

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

信息科学

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

信息科学

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·信息科学/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 978-7-03-032301-9

I. ①未… II. ①国… ②中… III. ①信息学-学科发展-发展战略-中国-
2011~2020 IV. ①G201-12

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第183242号

丛书策划: 胡升华 侯俊琳

责任编辑: 侯俊琳 邹 聪 于 红 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 徐晓晨 / 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>

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

*

2012年1月第一版 开本: B5 (720×1000)

2016年1月第六次印刷 印张: 13

字数: 255 000

定价: 68.00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	李德毅	院 士	中国人民解放军总参谋部第六十一研究所
副组长	聂在平	教 授	电子科技大学
	程代展	研究员	中国科学院数学与系统科学研究院
成 员	夏建白	院 士	中国科学院半导体研究所
	王田苗	教 授	北京航空航天大学
	徐志伟	研究员	中国科学院计算技术研究所
	尤肖虎	教 授	东南大学
	李儒新	研究员	中国科学院上海光学精密机械研究所
	郑南宁	院 士	西安交通大学
	何积丰	院 士	华东师范大学
	吕 建	教 授	南京大学
	张 荣	教 授	南京大学
	纪越峰	教 授	北京邮电大学
	周兴铭	院 士	中国人民解放军国防科学技术大学
	郭光灿	教 授	中国科学技术大学
	吴培亨	院 士	南京大学
	白 净	教 授	清华大学

秘 书 组

组 长	陆建华	教 授	清华大学
副组长	何 杰	研究员	国家自然科学基金委员会信息科学部
	傅 敏	处 长	中国科学院院士工作局
成 员	李树深	研究员	中国科学院半导体研究所
	胡占义	研究员	中国科学院自动化研究所
	鲍虎军	教 授	浙江大学
	张 莉	教 授	北京航空航天大学
	葛 宁	教 授	清华大学

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；七是从人才队伍建设、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

为了全面提升《国家自然科学基金“十二五”发展规划》制订工作的科学性、战略性和前瞻性,促进我国基础研究的长远发展,根据《关于国家自然科学基金委员会与中国科学院合作开展“2011~2020 年我国学科发展战略研究”的联合工作方案》和《国家自然科学基金“十二五”发展规划》战略研究工作的总体部署,2009 年 5 月 24 日,“2011~2020 年我国信息科学学科发展战略研究”工作正式启动,信息科学学科发展战略研究组(以下简称战略研究组)正式成立并开展工作。启动会上,国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)副主任孙家广院士、信息科学部主任李德毅院士、常务副主任秦玉文研究员、副主任张兆田研究员、政策局韩宇局长、计划局孟宪平局长,中国科学院(以下简称中科院)院士工作局刘峰松副局长、信息学部主任李衍达院士到会并做了指导性发言,战略研究组和秘书组全体专家参会。

战略研究组根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》,深入分析信息科学学科发展的自身需求和国家经济社会发展需求,突出“更加侧重基础、侧重人才”的战略导向,力争明确未来一个时期促进我国信息科学学科基础研究及学科均衡协调可持续发展的战略思路和保障措施。

2009 年 5~12 月,战略研究组先后组织 400 余名专家召开了数十次研讨论证会,形成了 20 余份支撑材料,并针对信息领域学术生态环境、人才战略和国际合作战略进行了问卷调查,共回收问卷 1200 余份。在此基础上,战略研究组进行了 3 次深入研讨,秘书组进行了 6 次工作会议。在此过程中,还分别在中科院信息学部院士会议、基金委信息科学部全体工作会议、专家咨询组会议和基金委委务扩大会上反复征求意见。通过不断修改完善,形成了本书。

我们认为,信息科学学科中科学和技术的关系难以分割,应该结合在一起论述;信息科学技术瞬息万变的特点难以准确把握,应该在兼顾学科均衡发展、为出现难以预料的突破留有空间的基础上,进行优先领域和综合交叉领域的论证;信息科学学科强大的应用背景,促使我们必须深入考虑如何以科学任务而不仅仅是科学问题引领学科发展。

本书基于我国信息科学学科中电子学与信息系统、计算机科学、自动化、半导体科学与信息器件和光学与光电子学 5 个分支领域,在论述信息科学学科

领域的战略地位、归纳信息科学学科的发展规律和研究特点、总结近年来我国信息科学学科领域的研究现状和研究动态（包括人才队伍、资助现状、重要成果及在推动学科发展和人才队伍建设、营造科研环境等方面的成绩与问题）的基础上，对未来5~10年我国信息科学学科领域的发展布局、优先领域及与其他学科交叉的重点方向进行规划，提出16个优先发展领域和5个重大交叉领域，论述未来5~10年信息科学学科针对不同国别和地区开展国际（地区）合作与交流的需求和优先领域，并提出未来5~10年信息科学学科领域发展的保障措施（侧重于基础研究、人才队伍、环境建设、国际合作等方面的政策）。

在战略研究过程中，基金委信息科学部各位同仁给予了大力支持，提出了大量实质性意见和建议，提供了翔实的数据资料。中科院信息学部李衍达等院士参加了多次研讨并提出了宝贵建议。同时，本书也得到了信息领域广大专家的支持，特别是以下各位同志为此付出了大量的心血和劳动，他们是袁培江、陈杰、陈宇、孙玲、王有政、陶晓明、张龙、王海明、詹亚峰、任天令、胡事民、汪东升、孙茂松、陈文光、任丰原、孙毓忠、王千祥、臧斌宇、张健、孙利民、魏峻、吴全国等。

战略研究组在研讨及报告编写过程中，深深感到形成一份好的战略报告十分困难，特别是对优先发展领域和重大交叉领域难以把握和取舍。而把握和体现科学问题的阶段性进展和时效性，提出恰当的阶段性研究目标和科学任务，将规划落到实处，使其具有很好的可操作性，更是难上加难。对我们而言，本次战略研究是一次学习的过程，希望得到各位专家和读者的批评指正，也希望本书对我国今后10年信息领域基础研究的发展切实起到一定的促进作用。

李德毅

信息科学学科发展战略研究组组长

2011年4月

信息科学学科是研究信息的产生、获取、存储、显示、处理、传输、利用及其相互关系的学科，它是当代科学的前沿学科，对几乎所有其他学科都有很强的渗透性，生动地体现出整个基础学科在信息时代科技进步中的先导作用。

20 世纪末至 21 世纪中叶，人类处在一个科学高度分化又高度综合的时代，信息科学和技术在整个科学之中，依然是发展最迅速的学科，继续充当着人类发展最强大的引擎，成为支撑学科交叉、技术创新、经济发展的主导力量，向全社会全方位渗透，并推动人类社会向扁平的网络结构转型。人类赖以生存的、原以为资源极其丰富的地球，已成为物质和能量有限的“地球村”，通过信息科学和技术调控物质和能量，提升生产力，将使人与自然可以和谐、可持续、科学地发展。通过网络感知世界，让地球成为数字地球、信息地球、智慧地球，推进整个社会信息化。

近半个世纪以来，图灵奖、香农奖和信息领域相关的诺贝尔奖等获得者的贡献和其对人类社会科技进步的重大影响，以及信息科学的发展历史都说明信息科学学科领域的发展具有以下规律。

- 1) 信息科学具有前沿性、探索性和交叉性；
- 2) 信息科学需要长远的努力研究，甚至没有穷尽；
- 3) 信息科学研究的深度（里程碑指标）难以预先明确地确定和精确量化；
- 4) 科学的发现和技术的发明常常相互依赖，在信息科学发展过程中，有时发现在先，有时发明在先，并不总是先有发现后有发明；
- 5) 基础研究通常是应用研究或者技术创新的先导，但技术发展也可以成为科学研究的源泉，在某些情况下科学存在于技术当中，当前活跃的信息技术也可以成为信息科学的先导。

进入 21 世纪，尤其是 2010~2020 年，从国际、国内发展角度来看，信息科学呈现下列态势及发展趋势。

- 1) 信息科学继续向纵深方向发展，微观的更微观，宏观的更宏观，并展现出多尺度的丰富景象；
- 2) 信息科学中，研究信息的产生、获取、存储、显示、处理、传输和利用等要素时，难以简单分割，常常表现出交叉、交织、胶着的状态；

3) 横向发展催生更多的边缘学科和交叉学科,成为科学进步和技术创新的主要源泉。

当前,我国信息科学领域学术水平日益接近国际水平,人才资源丰富,中青年骨干力量崛起;量子通信等部分研究领域已具有和国际水平相当的研究基础和实力;以3G为代表,面向应用的发展水平已接近国际先进水平。但是,整体上我国在信息科学领域的研究工作仍是以跟踪为主,以纳米级集成电路为代表的基础器件的研究依然落后,科学实验环境和手段亟待加强,缺乏原始性重大创新。

今后我国信息科学学科发展布局的指导原则是支持优势学科与扶持薄弱学科并重,推进学科自身纵深发展和以学科交叉促进新兴学科发展并重,瞄准学科发展前沿与满足社会经济发展需求并重,努力实现我国信息科学学科体系的全面协调发展。

在学科发展布局原则指导下,信息科学学科围绕通信与电子学、计算机科学与技术、自动化科学与技术、半导体与微纳电子学、光学与光电子学分学科发展主线,共规划出16个优先发展领域和5个重大交叉领域。

16个优先发展领域如下所述。

1) 新型信息材料与器件。研究目标是探索基于新机理、新材料的金属氧化物半导体(MOS)替代器件,为解决后摩尔时代的信息系统和网络提供基础。主要研究内容包括:自旋电子材料和器件;用于高频大功率、高温电子、气体传感和生物传感等的宽带隙材料与器件;与光计算相关的激光发射器件、激子基光信息处理器件及光探测器件;适合平面工艺和未来大规模集成的碳基材料与器件;有机/聚合物光子器件、有机半导体激光、有机太阳能电池等。

2) 纳米级集成电路。研究目标是面向数亿门规模的片上系统(SoC),发展纳米尺度的器件模型、电路设计、验证与测试技术。研究内容包括:纳米尺寸的MOS器件及存储器件;微纳传感器,能量获取与转换电路;可重构与容错多核SoC及多核CPU;极低功耗电路,单片超高速混合信号系统;纳米尺度SoC及电子设计自动化,纳米尺度集成电路芯片测试,纳米尺度器件模型。

3) 微纳光子器件与光电子集成。研究目标是面向超高速光网络,研究光源、传输、交换、传感等核心器件与关键技术。研究内容包括:微纳结构半导体激光光源及集成技术;超高速电-光/全光采样技术,超高速光数据复用技术,超高速数据检测和校准技术,高重复频率(>100 吉赫兹)、高稳定(包括波形和光谱稳定)、低抖动(低相位噪声, RMS抖动 <100 飞秒)采样脉冲源产生技术,形成超宽带超高速电-光/全光采样系统及关键技术;光-光相互作用的超快非线性动力学问题和微波与光波的相互作用,低成本光生微波技术和射频光发送与光调制的新机理、新方法;光纤传感新机理,大规模光纤传感网络理论与

实现技术,恶劣环境下光纤传感技术和监测网络结构设计以及时分波分复用组网技术。

4) 太赫兹与新型红外、毫米波器件。研究目标是探索太赫兹与新型微波、毫米波和红外的辐射源,检测相关器件,电路与系统的设计方法、建模、系统仿真和基片集成技术,为实现该领域器件、电路与系统的微型化、片式化、高性能、低成本奠定基础。研究内容包括:太赫兹理论与技术研究;太赫兹辐射源研究;太赫兹通信、成像和雷达技术研究;太赫兹与中远红外探测技术研究;中远红外激光与光电子新材料与新器件研究;太赫兹新型晶体和新型晶体材料的探索和研究;异质材料毫米波集成电路及化合物半导体综合应用技术研究;器件设计方法、仿真方法及测试测量研究。

5) 高分辨率探测成像。研究目标是面向对地观测与空间探测,研究电磁波与物质作用关系、探测成像机理与实验验证方法,为空地环境感知提供支撑。研究内容包括:多维高分辨探测成像数据获取理论;低可观测目标信息的获取理论与方法;智能探测成像和认知探测成像的概念、理论与方法;探测成像信号处理方法、目标参数重建理论与方法;数据解译理论与方法。

6) 强场与超强场激光技术。研究目标是产生强光场甚至超强光场的超短脉冲高功率激光。研究内容包括:光强超过 10^{23} 瓦/平方厘米,信噪比超过 10^{12} 的超强光场的产生;脉冲宽度小于 10^{-17} 秒的极端超快强光场的产生;光子能量大于 1 千电子伏的强相干辐射产生的新机制与新效应;基于激光加速的相位空间超高密度高能电子与离子束的产生;极端超快电子动力学探测及强场量子相干控制;X 射线波段的超快非线性光学;分子和电子的四维成像关键科学问题等。

7) 传感网络与仿生感知基础。研究目标是面向大规模传感器网络,探索高灵敏度、高精度、高稳定性和高可靠性的敏感机理、结构及实现方法,研究高精度低能耗的传感器及网络,为物联网(IOT)和“感知中国”研究奠定基础。研究内容包括:智能敏感材料及高性能微纳传感器;传感器微弱信号检测;异构传感网络拓扑与网络协议;传感网络数据融合、管理及无线动态传感器传输协议;无线传感器网络可靠性、安全性及预测模型。

8) 未来无线通信理论与技术。研究目标是针对能耗和频谱资源的双重约束,突破香农的点对点传输理论,探索多点传输理论与未来超高速、低功耗网络传输技术,支持 Gbps 以上的传输速率和超大容量多用户并发接入。研究内容包括:无线网络传播信道的建模及可重构理论与技术,多点传输网络信息论;有限频谱资源与低能耗的高效宽带移动传输与协同理论及方法;多域多网协同无线网络理论与网络自优化技术;移动网络组织与智能管理模型;移动通信中频谱、天线、空间、计算和网络等的认知、调度和利用方法。

9) 低功耗艾级超级计算和新型计算系统。研究目标是变革性的艾级超级计

算技术并研制原理样机,支持科学工程计算、互联网及信息服务等应用,提升每瓦实际速度效率两个数量级,并大幅度降低基础软件复杂度。研究内容包括:艾级超级计算机的功耗分析与最优降耗方法研究;艾级超级计算机软件;变革性的计算模型、体系结构、编程语言、操作系统、界面技术;通过样机和仿真得以验证性能、功耗、系统软件复杂度目标,其中包括:科学工程计算能够扩展到艾级(每秒 10^{18} 次运算);能够同时支持千个互联网及信息服务,每个服务处理1万个用户请求;系统功耗控制在20兆瓦时,每瓦实际速度效率提升33%;系统软件复杂度控制在千万行源码,同时要探索非经典计算模型及其原型系统实现。

10) 网络计算。研究目标是基于互联网的软件与服务技术,能够可信地支持数亿用户的丰富应用,平均用户实际上网速度超过100Mbps。研究内容包括:可扩展、低能耗的后IP网络拓扑与虚拟化网络路由器关键技术;面向互联网的软件方法与技术体系,在软件模型、编程语言、系统软件、使用模式、开发方法、支撑工具等方面取得突破;面向网络的中文信息处理技术;为数亿用户服务的通用计算账号技术,独立于任何客户端设备、任何网络、任何资源、任何厂商;智能网络与语义网络技术,提升网络服务的效率与易用性。

11) 软件技术基础。研究目标是在新的计算模式和资源模式环境下,面向国家政治、经济、军事发展中的信息服务、安全管理等重大战略需求,研究面向多核体系结构的软件理论和关键技术;面向高度并行分布式计算环境的软件设计方法;面向服务计算的软件设计方法与技术;高可信软件理论与工程方法;面向企业信息化的重大工程软件的技术基础。

12) 网络数据挖掘与理解。研究目标是网络环境下海量数据的异构、不确定、高噪声、高冗余等性质,发展面向特定任务数据的实时高效感知方法和知识发现手段,实现基于自然语言的人机交互。研究内容包括:网络数据挖掘与机器学习新方法;复杂环境的感知机理与计算模型;数据表达、特征提取与分/聚类的新理论与新方法;自然语言理解及网络服务基础理论与高效算法;视听觉信息的认知计算与人机交互新方法。

13) 网络与信息空间安全。研究目标是赛博空间(cyberspace)安全、信任、隐私相关的手段、原理与处理技术,为赛博空间的监察监管、安全运行、预警预防、应急处理提供基础支撑。研究内容包括:国家网络基础技术,包括试验平台、基准服务、测试数据,用于研究和检验安全隐私保障;亿级用户可信可管泛在网的结构、协议、服务;网络社区的快速发现与社区生命期规律研究;有害信息的快速发现、追踪与分离技术;赛博空间免疫系统。

14) 多机器人协调与仿生机器人。研究目标是面向国家安全、抢险救灾、家庭服务与医疗康复等重大需求,发展不确定环境下机器人实时感知、多任务多机器人协调规划与智能控制及高性能仿生机器人的基础理论与实现方法。研

究内容包括：多任务多机器人协调规划与控制；高性能仿生机器人机理与实现方法；不确定环境下机器人实时感知；机器人行为规划与智能控制新方法；微小机器人基础理论与关键技术。

15) 复杂控制理论与技术。研究目标是复杂被控对象结构、功能及环境间的关系，建立基于数据的非线性控制理论，发展多任务多目标协同优化与控制算法，以及高精度高可信的导航制导理论与技术。研究内容包括：基于数据的复杂系统建模、分析与控制；多任务融合、多异构系统的集成、优化与控制；复杂系统的共性研究与控制策略；复杂运动体协同制导与控制；不确定环境下的高性能导航理论与关键技术。

16) 复杂系统与复杂网络。研究目标是自然界的涌现与自组织现象，探索和建立复杂系统行为描述、分析、计算与调控的理论与方法，探索大规模工程与经济系统决策分析与优化调度的高效算法。研究内容包括：复杂系统与复杂网络的演化规律与行为调控；赛博与物理集成的理论与方法；复杂系统建模、计算与综合集成；复杂任务实时决策、规划与调度；复杂供应链系统理论及应用。

5 个重大交叉研究领域如下。

1) 生命信息检测与分析。交叉学科有生物学、医学、材料科学和化学。研究目标是从信息科学角度研究生命过程，为医学对生命进行正面干预奠定基础。研究内容包括：生物芯片；可植入式微型电子生理装置；生物医学光子学检测；分子成像与癌症等重大疾病的早期诊断；生物电磁环境效应；生命信息解读与系统分析。

2) 量子计算与量子调控。交叉学科有数学、物理学等。研究目标是探索计算规模可扩展并能容错的量子计算及量子调控体系，研发原理样机。研究内容包括：基于量子点、超导、微腔和离子阱等的计算部件和原理样机；固态物理体系量子处理器的制备、操控和信息读出等基本过程的物理问题；微腔和冷原子体系用于研制量子仿真实验平台的相关问题；量子编码、量子算法等基础理论问题；消相干过程和容错量子计算的基础问题等。

3) 基于光学与光电子的精密测量。交叉学科有数学、物理学、生命科学、材料科学等。研究目标是探索测量阿秒与亚阿秒级动力学过程的新方法，发展高时空分辨率和高灵敏度检测的新手段。研究内容包括：探索精密测量的物理限制与突破现有极限的新概念与新方法；实现单分子与单量子器件的超灵敏、超精密调控；探索单光子探测技术向量子极限跨代发展的科学基础和量子调控新技术；发展时频域高精度与亚波长空间高分辨相结合的光电信息探测与调控技术；精密测量凝聚态物质中原子尺度的超快过程；实现分子中电子波包的操控与成像的新原理和新技术等。

4) 空天信息网络基础。交叉学科有数学、地球科学、空间科学。研究目标是集多元空间信息感知、大尺度时空基准、广域通信网络与信息分发、星际远程控

制等功能为一体的综合信息网络,有效支撑载人航天与深空探测计划、高分辨率对地观测等重大需求,为远海、空间乃至深空应用奠定科学基础。研究内容包括:空天地网络体系结构;高速高动态信息传输方法;空天地网络时空基准;空天地网络协同协议与空间互联网;临近空间网络、分布式协同空管演示示范。

5) 面向社会发展的智能计算。交叉学科有人类行为学、心理学、地球科学、经济学。研究目标是基于计算思维研究自然与社会资源高效合理的利用与分配,为人类生存、经济与社会的可持续发展提供科学的决策手段。研究内容包括:算法网络理论,以计算思维刻画并解释人-机-物交互;人类行为学计算模型、机理与技术,如群智计算、万维学;机-物社会的计算模型、机理与技术,如车载交换网、物联网;国民信息核算体系的基础理论,包括核心概念、基本度量、计算过程、场景模拟预测,科学地评价信息化进程。

近年来,基金委对国际合作高度重视,并将它视为增强国际竞争力、提高我国科技地位的重要战略措施。在未来我国信息科学学科发展的过程中,国际合作与交流将重点关注以下方面。

(1) 围绕信息领域的前沿重大科学问题,积极开展与本领域国际著名学者(特别是优秀华人学者)的合作,全面提升国际合作的质量

1) 开展实质性的国际合作,共享科研实验环境,共享科研实验数据,共同培养研究生,共同发表科研成果,加强对国际合作中心的支持。

2) 加强顶层设计,举办大规模、高级别的国际会议,明确优先领域和资助重点,关注若干合作计划的进一步发展,其中包括:中美计算机网络与应用、可信软件等合作计划;中欧信息与通信、普适计算等合作计划;中国、美国、日本、韩国等无线健康网络合作计划等。

(2) 完善资助格局,开展以我为主的合作

1) 在我国启动并建设若干个信息领域的研究基础设施,争取其他国家基金组织的共同支持,形成国际一流的研究实验环境。

2) 选择若干个重大科学任务,依托国家重点实验室和优秀创新群体,主导组织双边、多边的国际(地区)合作项目,有计划地组织前沿学术交流活动。

3) 探索新的国际合作渠道,支持我国科学家共同发起和参与重大国际信息科技研究计划。

在基金项目组织及政策措施方面,积极探索以科学任务带动信息科学学科的发展。用科学任务带动科学问题研究,可以有效改变难聚易散的现状,凸显团队力量;通过科学任务创建或带动实验室装备、仪器和条件建设,有特色的现代科学实验装置与环境是显示大国基础研究实力的“航母”,也是宣示基础研究成果、提高全民科学素质的场所;还可有效改变当前科学评估机制中过分强调论文数量、奖励等级的简单化倾向,提高同行评议的客观性。