刘志鹏、颜学宏、王冬、昌梦华、蔡承祐、沈晓林、李少岩、叶冰、胡政波、钮心洁、胡明甫、李丽、陈惠民、朱慧玲、庞宏、周玉莲、范凯、钱理业、谭小华、吴运广、励哉拱、李友琥、励文珠。

本次修订的主要内容是:

- (1)更新了钢铁工业资源综合利用的工艺技术;
- (2)删除了与稀土金属资源综合利用设计的相关内容;
- (3)采矿工序将矿产资源开发利用过程中产生的废石、尾矿和矿渣的综合利用作为主要设计内容;
- (4)细化了各工序生产中产生的余热、余压、可燃气体等再生资源的综合利用设计内容。

本规范的修订严格贯彻执行国家有关法律、法规和技术政策以及国家关于钢铁产业发展政策的有关规定。

本规范修订过程中,编制组进行了国内钢铁工业资源综合利用现状、近几年资源综合利用新工艺新技术新设备的应用以及国家钢铁产业政策变化等多方面的调查研究,总结了我国钢铁工业建设的实践经验,以国家技术政策为导向,认真研究近年来国内外钢铁工业资源综合利用技术和应用经验,积极采纳国内外已有的科技成果和先进标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《钢铁工业资源综合利用设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(23)
3	基本规定	(24)
4	工序资源综合利用设计	(25)
4.1	采矿	(25)
4.2	选矿	(26)
4.3	原料场	(28)
4.4	烧结、球团	(29)
4.5	焦化	(29)
4.6	炼铁	(31)
4.7	炼钢、连铸	(34)
4.8	轧钢、金属制品	(36)
4.9	冶金石灰、耐火材料	(37)
4.10	铁合金	(37)
4.11	炭素	(40)
4.12	公用、辅助设施	(41)

1 总 则

1.0.2 本规范中矿产资源的综合开发利用主要是对废石、尾矿、废渣的二次利用；钢铁工业再生资源的综合利用主要是对钢铁生产过程中产生的各种具有利用价值资源的综合利用。

3 基本规定

3.0.5 水资源是钢铁工业生产不可缺少的资源,而水资源又是我国十分短缺的资源,因此要大力节约用水。2015年5月工业和信息化部发布了《钢铁行业规范条件(2015年修订)》要求钢铁企业吨钢新水消耗不超过 3.8m^3 。钢铁行业要推广少用水、不用水的节水新技术、新工艺、新设备,宜采用城市中水作为部分供水水源,建设循环水系统、串级水系统和全厂性集中污水处理厂,实现废水减量化,促进废水循环利用和综合利用,实现废水资源化。

3.0.8 钢铁联合企业在生产过程中产生大量二次能源(包括焦炉煤气、转炉煤气和高炉煤气)和具有相当高温度的烟气(炉气)、半成品和成品。上述煤气各有不同的热值(化学热),可作为燃料使用。高压炉顶的高炉煤气压力较高($\geq 0.15\text{MPa}$),具有压力能,可通过透平膨胀机将其转化为机械能,驱动发电机发电。焦炉生产的焦炭,出炉时温度很高,每吨赤热的红焦含显热 1600MJ ,如采用干法熄焦可回收热量发电。热烧结矿冷却废气温度较高(达 $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$),其余热可回收利用。连铸机生产的连铸坯热态时温度可高达 800°C 以上,如不经冷却直接热装热送进行轧制就可节约燃料用量。由此可见,钢铁联合企业如能充分回收利用生产过程中产生的余热、余压二次能源,对提高能源利用率、降低吨钢综合能耗将发挥重要作用。

3.0.9 大、中型钢铁联合企业通过建立能源管理中心,加强对企业的能源管理,优化能源平衡调度,降低能耗,提高能源利用效率。

4 工序资源综合利用设计

4.1 采 矿

4.1.1 将矿山剥离的耕作层和熟土单独堆存,供绿化和日后用于土地复垦、土壤改良、造地及其他用途,不仅能有效保护地表耕作层和熟土资源不流失、不浪费,还可减少从外部调土产生的额外资金投入和生态破坏,缩短土壤熟化时间,确保复垦时土壤肥力充足,植被成活率高。

耕作层和熟土单独堆存期间要采取有效的水土流失防治措施。

4.1.2 采矿生产过程中将低品位矿石、难选矿石作为废石外排,会造成矿石资源浪费和流失。目前我国已有部分矿山企业和研究机构在做相关方面的研究工作,包括:对低品位矿石、难选矿石进行资源化利用关键技术研究;对采场废石中极贫矿通过磁选提取铁矿物,并将处理后的尾矿制成新型墙体建材砖的研究等。研究表明:企业投入生产运营后,将取得明显的经济效益和社会效益。

有条件的矿山可积极开展相关的资源化回收利用工作,暂时无条件的矿山应将低品位矿石、难选矿石单独妥善堆存,条件成熟后再进行资源化利用。

4.1.3 无毒废石是指属于Ⅰ类一般工业固体废物的废石,钢铁行业矿山开采的废石多属于此类。

现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599—2001 规定:Ⅰ类一般工业固体废物的场址选择应优先选用废弃的采矿坑、塌陷区。

现行国家标准《钢铁企业节能设计规范》GB 50632—2010 规定:缓倾斜矿体及走向长分区开采的露天矿应开辟内部排土场。

矿山采用充填法采矿时,宜利用井下采掘废石和利用尾矿充填。

为节约宝贵的土地资源以及节能降耗,保护环境,有条件的矿山应采用内排的方式,将产生的无毒废石用于露天采坑、地下采空区或地下开采塌陷坑的充填。

采矿废石可作为建材的原料或配料进行综合利用。

4.1.4 钢铁工业的矿山露天采坑水、地下矿井涌水一般具有两大特点:一是水量大,外排将浪费大量的水资源;二是有害物质含量相对较小,除部分矿体伴生多种金属和硫化物的矿物所产生的酸性废水含有少量重金属离子外,有害物质主要为矿岩微粒和少量残余炸药、油垢等,经自然沉淀或处理后可满足回用要求。回用可优先用作采矿作业用水和降尘、绿化用水或供选矿厂使用,也可就近作为其他工业用水或农、林、牧、渔业等生产用水。废水处理沉淀污泥主要含矿物成分宜回收利用。

4.1.5 部分含重金属或酸性物质的废石堆存在排土场,受长期风化作用,经雨水浸蚀淋溶后,会排出含有重金属离子的酸性淋溶水,通过净化处理后可回收利用。排土场能收集到的淋溶水量一般不太大,对于排土场离采场或选矿厂较远的矿山,回收利用排土场淋溶水作为生产用水可能不太经济。但对于有条件的矿山,为不浪费宝贵的水资源,宜尽可能予以回用。

4.2 选 矿

4.2.1 选矿试验报告是选矿工艺设计的主要依据。选矿试验成果不仅对选矿设计的工艺流程、设备选型、产品方案、技术经济指标等的合理确定有着直接影响,而且也是选矿厂投产后,能否顺利达到设计指标和获得经济效益的基础。确定试验单位后,设计单位应会同建设单位提出选矿试验方法及规模等试验要求。

4.2.2 重介质是指密度大于水的介质。选矿常用黄铁矿、方铅矿、硅铁和刚玉废料等作为加重剂。重介质选别后可用重选、磁选等方法回收重复利用,因此要求设置重介质回收设施。脱介采用

直线振动筛,脱介后的稀相废液可用空气提升器提升,返回流程循环使用。

4.2.3 湿法选矿的生产用水大部分伴随精矿和尾矿流走。一方面,工艺过程中需加水,另一方面,选矿在以下工艺过程会产生大量的废水:精矿浆过滤脱水后才能成为合格产品;精矿输送管道用水冲洗回收残余精矿;尾矿浆浓缩后输送到尾矿库;尾矿堆存在尾矿库将产生大量的澄清水。这些过程产生的废水若外排会造成水资源浪费及污染环境。因此,这些废水均应回收,进入选矿循环水系统循环利用。

4.2.4 选矿厂在下列情况下,需要设置洗矿作业:

(1)当处理含泥含水较多的矿石时,容易堵塞矿仓、溜槽、漏斗及破碎筛分设备,影响正常生产的进行。

(2)对某些沉积锰矿、富铁矿及石灰石矿等矿石,通过洗矿可以清除矿泥,使有用矿物富集并得到合格产品。

洗矿废水中的沉淀污泥成分与矿物的含泥成分有关。当沉淀污泥中矿物品位较高时,应返回选矿工艺系统回收利用。对于泥砂含量很大、矿物品位很低的沉淀污泥,可排入尾矿系统。

4.2.7、4.2.8 受技术经济条件的限制,目前我国仍有大量有价值资源存留于尾矿之中。尾矿堆存于尾矿库或尾矿堆场,不仅占用土地、污染环境、引发安全事故,还造成极大的资源浪费。

为此,我国正加大力度开展尾矿综合利用的相关推广和攻关研究工作。根据工业和信息化部于2010年4月11日以〔2010〕174号文发布的《金属尾矿综合利用专项规划(2010—2015)》,近年我国重点推广的铁矿尾矿综合利用技术包括:钒钛磁铁矿型尾矿中残余钒、钛、铁及其他有价金属元素高效分离回收的产业化技术;白云鄂博型铁尾矿中残余的铈、稀土及其他伴生金属元素的高效分离回收的产业化技术;大型尾矿库尾矿高效安全回采技术;尾矿的高效输送与磁选分离技术;尾矿干排技术;全尾砂胶结充填采矿技术等。

重点攻关研究的尾矿综合利用技术有：尾矿中有价非金属矿物的高效分离提取实验室及中试关键技术研究；铁尾矿低能耗再磨再选工业试验技术；高铁难选铁尾矿高效联选和深度还原再选中试技术；闪速焙烧再选工业化技术；尾矿高效回填采空区大规模工程化过程中尾矿低成本浓缩技术；尾矿高浓度大泵量井下输送技术；采空区快速充填关键技术和井下充填污染控制技术；选矿尾矿不入库、连续回填采空区技术；尾矿胶结充填用低成本高效新型胶凝材料大规模生产技术；似膏体胶结充填料高效制备技术；似膏体胶结充填料大泵量高效输送技术；尾矿胶结充填料在采空区快速充填、快速固化技术等。

还有其他的尾矿综合利用技术，包括尾矿生产微晶玻璃技术、尾矿低成本生产建筑砌块技术、尾矿农应用技术、尾矿库闭库后的高效复垦技术等也都有相应的重点攻关研究和推广应用技术。

有条件的矿山，应积极进行尾矿综合利用。

4.2.9 尾矿库或尾矿堆场服务期满后，在现有条件下仍无法综合回收利用其中的尾矿时，应进行闭库设计和土地复垦设计。对闭库后的尾矿库或尾矿堆场进行土地复垦，不仅能减轻环境污染，消除尾矿库安全隐患，还使宝贵的土地资源得到再次利用。

4.3 原 料 场

4.3.1 原料贮存、破碎、筛分、转运过程产生的除尘灰就是收集的细颗粒原料，成分基本与原料相同，可直接返回到供料胶带机上作为原料利用，不能返回供料胶带机的除尘灰应返回原料场。

4.3.2 原料场承担有含铁尘泥利用的任务，应设计含铁尘泥利用所需的设施，或在原有基础上设计含铁尘泥的处理能力。要求原料场设计各种尘泥的贮存设施、混匀设施等，以及具备将尘泥输送到其他综合利用设施的功能。

4.3.3 由于原料场用水量不大，部分用水户比较分散，容易忽略废水的回收利用，本次修订补充了间接冷却水重复利用的要求。

对浊废水重复使用的要求也提高了,几乎包括所有浊废水均要求收集后重复利用,不论在原料场设置独立的循环水系统,还是排入全厂废水处理站处理后重复使用,都是符合本规范要求的。

4.3.4 本次修订补充了封闭式贮料工艺的要求,采用封闭式贮料工艺可以减少刮风、降雨等自然因素造成的物料损失,对暴雨和大风频率较高的地区效果较好。采用封闭式贮料工艺的主要目的是减轻扬尘污染,在环境保护设计规范中已经做出污染控制的要求,从资源利用角度不强制要求建设封闭式料场。

4.4 烧结、球团

4.4.1~4.4.3 条文所提及的粉尘、尘泥,主要是铁矿粉、熔剂、燃料、烧结矿粉、球团矿粉等有用矿物微粒,回收这部分粉尘、尘泥返回生产系统参加配料,既可充分利用资源,又能消除对环境的污染。

4.4.4 烧结、球团生产使用的新水、循环水应串级使用和循环使用,湿式除尘系统的废水需经合理处理后,循环使用,做到生产无废水外排。

4.4.5 烧结烟气循环,指的是烧结生产过程中产生的热烟气没有全部排入大气,将其中一部分返回到烧结机料面上再次参与烧结过程使用。采用烟气循环技术可回收一部分烧结显热,减少排放烟气造成的热损失,循环烟气中的 CO 穿过烧结料层时氧化放热,可为烧结过程提供热量,降低固体燃料消耗。

烧结矿显热温度梯级回收利用,可以使余热回收效果最大化。如,高温段可用余热锅炉制取蒸汽或发电;低温段可用于点火器助燃空气预热、生产热水、热风烧结、直接送往解冻库用来解冻、通过余热锅炉制取蒸汽或发电等。

4.5 焦 化

4.5.2 与传统的湿熄焦相比,干熄焦装置能回收 80% 红焦的显

热生产蒸汽发电,避免了蒸汽中夹杂的酚、氰、硫化物等有害气体排放,不仅回收了余热、保护了环境,还提高了焦炭质量,因此本规范明确规定“新建焦炉必须同步建设干熄焦装置”,作为强制性条文。

4.5.3 设计能力为 125t/h 及以下的干熄焦装置,由于锅炉蒸发量相对较少,若选择为高温高压参数,则为其配套的锅炉给水泵的流量小、扬程高、制造困难、质量不易保证。同时,额定发电功率为 15MW 及以下的高温高压参数汽轮发电机组国内尚无定型产品。因此,应根据企业对蒸汽需求的近远期规划和技术经济比较后确定。

4.5.7 目前生产实践中焦炉烟道气余热利用方式主要有两种:当气体温度高于 240℃时,可采用余热锅炉回收利用其余热,以获取循环经济效益。当气体温度低于 240℃时,焦炉烟道气可作为煤调湿热源加以利用。一般采用余热锅炉来利用焦炉烟道气余热,生产的低压蒸汽并入焦化厂的蒸汽管网。

4.5.9 氧化法焦炉煤气脱硫一般均产生有害的脱硫废液,因此必须进行处理。当以煤气中的氨为碱源时,废液中主要有害物是硫氰酸铵和硫代硫酸铵等铵盐。由于硫氰酸铵和硫代硫酸铵是化工原料,可以采用蒸发、浓缩、结晶的方法提取这两种盐。但比较彻底的处理方法是将废液与回收的硫磺混在一起,采用焚烧的方法制取硫酸。

4.5.14 酚盐分解采用二氧化碳分解工艺,能大大减少硫酸钠废水的排放量。该工艺中二氧化碳的来源主要有以下几种:

(1)炼铁产生的高炉煤气;

(2)焦炉炼焦采用高炉煤气加热,由此产生的烟道气;

(3)由纯二氧化碳与空气混合配制气体,配制的混合气体中二氧化碳的含量不小于 15%(质量),不大于 25%(质量)。

4.5.16 可收集的凝结水主要指生产装置蒸汽间接加热器的凝结水和采暖蒸汽凝结水,需根据蒸汽凝结水量、水质和技术经济条件确定。

4.5.19 生活污水的可生化性较好,将其纳入到酚氰废水处理系统时,有利于焦化废水的处理,并可适当提高生化处理的效果。且经处理后的废水回用时,还可减少新水用量,节约水资源。

4.5.20 焦油加工的基本方向就是最大限度地从焦油中分离产品。由于焦油是非常复杂的混合物,其中许多组分的含量小于1%,所以只有将焦油集中加工,建设大型的焦油蒸馏装置才能有效地得到数量足够的中间馏分,从中提取用途广泛的稠环化合物。根据2014年修订的《焦化行业准入条件》,只有自产煤焦油量达到15万t/年及以上的钢铁联合企业宜配套建设煤焦油加工装置。

4.5.21 粗苯精制采用加氢精制技术并已经淘汰了酸洗精制工艺。粗苯加氢精制苯的产率高,几乎占原料中苯的100%,且苯产品能达到合成苯的指标(如噻吩含量1ppm左右)。

4.5.22 净化后的焦炉煤气在焦化厂自用后,多余的煤气一般是并入钢铁厂的总管网供各用气用户,如果还有剩余,不应利用煤气放散设施放散,需进一步深加工。

4.6 炼 铁

4.6.1 焦煤是冶金焦的主要原料,因焦煤资源短缺,凡采用冶金焦作为燃料的炼铁生产,应在技术上采取措施降低冶金焦的单耗节约焦煤资源,如高炉喷吹煤粉是一种替代冶金焦的先进技术,新建炼铁项目应设置喷煤设施。煤粉喷吹量是衡量高炉技术装备水平的重要指标之一,一般向高炉炉缸内喷吹1t煤粉可以替代0.8t冶金焦。

4.6.2 炼铁煤气是钢铁联合企业的重要气体能源,占钢铁联合企业回收的全部煤气的60%左右(以热值计),占钢铁联合企业能源消耗的22%左右。就炼铁单元来说,使用的高炉煤气量占工序总能耗的35%左右。因此高炉煤气的回收率和利用率不论是对全厂能耗指标还是对工序能耗指标的影响均很大。炼铁煤气的回收和净化工艺已经很成熟,目前煤气净化技术能够达到含尘5mg/Nm³。

作为一种可利用的资源 and 能源,炼铁煤气应纳入全厂煤气平衡,设置煤气柜。加热炉、热风炉等应尽量使用低品质煤气,提高炼铁煤气配比。对剩余煤气,采用煤气蒸汽联合循环发电、煤气锅炉等方式,将煤气转换成电或蒸汽利用。

4.6.3 炼铁炉渣的综合利用途径广泛,可作矿渣水泥生产的掺和料、生产水渣微粉、混凝土骨料、筑路材料、膨胀矿渣珠、矿渣棉、铸石等,其中应用最广泛的是利用高炉水冲渣作矿渣水泥的掺和料。近十年来利用水渣生产矿渣微粉的综合利用技术已十分成熟,利用水渣生产微粉的生产工艺简单,产生的经济效益比直接出售水渣更高,使资源利用效果有明显的改善。水渣通过磨细制成微粉后同样用于建筑行业,主要用途是在生产商品混凝土时直接替代水泥,水渣微粉替代水泥在一定比例时,混凝土在强度性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗氯离子侵蚀性能、工作黏性、黏聚性和抗离析性能等方面比普通水泥性能优越,并且可降低混凝土生产成本。由于水渣微粉社会需求量大,使用广泛,效果良好,能够降低综合利用过程中的能耗和成本,并且生产过程排放污染物很少,是一种很有发展前景的综合利用途径。

4.6.5 熔融状态的炉渣是与铁水同时从炉内流出,经撇渣器进行渣铁分离,分离后的熔渣中一般含有 0.5%~2% 生铁,因此干渣处理首先需将干渣破碎后通过磁选回收渣中的铁粒,再按不同粒度将干渣块进行筛分分级、贮存,以便于不同用途的综合利用,如用于作混凝土骨料、筑路材料、填方料等。

4.6.6、4.6.7 炼铁除尘灰和煤气清洗污泥一般含铁 30%~45%,除其中的铁元素可利用外,含铁尘泥中的碳、氧化钙、氧化镁等都是炼铁的有用成分,通常将铁、碳、氧化钙、氧化镁之和称为有效成分。评价除尘灰的利用价值除要看其含铁量,也要看有效成分含量。尘泥回收利用方式很多,可制成小球配入烧结料中,也可压块后利用,或者进入原料堆场,经混料后配入烧结料中,还可以用作为水泥生产的辅助配料等其他用途。

炼铁过程中,铁矿石中的锌易富集在煤气净化除尘灰或煤气清洗污泥中,炉料中的锌是高炉冶炼的有害元素,它在炉内对炉衬有破坏作用,或在炉内结瘤引起炉内炉料下行不顺。对含锌较高的含铁尘泥,可脱锌后再予以利用。

4.6.8 炼铁生产用水量很大,废水直接排放会造成水资源的浪费和环境污染,炼铁浊废水的主要污染物为总悬浮颗粒、挥发酚、氰化物、硫化物等,其中挥发酚和氰化物毒性很大,排入水体会对水生态造成很大危害。

炼铁生产用水应分别设置独立的循环水系统,如软水循环系统、间接冷却水循环系统、煤气洗涤水循环系统、冲渣水循环系统、铸铁机冷却水循环系统等。采用间接冷却水→煤气洗涤水→冲渣水循环系统的串接排污和水质稳定技术可提高水重复利用率,达到生产废水不排放的效果。

4.6.9、4.6.10 采用高压炉顶操作时,炉顶煤气具有一定的压力和温度可回收利用,通过余压发电装置回收煤气的这部分物理能,余压发电装置可将煤气的压力和热能转换为电能,其产生的经济效益很可观,一般生产 1t 铁回收电量可达 $34.3\text{kW}\cdot\text{h}\sim 39.8\text{kW}\cdot\text{h}$,且回收这部分电能的过程没有废气和废水产生,是非常清洁的能源。

煤气采用干法除尘和干法 TRT 工艺,与湿法工艺比较,煤气干式净化后的压力损失和温度损失较小,能使炉顶余压发电装置多回收 36%左右的电能。

BPRT 全称“Blast Furnace Power Recovery Turbine”,是一种高炉煤气余压利用新技术。它是将高炉煤气透平与同轴电动高炉鼓风机两种工艺组合的技术。机组中的煤气透平不是用来发电,而是直接同轴驱动鼓风机,同电动机一起带动鼓风机做功。与 TRT 比较,BPRT 减少一次机械能转电能、电能转机械能的能量转换过程,能量利用效率更高。

4.6.11 热风炉烟气温度一般为 300°C ,配置烟气余热回收装置

回收烟气余热,用来预热助燃空气和煤气,提高助燃空气和煤气的温度,增加燃烧介质的物理热能,可降低热风炉煤气消耗量。或提高热风炉燃料中低品质煤气混合比,节约焦炉煤气。在风温要求较高时设置前置炉,使用高炉煤气作为燃料预热空气和煤气,能够使热风炉燃料全部使用高炉煤气,充分利用冶炼回收的低品质煤气。

4.7 炼钢、连铸

4.7.1 现行炼钢生产方法主要是转炉炼钢法和电炉炼钢法。炼钢生产过程中为了去除铁水(钢水)中硫(S)、磷(P)等有害杂质,必须在炉内加入一定量的石灰、萤石等辅料,形成钢渣(炉渣)而外排。转炉炼钢产生的钢渣为转炉钢渣;电炉炼钢产生的钢渣,分为氧化渣(氧化期产生的)和还原渣(还原期产生的)。转炉钢渣的产生量为 130 kg/t 钢~240kg/t 钢,电炉钢渣的产生量为 150 kg/t 钢~200kg/t 钢。钢渣的化学成分见表 1。

表 1 各类钢渣的化学成分(%)

名称	二氧化硅	三氧化二铝	氧化钙	氧化镁	氧化锰	氧化亚铁	硫	五氧化二磷	游离氧化钙	碱度
转炉钢渣	12~25	3~7	46~60	5~20	0.8~4	12~25	<0.4	0~1	1.6~7	2.1~3.5
电炉氧化渣	21.3	11.05	41.6	13.48	1.39	9.14	0.04	—	—	1.18
电炉还原渣	17.38	3.44	58.53	11.34	1.79	0.85	0.10	—	—	3.6

钢渣的主要矿物组成为硅酸二钙($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、硅酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、铁酸钙($2\text{CaO} \cdot \text{F}_2\text{O}_3$ 和 $\text{CaO} \cdot \text{F}_2\text{O}_3$)及 RO 相,它与水泥熟料的化学成分相似,具有水硬胶凝性。

钢渣的综合利用:钢渣经预处理(如滚筒法、热闷法等)粒化

后,经磁选分选出的金属返回生产利用,其余尾渣进行资源化深加工利用。根据其不同性质可有多种用途,现在钢渣已被成功地用作钢铁冶炼的熔剂;作水泥掺合料或生产钢渣矿渣水泥;用于筑路或回填工程材料;生产建材制品;作农肥及土壤改良剂等。

转炉采用熔融钢渣热闷工艺,闷渣法从物理、化学两方面对钢渣的性质进行改变,消除钢渣的膨胀性。熔融钢渣热闷使闷渣周期大幅缩短,粉化率更高、渣铁分离更彻底,用于从钢渣中提取钢铁物料,是钢渣实现高附加值应用的前提。

4.7.2 炼钢除尘系统回收大量炼钢粉尘和尘泥。对这些污泥和粉尘,经过加工制成小球或压块,用作炼钢熔剂;也可送烧结厂加以综合利用,但其含水率要满足烧结配料的要求。

转炉采用传统的湿式烟气净化系统,产出的是转炉尘泥;采用干式烟气净化系统,产出的是转炉粉尘。转炉尘泥的产生量为7kg/t 钢~15kg/t 钢,其主要化学成分为氧化亚铁、氧化铁、氧化钙、二氧化硅、三氧化二铝、氧化镁、氧化锰等,其中总铁含量可达50%~62%。因为这些尘泥和粉尘的含铁量比较高,是有利用价值的含铁资源,都应予以回收利用。对这些尘泥和粉尘,经过加工制成小球或压块,用作炼钢熔剂;也可送烧结厂作为烧结配料予以综合利用。将含水25%~30%的尘泥与烧结厂的返矿混合成球(含水率小于10%)后加入烧结料中配料,可提高混合料的透气性,改善烧结过程。

4.7.5 转炉炼钢采用未燃法,每生产1t 钢可回收80m³~120m³转炉煤气。转炉煤气是钢铁工业重要的二次能源,转炉煤气的回收利用能够替代一次能源、减少大气污染物排放,回收利用转炉煤气也是实现负能炼钢的关键措施。为了能更有效地回收利用转炉煤气,完善转炉煤气的净化和回收利用系统,本规范明确规定“转炉炼钢必须同步建设煤气回收系统”,作为强制性条文。

4.7.8 电炉炼钢多采用高功率和超高功率电炉。电炉在吹氧冶炼过程中,炉内产生大量赤褐色烟气,其温度可达1300℃以上。

为了回收利用电炉烟气的显热(物理余热),一般采用预热废钢的方式。

电炉烟气余热回收利用是将电炉产生的烟气首先通过炉盖第4孔(或第2孔)进入冷却烟道,后入燃烧沉降室进行二次燃烧,排出的烟气进入余热回收装置,热交换后的烟气经除尘器净化,由除尘风机排入大气。

4.8 轧钢、金属制品

4.8.1 连铸机直接铸出的连铸坯,其温度相当高,可达 950°C 左右。如果连铸坯在冷状态下送往轧机轧制,则必须经加热炉加热到可轧制温度,需要多消耗能源。现在连铸坯多采用热送热装技术,即连铸坯在 $500^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 以上热状态下装入加热炉,除用辊道直送外,可用保温箱运送,以协调连铸及轧钢生产,起到缓冲作用。轧制中采用相应的保温技术,如热卷箱技术、辊道保温技术等。这样就可以把连铸坯的余热回收利用。采用冷坯装炉时,平均热耗为 $2.01\text{GJ/t}\sim 2.09\text{GJ/t}$;如 $50\%\sim 70\%$ 板坯热装时,平均热耗可降至 $0.98\text{GJ/t}\sim 1.15\text{GJ/t}$,与冷装相比,加热炉能耗可降低 $80\text{MJ/t}\sim 120\text{MJ/t}$ 。目前连铸坯热送热装可以不经加热炉,在其输送过程中通过补热和均热,使铸坯达到可轧制温度直接送轧机轧制。连铸坯热送热装现有几种工艺:连铸坯热装(HCR)、连铸坯直接热装(DHCR)、连铸坯直接轧制(DR)。采用连铸坯热送热装工艺可提高成材率 $0.5\%\sim 1.5\%$,简化生产流程,缩短生产周期。

4.8.4 轧钢和金属制品各种酸洗废液处理工艺应根据其成分、数量及综合利用的经济效益等因素确定,处理工艺有:

(1)硫酸酸洗废液可采用冷冻结晶法、无蒸发冷冻结晶法、真空浓缩冷冻结晶法得到硫酸亚铁结晶,脱盐后的硫酸液返回酸洗机组使用,此外还可采用铁屑法使游离酸全部生成硫酸亚铁;

(2)盐酸酸洗废液可采用喷雾焙烧法、流化床法再生,回收盐

酸和三氧化二铁;

(3)硝酸-氢氟酸酸洗废液可采用一次减压蒸发法、溶剂萃取法、树脂床或喷雾焙烧法等回收硝酸、氢氟酸。

4.8.8 轧钢加热炉炉渣及火焰清理机熔渣经过破碎加工处理,可代替矿石作为炼钢用的冷却剂、氧化剂,或供高炉作为校正高炉炉况和用于清洗炉瘤用。火焰切割机产生的金属废料可送炼钢综合利用。

4.8.9 轧钢产生的除尘灰及含铁尘泥可送烧结配料使用。

4.8.10 氧化铁皮可用于硅铁合金生产、还原铁粉生产及化工行业等,同时可在钢铁厂内用于烧结配料等方式进行综合利用。

4.8.11 氧化铁粉一般可作为颜料用于生产陶瓷、涂料、油墨、塑料、玻璃制品等,同时可用于生产磁性材料。

4.8.12 热镀锌生产产生的锌尘、锌渣为可供利用的含锌资源,收集后可供冶炼厂回收锌,既综合利用了资源,又可消除其对环境的污染。

4.8.13~4.8.15 条文是对金属制品厂一些生产废水进行回收利用的规定,以节约用水。

4.8.16 钢丝磷化处理产生的磷化渣属危险固体废物,但可进行综合利用,如用碱处理制取磷酸三钠,或供化工厂回收利用。

4.9 冶金石灰、耐火材料

4.9.1 不同的窑型适应不同的石灰石原料粒级范围及性质;相同的窑型可以分粒级煅烧,有条件时应将不同粒级分窑煅烧,有利于石灰石资源综合利用。

4.9.9 采用无灰燃料煅烧镁砂、白云石砂时,产生的飞灰性质同轻烧粉,其利用同本规范第 4.9.3 条的粉料。

4.10 铁 合 金

4.10.1 现代铁合金还原电炉技术通常分为全封闭式及半封闭矮

烟罩式两种炉型。

全封闭式还原电炉煤气的特点是一氧化碳含量高(一般 CO 含量为 60%~80%),热值高($8300\text{kJ}/\text{Nm}^3 \sim 11000\text{kJ}/\text{Nm}^3$)。吨铁产气量,如锰硅合金约为 $1000\text{Nm}^3/\text{t}$,高碳铬铁约为 $800\text{Nm}^3/\text{t}$ 。为安全生产并减少煤气放散,应配套建设煤气柜。回收煤气除返生产自用外,富余煤气可用于发电。

4.10.2 半封闭式电炉不仅有效地解决了冶炼 75%硅铁时的工艺操作需要,而且也有效地解决了烟气净化和余热回收利用技术。如高温烟气余热回收利用发电,则折成每吨 75%硅铁可回收电能约 $2000\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

4.10.5 锰铁高炉煤气回收作燃料。煤气净化回收烟尘可用作生产四氧化三锰的原料,其产品四氧化三锰主要用于制造软磁铁氧体。用四氧化三锰、锌和铁的氧化物制成的软磁体在电子、电器、电力、微波技术、食品、油漆等工业中有着广泛的用途。高比表面积的四氧化三锰是高附加值的锰系材料。

锰铁高炉瓦斯灰中的氧化钙是烧结矿必需的熔剂,扣除氧化钙和碳等烧损,含锰量可达 30%以上。因此,可作为生产自熔性烧结矿,也可作为生产灰渣砖的原料,添加 40%~60%瓦斯灰、30%~50%水渣、1%~9%石灰、2%~3%石膏混合,机压制砖,自然养护 1d,抗压强度达 8.8MPa 以上,养护 28d 可达 13.3MPa 以上,此砖物美价廉,有很强的市场竞争力。烟尘灰还可掺入黏土中烧制成砖。

4.10.6 氢氧化铬法生产金属铬过程中产生的废液,主要成分是五水硫代硫酸钠($\text{NaS}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$),俗称海波,废液经净化可采用蒸发结晶法生产固体五水硫代硫酸钠。

4.10.7 湿法生产五氧化二钒过程中,钒的回收率一般为 85%,沉钒废液中尚含有 2%左右的钒,可加以回收。

4.10.8 根据铁合金产业政策的规定和要求,钼铁生产线应配备 SO_2 回收装置。钼矿焙烧产生的低浓度二氧化硫烟气,一般浓度

在 3% 以下,不适于制酸,而可用于生产亚硫酸铵。

4.10.9 锰铁、铬铁及镍铁生产过程回收的粉尘、粉料及烟尘可作为可再生资源采用造块或直接返至原料并配制炉料循环综合利用,有效降低物料消耗并相应提高主元素回收率。

4.10.11 硅铁电炉回收硅尘——微硅粉的二氧化硅含量很高,一般不小于 92%,硅尘颗粒极其细微,粒度小于 $1\mu\text{m}$ 的占 80% 以上。平均粒径为 $0.1\mu\text{m}\sim 0.15\mu\text{m}$,是一种超微细固体物质。硅尘具有的超微特性,在改善和提高材料的性能方面有着极为重要的作用。每吨硅铁(FeSi75)可回收微硅粉 $120\text{kg}\sim 160\text{kg}$,其化学成分应符合现行国家标准《电炉回收二氧化硅微粉》GB/T 21236 的要求。

硅尘可作为水泥掺合料,以降低水灰比,提高和易性;掺入混凝土,可以大大提高混凝土的密实性,增加抗渗透性,高强混凝土可广泛地应用于各种早强、高强、耐磨、耐腐等特种混凝土与预应力混凝土工程中。

硅尘可作为制取高级耐火材料的添加剂。

用硅尘可在简化工艺的情况下,生产出模数大于 4 的水玻璃。模数在 4 以上的水玻璃为中性,可广泛用于高温喷涂、铸钢等方面。

硅尘的化学成分和主要物理性能与白炭黑相近,可以作为惰性材料,以代替滑石粉和高岭土等硅酸盐材料。硅尘应用于橡胶工业也是一种良好的填料。橡胶中加入硅尘可提高其延展率、抗撕裂及抗老化度。

硅尘与氢氧化钾或碳酸钾混合加热可制成缓效农肥硅酸钾,它不易挥发流失,能保护土壤,促进作物根部发育,抑制病虫害。

为了防止肥料结块,一般采用云母或硅藻土进行特殊处理,造价很高。应用硅尘可以取代这些较昂贵的处理材料。

4.10.12 钨铁烟尘产生量为 $60\text{kg/t}\sim 70\text{kg/t}$ 钨铁,粉尘回收可采用旋风+布袋或电除尘。捕集的粉尘粒度很小,直接回炉会有

70%再次返回烟气中,故需要造球后再返回电炉使用。造球可采用 $\phi 1000\text{mm}$ 圆盘造球机造球,再经反射炉固化焙烧至 973K 返回电炉。

钨尘灰也可与苏打烧结生成钨酸钠。烧结块经水浸过滤,钨酸钠溶液经萃取或离子交换提纯和富集,再经水法处理生产99%钨酸钠或99.999%的三氧化钨。

4.10.13 生产每吨钼铁平均产生含钼粉尘 12.4kg ,含钼粉尘的主要化学组成及含量为:氧化钼 60.5% ,二氧化硅 14.7% ,氧化亚铁 8.0% ,三氧化二铝 14.9% ,氧化镁 1.0% ,氧化钙 0.8% 。

含钼粉尘的粒度分布: $0\sim 5\mu\text{m}$ 占 50% , $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 占 30% , $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 占 20% 。采用干式布袋除尘器,回收钼粉尘回炉作原料利用。

4.10.16 冶炼粗磷结垢产生的残留物,俗称磷泥,含磷 15% 左右,可用来生产磷酸和过磷酸钙。其方法是:把磷泥放在氧化室内,氧化成五氧化二磷气体,再将五氧化二磷气体导入石墨板制的吸收塔用水吸收。产生磷酸用泵循环吸收,浓度达 $40\%\sim 50\%$ 时,送入过滤器过滤除去机械杂质,再加硝酸氧化后,磷酸用间接蒸汽加热浓缩到密度为 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。按 $0.5\%\sim 0.6\%$ 加入双氧水脱色,再次浓缩到 $1.64\text{g}/\text{cm}^3$,为成品磷酸。

磷泥氧化后加入石灰,磷泥与石灰比为 $4:1$,混合加热到 $100^\circ\text{C}\sim 280^\circ\text{C}$,反应生成过磷酸钙。产品含五氧化二磷为 $20\%\sim 30\%$ 。

4.11 炭 素

4.11.1 原料库、中碎配料、制品加工所收集除尘灰和碎料均含碳,可用作制品生产不同粒级的配料。

4.11.2 沥青烟中回收的焦油可作为原料沥青粘结剂返回工艺系统利用。焦粉吸附的沥青烟尘也可供工艺系统混捏配料使用。

4.11.3 石墨化炉中生成的碳化硅可供磨料和生产耐火材料使

用。因其在炉的部位不同,碳化硅含量有差别,应拣选分级,提高回收价值。

4.12 公用、辅助设施

4.12.1 燃煤锅炉(主要指大、中型工业锅炉)设计应符合下列规定:

1、2 燃煤锅炉燃烧产生的粉煤灰、煤渣是可利用的再生资源,其用途相当广泛,应积极开发综合利用,这样既可消除对环境的污染,又能回收有用资源。为有利于粉煤灰的综合利用,应设有相应的运输、堆存、处理、利用等配套设施。

为了适应灰渣综合利用的需要,及时掌握燃煤和灰渣理化性能,燃煤一般应每批检验一次;灰渣应根据落实的综合利用项目的要求进行检验。

燃煤锅炉采用烟气干法除尘时,应根据粉煤灰的利用途径,设置适当规模的供应原状干灰贮存设施,以有利于干灰的利用。

粉煤灰综合利用的途径较多,如对粉煤灰进行分选,提取漂珠、微珠、铁粉、碳等优质材料,用作轻质耐火保温砖、空心微珠保温帽和绝热板、建筑防腐涂料和防火涂料、塑料制品填充剂、水泥掺合料,用于混凝土和水泥砂浆,在筑路工程中作路基掺合料,用于回填土、改良土壤,用于生产膨珠、粉煤灰黏土烧结砖和砌块等。炉渣主要用于筑路及制砖等。

3 钢铁联合企业生产过程中产生大量可燃气(如高炉煤气、转炉煤气等)和余热、余压等能源,可以用于发电,故钢铁联合企业不宜采用燃煤锅炉发电。

4.12.2 煤气站设计应符合下列规定:

1~3 钢铁企业烟煤冷煤气站煤气捕焦油器收集的焦油、煤气洗涤水沉淀池的沉渣(焦油渣)和煤气站筛下的煤粉均有一定的利用价值,应予以利用(如作锅炉燃料、沥青防腐材料),并设置必要的焦油加热、贮存、输送等设施。焦油渣不得作为民用燃料,可

掺入炼焦配料中。煤气发生炉的炉渣可以用于填坑、铺路、制砖等,也可与锅炉煤渣统一处理利用。

4 煤气站煤气冷却洗涤水经净化降温处理后应循环使用。煤气站实施冷却水封闭循环,禁止煤气站非生产性排水、雨水、不含酚和焦油的一般性生产用水进入该系统,使受污染的冷却水总量限制在一定水平。

4.12.3 在进行大型制氧机组设计时,可根据企业的生产需要和市场情况,设置相关的氮、氩等稀有气体资源回收装置。如有需要,则应在落实其用户及用量的基础上设置配套的回收装置。

4.12.4 铸造、机械加工设计应符合下列规定:

1 机修设施(包括轧辊修磨间)生产所产生的酸洗废液和废油有一定使用价值,应回收利用。其回收利用方式宜根据废酸、废油的性质、数量及企业(厂、车间)的组织机构等相关情况确定,或由机修厂(车间)独立设置回收利用装置,或由本企业(外部企业)统一集中处理利用。

2 电镀件的漂洗应选用逆流梯级清洗工艺,可减少废水量。电镀含铬废液废水的处理,宜首先回收利用其有价值的成分,如用离子交换法处理含铬废水能回收铬为铬酐,可回用于生产工艺;处理后水质比较好,可重复使用。但其基建投资较高,所需设备较多。

3 机修设施产生的金属切屑及边角余料可以作为废钢资源送炼钢厂回炉冶炼。对产生金属切屑较多的大型机修厂,宜配置金属切屑的打包压块设施,以利于回收利用。

4、5 大型铸造车间的废型砂,能再生回用的可回用。铸造炼钢炉、化铁炉产生的炉渣可送炼铁厂和炼钢厂干渣处理系统处理后综合利用。

4.12.5 乙炔站产生的电石渣,其主要成分为氢氧化钙,可以回收利用,如作酸性废水中和剂、水质软化剂或建筑材料等使用。

4.12.6 水处理设施设计应符合下列规定:

1、2 钢铁联合企业各公用设施、生产工序用的冷却水应按不同分水质采用循环水系统,并设置水质稳定设施,根据循环系统内冷却水的浓缩倍数情况,及时投加水质稳定剂。

各工序产生的废水应在各工序处分质处理达标排放或循环利用,不得采用稀释等方式处理排放。

为了加强钢铁联合企业节约用水,充分回收利用废水资源,企业应在各车间(工序)建立各类循环水系统的基础上,对各系统拟外排的废水,宜因地制宜地建立全厂性的废水处理设施(全厂性生产废水回收处理站),经集中处理后的水作为工业补充水进一步回用,建设生产废水深度处理回用设施,提高回用水水质及废水重复利用率。长期以来,钢厂废水传统处理工艺为混凝+高效澄清池+生物滤池,然后出水回用,此工艺不能有效解决回用水中含盐量高的问题。可采用多介质过滤+反渗透(RO)工艺或超滤(UF)+反渗透(RO)工艺进行废水深度处理,处理后出水可作为循环冷却水系统补水,将有效提高废水重复利用率。

对不宜进入全厂总排水系统的废水,如焦化酚氰水、煤气站煤气冷却洗涤水等,应单成系统进行深度处理。

3 钢铁企业要考虑自建雨水收集、储存、处理、输配等雨水利用设施,但不能作为主要供水水源,不能与工业废水混合处理。现行国家标准《钢铁企业节水设计规范》GB 50506 中规定了雨水利用系统的设施组成包括:雨水截洪沟、雨水管渠等雨水收集设施,雨水储水池或水塘、水库等雨水存储设施,雨水净化处理设施,净化雨水给水管道。

4.12.9 目前钢铁厂余热蒸汽回收利用现状普遍存在能级匹配性差、高质低用、低质无用的现象,应根据蒸汽用户对蒸汽品质的需求,按照能级匹配原则,做到“按质用能、温度对口、梯级利用、热尽其用”。应加强余热蒸汽管网的建设,推广成熟的蒸汽利用技术,开发新技术,如推广烧结低温余热发电技术、转炉蒸汽过热系统供应真空精炼技术、燃气-蒸汽联合发电技术、转炉余热饱和蒸汽发

电技术等。对高温余热应采取动力回收进行发电或热电联产。

4.12.10 钢厂减少煤气放散的重点为减少高炉煤气的放散,可通过明确各类煤气生产与使用情况、在线燃气调度,随时进行煤气的输配平衡分析,充分合理使用各种副产煤气减少放散;在满足用户对煤气品质要求的前提下,应优先使用低热值煤气,富余煤气可用于发电或外供。

S/N:155182·0181



9 155182 018105

统一书号: 155182 · 0181

定 价: 12.00 元