

铁矿球团工程设计规范

Code for design of iron pellet engineering

2009 – 06 – 17 发布

2009 – 12 – 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

铁矿球团工程设计规范

Code for design of iron pellet engineering

GB 50491 - 2009

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 0 9 年 1 2 月 1 日

中国计划出版社

2009 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 360 号

关于发布国家标准《铁矿球团工程 设计规范》的公告

现批准《铁矿球团工程设计规范》为国家标准,编号为 GB 50491-2009,自 2009 年 12 月 1 日起实施。其中,第 6.2.6、14.1.3 条为强制性条文,必须严格执行。

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

二〇〇九年六月十七日

前 言

根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制定、修订计划(第二批)〉的通知》(建标函〔2007〕126 号)要求,由中冶长天国际工程有限责任公司和中冶北方工程技术有限公司会同有关单位共同编制而成的。

本规范在编制过程中,全面检索、收集了国内外的有关资料和信息,组织调研,并开展专题研究和技术研讨,广泛征求了有关生产、设计单位及科研院校的意见,对主要问题和疑难问题进行了多次的研讨和修改,最后经审查定稿。

本规范共分 14 章,主要内容有:总则,术语,基本规定,原料、辅料、燃料要求及准备,配料和混合,造球和生球筛分,布料和焙烧,成品筛分、贮运和粉料处理,电力和自动化,辅助设施,计量、检化验和试验,维修检修,节能,安全与环保等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国冶金建设协会负责日常管理,中冶长天国际工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。在本规范的执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料。如发现需要修改或补充之处,请及时将意见和有关资料,寄送中冶长天国际工程有限责任公司(地址:湖南省长沙市劳动中路 1 号,邮政编码:410007),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人员名单:

主 编 单 位: 中冶长天国际工程有限责任公司

中冶北方工程技术有限公司

参 编 单 位: 中南大学

北京科技大学
中冶华天工程技术有限公司
武汉钢铁(集团)公司矿业有限责任公司
鞍钢股份炼铁总厂
首钢承德信通首承矿业有限责任公司
鞍钢集团矿业公司
邯郸钢铁集团公司炼铁部
武钢集团昆明钢铁股份有限公司炼铁厂
济钢集团国际工程技术有限公司

主要起草人：叶匡吾 何国强 叶恒棣 汪力中 任 伟
夏耀臻 宁德乙 戴传德 王菊香 储太山
朱晓春 郑绥旭 孙立晏 陈三凤 姜 涛
冯根生 周良荣 甄彩铃 周节旺 程 军
李宗胜 严纪文 宁加明 董宝利 宋明博
徐 迅 寿宏飏 陈猛胜 王 耀 彭 澎
柳家让 黄伏根 刘仁品 钮心洁 胡 臻
曹利平 罗政书 贺劲松 张海颖 关 建
刘士成 孙运洪

主要审查人员：郭启蛟 王培忠 范晓慧 许景利 裴肖君
舒方华 陈乙元

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(6)
4 原料、辅料、燃料要求及准备	(7)
4.1 一般规定	(7)
4.2 原料	(7)
4.3 辅料	(8)
4.4 燃料	(9)
5 配料和混合	(10)
5.1 一般规定	(10)
5.2 配料	(10)
5.3 混合	(10)
6 造球和生球筛分	(11)
6.1 一般规定	(11)
6.2 造球	(11)
6.3 生球筛分	(11)
6.4 生球质量	(12)
7 布料和焙烧	(13)
7.1 一般规定	(13)
7.2 布料	(13)
7.3 焙烧	(14)
8 成品筛分、贮运和粉料处理	(20)
9 电力和自动化	(22)
9.1 电力	(22)

9.2 自动化	(23)
10 辅助设施	(24)
10.1 总图运输	(24)
10.2 除尘、通风、空调、采暖	(25)
10.3 给水、排水	(25)
10.4 压缩空气及其他气体供应	(26)
10.5 建筑和结构	(27)
11 计量、检化验和试验	(28)
11.1 计量	(28)
11.2 检化验	(28)
11.3 试验	(29)
12 维修检修	(30)
13 节能	(31)
14 安全与环保	(32)
14.1 安全	(32)
14.2 环保	(32)
14.3 消防	(33)
本规范用词说明	(34)
附:条文说明	(35)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(6)
4	Requirement, preparation, processing of raw materials, auxiliary materials, fuel	(7)
4.1	General requirement	(7)
4.2	Raw materials	(7)
4.3	Auxiliary materials	(8)
4.4	Fuel	(9)
5	Proportion and mixing	(10)
5.1	General requirement	(10)
5.2	Proportion	(10)
5.3	Mixing	(10)
6	Balling and screening of green ball	(11)
6.1	General requirement	(11)
6.2	Balling	(11)
6.3	Screening of green ball	(11)
6.4	Quality of green ball	(12)
7	Distribution and Induration of pellet	(13)
7.1	General requirement	(13)
7.2	Distribution	(13)
7.3	Induration	(14)
8	Screening, transportation, stockpiling of product and fines treatment	(20)

9	Electric and automation	(22)
9.1	Electric	(22)
9.2	Automation	(23)
10	Auxiliary establishment	(24)
10.1	Layout and transportation	(24)
10.2	Dust collection, ventilation, air condition and heating	(25)
10.3	Water supply, drain	(25)
10.4	Compressed air and other gas supply	(26)
10.5	Building and construction	(27)
11	Measure, examination, test	(28)
11.1	Measure	(28)
11.2	Examination	(28)
11.3	Test	(29)
12	Maintenance and repair	(30)
13	Energy conservation	(31)
14	Safety and environment protection	(32)
14.1	Safety	(32)
14.2	Environment protection	(32)
14.3	Fire protection	(33)
	Explanation of wording in this code	(34)
	Addition; Explanation of provisions	(35)

1 总 则

1.0.1 为在铁矿球团工程设计中更好地贯彻执行国家的产业政策,做到技术及装备先进、经济合理、节能减排、安全环保等,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于各种类型铁矿球团工厂的新建、扩建和改建工程的设计。

1.0.3 铁矿球团工程设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的要求。

2 术 语

2.0.1 原料 raw materials

生产铁矿球团矿所使用的铁矿粉、铁精矿及其他含铁物料的总称。

2.0.2 辅料 auxiliary materials

满足球团矿质量需要加入的其他物料的总称。

2.0.3 黏结剂 binder

为提高铁精矿的成球性能,在原料内配的膨润土、生石灰或消石灰以及相关有机物的总称。分为有机黏结剂和无机黏结剂。

2.0.4 添加剂 additive

为满足球团矿的不同质量要求,在原料中加入的一定量的含钙、镁、硼等物料的总称。复合添加剂为黏结剂和多种添加剂混匀后再用于球团矿生产的辅料。

2.0.5 燃料 fuel

为铁矿球团焙烧提供热能的天然气、高炉煤气、焦炉煤气、重油、煤等的总称。分为气体燃料、液体燃料和固体燃料三大类。

2.0.6 内配炭 internal carbon

在配料中配入的少量无烟煤、焦和石油焦等含炭物料。

2.0.7 料场 stockyard

含铁原料、燃料、添加剂及其他物料和成品球团矿的堆、贮设施。主要有原料堆场和成品堆场。

2.0.8 磨矿 grinding

用于球团矿生产的铁精矿粒度和比表面积不能满足造球工艺的要求时,对铁精矿采取的干磨、湿磨、润磨、高压辊磨等工艺过程。

2.0.9 精矿干燥 concentrate drying

用于当球团矿生产的铁精矿水分不能满足造球工艺要求时,对铁精矿进行加热处理以脱除部分水分的过程。

2.0.10 自动重量配料 automatic weight proportioning

原料、黏结剂、添加剂、内配炭等,按重量配比进行自动调节各种物料给定量的过程。

2.0.11 混合料 mixture

原料、黏结剂和各种添加剂进行充分混匀后的物料。

2.0.12 造球 balling

混合料在造球机内滚动成球的过程。

2.0.13 生球 green ball

混合料经造球机制成的球。

2.0.14 生球筛分 green ball screening

对生球进行分级以获得合格生球的过程。

2.0.15 焙烧固结 induration

将预热后的球继续加热升温,使其充分氧化、再结晶和晶体长大,实现固结的过程。

2.0.16 球团 pelletizing

原料配加黏结剂、添加剂后经造球、筛分、干燥、预热、高温焙烧、冷却,生产球团矿的过程。

2.0.17 球团矿 pellet

经球团工艺加工所得到的产品。

2.0.18 铺底和铺边料 hearth and side layer

在带式焙烧机台车的底部和两边内侧所铺设的一定厚度的球团矿。

2.0.19 料层厚度 bed depth

链算机或带式焙烧机台车上所铺生球的厚度。

2.0.20 料层透气性 bed permeability

在一定料层厚度和风压情况下,料层通过风量的能力。

2.0.21 带式焙烧机面积利用系数 SG machine productivity

带式焙烧机单位有效面积每天的成品球团矿产量,单位:
 $t/(m^2 \cdot d)$ 。

2.0.22 链算机面积利用系数 grate machine productivity

链算机单位有效面积每天成品球团矿产量,单位: $t/(m^2 \cdot d)$ 。

2.0.23 回转窑容积利用系数 kiln productivity

回转窑单位有效容积每天的成品球团矿产量,单位: $t/(m^3 \cdot d)$ 。

2.0.24 竖炉利用系数 shaft furnace productivity

竖炉单位有效面积每天的成品球团矿产量,单位: $t/(m^2 \cdot d)$ 。

2.0.25 热工系统 heating process system

球团矿生产过程中的供热和传热系统。

2.0.26 焙烧制度 firing regime

生球在加热升温过程中,根据不同的性质而采用的不同温度、时间和气氛、供热强度、气流速度等热工过程参数的总称。

2.0.27 生球干燥 green ball drying

生球加热升温并脱除水分的过程。

2.0.28 抽风干燥 down draft drying (DDD)

热气流自上而下通过料层,脱除生球水分的过程。

2.0.29 鼓风干燥 up draft drying (UDD)

热风自下而上通过料层,脱除生球水分的过程。

2.0.30 过渡预热 tempered preheating (TPH)

干燥后的生球,继续升温进一步脱除水分和自由硫,开始碳酸盐和部分硫酸盐分解和气体脱除的过程。

2.0.31 预热 preheating(PH)

料层在预热气体的作用下,达到碳酸盐和硫酸盐分解,以及在球团内产生氧化和初步再结晶,实现初步固结,使球团具有一定强度的过程。

2.0.32 回热 recuperation of heat

将球团工艺中的热气流循环利用的过程。

2.0.33 调温 temperature adjustment

根据球团焙烧过程不同的温度要求,对回热气流进行升温或降温。

2.0.34 物料平衡 mass balance

球团生产过程中各种物料加入、产出的重量平衡计算。

2.0.35 热平衡 heat balance

球团生产过程中各项热量进入、生成、产出的平衡计算。

2.0.36 风平衡 gas balance

球团生产过程中风量进、出的平衡计算。

2.0.37 放散烟囱 bleed-off stack

当焙烧高温气体超过临界温度或流量,或设备出现事故时,为保护高温设备不受损坏,而设置的能立即把高温气体快速放散的装置。

2.0.38 管道热风炉 duct air heating furnace

在回热风管上设置的供热装置。

2.0.39 冷却 cooling

焙烧后的球与鼓入的冷空气进行热交换并降至一定温度的过程。

2.0.40 筛分 screening

冷却后的球团矿经筛分机筛分,筛出不合格的粒级,而获取合格粒级的过程。

3 基本规定

3.0.1 开展铁矿球团工程设计应具备下列条件:

- 1 有确定的厂址和工程的范围,内、外部条件及相关的基础资料。
- 2 有可供确定主工艺流程和产品方案的模拟工业性试验报告。
- 3 应符合国家产业政策和环境保护的要求。

3.0.2 铁矿球团工程规模的划分应符合下列规定:

- 1 大型:主机(窑、炉)单系统年产量大于或等于 300 万 t。
- 2 中型:主机(窑、炉)单系统年产量大于或等于 120 万 t 至小于 300 万 t。
- 3 小型:主机(窑、炉)单系统年产量小于 120 万 t。

3.0.3 对不同的原料、燃料、辅料应进行模拟工业性试验研究,其结果应作为工程设计的依据。

3.0.4 铁矿球团工厂的工作制度应为连续工作制。

3.0.5 大、中型球团工厂的年日历作业率应大于或等于 90.4%。

3.0.6 工艺和设备选择应符合下列要求:

- 1 主工艺和主要设备,应采用先进、高效可靠、安全节能的设备。
- 2 辅助系统设备的规格和性能应与主系统匹配,并应留有余量。
- 3 不应采用国内外淘汰的二手设备。

4 原料、辅料、燃料要求及准备

4.1 一般规定

- 4.1.1 各种原料、燃料和辅料的准备和加工质量应满足球团矿生产的要求。
- 4.1.2 各种原料、燃料和辅料的供应量应能满足生产的要求,并应有余量。
- 4.1.3 各种物料,应分类堆存,不应相互掺混。

4.2 原料

- 4.2.1 原料的物理化学性质应符合下列要求:

- 1 原料中 TFe 含量宜大于 66.5%,波动允许偏差宜为 $\pm 0.5\%$; SiO_2 含量宜小于 4.5%,波动允许偏差宜为 $\pm 0.2\%$ 。
- 2 原料的水分含量宜小于 10%。
- 3 原料的比表面积和粒度,应根据铁精矿的性质和造球工艺确定。圆盘造球宜为 $1800\text{cm}^2/\text{g} \sim 2000\text{cm}^2/\text{g}$,圆筒造球宜为 $2000\text{cm}^2/\text{g} \sim 2200\text{cm}^2/\text{g}$ 。

- 4.2.2 原料的准备应符合下列规定:

- 1 当采用多种原料时,应设混匀设施。铁精矿的种类不宜超过三种,当采用两种及以上时,应设置预配料工艺。
- 2 原料入厂后,应有 5d~7d 的储量。当采用进口铁矿粉时,储量应在 35d 以上,并应设专用料场。
- 3 当原料的含水量高于要求的水分时应设干燥系统,干燥后原料的水分应低于生球合格水分的 1%。当后续生产工艺设有高压辊磨机时,原料干燥后的水分宜为 8%。
- 4 原料干燥宜采用圆筒干燥机,宜采用顺流式配置方式。进

入干燥收尘系统的烟气温度,应高于露点温度。

5 干燥机能力的配备宜采用全干方式,同时应设有旁路系统。未经干燥的原料贮运设施应设防粘和防堵设施。

6 当原料的比表面积和粒度不能满足造球的要求时应设磨矿工序。磨矿工序应根据原料原始粒度的粗细和性能确定。对大、中型球团工程宜采用湿球磨工艺、高压辊磨工艺或这两种工艺的组合;对小型球团生产工程可采用润磨或其他磨矿工艺。在高压辊磨机前应设除铁和杂物的处理设施。

7 采用湿球磨工艺时,磨矿粒度应满足 $1500\text{cm}^2/\text{g} \sim 1800\text{cm}^2/\text{g}$ 的比表面积。

8 高压辊磨机的规格、型号应由制造商经过试验后确定。

4.3 辅 料

4.3.1 选用膨润土作黏结剂时,应对其造球性能的优劣进行比较,选用性能好的膨润土,并应经模拟工业性试验证实。在生球强度满足要求的前提下,应减少膨润土用量。其用量宜不大于干基混合料量的 1.2%。

4.3.2 黏结剂或复合添加剂的使用应根据其性能和来源确定。

4.3.3 黏结剂的进厂方式和贮存应符合下列规定:

1 外部运输距离短时,宜采用密封罐车进厂,应用气力输送的方式送入配料仓贮存,贮存时间宜为 2d~3d。

2 运输距离较远时,宜采用袋装方式入厂,并设有膨润土贮存间,贮存量宜满足 15d 的用量。

3 当生产熔剂性和含镁的球团矿时,在原料中配加的石灰石和白云石等的细度小于 0.045mm 的含量应大于 90%。

4 石灰石、白云石等的细磨设施不宜设在球团工厂内,配料室内宜设贮仓,并应采用密封罐车进厂,采用气力输送的方式送入贮仓,贮存量应满足生产需要。

4.4 燃 料

4.4.1 带式焙烧和链算机-回转窑焙烧采用天然气、焦炉煤气或具有较高热值的煤气时,燃气的热值不应低于 $16\text{MJ}/\text{m}^3$ 。到达焙烧区的压力不应低于 5kPa 。

4.4.2 用于回转窑焙烧的固体燃料质量应符合表 4.4.2 的要求:

表 4.4.2 用于回转窑焙烧的固体燃料质量要求

煤种	低位热值	挥发分	灰 分	灰熔点	含硫量	细度	结圈 指数 R_p	沉积 指数 D_p
烟煤	$\geq 29\text{MJ}/\text{kg}$	17%~ 25%	$< 12\%$	$> 1400^\circ\text{C}$	$\leq 0.5\%$	-0.074mm ; $\geq 85\%$	≤ 150	≤ 300
无烟煤	高	低	低	—	低	-0.045mm ; $\geq 90\%$	—	—

4.4.3 燃料贮运和加工应符合下列规定:

1 用气体作燃料时,应设燃气输送管网系统、燃气站和燃烧系统等设施。

2 用油作燃料时,应设置燃油的贮存和燃烧系统等设施。供油系统应满足燃油完全燃烧所要求的黏度和净度,并应保持稳定的油量和油压。所有喷嘴应安装残油吹刷装置。

3 采用煤作燃料时,应设置煤的贮运、破碎和磨煤系统等设施。运输距离较长时,堆存量宜为 1 个月的用量;运输距离较短时,堆存量宜为 7d~10d 的用量。磨煤设备宜采用立式中速磨。

4.4.4 竖炉焙烧宜采用较高热值的混合煤气和经预热的高炉煤气。

5 配料和混合

5.1 一般规定

5.1.1 配料应精确和稳定。

5.1.2 原料和配加的微量物料应充分混匀。

5.2 配 料

5.2.1 大、中型球团工程,配料及相关的原料系统和焙烧系统宜实行一对一的配置方式,避免“分料”。

5.2.2 所有参加配料的组分均应采用自动重量配料,并应集中配料,配料秤精度的允许偏差宜为 $\pm 0.5\%$ 。

5.2.3 各种参加配料的物料在配料仓内的贮存量,应至少满足8h以上的生产用量。

5.2.4 主要含铁原料的配料仓不应少于3个,其他参加配料的物料,每种宜设两套给料设备。

5.2.5 配料的下料顺序宜为原料、黏结剂和燃料、回收粉尘和添加剂。

5.2.6 各种物料的配料量都应根据生产所用物料的物理化学性质准确设定,并应根据物料物理化学性质的变化及时调整。

5.2.7 除铁原料外,其他配入的物料,宜采用气力输送方式进入配料仓,仓上应设置密封性能好的粉料收集装置。

5.2.8 铁原料的配料宜采用圆盘和电子配料秤的组合,膨润土和添加剂等量少的物料配料,宜采用密闭性能好的高精度配料秤。

5.3 混 合

5.3.1 配合料的混合应采用强力混合工艺和设备。

5.3.2 强力混合机的选择应不影响主机的作业率,且不宜设备用机。

6 造球和生球筛分

6.1 一般规定

6.1.1 质量不合格的生球不得进入焙烧系统。

6.1.2 生球量应满足焙烧系统需要。

6.2 造 球

6.2.1 造球工艺和设备的选择应根据具体原料和设备采购条件及试验确定。

6.2.2 圆盘造球机的倾角、转速应可调；圆筒造球机的转速应可调。

6.2.3 造球设备应设备用机。

6.2.4 造球混合料仓的贮量不宜超过 2h 的生产用量。造球混合料仓内物料的存放时间不宜超过 4h。造球系统中的储存、转运设施应有相应的防黏结措施。

6.2.5 造球过程中宜设加水装置，且应少加水，并宜为雾状水。

6.2.6 圆盘造球机和圆筒造球机的检修必须设专用的桥式起重机。

6.3 生 球 筛 分

6.3.1 生球筛分宜采用辊式筛分机，并应筛出大于 16mm 和小于 8mm 的不合格生球。

6.3.2 生球筛分和转运应减少次数并降低落差。

6.3.3 筛出的小于 8mm 的粉料和大于 16mm 的大球，可返入造球系统重新参与造球。筛出的大球，应经大球破碎机破碎后才能返入造球系统。

6.4 生球质量

6.4.1 大型球团工程,合格生球按标准测定落到钢板的落下次数宜大于 8 次/个球·0.5m;中、小型球团工程,按标准测定合格生球落到钢板的落下次数宜大于 5 次/个球·0.5m。

6.4.2 合格生球的粒度应为 8mm~16mm,其中 10mm~14mm 的生球含量应大于 80%。

6.4.3 合格生球的爆裂温度宜大于 450℃;水分波动允许偏差值宜为±0.25%。

6.4.4 筛分后合格生球的含粉率应小于 5%。

7 布料和焙烧

7.1 一般规定

7.1.1 布料应平整和均匀。

7.1.2 铁矿球团工程建设中,宜采用链算机-回转窑和带式焙烧工艺,且单机规模宜大型化。对现行的竖炉生产工艺应进行技术改造。

7.2 布 料

7.2.1 竖炉布料应进一步改进。布料车行走路线应和布料线路一致;布料车行走速度应与胶带机相匹配;布料车行程应根据干燥床的长度确定。

7.2.2 对大、中型带式焙烧机和链算机-回转窑的布料,宜采用梭式或摆式布料机、宽胶带机和辊式布料机的组合。

7.2.3 梭式布料机宜为液压驱动、后退单向布料,其行程和布料行走速度宜可调;摆式布料机的摆动幅度和速度宜可调。梭式布料机、摆式布料机和宽胶带机应相互匹配。

7.2.4 合格生球到达升温 and 焙烧设备前的过程中,应减少其转运次数、降低落差,并应缩短其运输距离。

7.2.5 宽胶带机的带速应可调,且不宜过长,并应保持均匀和平整。宽胶带机的宽度应与辊式筛分机的宽度相匹配。

7.2.6 辊式布料机的倾角应可调整,且不宜小于 16° ,并宜采用每个辊子单独传动的方式。辊式布料机的宽度应与链算机、带式焙烧机的宽度相匹配。

7.2.7 在布料过程中应采用防粘料的导料设施。

7.3 焙 烧

7.3.1 链算机-回转窑、带式机、竖炉均应符合下列规定：

1 应采用先进、合理、节能、可靠的焙烧制度。并应在模拟工业性试验的基础上进行物料平衡、热平衡和气流平衡计算并做出风流图，确定焙烧系统设计的各项参数。

2 采用赤铁矿为原料时宜采用内配炭。

3 采用鼓风干燥工艺时，应减少风箱和风罩的泄漏，炉罩排出的烟气应净化处理达标后排放。

4 风箱和风管应设保温层、膨胀节、调温管道和调节阀。外壳温度应低于 80℃，并以设内保温为宜。

5 回热风机耐高温度不应低于 550℃，叶轮寿命应在一年以上，转速宜可调，风机前应设耐高温的高效多管除尘器，除尘效率不宜低于 90%。

6 燃烧系统和热气流管道系统应安全、可靠、节能。所用调节阀门和开关应灵活、精确，并应实行自动调节。

7 燃料应精确计量，燃气应采用孔板流量计或更精确的流量计计量。

8 应根据不同的焙烧工艺和热工制度选定各段炉（窑）耐火炉衬的材料、厚度和砌筑方式。耐火炉（窑）衬设计应根据其性质提供合理的烘烤方法和升温曲线图。

9 大型工艺风机宜采用调速风机，并应设置测振、测温装置。

10 烟气应采用可靠的高效除尘器净化达标后排放。除尘器下收集的粉尘宜用气力输送输至配料室回收利用。

11 工艺风机的风量和风压等参数应根据模拟工业性试验和风流平衡计算的结果、原料性质、料层厚度、管道及除尘器阻力、海拔高度等确定，并应有余量。

12 工艺风机排出的废气温度应高于烟气酸露点温度。

13 冷却后的球团矿温度不应高于 120℃。

7.3.2 链算机-回转窑工艺应符合下列规定：

- 1 链算机、回转窑、冷却机的能力应合理匹配。
- 2 链算机有效宽度和回转窑内径的比宜为 0.7~0.9。
- 3 应以煤为主,也可采用高热值气体燃料。
- 4 宜采用直吹式煤粉制备喷吹系统。
- 5 采用中间仓式煤粉制备系统时,中间仓的煤粉应有 4h~5h 的储量。喷煤宜采用罗茨风机,并应有隔声、消声措施。喷煤计量宜采用环状天平计重秤。
- 6 窑头烧嘴应可移动和调整。
- 7 生球在链算机上的布料高度宜为 160mm~200mm。链算机挡板高度宜低于料层高度 10mm~20mm。
- 8 当链算机上热工制度采用鼓风干燥、抽风干燥、过渡预热和预热时,各段热气流应符合下列要求:
 - 1)鼓风干燥(UDD)段的干燥气流来自环冷机的热废气,气流温度宜为 200℃~300℃。
 - 2)抽风干燥(DDD)段的热气流来自预热段风箱的热废气,气流温度宜为 300℃~400℃。
 - 3)过渡预热(TPH)段的热气流来自环冷机的热废气,气流温度宜为 600℃~750℃。
 - 4)预热(PH)段的热气流来自回转窑的高温废气和烧嘴燃烧热,对磁铁矿工艺,气流温度宜为 950℃~1050℃,对赤铁矿工艺,气流温度不宜低于 1150℃。

9 当链算机上热工制度采用抽风干燥 1、抽风干燥 2、过渡预热和预热时,各段热气流应符合下列要求：

- 1)抽风干燥 1(DDD1)段的热气流来自环冷机的热废气,气流温度宜为 250℃~350℃。
- 2)抽风干燥 2(DDD2)段的热气流来自预热段风箱的热废气,气流温度宜为 350℃~500℃。
- 3)过渡预热(TPH)段的热气流来自环冷机的热废气,气

流温度宜为 $600^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$ 。

- 4) 预热(PH)段的热气流来自回转窑的高温废气和烧嘴燃烧热,对磁铁矿工艺,气流温度宜为 $950^{\circ}\text{C} \sim 1050^{\circ}\text{C}$,对赤铁矿工艺,气流温度不宜低于 1150°C 。

10 大、中型球团工程,对赤铁矿,链算机的有效面积利用系数应大于 $30\text{t}/\text{d} \cdot \text{m}^2$;对磁铁矿,链算机的有效面积利用系数应大于 $40\text{t}/\text{d} \cdot \text{m}^2$ 。

11 当预热段和过渡预热段需补热时,应设置补热烧嘴,其供热强度应可调。

12 链算机炉罩至料面的净高应满足喉口处风速及检修要求。每段应设检修门和观察孔,预热段应设放散烟囱。

13 链算机炉罩外壳高温段温度宜低于 120°C ,低温段宜低于 80°C 。

14 链算机的耐高温部件应设有冷却设施,并以风冷为宜,还应设调偏装置。链算机的算床、铲料板及处于高温区的支撑辊等应采用耐高温合金钢制造。算板的平均使用寿命应为 1 年以上,其他耐热件的平均使用寿命应为 2 年以上。

15 链算机的漏风率宜小于 20%。

16 应减少链算机的漏料量。铲料板处的漏料率宜小于 5%。链算机下漏料和风道的集灰宜经细磨粒度合格后,才能返入造球系统。

17 链算机室上部应设顶盖,并宜设检修用起重设备。回转窑部分宜采用汽车吊等设施进行检修。

18 链算机室和电气楼应设有客货两用电梯。当电气楼靠近链算机并有连接通道时,可共用链算机室的电梯。

19 铁矿球团回转窑发展的方向应是“短胖型”,窑的长径比宜为 $6.5 \sim 7.0$ 。回转窑的倾斜度宜为 $3\% \sim 5\%$;物料在窑内的停留时间宜为 $20\text{min} \sim 25\text{min}$,填充率宜为 $7\% \sim 9\%$,窑内高温处的温度宜为 $1250^{\circ}\text{C} \sim 1380^{\circ}\text{C}$,窑内气体含氧量宜大于 12%。

20 大、中型球团工程铁矿球团回转窑的容积利用系数宜大于 $9.5\text{t}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

21 大、中型球团工程铁矿球团回转窑窑体的设计使用年限应在 25 年以上。

22 回转窑传动应选择运转平稳、维护简单、操作方便的组合方式,应有调速和低速盘窑的功能。

23 回转窑基础设计应满足下列要求:

1) 支承装置基础墩竖向沉降和顶部横向位移均不应大于 4mm。

2) 相邻支承装置基础墩竖向沉降差和顶部横向位移差均不应大于 1mm,相邻支承装置基础顶部纵向位移差不应大于 6mm。

3) 回转部分基础墩与相关固定部分的基础墩竖向沉降差不应大于 10mm。

24 正常生产时回转窑壳体最高温度应低于 250°C 。回转窑窑衬的更换可分高温、中温、低温段分期分批更换,全部更换一代窑衬的时间宜为 4 年。

25 窑进料端和排料端的密封宜采用鳞片式,漏风率宜小于 1%。窑进料端和排料端应设风冷装置和散料收集系统。

26 窑进料端罩内应设大块固定筛、排料门和观察孔;铲料板下和窑进料端的漏料经收集后,可由斗式提升机回收入窑。

27 回转窑宜露天设置,并应有检修场地。

28 链算机-回转窑铁矿球团的冷却,应在球团用环式冷机中进行,环冷机的高温废气应返入回转窑;中、低温废气应经回热风管返回到链算机,回热风管上宜设置管道热风炉。

29 球团冷却机的料层厚度宜为 660mm~760mm。

30 在回转窑和环冷机接口配置中,应避免高温球团对给料漏斗内耐火衬的冲刷;环冷机台车应有高透风率,同时应能防止碎料堵塞算板通风孔。台车卸料、复位应灵活可靠。冷却机总漏风

率宜小于 10%。

31 环冷机根据热风平衡的要求,宜设 3 个或 4 个冷却段,并相应配设鼓风机。

32 环冷机上部应设有耐高温的炉罩、风冷隔热墙和平料板。炉罩内耐火炉衬的结构宜采用钢板锚固钉及耐火预制块结构。台车栏板和上部炉罩之间,应设有砂封或水封设施,并宜为自动加水的水封。各段炉罩应设检修门。

33 环冷机上应设回转窑中央烧嘴和主操作平台,其配置应方便操作,并宜设起重设备。

34 环冷机的传动部分配置应紧凑且方便检修。环冷机内、外环均应设操作平台。

35 环冷机宜设置在±0.00 平面以上。环冷机排料宜采用板式给矿机排料。环冷机下料斗应设事故排料口,成品胶带宜设有打水装置。

7.3.3 带式焙烧应符合下列规定:

1 带式焙烧制度宜为鼓风干燥、抽风干燥、预热、焙烧、均热、一冷和二冷七段。

2 鼓风干燥风源,宜采用二冷段不含有害气体成分的回热风。在预热段和焙烧段两侧,均应设烧嘴。均热段应由一冷段的热气体直接供热。

3 主要燃料应为燃气或油两种,同时宜辅助采用球团内配炭工艺。

4 焙烧机上的料层厚度宜大于或等于 350mm。

5 应设铺边铺底料,厚度宜为 70mm~100mm。铺边铺底料应从筛分系统筛出的 8mm~16mm 的成品球团中分出。

6 带式焙烧机的有效面积利用系数应符合下列规定:

1) 赤铁矿宜为 $18\text{t/m}^2 \cdot \text{d} \sim 24\text{t/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

2) 磁铁矿宜为 $20\text{t/m}^2 \cdot \text{d} \sim 30\text{t/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

7 带式焙烧机的漏风率应小于或等于 25%。

8 带式焙烧机应为耐高温设备。台车体的使用寿命不应小于 12 年,算条使用寿命不应小于 2 年。

9 应根据不同的热工制度段选定炉罩内耐火炉衬的材料和厚度。耐火炉衬的使用寿命不得小于 4 年。高温段的炉壳温度应低于 120℃,低温段的炉壳温度应低于 80℃。

10 焙烧段应设事故风机。

11 带式焙烧机应设在有通风设施的厂房内,并应设有专门的检修用起重机、台车库和检修间,且一间厂房只应设置一台带式焙烧机。工艺风机及管道宜配置在厂房纵向一侧,设备宜设在±0.00 平面以上。

7.3.4 竖炉工艺应符合下列规定:

1 所用原料粉中,磁原料粉的含量宜大于 90%,配加赤原料的用量宜小于 10%。产品应为高炉用酸性球团矿。

2 应采用新型的干燥床。生球在干燥段停留的时间应大于 5min。

3 焙烧气流的温度应高于 1250℃,含氧量应大于 8%。竖炉断面应保持球团焙烧温度的均匀和稳定。

4 主厂房应设炉顶汽化平台、布料平台、燃烧室平台、齿辊卸料平台和竖炉下部排料平台 5 层。

5 应增设炉外冷却设备,成品球团矿冷却后的温度应小于 120℃。

6 汽化冷却后的蒸汽应实施余热利用。

7 炉顶除尘风机与煤气加压机、助燃风机应设安全连锁控制。

8 成品筛分、贮运和粉料处理

8.0.1 成品球团矿的质量应满足高炉炼铁和直接还原铁生产用的要求。其设计的产品质量应符合表 8.0.1 的要求。

表 8.0.1 成品球团矿的质量要求

项 目		高炉用球团矿	直接还原用球团矿
化学成分	TFe(%)	$\geq 64 \pm 0.3$	$\geq 66 \pm 0.3$
	R(CaO/SiO ₂)	≤ 0.3 或 $\geq 0.8 \pm 0.025$	$\geq 0.8 \pm 0.025$
	FeO(%)	≤ 1.0	≤ 1.0
	S,P(%)	S ≤ 0.02 P ≤ 0.03	S ≤ 0.02 P ≤ 0.03
粒度组成	8mm~16mm(%)	≥ 90	≥ 90
	-5mm(%)	≤ 3	≤ 3
物理性能	转鼓强度(+6.3mm)(%)	≥ 92	≥ 95
	耐磨指数(-0.5mm)(%)	≤ 5	≤ 5
	抗压强度(N/个球)	≥ 2200	≥ 2800
冶金性能	还原度指数(RI)(%)	≥ 65	≥ 65
	还原膨胀指数(RSI)(%)	≤ 15	≤ 15
	低温还原粉化率(+3.15mm)(%)	≥ 65	≥ 65

8.0.2 带式焙烧工艺应设筛分设施,且其设置不宜远离焙烧厂房。除筛出小于 5mm 的粉料外,还应筛出 8mm~16mm 的成品,并从中分出一部分用作铺边铺底料。对链算机-回转窑球团矿生产工艺,当其冷却后的产品的含粉量,能满足炼铁生产的要求时,可不设成品筛分设施。

8.0.3 筛分设备应采用振动筛,筛分前后均应设“校秤”的计量装置。

8.0.4 铁矿球团工程在钢铁厂内时,筛下的粉料,宜作为烧结厂的原料;筛下的物料应经再磨达到合格粒度才能返人造球系统。

8.0.5 大、中型铁矿球团工程,成品球团矿的输出,宜设自动取样装置。

8.0.6 铁矿球团生产应设成品堆场及贮运设施。成品堆场的容量应满足在球团厂定修期内成品球团矿外供的需求。成品堆放、贮运的能力应根据内、外部的实际条件确定。

9 电力和自动化

9.1 电 力

9.1.1 铁矿球团工程除回转窑应按一级负荷供电外,其他均应按二级负荷供电,并设有两回路同级电压(10kV 或 6kV)供电,当其中有一回路中断时,另一回路应能满足全部二级负荷的要求。

9.1.2 在二回路供电得不到可靠保障的情况下,应设柴油发电机作为备用电源。柴油发电机功率应大于回转窑盘窑时所需的功率。柴油发电机的启动控制应和供电系统连锁,且应在停电 10min 内启动。

9.1.3 大、中型铁矿球团工程应设置电气楼。电气楼宜靠近主工艺生产线布置,并应设有相互连接的短距离通道。

9.1.4 高压及低压配电系统宜采用放射式;高压及低压配电室内配电母线宜采用单母线或分段单母线接线方式,分段处应设断路器。

9.1.5 高压配电室向变压器配电的出线开关应采用高压真空断路器;向高压电动机配电的出线开关应用高压真空断路器或真空接触器及熔断器组(F-C 回路)。

9.1.6 在直接接地的低压电网中,宜选用 D,yn11 接线组别的三相配电变压器。

9.1.7 当自然功率因数达不到电网合理运行要求时,应采用并联电力电容器作为无功补偿装置,并应采用高低压同时补偿方式。

9.1.8 需调速的设备宜采用交流变频调速装置。

9.1.9 主工艺设备的控制应有系统集中控制和机旁控制。

9.1.10 电缆的敷设,室外宜采用桥架,室内宜采用电缆桥架、埋地和吊挂敷设的方式,在高温区及其附近应采用耐高温、防火电缆。

9.2 自 动 化

9.2.1 大、中型球团工程应采用三电一体化的 EIC 计算机控制系统,所有的过程检测参数和设备运转状态均应纳入计算机控制系统,主要工艺过程应实行自动控制和调节,且应做到运行可靠。

9.2.2 在电气楼内应设主控室,并应对整个主工艺系统进行操作、监视、控制、报警和管理。

9.2.3 宜采用上位机管理,过程计算机控制系统应留有与上位机通信接口。

9.2.4 应设行政电话、调度电话、指令对讲、无线对讲等通信设施。

9.2.5 火灾自动报警装置应采用区域型报警系统,并应与主要消防设备联动。

9.2.6 重要工艺系统应设工业电视系统进行监控。应根据岗位条件和生产要求设置摄像装置,并应设防尘、防高温等保护设施。

9.2.7 小型球团工程应对主要参数进行检测,宜采用计算机控制系统,并应对主要工艺过程进行操作和监视。

10 辅助设施

10.1 总图运输

10.1.1 铁矿球团工程厂址可建于矿山、矿石港口附近或钢铁厂内,并应根据厂址条件进行合理的总图运输设计。

10.1.2 总平面布置应在满足工艺流程的前提下,做到物流短捷、布置紧凑、功能分区明确、整齐、总体布局合理美观、有利于环境保护。

10.1.3 除尘、电力、给水等辅助设施应靠近负荷中心布置,能合并的车间宜合并设置。对大、中型球团工程宜设有生产管理、生活设施、停车场等组成的厂前区。

10.1.4 厂区内应有通畅整齐的道路系统满足运输、消防、卫生、安全、管线等方面的要求。对大型设备和物件应有足够的场地满足其运输、安装和检修的要求。厂内道路宜采用环形布置,宜与车间轴线平行,道路尽头段应设置回车场地。厂内道路宜采用城市型道路,其路面标高应低于道路两侧的场地标高。

10.1.5 竖向布置应与总平面布置统一确定,并应与厂内外有关的铁路、道路、排水系统、厂区周围场地标高相适应。厂区宜布置在相同标高的一个平面上,当布置在一个平面上明显不合理时,可多平面布置,但不宜超过三个。对负荷大的主要建筑物宜布置在土质均匀和地基承承载力较高的地段。

10.1.6 厂区综合管线的铺设宜采用共沟、共架方式;相近性质的埋地管线宜采用共槽布置的方式。

10.1.7 厂区排水设施应保证完好,排水通畅,不得影响生产、生活。并应根据厂址周边环境采取相应的防潮、防风、防洪、防涝等措施。

10.1.8 厂区总平面布置应有良好的绿化规划。

10.2 除尘、通风、空调、采暖

10.2.1 铁矿球团工程在运输、贮存和生产过程中产生粉尘的各扬尘点,均应设除尘设施。闭关应降低漏风率和减少二次扬尘。

10.2.2 铁矿球团工程对常温粉尘的除尘可采用干法袋式除尘器或电除尘器。

10.2.3 除尘系统的设置应符合“集中”和“分散”相结合的原则。风管长度应短而合理,管道的铺设不应给通道、生产、检修带来障碍。对除尘器前含磨损性大的粉尘的除尘用管道应设耐磨设施。

10.2.4 链算机给料端和回转窑排料处的高温岗位,应设置移动式喷雾轴流风机进行通风降温。有易燃易爆环境的建筑物和房间或有防火防爆要求的单独房间,应单独设置排风设施;放散大量有害气体或有爆炸危险气体的建筑物,应设置事故通风装置。

10.2.5 主控制室及变电所应设置空调。

10.2.6 严寒、寒冷地区的工程应有采暖设施,采暖设计应符合下列规定:

1 煤破碎和磨煤厂房内,应采用光滑易清扫的散热器,散热器入口热水温度不宜超过 130℃,蒸汽温度不宜超过 110℃。输煤通廊散热器入口处热煤温度不应超过 160℃。

2 采暖管道不应穿过变压器室和电气设备间。

3 电气控制室和配电室内的采暖设施宜采用电采暖,也可采用无阀门、无接头焊接的散热器。

4 采暖地区铁矿球团工程的原料、辅料和燃料系统、造球系统和返料系统的环境温度不宜低于 5℃。

10.3 给水、排水

10.3.1 铁矿球团工程设计应有工业和生活给水、排水设施、消防给水设施。

10.3.2 工业给水的水量、水质应满足生产要求。生产新水的悬浮物应小于 30mg/L,当超标时应设有处理设施。当水质硬度大时,应设软化设施。生活用水的水质应达标。

10.3.3 工业给水应设循环给水系统。循环水利用率不应低于 95%。循环冷却水系统应设有水质稳定设施,并宜设水温、水压、电导率等在线检测设施。

10.3.4 应根据消防要求对建筑物设置消防给水设施。

10.3.5 为调节系统用水,宜设高位水箱。容积大小宜为调节水量的 5%,并宜设于造球室最高平面或厂区最高建筑物的屋顶。

10.3.6 化验产生的污水及生活污水,应达标处理。

10.4 压缩空气及其他气体供应

10.4.1 铁矿球团生产所需压缩空气宜由自设压缩空气站供应,可由外部管网引入,并应保证到达厂区交接点的压力不小于 0.7MPa。

10.4.2 用于仪表清扫、气力输送、润滑喷油、精密设备清扫的压缩空气应为经除油、除水、除尘后的净化压缩空气。

10.4.3 总用气量应根据同时工作系数、高原修正系数、管网漏气系数、干燥器的再生耗气系数、空气压缩机吸气阻力系数等确定。

10.4.4 空气压缩机宜采用螺杆式,并应有备用,型号宜相同,其中宜设置一台变频空气压缩机。净化设备应由气液分离器、高效除油器、无热再生干燥器组成。在压缩空气站外应设贮气罐,在用气量大的点也应设贮气罐。贮气罐应设在室外,以避免太阳光直射为宜。

10.4.5 压缩空气管道应采用流体输送用钢管。室外管道宜架空敷设;室内管道宜沿墙、柱、通廊铺设,但不应给通行、生产操作、检修等带来不便。

10.4.6 用作保护的氮气可由外部氮气源直接引入。没有从外部氮气源引入的工程,应从外部购买足够的罐装氮气存放于使用地

点备随时使用。在大、中型球团工程宜自设有制氮站。氮气管线应沿墙、柱及通廊铺设,但不应给行走、操作、检修造成不便。

10.4.7 当天然气、高炉煤气、焦炉煤气、混合煤气的压力不符合要求时,应设有调压计量站。

10.5 建筑和结构

10.5.1 铁矿球团工程的厂房应在满足生产工艺要求的前提下,做到安全适用、经济合理、美观大方,并应做到生产环境和周边生态环境相协调。

10.5.2 铁矿球团工程的厂房围护结构,应根据当地气候特点,满足采光、通风、保暖、保温、隔热、防水、隔声的要求。宜采用压型钢板。建(构)筑物除竖炉、回转窑、除尘器、风机等外,宜采用封闭型,并应有通风和防风功能。

10.5.3 厂房、通廊设计应保证生产工艺安全操作、使用空间和检修面积,以及合理顺畅的水平和垂直交通路线。主要楼梯倾角宜小于 45° 。

10.5.4 车间的平台荷载除应满足生产使用和设备自重、安装及承受自重外,还应满足人员、检修设备、原材料等活荷载的要求。

10.5.5 厂房结构应根据设备的动力影响以及风、雪荷载和地震设防荷载等确定。地基和基础应根据厂区工程地质情况处理,并应满足设备对沉降的要求。

10.5.6 高温车间厂房设计应按结构件表面温度的高低采用适当的结构和材料,且对其材料强度和弹性模量应进行折减。对长期受高温作用的构件应采取隔热或冷却措施。

10.5.7 高度大于15m的转运站、跨距大于17m的运输通廊,宜采用钢结构。大、中型球团工程宜采用钢结构厂房。料仓应采用钢结构,并应设抗磨和防粘内衬设施。有振动设备的矿槽、厂房,应采用现浇钢筋混凝土框架或钢框架结构。

10.5.8 润滑站应设在室内。

11 计量、检化验和试验

11.1 计 量

11.1.1 进入球团厂的各种含铁原料、燃料、各种辅料及出厂的成品球团矿和其他物料均应设准确的计量装置。

11.1.2 水、电、燃气、压缩空气、蒸汽、氮气等能源介质应设置精确的计量装置。在各主要使用点,含变电所和大容量设备,也应设有单独的计量装置。

11.1.3 用于回转窑内的温度测量、高压辊磨机上給料仓料位和环冷机給料斗料位等,应采用可靠的检测仪表。

11.2 检 化 验

11.2.1 大、中型球团工程的原料和成品宜设置自动定时取样装置。

11.2.2 对成品球团矿,应进行快速分析和检验,内容应包括 TFe、SiO₂、CaO、MgO、FeO、S、抗压强度。

11.2.3 对原料、燃料及辅料、中间产品和过程物料及成品,应定期进行各项化学成分分析和物理性能检测。其内容应符合下列规定:

1 化学成分和元素分析的项目宜包括 TFe、FeO、Fe₂O₃、SiO₂、CaO、Al₂O₃、MgO、MnO、Zn、Pb、S、P、Ti、Na、K、烧损等。

2 物理检验项目宜包括各种物料的水分分析、精矿粒度分析和比表面积分析、生球粒度分析和水分及落下强度和抗压强度、产品的粒度分析和抗压强度、转鼓指数和耐磨指数等。

3 膨润土检测项目宜包括吸蓝量、胶质价、膨胀倍数、吸水率、水分、粒度等;煤的检测项目宜包括固定炭、灰分、挥发分、灰熔

点、全硫和低位热值及水分和粒度等。

11.3 试 验

11.3.1 大、中型球团工程宜设铁矿球团试验研究室。

11.3.2 试验研究应有球团矿的冶金性能测试项目,包括球团的还原性、膨胀指数、软化温度和还原粉化等。

12 维 修 检 修

12.0.1 铁矿球团工程的检修应实行计划检修制度,并宜实行小修和年度定修制。

12.0.2 铁矿球团工程宜设小型维修检修间。

12.0.3 铁矿球团工程应设设备品备件以及材料、油料仓库。设计内容宜根据具体情况确定。

13 节 能

13.0.1 铁矿球团工程的设计应充分、认真贯彻节能和循环经济的方针政策。

13.0.2 球团生产工艺的选定、各项工艺参数的确定、设备的选型,应充分体现节能和高效;各种原料和能源应得到充分利用,150℃以上的废气余热宜全部回收利用。

13.0.3 在设计中应减少散热损失和克服漏风、冒气、滴漏、外溢的发生,且应减少球团矿生产过程中的热损失。

13.0.4 大于250kW的电机应采用高压供电和低损耗型变压器。球团工程应采用先进的自动化生产和管理系统。

13.0.5 生产过程中产生的漏料、粉尘等不得外排,并应加以利用。

13.0.6 磁铁矿球团的焙烧的热耗,应小于18kgce/tp;赤铁矿球团焙烧的热耗,应小于40kgce/tp,在磁铁矿与赤铁矿相配的情况下,可按插入法计算确定。

14 安全与环保

14.1 安 全

14.1.1 铁矿球团工程安全设计应有抗震、防雷、防洪、电力与电气安全保护、照明安全保护、机械传动、运输设备安全保护、设备检修安全设施及跨梯和防护栏杆、安全通信设施、煤粉和煤气使用安全等措施。引进的技术设备,其安全与工业卫生应符合国家有关规定。安全、工业卫生的设计应和工程设计同步。

14.1.2 铁矿球团工程工业卫生设计应包括防尘毒、防高噪声、采光和照明、防暑防寒、生产区的生活卫生等方面的设施。

14.1.3 对有放射性的仪表应有射线防护措施。

14.2 环 保

14.2.1 铁矿球团工程环境保护设计应包括烟气排放中有害气体控制、粉尘排放控制、污水排放控制和噪声控制。环境保护设计应和工程设计同步,且应符合现行法律法规及相关标准的要求。

14.2.2 对烟气排放中有害气体污染的控制应符合下列规定:

- 1 应采用节能和减排的、可靠的新工艺、新技术、新设备。
- 2 设计应推行清洁工艺,宜选用低毒、低害的原料、熔剂、固体燃料和清洁能源。

3 设计中气体有害成分的脱除应达到国家现行有关标准的规定。对近期尚不明确和脱除技术尚不成熟的有害成分的脱除,应留出场地和可能的条件。

14.2.3 防尘、除尘设计应符合下列规定:

- 1 应采用粉尘产生量少的新工艺、新技术和新设备。
- 2 工艺布置应减少物料的转运次数并降低落差。

3 料场应设相应的防尘设施。

4 产生扬尘的点应设有性能好的密封和收尘措施。

5 应采用电除尘器和袋式除尘器等高效除尘设备。

14.2.4 不宜采用大面积地坪冲洗方式。局部冲洗水应循环使用,化验等产生的污水应处理达标后外排。

14.2.5 应采用低噪声工艺和设备。对噪声超标的设备应采取相应减振、隔声、消声等措施。

14.2.6 厂区绿化设计应是工程设计的一部分,并应列为专项同步进行。

14.3 消 防

14.3.1 铁矿球团工程设计应有消防系统和给水设备的设计。铁矿球团工程设计应有消防内容和项目,并与工程设计同步。

14.3.2 建筑消防设计应包括耐火等级确定、防火间距、消防通道和建筑物防雷保护。

14.3.3 电气消防设计应有电气设备的接地、接零,电动机的短路、过负荷保护,电缆的防火、堵火措施以及火灾自动报警装置等。电气楼应设气体或超干细粉等固定消防设施。

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”。

中华人民共和国国家标准

铁矿球团工程设计规范

GB 50491 - 2009

条文说明

制 订 说 明

《铁矿球团工程设计规范》(以下简称《规范》)是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)要求,由中冶长天国际工程有限责任公司会同有关单位共同制订。

一、制订所遵循的主要原则

1 贯彻执行国家的有关法律、法规和方针、政策,符合我国国情;密切结合自然条件,合理利用资源,充分考虑使用和维护的要求,做到安全适用、技术先进、经济合理、环境友好;积极采用新技术、新工艺、新设备、新材料,使标准具有科学性、先进性、前瞻性。

2 条文规定严谨明确,文句简练,不模棱两可;标准内容深度、术语、符号、计量单位等前后一致。

二、编制概况

本《规范》在住房和城乡建设部标准定额司和中国冶金建设协会的指导下,经主编和参编单位的共同努力,2007 年 8 月在长沙召开了第一次编制工作会议,并成立了编制领导小组、编写小组和工作组。2008 年 5 月完成了标准的征求意见稿,并将征求意见稿发送到全国有代表性的设计、生产、科研等 35 家单位,同时在国家工程建设标准化信息网公开征求意见。编写组根据反馈意见对《规范》再次进行逐条修改,形成了征求意见稿的修改稿。2008 年 9 月在长沙召开了第二次编制工作会议,对征求意见稿的修改稿进行审查,修改完善后形成了标准送审稿。2008 年 11 月,受住房和城乡建设部委托,由中国冶金建设协会主持召开了对标准送审稿的审查会,最终形成了标准报批稿。

本《规范》在编制过程中,在技术上体现了以下原则和特点:

1 适合我国经济发展的新形势和我国钢铁生产新要求,由钢铁大国向钢铁强国转变的时代特点。为满足钢铁生产精料的要求,球团矿的用量会大幅增加和提高质量。

2 瞄准世界上铁矿球团技术和工程设计的先进水平,力争赶上和超过世界先进水平。

3 大力倡导、推进和坚持“大型化”的发展之路。

4 体现节能、减排和生产的低成本、高质量。

5 大力降低对环境的污染,实现绿色生产和循环经济。

目 次

1	总 则	(41)
3	基本规定	(43)
4	原料、辅料、燃料要求及准备	(46)
4.1	一般规定	(46)
4.2	原料	(46)
4.3	辅料	(49)
4.4	燃料	(50)
5	配料和混合	(51)
5.1	一般规定	(51)
5.2	配料	(51)
5.3	混合	(52)
6	造球和生球筛分	(53)
6.1	一般规定	(53)
6.2	造球	(53)
6.3	生球筛分	(54)
6.4	生球质量	(55)
7	布料和焙烧	(56)
7.1	一般规定	(56)
7.2	布料	(57)
7.3	焙烧	(58)
8	成品筛分、贮运和粉料处理	(68)
9	电力和自动化	(70)
9.1	电 力	(70)
9.2	自动化	(70)

10	辅助设施	(76)
10.1	总图运输	(76)
10.2	除尘、通风、空调、采暖	(77)
10.3	给水、排水	(78)
10.4	压缩空气及其他气体供应	(78)
10.5	建筑和结构	(79)
11	计量、检化验和试验	(80)
11.1	计量	(80)
11.2	检化验	(80)
11.3	试验	(82)
12	维修检修	(83)
13	节 能	(84)
14	安全与环保	(85)
14.1	安全	(85)
14.2	环保	(85)
14.3	消防	(86)

1 总 则

1.0.1 本规范是国家有关法律、法规和经济发展政策在铁矿球团工程建设中的具体体现。国家法律、法规和经济发展政策主要有《中华人民共和国环境法》、《钢铁产业发展政策》等。对铁矿球团工程的新建、扩建和改扩建工程的建设企业、设计部门均要执行。开展工程设计要贯彻落实科学发展观、实现可持续发展和循环经济,结合我国的国情和工程实际,淘汰落后的设备、技术及生产工艺,积极采用先进可靠、高效耐用、产品优良、节能、环保的球团矿生产的新工艺、新技术、新设备,以“减量化、再利用、再循环”为原则,以低消耗、低排放为目标,争取达到最好的经济效益和社会效益。

1.0.3 国家现行有关标准、法规主要有:《中华人民共和国土地管理法》;《建设项目环境保护设计规定》;《工业企业设计卫生标准》GBZ 1;《工业炉窑大气污染物排放标准》GB 9078;《工业企业煤气安全规程》GB 6222;《石油库设计规范》GB 50074;《汽车加油加气站设计施工规范》GB 50156;《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264;《工业企业总平面设计规范》GB 50187;《厂矿道路设计规范》GBJ 22;《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414;《建筑设计防火规范》GB 50016;《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140;《氧气和相关气体安全技术规程》GB 16912;《水泥厂设计规范》GB 50295;《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019;《建筑物防雷设计规范》GB 50057;《建筑抗震设计规范》GB 50011;《供配电系统设计规范》GB 50052;《工作场所有害因素职业接触物限值》GBZ 2;《电离辐射防护与辐射源安全基本规定》GB 18871;《使用密封放射源的放射卫生防护要求》GB 16354;

《含密封源仪表的放射卫生防护标准》GB 16368;《清洁生产标准 钢铁行业》HJ/T 189;即将发布实施的国家标准《钢铁工业大气污染物排放标准 烧结(球团)》等。

3 基本规定

3.0.1 设计依据主要有:该工程立项的文件和批准书,如相关政府行政部门的立项文件、预可行性和项目建议书、可行性研究报告和批准书;环境影响评价书和审批文件;土地使用权文件以及建设资金来源的相关文件;业主和设计单位的合同和协议文件。

设计的基础资料有:

1 铁矿球团工程的生产工艺和产品方案及工程规模的确定及相关的、可作为设计依据的模拟工业性试验研究报告。

球团焙烧工艺主要有:带式焙烧机、链算机-回转窑和竖炉三种,大、中型工程要采用前两种。

球团矿产品根据用户的不同,可分为两大类:高炉炼铁用和生产直接还原铁用。高炉炼铁用球团矿,根据用户不同的要求又可分为:酸性和熔剂性、高硅和低硅等。

2 选定的厂址和厂区范围,1/1000、1/500 的总平面图。

3 厂区工程地质勘察报告及相关资料。

4 厂区周边的水文、气象和地震资料及交通运输和生活设施。

5 由外部提供的水、电、工业用气,满足需要的依据文件和相关资料及接点的位置。

6 各种原料、燃料、辅料的需要质、量条件和入厂方式。

7 各种原料、燃料、辅料的价格;水、电、气的价格;各种施工材料的价格;各种劳动力的价格和特殊的税收政策。

8 确定的工艺方法和流程。带式焙烧或链算机-回转窑或竖炉焙烧工艺;铁精矿是否需再磨和干燥;盘式或筒式造球工艺和设备。

3.0.2 本规范大、中、小型球团工程的划分是从当前我国的现状出发,同时体现了大型化的发展方向。铁矿球团工程单系统规模大型化,可带来显著的规模经济效益,其单位产品的投资有较大幅度的下降,尤其是可以给生产带来节能减排和提高产品质量、劳动生产率。因此,其规模和单机(窑、炉)能力在条件允许的情况下,要尽可能走大型化发展之路,大型化可带来可观的规模经济效益。根据测算,当在同样技术条件和装备水平的情况下,2×250 万 t/a 和 1×500 万 t/a 的规模相比,可节省投资 25%左右,能耗下降 20%以上;还可大幅提高工人劳动生产率和产品质量,改善环境,实施大型化所具备的各种必要条件,如原料供应、设备制造能力等。

3.0.3 目前世界上球团工程设计,无论是带式焙烧工艺还是链算机-回转窑工艺都要采集代表性的矿样,进行模拟工业生产的试验研究,并以试验研究提供的参数作为设计依据。从一定意义上讲,这种试验研究水平的高低和所提供的各项参数的准确性标志着该工程工艺设计水平的高低,将影响到未来生产是否顺行、产量、产品质量和能耗等一系列技术经济指标,是开展设计时一项重要的、必不可少的工作。试验研究的内容和主要要求有:原料、辅料、燃料的物理化学性质,造球、焙烧的工艺参数,产品产、质量等。球团矿生产的工艺制度十分精细和严格,不同的矿种,其造球和焙烧的性能差异很大,即使是同一矿种,在不同的产地,地质生成条件不同,其性能也有较大差异。因此要对有代表性的原料进行模拟工业性试验,并根据其试验结果进行工程设计,以保证各项设计参数的合理和优化。当铁精矿需要磨矿时,也要进行磨矿试验,确定磨矿的工艺和参数。

3.0.5 目前,国内球团矿日历作业率很少达到 90%,特别是小型球团生产线,生产和设备事故较多。而国外,先进球团工厂的作业率都在 94%~95%,甚至更高。作业率的高低直接影响到球团矿生产的产量、质量、能耗和工厂的经济效益,因而对新建球团工程,

要坚持大于或等于 90.4%(年工作日按 330 天计)的作业率,以期赶上国际先进水平。

3.0.6 工艺和设备选择的原则:

1 目前我国铁矿球团矿生产水平和国际先进水平存在一定差距,如主机性能和利用系数、设备作业率、能耗指标、自动化控制水平,以带式焙烧技术等诸多方面差距还相当大,因而需要合理引进国外先进技术和设备,以加快我国铁矿球团生产技术的发展,赶上国际先进水平。

2 为充分发挥主机能力,实现优质高产和节能、减排,辅助系统和设备都要在匹配的前提下,留有一定的富余,尽可能选择性能好、作业率高的辅助设备,条件不允许时,可设置备用机和备用系统。

3 在 2000 年以前,我国曾引进国外的库存和二手设备,160 万 t/a 和 200 万 t/a 带式焙烧机各一台,120 万 t/a 链算机-回转窑一套,有的多年不能达产,能耗高,备品备件难以解决,作业率低;有的放在仓库中从未安装。在当时的条件下,购入这些二手设备,对我国球团技术发展起了一些推动作用,但在当前我国铁矿球团的生产、设计和设备制造技术都已达到较高水平的情况下,为了提高效益、节约能源,不能再引进这样的二手设备。

4 原料、辅料、燃料要求及准备

4.1 一般规定

4.1.1 铁矿球团生产是铁精矿粉先进的炉料加工工艺,相比于其他方法更为精细严密,科学性更强,其工艺理论更复杂。工程设计对各项工艺参数严格,产品质量要求高,应满足现代高炉炼铁精料和直接还原铁生产的要求。因此,对原料、燃料和黏结剂、添加剂的物理化学性能都有较严格的要求,应做好各种原料的准备工作。当其性能不能满足要求时,如精矿的粒度和水分等,需对其进行加工。一旦原料的来源和加工方法不当,将会严重影响主工艺以及造球和焙烧的进行,造成产量低、质量差、能耗高和污染环境等后果,甚至使生产无法进行下去。

4.1.2 球团矿的焙烧是在最高可达 1300℃ 的高温下进行,要实现生产和工艺,特别是热工制度的稳定。生产中不允许出现断料、突然停机、大幅降温 and 升温等现象和操作,应保证各种原料供应的稳定,不能因原料供应不足和失衡影响到主工艺生产的稳定进行,保证球团矿生产的产量、质量和低能耗。

4.1.3 原料的掺混会造成原料、辅料、燃料基本性能的变化,从而影响造球和焙烧工艺,使生产失常,严重混料时会导致生产失控和造成事故。如煤粉中混有铁矿粉,会造成燃料系统设备的严重损害,所以应十分重视,避免发生原料的掺混现象。

4.2 原 料

4.2.1 为贯彻精料方针,降低高炉冶炼渣量,实现节能降耗和减排。现代高炉炼铁和直接还原铁生产,对球团矿的质量都有严格要求,作为钢铁生产炉料加工的铁矿球团生产要满足用户要求,对

球团矿的铁品位和作为酸性脉石的主要成分 SiO_2 含量也有较高要求,因而对用于球团矿生产的铁精矿的 TFe 和 SiO_2 含量及其均匀性也要有一定要求。目前,国外生产的球团矿和我国进口的球团矿 TFe 含量一般都在 65% 以上。由于我国球团生产所用黏结剂为膨润土,其性能较差,配加量较高,故要求铁精矿品位在 67% 以上。为了适应我国钢铁生产发展,目前,不少矿山选矿厂已实施细磨精选的流程,铁精矿品位都比较高,有的高达 69% 以上;用于球团矿生产的进口铁矿粉的 TFe 都在 67% 以上, SiO_2 含量在 4.5% 以下。

铁精矿水分过高时不但对运输和贮存带来困难,而且不能满足造球工艺的要求。水分过高,需增设干燥系统,不但增加投资,还增加了球团矿生产的能耗和对厂区环境造成污染;但要达到更低的水分要求,目前铁精矿的过滤和脱水工艺仍不能满足,所以暂定入厂精矿水分要低于 10%。即使在设有干燥系统的情况下,也可降低球团矿生产的能耗和改善环保。

为了造好球,铁精矿应细磨,达到足够的粒度,还应满足一定比表面积(布莱恩数)的要求。铁精矿比表面积是否合适是影响精矿成球性能的最主要因素。

4.2.2 为了保证球团生产的正常稳定运行,原料的各项性能要满足球团生产要求,所以原料的准备和加工是十分必要的。对规范正文作以下说明:

1 铁精矿堆存时间和生产管理的水平有很大的关系,可结合具体情况适当增减。

2 不同的矿种,造球合适的水分也不同,而且差异很大,例如,磁铁矿一般为 8% 左右,赤铁矿一般在 9% 以上,不同赤铁矿的差异也很大。铁精矿干燥后的含水量过低会造成扬尘和能源浪费。国外先进铁矿球团生产一般不设干燥系统,在造球盘上也几乎不再加水以简化生产操作和降低能耗。为提高高压辊磨机的效率,精矿水分要控制在 8% 左右。目前,真空盘式过滤机滤饼的水分一般在 10.5% 以上,陶瓷过滤机滤饼的水分也在 9.5% 以上,只有

压滤机的滤饼水分可达 8.5%~9.0%。因此,对湿球磨后铁精矿的脱水 and 过滤要在条件可能的情况下,采用性能良好的工艺和设备。

3 精矿干燥若采用逆流方式,热交换条件好,出料的温度高,但对胶带机不利。在实际生产中,对干燥后铁精矿水分不宜过低,否则会造成热量的浪费,因此以顺流方式为好。

干燥室设置旁路系统应根据铁原料的具体情况,灵活调整操作,达到节能和减少对主系统生产的影响。铁精矿粒度很细、水分高,易产生黏结,将导致堵料而影响生产。为此在干燥前的相关导料设施,需设防黏和防堵设施。

4 目前不少国产铁精矿粉和进口巴西铁矿球团粉,其粒度和比表面积均达不到球团矿生产要求,需进行磨矿。

球磨有干法和湿法两种。干法需将铁矿粉干燥到 1.5% 以下的含水量,热能消耗较大,钢铁厂内可利用低热值煤气进行,在具有廉价天然气的地方也可实施,故干法球磨仅在日本和巴林球团厂使用。磨矿又有开路 and 闭路两种方式。为保证生球质量和表面光洁,以闭路方式为好,但会增加投资。

根据国外球团矿生产经验,一般情况下,首先采用湿球磨工艺。湿球磨工艺可使铁矿粉细度(网目数)显著提高。但对巴西某些矿种,即使湿磨至 -0.043mm 的含量在 85%~95%,其比表面积也只有 $1140\text{ cm}^2/\text{g} \sim 1780\text{ cm}^2/\text{g}$,需再采用高压辊磨使铁精矿比表面积有明显的增加。

高压辊磨对提高铁矿粉比表面积的效果十分明显,而且电耗低,但高压辊磨机的效果和铁精矿的物理性质和含水量有密切关系,而且差异较大,应经设备制造商通过试验确定设备规格。但是,目前在国内实际使用中,高压辊磨机的效果与设备制造商所做试验提供的效果相比偏低,在设计中要注意留有余地。

润磨机由于其设备能力和改善精矿造球性能的效果有限,电耗大,设备事故较多,但国内有定型产品,为节约投资仅在小型球团工程中使用。

原料中的杂物、铁金属物对高压辊磨机的辊钉和辊套会造成损伤,应彻底清除。

4.3 辅 料

4.3.1 铁矿球团生产配加黏结剂的目的是为了改善原料的造球性能,提高生球强度,改善爆裂温度。膨润土是一种普遍使用的黏结剂,并以“钠基”为好,“钙基”需经改性后使用。

对造球过程和生球质量影响较大的膨润土主要的物理化学指标是:蒙脱石含量、2h的吸水率、胶质价、膨胀容和粒度,见表1,但其性能的高低仍需通过造球试验证实。膨润土虽对造球质量起到了必不可少的作用,但由于其主要成分是酸性脉石,同时降低了成品球团矿的铁品位,要尽量少配。国外球团厂其配加量仅为0.5%~0.7%,但目前国产膨润土与优质的美国怀俄明膨润土和印度膨润土等相比,其性能有较大差距,因而一般配加在2.5%以上,有的甚至达到4.0%以上,以此来弥补铁粉比表面积和不足和膨润土性能的低下,这不是一种好办法。在当前立足于国产的前提下,应采用钠化改性、提高改性效果和配加少量高效有机黏结剂的办法来减少膨润土的配加量。目前已有一些球团工厂的黏结剂配加量下降到1%左右。

表1 膨润土主要物理化学性能要求

项目	蒙脱石含量	胶质价	膨胀容	细度	吸水率	水分
指标	≥80%	100%	>30ml/g	-0.045mm: >93%	500%~600%	<12%

注:经典型矿样试验后,生球强度达到5次/个·0.5m以上。

4.3.2 使用有机黏结剂代替膨润土可减少成品球团矿铁品位的下降。国外有使用有机黏结剂和复合性黏结剂的生产实践,复合性黏结剂由多种成分组成,如在巴西,最多有膨润土、白云石、锰矿粉、有机黏结剂等10种以上的成分组成。有机黏结剂的种类很多,但由于其价格昂贵,功能不明显和不稳定,国内几乎没有采用,需进一步研究开发。

4.3.3 膨润土的贮存时间与运输距离、方式有密切关系,可根据

具体情况确定。在袋装入厂的情况下,为了保障工人的劳动环境和避免污染厂区环境,大、中型球团工程不宜采用人工拆袋和胶带机运输,应采用机械拆袋和气力输送方式,并辅以密封和除尘。

为满足直接还原生产和高炉炼铁的特殊要求,生产熔剂性球团矿需添加熔剂;对某些还原膨胀率大的球团矿,需配加一定量的镁质熔剂,生产“镁球团”。熔剂的加工和复合性黏结剂有专门的加工厂进行生产和加工。

4.4 燃 料

4.4.1 竖炉、带式焙烧、链算机-回转窑三种球团矿生产工艺均可采用气体燃料和重油,但采用气体燃料时,既要满足焙烧温度的要求,还要满足载热气体氧化度的要求和日常生产的波动,因此应有较高热值。

4.4.2 目前仅链算机-回转窑工艺可使用烟煤作焙烧燃料,其灰分的结圈指数(R_p)和沉积指数(D_p)、煤的灰熔点必须满足要求,以降低产生结块和结圈的可能性。

内配无烟煤用量少,目前尚无严格规定,但最好采用高热值、低灰、低硫的产品。进厂粒度最好小于 25mm,可直接入磨煤系统,当进厂粒度大于 25mm 时,需另设破碎设施。

4.4.3 燃气输送管网、燃气站、燃油贮存、磨煤系统及燃烧系统的设计应十分重视安全问题,要严格执行有关的法律、法规。氮气的用量要有充足的保证。

烟煤在潮湿情况下,很易发生自燃,因而贮存时间不宜过长,并要有防雨和防潮措施。磨煤早期采用卧式风扫磨,性能可靠,但电耗高,目前已被立式中速磨所替代。与卧式风扫磨相比,立式(中速)磨单位电耗可降低 30%左右,噪声可降低 25dB(A)左右,使用寿命也长(一套磨辊和磨盘衬板使用寿命可达到 15000h~30000h)。

磨煤系统和精矿干燥的热风炉均采用沸腾燃烧方式,由碎煤仓、调速圆盘给煤机和沸腾风机组成。

5 配料和混合

5.1 一般规定

5.1.1 配料的精确和稳定直接影响球团矿质量,特别是铁品位和碱度的波动,要十分重视。

5.1.2 与铁矿粉的量相比,黏结剂和添加剂的配入量很少,尤其对规模小的球团工程,其配加量更少,故称微量配料,但这些物料对造球和焙烧的影响很大,必须用强力混合的方式,才能提高其在铁精矿中的分散度,以实现生产的稳定。

5.2 配 料

5.2.1 分料工艺很难实现正确的自动控制,容易造成供料的不稳定,对生产的操作和管理十分不利,因而在大、中型球团工程中不宜采用。

5.2.2 为保证生产的稳定 and 产品质量,配料要做到精确,因而要实行集中配料和提高配料秤精度。选用配料秤的精度,要保证产品质量在允许的范围之内。

5.2.3 为了保证配料秤的精确计量,配料槽内的下料过程要在一定高度范围内进行,配料仓内物料要有足够的量,才能维持料压的稳定,实现正确计量。为了维持生产稳定,每种物料在配料仓的贮量至少要满足 8h 生产的用量,但贮量过大也会产生堵仓事故。

5.2.4 为了保证配料的稳定进行,各种物料都要有备用料仓和配料秤。对微量配加的物料可采用在一格料仓下设两个配料机的方式。

5.2.5 微量物料在胶带机上配料时,易被胶带黏料,影响配料的精确性,因此不能先配加。

5.2.6 球团矿产品的质量、产量和能耗与配料量(比)的正确性有着极大关系,要经工业模拟研究和理论计算设定,并根据生产的实际情况及时调整。

5.2.7 用胶带机或其他运输设备运输很细的干粉物料,易造成严重的粉尘污染。气力输送技术已成熟,而且被广泛采用。

5.2.8 目前我国铁精矿的含水量都较高,黏、堵料现象较为严重。直拖式电子配料秤在生产中,往往发生下料不畅而影响精度,故采用调速圆盘给料机和电子配料秤的组合型为好,但在铁原料水分合适的情况下,采用直拖胶带电子配料秤更为经济。对黏结剂和添加剂等量少的物料,实践证明,转子秤和失重秤精确度高、密闭性更好。

5.3 混 合

5.3.1 球团矿生产所配加的黏结剂和添加料的配比量都很少,为了保证其在铁精矿粉中形成很高的分散度,必须采用强力型混合工艺和设备。强力型混合机有卧式和立式两种,其规格需由制造商根据具体混合物料的性能和处理量确定。在小型球团工程中,由于处理量小,为了节约投资,可采用润磨机,对造球混合料进行润磨的同时也具有一定的混合效果。

5.3.2 立式强力混合机有爱立许和克兰德的产品,我国首先用于铁矿球团生产,而且都为爱立许的产品;国外球团工程都采用犁头型卧式强力混合机,我国球团工程也曾采用自产卧式强力混合机。由于卧式强力混合机耙头的使用寿命一般在半年左右,且更换时间长,一般都没有备用机。立式混合机相比于卧式,所需动力小、电耗低,混匀效果更好,使用寿命可达一年,桨叶更换方便,可不设备用机,减少了工程投资。

6 造球和生球筛分

6.1 一般规定

6.1.1 造球是球团矿生产的重要环节,生球质量直接影响焙烧质量和能耗。一旦生球质量不合格,进入焙烧系统后,易发生爆裂和碎裂而产生大量粉末,使风流不畅和紊乱,影响热交换的进行,诱发结炉、结块和结圈,使焙烧过程无法正常运行,因此“造好球”是球团矿生产的一项关键性的技术准则。

6.1.2 为了保证球团焙烧的稳定进行,强化生产操作,生球产能应有足够的余量,还能起到保护高温设备和节能降耗的作用。

6.2 造 球

6.2.1 造球有圆盘和圆筒两种工艺和设备。在造球料的比表面积足够的情况下,圆筒造球和圆盘造球相比,具有生球粒度“小而匀”的特点,但返料量较大,设备体积大且吨位重。目前国内仅有一家采用,但在国外(北美等地)采用较多。国内普遍采用圆盘造球,所使用的圆盘机直径最大一般为6m,7m、7.5m直径的圆盘造球机也有制造和使用。在大、中型铁矿球团工程中,在设备性能可靠的情况以使用大型的圆盘造球机为好。

6.2.2 投产初期,为了实现最佳的造球工艺,需对造球机的倾角、转速等进行一定范围内的调整,一旦合适,在日常生产中就不再经常调整,但当原料造球性能有较大变化时,仍需再次进行必要的调整。调整的目的不但要保证生球质量,还要提高其生产率。在造球料相同的情况下,造球盘的盘面利用系数和造球筒的生产率是一项重要的技术经济指标,该指标是铁矿球团工程造球工艺和设备技术水平高低的重要标志。

6.2.3 造球设备台数的确定取决于产量要求,并要有备用,以便随时启动,满足焙烧生产的需求,但数量不宜太多。随着规模的增大,相匹配的造球盘直径也要增大。盘的直径大,对产量和质量有利。

6.2.4 造球用混合料由于含有黏结剂,其黏结性比精矿更大,极易发生黏结现象。在料仓的设计中要有防黏、防堵措施,每个混合料仓的贮存量不宜过大。为防止堵料,混合料在造球料仓内,存放的时间不宜超过 4h。返料的黏性更大,因此转运中应采取防黏措施,特别是造球盘的出料溜槽也应有防黏设施,如采用不锈钢材质和直溜槽形式。

6.2.5 造球加水方式要遵循“滴水成球、雾水长大、低水密实”的原则,加水以雾状水为佳,其他加水方式对造球过程和生球质量都会带来不良影响。雾水喷头的喷水孔直径很小,易堵塞,因而要从供水设计和设备选用上认真解决这个问题。

6.2.6 本条为强制性条文。造球盘的盘面和造球筒的筒体都是整体安装,体积大、重量重,起吊高度是铁矿球团工程之最,因此必须配置专用的桥式起重机,同时应有严密的安全保护措施,包括设备的设计、制造、安装、操作、维修,在厂房的建筑和结构上也应有足够的安全措施。

6.3 生球筛分

6.3.1 生球筛分机辊隙应根据产品的粒度要求而定,并有调节的可能。生球筛分是保证合格生球质量的最后一个环节,采用工艺原理合理、性能良好的设备和足够的筛分长度是关键的问题。生球易碎和变形,其他筛分设备对生球质量的保护和筛分效率都不如辊式筛分机。为了保证筛分效果和减少筛分过程对生球的损害,辊式筛分机的辊径要小,辊面光洁度高、不黏料。辊套的材质可采用聚氨酯或不锈钢,但表面必须十分光洁、有较高的抗磨性和表面强度。辊的传动可采用多辊组合链式传动。

6.3.2 为避免对生球的损伤,要尽可能减少生球的转运次数和落差。为了提高辊式筛分机的效率,增加有效筛分面积,可在其上增设胶带布料机,但不要影响辊式布料机的检修。对大、中型球团工程,为保证筛分效率,通常采用“一盘(筒)配一筛”的配置方式。

6.3.3 为了保证造球料的质量,筛出的不合格大球要破碎后,才能返回造球系统重新利用,大球含水量高,不破碎到一定细度,不能成为母球,所以应十分重视大球破碎工艺和破碎设备的性能。

6.4 生球质量

6.4.2 实验和理论研究证明,球团焙烧最合理的球径是在 12mm 左右。为此所造生球的直径要尽可能接近这一球径,故提出要提高 10mm~14mm 的生球在合格球中的比例。球团粒径的“小而匀”对加热焙烧工艺十分有利,对提高产品质量和后续的冶炼也带来好处。

6.4.3、6.4.4 “造好球”有一定的质量标准,生球强度是生球质量的主要体现,生球强度高其抗爆裂性也相对要好。生球到达焙烧设备后,其含粉率要低以改善料层的透气性,有利于生球干燥和预热升温。生球含粉率的高低是改善球团矿焙烧固结、提高产品质量的基础,要十分关注。当规模增大时,由于转运过程的转运量和落差大以及供热强度大,因而对生球强度要求也越高,并应设法提高生球的爆裂温度,如改善膨润土质量等。生球水分要低,而且波动要小,有利于生球干燥过程热工制度的稳定。

7 布料和焙烧

7.1 一般规定

7.1.1 生球布料的平整和稳定是后续焙烧的又一重要技术保证。布料的平整、均匀使料层内气流分布均匀,传热更好。

7.1.2 竖炉球团焙烧是一种古老的球团生产工艺,由于生产能力有限,产品质量不高,国外竖炉球团生产在 20 世纪 70 年代末已基本淘汰。世界上最大的美国伊利球团厂已在 21 世纪初正式关闭,目前国外仅有澳大利亚塔司马尼亚岛的萨瓦季河球团厂等个别企业在生产。我国仍有数量众多的竖炉球团矿生产线,目前共有 106 台左右,产量约 5320 万 t/a, 占我国球团矿总产量的 48%。我国竖炉球团矿生产是一项拥有自主知识产权的技术,发明了导风墙和烘干床,且可用廉价的高炉煤气作燃料,产品一般用作小高炉的炉料,对我国小高炉生产的技术进步做出了应有的贡献,但是竖炉球团焙烧要用磁铁精矿粉作主要原料,赤铁矿由于其焙烧固结的温度区间窄,不适合用于竖炉焙烧工艺;所产球团矿的质量(强度)除少数厂外,大部分较低,特别是质量的均匀性较差,很难满足大、中型高炉炼铁精料的需求;竖炉的生产规模较小,难能满足大规模生产的需求,因而在国外属古老、落后、被淘汰的工艺技术。对目前使用的竖炉工艺和设备,针对其缺点进行合理、可行的技术改造,如增设炉外干燥、热气流的循环使用、提高成品球团矿的质量和增大产能等,以满足当前高炉炼铁技术发展的要求。目前我国也有不少企业建设了小型的链算机-回转窑球团生产线,用煤作燃料,以替代竖炉球团生产线的建设。

由于我国有丰富的煤资源,煤的使用成本远低于焦炉煤气和重油。随着钢铁产量的大增长,近几年球团矿生产发展迅速,单系

统规模越来越大,铁矿球团生产设计和设备制造技术,特别是链算机-回转窑球团技术有了很大的提高,并基本实现了国产化。当前大、中型的用煤作燃料的链算机-回转窑工程设计和建设项目越来越多。

带式焙烧工艺是一种非常先进的球团矿焙烧技术,特别是对某些造球性能差、焙烧难度大的铁矿粉更具适应性。由于要用重油或高热值煤气作燃料,焙烧机用耐高温的金属材料量大,因而在我国的发展受到制约,但作为一项先进成熟的技术,特别是在钢铁厂内有足够焦炉煤气供应的情况下,在建设的大、中型铁矿球团工程中应得到发展。

7.2 布 料

7.2.1 本规定主要针对竖炉球团的改造工程。布料的平整为生球在炉内的均衡下降和气流、温度的合理分布场提供了良好的前提。

7.2.2 由梭式或摆式布料机、宽胶带和辊式布料机组合而成的布料工艺已被普遍采用,并取得了良好效果。针对具体工程也有一些其他的组合方式和设备,可根据生产的实际条件和实践经验选用,宜优先采用液压驱动的梭式布料机。

7.2.3 目前国内外先进的大型球团工程都采用液压推动、后退单向布料的梭式布料机,其机理更合理,效果也更好,这一布料技术的优点是:布料过程的速度连续均匀变化;在工艺配置上和摆式布料相比,生球可少转运一次。采用单向布料可使布料平整,在宽胶带上不会在两端形成“驼峰”,对摆式布料也要实现均衡变速摆动,以减少在宽胶带上两端形成驼峰带来的不利影响。

7.2.5 宽胶带机过长会增加设备本身和厂房建筑等的投资,同时胶带易产生跑偏和掉料量大。

7.2.6 辊式布料机兼有布料和筛分两项功能,以布料功能为主。生球在布料机上的运动速度和时间有一定要求,过快、过短,过慢、

过长,都会影响布料和筛分效率,因而辊式布料机倾角和圆辊转速要根据生产中不同原料和生球的性质进行调整。这种调整主要是在投产初期进行,在日常稳定的生产中可不再进行。为了方便检修和及时处理生产中的突发事件,宜采用每辊配一电机传动的方式。为缩短抢修时间,采用每个圆辊及其传动装置的整体更换作业可减少了对作业率的影响。

7.2.7 布料设备和其前后设备的配置要尽量降低落差以减少对生球强度的损害。生球黏性很大,一旦发生黏结会影响布料质量,因此在设计中要有预防措施。

7.3 焙 烧

7.3.1 链算机-回转窑和带式机工艺在焙烧制度和设备上有很多相同之处,有些对竖炉工艺也适用。主要有以下几个方面:

1 球团焙烧制度决定了球团矿生产能否实现优质、高产和节能。经过几十年的研究和工厂实践焙烧制度越来越优化,铁矿球团产品质量也越来越高,品种越来越多,能耗不断下降。不同的原料情况其焙烧性能千差万别,所以应在设计前做好模拟工业性试验研究工作,并根据模拟工业性试验研究的结果和有关参数来进行物料平衡、热平衡和风流平衡的计算及风流图的设计,作为工艺和相关设备设计的依据。

竖炉球团矿生产主要用于磁铁矿,理论和实验研究证明链算机-回转窑和带式焙烧工艺对各种铁矿的适应性很高。目前我国主要采用磁铁矿,且已有较成熟生产技术和工程实践经验,但用于赤铁矿的球团矿生产还是比较少的,需进一步发展和提高。对其他矿种如褐铁矿、菱铁矿等的实践和经验尚少,另外熔剂性球团矿和直接还原用球团矿的生产也缺乏实践和经验。

2 当采用赤铁矿为原料时,为了节省补热用的气体燃料或液体燃料,常采用内配炭工艺。内配炭的燃烧产生的热量,可使在升温过程中使生球的强度不断上升,改善赤铁矿球团的固结性能,但

每吨球团矿的内配炭量一般不超过 8kg,否则会影响生球的强度。

3 鼓风干燥可减少过湿层的影响,提高料层厚度,可提高焙烧设备的利用率,改善产品的质量,提高产量,降低能耗,经常用于磁铁矿的球团焙烧工艺,但鼓风干燥工艺往往由于风箱内的正压引起漏气冒灰,污染周边环境,因此对其排出的烟气要堵截外溢、有效收集经净化处理后排放。

4 工艺风机有回热风机和主抽风机。风机工艺参数的选定,可在试验和计算的基础留有适当的富裕,以保证生产的稳定,充分发挥设备潜力。工艺风机是球团矿生产的用电大户,其电耗约占球团工程电耗的 70%以上。在有条件的情况下,推荐采用调速风机,起到节约电能的功效,国外先进的球团工程都已广泛采用了这一技术,国内也有先例。

5 热风管道的的设计需注意:为了防止结露和减少热损失,风箱和风道需设保温层;为了避免因热膨胀引发对设备和管道的损坏,风箱和风道上设膨胀节;为了灵活地满足对加热气流的温度要求,风箱和风道设调温管道和阀门。安全、可靠、灵活的燃烧和调节系统是实现优化操作和实现自动化控制的重要前提。在目前的球团生产中风量的测量误差较大,不利于指导操作和管理,应改进,做到正确计量。

6 炉(窑)耐火炉衬的性质、材料种类、砌筑厚度和质量,直接影响投资、能耗和作业率的高低;烘炉作业的质量直接影响耐火炉(窑)衬的使用寿命。耐火炉(窑)衬的设计要合理,同时还需提供合理的烘炉方案和升温曲线图,以保证最终的施工质量。为实现 90%的作业率,窑衬的使用寿命要在 1 年以上。

7 为保证烟气排放达标、减少风机叶片磨损、延长使用寿命、保证主机作业率,风机入口前需设高效除尘器,目前国内外球团工程大多采用电除尘器。某球团工程,主工艺风机前采用四电场电除尘器,可实现两年内粉尘排放浓度小于 $50\text{mg}/\text{m}^3$,效率稳定在 98%以上。工艺烟气采用布袋除尘器,虽能使粉尘排放浓度小于

30mg/m³,但要解决布袋的耐温、防止结露堵塞和保证工艺气流的稳定等问题,目前还没有成功的先例。对大、中型球团工程,应在技术问题得到可靠解决的前提下使用。

热风系统烟气的温度要保证高于酸露点,以防止结露产生腐蚀。同时结露和烟气中的粉尘沾合,导致风机叶片“挂泥”,使叶轮失去平衡,引发设备事故。不同的原料,烟气的含硫和酸性成分的含量和性质都不同,所以对酸露点的确定要经过实际测定,一般在150℃以上。

在回热风机前设有耐高温高效多管除尘器,其除尘效率可达90%以上。

8 加热和焙烧系统产生的粉尘采用风力输送,不污染环境,技术成熟可靠,路由布置灵活性大且占用空间小,目前已被广泛采用。以往粉尘的收集和输送,采用卸灰阀和胶带机或刮板运输机的工艺已被逐渐淘汰。

9 冷却后的球团矿采用胶带机运输,要冷却至胶带能承受的溫度,若冷却不好,造成热能损失,会烧坏胶带机。我国竖炉的冷却段高度不够,不能充分冷却致使排料温度高达300℃以上,应改进冷却器或增设炉外冷却装置,可采用带式冷却。

7.3.2 链算机-回转窑-冷却机组成了一个完整的焙烧系统,设备和工艺环节都要相互匹配,不能失衡。

1 链算机-回转窑焙烧一大优越性是可用煤粉为主要燃料,大幅降低了加工成本,但煤的贮运和制备需增加投资。根据我国国情,要优先考虑用煤作燃料。在钢铁厂内,若焦炉煤气有富余,可采用焦炉煤气,以减少投资,方便操作,减少环境污染,其他低热值的煤气不能满足温度和燃烧后气氛的要求,一般不采用。

煤的喷吹工艺有两种,无中间仓的直接喷吹相比于有中间仓的间接喷吹工艺,具有中间环节少、流程短、安全性好、无废气排放、输送管路短、泄漏少、环境好等优点。采用有中间仓的间接喷吹工艺时,煤粉仓的可贮存时间要合适,贮存时间太短,不能满足

稳定操作的要求;贮存时间太长,烟煤粉易发生自燃和引发爆炸,产生安全事故。另外,在仓内煤粉留存的时间也不允许太长,停窑生产时间较长时要将仓内存料排空,产生的 CO 浓度超标是发生爆炸的主要原因,因此应十分重视对 CO 含量的监测。

煤粉的计量要精确可靠,经大量生产实践证明,采用环状天平计重秤为好。煤粉喷射一般采用罗茨风机,但罗茨风机本体噪声大,要设有隔声设施。在生产中有时需调整火焰和高温区在窑内的位置,所以中央烧嘴应有在一定范围内移动的功能。

2 链算机热工制度目前有两种,一种是鼓风干燥-抽风干燥-过渡预热-预热,另一种是抽风干燥 1-抽风干燥 2-过渡预热-预热,两种热工制度各有其优点和先进性,本规范将其作为典型列出,可根据实际情况优化调整。

热工制度是选择焙烧设备规格的依据,在确定设备规格时,不应采用“小马拉大车”的做法,否则在生产中会造成设备利用率低、能耗高、设备事故增加,不仅浪费投资,还严重影响设备作业率。

在满足工艺要求的前提下,寻求最佳的热工制度,提高过渡预热和预热区的气流温度,缩短球团在过渡预热和预热区的时间,提高链算机有效面积利用系数,缩短高温设备长度,对减少投资、强化传热、提高产量和减少散热、降低能耗有着极为重要的作用。此外,赤铁矿在干燥、预热段升温过程中和磁铁矿有着不同的机理,磁铁矿由于其氧化发热使球团的内部强度不断升高,而赤铁矿需在温度高达 1000℃ 后球团内部强度才明显上升,在达到同样的入窑球强度所需的气体温度也比磁铁矿高,所以在链算机上所需的停留时间也要长,链算机的面积利用系数也较低。入窑球强度要求的高低与规模大小有一定的关系,规模越大,强度要求越高,如 300 万 t/a 规模的入窑球强度要求达到 1000N/个以上。

赤铁矿球团预热段的气流温度需更高,而由回转窑内气流提供的温度和热量不能满足要求,应采取补热措施。一般采用高热值的气体或液体燃料为好,采用煤粉方法尚无成功的工业先例。

煤粉燃烧设备复杂庞大,操作不灵活,且排灰不畅,易污染环境,一般不采用。

3 在链算机炉罩设计中,炉罩至料面的高度不能过高,否则会增加设备的体积和重量,增加投资,增大散热面积,浪费能源。在生产过程中,一旦出现气体温度超过设备的耐热件所能承受的温度,会造成严重的损害,轻则大大地缩短设备寿命,重则链算机无法运转,因此要设置放散烟囱,并要求动作灵活、可靠,密封性好,能及时将高温热气放散出去。当预热段和管道热风炉须补热升温时,设有燃气或油燃烧系统,每套燃烧系统均有烧嘴、阀门组、火焰监测和风机组成,并可置换氮气以保证安全。

4 链算机为耐高温设备,且工作环境恶劣,在设计上应采用高等级耐热合金材料,同时还需采用冷却措施等来保证其良好的运转性能。我国早期的链算机都采用水冷,国外的链算机在 20 世纪 70 年代已开始采用风冷。风冷时耐热件温差小,有利于延长其使用寿命,同时可节约用水。耐热件要有足够长的使用寿命,否则会严重影响工厂作业率。

降低漏风率是降低能耗最有效的措施之一。链算机漏风由多处综合而成,包括头、尾、两侧和风箱之间以及和上部炉罩间的侧密封等。

链算机下漏料量的多少是衡量链算机性能的一项重要标志。采用结构先进的铲料板可保证其漏料率低于 5%,因而可不设高温斗式提升机,但目前在我国还做不到,有的工厂还设有备用机。为了减轻耐高温斗式提升机的负荷,保证其正常作业,最好的办法是减少漏料,为提高斗提机的作业率,应采用耐热型的设备。链算机下的漏料大多的是已有一定的强度的颗粒,要经细磨合格后才能返回造球系统使用,如直接返回造球,会严重影响生球的质量,应尽量减少链算机的漏料,当返料必须进行再磨时,目前仍以湿球磨为好。

5 为了克服回转窑本身固有的缺点,提高充填率和辐射传热

功能,在保证热气流和球团交换时间的前提下缩小回转窑的长径比,仍然是当今回转窑技术的发展方向。

回转窑有效容积利用系数的高低是衡量球团工程设计和生产技术是否先进的最重要标志之一。先进的窑容积利用系数已高达 $10\text{t}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 以上。

6 回转窑设备有以下一些设计特点:

回转窑筒体、滚圈和大齿圈是终生不更换的设备,其使用寿命需满足工程的一代寿命。

回转窑的传动部分是回转窑极为重要的组成部分,性能要求高。回转窑的传动目前有两种方式:一种是常规的齿轮减速或柔性传动和调速电机的组合,另一种是常规的齿轮减速或柔性传动和液压马达的组合。后一方式已被越来越多的采用,其优点是液压马达取代了电机和减速器,基础简单,安装方便,维护工作量少;若采用柔性传动,则能确保在任何情况下大、小齿轮都能保持良好的啮合,可延长齿轮的使用寿命,并能更好地适应“窜窑”的发生。

回转窑筒体的更换十分困难,为防止其在停窑降温过程中发生弯曲变形,要在低转速状态下继续运转足够长时间,直至窑体温度降至常温才能停止转动,在回转窑的传动中要具有这一“盘窑”功能。一旦发生突然停电事故,要立即引入新的电源或动力进行“盘窑”作业。大型回转窑一般设有柴油机,在停电时作为“盘窑”动力。

回转窑体积大、重量重,耐温性和密封性等要求高,对制造和安装的要求十分严格。本规范所列为基本要求,应从严遵守,否则在生产中一旦出现沉降、变形、颤动等问题会酿成重大事故。

在回转窑的排料端设有中央烧嘴和相应的燃料供送装置,中央烧嘴的喷口位置应可调。通过煤粉细度和调节中央烧嘴的喷口位置,来控制回转窑内的高温区,因此中央烧嘴应能前后移动和上下左右的微量活动,前后移动的范围应达 1000mm 左右。为开窑时升温 and 点燃煤粉,中央烧嘴内设有燃气或油喷枪及调节流量的

阀门组,可实现燃烧装置的自动点火和稳定控制。燃烧系统设有火焰监测器和安全阀门等,且可置换氮气以保证安全。

窑体耐火炉衬的材质、型式、规格及砌筑质量对使用寿命和回转窑的作业率、热损失和结圈等都有重大的影响,应十分重视。回转窑的炉衬寿命也是安排检修制度的依据,且直接影响工厂作业率,应尽可能延长其寿命,为达到90%的作业率,窑衬的寿命至少需一年以上。

回转窑的漏风对窑内热工制度有着明显的影响,要选用密封性好、寿命长的鳞片密封,以防止窑内热气流和粉尘的泄漏,避免污染环境。为减少回转窑給料端和排料端在高温下的变形和磨损、腐蚀,保证其使用寿命,应采取有效的风冷措施。回转窑进料时会有返料、漏料现象,需设散料收集设施。

7 回转窑球团生产中可能产生的结块料不能进入冷却机,需及时排出,否则会严重影响冷却效果和造成热工制度不稳定,应设有固定筛。该条筛应耐磨并设水冷或风冷,一般采用风冷,以保证其使用寿命,固定筛的设计要做到能使在生产中随时筛出的结块顺利排出。

回转窑体积大、部件重量大,安装和检修所需场地也大,回转窑置于室内将大幅增加投资,不便于安装和检修,在寒冷地区建厂和防止粉尘污染室外的情况下可采用室内布置。

8 用于球团矿冷却的设备是一种专用的环冷机,也不同于烧结用环冷机,由回转窑排出进入环冷机的球团温度高达1000℃以上,采用鼓风冷却形式,可充分利用冷却废气余热。其首段排出的高温热废气经回热管直接进入回转窑,其余各段的热气体由回热管到达链算机上,用作生球干燥和预热的热源。为提高余热利用率、减少热损失、满足工艺要求,要尽量降低冷却机上、下漏风率。为保护设备快速降温,需在上部风罩上设放散烟囱,一旦发生超温事故和需要加快降温速度时,立即打开放散烟囱,当气流温度不能满足工艺要求时,需设管道热风炉补热升温。

为降低球团矿生产的能耗,要充分利用冷却后的热废气。充分利用废气余热是球团矿生产降低能耗的关键技术。料层厚度由优化热工计算来确定,以克服过湿层的影响,有利于传热和水分逸出。

进入冷却机的球团矿温度高达 1200°C 以上,为减少热量损失,其风罩内需设耐火内衬;为防止热废气的外泄,在进料端后和排料端前设有隔墙。在风罩和回转体间设有密封装置,密封的形式有两种:砂封和水封,水封比砂封具有更好的密封效果,而且可降低运行阻力,是一项先进技术,需要配有自动加水系统,以保证槽内液面高度。

冷却风机和冷却段的配置与热工制度有关,一般设有三段和 3 个冷却风机,大型球团冷却机根据热工制度的需要也可设四段和 4 个冷却风机。

环冷机排料方式有多种,目的是为了实现在成品胶带上料流量的均衡。由于环冷机台车卸料的时间间隔较长,往往会引起环冷机排料的不均衡,同时引发在成品运输机上物料流量的时多时少时断易产生掉料,且不能充分发挥设备能力。对此也有用“拖料”的办法解决,但往往带来操作和维修的不方便,最好设有性能良好的排料机,并以采用板式给矿机较为可靠,事故较少。

7.3.3 带式焙烧在我国的实践不多,工程设计经验也较少。

1 均热段是带式焙烧特有的工艺,其目的是缩小球团上下层由于加热时间和加热程度不一样而造成的球层之间的差异,以改善球团矿质量。为了减少和克服生球在干燥过程中过湿层的影响,提高在带式焙烧机上的铺料厚度,提高生产率,在带式焙烧工艺中都采用鼓风干燥工艺。

2 目前在国际上带式焙烧都用重油、天然气、焦炉煤气作燃料。用煤作主要燃料的技术在国外曾有工业性实践,但未能取得长期工业生产的成功,因而作为工程设计仍采用气体或液体燃料。为节约价格昂贵的气体燃料和液体燃料的用量,达到降低球团矿

加工费的目的,采用了内配炭工艺。该工艺在国外被广泛采用。

3 高料层操作是带式焙烧工艺提高产量、改善质量、节省能源的技术发展方向。

带式焙烧法是由高温热气体从外部向台车上的料层传入,使物料达到热固结所需的温度,台车体所承受的温度很高,要设铺边和铺底料,以保护台车并稳定气流分布。铺底和铺边料层过薄,保护台车的效果不佳,会导致算条的烧损、侧板的开裂和台车的“塌腰”,严重影响生产效率;铺底和铺边料层过厚会使产量下降、能耗增加。

4 有效面积利用系数是衡量工艺焙烧设计技术水平的重要指标。有效面积利用系数和原料性质及生球质量有很大关系,设计要合理提高有效面积利用系数,达到工程投产后的良好效果。

漏风率不但影响产品的产量和质量,而且是影响能耗十分重要的因素。随着大型化的发展,带式焙烧机加宽加长,漏风的可能性更大,应设法降低漏风率,提高风的利用率,达到增加产量、降低电耗的效果,这是球团矿带式焙烧工艺节能降耗的最主要技术措施。

5 带式焙烧的传热是上部炉罩内的高温热气体在风箱负压形成的抽力作用下,风流通过台车上的料层,并进行热量对流传递,虽然在台车上设有铺底、铺边料加以保护,但台车体需承受的温度仍然很高,所以台车体要由耐高温、耐腐蚀的优质合金钢制造。同时为了提高作业率,减少由于台车及其算条的损坏而进行更换、检修的影响和稳定生产,台车体和算条要有较长的使用寿命。

带式焙烧机是昂贵的耐高温热设备,要设在封闭的厂房内并设专有检修设施。把风机和管道居于一侧和把整个焙烧室置于地坪以上,都是为了改善操作和检修的工作条件,以提高作业率和管理水平。

7.3.4 目前竖炉焙烧工艺设备在我国数量很多,总产能也很大,

在技术上积累了不少经验,也有一定的创新,在大型化、改进竖炉传热方面做了很多工作,要进一步总结、提高和推广技术经验,以提高产量,改进质量,对落后的竖炉工艺要尽快淘汰。

1 竖炉焙烧球团开始只采用磁铁矿,目前我国磁铁矿来源比较紧张的企业用进口巴西的赤铁矿球团粉作为补充。生产实践证明,赤铁矿粉的配加比不宜超过 10%。过量的配加会造成炉内粉末量的增加,炉况失常,同时由于产品强度及其均匀性等质量原因,不能满足现代大型高炉炼铁的生产要求,故用竖炉生产球团矿通常在中、小高炉炼铁生产中使用。

国外竖炉球团矿的生产均采用高热值的天然气等气体燃料作热源。我国都采用低热值的高炉煤气作燃料,其焙烧温度低,达不到要求,要想改善其质量应采用高热值煤气。

2 由于竖炉结构的原因,生球在竖炉内处于干燥段的时间太短,生球易爆裂,产生的粉末对以后的焙烧工艺将造成严重的危害,为此在设计中应改进干燥床的设计,延长生球在干燥段停留的时间。

焙烧温度偏低和在断面上温度分布的不均匀是竖炉球团矿质量差的又一主要原因,应尽可能地提高焙烧温度和改进炉内气流的均匀性。

竖炉焙烧球团的冷却段高度有限,冷却所需的时间不够,另外冷却风量受上部热制度的制约也不够大,因此其排料温度高。为保持球团矿的强度质量和使用胶带机运输,需增设炉外冷却,宜采用带式冷却机。

8 成品筛分、贮运和粉料处理

8.0.1 目前成品铁球团矿质量尚无国家标准,参照国际上商品球团矿的质量和 high 炉炼铁及直接还原铁生产的要求,提出了本规范表 8.0.1 的质量要求。该要求相比于目前我国球团矿生产现状有一定的指导性,作为工程设计的依据符合规范的先进性和前瞻性的要求。

商品球团矿的质量和销售价格关系密切,含粉率是一项重要的指标,需将其所含粉末筛除。另外,若成品球团矿小于 5mm 的太多,也意味着球团矿质量不高,要找出生产中的症结,并加以克服和改进,减少筛下的粉料量,改善成品质量。

8.0.3 球团矿有足够的强度,可采用振动筛筛除粉末,并有很高的筛分效率。筛分前后设置计量秤可测出粉末含量和成品球团矿的产量。

8.0.4 粒度小于 5mm 的筛下料返入混合料很难形成母球,即使能造成球也严重影响生球质量。因而要经过细磨,使其比表面积达到要求后才能返入造球系统。筛下粉料的粒度和烧结粉的粒度,要求相当,从技术的合理性上讲作为烧结的原料是合适的,同时对球团矿生产,节省了再磨矿的费用,简化了工艺流程。

8.0.5 自动取样具有取样的标准性和典型性,为生产管理的科学性提供了条件,因而在大、中型工程中要推广采用,同时应采用性能良好、可靠的取样设备。

8.0.6 球团矿生产十分强调生产过程的稳定性,特别是热稳定性,只有在稳定生产的前提下,才能求得高产量和高质量。球团矿生产不能因产品输出受阻而被迫减产和停产操作,也不能因球团矿生产线的检修停产而影响炼铁的用料和外运输出,应设有成品

堆场。

成品球团堆存、贮运能力的确定受内部用户使用条件和外部销售、运输条件等的影响很大,因素复杂,所以差异也很大,为此要具体分析、测算而定。一般情况下,为满足球团生产的最长检修时间为 15d 的球团矿用量,在钢铁厂内要有 15d 左右的贮量。球团矿为商品球团矿的工程,为满足销售装运车、船的调运时间要求,宜有一个月以上的贮量。

9 电力和自动化

9.1 电 力

9.1.1、9.1.2 回转窑及相关设备是高温冶金设备,回转窑筒体是终生使用的不更换的设备,窑体本身在高温状态下运转,如发生突然停电,窑体停止转动,在高温下停留时间过长,窑体受重力的作用,会发生向下的弯曲和造成变形。为了避免这类情况的发生,首先作为一级负荷的回转窑需有可靠的二回路供电,使窑体继续转动,直至冷却到常温,此时的转速可下降至盘窑速度。还应设柴油发电机组作为备用电源,而且要在较短时间内启动,才能保证安全。为防止特重大事故的发生,一般均要设柴油发电机组,对于大型和特大型的窑还设有柴油机直接传动设施。为了应急和减少其他损失,柴油发电机的电容量除包括盘窑的电容量要求外,还要包括如普压水泵、冷却风机和局部照明等所需的功率。

9.1.3 现代铁矿球团工程的电气控制复杂,自动化、信息化水平高。“三电”系统装备量大,而且对环境的要求也高,为方便生产和管理,设置外部结构和内部装饰水平都较高的电气楼,主控制室也设在其中。电气楼的设置一般为独立建筑体,对中、小型工程可置于造球室的下部空间,可节省占地面积。

9.1.9 生产时用系统控制,检修时用机旁控制。

9.1.10 球团焙烧为高温设备热车间,设置电缆走向时,要特别注意该部分电缆受高温设备的影响,严防受热烘烤,引起着火,发生事故。

9.2 自 动 化

9.2.1 大、中型球团工程主要检测和控制的项目有:

1 干燥:

干燥机接受精矿料量检测;

干燥机热风炉温度检测和调节;

干燥机热风炉压力检测;

干燥机热风炉燃气、助燃风压力检测及低压报警、低低压切断
(如果燃料为重油或煤粉,则取消低压报警、低低压切断);

干燥机热风炉燃气(或其他燃料)、助燃风流量检测;

干燥前、后精矿水分检测;

干燥机废气温度检测。

2 高压辊磨机(根据工艺流程选项):

高压辊磨机给料直料柱仓料位检测和调节;

高压辊磨机铁矿粉料仓料位检测及越限报警;

高压辊磨机进料量检测及调节;

高压辊磨机出料量检测。

3 配料:

配料各矿仓料位检测及越限报警、连锁;

配料各矿仓物料给料量检测、配比计算及调节;

配料总料量的检测。

4 造球:

造球各矿仓料位检测及越限报警、连锁;

造球给料量检测及调节;

造球混合料加水量检测及调节;

合格生球量检测;

返料量检测;

造球混合料水分检测;

造球机、刮刀电机转速的检测及控制(用于盘式造球机,如为
滚筒造球机,则取消刮刀电机转速的检测及控制)。

5 加热—焙烧—冷却:

1)链算机一回转窑—冷却机:

链算机各段罩内温度、压力检测；

链算机各段风箱温度、压力检测；

链算机过渡预热段温度检测及调节(调节为选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机过渡预热段燃气自动点火控制(选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机过渡预热段燃气、助燃风压力检测及低压报警、低低压切断(选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机过渡预热段燃气、助燃风流量检测(选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机预热段罩温度检测及调节(调节为选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机预热段燃气自动点火控制(选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机预热段燃气、助燃风压力检测及低压报警、低低压切断(选项,如无辅助烧嘴则取消)；

链算机预热段燃气、助燃空气流量检测(选项,如无辅助烧嘴则取消)；

重要工艺设备冷却水给水压力检测；

重要工艺设备冷却水回水温度、流量检测；

链算机料层厚度检测及控制；

链算机料仓料位检测及越限报警、连锁；

链算机运行速度检测及控制；

宽胶带机运行速度检测及控制；

摆动胶带机运行速度检测及控制；

可燃气体报警监测；

链算机算板温度检测及越限报警；

回转窑窑体表面温度检测；

回转窑内气体焙烧温度检测及调节；

回转窑窑头密封罩内温度、压力检测；

回转窑窑尾密封罩内温度、压力检测；

回转窑运行速度检测及控制；

回转窑烧嘴燃气自动点火控制(选项,如燃料为煤粉或重油则取消)；

回转窑烧嘴燃气、助燃风压力检测及低压报警、低低压切断(如燃料为重油或煤粉,则取消低压报警、低低压切断)；

回转窑燃气(燃料)、助燃风流量检测；

回转窑喷煤管道校堵检测(选项,如燃料为煤气、天然气或重油则取消)；

环冷机各冷却段回热风温度检测；

环冷机排料料温检测及控制；

环冷机各冷却段回热风压力检测；

环冷机各冷却段风箱压力检测；

环冷鼓风机风机出口压力检测；

环冷机给料斗料位检测及控制；

环冷机卸料斗料位检测及调节；

环冷机运行速度检测及控制。

2) 带式焙烧：

焙烧机各段罩内温度检测；

焙烧机各段罩内压力检测及调节；

焙烧机各段风箱温度、压力检测；

焙烧段炉膛温度检测及调节；

焙烧段燃气自动点火控制；

焙烧段炉膛燃气、助燃风压力检测及低压报警、低低压切断；

焙烧段燃气、助燃空气流量检测；

燃烧室炉顶温度检测；

热风支管温度检测；

铺底料矿槽料位检测及调节；

重要工艺设备冷却水给水压力检测；
重要工艺设备冷却水回水温度、流量检测；
焙烧机料层厚度检测及控制；
焙烧机运行速度检测及控制；
宽胶带机运行速度检测及控制；
摆动胶带机运行速度检测及控制；
可燃气体报警监测；
卸料斗料位检测及控制。

6 成品：

球团矿筛下粉料返矿槽料位检测及越限报警、连锁；
去料场成品球团矿量检测和累积(根据工艺流程选项)；
去高炉成品球团矿量检测和累积(根据工艺流程选项)；
筛前球团矿量检测和累积；
去料场散料量检测和累积(根据工艺流程选项)。

7 风机及高压电机：

主要风机入口温度检测及控制；
主要风机轴承温度检测及越限报警、连锁；
高压电机轴承温度检测及越限报警、连锁；
高压电机定子温度检测及越限报警、连锁；
主要风机轴承振动检测及越限报警、连锁；
高压电机轴承振动检测及越限报警、连锁；
风机入口压力、流量检测；
风机风门远方手动控制。

8 除尘器：

除尘器入口温度、压力、流量检测；
除尘器出口废气灰尘浓度检测；
除尘器灰斗上、下料位报警和连锁；

除尘器灰尘气力输送管道校堵检测(选项,如灰尘为其他输送方式则取消)。

9 煤粉制备(选项):

煤仓料位检测及越限报警、连锁;

煤仓给煤量控制;

沸腾炉温度、压力检测;

磨煤机入口管道温度检测及调节;

磨煤机出口管道温度检测及控制;

磨煤机进、出口管道压力检测;

磨煤机入口管道含氧量检测;

除尘器灰斗温度检测;

备除尘器出口管道压力检测;

除尘器出口管道含氧量检测(根据工艺流程选项);

煤粉仓温度检测及越限报警、连锁;

煤粉仓料位检测及越限报警、连锁;

煤粉仓空气中一氧化碳浓度检测及越限报警、连锁;

煤粉仓给煤粉量检测及控制。

主要控制功能包括:

配料、造球料仓料位管理;

配料配比计算及控制;

高压辊磨机给料直料柱仓料位控制(根据工艺流程选项);

高压辊磨机移动辊、固定辊速度控制(根据工艺流程选项);

高压辊磨机进料量控制(根据工艺流程选项);

造球加水控制;

造球机给料量控制;

造球机、刮刀电机转速的控制(用于盘式造球机);

燃烧系统的温度控制;

冷却机给料斗及卸料斗料位控制;

摆动胶带机、宽胶带机、链箅机、回转窑、冷却机速度控制。

10 辅助设施

10.1 总图运输

10.1.1 厂址选定是总图运输设计的首要问题,应在工程建设前期工作中做好厂址的选择工作。选好厂址是铁矿球团工程设计的前提,对工程质量起着前提性的作用。球团矿可进行长途运输,也是铁精矿深加工提高铁矿企业效益的有效途径,铁矿企业所生产的细精矿都将通过铁矿球团工程的建设,生产成球团矿后供钢铁厂使用。国际上球团矿的生产以“商品球团”为主,我国也要实行小铁矿并购,球团矿生产向大型化、商品化的发展方向。球团工厂设在钢铁厂内,主要是为了满足企业的生产需要,虽可利用钢铁厂的能源介质、公辅设施,但对减轻钢铁企业的环保压力 and 专业化生产管理不利。铁矿粉不宜长途运输,容易造成损失和环境污染,而球团矿可进行长途运输。

铁矿球团工程的厂址可选在矿山、港口、钢铁厂内和相关地段,应根据原燃料来源、产品销售和用户地点、交通运输条件和物流成本、环境影响水文地质、土地资源、人文因素等综合比较和评价后选择合适的厂址。

10.1.2 总平面布局中,工艺总图的平面布置是核心和关键,首先要做到物流快捷和布置紧凑,减少物料运输的能源消耗,在布置中要尽量减少转运次数和转运站的数量。在满足消防和检修的情况下,建筑物布置也应尽量紧凑。根据工艺和功能的特点,做到分区明确,以方便生产的操作和管理。设有料场时,应注意和球团主体工程的明显分离和方位的正确。

10.1.3 在有利于除尘、电力、给水、给气等辅助设施功能发挥的前提下,要注意缩短管线的长度,合理降低投资,特别是风管、电缆

等价格较高的管线。

10.1.5 利用地形布置在多平面内,虽然节约了投资,但对生产、管理和检修带来诸多不便。因此,铁矿球团工程总平面最好设置在一个标高的平面内。

10.2 除尘、通风、空调、采暖

10.2.1 铁矿球团生产采用的原料、燃料和辅料等都是很细的粉状物料,在贮运和生产过程中都极易引起扬尘,污染工厂环境,应设有除尘设施,其中包括设备的有效密封、粉尘的收集及管网、通风机、排气筒或烟囱等。

10.2.2 目前铁矿球团工程的除尘绝大多数采用干法。不采用湿法的原因是所产生的污水很难处理,而且投资费用更高,国外的球团工程也如此。干法除尘器主要有两种形式:电除尘器和袋式除尘器。前者使用成熟,被广泛采用,但除尘效率比后者略低;后者近年来技术有很大进步,滤袋材质和检修的改善,且具更高的除尘效率,因此越来越多地被采用,以袋式除尘器为宜。

10.2.3 在除尘管网系统的布置上有集中和分散两种方式,集中方式便于管理,但管网布置复杂,管线总长度长,投资略高,宜根据工程的具体情况采用两种方式的合理结合。球团矿生产过程中产生的粉尘颗粒硬度较高,表面尖锐有棱角,随气流运动对管道冲刷、磨损严重,应采取抗磨措施,特别是在气流拐弯和变向处,应设抗磨弯头。

10.2.4、10.2.5 铁矿球团焙烧是高温工艺,在高温车间都要设通风和空调设施,以改善劳动环境,保护电器等设备。

10.2.6 在严寒和寒冷地区根据有关规定需设置采暖设施,满足生产操作管理的需要。对铁精矿等物料的贮运设防冻措施,以保证生产的需要。采暖有汽暖和水暖两种方式,目前我国北方,大多采用水暖方式,安全性好,热能利用较好。

10.3 给水、排水

10.3.2 为防止结垢、悬浮物等堵塞管道,对水质有一定的要求,当水质硬度大时要设软化设施。软化处理设置的依据和方法是:当用地表水且用水量较小,循环水稳定指数为 5.0~6.0 时,宜采用磁化除尘器、静电除垢器和电子处理器等软化处理;当用地下水且水量较大,循环水稳定指数为 4.0~5.0 时,宜采用投加工业硫酸、阻垢剂等方法软化处理。

10.3.3 铁矿球团工程的工业用水主要用于造球加水、设备冷却;当设有湿球磨时,还需满足磨矿用水。为了节约用水,设循环给水系统和必要的污水处理设施,实行水的循环使用和串级使用,并尽可能地提高循环水利用率。

10.3.4 球团矿焙烧是利用燃料燃烧产生的高温,进行焙烧固结的工艺,同时全厂电力设施繁多,因而建筑物的消防等级较高,特别像焙烧室、链算机室、电气室等,要求配备有保证的消防用水和其他消防设施。

10.3.5 高位水箱可设在高架型造球室顶层,可满足供水水压的要求和减少工程量。

10.4 压缩空气及其他气体供应

10.4.1 铁矿球团工程需要的压缩空气,主要用于气动设备、干粉料的气力输送,自动化仪表用气,捅矿槽和设备、环境清扫等。当气源由外部引入时,虽然能统一管理,节约投资,但是在用气高峰时,压力和气量往往不能满足生产要求,因此最好自设专用的压气制备设施。

10.4.6 为确保安全,在磨煤、煤粉的贮存和煤气系统需有氮气供应设施。不在钢铁厂内或距离较远的以煤为主要燃料的大、中型球团工程,应设置制氮站。

10.5 建筑和结构

10.5.2 从工厂生产的环境保护、设备保护、改善操作条件和美化厂区环境出发,要尽可能采用封闭式厂房。

10.5.3 为了生产的安全及方便操作和管理,楼梯的角度要缓,不应采用大角度和过窄的走梯。

10.5.5 在厂房结构设计中,应注意设备的动力影响,尤其是高速运转的风机、旋转速度快的造球机、振动筛等,以及设备运转产生的水平推力。回转窑对沉降有严格的要求,一般采用桩基础,另外负荷大的成品矿仓和建筑高度高且荷载大的造球室也常采用桩基础。

10.5.7 为了加快建设速度,方便安装及今后的改造拆除,国外球团工程厂房建设结构都采用钢结构。在国内,高度大于10m的转运站、跨距大于17m的运输通廊,为便于施工和加快施工进度,在工程建设中也常采用钢结构。目前国内钢结构比混凝土结构造价高,大多采用混凝土结构,但随着发展模式的改进和技术进步,加工施工进度和有利技术改造,在大型球团工程建设中,提倡采用钢结构和增加钢结构用量。

11 计量、检化验和试验

11.1 计 量

11.1.1 进入球团生产的原料及出厂的成品球团矿均要准确计量,计量装置和计量方式可根据具体条件选定。其中胶带机输送的含铁原料、燃料计量一般使用电子皮带秤,气力输送的粉状物料可使用安装在管道上的固体流量计。

11.1.2 球团生产消耗的水、电、燃气、压缩空气、蒸汽、氮气等能源介质均要设置总计量。气态和液态物质的计量采用相应的流量计。

11.1.3 可靠检测仪表包括:

热电偶测温在实际生产中设备事故较多,由于物料黏结等会严重影响检测的准确性,故回转窑内温度检测可采用高温热成像装置。

高压辊磨机給料直料柱仓的料位检测,采用 γ 射线料位计。

冷却机給料仓内料温较高,又有耐火隔热材料,可采用高温热成像装置,间接反映环冷机給料仓料位。

11.2 检 化 验

11.2.1 自动取样相比于人工取样,不但可减轻劳动强度、改善劳动环境、确保人身安全,而且所取矿样更具有代表性和典型性,在大、中型球团工程中已广泛采用。

自动取样设备有多种。取样量大可采用带式取样机;取样量小可采用溜槽式或箱式取样机。其他有回转式和勺式取样机,可根据具体情况选定。

11.2.2、11.2.3 检验实验的项目、频度、设备和标准参照见表2。

表 2 检验试验的项目、频度、设备和标准

品名	检验项目	频度	检验设备	检验标准
粉矿	水分;粒度(mm):+10,-+8,+5,+3,+1,+0.5, +0.25,+0.125,+0.074,+0.063,-0.063,MS	1次/500t	干燥箱、电子天平、标准筛	ISO 3087:1998 ISO 4701:1999
	TFE,CaO,SiO ₂ ,Al ₂ O ₃ ,MgO,TiO ₂ ,MnO,P ₂ O ₅ ,S	1次/500t	X 荧光	—
	FeO	1次/周	湿法分析	—
造球 配合原料	水分;粒度(mm):+10,+8,+5,+3,+0.074, +0.5,+0.25,+0.125,+0.063,-0.063,MS	1次/d	—	—
	TFE,CaO,SiO ₂ ,Al ₂ O ₃ ,MgO,TiO ₂ ,MnO,P ₂ O ₅ ,S	1次/2d	—	—
	C	1次/班	碳硫仪(湿法分析 1月校核1次)	—
煤	水分、粒度:+50,25,10,6,3,1.5,0.6,0.3,-0.3,MS	1次/班	—	—
	FC ^d ,A ^d ,V ^d ,S ^d ,Q _{net,ad} (固定碳、灰分、挥发分、全硫、灰熔点、低位热值)	1次/班	马沸炉、定硫仪、 发热量测定仪、天平	—
	水分、粒度	1次/班 (每次由抽样批 次缩分组成)	—	ISO 3087:1998
石灰石或 其他熔剂	CaO,SiO ₂ ,Al ₂ O ₃ ,MgO,P ₂ O ₅ ,S,LoI,MS	1次/批	—	—
	CaO,SiO ₂ ,Al ₂ O ₃ ,MgO,P ₂ O ₅ ,S,K ₂ O,Na ₂ O,FeO, 蒙脱石含量、成质价、膨胀容、吸水率、细度	1次/批	X 荧光、原子吸收	ISO 4687
	粒度分布、转鼓指数	2次/班	机械振动筛	ISO 4701:1999
球团矿 物理性能	转鼓强度	1样/2h,2个样 合成一个样)	转鼓强度	ISO 3271:1995
	抗压强度	1次/样	抗压强度试验机	ISO 4700:1996
	还原度、膨胀指数、还原粉化指数	1次/2d	还原试验装置(含膨 胀、粉化)、球团矿体 积测定仪器、转鼓	ISO 7215:1995 ISO 4698:1994 ISO 4696-2:1998
球团矿 冶金性能	比表面积、水分	2次/班	比表面积、水分仪	—
	还原气体成分分析(N ₂ ,CO)	1次/7d	气相色谱仪	—

11.3 试 验

11.3.1 铁矿球团工程设试验研究室的目的有：

1 探索提高球团矿生产的产量和质量的技术措施,不断改进工艺和操作。

2 当原料性能有所变化时,要做好试验研究工作,以指导和调整各项工艺操作参数、优化操作方案和预告产品的质量指标。

3 对生产商品球团矿的球团矿生产企业,为了不断改善生产指标,改进产品质量,适应市场销售需要,需经常进行各种课题的试验研究工作,及时指导企业的生产运作。

11.3.2 对于生产商品球团矿的企业,产品销售需要出示所生产球团矿的冶金性能,因此其试验研究需设有各项冶金性能的测定装置。

12 维 修 检 修

12.0.1 球团厂维修和检修建议以回转窑耐火内衬检修为中心,建立年定修制度,可参照图 1 安排。

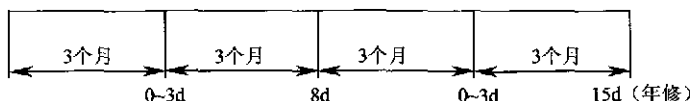


图 1 球团厂检修时间安排图

回转窑耐火砖使用寿命在高温区的为 1 年,中温区为 2 年,低温区可达 4 年,可分区逐年更换。

回转窑年修日程安排可参照表 3。

表 3 回转窑年修日程安排表(共 15d)

降温时间	拆炉时间	筑炉时间	升温时间	机动时间
2.5d	2d	5d	4.5d	1d

12.0.2 由于现代球团工厂检修普遍采用市场外包模式,不设专用维修和检修设施及人员。球团工厂维修和检修间一般不太大,避免“大而全”的做法。

12.0.3 各类仓库应做到分门别类,以方便清理和使用,特别是油料仓库,应分干油、稀油和燃油等分类分区存放,并应做到防火安全。

13 节 能

13.0.2 在球团矿生产中,由于采用了热气流的循环和再利用工艺,使热能得到了较高效的利用,因而球团生产相比于其他原料加工工艺是一项节能型工艺,优质球团矿生产也是钢铁生产的精料和节能最有效的技术措施。焙烧气体余热利用的高低,是球团矿生产节能的核心问题,只要是高于烟气酸露点以上的全部气体余热都应得到利用。

13.0.3 球团焙烧都是散热设备,有的温度很高,散热面积很大,应尽量减少其散热量。因此要降低设备的表面温度,在满足工艺要求的前提下,热设备的体积和散热面积要小,不应有太大的富裕量,更不应采取“大马拉小车”的设计指导思想,为优化生产、节能、减排,创造最基本的有利条件。

13.0.5 生产过程中产生的漏料、粉尘都含有铁、煤、熔剂成分,都可回收利用,积极实现循环经济。

13.0.6 铁矿球团生产原料不同及其焙烧性能不同热耗也不同。磁铁矿和赤铁矿生产球团矿的热耗,差异很大,即使相同种类的铁原料其焙烧性能也有差异,球团矿生产的焙烧热耗也不同;焙烧热耗还和单系统规模的大小有明显的关系。因此本规范指标可根据具体情况,采用可比能耗的计算方法合理增减来进行比对和考核。

14 安全与环保

14.1 安 全

14.1.1 以煤为主要燃料的球团工程应十分重视磨煤和贮存过程的安全和工业卫生设计,因为所用的煤种为烟煤,易产生自燃现象,煤粉贮存时间过长,易发生爆炸,应设有足够的安全和工业卫生设施。使用煤气作燃料的工程,由于煤气中所含 CO 对人体有极大的伤害,严重时危及生命,特别是高炉煤气更为危险,设计应十分重视安全设施的配备。

14.1.3 铁矿球团工程设计中尽可能的少用放射性仪表,其安全管理十分复杂。高压辊磨机上给料仓料位除外,由于物料的性质、料仓形状和位置的特殊及设备工作原理的要求,其他形式的料位计量仪都不能适用,只能采用伽马射线料位仪,并由高压辊磨机制造商规定供货。因此对放射性料位的相关工程设计,要严格符合安全与工业卫生有关放射性卫生防护要求和标准的规定。

14.2 环 保

14.2.2 铁矿球团工程排放烟气中除粉尘外,还有 SO_2 , 以及包括 NO_x 、HF、HCl、VOC、二噁英与呋喃等在内的有害气体。目前对 SO_2 排放的要求,除排放浓度和落地浓度要符合现行国家标准外,还受到排放总量的严格控制。排放浓度和落地浓度的控制可通过高烟囱来解决,但排放总量的控制只能用设置 SO_2 的脱除装置来解决。高烟囱对有害气体的浓度稀释有很好的作用,但首先要考虑脱除、收集,减少外排总量。随着对环保要求的越来越严格,在工程设计中要留有足够的脱硫场地和相关设施。脱硫的方法很多,也有许多工业生产实践,但都存在一定的缺点,需要进行认真

的比较和选择。其他有害气体的控制也会很快提到日程上来,我们要做好设计技术的准备。脱硫设备的选择,不但应具有良好的脱除功能,还应避免对环境的二次污染,同时注重经济效益的改善。

14.2.3 球团矿生产为粉料加工技术,极易产生粉尘,要特别重视如何减少粉尘的产生和防止扬尘。同时粉尘中含有铁和煤等有用成分,应加以收集和回收利用。为防止二次污染和节约用水,宜采用干式除尘器。目前采用的袋式除尘器或电除尘器,效率高且便于管理和费用低,工艺废气除尘设备的选择不但应有良好的除尘效果,还应适应工艺的要求,防止对生产的干扰,同时注意设备的可靠性。

14.2.5 球团生产的噪声主要来自设备运转和管道阀门等,在设计中应选用低噪声的工艺和设备,并采取隔声、吸声、消声、减振、防止撞击等技术措施和设施。

14.2.6 做好绿化,提高绿化率,建设“花园式”工厂,实现绿色生产,是球团工程设计和建设的重要组成部分。

14.3 消 防

14.3.1 球团矿的焙烧是在火焰燃烧和高温下进行,有时还会有明火和可燃气体的泄漏,应十分重视防火设计。铁矿球团生产技术归属钢铁冶金行业,因此其工程设计的消防严格执行现行国家标准《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414 有关规定。

14.3.2 球团工程中按火灾的危险性分类,电子楼为丁类,其他为戊类;房屋耐火等级均为Ⅱ级。

14.3.3 应十分重视靠近热设备周边电缆防火设计。一旦电缆烧损就会引起事故,中断生产,造成严重的经济损失。