

光伏微电网软件工程应用技术研究

冯江华¹, 李志勇², 赵 勇³

(1. 南车株洲电力机车研究所有限公司, 湖南 株洲 412001; 2. 中南大学 信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083;
3. 中南大学 软件学院, 湖南 长沙 410075)

摘 要: 针对光伏微电网在安全、经济、实时、可靠、稳定、人机交互等多方面的特殊要求, 综合分析了光伏微电网软件系统的基本结构组成, 重点介绍了工程化过程中的软件开发技术、软件开发方法和软件开发过程模型, 并结合实际案例给出了光伏微电网软件工程实现步骤, 说明了软件工程化应用的作用和效果。

关键词: 光伏微电网; 软件工程; 软件开发方法

中图分类号: TM615; TP311.5

文献标识码: A

文章编号: 2095-3631(2014)03-0001-04

Research on Application Technologies of Software Engineering in Photovoltaic Micro-grid

FENG Jiang-hua¹, LI Zhi-yong², ZHAO Yong³

(1. CSR Zhuzhou Institute Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China; 2. School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China; 3. School of Software, Central South University, Changsha, Hunan 410075, China)

Abstract: In order to meet some special requirements of PV (photovoltaic) micro-grid on real-time, safety, economy, reliability, stability, human-computer interaction, etc., it analyzed the basic structure of software system of PV micro-grid, introduced the technology, methods and software development model in engineering process, proposed engineering realization steps of PV micro-grid based on the practical cases and illustrated the practicality and effectiveness of the software engineering application technology.

Keywords: PV micro-grid; software engineering; software development method

0 引言

为了提高光伏发电系统的集成技术水平和发电能力, 国家要求大力开展适合分布式光伏发电运行特点和规模化应用的新能源智能微电网试点及示范项目建设^[1-2]。针对光伏分布式发电特点及微电网优化与控制相关功能的需求, 优质而快速地提供支撑软件是实现光伏微电网稳定安全运行和管理维护的关键^[3-6]。因此, 亟需在光伏产业中引入软件工程技术, 并快速形成光伏微电网软件产业链^[7]。

随着信息技术应用和信息化建设的不断深入, 软件工程技术与电力系统综合自动化技术紧密结合, 为电力企业的生产、经营及管理提供了有力支撑, 成为电力企业运营不可缺少的部分^[8]。光伏微电网在电力系统中的接入容量在不断扩大, 对数据采集量以及设备之间灵活协调的要求也在不断提高, 其调控管理更是依赖于智能型专业应用软件与可靠性专业应用软件^[9], 即在电力系统通用软件功能的基础上融合光伏预测、负荷预测、优化调度、自动发电控制及潮流分析等各种先进算法^[10], 集成微电网电能质量监测系统、信息管理系统、能量管理系统和微电网规划设计系统等应用软件^[11]。另外, 针对光伏微电网组网结构灵活性和规模化要求, 光伏微电网软件工程能发挥其模块标准化、扩展

收稿日期: 2014-03-05

作者简介: 冯江华(1964-), 男, 博士, 教授级高级工程师, 长期从事牵引传动与控制等方面的研究工作。

性强等工程优势。

1 光伏微电网软件系统分析

光伏微电网软件系统在数据采集、传输和处理平台基础上,采用专用的优化调度和控制算法对底层设备进行发电、储能控制及其监测保护,以实现业主利益的最大化,提高电力监管部门的管理水平,并为系统集成商的运营维护提供技术支持。图1示出光伏微电网软件系统的关联结构。

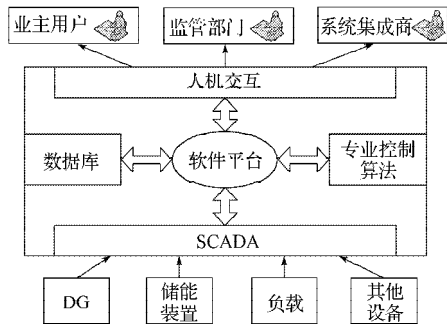


图1 光伏微电网软件系统关联结构图

Fig. 1 Association structure diagram of software system for PV micro-grid

1.1 软件系统广义分层

根据光伏微电网软件系统的关联结构及其运行控制的功能需求,光伏微电网软件系统广义上可划分为三层结构形式,即物理层、数据层和应用层(图2)。

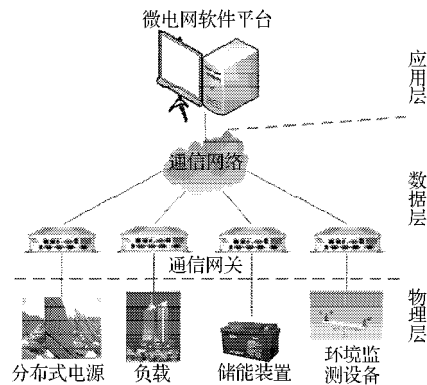


图2 光伏微电网软件系统工程分层结构

Fig. 2 Hierarchical structure of software engineering for PV micro-grid system

(1)物理层。物理层主要面向环境底层设备(包括直接与被测量对象相连的各种数据采集设备),负责数据采集并传输给上层或接受上层指令,实现底层数字化和本地控制。例如,基于物理层的SCADA系统能实现对微电网现场数据的采集、逆变器的控制、设备的本地保护和控制、储能系统的充放电控制、馈线故障保护及环境测量等功能^[12]。

(2)数据层。数据层主要负责网络通信和数据交换,一方面支持各种软件通信协议,如Modbus、TCP和IEC61850等;另一方面采用各种先进算法对汇聚的数

据做出系统决策,向下层发出指令^[13]。光伏微电网存在并网模式和孤岛模式,既需要实现在较高安全性要求前提下运行模式的无缝切换,又需要具备负荷预测、发电预测、功率平衡控制和能量管理等大数据快速处理能力,以满足功率平衡要求和经济指标需求。

(3)应用层。应用层主要是面向用户侧进行优化调度控制,负责数据汇总、按需分析、作出决策,实现人机交互,着力于实现多条件、多目标的光伏微电网经济运行。从用电经济性角度出发,在用电低谷期从电网买电并在高峰期卖出,以缓解电网压力;从发电经济性角度出发,综合考虑设备购买成本、运行管理成本、与大电网的交互成本以及储能系统充放电损耗和燃料等成本;在功率平衡等式约束条件以及DG(分布式发电)出力限值、与电网交互功率限值、发电机爬坡速率限值和储能荷电状态限值等不等式约束条件下,均衡各个DG的出力,实现经济效益最大化、技术最优化及环境友好化。

1.2 面向用户的光伏微电网软件平台

随着软件管理模式的普及,用户对软件系统的稳定性、安全性、实时性、兼容性、易维护性和可扩展性等提出了更高的要求^[14]。为实现人机交互的友好化,研发面向用户的光伏微电网软件平台,包括操作系统、支撑环境和应用功能3个板块(图3)。

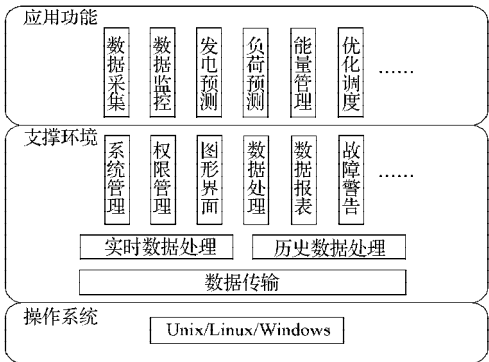


图3 光伏微网系统软件平台结构

Fig. 3 Software structure of PV micro-grid system

操作系统既是计算机系统的关键组成部分,也是光伏微电网软件平台运行的基础,常见的操作系统包括Unix、Linux和Windows。支撑环境板块为实现各种上层的应用功能提供通用的支撑服务,如系统管理、权限管理、图形界面、数据处理、数据报表、故障警告等。应用功能板块为光伏微电网的经济运行提供按需定制的服务,主要有数据采集、数据监控、发电预测、负荷预测、能量管理和优化调度等。

用户可以根据各自光伏微电网系统的需求,使用光伏微电网软件平台上的应用功能,便捷地进行系统