

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.11.020

基于全生命周期管理的微电网设备管理系统*

董 炜¹, 沈金荣¹, 惠 杰¹, 孙铁囤²

(1. 河海大学 机电工程学院, 江苏 常州 213022; 2. 常州亿晶光电科技有限公司, 江苏 常州 213213)

摘要:为了解决微电网设备管理混乱的问题,将全生命周期管理的概念应用到微电网设备的管理中,开展了微电网设备管理方法的研究。把设备管理分为前期管理、中期管理、后期管理整个生命过程,实现了对设备的科学管理。同时通过建立设备管理数据库,记录微电网设备的初始设备信息,并监测微电网设备在各个阶段的实时状态数据,通过监测数据与数据库已有设备数据进行联合分析,构建微电网关键设备的故障预警模型,判定设备是否正常,及时处理需要维修或维护的设备。另一方面通过监测数据分析微电网的发电效率,实现对微电网设备实时监控和有效管理。研究表明:该微电网设备的管理系统提高了微电网运行的可靠性。

关键词:全生命周期;微电网;设备管理;故障预警

中图分类号:TM73

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)11-1330-04

Equipment management system for micro-grid based on life cycle management

DONG Wei¹, SHEN Jin-rong¹, HUI Jie¹, SUN Tie-tun²

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Hohai University, Changzhou 213022, China;
2. Changzhou EGing Photovoltaic Technology Co., Ltd., Changzhou 213213, China)

Abstract: In order to solve the problem of micro-grid equipment management confusion, the life cycle management concept applied to the management of micro-grid equipment. The equipment management is divided into pre-management, mid-term management and later management, to achieve the equipment throughout the life cycle of scientific management. At the same time, through the establishment of the equipment management database, the initial information of the micro-grid equipment is recorded, and the real-time status data of the micro-grid equipment at each stage is monitored. The monitoring data and the existing data of the database are analyzed to construct the fault early warning of the micro-grid equipment model, determine whether the equipment is normal, timely processing the equipment which needs repair or maintenance. On the other hand, the monitoring data can help analyze the micro-grid power generation efficiency, achieve real-time monitoring and effective management of micro-grid equipment. The results indicate that the micro-grid equipment management system improve the reliability of micro-grid operation.

Key words: life cycle; micro-grid; equipment management; fault early warning

0 引 言

微电网是指由分布式电源、负载、储能装置和保护装置组成的小型发配电系统。微电网的使用可以有效地缓解公共电网的负荷,起到消峰填谷的作用。随着微电网应用的不断扩展,其带来的运维管理问题也显得愈加重要。

当前,微电网主要是通过能源管理进行微电网设备的管理,如美国电力公司和美国电力可靠性技术协会建造的 CERTS 微电网示范平台。该示范平台主要由蓄电池、燃气轮机、可控负荷和敏感负荷组成,其能量管理采用自治管理方式,分布式电源根据下垂特性共享频率或电压,实现自治管理,即插即用^[1];而德国的 Am Steinweg 微电网则由潮流和电能质量管理体系

收稿日期:2017-02-15

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金项目(2015B28114);江苏省重点研发计划项目(BE2016067)

作者简介:董炜(1993-),男,江苏南京人,硕士研究生,主要从事微电网技术的研究。E-mail:627836364@qq.com

进行微电网系统的控制和管理^[2];李文云等运用基于 Multi-Agent 系统进行含分布式电源电网能源优化管理,采用改进的粒子群算法计算微电网系统中各分布式发电 Agents 的最佳功率分配,并设计出能量管理策略,同时结合市场管理 Agent,微电网管理 Agent,公共电网 Agent 和分布式发电 Agent 建立微电网管理系统^[3-5];唐昆明^[6]等采用基于分层控制结构的自适应暂态下垂控制和 PQ 控制相结合的协调控制策略;窦晓波等建立了多时间尺度能量管理模型,将日前计划和实时调度相结合,基于预测数据制定机组组合及运行计划基值,在实时环节基于实时数据将上级遗留的偏差对可控分布式电源进行能量管理,具有较高的参考价值^[7-9]。

生命周期管理包括资产全生命周期管理及产品全生命周期管等。产品全生命周期管理中,知识网络的设计、评价^[10-12],有利于数据分析,建立产品数据库,及生命周期管理模型的建立。如通过医疗设备全生命周期数据库中的数据,可为设备运营管理提供真实、科学、有效依据^[13-14];高校设备管理中对设备进行分类管理和编码,提高了高校设备管理的可靠性和高效性^[15-16]。这些设备管理均把生命周期内各个阶段的管理内容具体化,联合各阶段数据建立数据平台,实现了设备的有效管理。

因此本研究提出引入全生命周期管理的思想,对微电网设备进行有效管理。

1 微电网设备管理模型的构建

基于全生命周期管理的微电网设备管理结构如图 1 所示。

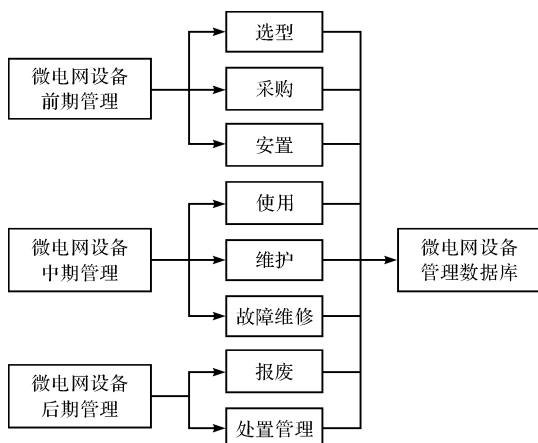


图 1 微电网设备全生命周期管理结构图

微电网设备前期管理。包括设备的选型、采购、安置。设备购买后进行安装,并对其进行编号,建立微电

网设备管理数据库。结合各微电网设备用途,把设备分为发电设备、储能设备、负载设备及其他设备 4 大类,对分类的设备进行统一管理,同时对微电网进行设备结构优化。

微电网设备中期管理。包括设备的使用、维护、故障维修,是设备全生命周期管理的重要环节。在微电网设备使用过程中,定期监测各设备使用工时等各项状态指标,并输入到数据库,联合分析微电网设备前期管理与中期管理中数据库已有的设备数据与监测数据,建立微电网关键设备故障预警模型,进行加权分析,进而判断设备是否正常。

微电网设备后期管理。包括设备的报废和处置管理。设备处置是指对报废设备或不再具有使用价值的设备进行拍卖或废弃的管理流程,同时在设备管理数据库中进行记录,以备查验。

2 微电网关键设备故障预警模型的构建

微电网关键设备主要包括分布式电源,逆变器,储能设备等,其故障预警模型可以用来判断设备是否正常工作,对故障设备进行及时报警和通知维修,这有利于工作人员及时处理故障设备,使得微电网在生命周期内正常工作,提高工作效率。

微电网关键设备故障预警的具体流程如下:

- (1) 对各微电网关键设备进行编号,记录各设备生产厂商、产品名称、规格型号、使用年限等属性,生成设备管理数据库;
- (2) 根据设备管理数据库生成设备预警值;
- (3) 监测并采集各关键设备实时状态信息,录入数据库;
- (4) 建立微电网关键设备故障预警模型,以预测设备是否需要维修。

微电网关键设备故障预警及报废处理的工作流程如图 2 所示。

设备管理数据库能够记录设备在整个生命周期内的相关数据。设备管理数据库在设备前期管理中通过人机交互输入设备的各项出厂数据,根据各项出厂数据设定各属性预警值。预警算法如下:

$$M_{ik} = A_{0ik} \times \eta_{ik} \quad (1)$$

式中: A_{0ik} —编号 i 的微电网设备 k 型初始状态属性值; η_{ik} —编号 i 的微电网设备 k 型状态属性预警比例,即 k 型状态属性的安全限定百分比; M_{ik} —编号 i 的微电网设备的 k 型状态属性预警值; k —各设备的电压,电流,辐照度,油耗,发电功率,负载功率等的

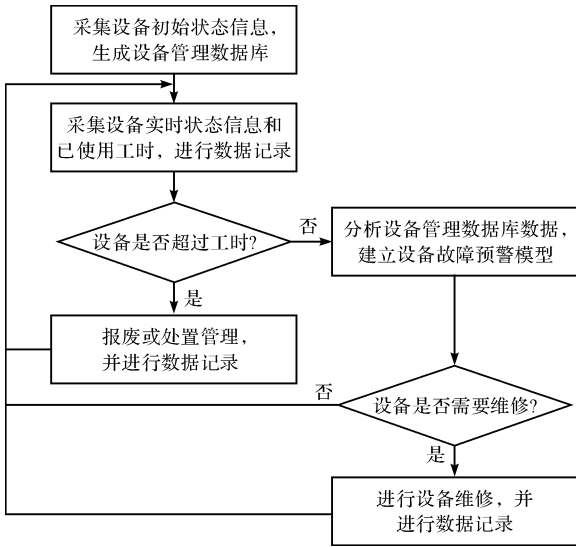


图 2 微电网关键设备故障预警及报废处理流程图

状态属性编号。

利用加权法计算各关键设备状态属性的加权值,其加权值算法如下:

$$A_i^* = \sum_{k=1}^n W_{ik} A_{ik} \quad (2)$$

式中: A_i^* —编号*i*的微电网设备加权值; A_{ik} —编号*i*的微电网设备*k*型状态属性值; W_{ik} —编号*i*的微电网设备*k*型状态属性的权重。

运用加权值计算设备加权预警值,算法如下:

$$M_i^* = A_{0i}^* \times \eta_i^* \quad (3)$$

式中: A_{0i}^* —编号*i*的微电网设备初始加权值; η_i^* —编号*i*的微电网设备的加权预警比例; M_i^* —编号*i*的微电网设备加权预警值。

设备的属性预警值与加权预警值计入设备管理数据库,为设备的中期管理做准备工作。

在设备中期管理过程中,设备管理数据库采集并监控各设备的实时状态信息,包括电压、电流、辐照度、油耗、发电功率和负载功率等,并通过加权法计算各设备的实时状态加权值。

同时根据设备管理数据库中记录的设备已使用工时,对设备进行报废或处置管理判定,若超过使用年限,则对其进行设备后期管理。

此外,根据各设备的属性预警值与各设备的加权预警值,并结合设备的实时状态信息与设备的实时状态加权值进行故障判断分析。

比较状态属性预警值与实时状态属性及设备加权预警值与实时状态加权值,判定微电网各关键设备是否故障。如果设备故障,则进行预警,并报告故障类型,及时对设备进行维修和维护,并进行数据记录。

3 微电网设备管理系统的功能和结构设计

3.1 基本功能

微电网设备管理系统可实现微电网设备状态监测、维保辅助,故障警报和设备管理等功能。管理系统实时监测并记录微电网各设备在生命周期中的各项运行状态信息,反馈给工作人员,生成状态监测报表。当设备使用一定时间后,管理系统可以自主通知工作人员对其进行维护与保养。当设备故障时,管理系统可以根据故障预警模型,对各设备参数进行加权分析,实现故障警报,及时提醒工作人员进行故障维修,实现设备的中期管理。当设备达到使用年限后,管理系统可以反馈给工作人员对其进行报废或处置管理,并对后续管理状态继续记录,实现设备的后期管理。

3.2 系统框架建立

微电网设备管理系统的设计框架如图 3 所示。

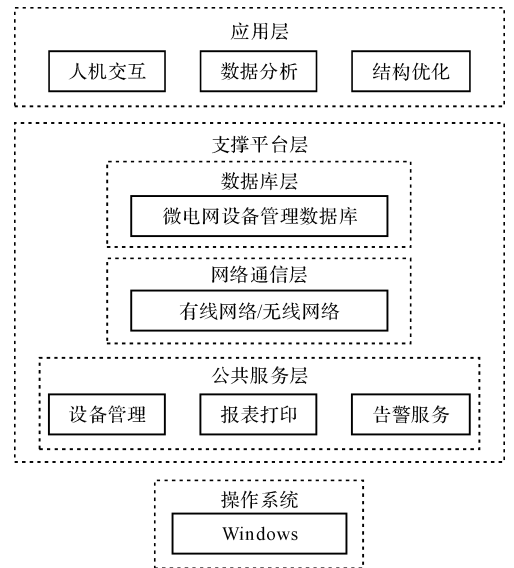


图 3 微电网设备管理系统的设计框架

系统主要由硬件层与软件层相结合构成,硬件层主要由相关的硬件设备组成,如传感器,数据采集器和服务器等。软件层主要由操作系统、功能应用软件等组成,软硬件结合建立系统支撑平台,其包括公共服务层、数据库层、网络通信层。

3.3 系统框架建立

微电网设备管理系统主要分为 4 个模块:数据采集模块,数据分析处理模块,故障预警模块,全生命周期管理模块。微电网设备管理系统的主要功能和系统结构如图 4 所示。

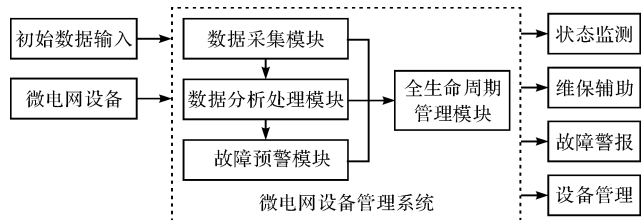


图 4 微电网设备管理系统结构图

(1)数据采集模块。包括硬件设备采集与手动输入。在设备前期管理中,微电网设备的初始数据通过人机交互输入给微电网设备全生命周期管理系统;在设备中期管理中,微电网管理系统通过相应的硬件设备接口与分布式电源进行信息交互,通过数据采集模块对各设备实时运行状态数据进行采集;在设备后期管理中,对各报废设备的数据进行输入存储及跟踪。

(2)数据分析处理模块。主要用于分析数据采集模块采集到的数据,反馈给故障预警模块和全生命周期管理模型,同时对分析数据进行编号存储,生成统计表格。

(3)故障预警模块。微电网设备管理系统的重要功能模块之一,能及时对微电网设备的故障进行预警,可以根据数据分析处理模块反馈的结果,建立微电网设备故障预警模型,进而及时对微电网设备故障进行预警。

(4)全生命周期管理模块。可以综合处理数据采集模块、数据分析处理模块和故障预警模块信息,通过人机交互界面提取并查看数据采集模块所采集的设备信息,查看微电网的拓扑结构和所有电气元件的接入及工作情况,实时操作开关与刀闸的工作状态,控制微电网的工作方式。同时根据数据分析处理模块和故障预警模块获取的信息实时了解微电网的运行状态。

4 结束语

本研究介绍了微电网设备的管理方法及系统,创新性的提出了基于全生命周期管理的微电网设备管理方法,对设备管理阶段进行细化,从设备的前期,中期,后期入手,根据各微电网设备在整个生命周期中的状态信息来有效管理各微电网设备,并联合各阶段数据信息,进行加权计算分析,实现了对微电网关键设备故障的及时预警。

该微电网设备管理系统通过对微电网设备进行状态监测、维保辅助,故障警报和设备管理,能够有效提高了微电网设备的可靠性,降低了微电网设备维护的成本。

参考文献 (References):

- [1] LASSETER R H, ETO J H, SCHENKMAN B, et al. CERTS microgrid laboratory test bed[J]. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2011, 26(1): 325-332.
- [2] 吴 雄,王秀丽,刘世民,等.微电网能量管理系统研究综述[J]. *电力自动化设备*, 2014, 34(10): 7-14.
- [3] 李文云,蒋亚坤,雷炳银,等.基于 Multi-Agent 系统的含分布式电源电网能源优化管理[J]. *电力系统保护与控制*, 2015(12): 21-27.
- [4] DIMEAS A, HATZIARGYRIOU N. A multi-agent system for microgrids[M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [5] 章 健. Multi Agent 系统在微电网协调控制中的应用研究[D]. 上海:上海交通大学电子信息与电气工程学院, 2009.
- [6] 唐昆明,王俊杰,张太勤.基于自适应下垂控制的微电网控制策略研究[J]. *电力系统保护与控制*, 2016, 44(18): 68-74.
- [7] 窦晓波,徐恣慧,董建达,等.微电网改进多时间尺度能量管理模型[J]. *电力系统自动化*, 2016, 40(9): 48-55.
- [8] 徐冬冬.微电网多时间尺度优化算法研究[D]. 广州:华南理工大学电力学院, 2015.
- [9] 易永辉,任志航,马红伟,等.分布式电源高渗透率的微电网快速稳定控制技术研究[J]. *电力系统保护与控制*, 2016, 44(20): 31-36.
- [10] 陈 娜.基于知识网络的产品生命周期设计、评价方法及系统[D]. 杭州:浙江大学机械工程学院, 2013.
- [11] 屈鹏飞.复杂产品生命周期设计知识大数据集成和应用研究[D]. 杭州:浙江大学机械工程学院, 2016.
- [12] WAUGH N T, MUIR D D. Improving the life cycle management of power transformers transforming data to life[C]. SoutheastCon 2015, Fort Lauderdale: IEEE, 2015: 1-7.
- [13] 李建生,王耀飞,晋 悦.浅谈医疗设备全生命周期管理数据库平台的建立[J]. *中国医疗设备*, 2013, 28(5): 84-86.
- [14] MARGOTTI A E, FERREIRA F B, SANTOS F A, et al. Health technology assessment to improve the medical equipment life cycle management[C]. 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Osaka: IEEE, 2013.
- [15] 蒋晓菲.大数据时代下高校设备全生命周期管理及数据价值的研究[J]. *实验技术与管理*, 2016, 33(5): 264-266.
- [16] 赖 芸,卢 晨.高校实验室设备全生命周期管理模型构建[J]. *实验室研究与探索*, 2012, 31(2): 192-194.

[编辑:张 豪]

本文引用格式:

董 炜,沈金荣,惠 杰,等.基于全生命周期管理的微电网设备管理系统[J]. *机电工程*, 2017, 34(11): 1330-1333.

DONG Wei, SHEN Jin-rong, HUI Jie, et al. Equipment management system for micro-grid based on life cycle management[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2017, 34(11): 1330-1333.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>