

南瑞集团郑玉平： “一辈子办成一件事” 打造电网安全运行“贴身保镖”

电力系统是人类创造的最复杂的工业系统之一，保障其安全稳定运行，是一个世界级难题。目前，我国已构建以“三道防线”为基础、适应我国国情的电网风险防御技术及装备体系，“电网运行风险防御技术与装备”全国重点实验室主任、南瑞集团郑玉平就是这一体系建设的重要实践者。

继电保护是保障电力系统安全稳定运行的第一道防线，在郑玉平眼中，继电保护设备就是电网的“贴身保镖”。从业40多年来，针对我国电网发展的不同阶段，郑玉平先后主持三代“贴身保镖”装置研制，不仅彻底打破国外垄断，而且推动我国继电保护技术引领世界发展。相关产品应用于国内外成千上万个变电站，为国家创造产值数百亿元。

打破垄断 选择最难的赛道去拼去闯

上世纪70年代到90年代，我国电力系统网架十分薄弱。

据郑玉平回忆，“当时我国电力系统保护领域的高端设备几乎完全依赖于国外市场的进口。1970年至1990年，在我国发生的电网稳定性破坏事故中，由继电保护设备缺陷导致事故占到一半以上。”

“我们所有人的目标，就是赶快打破这个现状。”刚从大学毕业，年仅18岁的郑玉平义无反顾地选择了难度最大、要求最高、责任最重的电力系统保护和安全稳定控制作为自己的主要研究方向。

工欲善其事必先利其器。1986年，参加工作不久，郑玉平就敏锐地发现了试验装置对于先进保护装置研发的基础性作用。从支撑科研开展的试验装置出发，展现了郑玉平过人的科研天赋。在毫无资料借鉴的情况下，他主动请缨，从零摸索，研发成功RT-1型继电保护试验装置、Help-90自动测试仪，为后续微机保护的研发和产业化起到了强大的推动作用。

试验装置的成功研发让郑玉平初露锋芒。90年代初期，研发环境艰苦，经费严重缺乏，一台电脑像宝贝一样被大家轮流使用。郑玉平和团队成员攻坚克难，一点一点去解决每一个问题，成百上千次反复试验、验证和分析。1991年，他们成功研发ISA-1型中低压变电站成套微机保护。大庆石化总厂、兰州连城铝厂、南海供电局……为了让科研成果更好地服务电网需求，工程现场总能看到他忙碌的身影。1993年3月，产品在南京通过国家相关部委鉴定，主要技术性能达到国际水平。其后一年，产品很快投入批量生产，并应用于全国50多个变电站。

在郑玉平眼里，中低压技术只是小试牛刀，他很快将工作重心投入到超高压保护技术的开发中。经历反复研究、生产、调试与检验，LFP-900系列超高压微机型成套保护装置相继问世。该系列设备动作快速性和综合性能远超前同类产品。但是，习惯了国外产品的用户对国产设备持怀疑态度，在产品推广初期遭遇了巨大的阻力。郑玉平和团队成员一次次耐心地为用户做细致解释，并与国外同类产品进行对比实验。最终，国产设备以其显著超越国外同类设备的性能证明了自己的先进性，逐渐被用户接受。

“还记得1997年，我们去四川推广自主研发的继电保护设备时，那里的500千伏电网工程刚开始建设。该工程配置了三套保护，一套是我们自己研制的国产主保护，一套是国外的主保护，还有一套自己研制的国产保护作为后备保护。”郑玉平非常感慨，“后来，由于我们自主研发的保护设备运行稳定、性能好，原作为后备保护的国产设备被提升为主保护，而国外的保护设备则退出运行”。

随着越来越多用户对其优越性的

认可，20世纪90年代中后期，国产继电保护设备开始在我国电网工程中大面积推广应用，可靠支撑了二滩水电站500千伏送出工程、三峡输电工程等一批重点工程的建设，逐渐打破了国外企业对我国超高压线路保护市场的垄断。经实践检验，保护正确动作率由原来的80%大幅提升至99%以上，为国家减少了数十亿元的损失。“就这样，我们的产品逐渐替代进口产品成为我国电网保护的‘标配’，我国也再未发生过类似欧美那样的全国性大停电事故。”至此，我国的电力系统保护水平由跟随者变成了世界的领跑者。

“他非常专注，一门心思搞继电保护，能够沉得下心去，不受外界干扰，这是科研工作非常重要的品质。”老同事们如此评价郑玉平。超高压输电线路保护的成功研发，极大激发了郑玉平的创新动力，很快他又将目标定在了发电机、变压器、电抗器等重要设备的保护研究上。

这些设备都是电力系统最主要的电气设备，价格昂贵，一旦损坏，损失巨大，如一台大型发电机组价值超1亿元。主设备可能发生许多危及安全的内部故障，而保护设备故障识别和灵敏快速动作难度极大，即使是国外产品，也普遍存在内部故障灵敏度和正确动作率较低的问题。

针对这一技术难题，郑玉平首创异步法协同变化量差动技术、主保护后备保护一体化设计、双重化配置等关键技术方案，主持研制成功发电机、变压器、母线、电抗器等成套保护装置。相关产品快速实现规模化应用、替代进口、获准国家标准，保护正确动作率总体水平由63%跃升至94%，并出口巴西、土耳其、印度等21个国家，技术路线成为国际同类产品主流。

引领世界 面向实际需求勇攀新高峰

进入21世纪以后，我国逐步建成世界上电压等级最高、输送距离最远、交直流混联的特大型复杂电网。电网故障全球化特征凸显，对传统保护技术形成挑战。“面对机遇与挑战，我们要按照电网发展的规律，一步一步去研究探索、破解难题。”郑玉平是这么说，也是这么做的。

郑玉平带领团队成员，经过数年持续攻关，成功攻克了交直流混联电网、新能源大规模接入电网的继电保护关键理论技术难题，创立了适应复杂电网故障暂态特性演化的差动保护技术体系，主持研制了系列差动保护装置，推动我国电网完成以差动保护为主保护的升级换代，实现了继电保护技术的中国引领。因为该项技术成果，郑玉平成功获得2020年国家技术发明二等奖。

目前，差动保护项目成果已广泛应用于我国220千伏至1000千伏各电压等级电网，涵盖新一代调相机组工程、海上风电工程以及川藏联网等重要工程。无法满足我国复杂电网要求的进

口保护装置被批量替换，产品出口至数十个国家和地区。

随着国际环境的变化，芯片“卡脖子”困境凸显。在产品层打破国外垄断的基础上，还必须在核心元器件和操作层面摆脱国外长期限制。为了把安全牢牢掌握在自己手里，郑玉平又带领团队坚持自主创新，相继攻克了自主可控安全操作系统研制与适配等关键技术难题，研制了自主可控核心二次设备共性平台和全电压等级、全系列保护、监控及稳控装备。全国产化先进保护系列产品先后在20余省市电网控制保护、自动化、新能源等多个电网关键场景进行验证并开始规模化推广，成果入选2021年度能源领域首台套重大技术装备。

当前，构建新型电力系统是我国实现“双碳”目标的必然选择。“建设新型电力系统要科研先行，汇聚更多科技创新的力量。”扛起新型电力系统原创技术策源地责任，力争取得更多引领性、战略性、支撑性重大成果，是郑玉平和团队成员坚守的使命担当。

郑玉平介绍：“与现有的电力系统相比，新型电力系统的运行特性、控制特性和故障特性会发生很大变化，颠覆了传统基于同步机特性的继电保护理论基础，决定了继电保护体系架构、保护原理也要有很大不同。”新型电力系统源侧新能源快速发展，网侧特高压、交直流远距离输电规模持续扩大，电力电子设备占比逐渐升高，负荷侧新型负荷爆发式增长，新型电力系统正发展为具有复杂运行特性的“巨系统”，呈现强不确定性、弱抗扰性的特征，电网运行控制和风险防御能力提升重要性凸显。

面对电网发展迫切需求，郑玉平再次揭榜挂帅，聚焦大电网保护控制技术难题，承担了国家电网有限公司新型电力系统科技攻关行动计划“新型电力系统继电保护体系架构与关键技术研究”、国家重点研发计划“无常规电源支撑的大规模新能源发电基地稳定运行及直流送出关键技术”等多项重大攻关专项，开展不依赖电源特性的继电保护、广域协调自适应紧急控制和参数在线优化的就地紧急控制等技术攻关和关键设备研制工作，旨在为新型电力系统安全运行提供技术保障。

2023年6月17日0时30分，郑玉平团队研制的两套“全新升级”的主变继电保护装置在500千伏驷马变电站正式投入运行，首次实现了新型电力系统保护装置在江苏挂网。该变电站是江苏省首座海上风电升压送出专用站，每年为南通地区提供175亿千瓦时的清洁能源。“全新升级”的变压器保护装置提高了电力电子谐波背景下保护设备的快速性和可靠性，实现现有变压器保护的性能提升。同时该装置对不依赖电源特性的保护新原理进行了有效探索，为未来保护原理和技术革新积累了丰富经验。

“能够看到自己的研究成果在工程中实际应用，有很大的成就感。而且电网的发展不断提出新的课题，不存在毕其功于一役的情况，结合实际开展科研永无止境。”谈及为什么能够坚持40多年一心扑在继电保护技术上，郑玉平这么说。

躬身垂范 打造充满韧劲的科研团队

“以往做学问、搞研究得自己找资源、想办法，现在举全公司之力，为科研人员创造条件，给科研人员稳定的支持，让真正了解情况的专家自主选择研究领域、决定技术路线、安排研究进度和时间节点计划。”郑玉平表示，南瑞集团已建立了科研骨干长期股权激励机制，这项机制就像是给大家吃下了“定心丸”，能让大家心无旁骛地做研究。

如何让带领的团队活力迸发，信心满满地投入新的科研征程？郑玉平深知，科研队伍建设贵在可持续。作为博士生导师，他始终亲力亲为教导学生。不论是实验研究还是课题攻关，他都以身示范。他指导博士后、博士、硕士研究生26名，为我国电力保护控制装备产业持续发展输送人才。团队成员每个月都要开展一次集中交流。每次交流时，他都会把舞台让给年轻人，鼓励大家踊跃发言，大胆表达自己的观点。

“他从不大包大揽，善于营造自由讨论氛围，启发大家思考，培养发挥年轻人的主动性。”郑玉平团队核心成员潘书燕说。

“他是一个工作非常严谨的人，技术上出现的任何小小的细节问题都不会放过。在他的带领下，我们开始有能力和信心去组建全国重点实验室。”南瑞集团所属南瑞研究院研发质控中心副主任曹团结一谈起郑玉平，便打开了话匣子，“他的创新思维超出一般人的线性思维，我经常会发现郑老师有一些超前思维、逆向思维，比如传统继电保护主要是等到故障之后被动的反应这种故障的状态，然而他却提出在故障之前做出预判，一下子就把思路打开了。”

郑玉平认为，人才强企专项行动、股权激励实施等等都在持续激发企业发展的内生动力。从一线科研人员到科研工作负责人和学术带头人，郑玉平深知科技自主创新离不开超前布局的胆识、科研团队的建设，更离不开科研人员不达目标不放弃的拼劲、韧劲。他常常告诉团队成员：“人的一生很短，不可能样样精通。我们只要在某一个领域持之以恒地研究，终归会有所收获。”

“团队建设要固本，更要塑魂。”在郑玉平看来，结构科学、分工合理、团结协作、高效精干的科研团队是科技攻关的基础，只有不断探索符合科研人员特点的人性化管理之路，努力创造条件让科研人员心无旁骛地做好本职工作，才能让团队的凝聚力和战斗力不断增强。“我们有责任、有能力、有信心，在电力系统保护控制领域打造中国电力系统坚强防线，为国家能源电力事业贡献更大的力量。”

科研永无止境，郑玉平团队正在一步一步脚印，按照电网发展的规律，去研究探索、破解难题。“习近平总书记到南瑞考察时强调，要以十年磨一剑的韧劲，以‘一辈子办成一件事’的执着，攻关高精尖技术，成就有价值的人生。亲切的勉励真切科研工作关键，时代接力棒传到我们手中，不仅要跑好这一棒，还要传好这一棒。”郑玉平说。

(王志鸿 王中浪 张宣 程晓琳)