

北京科普创作出版专项资金资助

SCIENCE OBSERVATION 2009

# 科学观察 2009

主编○周立军

## 撞月撞出了什么？

磁悬浮列车向我们驶来 物联网：智能改变世界

“天河一号”超级计算机横空出世

人类第一次“睁开眼睛”走过400年 高锟：从“痴人说梦”到“光纤之父”

揭秘干细胞 放眼再生医学

北京出版集团公司  
北京出版社

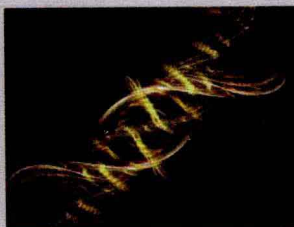
北京科普创作出版专项资金资助

# 科学观察 2009



SCIENCE OBSERVATION 2009

主编○周立军



北京出版集团公司  
北京出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

科学观察. 2009 / 周立军主编. — 北京 : 北京出版社, 2010. 11

ISBN 978-7-200-08401-6

I. ①科… II. ①周… III. ①科学技术—世界—2009—普及读物 IV. ①N19-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第198078号

# 科学观察 2009

KEXUE GUANCHA 2009

主编 周立军

出版: 北京出版集团公司

北京出版社

地址: 北京北三环中路6号

邮编: 100120

网址: [www.bph.com.cn](http://www.bph.com.cn)

总发行: 北京出版集团公司

印刷: 北京美通彩色印刷有限公司

版次: 2010年11月第1版第1次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 12.5

书号: ISBN 978-7-200-08401-6/N·77

定价: 36.00元

质量监督电话: 010-58572393

读者服务: 张薇 电话: 010-58572289

e-mail: [support@3hbook.net](mailto:support@3hbook.net)

三好图书网  
[www.3hbook.net](http://www.3hbook.net)



## 编委会

编委会主任： 吴雨初 夏 强  
副 主 任： 周立军 李清霞  
委 员： 陈芳烈 金 涛 王直华 赵 萌 阎仁皓  
          刘久平 刘 可 尹传红 杨虚杰  
主 编： 周立军  
副 主 编： 尹传红 杨虚杰

撰 稿 人： 魏 刚 张志敏 徐 玢 邓爱华 徐 捷  
          华 凌 谢小军 胡唯元 马爱平 尹传红  
          马之恒 刘 茜 尹怀勤 江道辉 余海若  
          杨虚杰 刘 俊 蔡旭东 凌 华 陈治光

# 着力铸造科普品牌书

夏 强  
(北京市科学技术协会党组书记、常务副主席，本书编委会主任)

秋冬之交的季节里，在北京市科协和北京出版集团公司等单位诸多同志的共同努力下，由北京科普创作出版专项资金资助的《科学观察》系列图书，终于跟读者朋友见面了。

这是一部着眼于重大科技事件、重要科技成果年度盘点的解读性编年体科普书。它从上一年度发生的重大科技事件和重要的科学发现、科技成果切入，以科学的、人文的视角进行梳理、点评或剖析，并以若干个主题形式呈现。全书力求在表述事件上言简意赅，在解读科学上深入到位，在内容方面则努力做到权威、有用，同时顺畅、好读、有味道。

概而言之，我们热切期望在每一个年度里，都能够为大家烹制一道优质且色香味俱全的“科普大餐”。作为本书编委会主任和北京市科普工作的一名管理者，我觉得自己也有责任、有义务、有信心向各级领导干部、科技工作者、科普工作者和大中小学教师推荐阅读《科学观察》系列图书，并希望大家提出改进意见；顺此也向为本书的编撰、出版付出了心血的各位专家、作者和编者表示衷心的感谢。他们对科普工作所倾注的热诚，既让我感佩、感怀，也引发了我的一些思考。

自2006年国务院颁布实施《科学素质纲要》以来，北京市大力开展全民科学素质建设工作，积极推动四个重点人群科学素质行动、奥运科普行动和四项基础工程建设，全面实现了《科学素质纲要》确定的“十一五”期间的主要目标。调查显示：北京市公民具备基本科学素质的比例由2007年的9.2%提高到2010年的10.0%，明显高于全国3.27%的平均水平，首都全民科学素质稳步提高并位居全国前列。

但是，北京市全民科学素质建设也存在一些薄弱环节。北京地区丰富的科技、科普资源有待充分发掘利用，全民科学素质建设的各方面力量有待进一步整合，北京市全民科学素质建设的水平需要进一步提升。

“十二五”时期是我国深入贯彻落实科学发展观、构建社会主义和谐社会、加快经济发展方式转变、全面建设小康社会的关键时期，也是北京市实施“人文北京、科技北京、绿色北京”发展战略，加快建设世界城市的重要时期，北京市的经济社会发展将进入新的历史阶段。全民科学素质的高低，将是影响北京市全面发展的关键因素之一。因此，北京市的全民科学素质建设应站在新的历史起点上，开创新局面，使全民科学素质在整体上有大幅度的提高。

北京市科协已经提出：今后一个时期，我们将围绕科学发展主题和转变经济发展方式主线，充分发挥科协人才荟萃、学科齐全、联系广泛、组织网络健全的独特优势，瞄准加快转变发展方式、建设世界城市的科技需求；瞄准广大公众提高科学素质的科普需求；瞄准广大科技工作者参与科技创新、发挥聪明才智的群体需求，创新体制、完善机制，搭建平台、拓展领域，加强基础、提升能力，努力探索服务首都科学发展的新思路、新途径、新载体，为实现首都经济社会又好又快发展作出新的贡献。

我想，我们着力推出《科学观察》系列图书，也是推进全民科学素质建设和学习型城市建设、构建全民学习和终身学习的现代化教育体系所作努力的一个方面。我衷心期盼这一系列图书能够尽快明确定位、形成风格，探索“弘扬科学精神，传播科普思想，倡导科学方法，普及科学思想”的途径与方式，不负众望，早日做成北京市的一部科普品牌书。

夏强

2010年11月5日



# 目 录

## 重大进展 Significant development

- 2 “天河一号”超级计算机横空出世
- 16 揭秘干细胞 放眼再生医学
- 26 量子保密通信：从实验室走向日常生活
- 36 磁悬浮列车向我们驶来
- 43 物联网：智能改变世界



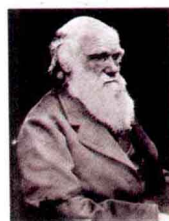
## 重大关注 Significant attention

- 50 应对气候变化 需要世界协作
- 59 抗击甲型流感 全球齐心联动
- 65 3G：特色业务破解元年难题
- 72 信息安全：亟待立法“护航”
- 83 食品安全：从“治标”走向“治本”



## 重大活动 Significant activity

- 90 杰出的人物 伟大的发现  
——纪念达尔文200周年诞辰及《物种起源》发表150周年
- 100 人类第一次“睁开眼睛”走过400年
- 110 撞月撞出了什么？
- 118 世纪大日食降临 掀全民科普热潮





## 重大奖励 Significant reward

- 126 端粒酶拨正生命时钟  
——2009年诺贝尔医学奖
- 132 生命化学工厂的设计大师  
——2009年诺贝尔化学奖
- 137 信息时代的电子眼  
——2009年诺贝尔物理学奖
- 143 数学家谷超豪 (国家最高科学技术奖获得者)
- 147 航天专家孙家栋 (国家最高科学技术奖获得者)

## 重要人物 Important personage

- 152 “国家杰出贡献科学家”钱学森
- 159 高锟：从“痴人说梦”到“光纤之父”

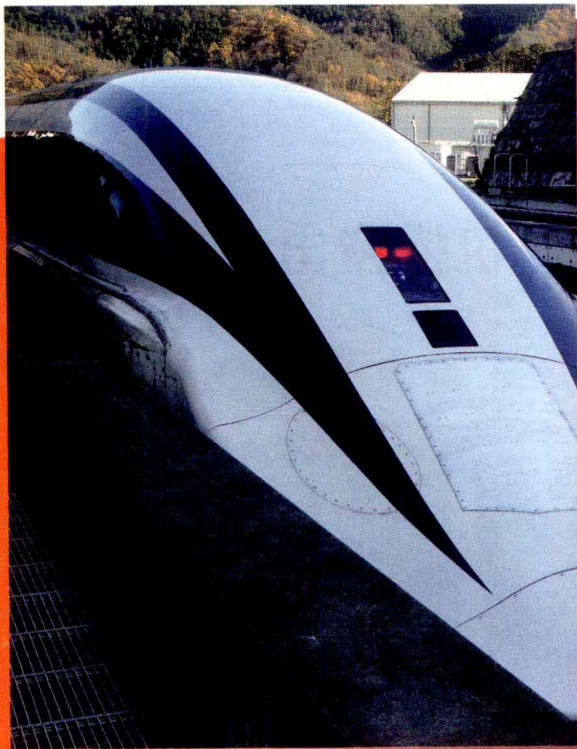
## 科技北京 Technical Beijing

- 166 大城市垃圾处理的北京特色

## 后记

- 183 人类精神的本质在于创新 周立军





Significant development

# 重大进展

- “天河一号” 超级计算机横空出世
- 揭秘干细胞 放眼再生医学
- 量子保密通信：从实验室走向日常生活
- 磁悬浮列车向我们驶来
- 物联网：智能改变世界

# “天河一号”超级计算机横空出世

■ 魏 刚



“天河一号”每秒钟千万亿次峰值运算速度的超级计算机系统

▲ 原始人在猎物的分配中发明了计算，古代人在丈量土地和建造房屋的过程中发展了计算，现代人在工业设计和经济往来中完善了计算。从摆木棍到拨算盘，再到计算器直至计算机，人类在不断改进着计算工具，也不断挑战着计算的极限，于是超级计算机就应运而生。

## 事件回放

2009年10月29日，中国历史上运算速度最快的计算机“天河一号”在湖南长沙国防科技大学诞生。每秒钟1206万亿次的峰值运算速度，使这台名为“天河一号”的计算机位居同日公布的中国超级计算机前100强之首，也使中国成为继美国之后世界上第二个能够研制每秒钟千万亿次峰值运算速度的超级计算机的国家。

1983年，中国研制出第一台超级计算机“银河-I”，当时的运算速度是每秒钟1亿次。14年后，1997年中国研制的“银河-III”的运算速度就达到每秒钟130亿次。2002年，“深腾1800”的运算速度则达到每秒钟1万亿次。而就在短短7年后，中国超级计算机的运算速度竟然翻了1200倍。

每秒钟1206万亿次的峰值运算速度意

意味着什么呢？“天河一号”运算1小时，就相当于全国13亿人同时计算88年以上的时间。“天河一号”运算1天，就相当于1台双核的高档桌面电脑运算160年。

功能如此强大的计算机究竟长什么样呢？“天河一号”和人们平时使用的计算机究竟有什么区别呢？“天河一号”由103个机柜组成，每个机柜1.1米宽、1.2米深、2米高，排成8排，像国庆阅兵时的解放军方阵，整整齐齐。这个方阵占地约288平方米，总重量约100吨。大家站在“天河一号”前，会觉得气势宏伟、震撼人心。但实际上，“天河一号”在世界上已有的运算速度为每秒钟千万亿次超级计算机中，只能算是一个身材苗条的小个子。“天河一号”在实现高密度计算方面做得相当好，很紧凑，装机密度很高，相对占地比较少、节约空间，很适合中国的国情。

“天河一号”很容易使用。它的“傻瓜化”的操作界面和菜单、鼠标等常规操作方式，让机器的使用变得简单。同时，作为一台国际通用的标准化的超级计算机，“天河一号”能运行来自各行业的各种程序，不存在兼容性问题。

## 名词解释

### 什么是超级计算机？

超级计算机通常是指由数百数千甚至更多的处理器（机）组成的、能计算普通PC机和服务器不能完成的大型复杂课题的计算机。为了帮助大家更好地理解超级计算机的运算速度，我们把普通计算机的运

算速度比做成人走路的速度，那么超级计算机就达到了火箭的速度。在这样的运算速度前提下，人们可以通过数值模拟来预测和解释以前无法进行实验的自然现象。

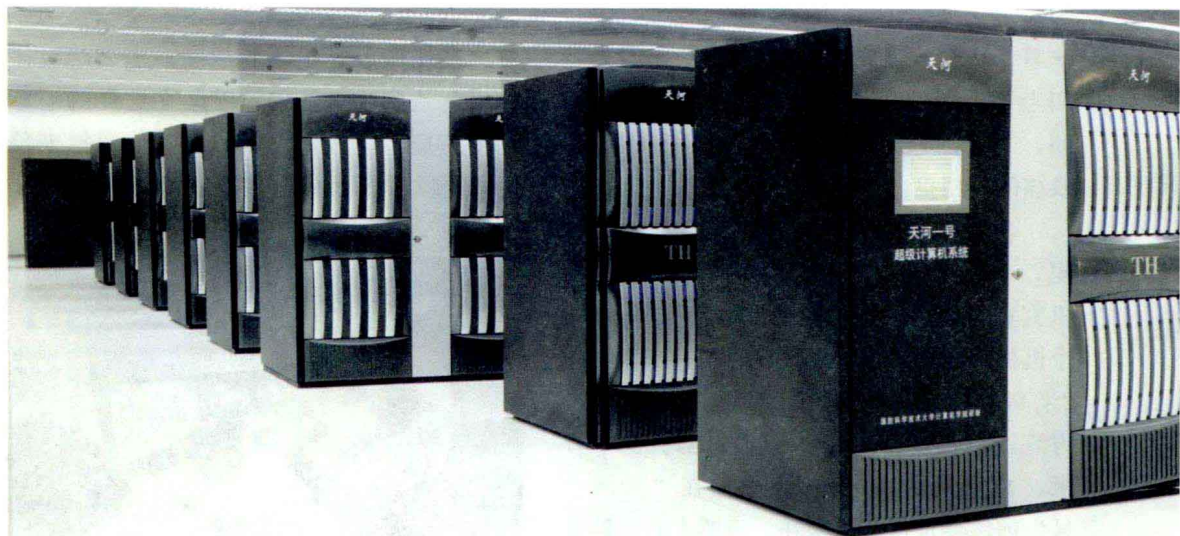


科研人员监控系统运行

## 背景介绍

### 世界上运算速度超每秒钟1000万亿次的超级计算机有哪些？

目前国际上已公布的运算速度每秒千万亿次的计算机一共有4台，一是美国IBM公司的“走鹃”（Roadrunner），装在美国能源部洛斯阿拉莫斯国家实验室，主要用于核科学理论研究，“走鹃”每秒可进行1040万亿次浮点运算。在“走鹃”首次登上2008年6月的全球超级计算机排行榜时，其排名位居第一。在2008年11月和2009年6月排行榜中，虽然“美洲豹”运算速度已经接近“走鹃”，但一直未能取代“走鹃”第一的位置。二是美国Cray公司的“美洲豹”。据悉，Cray所制造的“美洲豹”超级计算机的正式名称为“Cray XT5”，该计算机安装于美国能源部下属橡树岭国家实验室（ORNL），主要



工作人员在操作“天河一号”超级计算机

用于核材料和原子分子物理研究。2009年早些时候，Cray公司曾对“美洲豹”进行了升级，目前该计算机每秒可进行1750万亿次浮点运算(Petaflop)。三是美国IBM公司的蓝色基因P系统，装在德国尤利西研究中心，主要用于能源、材料和信息等领域的研究。第四就是我国的“天河一号”。

## 成果扫描

### “天河一号”超级在哪里？

首先是速度超级快，可以在最短的时间里计算出复杂的、大型的挑战性问题。比如，计算未来一周的天气预报，用超级计算机只需要一两个小时左右，而用普通的高性能计算机，可能需要几天甚至十几天时间，就赶不上趟了，不能满足现实要求了。其次是容量超级大，例如“天河一号”的存储容

量为1PB，也就是10亿兆字节。如果给全国13亿人，每人照一张数码相片，可全部存储在“天河一号”一台机器里。再有就是体积超级大，不同于个人计算机越做越小，超级计算机是越做越大，有的占地达上千平方米。“天河一号”还算是做得非常紧凑的超级计算机，实际占地为288平方米。

还有就是耗电量超级大。有科学家预言，如果不在节能技术上取得新的突破，未来超级计算机可能要耗掉一个城市的全部用电，可能要与核电站建在一起才行。“天河一号”满负荷运行的总功耗是1.28兆瓦，也就是每小时耗电1280度。这个数字也许令人吃惊，但实际上“天河一号”是一台节能的、绿色的超级计算机。经过测算，它的能效比为“每瓦功耗可产生4.3亿次的计算能力”，与目前排名世界第一的美国IBM公司的“走鹃”相当。



## 从数字看“天河一号”

一、速度快：全系统峰值性能为每秒1206万亿次，Linpack实测性能为每秒563.1万亿次。这意味着，“天河一号”计算一天，一台配置Intel双核CPU、主频为2.5GHz的微机需要计算160年。

二、装得多：共享存储总容量为1PB。按国内数字图书馆应用软件的图片格式PDG为例计算，如果平均每册书大小约10MB的话，“天河一号”的存储量相当于4个国家图书馆（藏书量为2700万册）之和，能够为全国每人储存一张大小接近1MB的照片。

三、个头大：“天河一号”由103个机柜组成，系统总重量相当于19个“神舟”飞船。把通风等条件考虑在内，放置“天河一号”需要一个近千平方米的空间。

四、软件多：全系统包含6144个通用处理器（CPU）和5120个加速处理器（GPU），

仅系统级软件就有20多万行代码。按照每人每小时写20行代码的速度，需要写1万个小时。

五、传输快：互联通信网络的单根线传输速率为10Gbps，这是目前国际上最快的速率，相当于在“天河一号”计算机内部修了一条信息高速公路。

六、人员强：直接参与“天河一号”研发的科技人员有200多人，平均年龄为36岁。

七、投资大：“天河一号”目前投资为6亿人民币。从信息技术的发展速度预计，使用寿命预计为10年。

八、耗电少：全系统运行情况下，每小时耗电1280度。能耗比即每瓦电创造的计算效能为4.3亿次运算，与目前峰值性能排名世界第一的美国“走鹃”超级计算机相当。

## 用途

### “天河一号”有什么用？

超级计算机对一个国家来说十分重要。美国总统顾问委员会就曾经写报告给美国总统，指出计算科学是确保美国在21世纪战略地位的重要手段。而超级计算机就是实现计算科学的载体。

在现代科技中，理论、实验和计算是三大支柱。但很多研究无法在现实世界中进行实验，比如核武器爆炸、地震、洪水等灾难，以及恐怖袭击等。这些就需要有超级计算机来进行模拟和仿真。还有一些复杂的大型问题需要求解，也需要超级计算机，比如地球物理探测、对天体演变的研究、对上亿人口的社会学研究等。

原来设计一个飞机气动外形要花三五年，如果运用“天河一号”进行“数字风洞”辅助设计，几个月就可以完成。用“天河一号”数值模拟蛋白质分子结构，科学家可以在较短时间内从几十万甚至几百万种化合物中筛选出有效的药物化合物，不仅能节省大量资金，而且大大缩短研制周期。此外，“天河一号”还可用于卫星遥感数据处理、金融工程数据分析、气象预报、海洋环境数值模拟、短临地震预报、新材料开发设计、土木工程设计，以及基础科学理论计算等领域。

除了上述高精尖领域，超级计算机离普通老百姓有多远呢？其实，超级计算机离我们很近，我们的生活已离不开超级计算机。例如，你每天了解的天气预报，是超级计算机计算出来的；你用的汽油、燃气等能源是超级计算机帮助勘探出来的；你生病时吃的



科研人员仔细检查每一个系统节点

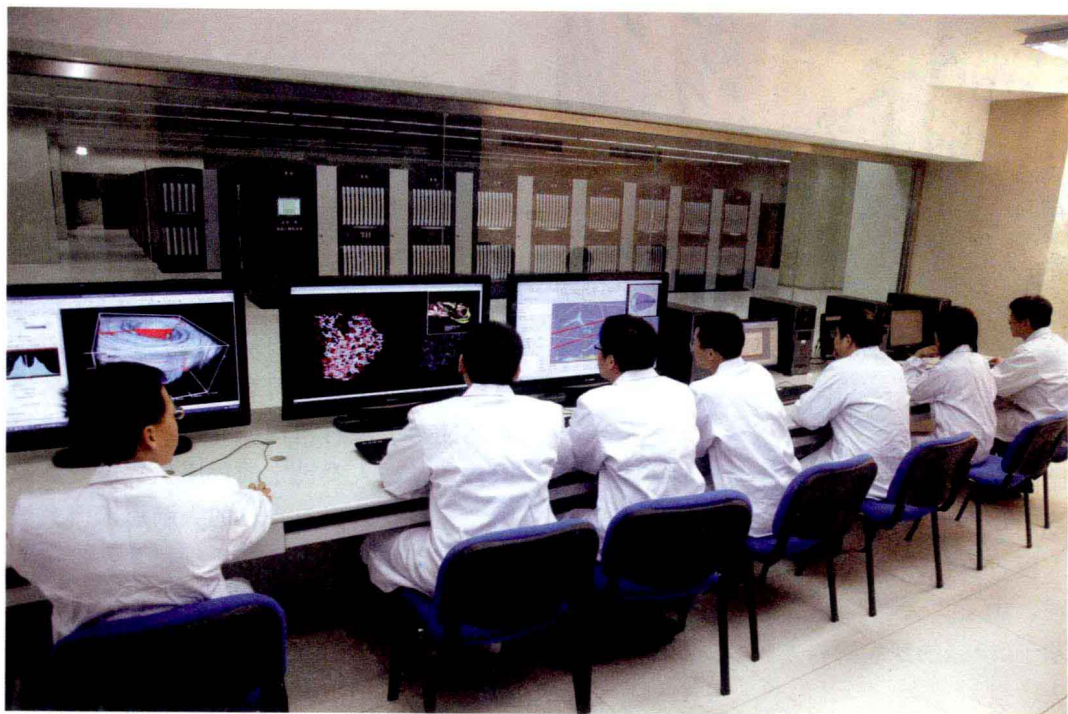


老专家与年轻科研人员一道研究系统优化方案

药许多是超级计算机帮助研制的；你上网搜索和游戏，是超级计算机支持的；你开的汽车、坐的飞机、乘的轮船是超级计算机辅助设计的；你看的动漫电影许多是用超级计算机制作的，等等。

总之，超级计算机早就真实地走进了我们的生活，我们会越来越离不开超级计算机。“天河一号”投入使用后的首批重大应用就是帮助勘探石油，帮助生物制药和进行金融工程数据分析，帮助投资理财，帮助避免产生类似美国的次贷危机。

超级计算机在天气预报上的应用效果十分显著。以前天气预报的精度范围是边长10千米的区域，预报内容只是晴天或



科研人员进行系统性能测试

下雨；而使用超级计算机后，预报的精度范围缩小到边长几百米的区域，预报内容也更丰富了。就好比以前只预报海淀区是否下雨，现在，则能预报北京大学是否下雨，风力几级，湿度多少，空气质量怎样。

此外，在动漫制作上也更快了。以前制作动漫需要好几年，后来用计算机后缩短到几个月，如果使用超级计算机就能缩短到几分钟。因为“天河一号”有5120块显卡，速度是一般家用计算机的2万倍。

## 安全篇

### 超级计算机的安全很重要

尽管超级计算机威力强大，但如果没有安全防护，就会起副作用。比如：如果黑客潜入超级计算机并劫持，不但使国家机密泄露，还会造成社会经济领域的巨大破坏。为此，“天河一号”实现了不同用户间数据和工作信息的相互隔离，对用户来说，相当于到银行租个保险柜，钥匙掌握在自己手里。

在战争中，超级计算机也是敌方首要打击的目标，但是考虑到散热问题，又不能把超级计算机放到地下工事中，所以超级计算机在使用中既要防止软侵害，又要防止



科研人员调试系统硬件

硬威胁。目前在国防科技大学的“天河一号”不会连接互联网，这样就可避免黑客入侵，以后搬到天津滨海新区后有可能联网。由于“天河一号”使用的操作系统是基于Linux的麒麟操作系统，所以防攻击能力较强。

## 使用篇

### 超级计算机落户天津滨海新区

“天河一号”将作为天津滨海新区和国防科技大学共建的国家超级计算天津中心的业务主机，面向社会开放，实现资源共享，为国内外用户提供超级计算服务。首批重大应用项目包括石油勘探数据处理、生物医药研究、航空航天装备研制、资源勘测和卫星遥感数据处理、气象预报、气候预测等。这是国防科大积极融入国家创新体系，贯彻军民结合、寓军于民方针的成功实践，彰显了军民融合式创新发展的巨大威力。

## 前沿看点

### 超级计算机的未来

既然超级计算机有如此高的运算速度，那是否可以代替人脑呢？虽然超级计算机在某些方面强于人脑，比如计算能力、存储能力等，但从本质上讲，超级计算机还不能主动学习和思维，更没有情感表达能力，没有精神世界，超级计算机只能被动地按人类设定的程序执行。究其原因，主要是人类对自己的大脑还未研究透彻，尚不能建立人脑的思维模式，也就无法设计出一个东西去取代甚至超过它。

未来10年左右，也就是2020年前后，超级计算机的运算速度将达到每秒百万万亿次，也就是目前千万亿次的1000倍。要实现这个目标，必须在硬件、软件等方面取得重大创新和关键技术突破，比如新的纳米器件、光器件的研制和投入使用。软件方面也要发明新的编程方法和管理维护这个大系统的方法，否则即使计算机制造出来了，用户也无法使用，或者是很难使用。实际上，现在已经存在这个问题。

再往后展望，电子计算机时代终将会被终结，人类迟早会进入量子计算机的新时代。计算机的原理可能会彻底改头换面。



## 专家点评



中国科学院院士、著名计算机专家周兴铭院士谈“天河一号”系统特点

中国科学院院士周兴铭：

宇宙的年龄是150亿年，换算成秒大概是百万万亿秒。也就是说如果从宇宙大爆炸的那一刻开始，每秒钟进行一次计算，一直到今天才能完成这个数量级的计算。一些重大的科学研究，例如气候预报和灾害性天气预报以及飞行器的空气动力学计算等，都需要这个量级的计算。

国防科技大学教授窦文华：

超级计算机性能的发展遵循千倍定律，即每隔10年性能就会提高1000倍，而实际上发展的速度可能更快。如果只使用当前的技术是无法研制出百万万亿次的计算机。10的18次方级别的计算机其芯片之间应采用光互联。而研制10的21次方级别

的计算机将是2030年前后的事情，目前的半导体技术将不能支撑，或许会采用纳电子技术，再往后或许将产生量子计算技术。

中科院软件所研究员张云泉：

未来超级计算机发展中，混合架构将成为主流。但这种混合架构的计算机编程十分复杂困难，需开发更多的软件。

国防科技大学教授李思昆：

未来超级计算机研制中，峰值速度其实只是性能的一个方面，可靠性、易用性、互联通信、能耗等问题将更加突出。运算速度为每秒百万万亿次的计算机的功耗将为几十兆瓦甚至几百兆瓦，如果不采取有效的降低能耗措施，一座城市的供电都不够一台超级计算机使用，而将来的超级计算机只能建在核电站旁边。

## 相关链接

### 生物计算机、光计算机

#### 生物计算机

科学家通过对生物组织体研究，发现组织体是由无数的细胞组成，细胞由水、盐、蛋白质和核酸等物质组成，而有些有机物中的蛋白质分子像开关一样，具有“开”与“关”的功能。因此，人类可以利用遗传工程技术，仿制出这种蛋白质分子，用来作为元件制成