



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107748546 B

(45)授权公告日 2020.04.24

(21)申请号 201710932568.0

(22)申请日 2017.10.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107748546 A

(43)申请公布日 2018.03.02

(73)专利权人 中通服咨询设计研究院有限公司

地址 210019 江苏省南京市楠溪江东街58号

(72)发明人 林珂 刘春林 姜欢 范骥程

黄志华 徐啸峰

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 胡建华

(51)Int.Cl.

G05B 19/418(2006.01)

(56)对比文件

CN 205880643 U,2017.01.11,

CN 106887130 A,2017.06.23,

CN 101644925 A,2010.02.10,

CN 101140455 A,2008.03.12,

CN 202956644 U,2013.05.29,

CN 204594492 U,2015.08.26,

CN 101476913 A,2009.07.08,

审查员 董海英

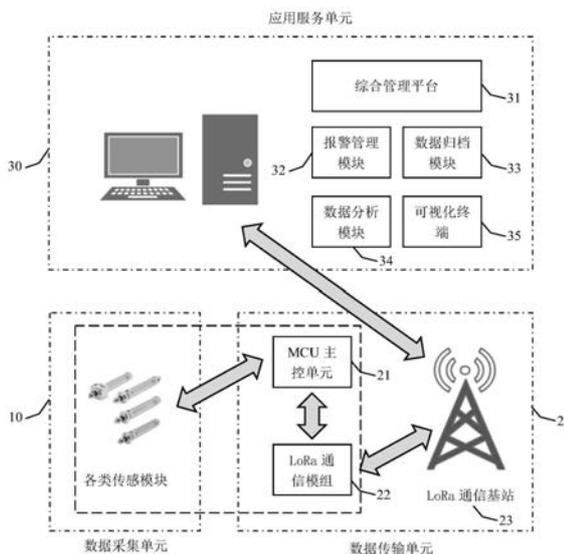
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统,包括数据采集单元、数据传输单元、应用服务单元。数据采集单元以间歇式方式采集设备状态信息,并将采集的设备状态信息打包通过所述数据传输单元发送到所述应用服务单元,应用服务单元将接收到的设备状态信息进行数据解析,根据预先在所述应用服务单元中设定的规则对所解析的设备状态信息进行报警、归档、分析及预测处理,同时具备当设备状态出现异常时,辅助用户进行维修决策的功能。本发明旨在减少智能工厂中巡检人员工作量、避免人为因素产生错误信息、提高巡检质量、加强巡检数据管理、通过智能巡检对设备总体健康状态进行综合评价与预测,从而达到智能工厂减员增效的目的。



1. 一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统,其特征在于,包括数据采集单元、数据传输单元和应用服务单元;

所述数据采集单元用于采集设备状态信息,并定时将所采集的设备状态信息打包发送到数据传输单元;

所述数据传输单元为数据采集单元和应用服务单元之间建立数据传输通道,将数据采集单元所需要发送的数据传输到应用服务单元;

所述应用服务单元包括综合管理平台、报警管理模块、数据归档模块、数据分析模块和可视化终端;

所述数据采集单元包括用以采集设备状态信息的各类传感模块,各类传感模块包括采集温度信息的温度传感模块、采集振动信息的振动传感模块和采集压力信息的压力传感模块;

所述数据传输单元包括MCU主控单元、LoRa通信模组和LoRa通信基站;

所述MCU主控单元与所述LoRa通信模组及所述各类传感模块连接,所述LoRa通信基站用于建立所述LoRa通信模组与所述应用服务单元之间的通信连接;

所述综合管理平台用于管理所述数据传输单元和数据采集单元的工作状态,包括对所述MCU主控单元和LoRa通信模组的管理;

所述报警管理模块预设设备正常状态信息规则,对于接收到不符合规则的信息自动生成警告等级、警告类型、警告内容以及警告位置,并通过OPC通讯协议将相关警告消息发送至工厂DCS控制系统,由相关岗位人员及时通知设备巡检人员以采取相关维护措施;

所述数据归档模块用于对所有采集数据的归档处理;

所述数据分析模块运用数据处理技术,对归档的数据进行关联性分析,以报表化、图形化的展现形式进行关键指标对比,并对设备的总体健康状态进行综合评价与预测;

所述可视化终端用于满足可视化方面的需求,包括系统综合设置、数据显示、信息查询、网络维护、报警提醒、维修决策的录入归档;

所述数据采集单元和数据传输单元通过太阳能电池板加蓄电池方式供电,或者采用工厂不间断电源供电;

所述综合管理平台用于对MCU主控单元和LoRa通信模组进行管理,具体包括:综合管理平台通过LoRa通信基站与LoRa通信模组对MCU主控单元发送控制指令,包括设备状态信息采集时间以及采集时长的设置指令,综合管理平台对LoRa通信模组进行管理,在LoRa通信模组不需要工作时使其进入休眠状态;

系统采用间歇式工作方式,按工厂要求的设备巡检频率来设定时间间隔,在不需要采集设备状态信息时,所述MCU主控单元处于低功耗状态,所述LoRa通信模组处于休眠状态,所述各类传感模块处于关闭状态;在需要采集设备状态信息时,所述综合管理平台首先唤醒LoRa通信模组,之后再经由LoRa通信模组唤醒MCU主控单元,MCU主控单元操作各类传感模块接通电源,各类传感模块接通电源后开始进行采集数据;

所述数据分析模块对设备状态信息进行常规分析和非常规分析:常规分析是设备状态信息反馈正常时对设备的总体健康状态进行综合评价与预测;非常规分析指当常规分析出现异常征兆且工厂无法停产时,对设备采取临时密切监测;

系统执行如下步骤:

步骤1: 综合管理平台根据制定的规则定时通过LoRa通信基站唤醒指定的LoRa通信模组;

步骤2: 综合管理平台通过LoRa通信模组向MCU主控单元发送数据采集指令;

步骤3: MCU主控单元操作与其连接的传感模块接通电源, 开始进行数据采集;

步骤4: 完成单次采集数据后, 数据传输单元将采集的数据打包发送到应用服务单元;

步骤5: 应用服务单元将所接收的数据进行解析, 通过报警管理模块预设的规则判断数据是否处于正常区间, 如果是, 则通过数据分析模块结合之前归档的相关数据进行常规分析, 如果分析结果正常, 则将此次数据直接进行归档; 如果不在正常区间或常规性分析不正常, 则将该报警信息通过OPC通讯协议发送到工厂DCS控制系统, 由相关岗位人员通知设备巡检人员;

步骤6: 对设备状态进行判断, 如果判断设备状态异常, 则对设备进行维修处理, 当判断的异常因素并不足以让工厂停产检修, 此时通过数据分析模块进入非常规分析模式, 将该条数据信息会同处理结果一同进行归档; 如果判断设备状态正常, 则将此次数据以及报警信息一同进行归档;

步骤7: 将步骤5和步骤6中需要归档的数据通过数据归档模块进行归档处理。

一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统

技术领域

[0001] 本发明涉及设备运行状态监测技术领域和物联网通信技术领域,尤其涉及一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统。

背景技术

[0002] 工厂设备种类繁多、数量庞大,在空间分布上呈现点、线、面的特点。为了保障设备安全、稳定、可靠地运行,需要对现场设备进行定期或不定期的巡检。目前,大部分工厂仍采用以手写纸记为主要特征的传统设备巡检方式,人员是否到达现场难以准确掌握、巡检主观随意性大,巡检质量得不到有效保证,因此导致的设备故障频发。随着产业的发展,一部分工厂开始采取信息化的手段加强设备巡检管理,采用WIFI定位以及传输技术,进行设备巡检责任人到位监督和现场环境参数的实时采集。设备巡检责任人通过携带巡检终端到达指定地点后,对定位范围内的设备进行巡检,巡检终端通过设备上的RFID标签或二维码标签进行辨识,获取设备的详细信息并由巡检人员输入对应设备的运行状态信息。虽然巡检终端的出现,能够在一定程度上有助于实现水泥工厂设备巡检规范化、能对巡检人员的工作情况进行准确、客观的记录,但终究还是一种人为过程,不可避免的产生错误数据,并且WIFI信号不稳定、巡检终端功耗高、设备标签容易损坏、部署智能巡检系统价格昂贵、现有工厂线路改造困难等等问题一直无法得到很好的解决。

发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统,具体包括数据采集单元、数据传输单元和应用服务单元;

[0004] 所述数据采集单元用于采集设备状态信息,并定时将所采集的设备状态信息打包发送到数据传输单元。设备状态信息指工厂生产线中所涉及的设备运行状态,例如:电机的温度、振动、起停、电流等信息,阀门的开度信息,烟气的温度、流速、压力、气体含量等信息,这些设备状态信息通过相应的传感模块直接采集。

[0005] 所述数据传输单元为数据采集单元和应用服务单元之间建立数据传输通道,将数据采集单元所需要发送的数据传输到应用服务单元。

[0006] 所述应用服务单元用于设备的管理、网络连接的管理、传输数据的管理、数据采集的使能管理、业务功能的部署、关联性信息的智能分析和可视化显示,应用服务单元包括综合管理平台、报警管理模块、数据归档模块、数据分析模块和可视化终端等部分,具体功能如下:

[0007] 1、所述综合管理平台用于管理所述数据传输单元和数据采集单元的工作状态,具体包括对所述MCU主控单元和LoRa通信模组的管理;

[0008] 2、所述报警管理模块预设设备正常状态信息规则,对于接收到不符合规则的信息自动生成警告等级、警告类型、警告内容以及警告位置,并通过OPC(OLE for Process Control,用于过程控制的OLE)通讯协议将相关警告消息发送至工厂DCS(分布式控制系统

的英文缩写,全英文名是Distributed Control System)控制系统,由工厂相关岗位人员及时通知设备巡检人员以采取相关维护措施;

[0009] 3、所述数据归档模块用于对所有采集数据的归档处理;数据归档模块主要用于对所有设备状态信息按工厂要求的格式进行统一归档,为所述数据分析模块提供数据来源,也为后期的数据查阅奠定基础;

[0010] 4、所述数据分析模块运用数据处理技术,对归档的数据进行关联性分析,以报表化、图形化的展现形式进行关键指标对比,并对设备的总体健康状态进行综合评价与预测;同时还具备当设备状态出现异常时,辅助用户进行维修决策的功能,从而达到提前防范设备故障,避免设备的安全隐患的目标;

[0011] 5、所述可视化终端用于满足可视化方面的需求,包括系统综合设置(综合设置指系统的常规设置,比如说用户名密码、语言切换、报警规则、数据归档时间等等设置)、数据显示、信息查询、网络维护、报警提醒、维修决策的录入归档。

[0012] 所述数据采集单元包括用以采集设备状态信息的各类传感模块,各类传感模块包括:采集温度信息的温度传感模块、采集振动信息的振动传感模块、采集压力信息的压力传感模块以及工厂生产过程中所需用到的采集其他信息相应的传感模块。

[0013] 所述数据传输单元包括MCU主控单元、LoRa通信模组和LoRa通信基站。所述MCU主控单元与所述LoRa通信模组及采集设备状态信息的传感模块相连接,所述LoRa通信基站用于建立所述LoRa通信模组与所述应用服务单元之间的通信连接。

[0014] 所述数据采集单元和数据传输单元通过太阳能电池板加蓄电池方式供电,或者采用工厂不间断电源供电。

[0015] 所述综合管理平台用于管理所述数据传输单元和数据采集单元的工作状态,包括对所述MCU主控单元和LoRa通信模组的管理,具体包括:综合管理平台通过LoRa通信基站与LoRa通信模组对MCU主控单元发送控制指令,包括设备状态信息采集时间以及采集时长的设置指令,综合管理平台还对LoRa通信模组进行控制,在LoRa通信模组不需要工作时使其进入休眠状态,从而降低所述LoRa通信模组的综合功耗。

[0016] 系统采用间歇式工作方式,按工厂要求的设备巡检频率来设定时间间隔,在不需采集设备状态信息时,所述MCU主控单元处于低功耗状态,所述LoRa通信模组处于休眠状态,所述各类传感模块处于关闭状态;在需要采集设备状态信息时,所述综合管理平台首先唤醒LoRa通信模组,之后再经由LoRa通信模组唤醒MCU主控单元,MCU主控单元操作各类传感模块接通电源,各类传感模块接通电源后开始进行采集数据。

[0017] 所述数据分析模块对设备状态信息进行常规分析和非常规分析:常规分析是设备状态信息反馈正常时对设备的总体健康状态进行综合评价与预测;非常规分析指当常规分析出现异常征兆且工厂不方便停产时,对设备采取临时密切监测。

[0018] 一次完整的巡检过程中,本发明系统执行如下步骤:

[0019] 步骤1:综合管理平台根据用户制定的规则定时通过LoRa通信基站唤醒指定的LoRa通信模组;

[0020] 步骤2:综合管理平台通过LoRa通信模组向MCU主控单元发送数据采集指令;

[0021] 步骤3:MCU主控单元操作与其连接的传感模块接通电源,开始进行数据采集;

[0022] 步骤4:完成单次采集数据后,数据传输单元将采集的数据打包发送到应用服务单

元；

[0023] 步骤5:应用服务单元将所接收的数据进行解析,通过报警管理模块预设的规则判断数据是否处于正常区间,如果是,则通过数据分析模块结合之前归档的相关数据进行常规分析,如果分析结果正常,则将此次数据直接进行归档;如果不在正常区间或常规性分析不正常,则将该报警信息通过OPC通讯协议发送到工厂DCS控制系统,由相关岗位人员通知设备巡检人员;

[0024] 步骤6:设备巡检人员根据常规性分析结果结合现场实际情况对设备状态进行判断,如果判断设备状态异常,则对设备进行维修处理,当判断的异常因素并不足以让工厂停产检修(比如,轴承温度到达60℃时就需要密切关注这个温度了,但这个时候可以不停产,继续生产,但当温度持续升高到70℃,就需要停产检查了),此时通过数据分析模块进入非常规分析模式,将该条数据信息会同处理结果一同进行归档;如果判断设备状态正常,则将此次数据以及报警信息一同进行归档;

[0025] 步骤7:将步骤5和步骤6中需要归档的数据通过数据归档模块进行归档处理。

[0026] 本发明具有以下有益效果:

[0027] 1、使用LoRa技术,功耗低、成本低、容量大、传输距离远、可扩展性强、可变更性强、抗干扰能力强、易于建设和部署;

[0028] 2、各类传感模块以及LoRa无线传输组件的工作方式均为间歇式,再次降低了本发明方法的综合功耗;

[0029] 3、LoRa芯片本身传输数据的距离较远,故无需部署很多的基站,就可以轻松覆盖整个厂区范围,在所覆盖的范围内,可方便的增加传感模块或变更传感模块的位置;

[0030] 4、LoRaLAN采用扩频与FSK混合通信技术,实现数据采集单元与应用服务单元之间的通信,保证了数据传输的稳定安全;

[0031] 5、将LoRa技术融入到工厂设备的日常巡检中,减少了巡检人员手写纸记、带着巡检终端去现场录入设备状态信息的环节,实现了对现场设备状态的实时、客观记录,准确反映设备运行状态,同时避免了由于人的参与而产生的错误信息,提高了工厂设备综合效率(OEE)和完全有效生产率(TEEP),降低了工人劳动强度,提高了企业效益;

[0032] 6、加强了对设备状态的监测,掌握设备运行状况及变化趋势,辅助工厂管理人员及时有效地对设备进行预知性维护,对提高生产效率、保持设备良好状态、避免运行中的隐患,都具有非常重要的实际意义。

附图说明

[0033] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做更进一步的具体说明,本发明的上述或其他方面的优点将会变得更加清楚。

[0034] 图1为本发明系统的结构示意图;

[0035] 图2为本发明系统的单次数据采集流程图;

[0036] 图3为本发明所述数据分析模块的设备故障辅助决策流程图。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施方法,

对本发明进行进一步详细说明。此处所描述的具体实施方式仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0038] 本发明的目的在于提供一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统，将长距离、低功耗、低成本、大容量、易于建设和部署的LoRa无线传输技术和设备状态监测完美结合，利用LoRaLAN组网技术，行成大范围、大覆盖的工业设备监控系统。解决了目前工厂巡检系统的WIFI信号不稳定、巡检终端功耗高、设备标签容易损坏、部署巡检系统价格昂贵、现有工厂线路改造困难等等问题，对推行智能工厂“无人化”的设备在线监测和管理、实现“少人值守、无人值班”的目标具有重要意义。

[0039] 参照图1所示，本发明包括：数据采集单元10、数据传输单元20和应用服务单元30。

[0040] 所述数据采集单元10包含各类传感模块11，用以采集设备状态信息，并定时将所采集的设备状态信息打包发送到数据传输单元20；

[0041] 所述数据传输单元20包含MCU主控单元21、LoRa通信模组22、LoRa通信基站23，所述LoRa通信模组22与所述各类传感模块11连接，将所述各类传感模块11采集到的设备状态信息通过所述LoRa通信基站23发送给应用服务单元30；所述MCU主控单元21用于对所述各类传感模块11进行管理，控制所述各类传感模块11的工作时间，以保证其不需要工作的时间可以切断电源，从而降低所述各类传感模块11的综合功耗；

[0042] 所述应用服务单元30包含综合管理平台31、报警管理模块32、数据归档模块33、数据分析模块34、可视化终端35。所述综合管理平台31用以接收所述数据传输单元20传输的设备状态信息，对比预先在所述报警管理模块32中设定的规则，对设备运行状态信息进行正常与否的判定，如若信息正常，则将该信息按所述数据归档模块33的要求格式进行归档，如若信息不正常，则通过所述报警管理模块32中预先设定的规则判定出警告等级、警告类型、警告内容以及警告位置，并通过OPC通讯协议将相关警告消息发送至工厂DCS控制系统，由相关岗位人员及时通知设备巡检人员以采取相关维护措施，同时将该信息按所述数据归档模块33的格式要求进行归档；所述数据分析模块34运用数据处理技术，对归档的数据进行关联性分析，以报表化、图形化的展现形式进行关键指标对比，采用归一化的数据（已考虑外部干扰）对设备的总体健康状态进行综合评价与预测，同时还具备当设备状态出现异常时，辅助用户进行维修决策的功能；所述可视化终端35用于满足系统综合设置、数据显示、信息查询、网络维护、报警提醒、维修决策的录入归档等等可视化方面的需求。

[0043] 进一步地，举例说明所述报警管理模块32以及数据分析模块34的工作流程。例1：所述报警管理模块32根据实际情况预设设备正常状态信息规则：电机的轴承温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 、径向振动 $\leq 8\text{mm/s}$ ；定义该电机轴承温度 $> 60^{\circ}\text{C}$ 且 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ 警告等级“一级”、 $> 70^{\circ}\text{C}$ 警告等级“二级”，径向振动 $> 8\text{mm/s}$ 且 $\leq 12\text{mm/s}$ 警告等级“一级”、 $> 12\text{mm/s}$ 警告等级“二级”；该电机工作在“位置A”。所述数据采集单元10连续两次采集到的现场信息：该电机轴承温度 55°C 、径向振动 10mm/s ，轴承温度 65°C 、径向振动 13mm/s 。则所述报警管理模块32针对上述两次采集的信息判断如下：第一次“警告等级：一级，警告类型：振动，警告内容：电机径向振动 10mm/s ，警告位置：位置A”，第二次“警告等级：二级，警告类型：温度、振动，警告内容：电机温度 65°C 、径向振动 13mm/s ，警告位置：位置A”。之后将上述判断信息通过OPC通讯协议发送至工厂DCS控制系统。例2：所述数据分析模块34根据归档的数据，对设备的总体健康状态进行综合评价与预测。其核心思想是将设备的振动、温度以及其他运行参数进行分项评价，将多项的

评价总结总体结果作为设备的总体健康状态,并根据设备各自的运行特点,实现设备故障早期预警和故障诊断,并辅助用户进行维修决策。具体评价过程:定义某电机的评价体系由三个参数组成(轴承温度、径向振动、带负荷电流),每个参数分三个等级L1、L2、L3(具体几个等级可按工厂实际情况确定)评价,对应三个等级的评价结果分别为“正常状态、预警状态、报警状态”。所述数据采集单元10连续采集设备状态信息,根据上述等级进行分项评价,假设评价结果为“轴承温度L1(正常状态)、径向振动L2(预警状态),带负荷电流L3(报警状态)”。之后根据分项评价结果评价设备总体健康状态,首先将分项评价结果L1、L2、L3分别数字化为1、2、3,再定义设备总体健康状态H分为H1(H=1,正常状态)、H2(1<H<2,预警状态)、H3(H=2,报警状态)、H4(2<H,需维修状态)四个等级,这样根据设备的分项评价结果求和之后取平均就得到了设备总体健康状态,本例中 $H = (1+2+3) / 3 = 2$,表示设备处于报警状态,当 $H \geq 2$ 或单项评价结果中的某一项到达L3时,表示设备出现异常征兆,需要采取临时密切检测。

[0044] 相应地,所述综合管理平台31通过所述LoRa通信基站23和所述LoRa通信模组22对所述MCU主控单元21发送所述数据采集单元的控制指令,具体包括设备状态信息采集时间以及采集时长的设置;所述综合管理平台31还可以对所述LoRa通讯模组进行控制,在其不需要工作时进入休眠状态,从而降低所述LoRa通讯模组22的综合功耗。

[0045] 需要说明的是,系统采用间歇式工作方式,按工厂要求的设备巡检频率来设定间歇式的时间间隔,一般每1个小时(时间间隔通过所述综合管理平台31进行设置)采集一次数据,单次数据采集持续1分钟。在不需要采集设备状态信息时,所述MCU主控单元21处于低功耗状态,所述LoRa通信模组22处于休眠状态,所述各类传感模块11处于关闭状态;在需要采集设备状态信息时,所述综合管理平台31首先唤醒所述LoRa通信模组22,之后再经由所述LoRa通信模组22唤醒所述MCU主控单元21,所述MCU主控单元21操作所述各类传感模块11接通电源,所述各类传感模块11接通电源后开始采集数据,所采集的数据信息打包后经由所述LoRa通信模组22经过标准的LoRaLAN协议发送到所述LoRa通信基站23,所述LoRa通信基站23再将打包的数据信息发送到所述综合管理平台31进行数据解析,上述即完成一次设备状态信息的采集过程。此方法既满足了工厂对设备的巡检要求,同时可以使智能巡检系统处于低功耗状态运行,以保证智能巡检系统长时间不需要更换电源。

[0046] 进一步地,结合图2详细说明本系统一次数据处理的过程。

[0047] 步骤1:由所述综合管理平台31根据用户制定的规则(例如从每天零点开始,每小时采集一次数据,每次数据采集持续1分钟)定时通过所述LoRa通信基站23唤醒指定的所述LoRa通信模组22;

[0048] 步骤2:由所述综合管理平台31通过所述LoRa通信模组22向所述MCU主控单元21发送数据采集指令;

[0049] 步骤3:所述MCU主控单元21操作与其连接的传感模块接通电源,开始进行数据采集;

[0050] 步骤4:完成单次数据采集之后,所采集的数据通过所述数据传输单元20打包发送到所述应用服务单元30;

[0051] 步骤5:所述应用服务单元30将所接收的信息进行数据解析,通过所述报警管理模块32预设的规则判断数据是否处于正常区间。如果是,则通过所述数据分析模块34结合之

前归档的相关数据进行常规分析,如果分析结果正常,则将此次数据直接进行归档;如果判断不在正常区间或常规性分析不正常,则将报警信息通过OPC通讯协议发送到工厂DCS控制系统,由相关岗位人员通知设备巡检人员;

[0052] 步骤6:设备巡检人员根据常规性分析结果结合现场实际情况对设备状态进行判断,如果判断设备状态异常,可对设备进行维修处理,当判断的异常因素并不足以让工厂停产检修,此时可通过所述数据分析模块34进入非常规分析模式,之后将该条数据信息会同处理结果一同进行归档;如果判断设备状态正常,则将此次数据以及报警信息一同进行归档;

[0053] 步骤7:将步骤5和步骤6中需要归档的数据通过所述数据归档模块33进行归档处理。

[0054] 需要说明的是,所述数据分析模块34还具备对有异常征兆的设备临时进行密切监测,从而辅助用户进行维修决策的功能。所述数据分析模块34可以对所述数据归档模块33中的数据进行关联性分析与预测,如果数据预测出现异常(此种预测是常规的智能巡检预测),或者相关岗位人员根据工厂DCS控制系统中的设备在线监测信息主观预测某些设备可能会出现异常(此种预测是人为的主观预测),常规做法是通知设备巡检人员以采取相关维护措施。但此时工厂处于连续生产状态,设备也在正常运转,所发生的异常并不影响设备的正常运行,这个时候就需要相关岗位人员对该设备进行密切监测,以防止出现设备故障。针对此种情况,本发明通过所述综合管理平台31对现场相关所述各类传感模块11的采集时间进行设置(例如3s采集一次数据,此时所述各类传感模块11、MCU主控单元21和LoRa通信模组22持续保持工作状态),结合工厂DCS控制系统中的设备在线监测信息,参考设备监测经验和数据资料,建立一套完整的故障诊断系统,以实现对所需密切关注的设备运行状况的实时监测与诊断。该故障诊断系统具备完善的稳态分析、瞬态分析以及非稳态过程分析等功能,以可视化主动数据驱动技术进行数据快速查询,对被监测设备在不同时刻、不同状态下的动态信息进行快速、准确地关联性分析和数据处理,并以简洁、直观、信息量丰富的图谱通过所述可视化终端35表现出来。进而判断设备是否需要停机维修,辅助用户进行维修决策,从而减少不必要的停机维修,不仅可以避免设备重大事故发生,还能为设备预知性维修提供技术支持,提高设备实际运转率,提高设备现代化管理水平,直接为工厂创造经济效益。

[0055] 上述故障诊断系统的判断详细流程参照图3所示:首先持续采集数据,通过持续采集的数据来搜集异常征兆,进而进行综合评价。如若评价结果正常,继续返回到持续采集数据步骤;如若评价结果异常,则进行异常原因的分析,之后定位问题所在。如果无法定位问题,通过缩小搜集范围,重新进行数据采集;如果可以定位问题所在,在根据所判断出来的结果辅助工厂进行维修决策。

[0056] 需要说明的是,所述数据采集单元10和所述数据传输单元20均通过太阳能电池板加蓄电池方式供电,条件便利的地点也可采用工厂不间断电源供电。

[0057] 本发明提供了一种基于LoRa技术的工厂智能巡检系统,具体实现该技术方案的方法和途径很多,以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

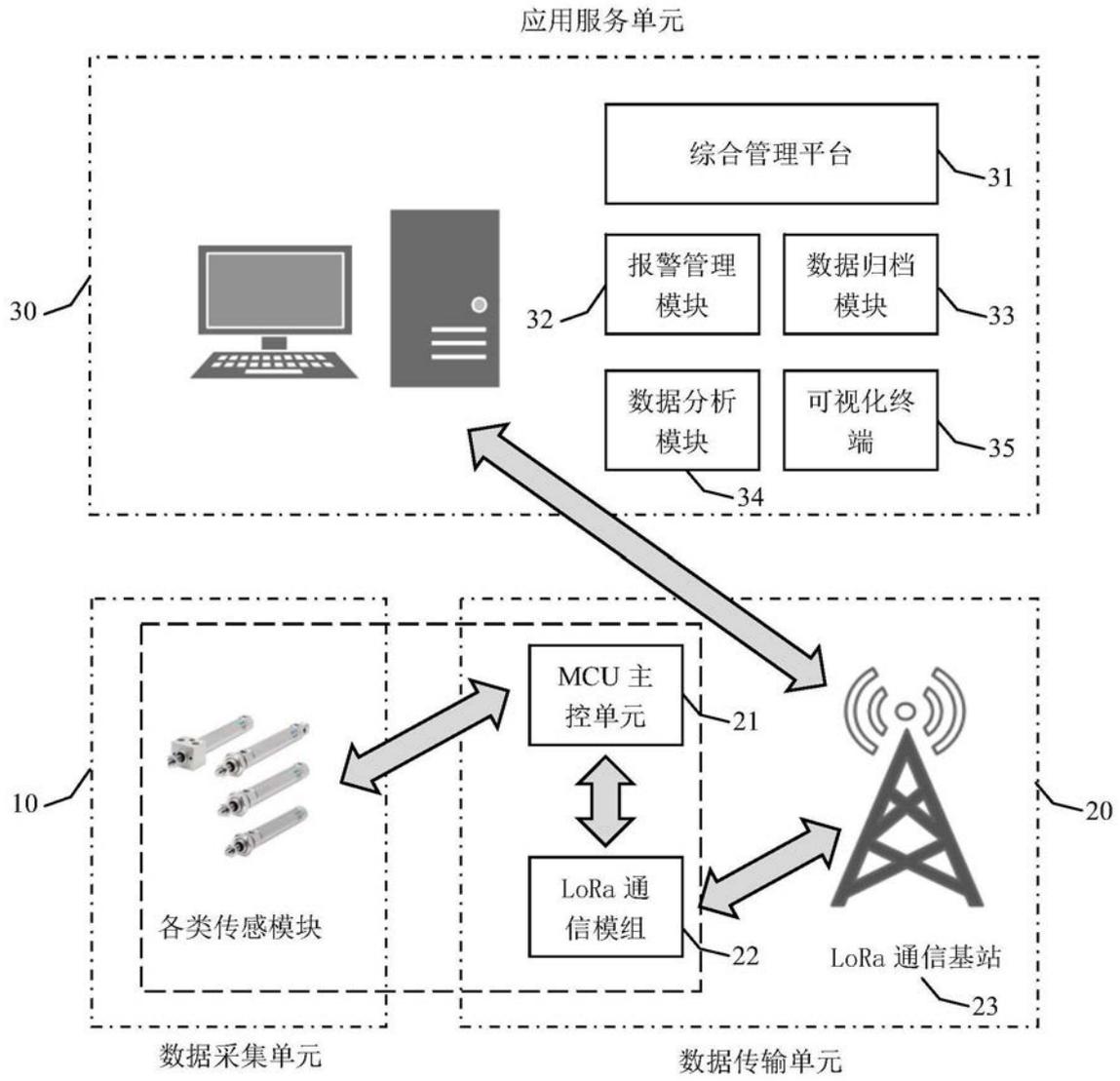


图1

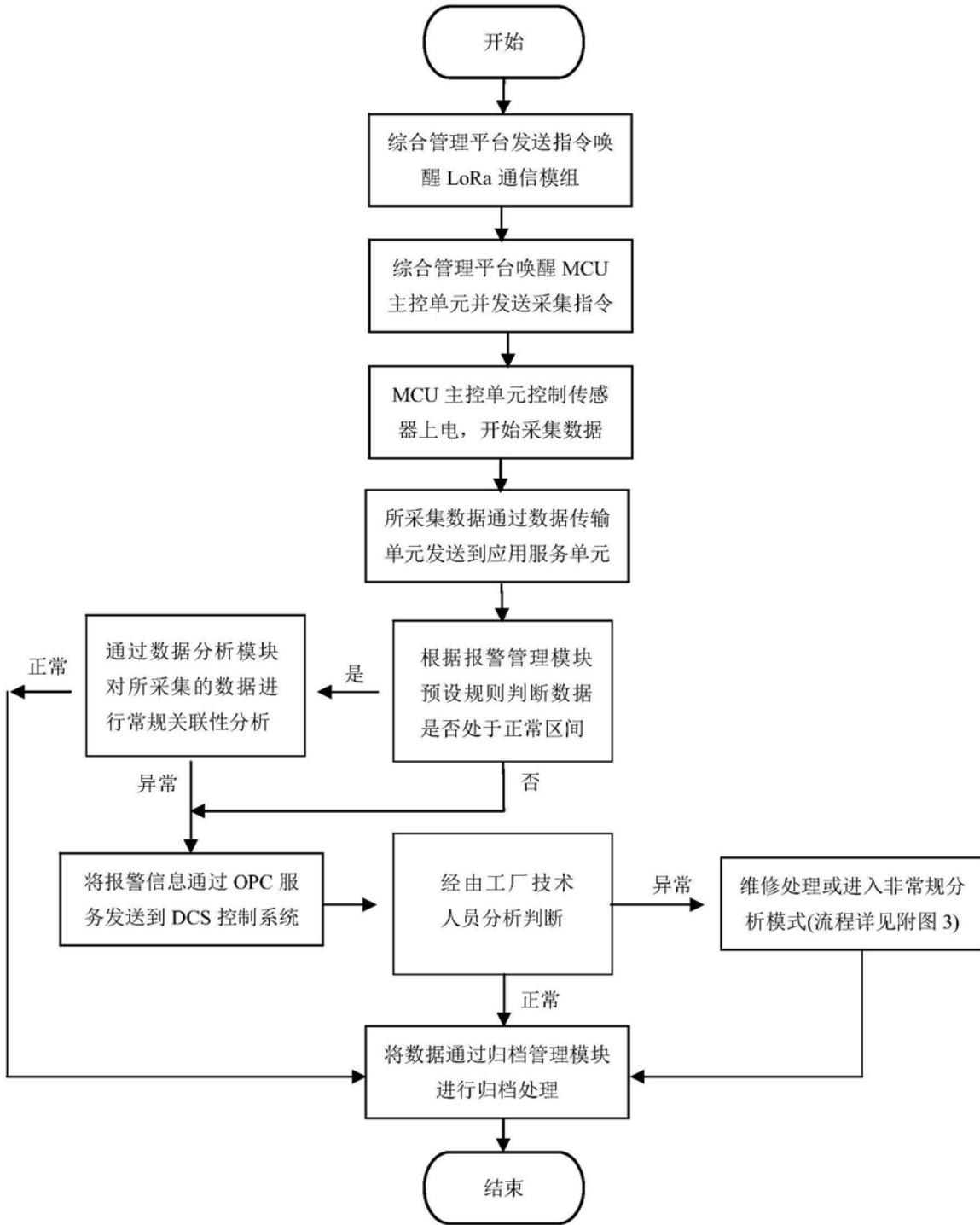


图2

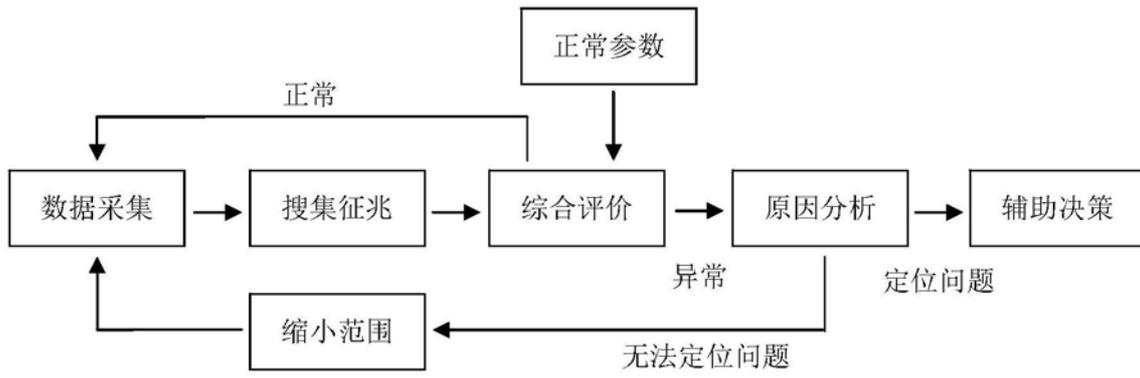


图3