

高中物理课程中技术知识目标及评价体系的建构*

张 典 程 琳

(渤海大学物理科学与技术学院 辽宁 锦州 121011)

(收稿日期:2022-05-19)

摘要:对于高中物理课程的技术知识,当前课程标准的内容要求中使用的行为动词不够清晰.依据教育目标分类等理论建构其目标及评价体系,得到技术知识教学目标分类表和技术知识教学情况评价方式图.对高中物理课程中与技术知识培养相关的目标及活动进行梳理,分析了各技术知识中认知过程层次的占比并提出评价方式.经数据整理,可知高中物理课程中有关技术元认知知识的目标及活动占比较少且大量内容要求处于理解层次,为教师评价学生技术知识掌握情况提供参考.

关键词:技术知识;教育目标分类;教育评价;物理课程

1 概念界定

1.1 技术知识

知识是人们在实践中对于活动和经验的认知成果^[1].人们与客观世界的事件进行交互,收集并分析数据,加工组织后形成知识.不同类型的实践包含的知识也是不同的,对于技术同样如此.国外有学者认为技术知识更偏向一种“可塑的、几何的、在某种程度上非语言的思维模式”^[2].国内有学者认为技术知识是通过使用技术的人类活动来定义的、跨学科的、针对特定活动的知识,并将其分为 3 类^[3].另有研究认为运用技术和培养技术素养的基础是技术

知识,并以本体、原理、操作和情意 4 方面对技术知识进行了细分^[4].可以看出技术知识尚无准确定义,可以依据不同标准对技术知识进行分类.基于现有研究,本文认为技术知识是跨学科的、应用于实际生产生活实践的知识.

1.2 物理课程中的技术知识

结合技术知识的定义,本文认为物理课程中的技术知识是在物理课程中可直接应用于实际生产生活实践或与之相关的知识.依据教育目标分类理论对知识的分类方法,本文将物理课程中包含的技术知识分为 4 类,具体概念及举例如表 1 所示.

表 1 物理课程中的技术知识概念及举例

知识维度	概念	举例
技术事实知识	在物理课程中包含使用技术过程中内含的产品、系统、定义或概念的知识,是对于技术的基本要素	(1)生活中常见机械、电炉丝; (2)汽车发动机
技术程序知识	在物理课程中,针对生产生活存在的问题,将技术事实知识联系组合来完成实践工作的知识	(1)使用静电喷雾播撒农药; (2)多用电表测家庭电路电压
技术概念知识	在物理课程中包含的有关技术运作时其运行和操作背后的科学与技术原理	(1)电磁感应定律; (2)动能定理
技术元认知知识	物理课程中,针对具体实践和技术本身的思考与认识,以及使用技术的情感态度与价值取向等知识	(1)抵制能源的过度开发利用; (2)积极响应垃圾分类

* 2022 年辽宁省基础教育课题重点项目“高中物理课程实施与生涯教育的融合研究”,项目编号:202201;渤海大学教改项目“基于 STSE 的高中物理教学融合技术素养教育的实践研究”的阶段成果,项目编号:2021ZXXJG04.

作者简介:张典(1996-),男,在读硕士研究生,研究方向为物理教学研究.

通讯作者:程琳(1974-),女,硕士,教授,主要从事中学物理课程与教学论研究.

2 理论基础

2.1 教育目标分类理论

20世纪90年代,以布鲁姆著作为基础,专家组将知识与认知过程重新编排与分类,最终得到知识的二维结构模型^[5].本文中运用教育目标分类理论,对高中物理课程中包含的各技术知识分类并确定其认知层次,以改善教师教与学生学.

2.2 生成性教育评价

相较竞争性的评价体系,生成性教育评价从个体出发,以人为基础关注个体发展的自由度和节奏,而非仅对个体的工具属性进行评判^[6].较原有的应试性评价方式,本文依据生成性教育评价的理论对不同目标提供除纸笔评价外更合适的评价方式,以达到更好的评价效果.

3 技术知识目标及评价体系的构建

分析《普通高中物理课程标准》(以下简称课程标准)中包含技术知识的内容,能发现这些内容要求使用了大量诸如“了解”“认识”这类不清晰的行为动词,这既不利于教师确定每一部分的内容要求情况,也不利于教师制定教学过程、确定教学评价方式.为了便于教师教与学生学,应选择一种方式对高中物理课程中技术知识的目标要求及评价方法进行分析.

3.1 技术知识目标分类表的构建

利用教育目标分类理论进行分类,可以更有效地分析课程标准中关于技术知识的具体要求.综合知识维度与认知过程维度,制成技术知识教学目标分类表,如表2所示.

表2 技术知识教学目标分类表

知识维度	认知过程维度					
	1. 记忆	2. 理解	3. 运用	4. 分析	5. 评价	6. 创造
A. 技术事实知识	识别并回忆有关技术本身定义或概念等知识	可总结说明事件中包含的技术本身定义或概念等知识	对一个已有问题,在技术工作中使用技术本体知识	对已有问题分解,确定技术本体知识如何关联	依据掌握的技术本体知识对问题做出评判	对一个全新问题,运用技术本体知识解决问题
B. 技术程序知识	识记与技术的操作与运行有关的知识	可提出事件中与技术的操作与运行有关的知识	对一个已有问题,在技术工作中使用技术操作知识	对已有问题分解,确定技术操作知识如何协作	依据掌握的技术操作知识对问题做出评判	对一个全新问题,运用技术操作知识解决问题
C. 技术概念知识	辨认与回忆技术运行和操作背后的技术原理	可识别技术运行时其背后的技术原理	对一个已有问题,在技术工作中使用技术原理知识	对已有问题分解,确定技术本体知识如何相互关联	依据掌握的技术原理知识对问题做出评判	对一个全新问题,运用技术原理知识解决问题
D. 技术元认知知识	记忆正确的技术情感态度与价值取向等知识	针对实际事件,可说出技术情感态度与价值观知识	对一个已有问题,在技术工作中使用技术情意知识	对已有问题分解,确定各部分对应的技术情意知识	依据掌握的技术情意知识对问题做出评判	面对全新问题,有着正确技术情感态度与价值观

3.2 技术知识评价方式图的构建

在确定技术知识的分类及认知层次后,可以此为根据确定评价方式.以生成性教育评价为基础,除较好评价的知识分类与认知维度选用传统纸笔测试外,对程序性知识可以采用包括技能操作和纸笔测验的等价排除法,与元认知相关的评价可以采用二段式评价方式^[7].采用等价排除法可明确学生在技

术实践中是因知识掌握的缺陷,还是操作的不规范而导致了较差结果.在常规问题的解答后,请学生进行答题过程的反思、对技术的观点与态度以及对当前问题提出解决方案的二段式评价方式促进学生深入思考,进而合理地评价学生的技术元认知知识掌握情况.依据不同评价方式的区别及学生各技术知识方面中认知过程维度层次的评价要求,对各技术

知识的评价方式进行定义与推荐,如图1所示。

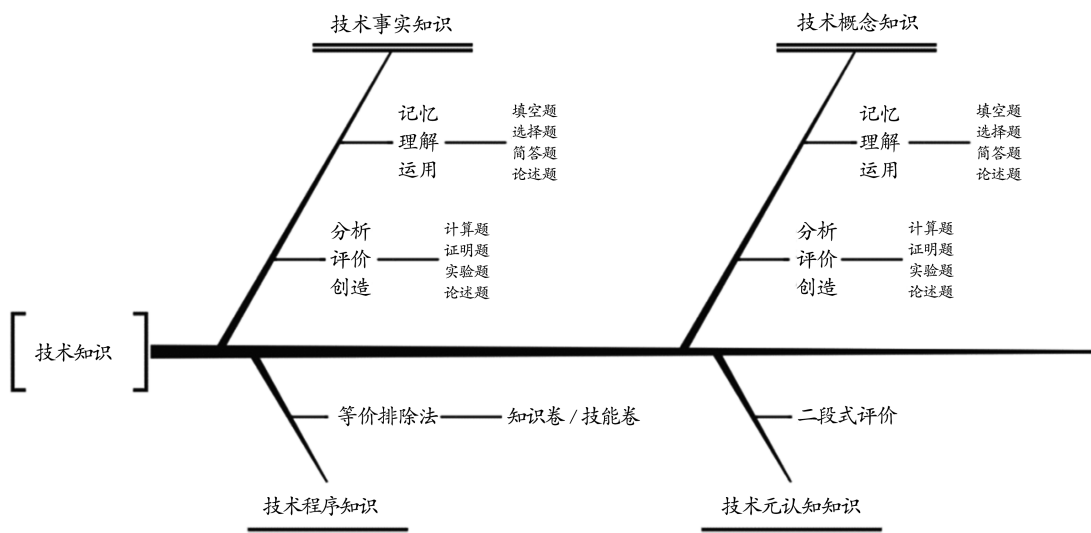


图1 技术知识教学情况评价方式图

3.3 评价指标体系的应用方法

教师在教学前以课程标准为基础,针对本节课内容中蕴含的技术知识,明确不同种类技术知识的认知过程层次目标。这些目标层层递进又相互包含,低层次的目标达成后可进行更高层次的培养。明确本次课程教学活动中所需的技术知识内容要求后,使用技术知识教学目标分类表将各个目标依据不同维度、不同层次填入表中,根据对应的目标要求确定此活动学生需要达到的水平层次。使用技术知识教学情况评价方式图,教师可以明确评价各目标的方式。通过学生在课程中的表现、课程结束后的检验、课后与学生的沟通等方式,了解学生的技术知识掌握水平并将其与表格中的目标水平对照。收集到学生对此目标掌握程度的情况后,对学生技术知识掌握的认知过程层次分析并依据结果及时调整教学策略,让教学过程更具针对性,使学生的技术知识掌握水平得到较高效的提升。

4 高中物理课程中技术知识目标及评价的分析

4.1 信度检验

为了验证本评价指标体系的可靠性和可信度,由笔者担任主评分员Z,再邀请两位学科教学(物理)专业研究生分别作为评分员X和评分员L来进行信度检验。讲解后随机选择高中物理课程某部分,3位评分员各自使用本评价指标体系分析,相互同意度情况如表3所示。经过计算所得信度为0.815,

位于0.8~1.0区间,说明本评价指标体系信度较高。

表3 各评分员之间相互同意度

评分员	L	X
Z	0.667	0.600
X	0.516	

4.2 课程标准中有关技术知识培养的目标及活动的评价方式分析

针对课程标准的内容要求部分,选择部分内容填入技术知识教学目标分类表中进行分析。选取的内容应与技术有关、与实际生活有关,比如运用某规律、某原理解析或解决实际问题等。通过对内容要求部分目标的分析,可以发现以下5个常见目的。根据各目的所需评价的要求,对其处于的认知过程层次进行定义:

(1)能运用规律解决实际问题。由于学生需要运用技术知识完成练习或解决问题,故其位于运用层次。

(2)能运用规律分析实际问题。由于使用规律分析实际问题时,需要将问题分解成更细碎的元素,使用技术知识分析后又需将其整合并表达,故其位于分析层次。

(3)能运用规律解释实际问题。由于学生需要将技术知识建构入自己的思维模式中,并在需要时提取出来解释问题,故其位于理解层次。

(4)制作一个物品.由于学生在制作物品时,需从过去的知识与技能等找到适合此问题的方法和知识,并将其实际应用以解决问题,故其位于创造层次.

论、比较、说明等活动,故其位于理解层次.

使用技术知识教学目标分类表分析课程标准中各目标及活动在知识与认知维度中的水平要求,课程标准中必修1内容如表4所示,其余如表5所示.

(5)体验某种状况.由于学生进行了概要、推

表4 必修1课程中培养技术知识的目标要求

必修1 目标及活动	位置
1.1.3 理解匀变速直线运动的规律,能运用其解决实际问题	C3
1.2.1 例1 调查生产生活中所用弹簧的形状及使用目的	A2/B2
1.2.1 例2 制作一个简易弹簧测力计,用胡克定律解释其原理	B6/C2
1.2.2 能用共点力的平衡条件分析生产生活中的问题	C4
1.2.3 能用牛顿运动定律解释生产生活中的有关现象、解决有关问题	C2/C3

表5 课程标准中培养技术知识的目标要求

模块	内容位置	要求	内容位置	要求	内容位置	要求	内容位置	要求
必修2	2.1.1	A2	2.1.1 例2	C4	2.1.2	C2	2.1.4	C4
	2.2.1 例1	A2	2.2.2	A4	2.2.3	C2	2.2.3 例2	C2
	2.2.4	D2	2.2.4 例3	D2	2.2.5	B2	2.2.5 例5	D2
	2.3.1	D2						
必修3	3.1.4	B2	3.1.4 例6	B2/B5	3.1.6	A2/B2	3.1.6 例7	B2
	3.2.1	B2	3.2.5	C2	3.2.6	B4/C4	3.2.6 例4	B2
	3.3.1	A2/D2	3.3.3	C2/D2	3.3.3 例2	C2	3.3.5	C2/D2
	3.3.5 例3	C2	3.4.1	B2	3.4.3	A2/D2	3.4.3 例1	B2
	3.4.4	A2/D2	3.4.4 例2	B2	3.4.4 例3	A3/B3	3.4.4 例4	C5
选择性必修1	1.1.1	C2	1.1.1 例1	C2	1.1.2	C2	1.2.3 例1	B2
	1.2.3 例2	B2	1.2.6	B2	1.3.2	B2/C2	1.3.2 例2	A2/B4
	1.3.3	B2/C2	1.3.3 例4	C6	1.3.4	A2		
选择性必修2	2.1.1	B2	2.1.1 例2	A2/C2	2.1.3 例4	B2/C2	2.2.3	A2
	2.2.3 例2	A2/C2	2.2.4 例3	B3	2.2.5	C2	2.2.5 例4	B2
	2.2.5 例5	C2	2.2.6	A2/D2	2.4.1	D2	2.4.2	B6/C2
	2.4.3	A2	2.4.3 例2	A2				
选择性必修3	3.1.3	A2/C2	3.1.4	A2/D2	3.1.4 例3	A2	3.1.4 例4	A5/B2
	3.3.3	B2/D2	3.3.4	A2/D2	3.3.5 例	A2		

4.3 各维度技术知识占比及评价方式分析

根据得到的数据,分析如下.

课程标准的内容要求中,技术知识的4个方面均有所体现,占比如图2所示.其中,技术概念知识与技术程序知识占比较多,各占32%和29%;技术

元认知知识相对较少,占15%;技术事实知识占24%.例如在必修1中,1.1.3、1.2.2、1.2.3均体现了技术概念知识,而单独的技术事实知识、技术程序知识和技术元认知知识均未明确体现.这要求教师在执行教学任务后,在注意讲解技术概念知识、多引

导学生将物理思维和物理原理向技术概念知识转化外,也应注意其他3方面知识的培养情况。

教师可以进行一些认知过程维度内较高级别的评价活动,比如在“1.2 相互作用与运动定律”一节中,可以通过引导学生进行用橡皮筋自制航空母舰上“飞机弹射器”的实践活动,测评学生技术概念知识同时关注学生制作情况,来进行技术程序知识的评价。再通过小组讨论并汇报的形式让学生表达自己的观点,进而让教师掌握学生对此部分的情感态度价值观情况,来评价学生的技术元认知知识水平。教师应在教学活动及学生课后活动与练习中有意识地加入家国情怀、生态环境保护等内容,并在如小组讨论、演讲、专题汇报等定性评价过程中侧重于观察学生的情感态度与价值观情况,以收集更多此部分的数据与学生情况并将之应用于教学改进中。

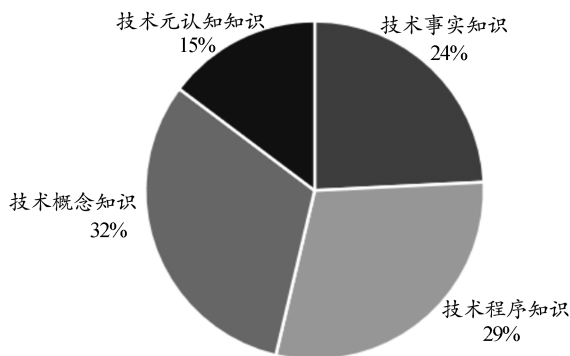


图2 《普通高中物理课程标准》中各技术知识目标占比情况

课程标准的内容要求中对认知过程的层次体现如图3所示。除本次不予分析的记忆层次外,理解层次的目标最多,共有77处;分析和运用层次的目标均较少,分别为7处和5处;较高层次的评价与创造均为3处。使用技术知识教学情况评价方式图,对于不同方面的技术知识使用不同种类的评价方式。对于记忆、理解这类层次的评价,采用纸笔测验的方式可以更好地了解学生技术知识掌握水平。针对运用和分析层次,比如2.1.4、2.2.2、3.2.6等目标的测评,对于技术概念知识采用计算、证明、实验和论述题等方式;针对技术程序知识,采用知识卷与技能卷相结合的模式来进行评价。例如针对“能分析和解决家庭电路中的简单问题,能将安全用电和节约用电的知识应用于生活实际”这一目标的评价,教师除纸笔测验方式进行评价外,也可同时要求学生针对家庭电路的实际工作情况进行分析,并让学生提出解决方式,在指导下解决问题。课程结束后,将报告和汇报情况与纸笔测验结果结合,可以帮助教师

更准确、更多方面地评价学生。

在涉及评价、创造层次的活动,例如制作某仪器进行实验并解释其原理这类活动时,教师评价学生不应只关注学生制作器械、进行实验后得出的结果,而应当运用二段式评价方式,对学生整个活动过程中的表现进行综合评价。观察学生的动手能力、对技术知识的理解和掌握程度,倾听学生对于技术的情感态度。教师应从更多方面收集数据和情况,再用其更好地指导教学工作。

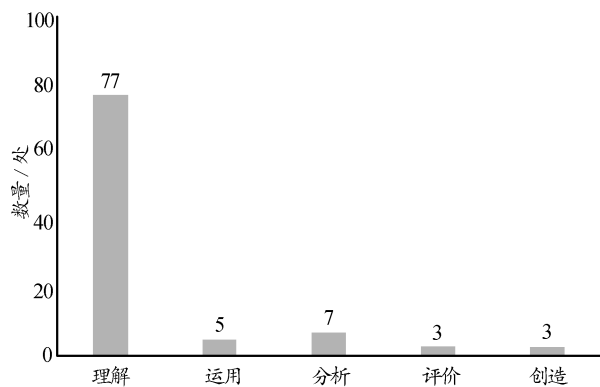


图3 《普通高中物理课程标准》中技术知识认知过程维度目标情况

5 结论

针对高中物理课程中技术知识描述定义不清晰、无学生认知过程维度细分的情况,本文依据教育目标分类等理论建构了技术知识的评价指标体系并分析了适用的评价方式。通过对课程标准的内容要求分析,可知高中物理课程中技术概念知识和技术程序知识占比较高,技术元认知知识占比较少。各认知层次中理解层次大量出现,其他层次占比少。

在高中物理课程中教授技术知识时,可以通过技术知识教学目标分类表明不同技术知识的认知过程层次目标;在进行有关的教育评价活动时,使用技术知识教学情况评价方式图明确各目标的评价方式。通过本体系决定以何种模式方法进行测评,将测评结果应用于实际工作中,为教师在高中物理课程中更效率的教授学生技术知识提供帮助。

参考文献

- [1] 陈琦,刘儒德.当代教育心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2019.
- [2] LAYTON Jr E T. Technology as knowledge [J]. *Technology and Culture*, 1974;31-41.
- [3] HERSCHBACH D R. Technology as knowledge: Implications for instruction [J]. *Journal of Technology Education*, Volume 7 Issue 1 (fall 1995), 1995.

- [4] 史峰. 高中物理课程中技术素养培养的研究[D]. 新乡: 河南师范大学, 2016.
- [5] 盛群力, 褚献华. 布卢姆认知目标分类修订的二维框架[J]. 课程·教材·教法, 2004(9): 90-96.

- [6] 孙东山, 台合语. 论教育评价的根基、限度及转向[J]. 教学与管理, 2021(33): 34-38.
- [7] 刘洋, 李贵安, 王力, 等. 基于教育目标分类的高中物理核心素养评价[J]. 教育测量与评价, 2017(10): 35-40.

Construction on Technical Knowledge Objective and Evaluation System in High School Physics Curriculum

ZHANG Dian CHENG Lin

(College of Physical Science and Technology, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121011)

Abstract: For the technical knowledge of high school physics curriculum, the action verbs used in the content requirements of current curriculum standards are not clear enough. The objective and evaluation system are constructed according to the theory of educational objective classification, and the classification table of teaching objective of technical knowledge and the evaluation mode chart of teaching situation of technical knowledge are obtained. This paper sorts out the objectives and activities related to technical knowledge cultivation in high school physics curriculum, analyzes the proportion of cognitive process level in each technical knowledge and puts forward the evaluation method. Through data collation, it can be seen that the goals and activities related to technical metacognitive knowledge in high school physics courses are relatively small and a large number of content requirements are at the understanding level, which can provide reference for teachers to evaluate students' mastery of technical knowledge.

Key words: technical knowledge; classification of educational objectives; educational evaluation; physics course

(上接第 127 页)

$$s_n = h \left(\frac{h}{H} \right)^{n-1} + \frac{h}{H-h} d \left[1 - \left(\frac{h}{H} \right)^{n-1} \right]$$

公式的前半部分为没有受到冲量时的高度, 公式的后半部分为受到冲量时所带来的高度变化.

3 变式探讨

我们不妨追加一问进行对比探讨. 篮球从 H 高度处由静止下落后, 经过 N 次反弹 ($N \geq 2$) 至最高点时, 运动员拍击篮球 (拍击时间极短), 瞬间给其一个竖直向下的冲量 NI_0 , 拍击后篮球恰好反弹至 H 高度处, 求冲量 I_0 的大小.

从前面的分析我们知道, 经过 N 次反弹至最高点时 $h_N = h \left(\frac{h}{H} \right)^{N-1}$, 运动员拍击让篮球增加动能

$$\Delta E_0 = \frac{N^2 I_0^2}{2m}$$

由动能定理可知

$$k^2 = \left(\frac{v_{n2}}{v_{n1}} \right)^2 = \frac{E_{n2}}{E_{n1}} =$$

$$\frac{mgH + \lambda mgH}{\Delta E_0 + mgh_N - \lambda mgh_N} = \frac{(1 + \lambda)h}{(1 - \lambda)H}$$

$$\text{解得 } I_0 = \frac{m}{N} \sqrt{\frac{H}{h} \left[H - \left(\frac{h}{H} \right)^N h \right] \cdot 2(1 - \lambda)g}$$

$$\text{由于 } \left(\frac{I_0}{I} \right)^2 = \frac{1}{N^2} \frac{1 - \left(\frac{h}{H} \right)^N}{1 - \frac{h}{H}} < 1$$

因此 $I_0 < I$, 这说明同样让篮球反弹至 H 高度处, 一次猛拍比多次平均拍球要省劲.

4 总结

归纳演绎法是物理学研究中的一种重要的科学思维方法. 近年来, 采用数列通项公式求解的高考题型常有出现^[3]. 对于多次重复出现的有规律性变化的物理情境, 我们要运用好已有的数学工具总结物理量的变化规律, 辅助解题.

参考文献

- [1] 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, 2020.
- [2] 张奉平. 高中物理图像之“点、线、面”[J]. 物理教学探讨, 2018, 36(514): 70-72.
- [3] 高国龙. 高考物理压轴题中数列通项公式的求解[J]. 湖南中学物理, 2016, 31(7): 77-79.