

創新求索錄

李国杰 / 著



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

书名题字：中国工程院常务副院长潘云鹤

创新求索录

李国杰 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

李国杰同志的“创新求索录”是他自 1986 年底留学回国以来研制曙光高性能计算机和龙芯微处理器、领导中科院计算所进行知识创新二十余年心路历程的真实记录,也是他坚持立足国内,面向世界,在高新技术前沿领域自主创新执着求索的思想轨迹。书中既有“三思而后行”前瞻思考,又有对自主创新实践“三行而后思”的反省总结,对科技工作者、高技术企业创业者和有关政府官员都有借鉴意义。全国人大副委员长、中国科学院院长路甬祥为本书写的序言中向读者推荐:“这本文集给予我们的启示不仅是计算机技术创新的实践经验,所传递的战略思维、价值理念、道德情操、创新气魄,所体现的科学精神和人文精神,给予世人的启发是深刻而多样的。”

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

创新求索录/李国杰著. —北京:电子工业出版社, 2008.5

ISBN 978-7-121-06394-7

I. 创… II. 李… III. 电子计算机一文集 IV. TP3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 052828 号

责任编辑:秦绪军 史 涛

印 刷:北京智力达印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:25.75 字数:660 千字 彩插:4

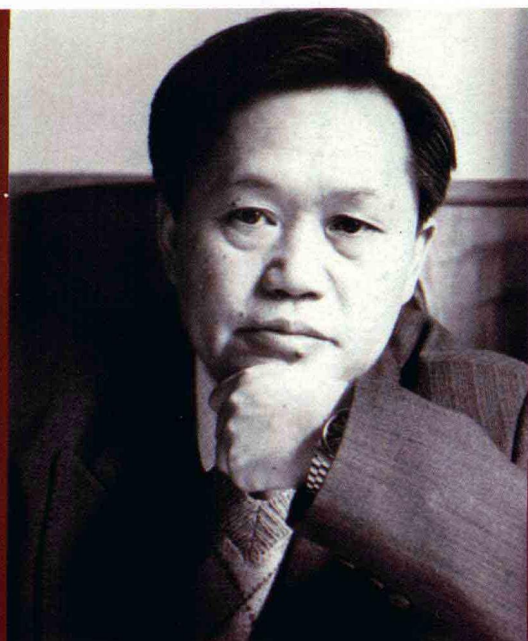
印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。



李国杰

男，1943年生

1968年毕业于北京大学

1981年获中国科学院工学硕士学位

1985年获美国普渡大学博士学位

主要从事并行处理、计算机体系结构、人工智能等领域的研究，主持研制成功了曙光1号并行计算机，曙光1000大规模并行机，曙光2000、3000、4000A超级服务器，领导计算所研制成功龙芯CPU。多次获得国家、科学院科学技术进步奖等重要奖项，其中曙光1000获得1997年国家科学技术进步一等奖。发表学术论文100多篇，合著了4本英文专著。1995年当选中国工程院院士，2002年当选第三世界科学院院士。现任中国科学院计算所所长、中国工程院信息与电子学部主任、中国计算机学会理事长、国家信息化专家咨询委产业与技术专委会副主任、英文版计算机学报主编。

导师、学生、家人

和导师夏培肃院士在一起 ▶



过生日和学生在一起 ▶



和夫人、儿女在一起 ▶



科研成果



“龙芯1号”高性能通用CPU
成果发布会



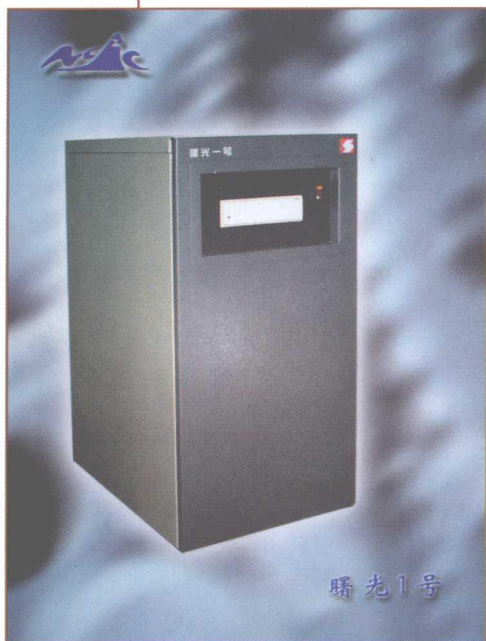
曙光4000A超级服务器
成果鉴定会



计算所表彰先进集体和个人

科研成果

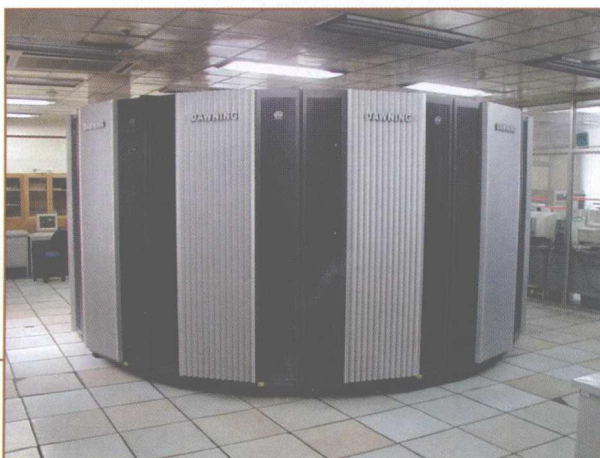
曙光一号 ▼



曙光1000 ▼



曙光2000 ▲

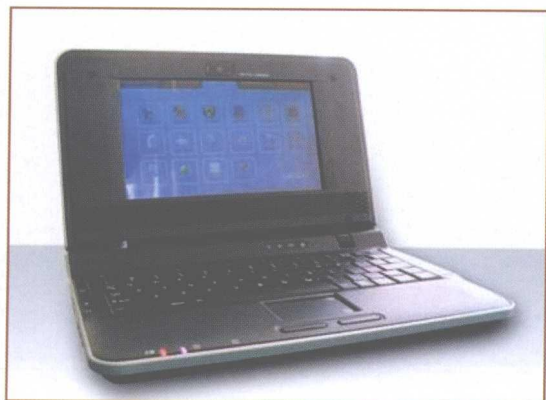


曙光3000 ▲



▲ 曙光4000A

科研成果



▲ 7英寸龙芯笔记本电脑



▲ 龙芯系列处理器



▲ 12英寸龙芯笔记本电脑

工作环境



▲ 中科院计算所新科研楼



▲ 中科院计算所北楼



▲ 智能中心

序

李国杰同志的“创新求索录”是他自1986年回国以来20余年心路历程的真实记录，也是他坚持立足国内，面向世界，在计算机前沿领域执著求索创新的记录。虽不是学术论文集，但给人的启示却远胜于学术论文。我以为至少有以下几点。

第一，高技术前沿探索和自主创新，最重要的是勇气、信心和脚踏实地、不慕虚荣、持之以恒的探索精神。在底子薄、基础差的发展中国家发展高技术，资金投入、物质条件固然重要，更重要的是必须具有“明知山有虎，偏向虎山行”的勇气和“会当凌绝顶，一览众山小”的自信。李国杰同志和他的团队敢于创新、勇于创新、善于创新，是一个范例。

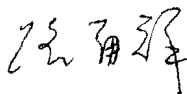
第二，高技术前沿探索和自主创新，必须面向国家战略需求，面向世界科技前沿，积极自主参与国际竞争与合作。要做到这一点，必须坚持战略研究，科学前瞻，找准技术创新的突破口，确定创新目标和实现途径。李国杰同志和他领导的团队正是这样做的，并取得了杰出的成绩。如，成功研制曙光系列超级计算机和服务器并实现了产业化；成功研制龙芯系列CPU，突破了国外技术封锁，结束了我国计算机“无芯”的历史，促进了我国低成本信息化进程。

第三，作为学术带头人，一位院士，李国杰同志不但在学术上发挥了领衔作用，在学风道德方面率先垂范，并在创新团队组织和协力创新中发挥了核心作用，尤其在培养支持青年人担纲创新中发挥了不可替代的决定作用，充分体现了一位中国学者、一位共产党人的高尚情操和远见卓识，使得计算所优秀创新人才辈出，求真唯实、协力创新的优良学风得以继承弘扬。也唯有如此，才能使我国自主创新能力得以持续不断的提升。

第四，科技创新需要管理和体制创新。李国杰同志不仅是一位优秀的计算机技术专家，他也是一位优秀的创新组织者。无论是担任国家智能计算机研究开发中心主任，还是担任中国科学院计算所所长，他都矢志改革、开拓创新，尊重和充分发挥科技人员的积极性、创造性，创新体制机制，探索有利于技术创新、有利于创新人才培养、有利于技术转移转化的骨干型、引领型、网络型研究所之路，积极探索曙光系列计算机和龙芯系列CPU的产业化之路。充分体现了一位优秀科学家对技术创新根本价值和社会责任的深刻认知与不懈追求……

这本文集给予我们的启示不仅是计算机技术创新的实践和经验，她所传递的战略思维、价值理念、道德情操、创新气魄，所体现的科学精神和人文精神，给予我的启发是深刻而多样的。特向青年同志们推荐。

是为序。



2007年8月

自序

1986 年底，我带着几大箱复印的资料和一台 IBM PC 从大洋彼岸回到阔别五年多的北京，被中国科学院计算所聘为副研究员，从此开始了我后半生在发展高技术道路上的求索生涯。

回国后不久，我就当上了国家智能计算机研究开发中心主任。与大多数留学归来的学者一样，刚回国时总是充满豪情壮志。当时，我在介绍智能中心的小册子上写下了这样一段话：“中国一流的计算机科研人员的聪明才智未必低于国外，只要凝聚一批脚踏实地、不慕虚荣、决心为振兴民族高技术产业而拼搏的斗士，外国一流计算机实验室能做的事情我们也一样能做到。”后来的事实证明，在中国的土地上确实能干一番连外国人也感到惊异的大事。但无数的挫折和困扰教育了我，在旧的体制盘根错节、旧的意识根深蒂固的大环境下，在强大的外国公司咄咄逼人的压力下，以我们如此微薄的技术积累，要在国内实现真正的核心技术突破，尤其是在自主技术基础上推进高技术产业化，其困难之大，其麻烦之多，远远超出当初的想象，所以后来才有“发展高技术难，在中国发展高技术是难上加难”的感叹。

但另一方面，20 年以后再回头看走过的崎岖之路，毛主席诗词中“万水千山只等闲”的感觉便油然而生。一些过去被人们认为不可逾越的核心技术禁区我们不是也闯过来了吗？真是事非经过不知“易”，在中国，有些事情没有做到，实在是不为也，非不能也。正是因为有这样的体会，我才坚持在国家中长期科技发展规划战略研究报告中写上，“我国与发达国家在高技术发展上的差距不只在技术，还在于胆识与魄力”。看来，在底子薄、基础差的发展中国家，要发展高技术，首要的因素不是投入多少资金，而是必须具有“明知山有虎，偏向虎山行”的勇气和“会当凌绝顶，一览众山小”的自信。

从整体上讲，我留学回国后主要做了四件事情：主持研制曙光计算机和发展高性能计算机产业、启动并支持研制龙芯 CPU 和促进我国实现低成本信息化、致力于振兴中科院计算所、给有关领导部门提交咨询建议。通过十多年的努力，尽管曙光计算机的市场份额还不够大，但今年国际权威咨询机构 IDC 公布的统计结果表明：在高性能计算机的主要机型——机群系统（Cluster）的全球统计中，曙光机群系统的市场份额已居全球第四位，在除美国以外的所有国家的计算机公司中排第一位。看到这样的统计结果，回想当年国内的高性能计算机市场被外国公司一统天下，不能不感到一丝欣慰。龙芯 CPU 横空出世给国人莫大的惊喜，尽管在媒体和网络上还常常看到对龙芯的责难和怀疑，但龙芯人正在以超过摩尔定律数倍的发展速度推进“中国芯”的研制与产业化。在没有政府介入的条件下，完全凭产品的性价比和质量，龙芯 2E 的商业化推广已取得重大进展，有些骨干整机企业已开始大规模订购龙芯芯片。单核 CPU 技术上可以说接近“顶天”的龙芯 2F 最近已流片

成功，计算所正在设计多核 CPU 芯片，明年将在意法半导体公司 65 纳米工艺线上流片生产。几年前我们开始做 CPU 芯片设计时，国内连 Intel 386 档次的 CPU 还没有做出来，0.25 微米工艺国内都很少人流片，我国用 6 年时间跨过了 Intel 公司 20 年的历程，这就是我们追求的“另辟蹊径，后来居上”。计算所的浴火重生诉说着国家科研机构体制机制改革的一段令人寻味的故事，这几年计算所的变化也许会告诉人们国家科研机构能为国家与企业做些什么。从 2000 年开始担任计算所所长以后，我大概花了 1/3 以上的时间，为科技部（曾担任“863”计划信息领域专家委员会副主任）、中国工程院（现担任工程院信息和电子学部主任）和国务院信息化办公室（现担任国家信息化专家咨询委员会技术与产业专委会副主任）等部门“打工”，为国家高技术产业的发展和实现信息化做咨询已不是我的“副业”，而是成为我的“主业”之一了。

在 20 年的探索与拼搏过程中，我在公开的媒体和内部的刊物上发表了几十篇文章，在各种会议上做了几十场报告，也给有关领导部门提交了不少咨询建议。这些文章与报告不但记录了 20 世纪 90 年代以来发展曙光高性能计算机和龙芯 CPU 的艰难历程，也反映了中科院计算所走出低谷重新焕发青春的变化，更多的是表达了我对自主创新和发 展高技术产业的一些思考。当我从这些文章和报告中选出一些重要的内容整理成册时，并没有一种怀旧的感觉，更没有为自己树碑立传的念头，而是有一种颇为沉重的心情和难言的困惑，因为十多年以前我感受到的影响我国高技术发展的障碍至今仍阻碍我们前进。比如，1996 年 8 月，我在原国务院发展研究中心主任马洪先生主持的“中国高新技术产业项目开发研讨会”上做了一个题为“发展高技术难在何处”的报告，报告中指出，“我国高技术企业举步维艰，可以在政策、投资者、用户等方面找出种种原因，但归根结底还是缺乏办高技术企业的明白人”；“市场是国家可以宏观控制的大资源。简单地以市场换技术只能将市场拱手相让而换不到真正的高技术。通过政府采购法、反倾销法等法规保护幼稚的民族高技术产业势在必行”；“短期内中国还难形成风险投资环境……改变这种局面需要政府带头，应从国家财政中拨出一笔经费专用于高技术风险投资，不许挪做他用。”这些十多年前讲的话如果在今天发表几乎不用改动。我过去发表的关于技术创新、产学研结合和高技术产业化等方面的文章，现在读起来仍感到有现实意义。这使我深深体会到自主创新的艰巨性和长期性。为了和科技界、企业界及有关管理部门分享我和我的同事在自主创新第一线的体会，共同探索建设创新型国家的道路，我觉得有必要基本上原封不动地收录原文，公开出版这本文集。我给这本文集取了个书名叫“创新求索”。

用“创新求索”四个字概括这几十篇文章似乎比较贴切。因为几乎每一篇文章的主题都围绕探索一条自主创新的道路。关于自主创新的大块头文章和专门论述创新的著作已经不少，“自主创新”已成为媒体上出现频率最高的词语之一，在 Google 网站上检索“创新”可得到一亿多个网页。但为什么我国没有出现像三星、诺基亚一样通过核心技术创新走上世界一流的企业？为什么我国大学与科研机构没有在信息领域作出一件成为国际主流技术的原始创新？这说明创新的大道理是一回事，实际工作中真正体现出创新的价值又是一

回事。创新之奥妙在“新”，创新之艰难也在“新”，世界上没有一条人人都可以大踏步前进的所谓“创新之路”，创新需要持之以恒地求索。所谓求索就是一方面要百折不挠地实践与追求，另一方面要苦心积虑地思索，从挫折中吸取教训，思考创新之路要如何走。摆在读者面前的这本“创新求索录”就是 20 年来我和我的同仁们围绕创新实践的思考记录。唐代大文豪韩愈讲过：“行成于思，毁于随”。这句广为流传的名言可能只说对了一半。其实，行与思是交织在一起的，没有“行”的“思”可能是空洞的理论，没有“思”的“行”可能是盲目的实践。我们既需要“三思而后行”，也需要“三行而后思”。这本《创新求索录》的内容可以解读为自主创新的实践与思考。

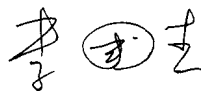
在 20 年的创新求索过程中，我经常思考的问题包括：高性能计算机和 CPU 等产业是需要接受市场竞争考验的战略产业，与两弹一星一样重要但又不能按两弹一星的方式发展，我们应如何把国家统一意志与企业的自主创新积极性结合起来？我国信息领域的企业大多数处于产业链的下游，企业界主流的意见是我国只能走“先易后难”，“先边缘后核心”的渐进创新道路，20 世纪 90 年代这种战略颇见成效，到了 21 世纪，我们能否只靠“渐进创新”把信息产业做强？我国究竟有没有能力突破信息领域的核心技术？我国经济发展的一个突出问题是科技与产业脱离、产业与应用脱离，造成两张皮现象的根源是什么？如何才能实现真正的产学研结合？国内许多人把国家科研机构看成计划经济时代学苏联模式的后遗症，国家科研机构究竟能不能在创新价值链上起到骨干与引领作用？中国究竟要发展何种模式的国家科研机构？创新的关键是人才，我国在创新人才培养方面有什么问题？科研成果难以转化为生产力的症结在哪里？技术为什么不能像资金一样流动起来？除了上述体制机制方面的问题外，作为一个科技人员，当然我也经常在思考信息领域未来的生长点在什么方向，哪些地方可能会出现颠覆性的新技术。这本文集中讨论较多的也是上述这些问题。通过多年的思索与观察，我发现自主创新战略不能落实的一个主要原因是观念没有跟上时代的发展。主流观念的保守将导致一个行业的落后。古人讲“一言兴邦”可能言之过重，但“一念兴业”或“一念败业”的事比比皆是。这本文集中阐述的某些观点不一定都符合主流观念，如果能起到抛砖引玉的作用，引起大家争鸣，使我们的观念与时俱进，那将是求之不得的幸事。

这本文集的作者只署了我一个人的名字，但实际上每一篇文章的背后都活动着许许多多的人影。没有国家智能计算机研究开发中心和曙光公司员工的拼搏进取，没有龙芯课题组小将们的敢想敢干，没有计算所 1000 多名职工和研究生的发愤图强，我对于自主创新就不会有任何感性认识。我和我的同事思考的每一个问题都来自团队的实践，而解决问题的思路也全靠集体的实践去验证。这本文集实际上是曙光人、龙芯人和计算所人共同探索自主创新之路的总结。

我 1987 年回国工作以来，陆续得到几位领导和前辈的支持。原国家科委主任宋健、朱丽兰给我提供了致力于国家高技术研究发展计划（“863”计划）的大舞台。宋健主任鼓励我们“像当年的刘邓大军一样杀出重围，投身于高技术产业化的战场”，朱丽兰主任亲

切地承诺“我们都会帮你担起高性能计算机产业化的沉重十字架”，这些语重心长的话至今还回响在我耳边。中国科学院路甬祥院长牵头制定的科学院知识创新战略和试点工程使计算所走出了困境，也使计算所人有了施展才华的用武之地，计算所的改革创新始终贯彻了路院长的思想理念。原科技部高技术司冀复生司长把曙光人比做长征路上的英雄，而把自己比做站在岸边看着十八勇士飞夺泸定桥的“战友”，实际上他不仅是曙光计算机发展的历史见证人，而且是曙光人每一场战役的谋划者。汪成为院士是“863”计划智能计算机主题专家组首任组长，也是我进入高技术研究发展计划的引路人，他对信息技术发展趋势的高瞻远瞩给了我许多启迪，我们对自主创新的许多看法有着高度共识。在回顾我的人生历程时，我永远不能忘记我的导师夏培肃和韩承德老师，是他们把我带进了科学研究的领地，我从他们身上学到了做人、做事、做学问的基本道理。没有这些领导和前辈的支持与教诲，我至今可能还像在美国留学一样，继续做“论文机器”（paper machine）。这本文集还凝聚了我的同事们的智慧，从1987年回国至今长期与我共事的有樊建平、徐志伟、历军、邓燕、孙凝晖、胡伟武、隋雪青、孟丹、李锦涛、李忠诚、张兆庆、史忠植、程学旗、王凡等，在文集出版之际，我向他们以及许许多多未一一命名的战友们表示衷心的感谢。与在国外工作的朋友交流大大开阔了我的思路与眼界，这本文集中有许多观点受到他们的影响。与我交流频繁的师长和国外朋友包括：华云生、黄铠、李凯、赵伟、高光荣、张晓东、李明、沈晓卫等，在此对他们也表示诚挚谢意。在打印文稿、收集资料和整理文集的过程中，我的秘书王晓虹、杨宁和学生王琴做了大量文字工作，特此致谢。

最后我要感谢我的妻子张蒂华，没有她的操劳和照顾，我不可能全身心地投入工作，也就不会有今天这本《创新求索录》。



2007年夏

目 录

第 1 章 创新思考篇	1
技术创新的关键在选题*	2
发展高技术难在何处*	5
实现产学研结合要进一步改变观念*	9
关于用产学研的分工与合作*	11
发展知识经济从数字背后做起*	14
加速培养信息高技术人才*	16
关于国情、高新技术和人才的断想*	18
步步登高,任重道远*——深化对“技术创新”的理解	24
创业难,再创业更难*	28
知识创新的牵引力*	29
关注科研决策机制与投入产出比*	32
高技术与中国*	36
走“珍珠换玛瑙”之路*	51
走新型信息化之路*	53
创新的前提是自信*	56
对提高自主创新能力的几点认识*	59
在信息化中坚持自主创新*	65
国家科研机构要在自主创新中发挥骨干与引领作用*	69
SCI 不是评价科研成果的唯一标准* ——由论文数量高速增长引发的思考	72
自主创新要有“中国特色”*	74
关于技术转移的战略思考*	79
创新竞争是文化和人才素质的较量*	86
坚持走中国特色自主创新道路*	94
第 2 章 战略建议篇	96
关于我国开展智能计算机研制的建议*	97
对科学院发展信息科学技术的看法*	103
对《中国数字图书馆工程立项建议书》的评审意见*	106
关于信息化与发展高技术产业的几点看法*	108
“十五”期间我国信息领域应重视的几个问题*	113
关于入世后我国科技发展战略的思考*	116
以信息化带动工业化,实现跨越式发展*	119

“十五”期间信息产业可能的增长点*	122
高端通用微处理器重大专项立项建议(节选)*	126
建设让 8 亿中国人受益的“龙网”*	129
“十一五”国家信息技术产业化规划基本思路*	132
对走自主创新之路的几点建议*	138
关键在于国家要有明确的路径选择*	145
对《科技进步法》的修改意见*	149
中国对开源软件应作出与国力相称的贡献*	151
风物长宜放眼量*——对跨国公司在发展的建议	153
第 3 章 曙光与龙芯篇	155
另辟蹊径发展高性能计算机产业*	156
办公公司的辩证观*	159
抓技术创新与市场开拓必须两手硬*	163
关于发展我国计算机高技术产业的思索*	168
从 103 机到曙光机*——中国高性能通用计算机研制历程回顾	177
走向产业化的国产高端计算机*	182
曙光之路*——曙光计算机研制与产业化十年总结	193
研制龙芯 CPU 的策略考虑*	201
发展 IC 产业应重视的几个问题*	209
1000 台曙光超级服务器下线的启示*	213
我国 CPU/SoC 设计任重道远*	217
从曙光十年的发展看自主创新*	219
将龙芯产业化推上新台阶*	223
抓住曙光计算机跨越发展的机遇*	226
第 4 章 重塑计算所篇	228
永立潮头,破浪前进*——庆祝中科院计算所创建四十五周年	229
关于计算所发展战略的一些考虑*	238
中国科学院计算技术研究所发展战略*	245
寄语计算所新员工*	254
以“产出”的影响为导向,提高科研效率*	257
勤谋略,重改革,育人才*——当所长的几点体会	261
国家级骨干型、引领型、网络型研究所*——计算所创新三期的追求	265
继往开来 再创辉煌*	272
中国计算机事业五十年回顾与展望*	279
改革创新和谐奋进*	286

以科学发展观指导计算所工作*	293
第 5 章 技术前瞻篇	298
我们的近期目标——计算机智能化*	299
并行计算机评述与展望*	306
计算智能：一个重要的研究方向*	313
智能计算机*	317
可扩展高性能并行计算机的关键技术与发展远景*	323
非传统的高性能计算技术*	329
信息服务网格——第三代 Internet*	334
软件的灵魂是算法*	337
关于下一代网络的体系结构*	339
网格、机群和操作系统的发展趋势*	344
关于超级计算与能力服务的战略思考*	353
关于研究和推广低成本电脑的意见*	361
对计算机科学的反思*	365
21 世纪初期的计算机技术*	373
关于网络社会宏观信息学研究的一些思考*	377
第 6 章 附录	383
宁静而致远*	384
漫谈做人做事做学问*	387