



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112001511 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 27

(21) 申请号 202010947189.0

(22) 申请日 2020.09.10

(71) 申请人 上海安格企业管理咨询有限公司
地址 201611 上海市松江区车墩镇莘莘路
32号3147

(72) 发明人 常峰 李帅

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有
限公司 37105

代理人 王敏

(51) Int. Cl.

G06Q 10/00 (2012.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

G06K 9/62 (2006.01)

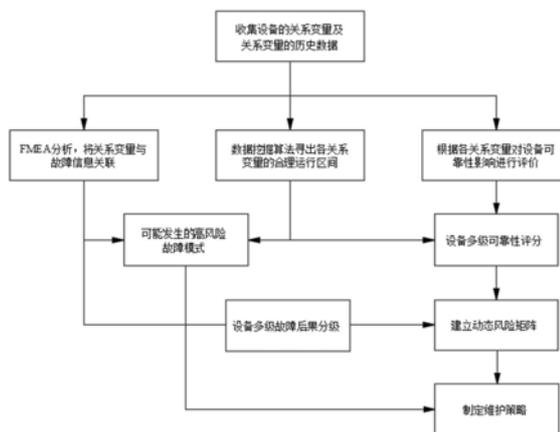
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备

(57) 摘要

本发明公开了一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备,涉及设备管理技术领域。所述方法包括:收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息相关联;利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,然后根据动态风险矩阵制定维修策略。本申请采用FMEA分析及数据挖掘方法,基于多级可靠性分级及多级故障后果分级建立动态风险矩阵,解决了现有的静态风险矩阵不能随着设备运行状态的变化而进行动态风险评价的问题,可以更有效地规避风险、避免高风险故障的发生。



1. 基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,其特征在于,包括以下步骤:
收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;
对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息关联;
利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;
基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,然后根据动态风险矩阵制定维修策略。
2. 根据权利要求1所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,其特征在在于,所述基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,包括下述步骤:
根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性评分;
根据设备发生故障的严重程度进行多级故障后果分级;
将多级可靠性评分及多级故障后果分别作为横纵坐标建立动态风险矩阵。
3. 根据权利要求2所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,其特征在在于,所述根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性评分,包括下述步骤:
将设备满足其固有可靠性时的总分值设置为Z;
分析各关系变量对设备可靠性的影响,将各关系变量发生劣化时对设备可靠性影响的分值设置为X;
在总分值Z中将劣化的分值X扣除得到设备的可靠性评分,然后对可靠性评分进行多级分级。
4. 根据权利要求1所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,其特征在在于,所述数据挖掘算法,包括Tukey's Test算法、DBSCAN算法及K均值聚类算法。
5. 根据权利要求1所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,其特征在在于,所述对设备进行FMEA分析,包括分析设备的故障模式、故障模式的关系变量、故障原因、故障后果及故障处理措施中的几项或全部信息。
6. 根据权利要求1所述的一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,其特征在在于,所述收集设备的关系变量及关系变量的历史数据,包括收集设备的机械运行参数及操作运行参数,并获取相关运行参数半年及以上的历史数据。
7. 基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价系统,其特征在在于,所述系统包括:
数据收集单元,用于收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;
FMEA分析单元,用于对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息关联;
数据挖掘分析单元,利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;
风险矩阵建立单元,基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵;
维修策略制定单元,基于FMEA分析及动态风险矩阵制定维修策略。
8. 根据权利要求7所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价系统,其特征在在于,所述风险矩阵建立单元包括:
可靠性分级模块,根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性分级;

故障后果分级模块,根据设备发生故障的严重程度进行多级故障后果分级;

动态风险矩阵建立模块,基于多级可靠性分级及多级故障后果分级,分别将其作为横纵坐标建立动态风险矩阵。

9. 根据权利要求8所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价系统,其特征在于,所述可靠性分级模块根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性分级,具体包括:将设备满足其固有可靠性时的总分值设置为 Z ,各关系变量发生劣化时对设备可靠性影响的分值设置为 X ,在总分值 Z 中扣除劣化的分值 X 得到设备的可靠性评分,然后对可靠性评分进行多级分级。

10. 一种计算机设备,其特征在于,包括:至少一个处理器,以及与所述处理器通信连接的至少一个存储器;

所述存储器存储有可在处理器上运行的程序指令;

所述处理器调用所述程序指令能够执行如权利要求1至6中任一项所述的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法的具体步骤。

基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及设备管理技术领域,具体来说涉及一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备。

背景技术

[0002] 以可靠性为中心的维修(Reliability Centered Maintenance,RCM)是目前国内外认可度较高的一种设备维修策略方法,其综合考虑经济性和可靠性优化设备维修,以消耗最少的维修资源保持设备固有的可靠性和安全性水平。在该方法中,设备的可靠性通常采用可靠度来表征,目前已有多种可靠度计算模型,例如威布尔分布、指数分布、正态分布等。通常先将设备的历史检维修或故障数据进行梳理验证其满足何种分布规律,然后计算出分布模型中的相关参数以得到相应的设备可靠度或平均故障间隔等可靠性指标,并以此实施状态维修。上述方法存在的不足之处在于,获得完整且准确的故障数据往往存在一定困难,即使能够获得较为完善的故障数据,采用数学模型计算出的设备可靠度也往往只能反映设备发生故障的概率,不能很好的反映设备的真实状态。

[0003] 另一方面,国内相关企业在实施RCM的过程中,通常需要建立设备的风险矩阵,即利用设备发生故障的概率和发生故障的后果评价设备的风险,并分别利用不同的颜色代表不同风险的大小,如图1中所示,以此辨别高风险设备,进而在日常管理中重点关注,避免高风险的发生。由于这种对设备风险的评价方法所建立的是一个静态风险矩阵,不会随着设备运行状态的变化而进行动态的风险评价,因此存在设备风险过高或过低的问题,同时无法判断设备的何种故障模式为高风险,以至于不能合理的制定设备风险管理方案,不能有效地规避风险。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备,通过采用FEMA分析及数据挖掘方法,并基于设备可靠性与故障后果建立动态风险矩阵,确保设备可靠度判断的准确性,避免高风险故障的发生。

[0005] 为实现上述目的,本发明公开了如下技术方案:

[0006] 本发明一方面提供一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法,所述方法包括以下步骤:

[0007] 收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;

[0008] 对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息相关联;

[0009] 利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;

[0010] 基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,然后根据动态风险矩阵制定维修策略。

[0011] 基于上述方案,进一步的,所述基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,包括下述步骤:

[0012] 根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性评分;

[0013] 根据设备发生故障的严重程度进行多级故障后果分级;

[0014] 将多级可靠性评分及多级故障后果分别作为横纵坐标建立动态风险矩阵。

[0015] 进一步的,上述步骤中,所述根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性评分,包括下述步骤:

[0016] 将设备满足其固有可靠性时的总分值设置为Z;

[0017] 分析各关系变量对设备可靠性的影响,并将各关系变量发生劣化时对设备可靠性影响的分值设置为X;

[0018] 在总分值Z中将劣化的分值X扣除得到设备的可靠性评分,然后对可靠性评分进行多级分级。

[0019] 作为优选,所述数据挖掘算法包括Tukey's Test算法、DBSCAN算法及K均值聚类算法。

[0020] 作为优选,所述对设备进行FMEA分析,包括分析设备的故障模式、故障模式的关系变量、故障原因、故障后果及故障处理措施等故障相关信息中的某几项或者全部信息。

[0021] 进一步的,所述收集设备的关系变量及关系变量的历史数据,包括收集设备的机械运行参数及操作运行参数等设备相关信息,并获取相关运行参数半年及以上的历史数据。

[0022] 本发明另一方面提供一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价系统,所述系统包括:

[0023] 数据收集单元,用于收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;

[0024] FMEA分析单元,用于对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息相关联;

[0025] 数据挖掘分析单元,用于利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;

[0026] 风险矩阵建立单元,基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵;

[0027] 维修策略制定单元,基于FMEA分析及动态风险矩阵制定维修策略。

[0028] 基于上述系统,进一步的,所述风险矩阵建立单元包括:

[0029] 可靠性分级模块,用于根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性分级;

[0030] 故障后果分级模块,用于根据设备发生故障的严重程度进行多级故障后果分级;

[0031] 动态风险矩阵建立模块,基于多级可靠性分级及多级故障后果分级,分别将其作为横纵坐标建立动态风险矩阵。

[0032] 进一步的,所述可靠性分级模块对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性分级,具体包括:将设备满足其固有可靠性时的总分值设置为Z,将各关系变量发生劣化时对设备可靠性影响的分值设置为X,在总分值Z中将劣化的分值X扣除得到设备的可靠性评分,然后对可靠性评分进行多级分级。

[0033] 此外,本发明还提供一种计算机设备,所述计算机设备包括:至少一个处理器,以

及与所述处理器通信连接的至少一个存储器；

[0034] 所述存储器存储有可在处理器上运行的程序指令；

[0035] 所述处理器调用所述程序指令能够执行如上所述的一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法的具体步骤。

[0036] 发明内容中提供的效果仅仅是实施例的效果，而不是发明所有的全部效果，上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点或有益效果：

[0037] 1、本申请实施例提供的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备，通过利用数据挖掘方法寻出设备各监测参数的合理运行区间，并与实时运行参数进行比较进行设备可靠性状态的判断，确保了设备可靠度判断的准确性，解决了现有技术中设备可靠度的计算需要依靠设备的历史检维修或故障数据建立数学模型而导致的计算结果不准确的问题。

[0038] 2、本申请实施例提供的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备，基于各监测参数对设备可靠性的影响及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵，以此动态评价设备风险及故障模式风险，实时地确定需要重点维修维护的设备及其高风险故障，解决了现有的静态风险矩阵不能随着设备运行状态的变化而进行动态风险评价的问题，从而更有效地规避风险，避免高风险故障的发生。

[0039] 3、本申请实施例提供的基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法、系统和设备，通过FMEA分析将关系变量与故障信息相关联，在设备动态风险矩阵评价完毕后便可获知引起设备风险较高的故障模式或原因，实现高风险设备的高风险故障模式判断，并给出相应的处理措施，有利于快速控制风险。

附图说明

[0040] 此处的附图被并入说明书中并构成说明书的一部分，示出了符合本申请的实施例，并与说明书一起用于解释本申请的原理。

[0041] 图1为采用现有技术建立的某行业设备的风险矩阵；

[0042] 图2为本申请实施例提供的一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法流程示意图；

[0043] 图3为本申请实施例基于五级可靠性评分及五级故障后果建立的动态风险矩阵示意图；

[0044] 图4为本申请实施例以三台设备为例生成的动态风险矩阵示意图；

[0045] 图5为本申请实施例提供的一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价系统结构示意图；

[0046] 图6为图5中风险矩阵建立单元的结构示意图；

[0047] 图7为本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

具体实施方式

[0048] 为使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案，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,都应当属于本发明保护的范围。

[0049] 图2示出了本发明实施例提供的一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价方法流程示意图。

[0050] 参照图2,本方法的实现步骤如下:

[0051] 收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;

[0052] 具体的,在本步骤中,收集设备的关系变量,包括设备的机械运行参数,例如振动、温度、噪声及功率等,以及设备的操作运行参数,例如生产相关的工艺参数、流量、压力及腐蚀介质的浓度等,并获取这些运行参数半年及以上的历史数据。

[0053] 对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息关联;

[0054] 在本步骤中,对设备进行FMEA分析,包括分析设备的故障模式、判断故障模式的关系变量、故障原因、故障发生的后果及故障处理措施等中相关信息,通过FMEA分析将关系变量与故障信息关联,从而在设备风险矩阵评价完毕后即可获知引起设备风险较高的故障模式或原因。

[0055] 利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;

[0056] 具体的,在本步骤中,所利用的数据挖掘算法,例如可以是Tukey's Test算法、DBSCAN(Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise,密度的聚类方法)或者K均值聚类算法等,但不仅限于所列举的算法。基于运行参数的历史数据,通过数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数、操作参数进行比较,分析各参数值是否存在异常。

[0057] 基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,然后根据动态风险矩阵制定维修策略;

[0058] 具体的,基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵,首先根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性评分,其评分原则如下:将设备满足其固有可靠性时的总分值设置为Z;分析各关系变量对设备可靠性的影响,将各关系变量发生劣化时对设备可靠性影响的分值设置为X;在总分值Z中将劣化的分值X扣除得到设备的可靠性评分,然后对可靠性评分进行多级分级。例如,假定设备满足其固有可靠性时的总分值为100分,各关系变量发生劣化时所扣除的分值按照其对设备可靠性影响的大小进行设置,在扣除相应分值后得到的分数即为当前设备的可靠性评分,然后对可靠性评分进行分级,例如,可将可靠性评分按照下述设置分为五级,即L1:100分,L2:90-99分,L3:80-89分,L4:60-79分,L5:60分以下。

[0059] 接下来,根据设备发生故障的严重程度进行多级故障后果分级,例如可以将设备的故障后果分为五级,分别采用A、B、C、D、E表示,且故障后果依次严重。然后将多级可靠性评分及多级故障后果分别作为横、纵坐标建立动态风险矩阵,例如可以采用不同的颜色表示设备风险的不同,相应色块中显示属于对应风险区域的设备名称及设备数量。以上述五级可靠性评分及五级故障后果为例,将五级可靠性评分作为横坐标、五级故障后果作为纵坐标,建立动态可靠性风险矩阵,如图3中所示。进一步的,基于上述FMEA分析和动态风险矩阵,确定重点维护维修设备,并根据相关设备可能要发生的故障模式和故障原因制定维修

策略,快速控制风险。

[0060] 下面,以电厂的汽轮机、磨煤机和省煤器设备为例,对上述实施例方法的应用过程进行更为详尽的描述。

[0061] 收集相关设备的关系变量,如表1所示(仅对部分关系变量进行示意)。

[0062] 表1设备部分关系变量

[0063]

设备名称	关系变量	设备名称	关系变量	设备名称	关系变量
汽轮机	#1 轴承相对振动(X向)	磨煤机	主电机绕组 U 温度	空预器	一次风进出口压差
	#1 轴承左前上部温度		减速机输入轴内侧温度		二次风进出口压差
	低压轴封供汽温度		减速机推力轴承温度		进出口烟气压差
	主蒸汽温度		主电机轴承温度		出口烟温
	高压缸膨胀左右偏差		减速机 X 向振动		出口含氧量
	高压缸胀差		出口风粉混合物温度		支撑轴承温度
	转子偏心率		润滑油进口油温		入口烟气温度

[0064] 以汽轮机为例进行FMEA分析,建立设备FMEA表,如表2所示,其它设备的FMEA分析过程与汽轮机相同。

[0065] 表2汽轮机FMEA分析

[0066]

设备名称	故障模式	关系变量判据	故障后果	处理措施
汽轮机	轴承振动大	#1 轴承相对振动(X向)超限	D(大轴弯曲)	加强监测,必要时停机检查。
	轴承温度高	#1 轴承左前上部温度超限	D(机组跳闸)	控制油箱温度和压力,必要时停

[0067]

				机检查。
	转子碰磨	低压轴封供气温度超限	D(机组跳闸)	控制轴封供汽温度
	超高压转子振动大	主蒸汽温度超限	D(机组跳闸)	控制主蒸汽温度
	汽缸变形	高压缸膨胀左右偏差超限	D(机组跳闸)	加强监测,必要时停机检查。
	高压缸胀差大	高压缸胀差超限	D(机组跳闸)	加强监测,必要时停机检查。
	转子受力不均	转子偏心率超限	D(大轴弯曲)	加强监测,必要时停机检查。

[0068] 收集汽轮机、磨煤机、空预器近一年以来的关系变量历史数据,并利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,即设备正常运行时的关系变量范围。下面以汽轮机的轴封供汽温度为例,采用上述五级可靠性评分及五级故障后果进行动态风险评价。假设通过数据挖掘算法寻出该值的合理区间为[150,190]℃,而该值的当前实时温度值为200℃,由于汽轮机为电厂主要设备且轴封供汽温度高对汽轮机的可靠性运行影响很大,所以暂设

扣掉的可靠性分值为40分,则当前汽轮机的可靠性评分为L4:60分,假设磨煤机和空预器的各关系变量运行良好,且磨煤机发生故障的后果为B,空预器发生故障的后果为C,则得到动态风险矩阵如图4所示。

[0069] 由图4可以看出,汽轮机位于深色区域,属于高风险设备,需要进行重点维护。此时通过FMEA分析可以知道汽轮机的高风险来自轴封供汽温度过高,应调整减温水阀门并控制轴封供汽温度。

[0070] 图5示出了本申请实施例提供的一种基于数据挖掘的设备可靠性及动态风险评价系统结构示意图,该系统可适用于计算机设备。

[0071] 参照图5,本实施例系统包括:

[0072] 数据收集单元1,用于收集设备的关系变量及关系变量的历史数据;

[0073] FMEA分析单元2,用于对设备进行FMEA分析,将关系变量与故障信息关联;

[0074] 数据挖掘分析单元3,利用数据挖掘算法寻出各关系变量的合理运行区间,并与实时参数进行比较,分析各参数值是否存在异常;

[0075] 风险矩阵建立单元4,基于各关系变量对设备可靠性的影响以及设备发生故障的严重程度建立动态风险矩阵;

[0076] 维修策略制定单元5,基于FMEA分析及动态风险矩阵制定维修策略。

[0077] 具体的,如图6所示,上述系统中,所述风险矩阵建立单元4包括:

[0078] 可靠性分级模块41,根据各关系变量对设备可靠性影响的大小进行多级可靠性分级;

[0079] 故障后果分级模块42,根据设备发生故障的严重程度进行多级故障后果分级;

[0080] 动态风险矩阵建立模块43,基于多级可靠性分级及多级故障后果分级,分别将其作为横纵坐标建立动态风险矩阵。

[0081] 关于本系统实施例中的各种单元、模块等,均可以作为程序模块存储在存储器中,由处理器执行存储在存储器中的上述程序单元模块以实现相应的功能,关于各程序单元模块及其组合所实现的功能,以及所达到的技术效果,可以参照上述方法实施例相应部分的描述,在此不再赘述。

[0082] 图7示出了本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。如图所示,所述计算机设备包括输入单元10、存储器20、处理器30以及输出单元40。其中存储器20存储有可在处理器30上运行的程序指令,处理器30调用程序指令能够执行上述方法实施例中的方法,输入单元10、存储器20、处理器30及输出单元40相互之间可以通过通信总线进行数据交互。关于各单元及其组合所实现的功能,以及所达到的技术效果,可以参照上述方法实施例相应部分的描述,在此不再赘述。

[0083] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限定本发明,对于本技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下所作的任何修改、改进和等同替换等,均包含在本发明的保护范围内。

安全风险矩阵		发生的可能性等级—从不可能到频繁发生 \longrightarrow							
		1	2	3	4	5	6	7	8
事故严重性等级 (从轻到重) \downarrow	后果等级	类似的事件没有在石油石化行业发生过,且发生的可能性很低	类似的事件没有在石油石化行业发生过	类似事件在石油石化行业发生过	类似的事件在中国石化曾经发生过	类似的事件发生过或者可能在多个相似设备设施的使用寿命中发生	在设备设施的使用寿命内可能发生1或2次	在设备设施的使用寿命内可能发生多次	在设备设施中经常发生(至少每年发生)
		$<10^{-6}$ /年	$10^{-6}\cdot 10^{-5}$ /年	$10^{-5}\cdot 10^{-4}$ /年	$10^{-4}\cdot 10^{-3}$ /年	$10^{-3}\cdot 10^{-2}$ /年	$10^{-2}\cdot 10^{-1}$ /年	$10^{-1}\cdot 1$ /年	≥ 1 /年
	A	1	1	2	3	5	7	10	15
	B	2	2	3	5	7	10	15	23
	C	2	3	5	7	11	16	23	35
	D	5	8	12	17	25	37	55	81
	E	7	10	15	22	32	46	68	100
	F	10	15	20	30	43	64	94	138
	G	15	20	29	43	63	93	136	200

图1

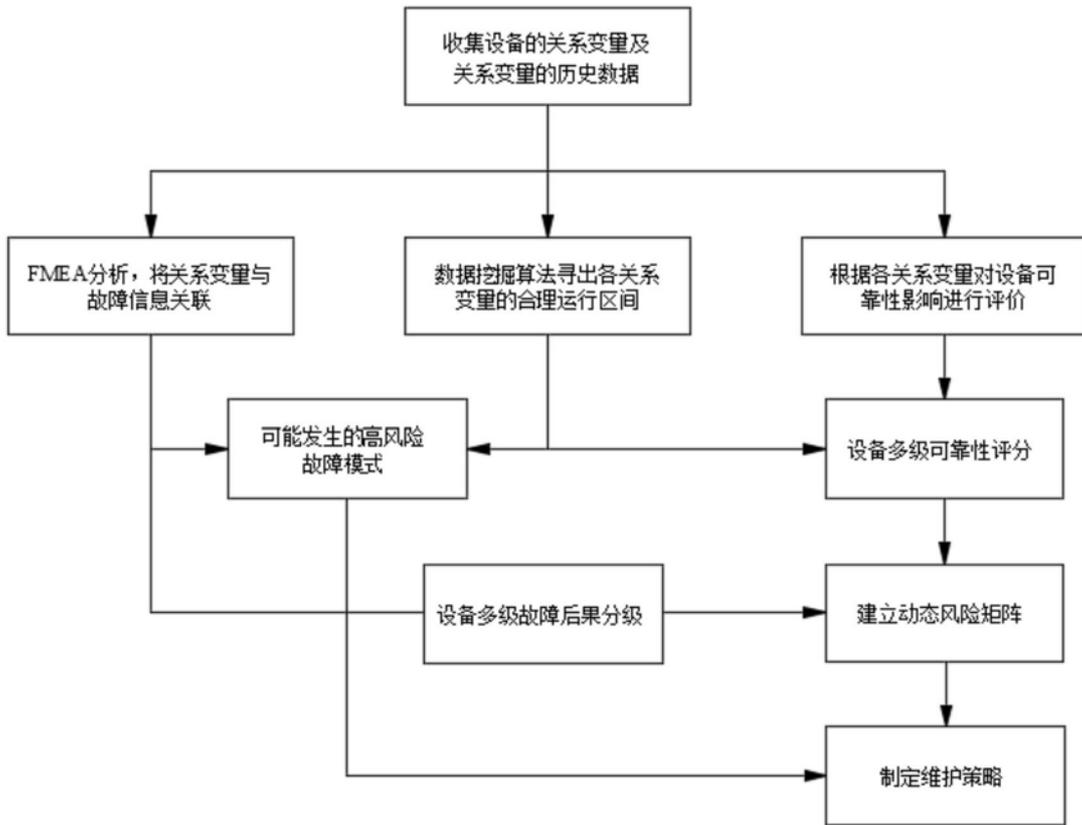


图2

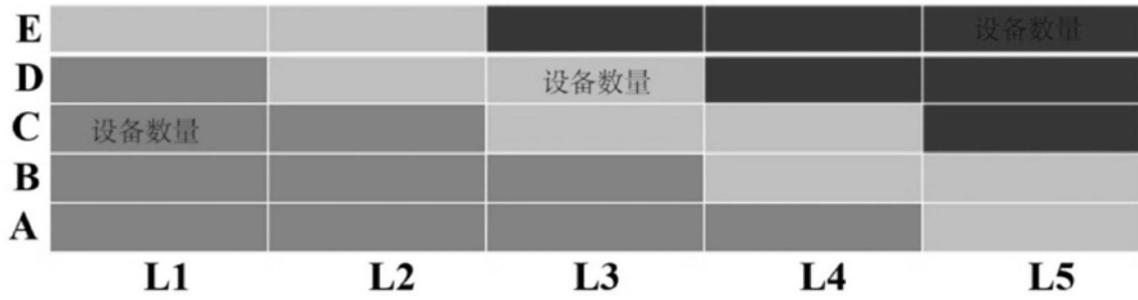


图3

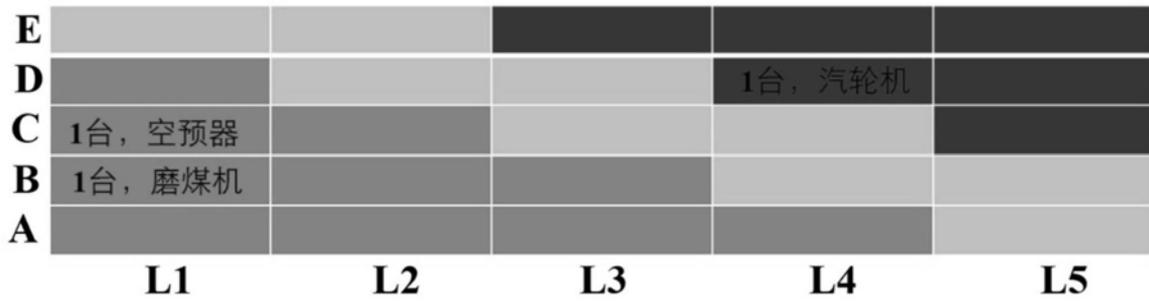


图4



图5

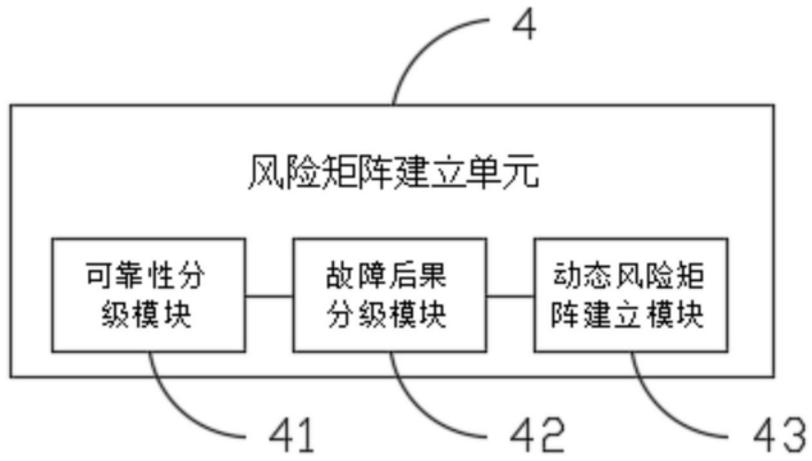


图6

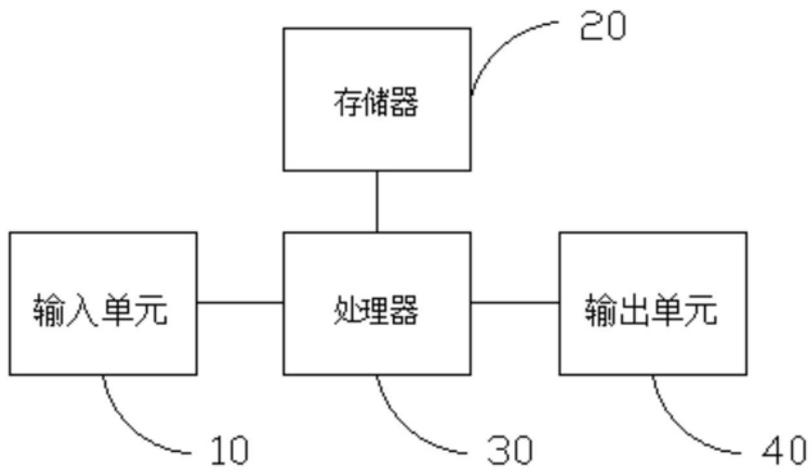


图7