



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106295698 A

(43)申请公布日 2017. 01. 04

(21)申请号 201610659525.5

(22)申请日 2016.08.11

(71)申请人 南京国电南自电网自动化有限公司

地址 211106 江苏省南京市江宁经济技术  
开发区水阁路39号

(72)发明人 檀庭方 李靖霞 王涛 吴世伟  
张哲 王紫东 刘文彪 纪陵

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限  
公司 32224

代理人 董建林

(51)Int.Cl.

G06K 9/62(2006.01)

H02S 50/00(2014.01)

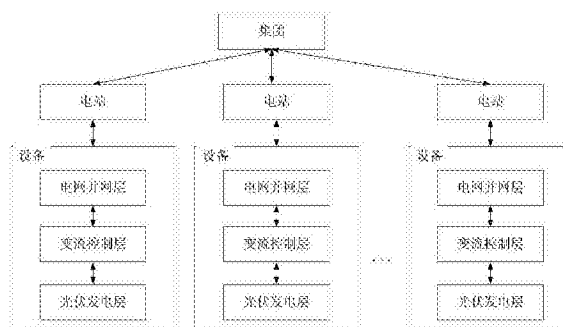
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

### (54)发明名称

一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法

### (57)摘要

本发明公开了一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,包括:将光伏电站集中运维管理对象分为集团层管理对象、电站层管理对象、设备层管理对象;提取电站层管理对象和设备层管理对象的关键KPI作为特征量,根据管理对象的所属层级及设备的重要度设置各特征量的特征权重;然后,对分层模型中各管理对象的特征量根据权重进行归一化处理,得出集中运维各层的归一化值;再次,根据各层管理对象的归一化值与该层最优归一化值的相似度来判断该层设备是否故障,并通过层层递进比对的方式最终定位故障位置。本发明适用于光伏发电集团对旗下光伏电站进行集中运维系统中,在故障诊断时具有通用的适应性,且该方法直观易用,能快速定位故障位置,可有效提高运维效率,节约运维成本。



1. 一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:将光伏电站集中运维管理对象分为集团层管理对象、电站层管理对象、设备层管理对象;

步骤二:提取电站层管理对象和设备层管理对象的关键KPI作为特征量,根据运维管理对象的所属层级及设定的设备重要度设置各特征量的权重;

步骤三:根据各特征量的权重计算得到运维管理对象的权重,获得各光伏电站每层所有管理对象的权重;

步骤四:对各光伏电站每层所有管理对象的权重进行归一化处理,得到每层所有管理对象的权重归一化值;

步骤五:将所有电站层管理对象的权重归一化值进行比较,找出权重归一化值最优的光伏电站;

步骤六:设定各光伏电站每层的管理对象的权重归一化值与最优光伏电站中对应层的管理对象的权重归一化值的差值阈值范围,当差值超出该范围,则界定该光伏电站的该层管理对象有故障;

步骤七:对界定出来有故障的光伏电站的该层管理对象进行下一层的管理对象的权重归一化值与最优的光伏电站的对应层的管理对象的权重归一化值进行比较,直至设备层,通过计算设备层各类设备的权重归一化值与最优的光伏电站的设备层对应类设备的权重归一化值的差值,从而确定某个设备故障,实现故障定位;

步骤八:反复执行步骤六和七,实现所有光伏电站的所有故障设备的定位。

2. 根据权利要求1所述的一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,其特征在于:所述设备层管理对象还被分为电网并网层管理对象、变流控制层管理对象和光伏发电层管理对象。

3. 根据权利要求2所述的一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,其特征在于:所述步骤六和步骤七具体为:

(1)找出电站层管理对象的权重归一化值与最优光伏电站中对应层的管理对象权重归一化值差值超出设定的差值阈值范围的光伏电站,界定此光伏电站的电站层管理对象有故障;

(2)将此光伏电站的电网并网层管理对象的权重归一化值与最优的光伏电站的电网并网层管理对象的权重归一化值比较,当差值超出设定的差值阈值范围,则界定出该光伏电站的电网并网层管理对象有故障,分别比较电网并网层各设备的权重归一化值,找到电网并网层设备权重归一化值与最优光伏电站并网层相应设备的权重归一化值差值超过设定差值阈值范围的设备,标定为故障设备;

如果差值未超出设定范围,则进行该光伏电站中变流控制层管理对象的归一化值与最优的光伏电站的该层管理对象的权重归一化值比较,当差值超出设定范围,则界定该光伏电站的变流控制层管理对象有故障,分别比较变流控制层各设备的权重归一化值,找到变流控制层设备权重归一化值与最优光伏电站变流控制层相应设备的权重归一化值差值超过设定阈值范围的设备,标定为故障设备;

如果差值未超出设定范围,则进行该光伏电站中光伏发电层管理对象的归一化值与最

优的光伏电站的该层管理对象的归一化值比较,当差值超出设定范围,则界定该光伏电站的光伏发电层管理对象有故障,分别比较光伏发电层各设备的权重归一化值,找到光伏发电层设备权重归一化值与最优光伏电站光伏发电层相应设备的权重归一化值差值超过设定阈值范围的设备,标定为故障设备。

4.根据权利要求3所述的一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,其特征在于:所述步骤二中,所述电站层管理对象的关键KPI包括:光伏电站的发电量、电站PR、安全运行天数、设备故障数量、两票完成率、缺陷总数;所述设备层管理对象的关键KPI包括设备故障数量、设备缺陷数量、离散率;所述变流控制层管理对象的关键KPI还包括:逆变器PR、等效利用小时数、逆变器损耗;光伏发电层管理对象的关键KPI还包括发电效率。

5.根据权利要求1或4所述的一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,其特征在于:所述每个管理对象的权重由该管理对象的所有关键KPI及各KPI的权重,求和计算得到。

## 一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于新能源技术领域,具体涉及一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法。

### 背景技术

[0002] 当前,光伏产业快速发展,预计到2020年我国光伏装机累计将达到150GW。由于其行业的开放性,光伏行业都已基本形成集团化运营的模式,一个集团下辖多个光伏电站。而且随着政策和市场的利好,不断地有企业集团进入光伏行业,集团下各光伏电站建成之后,最大的问题就是运维,为了提高发电量,降低运维成本,每个企业集团都需要对下辖的光伏电站进行集中运维。而集中运维将面临着集团化运营后带来的电站、设备数量众多所引起的精益化管理及高效低成本运维的问题。

[0003] 当前的智能光伏电站运维工作中,设备的故障定位,缺少有效的手段和方法,主要还是依靠运维人员的经验,效率低下而且成本相对较高。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提出一种智能光伏电站故障诊断方法。

[0005] 实现上述技术目的,达到上述技术效果,本发明通过以下技术方案实现:

[0006] 一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤一:将光伏电站集中运维管理对象分为集团层管理对象、电站层管理对象、设备层管理对象;

[0008] 步骤二:提取电站层管理对象和设备层管理对象的关键KPI作为特征量,根据运维管理对象的所属层级及设定的设备重要度设置各特征量的权重;

[0009] 步骤三:根据各特征量的权重计算得到运维管理对象的权重,获得各光伏电站每层所有管理对象的权重;

[0010] 步骤四:对各光伏电站每层所有管理对象的权重进行归一化处理,得到每层所有管理对象的权重归一化值;

[0011] 步骤五、将所有电站层管理对象的权重归一化值进行比较,找出权重归一化值最优的光伏电站;

[0012] 步骤六:设定各光伏电站每层的管理对象的权重归一化值与最优光伏电站中对应层的管理对象的权重归一化值的差值阈值范围,当差值超出该范围,则界定该光伏电站的该层管理对象有故障;

[0013] 步骤七:对界定出来有故障的光伏电站的该层管理对象进行下一层的管理对象的权重归一化值与最优的光伏电站的对应层的管理对象的权重归一化值进行比较,直至设备层,通过计算设备层各类设备的权重归一化值与最优的光伏电站的设备层对应类设备的权重归一化值的差值,从而确定某个设备故障,实现故障定位;

[0014] 步骤八、反复执行步骤六和七,实现所有光伏电站的所有故障设备的定位。

[0015] 所述设备层管理对象还被分为电网并网层管理对象、变流控制层管理对象和光伏发电层管理对象。

[0016] 所述步骤六和步骤七具体为：

[0017] (1)找出电站层管理对象的权重归一化值与最优光伏电站中对应层的管理对象权重归一化值差值超出设定的差值阈值范围的光伏电站,界定此光伏电站的电站层管理对象有故障；

[0018] (2)将此光伏电站的电网并网层管理对象的权重归一化值与最优的光伏电站的电网并网层管理对象的权重归一化值比较,当差值超出设定的差值阈值范围,则界定出该光伏电站的电网并网层管理对象有故障,分别比较电网并网层各设备的权重归一化值,找到电网并网层设备权重归一化值与最优光伏电站并网层相应设备的权重归一化值差值超过设定差值阈值范围的设备,标定为故障设备；

[0019] 如果差值未超出设定范围,则进行该光伏电站中变流控制层管理对象的归一化值与最优的光伏电站的该层管理对象的权重归一化值比较,当差值超出设定范围,则界定该光伏电站的变流控制层管理对象有故障,分别比较变流控制层各设备的权重归一化值,找到变流控制层设备权重归一化值与最优光伏电站变流控制层相应设备的权重归一化值差值超过设定阈值范围的设备,标定为故障设备；

[0020] 如果差值未超出设定范围,则进行该光伏电站中光伏发电层管理对象的归一化值与最优的光伏电站的该层管理对象的归一化值比较,当差值超出设定范围,则界定该光伏电站的光伏发电层管理对象有故障,分别比较光伏发电层各设备的权重归一化值,找到光伏发电层设备权重归一化值与最优光伏电站光伏发电层相应设备的权重归一化值差值超过设定阈值范围的设备,标定为故障设备。

[0021] 所述步骤二中,所述电站层管理对象的关键KPI包括:光伏电站的发电量、电站PR、安全运行天数、设备故障数量、两票完成率、缺陷总数;所述设备层管理对象的关键KPI包括设备故障数量、设备缺陷数量、离散率;所述变流控制层管理对象的关键KPI还包括:逆变器PR、等效利用小时数、逆变器损耗;光伏发电层管理对象的关键KPI还包括发电效率。

[0022] 所述每个管理对象的权重由该管理对象的所有关键KPI及各KPI的权重,求和计算得到。

[0023] 本发明的有益效果：

[0024] 本发明适用于光伏发电集团对旗下光伏电站进行集中运维系统中,在故障诊断时具有通用的适应性,且该方法直观易用,能快速定位故障位置,可有效提高运维效率,节约运维成本。

[0025] 本发明的智能光伏电站故障诊断方法,对于当前集团化运营智能光伏电站集中运维进行故障诊断时具有普遍的适应性,具有一定的推广意义。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明一种实施例的伏电站集中运维系统管理对象分层结构关系图。

[0027] 图2为本发明一种实施例的基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法流程图。

## 具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0029] 下面结合附图对本发明的应用原理作详细的描述。

[0030] 一种基于分层KPI相似度的智能光伏电站故障诊断方法,包括以下步骤:

[0031] 步骤一:将光伏电站集中运维管理对象分为集团层管理对象、电站层管理对象、设备层管理对象;KPI(Key Performance Indicators),是行业的基本术语,代表关键绩效指标。

[0032] 在本发明的一种实施例中,集团层管理对象主要就是指各个光伏发电集团,电站管理对象主要就是指集团下的所有光伏电站;所述设备层管理对象还被分为电网并网层管理对象、变流控制层管理对象和光伏发电层管理对象,电网并网层设备主要包括光伏电站升压站的设备,具体有升压变压器,保护装置,测控装置等;变流控制层设备包括逆变器,汇流箱;光伏发电层设备主要指光伏阵列;

[0033] 对附图1中不同的层次,其具体的含义不同,在集团层和电站层,分别指“集团”、“电站”,对设备层管理对象而言,分别指该层的所有的设备。

[0034] 步骤二:提取电站层管理对象和设备层管理对象的关键KPI作为特征量,根据运维管理对象的所属层级及设定的设备重要度设置各特征量的权重;

[0035] 在本发明的一种实施例中,所述电站层管理对象的关键KPI包括:光伏电站的发电量、电站PR、安全运行天数、设备故障数量、两票完成率、缺陷总数;所述设备层管理对象的关键KPI包括设备故障数量、设备缺陷数量、离散率,变流控制层管理对象的关键KPI还包括:逆变器PR、等效利用小时数、逆变器损耗;光伏发电层管理对象的关键KPI还包括发电效率;

[0036] 设备的重要度可以分几个等级:非常重要、重要、一般、不重要,各个设备的各种KPI也可以设置类似的KPI占比,比如第一个KPI占30%,第二个10%,第三个5%.....总共不超过100%。

[0037] 上述只是本发明的一种实施例中的关键KPI的选择,在本发明的其他实施例中,可以根据不同用户的实际需求来设置。

[0038] 步骤三:根据各特征量的权重计算得到管理对象的权重,获得各光伏电站每层所有管理对象的权重;

[0039] 在本发明的一种实施例中,所述每个管理对象的权重由对该管理对象的所有关键KPI值及对应的KPI的权重相乘后求和计算得到。

[0040] 步骤四:对各光伏电站每层所有管理对象的权重进行归一化处理,得到每层所有管理对象的权重归一化值;

[0041] 在本发明的一种实施例中,归一化方法采用通用的算法,比如,线性函数归一化方法,基本思想如下:线性函数将原始数据线性化的方法转换到[0 1]的范围,归一化公式如下:

$$[0042] \quad X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

[0043] 该方法实现对原始数据的等比例缩放,其中 $X_{\text{norm}}$ 为归一化后的数据, $X$ 为原始数据, $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ 分别为原始数据集的最大值和最小值;

[0044] 步骤五、将所有电站层管理对象的权重归一化值进行比较,找出权重归一化值最优的光伏电站;下述的步骤六~八都是基于步骤五而进行的;

[0045] 步骤六:设定各光伏电站每层的管理对象的权重归一化值与最优光伏电站中对应层的管理对象的权重归一化值的差值阈值范围,当差值超出该阈值范围,则界定该光伏电站的该层管理对象有故障;

[0046] 步骤七:对界定出来有故障的光伏电站的该层管理对象进行下一层的管理对象的权重归一化值与最优的光伏电站的对应层的管理对象的权重归一化值进行比较,直至设备层,通过计算设备层各类设备的权重归一化值与最优的光伏电站的设备层对应类设备的权重归一化值的差值,从而确定某个设备故障,实现故障定位;

[0047] 步骤八、反复执行步骤六和步骤七,实现所有光伏电站的所有故障设备的定位。

[0048] 所述步骤六和步骤七具体为:

[0049] (1)找出电站层管理对象的权重归一化值与最优光伏电站中对应层的管理对象权重归一化值差值超出设定的差值阈值的光伏电站,界定此光伏电站的电站层管理对象有故障;

[0050] (2)将此光伏电站的电网并网层管理对象的权重归一化值与最优的光伏电站的电网并网层管理对象的权重归一化值比较,当差值超出设定的差值阈值范围,则界定出该光伏电站的电网并网层管理对象有故障,分别比较电网并网层各设备的权重归一化值,找到电网并网层设备权重归一化值与最优光伏电站并网层相应设备的权重归一化值差值超过设定差值阈值范围的设备,标定为故障设备;

[0051] 如果差值未超出设定范围,则进行该光伏电站中变流控制层管理对象的归一化值与最优的光伏电站的该层管理对象的权重归一化值比较,当差值超出设定范围,则界定该光伏电站的变流控制层管理对象有故障,分别比较变流控制层各设备的权重归一化值,找到变流控制层设备权重归一化值与最优光伏电站变流控制层相应设备的权重归一化值差值超过设定阈值范围的设备,标定为故障设备;

[0052] 如果差值未超出设定范围,则进行该光伏电站中光伏发电层管理对象的归一化值与最优的光伏电站的该层管理对象的归一化值比较,当差值超出设定范围,则界定该光伏电站的光伏发电层管理对象有故障,分别比较光伏发电层各设备的权重归一化值,找到光伏发电层设备权重归一化值与最优光伏电站光伏发电层相应设备的权重归一化值差值超过设定阈值范围的设备,标定为故障设备。

[0053] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

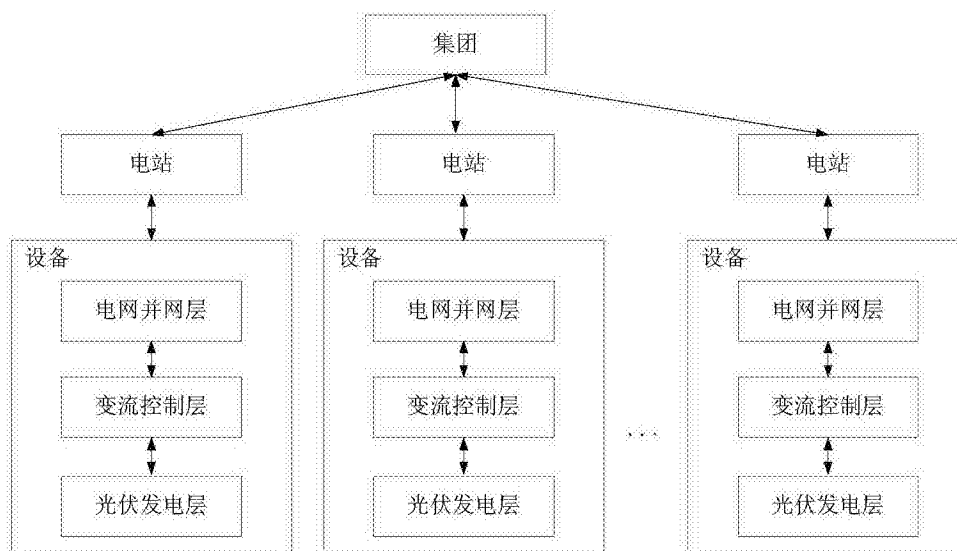


图1

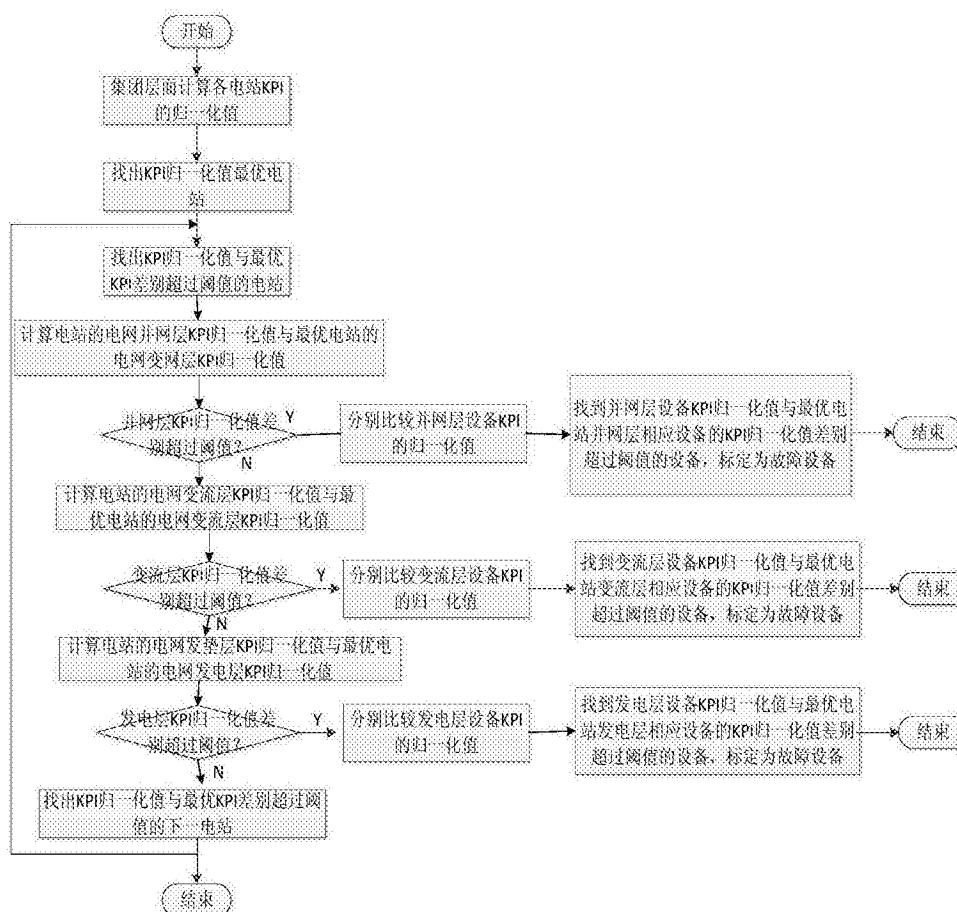


图2