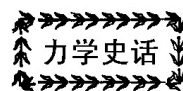




哥廷根学派的发展历程



刘沛清^{*,1)} 杨小权[†]

^{*}(北京航空航天大学陆士嘉实验室, 北京 100191)

[†](中国商飞上海飞机设计研究院, 上海 201210)

摘要 哥廷根学派于 19 世纪初发源于德国的哥廷根大学。德国著名数学家和流体力学家高斯开创了哥廷根数学学派时代, 他把现代数学提高到一个新的水平。到 19 世纪末, 哥廷根大学出了一位知名的数学家菲利克斯·克莱因, 他除了在纯粹数学上的成就外, 还大力提倡应用数学, 成为哥廷根数学学派和哥廷根应用力学学派的领袖。年仅 29 岁的世界流体力学大师普朗特因发表了著名的边界层理论而成为哥廷根应用力学学派的创始人和推动者。普朗特杰出的学生美籍科学家冯·卡门把应用力学从德国带到美国, 这是哥廷根学派的传承和发扬光大。以陆士嘉、钱学森、郭永怀、钱伟长和周培源为代表的中国科学家先后在普朗特和冯·卡门实验室学习和工作, 他们回国后在空气动力学、流体力学等应用力学领域取得了举世的成就, 为中国的力学发展奠定了坚实基础, 为中国航空航天技术事业的发展做出了卓越贡献。哥廷根学派最重要的科研思想是: 一切从实际出发, 通过观察分析物理现象, 总结和提炼规律形成理论继而达到解决实际问题的目的, 这种认识和探索自然规律的核心是, 理论与实际紧密结合, 科学与技术的紧密结合。

关键词 哥廷根学派, 流体力学, 空气动力学

中图分类号: V211 文献标识码: A

doi: 10.6052/1000-0879-17-296

1 哥廷根学派的起源

1.1 哥廷根应用数学学派

哥廷根应用数学学派发源于 19 世纪初的德国哥廷根大学。从高斯(图 1)时代起, 哥廷根大学就有将数学应用于天文学和物理学的优良传统, 高斯是伟大的数学家, 是哥廷根数学学派的创始人, 其后著名数学家谱有狄利克雷、黎曼、克莱因、希尔伯特等, 他们虽然都是伟大的数学家, 但非常重视数学在物理学、力学等学科中的应用。19 世纪末, 哥廷根

大学知名的数学家菲利克斯·克莱因(图 2), 他除了在纯粹数学上的成就外, 还大力提倡应用数学, 成为哥廷根应用数学学派的开创者。不仅如此, 克莱因的另一个重要贡献是开创了哥廷根的应用力学学派并积极推动其发展。1886 年, 克莱因应邀来到哥廷根大学, 开始他的数学家的生涯, 直到 1913 年退休。1872—1895 年克莱因任哥廷根大学数学年刊主编, 倡导编辑《数学百科全书》。克莱因在哥廷根大学讲授课程非常广泛, 主要涉及数学和物理学之间的交叉课题, 如力学和势论。他实现了重建哥廷根大学作为世界数学研究中心的愿望, 著名数学杂志《数学年刊》在克莱因的主持下达到和超过了《克莱尔杂志》。这本杂志在复分析、代数几何和不变量理论方面特色鲜明。在实分析和群论新领域也很出色。



图 1 德国数学家、流体力学家约翰·卡尔·弗里德里希·高斯 (1777—1855 年)

1.2 哥廷根应用力学学派

哥廷根应用力学起源与发展归功于克莱因对力

2017-08-28 收到第 1 稿, 2017-12-28 收到修改稿。

1) E-mail: lpq@buaa.edu.cn

引用格式: 刘沛清, 杨小权. 哥廷根学派的发展历程. 力学与实践, 2018, 40(3): 339-343

Liu Peiqing, Yang Xiaoquan. The development of Göttingen school. *Mechanics in Engineering*, 2018, 40(3): 339-343

学的贡献。克莱因在哥廷根大学任职期间,推动了应用力学的发展。1893年克莱因在美国芝加哥参观国际博览会后,深感基础学科对于发展工业的重要性。他回德国后在哥廷根大学竭力促进数学、力学和其他基础学科在工程技术中的应用,并在哥廷根大学成立应用力学系。1904年,他推荐学工程的普朗特为该系主任和数学力学研究所所长,克莱因非常重视普朗特的才能,将其从汉诺威大学聘请到哥廷根大学。这个系是现代流体力学和空气动力学发源地之一。以普朗特和冯·卡门为代表的应用力学学派首先在哥廷根大学发展起来,与克莱因的努力分不开。但二战之后,德国被禁止发展喷气式航空器,哥廷根大学应用力学学派开始衰败。但哥廷根学派的思想传统被普朗特的学生冯·卡门和铁木辛柯传播到美国并发扬光大,实践证明哪里重视这个思想,哪里就发达起来。早期的德国是这样,后来的美国是这样,相信未来的中国也是这样。



图 2 德国数学家菲利克斯·克莱因 (1849—1925 年)

2 哥廷根应用力学学派的发展 —— 普朗特时代

1904年,年仅29岁的路德维希·普朗特在第三次国际数学年会上发表了著名的边界层理论。这项工作引起了克莱因的关注,随后普朗特从汉诺威高等理工学院被聘到哥廷根大学任工程力学教授,并组建当时世界上最大的空气动力学实验室,由此开创了哥廷根大学应用力学学派,在力学界简称为哥廷根学派。同年,哥廷根大学还聘任了卡尔·龙格作为数学教授。龙格当时还在汉诺威,他不仅是一位杰出的实验物理学家,同时也是一位杰出的数学家,他的名字同解析函数的多项式逼近理论相联系。从此,哥廷根大学形成了以数学和应用数学学派、应用力学学派为主体的黄金时代,以理论科学基地著称的哥廷根大学又成了应用技术的摇篮。

在普朗特(图3)的领导下,哥廷根大学从事力学研究的人才辈出,冯·卡门、铁木辛柯、普拉格、邓哈托、纳戴等,都出自普朗特的门下。同时,哥廷根应用力学学派的重要思想,也传到了前苏联,使前苏联的数学和力学大放异彩。在近半个世纪中,普朗特注意理论与实际的联系,在力学方面取得许多开创性成果。他在观察、实验的基础上,提出绕物体流动的小黏性边界层方程,为计算摩擦阻力、求解分离区和热交换等问题奠定了基础。普朗特的边界层理论在应用数学上标志着奇异摄动法的开端。此外他还在风洞实验技术、机翼理论、湍流理论、激波与膨胀波等方面都作出重要的贡献,被称为现代空气动力学之父。

普朗特在力学上的成功源于他始终坚持并发扬了哥廷根学派的思想,并成功地传承给了他的弟子们,并由他的弟子们将理念带向世界。普朗特培养了许多国际知名的力学家,如布拉修斯、冯·卡门、阿克莱特、纳戴、威廉·普拉格等。铁木辛柯和邓哈托也曾跟他作过研究工作。关门弟子我国著名流体力学家陆士嘉是普朗特唯一的女学生,也是普朗特唯一的一位中国学生。陆士嘉是哥廷根应用力学学派在中国的积极倡导者和推进者,并在我国创建了空气动力学学科。



图 3 德国力学家路德维希·普朗特 (1875—1953 年)

3 哥廷根应用力学学派的传播 —— 冯·卡门时代

1930年代普朗特的杰出学生冯·卡门(图4)把应用力学从德国传播到美国,哥廷根学派得以在美国传播,并且使美国快速强大起来,成为航空航天大国。冯·卡门于1906年获得匈牙利科学院奖学金前往当时科学圣地——哥廷根大学深造,在那里冯·卡门跟随普朗特研究了材料力学和流体力学;与后

来获得诺贝尔奖的德国物理学家马克斯·玻恩合作搞过晶体原子结构模型；参加由克莱因组织的学术讨论会；聆听过诺贝尔奖获得者能斯特、纯数学家希尔伯特、欧洲大陆杰出的应用数学家龙格等人的精彩演讲。作为普朗特的学生和助手，冯·卡门参加了哥廷根大学第一座风洞的筹建和“齐柏林”飞船的设计。由于在哥廷根大学没有相应的教授席位，克莱因推荐冯·卡门去了亚琛工业大学。冯·卡门在那里研究湍流，并与哥廷根大学仍保持密切联系，普朗特向他提供了大量的实验资料，包括尚未发表的最新数据，师生合作得非常愉快而有成效。1926年冯·卡门移居美国，到加州理工学院任职，开始了为美国空军研制飞机、火箭、导弹的生涯。他主要从事航空航天力学方面的工作，是工程力学和航空技术的权威，对于20世纪流体力学、空气动力学理论与应用的发展，尤其是在超声速和高超声速气流表征方面，以及在亚声速与超声速航空、航天器的设计等方面，做出了巨大贡献。1944年，他组建了喷气推进实验室，该实验室现为联邦资助，在美国航空和航天局(NASA)的支持下，成立了加州理工学院的研究发展中心。1946年，他成了研究空气动力学技术的美国空军科学咨询团首任主席。同时，他帮助组建了航天研究与发展咨询团、北约航天研究督导咨询团(1951年)、国际航空科学委员会(1956年)、国际宇航科学院(1960年)以及布鲁塞尔冯·卡门流体力学学院。

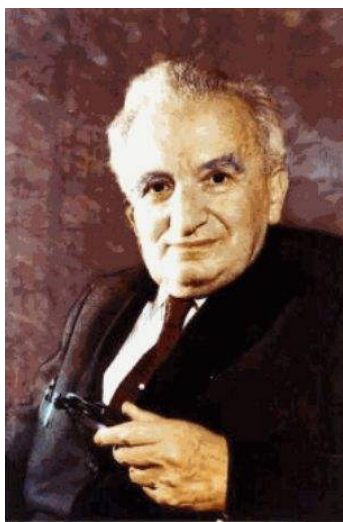


图 4 美籍空气动力学家西奥多·冯·卡门(1881—1963年)

我国著名科学家钱伟长、钱学森、郭永怀都是他的亲传弟子。周培源教授也曾曾在冯·卡门处访问学

习过。这些优秀的科学家们不仅学习到了西方先进的科学技术，而且还将哥廷根应用力学学派的先进思想带到了中国，使其在中国得到全面的发展，使中国的航空航天和国防事业取得了举世瞩目的成就。

4 哥廷根应用力学学派在中国的发展

陆士嘉、钱学森、郭永怀、钱伟长和周培源等中国科学家先后到冯·卡门那里学习和工作，他们回国后在空气动力学、固体力学和流体力学等应用力学领域取得了举世瞩目的成就，为中国力学的发展奠定了坚实基础，为中国的航空航天事业的发展做出了卓越贡献。他们将哥廷根应用力学学派的思想推向中国，并加以继承和发扬。

4.1 陆士嘉

陆士嘉是普朗特的唯一女弟子，中国籍留学生，博士学位获得者。她是我国著名的流体力学家(图5)，是新中国空气动力学创始人和流体力学的奠基人之一，她倡导旋涡、分离流和湍流结构的研究，为磁流体力学和生物流体力学的大力发展做出重要贡献。她是著名的教育家，是北京航空航天大学(原北京航空学院)的建校元老，她创办了中国第一个空气动力学专业，为发展中国力学事业和培养航空科技人才作出了贡献。



图 5 中国流体力学家陆士嘉(1911—1986年)

4.2 钱学森

钱学森是我国著名科学家、空气动力学家、中国科学院和中国工程院资深院士、中国两弹一星功勋奖章获得者，被誉为“中国航天之父”“中国导弹之父”“中国自动化控制之父”和“火箭王”(图6)。他一向强调力学是一门应用技术科学。他曾指出：“力学

或叫应用力学,有两个方面的服务对象,一是为工程设计服务,直接为发展生产服务;另一个是为发展自然科学服务。这两个服务不是截然分开的,而是有交叉的。他是中国现代应用力学事业的奠基人,他长期担任中国火箭和航天计划的技术领导人,是中国火箭、导弹和航天事业的创建者。他是我国知识分子的楷模,他天资聪慧,勤奋好学,勇于开拓,他把作为一个科学家严肃、严密的科学作风和高瞻远瞩的战略眼光及胆识很好地结合起来,他传承了哥廷根学派的优良学风和科研思想,特别重视学术交流、自由讨论,强调理论与实际应用紧密结合,科学与技术紧密结合。在空气动力学方面,钱学森在冯·卡门的指导下于1939年提出高亚声速翼面压强系数马赫数修正公式(著名的卡门-钱公式)。



图6 中国科学家钱学森(1911—2009年)

4.3 郭永怀

郭永怀(图7)是我国著名力学家、空气动力学家,中国科学院学部委员(即中国科学院院士),近代力学事业的奠基人之一,1999年被追授研制“两弹一星”有突出贡献的科技专家,并荣获“两弹一星功勋奖章”。他是一位有远见卓识的科学家和技术领导人。他理论功底深厚、思维敏捷、思路开阔,而且注重理论联系实际,善于在工作中准确把握科学研究方向。他是一位优秀的应用力学家,他领导和组织了爆炸力学、高压物态方程、空气动力学、结构力学和武器环境实验科学等研究工作,解决了一系列重大问题,尤其是在奇异摄动理论中的匹配渐近展开法和变形坐标法方面做出了重要贡献。纵观郭永怀教授的一生,他所从事的研究工作正是遵循着了哥廷根学派的思想。



图7 中国力学家郭永怀(1909—1968年)

4.4 钱伟长

钱伟长是中国著名的力学家,中国近代力学的奠基人之一,在固体力学与流体力学、广义变分原理方面享誉国内外(图8)。他是我国著名的应用数学家,创建了奇异摄动理论中的合成展开法。他是我国著名的教育家,提出了一套完整、系统、科学的中国高等教育理念。他是我国杰出的社会活动家,心系祖国建设与和平统一大业。他作为上海大学的终身校长,坚持办一所让全国人民满意的大学。钱伟长曾有一句经典名言:“我没有专业,祖国的需要就是我的专业。”这句话正是钱伟长光辉一生的写照,他用自己的实际行动诠释了哥廷根学派的思想。



图8 中国力学家钱伟长(1913—2010年)

4.5 周培源

周培源(图9)是中国著名的流体力学家、理论物理学家、教育家和社会活动家。中国科学院院士、中国近代力学奠基人和理论物理奠基人之一。周培源在学术上的成就主要表现为物理学基础理论的两

一个重要方面,即爱因斯坦广义相对论中的引力论和流体力学中的湍流理论。他推导出第一个湍流模式理论的微分方程,被称为湍流模式理论之父;他研究并初步证实了广义相对论引力论中“坐标有关”的重要论点。他在从事科研的过程中始终贯穿了理论与实际应用相结合、科学与技术相结合的重要思想,践行了哥廷根学派精神。



图 9 中国力学家周培源 (1902—1993 年)

5 结束语

重视科学与技术的紧密结合是哥廷根应用力学学派的核心思想。从 20 世纪 50 年代起,在陆士嘉、钱学森、郭永怀、钱伟长和周培源等一代杰出科学家的带领下,以我国航空航天事业发展需求为牵引,坚持科学与技术并重的模式,坚持中国力学研究的新原理、新概念、新途径、新方法等成果要为中国的

工程建设服务。

钱学森一向强调力学是一门应用科学。他曾说“我总觉得力学与数、理、化、天、地、生不大一样。力学发展到今天,主要是应用力学”。他说:“我觉得力学工作,或者说应用力学工作,主要方向应为工程技术服务,为工程技术的设计服务,也就是说,力学工作者要直接为社会主义建设服务,为发展生产服务。要做到这一点,就要与工程技术人员密切结合与配合。”

钱伟长认为要办好工科,必须有坚实的理科做基础,理科和工科相互渗透。他主张:“我们培养的学生,首先应当是一个爱国者,辩证唯物主义者,一个有文化修养、心灵美好的人,其次才是一个工程师,有专业知识的人。”

周培源始终认为,一个好的工作,首先要在物理上站得住脚,又有严谨的数学证明。光是数学漂亮,但没有物理支持,不能解决实际问题,不能称为好的工作。

参 考 文 献

- 1 张维,符松,章光华等编译. 普朗特纪念报告译文集——一部哥廷根学派的力学发展史. 清华大学学术专著. 北京:清华大学出版社, 2013
- 2 冯·卡门,李·爱特生著. 冯·卡门. 王克仁译. 西安:西安交通大学出版社, 2015
- 3 钱学敏. 钱学森科学思想研究. 西安:西安交通大学出版社, 2008
- 4 黄志澄. 哥廷根学派与我国空气动力学的发展. 力学进展, 1983, 13(4): 21-27
- 5 戴世强,冯秀芳. 哥廷根应用力学学派及其对我国近代力学发展的影响. 科技中国, 2017(5): 88-93
- 6 戴问天. 格廷根大学. 长沙:湖南教育出版社, 1986
- 7 刘沛清. 流体力学通论. 北京:科学出版社, 2017

(责任编辑:周冬冬)

(上接第 356 页)

- 8 陈记豪,陈远兵,李晓克等. 大跨度屋盖结构竞赛模型设计. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2015, 36(2): 35-39
- 9 黄海林,李永贵,祝明桥等. MIDAS 在大学生结构设计竞赛中的应用. 高等建筑教育, 2016, 25(3): 156-159
- 10 沈璐,高潮,王志云. 第七届全国大学生结构设计竞赛模型结构设计与分析. 高等建筑教育, 2014, 23(4): 159-163
- 11 隋允康,李善坡. 结构优化中的建模方法概述. 力学进展, 2008, 38(2): 190-200
- 12 程远兵,陈记豪,尹晓飞等. 抗泥石流冲击吊脚楼房屋结构竞赛模型设计. 力学与实践, 2013, 35(4): 91-94
- 13 孙训方. 材料力学. 北京:高等教育出版社, 2009

(责任编辑:周冬冬)