

改善混合机滚筒振动的方法

刘晓伟

(首钢长治钢铁公司 烧结厂, 山西 长治 046031)

摘要:结合首钢长治钢铁公司 4#烧结机混合机滚筒的大修实践, 对大修前混合机滚筒的振动隐患状况、新滚筒安装、投产过程进行了总结。并从混合机滚筒实际运行参数、滚圈和托辊的参数、滚圈托辊的接触应力与需用应力的大小匹配等方面进行了计算分析。运行实际表明, 新混合机滚筒符合长钢实际生产要求。

关键词:圆筒混合机; 振动隐患; 滚圈托辊; 接触面; 接触应力

中图分类号:TF046.4

文献标识码:B

文章编号:1006-5008(2013)06-0046-03

METHOD TO IMPROVE VIBRATION OF ROTARY DRUM OF MIXER

Liu Xiaowei

(Sintering Plant, Changchi Iron and Steel Company Limited, Capital Iron and Steel Company, Changzhi, Shanxi, 046031)

Abstract: Based on the heavy repair practice of rotary drum of mixer of 4# sintering machine, it is concluded its vibration hidden trouble before the repair, the process of installing and being put into production of new rotary drum. The calculation and analysis are done in practical operation parameters of drum, parameters of rolling ring and supporting roll, matching between the contact stress and needed stress of rolling ring and supporting roll. It is showed from practice that the new rotary drum is suitable for actual production.

Key Words: cylinder mixer; vibration hidden trouble; rolling ring and supporting roll; contacting area; contacting stress

1 引言

首钢长治钢铁公司烧结厂 4#烧结机混合机滚筒由洛矿设计、制造。设备运行 2 年后出现主设备与基础明显共振问题。厂房周围地块有强烈晃动感觉, 砖混墙体与水泥框架多处已经分离, 随时存在危及人身安全重大隐患。其后虽经公司相关部门、设计院、制造厂家等多方解决, 但并未从根本上消除振动, 隐患依然存在。2012 年烧结机大修期间对混合机滚筒进行了大修改造, 更换了滚筒, 加宽了滚圈和对应托辊, 调整了材质, 加固了设备地基。改造后效果显著, 运行状态平稳良好。

2 振动隐患处理过程

2006 年 10 月份出现严重振动, 更换小齿轮、减速机、托轮。

2006 年 11 月份更换电机, 降低滚筒转速, 减缓了振动。

2006 年 12 月份改造、更换进料端钢底座, 减缓了振动。

2007 年 4 月份改造小齿轮齿数, 更换新的小齿轮, 更换新的大齿环。

2009 年在 4#机大修方案中提出大修改造, 因故未能批准实施。

2010 年 6 月振动又有加剧(振动幅度在 0.10 ~ 0.40 mm 内波动)。

2010 年 7 月大齿环掉头, 减缓了振动。

2010 年 9 月根据设计院方案, 把地面以上设备基础全部连接起来, 减缓了振动。

3 原因分析及改造方案

3.1 原因分析

收稿日期: 2013-02-25

作者简介: 刘晓伟(1981-), 男, 助理工程师, 2005 年毕业于宝鸡文理学院工业设计专业, 现在首钢长治钢铁有限公司烧结厂从事机械设备工作, E-mail: 258269597@qq.com

经过对几年来的排除振动所采取的应对维修措施的分析和整理,最终将混合机滚筒振动原因归纳为以下3个方面。

(1) 筒体在生产加工过程中,机床螺栓断裂数次,造成筒体加工后同心度误差较大,导致滚环、大齿圈不同心,是产生振动的直接原因。

(2) 滚环和托轮宽度偏小(经计算,上料量 450 t/h 时,接触应力大于 $2\,234\text{ kg/cm}^2$),现有宽度为 290 mm,许用接触应力只有 $2\,270\text{ kg/cm}^2$,安全系数偏小。造成滚环、托轮表面磨损、剥落、掉块现象严重,目前进料端滚圈已变为多边形,是产生振动的主要原因。

(3) 设备的长期振动,对基础造成了一定的损坏,已无法保证原有设计的承受能力,必须对设备基础进行加固处理。

3.2 改造方案

(1) 设备基础加固

拆除现有地面以上设备基础,并对基础底部进行打钢管桩处理。

(2) 混料机结构参数改造

① 大齿圈:齿轮宽度由 240 mm 改为 320 mm,材质为 ZG42CrMo。

② 小齿轮:齿轮宽度由 250 mm 改为 340 mm,材质为 40Cr。

③ 滚圈:滚圈宽度由 350 mm 改为 450 mm,材质为 ZG35 钢。

④ 托辊:托辊宽度由 400 mm 改为 500 mm,材质为 45 钢。

⑤ 小齿轮钢底座钢板加厚并重新制作更换。

⑥ 挡轮、传动电机、减速仍使用现有混合机的电机和减速机,其余部分进行整体更换。

3.3 大修改造施工

2012 年利用烧结机大修,对混合机进行了大修改造,主要分前期设备拆除、中期地基加固、后期设备安装及调试等 3 个阶段实施。每个阶段都严格按照行业工程规范要求施工,工程技术人员时时进行技术和质量监督把关。混合机大修施工工期用时 30 天,一次试车成功。投入正常生产后,在上料量 400 t/h 时,滚筒所有钢底座振动幅度均在 0.05 mm 以内,运行平稳良好。

4 理论计算

4.1 新滚筒设计参数^[1]

筒体内径: $D = \Phi 3\,500\text{ mm}$

筒体长度: $L = 16\,000\text{ mm}$

辊圈外径: $D_R = \Phi 4\,100\text{ mm}$

辊圈宽度: $b = 400\text{ mm}$

托辊外径: $D_T = \Phi 1\,000\text{ mm}$

托辊宽度: $B = 450\text{ mm}$

4.2 实际运行相关参数

筒体转速: $n = 6 \sim 8\text{ r/min}$

填充率: $\psi = 9.33\%$

筒体倾斜角: 2°

混合时间:3.4 min

4.3 实际计算分析

从理论上对该新滚筒进行计算,分析新筒体是否符合实际工况要求。

(1) 接触应力

接触力包括自重项接触力与物料流动项接触力,受力分析如图 1 所示。

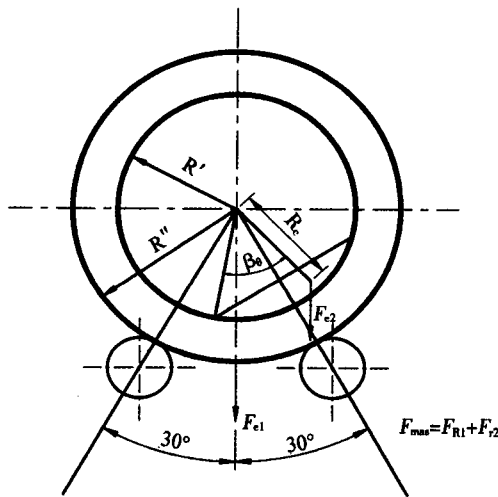


图 1 受力分析

Fig. 1 Force analysis

① 自重项接触力(F_{R1})

$$F_{R1} = \frac{F_{g1}}{2} \frac{1}{\cos 30^\circ}$$

式中, F_{R1} ——由自重产生的接触力,kN;

F_{g1} ——不计流动料时给料侧托辊支撑力,kN;

$$F_{g1} = (W_1 + W_2 + W_3) / 2 \\ = (702.66 + 490 + 51.744) / 2 = 622.2\text{ (kN)}$$

式中, W_1 ——筒体自重,kN;

W_2 ——粘料层自重,kN;

W_3 ——衬板自重,kN。

$$\text{故 } F_{R1} = \frac{F_{g1}}{2} \frac{1}{\cos 30^\circ} = \frac{622.2}{2} \frac{1}{0.866} = 359.2\text{ (kN)}$$

② 物料流动项接触力 F_{R2}

$$F_{R2} = \frac{0.5R'' + R_c \sin \beta_0}{R'' \cos 30^\circ} F_{g2}$$

式中, R'' ——辊圈外半径, $R'' = 2.05\text{ m}$;

β_θ ——物料扇形半角,°, 根据填充率表, $\beta_\theta = 50^\circ$;

R_c ——流动料重心点半径, m。

$$\text{由公式 } R_c = \frac{4}{3} \frac{R \sin^3 \beta_\theta}{\beta_\theta \lambda - \sin^2 \beta_\theta}$$

式中, R' ——筒体粘结料后的内半径, $R' = 1.6$ m;

$$\text{故 } R_c = \frac{4}{3} \frac{R \sin^3 \beta_\theta}{\beta_\theta \lambda - \sin^2 \beta_\theta} = \frac{4}{3} \frac{1.6 \times 0.766^3}{50 \times 3.14 - 0.985} = 1.26 \text{ (m)}$$

F_{g2} ——每对托辊承受的物料流动重力, kN;

W_4 ——流动物料重力, $W_4 = 25T \times 9.8 = 245$ (kN);

$$\text{故 } F_{g2} = \frac{W_4}{2} = 245/2 = 122.5 \text{ (kN)}$$

$$\text{故 } F_{R2} = \frac{0.5R'' + R_c \sin \beta_\theta}{R'' \cos 30^\circ} F_{g2} = \frac{0.5 \times 2.05 + 1.26 \times 0.766}{2.05 \times 0.866} \times 122.5 = 137.3 \text{ (kN)}$$

③ 最大接触力 ($F_{\max}$)

最大接触力作用在给料端滚圈与倾斜料流侧托辊接触面上。

$$F_{\max} = F_{R1} + F_{R2} = 359.2 + 137.3 = 496.5 \text{ (kN)}$$

(上接第 42 页)

采用 RC-1600 型振动冷却机组, 设 3 台振动冷却机, 串联使用, 延长冷却时间。振动冷却机箱体中空, 其中通水, 实现间接水冷。冷却后的球团温度小于 300 ℃。成品球团送到成品仓储存, 然后用汽车送到高炉或电炉。

2.6 烟气处理系统

烟气处理系统设置了余热锅炉、换热器、低压蒸汽发生器及布袋除尘器。从转底炉排出的 1100 ℃ 的烟气首先经过余热锅炉, 产生蒸汽, 然后进入换热器。助燃风及二次风通过换热器内的细管, 间接换热, 经换热后, 助燃风温度达到 350 ℃, 二次风温度达到 500 ℃, 助燃风用于点燃焦炉煤气, 二次风用于燃烧烟气内的 CO。换热后的高风温有助于热能的充分利用, 另外 CO 的燃烧也为转底炉提供相当可观的热量。

经换热后的烟气再进入低压蒸汽发生器, 产生蒸汽, 充分回收热能, 然后通过布袋除尘器收集粗锌氧化物, 净化后的烟气排入大气。

(2) 接触应力 (σ_H)

$$\begin{aligned} \sigma_H &= 0.19 \sqrt{\frac{F_{\max} \times (D_R + D_T)}{b \times D_r \times D_t} E} \\ &= 0.19 \sqrt{\frac{49650 \times (410 + 100)}{40 \times 410 \times 100} 2.1 \times 10^6} \\ &= 1081.9 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

④ 接触应力条件比较: 查设计资料已知滚圈与托辊许用接触应力 $[\sigma_H]$ 为 2648 kg/cm², 故经比较, 实际接触应力 $\sigma_H = 1081.9 \text{ kg/cm}^2 < [\sigma_H]$, 所以该新滚筒混合机完全符合实际生产状况要求。

5 结语

经过工期 30 天的混合机大修改造, 更换后的新滚筒在正常带负荷作业条件下, 生产正常, 运行平稳。通过对滚筒的设计参数和实际运行数据整理计算, 从理论上证明该新滚筒设计参数符合实际生产要求。尤其是滚筒的滚圈和托辊的设计宽度、外径、材质及热处理对混合滚筒的使用寿命和运行状态是至关重要的。在筒体安装过程中托辊与滚圈的安装精度要求、以及在后续的生产中托辊的润滑、日常设备维护和检修都应按设备规范执行。

参考文献

- [1] 杨占凯, 张春晓. 圆筒混合机滚圈与托辊强度计算 [J]. 有色矿冶, 2008(6): 54~57.

3 结语

在充分研究、对比国内外先进经验的基础上, 进行设计, 尽量优化工艺配置, 达到经济、合理、先进。

项目投产后, 生产的金属化球团金属化率达到 80% 以上, 锌的脱除率达到 95% 以上, 产生了一定的社会效益和经济效益。

另外, 由于缺乏转底炉工艺设计的经验, 出现了一些问题, 例如: 各种除尘灰的配比量很小, 配料秤计量不精确; 焦炉煤气含硫量大, 导致烟气中 SO₂ 含量高, 腐蚀除尘器的布袋等。

参考文献

- [1] Rodney A. Apple. 处理含锌粉尘的转底炉工艺 - DRYIRON [J]. 世界钢铁, 2003, (6): 31~34.
- [2] 市川宏, 等. 采用转底炉有效利用炼铁灰尘和污泥 [J]. 世界钢铁, 2004, (5): 51~54.
- [3] 杨雪峰, 储满生, 江涛. 转底炉生产直接还原铁工业试验 [J]. 钢铁, 2009, 44(12): 17~20.