



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115409213 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 29

(21) 申请号 202211087091.8

(22) 申请日 2022.09.07

(71) 申请人 中邮科通信技术股份有限公司

地址 350000 福建省福州市仓山区仓山科技园6区1号

(72) 发明人 黄正锋 陈书熙 吴先利 吴芳

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

专利代理师 陈明鑫 蔡学俊

(51) Int.Cl.

G06Q 10/00 (2012.01)

G06Q 50/08 (2012.01)

G16Y 40/10 (2020.01)

G16Y 40/20 (2020.01)

G16Y 40/40 (2020.01)

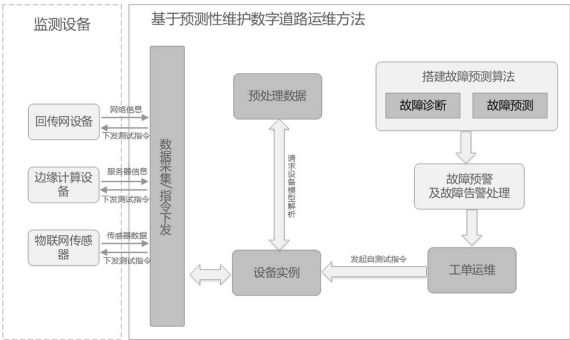
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

基于预测性维护的数字道路运维方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于预测性维护的数字道路运维方法。以微服务为技术架构,实现将数据采集、数据分析、故障预测及决策支持三个数据处理环节分离,有效的将复杂的预测性运维功能分解为可管理的服务,主要服务包括:数据采集服务、预处理数据服务、故障预测分析服务、故障预警及故障告警处理服务。



1. 一种基于预测性维护的数字道路运维方法,其特征在于,通过对设备属性及运行时状态监视,并进行故障预测分析,最大化部件的使用效益,同时减少设备故障造成维修时间,并减少不必要的成本浪费。

2. 根据权利要求1所述的基于预测性维护的数字道路运维方法,其特征在于,提供一预测性维护的数字道路运维系统,包括数据采集模块、预处理数据模块、故障预测分析模块、故障预警及故障告警处理模块;其中,

数据采集模块,用于采集来自不同设备来源的不同数据,通过传感器及设备运行数据采集实时数据;支持通过物模型信息获取生产数据;

预处理数据模块,实现将数据采集模块采集的来自不同设备来源的不同数据根据物模型关系进行组合,对采集数据中的异常数据进行剔除,依据采集数据属性的特性采用近似值替代,或使用较小的数据集;

故障预测分析模块,通过搭建故障预测分析算法,实现故障的预测分析,故障预测分析包括基于AI算法结合知识库的智能预测分析及基于表达式动态运算的故障告警诊断,通过不同设备不同属性之间参量的关系生成运算表达式,故障预测分析算法实时获取在线监测设备的运行状态,并经过运算表达式的参量赋值与运算,当满足故障预警条件时生成故障告警事件;

故障预警及故障告警处理模块,实现故障预测及决策支持,对接所有业务系统的故障预警信息、故障信息进行维修排程决策,在维修过程中通过对设备下发检测指令,获取检测设备运行指标或其它关联设备的运行属性,判断当前设备是否正常、是否需进行维护。

3. 根据权利要求2所述的基于预测性维护的数字道路运维方法,其特征在于,故障预警及故障告警处理模块支持通过实例的物模型对不同类型设备实例下发检测指令,并接收检测指令反馈的消息。

4. 根据权利要求2所述的基于预测性维护的数字道路运维方法,其特征在于,该方法进行如下功能定义:

(1) 数据采集接口

实现物联网设备信息的采集,数据定义以JSON方式传输,针对不同的设备其数据对象不一致问题,引入物模型的概念,针对该情况数据存储采用物模型方式存储;

(2) 指令下发接口

提供设备指令下发功能,指令包括查询指令、控制指令、参数配置指令,支持跟踪指令执行情况;

(3) 物模型定义

物模型以产品数字化的描述方式,以设备管理为切入点,定义产品的功能,物模型将不同品牌不同品类的产品功能抽象归纳,形成“标准物模型”,便于各方用统一的语言描述、控制、理解产品功能;物模型是物理空间中的实体在云端的数字化表示;

(4) 物模型属性定义

物模型属性定义物模型的具体形态,通过物模型的属性定义,读取、解析物模型中存储的数据值;

(5) 告警规则配置接口

提供告警规则配置接口功能,通过不同设备不同属性之间参量的关系生成运算表达

式,表达式实时在线监测设备的运行状态,当满足故障条件时生成故障告警工单;

(6) 创建工单接口

提供创建工单接口,供故障预测分析算法调用,同时会根据业务工单业务规则生成不同的告警工单;

(7) 工单状态反馈接口

提供工单状态回调接口。

基于预测性维护的数字道路运维方法

技术领域

[0001] 本发明属于物联网技术、智慧城市应用等技术领域,尤其涉及一种基于预测性维护的数字道路运维方法,特别适用于数字道路及智能制造业领域的设备运维管理系统。

背景技术

[0002] 基于预测性维护的数字道路运维方法其用途广泛,遍及智能建筑、智慧城市、智能交通、智能电网、环境保护、工业监控、智慧工厂等多个领域,具有广阔的应用前景。就行业应用来看,在数字道路领域、智能制造业推广物联网技术其技术条件与市场条件最为成熟,预测性维护的运维方法与物联网技术相结合,并逐步推动使用场景从设备维修延伸到排程制定、备品备件管理等,将可以产生巨大的经济和社会效益。

[0003] 如图2所示,运维服务的发展经历了四个阶段:响应式维修、计划性维护、基于条件的维护、基于故障预测的维护。在传统的智能建筑的技术方案中是基于响应式维修的,故障信息主要通过硬件上报的告警信息实现,一旦对硬件告警项配置了一个域值,当用户需要配置其它域值时,很难实现域值的参数的动态化更新、无法实现对参数值的预测性分析。而只有在设备故障失联后安排技术人员到场维修。由于传统维护方式通常发生在设备故障后,具有高度不可预测性及突发性,且设备本身的损伤程度较高,易造成修理时间及费用垫高等情况,还容易造成停用时间成本高等副作用。如何提早发现设备安全隐患,提升智能终端整体运行效率,预测性维护的运维方法成为其中的一个重要环节。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于预测性维护的数字道路运维方法,通过预测性维护方法,实现及时发现设备安全隐患,提升智能终端整体运行效率,预测性维护是运维服务的最新发展,主要得益于物联网、大数据及人工智能的交互应用,具有主动且针对性强的特征。预测性维护的核心思想是通过对设备属性及运行时状态监视,并进行故障预测分析,最大化部件的使用效益,减少设备停用造成的成本,并减少不必要的浪费。本技术尤其适合于嵌入到应种基于物联网技术的数字道路运维管理系统中。

[0005] 为实现上述目的,本发明的技术方案是:一种基于预测性维护的数字道路运维方法,通过对设备属性及运行时状态监视,并进行故障预测分析,最大化部件的使用效益,同时减少设备故障造成维修时间,并减少不必要的成本浪费;该方法提供一预测性维护的数字道路运维系统,包括数据采集模块、预处理数据模块、故障预测分析模块、故障预警及故障告警处理模块;其中,

[0006] 数据采集模块,用于采集来自不同设备来源的不同数据,通过传感器及设备运行数据采集实时数据;支持通过物模型信息获取生产数据;

[0007] 预处理数据模块,实现将数据采集模块采集的来自不同设备来源的不同数据根据物模型关系进行组合,对采集数据中的异常数据进行剔除,依据采集数据属性的特性采用近似值替代,或使用较小的数据集;

[0008] 故障预测分析模块,通过搭建故障预测分析算法,实现故障的预测分析,故障预测分析包括基于AI算法结合知识库的智能预测分析及基于表达式动态运算的故障告警诊断,通过不同设备不同属性之间参量的关系生成运算表达式,故障预测分析算法实时获取在线监测设备的运行状态,并经过运算表达式的参量赋值与运算,当满足故障预警条件时生成故障告警事件;

[0009] 故障预警及故障告警处理模块,实现故障预测及决策支持,对接所有业务系统的故障预警信息、故障信息进行维修排程决策,在维修过程中通过对设备下发检测指令,获取检测设备运行指标或其它关联设备的运行属性,判断当前设备是否正常、是否需进行维护。

[0010] 相较于现有技术,本发明具有以下有益效果:本发明及其优选方案可广泛应用于数字道路及智能制造业等应用场景。使系统集成的设备通过预测性维护方法,实现及时发现设备安全隐患,提升智能终端整体运行效率,保障整个系统的安全稳定。

附图说明

[0011] 图1是本发明实施功能模块示意图。

[0012] 图2是运维服务的发展历程图。

[0013] 图3是本发明运行加载示意图。

[0014] 图4是本发明实施例设备物模型图。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图,对本发明的技术方案进行具体说明。

[0016] 为使本专利申请的特征和优点能更明显易懂,下文特举实施例,作详细说明如下:

[0017] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0018] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0019] 如图1所示,本发明实施例提供的基于预测性维护的数字道路运维方法,通过对设备属性及运行时状态监视,并进行故障预测分析,最大化部件的使用效益,同时减少设备故障造成维修时间,并减少不必要的成本浪费。预测性维护包括数据采集、预处理数据、故障预测分析、故障预警及故障告警处理几个功能模块,帮助客户实现设备的规范化、科学化、智能化管理,降低设备故障率,保持设备稳定性,实现资产效益的全面提升。

[0020] 其包含的主要业务逻辑包括:

[0021] (1) 数据采集功能,采集设备属性及设备运行时状态,并依据物模型属性进行解析;

[0022] (2) 实现预处理数据功能,实现将来自不同设备来源的不同数据依据物模型关系进行组合,对采集数据中的异常数据进行剔除;

[0023] (3) 实现故障预测算法,实现故障趋势的预测及故障诊断;

[0024] (4) 实现故障预测及决策支持, 对接所有业务系统的故障预警信息、故障信息进行维修排程决策;

[0025] (5) 通过实例的物模型对不同类型设备实例下发检测指令, 并接收检测指令反馈的消息。

[0026] 本方案中涉及的接口数据采集接口、指令下发接口、故障表达式配置接口、工单接口设计采用Restful架构的技术标准, 能够满足不同厂家、不同产品、不同运行环境、不同开发工具开发的应用系统信息的对接需求, 实现松散型、低耦合的集成, 不同的信息系统可以相互调用功能服务。RESTful架构是目前最流行的一种互联网软件架构。它结构清晰、符合标准、易于理解、扩展方便, 基于这个风格设计的软件可以更简洁, 更有层次, 更易于实现缓存等机制。

[0027] 如图3所示, 本实施例的预测性维护的运行过程分类三个阶段。阶段一: 数据采集, 系统通过传感器及设备运行数据采集实时数据, 系统支持通过物模型信息, 获取必要的生产数据。阶段二: 数据分析, 实现将来自不同设备来源的不同数据进行组合, 对采集数据中的异常数据进行剔除, 依据采集属性的特性考虑是否要用近似值取而代之, 或使用较小的数据集。阶段三: 故障预测及决策支持, 实现故障趋势的预测, 将故障告警诊断报告以工单的形式推送运维人员, 运维人员可以通过工单平台进行维护或做出相关的决策, 并进行相关的处理, 例下发设备检测指令等。

[0028] 本发明基于预测性维护的数字道路运维方法, 主要功能定义如下:

[0029] (1) 数据采集接口

[0030] 实现物联网设备信息的采集, 数据定义以JSON方式传输, 针对不同的设备其数据对象不一致问题, 系统引入了物模型的概念, 针对该情况数据存储采用物模型方式存储。数据定义如表1:

[0031] 表1

[0032]	序号	字段代码	字段名称	参数类型
	1	reqId	报文标识, 消息流水号, 取值范围 1-2147483647。若达到上限后, 再从 1 开始循环。	int
	2	msgType	消息分类, devStatRpt	string
	3	sn	灯控器序列号, 唯一标识	string
	4	cmdData	实际命令数据内容	object
	5	chnList	通道实时状态数据	object array
	6	chnNo	通道号, 取值范围: 0-2, 如果为 0, 则表示所有通道的信息相同。	int
	7	onoff	灯开关状态 关灯 0 开灯 1 取值范围 0, 1	int
	8	bri	灯亮度 0-100	int
	9	elec	电参数相关 elec 字段描述	elecStruct
	10	emInfo	能耗相关 emInfo 字段描述	enInfoStruct
	11	briLong	亮灯时间 briLong 字段描述	briLongStruct
	12	runLong	设备运行时间 runLong 字段描述	runLongStruct
	13	netStat	网络状态 netStat 字段描述	netStatusStruct
	14	lSnsr	光感信息 lSnsr 字段描述	lSnsrStruct
	15	lc	漏电电流, 单位 mA	int

[0033] (2) 指令下发接口

[0034] 提供设备指令下发功能, 更易于系统进行发起测试, 指令主要包括查询指令、控制指令、参数配置指令等, 系统支持跟踪指令执行情况。数据定义如表2:

[0035] 表2

[0036]	序号	字段代码	字段名称	参数类型
--------	----	------	------	------

[0037]

1	commandId	指令下发 ID	Long
2	transaction_no	日志事务号	String
3	serialNumber	流水号（前缀 CMD+毫秒级时间戳）	String
4	modelId	设备型号 ID	Long
5	commandType_id	指令类型	Int
6	requestContext	请求参数（JSON）	String
7	requestDate	请求时间	datetime
8	responseCentText	返回参数（JSON）	String
9	responseDate	返回参数时间	datetime
10	executeResult	执行结果（0：指令待下发，1：执行中，3：执行完成，4：指令下发失败）	Int
11	executeDate	该状态为通道层状态，非业务上执行成功失败	datetime
12	execCount	指令待下发：待下发给采控平台	Int
13	crteageDate	指令下发失败：发给采控平台失败	datetime

[0038] (3) 物模型定义

[0039] 如图4所示，物模型以产品数字化的描述方式，以设备管理为切入点，定义了产品的功能，物模型将不同品牌不同品类的产品功能抽象归纳，形成“标准物模型”，便于各方用统一的语言描述、控制、理解产品功能。物模型是物理空间中的实体（如激光雷达、测速摄像机、RSU、OLT等）在云端的数字化表示，从属性、服务和事件三个维度，分别描述了该实体是什么、能做什么、可以对外提供哪些信息，物模型存储结构如图3所示。数据定义如表3：

[0040] 表3

[0041]

序号	字段代码	字段名称	参数类型
1	modelCode	模型编码	String
2	operateType	操作类型（1：新增，2：删除，3：修改）	Int
3	modelKey	模型键（英文名称）	String

[0042]

4	modelName	模型名称	String
5	manufacturer Code	厂商编码	String
6	equipType	设备型号	String
7	deviceType	设备类型, 详见附录 3 设备类型表	Int
8	isDevice	是否设备 (0: 无源设施, 1: 有源设备)	Int
9	isDel	是否删除标志 (0: 未删除, 1: 已删除), 假删除的操作标志为修改 (opFlag=2)	Int

[0043] (4) 物模型属性定义

[0044] 物模型属性定义了物模型的具体形态, 系统可以通过物模型的属性定义, 读取、解析物模型中存储的数据值。数据定义如表4:

[0045] 表4

[0046]

序号	字段代码	字段名称	参数类型
1	modelAttrCode	设备模型属性编码	Long
2	operateType	操作类型 (1: 新增, 2: 删除, 3: 修改)	Int
3	modelCode	设备模型code	String
4	modelAttrKey	设备属性键 (英文名称)	String
5	modelAttrName	设备属性名称	String
6	isDel	是否删除标志 (0: 未删除, 1: 已删除), 假删除的操作标志为修改 (opFlag=2)	Int
7	collectionOrder	排序 (倒序)	Int
8	attrType	属性类型 (0: 基础数据, 1: 运行状态, 2: 配置信息)	String

[0047] (5) 告警规则配置接口

[0048] 系统支持告警规则配置接口功能,通过不同设备不同属性之间参量的关系生成运算表达式,表达式实时在线监测设备的运行状态,当满足故障条件时生成故障告警工单。数据定义如表5:

[0049] 表5

序号	字段代码	字段名称	参数类型
1	id	规划 ID	Long
2	collectionId	采集点 ID	Long
3	modelRuleId	设备模型告警规则 ID	Long
4	modelAttId	主告警点来源(采集点)	Long
5	attrSource	告警点来源集合(采集点), 数据示例: 1 2 3	String
6	ruleContext	告警规则元数据, 表达式引擎 aviator	String
7	recoveryRuleContext	告警恢复规则元数据, 表达式引擎 aviator	String
8	priority	告警级别(1: 严重告警, 2: 主要告警, 3: 次要告警, 4: 警告告警,)	Int
9	isAlarmUp	告警是否向上传递(0: 不传递, 1: 传递)	Int
10	isOrder	是否发送工单(0: 不发送, 1: 发送)	Int
11	isShow	是否在告警板显示(0: 不显示, 1: 显示)	Int
12	alarmTimeInterval	告警时间间隔(秒)	Int
13	remark	备注	String

[0051] (6) 创建工单接口

[0052] 系统提供创建工单接口,供故障预测算法调用,同时系统会根据业务工单业务规则生成不同的告警工单。数据定义如表6:

[0053] 表6

[0054]

序号	字段代码	字段名称	参数类型
1	deviceSerno	设备SN(资源系统统一定义标准)	String
2	alarmDate	告警时间 如：2021-11-16 14:12:00	String
3	alarmMessage	告警内容	String
4	alarmPriority	告警级别（1：严重告警，2：普通告警，3：次要告警，4：提示告警）	Int
5	deviceStatus	设备状态（0：正常，1：失联，2：告警）	String
6	creatUserId	创建人	bigint

[0055] (7) 工单状态反馈接口

[0056] 提供工单状态回调接口。数据定义如表7：

[0057] 表7

[0058]

序号	字段代码	字段名称	参数类型
1	orderId	工单ID	String
2	dealStatus	工单状态推送工单状态（0：未处理，1：处理中，2：完成，3：挂起）	Long
3	dealDesc	描述	String
4	dealDate	处理时间 如：2021-11-16 14:12:00	String

[0059] 上述接口使用用基于REST风格Http或https协议为基础。所有支持http协议请求的程序语言，均可调用API，例如php、C#、asp、java、delphi等。下面对接口协议进行描述：

[0060] 接口调用方式

[0061] {接口发布地址}+{调用方法}

[0062] 如：http://host:port/open/sync/sys/getrevnum

[0063] 注：sys/getrevnum为具体接口地址

[0064] 协议的调用对象包：

[0065] 调用API，必须传入系统参数和应用参数。应用参数由于不同API各自不同，请参考具体的API接口；系统参数及应用参数为一个Json对象，系统参数详细介绍如表8：

[0066] 表8

[0067]

参数名	参数类型	是否必填	长度	注 释
Caller	String	是	20	调用方系统标识
Timestamp	String	是	20	时间戳（格式：yyyyMMddHHmmssfff） 举例： 20170807100119002
Transaction Id	String	是	50	事务ID(用户自定义)
PageSize	Integer	是	6	PageSize分页大小(默认值：0)
PageIndex	Integer	是	10	PageIndex分页索引，从零开始的索引(默认值：0)
Data	String	是		提交的应用参数，使用Secretkey和initVector做AES-CBC加密json对象
Sign	String	是	32	Caller+Timestamp+TransactionId+ PageSize++ PageIndex+Data+签名 密钥进行MD5计算得到的摘要(32位 小写)

[0068] 协议的应答包：

[0069] 应答格式以json的数据格式返回，如表9：

[0070] 表9

[0071]

参数名	参数类型	是否必填	长度	注 释
Caller	String	是	20	调用方系统标识
Timestamp	String	是	20	时间戳（格式：yyyyMMddHHmmssfff） 举例： 20170807100119002
Transaction Id	String	是	50	事务ID(用户调用参数的事务ID)

[0072]	PageSize	Integer	是	6	PageSize分页大小(默认值: 0)
	PageIndex	Integer	是	10	PageIndex当前分页索引, 从零开始的索引(默认值: 0)
	RecordCount	Integer	是	10	RecordCount分页总记录数(默认值: 0)
	Data	String	是		调用返回值, 使用Secretkey和initVector做AES-CBC加密json对象
	ResultCode	Integer	是	6	调用返回值, 详见“返回值编码定义”
	ResultMsg	String	是	100	调用返回值描述详见“返回值编码定义”
	Sign	String	是	32	Caller+Timestamp+TransactionId+PageSize+PageIndex+RecordCount+Data+ResultCode+ResultMsg+签名密钥进行MD5计算得到的摘要(32位小写)

[0073] 协议的调用示例说明

[0074] 调用某学校数据同步接口, 系统配置密钥如下:

[0075] SyncSignKey (签名密钥):XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

[0076] Secretkey (数据AES加解密密钥):XXXXXXXXXXXX

[0077] initVector (数据AES加解密偏移量):XXXXXXXX

[0078] • 第三方平台编码:100000001

[0079] • 输入参数(系统参数)

[0080] Caller:100000001

[0081] Timestamp:20170821191701123

[0082] TransactionId:X00001

[0083] PageSize:500 备注:无需分布的接口可以不存值

[0084] • 输入参数(应用参数): 备注:输入参数, 详见每个接口定义

[0085] StartRevNum:0

[0086] EndRevNum:162136

[0087] 1、生成输入应用参数的Json对象

[0088] 生成的Json对象如下:

[0089] {StartRevNum:0,EndRevNum:162136}

[0090] 2、对输入应用参数Json对象进行加密

[0091] {StartRevNum:0,EndRevNum:162136}的加密结果如下:

[0092] /VGEQdcjrxGPsGMaP0+wyxYrSVJ5iH0ODpE62GO5Uabl6lAd7qy5gTBISv+sC1WM

[0093] 3、生成输入参数签名

[0094] 待签名字符串:

[0095] 10000000120190104153645001X000015000/VGEQdcjrxGPsGMaP0+wyxYrSVJ5iH0ODpE62GO5Uabl6lAd7qy5gTBISv+sC1WMA264232F914BAA1CAAD98016C06505829C3C5BCEB92DB331

[0096] 生成的签名:

[0097] 0d81c24655baebabe48cedc45e423119

[0098] 4、生成提交的Json对象

{

Caller:"100000001",

Timestamp:"20170821191701123",

TransactionId:"X00001",

PageSize:500,

[0099] PageIndex:0,

Data: "/VGEQdcjrxGPsGMaP0+wyxYrSVJ5iH0ODpE62GO5Uabl6lAd7qy5gTBISv+sC1WM",

Sign:"0d81c24655baebabe48cedc45e423119"

}

[0100] 5、提交数据 (POST方式)

[0101] 把前一步生成的Json对象Post到<http://www.xxx.cn/open/sync/School/GetSchool>

[0102] 6、服务端返回数据

{

[0103] "Caller": "100000001",

```
"Timestamp": "20170828143937835",  
"TransactionId": "X00001",  
"PageSize": 500,  
"PageIndex": 0,  
"RecordCount": 0,  
"Data":  
[0104] "/VGEQdcjrxGPsGMaP0+wyxYrSVJ5iH0ODpE62GO5Uabl6lAd7qy5gTBISv+sC1WM",备注：输入参数，详见每个接口定义  
"ResultCode": 0,  
"ResultMsg": "执行成功",  
"Sign": "32280c1b81c2ab03b043519f108716c8"  
}
```

[0105] 注意事项

[0106] • 所有的请求和响应数据编码皆为utf-8格式

[0107] • 提交数据以Post方式提交

[0108] • Content-Type设置为application/json。

[0109] 以上是本发明的较佳实施例，凡依本发明技术方案所作的改变，所产生的功能作用未超出本发明技术方案的范围时，均属于本发明的保护范围。

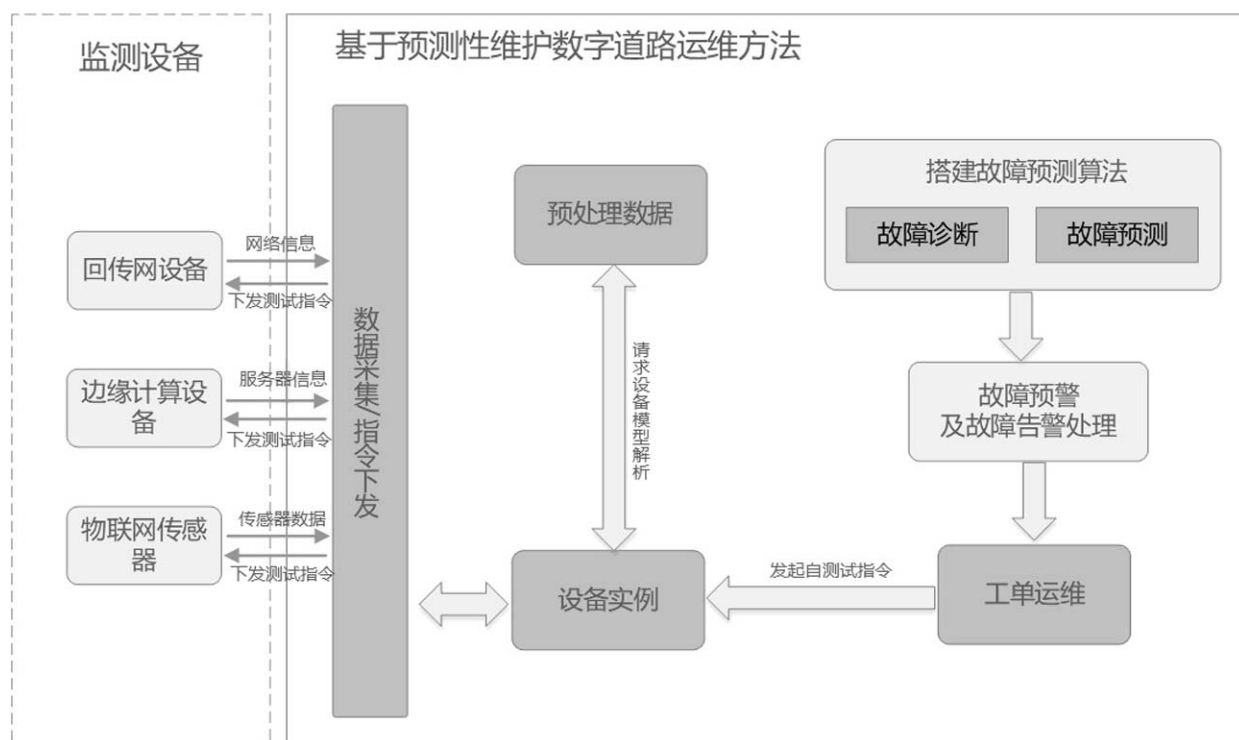


图1

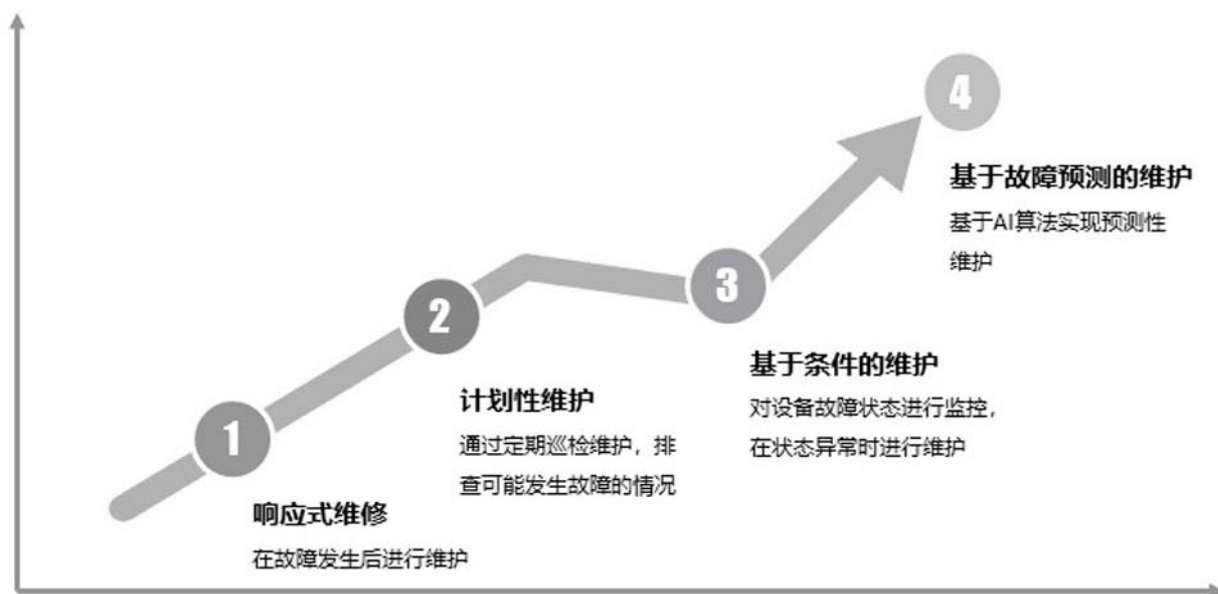


图2

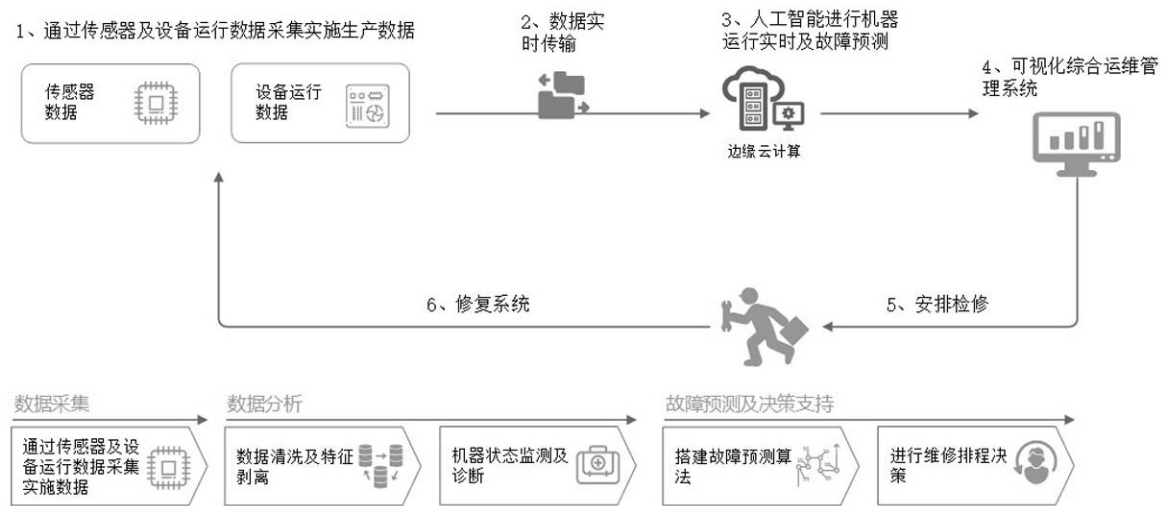


图3

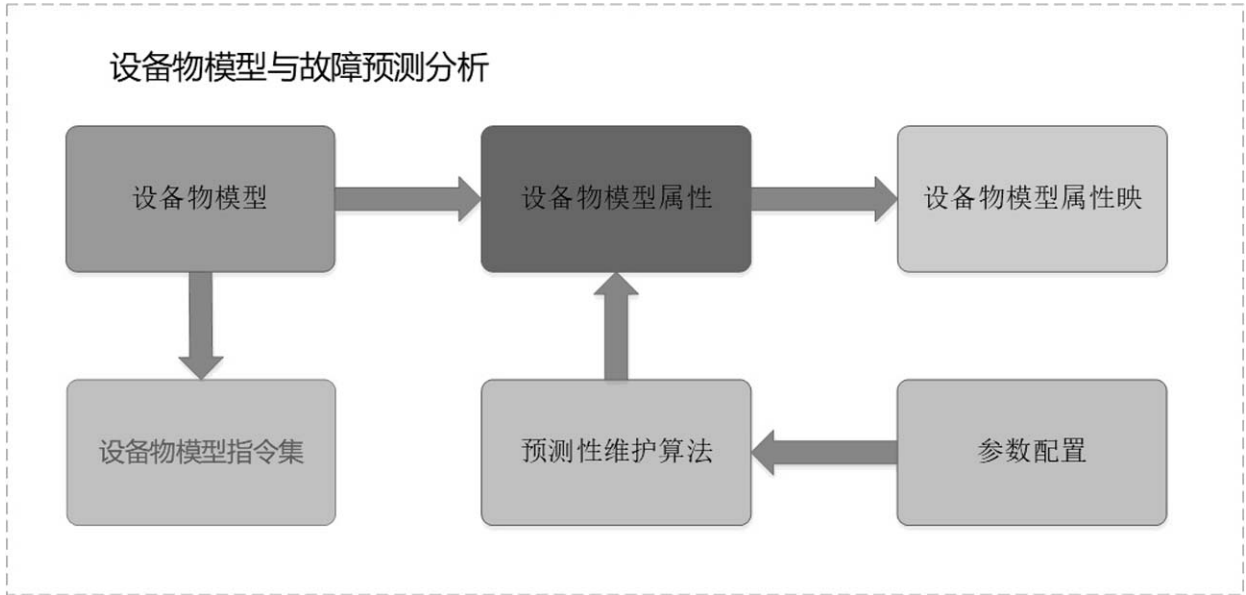


图4