

电网可视化智慧管理平台的建设与应用

文/ 山西益通电网保护自动化有限责任公司 赵 锐

南京南瑞信息通信科技有限公司 李运动

随着电网建设与发展，传统的电网管理系统已经难以清晰地描述、监控和分析电网运行状况，因此对电网可视化智慧管理平台的建设进行了研究，并进行测试性应用，确定该电网可视化智慧管理平台确实能够达到研究目标。

电网可视化智慧管理平台是一种以多媒体动画技术和三维虚拟现实技术为基础，使电网运行状态能够直观地体现出来的管理平台，可以为电力公司的管理人员提供一些辅助性的决策分析。该平台在将电网信息展示给管理人员或观众的同时，还能够有针对性地监测智能电网的各个子系统，以及其关键性的数据指标，将这些数据指标及时反馈给工作人员，以便工作人员能够尽快处理一些异常数据。因此，电网可视化智慧管理平台在对电力数据进行监测的同时，还需要依据一些公式图表对这些数据进行统计分析，得到电网的故障预测，并将这些故障信息以及数据日志记录下来，以便工作人员查看。一旦电网再次出现问题，就可以直接通过电网可视化智慧管理平台看到故障发生的地点以及故障产生的原因，将以往的故障记录及修正方案与本次事故匹配，得到故障解决的操作方案，并立刻做出相应处理。本文对电网可视化智慧管理平台的建设与应用方法进行研究，通过其功能需求确定电网可视化智慧管理平台应该具备的功能，并对平台的各个功能模块做出了简单的论述。最后设计应用试验，确定本文研究的电网可视化智慧管理平台在故障处理的准确性方面优于传统的电网故障处

理方式。

电网可视化智慧管理平台的功能需求分析

建设电网可视化智慧管理平台，首先要对该平台进行功能的需求分析，研究该电网可视化平台在智慧电网中的作用及其所包含的功能，然后根据功能设计，对电网可视化智慧管理平台进行架构设计与各功能模块的实现。电网可视化智慧管理平台的整体功能需求如图 1 所示。

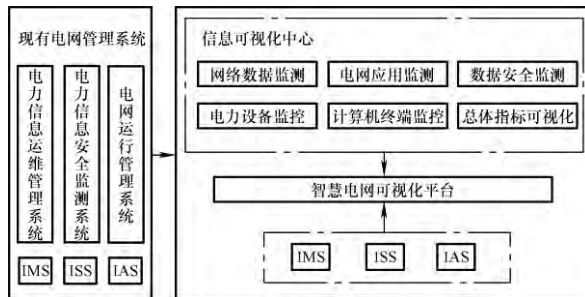


图 1 电网可视化智慧管理平台功能需求分析

传统的电网管理平台只需要建设电力信息运维管理系统、电力信息安全监测系统以及电网运行管理系统，加入了可视化功能之后，还需要提供网络数据监测、电

网应用监测、数据安全监测、电力设备监控、计算机终端监控和总体指标可视化等六项针对可视化功能的系统。在这六项系统之下，本文研究的电网可视化智慧管理平台需要能够提供如下服务：第一，为用户或管理人员提供智慧电网的建模功能，使查看者能够在计算机中查询到电网系统的运行情况，并使用户或管理人员能够选择所需加载的数据来源；第二，在高级应用管理中，需要为其提供自身的电力网络概述与电网设备可视化模型，使其能够在硬盘中存储自身的电力数据；第三，在保留高级应用数据的基础上选择合适的数据类型，通过可视化的应用效果展示自身的电网信息。

电网可视化智慧管理平台的建设研究

1. 平台整体架构分析

建设电网可视化智慧管理平台，首先要从整体的角度出发，通过计算机技术构建电网可视化智慧管理平台的整体架构，容纳当前的电网状态运行数据，将所涉及的所有电网运行、监控及检修内容均转换为数据形式，并整合所有转入数据库的电网数据，通过分析这些电网数据，得到电网运行情况的详细描述。因此可以适当运用计算机系统中云计算的模式，以分析电网可视化智慧管理平台中所包含的海量数据，使这些海量数据能够运行起来，为电网可视化智慧管理平台的运行和发展提供指导方向。并以此加强对于平台的智能化管理，实施电网可视化的高级应用，解决传统电网管理平台在状态检测方面错误率较高的缺陷，并且基于节能理念对电网运行过程中的电能损耗进行全方位的分析，以制定更加节能环保的电网运行策略。在电网可视化智慧管理平台中，除用于数据分析的大数据技术外，还需要考虑能够应用于可视化系统的虚拟现实技术以及数据挖掘技术。

在构建电网可视化智慧管理平台的过程中，可以大致将本平台的技术架构分为三个层次：分别是前台展示系统、中间层转接服务系统和后台分析处理系统。在前台展示中，主要是基于可视化理念的虚拟现实技术和数据挖掘技术在运行，通过 3D 技术将平台中的电网电力数据转换为动画，然后在特殊软件的合成下，建设为内容丰富的电网管理成果展示。在中间层的转接服务中，主要通过 Java 语言作为开发工具，将后台分析处理得到

的数据传递给前端展示层，然后将电网子端中收集到的电网数据传递给后台分析层，作为一个数据传输的机构。在后台分析处理层中，主要以数据库作为核心工具，通过分布式的存储结构，将经由中间层转接的电网数据分析处理，使电网可视化智慧管理平台能够准确地描述电网运行中的种种现象，并对其运行状态做出监测。

2. 平台功能模块分析

(1) 前台展示模块

电网可视化智慧管理平台的前台站子模块的主要功能是对电网运行状态的监视与数据展示，通常分为两个体系：其一是针对各地区的电网子系统运行状态监测，将区域电网的运行状态全部传输进中间层，再由中间层转接进后台分析处理模块中，进行数据的转换与分析；其二是将分析处理后的数据结果从中间层引导出来，根据虚拟现实技术，将数据转换成 3D 模型的形式，以直观性的表述方式在前台展示模块中展示出来，构成一个可视化的电网运行状态模型。使用户和电网管理人员都能对电网的运行状态有一个直观的了解，并对事故发生原因和处理方法进行总结和分析。除此以外，如果电网运行出现故障，还需要根据以往的故障处理方式，在可视化的展示平台中给出醒目的故障提示以及过往的解决方案。解决方案需要使用数据云的计算机技术，通过大数据分析的方式，得到统计结果和电网的调度方案。

(2) 中间层数据转接模块

在中间层数据转接模块中，最重要的工作就是做好数据的传达工作。该模块设立的意义在于设置一个隔离带，防止恶意数据或计算机病毒的侵袭，并将一些无用信息过滤，防止后台数据处理模块被过多垃圾数据占用内存。在使用 Java 语言作为底层规则语言的前提下，对预想的数据转接操作实现在线安全检验，可以在这个阶段设置一些人工的数据过滤体系，使电网信息调度工作人员能够得到有用的筛选结果，既能提高系统的安全性，也能提高后台数据分析处理模块的运行速度。

(3) 后台数据分析模块

在电网可视化智慧管理平台中，最耗能耗时的模块就是后台数据分析处理模块。本电网管理平台在前面的两个模块中已经帮助后台数据分析模块处理了大量的无用工作，因此在本平台中，该模块已经大幅度

地提升了平台运行的速度。在算法精简的前提下，负责后台数据处理的服务器也有了计算空间提高数据分析处理的准确性。可以通过 $N-1$ 在线分析的方法，将数据的处理结果汇总，通过大数据分析的方式得到电网运行过程中其数据状态的准确描述。也可以结合前台展示模块，将电网故障的信息通过 3D 技术展示出来，使工作人员能够一目了然地观察故障地点，并制定抢修计划。

电网可视化智慧管理平台应用研究

在开发了电网可视化智慧管理平台之后，要安全地运行该平台，还需要对其进行应用测试，以保证平台的相关功能都能够正常运行。

1. 平台应用环境

本次电网可视化智慧管理平台的应用测试主要采用黑盒测试的方式，使用 Loadrunner 11.0 作为测试工具，以 QC 作为记录系统，并管理所有测试数据，服务器的硬件及软件参数见表 1。

表 1 平台硬件及软件参数

项目		参数
硬件	CPU	Intel 酷睿 2 八核 Q8720 3.14 GHz
	运行内存	8 GB
	网络接口	绿联 45280 USB3.0 RG524 网口
	硬盘	64 GB
软件	IP 地址	TOMCAT 6.0
	操作系统	Windows 10
	数据库连接池	50~300
	测试软件	Loadrunner 11.0

通过表 1 所示的测试系统，确定整个平台在运行过程中的性能，从响应时间、吞吐率和资源占有量等数据判断该平台的行为表现。吞吐率的计算公式为

$$\alpha = \frac{n}{6t + (n-1)3t} \tag{1}$$

式中， α 是吞吐率的计算结果； n 是测试过程中接收到的指令条数； t 是处理一条指令所需的时间。

以并发数作为变量，通过并发数由少至多判断该平台在电网运行各阶段的表现。

2. 测试结果分析

测试结束后，通过 QC 记录测试过程中的数据，经过整理分析后，得到的试验结果见表 2。

表 2 试验结果

并发数	数据平均响应时间/s	数据集吞吐率 bit/s	数据集资源占有量
15	28.39	103.27	8 451
20	31.64	114.55	9 631
25	36.24	126.14	10 354
30	46.36	137.25	11 685
35	55.14	141.65	12 457
40	64.63	152.95	13 698
45	73.21	167.55	14 485
50	84.85	178.14	15 125
55	96.45	190.41	16 432
60	101.64	214.44	17 147
65	123.72	222.36	18 256
70	134.62	238.85	19 843
75	156.14	245.75	21 147
80	179.62	260.52	23 369
85	200.95	277.28	28 456
90	234.58	286.29	34 985
95	294.63	304.75	36 632
100	355.67	315.64	40 147

相较于传统智慧电网管理平台的数据集吞吐率，可以得到统计图如图 2 所示。

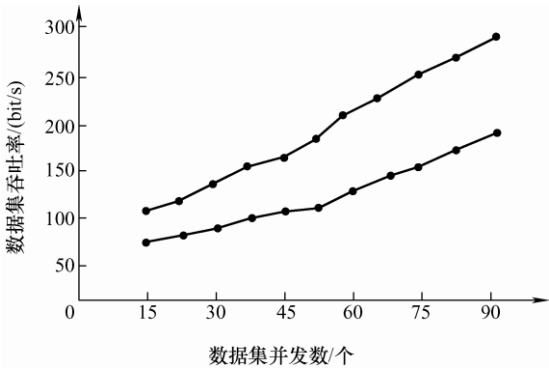


图 2 数据集吞吐率统计

在并发数由小至大的情况下，电网可视化智慧管理平台的数据响应时间也在不断增加，尤其是当并发数
(下转第 27 页)

2. 应用案例二：大环流输电线路动态增容技术的数据融合

为了提高线路输送能力，有效规避电网停电时合环

$$\min \sum_j^m \sum_{i=1}^n p_{ij} d \text{ (线路局部温度, 风速 \dots, 实时线路采集参数)}$$
 (5)

区域电网线路动态增容系统图如图 3 所示，通过应用数据融合技术收集和整理的区域电网的基础数据信息，提供了系统需要的参数信息。保证了发电机出力、合环点两侧的电压差和合环点两侧系统的短路阻抗差等基础数据的提供。通过本项目的应用，能够识别合环操作风险，给出合环电流预警，实现保护定值动态调整，提高了区

域电网输电线路短时输送能力，解决了区域电网合环过程中线路短时输送容量受限的问题。系统上线以来已成功指导 8 次合环操作，带来直接经济效益 300 余万元。

结束语

本文介绍了数据融合技术基本概念，较为详细地分析了在企业电网中数据融合的需求。与已有的分析方式相比较，数据融合计算高效，能更好地管理和检测电力系统的运行状态和故障信息，因此非常适合于电力系统这种大型复杂的系统。但从目前的应用来看，数据融合技术还没有大规模和普遍使用，而且数据融合本身还有很多问题需要解决，如数据融合算法的高效性、数据融合模型的通用性等。因此，想要在电力系统中更多地使用数据融合技术，还需要对数据融合技术进一步探讨和研究。EA

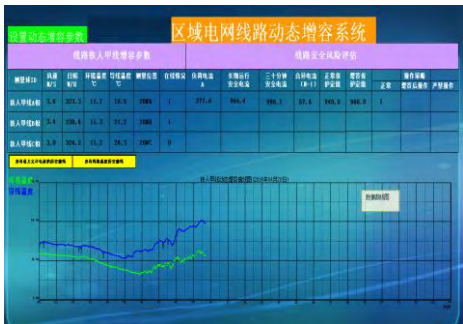


图 3 区域电网线路动态增容系统图

(上接第 21 页)

超过 70 以后，响应时间增速极快。数据集吞吐率在本平台中用于描述后台分析处理系统，在单位时间内所能处理的信息量，如果说数据平均响应时间是描述前端可视化管理体系的 3D 处理效率，那么数据吞吐率就是用于描述后台数据分析系统的运行速度。在本试验中，在并发数增加的前提下数据集吞吐率匀速上升，相较于传统智慧电网管理系统有着显著的提高。数据集资源占有量则表示中间数据传输系统能够暂时保存以及传达数据的能力，也如上面两个参考量一样，在并发数增加的同时缓步增加。因此可以判断，本文设计研究的电网可视化智慧管理平台确实能够在一定程度上直观性地将电网的运行成果展示出来，提高

了传统电网管理系统的运行速度，实现了电网可视化智慧管理平台的功能优化。

结束语

本文首先建设了电网可视化智慧管理平台，保障了智能电网监测成果的直观性展示，搭建了电网监测与分析的可视化交流平台，提高了用户和电网公司对于电网可视化智慧管理平台认可度。其次通过实验验证了本文研究的电网可视化智慧管理平台在电力数据的监测与分析中的优越性，确定了今后继续关注电网可视化的发展，不断优化电网可视化智慧管理平台的功能，挖掘该平台的潜在价值。EA