

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50408 - 2007

烧 结 厂 设 计 规 范

Code for design of sintering plant

2007 - 02 - 27 发布

2007 - 07 - 01 实施

中 华 人 民 共 和 国 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

烧结厂设计规范

Code for design of sintering plant

GB 50408 - 2007

主编部门：中国冶金建设协会

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2007年7月1日

中国计划出版社

2007 北 京

中华人民共和国建设部公告

第 577 号

建设部关于发布国家标准 《烧结厂设计规范》的公告

现批准《烧结厂设计规范》为国家标准,编号为 GB 50408—2007,自 2007 年 7 月 1 日起实施。其中,第 3.0.5 (4)、3.0.10 (4)、5.1.1 (2)、5.7.1、6.0.3 (2) 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二〇〇七年二月二十七日

前 言

本规范是根据建设部建标函[2005]124号“关于印发《2005年工程建设标准规范制定、修订计划(第二批)》的通知”的要求,由主编单位中冶长天国际工程有限责任公司会同各参编单位,在各钢铁公司炼铁厂或烧结厂、中国金属学会、有关大专院校等单位的协助下编制而成。

本规范在编制过程中,全面检索、收集了国内外的有关资料;组织了调研,开展了必要的专题研究和技术研讨;借鉴了相关标准规范;广泛征求了有关生产、设计单位和大专院校的意见,对主要问题和疑难问题进行了反复的研讨和修改;最后经审查定稿。

本规范共分11章,主要内容有:总则,术语,基本规定,原料、熔剂、燃料及其准备,烧结工艺与设备,能源与节能,电气与自动化,计量、检验、化验与试验,设备检修及检修装备,环境保护,安全、工业卫生与消防等。

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。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释,由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。本规范在执行过程中,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交中冶长天国际工程有限责任公司科技质量部(地址:湖南省长沙市劳动中路1号,邮编:410007),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 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)

参 编 单 位: 鞍山钢铁(集团)公司炼铁总厂

武汉钢铁(集团)公司烧结厂
宝山钢铁股份公司炼铁厂
新余钢铁有限责任公司烧结厂
广东韶钢松山股份有限公司烧结厂
中冶北方工程技术有限公司(原鞍山冶金设计
研究总院)
中冶华天工程技术有限公司(原马鞍山钢铁设
计研究总院)

主要起草人:唐先觉 何国强 王根成 孙文东 严 幸
冯国辉 陈乙元 杨熙鹏 毛晓明 汪力中
许景利 王菊香 夏耀臻 朱雪琴 刘湘佩
谌浩渺 陈猛胜 朱晓春 孔令坛 王维兴
姜 涛 范晓慧 王赛辉 钮心洁

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(5)
4 原料、熔剂、燃料及其准备	(7)
4.1 原料、熔剂及燃料入厂条件	(7)
4.2 原料、熔剂、固体燃料的接受与贮存	(8)
4.3 石灰石、白云石和固体燃料的准备	(8)
5 烧结工艺与设备	(10)
5.1 工艺流程的确定原则	(10)
5.2 配料	(10)
5.3 加水、混合与制粒	(11)
5.4 布料、点火与烧结	(11)
5.5 烧结抽风与烟气净化	(13)
5.6 烧结矿冷却	(13)
5.7 烧结矿整粒	(14)
5.8 成品烧结矿质量、贮存及其输出	(14)
6 能源与节能	(16)
7 电气与自动化	(18)
7.1 电气	(18)
7.2 自动化	(18)
8 计量、检验、化验与试验	(20)
8.1 计量	(20)
8.2 检验、化验	(20)
8.3 试验	(20)

9 设备检修及检修装备	(21)
10 环境保护	(22)
11 安全、工业卫生与消防	(24)
本规范用词说明	(25)
附:条文说明	(27)

1 总 则

1.0.1 为在烧结厂工程设计中贯彻执行国家法律法规和有关技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于钢铁公司各种类型铁矿石烧结厂的新建、扩建和改造设计。

1.0.3 烧结厂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 原料 raw materials

指含铁原料,为烧结使用的铁粉矿、铁精矿及其他含铁料的总称。

2.0.2 熔剂 flux

石灰石、白云石、生石灰、消石灰、轻烧白云石粉、菱镁石等碱性物质的总称。

2.0.3 燃料 fuel

焦粉、无烟煤、燃气的总称。焦粉、无烟煤又称固体燃料。

2.0.4 混匀料场 blending yard

原料堆积混匀和存放混匀矿的场地。

2.0.5 混匀矿 blended ores

理化性能不一的原料经配料、堆积混匀后达到预计的理化性能均一的原料。

2.0.6 烧结 sinter

含铁原料加入熔剂和固体燃料,按要求的比例配合、加水混合制粒后,平铺在烧结机台车上,经点火抽风烧结成块的过程。

2.0.7 利用系数 sintering machine productivity

单位烧结面积成品烧结矿的小时产量,以 $t/(m^2 \cdot h)$ 表示。

2.0.8 自动重量配料 automatic weight proportioning

所需的含铁原料、熔剂、固体燃料等按重量配比进行自动调节各种物料给定量的方法。

2.0.9 燃料分加 divided fuel addition

一部分固体燃料加入烧结料中,经加水混合制粒后再将另一部分固体燃料外滚的方法。

2.0.10 混合料 mixture

含铁原料、熔剂、固体燃料和添加水经过圆筒混合机混合并制粒后的产品。

2.0.11 铺底料 hearth layer

在烧结机上铺上混合料之前先铺上的一层垫底料。

2.0.12 料层厚度 bed depth

生产时,烧结机台车上的混合料与铺底料厚度之和。

2.0.13 料层透气性 permeability

铺在烧结机上的混合料,在一定的料层厚度和负压的情况下,单位烧结面积每分钟通过的风量。

2.0.14 小球烧结 minipellet sintering

将混合料制成大于 3mm 占 75%以上的小球进行烧结的方法。

2.0.15 低温烧结 low temperature sintering

以较低的温度烧结,产生一种强度高、还原性好的针状铁酸钙为主要粘结相的烧结方法。

2.0.16 热风烧结 hot gas sintering

将冷却机的热废气引入点火保温炉后面的烧结机密封罩内,对烧结机表层物料继续加热的方法。

2.0.17 烧结饼 sinter cake

烧结完成后固结的大块物料。

2.0.18 热返矿 hot return fines

烧结饼经热矿破碎和筛分后所得的筛下物。

2.0.19 烧结矿冷却 sinter cooling

烧结饼破碎后进行强制鼓风或抽风冷却的过程。

2.0.20 机外冷却 off-strand cooling

烧结饼破碎后,在烧结机外的冷却机中进行的冷却。

2.0.21 机上冷却 on-strand cooling

烧结饼在烧结机上进行的冷却。

2.0.22 烧结矿整粒 sinter sizing

烧结矿冷却后进行筛分或兼有冷破碎设施,分出高炉要求粒度范围的成品烧结矿、烧结用的铺底料以及返矿的过程。

2.0.23 冷返矿 cold return fines

烧结矿冷却后筛分整粒所分出的返矿。

2.0.24 高碱度烧结矿 high basicity sinter

碱度(CaO/SiO_2)为 1.6 以上的烧结矿。

2.0.25 炉料结构 burden design

高炉炼铁时装入高炉的含铁炉料的构成,即块矿、烧结矿和球团矿等各种炉料的搭配组合。

2.0.26 主电气楼 main electrical building

设置变配电设备、自动控制设备的厂房。

2.0.27 主控室 main control room

对生产过程和设备进行集中操作、监控、生产组织和指挥控制的中心。

3 基本规定

3.0.1 开展烧结厂设计应有充分的设计依据和完整的设计基础资料。

3.0.2 烧结厂厂址应选择钢铁公司内且靠近高炉与原料混匀料场,并充分考虑地形、工程地质、水文、地震、环境保护及历史上的洪水标高、气象、自然、生态和社会经济环境、工业交通、区域经济以及钢铁公司生产要求等因素。

3.0.3 烧结厂总图布置应流程顺畅、力求紧凑、利用地形、节约用地、减少土石方量、少占农田,并根据规划需要确定是否预留发展余地。

3.0.4 烧结厂规模的确定,应在原料落实的基础上,根据公司发展规划和高炉炉料结构对烧结矿的数量和质量要求而确定,并考虑少量富余能力。

3.0.5 烧结机的规模和准入应符合下列规定:

- 1 大型:烧结机单机面积等于或大于 300m^2 。
- 2 中型:烧结机单机面积等于或大于 180m^2 至小于 300m^2 。
- 3 小型:烧结机单机面积小于 180m^2 。
- 4 烧结机市场准入的使用面积应达到 180m^2 及以上。
- 5 大中型烧结机应采用带式烧结机。

3.0.6 烧结试验,应符合下列规定:

- 1 对常用的含铁原料只进行烧结杯试验,包括优化配矿试验等;如有类似条件的试验或生产数据,也可不进行试验。
- 2 对复杂或尚无生产实践的含铁原料及特殊的工艺流程,应在烧结杯试验的基础上,再进行半工业性试验或工业性试验。

3.0.7 烧结机利用系数,应符合下列要求:

1 以铁粉矿为主要原料时,烧结机利用系数应等于或大于 $1.30\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

2 以铁精矿为主要原料时,烧结机利用系数应等于或大于 $1.20\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

3 上述两种原料同时使用时,可根据两者的比例及其烧结性能确定。

3.0.8 烧结厂的工作制度应按连续工作制进行设计。

3.0.9 烧结厂日历作业率宜取 $90\% \sim 94\%$,大型厂取中上限值,中型厂取中下限值。

3.0.10 设备选型应符合下列要求:

1 主要设备应采用国内先进、安全可靠、节能和环保型的设备,当国产设备不能满足要求时,可考虑引进技术或设备,引进的技术或设备必须先进实用、环境友好。

2 辅助设备的规格和性能应与烧结机匹配,并留有一定的富余。

3 严重影响烧结机作业率的主要生产设备,可考虑设置备用机或备用系统。

4 禁止采用国内外淘汰的二手烧结生产设备。

4 原料、熔剂、燃料及其准备

4.1 原料、熔剂及燃料入厂条件

4.1.1 原料进入烧结厂应符合下列条件：

1 含铁原料的粒度宜为 8~0mm,轧钢皮和钢渣的粒度应分别小于 8mm 和 5mm。特殊铁粉矿和铁精矿的粒度要求应根据试验确定。

2 含铁原料应混匀,混匀矿铁品位波动的允许偏差宜为 $\pm 0.5\%$; SiO_2 波动的允许偏差宜为 $\pm 0.2\%$ 。

3 磁铁精矿水分应小于 10%,赤铁精矿水分应小于 11%。

4.1.2 熔剂进入烧结厂应符合下列条件：

1 石灰石粒度宜为 80~0mm, CaO 含量不宜小于 52%, SiO_2 含量不宜大于 2.2%,水分宜小于 3%。

2 生石灰粒度宜小于或等于 3mm, CaO 含量宜等于或大于 85%。

3 消石灰粒度宜小于或等于 3mm,水分宜为 18%~20%, CaO 含量宜等于或大于 60%。

4 白云石粒度宜为 80~0mm,水分宜小于 4%, MgO 含量宜等于或大于 19%, SiO_2 含量宜小于或等于 3%。

5 蛇纹石粒度宜为 40~0mm,水分宜小于 5%, ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 含量宜大于 35%。

6 轻烧白云石粉粒度宜为 3~0mm, CaO 含量宜等于或大于 52%, MgO 含量宜等于或大于 32%, SiO_2 含量宜小于或等于 3.5%。

4.1.3 燃料进入烧结厂应符合下列条件：

1 碎焦粒度宜为 25~0mm,固定碳含量宜大于 80%,水分宜

小于 12%。

2 无烟煤粒度宜为 40~0mm,水分宜小于 10%,灰分宜小于 15%,挥发分宜小于 8%,硫宜小于 1%,固定碳宜大于 75%。

3 烧结点火用燃料宜采用焦炉煤气、天然气、转炉煤气或高热值煤气与低热值煤气配合使用。烧结主厂房边交接管点处煤气压力不应低于 5300Pa。煤气热值宜等于或大于 5050kJ/m³,达不到要求应采取相应措施。各种煤气含尘量均应小于 10mg/m³。

4.2 原料、熔剂、固体燃料的接受与贮存

4.2.1 原料场有混匀料场时,烧结厂不宜再设原料仓。

4.2.2 混匀料场设在烧结厂时,在多雨或严重冰冻地区可考虑设室内混匀设施。

4.2.3 大中型烧结机的铁粉矿等大宗原料受料宜采用翻车机;轧钢皮等小批量受料采用受料槽,并设机械化卸料装置。

4.2.4 卸料不宜采用抓斗桥式起重机卸车方式。

4.2.5 采用汽车运输时,可设专用汽车受料槽。

4.2.6 翻车机室和受料槽的地下建筑部分应设防水、排水及通风除尘设施。

4.2.7 经料场混匀的原料由胶带输送机直接送至烧结配料槽。生石灰宜由密封罐车运至配料室并采用气动输送系统送至配料槽内。

4.2.8 石灰石、白云石和固体燃料在烧结厂加工时应设熔剂仓和燃料仓。有专用运输线时贮存时间宜为 3~5d,无专用运输线宜为 5~7d。

4.2.9 严重冰冻地区原料的接受和贮存系统应设有防冻、解冻设施。

4.3 石灰石、白云石和固体燃料的准备

4.3.1 石灰石、白云石和固体燃料破碎筛分车间宜设在烧结厂,

将石灰石、白云石和固体燃料加工成合格产品后送往配料槽。

4.3.2 石灰石、白云石的准备应采用闭路破碎筛分流程。

4.3.3 配料的石灰石、白云石的最终粒度小于 3mm 的应占 90% 以上。

4.3.4 进入烧结厂的碎焦,应采取措施控制其粒度和水分。当碎焦粒度为 25~0mm 时,应采用二段开路破碎流程。粒度小于 10mm,且小于 3mm 粒级的碎焦含量占 30% 以上时,可采用预先筛分、一段开路破碎流程。粒度大于 25mm 粒级含量约占 10% 以上时可采用预先筛分分出大块,再用二段开路破碎流程。

4.3.5 无烟煤破碎,可根据粒度、水分等具体条件采用二段开路破碎流程,小于 3mm 粒级含量占 30% 以上时,可在一段破碎前增加预先筛分。

4.3.6 碎焦和无烟煤加工的最终粒度小于 3mm 的应分别占 85% 以上和 75% 以上。

4.3.7 不同品种或理化性能相差较大的固体燃料,应分开破碎。

4.3.8 固体燃料的破碎应避免采用易于产生过粉碎的破碎设备。

4.3.9 石灰石、白云石和固体燃料破碎前应设除铁装置。

5 烧结工艺与设备

5.1 工艺流程的确定原则

5.1.1 工艺流程的确定,应符合下列规定:

1 烧结工艺流程应以生产过程稳定、产品质量优良、综合利用、节约能源、环境友好及安全生产为原则,根据规模、原燃料和熔剂条件及其运输接受方式,产品方案、内部物流及其运输方式,试验结论,设备制造情况,日常维护等确定。

2 确定工艺流程时必须采用冷烧结矿,禁止采用热烧结矿。

5.2 配 料

5.2.1 配料系统系列数的确定,应和烧结系统匹配,即按一对一设置。

5.2.2 包括冷、热返矿和高炉返矿在内,所有原料、熔剂和固体燃料都应采用自动重量配料。

5.2.3 配料槽贮存时间应为 8h 以上。

5.2.4 配料槽格数与配料量及配料设备能力有关;主要含铁原料不应少于 3 格,辅助原料一般应为每种 2 格,配料量小的,也可采用 1 格两个下料口。

5.2.5 主要含铁原料和粘性小的物料应首先进行配料,燃料不宜放在最前配料。

5.2.6 烧结和高炉返矿宜分别配料。

5.2.7 配料中宜添加生石灰或消石灰作熔剂,以强化制粒和烧结过程;添加数量要根据原料条件、试验结论等具体情况确定,每吨成品烧结矿添加量宜为 20~60kg。以烧结铁粉矿为主时取中下限值,以铁精矿为主时取中上限值。

5.2.8 生石灰消化设施的设置,应根据原料条件、试验结论、环保要求、生石灰配加量及采用的混合制粒时间确定。

5.3 加水、混合与制粒

5.3.1 以铁粉矿为主要原料时应采用二段混合。以铁精矿为主要原料时若采用小球烧结法可设三次混合进行固体燃料外滚。

5.3.2 混合与制粒设备一般采用圆筒混合机和圆筒制粒机;采用小球烧结法时,也可采用圆盘造球机制粒。在混合与制粒设备内宜采取多种措施强化混合与制粒的功能。

5.3.3 总混合制粒时间宜采用 5~9min,以铁粉矿为主要原料时宜取下限值,以铁精矿为主要原料时宜取中上限值(包括固体燃料外滚的时间在内)。

5.3.4 圆筒混合机充填率,一次混合机宜为 10%~16%,二次混合(制粒)机宜为 9%~15%。

5.3.5 混合机配置,应符合下列规定:

- 1 三次圆筒混合机宜设在主厂房的高层平台上。
- 2 一次圆筒混合机与二次圆筒混合机宜设置在地面上。
- 3 圆筒混合机与给料胶带机宜为顺交方式配置。

5.3.6 混合料添加水量应采用实用可靠的自动测量与控制装置。

5.3.7 混合料铺至烧结机台车前,宜采用蒸汽、热水等加以预热。添加地点宜放在二次圆筒混合机和三次圆筒混合机及相应的矿槽内,或视具体情况而定。

5.4 布料、点火与烧结

5.4.1 大、中型带式烧结机的布料,应符合下列规定:

- 1 烧结原料以铁粉矿为主时,采用梭式布料机、缓冲矿槽、圆辊给料机和自动清扫的反射板或辊式布料器。
- 2 烧结原料以铁精矿为主采用小球烧结法时,可用摇头皮带

机或梭式布料机、宽胶带机和辊式布料器。也可采用本条第 1 款的方式。

5.4.2 烧结机规格应与高炉匹配并应大型化。

5.4.3 带式烧结机应采用新型结构,包括头部和尾部都采用星轮装置,尾部采用水平移动架及风箱端部采用浮动式密封装置等。

5.4.4 主厂房内烧结机台数不宜过多,一般宜设置 1 台,中型偏小的烧结机不应超过 2 台。

5.4.5 烧结机应设铺底料设施,铺底料贮存时间宜按 1~2h 考虑。铺至烧结机台车上的铺底料厚度宜为 20~40mm。

5.4.6 大中型烧结机设计应采用厚料层烧结,其料层厚度(包括铺底料厚度)以铁精矿为主采用小球烧结法时,宜等于或大于 580mm,以铁粉矿为主时宜等于或大于 650mm。

5.4.7 利用冷却机的热废气无风机进行热风烧结时,应有足够的鼓风余压、抽风负压和热压差。

5.4.8 采用小球烧结法时,可在点火前设干燥段预热混合料。

5.4.9 混合料点火温度宜为 1000~1200℃,特殊原料点火温度应根据试验确定。点火时间宜为 1~1.5min。

大中型烧结机点火用燃料宜采用本规范第 4.1.3 条第 3 款所述的各种煤气。不宜采用煤粉、发生炉煤气和重油点火。

点火保温设备应采用新型节能点火保温炉。

5.4.10 烧结饼破碎应采用剪切式单辊破碎机。破碎后粒度应为 150mm 以下。

5.4.11 大中型烧结机应取消热矿筛。如混合料水分高、烧结困难或不足以将混合料预热到需要的温度时也可保留热矿筛。

5.4.12 有热返矿时,宜在烧结机尾直接参加配料,但返矿槽应有一定的容积,并宜将热矿筛偏离矿槽中心,以保证返矿配料的稳定,防止对筛子的直接热辐射。

5.4.13 主厂房或靠近并可通往主厂房的主电气楼内应设置客货两用电梯。

5.5 烧结抽风与烟气净化

5.5.1 烧结机每分钟单位烧结面积平均风量宜取 $90 \pm 10 \text{m}^3$ (工况), 以褐铁矿、菱铁矿为主要原料时可超过 100m^3 (工况)。

5.5.2 抽风机压力应根据原料性质、料层厚度、箅条和管道及除尘器阻力、海拔高度合理确定。目前大中型烧结机主抽风机前的负压宜取 $15.0 \sim 17.2 \text{kPa}$ 。

5.5.3 烧结烟气除尘应采用二段进行, 第一段应为降尘管, 第二段应为除尘器。大中型烧结机宜设双降尘管。

5.5.4 除尘器形式应满足排放标准的要求。宜采用卧式干法电除尘器。

5.5.5 大中型烧结机头部采用电除尘器时, 降尘管应设有烟气温度自动调节装置。

5.5.6 降尘管的卸灰装置宜采用新型双层卸灰阀。

5.5.7 烟囱高度与原料条件、烟气性质和排放标准等因素有关, 应通过计算并结合实际合理确定。

5.6 烧结矿冷却

5.6.1 烧结矿冷却形式选择, 应符合下列规定:

1 烧结矿冷却宜选用机外冷却。对于褐(菱)铁矿, 也可考虑选用机上冷却。

2 大中型烧结机应采用鼓风环式冷却机, 鼓风环式冷却机布置困难时, 也可采用鼓风带式冷却机。

5.6.2 冷却机的冷却面积与烧结机烧结面积之比, 应符合下列规定:

1 鼓风冷却方式, 冷却面积与烧结面积之比宜为 $0.9 \sim 1.20$ 。

2 机上冷却方式, 冷却面积与烧结面积之比宜为 1.0 左右, 褐铁矿可酌减。

3 冷却面积应留有一定余地, 以保证冷却效果并留有提高产

量的可能性。

5.6.3 鼓风式冷却机内料层厚度应为 1000~1500mm。

5.6.4 鼓风式冷却机需冷却的每吨物料(烧结矿)采用的风量应为 2200~2500m³。冷却时间应为 60min 左右。

5.6.5 冷却机卸出的烧结矿平均温度应小于 150℃。

5.7 烧结矿整粒

5.7.1 新建烧结机和小型烧结机改、扩建为大中型烧结机均应采用烧结矿整粒与分出铺底料工艺。

5.7.2 整粒流程应根据建设场地、烧结矿性能和高炉要求等因素确定。除个别大块较多者外,不宜采用烧结矿冷破碎设备,仅设三段冷筛分工艺,筛分设备采用振动筛。

机上冷却的整粒可按具体条件确定。

5.7.3 设置烧结矿冷破碎设备时,应采用双齿辊破碎机,并应设四次冷筛分工艺,一次筛分应为固定筛,二、三、四次筛分应为振动筛。烧结矿冷破碎前应设自动除铁装置。

5.7.4 通过整粒输出的成品烧结矿粒度、铺底料粒度和返矿粒度,应符合下列规定:

1 无冷破碎时,烧结矿粒度宜为 150~5mm,有冷破碎时,烧结矿粒度宜为 50~5mm。其中,粒度大于 50mm 的烧结矿含量宜小于或等于 8%,粒度小于 5mm 的烧结矿含量宜小于或等于 5%。

2 铺底料粒度宜为 20~10mm。

3 返矿粒度宜小于 5mm。

5.7.5 烧结矿整粒系统应根据条件设置备用系列,或备用筛分设备,或设旁通系统。

5.8 成品烧结矿质量、贮存及其输出

5.8.1 高碱度烧结矿为高炉最主要的含铁原料,其质量应达到表 5.8.1 的要求。

表 5.8.1 高炉对高碱度烧结矿的质量要求

炉容级别(m ³)	1000	2000	3000	4000	5000
铁分波动(%)	≤±0.5	≤±0.5	≤±0.5	≤±0.5	≤±0.5
碱度波动(%)	≤±0.08	≤±0.08	≤±0.08	≤±0.08	≤±0.08
铁分和碱度波动的达标率(%)	≥80	≥85	≥90	≥95	≥98
含 FeO(%)	≤9.0	≤8.8	≤8.5	≤8.0	≤8.0
FeO 波动(%)	≤±1.0	≤±1.0	≤±1.0	≤±1.0	≤±1.0
转鼓指数, +6.3mm(%)	≥71	≥74	≥77	≥78	≥78

5.8.2 烧结矿应设置直接送至高炉矿槽的运输系统,同时应设贮存设施。烧结矿贮存根据不同情况,可在原料场贮存,也可设成品矿仓贮存。原料场贮存烧结矿的贮存时间宜为 3~7d。矿仓贮存时间宜为 8~12h。

5.8.3 烧结矿产量应为烧结厂输出的成品烧结矿量。

6 能源与节能

6.0.1 烧结厂工序能耗设计指标,应以每吨成品烧结矿所消耗的千克标准煤计,并应符合下列规定:

1 大型烧结机的工序能耗宜取 60.00~68.00kg 标准煤/t (1760~1990MJ/t)。

2 中型烧结机宜取 64.00~72.00kg 标准煤/t (1870~2100MJ/t)。

3 烧结机规格大并以磁铁矿为主要原料时宜取中下限值,烧结机规格小并以赤铁矿为主要原料时宜取中上限值。

6.0.2 应采用资源和能源消耗低的新工艺、新技术、新设备,并应符合下列规定:

1 优化配矿,生产优质高碱度烧结矿。

2 在保证烧结矿质量和环保的前提下,尽量提高烧结机的利用系数和作业率。

3 烧结机应力求实现大型化。

4 固体燃料的破碎不宜选用易于产生过粉碎的设备,要尽量减少过粗过细的粒级。燃料的平均粒度应达到 1.2~1.5mm。

5 应采用自动重量配料,提高配料精度。

6 宜添加部分生石灰或消石灰作熔剂,添加生石灰更好,强化制粒和烧结过程。

7 宜采用蒸汽、热水预热混合料。

8 混合制粒时间包括设有固体燃料外滚的时间在内,宜采用 5~9min,并采用高效混合制粒设备。

9 应采用新型节能点火保温炉。

10 应采用先进而又节能的烧结新工艺、新技术,包括厚料层

烧结、低温烧结、小球烧结、高铁低硅烧结、热风烧结、燃料分加等。

11 应选用节能型的设备,包括新型结构、漏风量小的带式烧结机,新型节能点火保温炉,高效振动筛,高效率的主抽风机及低耗损的变压器等。

12 应控制冷、热返矿的粒度,设计应考虑定期更换冷、热筛的筛板,将返矿中等于或大于 5mm 的粒级纳入成品中。

13 合理选择单位烧结面积的风量和主抽风机前的负压,避免选用过大的主抽风机。

14 应采用干式高效除尘器,避免污水处理,节水节电。

15 提高烧结厂的自动化水平,采用过程自动化检测、控制,力求烧结过程在最佳的工艺状态下进行。

6.0.3 提高废热、废水、废物的综合利用水平,应符合下列要求:

1 新建和改、扩建的烧结机应设计余热利用。

2 烧结生产废水经处理后应循环使用。

3 钢铁公司内的碎焦、轧钢皮、各种含铁粉尘泥渣及烧结厂本身的含铁含碳粉尘,应处理后在烧结厂回收利用。

7 电气与自动化

7.1 电 气

7.1.1 新建或改、扩建为大中型的烧结机宜设置主电气楼,主电气楼宜布置在主厂房附近并相互连通。按二级负荷供电时,宜由两回路同级电压供电 10kV(6kV);同时供电的两回路及更多回路的供配电线路中一回路中断供电时,其余线路应能满足全部二级负荷用电的要求。

7.1.2 厂内高压配电系统宜采用放射式配电形式;变电所及配电室的高压及低压母线宜采用单母线或分段单母线结线方式,分段处应装设断路器。

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采用高压真空断路器或高压真空接触器及熔断器组(F-C 回路)。

厂内高压配电系统宜选用 D、Yn11 结线组别的三相配电变压器。

7.1.3 主抽风机宜采用同步电动机并宜采用软起动方式。

需要调速的设备宜采用交流变频调速装置。

需频繁换向的电动机控制装置,宜采用无触点开关或交流变频器。

7.1.4 主工艺设备的控制应有系统集中控制和单机机旁操作,部分设备宜采用远程单机控制。

7.2 自 动 化

7.2.1 新建的大中型烧结厂,应具有较高自动控制水平。全厂应采用三电一体(EIC)的计算机控制系统,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。主要的工艺过程应进行自动控制和调节,如配比计算及控制、混合料添加水控制、料层厚度控制、点火炉燃烧控制等。

应在电气楼设置主控室,对整个烧结主工艺系统进行操作、监视、控制、报警和管理。在其他变电所设置远程站,各远程站间应以数据通信方式传达信息。

有条件的可采用上位机管理,过程计算机控制系统应留有与上位机的通信接口。

7.2.2 烧结厂的通信设施除通常的行政电话、生产调度电话外,还宜采用指令对讲扩音通信、无线对讲通信。对火灾自动报警装置一般应采用区域型报警系统,且火灾报警系统应与主要消防设备联动。对重要的工艺过程环节,应采用工业电视系统进行监控。

8 计量、检验、化验与试验

8.1 计 量

8.1.1 进入烧结厂的各种含铁原料、熔剂、燃料及出厂的成品烧结矿均应准确计量,计量装置和计量方式可根据具体条件选定。

8.1.2 水、电、煤气、压缩空气、蒸汽、氮气等能源介质除应设置总计量装置外,在各主要使用点(厂内各变电所及容量大的设备)也应设单独计量装置。

8.2 检验、化验

8.2.1 新建和改、扩建的烧结厂宜设置自动定时采样,并设置缩分、制样等设施。

8.2.2 烧结厂的各种含铁原料、熔剂、固体燃料、返矿、混合料及成品烧结矿均应定时进行物理检验与化学分析。

8.2.3 各种含铁原料、熔剂、固体燃料、返矿、混合料的物理检验与化学分析项目应包括化学成分、粒度和水分。成品烧结矿物理检验与化学分析项目应包括化学成分、粒度与强度以及冶金性能检验(还原度和低温还原粉化率等)。上述检验、化验可在钢铁公司检化验中心完成。

8.2.4 烧结厂设计应确定测定项目、物理检验与化学分析内容、取样制度及取样地点。

8.3 试 验

8.3.1 大中型烧结厂应设烧结试验室,也可设在钢铁公司试验中心。

9 设备检修及检修装备

9.0.1 烧结厂机械设备备件(铸件、锻压件、铆焊件、机械加工件)与易耗件,以及材料、油料和备件库,应由钢铁公司统一解决。

9.0.2 烧结设备的大中小修,应由钢铁公司统一安排,宜采用检定修制。

9.0.3 烧结厂可设机械维修车间(或检修站),承担烧结机械设备的检查维护、清洗、调整、更换易损件、修补金属构件、加油润滑以及少量配件的加工和制作等。此部分工作也可由钢铁公司统一安排。

9.0.4 烧结厂风机转子的动平衡试验,应由钢铁公司统一进行或外协解决。

9.0.5 烧结主厂房±0.00 平面应设有台车修理间。

9.0.6 烧结设备检修的整体装备水平,应根据烧结厂规模和设备最大件的情况确定。

10 环境保护

10.0.1 烧结厂环境保护设计应包括烟气、尘泥、污水及噪声的控制。

10.0.2 烧结烟气中有害气体(SO_x 、 NO_x)的控制,应符合下列规定:

1 设计应推行清洁工艺,宜选用低毒低害的优质含铁原料、熔剂和固体燃料,并采用资源和能源消耗低、有害气体发生量少的新工艺、新技术、新设备,如厚料层烧结、低温烧结、小球烧结等。

2 烟气有害气体浓度低,高空稀释后能达到标准时,宜采用高烟囱排放,并留有脱除有害气体设施的位置。

3 烟气中有害气体超过国家、行业和地方规定的排放标准,或在建设地区大气环境容量不允许的情况下,必须采取有效措施进行治理。

4 引进的技术与装置,有害气体排放标准必须是国内或严于国内的标准。

10.0.3 防尘与除尘,应符合下列规定:

1 工艺布置应尽量减少物料的转运次数并降低其落差,减少扬尘量。

2 采用粉尘发生量少的工艺、技术和设备,如铺底料、热风烧结、对辊破碎机等。

3 在生产过程中产生或散发的粉尘应采取密封和收尘措施。

4 废弃物的处理与堆存应防止风吹、雨淋、挥发、自燃等各种因素造成的二次污染与危害。

5 钢铁公司的含铁粉尘泥渣应另行处理后由烧结厂回收利用。

6 环境收尘应采用袋式除尘器、电除尘器或其他形式的高效除尘设备。条件允许时可优先采用袋式除尘器。

7 烟气和环境除尘应采用干式高效除尘器,避免污水处理。

10.0.4 污水处理,应符合下列规定:

1 烧结厂设计不宜采用全方位大面积的冲洗,局部冲洗地坪和洒水清扫的污水污泥必须集中处理后分别回收利用。

2 正常生产时无生产污水、废水排放。

10.0.5 噪声防治,应符合下列规定:

1 设计应选用低噪声工艺和低噪声设备。

2 按照工业企业厂界噪声标准,对高噪声设备应采取消声、减振或隔声等有效防治措施,确保厂界噪声达到相关厂界噪声控制标准要求。

10.0.6 烧结厂设计应同时考虑厂区绿化。

10.0.7 新建和改、扩建的烧结厂环保设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

11 安全、工业卫生与消防

11.0.1 烧结厂设计应包括烧结厂安全、工业卫生与消防设计。

11.0.2 烧结厂设计必须有完备的消防、防爆、防雷电、防洪设施。其中点火保温炉用煤气应有自动切断保护措施,在烧嘴上方的空气总管末端采取防爆措施;机头电除尘器应根据烟气和粉尘性质设置防爆防腐设施;运输烧结矿的胶带输送机尾部均应设喷水装置。

11.0.3 烧结厂设计必须有设备安全运转与事故防范措施。

11.0.4 烧结厂设计必须有电气安全设施及安全照明设施。

11.0.5 烧结厂设计必须有防伤害与保障人身安全设施。

11.0.6 引进的技术与装备,其安全、工业卫生与消防设施必须符合我国实际情况与要求。

11.0.7 新建和改、扩建烧结厂安全、工业卫生与消防设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

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,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

烧 结 厂 设 计 规 范

GB 50408 - 2007

条 文 说 明

目 次

1	总 则	(31)
3	基本规定	(32)
4	原料、熔剂、燃料及其准备	(34)
4.1	原料、熔剂及燃料入厂条件	(34)
4.2	原料、熔剂、固体燃料的接受与贮存	(40)
4.3	石灰石、白云石和固体燃料的准备	(41)
5	烧结工艺与设备	(43)
5.1	工艺流程的确定原则	(43)
5.2	配料	(43)
5.3	加水、混合与制粒	(44)
5.4	布料、点火与烧结	(47)
5.5	烧结抽风与烟气净化	(52)
5.6	烧结矿冷却	(54)
5.7	烧结矿整粒	(55)
5.8	成品烧结矿质量、贮存及其输出	(58)
6	能源与节能	(60)
7	电气与自动化	(61)
7.2	自动化	(61)
8	计量、检验、化验与试验	(64)
8.1	计量	(64)
8.2	检验、化验	(64)
8.3	试验	(67)
9	设备检修及检修装备	(68)
10	环境保护	(70)
11	安全、工业卫生与消防	(72)

1 总 则

1.0.1 本规范是国家有关法律法规和技术经济政策在工程建设中的具体体现。国家法律法规和技术经济政策包括《中华人民共和国环境保护法》、《钢铁产业发展政策》等。对钢铁工业烧结厂的新建、扩建和改建工程,有关建设单位、设计单位均应遵照执行。开展烧结厂设计时,应从贯彻落实科学发展观出发,注意总结国内外经验,结合我国国情和工程实际,执行可持续发展和循环经济理念,积极采用先进可靠、产品优良、节能的烧结新工艺、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,争取最好的经济效益和社会效益。

1.0.3 国家现行有关标准规范包括《工业炉窑大气污染物排放标准》GB 9078 等。

3 基本规定

3.0.1 设计依据主要有:国家有关法律法规、政策,批准的可行性研究报告,有关文件,建设项目的有关合同和协议等。

设计基础资料主要包括:各种计划、规划书,项目建议书,可行性研究报告,烧结试验报告,厂区工程地质资料,地形图,气象、水源及地质资料,建设项目外部条件的有关协议书,厂址选择报告及其周围的生态、环境资料等。

3.0.2、3.0.3 厂址选择和布置的基本原则和注意事项:

1 厂址不宜建在断层、流砂层、淤泥层、滑坡层、9度以上地震区、人工或天然孔洞或三级以上湿陷性黄土层上,且不应建于洪水水位之下。

2 应贯彻执行有关环境保护规定,厂址应布置于居民区常年最小频率风向的上风侧,并与居民区保持有关规定的卫生防护距离。

3 有较好的供水、供电及交通条件等。

4 厂址应进行多方案技术经济比较,选择最佳方案。

5 贯彻国家有关土地条例,不占良田或尽量少占良田,在可能条件下结合施工造田。

3.0.5 按照国务院办公厅国办发(2003)103号文件的规定,烧结机市场准入条件的使用面积达到 180m^2 及以上。

3.0.7 烧结机利用系数与原料及生产操作状况、石灰的使用量、料层厚度、单位烧结面积风量、作业率、自动化水平等诸多因素有关。国内以铁粉矿为主要原料和以铁精矿为主要原料的大中型烧结机的利用系数,2003年平均分别为 $1.23\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 和 $1.18\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,2004年平均分别为 $1.31\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 和 $1.23\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

采用常规工艺和一般含铁原料,设计取利用系数前者为 $1.30\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,后者为 $1.2\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 是可行的。

3.0.9 烧结机日历作业率与工艺流程、装备水平、自动化水平、原料及生产操作状况等诸多因素有关。国内大中型烧结机日历作业率 2003 年和 2004 年的平均值分别为 90.91%和 91.49%。设计取 90%~94%。

3.0.10 钢铁产业发展政策规定,禁止企业采用国内外淘汰的二手钢铁生产设备。

4 原料、熔剂、燃料及其准备

4.1 原料、熔剂及燃料入厂条件

4.1.1 主要含铁原料为铁粉矿和铁精矿，还有钢铁公司内的各种含铁粉尘泥渣、轧钢皮等。我国铁精矿入厂条件、国内烧结厂使用的国内铁精矿和铁粉矿物理化学性质实例、国内烧结厂使用的混匀矿物理化学性质实例、国内烧结厂使用的国外原料物理化学性质实例、烧结厂使用钢铁公司粉尘泥渣及轧钢皮物理化学性质实例见表 1~表 5。

表 1 我国铁精矿入厂条件

化学成分	磁铁矿为主的精矿				赤铁矿为主的精矿				水分(%)
TFe(%)	≥67	≥65	≥63	≥60	≥65	≥62	≥59	≥55	磁铁矿为主的 精矿： Ⅰ级≤10.00 Ⅱ级≤11.00 赤铁矿为主的 精矿： Ⅰ级≤11.00 Ⅱ级≤12.00
	波动范围±0.5				波动范围±0.5				
SiO ₂ (%) Ⅰ类	≤3	≤4	≤5	≤7	≤12	≤12	≤12	≤12	
Ⅱ类	≤6	≤8	≤10	≤13	≤8	≤10	≤13	≤15	
S(%)	Ⅰ级≤0.10~0.19 Ⅱ级≤0.20~0.40				Ⅰ级≤0.10~0.19 Ⅱ级≤0.20~0.40				
P(%)	Ⅰ级≤0.05~0.09 Ⅱ级≤0.10~0.20				Ⅰ级≤0.08~0.19 Ⅱ级≤0.20~0.40				
Cu(%)	≤0.10~0.20				≤0.10~0.20				
Pb(%)	≤0.10				≤0.10				
Zn(%)	≤0.10~0.20				≤0.10~0.20				
Sn(%)	≤0.08				≤0.08				
As(%)	≤0.04~0.07				≤0.04~0.07				
K ₂ O+ Na ₂ O(%)	≤0.25				≤0.25				

表 2 国内烧结厂使用的国内铁精矿和铁粉矿物理化学性质实例

名称	序号	化学成分(%)									物理性质	
		TFe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	Ig	水分(%)	粒度
铁精矿	1	68.60	—	4.50	0.47	0.69	0.65	0.020	0.035	—	—	—
	2	67.70	—	3.80	—	0.56	0.15	0.31	—	—	—	—
	3	67.50	—	3.50	—	0.01	0.45	0.013	—	0.51	9.77	—
	4	67.29	28.36	4.79	—	0.27	—	0.066	0.079	0.76	10.20	200目 71%
	5	68.10	—	5.55	0.17	0.93	0.33	0.018	0.017	—	9.00	—
	6	66.50	—	5.50	0.85	1.50	0.30	0.011	0.022	—	—	—
	7	67.44	—	3.96	0.82	1.40	0.28	0.011	0.022	—	—	—
	8	65.73	—	4.64	0.59	1.59	0.79	0.095	0.083	—	—	—
铁粉矿	1	54.18	1.92	18.56	1.77	0.41	0.33	0.250	0.038	10.80	—	—
	2	54.31	1.87	7.60	2.38	0.45	0.97	0.029	0.050	12.10	—	<10mm

表 3 国内烧结厂使用的混匀矿物理化学性质实例

序号	化学成分(%)									物理性质	
	TFe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	Ig	水分(%)	粒度(mm)
1	62.98	—	3.49	1.32	0.96	0.20	0.01	0.049	—	—	<8
2	63.28	5.93	4.51	1.89	0.67	0.116	0.114	0.048	10.10	—	<8
3	61.39	14.10	4.85	—	4.32	2.48	0.20	—	—	6.30	<8
4	60.00	—	4.25	—	3.12	1.52	0.10	—	3.50	—	<8
5	63.95	—	4.53	1.30	0.36	0.36	0.043	0.059	1.00	5.00	<8
6	61.50	—	4.50	—	2.10	1.60	0.135	0.059	5.00	—	<8
7	61.88	—	5.18	—	2.52	2.28	0.27	—	2.50	7.00	<8
8	61.67	—	4.63	—	2.00	1.289	0.171	0.084	3.28	5.89	<8

表 4 国内烧结厂使用的国外原料物理化学性质实例

国别	名称	化学成分(%)										粒度 (mm)	平均粒度 (mm)
		TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	K ₂ O	Na ₂ O	Ig		
巴西	CVRD-卡拉加斯	67.50	0.70	0.74	0.01	0.02	0.008	0.036	<0.01	<0.01	1.70	<8	2.4
	CVRD 标准烧结粉	66.00	3.65	0.70	0.03	0.03	0.005	0.026	0.008	0.005	0.80	>6.3 为 7.5%	2.62
	MBR CSF	67.00	1.50	1.25	0.12	0.06	0.007	0.044	<0.01	<0.01	1.30	>8.0 为 18.4%	4.44
澳大利亚	哈默斯利	62.92	3.35	2.10	0.067	0.04	0.011	0.063	0.017	0.025	2.56	<8	2.45
	纽曼	62.08	2.82	1.43	0.070	0.10	0.011	0.046	0.02	0.023	4.60	<8	2.20
	扬迪	58.33	4.92	1.15	0.110	0.15	0.010	0.036	0.003	0.007	9.50	>8 为 15.9%	2.58
	罗布河	56.74	2.59	1.58	0.710	0.30	0.019	0.041	—	—	—	<6.3	—
	麦克	62.72	2.78	1.84	0.090	0.10	0.026	0.052	—	—	5.45	<5.0	1.83
印度	果阿	62.50	4.20	2.10	0.500	0.05	0.01	0.02	0.017	—	3.80	<8	2.14
	H 矿	67.85	0.96	1.02	0.010	0.01	0.008	0.063	—	—	1.05	<8	2.99
南非	伊斯科	65.00	4.00	1.35	0.100	0.04	0.010	0.06	0.333	0.022	0.70	<6.3	2.51
加拿大	卡罗尔湖	66.80	3.76	0.13	0.390	0.25	0.04	0.004	0.002	0.002	0.20	<3	0.295

表 5 烧结厂使用的钢铁公司粉尘泥渣及轧钢皮物理化学性质实例

名称	序号	化学成分(%)										物理性质	
		TFe	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S	P	C	lg	水分(%)	粒度
高炉灰	1	41.51	2.90	6.88	3.58	0.63	2.60	0.041	0.072	22.19	22.15	—	—
	2	43.66	—	8.02	4.91	1.74	1.35	0.24	0.0176	—	22.36	7.00	—
	3	42.00	6.80	9.80	7.30	3.84	—	—	—	—	18.00	—	—
轧钢皮	1	74.10	65.50	0.81	1.07	—	0.27	0.023	—	—	—	1.40	—
	2	70.28	—	1.11	1.47	0.50	0.02	—	—	—	0.025	—	<5mm
	3	70.00	—	2.70	0.00	1.43	0.18	0.05	0.036	—	—	—	—
转炉 污泥	1	68.85	61.60	1.90	7.99	1.88	0.12	—	P ₂ O ₅ 0.23	2.5	—	—	—30 μ m 为 100% —0.074mm 为 71.69%
	2	48.18	18.00	4.15	10.92	5.90	—	0.031	—	—	—	—	—
转炉渣	1	15.87	9.33	11.55	42.56	8.78	2.46	0.081	P ₂ O ₅ 0.31	—	8.46	—	—
	2	15.04	11.12	15.87	43.12	7.40	6.10	0.264	—	—	4.39	6.00	<8mm

烧结含铁原料应稳定,混匀矿铁品位波动的允许偏差为 $\pm 0.5\%$, SiO_2 的允许偏差为 $\pm 0.2\%$ 。达到此目标,烧结和炼铁将会取得显著的经济效益。根据6个厂的统计,含铁原料混匀前后的对比数字为:烧结机利用系数可提高 $3\% \sim 15\%$,工序能耗可降低 $3\% \sim 15\%$;高炉利用系数可提高 $4\% \sim 18\%$,焦比可降低 $5\% \sim 10\%$ 。表6列出了主要产钢国对烧结用混匀矿成分波动的要求,含铁原料的波动要求基本在这一范围内。

表6 主要产钢国对烧结用混匀矿成分波动的要求

国家及厂名	TFe(%)	SiO_2 (%)	CaO/ SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)
日本大分	$\pm 0.2 \sim 0.5$	± 0.12	± 0.03	± 0.3
日本若松	± 0.42	± 0.165	—	—
日本福山	< 0.05	< 0.03	< 0.03	—
日本千叶	—	± 0.2	—	± 0.3
日本君津	± 0.167	± 0.08	± 0.025	—
日本户畑	—	± 0.128	—	—
德国西马克	$\pm 0.3 \sim 0.4$	—	± 0.03	—
德国曼内斯曼	± 0.3	± 0.2	± 0.05	—
前苏联	± 0.2	± 0.2	± 0.03	—
英国	$\pm 0.3 \sim 0.5$	—	$\pm 0.03 \sim 0.05$	—
美国凯萨	—	—	± 0.13	—
中国宝钢	$\leq \pm 0.5$	$\leq \pm 0.3$	$\leq \pm 0.03$	—

4.1.2 烧结熔剂有石灰石、生石灰、消石灰、白云石(或白云石化石灰石)、轻烧白云石粉、蛇纹石、菱镁石等。我国各种熔剂入厂条件、我国部分烧结厂熔剂入厂条件、国内烧结厂用熔剂物理化学性质实例见表7~表9。

表 7 我国各种熔剂入厂条件

名称	化学成分(%)	粒度(mm)	水分(%)	备注
石灰石	$\text{CaO} \geq 52, \text{SiO}_2 \leq 3, \text{MgO} \leq 3$	80~0 及 40~0	<3	—
白云石	$\text{MgO} \geq 19, \text{SiO}_2 \leq 4$	80~0 40~0	<4	—
生石灰	$\text{CaO} \geq 85, \text{MgO} \leq 5, \text{SiO}_2 \leq 3.5, \text{P} \leq 0.05, \text{S} \leq 0.15$	≤ 4	—	生烧率+过烧率 $\leq 12\%$; 活性度 $\geq 210\text{mL}$
消石灰	$\text{CaO} > 60, \text{SiO}_2 < 3$	3~0	<15	—

注:①指在 $40 \pm 1^\circ\text{C}$ 水中, 50g 石灰 10min 耗 4n HCl 的量。

表 8 我国部分烧结厂熔剂入厂条件

熔剂品种	化学成分(%)	粒度(mm)	活性度
石灰石块	$\text{CaO} \geq 50, \text{SiO}_2 \leq 3.0, \text{P} \leq 0.03, \text{S} \leq 0.12$	0~60	—
石灰石粉	$\text{CaO} \geq 50, \text{SiO}_2 \leq 3.0, \text{P} \leq 0.03, \text{S} \leq 0.12$	0~3 为 $\geq 90\%$	—
消石灰	$\text{CaO} \geq 70, \text{SiO}_2 \leq 5.0, \text{H}_2\text{O} 20\% \sim 26\%$	0~3	—
生石灰	$\text{CaO} \geq 80, \text{SiO}_2 \leq 5.0$	0~3	≥ 180
白云石粉	$\text{MgO} \geq 19.0$ (波动 -0.5), $\text{SiO}_2 \leq 2.0, \text{CaO} \geq 30$	<3 为 $\geq 80\%$	—
白云石	$\text{MgO} \geq 19.0, \text{SiO}_2 \leq 7.0, \text{CaO} \geq 32$	5~45	—

表 9 国内烧结厂用熔剂物理化学性质实例

名称	序号	化学成分(%)						水分(%)
		CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S	Ig	
石灰石	1	54.43	0.40	0.69	0.26	0.006	—	—
	2	53.07	1.60	3.70	—	—	41.42	—
	3	52.38	1.40	1.27	0.96	—	42.49	—
白云石	1	32.61	19.94	0.16	—	—	42.35	—
	2	31.50	20.42	1.00	—	—	42.66	4.00
	3	29.50	19.30	3.70	—	—	44.80	4.30
蛇纹石	1	1.52	38.4	38.22	0.92	0.028	—	—
	2	1.4	36.29	38.19	0.98	—	13.72	—
生石灰	1	85.69	1.06	—	0.24	0.004	—	—
	2	85.00	2.85	1.95	—	0.002	13.95	—
	3	84.65	4.90	2.46	—	—	4.00	—
	4	85.00	2.00	2.50	—	—	5.00	—
消石灰	1	65.97	1.14	2.17	0.41	—	26.75	—
	2	62.30	2.20	5.18	—	—	28.95	20.00

4.1.3 烧结用燃料主要有碎焦、无烟煤、煤气等。我国部分烧结厂固体燃料入厂条件、烧结厂用固体燃料实例见表 10 和表 11。

表 10 我国部分烧结厂固体燃料入厂条件

名称	序号	固定碳(%)	挥发分(%)	硫(%)	灰分(%)	水分(%)	粒度(mm)
无烟煤	1	≥75	≤10	≤0.05	≤15	<6	0~13
	2	≥75	≤10	≤0.50	≤13	≤10	≤25 为 ≥95%
焦粉	1	≥80	≤2.5	≤0.60	≤14	≤15	0~25
	2	≥80	—	≤0.8	≤14(波动+4)	≤18	<3 为 ≥80%

表 11 烧结厂用固体燃料实例

名称	序号	固定碳(%)	挥发分(%)	硫(%)	灰分(%)	水分(%)	粒度(mm)
焦粉	1	85.0	—	—	13.0	8.57	8~0
	2	85.0	—	—	15.0	6.0	—
	3	86.32	1.2	0.47	12.01	11.0	10~0
无烟煤	1	70.73	6.10	0.35	20.79	11.0	—
	2	85.0	—	—	6.5	6.5	8~0
	3	76.48	2.6	0.47	20.99	9.0	10~0

4.2 原料、熔剂、固体燃料的接受与贮存

4.2.3 翻车机是一种大型卸车设备,广泛应用于大中型烧结厂,具有卸车效率高、生产能力大的特点,适用于翻卸各种散状物料。由于机械化程度高,有利于实现卸车作业自动化或半自动化。翻车机有侧翻式和转子式两种,侧翻式造价低,但有速度慢、翻转角度小、压车板、剩料多等缺点,目前使用不多。

为了保证翻卸作业,改善操作,提高翻卸能力,可配以辅助设施。这些设施主要包括重车铁牛、摘钩平台、推车器、空车铁牛、迁车台等,形成一个完整的机械化翻车卸料系统。

受料槽是一种仅用于受料而不适用于贮存的设施,多用于接受钢铁公司的散状杂料和辅助原料。受料槽设计应考虑采用机械化卸车设备,最常见和采用最多的是螺旋卸车机和链斗卸车机。螺

旋卸车机适应性比较广泛,对于铁粉矿、铁精矿、散状含铁料、碎焦、无烟煤、石灰石等都适用。

4.2.8 熔剂、固体燃料的贮存天数应考虑下列因素:

1 消耗少的品种或供矿点分散、运输条件差、运距远、运输方式复杂等不利因素多时,贮存天数可适当增加,但最多不超过 7d,反之贮存天数可适当减少至 3d。

2 当采用水运时,气候等其他因素影响较多,贮存天数可适当增加,但最多不超过 7d。

4.3 石灰石、白云石和固体燃料的准备

4.3.2 石灰石、白云石破碎筛分流程有锤式破碎机闭路破碎筛分流程和反击式破碎机闭路破碎筛分流程两种。

在闭路破碎筛分流程中,可分为预先筛分和检查筛分两种。当石灰石、白云石原矿中 3~0mm 粒级含量较多时(一般在 30%~40%以上),才增加预先筛分,否则仅采用检查筛分。

检查筛分流程筛下为产品,筛上物料返回破碎机重新破碎。烧结厂多采用这种流程。

4.3.4、4.3.5 固体燃料破碎筛分流程的选择、破碎筛分设备效率和最终产品质量,都取决于固体燃料粒度和水分。粒度大小影响破碎段数的多少,水分高低影响破碎筛分效率。

1 当碎焦粒度为 25~0mm 时,宜采用二段开路破碎流程,因碎焦水分高,采用闭路流程会使筛分效率降低(堵筛孔,筛分困难)。

2 大型烧结厂破碎筛分干熄焦粉时,也可采用带预先筛分和检查筛分的二段闭路破碎流程。

3 无烟煤破碎,多采用二段开路破碎流程。所采用的破碎设备,第一段为对辊破碎机,第二段为四辊破碎机。这种流程的最大特点是工艺简单,生产可靠,效率高,产品质量好。

4 预先筛分二段开路破碎流程,国内大中型烧结厂也有采用

的。增加预先筛分是为了防止过粉碎和最大限度发挥破碎设备的能力,仅一段开路破碎不能保证产品最终粒度。设检查筛分因煤中的水分高而使筛分难以进行,因此用增加第二段破碎来保证最终产品粒度。这种开路流程的主要优点是生产能力大,生产安全可靠,煤、焦都能破碎。

5 烧结工艺与设备

5.1 工艺流程的确定原则

5.1.1 烧结主工艺流程包括:配料,加水、混合与制粒,布料、点火与烧结,热烧结饼破碎或兼有热矿筛分,烧结抽风与烟气净化,烧结矿冷却,烧结矿整粒,成品烧结矿质量、贮存及输出。有原料场时,原料的接受、贮存在原料场,石灰石、白云石的接受、贮存和准备也可在原料场。

5.2 配 料

5.2.1 配料槽可分为单列式和双列式两种。当采用双系统配料时,采用双列式矿槽,采用单系统配料时,采用单列式矿槽。过去,我国烧结厂设计,烧结机多采用两台或四台机,对应的配料系统多采用单系统和双系统,每个系统向两台烧结机供料。由于烧结机大型化和自动化水平的提高,现代烧结厂设计中,主机多采用一台或两台。因此,相应的配料也是单系统或双系统,每个系统向一台烧结机供料。

5.2.2 设计中采用自动重量配料的主要依据是:随着冶炼技术的发展和高炉大型化,对入炉原料的稳定性要求提高。

5.2.3 为了减少原料、熔剂、固体燃料等对烧结生产波动和配比的影响,这些物料在配料槽内应有一定的贮存时间。贮存时间的多少与来料周期、输送设备运转、检修等因素有关。其贮存时间应为 8h 以上。

5.2.7 国内外的烧结研究与生产实践都证明,在烧结过程中加入一定量的生石灰或消石灰,特别是生石灰,可收到明显的经济效益,烧结矿产量提高、质量改善、燃耗降低。

国内外经验也表明,特别是以铁精矿为主要原料时,添加生石灰是强化烧结过程最重要的手段之一。目前,我国烧结厂都在重视提高生石灰的质量和活性度。

我国大中型烧结机 2003 年和 2004 年生石灰、消石灰的配加量平均每吨成品烧结矿分别为 42.96kg 和 50.15kg,有的达 85.00kg 以上,比日本平均配加量高很多。日本某些厂为了降低烧结矿的成本,改善环境,根本不加生石灰、消石灰。为此,确定我国每吨成品烧结矿生石灰、消石灰添加量宜为 20~60kg。

5.3 加水、混合与制粒

5.3.1 混合段数与原料性质有关。一次混合的目的是润湿及混匀,或兼有部分制粒功能,使混合料中的水分、粒度及混合料中的各组分均匀分布。二次混合除继续混匀外,主要目的是制粒,并使混合料最终达到要求的水分与润湿效果。

影响混匀与制粒效果的因素很多,主要有原料的性质、添加剂的种类、加水量、加水方式、混合制粒设备参数、设备安装状况以及操作等。

过去,国内烧结厂含铁原料以铁精矿为主时,采用两段混合,以铁粉矿为主时,有的采用一段混合。近年由于烧结技术的发展,尤其是厚料层烧结的需要,对铁粉矿进行二次混合也是非常必要的。国内一个 50m² 烧结机以烧结铁粉矿为主的厂,将原圆筒混合机由 $\phi 3 \times 9\text{m}$ 改为 $\phi 3.5 \times 12\text{m}$ 并增加一台 $\phi 3.5 \times 14\text{m}$ 的圆筒混合(制粒)机,对充填率等工艺参数进行了优化,混合制粒时间由 4min 延长到 9min,同时降低了混合料水分。改造前后混合料粒度发生了明显变化(见表 12)。另一个以烧结铁粉矿为主的厂也是如此(见表 13)。经过混合制粒后的混匀效率见表 14,制粒后的粒度组成见表 15。

表 12 圆筒混合机改造前后混合料粒度组成(%)

序号	混合料水分 (%)	混合料粒度(mm)					
		>6.3	6.3~5.0	5.0~3.15	3.15~2.0	<1.0	<3.15
改造前	1	7.10	9.44	14.16	26.07	14.68	12.30
	2	7.00	9.86	12.48	22.25	19.08	11.79
	3	6.90	11.76	10.99	25.90	16.99	17.79
改造后	1	5.80	14.53	10.69	33.14	17.81	7.17
	2	6.00	17.43	14.25	32.88	17.40	4.88
	3	5.70	14.78	15.50	33.24	17.93	4.31

表 13 烧结混合料的制粒效果(%)

制粒效果	混合料粒度(mm)						
	>15	15~10	10~5	5~4	4~2.5	2.5~1.2	<1.2
一混前	—	7	20	7.4	23.5	13.7	22.4
一混后	1.45	6.15	18.9	4.45	20.55	15.10	33.40
二混(制粒)后	1.45	6.4	22.0	6.4	35.35	16.20	12.20

表 14 混合制粒的混匀效率

名称	代号	化学成分(%)				H ₂ O(%)
		TFe	CaO	SiO ₂	C	
一混	η	0.895	0.87	0.764	0.78	7~9
	m	0.035	0.043	0.056	0.082	
二混(制粒)	η	0.936	0.926	0.916	0.761	5~10
	m	0.024	0.02	0.031	0.082	

注: η 为混匀效率,其值越接近1,混合效果越好; m 为混合料均匀系数。

表 15 二次混合(制粒)后的粒度组成(%)

取样编号	制粒前粒度组成(mm)				二混(制粒)后粒度组成(mm)			
	>8	8~5	5~3	3~0	>8	8~5	5~3	3~0
1	20	20	30.3	29.7	24.8	20.8	27.2	27.2
2	18.9	20	19.4	41.7	25.2	24.4	26.0	24.4
平均	19.45	20	24.9	35.7	25.0	22.6	26.6	25.8

5.3.2 混合制粒设备采用圆筒混合机和圆筒制粒机。大中型烧结机的圆筒混合机和圆筒制粒机应采用刚性支承托辊、齿轮转动形式；在主电动机与减速机之间采用限矩型液力耦合器；传动装置均应设置微动传动装置；滚圈与支承托辊和挡轮、开式齿轮副之间采用喷油润滑。当用多台小型圆筒制粒机时，也可采用胶轮传动形式。

在混合制粒设备内，宜多方面采用强化混合制粒的措施：添加生石灰，适当提高充填率，延长混合制粒时间，含铁粉尘泥渣预先制粒，混合段装设扬料板，进料端设导料板，在圆筒制粒机内及出料端安装挡圈，采用含油尼龙衬板和雾化喷水等，此外也有采用锥形逆流分级制粒的。

5.3.3 为了保证混合制粒效果，应有足够的混合制粒时间（见表16）。

表 16 混合制粒时间与混合效果

混合制粒时间 (min)	混合料水分 (%)	粒级含量(%)	
		3~1mm	1~0mm
1.5	7.4	21.1	41.5
3.0	7.4	24.7	35.1
4.0	7.3	27.3	32.1
5.0	7.2	30.2	24.8

过去国内铁精矿烧结混合制粒时间，一般为 2.5~3.0min，一次混合为 1min 左右，二次混合（制粒）为 1.5~2.0min。多年生产实践证明，不论以铁精矿为主的混合料还是以铁粉矿为主的混合料，混合时间均显不足。现在国内外烧结厂混合制粒时间都增加到 5~9min（包括固体燃料外滚的时间在内），如日本君津厂为 8.1min，前釜石厂达 9min。我国近年投产和设计的一次、二次（制粒）和三次混合（固体燃料外滚）机混合制粒时间基本在这一范围内。

5.3.4 国内外烧结厂混合机充填率,一次混合机为 10%~16%,二次混合(制粒)机为 9%~15%。日本大分厂 1[#] 烧结机一次混合机充填率为 10%,二次混合机为 9%。我国近年投产和设计的一次混合机和二次混合机充填率也在这一范围内。

5.4 布料、点火与烧结

5.4.2 烧结机应力求实现大型化。同样条件,建设一台大型烧结机与建设多台小型烧结机相比,具有很多明显的优点。德国鲁奇公司对西欧的一个厂进行了核算,当烧结机面积增至两倍时,每吨烧结矿的基建费大约可节省 15%~20%,运转费可降低 5%~10%,建一台 300m² 的烧结机要比建三台 100m² 的烧结机投资省 25%。而日本报道的数字为:同等规模,当建设的烧结机面积为 100m²、300m²、500m² 时,相对的基建费为 1.00、0.68 和 0.56,相对的运转费为 1.0、0.865 和 0.84。国内曾在工程中对采用一台 252m² 烧结机还是采用两台 130m² 烧结机和对采用一台 330m² 烧结机还是采用两台 165m² 烧结机的方案进行过比较,见表 17 和表 18。

表 17 一台 252m² 与两台 130m² 烧结机比较表

序号	项 目	1×252m ² 烧结机	2×130m ² 烧结机	差值
1	烧结矿产量(万 t/a)	240	247	-7.0
2	基建投资(%)	100	113.1	-13.1
3	每吨成品烧结矿投资(%)	100	109.9	-9.9
4	单位烧结面积投资(%)	100	109.9	-9.9
5	运转费(%)	100	104.7	-4.7
6	劳动生产率(%)	100	90.9	+9.1
7	投资还本期(a)	5.6	6.5	-0.9

表 18 一台 330m² 与两台 165m² 烧结机比较表(可比部分)

序号	项 目	1×330m ² 烧结机	2×165m ² 烧结机	差值
1	烧结矿产量(%)	100	100	—
2	原料、熔剂、燃料条件	相同	相同	—
3	建设资金(%)	100	115.3	-15.3
4	设备重量(%)	100	114.3	-14.3
5	装机容量(kW)	约 31040	约 32500	-1460
6	土建工程量(%)	100	112.6	-12.6
7	运转费(%)	100	106.0	-6.0
8	劳动生产率(%)	110	100	+10
9	焦炉煤气消耗量(kJ/a)	287.43×10 ⁹	294.88×10 ⁹	-7.55×10 ⁹
10	电耗量(kW·h/a)	137.2×10 ⁶	145.78×10 ⁶	-8.58×10 ⁶
11	生产新水耗量(m ³ /a)	106.33×10 ⁴	120.05×10 ⁴	-13.72×10 ⁴
12	工业循环水耗量(m ³ /a)	445.9×10 ⁴	514.5×10 ⁴	-68.6×10 ⁴
13	生活新水耗量(m ³ /a)	34.3×10 ⁴	44.59×10 ⁴	-10.29×10 ⁴
14	烧结矿质量	好	较好	—
15	生产管理	方便	较不方便	—
16	自动控制	容易	较不容易	—
17	环保治理	容易	较不容易	—

表 17 和表 18 说明,建大型烧结机除建设资金、设备重量、装机容量、土建工程量、运转费及焦炉煤气、电、水消耗量均少外,还有劳动生产率高、烧结矿质量好、生产管理方便、易于环保治理和实现自动控制等优点。

此外,大型烧结机的建设资金低、固定资产少,同样条件下每年的折旧费和修理费进入烧结矿成本数量少。因此,大烧结机所生产的烧结矿成本要低。烧结机大型化在国内外已成趋势。

但是,需要特别指出的是,当一台烧结机对一座高炉时,会存在生产和检修不平衡的问题,对此,国内外普遍采用料场贮存烧结矿来解决。

5.4.3 带式烧结机应采用新型结构。烧结机新型结构是指:头部和尾部都采用星轮装置,使烧结机运转平稳;头部星轮自由侧轴承

座要能沿烧结机纵向移动 $\pm 20\text{mm}$,以实现烧结台车调偏;尾部应采用水平移动架,作为台车受热膨胀的吸收机构,并设行程限位开关,移动架的平衡重锤应设事故开关,均与主机联锁;主传动装置采用柔性传动装置,并设置定扭矩联轴器及其转差检测装置,柔性传动装置本身还应有极限过载保护措施;主传动电动机和布料传动电动机均采用变频调速三相异步电动机,头部给料采用主闸门和辅助闸门,使混合料布料平整均匀;台车梁与算条之间设置隔热件,保护台车车体,烧结机骨架采用装配式焊接结构;风箱宜采用双侧吸入式,保证烧结机均匀抽风;烧结机头尾风箱端部密封应采用密封性好、灵活、适用、可靠的浮动式密封装置;头尾轴承、风箱滑道采用智能集中润滑系统。

5.4.5 铺底料技术是多年来烧结技术发展的主要成果之一,不仅有保护烧结设备的良好作用,而且可以稳定操作、提高烧结矿的产量和质量,减少烧结烟气含尘量,并已在国内外烧结厂普遍采用。

铺底料槽铺底料贮存时间,基本等于烧结时间、冷却时间、整粒系统分出铺底料的时间及胶带输送时间的总和。但由于各种原因和实际配置上的困难,铺底料槽铺底料贮存时间可考虑 $1\sim 2\text{h}$ 。

5.4.6 厚料层烧结是指采用较高的料层进行烧结。厚料层烧结的自动蓄热作用可以减少燃料用量,使烧结料层的氧化气氛加强,烧结矿中 FeO 的含量降低,还原性变好。同时,少加燃料又能大量形成以针状铁酸钙为主要粘结相的高强度烧结矿,使烧结矿强度变好。此外,由于是厚料层烧结,难以烧好的表层烧结矿数量减少,成品率提高。国内一台烧结机改造,料层厚度由 500mm 提高至 600mm 后,每吨成品烧结矿工序能耗降低 1.15kg 标准煤,转鼓强度提高 2.5% ,烧结矿平均粒度提高 2mm ,成品率上升 1.4% ,返矿量降低 23.8% , FeO 降低 0.58% 。我国大中型烧结机 2004 年平均料层厚度为 624.2mm ,以烧结铁粉矿为主平均为 644.7mm ,以烧结铁精矿为主平均为 572.1mm ,最高为 729mm 。而 2003 年以烧结铁粉矿为主平均仅为 628.2mm ,以烧结铁精矿

为主仅 557.4mm,最高为 675mm。因此,大中型烧结机的料层厚度(包括铺底料厚度),以铁精矿为主,采用小球烧结法时宜等于或大于 580mm,以铁粉矿为主宜等于或大于 650mm。特殊情况应通过试验或借鉴同类厂经验确定。

5.4.7 热风烧结是将冷却机的热废气引入点火保温炉后面的密封罩内,使烧结表层继续加热,可以改善烧结矿的强度,降低能耗。目前国内一些烧结厂采用的是依靠冷却机鼓风余压、抽风负压和热压差来进行热风烧结的。有些厂用得好,不少厂不行。关键是:要有足够的鼓风余压、抽风负压和热压差,将烧结机热风烧结区密封好并及时对热风管道进行清灰。

5.4.9 烧结混合料组成不同,点火温度也各异。特殊原料的适宜点火温度,应由试验确定。我国烧结厂点火温度为 1000~1200℃。实践证明,点火温度不应大于 1200℃。为节省能源并达到良好的效果,点火温度在 1000~1100℃为好。

点火时间的长短与点火温度和点火时的总供热量有关。点火温度过高,时间过长,会使料层表面熔化,反之又会使料层烧不好。国内外经验表明,点火温度在 1000~1200℃时,点火时间以 1~1.5min 为宜。

目前,我国烧结厂点火最普遍用的是高热值煤气或高热值煤气与低热值煤气配合使用。煤粉、发生炉煤气点火,因其投资大、成本高以及环保等原因,不宜采用。重油点火虽然热值高,但由于存在许多缺点并且供应困难,也不宜采用。

过去,我国烧结厂普遍采用单功能的点火炉,这种点火炉能耗高,混合料表层点火质量不好。近年已逐步采用多功能的点火保温炉,由点火段和保温段组成,优点是表层烧结矿产质量改善。预热点火炉是防止点火时混合料产生爆裂的点火炉,多用于褐铁矿、锰矿烧结,也有应用于铁矿烧结的。

新型节能点火保温炉应具备如下特点:

1 点火段采用直接点火,烧嘴火焰适中,燃烧完全,高效低耗。

2 点火炉高温火焰带宽适中,温度均匀,高温持续时间能与烧结机速匹配,烧结表层点火质量好。

3 耐火材料采用耐热锚固件结构组成整体的复合耐火内衬,砌体严密,寿命长。

4 点火炉的烧嘴不易堵塞,作业率高。

5 点火炉的燃烧烟气有比较合适的含氧量,能满足烧结工艺的要求。

6 采用高热值煤气与低热值煤气配合使用时可分别进入烧嘴混合的两用型烧嘴,煤气压力波动时不影响点火炉自动控制,节约了煤气混合站的投资。

7 施工方便,操作简单安全。

5.4.10 大中型烧结机单辊破碎机辊轴轴心、辊轴轴承座应通水冷却。大型单辊破碎机的算板可调头使用,通水与否视具体情况而定。辊齿齿冠和算板工作部位均应堆焊高温耐磨合金焊条,冷态时表面硬度 $HRC \geq 60$ 。单辊传动电动机与减速机之间应设置定扭矩联轴器和转差检测装置。

5.4.11 过去,烧结机尾都采用热矿筛分工艺。筛分设备为固定筛或振动筛,筛出的热返矿预热混合料。主要优点是利用了热返矿的热能,缺点是很难稳定烧结生产,环境又差。由于热矿筛,特别是热矿振动筛投资既多 3.3%,又长期处于高温、多尘的环境中工作,事故多,筛子寿命短,检修工作量也大,烧结机作业率比无热矿筛要低 1%~2%,而固定筛筛出的成品烧结矿又多,且大于 400m² 的大型烧结机又无振动筛可以匹配。基于这些原因,1973 年以后日本新建的 12 台烧结机中就有 9 台取消了热矿振动筛。日本福山 4[#] 烧结机进行了取消热筛分的试验,试验结果表明,只要冷却机的风机风压提高 147Pa,烧结矿的强度和烧结矿产量几乎和设有热筛分一样(见表 19)。原日本若松烧结厂取消热筛分的实践也证明,只要冷却机的风机风量增加 15%~20%,就可以得到与设有热筛分相同的结果。国内一台 360m² 烧结机于 2004

年1~2月(环境温度平均为-18℃)进行了1个月的工业试验。试验表明,取消热矿筛后,烧结矿产量增加了2.49%,固体燃耗降低了1.1kg/t,煤气降低了0.006GJ/t,电耗降低了0.5kW·h/t,按年产360万吨烧结矿计算,仅节能就可降低成本260万元。此外还减少了设备维修量,每年仅备件费就可减少110万元。试验证明,东北地区取消热矿筛是可行的,但必须保证不降低混合料温度。我国近年投产和设计的大中型烧结机,以铁粉矿为主要原料的几乎都取消了热矿筛。以铁精矿为主要原料的,即使在寒冷的地区也有部分厂取消了热矿筛。

表 19 有热筛与无热筛比较

指标名称	使用热筛	取消热筛
利用系数[t/(m ² ·h)]	1.55	1.51
返矿(kg/t)	393	365
转鼓指数(%)	65.3	65.5
抽风负压(Pa)	17748	17865
风箱温度(℃)	301	317
烧结矿温度(℃)	29	41.6
返矿温度(℃)	96	41
混合料温度(℃)	34	24
冷却风机负压(Pa)	3587	3734

取消热矿筛分工艺后,主要优点是简化了烧结工艺,消除了热矿筛和处理热返矿这两大薄弱环节,节省了投资,提高了烧结机作业率,改善了环境,烧结生产也得到了稳定。

5.5 烧结抽风与烟气净化

5.5.1、5.5.2 过去薄料层烧结时,主抽风机前的负压约为11.8kPa左右。目前采用厚料层烧结且设计的每分钟单位烧结面积平均风量有所上升,大中型烧结机主抽风机前的负压相应提高,

宜取 15.0~17.2kPa。我国近年投产和设计的部分大中型烧结机每分钟单位烧结面积平均风量和主抽风机前的负压几乎都在这一范围内。

5.5.3 大中型烧结机宜设双降尘管,考虑以下因素:

1 烧结烟气必须进行脱除有害气体时,应选择双降尘管,其中一根降尘管抽取脱除段的烟气。

2 目前烧结烟气有害气体浓度较低,可采用高烟囱排放;采用双降尘管,可以预留脱除设施位置,以适应含铁原料、熔剂和固体燃料的变化和我国环保要求越来越严的需要。

3 大型及中型偏大的烧结机,由于台车宽度宽,为提高烧结效果和设备运转平稳可靠,宜采用双吸风式的风箱和双降尘管。

4 双降尘管能降低烧结主厂房高度。

降尘管的流速在以烧结铁精矿为主时,取 10~15m/s,烧结铁矿流速可大于 15m/s,450m² 烧结机烟气流速可达 16.5m/s。

5.5.4 我国大中型烧结机机头都采用高效卧式干法电除尘器处理烟气,除尘效率高,目前能满足国家对排放标准的要求,而且稳定、维修简单、运行可靠。烧结机机头采用的电除尘器又有超高压宽极距与普通型之分。其性能比较见表 20。大型偏大的烧结机宜选用超高压宽极距电除尘器。

表 20 超高压宽极距与普通型电除尘器比较

指标名称	超高压宽极距	普通型
电压(kV)	90	50
机内速度(m/s)	1.3	1.0
可捕集粉尘粒子(μm)	>0.01	>0.1
除尘比电阻($\Omega \cdot \text{cm}$)	$10^1 \sim 10^{14}$	$10^5 \sim 10^{11}$
极线	星型	芒刺型
极板	C 型	CSV 型
间距(mm)	600	300
维修运行	维修方便,运行稳定	不方便,不稳定

5.5.5 机头电除尘器要防止烟气温度过高,过高可能会引起电除尘器燃爆。应设置自动开闭的冷风吸入阀,使烟气温度始终控制在要求的范围内,保持正常工作状况。

5.5.7 烧结烟气通过烟道和烟囱,最后排入大气。我国烟气在烟囱的出口流速为 $10\sim 25\text{m/s}$ (150°C)。

烟囱出口的烟气流速大小与烟气中有害气体的排放和含尘浓度有关,也与烟囱出口直径有关。流速小,烟囱出口直径大,整个烟囱投资增加。但流速过快,也会加剧烟囱磨损。

烟囱高度虽然可以通过计算得出,但确定烟囱高度应考虑的因素很多。首先要考虑烟气中含有有害气体与含尘量能否达到国家允许排放标准。设计中确定烟囱高度时应注意下列因素:

- 1 含铁原料及固体燃料条件。
- 2 烟气中含尘及有害气体浓度。
- 3 建厂地区的环保标准。
- 4 建厂地区的居民区及旅游区等的状况。
- 5 建厂地区的气象条件。
- 6 烟囱塔架上是否安装环保与气象的取样及检测仪表。
- 7 烟气进入烟囱前是否设有脱除有害气体装置。
- 8 周围是否有航空、电台等特种设置。

我国大中型烧结机近年修建的烟囱高度,由于烧结技术进步和装备水平提高,烧结设备大型化以及国家环境保护的严格控制,烧结厂烟囱高度也在增加,我国有的烟囱高度已达 200m 。日本烧结厂烟囱最高为 230m ,德国烧结厂烟囱最高为 243m ,美国烧结厂烟囱最高为 360m 。

5.6 烧结矿冷却

5.6.1 烧结矿冷却有机外冷却和机上冷却两种形式。机外冷却的冷却机有抽风式和鼓风式两种方式。抽风式冷却机已逐步淘汰;鼓风式冷却机有环式冷却机、带式冷却机等。鼓风带式冷却机

的优点是可以满足多台烧结机同时布置于一个主厂房内,布料均匀兼有运输烧结矿的作用;缺点是有效冷却面积利用率太小,仅约40%左右,设备相当贵。而鼓风环式冷却机的优点是料层高、占地少、结构简单、便于操作、易于维护、设备费便宜。故我国大中型烧结机应采用鼓风环式冷却机。但鼓风环式冷却机包括其结构还需进一步改进,漏风也需进一步治理。

鼓风环式冷却机采用与台车数量相对应的正多边形回转框架,提高回转框架刚度;采用摩擦传动,配置紧凑;台车两侧与风箱之间采用两道橡胶密封装置,提高密封和冷却效果;传动电动机与减速机之间设定扭矩联轴器,其传动电动机应采用变频调速三相异步电动机;鼓风机轴承及其电动机轴承,定子绕组均应设置测温并报警,定子绕组应设置加热器;南方地区大型鼓风机轴承应设水冷。

5.6.2 鼓风冷却的冷烧面积比,以0.9~1.2为宜。我国450m²的大型烧结机为1.02,冷却效果良好,生产正常,设备运转稳定可靠。

机上冷却的冷烧比,国外较低,而国内较高,为1.0左右。具体采用时,应根据原料的不同,由试验确定。

5.7 烧结矿整粒

5.7.1 我国近年新建、改、扩建和设计的大中型烧结机都采用了冷烧结矿整粒工艺。烧结矿整粒之所以受到如此重视是基于以下原因:

1 可以获得合格的烧结机铺底料,有利于环境保护。据测定,没有采用铺底料的老烧结机,机头除尘器前的烟气含尘浓度一般高达2~5g/m³;而有铺底料的只有0.5~1.0g/m³左右。

2 采用铺底料,混合料可以充分烧透,从而提高烧结矿和返矿的质量,减少炉箠条消耗,延长主抽风机转子和主除尘系统使用寿命。

3 烧结矿整粒后,成品烧结矿粒度均匀,粉末少。国内有个

厂采用整粒工艺后,出厂成品烧结矿中小于 5mm 的粉末由原先的 12.28%降至 7.5%,而 10~25mm 的粒度提高了 5.17%,高炉焦比降低了 7.31kg/t,生铁产量增加 143.2t/d,即增加 5.5%。

5.7.2 “七五”以来,我国很多烧结机都采用烧结矿冷破碎和四次筛分的流程(见图 1),日本很多烧结机也都采用这种流程。由于我国高炉栈桥下大块烧结矿很少,有的厂把双齿辊破碎机间隙调大,使其不起作用,有的干脆拆除不用。此后,新建和改、扩建的大中型烧结机一般都不用冷破碎设备,仅设三段冷筛分工艺(见图 2)。上述两种流程能够较合理地控制烧结矿上、下限粒度和铺底料粒度,成品粉末少、检修方便、布置整齐,是一个较好的流程。而很多烧结机,采用的是其改良型,即先分出小粒度的烧结矿进三筛(见图 3)。

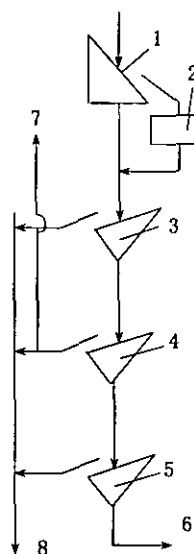


图 1 采用固定筛和单层振动筛作四段筛分的流程图

1—固定筛,筛孔 50mm;2—双齿辊破碎机;3—一次振动筛,筛孔 18~25mm;

4—二次振动筛,筛孔 9~15mm;5—三次振动筛,筛孔 5~6mm;

6—返矿;7—铺底料;8—成品

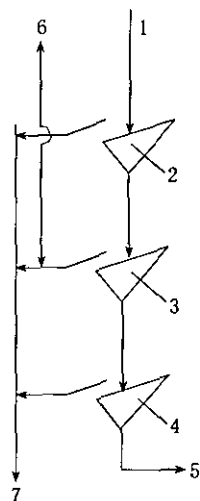


图 2 采用单层振动筛作三段筛分的流程图

1—150~0mm; 2—一次振动筛, 筛孔 18~25mm; 3—二次振动筛, 筛孔 9~15mm;
4—三次振动筛, 筛孔 5~6mm; 5—返矿; 6—铺底料; 7—成品

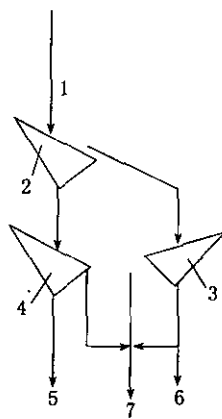


图 3 采用单层筛作三段筛分的流程图(改良型)

1—150~0mm; 2—一次振动筛, 筛孔 10~20mm; 3—二次振动筛, 筛孔 16~20mm;
4—三次振动筛, 筛孔 5mm; 5—返矿; 6—铺底料; 7—成品

近年来,烧结矿冷振动筛多采用椭圆等厚筛。椭圆等厚筛为椭圆振动,集直线振动筛和圆振动筛两者的优点,能使物料在筛面上具有不同的筛分参数,筛分过程进一步优化,筛面上的物料易于流动、分层和透筛,因而筛分效率高(可达 85%)、处理量大;采用二次隔振系统,减振效果好,设备运转平稳、噪声低;采用三轴驱动,改善了筛箱侧板的受力状况,减小了单个轴承的负荷,提高了设备的可靠性和使用寿命。

5.7.5 烧结厂的整粒系统应布置为双系列。双系列有三种形式:第一种形式是每个系列的能力为总能力的 50%,设置有可移动的备用振动筛作为整体更换,以保证系统的作业率。第二种形式是每个系列的能力与总生产能力相等,即一个系列生产,一个系列备用。第三种形式是每个系列能力为总生产能力的 70%~75%(或 50%),中间不再设置整体更换筛子,即当一个系列发生故障时,工厂只能以 70%~75%的能力维持生产。由于受筛子能力的限制,大型偏大的烧结机大多采用第一种、第三种形式。而第二种形式多用在中型或大型偏小的烧结机,但一些中型偏小的烧结机也可采用一个成品整粒系列并设旁通。

5.8 成品烧结矿质量、贮存及其输出

5.8.1 国内大中型烧结机 2004 年成品烧结矿质量实例见表 21。

表 21 国内部分烧结机 2004 年烧结矿的质量

序号	合格率 (%)	一级品率 (%)	TFe (%)	FeO (%)	SiO ₂ (%)	CaO/SiO ₂ (倍)	CaO/SiO ₂ ≤ ±0.08	TFe ≤ ±0.5 (%)	ISO 转鼓指数 (%)	出厂含粉率 <5mm (%)
1	99.95	99.11	58.43	7.63	4.55	1.89	99.62	99.80	82.58	3.20
2	97.36	87.64	57.15	6.66	5.42	1.76	89.04	90.95	76.67	4.71
3	97.78	87.03	57.87	7.08	5.03	1.78	85.56	90.81	77.21	6.14
4	95.90	80.33	58.04	6.99	4.74	1.78	54.72	88.76	77.09	5.79
5	97.34	80.12	57.21	8.03	4.58	2.06	91.57	79.32	82.3	6.27
6	93.82	89.08	57.32	7.98	4.73	1.93	86.09	96.66	75.64	—

5.8.2 由于炼铁和烧结工作制度和作业率有差异,设备检修及设备事故处理不协调。为了保证高炉生产,提高烧结机作业率,有必要考虑成品烧结矿贮存。

成品烧结矿贮存一般有料场贮存和成品矿仓贮存两种方式。根据生产实践经验,矿仓贮存时间宜为 8~12h。大型烧结厂成品烧结矿贮存不宜设矿仓,而应设料场贮存。

6 能源与节能

6.0.1 我国烧结厂的工序能耗包括:固体燃料(焦粉和无烟煤),点火煤气、水、电、蒸汽、压缩空气、氮气等。由于近年来不断开发应用新工艺、新技术、新设备和新材料,我国烧结机的工序能耗逐年下降。2003年,大、中型烧结机每吨成品烧结矿工序能耗平均分别为65.9kg标准煤和74.25kg标准煤。2004年,大型烧结机工序能耗平均为65.8kg标准煤,固体燃料约占工序能耗的74%,电占21.8%;中型烧结机为70.6kg标准煤,固体燃料和电分别占工序能耗的69%和24%。2005年,工序能耗仍在下降。因此,采用常规工艺和一般的含铁原料时,不扣除余热回收蒸汽或电所折算的能耗,采用了本规范所定的工序能耗指标。

点火煤气取值为:采用焦炉煤气宜取0.08GJ/t以下,采用高热值与低热值煤气配合使用取0.1GJ/t以下,采用低热值煤气(高炉煤气)加上预热所需的煤气取0.3GJ/t左右。

6.0.3 烧结能耗的降低依赖于投入能源,包括固体燃料、煤气、电等的减少和余能余热的回收利用。目前,我国已有不少大中型烧结机利用热管、翅片管余热锅炉回收冷却机的余热,但效率较低,而回收烧结机尾的余热则属个别,应大力发展。

余热利用的设备选型要先进可靠,投资回收期应尽可能短。

7 电气与自动化

7.2 自 动 化

7.2.1 新建的大中型烧结厂,应具有较高自动控制水平,应设置完善的过程检测和控制项目,采用三电合一计算机控制系统,并应用国内先进、成熟的烧结控制软件,实现全厂生产过程自动控制。仪表检测、控制参数均纳入到计算机控制系统,通过计算机控制系统,对生产过程进行集中操作、监视、控制和管理。

1 具有完善的工艺过程参数检测,主要的检测控制项目如下:

- 矿槽料位连续测量及越限报警、联锁;
- 混合机添加水低压报警、联锁;
- 混合机添加水流量测量与控制;
- 混合料水分测量与控制;
- 烧结机速度、圆辊给料机速度测量及控制;
- 点火炉温度测量与控制;
- 点火炉煤气、空气流量测量;
- 点火炉炉内微压测量;
- 点火炉煤气、空气压力测量及低压报警,低低压切断煤气管煤气;
- 煤气总管压力测量与控制;
- 风箱废气温度、负压测量;
- 降尘管废气温度、负压测量;
- 烧结机料层厚度测量及控制;
- 环冷机速度测量及控制;
- 板式给矿机速度测量及控制;

铺底料槽、混合料矿槽、环冷机卸矿槽料位连续测量及控制；
环冷机烧结矿温度检测；
环冷机冷却风机出口压力测量；
主要工艺设备冷却水低压、低流量报警、联锁；
主要风机电机轴承温度、定子温度测量、极限报警；
主电除尘器出口烟气粉尘浓度测量；
主电除尘器出口烟气 SO_2 、 NO_x 、 CO 含量测量；
主电除尘器出口烟气负压、温度、流量测量；
主电除尘器灰斗料位上、下限报警联锁；
进厂原料、出厂成品、能源介质计量；
除尘器进、出口废气负压测量；
除尘器出口废气流量测量；
除尘器出口废气粉尘浓度测量；
除尘器灰斗料位上、下限报警联锁。

2 具有先进的控制功能,主要包括以下项目:

配料槽料位管理；
配比计算及控制；
混合料加水控制；
混合料槽料位控制；
料层厚度控制；
返矿槽料位控制；
铺底料槽料位控制；
环冷机卸矿槽料位控制；
点火炉燃烧控制；
烧结终点计算与控制；
烧结机、圆辊给料机、环冷机速度控制。

3 具有与生产操作要求相适应的先进的工况管理手段,主要包括以下内容:

原料和产品的理化性能、成分、质量指标分析；

生产报表的打印；
报警数据的记录；
重要工艺参数的趋势记录；
与上级管理及有关部门的数据通信网络。

8 计量、检验、化验与试验

8.1 计 量

8.1.1 固体物料的计量包括热返矿计量和冷固体物料的测量与计量。

1 热返矿计量:由于热返矿温度高,可采用冲板式流量计测量。

2 冷固体物料的测量与计量:一般采用电子皮带秤进行测量与计量。烧结厂安装电子皮带秤比较普遍,用电子秤计量主要有:
含铁原料、熔剂、燃料、辅助原料;
成品烧结矿输出;
高炉返矿;
厂内铺底料;
厂内冷返矿等。

8.1.2 气态与液态物质的计量包括水、压缩空气、蒸汽的计量,一般均采用各种流量计与孔板进行测量与计量。煤气采用孔板测量与计量。

8.2 检验、化验

8.2.1 大中型烧结机取样量大,取样项目多,精确度要求高,宜采用自动定时取样。对于劳动环境不好和有危险的场合,更应采用自动定时取样。

自动取样设备有带式取样机、截取式取样机、溜槽截取式取样机、箱式取样机等。带式取样机适用于料流大的粉状物料、混合料、烧结矿等。对于取样量不太大和少量取样时,可采用溜槽式和箱式取样机。其他回转式、勺式等取样机,可根据具体情况选定。

8.2.2 原料检验内容主要是物理性能(粒度、水分等)和化学成分。烧结矿检验除物理性能、化学成分外,尚应进行冶金性能检验。检验方法,应按国家标准、行业标准以及有关规定执行。

8.2.3、8.2.4 烧结厂对原燃料熔剂及其成品的测定项目、检验分析内容、取样制度和取样地点,各厂差别不大。

取样制度与检验分析内容有关。检验分析内容不同,取样制度也不同。对生产操作影响明显的项目,取样次数应增加。

取样地点因物料运输方式、贮存设施、加工设备、料流转运状况等不同而异。

测定项目与检验分析内容,根据原料成分不同相应有所增减(如对有害元素 As、Sn、Pb、Zn 是否进行分析等)。

测定项目与检验分析内容、取样制度、取样地点见表 22。

表 22 烧结厂原料、成品取样制度与取样地点

取样对象	测定项目	检验分析内容	取样制度	取样地点
粉矿、筛下粉矿、混匀矿	粒度组成	+10mm, 10~8mm, 8~5mm, 5~3mm, 3~1mm, 1~0.5mm, 5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0mm	1次/d	进厂前
	成分	TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , S, P, Na ₂ O, K ₂ O, 烧损	1次/d	进厂前
	水分	—	1次/班	进厂前
高炉返矿	粒度组成	+5mm, 5~3mm, 3~1mm, 1~0.5mm, 0.5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0mm	1次/2d	配料槽
	成分	TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , MnO, S, P, C	1次/5d	配料槽
原料、烧结、高炉、转炉尘	粒度组成	+0.5mm, 0.5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0.074mm, 0.074~0mm	1次/10d	粉尘槽
	成分	TFe, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , MnO, TiO ₂ , P, S, Zn, Cu, C	1次/月	粉尘槽
高炉泥、转炉泥	水分	—	1次/5d	粉尘槽
	成分	TFe, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , P, TiO ₂ , S, C	1次/5d	粉尘槽
焦粉	粒度组成	破碎前 +25mm, 25~20mm, 20~15mm, 15~10mm, 10~5mm, 5~0mm	1次/d	燃料破碎室
		破碎后 +5mm, 5~3mm, 3~1mm, 1~0.5mm, 0.5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0mm	1次/8h	粉焦胶带输送机
	成分	挥发分, S, C, 灰分(CaO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgO)	1次/月	粉焦胶带输送机

续表 22

取样对象	测定项目	检验分析内容	取样制度	取样地点
石灰石、白云石	粒度组成	破碎前 +80mm, 80~40mm, 40~25mm, 25~10mm, 10~3mm, 3~0mm	1次/班	焙剂仓
		破碎后 +10mm, 10~5mm, 5~3mm, 3~1mm, 1~0.5mm, 0.5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0mm	1次/班	石灰石粉胶带输送机
	水分成分	—	1次/班	配料槽
		CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , 烧损 TFe, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , P, S, 烧损	1次/5d 1次/月	配料槽 配料槽 配料槽
生石灰	粒度组成	+3mm, 3~1mm, 1~0.5mm, 0.5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0mm	1次/班	配料槽
	成分	SiO ₂ , CaO, MgO, Al ₂ O ₃ , S, 活性度, 残留 CO ₂ , 烧损	1次/月	配料槽
返矿	粒度组成	+10mm, 10~8mm, 8~5mm, 5~3mm, 3~1mm, 1~0.5mm, 0.5~0.25mm, 0.25~0.125mm, 0.125~0mm	1次/d	返矿胶带输送机
	成分	TFe, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , MnO, S, P	1次/5d	返矿胶带输送机
		TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , MnO, Zn, Na ₂ O, K ₂ O, Pb, S, P, C	1次/月	返矿胶带输送机
混合料	粒度组成	+10mm, 10~8mm, 8~5mm, 5~3mm, 3~1mm, 1~0mm	1次/班	制粒后胶带输送机
	水分	—	1次/班	制粒后胶带输送机
	成分	TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , MnO, S, P	1次/2d	制粒后胶带输送机
		TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , MnO, Zn, Na ₂ O, K ₂ O, Pb, Cu, S, P, C	1次/月	制粒后胶带输送机
成品烧结矿	粒度组成	+40mm, 40~25mm, 25~10mm, 10~5mm, 5~0mm	1次/2h	成品胶带输送机
	转鼓强度	经标准转鼓试验后, +6.3mm 百分比含量	1次/2h	成品胶带输送机
	低温还原粉化率	按标准检验方法检验后, +3.15mm 百分比含量	1次/4h	成品胶带输送机
	还原度	按标准检验方法还原后测定还原性	1次/2d	成品胶带输送机
	成分	TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , MnO, P, S	1次/4h	成品胶带输送机
		TFe, FeO, CaO, SiO ₂ , MgO, Al ₂ O ₃ , MnO, TiO ₂ , S, P, Zn, Na ₂ O, K ₂ O, Pb, Cu, C	1次/月	成品胶带输送机
铺底料	粒度组成	+25mm, 25~20mm, 20~10mm, 10~5mm, 5~0mm	抽查	铺底料胶带输送机

8.3 试 验

8.3.1 烧结厂设立烧结试验室(或集中在钢铁公司试验中心)的主要目的是为了探讨提高烧结矿产量和质量以及降低消耗的措施和开发新工艺。对于原料条件复杂和多变的烧结厂,通过试验找出适宜的配比和最佳的烧结制度。

试验室试验项目通常有变料试验、条件试验以及其他试验(如烧结脱硫、烧结参数确定等)。

9 设备检修及检修装备

9.0.1 烧结厂设备备件与易耗件的品种主要有铸钢件、铸铁件、锻件、铆焊件、结构件、有色金属铸造加工件等。这些备品备件数量很大,而且加工件占一半以上。国内外烧结厂均是由钢铁公司统一考虑。烧结易损易耗件见表 23。

表 23 日常易损易耗件消耗参考指标

名 称	单 位	消 耗 指 标
热筛筛板	kg/t 烧结矿	0.001~0.008
单辊破碎机齿冠	kg/t 烧结矿	0.007~0.018
四辊破碎机辊皮	kg/t 烧结矿	0.015~0.02(破碎碎焦)
冷筛筛板	kg/t 烧结矿	0.005~0.01
锤碎机锤头	kg/t 石灰石	~0.07
普通运输带	m ² /t 单层	0.02~0.05
炉算	kg/t 烧结矿	0.02~0.06
润滑油	kg/t 烧结矿	0.01~0.04

9.0.2 根据国内外的先进经验,在烧结厂的设备检修中,整体更换(或部件或组装件)可缩短检修时间,有利于提高检修效率。整体更换的规模范围视具体条件与经济状况而定,不宜过多。由于检修条件、技术装备和检修环境等因素的限制而影响检修进度与质量时,要重点考虑。

9.0.4 烧结风机是烧结生产的关键设备,其价格昂贵,必须精心维护与使用。风机转子在下述情况下,必须进行动平衡试验:

- 1 风机转子在安装使用前。
- 2 转子磨损经过修补后等。

转子动平衡试验应由钢铁公司统一考虑或外协解决。因为转子平衡台是一种精密而又昂贵的设备,对安装、使用条件和维护管理要求很高,因此必须考虑该设备的利用率和经济效益。

9.0.6 烧结设备检修用起吊设备,应根据烧结厂的规模、设备规格、数量的多少,检修性质、检修周期和检修内容而定。转运站标高 12m 以上宜设置电葫芦。1×450m² 烧结机设备检修用起吊装备见表 24。

表 24 1×450m² 烧结机设备检修用起吊装备

设备名称	主要技术规格	台数	用 途
电动桥式起重机	60/20t,跨距 17.3m	1	烧结机尾及单辊检修
	20t,跨距 17.3m	1	台车、烧结机头及点火炉检修
	75/20t,跨距 14m	1	主抽风机检修
电动单梁起重机	15t, 跨距 3.8m	1	烧结主厂房±0.00 平台车修理
	15t, 跨距 11m	1	冷破碎及一次冷筛修理
	3t, 跨距 8m	1	二次成品筛修理
	3t, 跨距 10m	2	三次、四次成品筛修理
	7.5t, 跨距 13m	1	粉焦棒磨机传动装置及衬板修理
电葫芦	3t	1	混合料槽及返矿槽修理
	5t	2	单辊算齿及环冷机车修理
	10t	1	环冷鼓风机修理
	1t	3	粉焦缓冲仓衬板及胶带机、配料槽下 胶带机、圆辊衬板反射板修理
	2t	3	粗焦筛、粉焦筛、反击式破碎机修理

10 环境保护

10.0.2 烧结烟气中的主要有害气体是 S 和 N 的氧化物以及 As、F 等化合物。降低烟气中这些有害气体的主要方法是宜选用优质原料、熔剂和固体燃料,采用有害气体发生量少的新工艺、新设备、新技术。国内有台 450m^2 烧结机通过配矿使原料中的含 S 成分降低,进而再通过增高烟囱,使烟气中的 SO_x 浓度达到国家排放标准。采用这种低 S 原料,经计算 SO_2 排放量为 1992kg/h 。按 0.006ppm 着地浓度标准,当采用 200m 高烟囱稀释时,允许 SO_2 排放量为 2760kg/h ,故不需采取脱除措施。预计将来原料含 S 量有增高的可能性,而预留了脱除设施的位置。在工艺上也采用了双降尘管、双除尘系统的技术。

烟气脱 SO_x 技术在日本不少厂已经采用,技术上行之有效,但因烟气量大, SO_x 浓度又低,治理措施投资大,不少方法还有二次污染。目前我国大中型烧结机采用高烟囱扩散稀释的方法仍占主导地位,而另一些大中型烧结机正在设计脱 SO_x 装置。

烟气中有害气体采用一般方法达不到国家、行业和地方规定的排放标准时,必须采取有效的措施,强制脱出烟气中的有害气体。

脱硫方法有钢渣石膏法、氨硫铵法、氢氧化镁法和石灰石膏法等,脱 SO_x 率均在 90% 左右。烧结烟气脱 NO_x 的方法较多,如湿式吸收法、干式法、接触分解法、选择和非选择还原法等。日本川崎公司千叶 4# 烧结机烟气脱 SO_x 脱 NO_x 同时进行,较为合理。脱 NO_x 效率在 90% 以上。国内烧结烟气脱 F 后得到的产品是炼铝工业的主要原料——冰晶石。

10.0.3 机头除尘器最后电场收下的过细灰尘,以及含 As 等有

毒有害的散落物、粉尘及半成品等,不仅要防止二次污染产生,设计中还必须规定严加管理,不准流失。

钢铁公司的含铁粉尘泥渣湿料和干料宜分别进行处理。转炉泥等湿料经处理后送烧结圆筒混合机或加至烧结配料胶带机的料面上,也可与高炉返矿一起搅拌送烧结或原料场。干料经配料、混合、造球后送烧结,也可分别送原料场经混匀后作为烧结原料利用。

近年国内建设的大中型烧结机,环境除尘多采用袋式除尘器和电除尘器。这些除尘器效率高,经处理后排出的废气含尘浓度均能达到国家排放标准。条件允许时应优先采用除尘效率比电除尘器高的袋式除尘器。

烟气和环境除尘应采用高效干式除尘器,因为干式粉尘回收利用简单,便于管理,费用低。

10.0.5 烧结厂的噪声主要来自各种运转设备以及管道阀门等。在设备不断大型化的同时,这种噪声也越来越严重。设计中必须采取措施,防治噪声。防治的办法,目前国内外大多采用低噪声工艺和低噪声设备以及采用隔声、吸声、消声、减振、防止撞击等措施,使噪声达到国家控制标准。

10.0.6 烧结厂绿化不仅能美化环境,而且还能起到吸收有害气体、过滤灰尘、降低噪声以及防风抗旱等作用,对调节小气候,改善环境很有益。但厂区绿化与“三废”治理有密切关系,必须综合考虑。废气净化不好,实现绿化有困难,树木、花草的成活率也不高。因此,烧结厂绿化面积的多少,已成为烧结厂环境保护水平的重要标志之一。

11 安全、工业卫生与消防

11.0.2 烧结厂设计必须有完备的消防、防爆、防雷电、防洪设施,并应符合国家的有关规定。根据产生易燃物质及构成爆炸因素的危险程度不同,对建筑物应采取耐火防爆以及厂区消防供水、报警信号、通信联络等措施。

11.0.3 设备安全运转主要是指设备过载保护、高温保护、润滑及冷却装置、限位缓冲装置、检测信号装置、安全场所与安全距离等。

11.0.4 电气安全必须执行国家有关电气安全规范的规定。劳动环境恶劣场所采用封闭防爆式电气装置。电气设备要有防护和接地装置,煤粉、油罐必须有防止静电及带电作业防护装置等。

11.0.5 防伤害与保障人身安全是指必须设置安全通道、扶梯栏杆、安全标志、安全色、孔洞与沟槽的盖板、管道警告标志、保护罩、防护服等。

工业卫生方面,在设计中主要是解决好在生产过程中产生的尘毒源、放射性与噪声、振动等的危害以及采用的防暑、防寒、防冻、防湿设施和生产区的生活卫生设施,要达到国家卫生标准的要求。