

## 德国 KPK 物理教材的基本特点

——以电路部分为例

陶萍萍

(上海师范大学数理学院 上海 200234)

(收稿日期:2015-03-18)

**摘要:**本文通过对德国 KPK 物理教材的仔细研读,重点分析了该教材中的电路部分,并着重对该教材的知识内容、课程结构,及教材中采用的类比法进行了讨论.

**关键词:**KPK 物理 电路 教材研究

德国卡尔斯鲁厄物理课程(Der Karlsruher Physik Kurs, 简称 KPK)是在 G.Falk 教授、F.Herrmann 教授等物理学家和物理教学专家的努力下,于 20 世纪 80 年代开发出的一门崭新的物理学课程体系.该教材无论就其定位、定性,还是策略而言,都凸显了其自身的独特性.近年来,我国逐渐对德国 KPK 物理教材投入关注,翻译并出版中文版 KPK 物理教材,且在着力分析该教材的同时,积极开展教学实验,深入研究德国 KPK 物理教材的各方面特点,从而为我国的物理教学改革注入新的养料.而电路部分作为物理学习的重点和难点,在教材的编写中更易显现该教材的各方面特点,所以本文选择对德国 KPK 物理教材中的电路部分进行分析与讨论,努力挖掘该教材的独特之处.

### 1 取“广”弃“深” 知识内容深入浅出

虽然 KPK 物理教材与国内教材在电路部分的知识编排顺序相同,首先引入电路,接着介绍电流、电压及电阻,最后再进一步探讨电功率.但在知识内容上,KPK 物理教材却与国内教材颇有出入.其中较为明显的是,KPK 物理教材竟然没有提及欧姆定律,而欧姆定律却是国内教材电学部分的重难点.以《上海市中学物理课程标准》为例,电路部分有且只有闭合电路欧姆定律被要求达到 D 级学习水平,即应用水平.可见,国内教材电学部分不但出现了欧姆

定律,而且对该知识点尤为重视.欧姆定律是由德国物理学家欧姆提出的,并进一步总结出了闭合电路欧姆定律,该部分知识是电学知识的重要组成部分,但德国高中物理教材却未对欧姆定律进行介绍,这在我们看来或许很难理解,但站在德国教育的角度上看,德国的高中实行 3 年制(11~13 年级),在 11 年级,物理一般作为选修课,每周仅 2 课时,到了 12 和 13 年级,学生可挑选一门科学类课程作为基础课修 3 年(每周 2~3 课时),或选择一门课程作为专业课在 12 和 13 年级学习(每周 5 课时).可见,德国高中的物理课程课时较少,不具备深入研究某个知识点的教学条件.同时,德国制定高中物理课程教学目标的依据之一为:通过物理学习让学生可以更容易地应对日常生活.也就是说,德国的高中物理教育志不在难,它更注重高中学生对物理的认识而不是精通<sup>[1]</sup>.

KPK 物理教材在电学部分还有许多国内教材所没有涉及的知识点,例如节点定理和吉布斯方程等,这些在国内都是在大学物理中才会学到的,但 KPK 物理教材却毫不吝啬地向学生普及这些知识,并以最简单的方式呈现出来,使高中物理与大学物理巧妙衔接.KPK 物理教材还着重介绍了如何采用不同的线段来表示电流回路中各导线的电势大小,这有助于学生以后更好地学习等效电路的知识,而国内教材仅单独介绍了电势与电势差,却没有结合

作者简介:陶萍萍(1991-),女,在读硕士研究生.

指导教师:郭长江(1974-),男,博士,副教授,研究方向:物理课程与教学论.

电路进行讲解. 不难看出, KPK 物理教材的知识内容看似蜻蜓点水, 实则踏石留印.

总的来说, KPK 物理教材更重视知识的广度, 而不是知识的深度, 知识的“深”往往会让学困生疲倦不堪, 而知识的“广”才是激发学生学习兴趣的关键因素.

## 2 以能流为主线 课程结构循序渐进

KPK 物理教材以实物型量为中心, 以对应的流为主线来构建整个课程结构, 并建立了一个较为完整的新的物理课程体系, 力求挖掘出物理学各分支学科知识之间的相似性, 使物理课程更加精简化. 以下列举了几点 KPK 物理教材的课程特色, 并以电路部分为主举例加以说明:

### (1) 强调实物型量与流的关系

虽然 KPK 物理教材对电流强度的定义与国内教材相同, 但定义方法却截然不同. 国内教材是从电荷的角度对电流进行描述的, 而 KPK 物理教材则是从流的角度对电流加以解释的. KPK 物理教材认为: 流强度 =  $\frac{\text{通过某个界面的实物型量}}{\text{持续时间}}$ , 在电流强度

中, 电荷量  $Q$  为实物型量, 电流强度  $I$  为对应的流强度, 由此便得到了  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ . 而对于电势差与电源, KPK 物理教材同样是从流的角度来解释: 要维持实物型量的流动, 必须要有一定的驱动力. 即当电流受到导体电阻的阻碍时, 为了能让那个电流通过电阻, 就必须有驱动力——电势差, 并借助“电泵”来驱动;

### (2) 能量载体替代能量的形式, 能流替代功率

KPK 物理教材还通过吉布斯方程表明了能流可以分解为与能量变化相同的形式, 可写为

$$P = TI_s + \varphi I + vF + \mu I_n + \dots$$

它表示电荷伴随能量一起流动, 因此, 电功率  $P$  不再是孤立地存在于书本上的概念或公式了, 它是一种能流, 是实物型量电荷所对应的流, 与其将它解释为电能相比较, 这样解释更容易接受, 更易于理解;

### (3) 能量的传输与流动替代能量的转化

以小灯泡发光为例, 国内教材通常这样解释: 电能转化为了光能和热能, 所以小灯泡发光并产生热

量. KPK 物理教材则这样解释: 能量经电荷载体从电池运输到灯泡, 在这里被转载到新的载体——光和熵, 这样便可以省去能量在形式上的变化, 而只需理解为能量流到别的地方去了即可<sup>[2]</sup>.

可见, 上述 KPK 物理教材对电流、电势差、电源、电功率的解释其实都不是针对电路部分而单独给出的, 而是类比归纳出来的. 传统物理学根据物质运动形式的不同, 将物理学分为了很多分支学科, 而 KPK 物理教材通过摸索各分支学科之间的联系, 建立了全新的课程体系. 比如, 教材通过对水流的分析介绍了流的概念, 在此基础上稍加改动, 便可以引出气流、电流、热流和动量流. 除此之外, KPK 物理教材中还列举了许多类比表格, 如物理学各分支学科及化学学科之间的类比(见表 1)、实物型量及其流的关系(见表 2)等.

表 1 物理学各分支学科及化学学科之间的类比表

学科	力学	热学	电学	化学
广延量	$p$	$S$	$Q$	$n$
能量变化	$vdp$	$TdS$	$\varphi dQ$	$\mu dn$
流	$F$	$I_s$	$I$	$I_n$
强度量	$v$	$T$	$\varphi$	$\mu$

表 2 实物型量及其流的类比表

实物型量	对应的流强度	阻力	驱动力	泵
电荷量 $Q$	电流强度 $I$	电阻	电势差 $\varphi_2 - \varphi_1$	电泵, 如电池、发电机、太阳能电池 …
熵 $S$	熵流强度 $I_s$	热阻	温差 $T_2 - T_1$	热泵, 如冰箱、空调 …
动量 $p$	动量流强度 $F$	动量阻 (摩擦)	速度差 $v_2 - v_1$	动量泵, 如电动机 …

KPK 物理教材将各分支学科知识进行联系, 进行类比, 进行归纳, 令整个物理学自成系统, 使得物理学不再是一个个孤立而零散的片段, 整个课程结构循序渐进, 螺旋上升. 从而让学生学得系统, 学得更清楚, 学得更巧妙.

## 3 巧用模型方式 类比法科学严谨

KPK 物理教材中, 将电流类比为水流来描述什么是电、将电阻类比为水管的收缩处来说明电阻的作用(见图 1); 将电流回路类比为液压回路来阐明电流回路的工作原理(见图 2); 将电池类比为水泵

来解释电路中的电势差(见图3)……可见,KPK物理教材擅于采用模型方式来描述物理现象.通常人们描述物理过程或现象有两种方式:理论方式或模型方式.理论方式,就是借助数学公式来对物理过程或现象进行描述;而模型方式,则是通过模型来类比我们没有直觉认知或直接体验过的物理过程或现象.教材中的知识对于学生来说是陌生的,虽然普遍地采用理论方式来描述物理过程或现象可以做到简单而准确,但这种“简单而准确”是对于教材本身而言的,学生未必可以简单而准确地接受与理解.KPK物理教材更多地站在了学生的角度,大量采用模型方式来类比现象,类比知识,如此不仅可以提高学生的学习效果,同时也潜移默化地使学生形成这种思维习惯,引导学生能够巧妙地将物理学中的各现象或各理论进行联系,并寻找它们的相似之处进行类比,进而加深对物理学的理解与认识.

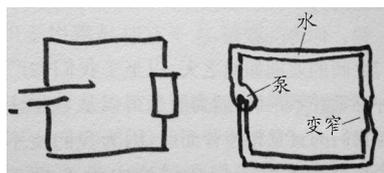


图1 电流回路与水回路的类比

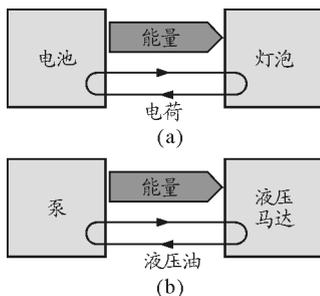


图2 电流回路与液压回路的工作原理的类比

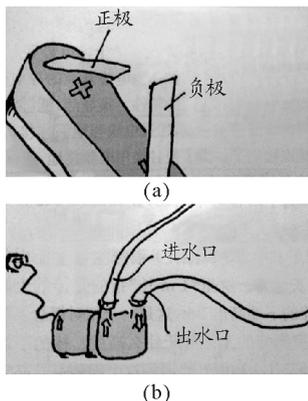


图3 电池正负极电势差与水泵进出水口压力差的类比

KPK物理教材的语言尤为严谨.在采用模型方式描述物理现象时,往往某个模型并非完全等同于我们所要描述的物理现象,例如当我们描述电荷在回路中流动时,采用水流回路作为模型,当然,学生很容易就明白了电荷在回路中的运动情况,但在某些性质上,难道电流回路和水流回路是完全相同的吗?其实不然,比如电线是实心的而水管是空心的;电有正负值,而水却只能取正值等.我们发现,KPK物理教材在做模型类比时,通常这样说:“它就像这个或那个一样……”或“你可以把它想象成……”这表明了KPK物理教材在使用模型时的科学态度.其在课本中说到:“唯一真正起作用的并且作为真实科学核心的东西,还是数学描述.”而对于模型来说,只要它对于解释某些物理现象是方便而且适用的,那么它就是有用的,正不正确并不是KPK物理教材的本意.在完成类比之余,一定程度上让学生体会到了科学的严谨性,同时引导学生用科学的视角与思维学习物理<sup>[3]</sup>.

#### 4 结论

通过以上对KPK物理教材电路部分的研究发现,该教材主要以现行基础型物理课程为主,降低学习难度,提升知识广度,并与大学物理相接轨,力求拓展物理视野、物理思维方法.此外,KPK物理教材最为显著的特点是其独有的、新的物理课程体系,它将物理学的各分支学科以统一的形式呈现出来,在不同的分支学科中应用相同的模型来描述,简化了物理教学,统一了课程结构,创造了全新的物理学课程.面对跟国内教材与众不同的KPK物理教材,结合中国学情,我们不难发现,KPK物理教材的知识内容与国内物理课程标准不太符合,它更适合学有余力的学生作为选学教材进行学习,但KPK物理教材所建构的新的物理课程体系却是值得我们思考和研究的.

#### 参考文献

- 1 吴国玠. 浅谈德国KPK物理教材的基本特点. 物理与工程, 2010(5):6~9
- 2 陈敏华. 德国卡尔斯鲁厄物理课程简介. 物理教师, 2008(5)
- 3 F·Herrmann. KPK物理(高中精编版). 上海:上海教育出版社, 2014. 141~149