

电机智能制造远程运维系统设计与试验平台研究^{*}

据长江¹, 谭爱国², 胡良辉²

(1. 上海电器科学研究院, 上海 200063; 2. 上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 针对电机智能制造远程运维的需求, 设计了基于云平台的电机智能制造远程运维系统。从远程运维系统的整体架构、信息架构及试验验证平台等方面进行了详细阐述。远程运维系统可以对电机制造过程和现场应用过程中的电机参数信息进行实时采集, 实现电机全生命周期的运维管理。平台的应用有助于企业提高电机生产质量, 减少了电机运维成本, 加快了电机运维服务响应速度, 提升了售后服务水平, 提高了电机的智能制造水平。

关键词: 电机智能制造; 远程运维; 信息系统构架; 云平台

中图分类号: TM 307 文献标志码: A 文章编号: 1673-6540(2018)05-0083-05

Research on Design and Experiment Platform of Remote Operation and Maintenance System for Intelligent Manufacturing of Motor Devices^{*}

JU Changjiang¹, TAN Aiguo², HU Lianghui²

(1. Shanghai Electrical Apparatus Research Institute, Shanghai 200063, China;

2. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: A remote operation and maintenance system of intelligent motor manufacturing based on cloud platform was designed to meet the requirements of remote operation and maintenance of intelligent manufacturing of motor devices. The system architecture, information architecture and experimental verification platform of remote operation and maintenance system were described in detail. The remote operation and maintenance system could collect motor parameter information in the process of motor manufacturing and field application, and realize the operation and maintenance management of the whole life cycle of the motor. The application of the platform will help enterprises improve the quality of motor production, reduce motor operation and maintenance costs, speed up the response of motor operation and maintenance services, improve after-sales service level, and improve the level of intelligent manufacturing of motor devices.

Key words: intelligent manufacturing of motor; remote operation and maintenance; information technology framework; cloud platform

0 引言

随着我国经济的快速发展, 电机的用量不断增长, 电机制造和使用过程中的运维成本也在不

断增加。传统的运维模式一般是: 电机设备出现故障后, 现场值班的工作人员通过电话联系供应商客服人员, 客服人员通过电话沟通了解情况后, 再派技术支持工程师去现场解决问题, 整个服务

^{*} 基金项目: 上海市 2017 年度“科技创新行动计划”高新技术领域项目(17DZ1100405); 上海市张江专项发展资金 2017 年重点项目(201701-PT-A2023-004); 上海市科委上海市智能电网需求响应重点实验室项目(12DZ2260300); 2017 年上海理工大学教师教学发展研究重点项目(CFTD17018Z)

作者简介: 据长江(1976—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为工业自动化、工业通信、智能制造。

谭爱国(1976—), 女, 硕士, 研究方向为工业网络通信技术及电工与电子技术实验教学。

胡良辉(1992—), 男, 硕士研究生, 研究方向为精密仪器控制。

过程时间周期长、成本高。与传统的运维模式相比,基于云平台的远程运维模式则通过基于云平台的远程运维系统实时监控电机设备的运行情况,及时预警减少故障发生;同时当电机设备出现故障以后,技术人员可远程诊断和解决大部分故障问题,只有在没有办法远程解决问题的情况下才会出差到现场。基于云平台的远程运维模式可以减少工程师出差去现场服务的次数,节省了时间和人工成本。传统的运维模式和基于云平台的远程运维模式的客户服务流程对比如图 1 所示。

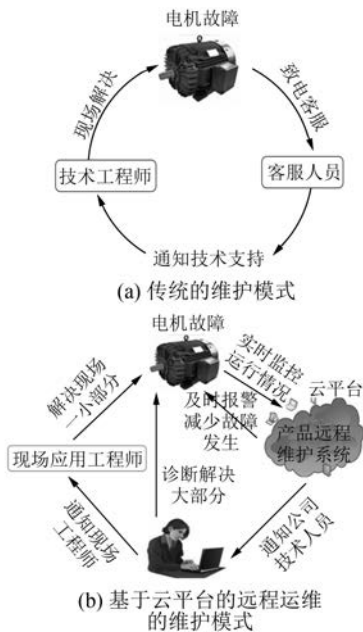


图 1 电机远程运维和传统维护模式的对比示意图

1 系统设计目标

如图 2 所示,远程运维系统位于智能制造系统架构全生命周期维度的服务环节。电机产品全生命周期的管理则涵盖电机产品的设计、生产、物流运输、销售和服务等各个环节。

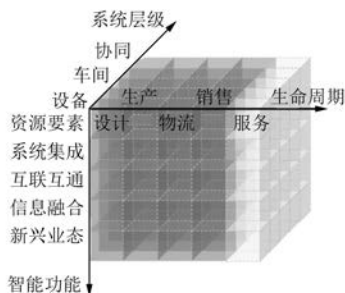


图 2 远程运维系统在智能制造系统架构中的位置

为了实现电机智能制造的全生命周期管理,远程运维系统的设计目标如下:

(1) 从电机生产到安装运行全过程监控,提供全生命周期服务,为用户提供在线运行监控及故障预警服务。

(2) 生产过程中,记录电机生产制造的过程参数和出厂参数,包括录入定子、转子等电机重要部件的产品编码、电机检验出厂参数等重要信息。

(3) 现场运行时,在线监控电机运行过程中的状态、电量和非电量信息,及时报警。

(4) 实现电机的全生命周期管理,记录电机运行过程中的操作和维修信息。

(5) 通过云平台对多用户电机运行数据的累计形成大数据,通过大数据分析软件可实现电机故障预测,为用户电机提供维修参考。

电机的全生命周期管理如图 3 所示,主要涉及到电机的生产制造和现场使用的全过程,电机在金加工、绕线下线、冲片、绝缘、装配的制造过程中的参数要记录到电机云平台,远程运维系统对电机制造中的各车间设备进行管理。



图 3 电机全生命周期管理示意图

在电机现场运行时,电机的电参数和非电参数都要采集到云平台。电参数包括电流、电压、功率、谐波、功率因数等信息;非电参数包括定子、转子、轴承温度、电机振动等信息。

当电机需要修理、更换或报废时,其修理、更换和报废的相关信息也要上传到云平台。

2 系统设计

2.1 系统介绍

电机智能制造的业务主要体现在电机制造及

运行维护的过程中^[1-3]。电机在生产制造时,运维系统对制造过程中的参数进行记录,存储到电机云平台^[4],对电机制造中的设备和人员信息也进行管理,包括设备型号、设备编号、人员及操作记录等信息进行记录,对当前正在生产的电机整机及部件的型号、图纸版本等关键信息进行记录。通过整机出厂测试以后,云平台上的数据记录将关联到电机使用的全过程。电机在现场运行时,电机的电参数和非电参数都要采集到云平台管理系统,云平台通过对这些参数的整理分析与对比,对电机的性能进行预测和评估。除此之外,电机一旦出现故障,电机制造厂商可利用系统进行远程运维或远程遥控客户进行故障排查维修^[5]。

远程运维系统主要由三大类产品组成,其核心产品包括云平台管理系统软件、电机传感器模块和手机 APP 终端软件。

2.1.1 云平台管理系统软件

云平台管理系统软件包括数据库系统和智能分析软件,能够通过互联网实时获取远程电机的运行数据,可将电机运行状态送到客户手机 APP 终端软件,手机 APP 软件可搜索访问云平台系统中的数据。数据库管理系统存储电机传感器模块上传的数据信息,记录故障;智能分析软件对数据库中的数据进行智能分析,提供短期、中长期故障预警。

电机制造商可通过云平台管理系统软件了解全球各地安装电机传感器模块的电机分布和运行概况,云平台支持生产商、销售商和最终用户等不同的用户使用;电机运行的采样周期可远程设定 1 min~1 h,可通过云平台或手机 APP 终端软件远程启动或停止远程采样;云平台提供开放通信接口,支持企业 MES、ERP 软件访问。

2.1.2 电机传感器模块

电机传感器模块由两类产品组成,包括非电量采集模块、电量采集模块。电量参数测量电机运行时的电流、电压、功率、谐波、功率因数和转矩信息。非电量参数测量电机运行时的定子、转子、轴承温度、电机振动等信息。

2.1.3 手机 APP 软件

在电机制造过程中,手机 APP 软件通过电机部件或整机上的二维码/条码,登记电机的出厂检验参数和电机的硅钢片、线圈等重要部件的参数,

将这些信息上传到云平台数据库中。

在电机运行的过程中,手机 APP 连接电机云平台管理软件,即可查看电机运行状态和实时参数信息,查询电机故障信息、历史运维记录等。手机 APP 软件还支持故障信息、运维信息、电机报废更换等信息的录入与上报。

2.2 系统架构设计

电机远程运维系统架构的设计^[6]如图 4 所示。系统的核心产品包括电机智能制造云平台管理系统、传感器模块和手机 APP 软件,还包括服务器、条码/二维码设备等其他相关设备。电机制造过程中,信息来自电机的各个生产车间(包括金加工车间、绕组铁心车间、冲压车间、绝缘车间、总装车间等),数据首先上传到企业数据库,同时上传到云平台管理系统,可以通过手机 APP 软件和手持式扫描软件查新或输入电机各部件的生产参数等相关信息。在用户现场运行时,电机的运行信息数据(包括电参数和非电参数信息)上传到用户企业的数据库服务器,为用户企业的 MES 和 ERP 提供生产数据,同时这些数据也上传到云平台管理软件。



图4 电机远程运维系统架构图

2.3 信息架构设计

该远程运维系统的信息技术构架如图 5 所示。信息架构包含采集层、数据访问层、逻辑层和应用层。

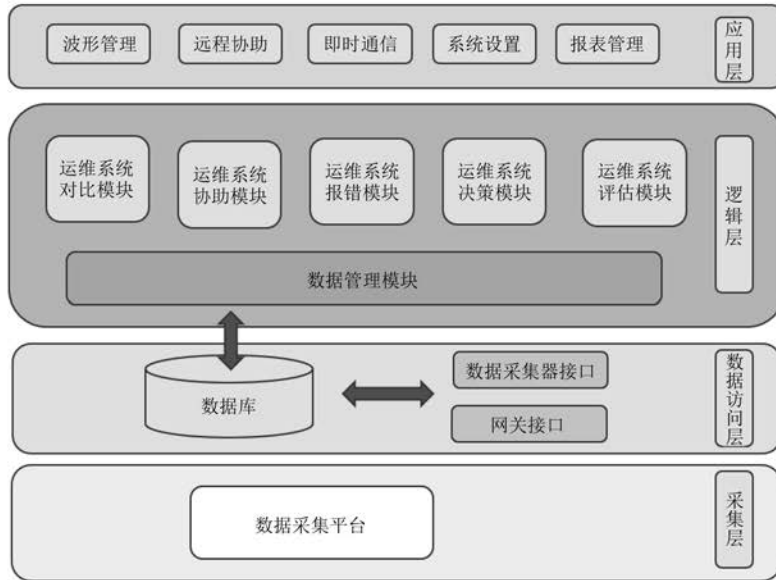


图5 系统信息技术架构图

数据采集平台接收来自电机传感器的数据，也能通过通信网或者其他数据采集器接口采集来自其他平台的数据；采集平台每天生产大量的数据，涉及电机生产基本信息、运维信息、服务反馈等，数据之间存在复杂的关系。

数据访问层会对数据信息进行归档，保证数据的完整性、统一性，为上层业务系统提供数据支撑。

逻辑层包括运维系统的各个模块如报错模块、评估模块等，调用数据访问层的数据服务，不直接访问数据库。

应用层面主要包含波形管理、远程协助、报表管理、即时通信、系统配置等具体应用，并为云平台管理系统的用户使用提供操作界面。

3 试验平台验证

为验证本系统的设计，搭建了面向电机智能

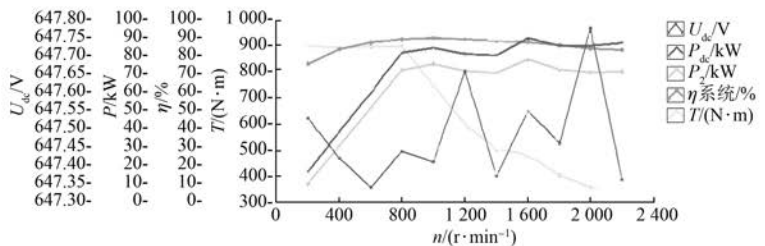
制造远程运维服务的试验平台，并主要开展了电机运行状态远程监控和电机运行参数远程监控的试验。

3.1 电机运行参数远程监控试验

电机云平台试验平台运行参数监控如图6所示。如图6(a)所示，搭建了电动汽车用电机驱动系统性能的试验平台，通过电机传感器模块把电机的运行参数信息上传到云平台，云平台能够实时记录电流、电压、功率、谐波、功率因数、转矩等信息。图6(b)给出了电机运行过程中，云平台实时记录的电压、转矩、转速等参数对应的波形，试验平台可以长时间稳定工作，达到了对基于云平台的远程运维系统的试验验证的目的，同时也验证了电机驱动系统设计参数的符合性。



(a) 电机驱动器永磁同步电机试验平台



(b) 云平台监控电压转矩转速特性曲线图

图6 电机云平台试验平台运行参数监控示意图

3.2 电机运行状态远程监控试验

电机云平台电机监控地图如图7所示。在设备地图上,软件平台以图形化的方式展示了平台上记录的所有电机,便于用户按需查找和监控。通过鼠标选择指定的地理区域后,可查看各区域电机的分布情况,也可以通过设备地图查看不同地区的电机数量,查看该地区的电机的在线数、离线数和故障数等状态信息。单个电机运行状态包括在线、离线、故障等状态,可以通过平台或手机APP软件搜索查看指定的电机的状态。



图7 电机云平台电机监控地图示意图

4 结 语

电机智能制造远程运维系统是以生产线自动控制系统、工业网络、监控系统和云平台为基础,开发的智能化和远程化的自动运维系统^[7],能够为电机生产企业带来以下价值。

(1) 降低维护成本。厂家可事先对设备进行远程诊断,排除因客户操作失误引起的问题及部分软件故障,从而降低厂家对设备的维护成本。

(2) 增强电机运行的安全性。能够根据用户需求设置预警参数,一旦设备运行参数超过预设

值,云平台会提供设备故障预警;当现场设备发生故障,系统会快速报警,并对现场数据进行分析,配合厂商技术人员快速定位和解决问题。

(3) 故障预测。根据电机运行异常的工况或变坏的运行特性,通过数据分析处理,确定特定故障的概率,并对设备的维修计划、维修时间表、维修方案等做出决策。

电机智能制造远程运维系统可实现电机生产制造和运行时的远程运维,满足电机智能制造全生命周期管理的需求,符合电机行业智能制造的发展趋势。

【参考文献】

- [1] 王永华.现代电气控制及PLC应用技术[M].2版.北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [2] 颜亦军,李俊,廖坚强.企业远程运维服务系统可行性分析、研究[J].网络安全技术与应用,2013(7): 58-59.
- [3] 岳维松,程楠,侯彦全.离散型智能制造模式研究——基于海尔智能工厂[J].工业经济论坛,2017,4(1): 105-110.
- [4] 邓倩妮,陈全.云计算及其关键技术[J].计算机应用,2009,26(1): 2-6.
- [5] 陈康,郑纬民.云计算:系统实例与研究现状[J].软件学报,2009,20(5): 1337-1348.
- [6] 汪小澄,张峰.PLC控制网络的组建与监控[J].计算机应用,2002,22(4): 34-36.
- [7] 贾坤,李玉秀,宋钦文.纺织机械远程运维平台构建应用[J].纺织器材,2017.

收稿日期: 2017-12-12

(上接第82页)

- [10] JANG M K, SEUNG K S. Speed control of interior permanent magnet synchronous motor drive for the flux weakening operation [J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 1997, 33(1): 43-48.
- [11] 魏海峰,韦汉培,张懿.二维云模型在线优化永磁同步电机无传感器电压模型控制[J].电工技术学报,2017,32(23): 51-60.
- [12] 方晓春,胡太元,林飞,等.基于交直流电流耦合的

单电流调节器永磁同步电机弱磁控制[J].电工技术学报,2015,30(2): 140-147.

- [13] CHI S, XU L Y, ZHANG Z. Efficiency-optimized flux-weakening control of PMSM incorporating speed regulation [C] // Power Electronics Specialists Conference, 2007: 1627-1633.

收稿日期: 2017-12-04