

物理学中的唯象方法与唯象理论的认识论意义

王泽农

布莱克 (Paul J. Black) 在谈到物理教育问题时提出: “如果物理教育是为更多学生的全面发展服务的, 那就应当重视物理学家的工作成果在社会上、技术上的应用; 应当重视物理学的哲学和物理学的历史; 应当重视蕴含于我们文化之中的物理学方法; 应当重视物理学家这个专业群体的特点, 如支持、贡献社会的方式等。”本文就物理学认识论的一个课题谈一点认识, 也算是对布莱克先生的响应吧。

杨振宁先生 1997 年在香港发表一篇演讲, 后来标题改为《美与物理学》。演讲中提出唯象理论与物理学发展的关系。本文就详细讨论唯象方法及唯象理论, 并且说明唯象理论的认识论意义。

关于唯象方法与唯象理论

唯象一词产生于英语词汇现象学 (phenomenology), 在牛津哲学词典中, 关于现象学的解释是: 现象学产生于 18 世纪, 兰伯特 (J. H. Lambert) 与康德 (Kant) 提出: 这是人们经过自身意向的考虑, 对于经验和意识抽象化了的描述。在黑格尔 (Hegel) 那里, 现象学是感觉经验经理性化和自由思想过程而产生的知识。20 世纪胡塞尔 (Husserl) 提出意向区别于意识而有个人品质的不同, 克服了传统唯心主义的心身二元说。他提出意识研究的两个方面, 一是经验意识作为意识流的基元, 另一个是作为客

体一个侧面的映象。现象学遭遇到关于经验与实在关系的诸多问题和争论, 后人还有关于现象学与现象论 (phenomenolism) 的研究等。西方的哲学与科学理论相互影响, 西方的科学哲学有其合理内涵, 当然也有不足之处。我们暂且撇开现象理论的哲学研究不谈, 人们总是从直接经验, 经思想加工而得到对世界的认识, 这是认识的第一步, 在物理学界我们称之为 “唯象方法” (Phenomenological Method), 由之构成的理论, 称之为唯象理论。

我们可以给 “唯象方法” 作如下定义: 在解释物理现象时, 不去追究微观原因, 而是由经验总结和概括实验事实得到自然界的基本规律作出演绎的推论。如果从系统科学的观点看, 唯象方法是一种对简单巨系统最常用的建模方法。它根据系统的宏观性质, 不考虑系统的内部机制, 直接利用系统宏观层次上功能的特点建立演化方程。因此, 用这种方法建立演化方程不必研究子系统之间的相互作用。唯象方法是经典物理学运用的主要方法, 正如杨振宁先生指出的, 我们首先建立的是唯象理论, 这个理论的形成过程是利用唯象方法, 建立物理模型和数学模型, 在宏观层面上找到现象的主要原理和规律, 再形成较完整的理论架构。当然这样的模型是唯象的, 而且理论架构也是基于唯象的认识。

两面均可反射影像。也就是说, 如果从某一个方向看的话, 相当于每秒 60 帧的影像。

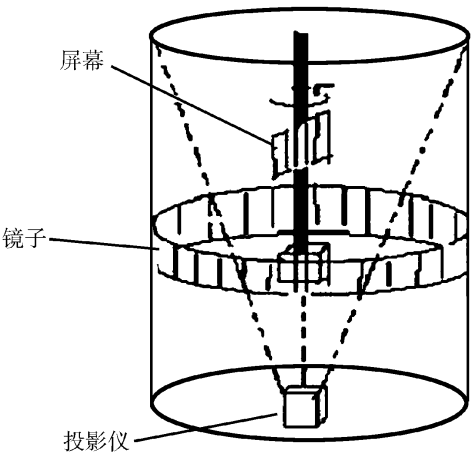


图 3 样品显示器的结构

然而, 实现 360° 全息图像可不是件容易的事, 需要摄像端同时提供 360° 的图像信息或者通过特殊的硬件芯片编码实现 2D 到 360° 全息图像的转换。

基于立体显示技术发展起来的立体电视基本上已经得到大众肯定。主要是与传统电视相比能带给观众强烈的真实感与现场感受, 把人的眼睛、耳朵甚至于思想完全带入一个虚拟世界, 不仅使观众获得精神与思想上的最大放松, 还可以体现不一样的生活方式。总而言之, 无论是哪种技术最终发展成熟, 立体电视走进家庭不再是奢望, 它会给我们的生活带来更多的 “真实” 和快乐。

(河北省保定市华北电力大学数理系 071051)

在经典物理的理论架构中有经典力学、经典热力学和经典电磁场理论作为三个非常典型的例子。例如：开普勒三定律，就是唯象理论。牛顿后来利用微积分的工具，建立了经典力学，包括万有引力定律，成功建立了新的理论架构；麦克斯韦利用矢量分析工具建立了麦克斯韦方程组，这就是电磁学的理论架构；而经典的热力学，人们称之为典型的唯象理论，它是建立宏观热力学模型，利用微分工具，归纳了基本的热力学定律，形成理论架构。应该说这三个理论，程度有不同，在其使用范围内，都没有深入到微观结构，所以这三个理论本质上仍然是宏观的物理理论。人们可以称其为唯象理论或者运用了唯象方法。热力学理论最为典型，而经典力学和电磁学，由于我们对微观粒子和“真空”的“误解”而容易误会为已深入到微观层次，实际上它们也运用了唯象方法带有唯象的特色。

近代物理学深入到物质的微观领域，形成了量子力学、量子场论、量子统计力学的理论架构，使物理学理论进入了微观层次。但是应该注意，唯象方法虽然不追问深层次结构，但是可以形成表述自然的理论架构，而且在它的运用范围内是成功的。例如爱因斯坦就曾经评价经典热力学理论：我相信，这是唯一具有普适内容的物理学理论，在它的基本概念可运用的领域永不会被推翻。此外，唯象方法在近代物理的研究中仍然发挥着作用，如朗道用唯象方法建立的二级相变理论，又如研究相变的“平均场理论”，超导的“巴丁-库珀-施里弗理论”等。应该注意，宏观与微观这一概念也有相对性，例如：如果在微观理论中直接引进由实验来判断的“内场”，代替复杂的相互作用，这就带有半唯象色彩。所以，唯象方法实际上有非常普遍的意义，可以在微观层次上运用，或者和其他方法结合。当然唯象方法也可用于物理学外的其他学科。

综上所述，从方法论的角度看，唯象方法是通过客体宏观现象的实验观察，分析与归纳找出规律，通过思维的创造，运用抽象与概括建立宏观的物理模型，利用数学工具构成符合演绎逻辑的理论体系。这样形成的理论可称作唯象理论，运用到微观层次上形成的理论则是半唯象的。

唯象理论的科学功能

邦奇（Bunge）提出科学研究的目的是回答五类问题：是什么、怎样的（What or how），是何地（where），是何时（when），从哪里来、到何处去

（whence），是何因、为什么（why）。或者叫“五W”问题。

从这五个问题可以看出，科学理论有描述功能（description）、预言功能（prediction）和解释功能（explanation）。前三个“W”是描述，第四个“W”是预言，最后的“W”是解释。如邦奇所说，回答“五W”问题，“让我们获得对客观事实最真实的描述，最精确的预言，和最有说服力的解释”。用这三个功能评价唯象理论，它们有描述功能和预言功能，但是它们的解释功能，因为科学认识的历史原因，显然是有局限的。实际上，物理学必定要追求微观世界对物质本性的认识，追求更深层次的统一。举物理学中的守恒定律为例，守恒定律是物质运动规律统一性的具体表现，正因为存在微观的守恒定律，才导致相应的宏观守恒定律。

罗森堡（Rosenberg）曾提出：科学定律描述了事物不得不如此的方式。但是，事物不得不如此的方式，即自然定律的必然性，从科学的观点看是颇难理解的。因为科学观察和科学实验从来没有表明事物必须如何，只是事物实际上如何。科学的解释功能是人类理性思维的产物。当然，物理理论开始时是描述功能和宏观的解释功能，随着科学认识的发展就必然要追求它的更为深层的规律，就要追求科学的微观解释功能。

科学的解释功能表现为各种形式，主要的有因果解释、结构功能解释与演化解释。因果解释是事物的内部因素或外部因素之间关联方面的解释；结构功能解释是从空间上看结构与功能的关系问题；而演化解释是从时间维度上看事物的发展。

对于物理世界来说，宏观现象与微观现象之间的联系也有因果解释的意义。从这个角度也可以看出，唯象理论可以说是认识理论的第一层次，从认识的发展看，人们也必然要去追求它的新解释、新层次。

关于因果解释

当科学研究在分析它的研究对象时，当然要分析事物本身及其相关方面的各种因素，我们常把主动方面的因素称作原因、被动方面的因素称作结果。因果问题是自然科学的基本问题，因果关系是事物间相互联系的方式之一，这种联系又有着多种形式，物理学在它所研究的物质世界层次上表述各种形式的因果关系。从古希腊亚里士多德到现代，因果关系仍然是科学哲学讨论的课题。本文并不详

一组与奥运有关的力学知识

杨永和

北京提出申办奥运的三个主题——绿色奥运、人文奥运和科技奥运，可见人们越来越重视科学技术在奥运会中所起的作用。运动和运动器材中蕴含着丰富的力学知识，利用力学知识可以帮助我们认识、分析许多体育项目，并改进动作、革新相关运动器材，以便在体育比赛中取得更好成绩。下面来看几个具体的运动项目和器材。

一、伯努利方程在奥运会中的应用

奥林匹克火炬是奥林匹克圣火的载体，火炬传递是奥林匹克运动会一项非常重要的仪式。从第十一届奥运会开始，每届奥运会都会诞生一支体现主办国家文化特色、符合高科技要求的火炬并成为奥林匹克运动的重要遗产。2008年北京奥运会火炬——祥云，长72厘米、重985克、燃烧时间约15分钟，在零风速下火焰高度25~30厘米，在燃烧稳定性、外界环境适应性方面达到了新的技术高度，能在每小时65千米的强风和每小时50毫米的大雨下保持燃烧，从而保证了火炬的顺利传递。火炬的燃烧过程是燃料与氧气发生剧烈化学反应的过程，因此必须保证氧气充足，燃烧才能保持稳定。

图1为祥云火炬示意图，燃烧腔四周开一定数量的小孔B，这种设计保证了燃烧过程中有足够多

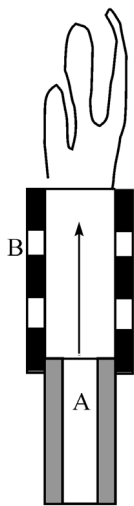


图1

的氧气。其原理可用伯努利方程解释：如果用 ρ_A 、 p_A 、 v_A 分别表示细孔A处气体的密度、压强和流速，用 ρ_B 、 p_B 、 v_B

分别表示小孔B处气体的密度、压强和流速，当细孔A喷出燃料，在火炬口燃烧使其周围空气变热，因空气密度变小而迅速上升，所以腔内气流速度 v_A 大于火炬外面的气流速度 v_B 。由伯努利方程 $(1/2)\rho_A v_A^2 + p_A = (1/2)\rho_B v_B^2 + p_B$ ，可知小孔B处的气压大于细孔A处的气压，即腔内气压小于火炬外面的气体压强，腔内外气体产生的压力差把外界空气经B口快速压入燃烧腔，从而保证氧气充足，同时这股气流能使燃料从A口喷入燃烧腔，使燃烧稳定进行。

乒乓球是中国的国球，在国际上有很高地位。女子乒乓球世界排名前10位的运动员中，有5位是中国选手，男子乒乓球前10名中，中国人更是占到6位。在乒乓球比赛中“弧线球”具有很强的进攻性，它旋转着前进，忽上忽下、忽左忽右，轨迹是不规则的曲线，令人捉摸不透，很容易造成对方接球失误，它为什么会产生这样的效果呢？

有经验的运动员都知道如果球拍对乒乓球的作用力方向通过球体重心，球在空中只是做抛体运动，

细讨论这个问题，但有一点必须指出，经典物理学里的因果关系，往往是以决定论形式出现的，例如经典力学的决定论关系，即由质点运动在某一时刻的坐标和动量，能精确地知道它在这之前和之后任何时刻的坐标和动量。经典力学的决定论因果关系，在上个世纪末受到混沌理论的质疑，但从现在混沌理论的分析看，并没有否定决定论的模型。真正突破经典模型的是量子力学，微观世界粒子的运动服从统计规律，反映的是一种统计性的因果关系。

罗森堡提出：实际上科学解释如何以及是否回答了我们的说明性问题，是否实际传达了真正满足

提问的某种理解力。一个长期占主导地位的看法认为，科学说明是有限的，最终不能令人满意，因为它不可能深入到事物的最底层。这里提到的“不可能”，从负面来评价科学的认知，容易引入“不可知论”，所以我们要正确理解真理的相对性与绝对性的辩证关系。以20世纪物理学追寻大统一理论的进展为例，弱电统一理论的成功，以及弦理论、M理论的提出，向人们展示了科学理论向未知领域进军的历程，还有夸克囚禁、真空破缺、暗物质与暗能量等诸多未解之谜。当然人类的探索之路还很长很长。

(江苏省南京市晓庄学院物理系 210017)

