

社会科学研究方法系列

格致出版社



上海人民出版社

交互性多维变量的 量化研究方法

Analysis of Interactive Effects in Social Sciences:
Methods and Applications

蓝石 编著

社会科学研究方法系列

格致出版社



上海人民出版社

交互性多维变量的 量化研究方法

Analysis of Interactive Effects in Social Sciences:
Methods and Applications

蓝石 编著

图书在版编目(CIP)数据

交互性多维变量的量化研究方法/蓝石编著. —上海:格致出版社;上海人民出版社, 2010

(社会科学研究方法系列)

ISBN 978-7-5432-1775-1

I. ①交… II. ①蓝… III. ①社会科学-统计模型-研究 IV. ①C32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 097515 号

责任编辑 王亚丽

封面装帧 人马艺术工作室·储平

社会科学研究方法系列

交互性多维变量的量化研究方法

蓝石 编著

出版 世纪出版集团 格致出版社
www.ewen.cc www.hibooks.cn
上海人民出版社
(200001 上海福建中路193号24层)



编辑部热线 021-63914988

市场部热线 021-63914081

发行 世纪出版集团发行中心
印刷 上海书刊印刷有限公司
开本 787×1092 毫米 1/16
印张 8.5
插页 1
字数 131,000
版次 2010年8月第1版
印次 2010年8月第1次印刷
ISBN 978-7-5432-1775-1/C·39
定价 20.00 元

蓝 石

美国科罗拉多州立大学哲学博士（教育领导学、定量分析比较研究、教育比较研究），师从美国著名的实验心理学、研究方法论大师乔治·摩根博士。在美国数个大学担任教授、高层管理者多年。现任美国迪佛莱大学葶蕾园校区教务长（教务副校长）、教授。

人文研究的数学开发

小宝

小时候的玩伴中，蓝石长得最漂亮，漂亮得像电影明星，像哪位明星却说不清楚。很多年以后看好莱坞电影《蓝眼睛米奇》，才恍然大悟——他原来是华人版的休·格兰特。奇怪的是，他有时候也会有一双蓝眼睛。每当他体内多巴胺大量分泌，双颊飞红，他的眼睛瞬间会像大西洋的海水一样蓝。

上世纪80年代，他抵达大西洋口岸。辛苦30年，现在他可以高卧西山（美国伊利诺伊州西山市），潜心著述。《交互性多维变量的量化研究方法》是他的新书。书名拗口到吓人，其实这是一本社会科学运用数学方法的案例介绍。它首先让我想起了80年代。那是一个美妙的年代。那时候的学人，渴望新知，拥抱西学。对新思想新方法的尊崇一点也不亚于当下对金钱的贪婪。那时候，很多文科的学者、学生认真地学习数学，期待为自己的学问增一进阶。甚至不少大学中文系都将高等数学设为必修课。

数学并不是一门“自然科学”。它是一种工具，就像语言也是一种工具。因为自然科学最广泛地使用数学，所以我们普通人常识性地将数学想象成自然科学。常人生活中也需要数学，加一种工具会受益多多。商人要赚钱谈生意，用的是语言工具，但如果他不会用数学工具，不会算账，肯定连一分钱都赚不了。杀手有一柄刀固然很好，不过刀毕竟是冷兵器，添一把火器将大大提高战斗力。对人文、社科学人而言，语言是趁手的匕首，数学是点三八重管左轮。

中国学人中的数学热早已是“明日黄花蝶也愁”，然而西方社科研究乃至人文著述中的数学应用始终没有止步。随着计算机技术的不断进步，数学应用中的计算部分被大大简化。数学应用的范围也日益扩大，就连似乎与数学毫无关联的虚构写作也能进行数学开发。

可以设想一个故事：某市被一个腐败集团完全控制。一位嫉恶如仇的检察官（或者纪委大员）空降办案。检察官像来自地狱的魔鬼一样不受任何腐蚀与恫吓。腐败分子要逃脱法网唯一的出路就是干掉检察官。腐败分子人人都起杀心。如果每个腐败分子单独行动，就要独自承担全部风险，一旦失手，将面临灭

顶之灾。如果腐败分子各自行动,四面出击,成功的可能性会大大提高。但每个腐败分子盘算未来评估风险的时候,都做出自己不动手,让别人动手,不必直接面对风险的选择。结果有杀气而无杀手,“自己不动手”成为腐败集团的支配策略,检察官顺利结案。这个故事实际上就是博弈论中“囚徒困境”的通俗剧情节版。将类似的数学成果串编起来,可以很快搭建一个诸如电视长篇连续剧的结构。让不擅长情节布局的职业写手迅速上道。

蓝石的这本书并不是人文、社科领域现代数学理论的全面介绍。它的主题是人类复杂行为和局面(多因素、交叉影响、多维变化)量化研究的数学理论和技术。这本书的好处是详细介绍了三个研究案例,全过程地展示研究者如何一步一步对社会科学论题作出数学分析。这本书的时代特色是充分反映了计算机软件技术的最新发展。当代西方成熟的社会科学数学分析模型,几乎都已开发出自己的软件。作者差不多手把手地指点读者如何打开软件,如何点击页面,如何输入数据,数学分析的结果就自动生成。

这三个研究案例都是格式完备稳妥的论文。比较遗憾的是,这些论文的结论并没有真正超越语言思考和表达的新发现。换句话说,我们目前接触到大量使用数学模型、数学分析的研究,还无法提供一种崭新的视界,让读者看到语言文字无法到达的新天地。相反,由于数据采集需要种种条件,能进行量化研究的论题往往过于拘谨,反不如一些粗放的、古老的研究贴肉。这不是数学的问题,而是缺乏真正从人文、社会科学研究中自然生发出来的数学。以我贫乏的数学史知识,我猜想现在社会科学采用的数学理论和方法,大多数来自其他学科数学工具的借用和衍生。真正的人文数学,应该还有难以想象的巨大发展空间。

前言

近年去北京、上海、重庆等地讲学,与国内学者及同行们谈得较多的,就是期待看到中国的社会科学方法学界在不久的将来也能拥有自己的系列、思路,并用自己文字编成的一套完整的、本土化的方法论全书。

从本体论与认识论的综合意义上分析,社会科学各项研究中的任何事件、事物和现象的本质,以及人们对这些事件、事物和现象的认知均为量与质的统一。事件、事物和现象的属性和本质不仅常常是可以被量化的,而且往往必须以量化的方式来描述,才可能对其作进一步研究,从而实现向质性哲理的升华。事件、事物和现象的属性及本质的可量化性,为社会科学量化研究方法提供了前提。当然,比较自然科学的研究方法,社会科学量化研究更为复杂。用量化方法描述社会现象比用量化方法描述自然现象难度更大。因为社会科学研究中所描述的对象比较模糊,对象模型通常为非确定型,测量值的重复性较低、且主观性较强(嘎日达,2006)。

19世纪末期以来,近代科学研究方法出现了“自然科学向社会科学渗透、社会科学向自然科学靠拢”的趋势,越来越多的边缘学科和跨学科应运而生。归根到底,在研究中运用科学方法的真谛并不在于结局如何,而在于该结局的求证过程是否令人信服,是否合乎逻辑法规与科学原理。通常而言,令人信服的研究结论须由实证数据、量化过程和逻辑推理作为支撑(祝建华,1987),并结合质化的整合为理论的建构扎下根基。

量化研究方法的应用从纯自然科学逐渐向社会科学研究延伸与渗入,展示了社会科学研究从“质”到“量”,并进入“质”与“量”相兼相容的更高境界。管理科学和经济学作为诸多社会科学学科的“科学之亚流”(孙涛,2009),率先经历了从“质”到“量”,并最终迈入质与量的相兼相容。步管理科学和经济学的后尘,心理学正在挺进质与量相兼相容的境界。社会科学研究中的人类行为学、关系学、人口增长与资源供求、人口性别比例、社会阶层歧视与流动、家庭与婚姻、战争与和平、竞争与合作、人类的学习与记忆系统、社会角色、群体互动、文化冲突等等,都正在演绎着对量化方法的兼容。量化研究方法在社会科学研究中的应

用催化促进了边缘科学的形成与发展,例如生态平衡、能源分配、环境污染与控制、人类对药物的依赖性、大型传染疾病控制等等的研究。

与自然科学研究中的变量不同,社会科学研究变量的“质”的含量较高,因为到目前为止,诸多社会科学研究中的研究变量都尚未有国际公认的测量指标和统一工具。社会科学研究方法论学界在处理复杂性事物的不确定性和模糊性的能力方面,则面临着测量工具和数学方法不尽完备的挑战。由于历史原因,在国内社会科学界,量化研究方法的发展与成熟更为任重道远。

在相当长的历史阶段,量化研究方法曾被普遍定义为“唯心主义”方法论,隐含着极强的负面性,令国内社会科学界谈虎色变。当时,在社会科学的所谓“研究”中,主观的政治立场和阶级觉悟取代了客观的科学研究方法。70年代末召开的全国科学大会为科学方法论的起步提供了契机。进入80年代,社会科学界对全盘否认统计、逻辑和数理方法的状态开始反思。经过一段刻骨铭心而又悄然渐进的过程,至80年代中期,量化研究方法终于在国内的社会科学研究方法论学界争得一席之地。到了90年代后期,特别自进入新世纪,随着计算机技术和计算机软件的成熟,量化研究方法正在社会科学研究领域形成腾飞之势。同当前国际水平相比,国内社会科学领域量化研究方法的现状还存有差距。由于数据采集和处理过程中存在着技术和某些社会问题,量化研究中的数据质量不高,数据的原始信息常常面目全非。另外,沿袭历史习惯,国内多数研究仍然以非计量描述为主,社会科学研究量化分析水平难以提升(马晓强,2003)。现有的定量研究水平与国际接轨的规范要求差距甚远。由于国内社会科学科研人员的量化分析能力较低,他们普遍将此归咎于个人的数学基础和统计学知识不过硬,由此产生对量化研究方法和量化模型的畏惧和疑虑心理。

在国际社会科学研究的大舞台上,现代量化分析技术发展势头难以估量。离散数学方法论在社会科学研究中的运用(集合论、悖论、朴素集、公理集);布尔代数和逻辑定理数在社会科学研究中的运用;图论在社会科学研究中的运用(图论与多干线路径、最短路径理论、树论);离散状态空间和状态矩阵、模糊集理论(Fuzzy Set Theory,即基于不分明拓扑、不分明线性空间、模糊测度与积分、模糊群、模糊范畴、模糊图论等方法用于社会系统控制论,人工智能,行为科学,系统工程,管理科学等系统的量化分析)在社会科学中的运用,都日趋成熟。中介传导分析、项目功能差异分析(用于跨文化研究中的项目功能差异分析以保证测量的公平性和有效性)、分位数回归法(与普通线性回归对比来体现分位数回归的

结果)、时间序列法(Multiple Time Series Models)、潜在成长模型(Latent Growth Models,即将数据与潜在变量的观念加以结合以提高变量的可研究性)、不等测量方法(Inequality Measures)、结构方程模型(Structural Equation Modeling)等量化分析方法也正在形成理论体系。

随着国内社会科学领域对于量化方法论认识的深入,应用领域近年来出版了一些西方量化方法论的著作。然而,西方引进的著作难免翻译带有浓重的西方语言色彩,使原著的理论与阅读的质量打折扣,不利于国内社会科学方法界最终形成自己本土体系的目标。中国的方法论不能永远停滞于翻译水平,根本出路在于将西方成熟的理论内涵和操作方法加以消化并进行汉化,在这一过程中使之进一步深化、具体化、本土化,并纠正之不足,最终形成中国人自己的博大的方法库。

为梳理作者近年编写的有关社会科学方法论的专著,并针对国内社会科学方法论学界目前对具有显著交互作用的多层次、多维变量研究方法和操作步骤尚缺乏具有一定深度文献这一方面的不足,作者特地编写了这本小册子。这本小册子由浅入深,说明具有交互作用多维变量研究方法的研究背景、研究流程,以及运用统计研究软件的具体步骤和对软件生成结果的分析与解释。

具有交互作用的多因子方差分析方法在社会科学研究中的应用性强,应用范围广泛,可运用于大型的综合研究报告,包括政策研究、新闻传播学、人类行为学、心理学、社会动态的综合分析、药物实验分析、医学临床分析等。从根本上说,多因子方差分析是因子方差分析法的普泛形式。具有交互作用的多维方差分析方法适用于对具有统计相关性的多因变量的案例与过程进行研究;在这些研究案例与过程中的多个因变量不可简单地加以叠加。具有交互作用的多因子方差分析不仅用于考量多个自变量之间的显著交互性,其交互性以及每个单独自变量对多个因变量的影响,并且探讨它们对多个因变量之间综合相关性的影响,和多个因变量之间的统计关联。

这本小册子的第一部分详细讨论了用 3×2 多维比较方法对于具有交互性变量案例的研究步骤和具体过程。研究对不同人均国民收入和不同教育程度国家的人口增长率之间的关系进行了统计分析。小册子的第二部分以不同群体样本对于不同媒体内容的关注时间和记忆存储率为例,对于具有交互作用的 2×3 两维多变量案例进行了详细分析,并全面解释了研究中的细节问题和具体操作步骤。小册子第三部分则以一篇论述不同大选年、不同竞选阶段和美国主流报

刊媒介对总统参选人的私生活、竞选的选况,以及参选人的重要政见和民生谋略的报道的交互关系与影响的论文为范例,详细地分析和解释了具有交互作用的三维($2 \times 3 \times 3$)多变量研究方法。

必须强调的是,本书的第三部分并不是英语论文的“译作”,而是以该文为例,对该文的研究目的、研究问题、研究方法、研究发现和研究结论的详尽地剖析。“范文剖析”在美国博士方法论资格考试中用途很广,作者期待这本小册子对国内研究生的量化方法论课程设置发挥作用。这本小册子在编写过程中得到了美国著名传播学教授、传播学量化专家、本书第三部分范例的英文原作者布莱恩·丹汉姆博士(Denham, 2009)的热情支持。为帮助读者理解并消化原论文案例所采用的方法,征得丹汉姆博士的同意,第三部分包含了部分关键的英文原文。在此,我谨向丹汉姆博士表示由衷感谢。

在本书的撰写过程中,上海世纪出版集团格致出版社王亚丽编辑提供了许多宝贵意见;王亚丽、罗康两位编辑对全书的完稿提供了热情支持与帮助,作者在此深表谢意。

蓝 石

2010年4月于美国伊利诺伊西山市

目 录

第一部分 两维 (3×2) 交互性多变量研究方法步骤

第 1 章 两维析因方差分析法(Two-way Factorial ANOVA)	003
1.1 实例背景	003
1.2 研究变量关系的图示	003
1.3 研究问题	004
第 2 章 案例的数据与操作流程	005
2.1 输入 SPSS 后的具体数据	005
2.2 SPSS 对于析因方差分析法的具体操作步骤	006
第 3 章 析因方差分析法生成结果的讨论	007
3.1 析因方差分析的统计均值	007
3.2 对于显著交互性统计结果的解释	008
第 4 章 对于显著交互性的进一步分析	011
4.1 显著交互性续后分析的具体操作过程	011
4.2 对于重新组合后的“单体”变值的单因素方差分析的统计结果 的解释	014
4.3 克鲁斯卡尔-华利斯检验法(KRUSKAL-WALLIS)	016
4.4 盖姆斯-霍威尔(Games-Howell)“续后分析”的具体操作步骤	017
4.5 对于每对可能配对变量之间的 t -检验	020
4.6 t 检验的步骤与结果分析	022
第 5 章 分别对两大主自变量各自进行方差分析	027
5.1 第一个主自变量(不同人均国民收入)与因变量“相对人口 增长率”的统计关系	027
5.2 第二个主自变量(不同高校就学率)与因变量人口增长率的 统计关系	030

第 6 章 析因方差分析研究结果的总结	032
---------------------------	-----

第二部分 两维 (2×3) 交互性多变量研究方法步骤

第 1 章 两维多变项析因方差分析法(Two-way Factorial MANOVA)	035
1.1 实例背景	035
1.2 研究变量关系的图示	036
1.3 研究问题	036
第 2 章 多变项析因分析案例的操作流程图与数据清单	038
2.1 操作流程图	038
2.2 输入 SPSS 后的具体数据	038
第 3 章 多变项析因方差分析法的具体操作过程	041
3.1 分析多个因变量相关性的具体操作步骤	041
3.2 对于多因变量相关性的分析	042
3.3 SPSS 对于多变项析因方差分析法的具体操作步骤	042
第 4 章 多变项析因方差分析法生成结果的讨论	043
4.1 多变项析因方差分析的统计均值	043
4.2 对于多变项显著交互性统计结果的解释	044
第 5 章 对统计交互性进行多变项单因子方差分析	048
5.1 显著交互性续后分析的具体操作过程	049
5.2 对于重新组合后的“单胞”变值的多变项单因素方差分析的统计结果的解释	052
5.3 对于重新组合后的“单胞”变值的多变项单因素方差分析的“参数估计检验”	055
第 6 章 分别对两大主自变量各自进行多变项单因子方差分析	059
6.1 对第一个自变量进行多变项单因子方差分析的操作步骤	059
6.2 对第一个自变量进行多变项单因子方差分析生成结果的解释	060
6.3 对第二个自变量进行多变项单因子方差分析的操作步骤	063
6.4 对第二个自变量进行多变项单因子方差分析生成结果的解释	064
第 7 章 对于每个自变量和因变量的各自分析	069
7.1 第一个主自变量(不同群体样本)与因变量“关注时间”的统计关系	069

7.2 第一个主自变量(不同群体样本)与因变量“记忆存储率”的统计关系	070
7.3 第二个主自变量(不同媒体内容)与因变量“关注时间”的统计关系	073
7.4 第二个主自变量(不同媒体内容)与因变量“记忆存储率”的统计关系	076
第8章 多变量析因方差分析研究结果的总结	080
8.1 总结多变量析因总体交互性	080
8.2 用多变量单因素方差分析法对统计交互性进行分析的总结	081
第三部分 三维 ($2 \times 3 \times 3$) 交互性多变量案例、研究方法与步骤	
第1章 $2 \times 3 \times 3$ 交互性多变量研究的背景、研究问题与方法	085
1.1 $2 \times 3 \times 3$ 交互性多自变量析因方差分析法实例	085
1.2 $2 \times 3 \times 3$ ANOVA 研究方法	087
第2章 对于 $2 \times 3 \times 3$ 多维变量研究交互关系的探讨	096
2.1 关于显著总体交互性的总结	096
2.2 对于非显著交互关系的总结	097
第3章 对于 $2 \times 3 \times 3$ 案例主自变量进行差异分析的探讨	100
3.1 对于不同大选年进行差异分析的总结	100
3.2 对于不同竞选阶段进行差异分析的总结	101
3.3 对于不同报刊进行差异分析的总结	102
3.4 对于续后分析的总结	102
3.5 总结统计交互性与主变量差异关系的英文原文	103
3.6 对于全文的讨论	104
附录一:第一部分的原始数据	106
附录二:第一部分 15 对 t-检验的运行结果	109
附录三:第二部分原始数据	117
参考文献	122

第一部分

两维(3×2)交互性多变量研究方法步骤

导读

根据马尔萨斯人口理论,如果对人口增长不加控制,其数量将呈“爆炸性”增长。人口的增长将促使人口的更快繁殖和增长,是一个“正反馈”的过程。然而,由于无限增长终将是不可可能的,其负面结果可能导致许多灾难性因素,如大饥荒、传染病、由于争夺资源而爆发的毁灭性战争等。因此,人口增长系数又是一个随人口增长而递减的函数。

人均国民收入是一个国家在一年内按人口平均的国民收入值,体现了该国国民总收入与人口数量的对比关系。人均国民收入水平是综合衡量一个国家的经济实力、发展水平、富裕程度和人民生活水平的重要标志。

第一世界、第二世界,和第三世界人口增长率的比较关系,以及不同教育程度人群的人口增长率的比较关系,一直是社会科学领域的重大研究课题。著名诺贝尔奖得主、社会科学家赫伯特·西蒙认为,现代进化论中最重要的因素可以总结为“适衍力”(fitness)。“适衍力”是基因遗传、随机变异、繁衍力、生存竞争、适者留存五大要素的总和。对于个体而言,“适衍力”是个体在单位时间内产生与存活的繁衍量。如果不同的群体在同一个生存空隙中争夺有限资源,那么,具有“适衍力”之强者存,而弱者则亡。人口增长率是衡量“适衍力”的重要指标。

在世界某些国家和地区,生产力水平的发展和物质产品的迅速丰富极大地促进了人均国民收入和社会教育程度。而在另外一些国家和地区,生产力水平发展缓慢,物质产品仍然十分贫瘠,人均国民收入和社会教育程度还很低。因

此,对于不同人均国民收入和不同教育水平的国家和地区的人口增长率的比较,将对世界未来人口质量趋势的预计提供关键性的依据。

本研究详细讨论了用 3×2 多维比较方法对于具有交互性变量案例的研究步骤和具体分析。研究显示了在不同的人均收入国家的人口增长率之间存在显著的统计差异。高人均国民收入国家人口增长率的均值(0.835%)远低于低人均国民收入国家人口增长率的均值(1.198%);并且,中人均国民收入国家人口增长率的均值(1.035%)远低于低人均国民收入国家人口增长率的均值(1.198)。研究同时显示,高就学率国家人口增长率的均值(0.72%)远低于低就学率国家人口增长率的均值(1.56)。

本研究发现了人均国民收入与相对高校就学率对于人口增长率而言存在显著交互性。比较人口增长率的均值:1)高人均国民收入国家的高就学率人群的人口增长率的均值显著低于高人均国民收入国家的低就学率人群的人口增长率的均值;2)高人均国民收入国家的高就学率人群的人口增长率的均值显著低于中人均国民收入国家的低就学率人群的人口增长率的均值;3)高人均国民收入国家的高就学率人群的人口增长率的均值显著低于低人均国民收入国家的低就学率人群的人口增长率的均值;4)中人均国民收入国家的高就学率人群的人口增长率的均值显著低于低人均国民收入国家的低就学率人群的人口增长率的均值。

研究的具体数据采自美国权威数据网站 NationMaster. com。该网站的主要数据来源为美国统计局、联合国发展组织、联合国教科文组织、世界贸易组织、世界银行、世界卫生组织、中央情报局等。

本研究的结果向社会科学研究界的相关领域提出了极其值得关注与思考的重大课题。

第 1 章

两维析因方差分析法 (Two-way Factorial ANOVA)

1.1 实例背景

本研究对人均国民收入不同的国家之间和这些国家不同的相对高校就学率之间对于人口增长率的交互关系进行了研究。研究对人均国民收入不同的国家之间是否在人口增长率上存在显著差异进行了比较研究。研究同时对不同国家的相对高校就学率是否在这些国家的人口增长率上存在显著差异进行了比较研究。

本研究的第一个自变量为人均国民收入不同的国家样本组。这个自变量分为三大类组：(1)高人均国民收入国家组；(2)中人均国民收入国家组；(3)低人均国民收入国家组。本研究的第二个自变量为相对高校就学率不同的样本组。这个自变量分为两大类组：(1)在同一人均国民收入国家组中高于平均高校就学率的样本组；(2)在同一人均国民收入国家组中低于平均高校就学率的样本组。研究的因变量为不同的国家的人口增长率。因变量为近似正态分布。

因为研究具有两个自变量，第一个分为三类，第二个分为两类，而因变量为近似正态分布；因此，合适的统计方法应选用析因方差分析法 (Factorial ANOVA)。

1.2 研究变量关系的图示

本研究中自变量与因变量的关系如图 1.1 所示。

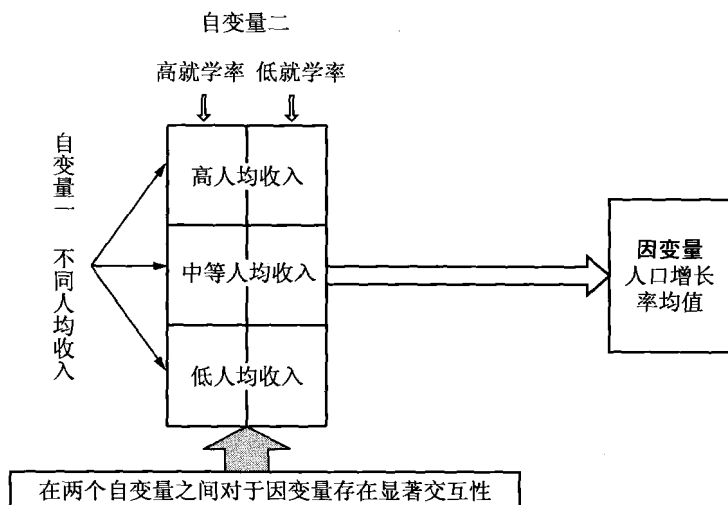


图 1.1 交互性析因方差分析 (Factorial ANOVA) 变量图

1.3 研究问题

研究问题包含以下三个部分：

1. 两个自变量(人均国民收入不同的国家和这些国家不同的相对高校就学率)对于因变量(人口增长率)而言是否存在显著统计交互性？
2. 人均国民收入不同的国家之间在人口增长率上是否存在显著统计差异？
3. 不同相对高校就学率的国家之间在人口增长率上是否存在显著统计差异？