

# 基于螺旋理论的自由度原理

## Mobility Principle Based on Screw Theory

黄真 教授

Professor Huang Zhen

Http://huang.yzu.edu.cn/

E-mail:huangz@yzu.edu.cn

Tel:0335-8074709

## 基于约束螺旋的机构自由度分析原理

在机械创新中最基本的是机构的创新，而新机构离不开自由度的判断。长期来在所有的机械原理教科书中介绍的都是这个传统的Grübler-Kutzbach (G-K) 自由度公式。然而不时发现用该公式得不到正确的结果，且越趋严重，特别是21世纪开始在并联机构的研究中，该公式经常给出错误的结果。自1869年契贝舍夫开始，150年来无数学者探讨普遍适用的自由度公式而未可得。**黄真及其学生解决了这个有150年历史的重大问题。**

考虑了冗余约束的修正的  
Grübler-Kutzbach公式:

$$M = d(n - g - 1) + \sum_{i=1}^g f_i + v$$

### 主要问题:

“自由度屡屡不能正确计算，不仅严重地影响了机械的创新，而且，特别严重限制了机构的现代发展。发明一个机构，要弄清它的自由度十分困难，甚至直到制造出来才知道并不正确。2005年Gogu收集并系统归纳了150年以来所有称之为“荒谬”的机构，并分为古典机构和现代并联机构两类。他并以一个并联机构为例证明过去提出的那些公式都不能获得正确结果，我们称之为“Gogu问题”。

### 20年的研究历程:

于1991年提出用反螺旋定义公共约束，从空间机构的角度分析了四杆机构；1996年分析了若干3自由度空间机构；1997年构建了“统一的基于约束螺旋理论的机构自由度分析原理和通用的自由度公式”，并第一次用统一的公式成功地分析了古典机构以及现代并联机构。先后以此自由度理论为基础成功地综合出国际上第一个对称的4自由度和5自由度并联机构，并完成全部机型的综合。其后几年逐个分析Gogu问题，2004年突破了最为困难的著名的Bennett机构；2010年完成对该问题的分析，写出《论机构自由度》一书。

### 主要成果及优点:

1. 构建了“统一的基于约束螺旋理论的机构自由度分析原理和通用的自由度公式”，中国人解决了有150年历史的通用自由度问题；
2. 完全解决全部Gogu问题。包括最基本和公认难度最大的Bennett机构和Goldberg, Waldron, Myard, Altmann等古典机构，和Hervé, Tricept, Delta, H4, Orthoglide等现代并联机构的自由度问题，验证了我们的自由度原理的通用性；
3. 将此适合古典机构和并联机构的自由度原理向现代多环耦合机构方向发展；
4. 促进了现代并联机构的型综合问题的研究。我们解决了全部并联机构的型综合问题；
5. 提出了一些在机构自由度计算过程中关键重要的处理技巧，形成了我们的统一而普遍适用的自由度原理；
6. 基于约束螺旋的自由度原理，科技人员不难掌握。分析过程简单、快捷。

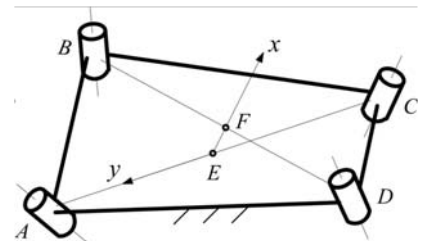


图1 公认最困难的Bennett机构

包括自由度问题在内的黄真教授的整个研究成果极大地推动了当代机构学的发展，被国家自然科学基金委员会誉为**中国机构学发展的三大里程碑之一**，黄真教授2010年荣获IFToMM国际组织“卓越成就奖”(Award of Merit)。