



汕頭大學
SHANTOU UNIVERSITY

硕士学位论文

题目 高中数学陈题改编探究——以汕头市H中学为例
Study on the Recomposition of High School Mathematical Questions:
英文题目 a Case Study of Shantou H Middle School

姓名 洪冰虹 学号 351908182

所在学院 理学院 导师姓名 温智涛 卢镇豪

专业 教育·学科教学（数学）

入学日期 2019年7月15日 答辩日期 2022年5月28日

学位论文原创性声明

本论文是我个人在导师指导下进行的工作研究及取得的研究成果。论文中除了特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或其它机构已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在论文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律责任由本人承担。

作者签名： 洪冰帆 日期： 2022年 5月 28日

学位论文使用授权声明

本人授权汕头大学保存本学位论文的电子和纸质文档，允许论文被查阅和借阅；学校可将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其它复制手段保存和汇编论文；学校可以向国家有关部门或机构送交论文并授权其保存、借阅或上网公布本学位论文的全部或部分内容。对于保密的论文，按照保密的有关规定和程序处理。

作者签名： 洪冰帆

导师签名： 温明涛

日期： 2022年 5月 28日

日期： 2022年 5月 28日



汕 頭 大 學
SHANTOU UNIVERSITY

硕 士 学 位 论 文

论文中文题目： 高中数学陈题改编探究

——以汕头市 H 中学为例

论文英文题名： Study on the Recomposition of High School
Mathematical Questions: a Case Study of
Shantou H Middle School

指 导 教 师： 温智涛 卢镇豪

申 请 人： 洪冰虹

论文答辩委员会成员

主席： 叶瑞松 教授 (任职单位 汕头大学)

委员： 韦才敏 教授 (任职单位 汕头大学)

陈晓鹏 副教授 (任职单位 汕头大学)

谢泽嘉 副教授 (任职单位 汕头大学)

蔡琦纯 中学高级教师 (任职单位 汕头东厦中学)

摘要

普通高中数学课程标准（2017年版）强调应贯彻“以教师为主导，以学生为主体”的教学理念，该理念还强调教师应以学生发展为本，在教学过程中要充分发挥学生学习的主观能动性。近些年来，一线教师不再只是重视解题教学，而是转向利用改编题促进学生自主学习。为提高学生解决问题的能力，培养学生的数学能力，本论文尝试以建构主义等理论配合文献分析，以高二级两个历史班的学生为实验对象，通过调查问卷的方式，结合访谈法，了解改编数学陈题活动对于学生学习数学的积极作用。同时结合实验班与对照班的学业成绩，用独立样本 t 检验和卡方独立性检验对实验班的学业成绩进行纵向和横向分析，得出改编活动对于学生学业成绩的提高有明显作用这一结论。本论文通过以下六章内容进行研究与阐述：

第1章主要针对课题的选题背景、研究现状、理论知识和现实意义进行阐述。

第2章通过阅读文献，借鉴一线教师指导学生改编数学陈题的经验，结合实验班的学情，整理出实验班师生进行改编活动过程中应当遵循的原则，探究适合学生的改编方法、改编教学片段和改编活动模式。

第3章结合实验前后三份调查问卷，了解学生实验前数学学习存在的问题，将实验前后学生学习数学的情况进行对比分析，了解改编活动在学生学习数学上发挥的具体作用以及学生对改编活动的看法和态度。

第4章是通过对实验班学生进行访谈，探究学生行为的深层原因，以此对调查问卷的分析结果进行补充说明。用质性研究的主题分析方法对访谈内容进行分析，主要分析两个内容：一是实验班的学生认为改编对于他们学习数学的作用一般的原因；二是改编数学陈题对于实验班的学生学习数学的突出作用。

第5章通过收集实验班与对照班实验前后的学业成绩，用独立样本 t 检验和卡方独立性检验对实验班的学业成绩进行纵向和横向分析，从而得出结论：实验后，实验班的成绩相比对照班有显著提升，同时认为“实验班在‘结构不良’题型上解题人数的增长与改编数学陈题活动有关联”，该推断犯错误的概率不大于5%。

第6章对实验过程进行梳理，整理实验结论和反思。

关键词：变式教学；陈题改编；独立样本 t 检验；卡方独立性检验；主题分析

ABSTRACT

It is highlighted in the General High School Mathematics Curriculum Standards(2017) that the teaching concept of “teacher-led, student-centered” plays a fundamental role, while mathematic teaching centered on students’ disciplinary literacy and learning initiatives is also important. Subsequently, front-line teachers have placed a premium on question recompositing over problem-solving teaching so as to promote students’ autonomous learning. With the aim of training students’ mathematical competence, we dig into the positive effect of recompositing on students’ learning by applying Constructivism and other theories along with literature analysis, as well as undertaking surveys and interviews with students. At the same time, we conduct an experiment among sophomores in two classes and make a vertical and horizontal analysis of students’ academic performance in the experimental class via independent samples t -test and chi-square independence test. We conclude from the above practice that question recompositing has a significant effect on improving students’ academic performance. We study and elaborate in the following six chapters.

In the first chapter, we mainly introduce background, research status, theoretical knowledge and practical significance of the topic.

In the second chapter, through reviewing the literature, previous experience from front-line teachers and students’ academic level, we sum up the principles that teachers and students in the experimental class should follow in the practice of recompositing, and explore the recomposing methods, teaching segments and activity modes suitable for students.

In the third chapter, we analyze the three surveys before and after the experiment to discover the previous problems that exist in students’ learning. Simultaneously we compare students’ performance before and after the experiment in an effort to see the specific role that recompositing play in mathematic learning as well as students’ views and attitudes towards it.

In the fourth chapter, we probe into the deep causes of students’ behavior via

interviews with students in the experimental class, as a supplement to the survey results. Then the analysis of the interviews, carried out by qualitative research thematic analysis method, is divided into two parts. One is the reason that students in the experimental class think recompositing unremarkably enhances their learning while the other is the prominent role of recompositing in improving students' learning.

In the fifth chapter, the academic performance before and after the experiment in the experimental class and the control class is collected and then analyzed vertically and horizontally in virtue of independent samples *t*-test and chi-square independence test. It is thereby concluded that after the experiment, students' academic performance in the experimental class improved significantly compared with that in the control class. Meanwhile, it is considered that "the increasing number in solving poorly-structured questions in the experimental class is related to recompositing". The probability of making mistakes in this inference is no more than 5%.

In the last chapter, we comb the experimental process, sum up and reflect on the experimental conclusions.

Key Words: alternative teaching; question recompositing; independent samples *t*-test; chi-square independence test; thematic analysis

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	III
目 录	V
1 引言	1
1.1 选题背景	1
1.2 研究现状与概念界定	3
1.3 研究的相关理论基础	6
1.4 研究意义与设计	8
2 高中生改编数学陈题的实践探索	12
2.1 教师引导学生进行改编数学陈题活动应遵循的原则	12
2.2 改编数学陈题过程中学生应遵循的原则	14
2.3 指导高中生改编数学陈题的方法	18
2.4 改编教学片段	23
2.5 课后改编活动	26
3 高中生改编数学陈题调查情况分析	28
3.1 实验前学生学习数学困难情况分析	28
3.2 实验前后学习数学情况对比分析	30
3.3 改编数学陈题活动发挥的具体作用分析	33
3.4 学生进行改编数学陈题的细节情况分析	39
3.5 本章小结	46
4 高中生改编数学陈题的访谈分析	49
4.1 访谈设计与实施	49
4.2 文本信息分析	50
5 高中生改编数学陈题的学业成绩分析	62
5.1 理论知识	62
5.2 实验结果与讨论	69
6 结论	81
参考文献	83
附 录	87
附录 A 学生数学学习情况调查（实验前 Q）	87
附录 B 改编活动发挥的作用调查（实验后 H1）	89
附录 C 学生改编数学陈题的情况调查（实验后 H2）	92
附录 D 阶段测试成绩表	95
附录 E “结构不良”题型得分情况表	97
附录 F 期末考试试题得分情况表	99
在读期间的学术论文及研究成果	107
后记	108

1 引言

本章主要讲述了普通高中数学课程标准（2017 年版）提倡教师为学生学习提供多种学习方法，促进学生学会学习，自主学习数学，高考新试题“结构不良”题型的备考准备的背景，学生解题只重结果不重过程的现实，并对目前关于学生改编数学陈题的研究现状进行综述，总结课题的概念界定与现实意义。

1.1 选题背景

1.1.1 普通高中数学课程标准（2017 年版）

普通高中数学课程标准^[1]（2017 年版）强调：“教师需要引导学生积累发现和提出问题，分析和解决问题的经验，养成独立思考与合作交流的习惯，促进学生学会学习数学，能自主学习数学”。同时指出“教师要加强对学生学习方法的指导，帮助学生养成良好的数学学习习惯，敢于质疑、善于思考，理解概念，把握本质，数形结合、明晰算理，厘清知识的来龙去脉，建立知识之间的关联”。

学习是学生在以往的学习经验上进行有效建构的过程，需要学生自主进行。教师的引导固然重要，但更应该为学生学习数学提供多种学习方式，改进学生学习数学的方法，引导学生通过独立思考，合作交流等方式，帮助学生提高数学学习能力。

1.1.2 备考准备

2019 年中国高考评价体系^[2]提出：“通过设置真实的问题情境，考察学生灵活运用所学知识分析解决问题的能力，允许学生从多角度作答”“命制试题时，不仅要从学科内容上进行融合，也要在试题呈现形式上丰富多样，从而实现对学生素质综合全面的考察”。这对试题的设置提出新的要求，鼓励出现多种形式的试题，全面考察学生的综合素质。

2020 年山东高三数学模拟卷第一次出现“结构不良^[3]”的新形式试题，如例 1 所示。此后各地考卷中的“结构不良”题型陆续出现，高中数学试题结构开始出现转变，由稳定转为不明确，由结构良好向结构不良转变。

例 1. (山东省 2020 届高三新高考模拟猜想卷 (三) 数学试题 17 题) 在等差数列 $\{a_n\}$ 中, 已知 $a_6 = 16$, $a_{16} = 36$.

(1) 求数列 $\{a_n\}$ 的通项公式 a_n ;

(2) 若 _____, 求数列 $\{b_n\}$ 的前 n 项和 S_n .

在① $b_n = \frac{4}{a_n a_{n+1}}$; ② $b_n = (-1)^n \cdot a_n$; ③ $b_n = 2^{a_n} \cdot a_n$ 这三个条件中任选一个补充

在第 (2) 问中, 并对其求解.

结构不良问题的初始状态、目标状态、中间状态至少有一个不确定, 有利于引导学生在解决问题的过程中, 根据具体情境, 从多个角度分析, 考虑多个可能, 寻找不同路径, 提出多种解决方法^[4]. 而改编数学陈题需要学生充分调动自身的知识储备, 寻找适当的角度做切入点进行陈题改编, 并想出解题之法. 改编数学陈题、解“结构不良”题型二者都需要学生对题目进行多方面的重组整合. 研究表明数学学习材料相似程度的大小决定迁移范围和学习效果的大小, 提倡在数学教学中, 抓住共同元素, 通过共同元素来促进迁移, 可以加强学习效果^[5]. 本论文希望借助改编数学陈题与解“结构不良”题型的共同特征, 通过改编活动的学习迁移作用, 提高学生对“结构不良”题型的应对能力.

1.1.3 学生解题过程中存在的问题

高中生学习数学很大程度依托在解题之上, 通过解决问题来学习, 即“做中学^[6]”. 解题有助于高中生构建新旧知识之间的联结, 加深对知识的理解与应用, 是学习数学必不可少的环节. 但是, 多数学生都是“题海战术”, 没有解题思路就看答案; 过后也没有主动进行题型的总结; 即便题目解出来了也很少去寻找更优解, 优化解题过程. 大多数学生在解题时只重视结果不重视过程^[7], 这样的“题海战术”, 对于学生学习数学的作用甚微.

皮亚诺指出: “只有学生自我发现的东西才能积极地被同化, 从而产生深刻的理解^[8]”. 学生解题过程如果只注重结果而没有适当的反思输出, 对于题目出现的新刺激, 未能与旧知识同化生成新知识, 亦未能顺应生成新的知识节点, 无法积累新的解题经验应对新的数学问题, 那么他的知识水平就得不到提高. 改编数学陈题致力于打破学生一贯的解题模式, 多加了一个改编环节, 即对习题进行

重组整合. 这个过程有助于提升学生的数学学习能力, 突破学生的思维囿限, 促使学生走出困惑, 成为真正的思想者、探索者和研究者^[9].

1.1.4 教学实际

本校是位于农村的一所面上中学(非重点中学), 普遍存在学生数学学习基础薄弱的问题. 学生学习基础差, 学不得法, 对数学产生畏难情绪, 进而出现放弃学习数学的现象. 这一现象的主要原因在于学生没有找到适合高中数学的学习方式, 去充分消化吸收高中数学知识. 初中数学重具象, 而高中数学偏抽象, 学生如果还用初中的学习模式学习高中数学知识, 那是远远不够的. 另一个原因就是学生对于习题的刻板印象, 把习题定势成解题的对象, 没有及时抓住契机进行解题反思, 促进知识进一步的内化.

习题是学生学习数学的核心工具之一, 它的一大价值就在于学生通过解题促进数学知识的吸收应用, 但又不仅限于此. 如果把习题当做数学学习的核心, 那习题就不仅仅只是学生解题的对象, 还能促使学生迸发出无限的创造力. 教师要求学生针对习题做出改编, 便是一种非常值得尝试的做法, 该做法基于学生对基础知识的理解和掌握, 可充分发挥其学习潜能^[10].

改编数学陈题为学生提供一种新的学习方式. 改编的过程是开放性探究的过程, 是学生主动深入理解知识, 形成新旧知识的联系, 促成知识的生成与应用的过程, 是一轮甚至几轮知识输入与输出的过程. 输入帮助输出, 输出倒逼输入. 只有当内在输入了相应的知识, 才能把知识输出, 在陈题的基础上进行改编, 得到一道成功的新题, 实现知识的有效建构.

在进行相关实践后, 老师们也认为此举不仅可以加深学生对所学知识的理解, 而且有助于培养思维的独立性和创造性; 对于提高课堂效率也大有裨益^[11].

1.2 研究现状与概念界定

1.2.1 研究现状

围绕着改编题活动, 广大一线教师和教育研究者都进行了一些理论和实验研究, 认为改编题活动能转换学生解题的角度, 有助于学生了解编题者的意图, 能提高驾驭题目的能力, 也能加深学生对知识点和知识结构的理解与掌握, 还

能发展学生的思维品质，增强学生的问题意识和创新意识，提高学生数学学习的能力。

葛榕^[12]最早在 1982 年针对小学生自编应用题进行了相关研究，认为自编应用题能提高学生的逻辑思维能力，并对学生在自编应用题中出现的失误进行阐述同时提出相关的教学建议。1990 年，曹瑞珍^[13]在参加北京师范大学林崇德教授主持的《中学生数学能力的发展与培养》的教改实验后，体会到在众多培养学生思维品质的方法中，开展编题活动是一个简便易行收效快的好办法。她分享了自己指导初中生编题活动的具体做法，结合学业成绩的分析结果验证编题活动对学生学习数学的成效。随后，吴应鹏^[14]和董婷婷^[15]针对初中生改编题活动也进行了研究，运用调查问卷和学业成绩分析去论证改编题活动对于培养学生的数学能力，提高学生学习数学的效果有明显的作用。而针对高中生的改编题活动的研究是在 2007 年才开始，叶秋平^[16]研究了高中生编制数学题的基本方法进行总结，认为学生通过编题活动能有效减少解题错误次数，提高解题效率，形成良好的“题感”，提高解题能力。2020 年，赵一^[17]结合调查问卷和教学案例研究课堂教学过程中如何引导高中生进行数学问题的编拟。认为问题编拟活动是学生发现和提出问题的必然活动过程，对培养学生的问题意识、数学思维、数学素养都有着重要的促进作用。

同时，越来越多一线教师开始让学生参与改编题活动，比如王爱娣^[18]让学生研读课本例题，对例题进行改编；王爱平^[19]鼓励学生在平常的学习中，对典型习题进行适当的改编；林佩琪^[20]将翻转课堂与编题教学相结合；孔胜涛^[21]则在高中复习课教学中多次运用编题教学法。编题教学法弱化了教师的作用，加强了学生在课堂的主导地位^[22]，而学生改编题的过程是学生自我理解学习目标，建构知识的过程^[23]，也是学生探索、研究和创新的过程。正如方均斌^[24]所说：“变题是问题教学的高潮。使学生从学会解题到学会变题，从‘要我变’到‘我要变’，从被动的解题者到主动的变题者，让‘应变能力’不再停留在‘应付变的能力’，而是一种‘应该变的能力’，进而形成一种主动求变的良好意识，这是创新性人才培养的必然诉求，也是今后很重要的一个数学教学发展研究领域”。

近年来，数学教育研究的方向逐渐由解题往改编题的方向发散，广大一线教师和教育研究者们逐渐重视学生改编题的能力，认为改编题活动是促进学生自主

学习的开放性探究活动，充分凸显学生学习的主体地位。他们还认为改编题活动的重点不仅仅是改编，而是借助改编，巩固“双基”，扩充学生的知识容量，引导学生进行有质量的学习。

对于改编题活动的研究焦点从改编方法开始过渡到教学模式、教学反思和活动模式的探讨上，比如许建新^[25]提出万马奔腾法、小组夺魁法、思维比拼法、互打擂台法、选优推新法和自我陶醉法的教学活动形式，但目前相关研究较少提及学生的主观感受，主要是以教师的视角去评价改编题活动。而改编题活动的主体是学生，学习的主体也是学生，学生对于改编题活动的看法也应该作为数学教育研究的重要内容之一。

1.2.2 概念界定

张奠宙^[26]认为数学问题是教学过程中为实现教学目标而要求师生们进行解答的数学知识系统，它们的表现形式可以是课堂上的提问、范例、课堂练习、课外作业和测验考试题。而传统的数学题具有接受性，封闭性和确定性等特征，其内容是熟知的，结构是常规的，答案确定，可以按照现成的公式或常规的思路获得解决。主要目的在于巩固和变式训练，题目具有一定的挑战性，这类题目可以称为“练习题”，英文是 *exercise*。

奥加涅相、柯里亚金等^[27]研究指出：“数学习题是一个系统： $\{Y, O, P, Z\}$ ，其中的各要素分别为：Y 表示习题的条件；O 表示解题的依据；P 表示解题的方法；Z 表示习题的结论”。

通过对文献资料的整合，在本论文中，陈题是指学生在自己或他人的帮助下已经解决的数学习题，陈题的来源可以是课本、练习上经典的习题，也可以是阶段考试题、高考试题等更新颖的习题。

唐文建^[28]认为试题改编是对原有试题进行改造，使之从形式、考查功能上发生改编而成为新题。

潘超^[29]则认为数学问题改编是指对已有数学问题的条件和结论部分的内容、结构、情境等进行改造，得出新题的一种命题设计方法。

任勇^[30]指出“改题是指以一个现成的题目为基础，经过修改成为一个适用的试题。可以改变题中条件的文字参数；可以用同类型概念或可比性的性质替代原题的条件；可以用等价命题、逆命题、否命题取代原题；可以对原题作一

般化或特殊化处理；可以改变题目中的条件或结论；可以变更题型或改变提问方式或变化为探索性、开放性的题目等”。

高中生改编数学陈题是指高中生解出数学陈题后，结合以往数学学习经验，以独立或者合作的形式对陈题进行数据、条件、设问或结构等的改编，将陈题在形式或知识点的考察上改换成为一道合理的新题。同时也要求学生给出新题的解题过程，在这个过程中再次对新题的内容进行反思，不断调整，使新题满足科学性、合理性等原则。

通过改编数学陈题，加强学生对课本例题、习题、试题等陈题的再利用，提升学生的成就感，激发学生学习数学的兴趣，培养学生的自主学习意识，提高学生解题能力和学业成绩。

1.3 研究的相关理论基础

1.3.1 建构主义学习观

建构主义学习观^[31]认为，学生的学不是被动接受知识的过程，而是学生主动建构知识的过程。强调学生是具有主观能动性的活生生的人，是教育活动的主动参与者。学习是学生在教师的指导下，结合自己以往的学习经验，通过自己的学习活动主动获取知识的过程。改编数学陈题活动就是要激发学生学习的主动性，促进学生独立思考与合作交流，加速知识在学生主体的消化吸收过程，化被动为主动学习，主动建构数学知识。

1.3.2 费曼学习法和学习金字塔

费曼学习法^[32]，主张学习过程通过讲出来的方式，鼓励学生通过充当“小老师”的角色，把已经理解的知识向其他学生讲授，以此帮助学生发现自身的知识盲点，完善知识体系，使学生对知识的理解更清晰，对知识的掌握更牢固。改编数学陈题这个活动增加了学生之间交流的频次，在交流过程中，思想的碰撞，教与学的相互交织，输入与输出的循环反复，让学生对于知识的理解更上一个台阶。

而“学习金字塔^[33]”也指出讨论、实践和教授给他人这三种学习方式在学习两周后对于学习内容的留存率高达 50%，75%和 90%，比课上单纯听讲要高出 10 倍之上，如图 1.1 所示。言下之意就是，学生应该在平时的学习活动中多进行讨

论，实践和教授他人的环节，加深对知识的理解，促进知识的应用，将知识掌握得更牢固。

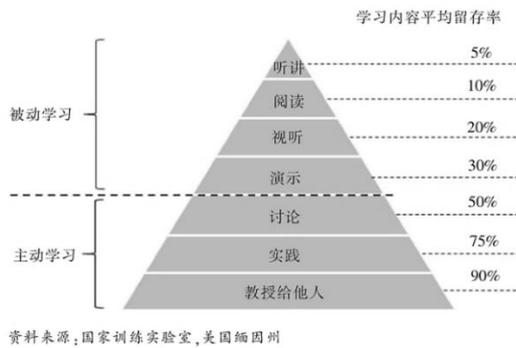


图 1.1 学习金字塔

1.3.3 维果茨基的“最近发展区”

维果茨基的“最近发展区^[34]”指出学生的发展有两种水平，一种是学生现阶段能独立完成的学习任务的水平；一种是学生可能的发展水平，也就是通过教学所获得的潜力。维果茨基指出教师不仅要给予学生现阶段水平能完成的学习任务，也应该让学生适应最近发展区，尝试超前任务，走在发展的前头，通过跨越最近发展区达到新的发展水平。改编数学陈题，对于高中生来说，新鲜又刺激。虽然有难度，但能攻克，是需要学生垫垫脚尖，努力才能完成的学习任务，也是学生需要跨越的最近发展区。

1.3.4 弗莱登塔尔的“再创造”

弗莱登塔尔^[35]在《作为教育任务的数学》中阐述“再创造”，强调学一个活动的最好方法是做。弗莱登塔尔认为“学习过程必须含有直接创造的侧面，即并非客观意义的创造而是主观意义上的创造，即从学生的观点看是创造”。提出让学生学数学，应该是把问题抛给学生，让学生自己去解决这个问题，在解决的过程中生成新知识。比如，某个新知识要教给学生，还不如直接抛出一个问题（需要用到新知识的问题），让学生在解决这个问题的过程主动“创造”出这个知识。这个过程就是学生再创造数学知识的过程，即便这些知识是已经存在的，前人已经得出的结论，但过程是学生发掘的，结果是学生获取的，这就是“再创造”。而“通过‘再创造’的知识与能力要比被动的教师传授要理解得更好，也更容易保

持”。我国教育家刘佛年^[36]也指出：“只要有点新意思，新思想，新观念，新设计，新意图，新做法，新方法，就称得上创造”。改编数学陈题的过程，便是让学生站在出题者的角度，通过再创造的过程得出：考察一个知识点，需要什么信息，对应什么条件。学生自己探索知识点如何用，怎么用，这个过程改编出的新题也许早已是别人编拟出来的习题，但是这道新题是学生自己摸索改编出来的。这个过程是学生自主生成知识应用的过程，是学生依据以往学习经验创造出新题的过程，这就是学生对于数学习题的再创造。

1.3.5 皮亚杰的认知发展理论

皮亚杰认为：认知发展实质上是其行为和思维被不断地组织为有机的整体结构^[37]。面对数学学习出现的新知识新问题，学生如果不能建立新旧知识的联结，通过同化顺应生成新知识，攻克学习上出现的新问题，就会停留在原来的认知水平，得不到发展。改编数学陈题通过改编的环节促使学生主动发现新旧知识的联系，进行数学知识的迁移和联结，化被动给予为主动获取，实现自身知识水平的发展。

1.4 研究意义与设计

1.4.1 研究意义

其一在于打破学生解题的思维定势。让学生以出题者的角度提出问题和解决问题，一改以往的解题视角，用不同的视角观察、思考陈题，运用不同方法再创造陈题。学生为了能编出好题，会充分开动脑筋，使思维得到最大程度的发散^[38]。通过改编活动帮助学生发现问题，培养学生用发散思维，逆向思维等方法解决问题，促成数学知识的迁移和联结，化被动学习为主动学习。

其二为学生提供一种新的学习方法。作为一个高中生，过去近 10 年的数学学习中，一直和习题打交道。学生眼中数学习题早已功能固着，在学生看来习题就是解题对象，没有思考习题的其他价值。学生学习数学要么靠课堂教师讲题，要么就是靠解题，发现没有成效时，学生干脆选择放弃学习数学。很少会思考是不是该调整学习环节，变换学习思路，改变学习方式。解题作为数学学习中必不可少的一环，应该发挥更大的成效。在解题之上添加习题的新用途改编：为学生

提供一种新方式，打开另一扇窗，让学生在新的问题情境中去看待习题，运用习题，让习题更大化促进知识的输入与输出。教学效果的好坏虽然与学生有一定的关系，但关键在于教师是否能够因材施教，根据学生的实际，采取相应的教学手段，为学生提供适合的学习方法。

其三则是促进学生之间的合作交流。学生与教师的交流过程更多是解惑，是学生单向输入知识的过程。而学生之间的交流是平行交流，双向输入知识的过程，也是另一种教与学的模式，由学生充当“小老师”，促进学生之间思想的碰撞，进行学生之间知识的双向传递。同时“小老师”的角色也不是固定的，可能这一次他充当“教”的角色，下一次就轮到当“学”的角色。在交流过程中，学生会出现不同程度知识的输入与输出。不管是改编中自编自解还是自编他解（详细解释见后文 10 页）的环节，都积极促进学生之间的交流，推动知识的主动输入与输出，加速学生知识体系中知识循环流动的过程，特别是站在“教”的立场上说出来的知识才是理解透彻的知识，不是简单地复述知识，而是用自己的语言向其他同学把知识简明扼要地表述出来，达到“以教促学”。研究表明：良好的同伴关系促进学生使用更加深层的学习方式，从而提高学习成绩。同伴之间的合作交流能够促进智力和认知发展，其原因是在合作互动中学生使用高阶学习策略，如详细阐述、综合监控和批判性思维^[39]。通过改编增加同伴间的合作交流，促进学生在学业上的进步，不仅提高数学学习能力，也提升学业成绩。

1.4.2 研究设计

本论文的研究目的是希望通过调查和实验，开展对高中生改编数学陈题这一变式活动的实践与探究，研究高中生在数学课堂内外通过改编数学陈题所带来的学习效果，验证该活动对高中生学习数学的具体作用与成效，了解学生对于改编活动的评价。

为了达到以上的研究目的，设置了如下的研究问题：

首先，通过调查问卷（实验前、实验后），了解学生对数学学习的兴趣，数学学习中存在的问题等，分析其中哪些问题通过改编数学陈题活动可以得到改善提高。

接着，通过阅读文献，借鉴他人经验，结合实验班学情，整理总结教师指导学生改编数学陈题的方法、原则、相应的活动组织形式和注意事项等。并做好学

生访谈记录，课堂实录等作为下一步探究和实践的依据。

最后，通过收集实验班和对照班的学业成绩进行统计分析，结合调查问卷，学生访谈等相关分析验证该活动对高中生学习数学的具体作用与成效，了解学生对于改编活动的评价。

而为了解决以上的研究问题，采取了以下三种研究方法：

一是文献研究法：了解国内外改编活动研究状况及成果，搜集相关理论依据与资料，最大限度地为论文提供理论支持，把握研究方向。

二是教育实验法：选定实验班和对照班，在保持教学变量一致的情况下，实验班采取改编教学方法，对照班则采取传统教学方法，在一段时间后收集学业成绩等相关数据，用 SPSS 20.0 对数据进行横向、纵向的分析处理。

三是调查法：包括问卷调查和访谈法。通过问卷调查对实验班的学生在实验前后学习数学的情况作对比，了解学生对改编数学陈题的态度。同时借助访谈法收集更多学生对于改编数学陈题活动的反馈，对调查问卷的结果进行补充。

实验先是选取高二历史班的两个班级为实验班和对照班，依据是这两个班在高一期末考试的成绩分析显示学生的数学成绩没有差异，因此认为两个班的学生们的数学学习水平一致，实验信度较高（详细解释在后文 70 页中提及）。实验班共 59 人，男生 11 人，女生 48 人。对照班共 56 人，男生 36 人，女生 20 人。尔后在保证两班教学进度，教学内容基本相同的情况下，对照班使用传统方法教学，实验班在此基础上加入改编数学陈题教学、练习和作业。

在期中考试前采用“自编自解”的改编形式：学生自己改编自己解答教师批改。期中考试后采取“自编他解”的形式：学生改编好后不作解答，交由其他同学解答，学生再对解答结果进行批改纠正。同时把学生改编得比较好的新题编入试卷印发给学生；也利用教室设备投影学生改编得不错的新题，在课上让学生作为习题解决；或者把学生改编出错的题目投影，全班一起纠正，借助这些错误警示学生，在学习过程避免出现类似的失误。

1.4.3 可行性分析

普通高中数学课程标准（2017 年版）强调学习活动要“以学生为主体”，现代教育学提倡教育的本质不是给予而是获取。数学教学中，“教师教学生听”的模式也存在一定问题，教育界一直被呼吁着要改革，从课本到教学模式，寻找以

学生为主，便于学生自主学习的方式，这些现实都逼迫数学教育要改变，要改革。而数学学习中，习题一直是学生学习的工具之一，学生可以对数学课本、练习的习题和试题这些改编素材就地取材，有一定的学科优势。因而学生“改编”“编题”等活动也逐渐进入一线教师和教育科研人员研究视野，甚至有学者认为“学生编题是教育教学改革的切入点之一^[40]”。

高中生改编数学陈题，现行研究相对较少，但是已有学者做过类似的研究，主要以小学和初中（以下用小初简称）这两个学段的研究居多。不少一线的教师进行学生改编数学陈题这一变式教学活动的尝试，确信这一活动对于学生学习数学有一定的促进作用，比如邵晓红^[41]在学生进行改编活动后就发现学生学习数学的兴趣和主动性有了明显的转变。

相较于小初，学生改编数学陈题这一实践活动同样适合在高中推广。高中数学知识比起小初的知识，更加抽象，知识的联系也更多变，对于学生的学习能力要求更高，需要的学习方法也更多元。基础薄弱的学生可以把改编当作仿编，基础好的学生可以尽情发挥，进行多角度多方向的异构改编（详细解释见后文 20 页）。

改编活动的效果也许不能立竿见影，让学生的成绩突飞猛进，但长远看，有助于学生的反思性解题；有助于学生发现问题，提出问题，解决问题；有助于学生的自主学习，主动去获取信息，寻找知识之间的联系，实现知识的应用与拓展。

目前，不少一线教师已经进行了相关的“改题”“编题”活动的尝试，研究成果也在不断涌现。同时，高考出现“结构不良”题型，这些都说明本研究具有可行性。

2 高中生改编数学陈题的实践探索

本章主要通过文献阅读，借鉴其他一线教师的实践经验，结合学情，得出改编活动中中教师应遵循的原则：循序渐进，明确目的；鼓励为主，适当介入；成果展示，注意分寸；自我充实，教学相长。另外结合学生改编过程中出现的失误阐述学生进行改编时需遵循的原则：科学性、相容性和简洁性原则。最后根据本校的学情，得出适合本校学生改编数学陈题的方法：同构改编和异构改编。

2.1 教师引导学生进行改编数学陈题活动应遵循的原则

2.1.1 循序渐进，明确目的

对于教师来说，改编驾轻就熟，但对学生来说是第一次接触，一开始学生难免会不知从何下手。教师在进行改编教学时应遵循循序渐进原则，由易到难，由简入繁，一步步引导学生掌握相应的改编陈题的方法。不宜操之过急，学生接受知识的过程需要时间，掌握改编方法也需要时间去消化。教师要赋予学生足够的耐心，适当时给予点拨，出现问题时应及时指正。

教师在进行改编数学陈题活动时，要正确看待改编，明确活动的目的。改编的目的不是要求学生编出高水准的题目，而是希望借助它提高学生独立思考、解决基础问题的能力，巩固基础知识，扩充学生的知识容量。不同学生的知识水平存在差异，对他们的要求也不能一概而论。学生是活生生的人，是带着以往学习经验进行学习建构的人，不可能每个人每一步都走在教师预先设定好的路径上。学生思考从哪个角度进行改编从而选择改编的方向，这就是学生探究的结果。教师应该要包容接纳各种可能性，允许差异存在。只要通过改编，学生能找到学习数学的另一条有效路径，促进他们数学的有效学习，发展他们的数学学习能力就好。但是，也要根据学情去确定改编目的，不能仅仅为了改编而改编，也不能盲目对学生提出高要求。随着学生改编能力、解题能力和数学学习能力的提高，教师可以相应的调整活动目的，让学生得到更大的发展。

2.1.2 鼓励为主，适当介入

改编活动颠覆了学生以往的学习模式，没有模板可供参考。学生要改编出一道好题，必须充分开动脑筋，耗费的时间和精力不比解题要少，这也是一些学生不能坚持改编或者无法大量改编的原因。

不同的学生有不同的数学造诣，作为教师要因材施教。新课改也点明，让每个学生在数学上有自己的发展。改编活动既是自主学习，每个人都可以根据自身的数学水平和能力，改编出符合自己个性的新题。比如基础薄弱的学生也能进行仿编，可能一个星期他们只能改编一两道陈题，但只要学生能保证改编的质量，教师不宜再做过多的要求。要注意教师应追求的是改编质量，而不是改编数量。确定学生通过改编能有效促进数学的学习，有所收获，即便只是简单的改动，仅仅尝试数据的改编，也值得教师给予学生们肯定和鼓励。

但是对于数学基础好却一直保守改编，明明有能力突破却安于现状的学生，教师应当适时鼓励他们勇于挑战自我，联系不同数学知识进尝试多方面的改编。在学生能接受的范围，每个星期改编的题量可以多一点，鼓励他们挑战更高水平的改编，努力跨过最近发展区，最大程度上激发学生的潜能，促进学生的发展。

2.1.3 成果展示，注意分寸

学生每次改编的新题，可以择优入卷印发给学生，或者投影展示。学生接触其他同学改编的思路和题型，也是一种交流。平时改编习题，是按自己的习惯，在熟悉的领域进行改编，久而久之形成思维定势。通过对比其他同学改编的习题，让学生的思维“动起来”，拓宽学生的知识领域，了解同一知识在不同角度的应用。教师也可以把个别学生在改编中出现的典型失误通过投影，和全班学生一起纠正失误，以达到警示作用，避免其他学生出现类似的错误。

通过学生访谈了解到，学生觉得投影纠正错误对他们的冲击比私下告知或者作业批阅更大，印象也更深刻，对于下次再出现类似的解题情况，他们也会警惕，尽量规避错误。其他学生觉得借同学的失误可以提醒自己，在往后的学习过程中尽量避开。当然个别学生比较爱惜面子，会出现羞耻感，甚至造成压力，担心下次改编出错又被当作反面例子。教师如果需要用他们的习题做反面例子，最好事

先沟通，避免学生出现心理上的抵触，对改编产生恐惧或反感。如果学生实在不愿意，也不能勉强。教师要尽可能地帮助学生找到适合自己学习数学的方法，增强学生学习数学的动力，但也要处理好一些细节，别因此打击学生学习数学的积极性。

2.1.4 自我充实，教学相长

指导学生进行改编数学陈题活动，教师也要提高自身的编题和解题能力，以免因自身经验不足而影响指导学生改编的效果。教师要对教材做深入细致的挖掘，选出适合学生改编的陈题；要及时研究高中数学命题原则和方法，有效指导学生改编陈题；熟悉掌握学情，提高应变能力，应付学生改编中出现的失误，借助失误及时扫清学生知识上的盲区。

改编活动不同于传统课堂的教师讲学生听，而是教师和学生都在讲。这个过程中，教师既要顺应学生的思路，在关键处加柴添火，促进学生思维的发散，又要有随机应变的能力，以应对学生千奇百怪的改编想法。改编数学陈题给教师提供一个很好的学习机会，鞭挞着教师要不断进步，也促进了教师与学生思想的相互碰撞，发展彼此的数学思维，达到教学相长的效果。

2.2 改编数学陈题过程中学生应遵循的原则

高中生由于平时解题存在一些问题，改编数学陈题的过程中也不可避免会有类似的问题发生。对于学生来说改编活动是第一次尝试，不知所措无从下手。刚开始改编学生出现问题在所难免，教师可以充分利用学生在改编过程中出现的失误，在平时教学中向学生渗透改编原则，提醒学生避免不必要的错误发生。这同时也是在帮助学生规避解题误区，扫清知识盲区，对于提高学生解题的正确率也是有作用的。教师要正确看待学生在编题中出现的错误，将其作为一种真实的、有价值的课程资源，变废为宝，充分利用其学习、借鉴和警醒的价值^[42]。本节结合学生在改编过程中出现的失误谈谈学生在改编中应该遵循的原则。

2.2.1 科学性原则

数学本身就是一门严谨的学科，在改编的过程学生尤其要注意科学性原则，

避免出现和公式、定理相悖的情况，导致题目出现纰漏。学生由于初学数学知识，对概念、定理和公式的理解模糊不清，对知识点的应用要求掌握不熟练，导致改编新题中题目描述不严谨和知识点的应用缺乏科学性，出现新题矛盾无解的情况。金杨建^[43]强调“意图再好的改编，形式再新的试题，都要经得起推敲，切莫为了求新而表达不严谨或出现科学性错误”。在教学过程中，教师要再三提醒学生，不能一味追求改编而导致题目信息与实际相悖，违背改编的科学性原则，比如以下两种情况：

一是概念理解不清导致题目描述存在问题，如下所示：

陈题 1.（高中数学选修必修一 87 页例 5）

已知线段 AB 的端点 B 的坐标是 $(4,3)$ ，端点 A 在圆 $(x+1)^2 + y^2 = 4$ 上运动，求线段 AB 的中点 M 的轨迹方程^[44]。

图 2.1 是学生对陈题 1 进行改编后得到的新题。该生意在改编圆的标准方程，对方程的数据进行改换。但却选择在 y^2 前加系数 2，这就违背了教学实际，此时 $(x+1)^2 + 2y^2 = 4$ 所表示的已经不是圆的标准方程，将导致矛盾无解。为了改编而忽略科学性，这是学生在改编过程中易出现的失误，也折射出学生对于基础知识的理解与应用不熟练。教师如有发现此类失误要及时纠正学生，让学生意识到自己存在的问题，纠正自己的失误，加深他们对基础知识的理解和巩固，提高思维的严谨性。

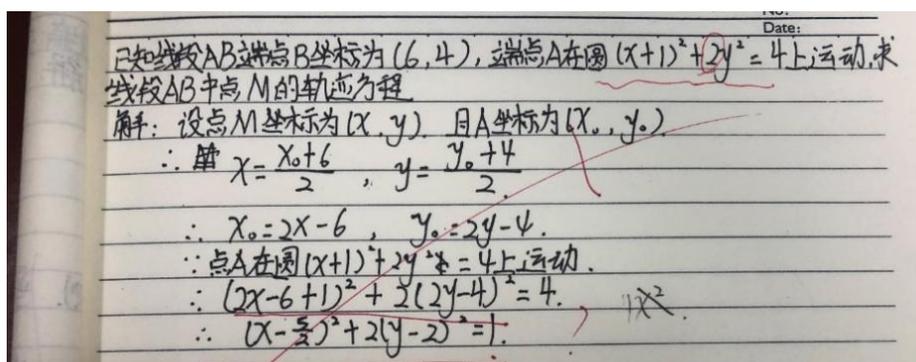


图 2.1 学生改编成果

二是知识点应用存在误区，如下所示：

陈题 2. $\triangle ABC$ 的内角 A, B, C 的对边分别为 a, b, c ，已知 $c = \sqrt{3}$ ，且满

$$\text{足} \frac{ab \sin C}{a \sin A + b \sin B - c \sin C} = \sqrt{3}.$$

- (1) 求角 C 的大小;
- (2) 求 $b+2a$ 的最大值.

图 2.2 是学生将陈题 2 进行改编后得出的新题, 失误在于忽略了使用正弦定理进行边角互换时的要求: 应用正弦定理的等式左右两边的角的正弦 (或三角形的边) 的次数必须一致, 且每一项都必须含有角的正弦 (或三角形的边). 而学生在改编时, 对条件的设置忽略了这个前提, 没能满足正弦定理边角互换的应用条件, 出现科学性错误导致题目无解.

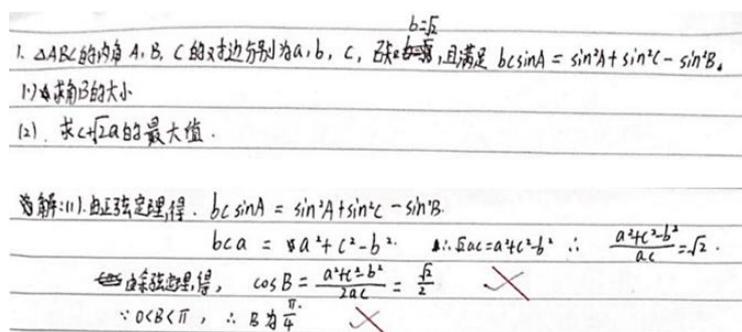


图 2.2 学生改编成果

2.2.2 相容性原则

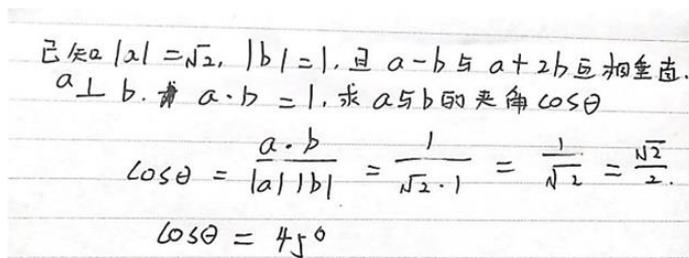
题设中的条件彼此独立, 为了解决共同的设问又要彼此相容, 条件指向的信息之间亦不能互相矛盾. 学生改编时通常只关注表面的信息, 未曾往深处去斟酌. 而一道习题除了题目陈述的明显关系外, 往往还受着一些隐含条件的约束, 如果不注意把握这种内在的隐蔽的相依关系, 就会因条件的不相容导致题目无解^[45]. 学生在改编过程中, 为了降低题目的难度会增添一些条件, 以达到快速解题. 这个时候教师要提醒学生注意条件之间的相容性, 避免出现矛盾无解的情况, 比如下面这种情况:

陈题 3. (高中数学必修二 22 页练习 2)

已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$, $|\vec{b}| = 1$, 且 $\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直, 求证 $\vec{a} \perp \vec{b}$ ^[46].

图 2.3 是学生将陈题 3 的改编, 失误在于增添多余的信息导致题意前后矛盾. 从改编的结果可以看出学生对向量的知识点还没有理清捋顺, 掌握不牢固, 加了不必要的的条件, 导致题目矛盾. 既然 $\vec{a} \perp \vec{b}$, 又怎么可能有 $\vec{a} \cdot \vec{b} = 1$, 显然

就和相容性冲突. 通过学生的解题过程发现只要去掉条件 $\vec{a} \perp \vec{b}$, 题目就合理.



已知 $|a| = \sqrt{2}$, $|b| = 1$, 且 $a-b$ 与 $a+2b$ 互相垂直.
 $a \perp b$. 求 $a \cdot b = 1$, 求 a 与 b 的夹角 $\cos \theta$

$$\cos \theta = \frac{a \cdot b}{|a||b|} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot 1} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos \theta = 45^\circ$$

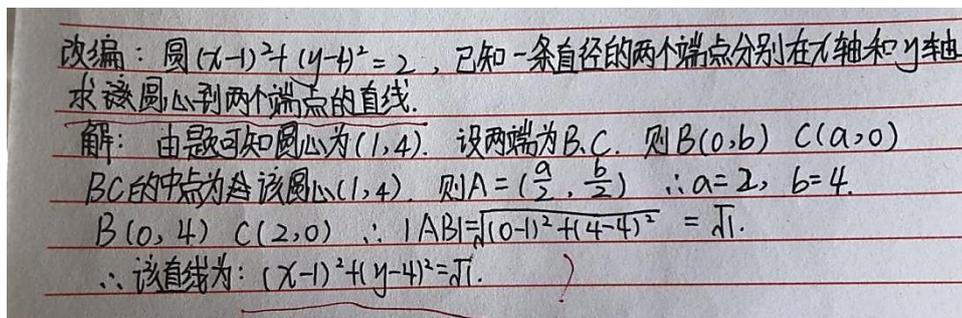
图 2.3 学生改编成果

2.2.3 简洁性原则

数学也是一种符号语言, 它用最少的字符, 传递大量明确的信息. 改题的措辞要注意简洁性, 指向明确无歧义. 学生在平时解题过程中对于文字说明的描述也是错漏百出, 改编需要重新编织题目语言, 恰好为训练学生的数学表达能力搭建平台, 陈虹^[47]在实践后也提出学生的语言表述能力随着编题能力的提高而得到加强.

陈题 4. 已知一圆的圆心为点 $A(2,3)$, 一条直径的两个端点分别在 x 轴和 y 轴上, 则此圆的方程为_____.

图 2.4 是学生对陈题 4 进行改编得出的新题, 设问本意应该是要求该直径所在的直线, 而学生的设问描述略显繁杂. 直线由两点唯一确定, 在学生的描述中, 却出现了 3 个点. 虽说这 3 个点共线, 但描述上违背数学的简洁性. 经和学生交流后, 了解到学生是想把两道习题整合改编成一道新题, 然而知识点是初学的, 学生还理解不清, 掌握不牢, 导致表达上出现问题. 作为教师要抓住教学契机, 及时帮助学生纠正错误, 扫清知识盲区.



改编: 圆 $(x-1)^2 + (y-4)^2 = 2$, 已知一条直径的两个端点分别在 x 轴和 y 轴, 求该圆心和两个端点的直线.

解: 由题可知圆心为 $(1,4)$. 设两端为 B, C . 则 $B(0,b)$ $C(a,0)$
 BC 的中点为该圆心 $(1,4)$. 则 $A = (\frac{a}{2}, \frac{b}{2})$ $\therefore a=2, b=4$.
 $B(0,4)$ $C(2,0)$ $\therefore |AB| = \sqrt{(0-1)^2 + (4-4)^2} = \sqrt{1}$.
 \therefore 该直线为: $(x-1)^2 + (y-4)^2 = \sqrt{1}$.

图 2.4 学生改编成果 1

在和学生沟通了解后，向学生指出她改编过程中存在的问题，让她重新改编，如图 2.5 所示，重新修正后的新题既符合简洁性原则，也没有出现科学性的错误。

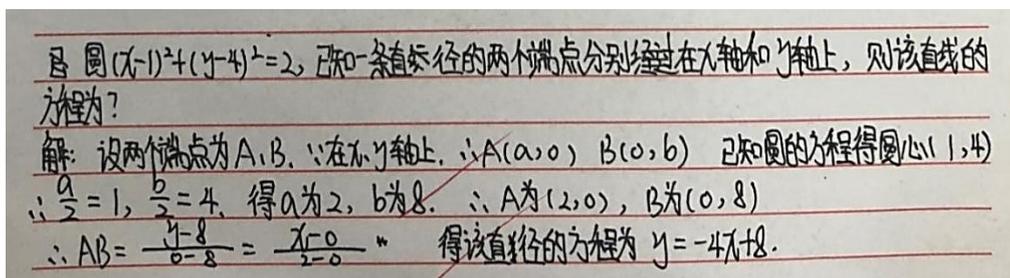


图 2.5 学生改编成果 2

2.3 指导高中生改编数学陈题的方法

本节以人教版A版（2019）高中数学课本的习题为陈题，结合学生改编数学陈题成果探讨引导学生进行改编数学陈题的方法，此处略去解题过程。

2.3.1 同构改编：

一是概念同义改编。课堂教学中引导学生进行陈题改编时应遵循由易到难的原则，明确改编陈题活动的目的是为了促进学生独立思考，自主生成知识点的应用与迁移，不应该一开始就设置过高的要求，导致学生的积极性受挫。学生刚接触改编陈题活动不知从何入手，此时，教师可以引导学生从通俗易懂的角度入手也就是概念同义改编，让学生把陈题中出现的概念用另一种形式描述。这种形式的改编相对简单，但能加深对知识的理解与巩固。以下就是学生就陈题 3 进行概念同义改编的两道新题。

陈题 3。（高中数学必修二 22 页练习 2）

已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$ ， $|\vec{b}| = 1$ ，且 $\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直，求证 $\vec{a} \perp \vec{b}$ [46]。

学生 1：已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$ ， $|\vec{b}| = 1$ ，且 $\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直，求 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角。

学生 2：已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$ ， $|\vec{b}| = 1$ ，且 $\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直，求 $\vec{a} \cdot \vec{b}$ 。

和陈题 3 相比变化不大，只是改了设问的表述，变成一道新题。通过对设问当中的概念同义改编，可以加深学生对于向量垂直相关概念与公式的掌握，特别在学完向量的坐标运算后，大部分学生只记得用坐标判定向量垂直： $\vec{a} \perp \vec{b}$ 等价

于 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ ，却忘记了最初的通用通法，即 $\vec{a} \perp \vec{b}$ 也等价于 $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0$ ，如图 2.6 所示.

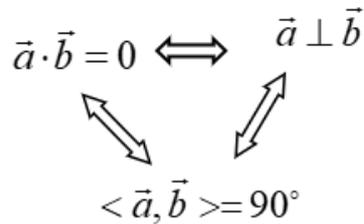


图 2.6 向量的垂直

二是数据等价改编. 除了概念同义改编, 数据改编也是操作性极强的改编方法. 进行数据改编教师要提醒学生数据设置的合理性, 计算的结果是否符合实际. 而数据改编的类型不是单一的, 数据改编如果仅仅换个数据, 解题思路没有做出调整, 那就是数据等价改编, 但这种类型的改编是浮于表面的改编, 只能强化巩固知识点或者提高运算能力. 若是数据改编引起解题思路转变, 乃至引发知识点的拓展, 那就是深度挖掘. 下面两道改编新题是针对陈题 3 进行数据等价改编, 而深度挖掘则放到后文 21 页再细谈.

学生 3: 已知 $|\vec{a}| = 2\sqrt{2}$, $|\vec{b}| = 2$, 且 $\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直, 求证 $\vec{a} \perp \vec{b}$.

学生 4: 已知 $|\vec{a}| = 2|\vec{b}|$, 且 $\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直, 求证 $\vec{a} \perp \vec{b}$.

学生 3 和学生 4 改编的角度侧重于数据之间的关系, 改变数据的呈现方式, 本质上没有太大的突破. 虽然解题思路基本不变, 但能注意到数据之间的倍数关系进行等价替换, 说明学生也是进行了一番思考. 改编之于学生, 本来就是仁者见仁, 智者见智. 教师既要肯定学生改出高水准的新题, 也要允许学生做出符合自己水平的改编. 正确看待改编, 促进学生个性发展, 这也是自主学习的本质.

三是互逆法, 就是学生在改编中把条件和结论互换位置, 此举可以打破他们的思维定势, 有利于引导学生用逆向思维的方法看待问题, 以达到学生有效灵活处理数学问题的目的. 吴应鹏^[48]也提倡在教学中对学生问题进行题设、结论互换的引导: “这对学生发现问题和提出问题的能力培养是大有好处, 往往能够有效促进学生的逆向思维的形成”. 以下是学生运用互逆法改编陈题 3 得出的新题.

学生 5: 已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$, $|\vec{b}| = 1$, 向量 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角为 $\frac{\pi}{2}$, 求 $(\vec{a} - \vec{b}) \cdot (\vec{a} + 2\vec{b})$.

学生经常面对用正向思维考查知识点的习题，思维容易定势，同一个知识点，用逆向思维考察，学生反而无法应对。如果学生能多考虑用思维逆向的角度进行陈题改编，打破惯性思维，就能更有效培养逆向思维。虽然互逆法简单易操作，但教师也要提醒学生注意逆命题是否为真。

四是新瓶装旧酒。随着学生掌握基本的改编方法，教师可以鼓励学生做更大的变化，尝试以陈题的知识点为中心，重塑题目，用新的表述形式包装陈题原来的知识点，获得一道新题，即“新瓶装旧酒”。下面就是学生根据陈题 3 改编而来的新题：

学生 6：已知 $|\vec{a}| = |\vec{b}| = 2$ ，且 $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (6\vec{a} - \vec{b}) = 18$ ，求 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角 θ 。

学生 7：已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$ ， $|\vec{b}| = 1$ ，向量 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角为 $\frac{\pi}{4}$ ，且 $k\vec{a} - \vec{b}$ 与 $\vec{a} + 2\vec{b}$ 互相垂直，求 k 。

学生 8：已知 $|\vec{a}| = 3$ ， $|\vec{b}| = 4$ ，向量 $\vec{a} + \frac{3}{4}\vec{b}$ 与 $\vec{a} - \frac{3}{4}\vec{b}$ 的夹角为？

这种改编题目呈现的形式变化较大，但本质上考察的知识点变化不大，还是围绕向量的数量积和四则运算展开。知识点不变，设问变了，接触同一知识点的不同题型，有助于学生积累解题经验，加快学生审题获取信息的速度，提高学生思维的灵活性。

2.3.2 异构改编

其一为相关改编。前面的改编方法属于同构改编，基本在陈题的知识圈里兜兜转转。学生掌握了同构改编，教师就该引导他们跳出“舒适圈”，对陈题进行“相关改编”，即相关知识点改编：以陈题的知识点为中心，向外触碰其他知识点的“细枝末节”，联系能相融的知识点进行改编，从而促进学生对知识点的迁移应用。如下所示：

学生 9：已知 $|\vec{a}| = \sqrt{2}$ ， $|\vec{b}| = 1$ ，向量 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角为 $\frac{\pi}{6}$ ，求 $|\vec{a} - 2\vec{b}|$ 。

学生 10：已知 $|\vec{a}| = (2, \sqrt{5})$ ， $\vec{b} = (1, t)$ ，且 \vec{b} 在 \vec{a} 方向上的投影为 $\frac{2 + \sqrt{15}}{3}$ ，求 t 。

这几道改编新题和陈题 3 关系不大，属于相关知识点改编：向量的模、向量

的投影和向量的坐标运算. 这种改编能加快学生熟悉知识板块的脉络, 完善知识体系.

平时复习课的模式大多是学生做题教师讲题, 学生处于相对被动的学习状态. 而加入改编元素的复习课, 教师讲学生也讲, 可以帮助学生发散思维, 梳理知识体系. 一道改编新题, 尤其是辐射到其他相关知识点进行改编, 不仅能避免题海战术, 还能让学生掌握数学知识之间的联系, 达到“做一题, 通一类, 会一片”的解题境界^[49]. 在提高学生数学学习的效率和质量的同时响应减负减量不减质的教育政策.

二是深度挖掘. 如图 2.7, 知识点的改编可以是横向知识点的拓展, 比如将向量的数量积转变到向量的模、向量的投影和向量的坐标等相关知识点, 由知识点的 A 面辐射到知识点的 B、C 面. 也可以纵向, 从知识点向下做深度的挖掘, 从知识点 A 深究到知识点 A₁、A₂、……. 以下以陈题 5 为例, 展示深度挖掘的改编.

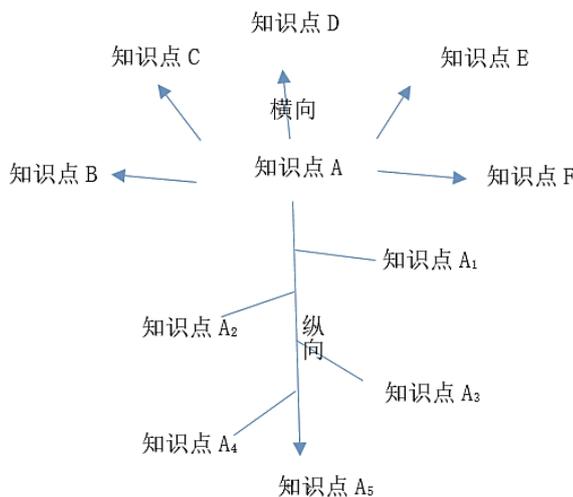


图 2.7 知识点的改编

陈题 5. (高中数学必修一 52 页例 3) 求 $x^2 + 2x - 3 > 0$ 的解集^[50].

改编 1. 求 $-x^2 + 2x + 3 > 0$ 的解集.

改编 2. 求 $-x^2 + 2x - c > 0$ 的解集.

改编 3. 求 $-x^2 + bx - 3 > 0$ 的解集.

改编 4. 求 $ax^2 + 2x + 3 > 0$ 的解集.

这几道针对陈题 5 的改编新题，重在系数的修改，由常规普通的一元二次不等式改为含参一元二次不等式，层层递进，难度呈梯度上升。这就是前面提及的数据改编带来知识点的深度挖掘。进行纵向深度的改编，对学生的数学基础和学习能力有一定的要求，对于基础薄弱的学生，教师不宜做过多的要求。但是有能力的学生，教师还是应该鼓励他们克服懒惰情绪，敢于挑战，让学生在数学学习上能更上一个台阶。

简而言之，改编数学陈题的方法很多，大体上可以归为同构改编和异构改编，如图 2.8。而改编数学陈题的主要切入点就是针对条件和设问。条件可以从数据和知识点入手，设问则可以从知识点和设问的表述方式着手改编。

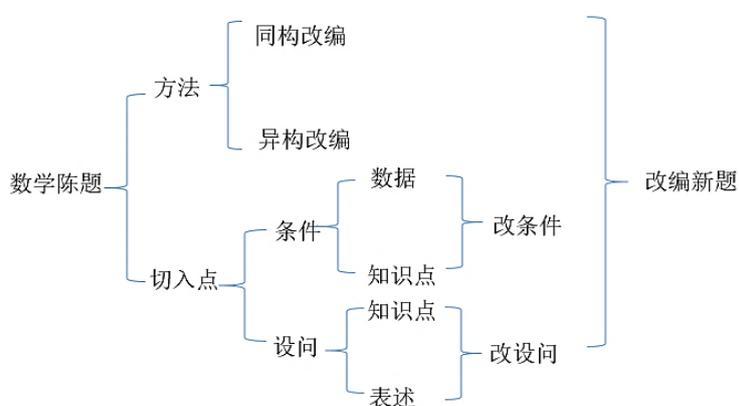


图 2.8 改编的思路

此外，还有其他方法，比如罗增儒^[51]认为改编的技术措施有增加解题层次、引申、移植转换和创设新情境；董婷婷^[52]提出的赋值法、类比、归纳、强化条件、弱化条件和只留条件；吴永剑^[53]还提出常数字母化、范围扩大化、对象一般化、关系普遍化、条件开放型、结论否定型、结论探索型和设问阶梯型等。改编数学陈题的方法很多，此处未能一一阐述，仅讲述几种平时学生常用的方法，主要是针对数据，条件和设问进行改编。教师若能发掘更多适合学生的改编方法，指导学生有效改编数学陈题，引导学生转换角色，用不同于以往的学习角度，以出题人的身份分析题目隐含的数学信息，对题型做深度的思考，促进知识点联结和迁移，将能使学生适应多变的数学学习题，提高学生驾驭题目的能力和解题效率，实现学生有质量的数学学习。

2.4 改编教学片段

在平时的课堂教学中，教师要适当抓住课堂教学机会，融入改编教学，当然也不是每节课都适合引入改编元素。在复习课中，便可以充分利用改编活动进行知识的复习。万志建^[54]在复习课采取编题教学，多次尝试后认为：无论对学生的学习兴趣、积极性、主动性的培养，还是对学生敏锐的观察力、敢说敢试的能力、解题的综合能力的提升都是相当有益。以下将以陈题 6 为例，展示改编教学片段。

陈题 6. 若 $|\vec{a}| = |\vec{b}| = 1$, $\vec{a} \perp \vec{b}$ 且 $2\vec{a} + 3\vec{b}$ 与 $k\vec{a} - 4\vec{b}$ 互相垂直, 求 k 的值.

师: 好, 大家思考一下, 这道题要进行改编, 该怎么处理.

(给定数学问题情境, 发布改编任务)

师: 我们来看一下, 这道题哪些因素可以改编?

生: 改数据.

师: 那上面有哪些数据, 比如 $|\vec{a}| = |\vec{b}| = 1$ 中两个向量的模相等, 我们可以改得
不一样吗, 像把 $|\vec{a}|$ 改成?

生: 2.

师: 那这样我们就把 $|\vec{a}|$ 改成了 2, 这样解题过程哪里会发生变化.

生: $2k\vec{a}^2 + (3k - 8)\vec{a} \cdot \vec{b} - 12\vec{b}^2 = 8k - 12 = 0$ 开始, 解题过程就开始变化了. 最后算出 $k = \frac{3}{2}$.

师: 像这样子, 我们试试改数据, 看看哪里发生了变化, 解题思路会不会变?
那这个算第一种类型的数据改编, 还有哪些数据能改编呢?

生: $|\vec{b}|$.

师: 诶, 对了. 你改了 $|\vec{a}|$, 是不是也可以改 $|\vec{b}|$. 除了这种改编外, 还有什么
可以改编呢?

(肯定学生想法, 引导学生发散思维, 联系知识点)

生: $\vec{a} \perp \vec{b}$.

师：没错，同学们如果要改编题目中的 $\vec{a} \perp \vec{b}$ ，要怎么改？ $\vec{a} \perp \vec{b}$ 这个条件的潜台词就是的夹角为 $\frac{\pi}{2}$ ，所以我们可以改成？

生： \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角为 $\frac{\pi}{6}$ ， $\frac{\pi}{4}$ 或者 $\frac{\pi}{3}$ 。

师：恩，那大家觉得那个角度在这里更方便我们计算？

（提醒学生注意数据设置）

生： $\frac{\pi}{3}$ 。

师： $\cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$ ，这个数据不带根号方便我们计算。那把 $\vec{a} \perp \vec{b}$ 改成 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角为 $\frac{\pi}{3}$ ，解题步骤哪里要发生改变。也是从 $2k\vec{a}^2 + (3k-8)\vec{a} \cdot \vec{b} - 12\vec{b}^2 = 0$ ，算出 k ？

生： $k = \frac{32}{7}$ 。

师：恩，所以我们就改编了是 \vec{a} 与 \vec{b} 的夹角，这个夹角不止可以是 $\frac{\pi}{3}$ ，也可以是其他的角度，我们都可以去换，课后大家可以慢慢去尝试。那接下来还有什么可以改编？比如说向量 $2\vec{a} + 3\vec{b}$ 与 $k\vec{a} - 4\vec{b}$ 互相垂直，是不是也可以改编？

生： $k\vec{a} - 4\vec{b}$ 改成 $k\vec{a}$ 、 $k\vec{a} + 4\vec{b}$ 。

师： $2\vec{a} + 3\vec{b}$ 呢？

生： $2\vec{a} - 3\vec{b}$ 或 $2\vec{a}$ 。

师：恩，都可以，但是改了之后解题思路跟原题差不多，就是数据变了，计算过程稍微不一样。那么这几道题是我们针对数据方面的改编，把数据做了变化，把向量的模的数据改了，把夹角改了，把垂直的表达形式做了一个转化。那还可以改编什么？比如，条件把它换一下？

（引导学生寻找可以改编的其他方法，不限于改数据）

学生讨论，议论。

师：比如我们可以把设问改一下，把“当且仅当 k 为何值时，向量 $2\vec{a} + 3\vec{b}$ 与 $k\vec{a} - 4\vec{b}$ 互相垂直？”这个设问去掉，改成“已知 $|\vec{a}| = |\vec{b}| = 1$ ， $\vec{a} \perp \vec{b}$ ，求 $(2\vec{a} + 3\vec{b})(\vec{a} - 4\vec{b})$ ”。这个就是我们最近做过的类似的题，对吧。或者我们可以考

虑把设问改成求向量的模. 比如: 已知 $|\vec{a}|=|\vec{b}|=1$, $\vec{a}\perp\vec{b}$, 求 $|2\vec{a}+3\vec{b}|$. 好, 目前我们改了数据, 改了设问, 求了数量积, 求了向量的模, 那还有哪些我们还没尝试?

(引导学生进行新旧知识的对比, 促进学生生成知识的联结)

生: 角度.

师: 恩, 对了, 那角度怎么进行改编. 那 $|\vec{a}|=|\vec{b}|=1$ 这个条件不变, $\vec{a}\perp\vec{b}$ 这个条件肯定就不能要了, 那“向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $k\vec{a}-4\vec{b}$ 互相垂直”要怎么改编?

(让学生尝试独立改编)

生: 向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $\vec{a}-4\vec{b}$ 互相垂直, 求向量的夹角?

师: 好, 那大家试着求一求, 看看这道题这样改编是不是合理?

老师把学生的解题过程用投影投在黑板上, 让全班同学一起观看.

(通过改编成果展示环节, 鼓励学生动手改编)

师: 好, 大家算出来的结果, 是不是差不多一样的, 得出 $\cos\theta=-2$, 这个结果对吗? 我们上学期学过的 $\cos\theta$ 的取值范围是?

生: $-1\leq\cos\theta\leq 1$.

师: 那 $\cos\theta=-2$ 就证明了我们改编的“向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $\vec{a}-4\vec{b}$ 互相垂直”这个条件是不是有问题?

(出现矛盾, 回到题目, 和学生一起修改)

生: 恩.

师: 那大家想想, 怎么调整比较好?

生: “向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $\vec{a}-4\vec{b}$ 互相垂直”改成“向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $\vec{a}-2\vec{b}$ 互相垂直”.

师: 那一起做一做. 解出来, 最后 $\cos\theta$ 等于多少, 合理吗?

生: $\cos\theta=-4$, 不可以.

师: 我们可以把“向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $\vec{a}-2\vec{b}$ 互相垂直”改成“向量 $2\vec{a}+3\vec{b}$ 与 $\vec{a}-\vec{b}$ 互相垂直”, 大家试试看, 结果是不是合理的?

(适当时机教师给出建议)

生： $\cos\theta = -1$ ， $\theta = \pi$ 。

师：这个时候我们还可以得出 \vec{a} 和 \vec{b} 是什么关系？

生：共线。

师：而且还是对相反向量。刚才改编这道题的设问，把问题换成求解角度，在这个过程中，我们可以体会到，改编不是一气呵成，是要修修补补。像刚才我们改编试了几次才得到 $\cos\theta = -1$ 这个合理的结果。我们这几道改编，涉及数据、条件和设问。一般我们刚开始改编，切入点就可以从这几方面入手，像刚才改数据，解题思路没有发生太大的变化。改设问和条件的时候，解题思路就就开始发生改变。要注意改编过程的科学性和相容性，你可以自己试着做你改编的题或者给其他同学做，看看是否合理。如果没问题，就证明你的改编合理，如果你意识到矛盾无解，那就重新修改一下。

（出现改编不合理，一个经常性的问题就是条件设置矛盾，或者数据设置不科学。借着这个契机和学生强调改编的原则，提醒学生不能急于求成而忽略相关原则，要带着思考进行改编。）

通过和学生一起改编陈题 6，帮助学生把学过的向量的知识点逐个进行复习，相比传统的复习课，在改编复习课上，学生更为主动，而且提出一个知识点就改编一道题，能加深知识的印象。不是传统的教师讲、学生听，是学生和教师一起讲题。这个过程是学生主导，教师指导，还课堂于学生，促进学生自主学习。同时也让学生了解出题者意图，用不一样的角度思考解题，转变学习思维。

在课堂上指导学生改编数学陈题应遵循由易到难，一切从简单开始，比如改数据开始，过渡到改条件、改设问和改知识点等等。学生刚开始接触改编，不会有什么大改动，一般都是小整小改，教师要适时鼓励学生尝试其他方向的改编。同时，教师也要注意引导学生改编数学陈题的目的不是在于学生能改编出高水平的新题来，而是借助这个过程为学生提供一种新的学习方式，打破他们原有的思维囿势。结合出题者的角度更全面地分析和解决数学问题，自主进行知识再创造，促进自身的数学发展。

2.5 课后改编活动

课堂时间紧凑，教师可以在课堂上适时安排改编活动，也可以把改编数学陈

题定期作为学生的课后作业，以自编自解的形式或者自编他解的形式进行。

自编自解是学生自己改编自己解答教师批改。自编自解的环节有利于学生独立思考，自主生成新旧知识的联系，促进知识的内化。但如果学生经常用同一种改编方法从同一个角度进行改编，势必也会形成改编定势。这个时候就需要加入自编他解的环节，让学生接触其他同学的改编方法和角度，促使学生能多角度多方面地进行改编。

自编他解是学生改编好后，交由其他同学解答，学生再对解答过程进行批改纠正。让学生作为“小老师”去批改讲解自己改编的新题。好的一方面就是学生通过“讲出来”的方式，对于知识的理解更透彻，知识留存率更高，更不容易遗忘。但也有一些问题，同桌的模式过于固定，充当“小老师”的学生也会固定，有学生反映“总是她问我，我想换个人，尝试不一样的感受”，还有学生反映与另一个同学程度差不多，不确定讲得对不对。虽然，自编他解的作业教师也会及时检查批改，但对于学生来说这是延时反馈，他们更希望通过同伴得到即时反馈。

教师要对学生收上来的改编作业及时批改，及时反馈给学生。也可以择优把改编得比较好的题目编入试卷，印发给学生。让学生接触其他同学改编的思路，借鉴别人的改编方向，拓宽他们的改编思维。而且把学生改编的新题编入试卷作为一种鼓励性措施，肯定学生的改编成果，激励学生继续改编出更好的新题。

后续活动中，也可考虑合作交流的模式增加小组的形式而不仅仅局限于同桌二人，自编他解的模式中增加前后桌互换改编作业，或者组和组对换的形式进行，扩大学生合作交流对象的覆盖面，进行更多元的思想交流，擦出不一样的知识火花。

3 高中生改编数学陈题调查情况分析

本论文在实验前后对实验班（全班 59 人，男生 11 人，女生 48 人）投放三次调查问卷，Q 表示实验前调查问卷，见附录 A，下文中 Q1 指代实验前调查问卷第 1 问。H 表示实验后调查问卷，由于实验后投放两次调查问卷，故用 H1 和 H2 区分实验后两次调查问卷，见附录 B 和 C。下文 H1.1 指代实验后调查问卷 H1 的第 1 问，H2.1 指代实验后调查问卷 H2 的第 1 问。调查问卷采用线下投放和人工统计数据的方式，回卷率除了调查问卷 H2 为 86%，其余均为 100%，数据用 Excel 2016 进行处理和绘图。

调查问卷主要进行了四个维度的调查：一是了解学生学习数学的困难所在；二是将实验前后实验班学生学习数学的情况与态度进行对比；三是分析改编数学陈题活动对学生学习数学所发挥的具体作用；四是分析学生对于改编数学陈题活动的具体环节的看法。

3.1 实验前学生学习数学困难情况分析

实验前在实验班组织了一次调查问卷，具体问题参考附录 A。为了解学生在实验前的数学学习情况，设计 Q6：进入高中后，在 9 个学科（语数英政史地生生物化）和 3 个主科（语数英）中将自己认为学习不理想的科目做个排名，排名如图 3.1 所示，在 9 个学科里，认为数学学科是学习最不理想的科目的学生比例高达 41%，将数学学科排在第二的占 20%，而将数学学科排在第三位的占 7%。在语、数、英三科里面，学生认为数学学习情况最不理想高达 73%，排名第二也占了 19%。从调查问卷结果显示，实验班的学生在数学学习上存在的问题。

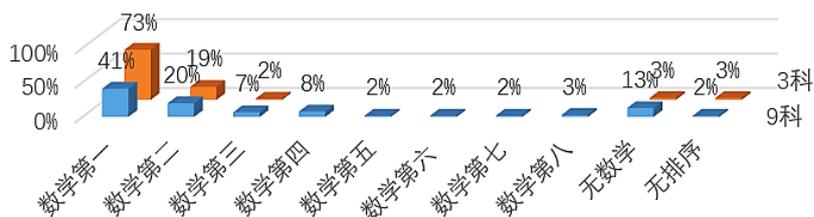


图 3.1 9 科与 3 科中数学学习不理想的排名情况

那么，学生认为数学学习的情况很不理想的主要原因又有哪些？如图 3.2，

学生对于 Q7“在平时数学学习或考试中遇到哪些问题？（可多选）”的作答中，有 33 名学生选择“粗心、马虎、成绩不理想”这一选项；有 25 名学生选择“苦学无效，成绩不佳”；有 28 名学生选择“对数学有畏难情绪、偏科、放弃数学”这一原因。从问卷调查看，学生在高一阶段学习数学的情况不理想的主要问题是学习不得法，知识迁移应用不顺利，从而学习效果不佳，导致学习积极性受挫，对数学产生畏难情绪，甚至出现放弃学习数学的情况。

另外对于 Q8“你认为在过去高一这一年学习里，数学学习不理想的原因是什么？（可多选）”这一问题，学生的作答如图 3.2 所示，学生中有 29 人选择“A 数学定义晦涩难懂”；44 人选择“B 数学定理抽象难理解”；50 人选“C 基础薄弱”；42 人选“D 高中知识生疏，没怎么做习题，不会运用”；32 人选择“E 高中知识体量比初中多，来不及掌握就上新课，跟不上”；还有 12 人选择“F 对数学没兴趣，压根没花心思在数学上”。

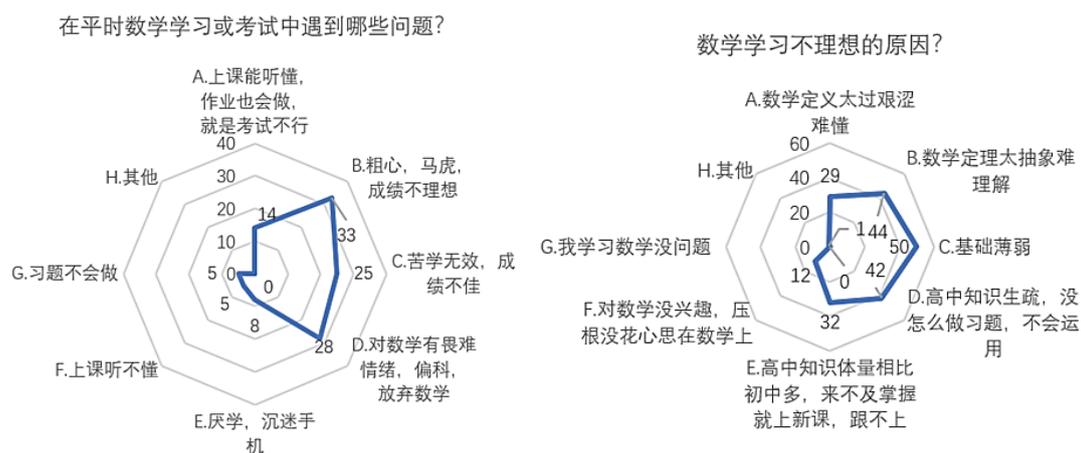


图 3.2 学习数学的困难所在与原因

从学生的回答来看他们数学学习不理想的主要原因是知识消化不全，理解不透彻，无法进行知识的应用。换句话说，就是对数学概念、公式、定理理解不清，导致解题没有思路或者解题过程出现问题。高中的学习任务 and 知识体量确实比初中重得多，初中数学偏具象，高中重抽象，对学生的学习能力要求也更高。刚上高中的学生需要调整学习模式以适应高中数学的变化，这对他们来说是个不小的挑战。此时教师如能提供多种学习方式，改善学生的学习习惯，帮助学生适应高中学习，完成初中与高中的知识与能力的接轨，才能保证学生在后续高中数学学习的质量。缺失这个过程，学生可能就会出现苦学无效，畏难偏科的情况。

3.2 实验前后学习数学情况对比分析

3.2.1 实验前后学生学习数学的兴趣对比分析

在实验前后调查了学生对学习数学的兴趣。从图 3.3 中可以看出实验后对学习数学感兴趣的学生人数从实验前的 6 名上升到实验后的 14 名。同时，在实验后针对问题“这学期改编数学陈题这个活动有没有增加你学习数学的兴趣？”，49%的学生觉得“没有”，12%的人觉得“有”，而 34%的人觉得“一般”，即不是所有学生都认为改编活动能增加他们学习数学的兴趣。

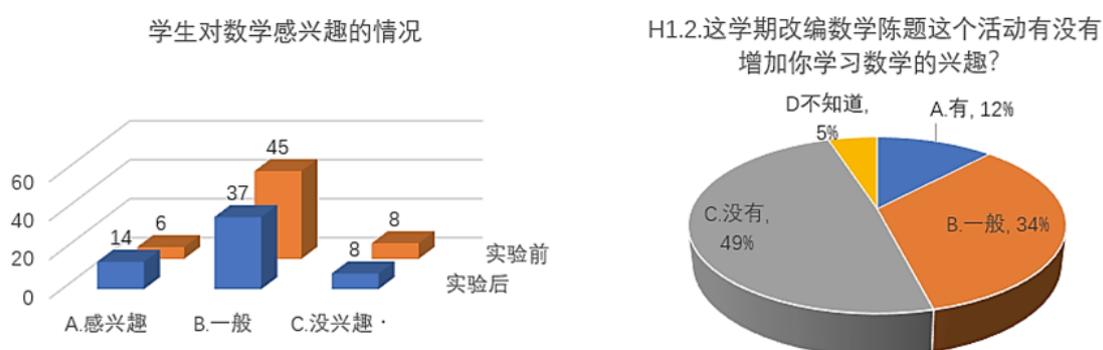


图 3.3 实验前后学生对学习数学的兴趣

如图 3.4 所示,对于问题 H1.3 “改编出一道数学习题让你觉得自己也可以学好数学吗? ”, 41%的学生觉得“没有”, 而觉得“有”和“一般”分别 22%和 29%. 但是在 H1.4 “改编出一道数学习题让你有成就感吗?”这个问题上, 班里 39%的学生选择“有”, 46%的学生选择“一般”, 没有的只有 12%. 显然, 学生在改编活动上获得的成就感比自信心要强得多。

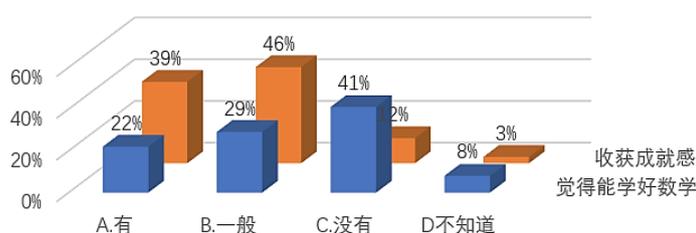


图 3.4 学生从改编活动中获得的感受

另外，在实验前后的调查问卷中，调查学生学习数学的动力是什么，并在实验后的调查问卷针对这道题的选项中增加“改编数学陈题活动”和“班级学习氛

围”这两项，如图 3.5 所示。调查发现实验后学生最大的数学学习动力依然来自“高考”。但是在实验后调查问卷中可以看出，“班级学习数学氛围好”也是学生学习数学的动力之一。紧邻其后的是“数学教师教得好”和“自己感兴趣”。也就是说增加学生学习数学的动力前三名都是外部因素，而内部驱动力“自己感兴趣”这个选项排第四。改编活动给学生学习数学带来的动力不大，只有 6 个学生认为该活动能增加了他们学习数学的动力。由此可以看出改编活动对于学生学习数学有一定的促进作用，但作用因人而异，有大有小。而学生学习数学的主要动力还是来自高考，改编虽然在一定程度上提高学生学习数学的兴趣和动力，但在学生看来，作用远没有“高考”“数学老师教得好”和“班级学习数学氛围”大。

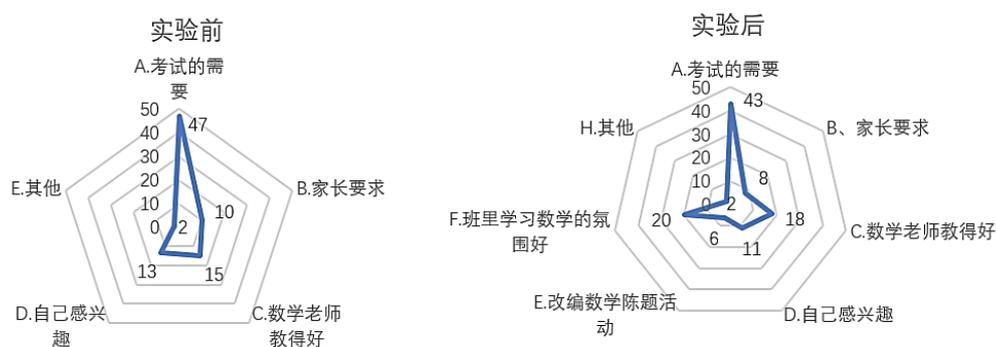


图 3.5 实验前后学生数学学习的动力对比

3.2.2 实验前后学生对数学学习的态度与满意度分析

实验前后均在问卷中了解学生对学习数学态度的自我评价，从图 3.6 看，学生学习数学的态度比实验前要好。“认真”和“一般”的人数都在提高，“认真”的学生多了 5%，“一般”的学生多了 12%名，而“不认真”的学生人数则从实验前的 36%下降到实验后的 24%。“讨厌数学，没学”的学生则不变，还是 2%。

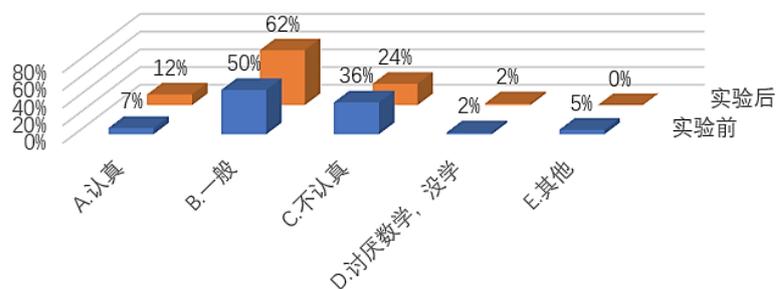


图 3.6 实验前后学生对学习数学态度的自我评价

在图 3.7 中可以了解学生对期末考试的学业成绩的满意程度的情况：实验后

学生对期末考试成绩觉得“满意”的人数和实验前一样占了全班的 2%，但是觉得“还行”的人数多了，从 16% 上升到 29%，而“不满意”的人数也降下来，降了 12%。有 13% 的学生感觉成绩比实验前有进步，对实验后的成绩比较满意。从学习态度和成绩满意度这两方面来看，实验后学生学习数学的情况比实验前要好。

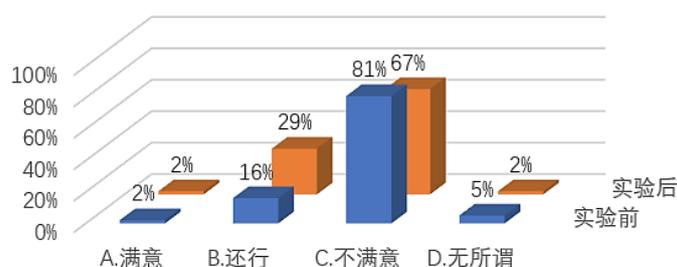


图 3.7 学生对期末成绩的满意度对比

另外，在调查问卷 H2 中设置了 H2.20 “这一学期，你觉得你的数学学习情况比高一如何？”与 H2.22 “这学期学习数学的情况和改编数学陈题这个活动有关吗？”这两个问题，借此了解学生对本学期学习数学状态的评价，如图 3.8 所示。其中 51% 的学生觉得这一学期的学习情况比高一要好，但也有 47% 的学生觉得没什么变化。而从学生的作答情况来看，有 72% 的学生认为改编数学陈题这个活动影响着学习数学的情况，但其中 49% 的学生觉得改编活动对学习数学的影响不是很大。根据学生对实验后数学学习情况的评价来看，不管是学习态度还是学业成绩，改编数学陈题活动对学生学习数学上发挥着正面促进作用，学生学习的情况在积极地向好的方向转变。

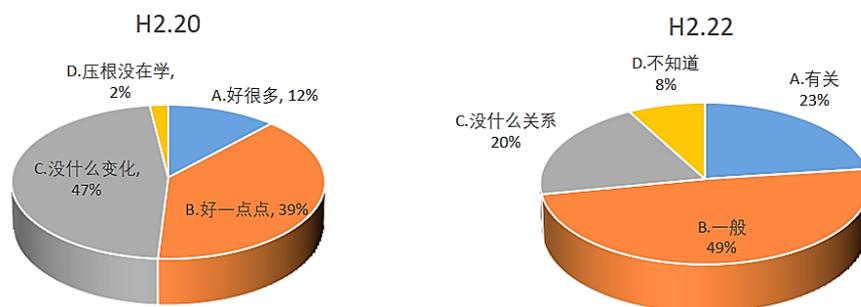


图 3.8 学生实验后对数学学习情况的评价

通过对比可以得出，学生觉得实验后的数学学习情况比实验前要好，而改编数学陈题这个活动在其中也发挥正面促进作用，但它并不是唯一作用，还有“高考”“教师”和“班级氛围”等其他因素影响学生学习数学。

3.3 改编数学陈题活动发挥的具体作用分析

在实验后调查问卷 H1 中，调查了改编数学陈题对于学生学习数学的具体作用，主要从新知识的理解、巩固知识点、知识点的应用、知识点的联结、解题情况和学习数学产生的新变化六个维度进行，如表 3.1 所示，具体问题参考附录 B。

表 3.1 H1 问卷主题调查的设置

主要调查项目	问题题号
对于强化理解新知识的作用	H1.6、H1.7、H1.8
对于巩固知识点的作用	H1.9、H1.10、H1.11
对于应用知识点的作用	H1.12、H1.13、H1.14、H1.15
对于知识点的联结	H1.16、H1.17、H1.18
对于解题情况的作用	H1.19、H1.20、H1.21、H1.22、 H1.23、H1.24
对于学习数学的作用	H1.25、H1.26、H1.27、H1.28

3.3.1 改编数学陈题对强化理解新知识的作用

从图 3.9 中学生的回答可以看出，改编活动比起单纯解题，更有助于学生理解新知识。数据显示 25% 的学生认为改编活动“能”帮助学生理解新知识，36% 的学生选择“一般”，31% 的学生觉得“不能”。对于改编活动能否使学生对知识更快上手这方面，25% 的学生认为“能”，37% 的学生选择“一般”，24% 的学生觉得“不能”。另一方面，从数据看只有 17% 的学生认为通过改编活动更能向其他同学解释新知识，而 39% 的学生觉得“一般”，24% 的学生则选择“不能”。

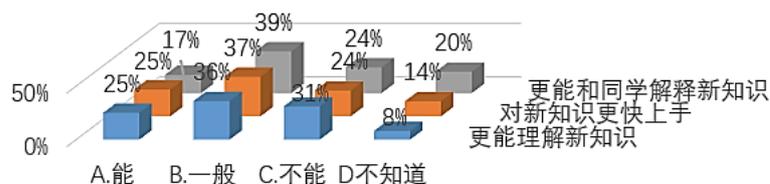


图 3.9 比起单纯解题，改编活动在学习新知识上发挥的作用

学生作答的情况差别不是特别大，每个选项所占的百分比相差几乎都是在

10%左右。对于实验班的学生来说，在新知识的学习上有 50%-60%的学生认为改编数学陈题这种方式比起传统的解题模式，更能促进他们对新知识的消化吸收，加深对新知识的理解，其中 20%左右的学生充分肯定了改编活动对新知识的理解所发挥的作用，但有 40%左右的学生则认为这个作用一般。

3.3.2 改编数学陈题对巩固知识点的作用

对于改编活动在巩固知识点上所发挥的作用，学生的回答出现分歧，没有形成较统一的意见。如图 3.10，对于改编活动是否更能帮助学生形成知识的框架体系，认为“是的”的学生占 14%，觉得“一般”的达 57%，而有 17%的学生选择“不是的”。另外，在改编活动使知识点印象更深刻这一问上，29%的学生认为“是的”，44%的学生觉得“一般”，还有 24%的学生选择“不是的”。而改编活动是否有助于学生更不容易遗忘知识，觉得“是的”的学生占 17%，选择“一般”的学生有 48%，而认为“不是的”的学生占了 20%。显然，对改编活动使知识点印象更深刻这一问上，认同的学生占多数，达到 29%。改编活动这个过程涉及学生再创造，是学生主动促成知识的输出与输入，故而学生对于改编过的知识印象会更深刻。

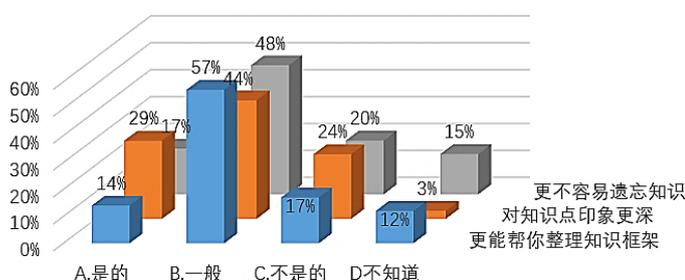


图 3.10 比起单纯解题，改编数学陈题对于巩固知识的作用

3.3.3 改编数学陈题对于应用知识点的作用

如图 3.11 所示，有 29%的学生肯定“改编活动促使学生主动思考知识点的应用”这一说法，而 52%的学生觉得“一般”，只有 14%的学生认为没作用。而改编活动对于总结知识点的应用这一方面发挥的作用，学生的认可度比较低，觉得“能”的学生只有 9%，“一般”的学生有 61%，“不能”的学生占到 20%，主要原因应该是改编的过程没有模板借鉴，没有标准答案可供参考，就是一道开

放性的题，需要学生主动思考和理解陈题，用发散思维等思维方法，寻找可以和陈题融合的知识点进行改编，这个过程能促进学生对知识点的理解与应用。但“总结知识点”未必是改编过程中一定要经历的环节，虽然学生需要思考知识点的应用方向，但可能就是停留在发散的阶段，没到归纳总结的程度，导致学生们对于“总结知识点”的认可度并没有像“主动思考”那么高。而“了解知识点的应用”与“了解知识点考察的题型”这个两方面的数据都差不多，“能”和“不能”的学生都占20%左右，觉得“一般”的学生却在50%左右。也就是说，比起单纯解题，学生能感觉到改编活动更有助于他们独立思考，理解和应用知识点，熟悉题型和总结知识点的应用，而且学生对于改编活动在应用知识点这方面发挥的作用的认可度几乎达到70%。

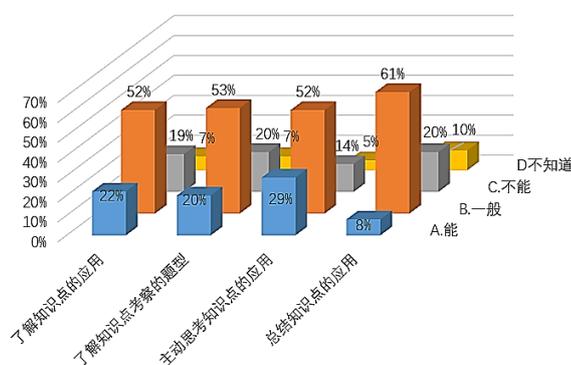


图 3.11 比起单纯解题，改编数学陈题对于应用知识点的作用

3.3.4 改编数学陈题对于了解知识点的联结

在图 3.12 中，24%的学生肯定改编数学陈题有助于他们找出“知识点之间的联系”，49%觉得该作用“一般”，也有 19%的学生并不认同这个说法，觉得相比单纯解题，改编活动也没有帮助他们了解知识点的联系。

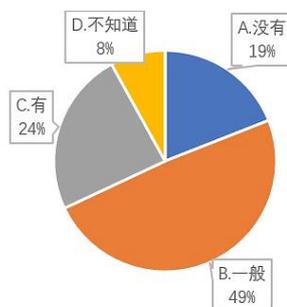


图 3.12 改编数学陈题对于找出知识点的联系的作用

另外，调查改编活动对于不同类型的习题解题情况的促进作用，学生的意见出现了分歧。通过对 H1.17 和 H1.18 这两道题的结果进行分析，了解到实验后，学生在基础题和提高题的解题情况，如图 3.13。基础题难度本来就比提高题要低，学生在此类题型的解题情况肯定比提高题要好。而实验后，24%的学生觉得做基础题更容易了，13%的学生觉得没变化。但对于提高题，只有 7%的学生觉得做提高题更轻松，25%的学生认为解题情况没有变化，可以看出实验后学生在这两种题型的解题情况上还是存在相当大的差异（该现象的解释在后文 41 页中提及）。

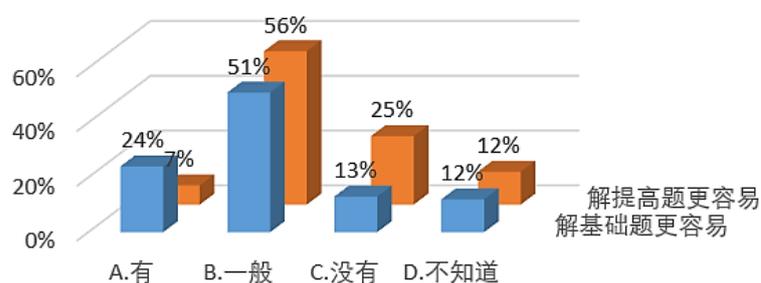


图 3.13 题型解题促进对比

3.3.5 改编对于解题情况的作用

通过实验后调查问卷 H1 对学生的解题情况进行调查，从图 3.14 可以看出：实验后，改编活动在“降低错误率”和“解题反应快”这两方面发挥的作用，学生认可度比较统一，76%的学生觉得获取解题思路的速度更快，但有 12%的学生不赞成此看法。73%的学生觉得解题错误率也比之前低了，同样的，也有 12%的学生认为改编活动并没有降低他们解题的错误率。但是在“解题时间”上，学生意见就很不统一了。51%的学生觉得解题的时间更短，但也有 29%的学生不同意这种说法，甚至 20%的学生选择“不知道”。虽然存在分歧，但从整体数据可以看出学生同意改编数学陈题活动提高他们的解题能力这种说法，认为改编活动使他们解题时对习题的反应变快，缩短解题时间，提高解题的准确率。

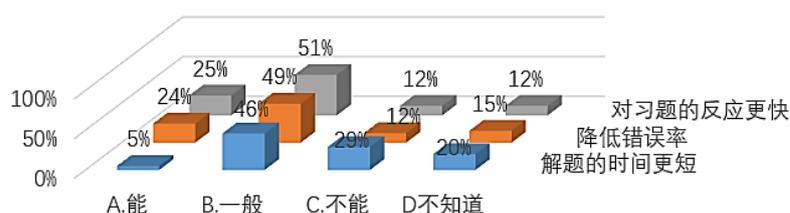


图 3.14 改编比起单纯解题，对于解题效率的促进

针对 H1.22“通过改编数学陈题这一活动,你觉得你解数学题的情况如何?”的调查,如图 3.15 可以得出有 44%的学生认为自己的解题情况比之前要好,其中 7%认为“比之前好很多”,37%认为“比以前好一点”,虽然没有 50%的学生认可,但觉得没有变化的学生占 30%,低于 44%,说明整体上学生的解题情况还是比实验前进步了.由此可以得出,改编数学陈题这种新的学习方式对于学生的解题情况有改善作用.随着学生改编能力的提高,解题能力也得到增强.

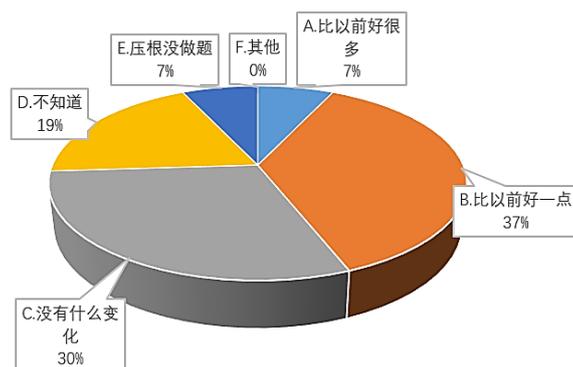


图 3.15 学生对实验后解题情况的判断

进行改编活动的目的之一就是借助学生改编能力的提高去促进学生的解题能力的提高.正如孟甚晖^[55]所言:“良好的解题能力未必带来良好的编题能力,但若是拥有良好的编题能力,则能提升自身的解题能力”.在下一个问题中也让学生对自己整体的解题情况做了评价,以便收集更多关于实验后学生解题情况的相关信息,了解更多关于改编活动对学生的解题能力的促进作用.

另外,从图 3.16 中可以看出学生在实验后的解题习惯发生了变化.学生在实验前解题习惯为“做完一道直接往下一道”有 43 位学生,在全班 59 人中占 73%,只有 25%的学生会思考一题多解,寻求更优解,进行题型总结.而实验后,有 28 个学生,即 47%的学生的解题习惯与实验前相比发生了变化,其中最大的变化就是 19 名学生会“思考如何改编”;而 9 名学生“会思考有没有其他的解法,寻找更优解”,还有 9 名学生“会反思解题过程哪里可以改进(比如计算过程等),达到更高效解题”,这两个选项选择的人数都比实验前多了 3 名,但“做题型总结”的人数没有发生变化.

这说明,改编活动在一定程度上促使学生的解题习惯发生变化,不再只重视结果而忽略过程,学生也不再只把习题仅仅看作解题对象,开始学会用发散思维

等思维方法联系知识点思考尝试改编陈题，同时学生也会在解题后对解题过程和结果做一番反思，优化解题思路，寻找更优解。而解题习惯的改善也会带来解题能力的提高，从而使学生在学习数学上能更上一个台阶。

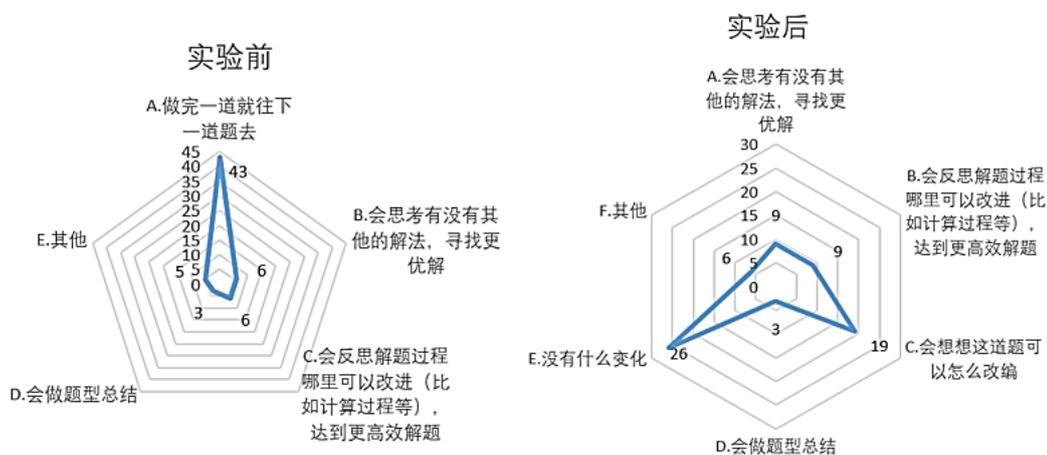


图 3.16 解题习惯对比

3.3.6 改编对于学习数学的作用

问卷中，让学生评价改编活动对于学习数学和学业成绩的提高是否有帮助。学生的作答如图 3.17 所示，有 81% 的学生认为改编数学陈题对于学习数学有帮助，明确“有”帮助的学生占到全班的 17%，感觉作用“一般”的学生占 64%。再针对这 81% 的学生进行提问：改编数学陈题对于提高成绩有帮助？觉得“有”和“没有”的人数一样，都是 6 名学生，占了 12%，而选择“一般”的学生有 29 人，占 60%。也就是说觉得改编活动对学习数学有帮助的学生中，有 72% 的学生觉得它对于提升成绩是有作用，但其中 60% 的学生感觉改编活动对成绩提升的作用一般。

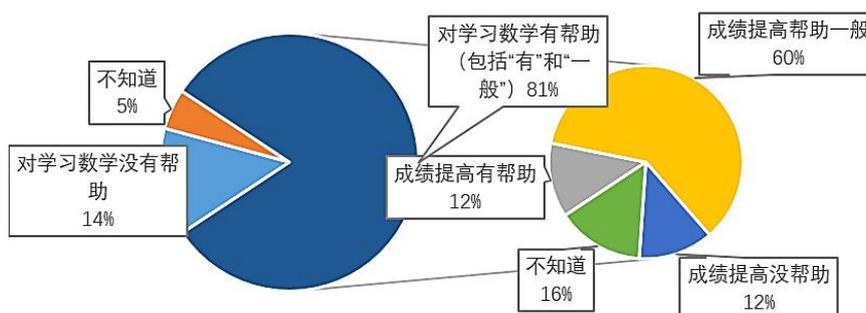


图 3.17 改编数学陈题活动对学习数学的作用

如图 3.18 显示，27 个学生认为改编数学陈题在学习数学上给予他们最大的改变是“合作交流”；20 个学生认为“花在数学的时间上更多”；16 个学生认为是“主动思考”；13 个学生认为“投入数学的精力更多”；还有 14 个学生认为“上课更专注了”。这些转变说明学生学习数学的积极性得到了提升，自主学习数学的意识也得到加强。对于改编数学陈题活动引发的变化对学生学习数学起到哪些帮助，21 个学生认为是“掌握知识点”；20 个学生选择“应用知识点”（20）；还有 16 个学生觉得是“学习上有成就感”；另外，还有 24 个学生认为“合作交流”是改编数学陈题活动给他们最大的帮助，实验班的学生通过改编活动增加了同学间的相互交流，而同学间的合作交流又促进了彼此的数学学习。

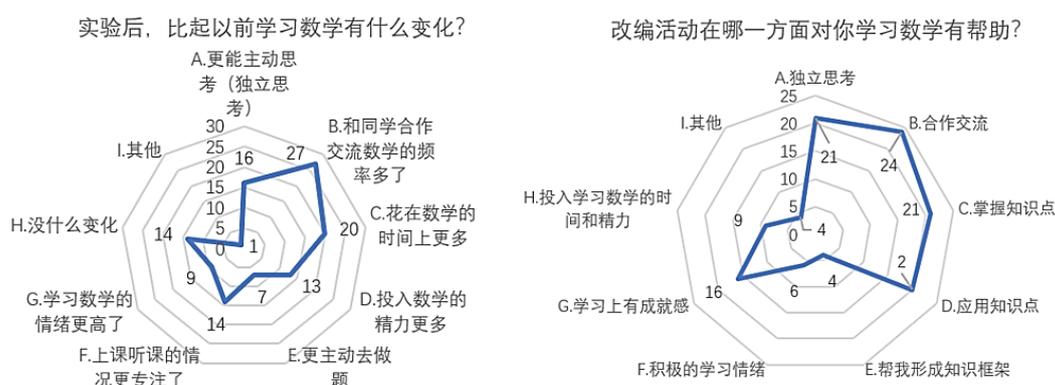


图 3.18 改编活动带来学习数学的变化

通过对学生进行实验前后的问卷调查，得出实验班学生对于改编数学陈题这一学习方式的认可度还是挺高的，但改编数学陈题这一活动给大部分同学带来的作用不是特别明显，在上述调查中，“一般”的比例基本在每道题所占的比例都是最高，也就是对于改编发挥的作用，大部分同学感觉介于“有用”和“没用”之间，认为这个作用不是很大。

3.4 学生进行改编数学陈题的细节情况分析

这一节的问题来自实验后第二份调查问卷 H2，具体问题见附录 C。表 3.2 列出该问卷的调查主题，主要是调查学生改编数学陈题活动的细节，从学生改编数学陈题的类型与原因，影响学生改编数学陈题的因素和对改编活动环节的看法这三个维度进行调查。希望通过调查问卷收集实验班的学生在改编数学陈题活动中的相关信息，以此作为后续活动调整的依据，寻找适合本校学生进行改编数学陈

题的活动模式.

表 3.2 H2 问卷的调查主题

主要调查项目	问题题号
学生改编数学陈题的方向与原因	H2.1、H2.2、H2.3、H2.4、H2.5
改编数学陈题的影响因素	H2.6、H2.7、H2.8、H2.9、H2.10、H2.11
对改编数学陈题环节的看法	H2.12、H2.13、H2.14、H2.15、H2.16、 H2.17、H2.18

3.4.1 学生改编数学陈题的方向与原因

改编数学陈题，通常从陈题的数据，条件、设问和结构入手其中，改数据、改条件和改设问是目前相对简单高效的改编方法。还有互逆法、字母化、对象一般化、增加解题层次、构建新情境等方法，这些改编方法对于学生来说难度会更大一些。

学生在平时改编过程中经常选择的改编方法从图 3.19 可以看出，主要针对“改条件”的就占 34%；“改数据”的有 33%；有 15%的学生会“改设问”；只有 7%的学生会进行“互逆”；仅 1%的学生会把陈题所有的元素都做了改变，即“创编”；也有 8%的学生改编没有针对性，有哪方面的改编思路就进行哪方面的改编。可以看出，学生进行陈题改编主要采用的是比较简单的改编方法，如改数据、改条件和改设问，对于相对有难度的互逆法和创编，敢于进行尝试的学生还是少数。

而学生选择这些改编方法的原因，在图 3.19 中可以得出有 33%的学生选择改编前会参考其他习题，借鉴它们与陈题之间的关联而做出的改编；32%的学生是觉得“容易”；还有 16%的学生觉得“有挑战性”才选择改编类型；以及 8%的学生是“看到其他同学这么改，学他们”。这其中只有 49%的同学（包括“参考其他习题”和“有挑战性”）在改编数学陈题时带着自己的想法中主动选择改编的类型。

这些信息都透露出实验班有一部分学生学习存在惰性，设置过低的学习目标，消极应对学习过程中出现的挑战，不愿意在活动上投入过多的时间和精力。但值得欣喜的是，有另外一部分同学相当认真地进行陈题改编，会在改编前查阅其他

习题，借鉴其他习题的解题思路、知识点，将习题和陈题相互融合，改编出一道新题。

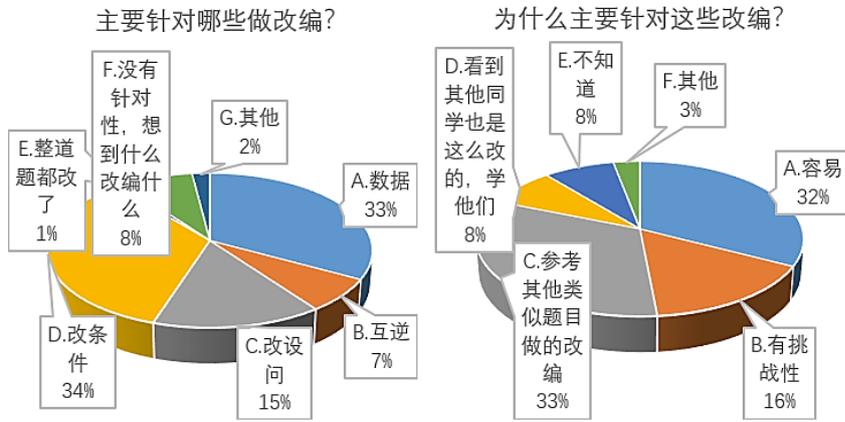


图 3.19 改编类型与原因

对于改编数学陈题涉及的知识点，在图 3.20 中，有 42% 的学生没有脱离陈题的知识点，比如陈题的知识点是等差数列的，那改编出来的新题还是等差数列；而有 37% 的学生选择的是陈题所在的知识体系，比如把等差数列改成等比数列，换成同体系的另一个知识点；只有 16% 的学生选择会联系其他知识点，比如把等差和函数知识相联系。这也就说明了为什么 24% 的学生改编后做基础题更容易，而对于提高题只有 7% 的人觉得轻松了了，究其原因就是实验班只有 16% 的学生尝试综合性强的提高题的改编，大多数学生对自己改编的要求不高，选择在相对容易的水平上改编数学陈题。

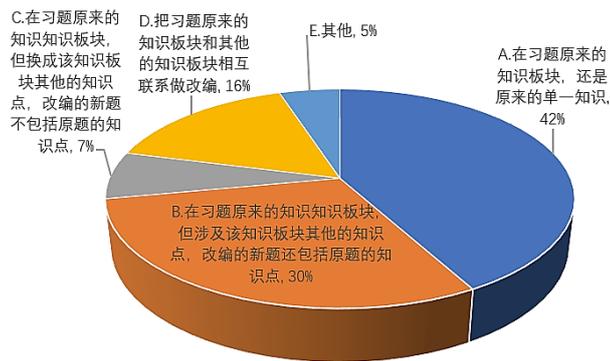


图 3.20 学生改编的知识的类型

从改编难度有关的两个问题中可以看出，52% 的学生改编的难度倾向于和陈题持平，选择加大难度的仅有 2% 的学生。而主要原因有 40% 的学生选择“太难了解不出来”；26% 的学生选择“容易”；还有 17% 的学生是觉得“有挑战性的”，

如图 3.21 所示. 从中可以看出学生对自己学习数学的自信心不足, 寻求在数学学习上突破的决心不大.

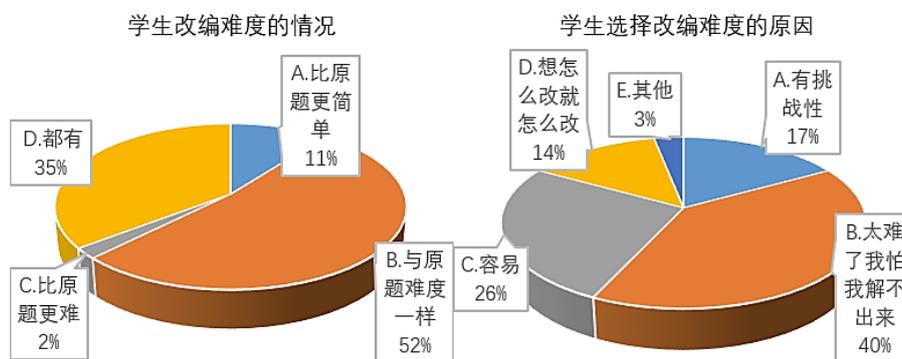


图 3.21 学生改编的难度与原因

在日常改编活动中, 教师由于没有对学生没有做出具体的改编要求, 而是让学生自行选择改编类型, 导致学生大多趋易避难. 估计这也是大多数学生觉得改编数学陈题对学习数学虽然有作用, 但作用却不大的原因. 学生没有跳出自己的舒适圈, 没有对自己多加要求, 追求数学学习上的突破. 教师要在他们掌握改编这种学习方式的基础上, 慢慢提高他们对改编的要求, 不能让学生总用“容易”作为陈题改编时的首选, 教师要及时发挥自身的指导作用, 引导学生跨过最近发展区, 获得更高的发展.

3.4.2 改编数学陈题的影响因素

对于学生在本学期教学内容中感觉哪些知识点容易改编, 哪些知识点改编起来比较困难的作答, 如图 3.22 所示. 有 26 个学生认为圆锥曲线的教学内容是本学期改编最难的知识点, 17 个学生认为直线是本学期改编比较容易的知识点, 18 个学生选择向量是改编比较容易的知识点. 有部分学生觉得圆和数列这两个教学内容的陈题改编有难度, 也有部分学生觉得容易, 选择的人数相差不大.

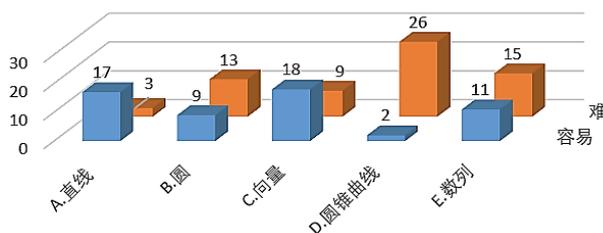


图 3.22 知识点与改编难度比较

是什么影响学生判断改编数学陈题的难易程度？在图 3.23 中，可以看出学生判断知识点改编的难易程度主要与他们掌握知识的熟练程度相关。在回答觉得改编容易的原因中，“知识点容易掌握”就占了 41%；“改编的陈题很简单，我会做”就占了 27%；而“知识板块的题目容易改编”也占了 27%。而觉得改编难的原因中，34%的学生认为是“知识点没掌握好”；25%的学生觉得是“知识点不懂”；也有 21%的学生是因为“改编的陈题不会做”；还有 20%的学生认为“这个知识的题目很难改编”。也就是说，对于简单易懂的知识点，学生掌握得好，解题情况理想，改编起来也就得心应手。而知识点晦涩难懂不理解，学生掌握不牢固，解题情况不理想，改编也就困难重重，即知识本身的难度影响着学生对改编知识的难易程度的判断。

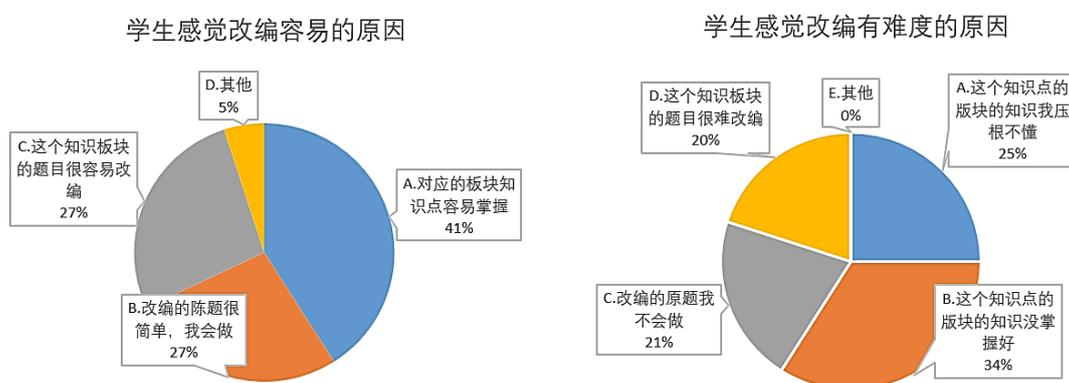


图 3.23 学生觉得改编容易与难的原因

另外，对于“进行改编的前提条件是什么”这一问题，如图 3.24 所示，26%的学生认为“要有数学基础”；25%的学生选择“改编陈题会做”，29%的学生觉得是“题目对应的知识掌握好”；还有 14%的学生觉得“其他知识也要掌握好”，这也表明影响学生进行陈题改编的因素之一就是学生对于知识的掌握程度。而在“在什么情况下，你更愿意去改编一道题（可多选）”这个问题中，也得出类似的结论：“题目简单”的学生占比 31%；“掌握了知识点”占 25%；“和同学交流后有好的想法”占 17%；“掌握改编方法，知道怎么改编”占了 13%。学生更乐意在陈题简单，知识掌握牢固，有好的改编想法的基础上进行改编。也就是说，学生对于知识的掌握情况越熟练，改编的意愿也就越强。

从以上分析的信息中可以得出，学生如果数学知识掌握牢固，数学知识应用熟练，在这样的情况下，学生是很乐意进行改编，不会觉得陈题改编是很困难的

学习任务，而且也很乐于和同学交流获得好的改编想法。但是，如果学生对于知识的掌握情况不牢固，应用也不熟练，就会打击到改编的积极性。

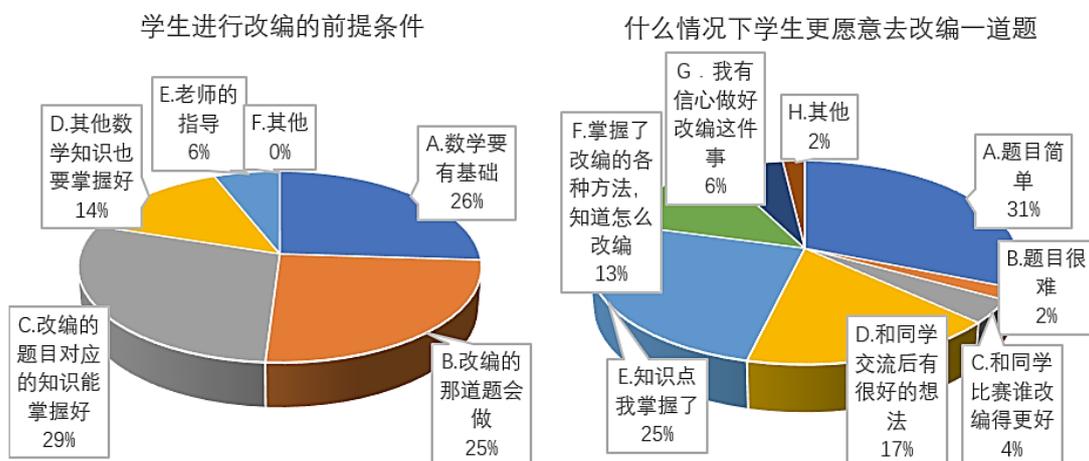


图 3.24 影响学生改编的因素

3.4.3 对改编数学陈题环节的看法

在改编活动中，学生改编得有特色的题目会被选入测试卷，也会找机会在课上用多媒体进行投影展示。对于这些环节，有 42% 的学生赞成，但也有 52% 的学生觉得无所谓，反对的人不多，也就 5%，如图 3.25 所示。而对于把“改编出问题的题目进行投影全班讨论纠正”这一环节，学生支持的很多，74% 的学生认为此举“印象深刻，避免犯类似的错误”；而“反对，觉得尴尬”的占 10%；觉得“无所谓，投影的题也不是自己的改编题”有 16%。总体来说，学生对于这两个改编结果展示的环节是给予肯定和支持的。

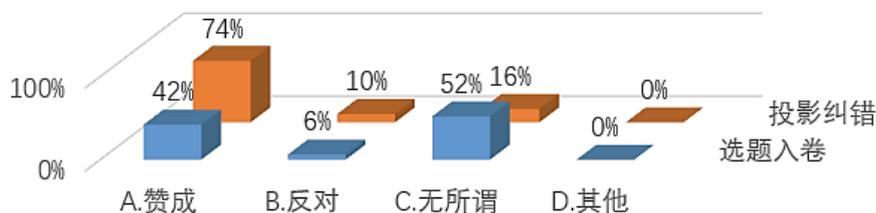


图 3.25 学生对改编环节的看法

本学期在实验班进行的陈题改编的课后活动形式主要有两种，40% 的学生喜欢自编自解的活动形式，16% 的学生更喜欢自编他解，这两种形式都喜欢的学生占 26%，都不喜欢的则占了 18%。从图 3.26 的数据来看，学生们更倾向于

自编自解.

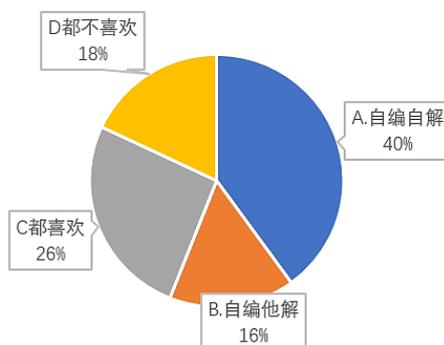


图 3.26 学生对活动形式的喜爱情况

而这些改编环节对学生有没有起到促进作用,学生的回答如图 3.27 所示. 对于选题入卷有助于学生提高改编能力,促使他们改编出更好的题目,15%学生表示有此想法,43%的学生表示一般,36%的学生则表示没有这种想法. 说明这一措施对于学生有一定的激励作用,学生会因为这一措施主动提高自身的改编能力,争取下次改编的题目能入卷. 而对于教师批改发回的改编作业,学生对改编出现的失误,14%的学生会印象深刻;8%的学生改完再找老师批改;22%的学生在自己解决不了的情况下会找同学帮忙;另外12%的学生会找教师帮忙解惑;还有2%的学生没去搭理作业的失误. 总的来说,学生还是很认真地对待教师给予的改编反馈,会积极处理自己改编中出现的问题,在自己解决不了的情况下会寻求老师和同学的帮助.

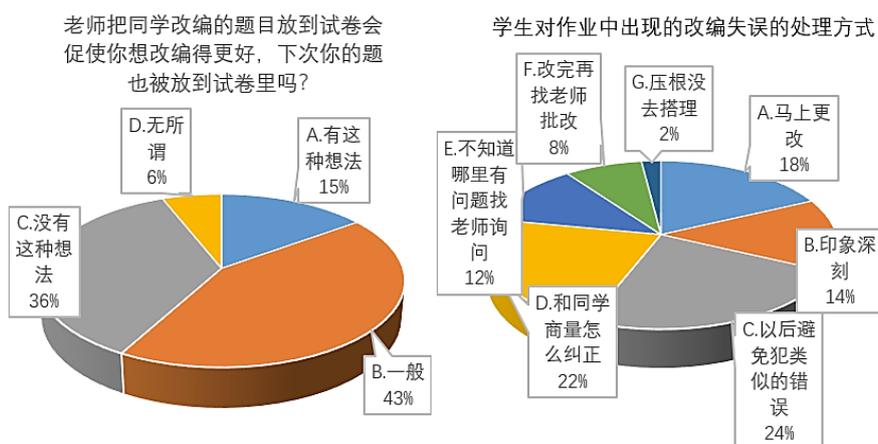


图 3.27 学生对改编结果的反应

如图 3.28, 对于把改编数学陈题作为作业布置,82%的学生不排斥,但对于

作业布置的题量和次数上学生有不同的看法，2%的学生表示“支持，（改编的次数和题量）越多越好”；48%的学生还是选择“支持，但一周一两次（改编）就好”；也有34%的学生表示“无所谓，按老师的安排来”，说明实验班的学生接受和掌握了改编这种新的学习方式，但在改编的题量和次数上需要灵活处理。改编数学陈题比起解题，花费的时间和精力也不少，在适度范围内，保持学生改编的乐趣，才能在学习数学上产生积极促进作用。而改编的题量和次数太多，占用学生过多的时间和精力，反而引起学生的反感，得不偿失。

最后，学生进行改编活动，45%的学生会将其视为作业，把改编活动当成是教师布置的任务完成，有被动的味道在里头。但也有38%的学生在完成作业的同时，把陈题改编当作一种新的学习方式，而且还有17%的学生是基于兴趣去改编。这说明，学生在尝试改编活动后，对改编数学陈题这个活动感兴趣，或者认为这种学习方式适合自己，会主动去完成改编，而不是仅仅把它当作“作业”去完成。

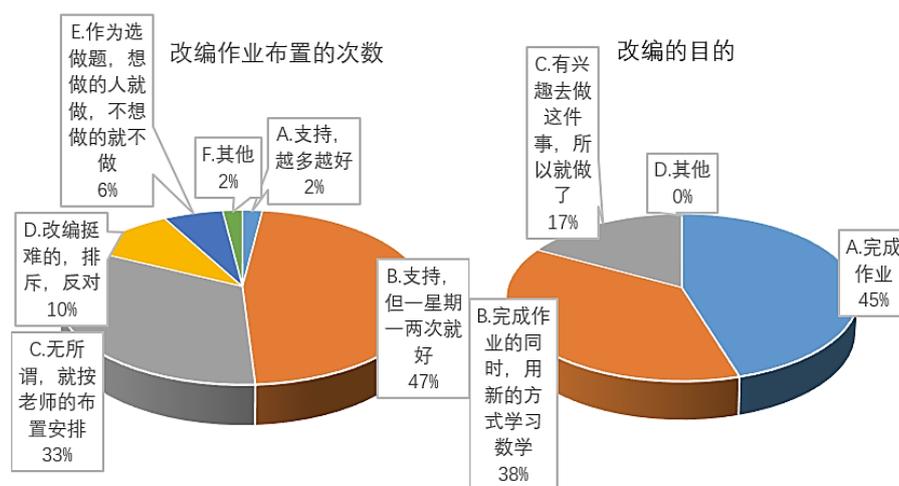


图 3.28 学生对改编活动的看法

3.5 本章小结

本章是对实验班（全班 59 人，男生 11 人，女生 48 人）发放三份调查问卷进行总结，一份问卷在实验前线下发放，另外两份在实验后期线下发放，通过对三份问卷进行分析，得到如下结论：

学生在高中学习数学阶段存在一些学习习惯问题，导致数学学习成绩不理想。这些问题主要归结如下：一是学生学习数学不得法，导致知识点一知半

解，不能独立解题；二是学习方法机械，应付不了灵活多变的数学题；三是对知识纵向横向的应用不牢固，面对综合性强的习题无从下手。这些问题导致学生苦学无效，萌生放弃学习数学的念头。

实验后学生学习数学的情况有所转变，不光体现在平时学习数学的态度上，还体现在期末学业成绩上，72%的学生认为这些转变和改编活动有关。虽然改编数学陈题这个活动在学生学习数学中确实发挥正面促进作用，但在学生看来它并不是唯一起作用的因素，还有“高考”“教师”和“班级氛围”等其他因素影响学生学习数学的情况。

在调查问卷中，调查学生关于改编活动对数学学习发挥的作用的这些题目中，选项的设置有四个，分别是“有”作用、作用“一般”“没有”作用和“不知道”。其中，超过50%（包含“有”和“一般”）的学生认可改编活动在帮助学生去理解新知识，巩固和应用知识点，改善解题情况这几方面发挥的作用，有81%（包含“有”和“一般”）的学生认为改编活动对于学习数学有帮助，有72%（包含“有”和“一般”）的学生觉得它对于提升成绩是有作用的。这里面存在一个问题，学生作答时选择“一般”的比例几乎是四个选项中最高，都在30%到60%，也就是说学生虽然感觉改编活动在数学学习上发挥作用，但又觉得这些作用不是十分明显（该现象的解释在后文51页中提及）。

通过调查问卷还发现实验班至少有30%的学生改编数学陈题时倾向趋易避难，没有寻求数学学习上更大的突破。这个时候需要教师及时介入，既要肯定学生的改编成果，也要鼓励学生进行“梯度性”（层层递进，加大难度）的改编。在学生力所能及的范围内，鼓励学生尝试有挑战性，有难度的陈题改编，追求数学学习上更大的进步。

学生赞成改编活动中选题入卷和投影纠错等环节的设置，对于课后改编作业的布置，82%的学生不排斥，但对改编作业布置的次数和题量就出现分歧。通过学生的问卷反馈，考虑后续改编活动采取必做题和选做题交叉的形式布置，一个星期布置2到3道必做题，在这个基础上再增加2到3道选做题。避免出现有的学生觉得改编作业少，有的学生觉得改编作业多的不平衡局面。布置作业时，老师要鼓励有能力的学生选择多做几道选做题，争取更大的进步。

改编数学陈题这种学习方式的研究还是在初期发展阶段，文献资料也比较少，教师在进行实操时，要根据学情，紧跟学生改编步伐。同时利用好调查问卷等形式，及时反馈学生的改编情况，适时调整改编活动的进度，达到真正提高学生学数学的积极性。

4 高中生改编数学陈题的访谈分析

通过调查问卷初步了解学生对于改编数学陈题这一活动的态度与看法,但调查问卷更多的是从客观角度展示现象,却无法解释现象出现的原因与意义.比如为什么有学生觉得改编活动对于他们学习数学的作用一般?所以本论文结合调查问卷的结果设置了一份访谈提纲,对实验班的学生进行半结构化访谈,深入了解学生对于改编活动的想法.借助 nvivo 11.0 软件对访谈内容进行编码,用质性研究的主题分析方法分析访谈文本,试图诠释两个主题:第一,学生认为改编对于他们学习数学的作用一般的原因;第二,改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用.

4.1 访谈设计与实施

选取实验班 11 名学生,3 男 8 女,采取“非概率抽样”的“目的性抽样^[56]”:即按照研究的目的抽取能够为研究问题提供最大信息量的研究对象.选择依据一是询问语文老师的意见,选出表达能力强的学生,为的是能顺利完成访谈,给研究提供更多信息.陈向明说过:“质性分析选择访谈者的依据之一就是他们愿意说”.依据二是根据其数学课堂表现,选学习态度认真积极的学生.11 名学生根据期末成绩分层,涵盖“高分层(4 名)”“中分层(4 名)”和“低分层(3 名)”(期末成绩 50 分以上为高分层,30-50 分为中分层,30 分以下为低分层).从成绩进步情况来看,涵盖了“稳定进步(5 名)”“进步不稳定(4 名)”和“没进步(2 名)”三种情况(稳定进步是指三次阶段考试,分数一次比一次高;进步不稳定是三次阶段考试,分数起伏不定,时高时低;“没进步”就是分数三次考试成绩呈下降趋势),故 11 位研究对象具有典型性.在对第 10 名、11 名访谈者内容进行编码时,没有新的编码出现,编码密度饱和,停止访谈.为确保分析结果的效度采取“参与者检验^[56]”法:将研究结果反馈给被研究者,看他们对结果有什么反应.

为了深入了解学生对于改编数学陈题活动的看法和评价,以及学生改编的相关细节这一研究目的,先行编制了一份半结构化的访谈提纲:

第一，对改编的看法：学习状态变化、难度和改编具备的条件；第二，改编细节：方向、类型、难易程度和原因；第三，改编对知识点的应用：知识点的理解、巩固、应用和联结；第四，改编对解题能力的作用：解题情况、解题习惯和改变；第五，学生对改编的反馈：习题的展示、纠错作用、对活动的建议；第六，改编对于数学学习的作用：提高数学能力、提升成绩。

学期期末，对学生进行了半结构化访谈，访谈形式是面对面访谈。访谈前向学生说明访谈的研究目的，每名学生的访谈时间在 6 到 40 分钟不等，总共访谈 309 分钟。采访前得到学生的同意，对访谈内容进行录音，录音转录成文本，共计 78661 字的文本，用 nvivo 11.0 软件对文本进行编码和分析。

4.2 文本信息分析

学生的访谈内容采用质性分析方法中基于归纳式的主题分析（TA）^[57]。Virginia Braun 和 Victoria Clarke 于 2006 年在他们的论文中探讨了主题分析的理论和方法，认为主题分析通常不是用来发展理论，而是侧重描述，寻找主题分类，将零散的文本进行提炼、转换和解释。而归纳式的主题分析就是自下而上的，自文本归纳生成主题，具体步骤^[58]如下：

首先，仔细阅读数据（访谈内容），以确定与研究主题相关的有意义的文本单位（即句子或词语，例如“我改编的题能够给大家看到就很开心”）。第二，处理同一问题的文本单元按分析类别分组，并给出临时定义（例如，愉悦的学习体验）。同一文本单元可以包含在多个类别中。第三，对数据进行系统审查，以确保确定名称、定义和支持每个类别的详尽数据集（有意义的文本单位的集合，比如“愉悦的学习体验”之下除了类似“我改编的题能够给大家看到就很开心”，还有“这样是会有一些成就感”“改编会有趣一点”等的文本单元的补充，确保访谈内容提及的相关文本单位都能收集进来，使“愉悦的学习体验”的诠释更饱满更充实）。第四，将类别组合成主题（例如，改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用）。

主题初定后对上述步骤进行多次循环，直至主题明确清晰无歧义。主题分析揭示了两个关键主题：第一，学生认为改编对于他们学习数学的作用一般的原因；第二，改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用（以下分析中均用学生姓名的

首字母指代学生)。

4.2.1 主题一：学生认为改编对于他们学习数学的作用一般的原因

根据学生的访谈情况，在对文本多次反复阅读提取编码后，形成了主题一的编码结果，如表 4.1 所示。表中交代了主题一之下的每个代码，以及每个代码提及人数、提及次数和示例，以下示例仅摘录一个文本范例作为展示：

表 4.1 主题一编码展示

主题一	代码	提及人数	提及次数	示例
学生认为改编对于他们学习数学的作用一般的原因	改数据没有什么作用	6	9	觉得改数据好像对我也没有很大的用处
	改数据的原因	6	8	容易
	改数据的人不少	3	6	有时候他们也是改一下数据
	改编简单的原因	6	7	觉得改编对我来说好像不太有什么很大的作用，所以我就（应付）
	综合性（习题包含的知识点不止一个）	7	17	改编的话，你可能有时候是一个知识点扩到两个三个
	基础题	3	6	我一般很少把它延伸到其他知识里面去
	创新	4	12	看看能不能创造出一点新的东西出来
	建议	6	11	不要单纯改数据，改更多题型

进行改编时，首先要考虑从哪个角度进行改编，比如改数据、改设问、改条件和互逆法等。在和学生访谈过程中，提及“改数据”的学生有 9 名，总共提及 21 次（将“改数据没什么用”“改数据的原因”和“改数据的人不少”三项合并统计）。其中学生关于“改数据”的看法有“比较方便，比较省事”“就是把数

据改一下”和“改数据，改别的条件有时候不会解题”，说明“改数据”在学生看来是改编方法中相对简单的一种方法。

在编码过程中，学生的访谈文本里频频出现类似“改数据没有什么作用”的说法，在了解“改数据没什么作用”之前先来看看“改数据”所发挥的作用。对于“改数据”所发挥的作用，学生 H 提及他“改数据”会有意“把数据改得更大”，为的就是锻炼自己的计算能力。学生刚开始接触改编，“改数据”可以说是相对简单的改编方法，“改数据”也确实能提高学生的运算能力，再次巩固陈题的知识点，但它同时存在着局限性。

而“改数据没有什么作用”这个代码的相关编码有 6 名学生提及，总共提及 9 次。学生 M 认为“因为我觉得如果你只是换个数据你还是只是懂了这道题，但是你没办法想到其他东西”，还有学生 Y 也提及“你去改数据其实是又重新做一次而已，就感觉没有什么太大的用处”，甚至有学生觉得“这样有点没用啊，就改了数据”。在与学生的访谈中了解到学生应用“改数据”这种改编方法时就只是简单地把数据改一下，解题思路基本没有发生任何变化。这种程度的数据改编只是把陈题重新做了一遍，对于数学学习的意义确实不大。

虽然学生觉得“改数据没什么作用”但是班里选择“改数据”的学生的比例不小，根据调查问卷中“改编数学习题主要针对什么内容做改编？”的结果显示：实验班 33% 的学生是倾向于“改数据”。从学生的访谈中也再次印证班里大多数学生进行改编时首选“改数据”这种方法，存在“改数据的人也不少”这一现象。“有时候他们也是改一下数据”“后面的可能会有很多（同学）改个数（据）”。在询问学生“改编活动有哪些环节需要调整”也能看出“改数据的人不少”这一现象，学生 H 希望“您针对我们去怎么改，不是说让你们随便去改编，就有很多（同学）会改一下数据而已”。

既然学生都觉得“改数据没什么作用”，那为什么选择“改数据”的学生还在少数？在调查问卷“为什么主要针对这些(改数据、改设问、改条件)改编”，33% 的学生选择“容易”。而访谈时，学生也是这么描述的“改数据的原因”：“容易”“改别的条件有时候不会做”和“有点懒”。显然，学生在进行数学学习时，选择的都是简单的学习任务，明显的趋易避难，这在针对改编活动细节的问卷调查和访谈中也是可窥一斑。

在对改编的知识点和难度的选择，也暴露出学生对于学习的目标设置过低，不愿意投入过多的努力在改编活动中。在问卷调查“你改编的难度一般是什么”的结果中，52%的学生选择“和陈题一样的难度”，10%选择“更简单”。调查“你选择改编难度的原因是什么”时，40%的学生选择“怕太难了做不出来”，26%的学生选择“容易”。在访谈中学生对于改编难度的原因描述和问卷调查的结果差不多，“就是我做不出来，或者是我觉得写的不对，然后我就会把它再稍微改的简单一点”“毕竟反正我是觉得改编对我来说好像不太有什么很大的作用，所以我就（应付）”，还有自编他解中为了其他同学能解题而降低难度的，比如有学生说“有简单（自编他解给同学做），也有复杂，复杂，我就自己做（自编自解）”。学生不愿意进行有挑战性的学习任务，也不愿花费过多的时间与精力在学习数学上，马虎应付改编过程中布置的作业。

在调查问卷中调查“你改编的知识点是什么”，有42%的学生没有脱离陈题的知识点，比如陈题的知识点是等差数列的，那改编出来的新题还是等差数列；而有37%的学生选择的是陈题所在的知识体系，比如把等差数列改成等比数列，换成同体系的另一个知识点；只有16%的学生选择会联系其他知识点，比如把等差和函数知识相联系。另外，针对习题“综合性”的选择，学生通常不会过多联系其他知识点。有学生这么回答“大概针对这道题的知识”“我一般很少把它延伸到知识比其他知识里面去”和“就是这道题，然后差不多就这道题涉及的一些体系”，这导致学生基础题的解题情况比实验前好，有24%的学生认为解基础题更容易，而只有6%的学生觉得解提高题的情况比实验前好。不管是改编的知识点、难度还是改编方法的选择上，学生都是选择简单容易的。也就是说学生学习数学的积极性不高，对自己学好数学的自信心不足，不愿意付出更多的努力学好数学。

也有学生解释“因为我觉得我们底子比较薄弱，我们初中老师觉得基础要打好一点，然后我就想先把基础容易的先掌握好”。由此也可以看出学生在高中学习数学的模式还是受初中的学习模式影响，被先前的学习经验影响着，习惯于先把基础打好。

学生明白学好数学要先把数学基础打好，然后再寻求突破，知道数学这个学科不是光靠基础扎实就可以学好。正如学生们自己说的“其实数学就是你要把所

有的知识连贯起来”“试卷出的题不只是一个板块的题，因为总的一个总结期末总结，像这种情况下，大多都是把所有的知识点汇总在一起的”，无论出于应试的考虑，还是数学学科自身的特点，放在学生面前的数学问题和习题都不可能永远只在一个知识点上做文章，它需要我们联系多方面的知识，综合性地解决新的问题。所以打好数学基础是学习数学的一个关键，但是基础打好后，学生是否就真的会设置更高的学习目标，寻求数学学习上的突破？从学生的访谈可以看出，他们是把这个希望寄托在教师，希望教师给他们布置更有挑战的学习任务，而不是自己主动去做出改变。

在询问学生改编活动哪些环节需要调整，希望学生提出“建议”时，学生 X 是这么说的“您针对我们去怎么改，不是说让你们随便去改编，就很多会改数据而已。如果您提要求，就是让我们改什么条件”，另一个学生 J 也说“不要单纯改数据，改更多题型”。两位学生都希望教师在改编活动中对学生改编数学陈题提出更具体的要求，明确学生运用互逆法和改设问等其他方法改编陈题，认为教师没有明确改编陈题的要求，大部分学生包括这两名学生都会选择“改数据”。虽然学生知道“改数据”的作用有限，但还是会选择“改数据”，面对数学学习中出现的新问题、新挑战，学生不是自己设置更高的学习目标，主动迎接挑战，反而是希望教师给予干预，布置更有挑战性的学习任务，督促他们学习数学。

另外，为了解学生这学期学业成绩进步的情况与改编知识点、改编方向的选择以及对“改数据没什么用”的看法这几个维度是否有关系，本论文绘制表 4.2。把学生分成“稳定进步”“进步被稳定”和“没进步”三类，统计这三类学生提及表中代码次数与人数，对统计结果进行对比分析。从中可以看出，学生进步情况与对“改数据没什么用”的看法和改编方向选择上存在着分歧，“稳定进步”的学生深知仅仅“改数据”作用不大，倾向于“创新”和“综合性”。如有学生认为“因为改编常常会想到，如果能够用更多的知识点能够涉及的话，比较有挑战性的”“看看能不能创造出一点新的东西出来”，他们更倾向于把陈题改编往创编的方向走。而“进步不稳定”的学生虽然认同“改数据没什么用”而且考虑改编倾向“综合性”，但他们对于“综合性”的描述是“偏综合一点点”，这体现出他们的改编“综合性”程度不是很高。对于“没进步”的学生，没有出现与“改数据没什么用”这个代码相关的文本，对于“综合性”的描述也只提到 1 次，如

有学生认为“改编前当然是综合题可能是改不来的，然后在改编之后我可以改编”，说明改编活动增加了他们与“综合性”习题的接触。也有学生提及“创新”：“我自己想要去创造一种新的思路去改编”，比起“稳定进步”和“进步不稳定”的学生，“没进步”的学生在这几方面的描述上人数和次数相对较少，而“基础题”的描述是最多的，达到3次，在3类学生中是最多的。从中可以看出，学生如果清楚认识到“改数据”的局限性，没有一直停留在“改数据”的层面上，也敢于对自己提出有挑战性的改编任务，改编出更有难度、“综合性”更强的新题，进行创编，这种情况下改编活动对于学生在数学学习上的促进作用会更大。

表 4.2 次数与人数

代码		综合性	基础题	改数据没什么用	创新
次 数	稳定进步	9	2	4	9
	进步不稳定	7	1	5	0
	没进步	1	3	0	3
人 数	稳定进步	3	1	4	3
	进步不稳定	3	1	2	0
	没进步	1	1	0	1

从改编类型、改编知识点与难度这三个维度的分析，可以得出改编数学陈题这种学习方式对于学生学习数学是有促进作用，但作用因人而异，可大可小。如果学生只是一味倾向“改数据”和“基础题”，又没有难度的突破，浅尝辄止，总是停留在打好数学基础的层次上，那改编能带来的作用是有限的。

学生不愿意把时间和精力放在改编上面，也不愿主动寻求数学学习上的突破，在改编活动中趋易避难、浅尝辄止，主要原因是他们的学业自我效能感低。班杜拉把学生对于自己能否完成某一特定学习目标所需能力的判断称之为学业自我效能感^[59]。学业自我效能感较低的学生会设置较低的学习目标，面对学业挑战的态度更为消极，遇到挫折时不愿意投入努力，也难以调动积极的学习策略^[60]。这些因素影响学生在数学学习时投入的时间与精力，带来学习效果的不如意^[61]。

所以教师在活动中要全面考虑问题，考虑学生的具体情况，有些学生就是敢于挑战；有些学生呆在舒适圈不愿走出来。教师要区别对待这两类学生，对于敢

于挑战的学生，教师可以放手让他们进行多方面的改编尝试，而呆在舒适圈里的学生，必要时教师要采取措施让他们走出舒适圈，迎接新的挑战。踌躇不前的学生未必没有能力用其他方法改编陈题，而是他们的动力小，或者缺乏自信，这个时候教师就该鼓励学生勇于尝试。初期学生对于改编不熟悉，那么“改数据”应该是最简单的入门。学生刚开始尝试改编也只会中规中矩，不会对题目做过多的重组整合。这样的“过渡期”教师应该允许它的存在。但是当学生接触更多改编方法后还停留在“过渡期”，教师就应该适当介入，借助各种措施鼓励学生，增强他们学习的自信心，提高他们的学业自我效能感，积极学习数学，尝试各种可能性，提高改编的质量和学习的效果。

4.2.2 主题二：改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用。

根据学生的访谈情况，可以得出改编数学陈题对于学生学习数学有促进作用，而其中较突出的作用是哪些方面？在对文本多次反复阅读提取编码后，形成了主题二：改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用，编码情况如表 4.3 所示。表中交代了主题二之下的每个代码与代码提及人数、提及次数。

表 4.3 主题二编码展示

主题二	代码	提及人数	提及次数
改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用	类似的题	8	28
	题型	9	36
	改编步骤	9	12
	改编出题	4	6
	鼓励性措施	10	17
	教与学	6	14
	探讨	4	15
	想学更多	6	17
	新的学习方式	6	9
	印象深刻	8	14
	愉悦的学习经历	9	30

改编数学陈题，在解题之上多了一个改题的环节。访谈中询问了学生改编数

学陈题时的步骤，学生是这样回答的：“我觉得首先是对原题目要熟悉，知道它是怎么运用的，然后要改的话，要对这道题目所涉及到的知识点，我们可以想一想可以怎么样去融合”“如果要改编的话，先要知道的是那道原题的解题步骤，才能知道那道题所涉及的知识点，然后才可以从这个知识点延伸到这个板块所涉及到的其他知识点”“比如说你要改编这道题，你会找很多跟它相似的题，然后找一下这么两道不一样的题，它们中间有什么联系”。学生要先复习理解陈题有关的知识点，有的同学还要在题海中认真选择做参考，甄别后才着手改编。这个过程需要他们调动自身知识储备，进行知识点的融合，思考怎么出一道不同方向的新题，是学生在陈题基础上进行题型和知识点的再创造。

对他们来说，改编是配合解题进行知识输入与输出的新的学习方式。正如学生 YY 认为“我觉得可能高一的时候就单纯老师给我们题，然后这学期可能是我们会自己去改，再去想这道题如何解决”。通过改编，学生不再奉行“拿来主义”，而是主动消化吸收，结合发散思维，逆向思维等思维方法去改编、去解题。

学生谈及改编过程和解题情况时，都提及“类似的题”和“题型”。在与学生访谈中了解到，他们在改编的过程中会找与陈题类似的题目，通过比较融合，改编出一道新题。这个过程是学生自己探究的过程，可能针对的是知识点，也可能针对的是题型，但因为是他们自己得出的结论，进行了知识的输入与输出的又一轮循环，又是自己创造出和知识有关的习题，故而对知识印象深刻。这个过程中，一是促进学生新旧知识的联系，在旧知识的节点上生成新的节点。二是生成了一个刺激，再次遇到类似的习题，他们的反应就比较快，很快识别出这道题就是自己改编过的陈题的类似题，对这种题的解题效率也就提高了。用学生 Y 自己的话来说，“可能我在做这道题的时候，我可能想到说如果是其他类型题，我可以用差不多的方法，然后可能脑子里就会有这么一个记忆点，下次做到那种类型题的时候，我就会想到我上次有差不多有这么想过，我就会这么做了”，借助“类似的题”，学生积累了解题经验，后续出现的相似的习题也就能够快速解决。

同时，改编也让学生熟悉了题型，“我接触到更多的题型”“反正改编能让我们更了解一些题型，然后在考试有时候考到就会更顺一点，不会什么都不会”，通过改编，学生一方面熟悉了题型，增加对习题的熟悉程度。另一方面，了解一个知识点不同方向的考察方式，加深对知识点的理解，能更迅速地获取题目的信

息，提高学生的信息提取能力和解题效率。

学生在解题过程中，如果以往的经验中发现一个类似的问题，那么解决当前问题的可能性就比较大。李和海伍什的有关调查也发现，能够成功解决问题与解题者对问题的熟悉程度有高度的正相关（相关系数 $r = 0.74$ ）^[62]。改编活动促进学生对同一类题型的熟悉程度，积累了解题经验，又是学生主动促进知识的消化应用，往后再遇上类似的习题，就能快速调动先前的知识储备解决问题。

但为什么解题和改编题相比，改编过的知识印象会更深。学生觉得“因为我改编过”“因为有自己的肯定是会很深刻的”“因为改编对一道题的改编，就可以让自己更清楚这一道题更了解，更能记住这一道题”，比如学生 R 觉得“因为如果当成是解题的话，大家就算不懂的话也会按照解析然后去理解，但是改编的话是按自己的理解，然后去做那道题，没有什么答案没有解析，只能凭借自己跟同学之间的交流去探讨这个问题”，所以学生对改编的知识的记忆也就比解题更深刻了。对改编的知识和题型更熟悉，也就更能应对往后出现的类似的习题。改编比起解题，多了一个知识输入与输出的过程，也就是再创造的改题过程，它并不是像解题有现成的目标找寻知识点，而是要以知识点为中心发散出去，找寻其他知识点进行联系，没有所谓的解析和答案可以借鉴，只能靠自己或者其他同学交流才能完成。潘贵文^[63]也指出：在编写练习题的过程中，没有固定的、现成的模式，学生只有充分调动自己的知识储备，通过探索、思考和综合，才能编写出丰富的练习题。

另外，通过访谈，了解到学生对于知识的输入与输出的类型主要分成两类，一类是学生独立改编出题，自身促进知识的输入与输出，发生在学生独自改编的时候。而另一类则是学生与学生之间相互交流时发生的，学生间的相互交流可能是“探讨”也可能是“教与学”。在调查问卷中，学生也认为“合作交流”是改编数学陈题活动给他们最大的帮助。关于改编过程出现的“教与学”，学生们是这么看待它的：“教与学是一个变的过程，我要同时教给别人的时候，我觉得我这道题会掌握得更好一点”“也有可能就是他记的时候不会，我可以教他在过程中我可以解释这道题了，我已经会解释这道题的方法，就会掌握这一种（题型）”“有时候他们觉得没办法的话，其实我觉得他们可以的话，我会告诉他们相应的应该怎么去做的这些”，正如费曼学习法强调的，能解释清楚的，才是真正懂

了知识，解释不清楚，说明对知识还是一知半解。改编活动增加了学生交流的次数，也提高了学生当“小老师”的频率，这个过程和自己独自改编的体会与收获是不一样的。“学习金字塔”也指出教授别人比起自己实践，对于知识的留存率能高达到 90%，比实践多 15%。

虽然讨论对应的知识留存率只有 50%，低于实践和教授，但学生们也很享受讨论带来的乐趣：“我觉得更能够与同学交流，然后解题，我觉得我应该这样解，他觉得应该那样子，这种思想的碰撞我觉得很好”“因为改编的话，实际上我不会只按照我自己，我也会去吸收其他同学的那些改编的思路，然后我也会跟同学一起讨论这道题如果是这样改编的话会怎样的解，看最后能不能解出一个正确的”“比如说改这道题目，然后拿给我的同桌做，然后发现她做出来的跟我不一样，我就会问她是为什么，然后之后她会告诉我他是怎样理解怎样去解的，然后发现跟我想的是不一样的，然后我们就会去讨论是到底是怎样是正确的”。在数学学习过程中并不是每一个学生都能担当“小老师”的角色，讨论在学习上更普遍，发挥的作用也是不可忽视的。学生间的交流不仅能吸取别人不一样的想法，还能帮助学生找到自己的知识盲区，这种平行交流对于学生来说是一种头脑风暴，促进思维的发散，产生思想的碰撞。

无论是平行交流，还是学与教的过程，都是学生主动表达自己的想法，表述自己对知识的理解的过程。这个过程中，数学知识就不再是冷冰冰的公式定理，而是流动着的知识，在学生的火热的交流中相互传递。这是改编对于学生学习数学的突出作用之一：促进学生与学生之间的合作交流，提高学生学习数学的积极性，在不同程度促进学生知识的生成，加深学生对于知识的理解应用。虽然一开始是教师以作业的形式督促学生进行改编活动，学生是被动的，但随着改编活动的进行，改编就成了学生积极主动的探索，给他们带来了愉悦的学习体验。不管是自身改编促进知识的循环，还是与其他同学相互作用促进知识的输入与输出，这两种类型都是在传统的教学模式之上，增加知识的流动性和传递性，提高学生对知识的理解、巩固和应用能力。

再者，在改编过程设置了鼓励性措施：一是把学生改编得有特色的新题编成试卷印发给全班学生做；二是把这些新题用教室设备进行投影，让学生在课上作为习题解决。实施鼓励性措施对于学生的作用主要是：第一，来自教师的鼓励和

肯定, 给学生带来自豪感、成就感的同时, 也给了学生学好数学, 改编出好题的动力。“我改编的题能够给大家看到就很开心”“会, 我会想到时候再继续去改, 因为我觉得能被拿上去, 可以说也是一种鼓励什么的, 然后就想要说做到更好, 会有一股动力在”“有一点比如说别人做的题, 我改编的跟他类似他的题被送上去了, 然后我就觉得我也很自豪, 我跟他改编的差不多”。有研究表明: 在数学教学过程中, 教师给予学生的关心、鼓励等的交流会影响学生的学习投入, 如果来自数学教师的支持越多, 学生在数学学习上就越投入^[64]。第二, 接触到其他同学的改编新思路, 认识到同一个知识点的不同题型, 拓宽学生思维。“他的题可能跟我的题的方向不一样, 然后会去做他的那个题, 就是相当于多认识了另一种题型”“我可能会把一些我觉得有帮助的我会记下来, 然后后面去改一些新的题目的时候, 可能会运用到他们的运用”。解题会形成解题思维定势, 改编过程中也不可避免会出现思维定势。学生经常接触其他学生改编得不一样的新题, 也是一种交流, 能帮助学生认识到自身改编的不足, 完善改编策略, 提高改编能力。

综上所述, 改编活动对于学生学习数学的突出作用主要体现在学生独立改题, 学生之间合作交流和教师在活动中对学生给予鼓励这三个环节。这几个环节让学生在独立思考中内化知识, 在同学的相互交流中消化吸收知识, 又在改题过程中应用知识, 形成知识输入与输出的循环链。这条学习链中学生完善了自身的知识体系, 积累解题经验。发现自己能解题, 而且解的习题有比以前多, 学生觉得开心, 产生成就感, 从而激发他们学习数学的兴趣和动力, 激励他们想学更多数学知识。随着数学能力的提高, 学生学习的积极情绪也越高。研究表明: 只要能力得到提升, 就会体验到积极情绪^[65]。而学生的切身体会也说明了这一点: “因为我改之后我发现我做出来了就很有成就感, 然后就想要去做更多的那一种”“因为现在改编, 然后我就有激发我想要去做题的那种兴趣”。在这样一个良性循环中, 学生学习数学的主动性有所提高, 知识储备得到扩充, 数学能力获得发展, 学业成绩也就得到提高。乔晓熔和赵俊峰^[66]的调查也印证了积极情绪与学习成绩之间的关系: “学生在学习数学时积极情绪越高, 数学成绩会越好”。

对于学生来说, 改编数学陈题是一种新颖的学习方式, “因为改编题也相当于在另一种方式的做题”, 在他们看来, 改编活动既不是独立于以往的学习模式之外, 也不是凌驾于解题之上, 而是一种新的视角、新的获取知识的方式。教师

以改编为媒介，用有别于以往的模式联系着学生与习题之间的关系，能有效打破学生思维定势，提供一个新的视角，让学生用出题者的角度看待解题，从而发展数学解题思维。

4.2.3 效度检验

为了保证研究结果的效度，本论文采用参与者检验的方法对结果进行检验：制作了一份 PPT，如图 4.1、4.2 所示，向实验班进行了主题分析结果的汇报。学生听完汇报后，如果觉得内容需要补充，或者对汇报的结果有不同的看法，就写在纸上交上来。根据学生反馈的意见来看，他们同意教师的汇报，故此次主题分析的效度得到保证。

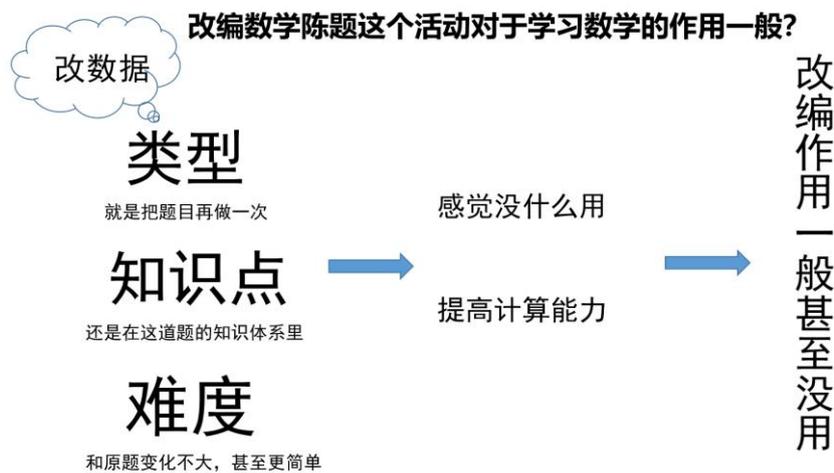


图 4.1 汇报主题一

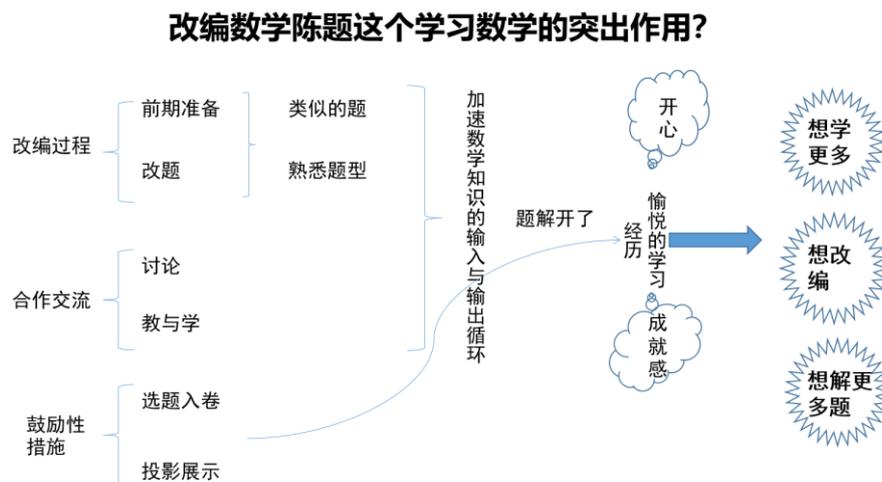


图 4.2 汇报主题二

5 高中生改编数学陈题的学业成绩分析

本论文通过调查问卷和访谈分析得出：改编数学陈题对于学生学习数学有正面促进作用。为了证明改编活动对于学生学习数学的有效性，本论文对实验班的学业成绩进行横向和纵向的比对。

首先借助 SPSS 20.0 软件对实验班（全班 59 人，男生 11 人，女生 48 人）和对照班（全班 56 人，男生 36 人，女生 20 人）在实验前后的学业成绩进行独立样本 t 检验对比，结果显示实验后实验班与对照班在学业成绩上差异极其显著，且实验班的成绩优于对照班。接着，在实验班的学生没有进行“结构不良”题型的专门训练，仅依靠改编活动的迁移作用的情况下，对实验前后实验班解“结构不良”题型的學生人数进行统计，通过卡方独立性检验得出：“实验班在‘结构不良’题型上的解题人数的增长的与改编数学陈题活动有关联”，该推断出现错误的概率不超过 5%。

5.1 理论知识

本节主要阐述与假设检验相关的理论知识，如 H_0 和 H_1 假设、小概率原理、显著性水平 α 和 P 值。另外再结合 SPSS 20.0 对数据分析的结果介绍独立样本 t 检验和卡方独立性检验。

5.1.1 假设检验的原理

假设检验又称统计假设检验，是对提出的“假设”进行“检验”，是一种基本的统计推断形式。

首先，我们要先了解什么是 H_0 和 H_1 假设。在进行研究时，会有一个预期假设。比如本论文使用独立样本 t 检验（详见后文 70 页）时的预期假设就是：实验班与对照班测试成绩的平均分存在明显的差异，该差异不是由随机误差造成的。这个假设就是预期假设，也叫备择假设或者对立假设^[67]，记作 H_1 。

统计学不能直接验证备择假设，需要建立一个与之对应的假设，叫做零假设，

也叫虚无假设^[67]，记作 H_0 。比如，上面的备择假设 H_1 对应的零假设 H_0 ：实验班与对照班测试成绩的平均分存在的差异是由随机误差造成的。

而假设检验的推断形式是通过概率理论来进行推断，依据是用“小概率原理^[68]”来“拒绝假设”。所谓“小概率原理”就是小概率事件在一次试验观测中几乎是不可能发生的，或者说基本上不可能发生。

假设检验的过程就是在零假设 H_0 成立的前提下，某一个小概率事件在一次观测中发生了，这就有理由认为零假设 H_0 是不对的，从而拒绝零假设 H_0 而接受备择假设 H_1 。反之，若在一次试验中，没有出现小概率事件，就没有理由拒绝假设 H_0 ，此时通常接受假设 H_0 ，这就是假设检验中所依据的“小概率原理”。当然，要注意这样下结论并不是万无一失，只是出错的可能性很低。

既然有小概率事件，就涉及到小概率。在假设检验中，当零假设 H_0 成立时，却发生小概率事件导致零假设 H_0 被拒而接受备择假设 H_1 。这个小概率事件的概率，一般用 α ^[69] 表示，称为显著性水平或者置信度、信度。它的含义是当零假设 H_0 成立时却被拒绝的概率或风险，也就是假设检验中犯“弃真”错误的概率。

α 的大小是人们根据检验的要求确定，一般会根据实际情况选择。传统意义上通常选择 $\alpha = 0.01$ 或 $\alpha = 0.05$ 等，也就是说，当接受零假设 H_0 时，其正确的概率为 99% 或者 95%。反之，拒绝零假设 H_0 接受备择假设 H_1 ，犯错误的可能性不超过 1% 或者 5%。

比如对实验班和对照班的高一期末考试的成绩平均值进行独立样本 t 检验（详见后文 70 页），结果显示数据大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，意味着没有出现小概率事件，要接受 H_0 拒绝 H_1 ，即两个班在高一期末考试的成绩平均值存在的差异是由随机误差造成，两个班的数学成绩没有差异，水平一致，该结论正确的概率为 95%。

而对实验班和对照班的高二期中考试的成绩平均值进行独立样本 t 检验（详见后文 71 页），结果显示数据小于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，也就意味着发生了小概率事件，要拒绝 H_0 接受 H_1 ，即两个班在高二期中考试的成绩平均值存在明显差

异，该结论犯错误的概率不超过 5%。在本论文中，显著性水平一般取 $\alpha = 0.01$ 或 $\alpha = 0.05$ 。

除了利用显著性水平 α 做检验外，还可以使用 P 值^[69]检验。 P 值检验思想的基本方法是：选择一个检验统计量 t ，在假定零假设 H_0 为真时，根据样本值计算此检验统计量的值 $t(x)$ 及概率 $P = P\{t \geq t(x)\}$ ，概率 P 即为 P 值。

目前常用的检验方法就是将 P 值与显著性水平 α 进行比较来判断是否保留零假设 H_0 ，具体如下：

如果 $P > \alpha$ ，则显著性水平 α 下接受零假设 H_0 拒绝 H_1 ；

如果 $P \leq \alpha$ ，则显著性水平 α 下拒绝零假设 H_0 接受 H_1 。

由样本值求出的 P 值比较客观，与事先设定的 α 值进行比较，可以得出更为准确的检验结论。

比如对实验班和对照班的高二期末考试的成绩平均值进行独立样本 t 检验（详见后文 71 页），得到 $P = 0.0002 < \alpha = 0.01$ ，则显著性水平 $\alpha = 0.01$ 下拒绝 H_0 接受 H_1 ，即实验班与对照班在高二期末考试中的成绩平均值存在极其明显的差异，该结论犯错误的概率不超过 1%。

5.1.2 t 检验

进行实验时，把实验对象分成实验班和对照班，在教学变量保持一致的情况下，实验班采用新的教学方法，对照班用传统教学方法。实验后得出实验班成绩的平均值 \bar{x} 和对照班成绩的平均值 \bar{y} 且 $\bar{x} > \bar{y}$ ，此时不能贸然下结论，认为新的教学方法优于传统方法。 $\bar{x} > \bar{y}$ 也可能是随机误差或者其他原因导致，所以需要借助统计方法才能做出推断，这种统计方法就是均值差异显著性检验方法，称之为 t 检验^[70]。

t 检验包括单样本 t 检验、独立样本 t 检验、配对样本 t 检验。单样本 t 检验是进行样本平均值与总体平均值的比较；独立样本 t 检验是进行两组样本平均值差别的比较，本论文采取的就是独立样本 t 检验；配对样本 t 检验是对配对资料的平均值比较，即配对 t 检验^[71]。

独立样本 t 检验的基本思想^[72]内容如下:

设两组样本的样本量分别为 n_1 和 n_2 (样本容量 n_1 和 n_2 都大于 30, 称为独立大样本), 平均值为 \bar{x} 与 \bar{y} , 方差为 s_1^2 和 s_2^2 . 两组样本均来自两个正态分布的总体: $X \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $Y \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ (μ_1 、 μ_2 为总体的平均值, σ_1 、 σ_2 为总体的方差).

建立假设为: 零假设 $H_0: \mu_1 = \mu_2$, 意为两样本平均值的差异完全由抽样误差造成, 两个总体的均值相同. 备择假设 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, 两样本平均值的差异除抽样误差造成外, 也确实反映了两样本总体的平均值存在的差异.

计算统计量, 本研究实验班与对照班的人数均大于 30, 属于独立大样本. 在独立大样本的情况下, 检验时使用统计量:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (5-1)$$

根据统计量进行统计决断, 如表 5.1^[73]所示. 表中各项指标的具体含义: 如果根据样本计算出来的 $|t| < 1.96 = t_{0.05}$, 表明样本值未落入拒绝域, 即等于或大于样本统计量的概率大于 0.05, $P > 0.05$, 检验结果 H_0 拒绝 H_1 , 指两样本所属的总体平均数无显著性差异, 该结论正确的概率为 95%.

如果计算出来的 $t_{0.05} = 1.96 < |t| < 2.58 = t_{0.01}$, 表明样本值在 0.05 显著性水平上落入拒绝域, 而在 0.01 显著性水平未落入拒绝域, 就是等于或大于样本量的概率等于或小于 0.05, 而大于 0.01, 即 $0.01 < P \leq 0.05$, 其检验结果在 0.05 显著性水平上拒绝 H_0 接受 H_1 , 指两样本所属的总体平均数是有显著性差异的, 该结论犯错误的概率不大于 5%.

如果实际计算的 $|t| > 2.58 = t_{0.01}$, 表明样本值的值在 0.01 显著性水平落入拒绝域, 就是等于或大于样本量的概率等于或小于 0.01, $P \leq 0.01$, 其结果是在 0.01 显著性水平上拒绝 H_0 接受 H_1 , 两样本所属的总体平均值有极其显著性差异, 该

结论犯错误的概率不大于 1%。

表 5.1 t 检验统计决断规则

$ t $ 与临界值的比较	P 值（与显著性水平 α 比较）	检验结果	显著性
$ t < 1.96 = t_{0.05}$	$P > 0.05$	接受 H_0 拒绝 H_1	不显著
$t_{0.05} = 1.96 < t < 2.58 = t_{0.01}$	$0.01 < P \leq 0.05$	在 0.05 显著性水平上拒绝 H_0 接受 H_1	显著
$ t > 2.58 = t_{0.01}$	$P \leq 0.01$	在 0.01 显著性水平上拒绝 H_0 接受 H_1	极其显著

进行独立样本 t 检验要求两个样本的总体方差相等，即方差齐性。当两样本所属的总体方差不同时，即方差不齐，根据公式 5-1 计算出来的“ t ”值就不服从相应的 t 分布，此时需要对结果进行校正^[71]。所以在进行独立样本 t 检验前要先进行方差齐性检验，根据方差齐性检验的结果做出相应调整。

以实验班和对照班的高一期末成绩为例，通过 SPSS 20.0 进行独立样本 t 检验，得出下表 5.2。首先阅读方差齐性检验对应的 P 值，如果此值大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，表明方差齐性，独立样本 t 检验的最终 P 值以“假设方差相等”对应的 P 值为准。反之，则对应“假设方差不相等”的 P 值^[74]。比如表 5.2 中方差齐性检验的 $P = 0.168$ 大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，方差齐性。最终独立样本 t 检验的数值看“假设方差相等”的 $t = 1.355$ ， $P = 0.178$ 。

表 5.2 独立样本 t 检验结果

		方差齐性检验		均值方程的 t 检验		
		F	P 值	t	df	P 值（双侧）
高一期末 考试	假设方差相等	1.923	0.168	1.355	113	0.178
	假设方差不相等			1.360	111.978	0.177

最后通过两种依据来判定结果，一种是 t 值，另一种是 P 值（双侧）。查阅表 5.1， $|t|=1.355 < 1.96 = t_{0.05}$ ，得出 $P > 0.05$ 。也可以直接从 P 值（双侧）得出 $P = 0.178 > 0.05$ ，显然利用 P 值（双侧）来判定结果更为简单一些，使用 t 值则需要查阅表格进行转换。检验结果显示 P 值大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，即接受实验班与对照班在高一期末考试的成绩没有显著差异这个结论，该结论可靠性为 95%。

5.1.3 卡方检验

卡方检验即 χ^2 检验，是英国数学家卡尔·皮尔逊发明的用于判断两个因素是否相关的假设检验方法^[75]。基本原理是通过 χ^2 值的大小来检验实际观测值与理论值之间的偏离程度。主要有两种用途：独立性检验和适合性检验。独立性检验是判断两个或两个以上变量之间是彼此相关还是相互独立，适合性检验是比较观察频数与期望数是否吻合^[76]。本论文所用的是 2×2 列联表形式的卡方独立性检验。

卡方独立性检验的基本思想^[77]内容如下：

先做出独立性假设 H_0 与 H_1 。比如为了了解性别与体育锻炼的经常性有无影响，建立零假设 H_0 ：性别与体育锻炼的经常性无关联，并建立备择假设 H_1 ：性别与体育锻炼的经常性有关联。接着，根据样本的变量关系进行频数统计，建立 2×2 列联表，如表 5.3 所示。以变量分类“性别”和“体育锻炼的经常性”为例，那么变量 A_1 、 A_2 分别为经常锻炼与不经常锻炼；而变量 B_1 、 B_2 分别为男生与女生。

表 5.3 列联表

	变量 A_1	变量 A_2	总计
变量 B_1	a	b	$a + b$
变量 B_2	c	d	$c + d$
总计	$a + c$	$b + d$	$n(n = a + b + c + d)$

建立 2×2 列联表后，采用以下 χ^2 检验公式：

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 n}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} \quad (5-2)$$

对于任何显著性水平 α ，可以找到相应的正实数 x_α ，使得下面的等式成立： $P(\chi^2 \geq x_\alpha) = \alpha$ 。称 x_α 为临界值，这个临界值可以作为判断 χ^2 大小的一个标准。显著性水平 α 越小，临界值 x_α 越大。只要把 α 取得充分小，在零假设 H_0 成立的情况下，事件 $\{\chi^2 \geq x_\alpha\}$ 属于小概率事件，意味着几乎不可能发生。如果该事件发生，就可以拒绝 H_0 接受 H_1 。当然，这个推断可能会犯错误，但犯错误的概率不会超过 α 。

表 5.4 给出了 χ^2 独立性检验中几个常用的显著性水平 α 与相应的临界值 x_α 。例如，对于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，有具体检验规则：当 $\chi^2 > x_{0.05} = 3.841$ 时，推断 H_0 不成立，即认为 A 与 B 之间不独立，该推断犯错误的概率不超过5%。当 $\chi^2 < x_{0.05} = 3.841$ 时，没有充分的证据推断 H_0 不成立，故认为 A 与 B 独立。

表 5.4 α 与相应的 x_α

α	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
x_α	2.706	3.841	5.635	7.879	10.828

以“性别与体育锻炼的经常性”为例，用 SPSS 20.0 进行卡方独立性检验。先进行数据统计，建立 2×2 列联表，如表 5.5 所示。

表 5.5 列联表

	不经常锻炼	经常锻炼	合计
女	192	331	523
男	128	473	601
合计	320	804	1124

最后，通过 SPSS 20.0 分析出来的卡方独立性检验结果如表 5.6 所示， 2×2 列联表中每项变量对应的频数 $F > 5$ ，且样本量 $n > 40$ ，数据参考 Person 卡方。如果 $1 < F < 5$ ，且 $n > 40$ ，则用连续校正 b 的数值。若 $F < 5$ ，且 $n < 40$ ，就用 Fisher 的精确检验数值^[78]。表 5.5 中数据 192、331、128、473 都大于 5，且样本量 $1124 > 40$ ，结果参考表 5.6 中的 Person 卡方，得到 $\chi^2 = 32.624$ ， $P < 0.001$ 。

表 5.6 卡方检验

	值	df	渐进 P 值 (双侧)	精确 P 值 (双侧)	精确 P 值 (单侧)
Person 卡方	32.624	1	0.000		
连续校正 b	31.871	1	0.000		
Fisher 的精 确检验				0.000	0.000

同样的，卡方独立性检验结果也可以从两方面判定结果， χ^2 值和 P 值。查阅表 5.4，得到 $\chi^2 = 32.624 > 10.828 = x_{0.001}$ ，同时渐进 P 值（双侧）小于显著性水平 $\alpha = 0.001$ 。显然， P 值判定结果更直接一些。 χ^2 值和 P 值均推断 H_0 不成立而接受 H_1 ，即认为性别与体育锻炼的经常性有关联，且犯错误的概率不大于 0.1%。

5.2 实验结果与讨论

5.2.1 阶段性测试简析

本论文整理了实验班与对照班三次阶段性考试的学业成绩，见附录 D，以此分析改编数学陈题对于学生学习数学的有效性，数据分析均用 SPSS 20.0 进行分析，而统计图则用 Excel 2016 版本进行制作。

本次教学实验是从高二第一学期开始，高一期末考试的学业成绩属于实验前的成绩。如图 5.1 所示，在高一期末考中，实验班平均成绩为 23.01，对照班的平均成绩为 19.93，两班相差 2.08 分，平均值显示两个班略有差距。

高二期中考试是在实验中期进行的一场测试。实验班与对照班的平均成绩分别为 31.16 和 21.32，两班相差 9.84 分，与实验前的平均值差距相比，两班平均

值的差距拉大.

高二期末考试是在实验后期阶段进行的一次测试. 实验班和对照班的平均成绩分别为 29.53 和 20.54, 平均分相差 8.99 分. 相比期中考试的平均成绩, 两班的平均值差距缩小, 但仍存在一定的差距. 这可能是因为期末考试的试卷是区统考出卷, 其难度比校内出卷难度要高, 所以两个班级的学业成绩的平均值出现明显下降的趋势.

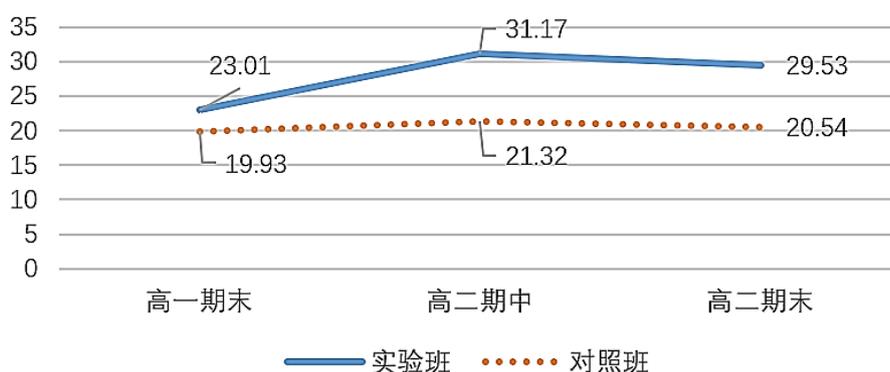


图 5.1 实验班与对照班的阶段测试成绩比较

虽然实验后阶段测试的数据可以看出实验班的学业成绩的平均值都比对照班高, 且平均值差距比实验前大, 但不能仅凭这一点就贸然下结论, 认为实验班的学业成绩和对照班的学业成绩是因为经过教学实验才出现差异, 还需要从更严谨的角度用更科学的方法判断两个班的学业成绩的差异是否由改编活动造成.

建立零假设 H_0 : 实验班与对照班测试成绩的平均分存在的差异是由随机误差造成的. 备择假设 H_1 : 实验班与对照班测试成绩的平均分存在明显的差异, 该差异不是由随机误差造成的. 对实验班和对照班三次阶段测试的成绩进行了独立样本 t 检验, 如表 5.7 所示.

高一期末考试两班的学业成绩显示方差齐性检验 $P = 0.168$, P 值大于显著性水平 $\alpha = 0.05$, 说明方差齐性. 独立样本 t 检验结果参考“假设方差相等”对应的 $t = 1.355$, $P = 0.178$, P 值大于显著性水平 $\alpha = 0.05$, 接受 H_0 拒绝 H_1 , 说明两个班的成绩虽然平均值数值上虽然存在差异, 但差异是由随机误差造成的, 该推断正确的概率为 95%. 也就是说, 实验班和对照班的学生在数学学习上水平大致

相同，实验的信度较高，可以进行高中生改编数学陈题的实验与研究。

高二期中考试两个班的学业成绩显示方差齐性检验 $P = 0.294$ ， P 值大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，说明方差齐性。独立样本 t 检验的数值看“假设方差相等”，得到 $t = 3.336$ ， $P = 0.001$ ， P 值小于显著性水平 $\alpha = 0.01$ ，拒绝 H_0 接受 H_1 ，这说明两个班的成绩平均值开始出现明显的差异，实验班的学业成绩优于对照班，该推断犯错误的概率不超过 1%。

高二期末考试两个班的学业成绩显示方差齐性检验 $P = 0.78$ ， P 值大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，说明方差齐性。独立样本 t 检验的数值看“假设方差相等”的 $t = 3.814$ ， $P = 0.0002$ ， P 值小于显著性水平 $\alpha = 0.01$ ，拒绝 H_0 接受 H_1 ，说明高二期末考试中，实验班与对照班的成绩平均值差异极其显著，实验班的学业成绩远胜于对照班，该结论犯错误的概率不超过 1%。

表 5.7 独立样本 t 检验

		方差齐性检验		均值方程的 t 检验		
		F	P 值	t	df	P 值（双侧）
高一期末 考试	假设方差相等	1.923	0.168	1.355	113	0.178
	假设方差不相等			1.360	111.978	0.177
高二期中 考试	假设方差相等	1.110	0.294	3.336	113	0.001
	假设方差不相等			3.347	112.497	0.001
高二期末 考试	假设方差相等	0.078	0.780	3.814	113	0.0002
	假设方差不相等				112.318	0.0002

通过独立样本 t 检验的结果显示，实验后实验班的学业成绩优于对照班，且实验班与对照班的学业成绩差异极其明显。

从这三次阶段性测试可以看出，实验班与对照班的平均成绩的差距在扩大，虽然期末实验班的学业成绩平均值出现下降的情况，但究其原因，是区统考出卷比校内出卷难，进而两个班都出现学业成绩下降的现象。本论文还进一步通过独立样本 t 检验判断两个班学业成绩的差异是否由改编活动造成。独立样本 t 检验中的 P 值（双侧）从实验前为 0.168，大于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，即两个班的学生们的数学学习水平一致，学业成绩没有明显的差异。到实验后两次测试成绩的 P 值（双侧）均小于显著性水平 $\alpha = 0.01$ ，即两个班的学业成绩平均值在实验后出现明显的差异，可以认为两个班学业成绩的差异是由改编活动造成。

综上所述可以得出结论：改编数学陈题活动对于高中生的学业成绩的提升有正积极作用。

5.2.2 “结构不良” 题型测试简析

本次教学实验在改编数学陈题活动期间也穿插了“结构不良”题型的测试，以此观察学生在未进行该题型专门训练的前提下，仅仅依靠改编活动对“结构不良”题型的迁移作用，是否对学生解“结构不良”题型的解题能力能起到正面促进作用，实验数据见附录 E。

例 1. 在① $2a \sin A = (2 \sin C - \sin B)c + (2 \sin B - \sin C)b$ ；② $2a \sin C - \sqrt{3}c = 0$ ，这两个条件中任选一个，补充在下列问题中并解答。已知 a, b, c 分别为锐角 $\triangle ABC$ 三个内角 A, B, C 的对边，且_____。

(1) 求 A ；

(2) 若 $a = 2$ ，的 $\triangle ABC$ 的面积为 $\sqrt{3}$ ，求 b, c 。

例 2. 在① $a_1 = 13, S_{10} = -5$ ；② $a_3 = 7, a_7 = -5$ ；③ $S_3 = 30, S_5 = 35$ 这三个条件中任选一个，回答下列问题，已知等差数列 $\{a_n\}$ 满足_____。

(1) 求数列 $\{a_n\}$ 的通项公式；

(2) 求数列 $\{a_n\}$ 的前 n 项和 S_n ，以及使得 S_n 取得最大值时的 n 值。

实验前用例 1 测试学生解“结构不良”题型的情况，其知识点是关于“解三角形”的知识。而在实验后，用例 2 对两个班进行了“结构不良”题型的再次测试，其知识点是关于“数列”的知识。选择解三角形和数列这两类“结构不良”

题型做对比，是因为时下“结构不良”题型考察的知识点主要针对解三角形和数列，且“解三角形”是实验前的教学内容，“数列”为实验后的教学内容，用这两个知识点进行对比分析，更有代表性。而且例1中选项①考察两个知识点，正弦定理和余弦定理，选项②只考察正弦定理。例2中选项①考察等比数列前 n 项和 S_n 的公式，选项②考察等比数列通项公式 a_n ，选项③考察等比数列前 n 项和 S_n 的公式。从题型考察的知识点个数来看，例1和例2这两道题的难度是等价的，实验信度较高，可以作为实验测试的题目来考察学生在“结构不良”题型上的解题情况。

“结构不良”题型满分为10分，图5.2中，在例1这道题上两班的平均分都不高，实验班为0.76，对照班为0.21，平均分相差0.45分。而实验后在例2这道题上，实验班的平均分提高到1.95，对照班的平均分提高到0.88，两班的平均分差异扩大到了1.12分，差距比实验前稍大了。同样的，不能仅凭两个班的平均分的差距扩大就判定实验班是因为改编活动所以解“结构不良”题型的情况比比实验前好，比对照班好。我们还需要结合其他方面进行判断。

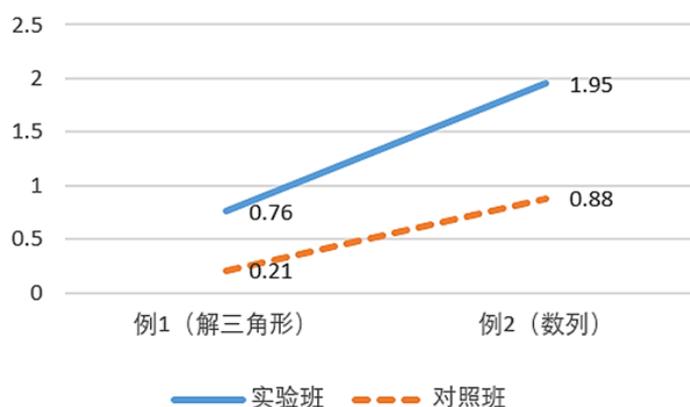


图 5.2 实验班与对照班得分平均值的比较

本次测试后还对学生在解题时选项选择的情况作了统计，如表5.8所示。实验前实验班有13名学生参与例1的解题，3人选①，10人选②，对照班只有3名学生，且都选了②。两个班虽然解题人数上有差别，但大多数学生都选了②。

而到了例2这道题时，两个班测试的结果发生了很大的改变。实验后实验班有23名学生参与解题，其中8人选①，12人选②，3人选③。而对照班的解题人数为8名学生，7人选①，1人选②。实验后实验班选择选项的比重和对照班

不一样，实验班选②的居多，对照班选①的居多。

表 5.8 实验班与对照班的解题情况对比

题目	选项	实验班（人数）	对照班（人数）
例 1	选①	3	0
	选②	10	3
	合计	13	3
例 2	选①	8	7
	选②	12	1
	选③	3	0
	合计	23	8

*上述是对解题并得分的学生进行统计的结果

另外，在两个班测试这两道“结构不良”题型的时候，也询问学生选择选项的依据。例 1 的测试是在实验前，两班虽然在解题人数上有差别，但对于选项选择的依据的回答几乎都是“简单”。大多数学生解此类题型的思路倾向于选择简单的易解的选项，这当然也是解“结构不良”题型的一种方式，可是两个班学生选择②的原因是认为选项“简单”，并没有对选项做深入精确的分析。而进行例 2 这道题的测试时，情况就发生了改变。如图 5.3 所示，两个班出现几个相同的原因，如容易、简单、按顺序。但相比对照班，实验班能说出更具体的选择原因，选①是因为求等差数列 $\{a_n\}$ 的通项公式中需要的 a_1 在①中已经提供了，只要再求公差 d 即可，从已知量的角度做选择。而选②是因为②中用通项公式 $a_n = a_1 + (n-1)d$ 转化后解二元一次方程组即可，从计算量的角度入手。

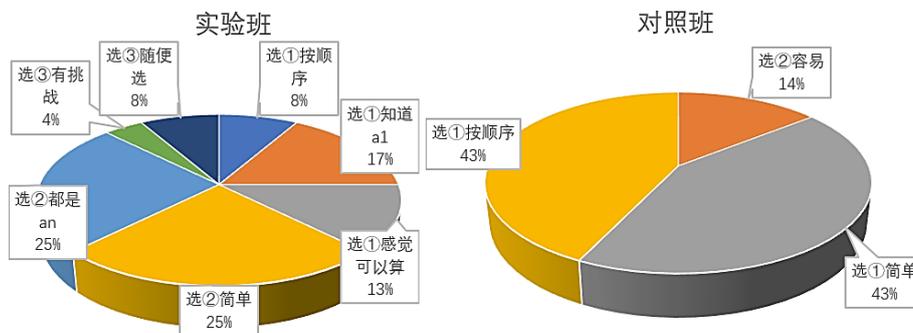


图 5.3 实验后实验班与对照班在选项选择原因上的对比

实验班解题思路不再停留在初步印象，不再着眼于容易、简单这个要素，而是能说出优选的具体原因。相比对照班在解“结构不良”题型时对于选项选择的思考，实验班考虑更周到。

从对两次测试的得分情况、解题人数和解题思路的分析，可以看出实验班在实验后解“结构不良”题型上有明显的进步，但这个进步是否就是因为改编活动，还需进行更科学的分析与判断。因此，本论文采取卡方独立性检验方法对实验数据进行科学分析。

建立零假设 H_0 ：实验班解“结构不良”题型的解题人数的增长与改编数学陈题活动没有关联；备择假设 H_1 ：实验班解“结构不良”题型的解题人数的增长与改编数学陈题活动有关联。进行卡方独立性检验，绘制实验前后实验班解题人数的 2×2 列联表，如表 5.9 所示。实验班的学生人数是 59 人，实验前，实验班解题人数为 13 人，没有解题的人数为 46 人，实验后解题人数增加到 23 人，没有解题的人数减少到 36 人。

表 5.9 实验班解题人数

	实验前	实验后	合计
没有解题	46	36	82
解题	13	23	36
合计	59	59	118

测试总数为 $118 > 40$ ，且每种情况的人数 $F > 5$ ，数据参考表 5.10 中的 Person 卡方一栏，得到 $\chi^2 = 3.997 > \chi_{0.05}^2 = 3.841$ ， $P = 0.046$ ， P 值小于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，拒绝 H_0 接受 H_1 ，可以认为“实验班在‘结构不良’题型上解题人数的增长与改编数学陈题活动有关联”，该推断犯错误的概率不大于 5%。

表 5.10 卡方检验

	值	df	渐进 P 值（双侧）
Person 卡方	3.997	1	0.046

根据以上分析，可以看出实验班和对照班在实验后对“结构不良”题型的解

题情况存在差异，实验班在“结构不良”题型的解题情况比对照班要好。不管是得分情况、解题的人数还是解题思路，实验班都比对照班略胜一筹。改编数学陈题与“结构不良”题型在形式上类似，需要学生重组整合题目进行多方面角度的解答。同时改编活动有助于学生提高获取信息和处理信息的能力，能更敏锐地对条件隐含的信息做出反应，从而在解“结构不良”题型时可以深入解读选项背后隐含的信息，初步判断解题方向，选择最适合自己的学情的选项来解题。

本论文还针对实验班实验前后解“结构不良”题型的解题人数进行卡方独立性检验，得出“实验班在‘结构不良’题型上解题人数的增长与改编数学陈题活动有关联”这个结论，该推断犯错误的概率不大于 5%。因此可以认为，改编数学陈题对于学生解“结构不良”题型有正面的促进作用，而实验结果也印证这一说法。

5.2.3 期末考试试题简析

改编数学陈题有助于学生深入了解新知识，建立新旧知识之间的联系，是学生自主生成知识应用的过程，故学生对改编涉及的知识印象更加深刻。本论文通过选择期末考试中与本学期教学内容相关的试题得分情况的进行分析，验证改编活动对知识的生成过程的作用，实验班与对照班之间是否存在差距，实验数据见附录 F。

首先，选择与直线和数列有关的填空题的得分情况进行分析。直线是本学期第一个教学内容，主要用来评价改编活动对于知识巩固是否有效。而数列是本学期最后一个教学内容，可以测试改编对于新知识的理解能否发挥作用。此次两类题型对应的填空题考察的知识点都只有一个，例 3 考察等差中项的概念，例 4 考察点到直线的距离公式，可以视两道题的难度一致，实验信度较高。

选择题有选项可供选择，而填空题只能由学生给出答案，需要学生在理解题目的前提下解题，因此相比选择题，用填空题分析学生的情况，相对客观真实。

例 3.(期末区统考填空题 13 题) a 为 2 和 6 的等差中项，则 $a =$ _____.

例 4.(期末区统考填空 14 题) 已知点 $A(0,2)$ ，点 B 是直线 $x + y = 0$ 上的动点，则 $|AB|$ 的最小值是_____.

例 3 的得分情况，图 5.4 显示实验班和对照班的平均分为 1.61 和 0.81，相差

0.8 分，而例 4 的得分情况，实验班和对照班的平均分为 3.56 和 2.59，相差 0.97 分。两个班在例 4 的解题情况上优于例 3，在例 4 的得分平均值上存在的差距也比例 3 的要大。

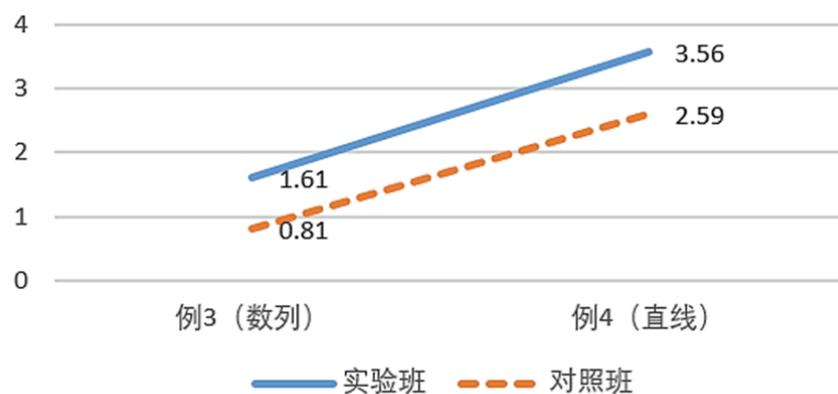


图 5.4 直线与数列得分情况对比

同样的，对两道试题的得分情况也进行独立样本 t 检验。建立零假设 H_0 ：实验班与对照班在试题的得分平均值上存在的差异是由随机误差造成的；备择假设 H_1 ：实验班与对照班在试题的得分平均值上存在明显的差异，差异不是由随机误差造成的。

如表 5.11 所示：例 3 这道题的得分情况的方差齐性检验中 $P = 0.001$ ， P 值小于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，说明方差不齐性。继而看“假设方差不相等”一栏，得到独立样本 t 检验中 $t = 2.159$ ， $P = 0.033$ ， P 值小于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，拒绝 H_0 接受 H_1 ，说明两个班在例 3 这道题的得分平均值上出现显著差异，该结论犯错误的概率不超过 5%。而例 4 这道题的方差齐性检验中 $P < 0.05$ ，表明方差不齐，接着看“假设方差不相等”，得到独立样本 t 检验中 $t = 4.321$ ， $P = 0.0005 < 0.01$ ，数据显示 P 值小于显著性水平 $\alpha = 0.01$ ，同样拒绝 H_0 接受 H_1 ，这说明两个班在例 4 这道题的得分平均值的差异极其显著，该结论犯错误的概率不超过 1%。

对于本学期初学的教学内容直线上，实验班比对照班的知识掌握情况更好，遗忘程度也没有对照班那么大。而且数据显示两个班在例 4 这道题的得分平均值差异大于例 3 的得分，即直线的得分平均值差异比数列的得分平均值差异更大，初步认为改编活动在知识的巩固上发挥的作用比对新知识的理解发挥的作用

要大.

表 5.11 独立样本 t 检验

		方差齐性检验		均值方程的 t 检验		
		<i>F</i>	<i>P</i> 值	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i> 值 (双侧)
例 3 (数列)	假设方差相 等	11.775	0.001	2.164	113	0.033
	假设方差不 相等			2.159	110.487	0.033
例 4 (直线)	假设方差相 等	133.279	0.000	4.239	113	0.00005
	假设方差不 相等			4.321	75.664	0.00005

另外, 本论文还选择了期末考试试卷与本学期教学内容相关的题目, 通过计算实验班与对照班得分的平均值, 再次比较两个班在本学期教学内容相关的试题上的解题情况的差距. 直线与圆、空间向量是本学期第一和第二个教学内容, 从表 5.12 显示, 7 道试题中除了第 9 题, 其他 6 道试题实验班的得分平均值高过对照班, 而这 6 道试题中就有 5 道试题两班得分平均值差距达 1 分之上. 对这两个教学内容相关知识的掌握程度, 实验班比对照班要掌握得更牢固.

表 5.12 直线与圆、空间向量

知识点	题序	实验班	对照班	相差
直线与圆	1 (单选题)	3.39	1.93	1.46
	9 (多选题)	1.05	1.12	-0.07
	14 (填空题)	1.61	0.18	1.43
空间向量	2 (单选题)	2.20	0.96	1.24
	7 (单选题)	2.12	0.79	1.33
	8 (单选题)	2.29	1.14	1.15
	15 (填空题)	0.08	0	0.08

*相差都是由实验班的平均分减去对照班的平均分

另外，圆锥曲线是本学期第三个教学内容，在调查问卷作答中显示实验班的学生认为这是本学期从学习和改编上都有难度的一个内容。而表 5.13 也看得出来实验班与对照班在这个内容上的平均分差距不大，平均分相差基本在 0.5 分以内。应该是实验班在圆锥曲线这块知识的学习和改编的效果没达到其他教学内容的同等程度，所以解题情况与对照班差别不大。

表 5.13 圆锥曲线

题序	4 (单选题)	5 (单选题)	12 (多选题)	21 题 (解答题)
实验班	1.44	1.19	1.29	0.54
对照班	2.02	0.79	1.39	0.09
相差	-0.58	0.4	-0.1	0.45

*相差都是由实验班的平均分减去对照班的平均分

本学期最后一个教学内容是数列，在表 5.14 中可以看出实验班的得分情况也是优于对照班。5 道试题有 4 道平均分多于对照班，且其中 3 道差距达到 0.5 分之上。但是相比实验班在直线与圆、空间向量这两类题型的得分情况，数列相关的试题的得分情况要稍微逊色：数列平均分的差距主要在 1 分以下，而直线与圆、空间向量这两类题的平均分的差距基本上都在 1 分以上。通过对本学期教学内容相关的试题的得分情况比较，再次验证，改编数学陈题活动对于学生巩固知识的作用比理解新知识的作用更大。

表 5.14 数列

题序	3 (单选题)	6 (单选题)	10 (多选题)	13 (填空题)	17 题 (解答题)
实验班	2.54	1.86	2.36	3.56	0.17
对照班	2.81	0.88	1.63	2.54	0.07
相差	-0.27	0.98	0.73	1.02	0.1

*相差都是由实验班的平均分减去对照班的平均分

与本学期教学内容相关的试题的得分情况中，虽不总是实验班的平均分高于对照班，但对照班的平均分高过实验班的情况和实验班的平均分高于对照班的情况存在明显的差异。在表 5.15 中，发现实验班与对照班不仅在平均分上有差异，而且平均分的差距对应的数量上也有明显差别。与本学期教学内容相关的试题的

得分情况上，实验班平均分高于对照班的有 12 道题，其中有 6 道题的平均分的差距达到 1 分以上。而对照班仅有 4 道平均分高于实验班，且差距在 0.5 分内的就有 3 道了。显然，本学期教学内容的掌握程度，实验班掌握与应用的情况比对照班要好。

表 5.15 期末考试试题平均分对比情况（16 道题）

情况	频数	情况	频数
$\bar{x}_i > \bar{y}_i$	12	$\bar{x}_i < \bar{y}_i$	4
$\bar{x}_i - \bar{y}_i \geq 1$	6	$\bar{y}_i - \bar{x}_i \geq 1$	0
$0.5 \leq \bar{x}_i - \bar{y}_i < 1$	2	$0.5 \leq \bar{y}_i - \bar{x}_i < 1$	1
$0 \leq \bar{x}_i - \bar{y}_i < 0.5$	4	$0 \leq \bar{y}_i - \bar{x}_i < 0.5$	3

* \bar{x}_i 是实验班在第 i 题的得分平均值， \bar{y}_i 是对照班在第 i 题的得分平均值。

本学期通过改编数学陈题这一活动，实验班的学生对于知识的掌握与应用情况胜于对照班。实验结果也表明，改编数学陈题在巩固知识和理解新知识上也发挥巨大作用，且在巩固知识上发挥的作用更大，学生的调查问卷和访谈中也都提及到陈题改编涉及的知识印象会更深刻。就像弗莱登塔尔的“再创造”理论提及的，这是学生自己创造的，在知识体系中的烙印会更深，更不容易遗忘。而对于新知识的理解与应用上，学生初学新知识可能存在理解不清，或者概念模糊的情况，改编过程既要捋清陈题对应的知识点，还得考虑要与哪些知识点融合进行改编，促使学生不得不发动脑筋主动思考，加深对新知识的理解与应用。

综上所述，可以得出改编数学陈题活动对于学生知识的生成与应用有正面促进作用。

6 结论

通过解读普通高中数学课程标准（2017年版）对教师和学生要求，结合高考试题“结构不良”题型的备考准备，从学生解题只重结果不重过程的情况以及本校的教学实际出发，本论文进行高中生改编数学陈题的实践和探究。在阅读文献，借鉴其他一线教师指导学生改编数学陈题的活动经验的前提下，总结适合本校的学情的改编数学陈题的活动模式。

在让学生独立改编数学陈题之前，教师要及时借助课堂上的习题向学生介绍同构改编和异构改编等方法，防止学生没有掌握好改编方法，造成改编效果的打折，打击到学生改编数学陈题的积极性。在改编活动的过程中，教师要提醒学生改编应该遵循的原则：科学性、相容性和简洁性原则，预防学生为了改编而忽视原则出现错误。同时，教师要明确进行改编数学陈题的目的，循序渐进，由易到难。适时鼓励和肯定学生的改编成果，也要适当介入帮助学生跨越最近发展区。作为指导教师，也要在这个过程中不断提高自己的教学能力，才能更好地给予学生更有效的改编指导。

本文在实验前，通过调查问卷对实验班学生学习数学的情况进行调查，了解学生学习数学困难所在：数学学习基础薄弱，学不得法。在指导学生尝试改编数学陈题这一新的学习活动后，再次进行两次问卷调查，作为实验前后学生学习数学情况的对比依据，了解学生对改编活动的态度和看法。在调查问卷中，可以看出实验后学生学习数学的情况有所改变，学业成绩有所提高。同时，学生也认可了改编活动在学习数学上发挥的作用，对于改编习题这种课后作业学生也表示赞成，不过希望教师在改编作业的次数和题量上做出调整，但有的学生认为该作用不明显。

另外，在问卷调查的基础上，本论文进行了学生访谈，用质性研究的主题分析方法分析访谈内容，诠释两个主题：第一，学生认为改编对于他们学习数学的作用一般的原因：学生自我效能感低，在改编过程趋易避难，没有寻求数学学习上更大的突破；第二，改编数学陈题对于学生学习数学的突出作用，主要体现在学生独立改题，学生之间合作交流和教师在活动中对学生给予鼓励这三个环节。这几个环节给学生学习数学带来愉悦的学习体验，激发学生学习数学的兴趣

与动力，促使学生想学更多数学知识。

再者，为了更有效地证明改编活动对于学生学习数学的作用，对实验班的学业成绩进行横向和纵向的比对。统计实验前后实验班和对照班的学业成绩并进行独立样本 t 检验，得出实验后，实验班与对照班在学业成绩上差异极其显著，且实验班的成绩优于对照班。接着，对实验前后实验班解“结构不良”题型的学生人数进行统计，借助卡方独立性检验得出：“实验班在‘结构不良’题型上的解题人数的增长的与改编数学陈题活动有关联”，该推断犯错误的概率不超过5%。

各方面分析结果表明，改编数学陈题这一活动对于学生学习数学有积极促进作用，但前提要学生在力所能及的范围内逐步尝试更有难度的改编挑战，那么改编活动对于学生学习数学的促进作用会更大。但是仍有问题尚未解决，比如：如何检验改编活动对于提高学生数学六大核心素养的作用；对于基础薄弱的学生，尚未找到合适的改编数学陈题的活动模式，这些都需要在今后的教学活动中继续摸索。

参考文献

- [1]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, 2018.1.
- [2]教育部考试中心制定. 中国高考评价体系: 函套[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.12.
- [3]马淑杰, 张景斌, 陈福印. 数学结构不良问题的育人价值—以高中结构不良数学问题专题复习课为例[J]. 数学通报, 2020, 59(10): 40-45, 52.
- [4]任子朝, 赵轩. 数学考试中的结构不良问题研究[J]. 数学通报, 2020, 59(02): 1-3.
- [5]曹才翰, 章建跃著. 数学教育心理学(第3版). 北京: 北京师范大学出版社, 2014.5.
- [6]张建伟. 基于问题解决的知识建构[J]. 教育研究, 2000(10): 58-62.
- [7]夏小刚, 吕传汉, 汪秉彝. 基于“提出问题”的数学教学实验研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2008(02): 155-160.
- [8]张秋生. 从“编题训练”中提高学生应用数学知识的能力[J]. 语数外学习(初中版中旬), 2012(06): 68.
- [9]许茂璋. 初中数学从“做题”到“编题”的实践运用[J]. 新课程(中), 2016(03): 106-107.
- [10]赖荣树. 试论学生对初中教学题目改编能力培养[J]. 内江科技, 2020, 41(12): 142-143.
- [11]牟素珍, 吴立建. 简论学生数学编题策略[J]. 中学教研, 2011, 7: 6-9.
- [12]葛榕. 要注意学生自编应用题的科学性[J]. 小学教学研究, 1982(06): 31.
- [13]曹瑞珍. 通过编题活动促进学生思维品质的发展[J]. 心理发展与教育, 1990(04): 237-240.
- [14]吴应鹏. 初中生数学编题的探索与研究[D]. 温州大学, 2019.
- [15]董婷婷. 初中生参与数学编题的实践研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2014.
- [16]叶秋平. 指导高中生编制数学题的实践研究[D]. 浙江师范大学, 2007.
- [17]赵一. 高中数学问题编拟活动的教学实践研究[D]. 苏州大学, 2020.
- [18]王爱娣. 在做课本改编题中提高数学素养[J]. 初中生世界, 2014(15): 52-53.
- [19]王爱平. 浅谈题目改编的常用方法[J]. 新课程学习(中学), 2009(01): 48-49.
- [20]林佩棋. 实证翻转课堂与数学编题教学的有机结合[J]. 读写算, 2018(06): 29.
- [21]孔胜涛. 编题教学法在数学教学中的尝试—以“平面向量”复习课中的一个教学片断为例[J]. 数学教学研究, 2017, 36(07): 23-24.
- [22]刘巧林. 编题教学法在数学教学中的尝试—以“平面向量”复习课为例[J]. 高考, 2020(08):

35.

- [23]马丽. 在自主编题中培养学生的数学能力[J]. 中学生数理化(学研版), 2015(11): 6.
- [24]方均斌, 梁凯, 数学问题教学的五个探索点[J]. 数学教育学报, 2016, 45: 54.
- [25]许建新. 小学数学教学的创新—编题教学[J]. 上海师范大学学报(基础教育版), 2010, 39(02): 69-74.
- [26]张奠宙, 宋乃庆. 数学教育概论(第3版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [27]朱四清. 答案形式估计对解题的导向作用[J]. 数学教学, 2003, 12: 20-22.
- [28]唐文建. 以改编成就好的中考数学试题[J]. 贵州教育, 2015(15): 27-31.
- [29]潘超. 试论数学问题改编的方式和要求[J]. 数学通报, 2014, 53(06): 21-24.
- [30]任勇. 任勇数学教育文集三部之二: “中观卷”激活数学教学的智慧(9)学生参与编拟数学试题的尝试[J]. 福建中学数学, 2012(09): 1-2.
- [31]陈琦, 刘儒德主编. 教育心理学(第2版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.6.
- [32]吴玉辉. 费曼学习法在材料科学教学中的应用探索[J]. 科技创新导报, 2019, 16(29): 175-175.
- [33]贾亭渝, 李浩君, 张蓓嘉. 基于学习金字塔理论的互动教学模式构建与应用[J]. 职业教育研究, 2021(06): 62-67.
- [34]王道俊, 郭文安主编. 教育学[M]. 北京: 人民教育出版社, 2009.
- [35]弗莱登塔尔著, 陈昌平, 唐瑞芬等编译. 作为教育任务的数学[M]. 上海教育出版社, 1994.3.
- [36]梁腾一. 浅谈如何教好初中学生自编应用题[J]. 广西教育学院学报, 2004(04): 121-124.
- [37]皮连生主编. 教育心理学(第4版)[M]. 上海: 上海教育出版社, 2014.4.
- [38]董云海. 数学解题中的最高境界: 编题[J]. 新课程(中), 2016(08): 72-73.
- [39]杨新荣, 林明, 马林. 中学生数学学习投入结构探索—基于结构方程模型的分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(04): 1-9.
- [40]宋玉英. 妙用教材的刊印错误进行数学编题教学[J]. 中国电力教育, 2010.
- [41]邵晓红. 中职数学学生自编题训练的六种策略[J]. 教育科学论坛, 2021(03): 69-72.
- [42]朱咏松. 自主编题在解初中数学学习中的四大困惑[J]. 数学教育究, 2013(3): 21-22.
- [43]金杨建. 围绕“形”和“意”, 改编数学题[J]. 中学数学教学考, 2020(08): 69-71.
- [44]人民教育出版社, 课程教材研究所, 中学数学课程教材研究开发中心编著. 普通高中教科书数学选修性必修第一册[M]. 人民教育出版社, 2020.07.

- [45]程振华. 例说初中数学编题出错的几种原因[J]. 理科考试究, 2020, 27(08): 20-22.
- [46]人民教育出版社, 课程教材研究所, 中学数学课程教材研究开发中心编著. 普通高中教科书数学必修第二册[M]. 人民教育出版社, 2020. 12.
- [47]陈虹. 小学数学训练学生编题的好处及过程[J]. 黑河育, 2017(04): 57-58.
- [48]吴应鹏, 方均斌. “解题”融合“编题”的教学设计—以二次函数性质的解题教学为例[J]. 中学数学月刊, 2019(06): 37-41.
- [49]缪妹玉. 让学生参与数学改题活动,提高创造性思维能力[J]. 数学教学与研究, 2017: 120.
- [50]人民教育出版社, 课程教材研究所, 中学数学课程教材研究开发中心编著. 普通高中教科书数学必修第一册[M]. 人民教育出版社, 2021.05.
- [51]罗增儒. 成题改编—创设新情境[J]. 中等数学, 2007(12): 16-20.
- [52]董婷婷. 一编多得—基于苏教版初中数学教材的学生编题方法研究[J]. 生活教育, 2018(08): 106-109.
- [53]吴永剑. 教材习题改编面面观[J]. 数学通讯, 2017(20): 57-60.
- [54]万志建. 追寻理想的初中数学复习课教学—编题教学初探[J]. 创新时代, 2015(10): 76-78.
- [55]孟甚晖. 基于母题“内核”的编题方法探究—以 2019 年北京市中考数学押题卷 3 第 27 题为例[J]. 上海中学数学, 2021(Z1): 32-34.
- [56]陈向明. 质的研究方法与社会科学研究[M]. 北京: 教育科学出版社, 2001, 1.
- [57]Virginia Braun, Victoria Clarke. Using thematic analysis in psychology[J]. Qualitative Research in Psychology, 2006, 3(2): 77-101.
- [58]Hannah Frith, Kate Gleeson. Dressing the Body: The Role of Clothing in Sustaining Body Pride and Managing Body Distress[J]. Qualitative Research in Psychology, 2008, 5(4): 249-264.
- [59]蒋舒阳, 刘儒德, 甄瑞, 洪伟, 金芳凯. 高中生数学能力实体观对数学学习投入的影响: 学业自我效能感和消极学业情绪的中介作用[J]. 心理发展与教育, 2019, 35(01): 48-55.
- [60]Elizabeth A. Linnenbrink, Paul R. Pintrich. THE ROLE OF SELF-EFFICACY BELIEFS INSTUDENT ENGAGEMENT AND LEARNING INTHECLASSROOM[J]. Reading & Writing Quarterly, 2003, 19(2): 119-137.
- [61]魏军, 刘儒德, 何伊丽, 唐铭, 邸妙词, 庄鸿娟. 小学生学习坚持性和学习投入在效能感、内在价值与学业成就关系中的中介作用[J]. 心理与行为研究, 2014, 12(03): 326-332.
- [62]鲍建生, 周超. 数学学习的心理基础与过程[M]. 上海: 上海教育出版社, 2009.
- [63]潘贵文. 浅谈数学教学中的学生自编题[J]. 学周刊, 2011(04): 168.

- [64]柴晓运, 龚少英. 中学生数学学习投入: 感知到的数学教师支持与数学自我概念的作用[J]. 中国特殊教育, 2015(06): 78-84.
- [65]邱慧燕, 胡佳慧. 中生成就目标定向、学业情绪与学业倦怠的相关研究[J]. 教育教学论坛, 2018(35): 64-64.
- [66]乔晓熔, 赵俊峰. 中学生数学学习投入状况的调查研究[J]. 中国电力教育, 2010, 35: 83-84.
- [67]卢家楣主编. 教育科学研究方法[M]. 上海: 上海教育出版社, 2012.10.
- [68]钱佩玲, 邵光华编著. 数学思想方法与中学数学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2008.08.
- [69]王创. 统计假设检验中显著性水平 α 的选择[D]. 兰州商学院, 2013.
- [70]卢正勇. 教育实验结果均值的差异显著性检验[J]. 福建教育, 1990(3): 6-7.
- [71]张文彤编著. SPSS 统计分析军机处教材(3 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2017.4.
- [72]魏宗舒等编. 概率论与数理统计教程(第 2 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.4.
- [73]邢航. 独立样本均数差异的显著性检验及应用[J]. 中国集体经济, 2008(18): 27-29.
- [74]周俊著. 问卷数据分析: 破解 SPSS 的六类分析思路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.4.
- [75]张亚锦, 胡典顺, 姚本武. 概率与统计的知识理解之卡方检验[J]. 数学通讯, 2021(14): 1-4+28.
- [76]吕世杰, 许茂发, 任佳, 姚荣, 卫智军. 卡方独立性检验的实践与可操作性研究[J]. 统计与管理, 2015(05): 41-44.
- [77]人民教育出版社, 课程教材研究所, 中学数学课程教材研究开发中心编著. 普通高中教科书数学选择性必修第三册[M]. 人民教育出版社. 2020.3.
- [78]程亮星. 《肿瘤基础与临床》编辑部接收稿件中四格表数据统计学结果差错分析[J]. 科技传播, 2018, 10(11): 172-174.

附录

附录 A 学生数学学习情况调查（实验前 Q）

亲爱的同学：

你好，为了了解你进入高中后数学学习对情况，现在邀请你来做调查问卷。你的回答将成为推动教师的教学工作的依据，更有利于咱们今后的数学学习。本问卷实行匿名制，所有的数据仅用于统计分析。题目没有对错，请按照真实情况填写。（数字评价的题目请填整数）

1.进入高中后，你对学习数学感兴趣吗？

A.感兴趣 B.一般 C.没兴趣

2.在过去一年，你以怎样的态度学习数学？

A.认真 B.一般 C.不认真 D.讨厌数学，没学

E.其他_____

3.促使你学习数学的动力是什么？（可多选）

A.考试的需要 B.家长要求
C.数学老师教得好 D.自己感兴趣
E.其他_____

4.上学期期末汕头市数学统考的数学成绩，你满意吗？

A.满意 B.还行 C.不满意 D.无所谓

5.进入高中后，你觉得你的数学学习情况适应高中数学课程的要求吗？

A.适应 B.一般 C.完全不适应 D.压根没在学

6.进入高中后，学习考试不理想的科目是那一科？（可多选，做个排名）

A.语文 B.数学 C.英语 D.物理 E.化学 F.生物 G.政治 H.历史 I.地理

6.1 _____（全部排名最不理想的科目排前面）

6.2 _____（单独语数英排名最不理想的科目排前面）

7.在平时数学学习或考试中遇到哪些问题？（可多选）

A.上课能听懂，作业也会做，就是考试不行 B.粗心，马虎，成绩不理想
C.苦学无效，成绩不佳 D.对数学有畏难情绪，偏科，放弃数学
E.厌学，沉迷手机 F.其他_____

8.你认为在过去高一这一年学习里，数学学习不理想的原因是什么？（可多选）

A.数学定义太过艰涩难懂

B.数学定理太抽象难理解

C.基础薄弱

D.高中知识生疏，没怎么做习题，不会运用

E.高中知识体量相比初中多，来不及掌握就上新课，跟不上

F.对数学没兴趣，压根没花心思在数学上

G.我学习数学没问题

H.其他_____

附录 B 改编活动发挥的作用调查（实验后 H1）

亲爱的同学：

你好，为了了解你进入高中后数学学习对情况，现在邀请你来做调查问卷。你的回答将成为推动教师的教学工作的依据，更有利于咱们今后的数学学习。本问卷实行匿名制，所有的数据仅用于统计分析。题目没有对错，请按照真实情况填写。

1.通过这一学期的学习，你对数学感兴趣？

A.感兴趣 B.一般 C.没兴趣 D.不知道

2.这学期改编数学陈题这个活动有没有增加你学习数学的兴趣？

A.有 B.一般 C.没有 D.不知道

3.改编出一道数学习题让你觉得自己也可以学好数学？

A.有 B.一般 C.没有 D.不知道

4.改编出一道数学习题让你有成就感？

A.有 B.一般 C.没有 D.不知道

5.这学期促使你学习数学的动力是什么？（可多选）

- A.考试的需要 B.家长要求
C.数学老师教得好 D.自己感兴趣
E.改编数学习题这个活动 F.班里学习数学的氛围好
G.其他_____

6.改编数学习题这一活动比起单纯解题，更能帮你理解新学的数学知识？

A.有 B.一般 C.没有 D.不知道

7.改编数学习题这一活动比起单纯解题，让你对新知识更快上手？

A.没有 B.一般 C.有 D.不知道

8.改编数学习题这一活动比起单纯解题，更能让你向其他同学解释清楚新学的数学知识究竟是什么？

A.是 B.一般 C.不是 D.不知道

9.比起之前单纯解题，改编数学习题更能帮助你整理知识的框架体系？

A.不能 B.一般 C.能 D.不知道

- 10.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题让你对知识点印象更深刻?
- A.有 B.一般 C.没有 D.不知道
- 11.比起之前单纯解题,改编数学习题对应的知识你会更不容易遗忘?
- A.是的 B.一般 C.不是的 D.不知道
- 12.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题更能帮助你了解知识点如何应用?
- A.不能 B.一般 C.能 D.不知道
- 13.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题更能帮助你掌握知识点相应考察的题型?
- A.能 B.一般 C.不能 D.不知道
- 14.比起之前单纯解题,改编数学陈题这一活动更能促使你主动思考知识点如何运用?
- A.能 B.一般 C.不能 D.不知道
- 15.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题更能促使你总结知识点的应用?
- A.不能 B.一般 C.能 D.不知道
- 16.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题让你更了解知识点之间的联系?
- A.没有 B.一般 C.有 D.不知道
- 17.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题让你解基础题更容易?
- A.是的 B.一般 C.不是的 D.不知道
- 18.改编数学陈题这一活动有没有比单纯解题让你解提高题更容易?
- A.有 B.一般 C.没有 D.不知道
- 19.比起之前单纯解题,改编数学陈题这一活动能帮助你降低你解题出错的概率?
- A.是的 B.一般 C.不是的 D.不知道
- 20.比起之前单纯解题,改编数学陈题这一活动让你对习题的反应更快(知道如何解题)?
- A.不是的 B.一般 C.是的 D.不知道
- 21.比起之前单纯解题,改编数学陈题这一活动让你解题的时间更短?
- A.是的 B.一般 C.不是的 D.不知道
- 22.通过改编数学陈题这一活动,你觉得你解数学题的情况如何?
- A.比以前好很多 B.比以前好一点
- C.没有什么变化 D.不知道
- E.压根没做题 F.其他_____

23.在接触改编习题这个活动之前，你解题的习惯是什么？

- A.做完一道就往下一道题去
- B.会思考有没有其他的解法，寻找更优解
- C.会反思解题过程哪里可以改进（比如计算过程等），达到更高效解题
- D.会做题型总结
- E.其他_____

24.相比以前的解题习惯，通过改编数学陈题后，你解题的变化是什么？（可多选）

- A.会思考有没有其他的解法，寻找更优解
- B.会反思解题过程哪里可以改进（比如计算过程等），达到更高效解题
- C.会想想这道题可以怎么改编
- D.会做题型总结
- E.没有什么变化
- F.其他_____

25.通过改编数学陈题这一活动，比起以前学习数学有什么变化？（可多选）

- A.更能主动思考（独立思考）
- B.和同学合作交流数学的频率多了
- C.花在数学的时间上更多
- D.投入数学的精力更多
- E.更主动去做题
- F.上课听课的情况更专注了
- G.学习数学的情绪更高了
- H.没什么变化
- I.其他_____

26.你觉得改编这个活动对于你学习数学有帮助？（回答 CD 的同学后面可不用再作答了）

- A.有
- B.一般
- C.没有
- D.不知道

27.你觉得改编数学习陈题在哪一方面帮助你学习数学？（可多选）

- A.独立思考
- B.合作交流
- C.掌握知识点
- D.应用知识点
- E.帮我形成知识框架
- F.积极的学习情绪
- G.学习上有成就感
- H.投入学习数学的时间和精力
- I.其他_____

28.这学期通过改编数学陈题这一活动对于提高你的数学成绩有帮助？

- A.不能
- B.一般
- C.能
- D.不知道

附录 C 学生改编数学陈题的情况调查（实验后 H2）

亲爱的同学：

你好，为了了解你进入高中后数学学习对情况，现在邀请你来做调查问卷。你的回答将成为推动教师的教学工作的依据，更有利于咱们今后的数学学习。本问卷实行匿名制，所有的数据仅用于统计分析。题目没有对错，请按照真实情况填写。

1.改编数学习题主要针对什么内容做改编？（可多选）

- A.数据
- B.互逆
- C.改设问
- D.改条件
- E.整道题都改了
- F.没有针对性，想到什么改编什么
- G.其他_____

2.为什么主要针对这些内容改编？（可多选）

- A.容易
- B.有挑战性
- C.参考其他类似题目做的改编
- E.看到其他同学也是这么改的，学他们
- F.不知道
- G.其他_____

3.你改编的知识点是什么？（可多选）

- A.在习题原来的知识板块，还是原来的单一知识
- B.在习题原来的知识板块，但涉及该知识板块其他的知识点，改编的新题还包括原题的知识点
- C.在习题原来的知识板块，但换成该知识板块其他的知识点，改编的新题不包括原题的知识点
- D.把习题原来的知识板块和其他的知识板块相互联系做改编
- E.其他_____

4.你改编的难度一般是什么？

- A.比原题更简单
- B.与原题难度一样
- C.比原题更难
- D.都有

5.你选择改编难度的原因是什么？（可多选）

- A.有挑战性
- B.太难了我怕我解不出来
- C.容易
- D.想怎么改就怎么改
- E.其他_____

6.这学期改编，你觉得哪一块知识点更容易改编？

- A.直线 B.圆 C.向量 D.圆锥曲线 E.数列

7.你觉得容易的原因是什么？（可多选）

- A.对应的板块知识点容易掌握 B.改编的原题很简单，我会做
C.这个知识板块的题目很容易改编 D.其他_____

8.这学期改编，你觉得那一块知识点难的是什么？

- A.直线 B.圆 C.向量 D.圆锥曲线 E.数列

9.你觉得难的原因是什么？（可多选）

- A.这个版块的知识我压根不懂 B.这个版块的知识没掌握好
C.改编的原题我不会做 D.这个知识板块的题目很难改编
E.其他_____

10.你觉得进行改编的前提条件是什么？（可多选）

- A.数学要有基础 B.改编的那道题会做
C.改编的题目对应的知识能掌握好 D.其他数学知识也要掌握好
E.老师的指导 F.其他_____

11.在什么情况下，你更愿意去改编一道题？（可多选）

- A.题目简单 B.题目很难
C.和同学比赛谁改编得更好 D.和同学交流后有很好的想法
E.知识点我掌握了 F.掌握了改编的各种方法，知道怎么改编
G.我有信心做好改编这件事 H.其他

12.你怎么看待老师把同学改编的题目放到试卷让大家做？

- A.赞成 B.反对 C.无所谓 D.其他

13.老师把同学改编的题目放到试卷会促使你想改编得更好，下次你的题也被放到试卷里？

- A.有这种想法 B.一般 C.没有这种想法 D.无所谓

14.你怎么看待老师把改编出现问题的题目拿到班里点评？

- A.这样子印象会深刻，可以避免犯类似的错误
B.被点评的同学会很尴尬，还是不要了
C.无所谓，反正不是我改编的题目
D.其他

15.改编数学陈题的活动你喜欢什么形式?

- A.自编自解 B.自编他解 C.都喜欢 D.都不喜欢

16.以作业的形式进行改编数学陈题活动,你支持吗?

- A.支持,越多越好
B.支持,但一星期一两次就好
C.无所谓,就按老师的布置安排
D.改编挺难的,排斥,反对
E.作为选做题,想做的人就做,不想做的就不做
F.其他

17.你改编的目的是什么?(可多选)

- A.完成作业 B.完成作业的同时,用新的方式学习数学
C.有兴趣去做这件事,所以就做了 D.其他

18.老师对你的改编作业做的批改,你会怎么处理?(可多选)

- A.马上更改 B.印象深刻
C.以后避免犯类似的错误 D.和同学商量怎么纠正
E.不知道哪里有问题找老师询问 F.改完再找老师批改
G.压根没去搭理 H.其他

19.这一学期,你以怎样的态度学习数学?

- A.认真 B.一般 C.不认真 D.讨厌数学,没学

20.这一学期,你觉得你的数学学习情况比高一如何?

- A.好很多 B.好一点 C.没什么变化 D.压根没在学

21.这学期期末数学统考的成绩,你满意吗?

- A.满意 B.还行 C.不满意 D.无所谓

22.这学期学习数学的情况和改编数学陈题这个活动有关系吗?

- A.有关 B.一般 C.没什么关系 D.不知道

附录 D 阶段测试成绩表

表 D.1 阶段测试成绩

实验班 (号数)	高一期 末	高二期 中	高二期 末	对照班 (号数)	高一期 末	高二期 中	高二期 末
1	40	38	33	1	22	0	8
2	19	35	17	2	17	27	29
3	44	31	33	3	14	31	18
4	7	49	34	4	11	21	4
5	39	98	43	5	10	24	24
6	37	54	36	6	22	20	0
7	17	34	25	7	17	10	20
8	17	23	28	8	21	26	23
9	22	31	28	9	30	19	28
10	32	39	22	10	18	24	9
11	11	45	49	11	26	19	16
12	41	34	40	12	21	4	26
13	17	15	24	13	37	29	22
14	14	5	22	14	16	31	32
15	19	21	31	15	21	69	47
16	44	32	43	16	17	9	12
17	16	24	24	17	39	36	50
18	17	17	31	18	13	37	42
19	14	24	11	19	11	12	21
20	2	7	15	20	26	29	29
21	37	39	30	21	25	21	29
22	21	30	14	22	2	9	23
23	20	15	22	23	12	16	32
24	16	25	34	24	11	18	7
25	22	10	9	25	19	7	16
26	18	32	28	26	20	20	20
27	9	19	19	27	19	27	12
28	23	13	19	28	24	21	11
29	7	16	16	29	14	14	14
30	22	31	34	30	29	57	26
31	22	19	22	31	39	54	46
32	22	52	35	32	24	14	19
33	25	32	30	33	22	18	20
34	52	47	40	34	8	21	13
35	11	20	19	35	27	24	27
36	14	35	22	36	16	37	11

表 D.1 阶段测试成绩 (续)

实验班 (号数)	高一期 末	高二期 中	高二期 末	对照班 (号数)	高一期 末	高二期 中	高二期 末
37	20	54	33	37	22	11	12
38	23	31	29	38	39	12	22
39	21	43	31	39	6	6	25
40	31	32	29	40	21	22	25
41	32	0	11	41	14	22	24
42	33	61	53	42	21	21	14
43	40	64	37	43	17	17	16
44	7	58	53	44	68	68	50
45	12	16	23	45	20	21	46
46	34	14	29	46	10	14	15
47	56	30	27	47	25	22	11
48	23	26	26	48	11	24	0
49	0	20	49	49	42	23	9
50	57	24	56	50	11	29	40
51	17	47	67	51	6	0	9
52	16	47	45	52	0	16	16
53	22	29	19	53	27	0	5
54	35	24	37	54	11	0	0
55	16	23	42	55	14	0	0
56	20	27	29	56	0	11	25
57	0	39	18				
58	9	15	10				
59	7	24	7				

附录 E “结构不良” 题型得分情况表

表 E.1 “结构不良” 题型得分情况

实验班 (号数)	解三角	数列	对照班 (号数)	解三角	数列
1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	0
3	0	2	3	0	0
4	0	0	4	0	0
5	3	7	5	0	0
6	4	7	6	0	0
7	0	7	7	0	0
8	0	0	8	0	0
9	0	3	9	0	0
10	0	0	10	0	0
11	0	5	11	0	0
12	0	1	12	0	0
13	0	0	13	0	0
14	0	0	14	0	0
15	0	1	15	0	7
16	0	1	16	0	0
17	0	1	17	0	8
18	0	1	18	0	10
19	0	0	19	0	0
20	0	0	20	0	0
21	0	8	21	0	0
22	2	1	22	0	0
23	0	5	23	0	0
24	0	0	24	0	0
25	0	0	25	0	0
26	0	0	26	0	0
27	0	0	27	0	0
28	0	0	28	0	0
29	0	0	29	0	0
30	0	0	30	4	7
31	0	0	31	4	3
32	0	8	32	0	5
33	0	0	33	0	0
34	0	6	34	0	0
35	0	0	35	0	5
36	0	0	36	0	0
37	4	0	37	0	0

表 E.1 “结构不良” 题型得分情况 (续)

实验班 (号数)	解三角	数列	对照班 (号数)	解三角	数列
38	4	0	38	0	0
39	4	1	39	0	0
40	4	0	40	0	0
41	4	0	41	0	0
42	4	10	42	0	0
43	4	10	43	0	0
44	4	10	44	4	4
45	0	0	45	0	0
46	0	0	46	0	0
47	0	0	47	0	0
48	3	0	48	0	0
49	0	0	49	0	0
50	0	7	50	0	0
51	1	6	51	0	0
52	0	0	52	0	0
53	0	0	53	0	0
54	0	7	54	0	0
55	0	0	55	0	0
56	0	0	56	0	0
57	0	0			
58	0	0			
59	0	0			

附录 F 期末考试试题得分情况表

表 F.1 期末考试试题得分情况-直线与圆

实验班（号数）	1 题	9 题	14 题	对照班（号数）	1 题	9 题	14 题
1	0	2	0	1	0	2	0
2	5	0	0	2	5	2	0
3	5	0	0	3	0	2	0
4	5	2	0	4	0	2	0
5	5	2	5	5	5	2	0
6	5	0	0	6	0	0	0
7	5	2	0	7	0	0	0
8	5	2	0	8	5	2	0
9	5	2	5	9	5	2	0
10	0	0	0	10	0	2	0
11	5	2	0	11	0	2	0
12	5	0	0	12	0	0	0
13	5	2	0	13	0	0	0
14	5	0	0	14	5	2	0
15	0	0	5	15	5	0	0
16	5	0	5	16	0	0	0
17	5	0	0	17	5	0	0
18	5	0	0	18	5	0	0
19	0	0	0	19	5	2	0
20	0	5	0	20	5	2	0
21	5	0	5	21	5	2	0
22	0	0	0	22	0	2	0
23	5	2	0	23	0	0	0
24	5	2	5	24	5	2	0
25	0	2	0	25	5	2	0
26	0	0	0	26	0	0	0
27	5	2	0	27	0	0	0
28	5	0	0	28	0	2	0
29	0	2	0	29	0	2	0
30	5	0	0	30	0	0	0
31	5	0	5	31	5	0	0
32	5	0	5	32	5	2	0
33	5	0	5	33	5	0	0
34	5	0	5	34	0	2	0
35	5	2	0	35	5	0	0
36	5	5	0	36	0	0	0
37	5	0	0	37	0	2	0

表 F.1 期末考试试题得分情况-直线与圆 (续)

实验班 (号数)	1 题	9 题	14 题	对照班 (号数)	1 题	9 题	14 题
38	0	2	0	38	5	2	0
39	5	0	0	39	0	2	0
40	5	2	5	40	5	0	0
41	0	2	0	41	0	2	0
42	5	0	5	42	5	2	0
43	5	0	5	43	0	2	0
44	5	2	5	44	5	0	5
45	0	2	0	45	5	2	5
46	5	2	0	46	0	0	0
47	0	2	0	47	0	2	0
48	0	0	0	48	0	0	0
49	5	0	5	49	0	2	0
50	5	0	5	50	0	2	0
51	5	0	5	51	0	2	0
52	5	0	5	52	0	2	0
53	5	2	0	53	0	0	0
54	5	2	0	54	0	0	0
55	0	2	5	55	0	0	0
56	0	2	0	56	0	0	0
57	0	2	0				
58	0	0	0				
59	0	0	0				

表 F.2 期末考试试题得分情况-空间向量

实验班 (号数)	2 题	7 题	8 题	15 题	对照班 (号数)	2 题	7 题	8 题	15 题
1	5	5	5	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	2	5	0	5	0
3	5	0	0	0	3	0	0	0	0
4	0	5	0	0	4	0	0	0	0
5	5	0	0	0	5	0	0	0	0
6	5	0	5	0	6	0	0	0	0
7	0	5	5	0	7	0	0	0	0
8	0	0	0	0	8	0	0	0	0
9	0	0	0	0	9	0	0	0	0
10	0	0	5	0	10	0	0	0	0
11	5	5	5	0	11	0	0	0	0
12	5	5	5	0	12	5	0	0	0
13	0	0	5	0	13	0	0	0	0
14	0	0	5	0	14	0	5	0	0
15	0	5	5	0	15	5	5	5	0
16	0	0	5	0	16	0	0	0	0
17	5	0	0	0	17	0	5	5	0
18	0	5	0	0	18	0	5	5	0
19	0	0	0	0	19	0	0	5	0
20	0	5	0	0	20	0	5	0	0
21	5	5	0	0	21	0	5	0	0
22	0	0	0	0	22	0	0	0	0
23	5	5	0	0	23	0	0	0	0
24	5	0	0	0	24	0	0	0	0
25	0	0	0	0	25	0	0	5	0
26	0	5	5	0	26	0	0	0	0
27	5	5	0	0	27	0	0	0	0
28	0	0	0	0	28	0	0	0	0
29	0	0	5	0	29	0	5	0	0
30	5	0	0	0	30	5	0	0	0
31	5	0	0	0	31	0	5	5	0
32	5	0	0	0	32	0	0	0	0
33	0	0	0	0	33	0	0	5	0
34	0	5	0	0	34	5	0	0	0
35	0	5	0	0	35	5	0	0	0
36	0	5	0	0	36	0	0	0	0
37	5	0	5	0	37	0	0	0	0
38	0	5	5	0	38	0	0	0	0
39	5	0	0	0	39	0	0	0	0
40	5	0	0	0	40	0	0	0	0

表 F.2 期末考试试题得分情况-空间向量 (续)

实验班 (号数)	2 题	7 题	8 题	15 题	对照班 (号数)	2 题	7 题	8 题	15 题
41	0	5	0	0	41	0	0	0	0
42	5	0	5	0	42	0	0	5	0
43	5	0	5	0	43	5	0	0	0
44	5	0	5	0	44	5	0	5	0
45	0	0	0	0	45	5	0	5	0
46	0	5	5	0	46	5	0	5	0
47	0	0	5	0	47	0	0	0	0
48	5	5	5	0	48	0	0	0	0
49	5	0	5	0	49	0	0	0	0
50	5	5	5	0	50	0	5	5	0
51	5	5	5	5	51	0	0	0	0
52	0	5	5	0	52	5	0	0	0
53	0	0	5	0	53	0	0	0	0
54	5	5	0	0	54	0	0	0	0
55	5	5	5	0	55	0	0	0	0
56	0	5	5	0	56	0	0	0	0
57	0	0	0	0					
58	0	0	0	0					
59	0	0	0	0					

表 F.3 期末考试试题得分情况-圆锥曲线

实验班 (号数)	4 题	5 题	12 题	21 题	对照班 (号数)	4 题	5 题	12 题	21 题
1	0	0	2	0	1	0	0	2	0
2	0	0	2	0	2	0	0	2	0
3	0	0	2	0	3	0	0	2	0
4	5	5	2	0	4	0	0	2	0
5	0	5	0	0	5	5	0	2	0
6	0	0	2	0	6	0	0	0	0
7	0	0	0	1	7	0	0	0	0
8	5	0	2	0	8	0	0	2	0
9	0	5	2	0	9	0	0	2	0
10	0	0	2	0	10	0	0	2	0
11	0	0	0	5	11	0	0	0	0
12	5	0	0	2	12	5	5	2	0
13	0	5	0	0	13	5	5	2	0
14	0	5	2	0	14	5	0	0	0
15	0	0	2	0	15	5	0	2	1
16	5	5	2	0	16	0	5	0	0
17	5	0	0	0	17	5	0	2	0
18	5	0	0	1	18	5	0	2	3
19	0	0	2	0	19	0	0	2	0
20	0	0	2	0	20	5	0	2	0
21	0	0	0	1	21	0	0	2	0
22	0	0	2	0	22	5	5	2	0
23	0	0	0	0	23	0	5	2	0
24	5	0	2	0	24	0	0	0	0
25	0	0	0	0	25	0	0	2	0
26	0	0	2	0	26	5	5	0	0
27	0	0	2	0	27	0	5	2	0
28	0	0	2	0	28	0	0	2	0
29	0	0	2	0	29	0	5	2	0
30	0	5	2	0	30	0	0	0	0
31	0	0	2	0	31	5	0	2	0
32	0	0	0	0	32	5	0	0	0
33	0	5	2	0	33	0	0	0	0
34	0	5	0	2	34	0	0	2	0
35	0	0	2	0	35	5	0	2	0
36	0	0	2	0	36	0	0	2	0
37	0	0	2	1	37	0	0	0	0
38	0	0	0	0	38	5	0	2	0
39	0	5	0	1	39	5	0	2	0
40	0	0	0	1	40	5	0	0	0

表 F.3 期末考试试题得分情况-圆锥曲线 (续)

实验班 (号数)	4 题	5 题	12 题	21 题	对照班 (号数)	4 题	5 题	12 题	21 题
41	0	0	2	0	41	0	5	2	0
42	5	5	2	0	42	0	0	0	0
43	0	0	0	0	43	0	0	2	0
44	5	0	2	5	44	5	0	2	1
45	0	0	2	0	45	5	0	2	0
46	5	0	2	0	46	5	0	0	0
47	0	0	2	0	47	5	0	2	0
48	5	0	0	0	48	0	0	0	0
49	5	5	2	0	49	0	0	2	0
50	5	0	2	2	50	5	0	2	0
51	5	5	2	5	51	5	0	2	0
52	0	0	2	5	52	0	0	2	0
53	0	0	0	0	53	0	0	0	0
54	5	5	2	0	54	0	0	0	0
55	0	0	2	0	55	0	0	0	0
56	5	0	0	0	56	5	0	5	0
57	0	0	2	0					
58	0	0	0	0					
59	5	0	0	0					

表 F.4 期末考试试题得分情况-数列

实验班 (号数)	3 题	6 题	10 题	13 题	17 题	对照班 (号数)	3 题	6 题	10 题	13 题	17 题
1	0	0	5	5	0	1	0	0	2	0	0
2	0	0	5	5	0	2	0	0	2	5	0
3	5	5	2	5	0	3	5	0	2	5	0
4	0	5	5	0	0	4	0	0	0	0	0
5	5	5	5	0	1	5	5	0	5	0	0
6	5	5	2	5	0	6	0	0	0	0	0
7	5	0	2	0	0	7	5	5	5	5	0
8	0	5	2	5	0	8	5	0	2	5	0
9	0	0	2	5	0	9	5	0	5	5	0
10	0	5	5	5	0	10	5	0	0	0	0
11	5	5	5	5	0	11	5	0	2	5	0
12	5	0	0	5	0	12	5	0	2	0	0
13	5	0	2	0	0	13	0	0	5	5	0
14	0	5	0	0	0	14	5	0	2	5	0
15	5	0	0	5	0	15	5	5	2	5	0
16	5	0	2	5	0	16	0	0	2	5	0
17	0	0	2	5	0	17	5	5	5	5	1
18	5	0	5	5	0	18	5	0	5	5	0
19	5	0	2	0	0	19	0	0	2	5	0
20	0	0	0	0	0	20	5	0	2	0	0
21	0	0	2	5	0	21	5	0	0	5	0
22	0	0	5	5	0	22	0	0	2	5	0
23	5	0	0	0	0	23	5	5	5	5	1
24	0	0	2	5	0	24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	5	0	25	0	0	0	0	0
26	5	5	5	0	1	26	5	0	0	5	0
27	0	0	0	0	0	27	0	5	0	0	0
28	0	0	5	5	0	28	0	0	0	5	0
29	5	0	2	0	0	29	0	0	0	0	0
30	5	5	2	5	0	30	5	5	2	5	0
31	0	0	0	5	0	31	5	0	5	5	2
32	0	5	2	5	0	32	5	0	2	0	0
33	0	5	0	5	0	33	5	0	0	5	0
34	0	5	5	5	0	34	0	0	2	0	0
35	0	0	5	0	0	35	0	0	5	5	0
36	0	0	0	5	0	36	5	0	2	0	0
37	5	0	5	5	0	37	5	5	0	0	0
38	5	5	0	5	0	38	0	0	0	5	0
39	5	0	2	5	0	39	5	0	2	5	0
40	0	5	2	0	1	40	5	0	5	0	0

表 F.4 期末考试试题得分情况-数列 (续)

实验班 (号数)	3 题	6 题	10 题	13 题	17 题	对照班 (号数)	3 题	6 题	10 题	13 题	17 题
41	0	0	0	0	0	41	0	5	0	5	0
42	5	5	2	5	1	42	0	0	0	0	0
43	5	0	5	5	0	43	5	0	0	0	0
44	0	5	2	5	5	44	5	0	5	5	0
45	5	5	2	5	0	45	5	5	2	5	0
46	0	0	0	5	0	46	0	0	0	0	0
47	5	0	2	5	0	47	0	0	0	0	0
48	0	0	2	0	0	48	0	0	0	0	0
49	5	5	2	5	0	49	5	0	0	0	0
50	5	5	5	5	0	50	5	5	2	5	0
51	5	5	2	5	0	51	0	0	0	0	0
52	5	5	2	5	0	52	5	0	0	0	0
53	0	0	2	5	0	53	5	0	0	0	0
54	0	0	2	5	0	54	0	0	0	0	0
55	5	0	5	5	1	55	0	0	0	0	0
56	5	0	2	5	0	56	5	0	0	5	0
57	5	0	0	5	0						
58	5	0	5	0	0						
59	0	0	0	0	0						

在读期间的学术论文及研究成果

1. 2019 年撰写论文《培养农村高中生数学自学能力的正确打开方式》获汕头市数学会优秀数学教学论文三等奖
2. 2019 年撰写论文《建构主义视角下高中生数学编题研究》获汕头市教育学会教学论文二等奖
3. 2020 年撰写论文《高中数学课堂改编教学初探》获潮阳区优秀教学论文二等奖
4. 2021 年撰写论文《基于人教版（2019）高一数学教材的学生改编陈题方法研究》获潮阳区优秀教学论文一等奖
5. 2021 年撰写论文《基于人教版（2019）高一数学教材的学生改编陈题方法研究》获汕头市数学会优秀数学教学论文一等奖
6. 2021 年撰写论文《高一数学教材的学生改编陈题方法研究》发表于《数理天地》（高中版）22 年 4 月

后记

在温智涛老师的精心指导下，我完成了本篇论文，在此向我的导师表示深深的谢意和敬意。也感谢汕大各位老师在学习和教学工作方面对我的指导。文中引用了众多的文献，对有关作者一并表示感谢。

我不曾优秀，但我亦不曾放弃。小孩才选喜欢与不喜欢，成人只有坚持与不坚持。感谢自己能一路坚持走到今天，也感恩家人和朋友在读研期间给予的鼓励与帮助。

研究生毕业不代表学习的终结，那是另一个开始。教学生涯很长，我仍需努力，将研究生期间所学所思运用到未来的教学工作中，为其增添一抹色彩。