

Modern Manufacture

现代制造



China Aviation News

2014 No.10 总第25期

责任编辑:王恒 美术编辑:钟军
电子邮箱:wangheng@canews.com.cn
联系电话:010-84040648
2014年10月23日 星期四

风电机组齿轮箱油液远程在线监测系统简介

中航高科智能测控有限公司 刘成材 王振尧 程桃

风电是资源潜力大、技术基本成熟的可再生能源,在减排温室气体、应对气候变化的新形势下,越来越受到世界各国的重视,并已在全球大规模开发利用。随着风电的快速发展,风机数量在急剧增加。目前,我国大约有6万台风机,新机组的不断投入,旧机组的不断老化,使得提高风机的利用率,降低设备的故障率和故障时间,避免设备突发故障,成为风电运营商日常设备维护与检修工作的主要目标。

风电场设备维护现状
纵观设备的维护历史,设备维护方式一般说来可概括为事后维修、预防性维护和改善性维护三种。在这三种维护方式中,以预防性维护最为常见。目前,预防性维护又可分为周期预防性维护和状态维护两种方式。

周期预防性维护即以一定的时间为周期,有计划地安排预防性维护活动,维护的目的是预防故障的发生。周期预防性维护针对故障的基本思想是“预防为主”,强调维护设备的安全性,并兼顾维护活动的经济性。

状态维护是一种以设备技术状态为基础的预防性维护方式。它根据设备的日常点检、定期检查、连续监测和故障诊断提供的信息,经过统计分析和数据处理,来判断设备的恶化程度。或由维护人员根据参数的变化趋势或幅值变化做出判断,并在故障发生之前对设备进行有计划的适当维护。状态维护方式不规定设备的使用时间,能有效避免“维修不足”和“维修过度”,充分利用设备寿命。使维护工作量维持在较低水平,是一种经济合理的优化维护方式。目前,状态维护的应用比较普遍,比如发电机、飞机发动机等。但状态维护也存在一定不足,即只考虑了设备当前的运行状态,而没有考虑或较少考虑设备未来的运行情况。

新的观念是采用智能维护(IM, Intelligent Maintenance)系统,智能维护系统是在状态维护基础上发展起来的一种全新的预测性维护方式,其目的在于实现设备接近于零故障的运行效率。通过融入嵌入式智能代理技术和性能衰退预测技术,智能维护不仅提供了设备性能衰退监测的低成本解决方案,也使得企业在制定维护计划和准备维护资源(如备品备件)时的时间余量更为充足。特别是在备品备件的库存管理上,智能维护可使维护所需的备品备件库存大幅降低,从而为企业节约维护所需的库存成本。2002年,智能维护被美国财富杂志评选

为未来制造业最热的三项技术之一。

我国从2006年开始大面积采用风机发电,大多数风电机组已经运行了5年,齿轮箱故障无法避免。随着机组运行时间的加长,目前这些机组陆续出现了故障(包括风轮叶片、电机、增速齿轮,及控制系统等),导致风电机组停止运行,严重影响发电量,造成经济损失。

目前,中国风电场主对运行维护的预算比较低,维护费用可以做得很便宜,但长期来看不值,3年、5年好对付,一旦风机运行超过10年,维护成本会有一个迅速上升的趋势。这时,风机的故障会越来越多,问题也会越来越大,前面少花的钱会在这个时期补回来,而且还影响风机的寿命。而选用合适的维护方法,则可以让风机在保持高利用率的前提下,运行25年到30年。国外风电场主这方面已经走在前面了。目前有很多国际知名企业已把智能维护技术作为企业的主要发展战略以促进维护策略从平均故障间隔到平均衰退间隔的转变,实现企业设备和产品在其生命周期中近乎零的故障发生率,从而大大提高国际市场的竞争力。

油液在线监测必要性

机械设备80%的隐患来自于润滑,磨损故障是风机等大型设备失效的主要原因。润滑油是机械设备的“血液”,它在机械运动中起着密封、润滑、减磨、冷却、清洗、减振和防腐等重要作用,但它本身也“藏污纳垢”。这些污染物包括:零部件的磨损颗粒、腐蚀产物,此外润滑油和添加剂在一定程度上无一不与机械设备及润滑油的使用状态相关联,同时作为一种载体,在用润滑油中蕴藏着丰富的来自机器运动副表面的摩擦学状态信息。对其性能及所携带的磨损产物的分析,可有效地评价机械的磨损状态。监测油液指标就如同给齿轮箱“抽血”化验,用最科学、最直观的数据帮助工作人员及早地发现某些故障信号,从而及时维护,避免故障发生,延长使用寿命。

油液状态监测的首要目的就是油品劣化、污染和机械磨损的早期发现和预警。首先,机械磨损的早期发现是设备视情维护的基础,可以在设备发生严重磨损与失效之前安排检修,减少设备损坏;其次,根据设备状态合理安排检修时间,减少故障停机时间和定期检修对生产的影响;再次,提高了设备的平均故障时间,提高了生产率。

目前我国风机设备的维护主要是定期维护

和实验室离线油液分析。定期维护存在的问题主要维护成本高,而且随着设备老化定期维护周期逐步降低,从而造成很大的维护成本浪费;而实验室油液离线分析则主要存在检测时间长;部分检测仪器价格昂贵,体积庞大,不适合在企业一级的推广使用;取样不具有代表性;送检周期太长;应用地域有限制等问题。

相对于离线油液检测,实现风电机组远程在线状态监测的网络化、智能化已势在必行。首先在线监测能够具有实时监测的优势,完成一次在线监测一般只需要几分钟到十几分钟。现场服务器通过互联网将风电场和风电机组的数据实时传送到远离风电场的远程监测中心,在远程监测中心上直接显示风电场运行状态,实时显示风电机组的设备状态,数据同时自动存入数据库。其次无需取样,直接对回油管或齿轮箱中的油液进行分析,避免了不具代表性和二次污染的可能性。

采用在线故障预警系统将能够至少降低齿轮箱80%的故障率和维护费用,约节约总投资的17%。风电企业通过增加风机状态监测和故障诊断的技术,对风机进行监测,能够确切掌握关键零部件的实际特性,判定需要修复或更换的零部件和元器件,充分利用零件的潜力,避免过度维修、减少能源消耗,达到变定期维护为视情维护的目的,从而节省成本(图1)。

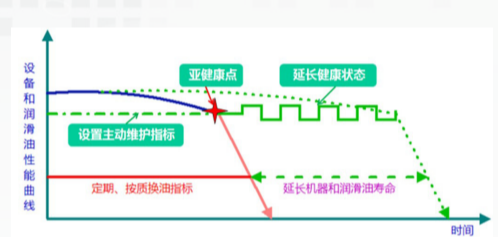


图1 设备和润滑油性能曲线

油液在线监测方法及相关硬件设备

在线监测技术手段以其连续性、实时性和同步性等优点,近年来在线油液监测技术领域得到了快速发展和应用,并在许多行业开展了相关的工程化应用探索。

油液在线监测技术手段快速发展。现已形成了理化性能在线监测、磨粒数量特征的在线监测、磨粒图像特征的在线监测、磨粒元素含量在线监测系统和油品分子结构在线监测的油液在线监测技术方法体系,各种在线技术方法

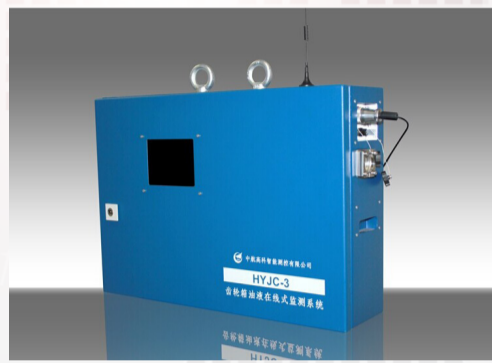


图2 齿轮箱油液在线监测系统

不断应用,各种方法均有成功应用的案例。在线水分、黏度、颗粒、可视化铁谱等先进监测传感器相继产生和问世,并不断应用于工程实践中,其可靠性和实用性不断提高。

各种在线油液监测技术手段不断从实验室阶段走向工程化应用阶段,在更多行业得到应用和推广。中航工业北京长城航空测控技术研究所、武汉理工大学、西安交通大学等单位在这方面开展了卓有成效的工程化应用实践工作,最具代表性案例之一是中航工业北控所在风机上的应用(风电机组齿轮箱油液远程在线监测系统在大唐新能源公司赤峰分公司应用,如图2所示),填补了国内空白,逐渐得到行业内用户的认可和肯定。

风电机组齿轮箱油液远程在线监测与故障预警系统

伴随科学技术的日新月异,在线油液监测作为一种现代监测手段得到了积极发展。其中最具有代表性的就是风电机组齿轮箱油液远程在线监测系统(图3)在风机上的应用,它通过监测风力发电机的“血液”——齿轮箱润滑油的成分变化来预警风机是否要发生异常。现

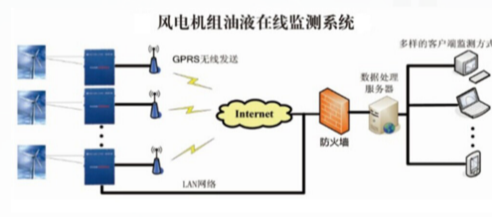


图3 风电机组油液在线监测系统

场服务器通过互联网将风电场和风电机组的数据实时传送到远离风电场的远程监测中心,在远程中心上直接显示风电场运行状态,实时显示风电机组的设备状态,并提供设备的状态分析方案。监测数据不仅包括油液常规指标(粘度、含水量、密度、介电常数以及温度),还包括磨损产生的铁磁性与非铁磁性金属颗粒的大小和数量。这些监测数据不仅能够反映在用油品的状态、准确的换油期等,还能判断风机齿轮箱内部磨损程度、磨损部位,进而实现风机齿轮箱运行状态实时监测,最终达到变定期维护为视情维护,变出现故障后的补救式维修为预警式维修,减少维修和维护费用的目的。

风电机组齿轮箱油液远程在线监测系统具有在线监测齿轮箱运行;减少例行维护次数;监测数据更加可靠直观;产品使用维护方便;可提供产品定制服务;不受地域限制等特点。

风电机组齿轮箱油液远程在线监测系统数据管理平台能够根据齿轮箱润滑油的实时监控数据提供齿轮箱状态分析方案,通过分析可以得到齿轮箱故障的预警,避免发生重大事故。数据管理平台提供的软件界面直观易懂,无需用户自行计算,并能够输出状态趋势,历史数据以及相关图标,省时高效;数据管理平台所有的数据集中保存在服务器端,确保用户数据安全无丢失危险,实现设备集群管理,提高工作效率;数据管理平台具有可扩展性高,软件功能可定制化,容易维护并具有很高的可靠性。

发展前景

在线油液监测技术与当前快速发展的高新技术融合是其发展的动力,伴随计算机技术、网络通讯技术、数据融合技术的快速发展,在线油液监测技术正向自动化、智能化方向发展;在线油液监测诊断系统正向网络化、远程化方向发展;在线油液监测诊断模式正向多种监测技术手段融合诊断即多监测参数数据融合诊断方向发展。开展在线油液监测基础理论研究、积极研发在线油液监测传感器、监测仪器、综合信息处理分析系统仍是今后油液监测研究的主题;积极推进油液在线监测理论,建立在线油液监测示范工程案例是在线油液监测快速发展的保障;倡导高新技术新理论在油液监测中的应用和实践是在线油液监测发展的动力。

应急定位设备及我国应急搜救系统发展建议

陕西烽火电子股份有限公司 赵明斌 蒲文飞

应急定位设备(EMERGENCY LOCATOR TRANSMITTER,简称ELT)作为航空救生系统中重要的终端设备,主要用于飞机遇险后发射无线电信号,帮助搜救组织确定遇险飞机的位置并快速展开遇险人员的救援工作。

国外的ELT设备使用始于20世纪六十年代,最初使用121.5MHz和243MHz频率进行无线电信号呼救,通过搜索营救飞机进行定位和救援。80年代初随着国际卫星搜救系统(COSPAS-SARSAT系统)的逐步建立和使用,缩短了营救时间,提高了搜救的效率,是目前航海、航空及陆地上最主要的搜救系统。国际民航组织已将ELT作为取得适航资质认证的必备设备之一。根据国际民航组织的要求,各类民用飞行器已按照各自实际需要安装了相应的ELT。此外国外部分军用飞行器中也根据需求安装有ELT类设备。

迄今为止,紧急定位设备执行标准从1983年颁布的第一部TSO-C91以及稍后颁布的TSO-C91a,到2006年颁布的TSO-C126,已经经过了三次较大的修订。以上三部标准均引用美国航空无线电委员会(RTCA)制定的RTCA/DO-183《121.5MHz和243MHz的ELT最低性能标准》或者RTCA/DO-204《406MHz应急定位发射机最低性能标准》。我国民航关于ELT执行标准主要是CTSO-91a和CTSO-126,主要也是引用DO-183和DO-204标准规范。

同时发射243MHz信号,可通过机载平台定向寻找,也可通过卫星定位(定位半径约20千米)。第三代产品以406MHz卫星频率为主要工作方式,通过数字调制实现较为精准的定位(定位半径2千米),同时保留121.5MHz频率的信号发射,部分设备也发射243MHz信号。

几种典型ELT

目前国际上以ARTEX、Honeywell、THALE等制造商生产的ELT最为典型(图1),具备了与现有的国际搜索救援平台良好的兼容能力,其高端产品不但具有国际通用救生频率上的信号发射功能,同时还可以通过国际搜索救援通信卫星将遇险飞行器所处的经纬度报告给地面卫星接收站,然后转发至搜索救援队伍,向搜救队伍提供遇险飞行器的准确位置信息。



图1 几种典型ELT设备

ELT应用情况

按照国际民航适航标准要求,19人以下飞机必须安装1个ELT设备,可以是救生型也是自动开机型;20人以上飞机飞行时必须安装2个以上ELT设备,其中1个必须是自动开机型。国外部分民用飞机安装的ELT型号及生产公司统计见表1。

国外部分军机也安装ELT类设备,英国“哨兵”预警机装备HR-SMITH公司生产的503系列紧急定位设备;HH/UH-60A/L/M“黑鹰”直升机装备ARTEX公司生产的ME406P型紧

急定位设备。

序号	机型	ELT生产商	ELT型号
1	ALIBIS A300	Artes	C406-L
2	ALIBIS A310	Artes	C406-L
3	ALIBIS A319/A320/A321	Thales Kennad	-
4	BAE JETSTREAM 31/32	Artes	C406-L
5	BOEING 747	Artes	C406-L
6	BOEING 757	Honeywell	RESCU 406
7	MD DC-9-10	Thales Kennad	-
8	MD C-95/VC-9C	Artes	C406-X
9	MD-80/90 SERIES	Honeywell	RESCU 406
		Artes Model	C406-L

表1 ELT在国内外民用飞机上装备情况

COSPAS-SARSAT系统

第三代ELT主要依托COSPAS-SARSAT卫星系统,该系统主要由美国、俄罗斯、加拿大、法国等国家研发并实施,使用卫星(包含GEO同步轨道卫星、LEO极轨道卫星)检测的地面ELT遇险信号,转发至地面LUT(地面用户终端),通过MCC(任务控制中心)解析并确认,联系距离遇险地点最近的RCC(搜救指挥中心)实施搜索救援行动(SAR)。系统示意图见图2。



图2 Cospas-Sarsat系统示意图

用户终端是可以完全独立工作的信标机,一般有三种形式:航空用应急定位发射机(ELT),航海用无线电信号信标机(EPIRB),个人位置信标机(PLB)。遇险示位标使用频率有:121.5MHz、243MHz、406MHz(2009年2月1日起,Cospas-Sarsat系统已经停止了对于121.5MHz、243MHz信标的支持)。当用户遇险后,遇险示位信标可以通过人工或者自动由遇险时的

撞击、水浸而激活,发出遇险报警信号。根据COSPAS-SARSAT SYSTEM官方网站2012年12月发布的COSPAS-SARSAT SYSTEM DATA,在2011年全年期间共有搜救事件644起,共救人员2313人。详细数据统计见图3。

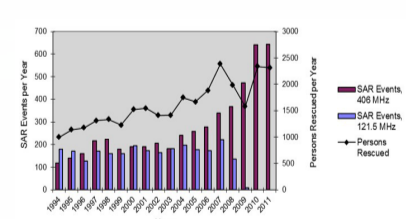


图3 1994年至2011年Cospas-Sarsat系统搜救事件及被救人数统计

我国搜救系统的规划

1991年,北京全球卫星搜救系统为我国建设的“全球海上遇险与安全系统工程”的一个子系统,开始了项目建设工作。并于1998年通过了国际组织的入网测试,进入全功能运行状态。同时,我国在国际搜救卫星组织的身份变更为“地面设备提供国”。在我国出版的版图上实际已建有三套全球卫星搜救系统:

- 1. 北京系统的服务区覆盖了除台湾地区以外的我国所有陆地疆土和绝大部分的海域。
 - 2. 香港在北京之前就建有系统,目前由香港特别行政区海事处负责运行和管理,其服务区涵盖了北京系统无法实时覆盖的我国南部海域和岛屿。
 - 3. 台湾地区的系统建设几乎与北京同步,由台湾地区民航部门管理,其在国际组织的名称是国际电信开发公司,服务区覆盖了全部台湾岛和环岛的周边海域。
- 当北京MCC从自己的LUT或其他MCC收到报警数据后,首先判定示位标报警的位置是否在自己的服务区内。如果在服务区内,那么则立刻将报警位置和遇险示位标的登记信息,

通知国家海事局;若报警位置在服务区以外,则通过西北太平洋区的节点MCC(日本MCC),将数据传送给相关的国家。

除了COSPAS-SARSAT系统外,随着我国北斗卫星导航系统(以下简称北斗系统)的发展,北斗定位及通信功能在各种突发的应急救援活动中发挥的作用也越来越大。北斗系统是我国自主研发的定位导航系统,自2003年正式提供服务以来,在交通运输、海洋渔业、水文监测、气象预报、森林防火、救灾减灾及国家安全等众多领域发挥重要作用。特别是在南方冰冻灾害、四川汶川和青海玉树等地的抗震救灾救援中,发挥了重要作用。交通部也于2004年发布北斗民用(船)载遇险报警终端设备技术要求,目前我国远洋轮船上大多数都安装有北斗定位报警设备。

北斗系统服务有两种:一种是卫星无线电导航业务(Radio Navigation Satellite System,缩写RNSS),由用户接收卫星无线电导航信号,自主完成至少到4颗卫星的距离测量,进行用户位置、速度及航行参数计算;另一种是卫星无线电测定业务(Radio Determination Satellite Service,缩写RDSS),用户至卫星的距离测量和位置计算无法由用户自身独立完成,必须由外部系统通过用户的应答来完成,其特点是通过用户应答,在完成定位的同时,还实现了向外部系统的用户位置报告,还可实现定位与通信的集成。

北斗系统提供的不同服务,在应急救援系统中也有不同的使用方式。北斗RNSS功能类似GPS功能,可以配合COSPAS-SARSAT搜救系统,将定位精确结果通过COSPAS-SARSAT示位标转发至地面站,能够为搜救提供确定的位置信息。系统规划设计如图4所示。北斗系统不同于GPS等系统的最大特点是终端设备具有主动发射功能,该功能在应急救援方面作用巨大,以此为基础可以依托北斗系统搭建我国自主应急救援系统。在该系统中,终端

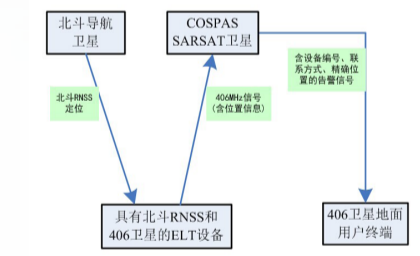


图4 北斗RNSS功能在COSPAS-SARSAT系统中的应用

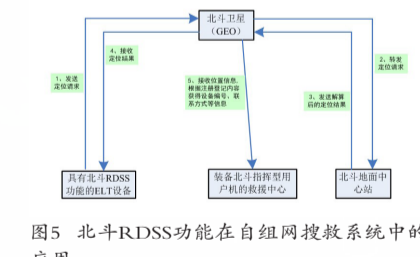


图5 北斗RDSS功能在自组网搜救系统中的应用

设备定位的同时,当设备北斗定位时,分别向北斗卫星发射、接收信号,通过卫星-地面中心站接收后,设备能接收卫星下行位置、时间等信息(如图5)。其隶属组群的指挥型用户机也能收到该位置信息,根据信息可判断出遇险飞机的型号、位置及其他信息,确认遇险后可及时组织救援工作。

我国民航使用的ELT设备完全依赖进口,国内生产ELT设备的厂家也比较少,没有形成规模,建议在我国ELT产业的发展能够根据北斗系统的实际运营情况,形成必要的行业规范,提供更快、更准确的搜救手段。

未来ELT类设备的发展主要在以下两个方面:1.提高生存率,目前的ELT类设备虽然能够在一些航空事故中起到引导作用,但更多的空难中ELT设备由于设计超出设计极限,往往不能发挥作用,未来发展中国ELT应通过提高设备强度、选择分离方式、优化启动方式等方式,提高在空难中生存率。2.功能扩展,目前ELT设备主要用于遇险后位置指示,个别设备具有部分数据记录功能,后续ELT设备的发展应不仅能完成位置引导,还可以有限感知飞机状态、记录飞行数据等,为飞机遇险后的搜救、调查提供数据支撑。