

Journal of Intelligent Society

JIS

第2卷
2023
第6期

智能社会研究

第2卷
2023
第6期

智能社会研究

Journal of Intelligent Society

中华人民共和国工业和信息化部主管

哈尔滨工程大学主办



杂志公众号二维码
官网网址 www.jis.ac.cn



定价：45.00 元

中华人民共和国工业和信息化部主管

ZHINENG SHEHUI YANJIU

智能社会研究

(双月刊)

2022年11月10日创刊

2023年

第6期

2023年11月10日出版

总第7期

目 次

全国大数据与社会计算会议专题

数字政府建设中的跨部门数据共享

——博弈行为与制度共建 董昌其 米加宁(1)

突发事件中短视频账号引发的群体情绪传播效果研究

..... 卫青蓝 马菁菁 余孟君 张 远(29)

基于隐私计算理论的短视频平台隐私悖论路径研究

..... 欧 露 何 翼 秦林瑜 唐珍名(45)

中国碳交易政策的经济后果与作用机制

——一个文献综述 杨嘉琦 齐佳音(63)

基于博物馆的文物大数据库建设研究

..... 王家立 彭 亮 钟 意 张晓霞 陈建春(93)

数字与模拟译文专题

“数字与模拟译文专题”导言 亚历山大·加洛韦 著 王立秋 译(110)

论数字海 莎拉·普尔西奥(113)

作为文化技艺的编码

——论“数字”始于书写交流电 伯恩哈德·西格特(143)

模拟的黄金时代 亚历山大·加洛韦(159)

研究报告

新媒体舆论生态下的次生舆情防范与应对研究

..... 刘彦飞 梅议文 袁浩然 毛博文(181)

书评

社交媒体内容创作者的劳动与未来

——评《(不能)用你的爱好赚钱:性别、社交媒体与野心劳动》

..... 张竹楠(193)

访谈

算法、技术和文化的交汇点

——专访英国社会学家戴维·比尔 戴维·比尔 徐振宇(203)

CONTENTS

SPECIAL SECTION: CHINA NATIONAL CONFERENCE ON BIG DATA & SOCIAL COMPUTING

Cross-Departmental Data Sharing in Digital Government Construction: Game Behavior and Institutional Co-Construction	Dong Changqi , Mi Jianing(1)
Study on the Propagation Effect of Group Emotions Caused by Short Video Accounts in Emergencies	Wei Qinglan, Ma Jingjing, Yu Mengjun, Zhang Yuan(29)
Research on the Privacy Paradox Path of Short Video Platform Based on Privacy Computing Theory	Ou Lu, He Yi, Qin Linyu, Tang Zhenyu(45)
Economic Consequences and Mechanisms of China Carbon Emissions Trading Policies: A Literature Review	Yang Jiaqi, Qi Jiayin(63)
Research on the Construction of A Cultural Relics Large Database Based on Museums	Wang Jiali, Peng Liang, Zhong Yi, Zhang Xiaoxia, Chen Jianchun(93)

SPECIAL SECTION: THE DIGITAL AND THE ANALOG

Introduction to “Special Section: The Digital and the Analog”	written by A. Galloway; trans. by Wang Liqiu(110)
On the Digital Ocean	S. Poucian(113)
Coding as Cultural Technique: On the Emergence of the Digital from Writing AC	B. Siegert(143)
Golden Age of Analog	A. Galloway(159)

RESEARCH REPORT

New Media Public Opinion Ecology: Study on Secondary Public Opinion Prevention and Response Liu Yanfei, Mei Yiwen, Yuan Haoran, Mao Bowen(181)

BOOK REVIEW

The Labor and the Future of Social Media Content Creators: Review of (*Not*) *Getting Paid to Do What You Love: Gender, Social Media, and Aspirational Work* Zhang Zhu'nan(193)

INTERVIEW

The Intersection of Algorithms, Technology, and Culture: An Interview with British Sociologist David Beer D. Beer, Xu Zhenyu(203)

论数字海^{*}

莎拉·普尔西奥 著^{**}

王立秋 译^{***}

大数据的语言从一开始就与海有关。在最早使用这一表述的幻灯片展示中,硅谷计算机科学家约翰·马西(J. Mashey)做的报告《大数据……和下一波基础设施压力》——“大数据”这个术语很可能就是马西在20世纪90年代最早提出的——中,一个简笔画小人说着“不错!”在被标记为“基础架构压力”(infrastructure stress)的巨浪上冲浪,另一个则叫喊着“唉呀!”在巨浪面前屈服(Mashey, 1999:1)。^①到2013年《牛津英语词典》收录“大数据”词条的时候,与之相伴的信息“要么学会冲浪,要么淹死”已经成了当代文化的支柱。像《大数据正在淹没我们》(Warzel, 2019)、《淹没于大数据》(Steimle, 2015)、《淹没于数据》(Bates, 2011)和《不断上涨的信息海正在淹没世界》(McIntosh, 2003)那样的头条新闻,以及意识形态地图各个角落对当下的哲学分析都使用了被水淹死的修辞——这种修辞也是少数难得的弥合技术部门与批判理论之间鸿沟的常见表述之一。遭遇“数字大洪水”,在“信息海”上漂流,被数字的洪水、海啸、激流、浪涌吞没,就好像我们凭着在计算上的最新进展,已经跳进或坠入一种原始的无边无际的状况那样,而各种关于当代处境的分析咨询和理论都渴望把我们从这一状况中拯救出来。

处在技术与哲学之分两边的所有人都一致认为,当前的困境是新的:2021年国际数据公司(IDC)的一份报告估计,单是2020年全球就创造了62.2泽字节的数据,而未来5年产生的数据量将超过数字存储诞生至今产生数据量的两倍(IDC, 2021)。海的比喻的历史实在是太悠久了,对信息时代思考漂浮的努

* 译自 Pouciale, S. 2022, “On the Digital Ocean.” *Critical Inquiry* 48(2)。

** 莎拉·普尔西奥(S. Pourciau),美国杜克大学德文研究系。

*** 王立秋,哈尔滨工程大学人文社会科学学院。

① 下一张幻灯片把“基础架构压力”定义为“计算机子系统及其使用的变化比底层基础设施的变化快带来的不良影响”。关于马西首创或普及“大数据”一词的现有含义的可能性,参见 Lohr(2013)。

力来说,一个简单却很少被提出的问题就在于此。这是一个性别化的问题,因为海被性别化了,或者更确切地说,因为海曾被性别化;这也是一个数学问题,因为海的性别和它在传统上被赋予的拓扑结构——这个结构有着几何连续体的密度、紧性(compactness)和连通性(connectedness)——紧密联系;这还是一个基本问题,因为这种拓扑结构与历史上人们赋予宇宙原始物质基础的“形状”一致。从创世纪到整个 20 世纪,过去海洋的形象一直是神和人创造的女性母体,是地球的子宫和坟墓,是塞壬和美人鱼出没的肥沃但致命的环境。她们的形象是无止境的流动和丰饶的无形,因此也是已知的最古老意义上的无限,即“不能被围住或完成的”。像希伯来语的 mayim、tehom 和 tohu va bohu(水、深的、无形式的和空虚的),希腊语的 chaos、abyssos 和 apeiron(鸿沟、无底的、无限制的)以及拉丁语的 aqua perpetua、aqua vitae(永恒之水、生命之水)这样的术语,都在命名或描述在被创造的世界之下,之前的那个大量的、起伏的、不可分的基质。这个基质可以生出被限定的领土和有限的身体,也可以让位于它们,这取决于我们谈论的是哪个创世故事。但它绝不可能毫无剩余地等同于这些可数的、可分解的集合。它的传统任务是产生陆地并因此而衬托所有现有的边界,跨越不断变化、不确定且无法确定的可能性的广阔区域,使海岸与海岸、城邦与城邦、种类与种类、行动与行动相连。

换言之,数字海的问题可以表述如下:在基础本身开始变形的时候,被构想为一种在这个永恒变化的基础上把握方向的能力的思想会发生什么变化?从定义上说,数字海展示的又是与刚才描述的情况相反的结构,它完全由独特的数(各种 0 和 1)构成。也就是说,它可以被毫无剩余地分成分离的、不连续的字节,即它本身就可以通过概念定义和分析的逻辑来理解。我们也可以为更“本真的”真实非数字空间预设一个依然连续、依然模拟、依然是传统意义上的海的基质,这不成问题。在这个意义上说,上述处境绝非为“真正意义上的”数字技术领域所独有的。在阿兰·图灵(A. Turing)在《计算机器与智能》中提出现在通常被称为“图灵测试”的思想实验后的 70 年里,常见的做法是为这一假设辩护:所有思想甚或所有存在都采用数字计算的形式。^① 在过去 10 年里,那种把

^① 关于人们引用得最多的在“万物源自比特”(it from bit)的口号下提出的这种本体论假设的早期版本,参见 Wheeler(1989);一种当代表述把比特换成了“量子比特”(qubit)并使用了“量子比特海”这个概念,参见 Wen(2018)。

宇宙看作由量子字节构成的数字海的模型——通过一个计算误差校正过程来实现的对连续时空的全息投影便出自这个模型——变得流行,以至于对许多物理学家来说,连“连续性”这个概念本身也变得不相关甚至过时了。^①

我们不必完全理解或坚持这样的模型也能认识到它们对理论提出的挑战,因为这个向数字化的海的转变引起的,最起码也是一种在历史上史无前例的可能性,即连续的结构可能并非无可简化的,而单是这种可能性就足以或者说应该足以改变讨论的条款了。理论的历史为深入思考被连续体——这个连续体被理解为媒介、基础或补充,(其他)所有形式都出自它或通过它出现——形象提供了许多资源。从结构主义的循环玛纳(circulating mana)到后结构主义无法控制的流动和差异流体再到最近的“模拟转向”,对理论来说,分离结构与连续基质的关系一直是一个问题,并且经常是唯一的那个问题(Galloway, 2022)。不过,正是出于这个原因,理论的历史能为思考下面这个问题提供的资源相对就很少了:在没有任何连续体,因此也就是在没有那个总是由不可分的海——就其众多表现而言,无论是作为基质还是作为剩余——来完成的概念工作的情况下,做理论可能意味着什么?^②

对于这个理论投入的普遍规则来说,一个重要的部分的例外,可见于后拉康派女性主义传统。这个传统的实践者,从吕丝·依利加雷(L. Irigaray)到伊丽莎白·格罗兹(E. Grosz),一直致力于把“海”当作主体性的一种特别女性的形式来分析。^③与此同时,她们把“海”与“女性”,二者与男性分析、表达、赋形的不可分析的、不可表达的、无形的基质的长达2000年之久的关联当作分析的起点。但她们进而明确展示了,这个表面上看被动的媒介却在持续主动地“劳动”,对思想来说,它纯粹否定的特征反倒起到了一种积极的作用。我们可以反过来通过解释这个“劳动”,说明——根据连续结构的内在法则,说明也就是在搞差异化和限定——一种女性独有的、海洋独有的看待可写性(writability)和写

^① 这一立场的一种尤具论战性的表述参见 Tegmark (2015);一个很好的关于空间和时间都是量子误差校正代码的产物这种想法的基本概述,参见 Wolchover (2019)。

^② 关于语言系统理论语境下后结构主义从基质到补充的过渡,参见 Pourciau (2017)。

^③ 基础性的文本参见 Irigaray (1985a)、Irigaray (1985b);当代一些利用海洋女性基于波浪的震动结构来提出一种新唯物主义的尝试,参见 Bennett (2010)、Grosz (2008);对把这些基于波浪的理解当作挑战资本主义父权制的模型来使用的做法的尖锐批评,参见 James (2019)。

作的视角。结果是一种全然别样的理解连续体的哲学意义的方式,这种理解方式影响了后来一切在理论上把握数字/模拟关系的尝试,甚至在这个影响没有得到说明的情况下也如此,或者说尤其如此。

精神分析女性主义一般止步——的确,它必须这样才能保住自己作为精神分析的意义——于此,即对分离/连续两分本身的基础地位表示怀疑。而相关的把连续体从头分析到尾,并因此而拆除而非重新诠释这个两分的任务,在历史上则落入了一个理论外部的领域,后者很可能直接与精神分析女性主义的话语对立。至少从现代早期开始,数学这门学科也包含了一些在哲学上有意义的,限定“无限者”,定义“无限”,在逻辑、概念、数值上控制连续体,并从拉康(J. Lacan)的角度来说根除“女性”的(非)理性尝试。这些在数学上做出的尝试,虽然目标和方式都不是女性主义的(这当然不只是甚至不主要是拉康式的诠释的问题),却在理解连续体——准确地说,就其不可化约的他者性而言——上做出了比其他任何哲学计划更多的贡献。没有哪个学科传统比这一个更想抽干原始的水,或最想学着用数来模仿水波的行为的学科传统对海的深处的探索更严格,给不可数的“深不可测”的概念内容更多,对紧凑连通的空间的实际运作方式的归纳更全面了。

自弗里德里希·基特勒(F. Kittler)最近转向古希腊的数字、记号和字母以来(Kittler, 2006),数学的历史——数字的和模拟的、分离的和连续的存在模式在其中展开冲突——已经吸引了持续的媒介理论的关注;更普遍地说,自吉尔·德勒兹(G. Deleuze)和阿兰·巴迪欧(A. Badiou)提出其受数学启发的模型以来,数学的历史已经吸引了持续的后结构主义的关注。在这些语境下,理论延续了西方从柏拉图和亚里士多德到莱布尼茨和德国唯心主义,再到20世纪的新康德主义、胡塞尔现象学甚至是(尤其是)海德格尔本体论的、与数学邻近的哲学传统。不过,当代理论和哲学史的一大区别在于,看起来,理论在大多数情况下都不太愿意面对当代数学提出的问题,尤其是自图灵以来研究“数字”的计算数学提出的问题。这个“不愿意”也是可以理解的——考虑到当前学科的极度专业化,这个“不愿意”甚至可能是适当的。但这个“不愿意”也造成了一个不幸的结果,那就是,人们对我所说的“图灵问题”——它是数字海问题在当代最贴切的表现形式——的更深层次的哲学意义缺乏严肃、持久的关注。

在下文中,我将进一步澄清我所说的“图灵问题”,但这个问题可以暂且表述如下:格奥尔格·康托尔(G. Cantor)发明的集合论保持甚至拔高了数字化形式的连续体的地位,使之成为人类思想和自然进程不可磨灭的媒介;图灵发明的可计算性理论则在思想/存在等式中消除了连续体,并同时消除了“不可数的实在”(an uncountable real)的概念。而事实证明,理论在与数学相遇的时候,总会做出这样的姿势:给“图灵问题”加括号,通过这样做来坚持对不可数的(non-denumerable)基质的假设。甚至,专门聚焦于“当代数字”(the contemporary)之谱系的分析往往也会遵循这一模式。最近这方面最重要的著作——伯恩哈德·西格特(B. Siegert)的《数字之路》(*Passage des Digitalen*)——实际上也止步于康托尔。但接着,它又扩展了从康托尔那里得出的结论,用这些结论来诊断我们当代的处境(Siegert, 2003)。基特勒(他反复讨论过图灵,并且也讨论得很好)也迈出了在结构上类似的一步,他把毕达哥拉斯的数学和量子物理学、把 alogon^①之海和量子随机性并置,以绕过图灵式的数字宇宙问题(Kittler, 1997:130–156; Kittler, 2014:178–194)。

这种理论操作模式看起来像是个问题,尤其是因为它允许各种依然连续的海的形象及其女性化身——从基特勒的塞壬到贝尔纳·斯蒂格勒的潘多拉,从德勒兹的生成女性到布鲁诺·拉图尔(B. Latour)的盖亚——在理论中增殖,就好像我们还能以某种具有生产力的方式来谈论这一切应该意味着什么。我在这里的实验将探索而不试图回答以下问题:如果我们严肃对待“数字海”的概念和海在特定历史时刻已经变成数字的这个想法,会发生什么?我们得放弃什么?我们能保留什么?我们会得到什么?以数字海为专有媒介的思想会是什么样子的?以下讨论意在为关于这些问题的严肃讨论做准备,限定有(或没有)可能包藏答案的空间,而不是为这些问题提供一个确定的回答。首先,我将探讨康托尔集合论那里的数字化的海,对这一历史上最严格地思考连续体的机构本质的尝试加以阐明;然后,我将在这部分讨论的基础上探讨图灵计算理论的数字机器,澄清在图灵论证这个古老的基础(连续体)在结构上不相关了的时候,实际上消失的是什么。

① 一般音译为“阿洛贡”,指不可说的、不可公度的数。——译注

—

数学这门学科对数字海理论做出的最重要贡献,是在人类建造第一台数字计算机的六七十年前出现的:康托尔的《一般集合论基础》以一种新的方式来解释“无限”与“有限”之间的关系,为后世所谓的“现代集合论”奠定了基础。康托尔清楚地意识到他的提议的哲学意义——扩展数的系统,使之向他所谓的“超限”(transfinite)领域延伸,并从那些数的角度来分析集合连续体(Cantor, 2005; Ferreirós, 1999)。他对这种新方法的合法性的论证,是在这样的背景下展开的:在这么做的同时,他明确介入了这样一个历史悠久的传统,这个传统认为无限和有限没有关系(nonrelationship),数学和哲学不可公度,而康托尔则主张抛弃这个传统。如此,这个论证也阐明了他在存在与生成、有限与无限、logos 与 alogon 这些传统上被性别化了的术语上的立场。(这些范畴与分析连续体的问题密切相关,并且在 19 世纪这些范畴卷土重来,占据了当时数学思想的主流。)这个论证还澄清了为什么康托尔的数字海不再可能是我们的数字海,即便严格来说,没有他的数字海,我们的数字海也是不可想象的。

康托尔论证的背景,即不可公度性的传统首先和亚里士多德的名字相关。对亚里士多德来说,宇宙基质的连续性是自然科学的首要假设。亚里士多德反对那种认为实际上我们可以把连续体分为无限小的位元(bit),并把它看作由这样的位元组成的集合的看法;他认为,可能存在的、我们可以思考的,只是所谓的“潜无限”(potential infinites,与“实无限”相对)。^① 比如说,自然数是潜无限的,因为总是可以在这个系列中再多加一个数;直线是潜无限的,因为它在任何时间、任何地方都是可分的。不过,实际的数的数量在每个时间点上都是有限的,并且实际上也没有任何连续的量值(magnitude)同时在什么地方都是可分的。因此,对亚里士多德来说,支撑自然的材料从根本上说是无限定的(apeiron),虽然事实上我们总是可以无限地把形式的限定(peras)强加给它——或者实际上,正因为这样它才是无限定的。人们以形形色色的方式来想象亚里士多德的基

^① 亚里士多德关于数学和无限最重要的论述,以及对这些论述广泛的评论,参见 Heath(1949);亚里士多德对无限的解释,参见 Lear(1980)。

质,要么把它想象为上面刻写着“理知潜能”(dunamis meta logou)的理性形象的柔韧的蜡,要么把它想象为用空的表面映照存在之形式的水镜,要么把它想象为主动受精的精子提供庇护的羊水。这个永远女性化的基质无可救药地“外”于因为它才可能出现的各种永远男性化的秩序。^① 质料、空间和时间在实质上的结合(hang together)为概念和身体的边界的出现提供了一个像子宫一样的、如海般的媒介。我们绝不可能脱离存在来分析这个“结合”,因为它不承认任何共同的分母,因此也就不承认任何基本的比(ratio)或logos。(和拉丁语的ratio一样,希腊语的logos也指两个具有共同度量单位的量之间的关系。)

在数学史上,这种亚里士多德式的二元论以反复出现的连续统^②问题(continuum problem)的形式出现,这个问题先于亚里士多德本人,也一直困扰着康托尔之后的数学家。一般认为,这个问题最早的表现——数学这门学科的第一次“根本危机”——在于不可公度的量值的发现,这一发现粉碎了毕达哥拉斯关于一个因为完全联系着所以完全理性,只由和谐的整数区间或logoi构成的宇宙的梦想。比如说,在经常被人引用的帕普斯评论欧几里得的一段话中,我们会发现这样一种说法,它把坏消息的传递者也扔进了无底深渊(人们认为,关于无理数 $\sqrt{2}$ 的无知识(unknowledge)就来自这个无底深渊:

的确,毕达哥拉斯教派(或学派)是如此地受自己对这些东西的尊重影响,以至于内部流行起这样一种说法,即第一个发现关于不尽根或无理数的知识并把这个知识外传到普通人那里的人被淹死了,这很可能是一个他们用来表达自己信念的寓言……(他们相信)由于错误或疏忽而发现或解释这种性质的任何东西的灵魂……(此后)会在非同一性的海上四处游荡……陷入没有任何衡量标准的生灭之流。(Junge & Thomson, 1930: 64)^③

^① 在依利加雷的启发下,有学者联系亚里士多德对生物繁殖和energeia的解释,对亚里士多德哲学中作为apeiron的女性扮演的角色进行了深入分析,参见Bianchi(2014)。

^② “连续统”和“连续体”对应于同一个单词(continuum),译文按语境采取相应的适当译法。——译注

^③ 历史上这个评论经常被归到普罗克洛斯(Proclus)名下。

研究过欧几里得并以基质的不可公度性为起点的亚里士多德,比他所谓的“毕达哥拉斯派祖先”更乐观。与他们否定和报复性的正义相反,他提议以一种严格的方式分配脑力劳动,把无限定的东西保持在它所属的地方之下。他坚持:首先,必须把算术和几何彻底分开,因为作为分别研究离散的量和连续的量的科学,它们本身就是不可公度的;其次,自然数的潜无限就足以解决一切相关的算术问题了。

亚里士多德思想对经院哲学产生了压倒性的影响,使得这种对数学——以及对质料的与形式的、女性的与男性的存在方式的同形异义(homonymy)——的二元论的理解方式,一直到巴洛克时期都还是主流,或至少到那个时候都还在广泛流传。康托尔引用“实际的无限不存在”(infinitum actu non datur)这个无处不在的宣告来证明那位哲学家留下的深远的、压抑性的影响。他花时间批评了《形而上学》,尤其是该书第 11 卷——在那里,亚里士多德讨论了数学——的论证,说它陷入了恶性循环(Aristotle, *Metaphysics*, 11. 10)。不过,他的论战想要回应的,实际上既不是古代的和亚里士多德的,也不是中世纪的和经院哲学的,而毋宁说是现代的和用康托尔自己的话来说“批判者的情况”(F, 892, 译文有所修正)。^①

到 19 世纪初,一场新的“根本危机”(Grundlagenkrise)席卷了欧洲数学世界,这场危机可能让新的巴洛克无限主义(infinitism)^②分析方法的巨大成就毁于一旦。微积分(calculus)——这个词的词源又把它和毕达哥拉斯学派算术的 calculi 或“小石子”联系起来——的发明,使人们可以借助新的、更广的“比”或 logos 概念,来计算连续统的广度和深度。这个新概念为被称作“微分”(differentials)的无限小区间留出了空间。我们可以把微分按比的形式写作 dy/dx ,把它设置为数学上可定义的、与传统数值比的关系,并在物理上把它阐释为连续变化率。结果,微积分对真正毕达哥拉斯学派的泛宇宙理性问题给出了一种类似于毕达哥拉斯学派的解决方案:在“常规的”数值 logoi 行不通的情况下,人们可

^① 埃瓦尔德版的翻译抹去了这个事实,即在这里,康托尔指的不是普遍而言的对斯宾诺莎(B. Spinoza)或莱布尼茨(G. Leibniz)立场的批评,而是具体而言的康德的批判学说(Kritizismus),这个学说号称确定了可以合法运用思想的界限。

^② 与有限主义(finitism)相对,无限主义也接受无限的数学对象,而有限主义只接受有限数学对象的存在。——译注

以用新的微分 logoi 来解释传统上没法通过数,因此也就是通过 logos 来理解的现象了。这种观点的表征就是著名的莱布尼茨式的“无限的生成之海”的意象,这样的海实际上在同一个时间点上哪里都是可以分析的,虽然只是对神来说如此:“当下与未来同在;在过去中可以读到未来;远在近中得到表达……每个灵魂都迷迷糊糊地知晓无限,知晓一切。因此,在我沿着海岸行走,聆听海的大噪声的时候,我听到了每个波浪单独的声音但不对它们加以区分……只有神拥有关于一切的清晰知识,因为他是万物之源。”(Leibniz, 1989)^①

从 19 世纪的立场来看,这种观点的问题在于,这种新的、更一般的对数的关系的理解,暴露了数的概念自身内部的新裂痕。到奥古斯丁-路易·柯西(A.-L. Cauchy)出版《分析教程》(*Cours d'analyse*, 1821)的时候,这点已经变得明显了:我们可以从实数的有限运算的角度,来重新解释微积分中神秘的、无限小的非物(nonthings)。但是,到那个世纪的同一时刻,这点也变得明显了:实数概念本身也需要澄清,或者更准确地说——需要创造。“实数”一词直觉上指的是与一条连续数轴上的点相对应的有理数和无理数的总和。可是,虽然我们可以参考自然数(自然数的比值就是它们自己)来定义所有的有理数,虽然我们也可以参考更一般的代数比(如二次方程)来精确定义许多无理数,但是我们还是没法以这样的方式来识别、解决、计算、建构或定义无限多的无理数。结果,我们也就没有任何通用的算法规则或程序来建立用来确定什么属于、什么不属于数的范畴的那种关系。并且,在缺乏这样的规则的情况下,传统上数学家依靠自己的几何直觉,认为数字连续统是一个虽然有些神秘但无可争议地结合在一起的统一体。19 世纪对这种“无可争议的”直觉可能失败的多种情况——从处处连续但无处可微的函数,到哪里都不连续的函数,再到在无理值处连续、在有理值处不连续的函数——的发现结束了这种传统的依赖关系,并引发了数次应对数的“根本危机”的学科变革的努力。

19 世纪数学界的很多权威人士认为,应该以一种康德式的批判的退却姿态,来寻找结束这个危机、拯救巴洛克时期无限小分析大厦的方法。那就是在可被清晰定义、合法演绎的东西的岛屿周围划出固定的界限,回到自然数和它们的

^① 噪声或在 Rauschen 控制论相关谱系的背景下关于莱布尼茨式波浪的探讨,参见 Campe (1990: 21–38)。

比值的坚实基础,把“超越的”无限清除到学科之外,把分析简化为算术,以避免连续统悖论。^① 康托尔和他一些最重要的同时代人一同激烈反对这种把海的无限放(回)到界限之外的提议。这种传统亚里士多德二元论的、现代的、康德式的形式,首先和康托尔的老师和对手即利奥波德·克罗内克(L. Kronecker)的名字联系在一起。也正是在这种新形式的二元论背景下,《一般集合论基础》理直气壮地表明了它的无限主义立场。泛泛地说,康托尔认为,我们需要做的,不是退回自然数物一般的(*thinglike*)坚固,而是朝着它的流形(*manifolds*)概念上的坚固前进。事实证明,这个概念引出了一种更加普遍的,对“数一个东西”和“是一个东西”都意味着什么[*what it means both to count and to be (a thing)*]的解释。“为取代第4节中讨论的亚里士多德-经院哲学命题(实际的无限不存在),我提出另一个与之相应的命题:所有有限的或无限的东西都是确定的,并且除神外,都可以通过理智来确定。”(F, 891)。

根据康托尔的说法,这个命题从根本上说是柏拉图式的,从外延上说也是毕达哥拉斯式的。他在论文第一行包含“流形理论”(*Mannigfaltigkeitslehre*)这个概念的那段话中对读者做出了以下解释:

总的来说,我所理解的“流形”或“集合”是一切可以被当作“一”(als Eines)来思考的“多”(jedes Viele)。也就是说,一切由可以通过某种规则结合成一个整体的确定元素组成的全体(*Inbegriff*)。我相信,在这里我定义的是某种类似于柏拉图的 *eidos* 或理念(*idea*),类似于柏拉图在他的对话《斐勒布》中所说的 *mikton* 的东西。他拿这个东西来和 *apeiron*[无边的、不定的东西,我称之为“非本真的无限”(*uneigentliche Unendlichkeit*)]对照,也拿它来和 *peras* 即边界对照; he 把它解释为二者的有序“混合”。柏拉图自己也说,这些概念起源于毕达哥拉斯。(Boeckh, 1819; F, 882, 916, 译文有所修正)

为理解这个比较和康托尔版的数字海,有必要花一些精力来揭示他附加给

^① 此立场最有影响力的支持者是柏林数学家利奥波德·克罗内克,参见 Kronecker (1887: 947–955)。

这些柏拉图—毕达哥拉斯的概念的意义,这些概念在这里被视为他自己的革命性集合的祖先。康托尔在《一般集合论基础》中关心的,首先是数学思想的主权范围:数学的 logos 有在由所有可构想的数学对象,包括无限的数学对象构成的整体之上自由驰骋的权力(和权利)吗?还是说,它必须把自己限制在有限重数的排列(permutations of finite multiplicities)的范围内,以免坠入“‘超越’的深渊”?在心怀恐惧和有益的警惕的人看来,在那里“一切都是可能的”(F, 889)?当然,一切取决于我们怎样理解“可构想的数学对象”(conceivable mathematical objects)。而康托尔拿柏拉图来做比较的要点,就在于表明自己更倾向于柏拉图而非亚里士多德对“可构想”的阐释。

构想 \times 意味着“把 \times 当作概念来把握”,而传统上“把 \times 当作概念来把握”又意味着“根据决定什么属于 \times 的规则来把握 \times ”。用古希腊的方式来说,即“在一”的保护或支持下思考‘多’”。因此,构造概念的理论永远也是收集和集合的理论。从词源上说,logos 这个词源于动词 legein,意为“收集”“聚集”。我们可以把康托尔引用的《斐勒布》中的那段话理解为对“确切来说,被聚集的东西和聚集的原则之间的关系是什么性质的”这个问题的思考。在那里,柏拉图指出,真正的知识在于发现一个无限定域(undelimited domain/apeiron)的基本单位或真正分界线(peras)的“确数”(definite number),把一个“或多或少”的连续谱变成一个可以理解的、由比例关系(mikton)构成的结构化整体。只要我们通过来回的辩证分析发现这个“统一和无限之间”的确数,“那时——也只有到那时——我们就可以不用再分下去,让其他不相干的差异‘掉进 apeiron’”^①。柏拉图常举的相关例子是音乐和语法的艺术,它们把可感知的声音的连续体——声音材料的无边波动和流动——分解为由音符和字母组成的和谐有序的集合。

康托尔的第一个脚注和该论文的其余内容都没有把这点说清楚,即为什么柏拉图在《斐勒布》中关于集合的叙述,比亚里士多德的解释更符合康托尔的流形理论。毕竟,推动康托尔流形理论的,主要是这样一个反亚里士多德的论证,即实无限(actual infinity)也是可以概念化的。当然了,无论你选择怎样解读《斐勒布》提供的构造概念的故事,这个故事的重点都不可能是柏拉图和康托尔一

^① 关于《斐勒布》对康托尔“集合”概念的意义,参见 Hauser(2010:783–805)。

样相信实无限集合的合理性。《一般集合论基础》(和康托尔的其他作品)完全就没有对柏拉图的“确数”(它肯定是无限的)和康托尔的“确定的无限”(definite infinite)(它肯定不是有限的)做出解释(F, 882)。不过,在这篇文章中,的确有一些有关可以到哪里去找关于康托尔-柏拉图关系的更精确表达的线索。这些线索是历史语境性的(historical-contextual),因为它们指向外部,指向一个具体的、19世纪的柏拉图-毕达哥拉斯派阐释传统。而在康托尔看来,他与之互动的,正是这个传统。但在这里,历史语境性的东西又是实质性的、哲学的,因为它使康托尔关于无限集的作品更深层次的、在数学之外的意义变得可见。正是康托尔对结构 VS 基质、形式 VS 质料、logos VS alogon 互动的——因此也是对古代 VS 现代唯心主义的——不那么明确但激进的再阐释,使集合论视角对20—21世纪思想的发展来说如此重要。不搞清楚图灵的模型要求我们放弃的问题和解决方案是什么,就没法完全理解在那个模型中发生了什么。

在《一般集合论基础》的第5节——这一节致力于讨论“无限”的哲学史——康托尔提到了理解自然的机械和有机方式之间的对立。他提到纯粹机械方式的“片面和不充分”,认为康德在《判断力批判》中“以惊人的方式暴露了”这点。他声称人类“甚至没有开始发展一种对和数学一样严格但超越了机械论解释的对自然的有机解释”(F, 892, 译文有所修正)。最后,他坚持,一切这样的有机主义解释都需要回归莱布尼茨和斯宾诺莎的前批判的、本质上无限主义的方法。即便康托尔没有在其他地方,也没有反复地说自己的流形理论是这种新的有机主义解释的基础,但从《一般集合论基础》来看,他的论证是有这个倾向的(Cantor, 1991a:202)。^① 不那么明显的是,这种新的有机主义是怎样运作的,以及为什么我们应该关心这个:康德之后的,解释生命和生命的自由——有机物明显超越机械因果限制的能力——的问题,和康托尔的无限集合论、数字海的形象,有什么关系?

答案就贯穿于德国唯心主义对《斐勒布》的应用之中。在这里,在论战中坚持现在还没有一种可行的对自然的有机主义解释的时候,康托尔含蓄地提到了这个操作。德国唯心主义的有机主义的目标——也许,这个目的在弗里德里

^① 关于康托尔集合论思考的自然哲学和自然科学背景的更加全面的论述,参见 Ferreirós (2004: 49–83)。

希·谢林(F. Schelling)的思辨自然哲学那里表现得最为明显——是超越康德像亚里士多德一样在有机的和非有机的、精神的与物质的、目的论的和机械的存在与解释模式之间树立的边界。因为传统上,理性的就等于可计算的,所以这个边界差不多与算术的潜无限和连续体的实无限之间的边界重合。而回到柏拉图通过数来进行的,对存在如何出现、如何被认识的解释的要点,则在于其彻底非机械的(unmechanical)一元论,这种一元论又——因为柏拉图强调“有限”和“无限”的生成式“混合”——差不多和“合乎理性的”与“现实的”的一元论^①重合。柏拉图的解释适用于所有存在,无论有没有生命:“一切由一和多构成的东西的性质中都包含限制和无限。”但它也以突出的方式,把与各种生命形式相关的各种理性的、有目的的、自主的结构当作典型来抓。(就像柏拉图在其他地方说的那样,辩证法的任务是“顺着”宇宙的“自然切缝来切”,而宇宙本身也被设想为一个由理性的世界灵魂或 *nous* 驱动的巨大动物。)在谢林看来,这一立场导致的后果,是我们需要按有机多样性的模型来理解非有机多样性而不是相反,这意味着必须重新构想多样性(multiplicity)——柏拉图未被收集的“多”的没有形式的丰富——本身,以向形式的固有倾向腾出空间。谢林把这种特别的、海一样的 *energeia* 设想为一种在准电磁极之间不规律的、任意的振动,也就是说,把它设想为波浪。在他的自然哲学著作中,*peras* 和 *apeiron* 的两分体又是以一种顺着传统性别界限发生的,男性种子和女性羊水之间宇宙爱情的形式再次出现了,但这里有这样一个意义重大的区别:谢林的水不再像对亚里士多德来说那样是惰性的和接受性的,相反,是主动的和生产性的。在这里,自发且自由地运动这种特别的有机能力——这种能力也可能意味着任意,康德和亚里士多德都只把它和有目的地赋形的男性领域关联在一起——变成了基质(质料、时间、*apeiron*、自然)本身的非有机、女性领域的一个定义性特征。^②

要不是因为法国物理学家约瑟夫·傅里叶(J. Fourier)的作品以及 19 世纪德国心理学家对这部作品的运用,谢林“自由振动的自然”的说法几乎肯定和康

① 即认为“现实的一切都合乎理性,合乎理性的一切都是现实的”。——译注

② 关于谢林在自然哲学中对柏拉图最广泛、最有影响力的应用,参见 Schelling (2010:58–95)。

托尔一点儿关系也没有。^① 在研究热波数学的过程中,傅里叶发现,一切周期函数,无论表面上多么任意或不规则,都可以被分解为确定数量的简单波函数或正弦曲线。^② 这种分解方法使我们能够通过正弦函数这个公测度,把每一种可构想的振动运算和其他所有振动运算严格地联系起来,甚至看似最不合理的振动也因为正弦函数而变得可公度了。因此,关心心理问题的科学家几乎立刻先是在声学,然后在心理学中利用了这个技术,用它来论证物理振动和心理振动的内在可公度性。对那些愿意完全把康德抛在脑后的人来说,这一进路在这样一个意象中达到了顶点:一切都是莱布尼茨的海洋模型上的波动,一切实体——从岩石到动物到音乐和弦再到心理概念——都具有复合波系统的可分析结构。^③ 在这个语境中,傅里叶的函数变换数学完成了莱布尼茨本人留给神的任务,即在数值上调解混乱的深处和可读的表面、无限小的感知和可见的波形、连续的噪声(Rauschen)和可导航的信息。现在,就自由运作、自我推进的人类 logos 的动力而言,我们可以从它因为非人而极不“康德”的可能性条件出发,科学地对它进行回溯或演绎了,就像谢林的超验自然哲学想做却没有做到的那样。

长话短说,康托尔相信这个推理方向是对的,但现有对基质的描绘不对。要给有机的和数学的自由一个连贯的解释,就必须给存在的连续基础一个连贯的解释,把这个基础解释为丰产的、主动的、实际的无限。也就是说,对它进行充分的分析:只有在实在本身变得可认知的情况下,人的认知才能在实在之上不受限制地自由驰骋。因此,关于“普遍的”傅里叶可变换性,和随之而来的“任意的”运算能力的学说,也需要一个同样普遍和任意的关于集合的学说。也就是说,它需要一个流形理论来把运算域——所有实数的连续统——拔高到自治概念的水平上。^④ 不过,在康托尔看来,这样的学说正是 19 世纪哲学所不能提供的。康

^① 这些深受傅里叶定律影响的心灵科学家包括赫尔曼·冯·亥姆霍兹(H. von Helmholtz)、古斯塔夫·费希纳(G. Fechner)和威廉·冯特(W. Wundt)。康托尔就其流形的物理分支和冯特通过信,参见 Cantor(1991b:136–140)。

^② “确定数量”这一表述让人注意到傅里叶的发现和柏拉图《斐勒布》的 mikton 之间的明显关联。这个表述出现在亥姆霍兹对傅里叶定律一种富有影响力的解释中,参见 von Helmholtz(1995:62)。

^③ 关于这个 logos-cosmos 关系的振动模型的更详细论述,参见 Pourciau(2017:160–188)。

^④ 康托尔和他的同时代人理查德·戴德金(R. Dedekin)在研究三角函数行为时,提出了最早的集合论方法。这些研究受到了傅里叶关于热波的研究,以及勒热纳·狄利克雷(L. Dirichlet)、伯恩哈德·黎曼(B. Riemann)19 世纪 50 年代研究的启发。

德之后重新思考主体—基质的工作,几乎完全是在对生成或时间范畴的重新思考中,以这样的形式完成的。康托尔并没有给这种工作方式,或者事实上给时间本身过多的思考:“我必须解释一句,在我看来,在讨论更基本、更一般的连续统概念时引入时间概念或时间直觉并非正道……自然中并不存在像客观的或绝对的时间那样的东西。”(F, 904, 译文有所修正)。康托尔也不相信那个哲学传统能提供任何有说服力的替代选项。(他用一句话就打发了连续空间直觉和相关的“审美沉思”“哲学机智”与“不准确的比较”的历史。)他因此而得出结论:有史以来第一个对自由基础的严格分析,将由“冷静而精确的数学研究”,换言之,即由他来提供:“因此,我别无选择,只能在第9节定义的实数概念的帮助下,尝试提出一个尽可能一般的、点连续统(point-continuum)的纯粹算术概念的定义。”

(F, 904, 译文有所修正)

因此,在这个意义上说,流形理论与柏拉图的理论,和后来从莱布尼茨到谢林再到冯特的德国唯心主义对它的复兴相关,但它同时又超越了后者。和柏拉图的理论一样,康托尔的理论也提供了一种关于生成和分析连贯集合或概念的说明。和柏拉图的理论一样,康托尔的理论也是通过一个确定组成这样的集合的元素的确数的规则来做到这点的。但和柏拉图的理论不一样,康托尔的理论包含数字思维(numerical thinking)的整个基质,并因此而包括其范围内可能形成的所有数字概念。康托尔通过把概念集合本身一般化,来实现收集一个从定义上说永远不能被当作“一”来思考的域这一看似矛盾的举动:柏拉图沿着毕达哥拉斯的 *analogos* 思路(用现代的符号写作 $x/y = a/b$)要求一个关系之间的对称关系,或者说比之间的比;莱布尼茨扩展了这个比例和谐规则,就像现代函数概念所概括的那样,把持续变化比之间的比也包括了进去;傅里叶进一步拓展了这个模型,把函数的潜无限级数(potentially infinite series of functions)之间的比也纳入其中;康托尔则丢掉了关系规则概念的一切要求,只保留这样一个原则,即关系之间要有关系。他使用的技巧是,在集合(这个词的德语 *Abbildung* 也有“影像”和“摹本”的意思,并且集合本身不过就是关系的集合而已)之间建立一一对应关系。这个技巧——再加上他也愿意不加限制地应用这个管理规则的一般规则——使他能够完成历史上不可能完成的事情,即在“无限”中引入区分和随区分而来的确定性。最终,康托尔通过一一对应的地图证明了自然数的无限

和所有实数的无限不一样大，并由此而进一步证明无限必定有一个大小；也就是说，无限的元素必定有一个确定的（但不是有限的）数量。康托尔把这个数量称作流形的基数（cardinality）。他利用这个结论，把连续统的基数放进一系列其他更小和更大的无限之中（或至少假定了这样一个位置）并提出这样的假设，即可以按顺序来排列连续统的元素。^①

结果是一种新的、一般到极致的关于对“模拟”的类比控制的理论。这个理论提出一种“概念的辩证生成”，柏拉图自己的概念也被包含在这个生成里面，并且在生成过程中柏拉图的 *apeiron* 被扬弃为康托尔无限点集的星群（*constellation*）（Cantor, 1882）。如果这个“点连续统的纯粹算术概念”和传统的 *alogon* 域——并因此而和亚里士多德的基质的物质性、非理性、流动性和女性气质——还有什么共同之处的话，那么就只可能是它们都以某种毕达哥拉斯式的纯化或蒸馏——就像在柏拉图那里，把冥府的塞壬和天上的塞壬联系在一起的动力——模型为基础。《理想国》结尾那些与群星同在，知晓过去、当下和未来，咏唱毕达哥拉斯学派圣十（*tetrakys*）和声的无性别的宇宙存在，在康托尔全然清晰的宇宙中第一次找到了真正适当的媒介。^②

二

即便我们的数字海不再是康托尔所发现或创造的那个，我还是花了很多时间来说明他的构想，这是因为他的构想为阿兰·图灵后来在方法论上和哲学上为重构此域而做的一切打下了基础。从方法论上说，这是因为，康托尔切进 *speiron* 的那一刀，他对传统上无限制的东西的限制，是图灵出发的坚实大地（*terra firma*）上（无限薄的）一小块。图灵用康托尔发明的同一种精巧的图绘技巧（*mapping technique*），即所谓的“对角化”（*diagonalization*）来证明所有可计算

^① 连续统的基数仅次于自然数的基数这个假设是康托尔连续统假设（的一种可能表述），连续统假设是大卫·希尔伯特（D. Hilbert）后来提出的同样著名的悬而未决的数学问题清单上的第一个问题。这个问题依然没有得到解决，不过现在我们更加了解这个问题的答案会带来什么样的后果了。

^② 参见 Plato, *Republic* 10。毕达哥拉斯学派相应的表述（这一表述被归到毕达哥拉斯本人名下，属于所谓的 *acusmata* 即“如是我闻”）是：“德尔菲的神谕是什么？是圣十，是塞壬所处的和谐。”（Iamblichus, 1991:82）。关于冥府的塞壬和天上的塞壬至今的联系，参见 van Liefferinge (2012:479–501)。

的数的集合和自然数的集合一样大,考虑到自然数和实数的基数之间的巨大差异,这意味着几乎所有实数都不是可计算的;由此可推论,我们不能用任何已知或可知的规则来构想实数。在哲学上,这一洞见因此而为图灵提供了一个基础,使他能够暗中切断自己和实数连续统,以及连续统对康托尔、对我们来说所意味的一切的联系。结果是一个在从大科技到信息论到宇宙学再到流行文化的语境下力量越来越强、越来越流行的模型,出于连续统相关的原因,这个模型并没有引起人文学科的太多关注。这个模型没有相关的哲学解释,在受过理论训练的人耳中,它往往听起来枯燥甚至平庸,不是那么“欧洲”。但在某个可能的相关层面,它也可能从根本上说是对的。因此,我想提出的问题——我希望在这里我至少能证明这个问题的紧迫性——是:用这样一个有限的、不连续的、可计算的基础的形象,可以做出什么可算作哲学(而不是与哲学背道而驰)的东西?如果可以的话,那种“做”会是什么样子的?

图灵的《论可计算的数,以及对判定性问题的应用》(“On Computable Numbers, with An Application to the Entscheidungsproblem”, 1937)中并没有明确出现连续统问题。他在文章开头要做的事情,是把一个没有所有人一致同意的定义的大的、无定形的哲学概念——在这里,就是“计算”(computation)的概念——翻译为一场精确界定的、涉及机器的思想实验。这场思想实验的目的是,确定什么属于这些通过假设建立的限制之内。事实证明,这就是一种图灵主义。在文章导论的开头,对他心里想的那种翻译做出了明确规定:“我们可以简要地把可计算的数描述为实数,这种数的十进制表达可以用有限的方法来计算……根据我的定义,一个数,如果它的十进制表达能被机器写下来,那么它就是可计算的。”(Turing, 1937: 230)在第1节开头,他解释了这个规定是什么意思:

我们可以把一个正在计算实数的人比作一台只能处理有限数量的条件—— q_1, q_2, \dots, q_R ,这些条件将被称为“模组配置”(m-configurations)——的机器。这台机器还配备了一条从机器中穿过的(类似于纸的)“带子”,这条带子分为多(被称为“格子”的)段,每段可以带上一个“符号”。在任意时刻都只有一个格子,比如说第 r 个带有 S_r 符号的格子“在机器中”。我们

可以把这个格子称作“被扫描到的符号”。“被扫描到的符号”是唯一一个可以说是机器“直接意识到”的符号。不过,通过改变模组配置,机器可以有效地回忆起它之前“见过”(扫描过)的一些符号。在任意时刻,机器的可能行为都是由模组配置 q_n 和被扫描到的符号 S_r 决定的。我们把 q_n, S_r 这对东西称作“配置”:因此,配置决定了机器的可能行为。(O, 231)

图灵接着描述了使机器能够“做记号”(把不属于它正在计算的数的十进制扩展的符号写下来)的过程,然后总结说:“我的观点是,这些运算包括在计算数时使用的所有那些运算。”(O, 232)

在这里,花点时间来领会一下我们已经离康托尔数学思想中完全被分析的海有多远了是有意义的。在这里,与动态振动的、点状以太的天体媒介——它向各个方向无限延伸,对深层数学分析的可能性不加任何限制——相反,我们看到的是这样的媒介:一条单维度的带子,它“类似于纸”,却也类似于可以想象的最薄的对数学计算时间的构想(the thinnest imaginable conception of mathematical-computational time)。^① 这个纸—时间断断续续地、一格一格地、一个心理状态一个心理状态(这些心理状态都是分开的)地前后移动,以便作为“铭写”——这个对纯粹符号的、纯粹句法的、纯粹非指涉的分析模式的铭写也同样是离散的、不连续的——的基质起作用。结果是一个明确决定性的过程[机器的可能行为都是由模组配置 q_n 和被扫描到的符号 S_r 决定的],而在图灵看来,这个过程刚好就是我们为在可有限表达的数学运算的整个领域中自由驰骋——就算不自由,至少也享有对这个领域的主权——所需要的那唯一一种运算。[虽然表面上看,这篇文章的主题是可计算的数,但要定义和研究积分变量、实数、可计算变量、可计算谓词等可计算函数也差不多同样容易。(O, 230)]

图灵(还)没有把他对数学的力量和可能性的爆炸性重构,变成关于在数学上可构想的东西的一般陈述的意图。相反,他意在提出一个关于在数学上可以

^① 按说康托尔点集的元素并不会振荡,但这个图景似乎相当接近于他实际上在自己的数学分析基础上归给质料的那个结构。在物理学上,康托尔支持 18—19 世纪场论的奠基者(他提到了博斯科维奇、安培和柯西的名字)提出的点状以太论,并同时反对牛顿机械论者的空加原子理论(void-plus-atoms theories)和受傅里叶启发的活力论者的准神秘的全波理论(plenum-of-waves theories)(Cantor, 1882: 224–255, 228–229)。

被计算的东西的一般陈述。但他一开始对计算问题感兴趣的原因,又和自康托尔数学概念形成模型起就一直困扰该模型的问题脱不了干系。正是在这个意义上,连续统问题不断地在他文章的背景中出现。就像文章的副标题“以及对判定性问题的应用”所明确的那样,图灵认为他对可计算性本质的研究的主要贡献在于,他解决了大卫·希尔伯特著名的数学可判定性问题。而希尔伯特关于可判定性的问题反过来,又出自他以公理的形式重新建立康托尔的流形理论,并因此而把后者从一系列新的悖论——所谓的“集合论悖论”,这些悖论有把康托尔的不可数点集降为 *apeiron* 的危险——中拯救出来的计划。

理解集合论悖论所揭示问题的一种方式是,康托尔对概念定义全然一般的理解太过于一般了:他的“什么构成流形”的规则——这个规则刻意避免对用来把“多”当作“一”来思考的程序的种类施加任何限制——为像“所有不属于本集合的集合的集合”这样矛盾的、不连贯的流形留出了空间。不过,如康托尔本人所表明的那样,事实上,涵盖实数连续统所代表的运算潜能的全部范围所需要的,确切来说正是这种绝对无限的一般性。因此,希尔伯特的想法本质上就是以不同的方式接近这种完全的、康托尔式的一般性。他会简单地接受所需的一切,以便通过一系列公理来建构整个数字系统,然后再反过来用纯粹有限的、逻辑的手段来证明这些公理:(1)彼此独立;(2)彼此连贯;(3)相对于它们所描述的域来说是完整的;(4)所有因此而得以可能的陈述在系统句法内都是可判定的。

希尔伯特认为在这四个标准中,可判定标准在数学上最为重要。后来,希尔伯特的助手海因里希·贝曼(H. Behmann)以下方式澄清了“可判定”的意思:“对这个问题的性质来说,最重要的一点是,我们只承认以给定指令为依据、不掺杂任何更严格意义上的思想活动的机械计算是证明的工具。如果愿意的话,我们也可以说明机械的或机械般的思想。(也许以后可以让机器来执行这个过程。)”(Mancosu, 1999:321)在贝曼宣告这点的时候,他所描述的那种“机械计算”还没有一个精确的、为人们普遍接受的定义。19世纪和20世纪初的数学家——虽然对他们来说,“机械般的思想”和“更严格意义上的思想活动”之间的区分依然至关重要——不得不满足于各种迂回曲折的说法,包括确定率、可写函数和有限规则。就像康托尔等人已经澄清的那样,这种确定的、可写的、有限的和机械的推理方式不足以给我们所有实数的域,但希尔伯特希望它能够确保我

们已经通过公理而非运算把握到的数字连续统的完整性。

希尔伯特的很多同时代人,无论是在数学界内还是在数学界外,都明确地称赞他拯救了现代思想的最高成就,而他们所谓的“最高成就”,指的就是对连续统的严格集合论研究。他们把公理系统比作船,把希尔伯特本人比作古希腊数学家欧多克索斯(Eudoxus)。欧多克索斯是比例类推法(analogical proportion)的创始人,这个方法使希腊的几何学者能够在“在数值上不可公度的东西”的深渊里活动(Hasse & Scholz, 1928:13)。在某种意义上,这些欢欣鼓舞的同时代人当然是对的:每个不同数学领域——从算术到几何再到集合论——的基础,(就算到今天也)依然是希尔伯特公理系统化(axiomatic systematization)的某个版本。但在另一种更深层次的意义上说,庆祝还太早,因为希尔伯特的系统并没有以他设想的形式——作为以纯粹有限和句法符号手段进行的,对康托尔连续统的决定性重写——幸存下来。1931年,库尔特·哥德尔(K. Gödel)在《论〈数学原理〉和相关系统在形式上不可判定的命题》中提出了他著名的不完备定理(Incompleteness Theorem)(Gödel, 1986a:144–195)。这篇文章用康托尔的对角化技艺来表明,没有一个连贯的关于自然数的公理系统(这个系统的定理可以用一个机械程序来列出)能够证明关于自然数的算术的所有真理;第二个相关的结果表明,这样的系统不可能证明它自己的连贯性。并且在1936年的时候,人们至少从四个不同的、严格的可计算性定义——后来人们证明,所有这四个定义在外延上是相同的——出发,提出了两种不同的证明,来证明连希尔伯特的可判定性标准也必须去掉(Church, 1936:40–41; Kleene, 1936:727–742; Post, 1936:103–105; Turing, 1937)。

问题是,这些失败意味着什么。哥德尔认为在那四个新的可计算性定义的提出者中,只有图灵通过明确地把系统的句法形式化(the syntactic formalization of a system)等同于有限机器的活动(the activity of a finite machine),凸显了希尔伯特计划真正的哲学意义(Shagrir, 2006:393)。但他强烈反对图灵的这一主张,即认为这样的机器能够充分再现人类计算者的活动并进而能够充分再现更普遍意义上的人类思想:“图灵全然不顾这一事实,即心智在使用过程中不是静态的,而是持续发展的……因此,虽然在每个阶段我们可用的抽象条款的数量和精度是有限的,但在应用程序的过程中,二者(以及图灵的可区分的心智状态的

数量)可能会趋于无限。”(Gödel, 1986b:306; Shagrir, 2006)换言之,哥德尔承认人的心智能力在物理上必定是有限的,但他相信这个心智能力和时间的连续流逝有某种特别的、非机械的联系,这种联系使它即便有限,也能够(比如说,通过把新的技艺形式化和/或给自己新的问题)超越纯粹机械有限性的限制。因此,他是这样诠释图灵的可判定性结果和他自己的不完备结果的意义的:“(它们)不是为人类理性力量,而毋宁说是为数学中纯粹形式主义的潜力设界。”(Feferman, Solovay & Webb, 1986:292)在我们试图用离散的、有限的、形式的、机械的手段来把握人类思想之弧及其与连续性、无限性、直觉和有机目的的虽然必然是不确定的但也是不容置疑的联系,来为这些东西奠基或限制这些东西的时候,它们(图灵的可判定性结果和哥德尔的不完备结果)所强调的那个“不符合”(discrepancy)就会出现。^①

但哥德尔没有明确承认的是,甚至根据他自己坚持的对认知的有机主义解释,图灵的分析也扭转了形势,因为现在,几乎一切曾经属于有机秩序的东西,包括秩序本身在内,都被降级为机械秩序了。图灵证明,所有图灵机器可计算的数(以及由此而推论,所有图灵机器可计算的函数)的集合都是可数的而非不可数的(换言之,这两个集合都可以和自然数一一对应)。但图灵也表明,这些集合,包括我们想描述的一切种类的数值关系,从无限小的微积分到傅里叶变换等,所有这些关系都不需要再非法地递归到连续统的(“大”得多的)资源了。而反过来,这又意味着,唯一位于哥德尔机械—有机边界远端的,唯一与所谓的“人类理性的胜利超越”有特殊联系的,是总体随机性的失序(the disorder of total randomness)。图灵的机器,以缓慢、冗长的二进制方式,完全有能力确定柏拉图《斐勒布》所设想的一切可能的“确数”,但在它们停止时,它们允许“掉进 apeiron”的是柏拉图的 *nous* 和康托尔关于人类自由的集合论概念。在这里,这样的自由再次出现了,它依然指向无限,作为本质上多余的东西,在整个“无意义和任意”之中不受限制地自由驰骋。只要我们人类像哥德尔提议的那样,选择与这个补充性的剩余保持一致,也许就能够通过阻止机器停下来,颠覆或解构它们耐心、有序的活动,但这么做的代价是放弃我们自己对秩序、对“理性”自我“凌

^① 这种论证的当代版本,参见 Penrose (1989)。主流的哲学立场是,事实上,没法用哥德尔的不完备结果来令人信服地批判关于心智的计算理论(Shapiro, 2003:19–42)。

“多于一之上的一”(the one-over-many of “rational” selfhood)的要求。

当然,哥德尔本人从来没有用这么多话来表达人类理性的困境。但这点是显然的,通过他,他的后结构主义读者学到了图灵在数学和语言学领域给我们上的一课。自 20 世纪中期以来,不愿意放弃实在/实数的不可数的无限——因为他们其中看到了一种能够超越计算的思想的不容置疑的条件——的思想家除赋予 *alogon* 特权,把它视为 *logos* 的反本质主义本质外别无选择。^① 从语言学上说,这种含蓄的哥德尔式观点,在雅克·德里达(J. Derrida)和德勒兹的早期作品中找到了有力表达,这两位思想家为论证不可系统化的外部(依然)存在而探索了结构主义二元符号系统的外部极限。这种分析的重点,不是要回归一种前解构主义的理解,把连续统当作原初给定的东西或基础,而毋宁说是为了把不可计算的东西确立为思想不可根除的终点,因此也是为了在新的数字语言模型自己的数字化游戏中打败它们——通过在形式上和句法上证明,完全形式化的、句法的思想无法决定自己的形式边界。在谈到 *hymen* 这个词的时候,德里达写道:“在这里,不可决定不是由‘自然’语言中的词的某种谜一样的含糊、某种无穷无尽的纠结引起的……在这里重要的不是词汇的丰富,一个词或概念在语义上的无限,它的深度或广度……在这里重要的是构成和分解这个词的形式或句法实践。”(Derrida, 1981:220)基于此,德里达才能够如此自信地说哥德尔的不可判定性和延异(*différance*)的“形式或句法实践”之间的“类比”。就像哥德尔不可判定的边界和传统数学的连续统有关联那样,德里达的结构也和传统哲学 *alogon* 的领域有关,并因此也和性别差异的领域有关(Derrida, 1981:219)。在这里,无限的、女性化的最初实体(*ur-substance*)深不可测的深(*hymen* 在传统上代表的就是其可穿透的极限)坍塌为一种没有维度的、形式的他性(*alterity*)。这种他性就算不再能够生成新的秩序,也可以用来破坏事物计算状态的稳定。因此,在德勒兹后来与费利克斯·加塔里(F. Guattari)合作指出思想应该致力于越过这个解构的边界——这些逃逸路线在“海,平滑空间的原型”去领土化的连续性中达到顶点——的时候,他要求我们成为女性而非试图占有女性(De-

^① 这个后结构主义主题的当代数学变奏可见于格雷戈里·柴廷(G. Chaitin)对数学思想的数值终点,即所谓的“欧米伽数”(omega number)的探索,这个数概括了一切随机建构的图灵机器停止的或然率,并因此而标志着计算的不可计算的边界(Chaitin, 2005)。在书中,柴廷把“无限黑的黑”的不可计算域编码为丰产的、女性的,并把它和自己的数学创造力来源联系起来。

leuze & Guattari, 1987:480)。^① 在图灵的可计算性论题之后,用理性来主宰非理性,给混沌播种,穿透 hymen 的哲学计划正式过时了。不过,在这个过程中,不可穿透性(impenetrability)本身——被构想为从根本上说非理性、随机和混乱的实在表面上的不可侵犯性——又作为储存哥德尔梦想的仓库(reservoir)而出现了,因为这个不可穿透性表明,连续统无限的开放性依然存在,尽管是以一种后康托尔式的、在计算上多余的形式存在。在当代如此之多的思考信息时代技术、生态、政治事件和一般存在的尝试的边缘出没的女性的、海的形象既是那个希望的象征,也是破解使人产生那个希望的损失的密码。

关于这一切,图灵本人是怎么想的?我们可以从他不同于哥德尔的诠释轨迹中学到什么重要的东西吗?首先,图灵认为,思考概念非常无形,他提议我们把“思考”翻译为一场“密切相关的”,涉及人与机器的关系的思想实验,这场思想实验将使我们能够分析它的运作内容(Turing, 1950:433)。^②

可以从我们所谓的“模仿游戏”的角度来描述问题的新形式。这个游戏需要三个人来玩,一个男人(A)、一个女人(B)和一个可以是任意性别的询问者(C)。询问者待在与另外两人分开的一个房间里。对询问者来说,游戏的目标是确定另外两个人中哪一个是男人,哪一个是女人。他通过标签 X 和 Y 来分辨他们,在游戏结束的时候 he 要么说“X 是 A, Y 是 B”,要么说“X 是 B, Y 是 A”……现在我们提问:当机器在这个游戏中扮演 A 的角色时会发生什么?询问者会像和男女真人玩这个游戏一样经常做出错误的决定吗?这些问题取代了我们原先的问题,即“机器能思考吗”。(C, 433–434)

图灵在《计算机器与智能》中提出的这个思想实验,至少得到了和先前围绕《论可计算的数,以及对判定性问题的应用》中的图灵机器的思想实验同样多的

^① 对“生成女性”(le devenir-femme)概念的开创性的女性主义解读,参见 Jardine (1984:46–60)。关于哥德尔对德勒兹的巨大但在很大程度上没有得到明确承认的影响,参见 Smith (2006:145–168)。

^② 我提议思考这样一个问题:“机器能思考吗?”我们应该从定义“机器”和“思考”的意义开始……与尝试给出这样的定义相反,我将用另一个与之密切相关,用相对明确的词语来表达的问题来取代这个问题(Turing, 1950:433)。

关注，并且至少和后者一样著名。但和先前翻译计算概念的实验不一样，这个对“思考”的翻译几乎总会经历评论者从图灵本人使用的“相对明确的词语”出发的二次翻译，而在这个二次翻译中，在程序上丢失的是性别的成分。^①

表面上，这个翻译的冲动是完全合理的，因为通读图灵的描述，一点儿也看不出三个人、一台电脑和一个欺骗游戏的复杂设置可能和“机器能思考吗？”这个问题有什么关系。此外，一旦我们通过概括排除性别因素，把测试理解为是在提出这样一个问题，即“假装是人的机器能骗过人类询问者吗？”，那么与思考的关联就变得明显了。问题在于，首先，图灵并没有这样表达他的测试，这意味着这种更为一般的表述描述的就不是图灵测试或多种图灵测试中的一种 (a/the Turing test)。其次，无性别的表述抹去了他确实提出的表述的哲学意义。实际上，在这里，要理解性别的维度并不难，只要牢牢记住 *apeiron* 及其固有的女性性质这个历史哲学背景就够了。使真相暴露的是游戏的不对称：图灵把思考等同于他所谓的“模仿游戏”，这个游戏需要三个人来玩，但主动玩这个游戏的却只是其中的一个人，也即男人 A。图灵明确规定 A 的任务是模仿女人 B，模仿到让询问者 C 无法分辨的地步：“在游戏中，A 的目标是试图使 C 做出错误的识别。”(C, 434) 此外，女人的任务不是模仿（或思考），而是以女人的状态存在 (be womanly)，她在游戏中说什么或做什么都不会有任何影响：“对第三位游戏者 (B) 来说，游戏的目标是帮助询问者。对她来说，最好的策略很可能是给出真实的答案。她可以给答案添加像‘别听他的，我是女人！’这样的内容，但这毫无用处，因为男人也可以发表类似的言论。”(C, 434) 在测试的第二阶段，计算机将取代男人。这意味着，在这两种情况下，我们都能根据 A 使用它/他的分离的、有限的手段来模仿（在 *Abbildung* 或功能地图的强数学意义上说，这也意味着再现）B 必然没有得到表达的、未分化的存在的有效性，来衡量 A 的思考能力。

因此，对图灵来说，思考在很大程度上就是捕捉、图绘或模仿被编码为女性

^① 的确，注意到这个原始设置的关于图灵测试的讨论都会指出，这是一个通过测试，因此也是对作为行为表现的性别认同的测试，对于作为一个在极度恐同的社会中生活的男同性恋图灵来说，这个事实很可能也有额外的传记意义 (King, 2015:18–46)。这个抹除性别的常态的另一个重要例外是凯瑟琳·海勒 (K. Hayles) 在《我们何以成为后人类》(*How We Became Posthuman*) 序言中的讨论，在那里，海勒用图灵的设置来强调后人类主体的非性别化 (*ungendered*)——或更确切地说——拼接 (*spliced*) 性质。这种说法没法说明性别对图灵的思想观念来说的意义，却可以很好地说明图灵测试作为社会练习的拼接效应，而海勒主要关注的就是这个 (Hayles, 1999: xi–xiv)。

的 apeiron 的连续存在,在这里,一个不可否认的根本差异是,apeiron 本身的行为已经变得与(这个无限点集的)星群完全无关了。^① 在对可计算的数的定义的基础上,图灵知道,我们不再需要连续统来建构我们的再现,也就是说,来思考了。他因此而接近科幻虚构中长期存在的那个比喻,即一个前来抹除或取代实在的机械女性——这个比喻贯穿了从霍夫曼(E. Hoffmann)的《沙人》到弗里茨·朗(F. Lang)的《大都会》再到《银翼杀手》系列的科幻作品,它带来的与其说是焦虑,不如说是喜悦。在图灵提出的测试中,“真的”女人不过是一个占位符(holder)。到 1939 年的时候,图灵甚至已经在设想一种通过他所谓的“神谕机器”(oracle machines)的整合,让这个占位符的活动也服从机器计算的要求的技术了(Turing, 1939:173)。这种机器的任务像总随机生成器(total randomness generators)一样活动,同时提供能够有效缩短计算过程的预言性提示。换言之,在这里,柏拉图—毕达哥拉斯的德尔菲神谕——塞壬歌唱时所处的和谐——又再次出现了。只是在这里,它既以作为康德的有机主义指导线索那样的泄气方式,作为纯粹启发性的工具出现,同时又是一个象征,标志着图灵战胜了无限主义关于非机械时间的构想。图灵把作为超越机械决定论边界的不可知的、不相关的时间性的两面——命运和随机——都放进了他的终极女性机器的黑箱,把它们放到同一个地方,甚至把它们融合到一起。谁融入谁还重要吗?

这里的重点不在于图灵可以抛开现实生活中的女性,而毋宁说在于他对思考的定义不需要女性的现实。如果说哥德尔在图灵之后对 apeiron 的再阐释指向当代理论中的各种塞壬(和 khôras、潘多拉、盖亚)的话,那么图灵本人理解思想的外部的方式,则同样自然地指向苹果无处不在的数字秘书 Siri 的方向,后者无须对不可计算的“之外”(a uncomputable beyond)做出姿势,就能帮助我们在信息海上航行。Siri 不关心蕴含深刻时间和无限可能性的原始之水,但她也不是一个她,或者说,只在最肤浅、最不讲究的性别歧视的意义上说,她才是一个女性。因此,像基特勒做的那样,把图灵的遗产和女秘书(以及由此而延伸的资产阶级教人识字的母亲和战时的女计算机)的消失联系起来是完全合适的(Kitt-

^① 因此,图灵是把他的女人构想为本身也在进行有限计算的人,还是把她构想为一个有自己独特(非)思想模式的无限连续实体也没有关系了。对他来说,思想、模仿游戏的要点在于,它能够在无须关心这个问题的情况下模仿。

ler, 1996:237–251)。不那么明确的是,我们是不是也需要哀悼这个损失,还是说,我们应该通过回归——在基特勒那里,既在身体上也在文本上回归——“真正”海一样的女性性质的古希腊起源来纠正这个损失?^① 在回应传统人文学科关心的创造性、不可预测性和错误的生产力等问题——对此,图灵的回应相当于在修辞上“耸了耸肩”(a rhetorical shrug)——的时候,他对“思考意味着什么”这个问题的极不“海德格尔”的探索至少为另一种理解方式提供了线索。他在《计算机器与智能》中承认,很可能,机器思想原则上是可预测的、不会犯错的、没有自发性跳跃的,但机器依然能给他带来惊喜,在尽量避免思想上的错误之后,真正的自发创造性就会变得与任意性无异(C, 448–451)。在有限的、数字的思想媒介(无论这个媒介被构想为由图灵的“带子”构成的网还是量子纠缠)带来的后果面前,这种拒绝绝望的态度很难说得上是一个哲学立场。但它的确会引出,或者更确切地说,它应该引出一个哲学立场。图灵没有明说的论题是,可计算的东西的可数集合就已经足够大了——甚至和海一样大,虽然还没有到 apeiron 的程度。作为回应,我们需要提出和回答的问题是:对什么来说足够大?我想,如果我们停止呼吁剩余的女性来为我们做这个工作,那么我们将有更好的机会在这个问题上取得进展。

参考文献

- Bates, J. 2011, “Drowning in Data: Digging Out of the Digital Quagmire.” www.businessinsider.com/drowning-in-data-digging-out-of-the-digital-quagmire-2011-9.
- Bennett, J. 2010, *Vibrant Matter: A Political Ecology of Things*, Durham: [s. n.].
- Bianchi, E. 2014, *The Feminine Symptom: Aleatory Matter in the Aristotelian Cosmos*, New York: [s. n.].
- Boeckh, A. 1819, *Philolaos des Pythagoreers Lehren*, Berlin: [s. n.].
- Campe, R. 1990, “The Rauschen of the Waves: On the Margins of Literature.” *SubStance* 19(1).
- Cantor, G. 1882, “Ueber unendliche, lineare Punktmannichfaltigkeiten.” *Mathematische Annalen* 20.

^① 2004 年,基特勒为对貌似产生塞壬之歌的精确物理环境进行声学分析而前往利加利群岛,参见 Winthrop-Young (2015:71–94)。

- Cantor, G. 1991a, "Letter to Magnus Gustaf Mittag-Leffler, 22 Sept. 1884." in *Herbert Meschkowski and Winfried Nelson*, New York: [s. n.].
- Cantor, G. 1991b, "Letter to Wilhelm Wundt, 5 Oct. 1883", in *Herbert Meschkowski and Winfried Nelson*, New York: [s. n.].
- Cantor, G. 2005, "Foundations of A General Theory of Manifolds: A Mathematico-Philo-Sophical Investigation into the Theory of the Infinite." in *From Kant to Hilbert: A Source Book in the Foundations of Mathematics*, New York: [s. n.]. 简称 F。
- Chaitin, G. 2005, *Meta Math! The Quest for Omega*, New York; [s. n.].
- Church, A. 1936, "A Note on the Entscheidungsproblem." *The Journal of Symbolic Logic* 1.
- Deleuze, G. & F. Guattari 1987, *A Thousand Plateaus*, Minneapolis: [s. n.].
- Derrida, J. 1981, "The Double Session." *Dissemination*, Chicago: [s. n.].
- Feferman, S., R. Solovay & J. Webb 1986, "Introductory Note to 1972a." in K. Gödel, *Collected Works*, New York: [s. n.].
- Ferreirós, J. 1999, *Labyrinth of Thought: A History of Set Theory and Its Role in Modern Mathematics*, Boston: [s. n.].
- Ferreirós, J. 2004, "The Motives Behind Cantor's Set Theory: Physical, Biological, and Philosophical Questions." *Science in Context* 17.
- Galloway, A. 2022, "Golden Age of Analog." *Critical Inquiry* 48.
- Gödel, K. 1986a, "On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems I." in *Collected Works*, New York: [s. n.].
- Gödel, K. 1986b, "Some Remarks on the Undecidability Results." in *Collected Works*, New York: [s. n.].
- Grosz, E. 2008, *Chaos, Territory, Art: Deleuze and the Framing of the Earth*, New York: [s. n.].
- Hasse, H. & H. Scholz, 1928, "Die Grundlagenkrise der griechischen Mathematik." *Kant-Studien* 33(1–2).
- Hauser, K. 2010, "Cantor's Concept of Set in Light of Plato's Philebus." *The Review of Metaphysics* 63.
- Hayles, N. 1999, *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*, Chicago: [s. n.].
- Heath, T. 1949, *Mathematics in Aristotle*, New York: [s. n.].

- Iamblichus 1991, *On the Pythagorean Life*, J. Dillon & J. Hershbell trans. , Atlanta; [s. n.].
- IDC 2021, “Worldwide Global DataSphere Forecast, 2021 – 2025: The World Keeps Creating More Data, Now, What Do We Do with It All?” www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US46410421.
- Irigaray, L. 1985a, *Speculum of the Other Woman*, G. Gill trans. , Ithaca; [s. n.].
- Irigaray, L. 1985b, *The Sex Which Is Not One*, C. Porter & C. Burke trans. , Ithaca; [s. n.].
- James, R. 2019, *The Sonic Episteme: Acoustic Resonance, Neoliberalism, and Biopolitics*, Durham; [s. n.].
- Jardine, A. 1984, “Woman in Limbo: Deleuze and His Br(others).” *SubStance* 13(44–45).
- Junge, G. & Thomson 1930, *The Commentary of Pappus on Book X of Euclid’s Elements*, W. Thomson trans. , Cambridge; [s. n.].
- King, H. 2015, *Virtual Memory: Time-Based Art and the Dream of Digitality*, Durham; [s. n.].
- Kittler, F. 1996, “Computeranalphabetismus.” in *Literatur im Informationszeitalter*, Frankfurt; [s. n.].
- Kittler, F. 1997, *Literature, Media, Information Systems: Essays*, Amsterdam; [s. n.].
- Kittler, F. 2006, “Number and Numeral.” *Theory, Culture & Society* 23(7–8).
- Kittler, F. 2014, *The Truth of the Technological World: Essays on the Genealogy of Presence*, E. Butler trans. , Stanford; [s. n.].
- Kleene, S. 1936, “General Recursive Functions of Natural Numbers.” *Mathematische Annalen* 112.
- Kronecker, L. 1887, “On the Concept of Number.” in *From Kant to Hilbert: A Source Book in the Foundations of Mathematics*, New York; [s. n.].
- Lear, J. 1980, “Aristotelian Infinity.” *Proceedings of the Aristotelian Society* 80.
- Leibniz, G. 1989, “The Principles of Nature and of Grace, Based on Reason, 1714.” in *Philosophical Papers and Letters*, Boston; [s. n.].
- Lohr, S. 2013, “The Origins of ‘Big Data’: An Etymological Detective Story.” bits.blogs.nytimes.com/2013/02/01/the-origins-of-big-data-an-etymological-detective-story.
- Mancosu, P. 1999, “Between Russell and Hilbert: Behmann on the Foundations of Mathematics.” *The Bulletin of Symbolic Logic* 5.
- Mashey, J. 1999, “Big Data... and the Next Wave of InfraStress.” [static.usenix.org/event/](http://static.usenix.org/event/use-)

- nix99/invited_talks/mashey.pdf.
- McIntosh, N. 2003, "World Drowning in A Rising Sea of Information." www.theguardian.com/technology/2003/nov/01/internationalnews.onlinesupplement.
- Penrose, R. 1989, *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds and the Laws of Physics*, New York: [s. n.].
- Post, E. 1936, "Finite Combinatory Processes: Formulation 1." *The Journal of Symbolic Logic* 1.
- Pourciau, S. 2017, *The Writing of Spirit: Soul, System, and the Roots of Language Science*, New York: [s. n.].
- Schelling, F. 2010, "On the World Soul." in *Geo/Philosophy*, Bristol: [s. n.].
- Shagrir, O. 2006, "Gödel on Turing on Computability." in *Church's Thesis after 70 Years*, Piscataway: [s. n.].
- Shapiro, S. 2003, "Mechanism, Truth, and Penrose's New Argument." *Journal of Philosophical Logic* 32.
- Siebert, B. 2003, *Passage des Digitalen: Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500–1900*, Berlin: [s. n.].
- Smith, D. 2006, "Axiomatics and Problematics as Two Modes of Formalization: Deleuze's Epistemology of Mathematics." in *Virtual Mathematics: The Logic of Difference*, Manchester: [s. n.].
- Steimle, J. 2015, "Drowning in Big Data: Finding Insight in A Digital Sea of Information." www.forbes.com/sites/joshsteimle/2015/03/25/drowning-in-big-data-finding-insight-in-a-digital-sea-of-information/?sh=5242256a449b.
- Tegmark, M. 2015, "Infnty." in J. Brockman ed., *This Idea Must Die: Scientific Theories That Are Blocking Progress*, New York: [s. n.].
- Turing, A. 1937, "On Computable Numbers, with An Application to the Entscheidungsproblem." *Proceedings of the London Mathematical Society* 42. 简称 O。
- Turing, A. 1939, "Systems of Logic Based on Ordinals." *Proceedings of the London Mathematical Society* 45.
- Turing, A. 1950, "Computing Machinery and Intelligence," *Mind* 59. 简称 C。
- van Liefferinge, C. 2012, "Les Sirènes: du chant mortel à la musique des sphères. Lectures homériques et interpretations platoniciennes." *Revue de l'histoire des religions* 229.

- von Helmholtz, H. 1995, "On the Physiological Causes of Harmony in Music." in *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*, Chicago: [s. n.].
- Warzel, C. 2019, "We Are Drowning in Data." www.nytimes.com/2019/05/07/opinion/data-privacy.html.
- Wen, X. 2018, "Four Revolutions in Physics and the Second Quantum Revolution: A Unification of Force and Matter by Quantum Information." *International Journal of Modern Physics B* 32(26).
- Wheeler, J. 1989, "Information, Physics, Quantum: The Search for Links." Proceedings III International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics.
- Winthrop-Young, G. 2015, "Siren Recursions." in *Kittler Now: Current Perspectives in Kittler Studies*, Malden: [s. n.].
- Wolchover, N. 2019, "How Space and Time Could Be A Quantum Error-Correcting Code." www.quantamagazine.org/how-space-and-time-could-be-a-quantum-error-correcting-code-20190103.

编委会主任：高 岩
编委会副主任：夏桂华 赵玉新
吕 鹏（中国社会科学院）
编 委：尹 航 冯仕政 冯全普
(按姓氏笔画排序) 吕 鹏（中南大学） 吕冬诗
朱齐丹 汝 鹏 苏 竣
李正风 来有为 肖黎明
邱泽奇 何晓斌 宋士吉
陈云松 陈华珊 郑 莉
孟小峰 孟天广 赵万里
赵延东 胡安宁 袁 岳
黄 萍 梁玉成 董 波
曾志刚 蔡成涛 瑛 静

青 年 编 委：丁奎元 王 磊 叶瀚璋
(按姓氏笔画排序) 邢麟舟 向 维 刘灿辉
刘松吟 刘春成 刘晓波
安 博 许馨月 孙宇凡
李子信 李天朗 李晓天
吴雨晴 何 丽 邹冠男
张咏雪 张承蒙 陈 苗
陈典涵 林子皓 周雪健
周骥腾 郑 李 胡万亨
茹文俊 贺久恒 贾雨心
郭媛媛 黄 可 梁 轩
曾 晨

编辑团队
主 编：郑 莉
编辑部主任：吴肃然
编辑部成员：林召霞 王立秋
李昕茹 李天朗
岳 凤

主管单位：中华人民共和国
工业和信息化部
主办单位：哈尔滨工程大学
出版单位：哈尔滨工程大学
出版社
地址：哈尔滨市南岗区
南通大街 145 号

国际标准连续出版物号：
ISSN 2097-2091
国内统一连续出版物号：
CN 23-1615/C

印刷单位：哈尔滨理想印制有限公司
创刊年份：2022 年
出版日期：2023 年 11 月 10 日
发行单位：哈尔滨市邮局
订 阅 处：全国各地邮电局
邮发代号：14-375
发行范围：公开发行
定 价：45.00 元

投稿指南

本刊面向海内外学者征稿，欢迎社会科学及交叉学科的专家学者惠赐稿件。请在来稿首页写明文章标题、作者简介（姓名、工作单位全称、联系电话、详细通信地址、电邮地址等）。文稿需完整，包括标题（中英文）、作者姓名、作者单位、摘要（300 字左右）、关键词（3—5 个）、正文、参考文献等。所投稿件如受基金资助，请在标题上加脚注说明，包括项目全称和项目批准号。来稿请以中文撰写。

稿件采用他人成说的，须在文中以括注方式说明出处，并在篇末列出参考文献；作者自己的注释均作为当页脚注。中外文参考文献分开列出，中文文献在前，外文文献在后，并按音序排列。中文文献参照中文社会学权威期刊格式，外文文献参照 APA 格式。来稿中的图表要清晰，符合出版质量要求，必要时可单独提供图表压缩包文件。

稿件格式请参考杂志官网 (<http://www.jis.ac.cn>) “下载中心” 中的稿件模板。

投稿方式：请登录杂志官网投稿系统 (<http://www.jis.ac.cn>) 进行投稿。

编辑部联系方式

地 址：黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街 145 号哈尔滨工程大学主楼
北楼 N301 室，《智能社会研究》编辑部
邮 编：150001
电 话：0451-82588881
E-mail：mailto:jis@163.com

著作权使用说明

本刊已许可中国知网等网络知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含网络知识服务平台的著作权使用费，所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议，请在投稿时说明，本刊将按作者说明处理。