



中国科学院数学与系统科学研究院

数学机械化研究中心

年报

*2002
Annual Report*

Academy of Mathematics and System Sciences

Chinese Academy of Sciences

Mathematics Mechanization Research Center

- 人员
- 主要科研工作简介
- “973”项目
- 完成和发表论著和论文目录
- 学术交流
- 讨论班
- 中心建设
- 大事记

• 人员 •

名誉主任:	吴文俊院士
主任:	高小山
副主任:	李洪波, 李子明
成员:	吴文俊, 高小山, 石 赫, 刘卓军, 李洪波, 王定康, 李子明, 杜 宏, 支丽红, 马玉杰, 周代珍
兼职教授:	Shang-Ching Chou, Paul S. Wang, 吴文达, 王东明
秘书:	周代珍

• 主要科研工作简介 •

- **几何约束求解方法。**提出了几何自动作图的轨迹相交法(LIMd)。这一方法兼顾了符号计算方法完全性与数值计算方法速度快的优点,可以有效地给出一般几何约束问题的全部解。我们还用这一方法系统研究了包含不多于 7 个点, 线, 面的全部空间几何约束问题, 找到了 562 个基本约束问题, 并证明所有这些问题均可以用 LIM1 与 LIM2 有效求解。作为应用, 我们给出了 P3P 定位问题解的完全分类、并据此给出了求解的稳定算法。有关论文在 IEEE TAPMI (SCI 一区杂志)上以大论文形式发表。我们还给出了生成任意平面代数曲线的 Kempe 连杆的 $O(n^4)$ 算法,并将这一结果推广到空间曲面情形。
- **机器证明。**在代数表示方面, 建立了有效的基于 Cayley 代数和括号代数的几何元素和约束的表示。在消元方面, 提出了一项崭新的消元思想: Breefs 和批量同时消元的技术。我们的证明器能生成目前最短的可读代数证明。基于 Clifford 括号代数的算法能够证明非常困难的几何定理。例如,平面几何中的五圆定理是十分困难的定理, 多次作为新定理被发现,被认为是"用现有机器和纯粹代数方法很难完成证明的几何定理"。我们用 Clifford 括号代数方法, 在 Pentium III/500MHz 上分别用 0.315 秒和 0.045 秒的时间完成纯粹的代数证明, 证明过程简短可读。不仅如此, 它们的代数证明的计算也可以手算完成, 过程更加漂亮。有关的两篇文章已被 J. of Symbolic Computation 接受。在自动推理平台系统上实现了常微分情形和偏微分情形的零点分解定理。实现了代数情形, 常微分情形, 偏微分情形的投影算法, 并用于几何定理自动证明和公式自动推导。给出了几何定理自动证明中的最弱非退化条件。
- 与北京航空航天大学的唐荣锡教授等合作, 开展曲面拟合的机械化研究, 得到吴文俊先生设立的“数学机械化方法应用推广专项经费”的支持。在计算机图形拟合的软件开发上取得一定进展, 完成学术论文二篇。
- 工作主要集中在 7 阶线性常微分方程的 liouville 解与空间代数曲线的亏格的研究。我们给出了 7 次本原不可约线性群的矩阵表示, 计算了相应的完全可分半不变量, 由此得到了 7 阶线性常微分方程的 liouville 解的相关结果。通

过对 MacPherson-Chern 类与 Wu-Chern 类的研究, 我们考察了 Harris, Hartshorne 以及刘先仿等人给出的亏格公式, 得到了一些关于空间曲线的亏格的新结果。

• “九七三”项目•

2002 年度“数学机械化与自动推理平台”973 项目执行顺利。我们积极开展学术交流、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。我们中期评估任务书中提出: 在理论上“争取做出具有原始创新的重大成果, 获得国家级与其他重要奖励 4-8 项, 发表 240 篇左右 SCI 论文, 15 部左右专著。”在应用方面“争取申请 6-10 项专利。在图象压缩等有条件的问题上, 争取进入国际标准。”在软件开发方面“形成有自主知识产权的智能推理平台。”, 在人才培养方面“参加项目的青年人获得国家杰出青年基金以及其他为青年人设立的奖项 5-10 项。”截至到 2002 年底, 我们在获奖、专利、国际标准、软件开发、优秀青年人才培养等方面已经提前完成计划任务。

2002 年本项目还取得一批重要进展, 包括: 非线性微分方程解析解求解、彻底解决了由伦敦数学会前主席 Rogers 教授提出的深洞问题的三维情况、给出了 **P3P** 问题解的完全分类与完整的解析解、提出了有理曲面 \mathbf{Mu} 基的概念以及如何由 \mathbf{Mu} 基给出有理曲面的隐式方程封闭解的方法、提出了求解并联机构工作空间的算法。由项目承担人, 北京大学石青云院士和郝鹏威副教授提出的“多成份变换”技术建议书, 已被 JPEG2000 图像压缩国际标准采纳, 在 2002 年召开的国际标准会议上正式进入 JPEG2000 的最终文本。“自动推理平台” MMP-1.1 版的推出标志着这一软件已经基本完成。MMP-1.1 完整实现了数学机械化方法, 并在几何推理、微分方程求解、曲面造型、6R 机器人模拟等应用模块。

本项目还积极开展学术交流。2002 年组织了如下主要学术会议。

1. 构造性微分代数几何研讨会 4 月 在上海举行, 参加会议 20 人。会议以发展方程的求解为中心议题开展学术交流, 向与会者介绍李志斌等编制的求发展方程的孤子解和孤波解的软件。特邀几位“973”课题外的有关专家到会, 为本项研究的发展出谋划策。这种选定一个中心议题进行学术交流的会议形式, 是一种有益的探索, 受到与会者的欢迎。中心议题是与会者所熟悉的, 而且都关心这一方面的发展, 可从不同角度表现见解, 讨论十分热烈, 大家都有收获, 对课题的进一步开展研究有很大帮助。
2. 第四届“数学机械化高级研讨班”于 2002 年 10 月 11 日—18 日在中国科学院成都计算机应用研究所举办。研讨班主题是符号计算、代数计算、数值计算的理论和方法, 主要内容包括全局优化、多项式方程组求解、不等式证明、几何代数、几何计算和推理、几何约束求解、计算机辅助设计、形式化方法、自动推理平台开发等等。会议由“973”项目课题组“构造性代数几何与不等式自动推理”和“全局优化与方程求解”主办。会议邀

请美 Arizona 州立大学 D. Hestenes 做了关于几何代数方面的系列报告。共有 12 个单位的 50 人参加了会议。会议还安排了来自 973 项目成员学术报告 18 个。这些报告介绍了本项目近期在方程求解, 不等式证明, 几何代数, CAGD 等方面取得的进展。这些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, 推动了本项目有关方面的研究。

3. 973 项目“数学机械化与自动推理平台”学术交流会于 2002 年 12 月 2—4 日在福州大学。项目咨询专家袁保宗先生, 科技部基础司祁鸣, 国家自然科学基金委张文岭, 中科院基础局齐禾同志出席了会议。项目成员汇报了过去一年的工作进展, 并进行了学术交流。

• 发表论著和论文目录•

1、发表的著作、文集

1. A. Cohen, X.S. Gao, N. Takayama (eds), *Mathematical Software*, World Scientific Pub., Singapore, 2002.

2、期刊论文

2. X.-S. Gao, K. Jiang, and C.-C. Zhu, Geometric Constraint Solving with Conics and Linkages, *Computer Aided Design*, 34 (6), 421-433, 2002.
3. X.-S. Gao, C. Zhu, S.-C. Chou, and J.-X. Ge, Automated Generation of Kempe Linkages for Algebraic Curves and Surfaces, *Mechanism and Machine Theory*, 36(9), 1019-1033, 2002.
4. K. Jiang and X.-S. Gao, 3D Geometric Constraint Solving with Conicoid, *Journal of Software*, 13(4), 482-489, 2002.
5. T. Chaolu and X.S. Gao, Nearly Differential Characteristic Set for Differential Polynomial System, *Acta Mathematica Sinica*, 45(6), 1041-1050, 2002.
6. X.-S. Gao, X. R. Hou, J. Tang and H. Cheng, Complete Solution Classification for the Perspective-Three-Point Problem, accepted by *IEEE Tran. on PAMI*.
7. Y. Chen and X.-S. Gao, Involutive Characteristic Set of Partial Differential Polynomial Systems, *Science in China (A)*, accepted.
8. X.-S. Gao and T. Xu, Lüroth's Theorem in Differential Fields, accepted by *J. Sys. Sci. and Complexity*.
9. Du, Hong; Shi, Xiquan; Wang, Renhong A geometric approach to $\dim S \text{sp } 1 \text{sb } 2(\Delta \text{sb } \{\text{rm MS}\})$. *J. Syst. Sci. Complex.* 15 (2002), no. 2, 202--204.
10. WU Yong-wei, WANG Dingkang, Yang Hong, LIN Dong-dai “On Software Development of Characteristic Set Method”. *Journal of Systems Science and*

Systems Engineering.

11. Hongbo LI, Yihong WU. Automated Short Proof Generation with Cayley and Bracket Algebras I. Incidence Geometry, accepted by Journal of Symbolic Computation.
12. Hongbo LI, Yihong WU. Automated Short Proof Generation with Cayley and Bracket Algebras I. Conic Geometry, accepted by Journal of Symbolic Computation.
13. Hongbo LI. Clifford Algebraic Approach to Automated geometric Theorem Proving. Accepted by Chinese Adv. Math.
14. Wang, M.S., Liu, Z.J. Some Studies on Groebner Basis for Modules and Applications, Journal of Systems Sciences and Complexity, 已接受.
15. Liu, J.W., Liu, Z.J. and Wang, M.S. The Membership Problem of Binormal Skew Polynomial Ring, Communications in Algebra, 已接受.
16. Liu, J.W., Liu, Z.J. and Wang, M.S. The Term Orderings Which Are Compatible with Composition(II), Journal of Symbolic Computation, 已接受.
17. Liu, S.Q., Chen, L.S. and Liu, Z.J. Extinction and Permanence in Nonautonomous Competitive System with Stage Structure, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 已接受.
18. Liu, S.Q., Chen, L.S. and Liu, Z.J. Necessary-Sufficient Conditions for Permanence and Extinction in Lotka-Volterra System with Distribute Delays, Applied Mathematics Letters, 已接受.
19. Lizhong Peng, Jiman Zhao, Characterization of Clifford-valued Hardy spaces and compensated compactness, to appear in Proceedings of the AMS.
20. Jiman Zhao, Hardy Spaces on the Quaternions, to appear in Advances in Applied Clifford Analysis.
21. H. Bai, Y.J. Ma, J.P. Zhang, The coexponent of a finite p -group, accepted by Communications in Algebra.

3、会议论文集论文

1. X.-S. Gao, C.M. Hoffmann, W. Yang, Solving Basic Geometric Constraint Configurations with Locus Intersection, Proc. ACM SM02, 95-104, Saarbruecken Germany, ACM Press, New York, 2002.
2. X.-S. Gao, W. Yang and G. Zhang, Simulation of Complex Linkages (in Chinese), Geometric Design and Computing, 208-215, Chinese Petroleum University Press, ShanDong, 2002.
3. X.-S. Gao and M. Li, Solving Piecewise Hermite Interpolation Problem with Blending Methods, Prof. Geometric Modeling and Processing, 53-59, IEEE Press, Los Alamitos, CA, 2002.

4. Z.M. Li and F. Schwarz, S.P. Tsarev) Factoring zero-dimensional ideals of linear partial differential operators. In: Teo Mora (ed) Proc. Of International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC 2002) Lille, France, ACM Press, 159 - 168.
5. Hongbo LI. Automated Theorem Proving in the Homogeneous Model with Clifford Bracket Algebra. In: Applications of Geometric Algebra in Computer Science and Engineering, L. Dorst (eds), pp. 69—78, Birkhauser Boston, 2002.

• 学术交流 •

主要学术活动:

1. 首届“数学软件国际大会”. 首届数学软件国际大会 (International Congress of Mathematical Software 2002, ICMS2002) 作为第 24 届世界数学家大会 (ICM) 的卫星会议, 已于 2002 年 8 月 17 日至 19 日在北京举行。本次会议共收到投稿 106 篇, 被大会接受并被安排在会议上做报告的有 49 个, 为达到高水准的目的, 会议邀请了 6 位国际上著名的学者做大会的邀请报告。此外软件演示, 墙报交流和与 Springer 等出版商联合举行的书展也活跃了会议的气氛。会议代表 130 人, 其中国外学者 85 人, 国内学者 45 人。会议文集由世界科学出版社出版, 已于会中发给与会者, 会议组织者并与《符号计算杂志》商议刊出一期特刊发表一些取自这次会议的高质量的文章。此次会议吸引来自欧洲, 北美洲, 亚洲, 大洋洲的 10 多个国家的数学软件专家参加。加拿大数学会主席, Simon Fraser 大学的 Jonathan Borwein 教授, 国际上著名的符号计算软件 Maple 的设计和开发者 Keith O. Geddes, Stephen Watt, George Labahn, 著名的数学软件 Magma 的设计和开发者澳洲悉尼大学的 John Cannon, 数论软件 Pari 的作者 Henry Cohn 等参加了这次大会。
2. 造性微分代数几何研讨会 4 月, 上海
3. 第四届“数学机械化高级研讨班”于 2002 年 10 月 11 日—18 日, 成都
4. 973 项目“数学机械化与自动推理平台”学术交流会于 2002 年 12 月 2—4 日, 福州

参加国际学术会议、报告

国际会议及报告:

1. 吴文俊, 在清华为祝贺杨振宁 80 寿辰而举行的国际学术会议“Frontiers of Science”上作“Some Reflections on the Mechanization of Mental Labor in the Computer Age” 2002 年 6 月
2. 吴文俊, 国际数学家大会公开演讲, “中国古算与实数系统” 2002 年 8 月
3. X.-S. Gao International Workshop on Geometric Computation, Hefei, April, 2002.
4. X.-S. Gao ACM Symposium on Solid Modeling, Saarbrücken, Germany, Jun,

- 2002.
5. X.-S. Gao Applications of Computer Algebra, Volos, Greece, June, 2002.
 6. X.-S. Gao International Conference on Intelligent Information Process, Beijing, Oct, 2002. (邀请报告)
 7. 李子明 2002 年国际符号与代数计算年会 (ISSAC 2002, 法国 Lille) 上做大会报告
 8. 杜宏“相交理论及模空间研讨会”意大利国际理论物理。2002 年 9 月
 9. Hongbo LI. International Conference on Clifford Algebras, Tennessee, May 2002.
 10. Hongbo LI. Applications of Computer Algebra, Volos, Greece, June, 2002.
 11. Hongbo LI. International Conference on Clifford Analysis, Macao, Aug. 2002.
 12. Hongbo LI. International Congress of Mathematicians, Beijing, Aug. 2002.
 13. Hongbo LI. Automated Deduction in Geometry, Austria, Sept. 2002.
 14. Wang Ding kang “Projection of Quasi Variety and It is Application on Gemetric Theorem Proving” Applications of Computer Algebra, Volos, Greece, June, 2002.
 15. Wang Ding kang International Congress of Mathematical Software (ICMS02) Beijing, China. Aug, 2002.
 16. Wang Ding kang “Projection of Quasi Variety and It is Application on Gemetric Theorem Proving” Automated Deduction in Geometry, Linz Austria, Sept.2002
 17. Wang Ding kang “The Projection Algorithm” International Workshop on Mathematical Mechanization chengdu Oct.2002.
 18. Hongbo LI. Geometric Computing and Reasoning via Geometric Algebra. International Workshop on Mathematics Mechanization, Chengdu. (邀请报告)
 19. 支丽红 QR factorization for approximate GCD computations. the international Workshop on Mathematical Mechanization chengdu (邀请报告)
 20. 支丽红 国际符号计算代数会议 2002(加拿大) (邀请报告)
 21. Li Ming Geometric Modeling and Processing, Construct Hermite Interpolation Surface with Blending methods, Japan, July 2002.
 22. Tang jianliang The Complete Solution Classification for
 23. P3P Problem. International Workshop on Geometric Computation, Hefei, April 2002.
 24. Tang jianliang Some Study on the P4P Problem. The International Workshop on Mathematical Machanization. Chengdu, Oct. 2002.
 25. Zhang Guifang, Classification and Solving of Merge Patterns in Geometric Constraint Solving, The International Workshop on Mathematical

Machanization. Chengdu, Oct. 2002.

26. Jiman Zhao, International Conference on Clifford Analysis, Macao, Aug. 2002.

27. 6月, 王定康, 希腊, volos 参加 ACA02 国际会议。

28. 8月, 王定康, 北京, 参加 ICMS 国际会议。

29. 9月, 王定康, 奥地利, Linz 参加 ADG02 国际会议。

30. 2002年6月至2002年7月, 马玉杰, 访问德国柏林工业大学

31. 2002年8月至2002年12月, 马玉杰, 访问美国麻省大学

国内会议及报告:

1. 2002年9月, 应香港凤凰电视台邀请, 在清华大学作“计算机时代的中国数学”的报告。
2. 李明 Solve Hermite Interpolation problems with Blending methods 几何计算与计算几何高级研讨班合肥, 2002年4月
3. 张桂芳, 蒋鲲, 李明。几何求解复杂连杆的模型 第一届全国几何设计与计算学术会议青岛, 2002年6月
4. 李洪波, Clifford 代数与几何计算, 第一届蛋白质结构会议, 北京, 2002年11月 (邀请报告)
5. 石赫, 吴方法及其应用, 第一届蛋白质结构会议, 北京, 2002年11月 (邀请报告)
6. 李洪波, 几何代数与几何计算, 全国暑期研究生数学系列讲座, 长春, 2002年7月
7. 石赫, 几何定理机器证明, 全国暑期研究生数学系列讲座, 长春, 2002年6月--7月
8. 10月, 王定康, 成都, 参加国际数学机械化研讨会。
9. 12月, 王定康, 福州, 参加数学机械化研讨会。
10. 12月, 王定康, 大连, 大连理工大学访问交流。
11. 4月, 石赫, 上海交大做学术报告, “关于数学机械化”
12. 5月, 石赫, 大连理工大学做学术报告, “数学机械化研究的一些进展”
13. 12月, 石赫, 北京理工大学, 现代科学讲座“数学机械化方法简介”

• 讨论班 •

★ ★ 专题讨论班

数学机械化	1月—每周四下午	高小山主持
自动作图与智能 CAD	1月—每周二下午	高小山主持
几何计算	1月—每周一晚上	李洪波主持

★<<数学机械化>>讨论班每周四定期举行，寒暑假暂停，以下列出 2001 年的主要活动内容。

3 月 28 日	小林英恒 教授(日本大学 理工学院数学系)	Ring Story
4 月 11 日	夏壁灿，北京大学数学院	伪除机：符号运算的形式模型
4 月 22 日	Chandrajit Bajaj	Algebra and Geometry of Molecular Modeling and Visualization
4 月 23 日	Ilias S. Kotsireas (University of Western Ontario)	Central Configurations in the n-body problem of Celestial Mechanics
5 月 9 日	吴新文 (中科院数学所)	有限域上多元多项式的部分分解和 List 译码 (Partial Factorization of Multivariate Polynomials over Finite Fields and List Decoding)
5 月 16 日	朱长才，杨伟强	1. 几何约束求解与 Kempe 连杆机构的自动生成 2. 几何约束求解的 LIMd 方法及其在基本构型与复杂连杆模拟中的应用
5 月 23 日	马玉杰	"Finite Subgroups of $SL(4, C)$ "
5 月 29 日	Hong Qin Department of Computer Science State University of New York at Stony Brook	DYNASOAR: DYNAMIC Solid Objects of Arbitrary topology
7 月 25 日	Prof. Chen Guoting from Lille University, France	Normal forms of Matrix and Differential Equations

8月12日	professor Mihai (Romania Academic)	The topic is some large systems of polynomial equations
8月13日	Dr. Konrad Polthier Institut fuer Mathematik, MA 8-3 Technische Universitaet Berlin	"Discrete Geometry and Visualization"
8月15日	Erich Kaltofen Department of Mathematics North Carolina State University	Efficient Problem Reductions in Linear Algebra
9月19日	王宝山	关于有限全 p -可解群的结构和 p -局部秩
9月26日	刘胜强博士	一类具有时滞的种群模型渐近行为的研究
10月9日	David Hestenes Arizona State Univ, USA	Geometric algebra
11月7日	Xu Guoliang (计算数学所)	Anisotropic Diffusion of Subdivision Surfaces and Functions on Surfaces
11月8日	陈勇 (大连理工大学)	偏微分方程求解

• 中心建设 •

博士后: 赵纪满、刘胜强、王宝山

博士生: 孙永利、汤建良、张桂芳、林强、李明、吴敏、赵丽娜、唐春明、刘枫、雷德利、陈雪峰、冯如勇、王新民、罗勇、于建平、袁和军、赵新超、谭作文、孙维昆、曹南斌、曹丽娜、陈颖

硕士生: 程贯中、陈颖、张岩、张明波、杨争峰、张艳硕、张宁、李鹏、

兼职教授: Shang-Ching Chou (Wichita State Univ), Paul S. Wang (Kent State Univ), Dongming Wang (CNRS), 吴文达 (北京市计算中心)

访问学者：杨宏、孟晓晖、侯春旺、吕卓生、柳银萍、李贤良、岳晶岩、程进三

• 大事记 •

数学机械化中心联合数学与系统科学研究院信息安全中心申请中国科学院重点实验室，参加了科学院基础局与计划局组织的两次答辩。我们申请这一实验室的目的是联合国内外学术力量，进一步推动数学机械化这一具有我国特色的研究领域。实验室将继续围绕“数学机械化”这一中心开展研究，力争在理论研究方面继续保持我们的优势部分，开拓新的研究方向；对若干高科技研究的关键理论问题取得突破；在学术交流方面继续与国外众多学术机构保持长期合作关系并主持数学机械化国际系列会议；在承担项目方面，争取继续主持国家重大基础研究“973”项目；在人才培养方面，继续努力支持青年科技人员脱颖而出，尽快成为学科带头人。总之，我们希望通过努力使我们的实验室成为国际数学机械化的研究、交流、与人才培养的国际知名中心。