

佛山电网经济运行分析与应用平台综述

在建设智能电网的背景下，电网经济运行是电力系统营运的核心内容之一。综述了佛山电网经济运行分析与应用平台的功能。分别从停电损失、配电网负载率、配电网线损、功率因数、供配电成本和设备利用率六个方面详细阐述了电网经济运行的分析与评价方法，介绍了它们的功能定位和关联业务，给出了各个分析功能的算法与数据集成，最后对经济运行分析的应用进行了展望。

范心明 黄小耘 欧阳卫年/佛山供电局



范心明/工程师

0 引言

供电企业的宗旨是向用户提供安全、优质和经济的电能。一直以来，电网企业比较注重电网的安全性，关注运行经济性相对不足^[1]。在建设智能电网的背景下，电网的经济运行已成为电力系统营运的核心内容之一^[2-3]。地市供电局电网资产和供电量数额大，在保证供电安全可靠的前提下，做好电网的经济运行与优化，将带来巨大的经济效益^[4-5]。然而，电网的经济运行却面临技术与管理上的挑战，主要体现在各类业务数据海量增长，各类运行管理数据较为原始和分散，海量的数据、报表不能直观地反映影响经济运行的关键所在，对电网经济运行分析与管理决策支持有限^[6-7]。因此，构建一个支持电网经济运行管理的分析决策平台具有重要的工程应用价值。

经济运行分析平台是在保证电网安全运行的前提下，利用电网的海量运行数据发掘提升电网经济性要素所在的计

算分析系统。经济运行分析平台是以一体化电网运行智能系统为基础，以电网运行效益为核心的分析平台。它主要从现有的计量自动化系统、营销系统、配电网生产管理信息系统、GIS系统、EMS系统和配电网自动化系统中集成相关的数据，用图表等方式将电网运行现状、关键指标及薄弱环节直观展现出来，从而发掘出可提升电网运行经济性的领域与着力点^[8-9]。

本文主要介绍佛山电网经济运行分析与应用平台的分析模块。从停电损失、配电网负载率、配电网线损、功率因数、供配电成本和设备利用率六个方面阐述了对电网经济运行的分析与评价方法，介绍了它们的功能定位和关联业务，给出了各个分析功能的算法与数据集成，最后对经济运行分析的应用进行了展望。

1 停电损失分析

1.1 功能目标

通过该功能模块可以准确实时地统计佛山地区现时停电用户数、涉及的停电单数、停电电量、估算停电损失金额及评估电网的可靠性指标。从图表中可以查看当日佛山地区各时刻各类停电损失估算金额、损失电量和损失负载的变化趋势。停电分析模块每15 min进行一次计算，并准确实时地更新分析结果。可通过金额、电量或负载对佛山地区的停电损失金额、损失电量、损失负载及其变化趋势进行分类分析。同时可对时

关键词/Keywords

配电网 ·
经济运行 ·
经济效益 ·
综述 ·

中国南方电网有限责任公司科技项目
(GDKJ00000057)。

间日期进行选择, 查询所选时间当日佛山地区每15 min的停电损失金额、停电负载及停电电量信息。功能模块可统计到当前为止佛山地区总的停电损失金额、总停电负载、总停电电量、停电单数、停电用户数及电网的可靠性指标等信息。可对当日所涉及的所有停电工单明细进行查询。

1.2 关联业务

各区局、供电所等相关职能部门通过停电综合统计分析, 能够实时了解当前停电负载、停电用户数及社会影响。通过对停电损失负载、电量和金额趋势的分析, 便于相关部门优化停电计划安排。

1.3 算法与数据集成

计算中, 馈线实时电流取EMS系统中馈线实时电流, 配电变压器实时负载为计量系统配电变压器终端瞬时功率。其损失电量为

$$E_{TL} = p_l T \quad (1)$$

式中, p_l 为配电变压器瞬时功率, 以某个时间点的瞬时功率作为某小段时间内的平均功率; T 为时间。

配电变压器损失金额为

$$A_{TL} = p_l T E_{TV} \quad (2)$$

式中, E_{TV} 为配电变压器电价, 由上月(峰、平、谷)售电总收入除以上月(峰、平、谷)售电总量得到。

停电损失为

$$A_L = \sum A_j \quad (3)$$

式中, A_j 为当天每隔15 min取得的电量损失金额。

停电电量为

$$E_L = \sum E_j \quad (4)$$

式中, E_j 为当天每隔15 min取得的停电电量。

停电负载为

$$P_L = \sum P_{ij} \quad (5)$$

式中, P_{ij} 为当天每隔15 min取得的停电负载。需要说明的是停电电量、停电负载数据每隔15 min从计量系统取得。

停电单数中分为已复电单数、停电中单数和未复电单数。已复电单数指停电开始时间为当天

并当天已复电的停电总单数; 停电中单数指当天仍在停电状态的停电单总数; 未复电单数指停电开始时间在当天而当天未复电的停电单数。

总停电户数按当天停电影响的城市中压用户、农村中压用户和重要中压用户分类统计。以上停电统计数据均由配电网生产管理信息系统中停电工单得到。

对于停电社会影响(可靠性)方面主要从时户数、配电变压器数两个方面来描述停电带来的社会影响, 其计算方法为

$$H_T = \sum T_{ji} H_j \quad (6)$$

式中, H_T 为时户数; T_{ji} 为当天每次停电持续时间; H_j 为每次停电用户数, 停电用户为中压用户, 评价基点为当天中压用户平均停电时间。

$$D_T = \sum D_{Tj} \quad (7)$$

式中, D_T 为配电变压器数; D_{Tj} 为当天每张停电工单涉及的配电变压器数。

配电变压器停电负载为

$$P_{TL} = \sum P_{TLj} \quad (8)$$

式中, P_{TLj} 为每3 min取得停电涉及的配电变压器功率。

配电变压器停电电量为

$$E_T = \sum P_{TLj} T_{\Delta j} \quad (9)$$

式中, $T_{\Delta j}$ 为时间差。

配电变压器停电金额为

$$A_T = \sum P_{TLj} T_{\Delta j} E_{TVj} \quad (10)$$

时间差 $T_{\Delta j}$ 根据停电时间、复电时间计量起始时间和结束时间统计综合计算得出。

2 配电网负载率分析

2.1 功能目标

将配电变压器、馈线作为分析对象, 并将负载率划分为若干区间, 着重分析轻载和重载的持续时间、区域分布以及变化趋势, 把握电网负载率水平, 从而更好地分析电网经济性。具体从配电变压器、馈线两个方面, 按轻载小于30%、重载超过70%的区域分布, 以及设备占比月度变化趋势和设备占比年度变化趋势进行分析。另外, 从所

有设备轻载排名、重载排名、某个设备的轻载时长次数变化趋势、重载时长次数变化趋势、负载率区间分布趋势以及负载率月度分布等方面进行分析。

2.2 关联业务

通过负载率分析，业务部门可以看出本区域内负载的分布情况，定量地得到轻载设备占比率、重载运行设备占比率以及轻重载分区段占比等信息。这些直观的统计信息将为供电运行维护、用户报装接入、电网基础建设、电网规划以及电网设备扩容等业务提供辅助决策的依据。

2.3 算法与数据集成

月度轻载（重载）时长百分比计算为

$$L_M \% = [(\sum F_j T_{j2}) / F_A T_M] \times 100\% \quad (11)$$

式中， F_j 为地区配电设备； T_{j2} 为轻载（重载）时间； F_A 为配电设备总数； T_M 为月度供电时间。

配电设备月度轻载（重载）时长为

$$T_z = \sum T_j \quad (12)$$

馈线负载率为

$$L_L \% = (I_R / I_N) \times 100\% \quad (13)$$

式中， I_R 为馈线实时电流； I_N 为馈线额定电流。

配电变压器负载率为

$$L_T \% = (P_T / S_N) \times 100\% \quad (14)$$

式中， P_T 为配电变压器实时负载； S_N 为配电变压器额定容量。

3 配电网线损分析

3.1 功能目标

分析每个供电区域的线损变化范围和线损的大致变化趋势，对区域之间的线损情况进行横向对比，分析不同区域之间供电量与线损之间的关系，并对辅助业务部门进行线损异常分析。具体包括区域月度中压线损率分布、区域月度售电量分布、线损率月度变化趋势和线损率年度变化趋势。另外，还包括区域下面所有馈线月度内线损率排名、线损率电量对比分析以及线损区间分布趋势。

3.2 关联业务

运行维护、电网规划与基建等部门通过线损分析全面掌握本区域内线路线损情况，有针对性地损失严重的设备添加补偿装置或者作进一步的技术改造。

3.3 算法与数据集成

配电网线损分析中，线损率通过集成营销系统中压线损数据计算得到；月度售电量采用营销系统月度售电量统计得到。月度线损数据引用营销系统管理的线损数据；日线损数据集成计量系统的电能量数据。

4 功率因数分析

4.1 功能目标

通过功率因数的区域分布分析、年月度趋势分析使业务部门准确掌握造成电网网损增加的主要原因，提升网络优化的针对性。具体包括区域月度功率因数分布、区域月度电量与功率因数分布对比、功率因数月度变化趋势和功率因数年度变化趋势；另外，还包括区域内所有馈线月度功率因数排名、功率因数电量对比分析以及功率因数区间分布趋势。

4.2 关联业务

通过对功率因数的分析，业务部门能够从多角度掌握本区域下某设备日、月和年的功率因数变化情况以及分布情况，有利于运行维护人员、电网规划和基建等业务部门通过相关技术改造和电网建设来控制设备损耗，减少用户的损失等。

4.3 算法与数据集成

功率因数分析中，馈线有功电量集成计量系统馈线月度有功电量；馈线无功电量集成计量系统馈线月度无功电量；月度售电量采用营销系统月度售电量。

5 供配电成本分析

5.1 功能目标

直观详细地将全网负载、供售电单价和利润

通过日、月和年趋势进行分类分析,从而更清晰地进行分析。具体包括月度全网总供负载、购电均价、售电均价、单价差额和总利润五个方面进行分析,同时也可从日、年两个时间尺度进行统计分析。

5.2 关联业务

成本分析能提供给相关业务部门当前成本的主要构成以及成本构成之间的比例,有利于业务部门进行成本控制和辅助决策。

5.3 算法与数据集成

购电均价、售电均价、平均差价和售电利润分别计算为

$$B_{PA} = (E_S E_{SV} + G_S G_{SV}) / (E_S + G_S) \quad (15)$$

式中, B_{PA} 为购电均价; E_S 为网供电量; E_{SV} 为网供上网电价; G_S 为本地发电量; G_{SV} 为本地发电上网电价。

$$S_{AV} = \sum (E_{Cj} E_{CVj}) / \sum E_{Cj} \quad (16)$$

式中, S_{AV} 为售电均价; E_{Cj} 为用户电量; E_{CVj} 为用户上月单价。

$$\Delta E_V = S_{AV} - B_{PA} \quad (17)$$

式中, ΔE_V 为每千千瓦时电的平均差价。

$$P_{SE} = \sum (E_{Cj} E_{CVj}) - (E_S E_{SV} + G_S G_{SV}) \quad (18)$$

式中, P_{SE} 为售电估算利润。

上述分析中,总的供电负载、网供电量和地方发电量的数据均从EMS系统中取得;网供上网电价、地方发电上网电价为营销系统的网供综合购电价;用户上月单价从营销系统得到;用户电量取自计量系统用户电量。

6 设备利用率分析

6.1 功能目标

直观详细地展示全网设备利用率,具体从配电变压器和馈线两个角度进行分析,包括馈线利用率、单位容量配电变压器购售价差贡献和单位长度线路购售价差贡献,并对月、年趋势进行分析,使业务部门清晰地掌握设备利用率。另外,进行主变压器轻载排名、线路轻载排名、配电变压器售电容量比排名和配电变压器轻载排名;同

时可进行分钟、日和月的主变压器轻载排名与110 kV线路轻载率排名的历史数据查询;也可按小时、日和月的配电变压器售电容量排名与按小时的配电变压器轻载率排名的历史数据查询。

6.2 关联业务

设备利用率分析能够得到最轻载的主变压器、配电变压器和线路,分析得出哪些主变压器、配电变压器和线路的经济效益最低,进而分析供电成本的主要构成以及成本构成之间的比例,将有利于业务部门进行成本控制与辅助决策。

6.3 算法与数据集成

设备利用率、馈线购售价差贡献值和配电变压器购售价差贡献值分别计算为

$$A_u \% = E_{us} / E_{ua} \times 100\% \quad (19)$$

式中, A_u %为设备利用率; E_{us} 为设备月供电量; E_{ua} 为设备可供电量,即设备容量与月度小时数的乘积,设备容量即设备铭牌额定容量,配电变压器取铭牌容量,馈线容量为线路额定电流与额定电压的乘积。

$$V_{BSL} = (F_{EML} - E_{SML} B_{PAL}) / L_F \quad (20)$$

式中, V_{BSL} 为馈线购售价差贡献值; F_{EML} 为馈线月度电费收入; E_{SML} 为馈线月售电量; B_{PAL} 为购电均价; L_F 为馈线长度。

$$V_{BST} = (F_{EMT} - E_{SMT} B_{PAT}) / S_T \quad (21)$$

式中, V_{BST} 为配电变压器购售价差贡献值; F_{EMT} 为配电变压器终端月度电费收入; E_{SMT} 为配电变压器终端月售电量; B_{PAT} 为购电均价; S_T 为配电变压器容量。

主变压器轻载排名采用主变压器实时负载与主变压器额定容量的商值排名;线路轻载排名采用线路实时负载与线路额定容量的商值排名。配电变压器售电容量比排名采用配电变压器每小时售电量与配电变压器容量的商值排名;配电变压器轻载率排名采用配电变压器实时负载与配电变压器额定容量的商值排名。

7 结束语

电网的运行管理一向较多关注安全、优质和

可靠供电，但对电网运行经济性方面的研究和探索相对不足。电网经济运行问题也是困扰电网企业的普遍问题，但目前欠缺系统性的数据发掘整合和经济运行分析方法。本文综述了佛山电网经济运行分析与应用平台分析模块，详细阐述了各个功能模块的功能定位、算法与数据集成方式。经济运行分析与应用平台为电网经济运行的科学管理与决策提供了量化依据，具有重要的工程应用价值。作为开放系统，将进一步丰富分析功能，优化指标体系与算法使其更具指导意义。

参考文献

- [1] 孙欣, 吕跃春, 高军, 等. 电网经济性与安全性的精益化协调方法 [J]. 电网技术, 2009, 33 (11): 12-17.
- [2] 王正风, 黄太贵. 智能电网经济调度运行研究 [J]. 华东电力, 2010, 38 (6): 804-807.
- [3] 贺鹏, 艾欣, 徐虹. 微电网经济运行研究综述 [J].

现代电力, 2012, 29 (4): 1-6.

- [4] 刘天琪, 江东林. 基于储能单元运行方式优化的微电网经济运行 [J]. 电网技术, 2012, 36 (1): 45-50.
- [5] 汪际峰, 范展滔, 耿照为, 等. 大电网一体化运行的经济分析架构设计 [J]. 电力系统自动化, 2014, 38 (19): 74-80.
- [6] 唐宝, 董征. “十一五”期间南方电网负荷特性分析 [J]. 中国电力, 2012, 45 (10): 30-35.
- [7] 杨世哲, 郭斌. 省级电网企业节能减排措施研究 [J]. 电气应用, 2015, 34 (3): 68-73.
- [8] 郑漳华, 艾芊, 徐伟华, 等. 智能电网经济运行的多目标调度优化策略 [J]. 电网技术, 2010, 34 (2): 7-12.
- [9] 范展滔, 姚伟锋, 蔡秋娜, 等. 电网经济运行评估机制与管理框架 [J]. 南方电网技术, 2013, 7 (1): 85-89.

(收稿日期: 2015-10-24) **EA**



Weidmüller

魏德米勒Energy Meter电力参数测量仪 —— 高效透明的生产电能监测

魏德米勒Energy Meter电力参数测量仪不仅能监测电能的消耗，它还能监测电能质量的基本参数和分析来自不同导体的电流的细微差别，使电力行业用户能够快速地了解生产设备中电能参数的变化情况，保证其稳定和高效地使用。具有综合功能的Energy Meter电力参数测量仪使您可以将生产点的能源网络分块测量，尽可能精确地进行监测，配备有一体的液晶显示屏，重要的监测数据如电压、电流、功率和能耗都能一目了然。

扫一扫，关注魏德米勒官方微信



Let's connect.