



系统科学与  
系统管理丛书

*C* *E*<sub>xtending Ourselves</sub>  
*omputational Science, Empiricism, and Scientific Method*


# 延长的万物之尺

## ——计算科学、经验主义与科学方法

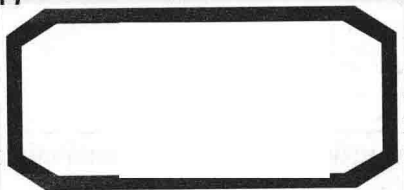
[美] 保罗·汉弗莱斯 著  
苏湛 译  
董春雨 孙卫民 校



人 民 出 版 社

 系统科学与  
系统管理丛书

Com




Extending Ourselves  
and Scientific Method

# 延长的万物之尺

## ——计算科学、经验主义与科学方法

[美] 保罗·汉弗莱斯 著  
苏湛 译  
董春雨 孙卫民 校

RFID

 人民教育出版社

策划编辑:喻 阳

责任编辑:胡喜云

### 图书在版编目(CIP)数据

延长的万物之尺:计算科学、经验主义与科学方法/(美)保罗·汉弗莱斯  
(P.HUMPHREYS)著;苏湛译. —北京:人民出版社,2017.8

(系统科学与系统管理丛书)

ISBN 978-7-01-018109-7

I. ①延… II. ①保…②苏… III. ①科学哲学-研究 IV. ①N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 205008 号

## 延长的万物之尺

YANCHANG DE WANWU ZHICHI

——计算科学、经验主义与科学方法

[美]保罗·汉弗莱斯(P.HUMPHREYS) 著 苏湛 译

董春雨 孙卫民 校

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

北京汇林印务有限公司印刷 新华书店经销

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:11.25

字数:172 千字 印数:0,001—3,000 册

ISBN 978-7-01-018109-7 定价:46.00 元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺街 99 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印制质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

致戴安

被爱束缚的囚犯，  
拥有，比三倍还多的欣欢。  
那牢不可破的羁绊，  
无邪、无弃、无怨。  
直到爱消散  
在万事终结的那天。

——贺拉斯<sup>①</sup>

---

<sup>①</sup> 贺拉斯(Horace)，古罗马诗人。原诗选自贺拉斯《歌集》，第一卷第13首(Carminum, I, 13)——译者

## 中文版序

我非常高兴看到《延长的万物之尺》的中译本出版。我由衷地感谢北京师范大学董春雨教授和中国科学院大学苏湛副教授花费时间翻译此书,并为其找到了一家声望卓著的出版社。我希望他们的翻译能够让更多读者欣赏到计算科学和大数据巨大的哲学意趣。自《延长的万物之尺》出版以来的这些年里,计算机模拟这一话题已成为科学哲学中一个既定的部分。尽管现在关于这一课题的文献已汗牛充栋,但本书还是原封不动地保留了最初的文本。非要让它和那些后来的文献联系起来,那得需要另一本——长得多的——书,而且会模糊掉那些之前吸引读者的核心主题。

尽管关于计算机模拟的内容吸引了大多数注意力,但本书潜藏的主题是计算科学这个大得多的领域,以及计算科学是怎么改变做科研的方式的。在本书发表后的这些年里,我称为认识不透明的问题变得愈发尖锐。就这一点而言,没有哪个领域比现在被称为大数据的领域更加明显,在本书出版之时,这还是个处在婴儿期的领域。本书 1.2 节简短地提到了这个话题,但它的重要性一直未得到哲学家们的正确评价。大数据领域内有一系列丰富的话题需要哲学家们去探索,这部分是因为,与各种传统的基于科学的理论领域相比,大数据要求人们以一种不同的方式来看待科学方法。没有计算机的辅助,人类就对从巨大数据集中提取信息的工作无能为力,这是一个完整主题的一部分,而这个主题就是,人类正渐渐被逐出科学的中心。没有什么比传统经验论在试图充当科学知识的充分基础时所遭受的各种形式的失败更能证明这一点。目前我们仍未能发展起一种可以服务于计算科学的替代的认识论。我们的任务是在各种过时的经验主义立场与很少包含严肃内容的纯粹臆测之间找到一个可辩护的哲学立场。一套替代的人类认识论需要一些新概念,它们必须同时既对人类而言是可得的,又能够为人类对自动化科学提供的知识的理解充当基础。也许这根本就不可能,而且未来将会有大量的科学知识只对对在认知和计算能力上远胜于我们的设备可得。由人

类主导的科学的伟大时代将由此被终结。

在本书中有两个话题应该被给予更多的关注,一个是基于主体的建模(agent based modeling),另一个是计算科学在认识论上的危险(epistemological dangers of computational science),这两个问题只在书中的第4.6和4.7节被简短地讨论了一下。我之所以没有驻足于计算科学的风险,主要是因为我想让读者把注意力集中在这些方法巨大的积极潜力上,但是在模拟的使用中确实存在着无法否认的危险。这些问题包括验证程序代码和理解输出结果方面的困难、用计算机模拟代替认真的思考,以及在获取来自物理来源的数据对结论具有本质性意义的场合下却用模拟取代传统实验的风险。而另一个话题,基于主体的建模,与基于方程的模拟之间存在着方法论意义上的重要区别。这是一种拥有着引人注目的强大的威力的方法,可以被成功运用于如社会科学、生态学、天体物理学等多种多样的领域。我在写作本书时对这一研究手段还不够熟悉,它理应获得比如今出现在这里的详尽得多的讨论。

在此,我谨以对我的众多中国朋友的致谢作为结束语,在我访问中国期间与他们讨论了很多哲学问题。他们在表达自己的观点时总是一以贯之地友好和彬彬有礼,我从这些讨论中学到了很多东西。

保罗·汉弗莱斯

夏洛茨维尔

## 前 言

本书的最初想法形成于1989年初,当时我正和我的邻居杰克·米切尔(Jack Mitchell)隔着花园篱笆聊天。杰克抱怨说,计算机模拟正在抢走固体物理学领域的诚实的实验家们的饭碗。他曾在那个领域做出过很多有重要意义的贡献。碰巧的是,我当时已经开始或多或少地注意到了被计算方法驱动着的现代科学的各个分支,并且已经偶尔尝试把这些新方法归入熟悉的科学哲学范畴,只是不太成功。这一巧合唤起了我对这一领域的兴趣,并最终促成了本书的写作——当然,是在发表了一些初步的论文,并因杂务耽搁了很长时间以后。今天,计算手段对科学的影响远比我们聊天的时候还要显著。而这一变化的结果就是,科学的很多分支进入了一个明显不同的发展阶段。在这个和其他领域,人的能力不再是认识活动成功与否的终极标准。随着科学的触手向远远超出人类能力限制之外的领域不断延伸,人类中心主义已经再也不合时宜了。

我与弗里茨·罗里奇(Fritz Rohrlich)在这项研究早期进行的一系列讨论对于最早一批论文的撰写意义非凡。稍后与史蒂芬·哈特曼(Stephan Hartmann)之间令人愉快和富有建设性的交流也是如此。与思维敏锐的戴维·弗里德曼(David Freedman)之间的密切交流使我能够在这些年中以更加现实主义的态度审视建模法的局限性。而与另一些人之间的交谈和通信也为这份手稿带来了意义重大的改进。我尤其感谢彼得·阿钦斯坦(Peter Achinstein)、乔迪·阿祖尼(Jody Azzouni)、鲍勃·巴特曼(Bob Batterman)、马丁·卡瑞尔(Martin Carrier)、哈索克·张(Hasok Chang)、亚历山大·普鲁斯(Alexander Pruss)、罗伯特·雷纳舍维奇(Robert Rynasiewicz)、蒂亚·冯·吉奇(Tiha von Ghyczy)、马克·惠特尔(Mark Whittle)、比尔·维姆塞特(Bill Wimsatt)、各位学术上的倾听者,以及剑桥大学出版社的匿名审稿人。感谢国家科学基金会(NSF)批准的DIR—89—11393和SES—96—18078两个项目提供的慷慨的支持,以及弗吉尼亚

大学的两笔 150 周年校庆奖金的支持。最后,我要把本书献给我太太,以感谢她的帮助和容忍。

本书容纳了来自不同地方的思想。这些想法最初发表在期刊论文上,在收入本书时全部进行过大幅修改,成为现在的版本。与它们首次出现时相比,现在的版本无疑要成熟得多,表述上也更加清晰。但我也很清楚自己对这里讨论的很多问题的处理有多么的不完备。我希望冒昧地借用笛卡尔 1637 年在其作品《几何》结尾处写的那几句话来描述我的作品:“我的目的并非创作一本大部头。我宁愿用更短的语言来概括尽可能多的知识。这一点可能你已经从我前面所做的事情中看出来……我希望后世子孙能够善意地评判我,不仅对于我解释过的东西,也对于那些我有意忽略的东西——我留下它们,以便让别人也能享受发现的乐趣。”只不过在这里,我们应该把“有意”换成“无意”。

夏洛茨维尔,弗吉尼亚



# 目 录

|   |            |
|---|------------|
| 前 言 .....                               | 001        |
| <b>第 1 章 认识增强器 .....</b>                | <b>001</b> |
| 1.1 外推、转换和益增 .....                      | 001        |
| 1.2 独立于人类的科学 .....                      | 004        |
| <b>第 2 章 科学经验主义 .....</b>               | <b>007</b> |
| 2.1 经验主义和可靠探测(Reliable Detection) ..... | 007        |
| 2.2 稀释论证(Dilution Argument) .....       | 010        |
| 2.3 准确性、精确性和解析度 .....                   | 014        |
| 2.4 重叠论证 .....                          | 016        |
| 2.5 性质簇实在论 .....                        | 020        |
| 2.6 回归布里奇曼 .....                        | 024        |
| 2.7 作为性质探测器的仪器 .....                    | 026        |
| 2.8 了解你的仪器 .....                        | 028        |
| 2.9 性质 .....                            | 039        |
| 2.10 认识安全 .....                         | 043        |
| <b>第 3 章 计算科学 .....</b>                 | <b>047</b> |
| 3.1 计算科学的兴起 .....                       | 047        |
| 3.2 两条原理 .....                          | 052        |
| 3.3 分析单元 .....                          | 055        |
| 3.4 计算模板 .....                          | 057        |
| 3.5 “相同方程组同解”:对科学的重组 .....              | 065        |
| 3.6 模板的建构 .....                         | 069        |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
| 3.7        | 校正集、诠释和正当性论证·····       | 074        |
| 3.8        | 选择性实在论·····             | 080        |
| 3.9        | 更进一步的推论·····            | 082        |
| 3.10       | 模板不总是建立在定律和理论上·····     | 085        |
| 3.11       | 主题特定知识在模板建构和评价中的作用····· | 089        |
| 3.12       | 语构很重要·····              | 092        |
| 3.13       | 与库恩观点的简要对比·····         | 097        |
| 3.14       | 计算模型·····               | 099        |
| <b>第4章</b> | <b>计算机模拟·····</b>       | <b>102</b> |
| 4.1        | 定义·····                 | 102        |
| 4.2        | 计算机模拟的一些优势·····         | 110        |
| 4.3        | 显微镜比喻和技术进步·····         | 112        |
| 4.4        | 可观测、可探测、可处理·····        | 117        |
| 4.5        | 其他几种模拟·····             | 120        |
| 4.6        | 基于主体的建模·····            | 124        |
| 4.7        | 模拟的缺陷·····              | 128        |
| <b>第5章</b> | <b>进一步的话题·····</b>      | <b>131</b> |
| 5.1        | 计算机模拟与新毕达哥拉斯主义·····     | 131        |
| 5.2        | 抽象和理想化·····             | 135        |
| 5.3        | 认识不透明性·····             | 141        |
| 5.4        | 逻辑形式和计算形式·····          | 144        |
| 5.5        | 实践上,而非原则上·····          | 147        |
| 5.6        | 结论·····                 | 149        |
|            | References·····         | 151        |
|            | 索引·····                 | 167        |

# 第 1 章

## 认识增强器

### ▶▶ 1.1 外推、转换和益增

假设我们全都配备了这样一种感觉装置，能够探测出物质世界中存在的每一种物体及其性质——无论微观的，宇观的，还是宏观的；同时假设，我们拥有强大的数学技能，甚至比拉普拉斯赋予他著名的超级妖怪的能力还强，以至于在我们面前，不但计算变得轻而易举且万无一失，同时就连极度复杂的数学模型也会像简单的算术表达式一样自然地显现其结构。简言之，我们将获得神一般的认识能力。<sup>①</sup> 并且，这还不仅仅是在认识能力上登神入圣。据说在这样一个完备知识的领域里，形而上学的真理将最清晰地显现出来。如果是这样，那么我们将能够直接了解世界是怎么构成的。在这种情形下，我们还用得着科学吗？我认为用得着的机会非常小。<sup>②</sup> 一旦科学延伸到这样的完美境地，它将砸掉它自己的饭碗。科学走到尽头，赢来的将是科学的终结。

上述想象提醒我们注意的其中一个事实是，科学在扩大我们作为人类

- 
- ① 当然，还不是神。你可以既拥有全部这些能力，同时又在道德上有所欠缺。这一思想实验并不是说要完全按照字面意义去理解。因为考虑到某些类型的计算中存在的不可克服的物理限制——它们需要无限大的记忆容量——这样的情形很可能在物理上根本无法实现。
- ② 用“小”(little)这个字很可能是准确的，因为我们可能需要把时空理论和非平庸空间理论包括进来。可想而知，即使对于我们所说的那样的神，这些理论也不在可察觉的范围之内。科学理论也可以把我们所知道的东西统一起来。但是在我们所描述的情形下，我们将直接了解自然界中的全部基本力，以及全部自然和社会现象的原因。这样一来，这种统一工作很可能就没有必要了。至于社会科学是否还有存在的必要，我把它留给读者们去思考。

的天赋能力的覆盖范围方面所取得的成功,已成为科学在认识论和形而上学方面最重要的成就之一。有时这种增强是通过在给定方向上对现有感知方式(如视觉)进行延展的方式来实现的。我们可以称之为**外推(Extrapolation)**。这种增强方式在科学仪器的例子中最为常见,如光学望远镜和显微镜——“非常远”和“非常小”通过它们被拉入到目力所及的范围之内。而在另一些外推案例中,我们通过扩充我们现有能力的阈值来实现这一目的,就像通过使用红外和毫米波望远镜,将我们可以“看到”的电磁辐射范围从有限的可见光波段扩充到包括大多数电磁波波段那样。另一种可选择的增强手段是**转换(Conversion)**。当这种情况发生时,将会把可以(也许是在经过了上述两种手段的增强后)被某种感官感知的现象转换成可以被另一种感官感知的形式,比如能够显示可视信号的声纳设备。而也许最重要的是,这可以为我们打开一条通道,让我们能够窥探那些无法被我们的天赋感官所感知的原始世界形态,如阿尔法粒子、正电子和自旋。<sup>①</sup> 这最后的一种增强我们可以称之为**益增(Augmentation)**。

外推,指我们的感官允许我们感知某种定量性质的某些值,而仪器将其扩展到同一性质的其他数值段的情况。外推的典型实例是声波探测仪和光辐射探测器的使用。前者可以探测到一般人耳可闻的20Hz到20000Hz频段以外的声波;后者则将我们对电磁辐射的感知从我们天生可以察觉的频段外推到整个电磁频谱。也存在一类特殊的外推案例,在这类案例中,虽然我们的感官不借助仪器也能感知到相同性质的相同数值段,但仪器可以让我们在低强度的情况下感知它们。例如,光学望远镜的工作区间在电磁频谱的可见波长范围内,就和我们的眼睛一样,只不过它能比我们的肉眼收集更多的光。我们可以把这一类案例包括在外推之中。尽管二者在概念上存在重要差别,这并不会扭曲我们稍后的结论。转换,前面已经解释过了。并且除了与其他两种手段之一配合使用以外,转换的用途非常有限。益增,涉及的是诸如磁力探测一类的案例,在此类案例里,性质的整个值段都无法以自然方式影响我们的感觉器官,它所涉及的性质与我们能够自然感知的那些性质存在本质区别。

<sup>①</sup> Darius 1984 提供了一组阐释这种拓展的绝佳图像。关于超出了人类感知能力之外、建立在人类理念上的实在图景中的益增,见 Maxwell 1962。相关讨论还可以见 Churchland 1985,针对前文的回应见 van Fraassen 1985。

此类增强并不仅限于感觉能力。我们天赋的数学才能已经得到了来自计算装置的补充,这种补充使我们在某些领域中,能够向我们的心理所能容纳的极限以外推进。目前,这种数学上的补充基本被严格地限制在外推和转换上,因为在与我开始提到的三种感觉增强机制相类似的情况下,它只覆盖了两种。它能极大地提升我们执行某些数学操作的速度,从而以类似于光学望远镜改变空间尺度的方式改变时间尺度。它能扩充问题的复杂度范围,使我们能够从范围严格限定的一些简单拓扑结构扩展到一些复杂性高得多的或类型完全不同的结构。还可以像统计分析中常做的那样,将数字结果转换成图表形式,通过从一种表述方式到另一种的变换,使得对大规模数据集的理解更加容易。当使用计算辅助仪器时,观测和计算上的增强实现互补,物理装置和数学工作共同作用,为我们开辟出一条愈加宽广的通往自然世界的道路。这方面的一个例子是计算机轴向断层扫描技术(computerized axial tomography,简称CAT扫描),在这种装置里,物理探测器记录下射线的细微差别,而探测器的输出信号通过数学算法转换为被调查物体的二维或三维图像。

而一种与延展经验的第三种方式——益增——相类似的机制则较少发生。这种机制通过工具为我们架设出一条通往超乎传统数学理解力之所及的新数学形式的道路。此处自然而然地出现了一个问题:我们能够研究那些只能借助工具本身才能触及的数学上的新领域吗?首要的问题是,这种研究甚至是否可能。但这并不是我要在此详细讨论的问题。我仅需指出我们在形式证明<sup>①</sup>上已经有了一个这种延展的例子。这些证明是扩展我们天生推理能力的工具——至少是以补充我们记忆容量的方式,即便在它们最基本的“纸与笔”的形式下也是如此。它们作为益增者的作用出现在数学直觉与形式证明彼此相抵触的时候,因为在另一些案例中,证明通常会完全凌驾于直觉之上。不像感觉,直觉经常是可以在机器输出值——在这个案例中也就是证明的结构和结论——的启发下得到修正的。当然,在另一个方向上,直觉可以提供一些不能被直接证明的真知灼见,不过那种情形与非观

① 我们在这里使用“形式”(Formal)一词的意图是把它当作“明确而严格”的粗略的同义词来使用。并且这里的证明是在一些具体媒介的帮助下执行的。我们并没有打算把这个词局限在纯语构证明上,而且被解读成抽象对象的证明是不具备我们所期望的工具特征的。

测领域在观测提供的刺激下产生新发现的情况差不多。

我们作为哲学家的任务就是去说清楚,这些新手段正在通过何种途径改变科学研究的方式。

## ▶▶ 1.2 独立于人类的科学

自动望远镜代表着一种新概念,这种新概念正在带来一种全新的设计和指导观测的方法。这一点在光电测光工作中得到了最好的说明。在那里,人的因素成为了一种导致错误的诱因。人类,仅凭其迟缓的反应时间和高度的易疲劳性,根本无法与计算机和高速设备相匹敌。<sup>①</sup>

以上意见似乎在暗示,对人类自然认知能力限制的超越已成为科学最首要的成就之一。但科学又是否能够把人类的参与完全避免开呢?考虑一个场景,在不太远的将来,人类已经灭绝了,一艘人类毁灭以前建造的火箭被发射到宇宙中,在箭载装置自动计算出的轨道引导下飞往一个遥远的星球。火箭上携带着一个自动培养舱。当它抵达那个星球,它会对大气、温度、可获取的营养、地形、可能的掠食者,等等,所有人类未知和不可预期的因素进行采样。然后它通过控制基因密码设计出一个能够在这个陌生环境中存活并开枝散叶的新的智慧物种。这个物种将会在这个星球上殖民,并根据它们自己的目的来改造它。所有这一切都发生了,并没有任何一个人对宇宙的这一部分是如何被科学所控制的有任何具体的了解。然而这仍然是科学,真正的科学知识,在实际发挥着作用的科学知识。这个想象中的场景仅仅是目前伴随着分子机器合成、DNA 自动测序、加速器中的粒子自动探测,以及数据自动收集与归约在天文学一些领域中的运用而发生的情况的一种扩展。<sup>②</sup> 这个故事的寓意是,一件被判断为科学的行动,它既不必是

① Sterken and Manfroid 1992, p. 48.

② 关于分子合成的背景信息,可以参见,例如: Moor et al. 1993; 关于自动天文学的细节,可参见 Henry and Eaton 1995; 关于当前在天文学中使用这种手段的局限性的提醒,见 Adelman et al. 1992。

由我们所做的,也不必是为我们而做的。

自动化有一个与众不同的方面。我们可以称之为**数据量问题**。科学方法中的一个标准组成部分就是要我们收集数据并将其与我们根据理论或模型所做的预言相比较。在科学的很多领域,这种工作靠“手工”根本做不来。比如某公司公布的用霰弹法<sup>①</sup>绘制人类基因组图谱的任务,其中所涉及的计算——包括5万亿亿次碱基对碱基的比对——需要在世界第二大规模的网格超级计算机上运行超过2万个机时。这有可能是人类有史以来做过的最庞大的计算生物学运算。他们使用的数据库容纳有80T字节( $10^{12}$  bytes)的DNA分析数据,写成手稿一张张地摞起来可以摞到480英里高,内容比美国国会图书馆所容纳的文字信息的5倍还多。又如湍流研究——这个从飞行器翅膀之上的空气流到核武器爆炸的细节表述,各种各样领域都需要应用到的学科域,是计算密集度最高的科学领域之一。不过这个领域产生的数据量同样令人印象深刻。现在我们对液体流动数据的记录已经能够达到每 $10^{-3}$ 秒就进行一次。并且正如有人指出的,“[湍流研究中的]测量技术可能正经历着一次比计算技术更快的爆发和演化。”<sup>②</sup>在天文学中,自动天文仪器积累了海量数据。例如美国航空航天局(NASA)的宇宙背景探索者卫星搭载的弥漫红外背景实验,以26周为一个周期,每个周期都会产生1.6亿个测量数据。<sup>③</sup>

在这样的数据集面前,那种想象中的——一个人坐在仪器前,以命题形式勤勤恳恳地记下观测数据,等待和理论预言进行对比——的图景是完全不切实际的。对我们天生认知能力的技术增强对于处理这种信息是必须的,并且它们已经成为科研生活中的一个日常组成部分。而到目前为止,我们所提到的所有案例显示出的一个共同特征就是:科学事业的重心已经从人类身上转移开了。而这场意味深长的转移正是由前面所说的各种增强导致的。离开了这种增强,现代科学将是不可能的。为方便起见,我将把这些

① 一种DNA测序方法:先通过技术手段让完整的DNA长链随机断裂成碎片,从而得到大量两端彼此重叠的不同部位的DNA片段。对每个片段分别测序,然后再对它们比较、排序,从而得到完整的DNA序列。因为这种方法很像用霰弹打鸟——无确定指向,一打就是一大片——因而得名“霰弹法”。霰弹法的优点是速度快、简单易行、成本低,但后期对DNA片段进行排序的环节所需的计算量极大。——译者

② 见Cipra 1995。

③ E.L.Wright 1992, p. 231。

增强分成计算型和非计算型两类,并首先从后一种讲起。这种权宜性的划分应该不会掩盖这样一个事实,即:作为“万物的尺度”,在我们对自己的感知能力进行扩展的同时,科学认识论将不再是人类认识论。



## 第 2 章

# 科学经验主义

### ▶▶ 2.1 经验主义和可靠探测(Reliable Detection)

认识增强器可以让被算作科学上可观测的(observable)和数学上可处理的(tractable)事物的范围得到极大的扩展。首先说前者,什么是可观测的,什么又是不可观测的,这种区分在传统上为经验主义者眼中什么是可接受为证据和什么是不可接受的提供了一条分界线。之所以经验主义者想要在可观测和不可观测之间维持一种泾渭分明的区分,其中一个原因——虽然肯定不是唯一的原因——是他们对认识安全(epistemic security)的渴望。他们的理由是,关于可观测事物的直接感性知识也许是可错的,但它们终究与我们已经抛弃的关于燃素、超我、瘴气,以及所有其他因为子虚乌有而最终被发现不可观测的实体的信仰不同,这些信仰建立在空中楼阁的基础上,而关于可观测事物的知识则不是。这个安全关切完全合理,而且我们发展一套科学经验主义的第一步首先就应该是把安全话题放在第一位。但在什么是可观测的而什么又是不可观测的之间划一条界限仅仅是解决这一认识安全问题的其中一种尝试。更确切地说,我们应当为之困扰的并不是某物作为“可观测”物或“不可观测”物的固有地位,而是我们的探测器在产生安全知识(secure knowledge)的方面有多强。

在这方面,传统的人类感觉既没有什么特别的可靠性,也绝非万能。这里有两个用来检测的案例:

- 1.你是一桩犯罪的目击证人,你在光天化日之下,在“理想条件”下目击了犯罪过程。当时,根据你的亲眼辨认,你非常肯定犯下这桩罪行的个体是你认识多年的最好的朋友。行凶者逃走时负了伤,并大量出血。随后,作为