

现代机构学进展

第2卷

邹慧君 高峰 主编

现代机构学进展

XIANDAIJIGOUXUE
JINZHAN

第2卷

邹慧君 高峰 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

前 言

机构学又称为机构和机器科学(简称机械原理,英文缩写为MMS),是机械设计及理论学科的重要分支,也是机械工程设计、制造、运行、维修的重要基础。

18世纪下半叶,资本主义兴起,在英国产生了第一次工业革命。促进了用机械化生产代替手工业生产的过程,大大推动了纺织机械、缝纫机械、农业机械、蒸汽机、内燃机等产生和应用,同时也加速了机械工程学科的形成与发展。于是,机构学在原来机械力学的基础上发展成为一门独立的学科,成为机械工程的基础学科。通过对机构的结构学、运动学、动力学等方面进行系统、深入地研究,形成了早期机构学独立的体系和独特的研究内容。机构学对于上述各类机械的结构改善和性能提高发挥了不可替代的作用。

传统机构学将机构的概念局限于具有确定运动的刚性构件系统,而且将机构的运动副视为没有间隙。这种构件为刚性、运动副中无间隙的假设,使机构的运动学和动力学的研究大为简化,有利于建立一套适合当时发展水平的学科体系。

机械化生产可以看作对人类双手灵巧活动的延伸,并主要依靠各种机构来加以实现。

随着科学技术的飞速发展,当今世界又经历了一场新的产业革命。计算机技术、机电一体化技术、传感技术、控制技术、纳米技术、新材料以及各种新型驱动器、致动器在机器中的广泛应用,使机构和机器的概念发生了深刻的变化。

20世纪70年代,日本科学家首先提出了机械电子学(mechatronics)新概念,认为“机电一体化系统是在机械的主功能、动力功能、信息功能和控制功能上引进微电子技术,并将机械装置与电子装置用相关软件有机结合而构成的系统。”与此同时,美国机械工程师协会(ASME)则认为“它是由计算机信息网络协调与控制的,用于完成包括机械力、运动和能量流等多动力学任务的机械和(或)机电部件相互联系的系统。”由此可见,现代机械的主要特征是计算机协调和控制,这是“现代机械”与“传统机械”的区别所在。“现代机械”概念的形成是机构学发展的一个新的里程碑,也是现代机构学形成的重要标志。

机构学的现代化,使机构的概念有别于传统的概念,同时也使机构学在传统内容的基础上发展为现代机构学。从目前的情况来看,现代机构学的内涵主要体现在如下几个方面:

一是机构的广义化。将构件和运动副广义化,把弹性构件、挠性构件、微小构件等概念引入机构之中,并对运动副广义化,除了原有的运动副外还引入了柔

性铰链；对机构的组成进行广义化，把机构系统与驱动元件集成和融合起来，构成一种与传统机构不同的“有源”机构，扩展了机构的内涵。

二是机构的可控性。利于驱动元件的可控特性，使广义机构的输入按一定规律变化，相应地可以获得可控的机构输出运动，从而扩展了机构的应用范围。机构可控性的例子很多，如机器人机构、微机电系统、可编程机构、可控机构、混合驱动机构等。

三是将机构系统设计引入机构学的研究内容。这是机器概念设计以及机械产品创新设计的需要。机器概念设计的核心是确定机械运动方案，也就是机构系统方案的设计。通过机构系统设计理论、方法的研究，使机构学与产品创新设计紧密相连，大大巩固了机构学在机械工程中的地位。

四是在机构分析和综合中采用了现代数学工具和计算机辅助设计技术，使机构分析和综合方法得到深入、广泛的发展，成为机构设计科学。由于机构分析和综合方法的深化，使一些复杂的工程设计问题得到解决，从而使机构学的应用更为广泛。

机构学是机械工程的基础理论，具有很大的实用价值。目前，一些工业发达国家都十分重视机构学的研究，已应用机构学的理论和方法开发出很多具有自主知识产权的机械产品，从而增强了产品的市场竞争力。

现代机构学的形成和发展，对于建设创新型的机械工业将发挥十分重要的作用，并将有利于推动我国从制造大国走向制造强国。机械产品性能的提高离不开机构学，机械产品发明专利的获取离不开机构学，机械产品规避国外专利技术同样也离不开机构学。

全国机构学专业委员会自1982年成立以来已有28年。在全国机构学专业委员会的组织和领导下，先后举办了17届机构学学术研讨会，推动了中国机构学的研究和发展。由于我国机构学专家、教授的共同努力，使我国机构学研究在较短时间内达到了国际先进水平，成为少数几个定期、独立地开展机构学学术交流活动的国家之一。现在，全国机构学专业委员会又多次提出机构学在中国必须实现现代化、国际化和实用化，因此希望本书的出版将促进这一目标的实现。

现代机构学的研究成果层出不穷。为了把握现代机构学发展的脉搏，掌握现代机构学进展的趋势，深入了解现代机构学的前沿，以及更好地完善现代机构学的理论和方法，我们组织海内外华人机构学专家、教授撰写了“现代机构学进展”丛书，将根据学科发展情况陆续出版。本书可作为广大从事机械工程设计、制造、运行、维修的科技人员，高等院校进行机械工程学习、研究、教学的本科生、研究生、教师，以及广大从事机械产品生产的领导和管理人员的教材和参考书。

本书共9章，包括第1章欧洲机构学发展和研究状况(由英国伦敦大学崔磊、戴建生编著)，第2章机构拓扑结构理论及数字化(由燕山大学丁华锋、黄真编

著), 第3章机构运动几何学分析与综合(由大连理工大学王德伦、汪伟编著), 第4章函数机构系统之串并联组合研究(由台湾成功大学颜鸿森、欧峰铭编著), 第5章灵巧手抓持和操作的基础理论(由北京航空航天大学李继婷、张玉茹、李剑锋编著), 第6章柔性机器人机构动力学研究进展(由北京工业大学余跃庆编著), 第7章电热微夹钳的设计与制作研究(由大连理工大学褚金奎编著), 第8章2至6自由度并联微操作机器人构型(由上海交通大学高峰、岳义编著), 第9章广义机构研究进展及其应用(由上海交通大学邹慧君、梁庆华编著)。

全书由邹慧君、高峰负责策划、主编和统稿。

本书编写采取滚动(连续、多卷)方式。这是一种新的尝试, 在内容和编排上如有不妥当之处, 欢迎广大读者不吝指正, 并提出宝贵意见, 以便在后续卷本编写时考虑采纳。

邹慧君 高 峰

于上海交通大学机械与动力工程学院

2010年9月

目 录

□ 第 1 章	欧洲机构学发展和研究状况	003
1.1	欧洲机构学发展简史	003
1.2	会议、组织情况	003
1.3	英国及欧洲机构学概况	004
1.4	欧洲机构学的代表人物	006
1.5	欧洲机构学的研究现状	010
1.6	新机构和新理论的研究	014
1.7	机构学在工程实践中的应用	016
1.8	机构学旋量理论和相关数学的研究概况	017
1.9	结束语	019
	参考文献	019
□ 第 2 章	机构拓扑结构理论及数字化	027
2.1	概述	028
2.2	运动链环路代数理论基础	032
2.3	运动链的规范邻接矩阵集及同构判别	040
2.4	运动链结构分解及其刚性子链判别	049
2.5	运动链的唯一数字代码及其图谱库	053
2.6	结论	056
	参考文献	056
□ 第 3 章	机构运动几何学分析与综合	065
3.1	概述	065
3.2	机构运动统一曲率理论	066
3.3	机构运动综合的统一理论与自适应方法	097
	参考文献	114
□ 第 4 章	函数机构系统之串并联组合研究	121
4.1	前言	121
4.2	基本机构特征	122

	4.3 特征表示方法	125
	4.4 串并联组合演算方法	132
	4.5 组合实例	137
	4.6 结论	152
	参考文献	152
□	第 5 章 灵巧手抓持和操作的基础理论	157
	5.1 灵巧手概述	157
	5.2 灵巧手运动学	165
	5.3 抓持力学	169
	5.4 操作运动学	178
	5.5 展望	183
	参考文献	186
□	第 6 章 柔性机器人机构动力学研究进展	195
	6.1 引言	195
	6.2 柔性机器人机构动力学建模与分析	196
	6.3 冗余度柔性机器人规划与控制	202
	6.4 欠驱动柔性机器人动力学与控制	207
	6.5 柔性机器人协调操作	216
	6.6 结论	221
	参考文献	221
□	第 7 章 电热微夹钳的设计与制作研究	231
	7.1 绪论	231
	7.2 基于拓扑优化理论的微夹钳结构设计	235
	7.3 基于伪刚体概念及双色图的微夹钳设计	244
	7.4 电热驱动微夹钳的性能分析	253
	7.5 电热驱动微夹钳的制作与性能测试	263
	参考文献	276
□	第 8 章 2 至 6 自由度并联微操作机器人构型	281
	8.1 概述	281
	8.2 并联微操作机器人支链类型	282
	8.3 并联微操作机器人输入与输出的关联关系	284
	8.4 6 自由度并联微操作机器人构型	286

8.5	5 自由度并联微操作机器人构型	289
8.6	4 自由度并联微操作机器人构型	292
8.7	3 自由度并联微操作机器人构型	295
8.8	2 自由度并联微操作机器人构型	298
	参考文献	300
□	第 9 章 广义机构研究进展及其应用	303
9.1	现代机器与现代机构	303
9.2	广义机构的特点、内涵和类型	305
9.3	电磁机构	309
9.4	特种驱动的机构	326
9.5	柔顺机构	334
9.6	微动机构和微机构	342
9.7	广义机构展望	353
	参考文献	354



戴建生 (Jian S Dai)

戴建生 (Jian S Dai), 1954 年生, 1982 年获上海交通大学学士学位, 1985 年获该校硕士学位。1989 年赴英国留学, 1993 年获博士学位。现为伦敦大学国王学院博士生和博士后导师、首席教授、机器人研究中心主任, 英国机械工程师协会 (IMechE) Fellow, 美国机械工程师协会 (ASME) Fellow, 国际机构学和机器科学联合会 (IFTOMM) 机械史理事会终身理事, 美国机械工程师协会 (ASME) 机构学和机器人学专业委员会理事会委员, ASME 英国区主席。为英国应用科学和工程研究基金会, 欧盟第七框架, 加拿大、美国、中国国家自然科学基金会评审专家。现任 *IEEE Transactions on Robotics* 副主编、*ASME Transactions: Journal of Mechanisms and Robotics* 副主编、*Robotica* 副主编。研究领域包括旋量理论和旋量代数、变胞机构、可重构机构、抓举理论、多指灵巧手、康复机器人、医疗机器人、包装机器人等。共主持完成英国和欧盟科研项目 45 余项, 在国际上率先提出可重构机器人和包装机器人。召开并主持了国际首届可重构机构和机器人会议, 曾担任 30 多个国际学术大会指导委员会委员、分会主席。发表国际学术论文 300 余篇, 其中 160 余篇发表在国际期刊上。获有多项专利, 包括变胞多指灵巧手、脚踝关节康复机器人等。获美国机械工程师协会机构学委员会 1998 年双年度最佳论文奖、*Journal of Systems and Control Engineering* 2009 年度最佳论文奖以及伦敦大学国王学院 2010 年最佳博士生导师奖。

第 1 章

欧洲机构学发展和研究状况

□ 崔磊 戴建生

■ 1.1 欧洲机构学发展简史

18 世纪欧洲的工业革命使机械工程成为工程技术的一个分支。机构运动学作为机械原理的重要组成部分，Ampere^[1]给出的定义为“cinématique”，该词语是从希腊语“kinema(运动)”中衍生出来的。按照这一意思，这一分支是研究机构中发生的运动的几何学，即抽象的运动，而不考虑任何质量和动力。

机构运动学在 19 世纪蓬勃发展。蒸汽机和水流机能够产生旋转运动，而此运动需要转换为直线或者其他曲线运动。工程师和数学家竞相发表新的、可以实现这一要求的装置。机构运动学诞生 40 年后，Reuleaux^[2]对机构提出了新的看法。他认为机构运动学是研究构件的各种运动和运动代表的几何关系。Reuleaux 作为现代机构运动学的创始人，把各种机械构件看作是由两个互相作用的表面接连起来的、具有一定相对运动的对偶，即机构变换原理，为机构运动学的发展做出了有价值的贡献。近年来，随着机器人学、航空航天和微制造的发展，机构学越来越受到学术界的重视。

■ 1.2 会议、组织情况

欧洲的机构学会议主要有三个，分别是欧洲机构科学会议(European Conference on Mechanism Science, 简称 EUCOMES)、机器人运动学新进展会议(Advances in Robot Kinematics, 简称 ARK)以及计算运动学会议(Computational Kinematics, 简称 CK)，这三个会议基本上都是每两年举办一次。下面就简要地介绍一下这三个会议的概况。

□ 1.2.1 欧洲机构科学会议

欧洲机构科学会议(EUCOMES)是一个区域性的论坛，其宗旨是促进科研人员、

工业界以及学生之间的联系。它的主题是机构科学在机械工程领域的理论、设计、实践和应用。这个会议的焦点是机构科学，但是不局限于机构科学，它的主题包括以下几个方面：理论运动学、计算运动学、机构设计、试验机械学、机器人的机械学、机构学的应用、复杂机械系统的控制、创新设计和实际应用等。第一届欧洲机构学会议于2006年2月在奥地利的 Obergurgl 市举行，第二届欧洲机构学会议于2008年9月在意大利的 Cassino 市举行，第三届欧洲机构学会议于2010年9月在罗马尼亚的 Cluj-Napoca 市举行，会议网址为 <http://www.eucomes2010.utcluj.ro>。

□ 1.2.2 机器人运动学新进展会议

机器人运动学新进展会议(ARK)是机器人运动学领域最具影响力的会议之一。从1988年起，该会议每两年举办一次，会议论文以书的形式由 Kluwer 及 Springer 出版社出版。这个会议体现了机器人系统在理论、设计、控制和应用领域中的最新研究进展。它的目标是多样的，比如生产、自动化、医学以及生物动力学等。涉及的问题都是运动学中的基本问题，包括综合、校正、冗余、力控制、灵活性、运动学的正解和反解、奇异性以及过约束系统。使用的方法包括线几何、四元数代数、旋量代数、微分几何和线性代数。这些方法可以应用于并联和串联多自由度机器人系统，研究结果对于从事机器人理论、设计、控制和应用研究的机械工程和数学领域的研究人员、教师和学生具有指导意义。该会议的主题如下：机器人的运动学分析、机器人运动学的建模与仿真、机器人运动学的设计、机器人控制中的运动学、运动学中的理论和方法、奇异性、同向性、生物系统中的运动学、并联机器人，冗余机器人和多手臂机器人的运动学。最新一届(第十二届)会议于2010年6月在斯洛文尼亚的 Piran-Portoroz 市举行，会议网址是 <http://www.ijs.si/ijsw/v000/IJS/ark2010>。

□ 1.2.3 计算运动学会议

计算运动学会议(CK)的主旨是将不同领域与计算运动学相关的研究人员组织在一起，提供一个亲密的、学院式的环境，使他们可以展示并交流研究成果。计算运动学会议是国际机构学和机器科学联合会(IFToMM)计算运动学技术协会举办的活动之一，每四年举办一次。会议主题包括以下方面：计算几何学、运动分析和综合、机构学原理、机构设计、机器人和并联机构的运动学分析、生物力学中的运动学问题、分子运动学、计算机动画和运动学插值、机器学习和控制、机器人运动学规划、计算运动学的应用、计算运动学的教育和运动学的理论基础。最新一届会议于2009年6月在德国的 Duisburg 市举行，会议网址是 <http://www.uni-due.de/mechanikb/aktuelles/conference.php>。

■ 1.3 英国及欧洲机构学概况

欧洲各国政府极为重视机械工程的发展，比如英国的 IMechE (Institution of

Mechanical Engineers)、德国的 Vereins Deutscher Ingenieure 都是专门的机械工程师协会,在工程领域具有广泛的影响。机构学作为机械工程的基础学科,也不同程度地得到各国政府的支持。下面简要介绍英国、德国、意大利和法国的机构学研究单位。

伦敦大学国王学院(King's College London, University of London)的机构学和机器人中心[CMMS(Robotics)]致力于机构学的理论和应用研究,主要的研究方向有机器人学和自动化,机器人辅助手术和康复,医疗机器人装置,机器人搬运系统,运动学和机构学,变胞机构和可重构机构,机器人,传感、监控和检测系统,神经视觉和仿生系统。很多项目由英国的工程及应用科学研究委员会(EP SRC)资助,英国政府部门,欧盟第六、七框架,工业界也给予资助,比如 Motor Company Ltd、RU Robotics、Shadow Robotics、Unilever Research Ltd、Yasakawa Electric Co (Japan)、Field Packaging Group、Desoutter Ltd、Holton Machinery Ltd、Seco Aluminium Ltd、Boal BV (Holland)以及 Tele-Spec Ltd。大部分的项目都涉及交叉学科,因此同工业界和其他大学有着密切的联系,比如帝国理工学院、巴斯大学、纽卡斯尔大学、伯明翰大学、萨克福德大学、莱切斯特大学、南安普敦大学。其中,与机构相关的研究具有独特的风格。理论研究包括运动学、旋量理论、旋量系理论、李群和李代数、刚体位移等。机构学研究包括变胞机构(变拓扑,变自由度)、可重构机构、冗余驱动机构、欠驱动机构。机器人学包括多指灵巧手、灵巧夹持机构、串联和并联机器人平台、爬行机器人。工业界的应用包括折纸、复杂纸盒包装、轻薄物品处理、运动控制、高速机器、自动装配、生产成本估算等。生物力学研究包括脚踝康复装置、机器人按摩、假肢、牙科机器人装置、机器人辅助外科装置。仿生仿艺术学研究包括折纸、由折纸衍生的机构、新型仿生机器人结构。

巴斯大学(University of Bath)的创新设计和制造研究中心(IdMRC)基于长期积累建立了机器设计和设计信息系统,致力于设计和制造。该中心具有良好的设计和制造的历史纪录,在设施完善的实验室的支持下,集中发展了新方法和新技术。该中心的项目广受工业界支持,特别是航空和包装行业,并且越来越多地得到制鞋业和电子工业的重视。在现代制造中,产品的定位、制造和验证联系密切,在考虑其中的一个方面时也必须考虑另外的两个方面。该中心的研究项目反映了这一特点,强调了研究要与先进加工过程、基于约束的设计和优化等紧密联系。

英国的剑桥大学(University of Cambridge)于1990年建立了可展结构实验室(Deployable Structures Laboratory),以发展新的、通用的解决方案,并更好地理解现存的可展结构。实验室已经发表的成果包括二维和三维的可折叠的具有类似剪刀运动副的结构、薄膜的可包装条件、在展开过程中具有奇异构型的计算工具,以及不同几何构架的优化方法。最近,在计算模拟多刚体系统时取得的进展能够更精确地模拟折叠和打开的过程。中心在很多领域,包括智能可适应结构、在构架驱动中使用记忆金属、用复合材料设计特殊的双稳态构架等,都取得了进展,特别是与航空

工业和欧洲宇航局的合作取得了良好成效。该实验室在可展开机构方面的杰出成就获得了国际上的认可。

意大利理工学院(Italian Institute of Technology, 简称 IIT)是由意大利教育部和经济财政部共同成立的,其宗旨是发展高端的基础和应用研究,为意大利的经济发展做出贡献。其主要目标是创造和集成科学知识以增强意大利的竞争力。为达到这个目的,IIT广泛地与学术界和私人组织合作,共同促进科学发展、技术进步和人才培养。IIT的先进机器人学采用创新的学科交叉方式来进行类机器人的设计和控制,并发展新型的机器人装置和技术,完成硬件(机械/电子设计和制造、传感器系统、驱动系统等)和软件(控制、计算机软件、人机工程学等)的有机结合。虽然仿生学未必产生优化的系统,但是随着领域技术的广泛融合必定会使传统的刚体机器人过渡到新一代的结合速度、鲁棒性、精确度和耐用度的柔性体机器人,以模拟人类的肌肉、骨头、肌腱和皮肤的功能,并具有自我修复和重生的能力。

法国的 COPRIN 项目的第一个目标是致力于用一致性方法和区间分析方法解决约束系统问题。这两种方法都已经单独地显示出解决某些问题的有效性,但是它们从来没有被一起使用过。算法将系统地采用符号运算以获得更高的效率。此项目的第二个目标是机器人学,尤其是设计新的结构以满足严格的性能要求,同时还要考虑机器人系统中的不确定性。第一个目标发展出的数学方法特别适合解决此类问题。项目的第一个主题是开发解决约束问题的混合方法。这些方法将基于过滤、选择可分变量以及分解系统。第二个主题是使用开发出的优化算法解决特殊问题,以达到全局最优。第三个主题是理论上和实验上评估解决问题的有效性。所有以上的结果都会集合在一个通用的计算机软件平台上。此软件将主要用于机构和机器人理论研究,从理论上和实验上发展新的机器人及其样机,特别是解决并联机器人的综合问题,目标是提供一个好的估计尺寸,然后验证相对于制造误差的鲁棒性。

1.4 欧洲机构学的代表人物

欧洲有众多的学者研究机构学,他们的背景、领域和研究的方向都各不相同,下面简要介绍几个具有代表性的人物。



Marco Ceccarelli

Marco Ceccarelli 现为意大利卡西诺大学(University of Cassino, Italy)机械工程系教授,是以下组织的会员:美国机械工程师协会(ASME)、西班牙机械工程师协会(AEIM)、意大利机器人学和自动化协会(SIRI),电气和电子工程师协会(IEEE)。从1998年到2004年,他是IFTToMM 机器人和机构历史委员会主席。从2007年到2011年,他任IFTToMM 主席。他是以下几个期刊的副主编: *Transactions of CSME*、*Journal of*

Mechanics Based Design of Structures and Machines、*Journal of Advanced Robotic Systems*、*Mechanism and Machine Theory*。他的研究方向包括陀螺仪动力学、机器理论、平面机构分析、机械传动力学、机械工程历史、人类脊柱的力学分析、机器人动力学、工作空间分析、执行器设计、运动学正解和逆解、运动规划、行走机器人、并联机器人、抓持的分析和综合。



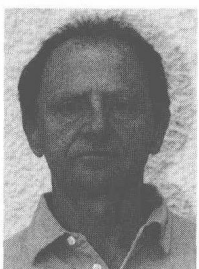
Burkhard Corves

Burkhard Corves 现为德国亚琛大学 (Aachen University) 教授、机构学及机器动力学系主任。主要从事机构学理论与机电系统、操作机构与机器人以及机器动力学与振动理论等方向的研究。发表学术论文 230 余篇。从 2000 年起任 IFToMM 德国区主席。从 2004 年起任德国工程师协会区协会主席。从 2006 年起任 IFToMM 连杆与凸轮机构技术委员会主席。从 2002 年起任 *Mechanism and Machine Theory* 副主编。



Jian S. Dai

Jian S. Dai 现为英国伦敦大学国王学院 (King's College London, United Kingdom) 的机构学和机器人学的首席教授、美国机械工程师协会 (ASME) Fellow、英国机械工程师协会 (IMechE) Fellow 以及美国机械工程师协会 (ASME) 英国区主席。近 30 年一直从事机构学和机器人机构学等相关方面的研究, 共发表学术论文 300 余篇, 已培养博士 15 人, 博士后 10 人。从 1990 年起, 研究旋量系统理论和微小旋量, 以及理论和计算运动学, 在国际上提出和研究变胞机构及可重构机构, 并首创变胞机械手, 获得了发明专利。首次将抓举理论应用于工业包装自动化, 将并联机构运用于康复工程。发展了旋量系统理论以及新算法; 进行了并联机构旋量系统及活动度研究, 为机器人机构学的研究提供了较为系统有效的数学工具和方。现为以下几个期刊的副主编: *IEEE Transactions on Robotics*、*ASME Transactions: Journal of Mechanisms and Robotics*、*Robotica*。



Pietro Fanghella

Pietro Fanghella 现为意大利热那亚大学 (University of Genova, Italy) 机械和机器设计系教授、机械计算机辅助实验室主任和工程学院的董事会成员。主要研究方向是机器和机构理论及机械设计、计算运动学和力学、机构和机器人的自由度、基于约束系统群组性质的模块化符号方法学、面向对象的仿真软件技术、创新教学和计算机辅助教育。Pietro Fanghella 是意大利注册工程师, 为应用研究和工业研究提供咨询。现为多个国际刊物的审稿人, 并已发表了 70 余篇论文。



Grigore Gogu

Grigore Gogu 现为法国高级机械研究所和克莱蒙费朗第二大学机械工程系 (French Institute of Advanced Mechanics and Blaise Pascal University) 教授。他曾是 University Transylvania Brasov 大学的教授和机器零件系主任。他于 1996 年被聘为法国高级机械研究所的教授。现为机械工程研究中心的主任。他的研究方向包括机器人运动和动力学、机构综合、奇异性分析、并联机器人、空间机构在高速加工中的应用、车辆减振系统。出版专著 4 部。



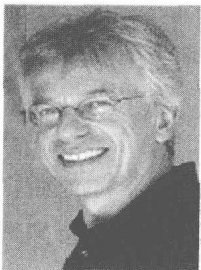
Just Herder

Just Herder 现为荷兰屯特大学 (University of Twente) 兼职教授和代尔夫特理工大学 (Delft University of Technology) 兼职副教授。主要研究方向包括机械设计、机构综合和分析、柔性机构以及机器人学等。现主要专注于柔性机构在 MEMS 和医疗机器人中的应用研究, 发表相关研究论文 90 余篇, 并获得了 2009 年 ASME 机构学及机器人学会议的最佳论文奖。现为 *IEEE Transaction on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 的副主编。



Jacques M. Hervé

Jacques M. Hervé 现为法国巴黎中央理工学院 (Ecole Centrale Paris, France) 教授。1978 年首次将李群理论应用于机构学, 并一直坚持这一方向的研究, 其研究成果受到国际机构学领域的瞩目。1983 年被聘为教授, 在巴黎中央理工学院领导机械设计团队。曾是美国、加拿大、香港一些学校的特邀讲座教授, 并为一些公司做咨询工作。主要研究方向是机构和机器学、利用李群和李代数进行机构的型综合。



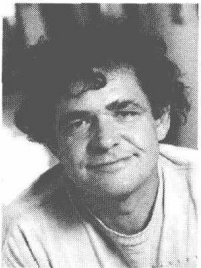
Manfred Husty

Manfred Husty 现为奥地利因斯布鲁克大学 (University of Innsbruck, Austria) 的几何学教授, 是欧洲机构学会议 (EUCOMES) 的创始人之一。从 2004 年到 2008 年, 他曾是因斯布鲁克大学土木工程系主任。主要研究方向是机构的代数几何学, 并将代数几何学应用于六维运动空间的描述。



Andr s Kecskem thy

Andr s Kecskem thy 现为德国杜伊斯堡 - 埃森大学 (University of Duisburg - Essen) 首席教授、机电与系统动力学研究所所长。1996 年至 2002 年为奥地利格拉茨技术大学 (Graz University of Technology) 首席教授。2009 年作为会议主席, 主办了计算运动学会议 (CK2009)。主要研究方向包括多刚体系统运动学和动力学、生物力学、车辆系统动力学、基于计算机的手术规划、虚拟现实以及重型机器人等。发表学术论文约 400 篇, 现任 *Mechanism and Machine Theory* 的主编。



Jean-Pierre Merlet

Jean-Pierre Merlet 现为法国 COPRIN 项目的主任, 曾为法国 SAGA 项目的主任, 现为 IFToMM 法国区主席。主要的研究方向是区间分析、代数几何、机构理论、并联机构。在机构领域的主要方向是运动学的正解和逆解、奇异性分析、工作空间分析、优化设计等, 主要采用几何和数值方法。2000 年, 发表了有关并联机构系统研究的专著。从 2004 年开始研究新型绳索驱动的并联机器人, 用于医疗康复、家政服务以及快速抓取。目前致力于开发算法以决定如何最适用于给定任务的几何结构。



Vincenzo Parenti-Castelli

Vincenzo Parenti-Castelli 现为意大利博洛尼亚大学 (University of Bologna, Italy) 机械工程系的教授。他的科技论文涵盖以下主题: 滚针轴承的气润滑、机器设计方法、故障诊断和轴承监测、自动挤牛奶系统、机器人学。他目前的研究兴趣包括开环机构、闭环机构和生物力学的运动学和动力学。从 2004 年起, 他就是国际期刊 *Meccanica* 的主编。从 1995 年起, 他担任 IFToMM 的机器人和执行器委员会委员。



Philippe Wenger

Philippe Wenger 现为法国 IRCCyN 研究所机器人机电及创新设计首席教授, 任该研究所国家科学研究中心主任, 并担任 IFToMM 计算运动学技术委员会的副主席。其研究方向包括串联/并联机器人的设计与分析、机构的稳健设计、轨迹优化、机器人计算机辅助设计以及布局优化等。他专注于可避免奇异位置的非冗余机器人的研究, 现为 *Mechanism and Machine Theory* 的副主编。