

项目一

铁矿粉造块概述



项目导入

高炉冶炼要求炉料具有一定的粒度且粒度均匀,具有较高的冷态强度、热态强度以及良好的冶金性能。因此,粉状精矿粉不能直接入炉。铁矿粉造块是将不能直接入炉的粉状原料经配料后用人工的方法造成符合冶炼要求的块矿,不但扩大了原料的来源,而且能够去除有害杂质,改善入炉原料的质量。烧结和球团是目前铁矿粉造块的两个重要方法,已成为钢铁工业生产中必不可少的工艺过程,在钢铁冶炼过程中有着重要的地位。

任务一 参观烧结厂



学习目标

- 了解烧结生产的工艺流程,初步认识各工艺的主要设备,了解烧结生产的特点,明确评价烧结生产的技术经济指标。



任务描述

辉腾烧结厂的平面布置示意图如图 1-1 所示:

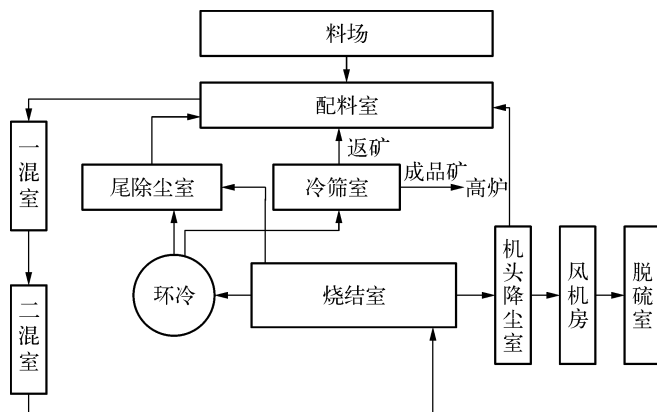


图 1-1 辉腾烧结车间平面布置示意图

- (1) 通过学习烧结生产有关知识,制定合理的参观烧结车间的路线。
- (2) 通过参观烧结厂的主要生产部门,了解各部门的职责,初步认识烧结生产。



相关知识

一、烧结生产工艺

烧结法是铁矿粉造块的一个重要方法。在钢铁生产中,烧结就是将添加一定数量燃料的粉状物料(如粉矿、精矿、熔剂及其他工业副产品)进行高温加热,在不完全熔融条件下烧结成块,所得的产品即为烧结矿。在生产实践中,烧结生产工艺随原料条件,对产品质量要求和生产规模不同,其工艺流程也有差异。目前常用的烧结生产工艺流程如图 1-2 所示。

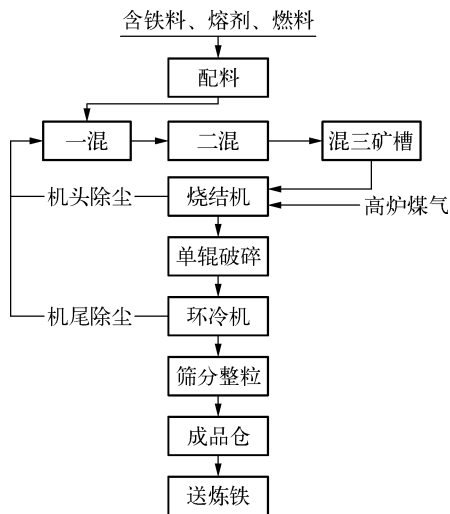


图 1-2 烧结生产工艺流程

烧结生产过程如下:含铁原料、熔剂以及燃料在破碎筛分处理后达到烧结要求的粒度,经配料后在一次混合机中加水混匀,经皮带转入二次混合机中补水混合制粒。粒度适宜的混合料经布料器进入烧结机抽风烧结,得到的热烧结矿经单辊破碎机破碎后进入环式冷却机缓冷。冷却后的烧结矿筛分整粒,其中小于 5 mm 的返矿配入烧结循环使用,粒度 10~20 mm 的返回烧结机用作铺底料,其他粒度适宜的成品矿送入高炉。传统烧结工艺在单辊破碎机破碎后进行热筛,小于 5 mm 的热返矿返回烧结,由于热返矿自身温度波动较大,造成混合料水分波动较大,不易控制,新建的烧结厂已取消热返矿。

当前常用的烧结设备是带式抽风烧结机。烧结过程伴随着燃料的燃烧,宏观上讲烧结料层的主要气氛是氧化性气氛,但燃料附近由于碳的不完全燃烧可能存在着局部的还原性气氛。

二、烧结厂生产技术经济指标

1. 烧结机利用系数

烧结机利用系数是指烧结机每平方米有效抽风面积在一小时内的成品矿产量,是衡量烧结机生产效率的重要指标,与烧结机有效烧结面积大小无关。用烧结机台时产量和有效抽风面积的比值来表示:

$$\text{利用系数} = \frac{Q}{F}$$

式中: Q ——烧结机台时产量, $t/(\text{台} \cdot \text{h})$;

F ——烧结机的有效抽风面积, m^2 。

2. 烧结机台时产量

烧结机台时产量是指一台烧结机在单位时间(1 h)内生产的烧结矿的产量,是体现烧结机生产能力大小的指标,与烧结机的有效抽风面积大小有关。

$$Q = \frac{Q_{\text{总}}}{t_{\text{总}}}$$

式中: Q ——烧结机台时产量, $t/(\text{台} \cdot \text{h})$;

$Q_{\text{总}}$ ——一台烧结机的生产总量, t ;

$t_{\text{总}}$ ——烧结机总的运行时间, h 。

3. 成品率

成品率是指成品烧结矿量占烧结混合料总消耗量的百分数。

$$\text{成品率} = \frac{Q_{\text{成}}}{Q_{\text{混}}} \times 100\%$$

式中: $Q_{\text{成}}$ ——成品烧结矿量, t ;

$Q_{\text{混}}$ ——烧结混合料的总消耗量, t 。

4. 烧结机作业率

烧结机作业率是以设备运转时间占日历时间的百分数计算,是衡量设备工作状态的指标。

$$\text{作业率} = \frac{\text{实际作业时间}(\text{台} \cdot \text{h})}{\text{日历时间}(\text{台} \cdot \text{h})} \times 100\%$$

日历时间 = 烧结机台数 \times 24 \times 年日历天数, $\text{台} \cdot \text{h}$ 。

5. 烧结矿品质标准

烧结矿的化学成分、物理性能、冶金性能等符合国家标准的称为烧结矿的合格品,不符合国家标准的烧结矿为不合格品,则:

$$\text{合格率} = \frac{\text{合格品量}}{\text{总产量}} \times 100\%$$

(1) 质量合格率是衡量烧结矿质量好坏的综合指标。根据部颁标准规定,实际生产检验过程及工艺试验中出现的一部分未检验品和试验品,不参加质量合格率的计算,因此:

$$\text{质量合格率} = \frac{\text{总产量} - \text{未验品量} - \text{试验品量} - \text{出格品量}}{\text{总产量} - \text{未验品量} - \text{试验品量}} \times 100\%$$

(2) 烧结矿合格品、一级品或不合格品的判定根据其物理化学性能的检验结果而定。主要包括烧结矿全铁(TFe)、氧化亚铁(FeO)、硫(S)含量、碱度(CaO/SiO₂)、转鼓指数($\geq 6.3 \text{ mm}$)、粉末($< 5 \text{ mm}$)等,有的厂还包括氧化镁(MgO)、氟(F)、磷(P)等。

(3) 烧结矿一级品率是指一级品的烧结矿量占合格品量的百分比。

$$\text{一级品率} = \frac{\text{一级品量}}{\text{合格品量}} \times 100\%$$

(4) 烧结矿的碱度(R)是指烧结矿中的碱性氧化物含量与酸性氧化物含量的比值。有三种表示方法: CaO/SiO_2 为二元碱度; $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2$ 为三元碱度; $(\text{CaO} + \text{MgO})/(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 为四元碱度。常用的是二元碱度, 即:

$$R = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$$

6. 生产成本

生产成本是指生产每吨烧结矿所需要的费用, 由原料费和加工费组成。原料费主要是含铁原料和熔剂的费用。加工费是指生产一吨烧结矿所需的加工费用(不包括原料费)。它包括辅助材料费(如燃料、润滑油、胶带、炉算条、水、动力费等)、工人工资、车间经费(包括设备折旧费、维修费等)等。

7. 劳动生产率

劳动生产率是指每人每年生产烧结矿的吨数, 该指标反映工厂的管理水平和生产技术水平, 又称全员劳动生产率(全员包括工人和干部)。另外, 还有工人劳动生产率, 即每个工人每年生产烧结矿的吨数。



任务实施

一、制定烧结车间的参观路线

1. 烧结的工艺流程

准备原料→配料→一次混合→二次混合→布料→抽风烧结→缓冷→成品矿处理。为使大家充分了解烧结车间各个部门的职能, 按照烧结工艺流程制定参观烧结车间的路线比较合理。

2. 参观烧结车间的路线

料场→配料室→一混→二混→主厂房→环冷机→冷筛室→风机房→除尘室→脱硫室。

二、烧结厂各部门的职能

1. 料场

包括受料槽、矿粉仓、熔剂仓、燃料仓、筛分室和混匀料场等, 主要设备有翻车机、管带机、堆取料机。其主要作用是承担原料的接受、运输和贮存, 进行熔剂和燃料的破碎筛分以及含铁料的中和。一些新建的烧结厂, 在料场完成各种含铁原料的一次混合配成混合矿, 这对控制烧结矿成分和碱度稳定具有积极的意义。燃料的破碎不在料场进行, 为保证烧结用燃料的粒度, 燃料的破碎筛分由烧结车间自己控制, 有利于控制烧结矿质量, 主要是对控制烧结矿中氧化亚铁(FeO)含量以及烧结矿的强度具有积极意义。

2. 配料室

主要包括配料仓, 主体设备有圆盘给料机和电子皮带秤。其主要作用是将含铁料、熔剂

和燃料按所需比例准确称取,混合配制成混合料,精心配料是生产满足高炉需求的优质烧结矿的前提。配料偏差会影响烧结过程以及烧结矿的质量。

3. 一混室

一次混合简称一混,主要设备是一次混合机,主要作用是加水湿润,消化生石灰,混匀混合料。

4. 二混室

二次混合的主要设备是二次混合机,主要作用是制粒和调整混合料的水分,增加混合料中粒度为 3~8 mm 的含量,减少 0~3 mm 的粒度含量,尤其是增加混合料中 3~8 mm 粒度的含量。此外,对原料中不加生石灰的混合料,补充蒸汽预热,提高混合料的料温。

5. 烧结室

主要设备是烧结机,目前常用的是带式抽风烧结机,其任务是将烧结混合料抽风烧成合格的烧结矿。

6. 环冷机

主要设备单辊破碎机和环式冷却机,其作用是将烧结机上下来的热烧结矿破碎后强制风冷,获得温度合适的冷烧结矿,为烧结矿整粒做准备。

7. 冷筛室

主要设备是振动筛,主要作用是完成烧结矿整粒,分出返矿和铺底料,获得粒度适宜的成品矿。

8. 风机房

包括风箱、抽风机等。主要作用是给烧结机提供足够的负压抽风,使烧结顺利进行。

9. 除尘室

主要设备有集尘管和除尘器等,其作用是收集生产中的废尘,返回烧结循环利用,改善生产操作环境,净化烧结废气。

10. 脱硫室

主要设备是脱硫塔,其作用是吸收烧结过程抽风废气中的 SO_2 ,使废气达到排放的标准,实现保护环境的目的。

任务二 了解球团生产



学习目标

- 认识球团的生产工艺。
- 掌握球团矿的质量指标。
- 了解各工艺流程的职能。



任务描述

球团生产是目前人工造块的另一个重要方法。通过了解球团生产工艺流程,掌握球团

工艺流程各个工序的主体设备和作用。



相关知识

一、球团生产概述

球团生产是把细磨精矿粉或其他含铁粉料添加少量添加剂混合后,在加水湿润的条件下,通过造球机滚动制成一定尺寸的小球,再经过干燥焙烧,固结成为具有一定强度和冶金性能的球形含铁产品,这一过程称为球团生产过程,得到的产品即为球团矿。球团矿是高炉生产的优质炉料,具有品位高、强度好、粒度均匀、易还原等优点。

球团矿按其性质可分为酸性球团矿和熔剂性球团矿两种。酸性球团矿是用铁精粉配加一定数量的粘结剂(主要是膨润土)后制成一定粒度的生球,再经过高温或其他方法固结成球团矿,一般酸性球团矿的碱度(CaO/SiO_2)小于0.1。熔剂性球团矿是用铁精粉添加黏结剂和一定数量的石灰石粉或消石灰粉,经高温或其他方法固结成的球团矿。对熔剂性球团矿性质的划分没有明确的划分规定和标准。熔剂性球团矿的二元碱度比较高,有的把二元碱度大于0.6的叫熔剂性球团矿,把碱度小于0.6的叫低碱度球团矿,熔剂性球团矿有较好的冶金性能。

二、球团生产主要的技术经济指标

球团生产中主要的技术经济指标有成品率、返矿率、设备有效面积利用系数和台时产量等。

1. 球团矿成品率

球团矿成品率是指球团矿产量占原料配料总量的百分比。其计算公式是:

$$\text{球团矿成品率} = \frac{\text{球团矿总产量(t)}}{\text{原料配料总量(干基)(t)}} \times 100\%$$

2. 球团矿返矿率

球团矿返矿率是指球团矿经过成品筛分后,其粒度不符合高炉冶炼要求而不能入炉的那部分质量占全部质量的百分比。其计算公式为:

$$\text{球团矿返矿率}(\%) = \frac{\text{返矿量(t)}}{\text{球团矿入炉量(t)} + \text{返矿量(t)}} \times 100\%$$

3. 球团设备有效面积利用系数

球团设备有效面积利用系数是球团设备单位平方米有效面积每小时生产的球团矿产量。它反映一个厂(车间)操作、管理、工艺水平和设备利用程度的综合指标。其计算公式为:

$$\text{有效面积利用系数}[\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{台} \cdot \text{h})] = \frac{\text{球团矿产量(t)}}{\text{有效面积}(\text{m}^2) \times \text{实际作业时间}(\text{台} \cdot \text{h})} \times 100\%$$

计算说明:有效面积是指实际抽风焙烧面积(带式焙烧机)或球团设备焙烧部位的横截面积(竖炉和回转窑)。

4. 台时产量

球团矿的台时产量是指球团设备每一作业台时所生产的球团矿产量。其计算公式为：

$$\text{台时产量}[\text{t}/(\text{台} \cdot \text{h})] = \frac{\text{球团矿总产量}(\text{t})}{\text{实际作业时间}(\text{台} \cdot \text{h})}$$



任务实施

一、球团生产工艺流程

通常球团矿的生产工艺流程包括原料的准备、配料、混合、造球、干燥预热焙烧、成品与返矿的处理等环节。常见的生产工艺流程如图 1-3 所示。

球团生产对原料的需求比烧结更精细，球团生产所用的原料主要有含铁原料、熔剂、黏结剂和燃料。含铁原料主要是选矿后细粒度的铁精粉，熔剂有石灰石粉、消石灰粉等，国内使用的黏结剂主要是膨润土，球团焙烧的方法较多，所使用的燃料来源广泛，可以是固体燃料如煤粉等，也可以是液态燃料如重油，还可以是气体燃料如煤气。

原料的准备包括熔剂、燃料、黏结剂和含铁料的处理，主要设备有球磨机、圆筒干燥机、润磨机等，为球团生产提供粒度和成分都能满足造球需求的原料。

配料和烧结一样，需精细操作，直接影响球团矿的质量。

原料造球所用的设备主要是圆筒造球机和圆盘造球机，我国球团厂多采用圆盘造球机，控制合理的造球工艺，生产出合格的生球，供焙烧使用。

目前，生球焙烧的方法主要有三种：竖炉焙烧法、带式焙烧机焙烧法和链算机——回转窑法，国内现在以竖炉球团为主，作用是将生球焙烧成成品球团矿。

筛分后质量不合格的球团矿作为返矿细磨后返回球团配料。

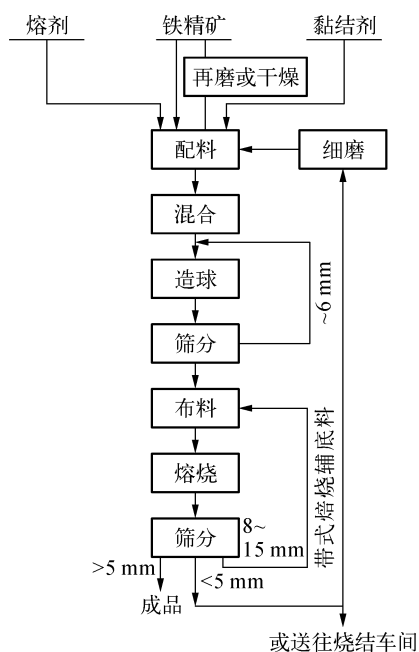


图 1-3 球团生产工艺流程

二、球团生产的特点

与烧结生产工艺相比，球团生产工艺具有以下特点：

(1) 对原料要求严格，而且原料品种比较单一，一般用于球团生产的原料都是细磨铁矿，比表面积大于 $1\,500 \sim 1\,900 \text{ m}^2/\text{g}$ ，水分应低于适宜造球水分， SiO_2 含量不能太高。

(2) 由于生球结构较紧密，且含水量较高，在突然遇高温时会产生破裂甚至爆裂，因此高温焙烧前必须设置干燥和预热工序。

(3) 球团形状一致，粒度均匀，料层透气性好。因此采用带式焙烧机或链算机——回转窑生产球团矿时，一般可使用低负压风机。

(4) 大多数球团料中不含固体燃料。焙烧球团矿所需要的热量由液体或气体燃料燃烧后的热废气通过料层供热,热废气在球团料层中循环使用,因此热利用率较高。



项目总结

烧结和球团是目前铁矿粉造块的两个重要方法。从整体上看,它们的工艺流程相似,都包括了原料的准备、配料、混合、烧制、冷却和成品处理,但由于球团工艺的特点,球团生产工艺比烧结生产工艺多了原料造球、干燥和预热的工序,并且有专门的设备。本项目重点是烧结和球团的生产工艺流程,需要认真掌握。对各个工序所使用的主体设备有一个大概的认识,了解各工序在工艺流程中的作用,这对以后进一步的学习有很大的帮助。



项目测评

1. 当前铁矿粉造块的主要方法有哪些?
2. 铁矿粉烧结的工艺流程是什么? 烧结的主体设备是什么?
3. 铁矿粉球团的工艺流程是什么? 球团焙烧的方法有哪些?
4. 烧结技术经济指标有哪些? 球团矿技术经济指标有哪些?