

以智能计算思维为导向的高中数学建模的测评研究*

王霁雨 (上海市向明中学 200020)

摘要 智能计算思维中包含的四要素与数学建模过程有着高度的统一性,本研究在此基础上形成了以智能计算思维为导向的高中数学建模测评框架,并使用“汽车加油”这一完整的建模活动,通过测试法调查了上海市2所高中的327名高一学生,分析测评结果发现高中生在数学建模中的智能计算思维薄弱,并探讨了智能计算思维对数学建模的多环节导向作用。

关键词 智能计算思维;高中数学建模;测评研究

文章编号 1004-1176(2025)03-0065-03

1 数学建模过程与智能计算思维

对于数学建模全过程,学者们虽基于不同的角度进行阐述,但抓住的建模核心过程基本相同,其本质是运用数学方法解决现实问题的过程。Greefrath将数学建模划分为现实世界、数学世界、技术世界^[1],笔者认为在此三界中进行循环与融合来解决问题更符合当今数字素养的大背景。智能计算思维强调智能化^[2],是运用计算机等智能工具进行问题解决的一个过程。智能计算思维包括收集数据、建模与模拟实验、智能求解、系统检验等^[3],与数学建模过程的提出问题、建立模型、求解模型、检验模型^[4]有一定的相似性。那么智能计算思维对数学建模是否有指导作用?在建模的哪个环节更容易渗透和体现智能计算思维的作用呢?高中生在数学建模中利用智能计算思维的情况如何?

2 数学建模中经历的智能计算思维的评价工具

2.1 测评题目

智能计算思维对数学建模的指导作用体现在高中生经历的建模活动过程中,笔者以“汽车加油”建模活动为例进行测评分析。

王先生住在上海市闵行区,在2024年1月18日想去给汽车加油。他家附近1 km左右的地方有一个加油站,他通过软件查询发现,该加油站当天的95号汽油价格为8.02元/L,但远在黄浦区的一家加油站今日却有优惠活动,在软件上付费只需7.58元/L。

王先生便纠结了,开着他的“上汽大众朗逸”到黄浦区加油是否值得呢?请帮王先生规划一下,写出你的思路,并论证你的回答。

下表是“上汽大众朗逸”的一些参数。

表1 上汽大众朗逸部分参数

厂商	上汽大众	工信部综合油耗/(L/100 km)	5.4
级别	紧凑型车	整车质保	三年或10万公里
发动机	1.4T L4	车重/kg	1 318
最大马力/PS	150	长×宽×高/mm	4 670×1 806×1 474
最高车速/(km/h)	200	油箱容积/L	51
燃油形式	汽油	行李箱容积/L	510
燃油标号	95号	行李箱内部尺寸/mm	1 070×1 040×560

2.2 测评框架

高中生在数学建模过程中经历的智能计算思维中所蕴含的四个要素和数学建模过程有着高度的统一性,其中通过计算机收集、构造数据等数据实践可以促进高中生更有效地提出问题,以便进一步地提出数学问题;通过计算机构造、使用、优化模型等数学模拟的实践可以促进高中生建立数

学模型;选择有效的计算工具,利用计算机编程,减少了一些人工纸笔运算,使运算更高效、准确,便于求解数学建模问题;通过计算机手段整体考察数学建模问题,能够对过程及结果加以检验与解释。通过对学生试卷的分析,我们发现:

(1)有的学生只是用纸笔进行数学演算,没有用计算机手段辅助或助力数学建模问题的解决;

* 本文系2021年度上海市教育科学基金项目“以智能计算思维为导向的高中数学建模能力培养的实践研究”(C2021111)的阶段性研究成果。

(2) 学生经历的智能计算思维与数学建模过程有着高度一致性;

(3) 高中生一旦运用计算机编程建立了数学模型,基本上都能够进行求解;

(4) 也有学生通过计算机返回现实检验结果.

表2 高中生在数学建模中经历的智能计算思维

编码	经历智能计算思维的具体描述	解答的具体表现编码	解答的具体表现
0	没有用计算机解决问题	0	空白
1	通过计算机收集、构造数据等数据实践,促进数学建模问题的提出	0	收集或构造的数据不符合现实情境
		1	收集或构造的数据符合现实情境
2	通过计算机构造、使用、优化模型等数学模拟的实践,促进数学模型的建立	0	建立不符合现实情境的数学模型
		1	建立合适的数学模型
3	选择有效的计算工具,利用计算机编程,求解数学建模问题	0	不能够准确地在计算机世界中解决问题
		1	能够准确地在计算机世界中解决问题
4	通过计算机手段整体考察数学建模问题,能够对过程及结果加以检验与解释	0	无法通过计算机手段返回现实检验模型或结果
		1	通过计算机手段返回现实检验模型或结果

3 测评过程

2024年3月,为研究便利,于上海开展测评,首先进行预测试,结合同教师和学生的访谈,在建模活动中添加了一些无关的汽车参数,使得实际意味更强,并将测试时间调整为40分钟.在正式测试中,参与人员为2所高中的327名高一学生,测试地点为电脑教室,每台电脑都已联网,已安装Python, MATLAB, GeoGebra等软件.测试前,下发纸质版测试题,并告知学生可采用数学的方式解决问题或使用信息技术的手段辅助解决,尽可能把自己的思路展现在测试卷或软件编程中.

4 测评结果及分析

4.1 近80%的学生没有经历智能计算思维

根据上述在数学建模中经历的智能计算思维的具体描述,结合学生的试卷分析,得到测评结果如下:

表3 “汽车加油”经历的智能计算思维百分比

智能计算思维	0	1	2	3	4
百分比	79.51%	20.49%	15.29%	15.29%	13.76%

接近80%的高中生只采用数学的方式解决“汽车加油”问题,而没有借助计算机手段,一方面可能是计算机编程水平较弱,另一方面可能因为还未接触过计算机辅助或引导的数学建模课程,看到的问题只局限在数学世界里.

当高中生采用智能计算思维解决“汽车加油”问题时,学生数量随着智能计算思维层次变高而减少.特别地,我们发现智能计算思维2和3的学生数量相同,表明学生一旦采用计算机建立模型

因此,我们将智能计算思维的四要素与数学建模过程进行融合,得到表2.根据文本分析的直接法,我们用表2的编码方案分析“汽车加油”建模活动,最终没有得到新的编码,即没有出现表2以外的情况.

就能利用计算机求解模型(不考虑模型、求解是否正确),这也体现出计算机在解模中的强大作用.

4.2 经历智能计算思维1的学生中超90%能收集符合现实情境的数据

对于在数学建模中经历了智能计算思维1的学生,结合他们解答的具体表现,得到测评结果如下:

表4 “汽车加油”经历智能计算思维1的情况百分比

智能计算思维1	0	1
百分比	7.46%	92.54%

当高中生在“汽车加油”问题中经历智能计算思维1时,绝大部分学生能够收集、构造符合现实情境问题的数据.在测试中发现,学生还在网上搜索“从闵行到黄浦的距离”等现实情境的条件,通过现实数据的获得,学生加深了对数学问题的认识,促进了学生数学模型的建立.

4.3 经历智能计算思维2的学生中约75%能通过计算机构造数学模型

对于在数学建模中经历了智能计算思维2的学生,结合他们解答的具体表现,得到测评结果如表5.为了通过数据清晰地看出经历与不经历智能计算思维2的学生比例,添加了一列不经历智能计算思维2的学生的百分比.

表5 “汽车加油”经历智能计算思维2的情况百分比

智能计算思维2 不经历智能计算思维2	0	1
百分比	25.37%	29.85% 44.78%

当高中生借助计算机手段解决“汽车加油”问题时,收集、构造完数据后,约25%的学生无法通过计算机构造数学模型,只能停留在数据收集上;约75%的学生能够通过计算机构造数学模型,该部分学生均采用了Python软件编程,经历了从现实世

界到数学世界,再到计算机世界.而在构造数学模型的学生中,有60%的学生能建立了合适的数学模型.

4.4 经历智能计算思维3的学生中70%构造了合适的数学模型

对于在数学建模中经历了智能计算思维3的学生,结合他们解答的具体表现,得到测评结果如下:

表6 “汽车加油”经历智能计算思维3的情况百分比

智能计算思维3	不经历智能计算思维3	0	1
百分比	0.00%	30.00%	70.00%

当高中生建立了数学模型后,均能通过计算机手段求解数学模型,其中在构造了数学模型的50名学生中有30%的学生建立的数学模型不合适,在这部分学生中有87.5%的学生无法求解,而12.5%的学生能够在自己的数学模型中得到正确的数学解答;另外50位学生中,70%的学生建立了合适的数学模型,且均能采用计算机手段求解出正确的数学解答.

4.5 经历智能计算思维4的学生中56%能返回验证结果

对于在数学建模中经历了智能计算思维4的学生,结合他们解答的具体表现,得到测评结果如下:

表7 “汽车加油”经历智能计算思维4的情况百分比

智能计算思维4	不经历智能计算思维4	0	1
百分比	12.00%	32.00%	56.00%

当高中生通过计算机求解数学模型后,12%的学生未对过程或结果加以检验或解释;32%的学生无法通过计算机手段返回现实检验模型或结果,其中包括部分学生建立的模型错误,虽仍能求解模型,但无法检验出结果;56%的学生能够通过计算机手段返回现实检验结果,但从测试卷的分析中发现学生并没有检验模型的合理性.

总的来看,高中数学建模中渗透智能计算思维有两方面优势:(1)智能计算思维促进建模.一旦通过计算机建立数学模型就能够通过计算机求解出答案.(2)验证结果的合理性更加快捷.然而,在促进学生从现实世界到数学世界的数学化过程中,智能计算思维的优势并不显著.另外,学生通过计算机验证模型合理性的优势也并不显著.

5 几点思考

5.1 智能计算思维对数学建模的多环节导向作用

智能计算思维对于数学建模过程的每个环节均有指导作用.在提出问题环节,可以通过智能模拟实际情境,收集、简化、整合建模活动信息,促进发现并提出不同视角的数学问题.在建立模型环

节,对于纯数学且不方便求解的问题,可以通过分析寻找变量间的逻辑关系、参数关系等手段,搭建数学算理,设计智能算法,运用计算机软件如Python,GeoGebra,Excel等进行编程,开展智能建模.在求解模型环节,对于运算复杂或重复,甚至有些难以手动运算的问题,可以发挥智能计算功能.在验证模型环节,可以通过智能算法进行验证,当检验发现偏差时,可以梳理模型影响因子进行修正,重新进入建模循环.

5.2 高中生在数学建模中的智能计算思维薄弱

仅有20%的高中生使用了智能计算思维,但一旦运用了计算机解决问题,约有75%的学生能够将现实模型转化为数学模型,其数字化能力高于只在数学世界中解决问题的学生^[3].分析试卷时发现,那些能够使用智能计算思维的学生,其数学成绩处于班级中上水平.究其原因,使用智能计算思维的前提是需要运用数学算理明确数量间的逻辑关联,需要有数学理论的支撑,而智能计算思维强弱也揭示了数学能力强弱.

5.3 加强以智能计算思维为导向的数学建模教学实践研究

智能计算思维对数学建模有指导性价值.在遇到现实世界问题时,近80%的高中生只在数学世界中处理分析,一方面是由于智能计算思维弱,另一方面是因为学生接触计算机辅助的数学建模课程较少.因此后续我们将开展以智能计算思维为导向的教学实践,思考如何落实提高学生的智能计算思维,作出明确的教学规划.同时,开发以智能计算思维为导向的教学案例,将现实、数学、计算机三者相互融合,通过跨学科的交流来发展学生对现实问题进行解释和对未来发展进行预测的素养.

参考文献

- [1] GREEFRATH G, SILLER H S, WEITENDORF J. Modelling considering the influence of technology[M]// Trends in teaching and learning of mathematical modelling. Dordrecht: Springer, 2011: 315-329.
- [2] 蔡金法, 徐斌艳. 论数学核心素养及其构建[J]. 全球教育展望, 2016(11): 10.
- [3] WEINTROP D, BEHESHTI E, HORN M, et al. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms[J]. Journal of Science Education and Technology, 2015, 25(1): 127-147.
- [4] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 34-35.
- [5] 王甯雨. 数学本科师范生数学建模能力水平的现状调查——以四所大学为例[D]. 上海: 华东师范大学, 2019.