

吴方法与中国科大

CAGD 研究小组

■ 邓建松 陈发来

计算机辅助几何设计 (Computer Aided Geometric Design, 简称CAGD) 主要研究曲面造型的数学基础理论与方法。中国科大数学系CAGD研究小组由常庚哲教授和冯玉瑜教授创建于上世纪八十年代初。早期主要从事曲面的保形与逼近、三角域上的Bernstein-Bézier曲面、样条函数等方面的研究。进入上世纪90年代中期以后, 小组主要研究曲面的隐式化和分片代数曲面的造型问题等。

在CAGD中有一大类问题可以一般性地描述为: 给定三维空间中的不约代数曲线集 $C_i, C_j, C_k, i \in I, j \in J, k \in K$, 其中 I, J, K 为有限指标集, 以及两组不可约代数曲面, $S_j, S_k, j \in J, k \in K$, 分别包含曲线 C_j 与 C_k , 要求确定一给定次数 m 的代数曲面 F , 使得:

1. F 通过所有的 C_i, C_j, C_k 。
2. F 沿曲线 C_j 与 C_k 分别与曲面 S_j, S_k 光滑连接。
3. F 沿曲线 C_k 对 S_k 有相同的曲率。

上述问题包含了CAGD中应用代数曲面进行曲面拟合和拼接的典型情况。吴文俊先生于1993年应用他自己独创的特征列方法给出了这一问题的完美解决方案，比已有的应用Gröbner基的方法在效率上有极大改进，推动了代数曲面在曲面拟合和拼接中的应用。主要结果发表在“数学机械化与机械化数学”研究报告第10期上。随后，他在《数学的实践与认识》1994年第3期上发表的文章“CAGD中代数曲面拟合问题”给出了具体的实例。这一工作与当时国际上以T.W. Sederberg, C.L. Bajaj和J. Warren等专家为代表的对代数曲面造型的研究相呼应，处于国际前列。

从1998年开始，本研究小组参加了973重大项目“数学机械化与自动推理平台”，研究小组开始系统学习吴方法以及它在CAGD中的应用。2000年，我们对吴先生1993年的工作进行了推广，采用吴方法给出了构造代数拼接曲面的新方法。新方法使得构造高阶光滑拼接曲面变得简单，而且不需要给定曲线为不可约的，并且可以构造分片代数曲面。2001年在中国科学技术大学召开“数学机械化高级研讨班”期间，本小组成员专门向吴先生介绍了这一方面的工作，引起了吴先生的极大兴趣。

受吴先生数学机械化思想的影响，科大CAGD研究小组利用参加973数学机械化项目的机遇，进一步深化上述研究成果，建立了有理曲线和曲面 μ 基的理论和算法，并探索它在几何造型领域的应用，有关工作引起美国、欧洲等多位学者的兴趣。这些成果的取得离不开数学机械化这一核心技术。我们期待吴先生开创的数学机械化思想能在更多的研究领域与问题发扬光大。

国家科技部支持的两届数学机械化973项目“数学机械化与自动推理平台”(1998–2003)与“数学机械化方法及其在信息技术中的应用”(2004–2009)分别设有“计算机图形学中的数学机械化方法”课题组与“数学机械化在几何建模中的应用”课题组。先后参加两届973项目CAGD课题的有中国科大研究小组,北方工业大学齐东旭,浙江大学汪国昭、郑建明,中科院计算所的李华,大连理工大学的施锡泉,清华大学的胡事民,中科院数学院徐国良,香港大学与山东大学的王文平。可以说涵盖了我国从事CAGD数学方法研究的大部分重要单位。吴文俊先生在数学机械化973项目中十余年对CAGD研究的支持对于我国CAGD的发展也起到了十分重要的推动作用。

(邓建松、陈发来均为中国科技大学数学系教授)