永磁涡流柔性传动调速技术的应用

张国亮

(内蒙古包钢钢联股份有限公司钢管公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要:为了降低能耗,减少企业的生产成本,将永磁涡流柔性传动调速装置节能技术应用到轧钢用除尘风机上,能在满足生产工艺需求的条件下对除尘风机进行调速控制,使除尘风机始终在高效点上运行,节约大量的电能。

关键词:永磁涡流柔性传动;调速;节能

中图分类号:TH139 文献标识码:B 文章编号:1009-5438(2018)05-0087-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.05.024

Application of Speed Adjustment Technology with Wrapping Connector Driving of Permanent Magnet Eddy

Zhang Guo-liang

(*Steel Tube Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In order to reduce the energy consumption and production costs of enterprise, the energy saving technology of speed control device with wrapping connector driving of permanent magnet eddy is applied on the dust-removing fan for steel rolling. As a result, the speed control of dust-removing fan can be realized with the condition of meeting the requirements of production technology so that the dust-removing fan is operated efficiently and a lot of electric energy is saved.

Key words: wrapping connector driving of permanent magnet eddy; speed adjustment; energy saving

传统的除尘风机一般是通过调节风门的方式来实现风机输出流量或压力大小的变化,进而满足生产需要。通过这种调节方式不仅降低了设备本身的效率,同时还将一部分能源消耗在风门的遮挡上,是极不经济的一种调节手段。永磁涡流柔性传动调速装置可以方便、快捷地调节负载流量。根据离心式负载的"相似定律"可判定:流量变化与速度的变化成正比,而功率的变化与速度变化的立方成正比,即在速度、流量的变化量较小的情况下,功率却发生了较大的变化,可见其节能效果非常显著。

1 调速的节能原理

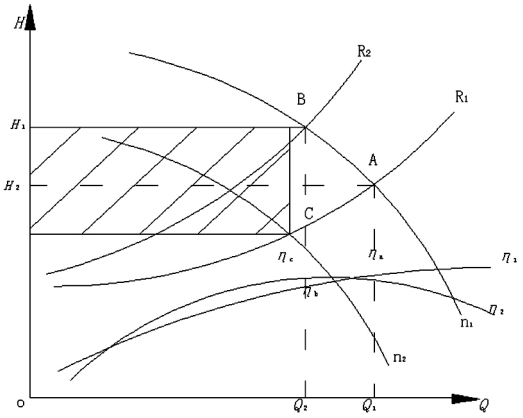
在常见的离心式负载系统运行时,为满足工艺要求而需要调节阀门的开度,这时风机的转速保持不变(一般为额定转速),其实质是通过改变管路特性曲线的位置来改变风机的工况点。当关小阀门时,管道局部阻力增加,风机的工况点转移,相应流量减少,但风机本身的能力及压力特性不变,而管阻特性将随着阀门开度的改变而改变。阀门调节是以消耗风机多余能量的方式来维持一定的供给量,因而风机的效率也将随之下降,大量的能量损耗难以

收稿日期:2018-02-27

作者简介:张国亮(1983-),男,内蒙古卓资县人,工程师,现从事轧钢系统给排水相关研究工作。

中国知网 https://www.cnki.net

实现系统的经济运行。当风机的转速改变时，阀门开度保持不变(通常为最大开度)，管路系统特性也不会改变，而流量和压力的特性却随之改变。如图1所示，A为风机的平衡工况点(也称工作点)，对应效率 η_a；当需要减小流量时，可将转速降低，此时工况点为C，对应效率 η_c，风机仍处于高效运行区间内；如果采用阀门节流的方法来调节，则工况点为B，对应效率为 η_b，风机的效率下降。由此可见，在所需流量小于额定量的情况下，调速时的压力比阀门节流的方式更小，调速所需的轴功率也比阀门节流更小，图中斜线部分所示就是在调速状态下风机所节约的功率[1]。



n－风机性能曲线；R－管路特性曲线

图1 风机性能曲线

2 永磁涡流柔性调速装置的技术特性

2.1 工作原理

永磁涡流柔性传动调速装置是通过气隙将扭力从电机端传向负载端，设备传动侧与负载侧之间无连接，位于传动装置一侧的强力稀土磁和位于另一侧的导体产生的感应电流在交互作用下产生扭力，无需采用电能。通过改变气隙间距可以实现扭力的精确控制，从而达到速度控制[2]。

当系统运转时，根据负载所需要的扭矩，负载端的速度可由改变空气间隙的大小来调节(速度由空气间隙的宽度决定)。负载需要的能量决定了电机消耗的能量，根据实际应用数据，在全速运转时，永磁涡流柔性传动装置的工作效率可达到96%以上，而由永磁涡流柔性传动装置调速后的能耗，则降低到原有能耗的33%～75%。调速装置简单且效率高，在某些调速范围内甚至比最高质量变频器的节能效果更佳(变频器在移除热量时自身需要消耗大量的能源，而调速装置则无需任何额外的耗能)。

2.2 减低振动和容许偏心

据统计，80%以上的旋转设备都是由于振动而产生故障，其中大多数是因为轴心偏移，而少部分是由于设备的不平衡和共振破坏了密封圈的弹性，造成轴承和设备的温度升高。永磁涡流柔性传动技术通过空气传递扭矩的方式，有效地避免了物理连接所带来的振动伤害。

2.3 冲击型负载和堵转自动保护

由于永磁调速装置的电机和负载的轴端没有直接的物理连接，振动无法传递，对于冲击型负载及在有堵转可能的过程中，均具有通过滑差实现缓冲与自动保护的功能，大大地降低了故障率，相较于其它同类传动系统，永磁调速装置简单有效，无任何附加成本。

2.4 绿色节能产品

永磁调速装置不产生谐波和电磁干扰，不会受到电网质量的影响，在电网质量很差或者低压期间只要有有效的能量可供电机转动，都可以正常工作。同时，永磁涡流柔性传动技术不会影响设备的电源质量，不会产生谐波，也不会引起瞬时高压或者任何与电源质量有关的问题。

3 设备选型及性能参数

见表1。

表1 设备选型及性能参数

电机铭牌数据		风机负载铭牌数据		永磁涡流柔性传动调速装置	
型号	YKK630－6	型号	SJ6670	型号	WH3000
额定功率/kW	1 400	轴功率/kW	1 400	额定功率/kW	1 400
额定电压/V	10 000	额定流量/($m^3 \cdot h^{-1}$)	570 000	负载转速/($r \cdot min^{-1}$)	960
额定电流/A	98.3	额定压力/Pa	5 500	额定扭矩/(N·m)	14 000
额定转速/($r \cdot min^{-1}$)	989	额定转速/($r \cdot min^{-1}$)	960	线性峰值扭矩/(N·m)	18 200
功率因数	0.86			调速范围/%	30～96
年运行时间/h	7 920			效率/%	≥96
电费/元	0.38			调节精度/%	≤1
运行电流/A	70(75%开度)				

中国知网 https://www.cnki.net

4　改造方案

4.1　安装方法

永磁调速装置的安装方式简单，工程量小。永磁调速装置是安装在电动机和负载之间的设备，改造容易实现。只需根据相应的产品规格，将电动机向后移动一定的距离，按现场情况制作混凝土基础及连接底座，安装上永磁调速装置即可。安装时电动机、负载轴对中要求按照标准执行。

4.2　改造要求

采用现场原有的电动机和原有的负载。电动机后移一定位置后，要预留好足够的电动机动力电缆。同时提供 3 路 AC 380 V/30 A 的电源和相应的控制信号、反馈信号电缆给现场机旁接线箱。

4.3　自动化控制方案

气隙的调整可以通过执行器来完成。根据工艺要求从负载上取出流量或压力、液位等控制信号，送到 PLC 系统进行 PID 调节计算，发出 4 ~ 20 mA 信号送到执行器，执行器产生机械控制指令控制永磁调速装置的执行机构，改变永磁盘和导体盘之间气隙的大小，从而改变负载的速度，实现负载速度的变化。重复上述过程即可实现闭环控制。

整个控制系统为全自动控制系统（见图 2）。当自动系统发生故障时，既可通过执行器手动调节气隙，也可通过人机界面和 PLC 实现远程遥控，或直接由中央控制系统（DCS）进行远程遥控[3]。

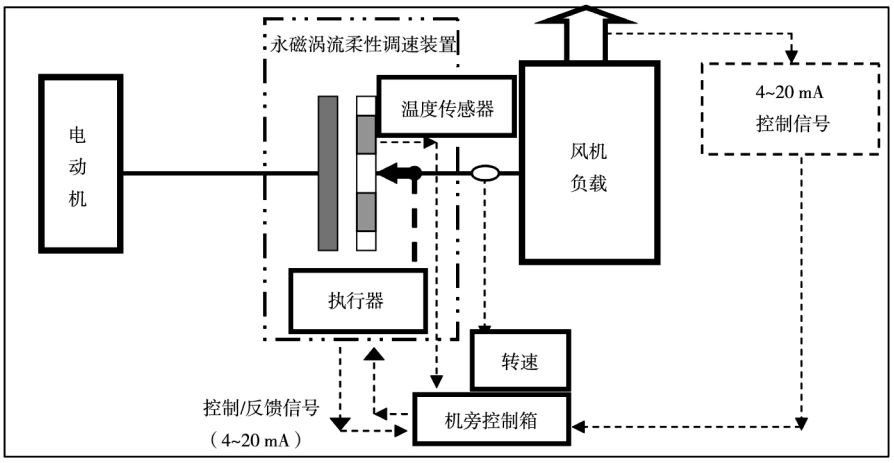


图 2　控制部分结构示意图

5　效益分析

5.1　刚性连接年耗电量计算[4]

按表 1 所示每年运行时间 7 920 h，电流 70 A，功率因数 0.86 计算：

电机耗电功率：$P_d = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\Phi$　　(1)

累计年耗电量：$C_d = T \times \sum (P_d \times \delta)$　　(2)

式中：P_d—— 工频下电动机功率，kW；

U—— 电动机输入电压，V；

I—— 电动机输入电流，A；

$\cos\Phi$—— 功率因数；

C_d—— 年耗电量值，kW；

T—— 年运行时间，h；

δ—— 功率因数。

根据计算公式（1）、（2），通过计算可得出工频情况下各负载的全年耗电量：$P_d = 1.732 \times 10\ \text{kV} \times 70\ \text{A} \times 0.86 \times 7\ 920\ \text{h} = 8\ 257\ 898\ (\text{kW} \cdot \text{h})$。

5.2　永磁涡流柔性调速年耗电量测算

按每年 7 920 h 计算，由于现场没有风量和风压测量装置，所以按照风门开度 75% 估算风机运行风量约为风机额定风量的 80%，约为 456 000 m^3/h。安装永磁调速装置后，风门全部打开，通过永磁调速装置根据现场灰尘情况对除尘风机进行转速调节，在风机风量约为额定风量 85% 的基础上进行测算，此时测算风机的转速约为 775 r/min。计算均为估算，即在永磁涡流柔性传动调速装置投运前，对使用了永磁涡流柔性传动调速装置后的节能效果进行的计算预测，一旦运行后，用电工仪表测量系统的节能量更为准确。节能量可根据以下公式计算得出[5]：

中国知网　https://www.cnki.net

$$Q_1/Q_2 = N_1/N_2 \quad (3)$$

$$H_1/H_2 = (N_1/N_2)_2 \quad (4)$$

$$P_1/P_2 = (N_1/N_2)_3 \quad (5)$$

式中: Q_1、Q_2—— 流量 ,m^3/h;

N_1、N_2—— 转速 ,r/min;

H_1、H_2—— 压力 ,Pa;

P_1、P_2—— 功率 ,kW。

由式(3)—式(5)可看出: 流量变化与转速变化成正比,压力变化与转速变化的平方成正比,功率变化与转速变化的立方成正比。调速运行下的电机功率: $P = 1\ 400 \times (775/960)^3 = 740$ kW;

设备在永磁涡流柔性传动调速装置调速的情况下各负载的耗电量:

740 kW ×7 920 h =5 860 800(kW·h)

5.3 节能计算

在满足现场实际流量和压力的情况下,刚性连接风阀调节风机和采用永磁涡流调速装置后,其运行数据见表2。

表2 节能对比

设备名称	运行功率/kW	年耗电量/(kW·h)	年耗电费/万元
刚性连接风阀调节风机	1 043	8 257 898	313.8
永磁涡流柔性调速风机	740	5 860 800	222.7

从表2可以得知,永磁调速应用在除尘风机后,节电效果显著,年节约电费91.2万元,节电率可达到29%。

6 结束语

除尘风机在采用永磁涡流柔性传动调速装置后,不仅电能消耗有了明显降低,还使整个除尘系统运行更加平稳,延长了设备的使用寿命,降低了设备的维修率和维修费用,从而大幅度降低生产成本。

参 考 文 献

[1] 杨静. 永磁调速节能新技术在宝钢应用的可行性分析[J]. 交通科技与经济,2012,(6):62-64.

[2] 赵克中. 磁力技术与设备[M]. 北京: 化学工业出版社,2003.

[3] 厦荣海. 永磁涡流柔性传动调速技术的应用分析[J]. 2014,(22):65-67.

[4] 秦曾煌. 电工学·电工技术[M]. 北京: 高等教育出版社,2009.

[5] GB 12497—1995,三相异步电动机经济运行[S].

(上接第74页)

具有良好的综合力学性能,而厚壁12Cr1MoVG在淬火保温后,采用“间歇式淬火+回火”的热处理方式,通过控制淬火保温后的冷速,比空冷的冷却速度要快,但又达不到完全淬火的冷却速度,避开了产生大量珠光体或马氏体区,使其发生中温转变产生贝氏体和铁素体,同时又抑制了大块贝氏体团的转变,大量铁素体的存在保证了钢管具有良好的韧性和延展性,而贝氏体的存在保证了钢管的强度又不会达到马氏体的强度,同时高温持久强度好,使得材料具有良好的综合力学性能。

3 结论

(1)厚壁的12Cr1MoVG热处理工艺的关键在于控制正火后冷速,使其组织为铁素体+珠光体+贝氏体,从而使材料具有良好综合力学性能,特别是冲击韧性高。

(2)利用现有的热处理设备对不同的壁厚钢管通过采用不同的淬火间隔时间、淬火水量、以及淬火次数即“间歇式淬火+回火”的方法完全能满足工业热处理生产。

参 考 文 献

[1] 郭赞扬,徐峰. 高压锅炉管12Cr1MoVG热处理工艺的改进[J]. 江西冶金,2005,25(2):30-31.

[2] GB 5310-2008,高压锅炉用无缝钢管[S].

[3] 毕金华,刘志才. 12Cr1MoV高压锅炉管试制以及热处理工艺试验[J]. 天津冶金,2012,36(2):28-32.

[4] 郭元容,吴红,陈雨等. 厚壁12Cr1MoVG钢管的热处理工艺优化[J]. 钢管,2008,37(2):68-72.

中国知网 https://www.cnki.net