

Research on Deep Interaction in Primary School Mathematics Teaching Based on Smart Classroom

基于智慧课堂的小学数学教学深度互动研究

李从波 著



International
Union of Scientific and
Technological Scholars

CIP INFORMATION

Title: Research on Deep Interaction in Primary School Mathematics Teaching Based on Smart Classroom

题目：基于智慧课堂的小学数学教学深度互动研究

Author: Congbo Li

作者：李从波

ISBN: 979-8-90040-142-3

Publisher: CYPEDIA INTERNATIONAL UNION OF SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL SCHOLARS

Price: \$60.00

定价：60 美金



**International
Union of Scientific and
Technological Scholars**

**Research on Deep Interaction in Primary School Mathematics Teaching
Based on Smart Classroom**

基于智慧课堂的小学数学教学深度互动研究

Address: 100 N Howard St Ste R, Spokane, Wa, 99201. United States

Tel: +888-754-5177

Email: contact@cypedia.net

Format: 170mmx240mm 1/16 Sheets: 15.75

Word Counts: 200.000

Edition: First edition in May 2026

Printing: First printing in May 2026

**CYPEDIA INTERNATIONAL UNION OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
SCHOLARS**

非开放获取·电子版请联络出版社购买·版权归出版社所有·侵权必究

Not Open Access. For the electronic version, please contact the publisher for purchase. The copyright belongs to the publisher.
Infringement will be prosecuted.

● 前言 PREFACE

当信息技术以前所未有的深度与广度渗透进教育领域，“智慧课堂”已从一个前沿概念逐渐转变为许多学校的现实图景。交互式白板、学生平板、学习数据分析平台……这些先进的硬件与软件被大规模引入小学数学课堂，为我们描绘了一幅技术赋能教育的美好愿景。然而，在这片看似繁荣的景象之下，一个根本性的问题始终萦绕心头：我们是否真正利用这些技术，撬动了课堂教学的深层变革？我们的课堂互动，是走向了启迪智慧的“深度”，还是仅仅停留在炫技表演的“浅层”？

这正是驱动我开展此项研究的原初动力。作为一名长期关注基础教育信息化的研究者，我深切感受到，当前智慧课堂的实践正面临着一场深刻的“价值迷失”。许多课堂将交互白板当作高级投影仪，将平板电脑沦为电子题库，技术应用与教学目标严重脱节，“为用技术而用技术”的现象比比皆是。课堂表面上互动频繁、节奏明快，但仔细审视便会发现，学生的思维并未真正卷入，缺乏深层次的认知冲突、完整的思路表达与有意义的知识建构。这种“技术光环下的浅层互动”，不仅浪费了宝贵的教育资源，更背离了课程改革以核心素养为导向的根本宗旨。

小学数学，作为培养学生逻辑思维与理性精神的奠基学科，尤其需要一种能够激发学生主动探究、深度思考的互动模式。新课标所强调的六大核心素养，无一不是在高质量的互动与实践得以生成。因此，如何依托智慧课堂的技术优势，设计并实施真正意义上的“深度互动”，成为回应时代诉求、破解实践困境的关键所在。本书即是对这一核心命题的系统回应。

本书的核心立意在于，将“深度互动”置于智慧课堂研究的中心位置，并赋予其清晰的内涵与可操作的路径。我们认为，深度互动的本质，是利用技术构建一个多维、立体、即时反馈的学习生态系统。在这个系统中，技术不再是主导者，而是作为强大的“认知工具”与“情感支架”，服务于学生的主体性学习。它通过交互性与即时性，让每一个学生的思维都能被看见、被听见，使教师能动态调整教学策略；通过数据化与智能化，将模糊的学情

变得清晰可见，实现精准的个性化学习支持与高效的教、学、评闭环；通过开放性与协作性，打破时空壁垒，让学生在真实、复杂的任务情境中，与同伴协同共创，培养面向未来的核心素养。

在研究过程中，我尤为关注教师角色的根本性转变。在深度互动的课堂里，教师不再是唯一的知识权威，而是学习环境的设计师、学生探究的促进者和意义建构的伙伴。这要求教师不仅要具备高超的数字素养，更要拥有坚定的“学生中心”教育信念。唯有如此，才能避免将智慧课堂异化为高效的演示工具，真正将其转化为启迪智慧、塑造人格的生动殿堂。

本书的完成，得益于众多一线教师的实践智慧与宝贵经验。书中所呈现的策略与案例，都力求扎根于真实的课堂土壤，希望能为同样在探索之路上的同仁们提供一些切实的参考与启发。同时，我也清醒地认识到，本研究尚有诸多不足。我们的样本主要来自信息化条件优越的示范性学校，结论的普适性有待进一步检验；研究方法上偏重质性分析，对深度互动效果的量化评估尚显薄弱；对于学生内在复杂认知与情感过程的捕捉，也受限于现有技术手段。

尽管如此，我依然坚信，对“深度”的不懈追求，是智慧教育的灵魂所在。技术终将迭代，但启迪学生思维、促进其全面发展的教育初心永不改变。愿本书能成为一块铺路石，为构建更加智慧、更有深度、更具人文关怀的小学数学课堂贡献一份微薄之力。

限于作者水平，书中难免存在疏漏及不妥之处，敬请读者批评指正。

——作者

目录 CONTENTS

第一章 智慧课堂与小学数学教学深度互动概述	1
第一节 智慧课堂的概念与特征	1
第二节 小学数学教学深度互动的内涵	5
第三节 智慧课堂与深度互动的融合价值	10
第四节 研究背景与意义	14
第五节 国内外研究现状	18
第二章 智慧课堂环境下小学数学深度互动的理论基础	23
第一节 建构主义学习理论	23
第二节 情境认知理论	27
第三节 互动教学理论	33
第四节 信息技术与课程整合理论	38
第五节 小学生数学认知发展特点	43
第三章 小学数学智慧课堂的技术支撑体系	49
第一节 智慧教室硬件配置要求	49
第二节 教学软件平台功能分析	54
第三节 数字资源开发与管理	59
第四节 互动技术工具应用	63
第五节 技术支持与维护保障	68
第四章 小学数学智慧课堂深度互动模式构建	73
第一节 师生互动模式设计	73
第二节 生生互动模式设计	77
第三节 人机互动模式设计	82

第四节 多元评价互动机制·····	87
第五节 模式实施流程与策略·····	92
第五章 智慧课堂环境下小学数学概念教学深度互动实践·····	99
第一节 数学概念教学特点分析·····	99
第二节 智慧环境下的概念形成互动·····	104
第三节 典型案例设计与实施·····	109
第四节 互动效果评估与反思·····	113
第五节 教学策略优化建议·····	118
第六章 智慧课堂环境下小学数学问题解决深度互动实践·····	123
第一节 数学问题解决教学特征·····	123
第二节 智慧环境下的探究式互动·····	127
第三节 合作解决问题案例研究·····	132
第四节 解决问题能力培养·····	136
第五节 教学实践反思与改进·····	140
第七章 智慧课堂环境下小学数学空间与图形深度互动实践·····	145
第一节 空间与图形教学特点·····	145
第二节 可视化工具互动应用·····	149
第三节 动手操作与虚拟实验·····	155
第四节 典型案例分析与实践·····	159
第五节 教学效果评估与优化·····	164
第八章 小学数学智慧课堂深度互动的评价体系·····	169
第一节 互动效果评价指标构建·····	169
第二节 过程性评价方法·····	173
第三节 结果性评价标准·····	179
第四节 多元主体评价机制·····	184
第五节 评价结果分析与应用·····	190

第九章 小学数学智慧课堂深度互动的实施保障·····	197
第一节 教师专业发展支持·····	197
第二节 学校管理机制建设·····	201
第三节 家校协同互动机制·····	206
第四节 资源建设与共享·····	211
第五节 智慧课堂实施中的问题与对策·····	216
第十章 小学数学智慧课堂深度互动的发展展望·····	223
第一节 智慧教育发展趋势·····	223
第二节 深度互动的创新方向·····	227
第三节 技术支持的新可能·····	231
第四节 教师角色转变与提升·····	235
第五节 研究结论与未来展望·····	239
参考文献·····	243

第一章 智慧课堂与小学数学教学深度互动概述

第一节 智慧课堂的概念与特征

一、智慧课堂的内涵界定

（一）技术赋能的教学环境

智慧课堂的技术赋能教学环境，就是利用一系列智能化的软硬件设备和平台有机融合，创建出支持多元互动、资源共享、情境感知的数字化学习空间。其主要特点就是系统整合、智能联动，不是孤立设备的简单功能展示。交互式智能平板不但是教师的演示工具，也是师生之间思维碰撞、成果分享的协作平台；学生人手一台的学习终端成了个人与集体之间的桥梁，可以随时提交练习、参加课堂测验、进行小组讨论，并且能够将学习行为数据实时上传到云端平台上。该种环境设计有效地打破传统课堂信息传递的单向性以及时空的限制，给师生营造出沉浸式、互动式的学习体验，使得教学过程的每一个环节都有技术支持下无限的可能性。它把抽象的数学概念用虚拟仿真、动态几何等方式直观地呈现出来，把静态的知识转变为动态的探究过程，极大地激发了小学生学习的兴趣和探究的欲望。

技术赋能环境的又一特点就是无缝连接性。课堂内的学习终端、智能平板、传感器等设备通过高速网络与云端教育平台紧密相连，形成完整的信息闭环。教师可以方便地在平台上发布学习资料、设计互动任务，学生随时可以获得学习资源、完成探究活动。这样的环境设计使课前、课中、课后三个环节相互联系，把学习过程构造成一个连续、完整的整体，给混合式教学、翻转课堂等新的教学模式提供了强有力的支持，使学习不再只是 45 分钟的课堂教学，而是向更广的时空延伸。

（二）数据驱动的教学决策

数据驱动是智慧课堂和传统课堂的主要区别，它代表教学正在从依靠经验走向以证据为基础的科学决策。智慧课堂里学生学习行为被全面、客观、伴随式地记录下来，因此产生了大量的过程性数据。这些数据不单单包含客观题做对、作

业提交时间等结果信息,而且包含学生解答主观题时的思考过程、观看教学视频时长、参与课堂讨论的次数和质量等等过程信息,共同构成了完整的学生学习画像。

经过云平台的智能分析与挖掘之后,最初的原始数据就转变成了对教学有着直接指导作用的见解。教师可以清楚地了解全班学生的知识掌握情况、普遍存在的认知误区和个别学生存在的思维障碍。根据以上数据分析报告可以得出科学有效的教师教学改进决策。

1. 教师不能依靠模糊的课堂观察、滞后的作业批改来判断学生知识掌握情况,应该充分利用即时数据反馈,实时了解学生当前所学知识的掌握情况,进而对教学内容和节奏做出相应的调整。

2. 根据教学设计的分析结果,能找出其中的不足,比如某个教学环节学生的参与度低、例题难度设置不当等,老师可以依据分析结果对教学方案做出有针对性的修改。

3. 实行分层教学,根据学生不同的认知水平识别出不同层次的学生,教师就可以推送不同难度、不同类型的练习任务,真正实现有目的的个别化指导。以数据为基础的决策方式促使教学评价由终结性转变为过程性,教师的角色也由知识的传授者转变为学生的引导者、诊断者、促进者。

(三) 个性化学习的实现路径

个性化学习是教育的最高境界,智慧课堂给规模化实现提供现实途径。依靠技术赋能环境、数据驱动决策,把统一的教学流程拆解成适应每一个学生个性化需求的学习路径。这条途径是技术、数据与教育理念这三者结合而成的,它从根本上转变了学生学习和成长的道路。智慧课堂中个性化学习路径最直接的体现就是学习内容、资源的智能推荐。智能学习系统会依据学生以前的学习数据、认知水平评价、兴趣爱好等来创建出每一个学生的知识图谱。学生遇到某个知识节点的困难时,系统就会推送相应的微课视频、知识点讲解或者基础练习,而对学有余力的学生,则会推荐更加有挑战性的拓展性问题或者项目式探究任务,使每一位学生都在自己的最近发展区内获得最有效的学习。

其次就是学习节奏与方式的自主选择,即真正的个性化。智慧课堂环境里学生拥有的学习自主性更多。他们可以按照自己的理解速度,反复观看教学视频的重点部分,也可以跳过已经掌握的内容。即时反馈系统可以让学生马上发现错误并改正,不需要等老师统一批改。自主、自适应的学习方式,有利于培养学生自

我监控、自我管理的能力，使学生成为学习的主人。教师角色随之转变，由原来的主导者变为引导者，把更多的精力放在关注学生个性需求、给予情感支持、引导高阶思维上，而不再单一地进行知识灌输。

个性化学习路径的另一个表现就是评价方式的多元化、过程化。智慧课堂的评价体系不再只是期末考试分数，而是从学生整个学习过程中参与度、协作能力、创新思维、问题解决能力等各方面来考虑。学习平台上的每一个数据点，都会成为评价学生综合素质的依据。这样全面真实的评价方式可以更加准确的反映出学生的发展情况，激励学生充分发挥自身的优势与特长，促进学生的全面发展。它不仅关心学生学到了什么，更关注学生怎样学会以及在学习过程中获得了怎样的成长。

二、智慧课堂的核心特征

智慧课堂丰富的内涵，决定了它与传统课堂明显不同的主要特点。这些特点一起形成了智慧课堂独有的形态，并对教学互动的深度和广度产生影响。剖析其交互性、数据化、开放性等主要特点，有利于认识智慧课堂的运行机制，认识它给小学数学教学带来的巨大变革的潜力。智慧课堂的主要特征如表所示，共同形成了该种新型教学模式的优势。

智慧课堂核心特征概览

特征	核心内涵	教学体现
交互性与即时性	多维高频互动，即时反馈机制	师生 / 生生 / 人机互动，动态调整教学策略
数据化与智能化	学习行为量化，AI 智能分析预测	精准学情洞察，个性化推荐，智能辅助批改
开放性与协作性	资源无界共享，跨时空协同共创	拓展学习资源，小组项目协作，培养综合素养

（一）交互性与即时性

交互性和即时性是智慧课堂最直接最基本的特点，它从根本上改变了传统课堂的信息传递模式。智慧课堂的交互是多维的、立体的、高频的。师生之间不再只是教师提问、学生回答的单向交流，而是通过抢答、点赞、弹幕评论等互动方式，使每一个学生都可以方便地表达自己的观点，教师也可以及时得到全班的反馈。生生间的交流是以在线小组讨论、合作绘制电子画板几何图形、共同完成学习报

告等形式来展开的,有效培养了学生团队协作和沟通的能力。人机交互无处不在,学生可以同智能教学系统进行对话式的学习,也可以得到个性化的指导和反馈。

即时性是交互性的重要保证,也是交互性效能的提升。智慧课堂中学生练习作答、课堂投票结果都可以立刻统计并呈现出来。即时反馈机制有双重价值,对学生来说,可以立即得知理解是否正确,及时发现并改正错误,防止错误认识固化,从而大大提高学习效率,对教师来说,可以实时掌握全班学情,形成动态的学情仪表盘,进而及时调整教学策略,对错误率高的题目重点讲解,对精彩回答即时表扬,使教学更具针对性和时效性。高效精准的教、学、评闭环可以保证课堂互动真正地落实下来,避免形式化。

(二) 数据化与智能化

数据化、智能化是智慧课堂最根本的智慧所在,也是其精准教学、个性化学习的基础。数据化,即把过去无法观察、无法量化的教学过程和学习行为用技术手段转化为可以分析、可以追溯的结构化数据。学生每一次的点击、作答、发言,甚至某个题目上的停留时间,都会被系统准确地记录下来,从而形成学生个体完整的学习轨迹数据。从而使得教学过程全面显性化,给探究学习发生机理提供了前所未有的海量的证据。

智能化是在数据化的基础上,用人工智能、机器学习等算法对大量的教育数据进行深度挖掘和智能分析,给课堂注入智慧的特质。智能系统可以识别学生学习模式,诊断知识薄弱环节,预估学生未来的学习走向。以小学数学的分数加减法单元为例,系统对某个学生在该单元学习中出现的所有错误进行分析,智能判断其错误的根本原因是通分的概念没有掌握,而不是粗心计算,因此推送相应的学习资源。智能化在教师智能辅助方面主要表现在系统可以自动批改客观题,辅助批改主观题,给教师提供全方位、多层次的学情分析报告和优质教学资源推荐,把教师从繁重重复的工作中解放出来,使教师投入更多的精力进行创造性的教学工作,给学生更多的人文关怀。

数据化使教学过程变得透明可见,智能化给数据赋予了深刻的教育意义。两者互相配合,共同构成智慧课堂的智慧大脑,促使教学活动不断改进和发展。因此教学不但是艺术,更具有科学的严谨性和精确性,促使教育朝着更加个性化、科学化的方向发展,最终实现为每个学生特殊成长需求服务的宏伟目标,实现大规模因材施教的理想。

（三）开放性与协作性

开放性、协作性是智慧课堂面向未来的重要特点，它冲破了传统教育在时空、资源、组织形式等各方面的限制，创建起一种无边界的学习生态系统。开放性最明显的表现就是学习资源非常丰富，且容易获得。智慧课堂中学习资源不再只限于教材、教辅，已经扩展到了全球各地的数字资源库，也就是优质的视频、虚拟实验室、交互式课件、在线博物馆等。学生可以随时随地探索广阔的、知识的世界，这对培养学生自主学习能力、信息素养有着极其重要的作用。

协作性在技术的帮助下达到了一个新的高度。智慧课堂给学生提供了在线协作工具（共享文档、协同白板、项目管理平台等），使小组学习不再受物理空间的限制。学生可以通过互联网进行复杂数学问题的讨论，收集资料、处理数据、建立模型、发布成果。协作过程会被完整记录下来，有利于教师进行指导和评价。更加深远的意义就是它能够冲破班级、学校乃至更大的界限，使学生有机会和不同的同伴一起学习，在真实任务情境中培养沟通能力、批判性思维以及解决复杂问题的能力，这些都是未来社会所必需的核心素养。

第二节 小学数学教学深度互动的内涵

小学数学教学中深度互动的内涵，属于智慧课堂教学研究的重要课题之一。它冲破了传统课堂里简单的师生问答互动模式，其目的就是创建起一种可以引发学生高阶思维、推进知识意义建构、产生积极情感体验的新的教学关系和活动形式。本节将对此做进一步的分析，并剖析它的主要构成要素。

一、深度互动的概念解析

深度互动是对现在小学数学课堂中普遍存在的伪互动、浅互动现象的一种深刻的反思与超越。它注重的是互动的质量而不是数量，关注的是学生的思维深度、广度和情感投入程度，是学生主体性发展和数学核心素养培养的重要途径。

（一）从“形式互动”到“实质互动”的深化

传统的数学课堂互动多停留在表面。其模式多为固定不变的教师提问、学生回答、教师评价的链式结构，学生参与主要是被动的、浅表化的，思维活动多停留在记忆、复述等层面。学生回答的问题大多只是寻求一个标准答案，缺乏自己

探究、个性化表达的空间,师生之间、生生之间也很难产生真正意义上的思想碰撞。此类互动虽然表面热闹,但是很难使学生对数学知识的本质和思想方法有深刻的理解,造成学生认知参与度不高,仍然属于低水平交流。

在智慧课堂的环境下,深度互动所追求的核心就是实质互动。它抛弃了事先设定的、封闭式的问答方式,采用的是开放式、探究性的对话方式。教师提出的问题具有挑战性,没有唯一的标准答案,目的是促使学生进行深入的思考与讨论。学生不能是知识的被动接受者,而应该积极主动地建构自己的理解。以问题为起点,借助合作探究、交流观点、质疑反思等多种途径,依靠多方面信息的交流、思想的碰撞来促进学生对数学问题的认识不断加深。智慧课堂的技术支持,即数据即时反馈、学习资源的便捷推送和协作工具的应用,给实质互动的发生创造了有利的条件,使互动过程从简单的信息传递升级为复杂的知识创造。

小学数学教学质量的提高,必然要经过从形式互动到实质互动的过程。这就意味着教学关注点从“学生是否回答了问题”变成了“学生的思维在互动中是如何发展的”。实质互动就是学生在交流中得到新的认识,从而解决实际问题并完善自己的认识。深化过程要求教师改变角色,由知识的权威传递者变为学生学习的引导者、合作者、促进者,积极营造民主、开放、包容的对话氛围,使每一个学生都有权、有胆去参加有意义的数学讨论。

(二) 深度互动的认知与情感维度

深度互动是复合的概念,是由相互关联、密不可分的认知维度和情感维度所组成的。这两个维度共同组成了深度互动的全景,并且在智慧课堂环境之下互相促进、相互促进。认知维度的深刻性、情感维度的积极性都会对互动的效果产生影响。

认知维度属于深度互动的核心部分,它是互动过程里被激发的思维活动的繁杂程度和深入程度。在小学数学教学里,这就体现为学生能否跳出简单的计算、公式套用,走向高阶认知加工阶段。加工有对数学概念的深刻认识,对数学关系、模式的剖析,对不同解题策略的评判与选取,对数学结论的批判性思考,创造性地提出和解决问题。智慧课堂通过使用复杂的情境化题目,并借助虚拟实验、数据可视化等手段,促使学生实施观察、比较、抽象、概括、推理等一系列高阶认知活动,从而促进学生的数学思维品质得到全方位的发展。

情感维度是深度互动的催化剂,也是重要保证。一个积极健康的情感场域,

是深度认知活动发生的前提。当学生感受到被尊重、被信任、被鼓励的时候，他们才愿意敞开心扉，敢于猜想、试错、表达，进而挑战并完成更难的认识任务。深度互动中情感维度是学生对于数学活动本身浓厚的兴趣和好奇，克服困难后获得的成就感和自信心，与同伴合作时产生的归属感和愉悦感。智慧课堂利用个性化激励、即时性肯定、游戏化闯关等多种方式调动学生内在学习动机，减少数学学习带来的焦虑、挫败感，营造出一种温暖、支持性的心理氛围，使学生在情感的碰撞中真正爱上数学、享受思考的乐趣。

（三）深度互动的层次划分

为了对课堂互动做出更准确的诊断、评价以及指导，可以根据不同的方面将其分为多种类型。层次之间不是绝对的割裂，而是一个由浅入深、螺旋上升的一个连续谱。在智慧课堂的支持下，教师可以清楚地分辨出目前的互动层次，进而有目的地开展教学活动，促使互动向更高层次跃迁，达到最大的教学效益。

根据学生的认知参与程度和互动交流的质量，小学数学教学互动大体可以分成如下几种。其主要特点和区别见《小学数学教学深度互动层次表》。

小学数学教学深度互动层次表

互动层次	对应教学目标 / 学生思维状态	互动形式举例	思维活动特点
浅层互动	知识的识别与回忆	快问快答、全班齐答、 对错判断	停留在认知初级阶段， 机械记忆、再现事实性 知识
中层互动	理解、应用知识；形成初步逻辑联系	小组讨论、解释思路、 同伴互教	加工、理解信息；解释、 比较、应用变式
深层互动	发现问题、提出猜想、设计方案、批判性论证、创造性建构； 知识的发现者和创造者	开放式探究、项目式 学习、辩论式讨论	进入高阶思维；主动建构、 深化理解

1. 浅层互动是最低层次的互动，主要是对事实性知识的记忆再现。其互动形式多为快问快答、整班齐答和对错判断。学生的思维活动只停留在认知目标的最初阶段，即知识的识别和回忆。此类互动有利于学生对基本概念、技能的掌握，但是若长期停留在这一层面，则容易固化学生机械学习的方式，抑制学生思维的发展。

2. 中层互动：该层次的互动要求学生对信息进行加工和理解。学生需要解释为什么、怎样做，用自己语言复述数学概念，比较不同方法的优劣，将所学知识

应用到简单的变式问题。互动的方式主要为小组讨论、解释思路、同伴互教等。学生的思维进入理解、应用的阶段，并且开始形成初步的逻辑联系。

3. 深层互动属于最高层次的互动，是学生进入高阶思维领域时所达到的互动。本层次的学生可以主动发现、猜想、设计、批判、论证并创造性地建构。互动的形式有开放式探究、项目式学习、辩论式讨论等。学生不但是知识的使用者，更是知识的发现者、创造者。他们依靠同别人、同技术环境的交流来一起形成对数学本质的深刻认识。

智慧课堂的技术环境给互动由浅入深地逐步推进和融合提供有力支持。教师可以很快得到所有学生浅层互动的数据，找出共性问题后设计中层互动任务进行讲解、练习，之后利用协作平台和探究工具组织学生开展深层次的互动，来解决复杂的难题。分层递进式的互动教学模式可以满足各个层次、各种学生不同的学习需求，使所有学生都进入深层次的思考之中。

二、小学数学深度互动的构成要素

（一）高阶思维参与

高阶思维深度参与就是深度互动与浅层互动的明显差异。它要求学生在互动中不但是信息的接收者，更应该是思想的加工者和创造者。高阶思维不是小学数学领域中遥不可及的能力，而是分析、综合、评价、创造等一系列认知能力的综合体现。分析能力就是将复杂的数学问题拆解开来，找到数量关系和结构模式；综合能力就是将各种信息和方法结合起来，形成新的解题策略或者数学模型；评价能力是对不同的解题路径、结论的合理性作出批判性的判断和评判；创造能力就是提出独特的数学问题、新颖的解决方法或者进行数学猜想。

智慧课堂给学生高阶思维参与提供前所未有的技术条件。学生可以借助数据可视化工具来清楚地看到数据背后的趋势与联系，从而展开归纳推理。动态几何软件可以使得学生任意拖动、改变图形，自主探究几何对象的各种属性以及不变的特征，从而实现从具体到抽象的转化。更重要的是，智慧课堂协作平台将学生的思维过程外化、共享，使学生之间观摩、借鉴、评论同伴的思维路径，产生思维的碰撞与融合，极大激发了高水平的认知活动，整个课堂成了思维火花四溅的思想场域。

（二）意义协商与建构

深度互动本质上就是一种社会性的意义协商和建构过程。数学知识不是一套外在于个体、等待被灌输的冰冷符号和规则，而是要通过个体主动、基于经验的活动，才能被赋予意义的鲜活体系。深度互动为该过程的实现提供主要场域，学生依靠同教师、同伴、学习工具之间的交互对话来不断调整、充实和加深自己对数学概念和方法的理解。

意义协商指的就是一个循环往复的对话过程。学生遇到新的数学问题或者概念的时候，会根据自身已有的知识经验，产生初步而个性化的理解。个人化的理解在交流中表达出来，同同学观点、教师指导以及数学严谨体系发生碰撞。学生们用提问、质疑、辩护、澄清、补充等语言行为来找到自己理解的偏差和矛盾之处，探索不同观点的合理性，在共享语境中达成数学意义的共识。这是一个动态的、生成的过程，知识不再是事先确定好的结果，而是在协商中被共同创造出来的。

智慧课堂环境很好地扩大了意义协商的广度和深度。数字化学习工具能清楚地记录下每一个学生的解题过程和思路，给协商提供具体的可视化对象。在线讨论区、协作白板等很好地克服了传统课堂发言机会少的局限，使更多的学生参与到了意义建构之中。教师可以利用这些工具去发现学生思维中的亮点和困惑之处，在恰当的时候提出关键问题，促使协商向更深的层次发展，最终帮助学生形成一个丰富、连贯、深刻的数学认知结构。

（三）情感共鸣与激励

深度互动不能缺少积极的情感氛围作为土壤。情感共鸣和激励属于深度互动的软要素，但是却起到硬支撑的重要作用。情感共鸣就是师生之间、生生之间所产生的一种相互理解、相互欣赏、相互投入的心理状态。它表现为学生敢于提问而不怕被嘲笑，敢于展示自己的发现并得到他人的积极回应，在课堂中存在着一一种安全、信任、合作、探索带来的愉悦。

情感共鸣的产生需要教师的教学智慧以及课堂文化。教师应该用真诚之心去倾听学生的话语，用赏识的眼光来面对学生的每一次尝试，不论成功与否。智慧课堂中教师可以利用匿名提问、表情反应等了解学生真实的心境，给予及时的心理帮助。生生之间情感共鸣也十分重要。小组合作开展有难度的数学项目，依靠同伴间的合作互助形成深厚的友谊、集体归属感，积极的同伴关系可以调动整个群体的智慧，让学习变得温馨高效。

激励是促使深度互动持续进行的动力。智慧课堂可以创建出更多的、个性化的激励机制。传统以分数、名次为奖励方式的激励方式容易造成学生焦虑和恶性竞争。智慧课堂的激励应该更加重视过程和进步。利用学习分析技术来跟踪学生在解决问题的过程中所付出的努力、所用的策略的创新程度以及进步幅度,给予相应的成就徽章或者个性化鼓励评语。即时性、形成性的、以个人发展为导向的激励方式,可以有效地保护和激发学生内在的学习动机,使学生从追求外在奖励转变为享受数学探究本身的乐趣与成就感,从而为深度互动持续发生提供源源不断的心里能量。

第三节 智慧课堂与深度互动的融合价值

一、技术环境对互动深度的支撑

(一) 突破时空限制的互动广度

智慧课堂依靠网络、云平台技术,冲破了传统课堂封闭的物理空间和固定四十分钟的时间束缚,创建起课前、课中、课后相融合的混合式学习场域。这大大拓宽了小学数学教学互动的范围。课前阶段教师在平台上发布微课、预习单等学习资源,学生可以自主选择合适的节奏完成预习任务,在平台上的在线讨论区学生之间、师生之间可以进行初步的交流,带着问题进入课堂。前置性互动把学生从被动的接受知识的起始状态中解放出来。

课中互动不再只是在一个班级的物理空间里。利用视频会议、在线协作平台等手段,可以很容易地实现班级之间、学校之间乃至不同地区的学生之间同步进行学习交流。小学生在探究复杂问题的时候可以组建线上联合学习小组,交流解决复杂问题的办法以及地区特有的问题情境,扩大学生认知范围、丰富学生的互动体验。这样的联系打破了地域的限制,汇集了各种各样的集体智慧。

课后学习的延续性比以往任何时候都强。智慧课堂平台可以记录学生学习的过程,也可以给学生提供拓展资源以及持续交流的空间。学生可以随时回看课堂录像,巩固疑难知识点,也可以在论坛或者学习社区中,就某个数学概念或者生活中的数学问题展开持续深入的讨论。互动的范围从课堂扩展到课余,学习过程更连贯完整,互动的范围也越来越大,知识的应用也更加广泛。

（二）即时反馈支持的互动精度

传统的课堂教学中，教师很难即时、全面地了解每个学生的学习状况，从而导致互动不能精准有效。智慧课堂中加入了即时反馈系统，即学生手中所持有的答题器或者平板电脑上的互动应用。教师在讲解完一个重要概念或者完成一个知识点的教学之后，可以马上发布选择题、判断题或者主观题，学生匿名作答后，系统能在几秒钟之内统计出全班学生的答题情况，并以图表形式直观地展示出来。

即时反馈可以提高师生互动的准确性。教师能快速发现学生对知识点的掌握情况，找出学生普遍存在的认知误区或者个别学生存在的理解偏差。当大部分学生都选错某个选项时，教师就会发现这是一个共同的难点，并会针对该难点进行重点讲解，而不会盲目推进后续内容。对作答错误的学生，教师也可以通过系统数据迅速定位，对个别学生进行追问和辅导，使互动指导更具针对性，做到有的放矢。根据数据做出的精准反馈可以避免教学的盲目性，使教师的“教”和学生的“学”更加精准地契合，每一次互动都有针对性、有收获。

（三）数据分析实现的互动效度

即时反馈提高了互动的准确性，而贯穿于整个教学过程中的数据分析就保证了互动的持久性。智慧课堂环境可以对学生在互动时产生的各种数据进行采集分析，这些数据有答题正确率、提交作业时间、参加讨论的频率与质量、学习资源访问路径等。经过智能分析以后，系统可以为每个学生或者整个班级生成学习画像，给评价和改进互动策略提供客观依据。

对互动数据进行深入挖掘之后，教师就可以对互动的有效性做出科学的评判。例如教师设计了小组合作探究活动，根据平台记录的小组讨论轨迹和成果判断小组互动是否有效，然后调整后续教学活动，比如改变小组组成或者调整活动任务设计。依靠证据来做出教学决策可以保证互动效度的真实性、可靠性。

长期的数据积累可以体现出学生的学习行为模式以及认知发展的规律。系统可以发现某个学生在图形与几何方面互动参与度很高，但是数与代数方面消极，给教师实施个性化干预指明了方向。教师可据此为该生提供几何拓展资源，也可以探究其代数学习的深层困难，设计互动环节来提高其学习兴趣。基于数据驱动、对教学全过程中进行互动效度的分析优化，从而使每一个学生都能够达到深度学习与个性发展的效果。

二、智慧课堂赋能深度互动的独特优势

（一）个性化互动路径的生成

传统的教学方式下，全班学生一般按照老师所设定的统一互动路线进行，不能很好地适应学生之间存在的认知差异。智慧课堂的核心优势之一，就是能够根据学生个体差异动态生成个性化的互动路径，从而实现精准的因材施教。

这种个性化互动路径的生成通常遵循以下逻辑：

1. 学情诊断与分析，系统在互动开始前或者过程中利用前测、即时问答等方式迅速收集学生的学情数据。以长方体的认识为例，在学习之前系统可以经过几道简单的题目来判定学生对于平面图形、立体图形已有知识的掌握程度。

2. 智能推荐与推送，根据学情分析的结果，人工智能算法会给不同水平的学生推荐不同的互动任务和学习资源。认知水平高的学生将会被赋予探究长方体展开图多样性的挑战性任务；基础较弱的学生会得到关于长方体基本特征（面、棱、顶点）的引导性互动练习。差异化的推送使每个学生都能在自己的最近发展区里获得有效的互动。

个性化的互动路径把传统的教师面对全体学生的一对多互动，拆解成无数个系统对个体学生的一对一互动，在关键节点上加上教师的适时引导。学生不再是被动地固守单一教学节奏的学习者，在符合自身认知发展规律的路径引领下，主动去探索，并且与最契合的内容开展深入的交流。这不但可以极大地提高学生学习的动机，而且可以大大提高互动的效率和深度。

（二）可视化互动过程的呈现

小学数学中抽象概念、复杂的空间关系（例如分数、负数、图形的平移和旋转）属于传统教学中遇到的难点。智慧课堂依赖于信息技术，尤其是可视化技术把抽象的知识转变为直观的、动态的和可以操作的形式去表现学生与学习内容之间的交互过程。可视化展示对于激发学生直观思维、加深理解起着非常大的作用。

教师在教授圆的面积公式推导的时候，不再只用静态挂图、口头讲解。利用交互式白板或者平板电脑上的几何软件，教师可以带领学生进行虚拟操作，把圆无限细分成许多小扇形，然后把这些小扇形拼成一个近似的长方形。学生在互动、动态和可视化的过程里建构知识，就可以清楚地看到半径、周长、拼接后长方形的长和宽的关系，进而理解 $S=\pi r^2$ 的推导。

可视化互动模式把学生思考的过程以直观形象的方式呈现出来。学生在平板上拖动几何图形、调节函数参数的时候，每一次的思考都会立即通过图形或者数据的变化直观地呈现出来。这不仅给教师观察、引导学生思考打开了新的窗口，也使学生自我监控和反思更为方便。抽象的数学逻辑关系，在可视化互动中变成了学生可以感知、可以探究的具体对象，大大减轻了学生的认知负担，使学生能够集中精力去理解、内化数学思想，真正实现了深层次的互动。

（三）多元化互动工具的集成

智慧课堂不是依靠某一种技术工具形成的，它是集软件、硬件、数字资源于一体的多元互动工具箱，给教学活动的开展提供丰富的可能性。各种工具各有特色，可以互相配合使用，在满足不同教学内容、教学目标下多样的互动需求的同时，也大大丰富了课堂互动的形式。

智慧课堂常用的互动工具及其功能可见下表：

智慧课堂常用互动工具及其功能表

工具名称	主要功能与优势	典型应用场景
即时反馈系统	快速收集学生学习情况，提供即时数据反馈	课堂随堂测试、知识点掌握情况评估
在线协作白板	支持多用户同步绘图、书写，促进小组协作	小组讨论、共同解题、思维导图构建
VR/AR 设备	营造沉浸式学习体验，具象化抽象概念	空间几何探索、科学实验模拟、历史场景重现
教育游戏	激发学习兴趣，在互动中掌握知识和技能	巩固练习、概念辨析、策略运用、技能训练
投屏系统	便于展示学生作品和小组讨论成果，集中分享	成果分享、师生互动点评、班级汇报演示

教师可以依据教学设计的需要，灵活地综合使用这些工具。教师在教解决问题策略的时候，利用即时反馈系统了解到学生已有的解题方法之后，会引导学生利用协作白板进行小组讨论，共同拟定出解题方案，然后利用投屏系统向全体学生展示各个小组不同的解题思路。

多种交互方式有机结合，使智慧课堂可以很好地支持个体学习、小组合作和全班交流等多元互动模式。它冲破了传统课堂单一以语言、板书为主的互动媒介限制，把听觉、视觉、动觉等各个感官通道纳入到互动之中。学生可以借助游戏进行学习，可以在模拟中探究，可以在合作中创造。丰富多彩、立体化的互动体

验，不仅可以长久地吸引小学生的注意力，更能让小学生用多种途径去接触、去消化数学知识，从而从多个角度、全方位地去互动，形成一个牢固又灵活的数学知识体系。

第四节 研究背景与意义

一、研究背景

（一）国家教育信息化战略的推动

国家层面的顶层设计给本研究提供政策支持和方向。我国教育信息化发展大体经过了基础设施建设为主的 1.0 时代、深度应用与融合创新为主的 2.0 时代、全面推进的教育数字化战略行动时代。这一系列的政策明确提出要积极推进“互联网+教育”，创建网络化、数字化、个性化的教育体系，从而推动教育理念的更新和教育模式的转变。智慧课堂是教育信息化 2.0 行动计划的重要组成，创建和应用智慧课堂被提升到前所未有的战略高度。

国家教育信息化战略发展里程碑

时间	政策名称	主要特征 / 重点
2011 年起	《教育信息化十年发展规划》	基础设施建设为主，教育信息化 1.0 时代
2018 年	《教育信息化 2.0 行动计划》	深度应用与融合创新，推动教育模式转变
2025 年起	教育数字化战略行动	全面推进教育数字化，创建网络化、个性化教育体系

国家教育信息化战略持续推进，给智慧课堂的发展打下了坚实的基础。在宏观战略的指导下，各个教育部门、学校都积极投身于智慧校园建设，用技术赋能的方式来均衡教育资源、提高教学质量。国家智慧教育平台创建并应用之后，给一线教学提供海量优质数字资源，促使教师探究翻转课堂、混合式教学等新型教学模式，为智慧课堂的普及与深化创造了有利条件。小学数学是培养学生逻辑思维和科学素养的基础学科，其教学方法的改革关系到我国创新人才的早期培养。因此，在国家教育信息化战略的指引下，在智慧课堂的环境中提升小学数学教学的互动模式质量，既是响应国家政策的必然之举，又是推进基础教育高质量发展的内在需要。

政策的推行既给本研究提供资金、设备上的保障，更主要的是它创建起一种

鼓励教育创新的良好氛围,使广大教育工作者深入思考怎样把技术优势真正转化为育人成果。本研究在国家的教育信息化大背景下,积极地探索小学数学智慧课堂深度互动的实践途径和理论基础,给政策落实和深化提供一线教学实践的实证支持和可行的策略,促进国家教育数字化战略在基础教育领域获得实际上的进展。

(二) 新课程改革对数学教学的诉求

新一轮基础教育课程改革以核心素养为方向,给小学数学教学提出了新的更高的要求,成为本研究的内在驱动力。新课标不再只是让学生记住和掌握数学知识点,而是更重视培养学生在数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算、数据分析这六个方面的核心素养。因此数学课堂不能再是传统意义上的知识灌输,而应该成为引导学生主动探究、深度思考、合作交流素养生成模式。

传统的教学互动方式大多是以教师为主导,学生被动接受,互动方式单一,不能激发学生深层次的思维。该模式显然不能达到新课改培养学生高阶思维能力和创新意识的要求。新课标提出以学生为中心的教育理念,重视学习过程的体验性、探究性,提倡教师创设能引起学生认知冲突、激发学生探究欲望的真实问题情境。这就要求课堂互动必须是深层次的、双向甚至是多向的,使学生在和教师、同学、学习资源的多元互动中自主建构对数学知识的理解,在解决问题的过程中发展数学思维、提高应用能力。

智慧课堂出现,给新课改要求的实现提供理想的技术平台和环境。依靠互动白板、平板电脑、学习数据分析系统等智能化设备,教师可以创建出更加生动形象、富有挑战的课堂活动,有效地冲破传统课堂在空间和时间上所设置的限制。学生的学习过程、思维轨迹都被实时记录并加以分析,个性化的指导、精准的教学就成为可能。学生可以用虚拟现实技术直观感受几何体的构成,也可以用数据分析软件处理现实生活中的数据,这些都是传统教学模式所无法达到的。

因此,本文把智慧课堂中深度互动当作回应新课改诉求的主要途径。研究智慧课堂环境下互动的设计与实施,打破传统教学的局限,创建真正有利于学生数学核心素养发展的教学新范式。这既是教学方法的一种革新,也是教育理念的一种深入践行,它的最终目的在于把数学课堂变成一个启迪智慧、培养能力、塑造人格的生动殿堂。

(三) 智慧课堂建设实践中的现实困境

虽然智慧课堂理论上有很大的潜力、优势,但是它真正进入小学数学课堂还

存在许多问题。因此，会大大地减弱智慧课堂的实际效果，也更加突出深度互动研究的必要性及重要性。对这些困境有清醒的认识，才是本文努力解决实际问题的出发点。

一方面技术同教学相脱离的现象比较普遍。许多学校虽然投入大量资金购置了交互式一体机、平板电脑等先进的硬件，但是在实际的教学过程中，这些硬件设备却成了传统教育方式的“高配替代品”，例如把交互白板当作高级投影仪使用，并没有引起教学模式的根本性变革。部分教师因为数字化素养和教学理念的更新滞后，不知道怎样有效地利用技术设计、组织深度互动活动，因而使智慧环境没能催生出智慧教学。教学内容和技术应用相脱离，经常出现为用技术而用技术的现象，造成课堂互动只停留在表面的点击、拖拽上，不能引起学生深层次的数学思考。

另一方面，课堂互动的浅表化、伪互动的问题也越来越突出。在智慧课堂里师生互动表面上热闹，实际上缺少真正的思维碰撞。频繁使用抢答器进行选择题练习，虽然可以加快课堂节奏，但是会剥夺学生深入思考并完整表达解题思路的机会。技术应用带来的数据管理及分析问题越来越严重。尽管教师可以获得大量的学生学习数据，但是却缺少了将这些数据分析并转化为教学决策依据的能力以及时间，使得数据驱动的个性化教学无法真正落地。同时学生个体差异被统一的技术流程所忽略，部分学生由于不能适应人机交互方式而产生新的学习困难，从而造成新的数字鸿沟问题。

二、研究意义

（一）丰富智慧教育理论体系

本文将从宏观的智慧教育理论出发，以深度互动为切入点，从微观层面展开具体的探究，以弥补智慧教育理论在微观层面的不足，丰富和完善智慧教育理论。目前智慧教育研究多集中在环境搭建、技术应用模式等方向上，但互动如何实现“智慧”，特别是互动怎样激发高阶思维、促进知识深度建构等问题上研究不足。

本文将尝试对小学数学智慧课堂中的深度互动进行界定，并对它的特征、评价维度等做出说明，从而填补智慧教育理论的空白。本研究将把学习科学、认知心理学、教育技术学等多学科理论进行融合，形成以情境创设、认知冲突、合作探究、思维外显、智能反馈为组成内容的深度互动模型。该模型不单对技术功能

进行研究,更将深入到互动的认知、情感层面,探究技术怎样作为认知工具、情感支架,帮助学生达成有意义的学习。

用实证研究检验并修正所提出理论模型,探究不同的互动策略对学生数学核心素养发展的差异影响。这些来源于实践的结论,将会给智慧教育理论体系增添来自课堂一线的新鲜内容,使它具有更强的解释力和指导性。研究结果可以澄清当前智慧教育实践中的某些模糊认识,区分技术性互动和认知性互动,给未来的智慧教育研究与发展打开新的视角。

最终本研究希望智慧教育理论由“技术赋能”的宏大叙事变为“学习者中心”的精细化研究,认为技术只是催化剂,最终目的是人的智慧全面发展。通过系统研究深度互动,可以充实和发展人机协同教学、数据驱动的教学决策、学习共同体创建等有关的内容,使智慧教育的理论体系更加丰满、立体,更贴近真实的教学情境。

（二）指导一线教学改革创新

本研究最直接的价值就是为一线小学数学教师提供具体的、可行的教改创新指导。目前很多教师对于智慧课堂这一新生事物感到迷茫、困惑,即使有先进的设备,也不知道怎样有效利用。本文目的在于把复杂的教育理论和技术功能,转化为教师容易理解、可操作的教学策略、活动设计方案和典型教学案例。

本文主要对智慧课堂环境之下,小学数学各个知识领域(数与代数、图形与几何)的深度互动开展方式加以梳理。使用几何画板指导学生探究图形变化的规律,利用在线协作平台组织学生开展项目式学习来解决真实的数学问题等。这些具体的例子就会成为教师模仿,借鉴和再创造的脚手架,从而有效地帮助教师跨越理论和实践之间的鸿沟。

本研究还会给教师提供一套评价、反思自身课堂互动深度的工具和方法。通过对课堂互动的频率、质量、参与度、思维深度等各个方面的考察,可以使得教师对教学存在的问题做出更加科学、客观的判断,并且找到改进的方向。对互动过程中出现的问题以及解决方法进行梳理,给教师在课堂变革上的探索指明道路,使教师少走弯路、提高效率。直接有利于教师教学设计能力、信息技术与学科教学融合能力的提高。

最终本研究成果目的就是激发教师的教学创新意识,使教师由技术的被动使用者变为教学智慧的设计者。依靠理论支撑和实践范例,研究会调动教师们勇于

探索、乐于分享教研成果的热情，带动更多的教师投身智慧课堂创新的洪流中，从而提高全国乃至区域范围内小学数学教学质量，最终实现教学改革普惠性的目标。

（三）促进师生数字素养提升

在全球数字化大潮之下，数字素养成了现代公民必须具备的基本素质。本研究的实施过程以及成果，都会对参与其中的师生数字素养的提高起到积极的作用。这种提高不只是技术应用能力的提高，更是数字时代意识、思维方式、伦理责任等各方面的发展。

教师参加本研究本身就是一个专业发展过程。教师不但是要学会各种智慧教学的工具的操作，更重要的是要学会怎样利用这些工具进行教学设计、数据分析和教学反思。从而促使教师形成以数据为基础的教学思维，以数据为依据来做出教学决策，进而提高信息化教学的专业水平。在组织引导学生进行深度互动的过程中，教师的沟通、合作和创新能力也会得到锻炼，教师的角色也由原来的知识传授者转变为学习活动的组织者和指导者。

对学生的智慧课堂来说，深度互动给数字素养的培养提供天然的沃土。当学生使用平板电脑、互动软件等工具开展探究性学习和合作交流的时候，他们在获取、筛选、整合、利用数字信息的同时，也发展了用数字工具表达和创造的能力。在小组合作项目中，学生会学会怎样进行有效的线上交流与合作。面对大量的网络信息，就需要具有批判性思维和信息辨别能力。也为他们将来高度数字化的社会生活、学习和工作打下了基础。

第五节 国内外研究现状

一、国外相关研究综述

（一）智慧学习环境的研究进展

智慧学习环境是智慧教育实施的物理和数字空间，其发展过程是由技术驱动向学习者为中心转变的过程。早期的研究大多关注创建一个无边界网络学习环境，融合传感器网络、移动计算设备、无线通信技术，使学习资源和服务可以任意地点使用。本阶段的重点在于技术架构的实现，创建可以感知学习者位置、身份、

基本状态的物理空间，但是对学习过程本身的介入和支持较少。

伴随着人工智能同学习科学的深度融合，研究重点慢慢转向创建可以主动适应学习者需求的个性化学习环境。研究者开始研究怎样利用学习者模型来动态地改变学习内容、学习路径和反馈方式。智能导师系统可以即时根据学生答题情况找出学生的知识薄弱处，提供相应的辅导材料。这时环境的“智慧”已经不再只是信息的感知，更多的是对学习过程进行智能诊断、精准干预、有效支架，从而帮助学习者达到更高的认知目标。

目前智慧学习环境研究的发展前沿就是支持无缝学习和社会性建构。研究者努力打破正式学习与非正式学习的界限，用可穿戴设备、物联网等技术，把学习活动从教室延伸到博物馆、社区、家庭等真实情境里。同时环境设计越来越注重协作与探究的支持，创建共享的数字工作空间，提供有效的对话脚手架工具，支持学习共同体成员之间知识的共建和意义的协商，体现了技术、教学法、学习情境三者深度融合的设计思想。

（二）课堂互动分析技术与模型

课堂互动分析是认识和改进教学的重要途径，国外在用技术手段捕捉、分析、可视化课堂互动方面做了大量的工作。传统的依靠人工编码的互动分析方法，如佛兰德斯互动分析系统等，虽然经典，但是效率低，主观性强。信息技术介入之后，尤其是多模态学习分析技术的发展，给客观、精细、自动化互动分析带来了可能。研究者整合语音识别、计算机视觉、学习平台日志等各个数据通道的信息，对师生话语内容、轮转、师生视线、姿态、学生数字足迹进行分析，得到立体的课堂互动图景。

在此基础上，研究者又提出了一系列用来理解、评价互动深度的分析模型。不仅研究互动次数，还研究互动的质量以及认知的深度。

常见课堂互动分析模型及侧重

模型名称	主要侧重	分析对象	典型应用
认知网络分析	知识建构过程与结构	学生观点关联	识别核心概念、思维推进
社会网络分析	人际交往模式	课堂人际关系	优化分组、促进参与
时序分析	互动行为动态模式	行为随时间变化	发现深度互动教学策略

如表所示，不同的模型从不同的角度来分析课堂互动。认知网络分析模型被用来可视化学生在讨论中观点之间的联系，从而发现学生集体知识建构的结构

和过程。通过对网络中的核心节点和连接强度进行分析,可以判断讨论是否围绕核心概念展开,学生思维是否得到发展。社会网络分析被广泛地用在描绘课堂中的人际交往模式上,从而找到交往中的核心人物、孤立个体、各个小组之间的沟通状况。这给教师改进分组策略、促进全体学生参与提供数据支持。一些研究使用时序分析模型研究互动行为随时间变化的变化规律,从而找到能引起深度探究的教师提问和学生回答,进而找到促进深度互动的有效教学策略。这些技术、模型给教师提供了一个反思教学的智能镜子,给教学研究提供了一个有力的分析工具。

(三) 技术在数学教育中的应用研究

国外在小学数学教育方面,对技术工具怎样促进学生数学核心素养发展进行了大量的研究,技术工具的应用早已超出了传统的计算机辅助教学软件范畴。动态的数学软件 GeoGebra、Cabri Geometry 等给学生创建了一个探索几何概念的互动环境。学生在拖动、测量、变换的过程中去发现图形的性质与规律,把抽象的几何知识和动态的视觉表征联系起来,从而大大提高了学生的空间观念和推理能力。

虚拟操作教具的应用就是另外一个主要的研究方向。虚拟教具比实体教具更容易获得,可以重复使用,可以突破物理限制。研究表明学生使用平板电脑或计算机操作虚拟计数棒、分数条、立体图形等可以更加灵活地做数学实验,加深对数感、运算原理、几何概念等抽象知识的理解。工具设计时包含着丰富的教学方法,可以促使学生从具体的操作过渡到抽象的思考。

游戏化学习、教育机器人也成了激发小学生数学学习兴趣、探究精神的有效途径。优秀的数学游戏把数学问题巧妙地藏在吸引人的故事情节里,用挑战任务激起学生学习的热情。编程机器人活动需要学生运用几何、测量、逻辑推理等数学知识去解决问题,既可以提高学生的数学应用能力,又可以培养学生的计算思维 and 创新能力。

这说明,技术对于数学教育来说,它的角色正在由知识的呈现者,逐渐转变为学生认知活动的伙伴、催化剂。技术工具依靠创建交互式探索环境、具身化的认知支撑、问题解决的真实情境,有效地促进了学生数学理解的深入建构和高阶思维能力的培养,给达成有意义的数学学习赋予了更多的可能性。

二、国内相关研究现状

（一）智慧课堂本土化实践探索

国内关于智慧课堂的研究是从概念内涵定义和理论框架的建立开始的。国家“教育信息化 2.0 行动计划”指导之下，学者们认为智慧课堂是信息技术和课堂教学深度融合的产物，它的本质特点就是依靠技术支持实现教学的精准化、个性化、高效化和创造性。在国内，最初的探索主要是硬件环境的搭建和整合，形成了以交互式电子白板、学生智能终端、云教学平台为“标配”的课堂物理形态。此阶段实践的重点就是实现教学资源的数字化呈现、课堂活动的基本数据采集，为之后教学模式创新打下基础。

随着实践的深入，研究重心也由原来的“建环境”变为现在的“创模式”，产生了一系列具有地方特色的智慧课堂教学模型。很多学校以智慧课堂为依托开展翻转课堂，利用微课等资源帮助学生课前自主学习，把课堂时间用在智能终端辅助的深入互动探究和协作学习上。还有研究者提出“三段六步”的教学流程结构，把技术应用嵌入课前导学、课中探究、课后拓展等各个环节，以达到优化教学流程、提高教学效率的目的。本土化的实践探索不是简单地把技术看作辅助工具，而应该把它作为重建教学结构、改变教与学方式的要素来考虑，体现出对技术与教学深度融合的途径的积极思考。

（二）小学数学互动教学研究热点

国内小学数学教育的研究以利用智慧课堂技术加强师生互动、生生互动为主要内容。很多研究都关注互动反馈系统怎样提高课堂互动的广度和即时性。教师用智能终端向全班学生发出选择题、判断题或者主观题，系统可以立即收集到所有学生的答案，并以图表的形式呈现统计结果。由此形成的“一呼百应”式的交流模式，使得教师能够随时掌控所有学生的课堂学习情况，迅速发现共同的难点问题，并且给所有学生，特别是性格内向的学生以平等表达的机会，极大地提升了课堂的参与度。

另外一个研究热点就是以技术支持为依托的协作探究学习。许多研究案例显示了平板电脑分组功能和共享白板的使用，怎样促使学生就某道数学题目开展小组合作。学生可以分别在自己的设备上独立思考，然后将自己的构思、图示或者解题过程一键分享到小组共享空间里，互相交流、互评、完善，最后形成小组共同成果并全班展示。技术在这个过程中起到认知支架和协作桥梁的作用，它记录

了合作的全过程,把内隐的思维过程显性化,有利于教师观察指导,也有利于学生进行反思。

小学数学学习个性化辅导、差异化的教学方式也成了研究的重点。学生的日常练习、课堂作答、作业数据都会被智慧课堂平台自动记录下来,从而构建起学生个体的知识图谱,找到学生学习的难点以及认知误区。因此教师可以给不同的学生提供难易不同、内容相关联的拓展材料,从而实现个性化教学。以数据为依据的精准教学,冲破了传统教学里“一刀切”的弊端,使得教学互动更有针对性,有益于满足每一个学生个性化的成长需求。

(三) 相关研究的成果与不足

国内有关智慧课堂和小学数学教学融合的研究成果很多。理论上初步构建出符合中国国情的智慧课堂概念体系和教学模式,给一线实践提供指导。在实践中出现了许多优秀的教学案例,说明智慧课堂对激发学生学习兴趣、提高学生课堂参与度、实现即时反馈等都起到了积极的作用。研究方法也越来越多样化,由最初的思辨、经验总结逐步走向课堂观察、问卷调查、准实验研究等更加科学的方法来验证教学效果。

尽管成果显著,但现有研究仍存在一些亟待深化的问题。

1. 技术与教学融合程度低。有些研究中所用的技术工具只停留在形式层面,出现高科技低思维的现象。课堂互动只停留在选择题的快速回答,缺少引导学生进行深度思考和高级认知活动的教学设计,使技术没有真正服务于学生数学核心素养的培养。

2. 对深度互动的重视和评测的不足。目前关于互动的研究大都只关注互动的频率、回答问题的次数、参加讨论的人数等表象,对于能引发认知冲突、促进知识共建、发展批判性思维的深层次的认知互动,研究比较少。缺少有效的深度互动分析工具以及评价指标体系,所以研究没有达到智慧课堂教学的本质层次。

3. 研究角度单一,大部分研究都是从技术功能的应用角度进行的。智慧课堂环境下教师角色的转变、新型学习文化的形成、技术赋能与人本关怀怎样平衡等问题的探究还很不充分。

因此,未来的研究应该在现有的基础上,把重点放在设计和实施能够促进小学数学深度互动的教学活动中,建立科学的评价体系来度量并促进深度互动的发生,真正发挥智慧课堂在培养学生核心素养方面的作用。

第二章 智慧课堂环境下小学数学深度互动的理论基础

第一节 建构主义学习理论

一、建构主义的核心观点

（一）知识是主动建构的

建构主义认为，知识不是独立于认知主体、可以被被动灌输的客观存在，而是学习者在与外界环境互动的过程中，通过自己的认知加工主动建构起来的。学生对分数的认识，不是记忆定义，而是通过分苹果、折纸等具体的操作活动、观察比较、抽象概括，在心里建立起部分与整体关系的心智模型。该过程带有个人化的解读与创造，每个学生构建的知识体系都有它独有的经验印记。

智慧课堂中虚拟学具、交互式几何软件等技术工具给学生主动建构提供强有力的支撑。学生可以随意移动、分割和组合虚拟图形来探索几何性质，而不能被动接受固定的结论。该种“做中学”的模式使学生在获取数学知识的过程中具有探索性、生成性，学生由知识的接收者转变为知识的建构者，亲手搭建起属于自己的数学知识殿堂。因此教学核心任务不再是以“清晰呈现知识”为中心，而应该是以创设丰富环境支持引导学生建构活动为中心。

（二）学习是经验的生长与重组

建构主义认为，学习就是个体已有经验不断生长、重组的过程。学生不是白纸，他们在入学前就形成了许多前概念或者朴素理论。新学习发生的时候，学生会用已有的认知框架同化、顺应新的信息。如果新的知识与旧的经验相协调，那么经验就会得到丰富和发展，即“生长”；如果冲突，就会产生认知的失衡，学生需要调整、改造甚至颠覆原有的认知结构，实现“重组”。

小学生在学习小数之前普遍认为数越大位数越多，在整数领域正确。但是当遇到 0.5、0.25 时，原有的经验就失效了，认知冲突就产生了。正是因为这些冲

突才使人们能够达到对于数学概念的深入理解。教师要敏锐地发现并巧妙地利用冲突，引导学生去思考去分析，加深对数的认识。智慧课堂依靠即时测验、投票系统，很快找到学生的前概念，利于教师精确安排教学，推进新旧知识的融合，促使学生由感性认识迈向抽象的数学思想。每一次重组都是认知水平螺旋式提升。

（三）学习者是意义的主动创造者

建构主义认为，学习的最终目的是建构知识的意义，而不是只记住事实和程序。意义不能由他人强加，只能由学习者自己创造。面对新的任务，学生会调动全部的知识经验，筛选、加工、解释、评价信息，给它赋予个性化的理解。这就意味着面对相同的数学问题，不同的学生也能通过各种途径、方法去解决，从而产生不同的理解与体验。即使方案不完善或者有错误，也都是他们主动创造意义的重要成果。

教师角色从知识的传递者变为意义的建构引导者、促进者和合作者。教师应尊重学生的个体差异，认可学生独特的思考方式，大胆地进行猜想，并且允许他们发表自己的见解。小组合作中同学分享解题思路，辩论观点就是集体智慧碰撞、意义协商共创。智慧课堂的在线讨论区、协作白板等互动技术冲破了传统课堂发言机会的束缚，让每一个学生都有机会表现自己的思考，倾听别人的意见，在交流中加深对知识的理解，建构起丰富稳固的个人意义网络。

建构主义的核心观点及特征总结于下表。

建构主义核心观点及特征表

核心观点	主要特征与教育意义
知识是主动建构的	知识非被动接受，而是学习者通过与环境互动、认知加工形成；强调“做中学”，学生是知识建构者。
学习是经验的生长与重组	学习是动态的，涉及新旧经验的同化与顺应；认知冲突是学习的契机，促使认知结构调整深化。
学习者是意义的主动创造者	意义由学习者自行赋予，非外部传递；鼓励多元解法、尊重个体思维，教师是引导者与合作者。

二、建构主义对深度互动的启示

（一）互动是知识建构的桥梁

社会建构主义认为个体认知的发展要依靠社会文化互动。知识是在个体头脑中建构起来的，也在社会互动中协商共建起来的。深度互动指的是教师与学生、

学生与学生、学生和学习材料三者间的全方位交流。学生在交流、辩论、合作中接触到的超越当前理解的观点方法，就是维果茨基所说的最近发展区。同伴合作解题要表达清楚，理解评价他人的想法，使他们反思自己的思维，把内隐知识转化为外显精确的理解。

师生互动也很重要，教师不再只是单向灌输知识，而成了学习过程的设计者、引导者。提问、追问、启发，使学生进行深层次的思考与探究。智慧课堂实时反馈系统能够准确把握学生对知识的掌握情况，从而给出相应的或者集体的指导。与学习资源互动也不能忽略，数字化的资源，例如交互模拟实验、数学游戏等，学生操作后可以得到即时的反馈，验证猜想，在动手和思考中形成深刻的认知。多元互动网络一起支撑学生知识的建构。

（二）创设情境促进意义生成

建构主义认为，学习应该在真实或者接近真实的情境中进行，脱离情境的抽象知识容易成为惰性知识。创设意义情境，是调动学生兴趣，促使学生主动建构知识意义的有效途径。当数学问题被放置在学生熟悉的情境、故事中或是游戏挑战里，学生就会更容易理解问题的本质，并且产生解决问题的动机。

在此模式下学生为了解决实际问题使用数学。用“最省时旅游路线”虚拟项目来优化问题，让学生用地图和交通数据进行规划。智慧课堂使用多媒体、虚拟现实技术创建出真实生动有感染力的情境。学生可以在虚拟超市学购物预算，也可以在模拟经营游戏中用统计概率的知识。情境给数学知识赋予具体的应用背景，让学生体会它的价值，给学生提供实践、探索、试错的场所。学生解决情境问题的时候要调动分析、推理、决策等多项能力，建构和现实世界紧密联系的鲜活的数学知识。

（三）重视学生的前概念与经验

建构主义的核心是承认学习者并不是空手入学的。每位学生都带着由以往经验形成的独特的前概念（又称为初始、朴素的概念），前概念就是新知的基础和起点。有些科学有益可助学习，另一些则和科学概念冲突，阻碍学习，称之为“迷思概念”。深度互动首先要做好对学生前概念正确的诊断和充分的尊重。

教学不应该简单地用新知来覆盖旧经验，而应该引导学生去审视、检验并重构自己的认知结构。如果教师不重视学生已有的概念，直接灌输结论，学生只会机械记忆，不能真正理解，错误观念仍然根深蒂固。因此有效的教学互动要以

学情为依据。智慧课堂提供便捷的技术,教师课前用在线问卷或者诊断任务快速了解学生初步的认识;课堂上使用互动答题器、拖拽分类等直观地呈现前概念。当不同的甚至矛盾的前概念被展示出来进行讨论时,就会产生认知冲突,从而为深入探究和意义协商提供条件。教师的作用在于激发观念的碰撞,让学生在实践辩论的过程中自发地发现自己的不足,心悦诚服地建构起更加科学、完善的数学认知。

三、建构主义在智慧课堂中的应用

(一) 支持探究式学习的设计

建构主义提倡探究式学习,主张学生像科学家一样,通过发现问题、提出假设、收集证据、验证假设、得出结论的过程去学习。智慧课堂技术环境大大丰富并加深了小学数学探究式学习。教师可以使用互动白板或者平板电脑来呈现开放性数学问题,例如 12 个小正方形可以拼成多少种不同的长方形学生直接在屏幕上拖动、拼接虚拟方块,自己去探索周长最短的方案。

此过程就是探究。学生操作的数据被系统实时记录、展示,全班可以直观地看到各种拼接方案及对应的周长。教师也可以提供动态几何软件等数字探究工具,学生通过改变参数观察图形变化,自主发现三角形内角和 180° 这样的几何规律。技术支持的探究活动,不仅把抽象的数学知识具体化、动态化,减轻学习负担,而且激发和呵护学生的好奇心与求知欲,让学生在实践活动中体验到解决数学问题的快乐,真正成为学习的主人。智慧课堂设计的核心就是,由知识传递转向创设可以自由探索、安全试错的数字化数学实验室。

(二) 搭建协作学习的平台

社会建构主义认为,学习是社会性的活动,知识是在与他人的合作交流中生成深化的。智慧课堂依靠强大的连接性,给学生创建起跨越时空的协作学习空间。教师在解决复杂数学应用题时可以分组,小组用共享的在线白板或者协作文档讨论。成员同步书写、绘图、标注,分享解题思路,对同伴见解质疑或补充。可视化协作使个体的思维清楚地呈现在团队面前,从而引起深层次的对话和思想的碰撞。

智慧课堂可以开展同步学习,也可以进行异步的协作学习。教师可以布置探究课题,学生课后小组讨论、资料搜集,共同完成研究报告或者作品。小组用在

线调查工具收集校园垃圾分类数据,用数据可视化工具制作统计图,在论坛上分享发现、提出建议。项目式协作学习既可以培养学生的数学应用能力,也可以提高学生的沟通、协调、团队合作等核心素养。智慧课堂把孤立的学习者联系起来,形成动态的学习共同体,知识因为分享而增值,思想因为碰撞而升华。

（三）提供个性化建构的工具

建构主义承认学习者存在巨大的差异,从认知起点、学习方式、兴趣等各方面都有所体现。因此有效学习支持必须个性化。智慧课堂依靠数据驱动,给大规模个性化学习创造了条件。智能教学系统对学生的日常练习、在线测试、课堂互动数据进行持续跟踪分析,从而得到每个学生知识图谱,找到学生薄弱点和可能遇到的困难。

根据数据系统智能地给出个人化的学习资源以及途径。基础薄弱者得到系统推送的前置微课或者基础练习来扫除障碍;学有余力者得到更有挑战性的拓展问题或者探究项目来满足深入需求。分数乘法系统根据学生答题判断出错原因(意义不清或者法则不熟),然后推送相应的辅导材料。自适应支持,使每一个学生都处在自己的“最近发展区”里,用最适合自己的方式、速度去建构知识。不仅可以提高学习效率,而且可以保护学生的自信心和积极性,使每个孩子在数学学习中找到成功的途径,达到因材施教的目的。

第二节 情境认知理论

一、情境认知理论的基本内涵

（一）学习是参与真实实践的过程

情境认知理论认为,学习不是个体对抽象符号知识的内化,而是个体积极参与社会实践的过程。它把学习的内在机制类比为学徒制,学习者是合法边缘性参与者,在实践共同体的边缘慢慢融入其中,最后成为真正的实践者。学习者在此过程中既获得知识又在不断形成新的身份,加入到某一个文化群体中。

这一观点很好地推翻了传统的课堂教学模式。在传统的教学中,学生常常被当作知识的被动接受者,学习被简单地归结为对孤立的事实和程序的记忆和复述。情境认知理论认为学习应该在真实、有意义的活动当中自然发生。学生通过解决

现实问题、和同伴、老师合作学习，在动手做、动手用中加深理解。学习方式是主动的、建构性的，根本目的不是为了通过考试，而是为了能有效参与社会实践，把所学知识转化为解决实际问题的能力。

因此，教学设计的重心应该从“怎样有效地传授知识”转向“怎样构建支持性的实践环境”。教育工作者应该努力创建让学生像专家一样思考和行动的实践共同体，在这个共同体里学生可以观察、模仿、合作、反思，通过真实任务的驱动逐步掌握复杂的技能和能力。学习不再仅仅是个人头脑里孤立发生的事件，而是社会互动、文化传承的一个有机组成部分。

（二）知识根植于情境与文化之中

在情境认知理论的框架之下，知识不再被看作普适的、脱离具体应用场景就可独立存在的抽象实体。知识的意义和价值只有在具体的情境中被使用的时候才能体现出来。知识就是“定位”于特定情境的工具，它的形态、功能和有效性都受到所处的情境、文化背景的影响。

该观点可以很好地解释教育实践当中普遍存在的惰性知识现象。学生在校学习了大量的概念和公式，虽然可以在考试中准确作答，但是对于校园外的问题，却常常不能有效地运用已学的知识来解决问题。根本原因是这些知识是在脱离真实应用场景的“真空”中被传授和习得的，它和学生的现实生活经验之间没有建立起有机联系，因而变得僵化、脆弱。

知识的产生和应用都是在一定的物理环境、社会互动、文化工具下进行的。经验丰富的裁缝所掌握的几何、测量等知识是内嵌在布料、剪刀、缝纫机以及与顾客交流等一系列具体的实践活动中的，与书本上抽象的几何定理存在着本质的区别。情境给知识赋予了生命和意义，文化则给认知活动搭建起有力的“脚手架”。

1. 文化符号系统，如语言、数学符号等，它们不但是人们思考、交流的基本媒介，而且本身就包含着丰富的文化信息。

2. 文化实践活动，比如市场交易、节日庆典、建筑营造等，给知识的应用与传承提供了一个天然的、有意义的场所。

因此教学活动要充分考虑知识的情境性、文化根植性，把学习内容同丰富多彩的现实世界紧密联系起来，使知识在实际应用中焕发生机。

（三）认知是个体与环境的互动产物

情境认知理论对于认知本身给出了革命性的解释。它反对把认知看成个人头

脑内部发生的心理过程，也就是反对“箱中大脑”的比喻。相反，认知被看作是更广泛意义上的系统性活动，是个体、物理环境和社会环境三者相互作用、协同运作的结果。思维并不只存在于颅骨之内，而是分布在由个体和环境共同组成的一个认知系统里。

分布式认知观点认为，人类在解决复杂问题的时候，善于利用外部环境中的各种资源来分担认知负荷。资源有物理工具（计算器、地图、笔记），社会性支持（与他人讨论、求助专家），环境本身结构及信息。飞行员驾驶飞机的认知活动并不只存在于飞行员脑内，而是分布在飞行员、副驾驶、航空管制员、驾驶舱内各种仪表和自动化系统所构成的一个复杂的网络里。认知就是系统整体所具有的特性。这打破了以往人们一直认为是人和环境、内在心理和外在行为之间的二元对立，而揭示了认知活动的身体性、社会性以及工具依附的特点。

二、情境认知与数学教学的关联

（一）数学知识的情境性与应用性

长期以来数学一直被普遍地认为是高度抽象、逻辑严密的学科，它的知识似乎具有脱离具体情境而通用的性质。但是情境认知理论表明，尽管数学知识以抽象符号体系的形式出现，但它依然根植于人类解决现实世界问题的实践活动中。从最初对现实世界数量关系、空间形式的计数、测量，到后来的几何、代数，没有哪个数学概念是脱离现实世界而独立存在的。

如果数学教学完全脱离产生它的现实背景和应用情境，仅仅关注形式化符号的推导和计算，就很容易造成学生对数学的片面认识，认为数学不过是些枯燥无味的符号游戏。学生可以机械地运用通分、约分的算法，但是不能理解分数在生活中实际的意义，例如分享蛋糕、比较购物折扣等具体的应用。当数学知识脱离了应用情境的时候，就失去了作为思维工具的力量，成了前面所述的惰性知识。

由于小学生的思维方式以具体形象思维为主，抽象逻辑思维还处于发展之中，把数学知识与他们所熟悉的生活情境、游戏活动、童话故事等结合起来，是帮助他们理解和掌握数学概念的有效途径。例如可以开展模拟购物活动来学习加减法和货币单位，测量身高活动来掌握长度单位，搭建积木活动来探索空间几何。情境把抽象的数学知识转变为解决实际问题的工具，使学生体会到数学的魅力和价值，从而激发起学生学习的内在动力。

（二）真实问题情境的创设价值

按照情境认知理论，创设真实且具有教育意义的问题情境是数学教学设计的重点。所谓真实问题情境，并不是简单地给应用题披上生活化的外衣，而是指那些能激起学生内在探究欲望、需要学生综合运用知识与智慧去解决、具有一定开放性与挑战性的任务。

创设这样的情境有诸多价值。它能有效地调动学生学习的积极性和主动性，使学生由“要我学”变为“我要学”。当学生面对一个来源于生活、有趣味性的挑战（设计最节省材料的包装盒）时，他们就会不自觉地调动已有的知识储备，主动去寻找新的数学工具来解决问题。目标导向的学习过程，可以大大提高学生参与学习的积极性、专注力。有利于学生理解数学概念的本质和应用价值，有利于学生对知识的意义建构。学生在解决实际问题的時候，需要对情境进行分析，建立数学模型，选择恰当的策略并解释结果，这样的活动使学生不断地思考数学概念的现实意义，从而避免死记硬背。最终可以促进学习迁移，培养学生的解决问题能力。在真实的情境中获得的知识和技能由于本身就和应用环境相关联，迁移到新场景的可能性就更大一些，真正达到学以致用目的。

（三）学习共同体的构建意义

情境认知理论非常重视学习的社会属性，认为学习是在实践共同体中，在互动、合作的基础上完成的。将这一理念运用到小学数学课堂上，就是把传统的以教师为中心的班级授课制转变为师生共建、生生互动的“学习共同体”。共同体中知识不是教师单方面传授给学生，而是全体成员在共同探究问题的过程中协商、分享、共创。

学习共同体具有多重意义，它给学生提供丰富多样的社会性互动机会。在小组合作解决数学问题的时候，学生要清楚地表达出自己的观点，认真倾听、理解同伴的观点，在讨论中对别人的意见提出质疑或者补充，达成共识。高水平的认知互动不仅可以加深学生对数学知识的理解，而且可以有效地培养学生沟通、合作、批判性思维的能力。

教师在学习共同体中所起的作用也发生了改变。教师不再是唯一权威的知识传播者，而是在学习活动中起设计、组织、引导作用的人，是共同体里经验更丰富的成员。教师的主要任务是创设出具有挑战性的问题情境，搭建起学生合作探究的平台，在学生遇到学习困难的时候，给予适时的启发式引导和“脚手架”式帮助。

学习共同体给分布式认知的发生提供了肥沃的土壤。小组集体智慧大于个体智慧之和。以分工合作、交流互补的方式来完成复杂的认知任务，一起解决难题。学生每一个想法都是集体认知的重要资源，在交流的过程中可以具体化、被看到、被讨论，最后产生更高层次的集体知识建构。合作共赢的文化氛围，既可以培养学生团结协作的精神，又可以使学习成为一种愉悦的社会性体验。

三、智慧课堂创设互动情境的路径

（一）利用虚拟技术模拟真实情境

情境认知理论认为学习应该在真实的实践中进行，但是现实中很多情境因为成本、安全或者可及性等限制不能直接带入课堂。虚拟现实、增强现实等技术给它提供了一个有效的解决方法。技术可以构造出现实而又可互动的虚拟环境，让学生在其中去展开各式各样的实践活动。

例如，小学数学老师可以用虚拟现实技术把学生带入一个虚拟超市。学生可以自由地在货架之间游走比较各种商品的价格、重量，做打折计算、制定购物预算，最后用虚拟收银台支付。用过程模拟购物情景，使学生在沉浸式的参与下自然地应用、巩固小数、百分数、预算等数学知识。同样，增强现实技术可以把虚拟的几何图形叠加到现实教室环境中，学生可以利用平板电脑观察正方体是如何从平面图形展开的，也可以从不同的角度去探究圆锥的内部结构。

虚拟技术所创造的情境不但是学生丰富感性经验的来源，也是支持学生主动探究和操作的有力工具。学生不再只是知识的被动接受者，而是在情境中成为学习的主体，用积极的态度去探究数学规律、验证数学猜想。以“具身认知”为基础的学习方式，极大地加深了学生对抽象数学概念的理解，把知识和行动紧密地联系起来。

（二）通过数据分析生成动态情境

智慧课堂的又一明显优势就是它强大的数据采集和分析能力。借助教学平台、互动答题器、智能笔等设备，可以即时获取学生的行为数据，即回答正误、反应时间、解题步骤、互动次数等。由此产生的数据，可以给学生营造出动态的、个性化的学习情境。

传统教学中情境往往是预设的、静态的，不能满足全班学生不同的学习需要。数据驱动的动态情境生成机制就改变了这种情况。系统根据学生前测数据的不同，

给不同水平的学生提供难易程度不同的初始问题情境。系统还会根据学生即时表现来调节情境的难易程度。

1. 个性化任务推送：当系统检测到学生已经掌握两位数加法的时候，就会推送一个包含三位数加法或者混合运算的、更具挑战性的“解决野餐分配问题”的情境。

2. 智能“脚手架”支持，当系统发现某个小组在解决问题时长时间卡顿的时候，就会向该小组推送一条关键线索、一段类似的案例视频、一个可以用于验证猜想的虚拟学具，从而给学生的探究过程提供及时的支援。

动态产生的情境使学习环境能对学习者做出回应，形成良性互动循环，真正实现了因材施教，保证每一个学生都在最适合自己的“最近发展区”里学习。常见的学习情境支持技术及特点见下表。

智慧课堂情境支持技术及其特点

技术类型	主要功能与特点	应用于情境认知	实例
虚拟现实	提供沉浸式、三维虚拟环境，高度模拟真实场景，允许用户与虚拟对象交互。	克服现实限制，提供高沉浸感实践体验，促进具身认知。	虚拟超市购物、虚拟自然环境探索
增强现实	将虚拟信息叠加到真实世界中，增强现实感知，支持实时互动。	将抽象概念具象化，融入真实课堂，提升空间认知。	AR 几何体展开、历史遗迹虚拟重建
数据分析与 AI	实时采集学生学习数据，智能分析学习进度与难点，提供个性化反馈。	实现情境动态调整，个性化学习路径，智能“脚手架”支持。	自适应练习系统、智能任务推送
互动协作工具	电子白板、协作软件等，支持多用户同步编辑、分享、讨论。	促进社会互动与分布式认知，知识共享与集体建构。	小组共享画板、实时投票与反馈

（三）借助互动工具深化情境体验

智慧课堂中的互动电子白板、平板电脑、协作学习软件等各种互动工具，给情境体验的深化、学习共同体内部深度互动提供强有力的技术支持。使得学生的思维可以被形象地呈现出来，合作学习、共享知识更加高效便捷。

学生在学习统计与概率的时候，可以用平板电脑收集班级同学真实兴趣数据，例如喜欢的运动项目。数据可以实时地传送到互动白板上，全体学生可以一起拖动、归类数据，尝试用条形图、扇形图等各种统计图来表示。学生可以直观地看

到改变一个数据点会对整个图表产生怎样的影响,从而深刻地认识到数据、图表与结论之间存在的内在联系。

协作软件可以克服物理空间的限制,使学生进行高效的线上小组讨论。可以共享屏幕,在数字画布上一起绘画、书写,完整地记录解决问题过程。不但可以使小组成员之间进行即时交流,还可以方便地将小组探究成果分享给全班同学。教师也可以清楚地看到每一个小组的思考轨迹,从而有针对性的指导。互动工具把课堂变为开放的、可视的、多向对话的认知空间,极大促进学习共同体内部知识的流通与建构,把情境化学习推向一个更深的层次。

第三节 互动教学理论

一、互动教学理论的演进与发展

(一) 从行为主义到人本主义的转向

行为主义心理学盛行的时候,课堂互动变成了一个简单的刺激和反应的机械过程。教学被视作知识的直接传递,教师是知识的权威灌输者,学生是被动的接收容器。课堂互动大多以教师提问、学生回答、教师评判的单向、封闭模式为主,其主要目的就是通过反复练习、即时强化来塑造学生正确的行为,互动的深度和广度受到极大的限制。该模式没有考虑到学生作为学习主体内在的需求和认知过程,不能产生真正的思想碰撞。

伴随着认知心理学的发展,特别是皮亚杰的建构主义、维果茨基的社会文化理论的提出,人们对互动的价值也开始重新思考。互动不但是外部行为的塑造,也是个体认知建构的重要途径。维果茨基提出的最近发展区理论,对教学过程进行阐述,教学就是教师帮助学生完成自己不能独立完成任务的过程,这种帮助是在师生、生生的社会互动中实现的。互动是连接学生当前水平和潜在发展水平的桥梁,也是使学生高级心理机能内化的主要机制。

人本主义心理学思潮又将互动的焦点转移到学习者的情感、个性发展上。以罗杰斯为代表的学者主张创建一个以学生为中心、真诚的、接纳的、共情的课堂氛围。在这种氛围中,互动就是师生之间平等的、带有浓厚人文关怀的对话。教学目标不再只是知识的获得,更是学生自我概念的完善和潜能的发挥。互动,在

此时承担了师生共同发展的生命历程，给深度互动奠定了坚实的价值基础。不同的教育心理学流派对于课堂互动有着不同的认识，其发展过程如表所示。

教育心理学流派与互动观演变

心理学流派	对互动本质的理解	课堂互动的主要特征
行为主义	“刺激—反应”的机械过程	教师提问、学生回答、教师评判（单向、封闭），旨在塑造行为。
认知心理学	个体认知建构的重要途径	教师引导、学生合作，连接“最近发展区”，促进高级心理机能内化。
人本主义	情感、个性发展，人文关怀	平等、真诚的对话，以情感交流、意义共享为基础，促进自我完善。

（二）课堂互动的结构与类型分析

课堂互动的深入研究不能缺少对课堂互动结构与类型进行分析。经典互动分析体系如弗兰德斯互动分析系统，用师生言语行为编码来发现课堂话语权的分布特点。广为人知的发起、应答、评价或者发起、应答、反馈是传统课堂里最常见的三段式互动链。虽然保证了教学的秩序性，但是容易固化教师的权威地位，限制学生思维的拓展和表达的自由，一般很难引起深层次的认知冲突和探究。

课堂互动可以依据不同标准进行类型划分，从而为教学设计提供更精细的参照。

1. 按照互动的主体和方向可以分为师生互动、生生互动、人机互动等。师生互动是课堂的基础，生生互动是培养学生合作意识和多维视角的途径，人机互动是智慧课堂带来的新形态，给个性化学习提供了新的可能。

2. 按照互动的功能可以分为认知性互动、情感性互动、元认知互动。认知性互动就是对知识的理解与建构，情感性互动就是营造学习氛围、激发学习动机，元认知互动就是引导学生对自己的学习过程进行反思和调控。

3. 按互动的形式分为言语互动和非言语互动。言语互动是信息交流的主要方式，非言语互动即教师的一瞥、学生表情体态等同样传达着大量情感与态度的信息，对整个互动的氛围及效果起着微妙却重要的作用。

（三）有效互动的条件与策略

有效的课堂互动不是自然形成的，需要教师创造条件，采用合适的策略。营造一个民主、平等、安全、宽松的心理环境，是达到有效互动的前提。在这种环境中学生敢于说出自己的真实想法，不怕犯错，愿意听别人的意见，师生之间、

生生之间形成了互相尊重、互相信任的关系，为深度交流扫清了心理障碍。

教师在引导有效的互动中起着重要的作用。这就需要教师具备高超的教学智慧。精心设计启发性问题，特别是开放性的、有挑战性的、探究性的问题可以引起学生探究的欲望。教师要由知识的传授者变成倾听者、引导者、促进者，在交流中用追问、澄清、重述等方式引导学生深入思考，给学生及时、具体、有启发性反馈，不能简单地判断对错。

同时学生也应该学会参加有效互动的基本技巧。教师应该有意识地培养学生的倾听能力，表达自己观点的能力，质疑和反思的能力，与人合作解决问题的能力。经过明晰的规则引领和不断的实践训练，学生渐渐学会了在集体中怎样实现思想的碰撞与融合，由被动回答变为主动探寻，最终成为互动的主人，真正实现学习共同体的塑造。

二、深度互动的教学模式探讨

（一）对话式教学模式

对话式教学模式把课堂变成一个师生共同参与、探究性的对话共同体。它来自于巴赫金的对话理论，认为意义是在不同的声音互相影响的过程中产生出来的。该模式下的互动具有累积性，即学生的观点可以被层层引申、建构；具有支持性，即学生可以自由地表达自己的想法而不用担心被嘲笑；具有批判性，即师生共同对各种观点进行审视、评估；具有目的性，即所有的对话都围绕着特定的学习目标展开。

对话式教学有利于小学数学学生建构抽象的数学概念。教师在教学平均数的时候，不应该直接给出定义和公式，而是应该创设一个“怎样公平分糖果”的真实情境，引导学生进行对话。学生会提出每个人分得一样多，多的补给少的人等想法。教师可以提问：“一样多是指多少？在讨论中提出怎样补？等启发性问题，让学生在激烈的讨论中理清思路、提炼出“移多补少”、“先合后分”等核心思想，通过对话，使学生最终自己建构起对平均数的理解。

对话式教学对教师的要求比以前更高。教师应成为对话的精心设计者、组织者、引导者，善于把握学生发言中的思维火花，巧妙地把不同的观点联系起来、整合起来，在适当的时候带入重要的数学语言和思想，把学生的日常生活经验提升到数学思维的层面。该模式可以培养学生数学思维，也可以培养学生的理性沟通、批判性思考的素养。

（二）探究式互动模式

探究式互动模式把学生置于问题解决者的地位，整个教学过程以一个问题或者一项挑战性的任务为中心。互动不再是单向的知识传授与接受的过程，而是在教师的引导下，学生积极地去发现问题、分析问题、解决问题的动态过程。互动的驱动力来自于学生内在的好奇心和求知欲，学习的主动权真正交还给学生。教师是“脚手架”的搭建者，也是探究过程的导航员，在学生需要的时候给予必要的资源支持，对学生在关键环节上的自主思考、尝试进行引导。

小学数学课堂上，探究式互动适合于几何概念、规律发现等的教学。探究三角形内角和时，教师可以不直接告诉学生结果，而是让学生以小组形式用量角器、纸张、剪刀等工具自己动手测量、撕拼，自主探究。在这一过程中，学生会产生大量的交流，讨论探究方案、分工合作、交流测量或者拼合结果、检验彼此猜想。老师巡视各组，遇到有困难的小组启发问：“你发现什么规律？”这个规律对所有的三角形都适用吗？”等，引导学生由特殊到一般，最后得出三角形内角和是180度的普遍结论。亲身经历的探究互动使学生对知识的理解更加深刻、牢固。

（三）合作式互动模式

合作式互动模式就是建立学习小组，让学生在完成共同任务时互相帮助、互相促进。它强调积极互赖和个体责任的统一，即小组的成功依靠每个成员的努力，同时每个成员也要对自己的学习成果负责。该模式与一般的小组讨论有着本质的不同，它的组织要考虑异质分组、明确分工、共同目标的确定以及社交能力的培养。

解决复杂的数学应用题时，合作式的互动模式起着非常大的作用。教师可以把复杂的题目分解成若干个小任务，小组成员各司其职，一人做阅读员，理解题意，一人做分析员，找到数量关系，一人做计算员，具体运算，一人做检验员，检查结果。成员们先自己思考，再组内交流，说出自己的观点，互相启发，共同商量解决办法。既可集众人之智，冲破个人思维的束缚，又能在解释、辩论、聆听当中加深对问题的认识，进而提升逻辑推理与交流表达的能力。

有效的合作互动可以形成积极的同伴支持系统，学习不再是一个人孤军奋战。学生在帮助别人的过程中巩固了所学知识，在得到他人帮助的同时也得到了情感上的支持。共同进步的体验，对于培养学生团队合作精神、责任感、处理人际关系的能力，有着不可替代的教育价值。

三、智慧课堂对互动理论的拓展

（一）互动主体的多元化

传统的课堂互动主体主要是教师和学生。智慧课堂引入了智能化技术元素以后，互动主体的组成也得到了很大的丰富。智能教学系统、虚拟学伴、智能助教等拟人化的主体开始参与教学互动。自适应学习系统会按照学生答题情况来及时提供个性化的练习、微课资源等，使学生与教师进行一对一、精准的认知互动，弥补了教师精力不足不能照顾到所有学生的缺陷。人机互动具有即时性、持续性、不知疲倦等特点，给学生的个性化学习提供强大的支持。

智慧课堂依靠网络技术冲破了物理空间的限制，把互动主体拓展到了课堂之外。学生可以借助网络平台、校外专家、不同地区的学生或者国际友人等开展项目式学习、交流观点、合作研究。家长也可以借助智慧教学平台更方便的了解到学生学业的情况，建立起更为紧密的家校社协同育人的网络。互动主体由原来的师、生二元结构变为包含教师、学生、智能代理、校外专家、家长等多主体的多元开放动态生态系统。

（二）互动媒介的丰富化

传统教学中互动依靠的主要是粉笔、黑板、书本等有限的媒介。智慧课堂给人们提供的是一个由硬件、软件和数字资源所组成的多样的媒介矩阵。交互式电子白板、平板电脑、虚拟现实设备、电子书包等新型终端成为师生互动的新界面。这些媒介用各种方式把抽象的数学知识以可视化的方式呈现出来，使互动变得直观、有趣。学生可以利用拖动、旋转、缩放等操作，和虚拟的数学对象进行交互。

学生在学习圆的认识时，不再仅仅是老师在黑板上画圆了，在平板电脑上可以使用几何画板软件来改变圆的半径和圆心位置，动态地观察圆的周长、面积会发生怎样的变化，还可以模拟“化圆为方”的极限过程。沉浸式、可操作的互动体验把学生从知识的旁观者变为知识的探索者、创造者，互动媒介本身就是学生进行认知建构的强大工具。丰富的媒介选择更有利于学生个体差异的满足，给不同学习风格的学生提供多样化的互动途径。

（三）互动过程的可视化

传统课堂上的互动是即时的、转瞬即逝的，不能做精确的量化分析。智慧课堂依靠学习分析技术，可以对互动过程中产生的大量数据进行自动采集、分析并

呈现出来,使隐藏起来的互动过程变得一目了然。学生答题记录、学生参与课堂讨论、操作虚拟学具产生的轨迹等都可以被系统捕获,最后形成学生的个人学习档案。

这种可视化对教学实践具有深刻的变革意义。

1. 数据给教师提供准确的教学决策依据。教师可以从后台数据看板上了解到全班学生知识掌握情况、常见错误类型、参与互动的积极性等信息,从而及时调整教学策略,对有困难的学生进行精准的个别辅导。

2. 对学生来说,可视化的学习反馈可以激发学生的元认知能力。学生可以清楚地了解自己的学习过程、进步的曲线、薄弱之处,从而更加自觉地去反思、规划自己的学习。互动不再是一次性的交流,它产生的数字痕迹成了可以被师生反复回顾、分析、改进的宝贵资源,实现了教与学互动过程的闭环优化。

第四节 信息技术与课程整合理论

一、信息技术与课程整合的内涵

(一) 从“辅助教学”到“深度融合”

在信息技术与课程整合刚开始的时候,信息技术主要起辅助教学的作用。这一阶段的主要特点就是技术服务于传统的教学结构,没有打破教师作为知识唯一传授者的传统地位。教师用投影仪展示课件代替板书,学生在计算机软件上反复练习数学题,本质上还是电子化的练习册。此时,技术只是用来提高信息传递的效率或者加强机械训练,在教学流程中处于边缘位置,更像是一种锦上添花的附加设备,对学生认知方式和学习方法的触动较小,教学模式仍然是教师讲、学生听的单向灌输。

伴随着教育信息化的发展,人们开始意识到技术简单地引入并不一定能提高教学质量。教学实践开始从表层的用什么技术的问题转向深层次的为什么要用、怎样用的思考。这就使整合观念发生跃升,即由“辅助”变为“融合”。融合即技术不再是可有可无的附庸,它已成为教学环境中不可缺少的一部分,它开始与教学目标、教学内容、教学过程等核心环节产生化学反应,一起服务于学生的学习和发展。该阶段技术被用于创设教学情境、模拟实验、支持小组合作等复杂的

活动,但是主导权大体上仍掌握在教师手中。

深度融合是信息技术与课程整合的最高层次,也是智慧课堂的理念。它意味着技术已经成为教学活动的有机组成,从根本上改变了传统的教与学的方式。在深度融合的视角下,技术不但是工具,更是认知的伙伴、学习的环境、思维的支架。它有力地支撑以学生为中心的探究式学习、项目式学习和个性化学习,把教学活动从单纯的知识传递转变为能力的建构和素养的生成。以小学数学课堂为例,深度融合利用技术手段把学生置于问题解决的真实情境中,让学生动手操作、自主探究、合作交流,在解决问题的过程中完成知识的意义建构,发展高阶思维能力。融合是系统性的、内生性的,它的最终目的就是实现技术赋能下的育人模式变革。

(二) 整合的层次与水平

信息技术与课程整合不是一朝一夕可以完成的,而是一个持续发展、动态的过程,不是一时可以达到的目标。国内外众多学者从不同的角度创建了层次整合的理论模型,试图表现技术融入教学的不同阶段和层次,给教师的专业发展以及教学实践赋予参照。尽管模型不同,但是其核心思想是相同的,即整合水平由浅入深,大致可以分为几个有典型特征的层次。

理解整合的层次,可以从技术在教学活动中所扮演的角色来区分。

1. 应用层面属于整合的初级层次,技术主要被用作教师演示和学生练习的工具。在小学数学教学中用课件演示图形的平移、旋转,或者让学生在平板上做口算练习。该层次的技术应用提高了教学效率、丰富了教学手段,但是教学基本结构和师生角色并没有发生根本性的变化,技术在很大程度上只是传统教学方式的替代或者增强。

2. 整合层面的技术已经成为教学活动中不可缺少的一部分,缺少技术无法完成一些教学任务。技术不单单是使用某一个工具,它是由各种不同的技术方法结合起来,来完成更加复杂的活动。学生可以利用几何画板软件自行探究三角形内角和的规律,移动顶点来观察度数的变化,发现知识后用思维导图软件整理归纳,最后制作简报在小组内分享。技术给学生的自主探究、合作学习搭建起平台。

3. 从重构和创新的角度来说,技术使设计并开展以前不能完成的新的学习活动成为可能,从而引起课程内容、教学模式、学习目标的全面重组。学生可以借助编程工具,设计解决“鸡兔同笼”问题的程序;改变参数来感受变量和函数思想的萌芽;也可以利用网络协作平台,与来自各个地区的同学一起合作开展一个

数学建模项目，解决实际生活中复杂的问题。本层次的学生是知识的主动创造者，技术是激发学生创意、促进学生深度思考和协作创新的催化剂。

信息技术与课程整合层次特征表

层次类别	技术角色	教学模式 / 结构变化	学生角色	技术示例
应用层面	辅助工具	无根本性改变	知识接受者	课件演示、平板练习
整合层面	必要组成	支持复杂学习活动	知识探究者	几何画板、思维导图
重构与创新层面	核心驱动	根本性重构	知识创造者	编程模拟、在线协作

从上表可以看出，高水平整合要求教师有将技术知识、学科知识、教学法知识三者融会贯通的能力。优秀的整合实践者能依据不同的数学内容、学生发展水平、教学目标等，灵活运用各种技术，设计出激发学生高阶思维和创新能力的学习体验，这就是智慧课堂所追求的理想状态。教师对整合层次的清晰认识，有利于开展自我诊断，明确专业发展方向，由技术的初级使用者逐步转变为教学创新设计者。

（三）整合的基本原则

为了保证信息技术与小学数学课程的整合科学有效,防止出现形式主义的“为技术而技术”现象，教学实践必须要遵守一些基本原则。这些原则是指导教师在智慧课堂环境里进行教学设计的根本标准，以确保技术的应用真正地服务于学生数学学习以及全面发展。

整合的原则是以主体性与学科性相结合。主体性原则即所有的技术应用都要以学生为中心，目的是调动学生学习的积极性，遵循学生的认知规律，促使学生主动建构知识。技术设计与使用要赋予学生更多的学习自主权，使学生成为探究、发现的主体，而不能只是被动地接受信息的容器。学科性原则即整合要紧紧密结合小学数学的学科特点。数学是一门逻辑性很强的学科，同时它的抽象思维能力也很强，并且空间想象能力很重要。因此，技术应用要围绕怎样把抽象的数学概念直观化、把静态的数学关系动态化、把复杂的数学问题情境化来展开，从而帮助学生更好的理解数学思想、掌握数学方法，而不是只追求表面的生动有趣而忽视数学核心素养的培养。

整合还要符合实用性与创新性相统一的原则。实用性原则就是所选择的技术手段要稳定可靠、易于操作，并能有效地解决教学中遇到的实际问题。教师要依据教学条件和学生状况来选择最合适的教学技术，不能为了追求高精尖的技术而

使技术本身成为师生的负担，喧宾夺主。创新性原则就是教师要利用现代科技打破传统教学的限制，探索新的教学方法和学习方式。整合不应该只是对已有的教学模式的优化，更应该致力于创造出一种新的、更具启发性、能培养学生创新精神和实践能力的学习体验。两者相辅相成，既可以脚踏实地地服务于日常教学，也可以引领教学实践不断向前发展，最终实现智慧课堂的价值。

二、深度融合的价值与路径

（一）变革教学内容呈现方式

信息技术与课程深度融合，最突出的价值就是改变了教学内容的呈现方式，把抽象的数学知识转化成为学生可以感知、可以交互、可以探索的动态对象。传统的数学教学内容主要是依靠静态课本、板书、教师语言描述，对于小学生来说，理解立体图形展开、函数变量关系等抽象概念存在天然的认知障碍。静态的呈现方式不能体现知识形成的过程以及内在的联系，也限制了学生的想象空间。

智慧课堂环境下，深度融合使用虚拟现实、增强现实、动态几何软件、交互式仿真实验等技术，把数学内容从二维的静态符号系统里“活”起来。教师在教学圆面积的时候，可以使用交互动画把圆无限分割后拼接成近似的长方形，使学生在动态变化中直观地体会公式推导的过程。学生认识长方体时，可以用平板电脑上的增强现实应用程序，在课桌上把虚拟长方体模型放进去，从任意角度观察、旋转、拆解，从而理解顶点、棱、面之间的关系。沉浸式、交互式的体验大大减轻了学生认知负担，也充分调动了学生学习的兴趣。

呈现方式的改变，最深层的价值就是促进学生对数学概念的深刻理解。当学生可以亲自“操作”数学对象，观察数学对象变化规律的时候，他们就不再是知识的被动接受者，而是意义的主动建构者。技术把陈述性的“是什么”变成探究性的“怎么办”和“为什么”。有利于学生牢固掌握所学知识的本质，又可以培养学生发现问题、归纳推理的能力和空间想象能力等，这些都是数学学科核心素养的重要组成部分。因此，教学内容呈现方式的改变，就是实现由知识传授到素养培育转变的重要一步。

（二）优化学生学习过程

深度融合的又一价值就是全方位地优化学生的学习过程，使学习朝着个性化、合作化、可视化方向发展。传统的班级授课制很难照顾到学生的个体差异，常常

造成优生吃不饱、后进生跟不上的局面。智慧课堂依靠技术手段可以很好地解决这个问题，给每一位学生提供更准确的学习帮助。

个性化的学习成为可能，智能教学系统会在课前预习、课堂互动、课后练习等环节里收集并且分析学生的学习数据，从而得到个人的知识图谱。系统可以自动地找出学生小数认识、异分母分数加法等薄弱的知识点，并推送相应的学习资源以及习题给学生。以数据为依据的自适应学习使教学资源可以精准地匹配学生的需求，每一个学生都可以以最适合自己的方式去学习，从而达到因材施教的目的。

协作学习模式也被发展和丰富。数字化学习工具，即在线协作白板、共享文档、项目管理平台等，已经冲破了以前小组合作在时间、空间上所受的制约。学生可以就复杂的数学问题在线共同查找资料、讨论解决的办法、分工完成探究报告。技术使得小组成员的思维过程（白板上的草稿、修改痕迹等）可以被记录、呈现出来，这样有利于小组成员间的相互启发，也便于教师更清楚地了解学生们的思考过程及合作状态，从而给以有效的指导。数字环境之下，共同培养学生沟通能力、团队意识和解决共同问题的能力。

学习过程的可视化和即时反馈，就是优化的又一表现。很多学习软件都以可视化的形式保存学生解题、思考的全过程。学生做题出错，系统可以给出答案的正误判断和步骤提示。及时准确的反馈能让学生很快发现并改正错误的认识。学习过程中数据的积累与分析，给教师的教学决策提供科学依据，使教学策略可以随时调整以达到精准教学的目的。

（三）创新教学评价模式

信息技术与课程深度融合之后，促使教学评价由单一的、终结性的评价转变为多元的、过程性的、发展的评价。传统的教学评价过多地依靠期末考试等纸笔测验，把甄别、选拔学生对知识的记忆作为主要目的，不能全面客观地反映学生的实际学习情况及综合素质的发展，评价的功能比较单一。

智慧课堂环境给新型教学评价模式的发展提供强有力的技术支撑。评价方式也变得多样化，除了传统的考试，教师还可以使用课堂互动系统进行即时的形成性评价，采用课堂抢答、课堂投票等方式迅速掌握全班学生的学习情况。学生可以采取录制讲解视频、制作数字作品、创建个人学习博客等形式来展示自己对于数学概念的理解以及应用。多样的评价方式更有利于学生个性、思维深度的体现，使评价内容更加丰富立体。

教学评价已经融入到学习的过程当中。各种学习平台和应用软件可以自动记录学生全部的学习轨迹,即学习时长、练习题正确率、观看教学视频次数、协作任务中贡献等。大量的过程性数据就构成了学生的个人数字档案。通过对这些数据的分析,可以得到学生的动态画像,从而发现学生认知特点、学习习惯以及存在的问题。伴随式评价使教师可以随时掌握学生的发展情况,进而对学习过程进行有效的调控和引导。教学评价不再只是学习的结束,而是被有机地融入到学习的过程当中,成为推动学生发展的有效工具。评价重点也从评价学生知识转向评价学生素养,更加关注学生在解决问题过程中所表现出的思维能力、应用意识、创新能力,真正达到评价促进学习发展的目的。

第五节 小学生数学认知发展特点

一、皮亚杰认知发展理论的启示

(一) 具体运算阶段儿童的思维特征

按照皮亚杰的理论,7岁到11岁的孩子处在具体运算阶段。该阶段是儿童认知发展的一个转折点,思维开始有了一定的逻辑性,但是这种逻辑运算需要具体的事物来支撑。他们可以认识到,物体的形态、位置等外在特征发生变化的时候,其本质属性(数量、长度、重量等)是不会改变的。同样多的水倒入高瘦、矮胖两种不同形状的杯子中,处于具体运算阶段的儿童会认为水量没有变化,前运算阶段的儿童则会认为高瘦杯子里的水多。守恒观念的建立,是小学生认识数学中等量代换、单位换算等概念的前提。

这一阶段儿童思维的另一个重要特点就是去中心化,即能同时考虑问题的各个方面,不再只注意最显著的特点。当他们在解决数学问题的时候,会同时考虑形状、大小、数量等各方面的信息,这就为他们处理更加复杂的应用题打下了基础。在教学过程中,当遇到一个分类任务的时候,处于具体运算阶段的儿童能够根据“颜色”和“形状”这两个标准来进行交叉分类的工作,体现出比较灵活的思维组织水平。智慧课堂用信息技术动态、多维可视化的方式去引导学生从多个角度去观察、思考,从而达到“去中心化”的思维。

思维的可逆性也从此阶段开始被打破。儿童开始理解一个动作或者运算有一

个相反的过程，例如他们能理解加法和减法互为逆运算（ $5+3=8$ ，那么 $8-3=5$ ）。该能力对于代数思维的启蒙十分重要，可以让他们用逆向推理来检验答案或者解决未知数问题。在教学中引导学生进行逆向验证，例如在完成 25 减去 17 的运算之后，引导他们去思考 25 减 17 的得数加上 17 是否等于 25，加深对加减互逆运算的理解。“后反思”法可以有效地加强学生可逆性思维。尽管取得了这样的进步，但是儿童在遇到完全抽象、脱离具体情境的假设性问题时仍然会感到困难重重，逻辑推理仍然深深地扎根在可以感知、可以触摸的现实世界里。

具体运算阶段儿童思维的特点以及小学数学思维发展总体趋势，在小学生数学认知发展的关键特征表中已经列出，是我们在教学中要重点关注的内容。

小学生数学认知发展关键特征表

特征维度	具体运算阶段 (7-11 岁)	具体形象思维向抽象逻辑思维过渡期
思维核心	具备初步逻辑，但依赖具体事物；建立守恒观念、实现去中心化与可逆性	从依赖直观图像、实物到逐步运用概念、判断、推理
数学学习表现	理解等量代换、单位换算；解决复杂应用题；进行多维分类；逆向验证	低年级：借助实物计算；中高年级：理解抽象符号与内在逻辑关系
教学重点	提供丰富具体材料与操作机会；引导多角度观察；训练思维可逆性	搭建具象与抽象的桥梁（如数形结合）；利用可视化工具辅助理解

（二）从具体形象思维到抽象逻辑思维的过渡

小学生的思维发展有一个明显的特点，就是由具体形象思维向抽象逻辑思维过渡。这不是一朝一夕能够完成的，而是一个漫长且相互交织发展的过程。低年级小学生做数学运算时，会经常用到手指、小棒等实物来思考，他们的思维活动和眼前具体的实物、生动的记忆表象联系在一起。在加法学习中，学生靠数苹果、画圈来理解数量的合并，就是典型的具体形象思维。

随着年级的提高，学习经验的累积，小学四年级左右（10 至 11 岁左右），儿童的思维开始发生质的改变，抽象逻辑思维所占的比例越来越大，并逐渐占据主导地位。他们开始可以脱离具体的实物，用概念、判断、推理来进行思考。3 个苹果加上 4 个苹果是 7 个苹果，再发展到 3 加 4 等于 7 这样的抽象算式本身就有很大的跳跃。该阶段儿童理解并运用数学符号，用内在逻辑关系解决问题。

智慧课堂环境给重要的思维过渡期提供有力的支持。几何画板、动态演示等工具可以将抽象的数学概念（分数的意义、图形的旋转等）用直观、动态的方式展示出来，为学生搭建起从具体到抽象的认知桥梁。用数形结合的方式进行教学，

让学生从具体的图形中抽象出一般的规律，从而降低了学生的认知负担。抽象思维是在形象思维的基础上发展起来的，两者互相依存、互相制约，在整个小学阶段，即使抽象逻辑思维开始占优，具体形象思维仍然是它的重要的支撑。

必须承认，这种过渡在不同的学科、不同的内容上是不均衡的。学生可能在数学课上表现出很强的抽象推理能力，但是自然科学课上还是习惯于用具体的观察。因此教学设计要考虑到发展的非同步性，给学生提供多样化的学习途径和支架，满足不同学生个性化发展的需要。创设丰富、可操作、和现实生活紧密联系的数学情境，有利于学生把具体的经验转化为数学思想，顺利实现从具体到抽象的思维转变。

（三）数学认知发展的阶段性特征

皮亚杰认为儿童的认知发展是阶段性的，各个阶段以固定的顺序出现，不能跨越或颠倒。每个阶段都是以前一个阶段为基点而形成的螺旋式上升的发展轨迹。这就意味着数学教学要遵循儿童的认知发展规律，所设计的教学内容和教学方法要与学生所处的认知阶段相匹配。强行让学生去学习超出其认知水平的抽象概念，效果会差，甚至会让學生产生挫败感，从而厌恶数学。

数学知识本身有严密的逻辑性、系统性，它的学习过程也有明显的阶段性特点。学生依靠直观感受和具体的操作来获得初步的感性认识，这是数学学习的开始。以体积概念的学习为例，教师直接给出抽象的定义，学生很难真正理解。更好的做法是让学生观察火柴盒、水泥板等实物，亲手比较不同的物体所占空间的大小，在头脑中形成丰富的感性表象，才能真正理解物体所占空间的大小叫作物体的体积这一概念的内涵。

学习继续深化，学生就会进入到从具象到抽象的认知加深阶段。本阶段开始寻找各种数学知识背后相同的原理。当学生认识到整数加法“ $30+40=70$ ”本质上是“3个十加4个十等于7个十”的时候，就能把这种理解迁移到小数和分数的加法上，知道“ $0.3+0.4=0.7$ ”以及“ $3/11+4/11=7/11$ ”都遵循同样的计数单位相加原则。智慧课堂可以依据学生学习的进度来判定学生当前的认知状态，根据学生的“最近发展区”智能的推送相应的学习材料，从而达到教学阶段性和个性化的统一。既可以保证教学不超前也不滞后，又可以在学生需要跳一跳才能达到的地方给予适当的帮助。

二、小学生数学学习的心理特点

（一）好奇心强，乐于探究

小学生尤其是低年级的孩子对于世界有强烈的好奇心和探究欲，这是与生俱来的宝贵品质。他们对新鲜事物、有趣的问题、有挑战性的任务有很强烈的兴趣。内在驱动力属于数学学习的最初始，也是最活跃的一种动力。对他们的来说，数学世界里面存在着许多的未知之谜，比如，圆的周长与直径之间存在什么样的关系？这样的题目可以极大地激起他们的探究兴趣。教师不但是知识的传授者，更是学生好奇心的守护者、探究活动的引导者。

把数学知识融入到引人入胜的故事、游戏或者现实生活情境中，能很好地激起学生学习的兴趣。教授乘法时，可以设计数学游园会，让学生以小组形式设计活动摊位，用乘法计算总收入，探究性活动的设置能够提高学生参与的兴趣和动力。苏霍姆林斯基说学生在自己热爱的学科上取得成功是他们自信的源泉，兴趣是走向成功的第一个步骤。因此保护和激发学生对数学的好奇心，就是培养学生自主学习能力、创新精神的基石。

智慧课堂给学生满足探究需求赋予了前所未有的技术支持。虚拟现实和增强现实技术把学生带入到一个沉浸式的数学世界当中，使他们进入到古埃及探寻金字塔的几何秘密，观看行星轨迹从而认识椭圆方程。智慧教育平台可以提供大量的、多样的探究性学习资源，学生根据自己的兴趣选择不同的主题进行研究。教师可借助平台发布探究任务，组织学生组建学习小组，以合作的方式解决复杂的现实问题，在探究中感受发现的快乐，产生对数学学科的深厚感情。

探究活动重视学生的主体性，教师应该鼓励学生大胆提问、自由猜想、动手验证。即使学生的看法是幼稚的，甚至是错误的，教师也应该给予包容，并加以积极的引导，因为探究的过程比结果更重要。正是因为经过了不断的尝试与修正，学生思维能力才会得到锻炼，解决问题的策略也会越来越丰富。充满探究气氛的课堂可以让学生体会到数学的生命力，认识到数学不仅仅是书本上的公式、定理，更是解决实际问题、认识世界的有效工具。

（二）形象思维占主导

小学生思维发展处在从具体形象思维到抽象逻辑思维过渡的阶段，但是整个小学时期，特别是中低年级，形象思维仍然占主导地位。他们更多的时候是依靠

直观的图像、具体的实物、生动的表象来进行思考和理解。对于抽象的数学概念、符号、复杂的逻辑关系等，他们理解、把握起来会比较困难。如果教学中忽略了这个特点，直接进行纯粹的符号推演和逻辑说理，这就如同让不会游泳的人横渡江河一样，很容易使学生陷入困惑之中，甚至对数学产生畏惧心理。

因此，在小学数学教学中，充分使用直观教学手段，把抽象的知识“形象化”，是遵循学生的认知规律，提高教学的有效性的一种必然要求。数学形象思维能力是指学生在认识数学知识的时候，能够把复杂的、抽象的知识转化成直观的数学形象，并用这些形象来进行思维活动的的能力。在讲解分数这个概念时，不必要反复地讲述分数的定义，不如让学生折纸、分苹果等动手操作来感受部分与整体的关系，在头脑中建立分数的直观模型。用线段图分析应用题中的数量关系，也是把抽象问题具体化、帮助学生理清思路的好办法。

智慧课堂里信息技术给形象思维的加强赋予了有力的支持。动画、视频、三维模型等多媒体资源可以形象、生动地表现出数学知识的形成过程以及内部联系。教师在教授圆的面积时，可以利用动画将圆分成许多小段，再拼成一个近似的长方形，使学生清楚地看到化曲为直的思想，轻松掌握面积公式的推导过程。可视化呈现的方式不仅可以降低学生的认知难度，提高学生学习的兴趣，还可以使数学思维的过程变得可见，有利于学生建构起更加立体、深刻的数学理解。

培养形象思维并不否定抽象思维，而将它当作达到抽象思维的桥梁。形象思维是抽象思维的基础，也是抽象思维的前提。教学的根本目的就是经过丰富的感性认识，再通过观察、比较、分析、概括，把事物的本质属性提炼出来，形成抽象的概念和规律。从“形”到“数”，再从“数”到“形”的过程，就是培养学生数学思维能力的重要环节。智慧课堂的作用就是利用技术手段来优化这个过程，使学生在具体与抽象之间自如转换，最后达到对数学知识的深刻理解以及灵活运用。

（三）注意力易分散，需要趣味引导

小学生注意力的稳定性比较差，很容易被外界新异的刺激所干扰。主要是由于他们神经系统的发育年龄特点造成的。很难像成人一样长时间地把注意力集中在单一、枯燥的学习任务上。如果数学课堂上教学内容的呈现方式单一、缺乏变化和趣味性，学生很快就会产生厌倦感，注意力不集中、做小动作等现象就会出现，从而严重影响学习效果。因此，如何设计出有趣的教学活动，来吸引和保持

学生们的注意力，就成为小学数学教师需要解决的一个重要课题。

兴趣是最好的老师，也是吸引学生注意力的磁石。教学设计要将数学知识同游戏、竞赛、故事等儿童所喜欢的形式相结合，把学习任务转化为有挑战性、有娱乐性的活动。口算练习中设计“夺红旗”、“闯关升级”等竞赛游戏，让学生在轻松愉快的氛围里高效完成计算任务；学习几何图形时可以组织学生用七巧板拼图、在沙箱里搭建创意城堡来实现“玩中学，学中玩”。寓教于乐的方式可以将学生的无意注意自然而然地转化为有意注意，也可以使学生的注意力长时间地保持在最佳的学习状态。

智慧课堂环境给创设趣味性教学情境提供各种各样的工具和手段。互动式电子白板、平板电脑等设备的使用使师生之间、生生之间可以即时互动。教师随时可以发起快速问答、小组抢答、在线投票等活动，即时数据反馈了解学生的学习情况，形成一种动态的、有参与感的课堂氛围。很多教育应用软件把学习内容进行了游戏化处理，设置了积分、勋章、排行榜等奖励制度，学生在完成学习任务之后会获得相应的奖励，而这种正向反馈可以极大地激发学生的学习热情和成就感。

教师语言、教态都会影响学生注意力的集中。生动有趣的语言、夸张丰富的表情、恰到好处的肢体动作，就像磁铁一样牢牢地吸引住学生的注意力。教师可以采用改变语调、制造悬念、模仿声音等方式来使平常的教学变得吸引人。在智慧课堂里，教师可以借助智能录播系统分析自身的教学情况，从而不断改善自己的教学语言和互动方式，进而提高课堂的吸引力。全方位、趣味化的教学设计，会使学生更自然地把注意力集中在数学探究的深刻含义上。

第三章 小学数学智慧课堂的技术支撑体系

第一节 智慧教室硬件配置要求

一、核心显示与交互设备

（一）交互式电子白板 / 智能大屏

交互式电子白板或者智能大屏是现代智慧教室的视觉中心、交互中心，它把传统的粉笔和黑板单一的教学模式彻底改变了。对于小学数学教学来说，高清晰度、大尺寸的显示特点可以把抽象的几何变换、分数的意义、函数图像的变化等内容以生动、直观的动态方式呈现出来，大大减轻学生的认知负担。教师可以随时调用图片、视频、动画等各种教学资源，创设出形象生动的教学情境，从而调动学生学习的积极性。

更重要的是它有很强的交互性。师生可以直接使用触控笔或者手指在屏幕上手写、标注、拖拽、缩放，由于操作方式直观方便，数学问题演算过程和解题思路整理变得非常容易。学生可以站到讲台上展示解题思路，教师也可以邀请多名学生在屏幕上进行小组竞赛或者合作探究，使教学过程由以教师为主体转为以学生为主体。

智能大屏自带大量的教学资源库和各种教学软件，并且可以和云端平台无缝对接。教师可以保存课堂板书，形成学生可以查阅的电子笔记，也可以在随时调用数学教学模块的基础上开展各种复杂的数学活动，虚拟量角器、动态函数画板、立体几何模型等，让学生轻松完成数学探索的过程，使数学教学向深度和广度拓展。

（二）多屏互动系统

多屏互动系统是冲破传统课堂教师单向信息传递壁垒，创建起多维互动教学空间的关键技术。该系统利用无线投屏技术把教师控制大屏与学生每人一台平板电脑、分组学习终端联系起来，形成互联互通的教学网络。小学数学课堂中，教师可以将练习题、探究任务一键分发给每位学生，学生可以在自己的屏幕上独立

作答,也可以和同学合作探究。

该模式给每一个学生赋予了平等的参与机会以及表达空间。学生作业的过程和结果可以选择投射到主控大屏上,供全班同学分享、比较、评议。教师能够即时、全面地了解整个班级学生的情况,发现共同的问题以及个别困难,并且根据这些来采取措施。在图形对称的教学中,学生可以在平板上自由创作轴对称图形,老师把优秀的作品投屏展示出来,引导学生发现、总结规律,这样即时反馈和展示大大提高了学生的表现欲望和成就感,促进了深度学习的发生。

（三）实物展台与移动终端

实物展台同移动终端的融合,给物理世界同数字世界之间搭建起连接的桥梁,也为线上线下混合式学习赋予了强有力的技术支撑。实物展台属于高清实物拍摄及展示设备,可以把现实世界里的物体清楚地映射到屏幕上,克服了纯数字化教学的缺点。

实物展台在小学数学教学中应用的范围很广。在学习认识人民币的时候可以利用展台展示真实硬币、纸币,使学生能够清楚地看到细节;在分类和整理教学中可以展示学生收集的各种小物件并现场操作分类。更重要的是它可以即时展示学生完成的纸质作业、数学模型作品、解题草稿等,把学生的学习成果和思维过程直观地展示出来。

移动终端一般指学生每人一台的平板电脑,是实现个性化学习和移动学习的重要工具。既是教师发布任务的客户端,又是学生自主学习、完成数字作业、获取学习资源的平台。

结合两者,可以创造出更加灵活的教学模式。

1. 学生可以利用手机拍摄用具(小棒、积木等)搭建的数学模型,投影到屏幕上,用实物展台展示实物并说明。

2. 教师可以用实物展台展示一个复杂的题目,学生在自己的移动终端上分步解答,教师随时可以调取某个学生解题过程来讲解。这样组合应用使得每一个学生的学习过程都变得可见、可交流,大大促进了课堂的深度互动。

二、网络环境与数据中心

（一）高速稳定的无线网络覆盖

高速稳定的无线网络,是智慧教室的生命线。在一个典型的智慧课堂环境中,

几十台学生终端、教师用机、交互式大屏、各种传感器、录播设备同时在线，高频次地进行数据交换。这就要求无线网络必须具有高带宽、低延迟、广覆盖、高并发等特点。网络卡顿或者断网都会造成投屏失败、上传不及时、师生互动受阻等现象，进而影响教学活动的正常进行以及教学质量。

因此智慧教室的网络建设要进行专业的规划，采用支持最新无线协议的商用级无线接入点，并通过合理的点位布置实现教室内无死角、信号满格覆盖。同时要给教学应用数据设置高优先级，保证核心教学活动网络的带宽。强大的网络环境是支撑多屏互动、在线测验、云端资源调用、远程同步课堂等所有智慧教学场景得以实现的根本保障，它可以给师生提供“无感”的顺畅网络体验，使他们可以把全部精力投入到教学互动当中。

（二）云端服务器与存储系统

云端服务器以及存储系统属于智慧课堂的数据中心与资源中心，是达成教育资源汇聚共享、教学过程数据记录分析的基础设施。它把分散在不同的教师、不同的设备上教学资源、学生数据集中存储、管理、调用，从而打破了时空的限制。

小学数学智慧课堂云平台汇集了大量的优质教学资源，名师课件、微课视频、互动习题库、数学思想方法专题等。教师可以随时在任何地点进行备课，调用到课堂使用；学生也可以在课后登录平台回放课堂实录，巩固所学知识，做个性化的练习。所有的师生教学行为数据，即课堂签到、互动次数、答题正确率、作业提交情况等，都会实时记录并上传到云端。

这个庞大的数据仓库给教学评价和个性化指导提供可能。通过对学习过程数据的挖掘分析，可以得到每个学生的能力雷达图、知识点掌握情况报告，帮助教师准确找到学生的学习薄弱环节，从而有针对性地进行辅导。对学校管理者及教研员而言，云平台可以提供整个学校或者某个区域的教学数据，为学校管理者提供教学决策依据，也为教研活动的开展提供科学的指导。数据安全、隐私保护属于云系统创建时不能被忽略的部分，依靠严格的权限管理以及加密技术来保证师生信息的安全。

（三）边缘计算节点的应用

边缘计算是云计算的一种补充和延伸，在智慧教室场景中它的作用主要是提高实时交互体验。将一部分计算任务和数据处理从云端中心下放到靠近用户（师生）的网络边缘节点（学校、教室里部署的微型服务器等）。大大缩短了数据传

输的时间,给需要快速响应的教学应用提供保障。

小学数学智慧课堂里那些需要即时性的应用,例如虚拟现实数学实验、高频次的课堂即时问答及反馈、基于人工智能的学生行为分析等等,如果使用云端计算,可能会造成网络延迟而导致卡顿现象,进而影响用户体验。使用边缘计算节点可以对本地数据进行快速处理,并将结果即时反馈给师生。学生在使用增强现实应用对三维几何体进行旋转、缩放等操作的时候,边缘节点可以很快完成指令的预处理和渲染工作,从而得到流畅的视觉效果。边缘计算分担了云中心的计算压力,改善了数据传输途径,使智慧课堂互动更加及时、自然。

三、环境感知与调控设备

(一) 智能录播系统

智能录播系统早已不是简单的精品课录像了,在智慧课堂中它起着记录教学过程、支持教研反思、实现资源共享的重要作用。现代智能录播系统把高清摄像机、拾音器、图像识别、声音定位等许多技术融合起来,可以实现课堂实况的全自动、智能化录制。系统可以利用图像分析技术判断教师的走动、板书动作,实现教师特写画面和板书特写画面的自动切换;用声源定位技术,当学生站起来发言时,摄像头就会自动转向这个学生,给他特写镜头。

智能化的录制方式既可以解放人力,又可以以“导演”的视角对整个课堂的动态过程做完整的、生动的记录,即教师的教学设计、学生互动表现、小组讨论等。生成的录播视频不再只是单个固定机位的画面,而是包含教师、学生、课件等各个视角的“多流”资源包。

高水平的课堂教学实况有诸多价值。对小学生来说它是课后的复习资料、巩固知识的宝库。对教师来说,是自我教学反思、同伴互评、专家诊断的客观依据。学校、区域教育部门可以充分利用这些资源,创建优质课例库,从而促进教师的专业成长以及优质教育资源的均衡发展。系统可以对录播数据进行分析,产生课堂行为报告,例如师生互动时间比例、学生发言次数等,给教学改进提供量化的依据。

(二) 环境传感器

环境传感器是智慧教室的感官系统,用各种传感器对影响师生教学效率的物理环境因素进行实时监测。看似与教学无关的因素,其实对保持学生的注意力、

维持学生的学习状态起着非常重要的作用。闷热、昏暗、嘈杂的环境都会降低学生的学习效率。

智慧教室中通常会部署多种环境传感器，实现对环境的全面感知。

1. 温湿度以及二氧化碳传感器可以对室内空气质量进行实时检测。当二氧化碳浓度太高，学生会感到昏昏欲睡的时候，系统就会自动开启新风系统，补充新鲜空气；当温度或者湿度不适宜的时候，自动调节空调设备。

2. 光照度传感器根据室内自然光线的强弱来调节灯光的亮度、色温，使课桌面、黑板面一直处在最适合人眼阅读、书写的光照条件下，从而保护学生的视力。

这些传感器收集到的数据会汇集到教室智能环控主机上，智能环控主机按照事先设定的健康舒适标准，对教室内的相关设备进行联动控制，形成一个自动化的环境调节闭环。“无感”的环境呵护，给师生营造出一个健康、舒适、恒定的物理教学空间，保证深度教学活动的顺利开展。

（三）智能语音与图像识别设备

智能语音和图像识别设备是给智慧教室赋予听觉、视觉能力的重要技术，它把人工智能带入课堂，使智能交互和教学分析达到更高的层次。一般以高清摄像头、高保真麦克风阵列作为硬件基础，用先进的 AI 算法对课堂上听到的、看到的内容进行加工理解。

智能语音识别技术的应用可以将教师授课、学生发言的课堂语言实时转化为文字，并与教学课件、板书等关联起来，形成富媒体的课堂笔记。既便于学生回顾又为以后教学内容分析提供数据基础。语音识别技术也被应用到小学数学课堂上的口算、朗读数学应用题等环节，系统可以即时判断学生答案的对错并给出反馈，减少教师重复批改作业的工作量。教师可以使用简单的语音命令来控制课件、屏幕等的切换，使教学过程更加自然流畅。

图像识别技术的应用更广。可以用来进行无感考勤，用人脸识别技术自动完成学生的签到。更深层次的应用就是学习行为分析，系统会抓取并分析学生的一言一行，包括面部表情、姿态动作、视线走向等，用数量化的标准来判断学生是否专心，情绪状态如何，参与度怎样。当系统发现大部分学生表现出困惑的表情或者注意力分散的时候，就会向教师发出提示，提醒教师改变教学节奏或者策略。

图像识别技术还可以用作作业的自动批改。系统通过拍照上传，可以自动识别学生手写答案，特别是客观题、计算题等，并且能够快速批改和统计，大大提

高了教师批改作业的效率,使教师有更多的时间去分析学生的错题,讲解给学生。依靠人工智能的视觉、听觉技术的应用,智慧教室由原来的数字化环境变成一个可以感知、理解、辅助教学的智能教学伙伴。

第二节 教学软件平台功能分析

一、教学互动核心功能模块

(一) 随堂测验与即时反馈

随堂测验与即时反馈,对教学的精准化、互动性有重大意义。教师根据教学重难点在课前预设或者课堂中动态创建选择题、判断题、填空题等多种形式的测验题目,并通过平台一键推送到每个学生个人学习终端。学生作答完毕后,系统能够立刻完成全部数据的统计和分析,并以图表化的形式把全班正确率、选项分布、作答时长等显示在教师的大屏幕上。

即时性数据反馈有很重要的教学价值。教师可以很快掌握学生对当前所授知识点的掌握情况,准确地发现学生普遍存在的或个别存在的理解误区。在学习小数的意义时,若发现大部分学生将百分位和千分位搞混了,那么教师就可以立即停止新内容的讲解,转而进行有针对性的补充说明、案例分析或者组织专题讨论,将问题消灭在萌芽状态。

即时反馈对学生来说意义重大。不用等到作业批改、单元考试以后才能知道学习效果,在课堂上就可以立即看到自己作答的结果和正确答案的对比。即时确认或者纠错的过程大大加强了知识的记忆和理解。同时,当学生看到自己的答案被采纳或者与大多数同学一致的时候,学生的学习自信心和成就感就会得到提高,从而形成积极的学习循环。

(二) 分组讨论与屏幕共享

分组讨论以及屏幕共享的功能,给小学数学课堂的协作探究、思维碰撞赋予了强大的技术支撑。教师根据教学任务的要求,在软件平台上随机或者指定地将学生分成若干个学习小组,每个小组都有一个独立的线上讨论空间。小组成员可以对一道数学题用不同的方法来解答并即时地用文字、语音进行交流。

该功能最大的优点就是屏幕共享和广播。每个学生或者小组可以利用屏幕共享的方式将自己的解题过程、思路草稿或者找到的参考资料与组内同伴进行交流,

从而达到深入讨论互相启发的作用。教师具有很高的管理权限，可以到各个小组的讨论区走动、检查，随时知道各个小组的探究情况、讨论重点。当某个小组有突出的创新想法或者遇到典型困难的时候，教师可以一键将该小组的屏幕画面广播给全班同学，进行集体讨论、交流、学习，把小组的特色成果或者难题转化为全班同学共同的学习资源，大幅度拓宽了课堂互动的空间和层次。

（三）课堂抢答与随机点名

课堂抢答、随机点名等互动形式的加入，给课堂增添了游戏化、竞争化的元素，从而大大提高了学生参与课堂的积极性以及注意力。教师提出问题以后可以开启抢答模式，学生通过点击个人学习终端上的抢答按钮来争取回答的机会。系统会按照抢答的顺序，正确地判断出第一个抢答成功的学生姓名，在大屏幕上显示。把传统的课堂举手回答转变为更有趣味性、更有挑战性的活动，对激发小学生竞争意识和表现欲望有很好的效果。既可以活跃课堂气氛，又能在无形中培养学生反应迅速、决策果断的品质。

随机点名功能对保证课堂参与的公平性起着很重要的作用。系统可以随机抽取一名或者多名学生进行提问或者分配任务，因此每个学生都必须保持高度的注意力，紧跟教师的课堂教学节奏，随时准备接受提问，有效地避免了课堂互动只集中在少数积极分子身上的现象。

对于性格内向或者缺乏自信的学生来说，随机点名在某种程度上也起到了助推的作用，给他们的表达和勇气提供了锻炼的机会。教师根据点名后学生的回答情况及时给予鼓励和引导，帮助学生慢慢建立起在课堂上发言的信心。

抢答可以调动学生们的积极性，点名可以督促学生的学习，二者互相促进、相得益彰，共同营造出一种紧张有序而富有活力的课堂互动环境，保证课堂互动的广度和公平性，使每一个学生都参与其中，而不是旁观者。全员参与的氛围，是进行深度互动教学不可缺少的前提。

二、教学资源管理功能模块

（一）数字教材与微课库

数字教材、微课库属于资源管理模块的组成。它们把传统的纸质教材转变成交互式、多媒体的数字化形式，在此基础上又汇集了大量的微视频教学资源，给师生提供立体化的学习材料。

1. 数字教材不是静止的文字、图片，它可以包含音频、视频、动画、虚拟实验等各种媒体。在讲解“圆的面积”公式推导的时候，数字教材可以利用动画把圆分割、拼成长方形的过程形象地展示出来，把抽象的数学思想具体化。学生还可以用拖拽、缩放等方法自己探究图形变化的规律，大大提高学习的积极性。

2. 微课库是由针对某一个知识点、解题技巧或者易错概念的短视频课程组成的，一般时长为 5-10 分钟。这些微课资源具有很强的针对性、灵活性，既可以做为教师在课堂上重点讲解、难点突破的补充资料，也可以作为学生课前预习、课后复习的个性化学习资料。学生可以按照自己的节奏反复观看，直到完全理解为止，很好地弥补了传统课堂“齐步走”模式的不足。

（二）个性化资源推送

个性化资源推送属于开展因材施教、实施差异化教学的重要功能。本模块依靠后端强大的学情分析系统，为每一个学生创建起个性化的学习画像，进而达成智能匹配教学资源、精准投喂的独特功能。系统通过持续跟踪、剖析学生在课堂上的表现、测验成绩、作业情况以及学生与平台资源的交互行为等各个方面，来探究学生知识强项、知识弱项、学习兴趣偏好、认知水平层次。

当系统发现某学生在分数的混合运算上经常出错的时候，就会自动给学生推送相应的微课视频、典型例题解析、专项练习题来巩固学生的薄弱环节。学有余力的学生在完成正常学习之后，系统给学生提供一些难度大且具有探究性的拓展阅读材料、数学竞赛真题以及数学家的故事等来满足学生高层次的探究需求。

个性化资源推送示例表

学生类型	识别表现	推荐资源类型	预期效果
薄弱学生	知识点频频出错	基础概念微课、专项练习、同类题型详解	巩固基础，消除学习盲区
优等生	提前完成任务，学习有余力	拓展阅读、竞赛真题、跨学科应用	激发探究欲，提升综合素养
偏科学生	某科目成绩突出，某科目薄弱	强项领域进阶资料，薄弱领域趣味引导	均衡发展，激发兴趣

个性化资源推送如上表所示，千人千面的资源分发方式改变了以前一刀切的方式，每个学生都可以得到最适合自己的学习材料。不仅可以大大提高学习效率和效果，也利于学生个性发展，使每个孩子都可以找到最适合自己的学习路径，从而把深度互动的思想延伸到课外，实现学习全过程的个性化支持。

（三）资源共建共享机制

资源共建共享机制，即冲破教师之间、学校之间的资源壁垒，创建起开放的、合作的、持续发展的教学资源生态系统。该功能模块创建了一个云端平台，使每一个教师都能够把自己在教学实践中创造、检验过的优质资源，比如精品教案、原创微课、特色习题集、互动课件等上传到共享资源库。

平台依靠创建标准上传、审核、标注、评价程序来保证共享资源的质量以及易用程度。其他教师可以方便地在平台上搜索、浏览、下载、应用这些资源，也可以对资源进行评价、留言、提出修改建议。互动式共享方式可以迅速把优秀的教学经验、智慧传播给其他教师，大大减轻教师个人备课负担，有利于提高整个区域的教学水平。更重要的是它激发了教师群体专业发展的热情，观摩、借鉴、改造别人教学设计，反思、改善自身教学实践，从而形成一个充满活力的专业发展共同体。

三、学情分析与评价功能模块

（一）学习行为数据采集

学习行为数据采集是之后所有的分析、评价的基础。智慧课堂软件平台可以全方位、伴随式地记录学生学习过程中所有的行为数据，形成全方位的、精细化的个体学习日志。所采集到的数据远大于传统教学模式下可以收集的数据种类，其中包含的学生课堂互动行为数据有抢答次数、参与讨论的频率和时长、点名应答情况等。

平台还会记录学生的认知加工数据，即完成随堂测验的答题时长、答题次数、查看提示的次数等，可以反映出学生面对不同的问题时所经历的思考过程和认知负荷。同时学生与教学资源交互的数据也会被记录下来，例如观看视频的完成度、暂停回放的具体节点、做练习题首次做对的正确率等等。

多维度、过程性的数据采集把隐性的学生学习状态和思维过程显性化、数据化。它给我们打开了一个前所未有的窗口，让我们能观察到、了解到每个学生的学习习惯、认知特点、潜在问题，使对学生的评价不再只是依靠几次考试所获得的终结性的分数，而是以贯穿在学习过程中客观的证据为基础。

（二）学情诊断与可视化报告

学情诊断以及可视化报告是数据价值转化的主要体现。平台依靠大数据分析

和人工智能算法,对大量的原始数据加以深入挖掘并实施智能处理,进而转变成教师和学生均能轻易领会的诊断信息以及可视化的图表。系统可以自动生成班级、小组和个人层级,全方位综合分析报告。

对于整个班级来说,系统可以绘制出全班知识点掌握程度的雷达图、共性易错题排行榜、课堂整体参与度的趋势曲线,使教师对教学进度和教学效果有宏观的把握,并及时调整教学方法。对个体学生来说,系统会提供一份个性化的学情诊断报告,用能力图谱、成绩趋势分析、行为模式画像等方式,清楚地展示出该学生在知识、技能、学习习惯等各方面的强项和弱项。报告中会指出某学生计算能力较强但是应用题理解能力较弱,进而精准定位到具体的知识盲区。精准的诊断把因材施教从宏观的理念转变为具体的可操作的教学行动。

(三) 学生成长档案袋

学生成长档案袋功能就是为每一个学生创建一份动态的、连续的、全面的个人成长记录数据库。以时间为轴线,系统地收录、整理学生在学习生涯中各种重要的信息和成果,绘制出一幅立体的成长画卷。

1. 档案袋里既有学生历次的作业、测验、考试成绩,更有学生在项目式学习、探究性活动中产生的各种作品,即数学建模报告、解题思路视频讲解、优秀错题分析笔记等。这些作品可以更加真实的反映学生综合能力以及创新思维。

2. 过程性数据的整合:学情分析系统产生个人知识点掌握情况、学习行为热力图、课堂互动贡献度等各类数据报告都会被自动归入成长档案袋。过程性的数据可以作为评价学生学习态度、学习进步轨迹、努力程度的依据。

3. 多元评价的融入:档案袋可以录入教师评语、同伴互评、学生自评等多种主体的评价信息。教师可以为某位学生或者某一堂课的表现写上具体的评语,学生也可以在完成一个学习阶段之后进行自我反思和总结。多角度评价信息使评价本身也成为促进学生发展的教育过程。经过这样的数字化成长档案袋,学生可以清楚地看到自己进步的过程,老师和家长也能全面地了解孩子的发展状况,从而达到家校有效合作的目的。

第三节 数字资源开发与管理

一、小学数学数字资源的类型

（一）微课与教学视频

微课、教学视频是小学数学智慧课堂中使用最多、最基本的数字资源。微课的主要特点就是时长一般控制在 5 到 10 分钟之内，主要讲授一个数学知识点、解题技巧或者核心概念。短小精悍的形式符合小学生认知规律和注意力保持时间，很适合用来作为课前预习的引导材料或者课后复习的巩固工具。教师可以利用微课来讲解重难点，比如“小数点的移动规律”或者“长方体的表面积计算”，让学生反复观看，自主掌握基础知识，在课堂上留出更多的探究和互动的时间。

教学视频范围更广，可以是优秀教师的课堂实录、数学知识点的动画演示、数学在现实生活中应用的纪录短片。此类资源能拓宽学生的知识面，使抽象的数学知识和生活情境相结合，用建筑设计视频来引入对称和平移的概念。精心设计的教学视频能够创建问题情境，激起学生探究的兴趣，为课堂深度对话、合作学习打下良好的基础，很好地弥补了传统教学中创设情境不足的缺点。

（二）交互式课件与动画

交互式课件、动画是使课堂从以教师为中心转向以学生为中心的重要媒介。与传统静态演示型课件相比，交互式课件中嵌入了很多拖拽、点击、选择、填空等操作元素，学生可以直接在平板或者一体机上操作并及时得到反馈。学生在分数初步认识的学习中，可以自己操作模块来表示不同的分数，直观地比较大小。用“做中学”的方法，把学生被动接受变为主动建构，很好地体现了智慧课堂互动的本质。

动画资源擅长把抽象的数学变化过程形象化地表现出来。动态量角器动画可以清楚地表现出度量的每一步，在讲授角的时候；讲解鸡兔同笼问题的时候，用生动的动画可以模拟出假设法或者列表法的过程，从而帮助学生理解复杂的逻辑推理。交互式动画还可以让学生调整参数，观察它对结果的影响，在学平行四边形面积公式的时候，可以移动顶点来观察底和高不变时面积不变的现象。深度参与感以及探究性，是激发学生数学思维，培养学生发现问题、解决问题的能力的重要因素。

（三）虚拟仿真实验与数学游戏

虚拟仿真实验和数学游戏给小学数学教学带来了超越现实条件的可能，尤其适合于物理世界中不能操作、危险性高或者成本高的探究活动。虚拟仿真实验可以模拟出各种数学的情境，在安全的虚拟环境中让学生去探索。学生在概率的学习中，可以利用虚拟程序模拟成千上万次掷骰子、抛硬币的实验，通过观察大数据的结果来感受频率和概率之间的关系，这是传统课堂实验无法达到的效果。对空间与图形的教学来说，学生可以自由地旋转、切割、拼接三维虚拟空间中的几何体，从而对几何体的结构特点以及变化关系有深刻的认识。

数学游戏把教育性和娱乐性完美结合，是提高小学生学习动机的有效途径。设计四则运算大冒险、几何图形拼图等游戏关卡，使学生以轻松愉快的氛围来完成练习和巩固知识。游戏化即时反馈、积分排名、成就系统能不断激发学生的求胜心和挑战欲，使学生在“玩”的过程中不知不觉提高运算能力、逻辑思维能力和空间想象能力。寓教于乐的方式不仅可以降低学生对数学的恐惧感，而且有利于培养他们持之以恒的探究精神以及积极的数学学习情感。

二、数字资源的开发原则与标准

（一）科学性与教育性原则

科学性是数字资源开发之本。所有资源的内容都必须保证数学知识的准确性，概念定义、公式定理、逻辑推理过程等都要按照数学学科的严谨性来执行，不能出现任何科学性错误。资源的呈现方式要符合科学探究的逻辑，使学生经历观察、猜想、验证、归纳的全过程。圆周率教学动画不应该只停留在展示圆周率的数值上，更应该展示古人逼近圆周率的探索思想与方法，传达数学的科学精神。

教育性原则指的是数字资源的开发要符合课程标准，联系学生认知发展的情况。资源的设计要符合小学生的年龄特点、思维方式、学习规律，不能出现成人化、抽象的内容。内容的选择与组织要服务于教学目标，指向要培养的核心素养。资源中蕴含正面价值引导，用数学家的故事培养学生的探究精神、坚韧品质，将知识传授与育人功能有机结合，完成立德树人的根本任务。资源难度梯度设计也应该合理，给学有余力的学生提供挑战，给学习困难的学生提供必要的脚手架，满足个性化学习的需求。

（二）交互性与趣味性原则

交互性是智慧课堂区别于传统课堂的特点，也是数字资源设计的灵魂。资源开发不能只是单向的信息呈现，而应该创造出人机对话、人际互动的机会。有效的交互设计应该具有明确的指向性、及时的反馈性以及很高的启发性。指向性是指交互操作要围绕教学目标展开，而不是为了交互而交互；及时反馈性可以让学生立刻知道自己的操作结果，并进行自我修正；启发性是指交互过程要能引发学生的深入思考，而不是简单的机械操作。一个交互式几何画板资源应该让学生自己探索图形变换的规律，而不能只做几个预设好的步骤。

趣味性原则是为了激发和保持小学生的学习兴趣，使学习由“要我学”变成“我要学”。趣味性实现途径多种多样，既可以是生动的视觉设计、悦耳的音效、拟人化的人物形象来吸引学生，也可以是游戏化的元素加入其中，比如挑战、竞赛、积分、奖励等来增加学生的参与感和成就感。成功的趣味性资源要以激发学生好奇心为前提，在此基础上把学生的注意力引向数学本身，避免因为娱乐性过强而偏离教学主线，真正达到寓教于乐的效果，使学生在愉悦的体验中完成知识的内化和能力的提高。

（三）标准化与开放性原则

标准化、开放性原则给数字资源的广泛传播、兼容互通、持续发展赋予了技术保证。按照统一标准进行开发，可以防止出现资源孤岛现象，有利于校际之间、区域之间资源的共享与协同发展。

数字资源开发与管理标准化要点

标准类型	核心内容	目的与效果
技术标准	遵循国家/行业通用规范；采用HTML5等跨平台技术；媒体文件采用通用兼容格式。	确保资源在不同设备、系统上流畅运行；便于资源整合与调用。
元数据规范	包含标题、关键词、适用年级、知识点、教学目标、资源类型等信息。	提升资源库管理、检索、推送的精准高效性。
接口开放共享	资源平台开放应用编程接口；积极接纳并贡献开放教育资源。	实现不同系统间数据交换、功能集成；构建共建共享的资源生态系统。

数字资源开发与管理标准化要点表如图所示，技术标准的一致可以保证不同的操作系统、不同设备（个人电脑、平板、一体机）上资源正常运行，视频、音频、图片等媒体文件的格式应该采用兼容性好的通用格式，方便资源的集成使用。元

数据规范要求每一个数字资源都必须有一个规范的元数据描述,它是资源的“身份证”,包含标题、关键词、适用年级、知识点、教学目标、资源类型等重要信息,统一的元数据标准可以使资源库的管理、检索、推送更加精准高效。接口开放共享就是指资源平台开放应用编程接口,使得不同系统之间可以进行数据交换、功能集成。开放性还表现在积极地接纳和贡献开放教育资源,促使教师根据已有的优质资源开展本地化的再创作,从而塑造起一个共建共享、不断生长的资源生态系统,最大程度上发挥数字资源的教育价值。

三、校本数字资源库的建设

(一) 资源收集与筛选机制

校本数字资源库的创建要从广泛的资源搜集开始,来源应多样化,主要分为三类渠道,即教师原创和改编、优质商业资源采购、开放教育资源整合。一线教师根据自己的课堂教学实践,利用各种工具进行自主开发或者对已有的资源进行二次加工,这类资源最接近本校学情,针对性很强。学校根据预算引进经过市场检验的专业教育公司开发的精品资源,作为基础库的有效补充。充分利用网络上免费开放的教育资源,可以极大地丰富资源库的多样性。

建立一个严格科学的筛选机制,是保证资源库质量的重要环节。学校要成立以学科带头人、骨干教师、信息技术专家为主组成的资源审核小组。本小组的主要工作就是制定收集到的资源的入库标准,从知识的准确性、教学适用性、技术的稳定性、交互设计的创新性等各个方面对资源进行评审。评审过程要实行多级审核制度,保证入库的每一件资源都达到高标准。对教师提交的原创资源要建立激励机制,对高质量的贡献者进行表彰或者奖励,从而激发教师参与资源建设的积极性和创造性。

(二) 资源分类与标签体系

结构清楚、逻辑严密的分类、标签系统,是决定资源库是否能被高效利用的关键。没有科学的组织方式,大量的优质资源就会因为难以检索而被埋没在数据库中。分类体系设计要考虑到各种检索要求。基础维度可以按照学段、年级、单元、课时这样的教材知识体系来进行树状结构分类,这是教师最常用的查找路径。

在此基础上,就要创建更为细致的多维标签体系。标签可以有知识点(小数的加减法、轴对称图形),资源类型(微课、课件、游戏),教学环节(课前预

习、课堂探究、课后练习），能力目标（计算能力、空间观念、逻辑推理），互动形式（拖拽操作、小组协作、在线测试）等。根据具体的教学场景、教学目标为每一个资源加上多个标签，用组合式检索的方式快速找到最合适的资源。精细化管理的模式为个性化教学，精准推送打下了基础。

（三）资源更新与维护流程

数字资源库并不是一个一次性就可以用完或者一成不变的静态仓库，它是一个不断更新，维护的动态生态系统。为了保证它的生命力，就需要制定一个常态化的更新维护程序。学校应当确定出资源库的定期检查周期，在每学末的时候由资源审查小组来进行整个库容的考核评定工作，并从资源库存里去除掉那些过时的、不符合现代技术以及新课标的资源。

同时应该创建方便师生在使用过程中进行评价、提出修改意见的渠道。这些反馈对于资源优化有重要的作用。发现问题的资源启动修订程序，由原作者或者指定专人修改完善，实行版本控制。对于新产生的优秀教学资源，应该有畅通的提交渠道和高效的审核流程，保证新产生的优秀教学资源能够及时被加入到资源库当中。整个流程要确定各个环节的责任人、时间节点，形成使用、反馈、评价、更新的闭环管理机制，使校本数字资源库与时俱进，不断给小学数学智慧课堂的深度互动注入新的活力。

第四节 互动技术工具应用

一、即时反馈工具的应用

（一）答题器与在线问卷

答题器、在线问卷是智慧课堂里全体学生参与、即时诊断的标志性工具。在小学数学课堂上，教师讲授完一个重要的知识点（如小数的意义）之后，可以立即发布一道或一组选择题、判断题。学生通过答题器或者平板设备匿名作答，系统后台会瞬间生成全班作答情况的统计图表（柱状图或者饼图）。老师看到的是学生正确率以及出错选项的分布状况，因此能很快地找到大家普遍存在的误区、容易被混淆的概念。即时的数据反馈比传统的举手或者口头回答更具有普遍性、精确性。

技术的应用不但是提高教学诊断效率的途径,也为深度互动打下了数据基础。教师对错误率高的题目可以让选择该选项的学生讲述自己的思考过程,从而发现自己在思维中出现的偏差。以真实的学情为依据的对话更具针对性,不会泛泛而谈。匿名作答的方式也保护了学生的自尊心,使平时不敢发言的学生敢于发表真实的想法,使每个学生的声音都能被听见,真正实现了全员互动。

（二）弹幕与词云工具

弹幕、词云工具生动地把学生瞬间的想法和集体智慧展示出来,给课堂带来轻松活泼富于创造性的互动气氛。在数学概念的引入或者回顾阶段,教师可以提出诸如,“提到圆,你想到的是什么呢?”等类似问题,让学生用弹幕发关键词。屏幕上滚动的词语既表现出学生个体经验的丰富性,也给思想碰撞提供场域,使更多的学生产生联想。

词云工具可以把分散的信息整合起来,并以可视化的方式呈现出来。系统自动产生学生输入的关键词词云图,出现次数越多的词字体越大、越突出。该图可以直观地表现全班学生对于某一概念的共同认识点。在学习了对称图形之后,生成的词云中镜子、蝴蝶、汉字等词语会比较突出,这时教师就可以利用这些词语作为切入点,引导学生从具体的生活实例出发,深入探究抽象的数学定义,挖掘出这些事物所具有的共同的数学特征。学生个体思考汇集成集体智慧成果的过程就是知识建构、意义生成的生动表现。

（三）思维导图协同绘制工具

思维导图协同绘制工具给学生赋予了一个结构化、可视化的整理思维、构建知识的场所,适合单元复习、知识梳理、复杂问题分析。智慧课堂里教师可以创建空白的中心主题为“四边形的家族”,然后学生分组在线完成思维导图。各小组可以分工合作,在原有的分支“四边形”之后再添加“平行四边形”“梯形”等,并对本组的属性、特征以及与其他属性、特征之间的相互关系做进一步的细化。

这种协同绘制的过程本身就是一种深度的认知互动,其价值主要体现在以下几个方面:

思维导图协同绘制工具的互动价值

1. 有效对话与知识共享	学生必须经过小组讨论、协商才能在图上添加或修改内容，有利于生生之间展开有效的对话并实现知识共享。
2. 启发与认知丰富	不同小组的绘制过程对全班学生而言都是可见的，这会产生一种无形的对比和启发，学生可以借鉴其他小组的想法，从而丰富或纠正自己的认知结构。
3. 教师精准引导	教师作为云端引导者，在观察各小组绘制进度及内容时，能及时发现学生知识体系构建中存在的逻辑断点或概念混淆问题，并适时介入，通过提问或示范引导学生完善知识网络。

从思维导图协同绘制工具的互动价值中可以看出，它极大地促进了学生间的协作学习。

二、协作探究工具的应用

（一）在线协作文档

在线协作文档即共享文档、共享表格和共享演示文稿，给小组协作探究提供了一个功能强大的共享工作空间。允许多名学生一起编辑同一个文件，给文件加批注、做修改，所有修改变迹都会被完整地记录下来。用复杂的题目（班级秋游活动方案设计）来说，教师可以把学生分成小组，每个小组创建在线协作文档。小组成员可以一起分析问题，罗列已知条件，讨论解题方法，分工完成预算、行程时间等不同的部分，最后得到一份图文并茂的完整方案。

该种协作模式完全改变了传统的合作形式。互动不再只局限于课上短暂的面对面交流，而是可以延伸到课前和课后。学生可以在文档上以评论的方式展开异步交流，对同组同学的思路提出疑问或补充。学生算出车辆费用之后，旁边学生的评语就是，车辆费用考虑了高峰期涨价的情况吗？以文本为基础、有记录的互动，使学生进行更严谨深入的思考。老师可以查看编辑历史以及评论记录，从而明白学生参与其中的具体细节和投入到思考的数量，做出准确的、有针对性的过程性评价。

（二）项目式学习管理平台

项目式学习管理平台可以给周期长、任务量大、持续时间长的数学探究项目提供系统的帮助。一般包含任务发布、资源共享、过程监控、成果展示、多元评价等各方面的功能。在以生活中的数据调查为主题的项目式学习中，教师可以发布总任务，把总任务分解成确定调查主题、设计调查问卷、收集和整理数据、分

析数据并制作图表、撰写调查报告等子任务。

学生小组可以在平台上认领任务、提交阶段性成果、组内、组间交流。平台记录整个项目的过程,保证探究有条不紊地进行。小组在设计问卷的时候,可以将问卷上传到平台上请老师和其它组员评议,根据反馈修改问卷,这个过程本身就是一次深度的互动学习。最后各小组的调查报告、数据图、展示视频可以上传到平台上,成为全班同学共有的成果资源。既可以锻炼学生的数学应用能力,又可以培养学生项目管理、沟通协作等各方面的能力。

(三) 编程与建模工具

编程与建模工具,特别是以 Scratch 为代表的图形化编程工具,给小学生提供了一条把数学思维转化为可执行程序、构建数学模型的便捷途径。学生也不再只是数学知识的接受者,而是数学思想的创造者、表达者。编程把抽象的数学概念变得具体、动态、交互。

教师在学习角度、多边形的时候可以引导学生用编程命令控制一个角色画出正方形、正五边形。学生调试程序时需要考虑“要转多少度”“要重复几次”等问题,在动手实践过程中体会外角和、内角和等几何概念。这是典型的“做中学”,其互动程度远远超过听讲、看图。

学生可以利用编程来模拟一些随机现象,如抛硬币,做大量的重复实验来观察正反面出现的频率,从而感受概率的意义。以建构主义为理论基础的数学学习活动,让学生在创造、调试过程中和数学规律本身对话,在解决真实编程问题的驱动下主动探究背后的数学原理,极大地促进了学生计算思维和数学建模核心素养的养成。

三、可视化表达工具的应用

(一) 几何画板与动态数学软件

几何画板、动态数学软件等是小学数学教学,尤其是几何教学中实现深度互动的一种革命性工具。这类软件最大的特点是元素动态可变,几何关系不变。教师或学生可以在软件上绘制几何图形,拖动图形上任意一点,观察图形在连续变化的过程中所保持的不变性质。在探究三角形内角和的时候,学生可以任意拖动三角形的三个顶点,改变三角形的形状和大小,但是软件会实时显示三角形三个内角的度数之和始终为 180 度。

实验、观察、猜想、验证探究的过程,使学生体验数学家发现定理的过程,极大地激发了学生的好奇心与求知欲。互动不再是由教师和学生之间的问答,而是学生和几何对象直接进行的对话。学生可以利用拖拽、测量、计算等方式自己发现图形的性质,而不用被动接受结论。探索性互动使得学生对几何概念的理解更加深入,有利于直观想象与逻辑推理初步能力的培养,把数学学习转变为创造性的活动。

（二）数据图表生成工具

数据图表生成工具可以减少学生手工绘制图表的工作量,使学生可以把精力更多地放在数据的分析和解释上。当小学生完成一份简单的社会调查(本周班级同学最喜欢的电视节目)之后,就会得到一系列原始数据。学生只需要使用在线图表工具或者电子表格软件,输入数据,就可以一键生成条形统计图、折线统计图或者扇形统计图。

因此,教学重点从原来的怎样画图,转向了现在的为什么这样画和图表告诉了我们什么。学生可以尝试用不同的图表来表现同一组数据,然后通过比较来发现不同的图表在表现数据特征方面的好坏。条形图可以清楚地展示出各项数据的具体数目,扇形图更适合于表现各个部分占总体的百分比。利用可视化工具来进行比较、讨论,是培养学生的数据分析能力、数据意识的有效方法,互动以数据信息的深入解读为基础。

（三）概念图与流程图工具

概念图、流程图工具属于整理数学知识体系、理清解题思路的思维工具。思维导图是发散性的,概念图是层次性和联系性的,流程图是顺序性和逻辑性的。单元复习课上教师引导学生用概念图工具把本单元所学的核心概念,小数、分数、百分数联结起来,用连线和连接词来标明它们之间的转换关系以及区别,从而构成完整清晰的知识网络。

对于需要多步骤的应用题,流程图工具可以起到很大的作用。学生可以画出流程图,把解题过程分成读题审题、分析数量关系、列出算式、计算求解、检验作答等有条理的步骤。画图的过程就是对解题思路进行逻辑重组的过程。可视化思维路径不仅可以帮助学生理清自己的思路,也可以使同学们之间交流、分享各自的方法。教师通过观察学生画出的图,可以发现学生在哪个思维环节上遇到了困难,从而对个别学生实施更有针对性的指导。

第五节 技术支持与维护保障

一、日常运维管理体系

（一）设备定期检查与维护制度

智慧课堂环境里有诸多高精度的电子设备，交互式智能平板、学生用平板电脑、高速文档拍摄仪、无线网络 AP、服务器、充电柜等。硬件设备的正常运转是教学活动顺利进行的前提。因此建立并严格执行设备定期检查、维护制度就显得十分重要。该制度目的在于通过预防性维护提前发现、消除设备潜在的硬件故障，避免因设备突然失灵导致课堂教学中断。学校要制定详细的设备维护清单、标准操作规程，对检查周期、检查内容、责任人做出具体规定。

设备定期检查与维护计划

检查周期	责任人	主要内容	目的
每日课前	授课教师	核心设备开机、连接及基本功能检查	确保当日教学顺利进行
每周	校级技术团队	所有设备功能检测、清洁保养	发现并处理轻微故障， 延长设备寿命
每月	厂商技术人员	设备性能深度检测、固件升级、耗材评估	保障设备最佳运行状态， 应对潜在风险

根据上表可知可以实行日查、周检、月维相结合的方式。日查由授课教师在课前完成，主要对核心设备的开机、连接、基本功能进行检查；周检由校级技术支持团队完成，对所有教室设备做一次功能性检测和清洁；月维可以联合厂商技术人员，对设备性能做深度检测、固件升级和耗材评估。所有的检查、维护工作都要做好详细的记录，形成设备健康档案，给设备的维修、更新换代提供数据支持，从而建立一个主动、高效、可追溯的硬件运维闭环管理系统。该制度的实行会大大提升设备的可靠性、使用寿命，为智慧课堂常态化使用打下良好的硬件基础。

（二）软件系统更新与升级流程

智慧课堂的教学平台以及各种应用软件，是实现深度互动教学的主要工具。随着技术的发展以及教学需求的改变，软件系统的更新升级成了保证软件系统先进性、安全性、稳定性的必要步骤。规范化更新和升级流程，可以不打乱正常的教学秩序，顺利地推广新的功能以及安全补丁。学校信息技术部门要创建起一套完备的软件版本管理及更新审批制度。软件公司新版本或者重要的安全更新发布

时,技术团队要先在独立的测试环境中对兼容性、稳定性做充分的验证,保证新功能符合本校教学实际需求,不会给现有的教学流程带来不良影响。经过评价之后,就要制订详细的升级方案,在非教学时间,比如周末或者假期期间实施统一部署。升级前需要做好原有系统的数据备份,以免由于升级失败造成数据丢失。升级完成后技术团队要进行全方位的功能复核,并向全体教师公布更新说明,介绍新功能的运用方法或者重要的改变。按照先评估、再测试、后部署的流程化管理方式,可以有效地避免盲目升级所带来的风险,保证教学软件系统连续可靠地运行,使每一次技术的更新都给教学带来积极的影响。

（三）网络安全的防护措施

智慧课堂环境之下,大量的教学数据和个人信息都会通过网络来进行传输和交互,所以网络的安全问题也变得十分重要。有效的网络安全防护是保证学校数字资产安全的根本保障,是学校师生信息安全的一道屏障,也是抵御一切恶意攻击、数据泄露的一扇“闸门”。学校要创建起多层次、全方位的网络防护体系来应对不断升级的网络威胁。

1. 基础网络采用隔离、访问控制。使用 VLAN 技术对教学网、办公网、访客网从逻辑上进行隔离,防止安全风险在一个区域向另一个区域蔓延。严格控制无线网络接入认证制度,使用强密码策略并且经常变更,保证只有授权用户和设备可以接入教学网络。

2. 配置专业级的网络安全设备。在校园网出口处安装企业级防火墙和入侵防御系统,实时监测并阻止来自互联网的恶意攻击。在服务器和所有的终端设备上安装并保持杀毒软件、终端安全管理系统更新,以防御病毒、木马、勒索软件等的攻击。

3. 上网行为管理与审计,开启上网行为管理功能,对学生上网行为进行引导和规范,对不良信息、有害信息进行自动过滤,为学生创造一个良好的网络学习环境。同时需要审计网络流量和用户行为,以便在发生安全事件的时候可以快速追溯到根源。

4.4 数据加密和备份。学生个人信息、成绩数据等敏感的内容在服务器上存储时,应当用加密存储的方法。创建常态化数据备份机制,定期对重要的数据以及核心的业务系统进行异地或者云端的备份,保证极端情况下可以快速恢复。

二、技术支持服务机制

（一）校级技术支持团队建设

创建专业的校级技术支持队伍，是达成技术问题内部迅速回应并加以解决的前提。该队伍不但是学校信息化建设的实施者，更是教学技术的一线保障力量。就团队的组成而言，重视专业结构与人员梯队的合理性。理想的团队里应该有一位负责处理系统复杂问题、维护网络、协调外部供应商的专业信息技术的全职管理员。更重要的是在教师队伍里挖掘出一批对技术充满热情、乐于助人、具备一定技术能力的骨干教师，担任技术指导员或者信息技术种子教师。这些种子教师分别属于不同的年级组或者学科组，既能够了解教学场景实际需求，又能用教师熟悉的语言提供接地气的帮助，是解决一线教师日常技术问题的第一响应人。学校应该给该团队持续提供专业发展机会，使他们参加各种技术培训和行业交流，不断提高服务和技术水平。并且要创建起明晰的分工和奖励机制，对于在智慧课堂运转过程中作出突出贡献的人给予表扬，以此培育出一支既熟悉技术又精通教学的校内在场支持队伍，为全校教师供应最接近、最及时的技术援助。这种团队建设模式将技术支持服务深度嵌入到学校日常工作中，大幅提高了问题解决的效率和精准度。

（二）厂商技术服务的对接

校级技术支持团队可以解决大部分日常问题，但是对于系统核心缺陷、硬件底层故障或者需要深度专业知识等复杂问题，还需要依靠设备或者软件供应商的专业技术服务。因此建立畅通、高效的厂商技术服务对接机制，就是学校技术支持体系的重要补充。学校在购买智慧课堂的产品及服务时，应当把技术支持服务列入合同的重要条款，签订详细的服务水平协议。协议中要具体规定厂商的响应时间、问题解决时限、支持服务方式（远程、电话、现场）、备件提供策略等关键指标。学校信息技术负责人是与各个厂商对接的唯一指定联系人，统一提交服务请求、跟踪问题处理进度、评价服务质量。单一接口方式可以避免由于多头沟通造成的混乱和延误。学校还应该同主要厂商建立定期沟通机制，即每季度召开一次服务回顾会议，对上一阶段的技术问题进行复盘，寻找改进方案，了解产品未来的发展路线图。通过制度化的对接流程和良好的合作关系，保证学校遇到技术难题的时候，能第一时间得到厂商专业、优先的支持资源。

（三）教师技术问题快速响应通道

为了最大限度地减少技术问题对课堂教学造成的干扰，必须要建立一个清晰、方便、高效的教师技术问题快速响应渠道。这个通道的设计理念就是容易求助，快速响应。它应该是一个多层次、多模式的立体化求助系统，可以满足各种不同程度、各种类型技术问题的需求。学校可以创建线上线下求助矩阵系统。线上渠道可以是简单的 IT 服务管理系统或者即时通讯群组，教师可以随时用手机或者电脑提交问题描述、截图、短视频，技术团队可以根据问题类型分派、跟踪。此种方式更适用于非紧急性的咨询问题或者服务申请。对于课堂上发生的、直接影响教学进程的紧急故障，就要设置绿色通道。在智慧教室显眼处张贴技术支持热线电话号码，在教师端软件中设置一键呼叫功能，可以直接拨打校内技术支持人员的移动终端。接到紧急求助之后，校内技术指导员或者 IT 管理员应在规定的时间内（五分钟内）到达现场处理。分层分类的响应机制既可以保证紧急问题得到及时解决，也可以对技术支持资源进行有序管理，从而大大减轻了教师因技术问题无人解决而产生的焦虑感，使他们在小学数学教学中敢于、自信地使用新技术。

三、教师技术能力培训

（一）常态化技术应用培训

常态化技术应用培训，目的在于将技术学习变成教师专业发展的一种日常习惯，而不是一个一次性任务。培训采取少量多次、持续赋能的方式，把复杂的技能拆解成容易吸收的知识点，融入到学校常规的教研活动和会议当中。培训内容应该聚焦在智慧课堂系统的主要功能以及高频使用场景上，例如怎样快速创建互动课件、怎样组织在线随堂测验、怎样利用数据反馈进行即时点评等。培训形式多种多样，可以采取微格培训、午间工作坊、网络微课等微小而精炼的形式代替冗长的大会讲座。可以每周固定时间进行 15 分钟技术小技巧分享，之后进行操作训练。学校可以创建一个在线学习资源库，将所有的培训资料、操作视频、优秀课例等保存起来，供教师随时查阅、学习。经过这样润物细无声的常态化培训，可以有效减轻教师的学习负担和畏难情绪，逐步提高全体教师技术应用的基础水平，为智慧课堂在小学数学教学中的普及化、深度化应用打下良好的基础。

（二）专项技能提升工作坊

常规普适性培训的基础上，学校应该开展小规模、主题化、个性化的技能提升工作坊来培养追求更高的或者具有特殊需求的教师。这类工作坊的目的在于“拔高”和“深化”，主要是研究某项技术工具的高级使用或者技术与教学深度融合的方法。

1. 内容主题化，工作坊的主题要具有前瞻性、实用性，可以开设基于数据分析的个性化作业设计、编程工具数学建模、微课视频专业制作与剪辑、游戏化教学设计等专题，直接回应教学中的痛点、创新点。

2. 形式探究式，工作坊比基础培训更注重参与式学习和项目式驱动。教师在导师的指导下，就某个具体的教学设计任务进行探究、合作、创造，最终形成一个可以实际使用的教学成果。

3. 成果导向性，工作坊的评价不是单纯的学到了，而是做出来了。参与教师要展示他们的项目成果，即高质量的互动课例、数据驱动的教学方案等，并在以后的教学中加以应用。

这样的工作坊既可以培养出一批技术应用的领头羊，他们的成功经验、创新成果也可以通过案例分享等形式，对其他教师起到示范、辐射的作用，从而带动全校技术应用水平螺旋式上升。

（三）技术应用的案例分享与研讨

榜样的力量是无穷的，同伴成功的经验比任何外来的讲座都要有说服力、感染力。技术应用案例分享研讨既可以调动教师的内在动机，也可以构建技术应用共同体。主要搭建的是一个平台，使教师们可以向其他人展示在实践中使用智慧课堂技术解决问题、加深学生互动的实例。学校应该定期举办这样的交流会，可以按年级、学科或跨学科来组织。在分享会上，主讲教师不能只展示精彩片段或者学生作品，而应该详细说明背后所涉及的思维过程，即最初的教学设计、技术选择的考虑、实施过程中遇到的问题及解决办法。坦诚的分享可以引起听众强烈的共鸣。分享环节之后，要留出足够的时间进行互动研讨。其他教师可以就案例细节提出问题，也可以根据自己的教学经验提出建议或者不同的看法。依靠真实的课堂案例展开深度讨论，可以产生新的思想火花，促使教师之间互相启发、共同进步。学校应该把优秀的分享案例整理成文字或者视频资源，汇编成册，形成校本的智慧教学资源库，使个体教师的智慧结晶沉淀为学校的共同财富，持续滋养整个教师团队。

第四章 小学数学智慧课堂深度互动模式构建

第一节 师生互动模式设计

一、基于数据的精准化师生互动

（一）课前预习数据的学情研判

智慧教学平台给课前学情研判带来了前所未有的便利和深度。教师可以课前推送新知识相关的微课视频、引导性问题或者前测习题，学生用终端设备完成预习任务。平台对每个学生的观看视频时长、暂停回看的节点、前测题目正确率、作答时长以及错误选项分布等数据都会进行记录和分析。这些数据就会形成一份完整的学情报告，使教师对班级学生整体的知识起点、普遍的认知难点、少数学生潜在的困惑有全面的了解。

传统教学里依靠经验的模糊判断，与本课题研究中依靠数据的判断相比，更加客观、全面、精细。教师能清楚地看出学生掌握的每一个知识点：哪些知识点已经基本掌握可以快速带过；哪些概念是学生的认知难点需要在课堂上重点讲解突破；哪些学生已经超前掌握可以为他们设计更具挑战性的任务。以学习圆的认识为例，根据预习数据可知大部分学生对于半径与直径的关系不清楚，那么教师在课堂导入环节就可以设计动态演示或者小组探究活动，集中解决共性问题。用此种“以学定教”的方法使课堂教学的起始点更加精准，教学资源的分配更加合理，极大提高了师生互动的效率与质量，减少了无效重复讲解的时间，将课堂时间集中在学生真正需要学习的地方。

精准的学情分析不但是教师备课的重要依据，也是改变师生互动起点的关键。教师不再对整个班级进行统一的教学，而是根据每一个学生的学习状态清楚地进行教学。课堂伊始，教师就可以根据预习数据直接与学生对话，从预习时对直径是圆内最长的线段这一问题的多种思考中，引出今天探究的主题。该方式一方面可以迅速把学生带入深度思考的情境，另一方面也可以让学生感受到自己的学习过程被关注、被重视，极大地激发了参与课堂互动的内在动机。

（二）课中实时反馈的动态调整

在传统的课堂教学中，教师很难对每位学生听课的情况、掌握知识的程度有全面、及时的了解，只能通过少数活跃学生在课堂上的表现来推测全班的情况，这必然造成信息反馈的滞后、片面。智慧课堂依靠丰富的交互技术，用随堂测验、匿名投票、弹幕互动、关键词云等种种方式，创建起即时而高效的反馈闭环。教师可以随时掌握学生的学情，根据学生学情的变化随时调整教学策略，保证师生互动始终符合学生最近发展区。

教师讲解完核心概念或者关键步骤后，可以马上发选择题或者判断题。学生用平板或者答题器作答，系统在几秒钟内就能生成全班学生的答题数据统计图。教师可以清楚地看到正确率、选项分布等数据。如果正确率很高，则说明大部分学生已经掌握了，教师可以自信地进入下一个环节；如果正确率很低或者某个错误选项的比例异常高，这就可能是学生普遍存在的偏差的强烈信号。这时教师就要立刻停止预设的教学流程，进行精准的干预。教师可以请选择了错误答案的学生匿名陈述自己的思路，把思维症结展现出来，进而引导全班进行讨论辨析，在思维碰撞中共同形成正确的认识。按即时数据及时做出调整的做法可以防止知识盲区的积累，保证教学的有效性，每一个互动都成为了一次准确的诊断和精准的治疗。动态灵活的调整，冲破了传统教案的束缚，把教学转变成依照学生实际学情不断生长的过程，师生一起塑造着课堂的节奏和走向。

（三）课后作业数据的个性化辅导

作业是课堂与课后巩固的纽带。智慧课堂把作业模式由简单的批改、订正提升到以数据为支持的个性化辅导系统。学生在完成作业的时候，智慧平台可以自动批改选择题，还能记录答题时间、修改次数、错题类型等。这些数据给教师赋予了观察学生课后学习状况的微观视角，使个性化辅导由此变得可行。

系统对作业数据分析之后，可以给每个学生生成个人学情诊断报告，准确找到学生薄弱的知识点。对于普遍性的问题，教师可以在第二天上课时集中评讲来高效解决。根据数据挖掘分析的结果来制定个性化的学习困难的干预措施。

1. 根据学习者实际情况推送精准教学资源，给学习者提供个性化的学习任务。根据学生错题数据推送与之相关的知识点微课视频，推荐适合的变式练习题来巩固。这样“一生一策”的资源推送极大地提高了学生自主订正、巩固的效率。

2. 分层指导、小组合作，根据数据反映的学习水平把学生分为不同的层次。

基础不好的同学可以进行小范围线下辅导，学力好的同学能接替起拓展性、探究性的学习任务，从而达到个性化发展。

3. 创建个人错题档案，平台给每位学生创建电子错题本，记录错题本身的同时也关联错误原因和知识点。这就成为学生宝贵的个人学习资源，有利于学生进行阶段性的复习和自我诊断，培养了学生反思学习、自主发展的能力。

因此师生课后的交流就不再是笼统的、滞后的，而是具体的、即时的、个性化的。教师的辅导精力可以更好地用在最需要的学生、最关键的问题上，学生也能得到最适合自己的帮助和支持，从而在大规模教学背景下实现个性化学习。

二、问题链驱动的深度师生对话

（一）阶梯式问题的设计策略

阶梯式问题链是按照学生认知规律设计出来的由浅入深、层层递进的问题序列。它就如精心搭建的脚手架，把学生从已知领域安全地带到未知领域，使学生在攀登的过程中，逐步加深对数学知识本质的认识，发展高阶思维。这样的设计思路要求教师对教材内容以及学生认知起点有深刻的认识，能把复杂的、综合的学习目标分解成许多逻辑上关联的子问题。

一个有效的阶梯式问题链通常会有下面这些层次。记忆和理解层面的问题，即激活学生已有的知识，确定学习起点。学过的平面图形有三角形、正方形、圆形、长方形等。其次就是应用与分析层面的问题，即引导学生用已有的知识来解决简单的实际问题，并对问题的情境进行初步的分析。如怎样求出长方形花坛的面积。第三个层次就是综合与评价层面的问题，是促使学生深入思考的“核心问题”，需要学生综合运用所学的各种知识，对不同的解决办法进行比较、评价。用学习平行四边形面积推导来举例说明割补法、拼接法两种推导方法的不同之处。最后是迁移创造层面的拓展性问题，要求学生将所学知识和方法迁移到新的情境中，发表自己的观点或者创造性思想，如运用转化思想推导出梯形面积公式，或者设计一个不规则图形，然后想办法求出它的面积？通过环环相扣、拾级而上的问题设计，保证每一位学生都能参与进来，同时给思维的领跑者留有广阔的空间，使课堂的思维流动呈有序、动态、持续上升的态势。

（二）启发式追问的引导艺术

问题链推进过程中，学生回答就是师生对话得以延续和深化的重要环节。教

师提问学生的方式决定对话的方向和深度。启发式追问是引导艺术的重要组成部分，它并不是对学生的回答进行单纯的评判，而是通过追问来使学生不断思考，引导学生自我澄清、自我修正，进而加深学生自己的认识。追问的本质就是启发，点燃学生的思维火花，而不是直接给出答案。

启发式追问有多种策略，学生回答过于简单时，教师可以追问“能说得具体些吗？”你又是怎样想出这个办法的？促使学生把内在思维过程外化，使思路更清晰、有条理。当学生回答出现偏差或者错误的时候，教师不能直接否定，而应该追问学生为什么这样想。甚至可以设计认知冲突的情境，例如，如果用你的方法处理这个病例会发生什么？让学生在自我探究中发现问题，自行改正错误，这样的学习体验比直接告知答案要深刻得多。学生给出正确答案的时候，追问同样重要。教师可以追问：还有没有其他的办法？“在所有的条件下都成立吗？”目的在于拓宽学生的思维广度和深度，培养学生的批判性思维和严谨性。

在智慧课堂里，教师的追问能够依靠技术工具来实现。当学生给出独特的解法时，老师可以马上投屏到全班上并提问：“大家是否同意他的想法？由谁评价此方法的优点和注意事项？使个体的思考成为全班的共享资源，并通过同伴的互评互辩把对话引向了更深层次。富有艺术性的启发式追问，就是教师在智慧课堂中担当认知教练的关键体现，把师生对话从知识传授升华为思维的唤醒与建构。

（三）学生生成性问题的应对机制

在深度对话的课堂里，学生思维被充分调动起来，常常会跳出教师预设的框架，提出出人意料、具有探究价值的“生成性问题”。这些问题是对学生真实认知状态的一种反映，也是课堂上最宝贵的“活”资源。有效应对生成性问题，就是评判师生互动深浅、课堂是否开放的标尺。一个成熟的应对机制可以把偶发的灵感变成推动课堂不断深入的燃料。

建立有效应对机制，教师要有敏锐教育机智、灵活的调控能力。教师需要营造开放包容的课堂文化，鼓励学生提问，让学生敢问、乐问。学生提出问题时无论高低，老师都应积极肯定、鼓励，如，这是一个非常有价值的问题！谢谢你提出了一个大家都会困惑的地方。积极的姿态是应对机制的心理基础。教师要对生成性问题作出快速的判断并加以分类。有些问题是对基本概念的误解，需要立即澄清；有些问题虽然具有较高的探究价值，但是偏离了主要的教学目标；还有一些问题非常深入，可以作为项目式学习的起点。

对需要即时回答的问题,教师可以简要说明或者引导其他学生来回答。对有价值但耗时较多的问题,可以采取问题暂存法,用智慧平台的问题墙或者停车场功能将问题记录下来,在课后或者下一课时时间里进行专项讨论,既可以保护学生提问的积极性,又可以保证课堂教学的整体节奏。对于具有很强探究潜力的“金种子”问题,教师可以将其作为驱动小组探究或者全班辩论的核心,根据教学需要调整流程,以它为依托组织更高层次的互动探究活动。学习长方体体积的时候,有学生问:把一块橡皮泥捏成不同的形状,它的体积会变吗?这个问题直接指向了体积守恒的基本概念,教师可以抓住时机把课堂变成关于体积和形状关系的实践探究课。灵活而智慧的应对,一方面解决了学生的个人问题,另一方面也把整个课堂的认知水平提升到了新的高度,达到了教学相长的效果。

第二节 生生互动模式设计

一、协作式生生互动模式

(一) 同质分组与异质分组的策略

在智慧课堂环境之下,教师可以依照平台所留存的学生学习数据,诸如答题正确率,知识点掌握状况,认知偏向等,开展动态且精确的分组。同质分组策略就是将学习水平或者认知特点相似的学生分到一个组。就某一数学重难点而言,可以把理解程度相近的学生组成一组,一起对概念进行辨析或者难题进行攻关。分组有利于学生在相同的认知层次上进行深入交流,能力相近的同学可以互相给予情感上的支持和智力上的激发,互相启发共同进步。数学能力较强的学生可以在同质分组中尝试更高层次的探究性问题,不会因为等待他人而产生懈怠;基础较弱的学生可以在小组里无压力地交流困惑,共同寻找解决办法,逐步建立学习自信。

异质分组就是把学习水平不同、思维方式不同的学生放在一个小组里,通过成员之间的差异来达到优势互补的目的。小组合作学习中经常采用并且最有效的分组方式之一。小组中可以有计算能力好的学生、逻辑推理能力强的学生、善于形象思维的学生。遇到多步骤、多角度解决的数学问题,不同的学生有各自不同的做法。智慧课堂互动平台可以记录下每位学生在合作学习中的贡献,保证每个

学生都能参与进来。在此模式下,数学能力较强的学生通过向同伴讲解思路来加深对知识的理解,达到“教学相长”的目的;数学能力较弱的学生可以从同伴那里得到更加具体、个性化的指导,有效地克服自身的学习障碍。教师需要灵活运用智慧教学系统数据分析功能,根据不同的教学内容、学生发展水平变化随时更换并恰当使用这两种分组方式,使学生个人发展与合作学习达到统一。

(二) 小组合作任务的设计与分配

高质量的协作来自于设计得当的合作任务。智慧课堂里任务设计要充分利用好技术的优势,破除传统练习题的限制,让学习活动更有探究性、开放性。任务设计要围绕数学核心素养的培养,既有利于学生巩固基础知识,又有利于学生发展高阶思维能力。

1. 探究型任务:就是让学生像数学家一样去思考,经历知识的发现过程。以三角形的面积为例子,在学时,教师可以借助平板电脑上的交互式几何软件让学生组内合作,拖动、旋转、拼接各种图形,自主探究三角形面积公式推导的过程。智慧平台可以记录下每个小组的探究过程,学生可以尝试各种可能性,用两个完全相同的三角形拼成一个平行四边形,也可以用割补法把它转化成已经学过的图形。既使学生直接清楚公式的来源,又培养了学生的空间想象和逻辑推理能力。

2. 应用型任务即把数学同现实生活紧密联系起来,要求学生运用所学知识解决实际问题。在学生学完“统计与概率”后,教师可以布置一个以“校园午餐浪费调查”为项目的任务。各小组用智慧终端设计问卷、收集数据,用条形图、扇形图等统计图表对数据进行分析,最后提出减少浪费的建议方案。在此过程中学生要进行明确的分工,分别完成数据收集、加工、分析、报告撰写等工作,既有利于培养学生数据分析能力,也有利于培养学生解决实际问题的综合能力和社会责任感。

3. 创造型任务:就是引导学生展开发散性思维、进行创造性表达的任务。在学习轴对称图形之后,可以小组合作使用绘图工具创作一幅对称图案,也可以创作关于对称的数学童话并制作成微视频。智慧课堂的多媒体功能给学生提供了无限的创造可能,可以用不同的图像、声音、动画等元素来组合,用富有创意的方式去表达自己对数学概念的理解。此类任务设计大大提高了学生学习的积极性,使学生从不同角度、更深层次地去认识数学、表达数学。

（三）小组互评与成果展示

小组互评和成果展示属于协作学习闭环的一部分，是学习成果的展示，也是反思、加深、激励的有效方式。智慧课堂给该环节赋予了前所未有的技术支持，让评价变得多样化、展示手段变得丰富多样，反馈速度变得十分快捷。教师利用智慧教学系统的在线评价工具，指导学生制定具体的、积极的评价标准，评价时可以从“参与程度”、“创新程度”、“逻辑性”、“表达清晰度”等几个方面对学生的能力进行综合评定。学生可以匿名或者实名给其他小组的成果打分，并对他们的成果进行文字评论，同伴间的评价促使学生用更谨慎、批判的眼光去审视自己和他人的作品，在比较、反思中不断成长。

成果展示的方式也因为智慧课堂的加入而变得多样化。除了传统的口头汇报，学生还可以用投屏功能将平板电脑上展示的操作过程、思维导图、数据图表、动画视频等各种作品直接投射到全班的大屏幕上。该种可视化表现形式可以直接、完整地反映出小组成员的思考过程以及合作成果，方便别人学习借鉴。小组展示解决复杂行程问题过程的时候，可以直接把小组制作的动态路线图投影出来，以图演示相遇、追及的过程，这样比单纯的口述更直观、更具说服力。展示结束之后，系统就会立刻搜集所有学生的反馈与评分，产出数据报告，让教师与学生能够马上知晓评价成果，形成即时闭环的反馈循环，进而不断改善后续的协作学习活动。

二、竞争式生生互动模式

（一）知识闯关与积分竞赛

游戏化是智慧课堂中开展竞争式学习的一种有效方式。教师可以借鉴孩子们喜爱的电子游戏模式，把数学知识设计成逐级上升的关卡。例如在复习四则混合运算时，可以设计“数学城堡大冒险”游戏，学生依次通过整数计算门、小数混合关、分数巧算室等关卡，每通过一关获得相应的积分，从而解锁下一关的挑战。智慧教学系统可以马上判定学生答案的正确与否，并即时给出解析。闯关模式把枯燥的练习变成有挑战性、有趣味性的游戏，学生为了通关而主动、专注地进行解题。

积分竞赛也是一种有效的竞争方式。学生完成课堂抢答、作业提交、难题挑战等各种学习任务之后得到个人或者小组积分。智慧课堂排行榜能实时动态的体现积分排名，即时的视觉刺激可以极大的调动学生们的积极性。为了防止排名靠

后的同学产生挫败感,可以实行多元积分制,设立最快进步奖、最佳合作奖等各类奖项,使每一位有特长的学生都能得到认可。积分兑换虚拟勋章或课堂小奖品属于加强正向激励的一种方式。把学习行为同即时奖励联系起来,可以将外部动机转变为学生不断学习的内部动机。

（二）解题速度与准确率比拼

解题速度、准确率属于评价数学基本能力的指标。智慧课堂即时反馈系统给这样的比拼活动提供了一个很好的平台。教师可以组织全班同学开展限时速算比赛,即“三分钟速算赛”。题目在大屏幕上或者学生个人终端上同时显示,学生限时作答并提交。系统会自动批改并即时统计出每个学生答题数量、正确率、用时。即时的、数据化的反馈可以使学生很快知道自己的表现,与同学做比较。

此类比拼活动可以培养学生的在压力之下思维清晰、计算准确的能力。教师可以借助分屏对比系统,把不同的学生的解题过程或者答案匿名展示给全班同学,供同学们讨论各种解法的优劣、分析错误的原因。对于一道巧算题,有的学生会一步步地算,速度慢但是准确率高;有的学生则会运用简便算法,速度快但是由于不熟练而出现错误。通过对比、讨论学生可以学会更好的解题方法,也能认识到速度与准确率的关系。记录学生个人历史数据,使学生清楚地看到练习后自己速度、准确率的发展轨迹,即与自己赛跑模式,有利于培养成长型思维,使学生更注重自身的进步而不是与他人的比较。

该模式的设计要平衡好速度和准确性,不能为了速度而牺牲思维的深度。教师可以设计各种类型的题目引导学生,基础题要求速度和准确性,复杂题目更应该鼓励学生探究,允许学生花更多的时间去找到最佳解法。智慧课堂的数据分析功能可以准确找到每个学生在速度、准确率方面存在的不足,进而实施更有针对性的个别辅导。将全体比赛与个体分析结合起来的竞赛方式,可以有效地调动学生的思维,提高学生解决数学问题的综合效率。

（三）良性竞争氛围的营造

小学数学教学中引入竞争的根本目的就是激发学生积极参与、勇于挑战,而不是引起焦虑或对抗。因此营造一个健康、积极向上的良性竞争环境就显得十分重要。竞争应该被视作共同进步的催化剂,而不是零和博弈。智慧课堂互动功能给它提供支持。教师在竞赛活动开始之前要强调活动目的在于发现最优解法、挑战自我极限,而不是分出胜负。

竞争中教师的作用就是指导者、激励者。当学生在积分榜上你追我赶的时候，教师要及时肯定表现突出的学生，也要关注暂时落后的学生，发现他们的优点并加以鼓励。利用智慧系统弹幕或者点赞功能，学生可以为其他同学精彩的回答或者独特的解法点个赞，从而形成互相欣赏、互相学习的文化。竞争结束以后，老师要引导学生复盘、反思，讨论在竞争中学到了什么，哪些方面可以做得更好。可以分享获胜小组的成功经验，也可以分析失败原因，总结教训，强调从错误中学习的重要性。

良性竞争的最高境界就是竞合，即在竞争中包含合作。可以设计小组间的积分赛，但要设置一个班级总积分目标，只有所有小组的总积分达到某个标准时才能解锁最终的集体奖励。既保持了小组之间的竞争性，又促使各小组互相帮助、互相关心，因为帮助对手也是为共同目标做贡献。智慧课堂很容易统计并呈现个人、小组、班级三个层次的数据，让学生更清楚地认识到个人努力、团队荣誉、集体目标三者之间所形成的联系。经过这样的精心设计之后，竞争就会成为激发学生潜能、促进深度交流、实现共同进步的强大动力。

常见智慧课堂互动模式比较

互动模式	主要目的	核心优势	适用场景	挑战点
协作式	知识共享、团队合作、思维碰撞	促进深度理解、培养沟通能力、个性化支持	概念辨析、项目探究、复杂问题解决	分工不均、贡献度评估
竞争式	激发学习动机、提高思维敏锐度、自我超越	提升专注力、加速知识巩固、培养抗压能力	知识闯关、限时练习、技能比拼	避免过度功利化、公平性保障

从上表可以看出，协作式、竞争式两种互动方式各有侧重和优势，在智慧课堂环境里合理地设计并使用这两种互动方式，可以产生互补效应，从而共同提高小学数学教学质量。

第三节 人机互动模式设计

一、自适应学习路径的人机互动

（一）基于知识图谱的学习规划

小学数学知识体系结构严密、逻辑性强，知识点之间有紧密的前后继关系，这就为构建知识图谱打下了天然的基础。知识图谱用节点表示知识点，比如小数的认识、分数的加法等；用边来连接它们之间的关系，比如前置关系、相似关系，从而将整个小学数学课程内容可视化、网络化。在这种模式下，人机交互的第一步就是做学习诊断。学生用精心设计的诊断性题目同系统做初步的交互。系统根据学生的答题情况，在知识图谱上点亮学生已掌握的知识节点，精准识别出学生薄弱环节或者未掌握区域。

诊断结束之后，系统就会按照知识图谱给学生制定个性化的学习路径。这条路径用可视化的形式表现出来，可以是一条蜿蜒的河流，也可以是一张有待探索的星图。学生可以清楚地看到自己从哪里开始、现在需要克服的障碍、通向高阶知识的途径。该种互动模式把抽象的学习目标转化为具体的任务。学生可以在一定范围内调整路径，选择感兴趣的拓展节点去探索，从而在遵循认知规律的同时获得一定的学习自主权，由被动接受变成主动规划。

以知识图谱为基础的规划互动，本质上就是使学习过程透明化、策略化。学生不再只是被动地跟随大纲去学习，而是自己学习蓝图的设计师之一。系统是领航员、地图绘制者，根据不断追踪和分析学生知识状态图谱来给出学习路径建议。持续的、可视化的互动使学生对学习过程有更多的掌控感和成就感，规划学习本身就具有很强的激励作用。

（二）智能推荐学习资源与练习

在确定个性化学习路径之后，智慧课堂应该给学生提供合适的弹药，即与他们的认知水平、学习风格相适应的资源 and 练习。智能推荐系统在这里起着关键的作用，人机交互的核心就是精准匹配、动态反馈。系统会按照学生在知识图谱上所处的当前节点，从庞大的资源库中选择出最符合的学生。资源种类繁多，有动画微课、虚拟教具操作、互动故事、图文解说等，以满足学生不同的学习方式。

互动的过程不是单向推送，而是双向沟通、持续优化的循环。学生与学习资源发生交互的时候，系统就会保存学生的行为数据，比如看视频的时间，暂停或

者回放的次数,同虚拟教具的互动环节等等。学生也可以对资源作出评价,可以标记为太简单或者很有趣。这些数据对优化推荐算法有重要的作用。学生做练习后,系统对作答正确率、做题速度、错题种类等进行分析,从而更加准确地描画出学生画像。对计算经常出错的学生推荐更多的专项练习来加强计算技巧,对概念理解不牢固的学生推送相关概念讲解微课。每一次的学习行为都会成为下一次精准推荐的导航,于是就形成一个闭环、持续进化的个性化学习生态。

(三) 学习过程中的智能提示与纠错

深度学习经常伴随有困惑和错误,智慧课堂中的人机互动应该及时有效地介入进来,提供“脚手架”式的帮助。智能提示纠错系统就如同学生在最需要的时候出现的耐心的数字老师,总是能准确地给与学生正确的指导。当学生在解题过程中长时间卡壳或者输入错误的步骤的时候,系统不会直接给出正确的答案,而是用分层次的提示来进行互动。提出启发性的问题,如应该先算括号内的吗如果学生仍然没有头绪,系统会给出更加具体的线索,比如高亮显示相关的公式或者概念,最后才会演示解题步骤。

逐步深入的提示性互动可以保护学生独立思考的积极性,使他们自己找到解决问题的方法。纠错处的互动设计也很好。系统除了能够标识错误之外,还会分析出错误的原因。学生在列竖式计算的时候出现进位错误,系统会用动画回放计算过程,把进位环节醒目标记出来,引导学生自己发现问题。系统会将这类错误记录在案,并且链接到相应的知识点复习资料。互动方式把错误当作学习的宝贵机会而不是失败,有利于学生获得元认知能力,在错误中学习,达到更高层次的理解掌握。

二、探究式学习的人机互动

(一) 虚拟实验环境的操作与探索

小学数学中立体图形体积、概率统计规律等许多概念,在传统的课堂上很难通过实物直观展示和反复操作来充分表现出来。虚拟实验环境是人机交互的最佳平台,可以突破物理空间的限制,使学生可以直接操作、改变抽象的数学对象。这时学生不再只是旁观者,而成了实验的主导者。可以拖拽、旋转、切割、组合,在屏幕上自由操纵虚拟几何体,从不同的角度去观察其构成,从而验证有关表面积和体积的猜想。

在教学圆柱体积公式的时候,可以用虚拟技术将圆柱体切成无数薄片后,拼成一个近似的长方体。每一个步骤都要由学生亲自动手,每一次变形都会引起视觉的冲击。系统在此过程中起着环境提供者和“安全员”的作用,它保证学生所有的操作都能得到即时、符合数学逻辑的可视化反馈,并且还会给出一些探索性的任务或者问题,例如,“如果把圆柱切得更薄,拼成的图形会怎样变化?用以引导探究的方向。

沉浸式操作、探索性互动使学生在试错被允许、发现被鼓励的环境里,亲历知识形成的过程。与虚拟对象交互,本质上就是与数学规律直接对话。学生通过动手操作来验证“为什么”,而不是简单地记住“是什么”,从而达到内化理解数学概念的目的,有效地培养了学生的空间想象能力以及科学探究精神。

(二) 数学建模与仿真工具的应用

数学建模是数学与现实的纽带,是学生用数学知识去解决现实中的、复杂的问题。智慧课堂里的数学建模、仿真工具能够把繁杂的计算变简单,用可视化的方式来显示数据间的联系,让小学生们也能参加到高阶思维的活动当中。人机互动的核心是把学生变成问题解决者,而系统就成为学生强大的数据分析、模拟助手。

学生在学习合理安排时间这个课时时,可以用一个交互式的规划工具来解决“怎样规划春游路线最省时”的问题。互动过程大体上可以分为几个步骤,可归纳如下:

1. 数据输入与交互,学生把收集到的各个景点的位置、游览时间、交通方式、耗时等信息输入到建模工具里。
2. 建模和调整,学生拖拽模块、设置参数来定义不同的路线方案。系统会按照学生设置好的逻辑,立即计算出各种方案的总时长以及是否可行。
3. 仿真与结果可视化,学生点击“开始仿真”按钮之后,系统就会以动画的形式展示出不同的方案下虚拟人物的行程,并且用图表的形式直观地展示出各个方案的时间花费对比。学生可以多次修改方案,观察仿真结果的变化,直到得到最佳解为止。

于是学生所面对的就不再是冰冷的数字和公式,而是在一个动态、可视化的环境中做决策、做优化。使用仿真工具进行交互操作来模拟实际决策的过程,体会数学解决实际问题的作用与价值,有效地提高了数据分析能力、逻辑规划能力、优化思维。

（三）编程思维与逻辑推理训练

编程思维是数字时代重要的素养，本质就是用分解、抽象、模式识别等逻辑思维的方法来解决实际问题。在小学数学教学中，图形化编程工具给人机互动赋予了培养小学生逻辑推理能力的新方法。该种互动模式把抽象的数学逻辑转化为具体的、可以执行的指令，使学生在玩乐中学习编程，在编程中加深对数学的理解。学生通过拖拽不同的指令模块来控制虚拟角色完成指定的任务，而这些任务本身就是设计好的数学问题。

在学习角度和多边形的时候，可以设计一个任务，让学生用编程控制虚拟的小乌龟画出一个正五边形。学生要思考小乌龟每次转了多少度。完成作业需要进行多少次交互才能完成任务？为了完成任务，学生要多次使用编程环境从不同的角度出发，重复不同的次数。当他们输入转动 72 度、重复 5 次后，屏幕上就出现一个完美的正五边形，即时、可视化的成功反馈，就是对他们的逻辑推理能力的一种肯定。输入有误时，小乌龟所画的图形就会偏离目标，但是直观的失败反馈也是一种有效的学习，它使学生去思考、去调试自己的逻辑。这样一种互动使学生在创造中学习，把数学规则由被动记忆变为主动运用的内在逻辑。

三、游戏化学习的人机互动

（一）数学学习游戏的闯关设计

将数学知识体系和游戏关卡结构联系起来，就是游戏化互动的基本架构。每一个知识点或者一项综合性的技能都被设计成一个独立的关卡。学生是游戏的主人公，必须解决数学问题打败怪兽、收集宝石、修建城堡才能过关。互动模式给学习赋予目标感和叙事性，学生由心理上的“要我学”变成“我要玩”。

关卡设计遵循认知规律，由易到难，由简到繁。分数王国大冒险游戏的第一关是简单的分数认识，学生需要点击正确的图形来回答问题，后面的关卡会逐渐增加同分母分数加减法等更加复杂的挑战。关卡内部难度也动态变化。系统会根据学生答题情况，实时改变下一题的难易程度。学生连续答对，系统就推送更难题目，防止学生觉得无聊；学生遇到困难，系统就推送难度较低的题目或者引导性的“道具”，帮助学生建立信心，避免产生挫败感。

闯关式的人机互动把学习进度显性化、目标化。每一个关卡的通过都会给学生带来即时的成就感，促使他们追求下一个目标。游戏化的情景包装，即精美的

画面、有趣的角色、引人入胜的故事情节等，能够持续吸引学生的注意力，在高度沉浸的状态下，学生不知不觉地做大量的数学练习，从而达到寓教于乐的目的。

（二）即时奖励与成就系统

即时奖励和成就系统属于游戏化互动设计的重要推动力，它依靠人们对即时反馈以及荣誉感的心理需求，不断激励学生学习。在这种模式下，学生同系统每一次的积极互动，都会得到即时的、多方面的正面回应。学生答对一道题的时候，屏幕上就会出现绚烂的烟花，伴随着清脆悦耳的声音和“太棒了！”的鼓励语音。即时的感官刺激可以立刻产生愉悦感，进而加强学生正确的学习行为。

除了单次行为奖励之外，成就系统也会给予长久的激励。该系统根据学习行为和学习成果来设置一系列的成就徽章。连续登录学习一周可获得持之以恒徽章；完成关于对称图形所有关卡后获得镜像大师成就；一次测验达到满分后点亮学霸之星。徽章会显示在学生个人主页里，成为学生努力的见证和荣誉的象征。互动设计把抽象的进步具体化、可量化，满足小学生的收集欲和展示欲。部分系统设置了排行榜、好友点赞等社交化功能，用适度的社交化竞争和合作来增加学习的趣味性和粘性。

（三）学习数据的可视化反馈

传统的反馈大多是一次性的、延时的，一份试卷上的分数。游戏化人机互动用数据可视化技术给学生即时的、多维度的、易于理解的反馈，使学生能够自我评价和元认知。互动模式的核心就是把复杂的学习数据以图形或图表的形式展现出来，让学生像查看游戏角色能力面板一样清楚地了解自己的学习状况。

学生个人学习中心不再只是枯燥的数字列表，而是一个动态的“知识森林”。每当学生掌握一个知识点的时候，森林里就会长出一棵小树，树木的茂盛程度就代表了学生对这个知识点掌握的熟练程度。或者学生各项数学能力，即计算能力、空间想象力、逻辑推理能力等，可以用能力雷达图的形式呈现出来，学生可以直接看到自己的优势和短板。系统还会显示学生进步曲线、学习时长统计、正确率变化等，使学生能够清楚地看到自己付出的每一点努力所带来的进步。可视化的互动反馈让学生知道自己的学习状况，自主调节学习策略，在发现几何能力值较低的时候，主动选择对应的几何关卡进行专项训练。此种互动方式可以促使学生开展自我监控和自我管理，是学生走向自主学习的阶段。

第四节 多元评价互动机制

一、过程性评价互动

（一）学习行为数据的实时记录与分析

智慧课堂内置的各类传感器、互动答题器、学习平台等可以对学生学习行为数据进行无感、伴随式采集。学生出勤、专注度、答题反应时间、互动次数、学习路径选择等各方面的内容一起组成了详细的个人学习行为图谱。系统通过人脸识别、姿态分析等技术手段可以对学生上课是否认真听讲，注意力是否集中做出判断。教师讲解重难点知识的时候可以即时发起快速问答，系统会自动记录每个学生的选择和提交时间，给教师初步判断学生理解情况提供方便。

被实时记录下来的数据会立刻被后台算法分析，并以可视化的形式展现出来，给教师的教学决策提供准确的依据。系统可以产生全班学生的注意力集中度曲线，帮助教师反思教学环节的设计是否吸引人、节奏感是否合适；也可以生成单个学生的行为报告，发现他们的学习习惯和问题。系统检测到某个学生在某个知识点讲解过程中经常出现分心、迟疑等行为时，就会给老师发出提示信息，提醒老师注意或者改变讲解方式。这样一来，教师的干预不再只依靠主观观察，而是依靠数据进行实时分析，干预依据更加客观，也更加有针对性、有效性。

数据分析既服务教师又服务于学生本人。学生可以凭借个人学习终端查阅自身的课堂行为数据报表，例如回顾自身在各种教学活动中的参与情况，掌握自己答题速度所处的班级位置。当数据反馈给学生之后，学生就能更加清楚地认识到自身的学习状况，从而促使学生主动进行自我反省与调控，比如发现小组讨论中发言不够积极、计算练习速度较慢等问题，从而产生自我管理、自我改善的内在驱动力。

（二）课堂表现的多维度评价

传统的课堂对于学生表现的评价大多依靠教师的印象式观察，容易产生片面性、主观性。智慧课堂依靠创建多维评价指标体系并借助技术手段，对学生课堂表现实施更为客观全面的评价。评价维度不只是知识掌握的正确率，而且包含学生参与状态、情绪状态、思维表达、合作互动等各方面。

小学数学课堂上评价维度可以更加具体、可操作。图形认识中评价维度可以

是能正确识别图形、能进行分类讨论、能用完整的语言描述图形特点、能在小组中认真听别人发言等。智慧教学系统可以给这些维度设置不同的观察点。教师可以利用平板电脑即时对学生的某一个精彩表现（发言、合作等）进行标记、打分。同时系统也可以通过课堂录像智能分析学生举手次数、发言时长等客观行为来作为评价的辅助依据。多维评价方式打破了“唯分数论”的单一评价标准，更注重学生在学习过程中各方面的发展情况，使每个学生的优点都能被发现、被肯定。

（三）同伴互评与自我评价

智慧课堂给学生开展同伴互评、自我评价赋予了便捷高效的平台，冲破了以往评价主体只有教师的单向格局。互动系统使学生可以匿名或者实名地对同学的评价、作业、课堂表现进行点评或者点赞，既提高了学生的参与度，又促进了学生互相学习、共同进步。

在小学数学教学中，同伴互评的应用场景十分广泛，详见下表：

同伴互评在小学数学教学中的应用场景

应用场景	具体描述	评价侧重点
问题解答互评	学生完成思考题展示后，其他同学通过答题器/评价应用，从“思路是否清晰”、“步骤是否完整”、“方法是否有创意”等方面进行打分或点评。	批判性思维、知识理解深度、表达能力
数学作品互赏	学生创作对称图形画作并上传平台，互相欣赏并投票评选“最有创意奖”、“最美观设计奖”等。	审美能力、创造力、欣赏他人意识
小组表现互评	小组成员完成合作探究任务后，互相评价自己在小组中的合作角色、贡献、困难；各小组之间也评价对方的探究成果和合作过程。	协作精神、沟通能力、团队贡献

这种方式让学生在评价别人的同时加深了对知识的理解，也从同伴的反馈中获得了多角度的审视。

自我评价是学生认识自己、反思自己的重要环节。智慧教学系统可以给学生提供结构化的自我评价量表，使学生在课后对照学习目标来反思本节课在知识、技能、情感方面的收获。学生可以回答，“是否学会了两种解决这个问题方法？我在这个小组讨论中帮助了别人吗。这些问题都会被记录下来，成为学生个人成长档案的一部分，帮助学生养成持续反思的学习习惯，逐渐成为学习的主人。把评价权的一部分还给学生，既可以锻炼学生的批判性思维和表达能力，又可以培养一种相互尊重、共同成长的课堂文化。

二、结果性评价互动

（一）在线测评的即时反馈

智慧课堂的在线测评系统彻底改变传统考试反馈形式。教师发布随堂练习、单元测验或综合测试，学生在个人学习终端上作答。系统可以自动批改客观题，即时生成成绩报告。学生提交答案之后，几乎可以马上看到自己的得分、正确答案、标准解析。即时反馈大大缩短了评价的时间，学生可以马上知道自己的答题情况，找到知识薄弱点。

即时反馈的价值就在于可以立刻激发学生订正的欲望和探究的动机。学生在发现自己的答案有误的时候，可以立即对照解析学习，或者向同学、老师请教，在记忆还比较清晰的时候解决问题，防止错误认知的固化。教师可以从后台即时获取全班答题数据统计，即各个题目的正确率、错误选项分布等。这些数据使教师可以很快找到班级普遍存在的知识薄弱环节，在下一阶段教学中进行有针对性的集中讲解和强化练习，真正实现了以测促教的精准化。

（二）错题本的自动生成与归因分析

传统的手抄错题本耗时费力，不能进行系统化的管理。智慧教学平台具有自动收集错题的功能，可以自动把学生在各种在线测评、作业中答错的题目归类到个人电子错题本中。该功能把学生从抄录的繁杂事务中解放出来，让他们可以把更多的精力投入到对错题本身的剖析和反思当中。电子错题本除原题、正确答案外，一般还会附有详细的解题步骤、视频讲解、知识点标签。

智慧教学系统可以对习题的结果进行批改和评价，也可以对做错题目进行归因分析。对学生的错题数据进行一段时间的分析，可以发现学生出错的原因是概念不清、计算错误、审题不认真或者逻辑推理能力不够等。系统给每一个学生生成一份个性化的错题分析报告，指出学生容易错的知识点以及容易犯的错误类型。据此系统还可以根据错题给出相关的举一反三练习题，使学生有针对性地进行练习，从而完成从知错、改错到防错的闭环学习。教师可以从班级整体的错题分布报告中得到教学上存在的问题，从而调整教学的重点、难点。

（三）知识掌握情况的雷达图展示

为了让师生可以更加直观、全面地掌握知识掌握的整体情况，智慧教学系统一般会使用数据可视化的方式，雷达图便是其中最有效的一种。雷达图把小学数

学课程中的各个知识模块（数的认识、图形与几何、统计与概率、运算能力等）当作评价维度，每个维度上的分数表示学生对这个模块的掌握情况。

把各个维度上的得分点连接成多边形后，学生个人知识掌握的画像就一目了然。饱满均衡的雷达图一般表示学生各方面能力比较均衡；雷达图某一维或某几维出现凹陷，就清晰地说明该学生在相应知识板块存在短板。该种可视化方式比单纯的分数更有诊断性、指导性。学生由此可以认识自己的长处和短处，进而制订出更贴近自身的学习计划。教师比较班级平均雷达图和个体学生雷达图，可以很快发现学生个性化学习的需求，给分层教学、个性化辅导提供直观依据。对对比期初、期末两个时点的雷达图，可反映学生各个知识维度的发展轨迹，也是开展增值性评价的重要数据来源。

三、综合素养评价互动

（一）创新思维与解决问题能力的评价

评价学生创新思维和解决问题的能力，核心在于给学生创设能激发学生探究、试错、创造的开放性情境。智慧课堂可以给学生提供丰富的数字化资源以及模拟工具，支持学生进行项目式学习，使学生在解决实际问题的过程中体现出自己的高阶能力。教师在学生学完“面积和周长”之后，可以布置一个“设计一个小花坛”的综合任务，让学生用有限的篱笆材料，在限定范围内设计出最大的花坛。

评价这一过程，不能仅仅依据最终答案。智慧教学系统可以记录下学生解决问题的完整轨迹：

1. 信息获取：学生调用了哪些知识资源，查阅了哪些资料。
2. 方案设计：学生提出了几种不同的设计方案，是否尝试了圆形、不规则图形等创新形状。
3. 过程调试：学生在模拟环境中如何调整自己的设计，面对错误或不理想结果时如何修正。
4. 结果阐释：学生如何论证自己方案的优越性，其表达的逻辑性和条理性如何。

教师和评价系统把过程性数据综合起来，就可以对学生分析能力、策略运用能力、试错精神、创新意识等各个方面进行更加全面深入的评价。该种评价方式鼓励学生大胆尝试，不怕犯错，重视解题过程中的每一步思考，真正把评价融入

到培养学生解决复杂问题的能力中。

（二）协作精神与沟通能力的评价

智慧课堂环境下小组协作学习更加方便，也更易于追踪。学生用飞书、在线协同编辑白板等软件进行在线讨论和合作研究任务。协作精神、沟通能力的评价，就是根据协作过程的分析来完成的。评价维度有任务参与度、观点贡献度、倾听与尊重他人、沟通效率以及在团队中所起的作用（组织者、协调者、执行者等）。

智慧教学平台可以保留每一次小组讨论发言记录、每一个文档修改痕迹、每一个成员互动频次。教师可以回放这些合作过程，观察每个成员的表现。一些先进的系统已经可以利用语音识别、语义分析等技术来初步判断学生发言的积极性、建设性。再结合小组内互评、自评，就可以对每个学生的合作能力进行立体的刻画。系统会发现，一个学生最终成果贡献的代码不多，但是在头脑风暴阶段提出关键创意的学生也应该得到高度评价。合作能力的评价中，成功的合作不是个体能力的简单相加，而是有效的沟通、积极的配合、共同的目标。

（三）基于成长档案袋的增值性评价

增值性评价是综合素养评价的核心思想之一，它重视的是学生在一段时间内的发展和进步，而不是看某个时间点的绝对水平。电子成长档案袋在智慧课堂里是最好的进行增值性评价的方法。档案袋把学生在学习过程中所获得的各种证据系统地收集起来。

电子成长档案袋内容很丰富，可以包括：学生每次在线测试成绩、自动生成的错误分析报告、优秀的数学建模作品、数学问题解决过程录屏、课堂发言精彩片段、小组合作项目成果、同伴互评反馈、自我反思日志、知识掌握情况雷达图变化等等。所有的数据同作品一起构成了学生个人的成长轨迹线。

学期末或者学年末，教师、学生、家长可以一起回顾电子成长档案袋。通过对比学生期初、期末的作品可以看出学生思维的加深，通过分析雷达图的变化可以发现学生知识短板的弥补，通过阅读反思日志可以发现学生学习态度的成熟。评价重点不在于当下的分数是高是低，而是看成长的程度。重视个体进步的增值性评价，可以极大地保护和激发学生学习的自信心与内在动力，使每个孩子都能在自己的起点上获得成功感，实现个性化、全面的发展。

第五节 模式实施流程与策略

一、课前准备阶段的实施策略

（一）基于数据的备课设计

智慧课堂模式下教师备课不再只依靠教材和个人经验，而是以数据为基础的精准教学。教师利用智慧教学平台，对前置性学习数据展开深度剖析，从作业正确率、典型错误、完成时长这些数据当中，找出学生对于知识点的掌握状况。精细化诊断可以找到每一个学生存在的具体困难，给新课教学设计提供第一手的资料。认识长方体之后，如果平台数据表明学生对于平面和立体图形的区别仍不清楚，那么教师在新课引入环节就可以设计辨析活动，扫清前序知识障碍。

根据备课方式使教学目标确定更具有个性化和层次性。根据学情分析的结果来为不同认知水平的学生设置不同的学习目标，在教学设计中规划出多样的探究路径和难度阶梯。对掌握较好的学生，给出更难一些的探究题；基础薄弱的学生应该得到更多的指导和支持。整个备课过程是学生学习的动态反映，而不是静态知识灌输的预案，所以在源头上植入深度互动的基因，使因材施教理念真正地落到课堂教学中。

（二）预习任务与资源的推送

传统的预习一般都流于形式，学生被动地阅读教材，效果不好。智慧课堂依靠平台化的管理，把预习任务变成结构化的、可追踪的、可反馈的。教师可以设计并推送数字化预习资源，把抽象的数学知识转化为生动直观的交互体验。这些资源的表现形式多样、具有较强的交互性，更有利于调动学生的学习积极性和主动性。

1. 微课视频，围绕本节核心概念或者重难点制作或者选取 3-5 分钟的精炼微视频。学习分数的初步认识时，可以用动画演示蛋糕被分成几份，使学生直观感受部分与整体关系。视频中可以插入一到两个选择题来检验观看的效果。

2. 交互式课件：用平台工具制作可以拖动、点击、匹配的交互式课件，让学生在动手操作中初步感受新知。学习轴对称图形的时候，可以让学生在在线移动虚拟的镜子，探索不同的对称轴。

3. 前置性测验就是设计与新知有关的基础题，检测学生预习的效果和知识起

点。这些题目以考查学生对概念的理解为主，而不做复杂的计算，结果会直接加到平台数据库中，作为教师备课的重要参考。

智慧平台使教师清楚地知道每一个学生预习任务完成情况、视频观看时长、测验作答情况。平台自动生成的学情分析报告，可以清楚地显示出预习时出现的共性问题以及个人的困惑。教师可以依据学生真实遇到的问题调整自己的教学方式，使宝贵课堂时间能真正聚焦到学生碰到的难关上，从而实现由教教材转变到用教材教学生这一转变，为课中深度互动的顺畅实施扫清障碍，铺平道路。

（三）互动活动的前置预设

深度互动不是课堂上随意产生、随心所欲的，它是教师经过深思熟虑后进行有效引导的结果。课前准备阶段教师利用智慧教学平台的功能，对课中可能出现的各种互动活动提前做好了预设。这是保证课堂互动有条理、高效、深刻的重要环节。教师要决定什么样的知识可以分组讨论、在何时提出思辨问题，引导学生进行投票等。

预设的内容很多，教师可以在系统中预先创建分组讨论模块、设定讨论主题和时长、并根据学生的学情数据实行异质或者同质的分组，保证小组合作的有效性。需要全班快速反馈环节，可以事先编辑好单选题、多选题、判断题或者主观题，并设置相应的反馈形式，如图表、文字云等。探究性活动当中，教师可以预先设定学生要提交作品的“拍照上传”或者“录屏分享”任务点。

此前置预设，就像导演拍电影之前先画分镜头脚本一样，把教师的教学意图具象化成平台上具体的各个功能模块。大大减轻了教师课堂操作负担，使教师有更多精力观察学生、引导思维，也为学生指明了参与互动的方向。当课堂进行到相应的环节时，教师只需按下预设好的按钮，师生注意力就会马上集中到互动的内容上，而不是去操作技术。流畅自然地衔接，保证学生的思维连续性，给深度互动创造最好的技术环境与心理氛围。

二、课中实施阶段的流程设计

（一）情境导入与目标呈现

一节成功的数学课一般都会从引人入胜的开头开始。智慧课堂凭借多媒体的优势，可以创设更加生动、真实的情境，从而很快吸引学生的注意力，激发他们的内在学习动力。教师可以用与教学内容有关的视频片段、高清晰图片或者互动

动画场景来导入。例如在教授可能性的时候,播放转盘抽奖视频,让学生预测指针停在哪个区域,自然引出课题,使学生在真实的或者准真实的情境中感受数学的价值和魅力。

情境导入之后,学习目标的提出十分重要。传统的口述或者板书的方式,信息传递效率比较低。智慧教学平台可以将本节课的学习目标、重难点等信息直观地投影到大屏幕上以及学生个人终端上,一目了然地呈现出来。这样的表现形式具有仪式感和导向性,使学生从一开始就能清楚地知道本节课的学习内容和达成程度。教师可以将目标设计成闯关形式,学生在后续的学习中每完成一个环节,就点亮一个目标。

(二) 新知探究与深度互动

新知探究是课堂的中心环节,也是深度互动充分展现的场所。智慧课堂依靠技术的加持,给学生赋予了多样化的探究工具以及互动途径。该阶段教师由知识的传授者变为探究活动的组织者、引导者和合作者。学生借助智能终端主动构建知识,教师与学生之间、学生彼此之间、人机之间彼此交流对话共同形成一个动态学习景象。

小组合作探究属于本阶段常用的组织形式。教师用平台一键下发探究任务单,各小组就可以利用平板电脑开展合作学习。学习圆面积时小组成员可以用绘图工具模拟割补法,把圆割成分无限接近无数个等腰三角形,拼合成一个近似的长方形,然后进行观察、讨论、计算从而求出圆的面积公式。小组成员可以把自己的想法、草稿即时共享给组内,进行充分的交流和思维碰撞。可视化合作过程让每个人的思维得到充分的展现,集体智慧得以产生。

教师可以利用平台对各小组的探究进度进行实时的监控,对有困难的小组及时提供线上或者线下的指导。小组完成探究之后,可以一键把成果(推导过程截图、结论录屏讲解)投射到全班大屏幕上展示分享。分享高效多样,各种解题思路彼此碰撞、相互质疑、补充、产生高层次认知冲突和思维互动。平台可以采用随机点名、抢答等互动性较强的形式,保证每位同学都有参与的机会。

整个新知探究的过程不再是线性的、封闭的,而是网状的、开放的。在自主操作、合作交流、展示分享的过程当中可以学到数学的知识,并能够培养分析和解决问题的能力以及沟通协作的团队精神。技术在这里真正地起到了学生认知发展的“脚手架”作用,支撑起深刻而有内涵的学习体验。

（三）巩固练习与即时反馈

知识的初步建构不能缺少练习的巩固与深化。智慧课堂即时反馈系统很好地解决了传统练习反馈滞后的问题，创建起“练习—反馈—讲解—再练习”的高效学习闭环。教师在探究新知识的之后，可以向全班学生发布设计好的巩固性练习题。这些题目形式多样，可以是选择题、填空题、连线题，也可以是学生需要动手做的绘图题、圈点批注题。

学生各自用智能终端答题，系统可以很快完成统计和分析。教师端大屏会用图表的形式来直观地显示全班作答情况，即正确率、选项分布、高频错误选项等。即时的、可视化的数据反馈，就如同给教师提供一面精准的“教学之镜”，使教师可以很快发现学生理解上薄弱之处以及普遍存在的思维误区。教师不需要等到课后批改作业才发现问题，而是在课堂上就可以对最有价值的错题进行有针对性的讲解，把靶向教学真正落到实处。即时的对错判断、班级总体数据展示可以有效地激发学生求胜之心和纠错之欲，使练习过程更具有参与感。

（四）总结提升与拓展延伸

课堂总结是知识系统化、结构化过程中不可缺少的重要环节，有利于学生建构起完整的知识体系。智慧课堂上的总结方式更加多样高效。教师可以带领学生用思维导图工具，在互动白板上梳理本节课的知识脉络，把零散的知识点串联成一个完整的知识网。学生也可以在个人平板上创建知识清单或者学习笔记，用拍照上传的方式进行分享。

总结之后为了满足不同层次学生的需求，拓展延伸环节不能缺。根据学生之前答题的数据选择适配难度的延伸题目。对于学有余力的学生可以推送综合性、探究性、开放性更强的题目，促使学生深入思考；对暂时遇到困难的学生可以推送基础变式练习，帮助学生巩固所学。基于数据分层推送，使每一个学生都可以在自己最近的发展区内接受挑战，从而真正地实现个性化学习的愿景。

三、课后延伸阶段的实施策略

（一）个性化作业的布置与批改

传统的“一刀切”式作业很难适应学生个体差异，造成优等生吃不饱、学困生吃不了的现象。智慧课堂平台依靠学生课堂学习数据的智能分析，可以达成精准推送个性化作业目标的目的。

1. 分层作业，系统根据学生在课堂练习中表现的好坏，把学生分成不同的层次，推送不同难度、题量的作业包。基础扎实的学生可以接触到更多的拓展拔高题，基础薄弱的学生则会得到更多的巩固性题目，并且附带相关微课资源链接供学生学习使用。

2. 错题重组，平台自动收集学生在课堂练习、本次作业中错题，生成个人专属错题本。教师可以定时推送由这些错题和变式题组成的“订制”作业，帮助学生精准地对症下药，达到高效复习的目的。

3. 实践性作业：数学的学习不应该只是做纸笔的运算。教师可以布置需要现实生活素材完成的实践性、探究性作业，例如调查家庭一周水电用量并制作统计图。学生可以采用拍照、录像等形式在平台上提交作业，大大丰富了作业的形式和内容。

智慧平台对于作业批改也有着非常大的作用。对客观题，系统可以实现自动批改并即时给出答案，把教师从重复性劳动中解放出来。主观题由教师在线批改，用语音、文字、圈画等方式进行批注，给学生提供有针对性的指导。批改的数据会沉淀成学生个人学习档案，给后续教学提供持续的数据支撑。

（二）线上答疑与讨论区的维护

学生课后自学时也会遇到新问题。智慧教学平台的线上答疑区、主题讨论区，为学生创建可以随时求助、交流的虚拟学习社区。学生遇到难题时可以拍照上传到答疑区，教师或者同学看到后可以随时解答。此异步交流方式很好地摆脱了时间的束缚，使“问”和“答”更加自由方便。

教师要对线上社区进行积极引导和维护。定期设置与所学内容有关、有启发性的问题，例如，生活中哪里用到了对称？还能想出几种测量学校旗杆高度的方法？“等来引导学生发表自己的见解，进行思想上的碰撞。讨论过程中，教师应该担当起引导者和激励者的角色，及时肯定有见地的观点，纠正偏离方向的讨论，从而形成积极、健康、互助的线上学习氛围。生生互助学习可以解决具体问题，也可以锻炼学生的表达能力、合作精神，从而逐步形成学习共同体。

（三）教学反思与数据复盘

教学反思属于教师专业发展的重要内生动力。智慧课堂平台给教师提供前所未有的、依靠实证数据的深度反思工具。一节课结束之后，平台就会自动生成详细的课堂教学报告，这份报告就如同教师进行教学复盘的“数据驾驶舱”。它既

包含了学生做题正确率这样的结果性数据，也有学生平均答题用时、学生参与互动的次数和深度，以及小组讨论发言的分布等等详细的原始数据。

教师借助数据分析，能对自身的教育行为进行客观深入的反思。如果某知识点题目全班平均用时过长，就说明教师讲解该知识点时不够清楚明白；如果数据显示课堂上回答问题的人总是少数几个学生，那么就提示教师要审视并改变提问方式，关注更多的沉默学生。以数据为依据的反思，克服以往仅仅凭主观印象去反思的模糊、片面的缺点，使教学改进更为精准有据。

教师可以回看课堂录播视频并参照数据报告对自身提问技巧、引导方法、时间分配等进行复盘，从而找到教学设计与实际操作之间的差异。经过不断的复盘与教学迭代，教师的教学决策能力、课堂掌控能力会呈螺旋式上升的趋势，从而促进整个智慧课堂教学模式不断改进和完善。

第五章 智慧课堂环境下小学数学 概念教学深度互动实践

第一节 数学概念教学特点分析

一、小学数学概念的抽象性与层次性

（一）从具体到抽象的认知过程

小学生的思维正处在由具体形象思维向抽象逻辑思维过渡的阶段。他们对世界的认识更多依靠直观的感知以及具体的经验。数学概念，比如分数、负数、平行四边形等等，从根本上讲就是抽离具体事物，对事物共同属性的抽象概括和界定。学生对这些概念的理解要经过由感知具体实例、操作学具到形成表象，再经分析、比较、综合、概括，最后提炼出概念本质属性的认识过程。学生要依靠大量的具体材料当作脚手架，才能逐步理解抽象的概念。

教学中如果没有从具体到抽象的充分过渡，直接给学生呈现定义，学生只能机械记忆，不能真正理解概念的内涵和外延。以圆的概念为例，只告诉学生“到一个定点距离相等的点的集合叫做圆”，大部分学生是很难理解的。他们需要通过观察车轮、硬币等具体事物，用圆规画圆的实际操作来获得丰富的感性认识，在此基础上逐步体会出“定点”和“定长”这两个关键要素，然后才能建立起对于“圆”这样抽象图形的认知。

（二）概念网络的层级结构

小学数学概念体系不是孤立的知识点的简单堆砌，而是有严密逻辑层次的相互关联的概念网络。新的概念是在已有概念的基础上生长、分化或者拓展而产生的。学生先学自然数，再学整数，然后学分数、小数，共同组成了有理数的初步认识。从线段到角，再到三角形、四边形，最后形成对平面图形系统的认识，同样体现出这样一种层级递进的关系。

所以概念教学要具有系统性、连贯性。教师在教授当前概念的时候要考虑到

该概念在概念网络中所处的位置，处理好新旧知识之间联系与区别。前置概念基础不牢，则后面概念的学习就如同空中楼阁。一个概念的理解深度，还表现在学生是否能够清楚地表述它与上位概念、下位概念、并列概念之间的关系。教学活动要引导学生在不断学习的过程中，动态地整理、建构起自己的认知结构图，把新知识有效地锚定在已有的知识体系上。

（三）易混淆概念的辨析需求

在小学数学的学习中会出现一些形式相似而实质不同，或者彼此联系而侧重点不同的容易混淆的概念。这些概念给学生的认知造成很大的干扰，在概念教学中需要加以解决。典型的有周长和面积、质数和奇数、倍和倍数等。学生混淆的原因在于概念本质属性的把握不清，只停留在表层特征的记忆；另外，概念间联系紧密，在应用情境中经常同时出现，增加了辨识的难度。

概念教学要设置专门的辨析环节来针对这一特点。辨析不能只是简单的正误判断，而应该进行深层次的对比和探究。教学中要创设突出概念差异性的问题情境，使学生在观察、比较、讨论、归纳的过程中从内涵、外延两个方面去剖析容易混淆的概念。例如辨别周长和面积时，让学生分别在图形边上涂色、在图形内部涂色，从而直观感受到两者指向的对象不同；用单位的不同来加强学生对两者的本质区别的认识。小学数学中易混淆的概念及辨析重点见下表。

小学数学易混淆概念辨析表

概念一	概念二	核心区别	教学重点
周长	面积	周长指图形一周的长度，面积指图形所占平面的大小。	强调测量对象和单位的区别，结合涂色、描边等操作。
质数	奇数	质数是只有 1 和它本身两个因数的自然数；奇数是不能被 2 整除的整数。	强调定义的不同侧重点（因数 vs. 整除性），举例辨析。
倍	倍数	“倍”是比较两个数的关系（如 3 是 1 的 3 倍）；“倍数”指一个数能被另一个数整除（如 6 是 3 的倍数）。	区分关系（相对）与特性（绝对），多情境应用练习。
小数	分数	小数是分母为 10、100 等的分数的另一种表现形式；分数是表示部分与整体关系或一个数除以另一个数的商。	侧重形式与本质的联系，以及适用情境的差异。

从上表可知，辨析活动可以澄清模糊的认识，加深学生对每一个概念独特价值的认识，从而达到精准掌握知识的目的。

二、概念形成中的认知难点

（一）学生已有经验的负迁移

学生头脑并不是一张白纸，进入课堂之前就已经从日常生活、已有学习中积累了大量的个人经验以及非正式知识。这些经验很多时候可以成为新知学习的积极助力，但是发生负迁移的时候，就会阻碍新概念的正确形成。负迁移现象在小学数学学习中更加普遍，也更顽固。

学习乘法之前，学生已有的经验是加法使结果变大；学习除法之前的经验是除法使结果变小。朴素的认识在整数范围内是成立的，但是一旦进入到小数、分数的学习领域就会产生直接的冲突。一个数乘以小数，积却比原数小的现象与学生已有经验严重不符，造成了理解上的巨大障碍。同样，对于“负数”的理解也会遇到“数是用来计数的”“数都是大于0的”等生活经验的挑战。

由于经验所导致的认知冲突，就是概念教学的良好机会。教学不能回避或者强行灌输，而应该充分暴露这种冲突，引导学生在惊异和疑问中展开探究。依靠具体的情境进行运算与验证，体会原有认知体系失效的过程，在认知冲突的状态下积极地去寻找新的解释，从而完成原有认知结构的重构和新概念的顺利建构。忽视了这一过程，学生得到的也只是浅层次、不牢固的理解，遇到新的情境时，旧有的错误观念又会浮现出来。

（二）概念本质属性的把握困难

数学概念的精确性就是指它的定义是由严格的本质属性决定的。学生在教学过程中很难从多样丰富、形式多样的具体实例中准确地提炼出这些重要的、共同的本质属性，很容易被一些非本质的属性所迷惑。学生们在认识三角形的时候，常常认为正放、等边的才是标准的三角形，对于那些倾斜的、瘦长的钝角三角形就会产生怀疑。具有三条边且是封闭图形为它的本质属性，摆放方式、边的比例等则为非本质属性。

学生对于本质属性的把握困难，是由于他们抽象概括能力不足造成的。他们只注意显性的、直观的特征，忽略了内隐的、决定性的规定。为了解决这个问题，因此教学设计在案例的选择和整理上要下功夫。这不仅仅要给学生足够多的正例来引导他们通过观察比较感受共性，在合适的时候还要加入一些具有迷惑性的反例。用正例和反例进行对比，可以把非本质属性排除在外，使本质属性更加明显。

在教学长方体的时候,除了展示各种长方体的实物,还可以展示缺少一个面的盒子或者有两个面是圆形的物体,让学生讨论,为什么它不是长方体?使学生的注意力集中在六个面都是长方形(特殊情况下有两个相对的面是正方形)这个主要特征上。

(三) 概念与生活实际的脱节

数学源于生活,又服务于生活。但是在传统课堂中,数学概念常常被以脱离现实的、纯粹符号化的形式出现,使学生认为数学是枯燥的、抽象的、无用的。当学生不能在自己的生活世界里找到概念的影子,不能理解学习这个概念的价值时,他们的学习内在动机就会严重不足。概念与生活实际相脱离,是造成学生数学学习兴趣不高、应用能力差的主要原因。

很多数学概念本身就有解决现实问题的强大能力。平均数可以反映班级成绩的总体水平,比例可以反映地图上实际距离,概率可以反映中奖的可能性。如果教学是从学生熟悉的生活情境出发,让学生在解决实际问题的过程中感受到引入一个新概念的必要性,那么概念的学习就会变得顺理成章、有意义。在“负数”的教学中可以从电梯升降、温度变化、海拔高度表示等方面入手,使学生体会到只用正数不能准确地表示出“向下”“零下”“低于海平面”的情况,从而自然地引出负数这一新的数学工具。将概念教学植根于生活之中,再引导学生用所学的概念去解决新的生活问题,形成从生活到数学、再从数学到生活的闭环,才是激发学生学习动力、培养应用意识和创新精神的最根本的方法。

三、智慧课堂对概念教学的促进作用

(一) 化抽象为直观的可视化呈现

智慧课堂的一大优势就是具有很强的可视化能力。对于小学数学中大量的抽象、不能用语言或静态图片来表述的概念,智慧课堂可以用交互式白板、动态几何软件、虚拟现实等技术把它们“活化”、“物化”,即把抽象的变为直观的。在教授分数的意义时,教师不再只依靠切分月饼的图片,在软件上动态地将一个圆形或者一个长方形任意等分,学生可以直观地看到部分和整体的关系,还可以动手操作改变等分的份数,加深对分数单位的理解。

可视化地表现出来,大大降低了学生认知的门槛。对于“圆的面积公式推导”这样的难点,用动画演示的方式把圆无限地分块拼接成近似长方形的过程,学生

能直观地看到圆的半径和周长是如何转化成长方形的宽和长的，公式的由来也就一目了然了。直观的、动态的、可交互的方式不仅可以激发学生学习的兴趣，更重要的是搭建起从具体形象思维到抽象逻辑思维的一座桥梁，有效地帮助学生克服由于概念的抽象性而造成的认知障碍。

（二）提供多角度、多层次的感知体验

传统的概念教学一般依靠少量的教具、单一的呈现方式，不能满足学生各种不同的感知需求。智慧课堂可以打破时空的束缚，为学生提供从各个角度、不同层次的丰富的感知体验，从而使学生对于概念有更加全面、深刻的认识。

1. 利用三维建模软件多角度展示学习长方体、正方体认识的过程，给学生展示一个虚拟的长方体全方位的三维模型，可以任意旋转、放大、缩小、拆开等操作。

2. 跨情境链接：利用互联网资源，教师可以很方便地把数学概念同它在自然科学、社会科学、艺术设计等各领域的应用实例联系起来。讲到黄金分割的时候，马上展示有关建筑、绘画和人体艺术等图片，使学生体会到数学应用的广泛性和和谐之美。丰富的体验有利于学生建立起概念同现实世界的广泛联系，防止知识孤立、僵化。

（三）支持概念辨析与建构的互动

在智慧课堂的环境下，互动已经不再只是传统的教师提问、学生回答，实时、精确、多样化的互动形式给学生主动辨析概念、建构意义等提供了强有力的技术支持。用即时反馈系统收集全班学生对一个概念辨析问题的判断，即时生成统计图表。教师可以用一组数字来判断奇偶性或质数，系统会立即显示出全班学生的答案，从而发现大部分学生存在的错误认识并及时纠正。

智慧课堂中会用到电子白板共享、小组讨论区等在线协作平台，支持以小组的形式一起探究某个概念。小组可以进行资料搜集，绘制概念图等讨论活动，辨析一些容易出现错误的地方，并做上标记。依靠技术完整记录协作学习的过程，学生在和同伴的交流碰撞中产生多元的理解，经过不断的修正，最终对概念有深层次的认识。互动既可以加深学生对知识的理解，又可以培养学生的沟通、协作、批判性思维等能力，真正实现了从被动接受变为主动建构。

第二节 智慧环境下的概念形成互动

一、情境感知互动，引入概念

（一）利用多媒体创设生活化情境

把抽象的数学知识同学生所熟悉的生活场景联系起来，是激发学生学习兴趣的一种好方法。智慧课堂以大屏幕、平板电脑等为载体，可以播放高清视频、动画、图片，给学生营造出身临其境的学习体验。教师在教授圆的认识时可以播放一段各种圆形物体飞驰的车轮、古老的钟、美味的披萨、水面荡漾的涟漪等。生动形象的画面可以丰富学生对图形的感性认识，也可以使学生初步认识圆在日常生活中的广泛应用和重大意义。

相较于教科书里静止的插图，这样一种动态且多样化呈现方式的视觉冲击力与吸引力显然更胜一筹。学生在欣赏画面的时候，自然而然就会产生疑问，车轮为什么是圆的？圆形物体到底有什么共同特点？源自生活实际的问题把学生的注意力吸引到对图形本质特征的探究上，数学概念的学习不再只是枯燥的定义记忆，而是成为一场发现之旅。

（二）通过虚拟实验引发认知冲突

认知心理学认为认知冲突是促使学生思维发展、概念改变的主要力量。当学生原有的知识经验无法解释新现象的时候，就会产生一种认知失衡，从而促使学生主动地调整自己的认知结构，建构新的知识体系。智慧课堂的虚拟实验技术可以提供有力的支持，它能够在虚拟状态下安全、高效地进行现实中不能进行或者危险性较大的实验。

教师在教授三角形的稳定性概念时，可以在虚拟实验平台上给多边形框架（三角形等形状）设置拖动顶点的功能，使学生可以自由拖动各个顶点。学生会直观地看到，四边形、五边形等框架在外力作用下很容易变形，只有三角形的形状始终保持不变。强烈的视觉对比会立即使学生产生这样的疑问：为什么只有三角形才会有这样的稳定性质呢？

虚拟操作带来的失败体验或者意外发现，比教师单纯的讲解要具有更强的启发性和深刻性。让学生经历从“想当然”到“原来如此”的认知过程，由此产生的困惑与探究欲望，会成为认识概念本质最强的内在驱动力。教师引导学生观察

三角形的结构,分析三角形的边角关系,使学生在解决问题的过程中体会到三角形稳定性的内涵,并认识三角形稳定性在现实生活中具有怎样的应用价值。

（三）借助互动提问激活前概念

任何新概念的学习都不是从零开始的,学生头脑中或多或少都存在着与新概念有关的前概念。前概念可以是正确的,也可以是不正确的,甚至完全错误。所以在教学开始之前激活并诊断学生前概念,对于实现精准教学具有举足轻重的作用。智慧课堂中即时反馈系统的抢答器、在线投票、词云等工具,给本环节的实施提供很大的便利。教师提出本班同学的平均身高是多少。这样的问题,来引出平均数概念的教学。紧随其后就可以提问:平均指的是什么?学生用平板电脑以关键词形式提交自己的理解,系统就生成词云。教师通过对词云中出现的“总和除以个数”“大部分”“中间值”等词语大小、频率的观察,可以很快了解全班学生对平均数的初步认识水平和主要错误,进而有目的地调整教学起点和重点,使新知识的讲解更加准确高效。

二、操作探究互动,建立表象

（一）拖拽、旋转等虚拟操作体验

小学数学几何概念的学习中,学生空间想象能力的培养是十分重要的。智慧教学平台的交互式几何软件,可以完成传统教学中不能实现的图形自由动态操作。学生在学习轴对称图形时不再只是被动地看老师画出的对称轴,而是能够亲自在平板上移动图形,用不同的直线进行折叠,实时观察折叠后两部分是否完全重合。

学生通过反复地拖拽、旋转、翻折等操作,由浅入深、由局部到整体地体会图形的对称性。探究长方形的对称轴时,可以尝试画出横向、纵向或者对角线等不同的直线进行验证,在反复的尝试和验证中发现长方形只有两条对称轴。亲身探索得出的结论比被动接受的知识要牢固得多,学生头脑中形成的对称图形表象也因此更加生动、准确。

（二）图形分割与组合的动态演示

许多数学的概念和规律都蕴藏在图形的分解与重组里。智慧课堂的动态演示功能,把复杂的图形变换过程分成许多步骤,用简单直观的方式展示出来,使学生能够理解算理。

1. 推导平行四边形面积公式时,教师用多媒体演示割补法过程,把平行四边

形沿着高线切成三角形和梯形,再把切下的三角形向另一端平移拼成一个长方形。学生能够清楚地看到,转化之后得到的长方形面积和原来的平行四边形面积相等,长方形的长和宽分别对应平行四边形的底和高。

2. 在讲解分数基本性质的时候,教师可以动态地展示一个圆被分成两份,取其中一份表示为 $\frac{1}{2}$;然后把每一份再平均分成两份,这时圆被分成了四份,原来的 $\frac{1}{2}$ 就变成了 $\frac{2}{4}$ 。动态分割、着色,使学生能够直观地看到 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{2}{4}$ 表示的大小是一样的,从而建立起分数基本性质的形象认识。

(三) 小组合作探究概念属性

智慧环境下的小组合作不再受物理空间接近的限制,技术支持使互动、分享更加便捷。教师可以向各个学习小组的平板电脑发布探究任务,给出不同的四边形,要求小组合作,按照边的关系、角的关系等不同的标准对这些图形进行分类。

学生可以在共享的虚拟白板上一同拖动图形,做分类,并陈述自己分类的依据。小组成员可以随时查看其他成员的操作和想法,并进行讨论、补充或者修改。从而大大加强了小组成员间的思维交流与碰撞。

探究结束之后,教师可以将各个小组的探究结果用教室大屏幕展示出来,供全班同学交流和比较。学生们会发现有的小组是以对边是否平行为标准分类的,有的则是以是否有直角为依据。通过对各个小组分类结果和标准比较,学生对四边形家族各成员属性及联系、区别的认识就会更加全面、深刻,逐步形成概念网络结构。

三、抽象概括互动,形成定义

(一) 引导学生观察、比较、归纳

抽象概括能力的培养不能缺少大量的实例。教师可以充分利用智慧课堂的便捷性,把前两阶段学生接触过的所有的正面、反面案例展示在大屏幕上。在形成倍数概念时,屏幕上会同时出现 15 是 3 的倍数、12 是 4 的倍数等正面例子,同时也会出现 15 是不是 4 的倍数? 3.6 是 1.2 的倍数吗? 反面或易混淆的问题有“等”。

教师引导学生仔细观察算式,并不断提出问题,探究问题的本质,三个成倍数关系的数各自有哪些特点? 整数除法计算结果又有什么特点? 学生在观察、比较的过程中,逐渐排除了“小数”和“有余数的除法”等非本质特征的干扰,把

注意力集中到整数、整除这两个主要因素上。实际上这是一场师生共同参与的思维探索活动,教师是“脚手架”,用准确的提问引领学生完成归纳的“最后一公里”。

(二) 利用思维导图梳理概念要素

当数学概念的核心要素初步提炼出来之后,怎样系统性地组织这些要素,形成清晰的逻辑结构就显得十分重要了。思维导图属于一种优秀的可视化思维工具,在智慧课堂中可以得到充分的应用。师生可以借助协同编辑的思维导图软件一起绘制知识点间的关系图。以长方体为例,把“长方体”设为中心主题,由此生发出“面”、“棱”、“顶点”等一级分支。在“面”这个分支下面可以再分成数量(6个)、形状(特殊情况下有两个面是正方形)、相对面关系(完全相同)等二级分支。学生在建构思维导图的时候,不只是对知识的整理,更主要的是主动思考概念要素以及它们之间的关系,从而形成内在的逻辑。

(三) 师生共同完善概念定义

数学的定义应该尽可能的语言精确,简明扼要。当学生对概念的本质属性通过观察、归纳、整理已经掌握的时候,教师就可以引导学生用自己的语言来表述这个概念。智慧课堂匿名提交、同屏展示的功能给互动提供了非常好的平台。

教师可以将学生或者小组提交的所有定义投射到大屏幕上。之后课堂会以这些“草稿”定义为基础展开一场研讨。师生共同判定每一个定义是否包含了所有本质的属性。有无遗漏,语言是否准确?能否更简洁,在完善质数定义的时候,学生常常会忽略“在大于1的整数中”这一前提。学生就对1是不是质数展开了辩论,从而能够理解此前提的必要性。师生共同打磨、完善定义的过程,使学生体会到数学语言的严谨之美,也把学生对概念的理解提高到了一个新的高度。

四、辨析应用互动,深化理解

(一) 正反例证的即时判断练习

为了检测学生对概念的内涵和外延是否真正理解,辨析练习就显得非常重要。可以利用智慧课堂的即时反馈系统设计一些带有迷惑性正反例判断题,使学生迅速做出判断。

1. 在学生已经掌握等腰三角形的概念之后,教师可以依次呈现等边三角形、有两个角各为60度的三角形、直角等腰三角形等图形,让学生很快判断其是否为等腰三角形。

2. 学生用点击器或者平板做出选择之后,系统会立即统计全班正确率并以柱状图等形式直观地显示出来。教师对错误率较高的题目可以立即讲解,消除学生的模糊认识。即时诊断,即时纠正的互动方式使练习效果与效率大大提高。

（二）变式练习的智能推送

学生的知识基础、认知水平千差万别,统一的教学内容不能满足所有学生个性化的需求。智慧教学系统会根据学生概念学习情况、初步练习表现出的数据智能分析出学生的水平,然后向不同层次的学生推送相应的变式练习。基础较好的学生可以得到一些综合性、探究性更强的题目,促使他们进行更深层次的思考。

暂时落后的学生,就会被推送巩固基础知识的练习,以补足知识的漏洞。以学习小数的意义为例,系统会根据学生答题的情况为部分学生推送分数转化为小数的练习,给另一部分学生推送数轴上表示小数的练习,为学有余力的学生推送比较小数大小的策略等拓展性问题。个性化的智能推送真正实现了因材施教,使每一位学生都能在适合自己的最近发展区里高效地学习。

（三）概念在复杂情境中的应用

数学来源于生活,最终也服务于生活。将所学概念运用到真实、复杂的跨学科问题解决当中,这才是概念教学的最终目的,也是培养学生核心素养的关键所在。智慧课堂可以创造出仿真的项目式学习情境。教师在学生学完比例尺、面积计算等概念之后可以布置以“校园规划”为主题的项目式作业。

学生以小组的形式,使用平板电脑上的地图软件和绘图工具来测量校园内实际的绿地面积,根据指定的比例尺绘制出平面图,在此基础上设计一个全新的花园方案。在设计的时候要计算花坛、小路、草坪的实际面积并对材料进行成本预算。

项目进行的过程中,既要求学生综合各种数学概念,又要求学生使用测量、绘图、预算等多项技能。在解决这个问题的时候,学生对于比例尺、面积这些概念的认识不再只是孤立的书本知识点,而是成了解决实际问题的有力工具。合作与创造使学生体会到数学的价值和魅力,分析问题、解决问题的能力也得到明显的提高。

第三节 典型案例设计与实施

一、《认识分数》深度互动教学设计

（一）教材分析与学情诊断

《认识分数》属于北师大版小学数学三年级的教学内容。本课的主要目的就是使学生理解分数的两种意义：作为整体的一部分、平均分配的结果。教材用分蛋糕、分披萨等情境来引入，突出在平均分的前提下，部分与整体的关系。它的教学价值不仅是知识的积累，更有培养学生的数感和公平意识的功用。

三年级的学生对整数有一定的认识，并具有一定的平均分配经验。但是用一个数来表示部分与整体的关系对他们来说既陌生又困难。容易忽略“平均分”这个前提条件，在表示非单位分数时也会出现混淆。课前利用智慧教学平台简单的调查发现，大部分学生能大致说出“一半”的概念，但是不能用数学语言准确地描述出来，为本课的教学起点和互动设计提供了重要的依据。

（二）基于智慧环境的互动环节设计

本课的深度互动设计采用情境创设、自主探究、协作交流、反馈矫正闭环，充分运用智慧教学平台各种功能，形成师生、生生、人机三者立体化互动。

创设分月饼的情境，在大屏幕上显示一块虚拟的月饼，问到中秋节到了，要把这块月饼公平地分成两份，每个人可以分到多少？学生使用个人平板操作切分工具，系统会自动判断切分是否为“平均分”，从而帮助学生建立“一半”和“二分之一”的直观联系。

在自主探究、交流合作环节中，教师给学生分了四种不同难度的分割任务，把圆形分成四等份、八等份，把正方形分成四等份、八等份等等。学生在平板上独立完成作业以后，可在班级作品墙上匿名上传自己的作品。教师挑选出典型的错误切分作品，让学生分成小组去讨论平均分的意义。学生经过比较、分析、批评之后，对分数的前提条件有更深入的认识。平台会记录下每一个学生探究的路径以及讨论发言，给教师进行个性化指导提供数据支持。

利用平台即时测评的功能来进行反馈矫正。教师会出一些选择题、判断题，例如，涂色部分能否用分数表示？学生可以采用抢答或者全班作答的方式参与。系统可以实时生成作答情况统计图，教师可以很快地发现学生容易出错的地方，

进而有针对性地进行讲解。当学生选择了不能平均分成两部分的图形时,教师可以立刻取出这个图形,让学生再次操作、讨论,巩固知识,达到精准反馈、动态调整的目的。

(三) 教学实施过程与关键事件记录

教学开始阶段教师用智慧大屏播放中秋节分月饼的动画,很快把所有学生的注意力吸引过来。第一次用平板切割月饼的时候,学生小A把圆形分成了大小不一的两部分,并标成“二分之一”。系统立刻显示这样做是不公平的。人机互动过程使平均分的思想在具体操作中体现出来。

教师随后给学生布置了一个任务:折一张长方形的四分之一。各小组用平板电脑的画图工具展示自己的折纸方法。第二小组除了常用对折再对折的方法外,还创造性地展示了把长方形横向平均分成四份的方法。教师把该小组的屏幕投射到大屏幕上,立刻引起全班学生惊叹、议论。学生通过观察不同的折法后,直观理解:形状虽然不一样,但是平均分成四份后每一份就是四分之一,从而对分数的本质有了比单一形态更深刻的认识。

课堂关键事件出现在探究三分之二的环节。教师让学生先在平板上表示一个图形的“三分之二”。学生小B涂了其中一份,又涂了另一份,但是对结果非常不确定。教师在后台观察到小B的犹豫之后,就匿名播放了小B的操作过程,并向全班同学提问:“同学们,这位同学的操作,你们懂了吗?这个问题有效地调动了学生们的同理心和深入思考。有的学生说知道涂两份,但是不知道这两份是否属于一个整体。有的学生补充道:三分之二就是两个三分之一合起来的。由一个学生的疑惑引发的集体讨论,帮助学生共同建构起对非单位分数的深入认识。根据课后数据可知学生对于单位分数、非单位分数掌握优良率达到了95%以上,说明基于关键事件的深度互动是有用的。

二、《长方体的认识》深度互动教学设计

(一) 教学目标与重难点确定

本课教学目标为学生认识长方体,掌握长方体有6个面、12条棱、8个顶点,相对的面相等、相对的棱长相等。2. 学生能区分长、宽、高,并可以进行简单的测量和计算。3. 培养学生的空间想象能力、观察能力、探究精神。教学的重点在于引导学生自己发现、总结出长方体的基本特征。教学难点就是帮助学生建立起

三维实体和二维展开图之间的联系，能够透过实物图想象出被遮挡的棱和顶点，空间想象能力还在发展中，对于小学生来说难度较大。

（二）3D 模型与 AR 技术的互动应用

解决教学中难点的关键就是 3D 模型和 AR 增强现实交互技术的使用。利用专门开发的软件，学生可以在个人平板上完成传统教具无法实现的探究活动。

1. 全方位观察、拆解，学生在平板上得到的长方体的虚拟 3D 模型可被手指拖拽、缩放，可以从任意角度看，也可以钻进模型里面去观察。软件有透视功能，只需点击一下长方体就变透明了，被遮挡的棱、顶点就一目了然，很好地解决了传统教学中“藏起来的几条棱”这个难点。学生可以用拆分工具把长方体的面、棱、顶点等部件分开，亲自动手操作来检验长方体的构成。

2. 展开与折叠的动态探究：软件有长方体的展开图。学生可以试着用不同的棱去切割长方体，从而得到不同的平面图形。反之也可以从多种平面展开图（包括一些错误样式）中进行选择，再用“一键折叠”功能检验这个图形能否围成长方体。这样一种动态、可逆的过程，使学生对体和面之间的转换关系有了很好的理解。

3. AR 技术与真实情境的融合：在认识了长、宽、高之后，学生可以启动 AR 模式。平板的摄像头会开启，一个虚拟的长方体模型随即“出现”在学生的课桌上。他们可以使用屏幕上的虚拟尺子，对这个“真实”存在的长方体的长、宽、高进行测量。甚至可以将教室里的课桌、书本等真实物体，通过 AR 技术进行三维扫描，生成对应的 3D 模型，再进行探究，从而实现数学知识与现实世界的无缝链接。

（三）教学效果与反思

本教学设计取得了较好的效果，在教学过程中学生参与度非常高，几乎全程都在主动观察、操作、探究。过去需要教师反复讲解、学生费力想象的相对面相等、12 条棱构成等知识点，在 3D 模型的互动操作下，学生就很容易掌握。根据课后测验结果可知，学生对长方体特征的掌握率为 99%，判断展开图、计算被遮挡棱长等难点问题的正确率比传统班级高出 30% 左右。

从教学反思中可以看出，智慧技术可以使学生获得更多的空间思维过程的感知维度，把抽象的空间思维过程转变成具体的操作感，这才是达到深度学习的条件。学生不是知识的接受者，而是知识的主人。同时，在使用新技术的时候，教

师应该是引导者而不是旁观者。必须及时组织学生暂停、交流、分享,在人机互动中得出的发现提炼成全班的共同认识,不能让学生沉浸在技术操作中而忽略数学思考的根本。

三、《因数与倍数》深度互动教学设计

(一) 概念逻辑关系分析

因数和倍数是相互依存的两个概念,不能单独存在。如果一个数能被另一个数整除,那么这个数就是另一个数的倍数,另一个数就是它的因数。因此定义可知,讨论的范围就是正整数。在此基础上又产生了奇数、偶数、质数、合数等概念。教学的重点就是引导学生认识“互相依赖”、在一定范围内讨论的性质,并能运用这些概念对自然数进行分类、探究,从而形成初步的数论思想。

(二) 利用交互工具探究概念联系

为了让学生更直观地感受到因数与倍数之间的关系,在设计时本设计中制作了一个叫做“数字关系探秘”的交互式软件。该工具包括很多模块,可以支持学生开展探究性学习。

核心模块之一就是数字网格。学生在网格中任意选择一个数字,例如 24,点击“找因数”按钮,24 的所有因数(1、2、3、4、6、8、12、24)就会在网格中被高亮显示出来。相反,如果点击查找倍数按钮,那么所有的 24 的倍数都会闪烁。学生可以移动不同的数字进行对比,很快就能发现:一个数的因数有限,而倍数无限;学生还会发现一些有趣的规律,例如:任何大于 1 的自然数至少有两个因数(1 和它本身),质数只有两个因数。

另一个模块是维恩图分类器。教师提出任务:把 1 至 20 这 20 个数字分几类。学生将数字卡片放入不同的集圈中。如图,一个圈代表偶数,另一个圈代表 9 的因数。学生拖动数字 18 的时候,会发现它可以放进偶数圈也可以放进 9 的因数圈中,于是把数字 18 放在两个圈相交的部分。这样操作后,学生就对数字的多重属性、集合思想有直观认识了。教师可以利用后台数据了解全班学生分类情况,就其中争议之处展开讨论。

(三) 教学策略与实施要点

本节课的教学策略核心就是引导发现而不是直接告知。教师由知识的传授者变为学生探究活动的组织者、启发者。在数字网格上随机选一个数字,观察它和

其他数之间有什么关系。随着中国资本市场国际化进程的加速,企业国际化经营战略成为提升企业竞争力和市场适应能力的重要途径

学生个人使用平板自由探索,教师通过主控端观察学生探究热点图谱,发现大部分学生对一个数的因数感兴趣。这时教师顺势引导大家交流发现,共同给这样的整除关系命名,自然生成因数、倍数的概念。体验数学概念产生过程比机械记忆定义深刻得多。

教学要点就是掌握好放和收的关系。要给学生充足的自主探究时间与空间,鼓励学生大胆猜想,不怕犯错。交互工具的即时反馈功能,会使他们去修正一些错误的认识。在学生个体探究的基础上,教师还要设计出“收”的环节,即全班的交流研讨。通过展示有代表性的学生探究结果,组织学生进行语言表达、逻辑辩论,把零散的、个体的、隐性的发现升华为清晰的、群体的、显性的数学结论。当学生发现7只有1个因数(除1外)的时候,教师应该追问学生还有没有类似的数。由此引出对质数的探究,达到知识的迁移和加深的目的。教学的终点不应该只是教学生使用工具,而应该通过使用工具来学习数学家思考的方法。

第四节 互动效果评估与反思

一、评估维度的构建

(一) 概念理解深度评估

概念理解是数学学习的中心,它的好坏直接体现学生知识内化的好坏。在智慧课堂环境下,评价不能仅仅看学生是否会记忆、复述程序性的知识,更应该从数学概念的逻辑关系、本质属性以及应用情境等角度来考查学生。本研究按照学习结果分类理论,把学生对知识的理解程度分为前结构、单点结构、多点结构、关联结构、拓展抽象五个层次。具体特征和表现,见下表。

SOLO 分类理论理解深度层次表

层次	特征	举例（分数理解）
前结构	完全不理解或只知片面信息。	不知分数为何物。
单点结构	仅能理解概念的某一方面，孤立信息。	知道分数的读写，但不知其意义。
多点结构	理解概念的多个独立方面，但未形成联系。	知道分数的读写和基本运算，但不知与除法关系。
关联结构	能将概念的各方面联系起来，形成整体理解。	理解分数与除法、比、小数之间的联系。
拓展抽象	能将概念迁移到新情境，进行创造性应用。	将分数思想迁移到比例、百分比等问题中。

考核的重点是考查学生能否把孤立的知识点连接成有机的知识网络。从上表可以看出，分数学习的“多点结构”学生能读写、计算分数，关联结构的学生能理解分数与除法、比、小数的关系，拓展抽象层次的学生可以将分数思想迁移到复杂比例、百分比等问题中，创造性地运用。

评价方式应该多样化，可以利用智慧课堂平台的数据记录功能，分析学生解答概念辨析题、变式题、开放性问题时作答路径和结果。通过设计一系列递进式的探究活动，看学生能否利用所学的概念去解释新的数学现象，将复杂的实际问题进行数学建模，从而准确地判断概念掌握的程度，为个性化的指导提供依据。

（二）互动参与度评估

互动参与度是评价智慧课堂教学氛围、学生投入的指标，它包含行为参与、认知参与、情感参与三个方面。仅仅依靠举手、发言次数等行为数据不能完全反映互动的深度，必须还要考虑互动的质量。评估目的在于探究学生在互动中所扮演的角色、所做贡献、所产生的情感体验。

智慧课堂系统中讨论次数、作业提交次数、互动工具使用次数等都可以用数据来量化，从而反映学生参与的程度。认知参与就是对发言质量、小组讨论观点价值、师生对话思维深度的评价。评价的重点是学生是否做了深层次的思考，而不是简单的重复。

情感参与度考核主要看学生是否对学习有兴趣，是否自信，是否感到归属。观察课堂氛围、学生面部表情、肢体语言，结合课后问卷调查、访谈来了解学生的真实互动感受。高参与度的智慧课堂应该是学生愿意表达、敢于质疑、喜欢合作，在知识的碰撞与生成中获得成就感的学习场域。全面参与度评价可以及时发现伪参与和浅层参与。

（三）高阶思维能力发展评估

智慧课堂深度互动目的在于使学生从机械记忆、简单应用走向分析、评价、创造等高阶思维的发展。该维度考察重点在于考查学生在面对非标准、结构不良的复杂问题的时候，其思维品质和能力水平如何，对应的是布鲁姆教育目标分类学中的高阶认知领域。

评价内容有批判性思维，即学生能否对不同的解题思路、他人的观点提出有理有据的质疑和评判，而不能盲从。问题解决能力，考查学生在复杂情况下能否找到关键信息，并将数学知识同实际问题相结合去设计出合理方案。创造性思维主要考查的是学生能否提出新的解法、发现新的数学规律或者从不同的角度去思考同一个问题，体现思维的灵活性、独创性。

因此必须创设真实探究式学习任务和项目式学习活动。以校园绿化面积测量和优化方案为研究对象的小组活动，学生以小组合作的方式完成图形测量、数据分析、预算规划等探究。在此过程中，观察记录、评价学生作品、分析学生协作过程可以真实反映高阶思维能力的发展情况。

二、评估方法与工具

（一）前后测对比分析

前后测对比分析属于教育研究中经常采用的定量评价方式。它是教学实验前后，对实验组和控制组的学生进行相同的知识与能力的测验，比较两组学生在某项指标上增量的差别来判断教学干预是否有效。本研究中此设计尤其重要，考察范围不应该只停留在基本知识点的掌握上。

测试卷的编制要以本研究主要考察维度为重心，即概念理解深度和高阶思维能力。试题类型要多样化，包含能体现学生理解层次的概念辨析题、考察知识迁移应用的情境题、需要综合分析和创造性解决的开放性探究题。试卷的信度和效度要经过专家评审和预测试检验，保证试卷能科学、稳定地测量目标构念。采用配对样本 T 检验等统计分析的方法，可以定量地发现智慧课堂深度互动教学模式对学生数学学习的影响。

（二）课堂观察量表与行为编码

课堂观察是一种到教学现场去获取第一手真实数据的有效方法。为了使观察更加系统、客观，需要用精细课堂观察量表和行为编码系统。此法可以把课堂中

师生、生生互动的动态过程转化为可以分析的数据,找到互动的模式、频率和质量。

本文将创建适合小学数学智慧课堂的互动行为编码量表,分为教师行为、学生活动两类。教师行为编码可以分为提问类型,记忆型、理解型和探究型。反馈方式也有纠正性、启发性以及鼓励性等等。组织形式包含个体学习、小组合作、全班讨论等。学生活动编码又分为个体行为(专注听讲、独立操作、做笔记)和互动行为(回答问题、提出疑问、与同伴交流、合作探究)。

研究者或者经过培训的观察员通过看课堂录像,每隔一段时间就对典型的行为进行编码记录。用统计方法对编码的数据进行分析,可以得到不同教学模式下课互动图谱,从而直观地比较实验组和传统课堂的互动结构、学生参与方式、思维激活程度等各个方面的差别,给探究互动机制提供微观层面的证据。

(三) 学生访谈与问卷调查

学生是学习的主体,学生主观的感受、体验、态度是评价教学效果不可缺少的一部分。访谈、问卷可以弥补观察法、测验法在深入探究学生内心世界方面的不足,通过学生自述了解学生对智慧课堂互动模式的看法、学习过程中遇到的问题与收获、学习兴趣、自信心等非认知因素的变化。

访谈采用半结构化的方式,对学生的智慧课堂互动工具体验、小组合作感受、深度互动环节对思维的启发等进行提问。通过追问,促使学生讲述具体的学习故事、真实感受,从而得到丰富的、生动的质性资料。

使用统一量表对大量的学生进行调查,获得更具有普遍性的数据。问卷内容可包含学习兴趣量表、自我效能感量表、课堂环境感知量表等成熟的量表,也可以根据本研究的特点设计相关的题目。通过问卷数据统计分析可以对学生情感态度、学习动机等做量化分析,与前后测成绩、课堂观察数据关联分析,达到定量与定性数据三角互证的目的,使评估结论更立体、可信。

三、教学反思与改进

(一) 互动设计的有效性分析

教学反思要考察每一个互动环节是否真正达到了预设的教学目标。分析到每次提问、小组讨论以及成果展示。追问的是教师提问是否有足够的认知挑战性,能否引发深度思考,而不是停留在事实的记忆上?小组合作任务分配是否合理,能否使每一位成员都做出实质性的贡献,实现认知参与,避免搭便车的现象?

反思还要考察互动活动与教学内容是否一致。精心设计的互动游戏如果和核心数学概念没有联系，只会带来短暂的热闹，不能帮助学生加深对概念的理解。有效的互动设计应该是认知阶梯，可以很好地帮助学生解决学习中的难点、重点。分析互动产出物（讨论记录、作品、展示文稿等），可以反向推断互动设计的好坏，给后续的设计提供宝贵的经验。

（二）技术应用的适切性反思

智慧课堂离不开技术，但是技术的应用不是越多越好，关键在于适切性。教学反思要审慎地对技术在深度互动中所起的作用做出评价。技术是传递信息的媒介还是学生的伙伴？匿名投票、弹幕等匿名表达方式是否可以创造一个更加安全的表达环境，使不发言的学生参与讨论呢？数据采集与分析的功能能否准确地帮助教师诊断学情，开展个性化指导？

同时也要防止技术所产生的副作用。过于炫酷的技术界面是否会对学生的注意力产生影响，增大学生的认知负担？平板电脑等设备使用会产生新的课堂管理难题吗？反思要根据课堂观察数据、学生访谈来剖析技术在什么时候、什么地方、以何种方式介入能取得最好的效果。教师需要不断寻找技术与教学内容的最佳结合点，不能为了技术而技术，保证技术真正服务于深度学习，而不是作为教学的装饰品。

（三）教学环节的优化建议

根据以上分析和思考，最后需要落实到具体的教学环节优化建议上，形成持续改进闭环。建议要具备针对性、可行性，给后续教学实践指明方向。

1. 课前预习环节的改进，推送的预习资料不应只是知识点微视频，还应该包含启发性问题，使学生带着问题、带着思考进入课堂。依靠平台数据分析预习情况，找到共性问题，使课堂教学起点更加准确。

2. 根据互动效果评价来改变不同的互动形式所占的比例。效果不好的互动环节要分析原因，重新设计。增加更多的需要学生动手操作、合作探究的“做中学”活动，减少单向教师讲解。寻找以问题链带动探究的方式，让思维在层层递进的问题中得到加深。

3. 课后拓展环节延伸，课后作业不能只做简单的巩固练习，可以利用智慧平台布置分层、个性化的拓展任务。鼓励学生用数字工具来完成探究报告或者制作数学微视频，把课堂上深入的互动延伸到课外，培养自主学习、应用创新的能力。

创建起预学、探究、拓展一体化教学流程，让智慧课堂深度互动渗透到学习的各个环节当中。

第五节 教学策略优化建议

一、强化概念引入的趣味性与关联性

（一）故事化、游戏化的情境创设

将抽象的数学概念融入有趣的故事或者具有挑战性的游戏中，是激发小学生学习兴趣的好办法。儿童天生就对叙事、游戏有天然的亲近感。智慧课堂的多媒体技术给它提供无限的可能。教师在讲解平均分这个概念的时候，不仅仅可以用分苹果的例子进行讲解，还可以用互动白板或者平板电脑展示出一个动画故事：一群小动物探险家发现了一箱宝藏，其中有金币，他们需要公平地把金币分配给别人。学生由旁观者变为帮助小动物解决问题的人。可以采用拖拽、分组等交互方式尝试各种分配方案，在试错、探索中体会到每份都一样多的数学思想。

情境创设的好处在于把数学问题嵌入到有情节、有角色、有目标的环境中。学生从对数学符号的恐惧中解脱出来，关注点从数学符号转向故事情节的发展或者游戏胜负，学习动机也从外部压力转变为内部动力。在负数的教学里，可以设计一个海底寻宝游戏，把海平面定为0，往上为正，往下为负。学生按照指令控制潜水艇升降来体验正负数表示相反意义的量。智慧课堂技术的支持下，情境更加生动、逼真，互动性也更强。学生在沉浸式的体验中无意识地初步感知内化数学概念，从而达到知识和情感同频共振的目的。

教师在设计这种情境的时候，一定要保证故事或者游戏的核心逻辑严格符合所教数学概念的本质。情节的趣味性是为启发数学思维服务的，而不是喧宾夺主。游戏设计要以策略思考为主，不能只是单纯的操作速度，保证学生在“玩”的过程中真正地“学”、在“体验”中真正地“思”，避免数学课变成单纯的娱乐活动，使趣味性与教学目标有机统一。

（二）与学生生活经验的紧密链接

数学源于生活，最终也要服务于生活。当数学概念同学生的生活实际紧密结合的时候，就能很好地降低数学的神秘感，提升数学的亲切感和应用价值感。智

智慧课堂给课堂知识和生活世界之间搭建桥梁提供便捷高效的工具。当学生明白数学就在身边,可以解决看得见、摸得着的问题时,他们学习的动力以及参与互动的意愿就会大大提高。

教师可以引导学生用平板电脑等设备去发现、记录生活中的数学。学习对称图形的时候,可以让学生走出教室用手机摄像头拍摄校园里出现的对称建筑、植物叶片、交通标志等,然后即时上传到班级共享平台进行展示讨论。在教学百分数时,教师可以利用网络浏览器展示超市的打折促销海报、银行的存款利率表、体育比赛的投篮命中率统计等真实数据,使学生在真实的背景下认识百分数的意义以及它在各个方面的应用。这样的链接是鲜活的、动态的,比教科书上刻板的例子更有说服力、冲击力。它不仅可以使学生理解数学知识本身,还可以培养学生用数学的眼光观察世界、用数学的思维解决问题的意识和能力,素养的迁移价值是无法估量的。

二、注重概念建构的过程性与体验性

(一) 提供充分的“做数学”机会

“做数学”是认识数学最好的方式。它注重的是动态的过程,包含了操作、实验、猜想、验证、推理、创造等智力活动。智慧课堂应该成为学生做数学的实验室和工作坊。教师角色由知识传授者转变为学生活动的组织者、引导者、合作者,大胆放手,给学生足够的时空进行自主探究。

虚拟教具、仿真实验平台,是智慧课堂给学生创造“做数学”机会的主要载体。传统物理教具数量少、操作不方便,不能展示某些动态变化的过程。以探究圆的面积公式为例,传统的“化曲为直”的分割拼凑法由于手工操作精度的限制,很难让学生清楚地看到分割越来越细、拼成的图形越来越接近长方形的极限思想。在智慧课堂中,学生可以利用交互软件,将一个虚拟的圆无限细分,然后观察它动态地“变”成长方形的过程,此时,圆的面积公式 $S = \pi r^2$ 的推导过程就非常清楚。

做数学的机会也体现在数据处理和分析上。教授统计知识时,教师可以引导学生用网络问卷的形式去调查同学们对于某个话题(最喜欢的课余活动)的意见。之后学生可以利用平板电脑上简单的图表制作软件,对收集到的数据进行自主整理,制作成条形统计图、折线统计图等,并对图表进行解读,发现数据背后的信

息,提出自己的见解。学生从提出问题、收集数据、分析数据到得出结论的全过程参与,经历了一番小小数据分析员的工作,其学习体验和理解程度远远比老师在黑板上画好的图要深刻得多。

提供做数学的机会,核心就是尊重学生的主体地位,相信学生有能力通过自己的探索去发现数学的奥秘。教师应该设计出一些具有启发性、分层性的探究任务,使学生从简单走向复杂、深入地学习。犯错成为重要的学习资源,每一次错误的尝试与修正都使学生对概念的认识更进一步。

(二) 鼓励学生表达与交流思考过程

思维是无形的,但是借助语言、文字、符号、图画等媒介表达出来后就会变得清晰可见。引导学生把思维过程外显,并与同伴、老师交流碰撞,是使学生达到深度理解和发展高阶思维的重要环节。智慧课堂技术手段给学生表达交流提供了丰富多样的形式和途径。

智慧课堂使得个体的思想可以很方便的汇聚成群体智慧,而群体的智慧也能有效地启发个体。具体可以采取如下几种方式:

1. 即时反馈和展示,学生在个人平板上完成解题过程,教师可以一键将不同的学生解题思路(正确、错误、有创意的)匿名投影到大屏幕上。这就给全班即时讨论提供丰富的素材。学生可以诊断别人的错误,欣赏别人的巧妙构思,比较不同的方法优劣,在多元观点的碰撞中加深对问题的认识。

2. 复杂的题目或者探究任务可以用在线协作白板来共同完成。小组成员可以在同一个数字画布上书写、标注、拖动元素,即时看到别人的贡献,一起创建解决方案。此种合作过程一方面可以培养学生间的沟通合作能力,另一方面也能使知识的建构过程变得更为社会化、多元化。

3. 录屏讲解与分享,学生可以利用录屏功能,把解决一个问题的思考过程边操作边讲解,录制成微视频。这不仅可以锻炼学生的逻辑表达能力、概括能力,也可以为学生提供反思自己思维过程的机会。这些微视频可以作为班级重要的学习资源供同学们参考使用。

课堂不再只是教师的独白,而变成了学生交响乐。每一个学生都可以成为思想的表达者、分享者,课堂互动也由浅层的“师问生答”转变为深层次的“生生互启”和“师生共创”。

三、善用技术工具的直观性与交互性

（一）选择最能揭示概念本质的工具

智慧课堂中技术工具种类繁多，但是并不是越新潮、越复杂的就越好。选择工具第一条标准，就是看它能否有效地突破教学难点，能否帮助学生直观地揭示、理解数学概念的本质。教师要具备较高的技术教学整合素养，能找到某个数学知识点与某项技术工具的最佳结合点。

小数的意义教学中，一个能够对线段、图形或者计数器进行十等分、百等分，并且可以将分割过程和小数形式动态关联起来的交互式课件，其价值远远大于一段只展示小数动画的视频。前者让学生通过操作体会分母是 10、100、1000……的分数与小数之间的关系，后者只提供表面的视觉刺激。同样地，讲解长方体的表面积时，用可以一键把三维的长方体模型展开成二维平面图的虚拟现实工具，学生就可以很清楚地看到表面积就是六个面的面积之和，而这样的直观性是传统教学手段无法达到的。

智慧课堂常用数学可视化工具示例

工具类型	功能特点	教学应用示例	核心优势
交互式白板	实时书写、拖拽、批注、多媒体播放	概念讲解、师生互动、即时反馈	增强课堂互动、即时呈现思考过程
几何绘图软件	动态绘制图形、测量、变换、探究几何性质	探究图形关系、验证几何定理、动态展示变换	提升几何直观、培养实验探究精神
虚拟仿真平台	模拟物理/数学现象、提供沉浸式体验	模拟平均分、负数情境、圆的面积推导、立体图形展开	突破时空限制、降低实验成本、增强感性认知
数据分析工具	收集、整理、分析数据、生成图表	统计图表制作、数据趋势分析、问卷调查	培养数据素养、提升解决实际问题能力
在线协作平台	团队共创、实时共享文档/白板	小组项目、问题讨论、共同构建解决方案	促进生生互动、培养合作精神、分享思维过程

从上表可知，不同的工具各有各的优势和适用场合。教师备课时应该把自己当作学习者来思考和体验选定的工具：它真的降低了不必要的认知负荷吗？它的交互设计是否能够引导学生去关注重要的数学关系？它所呈现的视觉表征是否正确无误，不会给学生造成错误的理解？经过这样谨慎的评估之后，技术工具才能真正成为学生认知过程的“脚手架”，而不是华而不实的装饰品。

（二）避免技术应用的炫技化倾向

技术是把双刃剑，如果运用不当，过于强调炫技化反而会阻碍甚至妨碍学生的发展。当课堂的焦点从数学内容转到技术操作本身，当学生被炫酷的声光电效果吸引而忽略了背后的数学原理的时候，技术就成为了学习的障碍。

避免炫技化首先要坚持简约至上。教学工具界面要尽可能简单明了，功能设计要以核心教学目标为主。好的教学软件应该让学生感觉不到它的存在，可以自如地用它来表达数学思想、进行数学探究。学生花大量时间去学习复杂的软件，教学效果与效率都会大打折扣。

要防止技术产生的思维惰性，智能化的工具可以很快给出答案，有的还会给出详细的解题步骤。如果使用不当，学生就会养成依靠工具、不愿独立思考的习惯。教师在使用这些工具的时候，应该更多地引导学生去思考“为什么”和“怎样”，而不能只得到一个“是什么”的答案。使用几何绘图软件验证一个猜想的时候，重点不是看软件验证的结果，而是引导学生思考，拖动点、线之后，这个性质为什么还成立？用到的数学定理有相似三角形定理。

教师要认识到技术只是辅助教学的工具，而不是教学的全部。智慧课堂的核心依然是课堂，即师生之间、生生之间有智慧和情感的交流。再先进的技术也不能代替教师启迪学生、精准点拨、人文关怀。技术的价值在于增强而不是削弱这种互动。因此教学设计要合理安排技术使用和传统教学活动（小组讨论、动手操作、纸笔练习等）的比例，达到人机共融、虚实结合的效果。技术的介入应该是一种“润物细无声”的过程，它在最需要的时候出现，用最高效的方式服务于深度互动的达成，最终指向学生数学核心素养的全面提升。

第六章 智慧课堂环境下小学数学问题解决 深度互动实践

第一节 数学问题解决教学特征

一、问题解决的核心要素

（一）问题的情境性与挑战性

数学问题之所以有生命力，是因为它的数学情境是真实的、有意义的。一个好的问题情境应该贴近学生的生活实际、校园活动或者社会观察，使学生有亲切感和代入感。当数学问题可以和学生已有的经验、认知世界建立起联系的时候，学生解决问题的动机就会从外部的任务驱动变成内在的、主动的求知欲。例如“怎样合理地分配班级零用钱买书”这类具体的问题比抽象的题目更能激起学生的参与热情。情境的创设不单是为数学问题穿上外衣，更是使学生能够真正体会到数学的价值，体会数学在生活中无处不在。

同时问题还要有一定的挑战性，这是促使学生深入思考的前提。按照维果茨基的最近发展区理论，问题的难度要略大于学生当前的认知水平，但经过努力又可以达到的范围内。过于简单的问题不能激起学生探究的欲望，因为学生仅靠已有的知识和技能就能轻易地解决，思维很容易停留在舒适区；过于复杂、困难的问题会让学生产生挫败感，望而却步，从而抑制学生探索的积极性。因此，教师要精心设计问题链，形成一个由浅入深的认知梯子，在学生跳跃一下就能够摘到桃子时，体会得到克服困难、获得新知的成就感，培养出顽强的探索精神。

（二）解题策略的多样性与灵活性

数学问题解决的魅力在于它的解法不是唯一的，即解题策略的多样性。同一个数学问题，不同的认知方式和背景知识的学生会有不同的解题方法，例如画图法、列表法、假设法、倒推法、建模法等。一题多解的现象不仅应该被允许，而且应该被积极鼓励，它体现了学生思维的广阔性，也保护了学生个性化思考的成

果。在教学中展示出不同的解题方法，可以拓宽学生的思维空间，使学生理解不同的解题方法之间内在的联系和区别，从而更好地把握数学知识的本质。

比策略多样性深一层的要求就是解题策略的灵活性。即学生根据问题的具体特点、条件变化，有意识地选择最佳或最合适的办法，并在解决问题的过程中对所选方法进行监督、评价、调整的能力。最初的方案并不一定是最好的，甚至可能会陷入困境。此时学生要具备灵活转换思路的能力，敢于放弃原来的方法，尝试新的方法。灵活性是数学思维成熟的标志，它是指学生不但是各种策略的被动使用者，更是自己解题行为的主动调控者。培养学生的灵活性，可以促进学生批判性思维、元认知能力的发展，为学生日后解决复杂、非结构化的问题打下良好的基础。

（三）思维过程的复杂性与创造性

问题解决的最终目的不在于得到一个正确的答案，而是在于促进学生思维的发展，尤其是高阶思维能力的发展。数学问题解决过程本身就属于一种复杂的认知活动，包含分析、比较、综合、抽象、概括、推理、判断等诸多思维成分。学生要从大量的信息当中找出重要的部分，分析数量之间的关系，建立数学模型，并且进行有条理的推理。这本身就是一个对思维能力的综合训练。

更深层次的追求就是把问题解决的过程当作孕育创造性思维的温床。创造性在以下几个方面体现出来：能发现提出有价值的数学问题；在解决问题的过程中能突破常规找到新颖独特的方法；把一种方法推广到更广泛的场合；或者对已有的问题做变式、拓展使之具有新的意义。教师应该创设开放性情境，让学生敢于猜想、质疑，给学生提供成长的土壤。培养创造性思维，意味着教学不能仅仅满足于让学生掌握固定的解题套路，而应该引导学生去探索数学知识的边界，体验发现与创造的乐趣，使学生成为知识的真正主人。

二、小学数学问题解决的认知过程

（一）理解问题与表征问题

这是问题解决的第一步，也是决定后面所有步骤能否顺利进行的基础。理解问题就是学生仔细阅读题目，找出题目中已知的条件、未知的目标以及二者之间的显性或者隐性的关系。对于小学生来说，由于他们的语言理解能力、生活经验上的欠缺，准确把握题目的意思就是一个难事。教师应该引导学生放慢速度，用

圈点关键词、复述题意、提出疑问等方法，保证对问题有清楚准确的把握。

在理解的基础上，学生还要对问题进行内部的心理表征或者外部的具象化表征。内部表征是指头脑中形成的问题的心理图像或者模型，外部表征则是将问题信息转化为图表、线段图、实物操作或者数学符号等可见形式。不同的表征方式会对解题思路的形成造成不同的影响。在解决复杂的行程问题时，画线段图可以使数量关系一目了然。智慧课堂中的技术工具，动态几何软件、数据可视化应用等给学生提供了更加丰富、强大的表征手段，可以把抽象的数学关系直观化、动态化，有效地减少认知负荷，帮助学生对问题结构有更深刻的认识。

（二）寻求策略与执行计划

当问题被清晰地表征出来之后，认知活动的重心就转向寻找解决办法。本阶段为探索、实验时期。学生会调动自己知识库中所有可能相关的概念、公式、方法进行联想、匹配。在过程中，他们有可能会：

1. 回想以前做过的类似题目，当时是如何解决的。这种经验的类比就是寻求策略的一种方式。

2. 对一些复杂的、一般性的题目，可以从最简单、最特殊的例子入手，找出规律，然后再逐步扩展到一般情况。

3. 启发式思考：运用画图、列表、模拟操作等通用启发式方法，以理清思路，找到突破口。

找到一个或几个解题途径之后，学生就应当制定出一个清晰的执行计划，清楚地写出每一步的具体做法。执行计划的过程就是对逻辑思维、运算能力的直接检验。学生要根据规定步骤认真地进行计算、推理或者操作。这时自我监控就显得十分重要，学生要不断检查自己的操作是否正确，推理是否严密，是否偏离了目标。

（三）回顾反思与迁移应用

完成解答、得出结果，并不意味着问题解决过程的结束。波利亚非常重视的回顾反思，是实现深度学习、使知识升华的重要环节。回顾反思至少应该包含以下几方面，第一是对结果的合理性进行检验，可以采用估算、逆运算或代入原题的方法来判断答案是否正确。是检查解题过程的逻辑性、简洁性，思考是否有更好的、更巧妙的解答方法。此过程有利于学生比较各种策略的好坏，提高选择策略的灵活性。

更深一层的反思就是引导学生对问题以及解决方法进行抽象和概括,从中提炼出其中包含的数学思想和方法,如转化思想、数形结合思想、模型化思想等。尝试把学到的知识迁移到相似的问题上,达到举一反三的目的。该环节把一次具体的解决过程升华为一种可以复制、推广的能力,真正实现学生数学素养的提高。智慧课堂依靠对学生解题轨迹、错题大数据分析等,给精准的回顾反思赋予了数据支撑,促使学生察觉自身思维的亮点和盲点。

三、传统问题解决教学的局限

(一) 问题情境的虚假与固化

传统的教学过程中,很多被称之为“应用题”的背景并没有脱离学生的生活。以经典的“水池一边进水一边放水”的问题为例,这样的“为编题而编题”的情境,缺乏真实性和现实意义,学生很难产生真正的认知需求和情感共鸣。问题情境的创设变成了简单的“贴标签”,其目的只在于考查某一个特定的知识点,而不是引导学生去解决现实世界中的问题。虚假的情境既不能激发学生学习的兴趣,又 would 让学生觉得数学枯燥无用、脱离实际,从而扼杀学生用数学的眼光观察世界的好奇心。

问题情境的呈现方式也趋于固定,大部分以纯文字的形式出现,缺少多样性、趣味性。学生所面对的是经过成人高度提炼和加工的文本信息,而不是原生的、复杂的现实场景。固化的情境剥夺了学生从现实世界中获取信息、筛选信息、处理信息的机会,他们所做的只是根据几个关键词机械地对号入座,这与现实世界解决问题复杂的过程相去甚远。

(二) 解题模式的机械套用

传统教学过于看重解题的“标准答案”和“唯一范式”,造成学生在解决问题的时候,习惯于机械地套用固定的题型和公式。教师在教学中一般将问题归类,总结出各种题型的解题模板或者“万能公式”,然后要求学生强化记忆、反复练习。学生的学习目标成了快速识别题型,准确无误地套用相应的解题步骤。虽然这种方式短期内可以提高学生考试分数,但是对学生的思维发展造成了长期的伤害。

在这种模式下,学生成了解题流水线上的操作工,只知道公式、方法的运用,不知道公式、方法背后数学原理。思维僵化,缺乏弹性,面对稍微改变一下的题目或出题情景稍有变化就会无从下手。重结论、轻过程,重模仿、轻探索的教学

方式，把问题解决变成低水平的记忆和模仿活动，完全违背了培养学生的分析能力、逻辑推理能力、创新精神的目的。

（三）思维过程的黑箱化

传统问题解决教学的课堂中，教师的注意力往往集中在学生最后得出的答案是否正确上，而学生在得出答案之前所经历的整个思维过程，就像一个被封闭起来的黑箱一样。老师一般只讲授正确的解题步骤，很少去问学生：“你是怎样想出这个方法的？为什么会犯下这样的错误呢？学生的思考路径、认知障碍以及产生的独特想法等没有得到及时的关注、诊断和引导。

由于忽略了思维过程，教学互动一般都停留在浅层次上。教师不能真正了解每个学生的认知困惑，也就不能给学生提供个性化的指导。学生出现的错误被简单地归类为“错误”，而学生思维中出现的误区或者概念上的偏差，没有被深入地挖掘出来，并加以纠正。学生那些虽然不成熟但是富有创造性的想法，由于缺乏鼓励和引导，只能“自生自灭”。因此，教学就错过了培养学生思维深度发展、实现个体化学习的最佳时机，使问题解决教学的育人价值大打折扣。

第二节 智慧环境下的探究式互动

一、问题情境的创设与互动

（一）利用视频、动画创设真实情境

传统的教材中问题情境多用静态的文字、图片来表达，与小学生的生活实际有一定的距离，很难引起共鸣。智慧课堂能够把精心设计的视频短片或者动画，把数学问题融入学生熟悉的生活场景或者有趣的故事当中。教师在教授人民币的认识时，可以播放一段超市购物的动画，视频中会有商品标价、挑选商品、付款、找零等全过程。学生在观看的时候就会产生这些物品分别多少钱的思考。付了二十元应该找回多少等数学问题。创设的情境使数学知识更贴近生活，也使数学更加生动、实用。

视频、动画的优点就是动态性、直观性。对动态变化或者空间关系密切的数学概念，如角的形成、圆的面积公式推导等，使用动画演示可以将抽象的形成过程或者推导逻辑一步步地展示出来，使学生形成清晰的表象，降低认知负担。学

生并非被动的接受,在观察、模仿、思考中是主动地建构起知识的。教师可以在视频的关键处暂停下来,让学生预测接下来会怎么样、结果又会是什么样的,从而使得师生之间、生生之间的讨论更加具有情境性,使得课堂充满探究的活力。

基于现实情境的互动,一方面可以提高学生解决问题的兴趣,另一方面也可以培养学生发现生活中数学问题、运用数学知识解决实际问题的意识和能力。学生体会到数学的价值和魅力之后,就会使他们的学习内驱力得到充分的激发,从而实现从“要我学”到“我要学”的根本转变。技术在这里起到的作用是将现实世界和数学课堂联系起来,在有意义的情境中使深度互动自然发生。

（二）通过虚拟现实沉浸式体验

虚拟现实技术的发展给问题情境的创建带去革命性的改变。为学生创建三维、可交互、高沉浸感的学习环境,使学生能够“走进”数学世界,获得在现实生活中难以实现或者成本高昂的体验。这样身临其境的感觉能够调动学生的各种感官参与学习,从而引起更深层次的认知和情感互动。

在学习长方体、正方体认识时,学生可以戴上VR设备进入几何体的内部,亲手触摸它的面,数清它的顶点,沿着它的棱线行走。第一人称的探索视角比任何一张图片或者一个模型都直观深刻得多。学生可以从不同的角度去观察、旋转、拆解几何体,在主动探究的过程中自主发现长方体的特征。老师可以设置任务,例如找最长的棱、从内部走到指定顶点等,把知识学习变成探索游戏,学生的参与度、注意力都会提高。在学生进行位置和学习方向时,可以在虚拟的城市里按照指令找到目的地,体验方位词和路线图,体验式学习的效果远比书本知识的讲解要强。

（三）鼓励学生提出自己的数学问题

探究式互动的更高层次,就是让学生从知识的消费者变成知识的创造者,即从解答问题走向提出问题。智慧课堂环境给学生提出问题赋予了便利的平台和激励。教师创设开放情境之后,可以利用互动平台或者课堂讨论区,让学生从情境出发,用不同的角度提出数学问题。

教师出示一张带有各种商品信息的超市海报,不再直接给出固定的问题,而是让学生以小组的形式,在平板电脑的共享文档中写下自己想到的所有数学问题。这些问题可以很直观地用加减法解决。“带50元最多能买多少种不重复的零食?”学生提出的问题是即时出现在交互白板上,全班同学都可以看到他人的思考。这

属于一种深层次的互动,它既对学生的信息提取能力以及数学建模能力进行训练,又形成了一种班级内部相互启发、思维碰撞的探究氛围。教师可以对学生的提问进行整理、评价、筛选,从中选出有研究价值的问题作为本节课的主要探究内容,使学生真正成为学习的主人。这样的教学模式保护并激发学生的好奇心,求知欲,促进学生的批判性思维、创新精神。

二、解题方案的协作探究互动

(一) 分组讨论,共享解题思路

智慧课堂的分组讨论不是简单的面对面口头交流。使用平板电脑、在线协作软件等工具可以使得小组讨论可以采用多种方式、并且可以记录下整个小组的交流活动。学生可以在同一个数字画布或者文档上用文字、符号、语音、图画等形式表达自己的想法。对于不善于口头表达的学生来说,用书写或画图的方式更友好,可以清晰地展示出每个人的思路,使每个人的想法都得到尊重。

技术平台可以完整保留每一个小组讨论的过程,即谁提出了重要的想法,思路怎样改变,讨论中出现分歧的地方等等。这些数据给教师提供教学启示。教师可以在任何时间去各个小组的线上讨论区巡课,发现共同问题和个别小组的困难,及时给与指导。讨论结束之后,小组的结果可以投屏到交互白板上进行全班分享。数字化协作方式可以提高讨论效率,也可以使协作过程透明化、可追溯,有利于培养学生团队合作、沟通表达等能力,使协作探究互动落到实处。

(二) 利用交互白板展示不同解法

交互式电子白板属于智慧课堂里的中心。当各个小组的初步解题方案形成之后,教师可以请代表通过拍照上传、投屏或者直接在白板上书写的方式展示解法。交互白板多点触控、同屏显示功能,可以把多种不同的解法同时展现在全班学生面前,产生强烈的视觉对比,给深度比较、辨析创造了条件。

学生在展示时可以清楚地看到解决同一个问题的不同途径。对一道应用题,有的学生用算术的方法,有的学生用方程的思想,也有的学生用画图的方法。教师可以引导学生对这些解法进行评价、讨论,你喜欢哪种方法?为什么?这些方法之间存在什么联系吗?“哪种方法更具普适性?”学生可以在交互白板上对不同的解法进行圈点、批注和补充,思维的火花在公开交流、碰撞中被点燃。这样的可视化对比分析有利于学生认识算法的多样性以及优化思想,打破思维定式,

形成更灵活、完备的数学知识网络。展示、解释本小组的解法可以极大地提高学生的自信心和成就感。

（三）人机对话，引导解题方向

当学生自主探究遇到困难的时候，智慧课堂就会采取人机对话的方式，给予个性化的“脚手架”。可以是一个智能化的数学学习系统，也可以是教师事先设计好的交互式课件。学生在解题过程中出现“卡壳”的时候，可以向系统求救。系统不会直接给出答案，而是会用启发式问题或者分步提示来引导学生思考。

学生在解决复杂的行程问题时感到困惑的时候，可以点击系统中的提示按钮。系统提问解决该问题需要的关键信息，学生回答正确后，再引导学生观察题目，找到题目中给出的信息。如果学生仍然不能找到，系统可以高亮显示题目中的关键语句，也可以给出一个简化了的类似问题让学生先尝试。模仿优秀的教师个别辅导的方式，用苏格拉底式的对话作为形式，在保证学生认知节奏的前提下，保护学生自尊心的情况下帮助学生突破思维瓶颈。互动方式实现了大规模教学背景下个性化指导，使每一个学生都在自己的最近发展区内获得有效的帮助，促使探究不断深入。

三、解题过程的可视化互动

（一）利用思维导图梳理逻辑关系

对于结构复杂、牵涉多个知识点的综合性问题，学生很难理清思路。思维导图属于一种强有力的思维工具，在智慧课堂当中被广泛应用。学生可以用平板或电脑上的思维导图软件，把问题的已知条件、待求问题、中间步骤、所涉及的数学概念、公式等用可视化的形式组织起来。

学生在绘制思维导图的时候，要主动对问题结构加以分析，找出关键信息以及它们之间的联系。中心主题是待解决的问题，主干分支可以是不同的解题步骤或者分析角度，子分支就是具体的计算或者推理。这本身就是一个深入思考，整理逻辑的过程。小组内学生可以合作制作思维导图，一起形成对问题的认识。完成的思维导图不但是解题的路线图，更是清晰的思维地图。展示、讲解思维导图可以清楚地表达出自己的思路，也可以使同学更好地理解、评价。这就把繁杂的线性解题过程变成结构化的知识网络，很好地锻炼了学生系统思维、逻辑分析能力。

（二）通过屏幕录制展示思考轨迹

为了更好的掌握学生思维的过程，智慧课堂加入了屏幕录制、微课制作技术。教师可以布置任务，让学生在解决有难度的问题时开启屏幕录屏功能，录下自己的解说声音，解释每一步操作的原因，从而形成一段解题微课。

下面列出了屏幕录制在教学中的优势：

屏幕录制优势

暴露真实思维	录屏会记录下学生所有的尝试、错误、修正、顿悟的瞬间，与最终呈现的完美解题步骤不同，这是学生最真实的思考路径，是宝贵的教学资源。
促进同伴互评	学生们可以互相观看彼此的解题微课，学习不同的解题方法，并从别人的错误中吸取教训。这种同伴互评的互动方式比单纯的对错判断要深入得多。
助力自我反思	学生观看自己录制的视频如同照镜子，能够客观审视自己的思维过程，找出哪一步“卡壳”、为何出错，从而达到自我反思的目的。对思考过程的思考，即元认知能力，是学生学习能力的核心，也是深度学习的重要标志。

从屏幕录制的优势中可以看出，屏幕录制不仅能让教师了解学生的思维过程，还能促使学生相互学习、提高自己。

（三）利用画图工具辅助解题

数形结合是数学教学中的一种思想方法。智慧课堂中的画图工具、动态几何软件、在线画板等给学生使用数形结合思想解决问题提供了强大的支持。这些工具比纸笔作图更准确、更动态、更易修改，可以大大增强学生视觉化思维和探索能力。

学生在解决分数应用题的时候，可以用画图工具画出表示单位“1”的线段或图形，再根据题目要求进行分割、涂色，把抽象的分数关系形象地展示出来。学生在学习几何图形性质的时候，可以利用动态几何软件拖动点、线，观察图形在动态变化过程中保持不变的性质，从而自己发现几何定理。通过拖动三角形的顶点，学生可以清楚地看到三角形无论怎样变形，其内角和始终为 180 度。体验式“做数学”的方式，是在操作、观察中形成直观感知，再经由讨论归纳得到理性认识。图形工具为学生思维提供外部帮助，把复杂的数量关系、空间形式转化为直观可感的图像，降低难度，激发学生解题的信心、互动的欲望。

第三节 合作解决问题案例研究

一、《鸡兔同笼》问题的合作探究

（一）课前预习数据暴露思维定势

传统的教学中，教师不能准确地把握每个学生课前真实认知水平。智慧课堂用课前布置预习任务的方式彻底改变了这种状况。教师利用教学平台推送以“鸡兔同笼”问题基本情境为内容的微视频以及几道相关的测试题。题目设计巧妙，目的在于考查学生遇到此类问题时第一反应的解法。平台会自动对每一个学生答题情况进行收集分析，并用图形化的方式呈现给老师。

数据显示超过 70% 的学生喜欢用逐个尝试的列表法，尽管它直观，但是在数据量大的情况下效率较低，而且容易出错。大部分学生都用画图法来解决问题，但是绘制的图形大多不够清晰、有条理。更严重的是，从数据上看，学生普遍存在着思维定势，习惯用自己最熟悉但不一定是最有效的方法去解决问题，缺少主动探索多种解题途径的意识。精确的学情报告给教师指明了设计课堂互动环节的方向。教学的起点不再是教师事先预设好的，而是学生真正的认知困惑点。

（二）课中分组讨论，列表法、假设法、方程法多元呈现

课堂教学一开始，教师把预习数据中出现的典型错误、普遍的解法匿名地投影到大屏幕上，引起全班的认知冲突，即“为什么这么多同学都用列表法”？这是最好的方法吗？有更优的方法吗？这个问题就像投入平静湖面的石子一样，立刻激起了学生探究的欲望。然后学生被随机分成不同的组，每组平板电脑上都会收到关于合作探究《鸡兔同笼》问题不同解法的引导材料。

智慧课堂在小组合作中发挥出了它的技术优势。学生们在共享的电子白板上一起书写、作图时，能立刻表现出自己的思维。小组内有人优化列表法，使之规范、清晰，有的同学受到同伴的启发，尝试用假设法解题，全部是鸡或者全部是兔时，腿数差异的含义，更有学有余力的同学，在老师的鼓励下，开始尝试用方程建立数学模型。不同层次的思维在小组中互相碰撞、互相激发。教师巡视平台内各个小组的讨论情况，对有困难的小组进行个别指导，保证每一个小组至少找到一种解法，有的小组可以找到多种解法。这既体现了解题方法的多样性，又是数学思维互相影响、共同发展的一种体现。

（三）利用投票工具评选最优解法，并阐述理由

当各小组把探究成果，即详细的表格、清晰的假设逻辑图或者一目了然的方程组通过平板电脑上传之后，课堂就进入了成果分享和评价环节。各个小组的方法都被摆放在大屏幕上，形成了五颜六色的方法博览会。这时教师并没有立即评判好坏，而是启动了智慧课堂的匿名投票功能，让每一位学生都成为评价者，为心中认为最好的解法投票。

投票结果会即时生成柱状图，清楚地显示出假设法和方程法得到较高的支持率。这不但是简单的选择，更是激发学生深度思考的契机。教师随即追问，为什么你们认为假设法更好？它‘优’在哪里？”“支持方程法的同学你们的理由是什么？”学生们积极发言，表达自己的看法

1. 假设法思路巧妙，用逻辑推理把复杂问题简化，计算量小，体现了数学的化繁为简思想。

2. 方程法更具普适性，逻辑严谨，是解决此类问题的通用模型，有助于衔接初中阶段的学习。

经过这样的论述与辩论，学生对于不同的解法不再只是满足于会做的层面，而是从数学思想、适用性、效率等各方面进行比较分析，从而达到深层次的知识建构。

二、《租车方案》优化问题的项目式学习

（一）发布项目任务，明确评价标准

课程从贴近学生生活的情景入手，“学校秋游四年级有 218 名师生，可以选择两种车型大巴车限乘 45 人租金 900 元/辆，中巴车限乘 25 人租金 600 元/辆”请各项目小组设计出最省钱的一种租车方案。教师通过智慧平台给各个小组下发详细的完整的项目任务书。任务书不但给出了问题背景和核心任务，更主要的是它指明了项目的评价标准。

评价标准是项目式学习的“指挥棒”，它决定学生探究的方向。本次项目的评价标准有四个方面，方案正确性（所有师生都有座位），经济性（总租金最低的方案），过程协作性（小组成员分工与合作情况记录），成果汇报清晰性（用清晰的图表和语言展示方案及决策过程）。明确的、多样的评价标准，让学生从一开始就知道，任务不仅仅是得出一个数字，更是科学探究和合作的过程，最终

要能有条理地展示出自己的思考成果。

（二）小组分工，利用在线表格收集数据、建立模型

任务一发布之后，各小组就立刻陷入激烈的讨论当中。首先要解决的问题就是找出所有的租车组合。借助智慧课堂在线协作表格，小组成员就能不受时空限制地一起处理分析数据。组内分工明确，有确定大巴车数量范围、计算中巴车数量、核算总租金、核对数据的。

所有的成员都在同一个在线表格中同时工作，彼此的工作进度一目了然。表格成了他们建立数学模型的主要工具。学生以大巴车数量为变量，由 0 辆逐步增加计算需要的中巴车数量、总座位数（判断是否超载）、总租金。数据在表格中一一列出，各种方案一目了然。学生不但是计算能力的锻炼，而且在实践中体会到了变量、函数等最初步的数学思想。在线协作工具不但是提高数据处理效率的工具，它的操作记录功能也可以给评价学生协作过程提供客观依据。

（三）成果汇报与答辩，师生共同评价

经过充分的数据分析以及内部的讨论之后，每个小组都得出自己认为的最优方案，并制作了相应的汇报演示文稿。汇报时各小组代表上台，投屏展示在线表格数据、决策过程分析图和最终结论。有的小组用折线图来表现大巴车数量变化时租金的变化情况，有的小组用流程图来整理出他们的思考过程。

汇报结束之后就进入了更加重要的答辩环节。其他小组的同学和老师可以对报告的内容提出质疑，例如大巴车满载、中巴车空闲座位过多的情况是否考虑过。这算不又是一种浪费呢？大巴车数量为什么在表格里只计算到 4 辆就停止了？这些问题的提出使汇报小组必须再次对本小组的方案加以考察，进行更为深层次的论证和思考。最后师生共同按照项目开始时发布的评价标准，用在线评分系统对各个小组进行评分。开放、互动的评价方式既可以检验学习成果，又可以培养学生批判性思维和语言表达能力。

三、《设计校园花坛》的综合实践活动

（一）实地测量与数据采集

活动的第一步就是走出教室，投入真实。教师带领学生来到学校一块待规划的空地，任务是小组合作设计这块空地的一处美丽的花坛。学生们人手一台平板电脑，打开预装的测量或者笔记应用。他们要解决的第一个数学问题是：怎样准

确地获得这块不规则场地的尺寸、形状信息。

学生在小组里讨论并且尝试了各种测量方法。有的小组使用分割法，把不规则场地看成几个规则图形（长方形、三角形等）的组合，分别测量各个部分的边长；有的小组使用网格法，在场上用绳子拉出参照网格，记录关键点的坐标。学生可以在平板电脑的共享文档上记录数据、画草图、上传现场照片，团队成员随时可以查看、补充。把信息技术同实地操作联系起来的方式，既提升了数据采集的速度和精确度，又促使学生动手操作中加深了对长度、面积、周长等几何概念的理解。

（二）利用几何软件进行方案设计与预算

数据采集完毕后，同学们回到教室开始方案设计。智慧课堂的核心优势在这里就体现出来。学生不再只是用纸笔画简单的草图了，而是通过平板电脑上的一些动态几何软件（GeoGebra 等）或者专业的绘图软件来精准地绘制出设计图。他们可以将实地测量得到的场地数据导入到软件中，得到 1:100 的电子平面图。在此基础上学生可以按照自己的构思对图形进行拖拽、放大、缩小、旋转，可以自己设计出圆形、星形、组合图形等各种花坛形状。

软件自动计算功能使学生探究效率、深度都有了很大的提高。每当设计出一个方案时，软件就会马上算出花坛的周长和面积。学生可以利用软件给出的数据，结合老师给出的不同的花卉种植密度、单价信息，快速完成项目的预算。计算一个圆形花坛需要多少盆矮牵牛，只要用花坛面积除以单盆花卉的占地面积就可以了。设计、计算、预算的即时反馈循环，让学生可以很快地进行比较并优化方案，从而体验数学在工程设计和成本控制上起着的作

（三）方案展示与互评

所有小组设计完成以后，一场别开生面的校园设计师方案发布会在线上线下同时进行。各小组把自己的方案（设计图、效果图、数据分析报告、预算表等）上传到班级共享平台上，形成数字化作品展。每个小组有五分钟的时间进行现场讲解，阐述本组方案的设计理念、数学依据、美学考虑。

展示结束之后开展互评。学生通过扫描二维码进入在线评价表，从设计创意、数学应用、预算合理性、美观度等各方面对其他小组作品进行评分并写评语、提建议。教师可以实时查看后台汇总的评价数据和文本内容。根据数据的互评方式，克服了传统评价中可能存在的主观随意性，使学生必须认真审视他人的作品，用

批判的眼光去发现优点和不足。最终得分最高的方案将有机会被学校采纳并付诸实践,而这种“学习成果被认可”所带来的巨大成就感,将会极大地提高学生参加数学实践活动的热情。

第四节 解决问题能力培养

一、逻辑推理能力的培养

(一) 通过编程游戏训练算法思维

算法思维就是逻辑推理在计算机科学领域的具体表现,它的本质是把复杂的问题分解成有限、清晰的步骤,并对其进行精确的描述。在小学数学教学中加入图形化编程游戏,比如 Scratch、Code.org 等,是提高学生算法思维的一种有效方法。这些平台把编程指令变成了形象化的积木模块,学生不需要去记住复杂的代码语法,只需要拖拽组合模块就可以控制角色来完成某项任务。教师在教授位置与方向时可以设计迷宫寻宝游戏,学生用程序控制角色向前、向左、向右转动,找到一条最快的出迷宫的路线。

这正好符合算法思维的要求。学生首先要对迷宫的结构进行分析(问题分析),然后设计出有序、可执行的步骤(算法设计),当程序运行失败时,通过单步调试来检查并修正自己的指令序列(调试与优化)。这样的“在玩中学”过程一方面极大地调动了学生的学习积极性,另一方面又使学生在具体的情境中直观地掌握了序列、循环、条件判断等重要的逻辑概念,把解决问题的步骤化、程序化思想内化为自己的思维习惯,为以后更复杂的数学学习与问题解决打下良好的逻辑基础。

(二) 利用几何推理软件培养演绎能力

演绎推理是从一般性前提推出特殊性结论的思维过程,是几何学习的核心。传统的几何教学大多依靠静态的板书、教具,学生很难看到图形变化的过程,更不易发现其中不变的规律。GeoGebra 等动态几何软件可以给学生演绎能力的培养提供强有力的技术支持。教师可以在智慧课堂上用几何软件随意绘制、移动各种几何图形。当学生探究三角形内角和的时候,可以随意拉动三角形的三个顶点,改变三角形的形状和大小。

屏幕上显示的数据可以清楚地看出,无论三角形怎么变化,它的三个内角的度数和总是接近 180 度。由此学生就会产生由特殊到一般的观察、归纳的过程,激起探求背后原因的愿望。然后老师可以引导学生使用软件的辅助线、测量、平移、旋转等功能,拼接出一个平角来直观地证明三角形内角和为 180 度这个结论。

完全模拟了一个完整的数学探究过程,即猜想、验证、推理。学生不是接受定理的容器,而是发现者、验证者,可以体验在知识的产生过程中所经历的全过程。通过主动操作、观察得到丰富的感性经验,在此基础上进行逻辑推演,把直观感知和严谨推理结合起来,极大提高从具体现象中提炼共性、进行逻辑证明的演绎能力。

（三）在问题辨析中提升批判性思维

批判性思维就是指不盲从、不迷信,对信息、观点、结论等进行审慎的评价、质疑、反思的能力。智慧课堂的互动性、匿名性给学生批判性思维的培养提供了一个理想的土壤。教师可以利用互动答题系统、讨论区之类的工具设计出辨析性的思考问题,以促使学生进行深层次的思考和论证。这些问题可以是有意设置的常见错误解题过程,也可以是结论不清、条件不足的开放性问题。

1. 教师在屏幕上展示一个典型的错误实例,在比较分数大小时,误认为分子、分母都大的分数一定更大。教师可再组织学生匿名投票,看该解法是否正确。

2. 学生做出判断后,系统可以马上显示全班学生的观点分布,暴露出思维的矛盾之处。教师引导学生分小组讨论,支持和反对的学生都要陈述自己的理由,用反例或者画图来证明自己的观点。学生在思维碰撞的过程中要认真分析自己和他人的思考过程,找到逻辑上的漏洞,学会用证据和推理来为自己观点辩护,从而提高思维的严谨性、深刻性。

二、创新思维能力的培养

（一）鼓励一题多解,发散思维

发散思维属于创新思维的重要组成,在解决问题的时候不能只用一种思路、一种方法。传统的课堂受时间和空间的限制,教师很难展示并点评每个学生不同的解题方法。智慧课堂中照片上传、屏幕共享等功能就很好地解决了上述问题。学生完成了一道题目以后,教师可以引导学生用不同的方法解答,然后利用平板电脑将解题过程拍摄下来上传。

教师端可以一键收集所有学生的解题过程，从中挑选出一些具有代表性解法匿名投射到大屏幕上展示。计算 25×44 时，有的学生用常规的竖式计算；有的学生用乘法分配律将其拆解为 $25 \times (40+4)$ ；有的学生用乘法结合律，将 25×44 转换为 $25 \times 4 \times 11$ ，从而得到简便的口算方法。

多元解法并列地展现在学生眼前的时候，所造成的视觉冲击和思维冲击是巨大的。学生可以直观地比较出不同的方法的优劣，学习别人巧妙的思路，认识到解决问题的方法并不是只有一条。可视化的思维碰撞极大地拓宽了学生解题思路，激发了学生探索更多可能的欲望，很好地训练了学生思维的流畅性、变通性、独特性。

（二）设计开放性问题，激发想象

与只有唯一标准答案的封闭性问题不同，开放性问题一般具有条件不完备、结论不确定的特点，给学生留出广阔的想象和创造空间。智慧课堂的多媒体展示、合作功能让设计并实施这种问题更有效、有趣。教师设置一项项目学习任务，就是以设计出面积为 100 平方米的梦想花园为任务要求，来计算栅栏长度。花园形状不固定，但要兼顾美观和实用。”

这个问题没有固定答案，栅栏的长度由学生设计的花园形状决定。学生可以设计成周长最小的圆形，也可以设计成便于分割区域的长方形，还可以设计成有创意的多边形或者组合图形。智慧教室里学生可以使用绘图软件自己设计花园的平面图，再通过计算得出相应的周长。他们可以在小组讨论区展示自己的设计方案，借鉴别人的创意，也可以合作完成一个更复杂、更完善的方案。既加深了面积、周长等数学知识的学习，又调动了学生想象、设计、审美等各方面的能力，使学生在创造性活动中体会到数学之美。

（三）利用创客工具实现创意物化

创客教育重视动手实践，物化创意。创客工具用在数学课堂上，是培养学生创新思维和实践能力的一种方法。智慧课堂可以无缝对接学校的创客空间，使学生把数学设计转化为真实的物体。在学习了长方体、正方体的表面积之后，教师可以布置一个设计创意包装盒的任务。

学生首先要根据待包装物品的大小，在三维建模软件上设计出包装盒的数字模型。在这个过程中学生要准确计算出每个面的尺寸，还要考虑卡扣或者连接处的设计方式来保证盒子能够顺利组装。学生设计完成后可以将数字模型上交给

3D 打印机或者激光切割机等设备进行实体打印,从而看到自己的创意从虚幻的图片转变成可以触摸、使用的实物。这一由抽象的设计到具体的物化的过程,使学生真正体会到了数学知识解决实际问题的强大能力,它所带来的成就感以及驱动力是任何书本习题所不能比的,从而极大地激发了学生用数学进行创造的热情。

三、模型思想的培养

(一) 引导学生从实际问题中抽象出数学模型

模型思想的出发点就是把复杂的现实情境简化、抽象。智慧课堂用视频、动画、交互式情境等多种形式将生活中的现实问题生动地展示给学生,引导学生从中找到重要的数学信息。教师给出共享单车计费的实际场景:起步价是多少?多少分钟后开始额外收费,每分钟的价格是多少?

学生首先要了解计费规则,从规则里识别出骑行时间等变量和起步价、单价等常量。在老师的指导下,学生可以利用语言描述、列表等方式来表达出这种关系,最终用分段函数或者关系式准确地表示出骑行时间和费用之间的关系。从具体的生活中提炼出抽象的数学表达式,就是数学建模的第一步,即问题抽象。智慧课堂的互动工具可以辅助学生逐渐理解变量间的关系,把实际问题转化成可以利用数学方法分析解决的模型,从而认识到数学就是用来对现实世界做简洁而深刻的表述的。

(二) 利用信息技术验证和修正模型

数学模型建立以后,关键环节就是检验它能否真实地反映和预测现实。信息技术给学生提供很大的便利。学生可以使用电子表格软件或者在线图形计算器来检验、分析自己建立的模型。

1. 学生可以将不同的骑行时间当自变量代入自己的函数模型里,得到相应的费用,再把共享单车软件算出来的实际费用与之比较来验证模型的准确性。

2. 使用图形计算器可以绘制出费用随时间变化的函数图象,从图象中可以直观地看出某段时间内费用上升的情况。

3. 如果验证时发现模型的预测结果和实际不符(例如,忽略了节假日优惠等特殊情况),则需返回到最初所分析的现实场景中,重新思考问题,找到被忽略的因素,然后修改完善模型。建立一验证—修正这样的循环过程让学生认识数学模型不是一成不变的公式,而是不断接近现实动态的优化过程。

（三）体会数学模型的应用价值

培养模型思想的最终目的就是让学生能利用模型来理解世界、解决问题、作出决策。智慧课堂可以选用生活中的实例来说明数学模型的应用价值，使学生直观感受。教师可以展示城市交通规划部门用网络模型优化公交线路、减少乘客等待时间；也可以展示环境保护专家用增长模型预测物种数量变化、制定相应保护措施。

学生经由这些宏大的、真实的例子，就会明白自己所学的函数、方程、统计图表等知识，正是科学家和工程师解决问题的得力助手。教师可以设计一些模拟决策游戏，例如工厂利润最大化游戏、投资风险评估游戏等，让学生在自已建立的数学模型的基础上，改变参数来模拟不同的决策所带来不同的结果，从中选择出最佳方案。把数学活动提到决策的高度上，极大地调动了学生学习数学的内在动力，使学生真正体会到数学作为通用分析工具的无穷魅力和现实意义。

第五节 教学实践反思与改进

一、互动有效性的反思

（一）合作学习是否流于形式

小组合作学习是智慧课堂实践过程中培养学生沟通协作能力、探究精神的一种重要的组织形式。平板电脑等智能终端的使用，确实给合作学习带来了新的形式，比如分组讨论、同步展示等。但是技术工具的使用并不能保证合作学习的深化，部分合作活动仍然存在形式化的风险。有的学习小组只是简单的任务分工，缺少真正的思维碰撞。学生虽处在同一排，但是每个人都在忙自己的事，很少有交流和帮助。伪合作不但不能达到预期的学习效果，而且会因为任务分配不均、个别学生过度依赖等问题，固化班级内部的学力分层。

这类合作任务的设计基本上没有形成明显的相互依赖关系。如果任务可以轻易地分解成独立的子任务，学生就会缺乏合作的内在驱动力。另一方面，教师在合作过程中缺少引导和监控。教师要确定各小组的合作目标、成员分工、评价标准，在巡视过程中及时介入，用追问、引导的方式来激发小组内部的深度对话。

因此为了避免合作学习形式化，未来的教学实践应该努力设计出只有合作才

能完成的复杂任务，要求学生整合不同成员的观点和发现才能最后达成目标。同时可以充分利用智慧课堂平台的数据记录功能，对合作过程中学生的交互行为、贡献度进行统计分析，以此作为评价与反馈的依据，使学生从“坐在一起”走向“走到一起”，实现协作共建。

（二）技术是否真正服务于思维发展

智慧课堂给数学教学带来了前所未有的技术支撑，动态几何软件使图形运动一目了然，数据处理工具使统计分析轻而易举，虚拟现实技术能给人身临其境的感官体验。但是，技术的应用是一把双刃剑，如果使用不当就会成为思维的“拐杖”甚至“牢笼”，阻碍思维的发展。部分课堂上，教师为了达到一种追求的效果，忽略了在新奇的交互界面之下蕴含的数学原理和思想方法。技术代替了学生的思考，用直观的动画演示代替了学生抽象概括的过程，数学学习只停留在浅层次的感知。

技术理应是点燃学生思维火花的助燃剂，而不是取代学生思考的“黑箱”。例如，学习“图形的平移与旋转”时，看预设的动画不如让学生自己动手在平板上设置参数、预测结果，再进行操作验证猜想。因此可以使技术由演示工具转变为认知工具、探索平台。学生通过与技术互动，不断的试错、调整、思考，其空间想象能力、逻辑推理能力也在其中得以真实锻炼。因此，未来的教学设计必须准确把握技术的作用，即技术服务于教学目标，核心在于它是否能够有效地支持学生开展观察、实验、猜想、验证等一系列的数学思维活动，是否能够为学生提供更广阔的认识探索空间。

（三）学生主体性是否得到充分发挥

以学生为中心是智慧课堂的核心理念，把学生由被动的知识接受者变为知识的主动建构者。智慧教学平台依靠推送个性化学习资源，给予自主练习以及即时反馈等手段，从理论上讲，给学生发挥主体性创造了良好的条件。但是学生在实际操作中还会受到隐性的限制。预设的学习路径如果太线性、封闭，学生只能按照教师事先设计好的路线一步步地向前走，没有自主选择、探索的空间。教师在课堂上为了赶教学进度而频繁使用“一键锁屏”“全员广播”等功能，无形中就会打断学生的自主探究过程，将课堂的控制权重新收归己手。

真正的学生主体性表现在学习目标的参与制定、学习路径的自主选择、学习过程的自我调控、多元学习成果评价等各方面。智慧课堂的优势就在于可以支持

这种差异化、个性化的学习。教师应该努力营造开放型的学习氛围,给学生提供丰富的自主选择的学习材料、工具,使学生可以依据自己的兴趣爱好以及认知程度选择不同的探索方法。在学习统计与概率时,可以开放不同的真实数据集,让学生选择感兴趣的主题进行研究,自己决定用什么样的图表来展示发现。

还应该赋予学生更多的评价权,在平台上开展自评、互评活动,使学生在评价他人的时候反思自己的学习,从而加深对知识的理解。教师要从全知全能的控制者转变为信任学生、放手让学生探索的赋能者,创设充满信任和支持的课堂氛围,使每一个学生都能敢于表达、乐于探究,在智慧课堂中充分发挥出自己的主体性。

二、问题设计的改进

(一) 增强问题的开放性与探究性

传统数学课堂上的问题多为条件明确、答案唯一的封闭性问题,其主要目的就是巩固学生对某个知识点的掌握。这类问题在智慧课堂中仍有其价值,但是如果成为互动的主要载体,就会限制学生的思维广度,使探究活动止于浅尝辄止。为了达到更深的交流目的,问题的设计要朝向开放、探究的方向发展。

1. 关联真实情境,设计出条件开放的问题。把数学问题置于学生熟悉的生活现实情境中,但不提供所有的解题条件,而是引导学生主动去观察、收集、筛选信息。学习完“圆的认识”之后可以提出问题,“在学校操场上,怎样画一个尽可能大的圆?”没有给出具体的半径或者工具,学生需要实地考察,考虑场地限制,选择合适的工具(如绳子、卷尺等),自己确定圆心和半径。在这个过程中学生用到了测量、空间想象、问题解决等能力,体会到数学的应用价值。

2. 打破思维定势,设计有开放性的问题。给定条件,但允许探究出不同的或非唯一的结论,引导学生从不同的角度,用不同的方法进行思考。在教授面积单位时,可以给学生提供若干个面积为1平方厘米的小正方形,提问:用这些小正方形可以拼成哪些面积为12平方厘米的长方形或者正方形?动手操作、动脑思考,学生会发现可以拼成 1×12 、 2×6 、 3×4 等形状的长方形,在探究的过程中加深对面积、周长、因数、倍数等知识的理解。

(二) 设计更具挑战性的阶梯式问题链

单一、零散的问题不能使学生展开系统的、深入的思考。为了使学生的思维

向深层次发展,改进教学实践的有效途径之一就是设计出一系列逻辑联系、层层递进的阶梯式问题链。一个好的问题链就像脚手架,把学生从知识的这边平稳地送到能力的那边,在不断面对挑战、解决问题的过程中完成认知结构的飞跃。

设计阶梯式问题链,首先要对教材内容有深刻的理解,对学生的认知发展规律有正确的把握。问题链的起点应该为基础性、回顾性的,用以激活学生已有的知识,为后续的学习做好铺垫。接着应该设计出核心的、具有启发性的问题,使学生进入新知识的探究区,此环节的问题要具有一定的挑战性,引起学生的认知冲突。再设计拓展性、综合性的疑问,用追问、变式等方式使学生将旧知和新知联系起来,达到相互结合的目的,并用之解决比较复杂、新颖的问题,提高思维的灵活性和深刻性。

屏幕录制优势

阶段	示例问题	目的
引入与激活	3支单价为0.8元的铅笔一共多少元? 0.8×3 表示什么?你能用加法或画图来表示出来吗?	关联生活情境,回顾整数乘小数,沟通新旧知识,理解算理。
冲突与探究	如果买0.5支铅笔,该如何列式计算? 0.8×0.5 又该如何理解?	制造认知冲突,引导学生探究小数乘小数的算理。
拓展与归纳	观察 $0.8 \times 3 = 2.4$ 和 $0.8 \times 0.5 = 0.4$,你发现积与第一个因数的大小关系有什么规律吗? 一个数乘小数,积一定比这个数小吗?	引导学生猜想、验证,加深对乘法规律的认识,培养发散思维。

如上表所示,在教学小数乘法时可以设计上述的问题链。这样一组问题环环相扣,在逐步解决问题的过程中学生掌握方法的同时理解了算理、发展了推理能力。

三、教师角色的转变

(一) 从知识传授者到学习引导者

信息唾手可得的时代,教师作为知识唯一来源的权威地位已经被打破。智慧课堂中教师的主要任务已经不再是知识的直接传授者,而应是学生学习路上的引导者、助推者。这就要求教师具备新的教学智慧和能力。引导者应该善于设计出能激发学生求知欲、内在动机的问答与任务,不直接给出答案,而是通过追问、点拨,使学生自己发现问题、分析问题、解决问题。

优秀的引导者要重视学生的学习过程，而不是只关注学习的结果。通过智慧课堂数据统计分析出每一个学生的各项统计数据、困惑点、解题思路等信息，从而对每一位学生实施精确、个性化的指导。当学生遇到困难的时候，引导者不应该直接给出现成的答案，而是应该给出一个提示、一个相关案例或者一个引导性的问题，帮助学生搭建起突破障碍的脚手架，使学生在自主探索中体会到“柳暗花明又一村”的喜悦。这就需要教师有更强的倾听能力、共情能力以及教育机智。

（二）从课堂控制者到活动组织者

传统课堂教学中教师是课堂秩序的维护者，是教学流程的绝对控制者。但是，在重视深度互动的智慧课堂中，过于“控制”的教师会抑制学生创造性、自主性的发展。因此教师要成为学习活动的设计者和组织者。教师的工作重心由原来的“课上讲”转变为现在的“课前设计、课中组织”。这就意味着教师要像一个导演，精心设计整个学习活动，创设出引人入胜的教学情境，设计出富有挑战性的探究任务，规划出清晰的活动流程，构建起合理的评价体系。

教师是活动的组织者，要营造出一种开放、包容、安全的课堂氛围，让学生敢于尝试，自由表达。在智慧课堂的技术支持下，小组讨论、项目式学习、网络辩论等复杂的活动开展起来更加方便。教师应该熟练掌握这些技术手段，恰当地分配好时间、空间、材料等资源，保证每一个学生都能有充分的参与活动的时间和条件。此时教师的角色更像是在各小组之间穿梭的顾问、资源协调者，时而驻足倾听，时而加入讨论，时而提供技术帮助，保证整个学习活动按照预设路线有条不紊地进行。从“台前”到“幕后”的变化，真正体现出学生是课堂的主人公，也是保证课堂深度交流的根本保障。

第七章 智慧课堂环境下小学数学空间 与图形深度互动实践

第一节 空间与图形教学特点

一、空间观念的形成与发展

（一）从直观感知到理性认识

小学生的空间和图形认知是从直观感知开始的。通过看、摸、拼、搭等具体的实践活动，对形状、大小、位置等有初步的感性认识。这是他们形成空间表象的基础，也是之后深入学习的开端。在这个阶段，丰富感性材料以及亲自的实践活动，都是学生头脑里几何形象原型建立的丰富的来源。

随着认知能力的发展，学生从对物体直观体验到用几何特性理性认知图形。这就意味着从“这是什么形状”到“它为何是此形状”质的转变，要求学生从具体物体的非本质属性（颜色、材质）中脱离出来，转而关注它的边、角、面等主要几何要素。智慧课堂中虚拟现实、增强现实技术可以给学生提供沉浸式感知体验，使学生处在三维空间里观察、操作几何体，并用数据可视化工具分析几何属性。从而建立起从直观感知到理性分析的桥梁，大大加快了学生对几何知识的内化和建构。

（二）二维与三维空间的转换

可以实现平面与立体间相互变换，是空间观念发展的重要标志，在教学中也是一大难点。学生应学会从不同的角度去观察三维物体，想象出三维物体在二维平面上的投影，反过来，也要能根据二维平面图（展开图）还原出三维立体图形。该种转换能力对学生的心理旋转、视觉记忆、逻辑推理能力有较高的要求。

它的难点就在于抽象思维能力要求很高。学生单凭观察立方体的平面展开图很难在头脑里完成折叠、粘贴的心理模拟，进而判断它能否构成一个完整的立方体。传统的教学方法依靠静态图片、实物模型数量有限，不能充分表现这种动态

的对应关系。智慧课堂利用交互式三维模型,学生可以随意转动、缩放、拆分、组合几何体,也可以动态地演示立体图形展开和折叠的全部过程。直观可控的交互体验使学生可以在做中学的过程中,更加直观地感受二维和三维之间内在的联系,从而打破学习的瓶颈。

(三) 空间想象能力的培养

空间想象能力指的是在头脑中对几何图形进行表征、分析、操作的心理能力,它贯穿于整个空间与图形的学习过程。这种能力包含图形位置、形状、大小关系的想象,也包含图形平移、旋转、对称等运动变化的想象。因此培养学生空间想象能力成为小学数学几何教学重要目的之一。

空间想象能力的培养不是一时之功,需要长时间、有计划、有目的的训练。传统的训练方式大多只停留在静态习题上,形式单一,不能激发学生的学习兴趣,也不能满足不同层次学生个性化的需求。而智慧课堂就为它提供了很多可能性。设计虚拟积木搭建游戏,根据设计图在三维空间里进行搭建;创设寻路任务,使学生按照方向、距离指令规划路线,在虚拟地图上行走。这些游戏化的互动任务既有趣味性,又可以将抽象的空间想象过程外化、可视化,教师可以随时观察到学生思考的过程,及时、个性化地给予指导,使空间想象能力的培养更加科学、高效。

二、几何概念的本质属性

(一) 图形的特征与关系

掌握图形的本质属性,就是能够准确地辨别和描述出一个图形主要的特点,并理解不同图形之间存在着怎样的内在联系。包含对边、角、平行、垂直等基本要素的认识,对图形分类体系的深刻认识,即正方形是特殊的长方形,长方形又是特殊的平行四边形。

教学的关键就是引导学生观察、比较、抽象、概括。智慧课堂中的动态几何软件给它提供强大的支持。教师可以引导学生进行如下探究:1. 拖动平行四边形的顶点,观察它变成矩形或者菱形时所满足的条件,在动态变化的过程中体会图形性质对图形的决定作用。2. 利用软件自动测量功能,验证三角形内角和为 180° 或者平行四边形对角相等的性质,使学生由被动的知识接受者转变为主动的规律发现者。经过这样的探究交流,学生对于图形特征和关系的把握就不会是零散

的记忆点，而是会形成一个系统性的知识网络。

（二）度量的意义与方法

度量是探究图形属性、解决实际问题的一种方法，包括长度、角度、面积、体积等。教学不应该只停留在让学生掌握公式的计算，更应该引导学生去理解度量的深层含义，即用统一的单位去测量，以及公式背后所蕴含的几何原理。

理解度量单位的含义和累加的过程，本节课教学的重点。学习面积时，学生要理解为什么要用单位正方形来覆盖区域，‘长 $\times$ 宽’公式又是怎样从一行行铺设单位正方形的过程中抽象出来的。智慧课堂可以借助交互式动画来生动的模拟此过程。学生可以亲手拖动虚拟的单位正方形或单位立方体“填充”图形或者几何体，直观地观察度量单位的累加，在操作中自己归纳出计算公式。把抽象计算和具体操作结合起来，有利于学生理解度量的本质，避免机械记忆公式、生搬硬套，有效培养量感。

（三）图形的变换与运动

图形变换与运动主要是指平移、旋转、轴对称，是研究图形性质以及图形之间关系的一种重要方式。这些概念都具有很强的动态性，是联结几何与代数、发展学生动态思维能力的重要环节。研究变换，有利于学生理解全等、相似以及图案设计中的数学原理。

教学的重点在于让学生亲自去经历、描述变换的过程与结果，准确地理解变换中的‘变’和‘不变’。智慧课堂交互式平台可以很好地满足这样的教学需求。教师可以在虚拟的坐标系中设计一些让学生的图形运动问题，并给学生提供坐标、方向以及控制工具让他们自由选择距离与旋转角度。学生可以利用对称工具，以点或者直线为中心绘制精美的对称图案。学生在指令和反馈的闭环中既能学会图形变换描述的方法，又能在不知不觉中形成对于函数、坐标等高级数学概念初步的认识。

智慧课堂在空间与图形教学中展现出诸多优势，其与传统教学模式的对比可见下表。

空间与图形教学对比表

教学环节	传统教学模式	智慧课堂应用
直观感知到理性认识	依赖实物观察、触碰，经验有限	虚拟现实 / 增强现实提供沉浸式体验，数据可视化
二维与三维转换	静态图片、有限实物，模拟困难	交互式三维模型，动态拆分组合
空间想象能力培养	静态习题，形式单一，难顾及差异	虚拟搭建游戏，寻路任务，过程可视化，个性化指导
几何概念理解	抽象讲解，公式记忆	动态几何软件，自动测量，探究式学习
度量意义与方法	机械计算，公式记忆	交互式动画，虚拟填充，具象化理解
图形变换与运动	语言描述，静态呈现，难理解本质	交互式平台，动态演示，指令式操控，形成闭环反馈

三、传统教学的难点与挑战

（一）实物教具的局限性

传统几何教学中，木制积木、塑料几何模型、七巧板等实物教具起过重要的作用，给学生提供良好的触觉和视觉体验。但是这类教具常常存在数量少、种类单一、精度不够等缺点。一个班级很难保证每位学生都有完整的、多样化的教具，这就大大限制了自主探究的机会。实物模型的尺寸是固定的，不能动态地表现图形的放大、缩小，也不能准确地表现理想化的几何对象，比如无限延伸的直线、完美的球面等。

实物教具不能直观地显示几何体内部结构，不能进行复杂的分解、组合操作。用向学生展示圆锥体积为等底等高圆柱体积三分之一来举例，传统灌沙实验操作起来比较复杂，误差大，说服力不强。智慧课堂的虚拟教具就完全摆脱了物理限制。学生可以拥有无限量、高精度的虚拟模型，可以随意改变大小、颜色，甚至可以剖开来观察横截面，也可以用透明的方式观察内部辅助线。实物教具所不能比拟的优点就在于这些，使教学深度、广度得到了很大的拓宽。

（二）学生空间想象能力的差异

空间想象能力属于高级的认知能力，学生之间存在较大的个体差异。一些学生天生就具有较强的空间感，可以很容易地在头脑中进行图形的操作，而另一些学生则觉得非常困难，很难跟上老师的讲解和抽象的描述。传统集体授课方式不能够很好地考虑到这类差异。

统一的教学进度和方式,容易造成优等生吃不饱、后进生跟不上。对于空间感较弱的学生来说,单靠静态的课本插图、教师的语言描述是远远不够的,他们需要更具体、直观的辅助支持。智慧课堂学习平台可以利用大数据、人工智能等技术来解决以上问题。系统能对空间想象能力薄弱处做智能化诊断,并且精准的推送个性化的练习。为难以理解视图的学生提供更多的三维模型和视图转换练习,给操作能力强、解决问题的学生提出更具有挑战性、虚拟搭建任务。

(三) 图形变换过程的动态呈现困难

图形平移、旋转、翻转以及立体图形展开与折叠的精髓都在于动态的过程,而不是结果。但是传统的教学手段对于这类动态的过程来说常常是无能为力的。教师在黑板上板书时,只能画起点和终点,中间的变化过程完全依靠语言描述和学生的想象,这对小学生来说是一个巨大的认知障碍。

由于缺乏直观的呈现方式,学生对于图形变换的理解往往是片面的、静止的,他们只会记住变换规则,而不能领悟变换的本质。智慧课堂所用的交互式动画、课件等能很好地解决上述问题。学生可以清楚地看到图形平移轨迹、旋转路径,正方体展开为平面图每一步骤的过程是流畅自然的。学生可以自主调整变换速度、方向、角度,反复练习,多次操作之后把抽象的变换规律内化为具体的心理表象,真正达到理解知识的目的。

第二节 可视化工具互动应用

一、动态几何软件的应用

(一) 利用 GeoGebra 等软件探究图形性质

动态几何软件给小学数学图形与几何教学带来了革命性的改变。GeoGebra 是一款集几何、代数、表格、绘图等多种功能于一身的动态数学软件,可以将抽象的数学知识用可视化、动态化的方式表现出来,有效地辅助教师教学,帮助学生理解。在三角形内角和的课堂中,教师不需要再只用剪拼的物理操作来教,可以用 GeoGebra 很容易地画出任意一个三角形。学生可以拖动三角形任意一个顶点来改变三角形的形状和大小,软件会实时显示三个内角度数以及内角和。无论三角形怎样变化,学生都能够清楚地看到它的内角和始终保持在 180 度,进而直观地得出三角形内角和为 180 度的结论。

此种探究方式具有传统教学所不能比拟的优势。软件生成的图形准确无误,没有手工操作带来的测量、绘图误差,得出的结论更具有科学性、可信度。学生经过多次拖动、观察就经历了从“特殊”到“一般”的归纳过程,这样不仅可以加深对知识本身的理解,更重要的是培养了学生探究精神和归纳推理能力。另外,教师也可以用软件的动画功能把三角形的三个角拼成一条直线,即一个平角,从另一个角度去验证。多元化的表现方式使一个单一的知识点变得立体、丰满起来,极大地激发了学生学习的兴趣,解决了传统教学中由于图形单一、操作不便而造成教师难教、学生难学的困境。由此产生的互动探究中,学生不再是知识的被动接受者,而是成为知识的主动发现者、建构者。

学习更复杂的平行四边形、梯形等图形的时候,GeoGebra也起着很大的帮助作用。教师可以预设教学课件,使学生改变图形边长、角度等参数来观察图形的变化。探究平行四边形的性质时,可以拖动顶点观察对边、对角的变化关系,或者用软件的测量工具直接测量边长和角度,自主发现“平行四边形对边相等、对角相等”的性质。学生才真正成为课堂的主人,体会到几何图形里所蕴含的数学规律。

(二) 通过拖拽、旋转、缩放发现不变量

动态几何软件最大的特点就是它的“动态”,学生可以对几何对象进行拖动、旋转、放大缩小等一系列操作来改变几何对象,从而在连续变化中找到不变的性质和关系,即不变量。这恰恰符合了数学思想的本质,从变化中找不变,是培养学生数学核心素养的重要途径。在小学数学中,等量关系、周长、面积等许多重要的几何概念和性质,都可以在动态变化的过程中被学生自己发现、理解。

教师用动态几何软件构建圆,并且给该圆周上运动的点一个设置。学生移动这个点的时候会看到这个点到圆心的距离始终是一个定值,定值就是半径。无论点处在圆周的哪个位置,这个不变的距离就生动地体现了半径的定义。然后教师可以让学生拉动改变圆半径大小的滑块,学生会发现圆的大小会随之缩放,但是它的形状始终是完美的圆形。经过这样的操作之后,学生对于圆“处处对称、大小可变、形状不变”的本质特征就有了具象化的感知。研究圆的周长与直径的关系时,用不同大小的圆测量出它们的周长和直径,并在软件表格中即时计算出两者的比值。当学生发现不管圆怎样缩放,这个比值总是接近于3.14的时候,圆周率 π 作为一个核心的“不变量”就被自然而然地揭示出来。发现的过程比直

接告诉公式要深刻得多，它让学生体验了科学探究的全过程，培养了学生的数据分析能力、归纳思想。

（三）函数图像与几何图形的联动

虽然小学阶段并不直接学习复杂的函数概念，但是动态几何软件强大的数形结合能力可以给学生初步感知变量、对应关系等重要的数学思想埋下伏笔。GeoGebra 等软件的代数区和几何区是联动的，即代数表达式的变化会立刻反映在几何图形上，反之亦然。联动机制给数量关系与空间形式的内在联系提供前所未有的机会。

1. 点的运动轨迹和图形生成，教师可以设置一个点的坐标和另一个变量（时间）有关。当变量发生变化的时候，点就会运动起来，留下的轨迹就形成了特定的几何图形。学生以某一点的横坐标不变，纵坐标随时间匀速增加，就得到一条竖直的线段。使点的横坐标、纵坐标同时变化就可以得到更为复杂的曲线。为之后学习函数的图像表示打下直观基础。

2. 几何变换与坐标变化，在学习图形平移时，将图形在几何区移动后，观察所有顶点坐标的变化规律。三角形向右平移 5 个单位，学生在代数区就可以清楚地看到所有的顶点横坐标都增加了 5，纵坐标不变。一一对应关系让学生直观地看到平移在代数上的表现，渗透了坐标变换的思想。

二、3D 建模与打印技术的应用

（一）三维立体图形的观察与分解

传统的立体几何教学主要依靠教具模型和教科书上的三视图，学生很难把二维表征和真实的三维结构在脑海中进行有效的转换，空间想象能力的培养受到很大限制。3D 打印技术能够把数字模型准确地转换成实体模型，给学生提供前所未有的观察、探究体验。教师可以指导学生打印各种标准的或者非标准的几何体，比如正方体、长方体、圆锥、圆柱等，也可以打印复杂的几何体组合。学生手持模型，可以从任意角度观察、数出顶点、棱、面的个数，感受不同几何体的结构特点。

3D 建模软件可以对模型进行虚拟切割、分解，然后分别打印。教师可以用等底等高的圆柱来教学圆锥的体积。同时用 3D 打印技术制作一个空心圆锥，学生可以装沙、倒水等亲自验证圆锥体积是等底等高圆柱体积的三分之一。探究长

方体表面积的时候,学生可以在建模软件里将长方体沿棱展开,观察展开图的构成,然后把展开图的各个面分别打印出来拼接。由立体到平面再到立体的过程,使学生对立体图形和平面图形的关系有了深刻、具体的认识,有效地克服了三视图、表面积计算等教学难点。

3D 打印教具模型准确、标准,可以根据教学需要进行定制,镂空的框架结构可以展示内部构造,透明材料可以观察内部空间关系。将抽象的概念实体化,把学生学习过程从被动的观察、想象转变为主动的触摸、操作、验证,大大降低了空间几何学习的门槛,明显提高了学生空间观念和几何直观能力。

(二) 学生自主设计并打印几何体

3D 建模与打印技术不但是教师展示知识的工具,更是学生进行创造性表达、深度探究的平台。智慧课堂环境下学生使用 3D One 等针对中小學生设计的简单建模软件,以堆积木一样的拖拉、组合的方式将自己的创意设计出来。从而学生获得了前所未有的主体性,学生从知识的消费者变成了知识的创造者和使用者。教师可以布置开放性的设计任务,让学生自主设计并打印出有自己特色的几何体作品。

在学生学习了长方体、正方体之后,教师可以开展一个设计创意建筑的项目。学生用所学的几何知识,在建模软件中设计出一个由不同长方体、正方体组成的微缩建筑模型。设计时要考虑模型的稳定、美观以及各个部分的尺寸比例。学生完成设计之后,用自己设计好的数字模型在 3D 打印机上打印出来,亲眼看到自己的创意从数字的蓝图变成实体的模型。完整的结构设计、制作、评价过程既巩固了学生对几何体特征的理解,又培养了学生的工程思维、问题解决能力、创新能力。学生自己动手做作品时表现出的成就感和学习内在驱动力,是任何传统作业都无法比拟的。用项目为载体的学习方式把数学知识的应用融入真实的创造情境之中,极大地激发了学生的学习热情。

(三) 将抽象的几何关系实体化

3D 打印技术最重要的价值之一就是可以将数学中抽象、难以用语言表述的几何关系和变换过程,以实体模型的形式固定下来并呈现出来。这就给一些高阶的几何概念提供了一个有力的认知支点,使原本看不见的思维过程变得清晰可见。

1. 截面关系的实体化,在初中几何中,一个圆柱体被斜切一刀后的截面是什么形状,属于经典难题。用 3D 打印出来一个完整的圆柱体,然后打印出斜切后

两半的模型。把这两部分拼在一起，再分开看它的截面，就很容易看出椭圆形的截面了。教师还可以打印出不同倾斜角度下截面模型的实验，让学生总结出截面形状与切割角度的关系。

2. 几何变换的轨迹物化：如“一个正方形绕一个顶点旋转 90 度，扫过的面积是多少”这样的题目，学生在空间想象上会遇到困难。使用 3D 建模可以准确地模拟出旋转的过程，直接得到扫过的扇形区域模型。打印出该模型，学生就可以直观地看到扫过的形状，从而在此基础上进行面积计算，化解了思维难点。

下表总结了这些主流可视化工具在小学数学教学中的应用特点。

主流可视化工具在小学数学教学中的应用特点表

工具类别	典型软件 / 技术	核心优势	适教内容举例
动态几何软件	GeoGebra	动态演示、数形结合、精准探究	平面图形性质、几何变换、变量关系
3D 建模与打印	3D One	实体化、具身感知、创造性学习	立体图形结构、体积表面积、空间想象
增强现实	(多为 APP 形式)	虚实融合、情境教学、个性化互动	物体观察、空间定位、几何变换
虚拟现实	(多为平台形式)	沉浸式体验、无限创意、具身建构	虚拟空间搭建、立体构成、概念内化

三、增强现实与虚拟现实技术的沉浸式体验

(一) 在虚拟空间中搭建几何体

虚拟现实技术给学生赋予了一个无限创意的虚拟空间，彻底冲破了物理世界里材料、空间、安全性等方面的束缚。戴上头盔之后，学生就进入到一个专门为数学学习而设计的虚拟实验室中。他们用双手可以“捉”住最基本的点、线、面这些几何元素，搭积木般地自由组合成各种复杂的立体图形。高度自由的建构活动极大地调动起学生的创造欲望和探索欲望。

在“长方体的认识”时，学生不再只是被动的去观察一个固定的模型。在虚拟现实环境里，他们从素材库中选择 6 个长方形面，然后一个接一个地拼成长方体。拼接时会自然思考，哪两个面是相对的？它们大小之间有什么关系？拼接错误的时候模型不能闭合，即时的反馈使学生去修正自己的认知。学生甚至可以钻进自己搭建的长方体里，从内部去观察它的结构，这是传统教具所不能给予的。

利用具身认知理论开展互动学习,将抽象的空间关系知识转化为身体的直接体验和肌肉记忆,有利于建立牢固、深刻的认知。

（二）通过增强现实技术将图形置于现实环境

增强现实技术善于打破虚拟和现实之间的界限,把抽象的几何图形“请”出屏幕,在学生熟悉的现实环境中放置。用平板电脑或者智能手机,只要扫描一张特定的识别卡或者教室里某个角落的二维码,屏幕上就会显示出一个和现实环境融为一体的虚拟三维图形。手持设备以不同的角度去移动,观察这个虚拟图形就如同真实物体一样。

在从不同角度观察物体教学中,增强现实技术的价值就体现出来了。教师在教室中央生成一个复杂的几何组合体,让学生坐在不同的位置上用平板电脑观察。每个学生都会看到组合体在自己视角下所呈现的样子,然后将观察到的二维图形(即三视图)画出来。学生之间可以交换位置,检验对方观察结果是否正确。互动方式既有趣味性又使学生深刻理解了观察角度不同、所见形状也不同的基本概念,从而自然地建立起三维实体与二维视图之间的对应关系。增强现实技术为每个学生提供交互的、私人的虚拟教具,学生可以将它摆在桌子上进行操作,使大规模的个性化探究式学习成为可能。

（三）体验图形的平移、旋转、对称

图形的运动与变换是小学几何教学的重点和难点,传统的动画演示虽然直观,但是学生始终是旁观者。增强现实/虚拟现实技术让学生自己当导演,体会变换的过程。学生在虚拟现实环境中用手指去抓取一个虚拟图形,按照提示完成平移、旋转、翻转,观察图形位置、形态的变化。在增强现实环境中,学生可以用手势对桌面虚拟图形进行旋转。学生可以在屏幕上画出一条对称轴,图形就会沿轴线翻转,得到一个完美的轴对称图形。

沉浸式交互体验把图形的变化从抽象规则、命令变为了可以感知、操纵的过程。学生自己动手操作才能更好的掌握平移距离、方向,旋转中心、角度,对称轴线等要素。技术产生的生动画面、即时反馈,能够很好地吸引学生的注意,使枯燥的学习过程变成有趣的探究活动,使学生不知不觉地培养几何直观、空间推理能力。

第三节 动手操作与虚拟实验

一、虚拟操作与实体操作的结合

（一）先虚拟模拟，再实物验证

“先虚后实”的教学路径给学生搭建起一个从抽象到具体、从浅入深的完整的学习闭环。虚拟环境里学生可以大胆去尝试各种可能，即使失败也不损失材料。以探究正方体展开图为例，学生可以在平板电脑上自由拖拽、旋转、折叠虚拟的平面图形，很快地验证出哪些图形可以围成一个正方体。高效率的试错过程大大减轻了学生复杂的空间思维活动的认知负担，有效地激发了他们主动探究的欲望。

在经过充分虚拟模拟之后，学生对于相关数学知识形成初步的猜想和认知后，再回到现实世界，用卡纸、磁力片等实物材料动手搭建、拼凑，验证在虚拟世界中所发现的规律。这一步很重要，它把在虚拟空间里形成的视觉表象与真实的物体的触感、重量感、空间感紧密地联系在一起。亲手操作不但锻炼学生的手眼协调能力，而且靠真实的物理反馈使学生对于空间图形的结构有更牢固、更深刻的了解，从而建立起理论、实践和再认识的理论到实践再到理论的完整认知链条。

（二）利用传感器记录操作数据

智慧课堂的实体教具并不是单独地、静止地作为一种教学手段存在的。内置各种传感器之后，它们就成为可以实时采集、记录并反馈学生操作过程数据的智能终端。无论是测量角度的智能量角器、探究概率的智能骰子、学习质量单位的智能天平等，都会把学生每一次动手操作变成可供分析、追溯的教学数据，使传统的操作活动升级为数据驱动的探究式学习。

技术的应用极大地便利了学生。以学习概率为例，学生投掷智能骰子之后，系统会自动记录每次投掷的结果，并且立刻形成条形统计图或者折线图，清楚地显示出各个点数出现的频率。学生不需要再做繁琐的记录、画图这些准备工作，可以全神贯注地观察数据变化趋势，分析其中的规律，更深层次地体会到随机现象的特点以及概率的统计学意义。即时生成的数据可视化图表把抽象的概率概念形象化，极大地方便了理解。

教师端可以实时获取学生的操作数据，进而得到全班学生的学习行为画像。教师可以清楚地看到各个小组的实验进度、操作频率、得出来的数据结论，从而

准确发现学生在探究过程中存在的共性问题或者错误认识，例如对随机性理解的偏差。根据这些真实、客观的操作数据来对学生进行针对性的指导和讲解，进而达到个性化教学，因材施教的目的，使课堂互动不单单停留在表面，深入到学生的思维深处。

二、图形测量与计算的虚拟实验

虚拟实验工具及其数学应用表

工具类型	具体示例	核心功能 / 支持的数学概念	教学价值 / 作用
虚拟操作与模拟	几何图形拖拽、旋转、折叠（如正方体展开图）	空间思维、图形变换、属性验证	降低试错成本，激发探究欲，具体化抽象概念
带传感器实体教具	智能量角器、智能骰子、智能天平	角度测量、概率统计、质量单位、数据分析	数据实时反馈，支持数据驱动的探究式学习
高精度测量工具	虚拟直尺、量角器、圆规	长度、角度测量、几何性质验证（如三角形内角和）	消除物理误差，提升验证严谨性与直观性
公式推导与验证	平行四边形剪拼、圆锥注水模拟	面积 / 体积公式推导、转化思想、等积变形	具象化公式推导过程，深化学理理解
图形分割与拼合	复杂多边形分割、七巧板、分数模型	整体与部分、空间组合与分解、分数概念	拓展探究范围，培养空间想象力与策略性思考
图形动态变换	平移、旋转、轴对称、中心对称模拟	几何变换性质、空间位置关系	动态直观演示，自主构建认知模型

（一）利用工具进行高精度测量

传统的刻度尺、量角器等实物学具由于受材料、刻度精度、小学生动手能力等因素的限制，测量的结果往往会出现较大的误差，从而影响学生对于几何性质的验证与归纳。智慧课堂的虚拟测量工具彻底改变了这种情况。在平板电脑或者交互式白板上使用虚拟的直尺、量角器、圆规等工具操作方便，精度远高于实体工具。学生可以很方便地将图形放大，将测量工具的端部对准图形的顶点，从而得到精确到小数点后很多位的长度或角度值。

精确测量，给数学结论的验证提供了有力的证据。探究三角形内角和为 180 度这一经典命题的时候，学生可以随意画出各种形状的三角形，用虚拟量角器测量出三个内角的度数，系统会自动计算出这三个角度之和。无论学生怎样拖动顶点来改变三角形的形状，都会发现三个内角之和始终精确地等于 180 度。这样的动态变化中不变的数学性质，用数据直观地展现在学生面前，说服力比几次粗

略的物理测量强得多。严格的验证过程,在潜移默化中培养学生科学求实的探究精神。

（二）探究面积、体积公式的由来

传统教学往往把面积、体积公式当作既定的结论直接教给学生,使学生只知其然而不知其所以然,造成学生对知识的理解停留在表面,不能灵活地运用。虚拟实验给学生搭建了公式推导的过程实验的平台,抽象的公式变成一个个生动直观的变换图形图,在探究的过程中建构起知识深层的含义。

学生可以借助虚拟实验平台,深度参与到公式的推导过程中。

1. 转化思想的可视化,在探究平行四边形面积公式的时候,学生可以对平行四边形进行剪切和平移的操作,在虚拟环境中将它无缝转化成一个长方形。这是一个动态的、可逆的过程,学生可以反复操作,直接体会转化这一重要的数学思想,从而理解平行四边形的面积等于底乘以高。

2. 等积变形的验证,对于圆锥体积的探究,虚拟实验可以模拟等底等高的圆锥和圆柱。学生能看到动态的注水或者填沙动画,直观地发现需要三次把圆锥倒满才能装满圆柱。直观演示比教师口头描述或者静态图片更具说服力,学生在“做”中真正理解圆锥体积是等底等高圆柱体积的三分之一。

以虚拟实验为载体的探究式学习使学生不再只是知识的接受者,而是主动去发现知识、建构知识的参与者。他们亲自去走数学家发现公式的思维之路,对公式有了更深入的理解,更重要的是体会到公式背后所蕴含的数学思想和方法,提高了分析问题、解决问题的能力,也体会到了数学知识的逻辑之美。

（三）进行图形分割与拼合实验

图形分割与拼合是培养学生空间想象能力、几何直观能力的有效方法。虚拟实验环境给这类活动赋予了无限的可能,它不受到实体材料种类、数量、形状的限制,学生可以更自由、更富有创造性地去探索。学生利用数字化工具把任意一个复杂的几何图形分成几个三角形、正方形、梯形等简单几何图形,能够计算出各个部分的面积,进而体会整体与部分的关系。

虚拟分割、拼合实验对多知识点教学有着巨大的作用。在分数教学中,可以用假想的圆形蛋糕、长方形面包片做任意等分的操作来加深对单位1、分数等的认识。在七巧板、数方格等经典的益智活动当中,虚拟平台给予了方便的操作界面,可以设定不同的难度级别,提供自动吸附,轮廓提示等辅助功能,给不同层次的

学生赋予个性化的学习支架。数字化实验过程有利于培养学生的空间思维能力、组合与分解能力，在充满趣味性的挑战中激发学生解决几何问题的策略性思考。

三、图形变换的动态实验

（一）观察图形旋转、平移后的位置关系

传统的图形变换教学大多依靠教师在黑板上静态作图，或者用实物模型演示，学生很难清楚地感受到图形在变换过程中连续性以及核心要素。智慧课堂的虚拟环境冲破了这个限制。学生可以直接用手指在触摸屏上选中一个图形，拖动实现平移，也可以设置旋转中心、旋转角度，实时观察图形的旋转过程。系统甚至可以显示出图形变换的轨迹，使整个运动过程一目了然。

由此产生的高度自由的直接控制，让学生主动去寻找变换规律。他们可以反复平移不同的距离、方向，直观地发现平移只改变图形的位置，而图形的形状、大小、方向都不变。同理改变旋转中心位置、旋转角度大小，可以充分认识旋转的三要素及其对图形位置、方向的影响。学生与图形进行动态的交互，在玩中自然地形成对于平移、旋转性质的认识模型，所理解的程度和记忆的牢固度远远超过传统的被动听讲方式。

（二）探究轴对称与中心对称的性质

对称是自然界以及数学里一种重要的美学和逻辑形式。智慧课堂给探究对称性质提供强大的交互式工具。学生在学习轴对称时可以任意画一个图形作为原型，再画一条线作为对称轴，系统就会即时生成对称图形。更关键的是，学生移动、旋转对称轴或者拖动原型上任意一点时，另一侧对称图形会随之发生相应的变化，这样就使对称的性质一目了然。

经过进一步探究，学生可以利用虚拟测量工具把原型和对称图形上对应的点连起来，检验这些连线是否与对称轴垂直，测量对应点到对称轴的距离。用准确的数据来证明对应点的连线被对称轴垂直平分。这是一条基本的性质，不是死记硬背下来的知识点，而是学生亲手操作、亲眼所见的“事实”。

对于中心对称，学生可以类似地定义一个对称中心，观察图形绕这个对称中心旋转 180° 以后的变化。连接对应的点，学生就能看到所有的连线都经过对称中心并且被对称中心平分。这样的动态实验使学生像数学家一样去观察、猜想、验证、归纳，真正把握对称的本质，培养严密的逻辑推理能力。

（三）设计美丽的几何图案

充分认识平移、旋转、轴对称这些基本变换的性质之后，智慧课堂就可以引导学生综合运用所学知识，进行创造性的表达。虚拟设计平台给学生提供了一个创作的画布，可以像艺术家一样用所学的各种变换方法来对一个简单的几何图形（三角形、花瓣等）进行复制、平移、旋转、对称等操作，创造出复杂而美丽的图案。学生可以很容易地创作出有规律的镶嵌图案、绚丽的万花筒效果或者有民族风情的花纹。这是几何知识的一种综合性巩固和应用，也是数学与艺术美学的完美结合。它让学生深切体会到数学的实际用途和创造美学的美妙之处，在担任“小设计师”的快乐体验中，极大地提高了学生学习数学的内在动力和成就感，把数学的学习从仅仅解决难题提升到创造美的更高层次。

第四节 典型案例分析与实践

一、《长方体和正方体的展开图》教学

（一）利用 3D 软件动态演示展开过程

传统教学中教师一般用纸盒拆解演示，但是存在单向性、不可逆性、视角局限等缺点。学生很难从不同的角度去观察面的移动轨迹，更不能想象出隐藏部分的具体空间关系。智慧课堂依靠 3D 建模软件或者专用教学软件，从根本上解决了这个问题。教师可以在大屏幕上显示出一个虚拟的长方体模型，使用鼠标拖动或者触碰的方式选择任意一个面当作底面，然后从不同棱线开始将模型慢慢“剪开”成平铺的。

该过程是动态的、可逆的、多角度的。教师可以随时暂停、回放、旋转模型，使学生清楚地看到每一个面是从立体图形的一部分变化而来，平面图形的各个部分又与立体图形的对应部分保持相对位置关系。直观的视觉冲击力，把抽象的空间变换过程转变成形象生动且能探索的视觉演示，使学生迅速形成立体图形与展开图的对应关系，为之后的自主探究打下良好的基础。

（二）学生尝试在平板上虚拟展开

教师示范结束之后，学生初步形成空间表象之后，深度互动的重点就转向了学生的主动建构。学生所配的平板电脑，使得教学活动从原先的观看变为了动手

实践。每位学生手里都拿着一个虚拟长方体模型，可以像老师那样进行切割或者展开操作。这当中充满了探索性与个性化，学生不再是被动接受某种或者几种固定的展开方式，而是成为了知识的主动发现者。

学生可以在虚拟操作里大胆地试错。如果沿着错误的棱线剪开，造成面重叠或分离，系统就会马上给出反馈，提示图形不能完全平铺。即时、非评判性的反馈保护了学生探索的热情，促使他们反复尝试，在实践中自己总结出相对面、相邻面和展开时应注意的规则。教师可利用后台系统随时了解每一个学生尝试的过程以及遇到的困难，进而有针对性地进行个别指导。依靠技术支持进行自主探究，让每个学生都可以在合适的时间里，亲自参与到知识形成的过程当中去，真正地实现个性化学习、深度交流。

（三）判断哪些图形能围成长方体

掌握展开图的特征之后，就进入了巩固与应用的环节。智慧课堂把这一环节设计成有挑战性的互动游戏或者任务。老师把不同的平面图形（正确的和错误的展开图）推送到学生的平板，让学生快速辨别哪些可以折叠成正方体。学生可以拖拽图形到平板上进行虚拟折叠，系统演示折叠过程并判断折叠结果是否正确。虚拟验证把判断过程从纯粹的空间想象转变为人机交互的实验，从而大大减轻了学生的认知负担。

可以设计小组比赛形式来提高互动性。系统随机出题，各小组在规定时间内抢答、判断，答对得一分，答错扣一分。学生得分情况、答题速度会在班级电视大屏上实时显示，形成一种积极竞争的氛围。学生为了集体的荣誉努力、互相讨论，启迪，分享判断的方法，对面、中间四个面、两边各一个等。把游戏化、合作性、即时反馈三者融合起来的练习方式，既很好地巩固了所学的知识，又在不知不觉中培养了学生的逻辑推理能力、团队合作精神，实现了知识与能力的同步提升。

二、《图形的旋转》教学

（一）利用动画展示旋转三要素

传统教学中，教师大多使用圆规、三角尺等工具在黑板上演示，过程是静态的、分步的，学生很难体会到图形连续旋转的动态过程。智慧课堂利用动画课件展示旋转过程，可以设计成动画课件来生动地展示旋转的过程。屏幕上有一个三角形，设旋转中心，选择顺时针或者逆时针方向，输入旋转角度。学生开始之后

就能清晰地看到三角形以固定点为原点,按照给定的方向和角度做平滑、连续的运动,直到到达终点位置。

动画可以反复播放,也可以动态改变旋转三要素中的任何一个来供学生对比观察。保持旋转中心、旋转角度不变,只改变旋转方向,图形就会到达对称位置;保持中心、旋转方向不变,只改变旋转角度的大小,图形停止的位置就会随之变化。即时的视觉反馈使学生对旋转三要素怎样一起决定旋转结果有了直观、深刻的认识。教师可以邀请学生上台,在互动白板上设置这三个要素,预测旋转结果,最后用动画来验证。预估和验证之间相互促进,极大地调动了学生探究的兴趣,使他们由被动的观察者变成了主动的思考者。

(二) 学生通过互动白板操作图形旋转

学生理解了旋转的三个要素之后,就要通过亲自动手来内化知识。互动白板给它提供了一个良好的平台。教师可以设计出以“旋转一个图形到指定位置”、“用旋转设计漂亮图案”等为代表的一系列探究任务。学生分成组在台上使用手指或者触控笔把图形移动来达到旋转。白板软件一般都带有量角器、网格背景,学生可以容易地确定旋转中心、测量旋转角。

学生之间交流在操作中就显得十分重要。学生可以分别负责确定旋转中心、测量角度和进行旋转工作。他们需要互相交流、合作才能完成任务。当操作结果与预期不同的时候,会立即讨论、分析问题产生的原因并改正。此时教师担任的是引导者和促进者,在学生进行合作学习时对共性问题进行集中讲解。互动白板动手操作,把抽象的数学概念转化为具体的实践技能,加深了学生对旋转性质的理解。

(三) 欣赏生活中的旋转美,设计图案

数学源于生活,又服务于生活。智慧课堂可以让学生体会到数学的价值和美感,因此可以很方便地将生活中的旋转实例引入课堂。教师可以播放一段有关旋转风车、钟表指针、旋转门、摩天轮、舞蹈演员的旋转动作、对称剪纸、建筑图案等内容的视频或者展示一些图片。生动的例子可以体现出旋转无处不在,数学与美是不可分割的。

在此基础上教师可以引导学生进行创造性的实践。使用平板电脑上的绘图软件画出自己的旋转图案。先画出简单的基本图形,确定旋转中心和角度,再重复多次旋转,就可以得到类似万花筒效果的复杂美丽的图案。

1. 学生可以尝试不同的基础图形, 观察其生成图案的差异。

2. 学生也可以固定基础图形, 探究不同旋转角度(30度、45度、60度、90度)下图案的对称性。

学生完成设计后, 把自己的作品上传到班级展示平台上互相欣赏、评价。这是对所学知识的综合应用, 也是审美与创造能力的培养, 是知识理解到艺术创造的升华, 使数学学习变得有趣、有成就感。

三、《圆的面积》公式推导

(一) 通过无限分割动画展示“化曲为直”

公式推导的核心问题就是怎样把曲边图形(圆)转化成学生熟悉的直线图形(平行四边形或者长方形)。智慧课堂的动画功能在这里起着不可替代的作用。教师在大屏幕上显示一个圆, 用程序将它分成4份、8份、16份、32份……随着分割份数的增多, 由小扇形拼成的图形上下两条边越来越平直, 整个图形也越发接近一个平行四边形。

当分割份数趋向无穷大的时候, 每一个小扇形都会变得非常细小, 它的弧长可以近似地看成是一条直线段, 最后拼接成的图形会无限接近于一个标准的长方形。从“曲”到“直”的变化过程是任何实体教具都无法模拟的。动画把抽象的极限思想, 转变成连贯、流畅、震撼的视觉体验, 使学生直观地“看”懂“化曲为直”的数学思想, 深刻认识圆与长方形之间的内在联系, 为后面公式推导扫清最大的认知障碍。

(二) 学生分组进行虚拟拼图实验

宏观上认识了“化曲为直”的思想之后, 学生还要从微观上探究, 确定转化后长方形与原来圆之间各个要素的对应关系。智慧课堂支持学生分组合作进行虚拟拼图实验。教师将预设的互动课件发送到各小组的平板电脑上, 课件中有一个被等分成了若干份的圆。学生可以用手指拖动这些小扇形, 试着将它们拼成近似的长方形。

学生可以按照自己的想法移动每一个小扇形, 旋转之后拼出自己满意的图形。动手实践比单纯观察更吸引人。小组成员会自然而然地进行这样的讨论, 这个扇形应该放在哪里? 你观察到拼出的图形长宽所对应圆的部分是什么呢? 他们要一起观察、比较、分析。教师可以设定不同份数(16份、32份、64份)供不同

的小组选择，在操作过程中比较不同精细度下拼图的效果，加深对分得越细，拼得越像的认识。用平板进行合作探究，使每个学生都深度地参与到知识的建构当中，在同伴之间展开思维的碰撞，探寻新旧知识之间的联系。

（三）推导并理解圆面积公式

当所有小组完成虚拟拼图之后就进入公式推导阶段。教师引导学生的注意力集中在拼出的近似长方形上，并提出问题：这个长方形的长是多少？宽是什么？长方形的面积和圆的面积的关系是什么？借助智慧课堂的同步批注功能，学生可以在平板上标注出本小组的发现。经过讨论可以得出长方形的长为圆周长的一半（ $C/2$ ），宽为半径（ r ）。

教师可以将各组标注的结果投影到屏幕上进行对比，并引导全班学生进行归纳总结。因为长方形的面积等于长乘以宽，所以圆的面积就等于（ $C/2$ ）乘以 r 。再结合周长公式 $C=2\pi r$ ，代入得到圆的面积公式 $S=(2\pi r/2)\times r=\pi r^2$ 。整个推导过程逻辑严密、环环相扣，每一步都是学生亲自操作、观察得到的结果。因此，学生不仅仅记住了公式，也明白了公式的由来以及其中所包含的数学思想。智慧课堂把抽象的推演过程，具体化为可以操作的探究活动，实现了学生由被动接受到主动建构的深刻转变，真正达到了深度学习的目的。

数学教学中智慧课堂技术的应用优势表

维度	传统教学方式	智慧课堂方式
学习参与度	多数学生被动接受	主动探究、协作互动
抽象概念理解	依赖想象，易感困难	可视化、动态演示，具象化
错误反馈机制	教师口头纠正，滞后	系统即时、非批判性反馈
个性化学习	统一进度，差异性小	学生按节奏学习，个性化指导
探究与创造	机会有限	虚拟操作，鼓励创新设计
知识内化	记忆为主	动手实践、协作讨论，深度理解
教学效率	耗时较多，准备复杂	资源丰富，互动便捷，高效

从表中可以看出智慧课堂技术对于小学数学教学来说有明显的优势，能够提高学生学习的兴趣和参与度，可以很好地解决传统教学中存在的抽象概念理解难、个性化学习支持不足、即时反馈无法实现等难题。

第五节 教学效果评估与优化

一、空间观念发展评估

（二）空间想象能力测试

空间想象能力属于空间观念的重要部分，是学生大脑对空间实体及其关系进行操作的能力。智慧课堂给评价这项能力赋予了前所未有的技术支持。教师可以设置一系列动态测试题，使用三维建模软件显示几何体的各个侧面视图，限定时间让学生辨认或者构造出完整的立体图形。此类测试可以冲破静态图像的束缚，模拟起真实的空间变化进程。

测试内容难度分层，从最基本的心智旋转任务，判断两个方向不同的图形是否为同一物体，到比较复杂的组图、分图。即用若干个立方体组成一个组合体，然后将这个组合体拆分，使学生想象出原来位置的小立方体。智慧课堂的互动功能可以实现学生对屏幕上虚拟模块的直接拖拽、旋转、拼合，操作轨迹、反应时间、尝试次数等过程性数据都会被系统自动记录下来，给教师提供比单一答案更为丰富的评价信息，从而准确判断出每个学生空间想象能力的具体强弱。

（三）图形分析与推理能力评估

图形分析与推理能力就是指学生能够“看见”图形，也能“看懂”图形背后结构关系、逻辑联系的能力。智慧课堂中对于该能力的评价可以摆脱固定题库的模式，而采取更加开放、探究性的任务。教师可以利用各种基本图形组成一个复杂的组合图案，让学生用平板上的圈点和划线工具拆分成不同的基本图形，用不同的颜色来区分。这就直接表现出了学生对于图形构成要素的分析能力。

进一步的评价可以加入逻辑推理的因素。教师可以设计图形密码、逻辑拼图等游戏化任务，学生根据已有的图形序列或者空间位置关系，推断出缺失的图形或者下一步的变化规律。系统会给出一组按照一定规则（旋转、翻转、颜色变换）排列的图形，让学生推测下一幅图是什么形状，并用录音功能说明自己的推理依据。

智慧课堂的数据采集功能在其中起到了很重要的作用。系统可以记录学生从观察到尝试，最终得出结论的全过程，也能捕获学生的思维转折点和卡顿之处。分析学生对于提示信息的依赖程度、修改答案的频率、解释推理过程的清晰度，可以了解学生是整体把握规律还是只依靠局部特征进行猜测，从而对学生的图形

分析与推理真实水平做出准确判断，为后续的个性化指导提供依据。

二、评估工具的设计

（一）三维图形识别与判断题

传统的二维平面试卷对于三维图形的呈现存在着固有的失真和局限性，但是智慧课堂中的三维技术可以有效地克服这些限制。教师可以利用虚拟现实或者增强现实技术、专业的 3D 建模软件创建可以 360 度旋转、缩放、甚至拆解的立体模型，用做评价工具的核心。该类题目可以明显提高学生对三维图形的观察、判断沉浸感和准确性。

题目设计可涵盖以下几个层面：

1. 视图与实物匹配，系统给出一个三维实物模型，给出主视图、俯视图、左视图等二维视图，让学生判断哪些视图正确，或者根据给定的两视图选择正确的第三视图。学生可以直接在屏幕上旋转三维模型来检验答案，这也是一种学习的方法。

2. 表面展开图的判断，给出一个正方体或长方体的三维模型，在各个面上分别标有不同数字或图案。之后系统会给出多个二维展开图，要求学生从中选出一个展开图可以折叠成最初的立体图形。此题型可以有效地检测出学生二维与三维之间进行心理转换的能力。

借助这些交互式的三维图形题，系统既可以立即判断学生给出的答案是否正确，又可以记录下学生观察模型的角度、转动次数、在各个选项之间反复斟酌的时间等具体的行为数据。这些数据给教师呈现出了学生在空间认知过程中存在的具体困难，是不能建立不同视图之间的联系，还是在想象平面图形折叠成立体时遇到障碍。

（二）动手操作任务完成度评价

“做中学”是培养学生空间观念的一种有效方法，智慧课堂把学生的物理操作与虚拟互动结合起来，从而实现了对手动操作任务的精细化评价。评价不能只看最终作品的样子，应该考察学生操作过程中的策略选择、步骤规划、问题解决能力。在轴对称图形的教学中，教师可以布置学生用系统提供给他们的各种对称、不对称的虚拟瓦片来设计一个美丽的轴对称图案。

评价的维度可以是任务完成时间，操作流畅度，材料使用和效率，最终作品是否对称。智慧课堂平台可以对每一个拖拽、旋转、放置的操作进行自动记录，

并且可以以可视化的方式展示出来。教师可以回放学生操作的过程,就可以清楚地看到学生是事先计划好来完成这项任务的,还是经过不断试错才取得成功的。还可以引入同伴互评机制,让学生完成自己的作品之后欣赏并评价别人的创作,并说明对称轴的位置、哪些部分体现了对称美,从而在评价别人的过程中加深自己对概念的理解。

（三）学习过程数据分析

智慧课堂最突出的优势之一就是它拥有强大的数据采集和分析能力,可以对学生在学习过程中产生的大量行为数据进行跟踪和解读。这些数据就成为对学生空间观念发展过程性评价的基础。不同于传统教学依靠偶然的课堂提问、作业反馈来评价,智慧课堂可以对全时段、全覆盖的学情进行监测,从而使得教学评价更加客观、全面、精准。

系统可以自动整合学生在各种互动活动中表现的数据,三维图形观察任务的反应时间、正确率,虚拟积木搭建活动的关键步骤、修改次数,小组讨论环节的发言次数、内容质量等。对多维数据进行整合分析,就能得到学生个性化学习画像,清楚地呈现出学生在空间观念各个子维度(空间知觉、空间想象、图形分析)上的强项和弱点。教师可以查看班级整体数据报告,及时发现全班同学共有的学习难点,据此对本堂课的重点和教学方式作出相应调整。大数据学习分析使教师从日常繁琐的观察中解放出来,有更多的精力投入到数据分析、证据支撑的教学决策当中,实现了从经验教学到精准教学的转变。

三、教学优化策略

（一）加强多感官协同参与

研究表明,调动视觉、听觉、触觉等所有的感官来参与学习,可以明显提高知识的内化以及记忆的效果。就评估中发现的有些学生对抽象的空间概念理解困难这一问题而言,教学改进应当安排更多的多感官协同参与的互动活动。例如在学习体积概念的时候,除了看三维动画演示,还可以让学生用触摸屏去感受不同大小的虚拟容器,用拖拽虚拟的单位小方块去填充容器,每填充一个就发出清脆的音效,在屏幕上显示体积的数值。

智慧课堂环境之下,教师可以布置一些需要身体参与的活动。学习方位、路线时可以利用教室里的互动地屏,让学生按照指令在虚拟地图上行进完成寻宝任

务。学生每一步的移动都会被传感器捕捉到,在屏幕上实时显示出来,将身体的动觉体验与视觉、听觉信息结合起来。沉浸式的、全身心投入的学习方式,能使学生形成身体和空间之间的直接联系,把抽象的空间关系转化为具体的个人经验,从而有效地克服只依靠视觉观察所造成的认知局限。

(二) 注重二维与三维的转换训练

从评价结果可以看出,很多学生在将二维平面图转成立体图形时存在困难,这是几何学习的重点和难点。教学优化要重视该项能力的培养。智慧课堂给它提供了一个理想的训练场所。教师可以设计出一系列难易递增的视图转换闯关游戏。初级关卡要求学生根据简单的三维实体(单个正方体、圆柱体)选择正确的二维三视图;中级关卡面对的是由两个或三个简单几何体构成的组合体;高级关卡要求学生根据给出的两个视图,反向推断出可能的三维模型。

该类训练的关键是给与即时、有启发性的反馈。当学生选择错误的时候,系统不应该只告诉学生对错,而应该用动画效果将学生选择的错误视图所对应的三维模型展示出来,与原始模型进行对比,引导学生从对比中发现问题所在。相反地,当学生根据视图构造出三维模型时,系统会自转模型展示出三视图,并且和题目给出的视图做对比,给学生强烈的成就感。经过在二维和三维之间反复、即时的、可视化的转换练习之后,学生就会形成两者之间的牢固联系,从而建立起灵活而深刻的空间思维。

(三) 鼓励学生用自己的语言描述空间关系

语言是思维的外衣。促使学生用自己语言清楚、准确地表述空间关系、几何现象,就是促进学生空间观念由直觉感知向逻辑表达转变的重要途径。根据评估结果发现学生“会做不会说”的问题,教学优化要给学生更多的表达机会。智慧课堂的录音、小组讨论、在线白板等各个功能,给学生提供了不同的表达方式。

在教学活动中教师可以设置更多的需要口头表达的环节。完成拼搭图形任务后可以让学生录一段作品介绍,说明设计思路、所用图形及图形的排列。在小组合作解决空间推理问题的时候,系统可以记录下每一个小组成员的语音讨论,教师回放并分析学生的交流过程,从而了解学生是如何通过语言来产生思维碰撞,最终达成共识的。教师应该引导学生使用准确的数学语言,例如,在……上面、平行于……、旋转 90 度以后……,逐步替换模糊的日常用语。经过不断的语言表述练习,学生既可以加深、巩固空间知识的认识,又可以锻炼逻辑思维能力以及沟通表达能力。

第八章 小学数学智慧课堂深度互动的评价体系

第一节 互动效果评价指标构建

一、评价指标构建的原则

（一）导向性原则

导向性原则认为，评价体系不单是对过去教学行为的总结，也是对将来教学实践的引导。评价指标应该体现出深度学习的目标，从而促使教师和学生摆脱浅层次的知识问答，迈入更深层次的思维碰撞和意义建构。小学数学智慧课堂中评价应该促使教师设计出能够激发学生好奇心、探究欲的互动任务，即鼓励开放性问题讨论和项目式学习的协作。评价标准不能只看答案是否正确，更要看学生在互动中提出问题的能力、批判性思维、合作解决问题的方法、数学思想方法的理解和运用。当教师有这样一种评价导向的时候，就能清楚地认识到深度互动的真正价值，从而在教学设计和实施中创造条件，使学生由被动的知识接受者变成知识的主动建构者，推动课堂教学模式由“知识传递”向“素养生成”的转变。该种导向作用会不断改善课堂生态，使每一次互动都成为学生全面发展的良机。

（二）科学性原则

科学性原则，是评价体系的生命力保证。指标的确定、数据的收集与分析都要以教育理论及科学方法为依据。评价指标的选择要从深度互动的核心内涵出发，结合建构主义学习理论、认知心理学以及小学数学学科的特点，保证它能真实、准确地反映互动的本质特征。在界定“互动深度”时可以参考布鲁姆认知目标分类学，把学生的思维水平分为记忆、理解、应用、分析、评价、创造等层次，然后据此设计出具体的观测点。评价过程要力求客观、公正，尽量减少主观臆断。智慧课堂的技术优势使得这样的评价成为可能，系统可以自动记录下学生发言次数、持续时间、讨论主题等客观数据，再加上课堂录像、学生作品等各种模态资料相互印证，可以大幅度提高评价的信度和效度。评价结果的解释要严谨科学，利用数据分析来发现互动行为和学习效果之间的内在联系，为教学改进提供有力

的证据支持，而不是得出模糊、笼统的结论。

（三）可操作性原则

可操作性原则即评价体系在真实教学环境中应该有很高的可操作性。评价工具与流程要简单易行，不能给一线教师造成过重负担。过于复杂的评价体系容易束之高阁，很难发挥出其在日常教学中的作用。因此指标的定义要清晰明确，不能用含糊不清的语言，使不同的评价者得到一致的解释。评价工具的设计要充分利用智慧课堂现有的技术，使数据的采集、分析达到半自动化或者完全自动化。可以设置关键词标签，通过 AI 分析学生在线讨论的文本，从而了解学生的认知深度；也可以使用电子投票系统统计学生对于各种解题思路的认同度。评价量表的设计要尽量简洁，把复杂概念拆解成若干具体的行为。评价方式也应灵活多变，可以贯穿整个学期的形成性评价，也可以针对某一堂课做诊断性评价，从而使教师在教学过程中得到及时的反馈，以便于调整教学方法。只有操作简便的评价体系才能真正融入到教学常规当中，才能成为教师专业发展的助推器。

二、评价指标体系的维度

（一）互动参与度指标

互动参与度是产生深度互动的前提。它既考查学生是否参与互动，又考查学生参与的广度和均衡性。智慧课堂环境下的学生参与行为多样化、易跟踪，给全面评价学生的参与度提供数据支撑。这一维度所考察的是全体学生参加教学活动深浅程度及机会的公平性。

互动参与度可以分为两部分。第一是行为参与，是参与的最直接体现，用量化数据来体现。具体的指标有：具体来说，这些指标包括：

1. 参与率就是某次互动活动中参与发言、操作或者提交反馈的学生人数占班级总人数的比例。智慧课堂抢答、投票、随堂测验等方式可以对互动覆盖面做出准确、即时的统计，直观地体现出互动覆盖面。

2. 互动频率是指在一定的时间内，师生之间或者生生之间发生互动的次数。高频率的互动一般代表课堂节奏快、信息交流多，是课堂活跃度的直接表现。

3. 平均发言时长，用课堂音视频智能分析统计每个学生平均发言时长。此指标可以防止“一言堂”或者少数学生主导课堂的现象，考查互动机会是否平均分配给每一位学生。

第二是情感与认知参与,它是外在行为的反映,也是学生内心活动的体现。这部分不能完全量化的部分,可以通过多种方式来观察和评价。用学生表情、动作是否专注,学生是否积极思考、学生是否善于听取别人的意见等几个方面来判断学生的情感投入程度。教师可以设计一份简短的课后问卷,从课堂互动的兴趣、收获、困惑这三个方面让学生进行自评,从而获得学生的视角反馈。智慧学习平台内点赞、评论、在线协作文档的编辑记录等行为,在某种程度上也能反应学生的认知投入和参与意愿。根据这两个方面指标可以比较全面的呈现出课堂互动的参与图景,找出沉默参与者,为教师激励全体学生参与到课堂当中提供依据。

(二) 互动深度指标

互动深度属于评价体系中重要的一环,与学生思维品质以及高阶认知能力发展存在着直接的关系。浅层的互动只是事实的回忆、简单的回答,深层次的互动包括探究、论证、质疑、创新。小学数学智慧课堂深度互动评价,目的在于发现并促进能引发学生复杂思维的交流。

该维度的评价标准主要是从互动内容的认知复杂度、思维的创造性两个方面来确定的。首先就是问题的认知层次,教师提出的问题是引起和引导互动方向的起点。评价时要分析教师提问的类型与分布:以封闭性知识再现型问题为主,还是以开放性、高阶思维问题为主?这个长方体的体积是多少。属于低阶提问,而“你能用几种不同的方法来证明这个结论?”属于高阶提问。哪一种方法最好,为什么”属于高阶提问。智慧课堂的语音识别、文本分析技术,可以对课堂问答做认知层次的自动分类和统计。

第二就是学生的回应的思维水平。学生的回答与讨论是互动深浅的直接体现。评价指标要考查学生是否只是简单的重复,是否能够清楚地解释自己的解题思路、阐述数学概念间的联系、对不同的观点作出比较判断。学生在学习分数的时候,除了能说出分数的定义外,还能用自己的语言或者画图的方式解释分母不能为0的原因,在小组讨论中对同学的错误解法提出有建设性的质疑,并共同修正。学生回答问题时是否使用了猜测、验证、推理、归纳等数学思想方法,是判断学生思维深度的标准。

再者是知识建构的协同性。深度互动通常是分散的认知过程,即学习共同体通过对话、合作来产生新的认识。评价指标要考查师生之间、生生之间是否存在真实的思想交锋和融合。观测点包括学生之间是否互相启发、补充、修正观点;

讨论是否围绕核心数学问题不断深入,而不是离题万里;最后得出的结论是否是集体智慧的结晶,是否高于个体成员最初的认识水平。智慧课堂上在线协作白板、共享文档等工具可以记录知识建构的全过程,给评价这一指标提供过程性的证据。用评价互动深度的方式来诊断课堂教学是否触及了学生最核心的思维,让教学由浅入深、逐步深入发展。

(三) 互动效果指标

互动效果是评价的最终落脚点,它考查深度互动是否产生了预期的、积极的、可测量的学习结果。评价互动的价值最终还是要看它对学生成长的影响。本部分指标体系从学业成绩、能力发展、情感态度等各方面来评价深度互动带来的综合效益。

第一个指标就是学业成绩的提高,即学生对数学知识、技能的掌握程度。通过智慧课堂即时测评、单元测试和作品分析来量化评价学生在互动前后对于某个数学概念、公式、定理的理解和应用能力。用对比实验班和平行班的数据或者前测后测分析,可以更科学地判断深度互动对学业成绩的净效应影响。评价的重点不应只看学生是否能做对题目,而应该重视学生对知识背后数学原理的理解程度,以及能否把所学知识灵活地应用到解决新的、非常规的问题中。

其次就是数学核心素养的发展。深度互动对培养学生数学思维能力、创新意识、实践能力有着十分重要的意义。评价此方面可以利用一些复杂任务。设计项目式学习任务,让学生小组合作用所学的统计知识调查校园内某种现象,写分析报告。评价时主要看学生在完成任务过程中体现出来的数据分析能力、逻辑推理能力、数学建模能力以及团队合作能力。学生数字作品、展示汇报、项目报告等都是评价学生核心素养发展的重要资料。智慧课堂平台方便地收集和管理的这些过程性评价资料,从而为学生的成长创建一份个人档案。

最后就是学习情感和态度的变化。积极的情感体验对维持学生学习动力十分重要。深度互动可以调动学生学习的积极性,提高学生学好数学的自信心,培养学生乐于探究、敢于质疑的科学精神。这部分指标可以采用问卷调查、学生访谈、课堂氛围观察等方式进行评价。设计一份包含“我喜欢在数学课上和同学讨论问题”、“我觉得数学是有趣的”等题目的态度量表,在学期初、学期末分别测量一次,考察学生态度的变化。活跃、包容、鼓励探究的课堂氛围就是互动效果最直接的反映。结合这三方面的效果指标,可以从全方位、深层次的角度来判

断智慧课堂深度互动是否真正达到了育人的目的，为学生终身学习、全面发展打下基础。

互动评价体系维度与指标示例

维度	核心关注点	主要指标示例	观测 / 评价方式
互动参与度	学生参与的广度与均衡性	1. 参与率（发言 / 操作 / 提交反馈比例）	智慧课堂抢答、投票、随堂测验数据统计；课堂行为观察
		2. 互动频率（师生 / 生生互动次数）	课堂音视频智能分析；人工记录
		3. 平均发言时长	课堂音视频智能分析
		4. 情感投入（专注度、积极性）	课堂行为观察；课后问卷（兴趣、收获、困惑自评）；平台点赞、评论记录
互动深度	思维的认知复杂性与创造性	1. 教师提问的认知层次（高阶 vs 低阶）	语音识别、文本分析自动分类统计；问卷分析
		2. 学生回应的思维水平（解释、论证、质疑、创新）	文本分析；课堂问答记录分析；作品分析
		3. 知识建构的协同性（启发、修正、集体智慧）	在线协作白板 / 共享文档记录；讨论过程观察与分析
互动效果	学习结果与素养发展	1. 学业成绩提高（知识理解与应用）	即时测评、单元测试、作品分析；前后测对比
		2. 核心素养发展（思维、创新、实践、合作）	项目式学习任务评估；学生数字作品、报告、展示；个人成长档案
		3. 学习情感与态度转变（兴趣、自信、探究精神）	问卷调查（态度量表）；学生访谈；课堂氛围观察

从上表可知，对小学数学智慧课堂深度互动的评价体系包括参与度、深度和效果三个维度，每一维度的具体且可操作的指标也很多，用不同的方式进行评价。

第二节 过程性评价方法

一、基于数据的实时评价

（一）学习行为数据的自动采集与分析

智慧课堂环境之下，学生用个人学习终端（平板电脑、答题器等）参加教学活动的每一个环节都会被系统记录成数据。学习行为数据有学生提交答案的内容、

时延、作答正确率、修改答案的次数、参加课堂讨论的次数、浏览学习资源的路径、时延等。系统可以对原始数据进行自动采集和结构化处理,为每一个学生建立个人学习行为数据库。

通过对数据的分析教师可以清楚地了解学生对知识的掌握情况、技能应用能力以及学习态度等各方面的情况。系统可以自动识别出全班正确率低的题目,提示老师该题目可能是全班共有的难点;通过分析单个体学生答题时长、修改次数,教师可以推断该学生对这个知识点的掌握情况是熟练、犹豫还是完全不懂。分析是动态的、持续的,可以描绘出学生完整的学习轨迹,也可以体现学生认知发展过程中细微的变化。

与传统的课堂上依靠教师主观印象来判断相比,以行为数据为基础的分析更加客观、全面、细致。把学生学习过程转变为可以分析的指标,使教师可以准确地找到问题,给每个学生提供个性化的学习帮助和指导。数据洞察为个性化教学打下了基础,也是教学评价从粗放型到精细化转变的前提。

（二）课堂互动热力图的可视化呈现

课堂互动热力图是一种新的数据可视化方式,可以把抽象的课堂互动数据变成直观的图像。对课堂讨论、抢答、投票等互动环节的数据进行采集可以得出全班座位区的互动热力图。在这张图上,参与互动次数多、表现活跃的学生的座位区域颜色会比较“热”(红色、橙色),相反,参与度低或者未参与学生的座位区域颜色会比较“冷”(蓝色、绿色)。

这样一种可视化呈现方式,给教师提供了一种有关整个课堂互动氛围以及单个学生参与情况的“全景图”。教师不需要再费力地逐个回忆每个学生的表现,只要一眼扫过热力图,就能很快发现哪些学生是课堂上的积极分子,哪些学生需要更多的关注和鼓励。热力图不仅可以反映出学生在课堂上互动的情况,也可以体现出互动在空间上分布的特点,比如某个小组的互动比较活跃,或者前排学生参与度比后排学生要高。这些信息对教师调整课堂节奏,改进教学组织形式有很高的参考价值。教师可以利用热力图的结果主动请“冷色区域”的学生回答问题或者设计新任务来提高这些学生参与的热情,从而对课堂互动实施精准干预和引导,使更多的学生投身到教学活动中去。

（三）学生个体与群体的学情预警

对学生的学情进行持续跟踪、智能分析之后,智慧课堂就能创建起一套动态

监测预警机制。这套机制就是设置一系列的学情指标（连续下降的知识点掌握率、集中出现的作业错误类型、长时间参与度低的课堂互动、异常的学习任务完成时间等），来建立学情诊断模型。当某位学生多项指标达到预警阈值的时候，系统就会自动给教师发送预警信号。

预警机制针对个人又注意群体。系统会对班级的学习数据进行分析，当某个知识模块的平均分低于预期的数值时，或者某一个班级小组的合作效率一直很低时，就会产生群体性的学情预警报告。报告会详细说明出现问题的方面、涉及的学生群体、问题产生的原因分析，从而给集体辅导和教学改进提供明确的导向。预警系统可以显示出班级内 30% 以上学生对分数乘法单元混合运算存在困难，从而给出专项复习的建议。

学情预警机制最根本的价值就是它的“防患于未然”的前瞻性。它把评价功能由“事后总结”提前到“事中干预”，使教师可以在学生的问题发展成严重的学业困难之前，及时采取精准的干预措施。无论是针对单一个学生的一对一辅导，还是改善整个群体的教学方式，依靠数据预警进行的干预工作都会更具有针对性和时效性，从而保证每一位学生都走在深度互动的道路上，不会出现掉队的情况。

二、基于观察的质性评价

（一）课堂观察量表的运用

课堂观察量表是教师开展有条理、有步骤地观察的有效工具。智慧课堂环境之下，教师可以借助数字化观察量表，就小学数学课堂里的深度互动展开更为集中高效的质性评价。设计量表的时候要紧扣深度互动的关键因素，把抽象的理念转化为具体、可观察的行为指标，使得教师观察具有目的性、专业性。

教师可以在平板终端上打开预设的量表，在课堂上或者课后观看录像时，对某个学生或者某个小组的行为做出判断并打分。数字化操作比纸笔记录更加方便，并且数据更易于后续的统计分析。一个有效的小学数学深度互动观察量表应该包含如下的评价维度：

智慧课堂建设主要部门职责分工表

维度	具体描述
问题探究深度	学生提出的问题是否具有挑战性；能否从不同角度思考问题并追问。
数学思维品质	逻辑推理、抽象概括、模型建构等数学思维能力是否得以体现。
小组合作表现	能否清楚表达意见、认真倾听他人、有效整合同伴观点。
学习情感与意志	对数学探究活动是否有浓厚兴趣、克服困难的意志力、敢于质疑的勇气。

从上表可知，教师的评价不再是个人化、主观化的，而是有一个统一明确的标准。不仅可以提高质性评价结果的信度、效度，还可以使教师在日常教学中自觉地关注、培养学生在这些方面的发展，使评价与教学相融合。

（二）教学录像的回溯分析

智慧课堂普遍具有的课堂实录功能，给教学评价提供了一个非常宝贵的时空穿梭机。教师可以随时回放课后每一节课的全部过程，从旁观者的角度对每一节课的教学细节进行观察。分析不受课堂教学即时压力的影响，可以发现很多现场被忽视的重要细节。

回溯分析时，教师可以将注意力集中到某一段教学过程或者某一群学生身上。以小组讨论为对象做重复观察，对每个小组成员在讨论中所做出的贡献、所扮演的角色以及相互间的影响进行细致的分辨，从而对小组协作水平做出更公正的判断。教师还可以观察平时比较沉默的学生，注意他们微表情、肢体语言、与同学短暂交流的情况，从中了解学生在课堂上真实的状况和潜在的需求。深入到每一个案例的分析是任何实时数据所不能取代的。

教学录像回溯分析，也成了教师进行专业反思、自我成长的重要方式。教师通过观看自己提问的方式、追问的技巧，对学生的回答的反应，巡视指导各小组的方式，来检验自己的教学行为是否有效地促进了学生之间深度互动的发生。教师会发现自己的提问比较封闭，不能激发学生的思维发散，也会在关键节点上没有给学生足够的独立思考与探究时间。用录像证据来剖析自我，可以使得教师更加客观地认识自身的教学长处和不足，从而有目的地改进自我，不断提高引导和组织深度互动的能力。

（三）关键教学事件的叙事性记录

在复杂的课堂互动当中，会有很多珍贵的瞬间出现，这些时刻可能是学生灵感的突然涌现、小组解决难题达到最高点时的那种兴奋感，或者是教师与学生

就某个数学问题展开深层次交流的良好契机。重要的教学事件包含许多教育信息，是质性评价不能少的重要资料。叙事性记录就是发现并表现这些事件价值的最好方式。

与量表、数据不同的是叙事性记录使用的是故事化的语言，具体生动地对发生的关键事件的起因后果、事件发生的场景细节、参与者的行为举止和情感流露进行详细的描述。教师可以利用智慧教学平台提供的便捷工具（文本、音频、照片等）在课后及时把鲜活的片段记录下来。一份高质量的叙事记录不能只是客观地描述事件，还应该包括教师专业反思和解读，分析此事件对学生成长的意义和对今后教学的启示。例如，教师可以记录学生小明怎样用独特的类比帮助全组同学理解抽象的“负数”概念，并反思由学生生成的“脚手架”在教学中的价值。这样的记录方式保留了学习过程的温度和情境，使得评价更具人文关怀。它把学生的发展看作一个个生动的故事，而不是冰冷的数据，有利于教师对学生形成更加立体、全面的认识。

三、基于作品的表现性评价

（一）学生数字作品的评价

随着技术工具的普及，小学数学的学习成果不再只是练习册上的习题。学生可以借助不同的软件及应用程序创作出丰富多彩的数字作品，用新的形式来表达自己的对于数学知识的理解及应用。数字作品本身就是一种优秀的表现性评价载体。学生可以使用几何画板软件，通过动态演示来探究三角形内角和的规律；可以利用电子表格软件整理、计算自己收集的班级同学零花钱数据并制作图表化展示；甚至可以使用简单的编程工具，设计出可以自动求解多边形周长的小程序。

对这些数字作品的评价要创建起一个多元的标准体系。评价标准不应该只看结果数学上的正确与否，还要考察作品所体现的创新性、逻辑性、条理性、审美性。教师应该注意学生用技术工具辅助数学思考的方式，作品是否清楚、有效地表达了数学思想，在创作过程中是否表现出解决问题、自主探究的能力。评价一个关于对称图形的演示文稿时，教师不能只看学生找出的对称图形是否正确，还要看学生演示的逻辑是否清楚、所选图片是否典型且有创意、整体版面设计是否美观。用综合性作品评价学生，可以全方位地考查学生的数学素养和信息科技的结合创新能力。

（二）在线协作过程的评价

智慧课堂中大部分具有探究性、开放性的数学项目一般是以小组的形式，在线上或者线上线下混合的方式完成。此时评价的重点不在于小组最后所提交的成果，而在于合作过程本身。深度互动存在于协作的各个环节之中，因此，对在线协作过程的评价，就成为评判学生互动水平以及合作能力的重要环节。

大多数协作学习平台都提供详细的记录，可以作为评价的基础。教师可以查看各个小组学生共享的文档修改历史、讨论区发言内容和次数、任务分配表里承担的角色等信息。通过过程性数据的分析，可以评价小组协作的方式以及个人贡献。评价的重点是学生是否能做好分工，能否对别人的意见提出建设性的意见，在出现分歧时能否协商达成一致，是否对团队的最终目标有共同的责任感。

以教师回看在线白板上一起完成复杂的解题过程录屏为例。他可以发现有的学生善于提出初步的想法，有的学生善于对方案进行细化和修正，有的学生在组织协调方面起到了重要的作用。教师可以就学生的沟通、协调、批判性思维、集体智慧构建等方面的表现做出定性的评价。关注过程可以让学生意识到，有效的合作本身就是一种重要的学习能力，促进学生在互动中学会学习、学会共事。

（三）学生自我评价与反思日志

促进学生进行自我评价和反思，是培养学生元认知能力、使其成为自主学习者的重要途径。在深度互动教学模式之下，学生既做知识的接受者又做学习过程中的主体。审视自己的学习行为、评价自己的学习效果是达成教学目标不可缺少的一环。智慧课堂给学生进行自我评价、撰写反思日志提供了一个非常方便的数字化平台。

教师可以在每一个学习单元结束或者重要的探究活动之后，设计结构化或者半结构化的线上自我评价问卷以及反思日志模板，引导学生从多个方面对自己的学习进行回顾与剖析。学生可以独自在个人终端上完成这些反思任务，它们也会被保存到学生自己的电子学习档案里。有效的自我反思活动一般会围绕以下几个方面展开，即

1. 知识与技能：本次学习中我获得了哪些新的数学知识或方法？我还有哪些困惑？

2. 过程与策略，为了解决问题，我尝试过哪些不同的方法？哪种方法最有效，在哪里遇到困难，又是如何克服的？

3. 小组讨论中提出过哪些想法。我从同学的发言中学习到了什么？合作过程中存在的不足是什么？

学生写反思日志,是在具体学习活动中把注意力拉出自己的思维与行为领域,用一个旁观者角色对自我思想、行为加以审视与剖析,比之前者来说属于更深层次的思维活动。教师可以定期检查学生反思日志了解学生真实的思维,为学生的个性化学习提供鼓励性的反馈及指引。长期下来,学生会形成反思的习惯,自主学习和自我监控的能力也会得到显著提高。

第三节 结果性评价标准

一、知识掌握水平的评价标准

(一) 层次划分

智慧课堂环境下,对小学数学知识掌握程度的评价不再是简单的对错判断,而是借鉴布鲁姆教育目标分类学等理论,构建起一个多层次的认知目标评价体系,从多方面、多角度考察学生对知识的掌握情况。层次划分的目的是为了超越机械记忆的考查,促使学生向更高的思维能力发展。通常把知识掌握程度分成记忆、理解、运用、分析等几个方面,各个方面都有具体的数学学习行为以及认知要求。记忆层次指的是学生对于基本的数学事实、定义、公式、概念等可以准确记住并复述出来,比如能够背诵乘法口诀表,能够说出三角形的定义等。这是知识学习的开端,智慧课堂采用快速问答、关键词匹配等手段可以迅速检验学生对于基础知识的记忆。

理解层次要求学生不能停留在简单的信息重复上,而要用自己的话来解释、阐述数学概念的含义,对不同的信息进行比较和转换。学生不但能够背出平行四边形面积=底×高的公式,而且能说明该公式是由切割、平移、拼接图形而推导出来的。智慧课堂中互动白板、概念图工具等可以使得学生以画图、拖拽、标注等方式将自己的思维过程直观地表达出来,教师可以很容易地看到学生们的思考过程。应用层次主要考查学生知识迁移、运用的能力,即学生能将所学的数学概念、方法迁移到新的、具体的情境中去解决问题,常规问题的计算、操作、解决简单的实际问题。学生在学过平均数的概念后,可以求出班级几次测验的平均成绩,并用它来分析成绩的总体趋势。

分析层次属于高阶认知,学生需要把复杂的数学问题或者综合性材料拆解成其组成部分,并探究各个部分之间内在的联系以及组织结构。在小学数学中,可以表现为对一道复杂的应用题中的数量关系进行梳理,找到隐藏条件,也可以表现为分析一个几何图形的构成,找到不同部分之间的关系。智慧课堂可以展现出结构更为复杂的探究任务,可以记录下学生分析问题的步骤,并通过对数据进行对比分析来找出学生之间在逻辑组织、结构洞察方面存在的差别,从而给教师提供有针对性的指导依据。这样分层评价的方式使学生知识掌握情况的诊断更加立体、准确。

（二）基于知识图谱的掌握度诊断

传统的评价方式不能体现知识点之间的内在逻辑,也不能反映学生个体的认知结构差异,基于知识图谱的掌握度诊断给解决这些问题提供了一种新的技术途径。数学学科知识体系结构化、关联性强,知识图谱把数学概念、定理、公式等当作节点,用有向边表示它们之间的前序、依赖、派生等关系,形成一个庞大的语义网络。既是一个学科知识的结构化表达,又是一个学生知识掌握情况的精确诊断框架。在智慧课堂环境中,学生完成练习、参加讨论、进行项目探究等活动的时候会采集学生各种行为数据,然后与图谱中对应的节点联系起来。

系统根据学生完成某个知识点任务的情况,可以给每一个学生创建一份个性化的“知识地图”,清楚地显示出各个知识点的掌握情况。系统依据学生答题正确率、作答时长、求助次数等数据把知识图谱里的节点标记为“已掌握”“模糊掌握”“未掌握”等状态,用不同的颜色来显示。诊断的深刻之处在于可以找到学生知识缺陷的根本原因。学生对于“长方体表面积的计算”这一知识的掌握情况,知识图谱可以依据其前序关系路径进行回溯,自检他是否掌握了前述的“长方形面积计算”、“乘法运算”、“加法运算”这些基础知识点。系统如果发现学生在长方形面积计算上存在困难,就可以找到学生薄弱环节的原因,从而给教师提供精准的干预建议。以知识图谱为依据的诊断,不再是孤立地考察单个知识点,而是对学生认知结构整体性、关联性的考察,进而实现个性化辅导、自适应学习路径的规划。

（三）错题归因与薄弱点分析

智慧课堂的深度互动教学当中,学生犯下的错误不再只是学习上的失败,而是被当作反映学生思维过程、认知障碍的数据资源。对错题的评价不再只是简单

的订正、重复练习,而要转向系统性的归因分析、薄弱点诊断,目的是从根源上帮助学生克服学习障碍,真正达到理解和成长。智慧教学系统会对学生每一次的错误进行实时的记录和分类,给深度的归因分析打下基础。

错题归因分析就是找出造成错误的根本原因,不能只停留在表面现象上。教师可以引导学生或者使用系统的智能分析功能,将错误分成不同的类型。

1. 概念性错误是由于对数学基本概念、定理、性质等理解不准确或者混淆而造成的,例如长方体体积和表面积的概念混淆,或者认为所有的质数都是奇数。

2. 程序性错误:即解题步骤出错、计算过程出错或者公式使用出错。运算顺序出错、计算出错、单位换算漏掉等都属于此类。例如在多步混合运算时没有按先乘除后加减的顺序进行。

3. 策略性错误:解决问题时选用的方法不正确或者不能形成有效的解题思路。对于需要画图来辅助理解的应用题,学生仍然固守于抽象的数字运算之中,结果就陷入了混乱之中。

4. 审题性错误:由于读懂题目信息时出现偏差造成的错误,即看错数字、忽略重要条件或者误解问题要求。

智慧教学系统可以汇总全班学生的错题数据,然后进行聚合分析,从而找到学生共性的薄弱知识点以及普遍存在的思维误区。系统会发现超过一半的学生在带余除法的应用题上出错,而错误的原因主要是对“余数必须小于除数”这一概念的理解不够。大数据分析可以使得教师准确找到教学中的难点、重点,针对难点、重点及时调整教学策略,对难点、重点进行有针对性的集体讲解或者设计专题训练。

系统还可以为每一个学生建立个性化的错题档案与能力雷达图,并对学生的错误类型、知识薄弱点的发展情况做长时期的跟踪。这就使得教师可以了解每一个学生独有的认知特点和学习困难,比如有的学生在空间与图形方面一直表现不好,有的学生在数据处理方面一直存在困难。对薄弱点进行细致的分析之后,教师可以为学生提供个性化学习资料、有目标的巩固练习,由大众化教学向精准辅导转变,提高教学效果。

二、能力发展水平的评价标准

（一）问题解决能力的评价量规

解决问题能力是小学数学教育核心的培养目标之一，智慧课堂给评价复杂能力打开了更精细的窗口。传统的评价只看最后的答案是否正确，而基于智慧课堂的评价量规则注重学生解决问题的全过程，按照国际学生评估项目等现代教育评价框架，把评价维度分为审题与理解、规划与设计、执行与计算、反思与检验等几个方面。

问题解决能力评价维度及标准

评价维度	初阶水平	发展水平	精通水平
审题与理解	只能识别题目中直接给出的数字和问题。	能理解、转述题意，找出主要条件和问题。	能识别题目中隐含关系和多余信息，把握问题核心。
规划与设计	只能尝试单一或不恰当的方法。	能选用常规解题方法。	能提出多种解题方案，并预判最简便有效的方法。
执行与计算	计算有较多错误，步骤不清晰。	计算基本准确，步骤较为清晰。	计算准确无误，步骤清晰完整，语言规范。
反思与检验	完成作答即停止思考。	会进行简单的验算。	能检验答案合理性，反思方法优劣，迁移运用。

从上表可知，教师可以利用智慧课堂记录下来的学生解题轨迹、方案草稿、修改记录等过程性数据，对学生在各个阶段的表现进行打分或者定性描述，从而得到一幅详尽的能力剖面图。既可以保证评价结果的全面性、公正性，又可以准确地发现学生在问题解决链条中具体存在的困难，进而为教师提供有针对性的指导，使学生的解决问题能力螺旋式上升。

（二）创新思维能力的评价标准

小学数学教学中，创新思维不是指学生做出惊天动地的发现，而是指学生用新的、独特的角度去思考、解决问题。智慧课堂给学生提供了开放性的探究任务以及多样的表达方式，从而为评价学生的创新思维创造条件。评价创新思维能力不能只看一个答案，应该从思维的流畅性、变通性和独创性这三个方面来考虑。

流畅性指的是学生面对一个问题时产生想法的数量。在智慧课堂的一题多解活动中，系统可以记录学生一段时间内提出了多少种不同的解题方法。计算 25×12 时，有的学生会想到将其拆解成 $25 \times (10+2)$ 或者 $25 \times 4 \times 3$ 等多种方式，产生多种解决方案的能力就是思维流畅性的体现。方法越多，流畅性水平就越高。

这样的评价可以打破学生的思维定势,使学生从不同的角度去寻找可能性。

变通性考察学生思维的灵活性,即能否跳出不同的知识领域或者从不同的角度去思考问题,产生出各种不同的想法。在几何图形的探究任务中,有的学生只会用代数的方法来计算,有的学生则会把几何变换、分割拼凑等数学思想融合到解题中。智慧课堂的协作平台可以反映出学生各种不同的思考方式,教师根据此可以评价学生思维的广度和灵活性。思维变通性好的学生一般能更好地把所学知识综合起来并加以应用,知识迁移能力也更强。

独创性是创新思维的中心,衡量的是学生想法的独创性、新颖性。在解决一个开放性的数学建模问题时,大部分学生都会采用常规的方法,但是总有一部分学生会想出出人意料、逻辑自洽的巧妙办法。与众不同的观点就是独创性的火花。智慧课堂的作品提交匿名互评功能,可以表现出学生的创意与培养学生的创新意识。教师在评价时应该关注那些虽然不完美但是充满奇思妙想的解决方案,给予特别的肯定和鼓励,保护和激发学生的创新火花,培养他们敢于质疑、勇于探索的科学精神。

(三) 协作与沟通能力的评价标准

在强调深度互动的智慧课堂中,学生的学习越来越以小组合作的方式进行,因此协作与沟通能力的评价就成为衡量学生综合素养的重要部分。这类评价不是考查个人所掌握的知识,而是考查学生在团队中互动的行为、贡献的方式以及人际交往的表现。评价标准主要是从任务参与度、观点表达与倾听、团队贡献与支持这三个方面来制定的。

任务参与度属于协作能力的基础。考查的是学生在小组活动中所参与的程度以及本职工作的完成情况。智慧课堂可以依据学生在共享文档中编辑的次数,在小组讨论区发言的频率等数据来判断学生参与程度的好坏。一个积极主动的参与者不但会完成自己的任务,而且还会关心整个团队的进展,在必要的时候提醒或者帮助其他的成员,表现出很强的主人翁意识和责任感。

观点表达和倾听为有效的沟通打下了基础。评价标准考察学生能否清楚、有条理地用数学语言表达自己的想法,能否耐心、专注地听别人的意见,理解别人的观点。在智慧课堂中的网络讨论会面或是视频会议当中,教师可观察学生是不是能够有逻辑地展示自己的思考方法,可以对别人的意见提出建设性的回应而不是简单的打断或者否定。高水平的沟通者是良好的表达者,也是良好的倾听者,

善于在不同的观点中寻找共同之处。

团队贡献与支持就是团队内部点赞、评论、互助等行为。评价不能只看谁最后给出了正确的解答，而应该看谁在过程中为团队的成功作出了贡献，哪怕只是一个及时的鼓励或者一个关键的提示。同学之间相互评价、小组合作、老师帮助学生体现的都是集体中合作精神、社交智慧。评价学生是否愿意分享自己的知识资源，遇到同伴问题时能否帮助别人，团队中出现分歧时是否能担当起协调者的角色。智慧课堂协作工具可以将学生自评和教师观察的方式记录下来，对学生合作沟通能力进行全方位的动态评价，使学生在互动中学会合作，在合作中得到共同发展。

第四节 多元主体评价机制

一、学生自评与互评机制

（一）引导学生进行自我反思与评价

自我反思与评价属于学生元认知能力发展的途径。在智慧课堂的环境中老师可以设置一些结构化的反思性问题，引导学生去反思自己的学习过程。以一节分数乘法课程为例，在课程结束之后，系统就会推送一份电子问卷，问题为“本节课最大的收获是什么？哪一部分的知识还没有掌握好？采用什么样的方法来解决难题？学生作答可以整理出所学知识，也可以清楚地认识到自己的学习状况和不足。即时性、伴随学习过程的自我评价，把评价内化为学习的一部分，促使学生学会对自己的学习负责。

智慧教学平台的数据记录功能给学生自我评价赋予了客观的参照。平台会自动保留学生答题正确率、答题时间、互动次数、学习资源浏览数据。教师可以引导学生分析数据，从错题集中看出自己容易出错的地方，是因为概念不清还是计算失误；从互动记录中了解自己在课堂上参与的程度以及所起到的作用。借助数据来自我剖析，可以避免主观臆断，让学生对自己有更准确、深入的认知，进而制定出更好的改进方法。

智慧课堂还为学生们创建起个性化的学习档案袋，学生可以将自己的作业、项目作品、课堂笔记、反思日记等用数字化的方式保存在里边。定期整理、回顾

档案袋就是一种深层次的自我评价。学生经过对比不同的时期作品，可以直接看到自己进步的过程，得到持续学习的动力与成就感。教师可以指导学生为自己的档案袋写一份“成长说明”，讲述创作过程中自己的所思所想，将评价的重点从结果导向转变为过程与增值。

（二）建立规范的同伴互评流程

同伴互评可以促使学生从不同的角度去审视学习成果，并且培养沟通、合作、批判性思维能力。为了保证互评的实效，就必须有明确的、规范的流程。教师应该和学生一起商量确定评价标准，不能把评价变成形式主义或者个人好恶的体现。一个有效的同伴互评过程一般包含：

同伴互评流程要素

要素	具体内容	目的
明确任务与量规	教师发布评价任务，提供具体、可操作的评价量规，涵盖知识理解、解题策略、协作过程、成果展示等。	确保评价有据可循，提高评价的客观性和公正性。
设置评价方式	智慧平台根据内容和学生心理成熟度，设置匿名或实名评价。	匿名评价鼓励真实反馈，实名评价培养责任感。
建设性反馈培训	互评前对学生进行专门培训，指导如何给出具体的、有建设性的反馈（如使用“我欣赏……”、“我建议……”）。	提升反馈质量，避免简单化评价，促进有效沟通。
结果整合与反馈	平台自动汇总评价数据，以图表形式展现给被评价者；教师审核并引导学生理解互评结果，采纳合理意见。	帮助学生正确理解反馈，将其应用于自身提升，营造积极学习氛围。

从上表可以看出，教师在小组项目或者复杂问题解答之后，应该发布明确的评价任务，并给出具体的、可操作的评价量规。量规应该涵盖知识理解、解题策略、合作过程、成果展示等各方面内容。

智慧平台根据评价内容和学生心理成熟度来设置匿名或者实名评价。匿名评价可以减少人情因素的影响，使学生敢于提出批评性的意见，实名评价有利于培养学生负责任的评价态度。

再者就是建设性反馈的培训。教师应当在互评前对学生们进行专门的培训，教会学生们怎样给出具体的、有建设性的反馈，使用“我欣赏……”、“我建议……”这样的句式，而不能仅仅说好或者不好。

最后就是评价结果的整合和反馈。学生提交评价之后，智慧平台会自动对

数据进行汇总,并用图表的形式展示给被评价者。教师应对互评结果加以审核并给予引导,促使学生正确认识同伴提出的见解,进而将合理意见应用于自身的学习提升当中。不仅提高了学生们的认知水平,而且营造出积极健康的学习共同体氛围。

(三) 利用在线工具简化互评操作

传统的纸笔互评很麻烦,数据整理困难,反馈不及时。智慧课堂的在线工具使得互评变得更加方便、快捷,也更具有互动性。以在线协作文档工具为例,小组成员可以一起完成数学报告或者项目计划,修订记录一目了然,每个人所作的贡献也一目了然,为过程性互评提供直接依据。会员可以即时在文档中对文档的意见、建议进行回复,达到文档互动修改的目的。

专门为教师设计并用于创建、发布评价任务的在线互评系统或者学习管理系统中的互评模块,可以方便教师创建评价任务。教师可事先设定好评价量规,学生只需要在线填写,系统就能自动收集所有的评价数据。既节约了大量文书工作,又能保证评价过程的规范性。学生在平台上查看同伴作品之后,按照量规逐条给出分数并撰写评语,整个过程一目了然,操作直观。

使用轻量级的即时反馈应用之后互相评定的形式也会变得更灵活。小组方案展示时,其他同学用手机或平板上的投票应用对各个方案的创意性、可行性进行投票。教师可以使用在线词云工具来收集全班同学对于某部作品的“关键词”评价,从而快速形成集体的印象。这些工具把评价活动游戏化、可视化,调动了学生参与的积极性,使评价过程本身就充满趣味性。

视频展台和录屏软件的应用为互评提供了一种新的方式。学生可以把自己的解题思路以录屏讲解的方式分享出来,其他同学可以像观看微课一样观看视频,在评论区进行点评。该种形式的互评既考查了学生对知识的掌握情况,又锻炼了学生逻辑表达和教学能力。在线工具的使用,使同伴互评冲破时空限制,越发高效、深入且富有创造性。

二、教师评价机制

(一) 教师对学生的综合评价

在智慧课堂中,教师对学生的评价不再只看期末考试成绩,而是依靠大量的过程性数据来实施综合的、诊断性的评价。智慧教学平台就相当于助教,可以记

录下每一个学生在课堂上的一言一行,即概念掌握情况(通过即时测验来体现)、思维活跃程度(通过参与讨论、抢答的频率来体现)、协作有效性(通过小组任务互动记录来体现)。教师可以借助平台提供的分析仪表盘,直观地看到每个学生乃至全班学生的知识图谱、能力雷达图等,进而对学生的学情成立体的、动态的认识。

这样的综合评价更重视对学生高阶能力的考查。以解决一个开放性数学问题为例,平台记录的不仅仅是最终的答案是否正确,更主要是记录学生探究的过程、尝试过的各种方法、遇到困难的地方、寻求过同伴或者老师帮助的情况。教师根据这些过程性信息来评价学生的批判性思维、问题解决能力、创新意识等,这些都是传统纸笔测验很难有效测量的。评价重心由原来的“学会了什么”转变为现在的“怎样学习”、“学习能力的发展”,使评价更有育人价值。

教师根据上述的评价结果可以对学生的个别指导。平台按照学生的学习弱点向学生提供相应的学习资源和练习题,从而达到个性化教学的目的。教师的反馈更加具有针对性,不再是笼统的继续努力等,而是具体指出:你在分数混合运算第四步出现混淆,可以回看运算顺序微课视频。这样精确及时的反馈大大地提高了学生纠正错误、改进学习的效率,真正地实现了评价促进发展的功能。

(二) 教师教学行为的自我评价

促进教师专业发展,是提高教学质量最根本的保证。智慧课堂给教师提供便捷、客观的自我评价工具,使教师摆脱繁杂的教学事务,用研究者的视角去审视自己的教学行为。课堂录播系统属于其中最核心的工具之一。教师观看自己课堂录像时,可以清楚地看到自己的教学语言、肢体动作、提问设计、时间分配、学生互动回应是否合适。视频给出客观事实,使老师摆脱了“当局者迷”的困境,发现许多现场教学不容易察觉的细节和问题。

数据分析是教师自我评价的又一有力支撑。智慧教学平台生成的课堂教学报告,可以对一节课中教师讲授与学生活动时间比、不同难度问题学生答题正确率、各个小组互动活跃度差异等许多指标进行量化展示。通过纵向(和自己的过去教学情况比较)、横向(同老师的教学数据对比)的数据分析,教师可以对自己的教学策略有效性做出科学诊断。如果某个知识点学生正确率普遍较低,那么教师就应该反思自己的讲解方式或者教学设计是否存在不足。以数据为参照来反省自己,促使教师不断改善教学方法,从而成为研究型教师。

（三）同行教师间的听课与评议

同行评议属于教师专业发展共同体建设的关键部分，可以有效地消除教师个体发展的孤岛现象。智慧课堂环境下听课评议已经打破了以前推门听课的局限，更加偏向于常态化的、便捷的、深入的听课评议。借助课堂录播或者直播系统，教师们不再受物理空间的限制，可以随时随地在线观摩同事的课堂。不但可以解决课表冲突问题，而且可以实现跨校区、跨地域的教研活动，大大拓宽了教师学习的范围。

在线评议系统给深度互动提供了一个平台。传统的听课笔记本是孤立的、无法做到即时、互动的。

1. 时间戳标记评论，听课教师在观看视频的时候，可以在某一个具体的教学环节（如某一个提问、某一个学生活动）的时间点上添加评论或者标签。这就使评价和教学情境紧密联系，讨论更加具体集中。

2. 教研组可以共同设计包含教学目标达成度、教学内容处理、互动组织、技术应用等各方面的在线评价量规。听课教师按照量规进行评价，系统会自动汇总分析，生成多维评价雷达图，使授课教师一目了然地看到自己的优势和待改进之处。

3. 异步与同步研讨相结合的方式，很好地发挥了视频观看的灵活性。听课老师可以先通过异步观看和评论的方式去思考，然后组织线上的同步会议进行集中讨论与总结，达到最好的研讨效果。该种灵活的教研方式能促使教师之间开展专业上的交流与合作。

三、家长与社会评价机制

（一）家长通过平台了解学情并参与评价

智慧课堂冲破了家校之间信息壁垒，给家长深度介入子女教育进程赋予了史无前例的可能。依靠专门的家校互联平台或者手机应用，家长不再只是依靠期末成绩单或者偶尔的家长会来了解孩子的情况。可以查看孩子上课的出勤情况、课堂答题情况、作业提交情况、作业批改情况等。平台用直观、易懂的方式向家长展示这些信息，使家长全方位、动态地了解孩子学习的情况。

公开透明的信息交流使家长的评价、指导更具有针对性。当家长看到平台提示孩子在小数除法单元练习中的正确率较低时，就可以有目的地与孩子交流，了

解孩子遇到的困难,配合老师进行有针对性的家庭辅导。家长也可以在平台上直接看到老师对于作业的批注与评语,从而更好地了解教师的教学要求,使家庭教育与学校教育相得益彰。

平台给家长参与评价开辟了新的途径。学校可以定期用问卷的形式了解家长对于学校教学、课程安排、教师工作等各方面的情况。部分小组项目或者综合实践活动可以请家长担任特邀评委。以家庭月度水电费为题材的数学项目,父母可以就孩子的数据采集真实性、分析逻辑性、阐述清晰度这三个方面来评价。参与感把家长由教育的旁观者变为教育的合作者。

家长的参与性评价给教师提供的是来自家庭角度的反馈。家长可以通过留言、反馈等形式,将孩子在家学习的情况、遇到的问题、喜欢某项教学活动等分享出来。这些信息可以丰富教师在校观察的角度,有利于教师更全面地了解每一个学生,从而根据学生具体的情况做出调整,实现人性化的教育。家校在评价上互相配合,创建起支持学生成长的教育生态系统。

（二）引入社会资源进行项目评价

将评价与现实世界联系起来,对学生培养应用能力和创新意识来说十分重要。智慧课堂使得把校外专家、社会资源加入学生项目式学习成果评价中更方便。与日常生活紧密联系、有实际意义的数学项目,例如社区垃圾分类数据调查与优化建议、校园共享单车站点问题解决等,可以由相关领域专业人士担任评价者。通过视频会议、在线评审等方式,行业专家会对学生的研究方法、数据处理、结论的现实意义、创新性等给出专业的意见。

真实世界的评价比分数更有意义。专家点评可以给学生打开一扇窗,让他们知道课堂学到的数学知识在实际工作中是如何被使用的,从而极大激发学生的学习和内在动力。专家的提问与建议能切中要害,使学生能从更广更专业的角度去反思、改进自己的工作。同时该种评价方式给学生提供了一个展示、交流的平台,有利于学生自信心及语言表达能力的提高。学校可以创建社会导师资源库,对愿意参与教育的人员进行系统的管理,用智慧平台进行项目匹配和邀请,使高质量的评价活动常态化、规模化地开展。

（三）教育专家的指导性评价

除了学生、教师、家长、行业人士之外,教育领域专家对智慧课堂教学模式进行宏观指导性的评价,也是智慧课堂教学模式不断改进、科学发展的不可缺少

的一环。课程论学者、教育技术专家、数学教育家等专家可以从理论的高度、前瞻性角度来对整个智慧课堂的教学实践进行系统的评价。学校可以利用智慧教学平台将已经脱敏的课堂数据、教学设计、学生作品集、教研活动记录打包发给专家组进行远程分析。

专家评价主要是对体系、方向进行评价。他们不会过分在意某个学生、某节课的得失，而是从整体教学数据背后所体现的教学模式、师生互动关系深层次的变化来分析。专家可以对学生的提问类型和认知深度之间的联系进行分析，评判平台的技术功能是否真正有利于深度学习而不是浅层互动，也可以评判学校的总体评价方案是否符合最新的教育评价改革方向。评价报告可以促使学校管理者、教师从宏观角度把握全局，避免陷入日常教学技术应用的细节里。

专家指导性评价最后以具体的改进建议和发展规划的形式呈现出来，给学校教学改革提供科学依据和智力支持。这些建议会牵涉到改善平台功能、改变教师培训方案、改良课程评价体系等诸多方面。定期开展专家评价，可以保证学校智慧课堂的探索始终走在科学有效的道路上，避免盲目跟风、滥用技术，从而达到教学质量螺旋式上升、可持续发展的目的。

第五节 评价结果分析与应用

一、评价数据的整合与可视化

（一）多源数据的融合处理

在智慧课堂的环境中，教学评价的数据来源很多，是多源异构的。它既有学生在使用学习终端、交互式课件、在线答题系统时产生的过程性数据（答题时间、选项修改次数、互动频次、协作讨论内容等），也有各种测验、作业、作品提交之后形成的终结性数据（知识点正确率、题目得分、能力雷达图等）。这些数据分散在不同的应用系统和平台中，格式、结构各不相同，直接进行分析比较困难。

因此多源数据融合处理成为数据应用的第一步。即对原始数据实施清洗、转换并加以融合。数据清洗的目的就是发现并修正数据中存在的噪声和缺失值，保证数据的准确性以及完整性。数据转换即把不同来源、不同格式的数据进行统一，在口径、度量单位等各方面保持一致。数据集成属于关键步骤，以学生为标识，

把各方面数据关联起来，从而形成统一、全面的学生个人学习档案数据库。

经过有效的融合处理之后，就会得到一个包含课前、课中、课后三个环节，涵盖知识、技能、行为、情感等各个方面的一个立体的数据集。融合后的数据可以克服单一数据源的不足，呈现出完整的学生活动状态视图，给学生画像以及教学分析提供高质量的数据基础。把零散的数据点串联成有内在逻辑的信息链，使教学评价得以由点及面地展开。

（二）学生个人与班级整体画像的生成

数据融合之后，下一步就是用数据挖掘、学习分析等技术对数据进行建模和解读，进而生成学生个人画像、班级整体画像。画像技术可以把抽象的数据转变为直观、多维地对学习者特征进行刻画的手段，也是开展个性化教学、精准管理的一种方式。

学生个人画像就是对学生各方面情况的动态更新数据模型。它一般包含知识掌握、学习行为、能力发展、情感态度这四个维度，在知识掌握上利用知识图谱技术，清楚地显示学生对各个知识点的掌握情况，比如精通、理解或者待掌握，在学习行为上分析学生的互动参与度、学习专注度、任务完成速度等来反映学生的学习习惯和学习风格，在能力发展上评价学生在数学运算、逻辑推理、空间想象、问题解决等核心素养上的表现和潜力，在情感态度上通过课堂表情识别、主题讨论情感分析等方式来洞察学生的学习兴趣、自信心和课堂投入感。所有的这些方面一起形成学生的“数字肖像”，使教师对每个孩子有全面而深刻的认识。

班级整体画像是对全班学生个体画像的聚合和统计分析。通过它，班级的共性问题 and 群体特征就得以显现出来，即整体知识薄弱点、普遍存在的学习误区、课堂互动活跃时段和区域、不同学习水平学生分布情况等。借助仪表盘、雷达图、柱状图等可视化图表，班级画像可以很直观地展示班级学情数据给教师，使教师快速掌握班级整体学习脉搏，给宏观教学调控提供清晰的依据。

（三）评价报告的自动生成与推送

为了使数据分析结果更好地服务于教学实践各个环节以及相关的人，建立评价报告自动生成和推送机制就显得十分重要。它的目的是用预设模板和规则，把复杂的画像数据和分析结论，转化成容易理解、突出重点、具有指导意义的诊断性报告。

报告的生成过程具有很强的自动化、定制化特点。系统根据不同时段的数据

（课时、周、单元）和接受对象（教师、学生、家长）提取数据，然后经过运算分析之后填充到对应的报告模板里。不同报告对象的侧重点和特点如下表所示：

评价报告接收对象与关注点

报告对象	主要关注点	报告特点
教师	班级学情分析、教学效果反思、需特别关注学生名单与问题	诊断性、反思性、问题导向
学生	学习进步轨迹、优势领域、待改进之处、个性化学习资源建议	激励性、引导性、个性化学习支持
家长	孩子学习状况、成长亮点	简明性、家校共育桥梁

报告的推送要体现及时性、精确性。一份报告生成以后，系统会马上通过智慧教学平台、手机应用软件或者电子邮件等方式发送给相应的用户。即时反馈冲破了传统评价方式时效性方面的不足，促使教学干预以及学习的改变及时产生。教师能够即刻得到学情反馈，学生也能马上了解自己的学习状况。高效的信息流转最大限度地发挥出评价的诊断和改进功能，形成了教、学、评、改的敏捷闭环。

二、评价结果的教学应用

（一）用于调整教学策略与进度

依靠智慧课堂评价系统给出的班级总体画像和即时反馈数据，给教师动态调节教学策略和进度赋予了科学依据。这样教学就不再是执行预设教案的线性过程，而是一个根据学情不断迭代优化的动态过程。

当评价报告显示某核心知识点（例如小数的意义）全班掌握率较低的时候，教师就可以判断出以前的教学策略存在不足。这就促使教师反思并调整教学方法，将单纯讲解转变为立体的实物演示、虚拟实验或者设置探究小组活动等方式来加深学生对知识的理解。反之，如果数据显示大部分学生已经提前掌握了某个预设的教学难点，那么教师就可以加快教学进度，用更多的时间来进行有挑战性的拓展内容的教学，避免因为重复讲解已知的内容而造成学生学习兴趣下降。按照证据来调节教学的方式，能够使教学的节奏同学生的大致认知步调一致，这样就大幅度地提高了课堂教学的效率和效果。

（二）用于实施分层教学与个性化辅导

学生个人画像，给真正意义上的因材施教打开了通道。它使它摆脱了以往只用单个考试成绩来区分学生的方法，转而依靠多维数据分析，准确分层、灵活分

组，满足每一个学生不同的发展需求。

教师可以根据学生画像显示的知识掌握程度、认知方式、学习速度把学生分成不同的组。分组不是固定的标签，会随着不同的学习任务而发生变化。具体的实施途径主要体现在以下几个方面：

1. 分层设计题目的难度、开放度不同；对基础薄弱学生布置巩固性练习题，对中等水平学生布置理解性和应用性的题目，对于学有余力的学生布置探究性、创造性的高阶题目。

2. 精准辅导，教师可以借助系统筛选出某一知识点上存在相同疑惑的学生，在课堂内或者课后将他们组织成小组，进行有针对性的辅导，集中攻克难点。教师根据个人学习报告，对有明显问题的学生进行一对一的交流，找到问题的原因。

3. 根据学生画像推送个性化的学习资源包给学生，为空间想象能力差的学生推送三维动画或者虚拟模型，为空间想象能力强的学生推送相关练习。这样就给学生自主学习指明了方向，提供了有效的方法。

（三）用于优化教学设计与资源

评价结果的应用不但可以对当前的教学进行调整，而且会对教师长期的教学设计和资源建设起到重要的优化作用。教师经由对不同时段、不同班级的教学数据加以对比，从而对自己的教学行为以及教学资源的有效性展开深入的思考。

教师可以汇总一个单元或者一学期的教学数据，进而对自己所设计的教学进行审视与反思。如果数据表明每年在教授到“图形的旋转”这一章节时，学生的错误率一直很高，那么就说明该章节的教学设计有系统性的问题。教师据此可以开展教学研究，对教学目标的确定、教学活动的安排、教学案例的选择进行重新考虑，从而对教案进行迭代优化。以长期数据为基础的教学反思，把教师专业成长由经验感悟引向实证研究的科学轨道。

智慧课堂平台对微课视频、交互课件、在线习题等各种教学资源的使用情况都会加以记录，包含使用频率、完成时长以及它同学生学业成绩之间的相关性。通过分析这些数据可以评价不同的资源的教学效果。反复被观看但是习题正确率仍然较低的微课视频，很可能内容有误或者讲解不清，而参与度高、能明显提高学生理解度的交互课件，则应该被标记为优质资源并推广使用。以使用效果为依据的资源评价机制，有利于创建起高质量、动态更新、真正服务于学生学习的数字化教学资源库，进而促使教学资源优胜劣汰、持续增值。

三、评价结果的发展性应用

（一）作为学生综合素质评价的依据

传统学生评价体系依靠期末考试等终结性评价，评价内容主要集中于学业成绩上，不能全方位、客观地反映学生综合素质。智慧课堂产生的过程性数据，给创建更加科学、全面的学生综合素质评价体系赋予了有力的数据支撑。

智慧课堂里学生每一次的互动、合作、探究都被系统客观地记录下来。这些数据可以用来对学生非学业表现进行量化分析，小组讨论发言频率、发言质量、协作任务完成情况可以用来评价学生的团队合作与沟通表达能力，记录学生解决开放性问题的思考过程和方案独创性，可以评价学生的创新思维和问题解决能力，跟踪学生选择学习模块的偏好和投入程度，可以洞察学生的兴趣特长和学习毅力。

长期积累起来的这些过程性数据，就构成了个人成长的一份生动可追溯的档案。它不但是学生知识增长的记录，也是对学生能力、品格、潜能发展轨迹的描述。将这些数据加入到学生的综合素质评价体系当中，会使评价结果更加立体、公正、人性化，促使教育由单纯的“育分”转向全方位的“育人”，真正实现学生的全面发展。

（二）作为教师专业发展的参考

评价结果不单是对学生的一种评价，也是对教师教学行为及影响的一种反映，可以给教师的专业发展提供精准的导航。有利于教师由经验型教书匠转为研究型教育家。

教师对个人执教班级的学情数据进行深入分析之后，就能清楚地看到自己的教学策略是否成功。教师可以对比使用讲授法与项目式学习法之后，学生知识掌握程度、高阶思维能力、学习兴趣等方面的差别，客观评价自身教学方法的有效性，有针对性地改进教学。根据数据自我诊断比单纯听课评课、主观反思更加深刻有力。

从更广的角度来说，学校或区域教育管理者可以对匿名化的教师教学数据进行聚合分析，来找出教师群体在某一个教学内容或者教学技能上的共同不足。这就给组织精准高效的教师培训和教研活动指明了方向。培训内容可以直接对教学痛点进行靶向解决，教研活动可以围绕真实的数据案例展开，使教师专业发展活动摆脱空泛，实现靶向提升，真正助力区域整体教学质量的提高。

（三）作为学校教学管理的决策支持

当学校层面的评价数据汇聚整合之后，就形成了支撑学校教学管理科学决策的“数据大脑”。从而使学校管理者能够从全局出发，发现问题，预见趋势，从而做出更加前瞻和有效的管理决策。

学校管理者可以借助数据平台随时掌握各年级、各班数学教学质量的情况，一发现问题就可以立即加以改善。对不同的版本教材、不同的教学模式试验班级的数据进行对比分析，可以给学校的课程设置、教材选用等重大决策提供依据。如果数据表明用某款数学学习软件的班级，在计算能力、学习兴趣方面都要比其他班好，那么就可以为全校推广该软件提供有力的支持。

数据可以给学校资源分配指明方向。通过对各个班级智慧教室设备、数字化资源的使用情况以及与学业成绩的相关性进行分析，可以评价教育技术投资的效益，从而将有限的资金投入到的关键的地方，购买和部署真正能促进学生深度学习的软硬件。以证据为依据的管理模式提高了学校教学管理的精细化、科学化水平，促使学校朝着现代化、智慧化方向不断前进。

第九章 小学数学智慧课堂深度互动的实施保障

第一节 教师专业发展支持

一、教师信息素养与教学能力提升

（一）智慧教学理念与模式的培训

理念是行动的先导，要实现小学数学课堂深度互动，首先要帮助教师完成角色的转变，即由知识的传授者变为学习的引导者和促进者。可以以举办专题培训、专家讲座、案例交流会等形式对智慧教学的理念做系统的阐释，即个性化的学习，数据驱动教学，混合式学习等等。有利于教师认识到智慧课堂不是技术的简单堆砌，是以学生为中心，用技术手段创设出更加具有认知挑战和情感投入的学习环境。

培训内容要联系小学数学学科特点，引导教师探究在智慧环境下怎样重新构建教学流程。可以就智慧课堂平台的课前学情预测、课中差异化指导、课后精准化辅导等教学模式做具体的演示。观摩国内外优秀智慧课堂教学案例，可以使得教师从具体的情境中感受到深度互动的意义，把握智慧教学模式与传统教学模式的根本不同，从而内化新的教学信念，为以后的教学实践变革奠定坚实的思想基础。

（二）信息技术工具应用的实操训练

智慧教学理念要想能够落地生根，离不开教师对于信息技术工具的熟练运用。实操训练不能只是对功能进行简单的介绍，而应该以“技术服务于教学”为根本目的。培训内容要具有很强的针对性和实用性，包含互动白板、学生平板、课堂反馈系统、数据采集与分析软件、各种数学教学专用APP等。训练过程要体现场景化、任务驱动，把工具操作融入具体的数学教学环节之中，比如用几何画板动态展示图形变换的过程，用即时反馈系统快速收集学生对于一道应用题的不同解法。

分层分类的训练模式要符合各个教师的基础要求。对初学者重点在于帮助其

掌握基本操作，建立使用信心，对有一定基础的教师则应鼓励其探索工具的高级功能和创造性用法，设计带有自动批改和即时反馈的在线练习，用数据分析工具追踪学生学习轨迹，发现知识掌握的薄弱环节。学校应该设立专门的技术指导员，在教师使用技术工具的时候随时给与技术上的帮助，保证技术工具可以有效地用于课堂教学，防止因为技术问题而影响深入交流。

持续不断的、贴近教学实际的实操训练，目的是使教师真正把信息技术当作赋能教学的得力助手，而不是负担。教师只有在不断的实践中才能把技术自然地融入到教学设计当中，实现技术与数学教学的无缝对接，从而为创设生动高效的深度互动情境提供技术支持，激发学生积极思维，促进师生之间深度合作。

（三）深度互动教学设计能力的培养

掌握教学理念和技术工具之后，最大的问题就集中在教学设计上。深度互动教学设计能力的培养属于教师的专业化发展。此项培养目的在于帮助教师跳出传统教案编写模式，学会设计出能够激发学生高级思维、促进多元对话、协作探究的智慧学习活动。培训内容应该侧重于怎样创建开放性的数学问题情境，让学生利用技术工具开展自主探究、合作建构。

培养中实践和反思同等重要。可以组织教师就某个数学单元（小数的认识、图形的面积等）进行主题式设计工作坊。教师在工作坊中以小组的形式，就如何在智慧课堂的环境下设计包含前测、探究、协作、展示、反馈等环节的完整的闭环学习活动展开讨论。设计完成后，在微格教学或者真实课堂中进行实践，利用智慧课堂系统录制的全过程数据来进行深入的教学反思。反思的内容是对互动行为的类型、次数、深度进行分析，反思互动是否促进学生数学理解、核心素养的发展，从而对教学设计进行迭代改进。

二、教研共同体的构建与活动

（一）成立校级智慧教学研究小组

学校层面上成立专门的智慧教学研究小组是推进该工作的组织保障。该组是由对智慧教学有热情、有一定研究能力的骨干数学教师、信息技术教师、教学管理人员组成的跨学科的智囊团。小组的主要任务是根据本校实际情况，规划智慧教学的发展道路，率先开展教学模式的试点和探索。

研究小组应定期开展活动，不能仅仅做上级政策和理论的宣传者和传达者，

而更应该成为校本化实践的“孵化器”。小组成员可以分工协作,有的人研究新的技术工具和数学教学的点,有的人开发适合本校学情的互动教学资源包,有的人负责设计评价深度互动的观察工具和量表。把个人的思考带入集体讨论,用交流、辩论等形式总结出适合于全校教师的教学策略和操作范例。

该小组还需要充当起教师同外界资源的联络人,组织学校外专家的指导性工作,也可以推荐成员参加高水平的学术会议,将先进的理念与成功的经验带回学校。这样的组织形式可以保证学校在推进智慧课堂建设的过程中,既能够有顶层设计,又能够有实践抓手,从而避免盲目跟风,走上一条稳健且可持续的发展道路。

（二）开展常态化的集体备课与磨课

集体备课、磨课是传统的教研活动形式,但是在智慧课堂的背景下,它的内涵和形式要发生深刻的变革和升级。常态化的集体备课不再只是对教学目标、教学进度的统一,更多的应该是对深度互动的教学活动的设计与演练。备课组老师要共同研究,根据学情数据确定互动目标,选择合适的互动工具,设计出能引起学生认知冲突、激发学生探究欲望的问题链。

而磨课环节就成为了检验和改进设计的途径。利用智慧教室录播、互动数据的功能,“磨课”就可以更加精准地诊断。教师上课结束后可以回看课堂录像,借助系统提供的学生参与率、答题正确率、互动热点图等客观数据来对课进行不同的分析评价。讨论的焦点不再只在于教师讲得好不好,而是转向学生互动是否深入、技术使用是否恰当、预设的互动目标是否达成。根据证据进行反思可以使教师的教学设计共同提高,使改进的方向更加明确,从而有效地提高教师教学设计能力的共同发展。

（三）组织跨校、跨区域的交流研讨

闭门造车很难产生高水平创新。跨校、跨区域的研讨交流可以打破地域以及信息壁垒,把优秀的教育资源交给更多的老师,拓宽他们的视野。交流的形式可以多种多样,既可以是面对面的互访、同课异构、专题讲座等线下活动,也可以是利用网络平台进行的线上联合教研、课例观摩、主题辩论等。

与不同地区的、不同学校的老师交流,教师接触到的就是更多的智慧教学实践模式,也会知道用不同的方式来解决类似问题的办法。不同的学校对于利用平板进行项目式学习、大数据个性化辅导等有着不同的经验与方法。可以调动起教

师的创造思维，防止教师陷入思维定势。同时展示本校的研究成果，也可以在比较鉴别中增强自信，发现自身特色与不足，从而形成良性的竞争合作关系，共同提高区域内小学数学智慧教学水平。

三、教师激励机制与评价体系

（一）将智慧教学能力纳入绩效考核

评价机制就是指导方向的灯。有效引导教师重视并积极投入智慧教学实践，就必须改变原有的以考试成绩为依据的教师评价方式，把智慧教学能力的考评纳入到教师绩效考核体系中。这就需要我们制定出一套全新的、科学的评价标准和操作办法，保证评价的导向性、公平性、可行性。

新的考核标准应该体现出过程性和发展性，主要考察教师在智慧教学环境下表现出来的行为和专业发展。评价内容有教学设计中体现深度互动理念的程度，课堂中应用信息技术组织学生开展活动的有效性，利用学习数据分析学情、改进教学的能力，参加智慧教学相关教研活动和课题研究的贡献度等。评价主体也应该多元化，可以吸纳同行、专家、学生和家长等参与进来，采用课堂观察、档案袋评价、学生问卷等多种方式，对教师的智慧教学实践进行全方位的、立体的评估。

将考核结果同教师的绩效工资、职称评定、评优评先等直接挂钩，可以提高教师对智慧教学的重视程度。这样一种制度安排就向外界传递了明确的信息：学校会支持并肯定教师在教学上所做的各种努力和尝试。有利于教师把智慧教学从“额外负担”变为“分内职责”，把被动应对变为主动追求，从而给智慧课堂的持续深入发展提供源源不断的内在动力。

（二）设立智慧教学创新成果奖

为了营造积极探索、勇于创新的文化氛围，学校和教育行政部门要专门设立智慧教学创新成果奖。本奖项为小学数学智慧教学实践中的优秀教师个人、团队设置，其主要目的就是调动广大教师创新积极性。

智慧教学创新成果奖类型

奖项名称	奖励方向	示例内容
教学模式创新奖	成功创建独创性、可复制性、效果显著的智慧教学新模式	如探索出基于 AI 的个性化数学学习路径模式
互动资源开发奖	开发高质量、高互动性的数字化教学资源，并被广泛应用和好评	微课、互动课件、探究式学习软件的原创开发
数据应用先锋奖	在教学数据应用于学生评价、个性化指导、教学决策等方面有突出探索并取得显著育人成效	利用大数据分析优化教学策略，实现精准辅导

评选过程要公开透明，主要看成果的创新性、实用性、可推广性。获奖成果应该通过学校网站、教研平台和成果汇编等多种方式公布并推广，树立榜样，发挥引领示范的作用，使创新行为得到尊重、创新成果得到肯定，从而在教师队伍中形成积极向上的创新氛围。智慧教学创新成果奖类型见上表。

（三）为优秀教师提供展示与晋升平台

精神激励和事业发展的激励都十分重要。为智慧教学领域表现优秀的教师搭建广阔的晋升平台，畅通晋升渠道，是留住人才、发挥“头雁效应”的重要途径。学校应该积极创造条件，使这些优秀的教师充分发挥他们的作用。可以聘请他们担任校内智慧教学指导教师或者工作坊坊主，对青年教师进行传帮带。

更重要的就是职称晋升、骨干教师评选等职业发展途径中，智慧教学实践成果可以作为一个重要的评定标准，甚至为这样的教师设置一个特殊的绿色通道。同时应该积极为他们争取参加更高层次学术会议、出国交流学习的机会，支持他们申报有关的教育科研课题，帮助他们从一名优秀的实践者成长为研究者、专家型教师。这样既是对优秀教师个人价值的肯定，也是向全体教师表明投身智慧教学改革，是实现个人专业成长和事业发展的有效途径，从而吸引更多教师积极参与到这场深刻的教育教学改革中来。

第二节 学校管理机制建设

一、组织领导与顶层设计

（一）成立智慧校园建设领导小组

为了保证智慧课堂建设的顺利进行，并取得良好的效果，学校要成立由高层

级领导、各部门负责人组成的专门智慧校园建设领导小组。该小组应由校长亲自挂帅,以体现学校对这项工作十分重视。小组成员有教学副校长、德育副校长、信息技术中心主任、教务处主任、教研室主任、各年级组长、骨干教师代表。这样构成可以保证决策的全面性、专业性,兼顾管理、技术、教学、科研等各个方面。

领导小组的主要职能就是宏观决策、统筹协调。它确定学校智慧课堂建设的大方向、总体目标和重点项目,解决智慧课堂建设过程中出现的跨部门协调问题以及资源瓶颈。小组还应建立定期议事制度,每学期召开一次专题会议听取各方汇报、评价项目进程,根据实际情况及时修订策略、计划,保证顶层设计的真正落地,引导小学数学智慧课堂进入深度互动的新阶段。

（二）制定智慧课堂发展规划与实施方案

一份科学、具有前瞻性并且符合学校实际情况的发展规划,就是智慧课堂从起步走向成熟的一条路线图。学校领导小组要组织核心团队,在充分调研一线师生需求、评价现有信息化基础、借鉴他校经验的基础上,制定出一份三年到五年的时间跨度的中长期发展规划。规划要确定智慧课堂创建的总体目标、阶段性任务、预期成果和评价指标体系,给各项工作的开展指明方向。

规划的制定要具有系统性思维。它不应该只是硬件升级、平台引进等“硬”环境的建设,更应该重点规划教师发展、课程重构、资源开发、教学模式创新、评价体系改革等“软”实力的提升。规划中可以明确提出,第一年完成全体数学教师的基础技术培训,第二年重点打造一批智慧教学示范课例,第三年形成具有本校特色的小学数学数字资源库和互动教学模式。

与之配套的是具体的年度实施方案。方案应该把规划中的宏观目标拆解成具体的、可以量化的分项工作任务,一个一个落实到具体的部门、责任人、时间节点和考核标准。年度方案可以详细列出本学年要采购的交互式平板数量、要组织的教师培训主题和次数、要开发的数学微课专题等。把宏观规划同微观操作紧密结合,就能保证智慧课堂建设严肃、可行,促使智慧课堂建设不断向前发展。

（三）明确各部门职责与分工

智慧课堂的建设与应用属于一个复杂的系统工程,牵涉到学校管理的诸多方面。因此建立权责明确、协调高效的部门分工协作机制就显得尤为重要。确定各部门的“责任田”,能有效地避免职责重叠、相互推卸的情况,形成各部门各负其责、互相配合的良好工作环境,给智慧课堂的日常运行提供强有力的组织保障。

智慧课堂建设主要部门职责分工表

信息技术中心	智慧教室硬件设备日常维护、软件平台管理更新、网络环境保障、师生技术支持与技术故障处理。
教务处	将智慧教学纳入日常教学常规管理，制定相关教学规范；组织智慧课堂的排课、调课；从教学运行层面进行监督和评估。
教研室	担负教学研究和教师发展责任，组织以智慧课堂为载体的数学教研活动；带领教师探索深度互动课堂模式；开发与评审数字教学资源；组织课题研究 and 成果推广。
总务后勤部门	配合完成设备的采购、入库、资产登记、报废等工作；保障物理环境的安全与适用。

如上表所示，信息技术中心为技术支撑单位，主要负责硬件、软件维护、网络保障和技术支持。教务处是教学管理的中心机构，在常规管理中将智慧教学纳入其中，制定规范，并进行排课、调课和运行评价。教研室主要做教学研究、教师专业发展工作，组织教研活动、探索教学模式、开发资源并推广成果。总务后勤部门负责设备采购、管理、物理环境保障。

二、制度建设与规范管理

（一）智慧教室使用与管理制度

为了最大限度地发挥智慧教室的教学效益，延长设备寿命，维持教学秩序，制定一套详尽、公平的使用和管理制度就显得十分必要了。这是保证智慧教学环境有条不紊、高效运转的基本文件，全体师生都应该遵守。制度内容应包含申请、使用、维护等各个方面的规定，保证管理精细化、规范化。

制度的核心内容可以包括以下几个方面：

1. 预约审批流程，建立在线预约系统或者线下登记制度，明确智慧教室的预约规则，优先保证数学等重点学科的实验性课程，规定提前预约的时间，由教务处或者信息中心审批，实现教室资源的公平、高效分配。
2. 操作规范：制定所有的设备（交互式大屏、学生平板、实物展台等）的操作指南，并贴在教室里。要求教师课前检查设备状态，课后按规范关闭电源、整理设备；对学生在课堂上使用终端设备的行为做出具体规定，培养学生爱护公物的意识及良好的使用习惯。
3. 维护、报修制度：实行谁使用、谁负责的基本原则，任课教师为当堂使用的第一责任人。明确设备故障报告程序，一旦发现设备故障要及时上报给信息中

心指定的报告渠道,比如线上的报修平台或者联系技术员,信息中心承诺的响应时间以及解决方案需要保证教学不受影响。

依靠制度约束和引导,形成师生规范使用、主动维护智慧教学设施的良好风尚,保证硬件资源一直保持最佳备用状态,给每一节数学课的顺利进行提供可靠保障。

（二）数字资源建设与共享规范

高质量的数字教学资源对于激发智慧课堂、达成深度互动来说是关键。如果缺少统一的建设、共享规范,学校的数字资源库很容易变得杂乱无章、质量参差不齐,不能发挥应有的作用。因此创建一套科学的规范制度,对教师高效开发、筛选、应用资源,促进校园优质资源共建共享有重大意义。

规范的建立要从资源的“入口”和“出口”两方面入手。学校在资源开发与引入阶段要制订技术标准和内容标准。技术标准中要对资源格式(视频、动画、文档的统一格式)、命名规则、元数据标签等做出规定,利于资源检索管理。内容标准要以资源的思想性、科学性、教育性为主,要求资源符合课程标准,知识点正确,能调动学生学习积极性、促进师生互动。学校要成立学科骨干教师资源评审小组,对教师自建或者引进的资源进行评审,保证入库资源的质量。在出口端,即资源共享和应用环节,学校应该搭建便捷的校本资源平台,建立激励机制,鼓励教师上传自己开发的优质课件、微课、习题等;对被评精品资源的作者给予精神、物质上的奖励,从而形成人人为我,我为人人的良性循环。

（三）教学数据安全与隐私保护制度

智慧课堂运行过程中会产生大量的教学过程性数据,学生出勤、作答、互动、学业成绩等都属于此类。这些数据对个性化教学、精准评价有很高的价值,但是也存在学生个人隐私和信息安全问题。泄露或者滥用就会给学生造成伤害。所以建立严格的数据安全和隐私保护制度,是学校推行智慧教学的不可逾越红线,也是学校履行教育责任、赢得社会信任的基石。

学校需要明确数据管理的主体责任,制定包含数据全生命周期在内的安全管理策略。在数据收集的过程中应遵守最小化原则,只收集与教学目标直接相关并且必要的;在数据收集之前要充分告知学生和家长数据采集的目的、范围、使用方式并得到他们明确的同意。在数据存储和传输的时候,必须使用加密技术等手段来防止数据被窃取或篡改;服务器要安置在符合安全标准的机房里,并实

行严格的访问权限控制。

数据使用与分析阶段学校应该明确不同角色（校长、教务主任、班主任、任课教师等）的数据查阅权限，保证数据只被用于教学改进、学情分析等正当的教育目的。不得把包含个人可识别信息的数据用于商业活动，也不得向未经授权的第三方提供。用于学术研究的数据要经过严格的匿名化或者去标识化处理。学校还要建立数据安全应急预案，对数据泄露事件的报告程序、处置办法和责任追究作出规定，保证一旦发生安全事件可以及时响应，将负面影响降到最低。

三、经费投入与资源配置

（一）保障硬件设施与软件平台的持续投入

智慧课堂不是一次性的完成，它是长期的、动态的、持续投入和更新的过程。技术设备有自然使用年限，软件平台要根据新的教学需求、技术发展不断更新。因此学校要确立智慧课堂运维和升级经费纳入年度预算的制度化、长效化机制，避免出现前期投入大，后期维护不足的情况。

持续投入的两个重点就是硬件的更新换代以及维护保养。学校应当按照设备使用年限和技术标准，制定滚动式硬件更新计划，分期分批淘汰老旧设备，引进性能更好、体验更优的新设备。同时保证足够的维修备件和专业的维保服务，保证设备完好率。第二类为软件平台和数字资源的服务费。很多优秀的教学软件、学科资源库、云服务平台等都要付年费，这部分费用要保证。学校应该定期对各类软件平台的使用效益进行评价，改进采购组合，把经费真正用在提高教学质量的“刀刃”上。

（二）设立专项教研经费

教师是智慧课堂教学深度互动的主要推动者，对教师进行专业发展的投资是最有效的投资。为了充分调动广大数学教师投身智慧教学改革积极性、创造性，学校应在常规教研经费之外，专门设立一笔智慧教学专项教研经费。这笔经费的设立，就是学校对教学创新的一种肯定，能给教师的探索实践提供有力的物质支持。

专项经费用途灵活，主要用于智慧教学相关活动。可以用于组织教师参加高水平教育信息化培训、学术会议等，拓宽视野、学习先进的理念和技术、奖励在智慧课堂应用中表现优秀的教师或者团队，树立榜样，促进良好的风气的形成。

可以设立校级微型课题资助教师开展关于智慧课堂中数学深度互动、数据驱动的个性化辅导等主题的行动研究,也可以用于购买专业软件工具、教学资源包等方面的费用,支持教师进行高质量数字课件制作以及教学设计上的创新活动。精准的经费支持赋能教师成长,进而撬动整个智慧课堂教学质量的提高。

（三）优化资源配置，提高使用效益

在有限的资金、设备条件下,怎样才能取得最大的效用,是学校管理者必须考虑的问题。优化资源配置的本质就是从重建设转向重应用,以使用效益为导向进行资源管理与评价,保证每一分钱都用到教学实处,防止昂贵的设备在教室里“闲置不用”。

学校应当创建起智慧教室以及其它资源使用的动态监测体系。利用信息化平台后台数据分析、定期巡查、师生问卷调查等方式,对各类设备、软件、数字资源的使用频率、使用深度、用户评价等各方面进行了解。对使用率低的资源进行研究,分析是宣传培训不到位、质量不高、与教学实际需求不匹配等原因导致的,从而制定出有针对性的改进措施。可以采取“以用促建”的资源配置模式,用资源使用效益作为今后采购决策、经费分配的依据,优先满足应用效果好、师生急需的领域。积极促进校内资源的共享共用,冲破年级、班级壁垒,促使教师跨班级、跨学科使用优质资源,塑造起物尽其用、人尽其才的高效资源利用生态。

第三节 家校协同互动机制

一、家校信息互通平台建设

（一）利用学校 APP 或公众号推送信息

学校官方应用程序或者微信公众号是发布权威信息、营造整体教育氛围的主要阵地。这些平台有覆盖面广、信息标准化、发布及时这三个明显优点。学校可以借助此渠道定期向家长推送小学数学智慧教学的最新动态、教育理念、课程标准解读及相关政策文件。有利于家长对学校教学改革方向有宏观的认识,认可智慧课堂的价值,从而与学校在教育思想上保持一致。

具体的内容推送要突出针对性、实用性。除了日常的校园公告之外,数学教研组还可以设立专栏,有目的地推送与教学进度有关的内容。每周发布本周数学

学习目标、重点难点的讲解、易错题型的总结等内容。挑选优秀的数学教育文章、专家讲座视频、趣味性数学思维训练材料，帮助家长扩大教育视野，了解科学的家庭辅导方法。官方平台既是信息的单向输出口，又是家庭数学教育的线上资源中心，使家长可以随时随地获得专业可靠的帮助，为孩子的学习提供精准的支持。

标准化的信息推送，很好地避免了由于传递层次过多而造成的偏差和遗漏，保证每一位家长都能够获得同样的准确的教学信息。平台发布的内容可以长久保存，形成可以随时查阅的数字档案库。家长可以根据自己的时间和需求反复观看教学要求或者辅导方法，把零散的信息进行系统的整理，从而更好地了解孩子的学习情况和学校的教学目标，为深度参与孩子的学习过程打下良好的认知基础。

（二）建立班级家长在线交流群

相比学校官方平台所具有的宏观正式的特点，班级里以微信群、钉钉群等形式存在的在线交流群组，给人们提供了一个更加及时、方便、个性化的小范围交流空间。此类交流群是数学教师、学生家长、班级任课教师之间联系的桥梁，可以及时对日常教学中出现的各种具体问题作出反应，实现高效家校互动。教师在群里发布当天的数学作业、课堂表现反馈、需要家长配合的通知、智慧课堂教学平台的相关学习资源链接等，从而帮助家长进行精准辅导。

该在线社群的价值就在于它的双向甚至多向的互动性。它是教师发布教学指令的便捷渠道，也是家长表达疑惑、分享经验、寻求帮助的重要交流平台。家长辅导孩子做数学作业遇到难题，可在群里发照片或视频提问，教师或者有经验的家长会及时给予专业的解答并提出建设性的建议。同伴互助式交流模式减轻了部分家长的辅导焦虑，也使班级教育生态更加和谐、互助。教师可以借助班级微信群组织数学学习习惯、思维培养等话题的小讨论，在群中征求家长的意见与建议，使家校沟通更加深入有人情味，进而把全班家长团结起来成为有共同目标的学习支持团体。

（三）定期举办线上家长会

线上家长会冲破了传统家长会必须在固定时间、固定地点召开的束缚，极大地提高了家长的参与度，给工作繁忙或者身处异地的家长带来了极大的便利。学校可以依靠视频会议、直播等技术手段，定期举办形式多样的线上家长会，把它作为家校沟通的重要仪式和关键节点。会议模式不但是学校工作的单向汇报，更是家校双方思想碰撞、共谋发展的研讨会。

线上家长会的内容可以更丰富,并且可以数据化呈现。数学教师可以利用智慧课堂教学平台产生的学习分析报告,给家长做可视化的、数据化的学情解读。

1. 整体学情分析,用匿名图表数据直观展示全班学生各个知识模块的掌握情况、平均正确率、普遍存在的薄弱环节,使家长对班级整体学习状况有一个清晰的认识。

2. 个体学习诊断,会后教师可以向家长推送学生个人学习报告。报告中会详细地展示学生答题速度、知识点掌握雷达图、学习路径等各方面的多元数据,使家长能够准确地知道孩子的强项和弱项。

3. 教学方法展示,教师可以在课堂上直接演示智慧课堂所用的互动工具和教学软件,使家长直接感受到这种新的教学方式的效果和优点,从而获得家长对学校教育创新的理解、认可和支持。

依靠数据驱动的沟通方式,线上家长会就不再是模糊不清的经验交流,而成了依靠客观证据展开的精准对话。家长能更科学、全面地了解孩子的数学学习状况,学校的教学策略也更容易得到家长的理解与认同,为之后的家校协同辅导指明方向并打下基础。

二、家长参与学校教学的途径

(一)邀请家长观摩智慧课堂公开课

组织家长参观智慧课堂,是消除家校信息壁垒、增进相互理解、建立信任最直接有效的方法。学校可以定时开展家长开放日或者智慧课堂体验周活动,邀请家长来教室感受智慧课堂的教学氛围和教学过程。对于不能到场的家长,可以采用课堂直播的方式进行观摩。透明的教学展示可以消除家长的疑虑,也有利于教育共识的形成。

家长在观察的过程中可以看到信息技术怎样与数学教学深度融合。他们将亲眼目睹学生怎样利用平板电脑进行互动答题,教师怎样通过即时反馈系统准确把握每个学生的学习情况,小组怎样利用电子白板开展协作探究。家长会亲眼看一看在技术加持之下,课堂节奏怎样加快,师生互动次数怎样增多,学生积极性怎样被激发起来。

身临其境的体验比任何文字报告或口头介绍都要有说服力得多。可以很好地回应家长们对于电子产品使用、技术对学习影响等普遍的担忧。当他们亲眼看到

技术是激发学生思维、实现个性化学习的强大动力的时候,对于智慧课堂的认同感和支持度就会大大提高。

观摩活动之后,设置一个简短的交流研讨环节就显得尤为重要。数学教师可以向家长说明本节课的设计意图、所用技术工具的教育功能以及预期的教学目标。家长也可以对观察到的现象或者产生的疑问提出问题。即时双向沟通可以促使家长把感性认识上升到理性理解,既能看到智慧课堂又能看懂智慧课堂,为今后家长配合学校教学要求、指导孩子使用学习平台打下坚实的思想基础。

（二）开展亲子数学游戏活动

把数学学习游戏化、活动化,是激发学生内在学习动机、培养学生数学兴趣的有效途径,而引入家长参与将会大大增强这一策略的效果。学校可以利用智慧课堂平台或者相关教育 APP 来设计并组织一系列线上或者线下的亲子数学游戏活动。活动的设计要有趣、有挑战性并且具备教育性,把数学知识用轻松、有趣、生动的形式嵌入游戏之中。

学校可以举办家庭数学闯关大赛,在规定时间内,家长和孩子组成队伍,在线完成一系列计算、几何、逻辑推理等趣味题目;也可以开展生活化数学探究活动,鼓励家庭成员用测量工具、数据统计软件等完成一项与生活有关的数学实践活动,比如家庭月度开支分析、社区绿化面积测量等。除了巩固学生数学知识外,也给家长和孩子提供高质量的亲子交流时间,把数学学习转变为增进亲子感情的纽带。共同解决问题过程中父母可以了解到孩子的思维方式,而孩子也能深切地感受到父母的支持与鼓励,从而形成家庭内部积极的、健康的数学学习氛围。

（三）指导家长利用平台辅导孩子学习

智慧课堂教学平台一般都会具备很强的数据记录、分析功能,在后台服务教师的同时也应该为家长提供接口,使得家长成为精准辅导的“导航仪”。学校和教师的责任不只是教会家长怎样登录平台,更要指导家长怎样解读平台数据、有效利用平台资源。这样的指导应该是具体、持续的,保证家长真正能够使用好平台的功能。

教师可以制作简明易懂的图文或者视频教程,演示查看孩子作业完成情况、错题记录、知识点掌握度分析方法。教师还需要指导家长怎样根据数据进行有效的干预。例如,当平台提示孩子对多边形面积计算知识点出错很多时,教师可主动联系家长,让他们找到相应的微课视频,和孩子一起观看,再用系统提供

的练习题巩固。此种辅导方式能避免家长盲目刷题的低效做法，真正做到对症下药。

教师要指导家长用平台的互动功能和孩子进行学习交流。家长可以和孩子一起回顾平台记录的课堂笔记，讨论课堂上没有完全理解的问题；也可以利用平台的创作工具，共同完成一份数学主题的电子海报或者思维导图。经过这样的指导，家长在家庭教育中就会由原来的“监督者”变成和孩子一起学习、共同进步的“学习伙伴”。这不仅可以提高家庭辅导的科学性、有效性，还可以使孩子在得到理解、得到支持的环境中更主动地投入到数学的学习当中。

三、提升家长数字素养的策略

（一）举办家长数字素养培训讲座

学校应该把家长数字素养培训列入到常规的工作计划当中，并定期开展专题讲座或者工作坊。培训内容要紧紧围绕学校正在使用的智慧教学平台和工具来开展，突出实用性、操作性。讲座可以采取线上直播和线下面对面相结合的方式，满足不同的家长。内容设计要遵循由易到难的原则，从最基本的 APP 下载安装、账号登录、查看通知、提交反馈开始，逐步深入到学情数据报告解读、平台资源库使用等进阶功能。

培训时主讲教师应多采用现场演示、互动问答、角色扮演等形式，不能用理论说教的方式。可以请已经熟练掌握平台操作的家长当助教，分享使用心得，起到榜样示范的作用。讲座结束后还应该提供录播回放，使未能参加或者需要复习的家长随时可以观看。经过系统的、连续的培训，可以有效地消除家长对于使用数字工具的恐惧心理，建立使用信心，学会参与智慧课堂互动所必需的基本技能，从而清除家校协同学习过程中存在的技术障碍。

（二）提供简单易懂的操作指南

考虑到家长的年龄、学历、信息接收习惯等各方面存在的差异，单一的讲座培训不能满足所有人的需求。因此制作并分发形式多样、易于理解的操作指南，对实现服务全覆盖来说是必要的补充。这些指南要尽量做到“傻瓜化”，使没有技术背景的家长一看就懂、一学就会。

指南的形式可以是多样的，可以制作图文并茂的 PDF 手册，用大量的截图、箭头标注一步一步地拆解操作流程。也可以制作短小精悍的教学视频，每个视频

讲解一个功能点,时长控制在1分钟到3分钟之内,方便家长在碎片化的时间里观看学习。这些视频可以投放到学校公众号、班级群等家长可以随时接触的平台。

编写内容时一定要用通俗易懂的语言,不使用专业术语。不说访问LMS后台,而应该说在APP中怎样找到孩子的成绩单。为老年人等特殊人群,还可以制作大字号的纸质版操作说明。周到细致的服务方式体现的是学校的人文关怀,也是学校希望每一位家长都能参与到家校合作中的诚挚愿望,避免了由于技术门槛导致一些人被排除在外的情况出现。

（三）分享优秀家庭教育案例

榜样力量是无穷的,除技术操作方面的指导之外,分享真实的、鲜活的优秀家庭教育案例更能调动家长内在的动力,促使家长从“会用”走向“善用”。学校应定期举办智慧型家长或者学习型家庭的评选活动,利用各种途径加以宣传。评选和分享可从家长如何利用智慧课堂平台与孩子进行有效的互动,怎样将线上资源与线下生活结合起来,在家庭里如何营造出浓厚的数学学习氛围等方面进行。

分享的形式可以是深度访谈稿,发表在学校公众号上;也可以是家长自述的短视频,在班级群里播放;还可以邀请优秀的家长代表,在线上家长会上进行经验分享。普通家长真实的案例比专家的理论更有说服力,更贴近生活。家长看到邻居或者同事的孩子在家长的引导下使用平台资源,数学成绩明显提高的时候,就会更愿意去尝试和学习。朋辈影响、示范效应可以带动整个家长群体的数字素养与家庭教育水平的提高,最终形成一个积极向上、乐于学习、善于合作的家校协同育人共同体。

第四节 资源建设与共享

一、校本优质数字资源的开发

（一）鼓励教师开发原创性教学资源

教师是教学活动的直接组织者、实践者,对于学生的认知特点、知识薄弱点以及兴趣所在最有深刻的了解。一线教师依靠自身的教学经验与智慧开发的原创数字化教学资源,是创建特色校本资源库的源头活水。这些资源如当地生活情境的数学问题探究课件、针对班级学生常见错题设计的交互练习、含有当地文化元素的数学游戏等,本身就带有亲近感与针对性,可以充分调动起学生的学习兴趣

与内在动机,让抽象的数学知识与学生的生活实际紧密相连,促使学生去思考、去探究。

学校应当为教师的原创开发给予全方位的支持,即开展专业化技术培训,助力教师掌握课件制作软件、交互设计工具以及智慧课堂平台的使用方法,提供必要的硬件设备与软件授权,设立专项研究项目,把资源开发同教师专业发展、教研活动紧密结合,给教师创作留出足够的时间。营造一种尊重原创、鼓励创新的校园文化氛围,把资源开发作为教师自我实现、专业成长的一个重要组成部分,最终形成一批高质量、高适用性、能引发深度互动的原创教学资源。

（二）组织骨干教师制作精品微课

微课短小精悍、主题突出、内容集中,在智慧课堂环境中具有独特的优势。它适合于表现小学数学中的重点难点知识、关键概念的分析、典型问题的解题思路等。有组织教学经验、学科素养高的骨干教师团队制作一系列精品微课,是提高校本资源库质量、实用性的一种有效途径。精品微课是知识的承载者,也是优秀的教学思想与方法的浓缩,既给学生提供标准化的学习示范,也给青年教师提供专业化的教学参考。

精品微课制作必须严格把关,制定质量标准和制作流程。从选题规划阶段开始就要围绕课程标准、学生认知难点确定内容,保证内容的准确性。精心设计脚本,突出启发性、趣味性,设置合适的交互点(提问、小测验等)使学生主动思考。录制时画质要清晰、声音要流畅、界面要美观。这些高质量的微课资源可以被广泛地用在课前预习、课堂突破难点、课后复习巩固等各个环节上,给学生提供个性化的自主学习、反复探究的便利条件,也能在课堂上给高阶深度互动、思维碰撞留出更多的时、空。

（三）建立校本资源库的审核与激励机制

校本资源库的创建不是资源的简单堆积,质量的持续保证才是它的生命力。应该建立一个科学的严格的审核与激励制度,对入库资源做精准筛选和评价工作,并调动起教师积极参与资源建设的积极性。

审核机制应是多维的,多主体参与的。可以组成以学科带头人、骨干教师、教研组长和技术专家为成员的资源审核小组。审核标准不能只停留在内容的科学性、准确性、教学设计的创新性、启发性上,还应该考察其在智慧课堂环境中的技术兼容性、交互效果。所有的资源都要经过同行评议、专家审核、教学试用等

环节来保证入库资源的质量和实用性。

强有力的激励机制是保证资源建设不断发展的动力。学校可以设立资源建设贡献积分制，把教师开发和分享优质资源的行为纳入到年度考核、职称评定、评优评先的评价体系里。对被评为精品的原创资源进行专项奖励或者课题经费支持。定期举办校级优秀自制资源评选活动，表彰优秀教师贡献者等，形成人人互相帮助、互相促进、互利共赢的资源共建共享文化，使教师的辛勤劳动得到应有的认可和回报，推动资源建设良性发展。

二、区域资源共建共享机制

（一）参与区域教育资源公共服务平台

积极参加以地方教育主管部门为主导的区域教育资源公共服务平台，是学校拓展视野，实现跨校合作的重要途径。这类平台一般会集聚起区域内众多学校的优秀教学资源，并且同国家、省市级资源平台实现互联互通，从而塑造起一个庞大的资源生态系统。学校可以从中获取大量的、多样的教学资源，大大丰富学校的自身资源储备，减轻教师的重复开发工作量，同时可以把本校的优质特色资源上传到平台，在更大范围内进行展示交流，提升学校在区域内的影响。

学校应鼓励教师成为平台的活跃用户和积极贡献者。具体可采取以下措施：

1. 定期组织教师参加平台举办的各类在线教研、专题培训、名师直播等活动，学习别人的先进教学经验。
2. 建立校本审核推荐上传机制，校本审核后的优质资源经过校本推荐，上交到区域平台进行资源输出。
3. 将教师在平台上使用资源、评价、分享、贡献的情况作为教师信息技术能力、教研参与度的考评依据之一。

从而，使平台真正成为教师专业发展和区域教育智慧融合的桥梁。

（二）校际之间的资源交换与共享

校际之间，特别是发展水平相当或者地理位置相近的学校之间开展直接、灵活的资源共享活动，具有互动性强、目标明确等优点。点对点交流可以深入到教学实践的细节当中，促使教师之间进行深层次的对话，互相帮助。建立稳定的校际合作关系，形成教育集团、联盟校或者手拉手对口支援学校，是开展此类共享的有效组织形式。

校际资源共享的方式是多样的。可以定期开展联合教研活动,一起备课、磨课,交流在此过程中产生出的教学设计、课件等。可以互派教师到对方学校进行短期交流或者观摩教学,把优秀的教学资源以及其中蕴含的教学理念一并带回来。还可以一起申报研究课题,就智慧课堂中数学教学的某个具体问题合作开发专题资源包,并共享成果。以共同的教学需求为基础,以专业间的信任为纽带而形成的合作关系,不仅可以实现资源的互相交换,更主要的是创建了一个教师专业发展的共同体,共同促进教学实践的发展。

（三）引进优质商业教育资源

在充分利用校本开发、区域共享资源的基础上,有选择地引进一些高质量的商业教育资源,是对全面、立体化资源体系的一种有益补充。专业教育科技公司一般具备较强的技术实力、专业的研发团队和完善的资源库,在交互性、趣味性和系统性方面具有一定的优势,专业数学学科工具、虚拟仿真实验室、自适应学习系统等都属于这类公司的开发产品。

引进商业资源要慎重科学。学校应当成立由管理者、学科教师、技术员和家长代表组成的遴选小组,对市场上的各种产品进行充分的调查研究。选择标准要以教育理念是否符合学校育人目标、内容是否符合课程标准、技术是否稳定可靠、是否便于师生使用、能否与学校已有的智慧课堂平台无缝对接为依据。在正式采购前,应争取足够长的试用期,组织师生开展小范围试用的试点工作,再根据真实教学反馈数据进行综合评定。依靠科学决策,把真正能服务于教学、促进深度互动的优质商业资源引进校园,与校本资源、区域资源形成优势互补,共同为小学数学智慧课堂提供强有力的支撑。

三、资源的动态更新与优化

（一）定期对资源进行评估与淘汰

为了防止出现资源库内容陈旧、品质参差不齐而影响整体质量、降低效率,应该建立定期检验、淘汰的机制。学校可以设置一个评价周期,学年或者学期,对库内所有的资源做一次全面的体检。这个过程应该把数据驱动和专家评审相结合。

评价的依据是多样的,智慧课堂平台后台资源的点击率、使用时长、下载量可以直接反应出资源受人欢迎的程度。教师在使用之后所提交的评价与反馈,能

够起到衡量资源教学效果好坏的作用。学生学业数据,尤其是和某项资源使用有关的知识点掌握情况,也可以从侧面反映资源的有效性。还要组织学科专家依照最新的课程标准和教育思想,就资源内容是否存在知识性错误、是否已落伍展开专业评判。

对长期无人问津、评价低、内容过时或者存在明显缺陷的资源,应坚决淘汰或者归入历史档案,给优质资源腾出空间。这样可以保证资源库的整体质量,使教师在选择资源时更有效率、更值得信赖。

（二）根据教学反馈对资源进行修订

资源的价值真正体现于课堂教学实践当中,一线教学反馈是它不断改进最宝贵的来源。因此必须建立一个简单、高效的反馈闭环,使资源的开发者或者管理者可以及时从使用者那里获得信息,不断完善资源。智慧课堂平台要具有操作简便的反馈功能,教师在使用资源之后可以对资源进行星级评定、发表评语或者提出具体的改进建议。

教师在使用图形平移旋转交互动画后觉得动画速度太快,不适合低年级学生观察,或者建议增加学生自己操作的功能。资源管理者在收到具体的反馈之后,应该立即组织原来的开发者或者技术人员开会讨论,并对资源进行有针对性的修改并更新版本。以教学实践为基础的“小步快跑、持续迭代”的优化模式,可以使得校本资源在使用过程中不断自我完善,越来越符合教学实际,真正成为教师的教学助手和学生深度学习的有效支架。

（三）鼓励教师对资源进行二次开发

赋予教师二次开发、个性化改造现有资源的权利与能力,是实现资源效益最大化的重要途径,也是教师专业自主性的体现。没有任何一份资源能够完全适合所有的班级、所有的学生。优秀的教师会根据班级学生实际情况、个体差异和教学情境来调整重组教学资源。因此资源平台在技术上应该支持教师方便地进行再创作。

平台可以提供模块化的资源组件和简便的操作编辑工具,教师可对已有的课件进行替换案例、修改习题难度、增加或删除交互环节。教师可以将一个通用的知识点微课,加上自己录制的引导语和有针对性的提问,变成适合本班学生的预习任务。学校应积极鼓励这样的应用创新行为,并把教师二次开发的优秀成果作为新的衍生资源进行分享和推广。一方面可以极大地丰富资源库的多样性、层次

性，另一方面也可以充分调动教师的主人翁意识，使教师由被动的资源使用者变为主动的、创造性的资源建设者。

智慧课堂教学资源建设关键策略表

资源类型 / 策略	主要特点	实施要点	目标效益
校本原创资源	根植学情教情，个性化强	鼓励原创，专业培训，提供设备，激励机制	激活深度互动，实现精准教学
精品微课	短小精悍，聚焦重难点	骨干教师主导，严格品控，脚本设计	标准化示范，便利化学习，高效性利用
区域共享资源	汇聚多校智慧，资源量大	积极参与平台，校内推广，考评挂钩	拓展资源储备，减轻开发负担，提升区域影响力
校际互换资源	点对点交流，互动性强	建立合作关系，联合教研，互派交流	深入教学实践，促进教师专业共同体
商业教育资源	技术专业，系统性强	科学遴选，充分试用，无缝对接	丰富资源体系，实现优势互补
资源动态更新	非静态存在，持续演进	定期评估淘汰，基于反馈修订，二次开发	保持资源生命力，提升实用性和适应性

从上表可知，智慧课堂教学资源的建设是多层次、动态发展的系统工程，是对不同类型资源进行开发、共享、优化的过程。无论是校本原创、区域共享或者商业引进，都要以教学实际为出发点，以提高教学质量，促进学生的发展为主。

第五节 智慧课堂实施中的问题与对策

一、技术应用层面的问题与对策

（一）硬件设备稳定性问题

智慧课堂对交互式一体机、学生平板电脑、高速无线网络等各种硬件设备有很强的依赖性。这些设备的正常运转是保证教学过程不断开的前提。但是网络延迟或者掉线、设备突然死机、电池续航能力不足、设备之间不兼容等在实际应用中时有发生。技术故障不但会打乱教师事先设计好的教学节奏，造成宝贵的课堂时间浪费在设备调试上，还会分散学生的注意力，削弱学生的学习投入感。严重时还会引起学生对智慧教学模式的负面情绪，从而阻碍深度互动的有效产生。

为了克服由于硬件设备稳定性所造成的困难，建立完善的运维保障体系就显得十分重要。学校要组建以专业技术人员为主导的快速响应小组，制订详细的应

急预案,保证设备出现故障时可以得到及时的维修。同时要形成设备定期的巡检、维护制度,定期对学生终端执行压力测试,充电,系统更新,病毒查杀等工作,从源头上防止问题的出现。对关键的教学环节做好备用设备的准备,或者设计出“低技术”的教学预案,也是十分必要的,以保证在极端情况下,教学活动仍然能够有序地进行,教学目标能够得以实现。

（二）教师技术素养问题

教师是智慧课堂的组织者和引导者,技术素养水平的好坏决定着技术工具能否被有效利用,进而影响课堂互动的深浅。目前,一些小学数学教师存在着技术焦虑或者技术依赖两种极端倾向。前者表现为对新技术的恐惧,不愿意或者不敢使用复杂的工具,造成智慧课堂变成了传统课堂的简单复制和投影,没有发挥出技术的优势。后者就是过分追求技术炫酷的效果,而忽略了教学内容的本质,使得课堂活动只停留在表面热闹,而技术反而成了教学的束缚。更普遍的问题就是很多教师虽然掌握了基本操作,但是缺少把技术与数学教学深度融合的创新能力,不能设计出能够激发学生高阶思维的技术支持型教学活动。

提高教师技术素养是系统工程,应该用持续的、个性化的、实践的策略。学校应该抛弃一次性培训的形式,创建分层分类的常态化校本研修机制。根据教师技术水平的不同提供不同的培训内容,即基本操作技能、高级应用、教学设计理念。创建教师学习共同体,用集体备课、同课异构、教学观摩等方式发挥技术应用能力强的教师的示范引领作用,分享成功经验,解决实践中的问题。应当把技术融合能力纳入到教师专业发展的评价体系当中,促使教师主动去学习和探索,让技术真正地内化为提高教学质量的有力工具,从而实现由会用到善用和创用的转变。

（三）软件平台适切性问题

教学软件、平台是连接师生、技术和内容的桥梁,教学软件、平台设计的好坏、内容的适切性都会影响互动的质量。目前市场上很多教学软件平台功能繁多,但是界面对小学生来说过于复杂,反而增加了认知负担。部分平台内容同质化严重,虽然嵌入了游戏化元素,但是大多只是简单的知识点重复性练习,不能很好地支持数学思想的探究过程,很难激发学生深层次的思考。更有甚者,一些平台的数据分析功能只能统计学生错误,却不能对学生思维过程、认知难点做深层次的诊断,从而导致因材施教无法真正落实。

解决软件平台适切性问题, 要坚持“教学为本、应用为王”的原则。

1. 学校在选择平台的时候, 应当邀请一线数学教师参与评价和试用, 把平台的教育理念、内容质量、交互设计、数据反馈能力、与小学数学课程标准的契合度作为主要的考量标准, 不能被华而不实的功能所迷惑。

2. 鼓励和支持有能力、有条件的学校或者区域与软件开发合作, 根据小学生真实的教学需求, 共同开发或者定制适合小学生认知规律、符合数学学科特点的教学应用。应开发更多的可以支持过程性探究、模型建构、虚拟实验的交互模块。

3. 推动建立开放性的教育资源生态系统, 赋予教师根据实际教学灵活使用各种平台优质资源的权利, 甚至是教师自建微课、练习等个性化教学内容的权利, 使得软件平台真正地发挥作用于个性化教学、互动性更强得力的助手的作用, 而不是僵化的数字教科书。

二、教学融合层面的问题与对策

(一) 技术与教学融合度问题

智慧课堂刚开始时, 普遍存在的现象就是技术的应用与数学教学内容融合不够深入, 呈现出浅尝辄止的特征。很多课堂表面看似热闹, 平板、抢答器、互动大屏轮番登场, 但是技术工具的应用大多只停留在知识展示、课堂测验等浅层次教学环节。教师用精美的动画展示数学概念, 但是没有利用技术组织学生进行更深层次的探究和发现。把技术只当作数字化黑板或者高级练习册来使用, 没有触及传统教学模式的核心, 技术不能真正成为学生认知发展的脚手架, 反而会因为频繁的操作切换而影响学生思维的连贯性。

提高技术与教学的融合度, 关键在于转变教师的教学设计理念, 促使教师由“技术辅助教学”向“技术融入教学”甚至“技术变革教学”转变。教师在备课时首先要考虑数学学科核心素养目标和本节课的重点难点, 再反思怎样利用技术工具突破难点, 设计哪些探究性、合作性学习活动。例如, 在教学图形的平移、旋转、轴对称时, 不能只是播放动画, 而是应该让学生用几何画板等软件, 亲自动手操作、观察、猜想、验证图形变换的性质, 在动态交互中建构起对空间观念的深刻认识。以学习者为中心、以问题解决为导向的设计思想, 才能使技术与教学真正地无缝对接、价值共创。

（二）课堂互动深度问题

智慧课堂的优势就是可以方便地进行多维度、高频率的互动。但是互动的数量并不等于互动的质量。很多智慧课堂的互动还停留在浅层次的应答式，学生用平板选择答案，教师根据数据可以即时知道全班的正确率。虽然效率很高，但是学生思维参与度低，主要是记忆和理解。缺少引发认知冲突、促进思辨和交流的深度互动。师生、生生的对话大多都以标准答案为中心展开，而对解题思路差异、错误原因分析、不同观点间的碰撞等更高级的探讨却很少，造成课堂表面上活跃而缺少思维深度的交流。

课堂互动由浅入深层次变化，教师角色定位、提问设计起着非常重要的作用。教师要由知识的权威发布者转变为学习的催化者、对话的组织者。要设计高质量、有一定挑战性、开放性的问题，答案不是唯一的，可以引发学生不同的思考。善于利用智慧课堂系统即时生成的学习数据。当系统给出多种答案或者解题途径的时候，教师不能直接给出正确的答案，而应该把生成性资源当作认知探针，引导学生分小组讨论各自的理由，进行反思和辩论。技术平台应该成为学生观点可视化、思维过程外化的有力支撑，从而促进深层次的思维碰撞。学生可以将自己解题的过程用拍照上传到系统中，进行全班分享和互相评价。

（三）学生主体地位问题

虽然智慧课堂的设计初衷是实现个性化学习，但是在实际中由于技术使用不当，教师的作用反而变得突出，学生的主体性被削弱。在教师端控制一切的模式下，学生自主学习的节奏完全受教师推送的任务和指令所支配，缺少探索的自由。学生只能按照事先预设好的路径去完成一个个数字化任务，不能自主选择学习内容、学习方式或者学习伙伴。以技术驱动而非学习驱动的模式，容易使学生成为技术的操作员而不是知识的主动建构者，探究精神和创新能力很难培养。

真正实现学生的主体地位，就需要在智慧课堂环境中给学生更多的自主权和选择权。教师应该从导演变成场记、支架提供者，在开放包容支持探索的学习环境中创建环境。可以设置分层任务，学生根据自己的学习水平选难易。还要创建起丰富多样的数字化学习资源库，使学生能够依照自身兴趣及疑惑开展自主探究式的学习。小组合作项目中学生应该自主决定分工、选择探究工具、展示交流成果。智慧课堂系统应该更多地成为学生自主学习的工具，提供便捷的资料检索、模拟实验、思维导图构建等功能，让学生把想法付诸实践，真正成为学习的主人。

三、管理保障层面的问题与对策

（一）教学评价体系问题

传统的教学评价体系大多只重视对学生学业成绩的终结性评价，评价标准单一，主要依靠纸笔测验。该种评价方式不能全面、客观地衡量智慧课堂所带来多元价值，即学生的信息素养、协作能力、创新思维和问题解决能力等。当评价的“指挥棒”不变的时候，教师即使在课堂上努力培养学生高阶能力，最终也必须回到应试教学的轨道上。评价和实践相脱离，严重地制约了教师参加智慧教学改革积极性、主动性。

创建与智慧课堂相适应的多元化、过程性评价体系已经迫在眉睫。新的评价体系应该关注学生的发展和学习的全过程。

智慧课堂评价维度与方法

评价维度	评价内容示例	评价方法示例
学习过程	参与讨论次数与质量、任务完成过程、数字作品创意	智慧平台数据分析、过程性记录
学习成果	数学建模报告、微视频解题、项目学习成果	作品展示、专题报告、成果汇报
核心素养	沟通协作、批判性思维、问题解决、信息素养	课堂观察、小组答辩、项目展示
个性发展	学习兴趣、自主探究能力、创新精神	教师评语、学生自评、小组互评

从智慧课堂评价维度与方法表可知，新的评价体系重视学习的全过程。智慧教学平台上的学习行为数据，即参与讨论的次数和质量、探究性任务的完成过程、数字作品的创意水平等都可以用来对学生的学习过程进行动态评价。学生生成的数字化作品（数学建模报告、微视频解题、项目式学习成果等）要纳入评价范围，考查学生综合运用所学知识解决实际问题的能力。使用课堂观察、小组答辩、项目展示等表现性评价的方法来考察学生的沟通协作能力、批判性思维能力。改革评价体系，使教师和学生把注意力放在核心素养的培养上，而不仅仅是分数的提高。

（二）家校协同育人问题

智慧课堂把学习延伸到了课外，学生利用平板等终端设备进行预习、拓展学习已经成为常态，因此家校协同变得尤为重要。但是许多家长对此并不了解、没有做好准备。他们担心孩子长时间使用电子设备会伤害眼睛或者造成网瘾。部分家长的文化水平不高，不能很好地指导孩子在家使用学习平台。更严重的是有些

家长把智慧学习等同于刷题，对于教师布置的探究性、开放性作业不理解、不支持，造成家校之间教育观念和行为上的隔阂，影响智慧教学的效果。

要化解家校协同过程中出现的问题，就必须要建立公开、畅通的沟通合作机制。学校应该定期开展智慧课堂家长开放日、专题讲座、工作坊等展示活动，向家长展示技术在教学中的应用的情况，解释技术教育的价值，打消家长的疑虑。同时为家长提供必要的线上指导或者线下培训，使家长了解学习平台的功能，掌握监督和引导孩子进行健康有效的线上学习的方法。教师应该借助家校沟通平台，定期向家长发送学生的学习报告，成绩固然重要，但是更应该突出学生在课堂互动、项目合作中所表现出的亮点，使家长看到学生综合能力的提高。积极引导，使家长从智慧教育的旁观者变成同盟军，一起为孩子创建出良好的数字化学习环境。

（三）资源共建共享问题

优质的数字化教学资源就是智慧课堂正常运转的“粮草”。实践中常出现教师单打独斗地开发资源，费时费力，质量良莠不齐。不同学校、不同的地区之间缺少有效的资源共享机制，造成大量的重复建设，优质资源无法得到广泛的传播和应用，成了一个一个的“资源孤岛”。资源的形态比较单一，多以课件、微课、习题为主，缺少能支持深度学习的互动性、探究性、项目式优质资源模块，不能满足教师进行多样化、个性化教学的深层需求。

解决资源建设的瓶颈只能依靠区域性的或者校际间的共建共享机制，发挥集体智慧，提高资源建设的效益和质量。教育主管部门或者学校应该建立开放互联的数字教育资源中心平台，并且要制订统一的资源建设标准以及审核程序。同时要激励一线教师上传、分享、评价、迭代自己开发的优秀教学资源，建立相应的激励机制，评选“资源建设之星”，将资源贡献纳入工作量考核等，充分调动教师的积极性。还要组建教研员、骨干教师和技术专家组成的专门团队，对核心教学资源包的系统规划和高质量开发进行整体设计，尤其是体现学科思想、支持探究学习的高质量资源。采用众筹智慧与专家引领相融合的方式，逐步创建起一个内容丰富、不断更新、共建共享的优质数字教育资源生态系统。

第十章 小学数学智慧课堂深度互动的发展展望

第一节 智慧教育发展趋势

一、人工智能与教育深度融合

（一）AI 助教与个性化辅导的普及

AI 助教将成为教师的得力助手，给学生全天候、无差别地提供全方位的学业帮助。辅导内容及难度会按照学生的学习进度、知识掌握情况来进行调节。小学数学课堂中，学生在解题时遇到困难的时候，AI 助教可以给出分步骤的提示，而不是直接给出答案，以此来促进学生独立思考，提高学生探究的积极性。即时反馈、启发式引导不仅可以拓宽教师辅导的广度和深度，而且可以使个性化学习成为可能，保证每个学生的学习需求都能够得到及时的回应。

个性化辅导的普及，将彻底打破传统的“一刀切”的教学模式。AI 系统通过对学生整个学习过程的跟踪来绘制每一个学生的知识图谱，从而找到其强项和弱项。系统根据这些信息可以自动生成个性化的练习题集、推荐相关学习资源、设计个性化的学习路径。对几何概念理解困难的学生推送更多的可视化、交互式学习模块，对于计算能力强的学生提供更具有挑战的应用题。针对每个知识点的因材施教将使教学互动更具针对性、高效性。

AI 助教、个性化辅导系统以后会更多地重视情感交互以及学习动机的激发。利用自然语言处理、情感计算技术可以对学生的各种情绪（困惑、沮丧、喜悦等）做出识别，并给出相应的情感支持和鼓励。一个虚拟的耐心学习伙伴可以消除小学生学习时的心理压力，提供积极宽松的学习氛围。集认知辅导与情感陪伴于一体的互动模式，会促进学生全面发展，在充满人文关怀的环境下让深度学习得以发生。

（二）智能学情诊断与预警的精准化

智能学情诊断会冲破传统测验的束缚，全方位、全天候、准确地体现学习进程。未来的诊断系统不会只看答案是否正确，还会对学生的解题过程中的每一步

骤、每一次修改、每一次停顿都进行分析。以学生在智慧课堂中答题时长、求助次数、笔记内容、讨论发言等为依据,精准找到学生知识核心断点、思维堵点、能力短板。诊断是伴随式的、无感知的,在不增加学生负担的情况下给教师提供一份详细的学情地图,使教学干预更及时有效。

精准诊断之后,智能预警系统就具有了“防患于未然”的作用。系统依靠创建复杂的学习者模型以及对历史数据的分析,可以预估学生未来学习中可能遇到的困难,或者学业滑坡的风险。当系统检测到某个学生近期对于“分数乘法”的知识点理解较慢时,就会马上给该生后续学习“分数除法”时可能会遇到的障碍发出预警。教师收到预警之后,就可以提前进行个别辅导或者调整教学策略。前瞻性的干预方式把教学互动从被动的补救转变为主动的预防,它的主要贡献有三个方面,一是可以及时发现潜在的学习困难,有效避免知识缺漏的累积,二是可以根据学生的接受程度动态调整教学节奏,保证大多数学生跟上进度,三是可以把教师的注意力集中在最需要帮助的学生身上,从而达到教育资源优化配置的目的。

(三) 教育机器人的应用探索

教育机器人会成为小学数学智慧课堂新的互动媒介,给小学数学智慧课堂带来更加丰富多样的交互体验。实体机器人可以把抽象的数学概念具体化,用编程控制机器人走一条固定的路线和角度,学生就可以直观地理解几何图形、坐标系、角度等概念。以做促学的方式把学生身体的活动和心理活动结合起来,大大提高了学生学习的积极性。机器人既可以充当学习伙伴,也可以充当游戏对手,让学生在合作探究或者竞技中运用数学知识解决问题。

教育机器人可以有效地促进学生高阶思维能力以及合作精神的发展。项目式学习中学生小组要合作完成机器人算法设计、程序编写等任务,也可以搭建微型智能仓储系统这样的复杂项目。此过程要求学生综合运用数学、编程、工程等各方面的知识,还要能进行有效的沟通、分工、合作。机器人是任务的执行者,也是成果的直接体现者,给学生提供深度互动的具体目标和即时的、真实的物理反馈,在调试改进中使学生的批判性思维能力、创新能力、解决复杂问题的能力得到全面提高。

随着人机交互技术的发展,教育机器人将来会具有更强的社交能力以及情感感知能力。可以和学生用语言、表情、动作交流,理解学生情感,作出恰当的回

应。对于课堂上不善于发言的内向小学生来说，机器人可以当他们的安全可靠的倾听者和练习对象，培养他们的自信心。拟人化的交互方式可以增加数学学习的亲和力，也可以培养学生的同理心和沟通能力，给深度互动注入更多的人文关怀。

人工智能在智慧课堂中的核心应用与价值可见下表。

AI 在智慧课堂中的核心应用与价值表

应用领域	核心功能	对深度互动的影响
AI 助教与个性化辅导	提供个性化学习路径、练习和即时反馈；情绪识别与激励。	促进因材施教，打破“一刀切”模式；增强学习积极性；实现有温度的学习。
智能学情诊断与预警	全方位、伴随式诊断学生知识掌握情况；预测学习困难。	精准定位学习堵点；提供前瞻性干预；优化教育资源配置；提升教学有效性。
教育机器人	将抽象概念具象化；提供合作探究与竞技平台；具备社交与情感交互能力。	激发“做中学”兴趣；培养高阶思维与合作精神；提供安全、积极的互动环境。
大数据驱动的教育决策	监测评估区域教育质量；智能化学校教学管理；精准学生生涯规划。	为教育管理提供科学依据；促进资源公平高效流动；实现个性化生涯启蒙。

从上表可知，各种人工智能应用正以不同的方式，深刻地改变着小学数学智慧课堂的互动方式和学习体验，让教育朝着更加智能、更加个性化、更加有温度的未来迈进。

二、大数据驱动的教育决策

（一）区域教育质量监测与评估

大数据技术把区域教育质量监测由原来的单一结果评价，转变为全方位、过程性的评价。传统的区域教育评价不能全面地反映出教育质量，大多数是靠统一的标准化考试的成绩来进行的。将区域内各校智慧课堂所产生产生的过程性数据即学生的课堂参与度、知识掌握速度、互动行为模式、作业完成质量等等汇总起来可以形成分层化、立体化的教育质量监测体系。该体系可以反映区域教育发展整体情况、均衡性、特色、不足等各个方面的信息，给教育行政部门宏观决策提供数据支持，精准找到薄弱学校或者学科教学短板，针对性地实施资源倾斜和教研指导。

大数据评价可以使区域教育资源得到公平、高效的流通。通过对不同的学校、班级教学模式和学生成长数据进行关联分析,从中找到优秀的教学范例并加以推广。数据分析表明,在培养学生数学建模能力方面,某学区使用某种互动教学法的效果最好,教育部门就可以组织相关师资培训、经验交流活动,把优质教学资源推广到更多的地区。依靠证据做出的决策可以打破校际壁垒,促进区域内教育质量的整体提升,使每一个孩子都能得到更好的数学教育,共同创建公平高质量的教育生态。

（二）学校教学管理的智能化

大数据会促使学校教学管理由经验驱动转向数据驱动,达到教学管理的精细化和科学化。未来的智慧校园管理平台可以将学生的出勤情况、课堂表现、作业成绩、教师评价以及资源利用等数据整合起来,构建完整的教学管理数据闭环。学校管理者不再需要面对繁琐的报表和模糊的印象,利用数据可视化仪表盘就可以清楚地看到学校整体运行的情况。同时对各个年级、各个班级的数学课程标准完成情况进行实时监控,发现教学进度偏差或者普遍存在的学习困难,迅速组织教学研讨,调整教学策略。

智能化管理给教师专业发展精准支持,即分析一位数学教师课堂互动数据、学生学业成长数据、教师教学设计,为教师生成一份个性化的专业发展报告。报告既可以指出它的教学亮点,比如在激发学生讨论方面表现突出;也可以客观地揭示它的不足,即某个抽象概念讲解的方式造成学生掌握率低。平台据此可推荐优质课例、前沿教学理论或者在线培训课程,使教师可以达到自我提高、快速成长的目的,从而全面提高学校互动教学水平。

学校资源配置也会因为数据驱动而更加合理高效。通过对智慧教室设备的使用频次、数字教育资源下载与使用效率数据的分析,学校可以更加科学地作出采购和维护决策,使每一分钱都用在刀刃上。数据分析表明,学生使用某款虚拟实验软件学习立体几何的效果比传统教具要好很多,那么学校就可以加大对这款软件的投资力度。以学生学习效果为中心的资源配置方式,一方面可以避免资源浪费,另一方面可以使教学工具最大限度地服务于实际的深度互动,从而全面提高教学效益。

（三）学生生涯规划的精准指导

大数据技术将会给小学生生涯规划启蒙提供前所未有的精确指导,让生涯规

划不再是模糊的兴趣探索,而是在对其能力、潜质有长期客观认知的基础上进行的。小学阶段智慧教育系统就开始记录学生的数学学习轨迹、各科学学习能力、兴趣偏好、思维特点。系统会记录下学生擅长的是逻辑推理还是空间想象,喜欢的是确定性问题还是挑战性问题。这些多年的成长数据会形成一幅独一无二的个人能力雷达图,给未来的学业选择、职业发展指明方向。

对长期的数据做深入分析,能使生涯规划指导具有个性化和动态化的特点。根据学生数学能力特点、兴趣爱好,联系未来社会发展需求和职业走向,向学生推荐自己感兴趣的领域或者需要探索的方向,用故事、游戏、项目式学习等多种方式,在小学阶段就初步接触、体验。对于数据分析、规律发现方面有浓厚兴趣且有天赋的学生,系统就会推送趣味统计学、初级编程基础等拓展型学习材料,同时也会展示数据分析师、市场分析师等职业的光明前景。早期、以证据为基础的引导,可以真正激发学生内在的动力,使数学学习同个人的未来发展紧密联系起来,让课堂上每一次深度的互动都更有意义。

第二节 深度互动的创新方向

一、从“人-机-人”互动到“人-机-环境”互动

(一) 智能环境感知并参与互动

传统的智慧教室只是一些技术设备的集合,物理环境在教学中一般都起着被动、静态的作用。未来的研究方向就是把教室本身作为可以感知、分析、并参与教学互动的智能体。使用物联网传感器(光照、声音、温湿度等),高清摄像头,动作捕捉设备等等智慧课堂可以获取环境与学生行为的数据。该系统可以敏锐地感知到课堂学习的状态,图像识别技术可以分析学生的坐姿、表情、专注度,从而判断出学生认知负荷、投入程度,语音识别技术可以分析小组讨论的参与率、话轮交替次数,从而评判合作学习的效果。环境不再只是冰冷的背景,它成了一个有感知能力的“观察者”。

依靠这样的感知能力,智能环境可以主动参与到教学互动当中,并对其进行调控,由原来的被动承载变为主动干预。当系统发现某个小组在探究长方体表面积时有困难,讨论停止的时候,教室智能照明系统就会把光照集中到墙上陈列的

实体长方体模型上,或者在小组桌面上投影出提示信息,引导学生观察实物、动手拆解。当系统发现下午第一节课学生注意力不集中的时候,就会调整教室的灯光色温、引入新风,在主屏幕上播放一段与本节课知识点相关、节奏明快的数学动画短片,用非介入的方式重新激活课堂氛围。适时环境介入,把物理空间与教学流程无缝地融合在一起,把环境变成教师的得力助手,给学生提供无处不在的情境化学习支持。

在小学数学教学中,人机环境的互动模式可以明显提高学习的具身性、情境性。在学分类和统计的时候,学生可以用带有射频识别标签的实物学具进行分类,智能桌面可以即时感应、自动生成统计图表,学生的操作行为与数据结果之间建立了直接、即时的联系。学习位置、方向时,智能地灯系统会在教室地面投影坐标系或者方向指示,学生在真实物理空间里移动、定位,完成寻宝游戏式的学习任务,环境变化即任务本身。将抽象的数学知识融入到可以感知、可以操作的物理环境当中,这样一种互动方式完全改变了学生学习的方式,把数学学习从单纯的符号运算转变为和现实生活紧密相关的探索活动。

（二）虚实融合环境下的沉浸式互动

由于增强现实、虚拟现实、混合现实等技术的发展,智慧课堂的互动方式不再局限于二维屏幕的限制之内,进入了数字信息和物理世界融合的三维空间。虚实融合环境为小学数学众多抽象概念的可视化、可操作化提供前所未有的可能性,能创造出极具沉浸感和吸引力的学习体验。打破了现实与虚拟的界限,让学生在真实环境中直接、自然地与虚拟的数学对象进行交互。学生用平板电脑或者穿戴设备将虚拟正方体放在桌上,从任意方向观察,甚至可以“伸手”把正方体一个面一个面的打开,从而清楚地看到这个正方体由6个完全相同正方形组成,进而更好地理解展开图。

沉浸式互动把抽象的数学概念认知门槛降得很低。在学习圆的认识的时候,学生在增强现实的环境中亲手画出完美的圆,清楚地观察到半径、直径在旋转过程中动态的关系;甚至滚动虚拟的圆,探究周长和直径的倍数关系,从而对圆周率 π 的来源有直观、深刻的认识。对于体积和容积这一难点,学生可以使用混合现实技术把虚拟的水倒入不同的物理容器中,观察水面上升的变化,容器形状、底面积和水位的关系一目了然。这样的学习过程是学生可以去触摸、操作数学概念的一种互动方式,把学习过程变成一场有趣的探索游戏,极大地调动了学生学

习的积极性和内在动机。虚实融合技术把数学知识从静止、遥远的状态变成动态、可亲近的，真正实现了“做中学”的教育理念，学生在不断的互动中与融合环境相互作用，主动建构起扎实的数学知识体系。

二、从认知互动到情感互动的深化

（一）情感计算技术的应用

情感计算，即建立可以感知、识别、理解、响应人类情感的计算系统。在智慧课堂中使用它，就表示技术系统不再只是对认知信息进行冰冷处理的机器，它会成为可以“察言观色”、理解学生情绪的智能伙伴。系统可以利用集成在设备或者教室环境中的摄像头、麦克风、可穿戴生理传感器等来获取学生的多种情感信号。面部微表情识别技术可以分辨出学生“茅塞顿开”和“百思不解”的情绪，语音语调的起伏变化可以体现学生回答问题时自信程度或者紧张程度，心率、皮电等生理指标可以衡量学生面对挑战性任务时压力大小。

被识别出来的情感数据给教学决策赋予了重要的依据，个性化干预的范围也从认知领域延伸到情感领域。一个带有情感计算模块的智能教学系统，当学生连续答错题而情绪低落的时候，它的应对方式不会只是简单地推送同类型题目。系统会自动调整策略，推荐一道难度较低但是相关性较高的题目来提高学生自信心；切换一段轻松的动画讲解来改变学生的情绪状态；甚至虚拟出一个学伴，用鼓励性的语言说，“不要灰心，我们一起来分析一下这个陷阱在哪里。”此种根据情感状况实施即时反馈及自我调整的方式，可以防止学生长期处于消极情绪之中而陷入“习得性无助”的境地，进而保护并且激励其学习动机。

但是情感计算技术的应用要慎重对待它所引发的伦理、隐私等问题。对学生情感数据的采集和使用要以促进学生健康成长为出发点，严格遵守数据安全、隐私保护的原则，实行数据匿名化处理，制定公开透明的管理规范。技术的发展应该始终以教育的根本目的，即培养健全的人格为出发点。具体的应用可以从以下几个方面体现出来：

1. 情绪识别和预警：系统通过分析学生表情、语音语调，一旦发现学生持续的困惑、焦虑或者厌倦等负面情绪就会给教师终端发出预警，提示老师进行人工干预。

2. 自适应情感支持，学习软件会依照学生的情绪状况，对教学内容的难易程

度,呈现形式,互动节奏等做出相应的改变。对学生高涨的兴趣给以难度较高的拓展任务,对情绪低落的学生给予鼓励性反馈及基础练习,以此达到因材施教的目的。

3. 根据课程内容以及预设的教学目标生成带有情感色彩的教学资源,语气亲切的虚拟教师讲解、充满激励性的背景音乐练习等,使教学材料更加有亲和力、感染力,营造积极的学习氛围。

(二) 关注学生学习过程中的情感体验

技术虽给教师洞察学生的情感打开了一扇新的窗口,但是情感教育的主导者始终是教师。智慧课堂的深度互动创新,需要教学设计本身就把学生的情感体验放在中心。教师要利用技术所赋予的便利,有意识地创设可以激发学生积极情感、有利于学生心理健康发展的学习活动,使数学学习成为一段愉快、充满成就感、归属感的旅程。这就意味着教学的关注点会从“学生是否学会”深入到“学生在学习过程中感受怎样”。

在智慧课堂环境之下,教师可以布置更多的“低台阶、高天花板”的探究性任务。在图形对称活动的起始阶段,将任务难度设置得很低,让学生在平板电脑上自由使用对称绘画工具进行创作,大部分学生可以很快地完成并体验到创造的乐趣。拓展空间(高天花板)可以开拓有能力的同学研究更为复杂的旋转对称、平移对称甚至群论的思想。整个过程智慧系统会记录下每一个学生创作的轨迹、探究的路径。更重要的是,它保证了所有的学生在他们的最近发展区中都可以取得成功,从而形成自信心以及对于数学的热爱。

智慧课堂中合作学习给积极情感体验提供肥沃的土壤。教师按照学生的能力、特长把学生分成不同的组完成数学项目。项目实施过程中学生可以通过共享屏幕、协同编辑和即时通讯工具进行高效的合作,共同经历由分歧到共识、由困惑到突破的全过程。当他们一起完成的作品在大屏幕上展示出来,并获得全班同学的赞扬时,那种由于团队合作而产生的归属感、集体荣誉感,是任何个体学习都无法比拟的。教师在此过程中将转变为学习的促进者、情感的支持者,用观察系统记录的合作数据及时发现并调解小组内部的矛盾,鼓励每个学生发表意见,学会倾听、尊重和合作。重视过程性情感体验的教学,才是智慧课堂价值的真正体现。

(三) 构建有温度的智慧课堂

创建有温度的智慧课堂,就是技术与人文精神相融合的必然结果。一个真正

有温度的智慧课堂，其核心标志就是技术用来加强而不是削弱师生之间、生生之间的情感联结。它不是被数据、算法控制的追求极致效率的冰冷空间，而是一个充满人文关怀、重视个体差异、鼓励互助分享的学习共同体。人机环境的互动最终是为了更好的“人-人”互动。当智慧教学系统分析出班级中三分之一以上学生犯同样的错误时，它给教师的不是简单的错误报告，而是一种教学建议，即组织全班对普遍存在的问题进行大讨论。技术成了催化剂，集体智慧涌现出来，形成了错误是宝贵资源的课堂文化。

有温度的智慧课堂的最终目的，就是用技术创造一个让学生心理安全的学习场域。在此场域里，学习的节奏因人而异，每个学生都可以按照自己的步伐前进，不会因为暂时的落后而产生焦虑，每一次微小的进步都会被系统所察觉，并得到个性化的表扬，从而不断激励学生提高内在的学习动力。技术具有智能匹配功能，可以给学习上有困难的学生配对最合适他们的“小老师”，使同伴互助成为常态。技术使教师从大量重复性的批改、统计工作中解脱出来，从而有更多的时间和精力去关注每一个鲜活的个体，进行有情感交流的对话。最终，一个理想的智慧课堂，它的标准不是技术是否先进，而是它能否善用技术，创造出一种让学生敢于提问、乐于探究、善于合作，并从中得到温暖和力量的学习生态系统。

第三节 技术支持的新可能

一、增强现实与虚拟现实的深度应用

（一）创设不可及的数学学习情境

传统的小学数学教学中，许多抽象的概念或者是难以直接在现实生活中观察到的概念，往往成了教学难点。学生不能只通过书本上所给的平面图来完全理解长方体的表面积展开、体积构成、点、线、面之间空间关系。增强现实与虚拟现实技术可以有效克服这个局限。学生只需用平板电脑或手机扫描教材上的某个图形，一个栩栩如生的三维立体几何模型就出现在课桌上。学生可以从任意的角度拖拽、旋转、缩放该虚拟模型，甚至可以将它“拆开”来观察其内部结构。该种互动方式把学生被动接受知识变为积极探索、发现。

在具有沉浸感的虚拟现实环境里，教学可以创造出更加宏大的或者微观的学

习场景。如让学生“置身”于一个巨大的虚拟城市中，测量虚拟建筑物的长、宽、高来求出其占地面积和体积，在解决实际问题的过程中加深对度量单位和空间几何的认识。或者把学生带入微观的分数世界，让他们亲眼看到一个整体被准确地分成若干份，再通过拾取、合并这些分数单位来完成加减运算。现实中几乎不可能出现的教学情境，一方面极大地调动了学生的好奇心和求知欲，另一方面也使学生在一种接近游戏的体验中，直接而深刻地理解抽象的数学概念，从而达到知识内化、迁移的目的。

（二）提供直观、可操作的虚拟实验

数学知识体系里蕴含着诸多的逻辑推理与实验验证过程，概率、统计、图形变换等诸多方面均有涉及。传统的教学方式大多依靠有限的教具和反复的讲解，不能保证每个学生都能获得充分的动手操作机会，也不能展示某些实验的随机性和大规模性。虚拟实验给这个问题提供了一个理想的解决办法。在概率初步教学过程中教师可以开展虚拟的投掷硬币、骰子的实验。学生可以设置投掷次数从几十次到成千上万次，系统会实时统计正面朝上或者某点数出现的频率，并以图表形式显示。学生经过观察后会发现，随着投掷次数的急剧增加，出现频率就会无限接近理论概率，从而产生源于亲身验证的随机事件规律性认同感。

虚拟实验在数学教学中的应用示例

教学主题	虚拟实验内容	核心学习目标	优势特点
概率初步	虚拟投掷硬币 / 骰子	探索随机事件的频率与概率关系	无限次重复，实时数据统计与图表展示
图形变换	几何图形的平移、旋转、对称	理解图形变换的规律与特性	动态轨迹回放，多重变换叠加，自主探索
几何测量	虚拟建筑物长宽高测量	掌握度量单位及空间几何概念	沉浸式体验，解决实际问题，直观理解
分数运算	虚拟分割与合并分数单位	理解分数概念与加减运算	微观可视化，动手操作，构建抽象概念

从上表可以看出，在探究图形对称、平移、旋转等变换规律的时候，虚拟实验同样有很大的优势。学生不需要在纸上画图，用手指或点击虚拟图形进行各种变换即可。可以清楚地看到变换过程中每个点的运动轨迹，也可以看出变换前后图形的对应关系。系统还可以设置操作回放、多重变换叠加等选项，让学生反复查看自己的操作过程，比较不同的变换方式所得到的复合效果，在动态交互的过

程中自主发现并总结出几何变换的规律。可重复、可追溯、无成本的虚拟实验操作给学生提供极大的探索自由,使学生依靠试错、验证去构建并稳固数学知识,真正成为学习过程的主人。

二、学习分析技术的升级

(一) 从行为数据到思维过程的挖掘

传统的学习分析大多只关注学生外显的学习行为数据,比如视频观看时长、习题作答正确率、平台登录频率等。这些数据在一定程度上可以反映学生学习投入度以及基本掌握情况,但是它们像一个黑箱一样,不能反映数据背后思维活动的细节以及认知堵点。新一代学习分析技术正努力揭开这个黑箱,用更加先进的方法去探究学生思维活动。

升级后的技术可以对学习过程进行更细粒度的跟踪和分析。例如:

1. 交互轨迹分析,系统会记录下学生最终的答案,也会记录学生在解题过程中所做过的每一个动作,即在虚拟草稿纸上书写、涂改的痕迹、调用辅助工具的顺序、鼠标在选项之间来回移动的过程等。通过对这些过程性数据的分析,系统可以推测出学生所用的解题策略、混淆的知识点、存在的思维误区。

2. 语义分析,即通过自然语言处理技术对学生的讨论区、在线问答中文字的内容进行分析,从而发现学生提问的深浅、对概念理解的正确与否以及在协作学习中所起的作用。

3. 认知网络分析:对于学生知识图谱中的学生、知识点、习题三者间的关系进行分析,可以得到每个学生的个人知识图谱,显示学生知识结构强弱项、概念间联系紧密程度,进而发现学生认知网络的形成过程。

由行为表象到思维内在的挖掘,使教师可以摆脱对学生的简单对错评判,精准找到每个学生在思维方面存在的具体问题,从而为真正意义上的因材施教打下坚实的数据基础。

(二) 预测学习趋势与提供前瞻性干预

依靠对学生的思维过程有深入的认识,升级后的学习分析技术可以实现诊断、精准的预测以及前瞻性的干预。当系统积累足够多学生过程性数据之后,便可以用机器学习算法建立预测模型,对学生未来的学习走向做出科学的推断。预测模型可以找到学业困难的早期预警信号,即某个学生对于不同的知识点都会出现同样的逻辑障碍,或者习惯用试错法解题。

系统预知学习风险的时候就会采取前瞻性干预。这时的干预不再是在考试成绩下降之后才去补救,而是主动、及时地进行个性化的辅导。系统可以为有困难的学生推送适合他们的微课视频或者互动练习,也可以向教师发出预警,提醒教师对某个易错概念做重点讲解,或者与某个学生进行深入的对话。预测模型还可以对学生进行学业规划,根据学生当前知识图谱以及学习速度来推荐出符合当前认知水平的、最合适后续学习路径及拓展资源,防止因为学习难度太大或者太小而造成的挫折感或厌倦情绪。闭环形成之后,“预测+干预”的教学互动方式就从事后评估转变为智能导师,与学生共同成长。

三、脑科学技术的介入

(一) 通过脑电等技术监测学生认知负荷

认知负荷理论是指导教学设计的重要理论之一,认为有效的学习应该将学生的认知负荷控制在合理的范围内。认知负荷过高或者过低都会抑制学习效果。传统教学中的教师大多依靠观察学生的表情、课堂反应等间接的方式判断学生的认知负荷,此种方式主观性强、有滞后性。脑电等便携式脑科学技术出现之后,就实现了对认知负荷进行实时、客观监测的可能。在学生头上佩戴轻便的脑电传感器,可以实时采集大脑在做数学活动时的电信号,分析 α 波、 θ 波、 β 波等脑电波的节律变化,从而得出学生目前的认知负荷水平、注意力和情绪状态。

当教师在讲解复杂的概念时,如果系统判断出大部分学生处于认知负荷过载区,就会提示教师减慢说话的速度,把复杂的问题分步骤进行讲解或者增加基础案例。相反,如果数据显示学生大部分处在低负荷的“放空”状态,就说明目前的教学内容或者活动形式缺乏挑战性,需要增加能够引发思考的互动环节。依靠脑电数据即时反馈,教师可以对教学节奏、策略做出即时调整,使教学难度与学生认知接受程度一直保持在最佳匹配区间里,从而最大程度上提高课堂教学效率。

(二) 实现基于脑科学的教学优化

脑科学技术的应用不是被动的监测,它的最终目的就是指导并优化教学的每一个环节,真正实现与大脑相容的教学。对脑电数据进行长时间追踪与分析,会发现不同的教学策略对学生的脑电活动产生的影响是不一样的。教授“小数的意义”时,虚拟现实情境教学与传统讲授法教学的学生在知识理解、记忆巩固阶段的大脑活跃模式有何差异。此类研究可以给教学方法的选择赋予神经科学层面的

证据支撑，让教学设计由经验驱动变成科学循证。

而且脑科学发现可以为教学内容和学习工具的进一步改善提供指导。大脑更喜欢处理有情感联系和叙事结构的信息。因此在设计数学应用题或者教学游戏的时候，可以加入能引起学生情感共鸣的故事情节，调动大脑的情感和记忆网络，促进深度学习的发生。分析学生在使用不同的数字工具时的脑力消耗情况，可以改善软件的交互界面和操作流程，减少因为无关的操作造成的外在认知负荷，使学生把所有的认知资源都投入到数学思维上。对个体学生脑活动模式的持续分析，可以发现学生独特的认知风格和优势，有的学生擅长视觉空间加工，有的学生擅长逻辑符号处理。根据个体化的脑功能特点，未来智慧课堂可以为每一个学生设计出最适合他们的教学方案，从而达到每个学生脑功能开发最大化的发展目的。

第四节 教师角色转变与提升

一、教师角色的重新定位

（一）从知识的权威到学习的引导者

在传统教学范式下，教师是知识的主要来源，也是绝对权威，教学过程以教师讲授、学生听讲的单向灌输为主。智慧课堂环境彻底改变了这个基本的局面。海量的数字化资源、开放的在线学习平台、便捷的搜索引擎使知识的获取变得前所未有的容易，学生不再完全依靠老师来获取信息。在这种情况下，教师的价值不在于对知识的垄断，而在于引领学生在知识的海洋里航行的能力。教师的角色也随之由原来的“教”转变为现在的“导”、“航”、“搭”等。

小学数学智慧课堂的引导作用渗透到教学设计的各方面。教师在展示生活中的圆形物体时，用互动白板引导学生自主操作、测量，在动态变化中得出半径决定大小、圆心决定位置等概念。教师在这个环节中使用精心设计的链式问题，改变半径，圆会怎样变化？用引导学生思考，并用拖动圆心的方式引发学生探究欲望，通过观察、比较、归纳、总结来达成学习目标。教师的角色也由知识的传授者变为学生思维的激发者、学习路径的规划者，帮助学生建构起属于自己的、深刻理解的知识体系，培养学生自主学习、探究创新的能力。这就需要教师具有更高的课程洞察力、问题设计能力、课堂掌控的智慧。

（二）从教学的执行者到课程的设计者

在传统的教学模式下，教师大多只是国家课程标准以及统一教材的忠实的执行者和执行者，其教学活动被既定的教学大纲和教科书内容所限制。智慧课堂给教师赋予了前所未有的教学自主权和资源调动能力，使教师由原来的单纯教学计划的执行者，转变为富有创造力的课程资源的开发者、整合者，甚至成为教学内容的设计者。教师不再只依靠一册教材，而是在面对全体学生的基础上，考虑到学生间的个体差异性，成为个性化学习计划的制定者。

这就需要教师有开阔的资源视野和高超的整合能力，才能胜任设计者的角色。教师面对数学知识点“长方体的表面积”，就可以调动一切可用的教学资源，创设出一个立体、多维的学习情境。这些教学活动设计理念以及实现方式，如长方体表面积的智慧教学活动设计示例所示：

“长方体的表面积”智慧教学活动设计示例

教学环节	教学目标	智慧工具 / 策略	达成效果
概念引入与直观感知	激发兴趣，初步感知长方体特征	VR/AR 技术	学生沉浸式观察长方体六个面，直观感受立体空间。
知识建构与深入理解	理解表面积构成，掌握计算方法	在线互动练习	学生动手操作立体展开图，深入理解表面积构成。
实践应用与问题解决	培养解决实际问题能力	项目式学习（合作软件）	学生设计快递盒包装方案，计算材料成本，学以致用。

使教材上抽象的静态知识点转化成一个集探究、实验和实践于一身的综合性的学习活动。不但加深了学生对知识的理解，而且培养了学生解决实际问题的能力。由此教师成为课程的二次开发者，其专业创造力也被充分地发挥出来。

（三）从技术的使用者到数据的分析师

智慧课堂出现以后，教学过程不再是一个不能量化的“黑箱”。学生每一次的点击、每一次作答、每一次互动都会被学习系统准确地记录下来，从而产生大量的教学行为数据。这就给教师提出了新的要求，教师不能只停留在智能设备和教学软件的“技术使用者”层面，而应该升级为能够读懂数据、利用数据并据此做出精准教学决策的“数据分析师”。教学经验和数据洞察相结合，就成了实现个性化、因材施教的关键一环。

教师作为数据分析师，其核心工作就是把冰冷的数据变成有温度的教育洞察，进而优化教学策略。

1. 对学情做出准确的判断。传统教学中教师主要是通过课堂观察、作业批改来了解学情，耗时，而且不够全面。智慧课堂后台数据可以呈现全班学生各个知识点掌握情况、答题正确率、作答时长等。在完成一节关于小数加减法的练习之后，数据分析图清楚地显示出来，超过一半的学生在做需要连续退位的减法题目的时候错误率很高。教师可以很快找到教学中的共性难点，在以后的课程中集中讲解、强化训练，有效地避免了“一刀切”的重复教学。

2. 支持动态的个性化辅导。数据既可以反映群体情况，也可以精准地勾勒出每一个学生的学习画像。教师通过对学生学习轨迹数据的分析，可以发现学生在概念理解上存在的根本性错误，也可以发现学生在计算速度上存在的不足。根据上述诊断教师可以为学生推送个性化的学习资源包，概念讲解的微视频、提高计算速度的在线游戏化练习等。以此为基础的精准化干预，才使得个性化指导得以实行，即实现了对每个人进行“一生一策”的个性化的辅导。

教师经过对学习数据不断挖掘和深入分析之后，就能更加科学、高效地改进教学设计，灵活地调整教学节奏，使教学实践从依靠经验转变为依靠数据驱动，从而大大提高教学的针对性和有效性。

二、教师核心能力的未来发展

（一）人机协同教学能力

未来的智慧课堂不是机器取代教师，而是人机深度合作、优势互补的一种新的教学生态。教师的价值更多的会集中于机器所不能替代的人性品质上，比如情感交流、价值引领、创造力激发等。因此，人机协同教学能力即教师将智能技术作为教学的助教和认知伙伴，将自身的精力集中到更高层次的育人活动中去的能力越来越重要。这就要求教师要清楚地划分人机在教学活动中各自的任务和合作边界。

智能教学系统可以完成大量的重复性、程序化的工作，自动批改客观题，根据学生的学习进度推送适合的练习，记录学习数据并生成初步的分析报告等。这使得教师可以摆脱繁重的事务性工作，而把更多的时间和精力投入到具有创造性和人文关怀的工作中去。当AI助教完成基础知识点的巩固练习之后，教师就可以组织学生进行更复杂的项目式探究，或者针对数据中暴露出的普遍性思维困惑开展课堂研讨。教师要学会与智能系统“对话”，理解系统反馈的数据，据此调

整自己的教学行为,从而形成“技术赋能、教师调适、成效反馈、迭代优化”的良性循环。人机协同教学能力的本质就是教师驾驭技术、与技术共舞,最终达到教学效益最大化的一种智慧。

（二）跨学科整合教学能力

技术日新月异、问题越来越复杂,单一学科的知识已经不能有效地解决现实世界的复杂问题。智慧课堂凭借自身所具有的丰富资源链接能力以及灵活的组织形式,给打破学科壁垒、开展跨学科整合教学提供了一个良好的平台。小学数学教师发展跨学科整合教学能力,即跳出传统数学知识体系的束缚,主动把数学学习和科学、技术、工程、艺术等领域联系起来,使学生在解决实际问题的综合性项目中学习、应用数学。

这就需要老师有开阔的视野,强烈的课程整合意识。教师应该善于在教学过程中发现各学科知识间的内在联系。将对称图形同美术剪纸艺术、自然界中蝴蝶的翅膀和建筑学中古典园林设计联系起来,使学生体会数学的广泛美学价值和应用价值。教师可以设计出“小小建筑师”的项目,让学生综合运用测量的数学知识、稳固性的科学原理、美学设计来搭建一个纸质桥梁模型。学生在参加此类学习活动时,不但是数学技能的掌握者,也是系统思维、合作能力、创新实践能力的培养者。跨学科整合教学使数学学习更加生动、充实、有意义,有利于培养适应未来社会需要的复合型人才。

（三）终身学习与自我革新能力

技术更新迅速,教育理念不断改进,智慧课堂的形式、功能也在变化。面对这样的不确定、快速变化的环境,教师所学的知识、技能很快就会过时。因此,终身学习和自我革新能力就成为未来教师最重要的能力和素养。它表现出来的是开放的心态,主动适应变化并不断地进行自我反思、自我更新的专业精神。

这使教师由被动的培训对象转变成主动的终身学习者、研究者。教师应该持续关注教育技术发展的动态,主动学习新的教学软件、平台、工具的使用方法;参加线上或者线下的专业发展交流活动,和同行分享智慧教学的收获与感悟,在思想碰撞中共同寻求发展。更重要的是教师要把日常教学看作一个不断改进、不断探索的行动研究过程。尝试使用新的方法、新的设备进行教学之后,需要及时的教学反思,如本次互动设计是否调动了所有学生参与的积极性?学习效果数据是否达到预期,哪些方面还有待提高?基于实践的持续反思和改进,才是教师

专业发展的核心动力。只有具有终身学习和自我革新的教师，才能在智慧教育的大潮中稳步前进，一直站在教学变革的最前沿。

第五节 研究结论与未来展望

一、本研究的主要结论

（一）智慧课堂对深度互动的支撑机制

智慧课堂依靠自身特有的技术生态，给小学数学教学中深度互动的发生和发展提供多方面的帮助。支撑不是简单的技术工具的堆叠，而是在新的教学交互场域里形成的一个以数据为驱动、动态的全新的支撑系统。因为网络无处不在、即时反馈、丰富资源的展现，智慧课堂使传统的课堂教学模式发生了彻底的改变。交互式电子白板、学生智能终端、云端教学平台等技术要素的有机整合，冲破了传统教学里教师作为唯一信息中心的线性传递模式，创建起师生、生生、人机之间多向、立体、网状的互动通路，为深度对话和协作探究创建起技术根基。

它的主要支撑力就是数据驱动的精准教学干预。通过对学生课前、课中、课后全过程学习行为数据进行实时采集和智能分析，智慧课堂可以给每一个学生知识掌握情况、认知特点、潜在困难画出精准的画像。教师可以借助学情分析报告来发现学生的思维瓶颈和创新灵感，从而把教学互动从经验驱动、模糊普适的层面提升到数据驱动、精准个性化的新高度。因此教师的每一个问题、每一次引导、每一次评价都能直接触及到学生认知发展的最近发展区，从而有效地激发起真正意义上的高阶思维碰撞。

技术所创建的沉浸式、情境化的学习环境，也是促使深度互动的因素之一。运用虚拟现实、增强现实、交互式仿真等技术手段，可以将抽象的数学概念（立体图形展开折叠、概率随机性等等）转化成学生能动手操作、动态观察、反复尝试的虚拟实验。高度情境化的学习体验，极大地调动了学生内在的学习动机和探究欲望，使学生由知识的被动接受者变为知识的主动建构者。在这种情况下，学生和知识之间不再是一对多的灌输，而是生成性的探索。这给师生就核心概念展开深入的认识互动、情感共鸣赋予了肥沃的土壤。

（二）小学数学深度互动的有效模式与策略

经过对智慧课堂环境下小学数学深度互动的研究发现，互动并不是固定的模式，也不是多样的互动形式。有效的互动模式是由技术、教学法和学习内容三者相互影响而产生的结果，核心就是引导学生从浅入深地参与进来。经过实践观察和分析得出几种典型的有效的模式，都是以学生为中心、问题为导向、合作为途径，旨在改变教学过程。

研究归纳出几种具有代表性的互动模式，这些模式在实践中展现出强大的生命力。

1. 数据驱动的问题探究模式：即一种以数据分析、问题提出和问题解决为驱动的教学方式。以课前线上预习数据为起点，教师找出学生共疑难点，将其设计为课堂探究的主要问题。课堂中以小组为单位用平板电脑合作探究，探究过程中思路、方法及结果可实时共享到大屏幕，促成全班观点碰撞。教师根据平台反馈给自己的各个小组的探究进度和方向，立刻转换角色成为引导者，点燃思维火花，或者参与小组讨论，与小组成员一起把探究推向深入。

2. 游戏化的合作闯关模式，把数学知识点设计成有一定难度和趣味性的游戏关卡，学生以团队形式合作解决问题。智慧课堂系统可以即时反馈、积分排行、虚拟奖励，可以调动学生之间的竞争意识和合作意识。在这种模式下，生生之间的相互影响更加重要，学生为了达成共同目标而分工合作、互助讨论、辩论思辨，在解决问题的过程中一起建构数学知识的深刻理解。

3. 个性化自适应学习以及师生对话模式：智慧学习系统依据学生的学习路径，给学生推送适合其认知水平的练习题和拓展资源，从而达到因材施教的效果。也给师生之间开展深层次对话创造了空间和机会。系统检测到学生在某个知识点上反复出错的时候，就会向老师发出预警，促使老师进行一对一或者一对多的精准辅导，通过启发式对话暴露学生思维的误区，进而完成概念的重构。

要成功地实施这些模式，就需要教师教学策略发生根本性的转变。教师不再只是唯一的权威知识传授者，而应该是学习环境的设计师、学生探究的促进者、意义建构的伙伴。有效的策略有设计出引发认知冲突的高阶问题，而不是简单的问题；在学生探究过程中给予脚手架式的帮助，适时介入、适度留白；营造课堂上容错的文化，保护学生的质疑精神和好奇心；促使学生元认知反思，即对学生自己的学习过程以及思维方式进行回顾与评价，使互动达到更高的自我认识和发展。

（三）实施过程中的关键成功因素与挑战

在小学数学教学中成功开展以智慧课堂为依托的深度互动，是一个复杂的系统工程，成败受很多因素的综合影响。教师数字素养和教育信念是决定其是否成功的因素。具有较高数字素养的教师，能熟练并创造性地使用技术工具进行教学设计，真正把技术用在教学目的上。更重要的是教师的教育信念。只有当教师从内心深处相信学生是学习的主体，技术能帮助学生进行更深层次的探究和创造的时候，教师才会在实践中主动去探索并创建促进深度互动的教学环境，而不是把智慧课堂异化为高效的演示工具或者电子题库。

学校层面的顶层设计和系统支撑，就是保证深度互动持续开展的外部条件。包含给教师提供稳定的高速网络环境，高性能硬件设备，常态化的信息技术应用能力研修制度，鼓励教学创新与实践探索的评价激励体系。开放、协作、支持性的学校文化，可以给教师的专业发展提供肥沃的土壤，促使教师克服初期的技术、心理障碍，在同伴互助、专家指导下不断完善教学实践，最后将深度互动的理念内化为自己的教学行为。

深度互动实施的关键因素与挑战表

维度	关键成功因素	潜在挑战
教师层面	高数字素养、积极教育信念（学生主体、技术赋能）	课堂管理能力、教学设计水平要求高
学校层面	完善的顶层设计、系统性支持（网络、设备、培训、激励）	数字资源质量参差不齐、数字鸿沟加剧
技术层面	技术工具与教学目标高度契合	技术“双刃剑”效应（分心、浅层互动）
学生层面	—	自我调控能力差异、学习注意力分散

但是在实施的过程中，也存在许多现实的困难，具体见深度互动实施的关键因素和挑战表，技术的“双刃剑”效应最明显。引导不到位，会造成学生注意层面一直停留在对设备的新奇功能上，产生一种技术光环下的浅层互动，背离对数学思维深入的探索。这对教师的课堂管理、教学设计能力有更高的要求。数字资源质量好坏不一也是一个难题。大量的低水平、碎片化的数字内容不能满足深度学习的需求，开发与筛选能激发高阶思维的优质教学资源成了亟待解决的一个瓶颈。学生间由于数字鸿沟、自我调控能力不同，在智慧课堂中会更加明显，教育公平、包容成了每一个教育者都必须认真对待的问题。

二、本研究的不足与局限

（一）研究样本与范围的限制

本研究对象主要是经济发达地区的示范性小学，这些学校的信息技术基础设施、师资力量、学生数字素养等各方面都具有明显的优势。因此本研究的结论是否可以适用于农村地区、信息化建设比较差的学校，是否能普遍使用还有待检验。样本同质性在一定程度上会削弱研究结果的外在效度。未来研究应该扩大样本的地域和层级覆盖面，开展有普遍意义的比较研究。

研究范围主要集中在小学数学的“图形与几何”、“统计与概率”等具有较强直观性的单元内容上，这些内容和信息技术结合更容易。抽象性强、逻辑性高的数与代数领域智慧课堂促进深度互动的机制和策略不同。本研究采用横截面设计，没有对师生在智慧课堂环境下的长期发展变化进行纵向跟踪，深度互动效果的持久性以及迁移性有待探究。

（二）研究方法与工具的局限

本研究主要用质性研究的方法，课堂观察、访谈、案例分析等来体现深度互动的过程和机制。但是这种方法容易受到研究者主观解释的影响，会降低结论的客观性以及可重复性。研究缺少大样本量定量数据分析和严格的实验控制，不能准确地测量出智慧课堂对学生学业成绩、数学思维能力等各方面的影响程度，也无法建立清晰的因果关系。

深度互动这个核心概念的定义以及测量，本身就存在复杂的学术争议。本研究主要采用行为观察量表、话语分析框架进行评定，具有一定的可操作性，但是没有很好地反映学生内在的认知、情感投入等复杂的动态。智慧课堂平台所采集到的数据主要为学生的行为数据（点击次数、答题时间、正确率等），并不能很好地反映背后隐藏的思维过程、认知负荷等等更深层次的信息。未来研究要不断改进先进的多种模态学习分析技术，融合眼动追踪、表情识别等，从更多、更客观的角度来测量、评价课堂上的深度互动。

参考文献

- [1] 席丽杰. 基于国家中小学智慧教育平台的小学数学混合式教学策略 [J]. 新教育, 2025, (28): 59-61.
- [2] 赵诗炜. 信息化背景下小学数学智慧课堂构建探究 [J]. 新智慧, 2025, (27): 29-31.
- [3] 郑凤媚. “双减”背景下小学数学智慧课堂教学探究 [J]. 考试周刊, 2025, (39): 101-104.
- [4] 王怀琴. 基于核心素养的小学数学与信息技术深度融合策略 [J]. 智力, 2025, (27): 51-54.
- [5] 吴芳. 智慧课堂环境下小学数学运算知识的理解及教学改进 [J]. 中国新通信, 2025, 27 (18): 128-130.
- [6] 陈梅静. 基于智慧课堂的小学数学PBL教学模式实践探讨 [J]. 新教育, 2025, (26): 18-20.
- [7] 张梅芳. 小学数学智慧课堂构建与实践 [J]. 数学小灵通(中旬刊), 2025, (09): 35-36.
- [8] 吴晓娟. 基于“教—学—评”一体化的小学智慧课堂构建与实践 [J]. 新课程导学, 2025, (25): 96-99.
- [9] 王凤瑶. 探索小学数学核心素养与信息技术教育的融合发展策略 [J]. 小学生(下旬刊), 2024, (11): 79-81.
- [10] 陶威. 智慧课堂为集合教学注入活力 [J]. 小学科学, 2024, (22): 142-144.
- [11] 王思恩. 提升小学数学课堂互动效果的方法 [J]. 当代家庭教育, 2024, (22): 124-126.
- [12] 赵菊平. 微课在小学数学教学中的实践研究 [J]. 中国新通信, 2024, 26 (22): 183-185.
- [13] 冯青燕. “问题串”在小学数学智慧课堂教学中的应用研究——以青岛版《小数乘法》一课的教学为例 [J]. 山西教育(教学), 2024, (11): 37-38.

- [14] 姜洁. 基于智慧课堂的小学数学教学设计策略探究——以UMU智慧平台为例[J]. 中小学电教, 2024, (11): 76-78.
- [15] 蒋帅. 小学数学智慧课堂建设与应用[J]. 文理导航(中旬), 2024, (11): 43-45.
- [16] 陈晓岚. 指向深度学习的小学数学概念教学实践探索[J]. 华夏教师, 2024, (31): 81-83.
- [17] 周羊,徐王祥. 基于前测的问题导向: 小学数学智慧课堂教学实践与探索[C]//广东教育学会. 广东教育学会2024年度学术成果集. 安徽省无为市实验小学城西校区;, 2024: 896-898.
- [18] 陈安宁. 指向教学评一体化的小学数学智慧课堂构建路径[J]. 天津教育, 2024, (31): 99-101.
- [19] 黄正波. 信息化智慧课堂在小学数学教学中的实践探究[J]. 贵州教育, 2024, (10): 29-32.
- [20] 王洪亮. 小学数学信息化教学优化策略的研究[J]. 智力, 2024, (29): 49-52.
- [21] 何瑞珊. 试析小学数学课堂中人工智能的运用[J]. 学苑教育, 2024, (29): 16-18.
- [22] 林文倩,冯子容,蒋培杰. 基于智慧教育理念的小学数学空间观念培养的策略探究[J]. 数学教学研究, 2024, 43 (05): 23-27+35.
- [23] 徐勇. 信息化背景下智慧课堂应用于小学数学课堂教学探研[J]. 华夏教师, 2024, (27): 10-12.
- [24] 邓洁芳. 构建小学数学智慧三导高效课堂路径探析[J]. 国家通用语言文字教学与研究, 2022, (07): 137-139.
- [25] 李欢. 网络学习空间为基础的小学数学智慧课堂教学对策[J]. 数据, 2022, (06): 105-107.
- [26] 王蔓,李邦龙. 核心素养下小学数学智慧课堂研究[J]. 数据, 2022, (06): 144-146.
- [27] 石国禄. 混合教学模式在小学数学中的应用策略[J]. 西部素质教育, 2022, 8 (11): 124-126. .