

控制理论的全驱系统方法体系

段广仁

中国科学院院士 IEEE/IFAC/IET/CAA Fellow

一、诞生背景

控制理论在众多领域都有广泛应用，也是人工智能的基础。它主要有两个体系：频域体系和时域体系。前者主要研究单变量线性系统，早在上世纪中叶便近乎完善。时域体系就是状态空间方法体系，它以状态空间模型为基础，主导了控制理论百余年的发展。但难以置信的是，几乎所有的重大发现都出现在上世纪 90 年代中期之前。

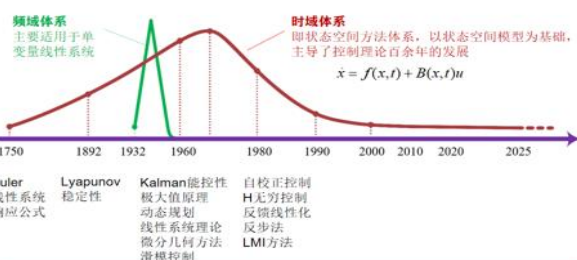
2001 年，12 位控制大家联合出版了《控制理论的 25 篇开创性论文》，但 1981 年以后的论文却无一入选。IFAC 前主席、非线性控制权威专家 A. Isidori 指出：“到 90 年代中期，多变量非线性系统反馈设计问题的研究几乎出现了完全的停滞”。美国工程院院士、中国两院院士（外籍）、哈佛大学终身教授何毓琦先生认为控制领域已经成熟：“基本上是在既有理论框架内进行的第三代问题的探讨”，“主要集中于对现有理论的延伸与完善”。

如何改变这种局面呢？何毓琦先生说：“有机会，但不会来自对现有成熟理论的拓展”！

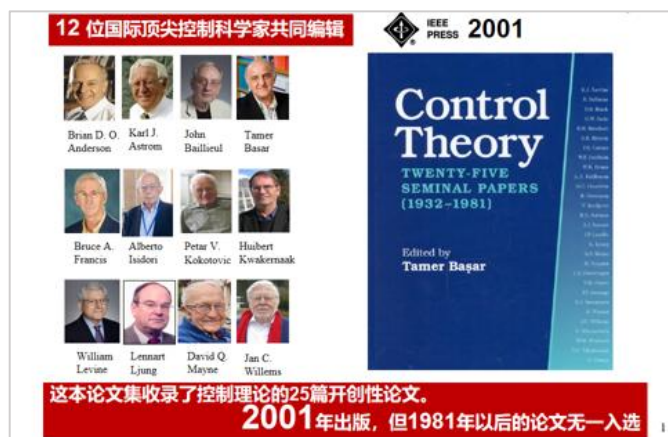
我们团队不再指望原有的状态空间方法体系，而是要找到另一个更有生命力的控制理论体系。在基金委创新群体和重大项目的支持下，10 年孕育，我们闯出新路，创立了全驱系统方法体系。

控制理论

控制理论在航空航天等众多方面都有广泛应用，也是人工智能的基础



但难以置信的是，几乎所有的重大发现都出现在上世纪90年代中期之前



二、诞生标志

受物理上全驱系统的启发，我们发现了描述一般动态系统的全驱系统模型，结束了状态空间模型百余年的主导局面，进而提出了全驱系统方法体系的基本框架，引领众多参与者共同建立了全驱系统方法体系（简称全驱体系）。该体系突破了一系列复杂特性的束缚、覆盖了一批已有理论方法、攻克了一批传统状态空间方法解决不好和解决不了的问题。

全驱体系的诞生标志是段广仁的两个系列论文（唯一作者），分别发表在《自动化学报》（3篇：I~III）和《国际系统科学杂志》（10篇：Part I~Part X）。后者 2024 年的影响因子高于控制理论界公认的顶刊 *Automatica* 和许多 IEEE 汇刊，如信号处理、计算机、生物工程、电子装置、工业应用、网络系统控制、电路与系统、人机系统、信息理论等。事实上，像这样在国际重要刊物上发表一个 10 篇的研究论文系列，在国际控制界是罕见的（经 WoS 查询）。《国际系统科学杂志》官网还专设网页对该 10 篇开创性论文给予了极其高度的评价。两个系列论文的首篇分别入选 CNKI 和 ESI 高被引论文，并分别稳居这两个刊物的引用排行榜榜首。



三、公开评价

两个原创的系列论文在仅 4 年时间里被 Scopus 他引 1550 余次。在 2025 年“全球前 2% 科学家榜单”(World's Top 2% Scientists)中，段广仁位居“Industrial Engineering and Automation”子领域“年度科学影响力排行榜”的全球第一名。

- 美国工程院院士、MIT 教授、IFAC 副主席 R. Braatz 称：“段原创地建立了高阶全驱系统方法，并基于该方法有效地提出了二阶和高阶反步法”；
- 欧洲科学院院士、帝国理工教授、国际控制界顶级刊物《IEEE 自动控制汇刊》主编、IFAC Technical Board 副主席 A. Astolfi 也加入研究行列，曾在多个会议（包括一个千余人的国际会议）上做大会报告，介绍他在全驱系统方法方面的成果，并称是“dedicated to Prof. Duan”；
- 欧洲科学院院士、塞浦路斯科学、文学和艺术院院士、IEEE 神经网络先驱奖获得者、IEEE 计算智能学会前主席、IEEE 神经网络与智能系统汇刊前主编 M. Polycarpou 称：“全驱系统方法有望摆脱这类复杂计算”、“提供了以控制为导向的框架”、“基于这些优势，已发展出丰富的理论成果”；
- 墨西哥科学院院士、著名刊物 J. Franklin Institute 前主编 M. Basin 教授，在 600 多人的国际会议上做大会报告时，评价全驱系统方法是“段教授提出的富有建设性的原创”、“重大发现”、“全新的体系框架”；
- 韩国科学院院士 Ju H. Park 教授称：“全驱系统方法是直接、简洁的”，并将我们的结果作为引理使用；

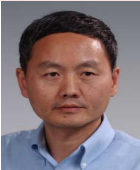
- 中国科学院院士、北京航空航天大学郭雷教授称：“段原创地提出了全驱系统理论”、“模型更清晰、更简洁”、“一般的方法论”、“被段应用于若干重要问题”；
- 欧洲科学院院士刘国平称全驱系统方法“是一项控制系统科学领域的创新性理论，突破了传统一阶状态空间方法的框架限制”。

引用文献 评价类型	引用文献描述情况	评价频 次/篇数
突破性 评价	A1. 使用“break (overcome, counteract, get rid of 等) + 名词”的评价； A2: 针对现存的 challenge、dilemma、limitation、shortcoming、difficulty 等取得突破进展的评价。 如“breaks the limits of the traditional framework of first-order state-space system methods”、“overcome the difficulty of the traditional FOSS model”、“gets rid of the bondage of the state-space model”、“breaks away from traditional thinking”、“overcome the above dilemmas”、“to address these limitations, ...”、“in view of the shortcomings of first-order nonlinear state space models, ...”。	35/35
科学价值 评价	B1. 使用 remarkable, significant, great, efficient, excellent, superior, simple, prominent, notable, outstanding, holistic, effective, vigorous, solid, wonderful, fundamental, convenient, concise, potential, substantial, brilliant, promising, comprehensive, noteworthy, widespread, unique, strong, immense, solid, fruitful, distinct, notable, considerable, better 等形容词的评价。 B2. 使用 significantly, greatly, considerably, incredibly, effectively, extremely, admirably, thoroughly, conveniently, easily 等程度副词的评价，如“incredibly practical and efficient”, “extremely powerful”。	131/95
原创性 评价	C1. 使用 groundbreaking, novel, innovative, pioneering, seminal, emerging, new, fresh 等词汇的评价，如“opened up a new direction”、“pioneered an innovative approach”、“provided a new perspective”等。 C2. 使用“副词 + 动词”结构的评价，包括“originally (firstly, newly, innovatively, creatively, initially, constructively) + propose (present, introduce, establish, develop, put forward, conduct, design) ”。	153/132
引领性、 启发性 评价	D1. 引文中将代表性论文中的结果作为引理或者命题使用； D2. 使用下述一些句式的评价：“inspired (motivated, enlightened) by”、“according to”、“based on”、“grounded in”、“following”、“by using”、“taking inspiration from”、“from the perspective of”、“building on this foundation”、“on this basis of”、“in the light of”等。	236/166

检索报告人： 邵伟文

报告单位： 中国科学院文献情报中心
完成时间： 2025 年 6 月 20 日

其他主要引用者



G. X. Gu
IEEE Fellow
美国 (LSU)



K. Tsakalis
大学教授
美国 (ASU)



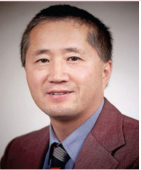
J. Guerrero
IEEE Fellow
丹麦(AAU)



O. Kaynak
IEEE Fellow
土耳其(BU)



M. E. Valcher
IEEE Fellow
意大利(UoP)



P. Shi
IEEE Fellow
澳大利亚(UoA)



S. F. Su
IEEE Fellow
台湾科大



周东华
IEEE Fellow
清华大学



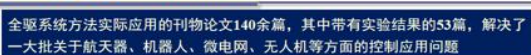
四、引领成效

两个系列的原创论文引领了 20 多个国家的 140 余所高校和研究机构的团队在该全新方向上发表论文 700 余篇，其中 IEEE 汇刊论文逾百篇；实际应用的刊物论文 140 余篇，带有实验结果的 53 篇，解决了一大批关于航天器、机器人、微电网等方面的控制应用问题。另外，

- 作为一个几乎零基础的会议，全驱系统理论与应用国际学术年会仅 4 年时间从 150 人发展到千人规模的大会；
- 全驱体系得到了基金委基础科学中心项目的资助，中期检查结果优秀；
- 创建了以中国学者原创性方法命名的中国自动化学会的全驱专委会、广东省全驱系统控制技术重点实验室和 IEEE SMC 学会的全驱专委会，同时还带动了国际上首个全驱系统控制技术研究中心的出现；
- 应邀在重要国际学术会议做全驱体系的大会报告 30 余次，在北京信息科学与技术国家研究中心系列交叉论坛第 89 期所做全驱体系的报告吸引在线观众 39 万人之多（见清华大学网站）；
- 推出了 Springer 全驱专著系列：首个执行期 5 年，每年 4~6 本，2025 年的 6 本专著即将出版；
- 出版 6 期全驱专刊，其中 IFAC 的旗舰期刊 CEP 的专刊征文称，全驱系统方法是近期的“重大成就”和“重要里程碑”，具有“巨大优越性”、“已在许多实际系统中得到了应用”；
- 全驱体系还被 2026 年 IFAC 世界大会新增为 12 个技术领域之一。



在仅四年的时间里，代表性论文引领了包括中、美、加、英、德、意、澳、韩、西班牙、荷兰、新加坡、丹麦和土耳其等20多个国家的140余所高校和研究机构的团队在该全新方向上发表论文700余篇，其中IEEE汇刊论文过百篇，题目中含有全驱字样的650余篇；

[illegible]

中期检查取得“优秀”成绩

学术委员会主席: 郭震 学术委员会副主席: 郭震
2004年5月18日

第一届全国系统理论论与应用专业委员会领导机构	
主 任	殷广仁
副主任	周东华、郑云、冯俊城、华长春、吴爱国、徐翔
秘书长	张颖

2022年5月得到中国自动化学会的筹备创建批复
 2023年11月得到中国自动化学会的成立批复
 网址: <http://www.fasta.org.cn>

**自动化学会诸多专委会中唯一——
一个以中国学者原创性方法命名的
专委会**

“该专委会应源自自动化学会诸多专委会中唯一——一个以中国学者原创性方法命名的专委会。”

中国自动化学会
 中国自动化学会副理事长桂卫华院士

中国自动化学会公开报道
<http://www.caa.org.cn/article/2018/03.html>



SMC
SOCIETY OF MODELING & CONTROL ENGINEERS

[HOME](#)






[ABOUT SMC](#)
[MEMBERSHIP](#)
[CONFERENCES](#)
[PUBLICATIONS](#)
[TECHNICAL ACTIVITIES](#)
[CHAPTERS & COMMUNITIES](#)
[INFORMATION FOR AUTHORS](#)

Fully Actuated System Approach

Our Goal

The goal of the proposed TCA is to provide a forum for idea exchange in the general research area of system analysis and control based on the use of the system approach. The topic is relevant to the SMC end 1990s, the study of problems of feedback design for highly nonlinear systems and the development of a new approach for multivariable nonlinear system control, many theoretical and practical problems still await solution. The proposed TCA will provide a state-of-the-art analyses and strategies of control designs from the angle of the IAS approach, with the aims of altering knowledge regarding the sciences and engineers and solving theoretical and practical problems that the national science research agencies cannot solve or cannot solve satisfactorily. This proposed TCA will try to provide a forum for exchanging achievements and ideas or current scientific researches in the emerging area of the IAS approach, as well as provide young scholar with opportunities to build the new generation scientific community; it will also bring the gap between the state-of-the-art concepts/knowledge and practical applications.

The staffwork and staffs/corps consist of a permanent team:

TC Leadership



Gangping Ren Duan
TC Chair
 Harbin Institute of Technology, China
[Email: Gangping.Ren@hit.edu.cn](#)



Guozheng Gu
TC Chair
 Tsinghua University, USA
[Email: guzheng@semprc.eastasia.electronics.hk](#)



Michael V. Basin
TC Chair
 Automatics Laboratory, Moscow, Russia
[Email: basin@phystech.edu](#)

线上听众: 约 39 万人

第十三届国际容错系统理论与应用会议 (FSTA2024) 合影留念

第十五届国际容错系统理论与应用会议 (FSTA2025) 合影留念

第十三届国际容错系统理论与应用会议 (FSTA2024) 合影留念

第十五届国际容错系统理论与应用会议 (FSTA2025) 合影留念

第十七届国际容错系统理论与应用会议 (FSTA2025) 合影留念

Technical Areas and List of Key Topics

All relevant topics are listed in the table below and categorised according to 9 topics.

In IFAC Paper/Poster Conference Main/track Management System (CMST), authors (see below) and then select an appropriate "Category" by checking the relevant "1. Automotive Center" N1. Quantum Systems and Control, each keyword must design your paper in proposal to the corresponding Editor of the "Category".

IFAC Technical Areas and Keywords

- CC 1 - Systems and Signals
- CC 2 - Design Methods
- CC 3 - Communications, Robotics and Communication
- CC 4 - Manufacturing, Robotics and Components
- CC 5 - Cyber-Physical Manufacturing (Interprets)
- CC 6 - Process and Power Systems
- CC 7 - Transportation and Vehicle Systems
- CC 8 - Social Systems
- N1 - New Topics

Technical Areas and List of Key Topics

1. Automotive Center

CC 1 - Systems and Signals

Quantum systems and control
Quantum communication
Quantum control
Quantum information
Quantum computing
Quantum cryptography
Quantum networks
Quantum devices

CC 2 - Design Methods

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

CC 3 - Communications, Robotics and Communication

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

CC 4 - Manufacturing, Robotics and Components

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

CC 5 - Cyber-Physical Manufacturing (Interprets)

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

CC 6 - Process and Power Systems

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

CC 7 - Transportation and Vehicle Systems

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

CC 8 - Social Systems

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

N1 - New Topics

Quantum systems control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control
Quantum control

五、结束语

全驱系统方法体系目前已经得到了著名同行专家和国际最权威机构的充分认可，获黑龙江省自然科学特等奖，入选中国高等学校十大科技进展。

包含桂卫华院士和北航郭雷院士在内的 20 位中国控制界著名专家的决议认定：项目“6 篇代表性论文 4 年时间里的被认可程度，是国际控制界半个世纪以来罕见的”、“全驱系统方法其发展速度之快，影响程度之深，是过去半个世纪里国际控制界中罕见的”。

中国控制界 9 位院士，包括三届自动化学会的理事长，给出的鉴定意见称全驱系统方法“是由中国学者原创提出并引领发展起来的一个全新控制理论体系”、“引领了控制科学领域的突破性发展”、“是国内外控制界公认的控制科学领域特别重大的原创性突破”、“将对控制科学与工程学科产生巨大且深远的影响”。

获奖情况

中国高等学校十大科技进展 全驱系统控制理论

附件：2023 年度“中国高等学校十大科技进展”入选项目名单

序号	负责人	项目名称	申报学校	合作单位
1	陈立群	超导三极—超导育 小冷磁体全超导空 间全驱动水磁体 磁体系统	西安电子科技大学	无
2	陈仁	全驱系统控制理论	华中理工 隶大学	复旦大学、清华大学、 隶大学、南京邮电大学、 天津大学、隶大学
3	戎发亮	微流控芯片微反应 器技术	天津大学	无
4	蔡千洪	国家超算工程二期二 期及十年度性能提升 提升技术	北京大学	北京大学第三医院、首都医 科大学基础医学院
5	李俊仁	通信—信息量 化学与物理过程 量（通信与物理）	武汉大学	科大讯飞人工智能有限公司、 中国信息通信研究院
6	刘 彦	空间核反应堆核燃料 管理	华中理工 隶大学	无
7	舒耀武	顺流核反应堆中子 二极系统	北京大学	无
8	舒敏	自然工业 CO ₂ 捕和 地质封存	天津大学	中国科学技术大学
9	彭金鑫	顺流核反应堆中子 的模拟和	隶大学	隶大学、上海交通大学
10	吴海平	1.2T 超导下一代 互联网主干通信	清华大学	中国网络通信集团有限公司、 隶大学、中国网络通信有限公司、 中国网络通信有限公司

注：隶大学工程类项目，隶大学工程类项目

附件：2023 年度“中国高等学校十大科技进展”入选项目名单



[illegible]

中国自动化学会鉴定意见

鉴定委员会成员











9 位控制界院士
3 届自动化学会理事长

中国自动化学会鉴定意见

- 全驱系统方法是**由中国学者原创提出并引领**发展起来的一个**全新控制理论体系**，突破了传统的状态空间方法体系，摆脱了当前控制理论的发展困境，**引领了控制学科领域的突破性发展**。
- 该体系是**国内外控制界公认**的控制科学领域**特别重大的原创性突破**，具有**非常重大**的科学价值和实际应用意义，将对控制科学与工程学科产生**巨大且深远**的影响。

六、致谢

衷心感谢国内外控制界广大同仁的认可与大力支持！衷心感谢国内外广大学者的积极参与！衷心感谢国家自然科学基金委的大力支持！