



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112141069 B

(45) 授权公告日 2022.06.28

(21) 申请号 202010944436.1

(22) 申请日 2020.09.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112141069 A

(43) 申请公布日 2020.12.29

(73) 专利权人 中车长春轨道客车股份有限公司
地址 130062 吉林省长春市青荫路435号

(72) 发明人 张笑凡 马永靖 王志龙 李松

(74) 专利代理机构 长春众邦菁华知识产权代理有限公司 22214
专利代理师 田春梅

(51) Int. Cl.
B60T 17/22 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 111114519 A, 2020.05.08

CN 110293949 A, 2019.10.01

CN 104411552 A, 2015.03.11

CN 111002970 A, 2020.04.14

CN 110053600 A, 2019.07.26

CN 111634304 A, 2020.09.08

CN 109948169 A, 2019.06.28

CN 109984005 A, 2019.07.09

US 5730504 A, 1998.03.24

DE 19848994 A1, 2000.05.04

CA 2984423 A1, 2016.11.03

CN 106740801 A, 2017.05.31

石先明. 动车组制动系统故障对行车安全影响的分析.《铁道标准设计》.2013, (第02期), 120-128.

台秀华等. 制动系统故障预测与健康管理技术研究.《铁道车辆》.2018, 5-8.

审查员 侯飞

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

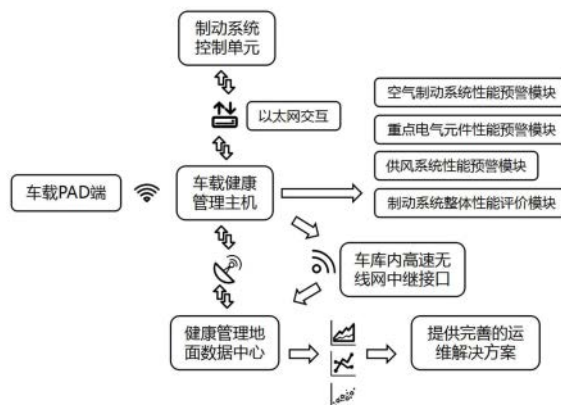
(54) 发明名称

一种动车组用制动及供风系统的健康管理

(57) 摘要

一种动车组用制动及供风系统的健康管理

系统,涉及轨道交通系统制动领域,为解决供风系统健康管理存在数据更新周期长,原始数据无法实现存储累积,导致在故障发生前不能提前预警故障并提出预防性检修建议等问题,制动系统控制单元与车载健康管理主机通过以太网实现数据交互,车载健康管理主机根据预警模块的预警结果形成智能行车信息并反馈至车载PAD端;车载健康管理主机与健康地面数据中心通过互联网实现车辆在途状态、故障信息的实时传输,在车辆返回动车组检修库所后,通过库所内高速无线网中继接口将车辆运行当日的全部原始数据发送至健康管理地面数据中心,用于数据深度分析筛查。本发明的系统减少人力、物流和存储成本。



CN 112141069 B

1. 一种动车组用制动及供风系统健康管理系统的特征是：包括制动系统控制单元、车载健康管理主机、车载PAD端和健康管理地面数据中心；

所述制动系统控制单元包括空气制动系统性能预警模块、重点电气元件性能预警模块、供风系统性能预警模块和制动系统整体性能评价模块；

所述空气制动系统性能预警模块利用动车组在上线运营前预先进行的带菜单引导制动试验实现预警及评估功能，此时车辆静止并施加停放制动，车辆总风压力在工作压力范围内；空气制动系统按试验步骤响应司机通过手柄和紧急制动按钮触发的空气制动；在制动试验过程中，制动系统控制单元通过压力传感器采集制动缸压力，根据手柄级位信号变化、制动试验步骤信号和车重信号建立制动缸压力特征模型，与压力传感器反馈信号生成的压力曲线并进行对比，从响应时间，制动缸压力稳定阶段相对期望压力的差值以及压力升降的连续性三个维度分析中继阀健康特性和制动管路连续性，获得常用空气制动和紧急空气制动的健康评估；在紧急制动过程中，通过压力传感器采集空重车调整阀实际输出值评估空重车调整阀输出是否满足期望值；通过采集停放制动施加状态下停放制动缸的稳态压力对减压阀泄露故障做出预警；

所述重点电气元件性能预警模块用于电气元件失效预警；通过试验台测试，获得电磁阀性能衰减曲线，在制动系统控制单元内置电磁阀寿命模型并采集电磁阀得电时间和电流变化趋势，在电磁阀性能曲线达到失效区间前做出预警；在防滑阀下游设置压力传感器，监测防滑阀动作过程中制动缸压力变化曲线，获得防滑阀卡滞或动作不良的故障，做出预警；通过压力传感读取实际预控压力，根据模拟转换阀动作频次记录评估性能；采集全列相同监测点的压力传感器读数，结合制动状态信息进行耦合运算，识别零点漂移的故障做出预警；

所述供风系统性能预警模块在动车组断电前记录总风压力及时间，再次上电后进行判断，如本次断电时间小于列车总风压力完全泄漏时间则记录总风压力下降速率，对整车管路泄露情况做出预警；通过记录空压机工作时长在系统内生成空压机工作率，对空压机油乳化现象进行预警；通过在空压机干燥塔下游内置湿度传感器评估空压机干燥能力；以总风压力上升梯度为性能指标，综合考虑外温、海拔的影响因素，对总风压力上升梯度进行正常行为分析，对空压机故障和性能衰减进行预测；

所述制动系统整体性能评价模块用于对制动系统进行整体预测；结合动车组采用的变减速控制形式，综合考虑与制动性能相关的深度耦合因素，以减速度曲线作为制动系统整体性能评价标准，采集车重、制动力设定级别、车速、环境、制动是否切除、制动缸压力，形成实时减速度曲线与期望模型进行对比，评价制动系统的健康等级，并且对造成异常的故障进行中长期预测；

所述制动系统控制单元与车载健康管理主机通过以太网实现数据交互，车载健康管理主机根据上述四个模块的预警结果形成智能行车信息并反馈至车载PAD端；

所述车载健康管理主机与健康管理地面数据中心通过互联网实现车辆在途状态、故障信息的实时传输，在车辆返回动车组检修库所后，通过库所内高速无线网中继接口将车辆运行当日的全部原始数据发送至健康管理地面数据中心，用于数据深度分析筛查。

2. 根据权利要求1所述的一种动车组用制动及供风系统健康管理系统的特征在于：所述重点电气元件包含电磁阀，防滑阀，模拟转换阀和压力传感器。

一种动车组用制动及供风系统的健康管理系統

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通系统制动领域,具体涉及一种动车组用制动及供风系统的健康管理系統。

背景技术

[0002] 目前在运营动车组普遍设置远程数据管理系统,该系统通过车载数据传输装置将车辆运行过程中出现的故障代码和主要行车参数发送至地面数据中心,用于监控车组状态,其中包含制动及供风系统数据。远程数据管理系统架构简单,受本身通信容量限制仅能传送部分故障和系统参数,不具备数据处理能力无法搭载预警及预测模型。其应用于制动及供风系统健康管理时存在数据更新周期长,原始数据无法形成积累,在故障发生前不能提前预警故障并提出预防性检修建议等问题。

[0003] 随着动车组在智能行车、智能运维领域研究的不断深入,传感器、嵌入式系统、网络通信、大数据等技术的飞速发展。亟待提供一种制动及供风系统健康管理系統以满足动车组全寿命周期管理及智能化检修需要。

发明内容

[0004] 本发明为解决供风系统健康管理系統存在数据更新周期长,原始数据无法实现存储累积,导致在故障发生前不能提前预警故障并提出预防性检修建议等问题,提供了一种动车组用制动及供风系统的健康管理系統,以满足动车组全寿命周期管理及智能化检修的需要。

[0005] 一种动车组用制动及供风系统的健康管理系統,包括制动系統控制单元、车载健康管理主机、车载PAD端和健康管理地面数据中心;

[0006] 所述制动系統控制单元包括空气制动系統性能预警模块、重点电气元件性能预警模块、供风系統性能预警模块和制动系統整体性能评价模块;

[0007] 所述空气制动系統性能预警模块利用动车组在上线运营前预先进行的带菜单引导制动试验实现预警及评估功能,此时车辆静止并施加停放制动,车辆总风压力在工作压力范围内;空气制动系統按试验步骤响应司机通过手柄和紧急制动按钮触发的空气制动;

[0008] 在制动试验过程中,制动系統控制单元通过压力传感器采集制动缸压力,根据手柄级位信号变化、制动试验步骤信号和车重信号建立制动缸压力特征模型,与压力传感器反馈信号生成的压力曲线并进行对比,从响应时间,制动缸压力稳定阶段相对期望压力的差值以及压力升降的连续性三个维度分析中继阀健康特性和制动管路连续性,获得常用空气制动和紧急空气制动的健康评估;

[0009] 在紧急制动过程中,通过压力传感器采集空重车调整阀实际输出值评估空重车调整阀输出是否满足期望值;

[0010] 通过采集停放制动施加状态下停放制动缸的稳态压力对减压阀泄露故障做出预警;

[0011] 所述重点电气元件性能预警模块用于电气元件失效预警;通过试验台测试,获得电磁阀性能衰减曲线,在制动系统控制单元内置电磁阀寿命模型并采集电磁阀得电时间和电流变化趋势,在电磁阀性能曲线达到失效区间前做出预警;

[0012] 在防滑阀下游设置压力传感器,监测防滑阀动作过程中制动缸压力变化曲线,获得防滑阀卡滞或动作不良的故障,做出预警;

[0013] 通过压力传感读取实际预控压力,根据模拟转换阀动作频次记录评估性能;采集全列相同监测点的压力传感器读数,结合制动状态信息进行耦合运算,识别零点漂移的故障做出预警;

[0014] 所述供风系统性能预警模块在动车组断电前记录总风压力及时间,再次上电后进行判断,如本次断电时间小于列车总风压力完全泄漏时间则记录总风压力下降速率,对整车管路泄露情况做出预警;

[0015] 通过记录空压机工作时长在系统内生成空压机工作率,对空压机油乳化现象进行预警;

[0016] 通过在空压机干燥塔下游内置湿度传感器评估空压机干燥能力;以总风压力上升梯度为性能指标,综合考虑外温、海拔的影响因素,对总风压力上升梯度进行正常行为分析,对空压机故障和性能衰减进行预测;

[0017] 所述制动系统整体性能评价模块用于对制动系统进行整体预测;结合动车组采用的变减速度控制形式,综合考虑与制动性能相关的深度耦合因素,以减速度曲线作为制动系统整体性能评价标准,采集车重、制动力设定级别、车速、环境、制动是否切除、制动缸压力,形成实时减速度曲线与期望模型进行对比,评价制动系统的健康等级,并且对造成异常的故障进行中长期预测;

[0018] 所述制动系统控制单元与车载健康管理主机通过以太网实现数据交互,车载健康管理主机根据上述四个模块的预警结果形成智能行车信息并反馈至车载PAD端;

[0019] 所述车载健康管理主机与健康地面数据中心通过互联网实现车辆在途状态、故障信息的实时传输,在车辆返回动车组检修库所后,通过库所内高速无线网中继接口将车辆运行当日的全部原始数据发送至健康管理地面数据中心,用于数据深度分析筛查。

[0020] 进一步的,所述重点电气元件包含电磁阀,防滑阀,模拟转换阀和压力传感器。

[0021] 本发明的有益效果:本发明所述的动车组用制动及供风系统健康管理方法,存在以下优点:

[0022] 1、本发明根据地面健康管理数据中心的数据积累,运用AI自我学习功能,实现区域车队级数据有效利用,可以统筹区域运维管理,优化人员物料配置,避免过度检修和过度配置的成本浪费。综合评估线路和环境影响,为区域检修能力配置提供最优方案,减少人力、物流和存储成本。

[0023] 2、本发明能够精确定位重点部件和多发故障部件,在故障发生前提前预警,大大提高系统可靠性,减少司乘和运维人员工作量。

[0024] 3、本发明能够充分挖掘运用数据价值,通过智能分析寻找制动系统与环境和车组其他系统的耦合性联系,形成设计、制造、检修一体化建议。

[0025] 4、本发明在系统和部件两个层面引入健康评分机制,在故障发生前及时预警,解决常规检修环节可能出现的维护过剩和维护不足的问题;

[0026] 5、本发明通过智能分析提供智能化行车建议和检修建议,降低司乘人员和运维人员现场工作强度;

[0027] 6、本发明实现制动及供风系统的远程诊断监控与全生命周期管理,通过系统深度数据分析和自我学习不断优化健康管理模型,逐渐由定期维修转变为状态维修。

附图说明

[0028] 图1为本发明所述的一种动车组用制动及供风系统健康管理系统的原理框图;

[0029] 图2为本发明所述的一种动车组用制动及供风系统健康管理系统中空气制动系统性能预警模块的原理图;

[0030] 图3为本发明所述的一种动车组用制动及供风系统健康管理系统中重点电气元件性能预警模块的原理图;

[0031] 图4为本发明所述的一种动车组用制动及供风系统健康管理系统中供风系统性能预警模块的原理图;

[0032] 图5为本发明所述的一种动车组用制动及供风系统健康管理系统中制动系统整体性能评价模块的原理图。

具体实施方式

[0033] 结合图1至图5说明本实施方式,一种动车组用制动及供风系统健康管理系统,包括制动系统控制单元、车载健康管理主机、车载PAD端、预警模块和健康管理地面数据中心;

[0034] 所述制动系统控制单元包括空气制动系统性能预警模块、重点电气元件性能预警模块、供风系统性能预警模块和制动系统整体性能评价模块;

[0035] 所述制动系统控制单元与车载健康管理主机实现实时以太网数据交互,依托车载故障预警模型将智能行车信息反馈给移动人机接口(车载PAD端)。

[0036] 所述车载健康管理主机与健康地面数据中心通过互联网实现在途状态、故障信息的实时传输,在车辆返回动车组检修库所后,通过库内高速无线网中继接口将车辆运行当日的全部原始数据发送至健康管理地面数据中心,用于数据深度分析筛查。依托数据中心的数据积累,运用AI自我学习功能,实现区域车队级数据有效利用,综合评估线路和环境影响,为区域检修能力配置提供最优方案,减少人力、物流和存储成本。

[0037] 结合图2说明本实施方式,所述空气制动系统性能预警模块用于动车组在上线运营前会预先进行带菜单引导的制动试验(MBT)。试验过程中车辆静止并施加停放制动,车辆总风压力在工作压力范围内。制动系统按实验步骤响应司机通过手柄和紧急制动按钮触发的空气制动。

[0038] 在制动试验过程中,车辆制动控制单元通过压力传感器采集制动缸压力,结合手柄级位信号变化、制动试验步骤信号和车重信号建立制动缸压力特征模型,与压力传感器反馈信号生成的压力曲线进行对比,从响应时间,制动缸压力稳定阶段相对期望压力的差值,压力升降的连续性三个维度分析中继阀健康特性和制动管路连续性,得出常用空气制动和紧急空气制动健康评分。在紧急制动过程中通过压力传感器采集空重车调整阀实际输出值评估空重车调整阀输出是否满足期望值。通过采集停放制动施加状态下停放制动缸的稳态压力对减压阀泄漏故障做出预警。所述制动系统控制单元将健康评估结果上传至车载

健康管理主机。

[0039] 例如：在紧急制动施加时间大于3s或缓解时间大于8s时进行中继阀响应时间预警，在空重车调整阀输出值超出载荷预设值20%范围时进行空重车调整阀预警。

[0040] 结合图3说明本实施方式，所述重点电气元件性能预警模块的具体功能为：

[0041] 动车组制动及供风系统包含电磁阀（紧急电磁阀，高低阶电磁阀等），防滑阀，模拟转换阀、压力传感器等重点电气元件，以上电气元件发生故障时会对行车产生较大影响。

[0042] 通过试验台测试得出的电磁阀性能衰减曲线，在车辆制动控制单元内置电磁阀寿命模型并采集电磁阀得电时间和电流变化趋势，在电磁阀接近失效阶段时做出预警；在防滑阀下游设置压力传感器，监测防滑阀动作过程中制动缸压力变化曲线，抓取防滑阀短时卡滞或动作不良的故障，做出预警；通过压力传感读取实际预控压力，结合模拟转换阀动作频次记录评估性能；采集全列相同监测点的压力传感器读数，结合制动状态信息进行耦合运算，识别零点漂移等短时故障做出预警。制动系统控制单元将预警及判断结果上传至车载健康管理主机。

[0043] 例如：采集制动指令和安全环路信号，当没有制动指令时，检测预控压力传感器的采集值是否发生零点漂移；制动指令变化时，检测预控压力传感器的采集值是否随设定压力同步变化，偏离超过15kPa时进行预警。

[0044] 结合图4说明本实施方式，所述供风系统性能预警模块用于动车组断电前记录总风压力及时间，再次上电后进行判断，如本次断电时间在一定范围内则记录总风压力下降速率（可排除设备用风变化影响），对整车管路泄露情况做出预警；通过记录空压机工作时长在系统内生成空压机工作率，对空压机油乳化现象进行预警；通过在空压机干燥塔下游内置湿度传感器评估空压机干燥能力；以总风压力上升梯度（单位时间上升量）为性能指标，综合考虑外温、海拔等影响因素，对总风压力上升梯度进行正常行为分析，对空压机故障和性能衰减进行预测。

[0045] 结合图5说明本实施方式，所述制动系统整体性能评价模块针对动车组采用的变减速度控制形式，综合考虑与制动性能相关的深度耦合因素，以减速度曲线作为制动系统整体性能评价标准，采集车重、制动力设定级别、车速、环境（风霜雨雪）、制动是否切除、制动缸压力，形成实时减速度曲线与期望模型进行对比，评价制动系统的健康等级，并且对造成异常的故障进行中长期预测。

[0046] 例如：采集列车制动过程中的实际减速度数据，输出实际减速度曲线。通过自适应参数估计器实时更新不确定参数的影响，不确定参数包括闸片摩擦系数变化、列车运行阻力变化、载重计算偏差，外界雨雪情况对轮轨间黏着系数的影响，并形成修正系数，对制动级位变化导出的理论减速度曲线进行修正。对比减速度曲线差别，结合同线路同车型的历史数据模型对制动系统的健康等级进行评价。

[0047] 本实施方式中所述的四个模块依托于地面健康管理数据中心的原始数据储备持续进行深度学习和模型优化。

[0048] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

[0049] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不

不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

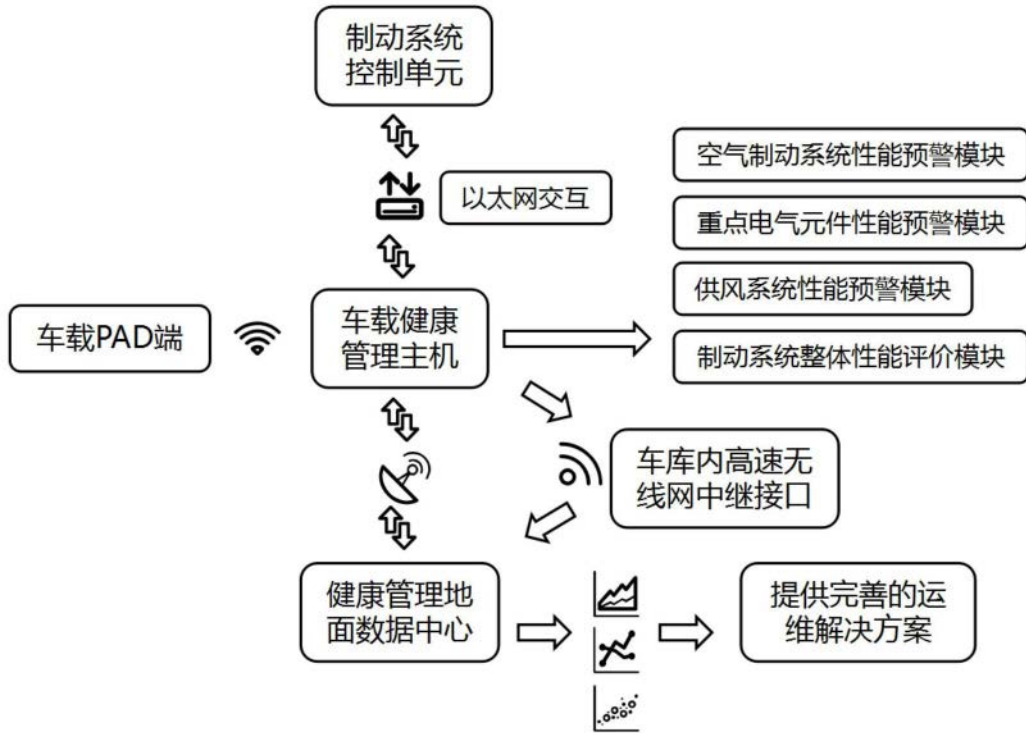


图1

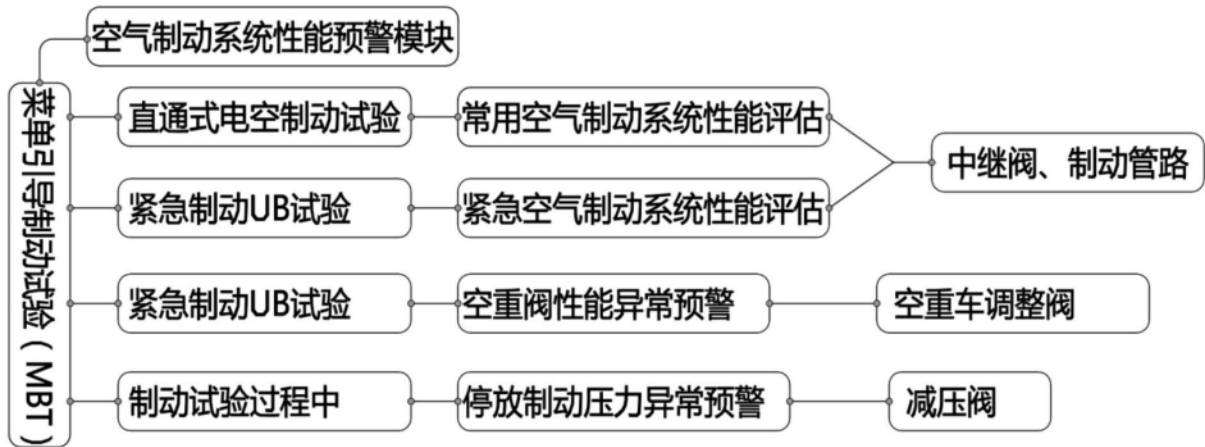


图2

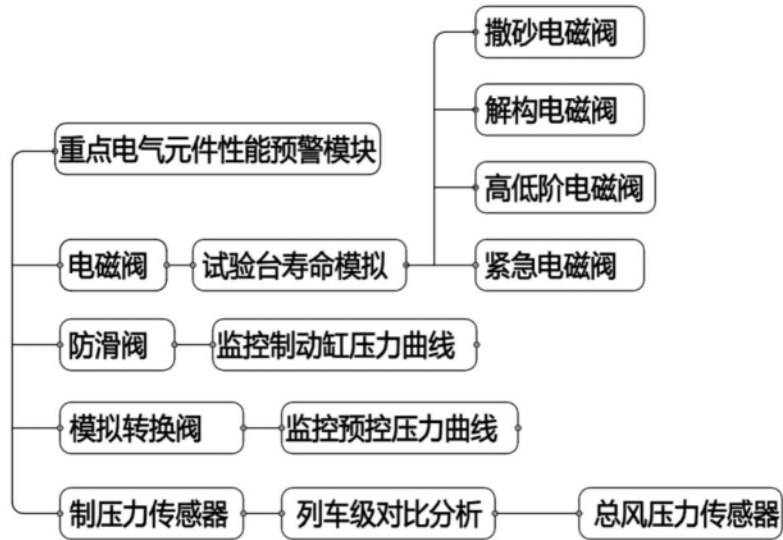


图3

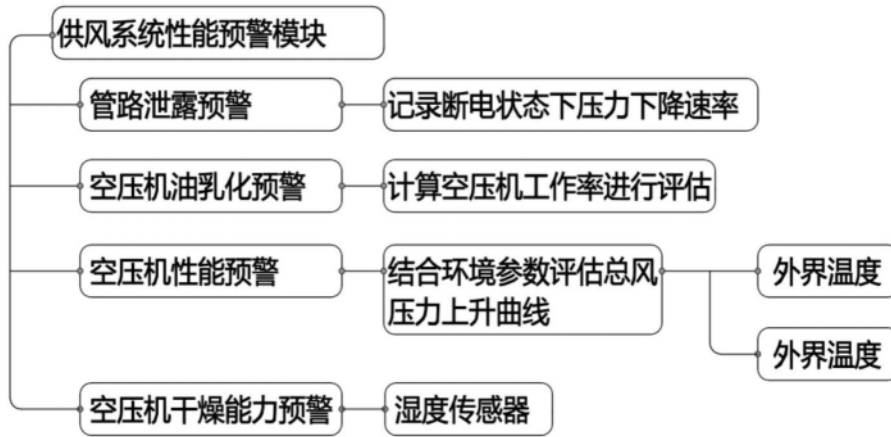


图4

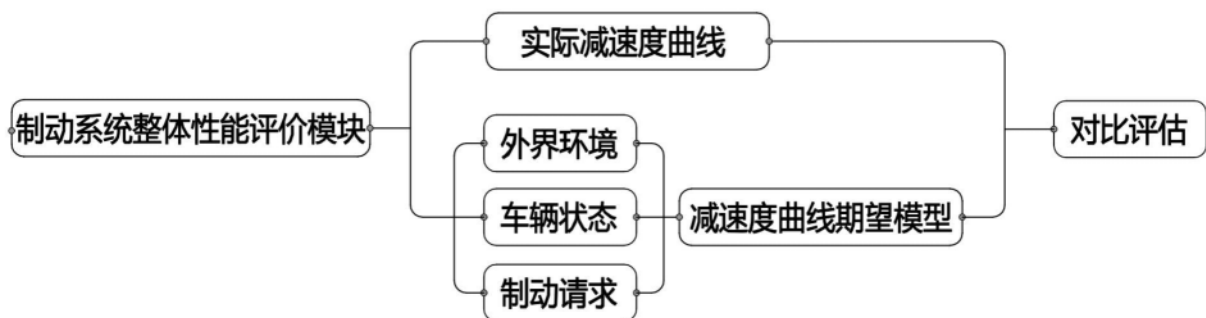


图5