

# 供电可靠性管理创新模式探讨

袁德富<sup>1</sup>, 张勇军<sup>1</sup>, 李邦峰<sup>2</sup>

(1. 华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640; 2. 海南电网三亚供电公司, 海南 三亚 572000)

**摘要:** 为了实现供电可靠性各环节的统一管理和数据共享, 提出了供电可靠性管理的创新模式, 将可靠性微观管理、基础参数管理、目标管理与考核、中低压用户可靠性统计、指标预测、设备缺陷管理、计划停电管理、电网规划等可靠性管理模块集中于可靠性管理信息系统, 系统所需要的基础数据和运行数据以其它应用系统的数据信息为基础, 避免了数据的重复性。这种管理模式能更有效掌握电网的状况, 及时消除设备隐患, 并为电网运行、规划和建设提供科学决策依据。

**关键词:** 电网; 供电可靠性; 低压用户可靠性; 可靠性管理; 信息系统

## Discussion of power supply reliability innovative management model

YUAN De-fu<sup>1</sup>, ZHANG Yong-jun<sup>1</sup>, LI Bang-feng<sup>2</sup>

(1. South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Sanya Power Supply Bureau, Hainan Power Grid Corporation, Sanya 572000, China)

**Abstract:** A novel reliability management model is proposed to realize the centralization management of various information systems of power supply reliability and data sharing. The proposed information system of reliability management integrates different reliability management models such as reliability micro-management, reliability parameters management, objective management and assessment, statistics and analysis, indicator theoretical prediction, device defect management, scheduling outage management, network planning into one system, and can share data with other application systems without data duplication. This management mode is helpful to know the states of power systems and to eliminate equipment hidden trouble more effectively and timely, and can provide decision-making basis for operation, planning and construction of power systems.

This work is supported by Key Project of National Natural Science Foundation of China(No.50337010) and National Natural Science Foundation of Guangdong Province(No.06025630).

**Key words:** power system; power supply reliability; low-voltage reliability; reliability management; information system

中图分类号: TM732 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)11-0099-05

## 0 引言

在学习和借鉴世界各国先进经验的基础上, 我国电力可靠性管理在规划设计准则、统计管理准则、统计管理工具与指标发布等方面已经形成一个比较完善的体系<sup>[1]</sup>。然而, 可靠性管理工作中仍然存在不完善之处: (1) 可靠性统计数据未发挥应有的作用, 指标分析深度不够, 未能挖掘设备、管理、人员素质等深层次的问题; (2) 可靠性准则的制定与形式的发展还存在一些差距; (3) 对现有可靠性研究成果的转化应用工作开展不充分; (4) 低压用户的可靠性统计和可靠性微观管理尚未广泛开展; (5)

不少供电企业片面追求指标, 忽略了可靠性数据的真实性、准确性和完整性。

鉴于目前国内的供电可靠性管理工作往往局限于可靠性工作人员的事后统计管理, 而没有真正将可靠性管理贯穿至电力生产管理全过程。因此, 应当调动各有关生产单位的领导和工作人员, 使可靠性管理工作贯穿至各专业的检修、消缺、施工等环节中去, 达到共同参与可靠性管理, 尽量缩短停电时间, 体现电力生产以可靠性为中心的管理理念, 发挥可靠性管理指导并服务于生产的作用。因此, 为了从生产运行、管理方面加强分析手段, 帮助供电企业客观统计可靠性的各类指标、分析评估满足各种可靠性要求的电网结构和电力设备, 为电网建设提出定量分析支撑的技术措施, 本文提出建设供电可靠性管理信息系统, 该系统能与其它系统共享

**基金项目:** 国家自然科学基金重点项目 (50337010); 广东省自然科学基金项目 (06025630)

可靠性基础数据和运行数据，集可靠性统计、可靠性微观管理、可靠性目标管理、计划停电管理、可靠性理论计算、面向电网规划的可靠性分析、面向计划停电的可靠性分析、面向检修缺陷的可靠性分析等功能于一体。

### 1 可靠性管理信息系统的整体规划

可靠性管理平台结构如图 1 所示，以其他信息管理平台提供的专业数据为基础，按可靠性管理相关要求形成平台数据库，采用平台数据库、中间集成层、应用层三层结构。系统的建设关键环节是平台数据库的建设，是整个系统的支撑基础；中间集成层是其它管理系统与平台数据库的信息交互桥梁；应用层包括基本应用功能和高级应用功能。

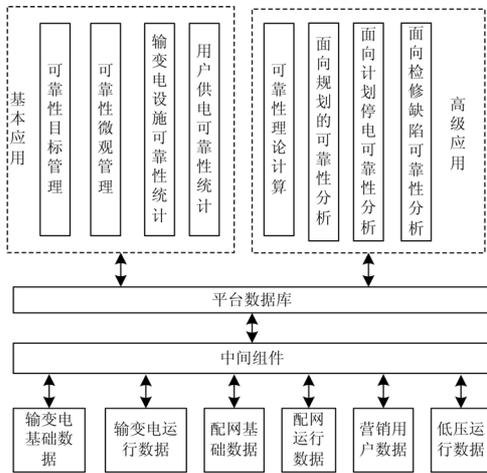


图 1 可靠性管理信息系统结构

Fig.1 Structure of reliability management information system

基本应用功能包括可靠性目标管理、可靠性微观管理、输变电设施可靠性统计和用户供电可靠性统计等四部分。高级应用功能包括：可靠性理论计算、面向计划停电管理的可靠性分析、面向电网规划的可靠性分析、面向检修与缺陷管理的可靠性分析等。

系统的基本应用及高级应用以供电局为中心，可以覆盖至生产技术部、安全监察部、工程建设部、市场营销部、调度中心、输电部、变电部及区供电局等，计算机终端延伸至输变电运行班组、供电所的配电运行班组。

### 2 各类数据之间的关联

可靠性管理系统的平台数据向各应用模块提供可靠性基础数据和运行数据，平台数据主要通过数

据接口从相关数据源的数据库或数据中心导入，并辅以少量必需的录入信息。平台数据按系统和统计功能分为：设备的可用数据、设备的故障数据、设备的修复数据、设备与用户的停电数据、设备的关联数据。数据源有六类：输变电基础数据、输变电运行数据、配电网基础数据、配电网运行数据、营销用户基础数据、营销用户运行数据。平台数据与数据源的关系如图 2 所示。

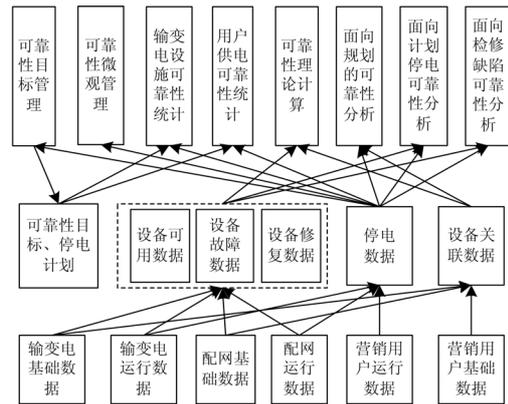


图 2 可靠性管理信息系统平台数据与数据源的关系

Fig.2 Relationship between the data from reliability management information system and the data source

### 3 基本应用功能

#### 3.1 可靠性目标管理

根据省电网公司的考核目标，组织调度中心、生产技术部、输电部、变电部、工程建设部、安全监察部、市场部、区供电局等，以年度可靠性目标值、参考停电工作时间为依据，实现可靠性管理指标分解、年度生产计划编制、年度月度目标的监控与调整、年度月度停电计划修正。

可靠性管理平台帮助供电企业加强生产管理，改变传统的停电后的数据统计与分析，抓好计划停电管理这一关键环节，做好检修计划与各级调度停电计划综合平衡，加强各生产单位的停电检修工作与可靠性关联程度，保证可靠性指标处于受控状态。

#### 3.2 可靠性微观管理

目前的供电可靠性都是以整个供电系统或地区网络总用户数或总供电容量为基础建立平均可靠性指标，作为对整个供电系统或地区网络评价的依据。技术的发展和水平的提高，宏观平均值的用户供电可靠性指标已经达到一定水平，然而，越来越多的用户对进一步减少停电次数和长时间停电的要求十分强烈，用户及负荷设备对停电甚至瞬时电压下降的反应有很大的差异及不平衡，宏观平均值的

可靠性指标已不能满足个别用户及负荷设备的要求。因此,有必要对个别线路或者用户进行微观管理。

### 3.2.1 故障停电的微观管理

(1) 按不同馈电线路分别进行管理。把故障多发的馈电线路列表,规定每条馈线重复停电的用户数及最长容许停电时间;按故障发生的原因实施重点措施,防止重复停电。

把故障到修复为止的作业程序分段设定目标进行管理,以平均故障修复时间作为目标极限值,防止对用户的长时间停电。

(2) 按区域分别规定不同的修复时间极限值,以防长时间停电。

(3) 按规定的重要用户故障停电时间及停电次数的目标极限值,对超过目标极限值的用户采取适当的重点措施。

(4) 规定每回线路达到的年度目标值,并以月为单位来实施和管理。

(5) 应用每条供电线路可靠性随时间变化的情况,分析用户当前和远景的可靠性。

### 3.2.2 作业停电的微观管理

#### 3.2.2.1 对重复停电的管理

(1) 加强施工停电管理。以开关为单位,协调同一区段内所有工程的施工日期,从而减少重复停电。

(2) 以停电的进户线杆塔为单位,统计停电间隔时间及一年内的停电事件数,以计算停电的重复率来进行管理。

(3) 规定用户作业停电次数,以计算停电次数超过率来进行管理。

$$\chi = \frac{K}{F} \quad (1)$$

式中:  $K$  为超过规定目标的停电次数;  $F$  表示总停电次数。

#### 3.2.2.2 长时间停电管理

(1) 统计长时间停电事件数,控制达成率  $\alpha$ ;

$$\alpha = 1 - \frac{P}{C} \quad (2)$$

式中:  $P$  表示超过极限值的用户数;  $C$  表示总用户数。

(2) 设定停电时间极限目标值,对超过目标值的原因及缩短停电时间的方法进行个别管理。

(3) 统计超过停电时间极限目标值的用户数,以计算达成率指标来进行管理。

### 3.3 输变电设施可靠性统计

按照现有的规程和统计要求,实现主网输变电

设施可靠性统计。由于平台数据库已经集中可靠性统计所需的基础数据和运行数据,可以向输变电设施可靠性统计软件提供其所需的数据源,从而避免人工重复录入数据,保证数据的客观性。

### 3.4 供电可靠性统计

按照相关规范的统计要求,实现中压供电用户可靠性的各类指标实时统计、月度统计、季度统计、年度统计,生成所要求的专用标准报表。

为了方便各生产单位的查询,以年度生产计划、月度分解指标为依据,动态跟踪、调整月度停电计划编制、协调平衡停电计划,加强月度停电过程监控、计划完成统计、计划明细查询,形成年度考核统计。

低压用户供电可靠性统计管理,是用户供电可靠性中的高压、中压、低压方面之一,是全面推广供电可靠性管理,深入掌握低压用户供电信息的保证<sup>[2]</sup>。不少文献已对低压用户供电可靠性统计评价体系及相关检测管理技术进行了探讨<sup>[3-5]</sup>。本文在中压用户供电可靠性统计的基础上,实现低压用户供电可靠性的统计,基本思想是以营销管理系统的低压用户信息为基础数据,在各用户记录中增设供电配变、供电低压线路两个属性,建立各个低压用户的变压器关联和线路关联。分清每台公用配电变压器所供的三相用户数和每一相的单相用户数,公房配电站统计出每条低压出线所供电缆分支箱及其所供的用户数。中压供电系统停电时,通过供电配变的映射反映低压用户停电情况;低压供电系统停电时,通过供电低压线路的映射反映低压用户停电情况。

## 4 高级应用功能

### 4.1 面向计划停电的可靠性分析

目前国内影响供电可靠性的最大因素一般都是计划停电。加强供电可靠性管理工作,综合平衡停电计划,抓好停电事件的前期环节——停电计划管理是管理工作的关键,必须有一个全面有效的管理系统来实现停电的计划,规范可靠性目标和停电计划过程管理,从而及时了解停电计划的实施和可靠性指标,并作出相应干预,保证可靠性目标和计划停电的优化管理。

实现停电计划与可靠性指标的关联,通过班组、基层单位、各级调度的层层预控,月度停电计划的申请、审核、平衡、批复、下达等业务管理严格按照流程执行,对停电计划制定、指标使用过程进行监督控制,提高停电计划制定的效率和效益。达到全局信息及时沟通和共享,减少重复停电事件的发生,

并及时统计月度停电情况，得出已停电事件影响可靠性的程度。

面向计划停电的可靠性分析模块如图 3 所示。

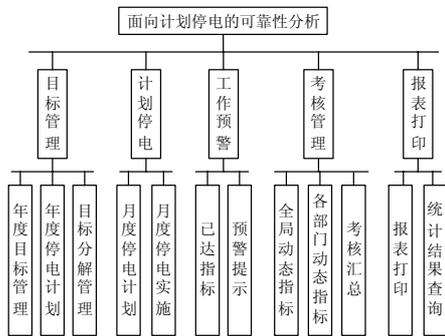


图 3 面向计划停电的可靠性分析

Fig.3 Scheduling outage-oriented reliability analysis

### 4.2 面向检修与缺陷管理的分析

从管理角度看，传统的定检和预试模式对配电设备维护来说无论从经济性还是可靠性角度均不是理想模式，不仅会导致偏于保守的检修安排，增大设备维护投入，而且也会增加运行难度和检修停电的发生频率<sup>[6]</sup>。建立一个配电设备检修、故障等维护信息分类统计平台，可称之为配电设备“病例”库。在此基础上形成动态更新的设备可靠性基础数据，以此为依据建立配电设备状态检修决策支持系统，实现基于可靠性的配电设备点检、状态评估和检修安排，从而以较小的人力需求有效提高配电网设备管理水平，更好地处理突发事故。

面向检修与缺陷的可靠性分析模块包括：配电设备故障及检修信息分类统计，设备故障原因统计分析，设备故障率和可用率统计分析估计，基于配电设备检修、试验和故障历史信息的动态可靠性评估，基于可靠性和状态评估信息的检修计划的生成，基于设备可靠性的设备状态检修决策。

### 4.3 供电可靠性指标理论预测

可靠性指标的理论预测是供电系统可靠性评估不可或缺的重要方面，对供电系统规划与设计、电力运行调度人员合理安排运行方式、评估可靠性措施实施前后的效果等有重要的指导作用。

供电可靠性的理论计算模块主要包括：基于历史数据的设备基础参数计算，基于历史数据的可靠性趋势预测<sup>[7]</sup>，基于网架结构、负荷分布和联络方式的可靠性评估模型的建立和可靠性指标的计算<sup>[8]</sup>。

### 4.4 面向配电网规划的可靠性分析

面向配电网规划的可靠性分析模块的主要功能有：

(1) 配电网可靠性现状的评估：评估现有配电网的供电可靠性，找出配电网中网架、设备和用户分布的不合理之处，为加强运行、配电网的改造与建设提供依据。

(2) 配电网的可靠性预测：根据设备的历史基础数据，结合实际配电网的结构及实时的运行数据，预测供电系统的可靠性指标。

(3) 规划电网的可靠性评估：对改造及建设的配电网，结合所要建设的地区的用户分布情况，按地区常用的设备进行设计，预评估规划配电网的可靠性指标，评价配电网规划的适合程度。

(4) 技术经济指标计算：计算规划建设投资与改善供电可靠性的指标，以最优的配电网规划建设。

## 5 可靠性信息系统与其他信息系统的关联

供电企业可按产供销进行企业管理信息平台划分，供电企业的信息平台按此划分则包括生产运行管理平台、电力营销管理平台、供电企业管理平台和发展建设管理平台。由以上分析可知，本文规划的可靠性管理信息系统与其他管理信息平台的关系如图 4 所示。

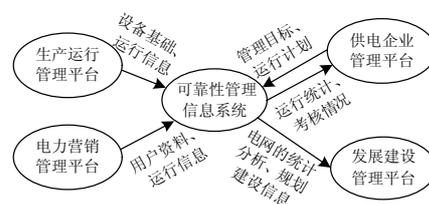


图 4 可靠性管理信息系统与其他系统的关联

Fig.4 Relationship between reliability management information system and other systems

## 6 结论

本文提出的供电可靠性管理信息系统，可以实现供电系统以可靠性为中心的管理，解决可靠性基础数据和运行数据共享和交换以及可靠性数据的及时性、准确性、完整性，为可靠性的研究成果应用于电力系统规划、建设和生产领域提供了一体化公共信息支撑平台。

### 参考文献

[1] 王益民, 张磊, 滕乐天, 等. 供电可靠性管理实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.  
WANG Yi-min, ZHANG Lei, TENG Le-tian, et al. Practical technology of power supply reliability management[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2008.

- [2] 杨素佳, 滕乐天. 以计量点为基本户数的供电可靠性评价的实践[J]. 上海电力, 2001(5): 8-10.  
YANG Su-jia, TENG Le-tian. The practice of power supply reliability evaluation with measurement point as basic user number[J]. Shanghai Electric Power, 2001(5): 8-10.
- [3] 曾杰峰, 刘超. 论中低压供电可靠性管理系统[J]. 供电技术, 2008(2): 47-50.  
ZENG Jie-feng, LIU Chao. Discussion on power supply reliability management system of medium and low voltage[J]. Power Supply Enterprise Management, 2008(2): 47-50.
- [4] 吕春泉, 贾伟. 供电可靠性统计向低压网络扩延的研究及其实现[J]. 电网技术, 2000, 24(3): 63-65.  
Lü Chun-quan, JIA Wei. Extension of power supply reliability statistics through to low voltage networks and its implementation[J]. Power System Technology, 2000, 24(3): 63-65.
- [5] 周小波, 宗明. 低压用户供电可靠性统计评价系统的功能与实现[J]. 上海电力, 2004(3): 216-219.  
ZHOU Xiao-bo, ZONG Ming. The function and its implementation of power supply reliability statistics and evaluation system[J]. Shanghai Electric Power, 2004(3): 216-219.
- [6] 陈禄. 点检定修与状态检修模式的应用推广探讨[J]. 电力安全技术, 2009, 11(5): 3-4.  
CHEN Lu. Discussion on the application and promotion of point test repair and condition-based maintenance model[J]. Electric Safety Technology, 2009, 11(5): 3-4.
- [7] 宋云亭, 张东霞, 梁才浩, 等. 南方电网“十一五”城市供电可靠性规划[J]. 电网技术, 2009, 33(8): 48-54.  
SONG Yun-ting, ZHANG Dong-xia, LIANG Cai-hao, et al. Power supply reliability planning for urban power network of China Southern Power Grid[J]. Power System Technology, 2009, 33(8): 48-54.
- [8] 谢开贵, 王小波. 计及开关故障的复杂配电系统可靠性评估[J]. 电网技术, 2008, 32(19): 16-21.  
XIE Kai-gui, WANG Xiao-bo. Reliability evaluation of complex distribution system taking switch faults into account[J]. Power System Technology, 2008, 32(19): 16-21.

收稿日期: 2009-07-12; 修回日期: 2009-08-20

作者简介:

袁德富(1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统可靠性与规划; E-mail: defu.yuan@scut.edu.cn

张勇军(1973-), 男, 博士, 副教授, 主要从事电力系统优化规划与控制、可靠性和HVDC等研究;

李邦峰(1968-), 男, 教授级高工, 硕士, 从事电网调度与运行研究。

(上接第93页 continued from page 93)

- ZHANG Zhao-yan, DUAN Xin-hui, WANG Xing-wu, et al. Application of visual simulation system in simulation of substation[J]. Computer Simulation, 2008, 25(2).
- [7] 侯俊, 李蔚清, 林昌年. 变电站三维交互场景仿真关键技术研究[J]. 电网技术, 2005, 29(9): 70-75.  
HOU Jun, LI Wei-qing, LIN Chang-nian. Research on key technologies of three dimension interactive scene simulation for substation[J]. Power System Technology, 2005, 29(9): 70-75.
- [8] 刘明昆. 三维游戏设计师宝典 Virtools 开发工具[M]. 成都: 四川电子音像出版中心, 2005.
- [9] 龚庆武, 姜芳芳, 陈义飞. 基于虚拟现实技术的变电站仿真培训系统[J]. 电网技术, 2005, 29(24): 74-77.  
GONG Qing-wu, JIANG Fang-fang, CHEN Yi-fei. Virtual reality technique based substation training simulation[J]. Power System Technology, 2005, 29(24): 74-77.
- [10] 邹俭, 林俊. 大型地下变电站运行问题分析及对策措施[J]. 华东电力, 2007, 35(11).  
ZOU Jian, LIN Jun. Operational problems for large underground substations and relevant counter measures[J]. East China Electric power, 2007, 35(11).
- [11] 杨春, 李昌国, 张晓林, 等. 基于3D和Virtools技术的虚拟实验的实验数据分析研究[J]. 计算机工程与设计, 2007, 11(28): 2589-2591.  
YANG Chun, LI Chang-guo, ZHANG Xiao-lin, et al. Research on experimentation data analysis of virtual experiment based on 3D and Virtools technologies[J]. Computer Engineering and Design, 2007, 11(28): 2589-2591.

收稿日期: 2009-07-01; 修回日期: 2009-09-01

作者简介:

冯岱鹏(1983-), 男, 硕士, 研究方向是继电保护、电力系统仿真; E-mail: caniggia0710@sjtu.edu.cn

胡炎(1975-), 男, 博士, 高工, 主要研究方向为电力二次系统安全防护、电力系统和保护仿真、调度自动化技术等;

邵能灵(1972-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事电力系统继电保护及电力市场的研究工作。