

4A 皮带机永磁拖动技术介绍

冯日旭 张 君 吴 辉（华润电力登封有限公司）

摘 要：为了解决华润电力登封一期 4A 皮带重载启动困难难题、实现节能降耗、保证设备安全可靠长周期运行；对我司输煤 4A 皮带电机拖动进行改造，改造采用新型永磁拖动技术。本文介绍永磁拖动技术特点、工作机原理、在#4A 皮带电机拖动改造中存在的优缺点等进行分析，通过本文分析论证希望能为将要进行此类改造的单位提供借鉴，共同促进以后同类型改造更加成功、更加完善。

关键词：永磁调试技术 原理 改造方案

1 概 述

华润电力登封有限公司一期工程 $2 \times 320\text{MW}$ 机组，输煤 4A/4B 皮带输送机皮带较长，负载较重为了解决重载启动问题电机原来采用软启动器控制，电机与减速机连接方式为联轴器直接连接。正常运行状况时皮带电机启动、运行正常，不存在过载运行问题。但是当输煤皮带发生异常停运，皮带上大量存煤启动时，就会发生启动时电机过电流保护跳闸的问题，这样设备就不能可靠启动投入运行，以前的方法是靠人工将皮带上存煤清理掉，再启动电机运行。清理皮带存煤耗费大量人力、物力和时间，且不利于紧急情况下机组输煤系统的运行安全，亟待对电机启动加以优化完善改造。

永磁拖动技术是近年来的一项突破性新技术，可以很好地解决设备重载启动问题。它具有高效节能、高可靠性、扭矩传递无刚性连接、可在恶劣环境下应用、极大减少设备整体振动、减少系统维护、延长系统使用寿命等特点。尤其是其不产生高次谐波不污染电网，且低速下不造成电机发热的优良调速特性使其成为风机及泵类设备节能技术改造的首选。

2 永磁拖动技术在我司应用的必要性

传统的皮带输送机系统工频运转启动转矩大，通常通过选配比正常额定功率大的电机来解决启动转矩大的问题。我司 4A/4B 皮带电机 160KW ，减速机也是与之相匹配。如果只增容电机，增容后的电机正常运转后电机负荷率小，平均只输送 $60\% \sim 70\%$ 的物料量，电机长时间工作在“大马拉小车”的状态，造成电力系统的功率因数低，电机无功损耗增大，浪费了大量电能；同时因电机与减速机不匹配，使得减速机的故障率大为增加。

大多数的皮带传输机系统在传输过程中载物量时多时少，而无论载物量多少，皮带机一直以工频方式恒速运转，导致皮带传输机系统大部分时间运行效率较低。

设备在工频启动、运行、停止的过程中，由于无法进行及时有效的调节，会产生较大的机械噪音、机械冲击、振动加剧等现象，这些现象都具有极大的破坏性，会造成设备使用寿命降低、会引起粉尘污染、损坏固定件等危害。

为了解决这些矛盾，经调研我们选用永磁拖动技术对设备进行改造，永磁拖动技术是近年来国际上开发的一项突破性新技术，采用磁力非接触传递扭矩，它具有高效节能、高可靠性、无刚性连接传递扭矩、可在恶劣环境下应用、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。针对皮带电机重载启动问题，导体盘和永磁盘之间的气隙会根据负载状况自动调节，电机启动扭矩过大时，导体盘和永磁盘自动打滑加大转差率进行启动，这样启动使得电机启动时处于轻载运行，不会卡死，减少对设备冲击保护电机，可正常启动减速机运行。

以下是永磁耦合器与液力耦合器、变频器运行工况对比表：

设备 项目	MAC永磁调速器	变频器 (VFD)	液力耦合器(HC)
工作原理	无机械连接,气隙传递扭矩	电子变频率(VVVF)	改变叶轮间液体容积
流量压力调节	可以	可以	可以
转速调节	可以	可以	可以
自动控制	可以	可以	可以
节能	$(1-\text{转速比平方}) \times \text{效率}$	$(1-\text{转速比立方}) \times \text{效率}$	$(1-\text{转速比立方}) \times \text{效率}$
	永磁调速效率达 97%	变压器效率 $\times$ 变频器效率约95%	液偶机械效率约 85%
过载保护	滑差保护	过电流保护(跳闸)	堵转泄压
输入电压敏感	否	是	否
气候敏感	否	是	否
环境适应	好	最差	一般
系统减震	好	差	一般
增加轴承油封寿命	是	否	是
软启动	空载启动	低频启动	空载启动
能频繁启停	是	否	是
响应速度	介于VFD & HC	快	慢
调节精度	介于VFD & HC	高	低
输入功率因数	同电机	低于电机	同电机
电力谐波	无	高	无
设备使用寿命	> 20年	5- 10年	5- 10年
安装难度	容易	难	较难
对中要求	容忍对中误差	需精密对中	需对中
占用空间	小	最大	大
设备改造	安装在电机与泵之间	须独立室内空调空间 应更换较高绝缘等级电机	安装在电机与泵之间
防护措施	不需要	防雷,空调,防尘	防漏,防燃
故障查找难度	容易	最难	难
故障点数量	最少	最多	多
维护时间	短	很长	较长
轴承油封更换频率	极低	高	高

3 永磁驱动调速介绍

一、永磁驱动调速系统构成与工作原理

永磁拖动技术是通过气隙传递转矩的革命性转矩传输设备,电机转子与负载设备转轴之间无机械连接,电机旋转时带动导磁盘在装有强力稀土永磁铁的磁盘所产生的强磁场中切割磁力线,在导磁盘中产生涡电流,该电流在导磁盘上产生反向感应磁场,拉动导磁盘与磁盘的相对运动,从而实现了电机与负载之间的转矩传输。

永磁耦合器由三个部件组成:

主动转子—与电机相连;

从动转子—与负载相连;

转轴连接部分:与电机及负载轴连结。

二、扭矩限制型永磁耦合器的优点:

※过载(过扭矩)保护,当负载过载时,导体盘和永磁盘之间的气隙会自动拉大,使得电机处于轻载状况运行,不会造成电机卡死,保护电机。

※带缓冲的软启动,减少电机的冲击电流,延长设备使用寿命。

※容忍较大的安装对中误差,大大简化了安装对中过程。

※过载保护功能,提高了整个电机驱动系统的可靠性。

※少维护,构造简单,维护量小。

※使用寿命长,设计寿命 30 年。

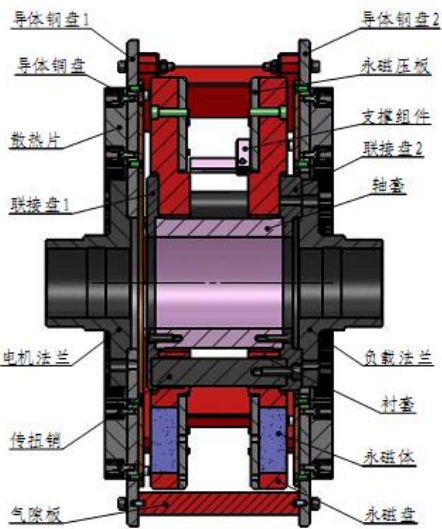
※减振效果好,无机械联接的扭矩传递。

※结构简单,适应恶劣环境,不产生污染物。

※有一定节能效果,降低启动冲击电流,节能效果大约有 5%-20%。

※无谐波,不污染电网。

※体积小,安装方便,可方便地对现有系统进行改造或用于新建系统。



4 永磁驱动调速技改实施

一、设备参数

4A 皮带电机参数

电机		皮带	
型号	Y315L-4	长度	1000m
功率	160KW	减速机品牌	FLENDER
转速	1448rpm	减速机型号	B3S1110
电流	289A	转速比	1500 / 38.61
电压	380V	轴径	

永磁驱动调速器参数

设备名称及参数	选用永磁传动器
4A 皮带机 电机参数: 160 kW/1500rpm 卧式水平安装	永磁耦合器 MAC-CT450185 水平安装 电机需后移, 距离待定。

1、基础设计

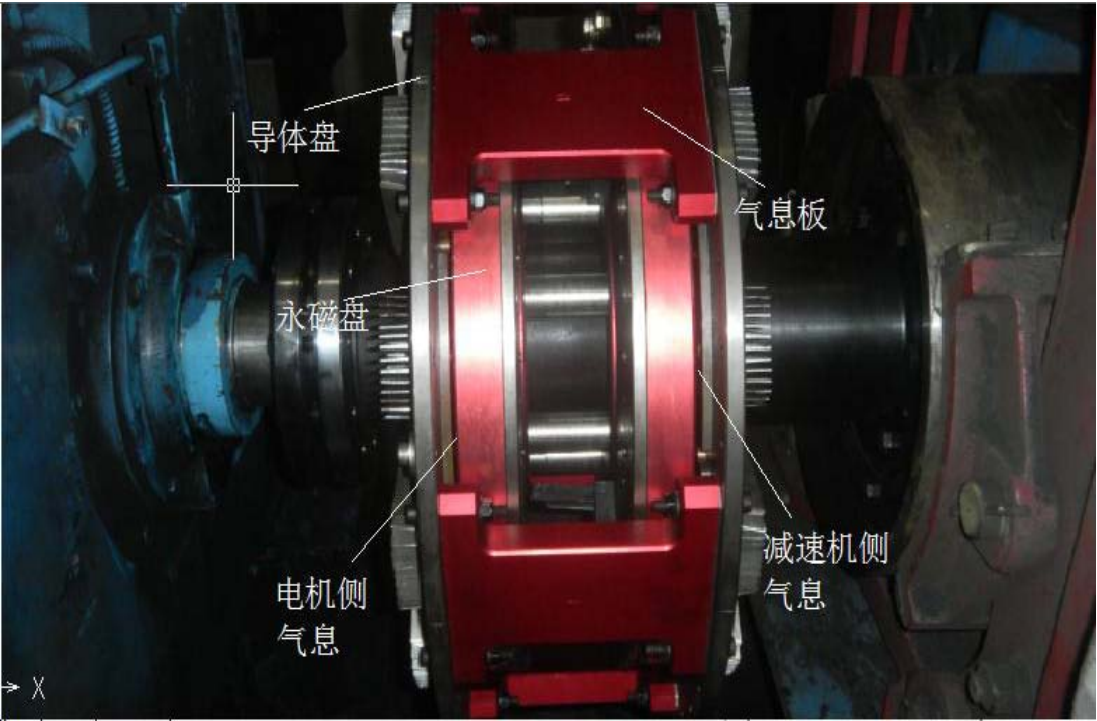
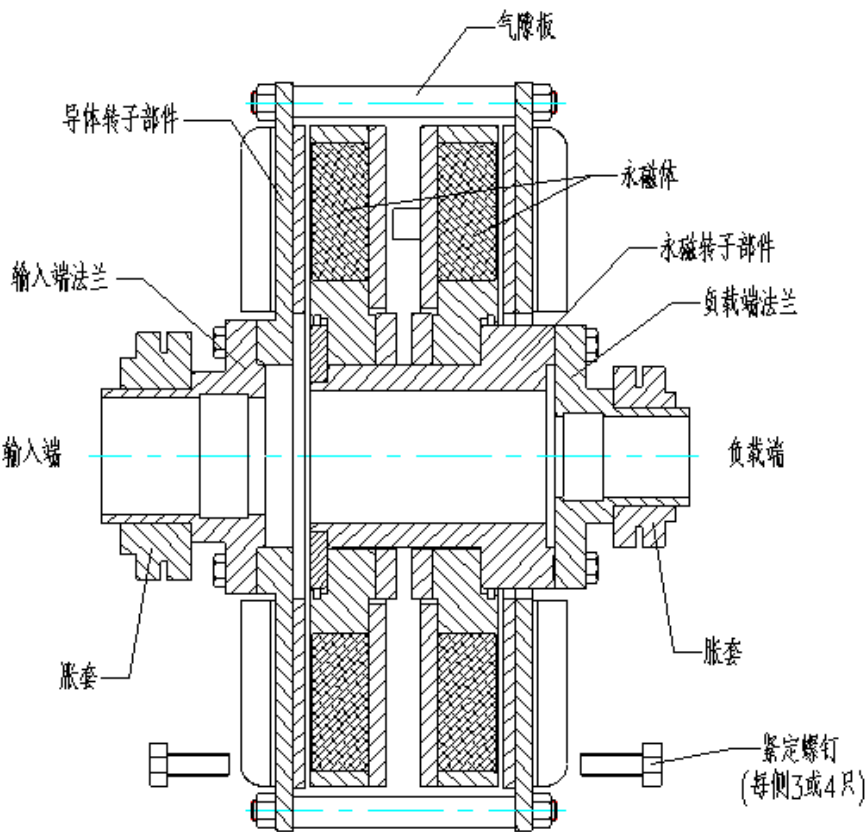
对于重载设备采用扭矩限制型永磁耦合器, 电气控制系统无需做任何改变; 需要对电机的基础适当后移 200-400mm, 以便永磁耦合器安装。



电机需向后移动, 移动距离待定。需要焊接好基础底板。

2、施工周期: 电机基座焊接好的前提下, 需 2 天即可完成安装。

3、调试: 永磁耦合器气隙调试方法



（一）气隙的检测标准

- （1）. 永磁耦合器出厂时电机侧气隙和减速机侧气隙分别为 3.2mm，初次安装后允许误差 $<0.75\text{mm}$ 。
- （2）. 永磁耦合器投入使用后需要定期检查电机侧气隙和减速机侧气隙是否发生变化（如电机或减速机有轴窜，允许两边气隙误差 $<2\text{mm}$ ）。
- （3）. 检查永磁盘和气隙板之间上下、左右气隙有无发生变化（允许上下、左右气隙分别 $<2\text{mm}$ ）。

（二）发生气隙变化的原因及处理方法

- （1）. 电机地脚螺丝是否松动。
- （2）. 电机侧胀套螺丝是否松动。
- （3）. 电机或减速机是否有窜轴现象。

（三）气隙的调节方法

- （1）. 松开电机地脚螺丝和电机顶丝
- （2）. 通过电机顶丝移动电机，使电机侧气隙和减速机侧气隙（如电机或减速机有轴窜现象，可以允许电机侧气隙比减速机侧气隙稍微大一些，但至少要保证两边气隙均 $>2\text{mm}$ ）相等。
- （3）. 检查永磁盘外圆到气隙板之间的上下气隙，允许误差 $<2\text{mm}$ 。
- （4）. 检查永磁盘外圆到气隙板之间的左右气隙，允许误差 $<2\text{mm}$ 。
- （5）. 所有气隙调节完毕后锁紧电机地脚螺丝和电机顶丝。
- （6）. 再次检查气隙有无变化，检查无误后方可使用。

5 永磁拖动技改效果

磁驱动调速技术能显著改善设备运行特性，在启动负载之前永磁耦合器驱动电机空载启动，不仅降低了电动机的启动电流、减少了启动时间也减小对电动机的热冲击负荷及对系统的影响，从而节约电能并延长电动机的工作寿命，有效地减小了启动时传动系统对输煤皮带的破坏性张力，消除了输煤皮带机启动时产生的振荡，减轻传动系统本身所受到的启动冲击，延长皮带、托辊等关键部位的使用寿命，保证了设备的安全可靠运行，有效地减少了设备维修及故障。

在改造后对皮带 4A 电机进行多次带负荷重载启动，启动顺利，达到了预期的改造目的。在改造以前为保证皮带设备正常电机运行电流一般控制在 170~180A 之间，如果发生重载跳闸就需要将皮带上的煤炭清理后才能启动；改造后首先在皮带运行电流 190A 时人为停运皮带，进行重载启动试验，成功完成启动；再进行皮带运行电流 235A 时停运皮带，进行重载启动试验，也成功完成启动，在改造后达到了预期的改善皮带电机启动的目的。同时改造后电机、减速机之间无直接机械连接，设备运行更加可靠，设备使用寿命增加。

永磁耦合器与软启动器节能对比：

项目	永磁驱动	软启动器
皮带名称	4A	4B
日皮带上煤量/吨	1718	3179
日皮带运行小时数/h	4 时 15 分	8 时 25 分
日皮带电度数/KWh	311.73	653.1
每吨煤消耗电量/KWh	0.1814	0.2054

日平均上煤量约：6000 吨

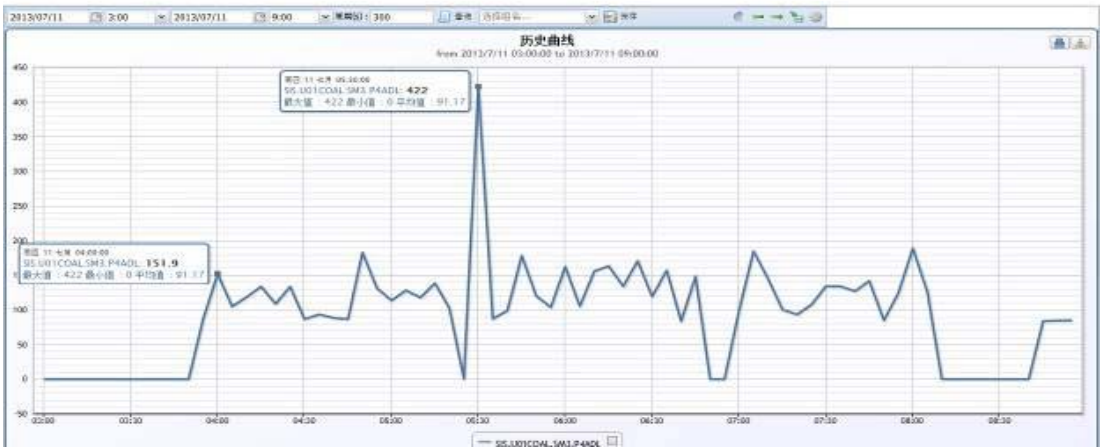
使用永磁驱动调速比液力耦合器每吨节约电量： $0.2054\text{ kWh} - 0.1814\text{ kWh} = 0.024\text{ kWh}$

永磁驱动调速器日节约电量： $0.024\text{ kWh} \times 6000\text{ 吨} = 144\text{ kWh}$

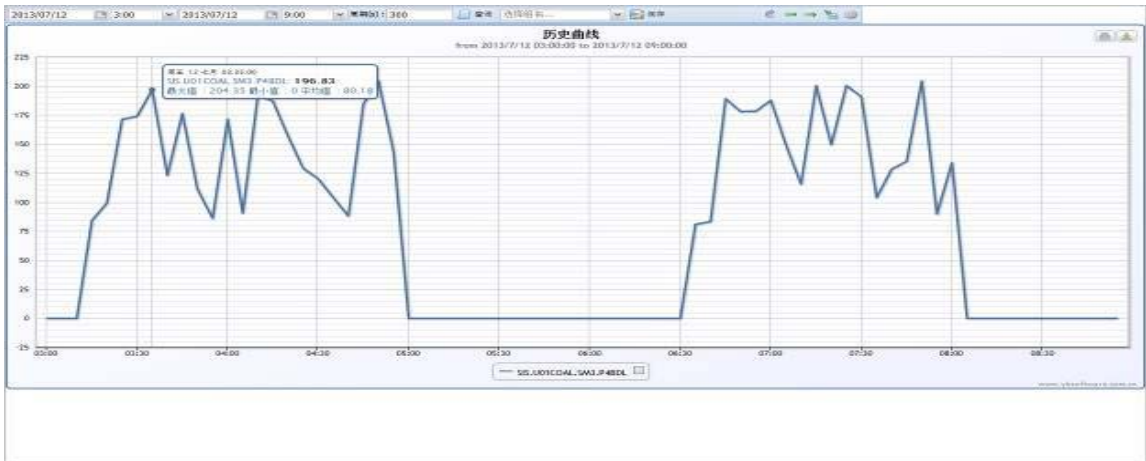
永磁驱动调速器年节电量： $144\text{ kWh} \times 365\text{ 天} = 52560\text{ kWh}$

上网电价按 0.4 元/度，每年产生经济效益： $0.4\text{ 元} \times 52560\text{ kWh} = 21024\text{ 元}$

永磁耦合器与液力耦合器电机启动时曲线



4A 皮带负荷曲线



4B 皮带负荷曲线

从上图皮带对比发现采用永磁拖动的 4A 皮带电机启动电流为 151.9A, 带负载启动瞬时电流为 422A, 而采用软启动器的 4B 皮带电机启动电流为 196.83A, 且无法带负载启动只能将皮带清空后再启动。

永磁耦合器改造前后电机测振对比

项目	永磁拖动后		改造前	
测振位置	前端	后端	前端	后端
水平 (丝)	1.9	1.2	3.0	4.0
垂直 (丝)	1.4	0.7	2.8	1.3
轴向 (丝)	0.8	0.9	1.4	2.8

由于电动机和负载轴之间不是直接联接, 电动机和负载之间的震动不会相互传递。因此减小了减速机、电机轴承设备密封及棒销联轴器尼龙棒销的磨损, 寿命延长, 减少配件投入。

6 结束语

永磁调试技术虽然是一项新技术, 其安全、可靠; 故障率低, 便于维护, 安装简单, 保护功能强, 高效节能, 适用各种恶劣环境等特点, 必将被广泛应用。

参考文献:

- [1] 上海曜中集团麦福斯永磁耦合器 MAC-C 安装使用维护手册