

高压变频调速技术在转炉除尘风机上的研究应用

张德仁, 曹立月, 董和梅, 闫晓东

(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜, 271104)

摘要: 莱钢炼钢厂将高压变频调速技术应用于1#转炉降尘风机, 经合理设计方案, 实现了除尘风机随转炉冶炼周期自动合理调速, 减少了设备故障。该系统安全可靠, 操作简单, 节电率达60%, 年节电效益达83.16万元。

关键词: 变频调速; 高压变频技术; 转炉; 除尘风机

中图分类号: TP273. +5 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2000)05-0001-03

Application Research of High Voltage Changing Frequency Regulation Speed Technique
in Dedusting Exhaust Blower of Converter

ZHANG De-ren, CAO Li-yue, DONG He-mei, YAN Xiao-dong

(Laiwu Iron and Steel CO., Ltd, Laiwu 271104, China)

Abstract: High voltage changing frequency regulation speed technique has been applied to dedusting exhaust blower of No.1 converter in the steel making plant of Laiwu iron and steel CO., Ltd. Through reasonable plan design, the automatical and reasonable regulation speed of dedusting exhaust blower with meeting cycle of converter can be implemented and the equipment failure ratio can be decreased. This system is safe and convenient, it's power saving ratio is up to 60% and profit of power saving is up to 0.8316 millions yuan every year.

Keywords: changing frequency regulation speed; high voltage changing frequency technique; converter; dedusting exhaust blower

莱芜钢铁股份有限公司炼钢厂(简称莱钢炼钢厂)1#转炉除尘风机高压变频除尘装置, 是莱钢“高压变频调速技术研究与应用”的试点工程, 于2000年3月投入运行。从运行情况看, 运行稳定, 满足了转炉除尘工艺要求, 节电效果明显, 达到了预期目的。

1 转炉除尘风机采用变频调速技术的必要性

莱钢25t氧气顶吹转炉所配除尘风机为D700-13型离心式风机, 额定风量42000m³, 额定风压25490Pa, 风机配套电机型号为JK134-2、6KV、440kW, 额定电流为49A, 转速2965rpm。采用变频调速前, 采取YOT-400型液力耦合器作为起动和调速装置。实践证明, 这种启动与调速装置主要存在如下问题:

(1) 目前氧气顶吹转炉每个冶炼周期一般为26min左右, 吹炼时间和装料、出钢的时间基本上各占一半。在转炉吹炼期间, 烟尘较大, 除尘风机应全速运行。而装料和出钢时, 烟尘很少, 风机可以降为低速运行。但是

现在液力耦合器的电动伺服机构不能适应风机环境条件,不能随转炉冶炼周期自动合理调速,不但影响除尘效果,而且浪费大量电能。

(2) 由于液力耦合器易发生故障,每台风机需备有一套液力耦合器,占库存资金22万元。修复时需再运到生产厂家,每台每年液力耦合器修复费用在5~6万元。因液力耦合器自身性能原因,每年更换次数约6~7次,每更换一次,需停产1h。

(3) 由于转炉煤气要回收,如不能自动调速,风机叶轮无法实现用水冲洗,导致风机叶轮不平衡、振动大,不能满足煤气回收工艺要求。如采用人工清洗,势必影响风机作业时间,生产效益受损。

(4) 液力耦合器不能实现软启动,启动电流大,冲击电网,并对所有机械设备造成不良影响,对生产也造成一定影响。

为解决以上问题,提高风机的利用率,增加产量,同时为降低电耗,减少生产成本,伴随着变频器制造技术的成熟和可靠性、稳定性的不断提高,采用变频调速技术势在必行。

2 转炉除尘风机采用变频调速技术的可行性

2.1 当前各种调速方法比较

近年来,各种针对风机、水泵类负载的调速装置已在工业生产中得到了大量的应用。普遍采用的调速方法主要有:

- (1) 串级调速控制(适用于绕线式异步电动机)
- (2) 转子回路串电阻方式(适用于绕线式异步电动机)
- (3) 液力耦合器调速控制
- (4) 变极对数调速控制
- (5) 变频调速控制
- (6) 无换向器电动控制(适用于同步电动机)

在各种调速控制方法中,液力耦合器和转子回路串电阻方式调速控制效率最低,且速度越低效率越低;无换向器电机调速控制效率最高,若采用鼠笼式电动机,变频调速控制方式效率最高。

2.2 转炉系统的冶炼工艺概况

根据实际调查,转炉系统的冶炼周期参数及配套风机的要求运行状态,如图1所示。

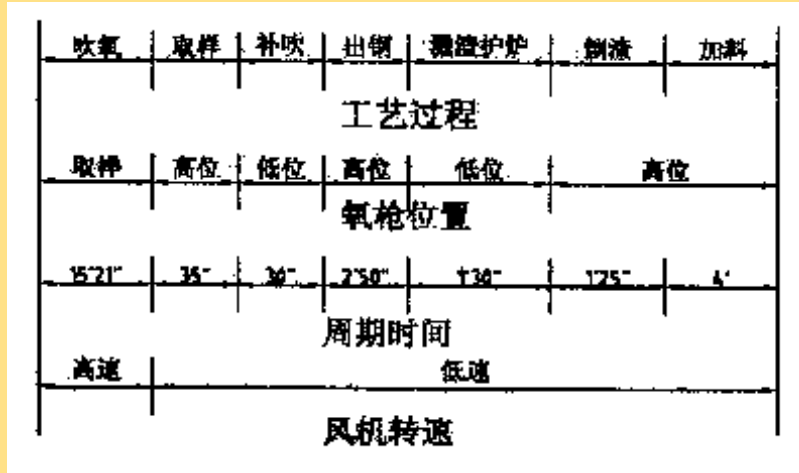


图1 转炉冶炼周期及相关设备状态示意图

从转炉工作情况看,转炉每个冶炼周期为26min左右,吹炼时间和装料的时间基本上各占一半。改造前风机电机处于全速运行状态,每天电耗在7000kW·h左右。实际上,风机在转炉吹炼时高速运行,在吹炼后期及补吹时低速或中速运行,而在出钢和装料期间可以将速度降低至额定转速的10%~15%左右,即可满足转炉冶炼工作的除尘需要。

从以上分析看,转炉除尘风机采用变频调速方案是可行的。变频调速技术可很方便地实施控制风机的上述运行状态。因为变频器具备软起动、软停止、频繁起动不会对设备及电网产生冲击,故当转炉在非吹炼期间,风机没有除尘任务,可以减速运行,并利用减速过程的惯性用高压水对叶轮进行冲洗。在实际的工艺控制过程中,氧枪工作与否是决定烟尘量大小的因素,其调速控制系统可以采用以吹炼氧枪工作信号为主的闭环控制方式,实现风机自动调速控制运行。

3 变频调速装置方案确定

3.1 高压变频器与低压大容量变频器比较

高压变频器与低压大容量变频器(超过300kW)比较,高压变频器在以下几个方面有着低压大容量变频器不可替代的优点:

(1)高压变频器很好地解决了高次谐波问题。有的高压变频器是采用多重PWM控制,功率单元串联叠加方式,因此控制系统可以做到30脉冲换向,输出基本为正弦波,对电网无污染。而低压大容量变频器无法达到此性能,从而产生对电机及电缆有害的高次谐波,造成电机绝缘下降,发热严重。

(2)可靠性高、抗干扰能力强。高压变频器内部采用光纤通讯,可靠性、抗干扰能力及传输能力均比低压变频器强的多;此外,变频器与莱钢煤气回收控制系统安装在同一电磁站,低压大容量变频器产生的射频干扰对煤气回收PLC通讯的影响也是很大的。

(3)若采用低压变频器势必会增加供电系统容量,需重新上特制变压器及重敷设低压电缆,投资和工作量较大,在不影响生产的情况下难以实现。

从以上分析可知,选用高压变频技术是最佳方案。

3.2 高压变频方案确定

转炉除尘风机采用高压变频技术改造可有如下三个方案。

方案一:采用3kV输出高压变频装置。此方案对电动机没有特殊要求,普通标准高压异步电动机均可使用。设备投资170万元,但与现有6kV电动机不配套,必须将原6kV电机更换为3kV电机,二台电机(一备一用)需投资7万元。合计投资177万元。

方案二:采用6kV输出高压变频装置。由于制造成本的限制,当时投放市场的6kV输出高压变频装置最小功率为800kW,变频装置投资在260万元,但对现场设备无任何特殊要求,现有电机无需更换。

方案三:采用400V输出低压变频器的高-低-高方案,就是经降压、升压的过程实现对6kV电机的调速控制。但在变频器输出后应有专用滤波装置及升压变压器。该装置由于是6kV输出,故对原设备不需要改动。然而,该系统辅助设备多,需配套升压变压器和降压变压器,还有滤波装置,占地面积大,不好维护,其造价在150万元左右。

以上三个方案中,方案一为最佳方案,此方案比较经济,且占地面积小,变频器已有定型产品,只需更换一台3kV的电动机,电机费用需3.5万元,两台也只需7万元,加上3kV输出高压变频装置的造价也只不过180万元,比6kV输出的260万元少80万元。因此决定选用此方案。

4 项目实施

4.1 技术要求

(1)采用完善无谐波高电压大容量变频器,应用独自IGBT多重PWM合成控制技术,具有消除高次谐波的功能,减少了对电网的冲击,对电机不会产生有害的谐振电压,对电机无特殊要求。

(2)与炼钢过程中的氧枪位置联锁,氧枪吹氧位置的不同,表明炼钢过程中需风量不同。以氧枪信号控制变频器的输出频率改变风机转速,达到节能目的。

(3)外部电气线路设计具有自寻优功能,能可靠避开溅渣护炉、二次补吹等不需风机高速运行但氧枪仍处于吹炼位置的过程,避免对变频器及外部设备的损坏。在满足工艺的要求下,最大限度节约电能消耗。

(4)利用电机直接拖动风机转子,去掉液力偶合装置,在风机低速时利用高压水冲洗叶轮,使风机转子积灰严重问题得到有效解决。

(5)变频器功率单元为串联连接且可以互换,在功率单元故障时利用“越过”(BYPASS)功能,使风机运行于中速状态(220m/min),在生产允许条件下进行快速更换,保证转炉生产的连续性。所选变频器技术性能如表1所示。

表1 高压变频装置技术性能表

	项目	技术参数
输出特性	型号	VS-686HV5 (CIMR-HVD6360)
	最大适用电机功率/kW	630
	额定输出电流/A	150
	额定输出电压/V	3相3000/3300
	最大输出频率/HZ	50/60
	主回路	6000/6600V ± 10%, 50/60Hz ± 5%

电源	控制回路	3相400/440V±10%, 50/60Hz±5%
	效率/%	98
	力率/%	95
控制特性	控制方式	V/F控制(可选矢量控制)
	主回路	电压多重复合式控制
	频率控制范围/Hz	0~120Hz
	频率控制精度/%	±0.5
	输出频率分辨率Hz	0.061/50, 0.072/60
	过载能力	150%额定输出电流1min
	加/减速时间/s	0.5~3200
	控制功能	节能、力矩限制、瞬时断电启动、加/减速失速预防、速度自动寻找
环境	场所	海拔1000m以下
	环境温度/°C	0~40
	保护功能	过电流、过电压、欠电压、接地、高压电源缺相等

4.2 外部电气控制线路设计

通过对转炉冶炼工艺的了解,在吹氧过程中风机必须高速运转,在其他情况下,风机均可低速运行(包括溅渣护炉时),除尘风机相对于转炉运行方式所符合的控制方式如下:

转炉吹炼时:

氧枪位于待吹点以下 }
 氮/氧开关选择“氧气” } 变频器频率上升——电机加速
 炉前/炉后开头选择“炉前”控制 }

转炉出钢时:

氧枪位于待吹点以上 }
 氮/氧开关选择“氮气” } 变频器频率下降——电机减速
 炉前/炉后开关选择“炉后”控制 }

据此设计电路原理图见图2。

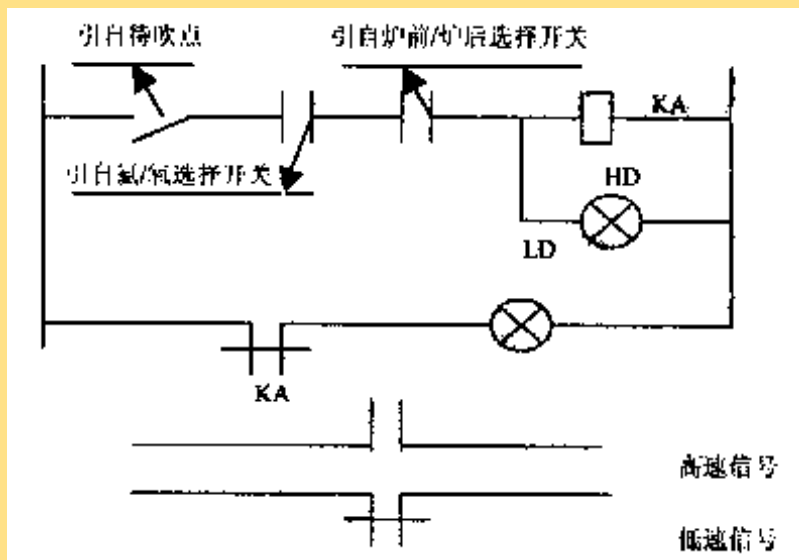


图2 外部控制部分原理图

高压变频装置实现调速功能方框图图3，变频装置原理见图4。

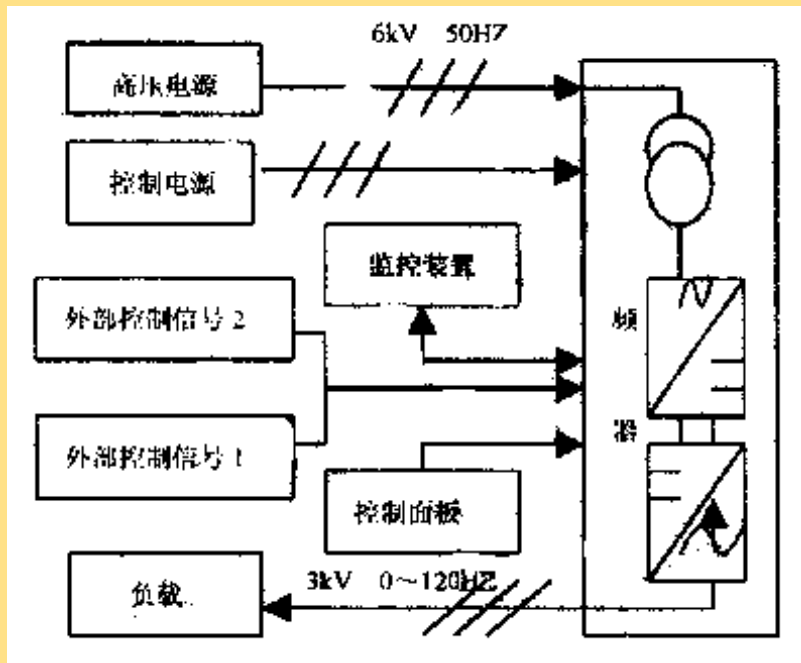


图3 系统组成方框图

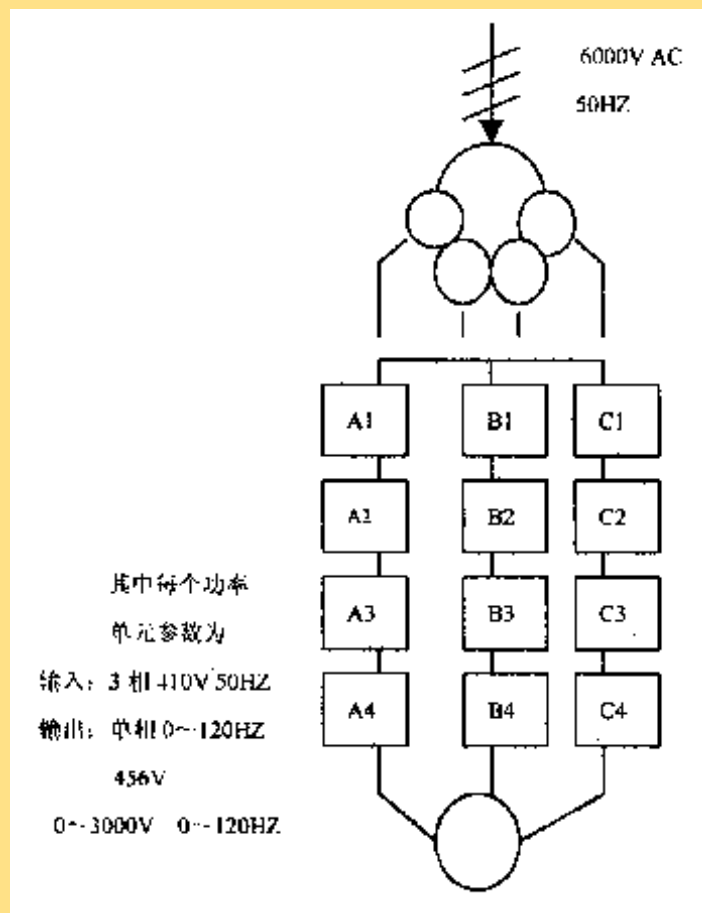


图4 变频装置原理图(其中A₁~C₄为功率单元)

5 改造后的效果

5.1 经济技术指标

经过变频改造后,各项技术指标具体如表2所示。

表2 炼钢转炉除风机改造后各项技术指标

项目	改造前	改造后
高速时风机出口负压差/Pa	12000~14670	12000~14670
低速时风机出口负压差/Pa		0
高速时输出功率/kW		270
低速时输出功率/kW		7
加速时间/s		14
日平均用电量/kW·h	7000	2800
启动时最大电流/A	>150	<50

5.2 使用效果

从运行情况看,该高压变频调速装置,运行可靠,节电效果明显,达到了预期效果。

(1)节电效果明显。改造前,该风机每天平均电耗为7000kW·h,而现在仅为2800kW·h左右,平均每天节电4200kW·h,节电率达60%,年节电效益为83.16万元。

(2)系统实现自动控制,操作简单。系统利用转炉炼钢过程中氧枪的工作信号作为风机高、低速运行的控制信号,实现了风机的高、低速自动控制,系统也可根据工作需要进行人工操作,且操作方便。

(3)系统安全可靠。具有较强的自我保护能力和故障自诊断能力,有过流保护、过电压保护、欠电压保护、高压电源缺相、接地等保护功能。

(4)设备运行可靠,维护费用低。由于采用变频调速控制,其装置具备软起动、软停止的功能,故在启动时对电网及设备没有冲击,因此延长了电机及风机的使用寿命。采用变频调速器后,系统中取消了液力耦合器,每年可少支出液力耦合器的维修费14万多元。变频调速装置运行可靠,不需要特别停产检修,每年可多产钢451吨,年效益为9.02万元。

总之,转炉除尘风机高压变频调速装置试点应用项目取得了圆满成功,为下一步的继续推广应用打下了良好的基础。莱钢现有高压风机23台、 1.32×10.4 kW,高压泵85台、 4.37×10.4 kW,其它14台、 1.38×10.4 kW,合计122台、 7.57×10.4 kW,若能对其80%进行变频改造,节电率按30%计,年节电效益将达到6500多万元,因此高压变频调速技术推广前景广阔。

[返回上页](#)