



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119800983 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 11

(21) 申请号 202510005960.5

E02D 33/00 (2006.01)

(22) 申请日 2025.01.02

G01S 19/47 (2010.01)

(71) 申请人 中交路桥建设有限公司

地址 101107 北京市通州区潞城镇武兴路7号216室

申请人 中交路桥南方工程有限公司

(72) 发明人 杨占群 梁玉岭 韩敏慧 胡文泉
刘治宏 王东阁 王宇航 尹小斌
秦营霞 朱龙

(74) 专利代理机构 重庆青飞知识产权代理有限公司 50283

专利代理师 黎志红

(51) Int. Cl.

E02D 7/00 (2006.01)

E02D 13/04 (2006.01)

权利要求书4页 说明书8页

(54) 发明名称

水上桩基智能定位施工方法

(57) 摘要

本发明属于工程施工技术领域,公开了水上桩基智能定位施工方法,依次包括的施工步骤是设备准备、数据采集、数据融合、定位调整和施工监控。采用高精度GNSS和IMU定位设备,结合卡尔曼滤波算法,实现水上桩基的智能精准定位与实时调整。本发明由于所述方法,提高了定位精度、提高了施工效率、确保了施工质量和提高了施工安全性。

1. 一种水上桩基智能定位施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、设备准备,

在施工现场安装高精度全球导航卫星系统GNSS和惯性测量单元IMU定位设备;

S2、数据采集,

通过GNSS获取实时卫星定位数据,同时使用IMU监测施工设备的动态信息;

S3、数据融合,

运用卡尔曼滤波算法对GNSS数据和IMU数据进行融合,以提高定位精度;

S4、定位调整,

根据数据分析结果,实时调整桩基的进入角度和深度,确保桩基精准定位;

S5、施工监控,

采用无线传输技术,将数据实时传输至监控中心,进行实时监测和调整。

2. 根据权利要求1所述的水上桩基智能定位施工方法,其特征在于:所述设备准备步骤包括如下步骤,

1) 高精度全球导航卫星系统GNSS设备准备,

选择具有高精度定位能力的GNSS接收机,推荐使用多频段接收机,能够有效接收GPS、GLONASS、北斗和伽利略等多颗卫星的信号;确保GNSS接收机安装在能够无遮挡的高处,以最大化卫星信号的接收质量;

2) 惯性测量单元IMU准备,

准备高精度IMU设备,能够实时监测施工设备的加速度和角速度,从而提供动态位置信息;将IMU设备与GNSS系统进行同步,依据GNSS测量得到的位置、速度的信息,与IMU测量的加速度、角速度等数据进行关联,以便后续数据融合处理;

3) 数据处理终端设备准备,

配备一台具备信号接收和处理能力的计算机或移动端设备,以接收GNSS和IMU的数据;该终端设备需安装专业的软件,主要包括Leica IPAS Pro软件,其是Leica IPAS系统的后处理软件,通过对IMU和GPS数据的分析处理,提供强大可靠的定位定向后处理解决方案,具有简洁的视窗用户界面,还内置了Waypoint GrafNav/GrafNet GPS差分处理软件,用于数据处理、卡尔曼滤波算法实施和实时显示定位结果;

4) 无线传输设备准备,

准备无线数据传输设备,以便实时传输定位数据到监控中心或云端平台;配置必要的网络保护措施,确保数据传输的安全性;

5) 施工设备准备,

包括定位桩机、打桩机,与智能定位系统集成,确保这些设备经过校准,能够根据智能定位方案进行精准操作;对施工现场进行布设,按照设计图纸标定各桩位的具体坐标;

6) 辅助设备准备,

准备必要的辅助测量工具,如水深测量仪、气象传感器,以提供施工现场的环境数据,确保方法实施的可靠性;收集水域的相关信息,如水流速度、风速和水面波浪情况,以便在施工过程中进行动态调整,具体采用水深测量仪、气象传感器、多普勒测流仪法测量水流速度。

3. 根据权利要求1所述的水上桩基智能定位施工方法,其特征在于:所述数据采集步骤

包括如下步骤,

1) GNSS数据采集,

设置GNSS接收机,将高精度GNSS接收机安装在施工设备上,并确保其天线无遮挡、位置稳定;实时监测卫星信号,启动GNSS接收机,实时监测并记录接收到的卫星信号强度、位置坐标、时间戳以及定位精度等数据;数据存储,将采集到的GNSS数据存储在计算机或数据处理终端中,便于后续分析和处理;

2) IMU数据采集,

安装IMU,将惯性测量单元IMU设备安装到施工设备上,确保其能够有效地监测设备的动态运动;动态数据记录,启动IMU,实时记录设备在运动过程中的加速度、角速度和姿态信息;数据时间同步,确保GNSS数据和IMU数据的时间戳同步,以便后续的数据融合处理;

3) 环境数据采集,

水深测量,使用水深测量仪器获取施工现场的水深信息,这对桩基入水深度的调整至关重要;气象数据收集,设置气象传感器,监测现场的风速、风向、气温以及水流速度的数据,为施工过程中的动态调整提供参考依据;

4) 数据集成,

数据汇聚,通过计算机将GNSS数据、IMU数据和环境数据汇聚到一个数据处理平台中,整合所有相关信息;实时更新,确保数据采集过程中,所有数据都能实时更新,以便后续的决策支持和定位调整。

4. 根据权利要求1所述的水上桩基智能定位施工方法,其特征在于:所述数据融合步骤包括如下步骤,

1) 数据预处理,

时间同步,确保所有传感器数据的时间戳相互匹配,以便后续分析时使用相同时间段的数据;去噪声处理,对原始数据进行滤波,剔除噪声和异常值,提升数据的质量,常见的去噪声方法包括卡尔曼滤波、低通滤波;

2) 状态估计,

卡尔曼滤波算法,应用卡尔曼滤波算法,将GNSS和IMU的数据结合,此算法能有效处理带噪声的数据,并在动态环境中估计状态;预测步骤,使用IMU的数据预测设备的位置与姿态;更新步骤,融合GNSS校正数据,改进预测的结果,基于GNSS提供的位置信息,调整先前的状态估计;

3) 数据融合模型,确定融合模型,建立数据融合模型,扩展卡尔曼滤波EKF或无迹卡尔曼滤波UKF,根据实际需要选择最合适的算法;融合参数调整,根据传感器的精度和可靠性,调整融合模型中的权重参数,优化最终输出的定位结果;

4) 实时监控与反馈,

实时数据更新,数据融合过程应为实时进行,确保随时更新设备的位置信息,反馈到施工控制系统;定位精度监控,持续监测融合后的定位精度和可靠性,发现定位误差超出预设阈值,及时调整传感器的使用和融合方法;传感器主要包括GNSS接收机、倾角传感器、深度传感器、电流传感器、气象传感器、水深测量仪;

5) 结果验证,

与基准数据对比,将融合后的定位结果与已知基准数据或历史数据进行对比,验证融

合算法的准确性;可视化分析,使用可视化工具展示定位结果,实现施工团队直观了解施工状态和桩基位置。

5. 根据权利要求1所述的水上桩基智能定位施工方法,其特征在于:所述定位调整步骤包括如下步骤,

1) 实时监测,

位置数据监测,通过每天定期读取GNSS和IMU的实时位置数据,监测设备的实际位置与目标位置的偏差;环境变化检测,实时获取水流、风速和其他影响因素的数据,分析其对施工过程的潜在影响;

2) 误差分析,

偏差计算对比实时定位数据和设计位置,计算出偏差值;误差来源识别,分析误差的来源,定位精度、传感器故障、环境干扰;

3) 调整策略制定,

位置调整方案,根据误差分析结果,制定相应的调整策略,确定是否需要重新校正或调整桩基位置;施工方案优化,根据环境因素如水流方向和风速,动态调整施工方案,比如改变桩基打入的角度或顺序;

4) 调整实施,

设备调整,向施工设备和工具发送新的定位指令,指导设备进行位置移动或重新校准;实时反馈,通过数据融合系统实时更新设备的位置,确保调整后的定位数据准确反映设备位置的变化;

5) 效果验证,

持续监测,在调整后继续监测桩基的位置,以验证调整的有效性;后续调整,如继续出现偏差,根据预设标准和监测结果可能需要再次进行调整;

6) 文档记录,

记录调整过程,对每次定位调整的过程和结果进行记录,形成详细的文档,这包括调整的时间、原因、调整后的位置信息,给后续的分析 and 评估提供参数依据。

6. 根据权利要求1所述的水上桩基智能定位施工方法,其特征在于:所述施工监控步骤包括如下步骤,

1) 监控系统的建立,

硬件设施,配置适当的监测设备,包括GNSS接收器、IMU传感器、监控摄像头、环境传感器,确保能够全面监测施工环境和设备状态;软件平台,开发或使用施工管理软件,整合各类数据源,实现数据的实时采集、存储与分析;

2) 实时数据采集,

位置数据监测,通过GNSS和IMU数据监测桩基的位置、姿态以及运动状态,确保桩基按照设计参数进行施工;环境数据监测,实时监测现场的环境条件,如水流速度、风速、温度、湿度等,评估其对施工的影响;

3) 施工进度监测,

进度跟踪,记录施工的每一步,包含桩基的打入时间、打入深度和位置等,确保施工进度与计划一致;数据分析,对比实际进度与计划进度,及时调整资源和人力,确保工程按时完成;

4) 质量监控,

施工质量检查,定期对桩基进行质量检查,包括材料的质量、施工方法的符合性等,确保桩基达到设计标准;数据记录和分析,记录相关质量数据,基于分析结果制定改进措施,提升施工质量;

5) 安全监测,

安全风险评估,评估施工现场的安全风险,确保在施工过程中遵循安全操作规程;应急预案系统,建立监测系统的预警机制,及时发现并通知潜在的安全隐患,如环境变化导致的施工风险;

6) 实时反馈与调整,

控制指令,根据监测数据,及时发出调整指令,指引施工团队进行必要的调整或改进措施;信息共享,确保现场施工人员、管理人员以及相关团队能够实时接收到监测结果和调整指令,提高整体施工效率;

7) 文档记录和报告,

施工日志,详细记录施工过程中的每一项数据,包括位置、深度、环境条件、质量检查,形成完整的施工日志;定期报告,定期生成施工监控报告,对施工进展、质量和安全状况进行总结和反馈。

水上桩基智能定位施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于工程施工技术领域,提供一种提高定位精度、提高施工效率、确保施工质量和提高施工安全性的水上桩基智能定位施工方法。

背景技术

[0002] 水上桩基是指在水域环境(如河流、湖泊、海洋等)中建造的用于支撑建筑物、桥梁、码头等结构的基础桩。水上桩基的定位精度直接关系到后续结构的安全性和稳定性。

[0003] 传统的桩基定位方法多依赖人工测量和传统设备,存在精度低、效率低下、易受外界因素影响等缺陷。例如,水流、风速等环境因素会严重影响桩基的定位精度,而人工测量又难以实时、准确地应对这些变化。因此,迫切需要一种新型的智能定位施工方法,以提高定位精度和施工效率,确保施工质量和安全。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种提高定位精度、提高施工效率、确保施工质量和提高施工安全性的水上桩基智能定位施工方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供了如下技术方案:

[0006] 本发明提供一种水上桩基智能定位施工方法,其中,包括以下步骤:

[0007] S1、设备准备,

[0008] 在施工现场安装高精度全球导航卫星系统GNSS和惯性测量单元IMU定位设备;

[0009] S2、数据采集,

[0010] 通过GNSS获取实时卫星定位数据,同时使用IMU监测施工设备的动态信息;

[0011] S3、数据融合,

[0012] 运用卡尔曼滤波算法对GNSS数据和IMU数据进行融合,以提高定位精度;

[0013] S4、定位调整,

[0014] 根据数据分析结果,实时调整桩基的进入角度和深度,确保桩基精准定位;

[0015] S5、施工监控,

[0016] 采用无线传输技术,将数据实时传输至监控中心,进行实时监测和调整。

[0017] 上述方案中,进一步的:所述设备准备步骤包括如下步骤,

[0018] 1) 高精度全球导航卫星系统GNSS设备准备,

[0019] 选择具有高精度定位能力的GNSS接收机,推荐使用多频段接收机,能够有效接收GPS、GLONASS、北斗和伽利略等多颗卫星的信号;确保GNSS接收机安装在能够无遮挡的高处,以最大化卫星信号的接收质量;

[0020] 2) 惯性测量单元IMU准备,

[0021] 准备高精度IMU设备,能够实时监测施工设备的加速度和角速度,从而提供动态位置信息;将IMU设备与GNSS系统进行同步,依据GNSS测量得到的位置、速度的信息,与IMU测量的加速度、角速度等数据进行关联,以便后续数据融合处理;

[0022] 3) 数据处理终端设备准备,

[0023] 配备一台具备信号接收和处理能力的计算机或移动端设备,以接收GNSS和IMU的数据;

[0024] 该终端设备需安装专业的软件,主要包括Leica IPAS Pro软件,其是Leica IPAS系统的后处理软件,通过对IMU和GPS数据的分析处理,提供强大可靠的定位定向后处理解决方案,具有简洁的视窗用户界面,还内置了Waypoint GrafNav/GrafNet GPS差分处理软件,用于数据处理、卡尔曼滤波算法实施和实时显示定位结果;

[0025] 4) 无线传输设备准备,

[0026] 准备无线数据传输设备,以便实时传输定位数据到监控中心或云端平台;配置必要的网络保护措施,确保数据传输的安全性;

[0027] 5) 施工设备准备,

[0028] 包括定位桩机、打桩机,与智能定位系统集成,确保这些设备经过校准,能够根据智能定位方案进行精准操作;对施工现场进行布设,按照设计图纸标定各桩位的具体坐标;

[0029] 6) 辅助设备准备,

[0030] 准备必要的辅助测量工具,如水深测量仪、气象传感器,以提供施工现场的环境数据,确保方法实施的可靠性;收集水域的相关信息,如水流速度、风速和水面波浪情况,以便在施工过程中进行动态调整。

[0031] 上述方案中,进一步的:所述数据采集步骤包括如下步骤,

[0032] 1) GNSS数据采集,

[0033] 设置GNSS接收机,将高精度GNSS接收机安装在施工设备上,并确保其天线无遮挡、位置稳定;实时监测卫星信号,启动GNSS接收机,实时监测并记录接收到的卫星信号强度、位置坐标、时间戳以及定位精度等数据;数据存储,将采集到的GNSS数据存储在计算机或数据处理终端中,便于后续分析和处理;

[0034] 2) IMU数据采集,

[0035] 安装IMU,将惯性测量单元IMU设备安装到施工设备上,确保其能够有效地监测设备的动态运动;动态数据记录,启动IMU,实时记录设备在运动过程中的加速度、角速度和姿态信息;数据时间同步,确保GNSS数据和IMU数据的时间戳同步,以便后续的数据融合处理;

[0036] 3) 环境数据采集,

[0037] 水深测量,使用水深测量仪器获取施工现场的水深信息,这对桩基入水深度的调整至关重要;气象数据收集,设置气象传感器,监测现场的风速、风向、气温以及水流速度的数据,为施工过程中的动态调整提供参考依据;

[0038] 4) 数据集成,

[0039] 数据汇聚,通过计算机将GNSS数据、IMU数据和环境数据汇聚到一个数据处理平台中,整合所有相关信息;实时更新,确保数据采集过程中,所有数据都能实时更新,以便后续的决策支持和定位调整。

[0040] 上述方案中,进一步的:所述数据融合步骤包括如下步骤,

[0041] 1) 数据预处理,

[0042] 时间同步,确保所有传感器数据的时间戳相互匹配,以便后续分析时使用相同时间段的数据;去噪声处理,对原始数据进行滤波,剔除噪声和异常值,提升数据的质量,常见

的去噪声方法包括卡尔曼滤波、低通滤波；

[0043] 2) 状态估计，

[0044] 卡尔曼滤波算法,应用卡尔曼滤波算法,将GNSS和IMU的数据结合,此算法能有效处理带噪声的数据,并在动态环境中估计状态;预测步骤,使用IMU的数据预测设备的位置与姿态;更新步骤,融合GNSS校正数据,改进预测的结果,基于GNSS提供的位置信息,调整先前的状态估计;

[0045] 3) 数据融合模型,确定融合模型,建立数据融合模型,扩展卡尔曼滤波EKF或无迹卡尔曼滤波UKF,根据实际需要选择最合适的算法;融合参数调整,根据传感器的精度和可靠性,调整融合模型中的权重参数,优化最终输出的定位结果;

[0046] 4) 实时监控与反馈,

[0047] 数据汇聚,通过计算机将GNSS数据、IMU数据和环境数据汇聚到一个数据处理平台中,整合所有相关信息;实时更新,确保数据采集过程中,所有数据都能实时更新,以便后续的决策支持和定位调整。

[0048] 5) 结果验证,

[0049] 与基准数据对比,将融合后的定位结果与已知基准数据或历史数据进行对比,验证融合算法的准确性;可视化分析,使用可视化工具展示定位结果,实现施工团队直观了解施工状态和桩基位置。

[0050] 上述方案中,进一步的:所述定位调整步骤包括如下步骤,

[0051] 1) 实时监测,

[0052] 位置数据监测,通过每天定期读取GNSS和IMU的实时位置数据,监测设备的实际位置与目标位置的偏差;环境变化检测,实时获取水流、风速和其他影响因素的数据,分析其对施工过程的潜在影响;

[0053] 2) 误差分析,

[0054] 偏差计算对比实时定位数据和设计位置,计算出偏差值;误差来源识别,分析误差的来源,定位精度、传感器故障、环境干扰;

[0055] 3) 调整策略制定,

[0056] 位置调整方案,根据误差分析结果,制定相应的调整策略,确定是否需要重新校正或调整桩基位置;施工方案优化,根据环境因素如水流方向和风速,动态调整施工方案,比如改变桩基打入的角度或顺序;

[0057] 4) 调整实施,

[0058] 设备调整,向施工设备和工具发送新的定位指令,指导设备进行位置移动或重新校准;实时反馈,通过数据融合系统实时更新设备的位置,确保调整后的定位数据准确反映设备位置的变化;

[0059] 5) 效果验证,

[0060] 持续监测,在调整后继续监测桩基的位置,以验证调整的有效性;后续调整,如继续出现偏差,根据预设标准和监测结果可能需要再次进行调整;

[0061] 6) 文档记录,

[0062] 记录调整过程,对每次定位调整的过程和结果进行记录,形成详细的文档,这包括调整的时间、原因、调整后的位置信息,给后续的分析 and 评估提供参数依据。

[0063] 上述方案中,进一步的:所述施工监控步骤包括如下步骤,

[0064] 1) 监控系统的建立,

[0065] 硬件设施,配置适当的监测设备,包括GNSS接收器、IMU传感器、监控摄像头、环境传感器,确保能够全面监测施工环境和设备状态;软件平台,开发或使用施工管理软件,整合各类数据源,实现数据的实时采集、存储与分析;

[0066] 2) 实时数据采集,

[0067] 位置数据监测,通过GNSS和IMU数据监测桩基的位置、姿态以及运动状态,确保桩基按照设计参数进行施工;环境数据监测,实时监测现场的环境条件,如水流速度、风速、温度、湿度等,评估其对施工的影响;

[0068] 3) 施工进度监测,

[0069] 进度跟踪,记录施工的每一步,包含桩基的打入时间、打入深度和位置等,确保施工进度与计划一致;数据分析,对比实际进度与计划进度,及时调整资源和人力,确保工程按时完成;

[0070] 4) 质量监控,

[0071] 施工质量检查,定期对桩基进行质量检查,包括材料的质量、施工方法的符合性等,确保桩基达到设计标准;数据记录和分析,记录相关质量数据,基于分析结果制定改进措施,提升施工质量;

[0072] 5) 安全监测,

[0073] 安全风险评估,评估施工现场的安全风险,确保在施工过程中遵循安全操作规程;应急预警系统,建立监测系统的预警机制,及时发现并通知潜在的安全隐患,如环境变化导致的施工风险;

[0074] 6) 实时反馈与调整,

[0075] 控制指令,根据监测数据,及时发出调整指令,指引施工团队进行必要的调整或改进措施;信息共享,确保现场施工人员、管理人员以及相关团队能够实时接收到监测结果和调整指令,提高整体施工效率;

[0076] 7) 文档记录和报告,

[0077] 施工日志,详细记录施工过程中的每一项数据,包括位置、深度、环境条件、质量检查,形成完整的施工日志;定期报告,定期生成施工监控报告,对施工进度、质量和安全状况进行总结和反馈。

[0078] 本发明与现有技术相比的有益效果是:

[0079] 定位精度显著提高:采用高精度的GNSS和IMU定位设备,并通过先进的数据融合算法,能够实现更精准的桩基定位,减少施工误差;

[0080] 实时调整与优化,实时监测和分析数据,能够根据环境变化和误差情况及时调整桩基的进入角度和深度,确保施工质量和效率;

[0081] 施工监控全面可靠:建立完善的施工监控系统,对施工进度、质量和安全进行全方位监测,及时发现问题并采取措施,降低施工风险;

[0082] 适应复杂环境,能有效应对水流、风速等复杂的水上环境因素,保证施工在各种条件下的顺利进行;

[0083] 提高施工效率,精准定位和实时调整减少了重复工作和返工的可能性,加快施工

进度,缩短工期;

[0084] 保证施工质量,精准的定位和严格的质量监控有助于确保桩基的施工质量符合设计要求,提高工程的可靠性;

[0085] 数据记录与分析,详细的文档记录和数据分析为后续的工程评估、改进和类似项目提供了有价值的参考;

[0086] 提升安全性,安全监测和应急预警系统能够保障施工人员和设备的安全,降低事故发生的概率;

[0087] 资源优化配置,基于实时的进度和质量监控,能够更合理地配置人力、物力等资源,避免浪费;

[0088] 促进技术创新,该智能定位施工方法的应用推动了水上桩基施工技术的发展,为行业提供了新的思路和解决方案。

具体实施方式

[0089] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。

[0090] 本发明提供一种水上桩基智能定位施工方法,其中,包括以下步骤:

[0091] S1、设备准备,

[0092] 在施工现场安装高精度全球导航卫星系统GNSS和惯性测量单元IMU定位设备;

[0093] S2、数据采集,

[0094] 通过GNSS获取实时卫星定位数据,同时使用IMU监测施工设备的动态信息;

[0095] S3、数据融合,

[0096] 运用卡尔曼滤波算法对GNSS数据和IMU数据进行融合,以提高定位精度;

[0097] S4、定位调整,

[0098] 根据数据分析结果,实时调整桩基的进入角度和深度,确保桩基精准定位;

[0099] S5、施工监控,

[0100] 采用无线传输技术,将数据实时传输至监控中心,进行实时监测和调整。

[0101] 为提高定位精度,上述实施例中,优选地:所述设备准备步骤包括如下步骤,

[0102] 1) 高精度全球导航卫星系统GNSS设备准备,

[0103] 选择具有高精度定位能力的GNSS接收机,推荐使用多频段接收机,能够有效接收GPS、GLONASS、北斗和伽利略等多颗卫星的信号;确保GNSS接收机安装在能够无遮挡的高处,以最大化卫星信号的接收质量;

[0104] 2) 惯性测量单元IMU准备,

[0105] 准备高精度IMU设备,能够实时监测施工设备的加速度和角速度,从而提供动态位置信息;将IMU设备与GNSS系统进行同步,依据GNSS测量得到的位置、速度的信息,与IMU测量的加速度、角速度等数据进行关联,以便后续数据融合处理;

[0106] 3) 数据处理终端设备准备,

[0107] 配备一台具备信号接收和处理能力的计算机或移动端设备,以接收GNSS和IMU的数据;

[0108] 该终端设备需安装专业的软件,主要包括Leica IPAS Pro软件,其是Leica IPAS系统的后处理软件,通过对IMU和GPS数据的分析处理,提供强大可靠的定位定向后处理解

决方案,具有简洁的视窗用户界面,还内置了Waypoint GrafNav/GrafNet GPS差分处理软件,用于数据处理、卡尔曼滤波算法实施和实时显示定位结果;

[0109] 4) 无线传输设备准备,

[0110] 准备无线数据传输设备,以便实时传输定位数据到监控中心或云端平台;配置必要的网络保护措施,确保数据传输的安全性;

[0111] 5) 施工设备准备,

[0112] 包括定位桩机、打桩机,与智能定位系统集成,确保这些设备经过校准,能够根据智能定位方案进行精准操作;对施工现场进行布设,按照设计图纸标定各桩位的具体坐标;

[0113] 6) 辅助设备准备,

[0114] 准备必要的辅助测量工具,如水深测量仪、气象传感器,以提供施工现场的环境数据,确保方法实施的可靠性;收集水域的相关信息,如水流速度、风速和水面波浪情况,以便在施工过程中进行动态调整。

[0115] 为保证数据采集全面和集成,上述实施例中,优选地:所述数据采集步骤包括如下步骤,

[0116] 1) GNSS数据采集,

[0117] 设置GNSS接收机,将高精度GNSS接收机安装在施工设备上,并确保其天线无遮挡、位置稳定;实时监测卫星信号,启动GNSS接收机,实时监测并记录接收到的卫星信号强度、位置坐标、时间戳以及定位精度等数据;数据存储,将采集到的GNSS数据存储在计算机或数据处理终端中,便于后续分析和处理;

[0118] 2) IMU数据采集,

[0119] 安装IMU,将惯性测量单元IMU设备安装到施工设备上,确保其能够有效地监测设备的动态运动;动态数据记录,启动IMU,实时记录设备在运动过程中的加速度、角速度和姿态信息;数据时间同步,确保GNSS数据和IMU数据的时间戳同步,以便后续的数据融合处理;

[0120] 3) 环境数据采集,

[0121] 水深测量,使用水深测量仪器获取施工现场的水深信息,这对桩基入水深度的调整至关重要;气象数据收集,设置气象传感器,监测现场的风速、风向、气温以及水流速度的数据,为施工过程中的动态调整提供参考依据;

[0122] 4) 数据集成,

[0123] 数据汇聚,通过计算机将GNSS数据、IMU数据和环境数据汇聚到一个数据处理平台中,整合所有相关信息;实时更新,确保数据采集过程中,所有数据都能实时更新,以便后续的决策支持和定位调整。

[0124] 为整合数据,上述实施例中,优选地:所述数据融合步骤包括如下步骤,

[0125] 1) 数据预处理,

[0126] 时间同步,确保所有传感器数据的时间戳相互匹配,以便后续分析时使用相同时间段的数据;去噪声处理,对原始数据进行滤波,剔除噪声和异常值,提升数据的质量,常见的去噪声方法包括卡尔曼滤波、低通滤波;

[0127] 2) 状态估计,

[0128] 卡尔曼滤波算法,应用卡尔曼滤波算法,将GNSS和IMU的数据结合,此算法能有效处理带噪声的数据,并在动态环境中估计状态;预测步骤,使用IMU的数据预测设备的位置

与姿态;更新步骤,融合GNSS校正数据,改进预测的结果,基于GNSS提供的位置信息,调整先前的状态估计;

[0129] 3) 数据融合模型,确定融合模型,建立数据融合模型,扩展卡尔曼滤波EKF或无迹卡尔曼滤波UKF,根据实际需要选择最合适的算法;融合参数调整,根据传感器的精度和可靠性,调整融合模型中的权重参数,优化最终输出的定位结果;

[0130] 4) 实时监控与反馈,

[0131] 实时数据更新,数据融合过程应为实时进行,确保随时更新设备的位置信息,反馈到施工控制系统;定位精度监控,持续监测融合后的定位精度和可靠性,发现定位误差超出预设阈值,及时调整传感器的使用和融合方法;传感器主要包括GNSS接收机、倾角传感器、深度传感器、电流传感器、气象传感器、水深测量仪;

[0132] 5) 结果验证,

[0133] 与基准数据对比,将融合后的定位结果与已知基准数据或历史数据进行对比,验证融合算法的准确性;可视化分析,使用可视化工具展示定位结果,实现施工团队直观了解施工状态和桩基位置。

[0134] 为保证施工质量和施工效率,上述实施例中,优选地:所述定位调整步骤包括如下步骤,

[0135] 1) 实时监测,

[0136] 位置数据监测,通过每天定期读取GNSS和IMU的实时位置数据,监测设备的实际位置与目标位置的偏差;环境变化检测,实时获取水流、风速和其他影响因素的数据,分析其对施工过程的潜在影响;

[0137] 2) 误差分析,

[0138] 偏差计算对比实时定位数据和设计位置,计算出偏差值;误差来源识别,分析误差的来源,定位精度、传感器故障、环境干扰;

[0139] 3) 调整策略制定,

[0140] 位置调整方案,根据误差分析结果,制定相应的调整策略,确定是否需要重新校正或调整桩基位置;施工方案优化,根据环境因素如水流方向和风速,动态调整施工方案,比如改变桩基打入的角度或顺序;

[0141] 4) 调整实施,

[0142] 设备调整,向施工设备和工具发送新的定位指令,指导设备进行位置移动或重新校准;实时反馈,通过数据融合系统实时更新设备的位置,确保调整后的定位数据准确反映设备位置的变化;

[0143] 5) 效果验证,

[0144] 持续监测,在调整后继续监测桩基的位置,以验证调整的有效性;后续调整,如继续出现偏差,根据预设标准和监测结果可能需要再次进行调整;

[0145] 6) 文档记录,

[0146] 记录调整过程,对每次定位调整的过程和结果进行记录,形成详细的文档,这包括调整的时间、原因、调整后的位置信息,给后续的分析 and 评估提供参数依据。

[0147] 为进一步提高施工质量和施工效率,上述实施例中,优选地:所述施工监控步骤包括如下步骤,

[0148] 1) 监控系统的建立,

[0149] 硬件设施,配置适当的监测设备,包括GNSS接收器、IMU传感器、监控摄像头、环境传感器,确保能够全面监测施工环境和设备状态;软件平台,开发或使用施工管理软件,整合各类数据源,实现数据的实时采集、存储与分析;

[0150] 2) 实时数据采集,

[0151] 位置数据监测,通过GNSS和IMU数据监测桩基的位置、姿态以及运动状态,确保桩基按照设计参数进行施工;环境数据监测,实时监测现场的环境条件,如水流速度、风速、温度、湿度等,评估其对施工的影响;

[0152] 3) 施工进度监测,

[0153] 进度跟踪,记录施工的每一步,包含桩基的打入时间、打入深度和位置等,确保施工进度与计划一致;数据分析,对比实际进度与计划进度,及时调整资源和人力,确保工程按时完成;

[0154] 4) 质量监控,

[0155] 施工质量检查,定期对桩基进行质量检查,包括材料的质量、施工方法的符合性等,确保桩基达到设计标准;数据记录和分析,记录相关质量数据,基于分析结果制定改进措施,提升施工质量;

[0156] 5) 安全监测,

[0157] 安全风险评估,评估施工现场的安全风险,确保在施工过程中遵循安全操作规程;应急预警系统,建立监测系统的预警机制,及时发现并通知潜在的安全隐患,如环境变化导致的施工风险;

[0158] 6) 实时反馈与调整,

[0159] 控制指令,根据监测数据,及时发出调整指令,指引施工团队进行必要的调整或改进措施;信息共享,确保现场施工人员、管理人员以及相关团队能够实时接收到监测结果和调整指令,提高整体施工效率;

[0160] 7) 文档记录和报告,

[0161] 施工日志,详细记录施工过程中的每一项数据,包括位置、深度、环境条件、质量检查,形成完整的施工日志;定期报告,定期生成施工监控报告,对施工进展、质量和安全状况进行总结和反馈。

[0162] 上述所有实施例中有施工设备为常规市场销售产品,上述所有实施例中有施工技术、数据采集、数据融合和施工监控为现有常规技术。本发明的发明点在于采用高精度GNSS和IMU定位设备,结合卡尔曼滤波算法,实现水上桩基的智能精准定位与实时调整。

[0163] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。