

科学思维层级模型下增值评价实践探索

——以高中物理理想模型建构为例

喻 妮

(贵州省基础教育质量监测中心 贵州贵阳 550081)

摘要: 科学思维是高中物理核心素养之一,包括“模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新”四个要素。建立基于科学思维层级模型的增值评价体系,能帮助教师精准定位学生的思维水平层级,诊断学习过程中思维水平,服务教师教学,激发学生学习物理兴趣。理想模型建构是高中物理学习要求必备意识和能力,设计贯穿于整个高中物理学习的理想模型的增值评价体系从而达到高中知识体系融合,关注每一个学生的学习过程,有效评价教学目标达成情况,助推学生终身学习。

关键词: 科学思维层级模型 物理模型建构 增值评价体系

中图分类号: G633.7 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.03.073

高中物理核心素养之科学思维的4个要素为模型建构、科学推理、科学论证、质疑与创新,每一个要素均有5个思维发展层级。而模型建构的思维层级发展过程决定和影响学生学习效果。本文以高中物理核心素养——科学思维层级模型下的理想模型建构为例,探索在新高考改革“3+1+2”背景下物理学科增值评价方法,以期降低高中物理学习和评价的难度,鼓励更多学生学习物理、热爱物理,为终身学习物理奠定基础。

一、增值评价内涵及作用

所谓增值评价(Value-added evaluation)也称为成长性评价,主要关注学生在经过一个阶段的学习后最后比最初进步了多少。其特点是不再以学生的考试成绩作为唯一的评价标准,而是关注同一评价对象在多次同质评价中结果的变化,并透过这种变化对学生进步情况和发展潜质作出及时、准确的判断。由此可见,增值评价需要从专业、长期、微观角度评估学习成效,因此评价的专业性、持续性、科学性就非常重要。增值评价常应用于评价学校或教师的教学质量状况,尤其是在衡量生源质量薄弱学校的优秀率、中高考的升学率、后进生的达标率等方面起到了很好的激励和示范作用。目前增值评价用在学科研究方面相对较少,还有待大量的实践的论证。

评价的主要功能是诊断和激励,诊断是对教师层面,激励是对学生层面。对学生作业或考试前后结果对比是教师常用增值评价手段,也是对学习效果的粗略评价,对高效处理学生在学习过程遇到的问题和及时激励学生作用不明显,但

由于受班额数大、教学进度快等因素影响至今仍然是大多数老师评价学生的首选;教师发现学生学习中问题一般都较滞后且发现的问题也不够精准,因为作业和考试的结果只是问题的集中反应,很难精准再现问题出现原因和思维水平,导致教师对学生的评价片面性或偏移。因此建立系统、长效、精准的评价体系是必要的。

二、研读新课标,确定评价指标

1. 研读新课标

《普通高中物理课程标准》(简称《标准》)中明确提出科学思维是物理核心素养之一,培养和发展学生的科学思维能力是高中物理的重要教学目标之一。模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新是物理科学思维四个要素,每个要素分为5个层级水平,其要素及层次结构图如图1所示



图1 科学思维要素层级水平示意图

例如,高中物理要求学生掌握的质点、点电荷、匀强电场等物理概念和匀变速直线运动等物理过程都是物理模型,按照5个水平层级将学生对知识的掌握程度进行量化评价以达到符合SOLO理论要求的“显化”知识目的。

思维的量化过程很复杂，本文结合新课程标准和布鲁姆认知思维模型设计科学思维层级下的“模型建构”大增值评价体系，以教学实例说明怎样进行增值评价，以期同仁能共鸣。

高中物理理想模型建构贯穿于整个高中阶段学习。根据模型性质特点分3类：对象型（如质点、弹簧振子、理想气体、玻尔模型等）；条件型（光滑表面、轻杆、均匀介质、匀强电场、匀强磁场等）；过程型（自由落体、平抛运动、匀速圆周运动、简谐运动、弹性碰撞、绝热过程等）。

2. 确定评价指标

以质点受力分析模型的增值评价为例，设计概念—重力场—复合场—应用的力学单元知识内容，以情境变化增加思维难度系数。根据理论和评价标准设计物理概念表达式（图）准确率、逻辑性、答题时间作为增值评价的指标，反映学生学习过程中思维参与情况。如表1所示。

建立一生一档的思维发展层级模型的量化表是非常有必要的。以表达的准确性、逻辑性、反应时间三个指标进行“值”的量化，再将各项量化分按比例测算为总分。如重力场中质点的受力分析，其思维层级发展过程可设计为两个力、多个力的分析及情景复杂转换。复合场中质点受力分析也将物体所处的环境和受力个数进行重新构建后量化评分。应用上则注重考查学生对实际问题理解和应用的发展水平，这里不再赘述。

三、科学设置“值”

1. “值”是什么

增值评价的“值”是什么？这是增值评价核心内容。目前《普通高中物理课程标准》（以下简称《新标准》）提出了要加强物理学科核心素养的评价原则、任务设计和评价方式建议。众所周知，影响学习状态、学习过程、学习结果的因素复杂，怎样科学、公平公正、系统、持续地将学习状态和结果由“质”变转化为“值”变是一项庞杂系统的教育工程，

可以根据实际需要抓住主要因数忽略次要因数进行设置。

2. “值”的来源

依据学业水平层级表现的关键特征制定教、学过程“值”包括课堂教师课堂提问、作业反馈、实验报告、研究性活动、单元或模块测试、综合考试等对“值”的认定，将学科学业水平要求与达到的水平层级有效对接后设置参数，借助于网络信息化管理将各种信息快速及时反映出来增值。仍以质点为例，设计高中科学思维水平模型建构增值情况汇总表，如表2。

折合比例可以根据学生的基础和知识点难易程度灵活设置，但要和其他知识点的标准统一，这样才有比较价值和意义。

3. “值”设计原则

设计“值”要做到统一性和整体性。高中物理大学科观念下唯物的观念、结构的观念、因果的观念与守恒的观念是评价标准整体性和统一性，要有整体等值评价观念。物理科学思维则有四个维度，“值”要细化，要与大学科观念统一。根据《标准》提出的“科学思维”定义及其4个维度“模型建构、科学推理、科学论证、质疑与创新”分别设置每个维度要求达到的水平层次，以最后的标准衡量科学思维总体情况。

总之，教师要有驾驭本学科整体教学能力，这是增值评价对教师能力的要求。建立整个高中阶段科学思维发展增值量化体系表，记录并量化每一个学生思维发展过程，跟踪监测学生学习状态和学习效果，教师才能更好地了解和服务学生，为其选科提供参考，及时指导有志于今后从事物理学习和研究的学生。物理学习过程包括课题教学、实践活动、实验报告及各种考试，将学习过程思维进行有效记录，既关注了过程评价，也可以进行综合评价，使评价更有科学性。

四、科学评价

1. 建立科学的评价体系和方法

完整的学科评价框架是广大师生教学的指南，科学的评

表1 质点的受力分析思维发展增值评价量化表

项目	评价内容	识记	理解	应用	推理	……	总分
概念	表达准确率						
	逻辑性						
	用时						
重力场	表达准确率						
	逻辑性						
	用时						
复合场	表达准确率						
	逻辑性						
	用时						
应用	表达准确率						
	逻辑性						
	用时						
增值							

表2 高中科学思维水平模型建构增值情况统计表

内容	水平层级	层级要求说明	分值	时段1	时段2	……	折合适
质点受力分析	水平1 满分1	能说出一些所学的简单的物理模型；知道得出结论需要科学推理；能区别观点和证据；知道质疑和创新的重要性。					
	水平2 满分2	能在熟悉的问题情境中应用所学的常见的物理模型；能对比较简单的物理问题进行分析 and 推理，获得结论；能使用简单和直接的证据表达自己的观点；具有质疑和创新的意识。					
	水平3 满分3	能在熟悉的问题情境中根据需要选用所学的恰当的模型解决简单的物理问题；能对常见的物理问题进行分析，通过推理，获得结论并作出解释；能恰当使用证据表达自己的观点；能对已有观点提出质疑，从不同角度思考物理问题。					
	水平4 满分4	能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型；能对综合性物理问题进行分析 and 推理，获得结论并作出解释；能恰当使用证据证明物理结论；能对已有结论提出有依据的质疑，采用不同方式分析解决物理问题。					
	水平5 满分5	能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成物理模型；能在新的情境中对综合性物理问题进行分析 and 推理，获得正确结论并作出解释；能考虑证据的可靠性，合理使用证据；能从多个视角审视检验结论，解决物理问题具有一定的新颖性。					

价方法是评价增值的关键，关系整个评价群体（对象）的学习状态的延续及学习自信心的建立。如何进行科学的评价，笔者认为需要有专业的测量理论和项目反应理论，如常模研发技术、标准设定技术、分数表达技术、测验等值理论、题库建设原理与方法等。

2. 评价要多元性

科学专业的教育评价是增值评价的关键，鉴于当前我国教师的培养体系单一，师范院校所在的高校课程设置过多强调学科间独立性和专业性，忽略学科融合，中学的教师基本上是“专科生”。知识结构和内容的评价方法过分单一，学科间基本上是各自为政，学生从老师那里得到知识信息基本上是零碎的，对大部分只知道全盘接受不知道融会贯通的学生而言，这就是高中物理的学习难度所在。因此多角度、多学科参与同一项目讨论评价是降低物理难度的有效途径。

各学科之间协作是建立多元化的评价框架或体系关键。如物理问题中数学表达、推理过程的规范性，可以考虑两科专业老师的统一评价，又如高中物理选修3~5部分有关量子力学中能级和概率密度与电子云的理解，在建立评价指标时考虑到与数学、生物、化学知识联系比较密切，同时也是理解和应用的瓶颈，学生经常是理解了物理规律和原理，但对数学的表达式无法理解，对电子的生化属性难以建立起完整的模型，因此可以通过以上4科教师共同协作建立起从结构模型—运行机制—生化应用等一套比较完整的知识体系的教学环节。

3. 重视评价的结果的应用

正确看待增值评价结果，即不再把单一的考试结果作为评价的标准。中学物理学科教学是培养学生掌握终身学习发

展的必备知识和技能，为他们今后学习物理奠定思维和理论基础。基于此，教师应制定系统、阶段性、长期性的科学的评估方案，把增值作为评价学生的成长过程的档案。

五、增值评价实践中遇到问题及建议

增值评价在实际应用过程中常常重理论无实践研究的尴尬局面。主要有以下几个方面的原因：一是对“增值”概念认识和理解模糊，认为增值即为分值的增加。众所周知，分数不能衡量学生的知识水平，分数受试题的难度系数、受试对象、考试时间的影响较大，而增值评价不需要考虑这些因素，只需要关注每一学生在同一标准下相较同一类别或同一群体的增加的幅度或百分比。二是增值评价使用率不高。受传统考试影响，增值评价一般在用于学校的效能评价较多，而在学生的学习过程中使用不多，忽略了过程性评价。这与《方案》强调要重视过程性评价相违背。三是科学性不强，指导意义不大。教育教学评价是一项复杂的系统性工程，需要多方面参与，而在实际操作中往往是属于高校或高层领导的权利，脱离教育实际的评价较多。基于以上问题，笔者有三条建议。一是建议深度教育评价的文件和有关文章，加深概念理解。二是建议制定学期或学年或学段的增值评价方案。三是建议加强高校与中小学教育教学合作，使增值评价更加科学化和人性化，使评价更接近真实情况。这也与现在的打破一考定终身评价方式相吻合。

增值评价不仅是将学习的效果进行分值转换以评价，也是面向全体学生成长，关注整个学习过程的学习效能评价，从源头上打破了一考定胜负的粗放型评价，有效的增值评价将会督促教师思考教育教学方法更全面更精准地了解学生学学习状态，使他们的学习更有效、更深入。