



# 2008年度中国电机工程学会 电力青年科技创新项目(摘要)

**项目名称:** 电力系统运行可靠性评估研究及综合仿真平台建设

**申请人:** 别朝红

**工作单位:** 西安交通大学电气工程学院

**资助等级:** 一等

**立项依据和研究内容:**

## 1 项目的立项依据

随着我国电力需求的快速增长和“西电东送、全国联网”战略的实施,我国电网的规模日益扩大、互联程度不断提高,电力系统的安全可靠运行问题日益突出。如何评估电网在运行过程中,特别是在故障状态和特殊运行方式下的可靠性水平,已成为电力系统迫切需要解决的问题。传统的电力系统可靠性评估理论建立在概率和数理统计的基础上,是对电力系统可靠性的离线评估分析。相比之下,电力系统运行可靠性的研究才刚刚起步,其主要原因是,电力系统可靠性研究本身是一个比较新的研究领域,尤其是对其算法和运算速度都有更高的要求,因此也面临着更大的困难。随着社会经济的发展和科学技术的进步,电力系统的运行可靠性评估逐渐成为学者关注的热点。其原因是:

(1) 随着超高压、大容量、远距离输电电网的出现,电网的复杂度越来越高,运行环境越来越复杂,传统的电力调度运行方式遇到了越来越多的挑战。从20世纪60年代以来,许多国家的电网发生的大停电事故,不仅造成了严重的经济损失,而且对正常的社会生活秩序产生了很大冲击。比如1965年11月9日美国东北部大停电;1977年7月13日纽约大停电;1982年12月22日美国西部联合电网(WSCC)大停电;1996年7月2日、8月10日WSCC连续发生大停电;1998年6月25日加拿大安大略湖地区和美国中北部地区大停电;1999年夏天美国东北部的停电及电网扰动事件;2003年8月14日美国和加拿大的停电事故,影响了7个州以及5000万

人的生活。因此,为了满足电网运行安全的需要,对电网实时运行状态进行在线可靠性分析已经成为迫切需要。

(2) 随着电力新技术的不断发展,旨在对电网提供更多控制手段和提高电能质量的电力电子设备的大量投入,使得电网的某些可靠性指标更加恶化,新的评估模型亟需研究。

(3) 随着经济的发展,现代化的深入,各行各业自动化水平的不断提高,人们对电力的依赖性越来越强,没有质量合格的电能,社会生产和人们生活都将无法进行,促使电力行业寻找更好的方法来提高电网的可靠性水平。

(4) 由于可靠性算法有了新的进步,使得发输电系统的可靠性评估有了迅速发展。比如蒙特卡罗模拟法在电力系统可靠性领域的应用,克服了解析法的“维数灾”问题,因为它的抽样次数与电网规模无关而只与要求的精度有关。

(5) 随着以计算机为代表的信息技术的快速发展,电力系统实时信息采集和控制系统的建立已成为可能,因而电力系统运行可靠性评估也就有了物质基础。同时,计算机运算速度的极大提高和硬件价格的显著下降,也更有利于开展研究运算量巨大和实时性要求较高的电力系统运行可靠性评估。

在电力市场的改革如火如荼,电力行业的解除管制和市场化导致经济效率及安全运行的矛盾的情况下,如何解决在不断提高运行效益的同时又能够保证系统运行的安全可靠,这也正是本项目对电力系统运行可靠性研究的出发点。

## 2 项目的研究内容、研究目标以及拟解决的关键问题

### (1) 定义评估电力系统运行可靠性的指标。

定义合理的可靠性指标是评估系统可靠性的前提。目前,尚无电力系统运行可靠性的定量分析的指标,仅有对系统的充裕度评估的指标,即电力不

足概率 (LOLP) 和电量不足期望值 (EENS)。这两种指标均为在某一研究期间 (如1年中) 系统所有故障行为的综合统计, 无法反映故障的严重程度。因此, 要对电力系统的运行可靠性进行评估, 必须提出衡量电力系统运行可靠性的新的指标体系。

#### (2) 电网元件(如母线、发电机、变压器、线路等)的实时可靠性模型以及可靠性参数的研究。

建立元件实时可靠性模型是电力系统运行可靠性评估的基础。元件的实时可靠性模型应当反映实时运行条件对其停运概率的影响。由于传统的规划可靠性评估没有考虑元件可靠性模型的时变性, 因此, 本项目旨在探索能够应用于电力系统运行可靠性评估的元件的时变可靠性模型。该模型不仅应该反映实时运行条件对元件停运概率的影响, 还应该反映元件长期运行的平均停运概率。

#### (3) 电力系统运行可靠性评估的算法研究。

运行可靠性评估的工程实用化的运算速度是一个“瓶颈”, 尤其是将其扩展应用于电网的各种具体问题(如对计划检修方案的可靠性评估)时可能导致几倍、几十倍的运算量, 因此, 如何开发高效的评估算法、如何应用最新的计算机及通信技术来提高计算能力是一个重要课题。

#### (4) 电力系统运行可靠性评估的综合仿真平台建设。

本项目克服传统的电力系统可靠性评估离线分析的缺陷, 将电力系统的可靠性评估推向在线分析的研究水平, 因此要解决的关键科技问题有:

- ①定义衡量电力系统运行可靠性评估的指标;
- ②建立适于电力系统运行可靠性评估的元件时变可靠性模型;
- ③建立运行可靠性评估中系统状态评估模型;
- ④建立系统发电再调度的优化模型;
- ⑤开发电力系统运行可靠性评估的高效算法;
- ⑥电力系统运行可靠性评估的综合仿真平台建设中的数据库接口以及应用程序的调用设计。

### 3 拟采取的研究方案及可行性分析

本项目采用理论研究和平台建设双轨同进的技术路线。

#### (1) 理论研究

- 1) 定义评估电力系统运行可靠性的指标。
- 2) 研究电网元件(如母线、发电机、变压器、线路等)的实时可靠性模型, 探索能够应用于电力系统运行可靠性评估的元件的时变可靠性模型。

3) 开发电力系统运行可靠性评估的高效算法, 期望在电力系统运行可靠性评估的工程实用化方面有所突破。

#### (2) 平台建设

- 1) 平台的体系结构和基本框架的整体设计。
- 2) 结合理论研究的成果, 开发电力系统运行可靠性评估的软件包, 并将其移植到设计的平台之上。
- 3) 平台整体功能的测试和完善。

#### (3) 可行性分析

1) 研究衡量电力系统运行可靠性评估指标的可行性。

借鉴已有的电力系统可靠性指标评估体系, 从确定性和概率性两个方面针对研究问题的时间尺度定义出合适的指标。

2) 研究电网元件实时可靠性模型的可行性。

根据具有时变性的元件实时可靠性模型的两个主要特点, 即应该反映实时运行条件对元件停运概率的影响, 应该反映元件长期运行的平均停运概率, 并全面考虑这两个因素, 从而建立电网元件的实时可靠性模型。

3) 研究电力系统运行可靠性评估高效算法的可行性。

应用最新的计算机和通信技术来提高计算能力(比如采用并行计算技术等), 使计算能力提高若干倍, 这样研究电力系统运行可靠性评估高效算法便能成为可能。

4) 建设电力系统运行可靠性评估的综合仿真平台的可行性。

### 4 本项目的特色与创新之处

本项目从运行的角度分析电力系统的可靠性, 是一项极具创新性和挑战性的研究工作。其特色和创新之处体现如下:

(1) 本项目将从运行角度对电力系统的可靠性进行全面深入的研究, 寻求获得一种对电力系统运行可靠性进行定量评估的新方法。

(2) 提出衡量系统运行可靠性的指标。本项目将通过仿真计算、综合分析提出具体衡量系统运行可靠性的指标。

(3) 建立分析电力系统运行可靠性评估的理论及方法。根据电力系统运行可靠性的特点, 系统运行的不同方式和时间尺度, 建立分析电力系统运行可靠性的理论及方法, 实现对系统运行方式



的严格模拟。

(4) 建设电力系统运行可靠性评估的综合仿真平台。

## 5 年度研究计划及预期研究成果

### (1) 年度研究计划

2009年1月~2009年12月:

1) 提出衡量电力系统运行可靠性评估的指标;

2) 研究适于电力系统运行可靠性评估的元件时变可靠性模型;

3) 研究运行可靠性评估中系统状态评估模型。

2010年1月~2010年12月:

1) 开发电力系统运行可靠性评估的高效算法;

2) 建设电力系统运行可靠性评估的综合仿真平台。

### (2) 预期研究成果

1) 提出评估电力系统运行可靠性的指标,包括确定性指标和概率性指标;

2) 建立分析电力系统运行可靠性评估的理论及开发高效算法。■

## 简 讯

# 中共中央政治局常委李长春视察南瑞继保

2009年5月10日,中共中央政治局常委李长春同志视察南瑞继保,深入了解了公司在技术创新、开拓国际国内市场方面的情况,并指出:看到南瑞继保在短短十几年的时间,发展的这么快,在电力自动化、继电保护、电力安全自动装置等领域,都走在全国前列,甚至跻身到世界先进公司的行列,成为世界五强之一,感到非常高兴。南瑞继保的实践,是我们国家经济体制改革、科技体制改革的成果。并鼓励南瑞继保跟踪世界先进水平,跻身世界前列,要争取保持在世界的前三强,开拓国际国内两个市场,继续扩大在国际市场的份额,成就国际一流百年民族高科技企业。

下午16:05分,李长春同志在公司董事长沈国荣院士的陪同下视察了公司的生产调试现场和研发实验室。在高压保护设备前,沈国荣介绍了公司在电力系统三道防线方面的应用情况,当听到这些产品是用公司原创核心技术开发的世界上动作速度最快,正确动作率最高的高压保护设备时,李长春频频点头称赞。

在正在进行工厂调试的刚果(布)国家电网调度系统设备前,沈国荣向李长春介绍了公司近几年来在国际市场开拓方面的情况,当听到南瑞继保的产品在短短的三年不到的时间就远销全球30多个国家和地区时,他连声说好。

在静止无功补偿和直流融冰装置前,沈国荣

详细介绍了南瑞继保如何应对我国南方部分电网雨雪冰冻等自然灾害,在极短的时间内迅速研制成功系列直流融冰装置,并率先在现场投入使用并成功融冰,而且在不融冰的时候可以兼为无功补偿装置,优化线路的电能质量。李长春与沈国荣亲切交流了关于直流融冰原理和无功补偿方面的技术问题。

在高压直流控制保护系统前,沈国荣详细介绍了南瑞继保在直流控制保护系统国产化,通过“五步走”实现完全掌握其核心技术并对国外公司实现成功超越的过程。李长春询问公司直流控制保护系统的市场份额,沈国荣回答说大约50%。李长春说,对于我们自主开发的先进技术,有关部门要大力支持国产化,南瑞继保要更多地为国家重大装备国产化作贡献。

随后沈国荣向李长春同志就公司的基本情况、自主创新、企业文化以及发展战略方面作了简要汇报。

视察中,李长春充分肯定了南瑞继保在打破外国产品长期垄断国内自动化控制装置方面所取得的成就,对南瑞继保“人才是第一资源”的理念表示赞同,并希望地方政府要为企业的人才、后勤创造条件,要为企业发展创造良好的外围环境,地方政府在工程项目招标中,要重点培植国内的企业。南瑞继保的新形势、新成果应该要重点加以宣传。■