

学术引领系列



国家科学思想库

未来10年 中国学科发展战略

能源科学

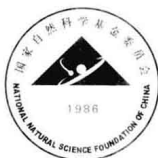
国家自然科学基金委员会
中国科学院



科学出版社



国家科学思想库



未来10年 中国学科发展战略

能源科学

国家自然科学基金委员会
中国科学院

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

未来 10 年中国学科发展战略·能源科学/国家自然科学基金委员会,
中国科学院编. —北京: 科学出版社, 2011
(未来 10 年中国学科发展战略)
ISBN 978-7-03-032298-2

I. ①未… II. ①国…②中… III. ①能源-学科发展-发展战略-中国
2011~2020 IV. ①TK-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 183243 号

丛书策划: 胡升华 侯俊琳

责任编辑: 石 卉 付 艳 程 凤/责任校对: 李 影

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 黄华斌 陈 敬

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2012 年 1 月第一次印刷 印张: 33

字数: 646 000

定价: 89.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

联合领导小组

组 长 孙家广 李静海 朱道本

成 员 (以姓氏笔画为序)

王红阳 白春礼 李衍达

李德毅 杨 卫 沈文庆

武维华 林其谁 林国强

周孝信 秦大河 郭重庆

曹效业 程国栋 解思深

联合工作组

组 长 韩 宇 刘峰松 孟宪平

成 员 (以姓氏笔画为序)

王 澍 申倚敏 冯 霞

朱蔚彤 吴善超 张家元

陈 钟 林宏侠 郑永和

赵世荣 龚 旭 黄文艳

傅 敏 谢光锋

战略研究组

组 长	徐建中	院 士	中国科学院工程热物理研究所
副组长	马伟明	院 士	海军工程大学
成 员	严陆光	院 士	中国科学院电工研究所
	周 远	院 士	中国科学院理化技术研究所
	谢克昌	院 士	中国工程院
	邱爱慈	院 士	西安交通大学
	程时杰	院 士	华中科技大学
	褚君浩	院 士	中国科学院上海技术物理研究所
	包信和	院 士	中国科学院大连化学物理研究所
	金红光	研究员	中国科学院工程热物理研究所
	宣益民	教 授	南京航空航天大学
	郭烈锦	教 授	西安交通大学
	黄佐华	教 授	西安交通大学
	王如竹	教 授	上海交通大学
	徐春明	教 授	中国石油大学（北京）
	崔 翔	教 授	华北电力大学
	孙元章	教 授	清华大学

秘 书 组

组 长	彭晓峰	教 授	清华大学
副组长	梁曦东	教 授	清华大学
	王如竹	教 授	上海交通大学
	纪 军	研究员	国家自然科学基金委员会工程与材料科学学部
	胡 筠		中国科学院院士工作局
成 员	何雅玲	教 授	西安交通大学

聂超群	研究员	中国科学院工程热物理研究所
徐明厚	教授	华中科技大学
骆仲泱	教授	浙江大学
戴松元	研究员	中国科学院合肥物质科学研究院
申文杰	研究员	中国科学院大连化学物理研究所
范英	研究员	中国科学院科技政策与管理科学研究所
高德利	教授	中国石油大学（北京）
邱介山	教授	大连理工大学
肖立业	研究员	中国科学院电工研究所
廖瑞金	教授	重庆大学
李勇	副教授	上海交通大学
张波	教授	华南理工大学
何湘宁	教授	浙江大学
周建中	教授	华中科技大学
丁立健	教授	国家自然科学基金委员会工程与材料科学学部

总序

路甬祥 陈宜瑜

进入 21 世纪以来，人类面临着日益严峻的能源短缺、气候变化、粮食安全及重大流行性疾病等全球性挑战，知识作为人类不竭的智力资源日益成为世界各国发展的关键要素，科学技术在当前世界性金融危机冲击下的地位和作用更为凸显。正如胡锦涛总书记在纪念中国科学技术协会成立 50 周年大会上所指出的：“科技发展从来没有像今天这样深刻地影响着社会生产生活的方方面面，从来没有像今天这样深刻地影响着人们的思想观念和生活方式，从来没有像今天这样深刻地影响着国家和民族的前途命运。”基础研究是原始创新的源泉，没有基础和前沿领域的原始创新，科技创新就没有根基。因此，近年来世界许多国家纷纷调整发展战略，加强基础研究，推进科技进步与创新，以尽快摆脱危机，并抢占未来发展的制高点。从这个意义上说，研究学科发展战略，关系到我国作为一个发展中大国如何维护好国家的发展权益、赢得发展的主动权，关系到如何更好地持续推动科技进步与创新、实现重点突破与跨越，这是摆在我们面前的十分重要而紧迫的课题。

学科作为知识体系结构分类和分化的重要标志，既在知识创造中发挥着基础性作用，也在知识传承中发挥着主

体性作用，发展科学技术必须保持学科的均衡协调可持续发展，加强学科建设是一项提升自主创新能力、建设创新型国家的带有根本性的基础工程。正是基于这样的认识，也基于中国科学院学部和国家自然科学基金委员会在夯实学科基础、促进科技发展方面的共同责任，我们于2009年4月联合启动了2011~2020年中国学科发展战略研究，选择数、理、化、天、地、生等19个学科领域，分别成立了由院士担任组长的战略研究组，在双方成立的联合领导小组指导下开展相关研究工作。同时成立了以中国科学院学部及相关研究支撑机构为主的总报告起草组。

两年多来，包括196位院士在内的600多位专家（含部分海外专家），始终坚持继承与发展并重、机制与方向并重、宏观与微观并重、问题与成绩并重、国际与国内并重等原则，开展了深入全面的战略研究工作。在战略研究中，我们既强调战略的前瞻性，又尊重学科的历史延续性；既提出优先发展方向，又明确保障其得以实现的制度安排；既分析各学科自身的发展态势，又审视各学科在整个学科体系和科技与经济社会发展中的地位作用；既充分肯定各学科已取得的成绩，又不回避发展中面临的困难和问题；既立足国内的现状与条件，又注重基础研究的国际化趋势。经过两年多的战略研究工作，我们不断明晰学科发展趋势，深入认识学科发展规律，进一步明确“十二五”乃至更长一段时期推动我国学科发展的战略方向和政策举措，取得了一系列丰硕的成果。

战略研究总报告梳理了学科发展的历史脉络，探讨了学科发展的一般规律，研究分析了学科发展总体态势，并从历史和现实的角度剖析了战略性新兴产业与学科发展的关系，为可能发生的新科技革命提前做好学科准备，并对

我国未来 10 年乃至更长时期学科发展和基础研究的持续、协调、健康发展提出了有针对性的政策建议。19 个学科的专题报告均突出了 7 个方面的内容：一是明确学科在国家经济社会和科技发展中的战略地位；二是分析学科的发展规律和研究特点；三是总结近年来学科的研究现状和研究动态；四是提出学科发展布局的指导思想、发展目标和发展策略；五是提出未来 5~10 年学科的优先发展领域以及与其他学科交叉的重点方向；六是提出未来 5~10 年学科在国际合作方面的优先发展领域；七是从队伍建设、条件设施建设、创新环境建设、国际合作平台建设等方面，系统提出学科发展的体制机制保障和政策措施。

为保证此次战略研究的最终成果能够体现我国科学发展的水平，能够为未来 10 年各学科的发展指明方向，能够经得起实践检验、同行检验和历史检验，中国科学院学部和国家自然科学基金委员会多次征询高层次战略科学家的意见和建议。基金委各科学部专家咨询委员会数次对相关学科战略研究的阶段成果和研究报告进行咨询审议；2009 年 11 月和 2010 年 6 月的中国科学院各学部常委会分别组织院士咨询审议了各战略研究组提交的阶段成果和研究报告初稿；其后，中国科学院院士工作局又组织部分院士对研究报告终稿提出审读意见。可以说，这次战略研究集中了我国各学科领域科学家的集体智慧，凝聚了数百位中国科学院院士、中国工程院院士以及海外科学家的战略共识，凝结了参与此项工作的全体同志的心血和汗水。

今年是“十二五”的开局之年，也是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》实施的第二个五年，更是未来 10 年我国科技发展的关键时期。我们希望本系列战略研究报告的出版，对广大科技工作者触摸和

了解学科前沿、认知和把握学科规律、传承和发展学科文化、促进和激发学科创新有所助益，对促进我国学科的均衡、协调、可持续发展发挥积极的作用。

在本系列战略研究报告即将付梓之际，我们谨向参与研究、咨询、审读和支撑服务的全体同志表示衷心的感谢，同时也感谢科学出版社在编辑出版工作中所付出的辛劳。我们衷心希望有关科学团体和机构继续大力合作，组织广大院士专家持续开展学科发展战略研究，为促进科技事业健康发展、实现科技创新能力整体跨越做出新的更大的贡献。



前言

能源是经济持续稳定发展的基础和人民生活质量提高的重要保障。能源既包括自然界广泛存在的化石能源、核能、可再生能源等，也包括由此转化而来的电能和氢能等。能源科学是研究能源在勘探、开采、输运、转化、存储和利用中的基本规律及其应用的科学；能源技术是根据能源科学研究成果，为能源工程提供设计方法和手段，确保工程目标的实现的技术。由于能源的合理、高效、洁净的使用过程与一些基本规律相关联，所以，建立在科学基础上的节能也是能源科学与技术研究的重要内容之一。由于能源科学发展的技术路线和能源消费行为等与决策部门的宏观政策导向密切相关，这一学科在一定意义上也包括一些管理科学、经济学等社会科学的内涵。

能源工业是国民经济的基础产业，对经济持续稳定发展和人民生活质量的提高具有十分重要的保障作用。但是，化石能源的可耗竭性、环境污染与温室气体排放问题，对能源资源保障和利用方式提出了更高的要求。我国正处在工业化、城镇化的快速发展进程中，能源生产量、消费量、温室气体排放总量均位居世界前列。在目前社会经济结构和所处的发展阶段中，由于受化石能源供给、能源技术和效率水平、温室气体减排等因素制约，我国能源发展面临着重大挑战。能源问题已经成为影响我国社会、经济发展和国家安全的重大战略问题。发展先进能源科学技术和新能源的研究开发利用是应对我国能源挑战的根本途径。因此，制定系统的能源科学技术发展战略具有重大的科学意义和紧迫的现实意义。

在此背景下，国家自然科学基金委员会和中国科学院在“2011~2020 年我国学科发展战略研究”系列报告中专门设置了能源科学发展战略研究专题，集中了来自中国科学院和各高校从事能源相关研究的近百位科技人员，形成了老中青相结合、经验丰富和充满活力的编写队伍，成立了专家组和秘书组，建立了国家自然科学基金委员会工程与材料科学部与中国科学院技术科学部对口合作的战略研究机制。2009 年上半年研究和编写工作正式启动。本报告编写组根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，突出“更加侧重基础、更加侧重前沿、更加侧重人才”的战略导向，在充分调研和分析的基础

上，通过学术交流与专业论坛讨论，形成了相应领域的研究成果，经过近 50 次会议研讨、3 次专家院士咨询、近 10 稿修改后，于 2010 年 10 月完成了本报告。

本报告由八章内容组成，第一章在全面总结国际能源科学发展趋势的基础上，分析了我国能源科学与技术的发展现状，提出了支撑我国可持续发展的能源科学发展战略，包括能源科学技术发展的指导思想、发展目标、学科发展重点的遴选原则和优先发展领域；第二章至第六章立足能源科学与能源技术的学科基础，分别阐述了能源科学的五个重点领域的基本内涵、定位、发展现状与规律，指出了发展态势与近中期发展重点，主要包括节能减排与提高能效，化石能源的转换利用，可再生能源与新能源，电能转换、输配、储存及利用，以及温室气体控制与无碳-低碳系统等领域；第七章讨论了能源科学优先发展领域和系统布局，特别是能源科学与其他学科的交叉研究领域；第八章阐述了促进我国能源发展的建议。

能源科学涵盖面很广，除以上内容外，还涉及能源资源的勘察与开采、能源的转化与储存、能源的利用与环境影响等内容。这些内容已经安排在其他专题的研究报告中，与本报告一起形成了“2011~2020 年我国学科发展战略研究”的系列报告。

参加本报告编写和咨询的专家学者非常多，我们列出了主要的贡献者名单，还有很多学者在研究过程中提供了资料、参与了讨论，在此一并表示衷心的感谢。

能源科学与技术涉及范围广、学科多，尽管我们认真核对了所有内容，但仍难免有疏漏和不妥之处，欢迎读者批评指正。

徐建中

能源科学学科发展战略研究组组长

2011 年 8 月 1 日



摘要

人类的工业化进程实际上是依靠化石燃料的消费来支撑的，工业化的每一个阶段都离不开对化石能源的利用和开发。但是，长期大量消耗化石能源的积累效应所带来的环境问题，以及与之相关的全球气候变化，影响到人类在地球上的生存，成为当前人类面临的共同挑战。但在可以预期的不远将来，支撑人类社会发展的化石能源面临枯竭，使能源安全成为关系到一个国家乃至全球的生存和发展的重大问题。在我国，经济和社会的迅速发展对能源的需求巨大；同时，以煤炭为主的化石能源结构，造成了严重的环境污染，对可持续发展构成了重大的威胁。因此，能源和能源科学技术受到了前所未有的重视。

本报告形成的主要成果如下。

1. 我国能源科学技术发展思路

能源科学与技术在社会需求的强烈带动下快速发展，当前及未来几十年是我国经济社会发展的重要战略机遇期，也是能源科学技术发展的重要战略机遇期。能源科学技术发展要根据国家的重大需求，立足我国能源科学的现有基础与条件，着眼于能力建设和长远发展，通过基础研究的发展推动能源科学技术的快速发展。

我国能源科学发展的指导思想：从支撑国家可持续发展的高度出发，紧密结合我国能源资源特点和需求，关注全球气候变化，立足能源科学与能源技术的学科基础，丰富和发展能源科学的内涵，加强基础研究与人才培养，构筑面向未来的能源科学学科体系，形成布局合理的基础研究队伍，为我国社会、经济、环境的和谐发展提供能源科学技术的支撑。

我国能源科学技术发展的总体目标：到 2020 年，突破能源科学与技术中的若干基础科学问题和关键技术，建立一支高水平的研究队伍，使我国能源科技自主创新能力显著增强，形成比较完善的能源科学体系；推进基础理论和技术应用的衔接，加强技术竞争力和制造业的协同发展，促进全社会能源科技资源的高效配置和综合集成；加强人才队伍、科技平台及大科学装置的建设，保障科技投入的稳定增长，能源科技保障经济社会发展和国家安全的能力显著增强；能源基础科学和前沿技术研究综合实力显著提高，能源开发、节能技术和清洁

能源技术取得突破，并在某些领域达到世界发达国家能源科技先进水平，进入能源科技先进型国家行列；通过节能与科学用能理论与技术的深入研发，使主要工业产品单位能耗指标达到或接近世界先进水平，减少国家对能源总量增加的需求；通过可再生能源技术的突破，为国家提供无污染的绿色能源，促进能源结构优化；通过化石能源清洁化技术，提供能源和减少 CO_2 排放；通过发展智能电网，构建新一代高效、安全的电网系统。

为实现能源科学的发展目标，应该将系统布局和重点发展有效结合。重点发展领域的遴选需遵循以下原则。

1) 加强基础研究。能源科学研究周期长，任何能源科学技术的突破都是长期积累的结果，因此，基础性前瞻性的布局更加重要。离开了基础科学的发展，就不可能有积累有创新，也就不可能改变被动跟踪的技术现状。只有加强基础研究和应用基础研究，才能构筑强大的学科基础，增强创新能力，逐步实现能源科技进步和跨越式发展，缩短与发达国家的差距，并在某些领域实现突破和技术领先。

2) 持续支持创新性强的研究。只要是创新的研究就具有不确定性，具有风险，重点发展的领域向创新性强、哪怕具有风险的方向倾斜，营造勇攀能源科技高峰的氛围，使得创新的研究成果能够脱颖而出。

3) 始终保持系统布局。能源科学的综合性和交叉性特点要求各学科领域的协调发展，在重要的学科领域不能有空白，因此我们应该始终将系统布局作为一项工作目标，在一些欠发达的领域要保持持续和有计划的扶持。

4) 把能力建设作为重中之重。基础研究能力是创新的基础，而人才、设施条件和机制与体制是能力的载体。我们应该注重能源专业人才梯队的建设，培育集中的设施领先的能源科学重大研究设施和研究中心，建设开放共享的管理机制，切实提高能源科学技术的研究能力。

5) 鼓励面向应用的集成研究。能源基础研究成果的转化也体现出很强的综合性，因此要提高集成创新的能力，鼓励面向应用的集成研究，促进能源科学研究成果尽快地应用于生产实践，促进技术装备的进步和工艺水平的提高。

6) 注重扶持具有特色的研究。对一些具有地域特点、资源特点或理论特色的研究要注意扶持；对于与特定条件密切相关的分布式能源利用、转化、传输的研究，应该重点支持；稳定队伍，争取在一些特色方向上有所创新。

2. 提高能效领域近中期支持重点

提高能效领域近中期支持重点主要包括高能耗行业节能、工业节能与污染物控制、建筑节能、交通运输节能、新型节能技术（电器与照明节能）等方面。

1) 高能耗行业节能方面：冶金工艺过程中节能基础理论和关键技术，余热

余压发电基础理论和关键技术, 余热显热回收基础理论和技术, 余热回收高效换热设备及强化传热的理论与开发, 石油化工过程用能和系统用能优化理论与技术研究, 石油化工行业节能基础理论和关键技术研究, 石油天然气开采节能基础理论和关键技术研究, 信息技术在节能降耗中的应用研究, 超/超超临界燃煤发电技术研究, 整体煤气化联合循环技术研究等。

2) 工业节能与污染物控制方面: 工业节能减排监管和评估软科学体系的发展和完善, 能量转换和传递过程基础理论和关键技术研究, 能量梯级综合利用和系统集成技术研究, 先进动力循环技术研究, 动力系统节能技术研究, 能源和绿色可替代能源研究, 节能新产品和新技术研究, 煤的高效清洁燃烧技术, 工业大气污染治理技术研究, 工业固体废弃物处理技术研究, 工业废水处理技术研究, 工业噪声治理技术研究等。

3) 建筑节能方面: 绿色建筑及资源评估软科学体系的发展和完善, 建筑物本体的关键节能基本理论与制备技术研究, 建筑设备的节能基础理论与关键技术研究, 建筑热环境控制理论与关键技术研究, 生态建筑新理念与建筑微气候的控制新机理研究, 建筑节能与新能源、新材料学科交叉基础问题的研究等。

4) 交通运输节能方面: 高效清洁内燃机燃烧理论与燃烧控制, 替代燃料、混合燃料发动机燃烧与排放基础理论和关键技术, 生物质能制备技术及对生态环境的影响, 新能源交通动力系统共性关键技术, 燃料电池基础理论与关键技术研究, 航空发动机燃烧基础理论与关键技术, 铁路运输节能技术研究等。

5) 新型节能技术(电器与照明节能)方面: 新型替代工质制冷技术, 热驱动制冷技术, 热泵技术, 电器热管理理论与技术基础, 高效节能、长寿命的半导体照明等。

3. 化石能源领域近中期支持重点

化石能源领域近中期支持重点主要包括洁净煤能源利用与转换、清洁石油资源化工与能源转化利用、燃油动力节约与洁净转换、分布式能源系统等方面。

1) 燃煤污染物的形成机理和控制技术, 煤炭的高效清洁利用技术; 重油高效洁净转化利用的基础研究, 非常规石油资源开发利用的基础科学问题研究, 清洁和超清洁车用燃料生产的基础科学问题研究, 支撑石油加工-石油化工一体化发展的基础科学问题研究; 燃油动力节约与洁净转换, 甲烷直接高效转化, 天然气经合成气高效转化为化学品和高品质液体燃料。

2) 分布式能源系统方面应发展分布供能系统, 微型燃气轮机的核心制造技术, 燃气内燃机的制造技术, 分布式燃气轮机联合循环发电技术, 研究多联产与多联供技术的关键科学问题, 燃料电池的相关技术等, 非常规天然气(如煤层气、煤制气、焦炉煤气)的回收与综合利用; 开发智能化的优化控制技术。

4. 可再生能源与新能源领域近中期支持重点

可再生能源与新能源领域近中期支持重点包括太阳能, 风能, 生物质能, 氢能, 水能, 海洋能, 天然气, 地热, 核能, 可再生能源储存、转换与多能互补系统等方面。

1) 太阳能利用方面: 太阳能光热转换与规模化利用过程中出现的新问题、新现象; 真空管集热器热传递过程、空气集热器中集热器构件流动与传热耦合问题; 太阳能热能高效储存转换原理与材料, 太阳能采暖与空调复合能量利用系统的能量传递优化; 热能驱动制冷循环, 太阳能海水淡化中热质传递过程强化; 适用于太阳能中、高温热利用的高聚光比高效率的太阳能聚集机理; 高效热能吸收过程与材料, 高温蓄热过程、蓄热介质与高温材料; 新型传热工质、新热功转换工质与热力循环。太阳能热发电系统特性及其运行优化; 太阳能-氢能转化过程的热物理问题。

2) 太阳能光伏发电材料、器件、系统特性及其运行优化方面: 提高太阳能电池能量转换效率的新概念、新机制研究; 光伏材料开发与性能改善; 光伏器件结构设计; 光伏材料和器件的制备与表征技术。光伏系统及规模化利用相关的原理性、基础性、前瞻性问题。

3) 风能利用方面: 反映中国复杂地形特点的风电场模拟研究, 适合中国风电场实际工况特点的风电叶片气动优化设计研究, 风电机组空气动力与结构动力特性及优化设计理论研究, 大型风电机组优化控制研究, 大型风电场同电力系统相互影响的分析研究, 近海风电机组关键技术研究, 风电机组物理储能技术的研究。

4) 生物质能利用方面: 生物质热解液化技术及基础, 生物质高效气化工工艺, 先进生物质气化发电技术和系统, 生物质燃气和燃油精制技术及相关基础, 秸秆先进燃烧发电、生物质混烧技术及相关基础, 沼气发电技术及相关基础, 纤维素转化乙醇相关基础问题, 微生物制氢技术基础, 微生物燃料电池及水生植物利用相关基础问题。

5) 氢能利用方面: 氢能制备, 氢能存储与输运, 氢能转化与利用等相关基础问题。

6) 水能利用方面: 多元能源结构下战略资源储备与新型水能蓄能及综合储能技术, 百万千瓦级巨型水力发电机电磁设计、结构刚度、冷却方式, 大容量抽水蓄能发电机组循环冷却系统、结构设计计算研究, 水力发电机多物理场耦合仿真计算, 巨型水电机组状态监测技术, 长江上游巨型水电站群联合优化调度的重大工程科技问题。

7) 海洋能利用方面: 漂浮式波浪能装置高效稳定发电技术, 波浪能直驱发

电系统的基础问题研究,海流能高效转换过程的基础问题研究,潮汐能发电中的环境和低成本建造问题研究,温差能关键技术研究。

8) 核能利用方面:大型先进压水堆、快堆技术,第四代先进核能技术,核聚变堆。

9) 天然气利用方面:天然气液化与贮运、液化天然气冷能利用、天然气与分布式能源系统、天然气水合物开采方法、天然气水合物开采实验模拟、天然气水合物环境影响评价、天然气水合物应用技术。

10) 地热资源利用方面:地热资源估计技术的基础性科学问题,地热资源开发过程的基础性科学问题,地热资源能量转换技术。

11) 可再生能源储存、转换与多能互补系统,用于可再生能源的储能技术。

5. 电能转换、输配、储存及利用领域近中期支持重点

电能转换、输配、储存及利用领域近中期支持重点包括大规模可再生能源电力输送及接入,智能电网,特高压输变电,储能储电系统,智能高压电力装备,电力电子器件和系统,电能高效利用与节电,电气交通与运载系统,超导电力技术等方面。

1) 大规模可再生能源电力输送及接入方面:风能和太阳能预测,大型风电场和光伏电站动态等值模型和参数,大规模风电和光伏发电输电方式及接入,大规模风电场和光伏电站随机功率波动特性的研究,大规模可再生能源电力并网准则与检测技术。

2) 智能电网方面:智能电网自愈及其支撑技术的理论与方法,智能电网互动及其支撑技术的理论与方法,智能电网安全及其支撑技术的理论与方法,智能电网高质量及其支撑技术的理论与方法,智能电网兼容及其支撑技术的理论与方法,智能电网市场化及其支撑技术的理论与方法,智能电网资产优化及高效运行的理论与方法。

3) 特高压输变电方面:特高压输电线路电晕特性,电磁环境特性,长空气间隙放电特性,线路和设备外绝缘特性,潜供电弧特性与抑制技术,对邻近电磁敏感系统的电磁影响与防护技术,导线舞动及其抑制方法,特高压输变电设备电工材料的参数特性,特高压输变电设备绝缘材料的老化与寿命评估等。

4) 储能储电系统方面:抽水蓄能,压缩空气储能,惯性储能,超导磁储能,超级电容器储能,电池储能。

5) 智能高压电力装备方面:高压电力装备故障产生机理及故障特征信息,高压电力装备故障信息传感理论和传感器研究,高压电力装备故障辨识与定位理论及技术,高压电力装备状态评估及寿命管理,高压开关电器智能操作理论及技术,高压电力装备的通信与信息平台技术。