

# 指向核心概念的小学科学单元教学设计

——以“计量时间”单元为例

池松华

**【摘要】**围绕核心概念进行单元整体教学是发展学生核心素养的重要抓手。“计量时间”为教科版《科学》五年级上册的教学内容,属于技术与工程领域。教学时,教师应“研读单元,由表及里设置概念框架;贯通教材,由近及远明确概念进阶;基于核心概念,进行单元教学设计”,由此帮助学生掌握核心概念,提升学生的核心素养。

**【关键词】**核心概念;概念框架;概念进阶;单元整体

《义务教育科学课程标准(2022年版)》(以下简称“2022年版课标”)指出:科学教学要围绕学科核心概念和跨学科概念,理解教材设计,关注知识间的内在关联,促进知识的结构化,改变碎片化、割裂化的教学倾向。这就要求教师重视单元整体设计,挖掘教学内容间的内在逻辑关系,并以核心概念为中心,构建学生的知识体系,使课程内容结构化。围绕核心概念进行单元整体教学是发展学生核心素养的重要抓手。“计量时间”为教科版《科学》五年级上册的教学内容,属于技术与工程领域。本文以“计量时间”单元的教学为例,就如何围绕核心概念展开单元整体教学进行探讨。

## 一、研读单元,由表及里设置概念框架

进行单元教学设计之前,教师要研读教材,挖掘教学内容中的核心概念和本质问题,规划单元教学内容的呈现形式。设置概念框架有助于教师从复杂的单元内容中挖掘核心内容,提高教学效率。

### (一)梳理单元教学内容,提炼核心概念

本单元涉及两个2022年版课标中的核心概念:“技术、工程与社会”“工程设计与物化”。如果完全按照这两个核心概念统筹单元内容,会使学习的重心停留在设计与制作层面,从而弱化学生对计时工具工作原理的理解,不利于知识的习得与概念的构建。如何解决这一问题?

研读教材后不难发现,本单元的重点在于研究人类计时工具发展的三个阶段——燃香钟→水钟→摆钟,让学生开展科学实践,系统了解人类计时工具的演变过程。对教材进行研读,可以整理出单元主要活动和核心概念图(如图1)。

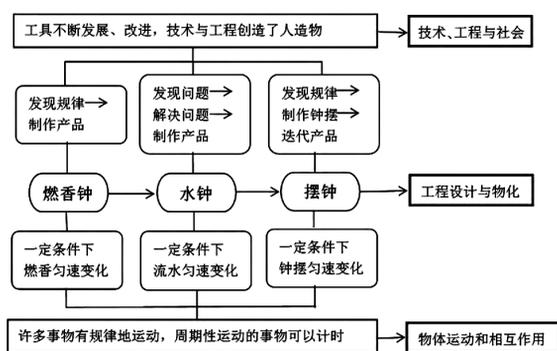


图1

由图1可见,引导学生经历“燃香钟→水钟→摆钟”的制作过程,发现人类计时工具的演变规律是单元的明线,指向核心概念“技术、工程与社会”;引导学生经历“发现燃香、流水、钟摆的运动规律,根据运动规律设计并制作产品,经历产品的改进和迭代”是单元的探究任务,指向核心概念“工程设计与物化”;研究、设计、制作计时工具需要“许多事物有规律地运动,周期性运动的事物可以计时”这一原理的支撑,该内容的学习指向“物体运动和相互作用”这一核心概念。后两条线围绕着单元的明线,有联系且有序地推进。

立足单元内容,找准核心概念,明晰几个核心概念之间的联系,是单元整体设计的起点。

### (二)建立概念间的联系,设置单元概念框架

核心概念统领基本概念,基本概念又建立在学科具体知识和事实的基础之上。所以,教师要挖掘核心概念下的各个基本概念,找出支持核心概念和单元基本概念的具体知识和事实。

通过研读“计量时间”单元的内容,笔者梳理出了核心概念、单元基本概念及学科具体知识和事实,如表1。

教师应整理好各层级的概念,带领学生展开学习。首先要设计好活动,引导学生在活动中发现、收集学科具体知识和事实。其次要引导学生整理事实,通过互动、论证等思维活动提炼单元基本概念。接着要引导学生在有联系的活动中逐步构建核心概念。最后要引导学生用核心概念解决实际问题,内化核心概念。

梳理单元核心概念、基本概念以及对应的学科具体知识和事实,把握核心概念与其他概念之间的关系,是进行单元整体设计的前提。

## 二、贯通教材,由近及远明确概念进阶

搭建好单元概念框架后,教师还要贯通教材,突

破单元的局限,搭建包含宏观到微观知识的总体框架。明确概念的进阶过程,可以使单元设计更有大局观。

### (一)着眼教材,把握概念生成的进阶过程

同一个核心概念在不同阶段的学习要求是不同的。教师要了解“单元涉及的核心概念在过去哪些活动中出现过,是从哪里开始构建的,现在处在哪一阶段,最后还要发展到哪一程度”。核心概念的进阶主线可以作为联系单元的线索。

“计量时间”单元与其他年级的相关单元共同构成了技术与工程领域的内容。学生测量纸带、制作指南针、制作乐器和运动的小车、研究计时工具和船,最后制作一个完整的工程模型,完成学习进阶。教师应着眼整套教材,明确进阶层级(如表2)。

表1 “计量时间”单元各级概念框架

核心概念	单元基本概念	学科具体知识和事实
物体运动和相互作用	基本概念1:许多事物做有规律的周期性运动	1.1 太阳等天体的运动具有周期性 1.2 燃香、水流在一定条件下匀速变化 1.3 单摆具有等时性 1.4 理解不同的科学原理对相应计时工具在材料和结构上的要求
工程设计与物化技术、工程与社会	基本概念2:工程是设计方案物化的结果,利用科学原理能制作相应的产品,技术工程创造人造物	2.1 知道制作过程应遵循一定的顺序 2.2 理解每一种计时工具在材料和结构上的要求 2.3 应用科学原理设计、制作简单的产品,会设计、制作和改进“水钟”“摆钟”等简易计时器
工程设计与物化技术、工程与社会	基本概念3:工程的关键是设计,计时工具准确性的提高主要依靠设计方案、材料等的改进	3.1 通过实验等方式收集信息,发现问题,并有根据地提出解决方案 3.2 发现制作产品的不足,尝试改进产品 3.3 初步认识设计方案中各影响因素间的关系,解释结果并总结可变因素是如何改变、影响结果的
工程设计与物化技术、工程与社会	基本概念4:技术与工程改变了人们的生活和生产方式	4.1 体会工具对人类生活产生的重大影响,具有自觉使用工具的意识 4.2 初步体验科学技术与人们生活的密切关系

表2 小学科学技术与工程领域各类指标进阶层级

涉及单元	认识与理解	设计与表达	产品与物化
“比较与测量” “材料”	初步体验工具的好处,知道科技产品带来的好处	表达简单的设计思路(以模仿为主)	动手完成简单的任务,制作简单的手工作品
“声音” “运动和力”	知道改进模型需要一定的方法,了解技术、工程能改变产品	应用一定的科学原理设计简单的产品实物模型,借助草图、实物模型说明设计思路	根据设计图制作简化实物模型,发现模型的不足,并改进
“船的研究” “计量时间”	知道技术包括方法、程序和产物,知道发明会用到一定的科学原理	能设计较为复杂的模型,利用示意图、文字等多种方式阐明创意	根据设计图制作较为复杂的产品,能调整并改进产品
“工具与技术” “小小工程师”	能举一些典型的发明案例,知道工程以科学技术为基础,理解工程实施的关键是设计	认识设计方案中各影响因素的关系,利用示意图、文字等方式互动论证,并多次修正方案	根据设计图制作比较复杂的产品,能多次调整设计思路并迭代产品

从表2中可以看出,每一个层级的学习要求是不同的,前一个层级为后一个层级积累经验,呈现螺旋式上升的样态。了解各个学段需要达成的要求,清晰地把握本单元的细分任务,促进学生对概念的理解,是单元整体设计的重要保障。

## (二)着眼跨学科,明晰概念生成的不同层次

美国学者林恩·埃里克森将知识结构分为五个层级,形成一个概念金字塔模型(如图2)。从图2可以看出,金字塔底层是数量较多且具体的学科知识和学科基本概念,再往上是数量少但具有统领性的跨学科核心概念,再往上是数量少但具有统领性的跨学科大概念,最高层是较为抽象的哲学概念。从下往上,概念抽象的程度不断增大,数量逐渐减少,但适用范围却不断扩大。从这个角度看,教师在进行单元设计时,还需用更长远的视角,关注跨学科大概念甚至哲学概念,促进学生素养真正提升。



图2

在“计量时间”单元,对“太阳等天体的运动具有周期性;燃香、水流在一定条件下匀速变化;单摆具有等时性”等具体知识进行提炼,可以让学生建立“许多事物做有规律的周期性运动”这个学科基本概念。这一学科基本概念与相关的基本概念相互联系,可以帮助学生建立“物体运动和相互作用”这个学科核心概念;在学科核心概念的构建和内化过程中,学生又能建立“稳定与变化、系统与模型”这两个跨学科大概念;如果进一步提炼跨学科大概念,则可以帮助学生初步树立“事物的运动是有规律的”这一哲学概念。

越上位的概念,其抽象、概括程度越高,但是迁移应用价值也越高。“事物的运动是有规律的”这个哲学概念能引导学生科学地、可持续地认识世界、改造世界,也能为辩证唯物论和唯物辩证法的学习奠定基础,符合2022年版课标提出的“聚焦中国学生发展科学素养,培养学生适应未来发展的正确价值观、必备品格和关键能力”的指导思想。

教师应从一个具体知识中逐步提炼学科基本概

念和学科核心概念,最后提炼出跨学科大概念和哲学概念,提升单元设计的整体高度,为学生的素养发展搭建一个“宏观框架”。

## 三、基于核心概念,进行单元教学设计

梳理并明晰单元的概念层级是单元教学的起点和基础,最终目的是为教学实践服务。教师应从核心概念出发,设计单元教学活动,助力学生深入理解核心概念,发展学科核心素养。

### (一)联系迁移,理解核心概念

理解、内化核心概念,需要大量的现象和案例来支撑。刘徽博士认为:“具体案例越丰富,联系越密切,抽象出来的原理就越高位,建立的概念越稳定。”“SOLO分类理论将概念生成分成五种水平,最低水平的是活动案例缺少联系,建立起的概念呈碎片化且水平比较低;高水平的是活动之间建立起紧密的联系,建立的概念水平比较高,迁移应用价值也大。”所以教师在规划单元内容时,一要充分挖掘教材中的活动,建立活动和概念之间的联系;二是要加强活动之间的联系,促进学生建立稳定的概念。

教学“计量时间”单元,教师要引导学生经历三个大活动:(1)发现燃香会匀速变化并设计制作燃香钟;(2)发现水流在一定条件下匀速变化并设计制作水钟;(3)发现单摆具有等时性并设计制作摆钟。其中,《时间在流逝》这一课是起点,在明确单元主题后,让学生通过燃香钟初步认识“燃香做规律的运动,做规律运动的物体可以计时”,是后续研究的基础。《用水计量时间》一课的学习中,“水流的速度是不均匀的”与“做规律运动的物体可以计时”会产生认知冲突,教师需要合理利用认知冲突,引导学生发现:(1)控制水位这一变量后流速也是均等的,利用这一发现可以设计刻度均匀的水钟;(2)“水流先快后慢也是一种运动规律”,利用这一规律可以设计制作刻度不均匀的水钟。“摆的研究”系列活动中,学生发现“摆速与摆重无关,摆长越长,摆速越慢”。教师要引导学生把前两个大活动中习得的经验迁移到精准摆钟的设计制作中,理解“无关变量”也是一种规律(如下页图3)。教师在规划单元框架时,一要加强活动之间的关联,用丰富且有联系的案例促进学生建立稳定的概念;二要寻找活动间的差异和层次,创设合理的认知冲突,利用高水平迁移,帮助学生构建更高位、更稳定的概念。

从发现“物体有规律地运动”开始,到“控制条件后有规律地运动”先快后慢也是一种运动规律”,再

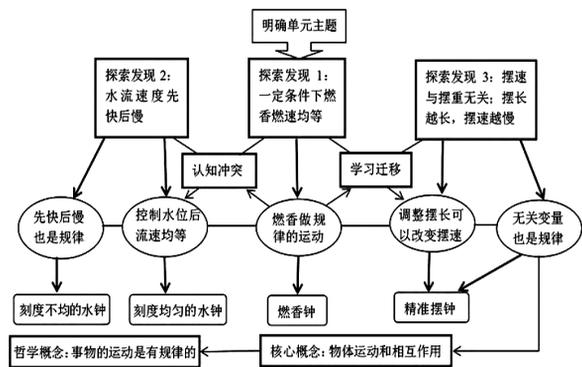


图 3

到“改变条件可以改变速度”“无关变量也是规律”，这一系列有关联的具体事实相互联系，可以深化“事物的运动是有规律的”这一哲学概念。可以看出，加强单元各活动之间的联系，合理引发认知冲突，通过高水平的迁移，能有效建构单元内容，促进核心概念的形成。

### (二) 有序进阶，夯实核心概念

要形成稳定的核心概念，除了要关注教学内容之间的联系，还需要关注教学内容的进阶，经历有梯度的活动，夯实核心概念。

“计量时间”单元有好几条进阶的线索，第一条线索是计时工具的发展顺序。计时工具从燃香钟进阶到水钟，再从水钟进阶到摆钟，最后还有很多更高

表 3 “计量时间”单元学生水平层次进阶表

涉及内容	认识与理解	设计与表达	产品与物化
《时间在流逝》	产生关注计时工具的兴趣和意识	观察“燃烧一炷香”的时间，用语言或图画交流设计思路	验证燃香可以计时，无需制作燃香钟
《用水计量时间》《我们的水钟》	体会一项简单工程的基本过程，收获完成简单工程的成就感	利用水流特点设计水钟，借助草图、实物模型说明设计思路	经历“设计—测试—改进”等过程，制作水钟，将创意转化为简单实物
《机械摆钟》《摆的快慢》《制作钟摆》	认识工程的基本过程，体会发明和技术的关系	设计稍复杂的模型，利用示意图、文字阐明创意，能不断调试、改进，达成预期目标	根据设计图制作计时比较精准的摆钟，能不断调试并改进产品，完成简单的迭代
《计量时间和我们的生活》	发现周期性运动的事物可以计时，理解产品不断进阶的过程	围绕“计时工具的精确性和人类发展的关系”互动论证	完成人类计时工具的演变史调查报告或小报

### 参考文献：

[1] 刘徽. 大概念教学: 素养导向的单元整体设计[M]. 北京: 教育科学出版社, 2022.

[2] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.

级的计时工具。在设计制作的过程中，学生不断发现问题、解决问题，逐步理解物化产品需要经历改进创新的过程，同时也理解了“技术、工程与社会”这一核心概念。

第二条线索为设计和制作过程中学生水平层次的进阶。“计量时间”单元中，学生通过学习，在“认识与理解”“设计与表达”“产品与物化”等领域不断进阶(如表3)。如在“设计与表达”方面，从“用语言或图画交流设计思路”到“借助草图、实物模型说明设计思路”，再到“设计稍复杂的模型，用示意图、文字阐明创意”，几个过程依次进行，逐步夯实学生的基础。物化的产品也逐渐升级，从没有物化成型的燃香钟到简单的水钟，再到不断改进、迭代的摆钟，也体现出了进阶的特点。

教师在单元教学中，要始终关注学生在各个阶段的学习过程，有序进阶，循序渐进，夯实核心概念生成的基础。

总之，围绕核心概念进行单元整体教学是非常重要的研究方向。教师要从研读教材开始，把视角从单元投向教材整体和其他学科，形成一个“从微观到宏观，再从宏观到微观”的总体框架，助力学生围绕核心概念进行学习理解、迁移应用，从而形成对核心概念的整体理解，实现科学核心素养的提升。

【作者简介】池松华，浙江省台州市黄岩区新前街道中心小学。

【原文出处】《教学月刊》：小学版(杭州)，2023.

4. 14 ~ 18