

◆设备、安全与环保◆

## 钙镁磷肥高炉装置系统阻力分析和设备选型

普宏宾

(玉溪银河磷化有限公司, 云南 玉溪 653101)

[摘 要] 对钙镁磷肥高炉系统煤气流在炉内分布和反应动力学分析, 并对重力除尘器、旋风除尘器、脱氟塔、文丘里洗涤器等除尘设备计算分析。找到制约生产的关键因素, 重新计算选型不能满足生产的设备, 从而提高原料利用率, 提高产量, 降低消耗。

[关键词] 钙镁磷肥; 高炉; 除尘设备; 阻力

[中图分类号] TQ442.33 [文献标志码] A [文章编号] 1007-6220(2018)05-0049-02

### Resistance analysis and equipment selection of system of blast furnace FMP plant

PU Hongbin

(Yuxi Yinhe Phosphate Chemical Co., Ltd., Yuxi 653101, China)

**Abstract:** The gas flow distribution and the reaction kinetics of blast furnace calcium magnesium phosphate system are analyzed, and the dust removing plants are calculated and analyzed including gravitational dust collector, cyclone dust collector, defluorination tower, venturi scrubber etc. The key factors restricting production is found, the lacking equipments are recalculated and chose to improved the utilization rate of raw material and the yield, reducing the consumption.

**Key words:** fused calcium magnesium phosphate (FMP); blast furnace; dust removing plant; resistance

玉溪银河磷化有限公司(简称公司)高炉法钙镁磷肥装置具有投资少、建设周期短、成本低、易操作、对磷矿质量要求不高、产品含多种植物营养元素等优点。但是由于产量低, 利润薄, 技术投入少, 技术进步小, 尤其在节能减排上力度不够。结合公司目前实际的装置情况, 通过分析高炉煤气系统设备压降, 并经改造优化以降低系统阻力。高炉煤气系统阻力的降低, 可为实现“高风温、大风量”创造条件, 从而提高原料、燃料利用率, 提高产量, 降低消耗。

#### 1 工艺流程简述

高炉系统主要由原料、高炉、煤气、净化、冷热风及半成品系统组成。

原料系统包括原燃料场、破碎、筛分、原燃料输送、料仓、计量配料、入炉等部分。原燃料进入高炉后, 在炉内不同区域不同温度下, 发生一系列化学反应和燃烧反应。在1450℃高温下物料成熔融料由炉缸料口排出, 用0.3~0.6 MPa水淬后冲入料池, 用行车捞取至初肥料场上堆放滤水得半成品, 即粗肥。

高炉排出的荒煤气, 由上升管和下降管引出, 经重力除尘器、旋风除尘器干法除去粗尘, 进入旋喷型脱氟塔、文丘里洗涤器, 再经挡板脱水器、旋流脱水器脱水后, 送入管式热风炉与焦炭一起燃烧, 产生的热量用于预热空气鼓风机出口进入高炉的空气。换热后的烟气经烟道由烟囱排放。初肥料场上堆放滤水后的半成品, 经烘干和研磨, 水分、细度合格后包装得到成品。

#### 2 高炉内阻力

高炉内主要的反应是, 首先焦炭与空气中的氧燃烧反应提供热量, 在此热量下矿石与熔剂发生分解、熔化、反应等一系列过程。该过程属于气固相系统的多相反应, 反应速度不仅与炭和空气中氧间的化学反应速度有关, 而且还受氧向炭表面扩散的速度的影响。研究表明, 在高温下进行此反应, 反应属于扩散控制。因此, 凡是有利于增大传质系数, 增加接触表面与提高浓度差的措施, 均可增加

[收稿日期] 2018-01-13

[作者简介] 普宏宾(1971-), 男, 云南峨山人, 工程师, 从事化工工艺和生产管理。E-mail: 13988425309@163.com

物质的传递量,从而加快反应速度。所以,提高气流速度,是强化以扩散控制为主的反应的有效措施。

在高炉操作中,在控制合理料层高度、保证原燃料预热的情况下,力求减小料层阻力,将料层阻力控制在小于20 kPa,这样可以加快燃烧反应速度,缩小燃烧带,使燃烧反应在较小的空间内完成,加大炉内利用空间,提高生产强度。这要求要保证合适的原燃料粒度:磷矿石25~80 mm,白云石25~60 mm,硅石20~40 mm,蛇纹石30~80 mm,焦炭30~120 mm。

### 3 煤气除尘系统主要设备选型计算

结合公司所使用的原燃料组分,经过物料衡算可得,每生产钙镁磷肥初肥1 t煤气产生量为1 372 m<sup>3</sup>。高炉设计生产能力为13.75 t/h,产生煤气量为(1 372×13.75)m<sup>3</sup>/h=18 865 m<sup>3</sup>/h。

高炉煤气参数:流量20 000 m<sup>3</sup>/h,密度1.32 kg/m<sup>3</sup>,温度120 ℃,压力20 kPa,大气压82.5 kPa。

#### 3.1 重力除尘器

重力除尘器设计 $D=4\ 000\text{ mm}$ ,  $H=5\ 000\text{ mm}$ ,一般情况下风速0.6~1.0 m/s,停留时间10~15 s,在该条件下压降可控制小于100 Pa。烟气流量:

$$q_{v1} = \frac{273+120}{273} \times \frac{101.3}{20+82.5} \times \frac{20\ 000}{3\ 600} \text{ m}^3/\text{s} = 7.9 \text{ m}^3/\text{s}。$$

风速 $v_1$ :

$$v_1 = \frac{q_{v1}}{0.785 \times D^2} = \frac{7.9}{0.785 \times 4^2} \text{ m/s} = 0.62 \text{ m/s}。$$

停留时间 $t$ :

$$t = \frac{0.785 \times D^2 \times H}{q_{v1}} = \frac{0.785 \times 4^2 \times 5}{7.9} \text{ s} = 7.9 \text{ s}。$$

经核算目前选用设备符合满负荷生产需要。

#### 3.2 旋风除尘器

现有2台CLK型扩散型旋风除尘器并联,规格 $\phi 700\text{ mm}$ ,进口尺寸700 mm×182 mm。

单台处理气量 $q_{v2}$ :

$$q_{v2} = \frac{7.9}{2} \text{ m}^3/\text{s} = 3.95 \text{ m}^3/\text{s}。$$

进口截面积 $S_1$ :

$$S_1 = 0.7 \times 0.182 \text{ m}^2 = 0.1274 \text{ m}^2。$$

进口风速 $v_2$ :

$$v_2 = \frac{q_{v2}}{S_1} = \frac{3.95}{0.1274} \text{ m/s} = 31 \text{ m/s}。$$

压降<sup>[1]</sup>  $\Delta p = \zeta \frac{\gamma v^2}{2}$  式中 $\zeta$ 阻力系数采用9,则:

$$\Delta p = 9 \times \frac{1.32 \times 31^2}{2} \text{ Pa} = 5\ 708.3 \text{ Pa}。$$

目前所用除尘器,进口风速和压降均大于设计

所允许的气速12~20 m/s,压降900~1 500 Pa。因此,要重新选型。由于CLK型扩散型旋风除尘器最大规格为 $\phi 700\text{ mm}$ ,所以选用XLP/B型除尘器。

选型计算<sup>[1]</sup>,压降控制在1 500 Pa:

$$v_3 = \sqrt{\frac{2 \times \Delta p}{\xi \gamma}} = \sqrt{\frac{2 \times 1\ 500}{5.8 \times 1.32}} \text{ m/s} = 19.8 \text{ m/s}。$$

式中 $\xi$ 阻力系数采用5.8。

入口截面积 $S_2$ :

$$S_2 = \frac{q_{v3}}{v_3} = 0.199 \text{ m}^2。$$

XLP/B型除尘器入口截面积 $S_2 = 0.175 D^2$ ,所以:

$$D = \sqrt{\frac{S_2}{0.175}} = \sqrt{\frac{0.199}{0.175}} \text{ m} = 1.06 \text{ m}。$$

故选用1台直径为1 060 mm的XLP/B型除尘器。

#### 3.3 脱氟塔

现用设备规格 $\phi 1\ 500\text{ mm} \times 10\ 000\text{ mm}$ ,吸收方式为空塔喷淋。吸收塔设计空塔气速0.6~1.5 m/s<sup>[2]</sup>。目前气速:

$$v_4 = \frac{q_{v1}}{0.785 \times D^2} = 4.47 \text{ m/s}。$$

气速过大,导致阻力增加,带液多,从而增加后面文氏管洗涤器的负荷和阻力。需重新选型,空塔气速选1 m/s。新选塔径:

$$D = \sqrt{\frac{q_{v1}}{0.785 \times v}} = 3.17 \text{ m}。$$

故选用一台 $\phi 1\ 500\text{ mm} \times 10\ 000\text{ mm}$ 的脱氟塔。

#### 3.4 文丘里洗涤器

文丘里洗涤器喉管气速一般为50~120 m/s<sup>[2]</sup>,脱氟塔后的文丘里洗涤器,主要是进一步除尘降温。因此采用高气速、低液气比,喉管气速选108 m/s。喉管直径:

$$D = \sqrt{\frac{q_{v1}}{0.785 \times v}} = \sqrt{\frac{7.9}{0.785 \times 108}} \text{ m} = 0.305 \text{ m}。$$

现有设备喉管直径为300 mm,可满足需要。

#### 4 结论

通过对钙镁磷肥高炉入炉原燃料规格粒度的管理和对煤气系统主要设备计算分析并重新选型,可以使整个系统阻力下降。由于阻力下降,进入高炉的空气量增加,提高了焦炭的燃烧效率,炉内煤气流分布均匀,可使产量在现有的基础上提高30%。

[参考文献]

- [1] 国家医药管理局上海医药设计院.化工工艺设计手册:上[M].北京:化学工业出版社,1986:240-251.
- [2] 张殿印,王纯.除尘工程设计手册[M].北京:化学工业出版社,2003:230-244.