

# 240 t铸造起重机减速机改进设计

刘昌伟

(山钢股份济南分公司 炼钢厂,山东 济南 250101)

**摘要:**针对240 t铸造起重机的主起升同步减速机齿轮的轮齿出现塑性变形、齿面点蚀和胶合等齿面损坏现象,对减速机进行改进,将齿轮的材质改为20CrNi2MoA,齿面改为硬齿面,精度增加到6级,棘轮棘爪结构改进为双棘爪接触。改进后,减速机运转平稳,未再出现齿面点蚀等损坏现象。

**关键词:**铸造起重机;减速机;齿轮;棘爪

中图分类号: TG231.1

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2015)04-0078-01

## 1 前言

济钢炼钢厂120 t转炉区域受钢跨240 t铸造起重机是炼钢生产过程中的关键设备,负责吊运钢水包,安全要求非常高。该起重机主起升系统共有3台减速机,呈‘品’字形布置,其中同步减速机在运行大约1个月时,齿轮的轮齿出现塑性变形、齿面点蚀和胶合等齿面损坏现象,且运行时异音非常大,严重影响炼钢安全生产,存在重大安全隐患。因此,分析减速机齿轮轮齿损坏的原因,对设备进行改进设计,从而保证减速机安全平稳运转,延长使用寿命,保障炼钢安全生产。

## 2 原减速机概况

### 2.1 原减速机结构形式及性能参数

原减速机采用的是双输入双输出结构。通过棘轮、棘爪结构和减速机中间的惰轮的共同作用形成反馈来达到平衡双输出转速的目的,保证输出转速的一致性。减速机功率750 kW,输入转速730 r/min,速比5.542,安全系数要求高。

### 2.2 原减速机齿轮轮齿损伤情况分析

原减速机齿轮为渐开线齿制,齿轮材质40CrNiMo,热处理状态为调质,齿轮精度7级。减速机在空载情况下,齿面的接触可以达到沿齿高方向 $\leq 50\%$ ,沿齿长方向 $\leq 70\%$ 的要求<sup>[1]</sup>。加上载荷后,由于输入输出轴悬臂过长,挠度较大,造成齿轮偏载,实际的齿轮啮合区长度方向不足35%。使用一段时间后,减速机齿轮的轮齿就会出现塑性变形、齿面点蚀和胶合现象。当齿面长期在循环过载载荷工作时,初始齿面出现疲劳裂纹。由于齿轮表面与心部硬度梯度较高,如果载荷不减,就会在齿轮的深

收稿日期: 2015-07-09

作者简介: 刘昌伟,男,1978年生,2001年毕业于山东工程学院机械设计与制造专业。现为济钢炼钢厂机动科工程师,从事起重机及电梯设备管理工作。

层产生裂纹,随着循环次数的增加,表层和深层裂纹会扩展成网状,点蚀坑就会加大,随之而来的就是齿面大面积的剥落。

总之,齿轮轮齿损伤严重的原因是载荷过大、精度低、工作应力低于其许用值、齿轮表面与心部硬度梯度较高等。

## 3 减速机的改进设计

原减速机使用功率较小,齿轮强度满足不了大功率下的使用要求,导致损伤失效。若选用较大功率的减速机,结构尺寸较大,不符合使用现场安装、连接尺寸的要求。这种情况下,只能从齿轮的材质、热处理工艺、齿轮参数优化及减速机的结构优化等方面对原减速机进行改进。

1) 材质是齿轮承载能力的基础,合理选用齿轮材质可以使齿轮在充分满足性能要求的同时,以最佳的加工工艺和热处理工艺制造生产出来。齿轮的许用接触应力和许用弯曲应力都随齿轮的强度(硬度)提高而提高,为保证工作齿部自表至里一定深度内达到相同的硬度,要求选用的齿轮材质具有足够的淬透性,芯部有足够的韧性。因此,改进设计时齿轮的材质由40CrNiMo改为20CrNi2MoA,属于优质低碳合金钢,此类材质适用于重载、受冲击齿轮<sup>[2]</sup>;齿轮的精度由7级增加到6级,热处理工艺采用调质+渗碳+淬火;齿轮的齿面由中硬齿面改为硬齿面,加工时采用硬齿面磨齿工艺,改善齿轮表面质量,齿面硬度达到60 HRC。

2) 重载齿轮为了降低齿面接触应力,提高抗胶合能力,通过更改设计齿轮变位系数的齿轮传动,使最大滑动率接近相等。由于轴及齿轮轮齿在实际运转过程中的受力变形及安装误差等影响,通过实际工作受力模拟计算,按实际工作状态进行齿轮修形设计。从而使齿轮齿面接触良好,减少齿轮运转中的振动与偏差。

(下转第80页)

下3类:减少静电的产生;导除或消散静电;防止静电放电<sup>[1]</sup>。

### 3.1 静电接地

静电接地是比较有效和易于实施的消除静电方法之一。将带静电物体或有可能产生静电的物体(非绝缘体)通过导静电体与大地构成电气回路,它可以迅速导走静电。针对易燃易爆管道、储罐、机械设备,遵照SH 3097—2000 石油化工静电接地设计规范、HGJ 28—90 化工企业静电接地设计规程、GB 12158—2006 防止静电事故通用导则,设置良好的接地装置,完善管理制度。对煤化工系统、氧气的生产和输配、加油站、自动化操作系统等设备设施,实行定期专项点检、监测维护,确保按照设计标准使接地装置保持完好有效。

### 3.2 静电跨接

为防止设备与设备之间、设备与管道之间、管道与容器之间、法兰与法兰之间连接处绝缘或者电阻偏大形成电位差,遵照GB 50235—97 工业金属管道工程施工及验收规范的规定,在相邻设备或法兰间,特别是在可引起着火燃烧的部位,用一定截面积的金属导体,按标准要求将其连接在一起形成等电位连接,以消除电位差。另外,对非导体管道,在其连接处的内部或外部的表面缠绕金属导线,以消除部件之间的电位差,达到安全的目的。

### 3.3 静电屏蔽

针对自动化操作系统,为避免外界电场对自动化仪器设备的影响,或者为了避免电器设备的电场对外界的影响,使电子器件或测量设备免除干扰,

(上接第78页)

3)对减速机中最关键的棘轮和棘爪部分进行重新设计,由单棘爪接触改进为双棘爪接触(如图1所示)。

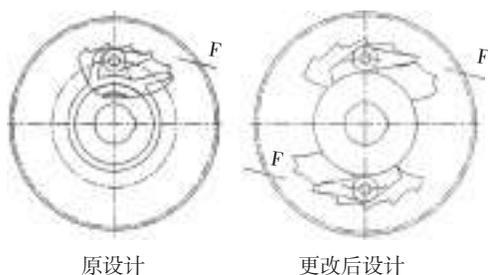


图1 棘轮棘爪结构示意图

原设计中采用的是单棘爪接触,棘轮与棘爪施力不平衡造成轴套与轴之间产生扭矩,轴套的中心发生偏移,造成轴与轴套不同心,加剧了齿轮的损坏。改进后的棘轮棘爪设计为双棘爪接触,在棘爪受力的时候形成力偶,轴套与轴不再形成偏心,减

严格遵照GB 50611—2010 电子工程防静电设计规范采取对自动化设备设施实行静电屏蔽,有效保护多种仪表电路防静电干扰。

### 3.4 氮气惰化保护

针对冶金生产过程中高炉喷吹煤粉、停送煤气等危险生产工艺,为防止输送过程静电等造成爆炸,采用补充氮气和使用氮气吹扫置换的方法来惰化危险性<sup>[2]</sup>。另外,煤化工系统苯类储槽采取内浮顶加氮封的方式,消除苯类储槽因液位上下波动形成爆炸性混合气体,从而有效防止静电造成的事故。

### 3.5 人体静电消除

针对冶金生产的危险工艺,在有防爆和防静电要求的区域内,禁止使用塑料、橡胶等绝缘材料的同时,在人员出入口位置增设人体静电导除器。在易燃易爆危险性较高场所的工作人员,配备防静电工作服等装备,建立相关管理制度。作业人员出入危险区域,应先导除人体所带静电,方可进入。

## 4 结 语

冶金工业作为高危生产行业,随着发展,大型化、高智能化操作系统的应用越来越广泛,对静电危害的防范重要性将会越来越显现,从设计开始,完善过程,做到防微杜渐,更好的确保安全生产。

#### 参考文献:

- [1] 葛晓军,周厚云,梁缙,等.化工生产安全技术[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [2] 职业安全卫生与锅炉压力容器监察局.工业防爆实用技术手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1996.

少了轴套与轴的磨损,进而成倍提高减速机棘轮棘爪部分的接触强度,减轻了齿轮偏载,再加上齿轮进行的齿形、齿向修形,在实际加载的情况下齿轮的接触区可以达到90%以上,延长了减速机的寿命。

## 4 结 语

改进后的减速机上线使用至今已有2 a时间,经开箱检查,在实际加载的情况下齿面接触区能达到90%以上,且没有出现塑性变形、齿面点蚀和胶合等齿面损坏现象。在运行过程运转平稳、无异音、噪声小、温升低,保证了240 t铸造起重机的安全稳定运行和炼钢厂的安全生产。

#### 参考文献:

- [1] 徐灏.机械设计手册[M].2版.北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 张志文.起重机设计手册[M].北京:中国铁道出版社,1998.