

图书在版编目(CIP)数据

北大清华名师演讲录(二)/ 韩向利,郭明瑞主编. —北京:北京大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-301-12560-1

I. 北… II. ①韩… ②郭… III. 名人-演说-中国-当代 IV. I267

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 113749 号

书 名: 北大清华名师演讲录(二)

著作责任者: 韩向利 郭明瑞 主编

责任编辑: 徐文宁

标准书号: ISBN 978-7-301-12560-1/C·0451

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750112

出版部 62754962

电子邮箱: pw@pup.pku.edu.cn

印刷者: 三河市欣欣印刷有限公司

经销者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 280 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

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 举报电话: 010—62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

学术委员会与编辑委员会

学术委员会

顾 问：张承先 沈克琦 杜建寰 钱振为 贺崇铃
主 任：韩向利 郭明瑞 岳素兰 岑章志
副主任：于文书 崔明德 江林昌 韩晓玲 房绍坤
王吉法 郭善利 程郁缀 许庆红 高秀芹
雷 虹 姚新喜 戴东风 刘 平

编辑委员会

主 编：韩向利 郭明瑞
副主编：江林昌(常务) 程郁缀 许庆红
编 委：戴东风 刘 平 王京强 于仁松 孙基男
段治国 刘德敏 关 涛 张国平 栾 浩
马 群 孙 进 孙旭涛 周雪莹 祝建军
赵久满
秘 书：栾 浩 赵久满 孙 进
摄 影：袁肇君 李臣玉

前 言

“北京大学清华大学名师讲堂”自2004年春天在烟台大学开讲以来，至今已举办了100多期。有计划前来演讲的教授，有的是国学大师，有的是资深院士，有的是长江学者……演讲的内容涉及历史、语言、考古、文学、新闻、法律、经济、医药、数学、生物、化学、物理、建筑、环境、计算机、土木工程、外语教学等不同学科和专业。这些演讲有的已整理成单篇论文在全国各类刊物上发表，并被《新华文摘》、SCI、EI等权威机构转载介绍，在国内外学术界产生了广泛影响。每年的春天与秋天，烟台大学几乎成了北大、清华的第二讲堂，每星期都有北大、清华名师的演讲。烟台大学作为一个地方性综合大学，虽然偏居胶东半岛，但是烟台大学的学生却能十分幸运地聆听到中国一流高校一流学者最前沿的学术报告。这种特殊的条件，正逐步铸就着烟台大学特有的校园文化与大学精神。烟台大学的师生以此为自豪，并以此为契机，逐步靠近乃至真正走进科学文化的殿堂。

清华大学老校长梅贻琦先生曾有一句广为流传的名言：“大学者，非大楼之谓也，有大师之谓也。”北大著名教授钱理群先生在烟台大学演讲时也指出，“北大、清华，‘大’在哪里，就大在有一批大学者”。北大与清华都是百年老校，由于历代学术大师的承传积累，才逐步形成了独有的大学文化与大学精神。北大的“学术自由，兼容并包”、清华的“自强不息，厚德载物”，几乎成了两校特色的代言词，在国内外学术文化界产生了深广的影响。

烟台大学建校只有二十余年，不可能在这么短的时间内就马上形成自己的大学文化与大学精神。然而，“登高而招，臂非加长也，而见者远；顺风而呼，声非加疾也，而闻者彰；假舆马者，非利足也，而致千里；假舟楫者，非能水也，而绝江河。君子生（性）非异也，善假于物也。”（《荀子·劝学》）上个世纪80年代初期，烟台大学在党中央、国务院的关心下，直接得到了北大、清华的援建。建校初始，即承传了北大、清华的学术精华；十年之后，虽然北

大、清华的援建队伍逐步撤离,但北大、清华支援烟台大学的工作一直没有间断。这其中重要的标志之一,就是在2003年11月举办的“北京大学、清华大学支援烟台大学建设委员会”第七次会议上,决定在烟台大学设立“北大清华名师讲堂”。大家希望通过这种形式,使北大、清华对烟台大学的援建工作能够进一步具体化和持久化。

事实证明,“北大清华名师讲堂”是行之有效的。烟台大学的青年教师和研究生、本科生,通过连续几年系统地聆听北大、清华的名师讲座,极大地激发了学习热情,开拓了学术视野,夯实了学术基础,提升了科学理念。很多青年学子听完报告后,树立了终生献身学术的志向,并纷纷报考北大、清华博士、硕士研究生。有些教师还以“北大清华名师讲堂”为契机,与北大、清华名师建立了密切的学术联系,或参与或共同申报国家级科研课题,共同推出一系列学术成果。我们相信,只要这样努力下去,烟台大学终将逐渐形成具有北大、清华学术文化背景的自己的大学文化和大学精神,从而在全国同类高校中更好更快地发展。

这应该就是“北大清华名师讲堂”设立并实施的最终目标和深远意义。

烟台大学副校长 江林昌

2007年7月于烟台大学

目 录

- 1 前言
- 1 钱理群
漫说大学之大
- 25 龙驭球
学习方法与境界
- 35 李晓东
创意思维与世界构成
- 51 李学勤
古文字与古文明:21 世纪初的认识和展望
- 65 葛晓音
日本雅乐与隋唐乐舞
- 76 栗德祥
全面关注生态环境建设
- 88 寇 元
能源、资源、环境与催化
- 99 汪建成
美国刑事司法漫谈

- 114 贺卫方
职业化视野下的法律教育
——中国法律教育的过去与未来
- 139 孙富春
数学与信息科学及工程研究
- 156 龙桂鲁
量子计算机与量子搜索算法
- 164 柳冠中
设计思维方法
- 180 秦佑国
中国建筑呼唤精致性设计
- 191 郑曙暘
装饰·空间·环境
——新世纪室内设计的理想定位
- 204 许懋彦
日本新生代建筑师特征及思潮初识
- 237 骆 正
运动心理与情绪控制
- 255 曹和平
当前经济热点问题与中国产业发展战略
- 264 宋豫秦
我国典型城市生态问题评析
- 280 编后记

北大清华名师演讲录

孙富春
数学与信息科学
及工程研究



孙富春(1964—)。清华大学计算机科学与技术系教授、博士生导师，2000年全国优秀博士论文奖和2006年国家杰出青年基金获得者。现兼任校科研院院长助理，国家863计划专家组成员，中国人工智能学会理事，智能控制及智能管理专业委员会副主任兼秘书长，大连海事大学讲座教授、博士生导师，多家国际刊物编委，IEEE控制系统学会智能控制技术委员会委员。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

数学与信息科学及工程研究

时间:2005年11月21日

地点:烟台大学综合楼324

对于自主创新,大家已达成共识,就像胡锦涛总书记指出的:创新是一个民族的灵魂。科学技术是综合国力竞争的决定性因素,自主创新是支撑一个国家崛起的筋骨;基础研究是自主创新的源头,数学则是基础中的基础。

李政道教授指出:基础科学研究的重要性,从历史上来看是非常清楚的。仅就20世纪而言,基础科学研究的发展,给整个世纪人类科技文明的发展以巨大的推动,使人类从蒸汽机时代走向了电气化时代,从依靠太阳能时代走向了近代原子能时代,从工业化时代走向了信息化时代。人类文明这样巨大的进步,从源头上讲,应归功于基础科学的发展。稍远一点讲,在伽利略和牛顿以后,科学进步的速度远远超过了以前的2000年。也可以说,在他们之后的近几百年,科学的发展速度大大加快起来。这是一个分界线,说明基础科学研究促进了整个科学技术的发展。在新的21世纪,情形也会一样。带有源头创新特点的基础科学研究,肯定也会给人类文明的发展以极大的推动。今天的基本物理中,有很多公认的难题,要解决这些难题,必须引进一些跟数学有密切关系的新观念。杨振宁教授是应用数学理论解决物理难题的典范,他的一生有三大成就:宇称不守恒、规范场理论和杨-巴克斯特方程等。相对论是关于引力相互作用的理论,规范场则是关于包括引力相互作用在内的四种力的基本理论,二者完全可以相提并论。

杨振宁教授的研究,对20世纪下半叶基础科学的广大领域产生了巨大

影响,尤其为物理学和现代几何学的发展指明了新的发展方向,杨-米尔斯场已经排在牛顿、麦克斯韦和爱因斯坦的工作之列,必将对未来几代有类似的影响。

杨振宁和李政道是华裔诺贝尔奖的两位最先得主。他们都是国际物理学大师,成就辉煌,光彩照人,使炎黄子孙引以为荣。1956年,两位教授在合作5年后共同提出了“弱相互作用中宇称不守恒”的定律,并因此共获1957年诺贝尔物理学奖。杨振宁教授还在1954年同米尔斯博士创立了“杨-米尔斯规范场理论”,即研究凝聚原子核力的著名理论。

说起数学,杨振宁教授提到:“我念书时,有一位教授是当时世界著名的物理学家之一,他常跟研究生座谈。有一次同学问他:应该做大题目,还是小题目?他说:多半的时间应该做小题目,大题目不是不能做,只是成功机会较小,透过做小题目的训练,更能掌握解决大题目的精神。几十年来,我仍觉得他的劝告是正确的。”

数学和物理是相通的。与数学相比,物理学在有些方向上较易,在另一些方向上则较难。杨振宁教授说:“数学和物理都需要‘猜’,但是物理的逻辑成分少一些,而数学更讲究逻辑;如果你‘猜’的本领强,可以学物理,逻辑思维好的人,可以学数学。”

一、数学是世界上最美的语言

小学除母语外学习的第一门科学语言就是数学。数学是科学的基础语言。例如:时空的语言是几何,天文学的语言是微积分。而数学则是宇宙的语言、上帝的语言。

二、名人对数学的评述

我们先看一看中国古代的数学家对数学各自精彩的描述。老子曰:道生一,一生二,二生三,三生万物。

谦之案:《淮南子·天文训》:“道日规,始于一。”王念孙曰:“‘日规’二字

与上下文义不相属，此因上文‘故曰规生矩杀’而误衍也。《宋书·律书》作‘道始于一’，无‘日规’二字。”今案王说是也。淮南义本老子此章，故下文曰：“一而不生，故分而为阴阳，阴阳合和万物生。故曰一生二，二生三，三生万物。”又《庄子·天地篇》“泰初有无无有名；一之所起，有一而未形”，语本老子一章“无名，天地始”与本章“道生一”之旨。又《黄帝内经·太素》卷十九《知针石篇》杨上善注曰：“从道生一，谓之朴也；一分为二，谓天地也；从二生三，谓阴阳和气也；从三以生万物，分为九野、四时、日月乃至万物。”语亦出此。

又案：道生一，一者气也。《庄子·知北游》篇曰：“通天下一气耳，圣人故贵一。”李道纯曰：“道生一，虚无生一气；一生二，一气判阴阳。”赵志坚曰：“一，元气，道之始也，古昔天地万物同得一气而有生。”大田晴轩曰：“一二三，古今解者纷纭不一。案《淮南子·天文训》：‘规生矩杀，衡长权藏，绳居中央，为四时根。道日规，始于一，一而不生，故分而为阴阳，阴阳合和而万物生。故曰道生一，一生二，从二生三，三生万物。’此以一为一气，二为阴阳，三为阴阳交通之和也，此说极妥贴。”又曰：“案道，理也；一，一气也；庄周所谓‘一之所起，有一而未形’，是也。二，阴阳也；三，形气质之始也。第十四章曰：‘此三者不可致诘，故混而为一。’盖此三也。意谓道生一气，一气分为阴阳，气化流行于天地之间，形气质具，而后万物生焉，故曰‘三生万物’。”

我国古代诞生了祖冲之等一大批数学家，并著有《周髀算经》、《九章算术》、《海岛算经》、《孙子算经》、《张邱建算经》、《夏侯阳算经》、《缉古算经》、《五曹算经》、《五经算术》、《数术记遗》等“十部算经”及《数书九章》、《测圆海镜》、《四元玉鉴》、《算法统宗》、《数理精蕴》、《董方立遗书》、《衡斋算学》、《则古昔斋算学》、《白芙堂算学丛书》、《行素轩算稿》等众多关于数学的方法和书籍。

祖冲之说“迟疾之率，非出神怪，有形可检，有数可推”，意思是说，宇宙间快和慢的规律不是神怪们造就的，它们的形态是可以测量的，是可以采用数学方法描述并进行推演的。

国际数学家、原子弹之父乌拉姆(美国)说：“粗略地说，人们知道数学是用模型、关系和运算来处理数和图型的；在形式上它包括公理、证明、引理、

定理这些步骤,从阿基米德时代起就没变过。”数学界的莎士比亚——彭加勒(法国)说:科学是堆砖头,数学家将之变成华夏。

我国著名数学家华罗庚说:“宇宙之大,粒子之微,火箭之速、化工之巧、地球之变、生物之谜、日用之繁等各个方面,无处不有数学的重要贡献。”吴文俊先生则指出:“作为一个民族的文化,除了语言文字之外,我想最重要的标志就是数学。国家兴亡,数学有责。”作为2000年度国家最高科学技术奖获奖者,吴文俊先生在数学基础理论研究、数学机械化(即利用计算机证明数学定理)等领域做出了杰出工作。2001年度国家最高科学技术奖获奖者——王选教授,将数学与计算机技术应用于汉字激光照排领域,发明了方正彩色激光照排系统,使我国的印刷业告别了铅与火,走进了声与色、光与电的时代,被誉为中国当代的毕昇。

三、数学修养是科技人才成功的要素

两位国家最高科学技术奖的获得者——吴文俊和王选——的非凡成就,得益于他们在大学时所受到的数学训练。他们的成功,是对数学重要性的一个有力的佐证。

数学家杨乐指出:如果说你在数学方面进行了很好的培养和训练的话,你的几何直观能力,你的分析思考的能力,你的逻辑推理的能力,你的计算能力,都能得到提高。而这些是你做任何事情做得有创造性、作出高水平所必不可少的。郭雷教授认为:当前国际上科学发展的一个重要趋势是越来越数学化,这是科学发展从定性研究走向定量研究的必然趋势。中国的持续高速发展需要基础研究,而基础研究(无论是自然科学还是工程技术科学)的开展又离不开数学。因此,在我国进一步加强数学的研究、普及和教学是十分重要的。

四、数学在科学研究中的作用

数学分支	应用领域
代数与数论	密码学
计算流体力学	飞机及汽车设计
微分方程	空气动力学、渗流、金融
离散数学	通讯及信息安全
形式系统及逻辑	系统安全与验证
几何	计算机辅助工程与设计
最优化	资产投放、形状及系统设计
并行计算	天气建模、预报、仿真
统计	实验设计、大规模数据分析
随机过程	信号分析

1. 控制科学与工程领域

古老的自动装置如指南车、水钟、提花织机的设计中，都无一例外地体现了数学思想。

三国时期，马钧研制出用齿轮传动自动指示方向的指南车(图 1)，其后在南北朝、唐、宋均有制作。车上设计了一套简单的自动离合的齿轮系来保证木人手臂不受车轮前进方向改变的影响，和现在机械车辆后桥上的差动

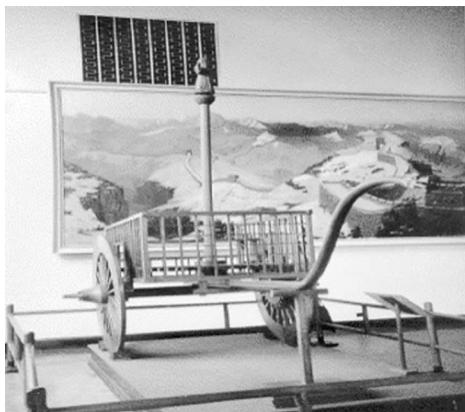


图 1

齿轮原理如出一辙，故英国李约瑟博士称它是“人类历史上迈向控制论机器的第一步”，是“人类历史上第一架体内稳定机”。水钟(图 2)，也称滴漏，它利用滴水多寡来计量时间，是古代最重要的计时工具之一。要想得到均匀的时刻，必须保持出水速率的稳定、水压恒定，即水面高度稳定。隋唐时期，人们在漏壶中间加入满水壶或恒

定水位壶,提高了漏刻的稳定性。北宋年间,中国的水钟已达到每昼夜误差小于 20 的精度,这在 16 世纪以前是无与伦比的。到宋代还出现了附自动化装置的复式多壶漫流刻漏,可在漏剑上升至最高限度时自动断流。图 3 为明代宋应星所著《天工开物》中记载的提花织机,这是我国古代织造技术最高成就的代表。提花机通过线制花本来贮存纹样信息和提花程序,包含了原始的程序控制机器的思想。这项技术传入欧洲后,得到了进一步改良,并奏响了 19 世纪机器自动化的序曲。

在自动调节系统方面,有名的例子就是 1788 年 Watt 设计的蒸汽机离心式调速器(图 4)。

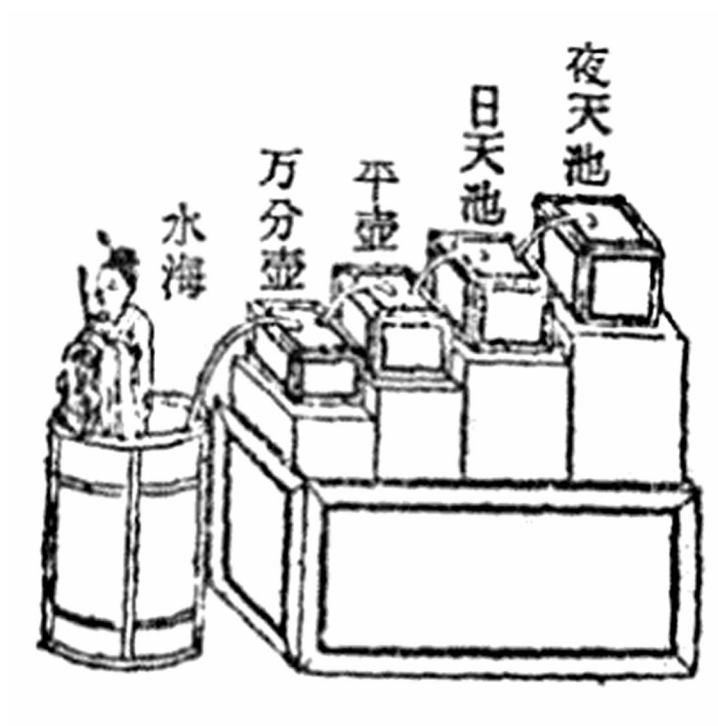


图 2 唐代吕才刻漏

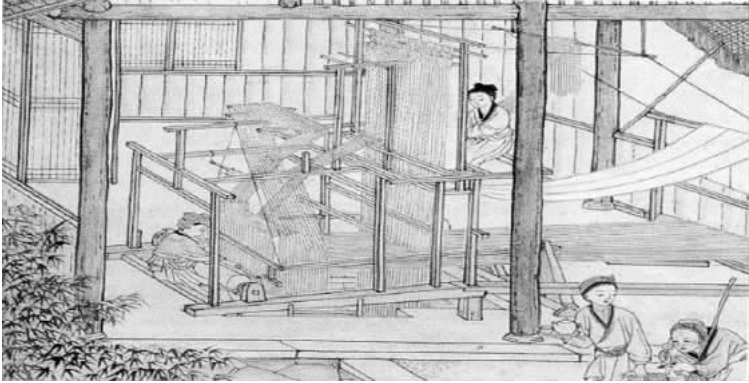


图 3

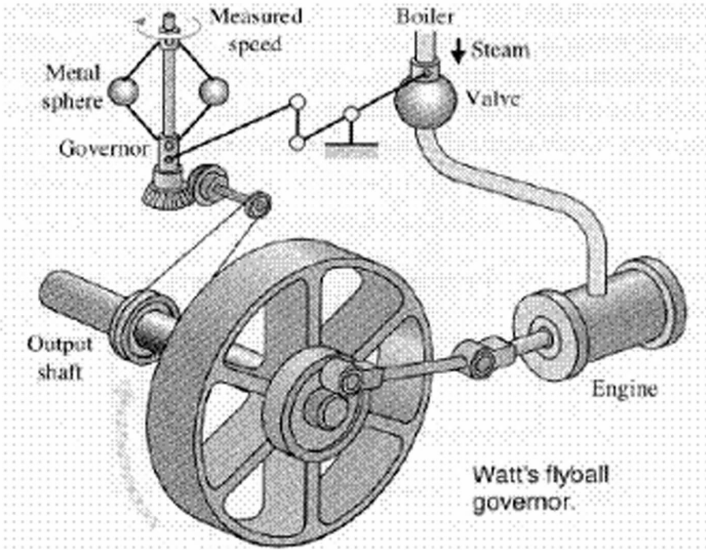


图 4

早期的控制理论方面, 1868 年, Maxwell 发表《论调速器》(*On Governors*), 提出用微分方程研究反馈调节系统的稳定性问题。1877 年至 1895 年, Routh 和 Hurwitz 各自独立解决了微分方程稳定性的判别问题, 建立了 Routh-Hurwitz 判据。1892 年, Lyapunov 完成了他著名的博士论文《论运动稳定性的一般问题》, 他所提出的 Lyapunov 方法可以应用于线性、

非线性、时变等各种系统的稳定性分析。直到今天，他的工作仍然具有非常重要的理论和应用价值。

经典控制理论方面,1948年,Wiener发表《控制论》(*Cybernetics*)一书,提出“控制论是研究动物(包括人类)和机器内部的控制与通讯一般规律的学科”,控制论作为一门学科正式诞生。再例如,1954年,钱学森在美国出版了《工程控制论》(*Engineering Cybernetics*),奠定了工程控制论作为技术科学的基础,指出其进一步研究的方向,并提出多变量控制系统的解耦设计。1956年至1958年,该书的俄、德、中文译本相继出版。

现代控制理论方面,1956年到1957年,Pontryagin与Bellman相继提出了著名的“最优过程数学理论”和“动态规划”,建立了最优控制的数学基础。20世纪60年代,Kalman发表了《论控制系统的一般理论》等一系列论文,借助矩阵分析理论,提出状态空间法,奠定了现代控制理论的基础。1970年,Rosenbrock完成《状态空间和多变量理论》一书,利用多项式矩阵理论这一数学工具,开创了多变量频域分析的先河,并促进了鲁棒控制的兴起。从20世纪70年代开始,人们开始将微分几何、李代数等近现代数学概念引入控制理论,在Brockett和Isidori等人的倡导下,逐渐形成了“非线性系统的微分几何方法”这一新的理论分支。

智能控制理论方面,1965年,Zadeh创立了模糊数学理论,用以描述复杂系统中的不确定性,并在此基础上开拓了一个全新的控制研究领域——“模糊控制”。

2. 计算机科学与工程领域

古代的大脑——算盘。算盘可以称得上是中国的第五大发明,中国算盘可以推算到两千多年前的西周时期,也是世界上最早的电脑。古语云:“算盘一响,黄金万两”。算盘包括:硬件——盘体,软件——运算法则。

近代的电脑方面。1642年出现的世界第一台机械式加法计算机;1674年出现的世界第一台乘法计算机、世界上第一台差分计算机、世界上第一台分析计算机;1930年出现的手摇式电动机械式计算机以及1943年“巨人”

计算机,这些都离不开数学的应用。

现代的大脑方面。银河亿次巨型计算机、银河全 II 十亿次巨型计算机、银河全 III 巨型计算机和银河全数字仿真计算机的出现,更是与数学紧密相关。

计算机科学与人工智能之父——阿兰·图灵。图灵于 1912 年生于英国伦敦,是计算机逻辑的奠基者。他对计算机的重要贡献在于他提出的有限状态自动机,也就是图灵机的概念。在人工智能方面,他提出了重要的衡量标准“图灵测试”。如果有机器能够通过图灵测试,那它就是一个完全意义上的智能机,和人没有区别了。他杰出的贡献使他成为计算机界的第一人,现在人们为了纪念这位伟大的科学家,将计算机界的最高奖定名为“图灵奖”。

计算机之父——冯诺依曼。1945 年,在共同讨论的基础上,冯氏发表了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)。EDVAC 方案明确奠定了新机器由五个部分组成,包括:运算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出设备,并描述了这五部分的职能和相互关系。EDVAC 机还有两个非常重大的改进:(1) 采用了二进制,不但数据采用二进制,指令也采用二进制;(2) 建立了存储程序,指令和数据便可一起放在存储器里,并作同样处理;从而简化了计算机的结构,大大提高了计算机的速度。

3. 通信科学与技术领域

信息论之父——香农。香农在《通讯的数学原理》和《噪声下的通讯》中阐明了通信的基本问题,给出了通信系统的模型,提出了信息量的数学表达式,并解决了信道容量、信源统计特性、信源编码、信道编码等一系列基本技术问题。这两篇论文成为信息论的奠基性著作;香农也由此一鸣惊人,成为信息论的奠基人,而此时的香农尚未过而立之年。

上述众人堪称是计算机科学与技术领域的奠基人,但是他们在计算机科学与技术领域所取得的巨大成就,与他们在数学领域的高深造诣是分不

开的。

五、当代高科技需要数学

1. 天气预报

天气预报的两个重要环节：1. 数学模型的建立，2. 根据模型及时准确地算出结果。曾庆存院士指出，正是由于数学方法及计算机技术的飞速发展，才使预报天气成为现实。

数值预报的计算方法有：谱模式，即球体上进行格点到谱空间转换；差分格点模式，即区域分解，即将预报区划分成多个子区域。在谱模式的计算过程中，虽然每点都与全球所有点相关，但其数据相关有一定规律。在各个阶段内将有相关的数据放在同一处理机上，不需要通信，而在阶段之间数据需要在各个节点之间重新分配（事实上是矩阵的转置过程）。



差分格点模式的计算过程，是将预报区划分成多个子区域，每一个节点负责一个子区域的计算，子区域之间和多重嵌套区域之间的相互联系用消息传递的方法实现。

2. 网络安全

在信息日益依赖于网络传播的今天，其安全问题正在引起越来越多的重视。密码是有效而且可行的保护信息安全的方法。数学中的许多分支，如数论、近世代数等，都对密码学的发展起了奠基和推动作用。比如著名的RSA公钥算法，就建立在欧拉定理、近世代数的基础之上。