

# 谈谈观察方式

徐镜明

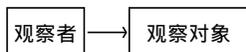


观察就是人们有目的、有计划地通过自己的感官去反映自然界各种事物现象的活动。观察是一种感性认识

活动,离开观察,人们就无法感知五光十色的自然界和丰富多彩的社会生活,也无法从事各种社会实践活动;观察是思维的前提,没有观察,人们就不能进行思维、情感和意志等活动;一切科学实验及科学规律的新发现,都是建立在周密的、精确系统的观察基础之上的。巴甫洛夫一直把“观察、观察、再观察”作为座右铭,并告诫学生:“不学会观察,你就永远当不了科学家”。所谓观察方式,就是为获取观察对象的信息而采取的不同观察途径、手段和形式。随着社会的发展和观察实践的深入,人类开展观察的方式日趋丰富。

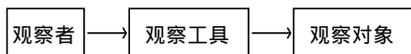
## 一、直接观察与间接观察

根据观察时是否借助于仪器设备,可将观察分为直接观察与间接观察。直接观察就是观察者亲临现场,凭借自身的眼睛、耳朵等感觉器官直接感知和考察研究对象的方法。直接观察时观察者与观察对象之间不存在任何中介的工具,其关系如下图所示。



直接观察是人类认识自然的最基本方式,也是科学工作者收集科学事实、感性经验的基本途径,简单、方便是直接观察最大的优点。但由于人体器官的功能有限,比如人眼只能观察到可见光而看不到其他电磁波,人耳听不见超声波和次声波等,而观察对象的范围却不以人们感觉器官的直接感知能力为限,况且某些直接接触还会对人体产生伤害,如电击、烫伤、辐射等,为此,人类通过制造和使用科学仪器来延伸和拓展人的感官,以克服生理上的局限性。人们在观察者和观察对象之间引进一个中介物——观察工具,于是观察者不再用感官去直接接触被观察对象,而是通过观察工具去间接地感知被观察事物,这就是间接观察。间接观察将原来观察者和观

察对象之间的二元关系转变为观察者、观察工具、观察对象之间的三元关系,这种关系如下图所示。



人们通过制造和利用各种各样的工具、仪器来进行间接观察,观察手段的重大变革,有效地延伸了人类的感觉器官,使得观察范围和内容远远超出了人体器官所能进行的直接观察,观察的速度、准确性也大有提高。比如目前人类所能观测到的空间范围已达  $10^{-16} \sim 10^{26}$  m,借助先进的望远镜可观察到  $10^{26}$  m;人眼所观察到的最小尺度  $10^{-4}$  m,借助光学显微镜可观察到  $10^{-7}$  m,借助电子显微镜可观测到  $10^{-10}$  m,借助最先进的仪器可观测到  $10^{-16}$  m。

## 二、自然观察与实验观察

根据观察的对象和情境是否经过严格控制,可把观察分为自然观察与实验观察。自然观察是指对自然界的现象不作任何改变而进行的观察,它是在自然发生的条件下考察对象。对自然界中的一些现象如风、云、雷、电、雨、雪、霜、雾等的观察,对动物、植物的观察,都属于自然观察。自然观察的特点是:简便——不需要自己创造现象,随时随地都可以进行观察;丰富——自然界存在、发生的现象多种多样、数量极大。自然观察一直是人们认识自然的主要方法,至今仍是一些科学领域中的重要研究方法。

自然观察不具有改变或控制研究对象的主动性,这种方法完全“靠天吃饭”。实验观察则是研究者人为地创造条件,通过实验工具控制或干预研究对象,使某一事件或现象在有利于观察的条件下发生或重演,从而获取科学事实的一种观察研究方法。它是在有目的地变革自然的过程中认识自然,即有目的地控制、干预或模拟研究,以获取天然条件下不易观察到或不能观察到的科学事实。

实验观察不仅要有明确的实验目的和研究性的实验设计,而且观察者有时还需精确地测量观察对象,严格地控制一个或一个以上的变量,并观察被控制的变量对其他因素的影响,从而推断变量之间的因果联系。科学实验可以把各种偶然的、次要的因素加以排除,使被观察对象的本来面目更加明显地

突出出来。科学实验还可以重复,多次再现被研究的对象和现象,以便反复地观察、研究,而不能重复的实验也不能认为是成功的。比如1982年美国斯坦福大学的卡布莱宣布,他用一个铝线圈在9K的温度下捕捉到了磁单极,人们期待着他的重复例证,但是事隔多年,这则轰动物理学界的报道就销声匿迹了,这是一次不能重复的实验观察,因而不能认为是成功的。

实验观察作为一种实践性的认识方法,比自然观察更系统、更精确、更科学,更能充分体现人的主观能动性和创造性,增强了人类认识自然的能力,是当今科学研究不可缺少的方法,是科学观察的高级形式,它大大地促进了科学的发展。

### 三、定性观察和定量观察

根据观察结果是确定观察对象的性质特征还是数量特征,可以把观察分为定性观察和定量观察。所谓定性观察,就是考察自然界事物是否具有某种性质、特征,以及事物对象之间是否有某种联系。定性观察是一种基本的观察方法,通过定性观察,人们对观察对象的性质、特征以及事物现象之间的联系有了大致的、粗略地认识,这为进一步对这些事物对象作出精确的、细致深入的认识提供了条件。随着科学的发展,人们认识到事物的性质和数量有着密切的关系,任何事物都有质和量两个方面,是质和量的统一。科学的观察不仅需要进行定性的观察,还要记录数据、整理资料,进行定量的观察和测量,对观察对象作出准确地反映和描述,以提高观察事实的可靠性和观察陈述的可检验性,为学习和研究提供保障。于是,一种主要考察事物对象量的规定性的观察法——定量观察诞生了。

可以说,在观察的基础上赋予观察对象某些特性以定值时,便是进行了定量观察,但严格意义上的定量观察是借助观察仪器来进行的,它通过科学仪器来测量观察对象的各种数量关系、刻划对象的数量特征,因而定量观察又称为观测或测量。定量观察与观察仪器有着不解之缘,所以选择适合的观察仪器对于定量观察来说是至关重要的。事物对象都是质与量的统一,只有从质和量两个方面进行考察,才能获得全面的、完整的、准确的认识。在科学认识活动中,经验定律就是在定性观察所积累的经验事实材料的基础上,结合定量观察而发现的,若没有定量观察,就不可能建立精密的科学。观察方法从定

性观察发展到定量观察,并且进一步将定性观察和定量观察结合起来,是观察方法的重大进步,它使得经验知识日趋精确化,从而为进一步的研究提供了良好的条件。

### 四、全面观察和重点观察

按照观察的内容是针对事物的整体还是事物的某重点部分,可以把观察分为全面观察与重点观察。全面观察是对事物的各个部分、各种属性以及它们之间关系的全面的、整体的观察,以便对事物有一个全面、系统的了解,获得事物的总体认识。所谓“眼观六路,耳听八方”,为的就是对周围环境的总体把握和大致了解。重点观察则是为了找到事物的本质、关键特征而进行的有选择、有重点的深入细致的观察,它有某种特殊的目的和要求,侧重于被观察事物的某一个或某几个方面。

对于时空跨度较大的某一类对象,若要从总体上把握它们,宜开展全面观察,以求对其性质特征、运动变化以及与其它对象的关系进行广泛的、完整的考察,了解事物的过去、现在和将来,不能只知其一、不知其二,只见树木、不见森林。观察时,为了抓住重点,则应暂时地、有条件地撇开与当前无关的内容、次要的过程和干扰因素,对目标进行有重点的、有针对性的、有序而深入的观察,才能较为迅速而准确地抓住事物的主要方面和重要特征,比较事物间的差异和联系。在实践中,人们的观察往往是有点有面、点面结合,有分散也有集中,有广泛也有深入,做到既能把握事物的整体,又能敏感地观察到事物的细节。

### 五、验证性观察和探索性观察

按观察的目的不同,可把观察分为验证性观察和探索性观察。在观察活动中,以现有的理论知识为指导,对个别事物的本质属性作出推测,这些推测是否正确,通常需要观察去验证,这类观察就是验证性观察。验证性观察特点是观察前就对最终的结果有清晰的看法,观察的目的是验证这一理论或看法的正确性,其结果通常只有两种可能,即对理论或其预言要么证实,要么证伪。探索性观察,旨在发现新东西、提出新问题、寻求新方法等。与验证性观察相比,探索性观察接触的课题较新,观察中往往会出现始料不及的发现,常常会节外生枝、种瓜得豆,本来是为了探索某一类现象的规律或本质,却得到超出原命题范围的、有意义的结果,因而更具有创造性。

## 六、系统观察和随机观察

按照观察的进行是否有预定目的、有计划、有规律,还可以把观察分为系统观察和随机观察。系统观察的特点是有计划、有规律地记录一定期间内某一事物的现象、状态和过程,有明确的目标指向及一定的步骤。而对未计划的现象、活动和情况的观察,包括对一些不期而至的意外现象的观察则属于随机观察。许多科学发现源于意外现象的观察,如伦琴在研究阴极射线放电现象时,无意中观察到放在两米远的荧光屏上出现闪光,他对这种现象深入研究,终于发现了X射线。

再如,按观察过程持续的时间长短可以把观察分为长期观察和短期观察。前者是在比较长的时期中,对某些事物或现象进行系统的观察,如学习气象知识,要长期地坚持观测天气等;后者是在比较短的时期中,对某些事物或现象进行特定的观察;如学习天文知识过程中,观察某一次日食或月食现象。另外诸如,静态观察和动态观察:静态观察可以对事物的某一状态进行长时间的细致的观察,如录像放映中的定格观察。动态观察则是对事物的变化及其过程实施观察以发现变化规律。例如光通过小孔发生的光现象,可改变孔的尺寸,进行孔由大到小过程的动态观察,发现光屏上出现“光斑 $\rightarrow$ 小孔成像 $\rightarrow$ 衍射图样 $\rightarrow$ 黑暗”的现象变化;再如研究凸透镜成像时,改变物距实施动态观察;研究光的全反射现象时实施动态观察,以明了量变引起质变的全反射过程。

顺序观察和倒序观察:匀减速的逆向观察为匀加速,竖直上抛运动的逆向观察即为自由落体运动,喷火现象倒放即成吸火奇观(电影中有此特技)。单维观察和多维观察:如建筑、机械制图中的立面图、三视图,音像中的立体声、立体电影等丰富了观察层次和内涵。快观察和慢观察:伽利略在研究“重物的自然下降”时利用了斜面,可以将下滚过程调节得很慢以便于观测,“冲淡”引力而“放大”时间。现在我们则可利用慢拍快放或快拍慢放以及多媒体技术中定格(静画)等手段来实现快观察或慢观察。再如近观和远观、正观和反观、宏观和微观等等。

总之,科学的发展靠的是一代代科学家长期的观察和积累,每一次的重大发现和突破,甚至每个课题的形成、确立、研究及成果检验,都与观察密不可分。而随着科学和技术的进步,人类开展观察的方式趋向多元化、综合化,其分类界限则趋向模

糊。比如某些发现源于随机观察,而当人们决定对它进行全面、深入的研究时,就成了系统观察。再如重点观察时,注意集中而稳定,但不排斥同时把适度的注意,分配到别的有关的对象或活动上,因为有时“众里寻她千百度,蓦然回首,那人却在灯火阑珊处”。只要我们在观察的实践中勤于探索、勇于创新,观察的方式必将得到不断地丰富和发展。

(浙江省义乌大成中学 322002)

### 封底照片说明

来到北京中关村,你会被一座耸立在林立大厦中的奇特高塔所吸引,这就是中国科学院国家微重力实验室的110米落塔。国家微重力实验室主要以微重力基本规律为研究对象,并组织重大的微重力基础研究、开拓具有应用前景的微重力课题、承担国家重大科研项目。实验室以微重力流体科学为基点,开展与空间材料科学和空间生物技术的交叉学科研究。主要学科方向包括:微重力条件下的具有界面或自由面的流体力学过程;空间生物技术的机理研究;空间材料制备的机理研究;微重力条件下的燃烧;组织微重力基础问题的研究,同时发展先进的实验方法和测试技术。国家微重力实验室主要包括2000平方米的实验楼及我国第一座110米高、进行微重力实验研究的落塔和52米高的落管;100余套性能优良的先进仪器设备。实验室现有一支强有力的科研队伍,全体科研人员本着“开放、流动、联合、竞争”的原则,通过不懈的努力取得了许多令人瞩目的科研成果。

(李博文)

## 科苑快讯

将粒子聚合成

各种形状的新技术

麻省理工学院(Massachusetts

Institute of Technology)的研究者们开发出一种新的连续流技术,它能够很容易地合成大量具有神奇形状的聚合物粒子。这种聚合物粒子可用于构造光子晶体和生物材料的组件。帕特里克·道尔(Patrick Doyle)和他的同事们将能够在紫外光下聚合的材料塑造成几微米大小的糖果形状。当紫外光脉冲透过决定聚合物粒子横截面的遮片照射到材料上时,材料泵入微流设备的管道。产生的扁平聚合物粒子随流体流出,生产速度可达每小时40万个。

(高凌云编译自 *Nature*, 2006年4月13日号)

现代物理知识