

600MW 火力发电厂凝结水泵永磁技术应用及故障分析

Permanent Magnetic Speeder Technical Application and Fault Analysis of Condensate Pump in 600MW Thermal Power Plant

王伟

Wei Wang

安徽淮南平圩发电有限公司

中国·安徽 淮南 232000

Anhui Huainan Pingwei Power Plant Co., Ltd.,

Huainan, Anhui, 232000, China

【摘要】论文通过对凝泵变频器进行永磁调节技术改造,并对故障分析处理,在满足机组运行的条件下,实现了永磁系统的可靠运行,节能收益明显。

【Abstract】In this paper, the permanent magnet regulating technology of condensate pump inverter is reformed, and the fault is analyzed and processed.

【关键词】600MW 火力发电厂;高压变频器;永磁调速装置

【Keywords】600MW thermal power plant; high-voltage inverter; permanent magnetic speeder

【DOI】10.36012/etr.v1i3.430

1 凝结水泵变频器概况

某 600MW 火力发电厂凝结水泵变频器(以下简称“变频器”)型号为 HARSVERT-A06/240 型变频器,额定电压 6kV,额定容量 2500kV·A,采用一拖二方式;凝泵电机额定电压 6kV,额定容量 2000kW,额定转速 1490r/m;水泵是 KSB 公司的 NLT500-570 型水泵;机组 2008 年投产运行。

由于现阶段使用的凝泵变频器是国产早期产品,且已运行 9 年,电力电子器件接近设备的寿命周期,设备落后、元件老化、故障频发,已不具备安全可靠运行条件,增加额外的维护费用。

2 永磁调速器与变频器原理对比

永磁驱动技术是近年来国际上开发的一项突破性新技术,是专门针对风机、泵类负载调速节能的适用技术,具有高效节能、高可靠性、无刚性连接传递扭矩、极大减少整体系统振动、减少系统维护和延长系统使用寿命等特点。

论文采用永磁调速方式取代原变频器调速方式,改造 1 台凝泵系统永磁调速方式的运行,另 1 台凝泵系统工频备用。

2.1 永磁磁力耦合调速装置

永磁磁力耦合调速装置主要由导体转子、永磁转子和控

制器 3 部分组成。永磁调速的技术原理是源动机侧的导体转子在负载侧永磁转子产生的磁场中旋转,切割磁力线,从而产生感应磁场,与永磁转子的磁场相互作用产生扭力,推动负载旋转,实现源动机到负载之间转矩的无接触传递。导体转子固定在电动机轴上,永磁转子固定在负载转轴上,导体转子和永磁转子之间有间隙。电动机和负载由原来的硬(机械)链接转变为软(磁)链接,通过调节永磁体和导体之间的气隙就可实现负载轴上的输出转矩变化,从而实现负载转速变化。

2.2 高压变频器

高压变频器是通过交-直-交的模式,通过电子元器件及相关的软件算法和控制逻辑实现变频器输出电压的频率调节,通过改变频率可以直接调节异步电机的转速。两种原理均能在凝泵电机上使用,实现运行调速功能。

2.3 节能效果对比

通过对系统内已投运单位的调研,发现调速范围在高转速时,永磁调速节能效果高于变频调速;在低转速时,变频调速节能效果优于永磁调速。另外,变频器核心部件寿命周期一般为 8 年左右,而永磁调速核心部件寿命周期为 25 年,可以节约设备核心部件寿命周期的更换费用和后期维护费用。高压变频器室对温湿度有严格要求,采用永磁调速器可省去几

十千瓦的制冷空调耗电量,节能效果更优。

2.4 设备运行可靠性对比

永磁调速器类似于机械调节,改造时需增加一套永磁机构、一套气隙调整电动执行机构、以及一个轴承座,因其结构简单,故障率低,稳定性高。而高压变频调节器结构复杂,功率元器件、控制环节较多,故障率较高,其可靠性也低于永磁调速器。

2.5 系统隔振效果对比

高压变频器直接控制电机的转速,泵转子的振动会传递到电机转子上,没有实现隔振作用。而永磁调速器安装在电机与泵之间,电机转子与泵的转子有气隙,无直接机械连接,能够很好地实现隔振作用。

2.6 施工安装情况对比

高压变频器需要独立布置,占用场地较大,并且需要额外敷设电缆。永磁调速器直接安装在泵与电机之间,无需另外占用场地。

2.7 环境适应性对比

高压变频器对运行环境的要求较高,大部分变频器要求环境温度不能超过 38°C ,室内必须加装空调或通风设备。永磁调速器对环境没有特殊要求,直接安装在凝泵电机本体处,通过风冷或油冷就能保证正常运行温度。

2.8 经济效益对比

二者前期投资大致相同,但在后期使用维护方面有所不同。变频器对运行环境的要求较高,需要额外的制冷及除尘设备等,加之变频器本身的故障率较高,导致维护费用上升,且变频器核心部件一般寿命周期在8年左右。而永磁调速器因其结构简单,几乎是免维护、零故障,没有额外的能量消耗,使用寿命一般在25年左右,运行可靠性较高。因此,长期运行永磁调速器,其经济效益要远高于变频器的经济效益。

改造后,某600MW火电厂凝结水泵永磁调速节能装置设备型号为MAC-DY850,设计技术参数为额定功率2000kW,额定转速1490rad/min,额定扭矩 $12818.8\text{N}\cdot\text{m}$,峰值扭矩 $15382.5\text{N}\cdot\text{m}$,工作效率95%,调速范围30%~97%,冷却方式为油冷,于2017年10月27日投入运行,如下图1所示。

3 永磁调速装置故障分析

2018年1月31日对凝结水泵永磁调速节能装置检查,设备解体后检查发现永磁调速器装置内、外转子上两块导体铜盘都有积炭现象,内转子积炭更为严重,且内转子导体盘出

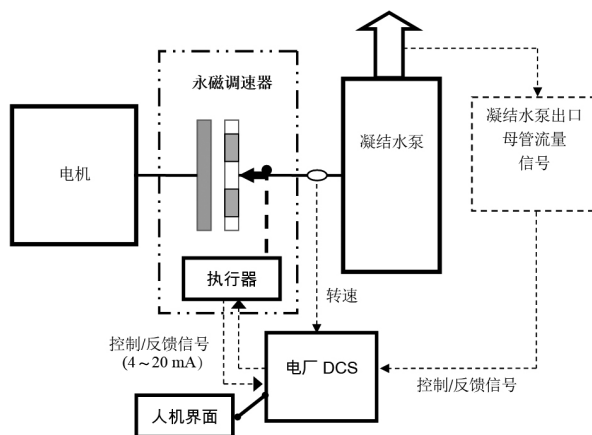


图1 永磁调速装置工作原理图

现高温融裂情况。分析原因如下:①永磁调速装置结构设计不合理,导体盘转子一个安装在输入轴上,另一个安装在输出轴上,输出轴转速在50%~97%范围内运行。但机组在低负荷工况下运行时,输出轴上导体盘转速相对较低,进入导体盘内液体离心力变小,冷却油流量降低,会导致热量不能及时被带走。②导体盘的冷却油流道通流面积设计较小,冷却油流量不足,降低了传热的效率,使得永磁调速器的散热能力低,最后导致导体盘的高温融裂。

4 永磁调速装置故障处理及应用情况

①更换导体盘。为保证永磁调速器的性能,对两块导体盘进行全部更换,并放大尺寸,提升永磁调速器的传输能力,增加散热面积。

②增大导体盘的流道。流过导体盘的冷却油流量越大,对导体盘的散热效果越好。处理后,放大机油的流道,让更多的机油可以从流道流过,提升机油的冷却能力。

③更换调速机构轴承。为保证永磁调速器的运行性能,对永磁调速器更换新的SKF轴承。

④更换永磁调速器内供油油管。永磁调速器内部有一小段供油油管,材料用的是碳钢管道,需将其更换为不锈钢油管。

5 结语

经处理后凝结水泵永磁调速器系统运行正常,整个夏季期间平均油温不超过 47.22°C ,达到设计要求。根据凝结水泵改造为永磁调速系统后的效益分析,改造后凝结水泵平均节电25%,年节电量达到 $2987\text{MW}\cdot\text{h}$,年投资回报为120万元,投资回收期3年,起到了很好的节能效果。