



# 让电网从容面对灾害

文 / 张晓宏

2015年9月，科技部正式发布了“第三批企业国家重点实验室名单”，国网湖南省电力公司电网输变电设备防灾减灾实验室位列其中，成为国内首个依托省级电力公司跻身国家技术创新体系“国家队”新成员。

随着全球气候的变化，极端自然灾害事件呈上升趋势，自然灾害已成为影响大电网安全运行的主要因素，电网防灾减灾形势严峻。这个实验室正是为保障电网安全而建立。

## 在艰难中启程

2005年年初，一场严重的雨雪冰冻灾害袭击华中地区，多条500千伏和220千伏输电线路发生倒塔断线事故，对湖南电网和华中电网造成严重破坏。国网湖南电力立即决定启动电网防冰技术攻关，力求破解电网冰灾这一难题。

陆佳政博士临危受命，组织起电网冰灾防治技术攻关团队。团队成立之初，各种实验资源极为匮乏，在简陋的科研条件下，陆博士带领团队披荆斩棘，先后攻克了多个省公司重点科研项目，取得了一系列科研成果，搭建了最初的软硬件研发平台，积累

了部分科研试验条件，使实验室初具规模。

2008年年初，规模罕见的冰灾再次袭击我国南方地区，大量输电线路倒塔断线。当时，实验室在2005年开发的输电线路覆冰在线监测系统已得到了部分推广应用，通过该系统实时传输的现场冰情图像为国网湖南电力和国家电网公司掌握现场灾情提供了科学依据。冰灾后，实验室研发了国内首套直流融冰装置，成功在娄底100千伏冷矿线实施了我国首条高压线路实际融冰工作，得到了国内外同行的高度认可。

基于电网防冰领域的较强研究基础，国家电网公司将6项重大电网冰灾防治项目交给了实验室，涵盖电网覆冰预测、监测、融冰和绝缘子防冰

闪等领域。

电网防冰减灾相关技术由于涉及多个学科，问题极其复杂，尚有大量的关键技术有待解决。为了能按时间节点完成研究开发任务，实验室成员夜以继日、刻苦攻关，每天工作时间长达14小时以上。

为了收集现场第一手冰情资料，陆佳政和实验室成员连续三个春节驻守邵阳、郴州、娄底等输电线路冰情现场。为了解决冰雪等恶劣天气条件下冰情监测摄像头易发生结冰或被浓雾覆盖、无法清晰拍摄现场冰情的难题，实验室成员在低温的人工气候室进行了300余次的试验和改进。为了解决直流融冰装置谐波和造价问题，陆佳政先后对十余种融冰拓扑方案进行论证，出具了长达1000多页的仿真

## 实验室小档案

名称：电网输变电设备防灾减灾国家重点实验室

依托单位：国网湖南省电力公司

所属领域：安全与职业危害控制

研究方向：实验室主要从事电网灾害致灾机理与预测方法、电网灾害监测与预警方法、电网灾害防治科学与装备、电网灾害评估方法与应急学研究。

计算报告。

在艰苦的努力和不懈的追求下，实验室近年来完成国家级和国家电网公司重大科技项目 28 项，攻克多项电网防冰与防山火重大技术难题，相关成果多次被鉴定为国际领先水平，并在全国 26 省电网获得广泛应用；获国家级、省部级科技奖 15 项，其中，“电网大范围冰冻灾害预防与治理关键技术及成套装备”获得国家科技进步一等奖。

### 在实践中成长

2015 年 11 月 21 日，防灾减灾中心提前预测到 23 ~ 26 日，河北中北部、河南中西部、湖北西北部的输电线路将会出现覆冰且容易发生舞动。根据国家电网输电线路覆冰预测预警系统数值计算发现，在本轮冰冻过程中，河北中北部的保定地区覆冰最严重。但该地区不属于传统的重覆冰区，为此，公司总部专门致电询问是否预测错误。实际上，11 月 23 日开始，国网冀北、河北、河南、湖北公司自北向南发生了线路覆冰，河南、湖北地区发生了舞动，河北保定地区覆冰达到中等到严重程度，为本轮覆冰过程中最严重地区，与预测预警信息完全吻合。此后，公司在 11 月 26 日的防冻融冰电视电话会议上，多次表扬实验室预警中心准确的预测预警工作。

随着电网的不断发展，大量输电线路不得不延伸至自然灾害高发区。自然灾害已成为影响大电网安全运行的主要因素，使得电网防灾减灾面临

的形势更加严峻。

为此，实验室提早启动了电网防灾重大项目规划工作。通过研发建设 500 万亿次的超算平台，将现有的电网灾害预测网格由 30 平方公里细化至 3 平方公里，大幅提高电网灾害预测精细化水平。通过开展防雷防冰闪绝缘子研发、变压器灭火技术、电网水库流域暴雨数值预报等关键技术攻关，将电网防冰、防山火扩展至电网防雷、防暴雨等领域。通过开展电网灾害条件下安全风险分析及应急处置技术研究，将电网灾害预测、监测和防治扩展至灾害评估及应急处置方向。

针对输电线路山火点多面广、随机性强，极难准确预测的情况，实验室开发了世界首套输电线路山火卫星监测预警系统，可精确预警到具体线路及杆塔，为及时处置电网山火提供准确的信息指导。在山火防治方面，常规灭火装备用水量，而输电线路附近交通不便、取水困难。为解决该难题，科研团队通过数据收集分析及反复试验，揭示了水雾绝缘性能随直径减小而上升的关系，发明了独特的强效雾化带电安全灭火方法。在中国电机工程学会组织的鉴定会上，系列电网防山火技术被鉴定为国际领先水平并获国家中国电力技术发明一等奖。

由于实验室电网防冰和防山火工作业绩突出，国家电网公司依托实验室成立了“国家电网公司输电线路覆冰预测预警中心和山火监测预警中心”，承担整个国家电网防冰和防山火技术工作。

### 在试验中突破

一流的科技研发，离不开一流的试验能力支撑。为了尽快将电网防冰减灾试验水平提升上去，实验室建设了涵盖大型人工气候室和户外自然灾害试验场。由于国际上没有可供借鉴的成熟实验室供参考，各种试验设施都是新装备，陆佳政带领实验室成员，对方案逐个论证，邀请国内外同行进行技术评审达 100 多次。最终，一个国际领先的电网防灾试验条件建设蓝图浮出水面。

2012 年 12 月，涵盖 50 毫米抗冰设计的 500 千伏真型输电线路和 18 米 × 22 米 × 25 米大型观冰架的小沙江户外自然灾害试验场建成。2013 年 10 月，涵盖内空直径 25 米、高 27.5 米、容积 1.5 万立方米大型人工气候室和特高压试验大厅的榔梨人工气候模拟实验室建成投运。该人工气候室是目前世界上模拟参数最齐全、调节范围最宽的防冰人工气候室，可进行人工模拟环境中的特高压及以下电压等级输变电设备覆冰与融冰、交直流污秽等试验研究。在特高压电网的快速发展中，特高压线路融冰技术还处于空白，实验室攻坚克难，2014 年 12 月研制了世界首套特高压线路直流融冰装置，可满足特高压大截面导线融冰需求。

作为电网防灾领域唯一的国家重点实验室，电网输变电设备防灾减灾实验室肩负着电网防灾试验能力建设、关键技术攻关、服务电网安全等重任，实验室精益求精，不断突破，力求让电网坚强从容面对灾害。●