

基于数字技术的跨学科融合应用研究 ——以一节跨学科的数学建模课为例

王丽霞

北京市昌平区第一中学, 北京 102200

DOI: 10.61369/RTED.2025180040

摘要 : 随着数字技术的快速发展, 跨学科融合教学成为推动教育创新的重要方向。高中数学教师如何有效把握这一趋势, 利用数字技术促进数学与科学、工程、社会科学等领域的深度融合, 是当前教育改革的关键议题。以数学建模为核心实践路径, 探讨如何以真实问题为驱动, 借助数字工具(如 GeoGebra、python、几何画板、数据可视化平台等)构建跨学科学习场景, 引导学生运用数学方法解决复杂问题。研究表明, 数字技术的整合不仅显著提升了学生的数学建模能力与计算思维, 还通过协作式项目学习培养了其跨学科知识迁移能力与创新意识。^[1]

关键词 : 数字技术; 跨学科融合; 数学建模

Research on the Application of Interdisciplinary Integration Based on Digital Technology — Taking an Interdisciplinary Mathematical Modeling Course as an Example

Wang Lixia

Beijing Changping No.1 Middle School, Beijing 102200

Abstract : With the rapid development of digital technology, interdisciplinary integrated teaching has become an important direction to promote educational innovation. How to effectively grasp this trend and use digital technology to promote the deep integration of mathematics with science, engineering, social science and other fields is the key issue of current education reform. Taking mathematical modeling as the core practice path, this paper discusses how to build an interdisciplinary learning scene driven by real problems and with the help of digital tools (such as GeoGebra, python, geometry sketchpad, data visualization platform, etc.) to guide students to solve complex problems by mathematical methods. The research shows that the integration of digital technology not only significantly improves students' mathematical modeling ability and computational thinking, but also cultivates their interdisciplinary knowledge transfer ability and innovative consciousness through collaborative project learning. ^[1]

Keywords : digital technology; Interdisciplinary integration; mathematical modeling

为深入贯彻落实党的二十大和二十届三中全会、全国教育大会精神, 围绕加快教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育, 以“推进教育数字化, 助力建设教育强国”为主题, 推动教育数字化转型, 服务中国式教育现代化发展。^[2] 学校开展构建跨学科课程的校本研发工作, 以期在新课程、新教材、数字技术快速发展的改革背景下促进教学实践研究与发展, 对于数学学科, 选择以数学建模为核心实践路径, 探讨如何以真实问题为驱动, 借助数字工具构建跨学科学习场景, 引导学生运用数学方法解决复杂问题, 进行课堂教学实践。

普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)给出, “数学建模活动是对现实问题进行数学抽象, 用数学语言表达问题, 用数学方法构建模型解决问题的过程。”^[3]

笔者从“热水降温”的实例出发, 用函数拟合的方法, 采取上课下课相结合的方式, 引导学生经历发现问题、分析问题、建立模型、应用模型解决问题的数学建模过程, 课堂上主要呈现建立函数模型解决实际问题的过程。现从“教学设计、教学实录、教学感悟”阐述如何基于数字技术的跨学科融合教学实践。

一、教学设计

(一) 内容分析

函数拟合是数学建模常用的一种方法, 也是数据分析方法,

用于发现并建立数据之间的关系, 以便更好地理解它们之间的关联和趋势。在许多领域, 如经济学、物理学、生物学、环境科学和工程学等, 都会用到函数拟合。

本节课主要是用函数构建数学模型——即函数拟合, 运用模

型思想发现和提出问题、分析和解决问题。理解函数模型是描述客观世界中变量关系和规律的重要数学语言和工具。

(二) 学情分析

前面学习了数学建模的相关课程如《哥尼斯堡七桥问题》、《韩信分油》等，了解什么是数学建模以及数学建模的基本过程，为本节课实践研究做好铺垫。数学建模活动区别于数学探究活动，难点在于发现问题与提出问题，因此组织学生以小组为单位寻找生活中的函数关系，引导学生用数学的眼光观察生活，发现问题，提出有意义的问题。

(三) 学习目标

1. 结合“一杯热水降温”的相关问题，尝试提出解决问题的方案，提高学生发现、提出、分析、解决问题的能力。
2. 通过查阅，咨询等方法明确热水降温的因素，设计实验采集数据；利用两种方法进行函数拟合，从而得到近似描述这一实际问题的数学模型；发展数学建模素养，提升思维的严谨性、批判性，促进数学创新思维发展。
3. 通过经历解决实际问题的全过程，培养学生用数学思维去思考生活，体验数学在解决实际生活中的作用，体会数学的应用价值。

(四) 数字技术环境

1. 数学软件。学生以小组为单位摆放桌椅，班级电脑装有几何画板和 GeoGebra（以下简称 GGB）软件，要求学生家里电脑或者 PAD 上均要求装有这两个数学软件，营造借助信息技术自主学习的环境与氛围。
2. 数据可视化平台。课堂上利用畅言智慧课堂，数学生每人一个 PAD，提前安装好 GGB 软件，便于课上借助信息技术进行函数模型的建立。
3. 跨学科数字技术。学生利用双探头 USB 温度传感器 DL11-MC-D1 做测温实验。测得温度数据可以通过 USB 接口传到电脑中的 DL-MDM 采集监控平台。

二、教学实录

(一) 创设情境，发现、提出问题

【情境引入】

中国首位诺贝尔医学奖获得者屠呦呦就是在乙醚冷却的过程中才成功提取青蒿素的。

师：今天我们就以水为例，研究热水的温度变化过程。如何研究一杯热水温度的变化规律呢？这个问题二组同学已经进行了前期的分析与测温实验，请他们来分享一下。

生：根据数学建模的环节，我们先对影响热水降温快慢的因素进行分析：室温，杯子材质，水的容积等。将水温作为主要因素，提出一些假设。通过控制变量的方法减少它们对结果的影响：如，不记光线与风力，测出室温是 23℃ 并假定室温不变。测温工具的选择，开始选了普通的食品温度计，需要人为读取数据，误差大，后来采用 USB 温度传感器同时测出了玻璃杯与 PP 杯两组数据。

A02温度(℃)	79.9	2023-12-01 14:41:47
A01温度(℃)	79.3	2023-12-01 14:41:47
A02温度(℃)	80	2023-12-01 14:41:46
A02温度(℃)	80	2023-12-01 14:41:46
A01温度(℃)	79.3	2023-12-01 14:41:46
A02温度(℃)	80	2023-12-01 14:41:46
A01温度(℃)	79.3	2023-12-01 14:41:46
A02温度(℃)	80	2023-12-01 14:41:46
A01温度(℃)	79.3	2023-12-01 14:41:46
A02温度(℃)	80.1	2023-12-01 14:41:45
A01温度(℃)	79.4	2023-12-01 14:41:45
A02温度(℃)	80	2023-12-01 14:41:45
A01温度(℃)	79.3	2023-12-01 14:41:45
A02温度(℃)	80	2023-12-01 14:41:45
A01温度(℃)	79.3	2023-12-01 14:41:45
A02温度(℃)	80.1	2023-12-01 14:41:44
A01温度(℃)	79.4	2023-12-01 14:41:44
A01温度(℃)	79.4	2023-12-01 14:41:44

在 23℃ 室温下，同时测量玻璃杯与 PP 杯中容量为 500ml、初温为 83.5℃ 热水的温度变化，每隔 4 分钟取一次数据。（数据表见表 1 与表 2）

表 1 玻璃杯温度变化数据表

时间 (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
温度 (℃)	83.5	77.1	71.7	67.8	64.0	60.8	58.0	55.5	53.3	51.3	49.4

表 2 PP 材质的杯子温度变化数据表

时间 (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
温度 (℃)	83.5	77.3	72.6	68.7	65.3	62.3	59.6	57.3	55.3	53.3	51.6

【设计意图】

引入环节的科学情景，明确研究意义与价值，将课程思政深度融合于教学中。

通过情境分析、条件假设，逐步抽象出数学问题，培养学生抽象思维；小组课前经历发现、提出问题的过程，通过课上展示让其他同学感同身受数学建模的发现、提出问题的过程，培养学生建模的思想。

(二) 分析问题、建立模型

师：以玻璃杯为例，如何根据数据直接推测 22min 与 42min 的水温呢？

生：水温与时间的关系可以看出函数关系，利用函数解析式推测水温。

问题 1 描述水温的变化可以建立什么模型？

师：借助数据，组建新的函数模型描述水温的变化规律，就是我们今天要学习的函数拟合的建模方法。

问题 2 进一步分析数据，可以选择什么函数模型？

小组活动：利用 GGB 作出散点图，观察散点图，讨论用什么函数模型拟合变化规律。（见图 1）

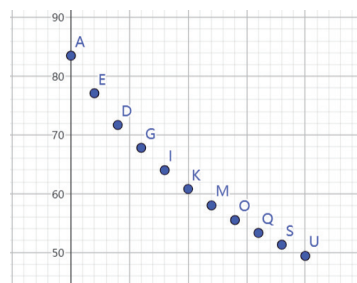


图 1—玻璃杯温度变化散点图

问题 3 如何利用数据，求解模型中的参数？

生：选择适当的数据，可以利用待定系数法求出参数。

师：借助 GGB 选择适当的数据求解模型中的参数。（学生小组分工与拟合结果分别见表3与表4）

表3小组活动分工表

小组	函数模型
一组	二次型: $y = ax^2 + bx + c, a > 0, x \geq 0$
二组	指数型: $y = ka^x + 23, k > 0, 0 < a < 1, x \geq 0$
三组	对数型: $y = k \log_a x + b, k > 0, 0 < a < 1, x > 0$
四组	幂函数型: $y = kx^\alpha + 23, k > 0, \alpha < 0, x > 0$

表4小组拟合结果表

小组	函数模型
一组	二次型: $y = 0.0153x^2 - 1.4629x + 83.5$
二组	指数型: $y = 60.5 \cdot 0.9775^x + 23$
三组	对数型: 现场没拟合出来
四组	幂函数型: $y = 120.9571x^{-0.3902} + 23$ $y = 178.3057x^{-0.5178} + 23$

问题4 如何检验函数模型的拟合效果?

生：可以在 GGB 的绘图区画出函数图象，看与散点的拟合效果。

师：下面进行作图操作，根据所作图象分析拟合效果。（见图2）

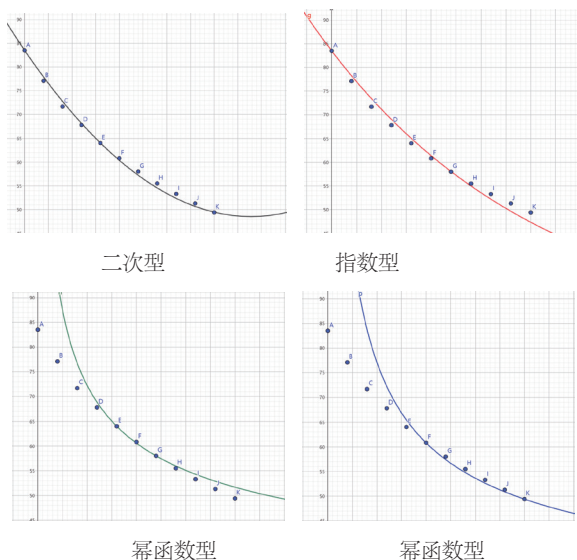


图2—函数模型拟合效果对比图

生：由于大家选择的数据不同，图象与数据贴合的点不一样，整体来看，我认为二次函数的拟合效果最好。

师：有的同学认为二次函数先减后增与水温后面的变化趋势显然不符，说说你的理解。

生：水温肯定是变到室温就不会再降了，前面可以用二次函数拟合，后面再用其他函数拟合。

师：这位同学又提出了函数拟合的新方案，根据散点图变化趋势，采用分段拟合方式，可能效果最好。

问题5 如何拟合出效果最好的函数模型呢?

生1：选具有代表性的点。

生2：直接在 GGB 的统计功能里直接选择拟合的函数模型，可惜只得出了二次型与指数型，而对数型与幂函数型拟合失败。

师：大家思考一下，对数拟合与幂函数拟合为什么拟合失败?

生：因为 $A(0,83.5)$ 不在定义域内，可以把此点去掉后再拟合。（见图3）

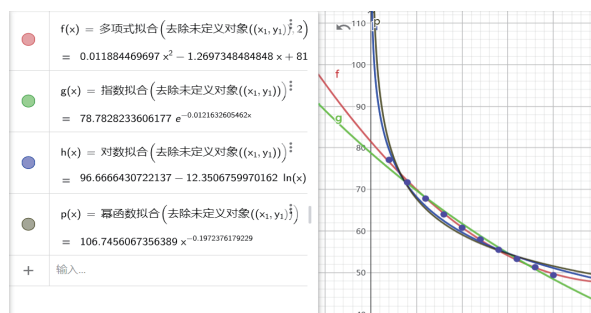


图3—对数拟合与幂函数拟合成功（数据整理后）

师：请大家观察，GGB 拟合出的对数型模型与最初假设的函数模型有什么区别与联系?

生1：区别是底不同，我们假设的是任意底，GGB 拟合的是以自然常数 e 为底。

生2：这两个函数没有本质区别，根据对数的换底公式可得：

$$y = k \log_a x + b = k \frac{\ln x}{\ln a} + b = \frac{k}{\ln a} \ln x + b$$

师：通过以上 GGB 拟合操作、数据处理、模型分析，我们是否体会到“人脑的选择，电脑拟合，人机配合”。

【设计意图】

引导学生从数据观察温度变化趋势，画散点图进一步直观分析温度变化趋势，有利于进行模型的选择。引领学生用信息技术进行函数拟合，并对拟合的合理性和可靠性进行分析。这个环节充分体现教师在学生建模活动中引导作用，实现深度学习的同时，帮助学生形成完整建模的思想。

（三）应用模型、推测结果

问题6 根据拟合的模型推测出 22min、42min 的水温。

表5拟合模型推测结果对照表

函数模型	R^2	22min	42min
逻辑斯蒂模型: $y = \frac{25.8866}{1 - 0.6895e^{-0.0092x}}$	0.9998	59.3°C	48.7°C
二次型: $y = 0.0141x^2 - 1.3797x + 82.6622$	0.9980	59.1°C	49.6°C

指数型: $y = 80.2541e^{-0.0128x}$	0.9836	60.5°C	46.8°C
实际温度		59.4°C	48.4°C

师: 根据表5不难发现逻辑蒂斯模型预测效果比较好, 请大家思考我们能否预测52min的水温?

生: 应该不能预测。

师: 函数模型拟合的是局部的变化趋势, 因此对于区间内的推测效果是比较好的, 对于预测相邻的效果也是有可信度的, 对于相距较远的变量趋势的预测是不科学的。

师: 在物理中已经有关于物理的冷却定律:

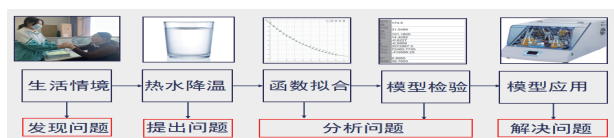
若物体的初始温度为 $\theta_1^\circ\text{C}$, 环境温度为 $\theta_0^\circ\text{C}$ ($\theta_1 > \theta_0$), 则经过 t 分钟后物体的温度 $\theta(t)^\circ\text{C}$ 满足 $\theta(t) - \theta_0 = (\theta_1 - \theta_0)e^{-kt}$ (k 为常数)。

【设计意图】

数学建模的过程即是用数学的语言表达世界, 利用模型解决问题的过程即是用数学的思维思考世界。

(四) 课堂小结, 反思提升

师: 本节课我们利用函数拟合建立热水降温的函数模型, 再一次感受完整地数学建模的过程, 说一说你的收获与体会。

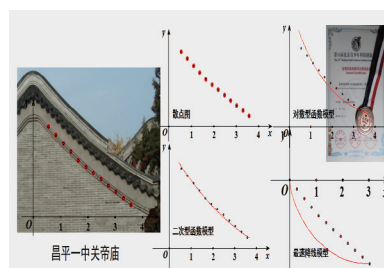


生: 通过这节课, 体会到数学能够解决生活中的问题, 运用信息技术解决数学问题, 解锁了函数拟合建立函数模型的新方法。

师: 生活中还有许多有意义的问题值得我们去研究, 比如昌平一中关帝庙屋顶曲线的拟合。(图4)

【设计意图】

小结1引领学生回顾数学建模的完整过程, 有助于形成建模的思想。



小结2用关帝庙的实例将数学与生活再一次建立联系, 体现数学的学科价值与应用价值, 培养用数学的思维去思考世界的习惯。

图4—昌平一中关帝庙

三、教学感悟

(一) 数字技术的整合提升数学建模能力与计算思维。

学生利用 USB 温度传感器 DL11-MC-D1 做测温实验。温度数据通过 USB 接口传到电脑中的 DL-MDM 采集监控平台。利用 GGB 数学软件绘图、计算、统计等功能, 解决数学建模中的计算问题, 特别是对于函数拟合的建模方法, 通过 GGB 可以随意选择不同的模型进行拟合对比其效果, 解决计算的困扰, 提升了数学建模的能力与计算思维。

(二) 基于数字技术的合作学习, 有助于培养跨学科知识迁移能力与创新意识。

数据收集小组先对影响热水降温快慢的因素进行跨学科分析后将水温作为主要因素, 提出一些假设, 通过控制变量的方法减少它们对结果的影响。采用双探头的 USB 温度传感器同时测出了玻璃杯与 PP 杯两组数据的挑战, 这些都说明基于数字技术的合作有助于跨学科知识迁移能力与创新意识的培养。

(三) 基于数字技术的跨学科教学, 能够优化课堂互动模式。

借助数据可视化平台——畅言智慧课堂, 学生在数学建模处理数据、函数拟合、分析拟合模型等环节既能保证每个人都能运用技术软件进行操作, 保证学生参与的广度, 又能分享自己的建模成果进行合作、交流、互评, 保证活动参与的深度。真正将数字技术融入到教学的各个环节, 达到人脑与电脑的完美配合, 优化课堂互动模式。

参考文献

[1] Deepseek 优化语言。
 [2] 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》(简称“十四五”规划)。
 [3] 中华人民共和国教育部制定普通高中数学课程标准(2017年版)[S] 北京: 人民教育出版社, 2018。