

江苏省教育科学“十三五”规划课题“基于极富空间的混合式学习模型构建”
(B-b/2016/02/125) 成果之一

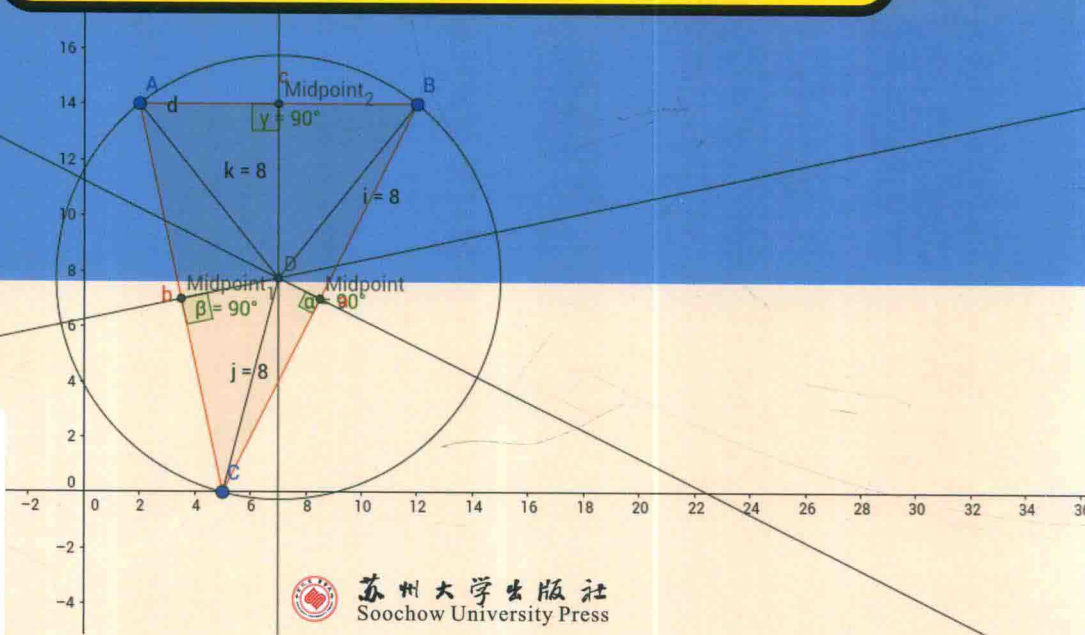
动手

“做”

数学

——GeoGebra与初中数学深度融合

丁银杰  著



江苏省教育科学“十三五”规划课题“基于极富空间的混合式学习模型构建”(B-b/2016/02/125)成果之一

动手“做”数学

——GeoGebra 与初中数学深度融合

丁银杰 著

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动手“做”数学: GeoGebra 与初中数学深度融合 /
丁银杰著. —苏州: 苏州大学出版社, 2019. 12
ISBN 978-7-5672-3031-6

I. ①动… II. ①丁… III. ①中学数学课—计算机辅
助教学—教学研究—初中 IV. ①G633.602

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 275739 号

动手“做”数学

——GeoGebra 与初中数学深度融合

丁银杰 著

责任编辑 征 慧

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街1号 邮编: 215006)

苏州工业园区美柯乐制版印务有限责任公司印装

(地址: 苏州工业园区东兴路7-1号 邮编: 215021)

开本 787mm × 1 092mm 1/16 印张 13.25 字数 258 千

2019 年 12 月第 1 版 2019 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-3031-6 定价: 48.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67481020
苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>
苏州大学出版社邮箱 sdchs@suda.edu.cn



丁银杰，男，1974年生，苏州市草桥中学校数学教师，苏州大学教育硕士。江苏省333工程第三层次培养对象，苏州市名教师，苏州市姑苏教育青年拔尖人才，苏州市优秀教育工作者，苏州市中青年（数学）学科带头人。曾获信息技术与课程整合课全国一等奖，江苏省优秀教研成果一等奖，江苏省初中数学实验创新设计一等奖，苏州市把握学科能力竞赛一等奖等荣誉。主要研究领域：初中数学实验设计与教学研究，信息技术与课程整合研究，中考命题研究等。主持或参与多项省市级课题研究，核心参与苏科版义务教育教科书初中数学《实验手册》的编撰工作。多篇论文在《数学通报》《基础教育参考》《中国数学教育》《中学数学》《中学数学月刊》等核心或省级以上刊物发表。

前言

1. 邂逅

与 GeoGebra 有缘邂逅,要感谢我的导师董林伟先生.2013 年我有幸成为由董主任领衔的初中数学实验理论与实践研究团队一员,研究团队的研究成果之一是研制开发了全国第一套初中数学《实验手册》.《实验手册》全套共五册,80 多个实验,其中的 8 个实验由我撰写.为了提高实验研制和实验教学质量,切实转变教学方式,实验研究团队定期会召开初中数学《实验手册》的编写、研讨和培训会议,这意味着我有更多的机会向专家学习,与同行交流.2015 年 8 月,在一次江苏省初中数学实验研讨暨培训会议上,来自苏州太仓的周瑜珍老师公开展示了 GeoGebra 数学软件,短短的十分钟,我被 GeoGebra 直观的操作界面和强大的演示功能深深折服了.与 GeoGebra 的这次邂逅激发了我学习、探究 GeoGebra 的欲望.

2. 相知

回到苏州后,我如饥似渴地搜寻有关 GeoGebra 的资料,哪怕只是只言片语,但苦于当时 GeoGebra 软件刚引进中国大陆不久,系统介绍 GeoGebra 的书籍市面上还没有出现,网络上也只能觅到零星的 GeoGebra 案例资料,学习一时陷入窘境.2015 年 10 月,我远赴加拿大进行了为期三周的修学之旅,与西方教育来了一次零距离的接触.这期间,一位教授为我们做了一场关于一款数学软件与课程整合的报告,生动的技术,直观的演示,强大的功能,震撼了我的心灵,再次燃起我探究 GeoGebra 的欲望.回国后,我首先通过 GeoGebra 软件自带的英文帮助文件自学了软件的基本操作,了解了软件的基本功能,通过仅有的几个案例,反向操作,初步感受了这款软件的神奇魅力.而后,一次偶然的的机会,我了解到宝岛台湾的罗骥韡老师编著了《GeoGebra 几何与代数的美丽邂逅》一书,辗转获得此书后,再次通过这本书系统学习了 GeoGebra 软件,掌握了一些高级功能,还通过书中的链接“破译”了更多的应用案例,对 GeoGebra 软件有了较为全面的认识.

3. 同行

手里有了 GeoGebra 这一“金刚钻”,心里总想揽点“瓷器活”.在学习软件期间,曾经作了一些尝试,并取得了一些成果,例如:论文《用 GeoGebra 设计实验探究圆周率的近似值》发表于《中学数学月刊》(2016 年第 3 期);基于 GeoGebra 的数学实验设计案例《制作锐角的正弦、余弦刻度尺》获得 2016 年 11 月江苏省初中数学实验创新设计案例评比一等奖;等

等.这些成绩的取得极大地增强了我继续探索的信心.刚好2017年的寒假来临了,结合近5年的初中数学实验研究,我再次梳理了教材,遴选了技术与课程的若干整合点,创意、制作、文本一气呵成.起初,我只是想编写几个典型的案例,没想到在编写的过程中,思如泉涌,一个个构想油然而生,就连在梦中也会有奇思妙想.不经意间,一个寒假,60个鲜活的案例诞生了,也便有了《动手“做”数学——GeoGebra与初中数学深度融合》一书的雏形.经过学校近两年综合实践课程的教学实践,案例集不断完善,其教育价值也得到充分的体现.为了便于广大师生学习和参考,更好地理解案例的编写与操作,在原有书稿的基础上增加了“GeoGebra入门”,对软件的常用功能与基本操作作了适当的介绍.

4. 分享

知识是无界的,技术只有通过交流分享,才能发挥其生产力.GeoGebra软件是开源的,每个人都可以无偿获得它的使用权,当然也有义务去不断拓展它.有了编写《动手“做”数学——GeoGebra与初中数学深度融合》一书经历,在别人眼里俨然成了GeoGebra的“专家”,也就有了去播种、推广GeoGebra的机会,我想这也是我的使命.2017年8月是最忙碌的一个月:14日、25日应邀至徐州、连云港参与江苏凤凰科学技术出版社组织的苏科版初中数学暑期教师培训活动,为广大一线教师做了《GeoGebra与初中数学的深度融合》专题报告;19日远赴贵州铜仁参加名师送培活动,为全体学员开设了题为《GeoGebra与初中数学整合实践与研究》讲座.2018年12月,在第八届全省初中数学实验教学专题研讨会暨数学实验创新方案设计表彰会上做了《运用GeoGebra开展初中数学实验教学》专题报告.此外,在苏州市、区范围内多次为广大教师开展有关GeoGebra各类培训与课堂实践展示.

5. 说明

《动手“做”数学——GeoGebra与初中数学深度融合》一书共分上、下两篇,上篇GeoGebra入门,共两章,介绍软件的主要功能与基本操作.下篇GeoGebra进阶,共六章,分别介绍苏科版义务教育教科书《数学》七年级上册、七年级下册、八年级上册、八年级下册、九年级上册和九年级下册的核心内容与GeoGebra融合的60个案例.每个案例包含案例导读、动手“做”数学两个部分.案例导读说明案例的整合点与设计意图,动手“做”数学聚焦案例的具体技术制作与技术探究.读者用微信扫描每个案例后的二维码,可以获得相应案例的GeoGebra文件,直接用于课堂演示或自主探究.

希望本书能给广大师生和数学爱好者的数学学习与研究带来些许帮助.由于作者水平有限,书中难免有不足之处甚至错误,请广大读者不吝赐教,批评指正.

丁银杰

2019年8月于苏州

序

随着信息技术的发展,我们已经迈进了5G时代,在技术的推动下,教育生态正在发生巨变,教育信息化成了教育发展的必然趋势与应然选择.教育信息化的本质是在教育教学的各个领域,积极开发并充分应用信息技术和信息资源,促进教育现代化,以培养满足社会需求的人才.如果说网络、传屏等通用技术为我们的教育生态架起了四通八达的信息高速公路,那么学科专业技术则聚焦学科大厦的建设与经营,开发并提供琳琅满目的产品,满足不同顾客个性化的需求.

信息技术的发展对数学教育的价值、目标、内容以及教学方式产生了很大的影响.数学课程的设计与实施应根据实际情况合理地运用现代信息技术,要注意信息技术与课程内容的整合,注重实效.要充分考虑信息技术对数学学习内容和方式的影响,大力开发并向学生提供丰富的学习资源,把现代信息技术作为学生学习数学和解决问题的有力工具,有效地改进教与学的方式,使学生乐意并有可能投入现实的、探索性的数学活动中.

数学学科的技术软件众多,中学阶段应用较为广泛的有几何画板、网络画板、GeoGebra等. GeoGebra 是一款开源的,集几何、代数、概率、统计和微积分等于一体的动态数学软件,支持中文指令,可以进行数式、变量及关系运算.代数区、绘图区、运算区及表格区等功能区既相对独立,又互联互通,能够实现数形结合和多维度地表征数学对象.基于数学软件,教师一方面可以开发数学学科资源,满足学生个性化学习的需求,另一方面可以引导学生开展自主探究,实现深度学习.

数学学科具有高度的抽象性、严密的逻辑性和广泛的应用性,一直被认为是难学的、枯燥的.江苏省在数学教育方面历经10年探索与研究,打造了江苏基础教育的一张亮丽名片——初中数学实验,以期改变数学课堂的生态,转变师生教与学的方式.初中数学实验是学生通过动手动脑,以“做”为支架的活动方式,是在教师引导下,学生运用有关工具,通过实际操作,在认知与非认知因素参与下进行的一种发现数学结论、理解数学知识、验证数学结论的活动.

丁银杰老师自2013年加入江苏省初中数学实验研究团队以来,参与了义务教育教科书初中数学《实验手册》的编撰工作,其中的9个实验方案由丁老师执笔.近年来,丁老师致力于数学实验教学与研究,主持或核心参与多项省、市级有关数学实验的课题研究,主持苏

州市“初中数学实验课程基地”项目建设,《在直观操作中发展学生的数学抽象素养》等多篇数学实验教学研究论文在《数学通报》等核心或省级以上刊物发表。

数学实验以学生为中心,以任务为驱动,以“做”为支架,主张手脑协同,启思明理,让学生享受完整的数学学习。工具性是数学实验的一个重要特征,实物或技术工具为学生的实验探究提供了直观形象和探究平台。丁老师尤其擅长信息技术与数学实验课程的融合研究,本书就是丁老师结合多年的数学实验研究的成果之一。

本书中的每一个案例都聚焦义务教育阶段数学学科核心内容,经过教学实践的检验,具有一定的启发性与探究性。衷心希望本书能对一线数学教师基于技术进行数学实验教学有所启发,有所帮助,并在引导学生自主实验探究方面发挥积极的作用。

江苏省教育科学规划领导小组办公室主任

董林伟

2019年12月



目 录

上篇 GeoGebra 入门

第一章 GeoGebra 简介

- 一、GeoGebra 是什么 / 3
- 二、GeoGebra 的安装 / 4
- 三、GeoGebra 的界面 / 7

第二章 GeoGebra 常用功能与基本操作

- 一、基本绘图 / 11
- 二、属性设置 / 14
- 三、图形变换 / 18
- 四、滑动条 / 21
- 五、文本与复选框 / 23
- 六、按钮、脚本与动画 / 25
- 七、序列与列表 / 26
- 八、追踪与轨迹 / 29
- 九、随机数 / 31
- 十、自定义工具 / 33



下篇 GeoGebra 进阶

第三章 七年级上册应用案例

- 案例 1 在数轴上表示无理数 π / 37
- 案例 2 有理数的加法 / 42
- 案例 3 有理数的乘法 / 45
- 案例 4 翻牌游戏 / 48
- 案例 5 对折长方形纸片 / 51
- 案例 6 平方、立方刻度尺 / 54
- 案例 7 时钟 / 57
- 案例 8 水费计算程序图 / 59
- 案例 9 制作七巧板 / 62
- 案例 10 从不同方向看 / 65
- 案例 11 正多面体的表面展开图 / 68

第四章 七年级下册应用案例

- 案例 12 两直线平行 同位角相等 / 70
- 案例 13 三角形的中线与角平分线 / 72
- 案例 14 三角形的高线 / 74
- 案例 15 探索三角形三边的数量关系 / 76
- 案例 16 三角形的内角和 / 78
- 案例 17 多边形的外角和 / 80
- 案例 18 正多边形镶嵌 / 82
- 案例 19 整式的乘法 / 85

第五章 八年级上册应用案例

- 案例 20 线段垂直平分线的性质和判定 / 90
- 案例 21 角平分线的性质和判定 / 92



- 案例 22 光的直线传播与平面镜镜面反射 / 95
- 案例 23 勾股定理的发现 / 100
- 案例 24 勾股定理的验证(一) / 103
- 案例 25 勾股定理的验证(二) / 105
- 案例 26 一次函数的图像 / 108
- 案例 27 一次函数的性质 / 112
- 案例 28 一次函数的图像——看直线 说 k 、 b / 114
- 案例 29 坐标系中的三角形面积 / 117
- 案例 30 数格点 算面积 / 119
- 案例 31 分段函数的图像(轨迹法) / 122
- 案例 32 分段函数的图像(指令法) / 124

第六章 八年级下册应用案例

- 案例 33 抛掷一枚正方体骰子 / 126
- 案例 34 抛掷两枚正方体骰子 / 129
- 案例 35 用撒点实验探究圆周率的近似值 / 132
- 案例 36 用投针实验探究圆周率的近似值 / 134
- 案例 37 三角形的中位线 / 138
- 案例 38 反比例函数图像(双曲线)的对称性 / 140

第七章 九年级上册应用案例

- 案例 39 滑动的梯子 / 143
- 案例 40 过圆中一点的最长弦与最短弦 / 145
- 案例 41 找三角形的外心 / 148
- 案例 42 找三角形的内心 / 151
- 案例 43 割圆术求圆周率(一) / 154
- 案例 44 割圆术求圆周率(二) / 156
- 案例 45 在直线上滚动的三角形 / 159
- 案例 46 在直线上滚动的莱洛三角形 / 162



第八章 九年级下册应用案例

- 案例 47 二次函数图像(抛物线)的平移 / 166
- 案例 48 二次函数图像(抛物线)的对称变换 / 168
- 案例 49 抛物线形包络线 / 170
- 案例 50 心形包络线 / 173
- 案例 51 封闭曲线上的点的运动 / 175
- 案例 52 三角形分形 / 177
- 案例 53 雪花分形 / 179
- 案例 54 黄金矩形 / 182
- 案例 55 中心投影 / 185
- 案例 56 平行投影 / 186
- 案例 57 二次函数图像(抛物线)的相似性(一) / 189
- 案例 58 二次函数图像(抛物线)的相似性(二) / 192
- 案例 59 反比例函数图像(双曲线)的相似性 / 194
- 案例 60 锐角的三角函数刻度尺 / 197

附录

- 索引 1 案例知识领域分布 / 200
- 索引 2 案例涉及主要功能 / 201





第 1 章 GeoGebra 简介

1.1 GeoGebra 是什么

上篇

GeoGebra 入门

GeoGebra

图 1-1



图 1-1

GeoGebra 是一款开放源代码数学教学软件,适用于小学到大学各个层面。它最早是由奥地利维也纳的数学家 Markus Hohenwarter (图 1-2), 始于 20 世纪 90 年代中期在奥地利萨尔茨堡的萨尔茨堡大学 (University of Salzburg) 做研究, 后来他在佛罗里达州佛罗里达大西洋大学 (Florida Atlantic University) 和佛罗里达州立大学 (Florida State University) 持续开发该软件, 目前, 他已回到奥地利林茨大学 (University of Linz) 继续软件开发团队的不间断工作, 软件功能也得到了很大的扩展, 版本不断升级, 本书是基于 3.5 版本编写的。

由于 GeoGebra 是基于 Java 语言设计的, 所以 GeoGebra 可以在 Windows、Mac 和 Linux 等系统下运行 (图 1-3), 具有多跨平台的特性。



第一章 GeoGebra 简介

一、GeoGebra 是什么

GeoGebra = Geometry + Algebra.

这是 GeoGebra 的设计者们最初对这一软件的设想,GeoGebra 要同时拥有几何绘图与代数计算的功能.由于 GeoGebra 开发团队的努力,GeoGebra 现在已是集代数、几何、概率、统计及微积分等于一体的数学软件.图 1-1 是 GeoGebra 的 Logo.



图 1-1



图 1-2

GeoGebra 是一款开源动态数学教学软件,适用于小学到大学各个学段.它的设计者是奥地利的数学教授 Markus Hohenwarter(图 1-2),他于 2001 年开始开发这款软件,当时他在奥地利的萨尔茨堡大学(University of Salzburg)做研究,后来他在佛罗里达州大西洋大学(Florida Atlantic University)和佛罗里达州立大学(Florida State University)持续开发这一软件,目前,他已回到奥地利林茨大学(University of Linz).随着软件开发团队的不断壮大,软件功能也得到了很大的扩展,版本不断升级,本书是基于 5.0 版本编写的.

由于 GeoGebra 是基于 Java 语言设计的,所以 GeoGebra 可以在 Windows、Mac 和 Linux 等系统下运行(图 1-3),具有良好的兼容性.



图 1-3

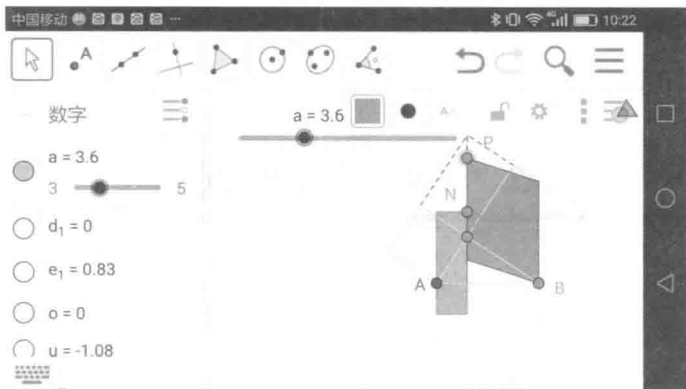


图 1-4

另外,GeoGebra 还支持在 iPad 和基于 Android 的手持终端上使用(图 1-4),计算机上建立的 GeoGebra 文档可以在手机、平板电脑等设备上打开、演示和进行基本的操作,这极大地拓展了 GeoGebra 的使用范围,为移动学习和学习者的自主探究提供了便利,有利于转变学习者的学习方式。

二、GeoGebra 的安装

GeoGebra 有网络版、安装版、便携版和网页版等多种版本。下面是安装版的下载和安装过程。

步骤 1:在浏览器内输入网址:<https://www.GeoGebra.org/download>,登录 GeoGebra 论坛的下载页面,单击下载相应系统的安装程序。如图 1-5,数学计算器为 6.0 版本,GeoGebra 经典为 5.0 版本。



图 1-5

步骤 2:双击已经下载好的安装文件“GeoGebra-Windows-Installer-5-0-374- 0. exe”(以 5.0 版本为例),执行安装程序。

如图 1-6,选择“Chinese(Simplified)”语言,单击“下一步”按钮。



图 1-6

步骤 3: 如图 1-7, 单击“我接受”按钮, 接受“授权协议”。



图 1-7

步骤 4: 如图 1-8, 选择“Standard”单选按钮后, 单击“安装”按钮。