

联系、环境和群体： Abraham Wald 和他的序贯概率比检验

Patti Wilger Hunter

在匈牙利出生的数学家 Abraham Wald, 1938 年从 Vienna 移民到美国, 1940 年代初期参加了一个科学家小组为美国政府做与国防有关的研究. Wald 以及统计研究组 (SRG) 的工作创造了一种理论, 它立即而且长效地影响了数理统计的研究, 这就是序贯分析的理论. Wald 在 1943 年发展了创造序贯分析的思想, 提出序贯概率比检验 (SPRT), 这是作为对 SRG 中两名其他成员——Allen Wallis 和 Milton Friedman, 向他提出的审查抽样问题的回答.

SPRT 发展的历史与科学思想发展中群体的重要性无法分开. 围绕着 Wald 发现 SPRT 的事件被很好地记录下来, 并明显地反映了 1943 年他从事系统检验遇到那些问题时周围同事们的影响 [64, 9]. 但未被详细展示的是 Wald 置身工作于其中的广泛的历史内含和广大的知识群体对他在序贯分析, 和更一般些, 在统计学所做贡献的影响.

美国的数理统计研究集体, 与 Wald 在 Vienna 工作期间和第二次世界大战期间有关的复杂职业关系网, 以及它对美国科学、社会科学研究集体的影响在 Wald 序贯分析的研究工作中起着重要的作用. 并且, 他的思想对相当广泛的历史范围也有影响. 这篇文章将考察这些相互联系.

美国统计学家们: 创造了一个研究集体

当 Wald 于 1938 年到达美国时, 美国数理统计的研究集体正式存在还不足 10 年. 事实上, 作为对美国数理统计的主要职业支持的数理统计研究所 (IMS) 才成立 3 年, 致力于这门学科的美国期刊《数理统计年刊》也只是从 1929 年才开始出版. 不过最初的研究集体可以追溯到大约一个世纪以前的 1839 年, 当时由物理学家, 律师和牧师组成一个小组在 Boston 碰头组织美国统计协会 (ASA).¹⁾ ASA 的创办者, 以及在 19 世纪绝大多数自称为统计学家的人把统计看成是“能够说明人类条件的事实的采集和比较, 并有这样的趋势, 要发展各种原理, 它们可以决定社会的进步” [3, p.v]. 他们强调与社会和经济问题有关的数据资料的采集和介绍, 把统计看成是一种可以帮助解释社会现象的工具.²⁾

进入 20 世纪, 这一工具已经看成用更科学的方法对社会问题进行求解. 1908 年美国人口普查负责人 Simon N. D. North 向 ASA 做主体演说时, 明确地把社会学和经济学的进步与统计的应用联系起来. 他指出: “如果这些科学是准确的科学这一断言能令人信服

原題: Connections, Context, and Community: Abraham Wald and the Sequential Probability Ratio Test. 译自: the Mathematical Intelligencer, Vol.26(2004), No.1, p.25-33.

- 1) 有关 ASA 建立的一些历史, 参看 [67] 和 [15].——原注
- 2) 对这方面的一个简明讨论, 参看 [15].——原注

的话,那么经济学家和社会学家也必须是统计学家。”[31, p.439] 当社会学的研究工作者在美国建立组织和出版专业学科的著作时,他们通过使用统计学来确保他们作为科学家的地位。美国历史协会(AHA)和美国经济协会(AEA)在19世纪80年代中期召开他们的特许成立大会。随后1903年美国政治科学协会成立。¹⁾

职业社会科学学科的建立,和ASA里的统计学家中认为统计可以为这些学科服务的观点,导致在ASA召开学术年会时,与像AEA和AHA这样的组织合作成了正常的习惯。Walter Willcox,一位Cornell大学的经济学和统计学教授,担任ASA和AEA两个协会的主席,他感到统计学家从与其他组织的合作中得益。他特别认为ASA联系最好的是致力于经济,政治科学和法律的社团[66, p.288]。

在ASA和社会科学学科之间的紧密联系,最终可导致在ASA中的主体成员,和规模虽小、但正在增长的,想要在数学方面发展统计方法的那部份成员之间关系紧张。数学中的这些部份,早在19世纪80年代就已经开始进入ASA中的统计学家的工作,但关于社会的数据资料的采集和概率的数学理论之间的关系才刚刚开始显露出来。经历了几十年的时间之后,才有一组研究人员专门把他们的探讨集中在这上面。²⁾

20世纪20年代,这些研究人员开始看到在经济学,生物学和农业的研究中正在增长的统计推断的成套工具是有用的,但他们发现他们自己在为找到发表他们研究结果的地方而奔波。他们中的许多人作为数学家被训练和雇用,他们的兴趣涉及好几个学科,但似乎没有哪一个的期刊或组织能给他们提供一个舒适的职业服务场所。³⁾数理统计学家没有体会到来自ASA或美国数学会(AMS)的特别温暖的欢迎——也许,这些是数理统计最应该得到的支持者。一方面,ASA成员的兴趣在于采集数据和利用数字信息,但正如《数理统计年刊》的创办人Carver所指出,“他们成员的大多数是经济学家,银行和人口普查的职员,他们的数学知识十分有限。”⁴⁾另一方面,大多数美国数学家把他们的研究集中在纯数学方面,而包含有定理和证明的数理统计方面的文章,常常以这些定理的一种特殊应用作为出发点。在导致建立IMS的一次讨论中,Iowa大学的一位数学家Henry Rietz,对数学研究群体这样评述,“到了确定该接受什么样的文章发表时好像没有多少内容是可接受的,有可能应用于统计数据是一种小缺陷。”⁵⁾他成为该组织的第一任主席。

Carver在1929年出版了第一期的年刊(最初从ASA得到一些财政补贴),1935年数理统计学家正式组织IMS作为一个独立的职业组织。到1938年,年刊的财政支出便由IMS完全负责。⁶⁾

IMS和《年刊》为数理统计学家提供了一种在他们的新兴学科群体中建立正式身份

1) 为讨论美国社会科学的职业化, 参看 [41, 11].——原注

2) 在19世纪期间, 正态分布的概率工具和最小二乘法主要应用于天文和地质的物理科学, 偶尔出现在人寿保险中死亡率的统计表上。对这些发展的讨论, 参看 [35, 46].——原注

3) 有数理统计学家参加的职业社团和杂志的变迁在 [16] 中讨论。——原注

4) Harry C. Carver 到 Jerzy Neyman, 见 [30, p.172].——原注

5) Harry C. Carver 到 E. B. Wilson, 1935年7月27日, 见 [13, p.289].——原注

6) 前此, 除了ASA提供的钱以外, Carver自己掏钱赞助这份期刊, 见 [30, p.172].——原注

的方法. 他们在这个学科周围设置边界, 使它与研究周边领域的学科分开来.¹⁾但边界并不是不可逾越的. 虽然他们企图吸引人们对理论统计重要性的注意, 数理统计学家仍然欢迎使用统计的人们给予支持和合作的机会. 当数理统计学家建立他们的研究组织时, 好几个应用统计学家的组织变成支持他们特殊兴趣的社团. 计量经济学会于 1930 年成立; 心理测验学会于 1935 年成立, 到 1930 年代后期, ASA 中的生物和医学科学家组织了它的第一个学科分支, 生物统计组. 1945 年该组出版了一个杂志《Biometrics》. 这 3 个组织的工作集中在把统计学应用到基于他们的母学科——经济学, 心理学和生物学的研究中.

美国数理统计学家的这个发展中群体与这些组织有某种缘份. 当 Abraham Wald 从欧洲移民过来时, 他在这个研究集体中找到的有特殊关系的位置是它同计量经济学会的联系. 为了理解这些联系对 Wald 进入美国数理统计研究集体的重要性, 我们必须把他在那里的经历追溯到他在 Vienna 的日子.

两次战争期间 Vienna 的数学和经济: 研究群体的一个联络网

1927 年 Wald 到达 Vienna. 他的家乡在 Transylvania, 今天以它的罗马尼亚名字 Cluj 闻名, 当 Wald 于 1902 年 10 月 31 日出生时, 它是匈牙利的一部份. 在 1920 年, 它成为罗马尼亚的一部份, 但有大量的匈牙利少数民族. Wald, 一个犹太人, 讲匈牙利语, “从未为罗马尼亚发展任何亲缘关系”, 也没有关于它的语言的知识 [29, p.361]. 因为地方学校要求注重安息日, 他只在家里受教育, 通过了被 Cluj 大学认可的大学预科考试. 在完成了那里的学业以后, 25 岁时注册到 Vienna 大学学习数学. 最后在 Karl Menger 手下听课并写毕业论文, 在距离空间和微分几何的领域里做研究工作.²⁾

Menger 的父亲 Carl Menger 由于他在边缘效用函数上的工作对奥地利经济的贡献而享有盛名. 年青的 Menger 精通他父亲的工作, 而且和 Vienna 知识界不同的圈都有联系, 包括 Vienna 的哲学圈, 以及好几个互相重迭的经济学家群体.³⁾ 1928—1937 年, 他领导了他自己的圈, 数学研讨会, 开会并出版会议文集. 研讨会接待了地区和国际的领军人物, 形成一个给人印象深刻的阵容, 包括 John von Neumann, Alfred Tarski, Karl Popper, 以及 Kurt Gödel (他的不完全性定理就是在研讨会上首次提出的).⁴⁾

Wald 于 1930 年开始参加研讨会. 在某种意义上, 这一聚会为 Wald 形成了一个研究群体网络的核心, 这个核心本质上给他的研究工作定型. 1931—1937 年间, 他对研讨会文集《Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums》贡献了 21 篇文章, 并与 Menger, Gödel 和 Franz Alt 共同编辑了文集的最后两卷. 这些文章中的大多数交流了他在纯数学

1) 也许 IMS 的建立只是标志这个过程的故事中的一章. 故事随第二次世界大战对美国科学的冲击而继续, 随后在美国大学内部发展. 战争的某些影响将在下面披露, 故事的其余部分已经超出了这一讨论的范围. ——原注

2) Wald 的教育和研究的细节可以在 [27, 29] 中找到. ——原注

3) 有关 Menger 的许多联系, 特别是大学围墙外面知识份子群体的聚会这方面的讨论, 参看 [5, 10, 23, 44, 45]. ——原注

4) 研讨会的文集加了评论在 [6] 中重新发表. ——原注

中的研究.但也有几篇,下面将要讨论,针对学科和为Wald组织研讨会的社团之间的联系.

Wald与Vienna经济学界的联系是他转移到美国最重要的因素之一.应Menger的邀请,银行家和经济学家Karl Schlesinger就他在经济产品的方程式上的工作向数学研讨会作报告,Wald很快对这一领域感兴趣,并于1935年和1936年发表了[51, 52, 53]3篇文章.¹⁾除了这些“他对数理经济学贡献的长篇清单中最初几篇文章”以外[27, p.18],Wald与Schlesinger的接触,使他的工作成为后者在数学上的私人教师.Menger鼓励这种联系,他知道,作为一个犹太人,Wald没有机会受到大学的聘用.基于同样的理由,他向Oskar Morgenstern推荐Wald,后来Morgenstern聘用Wald在他领导的商业流通研究的奥地利研究所工作.根据Menger的回忆,Wald并没有因为在学术界缺少机会而受到干扰:“具有谦虚性格的Wald告诉我,他完全满足于任何小的私人职位,只要使他能继续在数学研讨会中的工作”[27, p.18].Wald不仅继续他在数学研讨会中的工作,而且他的私人职位为他打开新的知识领域提供了机会.

他与Schlesinger和Morgenstern的关系形成了Wald社交网络的重要线索.这些人在Vienna经济学家有影响的范围内,无论大学内部还是大学之外,都是活跃的.在大学,Schlesinger和Morgenstern参加了于1923年被任命为经济组主席的Hans Mayer组织的讨论班.²⁾显然,Menger和Wald偶尔也参加这一讨论班[5, p.12].

Morgenstern和Schlesinger也参加了Ludwig von Mises的双周私人讨论班.即使不考虑在大学中的地位,Mises那时也是公认的“Vienna经济学界的核心人物”[5, p.14].在20年代和30年代,他在聘任他为干事的Vienna商会(Vienna Chamber of Commerce)主持讨论班.Mises和他的讨论班参加者形成了国家经济协会的核心,Mises在1920年代复活了该学会并担任它的副主席,由Mayer任主席.³⁾这个组在国家银行协会的一个会议室里会晤,这要感谢它的主席Karl Schlesinger.他们报告的文章常常出现在由Mayer和Morgenstern的助手编辑的一份期刊《Zeitschrift für Nationalökonomie》上[5, p.18].⁴⁾

Menger在经济协会的一次会议上提出了一篇关于Petersburg悖论的文章,但他后来回忆说,由于它强烈的数学色彩,Mayer劝他不要发表[28, p.259].另一方面,Morgenstern鼓励具有数学头脑的研究者探讨经济问题.作为Mises提倡的另一个组织,商业流通研究所的所长Morgenstern不但雇用Wald,还雇佣Menger的另一个学生Franz Alt,以及经济学家Gerhard Tintner,Tintner后来注意到“在这个研究所,当时有一种比Vienna其他地方要科学得多的态度来对待经济”.⁵⁾

由于Wald与Vienna经济学家的接触促进了他对数理经济学的兴趣,他的工作逐渐

1) 在Vienna,Schlesinger于1914年在E. von Böhm-Bawerk指导下取得他的博士学位.——原注

2) Mayer继承了Friedrich von Wieser的工作,他因为在机会价格理论(opportunity cost theory)方面的工作而出名.见[5].——原注

3) Mises似乎愿意确保Mayer和他的学生包括在专业社团之内,以对抗Mayer在大学的竞争对手,Othmar Spann.这一动机可以解释为什么由Mayer出任主席[5, p.17].——原注

4) Zeitschrift无论如何并不是全国经济学会的官方出版物.——原注

5) 来自在[5, p.20]中报告的一次面试.——原注

为海外同行所了解。在计量经济学会 1936 年的 Chicago 会议上, Tintner 报告了 Wald 的某些工作 [21, p.188]。Schlesinger 和 Wald 本人参加了 1937 年计量经济学会在法国的会议 [36], Wald 与计量经济学会的接触成为它与美国统计研究集体的重要联系。

他在 Vienna 的经济研究涉及与统计学有关的出版物, 而他在《Ergebnisse》发表了一篇文章论及 Richard von Mises 的聚集性 (collective) 概念, 这是一个在概率论的公理化中起作用的概念。¹⁾ 但他对数理统计思想的投入应是来到美国以后。对 Wald, 在 Vienna 为他而编织在一起的联络网到了美国, 集中在自 1920 年美国就已经形成的统计界。美国统计学家, 在他们的学科周围所描画的边界, 以及跨越边界, 特别是同计量经济学家的联系进一步影响了 Wald 的研究, 并确立了他在这个科学群体中的地位。

数理统计和第二次世界大战: 研究团体汇聚

研究经济学的 Cowles 委员会形成了联系 Wald 与美国的纽带。委员会是 1932 年由 Colorado Springs 的一个投资咨询公司的主席 Alfred Cowles 组织的。在 1931 年, 当他开始研究股市的预报方法时, 他曾与计量经济学会的好几位成员接洽过。根据他们的建议, 他开办了研究所, 不久以后, 他开始对学会的新杂志——《计量经济学 (Econometrica) 》, 给予财政补贴 [4]。

计量经济学会和 Cowles 委员会两者都和 Vienna 的经济界和数学界, 以及美国的统计界有联系。Karl Menger 1930 年 12 月参加了由学会组织的在 Ohio 州克利夫兰 (Cleveland) 召开的会议。Gerhard Tintner 参加了 30 年代初期的会议并于 1936 年成为 Cowles 委员会的一名职员。包括 Harold Hotelling 和 Walter A. Shewhart 这两位 IMS 的创始成员在内的其他活跃成员也出席了该组织的会议。Hotelling 成为美国数理统计界最受尊敬的学科发言人之一 [15, 16]。

导致 1937 年邀请 Wald 参加 Cowles 委员会的也许是同 Tintner 的联系, 他接受了, 但要离开 Vienna, 他还是犹豫过并推迟了。²⁾ 由于奥地利的政治气候正在变得越来越不能忍受, 1937 年 Menger 离开了 Vienna 到 Notre Dame 大学。当 1938 年 3 月, Hitler 的军队开进 Vienna 时, Wald 还没有离开。当 Morgenstern 听说他被纳粹份子列入黑名单时, 他正在美国巡回演讲, 并在 Princeton 的经济系获得一个职位而留下 [5, p.29]。Wald 则被 Morgenstern 的纳粹继承人解雇, 而最后走向 Colorado Springs。³⁾

他在那里的逗留是短暂的, 仅几个月便离开了, 到 Columbia 大学与 Harold Hotelling 一起工作。Hotelling 一直在教经济学, 并且自 1931 年开始在 Columbia 经济系建立了一个

1) Wald 对聚集性的兴趣由 Kall Popper 在数学研讨会上就这一主题所作的介绍引起的。Richard von Mises 是 Ludwig 兄弟。他的聚集性与 Kolmogorov 的测度论体系为争夺在统计基础中作用有过短暂地竞争, 参看 [47, 17]。——原注

2) Roy Weintraub 就 Tintner 的作用在 [65] 中作了这一推测。——原注

3) 除了一位兄弟后来和 Wald 在美国相聚, 他的所有其他直系亲属都在大屠杀中牺牲。Wald 是在纳粹掌权的苏醒中离开欧洲的学者中的一位。记载着移民到美国的数学家经历的有 [38], 有关更一般的学者的经历, 可参看 [7]。——原注

数理统计的培养计划。¹⁾ 在随后的 10 年中好几位美国数理统计界的早期成员在 Columbia 在 Hotelling 的指导下得到了培训, 包括 Samuel S. Wilks 和 Joseph L. Doob [16].

受 Hotelling 从卡内基公司取得的一项基金的资助, 1938—1942 年 Wald 在 Columbia 工作, 先作为研究助理, 然后讲授数理统计和经济学的课程。²⁾ 正是在 Columbia 的最初几年期间, Wald 逐渐沉醉在数理统计的思想之中。按照他的同事的描述, 他“以巨大的能量和耐力工作” [14, p.18], “在这段时间和随后的几年里, 他醒着的绝大多数时间 ... 都致力于工作” [68, p.2]. 在 1942 年 Wald 成为经济学的助理教授, 朝着通向数理统计教授的地位前进并于 1945 年达到, 最后在 1946 年成为 Columbia 一个独立的数理统计系的主任。³⁾ Wald 从他在 Columbia 任教的第一年起就成为一位深受欢迎的授课老师, 学生聚集到他的课堂上, 他的课“以其通俗易懂和数学上的严谨而著称” [68, p.3]. 他的同事把他描述成“一位文雅而慈祥的朋友” [14, p.19], 报告称来自世界各地的学生都“热爱和尊敬他” [29, p.366].⁴⁾

当时组织的美国数理统计团体很快就成为 Wald 的职业归宿。到 1943 年他已是 IMS 的执委, 并于 1948 年当选为它的主席, 同时还担任 ASA 的副主席。但自 1939 年开始 Wald 就一直是计量经济学会的执委, 他的联系网仍包括经济学家, 他们当中很多人都是欧洲移民。其中有一位社会研究新学校 [1]⁵⁾ 的 Jacob Marschak, 1940 年经由 Oxford 大学统计研究所来到纽约, 在追随纳粹迫害犹太人的行动中, 他被 Heidelberg 大学除名以后曾领导过该研究所。他在纽约地区同其他人一起开办了一个讨论计量经济学方法的讨论班。Hotelling, Wald 和好几位与数理统计界有联系的人参加并在讨论班上作报告。其中有一位, Henry Mann, 1935 年在 Vienna 用一篇代数数论的论文取得博士学位, 并于 1938 年移民美国。他在纽约当家教直到从卡内基公司处得到资助在 Columbia 学习统计。他有好几篇文章与 Wald 合作, 包括一篇出自在 Marschak 讨论班他们合作工作的文章 [24].

在纽约支持 Wald 研究的地方团体, 像在 Vienna 的那些, 超越了大学和学科的界线。

1) 作为研究生 Harold Hotelling 在 Columbia 申请经济学奖学金没有成功。希望在别的地方能够继续在概率论和经济学方面的兴趣, 1921 年他靠数学奖学金到 Princeton, 但他没有找到在他感兴趣的领域工作的人。别无选择, 他跟随 Oswald Veblen 和 Luther P. Eisenhart 做拓扑学和微分几何方面的研究。不过在 Hotelling 的研究重心中, 这只是临时的转移。后来他应用某些拓扑理论到他的统计学研究中, 但除了他的博士论文和另一篇研究文章, 他的其他出版物都是研究统计课题的 [16].——原注

2) 参看 Columbia 大学, 纽约卡内基公司记录, 文件夹 5, 114 节, 第 3 项, A 款。——原注

3) Hotelling 刚刚离开, 到 North Carolina 大学就任一个新的数理统计系主任 [33].——原注

4) 在 Columbia 由 Hotelling 和 Wald 开始的研究计划的历史分析将提供有关美国数理统计界在 20 世纪后半世纪发展的有趣信息。这样的探究超出了在 Wald 圈子里和他的序贯分析研究之间的联系的探讨范围, 将排除在此处讨论的范围之外。——原注

5) 社会研究新学校 (the New School for Social Research), 1919 年开办, 由一群包括 John Dewey, Charles Beard, Thorstein Veblen, 和 Franz Boas 在内的进步学者创建。除了向社会科学家的研究提供机会以外, 学校按照德国的 Volks-hochschulen 模式提供一套成人教育的计划。1922 年由一位经济学家和《新共和》的编辑 Alvin Johnson 重建, 在 1933 年以前新学校非常狭隘地注重成人教育。在 1933 年 Johnson 看到了重建学校计划的机会, 第 2 年, 他把在德国被解雇的 12 名社会科学家带到纽约并建立了后来成为政治和社会科学研究生院的教育实体 [20, 42].——原注

除了 Marschak 讨论班中和在 Columbia 的同事以外, 他和在国防研究委员会 (NDRC) 一个分支统计研究组 (SRG) 的统计学家和经济学家一起工作超过 2 年. 该组织按照华盛顿卡内基学院主席 Vannevar Bush 的主意, 为“关心和支持战争装备的科学研究”服务 [34]. 根据 Roosevelt 总统的一道命令, Bush 在 1940 年组织了 NDRC, 虽然一开始它没有研究数学的研究室, 1942 年增加了包括 SRG 的应用数学专门小组 (AMP). W. Allen Wallis, Milton Friedman (两位都是经济学家), Hotelling 和 Wald 是统计组的核心职员. 他们的工作集中在研究利用高射炮毁灭航空器, 轰炸目标的最有效方法, 以及检验产品的统计方法 [37, 64].

作为这支队伍的一部份, Wald 发展了序贯概率比检验, 这一思想后来在统计学的理论和应用中起重要的作用. 发现的详细过程由他的同事 Allen Wallis 作了记录 [64]. 1943 年初期, Wallis 开始为一位海军上校做涉及军用器材检验的某些推断问题的的工作. 所讨论的问题涉及执行大量的检验, 上校提议“可以预先专门指定机械规则, 此规则陈述可以使试验比原计划提前结束的条件”以用于消除检验过程中的浪费 [64, p.325]. Wallis 把问题提给 Friedman, 两个人开始在他们为 SRG 的正规工作之外非正式地讨论它. 确定了问题需要比他们所具有的更多的统计知识, Wallis 和 Friedman 向 Wald 解释了这一问题. 最初对解决这一问题的前景不是令人鼓舞, 两天后 Wald 公布了 SPRT 基本思想的轮廓, 这是一个利用他们采集的数据进行检验, 以确定什么时候中止试验或检测. 一个序贯抽样计划并不是把试验或检测建筑在一个大小固定的样本上, 它提供了一种规则, 在每一次试验之后决定要不要采取适当的行动或者做另一次观测.

在形成他的思想以后不久, Wald 开始写作一部专著, 处理他的检验的理论性质 [57], 而 Harold Freedman, 麻省理工学院经济和社会科学系的一位统计教授, 则开始写一份描述它的应用的手册 [8]. Wald 也在 1944 年 IMS 与 AMS 召开的暑期会议上讲了基于他的序贯方法的某些理论 [58], 并于 1945 年在《数理统计年刊》上发表了一篇长篇论文讨论 SPRT 的理论和应用 [61]. 同年, 他贡献了一篇非技术的阐述性文章介绍这一检验的基本思想和应用, 发表在《ASA 杂志》上 [60]. 作为杂志的编辑 Wald 在这篇文章的一个脚注中作解释, 专门写了“它为只有很少数学背景的统计学家所能接受” [60, p.277, 注]. 在这两份杂志上 Wald 的思想用不同水平的数学深度表现, 显示在 40 年代中期, 应用的和数学的统计学家之间的区别仍然存在.

Wald 的思想引出了一场向其他研究工作者解释由于他们的发现而提出的问题的风暴.¹⁾ 来自 Wald 思想而涌出的这一研究的多数在《数理统计年刊》上得到发表. 在已经成为美国数理统计界的正式出版物上, 有关在已成为美国数理统计界官方出版物上出现的 Wald 序贯抽样的新思想的讨论, 显示了《年刊》在发展共同学科中起着重要的作用. 它的存在不再只是通过向学科提供重要职业装备, 给数理统计增加特色. 像 Wald 这样的数理统计学家似乎认为它具有可靠地记录他们对理论工作的持续对话的能力.

除了提供出现在《年刊》的那类丰富理论结果的主题, 序贯分析奉献了一种实用方

1) 在 1945—1950 年间, 发表了超过 18 篇关于序贯分析的文章 [9, p.8—9]. 在 1960 年出版的一份专题书目中列举了直到 1959 年所出现的处理序贯分析的参考文献 374 篇.——原注

法,它降低了检验和质量控制所需的观测次数.在为“应用数学专门小组的综合技术报告”(Summary Technical Report of the Applied Mathematics Panel)作序时,Warren Weaver就SPRT的有用性评论说“美国陆军军需兵种在1945年10月报告,至少对6000个独立装置执行了序贯抽样计划”[37, p.614].

序贯分析提供了数学理论和统计应用相结合的一个研究领域的一个重要例子.它的问题及其解决反映了企业家和科学家的实际需要,同时也吸引了数理统计学家的技术和理论兴趣. Abraham Wald 本人似乎是实践这一处于理论和应用之间的学科的研究集体的理想成员.正如他的学生和合作者 Jacob Wolfowitz 所写道的,他给他的研究带来了“最抽象形式的高水平的数学才能和对看透了的实际问题的一种真实感觉”[68, p.4].在这种情况下,在国防的实际问题上工作,促进了理论的提高.

这些理论的进步扩展到产生 SPRT 的抽样检查的领域以外.事实上,序贯分析理论成为 Wald 决策函数理论的一个重要方面.决策理论推广了统计推断提出的问题,根据随机选择的观测确定一种规则,从一组可能性中选择最佳的行动路线.

Wald 早在他同 Hotelling 正式学习现代统计理论的时候就已经开始发展决策理论,比他第二次世界大战期间在 SPRT 上的工作早好几年.在1939年他在《数理统计年刊》发表了一篇介绍它的中心思想的文章.这里他系统地阐述了把假设检验和构造置信区间的问题推广,寻求建立一种理论,把它们当作一种特殊情形. Wald 构想出一种方法,使我们可以在任意多个假设中间进行选择(与 Neyman-Pearson 理论比较,那里只允许两种选择),按照“依赖于不同可能错误的相对重要性”的准则,指定一系列的接收域[55, p.301].

Wald 1941年在由 Menger 组织的,在 Notre Dame 大学的系列演讲中简要地讲述这些思想,但好几年之后,在他开始序贯分析的研究工作以后才重新对它们进行研究.¹⁾到那时, John von Neumann 和 Oskar Morgenstern 已于1944年发表了他们里程碑性的著作《Theory of Games and Economic Behavior》[50].也许让人感到意外,这两位到 Princeton 任职以前还没有见过面.他们在 Vienna 有过一些一般的接触,包括同 Wald 和 Menger.两个人在见面以前也开始考虑过有关对策论的思想,他们早期的工作与在 Vienna 的经济界和数学界有一些联系.特别, Menger 写过一本把数学方法引进社会伦理学的书,对 Morgenstern 1930年代的某些研究有影响.²⁾

由于在 Vienna 的日子, Wald 已经熟悉了 von Neumann 在经济学的某些工作,曾把后者论动态经济中的平衡的文章编进《Ergebnisse》的最后一卷[49].这篇文章同 von Neumann 发表于1928年的对策论早期工作[48]有某些联系,而在 SRG 工作时, Wald 对他的一位同事提到过他在决策理论中的思想有一些是建立在1928年的这篇文章基础上的.³⁾在《数学评论(Mathematical Reviews)》上讨论 von Neumann 和 Morgenstern 的工作时, Wald 在1945年指出“对策论有对于统计学的应用...,因为统计推断的一般问题

1) Menger 按照 Vienna 的模式在 Notre Dame 大学组织了一个数学学术讨论会, Wald 在讨论会上的演讲发表在[56]中.——原注

2) Menger 的书和他写书的动机在[23]中讨论. Menger 对 Morgenstern 思想的影响在[22]中陈述.——原注

3) 关于那次谈话,参看[64, p.334]. von Neumann 两篇文章之间的联系,在[65]中描述.——原注

可以作为一个二人零和对策来处理。” [59]

他的第 2 篇关于决策函数的文章发表在同年的《数学年刊》上 [62], 详细地阐述了统计推断和二人零和对策之间的联系. 《数学年刊》是美国 (纯) 数学研究界的重要出版物之一, 这篇文章也不是同这个圈子的仅有联系. 他是 AMS 的成员, 并已经在《美国数学会会报 (Transactions of the AMS) 》上发表了两篇文章. Wald 在后来的 5 年里, 在《数学年刊》, 还有《美国数学会会刊 (Bulletin of the AMS) 》上发表了好几篇文章. 这些文章处理序贯分析、决策理论和对策论中提出的问题.

联系对策论和决策理论的结果突出了无论是在 Vienna 还是在美国 Wald 所参加的研究集体之间的相互影响. Wald 在提出并回答对各种各样的研究人员有兴趣的问题方面的成功, 可能部份地归功于“他对其他职业没有偏见, 能虚心接受新思想”, 他的一位同事这样描述, “他总是准备好了, 倾听其他学者遇到的问题, 并迫切谈及他自己正在取得进展的工作.” [29, p.366]

在 1940 年代后期, Wald, von Neumann 和 Morgenstern 的著作影响了在 Cowles 委员会中经济学家的研究. 这项工作, “试图发现对在特定环境中的个人或小组, 什么类型的行为最能完整地达到所要追逐的目标”, 吸收 Wald, von Neumann 和 Morgenstern 的思想, 导致由 Jacob Marschak 和 Leonid Hurwicz 进行的在某种不确定性之下, 做出决策的研究 [4, p.48].¹⁾ 这样 Wald 研究集体在 1930、1940 年代跨国家和跨学科的聚集, 与他在统计学特别是在序贯分析和决策函数理论方面的工作有决定性的联系.

结 论

Wald 早期跟着 Menger 在几何学方面的训练, 从他在决策理论的工作中远远地清除出去——当时的同事们称之为他对统计学最杰出的贡献.²⁾ Wald 在不到 10 年的时间里, 把他的兴趣从纯数学转移到数理统计, 从学科自身的前景来看, 这种转移有一种干净利索的超越、跳跃式的间断的表象. 但无论如何, 把 Wald 所属的科学界的来龙去脉考虑成一个宽广的历史中心, 带来持续不断的启示并帮助解释在 Wald 的许多职业关系和学科兴趣之间的联系.

从他在 Vienna 的最早年代, 虽然学习纯数学, Wald 明白自己的职责是同参与一个范围很广的文化职业的研究者一起工作. 特别 Karl Menger 把他介绍给 Vienna 的经济学家群体. 虽然数学方法在经济研究中的应用并不是学科中压倒优势的模式, Wald 接触某些爱好数学的经济学家, 把他们吸引到计量经济学的世界里, 这是一个处于好几个领域边界的职业群体.

因为这些经济学家并不是只跟大学有联系, 当时在政治和社会气候阻碍他获得传统的学术职位的 Vienna, 这些联系使他能立即得到聘用. 计量经济学界越来越高涨的国际特征对 Wald 的机会有个更为深远的影响. 包括 Menger 在内的他的某些同行在与计量经济学会相联系的研究人员国际网络中是活跃的, 自 1930 年成立以来, 在美国和欧洲计

1) Marschak 在这个领域的一些工作出现在 [25]; Hurwicz 贡献的一部份可在 [18] 中找到.——原注

2) 参看 [68, p.9] 和 [14, p.19].——原注

量经济学会经常召开学术会议。Wald 的研究和能力吸引了这个网络中人士的注意力，其结果是使他在离开纳粹欧洲以后，首先在 Cowles 委员会得到一个职位，并最终在计量经济学界的研究方向上具有深刻的影响。

另一方面，在 Cowles 委员会工作几个月后，Wald 转到 Columbia 与 Harold Hotelling 一起工作。在这里他开始对数理统计学科做出正式的贡献。他与美国统计界的联系也开始变得越来越紧密。和 Wald 已经离开的 Vienna 经济界相似，在美国的统计界，学科和机构的边界有某种灵活性，还有重要的国际联系。它的成员既做统计的理论研究，也做统计对于其他领域应用的研究，特别是应用于经济和生物，大学、政府和私人组织支持这一群体的工作。

Wald 从统计的这些赞助者的努力中得益也做出了贡献——在私人财政支出的 Cowles 委员会，在 Columbia 靠卡内基基金成为研究员和教授，以及在 SRG 所做的与国防有关的研究。他的国际联系帮助他移居美国，而他继续与他的移民同事也和在国外的人员合作。在 1950 年后期，他在伦敦、巴黎和罗马做巡回演讲，在前往印度统计研究所演讲的途中，12 月 13 日死于一次飞机失事。

就像 Wald 的决策理论教程的一位评论员在 1951 年所写道，“Wald 的去世给了统计决策函数一个完全暂新的意义，当它出现时，由于 Wald 本人的活动突然终止而令人震惊。”当评论员“相信 Wald 在统计决策方面的伟大工作只不过是其所取得成就的一个片断”时，在 Wald 去世以前，已经写好了整个评论，只有这最后的注释是 Wald 去世以后补进去的。他后期的成就可能会怎样对他所参予职业社团的网络的研究工作产生影响，当然还不知道，但 Wald 的成就和这个网络之间联系的重要性则是十分清楚的。

参考文献 (略)

(陈培德 译 陆柱家 校)

(上接 272 页) 考虑到亚裔美国人社会的巨大多样性，以及亚裔不同群体间的巨大社会经济福利差异，以上情形现在更成问题。

我提议如下三点措施：1) 把亚裔美国人的问题纳入各种关于多样化的对话中；2) 保持和报告亚裔美国人在数学界的表现的详细信息，尤其是区分亚裔美国人的各主要种族；3) 在招生和录用的过程中，考虑亚裔美国人在达到教育环境的多样化中的作用。这些措施不需要，也不应该与现行的致力于提高非裔、西班牙裔美国人、土著美国人和女性在数学界人数的努力产生矛盾。包含亚裔美国人的政策推进多样化的构想，这使整个数学界受益。

鸣谢 (略)

(杨志青 王芬 译 陆柱家 校)