

自抗扰技术在船载天线伺服系统中的应用

高飞 薛凝

(西安雷远电子科技有限公司 陕西 西安 710000)

摘要: 船载大型测控天线伺服系统的最内环伺服驱动分系统,是整个伺服系统的设计关键。从硬件设计出发,系统综合运用四象限运行的思想设计了可控硅整流系统整流放大系统,设计了三相零式反并联整流电路,实现了伺服驱动装置可逆,可调稳态变速运行。采用环流抑制技术解决了晶闸管整流带来的缺陷,实现了对环流、谐波的有效抑制。为了消除齿轮间隙,采用双传动链设计方案。多次实践检验证明了该控制策略具备优越的控制性能,雷达跟踪快速稳定。

关键词: 晶闸管; 功率放大; 环流; 谐波; 齿隙

0 引言

船载卫星通信天线在舰船航行过程中能够实现实时跟踪同步卫星,同时连续传递文字、图像、语音、数据等多媒体信息,满足各种军民通信需要。在舰船航行过程中,由于船体姿态数据和地理位置数据发生变化,会使天线指向偏离卫星理论位置,使天线跟踪丢失,因此天线必须实时跟踪指向目标来隔离船体姿态数据和地理位置数据的变化。船载天线的跟踪方式有很多种,常用的有单脉冲差信号跟踪、程序引导跟踪、极大值跟踪、幅面圆锥扫描跟踪等。本文以A-E两轴座架天线单脉冲差信号跟踪为例说明天线伺服跟踪环路设计,为后续工程实践提供参考依据。

1 船载天线伺服系统设计

1.1 稳定环调节器设计

伺服系统调节器设计包括形式选择及参数设计,其中形式选择往往在设计初期确定,参数设计一般需要在实际系统中反复调试验证以获取最佳参数。天线伺服系统中涉及的位置环、速度环和电流环,一般选用PI(Proportional Integral,比例积分)调节器。而稳定环由于带宽低、对噪声非常敏感,同时受机械谐振及齿隙等因素影响,直接采用传统PI调节器往往难以获得满意的控制效果,所以需要进一步选择合适的调节器形式。为了提高系统静差度,调节器中应设置积分环节以增加系统型别,同时为满足幅值裕度要求,应该设置比例系数,经过上述环节调整后,稳定环的开环截止频率一般高于速度环带宽,与前文分析不符,此时添加滞后校正环节,利用其高频幅值衰减特性降低陀螺稳定环的截止频率,实现其截止频率低于速度环带宽的目的。

1.2 触发脉冲电路

参考马达控制器6AXC的可控硅触发电路,它也是由6路构成,下面举其1路简要分析一下,M202为达林顿组件,内有7路达林顿管作为脉冲功放用,T为脉冲变压器。脉冲移相电压 U_y 与锯齿波 U 在M3(A)输入端比较,控制M3(A)的输出极性。在M3(A)输出由负到正的跃变时,经R25,R16,C5微分的电压加到M3(B)的正输入端,当M3(B)的正输入端电位高于负输入端的固定电位时,M3(B)输出正跃变使达林顿管导通,

输出脉冲。 U_y 电位越低,输出的脉冲相位越超前。输出脉冲宽度由微分时间常数 $(R25+R16)C5$ 和M3(B)的负输入端电位决定,M3(B)实际是一级整形电路,它砍掉了微分波形的尾巴,其正向的输出宽度也就是输出脉冲的宽度。

1.3 瞬时脉动环流的抑制

采用配合体制可以消除直流平均环流,但是正组整流电压和反组逆变电压的瞬时值是不相等的,因此有瞬时脉动环流的存在,抑制瞬时脉动环流的方法是在环流回路中串入环流电抗器或称均衡电抗器,将瞬时脉动环流的直流分量限制在负载额定电流的5%~10%。在三相零式反并联可逆线路中,正反两个回路各设一个环流电抗器,伺服驱动系统每个马达控制器接有两个环流电抗器,它的主要作用有以下3种:电枢电流平波;保持最小电枢电流连续;限制环流对于三相半波来讲,电抗器电感量可以取为 $L=1.46u_2/I_{dmin}$ 。

2 自抗扰技术在船载天线伺服系统中的应用

2.1 海事管理

AIS设备自2006年起在国内推行,由于仓促推行,国内AIS类管理规范大多是针对某一时期出现的突出问题进行打补丁。目前,迫切需要对AIS相关法律、法规和规范进行梳理,建立一套涵盖MMSI号核发,船舶命名,船舶买卖,AIS设备的认可、检验、安装、培训、操作、管理等各方面的管理制度,实现立法系统化。同时,利用大数据技术对AIS数据进行系统分析和挖掘,为现场执法人员提供系统支持,实现监管信息共享、执法标准统一,大幅提高AIS执法能力和执法水平,持续严格执法,对船载AIS设备类的违法行为进行有效管理。

2.2 时隙冲突,影响通信的可靠性

AIS作为一种通信导航系统和其他通信系统一样,自身的性能受到链路负载等因素的直接影响。国际航标组织(IALA)提出当AIS数据链路负载超过50%时,将会导致信息阻塞等严重问题的发生,影响航行安全。如前所述,船载AIS设备有A级AIS设备和B级AIS设备之分,其所使用的数据链路接入方式主要有自组织时分多址(SOTDMA, Self-Organized Time Division Multiple Access)和载波侦听时分多址(CSTDMA, Carrier-

SenseTimeDivisionMultipleAccess) 两类。AIS 设备采用 SOTDMA 通信方式加入网络时,当工作在基站服务区内的船载 AIS 设备或 AIS 航标较多的情况下,可能会出现候选时隙重叠,造成时隙冲突。CSTDMA 通信方式也存在类似问题,当某一区域的 AIS 设备数量超过饱和值时,A 级 AIS 设备能正常发送信息,B 级 AIS 设备也能正常收发信息,但对复用时隙的 B 级设备发送的信息,A 级设备不能正常解调,也就不能识别此 B 级设备。这个问题随着 A、B 级设备数据的增加而日益严重。此外,一些国产 AIS 船台时隙分配不遵循规范要求、布设伪基站、滥用网位码占用时隙等行为极易造成船载 AIS 信号异常。海事执法人员在现场监督检查时不容易发现此类异常,如辖区大量船舶 AIS 信号异常,可联合各海区航保相关部门对此类异常进行监测和分析,查明信号异常原因。

2.3 惯导 +GPS 跟踪

惯导 +GPS 跟踪是一种开环控制技术,跟踪过程无需卫星信号反馈,通过惯导和 GPS 设备测得船体的方位、俯仰、横滚姿态信息及经纬度信息,根据已知的卫星星位,计算得到船体运动过程中的天线指向。惯导 +GPS 跟踪优点是可以快速完成卫星的初始捕获,且在天线受遮挡时也可对准卫星,在遮挡消除时,可第一时间建立通信链路。缺点是这种跟踪方式完全靠惯导设备和 GPS 设备完成,跟踪精度取决设备精度,一旦设备出现故障,将导致整个系统失效,所以跟踪精度及可靠性较差。

2.4 圆锥扫描跟踪

圆锥扫描跟踪是指馈源绕天线中心轴做圆周运动,天线波束呈圆锥形状旋转。天线对准卫星时,接收到的信号电平为恒定值,当天线产生偏差,则接收到一个与波束旋转频率同频的调制信号,通过解调可计算误差角,从而调整天线指向。这种跟踪方式实现简单,成本较低,跟踪效率高,但由于馈源一直偏离天线抛物面焦点做圆周运动,使得天线增益有所下降。

3 结语

本文针对船载大型测控天线伺服驱动系统的设计进行了详细的分析,针对一些特殊问题进行了探讨,并对其进行了仿真和实际验证。通过采取保护及船摇稳定措施,系统的综合性能优越。该控制系统经过实践检验,驱动控制稳定,控制保护完备,运行性能良好。与当前使用比较多的交流同步伺服系统相比,目前的驱动系统还有很多不足,如可控硅频繁的过压过流,也会使其击穿;可控硅整流会对电网产生干扰。交流伺服传动系统在船载大型测控天线上的运用还存在一些未能突破的问题,如电磁兼容问题,大功率变流设备的小型化问题,需要进一步加强研究。

参考文献:

- [1] 邱学刚,徐建设,蒋兆明.国内航行船舶船载 AIS 设备使用现状[J].中国船检,2018(5):42-46.
- [2] 刘政训,张海博.AIS 在海事智能信息化监管中的应用及存在问题探讨[J].中国海事,2019(8):45-48.

