



新世纪高等学校教材

HUIGUI FENXI
YU SHIYAN SHEJI

回归分析与实验设计

幸涛 编著



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

回归分析与实验设计

辛 涛 编著

北京师范大学出版社

前 言

当前,在社会科学的研究和发展过程中,量化研究已逐渐成为占主导地位的研究取向。然而,由于量化方法依赖于一定的数理统计基础,使得大部分从事心理与教育的研究者和学生对此望而却步、心生畏惧,导致在学习过程中不能完全掌握相关的方法。因此,社会科学研究领域迫切需要一本“授人以渔”的工具书。

本书的编写源于编者的海外学习经历,在美国哥伦比亚大学四年的学习和研究中,编者对 Charles M. Judd 和 Gary H. McClelland 两位学者 1989 年的著述 *Data Analysis: A Model-Comparison Approach* 印象深刻,感受颇深。该书在初等统计的基础上,实现了统计方法与实验设计的结合,其讲解思路非常适于初学者的学习,有利于无数学或理科背景的研究者和学生掌握相应的统计方法。编者回国后,以此著述为依据,连续六年为北京师范大学心理学院的硕士生和博士生开设心理学研究方法课程,受益良多。但在教授过程中,编者发现原著中的英文示例结构并不适于中国学生的学习。因此,编者为方便教学与学习,以该书为蓝本,在教学过程中结合中国学生的学习方式和特点,加入真实的中国数据,精炼内容,不断打磨讨论,最终形成本书。在此,对 Judd 和 McClelland 两位学者表示衷心的感谢!

阅读本书后,我们希望读者了解一种思想:统计不仅仅是使用统计教材或者统计软件,更是一种根据不同的数据结构 and 形式,通过模型比较的途径,建构和检验数据模型的工具。另外,我们还希望读者能够用更一般的思路看待数据分析,并能根据数据提出自己的研究问题。在进入正式的学习之前,需要提醒广大读者注意以下几点。

首先,统计必然涉及一些让人头疼的数学公式,但是我们不能对其置之不理。许多情况下,正是通过这些数学上的细节,才使我们意识到数据分析方法和关于数据的特定模型在什么条件下是不合适或需要修正的。因此,数学功底薄弱的读者必须克服这些困难。

其次,根据原始数据的不同组织形式,大部分统计书对每一种统计方法都提供了多种算法,笔算和机算的算法可能是不一样的,由于四舍五入误差问题和计算机的其他特性,笔算公式在计算机上执行可能很麻烦,结果也不尽相同。为了避免可能出现的差异,我们提供的公式强调的是概念,对于直接的笔算或机算并不适用。

再次,一些统计教材是从简单统计模型开始,逐步过渡到更一般的复杂统计模型,这需要不断地变换概念和符号。我们的方法则是把“数据的多个模型”的概念和同样的推论统计方法从简单模型一直贯彻到复杂模型。当然,也会在一般的模型和很多人熟知的分析方法(如 t 检验和方差分析等)之间做足够的说明。

最后,以往的研究中,回归方法多用于调查、准实验和非实验的数据,方差分析则多被用于随机的实验室实验,这容易给人们一种错觉,即方差分析和回归是两种截然不同的方法。实则不然,本书采用广义的回归分析框架,所有的方差分析都能在这个框架里完成,而且,这个框架为实验数据的处理提供了更多的控制,有利于研究一些我们感兴趣、理论驱动的问题。

本书的预期读者应已基本掌握初等统计的内容。本书主要适合于社会科学研究,尤其是教育与心理研究的教师、研究生以及科研机构的数据分析人员等使用。

本书的编写离不开我的研究生和接受方法课程的学生。感谢我的博士研究生李峰、余娜、张文静、毛秀珍,硕士研究生谢敏、黄宁,北师大发展心理研究所朱韶同学、中科院心理所曹慧同学在本书的编写和整理过程中付出的努力;感谢我的实验室其他研究生同学对本书的初稿提出的宝贵意见,他/她们的工作极大地完善了本书的示例内容;感谢接受我在北京师范大学心理学院开设的方法课程的历届同学们,指出我在本书的教学过程中存在的问题和纰漏,真正实现了教学相长。感谢张文静、余娜和高慧健同学在本书公式和数据的校正以及文字的校对上付出的辛勤工作。同时,也感谢北京师范大学出版社及其编辑齐琳为本书的出版所付出的辛劳。

尽管经过了儿轮教学和多番讨论,但限于我们的水平和精力,书中肯定仍有不足和疏漏之处,祈请读者在使用过程中不吝指正。

辛涛

2010年3月

于北京师范大学

目 录

第 1 章 心理学研究方法概述 /1	
1.1 科学与心理学研究	1
1.2 心理学研究的特点和目的	4
1.3 因果关系	6
1.4 研究设计	10
1.5 小结	15
第 2 章 数据分析简介 /17	
2.1 数据和模型	17
2.2 数据分析的基本思路	19
2.3 最简单的模型	20
2.4 模型的检验	23
第 3 章 简单回归模型 /32	
3.1 模型的估计	32
3.2 双参数模型和单参数模型比较	34
第 4 章 多重回归:多个连续预测变量的模型 /40	
4.1 多重回归模型	40
4.2 多重回归模型的统计推断	40
4.3 对偏回归系数的解释	50
4.4 多重回归应注意的几个问题	52
第 5 章 极端值和有不适当影响的数据 /55	
5.1 极端值	55
5.2 一个例子	57
5.3 预测指标 $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip}$ 是否异常	60
5.4 Y_i 是否异常	63
5.5 忽略 Y_k 是否戏剧性改变 b_0, b_1, \dots, b_p	67
5.6 极端值检测概要	69

5.7	处理极端值	70
5.8	总结	77
第6章	交互作用和二次项回归——包含连续变量乘积的回归模型 /78	
6.1	预测变量间的交互作用	83
6.2	一种找出“简单”关系的通用方法	93
6.3	预测变量的检验力	95
6.4	更加复杂的非线性方程形式	101
第7章	单因素方差分析:包含分类变量的模型 /106	
7.1	两个水平的分类变量的模型	106
7.2	两个水平以上的分类预测变量	116
7.3	非均等单位规模的对照编码	131
7.4	β_j 的置信区间	134
7.5	非正交编码	134
第8章	因子设计方差分析——多个分类预测变量和乘积项 /139	
8.1	把因子方差分析转化为单因素方差分析	139
8.2	更好的编码	143
8.3	系数的解释	148
8.4	高阶的方差分析	158
8.5	因子设计方差分析中的其他细节	163
8.6	因子设计方差分析的统计检验力	166
8.7	总结	170
第9章	协方差分析——同时包含连续与分类预测变量的回归模型 /171	
9.1	在因子设计中控制一个连续变量	171
9.2	在实验设计情境之外,包含连续预测变量与分类预测变量的模型	184
第10章	重复测量的方差分析——误差不独立的模型 /191	
10.1	嵌套设计中的非独立性	193
10.2	交叉设计中的非独立性	197
10.3	多重被试内因子的设计	200
10.4	混合设计中的非独立性	203
10.5	更为复杂的设计	206
10.6	被试效应的总和	210
附录	临界值和检验力表 /212	

第1章 心理学研究方法概述

研究方法不是孤立存在的，它源于研究又应用于研究。学科的发展与研究方法的改革、创新紧密相关，研究方法与发展理论的过程是相辅相成的过程。心理学研究与其他科学研究相比既有相同点，又有自身独特之处。同其他任何学科一样，心理科学研究的水平直接取决于其研究方法，研究方法的每一次变革均带来研究的巨大进步。同时心理科学以“人”为研究对象，以探察人的心理、行为及其改善为目标的本质特点，决定了其研究过程与方法具有其他学科明显不同的特征。因此，了解和掌握心理科学研究方法对提高心理科学研究水平，促进心理科学发展有着重要意义。本章主要介绍了心理学的科学性质、研究目的、因果关系的推论以及研究设计等内容。

1.1 科学与心理学研究

心理学担负着认识和完善人自身心理的重要使命，在现代社会中具有极其重要的地位。它围绕“人”进行研究，既包括认识人脑工作与活动机制为目标的神经科学研究，又包括人类思维、情绪、学习等心理过程为主旨的心理与行为研究。由于心理学研究的特殊性与复杂性，其在科学体系中的类属问题颇具争议。正确认识心理学的科学与学科性质，明确心理学的基本定位，对开展心理科学研究极其重要。

1.1.1 科学的含义与特征

1.1.1.1 科学的含义

科学是人们对自然界各种事物、现象经过长年累月的观察、分析、假设、实验、归纳或推论，获得的关于客观事物及其运动变化规律的真理性认识。科学表现为系统化的知识体系，有其特定的研究方法和研究过程。科学方法就是科学家在研究事物和现象或解决问题时使用的一整套客观、系统、精密的方法。一般来说，科学研究过程就是运用科学研究方法进行“假设检验”的过程。

包括以下四个步骤：第一，研究者根据一定理论或观察事实，针对研究问题提出研究假设；第二，根据研究目的，选取代表性研究对象并收集数据；第三，运用精密方法分析资料；第四，解释研究结果并推演结论。

1.1.1.2 科学的基本特征

科学既是一种社会意识形态，又是一种有组织、有计划、有目的的社会活动。它具有如下特征：

第一，科学是一种社会性事业。科学没有国界，没有文化界线，与信仰无关。科学研究具有继承性和可检验性。前人或他人有关科学研究的思想、理论、方法以及经验、事实材料都可作为新的研究工作的指导思想或基础。在前人或他人工作的基础上，科学家才能在相同或相似的条件下进行重复研究，检验彼此的结果，推动科学研究发展。

第二，科学以事实为基础，提供客观实证性的证据。巴甫洛夫曾说过，“事实就是科学家的空气，如果你们不凭借事实，就永远不能飞腾起来”。这里“事实”是指科学事实，即科学研究中由观察和实验获得的并经过鉴定的经验事实。所谓经验事实指人们对所观察到的客观事件、现象和过程所作的陈述或判断。人们既可通过观察客观世界中现实存在的事物、现象及变化过程等获得事实资料，也可以通过实验获取事实资料。实验事实是指在观察和调查的基础上，对研究的某些变量加以操纵或控制，创设一定情境进行实验，以获取事实材料。没有了事实证据，任何科学研究都是无源之水，无本之木。

第三，科学具有可重复性。科学的可检验性决定科学研究过程是可重复的。科学假说或理论是科学家为了解释自然现象依据一定理论，经过研究后提出来的。它们往往是正确与错误的混合体。波普尔曾经指出，“我们并不要求每一个科学陈述在被接受以前必须在事实上已被检验，我们要求的是每一个这样的陈述必须可能被检验，即一个科学假说或理论是否能够在相同条件下被科学共同体所重复，得到同样的结果”。一个或一组陈述，只有当它经得起重复检验时，才能把它作为科学假设或理论提出。

第四，科学容许质疑，它是发展变化的。科学探索事物本质和规律的过程，并不是毕其功于一役，而是一个不断质疑、检验从而修正完善的过程。真正的科学家绝不轻易盲目相信任何所谓的科学结论或真理，一切都要经过自己的独立思考、分析、质疑、验证之后，加以确认或否定。事物的本质和规律只有通过完整地研究事物的整个发展过程，才能得到科学的阐明，局限于一时一地的现象，常常导致错误结论。科学正是在这一过程中，随着时间和空间的变化而发展变化，不断适应客观世界，体现客观事物的本质和发展变化规律。

1.1.2 心理学的科学性质与类属

1.1.2.1 心理学的科学性质

心理学是研究个体及群体心理现象的科学。虽然心理学研究已有几千年的历史，但心理学真正成为一门独立的科学，至今不过一百多年。由于心理学研究对象、研究主体、过程及方法的特殊性，使心理学的科学性历来存在争议。心理学的科学性依其发展过程，可从直觉、经验、宗教和哲学的角度进行探讨。

心理现象始于人类的出现，某些现象很早就引起人们的注意和好奇，因此人们会尽其所智，凭借经验或直觉加以臆测和解释，或者听信权威或宗教关于心理现象的解释。19世纪以前，对心理的探索处于无明确研究目的、研究思想和研究方法的混沌状态，而且夹杂在哲学和神学的研究中。心理学问题主要由哲学家作为哲学问题附带加以研究和论述，他们所用的研究方法基本上是哲学的思辨法。因此，心理学也被称作“思辨心理学”。

1879年，冯特在莱比锡大学创建了世界上第一个心理实验室，使心理学第一次正式作为科学进行研究。从此，心理学从哲学、神学、医学等其他学科中分离出来，正式成为一门独立的学科。

1.1.2.2 心理学的学科类属

心理学的学科性质直接与研究对象相联系。心理学一方面研究心理的生理机制，属于自然科学研究对象的范畴；另一方面，心理学的研究对象“人”不仅是自然实体，还是社会实体，属于社会科学范畴。所以，心理学是介于自然科学和社会科学之间的科学，兼有自然科学和社会科学的特点。

心理学的双重性质决定了它在当代科学体系中的特殊地位，使之具有广泛的研究范围和独特的研究方法。心理学的学科分支不仅与自然科学有关，如生理心理学、认知心理学等，还与社会科学密切相关，如社会心理学、管理心理学等。不仅如此，心理学研究不仅有本学科独特的方法，如内省法；也有从其他学科借鉴而来的方法，如计算机模拟技术。因此，心理学的发展与其他自然科学或社会科学相互影响、相互促进。

1.2 心理学研究的特点和目的

.....

1.2.1 心理学研究的特点

心理科学研究同其他科学研究一样，具有可观察、可重复和可怀疑的特点。

1.2.1.1 心理学研究对象具有可观察性

心理学往往研究人的内在心理过程和心理特质等不可直接观察的特征。这就要求研究者采取一定手段，将不可直接观察的内在特征转变为与之联系的可直接观察的外在特征。例如依据生物学和生理心理学理论，建构的脑电图观察法；利用脑电极观察认知过程的电位变化；依据认知心理学理论，根据人对信息处理的结果推测心理活动的过程；根据研究变量的操作定义对研究对象加以测量等。

1.2.1.2 心理学研究具有可重复性

心理学研究的特殊性主要表现在：第一，研究的主客体都是有思想、情感和意识的人；第二，研究背景与社会环境联系紧密；第三，研究过程的影响因素复杂多变；第四，研究对象没有统一或标准化的观察和测量尺度。基于以上特征，要获得心理现象的本质与规律，对心理现象进行重复研究显得尤为重要。因而，这就要求研究者在报告研究结果时，详细说明整个研究过程，以提高心理学重复研究的可能性。

1.2.1.3 心理学研究具有可怀疑性

心理学研究成果一般通过研究报告或理论性研究论文的形式反映出来。在阅读文献资料的过程中，应注意对研究报告和论文所表达的信息进行评价。例如，评阅研究报告，应对研究假设、研究变量、被试选择、数据收集方式、数据分析方法和结果分析等逐一加以剖析，并与自己的研究意见进行对比。对理论性研究论文的评价，应注意分析以下几方面内容。第一，论文推理的依据是什么？第二，论文怎样解决原有理论不能解决的问题？第三，论文是否继承或发展了原有理论？第四，论文提出的新理论、新观点能否解释原有理论不能解释的现象、能否用实证方法加以证实等。总之，研究者应避免漫无目的的浏览、杂乱无章地接受，而应采取批判式阅读。通过评阅研究文献，从中发现新

问题或尚未解决的问题，或发展出新方法，进而开展自己的研究。

1.2.2 心理学研究的目的

科学研究的目的是，依研究不同而有所不同。总体上，科学研究的目的是主要是对研究对象进行描述(description)、解释(explanation)、预测(prediction)和控制(control)，心理学研究的目的也莫过于此。

1.2.2.1 描述(description)

对研究对象的特点和现状、行为和事件本身及发生背景进行描述是心理科学研究的基本目的。描述是研究工作的第一步，既可以描述事物的特征，也可以描述事物量的特征。例如研究智力水平对学习成绩的影响时，需要对被试的年龄、性别、学习能力水平、家庭参与辅助学习的程度等情况加以描述，才能正确分析智力对学习成绩的影响。因而，描述是解释研究对象内在联系及发展变化规律的基础。只有正确了解研究对象的基本状况才能揭示现象或事物之间的关系和成因。

1.2.2.2 解释(explanation)

解释就是对心理与教育现象的活动过程与特点的形成原因、内在机制和相互作用机制予以说明。例如为什么随着时间增长，个体遗忘会发生规律性变化？为什么会发生“霍桑效应”？为什么个性特征会影响人际关系等等。实质上这是说明“为什么”的问题，但只有明确现象之间的内在关系，发现事件或现象的形成原因，才能预测事物或现象的发展变化。

1.2.2.3 预测(prediction)

预测是根据建立的某一科学理论，通过逻辑推理，对研究对象以后的发展及在特定情境中的反应作出推断的过程。例如，根据强化理论可以预测，如果及时表扬学生课堂发言行为，这一行为就会重复发生。根据智力发展规律，就可以预测某一年龄被试的智力状况。心理与教育科学理论是针对大量被试建立起来的，具有统计规律性，有时可能并不适用于特殊个体。所以，研究者不仅要依据科学理论，还应依据具体情况综合考虑各方面因素的影响，才能对客观事物做出合理的预测。

1.2.2.4 控制(control)

控制是心理与教育科学研究的最高目标，也是最难达到的目的。它是指根据科学理论操纵研究对象某一变量的决定条件或创设一定的情境，使研究对象产生预期的改变或发展。例如，针对那些由于家庭关系不和谐而网络成瘾孩子

的特点,就需要创造良好家庭氛围,开展心理健康教育 and 心理咨询,使孩子养成良好的上网习惯。

正确的描述是合理解释变量间关系的基础,只有合理解释才能产生正确的预测;根据正确的解释和预测才能进行有效而合乎目的的控制。描述、解释、预测和控制是层次递进的关系,前一项是后一项的基础。他们所涉及的往往是科学理论中关于变量之间关系(特别是因果关系)的内容。欲对研究对象进行控制,关键要揭示事物发生发展的成因。因此,事物间因果关系的确认和因果模型的建立,是建构心理、教育科学理论的必要基础和核心。

1.3 因果关系

解释研究结果和建构理论首先要明确变量之间的关系。一般来说,变量之间的相互关系有正交关系、相关关系和因果关系三种类型。正交关系也称虚无关系,指两变量之间没有相互影响、相互制约的关系,即一个变量不可能推导或预测另一个变量的情况。例如体重与学习成绩、年龄和性别之间就是一种正交关系。相关关系是变量之间有相互影响的关系,表现在量上和质上。相关关系表明变量之间相应变化的关系,并未指出因果。因果关系与它们不同,表示一些变量的变化引起另一些变量变化的关系。

1.3.1 因果关系的描述

因果关系是指某些变量的变化引起另一些变量发生变化的关系。Locke (1690)指出原因就是可以使其他一些事情、想法、物质或样式开始出现,而结果就是它从其他事情中获得一个开始。

因果关系按照一定标准可分为不同的类型。因果关系可以是直接的,也可以是间接的。比如,奖励方式引起学习成绩的变化就是一种间接的因果关系,因为外在奖励方式通过增强学习动机,从而提高学习成绩。因果关系还可以根据原因与结果的数量分为一因一果、一因多果、多因一果和多因多果。

1.3.2 因果关系的理解

1.3.2.1 因果关系的认识过程

1.3.2.1.1 对因果关系的认识是反复和无限发展的过程

认识事物之间的因果关系,必须用分析的方法把它们从普遍联系中抽取

来，做相对孤立的考察，并通过实践进行检验。特别是分析复杂事物间的因果关系，还必须在分析的基础上考虑到多因素之间相互制约的关系。人类对事物因果关系的认识过程是永无止境的，当识别了一种因果关系，人们又会提出新的因果假设。所以对事物间的因果关系的认识是“实践—认识—再实践—再认识……循环往复以至无穷”的过程。

1.3.2.1.2 自然科学与社会科学中因果关系的区别

自然科学中的因果关系通常是决定性的。因为自然科学研究对象具有客观独立性，可以对其加以拆分、组合和控制。因而，可以将影响结果的变量严格分离，做到对因果变量相对孤立的考察。然而社会科学研究对象具有社会性，研究变量多且复杂，使得社会科学研究难以进行精确的解释和预测。由于原因只在一定程度上导致结果的发生，研究者只是寻求某种原因出现的条件下，结果发生的可能性大小，所作分析不是测量因果关系，而是原因导致结果出现的概率。

因为社会条件的复杂性、主观性和不可逆性使得社会科学的因果分析方法不能对自然科学分析方法作简单照搬和复制。换言之，两者的区别在于使用同一方法处理具体问题时所面临的约束条件不同。因此与自然科学相比，从社会科学中得到的因果关系可能更多地受到时间和空间的限制，而不能简单地解释为抽象、永恒不变的宇宙定律。

1.3.2.2 因果推论的标准

Holland 总结了哲学和自然科学的大量讨论，提出因果推论应满足以下四条标准。第一，因果的相对性。研究者总将原因 A 和原因 B 进行比较来确定 A 是否起作用。第二，因果的操纵性。原因总是可以操纵的。第三，因果的时间性。一般来说原因的变化在前，结果的变化在后，原因出现在结果之前。但这不是一条必要的标准，例如过节前的购物高潮，结果就出现在原因之前。第四，消除潜在的影响。解释一个特别原因会有什么结果，需要在研究过程中消除无关变量的干扰，即把其他可能影响结果的原因排除掉。

1.3.2.3 因果关系的本质

20 世纪 70 年代，Rubin 等人分析了试验条件下的因果问题，认为这实质上是一个反事实(counter fact)的问题。例如，有研究者提出这样的问题：我国现在有不少私立学校，这些学校一般都有一流的硬件设施和相对较好的师资，那么是否私立学校学生的成绩比公立学校的学生成绩好？为分析教育投资与学习成绩的关系问题，我们建立成绩差异的总的期望规则(total expectation

rule)如下:

$$E(Y^t - Y^c) = E(Y_1^t - Y_1^c)(1 - q) + E(Y_0^t - Y_0^c)q \quad (1.1)$$

假设私立学校学生成绩与公立学校学生成绩的平均差异是 $E(Y^t - Y^c)$, 这是平均的回报因果模型。它可以分解为两个部分: 第一部分, 上私立学校的学生和他们如果上公立学校相比的成绩差异: $E(Y_1^t - Y_1^c)(1 - q)$; 第二部分, 上公立学校的学生和他们如果上私立学校相比的成绩差异: $E(Y_0^t - Y_0^c)q$, 其中 q 是上私立学校的学生在全体被试中的比例。

根据(1.1)式, 如果要知道上私立学校学生和上公立学校学生的成绩的平均差异是多少, 至少需要下面四个部分的数据: 第一, 上私立学校的学生的成绩; 第二, 上私立学校的学生如果上公立学校的学生的成绩; 第三, 上公立学校的学生的成绩; 第四, 上公立学校的学生如果上私立学校的学生的成绩。但实际只能观察到两个部分的数据, 即上私立学校学生的成绩和上公立学校学生的成绩。而无法同时观测到上私立学校的学生的成绩和如果他们上公立学校(反事实情景)的成绩, 也无法同时观测到上公立学校的学生的成绩和如果他们上私立学校(反事实情景)的成绩。

为完成分析我们引进两个假设: 假设一, 上私立学校的学生如果上公立学校的学生的成绩与上公立学校的学生的成绩相当; 假设二, 上公立学校的学生如果上私立学校的学生的成绩与上私立学校的学生的成绩相当。这样, 总的期望规则就成为:

$$\begin{aligned} E(Y^t - Y^c) &= E(Y_1^t - Y_1^c)(1 - q) + E(Y_0^t - Y_0^c)q \\ &= E(Y_1^t - Y_0^c)(1 - q) + E(Y_1^t - Y_0^c)q \\ &= E(Y_1^t - Y_0^c) \end{aligned} \quad (1.2)$$

如果上面的假设合理, 容易得到学校的硬件设施和师资与学生成绩之间的因果关系。但是私立学校的学生大多来自经济状况比较好的家庭, 家庭参与学生学习比较多。所以, 上公立学校的学生如果在私立学校学习, 其成绩也可能低于私立学校的学生。即如果忽视家庭参与对学生成绩的影响, 就会高估学校的硬件设施和师资与学生成绩之间的关系, 犯干扰变量偏误。

1.3.2.4 因果关系的具体化

社会科学不可能通过实证的方法解决反事实的问题。因为社会科学的研究对象是人或与人有关的社会现象、事实, 而人的生存具有时空唯一性。所以, 我们不可能让一个人既上过大学又没上过大学, 不可能让一个学生既是独生子女又有兄弟姐妹。为此, Holland 提出两种解决因果问题的方案: 科学的解决方案和统计的解决方案。

1.3.2.4.1 科学的解决方案

科学的解决方案主要包括重复实验和随机分组实验。重复实验即让一组被试先后经历处理条件和控制条件，比较前后两次结果是否有差异，并据此作因果判断。这种方法需要满足两个假设，一是被试前后两次的反应稳定；二是被试经历的前一阶段的效应短暂，不影响被试在下一个条件下的反应。重复实验将被试的个别差异从被试组内变异中分离出来，提高了实验处理的效率。但是因为被试要接受多个实验处理并接受多次测量，可能导致疲劳效应或练习效应，很难满足反应恒定和效应短暂，从而影响结果的可靠性。一般来说，可采用顺序平衡法(ABBA法)、拉丁方设计等消除疲劳效应和练习效应对实验结果的影响。

随机分组实验是指随机选取被试再随机分成两组，一组接受处理条件，另一组接受控制条件，然后比较两组的结果是否有差异。随机分组实验用随机化方式控制误差变异。它有效控制了选择、选择与成熟的交互作用、测验和统计回归等无关变量对实验结果的干扰。但是因为缺少前测，因而不能进行实验处理前后差异的比较，也难以判断被试之间是否存在差异。比如，研究写作训练课程对学生写作能力的作用，可随机选取两组同年级学生，实验组接受特殊写作训练，控制组不接受训练。课程结束后比较两组在写作能力上是否有差异，从而判断写作训练课程的效果。

1.3.2.4.2 统计的解决方案

分析因果关系除了采用适当的实验研究设计之外，还应采用恰当的统计方法对观测数据进行分析。运用统计分析方法，应尽可能包含影响结果的变量，并对可能影响结果的变量进行匹配，以保证这些变量和分组安排独立。常见的因果统计分析方法有：固定效应模型(fixed effects model)、工具变量(instrumental variable)、倾向分数(propensity score)、回归间断点(regression discontinuity)、路径分析和结构方程模型(structure equation model)等。

因果分析的方法很多，但因果分析的逻辑思路都是一致的，以归纳法的五种推理方式为主，即求同法、求异法、求同求异并用法、共变法和剩余法。但是这些方法只是探索因果关系的初步方法，由此得出的因果关系判断仍处于经验层次，还需要实验设计、统计分析法和辩证分析(如抽象和综合)等加以补充完善。

1.4 研究设计

.....

研究设计就是在研究进行之前，对整个研究过程作缜密细致的计划和安排。研究设计是所有研究工作中最关键的一步。研究设计是否科学、合理和完善，不仅关系到研究的进程、代价，而且影响研究结论的可靠性和科学性。

1.4.1 学习研究设计的意义

心理学研究设计涉及整个研究过程的方方面面，学习研究设计可以加深对心理学研究程序和方法的认识和理解。学好研究设计，才能更好地理解与应用心理学理论和研究心理学问题。

1.4.1.1 有助于查阅和分析文献

随着人类认识的深入和技术的发展，各类琳琅满目的书籍和文献正以指数速度增加。所以，搜集心理学研究文献时，研究者应注意遵循以下原则：第一，在时间上从现在到过去，采用倒查法，先查最近文献，后查过去的文献；第二，选择学术性强、影响大、质量高的学术杂志为主要查阅对象，围绕研究课题进行搜集；第三，注重搜集第一手资料，少搜集多次转述的资料；第四，应搜集代表各种各样观点，得出不同甚至相互矛盾结论的研究文献；第五，不仅搜集与自己研究课题、领域直接相关的资料，还应搜集跨学科、跨领域的研究文献。

查找与阅读文献并非完全独立的过程。只有及时对已查阅的文献进行整理，研究者才能恰当地确定下一步资料查阅的方向和重点。所以，查寻、搜集文献与阅读、整理文献应该密切结合，同时进行。不可否认，众多书目中掺杂了许多有待考证的研究。因而，阅读和分析文献时不能盲目相信任何结论，对任何理论都要经过独立思考分析，加以确证或否认。

1.4.1.2 有助于培养缜密的思维习惯，指导研究的开展

对心理与教育研究而言，存在大量影响结果的因素。这些因素可能导致测量结果偏离真值，从而产生误差。心理学研究误差分为随机误差和系统误差，主要来源于主试、被试、研究方法、过程以及实施环境。研究者在进行研究设计时，应辨明各种误差，并采取适当的措施予以平衡或消除。控制误差的方法主要有随机化、消除法、恒定或平衡法、附加自变量和统计控制法。例如，为消除“实验者效应”、“霍桑效应”，可以采用“双盲程序”；为平衡实验处理的顺

序效应，采用拉丁方设计；为消除研究设计、数据分析方面的无关变量，应尽力做到科学取样，完善测量工具，统一评分标准等。在收集和分析数据之前，研究者应细致分析研究过程中可能产生误差的因素，缜密安排研究程序。因此，通过学习研究设计，不仅可以培养严谨细致的思维习惯，还能直接指导研究的开展，提高研究的信效度。

1.4.2 研究设计的基本程序

狭义上，研究设计指确定和安排研究中的变量、选择合适的资料收集与分析方法的研究计划过程。它主要包括提出研究问题、确定研究目的；确定研究变量；形成假设；选择被试和数据收集方法；制定研究程序；数据整理与分析，预期结果等步骤。

1.4.2.1 研究问题的提出

科学研究始于问题，发现问题是研究工作的开端。问题可以做两种解释：一是指出研究的方向，二是指出研究问题的内容。只有先确定问题，才能按一定程序设计各种方法获得资料和解答问题。下面，我们从五个方面探讨如何提出有意义的问题。

第一，从对现象的直接观察提出问题。研究者既可以在自然状态下进行观察，也可以在操纵某些条件的实验状态下进行观察。例如，对中学生自由阅读课的观察，研究者可能发现男女生选择的阅读材料不同；而在实验室条件下，研究者还可能发现，男女生对同一类阅读材料的思考角度有差异。

无论是自然观察还是实验室观察，现象本身不能展示问题。在观察中，研究者需要对现象进行分析、筛选，从现象与时间、空间及环境条件的交互作用中发现问题，从现象的联系、变化中发现问题。

第二，从对理论的分析与推演提出问题。理论仅仅是工具，从理论中发现问题需要与理论所解释的经验事实联系起来。对理论进行分析，可以针对理论原理中引申出的具体现象特征或联系提出问题；针对理论之间的矛盾提出问题；或者针对理论内部的矛盾提出问题等。例如，新行为主义者赫尔和托尔曼各自提出的学习理论经常做出相反的预测。关于奖励对学习发生的必要性，赫尔认为是必要的，而托尔曼则认为不是必要的。正是这样相反的观点，引发研究者们做了大量相关研究。

第三，从扩展和检验已有研究的角度提出问题。科学研究具有继承性，查阅与评价研究文献时，应特别注意从以下几个方面提出问题：①从现有研究掌握相关研究的走向，在研究前沿寻找问题；②借鉴已有研究的角度、思路，针