# 基于设计性任务的“运动的合成与分解”教学设计*

陈伟孟 （中国人民大学附属中学 北京 100080）
张玉峰 （北京教育科学研究院 北京 100036）

**摘 要** 以“运动的合成与分解”教学设计为例，基于设计性任务促进学生主动学习，引导学生进行概念的建构和知识的应用，让学生经历科学家研究问题和解决问题的过程。在问题解决过程中融合科学方法，体会科学家在研究具体问题时是如何建构模型、如何让模型逐渐进阶越来越接近真实情境的。设计性任务启发学生积极调用已学知识与方法，在主动设计创造中学习新的概念与规律，在课堂教学和日常作业中培养学生的创新思维和创造能力。

**关键词** 模型建构 设计性任务 创新思维 作业设计
**文章编号** 1002-0748(2025)8-0008 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

## 1 引 言

设计性任务是驱动学生主动学习并展开创造性思维，在设计创造新事物或新方案的过程中发展学生核心素养的载体，设计性任务学习是一种引导学生进行主动建构的教学方式。相较于把学生视为被动的接受者，我们更要把学生视为创造者和创新者。设计性任务根据问题解决的真实需求设计学习内容与方式，以设计性主题为引导，创设真实情境，加强学习资源间的联系，设计出实践性的学习任务。“运动的合成与分解”的教学设计以设计性任务驱动知识的学习、理解和应用，在真实问题情境中融合模型建构的进阶等物理学科思想方法，在设计中促进学生发散性思维和创新能力的发展。

## 2 内容分析

“运动的合成与分解”在课程标准中内容要求为：“会用运动合成与分解的方法分析平抛运动。体会将复杂运动分解为简单运动的物理思想。”该内容的教学对学生的能力要求较高，着重要解决的问题是让学生建立起运动的合成与分解的思想，并用来处理简单的平面运动，为曲线运动的研究打好基础。这是学生在学习完直线运动、牛顿运动定律等知识后，从定量研究直线运动规律进入定量研究曲线运动规律的转折点。虽然学生已经知道曲线运动的运动特征和受力特征，但不知道如何去描述曲线运动的位移、速度等状态参量。在此之前，学生已经有了合力与分力的概念，力的合成与分解的知识与思想，这些对学习运动的合成与分解有一定的启发作用。学生将学会用平面坐标系描述直线运动和曲线运动，并通过对已知分运动进行合成来研究未知的合运动，或将复杂的合运动分解成几个简单的分运动，再通过研究分运动的性质进一步研究复杂的合运动。

首先通过对“跑马射箭”实际问题情境的探究，引导学生学会像科学家一样思考，将具体情境简化，建构简单的二维运动模型，进行问题的理论推导，引出如何描述平面上运动物体的运动轨迹、位移、速度甚至加速度等问题。然后，通过实验来验证物体在平面中的运动。这有助于学生从已有知识出发，去发现新问题，形成探究的目标，为解决新问题做好准备，同时形成在探究中将理论与实验结合的学习方式。

## 3 学情分析

学生学习了一维情形的运动与相互作用，具有了从一维到二维运动分析的基础和需要，在曲线运动的学习中可以进行基于真实情境的更为主动、综合和深入的学习。学生对于整合性的知识具备了更好的基础储备，也有了更大的兴趣和更高的需求。

* **基金项目**：本文系中国教育学会2022年度教育科研一般规划课题“指向学生创新能力的科学思维课程建设与实践研究”（课题编号：202200150702B）、北京物理学会2024—2025年度重点课题“指向学生创新思维发展的作业设计研究”（课题编号：WLXH241013）及北京市新时代中小学名师发展工程（首都师范大学基地）的阶段性研究成果。



中国知网 https://www.cnki.net

学生通过预习初步了解运动的合成与分解的概念，形成了一些相对碎片化和不完全准确的认识，但是不清楚运动的合成与分解的必要性和重要性，不清楚运动的合成与分解为什么能“化繁为简”，实际上其作用更在于“化未知为已知”。通过具体的问题情境，进行可能运动情况的猜想，然后在教师的启发下通过理论和实验验证猜想的相互佐证，形成解决问题的一般化思路。学生在知识学习的过程中往往容易侧重具体知识的学习，但是这些知识所承载的“建模思想”等物理学科思想方法往往容易被忽略，因此在教学设计中需要将模型建构等思想方法融合到具体知识的学习过程中。

## 4　教学流程

教学流程见图1。

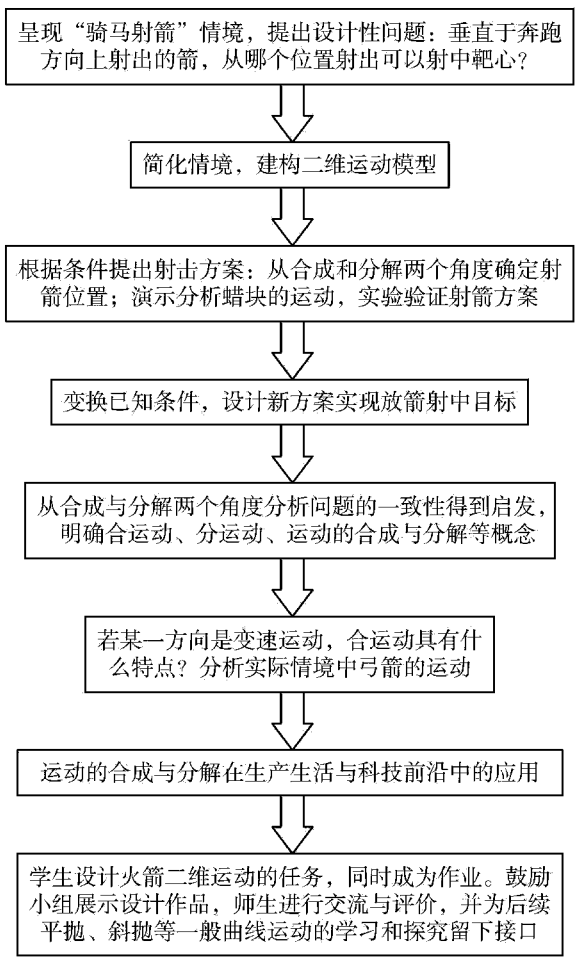



图1　教学流程

## 5　教学过程

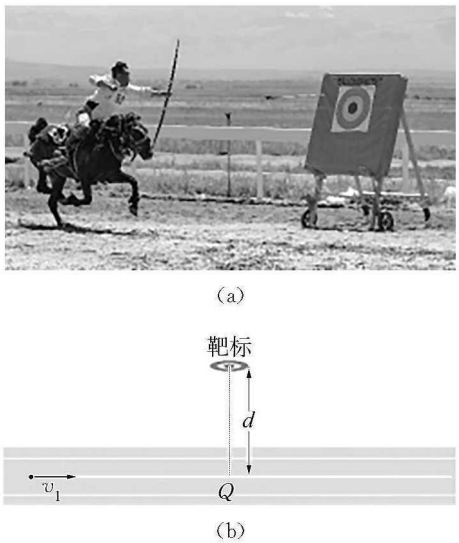
### 5.1　基于真实情境，提出设计问题

学习活动：学生观看民族传统体育运动会中“骑马射箭”的视频，思考并完成任务。

教师：提出问题：如图2所示，若马的速度为$v_1$，马静止时射箭速度为$v_2$，跑道离固定靶标的距离为$d$。若在垂直于马的速度方向射箭，为了射中靶心，该在何处射箭？

学生：观看视频，思考并分析问题。

设计意图：以运动员“骑马射箭”为问题情境，提出关于运动的合成与分解的问题引发学生思考，形成以物理的眼光看待生活中的问题。




(a)　(b)

图2　骑马射箭及其俯视示意图

### 5.2　根据理论猜想，构建二维模型

学习活动：通过真实情境让学生对弓箭的运动简化，进行二维运动建模，并分析可将重力和阻力等忽略的原因。

教师：引导学生分析情境，让学生对弓箭的运动情况做出合理的猜想。

学生：如图3所示，学生对弓箭的运动进行分析猜想，通过$x$轴与$y$轴两个方向的简单运动的分析，得出弓箭在平面内运动的轨迹、速度等性质，确定弓箭做匀速直线运动。

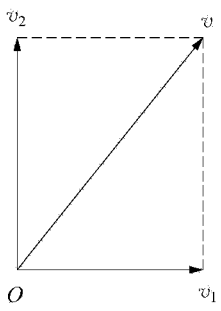



图3　速度的合成

设计意图：以弓箭在水平面内的运动为切入点，让学生对弓箭的运动进行合理的分析与猜想，体会科学推理的重要作用。学生明白了运动的合成的意义：“运动的合成”能够通过两个方向的已知运动的合成来描述一些未知的运动，哪怕最后发现这个运动也是一个简单的直线运动。此处运动的合成与分解的作用并非

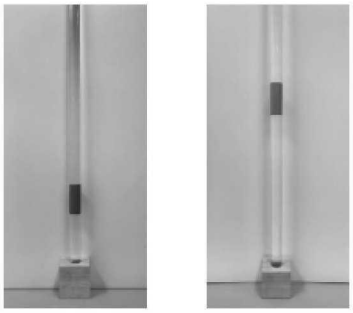


中国知网　https://www.cnki.net

“化繁为简”，而是“化未知为已知”。

5.3　经历实验探究，验证运动性质

学习活动：教师用玻璃管中红蜡块的运动模拟弓箭的运动。如图4所示，将红蜡块置于玻璃管中，然后在玻璃管内注满清水，再将玻璃管置于水平匀速运动的传送带上，最后观察描绘蜡块的运动轨迹。



(a)　　(b)

图4　蜡块在玻璃管中运动

教师：在与玻璃管运动平面平行的竖直面内放置透明板，让学生用记号笔描点记录蜡块的位置，然后对描点进行线的拟合(见图5)。



图5　描绘蜡块运动的轨迹

学生：观察描绘蜡块运动的轨迹，并用直尺对实验数据进行手动线的拟合，与理论分析结果进行比较。

设计意图：在猜想与分析的基础上，通过实验进行探究验证，体会科学探究中理论分析与实验探究的作用，体验科学中理论与实验之间的关系。学生的描点犹如打点计时器的打点，效果直观明显，让学生学会能力的迁移。通过递进的问题链形式，学生真实经历解决问题的一般过程，体会理论分析与实验探究在科学探究中的一致性。

5.4　通过条件变化，逼近真实运动

学习活动：模拟分析两个方向分运动并不垂直时的一般情况，体验分运动与合运动应满足的矢量运算法则。在此基础上，学生进一步探究分运动存在变速运动，研究复杂运动中分运动与合运动的关系。

教师：提出问题：若是运动员在跑道上其他位置放箭，例如在图2中所示的离靶标最近的$Q$点，是否还能射中靶心？教师在学生给出理论分析结果后，引导讨论如何制定实验方案进行验证。

学生：如图6所示，学生运用速度合成的方法并给出相应解释。然后，学生进行实验设计，将倾斜放置的玻璃管放置在传送带上，通过观察蜡块的运动来验证该设计方案。

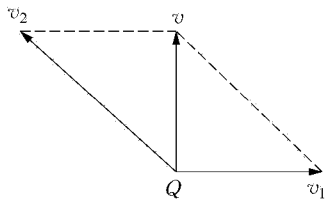
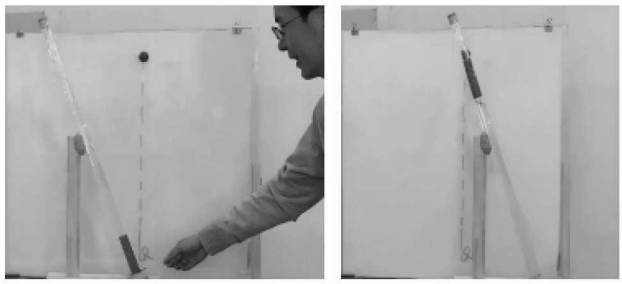



图6　速度的合成

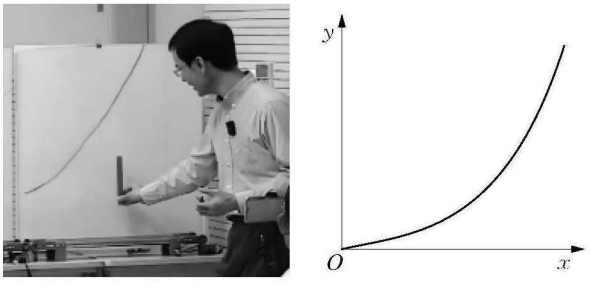
教师在学生给出设计方案的基础上进行实验验证(见图7)，学生更能体验创造设计成功的成就感。



(a)　　(b)

图7　蜡块在倾斜的玻璃管中的运动

教师：如图8所示，教师设计运动情境，控制传送带在水平方向的运动速度越来越小，引导学生完成蜡块运动轨迹的描绘和分析，并启发学生对实际呈现的曲线轨迹进行两个方向分解的分析。




(a)　　(b)

图8　蜡块的曲线运动

学生：根据曲线轨迹，分析判断弓箭在$y$轴方向做匀速直线运动，而在$x$轴方向做减速运动。

教师：启发学生思考，弓箭在水平面内的直线运动和曲线运动，哪种运动情况更接近弓箭真实的运动？

学生：经过思考，分析考虑蜡块和弓箭的形状，得出弓箭在$x$轴方向受到的阻力很可能大于$y$轴方



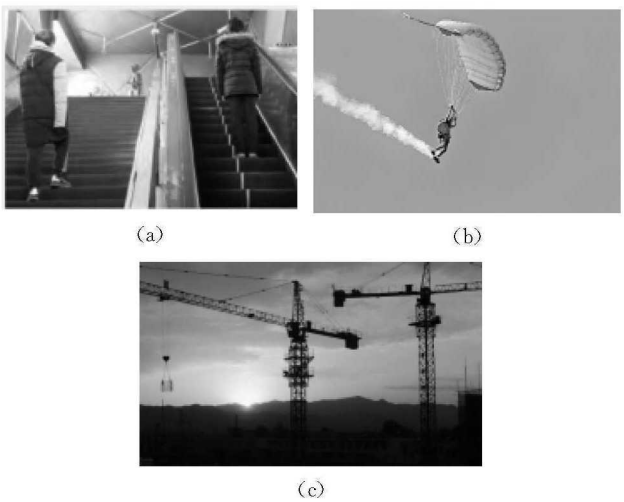
中国知网　https://www.cnki.net

向的阻力的判断，因为 $x$ 轴方向的受力面积要远大于 $y$ 轴方向的。

设计意图：首先，教师引导学生体验物体实际运动中分运动与合运动的关系，体会科学探究中理论分析与实验验证相辅相成的关系，有时是先理论猜想后实验验证，有时是先实验现象后理论分析。其次，学生经历物理建模过程中从具体情境到简化模型，再根据情境增加条件，使得模型能越来越接近真实的运动，形成在科学探究中模型建构的一般化思路。研究对象也经历了从质点到圆柱体的变化。最后，学生在解决问题中学习知识，体会能够通过几个简单的运动形式来描述未知的运动和复杂的运动，也能够将复杂的运动简化为几个简单的运动。

5.5　进行情境拓展，应用合成分解

学习活动：如图9、10所示，教师激发学生发散思维，叙述分析“运动的合成与分解”在生产生活和科技前沿中的应用，体验进行合成与分解的必要性和便捷性。从一维的情形逐渐拓展到二维情形，从匀速直线运动逐渐过渡到变速曲线运动，将未知的运动和复杂的运动进行简化，化繁为简，化未知为已知。



(a)　(b)　(c)

图9　“运动的合成与分解”在生产生活中的应用



(a)　(b)

图10　陆元九院士谈惯性导航

教师：介绍陆元九院士和火箭惯性导航，了解运动的合成与分解在科技前沿中的应用。如图10所示，“惯性导航”是通过测量火箭等的加速度，从而获得速度、位置等数据的技术。基于火箭惯性导航，布置基于设计性任务的作业。

学生：设计不同形式的运动，可以是匀速运动，也可以是变速运动；可以是直线运动，也可以是曲线运动。通过图象或函数的方法，将分运动与合运动表示出来，并对设计进行交流、评价与改进。

设计意图：通过具体案例，拓展运动的合成与分解的应用。通过任务的设计，促进学生运用新学知识进行创意和创造，引导学生间相互交流，培养学生的团队合作意识，融合科学态度与责任素养的养成。让学生利用设计物体的运动，深入理解并积极运用新学知识在实际情境中解决问题，同时为后续“抛体运动”等相关内容的学习铺设台阶，能对复杂的抛体运动进行运动的分解。

## 6　学习评价与作业设计

学习评价：根据火箭运动的真实情境，引导学生将火箭的实际复杂运动简化为二维平面的运动，进行运动合成与分解的任务设计。每项任务包括任务的设计与任务的完成，完成任务的同学需要向设计任务的同学展示和解释自己的任务完成情况，设计任务的同学对此进行评价，再通过交流讨论，对可能的问题进行改进优化。学生对完成的任务进行展示、交流与评价，对于不能达成共识的地方，可以请教师帮助评定。

作业设计：如图11所示，请你展开想象的翅膀，每位同学设计一段运动，让火箭从 $O$ 点运动到 $A$ 点。学生可以设计两个分运动，然后让同学合成并描绘合运动的轨迹；也可以设计一个合运动，然后让同学分解并描述分运动的情况。

设计意图：教师引导学生基于对运动的合成与分解的理解，设计物体的运动。通过图象和函数分析火箭的合运动与分运动情况，体会对同一个运动的不同形式的描述，认识到物体运动可以通过运动轨迹、$x-t$、$v-t$、$a-t$ 图象等多种方式描述。如图12、13、14所示为学生的典型作业，图12作业中学生采用 $x-t$ 图象描述两个变速的分运动，图13、14作业中学生采用 $v-t$ 图象描述两个分运动。设计性任务的作业设计，基于“运动的合成与分解”的核心知识，任务设计目标明确，同时具有足够的开放性，能激发学生的学习兴趣，更好地发挥学生的创意与创造能力，深入理解运动合成与分解的概念和规律。



中国知网　https://www.cnki.net

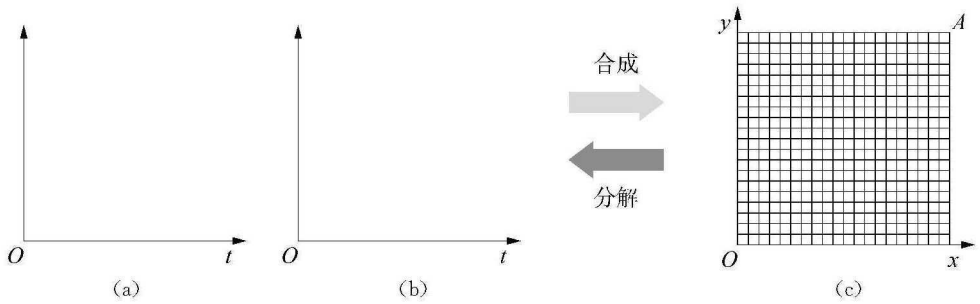



图11　运动合成与分解的设计性作业

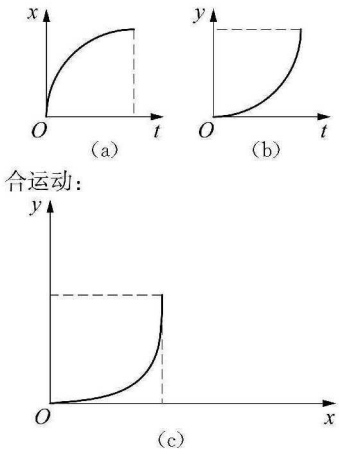



图12　学生的设计作业(一)

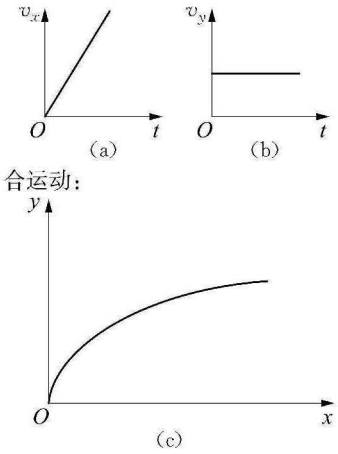



图13　学生的设计作业(二)

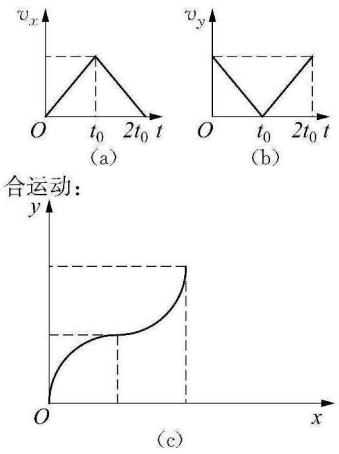



图14　学生的设计作业(三)

## 7　总　结

基于设计性任务的“运动的合成与分解”教学设计有以下几个鲜明的特点：一是以研究实际物理情境为切入点，在实际问题研究的过程中体会运动的合成与分解的作用和必要性，在解决具体问题中融合知识的学习；二是引导学生体验科学家是如何研究和解决问题的，以模型建构为例体会先对实际情境进行简化，然后逐渐增加条件，从而越来越接近真实的物理情境；三是注重学生对知识的应用和创新能力的培养，以设计二维平面内的运动为例，对运动的合成与分解进行深入的理解，在任务设计和解决中积极整合力的合成与分解等学过的知识，学习运动的合成与分解等新知识，从而达到有效解决问题和深入理解运用知识的目的；四是体现教、学、评的一体化，将课堂学习与作业的设计结合起来，增强学生学习的主动性和增加学习评价的精准性，有效检测教学目标的落实情况。

以设计性任务驱动学生主动思考、主动学习、主动创新，整合与迁移已学知识，在问题解决和创造设计中实现知识的学习、理解与应用，鼓励学生多观察多思考、多实践多动手、多回顾多整合、多关联多迁移，全方位地围绕学生设计和组织教学活动，从而在科学思维能力、科学探究能力、团队合作意识等方面对学生进行培养，让学生自发地成为课堂的主体。设计性任务教学评价的主体除了教师，还有学生的自我评价和同学之间的互相评价，在课堂教学中实现教、学、评的一体化，助力学生创新思维和创新能力的发展。

**参考文献**

[1] 张玉峰. 物理观念发展的关键过程：关联整合、迁移创新[J]. 物理教师，2023(4)：14　18.
[2] 张玉峰，陈伟孟，崔琰. 围绕设计性任务的教科书内容重组：以“月　地检验”为例[J]. 中学物理，2023(5)：2　6.
[3] 陈伟孟. 模型建构水平的评价性体现与教学建议[J]. 物理教学，2023(8)：87　91.

(上接第21页)

度学习的真正实现。

**参考文献**

[1] 马如霞，王陆，彭玏. 大数据的知识发现：促进课堂深度学习的策略[J]. 电化教育研究，2022(5)：84　91，108.
[2] 谢小方. 基于模型建构的高中物理深度学习的教学设计和实践研究[D]. 上海：上海师范大学，2024.
[3] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京：人民教育出版社，2020.



中国知网　https://www.cnki.net