

分类号_____

密级_____

UDC_____

编号_____

华中师范大学

硕士学位论文

题目：基于 TPACK 的小学天文
教学活动设计与实践研究

学位申请人姓名：杜康玉

申请学位学生类别：全日制硕士

申请学位学科专业：课程与教学论

指导教师姓名：乔翠兰 副教授

崔辰州 研究员



硕士学位论文
MASTER'S THESIS

硕士学位论文

**论文题目：基于 TPACK 的小学天文
教学活动设计与实践研究**

论文作者：杜康玉

指导教师：乔翠兰 副教授

崔辰州 研究员

学科专业：课程与教学论

研究方向：物理课程与教学论

华中师范大学物理科学与技术学院

2017 年 5 月



硕士学位论文
MASTER'S THESIS

Research on the Design and Practice of Primary School Astronomy Teaching Activity Based on the TPACK

A Thesis

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
For the M.S Degree in Subject teaching of Physics

By

Kangyu Du

Postgraduate Program

College of physics science and technology

Central China Normal University

Supervisor: Cuilan Qiao

Chenzhou Cui

Academic Title: Associate Professor

Signature _____

Researcher

Approved

May. 2017



华中师范大学学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

学位论文作者完全了解华中师范大学有关保留、使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属华中师范大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密，在 ____ 年解密后适用本授权书。

非保密论文注释：本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

作者签名：

导师签名：

日期： 年 月 日

日期： 年 月 日

本人已经认真阅读“CALIS 高校学位论文全文数据库发布章程”，同意将本人的学位论文提交“CALIS 高校学位论文全文数据库”中全文发布，并可按“章程”中的规定享受相关权益。同意论文提交后滞后： 半年；一年；二年发布。

作者签名：

导师签名：

日期： 年 月 日

日期： 年 月 日



摘 要

随着 21 世纪技术的发展和教育理念的改革，对技术在教育领域的研究从最初的强调硬件设施建设和使用，逐步发展成重视信息化手段在教学过程中的科学性应用。在天文教学当中，从最初的板书贴图，到视频动画，再到多功能教室，技术的发展一步步改变我们教学的方式。如今大数据时代来临，数据驱动平台纷纷诞生，对传统天文教学造成了极大冲击。同时国家对中小学教师的教育技术能力要求中明确指出，教师除需具备专业知识外，还需掌握技术相关知识。如何对天文教学进行课程整合，使技术更有效地融入教学当中，成为天文教师亟需思考的问题。因此以提高教师整合能力为核心的 TPACK 知识框架对天文教师具有重要指导意义。

本论文旨在梳理国内外中小学课程标准及教材中天文相关内容，综合设计出小学天文课程体系内容标准；接着构建基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，并进行案例的设计与实施；最后呈现教学反馈，为天文教师的教育改革提供参考。

本文分为五章内容。第一章：对本文的研究背景、研究目的及意义、研究内容、研究方法、研究现状等进行综述，并对本课题的核心概念加以界定；第二章：对国内外课程标准以及教材中天文相关内容进行梳理，设计小学天文课程体系；第三章：对教学活动设计的理论基础加以阐述，并结合 TPACK 的特征及使用原则，构建基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，设计《地球的公转》、《初识太阳》两个教学案例；第四章：对案例《地球的公转》、《初识太阳》进行实施，总结实施效果以及师生反馈情况，并做课后反思；第五章：对本论文的研究成果做总结，并进行反思，找出研究的不足之处。

经过研究，得出结论如下：小学天文课程体系经过各位专家的修改和完善，已具备较好的认知度，且经过教学案例的实施，确定教学目标设置较为合理；基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程对天文课堂的实施具有指导作用，学生对 TPACK 教学模式接受度较高，且能提高学生学习效率、改善课堂教学效果。

关键词： TPACK；小学天文；教学设计；实践



Abstract

With the development of technology and the reform of education in the 21st century, the research on technology in education has emphasized the construction and use of hardware facilities from the beginning, and gradually developed into the scientific application in the teaching. In astronomy, we use pictures and blackboard in the early, then videos and animations start appearing in class, and now we even have multi-functional classroom. The technology is changing how we teach. With the advent of big data, data-driven platforms are emerging, which causes a great impact on the traditional astronomical teaching. At the same time, the teachers are requested that not only have content knowledge and pedagogical knowledge, but also grasp technological knowledge. How to integrate astronomy teaching? How to make technology more effectively into teaching? These questions need to be thinking carefully by astronomy teacher. Therefore the TPACK which regard improving teacher's ability to integrate as the core has an important guiding role for astronomical teacher.

The purpose of this thesis is to analyze and carding the astronomical content in primary and secondary school curriculum standards and teaching materials, and design the content standard of astronomy course system of primary school, then design the process of primary school astronomy teaching activity based on the TPACK, and complete the design and implementation of the case, and finally present teaching feedback.

This thesis includes five chapters. Chapter one is the introduction of the background, research purposes and significance, research content, research methods and status, and the definitions of core ideas. Chapter two is to analyze and carding the astronomical content in primary and secondary school curriculum standards and teaching materials, and design the content standard of astronomy course system of primary school. Chapter three is to summarize the theoretical basis of the design of teaching, and combine the core of TPACK to design the process of primary school astronomy teaching activity based on the TPACK and two teaching cases<The Revolution of the Earth><The Sun>. Chapter four is about the implementation and teaching feedback of the cases. Chapter five summarizes the research achievements and deficiencies.

Reaching the following conclusions after research:



Through the modification and supplement of experts, the content standard of astronomy course system of primary school has a better awareness, and according to the implementation of the teaching cases, the teaching objectives set reasonable. The process of primary school astronomy teaching activity based on the TPACK is accepted by students, and can improve students' learning efficiency and classroom teaching effect.

Keywords: TPACK, primary astronomy, teaching design, implementation



目 录

| | |
|-----------------------------------|----|
| 摘 要 | I |
| Abstract | II |
| 1. 绪论 | 1 |
| 1.1 研究背景..... | 1 |
| 1.2 研究意义..... | 2 |
| 1.3 概念界定..... | 3 |
| 1.3.1 TPACK | 3 |
| 1.3.2 天文教育 | 4 |
| 1.3.3 天文数据驱动平台 | 4 |
| 1.4 研究内容与框架..... | 6 |
| 1.5 研究方法..... | 6 |
| 1.6 研究现状..... | 7 |
| 1.6.1 国外研究现状 | 7 |
| 1.6.2 国内研究现状 | 8 |
| 2. 小学天文课程体系的梳理与构建..... | 11 |
| 2.1 天文学内容体系分析..... | 11 |
| 2.2 课程标准中天文内容分析..... | 11 |
| 2.2.1 小学阶段课程标准中天文内容分析 | 11 |
| 2.2.2 中学阶段课程标准中天文内容分析 | 13 |
| 2.3 教材中天文内容分析..... | 14 |
| 2.3.1 小学阶段教材中天文内容分析 | 14 |
| 2.3.2 中学阶段教材中天文内容分析 | 16 |
| 2.4 小学天文课程体系的构建..... | 16 |
| 3. 基于 TPACK 的小学天文教学活动案例设计..... | 19 |
| 3.1 教学活动设计的理论基础..... | 19 |
| 3.2 基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程构建..... | 21 |
| 3.3 案例《地球的公转》 | 24 |
| 3.3.1 《地球的公转》教学设计 | 24 |
| 3.3.2 《地球的公转》分析评价 | 32 |
| 3.4 案例《初识太阳》 | 34 |



| | |
|----------------------------------|----|
| 3.4.1 《初识太阳》教学设计 | 34 |
| 3.4.2 《初识太阳》分析评价 | 42 |
| 4. 基于 TPACK 的小学天文教学活动的实施与评价..... | 44 |
| 4.1 教学活动实施情况..... | 44 |
| 4.2 教学活动效果反馈..... | 45 |
| 4.3 教学活动课后总结..... | 47 |
| 5. 总结与展望 | 48 |
| 5.1 研究结论..... | 48 |
| 5.2 研究不足..... | 48 |
| 5.3 研究展望..... | 49 |
| 参考文献 | 50 |
| 附录 1 国内外中小学课程标准中天文相关内容整理 | 52 |
| 附录 2 漫游脚本 | 58 |
| 攻读学位期间发表的学术论文..... | 67 |
| 致谢 | 68 |



1. 绪论

1.1 研究背景

天文学的概念和图像具有普遍的吸引力，它能激发人们追根溯源的热情，引起人类对自己的本质及其在宇宙中的地位等问题的思考，从而对强化科学教育和提高民众科学素质有着至关重要的作用^[1]。

利用 TPACK 教学理念对传统天文教学进行改革，建立数据驱动理念下的新型小学天文教学体系，使其既吸取传统天文教学的优势、又能最大程度发挥海量天文数据的作用，并能够便于教学、利于推广，是数据驱动环境下天文教育研究工作者的关注热点之一。

综合分析该课题的研究背景有以下几方面：

(1) 天文教育的需求日渐增加

天文学作为六大自然基础学科之一，近年来愈加被教育者所重视。小学陆续开设天文选修课、兴趣班、社团等。但由于天文学科不是国家课程，因此缺少独立统一的科学标准。天文知识大多分布在科学、地理、物理等学科当中，且知识覆盖面有所欠缺，使得学生无法形成完整的知识体系。师资力量薄弱是天文教学需要面对的另一困难。小学阶段天文兴趣班的任课教师大多由物理或地理教师兼任，对天文的知识体系、原理理解、研究方法等方面的认识有所不足，较难自主完成天文课程体系的设置。种种情况对学生的天文学习造成了一定程度的困难。

(2) 海量观测数据为学生提供新的天文学习平台

天文教学中，由于教学内容的特殊性，学生很难通过直接观察或参与活动直接获取知识。因此教师只能选择以图片、动画、纪录片等进行辅助教学，这使得天文课程的趣味性大大降低。夜晚观测由于安全性和光污染等问题，也逐渐被教师放弃，学校的天象厅和望远镜无奈闲置。随着天文观测设备的飞速进步和发展，天文数据呈现爆炸式增长，天文开始进入数据密集型时代。这也极大地影响了天文教育。将密集型的真实数据融入到天文教学中，不仅利于学生接触更为真实、立体的天文世界，也利于培养下一代天文学工作者所必需的数据获取、挖掘、处理能力。

(3) 将技术融入教学成为信息时代下的关键问题

信息技术已经渗透到教育和教学等众多领域当中。最初，由于信息技术的发展



处于初级阶段，教育信息化手段主要是计算机的课件播放、计算、画图等功能，对教师的教学起到辅助作用。之后计算机逐步从教师的辅助教学工具变成学生的辅助学习工具，学生通过计算机自主完成教师安排的教学任务。根据美国教育技术 CEO 论坛“信息技术与课程整合”的报告中提到的“为了创造生动的数字化学习环境，培养 21 世纪的能力素质，学校必须将数字化内容与各学科课程相整合”，即强调通过信息化技术，创造数字化学习环境，进而培养具有 21 世纪能力素质的学生。同时国家对中小学教师的教育技术能力要求中明确指出，教师除需具备专业知识外，还需掌握技术相关知识。如何对天文教学进行课程整合，使技术更有效地融入教学当中，成为天文教师亟需思考的问题。因此以提高教师整合能力为核心的 TPACK 知识框架对天文教师具有重要指导意义

(4) 学生信息化素养需要提高

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年)》明确指出要“提高教师应用信息技术水平，更新教学观念，改进教学方法，提高教学效果”^[2]。《教育信息化十年发展规划(2011-2020 年)》也指出：“教育信息化的发展要以教育理念创新为先导，以优质教育资源和信息化学习环境建设为基础，以学习方式和教育模式创新为核心。”以 TPACK 教育理念为指导核心，将 WWT 融入到中小学天文教学当中，既能培养学生的科学素养，又为学生锻炼信息化能力提供了途径。

1.2 研究意义

小学天文作为整个天文教学的起始阶段，重要性不言而喻。而小学天文的教学设计与实施对教学效果影响重大。本研究试图梳理国内外中小学课程标准及教材中的天文知识，设计小学天文课程体系，并以 TPACK 为指导思想，将教学法知识、天文知识、以 WWT 为主的技术知识相融合，构建基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，通过教学案例的设计、实施与反馈，为教师的天文教学改革做参考。

本研究的理论意义在于：构建基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，提高教师的 TPACK 能力，帮助教师进行天文课程整合，改善教师的教学效果，提高教师的教学效率；

本研究的实践意义在于：设计小学天文课程体系，并将基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程应用其中，进行教学案例设计并实施，通过教学反馈进行自我总结和反思，从而进一步完善教学流程，并为教师进行课程改革做参考。



1.3 概念界定

1.3.1 TPACK

20 世纪 80 年代, Shulman 教授提出教师应能够将学科内容知识 (Content Knowledge, 简称 CK) 与教学法知识 (Pedagogical Knowledge, 简称 PK) 有机结合, 从而形成学科教学知识 (Pedagogical Content Knowledge, 简称 PCK)^{[2][4]}。2005 年 Koehler 和 Mishra 首次提出教师应具有整合技术的学科教学知识 (TPCK), 并于次年结合已有的研究成果, 对 TPCK 进行了系统的阐述, 结合具体事例说明如何将 TPCK 应用于教学。至此, TPCK 正式诞生^[5]。2007 年, Koehler 和 Mishra 正式将 TPCK 更名为 TPACK, 一是为了便于发音, 其二是强调三类知识互动形成一个整体, 取 Total PACKage(教师的总包装)之意。TPACK 的框架成分如下:

CK (Content Knowledge): 学科内容知识, 即所教学科的相关知识, 不仅包括具体的概念、定理、定律、研究方法等, 还有对学科核心素养的理解和探究;

PK (Pedagogical Knowledge): 教学法知识, 即所有学科通用的教学法, 涉及教学目标的设定、教学环节的设计、课堂管理等方面;

TK (Technological Knowledge): 技术知识, 即所使用的技术, 包括硬件技术及软件技术, 如传统的投影仪、计算机, 还有各种依存于网络平台的系统和软件等;

PCK (Pedagogical Content Knowledge): 学科教学法知识。由于各个学科特点不同, 所适用的教学法也有所区别, 教师需要具有将二者有机结合的能力;

TCK (Technological Content Knowledge): 整合技术的学科知识。教师应能根据所教授的知识选择合适的技术进行辅助教学, 使学生更顺利的理解接受;

TPK (Technological Pedagogical Knowledge): 整合技术的教学法知识。教师应对技术的适用性及局限性有所了解, 并在教学法的指导下, 进行选择和使用;

境脉: 境脉是 TPACK 框架中较为特殊的一个因素。Mario 博士对境脉的定义是“学生和教师组成的一个具体班级中, 由包括课堂的物理环境(软硬件基础设施)、学生的家庭背景、认知特点、心理素质和班级的精神面貌等诸多因素结合在一起的协同作用”。

2009 年, Cox 和 Graham 使用概念分析法对 TPACK 进行更为精细化的研究, 得到精细化的 TPACK 框架, 并提出各元素知识在特定条件下会发生转化。但由于作为理论基础的 Shulman 的 PCK 本身存在元素概念界定不清的缺陷, 导致 TPACK 的元素界定存在同样的问题, 至今没有统一的定义及标准。



笔者本次研究的 TPACK 为 Koehler 和 Mishra 所定义的基本框架。

1.3.2 天文教育

天文教育的教学内容即为天文学的研究内容，包括探索天体的结构、性质、演化、分布、活动规律等内容。

按照测量方法，天文学可分为天体测量学、天体力学和天体物理学三大分支。

(1) 天体测量学。主要任务是研究和精确测定天体的位置和运动，建立和维持基本参考坐标系。因此是最先发展的分支。从传统的地面光学测量到如今的多波段测量，天体测量学在近几十年中发展非常迅速。

(2) 天体力学。主要研究天体运动的动力学问题，包括天体的力学运动和形状。如人造天体的轨道设计、彗星预测、小行星轨道、日月食预报、天体碰撞预报等均属于天体力学范畴。

(3) 天体物理学。主要任务是应用物理学去研究天体的物理状态、内部结构、化学组成、相互关系和演化规律等，具体包括黑洞、恒星演化、宇宙论等内容。虽然天体物理学是新兴分支，但在天文学中所占比重越来越大。

按照受教育者的层次来看，天文教育可分为：公众天文教育与科普、中学天文教育、大学专业天文教育、大学非专业天文教育、研究生天文教育。而中学天文教育是指中学阶段以课程形式、非课程形式或其他形式的教育方式传授天文知识^[6]。

笔者本次研究的天文教学活动主要面向小学，属于校本课程，开设形式为兴趣班。

1.3.3 天文数据驱动平台

随着观测设备和观测方法的不断发展，天文数据呈爆炸式增长，现代天文学已进入多波段以及时域天文学时代，成为一门数据密集型和数据驱动的科学^[7]。大数据不仅改变了天文学的研究方式，对天文学的教育方法也造成了极大的冲击。如何将这些大量的真实观测数据融入天文教学、并成为天文教学的一大基础，是现代天文教育中不可避免的问题。在此背景下，应用于教学的天文数据驱动平台应运而生。

笔者本次研究选用的数据驱动平台是 WorldWide Telescope（万维天文望远镜，以下简称“WWT”）。WWT 是由微软亚洲研究院研发生成的虚拟望远镜。它基于虚拟天文台的理念，通过先进的信息技术将全球范围内的真实数据，如哈勃空间望远镜的数据、钱德拉 X 射线天文台的数据、斯隆数字化巡天望远镜的数据等等无缝



透明链接在一起，形成密集型天文研究和科普教育平台^[8]。WWT 操作界面如图 1-1 所示。



图 1-1 WWT 操作界面

WWT 具有以下功能：

(1) 虚拟观测。WWT 提供 5 个不同层次的指向：①地球（Earth）指向下展示单个地球模型。拉近鼠标，可以加载国家省市、街道建筑等；②行星（Planet）指向下可选择单独展示太阳、八大行星、月球、木星卫星的数字模型。鼠标拖拽可使星球旋转，全方位对星体进行观察；③太阳系（Solar System）指向下展示以太阳为中心的宇宙。视场中心为太阳系，可选择加载行星轨道和小行星，模拟时间流逝可观察八大行星的自转和公转。视场向外拉动可依次观察银河系中的其他星系、银河系、河外星系，直到目前所有能观测到的星系集合；④天空（Sky）指向下展示以地球为中心的不同波段下的星空，可选择性加载星座的图示和名称、黄道、赤道坐标系等网格，靠近星系可加载全球各大望远镜拍摄的星系高清图，通过观测时间和观测地点的选择还可以实现特定的天象模拟，如四季星空的变化、南北半球及两极所看星空的不同、金星凌日、日全食、五星连珠等；⑤全景图（Panorama）指向下展示各个探测器拍摄的星球表面，如阿波罗 12 号拍摄的月球表面全景图、机遇号探测器拍摄的火星表面全景图，真实观察星球表面情况，此外还可自主拍摄制作全景图。

(2) 漫游制作。漫游是按照脚本设计、利用 WWT 平台下资源制作出的作品，完成后可在 WWT 中播放，实现类似视频的播放效果。制作方法简单易学，作品效



果却十分惊艳，分辨率极高。除平台自身的资源，使用者还可以添加图片、图形、背景音、配音等，丰富漫游内容。且 WWT 鼓励制作者将自己的漫游上传到共享平台，与天文爱好者交流。这是其他天文软件很少具备的功能。

(3) 数据可视化。WWT 支持通过 Excel 将卫星轨道数据、超新星数据、地震数据、探测器行走轨迹等导入平台上并进行可视化，并对可视化出的结果进行编辑，如调整可视化结果的亮度、大小或粗细、颜色等。相较于其它数据可视化平台，WWT 的操作更为简单快捷。

WWT 作为由大量真实数据构成的天文教育和天文研究平台，将其融入到天文教学当中，不仅弥补传统天文课堂的缺陷，为学生提供沉浸式教学体验，同时锻炼学生挖掘数据、处理数据、分析数据的能力。

1.4 研究内容与框架

在上述背景下，本课题的研究旨在通过梳理国内外中小学课程标准及教材，提炼天文相关内容，综合设计小学天文课程体系；构建基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，并设计具体案例；通过案例的实施和反馈，为天文教师的教育改革提供参考。

本文分为五大章节内容：

第一章：对本文的研究背景、研究内容、研究框架、研究方法、研究现状等进行综述，并对本课题的核心概念加以界定；

第二章：分阶段对国内外课程标准以及教材中天文相关内容进行梳理，设计小学天文课程体系；

第三章：构建基于 TPACK 的小学天文教学活动流程，设计《地球的公转》、《初识太阳》两个教学案例；

第四章：对案例《地球的公转》、《初识太阳》进行实施，总结实施效果以及师生反馈情况，并做课后反思；

第五章：对本论文的研究成果做总结，并进行反思，找出研究的不足之处。

1.5 研究方法

本课拟采取文献分析法、文本分析法、行动研究法以及访谈法。具体实施方案如下：



(1) 文献分析法。通过对 TPACK 相关文献的阅读和分析,明确 TPACK 的核心理念和框架成分,为后期构建基于 TPACK 框架的天文教学活动流程奠定基础。

(2) 文本分析法。综合国内外中小学的课程标准和教材,选出天文相关知识进行梳理,完成小学阶段天文课程内容标准的设计。

(3) 行动研究法。笔者在北京市史家小学将进行为期 10 节课的教学实践。在实践中,不断进行案例设计和方案实施,过程中通过观察学生的学习情况获取教学效果反馈,并在课后进行教学设计的反思和改进。

(4) 访谈法。课程结束后,对协助的任课教师进行访谈,从实际工作者的角度获取对教学实践的评价,包括优势和不足。

1.6 研究现状

1.6.1 国外研究现状

国外的天文教育体系与国内相比较为完善和多样化。以美国为例,美国相当重视天文教育,2011 年美国国家研究理事会的报告中特意将“天文学在教育中的作用”作为专题进行汇报。美国的小学阶段开设科学课程,涉及物理、化学、生物、地理、天文等多个领域。1996 年,美国国家科学院推出《美国国家科学教育标准》,也是美国第一部国家科学教育标准,涵盖年级 K-12,即为小学到高中阶段。其中内容标准分为八类,天文相关内容归属于“地球与空间科学”,具体主题如表 1-1 所示^[9]。

表 1-1 《美国国家科学教育标准》“地球与空间科学”主题

| K-4 年级 | 5-8 年级 | 9-12 年级 |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 地球物质的性质 ▪ 空中的物体 ▪ 地球和天空的变化 ▪ 宇宙的起源和演变 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 地球系统的结构 ▪ 地球发展史 ▪ 太阳系中的地球 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 地球系统的能量 ▪ 地球化学周期 ▪ 地球系统的起源和演变 |

2013 年,美国正式公布《Next Generation Science Standards》(新一代科学课程标准,以下简称“NGSS”),标志着新一轮教育改革初步完成。其中天文相关内容如表 1-2 所示。

表 1-2 NGSS “地球与空间科学”主题

| K-4 年级 | 5-8 年级 | 9-12 年级 |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 天气 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 地球系统和内在相互 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 太空系统 |



| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> · 模式和循环 · 地球形成的过程 · 变化的地球表面 · 天气、气候和影响 · 地球形成的过程 | <p>作用</p> <ul style="list-style-type: none"> · 行星和太阳系 · 太空系统 · 地球的历史 · 地球内部过程 · 地球表面变化过程 · 天气与气候 · 人类的影响 | <ul style="list-style-type: none"> · 地球的历史 · 地球系统 · 气候变化 · 人类可持续发展 |
|--|---|--|

通过二者对比，可以发现天文相关内容有明显增加，且内容设置更为符合学生的认知水平。

美国的天文课堂常采用多种教学手段，包括演示、演讲、表演、3D 电影、天象仪展示等^[10]。此外，研究者也逐渐意识到海量天文数据中潜在的教育意义。2009 年，WorlWide Telescope Ambassadors 项目启动，尝试借助 WWT 平台的海量科学数据环境，开发基于交互式漫游的虚拟实验教学模块，辅助天文教学。项目组计划开发四个教学模块：适用于中小学的月相与食、黄金分割、恒星演化，以及适用于大学的虚拟实验。通过“月相与食”的教学实施，设计者发现，学生对于天文的兴趣以及与他人分享知识的态度等有显著提高^[11]。在公众天文科普方面，美国有许多受欢迎的天文网站 APOD, NASA, Sky & Telescope, Space, WWT 等等，人们能够通过网站进行感受天文的美丽与神奇，并选择自己感兴趣的方向进行学习^[12]。

1.6.2 国内研究现状

由于天文未单独设置学科，因此国家课程中的天文知识分散在地理、物理、科学等学科中，如人教版义务教育课程标准实验教科书小学科学教材中在六年级上册《系统组成的世界》第四章《日地月系统》中介绍了地球的自转和公转等相关知识。

笔者以“天文教育”、“天文教学活动”等为关键词在中国知网进行检索，对 1994 年至 2016 年研究成果发表情况进行汇总，结果如图 1-2 所示。

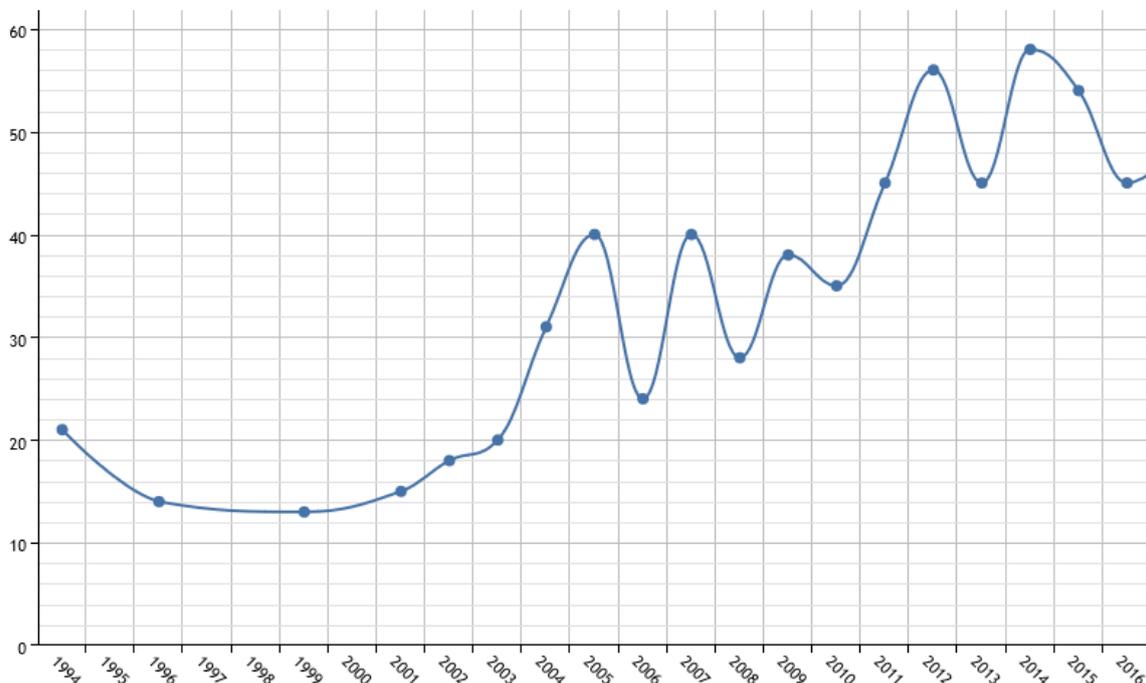


图 1-2 1994 年至 2016 年天文教育研究成果发表情况

从 21 世纪开始，关于天文教育和天文教学活动的研究呈递增趋势，说明越来越多的研究者认识到天文教育的重要性。国内关于天文教育的研究主要集中在以下两方面：

(1) 校本课程。近几年，全国中小学拥有及在建的天文望远镜超过八百个，不少省市自治区已拥有天象厅，天文学教育的发展显示出强劲的发展势头^[13]。2013 年国内首个由 WWT 驱动运行的 WWT 互动式数字天象厅在重庆市九龙坡石新路小学建成，为基于科学数据的天文教育工作提供了良好的带头作用，教师在天象厅中利用信息技术开展天文教学，有时开展天文观测活动，周围居民也慕名而来；武汉市张家湾小学的两位老师共同编写《趣味天文》一书，成为省内首个小学天文教程，共六册，针对小学三到六年级，包含天文知识与天文小实验，趣味性强；北京师范大学的张燕平等基于“基础天文学”课程的教学体系进行策划，编写和制作了《探索宇宙》教学软件，包括“太阳系”、“恒星世界”和“探索宇宙”三个主题。软件操作简单快捷，配有图片、文字、视频等内容^[14]。

(2) 课外活动。学校会在课外组织学生参加天文夏令营、科技馆参观、天文讲座、天文社团、天文竞赛等。如杭州高级中学的天文社在学校本部设立太阳观测基地，并在天荒坪、阿克苏建立两处由学生自主设计的远程天文台，团内成员积极开展天像观测活动，并在天文竞赛中表现优异，一名女生还发现了近地小行星。天



文馆和科技馆也是学生在课外学习天文知识的主要途径之一。北京天文馆在大兴区第一小学和大兴区庞各庄第二中心小学建立“天文教育研究基地”和“天文观测实践基地”，并与国际天文活动接轨，开展“天文学 100 小时”和“伽利略之夜”等活动^[15]。华中师范大学的储王伟在调查我国中小学天文教育信息化现状的基础上，基于 LAMOST 协同工作环境建立了天文协同学习社区，为教师提供教学资源和指导^[16]。

综上所述，越来越多的研究者开始关注天文教育，但较少涉及天文课程体系和课程整合。因此笔者尝试构建小学天文课程体系，并利用 TPACK 进行天文课程整合。



2. 小学天文课程体系的梳理与构建

天文属于六大基础学科之一，但其在课程设置上没有单独设立国家课程，只在科学、地理、物理等学科中涉及部分天文知识。这在一定程度上为学生的天文学习造成困难。在此背景下，笔者尝试设计面向小学的天文课程体系及其教学目标。

2.1 天文学内容体系分析

天文学是研究天体和宇宙的科学，包括日月星辰和人造天体，主要研究天体的位置、分布、运动、结构、物理状态、化学组成、相互关系及演化规律。天文学的研究对象按照尺度划分，可分为行星、恒星、星系和宇宙四个层次。

(1) 行星。主要包括行星系中的行星、围绕行星旋转的卫星和大量的小天体，如小行星、彗星、流星体及行星际物质等。人们最早接触也是最为熟知的行星系统就是太阳系，包含八大行星及其周围的小天体。

(2) 恒星。主要任务是研究恒星的形态、结构和演化过程等，包括恒星演化过程中的原恒星、主序星、红巨星、白矮星、中子星和黑洞，以及光度分类中的正常星、变星和超新星等。太阳是人类生命的来源，但从天文角度来看，太阳也只是一颗极其普通的主序星。

(3) 星系。无数的恒星系和尘埃汇集一起形成了星系，星系又进一步形成了星系群、星系团。星系的尺度大多在几万至几十万光年，而星系间的距离平均约一千万光年。150 亿年前，一大片星系际气体云在收缩中分裂，这就是银河系的开端。

(4) 宇宙。研究对象为宇宙整体的性质、结构、运动和演化规律等。著名的宇宙大爆炸理论就属于此范畴。宇宙模型的演化经历了漫长而艰难的历程，也意味着人们对宇宙的了解正逐渐增加。

2.2 课程标准中天文内容分析

2.2.1 小学阶段课程标准中天文内容分析

中国小学科学课程标准（2011 年）主要分为“物质科学”、“生命科学”、“地球与宇宙科学”、“技术与工程”四个领域，天文相关的知识在“地球与宇宙科学”主



题当中，以“在太阳系中，地球、月亮和其他星体按照一定的规律运动”为主题，主要包括地球的自转公转及引发的现象、月球的运动及月相变化、太阳系中的八大行星等相关内容，每个年级设置不同层次的学习目标，且要求多为“描述”、“了解”、“知道”等^[17]。

美国新一代科学教育课程标准（2013年）覆盖学前到高中阶段，分为“生命科学”、“地球与空间科学”以及“物质科学”三大领域，“地球与空间科学”下属的“宇宙中的地球”主题属于天文部分。小学阶段天文相关内容集中在1年级与5年级，围绕天体的周日视运动和周年视运动展开，强调通过观察、处理数据、构建模型等方式掌握天体的运动模式^[18]。

韩国国家课程标准（2007年）中“科学”为必修部分，涵盖学前到高中一年级。小学阶段的天文相关内容为五年级的“地球和月球”和“太阳系和天体”，以及六年级“季节的变化”。主要包括地球的特征、月球的月相变化、太阳系中天体的公转情况、季节的成因等内容。

澳大利亚国家科学课程标准（2010年）把科学学习分为四个阶段，第一阶段和第二阶段属于小学部分，第一阶段的课程重点在于自我及当地环境的认知，第二阶段的重点在于识别科学问题并进行研究。主题“地球与空间科学”中包含天文相关内容，在课程重点的要求下，内容多围绕身边可见现象的观察，如昼夜、四季、日食等^[19]。

将各国小学阶段课程标准中的天文知识加以整理，结果如表2-1所示：

表2-1 各国小学阶段课程标准中天文知识点分布情况

| 天文体系 | 知识点 | 国家 | | | |
|------|---------|----|---|---|---|
| | | 中 | 美 | 韩 | 澳 |
| 行星 | 影子的变化 | √ | √ | √ | |
| | 季节的变化 | √ | √ | √ | √ |
| | 天体的东升西落 | √ | √ | √ | √ |
| | 地球的自转 | √ | | √ | √ |
| | 地球的公转 | √ | | √ | √ |
| | 月球的运动 | √ | | √ | |
| | 月相变化 | √ | | √ | |
| 恒星 | 太阳及太阳活动 | √ | | √ | |
| | 太阳系 | √ | | | √ |



| | | | | | |
|--|------|---|---|---|--|
| | 星座 | √ | | √ | |
| | 四季星空 | | √ | √ | |

综合各国的课程标准来看，小学阶段的天文主要围绕学生熟悉的地球、月亮、太阳、太阳系，以及四季星空等，多停留在行星及恒星层面，星系层面和宇宙层面常作为了解内容。且内容标准多与可观察到的现象有关，与日常生活关联性强，符合学生此时的认知特点，学生学习时可以与自己的生活经验相结合，有利于提高学生的兴趣。

2.2.2 中学阶段课程标准中天文内容分析

中国的中学阶段天文知识基本分布在科学和地理学科当中。

初中科学课程天文相关内容设置在“地球、宇宙和空间科学”当中，主题为“地球在宇宙中的位置”，主要包括四季星空、太阳系与星际航行、银河系和宇宙等相关内容。学习目标仍较多停留在现象层面，但更为具体，如知道太阳系中除太阳和八大行星外，还有矮行星、小行星、彗星、流星体等^[20]。

高中地理课程必修内容中设置有“宇宙中的地球”，选修内容设置有“宇宙与地球”，主要包括宇宙、星空、太阳系与地月系等内容。学习更为理论化，重点转移到现象背后的本质，以及学习使用天球坐标系、星图、恒星演化图表等辅助手段^[21]。

美国新一代科学教育课程标准中学阶段开始涉及模型构建以及数据分析，如构建日地月系统、重力系统等，通过数据分析星空的季节性变化等，此外学习对象的尺度开始放大。

韩国国家课程标准中学阶段的“科学”为必修部分，开始侧重对太阳系的本质理解，天体测量以及天体物理参数也是学习的一大重点。高年级的“地理科学”为选修部分，侧重原理及规律的学习，如开普勒定律、哈勃定律等，并开始了解宇宙探索所需要的科学技术、测量方法以及结果分析等。

澳大利亚国家科学课程标准中学阶段主要针对使用日地月系统解释天象问题，如季节、日食等，此外开始向星系核宇宙层次延伸，要求学生能够用大爆炸理论解释宇宙起源。

将各国中学阶段课程标准中的天文知识加以整理，结果如表 2-2 所示：



表 2-2 各国中学阶段课程标准中天文知识点分布情况

| 天文体系 | 知识点 | 国家 | | | |
|------|---------|----|---|---|---|
| | | 中 | 美 | 韩 | 澳 |
| 行星 | 地球的公转 | √ | | √ | |
| | 月球的运动 | √ | | √ | |
| | 月相变化 | √ | √ | | |
| 恒星 | 太阳及太阳活动 | √ | √ | √ | |
| | 太阳系 | √ | √ | √ | √ |
| | 恒星及其演化 | √ | √ | | √ |
| 星系 | 银河系 | √ | | | |
| | 星系特性 | | | √ | √ |
| 宇宙 | 宇宙的演化 | √ | √ | | √ |
| | 天体测量 | √ | | √ | |
| | 万有引力 | | √ | | |
| | 天体的物理参数 | | | √ | |

与小学阶段相比，学习对象的尺度范围有所增加，开始涉及星系层面和宇宙层面，且相同学习对象的标准有所深入，如小学阶段对月相的要求是“描述月相变化的规律”，初中阶段则为“知道阴历与月相的关系，知道朔、望、上弦、下弦的月相”，高中阶段则为“分析月相图，说明月相变化规律，并解释月相变化与潮汐变化的关系”。

国内外课程标准具体整理内容详见附录 1。

2.3 教材中天文内容分析

2.3.1 小学阶段教材中天文内容分析

国内小学科学教材中人教版义务教育课程标准实验教科书小学科学教材，共有八册，其中天文相关内容在四年级上册《考察大自然》中的第四章《陪伴我们的日和月》，六年级上册《系统组成的世界》中的第四章《日地月系统》以及六年级下册《相互联系的世界》中的第四章《无限宇宙》，每章分为三到四小节。每节包含 4



个左右的知识点。如《为什么会有月相变化》一节，涉及的知识点有月光的来源、月相变化的原因、月球的运动情况等^[22]。

科教版小学科学教材共有 8 册，涵盖三年级到六年级，其中天文分布在五年级下册中的《地球的运动》和六年级下册中的《宇宙》。科教版教材的天文内容较为集中，且章节内容较为连贯，从学生熟悉的昼夜现象到地球的自转，从一年四季的变化到地球的公转，之后介绍月球、太阳、太阳系，研究尺度逐渐增加。科教版每节的学习主题较为突出，多以现实问题入手。如《谁先迎来黎明》一节，从北京和乌鲁木齐谁先迎来黎明入手，通过模拟实现学习地球自转的相关知识。

美国小学科学教材以《Science A Closer Look》为例。《Science A Closer Look》是由美国著名的出版公司 Macmillan/McGraw-Hill 最新出版的小学科学教材，其中涉及天文的有 G2 中的第四章《地球与太空》、G4 中的第四章《太阳、月亮与地球》、G5 中的第三章《宇宙》、G6 中的第三章《太空探索》以及第四章《太阳系和银河系》。天文部分每课时设计的知识点较少，相对应的教学活动极其丰富，学生动手实验和观察现象的活动设置较多。例如简单利用手电筒和小球进行实验，思考为什么我们白天无法看到太阳，以及我们是如何在夜晚观察到月亮的，如图 2-1 所示。

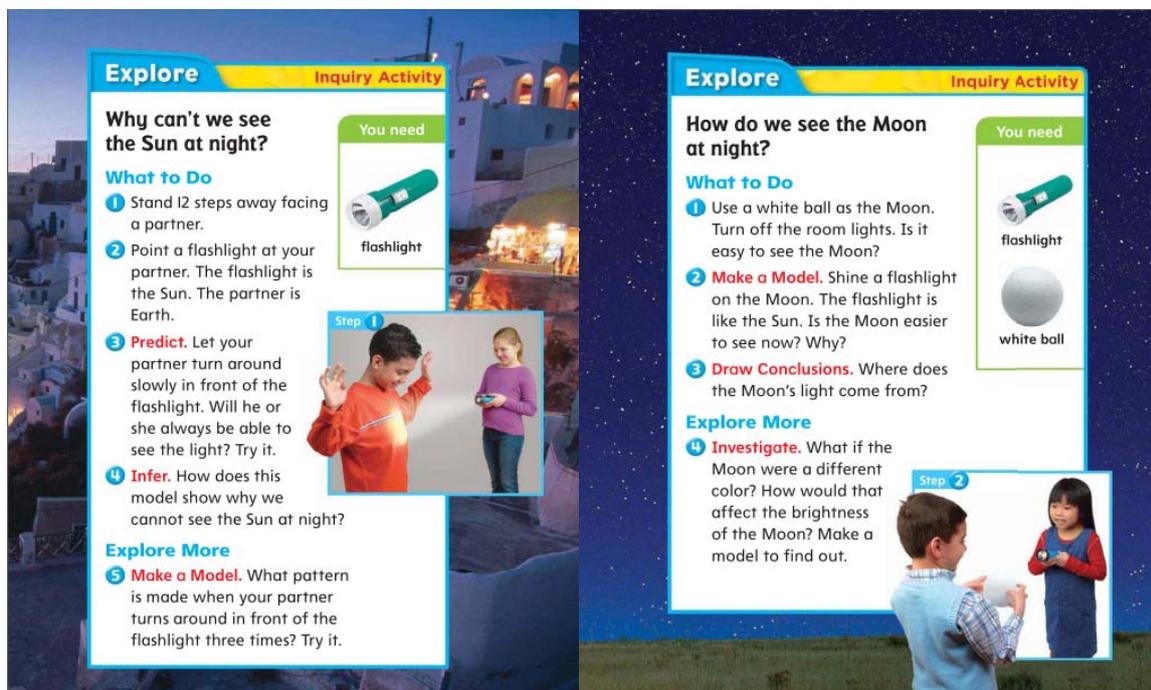


图 2-1 《Science A Closer Look》截图

通过对课程内容和内容安排的研究，可以发现小学阶段的天文课程以引发学生



的学习兴趣为主，每节课设置的知识点较少，平均为 3 个左右。且均以学生日常所见的生活现象入手，如昼夜交替、四季变化、月相等，从地球的运动情况开始，逐渐增加研究对象的尺度。教学活动较为开放自由，多采用学生观察记录、自主实验等方式。

2.3.2 中学阶段教材中天文内容分析

国内浙教版初中科学教材天文相关内容在七年级下册的第四章《地球与宇宙》和九年级下册的第一章《演化的自然》。内容设置以研究对象的尺度进行排列，从熟知的月球和太阳、到太阳系，到宇宙，再到演化的过程，安排较为连贯。课堂容量较大，知识点数量明显增加，且开始涉及专业名词与原理学习。如《太阳和月球》一节，对月球上环形山的分布、形成原因等有详细说明。

国内高中地理课程的教材以人教版为例，天文相关内容在必修 1 的第一章《行星地球》、选修 1 的第一章《宇宙》和第二章《太阳系和地月系》。

中学阶段的天文内容与小学阶段相比更为具体，每节课的知识含量有所增加，多达 10 个以上，且多为原理学习，为小学和初中阶段的学习进行衔接和补充。

2.4 小学天文课程体系的构建

通过对梳理出的课标以及教材进行分析，结合小学阶段学生的认知特点，笔者在华中师范大学乔翠兰博士和国家天文台崔辰州研究员的指导下，在乔博士《WWT 平台下小学天文课程内容建议》的基础上，设计了小学天文课程体系，并规划了每节课的教学目标^[23]。体系共设计 10 个学时，围绕太阳系与四季星空两大主题，旨在为学生初步构建完整的、科学的、基础的天文知识体系，并为培养未来的天文工作者做准备。具体课程内容及教学目标如表 2-3 所示。

表 2-3 小学天文课程内容及教学目标

【第一章】我们所在的位置

- 认识中国的版图以及各省的版图
- 知道各个省在版图中的大致位置
- 掌握在版图中寻找地点的方法
- 知道中国在地球上的位置

【第二章】地球的自转

- 描述太阳每天在天空中东升西落的位置变化
-



-
- 知道地球自西向东围绕地轴自转，形成了昼夜交替与天体东升西落的现象
 - 知道地球自转轴（地轴）及自转的周期、方向等
 - 知道从地心说到日心说的发展历程
-

【第三章】地球的公转

- 知道地球的基本特征，描述地球公转产生的自然现象
 - 描述一年之中季节变化的现象，说明季节变化对动植物和人类生活的影响
 - 知道四季的形成与地球围绕太阳公转有关
 - 知道冬至、夏至、春分、秋分四个节气
-

【第四章】月球

- 知道月球是地球的卫星
 - 知道月球表面的基本情况，知道环形山的分布特点
 - 知道月球的公转和自转的方向及周期
 - 描述月相的变化规律，知道朔、望、上弦、下弦的月相
-

【第五章】初识太阳

- 知道太阳是一个恒星，能够自己发光发热
 - 描述太阳活动对动植物和人类生活有着重要影响
 - 描述月球、地球和太阳的相对大小和相对运动方式
 - 知道日食和月食的成因
-

【第六章】太阳系（一）

- 知道地球是太阳系中的一颗行星
 - 知道太阳是太阳系的中心
 - 知道太阳系中有八颗行星，描述它们在太阳系中的相对位置；
 - 了解八大行星的外貌特征
-

【第七章】太阳系（二）

- 了解八大行星的公转特点和自转特点
 - 了解太阳系和银河系的概念，知道宇宙中有无数星系；
 - 知道宇宙是有起源的、膨胀的、演化的
-

【第八章】四季星空（一）

- 了解描述星体的各种属性含义，如所在星座、星等、距离等；
 - 知道四季星空有所不同；
 - 学会辨认春季星空和夏季星空的主要星体
-

【第九章】四季星空（二）



-
- 学会辨认秋季星空与冬季星空的主要星体；
 - 学会辨认北斗七星；
 - 学会寻找北极星，并通过北极星辨认方向；
 - 知道四季星空变化的主要原因是地球公转
-

【第十章】黄道星座

- 知道太阳的周年视运动是由地球公转引起的；
 - 认识黄道十二星座的图形、图示、主要星体等；
-

在课程体系的设计与修改过程中，笔者陆续联系了数位天文领域的专家和教师，如南京大学的彭志欣教授、北京师范大学的杨静教授、广州大学的王洪光教授、上海天文台的汤海明先生、河北师范大学的李冀教授、科普出版社的赵晖主任、山东大学威海分校的曹晨老师、史家小学张培华老师、大庆实验中学的王仁君老师等。通过与各位专家教师的交流，笔者反复对课程体系进行修改和完善。之后笔者在“中国天文学会 2016 年学术年会”的“天文学史、教育与科普分会场”做了相关报告，认真听取与会专家的意见与建议。综合来看，笔者设计的小学天文课程体系及其教学目标已具有较好的认可度。



3. 基于 TPACK 的小学天文教学活动案例设计

3.1 教学活动设计的理论基础

学习理论是对学习的实质及其形成机制、条件和规律进行系统的阐述，目的在于为人民提供对学习的基本理解，从而为自身的教育观、教学观奠定较为科学的基础^[24]。而建构主义目前被认为是当代教学和课程改革的基础。

建构主义认为世界是客观存在的，而人类的知识仅仅是对客观世界的一种解释和假设，并且会随着人类认识的进步不断的更新和改变。人们以自身的经验去构建和解释世界，每个人的认识和理解也不相同，因而在教学中更为关注原有经验。在建构主义者看来，知识是学习者在一定情境下，借助他人的帮助，利用必要的资料，通过意义建构的方式而获得。因而情境、协作、会话和意义建构是学习环境中的四大要素。

建构主义强调以学生为中心。学生不是外部刺激的被动接受者，而是信息加工的主体，不是知识的灌输对象，而是知识意义的主动建构者；教师不是知识的传授者和灌输者，而是学生主动建构意义过程中的帮助者和促进者；教材不是教师教授的内容，而是学生主动建构意义的对象；媒体不是教师用来传授知识的方法和手段，而是学生用来创设情境、协作学习、会话交流的认知工具^[25]。

建构主义有以下三种教学模式：

(1) 支架式教学 (Scaffolding Instruction)

最近发展区理论认为学生存在两种发展水平：一种是现有的发展水平，能够独立解决问题的能力；一种是潜在的发展水平，通过学习获得。二者之间的差异就是发展区。而支架式教学就是由他人将学习任务进行分解，形成知识分层，符合学习者的最近发展区，以此作为概念框架，帮助学习者进行知识构建。具体教学环节如表 3-1 所示。

表 3-1 支架式教学模式

| 教学环节 | 过程说明 |
|------|---------------------------|
| 搭脚手架 | 明确学习主题，建立概念框架 |
| 进行情景 | 以学习主题相关的某个问题作为情景假设 |
| 独立探索 | 开始时由教师进行概念介绍或现象演示等，随后由学生进 |



| | |
|------|--|
| | 行独立探索，教师仅提供提示和引导 |
| 协作学习 | 学生以小组为单位，进行交流会话，从而在共享集体思维成果的基础上达成对当前所学知识较为全面、正确的理解 |
| 效果评价 | 学生进行自我评价，以及由学习小组进行组内评价，包括自主学习能力、组内贡献以及是否完成对知识的意义建构 |

(2) 抛锚式教学 (Anchored Instruction)

建构主义认为，知识不是通用的，而是建立在一定情境的基础上。抛锚式教学就是选择与现实生活相关的问题或事件，学习者针对具体问题，对原有知识进行重组和创造。一旦问题确定，教学内容以及教学进程也由此确定。具体教学环节如表 3-2 所示。

表 3-2 抛锚式教学模式

| 教学环节 | 过程说明 |
|------|--|
| 创设情境 | 选择贴近现实生活的问题作为情景假设 |
| 确定问题 | 在情境中，确定问题，以此作为学习中心 |
| 自主学习 | 教师仅提供解决问题的相关途径，由学生进行自主学习，包括确定与问题相关的知识点、获取有关资料、对资料的学习和评价等 |
| 协作学习 | 以小组为单位，进行交流 |
| 效果评价 | 效果评价不需设置专门的特定环节或测试，由学生在解决问题过程中的表现进行评估 |

(3) 随机进入教学 (Random Access Instruction)

教学方法对教学效果具有一定的影响，针对相同的教学内容采用不同的教学方法，对知识的认知往往不同。随即教学以此为基础，由学习者通过不同方式进入相同的教学内容的学习，从而获得对知识多方面的理解与认知。具体教学环节如表 3-3 所示。

表 3-3 随即进入教学模式

| 教学环节 | 过程说明 |
|------|--|
| 创设情境 | 以学习主题相关的某个问题作为情景假设 |
| 随即进入 | 教师提前准备与当前学习主题相关的内容，学生进行选择，随机进入学习，获取学习主题的不同侧面 |

| | |
|------|------------------------------------|
| 思维训练 | 教师采用层层递进的提问等方式引导学生思考和学习 |
| 协作学习 | 以小组为单位进行讨论，综合学习主体的不同侧面，获得较为全面正确的认知 |
| 效果评价 | 由自我评价与小组评价共同完成 |

3.2 基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程构建

基于上述工作基础，笔者构建出基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，分为课前分析、整合设计、课堂实施、总结反馈四个阶段。具体如图 3-1 所示。

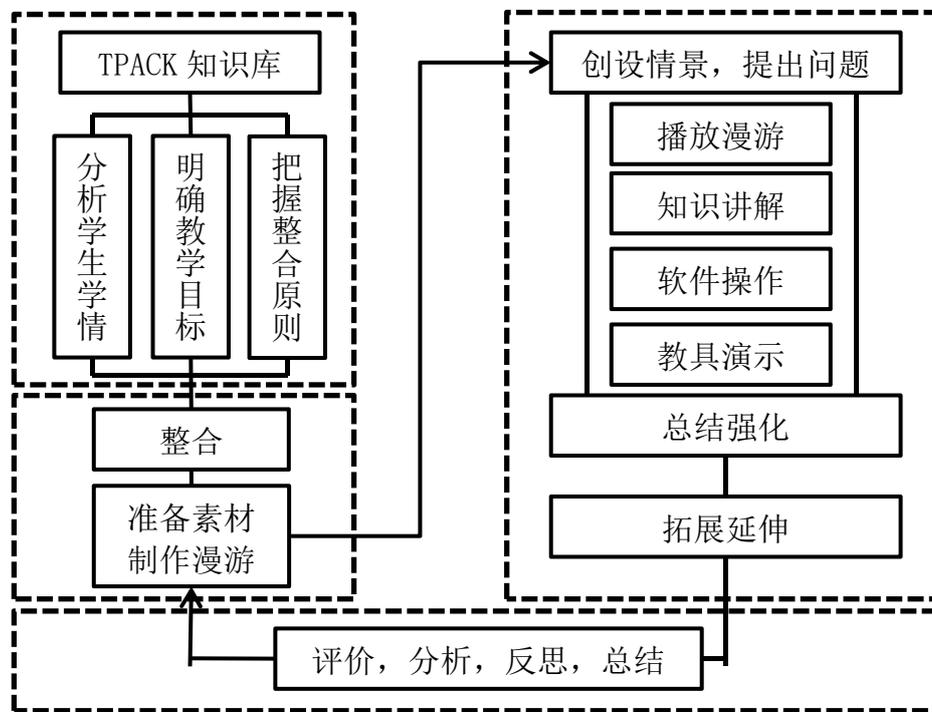


图 3-1 基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程

课前分析阶段。教师要根据 TPACK 框架构建自己本节课的知识库，其中包括学生的心理特征、认知情况、知识基础、班级风格等，结合对教学内容和教学目标的分析，找出本节课中每个知识点适用的教学方法，并根据教学需求对教学技术进行筛选。

整合设计阶段。知识库构建完成后，教师将其进行整合成教学设计。整合阶段是非常重要的环节。在整合过程中，教师需要考虑 TPACK 的三个原则，也就是



McCrary 博士在《整合技术的学科教学知识：教育者手册》第九章中所总结的三个问题^[26]：

（1）在何处使用技术

一、教学主题。对某些主题来说，技术是不可忽略的，甚至技术本身就是教学主题的一部分。如《太阳系（二）》中，如何使用 WWT 模拟各大行星公转也是教学内容的一部分。这种内容如果单纯给学生讲解而不让学生实际操作，达不到良好的教学效果。

二、教学重难点。对某些内容来说，借助技术能更好的展开教学，突破重难点。如《地球的公转》中，如何理解地球自转轴倾斜引起的太阳直射点变化，进而产生四季是一个重难点。静态的图片虽能展示原理，但对学生来说直观性还是有所欠缺。此时利用 WWT 模拟地球公转，就能有效的进行重难点突破。

（2）使用何种技术

教师在设计课程时，需要知道哪些技术可以应用到这节课中，这些技术能达到什么效果，最终决定使用哪种技术。技术本身的功能性和局限性不同，适用的教学内容与教学法也不相同。如讲解黄道的定义时，可借助 WWT 的天空（Sky）指向，并加载黄道图层进行辅助；讲解月食时，WWT 无法进行展示月食现象，可借助手电筒、篮球、乒乓球组成简单的月食原理教具，学生操作起来既简单又形象。

（3）如何使用技术

技术的使用方法同样需要教师根据具体的教学内容和学生的学情进行选择。是否制作漫游播放，漫游包括哪些知识点，WWT 展示由教师演示还是学生操作，探究活动由学生独立完成还是小组合作。这些问题都需要教师根据教学内容和教学环境仔细梳理设计。

教学设计完成后，教师按照设计中的要求准备上课素材，包括编写脚本、制作漫游、准备教具等。其中漫游的制作需要教师有一定的分镜能力、信息化能力与天文知识基础。初期教师可参考 WWT “向导式漫游”中的漫游，学习将分镜与知识相结合，制作出播放效果较好的漫游，从视觉效果上更为吸引学生注意。

课堂实施阶段。教师以教学设计为主，并根据实施中学生的情况不断调整。课堂上，教师首先为学生创造情景，并提出问题。根据知识特点和学生学情选择不同的引导方法，可以播放课前制作的漫游，或者直接操作软件，也可选择利用教具展示原理及过程。通过种种方法引导学生思考得出结果，并及时对结果进行巩固和强化。在此过程中，教师保持主导地位，把握课堂走向，最大程度保证学生学习的自由度。课后为学生准备趣味性较强的拓展内容。拓展内容不局限于知识性问题，开



放性较强，重在引起学生对天文的学习兴趣。

总结反馈阶段。课后教师对自己的课堂进行评价，分析其中哪些设计达到了较好的教学效果，哪些设计还有所欠缺。并将这种反思反馈到课前的整合过程中，对自我的知识库进行更新和修改，利于之后更好的进行教学活动。

四个阶段环环相扣，力图帮助教师掌握 TPACK 核心理念，顺利完成天文教学的课堂整合。

结合小学天文课程体系以及基于 TPACK 的天文教学活动设计流程，笔者针对体系内的十个课题做了教学设计，并在乔翠兰博士的带领下，与国家天文台的李珊珊老师合作，共同编写了《互动式天文教学指导丛书（小学卷）》一书，如图 3-2 所示。



图 3-2 《互动式天文教学指导丛书（小学卷）》截图

本书面向小学三到六年级，旨在帮助教师更好的开展天文课程。书中以小学天文课程体系的教学目标为基础，以基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程为依托。每节课包括教学目标、教学内容、教学流程等，其中教学流程以师生对话形式展开，尽可能详细的为教师展示教学活动的设计情况。除本节课教学目标外，书中还附有拓展知识，包括专业知识讲解、趣味天象、天文史、WWT 软件操作等，丰富教师的教学资源，便于教师实施过程中灵活使用。

下面以《地球的公转》和《初识太阳》为例，进行具体分析。



3.3 案例《地球的公转》

3.3.1 《地球的公转》教学设计

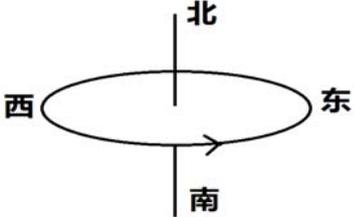
| | | | | | |
|------|---|---|-----------|------|-------|
| 课题名称 | 地球的公转 | 授课年级 | 小学 3—6 年级 | 授课时间 | 40 分钟 |
| 教学要求 | <p>(1) 知道地球的基本特征，描述地球公转产生的自然现象；</p> <p>(2) 知道地球公转的基本情况，周期 24h，方向自西向东；</p> <p>(3) 描述一年之中季节变化的现象，举例说明季节变化对动植物和人类生活的影响；</p> <p>(4) 知道四季的形成与地球围绕太阳公转有关；</p> <p>(5) 知道冬至、夏至、春分、秋分四个节气。</p> | | | | |
| 学情分析 | <p>知识储备：通过前几章学习，学生已经详细了解地球自转运动的详细知识，并通过生活常识知道地球存在公转运动，方便教师在本节教学中将公转与自转相联系，进行关联教学；</p> <p>思维特点：学生此时好奇心和观察力强，对生活现象较为关注。但逻辑思维能力较弱，需要教师在教学时进行适当引导。</p> | | | | |
| 教学目标 | 知识与技能 | <p>(1) 知道地球存在公转，且公转方向自西向东，周期为 365 天；</p> <p>(2) 知道四季形成与地球自转轴倾斜有关，知道太阳直射点四季不同；</p> <p>(3) 能够利用 WWT 展示地球的公转。</p> | | | |
| | 过程与方法 | <p>(1) 通过分享对年的认知以及四季的特点，锻炼语言表达能力，提高对生活现象的观察兴趣；</p> <p>(2) 由太阳直射点的移动，推出四季温度变化和昼夜长短变化的过程，初步培养学生的逻辑思维和推理能力；</p> <p>(3) 通过自主判断地球公转图示，加强学生对知识的综合运用能力，并能够将课堂知识与日常生活相联系；</p> | | | |
| | 情感态度与价值观 | <p>(1) 通过讲述古人认识“年”的过程，感悟古人对生活现象的仔细观察和灵活应用，培养民族自豪感；</p> <p>(2) 通过对生活现象的提问和解释，鼓励学生在日常生活中注意观察，透过现象看本质，培养学生的科学探索精神。</p> | | | |

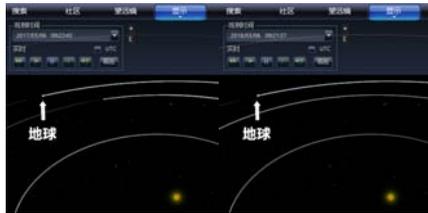


| | |
|--------|---|
| 重点 | <p>(1) 地球公转的方向为自西向东；</p> <p>(2) 四季产生的原因在于地球公转过程中太阳直射点的移动。</p> |
| 难点 | <p>(1) 理解地球外的方位；</p> <p>(2) 利用太阳直射点的移动解释四季温度及昼夜改变的原因。</p> |
| 教学设计思路 | <p>创设情境，提出问题</p> <p>由“年”的定义入手，提问大家对“年”的看法和认识，引导学生分享对生活现象的观察结果，从而引出地球公转的概念。</p> <p>观察现象，学习知识</p> <p>向学生播放课前制作的漫游《地球的公转》，简单介绍地球公转的相关知识。之后利用 WWT 软件，向学生展示地球公转的现象，同时为公转下定义。学生通过自主观察现象进行总结，描述公转的轨道、方向，计算公转的周期，找出公转的运动特点。通过真实观察，对地球公转有更为直接的感受和认识。并为学生讲解古时人们是如何认识年“的”，与课堂导入相呼应。</p> <p>联系生活，做出假设</p> <p>联系生活，找出四季的不同，进而思考为何一年会有四季之分？并联系地球的公转特点，引入太阳直射点的概念。启发学生思考，太阳直射点的移动会对地球造成什么影响？由此做出假设。</p> <p>小组合作，探究原理</p> <p>利用 WWT 探究太阳直射点的变化对地球造成的影响。</p> <p>假设 1：太阳直射点的移动造成地球四季温度不同</p> <p>由教师引导学生完成。利用 WWT 展示四季中太阳直射点的位置，学生观察，发现太阳直射点远离时温度下降，太阳直射点靠近时温度上升。从而得出结论，太阳直射点的移动是地球四季温度不同的原因；</p> <p>假设 2：太阳直射点的移动造成地球四季昼夜时长不同</p> <p>由学生小组合作完成。学生分成小组，利用 WWT 分别展示四季中某一地点的日出日落情况，记录时间，完成表格，计算昼夜时长，并对四季时长变化进行对比。从而得出结论，太阳直射点的移动是四季昼夜时长不同的原因。</p> <p>课堂小结，趣味拓展</p> <p>通过分析地球公转图，进行知识总结和综合运用。之后进行趣味拓展，通过极昼极夜的奇妙现象，增加课堂趣味性。</p> |



| | | | |
|--------------|--|---|---|
| 教法与学法 | 教法 | 教师以启发式和探究式教学为主，结合提问法及讲授法，多种教学方法相结合，引起学生学习兴趣，提供学生学习效率。 | |
| | 学法 | 学生在教师创设的天文环境中，通过观察现象、小组合作、实验探究等方法进行学习，充分发挥学生的主观能动性。 | |
| 教学用具 | WWT，漫游《年》、《四季》 | | |
| 教学活动过程 | | | 设计意图 |
| 新课导入 | 教师活动 | 学生活动 | 通过问答互动，为新课引入做准备。 让学生带着问题进入新课堂 |
| | <p>【创设情境】 询问学生对“年”的理解：我们常说“一年一年”，这个年到底指的是什么？ 进一步思考：日是由地球自转产生的，年又是如何产生的？ [板书：第三节 地球的公转]</p> | 学生自主发言，与大家分享自己对年的理解。 | |
| 新课教学（一）地球的公转 | <p>【播放漫游】 播放漫游《年》，提示学生思考，到底什么是年。</p>  <p>向学生展示地球的公转。 [板书：一、地球的公转]</p> <p>【现象观察】 回顾地球自转的相关知识，配合漫游，引导学生观察地球的运动情况。 为地球的公转下定义：地球按</p> | <p>观看漫游，学习“年”的相关知识</p> <p>观察地球的运动情况，发现地球不仅自转，同时还进行公转运动。</p> | 利用 WWT 情境性和灵活性的特点，为学生展示地球的公转情况，知道什么是地球的公转，了解“年”的含义，与导入相对应 |

| | | |
|---|--|--|
| <p>一定轨道环绕太阳转动，这种转动叫做地球的公转。</p> <p>[板书：1. 定义：地球按一定轨道环绕太阳转动]</p> <p>WWT 软件中，指向选择“太阳系”，通过改变时间流逝，向学生展示地球的公转情况。</p>  <p>观察公转轨道：找到属于地球的公转轨道，观察轨道的形状。</p> <p>[板书：2. 轨道：近似圆形]</p> <p>判断公转方向：点击“显示”中的时间加速按钮，观察地球公转的方向。</p>  <p>[板书：3. 方向：自西向东]</p> <p>计算公转周期：</p> <p>记录地球的起始位置和起始时间，点击时间加速按钮，让地球公转一周，点击暂停键，使结束位置和起始位置尽可能重合，记录结束时间。利用起始时间和结束时间计算地球的公转周期。</p> | <p>观察地球的公转情况，并进行总结，学习公转的基本规律。</p> <p>学生发现轨道是圆形的。</p> <p>学生发现公转方向为自西向东。</p> <p>学生小组合作，记录地球公转的起始时间与结束时间，计算地球的公转周期。得出结果后，多次重复实验，减小误差。</p> | <p>将 WWT 软件知识作为课程内容的一部分进行教学，体现 TPACK 的教育思想。</p> <p>引导学生观察现象，总结规律，培养学生的观察能力与分析能力</p> <p>通过小组合作探究，初步培养学生的实验探究能力，并养成对实验数据认真负责的科学态度。</p> |
|---|--|--|



与课前导入相联系，为“年”下定义：地球围绕太阳公转一周所需要的时间为一年。

[板书：4. 周期：365 天]

寻找公转特点

观察地球的公转有何特点？

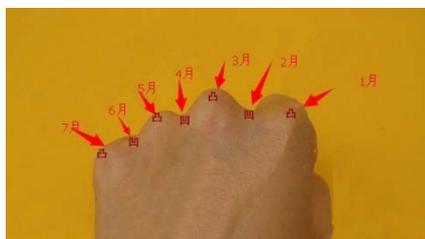


[板书：4. 特点：自转轴与公转轨道倾斜，且倾斜方向不变]

【趣味技巧】

从“年”过渡到“月”，通过数拳头的方式记忆天数：

手握成拳，拳头的“凸”对应 31 天，拳头的“凹”对应 30 天。2 月特殊，只有 28 天。



【历史回顾】

讲述古人是如何认识“年”的。远古时候，先祖只知道有四季，

学生通过观察，发现地球是一边侧着自转一边公转的。

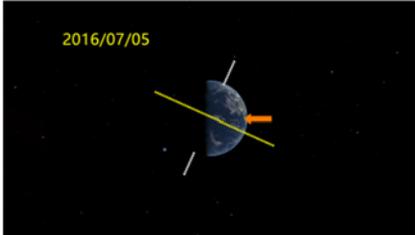
回想每个月有多少天，思考这些天数之间有什么规律。

从教师的讲解中了解古人定义“年”的过程，

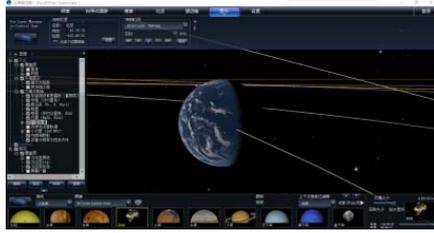
考察学生对生活现象的观察情况。通过小技巧引起学生的学习兴趣，增加课堂趣味性。

通过向学生讲述古人认识



| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>经过四季的不断循环，进而有了“年”的概念。慢慢的人们发现太阳光照射到物体上所形成的影子，一天之内会随着太阳位置的变化改变长短及位置。古人以此制作出了圭表，用来标记时间。后来人们发现每天影子能达到的最长长度是不一样的。人们将日影最长的那天定为冬至。两个冬至中间就是一年。</p> | <p>知道日常生活中常见的生活现象也蕴含着深刻的自然规律。</p> | <p>“年”的过程，感悟古人对生活现象的仔细观察和灵活应用，并培养民族自豪感</p> |
| <p>新课 教学 (二) 四季 成因</p> | <p>【自由分享】 询问学生对四季的印象。 四季的温度有何不同？ 四季的植物有什么不一样？ 四季的动物活动有哪些特点？ 四季的时候太阳升起落下的时间有变化吗？ 你喜欢哪个季节？ 全球的春季都是在3月吗？</p> <p>【观看漫游】 播放漫游《四季》，展示北半球四个季节太阳直射点的变化。</p>  <p>[板书：二、四季的成因]</p> <p>【概念学习】 WWT 软件中，视场移向地球，加载图层区中的“光照和阴影”，</p> | <p>学生分享自己的生活经验。</p> <p>观看漫游，学习太阳直射点的相关知识。</p> | <p>通过分享自己知道的四季特点，锻炼学生的语言表达能力，同时鼓励学生多多观察生活现象。</p> <p>借助 WWT，突破本节课的重难点，使学生对太阳直射点有直观而深刻的认识，便于之后的教学展开。</p> |

近距离观察地球的运动。



对太阳直射点下定义：太阳直射点就是太阳光垂直射到地球表面的地方，是地心与日心的连线和地球表面的交点。太阳直射点所在的位置温度高。

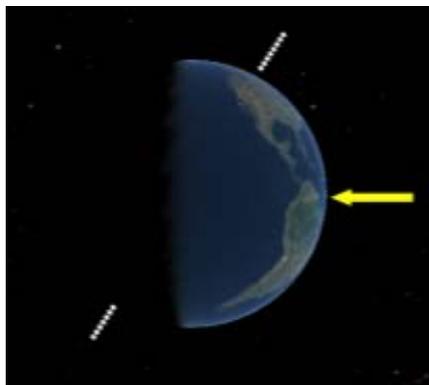
[板书：1. 太阳直射点：地心与日心的连线和地球表面的交点]

【观察探究】

四季的温度变化

引导学生思考以下问题：

- ①太阳直射点在一年之中是固定的，还是会不断移动？
- ②太阳直射点的移动有什么影响？
- ③一年之中太阳直射点如何移动？

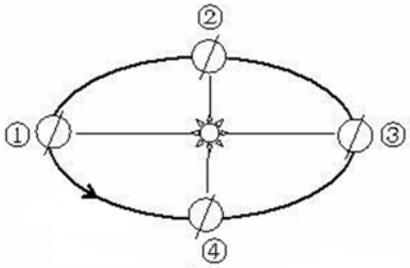


学习太阳直射点对地球造成的影响。

学生 WWT 平台下观察，并进行总结：

- ①太阳直射点在一年之中不断移动，移动的原因是地球自转轴与公转轨道存在倾斜。
- ②太阳直射点的移动使得全球温度不断变化，进而产生四季。
- ③春季时，太阳直射点在赤道；之后太阳直射点向北半球移动，北半球进入夏季；太阳直射点再次移动到赤道，北半球进入秋季；之后太阳直射点移动到南半球，北半球进入冬季。

教师引导学生逐步思考，弥补学生自主推理能力不足的缺陷，锻炼学生的逻辑思维。

| | <p>四季的昼夜长短变化 由学生完成。 提出问题：四季的昼夜长短变化也和太阳直射点的移动有关吗？</p>  <table border="1" data-bbox="336 766 756 1034"> <thead> <tr> <th></th> <th>日出</th> <th>日落</th> <th>昼长</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>春</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>夏</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>秋</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>冬</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>表格完成后，引导学生进行规律总结。</p> | | 日出 | 日落 | 昼长 | 春 | | | | 夏 | | | | 秋 | | | | 冬 | | | | <p>学生小组合作选择某一地点，记录该地点的日出时间和日落时间。由两个时间点计算出该地点的白昼时长。在四季分别选择地点，进行记录，完成表格。</p> <p>太阳直射点移动到北半球时，北半球是夏季，昼长夜短，南半球昼短夜长； 太阳直射点移动到南半球时，北半球是冬季，昼短夜长，南半球昼长夜短。</p> | <p>学生记录数据并填写表格，培养学生的观察、收集、处理和分析数据的能力。将记录结果进行归纳总结，并与生活现象相联系，真正理解太阳直射点的移动与昼夜长短变化的关系。</p> |
|--------------------|--|---|--|----|----|---|--|--|--|---|--|--|--|---|--|--|--|---|--|--|--|---|--|
| | 日出 | 日落 | 昼长 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 春 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 夏 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 秋 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 冬 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>总结延伸</p> | <p>【知识巩固】</p>  <p>引导学生分析地球公转示意图中，四个地球位置分别代表着哪个季节，为什么？ [板书：3. 公转图示] 介绍春分、夏至、秋分、冬至的概念，并将二分二至与四个地球位置相对应。</p> | <p>学生通过本节课的学习，进行判断： ①号地球，此时太阳直射点在北半球，北半球是夏季； ③号地球，此时太阳直射点在南半球，北半球是冬季； ②号地球，由公转方向得知，此时北半球是春季； ④号地球，由公转方向得知，此时北半球是秋季。</p> | <p>通过分析公转示意图中四个地球所处的季节，对本节课知识进行巩固，加深学生对知识的理解和灵活应用。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>课外拓展</p> | <p>你知道什么是极昼和极夜吗？极昼是指两极地区每年有一段时间 24 小时均为白天的现象。越靠近极点，极</p> | | <p>通过两极的趣味天象，引起学</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

昼维持时间越长。极点处的极昼甚至能持续半年。极夜与极昼相对应。当它发生时一天都是黑夜。极昼与极夜也是地球自转轴倾斜所带来的现象。北半球夏时北极发生极昼现象，南极则处于极夜；北半球冬季时则相反。由于环境的特殊性，生活在极地地区的人和动物也演化出了独特的生活习性和适应能力。

生的学习兴趣，并且更加深入体会地球自转轴倾斜带来的影响



【板书设计】

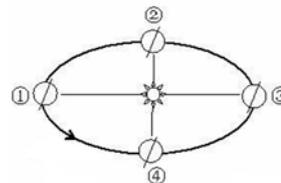
第三节 地球的公转

一、地球的公转

1. 定义：地球按一定轨道环绕太阳转动
2. 轨道：近似圆形
3. 周期：365 天
4. 方向：自西向东
5. 特点：自转轴与公转轨道倾斜，且倾斜方向不变

二、四季的成因

1. 太阳直射点：地心与日心的连线和地球表面的交点
2. 四季原因：太阳直射点的移动
3. 公转图示：



3.3.2 《地球的公转》分析评价

课前分析阶段。对本节课中涉及的 TPACK 基本成分进行分析。学科内容知识为地球的公转及季节的成因；技术知识以 WWT 为主，此外还包括网络、计算机、黑板等；教学法知识采用探究式教学，以激发学生的学习兴趣。之后对学生学情加以分



析，根据学生的认知水平和知识基础，设计三维教学目标。

整合设计阶段。把握整合原则，选择合适的技术融入教学当中：利用 WWT 的漫游功能作为导入，利用 WWT 的虚拟天象功能探究一年之中太阳直射点的变化等。教师初步完成教学设计，之后准备教学素材，制作漫游。

课堂实施阶段。以大家对“年”的认识做导入，创设情境，提出问题，引出地球的公转。在教学过程中，充分利用 WWT 的平台优势和沉浸式效果，让学生真实观察地球的公转情况，并观看漫游，通过太阳系的美景引起学生的学习兴趣。探究过程中，通过让学生经历发现问题、提出假设、实验探究、得出结论的科学探索过程，初步培养学生的逻辑思维和推理能力。在教学中穿插拓展知识，增加课堂趣味性。

为能更清晰的体现教学设计中的 TPACK 思想，笔者将其中的相关设计进行罗列，如表 3-4 所示：

表 3-4 《地球的公转》中的 TPACK 成分分析

| TPACK 成分 | 相关设计 |
|------------------|----------------------|
| TK（技术知识） | WWT、音频编辑软件、网络、计算机、黑板 |
| PK（教学法知识） | 探究式教学、小组合作 |
| CK（学科内容知识） | 地球的公转及季节的成因 |
| TPK（整合技术的教学知识） | 利用 WWT 探究太阳直射点移动的影响 |
| PCK（学科教学知识） | 直接观察地球的公转，进行规律总结 |
| TCK（整合技术的学科内容知识） | 讲解地球公转知识的漫游 |

本节课的主题为地球的公转以及四季的成因，而如何让学生明确观察到地球的公转以及太阳直射点的移动对突破本节课重难点有重大意义。因此本节课中所使用的技术主要为用以展示天象和制作漫游的 WWT、处理配音和配乐的音频编辑软件、互联网、计算机等信息化技术，以及黑板等传统技术。结合学生此时的认知特点，本节课选择的教学法为探究式教学与小组合作相结合。在探究四季变化环节，学生小组合作，利用 WWT 的真实数据完成探究，并交流讨论，得出结论。



3.4 案例《初识太阳》

3.4.1 《初识太阳》教学设计

| | | | | | |
|------|---|--|-----------|------|-------|
| 课题名称 | 初识太阳 | 授课年级 | 小学 3—6 年级 | 授课时间 | 40 分钟 |
| 教学要求 | (1) 知道太阳是一个恒星，能够自己发光发热； (2) 描述太阳活动对动植物和人类生活有着重要影响； (3) 描述月球、地球和太阳的相对大小和相对运动方式； (4) 知道日食和月食的成因。 | | | | |
| 学情分析 | 知识储备： 学生对于太阳有较多的生活经验，但基本停留在常识性层面，需要教师进行深入引导。课程上学习了关于地球和月球的相关知识，为本节课中日食和月食原理的学习打好基础； 思维特点： 学生的求知欲和表现欲较强，希望能够与人分享自己的发现和成果，教师可进行适当引导。 | | | | |
| 教学目标 | 知识与技能 | (1) 知道太阳是一个球体，能够自己发光发热； (2) 认识基本太阳活动，知道太阳活动会对地球造成影响； (3) 认识日食和月食的现象及成因； (4) 能够利用 WWT 模拟日食。 | | | |
| | 过程与方法 | (1) 通过讲解太阳活动，锻炼自学能力和语言表达能力； (2) 通过探索日食月食的成因，经历科学探究过程，学习科学研究方法，锻炼科学实践能力。 | | | |
| | 情感态度与价值观 | (1) 了解太阳对人类生活的重要性； (2) 了解古人对太阳的认识，知道其中蕴含着前人对生活现象的观察，感悟古人对于大自然力量的崇拜； (3) 通过分享所知的太阳能在生活中的应用，体会科技给人类带来的改变，以及清洁能源的重要性； | | | |
| 重点 | (1) 太阳是恒星，能够自己发光发热 (2) 日食的成因 | | | | |
| 难点 | (1) 太阳、地球、月球三者的相对大小和相对运动方式 (2) 日食的观察存在区域限制 | | | | |



| | | |
|--------------------------------|--|---|
| <p>教学 设计 思路</p> | <p>创设情境，学习知识 联系生活，思考太阳对人类生活的影响。之后观看漫游《太阳》，并在老师的引导下，学习太阳的外貌特征。</p> <p>小组分工，互做老师 学生分成四个小组，分别学习一种太阳活动。之后由小组代表上台做老师，为全班同学讲解自己负责的太阳活动，了解这些太阳活动对人类生活的影响。</p> <p>观察现象，初步分析 结合 WWT 观测地点与观测位置的设置，展示之前发生的不同类型的日食，包括日全食、日环食、日偏食等。在展示过程中，引导学生总结日食的特征。结合古人观测日食的方法，严格要求学生不能随意观测太阳，必须备有专业工具。</p> <p>实验探究，分析总结 探究 1：日食的成因 由教师完成。利用篮球、乒乓球和手电筒模拟日食过程。通过观察现象、分析现象、得出结论的探究过程，知道日食的原因是月球运动到地球与太阳之间，从而在地球上形成阴影。得出结论后，利用 WWT 展示原理，让学生真实观察日食的形成过程。</p> <p>探究 2：月食的成因 由学生完成。仿照教师的实验，利用篮球、乒乓球和手电筒模拟日食过程。知道月食的原因是地球运动到月球与太阳之间，使月球无法接收太阳的光。</p> <p>课堂小结，联系生活 总结本节课所学知识。联系生活，说出自己知道的太阳能的使用方法，感受科技为生活带来的改变。</p> | |
| <p>教法 与 学法</p> | <p>教法</p> | <p>教师对基本概念及特征的教授采用讲授法，对原理规律则采用探究式教学，并通过提问引导学生思考及查漏补缺。</p> |
| | <p>学法</p> | <p>学生通过观察法观察现象，并采用分组探究的方式进行实验，通过对实验现象的观察、思考和讨论得出结论。</p> |
| <p>教学 用具</p> | <p>WWT，漫游《日食》，手电筒，乒乓球，篮球</p> | |



| 教学活动过程 | | 设计意图 | |
|--------|---|---|-----------------------|
| 新课导入 | <p>教师活动</p> <p>【自由分享】 太阳对我们的生活非常重要，你能具体说明这种重要体现在什么方面吗？ [板书：第五节 初识太阳]</p> | <p>学生活动</p> <p>学生分享自己对太阳重要性的认识。</p> | 通过生活经验的分享，拉近学生与课堂的距离。 |
| | <p>【知识讲解】 WWT 中观察太阳的外貌。</p>  <p>[板书：一、太阳] 太阳是一个黄色的球体，属于恒星，能够自己发光发热。太阳非常的大，如果地球是一个玻璃弹珠，太阳就需要两手张开才能抱住，月球就更小。 思考：为什么太阳这么大，我们在地球上看起来，却觉得它比月亮小得多？</p>  <p>WWT 中找出太阳和地球，感受两者间的距离。100 个太阳连</p> | <p>[板书：2. 太阳活动]</p> <p>学习太阳的相关知识，知道太阳、地球、月亮三者的相对大小。</p> <p>引导学生与生活中观察到的现象相联系。 人和比萨斜塔大小相差很多，但是通过控制距离，就可以拍出大小相差不多的照片，甚至可以摆出有趣的造型。 学生由此得出答案：太阳距离地球非常远。</p> | |

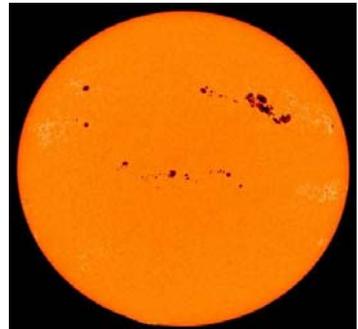
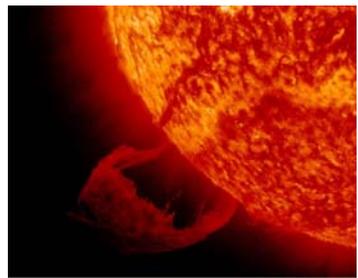
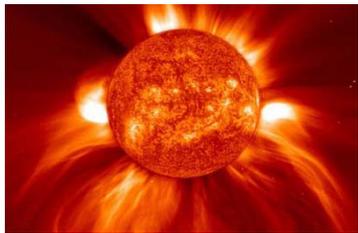
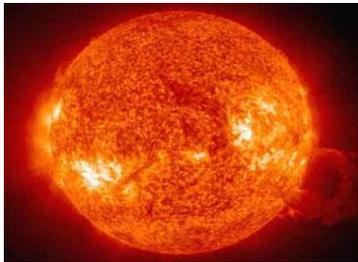
成线才能到达地球。

[板书: 1. 特征: 球体, 大, 远]

【小组活动】

太阳的表面并不是我们看起来这么平静, 相反每时每刻都有很剧烈的活动。

教师提前准备太阳活动的资料。学生自学。



学生自学后上台选择一种太阳活动进行讲解。

太阳耀斑:使用特殊的望远镜, 能观察到太阳表面或者边缘突然发光。这种现象称为太阳耀斑活动。每次耀斑爆发, 都会释放出巨大的能量和物质进入宇宙。

太阳风:太阳风像飓风一样向外移动, 速度极快, 并且传播的非常远。它经过地球两极时, 在地球南北两极引发出美丽的极光现象。

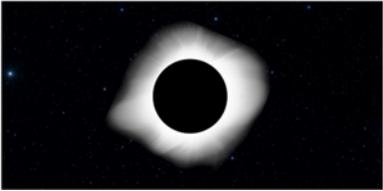
太阳日珥:太阳表面有时会喷射出一些炙热的气体流, 好像有个长条形的带子从太阳表面凸起来一样, 这就是日珥。平时我们是无法看到日珥的, 只有特定的时间才能找到它。

太阳黑子:观测太阳时常发现太阳表面有些小黑点, 这就是太阳黑子。我国在公元前 28 年就观测到了太阳黑子的存在。

黑子的出现代表太阳表面刮起了飓风, 进而使得这块区域温度比周围低, 因此看着暗淡一点。

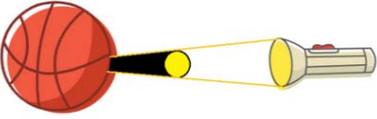
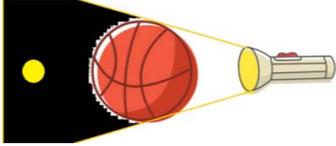
选择合适的內容, 由学生自主学习, 并向大家讲解。由此锻炼学生的自主学习能力和语言表达能力, 贴合学生希望展示自己的表现欲。



| | | | |
|--|---|--|---------------------------------------|
| | <p>【趣味知识】</p> <p>古人对大自然的力量非常崇拜，太阳表面的黑子被认为是一种神禽，三足金乌就这样成为了中国古代神话中太阳的化身。传说每天金乌从东方的扶桑树上起飞，它经过的地方，天就会亮。金乌飞到西方，落到了若木神树上，夜晚就来临了。</p>  | <p>通过神话故事的学习，知道其中蕴含着古人对于生活现象的观察以及规律的总结，感受古人对于大自然力量的崇拜。</p> | <p>利用神话故事增加课堂趣味性，感受古人对日出日落的观察和理解。</p> |
| <p>新课 教学 (二) 日食 和 月食</p> | <p>【观看漫游】</p> <p>观看漫游《日食》，展示日食的现象。</p>  <p>[板书：二、日食和月食]</p> <p>【知识讲解】</p> <p>WWT 中通过设置观测地点和观测时间，向学生展示不同类型的日食现象，引导学生总结每种日食的特点，并思考为什么会产生日食。</p> <p>2009年7月22日在武汉观测</p> | <p>观看漫游，学习日食的相关知识。</p> <p>学生观察不同类型的日食，思考日食产生的原因。</p> | <p>通过神奇的天象引发学生的天文兴趣，并让学生带着问题进入下一阶</p> |



| | | | |
|--|--|--|---|
| | <p>的日全食。</p>  <p>2010年1月15日在重庆观测到的日环食。</p>  <p>2012年5月21日在长沙观测到的日偏食。</p>  <p>[板书：1. 日食：日全食，日环食，日偏食] 日食持续的时间却非常短，最长为 7.5 分钟。且每年最多发生 5 次日食，并不是全球地方的人们都可看到。 [板书：2. 特征：持续短，周期长，有范围] 【原理探究】 采用分组实验法，一组探究日食的成因，一组探究月食的成因，教师从旁进行引导和辅助</p> | <p>此时太阳完全被挡住，天空会变黑暗。</p> <p>此时太阳没有被完全遮挡，边缘仍清晰可见。</p> <p>此时太阳的一部分被遮挡。</p> <p>了解日食的特征。</p> | <p>段的学习。</p> <p>应用 WWT 的观测功能，真实观察日食现象，不再受传统观测的种种限制。</p> |
|--|--|--|---|

| | | |
|---|--|---|
| <p>日食：</p> <p>探究问题：日食是如何形成的？</p> <p>提出猜想：月球遮挡了太阳射来的光，导致地球看不到太阳。</p> <p>设计实验：将篮球、乒乓球、手电筒三者连成一条直线，保持间距适当。打开手电筒，观察现象。</p>  <p>实验验证：按照设计流程进行实验。</p> <p>观察现象：篮球表面有一块阴影。</p> <p>分析现象：对篮球表面的阴影区域来说，由于乒乓球的遮挡，接收不到手电筒的光，也就是说看不到手电筒。</p> <p>得出结论：日食的形成原因是月球挡在了地球与太阳之间，此时月球在地球表面形成一块影子，在阴影区中的人会看不到太阳，就此形成日食。</p> | <p>月食：</p> <p>探究问题：月食是如何形成的？</p> <p>提出猜想：地球遮挡了太阳射来的光，月球无法反射太阳光，导致地球看不到月球。</p> <p>设计实验：将乒乓球、篮球、手电筒三者连成一条直线，保持间距适当。打开手电筒，观察现象。</p>  <p>实验验证：按照设计流程进行实验。</p> <p>观察现象：乒乓球处在篮球的阴影之下。</p> <p>分析现象：对篮球背对手电筒的一面来说，虽然与乒乓球之间没有间隔，但还是无法看到乒乓球。</p> <p>得出结论：月食的形成原因是地球挡在了月球与太阳之间，此时地球背对太阳的一面处在夜晚，由于月球无法接收到太阳光，因此地球看不到月球，就此形成了月食。</p> | <p>通过简单的工具模拟日食和月食，加深学生对日食和月食原理的理解，并通过小实验增加课堂趣味性。</p> <p>引导学生掌握正确研究问题的方法，培养学生的逻辑思维和科学态度。帮助学生形成自主探究的良好习惯，培养学生实验设计的技能。</p> |
|---|--|---|



| | | | |
|------|---|---|---|
| | <p>[板书：3. 日食：月球运动到太阳与地球之间]</p> <p>[板书：4. 月食：地球运动到太阳与月球之间]</p> | | |
| 总结延伸 | <p>【知识拓展】</p> <p>太阳的能量非常巨大，我们把这种能量叫做太阳能。自地球上生命诞生以来，就主要依靠太阳能生存。你知道太阳能有哪些优势吗？</p>  <p>古时人们利用阳光晒干物件以及制作食物。而在科技不断发展的今天，对太阳能的利用也更加广泛。你知道太阳能应用有哪些？</p> | <p>学生说出发现的太阳能优势，教师从旁进行归纳总结：</p> <p>①普遍：无论陆地还是海洋，都能接收太阳能；</p> <p>②环保：太阳能不会污染环境，是最清洁的能源之一；</p> <p>③巨大：每年到达地球表面的太阳辐射能总量非常大；</p> <p>④长久：太阳能存在上百亿年。</p> <p>学生分享自己在生活中见到的太阳能的用途：太阳能手表，太阳能计算器，太阳能发电，太阳能热水器，太阳能取暖</p> | <p>通过太阳能在生活中常见的应用，拉近学生与科技之间的关系，引起学生对科技的好奇心。</p> |
| 课外拓展 | <p>指导学生总结本节课所学日食相关知识，并做成漫游，为自己的爸爸妈妈做介绍。。</p>  | | <p>通过鼓励学生将所学知识制作漫游，对课堂知识进行复习和巩固，并且增加学生与家长互动，满足学生的表现欲。</p> |

【板书设计】

第五节 初识太阳

一、太阳

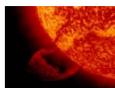
1. 特征：球体，大，远
2. 太阳活动：



太阳耀斑



太阳风



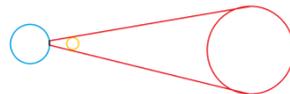
太阳日珥



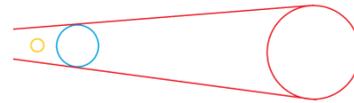
太阳黑子

二、日食和月食

1. 日食：日全食，日环食，日偏食
2. 特征：持续短，周期长，有范围
3. 日食：月球运动到太阳与地球之间



4. 月食：地球运动到太阳与月球之间



3.4.2 《初识太阳》分析评价

课前分析阶段。对本节课中涉及的 TPACK 基本成分进行分析。学科内容知识为太阳的特征以及日食月食的现象及成因；技术知识以 WWT 为主，此外还包括黑板、篮球、乒乓球、手电筒等；教学法知识采用探究式教学为主，辅以启发式教学，以激发学生的学习兴趣。之后分析学生学情析，设计三维教学目标。

整合设计阶段。把握整合原则，选择合适的技术融入教学当中：利用 WWT 的虚拟天象功能观察日食的现象和种类，利用篮球、乒乓球和手电筒探究日食和月食的成因等等。教师初步完成教学设计，之后准备教学素材，制作漫游。

课堂实施阶段。以学生分享对太阳重要性的认识为导入，从生活经验入手，拉近学生与课堂间的距离，教师顺势而为，开展关于太阳基本信息的教学，通过常见物体的类比，清楚日地月三者的相对大小及运动情况。之后通过漫游展示日食，利用神奇的天象引发学生的学习兴趣，并利用简单的工具组成日食及月食的模拟装置，分组探究成因。探究过程中教师从旁协助，引导学生观察现象、得出结论，并通过整个过程使学生经历完整的科学探究活动。最后进行课程小结，对知识巩固和加深，

为能更清晰的体现教学设计中的 TPACK 思想，笔者将其中的相关设计进行罗列，如表 3-5 所示：



表 3-5 《初识太阳》中的 TPACK 成分分析

| TPACK 成分 | 相关设计 |
|------------------|---------------------------------|
| TK（技术知识） | WWT、音频编辑软件、网络、计算机、黑板、篮球、乒乓球、手电筒 |
| PK（教学法知识） | 启发式教学、探究式教学、自主学习 |
| CK（学科内容知识） | 太阳的特征、日食和月食的现象及成因 |
| TPK（整合技术的教学知识） | 利用篮球、乒乓球、手电筒模拟日食及月食 |
| PCK（学科教学知识） | 小组合作实验探究 |
| TCK（整合技术的学科内容知识） | 讲解日食及月食现象的漫游 |

本节课的主题为太阳以及日食月食，其中日食的现象及成因是本节课的重点之一。因此本节课中所使用的技术主要为 WWT、音频编辑软件、互联网、计算机等信息化技术，以及篮球、乒乓球、手电筒、黑板等传统技术。在探究日食成因环节，虽然 WWT 所展示的天象具有真实度，但不利于全方位仔细观察日地月三者之间的位置关系，因此选择利用手电筒、篮球和乒乓球进行模拟，真实度有所降低，但观察原理更为简单直接。同时本环节采用探究式教学，学生分组进行实验，教师仅从旁引导，使学生在课堂上拥有较大的自由度。



4. 基于 TPACK 的小学天文教学活动的实施与评价

4.1 教学活动实施情况

在上述工作的基础上，笔者与李珊珊老师共同作为授课教师，在北京市史家胡同小学进行天文课程教学。课程名称为《虚拟天象》，从 2016 年 10 月 13 日开始，每周四下午 3:30 至 4:40，总计 10 课时。上课教室配有投影仪，教师备有电脑，学生每人备有笔记本。上课形式为兴趣班，学生 11 人，涵盖 3—6 年级，为史家小学天文社团成员。

实际授课中，笔者和李珊珊老师发现史家小学的学生具有一定的天文基础，因此选择 3 课时进行天文知识授课，其中由笔者实施《地球的公转》中“四季成因”部分和《初识太阳》中“日食与月食”部分。

“四季成因”中，笔者基本按照教学设计进行，学生对漫游兴趣较高，看得目不转睛。在探索太阳直射点移动情况环节中。由于学生都备有笔记本，因此本环节从教师操作、学生观察，改为笔者在台上演示、学生在自己电脑上模仿操作并进行观察学习，如图 4-1 所示。



图 4-1 史家小学学生在观察太阳直射点的移动

“日食与月食”中，原理探究环节原计划利用手电筒、篮球、乒乓球进行日食模拟实验，但由于教室条件限制，手电筒模拟日食实验效果不佳，因此改为利用 WWT 进行探究活动，由笔者进行日食原理的探究，由学生进行月食原理的探究。



除 3 课时的天文讲解课程外，还有 4 课时专为学生讲解软件，包括 WWT 软件简介、漫游的新建和制作、图形和文字的插入、画外音的录制和插入、动画的设计等。最后 3 课时为成果展示，学生以小组为单位，结合学习的天文知识以及 WWT 技术进行漫游制作。

4.2 教学活动效果反馈

笔者在课后与学生做几个简单问题的询问，结合笔者在课堂上观察的学生表现，总结出此次实践达到了以下教学效果：

(1) 学生对 TPACK 教学的接受度较高

以《地球的公转》为例，大家课堂表现较为活泼，课堂参与度较高，无论是师生问答还是自主活动，都表现出极大的积极性。学生表示课堂中教师讲解的时间较少，自己操作的时间较多，还能知道一些好玩的知识，课堂的有趣程度有所增加。WWT 中构建宇宙所使用的数据均来自各大望远镜和天文台，这为教学的真实性做出了保障。学生表示利用 WWT 展示的地球公转更具有动态感，而且操作较为灵活，可以随着自己的想法进行移动，改变时间和位置，比模型和视频的真实度更高。

(2) 学生对知识的理解和掌握达到了预期目标

笔者在课后与学生交谈中，发现学生基本知道四季的形成与地球自转轴倾斜有关，部分学生可以清楚说明太阳直射点在一年之中的移动情况，并画出二分二至时的地球公转示意图，说明学生对本节知识点的掌握情况较为符合教学目标，教学重难点的突破较为成功。

(3) 学生与数据之间的交互较为成功

WWT 作为数据驱动平台，包含着海量的数据。学生在探究每个季节昼夜长短的过程中，逐渐掌握了搜索、选择、处理数据的方法，实现了人与数据的交互，对学生的自主探究和动手操作能力是一个锻炼。同时经过小组合作，学生之间交流协作的能力也得到了提高。

(4) 学生的协作能力、沟通能力以及实践能力得到提升

在小组漫游制作阶段，组员首先经过讨论确定漫游题目和主题，并明确分工，每人分别负责查找资料、选择音乐、编写台词等。之后在笔者的协助下完成脚本，并制作自己负责的漫游部分，过程中不时的与组员讨论。最后将漫游汇总，并集体并为漫游配音。经过此次过程，学生的协作能力、沟通能力以及实践能力得到提升。三个小组分别完成了漫游《飞向银河系的中心》、《天秤座》、《记录人类第一次登月》，



制作效果良好，如图 4-2 所示。三个作品均参加了第三届 WWT 宇宙漫游制作大赛，并取得优异成绩，笔者与田春丽老师也因此获得优秀指导教师奖。

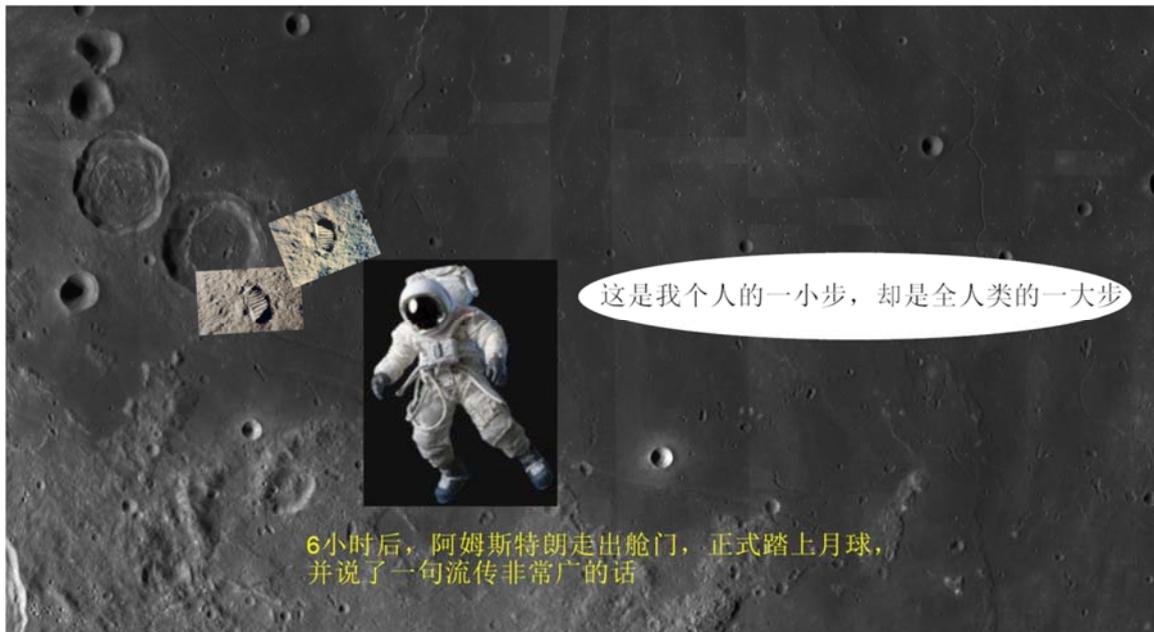


图 4-2 《记录人类首次登月》截图

与此同时笔者发现学生表现也存在以下问题：

(1) 课堂纪律不好把控。由于学生年纪较小，表现欲较强，加上学生活动设计较多，且笔者对课堂管理能力有所不足，因此教学设计比计划实施时间有所延长；

(2) 存在课堂无关举动。由于学生均备有笔记本，上课时有的学生会有与课堂活动无关的行为，如游戏、听歌等；

此外，课程结束后笔者与田老师做了简单的访谈。田老师是本校的科学教师，具有多年从教经验。上课时从旁协助完成教学。访谈记录如下：

笔者：您这边之前是怎么开展天文教学的？

老师：我们这边开展天文教学一个是天文校本课程，再是利用科学课上的有关于天文的教学，我们在教学当中主要是利用 PPT 的形式，以及结合相关的视频，还有相关的文字资料进行展开，学生学习起来不是那么形象生动。

笔者：那经过我们的教学，您觉得能不能帮助学生提高学习天文的兴趣或者别的方面的改变？

老师：首先 WWT 学生使用之后能够明显的利用这个软件看到天空中的星体，这对他们来说是一个直观的感受，学生能够提供学习的兴趣。再一个，WWT 特有的制作功能可以让学生把相应的天文知识制作成视频，这也极大的激发了学生的学习兴



趣。

笔者：那您觉得跟传统的方式相比，利用 WWT 软件教学对老师的要求高吗？

老师：在这个软件的使用上，首先老师要熟悉这种软件，对于软件结合天文知识可能搜集到星座、星体，包括讲述太阳系、星球这些都是挺方便的。但是如果把它进行制作，这对老师的信息化教学能力的要求就比较高。这需要老师经过专门的培养和不断的练习，才能应用起来比较熟练方便。一个是咱们这个软件比较大，开启软件比较慢，再一个软件使用的时候死机之类的现象，在课堂使用当中非常多。这个地方比较卡，不太好把握。如果在课堂上展示比较卡的时候，那整个课堂等待的时候就比较麻烦。

以上为笔者与田老师的访谈内容。从访谈中可以看出，田老师对 TPACK 教学的认同感较高，肯定了将 WWT 融入天文教学在引起学生学习兴趣、帮助学生理解知识方面的优势。但同时，田老师也提出了 TPACK 教学对学校的硬件设备以及教师的信息化能力要求较高，且 WWT 存在数据量过大导致的不可控性，因此对教师是一个不小的挑战。

4.3 教学活动课后总结

通过本次教学实践，笔者在课后进行总结和反思，归纳如下：

(1) 确保教师的主导地位。教师对课堂的主导作用非常重要，哪怕是以学生活动为主的教学环节，教师也要注意从旁引导，保证课堂的正常进行；

(2) 侧重学生的学习兴趣。小学生由于认知水平和知识基础限制，不宜进行过多知识教授。因此教师在确保知识体系完整流畅的基础上，尽力增加课堂趣味性，使学生爱上天文，乐于学习天文；

(3) 提高漫游的播放质量。漫游作为 WWT 的一大特色，既要能流畅的讲解知识，又要有优秀的脚本和分镜，进而达到科技大片的播放效果，吸引学生的学习兴趣。因此教师要在课下多加练习，参考交流平台上的优秀作品以及天文纪录片，提高漫游制作能力；

(4) 注意软件的适度使用。WWT 在展示天文现象和天文原理方面优势非常大，但每款软件都有其局限性。教师在设计教学活动时，注意遵循 TPACK 原则，根据需要的教学效果选择软件或者教具，而不是过度使用 WWT。



5. 总结与展望

5.1 研究结论

通过基于 TPACK 的小学天文教学流程的设计与实施，结合学生的行为表现与教师评价，笔者得出如下结论：

(1)本研究设计的小学天文课程体系经过各位专家的修改和完善，已具备较好的认知度，且经过教学案例的实施，确定教学目标设置较为合理，符合学生的认知特点；

(2)本研究提出的基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程对天文课堂的实施具有指导作用。通过教学案例的设计与实施，笔者发现学生对 TPACK 教学模式接受度较高。综合学生的课堂表现以及教师评价，TPACK 教学模式确实具有可操作性，并在提高学生学习效率、改善课堂教学效果方面有所突破。

5.2 研究不足

笔者认为本研究存在以下不足：

(1) TPACK 的研究目前多处于理论研究阶段，TPACK 成分目前也没有严格的界定，再加上其结构本身的复杂性，无法形成一个通用的教学流程。且将 TPACK 与特定学科相结合的研究较少，笔者在设计基于 TPACK 的小学天文教学流程时参考资料较少，能力不足，还需改进

(2)笔者对于小学天文课程体系的设计采用综合国内外课程标准以及教材中天文相关内容的方法，过程较为简单，参考资料较为单一，在一定程度上存在缺陷，需要之后进一步修改和完善；

(3)在史家小学的教学实践中，学生人数较少，仅 11 人，年级较为分散，研究样本不足；

(4)史家小学的学生不具有普遍性。一是史家小学硬件设施优异，上课时教师和学生都备有电脑；二是学生前期已具有一定的天文基础；三是教学案例实施前学生已提前学习过 WWT 的相关操作，对软件较为熟悉。这些因素都对实施效果有一定影响。在缺少对照组的情况下，无法通过比对较为全面客观的进行教学效果评



价。后续研究中需要扩大实施对象的选取范围，尽力得到较为广泛的结论。

5.3 研究展望

笔者基于理论研究，梳理出小学天文课程体系内容标准，构建出基于 TPACK 的小学天文教学活动设计流程，并以此设计两节案例《地球的公转》和《初识太阳》。课题研究中获得部分结果，但也存在课程体系设计方法较为简单、实践教学内容与案例设计存在出入、实践对象样本较少等不足，对此笔者会在今后做进一步修改和完善。

本课题中，笔者所构建的教学活动设计流程基于最原始的课堂教学。随着信息化环境的进步，教师可以尝试在把握 TPACK 核心理念的基础下将 WWT 与翻转课堂、慕课、微视频等新型教学模式相结合，设计出信息化程度更高的天文课堂。同时随着 WWT 的不断推广，如何将其特有的优势灵活融入天文教学当中，真正构建出以 WWT 为主体的教学环境也是一大研究方向。



参考文献

- [1] [美]国家研究理事会.新千年天文学和天体物理学[M] 邹振隆, 胡景耀,译.北京:国家天文台,2001.
- [2] 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[DB/OL].(2010-7-29)[2015-6-12].http://www.m_oe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_838/201008/93704.html.
- [3] shulman, l. s. (1986) . those who understand: knowledge growth in teaching.educational researcher, 15(2), 4-14.
- [4] shulman, l. s. (1987) . knowledge and teaching: foundation of new reform.Harvard educational review, 57(1), 1-22.
- [5] 徐鹏.教师整合技术的学科教学知识影响因素模型构建研究[D].东北师范大学,2014.
- [6] 邓璐兵.天文软件在中学天文教学中的应用探究[D].广州大学,2013.
- [7] 崔辰州,李建,蔡栩等.程控自主天文台网络的发展,天文学展,2013(2):141-159.
- [8] 乔翠兰,崔辰州,郑小平,王琴,徐艳.基于真实数据的天文教学实践探索[J].大学物理,2013,(06):48-51.
- [9] 美国国家研究理事会.美国国家科学教育标准[M].北京:科学技术文献出版社,1999:36.
- [10] 武兵.初中天文科普活动中信息技术的应用研究[D].山东师范大学,2012.
- [11] 王琴.基于 WWT 平台的天文教学模式研究[D].华中师范大学,2016.
- [12] 王琴.10 个值得关注的国外天文网页[J].太空探索,2014,(8):43-45.
- [13] 张晋,李圣军.美国和中国天文学教育比较研究[J].广西师范学院学报(自然科学版),2012,(02):115-117.
- [14] 张燕平,杨静,杜升云,刘学富,张同杰.多媒体教学手段在天文教育中的应用——天文教学系列软件“探索宇宙”简介[J].北京师范大学学报(自然科学版),2005,(03):297-299.
- [15] 肖雁琴,孙艳春.天文类科技馆在天文课外教育中的作用研究[J].中国校外教育,2011,(10):80-81.
- [16] 储王伟. LAMOST 协同工作环境建设及其在天文教育上的应用[D].华中师范大学,2011.
- [17] 中华人民共和国教育部.全日制义务教育科学(3-6 年级)课程标准(实验稿)[M].



- 北京:北京师范大学出版社,2011.
- [18]美国 NGSS 网站[OL] <http://ngss.nsta.org/AccessStandardsByTopic.aspx>.
- [19]澳大利亚国家科学课程标准网站
[OL]<http://v7-5.australiancurriculum.edu.au/science/curriculum>
- [20]中华人民共和国教育部.全日制义务教育科学(7-9 年级)课程标准(实验稿)[M].
北京:北京师范大学出版社,2011.
- [21]中华人民共和国教育部.普通高中地理课程标准(实验)[M]北京:人民教育出版社,2001.
- [22]人民教育出版社课程教材研究所.义务教育课程标准实验教科书科学六年级上册 系统组成的世界[M].北京:人民教育出版社,2006.
- [23]乔翠兰. WWT 平台下中小学天文课程建设的探讨[A].中国天文学会.2013 中国天文学会学术年会文集[C].中国天文学会,2013:1.
- [24]全国十二所重点师范大学联合编写.心理学基础[M].北京:教育科学出版社,2008:278.
- [25]何克抗. 建构主义的教学模式、教学方法与教学设计[J]. 北京师范大学学报(社会科学版),1997,(05):74-81.
- [26][美]全美教师教育学院协会创新与技术委员会.整合技术的学科教学知识: 教育者手册[M].任友群、詹艺主译,北京:教育科学出版社,2011:228.



附录 1 国内外中小学课程标准中天文相关内容整理

《义务教育科学（3-6 年级）课程标准》中天文部分的课程标准

主题:在太阳系中,地球、月亮和其他星体按照一定的规律运动

| 年级 | 1—2 | 3—4 | 5—6 |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| 阶段 内容 | 描述地球自转产生的自然现象 | 知道太阳、地球、月球的基本特征,描述地球公转产生的自然现象 | 知道太阳系的基本概况,认识人类与自然的关系 |
| 地球每天自西向东围绕地轴自转,形成昼夜变化等有规律的自然现象 | 描述太阳每天在天空中东升西落的位置变化;描述怎样利用太阳的位置辨认方向 | 描述一天中在太阳光的照射下,物体影子的变化规律 | 知道地球自西向东围绕地轴自转,形成了昼夜交替与天体东升西落的现象;知道地球自转轴(地轴)及自转的周期、方向等 |
| 地球每年自西向东围绕太阳公转,形成四季等有规律的自然现象 | 描述一年之中季节变化的现象,举例说明季节变化对动植物和人类生活的影响 | | 知道正午时物体影子在不同季节有规律的变化;知道四季的形成与地球围绕太阳公转有关 |
| 月球围绕地球运动,月相每月有规律的变化 | 描述月相的变化规律 | 知道月球是地球的卫星; 描述月相变化的规律 | |
| 太阳系是人类已经 | 知道太阳能够发光发热, | 知道地球是一个球体,是太阳系中的一 | 知道太阳是太阳系的中心;知道太阳系中有八颗行星,描述 |



| | | | |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| 探测到的宇宙中很小的一部分，地球是太阳系中的一颗行星 | 描述太阳活动对动植物和人类生活有着重要影响 | 颗行星；描述月球表面的概况；知道太阳是一个恒星 | 它们在太阳系中的相对位置；描述月球、地球和太阳的相对大小和相对运动方式；知道宇宙中有无数星系，银河系只是其中一个；知道大熊座、猎户座等主要星座；学习利用北极星辨认方向；了解人类对宇宙的探索历史，关注我国及世界空间技术的最新发展 |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|---|

《义务教育科学（7-9 年级）课程标准（2011 年）》中天文部分的课程标准

| 主题 | 课程标准 |
|----------|--|
| 星空 | <ul style="list-style-type: none"> · 通过观察识别若干著名的星座与恒星 · 说出阳历和地球公转的关系，知道冬至、夏至、春分、秋分四个节气 · 知道阴历与月相的关系，知道朔、望、上弦、下弦的月相 · 知道日食和月食的成因 |
| 太阳系与星际航行 | <ul style="list-style-type: none"> · 知道太阳和月球的概况 · 关注太阳活动对人类的影响 · 了解日地与月地的距离及运动 · 了解八大行星、卫星及小行星带 · 了解彗星的构成，知道哈雷彗星 · 知道陨星和流星 · 了解人类飞向太空的历程和人类对月球和行星的探测 · 关注我国航天事业的成就 |
| 银河系和宇宙 | <ul style="list-style-type: none"> · 了解银河系的构成、大小和形状，说出太阳系在银河系中的位置 · 知道光年的意义 · 知道红巨星、白矮星、中子星与太阳的大小和密度差别很大，知道黑洞和超新星爆发 · 了解宇宙是有大量星系构成的 · 知道宇宙是有起源的、膨胀的、演化的 |



| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> 从宇宙的演化、恒星的演化、地球的演化、生命的演化中领悟人与自然的关系。 知道从地心说到日心说的发展，领悟科学家追求真理的精神 |
|--|---|

《普通高中地理课程标准（实验）》中天文部分的课程标准

| 主题 | 课程标准 |
|-----------------|---|
| 必修 1 宇宙中的地球 | <ul style="list-style-type: none"> 描述地球所处宇宙环境，运用资料说明地球是太阳系中一颗既普通又特殊的行星 阐述太阳对地球的影响。 分析地球运动的地理意义。 |
| 选修 1 宇宙 | <ul style="list-style-type: none"> 简述“宇宙大爆炸”假说的主要观点 根据图表，概括恒星演化的主要阶段及其特点 举例说出人类探索宇宙的历程、意义 运用天球坐标系简图，确定主要恒星的位置 运用星图进行星空观察，说出星空季节变化的基本规律 |
| 选修 1 太阳系和地月系 | <ul style="list-style-type: none"> 了解太阳的圈层结构 运用图表等资料、结合模拟演示，说明太阳系的组成以及九大行星的基本特征 简述月球概况及其运动特征 分析月相图，说明月相变化规律，并解释月相变化与潮汐变化的关系 |

美国科学课程标准中天文相关内容

主题：宇宙中的地球

| 年级 | 主题 | 标准 |
|----|--------------------------|--|
| 小学 | 1 空间系统： 模式和周期 | <ul style="list-style-type: none"> 通过对太阳、月亮、星星的观察描述运动模式 观察一年之中不同时间的日光量，与观测时间相联系 |
| | 5 空间系统： 星星与太阳 系 | <ul style="list-style-type: none"> 知道太阳比其它星星亮度高是由于它们与地球的相对距离不同 处理观测数据，显示每天日光长度和方向的变化、昼夜的变化以及夜晚星空的季节性变化 |



| | | |
|----|------|--|
| 初中 | 空间系统 | <ul style="list-style-type: none"> 构建日地月系统，并用其描述月相的循环、日月食、季节 构建重力模型，并用其描述重力在星系和太阳系中的作用 通过分析数据，解释太阳系中物体的尺度特性 |
| 高中 | 空间系统 | <ul style="list-style-type: none"> 利用现有证据说明太阳的寿命、核聚变的作用以及太阳能最终以辐射形式到达地球 以天文数据为基础，对大爆炸理论进行解释，包括光谱、遥远星系的运动以及宇宙中物质的形成 学习恒星的生命周期以及成分 以计算为基础，预测轨道上的物体在太阳系中的运动 |

澳大利亚国家科学课程标准

| 年级 | | 主题 | 课程标准 |
|------|----|---------|-----------------------------------|
| 第一阶段 | F | 地球与空间科学 | · 每天和每个季节的变化影响着我们的日常生活 |
| | 1 | | · 天空和周围的景色会发生可见的变化 |
| 第二阶段 | 3 | | · 地球轴心的自转导致周期性的变化，包括昼夜 |
| | 5 | | · 地球是围绕恒星太阳运行的行星系统的一部分 |
| 第三阶段 | 7 | | · 季节和日食等可预测的现象，是由太阳、地球、月亮的相对位置造成的 |
| | 10 | | · 宇宙包含星系、恒星和太阳系等天体；大爆炸理论可以解释宇宙的起源 |

韩国课程标准中天文相关内容

| 年级 | | 主题 | 课程标准 |
|----|---|----------|---|
| 小学 | 5 | 科学：地球和月球 | <ul style="list-style-type: none"> 比较地球和月球的形状和表面特征，能够解释只有在地球上才有生命的原因 能够用地球自转解释地球上存在昼夜的原因 能够说明一天中月球的移动方向 了解同一时刻月亮的形状和位置的变化 |



| | | | |
|----|---|-------------------|---|
| | | 科学： 太阳系 和天体 | <ul style="list-style-type: none"> · 了解太阳是地球的能源 · 比较太阳和行星的相对大小和距离，理解公转的概念 · 了解一天之中星座的移动方向 · 了解星座的季节性变化，能够找到不同季节代表性的星座 · 思考人类探索宇宙的理由，培养探索宇宙的梦想 |
| | 6 | 科学： 季节的 变化 | <ul style="list-style-type: none"> · 理解各季节太阳升落时刻和气温的变化 · 理解随太阳高度，影子长度以及气温之间的关系 · 理解太阳高度和到达地表的太阳辐射能量的关系 · 结合子午线高度变化理解季节的变化 |
| 初中 | | 科学： 太阳系 | <ul style="list-style-type: none"> · 理解科学史中对地球形状的争论，能够举例说明地球是圆形的 · 理解测定地球、月球、太阳大小的方法 · 能够说明太阳系的特点和组成太阳系天体的特性 · 理解月球的物理特性 · 能够说明太阳活动及其给人工卫星或通信等产生的影响 · 理解探索太阳系的方法 |
| | | 科学： 天体和 宇宙 | <ul style="list-style-type: none"> · 理解用周年视差测量到天体距离的方法 · 理解天体的亮度、距离、等级之间的关系 · 理解天体的颜色和表面温度之间的关系 · 能够利用星座盘在天空寻找天体 · 能够区分星云、星团、星系，了解星系的形状 · 能够对星系的构成和结构进行说明 · 理解宇宙膨胀理论 |
| 高中 | | 科学： 天体的 运动 | <ul style="list-style-type: none"> · 能够举例说明地球自转和公转 · 能够说明存在季节的原因 · 理解行星的视运动 · 通过内外行星轨道作图理解计算行星距离的方法 · 理解从地心说到日心说的变化过程，以及该变化给社会带来的影响 |

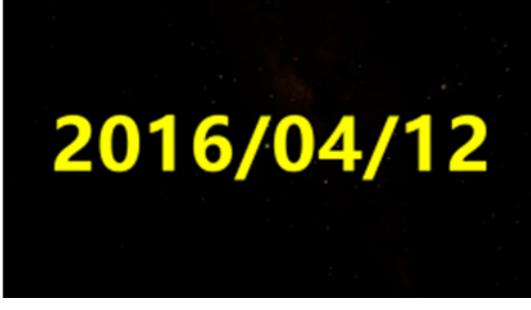


| | |
|------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none">· 能够说明月球的公转和自转以及食现象· 联系月球的运动，理解月相变化变化和潮汐现象的周期性 |
| 地球科学I: 宇宙探索 | <ul style="list-style-type: none">· 能够说明不同电磁波波长的宇宙观测窗，和对应的观测工具及观测结果· 了解人工卫星和宇宙飞船的基本原理和不同点，能够说明利用两者获得的探索结果· 理解火星探索和月球探索计划中使用的探索方法，了解宇宙探索需要的科学技术· 从重力、气压等侧面比较宇宙空间和地表环境，能够说明宇宙空间可能发生的多种现象· 了解河外星系的存在，能够与太阳系行星特征比较说明生命体存在的条件 |
| 地球科学II: 天体和宇宙 | <ul style="list-style-type: none">· 能够利用地平坐标系和赤道坐标系表示天体位置· 能够用开普勒定律说明组成太阳系的行星的运动· 理解天体的物理参数，说明测量天体距离的方法· 从 H-R 图中对天体进行分类，能够说明天体的形成和进化过程· 理解星系的种类和组成物质，通过星系的分布理解宇宙阶层的结构· 结合宇宙背景辐射和河外星系的观察，理解宇宙正在进化· 用哈勃定律说明宇宙正在膨胀，能够由此推测宇宙的起源和大小 |



附录 2 漫游脚本

漫游《年》制作脚本

| 序号 | 画面 | 台词 |
|----|---|---|
| 1 |  | 到底什么是“年”？ |
| 2 |  | 年是古代神话传说中的恶兽。相传每到年末，年兽就会进攻村子 |
| 3 |  | 后来人们发现“年”很害怕红色和鞭炮。为了驱赶年兽的进攻，放爆竹、贴春联渐渐成为节日习俗 |
| 4 |  | 年也是计时单位，在我们长大的过程中，一年一年的时间就这样流逝了 |



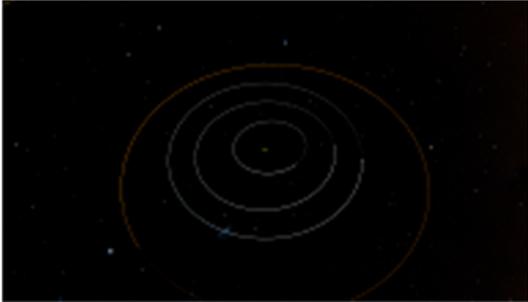
| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| 5 | | 那我们又是以什么为标准衡量一年的长短呢？这就要提到地球的公转了 |
| 6 | | 这就是我们生活的地球，这是我们太阳系的中心——太阳 |
| 7 | | 地球会绕着太阳转动，这种转动就叫做地球的公转，地球公转一周的时间，就是一年 |
| 8 | | 现在是 2016 年 4 月 12 日，让我们记下此时地球的位置 |
| 9 | | 随着时间的流逝，地球的位置也在改变，它绕着太阳，在自己的轨道上运动着 |



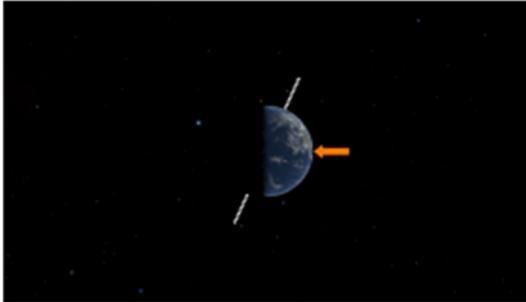
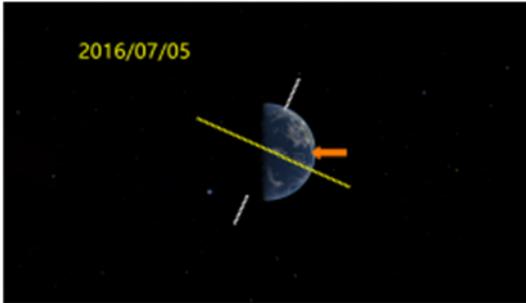
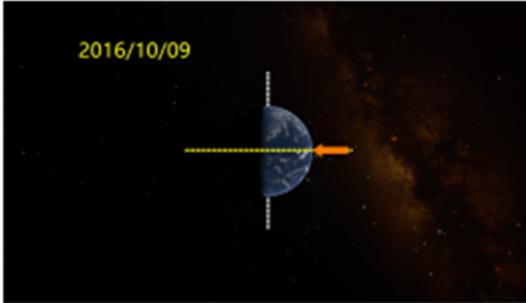
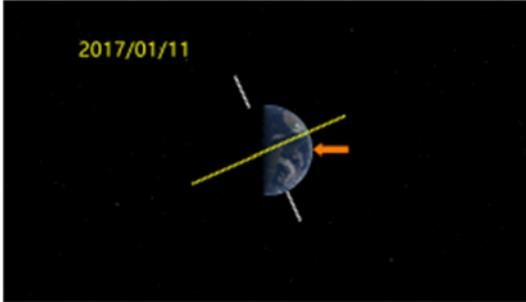
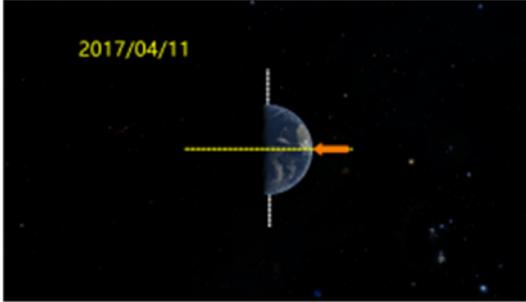
| | | |
|----|--|---|
| 10 |  | <p>现在，地球运动了一周，又回到了这个位置，我们的时间也到了2017年9月23日</p> |
| 11 |  | <p>中间经过了365天，这就是我们作为计时单位的年</p> |
| 12 |  | <p>你还知道关于“年”的其它知识吗？</p> |



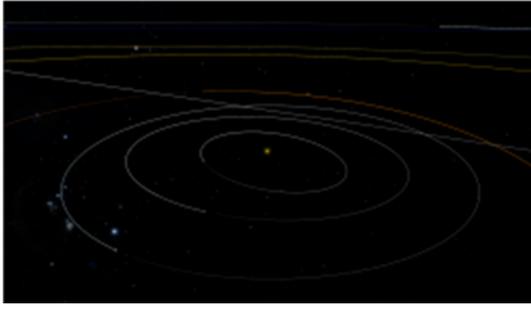
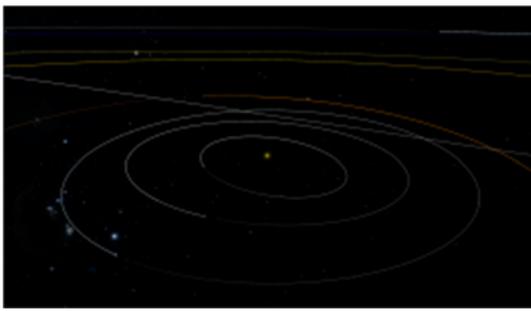
漫游《四季》制作脚本

| 序号 | 画面 | 台词 |
|----|---|---|
| 1 |  | 一年分为四个季节，每个季节都很有趣。春天去赏花，夏天捉知了，秋天捡起一片落叶做书签，冬天堆个大大的雪人 |
| 2 |  | 但是为什么会有四季的产生？为什么一年不能只有一个季节呢？ |
| 3 |  | 这跟我们地球的运动有关。地球围绕着太阳运动，既有自转，又有公转 |
| 4 |  | 地球的自转有一个特点，那就是自转轴的倾斜，并且倾斜方向永远不变 |



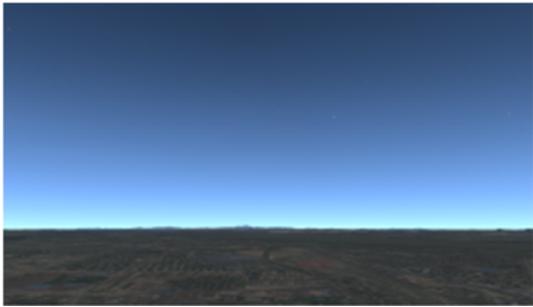
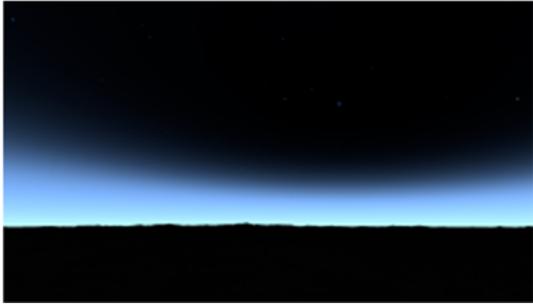
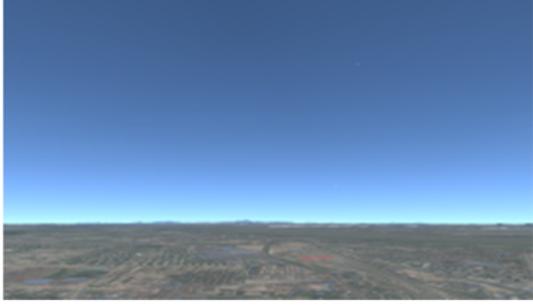
| | | |
|---|---|--|
| 5 |  | <p>太阳光到达地球，为我们带来光和热，太阳光垂直射到的地方，叫做太阳直射点</p> |
| 6 |  | <p>此时是 7 月，太阳光照射到地球，太阳直射点在北半球，这个时候，就是北半球的夏季</p> |
| 7 |  | <p>随着时间流逝，进入 10 月，太阳直射点慢慢的向南移动，我们所在的北半球温度开始下降，就进入了秋天</p> |
| 8 |  | <p>时间进入 1 月，此时太阳直射点到达南半球，北半球的温度降到最低，冬天就到了</p> |
| 9 |  | <p>到 4 月的时候，太阳直射点开始从南半球向北半球移动，北半球的温度开始回升，就从冬天到了春天</p> |



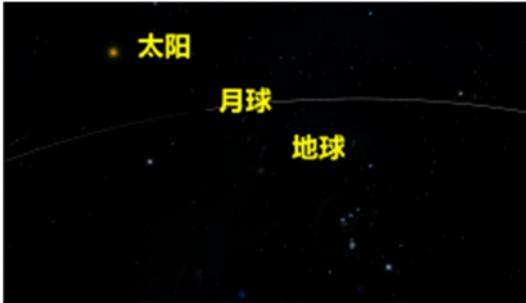
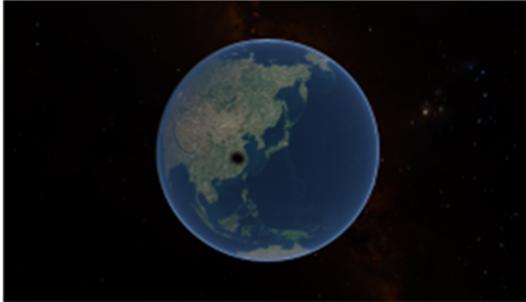
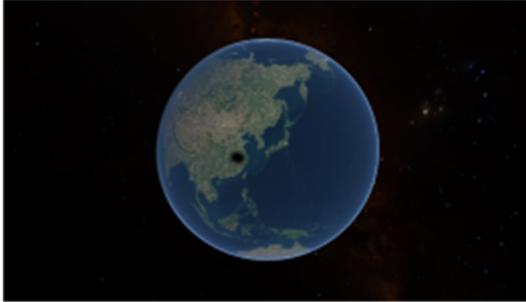
| | | |
|----|---|---|
| 10 |  | 地球在公转一周的过程中，太阳直射点就在不断的移动，我们的季节也由此产生 |
| 11 |  | 太阳直射点的移动，除了造成温度一年四季的比那花，对我们的昼夜时长也有影响，你能解释吗？ |



漫游《日食》制作脚本

| 序号 | 画面 | 台词 |
|----|---|--|
| 1 |  | 2009年7月22日，武汉发生了一件神奇的事情 |
| 2 |  | 天空慢慢暗淡下来，直至完全黑暗，就像夜晚来临一样，老人说，这是天狗出来吃太阳了，在古代，需要人们纷纷敲锣打鼓，把天狗赶走 |
| 3 |  | 过了一会儿，太阳慢慢出现，一切又恢复了正常 |
| 4 |  | 聪明的你一定知道这是什么吧，没错，这就是日食 |



| | | |
|---|---|-------------------------------------|
| 5 |  | 那你知道日食是如何形成的吗? |
| 6 |  | 这就是我们的太阳系，地球围绕太阳运动，月球围绕地球运动 |
| 7 |  | 在某一时刻，月球运动到地球与太阳之间 |
| 8 |  | 这时，月球会遮挡住太阳照射到地球上的光线，导致月球在地球上形成一个影子 |
| 9 |  | 在影子区域的人，就会看不到太阳，这就形成了日食 |



| | | |
|----|---|---------------------------------------|
| 10 |  | 除了日全食外，还有日偏食和日环食，在日环食发生时，我们还能看到美丽的钻石环 |
| 11 |  | 日食的原因你知道了，那月食是如何发生的，你能猜到吗？ |



攻读学位期间发表的学术论文

[1]乔翠兰,周珊珊,杜康玉等.信息技术与物理课程整合的问题与解决策略[J].中国教育信息化,2014(8):23-26.



致谢

来到华师已经是第七年了。犹记当年刚入校门，我和父母都惊叹于华师的美丽和生机。本科期间决定未来成为人民教师，在上课期间认识了乔翠兰副教授，更有幸在研究生期间成为她的学生。

由衷感谢乔老师对我的关怀和指导。从最初本科时的课程学习，到教学技能比赛的不断改进和练习，再到参与的种种科研项目，以及本篇论文的设计、实施、分析以及最终的定稿，您给予我太多帮助。此外您还尽可能为我们提供外出机会，多次教导我们如何工作和学习。三年来我的进步都有您在背后做支撑。您的指导不仅仅对我的学习生涯有帮助，更为我将来的工作树立了榜样。我会努力，成为像您一样工作上严谨负责、生活上温柔可亲的人！

也由衷感谢崔辰州老师。在北京的一年多时间，我增长了许多见识。工作上的不足和错误，您都认真的帮我改正。在您这里，我得到了很大的锻炼，这是我人生中非常重要的经历。

感谢黄致新老师、冯秀梅老师、王建中老师和熊水兵老师，以及其他任课老师和辅导员的教导和帮助。

感谢计算机中心的各位同事，初来乍到紧张的我在大家的帮助下顺利的融入了China-VO的大家庭，在各位身上学到了非常多。感谢李珊珊、米琳莹和杨丝丝，有大家的陪伴，我才没有感受到独自在外的孤单。感谢樊东卫师兄的教导，给我提供了非常大的帮助。

感谢我的各位朋友，喜欢和大家一起疯疯闹闹的日子，和大家在一起，总是有说不完的话，做不完的事。感谢陈曦、何苗嫚、黄玲玲、郭莎莎、程旦旦、陈思思，与你们住在一起无比开心，这是我学习生涯中无比幸运的事。今后大家各奔东西，这些珍贵的回忆我会一直珍藏。

感谢我的家人，每周一次的电话让我知道有人在爱我、关心我，这是支持我不断前进的动力。

我的学生时代已经结束，但我从中收获的这些会一直陪伴着我，我会努力前进，成为更好的自己。