

当代教育与区域发展研究丛书

高等教育

研究中的数学方法

本书立足于我国高等教育改革与发展实际，基于我国高等教育学学科发展趋势，重点介绍和讨论高等教育研究中的一些创新的数学方法及其应用问题。本书主要内容包括数学方法进入高等教育研究、模糊数学方法、SWOT分析方法、耗散结构理论研究方法、AHP决策分析方法、综合集成方法、灰色预测方法、系统论方法、DPS分析方法、词频引证计量分析、灰色关联度分析方法等。

刘六生 冯用军◎著

Mathematical Methods in Higher Education Research



科学出版社
www.sciencep.com

云南省“教育学”重点学科建设项目
云南师范大学“教育学”重点学科建设项目 联合资助
云南师范大学学术著作出版基金

当代教育与区域发展研究丛书

高等教育研究中的数学方法

刘六生 冯用军 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书立足于我国高等教育改革与发展实际,基于我国高等教育学学科发展趋势,重点介绍和讨论高等教育研究中的一些创新的数学方法及其应用问题。本书主要内容包括数学方法进入高等教育研究、模糊数学方法、SWOT 分析方法、耗散结构理论研究方法、AHP 决策分析方法、综合集成方法、灰色预测方法、系统论方法、DPS 系统方法、词频引证计量分析、灰色关联度分析方法等,共 11 章,部分章节附有思考题及拓展阅读书目。

本书可作为高等教育学专业硕士和博士教育研究方法课程的教材或教学参考书。本书对于教育、社会、经济、人口、环境、统计、测量、心理、考试等领域的战略决策者、实践运作者和科研工作者也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

高等教育研究中的数学方法 / 刘六生, 冯用军著. —北京: 科学出版社, 2009

(当代教育与区域发展研究丛书)

ISBN 978-7-03-024867-1

I. 高… II. ①刘… ②冯… III. 数学方法—应用—高等教育—研究—中国 IV. G649.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 105283 号

责任编辑: 李晓华 唐保军 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印务有限公司印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 7 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2009 年 7 月第一次印刷 印张: 13

印数: 1—2 500 字数: 239 000

定价: 45.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

“当代教育与区域发展研究丛书”编委会

主 编：伊继东

副主编：袁 斌 柳 景

编 委：封海清 梁子卿 杨顺清 黄海涛

徐天伟 吴雁江 魏 红 张 玮

沈 旻 史晓宇 王昆来 刘六生

冯用军 杨 超

前 言

学习实践科学发展观启示我们：哲学社会科学创新，首先是方法论的创新。作为一个学科和领域杂成的高等教育学——典型的哲学社会科学研究范例和跨学科研究典型，在尚未构建学科特有研究范式(方法论体系)以完成学科科学化的困境下，探索采用适切的数学方法(大数学观)来推进高等教育研究，我们认为，一方面有助于加快高等教育学学科的制度化、科学化进程(学术合法性、政治合法性和制度合法性)，另一方面也可为哲学社会科学(人文科学、社会科学)的大发展、大开放、大繁荣提供方法论启示。

胡锦涛总书记在党的“十七大”报告中提出要“繁荣发展哲学社会科学，推进学科体系、学术观点、科研方法创新，鼓励哲学社会科学界为党和人民事业发挥思想库作用，推动我国哲学社会科学优秀成果和优秀人才走向世界”，为此要“优先发展教育，建设人力资源强国……优化教育结构，促进义务教育均衡发展，加快普及高中阶段教育，大力发展职业教育，提高高等教育质量。”教育是民族振兴的基石，高等教育是国家崛起的核心动力，是社会进步的重要基础，因此，大力促进高等教育发展，建设高等教育强国(强省)，对于中国从人力资源大国迈向人力资源强国、提升国家核心竞争力、实现和平崛起有至关重要的作用。而为达成上述目标，就必须大力开展高等教育研究，特别是大力开展高等教育跨学科的预测研究，而数学方法进入高等教育研究领域则是一个有效的尝试。纵览诸如管理学、心理学、经济学、社会学等哲学社会科学一级学科门类，其学科科学化的历程其实就是数学方法进入这些学科并成为重要而独特的研究方法的历程。当然，其他跨学科研究方法进入高等教育研究领域也时有发生，而且一些跨学科或多学科研究方法进入高等教育领域还取得了非常好的成果，比如公共部门风险管理的研究方法进入大学教师再发展领域，所以说将一些成熟的数学方法引入高等教育研究，或者进而说引入哲学社会科学的研究应是一种有益的尝试，特别是“新研究范式”的尝试。因为按照中国学科建制的传统，先要有“学科知识”，才可能有“学科建制”，才可能有“学科权力”，知识、学科和权力三者是相辅相成的。从这个角度而言，在哲学社会科学中的重要部门——高等教育学(第三部门视野)引入诸如 GM(灰色预测模型)、GIS(地理信息系统可以说是数学、几何学、计算机科学、空间学等的有机组合)等数学方法未尝不是一件好事，据此，我们就可以建构起哲学社会科学新“范式”所必需的“专业基体”(disciplinary matrix)——符号概括、模型、范例。



党的“十七大”决定，在全党全国开展深入学习践行科学发展观的重大活动，这一决定是我党在新世纪的重大战略决策。所谓科学发展观，是指导发展的世界观和方法论的集中体现，是运用马克思主义立场、观点和方法认识和分析社会主义现代化建设的丰富实践，深化对经济社会发展一般规律认识的成果，是我们推动经济建设、政治建设、文化建设、社会建设必须长期坚持的根本指导方针。科学发展思想，是对我党三代中央领导集体关于发展的重要思想的继承和发展，是马克思主义中国化的最新成就，是同马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想既一脉相承又与时俱进的科学理论，是我国政治、经济、文化、教育、军事等又好又快发展的重要指南，是发展中国特色社会主义必须坚持和贯彻的重大战略思想，也是发展中国特色社会主义高等教育体系必须坚持和贯彻的重大思想基础。

学习科学发展观，践行科学发展观，在高等教育领域，就是紧跟党的“十七大”关于“大力推进哲学社会科学方法创新”和确保“优先发展教育、建设人力资源强国”等重大精神，在高等教育领域深入贯彻落实科学发展观，集中主要研究力量全面深入开展“数学方法进高等教育”的研究：①有助于拓展高等教育学学科的研究领域，让理论与实践、历史与现实、教育与社会更加紧密地联系起来，使高等教育研究的价值与时俱进；②有助于丰富高等教育研究方法的创新与实践研究；③有助于深入挖掘数学方法在高等教育研究中的重要作用及其现实意义，从而通过高等教育研究方法的创新促进高等教育研究的深化，进而促进高等教育的大发展和高等教育研究质量的大提高；④为社会经济和教育文化欠发达地区研究人员从事高等教育研究提供方法论思路及具体数学方法的借鉴，其科学意义与应用价值日益凸显。

在云南高等教育研究和咨询工作中学习科学发展观，首先要深入学习，其次要勇于践行。科学发展观在高等教育领域的重大意义，就是要把高等教育的研究和咨询建立在科学发展的根本依据上，坚持高等教育的科学发展思想，促进云南高等教育跨越式发展作为首义，促进云南人民群众的高等教育根本利益为根本，促进云南教育与社会经济的全面协调可持续发展为要求，实现云南“人—教育—社会”的统筹兼顾式的发展。深入学习科学发展观的科学发展思想，就是要始终坚持党在高等教育领域的基本路线；深入践行科学发展观的科学发展思想，就是要积极构建和谐的高等教育发展为人民取向。为此，作为主要承担部分云南高等教育研究和咨询任务的我们，当下深入学习践行科学发展观的科学发展思想，就是要继续解放高等教育思想、继续深化高等教育改革、继续推进高等教育发展，切实加强高等教育研究的科学性、实效性和针对性，切实加强高等教育咨询的建设性、动力性和系统性。

在新世纪新时代新社会背景下，我国要抓住并利用好经济全球化和区域化、社会信息化和知识化的重要战略机遇期，实现三个转向——从高等教育大国转向



高等教育强国、从人力资源大国转向人力资源强国、从工业化拉动农业化追赶信息化转向信息化拉动工业化农业化——全面建设小康社会和和谐社会，进而实现国家和平崛起和民族伟大复兴，就必须处理好“改革、发展、稳定三者存在着的不可分割的内在联系”（江泽民，1995），就必须“把教育工作认真抓起来”（邓小平，1985）。“教育是一个民族最根本的事业”（邓小平，1986），“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”（邓小平，1983），“我们国家，国力的强弱，经济发展后劲的大小，越来越取决于劳动者的素质，取决于知识分子的数量和质量。一个十亿人口的大国，教育搞上去了，人才资源的巨大优势是任何国家比不了的。有了人才优势，再加上先进的社会主义制度，我们的目标就有把握达到”（邓小平，1985）。因此，要实现四个现代化，要建设小康的和和谐的中国特色社会主义，就必须大力发展教育、充分使用人才。

深入学习科学发展观的科学发展思想，就是要在高等教育研究上树立促进经济社会全面发展的自觉性；深入践行科学发展观的科学发展思想，就是要在高等教育咨询上确立全心全意为社会发展服务的坚定性。胡锦涛同志在《树立和落实科学发展观》中提出“全面建设小康社会的宏伟目标”，其中之一是“科教更加进步、文化更加繁荣”；毛泽东同志在《关于正确处理人民内部矛盾的问题》中提出，要“促进艺术发展和科学进步”、要“促进我国的社会主义文化繁荣”，为此就必须大力开展教育科学研究、大力促进高等教育科学发展；邓小平同志《在武昌、深圳、珠海、上海等地的谈话要点》中指出，“发展才是硬道理”，而在《思想更解放一些，改革的步子更快一些》中进一步指出，“中国解决所有问题的关键是要靠自己的发展”，所谓“关键”就是“搞好教育和科学工作……抓紧发展教育事业”（《一心一意搞建设》）；江泽民同志继承、发展并创新了马列主义、毛泽东思想和邓小平理论关于教育的科学论述，在《实施科教兴国战略》中指出，“科教兴国，是指全面落实科学技术是第一生产力的思想，坚持教育为本，把科技和教育摆在经济社会发展的重要位置，增强国家的科技实力及向现实生产力转化的能力，提高全民族的科技文化素质，把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来，加速实现国家繁荣强盛。”

“社会主义建设，从我们全党来说，知识都非常不够。我们应当在今后一段时间内，积累经验，努力学习，在实践中间逐步地加深对它的认识，弄清楚它的规律。一定要下一番苦功，要切切实实地去调查它，研究它”、“打好科学技术这一仗”（毛泽东，1962、1963），“搞好教育和科学工作，我看这是关键。没有人才不行，没有知识不行。‘文化大革命’的一个大错误是耽误了十年人才的培养。现在要抓紧发展教育事业”（邓小平，1982），“要继续采取一些有力措施，坚持实施科教兴国战略，大力推进科技创新，切实发挥科学技术第一生产力的重大作用”（江



泽民, 2004), “在思想上不断有新解放、理论上不断有新发展、实践上不断有新创造, 使马克思主义在中国放射出更加耀眼的真理光芒” (胡锦涛, 2006)。深入学习科学发展观的科学发展思想, 就是要努力为实现云南高等教育“十一五”时期发展目标做好研究工作; 深入践行科学发展观的科学发展思想, 就是要努力把科学发展观贯穿于高等教育咨询的整个过程之中。学习科学发展思想, 落实科学发展观, 实施“走出去”战略, 就是要从科学的角度不断充实和丰富高等教育科学发展观, 丰富高等教育的科学改革观, 做到各项研究工作要有新思路、各项咨询工作要有新举措、各项高等教育事业要有新突破, 坚定高等教育研究的信心和决心, 在高等教育学学科建设的道路上不动摇、不懈怠、不折腾。只要高等教育的政策决断者有国际视野(眼界)、理论研究者有学术操守(心胸)、实践运作者有本土行动(手腕), 高等教育强市、强省、强国, 人力资源强市、强省、强国, 何愁不能早日实现!

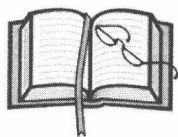
当下, 我们深入学习践行科学发展观的科学发展思想, 深刻领会和准确把握科学发展观的科学体系, 以本土行动从事高教研究, 以国际视野培养创新型人才, 实践新的历史条件下对云南省高等教育提出的新要求, 加速推进云南省建设高等教育强省和人力资源强省的进程。这既是学习毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想关于教育的重要科学论述的实践, 更是学习胡锦涛科学发展观对新世纪新阶段国家高等教育重大战略创新思想的实践。解放思想、融身开放、坚定贯彻落实科学发展观的自觉性, 根据又快又好从事高等教育研究和教学的工作要求, 本着缺什么补什么的原则, 努力学习云南高教研究和咨询领域的知识, 不断完善知识结构, 提高教学、科研和社会服务素质, 增强培养国际化、创新型人才的本领, 力争在深入学习践行胡锦涛科学发展观的科学发展思想的伟大历程中成为引领云南高等教育研究科学发展、践行云南高等教育咨询科学发展的行家里手。

本书属于在科学发展观指导下的多学科研究高等教育的学术著作, 以高等教育研究中的数学方法为研究聚焦点, 遵循“落实科学发展、创新高教研究”的学术理念, 关注数学方法在高等教育研究中的创新作用及其重大价值, 力图通过这一学术平台, 为更多关心和从事高等教育跨学科研究的人士提供高品位的学术思考园地, 具有鲜明的特征: 研究思路的创新性、研究方法的多样性、研究对象的差异性、研究内容的科学性、研究结论的可靠性、提出政策的针对性、研究成果的借鉴性。

最后, 我们坚信: 一心一意谋发展, 全心全意搞研究, 高等教育学“学科大厦”建设一定会取得成功!

作 者

2009年5月20日



前言

1 数学方法进入高等教育研究	1
2 模糊数学方法	6
2.1 模糊现象与模糊数学	6
2.2 模糊综合评价及其应用	7
2.2.1 模糊综合评价的数学模型	7
2.2.2 实例分析	10
3 SWOT 分析方法	13
3.1 概念	13
3.2 SWOT 分析的基本程序	14
3.2.1 分析环境因素	14
3.2.2 构造 SWOT 矩阵	14
3.2.3 制订行动计划	15
3.2.4 SWOT 图示与说明	15
3.3 SWOT 分析高等教育问题的基本步骤	15
3.3.1 选择问题的环境因素	16
3.3.2 构造直观的 SWOT 矩阵	16
3.3.3 制订有效的行动计划	16
3.4 云南省高等教育区域发展的 SWOT 分析	17
3.4.1 选择云南省高等教育区域发展的环境要素	17
3.4.2 云南省高等教育区域发展的 SWOT 矩阵	27
3.4.3 云南省高等教育区域发展的行动计划	27
4 耗散结构理论研究方法	30
4.1 耗散结构理论研究法的主要原理	30



4.1.1 普利高津与耗散结构理论的创立	30
4.1.2 耗散结构理论的主要内容	33
4.2 耗散结构理论研究方法的分析程式	41
4.2.1 状态描述	41
4.2.2 定性分析与建立方程	43
4.2.3 计算机模拟	46
4.2.4 结果分析	47
4.3 耗散结构论在教育系统中的应用	48
5 AHP 决策分析方法	55
5.1 基本原理	55
5.1.1 概念	55
5.1.2 特点与局限	56
5.1.3 主要方法	56
5.2 正互反阵最大特征根和特征向量的实用算法	62
5.3 AHP 决策分析方法的程序	64
5.3.1 决策问题分解	64
5.3.2 决策因素权重	64
5.3.3 决策方案权重	64
5.4 某高校教师外出旅游决策的 AHP 分析	65
5.4.1 决策问题描述	65
5.4.2 建立决策层次图	65
5.4.3 确立比较尺度表	66
5.4.4 构建判断矩阵	66
5.4.5 进行一致性检验并计算组合权向量	67
5.4.6 组合一致性检验	68
6 综合集成方法	70
6.1 M-S 法概述	70
6.2 综合集成法的特点、路径及其运用	71
6.2.1 综合集成法的特点	71
6.2.2 综合集成法的路径	72
6.2.3 综合集成法的具体作用	72
6.3 M-S 法在高等教育区域均衡发展系数制订中的运用	72
6.3.1 高等教育区域均衡的理论	73



6.3.2 高等教育区域均衡的测算指标体系	85
6.3.3 高等教育区域均衡系数的计算方法	110
7 灰色预测方法	120
7.1 灰色关联度分析方法	121
7.1.1 灰色关联度分析概述	121
7.1.2 灰色关联度分析程序	122
7.2 灰色预测方法的分析程式	125
7.2.1 构造 GM(1, 1) 原始数据列	126
7.2.2 建立 GM(1,1) 模型	126
7.2.3 模型精度检验	128
7.3 云南省高等教育毛入学率的 GM(1, 1) 预测	130
7.3.1 云南省高等教育毛入学率预测的 GM(1,1) 模型构造与分析	130
7.3.2 云南省高等教育毛入学率预测的基本结论与主要趋势	132
8 系统论方法	135
8.1 系统论基本原理	135
8.2 系统特征与系统定理	136
8.2.1 系统特征	136
8.2.2 系统“公理”	137
8.2.3 方法	138
8.2.4 系统特征	139
8.3 普通高校教学系统的结构和要素分析	141
8.4 某国大学生就业问题的系统分析	142
9 DPS 系统方法	145
9.1 基本原理	145
9.1.1 DPS 的基本含义	145
9.1.2 五款国际主流统计软件介绍	146
9.2 DPS 特点及应用现状	150
9.3 DPS 分析方法及程序	151
9.3.1 确定数据源	152
9.3.2 建立数据库	152
9.3.3 选用分析程序	152
9.3.4 解释分析结果	153
9.4 中国高等教育毛入学率预测 GM(1,1) 模型的 DPS 算法	153



9.4.1 确定 CGER 数据来源	153
9.4.2 建立 CGER 数据库	154
9.4.3 选用 GM(1,1) 模型	155
9.4.4 解释 DPS 分析结果	159
10 词频引证计量分析	162
10.1 词频引证计量概述	162
10.2 词频引证计量分析的具体程序	163
10.2.1 确定分析对象数据库	163
10.2.2 词频的选择和分析对象的选取	164
10.2.3 开发或利用词频分析软件	164
10.2.4 词频分析的维度及其目标取向	165
10.2.5 筛选结果表达和主题词解读	165
10.3 1999 年国内科举学研究的词频引证计量分析	165
10.3.1 数据库选择与信元处理	165
10.3.2 计量筛查与结果表达	166
10.3.3 聚焦主题与隐喻分析	167
10.4 1978~2008 年中国西南联大研究的词频引证分析	171
10.4.1 词频选择与程式定义	172
10.4.2 词频统计结果的量化描述	173
10.4.3 关注的题材与内容分析	174
10.4.4 词频分析的基本结论	179
10.5 词频引证计量分析的缺陷与完善之路	181
11 灰色关联度分析方法	184
11.1 灰色关联度分析简介	185
11.2 灰色关联度分析步骤	185
11.3 云南省高等教育区域发展水平因素的灰色关联度分析	186
后记	192

1 数学方法进入高等教育研究

做任何事都应该有一定的方法。方法是一种工具，要想把一件事做得更经济、更有效率，必须先研究它的方法。俗语说：“我不要你的金子，我要你点石成金的指头”，“授人以鱼，不如授人以渔”。意思是，做学问不只是吸收知识，更重要的是掌握获得知识的方法。“金子”、“点石成金的指头”之异，“鱼”、“渔”之别，显示了方法的威力。本书就是想给高等教育工作者及爱好者提供一些探讨和研究高等教育问题的方法和技术。“一把钥匙开一把锁”，高等教育研究中的数学方法就是这把钥匙，它打开的是通向高等教育科学殿堂的大锁。无论研究什么样的高等教育问题，我们首先要做的是确定研究的方向与目的，在方向与目的确定以后，研究方法就起着决定性作用。“钥匙”找对了，就能沿着正确的方向，达到研究的目的，获得新的发现；如果方法不当，往往会遭到失败，或事倍功半。

教育是一个永恒概念，高等教育是一个历史概念。人类的历史有多悠久，教育的历史就有多长远；而对于高等教育来说，现代文明的历史有多悠久，高等教育的历史就有多长远。如果说教育是帮助人类逃离蒙昧、打开光明之门的“钥匙”，那么，高等教育则是帮助人们提升眼界、打开智慧之门的“钥匙”。然而，教育及至高等教育要发挥这一神圣的使命，就必须加强对自身的研究，特别是加强对高等教育的研究。提到高等教育的研究，让我们不由得想起了南斯拉夫著名高等教育家德拉高尔朱布·纳伊曼在其《世界高等教育的探讨》中转引的一句颇为刺激的话：“人们常常指责大学对一切都进行研究而就是不研究它们自己，同时人们公开地指责它们准备对一切进行改革而不去准备改革它们自己。”

自 20 世纪初叶以来，大学已经充分意识到了这一点，它们开始研究自己，从不同的视角研究自己——高等教育研究应运而生。在这一进程中，东西方产生了“领域”与“学科”的分野。在西方，以美国为代表，诞生了领域视角的“高等教育研究”；在东方，以中国为代表，诞生了学科视角的“高等教育学研究”。视角虽异，目标却殊途同归——完成高等教育研究的科学化进程。反观自然科学(natural science)学科的科学化历程，最典型的特征是实验方法和数学方法进入学科研究，再观已完成科学化历程的社会科学(social science)和人文科学(literae humaniores science)，最优化的路径是将定量研究和数学方法引入学科研究。因此，从这一学科建设的基本规律或者说基本原则出发，作为人文社会科学重要组成部分的“高等教育研究”要完成科学化的学科之路，就必须也必然要考虑到数学方



法进入高等教育研究的问题,或者换句话说,数学方法进入“高等教育研究”必将加速高等教育学在学科之林立足的砝码、打破其他学科给高等教育学设置的壁垒与樊篱的“爆破筒”。

高等教育研究中引入数学方法,其根由在于:其一,数学(mathematics)的希腊语 μαθηματικός(mathēmatikós)意思是“学问的基础”,泛指和学习有关的或用功的,源于古希腊语 μάθημα(máthema)(“科学,知识,学问”),复数形式 les athématiques,可溯至拉丁文的中性复数词 mathematica,由西塞罗^①拿来指“万物皆数”的概念。我国古代把数学叫做算术,又称算学,后来才改为数学。高等教育以研究“高深学问”为旨趣,正切合了数学的原初要义。其二,恩格斯说:“数学是研究现定世界的数量关系与空间形式的科学。”2500多年以前,著名的毕达哥拉斯学派的核心人物毕达哥拉斯就说了一句发自肺腑流传千古的话:“哪里有数,那里就有美。”我国著名数学家华罗庚告诉我们:“数学本身,也有无穷的美妙。认为数学枯燥,没有艺术性,这种看法是不正确的,就像站在花园的外面,说花园枯燥无味一样。只要踏进了大门,你们随时会发现数学有许许多多趣味的东西。”2002年中国数学界为迎接同年8月在北京召开的国际数学家大会,组织了“走进美妙的数学花园”数学论坛,开幕式上,我国著名数学家、国际数学大师、时年92岁高龄的陈省身先生欣然为青少年朋友题词“数学好玩”。著名科学家、数学大师徐利治、王湘浩两位先生也说:“数学是科学中的女王,而哲学是女王中的女王。”数学家们对数学美的论述不胜枚举。其三,“数学是打开机会大门的钥匙,现在数学不再只是科学的语言,它也以直接的和基本的方式为商业、财政、健康和国防作出贡献。它为学生打开职业的大门;它使国民能够作出有充分依据的决定;它为国家提供技术经济竞争的学问。”这是1989年美国国家研究委员会(National Research Committee, NRC)发布的关于美国数学教育的未来的报告《人人关心数学教育的未来》中的一段核心话语。随后全美数学教师理事会公布了新的《学校数学课程与评价标准》等文献,阐明了改革美国数学教育的必要性,提出了数学教育改革的目标,逐步建立起数学教育改革全国性的共识。美国有关人士认为:对所有学生进行优质的数学教育是兴旺发达的经济所必需的。为了在未来的世界中,美国能维持其强国的地位,在20世纪末美国要有世界最好的数学教育。美国国会(Congress, United States)在此背景下成立了国家数学委员会(National Mathematics Advisory Panel, NMAP),要求通过强化数学研究加强数学

^① Marcus Tullius Cicero, 公元前106年1月3日至前43年12月7日。古罗马最杰出的政治家、演说家、雄辩家、法学家、哲学家和教育家,古典共和思想最优秀的代表,罗马文学黄金时代的天才作家。他的典雅的拉丁文体促进了拉丁文学的发展,从而影响了罗马以及后来欧洲的教育。《论雄辩家》/De Oratore 是西塞罗论述教育的主要著作,发表于公元前55年。在此书中,他谈论一个演说家所必需的学问和应该具有的品格



教育,以实现“开放科学以领先于世界的目标”。由此也从一个侧面反映出,数学在发达国家生活中的重要地位。

亚里士多德对科学类型的经典划分是:① 理论的科学,数学、自然科学和后来被称为形而上学的第一哲学;② 实践的科学,伦理学、政治学、经济学、战略学和修饰学;③ 创造的科学,即诗学。据此,我们可以确认,高等教育研究中的数学方法兼有科学的三大特征,即研究的理论性、应用性和创造性。这三大特性,对于高等教育研究从多学科或跨学科视野取得突破性进展具有重要的显示性指向意义。因为,随着我国改革开放以及现代化建设事业的发展,理论基础科学将越来越受到重视、实践技术科学将越来越受到尊重、创造创新创意行为将越来越受到褒扬,这一切都必将有赖于数学科学的大发展。事实上,由于计算机和网络在各行各业各领域中的大规模使用,特别是在高等教育领域的广泛而深入的运用,已为数学在高等教育中的应用奠定了良好的基础。同时,也正是计算机和网络的普遍使用,促使许多高等教育问题必须数量化、精确化、可视化,否则计算机和网络不能进一步发挥在高等教育领域的作用。另外,由于高等教育的各个领域和高等教育学都面临越来越激烈的发展性竞争,这就要求面对复杂多变问题的高等教育研究者和实践者们要有清晰的思维、清醒的头脑、清楚的指令、严密的逻辑以及正确的推理和判断能力。高等教育理论工作者、实践应用工作者和政策制订决策者要达到上述素养,必然离不开数学。毕竟,科学上的伟大成就,就其原因而言,一方面是将经验与试验进行结合,另一方面需要细心的分析和演绎推理。而这两项要件,都离不开数学的参与。正如保尔·拉法格在《忆马克思》中谈到,马克思认为:“一种科学只有在成功地运用了数学时,才算真正达到完善的地步。”^①

数学方法进入高等教育研究领域,这些方法主要包括 SWOT 分析方法、多目标规划方法、投入产出分析方法、随机型决策方法、统计分析方法、AHP 决策分析方法、网络分析方法、GIS 系统分析法、系统论方法、控制论方法、信息论方法、M-S 综合集成方法、灰色系统方法、系统动力学方法、人工神经网络方法、DPS 系统方法等。它们基本上是在 20 世纪八九十年代的传统高等教育定性(qualitative analysis)研究(或者称为传统描述性高等教育研究亦或多学科视野的高等教育研究)内容的基础上发展起来的。然而,到 20 世纪末,传统意义上的描述性高等教育研究开始向计(定)量(quantitative analysis)高等教育研究^②发展,特

① (德)弗·梅林. 1955. 马克思传(上、下). 罗稷南译. 北京:人民出版社

② quantitative higher educational research, 在这一点上,是用 higher education 来代之高等教育亦或用 higher pedagogy 来泛指高等教育学,颇费周折。最后思定,在高等教育学在成为学科还没成为科学之前,权当以高等教育研究来隐喻西方和东方的从领域到学科的高等教育立学的研究



别是 21 世纪初以来, 跨学科的高等教育研究大规模引入计量方法, 计量高等教育研究在英、美等国发展十分迅猛, 在我国起步也非常快。现代高等教育计算, 已经不是传统意义上的利用计算机求解高等教育问题的“计算”了(历史指向、非宏大叙事), 而是将数学模型、现代计算理论、计算方法及修正 3S 技术^①结合在一起(现实指向、微观叙事), 以工作站级计算机为工具, 对“整体”、“大容量”、“超大规模”资料所表征的高等教育问题实施高性能计算。

鉴于以上因素(高等教育研究自身的需要、国内科学技术发展的需要、国际学科前沿和发展动态等), 我们编写了这本属于应用数学和应用高等教育学范畴的教材, 目的是将一些能联系实际的、常用的以及最新的数学方法组织起来, 比较全面、系统地介绍给高等教育各领域的人们, 以有助于整个高等教育界加速探索高等教育规律的步伐。在确定本书的价值取向的时候, 我们想起了潘懋元教授在《潘懋元高等教育文集》中关于教育规律的经典论述: “人们认识教育规律不外乎三条途径: 第一, 综观教育历史的演变所推论出来的; 第二, 从国际教育比较研究所概括出来的; 第三, 从现实的教育实践经验总结出来的。”^②因此, 高等教育研究中的数学方法, 就是通过综观高等教育研究的历史演变、进行高等教育研究方法国际比较和分析现实的高等教育研究实践经验(含教训)这三条途径, 采用古今观照(以历史为脉、以现实为络)、中西互涉(以国内为经、以国外为纬)、理实相融(以理论为导、以实践为引)及案例分析的研究方法, 从数学科学的维度, 把研究重点集聚在应用上。至于高深理论部分, 感兴趣的读者可参考其他有关的该方法的研究专著或数学书籍。

当然, 要在一本书中比较详细地介绍和讨论高等教育研究中的所有数学方法是一件非常困难的事情。这不但涉及作者的知识面与专业水平, 而且还要受读者对象和写作篇幅的限制。古希腊著名的数学家毕达哥拉斯(Pythagoras)曾给后人留下过这样一个观点: “万物皆数也。”如果他的观点是正确的, 作为人类社会的活动杰作——高等教育, 一定也是按照数学方式设计而成的。因此, 数学不仅仅能够提升高等教育科学的研究, 使高等教育研究这一新兴人文社会科学成为抽象的和定量的科学, 而且是揭示人类高等智慧生成的必由之路。世界最伟大的三大数

① 传统的 3S 技术是纯粹的地理空间技术——遥感技术(remote sensing, RS)、地理信息系统(geography information systems, GIS)、全球定位系统(global positioning systems, GPS)的统称, 主要用于解决多学科高度集成的对空间信息进行采集、处理、管理、分析、表达、传播和应用等问题; 修正的 3S 技术是高等教育计量技术——系统科学(system science, SS, 包含系统论方法、灰色系统方法、系统动力学方法、DPS 系统方法等)、地理信息系统(geography information systems, GIS)、钱学森创立的 M-S 综合集成法(可以纳入 SPSS 分析软件)、SWOT 分析法、AHP 决策分析法等的统称, 主要用于解决跨学科深度集成的高等教育的研究、实践、管理、决策、分析、预测与应用等问题

② 潘懋元. 1991. 潘懋元高等教育文集. 北京: 新华出版社



学家之一高斯^①曾言“Mathematics is the Queen of the Sciences”（数学是科学的女王）。我们首倡将数学方法系统地引进高等教育研究，并不意味着抛弃传统的高等教育的研究方法，更不意味着忽视高等教育工作者的主动性与创造性的发挥，而是恰恰相反，因为，正如马科斯^②所言：“It is the man not the method that solves the problem.”（解决问题的是人，而不是方法）

① Johann Carl Friedrich Gauss, 1777年4月30日至1855年2月23日，生于不伦瑞克，卒于哥廷根，德国著名数学家、物理学家、天文学家、大地测量学家。高斯被认为是最重要的数学家，并有“数学王子”的美誉

② Markus, 牛津大学数学教授，也是万灵学院即 All Souls College 成员。现任英国皇家学会的研究员，被《星期日独立报》誉为英国的顶尖科学家之一