

数学机械化研究中心

2000 年年报

(中心网站: <http://www.mmrc.iss.ac.cn>)

吴文俊院士由于在拓扑学, 数学机械化, 中国数学史, 代数几何学等领域的杰出贡献荣获首届国家最高科技奖。

由中心主持的“973”国家重点基础研究规划(973)项目“数学机械化与自动推理平台”经过近两年的执行, 在各级领导的指导下, 在项目全体成员的共同努力下, 在项目组织管理与研究工作方面都取得显著进展, 顺利通过由科技部组织的中期评估。

中心研究人员在计算微分代数几何, 自动推理, 微分方程求解等方面取得重要进展, 在国际上产生一定影响。中心还积极开展学术交流, 主持组织了第四届“亚洲计算机数学研讨会”与“计算微分代数暑期高级研讨班”。本年报将分类介绍中心在本年度的工作。

- 人员
- 获奖情况
- “973”项目
- 主要科研工作简介
- 论著和论文目录
- 学术交流
- 讨论班

• 人员 •

名誉主任:	吴文俊院士
学术委员会主任:	石青云院士
主任:	高小山研究员
副主任:	林东岱研究员
秘书:	周代珍
成员:	吴文俊, 高小山, 林东岱, 石赫, 刘卓军, 李洪波, 王定康, 李子明, 杜宏, 支丽红, 周代珍
兼职教授:	石青云, Shang-Ching Chou, Paul S. Wang, 吴文达, 王东明

• 获奖与荣誉 •

1. 国家最高科技奖, 吴文俊。

吴文俊院士对数学的主要领域-拓扑学做出了奠基性贡献。八十年代以来又开创了崭新的数学机械化领域。此外,吴文俊先生在中国数学史,代数几何学,与对策论领域的研究也有系列独创性成果,做出了杰出贡献。这些成果不仅对数学研究影响深远,还在许多高科技领域得到应用。由于这些贡献,吴文俊院士荣获首届国家最高科技奖。

2. 获中科院盈科优秀青年学者奖,高小山。

• “九七三”项目 •

数学机械化中心主持的国家重点基础研究发展规划(973)项目“数学机械化与自动推理平台”项目(1998-2003)2000年执行情况介绍如下。

★2000年5月20-21日,国家重点基础研究发展规划项目“数学机械化与自动推理平台”三个应用基础子项目与自动推论平台组于在中科院数学与系统科学研究院召开2000年度汇报研讨会。各项目承担人对自己的科研工作做了学术报告。四个子项目组长又汇报了各项目组取得的进展。这四个子项目在过去一年中通过组织学术交流,协同攻关取得了可喜的成果,完成了工作计划,使数学机械化方法在高科技领域的应用又向前迈进了一步。

★2000年5月29-30日,国家重点基础研究发展规划项目“数学机械化与自动推理平台”五个基础研究子项目于在中科院数学与系统科学研究院召开2000年度汇报研讨会。各项目承担人对自己的科研工作做了学术报告。五个子项目组长又汇报了各项目组取得的进展。这五个子项目在过去二年中做出了出色的工作,研究成果丰硕,圆满完成了工作计划。在数学机械化两个主要研究方向:证定理,解方程方面均取得重要进展。

★2000年6月26-29日在长春举行国家重点基础研究项目“数学机械化与

自动推理平台”子课题“计算机图形学与计算机视觉中的数学机械化方法”学术研讨会。研讨会目的是总结 1998 年 10 月项目开始以来的进展和主要工作成果，研讨学科发展的前沿动态，明确下一步的努力方向。

★2000 年 7 月 18 日至 7 月 28 日举办“计算微分代数暑期高级研讨班”，详见学术交流部分。

★ 国家重点基础研究发展规划项目“数学机械化与自动推理平台”通过科技部组织的中期评估。本项目自 1998 年 10 月正式启动以来执行顺利。在有关领导的指导与帮助下，积极开展学术交流、协同攻关，经过全体项目承担人的共同努力，圆满地完成了工作计划。按计划在微分方程（解析解）求解、实代数几何与不等式自动证明、Clifford 代数与计算机视觉、几何自动作图与智能 CAD、信息压缩与隐藏、图形变换与隐藏、基于 Stewart 平台的数控技术、计算机辅助几何设计（CAGD）等方面取得一批重要成果。在构造性微分代数几何、混合运算、组合恒等式证明、自动推理平台开发方面做了积极准备，为下一阶段的工作奠定了基础。本项目于 2000 年中期顺利通过由科技部组织的中期评估，得到一致好评。项目经费得到较大幅度的提高。

• 中心主要科研工作进展 •

1. **几何约束求解的图论算法。**发展了几何自动作图的图论算法。将几何变换引入关系图，给出二次算法，复杂度与 Owen-Hoffmann 算法相同，但解题范围有所扩大，可解决所有简单形的约束问题。对于一般代数方程，利用偶图算法首次给出消去法中所用到的最优变量序的算法，并以此为基础提出多种变量次序下的吴零点分解定理。（高小山）
2. **偏微代数系统的一般积分条件。**用吴方法或其他消去法处理代数 PDE 系统的关键步骤之一是求系统的可积条件。古典的可积条件有 Riquier-Janet, Thomas 等人提出乘子法。这一方法最近又被 Pommaret, Gerdt 等人发展，但只限于线形情形。我们提出一种一般的求非线性代数 PDE 可积条件的方法。该方法基于一组公理，不仅包含所有已知的求可积条件的方法，而且给出新算法。我们进一步将这一方法与微分情形的吴-Ritt 零点分解定理结合得到零点分解的新形式。（陈玉福，高小山）
3. **几何的 Clifford 代数表示。**建立了李球几何 Clifford 代数表示，并用之进行几何计算，对与圆、球等有关的一些几何问题的解决有极大简化。初步建立了基于 Clifford 代数和张量代数的表示和计算，黎曼几何局部性质的规则，为进一步机器证明做准备。（李洪波）
4. **代数与机器证明。** 建立了一个高效的不使用坐标的括号代数简化方法，并用之进行射影几何定理机器证明。该方法可生成最短的基于消去法的可读证明。（李洪波、吴毅红）

5. **计算微分代数和 ORE 代数。**与德国 GMD 的 Scharwz 教授合作改进了计算有限维线性齐次偏微分方程组超指数函数解的算法，特别是利用绝对因式分解求二元函数域上 Riccati 方程有理函数。把 ORE 环上的一个关于 LCLM 基本公式推广到 ORE 模上，并设计求 LCLM 的模方法。（李子明）
6. **非线性微分方程的研究。**1) 继续深入研究 Yang-Mills 方程，取得一些进展。2) 对非线性 Schrodinger 方程展开研究，并取得初步成果，此类方程在凝聚态物理和光纤通信中有应用背景。3) 从非交换结合代数和非交换几何两种角度研究 bi-differential calculus 的性质，并将其应用于非线性可积方程的研究。对于 Dodd-Bullough 方程，我们给出了 bi-differential operator 的具体形式。4) 研究代数微分方程的多项式解。在常系数齐次代数微分方程的情形，已经取得部分结果。（石赫）
7. **自动推理平台**的开发是国家重大基础研究规划项目《数学机械化与自动推理平台》的重要组成部分，也是一项巨大的软件工程。由林东岱教授领导的自动推理平台的开发研制小组经过共同努力，研制工作稳步推进，按计划顺利完成了平台的调研、论证、设计、分解等前期工作以及支撑部分主要算法功能和核心部分部分算法的开发研制工作，实现了既定目标。目前已开发的 ELIMINO 系统平台已初具规模，提供了多种数学机械化方面的数据结构和丰富的有关大整数、多项式运算以及数学机械化方法等方面的库函数，为核心算法的进一步实现、应用模块的开发提供了坚实的基础。主要进展有：

- 1) 运算系统的实现
- 2) 有限域上的运算
- 3) 多项式运算
- 4) 多项式最大公因子的计算
- 5) 多项式因式分解模算法的实现
- 6) 线性代数

7) 吴零点分解算法. 零点分解定理及其相关算法的 C++实现。在 Linux 操作系统平台下用 C++ 语言实现了零点分解算法：特征列，特征列序列，三角列，seidenberg 算法，投影算法等。

（林东岱，王定康，吴永卫）

• 完成和发表论著和论文目录 •

发表专著：

1. W. T. Wu, Mathematics Mechanization, Science Press/Kluwer Pub., 2000。

发表论文集：

1. X. S. Gao and D. M., Wang (eds), Mathematics Mechanization and

Applications, Academic Press, London, 2000.

2. X. S. Gao and D. M., Wang (eds), Computer Mathematics-Proc. Of ASCM'2000, World Scientific, Singapore, 2000.

发表论文:

1. S.C. Chou, X.S.Gao, Z Liu, D Wang, D.M. Wang. Geometric Theorem Provers and Algebraic Equation Solvers, Mathematics Mechanization and Applications, pp. 491 -503, Academic Press, London, 2000.
2. Du Hong,Liu Zhuojun,Di Changyan. On the construction of Algebraic-Geometric codes. Systems Science and Mathematical Sciences, Jul. 2000, Vol.13 No.3, 260-264.
3. X.S. Gao, Geometric Constraint Satisfaction Using Optimization Methods, Computer Aided Design, 31 (14), 867-879, 2000. (with Chou and Ge)
4. X.S. Gao , A Deductive Database Approach To Automated Geometry Theorem Proving and Discovering, J. Automated Reasoning, 25(10),219-246, 2000. (with Chou and Zhang)
5. X.S. Gao, Geometric Constraint Solving with Linkages, J. of Software, 11(9), 1151-1158, 2000. (with Zhu)
6. X.S.Gao, Search Methods Revisited, Mathematics Mechanization and Applications, pp. 253 -268, Academic Press, London, 2000.
7. X.S.Gao, Conversion Between Implicit and Parametric Representation of Algebraic Varieties, Mathematics Mechanization and Applications, pp. 343 -362, Academic Press, London, 2000.
8. X.S. Gao, Order in Solving Polynomial Equations, Proc. ASCM'2000, pp. 308-318, World Scientific, 2000 . (with Jiang)
9. X.S. Gao, Intelligent Dynamic Geometry, Proc. ATCM'2000, Thailand, pp.162-171. (with W. Yang)
10. Hongbo Li. Doing geometric research with Clifford algebra. *Clifford Algebras and Their Applications in Mathematical Physics , Volume 1: Algebra and Physics*, R. Ablamowicz and B. Fauser (eds.), Birkhauser Boston, pp. 195—218, 2000.
11. Hongbo Li. The Lie model for Euclidean geometry. *Algebraic Frames for the Perception_Action Cycle*, G. Sommer, Y. Zeevi (eds.), Springer Berlin, **LNCS 1888**, pp. 115—133, 2000
12. David Hestenes, Hongbo Li, Alyn Rockwood. An algebra of planes and simplices. In: *Geometric Computing with Clifford Algebra*, G. Sommer (ed.),

- Springer Heidelberg, pp. 3—26, 2000.
13. Hongbo Li, David Hestenes, Alyn Rockwood (2000). Generalized homogeneous Coordinates for computational geometry. In: *Geometric Computing with Clifford Algebra*, G. Sommer (ed.), Springer Heidelberg, pp. 27—60, 2000.
 14. Hongbo Li, David Hestenes, Alyn Rockwood. Spherical conformal geometry with geometric algebra. In: *Geometric Computing with Clifford Algebra*, G. Sommer (ed.), Springer Heidelberg, pp. 61—76, 2000.
 15. Hongbo Li, David Hestenes, Alyn Rockwood. A universal model for conformal geometries of Euclidean, spherical and double-hyperbolic spaces. In: *Geometric Computing with Clifford Algebra*, G. Sommer (ed.), Springer Heidelberg, pp. 77—104, 2000.
 16. Hongbo Li, Gerald Sommer. Coordinate-free projective geometry for computer vision. In: *Geometric Computing with Clifford Algebra*, G. Sommer (ed.), Springer Heidelberg, pp. 415—454, 2000.
 17. Hongbo Li. Mechanical theorem proving in differential geometry, *Mathematics Mechanization and Applications*, X.-S. Gao and D. Wang (eds.), Academic Press, London, pp. 147—174, 2000.
 18. Hongbo Li. Clifford algebra approaches to automated geometry theorem proving. *Mathematics Mechanization and Applications*, X.-S. Gao and D. Wang (eds.), Academic Press, London, pp. 205—230, 2000.
 19. Hongbo Li. Hyperbolic geometry. In: *Advances in Geometric Algebra with Applications in Science and Engineering*, E. Bayro-Corrochano and G. Sobczyk (eds.), Birkhauser Boston, pp. 64—88, 2000.
 20. Hongbo Li. Automated theorem proving. In: *Geometric Algebra: A Geometric Approach to Computer Vision, Neural and Quantum Computing, Robotics and Engineering*. E. Bayro-Corrochano and G. Sobczyk (eds.), Birkhauser, Boston, pp. 112—122, 2000.
 21. Hongbo Li. Vectorial equation-solving for mechanical geometry theorem proving. *Journal of Automated Reasoning* **25**: 83—121, 2000. (SCI, EI)
 22. Hongbo Li. Hyperbolic conformal geometry with Clifford algebra. *International Journal of Theoretical Physics* **40**(1): 79--91, 2001. (SCI, EI)
 23. Hongbo Li, Yihong Wu. Mechanical theorem proving in projective geometry with bracket algebra. *Proc. ASCM 2000*, Thailand.,PP.120-129.
 24. Ziming Li, Greatest Common Right Divisors, Least Common Left Multiples,

- Subresultants of Ore Polynomials. *Mathematics Mechanization and Applications*, X.-S. Gao and D. Wang (eds.), Academic Press, London, pp. 297—324, 2000.
25. Ziming Li. Determinant Formulas of Inhomogeneous Linear Differential, Difference, and q -Difference Polynomials. *Proc. Of ASCM 2000*, PP224—228, World Sci. pub, Singapore.
 26. Dongdai Lin. Another Attempt for Parallel Computation of Characteristic Set. *Proc. ASCM 2000*, Thailand, pp. 63—66. (with I. Ajwa, P. Wang)
 27. Liu Zhuo-jun, Lin Dong-Dai, A Class of Generalized Cyclic codes. *Acta mathematicae applicatae sinica jan.*, 2000, Vol.16 No.1.
 28. Liu zhuojun, Wu Jinzhao . Linear Strategy for Boolean Ring Based Theorem Proving. *J.Comput.Sci.&Technol.* May 2000 Vol.15 No.3 271-279.
 29. He Shi, Zou Fengmei. Square and rhombus central configurations^{*} . *Systems Science and Mathematical Science Jan.*, 2000, Vol.13.No.1.
 30. He Shi. Reduced Form of Yang-Mills Equations of $SU(2)$ on $R(2,2)$. *Proc. ASCM 2000*, Thailand, PP.268-271.
 31. Dingkang Wang. Zero Decomposition Algorithms for Systems of Polynomial Equations. *Proc. ASCM 2000*, Thailand. pp. 67—70.
 32. Wentsun Wu. Extension of Mathematics Mechanization Theory in Algebraic Case to Differential Case. *Proc. ASCM 2000*, Thailand, pp.202-203.
 33. Lihong Zhi, M. Noda. Approximate GCD of Multivariate Polynomials. *Proc. ASCM 2000*, Thailand, pp.9-18.

第 19 期 MM-Preprints 目录

MM-Preprints 由数学机械化中心编辑，反映该中心最新学术进展，一般每年出版 1—2 集。

1. Jimin Wang and Xiao-Shan Gao, An Algorithm for Solving Partial Differential Parametric Systems.
2. Yu-Fu Chen and Xiao-Shan Gao , Involutive Bases of Partial Differential Polynomial Systems.
3. Kun Jiang and Xiao-Shan Gao , Ordering in Solving Systems of Equations
4. Xiao-Shan Gao, Lei-Dong Huang, and Kun Jiang, Geometric Constraint Solving with Geometric Transformation
5. Hongbo Li and Yihong Wu , Automated Theorem Proving in Incidence Geometry -- A Bracket Algebra Based Elimination Method}
6. Hongbo Li and Yihong Wu, Automated Theorem Proving in Projective Geometry with Bracket Algebra
7. Hongbo Li, The Lie Model for Euclidean Geometry

8. Ziming Li, Determinant Formulas for Inhomogeneous Linear Differential, Difference and q -Difference Equations
9. Ziming Li, Lecture Notes on Hyperexponential Solutions of Linear
10. Homogeneous Ode's
11. Ziming Li, Lecture Notes on Decompositions of Linear Ode's.
12. Yujie Ma and He Shi , On Bi-Differential Calculus and Dodd-Bullough Equation.
13. Dongdai Lin and Yongwei Wu, On the Parallel/Distributed Network Computing Environment for Wu's Method

• 学术交流 •

主要学术活动:

1. 第四届“亚洲计算机数学研讨会”(ASCM'2000)于2000年12月18—21日在泰国清迈举行。ASCM由数学机械化研究中心主持,是计算机数学方面有影响的会议,主要在亚洲地区举办,但参加者来自世界各地。本次会议共受到60篇文章。经过学术委员会讨论,录取了其中27篇为大会正式报告,12篇为短报告。大会还邀请了法国CNRS的D. Lazard,美国Argonne实验室的C. McCune,瑞士ETH的Gonnet,中国科学院吴文俊作邀请报告。本次会议的43个报告来自世界15个国家与地区,代表了计算机数学的最新研究方向。本次会议的程序委员会由数学机械化中心负责,会议录由新加坡的World Scientific出版。数学机械化中心吴文俊,高小山,石赫,林东岱,李子明,李洪波在本次会议上做报告。
2. 举办计算微分代数暑期高级研讨班。在国家重点基础规划项目“数学机械化与自动推理平台”和中科院“知识创新工程”的共同支持下,数学机械化研究中心于2000年7月18日至7月28日举办“计算微分代数暑期高级研讨班”。研讨班特邀纽约市立学院William Sit教授做了四次系列报告,系统地介绍了Kolchin学派在计算微分代数方面的工作,和在该方面的其它前沿课题。吴文俊等其他国内学者也作了学术报告。李子明作了关于吴方法的系列讲座。这些讲座和学术报告不仅介绍了当前的学术动态,研究工作进展,而且提出了一系列值得深入研究的问题,为微分代数的进一步研究打下了很好的基础。
3. 第三届“国际几何推理会议”(ADG'2000)2000年9月27—29日在瑞士苏伊士ETH举行。ADG已经举办过三次,分别是法国'96,北京'98,瑞士'00。本次会议共有32个报告,2个邀请报告,还举办了由吴文俊主讲的open session。ADG的会议录由Springer出版。数学机械化中心参与了本次会议的组织。高小山,石赫,李洪波在本次会议上做了报告。

其它学术活动:

1. 1月10—14日, 吴文俊参加在澳门举行的“数学及其在文明中的作用”国际会议上做题为“A Tentative Comparatives Study of Mathematics in Ancient China and Ancient Greece”的邀请报告。
2. 1月14日—18日吴文俊参加在香港举行的“数学普及讲座及交流系列研讨会 II”上做题为“中国传统数学的特色及其现代意义”的报告。
3. 2月, 林东岱结束对美国 Kent 州立大学的为期半年的访问回国。
4. 2月-3月, 高小山访问 Purdue 大学与 Wichita 州立大学, 合作研究。
5. 3月石赫在天津南开大学数学所举办的“京津地区几何营”做报告题目: YM 方程的简约形式。
6. 6月, 陈玉福参加在 Petersberg 举办的“ACA 国际会议”, 并作报告“Involution Divisions”。
7. 7月, 高小山、石赫参加在长春举办的“CAGD 研讨会”, 并作报告“Intelligent CAD Systems”和一类曲面拼接问题
8. 9月8日—9月23日, 李洪波研究员应 Sommer 教授邀请, 赴德国 Kiel.Univ, 合作研究。
9. 9月。朱长才, 杨伟强参加在杭州举办的 Chinagraph'2000, 并作报告“Geometric Constraint Solving with New Tools”。
10. 9月28日—10月6日, 吴文俊参加在法国巴黎举行的学术交流会上做题为: Global Optimization and its Applications 的报告。
11. 10月。高小山访问 CNRS, LIP6, 并作报告“Automated Geometric Diagram Construction”。
12. 10月。刘卓军应 Ashrafi 教授邀请, 赴伊朗 Kashan University 合作研究。
13. 10月石赫访问巴黎第七大学信息实验室并做报告“Yang-Baxter Equations”。
14. 11月9日—15日, 吴文俊参加在伊朗举办的“International Congress on Ghyathal-din Jamshid Kashani-ICGK 2000”国际会议上做题为: “Polynomial Equations—Solving in Ancient China and its Role in Modern Times”的邀请报告。
15. 奥地利, 维也纳技术大学 H. Stetter 教授于12月1日-12月10日访问数学机械化中心。
16. 法国 CNRS-Lip6 所长 D. Lazard 于12月12日-12月17日访问数学机械化中心。
17. 美国 Argonne 实验室的 C. Mccune 博士于12月11日-12月17日访问数学机械化中心。
18. 兰州大学王继民副教授与内蒙古大学朝鲁教授分别来中心进行为期半年的

合作研究。

• 讨论班 •

★ 专题讨论班

林东岱主持	软件开发和研制
高小山主持	自动作图与智能 CAD
李子明主持	计算微分代数几何
李洪波主持	Clifford 代数

★ **数学机械化讨论班**每周四定期举行。以下是 2000 年的活动内容。

2 月 29 日	裘宗燕(北京大学)	符号计算软件的设计
3 月 2 日	赵开明	Witt 代数与多项式代数
3 月 3 日	李子明	计算微分代数几何
3 月 8 日	吴毅红	基于图像运动的重建理论 (一)
3 月 9 日	苏育才(上海交大)	Virasoro 代数的表示
3 月 10 日	李子明	线性 Ode 的多项式和有理解
3 月 14 日	裘宗燕 (北京大学)	软件开发
3 月 15 日	吴毅红	基于图像运动的重建理论 (二)
3 月 17 日	石赫	关于杨—Mills 方程
3 月 17 日	李子明	Riccati ode 三位有理函数解
3 月 21 日	林东岱	软件研制
3 月 22 日	吴毅红	基于图像运动的重建理论 (三)
3 月 23 日	李洪波	微分几何中的一些算子
5 月 17 日	吴毅红	Bracket Algebra and Its Application in Robotics
6 月 13 日	HongZhang, (Louisiana State University)	Solving polynomial Systems
6 月 22 日	孙昌璞 (中科院理论物理所)	Bose-Eimstein 凝聚简介
7 月 11 日	丁可诠 (University of Illinois)	从超平面的配置谈起
9 月 5 日	Joseph.W.Dauben (New York city Univ)	Battle For The Transinfinity set Theory
9 月 14 日	宗传明 (数学所)	走马观花看推球
10 月 26 日	吴可 (理论物理所)	差分的杨—Baxter 方程
11 月 7 日	余波 (吉林大学)	同论方法在集合计算中的应用
11 月 9 日	丁孙荭 (成都计算所)	几何推理

11月23日	查红彬(北京大学)	3-D Image Integration and Processing
12月6日	Hans Stetter(维也纳技术大学)	Condition Analysis of Over-determined Algebraic problems