

推荐国家科技进步奖项目公示

项目名称	支撑大电网安全高效运行的负荷建模关键技术与应用
推荐单位	教育部
推荐单位意见： <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。</p> <p>该项目经过十余年的学术攻关和工程实践，突破了电力负荷建模的难题，构建了统一、简洁的电力负荷模型结构，创建了大电网负荷的非线性鲁棒建模理论，发明了广域分布负荷的快速整体建模技术，从而形成了完整的负荷建模技术体系，引领了国际电力负荷建模技术的发展。项目所建立负荷模型的准确性在实际电网扰动试验中得到验证，并推广应用到国内 25 个省级电网，支撑了大电网的安全高效运行，经济和社会效益显著。</p> <p>对照国家科学技术进步奖授奖条件，推荐该项目参评 2017 年度国家科学技术进步奖一等奖。</p>	

项目简介：

项目属于电气工程领域的应用基础研究。

负荷模型的精准性关乎大电网安全高效运行。大电网运行控制策略的制定主要依赖于仿真计算，而仿真计算的准确性则取决于所用模型。大电网由发电、输电和负荷组成，发电和输电采用的是元件模型而容易准确，负荷则是建立变电站供电范围海量设备的聚合模型而难以准确。负荷模型不准将使得仿真计算结果冒进或保守，冒进则会显著降低电网预防运行风险的能力而导致停电，危及电网乃至公共安全；保守则会严重制约输电能力而导致窝电，造成巨大投资浪费。

建立精准负荷模型是国际电力界公认的难题。负荷节点几十公里供电范围内的设备海量而复杂，但模型方程要求低阶且统一；负荷特性具有非线性和时变性，但模型参数要求准确且鲁棒；大电网中面广量大的负荷节点逐个建模工作量巨大且难以实证，但工程实施要求高效且快速。

项目团队依托国家杰出青年科学基金、国家 863、科技支撑等，历经 18 年开展学术攻关和工程应用，实现了大电网负荷建模关键技术的重大突破。

(1) 构建了负荷模型的统一结构，解决了复杂多样负荷的低阶聚合难题。提出了统一的机理综合负荷模型（SLM），实现了机理负荷模型的结构统一、方程低阶；构建了统一的非机理混合负荷模型（CDSM），突破了动态和静态特性的融合建模。

(2) 创建了大电网负荷的非线性建模理论，破解了模型参数测辨的多解和鲁棒性差的难题。首次提出了负荷模型可辨识性命题，厘清了负荷模型各参数的可辨识性；率先系统地提出了负荷参数的模拟进化测辨法和在线统计综合法，大幅提升了模型参数的准确性。

(3) 发明了大电网负荷的分类分区并行的整体建模技术，实现了广域分布负荷的快速建模。发明了基于时变电流注入的分区测辨技术，提出了负荷参数的并行辨识技术，研发了基于广域测量的系统级建模平台，使负荷建模规模从节点级提升为系统级。

(4) 实施了多次大电网人工大扰动试验，突破了大电网负荷模型的实证校核技术。大电网实施人工大扰动试验的风险和代价极大，项目为了实证负荷模型，在大电网进行了多次人工大扰动试验，研发并实现了大电网的大扰动试验设计、测量布点、负荷模型实证、负荷参数校核的成套技术。

项目成果应用于全国 25 个省级电网、1700 多个负荷站点，范围之广在国际上前所未有。保障了我国电网安全高效运行，效益巨大。推广应用中，提高东北电网北电南送功率输送水平 1000MW 以上，解决了老工业基地用电瓶颈；在青藏联网工程发挥重要作用，藏中电网年均停电次数降为原来的 10% 以下，为西藏地区稳定发展提供技术支撑。

制订国际上第一个《电力系统负荷建模导则》，出版国际上首部专著《电力系统负荷建模》。发表和合作发表 SCI/EI 收录论文 105 篇，论著他引总计 2454 次。获授权发明专利 13 项，其它知识产权 7 项。项目成果被国际权威的 IEEE 电力系统建模工作组引用，获陕西省科学技术奖一等奖 1 项、中国电工技术学会科学技术奖一等奖 1 项。

客观评价：

1. 技术鉴定情况

(1) 2012年4月12日，河南省科技厅组织了以卢强院士为组长的专家组，对“广域电力系统分层分区一体化建模理论与应用”项目进行了鉴定，鉴定结论为：“项目取得的分层分区一体化建模理论和方法的研究成果处于国际领先水平。”

(2) 2011年7月23日，教育部组织了以程时杰院士为组长的专家组，对“电力系统建模理论与应用”项目进行了鉴定，鉴定结论为：“项目成果达到国际领先水平。”

(3) 2009年3月12日，湖北省科技厅组织了以程时杰院士为组长的专家组，对“湖北电网计算模型及参数辨识的研究”项目进行了鉴定，鉴定结论为：“在SLM模型可辨识性和辨识方法上的研究成果属于国际领先。”

(4) 2007年8月15日，国网福建省电力有限公司组织了以薛禹胜院士为组长的专家组，对“福建电网负荷在线综合建模研究”项目进行了鉴定，鉴定结论为：“在线综合建模思路及实现、广义负荷建模方面属于国际领先。”

(5) 2009年5月13日，国家电网公司组织了以杰青孙元章教授为组长的专家组，对“负荷模型参数深化研究及适应性分析”项目进行了验收，验收结论为：“在综合负荷模型的建模理论和方法研究方面达到国际领先水平。”

2. 查新报告情况

江苏省科技查新咨询中心出具查新报告表明：本项目查新点所包含的具体科学技术要点仅见于或最早见于本项目发表的论文或申请的专利中。

3. 曾获奖励

(1) “负荷模型深化研究及适应性分析”获2009年陕西省科技进步奖一等奖。

(2) “电力系统建模理论、技术与应用”获2012年中国电工技术学会科学技术奖一等奖。

4. 国际评价情况

(1) 1996年，IEEE Trans. on Power Systems 杂志组织对本项目核心论文“Nonlinear dynamic load modeling: model and parameter estimation”进行专题讨论。其中，爱尔兰皇家学院院士、IEEE Fellow M.O'Malley 指出：“祝贺作者证明了遗传算法适用于非线性动态负荷模型的参数辨识”。IEEE Fellow R. Fischl 和 IEEE Fellow C.O. Nwankpa 指出：“祝贺作者在动态负荷建模中取得的成果（即在负荷模型中考虑电压相位对有功功率的

影响) 以及将基于遗传算法的参数估计方法应用于负荷建模问题”。

2001 年, IEEE 秘书长、董事会成员 M.E.El-Hawary 在其发表的论文“Fuzzy time domain and Z-transform modeling for harmonic electric loads”中又评价指出:“文献提出了一种具有吸引力的非线性动态负荷建模方法。在这篇文献中, 负荷由一组有关功率和电压的微分方程表示。建立的模型用于电压稳定和暂态稳定的研究。”

(2) 2012 年, 国际权威组织 IEEE 的电力系统建模工作组在 IEEE Trans. on Power Delivery 发布的指导性报告“Dynamic System Equivalents: A Survey of Available Techniques”推介了项目 2 篇核心论文 (“Dynamic Equivalents of Power Systems with on-line Measurements. Part 1: Theory”和“Part2: Applications”) 并评价:“该文基于实测或仿真的动态聚合技术, 利用电力系统的实时测量数据或仿真所得的电力系统动态响应数据, 通过系统辨识方法获得聚合模型的参数。...该文分析了实测扰动, 辨识了参数, 然后应用于动态仿真”。

(3) 2011 年, F.S. Chassin 等在其发表于 North American Power Symposium 的论文“Load modeling and calibration techniques for power system studies”中对项目提出的动静综合模型 (CDSM) 评价道:“动静综合模型 (CDSM) 对电力工作者是有吸引力的, 因为其物理意义清晰, 并且电力系统负荷大部分是感应电机。”

(4) 2004 年, A.M. Azmy 等在其发表于 IEE Proc.-Gen. Trans. & Distr.的论文“Artificial neural network-based dynamic equivalents for distribution systems containing active sources”中对项目的核心论文“Dynamic equivalent of distribution system for voltage stability studies”评价指出:“需要计及配电系统中的大量功率源时, 稳定性问题研究的计算量过于巨大。用合适的动态等值模型代替包含成百上千个元件的配电系统, 对电力系统动态分析是有必要的”。

(5) 2013 年, IEEE Fellow S. W. Mei 等在其发表于 Science China Technological Sciences 的论文“Recent advances on smart grid technology and renewable energy integration”中对项目的核心论文“Dynamic equivalent method of interconnected power systems with consideration of motor loads”评价指出:“提出了一种新的考虑电动机动态的电网动态等值方法。这种动态等值方法完美地保留了感应电动机原有的动态特性, 测试结果证明了它的有效性”。

5.用户评价情况

(1) 中国电力科学研究院评价:“项目成果已成为国内最权威的两个电力系统仿

真平台的基本模型，广泛应用于实际电网，大幅提高了仿真精度，强有力地支撑了电网的安全高效运行，社会效益巨大。”

(2) 国网河南省电力公司评价：“采用所建负荷模型后，以河南电网郑开断面为例，输电功率超过原输送功率极限的时间每天 8 小时以上，具有显著的经济效益。同时，输送功率极限提高后减少了对用户的拉闸限电，具有重大的社会效益。”

(3) 国网江苏省电力公司评价：“持续的项目实施为负荷建模的工程应用提供了新的途径，并且带来了明显的社会和经济效益。”

(4) 国网福建省电力有限公司评价：“通过福建电网负荷在线综合建模系统的长期运行，对福建电网的实际负荷特性进行了实测。不仅为运行部门提供了更准确的实测参照模型，也为负荷模型的动态管理提供了有效的平台，促进了负荷建模的实用化。”

(5) 国网西藏电力有限公司评价：“对充分发挥国家西部大开发重点工程，对推进西藏、青海跨越式发展和长治久安具有重要的意义。”

推广应用情况：

(1) 构建的 SLM 模型成功应用到国内最权威的两大电力系统仿真平台(PSD-BPA 和 PSASP) 中，并在全国 25 个省级电网得到应用，对确保大电网互联、提高电网运行效率做出了重要贡献。

(2) 构建了河南电网负荷在线建模系统和基于多数据源的分层次一体化动态建模系统，建立了河南电网负荷参数数据库，推进了河南电网负荷建模系统的工程化和实用化。

(3) 建立了一套综合利用继电保护故障信息和 WAMS 扰动信息的江苏电网负荷在线建模系统，构建了江苏电网负荷特性数据库，并在江苏电网实际运行中得到应用。

(4) 开发了福建电网在线综合建模系统及福建电网负荷模型数据库，对福建电网的实际负荷特性进行了长期滚动监测。

(5) SLM 模型在西藏电网的推广应用，大幅度提高了西藏电网仿真的准确性，确保了青藏直流联网工程和西藏电网安全稳定运行，保障了藏民用电。

(6) 依托项目研究成果，制定了国际上第一个《电力系统负荷建模导则》。

主要知识产权证明目录:

主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
授权发明专利	一种电力系统模型参数并行辨识方法	中国	ZL201210064492.1	2013-12-25	1325300	河海大学,河南省电力公司	鞠平,黄训诚,孙素琴,孙冉,周冰,金宇清,余一平,秦川,陈谦	有效专利
授权发明专利	一种电网模型拼接方法	中国	ZL201410169643.9	2015-10-07	1811118	河海大学	鞠平,秦川,刘永康,吴峰,陈谦,金宇清	有效专利
授权发明专利	一种基于出厂数据的电动机机电暂态仿真模型参数获取方法	中国	ZL200910241865.6	2012-08-01	1016492	中国电力科学研究院	汤涌,赵兵,张文朝,王琦,邱丽萍	有效专利
授权发明专利	一种电力系统在线负荷模拟方法	中国	ZL201010101623.X	2012-06-20	974502	中国电力科学研究院	汤涌,王琦,赵兵,张文朝,邱丽萍	有效专利
授权发明专利	一种微电网并网等效模型的参数辨识方法	中国	ZL201210210462.7	2014-11-26	1524253	河海大学	蔡昌春,鞠平,金宇清,秦川,张建勇	有效专利
授权发明专利	一种基于负荷曲线分解的商业居民负荷类型负荷建模方法	中国	ZL201310499738.2	2016-08-17	2175082	国家电网公司,中国电力科学研究院	王琦,汤涌,龙飞,王建明,侯俊贤,赵兵,易俊,张健,刘丽平	有效专利
授权发明专利	一种基于负荷曲线分解的农村负荷类型负荷建模方法	中国	ZL201310500676.2	2016-08-31	2216323	国家电网公司,中国电力科学研究院	王琦,汤涌,龙飞,王建明,侯俊贤,赵兵,易俊,张健,刘丽平	有效专利
授权发明专利	考虑负荷静态特性的电力系统状态估计方法	中国	ZL201010503261.7	2013-04-10	1171229	河海大学	卫志农,陆子刚,孙国强	有效专利
授权发明专利	一种建立电力系统聚类负荷模型的方法	中国	ZL201310035067.4	2015-09-16	1790185	河海大学	陈凡,卫志农,孙国强,孙永辉,张伟,刘玉娟,杨雄,袁阳,陆子刚,潘春兰	有效专利
计算机软件著作权	电力综合负荷模型(SLM)参数辨识V1.0	中国	2009SR06596	2009-02-19	132775	河海大学,湖北省电力公司		其它有效知识产权

主要完成人情况：

1. 鞠平，排名第 1，副校长，教授，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要负责人，对创新点 1、2、3、4 均有重要贡献，具体包括：（1）提出了统一的非机理动静混合负荷模型（CDSM）；（2）提出了负荷模型参数的可辨识性命题，揭示了可辨识性与灵敏度之间的内在关系；（3）率先并系统发展了基于模拟进化方法的电力负荷非线性辨识方法；（4）负责制定了《电力系统负荷建模导则》，指导电力系统负荷建模相关技术。
2. 赵兵，排名第 2，主任工程师，高级工程师，工作单位：中国电力科学研究院，完成单位：中国电力科学研究院，是该项目主要负责人，对创新点 1、2、3、4 均有重要贡献，具体包括：（1）构建了新的综合负荷模型（SLM）；（2）提出实地统计分析和实测辨识互相验证的实测参数的有效性和正确性的方法；（3）为主建立了国家电网负荷构成统计资料数据库和国家电网负荷参数数据库；（4）为主制定了《电力系统负荷建模导则》，用于指导电网实际运行部门的负荷建模实践。
3. 吴峰，排名第 3，院长，教授，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要负责人，对创新点 1、2、3、4 均有重要贡献，具体包括：（1）为主提出了大电网负荷模型的可辨识性分析数值方法；（2）为主发明了全部负荷节点分类同步测辨技术；（3）参与制定了《电力系统负荷建模导则》。
4. 范越，排名第 4，主任，高级工程师，工作单位：国家电网公司，完成单位：西北电网有限公司，是该项目主要完成人，对创新点 2、3、4 有重要贡献，具体包括：（1）参与研究统计综合方法；（2）参与研究基于分类的大电网全部负荷节点同步测辨技术；（3）为主建立了西北电网负荷构成统计资料数据库和负荷参数数据库，推动了 SLM 实测模型在西北电网的应用。
5. 侯俊贤，排名第 5，主任，教授级高工，工作单位：中国电力科学研究院，完成单位：中国电力科学研究院，是该项目主要完成人，对创新点 1、3、4 有重要贡献，具体包括：（1）参与研究了新的综合负荷模型（SLM）；（2）为主研究了各种负荷类型的统一归并、故障拟合及负荷模型的适应性；（2）参与构建国家电网负荷构成统计资料数据库和国家电网负荷参数数据库。
6. 陈谦，排名第 6，教授，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要完成人，对创新点 2、3、4 有重要贡献，具体包括：（1）为主研究基于负荷曲线或统计资料的多负荷节点分类方法；（2）参与研究了电力负荷参数的在线统计综合

方法和基于广域测量系统（WAMS）的多个负荷节点同步建模；（3）参与研发系统级负荷参数测辨平台。

7. 金字清，排名第 7，副教授，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要完成人，对创新点 2、3、4 有重要贡献，具体包括：（1）参与研究了电力负荷非线性模型可辨识性问题；（2）为主研发电网负荷参数并行辨识技术和基于时变电流注入的分区测辨技术；（3）参与了国家电网负荷构成统计资料数据库和国家电网负荷参数数据库的建立，参与研发系统级负荷参数测辨平台。
8. 王琦，排名第 8，教授级高工，工作单位：中国电力科学研究院，完成单位：中国电力科学研究院，是该项目主要完成人，对创新点 1、2 有重要贡献，具体包括：（1）参与收集国家电网近年发生的扰动事故，基于有效扰动数据，对 SLM 模型和参数的有效性进行了验证校核，并采用 SLM 模型对事故动态复现；（2）通过采用测量辨识方法和统计综合方法对负荷参数进行对比，验证实测参数的有效性和正确性。
9. 余一平，排名第 9，副教授，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要完成人，对创新点 3、4 有重要贡献，具体包括：（1）研发基于时变电流注入的负荷参数分区测辨技术，参与系统级负荷参数测辨平台研发；（2）参与研究了大电网负荷模型的自动校核技术，基于电网实际故障时 WAMS 的实测故障轨迹，自动进行负荷模型校核的技术。
10. 卫志农，排名第 10，教授，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要完成人，对创新点 1、2 有重要贡献，具体包括：（1）采用聚类方法的电力系统负荷建模技术；（2）负荷模型在电力系统运行分析中的应用。
11. 代飞，排名第 11，主任，教授级高工，工作单位：国网河南省电力公司，完成单位：国网河南省电力公司，是该项目主要完成人，对创新点 3、4 有重要贡献，主要贡献包括：（1）参与设计了负荷特性量测装置；（2）参与构建了河南电网负荷在线建模系统，参与研发了河南电网基于多数据源的分层次一体化动态建模系统；（3）参与建立了河南电网负荷参数数据库。
12. 罗建裕，排名第 12，副主任，高级工程师，工作单位：国网江苏省电力公司，完成单位：国网江苏省电力公司，是该项目主要完成人，对创新点 2、4 有重要贡献，主要贡献包括：（1）参与研究了综合利用继电保护故障信息和 WAMS 扰动信息的江苏电网负荷在线建模系统；（2）参与了江苏电网负荷特性数据库的构建。

13. 黄文英，排名第 13，副总工，高级工程师，工作单位：国网福建电力有限公司，完成单位：国网福建电力有限公司，是该项目主要完成人，对创新点 2、3 有重要贡献，主要包括：（1）参与研究了利用负荷曲线或统计数据对众多负荷节点进行分类的方法。（2）参与了系统级负荷参数测辨平台研发和福建电网负荷综合在线建模系统的开发。
14. 秦川，排名第 14，讲师，工作单位：河海大学，完成单位：河海大学，是该项目主要完成人，对创新点 2、3 有重要贡献，具体贡献包括：（1）参与研究了基于广域测量系统（WAMS）对多类负荷的关键参数进行同步测辨的技术。（2）参与研发基于广域测量系统（WAMS）的系统级负荷参数测辨平台。

主要完成单位及创新推广贡献:

1. 河海大学, 高等院校, 项目第 1 完成单位, 负责项目策划、组织协调、管理实施和成果鉴定, 对创新点 1、2、3、4 均有重要贡献, 围绕负荷模型结构和非线性模型参数辨识技术, 开发了系统级负荷模型建模平台, 研制了负荷特性在线测辨装置, 建立了相应的技术推广平台, 积极与中国电力科学研究院、国网河南省电力公司、国网江苏省电力公司和国网福建省电力公司开展密切合作, 多方面加强项目技术的转化应用。提出的负荷非线性建模理论与方法和开发的负荷特性在线测辨装置在河南电网、江苏电网和福建电网中得到了推广应用, 取得了重大的社会和经济效益, 为保障大电网安全高效运行做出了重大贡献。

2. 中国电力科学研究院, 国家电网公司直属科研单位(企业), 项目第 2 完成单位, 共同开展项目关键技术研发、模型软件开发、成果推广应用和成果鉴定, 对创新点 1、2、3、4 有重要贡献, 围绕 SLM 负荷模型结构和基于统计综合法的负荷模型参数计算方法, 开发了负荷建模软件, 积极推进了成果在我国 25 个省级电网的推广应用。构建的 SLM 模型成功应用到国内最权威的两大电力系统仿真平台(PSD-BPA 和 PSASP)中, 并在全国电网得到应用, 对确保大电网互联、提高电网运行效率做出了重要贡献。

3. 国网河南省电力公司, 企业, 项目第 3 完成单位, 参与项目策划、组织协调和成果鉴定, 对创新点 3 和 4 有重要贡献, 参与设计和开发了负荷特性量测装置, 构建了河南电网负荷在线建模系统和基于多数据源的分层次一体化动态建模系统, 建立了河南电网负荷参数数据库, 推进了河南电网负荷建模系统的工程化和实用化。

4. 国网江苏省电力公司, 企业, 项目第 4 完成单位, 参与项目策划、组织协调和工程实施, 对创新点 2 和 4 有重要贡献, 建立了一套综合利用继电保护故障信息和 WAMS 扰动信息的江苏电网负荷在线建模系统, 构建了江苏电网负荷特性数据库, 并在江苏电网实际运行中得到应用。

5. 国网福建省电力有限公司, 企业, 项目第 5 完成单位, 参与项目策划、组织协调和成果鉴定, 对创新点 2 和 3 有重要贡献, 参与研究了利用负荷曲线或统计数据对众多负荷节点进行分类的方法, 参与了系统级负荷参数测辨平台研发和福建电网负荷综合在线建模系统的开发。

6. 国网西藏电力公司, 企业, 项目第 6 完成单位, 对创新点 4 有重要贡献, 负责 SLM 模型在西藏电网的推广应用, 大幅度提高了西藏电网仿真的准确性, 为确保青藏直流联网工程和西藏电网安全稳定运行、解决藏民缺电问题做出了重大贡献。

完成人合作关系说明：

本成果涉及 6 个完成单位的 14 位完成人。

1. 完成人鞠平、赵兵、吴峰、侯俊贤、陈谦、金宇清、王琦、秦川共同参与了国家电网公司项目《电力系统建模导则》的研究与制定”（2010533512）。

2. 完成人鞠平、赵兵、侯俊贤、陈谦、王琦、余一平共同参与了国家电网公司重大科技项目“大电网仿真关键技术研究”子课题“负荷模型深化研究”（XT71-12-002）。

3. 完成人鞠平、赵兵、侯俊贤、陈谦、金宇清、王琦、秦川共同参与了国家“十一五”科技支撑计划课题“大电网安全关键技术研究”（2008BAA13B02）。

4. 完成人鞠平、吴峰、陈谦、金宇清、余一平、卫志农、秦川长期合作开展负荷建模的理论研究与技术开发，联合发表论文 51 篇、联合申请专利 3 项，“电力系统建模理论、技术与应用”项目获得 2012 年中国电工技术学会科学技术奖一等奖。

5. 完成人鞠平、范越、陈谦、王琦共同参与了国家电网公司重大科技项目“负荷模型参数深化研究及适应性分析”项目，范越与鞠平联合发表论文 2 篇，因该项目共同获得 2009 年陕西省科技进步一等奖。

6. 完成人赵兵、侯俊贤、王琦长期从事与负荷建模相关的研发与工程应用，共联合发表论文 6 篇、联合申请专利 4 项。

7. 完成人鞠平、吴峰、陈谦、金宇清、余一平、代飞、秦川共同参与了“河南电网负荷特性数据库的建立与应用”、“河南电网基于多数据源的分层次一体化动态建模”等项目，并联合发表论文 1 篇、联合出版专著 1 部。

8. 完成人鞠平、吴峰、陈谦、金宇清、罗建裕共同参与了“江苏省电网负荷特性在线测量”、“电网扰动信息共享应用于电网负荷特性在线测量的研究”和“江苏电网负荷建模系统升级改造”等项目，联合发表论文 3 篇。

9. 完成人鞠平、陈谦、金宇清、黄文英共同参与了“福建电网负荷综合建模研究”项目、“福建电网负荷在线综合建模研究（二期）”项目，并联合发表论文 8 篇。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者 (项目排名)	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同科研	鞠平 (1)、赵兵 (2)、 吴峰 (3)、侯俊贤 (5)、 陈谦 (6)、金宇清 (7)、 王琦 (8)、秦川 (14)	2009 年 ~2010 年	国家电网公司科技项目 “《电力系统建模导则》 的研究与制定”	项目合同
2	共同科研	鞠平 (1)、赵兵 (2)、 侯俊贤 (5)、陈谦 (6)、 王琦 (8)、余一平 (9)	2012 年 ~2013 年	国家电网公司重大科技 项目“大电网仿真关键技 术研究”	项目合同
3	共同科研	鞠平 (1)、赵兵 (2)、 侯俊贤 (5)、陈谦 (6)、 金宇清 (7)、王琦 (8)、 秦川 (14)	2008 年 ~2010 年	国家科技支撑计划“大电 网安全关键技术研究”	国家科技 支撑计划 课题任务 书
4	共同获奖	鞠平 (1)、吴峰 (3)、 陈谦 (6)、金宇清 (7)、 余一平 (9)、卫志农 (10)、秦川 (14)	1996 年 ~2013 年	2012 年中国电工技术学 会科学技术奖一等奖	获奖证书
5	共同获奖	鞠平 (1)、范越 (4)、 陈谦 (6)、王琦 (8)	2007 年 ~2008 年	陕西省 2009 年度科技进 步一等奖	陕西省政 府文件
6	共同知识 产权	鞠平 (1), 陈谦 (6)、 金宇清 (7), 余一平 (9), 秦川 (14)	2012 年 ~2013 年	授权发明专利 ZL201210064492 ZL201210210462 ZL201410169643	专利证书
7	共同知识 产权	赵兵 (2)、侯俊贤 (5)、 王琦 (8)	2009 年 ~2013 年	授权发明专利 ZL201010101623 ZL200910241865 ZL201310499738 ZL20131050066	专利证书
8	共同发表 论文	鞠平 (1)、吴峰 (2)、 代飞 (11)	2002 年 ~2004 年	《新型功角与相量广域 测量系统及其在河南电 网中的全面实施》	论文
9	共同出版 专著	鞠平 (1)、金宇清 (7)、 代飞 (11)、秦川 (14)	2002 年 ~2008 年	《电力系统广域测量技 术》机械工业出版社, 2008 年	专著
10	共同发表 论文	鞠平 (1)、吴峰 (3)、 陈谦 (6)、罗建裕 (12)	2004 年 ~2009 年	《电力负荷参数辨识的 实用改进及实测结果》 等 3 篇论文	论文
11	共同发表 论文	鞠平 (1)、陈谦 (6)、 黄文英 (13)	2006 年 ~2009 年	《基于日负荷曲线的负 荷分类和综合建模》等 8 篇论文	论文