



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113311280 A

(43) 申请公布日 2021.08.27

(21) 申请号 202110869129.6

(22) 申请日 2021.07.30

(71) 申请人 中国人民解放军海军工程大学
地址 430000 湖北省武汉市解放大道717号

(72) 发明人 崔小鹏 郭威 胡安琪 李想
张向明 阳习党 石磊 李兵
刘宪 王钰

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 潘杰

(51) Int. Cl.

G01R 31/00 (2006.01)

G01M 99/00 (2011.01)

H04L 29/08 (2006.01)

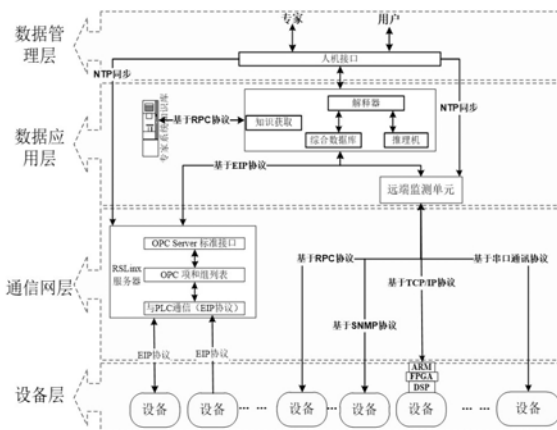
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种复杂机电系统健康分级监测装置

(57) 摘要

本发明提供了一种复杂机电系统健康分级监测装置,包括设备层、通信网层,数据管理层、数据应用层;通信网层包括并列独立运行的健康网层和控制网层;其中设备层用于采集船舶设备的运行状态信息,并向健康网层上传船舶设备的运行状态信息中的健康数据,向控制网层上传船舶设备的运行状态信息中的事件数据;健康网层将接收到的健康数据解码后发送至数据应用层;控制网层将接收到的事件数据解码后发送至数据应用层;数据应用层用于根据接收到的解码后的健康数据和事件数据进行故障诊断;数据管理层用于接收、储存和管理历史信息。本发明具有实时、可靠、易维修、标准化的特点。



1. 一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:包括设备层、通信网层,数据管理层、数据应用层;通信网层包括并列独立运行的健康网层和控制网层;其中设备层与各个船舶设备对应设置,设备层用于采集其对应的船舶设备的运行状态信息,并向健康网层上传该船舶设备的运行状态信息中的健康数据,向控制网层上传该船舶设备的运行状态信息中的事件数据;健康网层将接收到的健康数据解码后发送至数据应用层;控制网层将接收到的事件数据解码后发送至数据应用层;数据应用层用于根据接收到的解码后的健康数据和事件数据进行故障诊断并生成控制信息反馈至设备层,用于控制船舶设备的运行状态;数据管理层用于接收、储存和管理来自通信网层的健康数据和事件数据以及来自数据应用层的故障诊断结果的历史信息;其中健康数据是指各个船舶设备周期上传的状态数据,用于反映上电后各个船舶设备的健康状态;事件数据是指各个船舶设备在工作过程中实时上传的瞬态数据,用于反映系统工作状态的连续变化过程。

2. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:设备层在各个船舶设备长时间运行过程中,以快照形式按照一定频率记录采集状态数据,状态发生异常则触发瞬态录波数据记录机制,将异常前后的数据以录波形式存储生成录波数据;同时对能使船舶设备出现严重故障的状态数据进行分析判断,产生“是否允许系统继续工作”的判断结果,所述的状态数据、录波数据、判断结果生成的综合信息作为健康数据;设备层根据判断结果控制设备层对应的船舶设备的运行状态。

3. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:设备层在各个船舶设备处于瞬态工作过程中,采用摄像方式实时记录各个船舶设备的录波数据,用于描述各个船舶设备的工作和运行特性;并判断自身控制状态以生成综合信号,所述录波数据和综合信号生成的综合信息作为事件数据;设备层基于综合信号内容控制设备层对应的船舶设备的运行状态。

4. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:所述健康网层包括多个不同的协议解码器;健康网层通过对应的协议解码器解析来自不同船舶设备的健康数据,并将解码后的健康数据按照统一的通信协议发送至数据应用层。

5. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:控制网层包括RSLinx服务器;RSLinx服务器通过EIP协议与设备层进行通信,用于获取事件数据;RSLinx服务器基于EIP协议向数据应用层发送解码后的事件数据。

6. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:所述数据应用层包括远端监测单元、故障分析单元和专家系统知识库;其中远端监测单元用于接收来自健康网层的健康数据并将其发送至故障分析单元;专家系统知识库用于获取来自外部的专家经验模型作为故障分析单元的知识输入;故障分析单元接收来自控制网层的事件数据和来自远端监测单元的健康数据,并根据专家经验模型进行故障诊断,并将诊断结果作为新的知识存储至专家系统知识库。

7. 根据权利要求6所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:所述故障分析单元包括综合数据库、知识获取模块、解释器和推理机;其中综合数据库基于EIP协议接收来自控制网层的事件数据,接收来自远端监测单元的健康数据;知识获取模块基于RPC协议接收来自专家系统知识库的专家经验模型;所述推理机配置有故障诊断推理模型;解释器调用来自推理机的故障诊断推理模型和来自知识获取模块的专家经验模型对综合数

据库中的健康数据和事件数据进行计算,获得故障诊断结果。

8. 根据权利要求6所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:所述数据管理层采用NTP协议同步获取控制网层和远端监测单元接收到的事件数据和健康数据。

9. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:所述数据管理层配置有人机接口,用于根据外部指令对数据应用层进行配置,并根据外部指令查询事件数据、健康数据和故障诊断结果的历史信息并进行显示。

10. 根据权利要求1所述的一种复杂机电系统健康分级监测装置,其特征在于:包括显控模块、CPU模块、网络模块、供电模块;显控模块用于为操作员提供人机接口,数据管理层配置于显控模块;CPU模块运行操作系统和故障诊断软件,数据应用层配置于CPU模块;网络模块包括2个交换机单元,分别用于接入健康网层和控制网层;供电模块用于为显控模块、CPU模块、网络模块供电。

一种复杂机电系统健康分级监测装置

技术领域

[0001] 本发明属于复杂机电系统健康状态检测技术领域，具体涉及一种复杂机电系统健康分级监测装置。

背景技术

[0002] 电动船舶是一种采用电力系统作为动力源的新能源船舶，是船舶工业发展智能化、绿色化的趋势之一。船舶复杂机电装备通常涉及到机械、电气和液压设备，由众多部件组成、空间分布紧密、结构层次多，耦合性强，而且设备主要采用长时间运行模式，在特殊工况下需要短时超速运行。装备的这种多工况使用对监控实时性、响应能力等也提出了更高的要求；舰船装备中异构设备众多、自动化程度高、数据信息量庞大、所涉及通信协议较多，需要以统一标准的方式实现内外实时数据及信息的交互和共享。由于现实客观要求，现有的监测系统对实时性、响应能力、互联互通、可靠性、可维性等都无法满足上述复杂工况和特殊的需求。

发明内容

[0003] 本发明的目的就是为了解决上述背景技术存在的不足，提供一种复杂机电系统健康分级监测装置，满足电动船舶的多工况运行需求，属于状态检测及故障诊断的一个标准化通用模块，具有实时、可靠、易维修、标准化的特点。

[0004] 本发明采用的技术方案是：一种复杂机电系统健康分级监测装置，包括设备层、通信网层，数据管理层、数据应用层。其中通信网层包括并列独立运行的健康网层和控制网层；其中设备层与各个船舶设备对应设置，设备层用于其对应的该采集船舶设备的运行状态信息，并向健康网层上传该船舶设备的运行状态信息中的健康数据，向控制网层上传船舶设备的运行状态信息中的事件数据；健康网层将接收到的健康数据解码后发送至数据应用层；控制网层将接收到的事件数据解码后发送至数据应用层；数据应用层用于根据接收到的解码后的健康数据和事件数据进行故障诊断并生成控制信息反馈至设备层，用于控制船舶设备的运行状态；数据管理层用于接收、储存和管理来自通信网层的健康数据和事件数据以及来自数据应用层的故障诊断结果的历史信息；其中健康数据是指各个船舶设备周期上传的状态数据，用于反映系统在上电后各个设备健康状态；事件数据是指各个船舶设备在工作过程中实时上传的瞬态数据，用于反映系统工作状态的连续变化过程。

[0005] 上述技术方案中，设备层在各个船舶设备长时间运行过程中，以快照形式按照一定频率记录采集状态数据，状态发生异常则触发瞬态录波数据记录机制，将异常前后的数据以录波形式存储生成录波数据；同时对能使船舶设备出现严重故障的状态数据进行分析判断，产生“是否允许系统继续工作”的判断结果，所述的状态数据、录波数据、判断结果生成的综合信息作为健康数据。设备层根据判断结果控制设备层对应的船舶设备的运行状态。

[0006] 上述技术方案中，设备层在各个船舶设备处于瞬态工作过程中，采用摄像方式实

时记录各个船舶设备的录波数据,用于描述各个船舶设备的工作和运行特性,并判断自身控制状态以生成综合信号,所述录波数据和综合信号生成的综合信息作为事件数据。设备层基于综合信号内容控制设备层对应的船舶设备的运行状态。

[0007] 上述技术方案中,所述健康网层包括多个不同的协议解码器;健康网层通过对应的协议解码器解析来自不同船舶设备的健康数据,并将解码后的健康数据按照统一的通信协议发送至数据应用层。

[0008] 上述技术方案中,控制网层包括RSLinx服务器;RSLinx服务器通过EIP协议与设备层进行通信,用于获取事件数据;RSLinx服务器基于EIP协议向数据应用层发送解码后的事件数据。

[0009] 上述技术方案中,所述数据应用层包括远端监测单元、故障分析单元和专家系统知识库;其中远端监测单元用于接收来自健康网层的健康数据并将其发送至故障分析单元;专家系统知识库用于获取来自外部的专家经验模型作为故障分析单元的知识输入;故障分析单元接收来自控制网层的事件数据和来自远端监测单元的健康数据,并根据专家经验模型进行故障诊断,并将诊断结果作为新的知识存储至专家系统知识库。

[0010] 上述技术方案中,所述故障分析单元包括综合数据库、知识获取模块、解释器和推理机;其中综合数据库基于EIP协议接收来自控制网层的事件数据,接收来自远端监测单元的健康数据;知识获取模块基于RPC协议接收来自专家系统知识库的专家经验模型;所述推理机配置有故障诊断推理模型;解释器调用来自推理机的故障诊断推理模型和来自知识获取模块的专家经验模型对综合数据库中的健康数据和事件数据进行计算,获得故障诊断结果。

[0011] 上述技术方案中,所述数据管理层采用NTP协议同步获取控制网层和远端监测单元接收到的事件数据和健康数据。

[0012] 上述技术方案中,所述数据管理层配置有人机接口,用于根据外部指令对数据应用层进行配置,并根据外部指令查询事件数据、健康数据和故障诊断结果的历史信息并进行显示。

[0013] 上述技术方案中,包括显控模块、CPU模块、网络模块、供电模块;显控模块用于为操作员提供人机接口,数据管理层配置于显控模块;CPU模块运行操作系统和故障诊断软件,数据应用层配置于CPU模块;网络模块包括2个交换机单元,分别用于接健康网层和控制网层;供电模块用于为显控模块、CPU模块、网络模块供电。

[0014] 本发明的有益效果是:本发明提出了稳态状态数据和瞬态时间数据相结合的监控方法,提高了系统健康状态监控的效率和网络资源、存储资源的利用率,奠定了系统性能评估与设备故障诊断的基础。本发明构建一个能够兼容多通信协议数据的平台,使多协议数据或标准通信规范数据(SNMP、CAN、TCP/IP、EtherNet/IP、NTP、RPC、CIP、DDS、串口以及现场总线协议等)对平台上层做到完全透明。简化系统的数据源,形成唯一性、一致性的基础数据和信息,使数据有效共享,消除信息孤岛。本发明采用健康网层和控制网层双网结构,均平衡了全系统的数据流量。数据信息以及数据通路的分门别类,实现了测控分离,网络冗余、故障快速诊断隔离和恢复,提高系统网络的可靠性和安全性,保证了控制指令的实时性,防止了因健康监测信息数据量过大、网络拥塞造成控制指令的不及时导致的问题。本发明采用了双重锁警机制,分别从控制网和健康网对系统设备分析得到的异常进行判断,通过双

重锁警信息,从控制和监测不同角度,有效提高了系统运行的可靠性。

[0015] 本发明在复杂机电系统中的使用结果表明,该方法减小了网络负担,提高了数据分析的效率,降低了对存储空间的需求,优化了数据的可读性,增强了状态数据的集中监控效果,能够满足系统的维护要求。

附图说明

[0016] 图1是本发明的数据处理结构示意图。

[0017] 图2是本发明的硬件设计示意图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明,便于清楚地了解本发明,但它们不对本发明构成限定。

[0019] 如图1所示,本发明提供了一种复杂机电系统健康分级监测装置,包括设备层、通信网层,数据管理层、数据应用层;通信网层包括并列独立运行的健康网层和控制网层;其中设备层用于采集船舶设备的运行状态信息,并向健康网层上传船舶设备的运行状态信息中的健康数据,向控制网层上传船舶设备的运行状态信息中的事件数据;健康网层将接收到的健康数据解码后发送至数据应用层;控制网层将接收到的事件数据解码后发送至数据应用层;数据应用层用于根据接收到的解码后的健康数据和事件数据进行故障诊断;数据管理层用于接收、储存和管理来自通信网层的健康数据和事件数据以及来自数据应用层的故障诊断结果的历史信息;其中健康数据是指各个船舶设备周期上传的状态数据,用于反映系统在上电后各个设备健康状态;事件数据是指各个船舶设备在工作过程中实时上传的瞬态数据,用于反映系统工作状态的连续变化过程。

[0020] 本发明设计了分层的数据处理结构模型,系统模型包括4个层次,即设备层、通信网层,数据管理层、数据应用层。其中设备层包含分布在现场的传感器和设备采集系统,包括底层嵌入式控制设备、PLC类监控设备、PC104类监控设备、网络交换机设备、服务器类设备等,涉及气、热、光、电、力、磁、流量/速、运动量、网络及其他等参量状态获取。通信网层是信息流的传输通道,包括健康网层及控制网层,三网相对独立。数据应用层则负责故障诊断和健康管理功能。数据管理层管理全系统实时状态信息快照和一定时期的日志及健康信息,以备查询、分析和培训使用。

[0021] 对于复杂机电系统,网络拓扑结构不仅决定整个网络的布线、维护、成本等直观表层的问题,更对其可靠性、实时性等网络性能有重要的影响,因此需要多异构控制器模块化组网,减小设备状态之间的耦合,提高组网可靠性。本发明采用一种共享设备健康和控制环网,多个船舶设备的设备层共享通信网层设备、单机冗余设备模块化组网架构。其中,网络冗余、故障快速诊断隔离和恢复功能,提高系统网络的可靠性和安全性。

[0022] 上述技术方案中,设备层在各个船舶设备长时间运行过程中,以快照形式按照一定频率记录采集状态数据,状态发生异常则触发瞬态录波数据记录机制,将异常前后的数据以录波形式存储生成录波数据,同时对能使船舶设备出现严重故障的状态进行分析判断,产生“是否允许系统继续工作”的判断信息,所述的状态数据、录波数据、判断信息生成的综合信息作为健康数据。设备层根据判断结果控制设备层对应的船舶设备的运行状态。

[0023] 上述技术方案中,设备层在各个船舶设备处于瞬态工作过程中,采用摄像方式实时记录各个船舶设备的录波数据,用于描述各个船舶设备的工作和运行特性,并判断自身控制状态以生成综合信号,所述录波数据和综合信号生成的综合信息作为事件数据。设备层基于综合信号内容控制设备层对应的船舶设备的运行状态。

[0024] 其中,如果设备层在本地根据其对应的船舶设备的健康数据判断该船舶设备状态是不允许系统继续工作的,设备层在本地即控制其对应的船舶设备自动锁紧。同理,如果设备层在本地根据其对应的船舶设备的事件数据判断该船舶设备状态是不允许系统继续工作的,设备层在本地即控制其对应的船舶设备自动锁紧。

[0025] 同时数据应用层接收来自各个船舶设备的设备层的健康数据和事件数据并对系统的整体运行状态进行综合性判断,进而生成针对各个船舶设备的控制信息,实现对复杂机电系统的整体化控制。

[0026] 本发明根据通信网层的双网结构,从而提出双重锁警机制,分别从控制网和健康网对系统设备进行分析,生成综合信号以及是否允许系统继续工作信号,完成系统可靠的状态监控。本发明采用了稳态状态数据和瞬态/故障录波数据相结合的监控方法,有效提高了网络资源利用率和监测效率,可满足复杂机电系统监测需求。

[0027] 上述技术方案中,所述健康网层包括多个不同的协议解码器;健康网层通过对应的协议解码器解析来自不同船舶设备的健康数据,并将解码后的健康数据按照统一的通信协议发送至数据应用层。所述健康网层可以基于RPC协议、SNMP协议、TCP/IP协议、串口通信协议等分别接收来自不同船舶设备的各种状态数据,构建一个能够兼容多通信协议数据的平台,使多协议数据或标准通信规范数据,对平台上层做到完全透明。

[0028] 上述技术方案中,控制网层包括RSLinx服务器;RSLinx服务器通过EIP协议与设备层进行通信,用于获取事件数据;RSLinx服务器基于EIP协议向数据应用层发送解码后的事件数据。

[0029] 上述技术方案中,所述数据应用层包括远端监测单元、故障分析单元和专家系统知识库;其中远端监测单元用于接收来自健康网层的健康数据发送至故障分析单元;专家系统知识库用于获取来自外部的专家经验模型并将其发送至故障分析单元;故障分析单元接收来自控制网层的事件数据和来自远端监测单元的健康数据,并根据专家经验模型进行故障诊断。

[0030] 上述技术方案中,所述故障分析单元包括综合数据库、知识获取模块、解释器和推理机;其中综合数据库基于EIP协议接收来自控制网层的事件数据,接收来自远端监测单元的健康数据;知识获取模块基于RPC协议接收来自专家系统知识库的专家经验模型;所述推理机配置有故障诊断推理模型;解释器调用来自推理机的故障诊断推理模型和来自知识获取模块的专家经验模块对综合数据库中的健康数据和事件进行计算,获得故障诊断结果。

[0031] 上述技术方案中,所述数据管理层采用NTP协议同步获取控制网层和远端监测单元接收到的事件数据和健康数据。

[0032] 上述技术方案中,所述数据管理层配置有人机接口,用于根据外部指令对数据应用层进行配置,并根据外部指令查询事件数据、健康数据和故障诊断结果的历史信息进行显示。其中普通用户可以通过数据管理层查询历史信息,专家用户可以通过提通过数据管理层对数据应用层的专家系统知识库、推理机、解释器等计算模型进行人为配置。

[0033] 如图2所示,复杂机电系统健康分级监测装置硬件由5个模块组成:显控模块、CPU模块、网络模块、配电模块、UPS模块。配电模块、UPS模块组成供电模块。其中显控模块包括如图2所示的显示模块和控制模块,配置有数据管理层,主要是为操作员提供人机接口,显示分为上下屏显示,上屏显示系统健康状态以及故障诊断结果,下屏为控制输入接口。上下屏相互联系,监测屏显示控制屏控制结果,控制屏中显示监测屏综合健康状态。CPU模块配置有数据应用层,是该装置最核心的部件,为它运行国产化操作系统和故障诊断软件,实现该装置的主要功能。网络模块包括2台交换机单元。分别接入健康环网和控制环网。网络模块因为是环网没有再进行冗余;而CPU模块则是双机冗余。配电模块用于220V AC到24V DC电能变换,并进行电能分配。配电模块提供两组完全独立的24V DC直流电源,一路由外部220V AC辅助电源直接变换得到,另外一路由该装置UPS的220V AC电源变换得到。前一路主要供给两台交换机单元以及CPU模块,后一路给包括交换机、CPU模块等所有部件供电。UPS模块主要为该装置提供稳定的220VAC工频电。确保该装置有足够的时间在辅助电源突然掉电的情况下依然能够完成本次任务,并按照操作流程执行关机。

[0034] 本发明提供了复杂机电系统健康分级监测装置,软件功能包括用户接口功能、命令处理功能、状态数据处理功能、事件数据处理功能、通信功能、可编辑逻辑器件类通信功能、底层实时控制器通信功能以及内部健康监测功能。系统具有极强可扩展性,能在各个模块中增加具体功能,同样对于模块,也可以进行扩展,完成更复杂的任务。

[0035] 本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

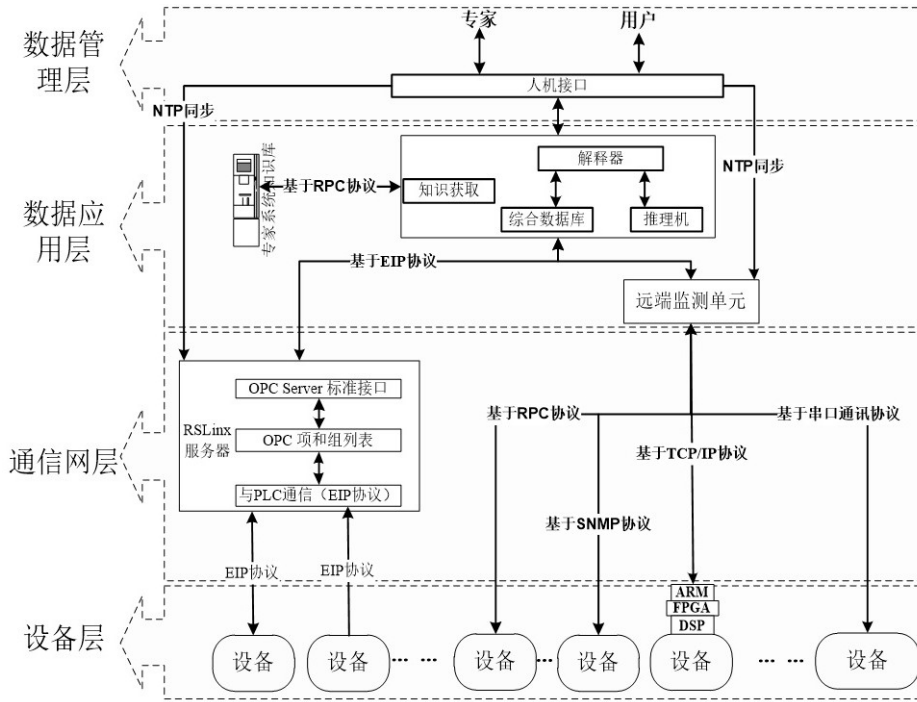


图1

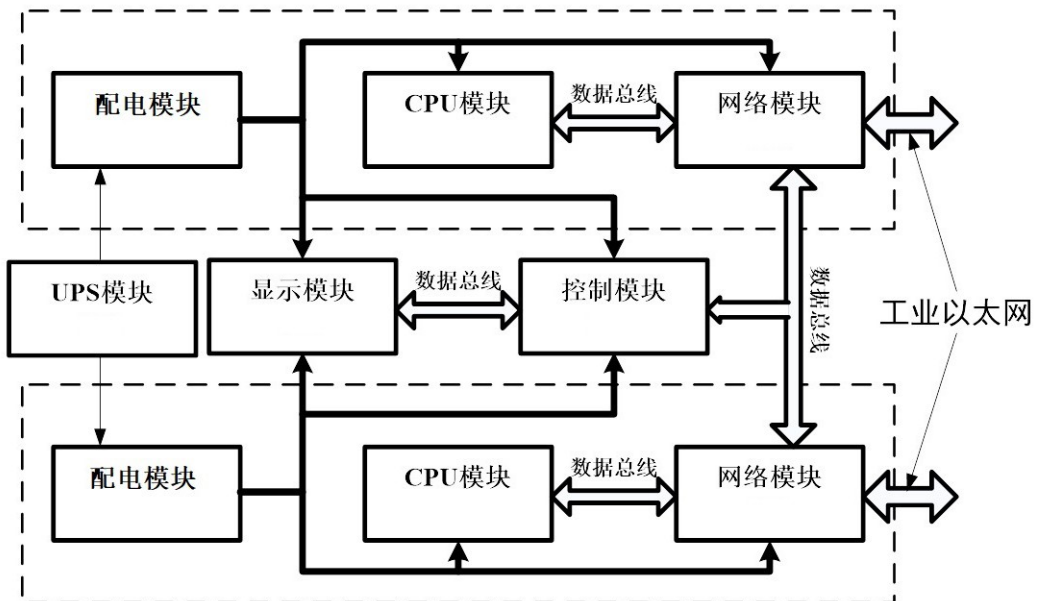


图2