教师在匀速圆周运动的向心力教学中呈现的 PCK

谷大贤　孙锦如　韩玖荣　韩　丹　倪文露　王亚丽　禹一凡

（扬州大学物理科学与技术学院　江苏 扬州　225002）

（收稿日期：2016－08－31）

摘　要：选取了江苏省扬州市一位资深中学物理教师作为研究对象，以马格努森提出的 PCK 理论结构为模型，分析了该教师在教授匀速圆周运动的向心力时展现出的 PCK.

关键词：物理教师　向心力　学科教学知识　PCK

20 世纪 80 年代，美国许多州教师资格认证过程中，往往只测试教师的学科知识和教学知识. 学科知识更多的是测验一些事实知识的记忆，教学知识仅是涉及准备教案和评价、识别学生的个别差异、教室管理与教育政策等，完全看不到学科的影子. 因此，针对当时学科知识（Content Knowledge，即 CK）和教学知识（Pedagogical Knowledge，即 PK）脱节的现象，美国斯坦福大学的教授舒尔曼（1986）（Lee Shulman）在 20 世纪 80 年代提出学科教学知识（Pedagogical Content Knowledge，简称 PCK）的概念，舒尔曼将其定义为“教师个人教学经验、教师学科内容知识和教育学的特殊整合”[1,2]. 他认为学科教学知识是教师在面对特定的主题、问题时，如何针对学生的不同兴趣与能力，将学科知识组织、调整与呈现，以进行有效教学的知识，是教师最有用的知识代表形式[3]，是教师知识的核心，对于教师发展和成长至关重要. 此后 PCK 理论受到广泛关注，成为评价教师教育及教师发展的重要理论. 文献[4] 对 PCK 进行了静态分析，完善了 PCK 的内涵和结构. 文献[5]从建构主义观点出发对 PCK 的内容结构做了完善，认为理科教师的 PCK 应当包括课程知识、学生理解的知识、教学策略知识和评价知识. 本文以文献[5]提出的 PCK 理论结构为基础，从课程知识、学生知识、教学策略知识和评价知识这 4 个方面分析物理教师在一具体课堂教学中呈现出的 PCK.

本文之所以研究匀速圆周运动的向心力这一节，是因为目前国内对物理学科教学知识的研究较多地集中在教师 PCK 的现状研究和发展对策上，对某特定主题的教师 PCK 研究较少. 向心力是匀速圆周运动中动力学部分的重点，为后面向心加速度的学习做了铺垫，在天体运动和磁场中粒子运动等学习中都有重要应用. 所以不仅仅是向心力，其他内容主题的教师 PCK 分析也将是研究者以后要做的工作.

1　研究对象和方法

本文中的研究对象为江苏省扬州市某高中的一位资深物理教师（化名 W 老师）. W 老师自大学毕业后就一直讲授高中物理，20 余年间，他所教的学生都能够取得较好的成绩. 优秀的教学成果和出色的学术研究使他一步步成为教学经验丰富的物理教师，可见，对 W 老师这样的资深物理教师的个案研究很具有代表性.

方法上采用课堂观察和访谈，以文献[6] 提出的 PCK 理论结构为基础，确立理论模型如图 1 所示[6]，从课程知识、学生知识、教学策略知识和评价知识这 4 个方面分析 W 老师在高一“匀速圆周运动的向心力”这节课中所呈现的学科教学知识.

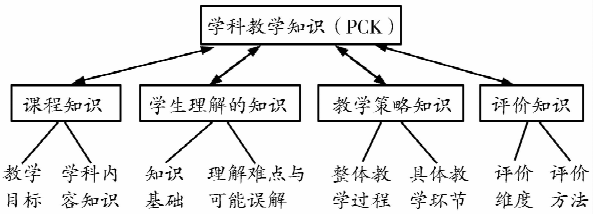

图 1　理论模型

作者简介：谷大贤（1993－　），男，在读硕士研究生，学科教学（物理）专业.

指导教师：韩玖荣（1958－　），男，博士，教授，主要从事大学物理、量子光学的教学及研究工作.

2　分析研究

2.1　课程知识

文献[5]认为课程知识指的是关于某一具体学科的学科内容知识，包括具体的教学目标和特定的课程内容知识.

2.1.1　教学目标方面

本节课内容是教科版高中《物理·必修 2》第二章第二节“匀速圆周运动的向心力和向心加速度”的第一课时，主要学习内容为向心力. 从 W 老师的教学设计中发现，本节课他设定的教学目标为：

(1) 通过对圆周运动实例的分析过程，归纳总结物体做圆周运动的条件，理解向心力的概念.

(2) 归纳影响向心力大小的相关因素，理解公式 $F=\frac{mv^2}{r}$ 的确切含义.

素质教育提倡三维目标的达成，然而 W 老师设定的目标仅限在知识领域，对学生的能力、方法、情感方面没作出明确要求. 这也是受当前应试教育的影响，物理学科的课程安排减少，只能利用课堂时间让学生接受更多的知识点.

2.1.2　学科知识方面

W 老师能够准确把握本节知识的特点和重要性，认为本节课的重点是理解向心力概念并实验探究影响向心力大小的因素，难点是对向心力特点的掌握. W 老师知道向心力的学习是匀速圆周运动在动力学上的延伸，也是后面向心加速度学习的铺垫，是学生接触的一个新概念，所以在教学中给学生传授正确的概念信息至关重要.

2.2　学生知识

学生知识是教师对学生关于知识内容理解的认识，包括学生学习必需的知识和学生的理解难点. W 老师凭借多年的教学经验，能够准确把握学生的认知特点和本节内容学习中可能存在的困难. 因为本节是圆周运动的继续，之前的学习让学生了解了匀速圆周运动的运动学知识，在本节动力学部分的学习中，W 老师很好地利用了学生的前知识“匀速圆周运动是曲线运动，做曲线运动的物体运动状态在改变，力是改变物体运动状态的原因”，让学生明白必须有力来维持物体做匀速圆周运动. 在本节学习中，学生易误解“向心力是物体受到的一个力”. W 老师通过图中几个实例让学生辨析物体做匀速圆周运动时向心力的来源，让学生理解向心力是物体做匀速圆周运动时受到的合力，是根据效果而命名的. 受应试教育的影响，W 老师不得不对学生在习题中的易错点多次叮嘱，他课上反复强调“不能说物体做匀速圆周运动时受到向心力，而是做匀速圆周运动的物体需要向心力来维持”.

本节课最重要的是要得出向心力公式，即

$$F=m\omega^2 r=m\frac{v^2}{r} \tag{1}$$

学生对此公式中向心力 F 与 r 成正比还是反比有理解上的困难，W 老师也做了详细说明，“要采用控制变量进行判断：m 和 ω 一定时，F 与 r 成正比；m 和 v 一定时，F 与 r 成反比”.

可见，W 老师对于学生的认识还是很到位的，这源于他从教多年的经验及对教学内容的深刻理解. W 老师在学生易误解处、难理解处都花时间做了重点讲解，让学生在学习中少走弯路.

2.3　教学策略知识

2.3.1　引入的策略

以复习的方式引入新课.

(1)W 老师：什么是圆周运动？

生：……

(2)W 老师：什么是匀速圆周运动？

生：……

(3)W 老师：做匀速圆周运动的物体是否一定受力？根据你目前的知识，你是怎么知道的？

生：因为运动状态发生了改变，力是改变运动状态的原因.

这样的引入虽然平淡无华，但是条理清晰，环环相扣，复习旧知的同时也引出匀速圆周运动需要力来维持，符合学生的认知规律.

2.3.2　重点内容呈现的策略

(1) 向心力方向特点的呈现

在给出向心力的定义之前，W 老师演示了一个随堂小实验，用细绳系着一个小球，然后使小球做匀速圆周运动，如图 2 和图 3 所示.

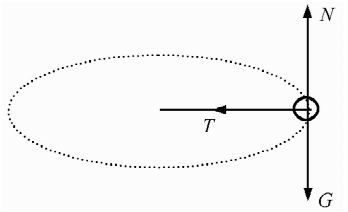

图 2　水平桌面上的匀速圆周运动

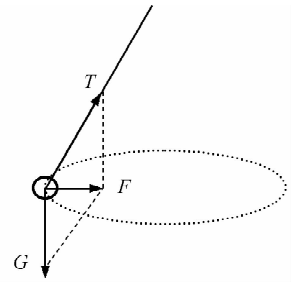

图 3　圆锥摆运动

图 2 中的小球在水平桌面上近似做匀速圆周运动，图 3 中的小球和细绳近似做圆锥摆运动. W 老师首先让学生根据定义判断图中两个小球的运动是否可看作匀速圆周运动，如果可以则对小球进行受力分析. 学生通过受力分析发现，两种情况下小球做匀速圆周运动时所受的合力都指向轨迹圆的圆心.

W 老师以图 2 和图 3 两个实例分析的方式，让学生自己发现匀速圆周运动的向心力是指向圆心的，并运用图示说明解释[7]，之后 W 老师再对向心力的定义做个表述. 这样的方式体现了学生的主体性，让学生主动去探寻知识，比起填鸭式的灌输，这样能够使学生对此认识更加深刻.

(2) 向心力公式的呈现

通过实验探究影响向心力大小的因素是本节课的重点，W 老师通过实验探究的方式找出向心力与影响因素之间的关系. W 老师首先让学生猜想哪些因素可能影响向心力的大小. 然后介绍如图 4 所示的实验装置，学生观察，教师用控制变量进行实验操作，得出 $F \propto m$，$F \propto \omega^2$，$F \propto r$. 归纳出向心力公式

$$F = m\omega^2 r \qquad F = m\frac{v^2}{r}$$

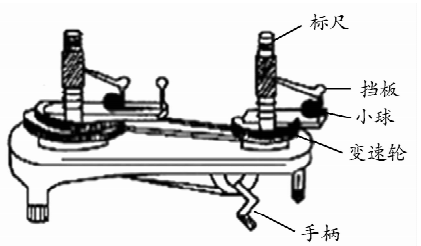

图 4　探究影响向心力大小的因素实验装置

纵观整节课教学，W 老师采用探究策略和归纳演绎策略. 通过实验探究的方式能够较好地激发学生课堂的积极性和学习的兴趣，通过实验学生可以更好地体会向心力与各因素间的关系，再由实验结果归纳出物理规律. 但是整个实验都是由教师完成，学生未曾参与操作，学生对实验装置仍比较陌生，不能体现学生的主体地位.

2.4　评价知识

评价是教学反馈的重要途径，文献[5] 提出应从评价的维度和方法入手，教师应制定对于某特定学习内容，对学生哪些知识维度评价更为重要，以及可以用哪些方法来评价.

W 老师对学生学习的评价一是看学生课堂的表现，学生与教师的互动，对教师提问的回答；二是看学生课后的作业情况. W 老师能够根据课上学生的反馈情况及时做出适当调整，并且经常由小问题出发渗透物理思想和方法，培养学生学习的信心. 由于没有让学生亲自探究，所以没能对学生能力方面做出评价，W 老师评价的方式也较单一、传统.

3　结束语

经以上分析，W 老师凭借丰富的教学经验能够准确把握教学内容的重难点，知道学生的学习困难和易误解之处. 如今盛行的一言堂教学模式下，W 老师也没有摆脱出来，整节课还是以教师的讲授为主，期间穿插的一系列问题是师生间少有的互动，虽然也有实验探究的过程，不过都是由教师操作完成，学生没有亲自参与，属于观察式的科学探究. 教学策略上，虽然 W 老师没有综合运用多种教学方法，但是能够运用合理的类比、图示和解释说明，帮助学生较好地理解向心力的方向特点. 应试教育环境下，单一的教学方式让物理课堂变得枯燥无味. 物理学科尤其是物理实验是贯彻素质教育的重要途径，物理教师需运用 PCK 优化课堂教学. 备课时将本节教学内容经过比较、筛选，抽出有概括意义的一个或几个问题，再与学生熟知的或似知非知的事例联在一起，设计出“独出心裁”的新内容；根据教学内容和学生特点艺术性地、趣味性地导入新课，激发学生的学习兴趣；合理地丰富课外知识，把握知识间内在的、必然的联系，设计出具有承上启下作用的内容；课堂语言应富有艺术性和启发性，合理设疑培养学生逻辑思维.

全面深化改革的大背景下，物理教育的变革也不能停歇，本文的分析结果也是目前中学物理教学普遍存在的现象. 目标定位一味重视学生知识的学

从近代物理创立过程看“李约瑟难题”

—— 文科物理一则案例教学

李加定

（华南理工大学广州学院物理实验中心　广东 广州　510800）

（收稿日期：2016－08－30）

摘　要：挑选出哥白尼、开普勒、伽利略、笛卡尔、牛顿等数个具有代表性的事例，来探寻“李约瑟难题”，即我国近代科学落后于西方背后的深层原因. 以案例教学的形式加深学生对物理初创过程中历史知识的理解，从而重视理性主义，提高科学素养. 这有利于后续文科物理课程的开展.

关键词：文科物理　李约瑟难题　案例教学

1　引言

目前，我国众多高校开设了文科物理类课程，在教学过程中一般都会谈及物理学发展史. 追根溯源，近代自然科学从物理学开端，其中一个让教师和学生都深思和共鸣的问题：我国古代拥有“资产阶级发展必要前提”的“四大发明”，但是“为什么作为一个整体的现代科学没有发生在中国，而是发生在西方欧美……”，这是著名的“李约瑟难题”[1]. 在著名的文科物理教材《文科物理 —— 物理思想与人文精神的融合》[2] 一书中开篇就引人入胜，关于这个问题已有近百年的争论，亦有比较趋于一致的结论，例如制度、观念、思维方式等方面[3]. 在文科物理教学开篇就引入这一有趣且有意义的话题，容易引发学生思考，提高他们对课程的学习兴趣. 作为文科物理教学，关注的不是各个学派对这个问题的答案，而是希望从经典力学创立、物理学科初建这一历程来看待这个问题，基于具体的物理历史事件和人物，给学生一番带有物理色彩的感悟和思考.

2　案例教学

近代物理创立过程中，西方科学家将古希腊时期的自然科学思想和成果重新加以研究并开拓创新出近代科学. 回顾历史，近代自然科学最早是从天文

习，忽视学生实践能力、科学素养的培养，没能运用多种评价方式全面评价学生的学习，这些都是物理教育改革要克服的. 教师是课堂的掌舵人，物理教师水平的提高、观念的更新应是物理教育改革的关键. 受高考指挥棒的影响，高中物理教学注重知识的学习、解题能力的培养，从而忽视物理实验的作用. 近年高考试题中实验题从情景方面到能力考查都有新意，这也是个很好的信号，即重视中学物理实验教学.

参 考 文 献

1　Shulman，L. S. Those Who understand：knowledge growth in teaching. Educational Researcher，1986，15(2)

2　廖元锡. PCK—— 使教学最有效的知识. 教师教育研究，2005，17(6)：37 ～ 40

3　Shulman，L. S. Knowledge and teaching：foundations of the New Reform. Harvard Educational Review，1987，57(1)

4　冯爽. 中学物理教师 PCK 结构的构建及主题案例分析. 中学物理教学参考，2013，42(7)：34 ～ 37

5　Magnusson，S.，Krajcik，J. & Borko，H.，Nature，Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching[A]. Gess-Newsome Julie & Lederman Norman G. Examining pedagogical content knowledge：the construct and its implications for science education[C]. Dordrecht；London：Kluwer Academic，1999

6　岳晓婷，潘苏东. 物理学专业师范生 PCK 状况调查分析. 物理教师，2014，35(7)：2 ～ 4

7　李飞跃，范亚颖. 高中物理“机械波”一章的学科教学知识(PCK)探讨. 中学物理(高中版)，2015，33(7)：45 ～ 46