本发明实施例公开了变频器的状态监控方法、装置及计算机可读存储介质。方法包括：从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息；将所述变频器状态信息保存到数据库文件中；对从所述数据库文件中获取的所述变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表；展示所述可视化的分析报表。本发明实施方式在边缘计算设备处执行数据分析，可以提高采样频率，节约成本。本发明实施方式还可以通过深层次的数据分析，获取并展示变频器的关键工作指标，实现数据可视化。

1、一种变频器的状态监控方法（200），其特征在于，该方法（200）适用于部署在变频器侧的边缘计算设备，该方法（200）包括：

从与所述边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息（201）；

将所述变频器状态信息保存到数据库文件中（202）；

对从所述数据库文件中获取的所述变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表（203）；

展示所述可视化的分析报表（204）。

2、根据权利要求1所述的方法（200），其特征在于，所述从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息（201），包括下列中的至少一个：

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的非实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的非实时状态数据。

3、根据权利要求2所述的方法（200），其特征在于，

所述实时状态数据包括下列中的至少一个：

所述变频器所驱动的电机的实时转速；所述变频器所驱动的电机的实时电流；所述变频器所驱动的电机的实时电压；所述变频器的直流母线电压；所述变频器的实时温度；

所述非实时状态数据包括下列中的至少一个：

包含变频器的最大允许输出电流、变频器的最大允许输出电压、变频器输出频率的上限幅值、变频器输出频率的下限幅值或变频器的启动转矩的变频器关键参数；所述变频器的故障信息；所述变频器的高频电流信号；所述变频器故障前最后保存的状态数据。

4、根据权利要求2所述的方法（200），其特征在于，所述从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息（201），包括：

当预定的采集时刻到达后，从与所述边缘计算设备连接的变频器采集所述非实时状态数据。

5、根据权利要求3所述的方法（200），其特征在于，

所述从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息（201）包括：使能主线程实时地从所述变频器采集所述实时状态数据；使能所述主线程当判定预定的采集时间到达后，激活第一辅助线程；使能所述第一辅助线程从所述变频器采集所述变频器关键参数或变频器的故障信息；使能所述第一辅助线程激活第二辅助线程；

所述将变频器状态信息保存到数据库文件中（202）包括：使能所述主线程将所述实时状态数据保存到所述数据库文件中；使能所述第一辅助线程将所述变频器关键参数或变频器的故障信息保存到所述数据库文件中；

所述对从数据库文件中获取的变频器状态信息执行数据分析处理（203）包括：使能所述第二辅助线程从所述数据库文件中获取所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项，并对所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

6、根据权利要求5所述的方法（200），其特征在于，所述对实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，包括下列中的至少一个：

对所述实时状态数据、所述变频器关键参数和变频器的故障信息执行加权运算，以确定所述变频器的关键绩效指标；

对所述实时状态数据执行数值运算，以确定所述变频器的常用数据分析指标；

统计所述变频器的故障信息，以确定所述变频器的故障历史分析指标；

基于所述实时状态数据和所述变频器关键参数，确定变频器的维护信息概览指标；

基于所述变频器关键参数，确定变频器的保护信息概览指标；

基于所述实时状态数据，确定变频器的运行信息概览指标。

7、一种变频器的状态监控装置（500），其特征在于，该状态监控装置（500）适用于部署在变频器侧的边缘计算设备，该状态监控装置（500）包括：

采集模块（501），用于从与所述边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息；

保存模块（502），用于将所述变频器状态信息保存到数据库文件中；

分析模块（503），用于对从所述数据库文件中获取的所述变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表；

展示模块（504），用于展示所述可视化的分析报表。

8、根据权利要求7所述的装置（500），其特征在于，

所述采集模块（501），用于执行下列中的至少一个：

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的非实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的非实时状态数据。

9、根据权利要求8所述的装置（500），其特征在于，

所述实时状态数据包括下列中的至少一个：

所述变频器所驱动的电机的实时转速；所述变频器所驱动的电机的实时电流；所述变频器所驱动的电机的实时电压；所述变频器的直流母线电压；所述变频器的实时温度；

所述非实时状态数据包括下列中的至少一个：

包含变频器的最大允许输出电流、变频器的最大允许输出电压、变频器输出频率的上限幅值、变频器输出频率的下限幅值或变频器的启动转矩的变频器关键参数；所述变频器的故障信息；所述变频器的高频电流信号；所述变频器故障前最后保存的状态数据。

10、根据权利要求8所述的装置（500），其特征在于，

所述采集模块（501），用于当预定的采集时刻到达后，从与所述边缘计算设备连接的变频器采集所述非实时状态数据。

11、根据权利要求9所述的装置（500），其特征在于，

所述采集模块（501），用于使能主线程实时地从所述变频器采集所述实时状态数据；使能所述主线程当判定预定的采集时间到达后，激活第一辅助线程；使能所述第一辅助线程从所述变频器采集所述变频器关键参数或变频器的故障信息；使能所述第一辅助线程激活第二辅助线程；

所述保存模块（502），用于使能所述主线程将所述实时状态数据保存到所述数据库文件中；使能所述第一辅助线程将所述变频器关键参数或变频器的故障信息保存到所述数据库文件中；

所述分析模块（503），用于使能所述第二辅助线程从所述数据库文件中获取所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项，并对所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

12、根据权利要求11所述的装置（500），其特征在于，

所述分析模块（503），用于执行下列中的至少一个：

对所述实时状态数据、所述变频器关键参数和变频器的故障信息执行加权运算，以确定所述变频器的关键绩效指标；

对所述实时状态数据执行数值运算，以确定所述变频器的常用数据分析指标；

统计所述变频器的故障信息，以确定所述变频器的故障历史分析指标；

基于所述实时状态数据和所述变频器关键参数，确定变频器的维护信息概览指标；

基于所述变频器关键参数，确定变频器的保护信息概览指标；

基于所述实时状态数据，确定变频器的运行信息概览指标。

13、一种变频器的状态监控装置（600），其特征在于，包括处理器（601）和存储器（602）；

所述存储器（602）中存储有可被所述处理器（601）执行的应用程序，用于使得所述处理器（601）执行如权利要求1至6中任一项所述的变频器的状态监控方法（200）。

14、一种计算机可读存储介质，其特征在于，其中存储有计算机可读指令，该计算机可读指令用于执行如权利要求1至6中任一项所述的变频器的状态监控方法（200）。

变频器的状态监控方法、装置及计算机可读存储介质

技术领域

本发明涉及变频器技术领域，特别是变频器的状态监控方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

变频器是应用变频技术与微电子技术，通过改变电机工作电源频率方式来控制交流电动机的电力控制设备。变频器主要包括整流（交流变直流）单元、滤波单元、逆变（直流变交流）单元、制动单元、驱动单元、检测单元和微处理单元，等等。变频器利用内部电子元件（比如，IGBT）的开断来调整输出电源的电压和频率，根据电机的实际需要来提供其所需要的电源电压，进而达到节能、调速的目的。另外，变频器还有很多的保护功能，如过流、过压、过载保护等等。随着工业自动化程度的不断提高，变频器得到了非常广泛的应用。

对于工业数字化发展的今天，驱动数据分析、数据采集以及数字的可视化尤为重要。然而，目前变频器的数据采集分析系统仅有基于工业云的产品，具有采样频率低、采样周期长（最快仅能设置为1秒）的缺点，而且由于数据通常按照流量收费，因此还具有成本较高的缺点。

发明内容

本发明实施方式提出变频器的状态监控方法、装置及计算机可读存储介质。

一种变频器的状态监控方法，该方法适用于部署在变频器侧的边缘计算设备，该方法包括：

从与所述边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息；

将所述变频器状态信息保存到数据库文件中；

对从所述数据库文件中获取的所述变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表；

展示所述可视化的分析报表。

可见，本发明实施方式在边缘计算设备处执行数据分析，可以提高采样频率，节约成本，还可以实现数据可视化。

在一个实施方式中，所述从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息，包括下列中的至少一个：

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的非实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的非实时状态数据。

因此，变频器状态信息可以包含实时状态数据和非实时状态数据，便于后续的深层次数据分析。

在一个实施方式中，所述实时状态数据包括下列中的至少一个：

所述变频器所驱动的电机的实时转速；所述变频器所驱动的电机的实时电流；所述变频器所驱动的电机的实时电压；所述变频器的直流母线电压；所述变频器的实时温度；

所述非实时状态数据包括下列中的至少一个：

包含变频器的最大允许输出电流、变频器的最大允许输出电压、变频器输出频率的上限幅值、变频器输出频率的下限幅值或变频器的启动转矩的变频器关键参数；所述变频器的故障信息；所述变频器的高频电流信号；所述变频器故障前最后保存的状态数据。

可见，本发明实施方式的采集数据具有多种类型。

在一个实施方式中，所述从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息，包括：

当预定的采集时刻到达后，从与所述边缘计算设备连接的变频器采集所述非实时状态数据。

因此，通过设置采集时刻，可以降低非实时状态数据的采集次数。

在一个实施方式中，所述从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息包括：使能主线程实时地从所述变频器采集所述实时状态数据；使能所述主线程当判定预定的采集时间到达后，激活第一辅助线程；使能所述第一辅助线程从所述变频器采集所述变频器关键参数或变频器的故障信息；使能所述第一辅助线程激活第二辅助线程；

所述将变频器状态信息保存到数据库文件中包括：使能所述主线程将所述实时状态数据保存到所述数据库文件中；使能所述第一辅助线程将所述变频器关键参数或变频器的故障信息保存到所述数据库文件中；

所述对从数据库文件中获取的变频器状态信息执行数据分析处理包括：使能所述第二辅助线程从所述数据库文件中获取所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项，并对所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

可见，本发明实施方式通过主线程、第一辅助线程和第二辅助线程的协同合作，可以实现高效率的数据采集、数据分析和数据可视化。

在一个实施方式中，所述对实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，包括下列中的至少一个：

对所述实时状态数据、所述变频器关键参数和变频器的故障信息执行加权运算，以确定所述变频器的关键绩效指标；

对所述实时状态数据执行数值运算，以确定所述变频器的常用数据分析指标；

统计所述变频器的故障信息，以确定所述变频器的故障历史分析指标；

基于所述实时状态数据和所述变频器关键参数，确定变频器的维护信息概览指标；

基于所述变频器关键参数，确定变频器的保护信息概览指标；

基于所述实时状态数据，确定变频器的运行信息概览指标。

因此，可以展示多种类型指标，便于用户多维度地了解变频器的性能。

一种变频器的状态监控装置，该状态监控装置适用于部署在变频器侧的边缘计算设备，该状态监控装置包括：

采集模块，用于从与所述边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息；

保存模块，用于将所述变频器状态信息保存到数据库文件中；

分析模块，用于对从所述数据库文件中获取的所述变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表；

展示模块，用于展示所述可视化的分析报表。

可见，本发明实施方式在边缘计算设备处执行数据分析，可以提高采样频率，节约成本，还可以实现数据可视化。

在一个实施方式中，所述采集模块，用于执行下列中的至少一个：

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的单个变频器，采集所述单个变频器的非实时状态数据；

从与所述边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集所述每个变频器的非实时状态数据。

因此，变频器状态信息可以包含实时状态数据和非实时状态数据，便于后续的深层次数据分析。

在一个实施方式中，所述实时状态数据包括下列中的至少一个：

所述变频器所驱动的电机的实时转速；所述变频器所驱动的电机的实时电流；所述变频器所驱动的电机的实时电压；所述变频器的直流母线电压；所述变频器的实时温度；

所述非实时状态数据包括下列中的至少一个：

包含变频器的最大允许输出电流、变频器的最大允许输出电压、变频器输出频率的上限幅值、变频器输出频率的下限幅值或变频器的启动转矩的变频器关键参数；所述变频器的故障信息；所述变频器的高频电流信号；所述变频器故障前最后保存的状态数据。

可见，本发明实施方式的采集数据具有多种类型。

在一个实施方式中，所述采集模块，用于当预定的采集时刻到达后，从与所述边缘计算设备连接的变频器采集所述非实时状态数据。

因此，通过设置采集时刻，可以降低非实时状态数据的采集次数。

在一个实施方式中，所述采集模块，用于使能主线程实时地从所述变频器采集所述实时状态数据；使能所述主线程当判定预定的采集时间到达后，激活第一辅助线程；使能所述第一辅助线程从所述变频器采集所述变频器关键参数或变频器的故障信息；使能所述第一辅助线程激活第二辅助线程；

所述保存模块，用于使能所述主线程将所述实时状态数据保存到所述数据库文件中；使能所述第一辅助线程将所述变频器关键参数或变频器的故障信息保存到所述数据库文件中；

所述分析模块，用于使能所述第二辅助线程从所述数据库文件中获取所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项，并对所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

可见，本发明实施方式通过主线程、第一辅助线程和第二辅助线程的协同合作，可以实现高效率的数据采集、数据分析和数据可视化。

在一个实施方式中，所述分析模块，用于执行下列中的至少一个：

对所述实时状态数据、所述变频器关键参数和变频器的故障信息执行加权运算，以确定所述变频器的关键绩效指标；

对所述实时状态数据执行数值运算，以确定所述变频器的常用数据分析指标；

统计所述变频器的故障信息，以确定所述变频器的故障历史分析指标；

基于所述实时状态数据和所述变频器关键参数，确定变频器的维护信息概览指标；

基于所述变频器关键参数，确定变频器的保护信息概览指标；

基于所述实时状态数据，确定变频器的运行信息概览指标。

因此，可以展示多种类型指标，便于用户多维度地了解变频器的性能。

一种变频器的状态监控装置，包括处理器和存储器；

所述存储器中存储有可被所述处理器执行的应用程序，用于使得所述处理器执行如上任一种所述的变频器的状态监控方法。

一种计算机可读存储介质，其中存储有计算机可读指令，该计算机可读指令用于执行如上任一种所述的变频器的状态监控方法。

附图说明

下面将通过参照附图详细描述本发明的优选实施例，使本领域的普通技术人员更清楚本发明的上述及其它特征和优点，附图中：

图1是根据本发明实施方式的变频器状态监控的架构图。

图2是根据本发明实施方式的变频器的状态监控方法的流程图。

图3是根据本发明实施方式的变频器的初始化过程和状态监控过程的示范性流程图。

图4是根据本发明实施方式的可视化的分析报表的示范性示意图。

图5是根据本发明实施方式的变频器的状态监控装置的结构图。

图6是根据本发明实施方式的具有处理器-存储器架构的、变频器的状态监控装置的结构图。

其中，附图标记如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 标号 | 含义 |
| 11、12、13 | 变频器 |
| 31 | 边缘计算设备 |
| 32 | 通信链接 |
| 200 | 变频器的状态监控方法 |
| 201~204 | 步骤 |
| 301~320 | 步骤 |
| 41 | 第一可视化分析报表 |
| 42 | 第二可视化分析报表 |
| 43 | 第三可视化的分析报表 |
| 44 | 第四可视化分析报表 |
| 441 | 变频器维护信息概览 |
| 442 | 变频器保护信息概览 |
| 443 | 变频器运行信息概览 |
| 500 | 变频器的状态监控装置 |
| 501 | 采集模块 |
| 502 | 保存模块 |
| 503 | 分析模块 |
| 504 | 展示模块 |
| 600 | 变频器的状态监控装置 |
| 601 | 处理器 |
| 602 | 存储器 |

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，以下举实施例对本发明进一步详细说明。

为了描述上的简洁和直观，下文通过描述若干代表性的实施方式来对本发明的方案进行阐述。实施方式中大量的细节仅用于帮助理解本发明的方案。但是很明显，本发明的技术方案实现时可以不局限于这些细节。为了避免不必要地模糊了本发明的方案，一些实施方式没有进行细致地描述，而是仅给出了框架。下文中，“包括”是指“包括但不限于”，“根据……”是指“至少根据……，但不限于仅根据……”。由于汉语的语言习惯，下文中没有特别指出一个成分的数量时，意味着该成分可以是一个也可以是多个，或可理解为至少一个。

考虑到在云端执行关于变频器的数据采集分析的诸多缺陷，本发明实施方式将变频器的数据采集过程和数据分析过程均部署于现场设备附近的边缘计算设备（比如PC机）上，可以提高采样频率，并节约成本。另外，本发明实施方式还可以通过深层次的数据分析，获取并展示变频器的关键工作指标，实现数据可视化。

图1是根据本发明实施方式的变频器的状态监控的架构图。

在图1中，一或多个变频器经由通信链接32连接到边缘计算设备31。边缘计算设备31位于作为现场设备的变频器的附近。在图1中，示范性标识出三个变频器，分别为变频器11、变频器12和变频器13。实际上，与边缘计算设备31具有通信链接32的变频器的数目可以为一个或两个，还可以为大于三个。

通信链接32可以实施为有线通信链接或无线通信链接。比如，有线通信链接可以包括下列中至少一个：通用串行总线、控制器局域网、串口，等等；无线有线通信链接可以包括下列中至少一个：以太网链接、红外链接接口、近场通讯链接、蓝牙链接、紫蜂链接、无线通信链接、无线宽带链接，等等。优选地，通信链接32具体采用基于工业以太网的通信协议（比如S7协议）。

边缘计算设备31可以实施为具有计算能力的设备。比如，边缘计算设备31可以实施为个人电脑（PC）、个人数字助理（PDA）、服务器或便携式电脑或诸如智能手机之类的智能终端。

边缘计算设备31从变频器11、变频器12和变频器13中的每个变频器分别采集各自变频器的状态信息，对各自变频器的状态信息分别执行数据分析处理，以生成和展示适用于各自变频器的可视化的分析报表。

可见，边缘计算设备31整合了数据采集能力、数据分析能力和可视化展示能力，避免了数据上传下达所产生的时延弊端，提升了变频器的处理能力和响应速度。

图2是根据本发明实施方式的变频器的状态监控方法流程图。该方法200适用于部署在变频器侧的边缘计算设备。

如图2所示，该方法200包括：

步骤201：从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息。

在一个实施方式中，步骤201包括下列中的至少一个：

（1）、从与边缘计算设备连接的单个变频器，采集单个变频器的实时状态数据。

（2）、从与边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集每个变频器的实时状态数据。也就是说，当边缘计算设备连接多个变频器时，分别从每个变频器采集各自的实时状态数据。

（3）、从与边缘计算设备连接的单个变频器，采集单个变频器的非实时状态数据。

（4）、从与边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集每个变频器的非实时状态数据。也就是说，当边缘计算设备连接多个变频器时，分别从每个变频器采集各自的非实时状态数据。

实时状态数据可以表征变频器的实时状态。非实时状态数据不用于表征变频器的实时状态，而通常包括变频器的预设关键参数、变频器的故障信息、变频器的高频电流信号以及变频器故障前最后保存的状态数据，等等。

优选地，实时状态数据包括下列中的至少一个：变频器所驱动的电机的实时转速；变频器所驱动的电机的实时电流；变频器所驱动的电机的实时电压；变频器的直流母线电压；变频器的实时温度，等等。优选地，非实时状态数据包括下列中的至少一个：包含变频器的最大允许输出电流、变频器的最大允许输出电压、变频器输出频率的上限幅值、变频器输出频率的下限幅值或变频器的启动转矩的变频器关键参数；变频器的故障信息；所述变频器的高频电流信号；所述变频器故障前最后保存的状态数据，等等。

在一个实施方式中，步骤201中，当预定的采集时刻到达后，从与边缘计算设备连接的变频器采集非实时状态数据。而且，步骤201中，实时地从与边缘计算设备连接的变频器采集实时状态数据。

步骤202：将变频器状态信息保存到数据库文件中。

在这里，将步骤201中采集的变频器状态信息保存到数据库文件中。其中，数据库文件可以保存到边缘计算设备的内部存储介质中，或保存到边缘计算设备可以访问的外部存储介质中。可以在数据库文件的第一部分中保存步骤201中获取的实时状态数据，在数据库文件的第二部分中保存步骤201中获取的非实时状态数据。考虑到实时状态数据的存储量逐渐增大，因此第一部分的存储空间通常大于第二部分的存储空间。

步骤203：对从数据库文件中获取的变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

在一个实施方式中，对实时状态数据、变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项执行数据分析处理，包括下列中的至少一个：

（1）、对实时状态数据、变频器关键参数和变频器的故障信息执行加权运算，以确定变频器的关键绩效指标（KPI）。比如，基于变频器的故障信息确定故障率因子，基于实时状态数据确定出可用性因子，基于变频器关键参数（比如启动转矩）确定出性能因子，再对故障率因子、可用性因子和性能因子执行加权求和，以得到KPI。

（2）、对实时状态数据执行数值运算，以确定变频器的常用数据分析指标。其中，该数值运算可以包括：求均值运算、求最大值运算、求最小值运算或求均方差运算，等等。

（3）、统计变频器的故障信息，以确定变频器的故障历史分析指标。比如，故障历史分析指标可以包括故障率以及总故障时间，等等。

（4）、基于实时状态数据和变频器关键参数，确定变频器的维护信息概览指标。比如，确定电机已经运行的总时间，电机消耗总功率或下次维护电机的时间点，等等。

（5）、基于变频器关键参数，确定变频器的保护信息概览指标。比如，确定出变频器的保护温度值或电机温度保护值，等等。

（6）、基于实时状态数据，确定变频器的运行信息概览指标。比如，利用实时状态数据，统计出电机的电压平均值、电机的电流平均值、电机的最大电压值或电机的最大电流值，等等。

步骤204：展示可视化的分析报表。

在这里，在边缘计算设备的显示屏上展示该可视化的分析报表。然后，客户可以根据分析报表情况对运行的设备进行调试或维护。

在一个实施方式中，步骤201包括：使能主线程实时地从所述变频器采集所述实时状态数据；使能所述主线程当判定预定的采集时间到达后，激活第一辅助线程；使能所述第一辅助线程从所述变频器采集所述变频器关键参数或变频器的故障信息；使能所述第一辅助线程激活第二辅助线程。步骤202包括：使能主线程将实时状态数据保存到数据库文件中；使能第一辅助线程将变频器关键参数或变频器的故障信息保存到所述数据库文件中。步骤203包括：使能所述第二辅助线程从所述数据库文件中获取所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项，并对所述实时状态数据、所述变频器关键参数或变频器的故障信息中的所述至少一项执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

可见，通过主线程、第一辅助线程和第二辅助线程的协同合作，可以实现高效率的数据采集、数据分析和数据可视化。

图3是根据本发明实施方式的变频器的初始化过程和状态监控过程的示范性流程图。

变频器的初始化过程包括步骤300~步骤306。具体包括：步骤300：开始。步骤301：读取变频器的配置信息（比如，IP地址等）。步骤302：测试与各个变频器的通信状态。步骤303：设置变频器的相关变量。步骤304：将边缘计算设备与变频器保存时钟同步。步骤305：记录变频器的故障信息。步骤306：记录变频器的初始化信息。

变频器的状态监控过程包括步骤307~步骤320。具体包括：

步骤307：主线程判断采集非实时状态数据的时间是否到，如果是（对应于图3的Y），则执行步骤309及其后续步骤，否则（对应于图3的N），执行步骤308及其后续步骤。

步骤308：主线程读取变频器的实时状态数据，并将实时状态数据写到数据库文件中，然后执行步骤318。

步骤309：第一辅助线程读取变频器的关键参数设置。

步骤310：第一辅助线程读取变频器的故障信息，并生成故障记录。

步骤311：第一辅助线程激活振动信号的跟踪（trace）触发功能，以获取变频器的高频电流信号。

步骤312：第一辅助线程激活故障触发功能，以获取变频器故障前最后保存的状态数据。

步骤313：结束第一辅助线程。

步骤314：第二辅助线程从数据库文件中读取实时状态数据和/或非实时状态数据。

步骤315：第二辅助线程针对读取的实时状态数据和/或非实时状态数据执行数据运算操作。

步骤316：第二辅助线程基于数据运算操作的结果，生成变频器的各项性能监控指标。比如，关键绩效指标、常用数据分析指标、故障历史分析指标、维护信息概览指标、保护信息概览指标或运行信息概览指标，等等。

步骤317：结束第二辅助线程，并结束本流程。

步骤318：主线程生成事件记录。

步骤319：结束主线程。

在针对图3所示流程的具体实现中，可以将边缘计算设备部署于现场设备（即变频器）附近的PC机上。PC机通过网络接口与变频器的PN通信接口连接。比如，通信协议为基于工业以太网的S7协议。一台PC机可以同时连接多达10台变频器。PC机中设置主线程、第一辅助线程和第二辅助线程。主线程快速采集实时状态数据，第一辅助线程定期采集变频器的非实时状态数据。将实时状态数据和非实时状态数据分别存储于PC机的Access数据库文件中。第二辅助线程对于数据库文件中的数据进行汇总处理，生成变频器的各项指标。PC机利用Power BI可视化工具对各项指标进行可视化，从而全面展示变频器各项指标。

图4是根据本发明实施方式的可视化的分析报表的示范性示意图。

在图4中：第一可视化分析报表41中展示了包含变频器的KPI结果的图表。第二可视化分析报表42中展示了包含变频器的常用数据分析指标的图表。第三可视化分析报表43中展示了包含变频器的故障历史分析指标的图表。第四可视化分析报表44中展示了包含变频器的状态信息概览指标的图表。其中，第四可视化分析报表44包含变频器维护信息概览指标441、变频器保护信息概览指标442和变频器运行信息概览指标443。

以上示范性描述了分析报表的典型实例，本领域技术人员可以意识到，这种描述仅是示范性的，并不用于限定本发明实施方式的保护范围。

图5是根据本发明实施方式的变频器的状态监控装置的结构图。该状态监控装置适用于部署在变频器侧的边缘计算设备，该装置500包括：

采集模块501，用于从与边缘计算设备连接的变频器采集变频器状态信息；

保存模块502，用于将变频器状态信息保存到数据库文件中；

分析模块503，用于对从数据库文件中获取的变频器状态信息执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表；

展示模块504，用于展示可视化的分析报表。

在一个实施方式中，采集模块501，用于执行下列中的至少一个：从与边缘计算设备连接的单个变频器，采集单个变频器的实时状态数据；从与边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集每个变频器的实时状态数据；从与边缘计算设备连接的单个变频器，采集单个变频器的非实时状态数据；从与边缘计算设备连接的多个变频器中的每个变频器，分别采集每个变频器的非实时状态数据。

在一个实施方式中，实时状态数据包括下列中的至少一个：变频器所驱动的电机的实时转速；变频器所驱动的电机的实时电流；变频器所驱动的电机的实时电压；变频器的直流母线电压；变频器的实时温度；非实时状态数据包括下列中的至少一个：包含变频器的最大允许输出电流、变频器的最大允许输出电压、变频器输出频率的上限幅值、变频器输出频率的下限幅值或变频器的启动转矩的变频器关键参数；变频器的故障信息；变频器的高频电流信号；变频器故障前最后保存的状态数据。

在一个实施方式中，采集模块501，用于当预定的采集时刻到达后，从与边缘计算设备连接的变频器采集非实时状态数据。

在一个实施方式中，采集模块501，用于使能主线程实时地从变频器采集实时状态数据；使能主线程当判定预定的采集时间到达后，激活第一辅助线程；使能第一辅助线程从变频器采集变频器关键参数或变频器的故障信息；使能第一辅助线程激活第二辅助线程；保存模块502，用于使能主线程将实时状态数据保存到数据库文件中；使能第一辅助线程将变频器关键参数或变频器的故障信息保存到数据库文件中；分析模块503，用于使能第二辅助线程从数据库文件中获取实时状态数据、变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项，并对实时状态数据、变频器关键参数或变频器的故障信息中的至少一项执行数据分析处理，以生成可视化的分析报表。

在一个实施方式中，分析模块503，用于执行下列中的至少一个：对实时状态数据、变频器关键参数和变频器的故障信息执行加权运算，以确定变频器的关键绩效指标；对实时状态数据执行数值运算，以确定变频器的常用数据分析指标；统计变频器的故障信息，以确定变频器的故障历史分析指标；基于实时状态数据和变频器关键参数，确定变频器的维护信息概览指标；基于变频器关键参数，确定变频器的保护信息概览指标；基于实时状态数据，确定变频器的运行信息概览指标。

本发明实施方式还提出了一种具有处理器-存储器架构的、变频器的状态监控装置。图6是根据本发明实施方式的具有处理器-存储器架构的、变频器的状态监控装置的结构图。

如图6所示，变频器的状态监控装置600包括处理器601、存储器602及存储在存储器602上并可在处理器601上运行的计算机程序，计算机程序被处理器501执行时实现如上任一种的变频器的状态监控方法。

其中，存储器602具体可以实施为电可擦可编程只读存储器（EEPROM）、快闪存储器（Flash memory）、可编程程序只读存储器（PROM）等多种存储介质。处理器601可以实施为包括一或多个中央处理器或一或多个现场可编程门阵列，其中现场可编程门阵列集成一或多个中央处理器核。具体地，中央处理器或中央处理器核可以实施为CPU或MCU或DSP，等等。

需要说明的是，上述各流程和各结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。各模块的划分仅仅是为了便于描述采用的功能上的划分，实际实现时，一个模块可以分由多个模块实现，多个模块的功能也可以由同一个模块实现，这些模块可以位于同一个设备中，也可以位于不同的设备中。

各实施方式中的硬件模块可以以机械方式或电子方式实现。例如，一个硬件模块可以包括专门设计的永久性电路或逻辑器件（如专用处理器，如FPGA或ASIC）用于完成特定的操作。硬件模块也可以包括由软件临时配置的可编程逻辑器件或电路（如包括通用处理器或其它可编程处理器）用于执行特定操作。至于具体采用机械方式，或是采用专用的永久性电路，或是采用临时配置的电路（如由软件进行配置）来实现硬件模块，可以根据成本和时间上的考虑来决定。

以上所述，仅为本发明的较佳实施方式而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。