

基于激光和转角信号的直读式船舶螺距仪研究

郑连兴¹ 郑登元²

1. 广东海洋大学船舶与海运学院 广东省湛江市 524000

2. 浙江海洋大学船舶与海运学院 浙江省舟山市 316000

摘 要：本研究针对传统船舶螺距测量方法精度低、操作复杂的问题，提出并研发了一种基于激光测距与转角传感信号组合运算的直读式船用螺距仪。该仪器通过高精度激光测距传感器实时获取桨轴在特定转角下的两次测量距离，计算距离差（ $\Delta d = d_1 - d_2$ ），同时利用转角传感器精确测量桨轴旋转角度。核心在于将两种信号进行同步采集与组合运算，结合三角函数关系直接计算出螺距值。研究详细阐述了组合运算的实现方案，包括集成运算显示电路的设计、桨轴单臂旋转结构的优化以及光感光栅尺的应用，以提高测量分辨率和稳定性。文章分析了测距过程中距离差值采集、转角信号测量的关键问题，特别是信号同步性与角度误差对精度的影响，并提出了相应的技术路线。最终，该直读式螺距仪实现了船舶螺旋桨螺距的高精度、高效率自动化测量，显著提升了传统方法的性能，为船舶设计与维护提供了更可靠的数据支持。

关键词：船用螺距仪；激光测距；转角传感器；组合运算；距离差；信号同步；直读式；船舶工程

I. 引言

随着船舶技术的不断发展，对船用螺距仪的精度和效率提出了更高的要求。传统的螺距测量方法存在着测量精度低、操作复杂等缺点，亟需一种新型的测量技术来提升其性能。激光测距技术以其高精度和非接触测量的特点，逐渐在船舶领域得到应用。本研究旨在基于激光测距与转角传感信号的组合运算，研发一种直读式船用螺距仪。通过优化测量信号的采集与处理，解决传统方法中的不足，从而实现螺距测量的自动化与高效化，为船舶设计与维护提供更为可靠的数据支持。

II. 激光测距技术在船舶领域的应用

激光测距技术因其高精度和快速响应能力，已广泛应用于船舶领域。首先，激光测距能够有效测量船体与其他物体之间的距离，确保航行安全。其次，在船舶的结构检测与维护中，激光测距用于评估船体的变形及磨损程度，从而为维修提供准确数据。此外，在船舶设计过程中，激光测距技术可用于获取关键尺寸，优化设计方案，提升船舶性能。随着技术的不断发展，激光测距在自动化和智能化船舶领域的应用前景更为广阔，能够实现实时监测和数据分析，为船舶管理提供重要支持。

III. 激光测距的原理

激光测距技术是基于激光发射与接收原理，通过测量

激光束在空气中传播的时间来计算距离。当激光发生器发出一束激光光束后，光束经过一定距离后被目标物体反射回接收器。测距仪内部的计时器记录下激光从发射到接收的时间差。根据光速的恒定性，利用时间差计算出激光传播的距离，从而得出目标物体与测距仪之间的实际距离。该方法具有高精度、高速度和非接触的优点，广泛应用于船舶、建筑等领域的距离测量。

IV. 激光测距的优势

激光测距技术在船舶领域的应用具有多项显著优势。首先，激光测距具备高精度和高分辨率，能够在较远的距离上提供准确的测量结果，这对船用螺距仪的性能至关重要。其次，激光测距操作简便，快速响应，可以实时监测和获取数据，提升了测量效率。再者，激光测距不受环境因素干扰，尤其在水面反射和气候变化条件下，依然可以保持稳定的测量性能。此外，激光测距设备结构紧凑，适合船舶有限的空间，便于安装和维护。这些优势使得激光测距成为现代船舶螺距测量的理想选择。

V. 测距过程中存在的问题

在测距过程中，存在一些关键问题需要解决，以确保测量的准确性和可靠性。首先，两次测量距离的差值可能因环境因素、设备精度或操作误差而产生偏差，这会影响最终的测量结果。其次，转角的计算关系复杂，激光测距传感器

与转角传感器的组合运算需要准确处理信号,以确保转角变化对距离测量的影响被正确计入。因此,必须进行有效的距离差采集和转角信号测量,确保组合运算的准确实现,从而提高测距系统的整体性能和可靠性。

5.1 两次测量距离的差值

在船用螺距仪的测量过程中,激光测距技术的应用能够提高测量精度。然而,由于环境因素(如温度、湿度)及设备的特性,可能会导致两次测量之间出现距离差。该差值的计算对于后续的数据处理至关重要。

具体而言,测量的第一步是确定螺旋桨的初始位置与目标位置之间的距离,第二步则是在桨叶旋转后的新位置进行测量。两次测量值的差异不仅反映了桨叶的运动情况,还能反映出转角的变化。通过精确记录和分析这两次测量距离的差值,可以为后续的转角计算提供重要依据,进而有效提高整个测量系统的精度与可靠性。

5.2 转角的计算关系

在基于激光测距和转角传感信号组合运算的直读式船用螺距仪中,转角的计算关系是实现精确测量的关键。转角传感器通过测量桨轴的旋转角度,提供与激光测距数据相结合的信息。具体来说,桨轴的转角可以通过传感器输出的电信号进行转换,得到相应的角度值。结合激光测距获取的两次测量距离差,可以利用三角函数关系进行计算,得出实际的桨距。通过这种方式,我们能够更准确地把握桨轴在不同转角下的螺距变化,从而提高测量的精度和可靠性。这种信号组合运算的方法为船用螺距仪的性能提升提供了重要支持。

5.3 激光测距传感器与转角传感器的组合运算

在直读式船用螺距仪的设计中,激光测距传感器与转角传感器的组合运算是关键环节。该组合运算通过同时获取测距信号和转角信号,能够实现螺旋桨螺距的高精度测量。首先,激光测距传感器负责实时测量螺旋桨与参考点之间的距离,确保测量的准确性。其次,转角传感器则获取螺旋桨的旋转角度信息,提供必要的几何关系。通过对这两种信号进行实时采集和处理,结合数学模型,能够有效计算出螺距的变化情况,最终实现高效、准确的螺距显示。这种组合运算不仅提高了测量精度,也为后续的自动化处理奠定了基础。

VI. 距离差的采集

在直读式船用螺距仪的研究中,距离差的采集是实现

高精度测量的关键环节。通过激光测距传感器,可以获得桨轴在特定转角下的两次测量距离。为确保测量的准确性,需在同一条件下进行两次测量,并记录下这两个距离值。距离差的计算公式为: $\Delta d = d_1 - d_2$, 其中 d_1 和 d_2 分别为两次测量的距离。为了提高测量的稳定性和重复性,建议在不同的环境条件下进行多次测量,并计算其平均值,以降低偶然误差对最终结果的影响。此外,数据采集系统应具备实时监控和反馈功能,以便及时纠正测量过程中的异常。

VII. 转角信号的测量

在直读式船用螺距仪中,转角信号的测量是确保准确计算螺距的重要环节。转角传感器通常采用光电编码器或角度传感器,通过检测桨轴的旋转角度来获取实时转角信息。传感器通过精确的位移检测,将转角转换为电信号,输出至数据处理单元。为提高测量精度,应考虑传感器的灵敏度、分辨率及其安装位置对测量结果的影响。在实际应用中,需对转角信号进行实时采集与处理,以便与激光测距数据进行有效组合,从而实现高精度的螺距计算。这一过程的稳定性和准确性直接影响到整个系统的性能表现。

VIII. 组合运算的实现

组合运算的实现是直读式船用螺距仪的核心部分。首先,集成运算显示电路负责接收激光测距传感器和转角传感器的信号,并进行数据处理。这一过程需要确保信号的同步性,以减少因信号延迟造成的误差。其次,桨轴的单臂旋转结构设计有助于提高测量精度,确保测量过程中角度变化的准确捕捉。此外,光感光栅尺的应用进一步提升了测量分辨率,使得局部螺距的计算更加可靠。通过这些技术手段,最终实现了高效、准确的组合运算,满足船舶螺距测量的需求。

8.1. 集成运算显示电路

集成运算显示电路是直读式船用螺距仪的核心组成部分,负责将激光测距传感器和转角传感器的信号进行实时处理与显示。该电路采用高性能的微控制器,能够快速采集和处理来自传感器的模拟信号。通过数字信号处理算法,电路将测得的距离和角度数据进行组合运算,计算出螺距值。同时,电路内置的显示模块能够将计算结果以数字形式直观地展示给用户,确保操作简便。此外,电路设计还注重功耗的优化,提高了仪器的使用效率与稳定性,为实际应用提供了可靠的技术支持。

8.2 桨轴的单臂旋转结构设计

桨轴的单臂旋转结构设计是直读式船用螺距仪的关键组成部分之一。该结构通过单臂设计,简化了桨轴的旋转机制,减少了机械摩擦和能量损耗,提高了测量精度。单臂结构能够有效地支撑桨体,在转动过程中保持稳定,确保激光测距传感器和转角传感器的测量信号准确。设计过程中,考虑到了材料的选择与强度分析,以确保在高负荷工作条件下的可靠性。此外,合理的结构布局使得信号采集与处理模块能够紧密结合,提高了系统的集成度,优化了整体性能,为螺距的精确测量提供了坚实基础。

8.3 光感光栅尺的应用

光感光栅尺是一种高精度的测量工具,广泛应用于船用螺距仪的设计与实现中。其核心原理是利用光栅的干涉效应,通过测量光的干涉条纹变化来获取位移信息。在直读式船用螺距仪中,光感光栅尺能够提供高分辨率的测量数据,确保转角与距离的精确计算。

具体应用中,光感光栅尺可以与激光测距仪和转角传感器进行结合,形成一个综合测量系统。通过实时获取桨轴旋转过程中的位移变化,光感光栅尺不仅提高了测量的准确性,还能有效减少外界干扰对数据的影响。此外,其结构设计的模块化特性使得维护和更换变得更加便捷,为船舶的运行和维护提供了便利。

IX. 关键问题及技术路线

在基于激光测距和转角传感信号组合运算的直读式船用螺距仪的研究中,关键问题主要集中在测量信号的采集与处理、信号的同步性与角度误差、激光测距的偏差运算以及运算电路与过程优化等方面。为了解决这些问题,技术路线包括:首先,通过高精度传感器实现距离和转角信号的同步采集;其次,采用先进的信号处理算法优化角度计算,提高系统的整体精度;最后,通过模块化设计提升设备的维护性与扩展性,确保最终输出的截面螺距与平均螺距计算的准确性与可靠性。

9.1 测量信号的采集与处理

在直读式船用螺距仪的设计中,测量信号的采集与处理是确保精确度和可靠性的关键环节。首先,激光测距传感器通过发射激光束并接收反射信号,实时获取测距数据。这些数据经过模数转换后,将以数字形式输出,为后续处理提供基础。同时,转角传感器通过高精度的角度测量装置,获

取螺旋桨的旋转角度信息。这些信号通过高速数据采集系统进行同步采集,确保激光测距与转角测量的时间一致性。接下来,采集到的数据通过滤波和校正算法进行处理,以消除噪声和误差,从而提高测量精度。最终,处理后的数据将用于后续的组合运算,确保螺距测量的准确性和实时性。

9.2 信号同步性与角度误差

在基于激光测距和转角传感的组合运算中,信号的同步性是确保测量精度的关键因素。激光测距传感器和转角传感器的信号必须在时间上严格对齐,以避免由于延迟引起的误差。为实现信号的同步采集,可以采用高精度的时钟同步技术,确保两种传感器的数据在同一时刻被记录。同时,转角传感器的角度误差会直接影响螺距计算的准确性。为了减小角度误差,需要对转角传感器进行定期校准,并结合激光测距的反馈进行动态调整,从而提高整体测量系统的可靠性和精度。

9.3 激光测距的偏差运算

在船用螺距仪的应用中,激光测距的偏差运算是确保测量精度的关键环节。激光测距仪在实际使用中可能会受到环境因素、设备误差和光路干扰等影响,从而导致测量结果偏离真实值。因此,针对这些偏差,需进行系统的运算校正。

X. 结论

在本研究中,我们提出了一种基于激光测距和转角传感信号组合运算的直读式船用螺距仪,旨在提高船舶螺距测量的精度和效率。通过对激光测距技术和转角传感器的有效结合,我们成功解决了传统测量方法中存在的误差问题,实现了测量信号的实时采集与处理。此外,本研究在模块化设计和自动化运算方面的创新,使得设备更易于使用与维护,提高了修理与制造的效率。未来的研究将进一步优化算法,提升测量精度,为船舶行业提供更为可靠的技术支持。

参考文献

- [1] 李明,张伟. 激光测距技术及其在船舶应用中的研究. 船舶工程, 2020, 41(3): 15-20.
- [2] 王芳,刘强. 转角传感器的原理与应用. 传感器技术, 2019, 36(2): 45-48.
- [3] 陈凯. 组合运算在测量系统中的应用. 测试技术与仪器, 2021, 38(1): 32-36.
- [4] 赵敏. 船用螺距仪的设计与应用. 船舶制造, 2022, 29(4): 78-85.

[5] 张欣, 王鹏. 激光测距与转角传感器数据融合技术. 船舶、舰船工程、轮机工程. 自动化技术与应用, 2023, 42(5): 58-63.

作者简介:

郑连兴 (1967.09), 男, 汉, 广东湛江人, 硕士, 广东海洋大学船舶与海运学院 副教授, 主要研究方向为船

郑登元 (2004.01), 男, 汉, 广东湛江人, 本科, 浙江海洋大学船舶与海运学院 本科生, 主要研究方向为船舶与海洋工程。