

WT2000 液压制动系统存在的问题及改进措施

王立飞¹, 张朋朋¹, 魏铁建²

(1. 许昌许继风电科技有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 许昌职业技术学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 介绍 WT2000 风电机组的安全刹车系统, 阐述影响机械制动系统的因素, 分析了机械制动系统故障原因, 并给出针对性的改进措施。此问题的解决减少了风机的停机次数, 提高了发电效率, 降低了经济损失。

关键词: 风电机组; 机械制动系统; 故障; 措施

中图分类号: TH137; TK83

文献标识码: A

文章编号: 1008-0813(2014)08-0081-04

Problems of WT2000 Hydraulic Brake System and its Improvement Measures

WANG Li-fei¹, ZHANG Peng-peng¹, WEI Tie-jian²

(1. Xuchang Xuji Wind Power Technology Co., Ltd., Xuchang 461000, China;

2. Xuchang Vocational Technical College, Xuchang 461000, China)

Abstract: The WT2000 wind turbine safety brake system is introduced, this paper expounds the factors affecting the mechanical brake system, analyzed the reason of failure of mechanical brake system, and gives the corresponding improvement measures. To solve the problem of reducing the wind machine downtime, improve the power generation efficiency, reduces the economic loss

Key words: wind turbine; mechanical braking system; fault; measures

0 引言

WT2000 型风力发电机组与其他兆瓦级风电机组一样属于大型、重型装备, 工作环境恶劣(低温、大风沙、潮湿等), 前期投入成本很高, 通常风电机组需有 20 年以上的使用寿命。鉴于以上, 风电机组在安全性方面有相当高的要求。环境条件不可预测, 重载部件常年工作可能随时损坏, 所以风电机组均要具有紧急停车的功能, 减少对风机的损坏或者降低故障扩散的可能。正

常维护或检修时, 需要停机确保进入风机人员的安全。风力发电机必须设计有刹车系统, 以实现风力发电机进行保护。

1 WT2000 制动系统及制动器介绍

WT2000 制动系统有两种制动方式制动, 一种是空气动力制动, 也就是常说的变桨系统令叶片顺桨, 使叶片受空气升力最小; 另一种是机械制动, 在高速轴处安装制动器, 将刹车钳上的夹紧力转换成制动力矩施加在刹车盘盘上, 使刹车盘停止转动或在停机状态下防止转动。由于篇幅所限, 本文只介绍机械制动。

1.1 WT2000 机械制动系统的构成及工作机理

WT2000 风力发电机所用的制动系统主要有: ①液

收稿日期: 2013-11-19

作者简介: 王立飞(1980-), 男, 山西山阴人, 工程师, 硕士, 现从事风力发电机组液压及冷却系统研究。

阀、液压油及密封件的故障发生机理, 为下一步开展伺服阀的温度特性及故障诊断方法研究奠定基础。

参 考 文 献

- [1] 李伟业. 电液伺服阀在液压系统中的故障诊断及分析[J]. 液压气动与密封, 2013, (5): 43-45.
- [2] 吴进, 明廷涛, 赵峰. 电液伺服系统故障发生机理分析[J]. 液压与气动, 2012, (1): 120-122.
- [3] 任光融, 张振华, 等. 电液伺服阀制造工艺[M]. 北京: 中国宇航出版社, 1988.
- [4] 李勇. 低功耗比例电-机械转换器关键技术研究[D]. 杭州: 浙

江大学, 2009.

- [5] 閻耀保, 肖其新. 温度对电液伺服阀的影响分析[J]. 流体传动与控制, 2008, (6): 23-26.
- [6] 肖其新. 高低温对电液伺服阀性能影响[J]. 机械工程师, 2008, (10): 21-23.
- [7] 王春行. 液压控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [8] 庄东汉. 材料失效分析[M]. 上海: 华东理工大学出版社, 2009.
- [9] 閻耀保. 极端环境下的电液伺服控制理论及应用技术[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2012.
- [10] 卢立新. 舵机电液伺服系统零偏、零漂分析[J]. 机电设备, 2005, (2): 30-32.

压站作为动力和控制装置;②制动器作为执行机构;③刹车盘;④相应的连接管路。此制动系统是一个液压动作的盘式制动器,并配有风轮锁固定风轮。机械制动系统使现场人员可以安全地进入导流罩和轮毂,原理图如图1所示。

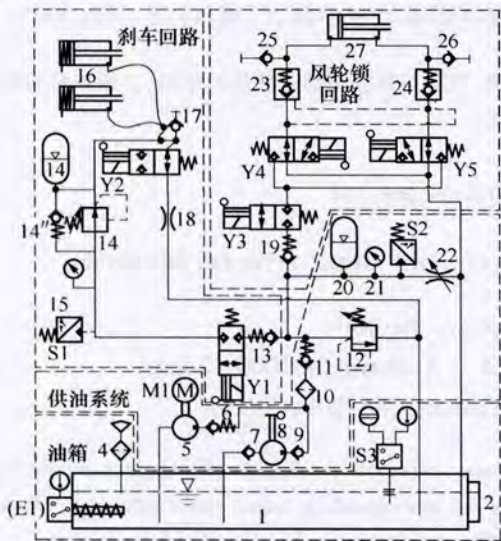


图1 机械制动系统原理图

由图1可知,WT2000机械制动系统的初始状态为泄压状态,即刹车。当风机不需要制动时,电机M1启动向系统提供压力油,阀Y1通,Y2断;系统为蓄能器14充压,液压油进入油缸压缩蝶形弹簧,摩擦片与刹车盘之间形成气隙,这样风轮就可以自由转动。风机需要制动时电机M1和阀Y1断电,Y2通;碟形弹簧推动活塞运动,液压油通过泄压回路返回油箱。

风轮锁液压油缸为双作用式,通过手动激活液压或电信号使油缸活塞伸缩而实现风轮锁定或解锁。止回阀(单向阀)确保锁定完全到位。风轮锁还设置有机锁以防止风轮的意外解锁。

1.2 WT2000风电机组主轴制动器安装位置及其结构

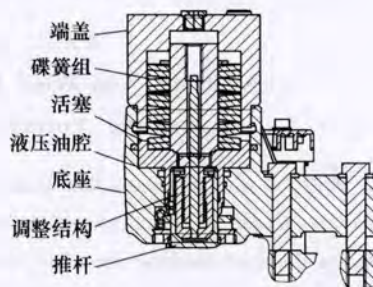
制动器具有使运动部件(或运动机械)减速、停止或保持停止状态等功能的装置。WT2000风力发电机组使用的制动器具有摩擦片磨损自动调节功能,又称AWA。在制动衬垫的整个使用寿命内,制动器总能保证相同的气隙(制动盘和制动衬垫的间距)和相同的夹紧力。

由图2a可以看出,WT2000的制动器安装在齿轮箱后面,上下各一个,与安装在高速轴上的刹车盘组成高速轴机械制动系统。选择高速轴制动是因为此方式的制动力矩受齿轮箱传动比的影响,可以用较小的制动力矩完成制动;图2b显示,碟形弹簧组对活塞施加推力,通过调整机构和推杆作用,使制动器摩擦片压在

制动盘上。通过液压站提供的压力油推动活塞将制动钳打开,反作用力通过端盖作用在底座上。通过一组螺栓把主动钳,被动钳以及中间体连接成一体组件,这一整体组件可以在底座上的两根滑动轴上浮动。



(a)制动器外观及安装位置图



(b)制动器内部结构

图2 WT2000风电机组制动器外观、安装位置及内部结构

制动器内部有多道密封阻止液压油的泄漏。由于风机工作环境恶劣,密封性能要求很高,若密封圈质量不是很好,在低温环境下极易造成液压油泄漏。

2 影响WT2000机械制动系统的因素

WT2000型风力发电机组的机械制动系统为被动式液压制动系统。液压系统设计质量的优劣、使用效果发挥的如何,需要有效地控制液压系统的污染、泄漏、液压冲击、振动和噪声。液压系统的故障绝大多数是因液压油污染而引起的,凡是不同于油液成分的物质我们都认为是污染物。液压系统的泄漏分为内泄漏与外泄漏,泄漏不仅浪费液压油,污染环境,而且会影响液压系统的稳定工作。液压冲击属于管道中液体非定常流动问题,是一种动态过程,会使系统的瞬时压力较正常压力大很多倍,这样会造成原件损坏,引起系统振动和噪声。振动和噪声影响整个液压系统的工作性能及使用寿命。

WT2000型风力发电为被动式液压制动系统,系统运行中主要存在两个问题:①液压油污染问题;②液压油泄漏问题。

2.1 液压油的污染及其危害

(1)液压油污染物主要来源有以下3个方面。

①系统内部残留。液压元件、油路、管道加工和液

压系统组装过程中未清除干净而残留的型砂、金属切屑、焊渣、尘埃、锈蚀物和清洗剂等。②系统外界入侵。通过油箱呼吸孔和液压缸活塞杆侵入的固体颗粒物和水分,以及注油和维修过程中带入的污染物等。③系统内部生成。各类元件磨损产生的磨粒和油液氧化及分解产生的有害化学物质等。

(2)不同的污染途径和污染物形态对液压系统造成的具体危害不尽相同。

①颗粒污染物堵塞和淤积,引起元件故障。油液中各种颗粒污染物在滑阀间隙内逐渐淤积会引起滑阀卡阻故障;会使液压元件中的阻尼小孔或节流小孔堵塞造成元件作用失灵等。颗粒污染物堵塞和淤积,会破坏液压缸的活塞组件间的密封,使高低压腔窜腔破坏速度稳定性或出现爬行振动等。②加剧磨损,导致元件性能衰降污染引起的磨损有固体颗粒磨损、腐蚀磨损和气蚀磨损等,污染磨损是导致元件性能衰降的主要原因,其中包括切削磨损、疲劳磨损、粘滞磨损和冲蚀磨损。③加速油液性能劣化。侵入油液中的空气会降低油液的体积弹性模数,使系统响应缓慢和失去刚度,引起气穴和气蚀,引起压力冲击、振动和噪声,加速油液变质,降低油液的润滑性。侵入油液的水,会腐蚀金属零件,加速油液氧化变质,还会和油液中的各种添加剂作用产生胶质,导致液压阀芯粘滞及过滤器阻塞。

2.2 泄漏

从元件的高压腔流到低压腔的泄漏为内泄漏,从元件或管路中流到外部的泄漏为外泄漏。液压装置泄漏的主要部位及原因见表1。

表1 液压装置泄漏的主要部位及原因

泄漏部位	泄漏原因
管接头	选用管接头的类型与使用条件不符;管接头的加工质量差,不起密封作用;接头装配不良;接头密封圈装配老化或破损;机械振动、压力脉动等原因引起接头松动。
固定结合面	不承受压力负载的接合面 结合面的表面粗糙度和不平度过大;各种原因引起零件变形,使两表面不能全面接触;密封垫硬化或破损使密封失效;装配时接合面上有砂尘等杂质,被密封的容腔内有压力。
	承受压力负载的接合面 接合面粗糙不平;紧固螺栓紧固力不够或螺钉拧紧力矩不等;密封圈失效;接合表面翘曲变形,密封圈压缩量不够等。
轴向滑动表面密封处	密封圈的材质或结构类型与作用条件不符;密封圈老化或破损;圆柱表面粗糙或划伤;密封圈安装不当等
旋转轴密封处	转轴表面粗糙或划伤;密封件材料或型式与作用条件不符;密封件老化或破损;密封件与旋转轴偏心量过大或旋转轴摆过大等。

风机生存环境恶劣,在低温环境下,风机起机时如果制动器内部密封不好或密封圈选型不合适极易引起密封圈的弹性发生不同程度的失效,导致液压油泄漏。液压油从制动器卸油口和传感器安装位置处喷出,造成传感器损坏和机舱内污染;液压油泄漏位置见图3。



(a)传感器损坏



(b)卸油口黄色堵头脱开

图3 液压油在制动器上的泄漏位置

3 污染及泄漏的控制措施

对于上述的两类问题,要采取各种方法来控制。减少由于污染和泄漏引起的制动系统故障,避免风机停机。

3.1 污染的控制措施

在加工、组装过程中系统内部的残留污染物,主要靠清洗和冲洗加以清除,同时从设计上消除那些不利于清洗和冲洗的因素。对于外界侵入污染物,主要是加强防护;而对工作中生成的污染物,主要靠过滤与分离加以清除。污染控制的具体措施如下:

1)系统残留污染物的控制措施

制造液压元辅件及油路块要加强工序之间的清洗、去毛刺,防止零件落地、磕碰;装配前要认真清洗零件,加强出厂试验和包装环节的污染控制。这部分工作需要供应商严把质量关,保证质量。

2)系统外界侵入污染物的控制

从油桶取油之前先清除封盖周围的污染物,加入的油要过滤,加油器具要先清理,系统漏油未经沉淀不得返回油箱;与大气相通的油箱要加通气过滤器,注意密封油箱的所有开口及油管穿过处防止空气进入系统,防止水漏进系统,止漏修理维修时严格执行清洁操作规程。

3)系统内部生成污染物控制

在系统适当部位设置具有一定精度的过滤器,并在使用中经常检查与维护,及时清理及更换滤芯。更换

油液时,油箱放空后,应彻底清理油箱中的所有残留污染物。

3.2 泄漏控制

为了控制液压系统的泄漏,首先要对液压装置的各组成部分的泄漏量加以限制。控制泄漏主要靠密封装置及其正确设计和使用,靠密封装置有效地发挥作用。液压装置产生泄漏的原因是多方面的,既有设计、制造、装配方面的问题,也有维护保养方面的问题。

4 系统常见故障诊断及排除

4.1 油泵启动间隔时间太短

按照蓄能器及各种阀的性能,WT2000发电机组液压系统在保压情况下,电机启动间隔在5min内不能超过3次。如果时间间隔太短,认定为电机启动频繁,这样会影响泵的寿命;泵的频繁动作也会影响其他部件的使用性能,加剧其他部件的老化失效。出现此类情况原因有以下几点:

(1)整个系统有漏油点,可能是内泄漏,也可能是外泄漏。若是外部泄漏,会在泄漏点有油渍,泄漏点易于发现,然后查看接头是否拧紧或者密封圈是否损坏。内泄不易查找,需结合原理图逐个排除,内泄漏经常发生在单向阀和换向阀处,阀芯处有颗粒卡住,阀口闭合不完全,此时需更换阀芯或将阀芯拆卸后清洗。

(2)系统内有残余空气,空气混入系统内,系统压力无法稳定。制动回路是依靠碟形弹簧的力将液压油压回油箱是单作用回路,内部空气不易排出,此种情况下,通过测压接头处连接排气油管将空气排出。

(3)蓄能器的作用就是维持压力恒定,蓄能器预充压力不足或下降,会影响到维持系统压力恒定的能力,应检查蓄能器的压力,并及时补充氮气。WT2000液压系统的蓄能器补充氮气不方便现场操作,现场若发现此问题应及时更换蓄能器。

4.2 液压系统不能泄压

机械刹车时,液压站释放压力,在碟形弹簧作用下液压油返回油箱。当出现液压系统不能泄压时,有如下原因:

(1)电磁阀或电源接线有问题或者不洁物堵塞了电磁阀或单向阀,导致制动器回油油路阀门打不开;解决此类问题可通过操作手柄打开阀门或者拔下电磁阀电源插头;如果是堵塞问题,在拆卸阀门或其他部件时,需确保其后面油路油压被完全释放。如果该液压系统只有一根泵油油路,也可通过测压头软管泄油。

(2)液压油温度太低,油粘度太高,主动制动器不能把其活塞内的油压回至油箱。

4.3 制动力矩不足

制动器摩擦片损坏或摩擦片未经磨合,制动器摩擦片被油污污染,导致摩擦系数降低,导致刹车时间过长;查看刹车盘与摩擦片之间的间隙是否在工艺要求的范围之内,制动间隙调整过大,会出现制动力不足;回油油路没有完全泄压或液压油粘度太高泄压出现问题导致被动制动器的碟形弹簧没有完全释放制动力。

5 总结

为保证风力发电机组的可靠运行,提高设备的利用率,在日常的运行维护需登机巡检。根据不同的制动工况,液压制动系统确保风力发电机组安全。因此在排除制造及装配问题后,故障处理采取适当的方法并且日常维护良好,这是风场管理人员和整机厂售后人员的必备素质。

参 考 文 献

- [1] 刘湘琪,邱敏秀.液压技术在风力发电系统中的应用[J].机床与液压,2004,(8):114-116.
- [2] 李守好.风力发电装置刹车系统及偏航系统智能控制研究[D].西安:西安电子科技大学,2005.
- [3] 斯建龙,何国栋.定桨距风力发电机组的液压系统-维护和故障处理浅述[J].风力发电,2003,(3):16-19.
- [4] 熊礼俭.风力发电新技术与发电工程设计、运行、维护及标准规范实用手册[M].北京:中国科技文化出版社,2005:595-600.
- [5] 刘景阳,李明亮,杨海峰.变桨距风电机组被动式制动液压系统技术优化[J].设计制造,2012,(4):52-54.
- [6] 苏绍禹.风力发电机设计与运行维护[M].北京:中国电力出版社,2003.
- [7] 刘万琨,张志英,李银凤,赵萍.风能与风力发电技术[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [8] 王承煦,张源.风力发电[M].北京:中国电力出版社,2002.
- [9] 官靖远.风电场工程技术手册[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [10] 李立本,宋宪耕,贺德馨,等.风力机结构动力学[M].北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [11] 汪信远.机械设计基础[M].北京:高等教育出版社,2012.
- [12] Homas Ackermann,Lennart Soder. Wind Energy Technology and Current Status:a Reviews[J].Renewable and Sustainable Energy Reviews,2000,46(4):315-374.
- [13] 任清晨.风力发电机组工作原理和技术基础[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [14] 芮晓明,柳亦兵,马志勇.风力发电机组设计[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [15] 张利平.液压站设计与使用[M].北京:海洋出版社,2004.
- [16] 徐耀挺,等.基于AMESim的纯电动汽车液压再生制动系统的研究[J].机电工程,2012,(2).
- [17] 周美珍,等.水下生产设施液压控制仿真系统开发[J].机电工程,2012,(12).