

閩南師範大學

教育碩士專業學位論文

基于探究能力培养的小学科学 VR 教学
资源设计与应用研究

胡小蓉

閩南師範大學

二〇二四年五月

学校代码: 10402

学 号: 2022041017

分 类 号:

密 级:

闽南师范大学

教育硕士专业学位论文

基于探究能力培养的小学科学 VR 教学
资源设计与应用研究

学位申请人 : 胡小蓉

指导教师: 袁东斌副教授

学位类别: 教育硕士

学科专业: 现代教育技术

授予单位: 闽南师范大学

答辩日期: 二〇二四年五月

CODE: 10402

NO.: 2022041017

U.D.C.:

Classified Index:

A Dissertation for the Degree of Master of Education

Research on the Design and Application of Primary School Science VR Teaching Resources Based on the Inquiry Ability

Candidate : Hu Xiao-Rong

Supervisor : A.P. Yuan Dong-Bin

Specialty : Modern Educational Technology

Academic Degree Applied for : Master of Education

University : Minnan Normal University

Date of Oral Examination : May, 2024

摘要

教育数字化时代的到来，促使越来越多的教育研究者开始积极探索将各种新兴技术融入到教育领域中。其中，虚拟现实技术作为新兴技术的领军者，已逐渐成为研究的热点。越来越多的研究者意识到，虚拟现实技术可以为教育带来革命性创新。然而，目前关于虚拟现实技术在教育中的研究，大多还停留在理论和教学设计层面，对于具体 VR 教学资源的设计与应用的实证研究相对较少。与此同时，科技的不断创新和发展对人们的科学素养提出了新要求。2022 年出台的义务教育科学课程标准强调要培养学生的科学探究能力，科学探究能力成为现代小学生不可或缺的重要能力之一。在小学科学课堂上，确保学生能够主动地进行探究学习至关重要。运用虚拟现实技术开展科学课堂教学，既能够充分满足学生动手操作的需求，还能有效激发学生的探究兴趣，进一步提升他们的探究能力。

基于此，本研究以虚拟现实技术为支撑，尝试以培养小学生探究能力为目标设计开发小学科学 VR 教学资源，并探讨其在实际教学过程中的应用成效。研究主要采用了文献研究法、调查研究法和实验研究法等方法，研究内容主要包括现状研究、概念界定、资源设计、资源开发、实践与检验等几个方面。

首先，运用文献研究法对虚拟现实教育应用及科学探究能力培养的研究现状进行了论述，结合已有研究对核心概念进行界定，了解科学探究能力组成要素，并确定了以建构主义理论、情景学习理论和多元智能理论为理论基础。

其次，以小学科学课程标准及其学科特征为基础，运用问卷调查法进行教学现状调研、内容需求和使用者需求分析，选取两节小学科学教学案例，采用 ADDIE 模型进行了基于探究能力培养的 VR 教学资源整体设计。包括学习内容分析、学习者特征分析、教学目标阐明、教学媒体选择等内容在内的教学设计，以及目标、原则、框架、内容等方面 VR 教学资源具体设计。

再次，VR 教学资源设计完成后，结合教学资源设计需求以及教学具体过程进行相应的小学科学 VR 教学资源开发。具体流程包括资源开发的前期准备、具体开发过程、后期测试等。在确定好开发工具及开发环境、多媒体素材收集的基础上，进行创建工程、导入模型、搭建场景、界面制作、功能实现等开发工作，完成后对其进行必要的测试。

最后,为验证开发的VR教学资源应用于小学生科学探究能力培养的有效性,本研究通过实验研究法,以漳州市Z小学五年级学生为实验对象,选取实验班和对照班进行教学实验实施。根据前后测数据分析和问卷调查法对学生的探究能力水平、探究兴趣、态度及参与情况等方面进行分析总结,以此得出实验结论:在小学科学课堂中使用VR教学资源辅助教学可以提高学生的探究能力,培养学生的探究兴趣及态度,提高学生在探究活动中的参与度。

研究结果显示,设计开发的VR教学资源在小学科学课堂教学中应用具有可行性,能有效提升学生的探究能力。通过教学实验,学生在科学探究能力的几个维度均有了显著性提高,实验班的整体均值高于对照班,这说明VR教学资源的使用能够有效提升学生的科学探究能力水平,同时能够有效的激发学生的探究兴趣,提高学生的探究意识和探究参与度。总体而言,本研究是运用VR教学资源提升小学生科学探究能力的尝试,希望能为虚拟现实技术与小学科学学科教学的融合研究提供一些借鉴,为一线教师的教学提供一些参考。

关键词: 虚拟现实技术; 探究能力; 小学科学; VR教学资源

Abstract

The advent of the digitalization of education has prompted more and more educational researchers to actively explore various emerging technologies into the field of education. Among them, virtual reality technology, as the leader of emerging technologies, has gradually become a hot spot in research, and more and more scholars realize that they can bring revolutionary changes to education. However, most of the research on virtual reality technology in education is still at the level of theoretical and teaching design. It has relatively few evidence of the design and development and application research of specific VR resources. At the same time, the continuous innovation and development of science and technology put forward new requirements for people's scientific literacy. The standards of compulsory education scientific curriculums issued in 2022 emphasize to cultivate students' scientific inquiry ability, and scientific inquiry ability has become one of the indispensable and important abilities of modern elementary school students. In the primary school science class, it is important to ensure that students can take the initiative to explore and learn. The use of virtual reality technology to carry out scientific classroom teaching can not only fully meet the needs of students 'hands -on operation, but also effectively stimulate students' inquiry interests and further enhance their inquiry ability.

Based on this, this study is supported by virtual reality technology, trying to design and develop primary school science VR teaching resources with the goal of cultivating primary school students, and explore its application results in the actual teaching process. The research mainly adopts methods such as literature research method, investigation research method, and experimental research method. The research content mainly includes the status status research, concept definition, resource design, resource development, practice and inspection and other aspects.

First of all, the research status of the research status of virtual reality education application and scientific inquiry ability was used to use the literature research method. Combining existing research, the core concept was defined, the elements of scientific inquiry

ability composition, and determining the theory of constructivism theory and scenario learning. Theoretical and diversified intelligence theory is the theoretical basis.

Secondly, based on the standard of primary school scientific curriculum and its disciplines, in the early stage, the questionnaire survey method was used to conduct teaching status investigation, content needs and user needs analysis, selected two primary school science teaching cases, and adopted the ADDIE model for the inquiry ability training based on the inquiry ability training The overall design of VR teaching resources. Including teaching design, including learning content analysis, analysis analysis, teaching goals clarification, teaching media selection, etc., as well as specific design of VR teaching resources in goals, principles, frameworks, and content.

Third, after the design of VR teaching resources is completed, the development of the design needs of teaching resources and the specific process of teaching resources is carried out to develop corresponding primary school scientific VR teaching resources. The specific processes include the preliminary preparation of resource development, the specific development process, and the later test. On the basis of determining the development tools and development environments, and multimedia materials collection, the development of engineering, introduction models, construction scenes, interface production, and functional implementation are carried out. After completion, necessary testing is performed.

Finally, in order to verify the effectiveness of the development of VR teaching resources and developed in the scientific inquiry ability of primary school students, this study adopts the experimental research method and takes the experimental class and control classes for teaching and experiments. Based on the analysis of data testing and questionnaire survey, analysis and summary of students' inquiry ability, inquiry interests, attitudes, and participation in the aspects of testing and summary of the experimental conclusions: The use of VR teaching resource auxiliary teaching in primary school science class can improve students to improve students Inquiry ability, stimulate students 'inquiry interests and attitudes, and improve students' participation in the inquiry activities.

The results of the study show that the design and development of VR teaching resources

Abstract

is feasible and can effectively improve students' inquiry ability in the teaching of primary school science class. Through teaching experiments, the several dimensions of students in scientific inquiry ability have improved significantly. The overall average of the experimental class is higher than the control class. This shows that the use of VR teaching resources can effectively improve the level of scientific inquiry ability of students. Effectively stimulate students 'inquiry interests, improve students' inquiry consciousness and inquiry participation. In general, this study is an attempt to use VR teaching resources to enhance primary school students' scientific inquiry ability. It hopes that it can provide some reference for the integration study of virtual reality technology and primary school science discipline teaching, and to provide some references for the teaching of first -line teachers.

Key Words: Virtual reality technology; Inquiry ability; Primary school science; VR teaching resources

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 研究背景及问题提出	1
一、研究背景.....	1
二、问题提出.....	3
第二节 研究目的与意义.....	3
一、研究目的.....	3
二、研究意义.....	4
第三节 国内外研究现状.....	4
一、虚拟现实教育应用研究现状.....	4
二、小学科学教育实践与研究综述.....	9
三、VR 技术在小学科学课程中应用的研究现状.....	12
四、探究能力培养研究现状.....	13
第四节 研究内容与研究方法	15
一、研究内容.....	15
二、研究方法.....	16
第五节 研究思路.....	16
第二章 相关概念和理论基础	19
第一节 相关概念.....	19
一、虚拟现实技术.....	19
二、科学探究能力.....	20
三、VR 教学资源	21
第二节 理论基础.....	23
一、建构主义学习理论.....	23
二、情景学习理论	23
三、多元智能理论	23
第三章 基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的设计	25
第一节 VR 教学资源设计过程模式	25
第二节 小学科学 VR 教学资源设计的前期分析	28
一、学科特征分析	28
二、教学现状分析	29
三、使用者需求分析	31
四、内容需求分析	36
五、功能需求分析	37
第三节 小学科学 VR 教学资源的整体设计	39

一、基于探究能力培养的小学科学 VR 课教学设计	39
二、基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的具体设计	50
第四章 基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的开发	61
第一节 VR 教学资源开发流程	61
第二节 VR 教学资源开发的前期准备	62
一、开发工具及开发环境的搭建	62
二、多媒体素材的收集	63
第三节 VR 教学资源开发的具体过程	64
一、教学资源一：“火山喷发”开发	64
二、教学资源二：“太阳系大家族”开发	70
第四节 VR 教学资源开发的后期测试	77
第五章 基于探究能力培养的 VR 教学资源的应用及效果分析	79
第一节 教学实验设计	79
一、教学实验目的	79
二、教学实验假设	79
三、教学实验变量	79
四、教学实验对象	80
五、教学实验工具	80
第二节 教学实验实施	83
一、前测	84
二、实施过程	84
三、后测	86
第三节 教学实验效果分析	87
一、探究能力水平分析	87
二、实验班探究过程分析	89
三、探究兴趣及态度分析	94
第四节 教学实验结论	94
第六章 总结与展望	97
第一节 研究总结	97
第二节 创新之处	97
第三节 研究不足	98
第四节 研究展望	98
参考文献	101
附录	107

第一章 绪论

第一节 研究背景及问题提出

一、研究背景

（一）教育数字化成为国家战略

近年来，教育数字化正逐渐成为国家战略的重要组成部分。虚拟现实技术、大数据、云计算等新一代信息技术在我国教育领域得到广泛的应用，切实提高了我国现阶段教育水平。2022年，党的二十大报告中明确指出，应“推进教育数字化，把教育数字化建设与学习型社会建设联系起来”^[1]，并着重强调要致力于推进教育的数字化、信息化发展，全面增强教育的赋能作用。2023年2月，在世界数字教育大会上教育部部长怀进鹏表示，信息时代下，应用是教育数字化最根本最强大的动力，应深化实施教育数字化战略行动。^[2]同年6月，教育部发布的通知《基础教育课程教学改革深化行动方案》指出，应致力于通过数字化手段提升教学质量，确保在经费投入、设备设施完善等方面提供充足保障^[3]，以推动信息技术与教育教学的深度融合。可见，作为国家战略，教育数字化的提出意味着国家将高度重视信息技术在教育领域的应用和推广，通过各种方式推动教育资源的数字化整合和共享，促进教育模式的创新和变革。

（二）小学科学教育的开展具有重要意义

科技的不断创新和发展对当今社会产生了深刻影响，对每一位公民的科学素养提出了新要求。为了能够更好地满足社会对人才的要求，必须不断提高个人自身的科学素养。小学阶段是塑造学生科学素养、态度及兴趣的关键期，早期的科学素质培养及科学态度价值观的养成，将为学生成长与发展奠定坚实基础。科学教育是培养和提高学生的科学素养的重要途径。近年来教育部出台了一系列关于科学课程实施的政策性文件，旨在有力促进小学科学教育的改革和发展。2017年颁布的《全日制义务教育小学科学课程标准》中新增加一二年级的学习内容^[4]，使课程设置贯穿了整个小学阶段，小学科学在学科中的地位得到了提升。2023年教育部发布的《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》指出要在未来3年至5年，通过各项措施使科学教育体系更加完善、科学教育质量明显提高、中小学生科学素养明显提升。^[5]在此背景下，小学科学课堂教学亟需转

变传统的教学观念，积极探索创新的教学模式与方法，从而为学生之后的发展打下良好的基础。因此，开展小学科学教育具有重要意义。

（三）新课改强调学生科学探究能力的培养

随着第八次基础教育课程改革的持续推进，如何改变学生的学习方式以培养学生各方面的能力已成为教育界日益关注的焦点。其中小学科学提倡探究式的活动教学，对于学生科学探究能力的培养起着重要作用，是小学科学课程改革的重要标志和关键突破点。2022年4月颁布的《义务教育科学课程标准》（以下简称《新课标》）指明了科学观念、科学思维、探究实践、态度责任四个方面核心素养发展要求，提出13个学科核心概念^[6]，明确将科学探究确定为学科核心素养的重要组成部分。《新课标》着重提出，应当深度融合启发式、探究式、体验式和项目式等多元化教学方法，以促进学生科学探究能力的培养和发展。^[7]在新一轮课程改革的教学要求下，科学课堂的革新需紧密围绕教育部对学生科学探究能力的具体规范，以及对学生科学素养全面发展的期望。特别是现阶段的小学科学教学，更应聚焦于强化学生的科学探究以及实践操作能力，以激发学生对科学学科的兴趣，进而提升教学整体质量。这样的举措不仅符合新课改的核心理念，也为学生科学素养的全面提升奠定了坚实基础。

（四）虚拟现实技术助力科学探究能力的发展

2016年虚拟现实技术（简称“VR”）正式步入公众视野，在科技界引起了广泛关注，各大科技领军企业积极投入到VR技术的研究和开发中。这一年它作为关键技术之一顺利登陆地平线报告高等教育版，显示出其在教育界的重大价值。近年来国家大力发展战略性新兴产业，相继发布了众多政策文件以提供支持。2018年教育部把虚拟现实技术作为教育信息化的一项重要工作，提出要把虚拟现实、人工智能以及大数据为主的新技术应用到教育教学中，这一举措标志着虚拟现实技术作为教学手段被融入到实际教学中。2021年，“元宇宙”这一概念因其集成VR、AR、MR技术的综合性与创新性，在教育应用方面展示出巨大潜力，引发了各行业的广泛关注。过去的五年多时间里，虚拟现实教育应用快速发展，“VR+教育”受到特别的关注。

科学探究能力作为小学学科核心素养之一，通常难以单凭间接知识的学习得到培养，需要学生通过亲身参与具体活动，积累实践经验，才能有效地促进其能力的发展。在科学课堂上，传统的科学探究方式往往受限于实验条件、安全因素和时空限制，导致许多科学实验无法得到有效开展，学生的探究能力也因此受到限制。虚拟现实技术的出现，

打破了这些限制，为科学探究能力的发展提供了强有力的支持。它能够创造出一个在视觉、听觉和触觉方面与现实世界在某种程度上非常相似的数字环境^[8]。通过构建高度仿真的虚拟环境，学生可以在安全可控的条件下进行各种科学实验和探究，深入探索科学现象的奥秘，从而提升他们的科学思维和探究实践能力。因此，研究虚拟现实技术在科学探究能力发展中的应用与效果，具有重要的理论价值和实践意义。

二、问题提出

小学科学课程具有基础性、实践性和应用性，是小学生初步形成辩证思维、培养探究意识的基石。然而，由于时间、空间、资源、教师素质以及学生特点等多重因素的制约，传统的小学科学课堂教学仍面临一系列问题，造成很多科学探究活动无法开展，制约了小学生探究能力的培养。虚拟现实技术作为一种新兴技术，能提供与传统教学方法截然不同的学习体验和资源丰富的学习环境。因此，本研究将虚拟现实技术引入小学科学课堂教学中，旨在探究以下三个关键问题：

- 1.如何根据小学科学课程标准的要求，结合虚拟现实技术优势，进行基于VR技术的小学科学教学资源设计及教学过程设计。
- 2.如何选取、设计和开发合适的VR教学资源，使用恰当的应用方式将其应用于小学科学课堂教学中，以促进小学生探究能力的培养和发展。
- 3.VR教学资源在小学科学课堂中应用是否具有可行性，是否能有效培养小学生的科学探究能力，包括探究能力水平、探究兴趣、探究态度及参与度的提升。

第二节 研究目的与意义

一、研究目的

本研究旨在探索VR教学资源如何助力小学科学教学中学生探究能力的培养。一是通过深入研究VR技术的潜力和优势，结合《新课标》中对探究能力的培养要求，设计和开发具有情境性和互动性的教学资源。这些资源将着重于引导学生进行科学探究，培养探究能力。二是旨在通过实证研究，评估VR教学资源在小学科学课堂教学中应用的可行性和有效性。通过收集和分析实际教学数据，了解学生对VR教学资源的接受度、参与度以及学习效果，从而为VR教学资源在小学科学教育中应用，培养学生的科学探究能力提供依据。本研究期望借助教学资源的设计与开发，深入挖掘VR教学资源在提

升学生探究能力方面的教学潜力与价值。

二、研究意义

(一) 理论意义

一是能够丰富虚拟现实技术在小学科学课堂教学中应用的相关理论。将虚拟现实技术融入小学科学课堂，是对传统小学科学课程教学方式的有益探索，也是在信息化时代学生学习方式的一次创新尝试。二是可以为小学科学学科核心素养之一探究能力的培养提供探索方向。研究虚拟现实技术与小学科学学科教学的融合，可以深入地探讨如何通过虚拟现实技术培养学生的探究精神和探究能力，为其核心素养培养研究提供新的视角和思路。

(二) 实践意义

一是能够为 VR 技术在小学科学以及其它学科课程中的应用提供实践参考。通过 VR 教学资源在小学科学课堂中的教学实践，从应用效果中总结经验，为 VR 技术在教学中的发展提供可行性参考，为小学科学课程改革提供新思路和新方法。二是可以为 VR 教学资源设计开发提供思路。利用 VR 技术设计开发出的教学资源不仅能解决传统教学资源形式单一、互动性差等问题，还有助于学生深入理解教学知识点和培养他们的探究能力。这在某种意义上对于提升科学 VR 教学资源的教育性具有实际价值，并为今后科学 VR 教学资源的设计与应用提供了有益的参考。

第三节 国内外研究现状

一、虚拟现实教育应用研究现状

(一) 国外相关研究现状

在国外，虚拟现实教育应用的研究主要聚焦于虚拟实验室、虚拟现实学习环境、基于 VR 技术的课堂教学实践以及其在医学、工程、地理等特定学科领域的应用。

在虚拟实验室方面，美国作为最早涉足研究虚拟现实技术的国家，在 VR 技术与教育结合方面也率先进行了探索和研究。1992 年，美国东卡罗琳那大学建立了虚拟现实技术教育实验室。之后有学者开始聚焦于虚拟实验室应用于教育教学中的优势。Elif Ince 等人以具体的虚拟实验室应用为例，研究其适应的学习方法，探讨其通信技能与虚拟实验室使用的关系^[9]。Evgenia Paxinou 等人探讨了虚拟实验室应用于实际的教育是否能够达到目标效果，对于将虚拟技术纳入其实验室科学课程持支持态度^[10]。

在虚拟现实学习环境研究方面，学者 Meredith Bricken 早在 1991 年已阐述了 VR 环境的关键属性及其作为学习环境的潜力，并结合教育理论与实践进行了探讨^[11]。最典型的例子是美国 Linden Lab（林登实验室）于 2003 年启动的 Second Life(SL)项目，许多学者看到了该项目应用于教育中的潜力。Skiba 指出，它为远程学习者提供了一个在安全环境中使用模拟和实践技能的地方^[12]。另外，也有不少学者研究虚拟现实学习环境的应用效果。Yu-Li Chen 通过教学实验分析了虚拟现实学习环境对学生学习效果的影响，结果表明，虚拟学习环境具有独特的沉浸感和易用性，对学生的语言认知产生了积极影响^[13]。

在课堂教学方面，主要研究将 VR 技术应用于理工科教学中。英国牛津大学利用虚拟现实等技术，成功地建设了一种用虚拟场景展现课堂的“虚拟化学实验室”^[14]。Hutchison 创建了科学单元教学，探究 VR 技术在科学文化内容学习中的运用，并融入教学计划，以激发学生求知欲^[15]。M.Gail Jones 等人将三维的、触觉式的虚拟现实系统引入课堂教学，评估了学生和教师在学习主题后的知识情况^[16]。

此外，VR 技术在医学教育领域中同样得到了广泛应用，VR 技术构建的虚拟场景为学生们提供了实操和训练的可能^[17]。King 等人合作设计并开发了基于 VR 的学习环境，可以让医疗护理专业的学生在自由的时间和地点进行学习^[18]；Alhalabi Wadee 通过实验得出 VR 虚拟场景能够提升学生的创造力和想象力^[19]。

（二）国内相关研究现状

本研究以中国知网为中文文献检索数据库，以“虚拟现实”或“虚拟仿真”或“VR”并含“教育”和“教学”为主题，进行文献检索。检索时间截至 2023 年 7 月 15 日，共检索到相关文献 532 篇，经过筛选最终选取了 508 篇有效文献。对虚拟现实教育应用相关文献进行数据统计，得到其发文趋势图（见图 1.1），总体趋势为先平缓后上升。2008 年以前，相关文章数量较少，且趋于稳定。2008 年至 2014 年的数量相比之前有一定程度的增长。2014 年到 2017 年期间论文数量逐渐增加，2017 年之后略有下降，之后继续稳步增长，2021 年达到 87 篇的峰值。由此可见，虚拟现实在教育领域的应用的发展趋势正处于上升阶段，逐渐受到我国研究者的广泛关注和研究。

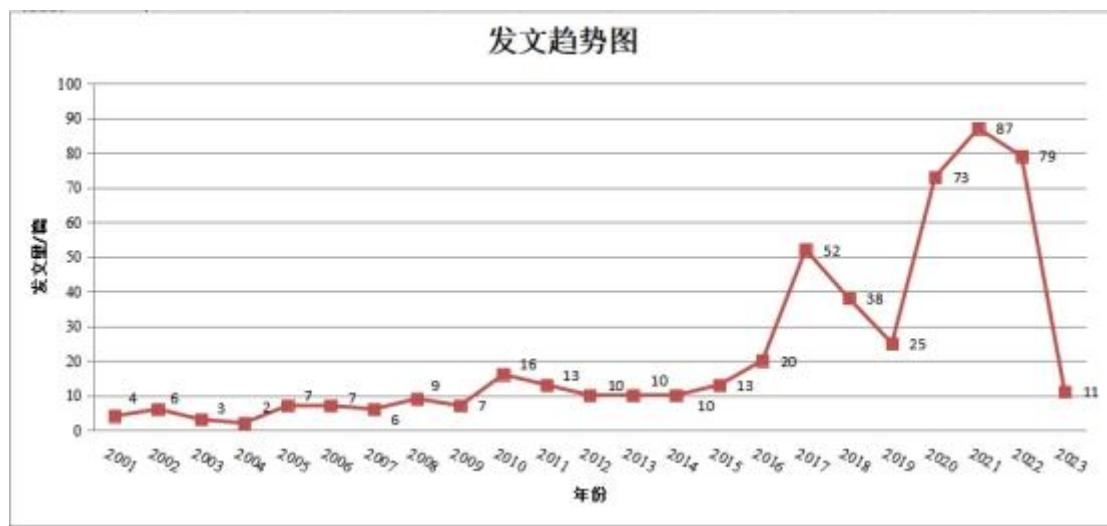


图 1.1 虚拟现实教育应用年度发文趋势图

为了更好地了解虚拟现实教育应用的研究现状，本研究采用可视化分析软件 CiteSpace 作为研究的辅助工具，对文献进行知识图谱分析。在 CiteSpace 软件中设置选项以 Keyword 为节点得到关键词共现知识图谱（见图 1.2）、关键词词频分析表（见表 1.1）。可知其高频关键词依次是“增强现实”“虚拟仿真”“实验教学”“vr 技术”“虚拟实验”等。这说明在该领域，增强现实、虚拟仿真、实验教学等方面是当前研究的热点和主题。其次，采用 K 聚类方法得到关键词聚类知识图谱，如图 1.3 所示，聚类词主要有“增强现实”“实验教学”“虚拟环境”“教学模式”“职业教育”“在线教育”等，这些同样反映了目前我国虚拟现实教育应用的研究热点、方向及领域大多集中在教育实践应用、教学方式以及职业教育领域等方面。



图 1.2 关键词共现知识图谱

第一章 绪论

表 1.1 关键词词频分析表

序号	频度	中心介度	年份	关键词
1	160	0.8	2001	虚拟现实
2	33	0.15	2007	增强现实
3	25	0.04	2009	虚拟仿真
4	19	0.08	2008	实验教学
5	15	0.07	2017	vr 技术
6	14	0.07	2008	虚拟实验
7	12	0.03	2021	元宇宙
8	11	0.06	2010	教学模式
9	10	0.08	2007	职业教育
10	10	0.03	2017	人工智能
11	9	0.05	2001	实训教学

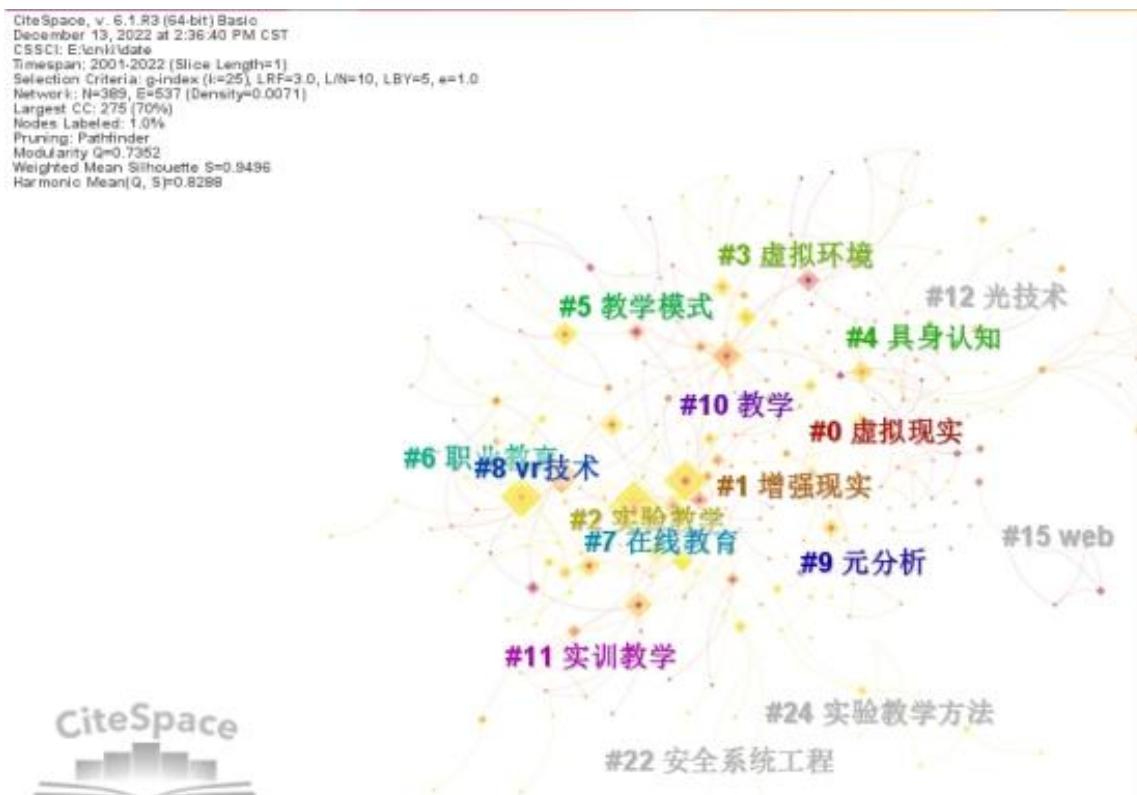


图 1.3 关键词聚类知识图谱

结合以上关键词共现及关键词聚类知识图谱，对其进行具体的分析和总结后，可将我国虚拟现实教育应用研究现状归纳为以下三个方面：

第一，虚拟现实技术下教与学模式的研究。研究者们主要专注于一些实践研究和效果评估。例如，北京师范大学的王辞晓等人，在 VR、AR 技术的基础上，提出了一种教育游戏教学应用模式，并在这一方面的教学与实验设计得出了相关研究启发^[20]。学者董宜祥、崔亚会对 VR 技术和参与式教学方式的结合进行了分析论证，并结合教学实践对两者的融合路径进行了探讨^[21]。刘勉等人提出了在未来课堂中引入 VR 技术的想法，以未来课堂为背景构建了“VaA”的教学模型，并通过设计具体的活动方案得出了应用优势^[22]。此外，还有不少学者对 VR 技术与学科的融合进行了研究。西南大学的陈笑浪、刘革平等，利用虚拟现实技术的特征创构出可应用于美学学科的“新情境教学模式”，为美学教育提供了全新的探索路径^[23]。毛佳玳提出智慧教育导向下基于 VR 的英语跨文化教学模式，通过案例阐释其应用，经教学实践验证其合理性、适用性，实现 VR 技术与英语教学的智慧化融合创新^[24]。

第二，虚拟现实技术在实验、实训方面应用的研究。研究者们专注于虚拟仿真实验教学与信息化的深度融合，主要体现在有两个方面：一是在实训教学、仿真教学中。吴勇、顾振华针对职业教育实训教学困境，探讨了 VR 技术在实训基地、技术融合、远程教育及教学评价中的应用，为实训教学难题提供解决思路^[25]。王灵利等人提出在工程实训课程中引入 VR 技术，以具体的教学案例阐述了 VR 教育实施流程并评估了 VR 教学应用效果^[26]。二是在具体学科的实验教学上。王春介绍了虚拟现实技术特征、教学优势及其在化学实验中的应用，为技术与传统实验教学的融合提供了借鉴^[27]。淮北师范大学的刘远等人结合虚拟实验室的优势与其应用的实践经验，归纳出 VR 技术能对微生物实验教学带来益处的结论^[28]。

第三，虚拟现实相关技术的应用研究。不仅包含了增强现实、虚拟仿真等虚拟现实基础技术，一些新技术如人工智能、元宇宙等也逐渐成为研究者们的关注重点。这些新的技术研究领域促进了虚拟现实教育应用中更加广泛。例如，学者万晨结合实际设计了一种新颖的基于“VR+AI”模式的教育服务平台模型，并对其在教育教学中的多个应用场景进行了分析，旨在推进智慧校园的建设^[29]。华子荀等研究者开发了教育元宇宙的数字技术进阶模型，并通过具体课程案例的实际应用证明了其教学效果的有效性^[30]。

综上所述，虚拟现实教育领域的应用研究还处于不断探索、逐步发展的阶段，VR

在教学中的应用大多在职业教育、远程教育方面，与中小学教育结合的较少。结合梳理的文献发现，目前虚拟现实教育领域的研究理论层面较多，实践应用层面略微薄弱，虚拟现实教育领域的应用具有其潜在的优势。基于此，本研究将在前人研究发现的基础上，借鉴以往 VR 技术在教育领域的研究思路，对 VR 技术在小学科学学科的融合应用进行进一步的研究和探讨，以期为虚拟现实教学方面的研究发展提供一定的参考。

二、小学科学教育实践与研究综述

（一）国外教学与研究现状

在科学技术飞速发展的背景下，世界各国都非常重视科学教育。美国对科学教育高度重视，曾通过了一系列的立法和规定来促进科学教育的发展。1989 年提出了“2061 计划”，旨在培养 21 世纪人才的创新思维和科技素养，为儿童和青少年在基础教育时期应该掌握的科学、数学和技术方面的知识提供了基本框架^[31]。1995 年底，美国正式颁布首个关于科学教育的全国性指导文件——《国家科学教育标准》，对科学教育的概念、教学标准和原则、科学教师的专业标准都作了明确的要求。此外，它还明确了美国科学教育领域普遍认同的“科学素养”概念的基本含义，并强调培养学生的科学素养应作为科学教育的核心任务^[32]。

韩国从建国之日起，就以法律的方式对中小学的科学教育给予了多方面的政策保证。如《科学教育振兴法》及《科学教育振兴法实施令》于 1967 年、1969 年先后颁布，并经数次修改。在相关文件中明确阐述了对于培养学生真理探究精神与科学思考力的重要性，并强调了科学教育在整体教育体系中的核心地位^[33]。

80 年代起英国开始施行全国课程标准，通过法律将科学作为学校课程的中心，以培养学生的科学素养为目标。随后启动了一系列涵盖课程、教师、评价等全方位的教育改革举措，旨在显著提升科学教育的质量，进而推动小学科学教育的蓬勃发展^[34]。

总结国外小学科学教育的研究现状，可以看出，科学教育已成为当今社会发展对小学教育的必然要求。随着时代的发展以及基础教育课程的发展和改革，加强科学教育已经是势在必行。

（二）国内教学与研究现状

在中国知网以“小学科学”“小学科学教育”为主题进行文献检索，得到有效文献 321 篇。论文发表的年度趋势图如图 1.4 所示，可见其在 2001 至 2022 年期间逐渐受到研究者们的关注，有关小学科学教育的研究呈上升趋势。在 2001 年，我国教育部正式

发布了《全日制义务教育科学课程标准（3-6 年级）》，标志着小学科学教育改革正式启动；2017 年发布了《义务教育小学科学课程标准》，进一步深化了这一改革；2022 年，教育部再次发布了最新版的《义务教育科学课程标准》，持续推进小学科学教育的发展。由此可见，在社会背景、国家政策等因素的影响和推动下，小学科学学科得到了更多人的关注和重视，与之相关的研究也越来越多。

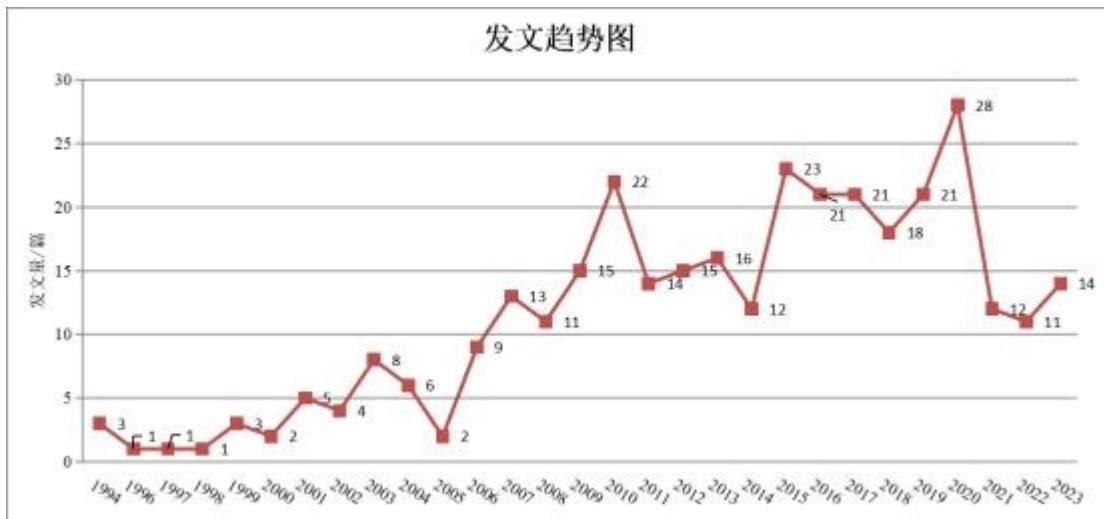


图 1.4 小学科学教育研究文献发表年度分布图

利用 Citespace 对文献进行分析，得到关键词共现知识图谱（见图 1.5）、关键词聚类知识图谱（见图 1.6）。结合各图谱及文献内容发现，在研究主题上，我国学者主要关注科学素养、科学课程改革国际借鉴以及科学教师培训等方面的研究。



图 1.5 小学科学教育研究关键词共现知识图谱



图 1.6 小学科学教育研究关键词聚类知识图谱

1. 关注科学素养的内涵理解及培养路径

结合知识图谱及相关文献内容分析发现,近十年来我国小学科学教育的研究有涉及关注科学素养的内涵理解、培养路径等方面。首先,多数学者聚焦于核心素养理念下科学素养的内涵界定。北京师范大学的王泉泉等人总结了核心素养框架下的科学素养的内涵,认为它是一种将知识技能、思维态度和行为表现融为一体的综合性概念^[35]。在核心素养的框架下,科学素养展现出了复杂性与多元性,不存在普遍适用的固定标准^[36]。其次,不少研究者也关注科学素养的培养对策。如孙冬怀从学科教材、教学资源、教学方式等方面探索学生科学素质的整体培养途径^[37]。江南大学的陈明选等人提出采用互联网思维指导小学科学探究活动的教学策略,旨在培养学生的科学态度、科学思维能力、科学素养^[38]。

2. 聚焦科学课程改革的国际借鉴

通过梳理文献发现,我国在科学教育研究方面对美国、日本、英国等发达国家有一些借鉴。研究者发现,我国的科学教育存在课程标准与实践教学应用不匹配的问题^[39]。课程标准对教学实践的指引不足引发了科学课程的内容和结构陈旧、教学方式单一等问题。而发达国家的科学课标会随社会经济发展调整更新,其“体系化、制度化建设”应作为我国科学课标设计与改革的重要参考^[40]。

3. 重视科学教师培训

在知识图谱中还显示了“教师”“专业发展”“教师培训”等关键词，可见，在科学教育方面，目前科学教师素养的培训受到关注和重视。相关研究表明，对科学教师的培养主要从学科知识、专业素养、教学方式等方面着手，并且，促使“知识型”教师向“创新型”、“能力型”教师转型，是当前我国小学科学教师培养中应得到解决的重要问题^[41]。

三、VR技术在小学科学课程中应用的研究现状

在中国知网以“小学科学虚拟现实”为主题进行文献检索，检索发布在2009年1月到2023年7月的文献，最终得到文献77篇，其论文年度趋势图如图1.7所示。

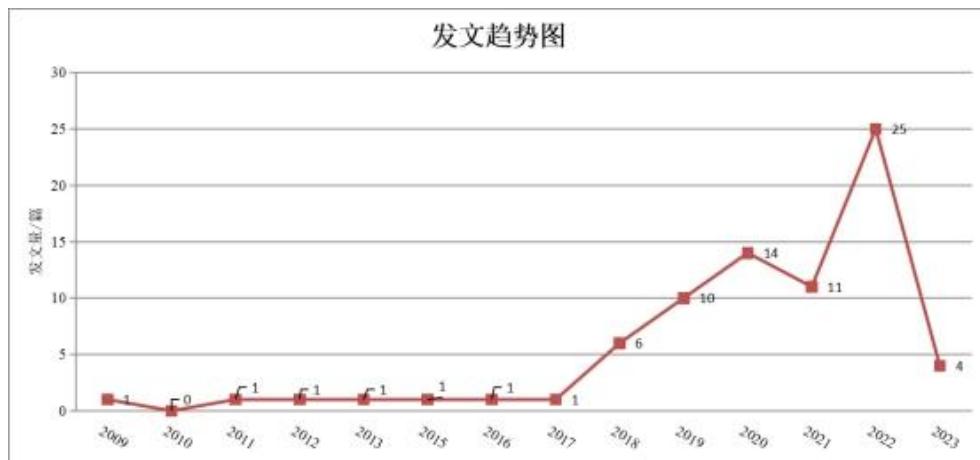


图 1.7 VR 技术在小学科学课程中的研究发文趋势图

观察图可知，我国在虚拟现实技术应用于小学科学中的研究还相对较少，研究始于2009年，到2017年之前数量甚少，2017年之后开始逐渐增加，到2021年略微下降后又继续增长，总体呈现增长趋势。

对文献进行梳理和归纳发现，我国VR技术在小学科学教学中的研究主要为教学资源的开发与应用、教学模式和教学设计、学习环境及学习效果等方面。首先，教学资源方面的研究，不少学者旨在研究资源的设计、开发及其应用。如祝智颖以教育游戏相关支撑理论为基础，以小学《科学》课程“认识气象”内容为切入点，基于体感交互技术，设计并开发出一款全新型的科普游戏VR教学资源，并将其应用于实际教学中^[42]。南昌大学的涂嗣琪探索如何将增强现实(AR)技术融入小学科学教学中，设计了AR小学科学教学资源后利用Unity与Easy AR平台进行开发，并将其应用于具体教学实践当中^[43]。

其次是虚拟现实教学模式、教学设计方面的研究，例如，武子涵等人通过运用

zspace 混合现实教学设备，在小学科学课上实施 PBL 教学模式的单元教学，借助 VR、AR 新技术，解决传统实验教学难题，提升学生实验兴趣和探究能力^[44]。学者胡曾妮构建了基于虚拟实验的小学科学情境化教学模式，通过教学实践证明了该模式有助于提升教学效果^[45]。

再者，关于学习环境及学习效果研究，不少学者旨在研究虚拟学习环境、虚拟现实技术对学习效果的影响效果等。如东北师范大学的李宁探讨了小学科学课堂虚拟学习环境的构建，通过案例实施进行教学效果与学生反馈评价^[46]。唐文军、何敏通过分析小学科学教学的困境与 VR 技术的优势，以《昆虫记》为例阐述了 VR 技术在提升小学科学学习效果中的应用，实践证实其能增强学生对科学的兴趣与认知，从而提升学习效果^[47]。

相较于我国，国外在虚拟现实技术应用于小学科学课的研究和探索更为广泛，其研究范围涵盖了课堂教学、虚拟场景构建等。美国学者 Carol E. Templeton 将 VR 技术融入七年级科学课堂，专注研究人体解剖。VR 使学生直观观察解剖景观，深化对抽象科学知识的理解与掌握^[48]。研究者 Mintz 在宇宙知识教学方面利用虚拟现实技术建立了虚拟场景，使学生身临其境，进而更形象地理解宇宙中相关知识^[49]。Enyedy 借助虚拟现实技术设计学习情境，指导学生学习物理知识，帮助学生深化对物体运动原理及力学等内容的掌握^[50]。

四、探究能力培养研究现状

在国外，2013 年 4 月美国国家研究理事会（NRS）与全美科学教师协会（NSTA）以及美国科学促进会（AAAS）联合发布了《下一代科学标准》。该标准着重于强调科学教育的根本宗旨在于发展学生的探索、动手和解决问题的能力。同时指出科学探究是科学各个领域中的重要组成部分^[51]。自 20 世纪起，研究者们聚焦于有关科学探究能力的测量和评价。其中定期对科学探究能力进行测评的机构有国际教育成就评价协会（简称 IEA）、国际学生评价项目（简称 PISA）、美国教育进步评价项目（简称 NAEP）^[52]。进入 21 世纪以来，日本对科学探究的概念进行了多次的修改，在新的理科课程标准中对其进行了清晰的定义，并提出了培养科学探究能力的要求及方法^[53]。笔者在数据库 web of Science 核心合集中以“inquiry ability”“education”为主题进行检索，通过阅读并梳理国外与探究能力培养有关的文献，将其研究内容大致分为以下两方面：

探究能力培养的影响因素方面，Yun Sung He 等人探讨了建构主义理论指导下的科

学活动对学生科学探究能力及科学态度的影响,涉及自我知识建构、情境建构及互动性活动等^[54]。Kim Sue yeon 等人研究了同伴互评这一学习方式对于优等生在小学科学课堂中提升探究能力的影响。其中提到,由于优等生相较于他人知识起点较高,同伴协作、互评等都可以作为其提升探究能力的有效途径^[55]。Kurt Winkelmann 等人通过利用普通化学实验室的研究性模块的特征及优势,探索了其能提高学生的探究能力和自我效能感这一作用效果^[56]。

探究能力培养的方式或策略方面,(Aldy) Chang 和 Yu-Liang 利用机电一体化课程设计,研究提升职业高中生科学探究能力。结合学生特点设计课程要素、环节,实验研究显示其在提升学生科学探究能力方面具有积极影响^[57]。Cheng, Ping-Han 等人运用 5E 移动探究学习法,得出该方法能显著促进学生学习动机和科学探究能力^[58]。学者 R. Cahyani 开发了多媒体生物探究工具,旨在培养学生科学探究能力。该工具利用生物学模型平衡点的几何图像仿真,研究显示其有效提升学生的科学探究能力^[59]。

国内方面,在中国知网数据库以“探究能力”为主题进行检索,梳理相关文献,总结出国内有关探究能力培养的研究主要包括以下:

关于采用不同教学方式及策略培养探究能力的研究。石晓兰等人以“磁场对运动电荷的作用力”为案例,融合智能手机、投屏、共享文档等技术于课堂,高效节能地完成实验,展现了多样实验手段能提升学生科学探究与思维能力^[60]。苗洛瑞将 5E 教学模式引入到高中物理实验教学中,设计了物理实验教学案例展开实践,探索该模式能否有效地提升学生的科学探究能力^[61]。应从祥等人探索表现性学习和探究能力训练的结合,通过运用逆向设计的教学策略,激发学生的学习兴趣和主动性,实现以用促学和以评导学的目标,促进其科学思维的发展和实践能力的提升^[62]。林爱星针对科学教学的前期、中期和后期,分别提出了各自不同的教学方法,认为教师应用多样策略引导学生探究,将学生转变为科学探索的主导者,以增强科学学习成效^[63]。

关于不同学科探究能力培养的研究。在物理学科方面,夏文晗在物理课程教学中实践研究科学探究能力培养,提出以工作单为基础的最佳策略,建立教学模型并设计实践,并对学生科学探究能力进行评估^[64]。化学学科方面,陈建霞深入探讨了探究式的高中化学实验教学模式,通过实践教学效果总结出实验探究教学能提升学生学业成绩,有效促进学生科学探究能力的培养^[65]。闵凡芹以生物学科核心素养为指导,进行具体实验教学

示例，采用实验原理剖析、思维导图绘制、数学模型建立等策略，旨在培养学生的科学思维与探究技能^[66]。此外，语文学科方面，姚林群、封思颖在研究中提到，在新材料作文出现时期，思辨能力和探究能力成为语文写作能力考查的重要内容。任务驱动型作文是测试和培养这两种能力的新题型^[67]。

综上所述，笔者总结出 VR 技术在小学科学课程中的应用、科学探究能力培养的研究现状存在一些问题。一是目前我国对 VR 技术在小学科学教学中的研究还普遍较少，范围较局限，不够深入。大多停留在资源、教学、环境方面，较少研究者将其与学科课程标准、核心素养相结合。二是目前对于科学探究能力培养的研究主要聚焦于探究方法和策略，在以科学探究能力培养为核心的教学方式、教学资源方面，研究仍显不足。因此，本研究明确应在合理利用 VR 技术应用于教学的独特优势的基础上，从小学科学学科核心素养之探究能力的培养这一新视角出发，结合学科特点、内容和性质以及学生特征等，探索出一条适合 VR 技术应用于小学科学课教学的新路径。

第四节 研究内容与研究方法

一、研究内容

本研究尝试将虚拟现实技术应用于小学科学课堂，研究的主要内容包括以下：

1. 基于探究能力培养的 VR 教学资源的设计与开发

搜集和阅读相关文献和理论研究，对国内外虚拟现实技术教育应用和小学科学教育研究现状、探究能力培养研究现状进行综述。按照 ADDIE 模型进行 VR 教学资源的设计与开发，包括设计有关需求的调查问卷了解小学科学目前教学现状、分析小学科学学科课程标准及学科特征、内容需求及使用者需求分析在内的前期分析，以及进行基于 VR 技术的课堂教学设计和具体教学资源设计。同时，按照教学资源设计需求以及教学设计具体要求进行相应的资源开发。围绕探究能力培养视角对选取的《火山喷发》、《太阳系大家族》两节教学案例进行 VR 教学资源开发，包括资源开发的前期准备、具体过程、后期测试等。

2. 基于探究能力培养的 VR 教学资源的应用及分析

根据预先设计开发的 VR 教学资源，在小学科学的课堂教学中开展 VR 教学资源的教学实践，检验 VR 教学资源的应用效果。通过实验研究法，设置实验班和对照班，根

据前后测数据分析和问卷调查法对学生的探究能力水平、探究兴趣、态度及参与情况等方面进行分析，最终得出实验结论，验证实验假设。据此对 VR 教学资源在培养学生探究能力方面的有效性进行总结。

二、研究方法

(一) 文献研究法

在研究前期准备中通过收集和查阅中国知网、维普网、万方数据库及 Web of science 等多个数据库的文献，明确了虚拟现实技术和小学科学教育、探究能力培养的国内外研究现状，分析以往研究情况，借鉴研究经验，为后续的研究工作打好坚实的理论基础。

(二) 调查研究法

1.访谈法

在研究前期，对部分一线小学科学教师进行访谈，了解教师在日常授课教学中的难点，以及其对于 VR 技术引进课堂教学的看法和意见、对 VR 教学资源开发的建议，以此为后期的资源设计与开发、应用提供一定的参考。

2.问卷调查法

在研究前期，通过调查问卷进行小学科学课堂教学现状调查，为教学资源设计提供需求分析；在研究后期，利用探究能力水平调查问卷、探究兴趣及态度调查问卷来验证教学实验的假设是否成立，以深入分析 VR 教学资源所带来的实际教学成效。

(三) 实验研究法

本研究将基于探究能力培养的 VR 教学资源应用到小学科学课堂教学当中，选取了漳州市 Z 小学五年级两个水平相近的班级作为实验对象。通过收集实验前后相关数据，对比实验班和对照班的学习效果差异，对学生的探究能力水平、探究兴趣、态度及参与度进行分析，以验证 VR 教学资源是否有助于培养学生的科学探究能力。

第五节 研究思路

首先，通过文献研究法对研究背景进行了解，并对虚拟现实技术、小学科学和虚拟现实技术应用于小学科学、探究能力培养的国内外研究现状进行归纳整理。其次，结合理论基础与相关核心概念的界定，通过查阅相关资料对小学科学学科的教学特点、课程要求进行分析，并指出 VR 技术的特点及优势。然后，结合相关教育学理论，按照 ADDIE

模型对选取的苏教版小学《科学》课程“地球与宇宙科学”领域的两节教学案例进行基于探究能力培养的小学科学VR教学资源设计与开发。其中包括运用问卷调查法、访谈法对教学现状和使用者进行前期分析，对VR教学资源及教学设计进行整体设计以及具体的开发，开发流程涉及前期准备、具体开发及后期测试。再者，在此基础上将开发的VR教学资源应用到真实的科学课堂。采用实验研究法，设置实验班和对照班进行对比研究，对其在小学科学课堂中的运用效果进行了分析与归纳。并对所得结果进行了详细的分析与总结，以期为未来教学提供有益的参考。最后对整个研究过程进行总结和未来展望。

研究思路如图1.9所示。

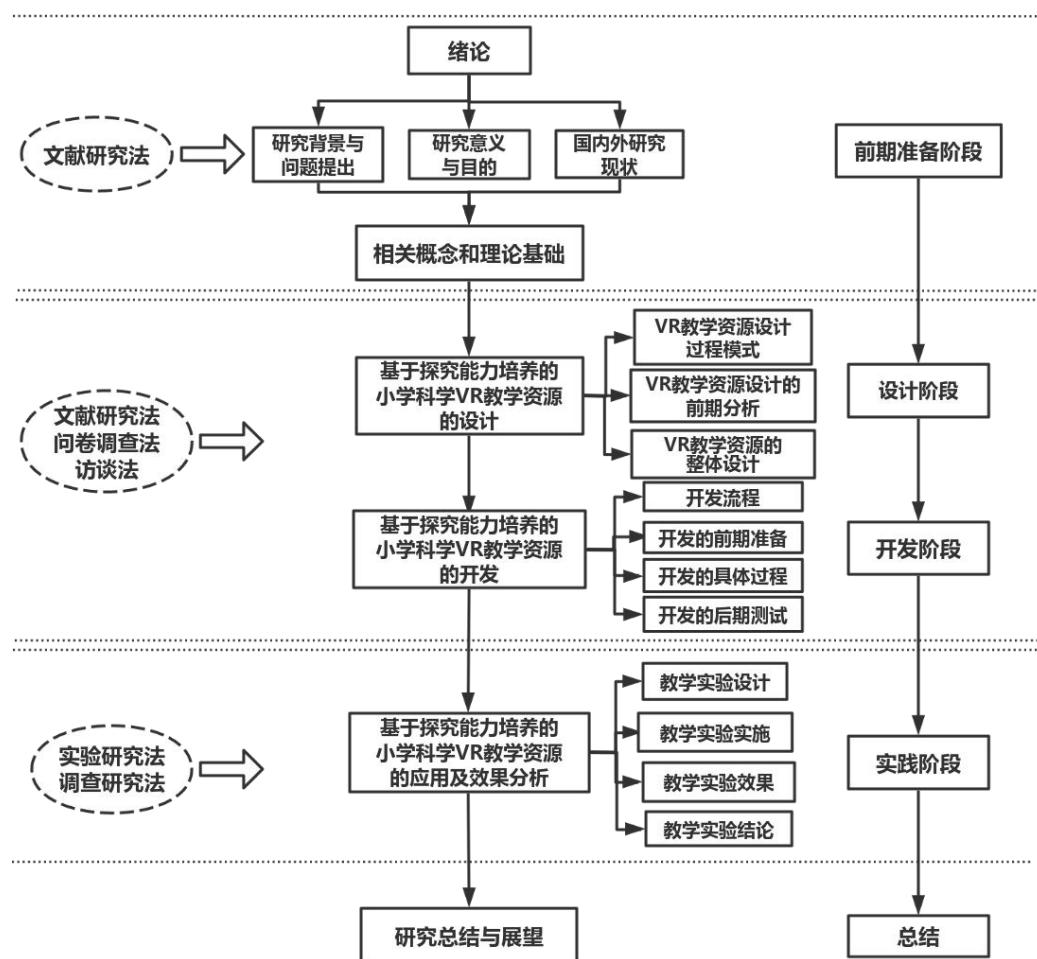


图1.9 研究思路

第二章 相关概念和理论基础

第一节 相关概念

一、虚拟现实技术

虚拟现实技术（Virtual Reality，简称 VR）是一种基于计算机交互模拟原理的沉浸式虚拟环境。从理论上讲，它是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，利用计算机生成一种模拟环境，使用户沉浸到该环境中。具体来说，它是一种通过计算机技术及设备创建和体验模拟环境的技术。它允许用户通过特定的硬件和软件，如头戴显示器（HMD）和手持控制器，沉浸在一个由计算机生成的三维虚拟世界中。用户可以在这个虚拟环境中进行视觉、听觉甚至触觉的交互，从而获得一种身临其境的体验^[68]。简言之，虚拟现实就是指利用各种技术手段，为用户创造一个沉浸式的、互动的虚拟环境。

虚拟现实技术起源于 1965 年，又被称为虚拟环境、灵境或人工环境。它融合了计算机科学、电子信息学、仿真学等众多学科，代表了一种前沿的综合性技术，其核心构建基于三维图形、多媒体、仿真以及显示技术等多个高科技领域的最新进展的集成。

虚拟现实技术具有三个基本特征，被称为“3I”，即沉浸性（Immersion）、交互性（Interaction）和想象性（Imagination）^[69]。沉浸性是指 VR 技术利用计算机产生的三维立体图像，使个体完全置身于一种虚拟环境中，仿佛亲身处于真实的客观世界中。交互性指用户可以通过三维交互设备直接操纵虚拟环境中的对象，而这些对象也能够实时地做出相应的反应，从而增加用户与虚拟环境之间的互动性和真实感。想象性是指 VR 技术具备构造那些在现实世界中并不存在或难以观察到的，仅存在于人们脑海中的情景的能力。结合沉浸感和交互性，用户可以对虚拟环境和现实环境进行联想，了解其运动的规律性，从而深化概念，产生新意和构想，启发人的创造性思维。目前，虚拟现实技术的应用领域非常广泛，包括医学、游戏娱乐、建筑和设计、教育和训练、军事等多个领域。例如，在医学领域，VR 技术可以用于手术模拟和康复训练；在游戏娱乐领域，VR 技术可以给玩家带来更高的逼真度和体验；在教育领域，VR 技术可以用于创建互动式的学习环境，提高学生的学习效果。

二、科学探究能力

科学探究能力指的是个体在科学研究过程中，所展现出来的观察、实验、推理、判断、创新等一系列综合能力的总称。这种能力不仅涉及对自然现象的观察和描述，还包括提出科学问题、形成假设、设计实验、收集和分析数据、得出结论以及进行交流和反思等多个环节。国内的一些学者，在充分借鉴国外先进经验的基础上，紧密结合国内实际情况，对科学探究能力的具体情况进行了细致划分。李春密教授受吉尔福特智力结构图的启发，对科学探究能力的结构进行了深入的模型建构。他将科学探究能力划分为三个核心维度：科学探究的品质、科学探究的能力以及科学探究的过程，具体的过程包括提出问题、猜想假设、评估反思等六个环节。^[70]刘东方和王磊等人在深入研究国外科学课程文件后，通过细致的对比分析从中筛选出与科学探究能力相关的关键要素，总结出其构成要素及核心框架^[71]。结合以上，本研究将科学探究能力诠释为学生在开展探究活动时，所展现出的多维度复杂能力，这些能力包括但不限于：提出问题、提出猜想与假设、制定并实施方案、分析论证并形成结论、评价与反思，以及交流与合作等。

《新课标》指出，探究实践学习是科学学习主要的方式，在探究教学过程中，要关注学生亲历探究解决问题的过程。基于对科学探究的相关解释，可知科学探究主要涵盖“提出问题、猜想与假设、制订计划、进行实验、收集证据、解释与结论、反思与评价、表达与交流”等要素。^[7]笔者将其整合归纳为以下 6 个要素，并将其作为后续研究中衡量小学生科学探究能力的重要指标，如图 2.1 所示。

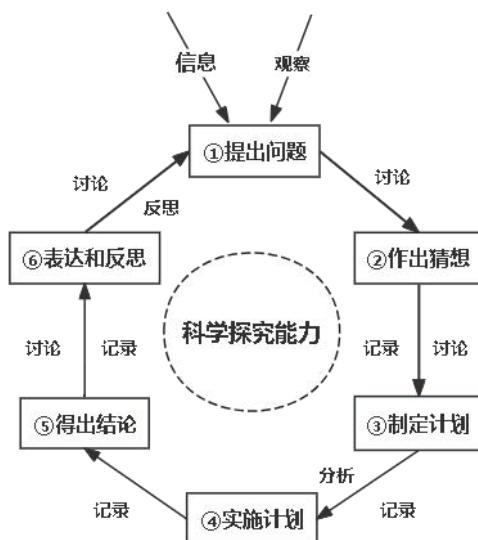


图 2.1 科学探究能力六个要素

(1) 提出问题的能力

提出问题的能力是指学生具备一定的问题或者探究意识，善于从生活情境或某些信息中观察、发现与所学知识相关的问题，并能够尝试进行具体且完整的表述的能力。

(2) 作出猜想的能力

作出猜想的能力是指学生能够基于已有的知识和经验，通过深入思考和分析，提出有根据、有逻辑的假设或预测。学生还需要学会从多个角度审视问题，通过合理推理和论证来验证猜想的合理性。

(3) 制定计划的能力

制定计划的能力是指学生能够针对特定的问题或假设，精心设计和规划一套目标明确、步骤清晰、切实可行的行动方案。这包括确定计划的具体目标、选择适当的方法、设定合理的步骤和时间表，以及预见并控制可能出现的变量和干扰因素。在此过程中，学生需要展现出良好的逻辑思维能力和问题解决能力，以确保计划的合理性和有效性。

(4) 实施计划的能力

实施计划的能力是指学生能够按照既定的实验方案，有条不紊地执行实验步骤，准确记录实验数据，并灵活应对实验中可能出现的意外情况，确保实验的顺利进行和数据的可靠性。

(5) 得出结论的能力

得出结论的能力是指学生能够基于实验数据和分析，科学、准确地提炼出实验结果，并能够结合相关理论和知识，对探究结果进行合理的解释和讨论，最终得出具有科学性和实用性的结论。

(6) 表达与反思的能力

表达与反思的能力是指学生在科学探究过程中，不仅能够清晰、准确地表达自己的想法和观点，还能够对探究过程和结果进行深入反思，从中总结经验教训，进一步提升科学探究能力。

三、VR教学资源

教学资源是指在教育过程中可以被教育者利用的各种条件和材料，它们为教学活动提供了必要的支持和辅助。教学资源不仅包括传统的教学材料，如教科书、教学工具、实物模型等，还涵盖了现代信息技术下的多媒体教学资源，如电子课件、在线课程、虚

拟实验室等，这些均有助于教学活动的有效实施。^[72]教学资源在教学活动中发挥着重要的作用。它们不仅为教师提供了丰富多样的教学手段和方法，帮助教师更好地传授知识，还能够为学生提供更多的学习机会和途径，便于进行自主学习、合作学习和探究学习，拓展学习的广度和深度。此外，教学资源还能够提供丰富的学习资源库，帮助学生获取知识和信息，培养他们的学习能力和创新精神。^[73]

教学资源并不仅限于可见、可触的物质形态，还包括那些无形但同样重要的元素。随着信息技术的日新月异，教学资源的形式也在持续演变。虚拟现实教学资源（即 VR 教学资源）是一种利用虚拟现实技术创建的教学环境，它允许学生进入一个仿真的、三维的学习环境，通过沉浸式的体验来增强学习效果^[74]。这些资源通常包括虚拟现实硬件（如头戴式显示器、控制器等）和软件（如模拟应用、虚拟实验环境等），能够提供多感官刺激和交互性，帮助学生更好地理解复杂的概念，提高记忆与理解能力。VR 教学资源不仅改变了传统的教学方式，还为学习者带来了更加真实、生动的学习体验。

VR 教学资源具有显著的优点。一是情境性（contextuality）^[75]，这一特性为学生的学习提供了更加真实、生动、有趣的学习环境和学习体验，有助于激发学生的学习兴趣和动力。在虚拟场景中，不仅增强了学习的真实感和沉浸感，还能促进学生的探索和创新，有助于提升教学效果。二是自主性（autonomy）^[76]，VR 教学资源赋予了学生高度的自主性。在虚拟环境中，学生可以自由选择学习内容、控制学习进度，并通过互动实践深化理解。这种自主式的学习模式激发了学生的学习兴趣，培养了他们的主动探究精神。三是交互性（interactivity），学生利用 VR 教学资源进行学习时，可在虚拟环境中通过各种设备与模拟对象实时互动，获得即时反馈。这种互动不仅丰富了学习体验，还促进了学生深入理解知识，提高了学习效果，实现了真正意义上的教学相长。

在教育领域，VR 教学资源被广泛应用于各个学科。例如，在科学实验中，VR 技术可以模拟复杂的实验过程，让学习者在安全的环境中进行实践操作。在医学领域，VR 教学资源则可以帮助医学学生进行手术模拟训练，提高临床技能。此外，VR 教学资源还可以用于语言学习、历史文化体验多个方面，为学习者提供丰富的学习方式。总之，VR 教学资源是一种创新且高效的教学工具，它能够将难以理解、抽象的知识点变得直观化、具体化，为学习者和教师带来了更加真实、生动的体验。随着虚拟现实技术的不断发展，相信 VR 教学资源将在教育领域中发挥更大的作用，为教育教学的发展注入新的活力。

第二节 理论基础

一、建构主义学习理论

皮亚杰指出，建构主义学习理论是以学习者为中心，在整个教育过程中，应当着重于激发学生的积极性和自主性，以学生的发展为核心，同时，教师需要充分扮演好组织者、导师和支持者的角色^[77]。根据建构主义学习理论，学习者通过与世界的交互，主动构建新的知识和意义。这种学习的过程是个体化的，每个学习者根据自己的经验、背景和理解方式来构建知识，通过思考、提问、探索和解决问题来积极参与学习过程。此过程强调学习者的主动性和创造性，认为学习不仅仅是知识的积累，更是认知结构的重构和创新。同时，建构主义学习理论强调学习的环境对学习的影响。学习的环境应该提供丰富的材料和资源，以促进学习者的探索和发现，应该鼓励学习者提出问题、进行实验和尝试，以激发他们的好奇心和创造力。建构主义学习理论与虚拟现实技术的结合可以提供更加丰富和沉浸式的学习环境及学习体验。VR技术能够模拟真实世界的场景和情境，学习者可以在虚拟环境中进行互动和探索，从而积极主动地构建自己的知识和理解。

二、情景学习理论

情景学习理论已成为继行为主义学习理论中的“刺激-反应”范式以及认知主义学习理论中的“信息加工”模型之后，备受瞩目的学习理论研究焦点。情境学习理论认为，学习过程并不仅是个体对意义的内部建构，而是个体在特定情境下，与社会、文化及物质环境进行互动，通过差异资源的利用与交换所参与的动态过程。在这个过程中，真实的情境和活动成为知识的源泉。情境作为认知活动的基石，不仅为其提供了坚实的起点，更在深层次上塑造着认知过程的本质，并引导着其发展方向。因此，情境在学习和认知中发挥着至关重要的作用^[78]。将虚拟现实技术融入课堂教学，为情境学习提供了有力的技术支撑。通过运用三维技术，为学生构建一个融合了真实与虚拟元素的教学环境，同时允许学生与这一环境进行沉浸式、自然的交互，从而显著增强学生的学习体验。

三、多元智能理论

多元智能理论由哈佛大学教育学教授哈沃德·加德纳博士^[79]于1983年提出，对以智商测试为基石的传统智力观提出了挑战。加德纳教授所持观点为，该理论的核心在于深刻理解和尊重个体差异。评价教学质量的标准，不应仅仅局限于学生记忆知识的数量，

更不应仅凭学生在某一特定领域的表现来片面判断。相反，我们应该采取一种更全面、多元的评价观念，它涵盖了学生在多个领域的知识和能力。这种转变不仅有助于我们更准确地评估学生的综合表现，而且也能更好地反映教育的真实目标和价值。考虑智力多元化特性，利用虚拟现实技术进行教学具有显著优势。在不同虚拟教学情境中，引导学生多角度、多方面思考问题，并采用多种评价方式给予反馈。可以不断发掘学生多元潜能，有效促进学生在不同智能维度上全面发展。

第三章 基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的设计

本章将对基于探究能力培养的 VR 教学资源进行整体设计，整个过程采用 ADDIE 模型，包括分析、设计、开发、实施、评估五个阶段。其中，分析与设计是基础，开发与实施是核心部分，而评估则是保障，这几个要素互相依存、紧密相连。在本章先对 VR 教学资源的分析和设计作阐述，以此为后续的开发和实施阶段打好基础。

第一节 VR 教学资源设计过程模式

作为一套系统化、规范化的设计流程，ADDIE 模型是教学资源设计与开发的常用模型之一。它不仅提供了明确的指导流程，还能确保教学资源开发的科学性和有效性。ADDIE 模型的具体流程包含了五个关键步骤，分别是：Analysis（分析）、Design（设计）、Develop（开发）、Implement（实施）、Evaluate（评估）^[80]，如图 3.1 所示。自从 1995 年 ADDIE 模型被正式推出以来，已经被广泛应用于国内外的教育实践中。众多学者和研究机构利用这一模型，成功地设计和开发了各种教学项目，涵盖了从基础教育到高等教育各个层次、各个学科课程资源的设计与开发^[81]。无论是在设计多媒体课件、微课等传统教学资源，还是在开发 MOOC、SPOC 等在线课程时，ADDIE 模型都展现出了其强大的指导作用，大多数学者倾向于遵循其五大步骤进行。在实际运用该模型时，可以结合具体的教学情境和需求，灵活地调整和优化模型中的各个步骤。同时，也可以将 ADDIE 模型与其他教学理论和设计原则相结合，进一步提升教学资源的开发质量和效果^[82]。

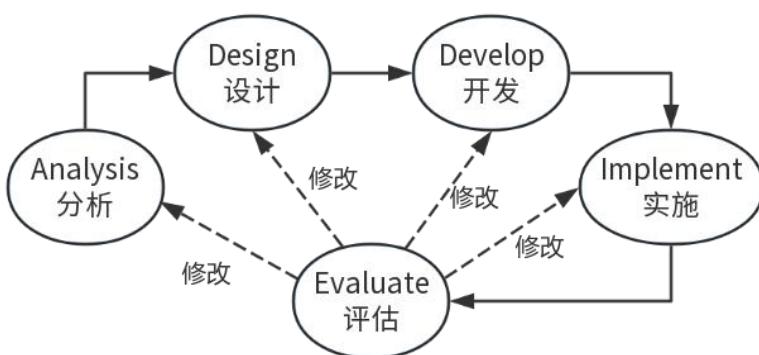


图 3.1 ADDIE 模型

因此,本研究参照 ADDIE 模型,遵循分析、设计、开发、实施、评估的五个步骤,进行基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的设计与开发,具体流程如图 3.2 所示。同时,在应用 ADDIE 模型进行 VR 教学资源的设计与开发过程中,结合相关教育理论及课标要求,将 VR 技术与教学内容、探究能力培养相结合,以确保能够开发出符合实际教学需求的 VR 教学资源。

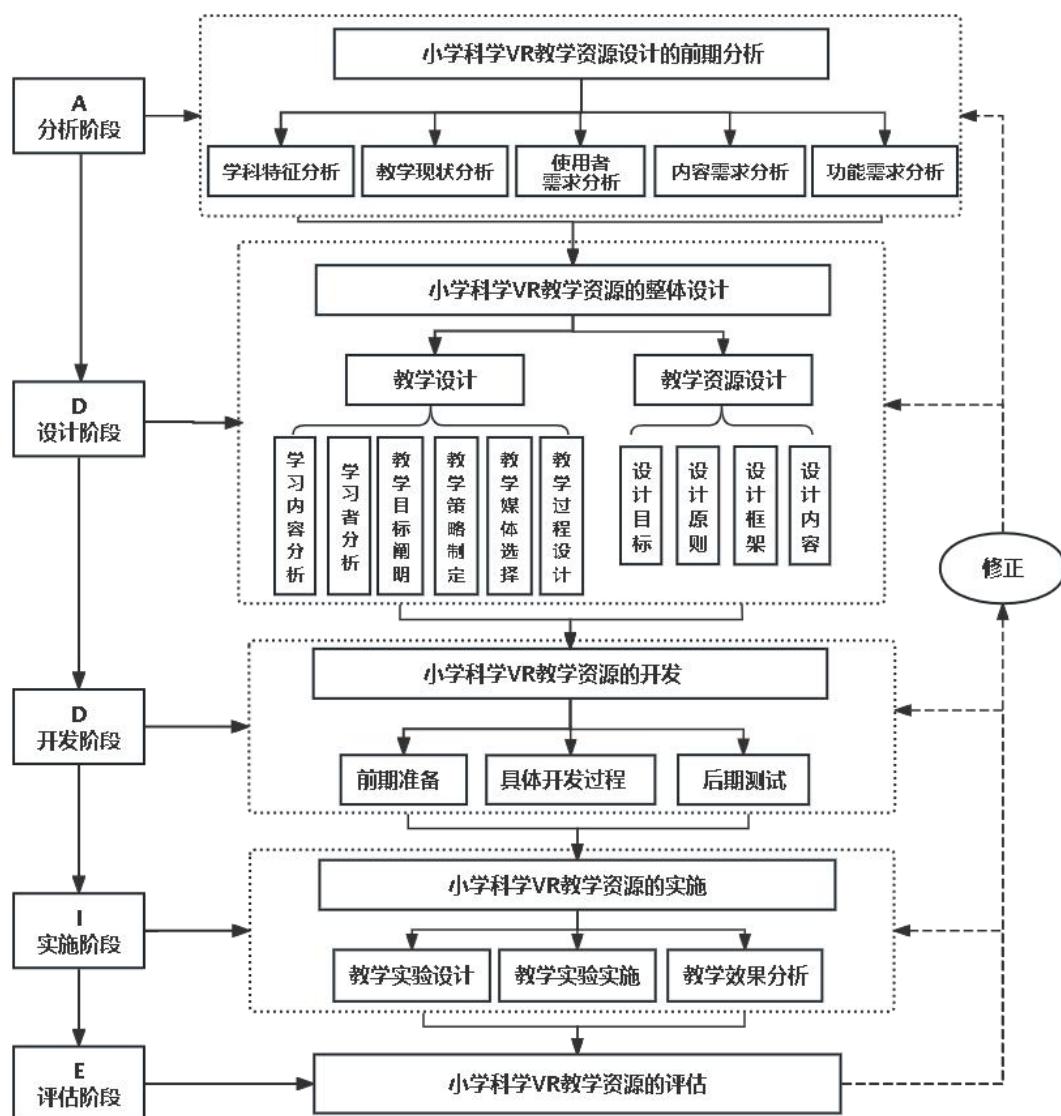


图 3.2 小学科学 VR 教学资源设计及开发流程图

1. 分析阶段

在进行 VR 教学资源的设计和开发之前,需对前期情况进行分析,主要包括学科特征分析、教学现状分析、使用者需求分析和内容、功能需求分析。学科特征分析主要从

小学科学课程要求入手，对小学科学学科特征进行分析；教学现状分析则通过教师访谈来分析授课现状；使用者需求分析利用问卷调查的方式进行课堂学习情况的分析以及资源需求分析；内容需求结合 VR 技术的适用性进行思考和选取，功能需求则主要结合调研情况及技术优势进行分析，需明确所要开发的教学资源应具有哪些学习内容和功能特点，以此为教学资源设计和开发提供依据。

2.设计阶段

设计阶段是在分析阶段的基础上，对 VR 教学资源进行整体设计。主要有两部分：一是进行基于探究能力培养的小学科学 VR 课教学设计，主要包括学习者特征分析、学习内容分析，教学目标阐明、教学媒体选择、教学策略设计和教学过程设计等方面。二是对拟开发的 VR 教学资源进行具体设计，包含设计原则、设计目标、设计框架和设计内容等方面。

3.开发阶段

基于前两个阶段，开发阶段主要是将设计阶段的成果转化为实际的教学资源，包括前期准备和具体开发过程，以及必要的后期测试。其重点在于选择合适的开发工具，同时收集所需素材及资源，以进行符合设计需求的具体教学资源案例的开发。开发完成后还需对其进行具体的运行调试，以确保其质量和可靠性。

4.实施阶段

实施阶段是将开发好的 VR 教学资源应用于实际教学环境中。主要通过开展教学实验，在小学科学课堂中利用 VR 教学资源组织开展具体的教学活动，通过教学实施情况对教学效果进行分析，以此检验其应用效果。此阶段的成功依赖于前面几个阶段的有效执行。

5.评估阶段

主要是对实施应用后的 VR 教学资源进行初步评估，用于判断其应用效果如何。通过分析收集的调查问卷数据以及实验效果得出具体结论，以评估 VR 教学资源是否达到了预定的目标和效果。同时，基于评估结果可做进一步的改进，或为未来的设计迭代提供参考和支持。

第二节 小学科学 VR 教学资源设计的前期分析

一、学科特征分析

(一) 小学科学课程标准要求

《新课标》中提到：“小学科学课程标准的总目标是培养学生的核心素养，为学生的终身发展奠定基础。”科学课程应致力于培育学生的核心素养，这一核心素养是在科学课程的学习过程中，学生逐步内化并形成的，既符合个人发展需求，又适应社会进步所需的正确价值观、必要品质和关键技能^[6]。这反映了科学课程在培育人才方面的核心价值，并突出了科学教育对学生全面成长的关键作用。《新课标》对旧课标中关于教学活动、学科联系的建议等方面进行了有机地整合，并将重点更加集中在培养核心素养、深化核心概念、突出学生主体性以及加强探究与实践上。

《新课标》指出培养学生的核心素养，具体包含了科学观念、科学思维、探究实践、态度责任等四方面具体目标^[6]。其中探究实践主要包括学生利用观察与探索自然的过程，运用科学知识与技能来解决实际问题，并在此过程中发展科学探究、技术工程实践以及自主学习的能力。在核心素养中，探究实践涵盖科学探究与技术与工程实践，学科核心概念学习重在科学探究，提倡“做中学”与“学中思”；而技术与工程部分，强调问题解决的规范性，培养学生“动手做”的习惯，提升探究实践能力。小学科学课程的有效实施，应在课程标准的指导下进行。因此，小学课程提倡教学方式的改革，强调实质性的科学探究和思维探究，避免形式化，应注重实践与思考并重。通过创设真实情境，激发学生主动探究，促使其在实践中思考并总结所学内容，实现跨领域迁移。

(二) 小学科学学科特征分析

小学科学学科在培养小学生科学知识的学习、科学方法的掌握、科学素养的养成等方面起着举足轻重的作用。笔者结合以上小学科学课标的基本要求以及在实际教学过程中常见的教学形式，认为小学科学的学科特征可以概括为以下四个方面：

一是基础性。科学是基于人类对自然现象的深入探索与规律发现而产生的系统性知识体系，涵盖了从观察、实验到理论构建的认识途径，以及所运用的一系列科学方法。它的基础性主要体现在通过系统学习塑造学生，使其成为具有坚实知识、问题解决能力及良好社会适应行为的新时代综合型人才^[83]。

二是生活性。科学课程立足于学生的认知特征和生活经历，主张使学生在自己熟悉的生活情境中认识到科学的重要意义，感受到科学与生活息息相关，并逐渐学会对简单科学问题进行分析与解决。它通过结合日常生活中的科学知识，为小学生提供了初步认识自然界的机会，既为他们未来的学习打下必要的基础，同时也重视培养他们的科学素养和思维能力。

三是探究性。科学探究作为科学研究的核心特征，不仅具有深远的教育意义，更在小学科学课堂中起着举足轻重的作用。课堂中教师扮演着支持者与引导者的角色，鼓励学生通过观察、实验、调查等探究活动，主动探索自然界的奥秘，发现科学规律。科学探究是学生学习科学的重要途径，教师根据教学的实际情况和学生的兴趣爱好，设计多样化的探究活动，让学生在轻松愉快的氛围中学习科学知识，提高学习效果和学习兴趣。

四是开放性。科学课程最显著的特点在于其开放性，为学生提供了自由思维的广阔空间。区别于其他课程，学生可以随意畅想发散自己的思维，跳出传统的学习框架，进行更加深入和广泛的探索。同时也为教师在教学内容、教学方式及评价方式等多个方面提供灵活的选择和创新的空间。这种优势赋予了科学课程广泛的适应性，使其能够满足学生跨区域、不同经验的科学学习需求，进而实现个性化和差异化的教学目标。

二、教学现状分析

（一）小学科学课程的授课现状

为了解当前小学科学教学的现状，笔者设计了针对小学科学学科任课教师的《教学现状访谈提纲》（附录 1），访问教师个人对目前小学科学课程教学的实施情况、教学难点和困难点以及对 VR 技术支持教学的看法等。该访谈提纲共设计 3 个维度、8 个问题，具体的教师访谈提纲设计维度如表 3.1 所示。

表 3.1 《教学现状访谈提纲》设计维度

设计维度	涉及内容	题号
教学方式和教学资源	常用教学方法，课堂教学资源的使用情况	1、2
教学难点和困难点	教学难点及抽象知识的教学，是否组织或开展探究活动	3、4、5
对 VR 技术应用的看法	对 VR 的认识及对 VR 教学资源的使用意愿、看法及开发建议	6、7、8

第一个维度是有关教师的教学方式和教学资源的使用情况，主要了解科学教师在课堂上常用的教学方法，课堂教学资源的使用情况等；第二个维度是关于教师的教学情况，主要是教学难点和困难点，抽象知识的教学，是否组织或开展探究活动。第三个维度为教师对 VR 技术应用的看法，主要是对 VR 技术知识的认知程度和对 VR 教学资源的使用意愿、看法及开发建议。

本次访谈的 3 位小学科学教师，分别为漳州市 Z 小学四至六年段专职科学教师。通过与小学科学教师的访谈了解到，在课堂上，他们通常倾向于使用讲授法、演示法、实验法等教学方法。课堂教学资源一般来源于教师用书、网上资料等，对于探究活动的组织或开展，三位教师都表示较少组织。对于 VR 的了解情况，有两位教师表示，有听说过但不太了解 VR 教学；对于使用 VR 的意愿，教师表示如果 VR 教学资源能够将书本中难以观察到的、难以进行操作知识点呈现出来，则愿意在教学过程中使用该技术。教师认为在科学课堂中运用虚拟现实可以有效地刺激学生的学习动力，提升学生的学习效率，同时也可以提升课堂的教学效果。虽然 VR 教学资源在课堂中的应用具有诸多优势，但教师们也表达了对课堂纪律的担忧。他们担心学生在体验 VR 时过于兴奋，导致课堂秩序难以维持。

笔者结合以上调查研究和相关文献阅读，了解到目前在科学课程上开展探究活动普遍存在一些问题，主要总结为以下三方面：

一是教学设施配置不足。科学课的教学内容与现实生活存在一定的联系，但在大多数的课堂教学中，很难开展实际性的探究学习或活动。^[84]例如：在开展实验时通常涉及到各种化学物质和反应，对实验设施和安全条件有着严格的要求。由于设施配置不足，一些学校的实验室可能存在通风不良、防火设施不完善等问题。在这种情况下，学校通常选择减少或取消相关实验教学，从而限制了学生进行实际操作探究。

二是教学活动开展条件受限。一些传统的探究方法，如观察、比较和分类，往往受限于纸笔记录和音视频资料，导致学生只能通过教材和抽象概念进行记忆和学习。这种教学方式限制了学生在科学课程中的主动探究意识，使他们更倾向于直接猜测和追求探究结果，而非深入理解和探索科学现象的本质。例如学生只能通过纸笔记录或观看视频来观察植物特征进行归类，难以充分理解植物细胞结构及生理机制等科学概念，探究活动的限制开展，可能削弱其科学探究兴趣与能力发展。

三是情感认知受限。由于各种原因，探究活动的局限和学生自主活动的缺乏，在某种程度上制约了学生认知意识和探究意识的培养，进而影响其情感的培养。例如，难以探究的课堂环境，学生对探究过程的步骤、方法不清晰，造成学生消极对待探究活动，失去学习科学知识的兴趣。

（二）VR教学资源应用于科学课堂探究活动的优势

虚拟现实技术为科学课堂注入了新的活力，极大地丰富了教学形式，为科学探究活动的顺利开展提供了有力的支持，主要有以下优势：

1.丰富学习工具，开展虚拟探究实验

针对教学设施配置不足的问题，VR 教学资源能够创建出虚拟的学习探究工具，为学生们提供仿真的、沉浸式的学习环境，有效弥补了传统教学中教学仪器缺乏的短板。学生可以通过 VR 设备，模拟操作各种实验仪器，进行各种实验操作。多样化的探究形式、交互的探究方式带给学生不同的探究体验。这不仅能够满足学生的好奇心和探究欲望，还能让他们在实际操作中更深入地理解和掌握科学知识。

2.转换学习场所，开展虚拟探究教学

针对场地受限、教学活动单一问题，VR 教学资源可以提供虚拟探究场所，这不仅为学生提供了广阔的探究空间，还能确保他们在探究过程中的安全保障。虚拟环境下教师可以进行探究式教学活动设计，引导学生在探究过程中掌握相关的科学知识，提高探究意识，实现知识与技能的双重提升。一些到达不了场所、难以创造的场景，如“宇宙”、“地形”、“雨后彩虹”等，在 VR 技术的支持下均可以实现，利于教师开展探究活动。

3.学习方式情境化，开展虚拟探究体验

依据学生认知特点所设计的 VR 教学资源，能加强学生对科学知识的感知能力。VR 教学资源可以构建虚拟场景，这种场景的体验加深了学生对探究的情感。VR 教学资源的情境性为学生进行知识学习、开展探究活动等提供了良好的学习空间，使其注重探究过程的体验和情感认知。

三、使用者需求分析

在进行 VR 教学资源设计之前，对使用者进行需求分析能够有效了解使用者的学习兴趣、认知水平等情况，了解 VR 教学资源是否真正符合学生的学习需求，进而为教学资源是设计和教学目标的设定提供依据。

（一）调查问卷的设计

为了解学生的学习现状，本研究借鉴已有研究问卷^[85,86]，在其基础上适当调整，采用李克特量表的形式设计编制了《科学课堂学习现状调查问卷》（见附录1），对学生的学习现状和需求进行分析。具体从学生对科学课程的学习兴趣，在学习中倾向教师使用的教学方式，对科学知识的掌握程度，对VR的了解情况和对VR教学资源的使用意愿及功能的需求等6个维度进行设计，如表3.2所示。

表3.2 《科学课堂学习现状调查问卷》设计维度

设计维度	题号	题数
学习兴趣	1~2	2
倾向的教学方式	3~4	2
对知识的掌握程度	5~7	3
对VR的了解情况	8~9	2
对VR教学资源的使用意愿及功能需求	10~12	3

（二）调查问卷的信度、效度分析

在进行大规模问卷调查之前，笔者随机抽取了一部分五年段学生群体进行小范围检验，对该问卷的信度，效度进行检验。首先，问卷的信度借助SPSS最常用的Alpha信度系数法进行分析，一般信度系数越大，说明问卷的可信性越大。在经过检验测试后，得到本问卷的信度系数为0.848，如表3.3所示。这一结果显示本问卷的信度处于标准程度，表明其可靠性较高，问卷结果是可信的。

表3.3 需求问卷的信度Alpha值

可靠性统计		
基于标准化项的		
克隆巴赫 Alpha	克隆巴赫 Alpha	项数
0.848	0.823	12

其次，问卷的效度借助SPSS中的KMO和Bartlett的球形度检验，检验标准为KMO值>0.6，显著性<0.05。分析得到其KMO值为0.841，显著性值为0.000，如表3.4所示。说明此次分析KMO值是达标的。

表3.4 需求问卷的效度KMO值

KMO和巴特利特检验		
KMO取样适切性量数	0.841	
巴特利特球形度检验	近似卡方	810.766
	自由度	66
	显著性	.000

最终，通过对问卷的信度、效度分析，得出此问卷具有较高的信度和效度，因此该问卷适合在大规模的调查中发放。

（三）调查问卷的结果分析

笔者在漳州市 Z 小学随机抽取 142 名高年段学生进行调查，一共发放 142 份纸质问卷，最终回收有效问卷 139 份，有效回收率为 98%。经过系统化整理和统计，笔者对有效数据进行了分析和总结。具体的分析结果如下：

1.科学学习兴趣的调查

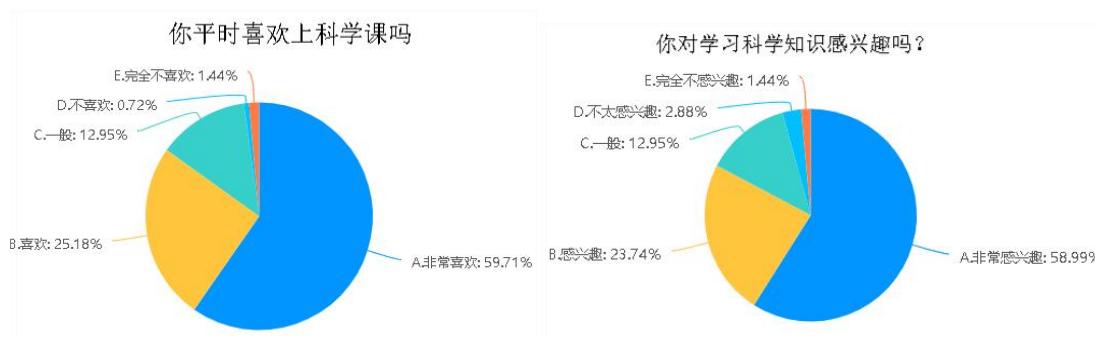


图 3.3 科学学习兴趣统计图

经调查问卷结果显示，对于问题“是否喜欢上科学课”，85%的学生表示非常喜欢和喜欢，13%的学生表示一般，仅有 2%的学生表示不喜欢和完全不喜欢。这说明学生对上科学课的喜爱程度和兴趣程度相当高。对于问题“是否对学习科学知识感兴趣”，83%的学生表示非常感兴趣和感兴趣，13%的学生表示一般，仅有 4%的学生表示对学习科学知识不感兴趣。可以看出，在科学课上大部分学生对科学知识学习都是感兴趣的，其喜爱程度普遍较高。

2.倾向的教学方式

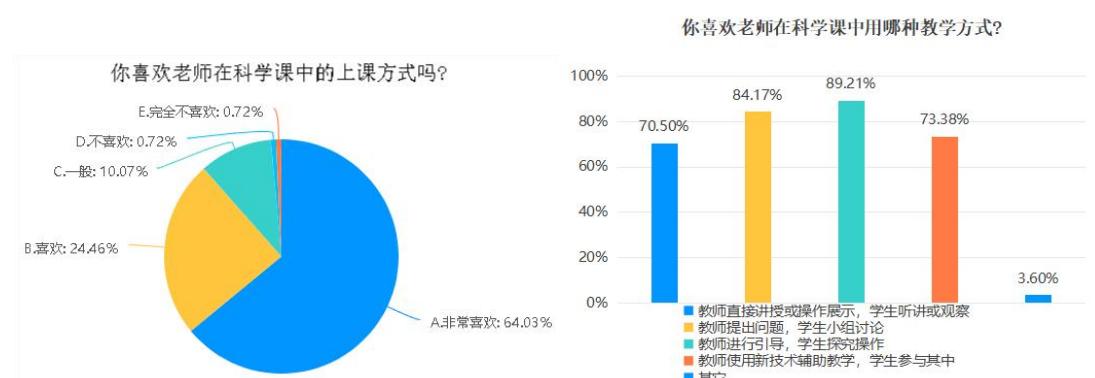


图 3.4 倾向的教学方式统计图

对于问题“是否喜欢老师在科学课中的上课方式”，88%的学生表示非常喜欢和喜欢，10%的学生表示一般，仅有2%的学生表示不喜欢和完全不喜欢。从数据中可以看出，大多数学生对教师常用的上课方式持基本认可态度，但也存在少数不喜欢的情况。对于“喜欢老师在科学课中的哪种教学方式”，70.5%的学生倾向于教师直接讲授或操作展示，学生听讲或观察；84.17%的学生倾向于教师提出问题，学生小组讨论；89.21%的学生选择了教师进行引导，学生探究操作；73.38%学生倾向教师使用新技术辅助教学，学生参与其中的方式。通过调查统计可知，学生倾向教师在科学课中的教学方式主要有教师提出问题、学生小组讨论或教师进行引导、学生探究操作以及教师使用新技术辅助教学、学生参与其中，选择教师直接讲授或操作展示、学生听讲或观察的教学方式的学生相对较少。

3.对知识的理解和掌握程度

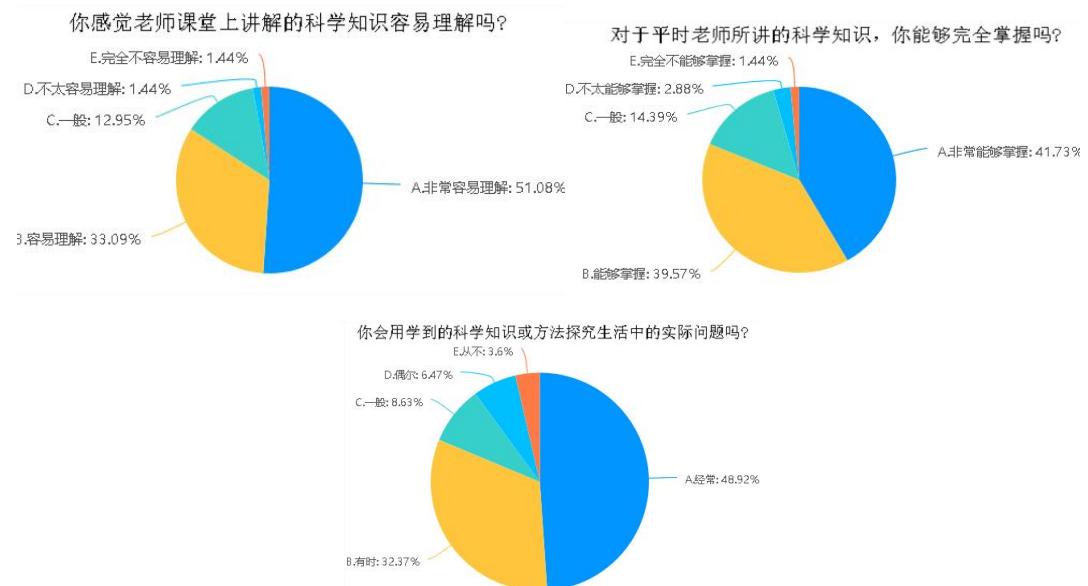


图 3.5 对知识的理解和掌握程度统计图

对于问题“科学知识是否容易理解和掌握”，有接近80%的学生认为容易理解和掌握，但同时有一部分学生认为一般和不易理解和掌握；对于“是否能用科学知识或方法探究生活中的问题”，仅有49%的学生会经常用科学知识或方法探究过实际问题，由此看出，学生在科学知识的学习方面，还仅仅停留在知识的表面，未能深入挖掘和运用知识，这表明学生的科学探究能力有待提高。

4. 对 VR 技术的了解情况

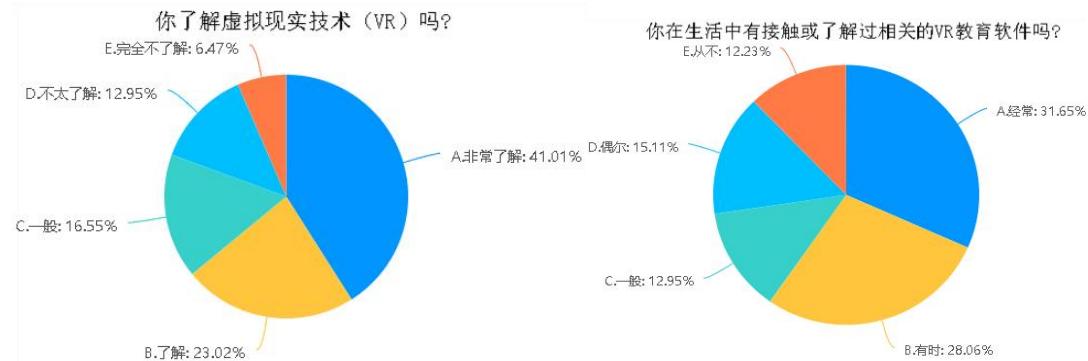


图 3.6 对 VR 了解情况统计图

根据调查结果显示，对于问题“虚拟现实技术的了解”，只有 64% 的学生有过了解，其余的学生对此较为陌生。同时，对于“是否在生活中有接触过相关 VR 教育软件”，59% 的学生表示在实际生活中有接触过 VR 相关的教育软件，其余学生对其并不了解。可见，多数学生对虚拟现实技术概念本身或应用并没有深入认识。

5. 对 VR 教学资源的使用意愿及功能的需求



图 3.7 对 VR 教学资源的使用意愿统计图

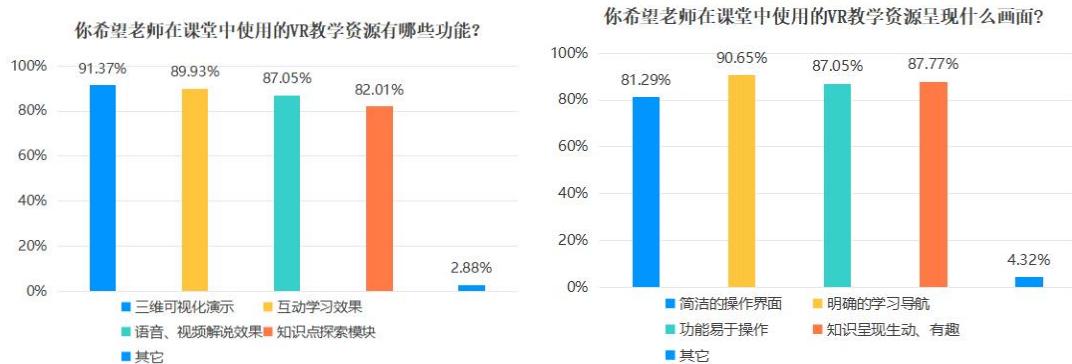


图 3.8 对 VR 教学资源的功能需求统计图

在对虚拟现实技术进行简要介绍后，有 87% 的学生表示对老师上课使用 VR 教学资源辅助教学非常感兴趣，表现出了较高的意愿。根据“VR 教学资源功能需求”调查结

果显示，超过 80% 的学生基本都选择了三维可视化演示、互动学习效果以及语音、视频解说效果、知识点探索模块等功能，尤其对三维可视化演示以及互动学习功能有较高的期许。同时，也有同学提出了诸如互动答题、游戏体验学习功能等其它功能。对于“VR 教学资源的呈现画面”，90% 的学生希望有明确的学习导航，88% 的学生希望知识呈现生动、有趣，81% 的学生希望有简洁的操作界面，87% 的学生希望功能易于操作。此外，还有个别同学提出了内容丰富的场景、有趣的交互界面等画面。因此，在后续的 VR 教学资源的设计与开发中，应特别关注这几个功能和呈现画面的设计与实现，从而满足学生的需求和期望。

通过统计和分析学生学习状况和需求调查问卷的数据，笔者总结出：小学生对科学课的喜爱度较高，并且倾向于小组讨论、合作探究等学习方式。在科学知识的学习方面，还存在一定的提升空间。此外，小学生对 VR 技术虽然了解不多，但对使用 VR 教学资源辅助学习有浓厚的意愿和兴趣，并期望 VR 教学资源具备良好的展示与互动性、界面的简洁、功能的易用性等效果。因此开发小学科学 VR 教学资源应用到科学课堂的实际教学当中，是有一定需求的，这些需求为后续的设计开发提供了一定的参考价值。

四、内容需求分析

小学科学是一门综合性极强的学科，包括了生命科学、物质科学、地球和宇宙科学、技术与工程四个领域的科学知识，强调各个领域对学生培养的能力不同。《新课标》将其课程内容设置为 13 个学科核心概念，每个核心概念分解成若干学习内容^[6]。由于知识特点的不同，一些抽象的科学概念，在传统的授课条件下无法为学生提供观察及探究。在小学科学课程内容的各个领域中应寻求与 VR 技术结合的教学内容，发挥其优势以提高教学效果和效率。根据具体内容，VR 技术支持下的知识情境包括不复存在的情境、难以到达的情境、难以剖析的结构、难以观察的情境以及难以模拟的情境五种情境^[83]。

本研究从学生的能力培养、教材内容以及实际教学情况出发，结合学校虚拟现实设备现状选取了“地球和宇宙科学”领域的两节教学内容进行资源的设计与开发，分别为苏教版五年级上册第三单元第二课《火山喷发》、苏教版六年级上册第六单元第一课《太阳系大家族》。借助虚拟现实技术，对该内容所涉及的缺乏观察条件的场景，分别创设出难以到达、难以模拟的虚拟情境，以便于学生开展观察和探索性学习。考虑到 VR 技术与小学科学课程开展的适配度，需要对选取的内容需求进行深入分析，梳理其内容类

型、知识模块（重难点）以及涉及的探究过程，以分析其进行 VR 探究的适用性，具体如表 3.5 所示。

表 3.5 教学内容与 VR 教学资源的适用性分析

学习内容	内容类型	知识模块	探究过程	VR 探究适用性
《火山喷发》	情境创设——难以模拟的情景	1. 对火山喷发现象的认识	观察、记录现象；提出问题、作出猜想；制定探究计划；交流讨论	本主题内容可在虚拟场景中模拟出相关模型和情景，展示火山模型、结构等使学生进行观察记录和探究，适用性较强。
		2. 探究火山喷发的成因		
		3. 探讨火山喷发对环境的影响		
《太阳系大家族》	情境创设——难以到达的情景	1. 认识太阳系的组成	观察、记录情景；制定探究计划；分析验证、归纳总结；收集资料，交流表达	本主题内容较为抽象，利用虚拟现实的跨时空学习特征，呈现太阳系情景，其真实性能激发学生探究意识，使学生进行探究，适用性较强。
		2. 探究太阳系模型及运动概况		
		3. 了解太阳系中八大行星及其他天体的概况		

为了能够符合教学实际情况需求，笔者在前期与一线任课教师进行沟通和研讨，包括专职科学教师及信息技术教师，确保他们支持该教学内容的选取和安排。同时，后续的教学实践将根据实际情况进行调整，并与小学科学老师合作，把设计开发的 VR 教学资源应用于真实的课堂授课中。由于实习时间及个人能力有限，笔者只进行了两个教学案例的开发和实施。

五、功能需求分析

在开始设计和开发教学资源之前，进行功能需求分析环节是至关重要的。功能需求分析进一步细致了解教学资源需要具备哪些具体功能，以支持教学活动的顺利进行。笔者结合前期调研阶段教师与学生对 VR 教学资源的特定需求，同时考虑教学内容和课程实施要求，认为基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源需包含以下关键功能：

（一）模拟场景

主要是用于展示所要使用的教学内容，以此提供学生的学习体验，促进知识点的观察与认识。“火山喷发”中，场景主要呈现的内容包括火山喷发整个场景，“太阳系大家族”中，场景主要呈现的内容包括太阳及八大行星的静止及运动场景。

（二）模型展示

体现在 VR 设备以三维模型展示课程内容和知识，实现沉浸式学习。学生可全方位观察模型，探索模型特点，交互操作加深理解。这种多角度的视觉呈现帮助学生建立起对学习内容的全面认识，以弥补知识空白缺陷。“火山喷发”中，主要呈现火山结构图、全视图，“太阳系大家族”中，主要呈现太阳系整体静止图和运动图。

（三）模型动画

动态的模型相较于静态模型更能展现生动性。动画效果的模型不仅能吸引学生的注意力，激发他们的学习兴趣，还能通过直观的演示方式帮助学生更深入地理解相关知识点。动画效果能赋予模型运动轨迹，强化模型间的空间位置关系，从而为学生提供更丰富的视觉体验和信息解读。“火山喷发”中，主要呈现火山喷发时溢流动画效果，“太阳系大家族”中，主要呈现太阳系运动效果。

（四）媒体播放

媒体播放是一种技术手段，旨在通过对视觉和听觉信息的整合与利用，将抽象的概念转化为形象具体的表现形式。当屏幕中的按钮被点击时，能够激活相应的播放效果，涵盖声音、画面以及文字信息等多种元素，以提供丰富多感官的学习体验。这一过程涉及声音、画面和文字信息的综合应用，旨在降低学习难度，帮助学生更好地理解和掌握知识。“火山喷发”中，主要解说火山喷发的过程及其形成原因等，“太阳系大家族”中，主要解说各星球的简介和概况。

（五）交互互动

在融合了虚拟与现实元素的互动环境中，学生具有操作自由度，通过一系列的交互动作深入探索学习内容。这些操作包括但不限于对模型进行缩小或放大，以不同的视角和比例仔细观察细节；拖动模型，从而从各个角度全面了解其结构；以及点击界面上的按钮或触摸屏幕上的虚拟控制器，激活特定的功能或显示具体的信息。这一系列的操作方式不仅增强了学习的互动性，还大大提升了内容的易理解性和吸引力，让学生能够在在一个更加直观和动态的环境中探索知识，有助于提高他们的学习兴趣和效率。“火山喷发”中拖动火山模型，实现各个角度观察火山结构，或观察火山全视图；“太阳系大家族”中，点击运动模式，实现星球运动；点击某个星球，显示具体的星球简介信息。

第三节 小学科学 VR 教学资源的整体设计

一、基于探究能力培养的小学科学VR课教学设计

教学设计是实现教学效果的基础及关键支撑，也是教学资源开发过程中的重要一环。教学设计主要包括学习内容分析、学习者分析，教学目标的阐明、教学策略的制定及教学媒体的选择。

（一）学习内容分析

《火山喷发》是第三单元《地球表面和内部》中的第二课，本课是在学生对地球内部构造及其特征有了初步认识的基础上，进一步引导他们深入探究火山的成因。通过这一探究过程，学生将更加深入地了解地球内部的物质组成以及这些物质的运动变化规律，从而增进对地球内部复杂机制的理解。本节课的学习内容可划分为三个部分：一是认识火山喷发现象，需要引导学生用生活语言描述火山喷发前后现象；二是探究火山喷发的成因。通过建立火山的结构模型，模拟火山喷发现象，帮助学生意识到火山喷发物质和能量来自地球内部；三是探讨火山喷发对环境的影响。包括火山喷发对环境的积极与消极影响，此知识点将结合拓展内容进行学习，使学生能够全面、客观地认识火山喷发对自然环境所造成的影响。

《太阳系大家族》是第四单元《探索宇宙》中的第一课。学生已经在之前的课程中对宇宙有了初步的认识，本节课将进一步拓展他们的知识领域，聚焦于太阳系这一特定的天体系统。考虑到太阳系中的其他天体无法直接观测到，因此采用直接观察的方法并不可行，应采用其他教学方法来帮助学生理解这些遥远而神秘的天体。本课学习内容主要分为三个部分：一是认识太阳系的组成，需要引导学生思考除了太阳、地球和月球外，太阳系中还有哪些天体；二是了解并探究太阳系模型及运动概况，通常是利用太阳系结构模型帮助学生了解各行星的具体信息和运动轨迹，以及八大行星的大小比较、远近比较等；三是了解太阳系中八大行星及其他天体的概况。例如彗星、小行星等。

（二）学习者分析

本研究的教学对象为小学五年级的学生，以下是对相关特征的分析：

1. 知识水平分析

根据皮亚杰的认知发展理论，五年级学生正处于具体运算向形式运算过渡的关键阶

段。在这个阶段，儿童的思维发展呈现出从具体形象思维向抽象逻辑推理水平转变的显著特点。他们逐渐能够超越对具体事物的依赖，开始运用更加抽象的概念和逻辑推理来理解和解决问题。与此同时，学生的好奇心旺盛，对周围世界充满探索欲望，喜欢参与各种探索性的活动，通过亲身实践来拓宽视野、积累经验。这种探究性的学习方式不仅有助于他们深入理解知识，还能培养他们的创新思维和实践能力。通过平时的生活观察、阅读书籍、上网浏览以及关注各类媒体，小学五年级的学生已经积累了一定的科学知识。他们对“地球与宇宙”这一科学领域有了初步的认识和理解，例如了解过火山喷发成因，接触过对地球、太阳和月球等天体的一些相关知识点，积累了一定的科学知识学习经验。

2. 身心特征分析

五年级的学生通常处于 10 至 11 岁的年龄段，是身心发展的关键时期。根据埃里克森的心理社会发展理论，五年级学生正处于勤奋感对自卑感的发展阶段。他们开始关注自己在他人眼中的形象，希望得到尊重和认可，自我意识逐渐增强。这种自我意识的增强使得他们对学习产生了更浓厚的兴趣。根据建构主义学习理论，学习是一个主动建构知识的过程，学生需要通过自己的发现和探究来建构对世界的理解。因此，五年级学生的探究欲望和好奇心是进行探究学习的重要动力。经过前期的调研与分析，笔者发现五年级学生对于 VR 技术在教学中的应用持有极高的期待与兴趣。基于学生的认知水平和个性特点，采用适当的教学策略和方法，针对性地将 VR 教学资源与教学内容相结合，可以引导他们更好地进行探究学习。通过探究学习，学生可以更好地培养自己的创新精神和实践能力，有助于培养他们的科学素养，为未来的学习奠定坚实的基础。

（三）教学目标阐明

教学目标是教学活动中所期望达到的结果或学生应掌握的知识、技能和态度，根据实际情况设计教学活动，能有效地达成预期教学成果^[87]。《新课标》将核心素养各个目标要求在各学年段作出了具体的阐明。由于本研究选取了小学高年段的教学内容，故在此先对五至六年级的学段目标进行阐述，具体如表 3.6 所示。

表 3.6 《新课标》五至六年级教学目标阐述

小学科学五至六年级学段目标	
科学观念	认识太阳、地球、月球周期性运动及相关自然现象拓展人类视野；了解地球系统圈层相互作用产生各种自然现象；知道自然灾害影响及防灾减灾，调整生产生活方式减少地球环境影响。

科学思维	利用分析、对比、抽象和概况等手段，描述简单事物的根本属性。深入理解系统的构成、内在联系、发展过程以及周期性规律。运用现有模型或构建新模型来阐释相关的科学现象和动态过程。 能巧妙地通过类比来识别事物的独特性，同时理解归纳与演绎推理的技巧。能将常见事物的核心特征进行抽象概括，并对问题的多方面影响因素进行综合分析；在面对特定问题时，能够提出合理的假设，并在交流中提出自己的观点。
探究实践	具备利用已学知识，从事物的构造、作用及相互作用等方面提出科学问题和假定的能力，能够规划出较为完善的研究方案，并制定出有效的实验计划。 能够通过观测、实验、文献查询、实地考察等多种手段搜集信息，并能够采用科学术语、概念图解、统计图表等手段对信息进行记录和整理，进行探究。同时，能够应用分析和归纳等方法，得出结论，并判断这些结论是否与先前的假设相符。
态度责任	乐于采用多样的思维途径和方法来进行探索和实践，初步展现出对创新的兴趣。对于科学问题的认识分歧，乐于通过交流和辩论与他人共同寻求理解，愿意基于证据对自己的研究活动进行反思和调整。 理解科学、技术、社会和环境之间的互动关系，认识到在科学和技术应用中需要考虑的伦理道德问题。

基于探究能力培养的小学科学 VR 课教学设计，应在课程目标的引领下，以期望达到的教学效果为指引，对教学目标进行明确而精准地分析和设计。由此，笔者制定以下教学目标：

在科学观念方面，要求学生了解认识火山喷发结构、成因，太阳系的组成、运行特点等。知道地球运动、宇宙存在以及相关的自然现象，能认识到地球引发的自然灾害对人类的影响。

在科学思维方面，要求学生通过分析、比较、抽象以及概括等多种方法，精准地把握火山、太阳系天体的核心特征，能够熟练地运用火山模型，用以解释相关的科学现象和过程，全面展示对太阳系系统、结构、关系、过程及循环的深刻理解。

在探究实践方面，要求学生能够运用观察、探究、查阅资料等方法，有效获取知识点信息；同时，擅长使用科学语言、思维导图等，描述和画出火山结构图及太阳系组成图。对收集到的信息进行整理记录和分析，并清晰表述探究结果。通过分析、比较不同类型的火山喷发形式和不同类型的天体，能够概括得出科学探究的结论，并准确判断结论与假设是否一致。

在态度责任方面，通过 VR 教学，激发学生对具体知识内容的兴趣，乐于尝试运用多种思路和方法完成探究和实践，提升科学素养；乐于与他人进行沟通交流，基于证据进行反思和调整探究活动。

(四) 教学策略制定

教学策略是教学过程中的重要环节，它涵盖了教的策略和学的策略两个方面。

1.教的策略

在教的策略方面，本研究采用启发式、体验式、探究式等教学方法。

启发式教学主要体现在：在 VR 课堂教学中，教师通过提出问题，引导学生深入思考。问题可以涉及科学现象的原因、科学规律的应用等方面，旨在培养学生的问题意识和解决问题的能力。同时，教师还可以鼓励学生自己提出问题，通过小组讨论、合作探究等方式，共同寻找答案。

体验式教学主要体现在：基于 VR 的教学活动是根据学生的认知特点和规律来设计的，通过创设真实情境，模拟场景，生动呈现或还原教学内容，使学生们能够亲自参与其中，亲身体验知识的魅力，从而更加主动地学习和建构知识体系。

探究式教学法主要体现在：在 VR 辅助教学课中，探究法具有两大适用性：一是学生自主探究问题，在虚拟现实的场景中，独立面对问题，运用所学知识进行分析和思考，努力找到解决问题的途径。在这一过程中，不仅锻炼了独立思考的能力，更在解决问题的过程中积极同化知识，将新知识与已有的认知结构相融合，从而实现了意义的自我建构。二是学生进行合作探究，通过相互讨论和交流，分享各自在探究过程中的发现和心得。学生不仅能够加深对问题的理解，还能够培养与人沟通和协作的能力。

2.学的策略

在学的策略方面，主要倡导小组合作的学习方式。在小学科学 VR 教学课中，小组合作教学策略的应用可以有效地促进学生的参与和合作，培养探究意识和解决问题的能力。特别是在体验环节，每位同学都会借助 VR 设备共同观赏到相同的 VR 效果。这个环节不仅让学生亲身感受了科技的魅力，还能让其在小组内共同探讨、讨论和解决科学问题；在探究环节，通过小组合作探究的方式，可以在小组内扮演不同的角色，如观察员负责细心观察虚拟环境中的细节，记录员负责详细记录实验过程和发现，而实验员则负责执行实验操作并探索未知领域，通过分工合作完成学习任务，深入探究问题。完成任务后，小组代表进行成果展示，既锻炼了学生的表达能力，又能通过组间竞争学习的方式，激发竞争意识，进一步提升学习的积极性。

（五）教学媒体的选择与运用

1. 教学环境

笔者进行教学的地点为实习学校漳州市 Z 小学，该校配备了完善的基础设施和设备，并且拥有一支优秀的教师队伍和完整的课程体系。与大多数学校的班级管理方式不同，该校在综合课（包括科学课）中通常将每个班级组织成八个小组，每组人数大约为 4 至 6 人，以小组合作形式开展教学活动。学校设有两个科学实验室和一间梦想教室，科学实验室供日常上课使用，梦想教室多用于科学社团。

设备方面，该校于 2023 年 5 月份购置了 8 台虚拟仿真实验台，其配套有虚拟仿真实验平台，有条件开展基于 VR 设备虚拟现实技术的小学科学课教学实验。基于先进的教学设备，实验台上课时可以实现每个小组共用一台机器。虚拟仿真实验台配备了先进的摄像投影技术，能够将实验内容直接投射到桌面上，营造出裸眼 3D 的视觉效果，极大地提升了课堂教学的便捷性和趣味性。借助这一实验台，学习者能够体验到全新感受，模拟众多真实课堂环境下难以实现或不便于直接观察的实验，从而深化对知识的理解和掌握。每台机器有一个投影幕布，学生可以直接使用手指点击幕布进行操作、控制实验台，对模型进行交互、剖分等操作。其中白色的是 3D 投影幕布，学生通过点击，屏幕里面的情境会跟着操作移动。梦想教室和虚拟仿真实验台情况如图 3.9、图 3.10 所示。



图 3.9 梦想教室



图 3.10 虚拟仿真实验台

此虚拟仿真实验台主要具备以下特点：

- (1) 硬件沿袭日常电脑的搭配方式，实现 VR 内容的实时追踪与交互。
- (2) 软件（课程）资源广泛覆盖小学科学、美术、3D 创客、STEAM 教育以及中学史地、理化生等多个领域，为学习者提供了一个全面、多元的学习平台。
- (3) 基于配套的虚拟仿真实验平台，教师可通过登录设备（平板）利用平台进行学生机控制，实现教师与学生之间的实时互动，利于课堂活动的有序进行，从而提升教学效果。

2. 教学资源

在本次 VR 教学中的教学资源，主要包括学生必备的科学教材、教师准备的上课讲义、多媒体资源以及即将开发的 VR 教学资源。

(1) 视频类资源

视频资源主要有原创 VR 火山演示视频和网络“创生之柱”介绍视频资源，原创 VR 火山演示视频内容展现了整个虚拟火山的全貌，如图 3.11 所示。“创生之柱”介绍视频讲述了整个太阳系的诞生，孕育着许多新生的恒星，以此引起学生探索的兴趣，如图 3.12 所示。

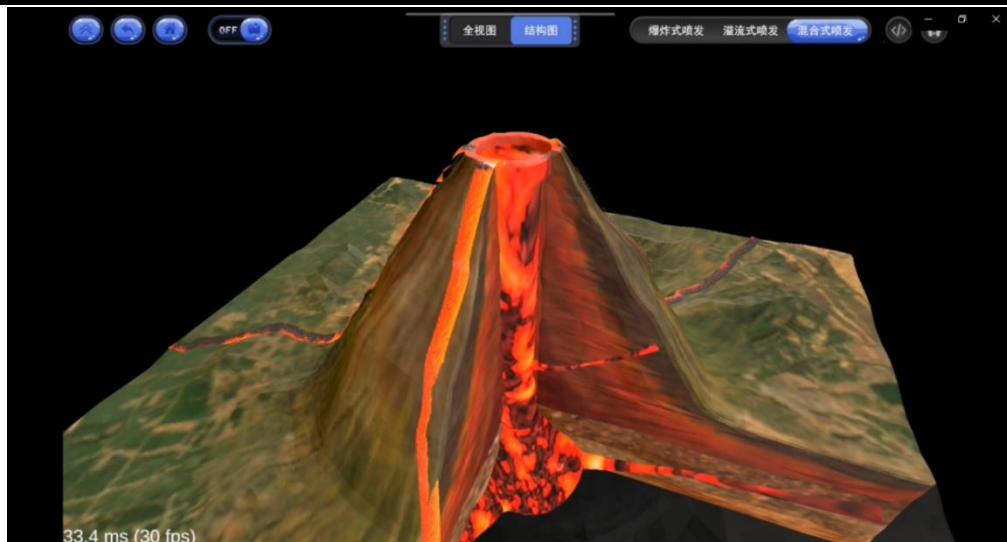


图 3.11 原创 VR 火山演示视频资源



图 3.12 网络“创生之柱”介绍视频资源

(2) PPT 课件资源

本次教学所用的多媒体教学课件主要是笔者原创的 PPT 课件，即《火山喷发》课件及《太阳系大家族》课件，这一教学资源将同时用于两个班级教学。在教学过程中，教师将针对 PPT 中的内容展开详细讲解，引导学生逐步熟悉并掌握相关知识点，为后续的教学环节奠定坚实基础。如图 3.13、图 3.14 所示，



图 3.13 《火山喷发》 PPT 课件资源



图 3.14 《太阳系大家族》 PPT 课件资源

(3) VR 教学资源

即笔者在本研究中即将设计开发的 VR 教学资源。由于面临缺乏现成可用教学资源、教学资源适用性等情况，笔者选择结合教学设计实际情况进行自主开发 VR 教学资源。拟开发的 VR 教学资源初步设计主要包括模拟一个虚拟的火山喷发场景、模拟一个虚拟的太阳系场景，均为具备互动功能的 3D 模型，使用时长并无限制，方便学生进行学习和探索。“火山喷发”教学资源中需呈现火山喷发场景，包括全视图、结构、显示标签，需有火山口、岩浆库、管道、固化熔岩层、火山碎屑流等，并在此基础上，加上“火山喷发是如何形成的”讲解；“太阳系大家族”教学资源需呈现各星球轨道上运动全视图，包括位置、大小及运动速度等，以及每个行星的简介。具体的资源设计与开发将在本章

第三节及第四章进行介绍。

（六）教学过程具体设计

目前，许多学者对科学课堂上培养探究能力的教学模式进行了研究，提出的教学模式较为丰富，由于本研究是将培养探究能力与 VR 教学资源相融合，目前还未有稳定成熟的教学模式。笔者从实际角度出发，通过前期对一线教师的访谈、对科学课堂基本情况的观察，了解到其最常用的教学模式为“导、问、探、总、拓”五环节模式，因此将其作为结合 VR 教学资源的模式开展课堂教学。具体教学过程设计内容如表 3.7、表 3.8 所示。

表 3.7 教学案例一：《火山喷发》

名称	《火山喷发》	课时	1 课时
教学目标	1.科学观念：认识火山喷发结构；了解火山喷发的成因、影响。 2.科学思维：运用科学语言描述火山喷发的现象和危害。 3.探究实践：学会提出问题，进行假设，通过观察、比较、验证假设，归纳出结论。 4.态度责任：意识到火山喷发物质和能量来自地球内部，通过学习体验到探究的乐趣。		
教学方法	启发法、探究法、小组合作法		
教学准备	多媒体课件；VR 教学资源；虚拟仿真实验台；虚拟仿真实验台使用手册		
教学过程	教师活动	学生活动	设计意图
导： 情景演示， 激趣导入	问：同学们，请大家看看大屏幕，这是老师带给大家的火山喷发模拟场景，你们想不想近距离地接触火山？那今天就让我们一起探究火山喷发！	学生兴致高	以学生感兴趣的现 象为例进行问题导 入。
问： 问题聚焦， 做出假设	对于火山喷发现象，你想提出什么问题来研究呢？请小组成员相互讨论。请将提出的问题写在工作单上。 请你根据自身经验和现阶段所知道的知识，对提出的问题进行猜测。	学生思考，提出问题： 火山喷发过程是什么样子的？火山喷发是怎么形成的？火山喷发与我们人类有关系吗？火山喷发可以避免吗？..... 作出假设：与高温有关、与地球运动有关.....	发挥学生想象力，创 造火山喷发的符号， 加深学生对火山现 象的思考。

探： 制定方案， 协作探究	<p>探究活动一：</p> <p>请从火山结构图进行观察、分析，找出其组成要素有哪些。</p> <p>(VR课件展示火山结构图情景，并为学生提供其结构图标签。)</p>	<p>各小组汇报：</p> <p>火山组成要素包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.火山口 2.岩浆库 3.固体熔岩层 4.管道 5.火山碎屑流 	
	<p>探究活动二：</p> <p>探索火山喷发时，会伴随哪些现象？</p> <p>火山到底是怎样形成的呢？</p> <p>(VR课件展示火山喷发过程的具体情景，并持续演示其动态变化。)</p>	<p>小组代表发言，全班进行交流、汇总：形成裂缝、熔岩喷涌、充满泡沫的火山岩小山……</p> <p>梳理、归纳为三点：高温高压、地壳中存在着薄弱地带、岩浆中存在着大量的气体。</p>	深化学生对问题的理解，并激发他们的独创性思维；引导学生深入探索问题的本质，挖掘问题的内涵；逐步引导学生发现问题、分析问题、解决问题的过程，锻炼和提高其科学探究能力；培养学生的自主探究精神和合作探究意识。
	<p>探究活动三：</p> <p>各小组比赛，比较三种不同的火山喷发类型：①思考其喷发形式，为何各异？②思考哪种的危害性更大？③分析进行归纳记录</p>	<p>小组代表发言，全班进行交流、汇总：爆炸式喷发：强烈的爆炸式和气体冲击，火山碎屑和岩石到处飞溅。</p> <p>溢流式喷发：熔融物质缓慢流出地表，形成溢流式喷发。</p> <p>混合式喷发：熔岩流和火山灰云。</p>	
	<p>探究活动四：</p> <p>①火山喷发对地球环境产生了什么影响？②引导正确看待火山喷发的两面性影响。</p>	<p>教师引导，全班进行知识总结：火山喷发会改变地球表面的地形，对环境产生巨大的影响；火山喷发对环境的影响，既有正面的也有负面的。</p>	
总： 得出结论、 总结交流	<p>通过今天的学习，说一说，火山喷发是怎样形成的？会给地表带来哪些改变？火山喷发会对环境产生什么影响？</p>	<p>学生根据本节课的学习内容与探究方法来交流总结，提升认知；学生能从利与弊两个方面进行交流总结。</p>	<p>通过三个问题的研讨，学生对本课学习内容进行回顾、梳理。有助于系统总结所学知识，构建完整的知识结构体系。</p>

第三章 基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的设计

拓： 应用拓展、 巩固提高	了解著名火山概况,如自然景观维苏威火山、喀拉喀托火山等;新疆阿什库勒火山是近五十年来中国大陆上最有规模的火山活动;吉林长白山天池是世界上最深的高山湖泊.....	学生进行观看了解,并交流分享。	对本节课起升华作用,旨在为学生提供扩展延伸,促进知识学习和深化。
---------------------	--	-----------------	----------------------------------

表 3.8 教学案例二：《太阳系大家族》

名称	《太阳系大家族》	课时	1 课时
教学目标	1.科学观念: 认识太阳系大家族组成; 了解个行星大小、位置关系。 2.科学思维: 运用科学语言描述太阳系的运行现象。 3.探究实践: 学会提出问题, 进行假设, 通过观察、比较、验证假设, 归纳出结论。 4.态度责任: 意识到太阳系诞生存在于宇宙中, 通过学习体验到探究的乐趣。		
教学方法	体验法、探究法、小组合作法		
教学准备	多媒体课件; VR 教学资源; 虚拟仿真实验台; 虚拟仿真实验台使用手册		
教学过程	教师活动	学生活动	设计意图
导： 情景演示， 激趣导入	问: 同学们, 在上课之前, 请大家先来看一个关于“创生之柱”的视频, 看完之后, 告诉老师, 你们想不想近距离地接触和了解太阳系? 那今天就让我们一起探究太阳系大家族!	学生兴致高	以学生感兴趣的媒体视频为例进行问题导入。
问： 问题聚焦， 做出假设	对于太阳系, 你想提出什么问题来研究呢? 请小组成员相互讨论。请将提出的问题写在工作单上。 请你根据自身经验和现阶段所知道的知识, 对提出的问题进行猜测。	学生思考, 提出问题: 除了太阳、地球和月球外, 太阳系中有哪些天体? 作出假设: 八颗行星、卫星、小行星、彗星、小星体等.....	引导学生进行探索思考, 创造太阳系的符号, 加深学生对太阳系的认知。
探： 制定方案， 协作探究	探究活动一: 通过观察太阳系结构组成图, 了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。	小组代表发言, 全班进行交流、汇总: 太阳和包括地球在内的八颗行星、卫星、众多的小行星、彗星、流星体和行星际物质。	深化学生对问题的理解, 并激发他们的独创性思维; 引导学生深入探索问题的

	<p>探究活动二：</p> <p>请各小组根据太阳系具体动态情景图，探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。看谁完成得又快又好看！</p>	<p>小组代表展示作品，全班进行交流、汇总：</p> <p>从大到小：木星>土星>天王星>海王星>地球>金星>火星>水星</p> <p>由近到远：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星</p>	<p>本质，挖掘问题的内涵；逐步引导学生发现问题、分析问题、解决问题的过程，锻炼和提高其科学探究能力；培养学生的自主探究精神和合作探究意识。</p>
	<p>探究活动三：</p> <p>请各小组根据太阳系具体图的介绍，探索八大行星的情况概括，找出每个行星的特别之处。八个行星分别对应八个小组，请大家选取后进行探究吧！</p>	<p>每个小组轮流回答：</p> <p>火星是橘红色的，结构与地球相似，表面有沙漠，土壤中有铁的氧化物；土星是第二大行星、密度最小，有美丽的土星环，大约有 30 颗卫星.....</p>	
<p>总：</p> <p>得出结论、总结交流</p>	<p>通过今天的学习，说一说，太阳系大家族包括了哪些成员？太阳系中各行星排列情况？</p> <p>各星球有什么特别之处？</p>	<p>学生根据本节课的学习内容与探究方法来交流总结，提升认知。</p> <p>学生能从利与弊两个方面进行交流总结。</p>	<p>通过三个问题的研讨，学生对本课学习内容进行回顾、梳理。同时对研究成果进行全面评价与验证，能系统梳理所学知识，构建完整的知识结构体系。</p>
<p>拓：</p> <p>应用拓展、巩固提高</p>	<p>了解太阳系大家族中的其他天体：彗星、小行星带，体会太阳系大家族整体的密不可分。</p>	<p>学生进行观看了解，可进行交流分享。</p>	<p>对本节课起升华作用，旨在为学生提供扩展延伸，促进知识学习和深化。</p>

二、基于探究能力培养的小学科学VR教学资源的具体设计

(一) 设计目标

小学科学 VR 教学资源以建构主义学习理论、体验式学习理论以及多元智能理论为设计指导原则，旨在为学生提供一种全新的、富有趣味性和实效性的学习方式。基于探究能力培养的 VR 教学资源的设计目标主要有：

1. 创新教学资源

通过 VR 教学资源将知识内容以三维、立体的形式展现出来，使学生能够更加直观、生动地理解和掌握知识。通过 VR 教学资源的交互性和个性化，对学生的学习进度和兴趣进行个性化调整，提供不同难度和层次的学习内容，以满足不同学生的需求。这些对于推动教学资源的创新、优化和共享具有一定作用。

2. 丰富教学模式

通过 VR 教学资源，学生可以沉浸在虚拟的学习环境中，与虚拟对象进行互动，从而获得更加真实、直观的学习感受，实现新的学习模式。同时教师可以将其视为一种新颖、有效的教学工具，开展丰富的教学模式，以助力小学科学教育的创新与发展。

3. 支持探究活动

VR 教学资源为学生提供自主探究学习的机会，以其高度逼真的虚拟环境，为学生提供了丰富且真实的探究场景。通过设计具有挑战性的问题情景，引导学生主动思考、积极探索，从而培养学生的探究意识和探究能力。

（二）设计原则

VR 教学资源的设计与开发，必须要按照一定的设计原则，而不是“无中生有”，要综合多种因素，确保其合理、有效、科学。在小学科学 VR 教学资源的设计中，要将其特有的优点与实践相结合，不能将其与教学分离开来，而是要结合教师的教学与学生的学习方式、学习习惯等。基于探究能力培养的 VR 教学资源的设计原则主要有：

1. 教育性原则

教育性是 VR 教学资源设计时所要考虑的首要问题。以小学科学课本内容为蓝本，设计并开发 VR 教学资源需紧扣课本知识的重点与难点。在设计过程中，须将学生作为主体，紧密围绕其学习特性及学习内容进行，以引导其进行探究。在展现虚拟现实技术优势的同时，紧密结合科学课程教学特点，旨在开发富有教育性的 VR 教学资源，以期达到最佳的教学效果。

2. 科学性原则

科学性原则是设计小学科学 VR 教学资源的基本原则^[88]。科学性原则要求 VR 教学资源在呈现科学内容时保持准确性、严谨性和真实性，从而有效地辅助学生进行科学探究和学习。科学性原则要求 VR 教学资源在呈现科学现象、实验过程和原理时，必须严

格遵循科学事实和规律。本文选取“地球与宇宙”领域中的内容作为教学内容进行 VR 教学资源的设计与开发，是结合了科学课程的教学目标、设计进行选取的，在设计和开发过程中，还将根据教科书的内容，进行科学地设置情景，让学生能更真实地体验到知识情景。

3. 技术性原则

技术性是小学科学 VR 教学资源与其他种类的教学资源的最大区别。鉴于当前学生对电子产品的普遍使用，本资源在交互设计上主要采取触屏操作方式，使学生能够通过点击、旋转、手动放大缩小等动作，与开发的模型进行直观交互。此设计不仅提升了交互过程的趣味性，激发了学习者的内在动力，还有助于维持其对学习内容的探究兴趣。但需值得注意的是，应避免盲目地将 VR 技术硬套在教学资源上。VR 教学资源应作为教学的辅助工具，需要深思熟虑地考虑如何有效地将其整合进课堂教学中。

4. 艺术性原则

具有艺术性的界面布局可使学习者对 VR 教学资源产生良好的印象。在设计针对小学高年级学生的教学资源时，选择的设计元素应避免使用过分鲜艳或高度仿真的图像，以免超出学生的认知和接受能力。相对地，设计应遵循寓教于乐的理念，采用与小学高年级学生心理发展相匹配的设计风格，以便组织和编排既具有趣味性又有启发性的探究活动，以此来激发学生的兴趣和好奇心。通过这样的设计，可以更好地促进学生的学习和认知发展，使学习过程变得更加生动和有趣，从而促进知识的内化与能力的提升。

（三）设计框架

笔者主要从界面、情景、内容以及功能模块等四个方面进行 VR 教学资源的设计。在界面设计方面，选择符合教学内容风格又能确保适配度高的界面元素；在情景设计方面，注重场景的构建与安排，力求为学生创造一个既富有教育意义又具备趣味性的学习环境；内容设计方面，聚焦于教学内容的重难点，确保这些内容在教学资源中得到有效且突出的体现；在功能模块设计方面，不仅注重整体 VR 教学资源的逻辑性和连贯性，还深入考虑了学生在交互过程中的需求，设计了丰富多样的交互功能，以此来提升学生的参与度和学习效果。设计框架具体如图 3.15 所示。

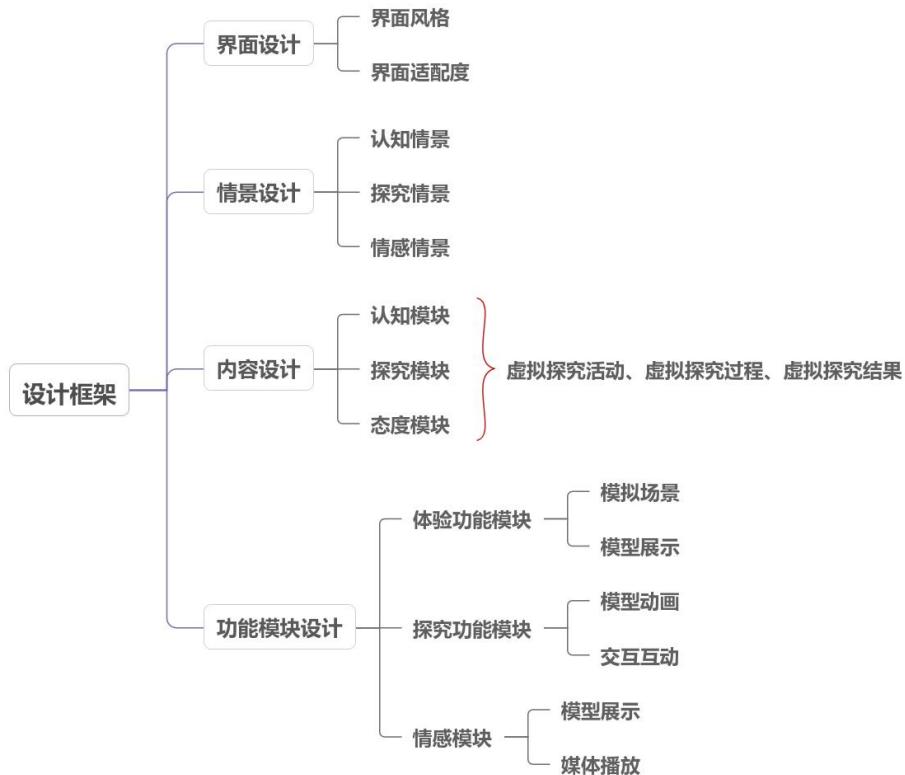


图 3.15 VR 教学资源设计框架

（四）设计内容

1. 界面设计

主界面设计的整体风格需结合学生实际情况与知识内容的深度分析来确定。对于“火山喷发”VR教学资源，笔者选择了贴近现实世界的自然风格作为整体设计基调，确保UI界面与火山背景紧密相连。对于“太阳系大家族”VR教学资源，笔者选择了宇宙情景作为整体设计基调，同样确保UI界面与太阳系场景紧密相连。在风格设计上，考虑到学生的年龄特征，选用了偏写实的风格，以真实情况为主色调，同时融入火山、岩浆等元素，力求简洁且富有视觉冲击力。在视觉设计上，致力于营造一种身临其境的“神秘探索感”，让学生仿佛置身其中。这种奇特的感知好奇心旨在激发学生的求知欲，引导他们深入探索知识点。“火山喷发”教学资源主界面和“太阳系大家族”教学资源主界面的初步效果图分别如图3.16、图3.17所示。



图 3.16 “火山喷发”主界面

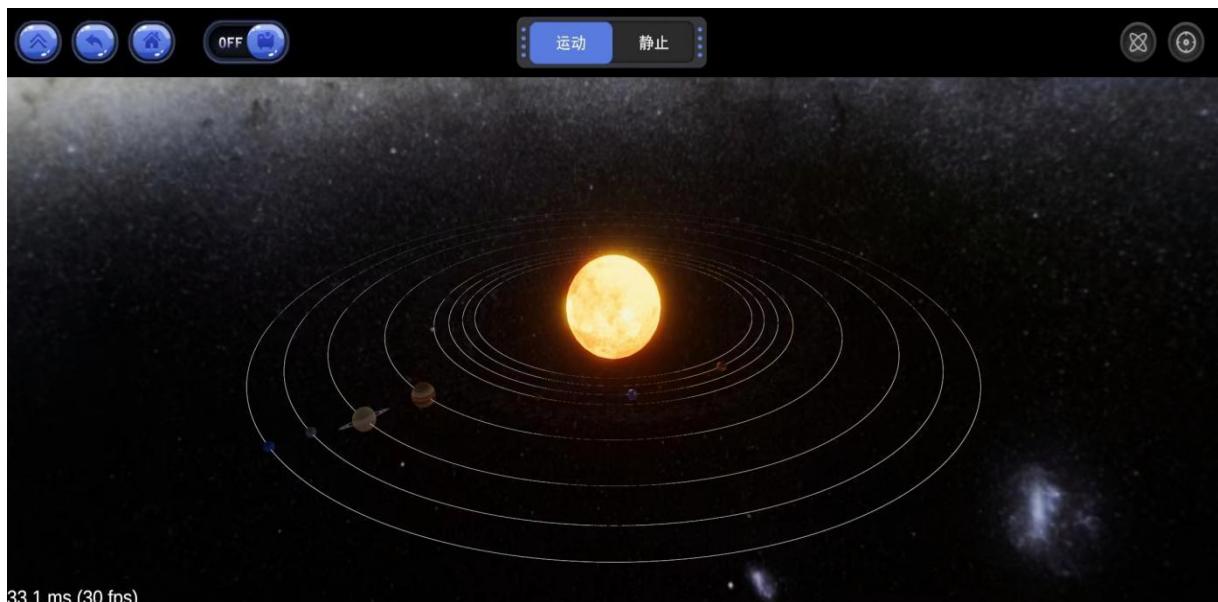


图 3.17 “太阳系大家族”主界面

2.情景设计

情景的设计应符合促进学生探究能力的培养。在设计情境时，应注重将其与教学具体内容及学生的生活实际相联系，以增强探究活动的趣味性和吸引力。笔者将开发的VR教学资源设计为三种情境：观察情境、探究情境和情感情境，场景的搭建将基于这些情境设计进行，以确保其逻辑性和连贯性。

(1) 观察情景设计

观察情境的设计旨在呈现日常生活中因空间和时间限制而难以接触的场景，从而激

发学生的认知好奇心和探究欲望。在火山喷发场景中，学生以“观察者”的视角观察火山喷发的具体场景和过程，近距离观察火山组成，便于进行认知及探究。在太阳系场景中，学生可以观察太阳系的静止及运动场景，近距离观察和了解太阳系的组成。观察情景同时也可看作认知情景。

（2）探究情景设计

设计探究情景的目的，在于为学生创设探究活动的机会，拓展其思维边界，从本质上唤醒学生对探究的兴趣。探究情境使学生能够亲身参与操作和独立探究，这不仅增强了学生的亲身经历感，也有助于推动他们向着更深学习层次迈进。在火山喷发场景中，学生以“探究者”的身份探索火山喷发的具体过程和不同喷发方式。在太阳系场景中，学生可以探索太阳系的运动规律及各行星大小、位置距离等。同时笔者在探究情境中分别设计了三个探究活动，每个活动均聚焦于不同的知识点，通过参与这些探究活动，学生不仅能够加深对知识点的理解，更能在实践中逐步提升他们的探究能力。

（3）情感情景设计

情感式情境的设计背景源于教学内容火山喷发对环境造成的影响，包括正面影响与负面影响。此情境不仅限于教师通过语言和视频资料进行的传统描述和展示，而是给予学生亲自体验和感知，以触动其内在的情感。同时，在此过程中涉及学习合作探究意识，以此培养学生的科学素养，实现真正的知识运用和情感态度转变。

3. 具体内容设计

笔者根据前文第三章第二节对小学科学的课程标准的解析，从认知模块、探究模块、态度模块分别将《火山喷发》《太阳系大家族》两节课的主要内容进行了提取。为确保 VR 教学资源的质量，笔者采用文字脚本的方式，对整体教学资源进行了详尽的可视化描述，并进行了细致的设计编排归纳。脚本内容涵盖了虚拟探究活动的设计构思、探究过程的预先设定，以及虚拟探究的预期结果。具体如表 3.9、表 3.10 所示。

表 3.9 “火山喷发”教学资源内容脚本

场景	内容	虚拟探究活动	虚拟探究过程	虚拟探究结果
认知模块	认识火山结构的组成要素	探究火山结构图，进行观察、分析，找出其组成要素有哪些。	提出问题：火山结构的组成要素有哪些？ 作出猜想：岩浆、火山口、碎屑等。	火山结构的组成要素有： 1. 火山口 2. 岩浆库 3. 固体熔岩层 4. 管道 5. 火山碎屑流
探究模块	1. 观察火山喷发的过程	探究活动一： 探究火山爆发时的情景。观察火山喷发时都有哪些物质产生、现象发生。对火山喷发过程涉及到的物质结构进行交互匹配。	1. 提出问题：①火山喷发时，会伴随哪些现象？②火山到底是怎样形成的呢？③火山喷发有哪些类型？不同的火山喷发类型的现象特点有何不同？ 2. 作出猜想：①火山喷发时应会伴随着高温条件，气体从火山口随火山碎屑喷发而出。②高温高压、地壳中薄弱地带、岩浆中有大量的气体.....	火山喷发现象： 岩石圈的下面积聚有大量的岩浆，在高温高压的条件下，随着岩浆受到的压力不断变大，或者地壳某处变薄，岩浆会冲破地壳的薄弱处喷涌而出，形成火山喷发。
	2. 探究火山喷发的成因	探究活动二： 探究火山喷发时，伴随出现的现象，推测火山的形成原因。	3. 制定计划：分别从火山结构图和全视图观察和探究其组成部分、喷发过程和成因，通过不同类型喷发场景的分析，找出其不同特点。	火山喷发的成因有： 高温高压条件、地壳中存在着薄弱地带、大量炙热的岩浆和气体等。
	3. 探究不同的火山喷发类型	探究活动三： 比较三种不同的火山喷发类型的现象特点有何不同。	4. 实施计划：①找到火山结构图进行观察。②观察火山喷发现象并收集资料验证火山喷发的成因。③分别从有无气体产生、是否剧烈等角度观察三种不同类型的火山喷发。 5. 得出结论、交流反思：通过搜集资源的验证结果，进行分享交流。	爆炸式喷发：强烈的爆炸式和气体冲击，火山碎屑和岩石到处飞溅。 溢流式喷发：熔融物质缓慢流出地表，形成溢流式喷发。 混合式喷发：熔岩流和火山灰云。

态度模块	1. 具有正确看待火山喷发对环境的正负面影响意识	感受虚拟火山喷发环境，当场就能感知体验。同时，以美丽风景和生活例子，帮助学生认识到火山喷发带来的正面影响。	1. 提出问题：火山喷发会对环境带来哪些影响？ 2. 作出猜想：会对生态环境造成破坏、引发各种自然灾害…… 3. 制定计划：通过搜集资料，探讨火山喷发带来的各种影响…… 4. 实施计划：在虚拟环境中沉浸式体验，深入地感受其对环境产生的影响。 5. 得出结论：结合虚拟环境中呈现的知识点进行归纳总结。 6. 交流反思：针对感受进行交流反思。	知识总结：火山喷发会改变地球表面的地形，对环境产生巨大的影响。火山喷发对环境的影响，既有正面的也有负面的。
	2. 具有合作意识和成果共享的意识			

表 3.10 “太阳系大家族”教学资源内容脚本

场景	内容	虚拟探究活动	虚拟探究过程	虚拟探究结果
认知模块	认识太阳系的组成要素	通过观察太阳系结构组成图，了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。	提出问题：除了太阳、地球和月球外，太阳系中有哪些天体？ 作出假设：八颗行星、卫星、小行星、彗星、流星体和行星际物质等组成了太阳系。	太阳和包括地球在内的八颗行星、卫星、众多的小行星、彗星、流星体和行星际物质等组成了太阳系。
探究模块	1. 探究各行星的大小、位置距离	探究活动一： 根据太阳系具体动态情景图，探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。	1. 提出问题：①太阳系中八大行星的大小、位置距离是如何排列的？②八大行星的特点有哪些？ 2. 作出假设：从大到小： 木星>土星>天王星>海王星>地球>金星>火星>水星 由近到远：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星	从大到小： 木星>土星>天王星>海王星>地球>金星>火星>水星 由近到远：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星
			由近到远：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星 3. 制定计划：分别从太阳系静止图和运动图	火星是橘红色的，结构与地球相似，表面有沙漠，土壤中有铁的氧化物；土星是第二大行星、密度最小，有美丽的土星环，大

	2. 探究八大行星的特点	探究活动二： 根据太阳系具体图的介绍，探索八大行星的情况概括，找出每个行星的特别之处。	观察和探究其大小、远近距离、运动过程和具体特征，结合简介资料分析，找出其不同特点。 4. 实施计划：①找到太阳系具体动态情景图，选取合适的位置将其静止，通过交互观察其大小和距离，并记录。 ②根据太阳系具体图的介绍，分别描述八大行星的情况概括，可以结合对比分析。 5. 得出结论：结合虚拟环境中呈现的知识点进行归纳总结。 6. 交流反思：针对感受进行交流反思。	约有 30 颗卫星；地球是距离太阳的第三颗行星，是目前已知的唯一孕育和支持生命的天体；海王星呈淡蓝色，是太阳系中离太阳最远的大行星，也是太阳系中最冷的大行星.....
态度模块	1. 了解太阳系大家族中的其他天体		1. 提出问题：太阳系大家族中还有哪些其他天体？ 2. 作出猜想：小行星、彗星..... 3. 制定计划：通过搜集资料，探讨彗星、小行星带的情况..... 4. 实施计划：虚拟环境中进行身临其境的感受，深切体会各天体的特点。 5. 得出结论：结合虚拟环境中呈现的知识点进行归纳总结。 6. 交流反思：针对感受进行交流反思。	知识总结：太阳系大家族中包括了八颗行星、卫星、众多的小行星、彗星、流星体和行星际物质，太阳系大家族整体密不可分。
	2. 具有合作意识和成果共享的意识	通过学习太阳系大家族中的其他天体：彗星、小行星带，来体会太阳系大家族整体的密不可分。		

4. 功能模块设计

根据功能需求分析，笔者将 VR 教学资源总体功能模块主要设计为体验模块、探究模块、情感模块这三个模块，每个模块的具体功能如下：

体验功能模块：结合模拟场景、模型展示的需求，该模块主要是为学习者提供场景

体验，进行初步的知识学习体验，设计导航条包括首页、介绍按钮、状态按钮、标签按钮。学习者能够通过点击任何一个按钮，便可进入相关的场景，这起到了一个指引作用，帮助学习者进行相应的操作，有助于学习目标的实现。

探究功能模块：结合模型动画、交互互动的需求，该模块主要是让学生通过 VR 设备（虚拟仿真实验台），能够全方位、多角度地观察虚拟场景中的各个对象。借助交互功能，学生可以执行一系列操作，如点击以选中特定对象、旋转以观察其不同角度、放大以深入了解细节、缩小以概览全局、移动以变换视角等，从而实现对虚拟环境的全面掌控与深入探索。这种基于 VR 技术的学习方式，不仅充分激发了学生的运动觉和感官觉，还促进了学生对其细节的深度理解和认知，引领他们深入探究、积极学习。

情感功能模块：结合模型展示、媒体播放的需求，该模块旨在帮助学习者深入了解火山喷发的真实情况。学习者可以通过观察展示的三维模型来直观感受火山的形态和结构，同时也可以通过点击文字介绍按钮，获取更详细的火山喷发介绍。这种多元化的学习方式有助于学习者全面、深入地掌握火山喷发的相关知识。主要有：“火山喷发是如何形成的”：位于地球内部深处的岩浆到达岩浆囊，大量聚集之后继续上升，最后冲出地表，引起不同类型的火山喷发；“太阳系大家族简介”：包括整个太阳系组成及运行场景的展示，每个行星的简介，近距离观看其颜色等表面特征。

第四章 基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的开发

第一节 VR 教学资源开发流程

在确定 VR 教学资源的具体内容和所需基本功能之后，本研究利用 Unity 平台进行资源开发，将开发过程细化为前期准备、具体开发和后期测试三个阶段，以确保整个开发流程的顺利进行。

在前期准备阶段，主要进行开发工具选择和开发环境搭设等工作。涉及准备好所需的开发工具和技术支持，并安装和配置 Unity 开发环境，以及收集所需的相关素材，为后续的开发工作打下基础。具体开发阶段，则主要进行实质性的开发工作。包括项目准备，创建工程，将所需的图片、文字、音频等素材导入到 Unity 中，并进行管理和分类；以及导入模型，搭建场景，根据功能需求，在 Unity 中创建虚拟场景，并进行布局和调整。其次，界面制作也是这一阶段的重要工作，包括设计用户界面、设置交互按钮等。最后进行具体功能的开发，包括动画功能、交互功能和解说功能，同时对交互事件进行处理。在后期测试阶段，主要进行运行测试和打包发布的工作。在测试运行时对资源进行全面的调试，确保其功能和性能符合预期。在测试通过后，将其打包成可执行文件并上传到相关平台。具体的开发流程如图 4.1 所示。

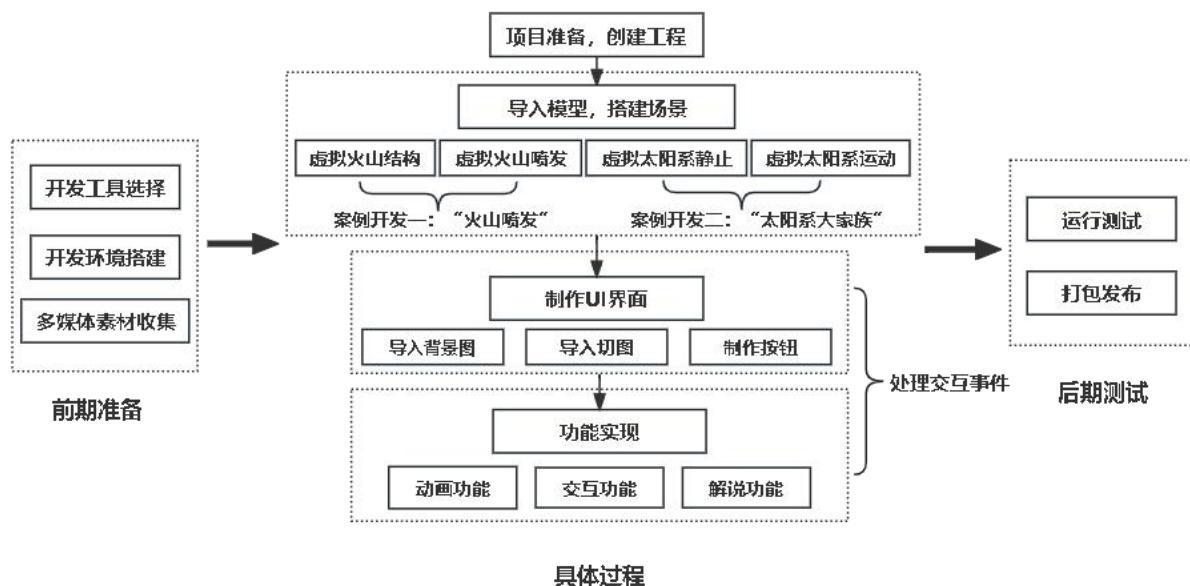


图 4.1 VR 教学资源开发流程

第二节 VR 教学资源开发的前期准备

一、开发工具及开发环境的搭建

1. 开发工具

Unity 3D 是由 Unity Technologies 开发的一款游戏开发引擎，也是一个多平台的综合型游戏开发工具。它让玩家能够轻松创建诸如三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画等类型的互动内容。Unity 3D 的编辑器可以在 Windows 和 Mac OS X 下运行，并可将游戏发布至多个平台。Unity 3D 的一个显著特色是其用户界面简单直观，使得玩家能够轻松完成各种工作，从而节省了大量时间。同时，Unity 3D 的学习成本低，开发效率高，且支持跨平台运行，只需开发一次即可在多个平台上运行，这使得它在游戏开发领域受到了广泛的欢迎。因此本文选取 Unity3D 作为资源开发的工具。

2. 开发环境的搭建

首先，访问 Unity 官方网站，从 Unity Store 下载 Unity Hub.exe 程序。随后，执行 Unity Hub.exe 文件以启动安装过程。安装过程中，选择适合的组件 Android Build Support。完成安装后，打开 Unity Hub，在“安装”选项卡中选择 Unity 2022.3.0f1c1（64 位）版本，选择 3D（URP）。Unity 支持多种集成开发环境(IDE)，但最常用的是 Microsoft 的 Visual Studio。通过 Unity Hub 或直接从 Microsoft 官网下载并安装 Visual Studio。在 Unity 编辑器内部，通过 Preferences（Windows）设置协同 IDE。安装完成后，创建一个新项目，编译并运行以测试环境是否配置正确，如图 4.2 所示。

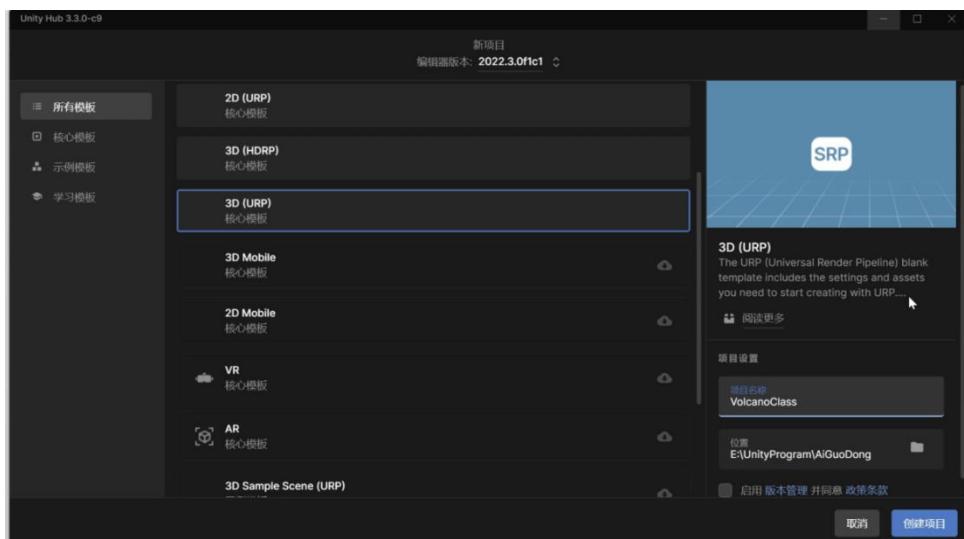


图 4.2 开发环境的搭建

二、多媒体素材的收集

VR 教学资源开发的前期准备工作还包括多媒体素材的收集。依据项目需求，搜集和准备所有必需的资源，如模型、文字、图片和音频文件等素材。

三维模型的创建可以从 Unity 官方社区等在线平台获取免费的模型资源，也可以通过 3D MAX 软件制作完成，并且将其以. fbx 格式导出。在模型的制作过程中，必须细致地调整模型的细节和设置适当的参数。为了提升模型的视觉效果，还可以使用 Photoshop 对三维模型进行贴图处理，以创建材质包。

文字素材包括对火山喷发过程的讲解，以及太阳和八大行星的简介，如图 4.3 所示。除此之外，还需收集相关的星球资料和数据，以确保构建星球模型的参数具备合理性。星球简介、星球信息等文字素材见附录 7。图片素材主要包括 UI 界面设计稿，如图 4.4。

- 字幕同时逐步显示，伴随讲解字幕声音
- 位于地球内部深处的岩浆到达岩浆囊
- 大量聚集之后继续上升
- 最后冲出地表
- 引起爆炸性的喷发
- 火山后岩浆通道和火山锥
- 共同组成了火山。

图 4.3 火山喷发讲解内容素材



图 4.4 UI 设计稿图片素材

第三节 VR 教学资源开发的具体过程

一、教学资源一：“火山喷发”开发

（一）项目准备，创建工程

启动 Unity，创建一个新的 Unity 项目。选用 UIP 模板，取消勾选版本控制，在选择项目设置后，点击“创建”按钮，以进入 Unity 的主界面。在主界面中，点击“File”（文件）菜单，命名为“VolcanoClass”，并选择“New Scene”（新建场景）选项，以创建一个新的场景。同时，将所需的图片、文字、音频等素材导入到 Unity 中，并进行文件夹命名管理和分类。

（二）导入模型，搭建场景

为确保学生操作过程便捷性以及使用流畅性，“火山喷发” VR 教学资源选择搭建虚拟火山结构、虚拟火山喷发过程这两个场景，均根据实际进行开发，以模拟火山喷发的各种真实情境。

1.虚拟火山结构

在虚拟火山结构中，学生通过 VR 设备，仿佛置身于火山口边缘，亲眼目睹火山各结构组成特点。可以自由调整视角，甚至深入火山口内部，探究岩浆的流动路径和火山的内部结构。

具体开发过程：导入建模好的火山模型，切分完整火山和结构火山。首先创建新项目并命名为“VolcanoClass”，然后进行场景切分，即在“Assets”中创建“Arts”再创建一个 Models，把画好的“火山”3D 模型放到其中，如图 4.5、4.6 所示。

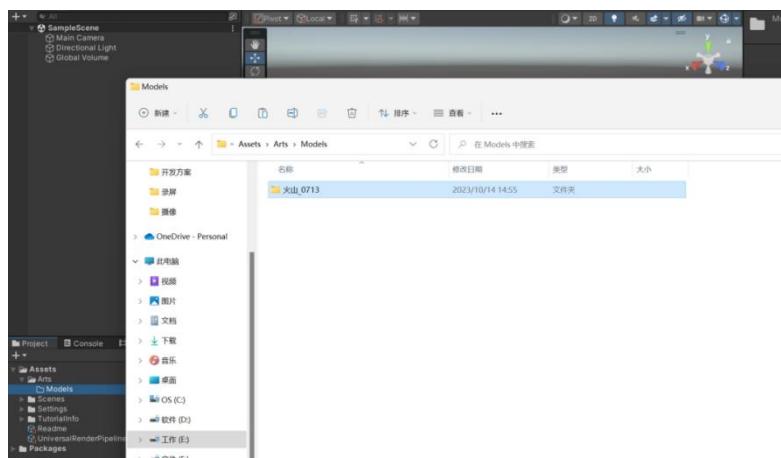


图 4.5 导入火山模型

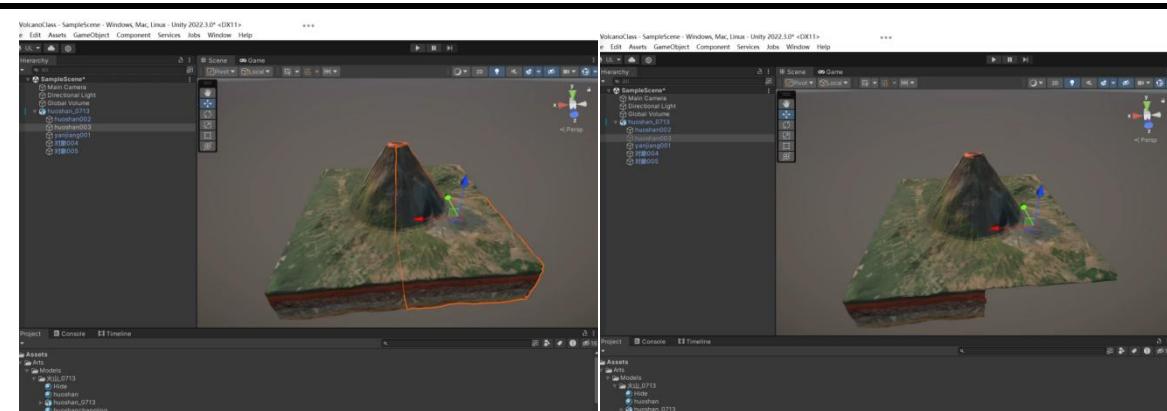


图 4.6 完整火山图与结构火山图

2. 虚拟火山喷发过程

为使学生能亲眼见证火山从平静到喷发的全过程，笔者设计三种不同类型的喷发形式，即爆炸式喷发，溢流式喷发，混合式喷发，可以让学生更加直观地理解火山喷发的原理和过程。虚拟火山喷发过程将结合功能模块实现。

（三）制作UI界面

UI 界面的制作体现体验模块功能。为使学生能通过点击按钮进入相关的场景，起到指引作用，帮助学生进行探究操作，笔者设计 UI 界面的导航条包括首页、介绍按钮、状态按钮、标签按钮。具体实现过程：在“Arts”中创建 Componem 组命名为“Sprites”，导入 UI 设计稿，同时创建“UICamera”并将渲染模式改成相机渲染。分辨率为 1920*1080，把相机改成 Overlay 悬浮。创建“Window”下的主界面“PanelMain”，导入背景图并将其命名为“BG”，如图 4.7。

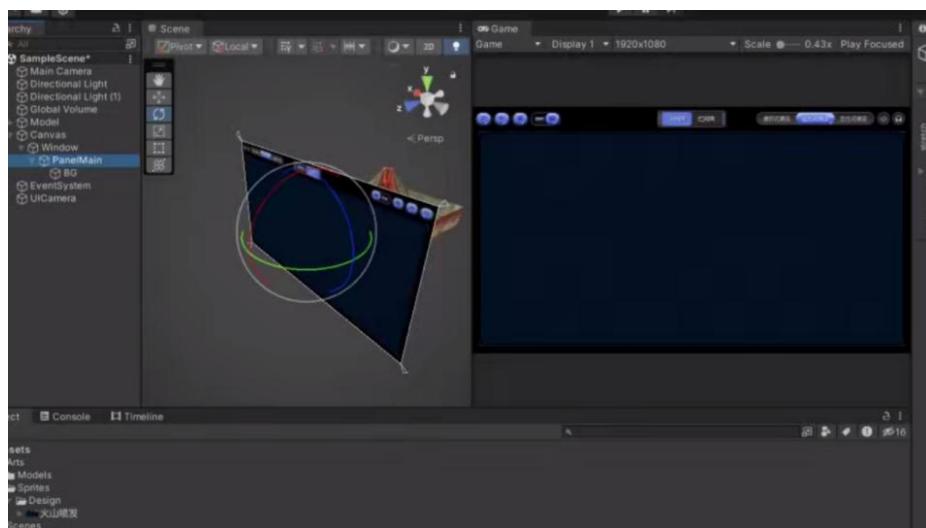


图 4.7 拼接 UI 界面

导入 UI 切图，制作 UI 界面的顶部，以及切片按钮，将渲染图铺满，设置组“ToggleGroup”，将全视图“GeneralBtn”和结构图“StructureBtn”放入其中，如图 4.8 所示。同理，其他按钮也参照完成。

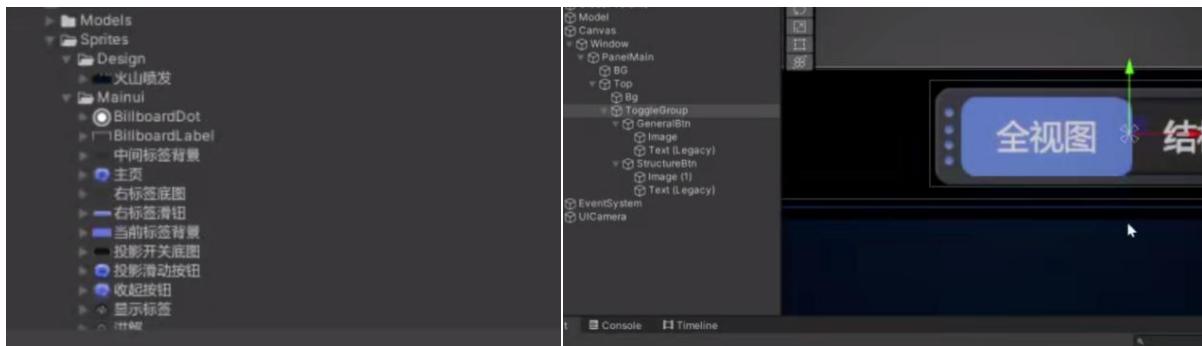


图 4.8 全视图“GeneralBtn”和结构图“StructureBtn”按钮制作

同时，结合操作，整理逻辑交互事件及标签按钮相关代码如图 4.9 所示。

```

/// <summary>
/// UI界面代理逻辑交互事件
/// </summary>
private void OnBtnToutingClick()
{
    Debug.Log("OnBtnToutingClick");
    if (BtnTouting.transform.localPosition.x > 0)
    {
        ToutingOFF.SetActive(false);
        ToutingON.SetActive(true);
    }
    else
    {
        ToutingOFF.SetActive(true);
        ToutingON.SetActive(false);
    }
    BtnTouting.transform.DOLocalMoveX(-BtnTouting.transform.localPosition.x, 0.5f);
}
/// <summary>
/// 是否显示标签按钮点击
/// </summary>
private void OnButtonShowTagClick()
{
    if (isTagOpen)
    {
        CloseTag();
        isTagOpen = false;
        MouseLock.Instance.Lock(1.5f);
    }
    else
    {
        OpenTag();
        isTagOpen = true;
        MouseLock.Instance.Lock(1.5f);
    }
}
/// <summary>
/// 关闭标签
/// </summary>
private void CloseTag()
{
    EventCenter.BillBoardEvent.RaiseShowBillBoard(false);
}
/// <summary>
/// 打开标签
/// </summary>
private void OpenTag()
{
    EventCenter.BillBoardEvent.RaiseShowBillBoard(true);
}

```

图 4.9 标签按钮部分相关代码

(四) 功能实现

主要体现为探究模块中的动画功能、交互功能，以及情感模块的解说功能。

1. 动画功能

对应虚拟火山喷发过程场景的实现。需模拟出火山喷发的具体过程，实现流动效果，旨在让学生亲眼目睹岩浆涌动、气体升腾的壮观景象，加强探究过程。具体实现过程：首先导入 dotween 插件、River Auto and Lava Volcano Environment 插件，同时也导入效果图 CameraShakeFX 等以及环境包 UnityTechnologies。

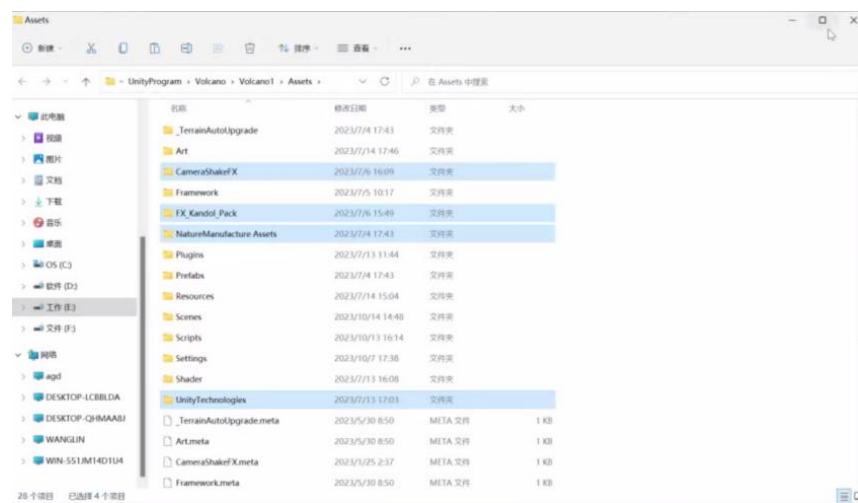


图 4.10 导入插件

导入后，制作岩浆内核流动，选择 Package Manager → shader graph，创建新文件夹“Shader”，命名为“VolcanoFlow”，设置着色器颜色，使其实现流动功能。将切图放入取样器 Sample Texture 2D 中，设置属性生成材质球。设置 UV 运动 tiling and offset，对 UV 进行偏移，设置时间计时器 Time 为 1 倍速。流动效果实现后，通过混合颜色 MainColor，完成材质球渲染，即内核流动制作完成。同理更改火山贴图，岩浆溢流，添加河流组件“RamSpline”并设置配置属性，调节位点完成溢流动画制作，如图 4.11、图 4.12 所示。

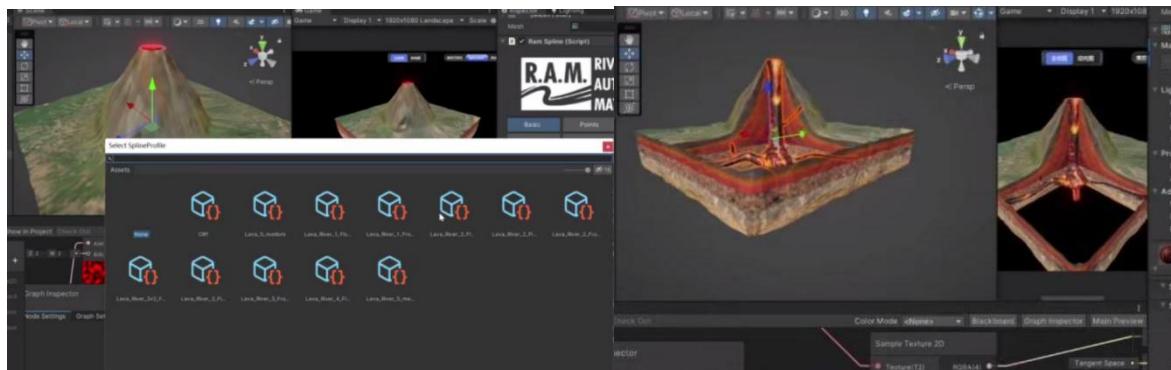


图 4.11 设置“河流”配置属性实现流动效果

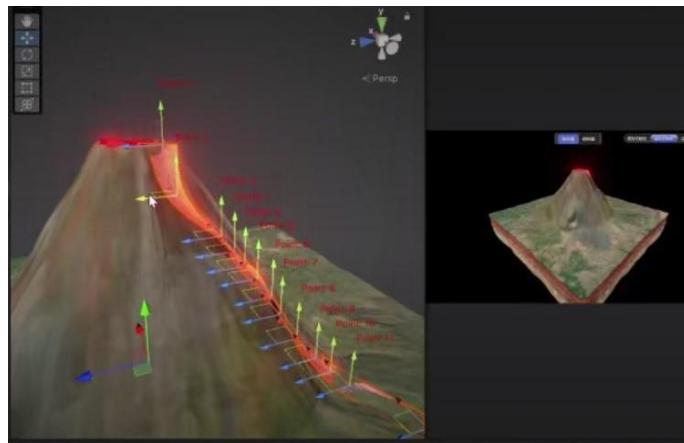


图 4.12 溢流动画制作

2. 交互功能

学生在虚拟探究中，通过放大、缩小、旋转，相对应的画面会跟随运动，并以动态的形式展现在学生眼前，方便学生近距离观察火山喷发的全过程。在不同的喷发类型中，学生能执行一系列操作，如爆炸式喷发，点击以选中爆发粒子、旋转以观察其不同角度；溢流式喷发中可以放大以深入了解细节；混合式中可以缩小以概览全局、移动以变换视角等，全方位、多角度地观察虚拟场景中的各个对象。

具体实现过程：开发火山交互对象运行程序，划分交互对象职能，包括爆炸式喷发，混合式喷发三种类型。部分相关代码如图 4.13、图 4.14 所示。

```

/// <summary>
/// 爆发式交互事件
/// </summary>
/// <param name="args"></param>
private void OnToggle爆发式(object[] args)
{
    panelMainView.effect.ToList().ForEach(e => { e.SetActive(false); });
    CancelInvoke("RepeatingActionBaoFa");
    CancelInvoke("RepeatingActionHunHe");
    InvokeRepeating("RepeatingActionBaoFa", 5, 8);
    panelMainView.effect[0].SetActive(true);
    panelMainView.CameraCtrlV.transform.DOShakePosition(1, new Vector3(3, 3, 0));
}

/// <summary>
/// 溢流式交互事件
/// </summary>
/// <param name="args"></param>
private void OnToggle溢流式(object[] args)
{
    CancelInvoke("RepeatingActionBaoFa");
    CancelInvoke("RepeatingActionHunHe");
    panelMainView.effect.ToList().ForEach(e => { e.SetActive(false); });
    panelMainView.effect[1].SetActive(true);
}

/// <summary>
/// 混合式交互事件
/// </summary>
/// <param name="args"></param>
private void OnToggle混合式(object[] args)
{
    panelMainView.effect.ToList().ForEach(e => { e.SetActive(false); });
    CancelInvoke("RepeatingActionBaoFa");
    CancelInvoke("RepeatingActionHunHe");

    InvokeRepeating("RepeatingActionHunHe", 5, 8);
    panelMainView.effect[2].SetActive(true);
    panelMainView.CameraCtrlV.transform.DOShakePosition(1, new Vector3(3, 3, 0));
}

```

图4.13 开发火山交互对象运行程序

```
//循环执行爆发
private void RepeatingActionBaoFa()
{
    panelMainView.effect[0].SetActive(false);
    panelMainView.effect[0].SetActive(true);

    panelMainView.CameraCtrlV.transform.DOShakePosition(1, new Vector3(3, 3, 0));
}
//循环执行混合事件
private void RepeatingActionHunHe()
{
    panelMainView.effect[2].SetActive(false);
    panelMainView.effect[2].SetActive(true);

    panelMainView.CameraCtrlV.transform.DOShakePosition(1, new Vector3(3, 3, 0));
}
private void OnDestroy()
{
    panelMainView.pouQieMat.color = new Color(1, 1, 1, 1);
    EventManager.Instance.RemoveListener(EventTypes.GeneralView, OnToggleGeneral);
    EventManager.Instance.RemoveListener(EventTypes.StructureView, OnToggleStructure);
    EventManager.Instance.RemoveListener(EventTypes.爆发式, OnToggle_爆发式);
    EventManager.Instance.RemoveListener(EventTypes.溢流式, OnToggle_溢流式);
    EventManager.Instance.RemoveListener(EventTypes.混合式, OnToggle_混合式);
}
```

图4.14 划分火山交互对象职能

3.解说功能

主要在于点击不同类型的火山喷发后，展示出来不同类型的喷发过程介绍。为了实现音频播放功能，首先需在场景内添加一个空对象或画布。选取该对象或画布，转至检视面板（Inspector Panel），点击“Add Component”按钮给它添加新的组件。在组件列表中寻找并选择“Audio Source”组件。然后将资源面板中已经准备好的音乐文件拖放至“Audio Source”组件的“Audio Clip”属性栏中。完成后，即可播放导入的音频文件。



图4.15 解说功能实现

二、教学资源二：“太阳系大家族”开发

(一) 项目准备, 创建工程

启动 Unity, 创建一个新的 Unity 项目。选用 UIP 模板, 取消勾选版本控制, 在选择项目设置后, 点击“创建”按钮, 以进入 Unity 的主界面。在主界面中, 点击“File”(文件)菜单, 命名为“VolcanoClass”, 并选择“New Scene”(新建场景)选项, 以创建一个新的场景。

(二) 导入模型, 搭建场景

为保障学生操作过程便捷性以及使用流畅性, “太阳系”VR 教学资源选择搭建虚拟太阳系静止、虚拟太阳系运动这两个场景, 同样根据实际进行开发, 以模拟各种情境。

1.虚拟太阳系静止

在虚拟太阳系静止场景中, 学生通过 VR 设备, 仿佛置身于太阳系中, 亲眼看到太阳系各大“成员”。可以自由调整视角, 甚至近距离查看行星的外貌, 探究其外貌特点。

具体实现过程: 首先, 制作星空背景天空盒。创建新项目命名为“SunSystemClass”。将天空图贴图导入“Textures”中, 在“Materials”中创建材质球“Skybox”, 通过 Window→Rendering→LightSetting 添加需要用到素材的天空盒子, 将其应用到场景中, 即完成天空盒的制作, 如图 4.16 所示。

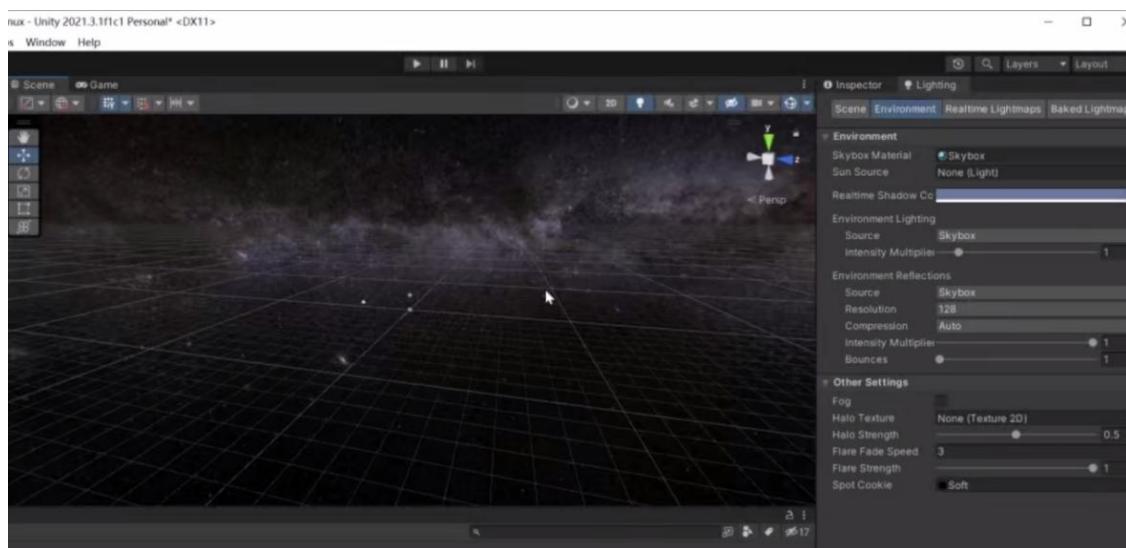


图 4.16 制作星空背景天空盒

其次, 导入模型, 将制作好的模型导入至“Models”中, 在“Models”中新建“Materials”, 应用预览图, 将材质球模型都放置“Materials”中, 完成场景的搭建, 如图 4.17 所示。

第四章 基于探究能力培养的小学科学 VR 教学资源的开发

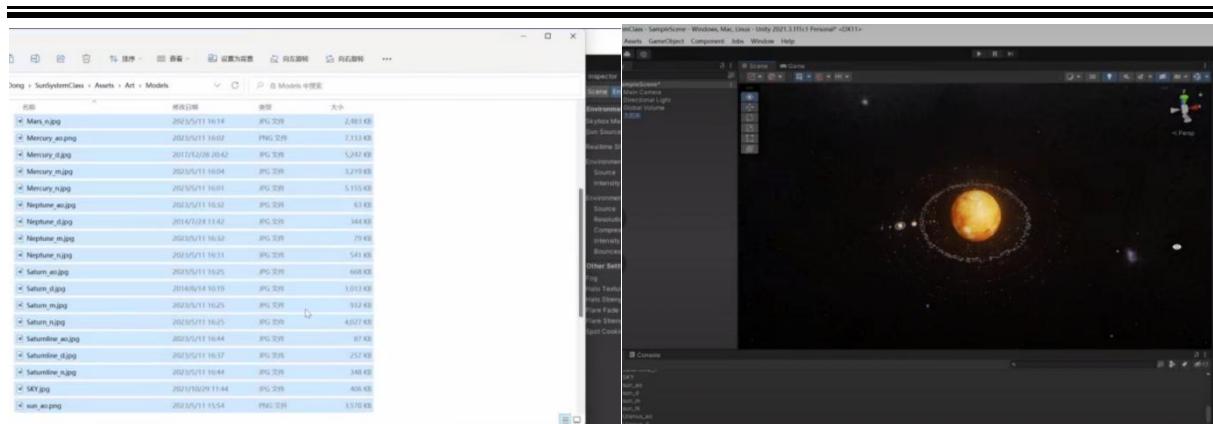


图 4.17 导入太阳系模型及搭建场景

导入完成后，需要修改材质球，通过导入 URP TAA 插件，制作发光、大气层的效果。在“Arts”中创建“Plugins”，通过 Create→Rendering→URP Asset(with Universal Renderer)，添加“URP-Scene”，将“Graphics”改为自定义，添加渲染管线，阴影、镜面反射效果，以及 TAA 渲染模型；然后，在 Filtering 中选择 UI 进行 UI 渲染。

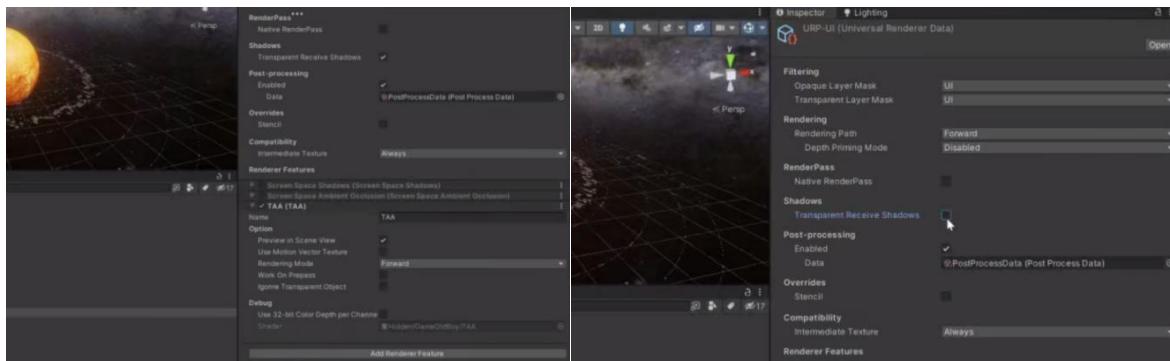


图 4.18 模型渲染和 UI 渲染

为使学生在探究过程中有良好体验，需注意行星亮度的设置和调整。在“Arts”中创建“Shader”，制作发光特效，设置每个行星的参数、材质、贴图和亮度，调整完成后如图 4.20 所示。

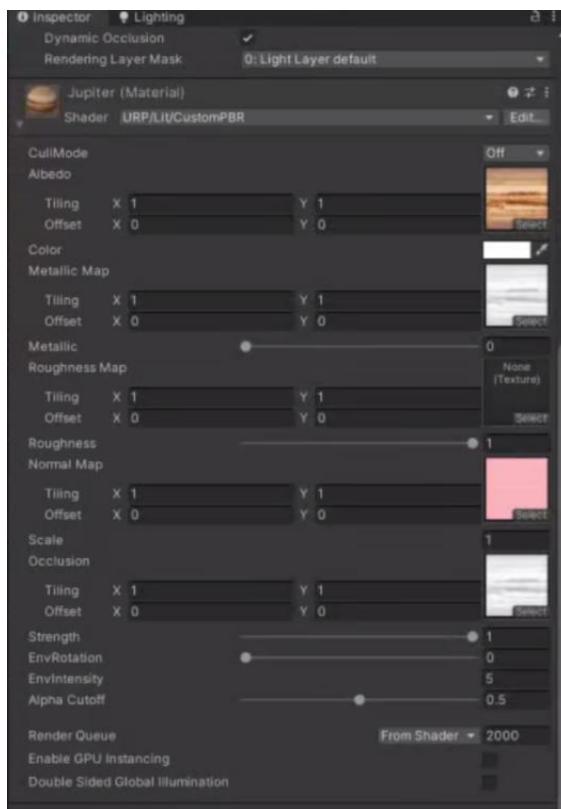


图 4.19 设置行星参数和材质

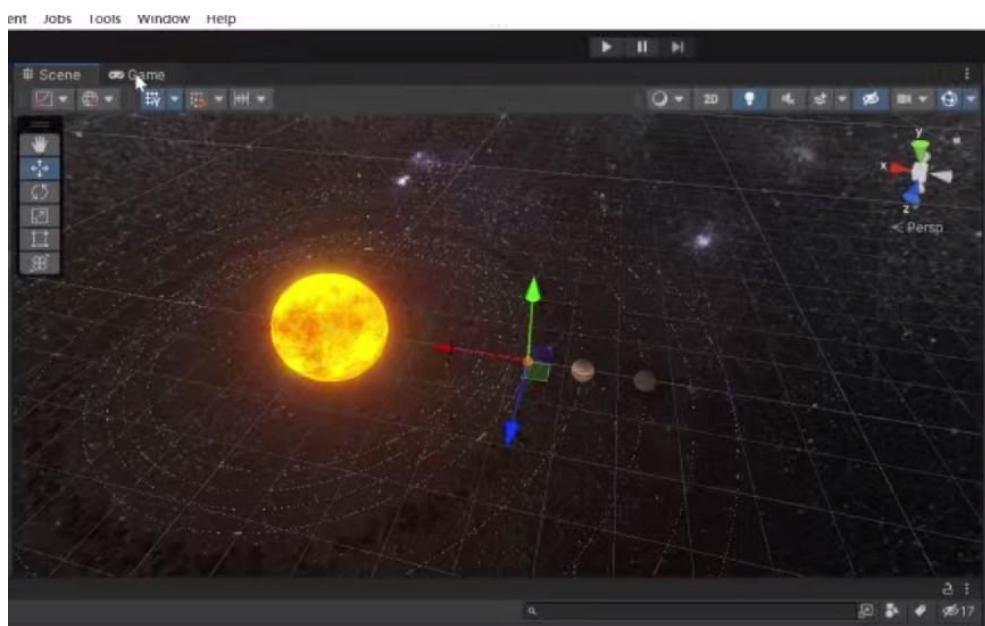


图 4.20 太阳系星球效果图

(三) UI界面制作

UI 界面的制作同样体现体验模块功能。具体作用同上，此处略述。具体实现过程：在“Arts”中创建“Sprites”，导入切图素材。创建“UI Camera”，制作 UI 界面的顶部和切片

按钮，将渲染图铺满。利用设计图拼接 UI，添加组“ToggleGroup”，将运动按钮“SimulateBtn”和静止按钮“StopnessBtn”放入其中。如图 4.21 所示。同理，其他按钮也参照完成。

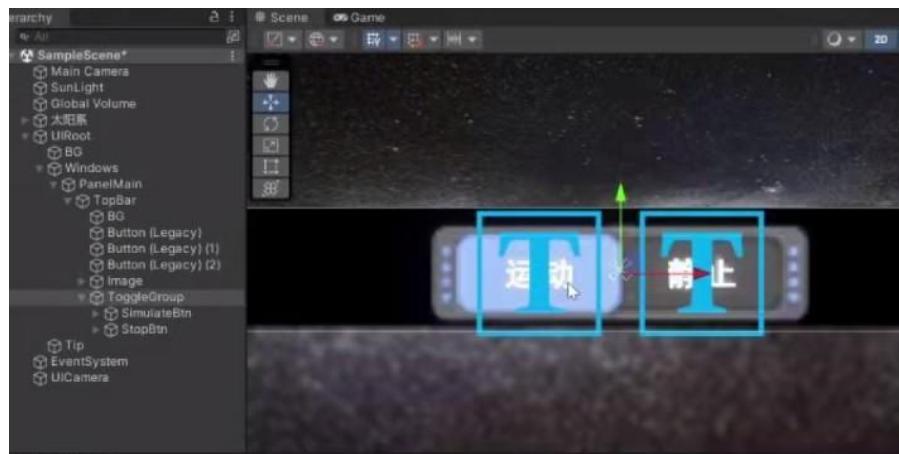


图 4.21 制作 UI 界面按钮

(四) 功能实现

1. 动画功能

主要体现在每个星球自转和公转的运行动画。具体实现：导入 dotween 插件。处理模型本身的自转，以地球为例，坐标轴改成自身锚点以及轴心，根据收集的数据设置个星球的参数，地球自转轴是 23.4 度，设置太阳做坐标系为 0; 0，实现地球公转。同理，其他星球参照设置。

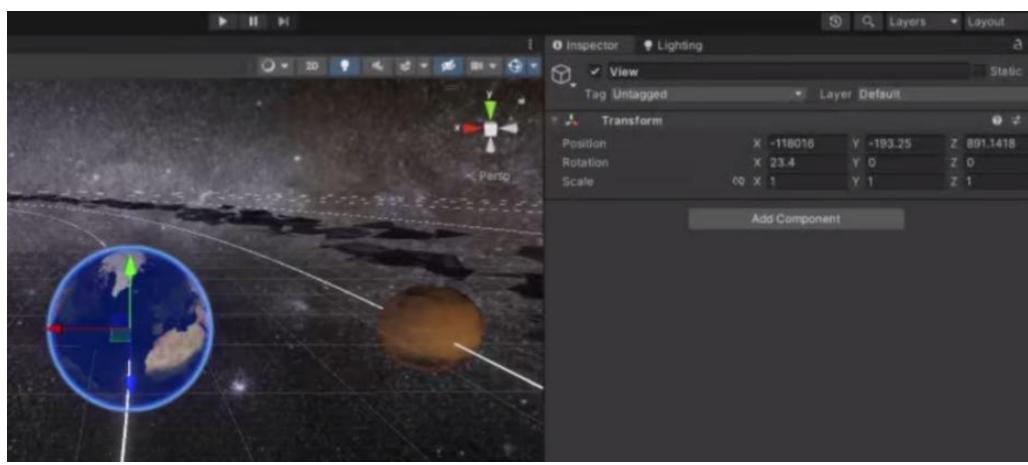


图 4.22 制作地球自转和公转

其次，运动转速的设置，新建数据类，即脚本“Scripts”，创建“ConfigData”→“ScriptableObject”→“PlanetConfig”，完成配置信息，并制作成表，如图 4.23 所示。

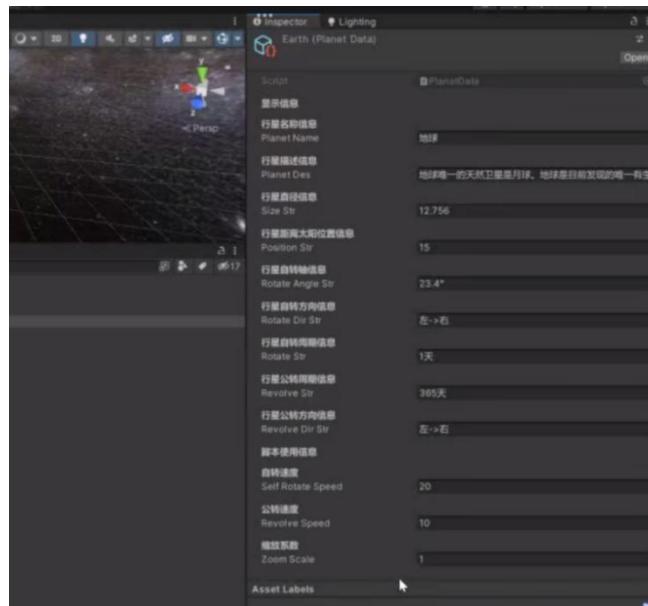


图 4.23 配置星球运动信息

相关脚本代码如下：

```
/// <summary>
/// 行星运动动画参数设置
/// </summary>
[CreateAssetMenu(menuName = "ScriptableObject/PlanetConfig")]
[Serializable]
public class PlanetData : ScriptableObject
{
    [Header("显示信息")]
    [Header("行星名称信息")]
    public string PlanetName;
    [Header("行星描述信息")]
    public string PlanetDes;
    [Header("行星直径信息")]
    public string SizeStr;
    [Header("行星距离太阳位置信息")]
    public string PositionStr;
    [Header("行星自转轴信息")]
    public string RotateAngleStr;
    [Header("行星自转方向信息")]
    public string RotateDirStr = "左->右";
    [Header("行星公转周期信息")]
    public string RevolveStr;
    [Header("行星公转方向信息")]
    public string RevolveDirStr = "左->右";
    [Header("脚本使用信息")]
    [Header("自转速度")]
    public float SelfRotateSpeed;
    [Header("公转速度")]
    public float RevolveSpeed;
    [Header("缩放系数")]
    public float ZoomScale = 1;
}
```

图 4.24 星球相关脚本代码

2. 交互功能

体现为运用手势控制的交互，主要通过触控 VR 设备屏幕以实现模型的缩放操作。

操作过程中，系统会追踪手指在屏幕上的初始及后续位置点，通过计算这些点位之间的距离变化来确定模型应该放大还是缩小。导入 camera manager 插件，创建“BasePlane”，处理星球交互对象脚本代码脚本如图 4.25。

```

private void OnSimulate(object[] args)
{
    //模拟时 变成模拟状态
    mSimulate = true;
}

private void OnPause(object[] args)
{
    //暂停时 变成不是模拟状态
    mSimulate = false;
}

private void OnReset(object[] args)
{
    //重置 恢复默认视角
    mSimulate = false;
    //PanelMainControl.Instance.panelMain.TogglePause.isOn = !mSimulate;
    PanelMainControl.Instance.cameraController.ResetCamera();
    //transform.localEulerAngles = Vector3.zero;
    //ViewObj.transform.localEulerAngles = new Vector3(ViewObj.transform.localEulerAngles.x, 0, 0);
}

public virtual void OnPointerClick(PointerEventData eventData)
{
    //点击行星时 拉近视角 打开行星形对象数据 点中行星时播放音效
    if (eventData.button == PointerEventData.InputButton.Left)
    {
        CameraManager.Instance.SetTarget(this);
        PanelPlanetInfoData data = new PanelPlanetInfoData
        {
            NameStr = PlanetCfg.PlanetName,
            DesStr = PlanetCfg.PlanetDes
        };
        UIManager.Instance.OpenPanel("PanelPlanetInfo", data);
        AudioManager.Instance.Play();
    }
}

```

图 4.25 处理星球交互对象脚本代码

开发星球交互对象运行程序，划分交互对象职能。包括模拟运行，暂停，重置，被点击切换视角和显示对象数据等功能，以及运行时星球自转和公转，暂停取消运动，重置恢复默认视角。相关事件运行代码如图 4.26。

```

/// <summary>
/// 处理星球交互对象
/// </summary>
public class BasePlanet : MonoBehaviour, IPointerClickHandler
{
    //行星的控制参数
    public PlanetData PlanetCfg;
    //拉近行星的视角物体
    public GameObject ViewObj;

    //控制行星是否正在做模拟动画
    private bool mSimulate = true;

    void Awake()
    {
        //监听交互事件 模拟事件、暂停事件、重置事件
        EventManager.Instance.AddListener(EventType.PlanetSimulate, OnSimulate);
        EventManager.Instance.AddListener(EventType.PlanetPause, OnPause);
        EventManager.Instance.AddListener(EventType.PlanetReset, OnReset);
    }

    void FixedUpdate()
    {
        //正在模拟并且行星有公转和自转数据 开始公转和自转
        if (mSimulate && PlanetCfg != null)
        {
            transform.Rotate(Vector3.up, -PlanetCfg.RevolveSpeed * 0.01f, Space.Self);
            ViewObj.transform.Rotate(Vector3.up, -PlanetCfg.SelfRotateSpeed * 0.01f, Space.Self);
        }
    }

    private void OnDestroy()
    {
        //销毁时 移除事件监听
        EventManager.Instance.RemoveListener(EventType.PlanetSimulate, OnSimulate);
        EventManager.Instance.RemoveListener(EventType.PlanetPause, OnPause);
        EventManager.Instance.RemoveListener(EventType.PlanetReset, OnReset);
    }
}

```

图4.26 开发星球交互对象运行程序

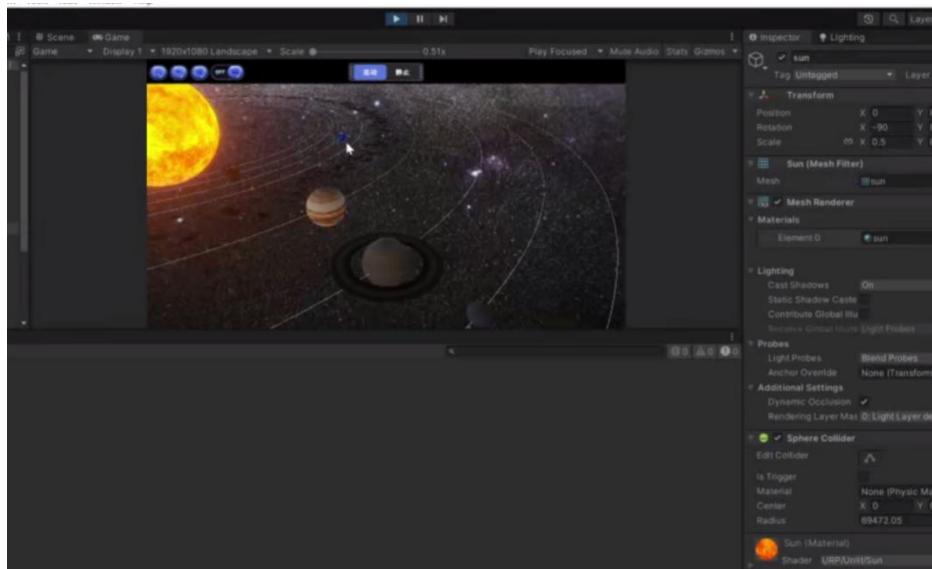


图 4.27 运动功能实现

3. 解说功能

主要在于点击各星球后，展示出来的星球简介，以文字与解说形式展现。首先需在场景内添加一个空的 Canvas (画布)，来展示星球的基本信息，在层级视图中创建一个 Canvas 对象，然后作为其子对象创建 Text 和 Image。设置 Text 组件，分别输入星球的名称、简介等信息。音频文件的导入具体操作同上个案例一致，此处省略，制作完成后星球简介界面如图 4.28 所示。

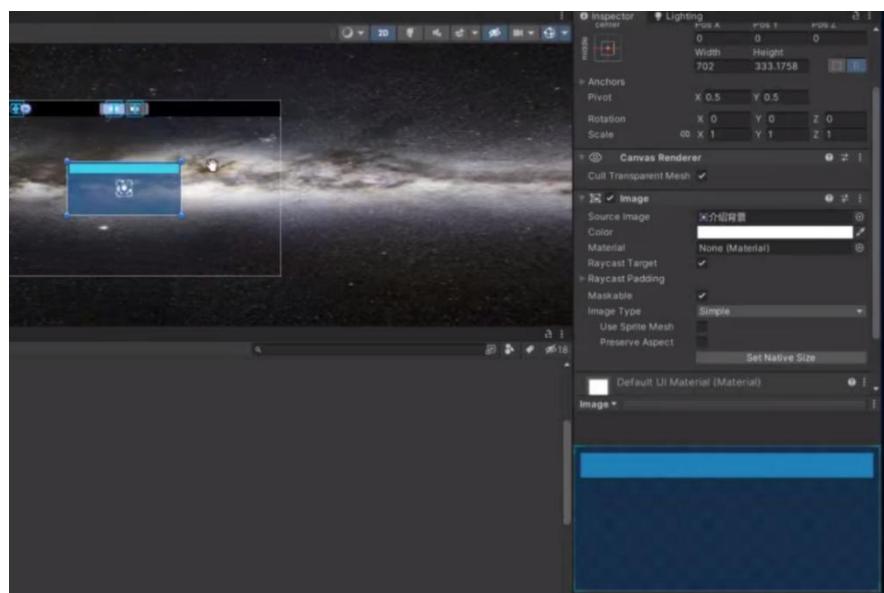


图 4.28 制作简介模块

第四节 VR 教学资源开发的后期测试

VR 教学资源开发完成后，需先对其进行测试运行。点击“运行”按钮，直接在 Unity 环境中运行并测试，以解决一些运行错误。调试后的项目即可准备打包，步骤如下：首先，从“Edit”菜单选择“Preferences”，点“External Tools”配置 SDK/JDK 路径。其次，选择“File”>“Build Settings”，设定平台为 Android，切换并确认。最后点击“Build”，选择路径并保存为 apk 文件。打包后在该路径下找到此 apk 文件，上传到虚拟仿真实验平台中，可以在虚拟仿真实验台中进行查看。

该 VR 教学资源在实际系统测试后显示，各模块功能均运作正常，不仅符合资源设计初期设定的预期目标，也基本满足了各项具体要求。为了进一步提升资源的实用性和教学效果，在开展教学实施实验之前，笔者邀请了即将参与实验、具有丰富教学经验的该校科学学科任课教师，进行该 VR 教学资源的体验。并请求他们从专业角度出发，针对内容设计、功能等方面对该资源的呈现效果进行评价。笔者认真听取并采纳了这些宝贵的建议，对资源进行了相应的改进和调试。最终，经过优化和完善的教学资源将正式应用于实际教学之中，以进行具体的实施和评估。

第五章 基于探究能力培养的 VR 教学资源的应用及效果分析

在设计并开发了相应的小学科学 VR 教学资源后,为了进一步了解其实际应用效果,需要在小学科学课堂中利用 VR 教学资源进行教学。本研究采用实验研究法,在小学五年级中,选取两个平行班级分别作为实验组和对照组进行教学实施。在开展教学实验前,先对两个班进行前测,保证两个班学生的探究能力水平以及教学进度相当;在教学实验完成之后,对两个班进行后测,来检验两个班学生的探究能力水平、探究兴趣及态度是否有所提高,通过分析教学实验效果来得出相关结论。

第一节 教学实验设计

一、教学实验目的

本次教学实验的目的是探究设计开发的 VR 教学资源是否能有效提升小学生科学探究能力。具体来说,探究 VR 教学资源对于学生探究能力的培养作用,比较其与传统教学对学生探究能力的影响差异。同时,分析 VR 教学资源在小学科学课堂中应用的有效性和可行性,以利于今后在科学教学中广泛应用。通过教学实验,可以全面了解 VR 教学资源在小学科学课堂中的应用情况,验证其在探究能力培养方面的有效性,并提出相应的建议和改进措施。

二、教学实验假设

基于前文的设计意图及需求,本次教学实施提出了以下实验假设:

- 1.在小学科学课堂中使用 VR 教学资源辅助教学可以提高学生的探究能力水平;
- 2.在小学科学课堂中使用 VR 教学资源辅助教学可以激发学生的探究兴趣及态度,提高学生在探究活动中的参与度。

三、教学实验变量

1.自变量

实验的自变量为教师采用的教学方式。在实验班中,教师采用 VR 教学资源和多媒体教学资源相结合的方式进行辅助教学,而对照班则采用传统的多媒体教学资源进行辅助教学。

2.因变量

实验的因变量为小学生的科学知识能力水平和探究兴趣、探究态度及参与度。

3.控制变量

为了确保实验效果的准确性,有必要降低其他因素的干扰。因此,在实验班和对照班之间,应尽可能保持人数、性别比例、知识能力水平等基本一致;两个班的授课老师应当相同,以确保教学内容、进度等始终保持一致;同时,实验前后的调查问卷也应保持一致,以消除其他可能的影响因素。

四、教学实验对象

本次教学实验的对象为漳州市 Z 小学同一任课教师的两个班级。通过前期调查以及与科学任课教师进行多次沟通后,综合考虑多种因素,最终从五年级学生群体中选择了两个平行班级共计 96 名学生作为实验对象,将这两个班级分别作为实验班和对照班。实验班为 49 人,对照班为 47 人。从性别结构分析,在实验班中,男生 25 人,占 51%,女生 24 人,占 49%;在对照班中,男生 24 人,占 51%,女生 23 人,占 49%。从年龄结构分析,在实验班中,10 岁的学生有 23 名,11 岁的学生有 26 名,在对照班中,10 岁的学生有 22 名,11 岁的学生有 25 名,基本情况如表 5.1 所示。

表 5.1 实验对象基本情况表

班级	实验班	对照班
男生数量	25	24
女生数量	24	23
平均年龄	11	11
总计	49	47

五、教学实验工具

1.科学探究能力水平调查问卷

笔者结合前文提到的《新课标》中培养科学探究能力要求,将其整合为六种能力,即:①提出问题的能力;②作出猜想的能力;③制定计划的能力;④实施计划的能力;⑤得出结论的能力;⑥表达与反思的能力。^[6]同时,参照学者唐钰婷制定的科学探究能力 PTA 评价量表^[89]以及学者李佩璇设计的科学探究能力评价量规^[90],最后将该调查问卷设置为 6 个维度,20 道题(见附录 3)。该问卷采用李克特五级量表计分形式,即“完全符合”计 5 分、“符合”计 4 分、“一般”计 3 分、“不符合”计 2 分、“完全不符”计 1 分。

合”计 1 分。具体问卷维度以及题目分布如表 5.2 所示。

表 5.2 《科学探究能力水平调查问卷》设计维度

一级维度	二级维度	题号
提出问题	根据相关的情境提出问题	1
	问题的可探究性及其表述	2~3
作出猜想	能提出科学合理的猜想	3~4
	猜想的可检验性	5
制定计划	设计的计划具有可操作性	6~7
	设计的计划科学合理、表述清晰	8~9
实施计划	能够按照科学的实验方法进行探究实验	10~11
	实验过程中能够正确收集并且记录和处理数据和信息	12~13
得出结论	能通过收集的证据得出结论	14~15
	得出的结论具备完整性和合理性	16~17
表达与反思	实验结束后, 能阐述自己的观点和得到的结论, 乐于交流	18~19
	实验结束后, 能主动反思和总结实验过程的问题以及优势	20

笔者借助 SPSS 对问卷进行信效度分析, 结果显示, 该量表的信度在 0.7~0.8 之间, 具有较高的信度, 表明该量表的信度是可信的。同时, KMO 值在 0.6 以上, 显著性水平在 0.05 以下, 表明其具有较高的效度。本调查问卷可作为后续测评学生科学探究能力水平使用。

表 5.3 《科学探究能力水平调查问卷》信度分析

可靠性统计		
克隆巴赫 Alpha	克隆巴赫 Alpha	项数
0.796	0.793	20

表 5.4 《科学探究能力水平调查问卷》效度分析

KMO 和巴特利特检验		
KMO 取样适切性量数。	0.868	
巴特利特球形度检验	810.766	
自由度	68	
显著性	.000	

2. 科学探究能力培养学习工作单

为了记录学生的探究过程和情况, 笔者设计了《科学探究能力培养学习工作单》。此工作单不仅作为记录工具, 还依据探究能力的评价标准, 对学生在探究过程中的各项

表现进行客观评价。工作单是国际科学教育界较常采用的一种介于纸笔测验和现场观察之间的一种评价方式，其主要是通过学生在探究过程中对工作单的填写情况，来全面评价他们的探究过程。按照结构性强弱，可以划分三种工作单。^[91]第一种是开放性工作单，只要求学生把探究过程和结果写在空白的工作单上；第二种是结构性工作单，要求学生按照工作单的提示结构写上过程和结果；第三种是引导性工作单，它针对具体探究任务一步步地引导学生探究并写在工作单上。鉴于不同类型工作单各自的特点与适用对象，笔者进行了深入的考量。对小学生而言，开放性工作单可能存在较高难度，而引导性工作单则可能限制他们的自由发挥。因此，本研究决定选择结构性工作单作为研究工具，以此来研究学生的探究过程，对其科学探究能力进行客观评估。

笔者依据有关学者的经验^[92]，结合科学探究能力评价指标进行工作单设计，内容主要包括几个部分：第一部分是为学生创设情境并展示“提出问题”这一项，使学生能从现象中提出问题；第二部分展示“作出假设”“制定计划”这两项，是让学生在已有问题的基础上进行假设，并制定计划，具体计划步骤结合探究活动的引导进行。在此过程中，学生们可以根据自己的喜好来记录探究过程，并用合适的方法来描述，例如，画图，写文字，画表格等；第三部分展示“得出结论”和“表达交流”两项，是让学生通过探究活动得出结论，并且交流表达探究过程。具体工作单内容见附录 4、5。

3. 探究兴趣、态度及参与情况调查问卷

笔者参考了有关文献中的评价量表^[93]，并结合学生自身实际状况，根据李克特五级量表计分形式编制了《探究兴趣、态度和参与情况调查问卷》（见附录 6）。问卷维度主要从探究兴趣、探究态度、探究过程参与情况这三个方面进行设计，具体题目分布情况如表 5.5 所示。

表 5.5 《探究兴趣、态度和参与状况调查问卷》维度设计

维度	题目	题数
探究兴趣	1~3	3
探究态度	4~6	3
参与情况	7~10	4

通过小范围测试，得到该问卷的信度系数值为 0.849，大于 0.8，说明该问卷信度较好，是可信的。同时，其效度检验结果表明：KMO 值在 0.7 以上，显著性水平在 0.05 以下，效度也可行。因此该问卷可供调查、研究使用。

表 5.6 《探究兴趣、态度和参与状况调查问卷》信度分析

可靠性统计		
基于标准化项的		
克隆巴赫 Alpha	克隆巴赫 Alpha	项数
0.849	0.849	10

表 5.7 《探究兴趣、态度和参与状况调查问卷》效度分析

KMO 和巴特利特检验		
KMO 取样适切性量数。	0.791	
巴特利特球形度检验	160.212	近似卡方
自由度	45	
显著性	.000	

第二节 教学实验实施

整个教学实验的实施过程主要分为三个阶段。首先是准备阶段，在开展教学前，需带领学生熟悉虚拟仿真实验台，引导学生阅读使用手册，并进行简单的操作，同时，对选取的两个班级的科学探究能力进行测试，旨在比较两个班级的水平差异，保证其没有太大差异，符合实验对象的要求。其次是实验实施，实验班采用 VR 教学资源结合传统讲授的教学方式，对照组班级则采用传统讲授的教学方式，两个班级所授课的知识章节完全相同。第三是评价阶段，对选取的两个班级的科学探究能力进行实验后的测评以及探究兴趣和态度，通过分析数据和反馈，对学生的科学探究能力、探究兴趣和探究态度、参与情况进行综合评价。

由于教学内容源自小学科学教材的第三单元，笔者与实习学校的原任课教师在前期进行沟通后，取得其支持并提前调整教学进度，故于 10 月份正式开展教学实验。实验教学内容包括《火山喷发》、《太阳系大家族》两节课的知识，详细的实验流程如表 5.8 所示。

表 5.8 教学实验安排表

阶段	时间	内容
准备阶段	第 6 周	进行实验班与对照班的科学探究能力前测。
	第 7-9 周	带领学生熟悉虚拟仿真实验台，引导学生阅读使用手册，并进行简单的操作。
实施阶段	第 10 周	教学实验开展一：《火山喷发》

评价阶段	第 11 周	教学实验开展二：《太阳系大家族》
	第 12-13 周	进行实验班和对照班的后测科学探究能力水平分析、探究兴趣及态度分析，以及实验班的探究过程分析。
	第 14 周	进行教学实验总结。

一、前测

在进行教学之前，向实验班和对照班两个班级的学生分别发放《科学探究能力水平调查问卷》，对两个班级学生的前期水平进行评估。在发放的同时向学生们说明该问卷是用于教学研究，采用的是匿名填写，让其认真填写即可。问卷共发放 96 份，回收 96 份，回收率 100%。回收问卷后收集学生的数据并采用 SPSS 软件对测量结果进行独立样本 T 检验，判定两班是否存在显著性差异。两个班级的各维度前测结果如表 5.9 所示。

表 5.9 实验班与对照班科学探究能力前测结果对比

维度	分组	N	均值	标准差	t	Sig. (双侧)
提出问题	对照班	49	2.2450	0.4360	-0.045	0.964
	实验班	47	2.2490	0.4110		
作出猜想	对照班	49	2.5630	0.6210	0.742	0.460
	实验班	47	2.4860	0.3730		
制定计划	对照班	49	2.4410	0.4550	0.438	0.663
	实验班	47	2.4030	0.4040		
实施计划	对照班	49	2.4680	0.4740	0.703	0.484
	实验班	47	2.4030	0.4320		
得出结论	对照班	49	2.6550	0.3780	1.497	0.138
	实验班	47	2.5460	0.3360		
表达与反思	对照班	49	2.1810	0.4910	-1.069	0.288
	实验班	47	2.2820	0.4400		

通过前测收集的数据发现，两个班级的学生在学习之前，在各维度的平均分相差不大，并且各维度的 Sig 值都大于 0.05，说明两个班级的学生在科学探究能力水平上几乎不存在显著差异，适合开展教学实验。

二、实施过程

本次教学实验于 2023 年 10 月至 11 月期间进行，期间对两个班级的学生分别实施了 VR 教学资源支持的教学模式和传统教学模式。为了控制实验中的无关变量，确保实

验结果的有效性，除了教学方法和手段的差异外，两个班级的教学内容、课程进度和上课时间等因素均保持一致。具体而言，49 名学生接受了 VR 教学资源的教学介入，而另外 47 名学生则接受传统的教学方式，采用的教学模式均包含了“导、问、探、总、拓”五个环节，如图 5.1 所示：

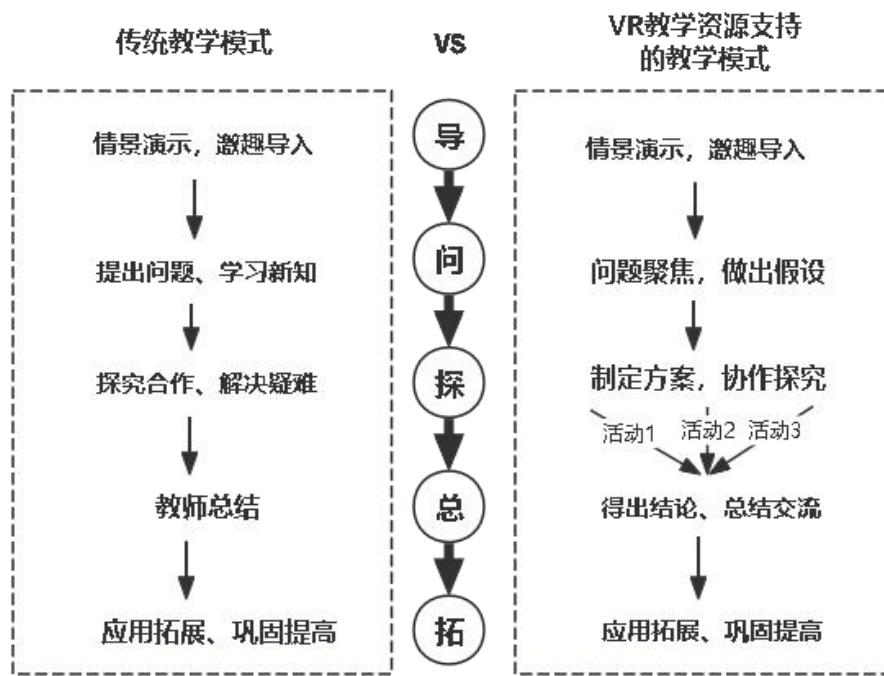


图 5.1 传统教学 VS 虚拟教学开展形式

在教学过程中，为了促进学生的互动交流和合作学习，笔者采用了异质分组的方法，将实验班和对照班的学生各自分成八个小组，每个小组大约包含五至六名学生。在分组时，充分考虑了学生的学习成绩、兴趣爱好和性格等因素，确保每个小组内部学生的多样性。这样的分组安排有利于促进学生之间的讨论和合作，提高课堂学习和互动的效果，同时也迎合了平时学生上课分组学习的习惯。在对照班的教学过程中，主要采用多媒体课件的方式进行教学，设计丰富的教学环节。在实验班的教学过程中，充分运用 VR 教学资源，并使用同一多媒体课件，设计丰富多彩的课堂教学环节。同时，在上课前事先做好教学准备工作，其中包括视频类资源、PPT 课件资源，提前导入 VR 教学资源并调试虚拟仿真实验台，打印《科学探究能力培养学习工作单》等。

实验班教学实施过程及学生小组合作探究情况如图 5.2、图 5.3 所示。



图 5.2 实验班教学实施过程



图 5.3 学生小组合作探究

三、后测

在进行教学之后，为评估教学效果和学习效果，需对实验班和对照班进行后测。通过发放《科学探究能力水平调查问卷》、《科学探究能力培养学习工作单》、《探究兴趣、态度和参与情况调查问卷》，以全面了解虚拟现实教学资源在小学生科学探究能力和兴趣效果提升方面的实际作用。测试结束后，笔者对收集到的数据进行分析，以期得出客观、科学的结论，为进一步优化小学科学 VR 教学资源提供依据。

第三节 教学实验效果分析

一、探究能力水平分析

(一) 实验班与对照班探究能力水平差异分析

笔者在教学实验结束后向两个班级发放了《科学探究能力水平调查问卷》，该问卷与前测问卷保持一致，共计发放 96 份，并成功回收了 96 份，实现了 100% 的回收率。运用 SPSS 软件对实验班和对照班的后测数据进行了独立样本 T 检验，如表 5.10 所示。

表 5.10 实验班与对照班探究能力水平后测结果对比

维度	分组	N	均值	标准差	t	Sig. (双侧)
提出问题	对照班	49	2.3510	0.5950	-2.443	0.016*
	实验班	47	2.6220	0.4890		
作出猜想	对照班	49	2.2310	0.3740	-2.974	0.004**
	实验班	47	2.5060	0.5190		
制定计划	对照班	49	1.5740	0.2330	-11.699	0.000***
	实验班	47	2.6940	0.6150		
实施计划	对照班	49	2.2450	0.3020	-5.521	0.000***
	实验班	47	2.6580	0.4200		
得出结论	对照班	49	2.3790	0.4660	-0.917	0.362
	实验班	47	2.4660	0.4610		
表达与反思	对照班	49	2.0530	0.4470	-1.450	0.150
	实验班	47	2.1940	0.4990		

通过对后测数据的仔细分析，笔者观察到两个班级的学生在学习之后，在各个能力维度上的平均分展现出了明显的差距。尤其是在制定计划和实施计划这两个维度上，Sig 值低至 0.000，有力地证明了两个班级在这两个能力上的差异。同时，在提出问题和作出猜想这两个维度上，Sig 值分别为 0.016 和 0.004，也低于 0.05 的显著性水平，这表明这两个能力维度上的差异也达到了显著的程度。但在得出结论和表达与反思能力这两个维度上，Sig 值分别为 0.362 和 0.150，都高于 0.05 的显著水平，说明其不存在显著差异。由此表明，在实验后实验班和对照班学生的科学探究能力在多个维度上均存在显著性差异。从均值来看，实验班在大多数维度上的数据均高于对照班，表明实验班结果优于对照班。整体而言，两个班级的数据存在一定的差异，这一结果证明了在使用了 VR 教学

资源后,实验班学生在制订计划和实施计划等几个维度能力展现出了与传统教学模式下的学生相比的显著优势。

(二) 实验班探究能力水平前后测差异分析

在实验开始前和结束后向实验班 49 名学生分别发放了《科学探究能力水平调查问卷》,两次均成功回收了 49 份有效问卷。为了分析实验班学生的科学探究能力六个维度的变化情况,用 SPSS 软件对实验班学生的前后测数据进行配对样本 T 检验,以进行更深入的分析,结果如表 5.11 所示。

表 5.11 实验班科学探究能力前后测对比

维度	分组	N	均值	标准差	t	Sig. (双侧)
提出问题	后测	49	2.2450	0.4360	-0.969	0.338
	前测	49	2.3510	0.5950		
作出猜想	后测	49	2.5630	0.6210	3.368	0.002**
	前测	49	2.2310	0.3740		
制定计划	后测	49	2.4410	0.4550	11.770	0.000***
	前测	49	1.5740	0.2330		
实施计划	后测	49	2.4680	0.4740	2.906	0.006**
	前测	49	2.2450	0.3020		
得出结论	后测	49	2.6550	0.3780	3.023	0.004**
	前测	49	2.3790	0.4660		
表达与反思	后测	49	2.1810	0.4910	1.532	0.132
	前测	49	2.0530	0.4470		

根据前后测数据的对比分析,笔者发现在作出猜想、制定计划、实施计划、得出结论这几个维度上, T 检验的 Sig 值异常低,分别为 0.002、0.000、0.006、0.004,均远低于 0.05 的显著性水平,这充分表明了在这几个方面的能力上,学生实验前后的差异极为显著。同时,在提出问题和表达与反思这两个维度上, Sig 值分别为 0.388 和 0.132,均高于 0.05,说明在这两方面的能力上,学生实验前后的差异并不显著。因此,得出实验前后的数据存在一定的差异,这一结果证明了实验对于学生在作出猜想、制定计划和实施计划等方面的能力提升具有显著效果,但在提出问题和表达与交流能力方面的影响则相对有限。这些发现为 VR 教学资源培养科学探究能力的应用效果提供了重要参考。

二、实验班探究过程分析

笔者在教学实施过程在发放了《科学探究能力培养学习工作单》，以评估学生在探究过程的具体表现情况。实验结束后，结合工作单的完成情况进行分析，具体如下：

(1) 提出问题

学生所提出的问题与给定的材料具有较强的关联性。由图5.4、5.5可知，在问题的可探究性方面，大部分学生能够提出一些有价值或实际的问题，虽然提出的问题有些在可探究性上相对较弱，但其中部分问题在经过适当的调整后，有可能转化为具有探究价值的问题。值得注意的是，仅有少数学生能够提出既具有探究性又富有价值的问题。在问题的表述方面，学生的整体表现处于中上水平。

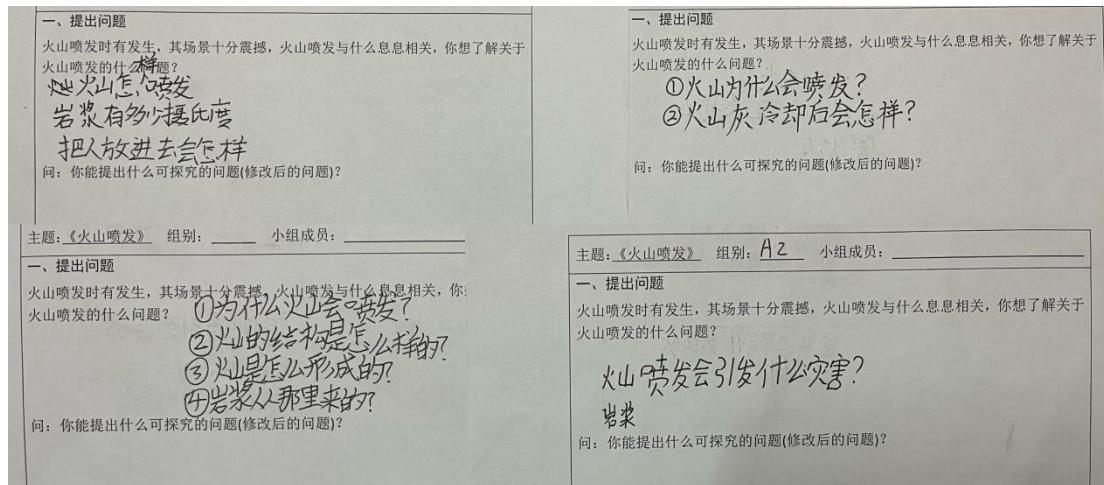


图 5.4 《火山喷发》工作单学生“提出问题”完成情况

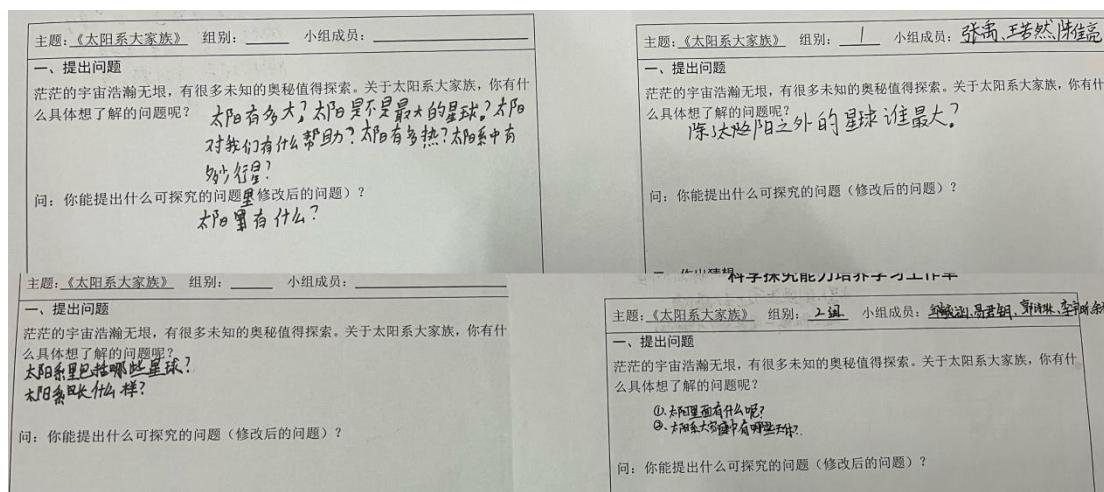


图 5.5 《太阳系大家族》工作单学生“提出问题”完成情况

(2) 作出猜想

在提出问题之后，学生需要阐述自己对于提出的问题的个人观点和猜想。由图 5.6、图 5.7 可知，大部分学生能提出正确且恰当的猜想，而其中一些具备较高探究能力的学生甚至能积极提出证据来证明并阐释他们的假设。不过，仍有少数学生未能给出正确的假设或者回答不完整。在这种情况下，教师可以进行必要的解释或引导，以增强学生的自信心。

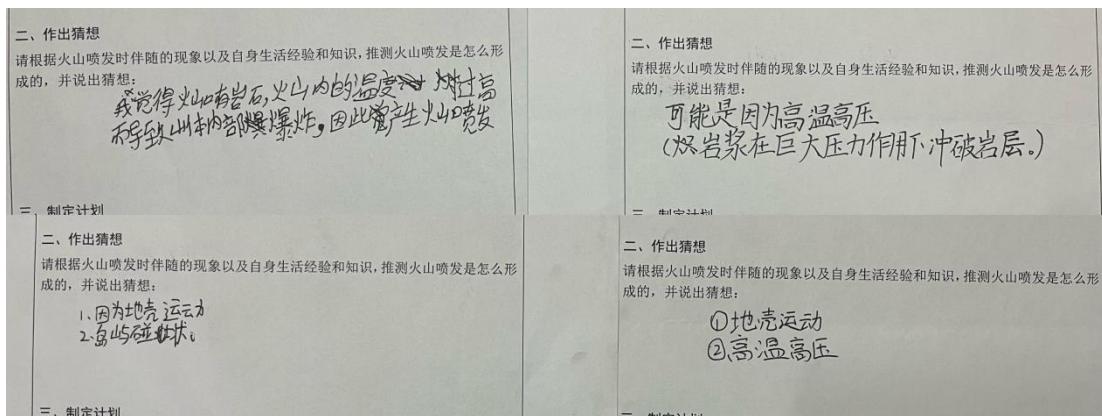


图 5.6 《火山喷发》工作单学生“作出猜想”完成情况

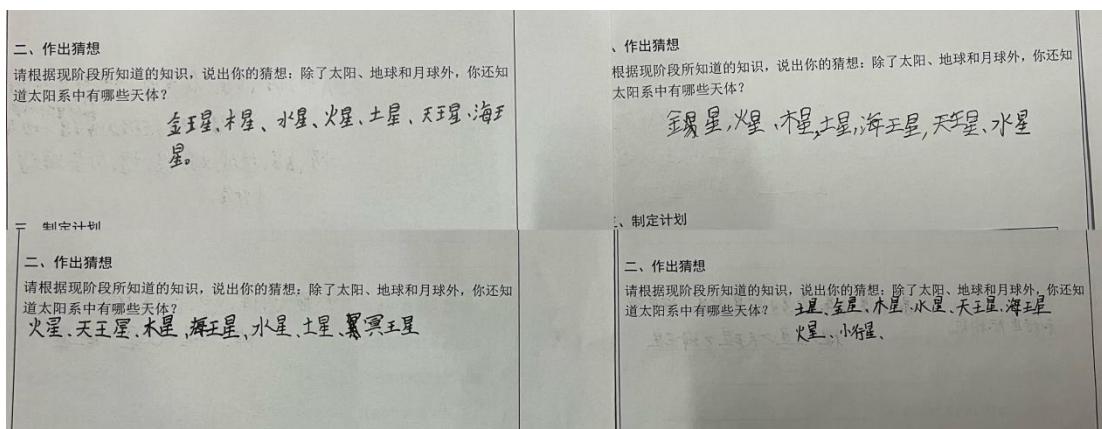


图 5.7 《太阳系大家族》工作单学生“作出猜想”完成情况

(3) 制定计划

为了验证自己的猜想，学生需要寻求有效的解决策略，并制定出计划。笔者在观察了全体学生的计划方案设计后，将其归纳为三个不同层次：对于高水平的学生，能够根据不同的情境设计出大体符合要求的方案。中等水平学生能在师生及优秀同学的指导下，经交流合作，编写出符合要求的简单计划。对于基础较弱的学生，在设计实验方案时可能面临较大的困难和挑战，无法较好地完成。因此，在教学中教师应多为学生讲解方案

第五章 基于探究能力培养的VR教学资源的应用及效果分析

设计策略和技巧,以帮助他们提高。图5.8、5.9为部分学生在任务单上制定计划环节的填写情况。

三、制定计划		制定计划	
探究活动1: 观察 从火山结构图进行观察、分析,找出其组成要素有哪些。	岩浆在流动,火山口溢出,岩浆库,固体熔岩层,火山碎屑流	探究活动1: 观察 从火山结构图进行观察、分析,找出其组成要素有哪些。	岩浆,岩石,管道,火山口,火山碎屑流,固化熔岩层,火源库
探究活动2: 验证 根据火山喷发全视图,推测火山喷发是怎样形成的呢?火山喷发的成因是什么?	②地壳压力太大,导致岩浆喷发。 ①伴随着大量的气泡,冲破地壳薄弱处喷出	探究活动2: 验证 根据火山喷发全视图,推测火山喷发是怎样形成的呢?火山喷发的成因是什么?	火喷出地壳,互相交石碰撞
探究活动3: 比较 比较三种不同的火山喷发类型的现象特点的区别。	①③:喷发出大量岩浆气体 ②:不会产生大量岩浆等 ③:熔岩流和火山灰云	探究活动3: 比较 比较三种不同的火山喷发类型的现象特点的区别。	爆炸式:伴随着泡沫喷涌而出。 溢流式:从火山口流出。 混合式:伴随着泡沫喷涌而出,旁边有熔岩流出。
探究活动4: 升华 火山喷发对地球环境产生了什么影响?	负:烧毁森林 正:火山灰能提高土壤肥力	探究活动4: 升华 火山喷发对地球环境产生了什么影响?	会使土地肥沃。 气体对人体有害,会摧毁附近的房子、树木。
三、制定计划		制定计划	
探究活动1: 观察 从火山结构图进行观察、分析,找出其组成要素有哪些。	岩浆(囊) 岩石 岩浆通道 火山碎屑流 火山锥 固化熔岩层	探究活动1: 观察 从火山结构图进行观察、分析,找出其组成要素有哪些。	火山口、管道、岩浆库、固化熔岩层、火山碎屑流
探究活动2: 验证 根据火山喷发全视图,推测火山喷发是怎样形成的呢?火山喷发的成因是什么?	火山喷发:地壳下的岩浆	探究活动2: 验证 根据火山喷发全视图,推测火山喷发是怎样形成的呢?火山喷发的成因是什么?	地壳下的岩浆在高温高压的作用下,伴随着大量泡沫从地壳薄弱的地方喷涌而出。
探究活动3: 比较 比较三种不同的火山喷发类型的现象特点的区别。	火山喷发:只会向上喷溢流:只会流动混合:既会向上喷又会流动	探究活动3: 比较 比较三种不同的火山喷发类型的现象特点的区别。	一个火山爆发,一个冒出一点火星,还有一个火山保持正常状态。
探究活动4: 升华 火山喷发对地球环境产生了什么影响?	温室气体 火山灰 毁坏树木	探究活动4: 升华 火山喷发对地球环境产生了什么影响?	房屋倒塌,引发海啸,泥石流、树木摧毁、村庄被火山覆盖

图5.8 《火山喷发》工作单学生“制定计划”完成情况

三、制定计划		一、制定计划	
探究活动 1: 观察 通过观察太阳系结构组成图, 了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。	土星、地球、水星、金星、火星、金星、天王星	探究活动 1: 观察 通过观察太阳系结构组成图, 了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。	金星、地球、火星、水星、太阳、月球、海王星、天王星、土星、冥王星
探究活动 2: 比较 根据太阳系具体动态情景图, 探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。	火星 土星 第二大行星 大小: 程 > 土星 由近到远 水星、金星、地球、火星、木星、 土星、天王星、海王星	探究活动 2: 比较 根据太阳系具体动态情景图, 探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。	
探究活动 3: 概括 根据太阳系具体图的介绍, 探索八大行星的情况概括, 找出每个行星的特别之处。	土星旁边有土星环, 是由小石块组成	探究活动 3: 概括 根据太阳系具体图的介绍, 探索八大行星的情况概括, 找出每个行星的特别之处。	水星是八大行星中离太阳最近的行星 水星上的温度可达500摄氏度, 绕太阳转一周要88个地球日。
探究活动 4: 升华 了解太阳系大家族中的其他天体: 慧星、小行星带。		探究活动 4: 升华 了解太阳系大家族中的其他天体: 慧星、小行星带。	
三、制定计划		三、制定计划	
探究活动 1: 观察 通过观察太阳系结构组成图, 了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。	水星、木星、水星、土星、地球、海王星、天王星、冥王星、金星	探究活动 1: 观察 通过观察太阳系结构组成图, 了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。	
探究活动 2: 比较 根据太阳系具体动态情景图, 探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。		探究活动 2: 比较 根据太阳系具体动态情景图, 探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。	
探究活动 3: 概括 根据太阳系具体图的介绍, 探索八大行星的情况概括, 找出每个行星的特别之处。	天王星呈浅蓝色, 由厚厚的气体包裹, 公转周期为84地球年, 有29颗卫星	探究活动 3: 概括 根据太阳系具体图的介绍, 探索八大行星的情况概括, 找出每个行星的特别之处。	地球是唯一一个有生命的星球。
探究活动 4: 升华 了解太阳系大家族中的其他天体: 慧星、小行星带。		探究活动 4: 升华 了解太阳系大家族中的其他天体: 慧星、小行星带。	

图 5.9 《太阳系大家族》工作单学生“制定计划”完成情况

(4) 得出结论

在完成计划后, 学生需要根据观察结果进行合理的分析和推理, 以解决提出的问题, 得出自己的结论。经过归纳和总结, 笔者可以发现其回答主要分为两个层次: 一部分学

生能结合已有的知识和经验，提出逻辑上较合理的结论。一部分基础稍显薄弱的学生，只对现象进行了描述，未能够从中得出明确的结论。对于这些学生，教师在引导他们分析现象和建立知识联系方面需要提供更多的支持和补充。图5.10、图5.11展示了部分学生在得出结论环节的情况：

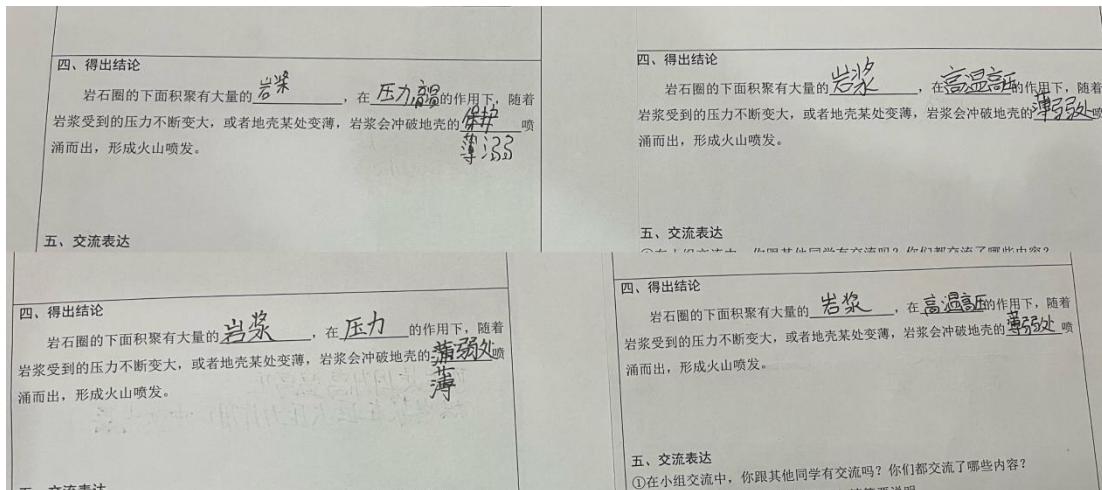


图 5.10 《火山喷发》工作单学生“得出结论”完成情况

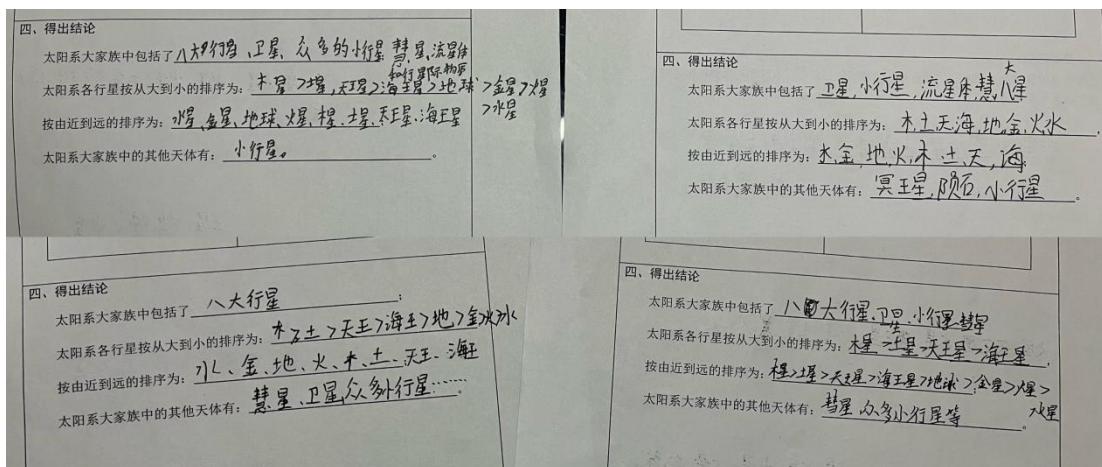


图 5.11 《太阳系大家族》工作单学生“得出结论”完成情况

(5) 表达与交流

表达交流是探究活动中至关重要的一个环节，它贯穿于整个探究过程的始终。笔者主要设计了四至五个问题让学生进行交流表达，从学生的整体表现来看，他们在表达交流方面的能力与其在课堂上的积极程度和探究能力水平及兴趣紧密相连。积极参与探究活动的学生，会主动与同学和老师进行讨论和交流。相反，那些在课堂上不太积极的学生，往往倾向于听从他人的观点，而不是主动发表自己的观点。因此，在后续的教学过

程中,应特别关注这类学生,鼓励他们积极参与表达交流,提高他们的课堂参与度,才能实现更好的教学效果。

三、探究兴趣及态度分析

在科学探究能力培养的教学中,既要使学生掌握科学知识,又要培养学生的探究兴趣,改变他们的探究态度,提高他们的参与程度。为了检验教学效果,向学生发放《探究兴趣、探究态度及参与情况调查问卷》,以了解各方面的情况。教学实验结束后,向实验班和对照班发放问卷,共计发放 96 份,并成功回收 96 份有效数据。为了进一步分析两组数据间的差异,利用 SPSS 软件进行了独立样本 T 检验。如表 5.12 所示,

表 5.12 探究兴趣、态度、参与情况显著性分析

维度	分组	N	均值	标准差	t	Sig. (双侧)
探究兴趣	对照班	47	2.060	0.53	-3.666	0.000**
	实验班	49	2.460	0.35		
探究态度	对照班	47	2.090	0.50	-3.841	0.000**
	实验班	49	2.440	0.49		
参与情况	对照班	47	1.990	0.40	-4.831	0.000**
	实验班	49	2.440	0.48		

通过数据分析,可知实验班的探究兴趣平均分值较对照班有显著差异,显示出 VR 教学资源在激发学生探究兴趣方面的积极作用。从探究态度的角度看,实验班的探究态度平均值为 2.440,对照班则为 2.090,且显著性值为 0.000,说明实验班的探究态度明显优于对照班。在参与情况方面,实验班的探究兴趣平均分值较对照班暂无显著差异,则说明 VR 教学资源对于学生参与情况的影响较小,同时,根据问卷统计结果,高达 98% 的实验班学生表示愿意继续使用 VR 教学资源进行探究活动,这进一步验证了虚拟教学环境中学生的探究态度更加强烈。综上所述,VR 教学资源在小学科学课堂中的应用有效促进了学生的探究兴趣与态度的提升。

第四节 教学实验结论

通过教学实验,全面检验了 VR 教学资源在小学科学课堂中对学生探究能力培养的应用效果。相较于传统课堂教学,利用 VR 教学资源进行小学科学教学显著提升了学生的探究能力,并有效培养了他们的探究兴趣和探究态度,具体结论如下:

第一，在小学科学课堂中使用 VR 教学资源辅助教学可以提高学生的探究能力。通过分析实验效果可知，实验班所采用的 VR 教学资源支持的课堂教学在提升学生科学探究能力方面取得了显著成效。具体而言，学生在作出猜想、制定计划、实施计划和得出结论等关键能力上均展现出了不同程度的提升。同时，在提出问题和表达与反思能力上，学生的进步并不明显。这可能是由于在实际教学过程中，对其环节的重视程度不够，导致学生在该能力上的提升受限，也可能归因于平常的教学过程中就比较关注这一方面，此次教学使用的方式在增强学生的这几个能力上效果不显著。总体而言，实验班学生的科学探究能力在多个重要维度上都取得了显著提升，且明显优于对照班。因此，本研究设计开发的基于探究能力培养的 VR 教学资源在促进学生科学探究能力发展方面具有积极意义。

第二，在小学科学课堂中使用 VR 教学资源辅助教学可以培养学生的探究兴趣及态度，提高学生在探究活动中的参与度。通过分析实验效果可知，使用 VR 教学资源进行学习，学生的探究兴趣、态度及参与度都得到了显著提升。在探究兴趣方面，学生增强了对科学知识的学习兴趣，提高了探究活动有趣性的认同度。探究态度方面，学生不仅能够展现出较好的表现，更能在虚拟环境的影响下，潜移默化地增强对科学知识的感知和记忆，培养了良好的探究态度。同时，学生的探究兴趣及态度积极性的增强，也促进了其在探究过程的参与度显著提高。

简而言之，以上实践效果分析初步证明了 VR 教学资源在小学科学课堂中对学生探究能力培养的有效性，但在具体应用上仍存在一些问题。其一，设计开发的 VR 教学资源内容有待进一步优化，许多知识存在较为简单、浮于表面的问题。其二，基于 VR 教学资源的教学设计在细节上仍需精炼，对学生情况的分析过于简单，制定的教学目标也缺乏明确的针对性。同时，教学中的关键和难点没有被具体化和显著强调。其三，教学实践的开展过程存在许多不足，尤其是在教学时间的合理分配、课堂纪律的维持以及学习活动的组织安排等方面，往往会出现教师难以有效管理课堂的情况。综上，实验结果大体上验证了实验假设，与预期目标相符，但同时也引出了一些新的问题，这需要未来继续深入研究。

第六章 总结与展望

第一节 研究总结

本研究以探究能力培养为核心目标，提出将 VR 技术应用于小学科学课堂中这一举措。运用文献研究法对虚拟现实技术及探究能力的研究现状、概念进行了严谨的界定。在深入分析学生和教师需求的基础上，结合小学科学课程标准、教学现状等，提出了基于探究能力培养的 VR 教学资源设计。该设计详细阐述了整体思路，包括前期分析、教学设计、具体内容设计等方面。为实现这一设计，本研究利用 Unity3D 技术开发了交互性强的 VR 教学资源，具体包括资源开发的前期准备、具体过程及后期测试。为检验 VR 教学资源的应用效果，开展了基于 VR 教学资源的课堂教学实验，通过设置实验班和对照班，全面评估了学生的探究能力水平、探究兴趣、态度及参与情况，以此总结出应用成效。研究总结如下：

1. 设计开发的 VR 教学资源在小学科学课堂教学中应用具有可行性

本研究结合小学科学学科课程标准、实际教材，针对“地球与宇宙科学”领域的《火山喷发》、《太阳系大家族》两节教学案例，进行了基于探究能力培养的 VR 教学资源的设计与开发。经过充分的前期准备，在实习学校顺利的开展了为期两个多月的教学实践，并且从实际教学结果得到了较好的反馈。这一实践成果表明，将设计开发的 VR 教学资源应用于小学科学教学中是可行的。

2. 设计开发的 VR 教学资源能有效培养学生的探究能力

通过两个 VR 教学资源案例与小学科学融合的应用实施，将 VR 教学资源付诸于实际教学环境之中。教学实验结束后，系统地收集了学生的相关数据，并进行了深入的分析与整理。实验结果表明，设计开发的 VR 教学资源能够有效提升学生的探究能力，提高学生的探究兴趣、态度和参与情况等。最终的结论证实了本研究开发的教学资源在促进学生科学探究能力发展方面具有显著成效。

第二节 创新之处

本研究顺应教育部大力推进“将虚拟现实与人工智能深度融入教育教学，并将虚拟

现实纳入教育信息化年度重点任务”新趋势，彰显了虚拟现实技术在教育领域的重要应用潜力。当前，国内在 VR 技术在小学科学学科的应用研究方面尚处于探索阶段，相关研究成果较为匮乏。故本研究将虚拟现实技术与小学科学结合，有助于推动 VR 技术与教育教学深度融合。在以往的研究中，VR 技术在教育领域应用于小学科学的案例较少，且其大多集中于学习环境的创设、实验实训方面。笔者从实践角度出发，基于探究能力培养的要求，设计和开发具备现实意义的 VR 教学资源，通过教学实验验证 VR 技术支持下的教学资源有助于小学生科学探究能力的培养。在弥补小学科学课程中教育资源不足的同时，也拓展了虚拟现实技术在科学教学中的应用潜力。

第三节 研究不足

虽然在本研究中，利用开发的 VR 教学资源对小学生进行科学探究能力的培养已有一定的成效，但由于个人能力层次及实际情况的制约，研究仍存在不足之处，主要有以下两点：

1.开展教学实验的时间较短

因为受教学实验开展学校和教学内容等因素的影响，只开展了一个月左右的教学实验，而培养科学探究能力是一项长期的工作，需要循序渐进地进行。在教学实验安排上比较匆忙，开展的教学课程较少，对学生的能力影响并不平稳。同时，由于个人能力有限，本研究在选取 VR 教学资源的设计开发的内容章节上较为局限，没能考虑更多相关内容的设计与开展。

2.教学模式的应用与实践有待进一步改善

在虚拟课堂教学中，由于 VR 设备的缺乏和更新迭代缓慢，可能会给学生带来较差的沉浸感。教师在使用 VR 教学资源进行辅助教学时，往往容易忽略教学模式的契合性，由于笔者缺乏相关教学经验，对新技术新设备的掌握不够熟练，对学情的分析也不够到位，在教学中较难给予足够的引导，这在一定程度上影响了探究活动的开展以及学生的探究深度和效果。在今后的研究设计中，应对存在的问题进行进一步的改善和改进。

第四节 研究展望

随着新兴科技的迅猛进步，虚拟现实技术正逐步融入校园环境，将新兴技术与学科

教学相结合，已成为提升教学质量的创新路径。本研究聚焦于科学探究能力的发展，借助文献分析构建了相关模式，并据此进行了教学资源设计开发和应用实践。实践表明，VR 教学资源支持下的教学在促进学生探究能力发展方面效果显著，同时还具有提高学生探究兴趣和参与度的有效性。

本研究目前仅是初步的探索，其结论尚有待完善，未来需要逐步探索和持续优化。在之后的研究工作中，笔者将从以下方面着手，以进一步深化研究：

其一，要加强技术方面的学习。在未来的研究工作中，将进一步强化对建模语言和编程语言的掌握，以确保在设计与开发过程中能制作出更加丰富逼真的模型以及多元的互动方式。同时，尝试持续改善并开发一系列的 VR 教学资源，这些资源将被划分为不同的探索主题单元，以便学生能够更加灵活和便捷地运用 VR 资源进行深入学习。

其二，要进行教学模式融合探索。进一步完善并重点研究如何将 VR 教学资源与多元教学模式相结合，旨在评估其对学生探究能力培养的影响，探讨如何充分利用 VR 教学资源在课堂上应用的潜力。同时，在进行教学设计时将深化研究，以提升 VR 教学资源在不同探究活动中的有效性。

参考文献

- [1] 朱永新.实施科教兴国战略,办人民满意教育——学习中共二十大关于教育问题的论述[J].教育家,2022(43):5-6.
- [2] 董添.加快数字化转型 深入推进智慧教育[N].中国证券报,2023-02-15(A07).
- [3] 陈丽,张文梅,郑勤华.教育数字化转型的历史方位与推进策略[J].中国电化教育,2023,(09):1-8+17.
- [4] 中华人民共和国教育部.义务教育小学科学课程标准[S].北京:北京师范大学出版社,2017.
- [5] 中华人民共和国教育部.教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[M].教育部办公厅.2023-06-05.
- [6] 中华人民共和国教育部.义务教育小学科学课程标准 (2022 年版) [S].北京师范大学出版社,2022.
- [7] 胡卫平.在探究实践中培育科学素养——义务教育科学课程标准(2022 年版)解读[J].基础教育课程,2020(10)39-45.
- [8] 赵沁平.虚拟现实综述[J].中国科学 (F 辑:信息科学) ,2009,39(01):2-46.
- [9] Elif İnce,Fatma Gülay Kirbaşlar,Zeliha Özsoy Güneş,Yavuz Yaman,Özgür Yolcu,Ergun Yolcu. A n Innovative Approach in Virtual Laboratory Education: The Case of “IUVIRLAB” and Relat ionships between Communication Skills with the Usage of IUVIRLAB[J]. Procedia - Social a nd Behavioral Sciences,2015,195(C).
- [10] Evgenia Paxinou,Martha Georgiou,Vasilis Kakkos,Dimitrios Kalles,Lia Galani. Achieving educational goals in microscopy education by adopting virtual reality labs on top of face-to-face tutorials[J]. Research in Science & Technological Education,2020,40(3).
- [11] Meredith Bricken. Virtual reality learning environments: potentials and challenges[J]. ACM SI GGRAPH Computer Graphics,1991,25(3).
- [12] Skiba DJ. Nursing Education 2.0: Second Life[J]. Nurs Educ Perspect. 2007;28:156-157.
- [13] Yu-Li Chen. The Effects of Virtual Reality Learning Environment on Student Cognitive and Linguistic Development[J]. The Asia-Pacific Education Researcher,2016,25(4).
- [14] Cronin,P.Report onthe Applications of Virtual Reality Technology to Education.HRHC[J]. University of Edinburgh,2009,2.
- [15] 傅永超.国外虚拟现实(VR)教育研究与启示[J].中国教育信息化,2019,No.457(22):6-12.

- [16] M. Gail Jones,Rebecca Hite,Gina Childers,Elysa Corin,Mariana Pereyra,Katherine Chesnutt. Perceptions of Presence in 3-D, Haptic-Enabled, Virtual Reality Instruction[J]. International Journal of Education and Information Technologies,2016,10.
- [17] Diana Popescu,Robert Iacob,Dan Laptoiu.Virtual Reality in Orthopedic Surgeons Training[J].Key Engineering Materials . 2015,3858(638).
- [18] King D,Tee S,Falconer L.et al.Virtual health education:Scaling practice to transform student learning[J].Nurse Education Today,2018,71:7-9.
- [19] Alhalabi,Wadee.S.Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education[J].BEHAVIOUR&INFORMATION TECHNOLOGY,2016,(35): 919-925.
- [20] 王辞晓,李贺,尚俊杰.基于虚拟现实和增强现实的教育游戏应用及发展前景[J].中国电化教育,2017,No.367(08):99-107.
- [21] 董宜祥,崔亚会.VR 技术和思政课参与式教学的融合路径[J].中学政治教学参考,2022,No.851(11):35-37.
- [22] 刘勉,张际平.虚拟现实视域下的未来课堂教学模式研究[J].中国电化教育,2018,No.376(05):30-37.
- [23] 陈笑浪,刘革平,李姗泽.基于虚拟现实技术的教育美学实践变革——新情境教学模式创建[J].西南大学学报(社会科学版),2022,48(01):171-180.
- [24] 毛佳玳.智慧教育导向的 VR 英语跨文化教学模式探究[J].外语电化教学,2022,No.205(03):64-70+112.
- [25] 吴勇,顾振华.VR 技术在职业教育中的应用[J].集成电路应用,2021,38(12):278-279.
- [26] 王灵利,齐乐华,罗俊等.VR 技术应用于工程实训课程探究——以西北工业大学的“VR 虚拟装配综合实训课程”为例[J].现代教育技术,2022,32(07):85-92.
- [27] 王春.虚拟现实技术在中学化学实验教学中的应用[J].化学教学,2021,No.410(05):64-68.
- [28] 刘远,薛晨,熊明华等.虚拟现实技术在微生物学实验教学中应用研究[J].商丘师范学院学报,2022,38(12):90-92.
- [29] 万晨.“VR+AI”教育服务平台设计与应用研究[J].电脑与电信,2021,No.300(12):38-41.
- [30] 华子荀,黄慕雄,吴鹏泽等.数字化转型背景下教育元宇宙数字技术进阶模型研究[J].现代教育技术,2023,33(01):29-39.
- [31] 张运红,许华剑.美国中小学科学教育的实践与启示[J].柳州师专学报,2009,24(05):123-127.

参考文献

- [32] 万晓萌.美国中小学科学教育研究[J].吉林省教育学院学报(下旬),2012,28(09):112-113.
- [33] 李玉芳.韩国中小学科学教育经验及启示[J].教学与管理,2011(19):86-88.
- [34] 丁邦平.英国小学科学教育改革: 实地考察与思考[J].比较教育研究,2008, No.224(09):66-71.
- [35] 王泉泉,魏铭,刘霞.核心素养框架下科学素养的内涵与结构[J].北京师范大学学报(社会科学版),2019(02):52-58.
- [36] 李雁冰.科学探究、科学素养与科学教育[J].全球教育展望,2008,37(12):14-18.
- [37] 孙冬怀.小学科学素养的整体化培养路径[J].人民教育,2020, No.833(Z3):96-98.
- [38] 陈明选,陈金艳.基于互联网思维的小学科学探究活动设计[J].中国电化教育,2020, No.405(10):97-105.
- [39] 严晓梅,裴新宁,郑永和.我国科学教育发展问题的思考与建议[J].科学与社会,2018,8(03):13-21.
- [40] 关松林.发达国家中小学科学教育的经验与启示[J].教育研究,2016,37(12):140-146+154.
- [41] 戴丽敏.当代科学教育变革背景下小学科学教师素养刍议[J].杭州师范大学学报(社会科学版),2014,36(03):133-136.
- [42] 祝智颖.基于体感交互的小学《科学》VR 教学资源开发[D].江西科技师范大学,2019.
- [43] 涂嗣琪.基于增强现实的小学科学教学资源开发研究[D].南昌大学,2022.
- [44] 武子涵,钟媚,陈玉帆.基于桌面式混合现实技术的小学科学教学案例与研究[J].中国现代教育装备,2022, No.386(10):67-70.
- [45] 胡曾妮.虚拟实验在小学科学情境化教学中的应用效果探索[D].云南师范大学,2022.
- [46] 李宁.小学科学课虚拟学习情境的设计研究[D].东北师范大学,2013.
- [47] 唐文军,何敏.运用虚拟现实技术提升小学科学学习效果的实践——以《昆虫记》为例[J].教育信息技术,2021, No.331(09):68-71.
- [48] Templeton C E. An Analysis of the Pedagogical Alfordance of a Learning Environment in a Catholic School[J]. 2019.
- [49] Mintz R , Litvak S , Yair Y .3D-Virtual Reality in Science Education: An Implication for Astronomy Teaching[J].Journal of Computers in Mathematics & Science Education, 2001, 20(3): 293-305.
- [50] Enyedy N, Danish J A, Delacruz G, et al. Learning physics through play in an augmented reality environment[J]. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 2012,

7(3): 347-378.

- [51] 崔青青.中美最新小学科学课程标准比较研究[D].扬州大学,2018.
- [52] 徐燕.学生科学素养评测框架的国际比较研究[D].东南大学,2015.
- [53] 敬毅,黄鹤.日本理科课程对学生探究能力的要求及对我国的启示[J].现代交际,2017,4(18):15-16.
- [54] He S Y,Ra M H. The Effects of Science Activities applied with the constructivist theory on Children's Scientific Inquiry Ability and Scientific Attitudes[J]. Korean Association For Learner-Centered Curriculum And Instruction,2018,18(23).
- [55] Yeon S K,Youngseok J. The Effect of Peer Review to the Improvement of Gifted Elementary Science Students' Open Inquiry[J]. Journal of The Korean Association For Science Education, 2016,36(6).
- [56] Winkelmann K,Balogh M,Marcinkowski T, et al. Improving Students' Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in the General Chemistry Laboratory[J]. J. Chem. Educ.,2014,92(2).
- [57] (Aldy) Chang, Yu-Liang. Using Mechatronics Curriculum Design in Enhancing Vocational High-School Students' Competence in Scientific Inquiry[J]. The international journal of engineering education,2015,31(5).
- [58] Cheng,Ping-Han,Yang, et al. 5E Mobile Inquiry Learning Approach for Enhancing Learning Motivation and Scientific Inquiry Ability of University Students[J]. IEEE Transactions on Education,2016,59(2).
- [59] Cahyani R. Developing Multimedia-assisted Inquiry Learning Instruments for Basic Biology Intended to Foster Students' Scientific Inquiry[J]. Journal of Physics: Conference Series,2017,824(1).
- [60] 石晓兰,王跃东.融合信息技术,提升科学探究能力——以磁场对运动电荷的作用力为例[J].物理教师,2023,44(05):65-68.
- [61] 苗洺瑞.应用 5E 教学模式培养高中生科学探究能力的实践研究[D].上海师范大学,2023.
- [62] 应从祥,黄敏.表现性评价:撬动小学生科学探究能力提升的杠杆——以苏教版小学科学六上《太阳系大家族》一课为例[J].福建教育学院学报,2023,24(03):91-94.

参考文献

- [63] 林爱星.让学生成为探究科学的主人——小学科学探究式教学策略[J].家长,2022, No.427(33):88-90.
- [64] 夏文晗.基于工作单的高一学生科学探究能力培养的实践研究[D].中央民族大学,2022.
- [65] 陈建霞.基于培养学生科学探究能力的高中化学实验实践教学研究[D].西北师范大学,2020.
- [66] 闵凡芹.在实验教学中培养学生科学思维和科学探究能力初探——以“温度对酶促反应速率的影响”为例[J].生物学教学,2019,44(09):40-42.
- [67] 姚林群,封思颖.写作能力考查的历史演变与发展路径——基于高考恢复以来作文试题的梳理与分析[J].语文建设,2019, No.417(09):55-59.
- [68] 胡小强.虚拟现实技术[M].北京:北京邮电大学出版社,2005.
- [69] 周国众.移动增强现实用户体验模型构建与应用研究[D].解放军信息工程大学,2013.
- [70] 李春密,梁洁,蔡美洁.中学生科学探究能力结构模型初探[J].课程.教材.教法,2004(06):86-90.
- [71] 刘东方,王磊.科学探究能力的构成要素——基于国外科学课程文件的分析[J].化学教育,2012,33(09):44-49.
- [72] 宋健,刘广利.论课堂教学资源的筛选机制及其开发原则与途径[J].内蒙古农业大学学报(社会科学版),2008,10(06):153-154+157.
- [73] 余武.信息化教学资源的开发和建设[J].中国电化教育,2001,(07):15-17.
- [74] 刘革平,谢涛.三维虚拟学习环境综述[J].中国电化教育,2015(9):25-26.
- [75] 张影.基于 VR 体验的小学科学课教学设计与实践研究[D].河南师范大学,2019.
- [76] 石梦琦.高中物理虚拟现实教学资源的应用研究与案例设计[D].长春师范大学,2020.
- [77] 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.
- [78] 王文静.情境认知与学习理论研究述评[J].全球教育展望,2002(01):51-55.
- [79] Li Q, Wang A, Kai J, et al. Research on multimedia intelligence course and intelligence classroom based on multiple intelligence theory[C]//2010 Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. IEEE, 2010: 398-401.
- [80] 李向明.ADDIE 教学设计模型在外语教学中的应用[J].现代教育技术,2008,(11):73-76.
- [81] 沈惠娴.基于 ADDIE 教学设计模型的初中地理微课设计[J].中学地理教学参考,2022,(02):48-51.
- [82] 周俊杰,张俊.基于 ADDIE 模型的移动学习资源的设计与实例开发[J].信息系统工程,2019,(05):15

7-158.

- [83] 何炜娟.沉浸式虚拟现实在小学科学课的应用研究[D].福建师范大学,2018.
- [84] 左成光,任永力,成刚.小学科学实验教学的现状诊断、困境溯源及出路探析[J].教育与装备研究,2022,38(01):87-91.
- [85] 肖琳.基于 VR 的小学科学教学资源开发与应用研究[D].江西科技师范大学,2022.
- [86] 吴尚妍.基于 Arduino 平台的小学科学教学资源开发与应用研究[D].贵州师范大学,2022.
- [87] 陈旭远.课程与教学论[M].长春:东北师范大学出版社,2002:193-217.
- [88] 代依伶.基于沉浸式虚拟现实的小学科学课程教学设计与应用研究[D].四川师范大学,2019.
- [89] 唐钰婷.基于科学探究能力发展的项目式学习在中学生物学教学中的实践研究[D].贵州师范大学,2022.
- [90] 李佩璇.虚实混合实验提升初中生科学探究能力的行动研究[D].西北师范大学,2022.
- [91] 李伟平.不同类型的工作单对初中生生物学实验探究能力评价研究[D].南京师范大学,2012.
- [92] 李佳佳.桌面虚拟现实支持科学探究能力发展的教学设计与应用研究[D].山东师范大学,2022.
- [93] 时艳艳.探究能力培养视角下小学科学 VR 教学资源的设计与应用[D].江西科技师范大学,2022.

附录

附录1 科学课堂学习现状调查问卷

亲爱的同学：

你好！很高兴你能参加此次问卷调查，此问卷在于了解当前你对科学课的学习态度和学习现状以及对虚拟现实技术（VR）的了解程度。问卷仅作为教学研究使用，下列作答不分对错，请你根据真实感受填写问卷，谢谢！

班级：_____ 年龄：_____ 性别：_____（男/女）

1. 你平时喜欢上科学课吗？（_____）

A. 非常喜欢 B. 喜欢 C. 一般 D. 不喜欢 E. 完全不喜欢

2. 你对学习科学知识感兴趣吗？（_____）

A. 非常感兴趣 B. 感兴趣 C. 一般 D. 不太感兴趣 E. 完全不感兴趣

3. 你喜欢老师在科学课中的上课方式吗？（_____）

A. 非常喜欢 B. 喜欢 C. 一般 D. 不喜欢 E. 完全不喜欢

4. 在科学课中，老师一般会采用什么上课方式？（_____）（多选）

A. 教师直接讲授，学生听讲

B. 教师操作展示，学生观察

C. 教师提出问题，学生进行讨论探究

D. 教师进行引导，学生小组完成操作

E. 教师使用新技术辅助教学，学生参与其中

5. 你对老师课堂上讲解的科学知识感觉容易理解吗？（_____）

A. 非常容易理解 B. 容易理解 C. 一般 D. 不太容易理解 E. 完全不容易理解

6. 对于平时老师所讲的科学知识，你能够完全掌握吗？（_____）

A. 非常能够掌握 B. 能够掌握 C. 一般 D. 不太能够掌握 E. 完全不能够掌握

7. 你会用学到的科学知识或方法探究生活中的实际问题吗？（_____）

A. 经常 B. 有时 C. 一般 D. 偶尔 E. 从不

8. 你了解虚拟现实技术（VR）吗？注：类似用技术虚拟呈现现实中的事物或模拟真实场景。（_____）

A. 非常了解 B. 了解 C. 一般 D. 不太了解 E. 完全不了解

9. 你在生活中有接触或了解过相关的 VR 教育软件吗? ()

A. 经常 B. 有时 C. 一般 D. 偶尔 E. 从不

10. 如果老师在科学课上使用 VR 教学资源辅助教学, 你会感兴趣吗? ()

A. 非常感兴趣 B. 感兴趣 C. 一般 D. 不太感兴趣 E. 完全不感兴趣

11. 如果可以在课堂中选择使用 VR 教学资源, 你希望它有那些功能? () (多选)

A. 三维可视化演示

B. 互动学习效果

C. 语音、视频解说效果

D. 知识点探索模块

E. 其他

12. 如果可以在课堂中选择使用 VR 教学资源, 你希望它可以呈现什么画面? ()

(多选)

A. 简洁的操作界面

B. 明确的学习导航

C. 功能易于操作

D. 知识呈现生动、有趣

E. 其他

附录 2 访谈提纲

亲爱的老师：

您好！

首先非常感谢您能抽空接受我的访谈，本次访谈的主要目的是想了解您对目前小学科学课程的教学现状以及在小学科学课堂上使用 VR 教学资源的看法。访谈内容仅用作教学研究，您的回答将采取匿名形式，以保证您的个人信息安全。请您尽量详细地回答问题，感谢您的参与和配合！

访谈时间：

访谈地点：

访谈对象：

- 1.您是专职科学老师吗？您在教学中通常使用什么教学方法进行授课呢？
- 2.您平时利用的教学资源丰富吗？可以简要介绍使用的教学工具和教学流程吗？
- 3.请问在您的教学中，教学起来比较困难的知识点是什么？
- 4.您在进行一些抽象知识的教学时，会觉得困难吗？您会借助什么辅助工具或手段？
- 5.您在日常教学中是否会让学生主动去探究（主动提出问题、设计方案）？
- 6.您有了解过虚拟现实技术（VR）吗？您觉得 VR 教学资源应用到小学科学课中是否可行？
- 7.如果有相关资源的话，您是否愿意将虚拟现实技术应用在小学科学课堂的教学中呢？
- 8.您对设计开发的 VR 教学资源，有什么建议或意见？

附录 3 科学探究能力水平调查问卷

亲爱的同学：

你好！非常感谢你能参加此次问卷调查。该问卷旨在了解当前小学生的科学探究能力发展水平。本问卷采用不记名的方式填写，因此你的信息不会泄露。问卷结果仅作为教学研究使用，下列作答不分对错，请你根据真实感受填写问卷，谢谢！

班级：_____ 年龄：_____ 性别：_____ (男/女)

注：请在格子中打√。

	序号	问题	完全符合	符合	一般	不符合	完全不符合
提出问题	1	我能从学习或生活中发现一些有价值或与实际情境相关的问题。					
	2	我能从发现的问题中找出适合进行探究的问题。					
	3	我能将要探究的问题用自己的方式清晰准确地表达出来。					
作出猜想	4	我能利用生活中的经验和已有的知识对问题作出自己的猜想。					
	5	我提出的猜想具备合理性，有一定的科学依据。					
	6	我提出的猜想具备一定的可验证性。					
制定计划	7	我能制定出探究计划以验证所提出的猜想。					
	8	我能阐明探究目标，依据一定的步骤制定出操作具体且可行的探究计划。					
	9	我能够在教师的引导下采取科学合理的探究方法。					
	10	我制定的计划或方案表述清晰，语句通顺，逻辑严谨。					
实施计划	11	我能按照制定的探究计划去实施。					
	12	我能使用科学的方法进行探究。					
	13	我在探究过程中能够正确收集并记录信息或数据。					
	14	我在探究过程中能运用合理的方法处理信息或数据。					

附录

得出结论	15	我能通过分析和比较，对证据与猜想的关系做出判断。					
	16	我能通过归纳和总结，得出较为完整的结论					
	17	我得出的结论具备一定的合理性。					
表达与反思	18	我能够表达自己得出的结论，并分享探究过程。					
	19	我能积极与他人交流、讨论，提出自己的见解，虚心听取他人的发言。					
	20	我能够对自己的探究过程进行反思，提出改善意见。					

附录 4 科学探究能力培养学习工作单

主题: 《火山喷发》 组别: _____ 小组成员: _____

一、提出问题

火山喷发时有发生, 其场景十分震撼, 火山喷发与什么息息相关, 你想了解关于火山喷发的什么问题?

问: 你能提出什么可探究的问题(修改后的问题)?

二、作出猜想

请根据火山喷发时伴随的现象以及自身生活经验和知识, 推测火山喷发是怎么形成的, 并说出猜想:

三、制定计划

探究活动 1: 观察

从火山结构图进行观察、分析, 找出其组成要素有哪些。

	<p>探究活动 2: <u>验证</u> 火山喷发时,会伴随哪些现象?火山到底是怎样形成的呢?</p>		
	<p>探究活动 3: <u>比较</u> 比较三种不同的火山喷发类型的现象特点有何不同。</p>		
	<p>探究活动 4: <u>升华</u> ①火山喷发对地球环境产生了什么影响?</p>		
<p>四、得出结论</p> <p>岩石圈的下面积聚有大量的_____，在_____的作用下，随着岩浆受到的压力不断变大，或者地壳某处变薄，岩浆会冲破地壳的_____喷涌而出，形成火山喷发。</p> <p>五、交流表达</p> <p>①在小组交流中，你跟其他同学有交流吗？你们都交流了哪些内容？ ②你能解释火山喷发形成的原因吗？请简要说明。 ③你能解释火山喷发会对环境产生什么影响吗？请简要说明。 ④在讨论中，当出现不同意见时，你如何处理？ ⑤在探究过程中，你有没有发现自己可以改进的地方？</p>			

附录 5 科学探究能力培养学习工作单

主题: 《太阳系大家族》 组别: _____ 小组成员: _____

一、提出问题

茫茫的宇宙浩瀚无垠,有很多未知的奥秘值得探索。关于太阳系大家族,你有什么具体想了解的问题呢?

问: 你能提出什么可探究的问题(修改后的问题) ?

二、作出猜想

请根据现阶段所知道的知识,说出你的猜想:除了太阳、地球和月球外,你还知道太阳系中有哪些天体?

三、制定计划

<p>探究活动 1: <u>观察</u> 通过观察太阳系结构组成图,了解太阳系的样子以及太阳系大家族的成员有哪些。</p>	
<p>探究活动 2: <u>比较</u> 根据太阳系具体动态情景图,探究各行星的大小、位置距离并将其画出来。</p>	

附录

探究活动 3: <u>概括</u> 根据太阳系具体图的介绍, 探索八大行星的情况概括, 找出每个行星的特别之处。		
探究活动 4: <u>升华</u> 了解太阳系大家族中的其他天体: 彗星、小行星带。		

四、得出结论

太阳系大家族中包括了_____;

太阳系各行星按从大到小的排序为: _____,

按由近到远的排序为: _____;

太阳系大家族中的其他天体有: _____。

五、交流表达

- ①在小组交流中, 你跟其他同学有交流吗? 你们都交流了哪些内容?
- ②你能说出太阳系大家族的成员吗?
- ③你能分别说出八大行星的大小、远近距离吗? 。
- ④在讨论中, 当出现不同意见时, 你如何处理?
- ⑤在探究过程中, 你有没有发现自己可以改进的地方?

附录 6 探究兴趣、探究态度及探究参与情况调查问卷

亲爱的同学：

你好！以下是关于科学课堂探究兴趣、态度及参与情况的调查问卷，问卷仅作为教学研究使用，下列作答不分对错，请你根据真实感受填写问卷，谢谢！

班级：_____ 年龄：_____ 性别：_____ (男/女)

1. 通过这次学习，增加了我对科学知识学习的兴趣。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
2. 我认为在科学课堂中开展探究活动是有趣的。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
3. 我总是会产生许多新奇的探究想法。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
4. 在科学课堂中开展探究活动让我在课堂上更加集中注意力。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
5. 我会依据知识经验，积极地制作出探究操作计划。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
6. 我喜欢按照探究操作计划进行探究活动。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
7. 在探究活动过程中，我会提出不同于其他人的见解。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
8. 在探究活动过程中，我会在遇到问题时主动寻找解决方法。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
9. 我在科学课堂的探究活动中能够积极参与讨论。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合
10. 我能够积极参与提出问题、作出假设、制定方案、协作探究等探究过程。 ()
A. 非常符合 B. 符合 C. 一般 D. 不符合 E. 完全不符合

附录 7 文字素材收集——星球简介、星球信息

号序	星球	简介
1	太阳	太阳位于太阳系的中心，它的质量占太阳系总质量的 99.8%，其他天体都围绕太阳公转。同时太阳还是整个太阳系中唯一能够自身发光的恒星。
2	水星	水星是八大行星中离太阳最近的行星，水星上的温差可达五六百摄氏度。它的表面有许多环形山，而且十分古老，至今未发现水星有卫星。水星是太阳系中公转速度最快的行星，绕太阳公转一周仅需要 88 个地球日，自转一周需要 58.65 个地球日。
3	金星	金星是除了太阳和月球外，人的肉眼能够看到的最亮的天体。金星的自转方向是自东向西的，金星自转速度也是八大行星中最慢的，自转一周需要 243 个地球日。金星也没有卫星。
4	地球	地球唯一的天然卫星是月球。地球是目前发现的唯一有生命活动的星球。从太空中看，地球是一颗缓慢旋转着的淡蓝色的行星。地球是八大行星中唯一拥有大量液态水的星球。
5	火星	火星表面的土壤中含有不少铁的氧化物，因此外观呈红色。火星的内部结构与地球相似，有壳、幔、核，火星表面只有干涸的河床和大片沙漠。火星有两颗卫星。
6	木星	木星是太阳系中最大、最重的行星，被称为“行星之王”，它的质量约为地球的 318 倍，体积约为地球的 1316 倍。木星虽然巨大无比，但是自转速度却是太阳系中最快的，自转一周只用 9 小时 50 分至 9 小时 56 分。木星约有 30 颗卫星。
7	土星	土星是太阳系中第二大行星，土星的平均密度是八大行星中最小的，比水的密度还小。土星赤道上空有美丽的土星环，土星环是由冰粒构成的。土星大约有 30 颗卫星。
8	天王星	天王星呈海蓝色，由厚厚的大气包裹，主要成分是氢和氦。天王星拥有光环，它的最大特征是自转的倾斜角度很大，几乎是躺着运行的。公转周期为 84 个地球年。天王星大约有 29 颗卫星。
9	海王星	海王星呈淡蓝色，其组成分为各种各样的“冰”与含有 15% 的氢和少量氦的岩石。海王星的公转速度非常慢，公转一周需要 164.8 个地球年。海王星大约有 14 颗卫星。

号序	星球	球体直径	距离太阳	自转轴	自转方向	自转周期	公转周期	公转方向
1	太阳(中心)	1392	0\中心位置					
2	水星	4.88	5.8	0°	逆时针	59 天	88 天	逆时针
3	金星	12.104	10.8	177.3°	顺时针	243 天	225 天	逆时针
4	地球	12.756	15	23.4°	逆时针	1 天	365 天	逆时针
5	火星	6.792	22.8	25.2°	逆时针	1 天	687 天	逆时针
6	木星	143	77.8	3.1°	逆时针	0.41 天	4333 天	逆时针
7	土星	120.5	142.9	26.7°	逆时针	0.43 天	10760 天	逆时针
8	天王星	51.12	287.1	97.8°	顺时针	0.65 天	30799 天	逆时针
9	海王星	49.5	450.4	28.3°	顺时针	0.67 天	60188 天	逆时针