

## 物理学咬文嚼字之十 心有千千结,都付画图中

曹则贤

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

A picture says more than a thousand words. ——西谚<sup>1)</sup>

凡所有相,皆是虚妄。——《金刚经》

**摘要** 图像可以帮助表述难以言传之意,所以它一直是物理学以及其他众多学科之重要表现工具。英文物理学文献中常遇到的与图像有关的词汇包括 chart, map (mapping), histogram, scratch, sketch, image, plot, inset, painting, drawing, illustration, depict, delineation, profile, graphics, figure, picture, diagram (schematic diagram), graph, photograph, micrograph, cartoon, portrait, 以及最近也可以作为稿件部分的 film, flash, video, 等等。研究者要善于选择最有效的图形表现工具,并要明了这些不同方式间的细微差别。然而,对物理学渐进境界之理解却又要求研究者心中不能着相。此中微义,愿读者诸公参详。

爱因斯坦某次在普朗克生日上讲了以下这段话:“人们总想以最适合于他自己的方式,画出一幅简单的和可理解的世界图像,然后他就试图用他的这种世界体系来代替经验的世界,并征服后者。这就是画家、诗人、思辨哲学家和自然科学家各按自己的方式去做的事。”自然科学家认识世界,并要向世界传达他们的认识,靠语言,靠公式,还要靠图像。言可以达意,然不可穷尽一切欲表达之意。数据有说服力,但一长串数字具有致人晕眩的效果。如果把要表达的内容(指任何制图的动作)出图,把取得的数据画成曲线或者图形,一来可以节省唾沫与笔墨,二来可以迅速向读者强化自己的意思,即图片具有建立信任(Trust building)的功能。在拥有机械复制图像以前,手工的图像制作甚至有“反映”制作者自身形象的功能。在不久前的中国,姑娘们会努力将自家百千纠结的心事仔细地倾注于荷包、鞋垫、手帕之类物品上精美的绣活,其图案会被当作姑娘是否心灵手巧、面目姣好的判据。今天,高度发达的科技让图像制作产生了革命性的飞跃,人类能提供的图片空前复杂,因此科技文献基本上都能做到图文并茂。图片在自然科学研究中,除了用于表“无言之意”外,还有更深刻的影响。早在照相术刚出现的时候,Walter Benjamin 就提醒人们以照相机为标志的机械复制时代对人类艺术创作和欣赏情趣的破坏作用(参阅“The art in the age of mechanical reproduction”)。而今天,基于计算机技术之上的各种图形化

技术不仅改变了自然科学的表现方式,也改变了自然科学的研究模式(尤其是实验科学。一套房子如果不配备计算机,计算机不装图形软件,怕是难以让人相信是实验室了),更改变了研究者对自然本身之图像(如果有的话)的构思。在以计算机图形学为标志的当下,我称为数字化复制时代,数字化的图片在带来科学繁荣的同时,也对读者的辨别水平提出了难以胜任的要求。精美的数字图片相比于手工的简图,前者更易于造成忠于实际(true to nature)的印象。图像上做手脚是当前科技不端行为的多发症,但也是未流的勾当。本文无意就上述问题作深入探讨,而是依《咬文嚼字》的本意,谈谈与“图”有关的英文字在物理学文献中的应用。

检点一下物理学文献中与图像、绘图相关的词汇,可以发现以下众多选择,包括 chart, map (mapping), histogram, scratch, sketch, image, plot, inset, painting, drawing, illustration, depict, delineation, profile, graphics, figure, picture, diagram (schematic diagram), graph, photograph, micrograph, cartoon, portrait, film, DV, flash and video, 以及三维形式的 holograph, tomograph 等等。这些词相互间有一定的交叉,但确实反映了图片形式的多样性。不同的图形方式具有不同的表达功能,传达的是不同情景,在

1) 西谚云:“一幅图抵得上一千句话”,此其是也。其实,现在的文字,原本就是早先简单图画演化。今天汉语里的许多词语依然借助“象”来强化其意义,如“雪白”、“笔直”等——作者注

读者心中会引起不同的共鸣(见图1)。如何选择合适的图形工具清晰有力地表达自己的思想是科研工作者必备的修养。近年来,国际出版界对多媒体稿件的认可更是推动了科技文献对新图形方式的采用。Science 等高等杂志一直强调对科学问题的图像表达,现 Science 杂志正在举办视觉挑战赛(Visualization challenge),征稿范围包括 photographs/pictures, illustrations/drawings, informational/explanatory graphics, interactive media (交互式媒体), and non-interactive media(非交互式媒体)五大类。

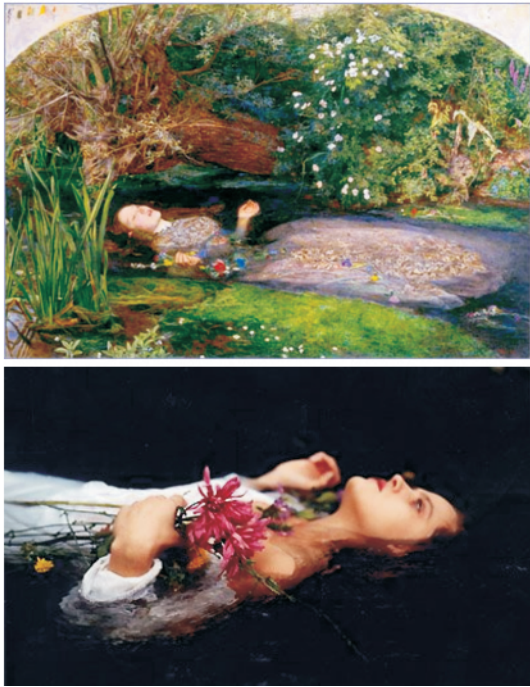


图1 Ophelia之死(取材于莎士比亚戏剧《汉姆雷特》)。上图为油画(英国, Millais),下图为剧照。一样的悲剧情节,不一样的艺术效果

下面,笔者将分别就前述提及的英文词略作详细一些的探讨。

(1) Figure.

Figure 是文献里关于“图”的通用说法,缩写为 Fig., 复数缩写形式为 Figs., 用来作为图的标识和引导对图片的说明。Figure 一词在句子开头,尤其是段落的开始处,宜全拼。常见的应用形式有主动式的“ Fig. 1 displays (represents, shows, illustrates) this or that. . . .”, 作介词短语的“ In Figs. 3a-3d plotted are. . . .”或者被动形式的“ as shown (depicted, presented, . . .) in Fig. 1A. . . .”, 等等。Figure 这个词词义很多,在阅读英文文献时应注意体会它的许多微妙处。Figure 本意是形状、线形的意思,所以几

何中的什么三角形、锥体、十二面体等几何形状都称为 Figure, 人的形体也是用这个词(英语语境下似乎不多用,而德语 gute Figur(体形真好)似仍是口头语)。Figure 还代指数字(进而引申为数目),这不奇怪,因为“0, 1, 2, 3, 4, 5, . . . .”就是阿拉伯人发明的指称数字的图形符号。Figure(来自拉丁语 fingere, to form)也可以作动词,现多指图示、想象出形状或计算出数据来。

(2) Sketch.

Sketch (to hold fast) 原意是抓住、固定住,作为动词指快速潦草地作画,名词指的是那种简单、粗略的、缺少细节的画或设计图,中文翻译为简图、素描。在没有照相机的年代,博物学家遇到新的动植物或矿物,全靠手中的铅笔 sketch 下来作为观测记录,所以那些年代久远的科技书籍里面多是“sketch”类的插图。现在,机械制图因为线条简约仍被称为 sketch, 虽然它可能包含非常繁琐的细节。与 sketch 同源的词是 scheme, 指显示了某个物体或系统之构成元素的简图(方案、规划图),或者给定设计或体系里不同事物之间有序的组合,如 a color scheme (色彩调配)。与 sketch 意义接近的另一个词是 scratch (原意用指甲抓挠),指用带尖的或锋利的东西在面上刻划,做标记。

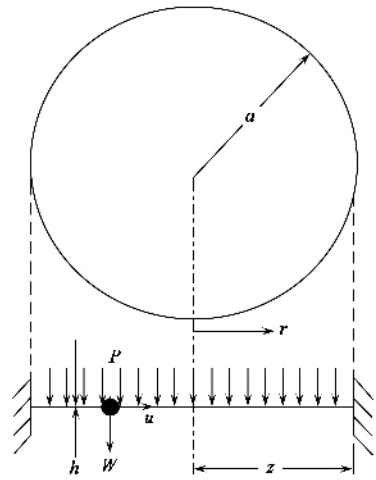


图2 A sketch (草图、简图)

(3) Picture

Picture 来自拉丁语 pictus, pingere, 同源的词有 paint (painting) 和动词 depict (名词形式为 depiction), 指的是在(平)面上涂抹出人物、风景来,所以有 oil painting (油画)的说法。名词 Picture 常和动词 depict 合用,完成某“画”描述某事物的叙述,如“ The pictures depict women cleaning their homes

(这些画表现妇女们在打扫房间的情景)”。Picture 并不一定指画,如对事物生动的、详细的字面描述也称为“picture”,所以“to depict (to picture in words)”有描述得有鼻子有眼的意义。此中范例有司马相如和扬雄的汉赋,“写物图貌,蔚似雕画。”实际上,任何同事物相像和可作为事物特征的东西都可以称为“picture”,量子力学中关于动力学的表述就有 Schrödinger picture 和 Heisenberg picture 的说法,实际上就是两种处理问题的方式,中文有人将之翻译成薛定谔绘景和海森堡绘景,就是不了解 picture 的意思造成的。一般的教科书中会理所当然地说这两种绘景应该给出对问题等价的描述,但是 França 等人(Physics Letters A, 2002, 305: 322, 328)给出过一个反例。

#### (4) Histogram.

Histogram (Histo + gram) 是统计上常用的竖条状的图,每一竖条同相应事件发生的频率或频率密度成正比。汉语将 Histogram 译成直方图,是只看到了外观而未肯究其深意。Histo 是 history 的词干,它同汉字历史或故事的对应只是浅层的,其本意是讲述或通过问究的方式学习的意思,当然学习者是 historia (ιστορία) 的,即有学问的。这个词同说唱 (narrative) 艺术全面关联,说唱的人、说唱的内容、说唱这种艺术形式都是 Historia。想想文字出现以前,过去的事情只能靠某些人的说唱来延续,说唱的人自然显得有学问,说唱的真事是历史,说唱经过长期的添油加醋就成了故事了。这方面典型的例子有古希腊的荷马史诗、我国藏族的《格萨尔》、蒙古族的《江格尔》等,当然,我们最熟悉的还是《西游记》。《西游记》是如何从唐朝的历史 (history) 添加天竺、西域诸国以及本土的各种传说 (legend),终于形成了神话故事 (history) 的过程,胡适先生有详细的考证。Histogram 笔者以为翻译成叙事图可能更贴切。

叙事图 (Histogram) 的画法是很有讲究的。若水平轴是无关联的分立值 (如一组城市,某单位的员工姓名, ) 则它们之间没有顺序 (ordinality) 的问题; 相应的标记为高度同取值成正比的长条形,但宽度没有定则,甚至可以是窄窄的细线条 (这就是直方图翻译不准确的原因),且长条形的位置不会被错认为对应邻近的变量就行。如果水平轴的变量是可比较的,比如统计家庭人口数分布,则变量的安排一般来说要按顺序。长条标记的画法既可以骑在对应的变量值上,也可以画在变量在数轴上的标签 (label) 的一侧。这个时候的纵轴的值可以是绝对数

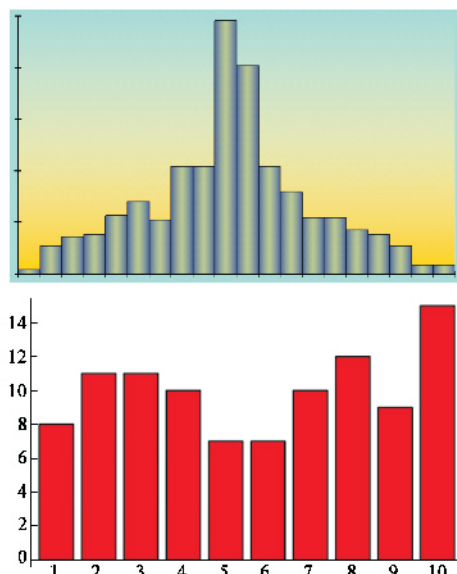


图3 Histogram (叙述图)。长条形的画法根据要表现的内容是有讲究的

值,也可以是相对的或严格的概率。但如果水平轴的变量是连续的,哪怕是可含糊糊看作是连续的,比如按 1000 元为一档统计职工收入的分布,则 histogram 所用的长条形一定是单位宽度的,且要位置准确,比如放在对应 1000 元和 2000 元两个数轴标签中间的直方图,其高度代表的是收入在 1000 到 2000 元之间职工的比例。此时的纵轴为概率密度。许多时候,我们想由对分离数值段的统计结果得到连续的概率密度函数,这是由仪器计数来推算物理量分布的一般范式,只要变量分段的数目足够多,足够密,就可以将上述方法得到的叙事图的包络线 (envelope) 直接当作分布函数。但是有时仪器对一个物理量取不同数值时的响应是不一样的,则对得到的叙事图还要用仪器的响应函数加以修正。一个极端情形是,由仪器测量物理量  $x$  在  $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots)$  点上的计数来得到它的分布函数,但仪器在每个计数点上的实际工作窗口  $\Delta x$  可能 (甚至远) 大于计数点的间距,则对叙事图进行适当的退卷积计算的结果才能得到真实的分布函数。

又,在横轴上方和下方可以各开辟一个绘图区,绘制两个朝向相反的叙述图,从而方便不同条件下的分布情况的比较。这样的叙述图称为 bi-histogram。此外,有时可以在一个横轴的单位间隔内挤入两个甚至多个表示不同量 (或者不同条件下同一个量) 的分布,当然这时的竖条形应该通过染色或填充图案加以区分。

(5) Drawing

动词 draw“很吃力”，它来自德语的 tragen，拉丁语的 trahere 和火车(英语 train, 德语 Zug), 拖拉机(Tractor), 拖曳(Drag)是同源词, 是拖、拉、扯、拽、拎的意思。拽着个能留下印痕的东西所留下的印记的总和就是 drawing, 所以 drawing 指幼儿园小朋友胡乱画是最贴切的。Drawing 这个词强调运笔时用力的事实, 其本意指的是手绘图。

(6) Diagram 或者 Schematic diagram

Diagram (dia + graph) 强调画线条时将平面一分为二, 是那种突出“关系”、“想法”为目的的简图, 我们一般称为原理图、示意图或图解。这样的图一般不表现事物本来的面貌, 比如电路图里的电阻、电容并不是真要画个元件(见图4)。物理文献中的 schematic diagram 一般用来阐述某个仪器的工作原理, 某个数学证明过程(当然没有实物), 或者某个物理过程的细节。反映 diagram 本意最妙的词是相图(phase diagram, 见图5), 那里的线条确实把图面分成不同的区域, 每个区域对应物质不同的相。

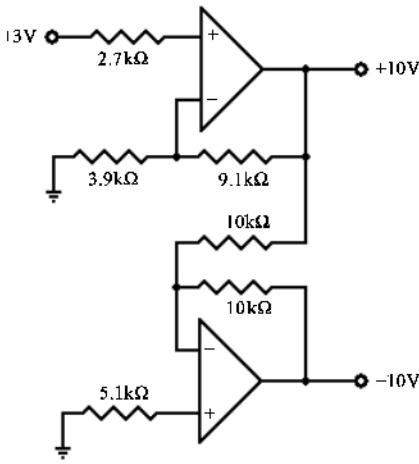


图4 电路图是典型的 schematic diagram

(7) Illustration

Illustration 的动词形式为 illustrate 和 illuminate 同源, 是照明、照亮、使清楚的意思。所以, illustration (汉译插图) 不强调是何种图画, 而强调其有助于把问题、事物说清楚的功能。物理文献中常用其动词形式, 如 Fig. 1(a) illustrates typical features of the new design (图1(a) 显示了新设计的典型特征)。在汉语语境里提起插图, 人们可能会想到另一个词 inset, 即在一幅图中插入的一个小一点的图。Inset (to set in) 强调了其所处的位置是插在一幅大图里面的, 因而它的功能一定是从属性的, 表达的是对大

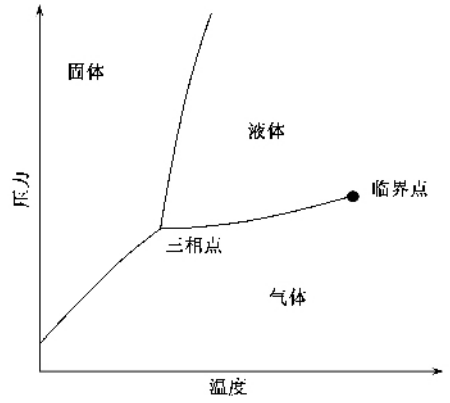


图5 物质的相图(phase diagram)。这里描绘的是物质的状态随温度和压力的变化

图的局部放大或补充说明等次级的内容。

(8) Chart and map

Chart 和卡片(card)一词同源, 来自“树叶”, 因此可以想象 chart 是一片一片拼装的, 用来将相对分立的一组数值信息做成图片。如组织结构图(organization chart)、流程图(flowchart)、气象云图(cloud chart)、关系图(relation chart)、海图(marine chart, nautical chart), 等等, 都给予人以分立单元凑成一图的印象(见图6)。

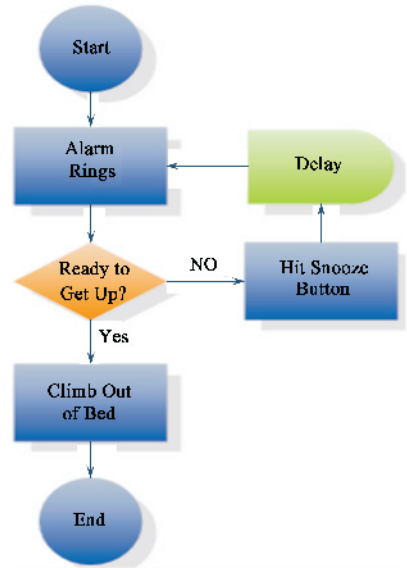


图6 流程图(flow chart)

Map 来自 mappa, 本意是布, 围嘴布。地图就是在那上画的, 所以慢慢地 map 就等价于地图(汉译)了。但 map 不局限于地图, 也可以是 star map (星图) 或别的什么 map, 但要强调所表现的个体间的相对位置。如果其上重要个体(比如城市)间还有路径联系起来, 就是 Roadmap (路线图), 转义为达成某

一目标所作的规划、实施方案等.把专门的(地、星、路等的)图集成一本书,这书就是 Atlas(汉语似乎想当然地将之译成地图集或册).

Map 和 chart 同绘图有关,在数学上常会遇到.在数学语境里, map (mapping) 被译为映射,如函数  $y=f(x)$  就将  $x$  在某空间内的取值区域(即函数的定义域)变换为  $y$  在另一个空间的一个区域.在这两个区域内,点之间的相对位置是所关切的,这样的变换类似于将地球上的村庄河流的相对关系誊写到一块布上,所以是 mapping.在微分几何里, map, chart, atlas 走到了一起.一个 chart, 又称坐标系( coordinate system ),包括集合的一个子集和将这个子集变换到欧几里得平直空间某个区域的 map; 要把一块区域全部变换到平直空间,可能需要一套 chart, 则这些 chart 的总和就是 atlas.这实际上是一套绘制地图的程序:把所关切的地域分成适当的小块(相互间可以部分重合),为每一小块确定将其上的特征誊写到地图(二维的欧几里得空间)上一定区域的映射(算法),则全部小块/映射组合的集合就是 atlas, 它包含了地域-算法-地图的所有信息.

#### (9) Photograph

照片 Photograph( photo + graph )<sup>2)</sup> 的字面意思是用光来写或画.来自物体上的光线将胶片曝光(让胶片上的颗粒物质改变性质从而产生颜色或亮度上的对比)或将存储器激活进行计数,就得到了照片.跟 drawing, painting, sketch 之类的图相比,照片当然更忠实于实物,但是,对这种忠实不可太过迷信.胶片或 CCD 器件都有一定的空间分辨率、波长的分辨率(记录与再现的时候)、强度响应窗口和波长响应窗口,都要经过它自身的方式形成图像才能向人提供照片.认为照片反应了真实是比较天真的看法,一些物理学家拿双缝背后的衍射图案(有时是生硬地转化成数学描述后)去讨论波粒二象性而罔顾表现衍射图案的探测器前端也发生了要理解的相互作用过程,也有探测精度、分辨率、卷积等问题,就是这种天真症.随着数字相机的普及,照片以及其他多媒体形式如 video, film, flash 也成了可接受的稿件组成部分,或作为单独的支持性材料( supporting materials ).但是因为照片忠实地反映事实的迷信,所以照片也受学术不端者的青睐.有一类故意做成的伪图片(照片),但作者使用时一般都会注明.图 7 中上图为所谓的艺术图片( artistic picture ),有照片的成分,也有绘画的成分,放在一起艺术加工而成.而下图是月球的色度马赛克( false-color mosaic ),马

赛克指图面被分成小区域,所谓的假色( false-color )意思是指这里的颜色是人为分配而来的(如果是黑白的,就用灰度作为量化特征).此图中的颜色是根据月球土壤中钛成分来分配的.波长越短的颜色对应的钛含量越大,从而将月球土壤中钛元素的分布情况用比较直观的方式(以牺牲精确度的代价)呈现给读者,以期迅速地获得一个大体的印象.对其他物理量的表示也可照此办理.除了相机以外的物理测量设备的图形输出大多都是这类的.这类照片比数据更直接地表达某种态度或观念,对这类照片的诠释应当慎重.

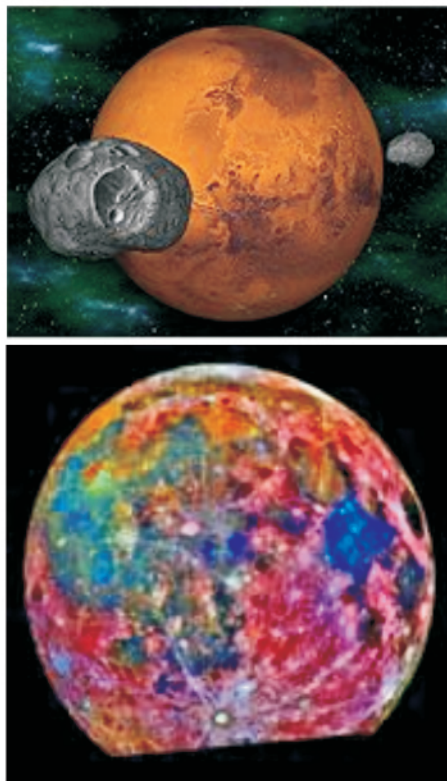


图 7 鲜艳的赝照(上图为火星和它的两个卫星的艺术图片;下图为月球的色度马赛克)

#### (10) 线条类的图

这类的词包括 delineation, profile, outline, contour, 等等. delineation 的动词形式为 delineate, 后三个词本身可作为动词. Delineate 意思较复杂,有画出轮廓、草图、绘声绘色地加以描述地意思. Delineation 是线条图(见图 8),但是线条充满整个画面及画面里的实体.早先欧洲书籍里的插图大都是这种用线条画成的,粗看有网格的感觉.

2) Graph 同前述的 gram, 都是写与画的意思. Graphite 为能写的矿物,即为汉语的石墨——作者注

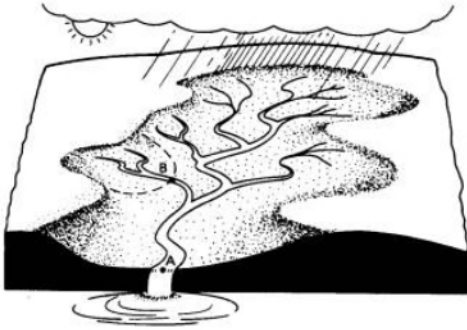


图8 Delineation( 上图为线条型的地面水网轮廓;下图为线条型的人物画)

Outline 和 contour 都是用线条描述轮廓,线条要简明,不加阴影( shading )填充. Outline 的引申有大纲的意思,和汉语“大纲”字面上也相契. Contour 来源于 turning, 与转圈有关,所以 Contour 一般是闭合的(图9). 这个词常用于复分析,用来表示闭合的积分路径,有的教科书直接称之为闭路或环路. Profile 和 Outline, Delineation 意思相近,因为 File(拉丁语 filum)本身就是线的意思. Profile 也是沿事物的外缘画的线条,但这词一定程度上更抽象化了. 比如,测定材料成分随深度的分布就称为 depth profiling. 关于人的 profile 除了是其脸部或身形的外缘轮廓外,还可能是对其经历的描述,比传记要简要,但比简历( Curriculum Vitae )要复杂得多.

( 11 ) Plot

Plot 指的是一块地皮,其上有标记表明其用途,比如建花园. 不知怎么让 Complot( 密谋、策划 )的一部分意思附了体,所以还有密谋、策划、作规划的意思. Plot 作为与“图形”有关的词,和 diagram, chart 接近,类似市政建设的规划图. 在图上指出某点的位置,用点将方程表示出来,将点串起来形成曲线,就是“plot”所指的动作. 所以在科技文献中“ In Fig. 3a plotted is. . . . ”那“plotted”一般地是指曲线或者板块状(地图)的东西,强调其形成过程包含用

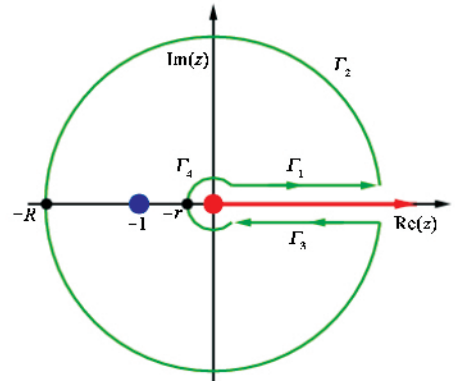


图9 复分析中常见的闭合积分路径

点标记,逐点连接等动作. 这种方式工作的机器就是 plotter( 图形打印机 ),虽然打印出来的是各种可能的图形.

( 12 ) Image

Image 是关于“像”的最重要的词,它和 imitate( 模仿 )同源,所以强调的是模仿、复制,要求尽可能贴近要表现之人或物. 从这点来看, image 和“像”真是太像了. 现代技术出现之前最能体现成像功能的是镜子,而镜子出现之前只能靠水面. 所以,贵为女神的阿芙洛狄忒( 美臀版的, Kallipygos )也只能委屈地站在水边往后扭着脖子自我欣赏,而那个趴在水边欣赏自己容貌的少年( Narcissus )就被淹死而变成了水仙花. 没有物理成像工具,我们人自身的思维是可以作为成像工具的,并且具有随时修饰、调用的功能. 眼前可观的事物在我们人类头脑中成像( mental picture )眼前没有的,我们可以在头脑中硬性构造( imagination ),所谓相( 通像 )由心生. 比方说,从大地测量的实践中,我们看不到任何数,以它为边长的方形的面积是  $-1$ ,所以只好 image 有这么个数,其平方为  $-1$ ,这个数是个 mental concept,所以是 imaginary number( 汉译虚数,意味虚无 ).

从形象上看,一个 image 是连续的,充满整个画面的;从功能上看,它被相信是某个存在的复制. 这样得到的图片被称为 image,相应的技术为 imaging technique. 现在的  $Z$ -衬度的透射电镜和扫描隧道显微镜都已经能为原子造像了.

上面介绍了十二大类不同的图像( 此处分类仅为介绍方便,无任何科学性 ). 另外还有象 Portrait( 汉译肖像 ), Silhouette( 汉译剪影 )等主要关于人的词汇,在科技文献中出现机会较少,就不作详细介绍了! 这么多关于图像的词的汉译基本上都不能反映

其原意 极易造成使用上的混乱,降低我们自中文字学习物理者所撰专业文本的得分.比如 Silhouette 一词,来自一任法国财政部长的姓,仅从“剪影”字面上很难看出这个词要强调“业余”;“不透明”的讽刺意味(见图 10).这些与图像有关的词之细微处,笔者也闹不清楚,在此只想略作提醒,惟望读者在阅读文献和写作时仔细体会.



图 10 剪影(Silhouette)强调业余与不透明的特点

上述介绍的各种图像,一般是二维的.随着科学技术的进步和对自然了解要求的不断提高,近年出现了许多三维的图形技术与成像技术,如 holographic techniques(全息技术),tomograph(层析术,切片+成象)等等.对这些技术的讨论已超出本文的范围.

最后,笔者想说一下,图形样式的选择,选定图形样式后又如何构图,都是非常讲究的事情,有时具有非常深远的意义.可以说,有什么样的视野,有什么样的修养,就有什么样的图.就地图的画法来说,就曾对世界历史的演进、对一些地理学、地质学的研究产生过决定性的影响.我们居住的地球表面是闭合的球面,如果要在纸面上画地图,就必须采用投影.投影就要引起测度的变化,就有个从何处着眼的问题.欧洲人的地图希望欧洲是中心,中国人的地图当然希望中国在靠近中心的位置.国际地图通用的画法之一为 Mercator Projection 法,去除南北极,将地球沿国际日期变更线切开,则美加在视界的中心.长期受地图的画法所传达的思想影响,会引起观念上的问题,进而影响国际政治、经济等诸多领域.非洲和南美在国际事务上没能掌握话语权,反映在地图的画法上,就是它们都处在下边需弯着脖子才能看的地方.如果采用强调南极的世界地图画法(Hobo-Dyer Map),情形当然就不一样了.

地图画法还解释了为什么是许多欧洲人发现了大陆的漂移.原因很简单,欧洲流行的世界地图大西

洋在中间,两岸正好相对.大陆漂移学说的创立者德国人魏格纳就坦言:“我在 1910 年观察世界地图时,产生了对大西洋两岸吻合的直觉印象……”.中国流行的地图(将地球沿大西洋中部切开),右侧能看到太平洋(见图 11),但太平洋太大,且太平洋两岸的凹凸相对却不明显,显然不能指望盯着这样一张地图就能发现大陆漂移说.



图 11 中国较能接受的世界地图画法

图是无言的.它要说明什么取决于作者的诠释,它到底说明了什么取决于读者的理解.有趣的是,许多作者在用数据作图时除了采取一些小把戏掩盖数据的缺陷以强化数据对其结论的支持外,其自身还可能受预设目标的暗示而曲解数据的含义.对此现象,张殿琳院士在其学术报告《物理学中的疑邻窃斧》中有深刻的分析.年轻学子在阅读文献时对此现象要有足够的警惕.

然而,图像图像,容易着相,恰是佛家修行最要避免的.佛的眼中,世界是“无色无相”的,所谓“空即是色,色即是空”.佛法离一切相,离文字相,离言说相,离心缘相,当然更要远离“图像”.这个道理愚以为也适用于物理学.“大道无形”,基于图像对世界、对事物的理解有很大的局限性.图像容易固化思维,造成对原始问题的误解.一个典型的例子是,关于原子的太阳系模型(所谓的电子云形象)耽误了多少有潜力的物理学修习者.物理学面对的世界,是一片澄明的世界,任何想象出的图像(any imaged images)只能带来对事物本原的曲解.这话笔者说不清楚,不妨借古人言与读者共参详.《五灯会元》卷十七中,有一则青原惟信禅师的语录:“老僧三十年前未参禅时,见山是山,见水是水.及至后来亲见知识,有个入处,见山不是山,见水不是水.而今得个休歇处,依前见山只是山,见水只是水.”如何“见山只是山,见水只是水”太过高深,但若是见个经过无数复杂过程后在屏幕上人为地绘出的图像却以为呈

现的是真实的原子世界,不免天真了些.

补缀

(1)对许多问题稍作深入的探讨就会滑入学术讨论的范围而偏离本专栏“咬文嚼字”的初衷.因此,许多时候笔者不得不强行打住.这样也好,一来可以遮掩力有不逮的尴尬,二来也避免来回商榷的

麻烦.

(2)关于文字的图像(象)成分,文字与象的关系,这两者对文化、政治、生活方式、社会变迁等深层次、大时空尺度现象的影响,笔者寡闻,只知道学者韩少功有详细的阐述并提供了许多独到的见解.有兴趣者可参阅《暗示》一书.



· 物理新闻和动态 ·

## 石墨烯(Graphene)的速率记录

内禀电子迁移率(intrinsic electron mobility)是测定电子在晶格中移动难易程度的一个物理参数,它的单位为  $\text{cm}^2/\text{Vs}$ . 它又是使半导体装置能否小型化与快速运行的重要依据.最近由英国 Manchester 大学 G. Gein 教授为首的跨国(包括俄罗斯、荷兰和美国)科学家组成的研究组进行了一项极有成效的工作.他们发现二维石墨烯薄层(只有一个原子大小的厚度)半导体的内禀电子迁移率高达  $200\ 000\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,这要比硅半导体的内禀电子迁移率( $1500\text{cm}^2/\text{Vs}$ )高 100 倍,比砷化镓( $8500\text{cm}^2/\text{Vs}$ )高 20 倍.这个结果有点使人感到反常,因为众所周知,半导体材料愈薄,材料中包含的杂质所占的比重就会增加,所以只有一个原子大小厚度的石墨烯为什么会有如此高的迁移率呢?其原因是因为石墨烯并不是一个完全的二维平直平面,而是一块具有皱纹状结构的材料.当石墨烯升温时,它的皱纹会产生振动.若对石墨烯的内禀电子迁移率与温度的关系进行测量,就会发现在高温时,由于振动所形成的散射能使迁移率下降,但在室温时,电子在石墨烯内可自由移动上千个原子间距而不被散射,从而获得极高的电子迁移率.虽然已经知道电子在石墨烯中移动的距离要比在其他的半导体材料内要长,但没有想到它的性能会超出纳米碳管和砷化镓如此之多.由此可见,石墨烯可能是将来半导体装置可采用的最合适的材料.

研究组还发现,如果对石墨烯内的杂质作进一步的清洗,那么它的内禀电子迁移率还可以提高,但按目前使用的电子装置来看,  $200\ 000\ \text{cm}^2/\text{Vs}$  的迁移率已经完全能满足要求了.另一方面,高内禀电子迁移率的材料还可以应用到目前还很难达到的太赫兹电磁波的领域,太赫兹电磁波领域对国防工业、医药业、天文学研究和生物科学的研究都是一个非常重要的环节.当电磁波高达太赫兹时,它的穿透能力很高,除了金属以外的材料大都可以穿透.这种性能就可以很方便地使用在飞机场作为检测行李或其他物品的安检探测器.现在想要把石墨烯制成小型的化学传感器、太赫兹源探测器等还需要克服两个障碍:一是如何制造高质量的石墨烯晶片;二是如何制造出与其匹配的高速开关.若能克服这些障碍,这种以石墨烯为基础的小型装置就能在 3—5 年内达到实用的阶段.

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 7 January 2008)

## 隐藏原子波

在一定条件下,在某个空间范围内,如何将物质波隐藏起来是一个新兴的研究课题,近年来对光波的隐藏一直是一个热门的话题,当然声波也在考虑之列.最近美国加州大学伯克利分校的 Shuang Zhang 博士和他的同事们着重研究了如何将原子波隐藏起来.冷冻的原子在通过介质时,它的波动性要比粒子性重要.这里的介质是指具有同心圆的光学点阵,它是由振幅与位相在空间中均可调控的电磁驻波组成.要想将原子波在这个充满光线的点阵中隐藏,唯一的办法是当原子波通过点阵外壳时来调控原子的有效质量与它的势能.点阵的外壳类似于一种亚材料(metamaterial)薄膜,它是在光学环境下由微小的棒状和环形金属拼接而成,这种薄膜具有高度的不对称性. Shuang Zhang 博士指出,在光学点阵内原子波的折射系数是用原子的有效质量来调节的,所以能起到对原子波的隐藏作用.另外他还指出,现在所研制成的亚材料薄膜除了可将原子波隐藏外,还可以将原子波聚焦于一个极小的点上,它可以应用在超透镜化上.

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 28 March 2008)