

攀登者的报告

——中国科学院重大科技成果选

中国科学院综合计划局 编



学苑出版社

攀登者的报告

——中国科学院重大科技成果选

中国科学院综合计划局 编



学苑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

攀登者的报告——中国科学院重大科技成果选
中国科学院综合计划局编 - 北京: 学苑出版社,
1999.9
ISBN7-80060-683-X

I. 攀… II. 中… III. 中国科学院 - 科学技术 -
成果 - 汇编 IV. G322.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 29052 号

学苑出版社出版发行

北京市万寿路西街 11 号 100036

深圳美光彩色印刷厂制版印刷 新华书店经销

889 × 1194 开本 1/16 14.5 印张 380 千字

1999 年 9 月北京第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 0001 - 3000 册 定价: 150.00 元

编 辑 委 员 会

主 任: 陈宜瑜

副主任: 竺 玄 顾文琪 李志刚

编 委: (按姓氏笔画排列)

王贵海 王喜敏 卢盛魁

李志刚 竺 玄 陈宜瑜

杨兴宪 金 铎 秦大河

桂文庄 顾文琪

主 编: 李志刚

副主编: 王喜敏 卢盛魁



序

1949年10月1日，
中华人民共和国宣告成
立。伴随着共和国的诞
生，中国科学院于1949
年11月1日在北京成
立。从此，科学技术成为
社会主义建设事业的一

个重要组成部分，中国科学院成为国家科学技术的最高学术机构。

半个世纪以来，中国科学院在党中央和国务院领导下，在各有关部门、兄弟研究院、所和各高等院校的大力支持与协助下，广大科技人员为我国科技事业的进步，为国家经济建设和国防建设的发展，为我国国际地位的提高，团结奋进，呕心沥血，艰苦奋斗，努力攀登科学高峰，不断开创、填补和发展各个领域的科技事业，取得了丰硕的科技成果。50年来，中国科学院获国家级的重大成果奖有794项，获院级成果奖有5175项。《攀登者的报告》收录了我院获国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科技进步奖中的一等奖和中国科学院特等奖的部分项目。这些成果，有的是瞄准世界科学高峰和发展前沿方面的基础研究成果；有的是具有显著社会效益和经济效益的发明成果；有的是密切结合经济建设、国防建设和社会发展需要，对促进科技进步，发展社会生产力起重大作用的高水平的应用研究成果。

党的十五大报告指出，从现在起到下个世纪前10年，是我国实现第二步战略目标和向第三步战略目标迈进的关键时期，要实施科教兴国战略和可持续发展战略，使经济建设真正转移到依靠科技进步

和提高劳动者素质的轨道上来。当代科技发展日新月异,科学技术已成为第一生产力,成为人类文明的基础和动力,深刻地改变着人们的生产方式、生活方式和思维方式,改变着人类社会的面貌。当代经济和社会发展越来越依赖于知识创新和知识创造性应用。在21世纪即将来临的时候,全世界正处在科技革命带来的巨变之中,面对跨世纪科学技术的飞跃发展和知识经济时代的挑战,中国科学院作为我国国家创新体系的重要组成部分,肩负着振兴我国科学和落实科教兴国的重任。我们应继承科学、民主、爱国、奉献的传统,弘扬唯实、求真、协力、创新的院风,继续努力攀登科学技术的高峰,承担起基础性、战略性、前瞻性的自然科学与高新技术研究发展的重任,为中国经济建设和社会可持续发展提供源源不断的科学技术支持,为人类文明进步作出新的创造性的贡献。将中国科学院建设成为具有国际先进水平的科学研究基地,培养和造就高科技人才的基地和促进我国高新技术事业发展的基地,建设成为国际水准的自然科学与高新技术的综合研究与发展中心,为推进我国的现代化建设做出更大的贡献。

现在,为迎接新世纪的到来,中国科学院正努力谱写“知识创新工程”的新篇章。让我们团结在以江泽民为核心的党中央周围,发扬科学院的光荣传统,迎接知识经济时代的来临,为建设国家创新体系,实施“科教兴国”战略做出新的贡献,再创新的辉煌。

浩雨祥

1999年6月15日

目 录

1	典型域上的多元复变函数论
4	关于示性类和示簇类的研究
8	工程控制论
10	人工全合成牛胰岛素研究
15	开佛巴赫猜想研究
17	青藏高原隆起及其对自然环境与人类活动影响的综合研究
24	东亚大气环境
25	醇与丙氨酸转核糖核酸的人工全合成
27	蛋白质功能基团的化学修饰与其生物活性间的定量关系
30	《中国高等植物图鉴》及《中国高等植物科属检索表》
32	五次对称性及煤纹准晶相的发现与研究
36	中国黄土区矿床地球化学研究
40	液氦温区氧化物超导体的发现及研究
44	基于时半逻辑的软件工程系统意义、作用与应用
48	中国被子植物科属系统排列和历史来源
51	哈密尔顿系统的辛几何算法
55	坍塌下降法工业生产硫酸铝大单晶的研究
57	新型非线性光学晶体三硼酸锂
60	塑料橡胶工业生产新技术
63	PRC-2型伽马射线原子比率标准
67	中国综合农业区划(1979-1980)
73	蛋白质化酶酶活所提高及其在工业上的应用
74	冷金矿山海孔结晶新材料、新工艺和新技术研究
80	低纯度钛粉土铁磁永磁材料研制与开发
83	太阳磁暴望远镜
85	长波测时系统的建立
87	UX-PC联体式汉字微型机系统
91	丙纶纤维南端树脂的研制、工业化生产和应用

145	北京正负电子对撞机成就
146	包兰线沙漠头地段铁路治沙防护体系的建立
147	曙光12号实验装置的研究和运行
148	海猪属贝引种、育苗、养殖研究及其运用
149	机载三段微波辐射计及其应用
150	北京35MeV质子直线加速器
151	联想PISA-486/50微机测试系统
152	1.00米天体测量望远镜
153	兰州重离子研究装置
154	BJQR70石油地质勘探油田开发大型数据处理系统
155	黄土高原综合治理定位试验研究
156	智能型英汉机器翻译系统及其发展
157	中国科学技术大学国家同步辐射实验室
158	曙光1000大规模并行计算机系统
159	20%激光学天文望远镜
160	无线水下机器人的研究开发与应用
161	新型非线性光学晶体低温相变制备技术
162	我国金矿成矿模式找矿方向及找矿选矿技术方案研究
163	湛江生物群和寒武纪大爆发
164	新型肥料——长效硫酸氢铵的研制与应用
165	合成气经由二甲醚制取低碳烯烃新工艺
166	《中华人民共和国国家经济地图集》编制研究
167	北京自由电子激光装置
168	曙光一号共享存储多处理机系统
169	航空机载遥感实用系统
170	3L 00406合成发动机燃料
171	冀鲁豫平原中低产地区综合治理和综合发展的研究
172	两性聚丙烯酰胺凝胶分离膜

205 附录:中国科学院1956—1999年获国家自然科学奖、技术发明奖和科技进步奖项目



典型域上的多元复变数函数论

编辑: 数学研究所 陆启铿

已故数学大师华罗庚院士,是中国科学院数学研究所的始创人。他的知识渊博,研究领域甚宽,多元复变函数论、数论、代数和数学几个领域,在每个领域都培养了一批优秀的学生,其中有好几位已成为中国科学院院士。他研究的典型领域的多元复变函数论,1956年获第一届国家自然科学奖一等奖。

华罗庚院士1958年在科学出版社出版了《多元复变数论中典型域上的积分和》一书。此书初稿完成于1954年,是申请一论文的依归。此书一出版即引起国际上的高度重视,先是苏联科学院Shtoklov数学研究所于同年便来函要求将此书翻译为俄文出版,但由于苏联人同时精通中文及数学的不多,请华老先译为英文再由他们译为俄文出版。我协助华老作翻译及校正工作。华老在序言中对此曾提及。英文版是1963年从俄文版再翻译成英文。由美国数学学会出版的。英文版出版之后,此书受到全世界数学界的普遍关注,成为这方面研究的必然要引用的书籍。得到国际上的高度评价。后成福教授(菲尔士奖、瑞典科学院院士)称赞:美国国家科学奖获得者认为:华老这方面的研究成果领先世界数十年。

华老对多元复变函数的研究始于40年代抗战期间在昆明西南联合大学。当时条件非常艰苦，住在人满其居的牛棚楼上。白天开飞机经常来轰炸，他在空袭时仍在防空洞中写资料。他想把高中经常用到的复变数与守恒数理论推广到多元复变函数，其目的我认为是要解决欧拉的一些问题。有一次日机的炸弹命中他住的防空洞，炸毁两间房屋，把他和正在看书的李维十、王承恩、周学熙等炸死，他侥幸逃脱。这件事在王承恩的回忆录中，还有一段文字：多元复变数与守恒数理论，后来就断绝于此时。王承恩的悲剧，



學界地位士生傳刊

为后世科学研究者学习的楷模。

与此同时,在大洋彼岸有一位因不满法西斯希特勒排犹而离开德国的大数论家及天体学家西格勒,也在美国普林斯顿就单位复变数的单位论推广到多复变数,由于单位复变数的单位论主要理论是在单位圆内讨论,他们不约而同的考虑与单位圆相近的多复变数的单位圆矩形的表示,对超越性上自守函数论,具有有深远意义,便于构造自守函数论的级数表达及其基本域。此外,单位复变函数的单位论与单位圆的推广几何密切相关,所以他们也不约而同的从研究超越函数的几何开始,如黎曼曲面论和可拟圆域表示的有界开圆域。西格勒发表的第1篇论文是1936年在《美国数学月报》的



“李凡何”的文章(华老发表的文章是1944年5月同一期刊上“超越变量的自守函数论”的文章。据华老回忆,他和西格勒的投稿差不多是同时,但华老的稿件由于战时时期从昆明到美国邮递要历经几个月才寄到,而西格勒本人“因战在美国”,所以先收到后者的稿。不过以华老影响西格勒的文章作些修改,西格勒接着用矩阵为变数构造自守函数(自守函数的一种),之后就把注意力转向天体力学,不过他研究天体力学的方法是源自于他“李凡何”的文章。现在国际上最热门的几何研究方向之一,就是辛几何;此外,已故冯康院士1997年获国家自然科学一等奖的辛算法,则他生前和傅裕人的交流中获知。他的工作与西格勒天体力学及华罗庚发表《美国数学会集刊》上的文章“在辛群下超圆的分类”有密切关系。战后西格勒回国,受到德国科学界的高度重视。他回国后举行下一个非常隆重的纪念会。他在60年代曾写过三卷“函数论”讲义,其中卷二卷三内引用华老及其学生的文章有十几篇之多。

华老战后正交归,继续研究多复变函数。1946年在《数学年刊》上发表的文章“多复变函数的自守函数”成为经典著作,为研究自守函数的名家所必引用。多复变自守函数理论,至今已发展成为数学最重要的研究方向之一。解决费马大定理的作者威尔斯,就曾在Langland讨论班中获过启发,而Langland就是目前多复变自守函数的权威人士。他在普林斯顿高等研究所主持的讨论班,一直是围绕着多复变函数的自守形式,即自守函数的推广。此外,华老在上述文章中引进一般分度量,现在能做辛罗度度量。

华罗庚1950年初毅然回国,当时才40岁,正值盛年,在新中国成立后的最初十年,也是他精力最充沛的十年,主要从事的研究仍然是多复变函数,他的主要工作就是他专著中的多复变函数理论上的调和和分析。

最早的调和分析指高维分析,高维分析就是研究多复变函数上通合方程。

$$\frac{z^2 \bar{z}}{\sqrt{1+z^2}} = -\frac{1}{2} z$$

的一组完备正交归一函数系。微分方程的解有 $\cos \theta / \theta$ 与 $\sin \theta / \theta$ $\theta = 1, 2, \dots$

这就是一组最简单的完备正交系。 $\cos \theta / \theta$ 与 $\sin \theta / \theta$ 称为特征函数, $\theta = n\pi$ 称为特征值。自高维分析问世以来,它在工程与物理领域就有广泛的应用。数学家也对此有十分类似的研究。自然也会考虑把高维分析推广为多复变函数,或者把微分方程推广为算子的情形。在实际应用上也有此需要。例如量子力学要考虑到算子的特征值与特征函数。但在华罗庚以前,高维分析推广多是“不行推广”。如考虑多单位圆上的格林斯基积分,或者抽象的,证明某些空间的完备正交归一系的存在。这样对实际的应用是远远不够。如上所述,华罗庚从十岁就找到单变量的自守函数的推广是典型意义上的自守函数,他同样认为单位圆上的调和和分析的推广为典型意义上的调和分析。他用群表示论具体构造了典型意义上的绝对平方可积完备函数的“一组完备正交归一函数系”。群表示论与正交系的关系并非始创自华罗庚,但能够具体的找出非平凡的群下的所有不可约表示与计算其不变化所需种和常数,应是始于华老在50年代初期的工作,这使得60年代调和分析在国际上开始热门起来。调和分析权威,普林斯顿大学教授斯图,在一次学术会议上曾当着华老和他的学生面说,“我是华的名誉学生”。他是使华罗庚成为美国科学院外籍院士的推荐人之一。

华罗庚要把一表示化为适合的所需条件的不可约表示时,应用了两个奇妙的代数恒等式。这两个代数恒等式的成立,虽然可以用逐步跟着他的证明知道其成立。然而华老到底是怎么想出这两个恒等式来的,我只能佩服他是天才。但华老从不认为自己是大才。这只好归因于他有极好的数学直觉。此外,正交归一化所需的常数要用很多矩阵积分的计算,他以惊人的技巧把许多复变函数积分计算出来。这些矩阵积分计算的技巧,后来被一些物理学家所应用,写了不少论文。



在得到矩阵和行列式,不能不说到他所引入的矩阵根坐标。最初他是为了计算矩阵和分而引入的,但后来发现体积元素的矩阵根坐标的表达与李代数相系的计算有密切的关系,使得后人和一些根系的计算大为容易。此外,矩阵根坐标对于对称空间的几何研究也十分有用。

华罗庚的典型域上的调和和分析开始是考虑适合方程

$$\frac{\partial u}{\partial \bar{x}_j} = 0, \quad j=1, \dots, n$$

的平方可积的完全正交归一函数,接着考虑更复杂的方程的调和和分析。最有名是方程

$$\Delta u = -\lambda u,$$

其中 Δ 是Laplace-Beltrami算子。这首先要弄清楚 $\lambda=0$ 的情形。此时 Δ 称为调和函数。通常的算子 Δ (即在欧氏空间的)

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2 u}{\partial x_n^2},$$

已知调和函数的 Dirichlet 问题是给定一域的边界值,存在唯一的解。但典型域的情况大不一样, Δ 是一变系数的微分算子,后被称为华算子。除了球体的情形外,只给定典型域边界的一部分(叫特征流形或 Silov 边界)便有唯一的解,任意给与整个边界值,解便不一定存在,这是椭圆微分方程理论的一个重大发现。对于球体的情形,华老也有重要的发现,就是

$$\Delta u = 0$$

在球内是调和型;在球外是反曲型;在球面上是抛物型。这对混合型微分方程的研究,起了很大的推进作用,引起了后人的进一步研究。华老的调和函数论不仅适用于典型域,而且适用于非紧的黎曼对称空间。这个理论是系统的、完整的。其成果总结在1959年《中国科学》国庆十周年特刊“典型域的调和函数论”(与陆启铿合作)长

篇文章中,但基本的思想在他获奖的书中已经提出来了。此后国内外不少人继续作推广工作,华老多元复变函数的研究方法,有浓厚的中国特色。在国外他和他的学生被公认为华罗庚学派。

对于紧致的流形, $\Delta u=0$ 只有零解。研究 $\Delta u=-\lambda u$ 的解,首先要知道特征值 λ 可能是什么,这也是调和分析的问题,是60年代以后国际上最热门问题之一。他的学生和学生的学生还有人存在做证和疑的讨论,无怪乎丘成桐教授说华老的工作领先国际十年。

华老用典型域的初等方法考虑数学物理问题是鲜为人知的。但我有幸知道他60年代初期在中山大学数学的一份讲义,就是用矩阵的方法处理相对论讨论。此讲义目前已无法找到。我又相对论的未来光锥就是第四类典型域的特征流形。第四类典型域(即4时 Bergman)特征函数在华老获奖的书中知道可以写为

$$\frac{1}{\det g}$$

的若干次方的形式。比如 Bergmann 核函数就是次调和函数,它的若干次方也是次调和函数。他的学生的学生请向字解去“扩充未来光锥管域”猜想的证明中,重要的一步就是要构造一个在未来扩充光锥管状域的次调和函数。上述的函数就是。这一看如果不是华老的弟子是谁能想到的。由于解决这一猜想,俄国科学院 Steklov 研究所授予周向宇俄国国家科学博士,这是有史以来中国人从俄国获得的第三个科学博士学位。

在上面提到的讲义中,华老还把 Dirac 算子用矩阵的方法处理,准备对 Dirac 算子的精确进行研究。我们知道,从70年代到今天,从指标定理到 Seiberg-Witten 方程,无一不是与 Dirac 算子的研究有关,对数学与理论物理产生巨大的影响。华老的思想是超前的。



关于示性类和示嵌类的研究

胡作宏 基础科学研究所 胡作宏



吴文俊先生在作学术报告

吴文俊关于示性类和示嵌类的工作属于代数拓扑学和微分拓扑学。代数拓扑学虽然迄今只有100年的历史，却是当代数学的核心。它的概念与方法已经以这样或那样的方式渗透到数学中几乎所有重要领域，而且最近20多年来也渗透到物理学领域，包括杨振宁—米尔斯规范场理论以及弦和超弦理论。

拓扑学的最主要问题，就是它的基本对象——流形和复合形的划分、不变量和分类以及具体实现问题。吴文俊的示性类研究属于前一范畴。而示嵌类研究则属于后一范畴。由此看来，他的研究工作实际上是拓扑学的核心问题的重大突破。

一 示性类

经典的示性类是起源于纤维丛概念的引进。为数学奠定基础的19世纪末引进一些最基本的

拓扑不变量，到本世纪30年代末一直没有更大突破。直到30年代中期，由于纤维丛——E-丛理论、微分几何和其他概念的引入，使拓扑学产生了飞跃，从而形成50年代、60年代拓扑学带动数学大发展的局面。吴文俊就是在这个国际前沿开始他一系列创造性工作的。

经典的示性类是由瑞士数学家史蒂费尔(Stiefel)、美国数学家惠特尼(Wilney)和苏联数学家庞特里亚金(L.Pontryagin)和作者从不同途径引进的。其

中惠特尼和庞特里亚金以及其他工作是我当代数学最宝贵——沃尔夫奖。他们引进的示性类分别称为史蒂费尔—惠特尼示性类、庞特里亚金示性类和陈省身示性类。

吴文俊开始工作时，这些概念还在萌芽阶段。吴文俊的工作为示性类理论做了奠基性的工作。甚至这些示性类的名称也来自吴文俊在1949年撰写的博士论文。在这篇论文中，他定出其间的关系。例如具有复流形结构的流形的切丛的庞特里亚金示性类 P^n 与陈省身示性类 C^n 的关系：
$$\langle P^n, (-1)^{n+1} \sum_{i=1}^n (-1)^i \zeta_i \cup C^i \rangle = 0$$

群论和纤维丛定向微分几何具有复流形结构的充分必要条件。

史蒂费尔—惠特尼示性类一个重要问题就是拓扑不变性问题。也就是不能依赖于流形的微分结构。这个问题由菲尔兹奖获得者解决。



IR-Thom)和英文俊独立在1950年解决。而英文俊则更进一步,把它用上同调运算明显地表示出来。

设 M 为紧微分流形, 则可通过上同调运算 Sq 定义上同调类 V , 使得对所有上同调类 X , 有

$$V \cup X = SqX,$$

V 也称为英文俊类。这样, 史蒂费尔-惠特尼示性类 W 就可以漂亮地表示为

$$W = SqV$$

这个公式常称为英文俊公式。它不仅具体表示出示性类, 而且一举证明流形示性类的拓扑不变性同伦不变性。

作为工具, 英文俊对辛格洛夫曼流形定义了一系列上同调运算, 例如

$$Sq^i W = \sum_j (c_j^{i+1}) W^j \cup W^{n-j}$$

其中 (c_j) 为魏二项系数。由此得出, 球从的史蒂费尔-惠特尼示性类由维数为2的示性类完全决定。1956年道尔迪(Dold)在英文俊工作的基础上证明, 英文俊公式是示性类之间的唯一关系式。即该公式是完备的, 从而完满的为史蒂费尔-惠特尼示性类理论画上了句号。

庞特里亚金示性类则更为复杂。由于它是整系数示性类, 而且后来知道它也不是拓扑不变的。英文俊在50年代得出当时最佳的结果:

1. 定向的微分流形上 P^n 在模3约化后是拓扑不变的。特别是定向 M^4 的庞特里亚金示性类必为3的倍数。

2. 定向的微分流形上 P^n 在模4约化后是拓扑不变的。

由于 P^n 一般非拓扑不变量, 40年来, 这方面没有进展。直到1995年才由两位印度数学家取得突破。在这期间, 在英文俊工作的基础上, 汤姆·米尔诺(J. Milnor)、诺沃科夫(S. Novikov)等人证明一些基本结论, 他们都是菲尔兹奖获得者, 他们得出:

1. 有理庞特里亚金示性类的组合不变性
2. 有理庞特里亚金示性类的拓扑不变性
3. 模2庞特里亚金示性类非拓扑不变
4. 庞特里亚金本身是偶数完整的理论。

而在拓扑学及其它领域的发展起着关键的作用, 其中最重要的有:

1. 流形的配边理论及其各种推广。这是流形及其结构的一个划分类型理论, 有各种应用, 包括下面2、3两例。

2. 米尔诺关于纤维面上存在非平凡的微分结构, 这导致微分拓扑学的新突破。

3. 希采布鲁赫(Hirzebruch)证明一般代数族的黎曼-洛赫定理, 由此直接导出本世纪最重要成就之一(阿提雅(M.F. Atiyah)-辛格(Singer)指标定理, 希采布鲁赫是沃尔夫奖获得者, 战后德国数学界的领袖人物, 他本人对示性类也有重大贡献。阿提雅则是菲尔兹奖获得者, 公认为世界数学界的领袖人物之一。在他们的著作中都多次提到英文俊的著作, 并引用英文俊的著作。

4. 美国数学家博特(R. Bott)和索尔诺等关于霍普夫(Hopf)不变量的工作, 特别是由此得出关于代数学的一个基本定理: 有限维可代数的维数只可能是1, 2, 4, 8。

5. 嵌入问题, 见下节。

由于英文俊等数学家奠定了示性类理论的基础, 并以其为出发点, 而产生各种新的示性类, 它们在各个方面起着重要的作用。从50年代到今天, 这个领域仍然在蓬勃发展中。

二. 示嵌类

几何学与拓扑学中最基本的问题之一是实现或嵌入问题。初等几何学中的对象如曲线、曲面, 都是放置在欧氏空间中, 往往通过坐标和方程来定义。但是拓扑学的对象, 拓扑空间、复形或多面体, 特别是流形都是抽象地或内蕴地定义的。这样便自然产生一个问题: 是否可以把它们放置在欧氏空间中使我们产生一个具体的形象(成为其中的子流形或子复形), 或者更具体地把它们的方程写出来。这就是实现或嵌入问题。

就目前的情况是, 如果存在从拓扑空间 W 到拓扑空间 W' 内的内胚 E , 则称 E 为 W 到 W' 的



拓扑嵌入。如果 f 只是连续映射，有 f 在 V 的每点 P 的邻域 U ，使得 $f(U)$ 在 W 上是闭集，则称 f 为拓扑嵌入。如果存在满足这个条件的 f ，则称 V 可嵌入或可浸入在 W 之中。在研究嵌入问题时，我们常把 W 取做欧氏空间 E^n 。

由于嵌入或浸入讨论的是映射，因此除拓扑空间和拓扑映射之外，也可考虑包含映射和分段线性映射微分流形和微分映射乃至解析流形和解析映射以及黎曼流形和等距映射。这样又可得到各种不同情况下的嵌入和浸入。

在吴文俊工作之前，各种情形有一些独立的结果：

① n 维复合形可嵌入在 R^{2n+1} 中。这个结果很早就知道。1934年荷兰数学家范德坎普(Van Kampen)和弗洛里斯(J. Ploors)证明存在 n 维复合形不能嵌入在 R^{2n} 之中。这样， $2n+1$ 就是最佳的维数。范一坎普还给出 n 维复合形嵌入在 R^n 中的充分且必要条件，但是他的这一证明是错误的。

② 对于微分流形，惠特尼证明了经典的结果：

① n 维微分流形都可以嵌入在 R^{2n} 中。

② n 维微分流形都可以浸入在 R^{2n-1} 中。

③ 如果 M^n 浸入在 R^{2n-1} 中，则 M^n 的达朗贝尔-惠特尼示类 $W(M)$ 满足： $W(M) \cdot W(M) > 0$ 。

④ 如果 M^n 嵌入在 R^{2n} 中，则

$$W(M) \cdot W(M) \geq 0$$

3. 洛姆对于紧局部连通的拓扑空间在 R^n 中，给出必要条件。

吴文俊从1953年起，把以上表面上既互不相容，方法上又迥异的理论融合成一个理论。现在的主要问题是在嵌入或浸入的条件，而这个条件就是所谓示类为零。

吴文俊通过史密康(A. Smith)的局部变换理论定义示类：考虑一个空间的 B 重约化积 $\Sigma_n \Delta_n$ ，其中 Δ_n 为 n 角形， Σ 为其上的带环覆叠。对应于 Σ 为 Δ_n 的覆叠 X_n ， Σ 即定义了一组同调类 $\alpha_i(X) \in H(X, \pi_i(\Sigma))$ ，系数取 Σ 及 Δ_n 的欧氏数而定。对于这个示类，他得出

嵌入定理：

定理1. X 可嵌入到 R^n 中，则

$$\alpha_i(X) = 0, i \geq \lceil n/2 \rceil$$

这一定理包括上述所有定理为其特例。他还指出，对于任何 $m \geq n$ ， $m \leq 2n$ 都存在 n 维复形，可嵌入在 E^m 中但不能嵌入在 E^n 中。

对于 n 维复形，他进而定义示类 $\sigma(K)$ ，并给出一系列充分必要条件：

定理2. 当 $n=2$ 时， n 维复形 K^2 可嵌入 R^n 中嵌入的充分且必要条件为：

$$\sigma(K^2) = 0$$

由此可知，在下列情形， K^2 可嵌入 R^n ：

$$1) \sigma(K^2) = 0$$

$$2) \sigma(K^2) = 0$$

3. K^2 的任意 $(n-1)$ 维子形至多是两个 n 维单形的面，特别当 K^2 是 n 维组合流形或仿流形。

定理3. 当 $n \geq 3$ 时， K^n 可浸入 R^n 中的充分且必要条件为示类 $\sigma(K^n) = 0$ 。

$$\sigma(K^n) = 0$$

定理4. 当 $n \geq 4$ 时，两个 K^n 到 R^{2n-1} 中的嵌入 f, g 同伦的充分必要条件是：

$$\sigma(K^n) = 0$$

对于微分流形，他证明 $n \geq 1$ ，所有 n 维微分流形在 R^{2n-1} 中的微分嵌入均同伦，从而可知高维粗胚不存在。这显示 $n=1$ 与 $n \geq 2$ 有着根本的不同。

吴文俊关于示类的工作的重要意义还在于他运用独创的方法来研究非同伦性的拓扑问题。由于大多数拓扑学的问题都可以转化为同伦的问题，大多数拓扑不变量也是同伦不变量，这就使研究像嵌入问题这类非同伦的拓扑问题具有很大的难度。正是因为他早在1953年就找到系统构造非同伦拓扑不变量的方法，使他在实现问题上有所突破。

到80年代中期，吴文俊的示类工作一直在国际上居于领先地位。1988年他去法国讲学，介绍了微分流形微分嵌入的代数方法，他对于拓扑理论有了进一步掌握。刘国栋等、熊尔拉伊伊拉者斯梅斯(Simur)早期工作也受到



文俊工作的影响。

吴文俊关于示类类的工作总结在《可缩形在欧氏空间中的实现》专著中。本书最早在1957年出油印本，1964年由科学出版社出版英文版，中文本则在文本结束时才问世。

60年代末、70年代初期，吴文俊为他的最大理论找到了实际应用。集成电路布线问题实际上就是一个线性图的平面嵌入问题，吴文俊运用示类类理论把这个问题归结为模2方程的计算问题。通过示类类理论不仅可以得出集成电路是否可以有布在平面上的判断，而且可以指导如何更好的布线。他的方法具有完全可计算、可上计算机，效率远超过同类算法等优点。1976年美国数学会访问团访华时，著名应用数学家，沃尔夫茨兹得者凯勒(J. Keller)当即指出，“这是真正的应用数学”。

拓扑学的实现理论出于本身的重要性，一直受到数学家重视。但集中于比较特殊的具体问题，而一般理论则是吴文俊的示类类理论。它

仍然是最一般的，并居于中心地位。

由于政治形势的原因，吴文俊在50年代末大致已脱离示性类和示类类的研究，但是，他的理论一直受到国际上的重视，成为名副其实的现代经典理论。

值得注意的是，吴文俊是中国大陆最有国际声誉的数学家之一。他的名字不仅被多次用来命名定理、公式等等，而且收入专著、教科书，乃至工具书中。例如岩波《数学辞典》和苏联—美国的《数学百科全书》。他的工作是大陆数学家引用量最高的一位，估计有上千次，而且时至今日他的老文章也仍在被引用。笔者查阅1998年度的国际著名数学杂志《数学进展》，6月一期的一篇论文，引用了34篇论文，其中最早的一篇就是吴文俊1950年发表的示性类的论文。而所有这些引用在作不是局部性修补补自我引用。引用者大都是国际上最著名的数学家，特别是拓扑学家。





工程控制论

撰稿：力学研究所 薛明伦
自动化研究所 戴汝为

控制论，基于力学以及控制论被认为是20世纪的三项伟大科学成就。1948年美国科学家维纳发表专著提出了控制论(Cybernetics)。由于标题问题是美苏在动物和机器中控制和通讯的科学，而受到当时苏联哲学界和部分科学界的严厉批判。1954年钱学森在美国出版了工程控制论一书，仅涉及控制与导航方面的工作，成为推动控制论科学思想的代表人物之一。由于工程控制论的同时仅涉及工程中的控制问题，以及钱学森于1955年返回祖国，当时苏联哲学界和部分科学界从对控制论的批判态度而转变为赞赏。

工程控制论的目的是研究控制论这门学科中能够在应用于工程上设计被控系统或被操纵系统的那些部分。它把一般性质的理论和实际工程经验很好的结合起来，对工程技术各个系统的自动控制和自动调节理论作了一个全面的探讨。它一方面奠定了工程控制论这门技术科学的理论基础，另一方面指出了这门学科今后的发展方向。工程控制论使人类可能有更广阔的眼界用更系统的方法观察有关的问题，因而往往可以得到解决旧问题的更有效的新方法。工程控制论还可以揭示新的以前没有看到的现象。工程控制论在学术上达到当时国际领先水平，为我国这门学科的发展奠定了基础，在



钱学森院士在办公室

自动化、无线电电子学、航天技术及其他工程各专业领域都得到广泛应用，这本书所创制的理论基础和概念至今仍是这门学科的理论基础，至今仍为世界各地的科学技术工作者所引用和参考。

钱学森是著名的力学家，他亲身参与美国应用力学的发展，经历了流体力学作为一门技术科学，怎样从水利工程师、气象工程师、空气动力工程师以及其他领域工程师有的工程技术实践中加以总结提炼，从而分离出来的过程。由于有了流体力学提供的理论与方法，其他领域的工程师们才能在他们目前的工程技术实践中借鉴流体力学研究成果。至少可以说，如果没有流体力学提供的理论与方法，对超音速流动的了解与利用肯定会更加遥远。站在这样的科学思想和方法论高度，钱学森在40年代末，50



年代初对二次世界大战后迅速发展的控制与制导工程技术实践进行全面观察时，具有比常人更敏锐的眼光去发现、提炼出指导控制与制导系统设计的普遍性概念、原理、理论和方法，从而创建了作为一门技术科学的《工程控制论》，就是十分自然的事了。

1956年钱学森的专著《工程控制论》(Engineering Cybernetics)获国家自然科学一等奖。当时钱学森任中科院力学研究所所长。第一版《工程控制论》是用英文发表的。1954年由麦格劳-希尔(McGraw-Hill)图书公司在美国出版。此后，俄译本于1956年，德译本于1957年，中文译本于1958年相继出版。书中所阐明的基本理论和观点，一方面奠定了工程控制论这门技术科学的

基础，另一方面指出了进一步研究的方向，对自动化科学技术理论的进展起了重要作用。该书的中、英、德、俄等各种文版本断为世界各国科学技术工作者所引证和参考。已故自动控制专家高为炳院士，曾于90年代中期撰文，认为工程控制论是自动控制领域中引用率最高的著作。宋健和其他几位中青年控制理论科学家根据钱学森的委托而完成的《工程控制论(修订版)》，1980年出版。工程控制论从深度到广度上推动了国际上，尤其是国内的电子(计算机)技术革命、核能技术革命、航天技术革命和电子技术革命的发展，从而为“两弹一星”的研制成功和发展以及一大批高新技术的发展奠定了基础。