

柴油发电机组数据采集云平台建设中的问题及解决方案

吕学磊

湖北交投高速公路运营集团有限公司, 湖北 武汉 430120

[摘要]发电机组是指能将机械能或其它可再生能源转变成电能的发电设备。一般我们常见的发电机组通常由汽轮机、水轮机或内燃机(汽油机、柴油机等发动机)驱动,而近年来所说的可再生新能源包括核能、风能、太阳能、生物质能、海洋能等。由于柴油发电机组的容量较大,可并机运行且持续供电时间长,还可独立运行,不与地区电网并列运行,不受电网故障的影响,可靠性较高。尤其对某些地区常用市电不是很可靠的情况下,把柴油发电机组作为备用电源,既能起到应急电源的作用,又能通过低压系统的合理优化,将一些平时比较重要的负荷在停电时使用,因此在工程中得到广泛的使用。

[关键词]发电机组;数据采集;建设;问题;解决方案

DOI: 10.33142/sca.v5i2.6166

中图分类号: F42

文献标识码: A

Problems and Solutions in the Construction of Diesel Generator Set Data Acquisition Cloud Platform

LYU Xuelei

Hubei Communications Investment Expressway Operation Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430120, China

Abstract: Generator set refers to the power generation equipment that can convert mechanical energy or other renewable energy into electric energy. Generally, our common generator sets are usually driven by steam turbine, water turbine or internal combustion engine (gasoline engine, diesel engine and other engines), and the renewable new energy in recent years includes nuclear energy, wind energy, solar energy, biomass energy, marine energy and so on. Due to the large capacity of the diesel generator set, it can operate in parallel and continuously supply power for a long time. It can also operate independently. It does not operate in parallel with the regional power grid and is not affected by the power grid fault, which has high reliability. Especially when the common mains power in some areas is not very reliable, taking the diesel generator set as the standby power supply can not only play the role of emergency power supply, but also use some usually important loads in case of power failure through the reasonable optimization of low-voltage system, so it is widely used in engineering.

Keywords: generator set; data acquisition; construction; problems; solutions

引言

现行的柴油发电机组由于没有智能化,一直是人为管理,其运行信息全靠人为反馈。特别是山区的柴油发电机组,由于存在监督困难而导致其处于无人监管状态。通常是当市电异常时,才发现发电机组无法正常运行(油机故障、发电机故障、电池故障、油箱无油等)^[1]。

1 项目目标

柴油机数据采集云平台主要目标是搭建出一个工业安全的设备远程运营保障中心,满足企业对于内部设备的远程调试、数据采集、集中监控、远程预警和管理、远程程序诊断、远程升级等设备全生命周期的需求,全面提升机组管理和运营能力。具体目标如下:

①全生命周期的设备档案管理,让管理者对于机组的运行状态了如指掌,维护数据随时可查可控。

②设备智能运行监控,根据机组运行状况,实现机组故障实时监控、远程诊断、维护派单。通过实时采集发电机的运行数据、保养记录、维修记录等信息为数据挖掘、统计分析优化保养方案故障快速排除等提供了坚实可靠

的基础。

③设备智能售后服务,以机组的业务流程为基础,结合设备运行监控,做到智能售后管理。根据全网发电机健康状态,实时预测各地区的零配件使用量,从而实现备件备件的精准投放及动态调整。通过多维度统计分析(如:工况热力图、整机使用特性等),辅助后市场运营管理决策。

2 柴油机云管理平台系统

柴油机云管理平台是本系统的核心,具备数据收集、数据处理、数据分析等功能。云管理平台根据使用角色的不同分为用户端及后台管理端。

2.1 系统架构

2.1.1 总体结构

柴油机数据采集云平台由支持 4G+WiFi 通讯网络的数据采集终端及云管理平台两部分组成:数据采集终端可自动实现对发电机组基础信息、所属客户信息、工作位置、运行状态、维保记录等信息数据的采集;云管理平台根据用户的角色分为用户端及后台管理端,用户端的主要使用对象为柴油机的所有者,用户可以在平台内浏览查询柴油机的基本信息、历史档案、运行数据等,同时平台

为用户提供维保申请、专家咨询等功能，用户端的所有数据信息可实时同步上传至后台管理端，管理人员可通过后台管理端实现对所有柴油机的监控及管理，平台支持接入视频监控，也可为管理人员提供基于数据分析的状态预警、报表统计、远程控制等服务。云管理平台的所有功能支持移植到 APP 及微信公众号^[2]。

具体流程图如图 1 所示。



图 1 柴油发电机数据采集平台流程图

2.1.2 数据采集终端

数据采集器采用无线物联网技术，实现工业级数据采集和无线控制，采用成熟的 linux 嵌入式软件系统，并能接受嵌入现有柴油发电几组的控制器中，数据采集器具有以下特点。

①通讯

数据采集器具有 4G 数据网络、WIFI 以及有线网络等网络连接方式，4G 网络使用移动网络运营商现有数据网络，可实现 SIM 插入迅速组网，可自适应网络环境，在网络环境较差时网络可自动向下兼容，自动断线重连，确保网络畅通，数据传输可靠安全。

②定位

数据采集终端使用民用级北斗卫星定位系统和 GPS 卫星定位系统定位，并结合移动网络基站定位技术，位置服务精度小于 10m。

③接口

数据采集终端设备具有 2 路 RS485 通信串口和 2 路 RS232 通信串口，可设置波特率，并支持 modbus 通讯协议，内置常用发电机组控制器通讯点表，并支持新增通讯点表。

④离线记录

数据采集终端内置有 4GB EMMC 数据存储，数据采集终端对发电机组控制器数据进行实时读取，并在设定大小空间内对读取的数据进行循环覆盖，并能对设备故障进行记录，保存故障发生前后 1 分钟发电机组运行数据，及时向数据平台发送发电机组控制器报警前后 1 分钟机组运行数据；具备离线故障记录功能，可离线保存至少 1000

条记录，联网后自动上传数至平台。数据采集器可在无人干预情况下永久记录设备启机次数和启机时长，并可循环记录覆盖启/停机 1 分钟机组运行数据^[3]。

⑤参数设置

数据采集终端可实现远程参数设置和快速参数设置，可通过本地连接或 Wifi direct 连接，在 PC 端应用或手机端应用对数据采集器的网络参数、机组信息、接口等参数以及数据采样频率等进行设置，也可通过互联网远程对上述参数进行配置。

⑥更新

可在本地和远程更新固件和通讯点表，具备本地一键重置功能。

⑦传感器

内置温湿度传感器，用于监测环境情况。

⑧心跳监测

数据采集终端每 0.5S 向数据平台发送数据包，包含数据采集器动态 IP 信息，设备运行状态（转速、油压、水温、燃油油量、已运行时间等），定位信息，网络连接状态信息，已存储数据记录总条数等基本信息。

⑨供电

可适应 8V~36VDC。

2.2 柴油机云管理平台

柴油机云管理平台是本系统的核心，具备数据收集、数据处理、数据分析等功能。云管理平台根据使用角色的不同分为用户端及后台管理端。

2.2.1 技术架构

柴油机云管理平台整体技术架构图如图 2 所示。

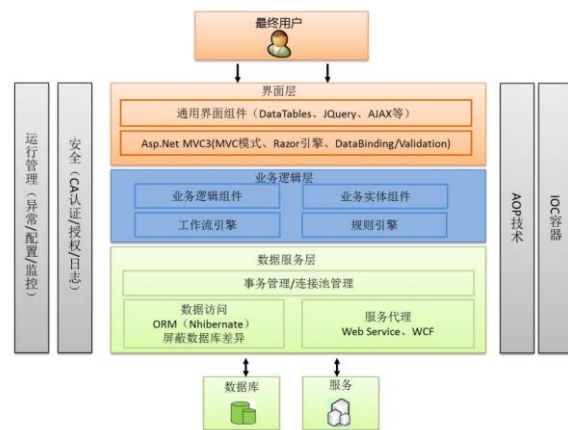


图 2 柴油机云管理平台整体技术架构图

数据服务层，数据库存储采用 Nhibernate，屏蔽数据库的差异，无需考虑数据存储的细节。服务代理采用 Web Service 和 WCF，实现移动端与平台间的数据交换和服务的代理。业务逻辑层，集成 workflow 引擎实现流程的配置和处理，由各系统实现业务逻辑组件和业务实体组件。界面层，支持 Web Form 和 Win Form 两种结构界面展示，

两种结构的共同点都是界面层只封装界面的逻辑,业务逻辑都是调用业务逻辑层相关组件完成功能。Web Form 采用 Asp.Net MVC3, 通用界面组件采用 JQuery, Datatables, AJAX 等。

2.2.2 设计策略

2.2.2.1 采用面向服务的架构(SOA)

柴油机数据采集云平台采用面向服务的架构,减少当业务逻辑和功能发生变化时,对其他功能的影响。从而实现松耦合的关系。面向服务架构(Service-Oriented Architecture, SOA)本身就是一种面向企业级服务的系统架构。在 SOA 中,具体应用程序的功能是由一些松耦合并且具有统一接口定义方式的组件(服务)组合构建起来的。灵活性是 SOA 带来的最大利益之一,因为业务流程和数据处理逻辑不再受制于潜在底层结构的限制。服务在设计时就考虑到集成的需要,服务以及相关的接口必须保持稳定,而且可以被重新设置、整合以满足数据接口上的不断变化。在 SOA 的架构中,所以应用系统使用统一标准的方式来提供和使用服务。

2.2.2.2 采用 B/S 架构

由于平台使用的用户多,覆盖面广,为了方便系统的实施、升级和维护,系统主要采用客户端零部署的 B/S 结构。B/S (Browser/Server) 结构即浏览器和服务器结构。它是随着 Internet 技术的兴起,对 C/S 结构的一种变化或者改进的结构。在这种结构下,用户工作界面是通过 WWW 浏览器来实现,极少部分事务逻辑在前端(Browser)实现,但是主要事务逻辑在服务器端(Server)实现,形成三层 3-tier 结构。这样就大大简化了客户端电脑载荷,减轻了系统维护与升级的成本和工作量,降低了用户的总体成本(TCO)。以目前的技术看,局域网建立 B/S 结构的网络应用,并通过 Internet/Intranet 模式下数据库应用,相对易于把握、成本也是较低的。它是一次性到位的开发,能实现不同的人员,从不同的地点,以不同的接入方式(比如 LAN, WAN, Internet/Intranet 等)访问和操作共同的数据库;它能有效地保护数据平台和管理访问权限。

2.2.2.3 采用 XML Web Services 和 WCF 技术

采用 Web Service 技术降低应用接口的复杂性。XML Web services 是提供特定功能元素(如应用程序逻辑)的可编程实体,任意数量的、可能是完全不同的系统都可以用常见的 Internet 标准(如 XML 和 HTTP)访问它。XML Web services 既可以在内部由单个应用程序使用,也可通过 Internet 公开以供任意数量的应用程序使用。由于可以通过标准接口访问,因此 XML Web services 使异构系统能够作为单个计算网络协同运行。XML Web services 的核心特征之一是服务的实现与使用之间的高度抽象化。通过将基于 XML 的消息处理用作创建和访问

服务的机制,XML Web services 客户端和 XML Web services 提供程序之间除输入、输出和位置之外无需互相了解其他信息。XML Web services 为实现数据和系统的互操作性提供了一种可行的解决方案。XML Web services 使用基于 XML 的消息处理作为基本的数据通讯方式,以帮助消除使用不同组件模型、操作系统和编程语言的系统之间存在的差异。

3 系统功能

3.1 柴油机数据采集云管理

3.1.1 基本信息管理

3.1.1.1 设备基本信息

①油机登记

对油机的基本信息进行添加、修改及查询。主要信息包含:设备编码、设备参数(品牌、品名、型号、排气量、油箱容量、启动方式、既有容量、燃油、发电机类型、额定电压、额定功率、额定频率、长度、高度、毛重等)、组件信息(预设工作寿命等)、GPS 设备参数(GPS 型号等)等。

②二维码生成

油机登记后自动生成油机唯一识别二维码,关联油机基本信息。

③油机台账

主要功能包含查询油机编号、名称、品牌、型号、单位、价格、启用日期、使用地点、维修记录等信息,实现设备的工作状态及履历信息实时查询及更新功能。

3.1.1.2 用户信息管理

客户体系管理模块主要对设备和项目销售的客户体系形成完整的管理记录。

3.1.1.3 人机绑定

3.1.1.4 油机组件管理

油机组件管理模块主要功能包含组件添加,入库(出库)的增加、修改、删除、审批、打印、查询、归档、导出,以及组件台账。其中审批功能可以自定义审批环节和审批人员,并实现流程跟踪;当入库单审批完成之后,实现仓库库存的自动增加;设备配件台帐主要功能包含对所有仓库油机组件库存数据的查询。油机组件添加实现油机组件在系统中的添加,具体信息包含:组件类型、编号、品牌、名称、型号、单位、价格等。

①组件入库/出库

实现组件入库(出库)的增加、修改、删除、审批、打印、查询、归档、导出。当入库单审批完成之后,实现仓库库存的自动增加;出库单审批完成之后,实现仓库库存的自动减少。

②组件台账

组件台帐主要功能为对所有仓库的组件库存数据的实时查询及更新;可自选时间范围查询;支持按组件名称、

型号等字段进行模糊查询；支持导出至 Excel。

3.2 柴油机数据采集云决策

3.2.1 统计报表

数据采集云平台可基于采集的柴发数据，从不同角度对数据进行统计，形成相应的统计报表，以满足制造商对所销售的柴油发电机组继续综合管理的需求，报表包括：

3.2.1.1 柴发总体情况统计报表

对系统中所有的柴发情况进行统计，包括：按设备的基本类型统计：燃料类型、转速、输出电压、功率、励磁方式、相位、型式（二冲程、四冲程）等；按客户的信息分类：所在区域、客户名称、行业、购买年限等；按配件类型：柴油滤芯、油水分离器、机油滤芯、空气滤芯、密封圈、密封垫、活塞、电喷嘴、油管、各类接头、传感器、轴承、轴密封、电池等等。

3.2.1.2 柴发运行情况统计报表

对系统中所有柴发的实时和历史运行情况进行统计，包括：机组运行率：所有柴发机组的当前运行比例，总运行时间，月度运行台次、运行时间，平均运行次数、运行时间；机组运行次数：按总运行次数、最近一年内运行次数、上一次运行时间等对发电机组进行分类统计；启动成功率：统计所有柴发机组启动时的成功次数、失败次数，计算启动成功率，所有柴发机组的平均启动成功率等；机组能效统计：总油耗、发电量、能效比例，按行业统计油耗、发电量、能效比，按功率、型号、型式等参数统计总能效比、平均能效比；耗材使用统计：按时间周期、行业、柴发型号等维度统计水、柴油等耗材的年度使用情况、更换频率、用量等。

3.2.1.3 柴发维护情况统计报表

对系统中所有柴发的实时和历史运行情况进行统计，包括：机组故障率：按照型号、行业、功率等维度对设备故障率进行统计，机组总体故障率；工单处理效率：工单总数统计，已完成和未完成占比，平均处理时长，用户投诉统计；配件更换统计：按机组型号、行业，配件种类等维度对配件更换情况进行统计，更换频率，同一设备更换数量和次数统计，供运维人员对配件的需求情况进行分析；

机组及组件寿命统计：结合机组历史运行数据、维修记录、配件更新记录等数据，对机组组件寿命进行统计。通过不同型号机组的故障率、寿命分析，可为柴发产品的开发优化提供依据。

3.2.1.4 采用的展现方式

①表格

表格用来展现动态的数据，包括列表式和矩阵式，列表式的报表内容按照表头顺序平铺式展示，便于查看详细信息，像柴发基础信息、客户信息基础表等可以用列表式体现；矩阵式主要用于多条件数据统计，并可按不同维度进行筛选组合，如：按照柴发的功率和客户所属地区两个

值汇总柴发数量等。

②图表

图表的作用就是让数据可视化，我们通过各种途径和渠道收集到的数据是杂乱无章的，即使是其中含有一定的规律性也都是无法直接看出来，图表的作用就在于能够以一种视图的方式来展现数据，如果数据的演变中还有一定的规律，就能够将这种规律呈现出来，从而使用户更清楚的筛选到自己需要的信息，在决策的时候也能够以这些数据为依据。

③柱状图

柱形图又称条形图、直方图，是以宽度相等的条形高度或长度的差异来显示统计指标数值多少或大小的一种图形。柱形图简明、醒目，是一种常用的统计图形。柱形图用于显示一段时间内的数据变化或显示各项之间的比较情况。柱形图用于显示一段时间内的数据变化或显示各项之间的比较情况。如统计不同行业柴油发电机组的整体运行时间并进行对比。柴发采集数据柱形图展现示意图，如图3。

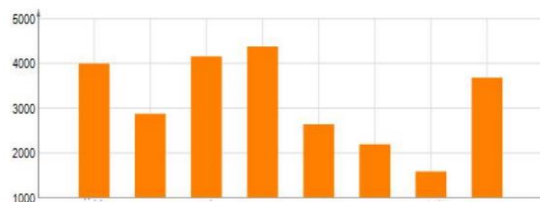


图3 柴发采集数据柱形图展现示意图

④折线图

折线图是排列在工作表的列或行中的数据可以绘制到折线图中。折线图可以显示随时间（根据常用比例设置）而变化的连续数据，因此非常适用于显示在相等时间间隔下数据的趋势。如统计展现不同月份某行业的柴发总运行时长和功率的变化趋势。

3.2.2 监测及预警

3.2.2.1 运行状态监控

机组异常预警，通过实时监测发电机的运行状态，当收到设备启停机和异常信息时，自动获取异常信息的种类，并以 App 消息推送、短信等方式自动通知柴发管理人员。运行环境预警，通过采集的机房温湿度数据，设置预警策略，当发现机房运行环境不满足要求时，通过短信、手机或平板 APP、电脑网页进行预警，用户可在收到 APP 预警时查看到预警消息。

3.2.2.2 日常运维提醒

基于不同型号机组的历史数据，计算不同型号机组耗材的消耗周期，设定预设值，当监测和计算出机组的耗材即将用完后，推送通知给运维人员，提醒其及时购买耗材；机组保养预警，基于预设的机组保养和清洁周期，当机组的保养和清洁周期到达时，用户可通过电脑、手机或平板随时随地接收提醒信息，既方便了设备管理员的工作，也为客户的运维维护管理提供了依据；根据预设的组件工作

寿命及机组的工作时间，进行组件周期管理，当组件到达预设的寿命时，及时提醒管理员对组件进行检查，并提供快速下单更换服务，便于管理人员及时下单。

3.2.2.3 预防性预警

①建立机组的故障预测模型

当积累到一定数量的数据后，基于不同机组的故障情况，采集样本，分析故障发生前机组的启动成功率，电池老化率，平均负载率，电压波动率，转速波动率等数据，采用数据挖掘算法，建立起上述参数与故障发生的关联模型，并验证其准确率，最终形成机组故障预测模型。

②对运行机组进行故障预测

采集当前运行机组的启动成功率，电池老化率，平均负载率，电压波动率，转速波动率等数据，自动输入上述预测模型，计算出该机组发生故障的概率，当概率大于一定数值时，认定该机组存在近期发生故障的风险。

③向管理员发送预警信息

将存在故障风险的机组信息及预测因素发送给管理员，并依托知识库，将异常数据对应的建议检查措施同时发送给管理员，供其进行现场确认，及时处置，将故障扼杀在萌芽阶段。

3.2.3 专项数据分析

3.2.3.1 市场需求分析

通过历史数据，对不同行业、不同客户的机组使用情况、耗材消耗情况、组件更换情况进行统计分析，一方面挖掘不同行业客户对于柴油发电机组的需求情况，另一方面，对于已有客户，分析其二次消费的规律，及时向其精准推荐相应的产品，提高客户消费，提升满意度。同时，依托客户分析数据，可考虑在后期建立市场信息动态抓取系统，针对不同行业客户的特征，自动到互联网上抓取相应的市场需求信息，为进一步开拓柴发市场提供支持。

3.2.3.2 故障智能分析

为提高对柴发故障的原因分析和处理效率，有必要建立一套自学习故障智能分析系统。智能分析系统依托于历史数据，从两个角度进行智能学习。一是来源于人工经验，即每一次故障维护流程中，云平台会记下机组的基本参数、故障现象，维护人员在故障处理后，将故障原因填写到平台中，通过积累，平台将逐步建立起不同类型机组不同现象的产生原因，从而在遇到类似故障上基于规则给出一定的原因分析；二是基于数据的自学习，收集到故障现象后，对于发生故障的同一类型机组，系统自动分析设备发生故障前后、故障与无故障设备间运行数据的异常变化，进行对比分析，从而找出与故障相关的数据变化，将该数据与对应的组件进行匹配，从而进行初步的原因分析，再由维修人员进行修正后，将逐步完善故障识别的准确率，最终做到对所有柴发故障的自动智能分析。

3.3 柴油机云服务平台（用户端）

3.3.1 基本信息管理

①油机实时监控

实时监测市电、发电电参量：市电电压、频率，发电电压、电流、频率、

发电功率；油机报警信息：低油压报警，低电压报警、启动失败报警。发动机数据：转速、温度、油压、燃油量累计信息：总运行时间、累计发电量等。

②燃油管理

通过监测燃油的消耗情况，及时发现偷油、漏油情况，减少意外损耗，同时也可以做到按需加油，减少加油次数，降低成本。经实际运行数据统计，可以降低 5%的加油费用。

③油机知识库

油机知识库模块保存了设备安装图册、零件图册、操作手册、保养手册等档案资料，为用户提供一些常见问题解决办法的查阅途径。支持目录以列表模式或缩略图模式显示；除常规文档格式外，还支持多媒体数字资产的存储及管理，在系统中实现图片预览及视频音频的播放，支持的格式包含：gif、jpg、png、bmp、

psd、ai、tif、mp3、wav、wma、flv、mpg、avi、wmv、mp4 等。

3.3.2 运行监控

实时采集现场每台发电机组的运行数据信息，自动进行数据分析和存储，及时预警故障状态，为保障发电机组的正常运行，提供了有力的保障。系统用户可以随时随地通过 PC 端、手机 APP 或其它移动终端，手机短信等多渠道对油机进行监控，操作非常方便，快捷，提高发电机电管理工作效率，节省现场看机的成本。同时，通过手机端和 PC 端实现机组运行实时数据监视，远方启停机控制。

3.3.3 维保管理

实现油机零部件的生命周期管理，通过手机短信推送维保信息到维护人员，及时做好维护保养工作，减低油机运维与费用管理。组件管理：根据预设的组件工作寿命及机组工作时间，进行组件周期管理，并提供快速下单更换服务。健康诊断：早期故障提醒，分析发电机组的启动成功率，电池老化率，平均负载率，电压波动率，转速波动率等数据，实现早期故障预防。故障分析：根据机组运行数据，通过后台算法分析机组故障原因。维修申请：客户可上传照片、视频等现场情况至平台，申请精准售后维修服务。

3.3.4 智能监测机器人

通过智能监测机器人实时监测用户使用情况，及时阻止不当操作，减少机组损耗。建立常见问题台账，针对使用过程中出现的常见，可自行查阅操作手册，或通过语音智能服务机器人进行服务。

3.3.5 专家诊断服务

建立专家诊断服务系统，通过远程查看黑匣子记录，了解故障发生瞬间前的数据，可邀请专家对发电机组的故障进行远程诊断，减少维修过程中，因故障原因不清导致的反复维修、带配件、工具。

3.3.6 数据分析

系统可自动统计用户的运行使用数据,生成历史数据图表,供运维人员分析,提醒用户做好维护保养。并可自动记录每次的发电时长,油耗。自动记录油料增减,可以自动导出数据报表。包括机组运行率,行业需求分析,配件、耗材的需求分析,机组能效分析,机组/组件故障率统计。

3.4 智能分析与辅助决策

3.4.1 辅助决策

机组品牌优劣分析,通过不同品牌机组的故障率、运行情况,系统可为

统计分析机组品牌优劣、比选提供依据。机组养护方案辅助分析,系统具备机器学习功能,利用同类型机组故障历史数据、实时数据,可预制对应养护方案,提高养护效率,节约成本。机组健康诊断,分析发电机组的启动成功率,电池老化率,平均负载率,电压波动率,转速波动率等数据,实现早期故障预防。

3.4.2 故障管理

3.4.2.1 故障上报

利用移动终端,选择或扫一扫发电机二维码,登记故障信息,包括语音、文字、视频、图片等,自动记录故障位置,同时通过移动网络传输数据,从而与平台端数据同步。上报的故障信息自动流转至维护人员的待办事务列表,

实现手机与电脑端联合办公,数据信息同步。

3.4.2.2 故障处理

结合百度 GIS 技术在移动终端显示所在位置故障设备二维码标识,并允许维护单位人员通过扫码定位故障设备进行处理。维护单位人员可以查询相应授权下的发电机故障,对故障进行处理之后,系统自动给相关故障复查人员发送待办事务。可以按照位置、时间、关键字、故障处理状态查询故障报修的维修情况,同时可以打印、导出故障维修情况。

3.4.2.3 故障跟踪

移动终端 APP 可随时跟进设备故障的处理进度,并可按时间、故障状态等条件查询。

[参考文献]

- [1]魏建林,李捷.漳州高速柴油发电机组云平台控制系统建设浅析[J].中国交通信息化,2021(5):2.
 - [2]李亚玮.柴油发电机组稳定性存在问题及解决方案[J].电子技术与软件工程,2019(4):1.
 - [3]胡蓉,王雅莉,刘玉芹.柴油发电机运行中存在的问题及解决措施[J].湖南电力,2007,27(6):3.
- 作者简介:吕学磊,(1981.2-)男,湖北省武汉市,汉族,本科学历,通信技术高级工程师,从事信息化和机电管理工作。