



永磁联轴器在皮带驱动系统中的研究及应用

孙才银*

宁波舟山港股份有限公司北仑矿石码头分公司，浙江宁波 315800

摘要：目前，随着各领域技术的发展，永磁联轴器的应用越来越广泛。永磁联轴器是通过切割磁力线来传递转矩的，是一种创新型的传动联接产品。永磁联轴器属于耦合传动的一种，在电动汽车、风力发电、太阳能发电等新兴领域中，永磁联轴器将扮演着越来越重要的角色。与传统的机械传动方式相比，不仅无需润滑维护、结构简单，而且传递效率更高。特别是在设备重载启动、过载保护等实际运行状况下，更是能够体现和发挥出无与伦比的优秀性能，保护和延长设备与电机的使用寿命。

关键词：永磁联轴器；磁力线；耦合传动；润滑维护；传递效率

Research and Application of Permanent Magnet Couplings in Belt Drive Systems

Sun Caiyin*

Ningbo Zhoushan Port Co., Ltd. Beilun Ore Terminal Branch, Zhejiang, Ningbo 315800

Abstract : Currently, with the development of technology in various fields, the application of permanent magnet couplings is becoming increasingly widespread. Permanent magnet coupling is an innovative transmission connection product that transmits torque by cutting magnetic field lines. Permanent magnet couplings belong to a type of coupled transmission, and they will play an increasingly important role in emerging fields such as electric vehicles, wind power generation, and solar power generation. Compared with traditional mechanical transmission methods, it not only does not require lubrication and maintenance, has a simple structure, but also has higher transmission efficiency. Especially under actual operating conditions such as equipment overload starting and overload protection, it can demonstrate and exert unparalleled excellent performance, protecting and extending the service life of equipment and motors.

Key words : permanent magnet coupling; magnetic field lines; coupling transmission; lubrication maintenance; transmission efficiency

前言：

皮带机是散货码头物料运输系统的重要组成部分，传统的皮带驱动系统由电机、液力耦合器、减速箱、滚筒等组成。为提高生产效率、节能、环保及绿色港区要求：把液力耦合器改造成永磁联轴器；

改造目的：

1. 通过传动效率的提高，达到节能的效果；
 2. 减少振动，缓解冲击载荷，保护传动链上设备；
 3. 减少维护成本，提高生产效率；
- 以宁波港北仑矿石码头的长距离皮带 BC7A 为例（4台电机驱动）：

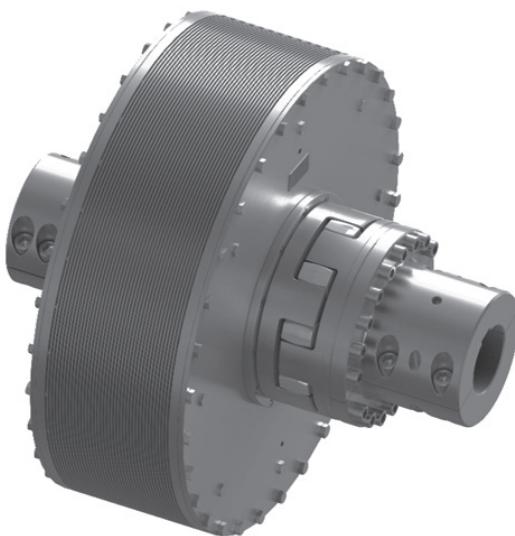
BC7A				
	皮带机	皮带机	皮带机	皮带机
数量	1	1	1	1
电机型号	Y2 450-4 (10KV)	Y2 450-4 (10KV)	Y2 450-4 (10KV)	Y2 450-4 (10KV)
额定功率	280KW	280KW	280KW	280KW
减速机型号	ML3PSF100	ML3PSF100	ML3PSF100	ML3PSF100
液耦型号	24CCKRG (传斯罗伊)	24CCKRG (传斯罗伊)	24CCKRG (传斯罗伊)	24CCKRG (传斯罗伊)
原连接方式	限矩型液耦	限矩型液耦	限矩型液耦	限矩型液耦

* 作者简介：孙才银，性别：男，民族：汉，出生年月日：1983年9月27日，籍贯：宁波，学历：本科，职称：工程师，从事的研究方向：港口机械



选 KTR 永磁联轴器替代传统的液力耦合器：

KTR 永磁联轴器是与众不同的一款独特设计柔性耦合器，它将驱动端的动力传递到负载端，并且驱动端与负载端没有刚性的机械接触，使得永磁联轴器本体无磨损，隔离振动，免维护，并且有过载打滑功能。同时永磁联轴器的输出端与弹性联轴器结合，因此具有良好的纠偏性能，此外特殊的径向可拆分的轴套，使得安装极为简便。它的组成结构如下图：



技术优势分析：

1. 全封闭式结构，无磁泄露，适应易燃易爆、潮湿、粉尘等恶劣、严酷的工作环境；
2. 安装对中方便，维护设备时可径向拆卸，无需移动其他设备；
3. 传动效率高，高于液耦 3%—6%；
4. 有效隔离振动，有效保护轴系设备，延长轴系寿命；
5. 非破坏性过载保护（打滑），停机重启，自动恢复；
6. 重载启动，低速响应及时（液耦、涡流电磁低速响应困难）；
7. 非接触传动：没有摩擦、磨损元件，寿命达 25 年以上，终身免维护；

KTR 永磁联轴器与液力耦合器的对比

A：真正的软起动功能：永磁联轴器在设备启动前，内部磁隙处于最大状态，这时电机可以通过三角形方式快速空载启动达到额定转速，然后带动磁偶内部永磁体进行转动，内部磁隙会逐渐变小，将动力均匀地传递到负载端使其转速提高，当达到最小磁隙后，就可以完全传递额定扭矩和功率，使得设备正常运行。这是一种真正的软启动，无论负载是满载还是轻载，它都能轻松启动。但液力偶合器只能在一定的负载下才能软启动，软启动功能有限。

B：高效可靠的限矩过载打滑保护功能：液力偶合器一般在负载出现 3~4 倍额定扭矩（甚至更高）时，内部的油液温度升高通过易熔塞泄液进行保护，响应慢，扭矩高，保护作用有限。永磁联轴器在负载出现约 2 倍的额定扭矩（或功率）时，迅速出现磁力偶

合器内部打滑，这时电动机就处于空转状态，减速机处于静止状态，完全切断了动力的传递，保护了传动系统中的所有零件或设备，保护作用迅速高效。

C：自恢复启动能力：永磁联轴器只要电动机停机后，就具备有启动能力，无论是过载打滑后还是其他状态电动机停机，无需人为去调整便可在各种负荷下启动及工作。液力偶合器特别是打滑后必须补充油液和更换易熔塞，否则是不能启动或满负荷工作的。

D：更高的传递效率：永磁联轴器与液力偶合器一样都是异步传动，输入端与输出端不同步，有速差。但永磁联轴器具有更高的传递效率，高达 98% 以上。而液力偶合器通常的传递效率只有 92%~95%，永磁联轴器具有更好的节能效果。

E：正转及反转：永磁联轴器既可正转工作，也可以反转工作，而液力偶合器只允许一个方向进行工作，在某些特定的工作条件下受限。

F：工作环境无污染：永磁联轴器全封闭结构，无漏磁，无油液，对工作环境完全无污染。而液力偶合器内部油液会经常泄露，极端情况下会严重污染工作环境。

G：免维护：永磁联轴器使用中是可以完全免维护，使用简单。而液力偶合器需要定期停机加注油液及清理油污现场，工作效率低及维护成本高。

H：安装拆卸简单，时间短：永磁联轴器采用的是方便拆卸结构的轴套，安装极为简单，最快半小时就可以完成安装或拆卸而无需移动电动机或减速机。液力偶合器安装复杂，有时需要动用加热设备，在拆卸时有时会需要氧割设备，还要移动电动机或减速机，安装方式极不友好。

I：径向尺寸小：永磁联轴器由于特别设计，比同功率的液力偶合器径向尺寸小。

经济效益对比

把宁波港北仑矿石码头的 BC7A 上 4 台 280kW 电机所使用的液偶技改全部更换为 KTR 永磁联轴器，将会直接产生节能效益，减少维护保养耗材费用及人工费用，另外还可能节省因液耦漏液停工带来的间接损失，经济效益会有一定的提高。

BC7A 改造节能效益计算

A：节能效益计算

工作效率差异：

传统液偶满负载运行时最高工作效率（约）：93%

KTR 永磁联轴器满负载运行时最高工作效率（约）：98%

工作效率提升（约）：98%-93%=5%

4 台 280kW 电机每小时电消耗： $4 \times 280 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 1120 \text{ kW} \cdot \text{h}$ (度)

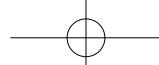
电机每年运行时间：4000 h (小时)

每度电平均单价：1 元 /kW·h

每年节省电费： $1120 \times 4000 \times 1 \times 5\% = 224000$ 元

B：节省维护保养材料费用

KTR 永磁耦合器运行期间无任何耗材费用，但液偶运行需定期维护保养更换内部油液，液偶每平均运行 5000 小时建议就要更换油液维护保养，相当于一年约更换 1 次油液。



每台280Kw电机运行所使用的液偶每次换油液量(约):30L
(升)/次。

油液单价(约):20元/L(升)

每年维护保养4台液偶可节省人工材料费用: $4 \times 30 \times 1 \times 20 = 2400$ 元

C: 节省维护保养人工费用

KTR永磁耦合器运行期间无需任何的维护及保养,即使出现了过载打滑保护,电机停止后它会自动恢复启动状态,在过载事故排除后,就可以直接运行,无需人为参与调整。但液力偶合器运行需定期更换内部油液消耗人工外,还需要在过载保护后(油液外泄产生保护)处理及补充相关油液才能运行。仅计算正常维护保养油液更换人工费用如下:

每台液偶每次维护保养时间:4h(小时)

每次液偶每次维护保养所需人数:2人

每人所需工时费用:50元/h(小时)

每年维护保养次数:2次/年

每年维护保养4台液偶可节省人工费用: $4 \times 4 \times 2 \times 50 \times 2 = 3200$ 元

D: 提高经济效益总费用

即使把设备运行时出现过载堵转时液偶泄液事件停工当作小概率事件的话,技改更换为KTR永磁联轴器也会每年直接提高经济效益总费用如下:

$$224000 + 2400 + 3200 = 229600 \text{ 元}$$

永磁联轴器传动效率高,采用非接触式磁场传动,能有效缓解冲击载荷,并极大的减少系统的振动和噪音,将整个传动链都变成柔性传动,保护轴系设备,延长电机和其他设备的使用年限,并且在全使用寿命(大于25年)内无任何维护,大大节约了生产成本,未来将成为散货码头绿色港区建设的重要组成部分!

参考文献

- [1] 唐金松.简明机械设计手册(第二版).上海科学技术出版社.2002年6月.
- [2] 周明衡.《永磁联轴器性能设计》.机械工业出版社.2001年.
- [3] 夏平畴.《永磁机构》.北京工业大学出版社.2000年.
- [4] 孔庆华,刘传绍.极限测量与测试技术基础.同济大学出版社.2002年6月.
- [5] 张刚.永磁磁力耦合器损耗的计算与分析[D].长春:吉林大学,2008.
- [6] 马如宇,蒋生发.新型耐高温磁力联轴器的研制[J].排灌机械,2000.
- [7] 杨超君,王瑜宁.新型耐高温磁力联轴器传递转矩的数值计算[J].机械设计,2005.
- [8] 丁磊,杨超君,孔令营.角向不对中可调速盘式异步磁力联轴器的转矩特性分析[J].机械设计与研究,2012.
- [9] 王旭,王大志.永磁调速器的磁路结构设计[J].电气传动,2011.
- [10] 田杰,邓辉华,张萍,等.考虑非线性磁导率稀土永磁齿轮磁场研究[J].机械工程师,2006.
- [11] 宫超.同步式永磁联轴器工作特性研究及优化[D].湖南大学,2022年.
- [12] 王晶晶,郑鹏飞.磁力联轴器研究发展现状[J].现代商贸工业,2013年01期.