



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118967112 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 24

(21) 申请号 202411443809.1

G06Q 50/06 (2024.01)

(22) 申请日 2024.10.16

H04Q 9/00 (2006.01)

G01R 31/34 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118967112 A

(56) 对比文件

CN 118572892 A, 2024.08.30

(43) 申请公布日 2024.11.15

审查员 史开元

(73) 专利权人 成都信息工程大学

地址 610225 四川省成都市西南航空港经济开发区学府路一段24号

(72) 发明人 郭继文

(74) 专利代理机构 南京新诚汇知识产权代理事务
所(普通合伙) 32661

专利代理师 邵玉凤

(51) Int. Cl.

G06Q 10/20 (2023.01)

G06Q 10/063 (2023.01)

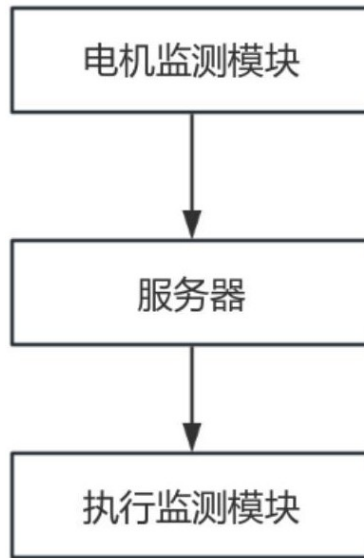
权利要求书4页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种工业物联网的电机故障监测系统

(57) 摘要

本发明公开了一种工业物联网的电机故障监测系统,涉及电机故障监测技术领域,本发明对工业设备中的所有电机的运行数据进行采集,并分析各电机是否出现故障,当出现故障时,并根据故障电机所配置位置的情况,分析故障电机是否需要配置备份电机,若需要配置,选择适合的备份电机,并根据各故障电机的运行数据,分析维护类型,生成电机维护单,在维护人员进行维护时,对维护人员进行监测,提高电机故障监测分析结果的准确性和故障发现的及时性,降低维修难度和成本,同时对需要配置备份电机的位置选择备份电机,在降低备份电机的成本的同时,提高备份电机性能的稳定性和安全性,减少设备停机的时长。



1.一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,包括:电机监测模块、服务器和执行监测模块;

电机监测模块,用于采集工业设备中各电机的运行数据和环境数据,并发送至服务器中;

服务器,用于接收各电机的运行数据,分析各电机是否故障,若存在至少一个电机故障,则将故障的各电机记为各故障电机,并获取设备电机的功能数据和历史监测记录,根据各故障电机的环境数据,分析各故障电机是否需要配置备份电机,并将需要配置备份电机的各故障电机记为标记电机,同时选择各标记电机对应备份电机,然后生成电机维护单,发送给维护人员;

所述分析各故障电机是否需要配置备份电机,具体过程如下:

从设备电机的历史监测记录中获取各故障电机的配置位置、各配置位置对应的各次历史环境数据、各配置位置中各历史电机的故障次数、各配置位置中各历史电机的各次维护时长和各配置位置中各历史电机的实际寿命;从设备电机的功能数据中获取各配置位置电机对应的控制任务;

将各配置位置电机对应的控制任务与设备控制中心设置的关键控制任务集合进行对比,若某配置位置电机对应的控制任务与关键控制任务集合中某关键控制任务相同,则表明该配置位置的电机的类别为一类电机,反之则表明该配置位置的电机标为二类电机,以此获取各配置位置电机的类别;

根据各故障电机对应的环境数据、各配置位置对应的各次历史环境数据和各故障电机的配置位置,分析各配置位置的环境状态系数;环境状态系数包含1和-1的数值,当某配置位置的环境状态系数为1时,表明该配置位置的环境正常,当某配置位置的环境状态系数为-1时,表明该配置位置的环境异常;

根据各配置位置中各历史电机的故障次数、各配置位置中各历史电机的各次维护时长和各配置位置中各历史电机的实际寿命,分析各配置位置中电机的损耗系数;损耗系数包含1和-1的数值,当某配置位置中电机的损耗系数为-1时,表明该配置位置的电机易损坏,当某配置位置汇总电机的损耗系数为1时,表明该配置位置的电机不易损坏;

根据各配置位置电机的类别、各配置位置的环境状态系数、各配置位置中电机的损耗系数和各故障电机的配置位置,确认各故障电机是否需要配置备份电机;

所述分析各配置位置中电机的损耗系数,具体过程如下:

从电机故障监测系统的电机记录中获取各配置位置中各历史电机的参考寿命和极限故障次数,分别记为 N_{ig} 和 G_{ig} , i 表示各配置位置的编号, g 表示各历史电机的编号, i 和 g 均为正整数;

将各配置位置中各历史电机的各次维护时长累加,得到各配置位置中各历史电机的总维护时长,记为 T_{ig} ;

利用损耗系数分析模型的表达式:

$$\beta_i = \begin{cases} 1, & \frac{1}{f} * \sum_{g=1}^f \left(\frac{N_{ig} - N'_{ig}}{N_{ig}} * \varepsilon_1 + \frac{G_{ig} - G'_{ig}}{G_{ig}} * \varepsilon_2 \right)^{\frac{T_{ig}}{T}} < \chi \\ -1, & \frac{1}{f} * \sum_{g=1}^f \left(\frac{N_{ig} - N'_{ig}}{N_{ig}} * \varepsilon_1 + \frac{G_{ig} - G'_{ig}}{G_{ig}} * \varepsilon_2 \right)^{\frac{T_{ig}}{T}} \geq \chi \end{cases}, \quad \text{得到第} i \text{个配}$$

置位置中电机的损耗系数 β_i ,式中, f 表示历史电机总数量, N'_{ig} 、 G'_{ig} 分别表示第*i*个配置位置中第*g*个历史电机的实际寿命、故障次数, T 表示历史电机的平均寿命, ε_1 、 ε_2 分别为预设的寿命的比例系数、故障次数的比例系数, χ 为预设的参考损耗评估系数;

所述确认各故障电机是否需要配置备份电机,具体过程为:

根据各故障电机的配置位置,得到各故障电机的类别;若某故障电机的类别为一类电机,且该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数存在至少一个为-1,则表明该故障电机需要配置备份电机;若该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数均为1,则表明该故障电机不需要配置备份电机;

若某故障电机的类别为二类电机,而该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数均为-1,则表明该故障电机需要配置备份电机;若该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数存在至少一个为1,则表明该故障电机不需要配置备份电机,以此确认各故障电机是否需要配置备份电机;

执行监测模块,用于当维护人员进行电机维护时,收集维护人员的维护数据,监测维护人员的维护情况,同时执行相应的监测操作。

2. 根据权利要求1所述的一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,所述分析各电机是否故障,具体过程如下:

从设备控制中心获取各电机的安全运行数据区间,将各电机的运行数据与其对应的安全运行数据区间进行对比,若某电机的运行数据不在其对应的安全运行数据区间内,则表明该电机故障,反之则表明该电机没有故障,以此方式分析各电机是否故障。

3. 根据权利要求1所述的一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,所述分析各配置位置的环境状态系数,具体过程如下:

从设备控制中心中获取工业设备运行的参考环境运行数据区间,基于各故障电机对应的环境数据和配置位置,得到各配置位置的环境数据,并与各配置位置对应的各次历史环境数据进行平均值计算,得到各配置位置的平均环境数据;

$$\text{根据环境状态分析模型表达式: } \alpha_i = \begin{cases} 1, & H_i \in H' \\ -1, & H_i \notin H' \end{cases}, \quad \text{得到第} i \text{个配置位置的环境}$$

状态系数 α_i ,式中, H_i 表示第*i*个配置位置的平均环境数据, H' 表示工业设备运行的参考环境运行数据区间, i 表示各配置位置的编号, i 为正整数。

4. 根据权利要求1所述的一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,所述选择各标记电机对应备份电机,具体过程如下:

获取各标记电机的规格,并提取电机故障监测系统中各电机对应的使用参数和价格,

从各电机的使用参数中获取规格、安全运行环境数据区间、参考寿命和极限故障次数；

将各电机与各配置位置中各历史电机进行对比,若某电机与某配置位置中某历史电机相同,则将该历史电机的实际寿命、故障次数和总维护时长作为该电机的实际寿命、故障次数和总维护时长,以此获取各电机的各实际寿命、各故障次数和各总维护时长,并进行均值计算,得到各电机的平均实际寿命、平均故障次数和平均维护时长；

将各标记电机的规格与各电机的规格进行对比,将与各标记电机规格差小于预设规格差的各电机作为各一筛电机,并将各标记电机对应配置位置的平均环境数据与各一筛电机的安全运行环境数据区间进行对比,若某标记电机对应配置位置的平均环境数据在某一筛电机的安全运行环境数据区间内,则将该一筛电机作为该标记电机的二筛电机,由此得到各标记电机的各二筛电机；

提取各标记电机对应各二筛电机参考寿命、极限故障次数、平均实际寿命、平均故障次数、平均维护时长和价格,计算各标记电机对应各二筛电机的优先值,选择优先值第一的二筛电机作为各标记电机的备份电机。

5. 根据权利要求4所述的一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,所述计算各标记电机对应各二筛电机的优先值,具体过程如下:

将各标记电机对应各二筛电机参考寿命、极限故障次数、平均实际寿命、平均故障次数、平均维护时长和价格分别记为 N_{qr} 、 G_{qr} 、 N'_{qr} 、 G'_{qr} 、 T'_{qr} 和 D_{qr} , q 表示各标记电机对应的编号, r 表示各二筛电机的编号, q 和 r 均为正整数;

利用优先值计算表达式:

$$\delta_{qr} = \left(\frac{N'_{qr} - N_{qr}}{N_{qr}} * \varepsilon_1 + \frac{G'_{qr} - G_{qr}}{G_{qr}} * \varepsilon_2 \right) * \left(\frac{1}{e} \right)^{\frac{T'_{qr}}{T'} * \eta_1 + \frac{D_{qr}}{D} * \eta_2}, \text{ 得到第 } q \text{ 个标记电}$$

机对应第 r 个二筛电机的优先值 δ_{qr} ,式中, T' 、 D 分别表示二筛电机的参照维护时长、参照价格, e 表示自然常数, ε_1 、 ε_2 分别为预设的寿命的比例系数、故障次数的比例系数, η_1 、 η_2 分别为预设的维护时长的比例系数、价格的比例系数。

6. 根据权利要求1所述的一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,所述生成电机维护单,具体过程如下:

提取各故障电机的运行数据,对各故障电机进行分类,获取各故障电机的故障类型,并从设备电机的历史监测记录中获取各故障电机的已运行寿命、历史故障次数、各次历史故障的故障类型以及各次历史故障的维修时长,然后确认各故障电机的维护类型;

获取维护类型为更换电机的各故障电机的配置位置,作为各标记位置,并根据更换电机的各故障电机更换电机,得到各标记位置的更换电机;然后提取维护类型为维修电机的各故障电机的配置位置作为各标注位置;同时提取各标记电机的配置位置,记为各标识位置,并根据各标记电机的备份电机,得到各标识位置的备份电机;

然后将各标记位置的更换电机、各标注位置以及各标识位置的备份电机导入预设的电机维护单模板中,生成电机维护单。

7. 根据权利要求6所述的一种工业物联网的电机故障监测系统,其特征在于,所述监测维护人员的维护情况,具体过程如下:

从维护人员的维护数据中获取各标记位置的实际更换电机的图像、各标注位置的维修时长以及各标识位置的实际备份电机的实际图像；

从电机故障监测系统中获取各标记位置的更换电机的特征图像和各标识位置备份电机的特征图像；并获取各标记位置的参考维修时长；

将各标记位置的实际更换电机的图像、各标注位置的维修时长和各标识位置的实际备份电机的实际图像分别与各标记位置的更换电机的特征图像、各标记位置的参考维修时长和各标识位置备份电机的特征图像对应对比，监测得到维护人员对应的维护情况，维护情况包括更换是否异常、维修是否异常或备份配置是否异常。

一种工业物联网的电机故障监测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电机故障监测技术领域,具体涉及一种工业物联网的电机故障监测系统。

背景技术

[0002] 工业物联网是将物联网技术应用于工业环境中的一种方式。通过将工业设备、传感器、控制系统和数据分析结合起来,推动工业过程的智能化和自动化,电机作为工业设备的核心动力源,其运行状态直接影响整个生产线的效率和产能。通过对电机智能化的故障监测,可以及时发现并处理电机故障,从而提高生产效率,同时降低人工成本。

[0003] 传统的维护方式往往是定期检修或者是将采集电机的运行数据与历史数据进行对比,判断电机是否出现故障,而传统的维护方式至少具有以下不足:1、定期检修可能无法及时发现潜在故障,导致故障扩大,增加维修难度和成本,而对于多电机的工业设备,不同电机驱动不同的部件以及所处的环境不同,因此不同位置每次更换时所选择的电机的型号和规模等不一定相同,导致在运行时的运行数据也不一定相同,因此仅与历史数据对比,无法提高故障监测结果的精准性。

[0004] 2、对于多电机的工业设备而言,如果某些电机负责执行关键任务,例如生产线的核心驱动,或者由于安装位置或环境条件而导致故障率较高的电机需要备用品,以便在发生故障时能够迅速替换,减少设备停机的时长,从而降低生产损失,但传统技术中,并没有对电机配置位置中历史电机的历史数据以及电机的功能进行分析,无法了解每个电机配置位置的情况,也无法为关键的位置配置备份电机,无法在电机发生故障时迅速替换,减少设备停机的时长,从而增加生产损失,另一方面,在选择备份电机时,备份电机的规格与电机的规模应该相似,确保在更换备份电机时不需要进行大规模的改动或调整,同时需要考虑成本和性能,降低电机运行的成本和风险,但传统技术缺乏对电机的规格、成本和性能等多方面的分析,然后选择备份电机,无法降低备份电机运行的成本以及安全性,同时无法在更换备份电机时,保障备份电机运行的顺畅性,从而影响工业设备的生产效率。

发明内容

[0005] 针对上述存在的技术不足,本发明的目的在于提供一种工业物联网的电机故障监测系统。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:本发明提供一种工业物联网的电机故障监测系统,包括:电机监测模块、服务器和执行监测模块。

[0007] 电机监测模块,用于采集工业设备中各电机的运行数据和环境数据,并发送至服务器中。

[0008] 服务器,用于接收各电机的运行数据,分析各电机是否故障,若存在至少一个电机故障,则将故障的各电机记为各故障电机,并获取设备电机的功能数据和历史监测记录,根据各故障电机的环境数据,分析各故障电机是否需要配置备份电机,并将需要配置备份电

机的各故障电机记为标记电机,同时选择各标记电机对应备份电机,然后生成电机维护单,发送给维护人员。

[0009] 执行监测模块,用于当维护人员进行电机维护时,收集维护人员的维护数据,监测维护人员的维护情况,同时执行相应的监测操作。

[0010] 本发明的有益效果在于:本发明提供了一种工业物联网的电机故障监测系统,对工业设备中的所有电机的运行数据进行采集,并分析各电机是否出现故障,当出现故障时,并根据故障电机所配置位置的情况,分析故障电机是否需要配置备份电机,若需要配置,选择适合的备份电机,并根据各故障电机的运行数据,分析维护类型,生成电机维护单,在维护人员进行维护时,对维护人员进行监测,解决了传统技术中电机故障监测的不足,提高电机故障监测分析结果的准确性和故障发现的及时性,降低维修难度和成本,同时对需要配置备份电机的位置选择备份电机,在降低备份电机的成本的同时,提高备份电机性能的稳定性和安全性,在电机发生故障时迅速替换,减少设备停机的时长,从而减少生产损失,此外对维护人员的行为进行监测,确保维护过程的透明性,保障电机维护的质量和效果。

附图说明

[0011] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0012] 图1为本发明系统结构连接示意图。

具体实施方式

[0013] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0014] 请参阅图1所示,一种工业物联网的电机故障监测系统,包括:电机监测模块、服务器和执行监测模块。

[0015] 电机监测模块,用于采集工业设备中各电机的运行数据和环境数据,并发送至服务器中。

[0016] 需要说明的是,在工业设备的各电机中布设多种传感器采集各电机的运行数据和环境数据,其中,运行数据包括振动频率和噪音量等;环境数据包括环境温度和灰尘浓度等。多种传感器包括但不限于振动传感器、噪声传感器、温度传感器和粉尘浓度传感器。

[0017] 工业设备包括但不限于工业风机、机床和装载机,工业风机使用多个电机来驱动不同的风扇或叶轮,以实现空气循环、通风或排风;机床配备多个电机用于不同的轴向运动、进给动作和主轴驱动;装载机内部装备有多个电机,用于驱动不同的液压系统、运动装置和工作装置。

[0018] 服务器,用于接收各电机的运行数据,分析各电机是否故障,若存在至少一个电机故障,则将故障的各电机记为各故障电机,并获取设备电机的功能数据和历史监测记录,根

据各故障电机的环境数据,分析各故障电机是否需要配置备份电机。

[0019] 上述中,设备电机的功能数据和历史监测记录均存储在电机故障监测系统中,功能数据包括各配置位置电机对应的控制任务,其中控制任务为驱动部位,例如机床配备多个电机用于不同的轴向运动、进给动作和主轴驱动,因此机床中各电机的控制任务包括轴向运动、进给动作和主轴驱动。历史监测记录包括但不限于各故障电机的配置位置、各配置位置对应的各次历史环境数据、各配置位置中各历史电机的故障次数、各配置位置中各历史电机的各次维护时长和各配置位置中各历史电机的实际寿命。

[0020] 在一个具体的实施例中,所述分析各电机是否故障,具体过程如下:从设备控制中心获取各电机的安全运行数据区间,将各电机的运行数据与其对应的安全运行数据区间进行对比,若某电机的运行数据不在其对应的安全运行数据区间内,则表明该电机故障,反之则表明该电机没有故障,以此方式分析各电机是否故障。

[0021] 在另一个具体的实施例中,所述分析各故障电机是否需要配置备份电机,具体过程如下:从设备电机的历史监测记录中获取各故障电机的配置位置、各配置位置对应的各次历史环境数据、各配置位置中各历史电机的故障次数、各配置位置中各历史电机的各次维护时长和各配置位置中各历史电机的实际寿命;从设备电机的功能数据中获取各配置位置电机对应的控制任务。

[0022] 将各配置位置电机对应的控制任务与设备控制中心设置的关键控制任务集合进行对比,若某配置位置电机对应的控制任务与关键控制任务集合中某关键控制任务相同,则表明该配置位置的电机的类别为一类电机,反之则表明该配置位置的电机标为二类电机,以此获取各配置位置电机的类别。

[0023] 根据各故障电机对应的环境数据、各配置位置对应的各次历史环境数据和各故障电机的配置位置,分析各配置位置的环境状态系数;环境状态系数包含1和-1的数值,当某配置位置的环境状态系数为1时,表明该配置位置的环境正常,当某配置位置的环境状态系数为-1时,表明该配置位置的环境异常。

[0024] 上述中,所述分析各配置位置的环境状态系数,具体过程如下:从设备控制中心中获取工业设备运行的参考环境运行数据区间,基于各故障电机对应的环境数据和配置位置,得到各配置位置的环境数据,并与各配置位置对应的各次历史环境数据进行平均值计算,得到各配置位置的平均环境数据。

[0025] 根据环境状态分析模型表达式: $\alpha_i = \begin{cases} 1 & , H_i \in H' \\ -1 & , H_i \notin H' \end{cases}$, 得到第i个配置位置

的环境状态系数 α_i , 式中, H_i 表示第i个配置位置的平均环境数据, H' 表示工业设备运行的参考环境运行数据区间, i 表示各配置位置的编号, i 为正整数。

[0026] 根据各配置位置中各历史电机的故障次数、各配置位置中各历史电机的各次维护时长和各配置位置中各历史电机的实际寿命,分析各配置位置中电机的损耗系数;损耗系数包含1和-1的数值,当某配置位置中电机的损耗系数为-1时,表明该配置位置的电机易损坏,当某配置位置汇总电机的损耗系数为1时,表明该配置位置的电机不易损坏。

[0027] 上述中,所述分析各配置位置中电机的损耗系数,具体过程如下:从电机故障监测

系统的电机记录中获取各配置位置中各历史电机的参考寿命和极限故障次数,分别记为 N_{ig} 和 G_{ig} , i 表示各配置位置的编号, g 表示各历史电机的编号, i 和 g 均为正整数。

[0028] 将各配置位置中各历史电机的各次维护时长累加,得到各配置位置中各历史电机的总维护时长,记为 T_{ig} 。

[0029] 利用损耗系数分析模型的表达式:

$$\beta_i = \begin{cases} 1 & , \frac{1}{f} * \sum_{g=1}^f \left(\frac{N_{ig} - N'_{ig}}{N_{ig}} * \varepsilon_1 + \frac{G_{ig} - G'_{ig}}{G_{ig}} * \varepsilon_2 \right)^{\frac{T_{ig}}{T}} < \chi \\ -1 & , \frac{1}{f} * \sum_{g=1}^f \left(\frac{N_{ig} - N'_{ig}}{N_{ig}} * \varepsilon_1 + \frac{G_{ig} - G'_{ig}}{G_{ig}} * \varepsilon_2 \right)^{\frac{T_{ig}}{T}} \geq \chi \end{cases}, \text{得到第 } i$$

个配置位置中电机的损耗系数 β_i , 式中, f 表示历史电机总数量, N'_{ig} 、 G'_{ig} 分别表示第 i 个配置位置中第 g 个历史电机的实际寿命、故障次数, T 表示历史电机的平均寿命, ε_1 、 ε_2 分别为预设的寿命的比例系数、故障次数的比例系数, χ 为预设的参考损耗评估系数。

[0030] 其中, 历史电机的平均寿命为各配置位置中各历史电机的总维护时长通过均值计算得到的。

[0031] 进一步地, 寿命的比例系数、故障次数的比例系数设定过程为: 将各配置位置中各历史电机的实际寿命进行差值计算, 选择最大差值作为各配置位置的寿命差, 并选择最小实际寿命作为各配置位置的最小寿命, 将各配置位置的寿命差除以最小寿命, 得到各配置位置的寿命波动值, 然后进行均值计算, 得到电机平均寿命波动值。

[0032] 将各配置位置中各历史电机的故障次数进行差值计算, 选择最大差值作为各配置位置的故障次数差, 并选择最大故障次数作为各配置位置的最大故障次数, 将各配置位置的故障次数差除以最大故障次数, 得到各配置位置的故障次数波动值, 然后进行均值计算, 得到电机平均故障次数波动值。

[0033] 将电机平均寿命波动值除以电机平均寿命波动值与电机平均故障次数波动值总和, 得到寿命的比例系数, 将电机平均故障次数波动值除以电机平均寿命波动值与电机平均故障次数波动值总和, 得到故障次数的比例系数。

[0034] 需要说明的是, 参考损耗评估系数用于评判配置位置对电机的损耗是否过大的临界值, 由工业设备的工程师设置数值; 损耗系数分析模型的表达式中

$$\frac{1}{f} * \sum_{g=1}^f \left(\frac{N_{ig} - N'_{ig}}{N_{ig}} * \varepsilon_1 + \frac{G_{ig} - G'_{ig}}{G_{ig}} * \varepsilon_2 \right)^{\frac{T_{ig}}{T}}$$

的计算结果为第 i 个配置位置中电机的损耗评估系数; 例如: 当第 i 个配置位置中电机的损耗评估系数为 18, 参考损耗评估系数为 23, $18 < 23$, 表明第 i 个配置位置对电机的损耗不大。

[0035] 根据各配置位置电机的类别、各配置位置的环境状态系数、各配置位置中电机的损耗系数和各故障电机的配置位置,确认各故障电机是否需要配置备份电机。

[0036] 上述中,所述确认各故障电机是否需要配置备份电机,具体过程为:根据各故障电机的配置位置,得到各故障电机的类别;若某故障电机的类别为一类电机,且该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数存在至少一个为-1,则表明该故障电机需要配置备份电机;若该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数均为1,则表明该故障电机不需要配置备份电机。

[0037] 若某故障电机的类别为二类电机,而该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数均为-1,则表明该故障电机需要配置备份电机;若该故障电机对应配置位置的环境状态系数与损耗系数存在至少一个为1,则表明该故障电机不需要配置备份电机,以此确认各故障电机是否需要配置备份电机。

[0038] 服务器,还用于将需要配置备份电机的各故障电机记为标记电机,同时选择各标记电机对应备份电机,然后生成电机维护单,发送给维护人员。

[0039] 在一个具体的实施例中,所述选择各标记电机对应备份电机,具体过程如下:获取各标记电机的规格,并提取电机故障监测系统中各电机对应的使用参数和价格,从各电机的使用参数中获取规格、安全运行环境数据区间、参考寿命和极限故障次数。

[0040] 将各电机与各配置位置中各历史电机进行对比,若某电机与某配置位置中某历史电机相同,则将该历史电机的实际寿命、故障次数和总维护时长作为该电机的实际寿命、故障次数和总维护时长,以此获取各电机的各实际寿命、各故障次数和各总维护时长,并进行均值计算,得到各电机的平均实际寿命、平均故障次数和平均维护时长;

[0041] 将各标记电机的规格与各电机的规格进行对比,将与各标记电机规格差小于预设规格差的各电机作为各一筛电机,并将各标记电机对应配置位置的平均环境数据与各一筛电机的安全运行环境数据区间进行对比,若某标记电机对应配置位置的平均环境数据在某一筛电机的安全运行环境数据区间内,则将该一筛电机作为该标记电机的二筛电机,由此得到各标记电机的各二筛电机。

[0042] 其中,预设规格差由工业设备工程师设置。

[0043] 提取各标记电机对应各二筛电机参考寿命、极限故障次数、平均实际寿命、平均故障次数、平均维护时长和价格,计算各标记电机对应各二筛电机的优先值,选择优先值第一的二筛电机作为各标记电机的备份电机。

[0044] 上述中,所述计算各标记电机对应各二筛电机的优先值,具体过程如下:将各标记电机对应各二筛电机参考寿命、极限故障次数、平均实际寿命、平均故障次数、平均维护时长和价格分别记为 N_{qr} 、 G_{qr} 、 N'_{qr} 、 G'_{qr} 、 T'_{qr} 和 D_{qr} , q 表示各标记电机对应的编号, r 表示各二筛电机的编号, q 和 r 均为正整数。

[0045] 利用优先值计算表达式:

$$\delta_{qr} = \left(\frac{N'_{qr} - N_{qr}}{N_{qr}} * \varepsilon_1 + \frac{G'_{qr} - G_{qr}}{G_{qr}} * \varepsilon_2 \right) * \left(\frac{1}{e} \right)^{\frac{T'_{qr}}{T'} * \eta_1 + \frac{D_{qr}}{D} * \eta_2}, \text{得到第 } q \text{ 个标记}$$

电机对应第 r 个二筛电机的优先值 δ_{qr} , 式中, T' 、 D 分别表示二筛电机的参照维护时长、参照价格, e 表示自然常数, ε_1 、 ε_2 分别为预设的寿命的比例系数、故障次数的比例系数, η_1 、 η_2 分别为预设的维护时长的比例系数、价格的比例系数。

[0046] 其中, 二筛电机的参照维护时长、参照价格分别由各标记电机对应各二筛电机的平均维护时长和价格通过均值计算得到。

[0047] 需要说明的是, 维护时长的比例系数、价格的比例系数的设置过程为: 将各标记电机对应各二筛电机的平均维护时长通过差值计算, 并选择最大平均维护时长差作为维护时长差, 并选取最小平均维护时长作为参考维护时长, 将维护时长差除以参考维护时长, 得到维护时长波动值; 同理将各标记电机对应各二筛电机的价格通过差值计算, 选择最大价格差作为价格差, 并选择最小价格作为参考价格, 将价格差除以参考价格, 得到价格波动值; 将维护时长波动值除以维护时长波动值与价格波动值总和, 得到维护时长的比例系数, 将价格波动值除以维护时长波动值与价格波动值总和, 得到价格的比例系数。

[0048] 在另一个具体的实施例中, 所述生成电机维护单, 具体过程如下: 提取各故障电机的运行数据, 对各故障电机进行分类, 获取各故障电机的故障类型, 并从设备电机的历史监测记录中获取各故障电机的已运行寿命、历史故障次数、各次历史故障的故障类型以及各次历史故障的维修时长, 然后确认各故障电机的维护类型。

[0049] 上述中, 对各故障电机进行分类, 具体如下: 从各故障电机的运行数据中获取各种运行数据, 并从各电机的安全运行数据区间中获取各种运行数据安全区间, 当某电机中某种运行数据不在该种运行数据安全区间内, 则表明该电机该种运行数据异常, 并基于电机故障监测系统中存储的各种运行数据异常对应的故障类型, 得到该电机的故障类型, 以此对各故障电机进行分类。

[0050] 例如: 各种运行数据包括振动频率和噪音量等, 安全运行数据区间包括振动频率安全区间和噪音量安全区间等, 当某电机中振动频率不在振动频率安全区间内, 则表明该电机振动频率异常, 电机故障监测系统中存储振动频率异常对应的故障类型为转子不平衡故障, 则该电机的故障类型则为转子不平衡故障。

[0051] 其中: 故障类型包括转子不平衡故障和轴承故障等。

[0052] 上述中, 确认各故障电机的维护类型, 具体过程如下: 根据各故障电机的已运行寿命和历史故障次数, 计算各故障电机的可用系数, 可用系数包含1和-1的数值, 当可用系数为1时, 表明故障电机可用性较大, 反之则表明可用性较小。

[0053] 其中, 可用系数的表达式为:
$$\varphi_a = \begin{cases} 1 & , \frac{N'_a}{N_a} * \varepsilon_1 + \frac{G'_a}{G_a} * \varepsilon_2 < \phi \\ -1 & , \frac{N'_a}{N_a} * \varepsilon_1 + \frac{G'_a}{G_a} * \varepsilon_2 \geq \phi \end{cases}, \text{式}$$

中, φ_a 、 N_a 、 N'_a 、 G_a 、 G'_a 分别表示第 a 个故障电机的可用系数、参考寿命、已运行寿命、极限故障次数、历史故障次数, ϕ 表示预设的可用评估系数阈值, 从电机记录中获取各故障电机的参考寿命和极限故障次数, a 表示各故障电机的编号, a 为正整数。

[0054] 上述中,可用评估系数阈值用于评判故障电机可用性情况的临界值,由工业设备的

的工程师设置,例如:表达式中 $\frac{N'_a}{N_a} * \varepsilon_1 + \frac{G'_a}{G_a} * \varepsilon_2$ 的分析结果为第a个故障电机的可用

评估系数,当第a个故障电机的可用评估系数为8,可用评估系数阈值为5, $8 > 5$,表明第a个故障电机已使用寿命占比和故障次数占比较大,故障电机可用性较小。

[0055] 根据各故障电机各历史故障的故障类型以及各次历史故障的维修时长,计算各故障电机的维修影响系数,维修影响系数包含1和-1的数值,当维修成本系数为1时,则表明维修的影响较小,反之则表明维修的影响较大。

[0056] 上述中,计算各故障电机的维修影响系数的具体过程如下:将各故障电机对应的故障类型与各故障电机各次历史故障的故障类型进行对比,若故障类型相同,则将历史故障的维修时长作为参考维修时长,由此得到各故障电机的各维修时长,并进行均值计算,得到的结果作为各故障电机的停机时长,从设备控制中心获取工业设备的许可停机时长,记

为T1,利用维修影响系数的表达式: $\psi_a = \begin{cases} 1 & , T_a < T1 \\ -1 & , T_a \geq T1 \end{cases}$,得到第a个故障电机的维

修影响系数 ψ_a ,式中 T_a 表示第a个故障电机的停机时长。

[0057] 当某故障电机的可用系数和维修影响系数存在至少一个为-1时,则表明该故障电机的维护类型为更换电机,当某故障电机的可用系数和维修影响系数均为1时,则表明该故障电机的维护类型为维修电机,由此确认各故障电机的维护类型。

[0058] 获取维护类型为更换电机的各故障电机的配置位置,作为各标记位置,并根据更换电机的各故障电机更换电机,得到各标记位置的更换电机;然后提取维护类型为维修电机的各故障电机的配置位置作为各标注位置;同时提取各标记电机的配置位置,记为各标识位置,并根据各标记电机的备份电机,得到各标识位置的备份电机。

[0059] 然后将各标记位置的更换电机、各标注位置以及各标识位置的备份电机导入预设的电机维护单模板中,生成电机维护单。

[0060] 执行监测模块,用于当维护人员进行电机维护时,收集维护人员的维护数据,监测维护人员的维护情况,同时执行相应的监测操作。

[0061] 上述中,维护数据包括各标记位置的实际更换电机的图像、各标注位置的维修时长以及各标识位置的实际备份电机的实际图像。

[0062] 上述中,在维护人员每进行一个电机维护时,需要通过用户端进入电机故障监测系统,点击开始维护,同时输入维护电机的配置位置,并在维护完,拍摄电机图像上传至电机故障监测系统中,并电机完成维护,将开始维护至完成维护之间的时长作为维修时长,将各标记位置和各标识位置与每次维护电机的配置位置进行对比,若某标记位置与某次维护电机的配置位置相同,则将该次维护电机结束后拍摄的电机图像作为各标记位置的实际更换电机的图像,同理若某标识位置与某次维护电机的配置位置相同,则将该次维护电机结束后拍摄的电机图像作为该标识位置的实际备份电机的实际图像,以此收集维护人员的维护数据。

[0063] 在一个具体的实施例中,所述监测维护人员的维护情况,具体过程如下:从维护人员的维护数据中获取各标记位置的实际更换电机的图像、各标注位置的维修时长以及各标识位置的实际备份电机的实际图像。

[0064] 从电机故障监测系统中获取各标记位置的更换电机的特征图像和各标识位置备份电机的特征图像;并获取各标记位置的参考维修时长。

[0065] 上述中,从各故障电机的停机时长中提取各标记位置中故障电机的停机时长,作为参考维修时长。从各故障电机的各维修时长中提取各标记位置中故障电机的各维修时长,将各标记位置中故障电机的各维修时长进行差值计算,并选择最大时长差,作为各标记位置的许可时长差。

[0066] 将各标记位置的实际更换电机的图像、各标注位置的维修时长和各标识位置的实际备份电机的实际图像分别与各标记位置的更换电机的特征图像、各标记位置的参考维修时长和各标识位置备份电机的特征图像对应对比,监测得到维护人员对应的维护情况,维护情况包括更换是否异常、维修是否异常或备份配置是否异常。

[0067] 上述中,将各标记位置的实际更换电机的图像和各标识位置的实际备份电机的实际图像分别与各标记位置的更换电机的特征图像和各标识位置备份电机的特征图像通过图像对比技术进行对比,若某标记位置的实际更换电机的图像和更换电机的特征图像不相同,则维护人员对应的维护情况为更换异常,反之维护人员对应的维护情况为更换正常;若某标识位置的实际备份电机的实际图像与备份电机的特征图像不相同,则维护人员对应的维护情况为备份配置异常,反之则维护人员对应的维护情况为备份配置正常。

[0068] 将各标注位置的维修时长与参考维修时长进行对比,若某标注位置的维修时长与参考维修时长之间的差值大于许可时长差,则表明维护人员对应的维护情况为维修异常,反之则表明维护人员对应的维护情况为维修正常。

[0069] 当维护人员对应的维护情况为更换异常时,在显示器中显示更换异常提示信号,当维护人员对应的维护情况备份配置异常,在显示器中显示备份配置异常提示信号,当维护人员对应的维护情况为维修异常,在显示器中显示维修异常提示信号。

[0070] 本实施例通过对工业设备中的所有电机的运行数据进行采集,并分析各电机是否出现故障,当出现故障时,并根据故障电机所配置位置的情况,分析故障电机是否需要配置备份电机,若需要配置,选择适合的备份电机,并根据各故障电机的运行数据,分析维护类型,生成电机维护单,在维护人员进行维护时,对维护人员进行监测,解决了传统技术中电机故障监测的不足,提高电机故障监测分析结果的准确性和故障发现的及时性,降低维修难度和成本,同时对需要配置备份电机的位置选择备份电机,在降低备份电机的成本的同时,提高备份电机性能的稳定性和安全性,在电机发生故障时迅速替换,减少设备停机的时长,从而减少生产损失,此外对维护人员的行为进行监测,确保维护过程的透明性,保障电机维护的质量和效果。

[0071] 以上内容仅仅是对本发明的构思所作的举例和说明,所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离发明的构思或者超越本说明书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

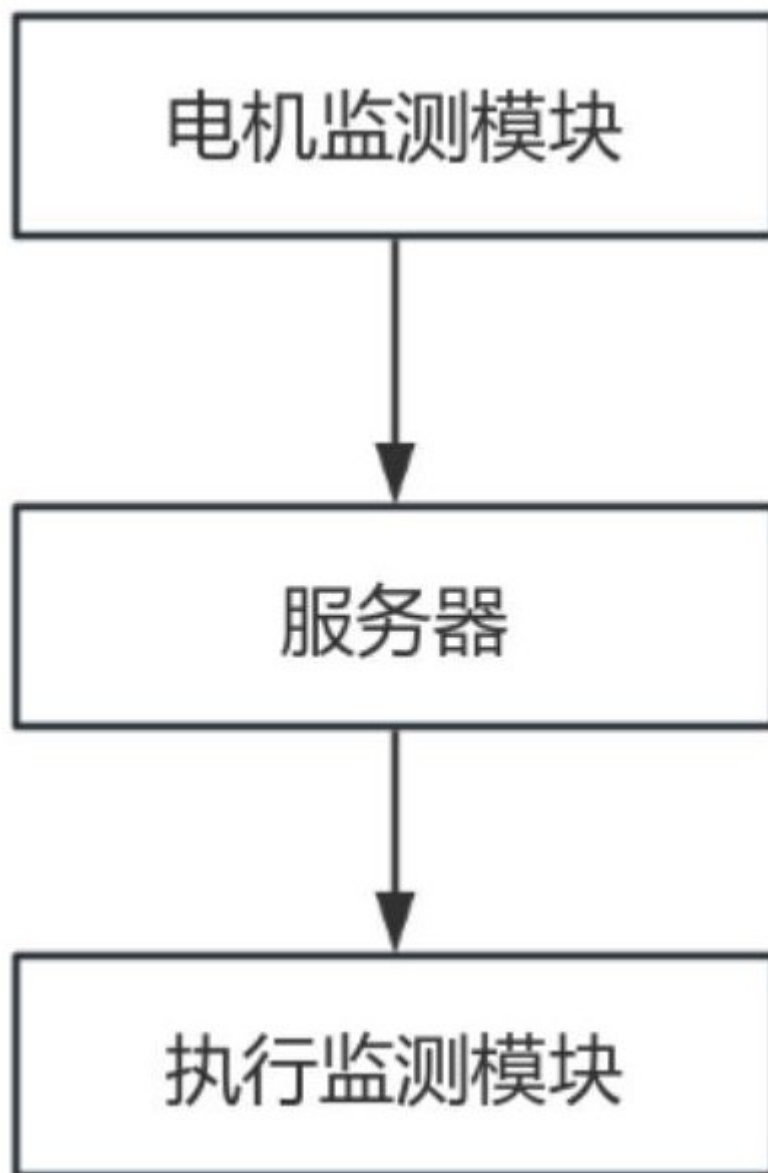


图 1