

常见轧机速度变化原因分析

张宝瑜

(广州钢铁企业集团有限公司)

摘要 对广钢连轧厂直流轧机在生产过程中出现的速度变化进行深入、系统的分析,提出了相应的解决办法,为今后快速解决同类问题提供相应的参考依据。

关键词 速度变化;张力控制;活套控制;性能;弱磁点

中图分类号: TG333.11 **文献标识码**: A **文章编号**: 1671-3818(2006)01-0010-02

CAUSE ANALYSIS OF MILL SPEED CHANGE

Zhang Baoyu

(Guangzhou Iron & Steel Enterprises Group Co., Ltd.)

Abstract Rolling speed change of DC mill in continuous rolling plant of GISE was analyzed deeply and systematically. And the according measures were put forward to supply references to rapidly solving the common problems for the future.

Key words speed change; tension control; loop control; performance; weak magnetism orders

1 前言

广钢连轧厂的棒材连轧生产线于 20 世纪 90 年代初投产,其粗、中、精轧机都是采用直流电机驱动的。生产线对轧机速度的要求非常严格,一般粗、中轧机速度变化不能超过 1%,成品机架速度变化不能超过 0.5%。根据不完全统计,由速度变化引起的堆钢,占历年来堆钢次数的一半以上,对生产的影响相当大。因此很有必要对造成速度变化的原因进行深入、系统地分析,为以后出现此类问题的快速解决提供相应的帮助。

2 速度给定源引起的速度变化

广钢连轧厂的轧钢速度控制系统是由意大利的达涅利公司设计的,设计的核心是粗中轧机的张力控制和精轧机的活套控制。张力控制的原理是根据电机电流的变化,对上游轧机进行速度调节,但前提是钢坯的材质和温度都十分均匀,直流电机的电流不会突变。而广钢连轧厂无法满足这两种条件,因而张力控制一直都没有投入,这里不再介绍。

速度控制系统的活套控制调速原理就如水库对

下游河流的调节,水浅就放水,水深就节流。活套相当于一个标尺,钢材在活套的高度高于设计值时,速度控制系统就要求之前的轧机减速,反之则加速。

每一台轧机的速度给定就是由速度控制系统给出的,速度控制系统的中心由 S7 的两个 CPU400 组成。速度给定源引起的速度变化就是指速度控制系统给出的速度值不正常变化引起轧机速度变化。常见的有两种,一是由活套热金属探测器的高度探测值不准引起的速度变化,可能的原因有,探测角度不正确、探测器的连线松脱、探测器损坏等,其特点是该探测器之前的所有轧机速度同步变化。只要找对了引起速度变化的探测器,问题就不难解决。另一种则是由速度控制系统的缺陷引起的,它通常出现在成品机架前的活套堆钢之后,由于整个速度调节程序是达涅利公司的专利产品,因此目前的解决办法只有整个 S7 速度系统复位。

3 直流控制部分引起的速度变化

目前广钢连轧厂的直流控制器是西门子 SMO-REG DC - MASTER 6RA7085 的控制器,采用非独立励磁控制的速度电流双闭环控制,内环是电流环,外

环是速度环。这样,既可得到最大的恒流加速,加快了系统的跟随性,减少堵转,又能保证良好的稳速特性,有着较好的动态响应特性和动态抗扰性。

直流电机的调速公式为 $n = (U_d - I_a R_a) / C_e = E / C_e$, 即 $E = U_d - I_a R_a$, 在对直流电机的调速过程中,常说的 EMF 控制不是指整流电压 U_d 而是指电枢感应电势 E 。当电机实际转速在基速以下时,电枢感应电势 E 小于额定值,励磁电流为额定值,电枢回路可控硅在调节控制部分发出的移相触发脉冲作用下,驱动电机在小于或等于额定速度下运行,为恒转矩调速。当实际转速在基速以上时,电枢感应电势 E 恒定为额定电压,励磁回路可控硅在调节控制部分发出的移相触发脉冲的作用下减少励磁电流,即减少磁通来加大调速范围,为恒功率调速。直流电机的实际速度是由每转一千个脉冲的编码器探测所得。直流控制部分引起的速度变化有软件和硬件两种。

软件引起的速度变化主要是直流控制器的参数不正确造成的。轧机速度的稳定性主要和速度环 PD 参数有关,即正增益、负增益和检测到的速度实际值与给定值之间的时间延迟。轧机速度的快速跟随性,是稳定轧钢的保证。它是由内环电流环的峰值限定参数决定的。2006年4月,连轧厂7#轧机在更换电机之后,空转速度波动范围达到4%,即 $1200 \times 4\% = 48$ 转,重新调整以上三个参数后,空转速度波动范围缩小为0.5%,完全满足轧钢的要求。这种速度变化一般出现在直流主电机更换之后,因此在更换电机时,及时做好控制器参数的手动、自动优化就可以避免这种故障的发生。

硬件引起的速度变化主要是由编码器造成的,编码器的接手松散、接线接触不良、脉冲缺失等。由于电机的实际速度检测值参与速度环的控制,在反馈出现变化时必然会引起速度的变化。其特点是单台电机速度在给定速度附近无规律变化,即使是空转电流也非常大。另外,单个可控硅的导通特性不一致也会使电机的速度发生周期性变化,通常,这种特性的差别并不大,极个别的也会影响正常轧钢,2006年3月,广钢连轧厂8#轧机在直流控制器由原 AEGM NIDC 升级为西门子 SMOREG DC - MASTER 后,空转速度波动为2.5%,轧机发出周期性的震动,无论怎样调整参数,都无法改善,最终在更换了一组可控硅之后,震动消失了。其原因是导通角相对延迟造成周期性电枢产生压降 U ,引起速度变化,变化周期与工频一致。当然,供电电压的变化也会引起电机速度的波

动,但由于所有电机是同步变化的,故一般不会引起堆钢,除非是保护开关动作。

4 直流电机与负载变化引起的速度变化

广钢连轧厂直流电机引起的速度变化主要集中在碳刷上,当碳刷过短、刷架不够力时,电机都会有一定的速度变化。2006年大修期间,国外专家在调试9#机架时,用尽一切办法都不能使电机(脱开接手)的速度稳定,更换电机后问题解决了。在对电机进行抽芯时发现,有几个碳刷架被卡住不够力,处理后重新装回,速度波动不再出现。

负载变化引起的速度变化分成两类,一类是传动机构的机械故障,另一类是钢坯的材质、温度突变。这两种类型的速度变化都是直流控制系统对电气设备的保护作出的反应。当负载突变时,为保持速度的稳定,电流会骤增,当电流达到限定值即1.3倍的额定电流时,产生的电磁力矩仍小于负载转矩,转速就会下降。如果这种突变是周期性的,转速就会产生一个相同的周性的变化;如果是不可逆转的,转速就会一直下降至电磁力矩等于负载转矩,一旦下降转速低于零速限定值,控制器就跳闸。

5 弱磁点的速度波动

弱磁点的速度波动就是指直流电机在弱磁点附近运行时的速度波动。其实它也可归为直流控制器软件引起的速度变化,也可通过调整控制参数来解决。直流电机的转速公式为 $n = (U_d - I_a R_a) / C_e = E / C_e$,弱磁调速的目的是在 EMF 达到电机额定值时,避免无限调整 U_d 造成 EMF 过高、电枢电流过大而对电机的绝缘、线圈等系统造成危害。因此弱磁调速时,它还必须保持 EMF 恒定。也就是说弱磁调速是在无法再调整 EMF 的情况下不得已而为之的办法。由于励磁电流与磁通的关系是非线形的,尤其是弱磁点附近,因此通常直流电机的额定磁通选取在饱和磁通的90%处。此处的变化相同的磁通量所需的 I_f 是最大的。西门子 SMOREG DC - MASTER 6RA70 系列控制器磁化曲线是以额定磁通的百分数表示电机的磁通的,见图1。

当负载突变时,电流变化较大,必然引起电枢感应电势 E 减小,速度降低。而励磁回路的电感量较大,励磁电流 I_f 的变化又相对较慢(对转速而言),调速要求的 I_f 却较大,这是电机转速波动的主要原因。但是转速波动可以通过参数调整达到最小。一般调整的方法是在热态时,即系 (下转第47页)

对干式除尘引起的叶轮磨损,解决方法除提高除尘器的除尘效果之外,最有效的是提高叶轮的抗磨损能力。目前,这方面比较成熟的方法是热喷涂技术,即用特殊的手段将耐磨、耐高温的金属或陶瓷等材料变成高温、高速的粒子流,喷涂到叶轮的叶片表面,形成一层比叶轮本身材料耐磨、耐高温和抗氧化性能高得多的超强外衣。

2.4 主轴弯曲故障

风机主轴弯曲常常发生在叶轮、轴承和联轴器的支撑部位。

风机主轴出现弯曲的原因有以下四种。

2.4.1 主轴自身弯曲

风机主轴在生产、装运等过程中产生弯曲,但安装前未经检测,尤其是新轴,是最容易被忽视的环节。对于主轴,无论是新轴还是旧轴,在使用时,都必须对其进行检测。常用的方法是将主轴安装在车床上用千分表测量,检测其弯曲度,对于弯曲的主轴应进行更换或校正。

2.4.2 叶轮磨损或叶片结垢

叶轮磨损或叶片结垢严重,致使叶轮运转失去平衡,并产生离心惯性力,在离心惯性力的作用下,产生剧烈的振动,主轴由于剧烈的振动而产生弯曲变形甚至折断。

2.4.3 主轴轴承磨损

主轴轴承磨损严重,间隙过大产生剧烈振动,对轴产生巨大的弯曲应力,从而使轴弯曲变形。因此

在叶轮和轴承磨损后,及时检修或更换,避免机组剧烈振动。

2.4.4 风机和电机的安装不同轴

在风机和电机的安装过程中,未能有效找正,风机和电机的两轴用联轴器联接时,轴向偏差和径向偏差太大,使整个机组产生巨大的振动,从而使轴变形。这就要求在安装和检修风机时,按照技术要求将风机与电机两轴的平行度和同心度控制在 0.05mm 以内,两联轴器中间应留有 5~6mm 间隙。这样主轴弯曲故障就得到了有效地避免。

2.5 非转动部件松动故障

非转动部分配合松动是转子系统常见故障之一,如轴承座的松动,轴瓦的松动,地脚螺栓没有拧紧等。地脚螺栓松动相当于转子刚度下降。松动的一个特征是振动的非线性,振动频率是精确的分数倍和奇次谐波。松动的另一特征是振动的方向性,特别是松动方向上的振动,大多数表现为垂直或轴向振动较大。

3 结束语

引起风机故障的原因非常复杂,而且每种旋转机械的振动过程中都有几种不同的振源同时在起着作用,所以给振动机械的监测和故障诊断带来了一定的难度。我们经过对风机维护经验的不断总结,加上行之有效的措施,使得风机的大中修周期大幅度地提高,风机的故障率明显下降。

参 考 文 献

- [1] 沈永福,高大勇. 设备故障诊断技术 [M]. 北京:科学出版社,1990.

(上接第 11 页)

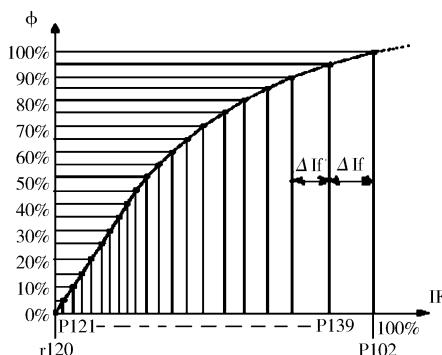


图 1 以额定磁通百分数表示电机磁通

系统在带负载运行一段时间后,重新做电流环,转速环和弱磁的优化,然后在过钢时利用 DR MEMON IIOR

录制电流、转速等参数,并根据波形不断调整转速环和电流环、弱磁环的参数,重点是转速环。经过以上的调整,系统响应时间一般可控制在 250ms 之内,完全能满足轧钢工艺的要求。

6 结束语

综上所述,广钢连轧厂对电气班的维护人员进行了培训,对可能引起速度变化的因素进行预防,从源头上减少故障发生的机率;对突发的速度变化故障,按照其特点分析并进行有效处理。使此类故障引起的误产时间大大减少,收到了良好的成效。

参 考 文 献

- [1] 陈隆昌,陈筱艳. 控制电机. 西安:西安电子科技大学出版社,1992.