

江苏省电网气象专家系统研究与应用

张 洋

(江苏省电力设计院, 江苏省南京市江宁区苏源大道 58 号-3, 邮编 211102)

摘 要: 介绍了一种与电网紧密结合的气象专家系统。该系统主要包括电网气象灾害预警及气象条件研究与决策, 可实现如大风、覆冰、台风、大雾等有可能对电网造成的气象灾害进行长期、短期预报和全方位、多层次预警, 并实现对电网设计气象条件与决策的研究, 服务于坚强电网、智能电网。

关键词: 电网; 气象专家系统; 气象灾害预警; 气象条件

1 问题的提出

2008 年年初, 我国南方持续低温雨雪冰冻天气过程对西南、华中、华南、华东地区的电网造成了巨大危害。低温雨雪冰冻天气过程影响范围广、强度大、持续时间长、危害程度大, 输电线路覆冰严重, 从而导致了大范围倒塔、断线、舞动以及闪络事故。江苏位于这次灾害性天气过程的东北部, 灾情比贵州, 湖南, 安徽等其它省份要轻, 但在江苏历史上, 此次灾害过程历史罕见, 是影响最大, 损失最大的一次灾害过程。灾情主要发生在江苏省的淮河以南地区, 降雪量超过了 50 年一遇的频率, 大部分台站出现的暴雪天气过程对人民生活及通讯、供电造成了一定影响。

2009 年 6 月 14 日, 受飚线风袭击, 江苏一条 500kV 线路在镇江境内铁塔 5 基倒伏、1 基受损, 致使江苏电网北电南送中通道的稳定输送能力下降约 70 万千瓦。

2013 年, 雪灾转战美国, 美国东北部 2 月遭受了几十年不遇的罕见雪灾, 这起暴风雪在美国造成至少 9 人死亡, 数十万用户停电, 东北部地区交通大面积瘫痪, 有近 30 万用户供电出现问题。

综合近年来极端灾害性气候, 异常且频发, 严重威胁着电网安全稳定运行, 江苏电网不排除出现大面积覆冰、大风等气象灾害的可能。

根据电网规划建设、运行监控、应急抢险等需求, 江苏省电力公司已于 2009 年已经初步建立了电网气象分析系统, 发挥了巨大的作用, 如: 中长期电力负荷预测、雷电快速定位等等。但对于气象灾害(风灾、冰灾)预警、气象条件研究与决策等方面应用来说, 目前限于气象基础观测资料, 未能实

现在此基础上的高效分析与应用, 还需进一步细化, 因此可以也有必要开展进一步的研究, 更好服务于坚强电网、智能电网。

2 专家系统建立的必要性

上述 2009 年初建立的江苏省电网气象分析系统能够与气象部门密布全省的气象观测点, 同步接收全省及周边地区的实时气象数据和分析预测信息, 这为气象灾害预警与气象条件研究与决策系统的建立创造了丰富的基础原始数据, 但在实际应用中存在着以下的不足。

2.1 电力气象灾害预警

2.1.1 风速预警

线路设计风速标准为某一重现期的历年 10min 平均最大风速, 为统计数值。对实时观测到的风速要素, 如若引入趋势分析等方法后再与其相对应的设计值(亦也称为阈值), 可达到提前判断, 提前预警, 建设坚强电网。

2.1.2 覆冰预警

线路覆冰通常需要具备四个气候条件, 一是具有可以冻结水滴的气温及导线表面温度, 气温一般为 $0\sim-5^{\circ}\text{C}$; 二是具有较大的湿度, 空气相对湿度一般在 $80\sim85\%$ 以上; 三是具有合适的风速, 使得水滴与导线发生碰撞, 从而被导线捕获, 风速一般为 $1\sim15\text{m/s}$, 寒风越大覆冰越重; 四是具有逆温层, 即冷暖气流持续交汇的静止峰, 形成持续低温雨雪天气。

对实时观测到的温度、湿度、风速、逆温层等因素进行单一的分析难以起到覆冰预警的效果, 但对上述要素引入专家系统后, 即可进行高耦合、高仿真模拟, 达到提前判断, 提前预警, 减少损失。

2.2 电力气象条件研究与决策

江苏为沿海省份,地势低平,地形以平原为主,河湖较多,偶有山体。

2009 年初建立的江苏省电网气象分析系统能够接收实时气象数据和分析预测信息,若能结合以往江苏省电力设计院几十年各气象站历史数据及气象研究成果,可更好地研究及决策江苏电网气象特有的海边气象设计条件包络线、衰减关系及连云港地区核电送出线路气象设计要素随海拔变化的关系等等。

另外,近年来由于受气候变化和人类活动的影响,气象台站周边气候、气象条件及下垫面发生了较大的变化,许多气象台站处于“围城”中,所观测到的风速呈明显的下降趋势,与空旷地区的风速存在较大的变化,故实际应用于电网设计前须先对风速系列值进行一致性修正。

3 专家系统建立的可行性

江苏省电力设计院有着江苏电网建设 50 多年的历史,有着丰富的经验。水文气象专业也是一支敢打硬仗的队伍,有着深厚的知识沉淀,完全能够实现气象专家系统。

3.1 风速一致性研究

前文提到的风速一致性问题,江苏院已研究出通过统计途径,结合成因调查和分析对风速系列进行一致性修正,采用了聚均(聚类分析+均值相等)修正、提取趋势项修正及其两者结合的三种方法,对风速系列进行修正及检验,然后对满足一致性要求的修正系列进行频率计算,推求出台站的设计风速。在哈密特高压线路实际应用表明,所采用的修正方法具有良好的适应性及修正效果,具有重要的实用价值,受到了同行的一致认可。

3.2 江苏省最大风速研究

2009 年 6 月 3 日,江苏省电力设计院编制的《江苏省最大风速分析报告》通过了国家气候中心、南京大学等单位的专家和代表的评审会。报告中全面系统地分析了江苏省 70 个常规气象站自建站到 2007 年定时风、自记风的时空分布特征及致风成因,准确反映了江苏省大风分布状况;报告从风仪高度、观测环境变化、苏北防护林、城市化、特殊下垫面等方面全面分析了各种相关因素对江苏省风速的影响等等。成果在同类研究中整体达到国内领先水平。

3.3 覆冰的综合分析

2009 年 6 月 3 日,江苏省电力设计院编制的《江苏省电线结冰分析报告》通过了国家气候中心、南京大学等单位的专家和代表的评审会。报告中采用江苏省 70 座地面气象观测站雨雾凇及降雪日数、徐州等 8 座观冰站的有记录以来的电线结冰、输电线路冰雪灾情调查等资料,成果为江苏省输电线路设计气象分区研究提供了科学依据和重要支撑。

3.4 江苏电力工程水文气象协同设计平台

中国电力规划设计协会于 2012 年 12 月 17 日至 18 日在北京对江苏省电力设计院开发的“江苏电力工程水文气象协同设计平台”进行了评审。评审委员会认为:系统构建了合理、高效的数据库,促进了数据管理的标准化、规范化;引进了 MapGIS 地理信息系统,为工程设计提供了高效、可靠的技术支持,具有明显的经济效益和社会效益,处于国内同行业领先水平,可以推广应用。

4、专家系统的系统设计框架

综合考虑上述各种因素及电网气象特点,构建了江苏省电网气象专家系统,如图 1 所示。

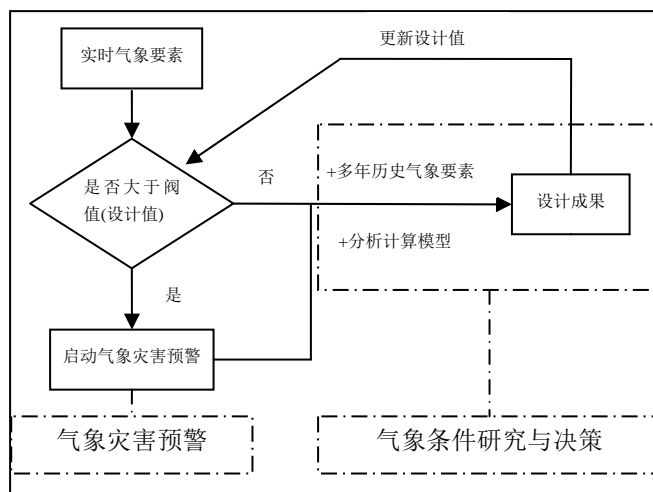


图1 江苏省电网气象专家系统设计框架

由图1可以看出,江苏省电网气象专家系统主要包括两方面内容:气象灾害预警、气象条件研究与决策。流程说明如下:在实时气象要素输入后,判断与设计值(阈值)的关系,从而决定是否启动气象灾害预警要素;综合考虑各种气象要素(包括江苏院各台站风速覆冰历史系列值、实时观测值等),结合各种模型耦合计算后得出电网特色气象成果,指导江苏电网气象设计,服务于坚强电网、智能电网。

框架内部各节点说明如下:

4.1 气象要素

4.1.1 要素来源

系统信息源主要来自气象、水利部门及电力自动气象站,主要信息包括气象历史数据、实时天气要素数据、气象预报产品及气象灾害信息。

4.1.2 要素内容

a) 江苏省气象部门提供的全省标准气象站的实时信息,包括:天气现象、气温、气压、风速、风向、降水量、湿度等气象要素实测值、预报值及历史资料;网络上气象部门提供的预测图、数值预报信息,包括各种高层的高度场、风速场、湿度场、涡度场、气流场等。

b) 江苏省电力自动气象站提供的温度、湿度、气压、降雨、风力、风速等六要素实时数据;

c) 江苏省气象部门、台风采集分析系统提供的台风实时路径信息和预报路径信息;

d) 卫星云图实时信息;

e) 多普勒雷达实时信息;

f) 江苏省气象部门、国家气象中心提供的短期预报、中期预报(周、旬)、长期预报(月、季、年)、特殊预报(节假日、特殊时段等)信息(包含文字、图表),江苏省气象部门提供的数值预报以及六要素40 h逐时段预报的信息;

g) 江苏省气象部门提供的灾害天气预报预警信息(台风、暴雨、冰雪、雷电、大风、大雾、高温、低温等灾害性天气有关气象要素实测值、预报值及文字警报)、电网灾害预警信息。

h) 其他信息:电网自然灾害原因导致故障的实时信息。

4.2 分析计算模型

主要提供数据的分析计算功能,包括第三节中提供的分析系统,可根据实时需要自主开发集成。

4.3 电网设计成果

主要为江苏地理空间分布的不同设计标准的风速设计值、覆冰设计值、温度设计值等等。

5 专家系统建议的意义

江苏省电网气象专家系统建议后有如下的意义:

1) 启用电力灾害预警系统,可达到提前判断,提前预警,减少电力损失。

2) 可研究出更加适合江苏地区的电网设计气象

条件,增强电网安全性,指导江苏电网气象设计,服务于坚强电网、智能电网;

3) 可根据气象灾害性气候,及时修正气象分区成果;结合不同高度风速等观测实值,可研究风不同高度间的风速等关系;

4) 结合气象站与空旷地区风速等观测实值,研究空旷地区与气象站风速的动态相关关系,满足电网设计资料的一致性要求;

5) 江苏为沿海城市,可研究沿海风速的衰减率、包络线等;

6) 研究台风、龙卷风路径,采用避、防(串倒)等设计提高电网安全性。

6 总结与展望

本文介绍了一种与电网紧密结合的气象专家系统。该系统在充分利用电力系统现有软硬件资源基础上,通过采集气象雷达、电力专用自动气象站以及地方气象台网的实时气象信息和预报信息,建立电网气象灾害预警系统及气象条件研究与决策系统,实现对大风、覆冰、台风、大雾等及其可能对电网造成的灾害进行预报和全方位、多层次的预警,并实现对电网设计气象条件与决策的研究。

坚强电网、智能电网是支撑国民经济和社会发展的基础性产业和公用事业。在做好电网常规气象的同时,还必须开展技术攻关,建立持续高效的观测、研发机制,促进电网气象环境观测、预报和服务技术的发展,不断提高电网应对气象灾害的能力。

参考文献:

- [1] 蔡升华,巫黎明,潘晓春,等.江苏省最大风速分析报告[R].南京:江苏省电力设计院,2009.
- [2] 蔡升华,潘晓春,巫黎明等.江苏省电线结冰分析报告[R].南京:江苏省电力设计院,2009.
- [3] 张洋.风速系列一致性修正方法研究[J].电力勘测设计,2011(3): 62-67.

作者简介:

张 洋(1983—),男,江苏建湖人,工程师,从事电力水文气象研究,E-mail: zhangyang@jspdi.com.cn.