

THEORETICAL FOUNDATION OF CAUSAL INFERENCE  
IN THE SOCIAL SCIENCES

# 社会科学因果推断的 理论基础

胡安宁 著



 社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

# 社会科学因果推断的 理论基础

胡安宁 著

THEORETICAL FOUNDATION OF CAUSAL INFERENCE  
IN THE SOCIAL SCIENCES

图书在版编目(CIP)数据

社会科学因果推断的理论基础 / 胡安宁著. —北京: 社会科学文献出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5097 - 7677 - 3

I. ①社… II. ①胡… III. ①社会科学 - 统计推断 - 研究 IV. ①C32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 147313 号



社会科学因果推断的理论基础

著 者 / 胡安宁

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 刘 荣

责任编辑 / 刘 荣

出 版 / 社会科学文献出版社·社会政法分社(010)59367156

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: [www.ssap.com.cn](http://www.ssap.com.cn)

发 行 / 市场营销中心(010)59367081 59367090

读者服务中心(010)59367028

印 装 / 三河市尚艺印装有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15 字 数: 154 千字

版 次 / 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 7677 - 3

定 价 / 69.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社读者服务中心联系更换

▲ 版权所有 翻印必究

# 前 言

记得刚刚进入复旦大学学习社会学的时候，读到的第一本学术著作便是英克尔斯的《社会学是什么?》。总结这本书的主要思想，社会学是一门采用科学的方法研究社会结构与社会发展规律的学科。虽然当时对什么是科学的方法还不甚了解，但我从这本书中学习一种受益终生的观念：社会学的学术研究离不开科学的方法。正所谓“工欲善其事，必先利其器”，社会学研究者只有掌握了一套研究社会的科学手段和工具，才能够从纷繁复杂的社会现象中抽离出具有规律性的模式。正因为如此，我后来在研究生阶段的学术训练很大一部分内容都是围绕研究方法展开的。这种对于科学方法的重视也促使我在学习社会学之外专门修读了统计学硕士学位。

那么，什么是科学的方法呢？对于这个问题，相信不同的学者会有不同的答案。但是，社会学研究者们能够基本上达成共识的是：一套科学的社会学研究方法应当具有以下两

个特点。其一，这套方法可以用于经验事实的研究；其二，这套方法可以帮助研究者确立某种因果关系。第一点毋庸置疑，既然社会学探索的是社会的基本模式，那么社会学家们所采用的研究手段也必然是经验取向的。正因为如此，超验的思辨并不是一种研究社会的手段，尽管它或可成为一种理论建构的路径。第二点在某种程度上也是毋庸置疑的。这是因为社会学的很多理论恰恰是用来“解释”社会现象的。说到“解释”，自然涉及因果了。

但是，通过社会学的经验方法去建构因果关系是非常困难的。究其原因，在于社会学所关注的议题往往非常复杂，且其背后的形成机制太多。例如，社会学中一个很重要的研究主题是经济地位的不平等，造成这种不平等的原因有很多，其中可能涉及地区差异、行业区别、教育成就、家庭背景、个人能力等诸多因素，不一而足。面对这种情况，如果研究者想确立教育成就与收入不平等之间的“净”关系，就需要对其他形塑经济地位不平等的因素进行控制。但正因为需要控制的因素太多，以至于几乎没有社会学研究者能够非常自信地宣称自己已经控制了所有需要控制的因素。此时，收入不平等的成因有可能是教育成就的差异，但也有可能是一些没有考虑到的混淆因素。在这种情况下，经验研究的结论便很容易受到质疑了。

实际上，上面谈到的这个问题不仅仅在社会科学研究中经常出现，它也是其他学科进行科学研究中经常遇到的“拦路虎”。比如，在生物学中，研究者为了确定特定基因对于

某种植物抗倒伏性的影响，需要充分考虑到实验中这一植物所处的自然环境并将其控制。对于自然科学家而言，控制潜在的混淆因素可以通过随机实验完成。统计学理论告诉我们，在一个随机实验中，因变量  $Y$  的变化只可能归因于两个因素，一个是我们关心的自变量  $X$  的取值变化，一个是随机误差。当我们的研究对象足够多且能够保证较高统计检定力的时候， $Y$  的变化只有很小的概率是由于随机性造成的（通常设定在 5%）。此时，研究者就有很高的自信（95%）来确立从  $X$  到  $Y$  的因果关系。正因为如此，随机实验方法通常被看作科学研究的“黄金方法”。

那么，社会学研究中能不能进行随机实验呢？这个问题的答案在很大程度上取决于具体的研究主题。很遗憾的是，对于社会学家们关心的很多主题而言，随机实验方法是不现实或者不恰当的。我们不可能随机地安排一些人去经历战争，以考察战争的社会创伤效果。我们也不可能随机地安排一些被研究者有意酗酒，以考察酒精上瘾对于生活状态的影响。此时，摆在社会学研究者面前的往往是另外一种研究途径，即：收集一些经历了战争的个体的信息，并将其与没有经受战争的人进行比较。同理，找到一些现实生活中的酗酒者，观察其生活状态，并将之与非酗酒者的生活状态进行对比。这类研究虽然可以实施，但是上面谈到的各种混淆因素也随之进入研究者的分析框架中。也就是说，基于观测性数据进行研究的社会学学者不能很有自信地说自己的结论反映了某种因果关系。此时，社会学的研究者为了进行因果推

论，不得不采用更为复杂的分析策略。对于这些策略的理论基础进行系统的介绍便是本书的任务。

摆在读者面前的这本书共有 7 章。第 1 章介绍了随机实验的基本原理，以及如何在反事实的统计理论框架下进行因果推论。第 2 章着重讨论了倾向值匹配的基本过程，以及为什么我们能够利用倾向值匹配的方法进行因果推论。第 3 章通过一个具体的实例展示了倾向值匹配的过程。第 4 章讨论了如何从传统的倾向值方法出发，将因果推论分析扩展到多类别变量、因果中介分析和因果异质性分析。第 5 章关注了因果分析过程中非常重要却往往被学者们忽视的统计检定力和样本量问题。第 6 章将因果推论分析推广到个案研究中，系统介绍了综合控制个案方法。第 7 章总结全书，并对倾向值技术进行了反思。

通过上述各章的基本信息介绍，读者们不难发现，本书并不是一本常规意义上的统计学教科书。在本书中，我并没有具体告诉读者如何利用流行的统计软件（如 R 或者 Stata）来进行具体的经验分析。相反，作为一本严肃的学术著作，本书的重点在于系统介绍基本的因果推论原理和背后的统计理论。之所以这样安排，是出于以下原因。其一，好的统计学教材有很多，其中不乏一些讨论因果关系的经典教材。因此，感兴趣的读者可以参考这些教材自学，本书没有必要做简单重复劳动。其二，统计软件毕竟是我们研究的工具，只有在了解了各种统计模型背后的基本原理之后，研究者才能够准确和高效地使用这些工具。否则，社会学的量化研究有

可能沦为一种简单的数据加工，相关的研究结论可能由于缺乏坚实的方法论基础而变得不准确。因此，我在自己教授的统计课上，一直希望引导学生将学习的重心放在原理上，而不是简单地学会某种方法的操作。本书也体现了我的这一一贯主张。

最后，希望读者能够从本书中获益，我也衷心希望本书的出版能够为国内的量化社会科学研究做出微薄的贡献，让更多对社会生活因果关系感兴趣的人愿意加入社会科学研究的行列中。

胡安宁

2015年6月



# 目 录

<b>第 1 章 社会科学中的因果推论：反事实框架与 随机实验</b> .....	1
1.1 因果关系的反事实分析框架 .....	4
1.2 随机实验与因果推论 .....	14
1.3 附录：其他研究情境下因果推论模型举例 .....	25
<b>第 2 章 倾向值匹配与因果推论</b> .....	27
2.1 倾向值匹配：历史、发展及其对调查研究的 意义 .....	28
2.2 倾向值匹配与因果推论 .....	35
2.2.1 科技哲学角度的阐释 .....	35
2.2.2 统计学角度的阐释 .....	38
2.3 倾向值匹配与其他社会科学方法的比较 .....	43
2.3.1 倾向值匹配和海克曼选择模型 .....	43
2.3.2 倾向值匹配和回归中断设计 .....	48
2.3.3 倾向值匹配和工具变量 .....	51
2.4 倾向值匹配的局限性 .....	55

## 社会科学因果推断的理论基础

2.5 总结与讨论 .....	56
2.6 附录：敏感性分析简介 .....	58

### 第3章 如何进行倾向值匹配？

——以大陆城市居民的教育回报为例 .....	67
3.1 倾向值匹配的基本原理回顾：以高等教育的 经济回报为例 .....	68
3.2 如何进行匹配？ .....	70
3.2.1 邻近匹配 .....	71
3.2.2 半径匹配 .....	72
3.2.3 核心匹配 .....	73
3.2.4 分层匹配 .....	75
3.3 教育的经济回报：基于 CGSS 2005 的分析 .....	76
3.3.1 预测倾向值 .....	78
3.3.2 基于倾向值进行匹配 .....	80
3.3.3 模型稳健性评估 .....	82
3.4 倾向值匹配与多元回归的比较 .....	85
3.5 小结 .....	87

### 第4章 因果关系中的多类别性、中介性与异质性

——对倾向值统计模型的扩展 .....	90
4.1 对多类别处理变量的处理：广义倾向值得分 方法 .....	93
4.1.1 倾向值回归调整 .....	95
4.1.2 倾向值加权 .....	97

4.1.3	对倾向值回归调整与倾向值加权方法的 评论 .....	98	
4.2	因果中介模型：对因果关系中间机制的探索 .....	103	
4.2.1	传统中介分析 .....	104	
4.2.2	因果中介模型 .....	109	
4.2.3	方法论评价 .....	113	
4.3	因果关系的异质性 .....	118	
4.3.1	基于倾向值的多层次分析方法 .....	119	
4.3.2	方法论评价 .....	123	
4.4	结论与讨论 .....	127	
4.5	附录 1：海克曼边际处理效应 .....	129	
4.6	附录 2：用非参数方法处理效应的变异程度 .....	135	
<b>第 5 章 因果分析中样本量以及统计检定力的计算</b>			
	<b>问题</b> .....	140	
5.1	为什么需要足够的样本量？ .....	143	
5.2	回归模型的样本量估算 .....	145	
5.2.1	多元回归模型 .....	147	
5.2.2	逻辑斯蒂回归模型 .....	151	
5.3	样本量计算示例 .....	154	
5.4	结语 .....	163	
5.5	附录：SAS 中计算样本量的代码 .....	166	
<b>第 6 章 个案研究中的因果推断</b> .....			169
6.1	基本思路 .....	172	

## 社会科学因果推断的理论基础

6.2 控制个案的构建过程 .....	175
6.3 如何判断随机性? .....	177
6.4 结论和讨论 .....	180
<b>第7章 结论与讨论 .....</b>	<b>186</b>
7.1 再议倾向值统计方法和选择性误差 .....	188
7.2 倾向值统计方法和多元回归 .....	195
7.3 倾向值统计模型和加权 .....	198
<b>参考文献 .....</b>	<b>201</b>
<b>索 引 .....</b>	<b>217</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>221</b>

# 图目录

图 1 - 1	处理变量不同安排方式下的因果效果 .....	22
图 2 - 1	珀尔的因果推论：后门标准 .....	42
图 2 - 2	回归中断设计的基本逻辑 .....	49
图 2 - 3	工具变量的基本逻辑 .....	52
图 2 - 4	伊姆本斯敏感性分析原理 .....	63
图 2 - 5	伊姆本斯敏感性分析举例 .....	64
图 3 - 1	敏感性分析的结果 .....	85
图 4 - 1	传统中介模型举例 .....	106
图 4 - 2	大学教育、收入、单位性质与幸福感之间的 中介关系 .....	116
图 4 - 3	智力水平对不同类型学校学生的学习成绩的 影响 .....	120
图 4 - 4	大学高等教育回报的异质性举例 .....	122
图 4 - 5	海克曼边际处理效应举例 .....	133
图 4 - 6	非参数因果关系异质性模型 .....	139
图 5 - 1	多元回归模型下的样本量估算 .....	156

图 5 - 2	基于 proc power 模块的逻辑斯蒂回归模型下的样本量估算 .....	159
图 5 - 3	基于 LRPowerCorr10 宏程序的逻辑斯蒂回归模型下的样本量估算 .....	162
图 6 - 1	阿巴迪等人研究的加州禁烟政策的效果 .....	175
图 6 - 2	阿巴迪等人研究的加州禁烟政策效果的置信区间 .....	179
图 6 - 3	通过外推研究加州禁烟政策的效果 .....	183
图 6 - 4	区分教育资助计划的效果和加州禁烟政策的效果 .....	185
图 7 - 1	总体、随机样本和匹配样本 .....	191
图 7 - 2	实验组与控制组分布的重合程度 .....	193
图 7 - 3	多个混淆变量下实验组与控制组分布的重合程度 .....	194

## 表目录

表 1 - 1	实际观测到的处理效果 .....	16
表 1 - 2	一种替代性安排处理变量方案下的 处理效果 .....	19
表 1 - 3	随机分配方案列举 .....	21
表 3 - 1	本节所使用的例子 .....	72
表 3 - 2	预测倾向值的 Probit 回归结果 .....	78
表 3 - 3	倾向值的描述统计信息 .....	80
表 3 - 4	倾向值匹配的结果 .....	81
表 3 - 5	多元回归模型的结果 .....	86
表 5 - 1	50 个学生的科研时间 .....	144

## 第 1 章

# 社会科学中的因果推论： 反事实框架与随机实验

我们在阅读国内外社会学领域的各种学术期刊 [例如《美国社会学评论》 (*American Sociological Review*)、《美国社会学杂志》 (*American Journal of Sociology*)、《社会学研究》] 时，会时不时地遇到诸如“因此”、“所以”、“其原因在于”这样的词语。这样的表述实际上隐含了一种“因果关系” (causal relationship) 或者“因果性” (causality)。在今天的社会科学研究中，因果关系已经成为社会科学家们对某种社会现象进行“科学”解释的同义词。学者们希望通过各种途径来确定两个或者多个变量之间的关系 (例如自变量对因变量的影响)，并且他们并不满足于确认“这个变量和那个变量之间有关系”，而是希望能够回答“变量 A 对变量 B 的因果关系是什么”这样的问题。正因为如此，我们在阅读那些



## 社会科学因果推断的理论基础

经过同行审查（peer-reviewed）的论文时，已经很难找到这样一篇论文，其中作者的最后结论仅仅是“通过研究，我们发现某两个变量是在95%的置信区间水平上显著相关”。相反，现代社会学的研究者希望能够回答的问题是：变量A和变量B之间究竟是谁在影响谁？进一步讲，这种因果关系的形成机制（mechanism）是怎样的？

那么，社会科学研究一般是通过何种方式进行因果关系探索的呢？如果说早期的社会科学理论家们是通过逻辑论证或者总结个体化的有限经验来进行因果分析<sup>①</sup>，那么现代社会学的因果关系则更多的是和统计模型联系在一起。这种基于统计模型的因果关系推断在20世纪60年代随着路径模型分析（path mode analysis）的兴起而被引入社会学研究中，并随之得到很多学者的重视（Duncan 1966）。路径模型分析后来逐渐发展成了一系列的结构方程模型（structural equation modeling）。直至今日，很多学者依然在结构方程模型的范式体系下通过构建不同变量之间〔观测变量（observed variables）或者潜变量（latent variables）〕的结构关系来验证其对于因果关系的判断（例如 Pearl 2009）。虽然基于路径分析模型的因果推论方法从严格的统计学意义上讲还存在诸多限制（这在第4章中会有专门论述），但是它却在社会学经验研究和规范的统计模型之间搭建起了一座桥梁。可以说，在现代

---

<sup>①</sup> 例如，涂尔干的宗教社会学思想依据的是澳大利亚的土著居民的生活经验（Durkheim [1912] 1995），而韦伯的宗教社会学研究则是进行不同宗教传统之间的个案对比（Weber 1946, 1963）。