

物理试题难度分析与启示

——以2021—2022年高考河北卷为例

王刚

(邯郸市教育科学研究所 河北 邯郸 056002)

李峰 郭春利

(邯郸市第四中学 河北 邯郸 056002)

(收稿日期:2023-04-20)

摘要:依据物理试题难度模型,对2021—2022年高考河北卷进行试题难度综合分析比较.结果表明,2021—2022年河北卷平均试题难度相差无几,力学与电磁学部分总试题难度最高,近代物理部分难度较低,热学与光学部分试题难度几乎持平.并且从试题难度影响因素出发,多角度分析比较了各因素对试题难度的影响,希望能够帮助学生提高自身学习的时效性以及教师提高课堂教学的有效性.

关键词:试题难度;河北卷;影响因素

试题难度是试题对学生知识和能力水平的适合程度进行衡量的指标,是教学评价的一个重要内容^[1].我们在衡量命题质量时,需要考虑多方面因素,而试题难度占据主要地位.随着高考改革的进行,2021年,河北省高考物理试题开始采用自主命题模式.目前,教育工作者对有关2021年全国甲卷、乙卷物理试题的难度以及试题难度的量化分析等进行了定量研究并都取得了一定的成果.但是,在河北省高考制度改革以来,对2021—2022年河北卷物理试题难度的研究相对匮乏.因此,我们结合《普通高中物理课程标准(2017年版)》(以下简称《课程标准》),依据物理试题难度模型对2021—2022年河北卷进行试题难度分析,希望对学生的学法以及教师的教法能够有所助益.

1 试题难度模型

文献[2]中认为,分析考查的知识点数量、物理背景情境、物理过程、解答试题的方法以及利用的数学知识是影响试题难度主要因素,从而利用各权重系数计算试题难度.文献[3]中,根据物理情境、深度水平、知识综合、数学思维、科学推理以及物理建模创建物理试题综合难度量化工具.文献[4]中,界

定了物理试题难度水平,并对各影响试题难度的因素进行赋值,通过各权重系数计算试题难度.

根据《课程标准》的要求,在设计试卷时,应该多方面、多角度综合考虑物理学科核心素养,物理知识的深度广度,设置问题情境的合理性、针对性等,科学合理地设计试题难度^[5].结合高中物理学科特点以及学科核心素养^[6],我们综合考虑采用文献[4]中所建立的物理试题难度模型,对2021—2022年河北卷进行试题难度分析.

在该物理试题难度模型中,对物理情境、知识点、运算难度、推理难度、实验难度和物理过程6个物理试题难度的影响因素难易程度进行了明确区分(表1)^[5],难度值从低到高以1、2、3、4、5赋值.而6个影响因素对试题难度高低的影响是不统一的,故在该难度模型中通过对偶分析法分别确定了试题难度的影响因素的权重系数(表2)^[5].因此,一道试题的难度赋值为

$$D_i = 6 \sum_{j=1}^6 \alpha_j D_{ij} \quad (1)$$

其中, i 是试题序号, j 代表6个影响因素, D_{ij} 是影响因素的难度值赋值, α_j 是影响因素的权重系数,试卷的总难度(D)是整套试卷难度的总和,从而我们可以计算该试卷的平均试题难度.

表1 物理试题难度水平的界定

水平	物理情境	知识点个数	运算难度	推理难度	实验难度	物理过程
1	情境简单常见； 研究对象单一	1	无运算	无推理	无实验	包括一个阶段， 研究对象单一
2	不需要从题目中 提取模型； 情境源自生活； 研究对象多	2	① 运算简单且数学 方法简单； ② 能简单识图	一步推理	① 原理非常容易 理解； ② 操作非常简单； ③ 方法学生非常 熟悉	包括一个阶段， 研究对象多
3	情境具体，多出 现在教材中，学生 比较熟悉； 研究对象多	3	① 运算较难且涉及 幂函数、指数函数等 比较复杂的数学方法； ② 能对图形简单 处理	两步推理	① 原理容易理解； ② 操作简单； ③ 方法学生熟悉	包括两个阶段
4	情境抽象，学生 需自行提取模型； 研究对象多	4	① 运算难且涉及到 复杂数学方法和符号 运算； ② 能处理较复杂 图形	三步推理	① 原理较难理解； ② 操作较复杂； ③ 方法学生较熟 悉	包括3个阶段
5	情境复杂且抽 象，涉及新领域； 研究对象多	≥ 5	① 运算难且复杂， 涉及到复杂公式的 推导； ② 能处理复杂图形	三步以上 推理	① 原理难理解； ② 操作复杂； ③ 方法学生不熟 悉	包括3个 以上阶段

表2 物理试题难度影响因素的权重值

影响因素	物理情境	知识点	运算难度	推理难度	实验难度	物理过程
权重	0.16	0.16	0.13	0.19	0.17	0.19

2 2021—2022年河北物理卷的综合难度分析

2.1 试卷内容分析

2021—2022年河北卷的内容均包括力学、电磁学、近代物理、热学和光学5个知识模块，并且两年的试卷各题型以及对应分值均相同(表3)。

我们按照题型与知识模块，对2021—2022年河北卷所包含的相同知识点和不同知识点进行梳理统

计以及归类整理(表4)。2021—2022年试卷的考查知识点区别不大，共同知识点共29个，占试卷整体知识点的半数以上。其中，涉及力学与电磁学部分的知识点相对较多，侧重对力学和电磁学知识的相关考查，与《课程标准》相符；计算题的考点均集中在力学与电磁学部分；近代物理部分的考查均只出现在选择题；选做题中均只注重考查光学以及热学相关知识。

表3 2021—2022年河北卷题型分布与分值表

题型	单选题/道	多选题/道	实验题/道	计算题/道	选考题/道
2021年	7	3	2	2	2
2022年	7	3	2	2	2
分值/分	28	18	15	27	12

2.2 试卷整体难度分析

根据试题难度模型，对2021—2022年河北卷进行综合分析并进行难度水平赋值，统计两套试卷各

知识模块的广度，计算每一道题的试题难度；从而计算各知识模块总试题难度、试卷的总试题难度，进一步计算各知识模块的平均试题难度以及试卷总体的

平均试题难度(表5).

表4 各类题型模块知识点分布对比

题型	模块	相同知识点	2021年	2022年
选择题	力学	平抛运动、圆周运动、 牛顿第三定律、 万有引力受力分析、 机械能守恒定律	单位制、 竖直上抛、 力的平衡条件	牛顿第二定律、 连接体、 $v-t$ 图像、 力的动态平衡 问题、角速度、重力的瞬时功率
	电磁学	静电场的电场叠加、电势、 电场强度、感应电动势、 静电力做功、电势叠加原理、 感应电流、变压器、电磁感应、 安培力、楞次定律	电容器、 磁流体发电机	法拉第电磁感应定律、 发电机、交变电流、 安培力做功的功率
	近代物理	普朗克常量	β 衰变、半衰期	逸出功、截止频率、遏止电压
	热学	无	无	无
	光学	无	无	无
	实验题	力学实验	重力势能	能量守恒定律、 摩擦生热
	电学实验	电路故障分析	电路实物连线、 $I-U$ 图像、 欧姆定律	电路分析、 多用电表操作、 电路串并联
计算题	力学	碰撞、动量守恒 定律、圆周运动	牛顿第二定律的 基本应用、动能定理	能量守恒定律、 动量定理、 运动学公式
	电磁学	洛伦兹力	带电粒子在组合场 中的运动	带电粒子在复合场中运动、 静电力做功
选考题	热学	热力学第一定律、 活塞模型、 波义耳定律	变质量气体的 状态变化、 查理定律	受力分析
	光学	周期、全反射、 斯涅尔折射定理	简谐运动、振幅	简谐横波、波长

表5 各模块试题总难度及平均难度

模块		力学	电磁学	近代物理	热学	光学	试卷总体
总试题难度	2021年	94.88	95.10	13.92	13.86	17.10	234.86
	2022年	113.16	101.94	9.66	15.00	15.78	255.54
平均试题难度	2021年	15.81	15.85	6.96	13.86	17.10	14.68
	2022年	16.17	16.99	9.66	15.00	15.78	15.97

从表5中不难看出,2021—2022年河北卷平均试题难度相差无几.在两套试卷中,力学与电磁学部分总试题难度最高,符合《课程标准》对力学以及电磁学相关知识内容的考查要求,同时充分体现了物理学科的核心素养.在《课程标准》中,力学与电磁学模块知识点较多,涉及的试题广度较大,因此总难

度偏高.各模块的平均试题难度中,电磁学微难于力学,但相差甚微;但是,热学及光学部分平均试题难度高于力学及电磁学部分,这是因为力学、电磁学在选择题、实验题、计算题均有考查,内容的覆盖面更广,并且简单、适中、较难的试题均会考查到.另外,选考题中热学与光学部分平均试题难度几乎持平,

既给学生提供了自主选择的空间,又保证了试题难度的均衡性,充分展现出选做题的特点;近代物理部分只在选择题中出现,涉及物理概念、物理规律等内容,难度较低。

2.3 各影响因素难度分析

根据以上分析结果,统计出2021—2022年河北卷6个试题难度影响因素在不同水平上的试题个数及占比(图1和图2)。

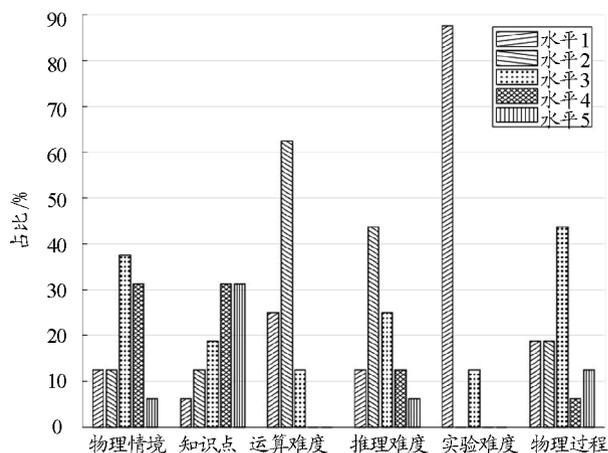


图1 不同水平上影响因素的试题数目比例(2021年)

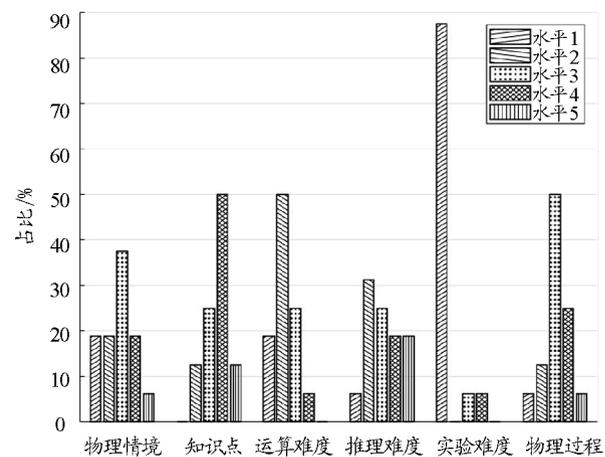


图2 不同水平上影响因素的试题数目比例(2022年)

表6 2021—2022年河北卷各影响因素的试题难度对比

影响因素	物理情境	知识点	运算难度	推理难度	实验难度	物理过程
2021年	3.06	3.69	1.88	2.56	1.25	2.75
2022年	2.75	3.63	2.19	3.13	1.31	3.13

2021年物理试卷在物理情境方面略高于2022年,虽然选择题均考查到了平抛运动,但是2022年河北卷中以自动旋转喷水器喷水浇花为素材创设生活实践情境,对学生模型建构能力要求较高。2022年物理试卷在运算难度、推理难度、物理过程方面均

从图1与图2的对比中,可以看出:河北卷在物理情境方面主要集中在水平3,占比均为37.5%,学生对两卷中涉及的物理情境较为熟悉,模型建构比较顺畅,而2021年试卷在水平4上略高于2022年,因此2021年的试卷情境难度略高于2022年。2022年河北卷在知识点方面主要集中在水平4,而2021年水平4与水平5占比相同,整体难度适中,2021年的试卷知识点难度略高于2022年。河北卷在运算难度方面主要集中在水平2,在水平5上占比均为零,试卷整体运算难度适中,而2022年的试卷运算难度与2021年相比,相对较难一些。河北卷在推理难度方面主要集中在水平2,2022年的试卷推理难度高于2021年。河北卷在实验难度方面主要集中在水平1,占比均为87.5%,难度较低,并且两卷的实验难度相当。河北卷在物理过程方面主要集中在水平3,虽然2021年试卷在水平5略高于2022年,但是2022年试卷在水平4上高出2021年18.75%,整体来看,2022年的试卷物理过程难度高于2021年。

利用某一影响因素的试题难度(N) 计算公式

$$N = \sum_{i=1}^5 i\eta_i \quad (2)$$

计算得到2021—2022年河北卷各影响因素的试题难度对比(表6)。其中, η_i 是不同水平上影响因素的试题数目比例。从表6中可以看出,在2021—2022年河北物理卷中,知识点对试卷整体难度影响最高,而实验难度最低。知识点的考查在两卷中较为均衡,差别不大;实验的考查集中在力学和电学,试卷中涉及的实验原理较为常规,但是2022年电学实验存在创新点,以利用废弃电饭煲的部分器材自制简易电饭煲为素材创设生活实践情境,需要经过简单计算、逻辑推理才能得到物理图景。

略高于2021年,考查电磁学相关知识的计算题中,2022年河北卷以带电粒子在周期性变化的组合场中运动为素材创设学习探索情境,试题综合性较强,涉及物理过程较复杂,推理难度大。另外,该难度数据为计算所得,目前与河北卷的试题难度吻合程度

未知.

3 对学生和教师的启示

通过对2021—2022年河北物理卷试题难度的综合分析比较,我们对河北物理卷的试题难度有了更直观、深刻的了解.结合《课程标准》的要求,对学生和教师提出以下几点启示,希望能够帮助学生提高自身学习的时效性以及教师提高课堂教学的有效性.

对学生的启示:可找到适合自己的学习方式,在自我认知基础上学习物理知识,增强自己学习物理的信心,提升自己的学习兴趣;可针对性地查漏补缺,提高学习的时效性,适当加强综合性习题的训练,熟悉各种物理情境,提高建模能力;可养成良好的审题习惯,规避干扰信息,提高结合物理知识解决问题情境的能力,逐渐养成规范的解题习惯,提高试题的正确率;可利用思维导图总结知识点,培养科学的思维习惯,建立物理概念、规律等之间的联系,形成完整放射性逻辑结构的知识系统.

对教师的启示:设计能够使学生乐于参与、积极思考的课堂情境,培养学生自主学习能力;采用丰富有趣的教学方式,引导学生自发探索物理规律,发展

核心素养,增强逻辑推理能力和解决物理问题情境的能力;帮助学生建立完整放射性逻辑结构的知识系统,使其形成直观、明了的物理知识逻辑,增强学生的系统学习能力;对力学、电学实验的相关创新实验进行归纳整理,注重实验探究,提高学生的实验推理能力和实验探究能力;增强综合性试题的训练,通过不断变化的试题情境,举一反三,提高学生的建模能力.

参考文献

- [1] 管建祥. 如何控制物理试题的难度[J]. 中学物理, 2010(1):10-12.
- [2] 梁会琴,王春旺. 浅谈物理命题的难度控制[J]. 物理教学, 2012, 34(1):18-20.
- [3] 康学娥,冯自贤. 核心素养视域下的高考物理试卷难度分析——以2012—2019年新课标Ⅱ卷高考物理试卷为例[J]. 科技视界, 2020(315):52-54.
- [4] 郭芳侠,高月,于一真. 2021年高考甲卷、乙卷物理试题难度分析[J]. 中学物理, 2022(13):57-61.
- [5] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[S]. 北京:人民教育出版社, 2017.
- [6] 赵顺法. 基于物理核心素养立意的考试评价与启示[J]. 物理通报, 2021, 40(7):134-137.

Difficulty Analysis and Enlightenment on Physics Test Questions

——Taking the Hebei Province College Entrance Examination Paper from 2021 to 2022 as an Example

WANG Gang

(Handan Institute for Educational Research, Handan, Hebei 056002)

LI Feng GUO Chunli

(Handan NO. 4 Middle School, Handan, Hebei 056002)

Abstract: Based on the difficulty model of physics test questions, a comprehensive analysis and comparison of the difficulty of test questions in Hebei province college entrance examination paper from 2021 to 2022 were conducted. The results show that the average difficulty of Hebei province college entrance examination paper from 2021 to 2022 is almost the same. The total difficulty of mechanics and electromagnetism is the highest, the difficulty of modern physics is low, and the difficulty of thermology and optics is almost the same. And starting from the factors that affect the difficulty of the test questions, the effects of each factor on the difficulty of the test questions are analyzed and compared from multiple perspectives, hoping to help students improve their own learning timeliness and teachers improve the effectiveness of classroom teaching.

Key words: difficulty of test questions; hebei province college entrance examination paper; influence factor