

ISM 法在高中物理大单元教学设计中的应用研究

——以“曲线运动与万有引力定律”单元为例

苏欣 马子健 杨淑敏*

喀什大学 物理与电气工程学院 新疆 喀什 844000

【摘要】：针对高中物理教学设计依赖主观经验、知识逻辑关联易被忽视的问题，以“曲线运动与万有引力定律”单元为例，引入ISM法。通过提取核心要素、构建邻接矩阵并计算可达矩阵，生成要素分层结果与单元内容结构图，呈现知识由基础到应用的递进关系。基于此重构教学序列，完成大单元课时划分。ISM法可显性化知识逻辑，为单元教学设计提供客观支撑。

【关键词】：ISM法；大单元教学；知识结构化；高中物理

DOI:10.12417/2705-1358.26.14.042

新课标强调提升学生的物理学科核心素养，呼唤教学设计向单元设计转型^[1]。本研究以解释结构模型法（Interpretative Structural Modeling Method，简称ISM方法）为工具，选取高中物理“曲线运动与万有引力定律”单元，解析知识点层级逻辑，优化单元教学序列，弥补传统备课依赖主观经验的不足。

1 ISM法融入大单元教学设计的整体思路

ISM法是一种基于图论与逻辑运算的要素结构分析方法，多用于教材结构解析^{[2][3]}。ISM法在教育研究领域已有应用，但融入大单元教学设计的论文较少。用ISM进行教材结构分析步骤如下：（1）抽取核心要素（2）根据要素间逻辑关系，建立邻接矩阵（3）计算可达矩阵（4）要素层级划分，得出要素层级有向图。

大单元教学需要教师把握知识间逻辑关联，对知识结构进行整合，重构教学序列。ISM最大优点是把要素间的逻辑关系结构化、可视化，与大单元教学设计需求非常吻合。融入ISM法后具体思路如下：（1）整合教学资源制作知识分布表（2）分析要素层级结构（3）绘制单元内容结构图（4）划分课时安排。ISM法为知识逻辑分析提供客观依据，为课时安排划分和一线教学提供有力支持。

2 融入ISM法的大单元层级结构分析

本研究立足于高中物理人教版教材内容（2019版），确立“曲线运动与万有引力定律”大单元主题；随后使用ISM法分析单元内容，为教学序列调整提供客观依据。

2.1 基于课程标准的大单元主题的选取

本研究选取“曲线运动与万有引力定律”作为大单元主题，既能契合学生认知规律、化解知识抽象难点，也可落实学科核心素养，提升学生解决实际问题的能力。

2.2 基于课程标准的单元大概念的建立

单元大概念是衔接课程内容的上位概念，需兼顾学科体系与学生认知规律，并非照搬教材名词^[4]。依据2017版2025修订物理课标，教学应结合生活情境开展曲线运动、抛体运动相关学习，引导学生借助物理知识解释现实问题。本单元包含抛体、圆周运动与万有引力应用，重在从真实情境提炼物理模型，由此确立“生活中的曲线运动与万有引力定律”为本单元统领性大概念。

2.3 提取单元内容

本研究依托人教版教材，以“生活中的曲线运动与万有引力定律”大概念整合教学资源，构建大单元教学内容。相关内容集中于高中物理必修第二册，涵盖抛体运动、圆周运动、万有引力与宇宙航行三大章节，包含曲线运动规律、运动的合成与分解、向心力、向心加速度、万有引力定律、宇宙航行等核心知识，并配套“甩手动作的物理原理研究”生活化课题研究内容。

2.4 基于ISM法分析单元内容

（1）核心要素的选取

ISM法的第一步是提取核心要素。要素选取确立三项原则：教材加粗概念、起承上启下作用的独立章节或标题、各栏目重要拓展内容^[5]。本研究兼顾前两项原则，重点依托第三项原则开展创新尝试，选取“课题研究”栏目案例《关于甩手动作的物理原理研究》作为核心要素，落实单元大概念中“联系生活”的要求。基于以上原则，研究共提取21个核心要素，依照教材出现顺序编码：本单元选取的核心要素包含：S1曲线运动的速度方向、S2曲线运动的条件、S3运动的合成与分解、S4蜡块运动实验、S5平抛运动的规律、S6平抛运动的实验探究、S7斜抛运动的规律、S8匀速圆周运动的线速度、角速度、周

期、S9 线速度与角速度的关系、S10 向心力、S11 向心力的影响因素、S12 向心加速度、S13 向心加速度公式的运动学推导、S14 生活中的圆周运动、S15 行星的运动与开普勒定律、S16 万有引力定律、S17 万有引力理论的成就、S18 宇宙速度、S19 人造地球卫星与同步卫星、S20 载人航天与太空探索、S21 甩手动作的物理原理研究。

(2) 邻接矩阵与可达矩阵的求解

依据先行与可达关系构建邻接矩阵 A (行: 先行要素, 列: 可达要素, 1 表示存在直接关系), 如图 1 所示^[6]。

[illegible]

图1 “曲线运动与万有引力定律”大单元邻接矩阵 A

经布尔运算得到可达矩阵 M , 如图 2 所示。

[illegible]

图2 “曲线运动与万有引力定律”大单元可达矩阵 M

(3) 结果优先的要素层级结构划分

采用结果优先的分层方式，即当可达集 K 与前因集 A 相同时，进行抽取分层。借助计算机得到要素层级结构如下：第 1 层级为 S_1 、 S_3 ；第 2 层级为 S_2 、 S_4 ；第 3 层级为 S_5 、 S_6 ；第 4 层级为 S_7 ；第 5 层级为 S_8 ；第 6 层级为 S_9 ；第 7 层级为 S_{10} ；第 8 层级为 S_{11} 、 S_{15} ；第 9 层级为 S_{12} 、 S_{16} ；第 10 层级为 S_{13} 、 S_{18} ；第 11 层级为 S_{14} 、 S_{17} 、 S_{19} ；第 12 层级为 S_{20} 、 S_{21} 。

3 基于 ISM 法层级结构的单元教学序列调整

3.1 调整教学序列, 绘制单元内容结构图

本研究基于 ISM 法要素层级有向图, 遵循枢纽优先、认知规律、知识逻辑与教学可实施性原则, 将原有 12 级层级整合为基础概念层、核心规律层、拓展应用层三级结构。在保留要素先行—后继逻辑关系的基础上, 结合教学实际优化同级要素排布, 重构得到单元知识层级体系如图 3 所示^[4]。该层级由浅入深、逐级递进, 契合学生认知规律, 分别对应知识识记、规律应用、情境解题的学习过程, 可为单元整体教学与学生物理思维建构提供支撑。

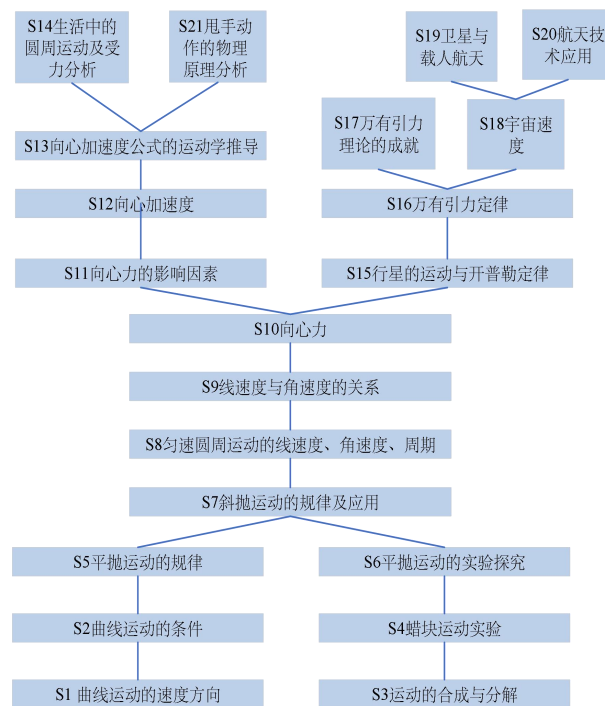


图3 单元内容结构图

3.2 依据单元内容结构图，进行大单元课时安排

结合教学实际,曲线运动与万有引力定律单元新课设置 10 课时。课时依据结构图逐层推进,突出向心力、万有引力定律核心内容,整合关联知识,兼顾教学实施性。本单元共设置十个课时,整体按照基础概念层、核心规律层、拓展应用层逐层

推进教学。前四课时聚焦基础概念学习,依次讲解曲线运动基础知识、平抛运动规律与实验、斜抛运动规律、圆周运动基本物理量,帮助学生掌握曲线运动的研究方法与基本概念。第五、七、八课时为核心规律重难点教学,围绕向心力与向心加速度、开普勒定律、万有引力定律展开,引导学生掌握核心公式与天体动力学模型。第六、九、十课时侧重拓展应用,结合生活圆周运动情境、宇宙速度与人造卫星问题开展教学,并通过航天应用与单元复习,整合全部知识,助力学生构建系统化、层级化的单元知识体系,实现知识的迁移与综合运用。

4 基于单元内容结构图的物理大单元教学案例

《向心力与向心加速度》共设置五个教学环节。情境导入环节用时5分钟,对应基础概念层S8、S9要素,通过播放圆周运动实景视频创设问题情境,激发学生探究兴趣,帮助学生建立圆周运动受力的感性认知,为核心规律学习做好铺垫。概念建构环节用时10分钟,对应核心枢纽层S10要素,借助小球圆周运动演示实验,归纳向心力的概念与方向,明确其效果力属性,纠正学生错误认知,完成知识由基础向核心的层级提

升。规律探究环节用时15分钟,对应核心规律层S11、S12要素,通过分组实验探究向心力影响因素,推导向心力与向心加速度公式,让学生亲历科学探究过程,理清规律推导逻辑,完善核心知识体系。方法迁移环节用时10分钟,对应核心规律层S13要素,结合典型实例开展受力分析,总结向心力的常见来源,深化学生对向心力本质的理解,巩固核心规律,为知识拓展应用奠定基础。课堂小结环节用时5分钟,关联单元全部知识层级,梳理本节课知识框架,结合单元结构图凸显本节内容的枢纽衔接地位,帮助学生整合知识、建立层级化、系统化的单元认知结构。

5 结语

本研究探究ISM法在高中物理大单元教学设计中的应用路径。借助要素层级结构与单元内容结构图,能够显性化知识内在逻辑,优化教学顺序,弥补传统教学设计依靠经验的局限。以“曲线运动与万有引力定律”单元开展课时规划与课例设计,证实该方法具备实操性,助力教师形成系统化教学思路。后续可探索其与其他教学方法融合,并持续开展实践检验。

参考文献:

- [1] 崔允漭.学科核心素养呼唤大单元教学设计[J].上海教育科研,2019,(04):1.
- [2] 汪欣,陈娴.美国两版高中物理教材“动量”单元的结构分析[J].物理教学,2019,41(02):72-75.
- [3] 毛琦,马冠中,宦强.解释结构模型(ISM)法在教材分析中的应用实例研究[J].物理教师,2010,31(04):5-7.
- [4] 黄子珊,邱世藩.ISM法在高中地理大单元教学设计中的应用研究[J].中学地理教学参考,2022,(08):21-24+72.
- [5] 左益珧,毛多鹭.基于ISM法对中日2版高中物理教材“静电场”部分的结构分析[J].辽宁师专学报(自然科学版),2025,27(01):19-25+48.
- [6] 于佳,张明硕,都治铮,等.基于ISM法的中美日高中物理教材“机械振动部分”层级结构的比较研究[J].物理教师,2024,45(07):54-59.