

日常概念与科学概念

陈嘉映

内容提要 有些科学概念来自日常语汇,如力、电、光、运动、生命,有些科学语汇是科学自创的,如离子、夸克。但即使那些来自日常语汇的科学概念,也可能和日常意义大不相同甚至相反,如不可见光、无意识动机、空间弯曲。本文尝试探讨:科学概念与日常概念相比有哪些特点?科学概念和日常概念是什么关系?

关键词 概念 科学概念 自然概念

陈嘉映,华东师范大学哲学系教授 200062

小引

有些科学概念来自日常语汇,如力、电、光、运动、生命,有些科学语汇是科学自创的,如离子、夸克。但即使那些来自日常语汇的科学概念,也可能和日常意义大不相同甚至相反,如不可见光、无意识动机、空间弯曲。科学概念与日常概念相比有哪些特点?科学概念和日常概念是什么关系?

概念与语词

要讨论日常概念和科学概念的异同,必须对概念这个词略加梳理。如很多大哲学家所坦承,概念这个概念很难把定。

最让人头痛的是一个看似简单的问题:概念和语词是一回事还是两回事?就我们平常的使用来看,有些词我们从来不称为概念,例如秀兰这样典型的名称,例如哇这样的感叹词,就此说来,语词和概念是两回事;另一些词,我们很自

然地称之为概念,例如民主、善良、植物,在这些情况中,语词和概念似乎并无分别,我们既说“民主这个词”如何如何,也说“民主这个概念”如何如何。

要澄清概念和语词是一回事还是两回事,我们不妨从专名和概念语词的区别说起。丘吉尔是个专名,首相是个概念语词。两者的第一个明显区别是:名称没有意义,概念有意义。我问你首相的意思是什么,你可以讲一通,我问你丘吉尔的意思是什么,你会回答,丘吉尔是个名字,它没什么意思。你可以给我讲一通丘吉尔这个人如何如何,但你不是在讲丘吉尔这个名字。

哲学家还从另一个角度来谈论名称和概念语词的区别:关于丘吉尔的知识是事实知识,而关于首相的知识是语义知识。莱尔说,首相是议会多数党领袖就是语义知识。这个区分是有道理的,不过,我们还可以追问:首相是议会多数党领袖不也是一个事实吗?知道这一点不也是一个事实知识吗?

的确,无论关于丘吉尔还是关于首相,我们所知道的事情都可以叫作事实。我们知道有关丘吉尔的很多事实,例如他长得胖胖的,嘴里总叼着雪茄,他是二战时的英国首相,二战后提出了“铁幕”这个说法。我们也知道有关首相的种种事实,例如〔英国〕首相是议会多数党领袖,首相是个很大的官儿,首相主要负责行政事务,经常在重要的国际会议上代表本国政府发言,等等。但这是两类事实。关于丘吉尔的事实和关于首相的事实,有一个重大的区别。有关丘吉尔的事实是一些分散的事实,而有关首相的事实却多多少少组成一个整体。丘吉尔长得胖胖的,这和他爱抽雪茄没什么联系,他爱抽雪茄,和他成为二战时的英国首相也没什么联系。关于首相的事实却不是这样。你是议会多数党的领袖,所以在政府里会被委派一个很大的官儿,因为你是很大的官,所以才有资格代表你的国家发言。关于首相的事实互相之间有联系,有内在联系,这些事实组成了一个整体。

正因为它们互相联系组成了一个整体,所以我们说,首相是个概念。有些事实结晶在首相这个概念中,成了我们理解社会、理解政府建制的—个枢纽。关于首相还有很多其他事实,例如这个职位最早诞生于哪—年,最近三届英国首相是哪些人,这些事实却不属于“首相”这个概念,我们关于这些事情的—知识,仍然是“事实知识”,而不是语义知识。

很明显,人们说概念具有意义而名称没有意义,是和上面所讲的这些特点连在一起的。概念具有意义,这无非是说,我们借助概念来理解,概念使得事物具有意义。我们借助骄傲、傲慢、勇敢、坚韧、老牌帝国主义者这些概念来理解丘吉尔。我们对某种事物有个概念,就是有了理解。

你说项羽勇敢我说项羽鲁莽,表现了你我对项羽有不同的理解。勇敢这个词不是用来指勇敢的行为、勇敢的品格,而是用来把某些行为、某些品格理解为勇敢的。我们在这个意义上谈论勇敢的意义,但我们无法在这个意义上谈论项羽的意义。专名之所以没有意义,因为我们不用它来定型我们的某种理解。反过来,如果一个专名定型了我们的某种理解,它就有意义。事后诸葛亮、诗坛拿破仑就是这样使用专名的。这样使用自然品类的名称就更常见了,蚕食、千金就是现成的例子。自然品类是东南西北的人、—代代的人都见到的,我们容易用它们的特点来形成概念。

蚕、金这样的自然品类名称同时也是概念

词,是“有意义的”,但这个意义却不是这个自然品类的定义,而是某种我们借以形成概念的特征。这一点,我们拿金和铂相比就知道了。铂和金有一—样的属性,但铂却没有概念用法。

—个概念是—些经验事实的结晶。哪些结晶了哪些没结晶,不仅在很大程度上是由历史安排的,而且也没有明确的界线。金黄色是否包含在金子中,白色是否包含在雪中?如果天上飘下血红而滚烫的雪花状的东西,我们该叫它雪吗?实际上,〔英国〕首相是议会多数党领袖是首相的语义抑或是关于首相的事实知识,这一点并不清楚。莱尔太轻易地把它划到了语义知识—边。有的读者可能不知道这个事实,然而这些读者并非不了解首相的语义,他们对首相有个概念:首相是个很大的官儿,但比总统或总书记这种最大的官儿小—号,首相主要负责行政事务,等等。自然语言的概念不是—些四界分明清清楚楚的东西。

我们本来就是从世代代处在身周的事物出发去理解整个世界的。我们尽可以划分概念和事实、经验,但不可忘记,我们的概念是在对事实的了解中形成的,我得知道皮特、丘吉尔、撒切尔这些人曾是英国的首相,他们都做了些什么,他们是怎样跟英国王室跟外国元首跟本国人民打交道的,我才会形成首相的概念。

名称有种种不同的类型,概念更有种种不同的类型,我们这里只是通过概念和名称的对照,对概念这个概念稍加梳理而已。大致可以说,概念是—些事实的结晶,结晶为—种较为稳定的理解图式,概念里包含着我们对世界的一般理解。

现在我们可以说—说语词和概念的关系了。某些互相联系在一起的经验和事实是概念的内容,这些内容及其联系我们称为概念。在〔概念〕语词中,这些内容和联系“上升成为语词”。概念语词以明确的形式表达了某些经验事实的特定联系。概念—端连结于我们的实际经验、切身体验,另—端连结于概念语词。在没有“礼”这个字的时候,人们并不是完全没有礼的概念,有了“礼”这个字,礼就是—个明确的概念。〔概念〕语词是概念的最终形式或最明确的形式。

语词是在实际经验中形成的,不是从我个人的经验中形成的,而是在—个语言共同体成千上万年的共同经验成形的。说到“我有个概念”,多多少少意味着,我从个人经验中形成概念。但若概念要获得明确的形式,就需要语词的引导。“上升为概念”是有方向的,这个方向就是体现在语词中的共同语族的理解。

弗雷格默认了一个信条：两个词有区别，这个区别若不是指称有别就是意义有别。这个信条自此被广泛接受。然而这是一个错误的信条。启明星和长庚星，陶潜和陶渊明，邓颖超和邓大姐、天宝元年和公元742年、water和水、水和H₂O、勇敢和鲁莽，两两之间都有差别。这些差别形形色色。邓颖超和邓大姐这两个称呼所体现的差别是说话人社会身份的差别。water和水是两种语言的差别。水和H₂O体现的是自然理解和科学体系间的差别。两个语词之间可以有不同种类的区别，只有一类差别是概念区别，这就是我们对所言说的事物具有不同的理解。陶潜和陶渊明这两个词的内容是有区别的，否则它们就不是两个词了。但这里的语词内容的区别不是概念内容的区别。把形形色色的差别统统叫作意义上的差别或语义差别，当然容易引起混乱。一般说来，概念内容是语词内容中最重要的东西。人们往往不区分语词内容和概念内容，相应地不区分表示概念的语词和概念，这通常是行得通的，但有时却会造成麻烦。要澄清麻烦的来源，要对语词、概念等等进行哲学考察，我们就需要更精细的眼光。

弗雷格说，启明星和长庚星指称相同而意义不同，然而，这里的“意义不同”不过宽泛地意味着语词内容不同，而不是概念区别。勇敢和鲁莽这样的差别才是概念内容上的差别。顺便说一下，启明星和长庚星指称相同，那么，勇敢和鲁莽这两个词的指称是否有差别呢？这是一个无法回答的问题，不是因为这个问题太难了，而是这个问题没有意义。

水和H₂O的区别单是一类区别，它们之间的区别不是既不是一般语词内容的区别，也不是一般概念内容的区别，而是两个不同层次的语言系统的区别。这种区别正是我们本文所要深究的。

日常概念与科学概念

我们的语言体现着理解。这主要是说，我们的概念结晶了我们这个语族对世界的理解。概念虽然是人类理解中最稳定的结构，但我们的概念仍然处在不断变迁之中。兵从指称武器转到指称士兵，虫从指称大野兽转到指称虫子。随着我们的经验世界的改变，随着我们对世界的理解的改变，我们的概念结构也发生零星的或系统的改变。但这些不是这里所关心的。我们关心的是随着科学进步、随着世界图景的整体转变、随着理论发展而发生的概念转变。

在科学革命时代，随着仪器的改进和实验的

翻新，事实世界迅速膨胀。望远镜里可以看到土星被一条光环围绕，显微镜下可以观察到植物的茎叶由细小的密室组成。新元素被发现或制造出来。我们需要新名称来命名新事物。大量的新名称涌现出来。上节我们区分了名称和概念。通常情况下，单纯增加一些新名称不牵涉我们对世界的理解，不会导致语言的深层变化。想一想超市里那些洗发液新品牌就可明了此点。语言的深层变化来自概念的更新。部分地由于我们的常识〔自然概念〕不足以理解我们经验不到的、产生于仪器观察和实验的大量新事实，更主要地由于我们被一种新的整体观念所引导，思想家们开始创造某种理论来重新描述世界。为了解释新现象，为了建构新理论，科学家必须改造旧概念，营造新概念。天球的概念转变为天体的概念，空间从位置连续体转变为绝对空间，万有引力的概念被引入。从前，光和明晰可见连在一起，伦琴以来却有了“可见光”和“不可见光”的区分。

科学的发展在很大程度上依赖于对我们的基本概念重新审视，加以重构。伽利略、笛卡儿、牛顿对运动概念、重力概念、惯性概念的重构是一些突出的例子。爱因斯坦对时空概念的思考更是无与伦比的实例。R. 哈瑞说：“和其他科学相比，物理学的发展远为突出地交织着对概念基础的哲学分析与很多初看起来像是自行其是的科学研究纲领。”^[1]其他科学如化学、生物学、经济学可能不像物理学那样突出，但要成为一门独立的科学，它们也必定对某些基本概念进行了重新规定。

新名称也往往是在一种新的理解指导下出现的。化学元素的名称是一个典型的例子。炼金术士一开始的目标是怎样使“土元素”变得纯净，而到了化学科学将要诞生的时期，这个问题逐渐转变为物质实体的真正构成要素是什么。“元素”逐渐洗去了中世纪炼金术的意味，似乎在向古代的含义回复，但同时又和近代的很多其他观念联系在一起。正是在这样的观念框架中，化学元素才被确立为今天意义上的元素，获得系统的命名。如科恩所言，“依据新理论的更严密的逻辑而改变现有的名称，是科学革命的特点。”^[2]

科学概念与自然概念之间的对比

自然概念是以人的日常生活为基准的，科学概念则不受这种约束。对我们来说，火是热的，冰是冷的，但在科学话语中，冰同样包含热量。热量是由分子的运动规定的，而不以我们的感觉为基准。在日常话语中，地球是静止的，并以大地为参照规定了什么在动，什么静止不动。而在科学话语

里,这个参照系被废除了。飞鸟、游鱼、走兽,我们通过这些自然形象来理解世界。鱼作为自然概念在很大程度上是由“在水里游”界定的,生物学不受这种自然形象的约束,把鲸鱼排除在鱼类之外,它从动物的机体结构、生殖方式等等来定义一个种属。

自然概念以经验为基准,而经验是互相交织的,与此相应,自然概念是互相渗透的。在我们的自然理解中,圆和圆满,正方和方正[square]是联系在一起的,几何学的圆这个概念和我们平常的圆的概念之间的区别在于:几何学的圆不是通过感性内容和其他概念交织在一起,而是通过定义和其他概念联系起来。换言之,几何学的圆洗净了圆这个自然概念的内容,和圆满、圆滑没有任何关系。

在一个领域中最初发现的那些重要事实,通常并不只是一些新事实而已,它们改变我们对该领域的基本看法,改变我们的基本概念。即使我们用既有的语词来描述它们,这些语词的意义也不得不悄然改变。空气是有重量的,这不仅是发现了一个新事实,不仅是用我们既有的概念来描述一个新事实,空气和重量这些概念本身经历了细微的转变。空气有了重量,不再是完全的无物、空无。重量本来是我们能够直接感觉到的,现在,这层约束被取消了,重量概念的这一扩展相当自然,在这个相当自然的扩展中,重量概念开始从感知向测量倾斜。概念转变经常来得细微而自然。即使像万有引力那样显得相当突兀的新概念,至少在物理学理论界已经为它做了不少准备。

从日常语汇到科学语汇

夏佩尔对日常语汇和科学词汇的连续性做了系统研究。他说:“至少作为一种工作假说,我们必须假定科学概念来自日常概念”^[3]。夏佩尔具体研究了一些概念的发展,借以解说概念发展的连续性。例如,虽然我们对电子的理解经历了很多变化,但“电子”一词前后各种用法之间存在着“推理之链的联系”,正是这条连续的理由链使得我们今天仍然可以正当地谈论电子这个词的概念、意义或指称^[4],虽然“电子”一词今天的意义和最初的意义已经大不相同。空间膨胀^[5]、时间变慢这些概念是常识很难理解的,但夏佩尔提出,日常语词的意义本来就有历时的改变,会有所延伸,例如我们会说,我们要把办公室的空间扩大两倍,这节课的时间过得真慢^[6]。夏佩尔借此表明科学语汇与日常语汇的联系,进一步表明科学概

念并不是什么特别的东西。

夏佩尔用理由链来取代一套永恒不变的充分必要条件。我们需要的是考察一个概念的历史演变,发现在这一演变中的理由的脉络,而不是寻找某种共相,寻找一套永恒不变的充分必要条件。在我看,这无疑是个正确的方向,远优于普特南和克里普克把科学定义凌驾于日常界说之上的混乱理论^[7]。但我觉得,尽管摸索科学概念和自然概念的连续性是极有意义的工作,但不可因此模糊了科学概念和自然概念的根本不同之处。

理由链也许可以解释那些来自日常语词的科学概念语词,如力、运动、惯性、时间、迁跃、细胞^[8],但它无法解释那些科学理论创造出来的科学概念。虚数、力矩、电离、夸克这些词,并不来自日常语词,而是直接由理论得到定义。此外我们还可以注意到,即使一个科学概念来自日常语词,这个语词即使是逐渐改变意义,最终也可能改变得面目皆非。日心说的反对者中有人拒绝伽利略的邀请,拒绝从他的望远镜里看一看天空。有的人看了,但不承认他在望远镜中所看到的。他们也许只是些老顽固。然而,用望远镜看还是看吗?我们多半会说:当然还是。用射电望远镜看呢?当天文学家声称“看到了”银河系中实际存在的黑洞,他们是怎样“看”的呢?他们看到了一个黑黑的洞吗?变化是逐步发生的,但在现代物理学中,“看”和“观察”这些语词的涵义已经和它们的自然涵义相去很远了。

像力矩、电解质这样的纯粹技术性术语,我们一望而知它们的意义是由某种特定的物理理论规定的。我们也许不懂得这些语词,但它们并不造成混淆。带来混淆的反倒是运动、加速度、动机这类语词,它们来自自然语言,同时又是科学理论中的概念。我们外行很难摆脱这些概念的自然意义,然而,它们在科学理论中往往有很不相同的意义。最简单的例子是“鱼”,在我们的日常理解里,鲸鱼和海豚都是鱼,而在动物学里,它们不属于鱼类。

作为科学理论概念,它们不受自然概念的约束,它们可能与自然概念大相径庭,甚至互相冲突,例如惯性运动、运动状态、不可见光、无意识动机、空间膨胀、空间弯曲。我们从这些最基本的概念可以看到它们在自然理解中的含义和在科学理论中的含义是多么不同。牛顿在建立绝对空间的概念时说,空间各点在运动是荒唐的,它们能在哪里运动?我们也会问,空间向哪里膨胀?向哪里弯曲?

关键在于,即使那些来自日常语汇的科学术语,在一门成熟的科学中,其意义也是由科学理论

规定的。运动、力、空间、时间、质量、真空，在科学中的用法和日常用法都有或多或少的差异。科学规定自己的概念。我们平常怎样使用这些词，对物理学家没有多少约束。

如果科学对运动、光等等的定义和我们对这些词的日常理解相悖，科学干嘛还要使用日常语词，说它讲的是“运动”和“光”呢？它为什么不给它所界定的东西另起一个名字，就像语素、夸克这类与日常语言无关的语词？科学所理解的光、运动、词，并不是与日常理解的光、运动、词完全无关的全新概念，它们是日常概念的某种变形、伸张、深入。在不断的理论构建过程中，它们最后的理论意义和日常概念脱离开了，但它们构成了自然理解和理论理解之间的桥梁。我们这些不懂科学理论的外行也能对这些理论有粗浅的、带有多或多或少误解的理解，正是因为这些基本概念和我们的常识、和我们的日常概念有某种联系。实际上，我们外行常见的科学语汇多半来自日常语词，我们或多或少能够理解这些桥梁概念，而像力矩、电解质、语素、夸克这样的概念，是由某种科学理论创造出来的，我们不掌握相关理论就完全无法理解。

仅仅指出日常语词在用来建构科学理论的过程中会一步步变得面目皆非还远远不够。我愿强调的是这种转变和语词意义的自然改变是不一样的。语词意义的自然改变是就事论事的，而语词意义在科学理论中的意义改变是系统的，服从于特定理论的需要，有固定的数学化倾向^[9]。自然概念向科学概念的转变虽然经常是逐步进行的，但这种转变的方向则是稳定的。下几节将以运动、静止、力、加速度等概念来表明了这一点。语词在进入科学理论体系之后的改变与它们的自然改变不可等量齐观。像夏佩尔那样用日常语词的意义改变来类比科学概念的发展模糊了这一根本差异。

日常概念的自然演化是在同一个平面上进行的，新概念出现了，取代了旧概念。科学概念的产生却不是这样。尽管在科学理论中，地球围绕太阳旋转，冰是有热量的，鲸鱼不是鱼类，但在我们的自然理解中，太阳仍然升起西落，冰是冷的而火是热的，鲸鱼还是鱼。科学概念原则上并不取代自然概念，而是构造一个整体，形成一种新的语言，一种亚语言。

在一个成熟的科学理论中，科学理论概念逐步取代了自然概念或曰经验概念，前者越来越少地依赖于后者，理论概念之间互相定义，逐步获

得理论严格性。也可以反过来说，新理论的成熟和自治，其标志即在于它建立了一套自己的概念，从而能够提供一套新的系统描述事物的方式。

运 动

在牛顿物理学中，新的运动概念取代了常识的运动概念。说到科学营造自己的概念，这是最突出的例子之一。

牛顿的第一运动定律说，除非有外力施加作用，否则每个物体都保持其静止、或匀速直线运动的状态。第一运动定律也称惯性定律，因为，如牛顿在定义3中所表明，使一物体保持其现有状态，无论是静止还是匀速直线运动，是需要一个力的，这就是 *vis insita*，惯性，物质固有的起抵抗作用的力^[10]。

惯性定律是每一个学过初等物理的高小学生都学过的，它是我们普通人最基础的科学常识，我们几乎不觉察这一定律中的表述和日常话语中所含的常识是两样的，或冲突的。上节说到，在日常话语中，大地是静止的，我们以大地为参照来感受什么在动，什么静止不动。运动和静止有质的区别。运动需要原因，需要力，静止却不需要原因，不需要力。直线匀速运动是运动的一种，需要一个力来维持，静止却是不需要力来维持的。放在我眼前的茶杯，停在红灯前的汽车，无论如何不能说成是正在运动。在牛顿体系里，大地这个参照系被废除了。我们现在要想象的是一个无限广袤的没有参照系的绝对空间。在这样一个绝对空间中，运动和直线匀速运动成了一回事。运动和静止的感性差别在这里是无所谓的。

按照我们的常识，没有生命的东西，如果不受外力作用，就静止不动。典型的例子是弹簧的运动或变化。生物有目的，有内在的动力，只有生物由自己发动运动。我们在日常生活中差不多主要用这个办法来察看一样东西是不是生物^[11]。一样东西的运动是有原因的，没有原因它将静止不动，或者其运动将逐渐停歇下来。笛卡尔把问题倒转过来：“我们应该问的是，它为什么不继续永远活动下去呢？”运动本来是要原因的，现在，运动中至少有一种，直线匀速运动，像静止一样，不需要原因就能持续，或者反过来，如果说直线匀速运动需要一个力来维持，那么静止也需要一个力来维持，而这个力，惯性，和我们平常所谓的“力”颇为不同。我们平常总是说“施加一个力”，惯性却不是任何东西施加到物体上的。

在常识以及在亚理士多德那里，位移这种运

动是变化的一种,是最简单的变化。运动的物体是有所改变的物体,静止的物体却不发生改变。物体在静止时保持其本身,而在运动中则改变了本身,从而具有回复到本身的倾向,就像一根被压紧或压弯的弹簧那样。所以,一般说来,静止是自然的,在本体论上有较高地位。运动、骚动、动乱则是一种扰乱,有待消除,以回复到平静。伽利略、笛卡尔、牛顿改变了运动的意义,物体处在静止状态或运动状态中,这两种状态和处在其中的物体是分开来考虑的,运动并不改变运动的物体。运动不再是物体的变化、生成,而是相对于其他物体或绝对空间而言的。

与变化息息相关的时间概念也发生了转变。时间本来是内在于物体变化的,现在,时间变成了像空间一样的外部框架。这一点突出体现在“运动状态”这个用语里。Status 或状态是静止的意思,不变的事物处在某种状态之中,变化着的事物则不处在任何状态之中。变化是从一个状态到另一个状态的过渡。因此,运动状态差不多是个不谐用语,近乎“不变的变化”。

我们记得,在亚里士多德那里,有些活动是由外力迫使的,有些活动则出自事物的本性。我用力把一根弹簧压弯,这是用外力来造成一种变化。我一松手,弹簧回复到原来的样子,这是弹簧出自本性的活动,这种活动使得弹簧回归它本来的状态,自然的状态。关于活动或运动的这一理解具有普遍性,使得各个领域中的活动可得到连续的理解。你把刀架在我脖子上让我给你 500 块钱,或者我自愿资助你 500 块钱,这是两件根本不同的事情。现在,事物的活动和事物本身分离开来,事物本身不再对它所经历的活动有什么影响,导致运动或变化的全部原因都被移到事物的外部来。对运动的这一理解,无论在力学上获得怎样的成就,却与我们在其他领域中对活动、行动、行为的理解不相协调,我们似乎很难取消自主行为与被迫行为之间的区分,很难设想行为的主体从来不是它的行为的原因,不是其行为的责任者^[12]。或者反过来,在逻辑上推进外部原因这一思路似乎不得不让我们最终取消责任人的概念。我偷窃或吸毒,我自己对此没有什么责任,原因在于我从小父母离异,在于社会没有为我创造良好的学习条件,等等。

我们多数人不曾意识到牛顿物理学的话语和日常话语的根本区别,但反观科学史,这里涉及的每一个概念都经过了长期的准备,经历了深入的讨论或争论。地球作为动与静的参照系,这

一点在哥白尼那里就取消了。布鲁诺提出了无限空间的观念,提出运动并不低于静止,两者是同样高贵的。不过,布鲁诺还是在中世纪的思想框架中进行泛泛的观念之争,而在笛卡尔那里,取消静止和运动的区别具有了明确的物理学意义,直线匀速运动像静止一样,也是一种状态,两者处在同一本体论层面上,实际上已经无法区分。诚然,绝对运动不等于静止,但只有上帝才能区分绝对运动和相对运动。伽利略则为牛顿准备了新的惯性概念,在伽利略那里,惯性已被理解为物体抵抗加速度即速度变化的性质。开普勒也同样把惯性理解为“对变化的抵抗”。而且伽利略还以相当清晰的方式表述过第一运动定律。不过,在伽利略那里,第一运动定律的内容和惯性概念尚无明确联系,没有形成惯性运动的概念。

这里所发生的概念转变远不止于引入了操作定义,仿佛我们只是为了方便把静止和直线匀速运动视作一事,在我们的真实理解中则仍然保持两者的区别。这里发生的是基本理解的转变。为方便计而引入操作定义是一回事,由于理解的转变而不得不重新定义基本概念是另一回事。思想史上,只有第二种情况才值得说到。新物理学家不是符号操作者,他们重新定义我们关于自然的基本概念,因为只有这样才能更好地从数学上处理关于自然的问题。

第一运动定律用一个数学物理的运动概念取代了一个老物理学即自然哲学的运动概念。新的运动概念在形式上极其简单,我们一旦掌握了它,就可以使运动计算变得十分简便。但它“很难被完全理解和把握”^[13]。因为它缺少感性,和我们的常识乖离。新的运动概念和日常经验不合,这一点笛卡尔本人也注意到了。他用上帝的永恒来建立运动的守恒定律。但在牛顿那里,新的运动概念就不再需要上帝来提供持续的动力,与常识的乖离由于其整体力学理论的成功得到补偿。与新的运动概念联系在一起的一系列概念构成了一个新系统,其中的概念互相定义,标识着物理学开始摆脱自然概念的束缚。

力、加速度、质量

牛顿第二运动定律说,要改变物体的静止状态〔或匀速直线运动状态〕,需要在与加速度相同的方向上施加与加速度成比例的力,比例常量是物体的惯性质量。力等于质量乘以加速度,或 $F = ma$ 。

这里出现的三个概念,力、质量、加速度,都很

能说明新力学的概念特点。

力是我们直接了解的概念。我们都有关于力的经验,用力举起一件重物,感受到某种压力,心力交瘁,等等。力的概念在这些用法中有种种变形,研究这些变形是一般概念分析的任务。牛顿的力不完全等同于自然概念中的力,它不涉及想像力、心力这些“力”。不过,在这一点上,牛顿所做的事情不超出一般理论都会做的,即排除一个概念的连绵不断的延伸用法,把一个概念限制在某种明确的概念联系之中。牛顿力学对力这个概念的更重要的改变在于,牛顿的力用来改变物体运动的方向或速度^[14],维持直线匀速运动是不需要力的,这和我们的平常观念不尽相合,也和亚里士多德物理学冲突。我们推一个手推车,要维持匀速前进,也是要用力的。在这个意义上,可说牛顿对力这个概念做了重新定义。

但显然,牛顿的力和我们平常所说的力并不是毫不相干的两种东西,它差不多就是我们推动一个物体或拉动一个物体所需要的力气。这些力气即使不能精确测量也是可以大致衡量的。基于牛顿对力的定义和力的自然概念之间的联系,我们能够进入牛顿体系,能够逐步理解那些更严格的也是更狭窄的表述。而且,牛顿也会承认维持手推车的匀速前进是需要力的,只不过这个力是用来克服摩擦力的。而在亚里士多德体系中,即使不考虑摩擦力,维持物体的运动也是需要力的。

现在我们来看看加速度。一般意义上的速度增减是我们当然常常经验到。车开得越来越开,滚动的小球滚动得越来越慢,最后停了下来。不过,比较起力,牛顿的加速度与我们的自然概念离得更远。一个次要的差别是,在我们通常的理解里,越来越慢与越来越快有性质上的区别,现在,这两者被统一在同一个概念之下。不过这个转变早就在数学中通过引入负数完成了。在负数概念中,数值与数的正负方向分离开来,与此相仿,在加速度概念里,力的强度值和力的方向分离开来。尽管强度和方向我们总是一齐经验到的,但凡熟悉数学-科学的人都已习惯于这种分离。在中世纪、尤其在伽利略那里,已经形成了近似于牛顿的加速度概念。

加速度概念中的难点在于,虽然我们是从越来越快或越来越慢开始来领会加速度的,但伽利略的加速度概念却不等于我们所领会的速度增加或减少。加速度这个概念是由速度相对于时间的变化率来定义的,而不是由距离相对于时间的变化率来定义的。速度越来越快并不意味着加速

度越来越大。下落的物体越落越快,但自由落体的加速度是个常量。换言之,加速度这个词的意思在牛顿力学中和在日常用法中根本不同。在实际生活中,我们通常只会经验到速度的变化,我们从来经验不到在一个恒定的力的作用下加速度不断变化。手推车动起来了,我们继续用力,这个恒定的力只是维持小车的运行,而不是增加小车的速度。由于伽利略的加速度概念和我们平常说到的速度增加意思根本不同,由于我们平常没有加速度变化的经验,中学生会感到加速度概念相当难解。实际上有不少中学生始终无法从概念上理解加速度,只能勉强记住加速度公式,用它来计算给定的应用题。这个事实提示:这里出现了一个基本的概念方式转换。

比力和加速度更有意思的是质量概念。牛顿第一次区分了重量与质量。在我们平常人眼里,质量就是重量,两者是一回事,而牛顿却另立一个与重量相区别的质量概念。两者有什么差别呢?重量是可感的,质量则是阻碍物体变化的一个抽象量,无法直接经验到。所以,我们需注意,质量和重量的区分不像人类学家区分种族和民族,种族和民族的区分在于从两个视角来分疏常识眼中合在一起的一族现象,两者分开之后,仍然各自领有自己的经验内容。而质量概念却是一个“纯理论”概念,由定义1加以定义。

质量是一个纯理论的量,由牛顿为其力学体系的需要所创制。这个理论创新对牛顿力学的建构具有决定作用,实际上,《原理》一书正是从对质量的定义开始的。科恩把质量概念称为牛顿所发明的“物理学的主要概念”^[15]。

就我们的考察来说,这种单纯为理论建构的概念具有特别的意义,因为它们特别标明了科学理论和常识的分界。

牛顿的术语更好地揭示了自然的真相吗?这个问题是下面这个大问题的一个支问题:科学是否更好地揭示了自然的真相?这里不专门讨论这个问题,只愿提到,并不是自然界的力原本是像牛顿定义的那样,也不是自然界的力就像自然语言中的力所界定的那样,而是,牛顿的术语适合于我们从一个特定的角度展示自然的真相,或者说,适合于让我们看到自然的某种真相。

新物理学给力下了一个明确的定义,几乎完全重新定义了加速度,创造了惯性质量的概念。我们为什么要接受这些新定义和新概念?我们可以这样回答:因为依据这些概念才能建构起一种特定的力学理论。为了建构一种有效的科学理论,科

学家必须重新定义一些概念,或者创造某些概念。我们要不要接受这些新定义和新概念,端赖于这个新理论是否更好地解释了力学世界。质量概念是由牛顿造出来的,但质量并不是一种任意的虚构。牛顿力学需要质量这个概念,就像我们的语言需要“重量”和“重要”这些概念一样。就像自然语言中的语词是由一个语言共同体的长期言说逐渐锻造出来的那样,物理学概念也是在物理理论的探索中逐步形成、定形的。物理学家反复调整、改进其概念,甚至引进全新的概念。这个过程与自然语言在语词使用中磨练语词颇为相似,两者的差别在于,自然语言的演化在于适应自然理解的需要,理论概念的演化和创生在于适应理论的需要,在这一过程中,是科学家们代替普通人进行这一项工作,科学家的概念改造工作是高度自觉的,整体科学理论对科学概念有着更明确的约束。科学概念的定义虽然也有一定的偶然性,但是其偶然性比起自然语言概念大大降低。物理学家并非喜好文字游戏,他们没有定义癖。是理论体系在为这些基本概念下定义。科学理论体系不是个别人在书房里想出来的,而是科学家共同体长期探索日积月累造就的。科学家在这种探索过程中了解到怎样定义一个概念才是有效的、有前途的。所有这些活动围绕着一个基本纲领,那就是对物理世界乃至对整个世界进行外部研究。合乎这个纲领的成果被保存下来,被反复锻造,臻于完满,不合这个纲领的思考被排除在外,逐渐湮灭。伽利略敢于引入他的加速度概念,不怕他对非力学家造成的理解上的困难,因为这个新概念在理论体系中将给予充分的报偿。自然语言要求我们对概念的理解比较自然,比较简便,而力学理论要求运算比较简便。在伽利略那里,落体的加速度是常量,这将比用其他办法来构造概念使运算简便得多。

科学新概念是一一营造起来的,但是它们的力量〔可接受性〕来自整体理论。就像自然语言中的概念坐落在整个概念网络之中,理论中的单个概念也无法获得科学定义,每一个科学概念在与理论系统的其他概念的配适过程中不断得到调整、修正。在 $F=ma$ 这个公式里,力、质量、加速度这几个概念是互相定义的,它们具有严格的数理推导关系。这些概念互相定义,最后形成在很大程度上不受自然语言约束的一套亚语言,理论语言。这套亚语言不是自然语言的形式化或逻辑化。科学概念的功能是建构理论,而不是为“模糊的自然概念”提供精确的界说。我们无法靠细致

分析运动、力、重量这些自然概念获得它们的科学定义。科学概念不是自然概念的形式化,不是自然概念的梳理,延伸,而是按照一种新的筹划进行的整体改造。

数学取向

科学营造自己的概念。这不完全是个摸着石头过河的过程。营造是在一种总体规划下进行的。科学史家逐一追溯近代物理学中每一个新概念的专利权,这些概念最后在牛顿体系中配置成为一个整体,但牛顿之所以能够具有这么伟大的综合力量,原由于伽利略、开普勒、笛卡尔以及其他很多科学家已经在原则上选择了一个共同的方向。这个方向就是科学的数学化。

伽利略从日常语汇中取用了力、阻力、运动、速度、加速度等等,为它们提供了新的定义。伯特这样描述伽利略的定义方法:他“赋予它们以精确的数学意义,也就是致力以这样一种方式来定义它们,以便于它们能够在数学家们已经熟悉的线、角、曲线、图形等定义的旁边取得其地位。”^[16]笛卡尔把自然的本质规定为由长宽厚组成的广袤,他已经从最根本的存在论上把世界的本质规定为必须由数学通达的东西了。

为了进行定量研究,首先必须对世界进行测量。迪昂在说到偏好模式的科学家时说,他们不去单独考虑和研究所涉的概念,而是利用这些概念的最简单的性质,以使用数来表示它们^[17]。柯瓦雷在《牛顿研究》中详细分析了牛顿的三棱镜实验,指出这一工作的一个典型特点是“进行测量”,并说明何以数学化使得牛顿具有格外的说服力^[18]。

我们的自然概念不是为测量而设的,不妨说,自然概念本来是些定性的概念。科学面临的一个基本任务就是把这些自然概念转变成可测量的概念。迪昂曾概括物理学理论的四个操作特征。其中第一个是,物理学概念要求它能够令物理性质的每一个状态都和一个符号相应,因此,这个概念标识某种维度〔dimension〕^[19]。新物理学逐步把它所借用的自然概念转化为量度的维度。为建构理论而新创的概念,例如质量,则一上来就是维度概念。“近代科学的历史就是逐步……把关于光、声、力、化学过程以及其他概念的模糊思想转变为数量关系的历史。”^[20]到今天,离开了数学就无法正确陈述物理学的定律。“物理定律的正确陈述涉及一些很陌生的概念,而描述这些概念要用高等数学。”^[21]

数量化当然不仅是把模糊转变成为清晰,伽

利略的加速度概念的主要功能不是把我们平常所说的越来越快越来越慢变成确切的快多少慢多少,它把这个日常的描述说法转变为某种近似于动力学的概念;更重要的是,通过加速度概念,不同类型的现象获得了齐一性,例如,加速和减速由同一个公式来表达,又例如,圆周运动和直线运动之间的区别被消除了,它们之间的区别只在于角动量的数值不同^[22]。从而,曲线运动和直线运动就服从于同样的公式,成为可直接比较的。相反,自然语言中的概念必须安排在互相不能比较的多个客观性平面〔planes of objectivity〕上^[23]。

事物、属性、现象等等的可测量度不等。本体是不可测量的,性质是多多少少可测量的;长宽高是最适合测量的。通过种种技巧,我们能够测量重量、时间、温度、压力、动量。郁闷、偏好、音色、神性、幸福,这些是不可测量或无法精确测量的。但若要对它们进行科学研究,我们就必须想方设法把它们转变为可测量的概念。我们用体液的涨落来确定爱情的强度,我们用一系列指标来确定某一国家人民是否幸福,GDP或GRP等等都是这种努力的一部分。我们要求每一个概念都必须具有测量标准,我们用论文的篇数、字数、引用率以及很多更为复杂的指标来确定一个思想家是否优秀。

那些可以精确测量的概念成为最重要的概念,那些不可以精确测量的概念成为依附的概念,我们用前者来定义后者、解释后者。于是我们就不难理解为什么事物的性质取代事物本身占据了视野,为什么事物被理解为性质的总和。而各种性质又被区别为第一物性和第二物性,像伽利略所做的那样,所谓第一物性恰恰就是那些可测量的性质。我们也就不难理解为什么笛卡尔把广延视作物质世界最基本的属性。它们最适合测量,这一特点使它们成为最终的解释者。长宽厚是本质的东西,爱与恨是些副现象。

然而,挑选那些表示维度并因而可以测量的概念只是科学概念数学化的一个方面。另一个更加微妙也更加重要的方面是,通过把所使用的概念定义为数学表达式,作者就免除了该概念的自然含义的约束。牛顿在《原理》的定义8的解说中说明,吸引、排斥、〔趋向于中心的〕倾向这些词,“我在使用时不加区分,因为我对这些力不从物理上而只从数学上加以考虑;所以,读者不要望文生义,以为我要划分作用的种类和方式,说明其物理原因或理由,或者当我说到吸引力中心或者谈到吸引力的时候,以为我要在真实和物理的

意义上把力归因于某个中心(它只不过是数学点而已)。”^[24]

实际上,牛顿一向用词谨慎。他当然知道这些语词在实际用法中有不同意义,并且在选词时颇费斟酌,例如他一方面把向心力说成是引力,另一方面又声明“虽然从物理学严格性上说它们也许应更准确地被称作推斥作用”^[25]。把所涉的力称作推力〔impulse〕、引力〔vis attractive〕、拖曳力〔vis tractoria〕、重力〔gravity〕、活力〔vis viva〕还是物体的某种固有的倾向,体现了作者对世界的不同看法,对物理世界的不同理解。牛顿在这里所谈论的究竟是推力、引力、拖曳力还是物体的某种固有的倾向或努力〔conatu〕,它们是同一种力还是几种不同的力,关于这些问题,在牛顿之前、同时、之后一直存在剧烈的争论。牛顿自己也一直在苦苦思索这些问题。他最后决定暂时不再纠缠于这些概念的异同,干脆把它们视作一种数学表述。它们也许是不同的物理力,但它们在数量上是恒等的,所以从数学上考虑,它们都是一回事。他说明,他使用“引力”这个词来讨论向心力,因为“这些命题只被看作是纯数学的,所以,我把物理考虑置于一旁,用所熟悉的表达方式,使我要说的更易于为数学读者理解。”^[26]

牛顿在这里专门谈到熟悉数学的读者。但我们大多数人不熟悉数学。自然语言在对我们说话的时候,我们实际上确实“望文生义”。很多科普书都会在“序言”里声明:本书中一个数学公式都没有,或者说,我将尽量少用数学公式。这无非是表明,只有去掉数学公式普通人才能读懂。然而去掉数学公式之后,就产生了牛顿在这里所说的望文生义,很多科学概念就成了漫画。我们有黑洞、空间弯曲、超弦这些概念,电视科普节目上说到超弦,还特别闪出一个大提琴手演奏的镜头。然而,只要稍稍读一点物理学,我们就会明白,这些概念都是数学概念,例如,超弦概念所依赖的超对称并不是直观的对称图形,超对称说的是,“如果考虑到量子的自旋,诸自然定律就不多不少只还有一种对称在数学上是可能的”^[27]。数学不是达到这些概念或解释这些概念的辅助方法,而是这些概念的核心内容。除非你通过数学方程来掌握空间弯曲或超弦,否则你就不可能正当地用这些概念来进行思考,你就不可能通过这些概念进行正当的推理。

尽管关于牛顿的用词以及他的真实想法,在牛顿之后又有很长时间的讨论和争论,但渐渐的,这类讨论平息下来了。所争论的问题在数学上并

无歧义,这就足够了。但我们不能因此认为,牛顿、惠更斯、莱布尼茨这些人都热衷于字词之争。变化的是时代观念,在一个以数学解决为答案的物理学中,关于引力抑或是推力的争论变成了字词之争。

我们刚才说到,和自然语言中的概念相比,科学概念较少偶然性。但毕竟,科学概念是在这个时代或那个时代形成的,是这个科学家或那个科学家定义的,我们无法保证科学语言具有唯一性。然而,数学化消除了科学概念最后残余的偶然性。因为这些概念的最终有效性不在于它们具有何种理解的内容,而在于它们能够在数学上互相换算。

这种做法却留下了一个问题,那就是牛顿不得不放弃“真实的物理的意义”。尽管在用数学原理取代形而上学原理这个巨大转折中牛顿起到了关键作用,但他仍不得不承认“数学的”和“物理的”两者之间的区分。即使今天,人们普遍接受了数学物理,这一区分仍隐隐对物理学的实在性提出质问。

注释

[1]R. 哈瑞, Rom Harre, *the Philosophy of Physics*, 载于 Stuart G. Shanker 主编, *Routledge History of Philosophy*, 第九卷, Routledge, 1996, 215 页。与这一事实相联系的是,物理学是科学的典范。顺便提到,哈瑞在这里说到“哲学分析”,不一定妥当,我将逐步表明,与其说科学家在对基本概念进行哲学分析,不如说他们沿着一个确定的方向对基本概念进行重构。

[2]科恩:《科学中的革命》,鲁旭东、赵培杰、宋振山译,商务印书馆 1999 年版,第 292 页。

[3][4][6]夏佩尔:《理由与求知》,褚平、周文彰译,上海译文出版社 2001 年版,第 154 页,第 33 页、第 362 页及以下,第 144 页。

[5]温伯格认为空间膨胀这个说法是误导的,见 S. 温伯格:《终极理论之梦》,李泳译,湖南科学技术出版社 2003 年版,第 29 页注 1。

[7]我在《语言哲学》(北京大学出版社 2003 年版)一书中对

普特南的一种理论提出了简要的批评,见该书 346-347 页。

[8]像细胞、加速度这样的语词,在汉语里差不多就是科学术语,英文所用的 cell 则显然是日常用语。我在准备发表的“移植词”一文中对这类现象做了讨论。

[9]见下面“数学取向”一节。

[10]伊萨克·牛顿:《自然哲学之数学原理/宇宙体系》,王克迪译,武汉出版社 1992 年版,第 2 页、第 13-14 页。

[11]机器是一个巨大的例外,需要另作专门讨论。

[12]从 aitia 这个词来看,原因就来自责任者。

[13]柯瓦雷:《牛顿研究》,张卜天译,北京大学出版社 2003 年版,第 5 页。

[14]这里只涉及牛顿所谓的“外力”,见定义 4,伊萨克·牛顿:《自然哲学之数学原理/宇宙体系》,王克迪译,武汉出版社 1992 年版,第 2 页。

[15]科恩:《科学中的革命》,鲁旭东、赵培杰、宋振山译,商务印书馆 1999 年版,第 202 页。

[16]E. A. 伯特:《近代物理科学的形而上学基础》,徐向东译,北京大学出版社 2003 年版,第 70 页。

[17][19]迪昂:《物理学理论的目的和结构》,李醒民译,华夏出版社 1999 年版,第 71 页,第 22 页。

[18]柯瓦雷:《牛顿研究》,张卜天译,北京大学出版社 2003 年版,第 40 页。

[20]M. 克莱因:《西方文化中的数学》,张祖贵译,复旦大学出版社 2004 年版,第 186 页。

[21]P. R. 费曼:《费曼讲物理入门》,秦克诚译,湖南科学技术出版社 2004 年版,第 2 页。

[22]亚里士多德在《论天》里也曾把所有运动分成直线和圆周及两者的混合(268b20-21),不过,亚里士多德的这种提法仍然是定性的,不是定量的。

[23]参见戈革:《史情室文帚》,中国工人出版社 1999 年版,第 41 页。

[24][25][26]伊萨克·牛顿:《自然哲学之数学原理/宇宙体系》,王克迪译,武汉出版社 1992 年版,第 6 页,第 171 页,第 171 页。

[27] Brian Greene, *The Elegant Universe*, Vintage Books, 2003, p. 173.

[责任编辑:陈天庆]

On Common concepts and Scientific Concepts

Chen Jiaying

Abstract: Some scientific concepts come from everyday discourse, such as power, electricity, light, movement or life, or may be coined by scientists, such as ion or quark. However, the concepts coming from everyday discourse may carry different or even opposite meanings in scientific discourse, as clearly shown by invisible light, unconscious motivation and space warp. The present paper endeavors to clarify the characteristics of scientific concepts as compared to natural concepts.

Keyword: concept; scientific concept; natural concept