

决策咨询系列



国家科学思想库

中国 科学家思想录

第十二辑

中国科学院



科学出版社



国家科学思想库

中国 科学家思想录

第十二辑

中国科学院

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

中国科学家思想录·第十二辑 / 中国科学院编. —北京: 科学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-03-052320-4

I. ①中… II. ①中… III. ①自然科学—学术思想—研究—中国
IV. ①N12

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第052346号

丛书策划: 胡升华 侯俊琳

责任编辑: 侯俊琳 牛玲 刘巧巧 / 责任校对: 何艳萍

责任印制: 张伟 / 封面设计: 黄华斌 陈敬

编辑部电话: 010-6403 5853

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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年4月第一版 开本: 720×1000 B5

2017年4月第一次印刷 印张: 7

字数: 150 000

定价: 58.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛 书 序

白春礼

中国科学院作为国家科学思想库，长期以来，组织广大院士开展战略研究和决策咨询，完成了一系列咨询报告和院士建议。这些报告和建议从科学家的视角，以科学严谨的方法，讨论了我国科学技术的发展方向、与国家经济社会发展相关联的重大科技问题和政策，以及若干社会公众广为关注的问题，为国家宏观决策提供了重要的科学依据和政策建议，受到党中央和国务院的高度重视。本套丛书按年度汇编1998年以来中国科学院学部完成的咨询报告和院士建议，旨在将这些思想成果服务于社会，科学地引导公众。

当今世界正在发生大变革、大调整，新科技革命的曙光已经显现，我国经济社会发展也正处在重要的转型期，转变经济发展方式、实现科学发展越来越需要我国科技加快从跟踪为主向创新跨越转变。在这样一个关键时期，出思想尤为重要。中国科学院作为国家科学思想库，必须依靠自己的智慧和科学的思考，在把握我国科学的发展方向、选择战略性新兴产业的关键核心技术、突破资源瓶颈和生态环境约束、破解社会转型时期复杂社会矛盾、建立与世界更加和谐的关系等方面发挥更大作用。

思想解放是人类社会大变革的前奏。近代以来，文艺复兴和思想启蒙运动极大地解放了思想，引发了科学革命和工业革命，开启了人类现代化进程。我国改革开放的伟大实践，源于关于真理标准的大讨论，这一讨论确立了我党解放思想、实事求是的思想路线，极大地激发了中国人民的聪明才智，创造了世界发展史上的又一奇迹。当前，我国正处在现代化建设的关键时期，进一步解放思想，多出科学思想，多出战略思想，多出深刻思想，比以往任何时期都更加紧迫，更加

重要。

思想创新是创新驱动发展的源泉。一部人类文明史，本质上是人类不断思考世界、认识世界到改造世界的历史。一部人类科学史，本质上是人类不断思考自然、认识自然到驾驭自然的历史。反思我们走过的历程，尽管我国在经济建设方面取得了举世瞩目的成就，科技发展也取得了长足的进步，但从思想角度看，我们的经济发展更多地借鉴了人类发展的成功经验，我们的科技发展主要是跟踪世界科技发展前沿，真正中国原创的思想还比较少，“钱学森之问”仍在困扰和拷问着我们。当前我国确立了创新驱动发展的道路，这是一条世界各国都在探索的道路，并无成功经验可以借鉴，需要我们在实践中自主创新。当前我国科技正处在创新跨越的起点，而原创能力已成为制约发展的瓶颈，需要科技界大幅提升思想创新的能力。

思想繁荣是社会和谐的基础。和谐基于相互理解，理解源于思想交流，建设社会主义和谐社会需要思想繁荣。思想繁荣需要提倡学术自由，学术自由需要鼓励学术争鸣，学术争鸣需要批判思维，批判思维需要独立思考。当前我国正处于社会转型期，各种复杂矛盾交织，需要国家采取适当的政策和措施予以解决，但思想繁荣是治本之策。思想繁荣也是我国社会主义文化大发展、大繁荣应有之义。

正是基于上述思考，我们把“出思想”和“出成果”、“出人才”并列作为中国科学院新时期的战略使命。面对国家和人民的殷切期望，面对科技创新跨越的机遇与挑战，我们要进一步对国家科学思想库建设加以系统谋划、整体布局，切实加强咨询研究、战略研究和学术研究，努力取得更多的富有科学性、前瞻性、系统性和可操作性的思想成果，为国家宏观决策提供咨询建议和科学依据，为社会公众提供科学思想和精神食粮。

前言

为国家宏观决策和科学引导公众提供咨询意见、科学依据和政策建议，是中国科学院学部作为国家在科学技术方面最高咨询机构的职责要求，也是学部发挥国家科学思想库作用的主要体现。

长期以来，学部和广大院士围绕我国经济社会可持续发展、科技发展前沿领域和体制机制、应对全球性重大挑战等重大问题，开展战略研究和决策咨询，形成了许多咨询报告和院士建议。这些咨询报告和院士建议为国家宏观决策提供了重要参考依据，许多已经被采纳并成为公共政策。将学部咨询报告和院士建议公开出版发行，对于社会公众了解学部咨询评议工作、理解国家相关政策无疑是有帮助的，对于传承、传播院士们的科学思想和为学精神也大有裨益。

本丛书汇编了1998年以来的学部咨询报告和院士建议。自2009年5月开始启动出版以来，中国科学院院士工作局^①和科学出版社密切合作，将每份文稿分别寄送相关院士征询意见、审读把关。丛书的出版得到了广大院士的热情鼓励 and 大力支持，并经过出版社诸位同志的辛勤编辑、设计和校对，现终于与广大读者见面了。

希望本丛书能让广大读者了解学部加强国家科学思想库建设所做出的不懈努力，了解广大院士为国家决策发挥参谋、咨询作用提供的诸多可资借鉴的宝贵资料，也期待着广大读者对丛书和以后学部的相关出版工作提出宝贵意见。

中国科学院院士工作局

二〇一二年十一月

^① 现更名为中国科学院学部工作局。

目 录

丛书序	/i
前 言	/iii

于起峰等	我国图像传感网技术和产业现状分析与发展建议 / 1
曹文宣等	长江中下游地区血吸虫防治现状与对策 / 6
严陆光等	关于发展高温超导输电的建议 / 9
李依依等	我国钢铁发展中的资源能源问题 / 21
陈凯先等	关于加强国家药品应急信息化建设的建议 / 33
苏纪兰等	中国海洋与海岸工程生态安全中的若干科学问题及对策建议 / 39
郭光灿等	可集成性的量子计算技术发展预测和对策研究 / 42
陆大道等	科学引领我国城镇化健康发展的建议 / 44
郭爱克等	提高我国国民心理健康水平的建议 / 54
傅家谟等	我国土壤重金属污染问题与治理对策 / 63
张国伟等	关于国家统一协调在隧道（洞）工程建设过程中开展重大地学 问题研究 / 66
王志新等	加强数据型科学研究的建议 / 70
柴之芳等	稀土对环境与健康的影响 / 81
涂传诒等	改革高校研究队伍结构，释放高校潜在科技创新能力 / 85
王之江	采用激光，开发地热发电 / 89
陆大道等	关于进一步推进独立工矿区改造搬迁工作的建议 / 91
都有为等	抢占战略制高点，实现自旋芯片与器件向产业化转移的建议 / 96

我国图像传感网技术和产业现状 分析与发展建议

于起峰 等

图像传感网通过图像传感器获取公共场所、基础设施、产品制造和流通过程等的图像信息，结合图像处理和网络技术，辅助实现安全监控、流通性控制和智能化生产等功能，承载了物联网中超过 60% 的信息获取，成为物联网这一战略性新兴产业中最重要的类别之一。大规模使用图像传感技术构建城市安防和智能交通等体系，已成为保障社会安全、提高资源利用效率的必要手段。图像传感网还是由星载雷达、机载雷达、地面观测共同构成的立体观测遥感网的最重要组成部分，其应用包括农业、重大工程设施、自然灾害等的监测及军事侦察等。未来，图像传感网将成为生产、生活和国防等各个领域实现智能化的重要基础和支撑。

以安防监控、交通管控等领域为例，图像传感网已形成了巨大的应用规模，有着巨大的市场需求。按典型的建设规划估算，要建设高清监控网监控全国城区道路，需要 1568 万个高清摄像头，其中成像芯片需投资近 160 亿元。如果再考虑机场、车站等公共场所，水利、电力等重要基础设施和智能制造、智能环保中的监控，仅高清图像传感器的成本就需要近千亿元。我国图像传感网产业的规模已非常庞大，仅以安防行业为例，视频监控相关企业已达万余家，从业人员超过 50 万人，年总产值超千亿元，快速发展、高速增长的趋势明显。尽管如此，我国图像传感网的发展还面临着诸多的问题和制约，例如，需求和市场利润巨大的中高端图像传感器市场被国外垄断；本应能够发挥我国软件算法研发优势的智能相机和智能传感网的绝大部分市场份额也被国外产品占据；等等。

图像传感网产业已明显具备战略性新兴产业的特征，是目前物联网中 fastest、最直接具有经济和社会效益的部分，既有重大产业需求，又有重大发展机遇和潜力，应引起国家的重视。但在包括物联网在内的国家各专项领域“十二五”发展纲要中，都没有专门描述图像传感网的内容，因此，迫切需要由国家统一规划并战略性地推动、引导图像传感网产业的发展，使我国图像传感网产业迅速崛起，满足国内市场的巨量且迫切的需求，并在国际市场中占有一席之地。



一、我国图像传感网技术和产业的发展现状与主要问题

1. 图像传感网产业已颇具规模，但图像传感网整体建设规划不足，相关行业标准 and 政策法规不健全，不同信息网络共享困难，重复投资严重

虽然我国图像传感网产业发展迅猛、规模庞大，但缺乏发展规划和规范管理，效率低下，存在大量的重复建设和投资浪费问题。例如，一些城市道路、高速公路上安装的多套监控系统分属于不同部门，功能重叠，并且很难实现信息互通和共享。另外，我国没有设计和建立专门的图像传感网标准，没有对图像传感网的各种接口进行规范，也没有对图像传感网大范围推广后将面临的安全和隐私保护等问题进行有关法律法规的规划和制定等，影响了图像传感网整体的科学发展和高效应用。

2. 安防监控、智能交通等领域对高清晰、智能化的图像传感网需求迫切，但目前低端监控产品充斥市场，信息有效性差，甚至刚建成就有更新需求

我国各地现有的监控和智能交通系统大多是旧式模拟标清监控系统，监控效果不佳，人脸、车牌等关键信息往往缺失。例如，视频监控对破案发挥了重要作用的“周克华案”，如果有更翔实的图像监控信息，无疑将更有助于顺利破案。我国许多主要城市在认识到高清图像网在安防监控、案件侦破等方面的重要意义后，已开始试点建设高清图像网。例如，长沙“天网工程”、江苏“320工程”分别计划投资约20亿元；重庆“平安重庆”规划安装50万个点摄像机，总投资72亿元。与此同时，大量不适应安防监控需求的低端图像监控网仍在不断规划和建设，其中近3年建设的图像传感网就有80%严重落后，甚至刚刚建成使用就需要更新升级。

在智能化信息处理方面，在我国已有的监控系统中，95%采用人工通过监视器进行监控的方式，无法实现智能的事件检测和识别，系统工作效率低、可靠性差。

3. 目前有巨量需求的中高端图像传感器芯片完全依赖进口，但我国对作为图像传感网中图像传感器主体的CMOS技术有良好积累，有望实现跨越式发展

目前，我国基本没有研发和生产高清晰、高动态的中高端图像传感器的能力，巨额的国内市场利润不得不拱手让于他国。核心器件国产化应是我国图像传感网发展的必由之路。鉴于国内已能够基于进口图像传感器芯片研发高清化、网

络化相机，只要进一步突破中高端芯片技术瓶颈，就能实现高清相机和监控网络国产化。我国对作为安防监控等领域图像传感器主要载体的互补金属氧化物半导体（CMOS）有较好的前期技术储备，如果进行战略性的重点投入，有望快速突破市场主流的 1080 线高清 CMOS 图像传感器的设计制造和批量生产，主导巨大的国内市场并在国际竞争中取得优势。在遥感对地观测等高端领域，我国对各种新型图像传感器的研发也明显落后于发达国家，也应积极发展。

4. 图像处理算法和智能化图像处理软件有较好的研究基础，但未能实现产业化应用，智能相机市场几乎被国外产品占据

软件算法是图像传感网实现智能化并高效发挥作用的核心和灵魂。目前，我国自主的智能相机供给严重不足，95% 的市场份额被国外产品占据。同时，我国的相机产品同质化严重，除了以资源消耗为代价的低价格、低附加值外，没有国际竞争力。

由于与产业化应用脱节，加之知识产权保护落后，本应是我国优势的图像处理算法和软件研发却未能有效实现成果转化和推广应用，更没有实现规模化产品应用，直接影响了我国智能化图像传感器和图像传感网产业的发展。

二、相 关 建 议

1. 统筹规划图像传感网建设，组织相关标准、政策法规的研究制定和发布，推动新建监控网实现高清智能的跨越式发展

建议我国从整体上对图像传感网产业发展、图像传感器芯片研发等核心能力提升，以及图像传感网推广应用进行统筹规划，有效协调各部门间的相互关系，从技术和管理上推动跨越不同图像监控系统甚至遥感观测系统的集成，做到信息共享、协同使用。重视图像传输、交换等关键技术，特别是传输信号的标准化、规范化等，重点建设图像传感网相关标准，以更好地实现通用性、安全性和信息互通性，为图像传感网新技术更科学、快速、高效的推广应用奠定基础。

建议我国根据应用需求，强力推动高清晰、智能化图像传感网的建设，避免因低端设备与需求不匹配而造成多次更新和重建的情况。建议逐步将不满足需求的中低端图像网升级到高清智能图像网，在重点地区、领域开展先进模式和技术的应用示范工程。

建议我国提早组织和开展对未来图像传感网大规模发展与应用可能出现的信息安全、隐私保护以及伦理问题等对策研究，能够尽早从政策与法规层面给出解决方案，为我国图像传感网得到广泛应用与健康发展提供保障。



2. 重视和支持图像传感器芯片研发制造等核心能力的提升和创新，争取在短期内突破 1080 线高清图像传感器技术工艺

中高端 CMOS 图像传感器研发能力在图像传感网发展中代表着核心竞争力，建议我国结合国家相关重大专项设立专门子项，构建先进工艺技术研发平台，先在短期内实现 1080 线高清图像传感器的自主设计制造，逐步实现大规模产业化生产；再进一步攻关实现更高端产品的自主研发生产；同时，探讨支持民营企业参与该领域攻关、竞争的模式和机制。

建议我国同时加强对全天时、宽天候监控监测、遥感观测等所需的红外、微波、高光谱等新型图像传感器研发的规划和支持，争取实现跨越发展。例如，加大对我国拥有自主知识产权的新型光学读出红外传感器技术的投入和支持，使我国在应用前景巨大的夜视监控等领域具备核心部件研发和产业化能力。

3. 建立和完善“图像传感”专业人才的培养机制，尽快解决“图像传感”领域的人才短缺问题

我国 CMOS 成像芯片设计相关专业人才十分短缺。建议我国推行设立“图像传感”学科点和博士、硕士专业点，或在有关的学科专业中设立图像传感研究方向课程。鼓励相关基础学科的带头人在高校和科研院所开设图像传感器设计专业，推动学科发展，加快培养理论与实践能力相结合的高端人才。

4. 加强图像处理智能化软件的研发和应用，探索该领域产学研有效结合的机制和体制

智能化处理软件和智能相机的设计开发是当前我国发展图像传感网最具实效和竞争力的方向之一。建议设立专门子项进行重点资助，加强图像智能化应用技术的研发投入；积极探索能够发挥我国智能化软件研发优势的产学研相协同的体制机制；健全知识产权保护 and 利益分配机制，提高算法、软件研发人员的积极性。

（本文选自 2013 年咨询报告）

咨询组成员名单

于起峰	中国科学院院士	国防科学技术大学
王 曦	中国科学院院士	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
伍小平	中国科学院院士	中国科学技术大学
杨 艺	总经理	北京凌云光视数字图像技术有限公司
韦 穗	教 授	安徽大学

陈 杰	研究员	中国科学院微电子研究所
欧阳骏	董事长	北京微视新纪元科技有限公司
邓中翰	中国工程院院士	中星微电子有限公司
于 全	中国工程院院士	中国人民解放军总参谋部第六十一研究所
王光谦	中国科学院院士	清华大学
张青川	教 授	中国科学技术大学
何小元	教 授	东南大学
刘广荣	教 授	北京理工大学
鞠怡明	董事长	长沙飞腾微电子有限公司
胡茂林	教 授	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
朱 明	董事长	苏州互盟信息存储技术有限公司
张小虎	研究员	国防科学技术大学
王丽宽	经 理	北京凌云光视数字图像技术有限公司
尚 洋	副研究员	中国人民解放军国防科学技术大学

长江中下游地区血吸虫防治现状与对策

曹文宣 等

血吸虫病是危害我国人民身体健康和影响经济、社会发展的重大传染病之一，曾广泛流行于长江流域及其以南的 12 个省（自治区、直辖市）。新中国成立以来，党和政府十分重视血吸虫病的防治工作。经过半个多世纪的不懈努力，我国先后已有 5 个省（自治区、直辖市）消灭了血吸虫病，取得了举世瞩目的成绩。但部分地区疫情仍不稳定，尤其是受人畜流动和残存钉螺分布复杂等因素影响较大，目前流行最严重的疫区主要分布于长江中下游的湖北、湖南、江西和安徽等省的湖沼地区。开展血吸虫病防治研究具有重要的现实意义，是一项关系到人民群众身体健康，关系到建设有中国特色的小康社会、建设社会主义新农村、促进经济发展的大事。

一、血吸虫病防治现状

目前，主要疫情集中在长江中下游的湖北、湖南、江西和安徽等省。卫生部《2012 年全国血吸虫病疫情通报》最新数据显示，2011 年全国血吸虫病患者总数为 286 836 例，仅湖北、湖南、江西、安徽 4 省的患者就达 279 933 例，占全国患者总数的 97.59%；全国实有钉螺面积为 372 664.10 公顷，其中该 4 省为 364 549.27 公顷，占全国的 97.82%；全国新发钉螺面积为 1163.87 公顷，该 4 省为 1066.66 公顷，占全国的 91.65%。事实表明，长江中下游地区是我国血吸虫病的重点流行区，需进一步加大防治力度。同时，血吸虫病疫情出现不稳定态势，存在反复、回升或反弹的威胁，表明该地区血吸虫病防治具有复杂性、长期性与艰巨性。

二、血吸虫病防治工作中存在的主要问题

在国务院及各地区政府的重视下，我国采取得力措施进行血吸虫病的防治工作，取得了重大进展。但是，由于血吸虫病流行与传播的自然和社会因素难以根本消除，长江中下游地区在规定时间内达到血吸虫病传播控制标准的难度极大，

主要存在下列问题。

1) 在重疫区进行血吸虫病传播控制的达标工作, 任务艰巨, 时间紧迫, 难度极大。

2) 血吸虫病防治工作的联防联控机制尚需进一步加强与完善, 卫生、农业、水利、林业等部门之间对血吸虫病防治的认识存在不一致性, 影响相互之间的密切配合。

3) 没有纳入血吸虫病防治示范区或有关项目覆盖的区域, 其血吸虫病疫情仍十分严重, 血吸虫病防治形势依然严峻。

4) 现有的血吸虫病防治技术和手段尚不能突破处于瓶颈阶段的防治现状。

三、加强血吸虫病防治工作的建议

为进一步加强长江中下游地区血吸虫病防治工作, 提出以下建议。

1) 加强领导, 统一协调机制, 切实保障各项防治措施的落实。建议恢复国务院血吸虫病防治工作领导小组, 加强领导, 统一组织和协调血吸虫病防治工作; 同时, 各地也应加强现有血吸虫病防治工作领导体制建设, 保持工作的稳定性和连续性, 有效避免出现疫情反复。

2) 建立血吸虫病防治的长效机制, 依法防治。随着防治工作出现的新问题、新趋势, 应实事求是、科学地评估当前血吸虫病的流行现状, 明确防治工作的长期性、复杂性与艰巨性, 切忌急功近利, 谨防为了提前或按时达标出现瞒报疫情、弄虚作假的现象; 并根据血防工作的进展情况, 将原有条例进行修订、补充和完善, 甚至可以考虑上升为《血吸虫病防治法》, 从法律上保障血吸虫病防治工作的长期性、连续性。同时, 在血吸虫病防治工作立法中明确血吸虫病防治的系统性、技术创新和创新成果应用推广相关的具体内容。

3) 恢复生物多样性, 通过完善的生态系统加强对钉螺的控制。长江流域部分鱼类、虾类能够捕食钉螺, 因而该流域的生物多样性对控制钉螺和血吸虫病具有重要意义。应采取多种措施力争恢复流域生物多样性, 利用水生生态系统控制钉螺, 为抑制血吸虫病的传播奠定基础。同时, 应建立监测网络, 对长江流域的生态环境、生物多样性恢复程度, 以及对钉螺控制的效果等进行适时监测。

4) 加大科技投入, 保障血吸虫病防治工作可持续发展。建议由科技部、国家卫生与计划生育委员会以实施重大传染病防治专项为契机, 紧急启动血吸虫病防治技术和产品创新工程, 联合组织多部门、跨学科的联合攻关, 加强为现场防治服务的新技术、新策略、新标准、新产品等应用性研究, 扩大示范区或项目在流行区的覆盖面, 进一步提高血吸虫病防治工作成效。以中国科学院和全国各省份, 尤其是疫区相关省市大专院校及科研院所为基础, 建设为疫苗、诊断、基因



功能等服务的血吸虫体外培养技术平台，建设全国血吸虫病网络实验室；建立多种资源库，以及血吸虫病流行病学数据库、螺情数据库和地理信息数据库在内的预防信息数据库网络建设与研究平台，保障血吸虫病防治工作的可持续发展。

5) 重点对中小學生进行健康教育，增强自我防护意识与防护能力。健康教育在血吸虫病防治中起着重要的作用。儿童较成人易发生再感染。我国血吸虫病疫情通报也显示，长江中下游地区 7 ~ 18 岁年龄组是发生急性血吸虫病的高危人群。因此，可将血吸虫病防治知识纳入中、小学校正常的教学活动及升学考试中，以增强他们的自我防护意识与防护能力。

(本文选自 2013 年咨询报告)

咨询组成员名单

曹文宣	中国科学院院士	中国科学院水生生物研究所
董惠芬	教 授	武汉大学
蒋明森	教 授	武汉大学
张 晓	研究员	湖北省科技信息研究院
颜慧超	研究员	湖北省科技信息研究院
余平凡	副书记	中国科学院武汉病毒研究所
王桂堂	研究员	中国科学院水生生物研究所
聂 品	研究员	中国科学院水生生物研究所
谢志才	研究员	中国科学院水生生物研究所
蔡顺祥	研究员	湖北省血吸虫病防治研究所
盛建新	副研究员	湖北省科技信息研究院
林 洪	副研究员	湖北省科技信息研究院
胡 然	助理研究员	湖北省科技信息研究院
余昶颖	助理研究员	湖北省科技信息研究院

关于发展高温超导输电的建议

严陆光 等

一、研究背景及意义

1911年，荷兰物理学家卡麦林·昂尼斯发现了超导体。由于超导体没有电阻，在输送直流电流时没有输电损耗，所以，它的应用将对整个电能输送技术带来革命性的影响。20世纪80年代后期，液氮温区的高临界温度超导体的发现，使得将超导体用于大规模的电能输送成为可能；90年代以来，国内外均在高温超导输电方面积极开展研发与示范工作，并取得了一定的进展，研究开发与产业链雏形已经形成，21世纪前期有望进入超导电力输送的新时代。

我国的能源资源大部分分布在西部和北部地区，负荷大部分分布在中部和东部地区，我国能源资源和负荷需求的地理分布决定了电能输送具有跨区域、远距离和大规模的特点，西南地区的水电，西北地区的火电、风电和太阳能发电将送至华北、华中、华东和南部地区，从而形成大规模“西电东送”“北电南送”电力流格局。到2020年，跨区、跨国电网输送容量预测有可能达到4亿千瓦以上。考虑到新能源发展的远景，我国未来能源资源和负荷分布不均衡的矛盾将更加突出。周孝信院士等专家预测^①：到2050年，我国中东部地区仍是主要负荷中心，华北、华中、华东地区负荷比重约达65%，加上南部地区主要负荷中心的珠江三角洲，预计中东部地区主要负荷中心用电量比例将达到75%左右；而电源分布则是中东部地区装机容量略大于西部、北部地区，大致比例是55：45。

为了提高能源、环境和经济等综合利用效率，从“十二五”起我国将大力发展特高压交流和直流输电。其中，特高压交流定位于主网架建设和跨大区送电，直流定位于大型能源基地的远距离、大容量外送和跨网电源输送。

考虑到电能在终端能源中的比重不断提高，减少电网损耗将成为日益重要的任务。目前，我国电网的损耗约为7.5%，以2010年的总发电功率9.6亿千瓦为基数来计算，电网的损耗达到7200万千瓦，相当于3座三峡电站的发电功率。到2050年，以总发电功率为25.6亿千瓦来计算，如果电网无有效的降耗措施，

^① 周孝信等. 能源变革中电网技术发展预测与对策研究, 内部报告, 2012.



则电网的损耗将达到 1.92 亿千瓦，大致相当于 1994 年全国电力装机总容量。

电网的损耗主要源于输配电线路及变压器，其中输电线路损耗约占 1/3，即为总发电功率的 2.5% 左右。随着可再生能源的大量接入，我国未来的平均输电距离将比现在更远，如果没有技术上的进步，则总的输电损耗将不可避免地增加。因此，采用新的输电技术以提高电网的效率是十分重要和迫切的任务。

高温超导输电是使用高温超导材料替代传统的铜和铝导线来输送电能，与常规直流输电相比，其优越性主要体现在以下几个方面。

1) 大容量。输送容量可达常规特高压直流输电的 4 ~ 10 倍。例如，常规 ± 800 千伏直流输电线路，传输电流可达 4750 安，其传输容量可达 750 万千瓦。由于超导材料的载流能力可以达到普通铜或铝的载流能力的 50 ~ 500 倍，即电流密度为 100 ~ 1000 安/毫米²，因此一回 ± 800 千伏的超导直流输电线路传输电流可达 20 ~ 50 千安，其输送容量达 3200 万 ~ 8000 万千瓦。

2) 损耗低。其输电总损耗可以降到常规直流输电的 1/4 ~ 1/2。对常规直流输电线路，其线路损耗为 5.76% ~ 8.91%，而超导直流输电没有电阻损耗，其损耗仅仅来自冷却超导电缆的低温冷却系统。

3) 体积小。超导电缆载流密度高，因此超导直流输电系统体积相对较小，其安装占地空间也较小，从而可以减少土地占用量。

4) 重量轻。由于超导线电流密度高，输送相同容量的超导线截面积较常规铜线或铝线截面积大大减小，所以，超导电缆的重量也要比同等传输电压和传输容量的常规电缆轻。

5) 可降低传输电压。超导电缆可以在比常规电缆损耗小的前提下传输比常规电缆大数倍的电流，这样在同样传输容量的需求下，传输电压就可以降低一到两个等级。

6) 增加系统运行的灵活性。超导电缆传输电流的能力可随着工作温度的降低而增加。由于可在原有设备配置条件下通过降低温度来增加传输容量，因而有更大的过流能力，增加了系统运行的灵活性。对于冷绝缘超导电缆而言，在正常运行时绝缘层的温度基本不变，不会像常规交联聚乙烯电缆那样发生温度增高致寿命缩短的情况。

7) 节约资源，环境友好。超导电缆使用液氮冷却，不存在环境污染的隐患，且具有阻燃防爆的优势，冷绝缘超导电缆设计中采用了超导屏蔽层，基本消除了电磁场辐射，减少了对环境的电磁污染。超导电缆系统总损耗的降低，减少了温室气体的排放量，有利于保护环境。

在高电压、大容量输电发展中，高温超导输电是一项革命性的前沿技术，具有一系列优势，有望在我国未来电网发展中发挥重要作用。它的研发涉及超导材料、新型电工装备、大型低温工程、巨型电网等多个重大领域的发展，大力促