

采矿移动设备数字化及智能运维系统的研究与开发

赖作星 马永亮

江西铜业集团城门山铜矿 江西 九江 332100

【摘要】：设备是矿山生产的基础工具，设备管理是矿山生产管理的重要构成部分。但现在矿山设备管理以传统管理为主，缺乏信息化和智能化手段，这给设备日常维护保养带来巨大压力。为了解决目前管理上的痛点，提高管理水平，我们通过对采矿设备采矿移动设备数字化及智能运维系统的研究与开发，拟打破采矿设备对设备底层数据处于封闭状态，通过数据采集，数据驱动，数据统计和分析来提升管理，改善经济效益。

【关键词】：设备管理；数字化；数据采集；数据分析；智能运维

1 引言

城门山铜矿属于中型露天矿山，根据矿山生产工艺，该矿山采场设备主要分为钻、铲、运、破碎等，同时配备了部分生产辅助设备。目前矿山设备管理主要沿用传统方法，日常表单以纸质为主，缺乏专业化设备管理系统，没有设备运行数据分析，同时已有数字化系统各自独立，部分系统大量数据依赖于人工录入，费时费力，数据不准，缺乏应用价值。

在现有的管理模式下，存在诸多不足，为了解决目前管理上的痛点，信息化手段是必不可少的，需要通过数据采集，数据驱动，数据统计和分析来提升管理，为此我们研发了采矿移动设备智能化运维管理系统。通过该系统，对生产设备运行状态持续监控、预警、分析、设备点检、保养、维护管理、综合数据集成、决策分析支持，最终达到提高企业设备管理智能化程度。

2 设计方案

2.1 技术路线

智能运维系统是一套综合性的系统，必须建立在数据基础之上，数据包括设备油耗、生产产量、维保数据及设备运行数据。由于目前该矿山已经构建了多种专业化系统，并且大部分重要数据已经完成收集，所以针对这种情况只需要集成即可。针对无法集成的信息，则需要通过技术手段对它们单独进行收集。

由于该矿山已经建成卡调系统，设备的产量数据可以通过卡调系统数据库读取。同理，矿山已经建成IC卡加油系统，加油数据也可以通过加油管理系统后台数据库读取。设备油耗及实时健康数据由于之前并未完成信息采集，必须解决移动工程机械数据采集的问题。通过对不同车辆的现场考察、数据收集和电路图分析，最后确定了工程机械数据采集方案。

由于大部分设备均支持CAN通讯和RS485通讯，必须先解决

数据连通问题，需要连通就需要兼容。CAN具有全球性标准，所以本系统中采用了TI公司的专业CAN收发器VP232用于建立车辆CAN通讯。对于J1708接口，则主要参照了官方推荐的接口电路设计，J1708的收发器采用RS485收发器，使用方法略有不同。

由于J1708通讯协议规定总线数据需要按位控制，然而市面上并没有J1708专用控制器ASIC芯片，因此只能通过FPGA来实现。ACTEL公司的FPGA具有极高的可靠性，广泛应用于车载和航天航空，内置flash、RAM和EEPROM，开发使用方便，因此最终选用ProASIC3 A3P060用于开发J1708通讯控制器。

由于矿山道路都是临时道路，路况较差，轮胎价值较高，为延长轮胎寿命，减少生产过程中轮胎的异常磨损，考试对车辆试装胎压监测系统，用于轮胎异常情况预警。数据集成方面，胎压监测显示器提供一路CAN总线，通过与车载终端CAN总线互联实现胎压数据读取。

与此类似，车辆防火系统数据集成也采用了该种方式，防火系统通过CAN-bus与车载数据终端建立连接。车载终端采集的数据包括设备运行数据、压力、电流、轮胎信息、车辆防火系统信息等，在经过数据预处理后以无线方式传输至数据采集平台，传输方式主要采用LTE专网。传输协议则采用了HTTP1.1。

数据到达平台后，必须由平台完成数据的进一步处理和应用。其中包括数据的展示、预警和分析。平台端基于Java开发，前端采用Vue开发，APP采用flutter框架设计。Java的web框架技术非常成熟，Vue则具有高效创建UI的能力。Flutter只需要开发一次代码，同时适用于多种移动系统，能大大提高APP软件研发效率，降低维护成本。

2.2 改造方案

在充分了解该矿山钻机、挖机及运输卡车等设备电气系

统以后，在车辆上安装数据采集器，通过接入设备通讯系统实现数据读取。其中沃尔沃的设备主要使用 J1708 总线通讯，徐工、山推、小松、航天重工、同力、志高等设备则使用 CAN-bus 通讯。所有的采集设备都预先安装了专网 CPE，且预留了一个 LAN 通讯接口，所有的数据采集器均可通过 LAN 与 CPE 连接，最终将采集的数据传输至平台服务器。

数据采集器除具备通过总线与 ECM（胎压监测相当于一台 ECM，可通过通讯总线输出轮胎的胎压、胎温以及过热、漏气预警信息）通信采集数据外，同时还支持 8 路模拟信号采集，2 路频率信号采集，6 路开关信号采集及 8 路开关输出的功能。同时采集设备本身支持 5V 输出，可为加装的传感器供电，从而读取压力信号。

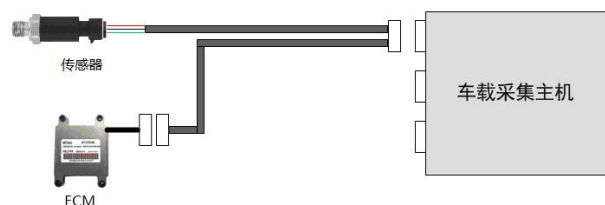


图 1 数据采集原理

3 终端运行情况

整个系统由现场终端、平台构成，终端均通过 LAN 与车载 CPE 连接，通过 ACC 供电，钥匙开关打开即可联网通讯。根据设备在线状态及设备实际开机情况对照，确定设备均可正常联网；通过设备运行数据与现场机器数据抽取比对确定设备采集功能正常。

4 平台运行情况

设备智能运维管理系统平台已部署到该矿山本地，用户可通过浏览器登录系统使用。自系统上线以来持续升级不断完善，用户登录完成，系统会展示出主页面，主要功能包括设备数据管理，其他数据管理，离散数据管理，信息管理，设备诊断及综合数据分析等。

(1) 在设备数据管理页面主要展示设备相关信息，如设备开机率，自动灭火系统状态，胎压监测系统状态等。

(2) 通过点击自动灭火系统的相应的按钮可以进入对

参考文献：

- [1] 赵辉明. 矿山机械设备管理与维护保养工作研究[J]. 中国金属通报, 2021(07):55-56.
- [2] 李国清, 王浩, 侯杰, 胡乃联. 地下金属矿山智能化技术进展[J]. 北京科技大学土木与资源工程学院. 2020.
- [3] 张军. 数据采集分析软件的设计与实现[D]. 山东大学, 2021.
- [4] 黄彦钦, 余浩, 尹钧毅, 孟国栋, 成永红. 电力物联网数据传输方案：现状与基于 5G 技术的展望[J]. 电工技术学报, 2021, 36(17):3581-3593.

应的信息展示页面，例如进入灭火系统的监视页面。

(3) 安装了胎压监测系统的设备，可通过平台查看设备胎压数据及报警状态、轮胎的气压。

(4) 设备运行期间的历史数据支持查询、统计及导出，帮助设备管理人员追溯设备历史状态。

(5) 系统具有极强的扩展能力，后续可通过不断集成增加新的功能。基于设备实时数据，系统将根据报警阈值设定及 ECM 故障代码输出报警记录，并基于解码表对故障进行中文解析和统计显示。

(6) 其他数据管理则主要用于集成第三方系统数据，从而避免数据孤岛。对于离散数据管理，主要包括了离散数据的定义、离散数据录入及统计分析。离散数据管理功能主要用于设备点巡检。

(7) 设备信息管理集成了丰富的设备管理相关数据，包括加油信息，产量信息，设备保养信息，维修信息，可开动率与利用率，备件消耗统计，设备成本信息。

(8) 设备诊断是系统的特色功能，包括文件管理功能（知识库），诊断功能。

(9) 文件管理功能可实现文件的规范化存储，使相关人员能够通过电脑或手机 APP 在短时间内找到设备相关资料，包括以往的维修、保养记录，通过时间轴呈现设备的情况。

(10) 关键部件生命周期管理，每个零部件都有自己的生命周期，系统通过跟踪部件的生命周期。对于已经明确生命周期的部件，当数据逼近生命末期，系统发出报警提醒，避免部件故障引起停机和二次损坏。

(11) 系统还提供了多种多维度数据统计，包括运行统计、报警统计、违规统计、设备利用率统计等多种数据统计分析功能。

5 结束语

该项目在该矿山于 2019 年 10 月启动建设，通过长达近 1 年多的开发和优化，于 2020 年 10 月投入运行。整个系统集成运行监控信息与运维管理功能，目前整个系统各项功能运行正常，反馈良好，显著提高了设备日常管理效率。