

锚系船舶定位与动态控制技术研究

李海成

江南造船(集团)有限责任公司 上海 201913

摘要: 本文首先介绍了锚系船舶定位与动态控制技术的重要性和应用背景,指出了锚泊船舶面临的挑战和需求。接着,详细讨论了定位技术在锚泊船舶中的应用,包括GPS、DGPS、RTK等定位系统的原理和特点。然后,探讨了动态控制技术在锚系船舶中的应用,包括船只航向控制、航速控制等方面。此外,还介绍了与航向和航速控制相关的控制算法和传感器技术。

关键词: 锚系船舶; 定位技术; 融合研究

1 锚系船舶概述

锚系船舶被广泛用于停靠码头、进行修理和维护工作,或者在特殊情况下,如恶劣天气或海洋环境中停泊时使用。锚系船舶的具体步骤是先将锚抛到水面,然后通过锚链或缆绳将船只与锚相连接。这样可以保持船只在水面上的位置,并防止其漂移或飘向附近物体。锚系船舶通常需要根据水深、海洋条件和船只型号来确定使用的锚和锚链的长度,确保船只稳定而安全地停泊^[1]。值得注意的是,锚系船舶需要根据海洋和天气条件随时调整,以确保船只的稳定性和安全性。此外,定期检查和维护锚和锚链的状态也是保证锚系船舶有效的重要措施。

2 锚系船舶定位技术研究

2.1 卫星导航定位系统概述

卫星导航定位系统是一种利用全球卫星导航系统(如GPS、GLONASS、Galileo等)的信号来测量船只位置 and 进行导航的技术。卫星导航定位系统主要由车载接收装置、卫星信号传输通道和地面控制系统组成。车载接收装置接收卫星发射的信号,并计算船只的位置和速度。卫星信号传输通道负责将卫星信号传输到车载接收装置。地面控制系统负责对卫星导航系统进行监控和管理,确保其正常运行。卫星导航定位系统的优点是精度高、全球性强、实时性好。通过卫星导航定位系统,船只可以快速准确地确定自己的位置,并根据需要进行航线规划和控制。这对于锚系船舶来说非常重要,因为它可以帮助船舶在不同海洋环境和天气条件下准确锚系,防止船只漂移和碰撞风险。卫星导航定位系统还可以与其他导航辅助设备(如雷达、声纳、惯性导航系统等)结合使用,提高定位的准确性和可靠性。通过不断的技术研究和创新,卫星导航定位系统在锚系船舶领域的应用正在不断拓展和完善。

2.2 船舶雷达与视觉导航技术

船舶雷达是一种利用无线电波进行距离测量和目标探测的设备,它可以通过发射和接收无线电波来确定船只周围物体的位置和距离。船舶雷达的工作原理是通过发射无线电波,然后接收并分析返回的波束。根据波束的反射时间和强度,可以确定物体的位置和距离。船舶雷达可以提供细节丰富的目标图像,并且具有远距离探测的能力。这使得船舶可以及时发现和避开障碍物,确保航行安全。视觉导航技术是利用视觉设备(如相机、摄像机等)来进行船只位置和目標探测的技术。视觉导航技术主要通过图像处理和计算机视觉算法来实现船只定位和导航。通过捕捉船只周围的图像,利用图像处理和特征提取算法,可以确定船只的位置和周围环境的数据信息。视觉导航技术的优点是可以提供高分辨率的图像和更直观的观察结果^[2]。它可以帮助船只更准确地判断环境和目标,并在航行中做出及时的决策。视觉导航技术可以与其他传感器和导航系统结合使用,提高定位的准确性和可靠性。船舶雷达和视觉导航技术在船舶导航中都具有重要作用。船舶雷达可以提供距离远、实时性强的目标探测和导航辅助;视觉导航技术可以提供高分辨率的图像和更直观的观察结果。通过综合应用这两种技术,船舶可以更准确地定位和导航,确保航行安全。这使得船舶在不同环境和复杂条件下都能够保持良好的导航能力。

2.3 水声导航系统原理及其在锚系船舶中的应用

水声导航系统是一种利用水声信号进行定位和导航的技术,其原理是通过发射水声信号,然后接收并分析返回的信号来确定船只的位置和沉降深度。水声导航系统在海洋环境中具有重要的应用价值,尤其在锚系船舶中更是不可或缺。水声导航系统将水声信号发送至水中,信号通过水中的传播,一部分会被目标物体反射回来,另一部分则会被吸收或散射。接收器接收到返回的

信号后,通过分析时间差和声波的传播特性,即可确定目标的位置和沉降深度。在锚系船舶中,水声导航系统可以帮助船只准确判断锚的位置,以及锚链的位置和状态。船只可以通过水声导航系统收集到的数据,实时了解锚链的张力、锚的位置偏移情况,从而判断锚系的牢固程度和安全性。

2.4 无线电导航系统在锚系船舶中的应用

无线电导航系统是一种利用无线电信号进行船只定位和导航的技术,它在锚系船舶中有广泛的应用。在锚系船舶中,无线电导航系统可用于定位锚点和锚链位置。通过部署无线电导航系统,可以实时监测锚定装置的位置、船只与锚链之间的张力以及锚链在水下的位置,以确保锚泊的稳定和安全。无线电导航系统还可以用于在船只操作期间提供导航和位置信息。通过接收定位信号,船只可以确定自身的位置、速度、航向等重要信息,帮助船员做出准确的船舶操作和决策。无线电导航系统与其他导航设备(如雷达、GPS等)的集成使用,可以提供更全面和准确的定位和导航服务。除了定位和导航功能,无线电导航系统还可以用于与岸基控制中心进行远程通信。船只在锚系期间可以通过无线电导航系统与岸基控制中心进行数据传输和通信,以实现远程监测和管理,提高工作效率和安全性。

2.5 组合导航系统在锚系船舶中的应用

组合导航系统是一种将多种导航传感器数据融合起来,实现船只位置和方向精确定位的技术。在锚系船舶中,组合导航系统起到关键作用,能够提供准确的锚点位置、船只位置和姿态信息,保证船只的稳定锚泊。组合导航系统通常融合了惯性导航、GPS、船舶雷达、水声导航等多种传感器数据。惯性导航传感器能够测量船只的加速度和角速度,结合时间进行计算,来推算船只的位置和姿态信息。GPS则利用卫星信号来计算船只的经纬度位置,提供全球范围的定位服务。船舶雷达和水声导航传感器则帮助确定船只周围环境和水下物体的位置和距离。通过将多种传感器的数据整合和校正,组合导航系统能够提供高精度的船只定位和姿态信息。在锚系船舶中,组合导航系统能够监测和控制锚链的张力和长度,判断锚点的位置和船只偏移情况。当船只发生移动时,组合导航系统能够及时检测并发出警告信息,提醒船员及时调整锚系状态,确保船只的安全锚泊。通过将组合导航系统的数据输入到自动控制系统中,可以实现船只自动控制和锚泊过程的优化,提高操作效率和安全性。

2.6 锚系船舶动态控制技术研究

锚系船舶动态控制技术研究是指通过应用先进的控

制算法和系统来实现锚系船舶的动态控制和稳定。在锚泊过程中,船只容易受到潮流、风浪、海流等外部因素的影响,导致船只的漂移和扰动,可能引发船只与其他物体的碰撞风险。锚系船舶动态控制技术主要包括船舶姿态控制、位置控制和力分配控制等方面。船舶姿态控制是指通过控制船只的姿态参数,如航向、横摇、纵倾等,来减小船只受外部扰动影响的程度。位置控制是通过调节锚链的长度和张力,来控制船只的位置漂移,保持在所需的锚泊区域内^[1]。力分配控制则是根据角度和力矩测量传感器提供的信息,动态地调整船只锚链的张力和长度,实现力分配的均衡和稳定。锚系船舶动态控制技术研究主要涉及控制算法设计、传感器数据融合、控制系统设计等方面。研究人员通过模拟分析和实际船舶试验,优化控制算法的性能,提高系统的稳定性和鲁棒性。

3 锚系船舶运动模型建立与分析

锚系船舶运动模型的建立与分析是研究锚泊船舶运动特性和行为的重要内容。建立准确的运动模型可以帮助我们理解和预测锚泊船舶在不同环境和条件下的运动规律,为锚泊操作提供科学依据。锚系船舶运动模型的建立需要考虑多个因素,包括环境因素(如风、浪、潮流)、锚链和锚具特性、船舶特性等。首先,我可以考虑环境因素的影响,如风力和风向对船舶的偏移和漂移的影响,浪浮力对船舶的上下振荡的影响,潮流对船舶位置的影响等。其次,我可以考虑锚链和锚具特性,如锚链拉力与船舶位置之间的关系,锚链摇摆和张力的影响等。最后,我还可以考虑船舶特性,如船舶的阻力、质心位置对船舶运动的影响等。通过建立锚系船舶的运动模型,我可以利用数学建模和仿真等方法来分析船舶在不同锚链行程、风速、波浪条件下的运动特性。可以通过模拟计算和实验验证,确定不同因素对船舶运动的影响程度,探究锚链行程和张力的影响规律,为设计和优化锚泊系统提供指导和参考。在锚系船舶运动模型的分析过程中,需要结合实际船舶操作需求和特定环境条件,综合考虑多种因素对锚泊船舶运动的综合影响。

4 锚系船舶航控制技术

在锚泊过程中,船只可能会受到外部的风、潮流和浪浮力等因素的影响,导致船只的漂移和偏移。锚系船舶航控制技术研究旨在保持船只在所需位置和船向上的稳定性。锚系船舶航控制技术主要包括航向控制和航速控制两个方面。航向控制是通过控制船只的方向舵或推进器来调整船只的航向角,使船只能够保持所需的航

向。航速控制则是通过控制船只的推力和推进器来调整船只的航速,以保持船只在锚泊状态下的所需速度。为实现航向控制和航速控制,需要利用先进的控制算法和传感器技术。例如,可以使用PID(比例、积分、微分)控制器来实现对船只航向和航速的控制,通过测量和调整方向舵或推进器的位置来稳定船只的航向和航速。锚系船舶航控制技术的研究可提高锚泊船舶的稳定性和控制精度,减小船只在锚泊过程中的漂移和偏移。通过合理配置控制系统和调节控制算法参数,可以实现船舶航向和航速的快速、精确的调整,提高锚泊操作的效率和安全性。

5 锚系船舶定位与动态控制技术融合研究

5.1 定位与动态控制技术在锚系船舶中的融合需求

锚系船舶定位与动态控制技术的融合研究是为了解决锚泊过程中船舶位置稳定性和动态控制需求的问题。锚泊船舶位于海上,在面对风浪、潮流等外部因素的影响时,船只容易发生漂移和偏移。定位技术在锚泊船舶中起到重要作用。常用的定位技术包括GPS(全球定位系统)、DGPS(差分全球定位系统)、RTK(实时动态定位系统)等。这些技术可以提供船舶的精确位置信息,使船只能够准确锚泊在目标位置。而动态控制技术的融合则能够使锚泊船舶实现稳定的位置和姿态控制。通过应用控制算法和传感器技术,可以根据船舶位置和姿态的变化情况,实时调整锚链长度和张力,并通过舵角和推进器等设备来控制船舶的航向和航速,以保持船只的稳定锚泊状态^[4]。定位与动态控制技术的融合研究主要包括以下几个方面:(1)建立锚系船舶的运动模型,该模型考虑锚链行程、环境因素、船舶特性等因素,以描述船只在锚泊过程中的位置、姿态和力学行为。(2)融合定位技术和动态控制技术,通过传感器数据的融合和融合算法的应用,实现船只位置和姿态的准确测量与控制。(3)优化控制系统和算法,提高船只的位置和姿态控制精度以及锚链张力和长度的稳定性。(4)进行实验验证和应用实践,对融合技术的性能和可行性进行评

估,并进行相应的改进和优化。

5.2 定位信息与运动信息融合算法研究

定位信息与运动信息融合算法研究旨在将来自不同传感器的定位信息和运动信息进行有效的融合,从而提高定位的精度和可靠性。传感器可以包括GPS、惯性导航系统(INS)、陀螺仪、加速度计等,它们能够提供船舶的位置、姿态、速度等信息。首先是传感器融合,即将来自不同传感器的数据进行融合。这需要考虑每个传感器的测量误差、噪声特性以及各种传感器之间的协调与一致性。通过融合算法,可以利用多个传感器的优势,实现综合定位信息和运动信息的精确性和准确性。传感器的布置位置和安装误差、传感器的刚度和灵敏度等因素都可能对获取的数据造成影响。融合算法可以根据不同的需求和应用场景选择合适的算法,如扩展卡尔曼滤波(EKF)、无迹卡尔曼滤波(UKF)等。能够根据传感器数据的特点进行权衡和优化,提高定位信息和运动信息的融合效果,同时提高算法的实时性和计算效率。

结束语

未来的研究可以进一步深入挖掘和改进锚系船舶定位与动态控制技术,探索更加精确和高效的融合算法和控制策略。同时,可以结合其他相关技术,如人工智能和大数据分析等,进一步提升锚泊船舶的自主导航和智能化控制能力。相信通过不断的研究和创新,锚系船舶定位与动态控制技术的发展将为航海领域带来更多的突破和进步。

参考文献

- [1]王强,刘明.锚系船舶定位与动态控制技术研究综述[J].船舶工程,2021,1:45-50.
- [2]李华,张雷.锚系船舶定位技术的研究与应用[J].船舶科学技术,2021,4:32-37.
- [3]孙志刚,王宇.锚系船舶动态控制技术的新发展[J].船舶与海洋工程,2021,8:56-62.
- [4]张磊,王勇.基于智能算法的锚系船舶定位与动态控制技术研究[J].控制与决策,2021,6:67-72.