

现代物理中的黑箱方法

石东平 程正富

(重庆师范高等专科学校 永川 632168)

在现代物理的研究方法中,黑箱方法占有非常重要的地位.所谓黑箱,就是内部结构、层次和性能未知的、有待于人们进行研究和控制的对象或系统.现代物理中, α 粒子散射实验可以说是黑箱方法的典型代表.

下面分两点简述研究黑箱的方法.

一、开启黑箱法

将黑箱分解成局部,研究其内部结构或功能的方法称为开启黑箱法.物理学家研究物质的层次和结构时,就是随着时代发展而不断开启黑箱的过程.开启黑箱法对于人们认识复杂系统的内部结构和性能确实不失为一种有效的方法但同时具有很大的局限性,一是黑箱被开启时有可能引起黑箱本身结构和功能的变化,因此研究结果并不一定是它本身性质的体现;二是黑箱被开启后可能会发现它又是由结构和功能未知的更小的黑箱组成即黑箱装黑箱的问题,要获得更详细的了解,只有努力探索,层层开启黑箱,微观粒子研究不断向纵深发展的过程与此非常类似;三是开启黑箱是一种破坏行为,有时是不允许的,比如文物的鉴定,某些危险物品的检查等;四是由于条件和技术的限制而无法开启黑箱.例如对于物质微观结构而言,我们现在已经知道,比基本粒子更深的层次是夸克和轻子(《现代物理知识》1995(3)p13),而对于夸克和轻子这个层次的黑箱,仍然有待于人们去开启对其内部结构作进一步的研究.人们对微观世界的认识是无穷尽的,开启了一个黑箱只标志着我们的认识达到了某一个层次.

二、不开启黑箱法

对于某些内容、结构比较复杂的黑箱或者限于人们的认识还没有能力将其开启的黑箱,以及在开启过程中会严重干扰本身结构的黑箱,人们就只能运用不开启黑箱法进行研究了.诺贝尔奖获得者李远哲先生所讲过的一段话用

来形容不开启黑箱法是再形象不过了,他说:“我所从事的工作(用现代物理学的思想和方法研究化学反应的微观动态机制),类似在黑暗的动物园里设法探测一个笼子中有哪些动物.办法是往笼子里面扔些东西,例如扔进一只香蕉,如果里面有大象,大象就会连皮带肉吃了香蕉,不会有剩余的东西扔出来;如果里面有猴子,猴子会剥开皮吃了香蕉肉,然后把皮扔出来,我就根据里面有没有东西扔出来,扔出来的是什么东西,去猜测笼子里有些什么动物……”

1.具体方法之一

这种方法是有意地对黑箱输入信息,观察黑箱对应的输出信息,然后利用分析、综合、类比等逻辑方法,以及必要的数学推算,得到研究结果.其模式为

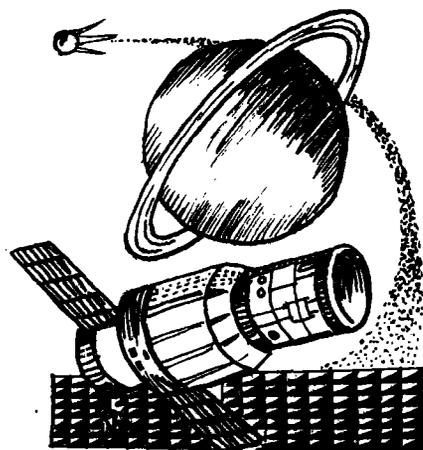
输入—黑箱—输出

对于结构比较简单的黑箱,也许只需要一组输入输出信息,即可分析出其内部结构和功能.而对于比较复杂的黑箱,需要采用控制论的方法有目的地调节黑箱的输入,观察其对应的输出,比较多地采用分析和综合的方法,才能得到研究结果.1911年前后卢瑟福和其助手盖革、马斯登以 α 粒子散射实验建立原子的核式结构模型即是这种方法的光辉典范,该事例中的 α 粒子是输入信息,黑箱是用作靶物质的金箔(厚度大约为 $1/1000000$ 米)即金原子,根据 α 粒子被散射的情况(输出信息),经过严密的数学推算充分证明了在原子中有一个带正电的极小极重的中心体原子核,核外面散布着象行星围绕太阳那样运动的带负电的电子.卢瑟福的方法和思想开辟了一条正确研究原子内部结构的途径,为原子科学的发展建立了不朽的功勋,这种利用散射来确定粒子内部结构的方法已被推广到研究原子核甚至基本粒子的内部结构,

从物理学到交叉学科

秦以钦 叶丽云

(武汉汽车工业大学 430070)



一、科学的发展趋势,交叉学科的产生

1543年自哥白尼的《天体运行论》问世,自然科学从神学中走出来宣告独立,科学经历了相对独立的分散状态和19世纪的大综合过程.本世纪以来,已经形成高度分化又高度综合,相互交叉的网络状态.随着人类社会文明的进程决定了科学必须从个体封闭式研究的局限中走出来,这是社会发展的必然趋势.系统论、控制论和信息论等新兴学科都明确地提出科学必须具有整体研究问题,综合概括理论,动态考察现象的功能.于是,提出了“大科学”的新概念,这一概念在人们头脑中逐步地具体化、理论化和系统化.科学的格局发生了变化,每门学科要不断补充和完善,各门学科之间发生了概念、原理、方法的融合,这就是本世纪初就已萌芽的现代交叉学科运动.

首先,由不同学科相互渗透的中介提供了交叉学科形成的可能性,这种可能性之所以能转化为现实性,则是由这些中介的衍生机制实现的.其次,辩证唯物主义认为,每种现象的各个方面都是互相依存的,彼此有极其密切而不可分割的联系,形成统一的,有规律的运动过程.这正成为不同学科存在相关点的客观依据,也正是交叉学科产生的必然性,并且再次证明科学必然走向网络化大科学.

2.具体方法之二

这种方法是利用已有的规律和经验去分析黑箱的“辐射”信息(即本身的表现),从而推知黑箱的结构和可能具有的性质,这种方法天体物理中应用较多,例如用原子分子光谱知识去分析星体的谱线从而推知该星体上的元素;由多普勒效应(Doppler effect)根据所有星系的

二、物理学对交叉学科所起的作用

1.物理学是研究物质基本结构和物质运动基本形态、基本规律的一门学科.物理学所研究的自然界的基本规律无不包括在其它学科之中.物理学以其理论概念的基本性和实验手段的严密性得以成为许多其它学科研究的基础和主要依据.科学最初分化为生命科学和物理科学.生命科学进一步分化为动物学、植物学等,物理科学则分化为天文学、物理学、化学等.大部分当代新学科,如天体物理学、物理化学、生物物理学、地球物理学、生态与环境科学、材料科学、计算物理学、微电子学、光电子学、光学信息处理等等,都是在物理学和其它学科的交叉点上兴起的.物理学研究前沿和有关学科发展方向双向渗透,彼此融合是交叉学科产生并得以发展的主要原因.随着历史的发展,知识体系的不断扩大完善,物理学已广泛地渗透到整个自然科学中去.犹如不同的生物个体内存在着许多相同或相似的基因,则这些生物个体必然

光谱红移推知宇宙膨胀;以量子力学为基础,根据黑洞内粒子的隧道效应(量子蒸发)可以推知黑洞的热力学性质(《现代物理知识》1996增刊34—37).

黑箱方法已经为现代物理乃至整个自然科学的研究立下了汗马功劳,无论是向大尺度方面还是小尺度方面发展,黑箱方法将越来越受到科学工作者的重视.