



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103309325 A

(43) 申请公布日 2013.09.18

(21) 申请号 201310225113.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013.06.07

G05B 19/418(2006.01)

H04L 29/02(2006.01)

(71) 申请人 北京市建筑工程研究院有限责任公司

地址 100039 北京市海淀区复兴路 34 号

申请人 北京市建设工程质量第一检测所有
限责任公司

天津市职业大学

(72) 发明人 刘占省 李占仓 徐瑞龙 董金星
王泽强 沈斌 钱英欣 王丰

(74) 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限
公司 11228

代理人 张瑾

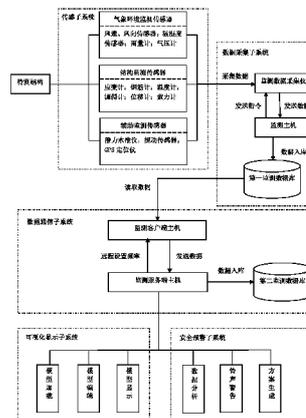
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统
及监测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于预应力钢结构的监测系统
及监测方法。监测系统包括传感子系统、数据采
集子系统、数据通信子系统、可视化显示子系统
和安全预警子系统；传感子系统对待测结构进行
监测，数据采集子系统采集传感子系统的数
据，并通过数据通信子系统传输给可视化显示
子系统和安全预警子系统，可视化显示子系统
用于对结构进行可视化显示，安全预警子系统
用于对结构进行预警。监测方法，采用上述监
测系统。本发明能够精确有效地实时监测结构
的性能变化，并根据监测数据与结构理论数据
的对比分析，进行安全预警，给施工过程和
正常结构加固提供决策性技术依据，对于实
现结构效率最大化、保证结构使用安全具有
重大的价值、经济效益和社会效益。



CN 103309325 A

1. 一种用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,包括传感子系统、数据采集子系统、数据通信子系统、可视化显示子系统和安全预警子系统;其特征在于:传感子系统对待测结构进行监测,数据采集子系统采集传感子系统的的数据,并通过数据通信子系统传输给可视化显示子系统和安全预警子系统,可视化显示子系统用于对结构进行可视化显示,安全预警子系统用于对结构进行预警。

2. 根据权利要求1所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,其特征在于:传感子系统,包括布设在待测结构上的气象环境监测传感器、结构监测传感器和辅助监测传感器。

3. 根据权利要求1-2所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,其特征在于:气象环境检测传感器包括风速、风向传感器,温湿度传感器,雨量计和气压计;结构监测传感器包括应变计,钢筋计,温度计,测斜计,位移计和索力计;辅助监测传感器包括静力水准仪,振动传感器,GPS定位仪。

4. 根据权利要求1-3所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,其特征在于:数据采集子系统,包括监测数据采集仪、监测主机和第一监测数据库,由数据采集仪接收传感子系统的模拟信号,并将模拟信号转换为数字信号,检测主机向检测数据采集仪发送指令请求检测数据后监测数据采集仪向监测主机发送监测数据,检测主机将监测数据存入监测数据库。

5. 根据权利要求1-4所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,其特征在于:数据通信子系统,包括监测客户端主机、监测服务端主机和第二监测数据库;检测客户端主机从数据采集子系统的的第一监测数据库读取数据,监测服务端主机向检测客户端主机远程设置频率,请求监测客户端主机发送检测数据;监测服务端主机接收监测客户端发送的监测数据并存入第二监测数据库。

6. 根据权利要求1-5所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,其特征在于:可视化显示子系统,主要包括模型加载、模型编辑和模型显示三个模块。

7. 根据权利要求1-6所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,其特征在于:安全预警子系统,主要包括数据分析、铃声警告和方案生成三个模块。

8. 一种用于预应力钢结构的三维可视化动态监测方法,采用上述权利要求1-7所述的监测系统,其特征在于,具体包括以下步骤:

- (1)、确定预应力钢结构的监测内容及监测部位,布设传感器;
- (2)、选择并安装数据采集系统,完成传感器模拟信号的转换和读取及存储;
- (3)、在监测服务端主机安装监测数据库,并调试客户端主机与服务器端主机连接与通信;
- (4)、创建结构三维模型
- (5)、加载并编辑三维模型,实现结构的可视化显示
- (6)、确定结构安全等级,实现安全警告。

9. 根据权利要求8所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测方法,其特征在于,采用的传感器包括,气象环境监测传感器、结构监测传感器和辅助监测传感器;气象环境监测传感器包括,风速、风向传感器;温湿度传感器;雨量计;气压计;结构监测传感器包括应变计;钢筋计;温度计;测斜计;位移计;索力计;辅助监测传感器包括,静力水准仪;

振动传感器 ;GPS 定位仪 ;

客户端主机从数据采集子系统的第一监测数据库读取数据,并以一定的频率实时传输至远程的服务端主机 ;服务端接收监测数据,并将其存储在本地的第二监测数据库 ;

考虑现实需求,可在服务端远程更改客户端主机的数据读取与传输频率。

10. 根据权利要求 8-9 所述的用于预应力钢结构的三维可视化动态监测方法,其特征在于,确定三个安全级别 ;安全、比较安全和不安全。

用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统及监测方法

技术领域

[0001] 本发明属于建筑结构安全性监测技术领域,具体地,涉及一种用于预应力钢结构的监测系统及监测方法。

背景技术

[0002] 以张拉整体概念为基础的各种预应力钢结构,是顺应时代要求而产生的外形灵活新颖的结构体系,且已越来越多地应用于体育场馆、航站楼及火车站房等实际工程中。由于预应力结构的复杂性,结构本身产生的损伤积累、预应力损失等,直接影响着结构的安全性和正常使用。为了及时了解结构的工作状态,发现结构未知的损伤,建立工程结构的三维可视化动态监测系统,就显得十分迫切。但目前对大跨度应力结构的安全监测,无论在理论上还是在手段上均有一定的缺陷。基于传感系统的结构三维可视化动态监测系统的研发也较少,作为预应力结构安全维护的参考和应用的基础,系统的开发是目前亟待解决的难题之一。

发明内容

[0003] 为克服现有技术的缺陷,本发明提供一种用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统及监测方法,对预应力钢结构施工与运营期间进行三维可视化动态监测。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用如下方案:

一种用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,包括传感子系统、数据采集子系统、数据通信子系统、可视化显示子系统和安全预警子系统;其特征在于:传感子系统对待测结构进行监测,数据采集子系统采集传感子系统的的数据,并通过数据通信子系统传输给可视化显示子系统和安全预警子系统,可视化显示子系统用于对结构进行可视化显示,安全预警子系统用于对结构进行预警。

[0005] 优选地,传感子系统,包括布设在待测结构上的气象环境监测传感器、结构监测传感器和辅助监测传感器。

[0006] 优选地,气象环境检测传感器包括风速、风向传感器,温湿度传感器,雨量计和气压计;结构监测传感器包括应变计,钢筋计,温度计,测斜计,位移计和索力计;辅助监测传感器包括静力水准仪,振动传感器,GPS 定位仪。

[0007] 优选地,数据采集子系统,包括监测数据采集仪、监测主机和第一监测数据库,由数据采集仪接收传感子系统的模拟信号,并将模拟信号转换为数字信号,检测主机向检测数据采集仪发送指令请求检测数据后监测数据采集仪向监测主机发送监测数据,检测主机将监测数据存入监测数据库。

[0008] 优选地,数据通信子系统,包括监测客户端主机、监测服务端主机和第二监测数据库;检测客户端主机从数据采集子系统的的第一监测数据库读取数据,监测服务端主机向检测客户端主机远程设置频率,请求监测客户端主机发送检测数据;监测服务端主机接收监测客户端发送的监测数据并存入第二监测数据库。

[0009] 优选地,可视化显示子系统,主要包括模型加载、模型编辑和模型显示三个模块。

[0010] 优选地,安全预警子系统,主要包括数据分析、铃声警告和方案生成三个模块。

[0011] 一种用于预应力钢结构的三维可视化动态监测方法,采用上述的监测系统,其特征在于,具体包括以下步骤:

(1)、确定预应力钢结构的监测内容及监测部位,布设传感器;

(2)、选择并安装数据采集系统,完成传感器模拟信号的转换和读取及存储;

(3)、在监测服务端主机安装监测数据库,并调试客户端主机与服务器端主机连接与通信;

(4)、创建结构三维模型

(5)、加载并编辑三维模型,实现结构的可视化显示

(6)、确定结构安全等级,实现安全警告。

[0012] 优选地,采用的传感器包括,气象环境监测传感器、结构监测传感器和辅助监测传感器;气象环境监测传感器包括,风速、风向传感器;温湿度传感器;雨量计;气压计;结构监测传感器包括应变计;钢筋计;温度计;测斜计;位移计;索力计;辅助监测传感器包括,静力水准仪;振动传感器;GPS定位仪;

客户端主机从数据采集子系统的第一监测数据库读取数据,并以一定的频率实时传输至远程的服务端主机;服务端接收监测数据,并将其存储在本地的第二监测数据库。考虑现实需求,可在服务端远程更改客户端主机的数据读取与传输频率。

[0013] 优选地,确定三个安全级别:安全、比较安全和不安全。

[0014] 本发明相对于现有技术具有如下优势:基于传感系统的钢结构三维可视化动态监测系统,能够精确有效地实时监测结构的性能变化,并根据监测数据与结构理论数据的对比分析,进行安全预警,给施工过程和正常结构加固提供决策性技术依据,从而有效避免不必要的人员伤亡和财产损失;对于实现结构效率最大化、保证结构使用安全,具有重大的科研价值,也具有很高的经济效益和社会效益。

附图说明

[0015] 图1为预应力钢结构三维可视化动态监测系统示意图;

图2为预应力钢结构三维可视化动态监测方法示意图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

如图1所示,用于预应力钢结构的三维可视化动态监测系统,包括传感子系统、数据采集子系统、数据通信子系统、可视化显示子系统和安全预警子系统;传感子系统对待测结构进行监测,数据采集子系统采集传感子系统的的数据,并通过数据通信子系统传输给可视化显示子系统和安全预警子系统,可视化显示子系统用于对结构进行可视化显示,安全预警子系统用于对结构进行预警。

[0017] 传感子系统,包括布设在待测结构上的气象环境监测传感器、结构监测传感器和辅助监测传感器。其中气象环境检测传感器包括风速、风向传感器,温湿度传感器,雨量计和气压计等;结构监测传感器包括应变计,钢筋计,温度计,测斜计,位移计和索力计等;辅

助监测传感器包括静力水准仪,振动传感器,GPS 定位仪等。上述各类传感器对待测钢结构的各方面状态指标进行实时测量。

[0018] 数据采集子系统,包括监测数据采集仪、监测主机和第一监测数据库,由数据采集仪接收传感子系统的模拟信号,并将模拟信号转换为数字信号,检测主机向检测数据采集仪发送指令请求检测数据后监测数据采集仪向监测主机发送监测数据,检测主机将监测数据存入监测数据库。

[0019] 数据通信子系统,包括监测客户端主机、监测服务端主机和第二监测数据库;检测客户端主机从数据采集子系统的第一监测数据库读取数据,监测服务端主机向检测客户端主机远程设置频率,请求监测客户端主机发送检测数据;监测服务端主机接收监测客户端发送的监测数据并存入第二监测数据库。

[0020] 可视化显示子系统,主要包括模型加载、模型编辑和模型显示三个模块。首先由模型加载模块加载钢结构的三维模型,可以是 dwg、mdl 等格式的三维模型文件,成功加载后,可对三维模型进行移动、旋转、缩放等操作,以达到监测的精确定位。然后通过模型编辑模块对三维模型进行编辑,编辑操作有:在相应位置添加监测点,绑定对应的传感器通道,确定安全限值等。最后由模型显示模块对模型进行可视化显示,在监测点的附近(比如右上角)实时显示结构对应位置的真实监测值,达到三维可视化动态实时显示目的。

[0021] 安全预警子系统,主要包括数据分析、铃声警告和方案生成三个模块。当监测服务端主机接收到远程传来的监测数据后,首先由数据分析模块对数据进行计算分析,同时与已设置好的安全限值进行对比,确定是否需要发出安全警告。当需要发出安全警告时,由铃声警告模块进行铃声安全警告,同时根据数据分析模块的结果,由方案生成模块自动生成最初的安全方案,供用户参考。

[0022] 如图 2 所示,用于预应力钢结构的三维可视化动态监测方法,采用上述监测系统,具体包括以下步骤:

1、确定预应力钢结构的监测内容及监测部位,布设传感器。

[0023] 建立预应力钢结构有限元模型,采用 ANSYS 等结构分析工具对该结构在不利工况下的受力进行计算分析,确定传感器的布设类型、数量及位置。

[0024] 采用的传感器包括,气象环境监测传感器、结构监测传感器和辅助监测传感器;

气象环境监测传感器包括,风速、风向传感器;温湿度传感器;雨量计;气压计;

结构监测传感器包括应变计;钢筋计;温度计;测斜计;位移计;索力计;

辅助监测传感器包括,静力水准仪;振动传感器;GPS 定位仪;

在结构相应部位布设各类传感器后,形成完整的传感子系统。

[0025] 2、选择并安装数据采集系统,完成传感器模拟信号的转换和读取及存储;

考虑采集系统的采集频率和所采用的数据存储方式,可选择合适的数据采集设备(例如,由北京数泰科技公司提供的 DT 系列的数据采集器;由基康仪器(北京)有限公司提供的各类读数仪等);确定数据采集设备后,通过导线,将采集设备与传感器进行连接;通过 RS232 串口或者网线将采集设备与监测主机进行连接;监测主机安装第一监测数据库,监测主机从监测数据采集仪读取监测数据,并存入第一监测数据库。

[0026] 3、在监测服务端主机安装监测数据库,并调试客户端主机与服务器端主机连接与通信。

[0027] 客户端主机从数据采集子系统的第一监测数据库读取数据,并以一定的频率实时传输至远程的服务端主机;服务端接收监测数据,并将其存储在本地的第二监测数据库。考虑现实需求,可在服务端远程更改客户端主机的数据读取与传输频率。

[0028] 4、创建结构三维模型

采用三维建模工具,创建结构的三维模型,形成 DWG 等格式的三维模型文件;将模型与实际结构进行比对,确定三维模型上监测点,数量与位置。

[0029] 5、加载并编辑三维模型,实现结构的可视化显示

实现可视化动态监测,关键是在服务端主机上加载三维结构模型。当服务端接收到客户端发送的监测数据后,便可加载结构三维模型。然后可以在模型的相应位置添加监测点,并与从客户端接收的相应监测数据进行绑定,在监测点的附近实时显示远程传来的监测值。

[0030] 当加载完模型,并成功添加监测点后,便可对模型进行移动、旋转、缩放等操作,以方便对某个监测的监测值进行查看。见说明书附图 1 中可视化显示子系统。

[0031] 6、确定结构安全等级,实现安全警告

根据对结构的理论计算分析,得出监测部位的理论值范围,并根据理论值,设定安全级别。当实际监测值处于某个范围时,可以认定结构处于的安全等级。可确定三个安全级别:安全,比较安全,不安全。

[0032] 当接收到监测数据后,由安全预警子系统的数据分析模块将监测数据与理论数据进行对比分析,得出结构的对应部位的安全等级,铃声警告模块会根据安全等级,确定是否发出警告和发出何重警告。当结构处于不安全等级时,系统根据已定义的计算和处理方式,给出初期的安全处理方案,供用户参考。

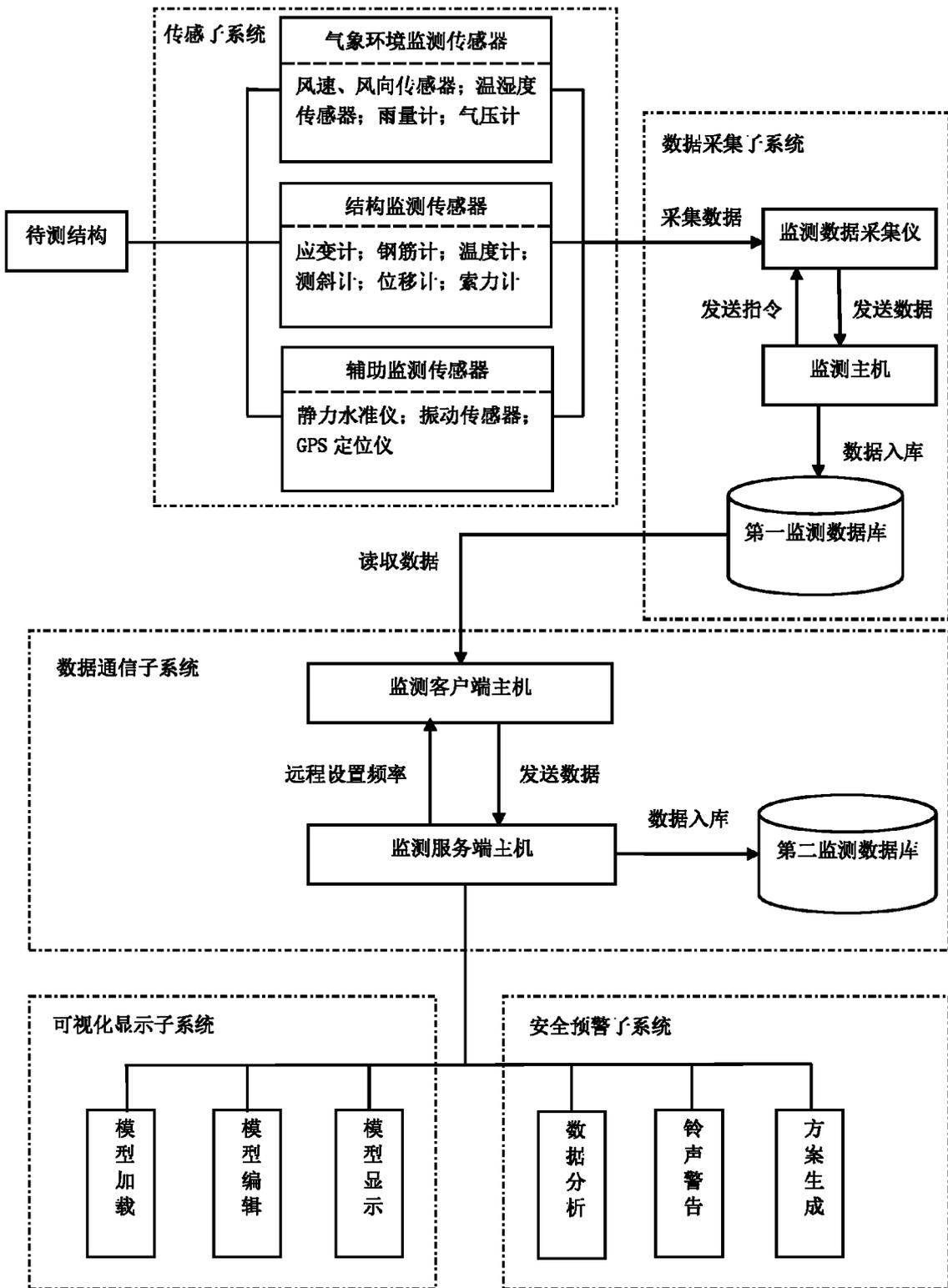


图 1

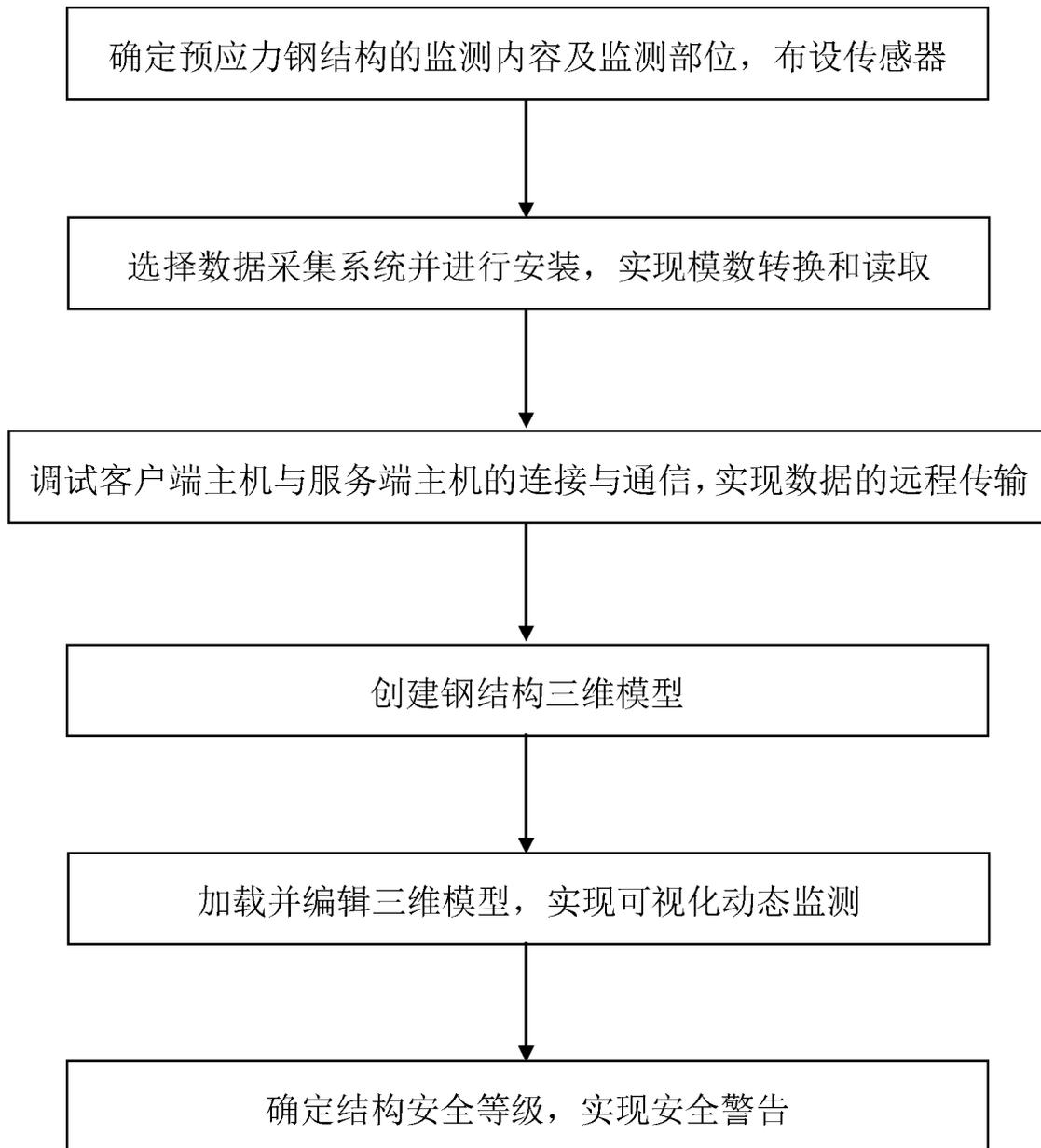


图 2