

# 基于立体几何智能教育平台的教学资源开发

徐章韬<sup>1,2</sup>, 刘 郑<sup>1</sup>, 刘观海<sup>1</sup>, 陈 矛<sup>1</sup>

(1. 华中师范大学 教育信息技术工程研究中心, 湖北 武汉 430079;

2. 江西师范大学 数学与信息科学学院, 江西 南昌 330022)

**摘要:**立体几何智能教育平台是我国自主研发的, 面向学科的三维动态几何软件。基于这个平台开发教学资源应遵循一定的原则和开发路径。其原则是: 依据课程标准, 确定在信息技术的支持下, 课程内容整合的着力点, 学生心理发展的着力点, 教师专业发展的着力点。其路径是: 先拟定教学资源开发的整体框架, 然后再按一定的模式对每一模块进行细化、充实、调整。教学资源的开发可以作为推动教师专业发展的一个抓手。

**关键词:**立体几何智能教育平台; 教学资源开发; 教师专业发展

**中图分类号:**G633.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-0186(2012)07-0049-05

## 一、背景分析

强调教育信息化在教学过程中的应用, 进而实现教育质量的显著提升, 是教育信息化的重大意义所在。<sup>[1]</sup>然而由于种种原因, 教学过程中的信息化进程走了弯路, 进展不大。如立体几何的信息化进程就非常缓慢, 一位拥有硕士学位的、任教于沿海某省重点中学的教师居然用 PPT 做立体几何课件! PPT 做的立体几何课件无法深入揭示空间各元素间的位置关系, 对教学的意义不大。对此, 张景中院士指出, 教育信息技术研究要深入学科, 要为特定的学科量身定做学科教学软件。<sup>[2]</sup>继成功推出深入数学学科的优秀国产软件超级画板之后, 国家数字化学习工程技术研究中心推出了立体几何智能教育平台,<sup>[3]</sup>这是国产动态几何软件从二维走向三维的一个标志, 是一项填补国内空白的工作。

立体几何智能教育平台吸收了超级画板的优点, 将动态几何、符号演算、自动推理以及课件制作等进行有机地集成, 发展成集动态图形与动态计算于一体的逻辑动画平台。它不仅具备智能交互式

作图功能, 还具有动画、轨迹、跟踪、测量和变换等动态几何功能, 并具有较高的智能性来进行定理的机器自动证明。该平台面向具体学科, 具有鲜明的学科特色, 是深入学科的智能教育平台, 能满足教学中数学活动的需要。

建立丰富的教学资源库, 贴近教材, 跟进课堂教学, 提供后续服务, 及时解答师生在使用过程的一些问题, 必然会推动立体几何教学的信息化进程。如何建设深入立体几何学科的教学资源库, 使信息技术有利于揭示学科的实质, 有利于学生的学, 有利于教师的教, 有利于教师的专业发展, 是本文要阐述的主要内容。

## 二、教学资源开发

教学资源的开发应遵循一定的原则、层次和路径。参照工程化开发的一般做法,<sup>[4]</sup>教学资源开发应回答这样几个问题: 为谁开发, 依据什么开发; 怎样开发, 依照怎样的流程开发? 开发出的教学资源应符合课程特点、内容要求和学生心理发展的一般规律, 应有助于教师的专业发展。

收稿日期: 2012-02-14

作者简介: 徐章韬 (1976—), 湖北京山人, 汉族, 博士, 副教授, 国家数字化学习工程技术研究中心在站博士后, 主要研究信息技术背景下的学科教学知识。

### （一）开发原则

教科书是课程标准的下位材料，旨在反映和体现课程标准。虽然当下出现了诸多版本的教科书，但都是依据同一种课程标准编写的。为了使开发出的教学资源具有更广泛的适用性，在确定信息技术与课程内容整合的着力点时，不能以哪一种版本的教科书为依据，而应以课程标准为依据。课程标准不仅界定了学习内容，还对学生能力培养及学习方式、教师的专业发展提出了要求。

#### 1. 依据课程标准，确定信息技术与课程内容整合的着力点

确定信息技术与课程内容整合的先后次序。不论立体几何教科书的编排方式、处理手段如何，点、线、面之间的位置关系和空间几何体是其基本内容。以往教材的安排是从局部到整体：先介绍点、线、面，再讲解几何体。新课程标准教材的安排则是从整体到局部：先展示大量的几何体，在学生感性认识的基础上，再深入研究点、线、面等几何体的元素。两种编排方式各有所长。根据师生学习信息技术的一般顺序，在开发教学资源时，我们同时考虑了两种编排方式。具体做法是：先介绍立体几何智能教育平台的基本操作功能；然后再开发与课堂教学衔接紧密，不需要使用多少信息技术操作技巧，但要深入考虑内容特点的教学资源；最后，开发一些需要深入挖掘信息技术功能，对信息技术的操作技巧有一定要求的教学资源，如开发教学资源“多姿多彩的几何体”就需要一定的开发技巧，需要挖掘信息技术的潜力，首先开发这类资源显然是不合适的，但是对于制成品来说，何时使用则可以根据课程标准、教学计划统筹安排，不受开发次序的制约。我们的开发流程是：立体几何智能教育平台的基本操作功能—立体几何智能教育平台的课堂教学案例—立体几何智能教育平台的拓展教学案例。

确定信息技术与课程内容的“接榫点”。依据教学目标对教材内容作深层次的挖掘和剖析，用信息技术突出知识的形成过程，把握知识的关键点，考虑信息技术用在何处。如，角和距离是立体几何中两个重要的几何量。在制作“直线和平面所成的角”时，就要分析这个内容知识的要点——直线和平面所成的角是如何定义的，这种定义方式是否合理。从内容的深度分析知，直线和平面所成的角之定义方式的合理性表现为，在直线和平面内所有过

斜足的直线所成的角中，直线和其射影所成的角最小。抓住了“最小性”，就抓住了这个内容知识的关键点。然后，就要用信息技术表现这个“最小性”。这样，信息技术就深入了学科，抓住了学生，让学生能够以直观方式认识抽象、复杂的数学现象。又如，在制作“异面直线的公垂线”时，就要考虑异面直线的距离是如何定义的，这种定义方式是否合理，如何用信息技术把这种“合理性”体现出来。这些地方考虑清楚了，信息技术就用到“点子”上了。不研究学科内容的特点与需求，信息技术是无法进入数学教学活动的，这是在开发教学资源时，必须时时考虑的问题。

确定用信息技术呈现课程内容的方式。不变性和不变量的研究是数学的重要任务之一，动态性是信息技术辅助数学教学的灵魂，<sup>[5]</sup>因此，凡能动态呈现的内容就不要静态演示。如，三垂线定理是立体几何中非常重要的内容。用铡刀铡草时，依据三垂线定理，省时又省力。为了让学生更好地明白其中的道理，在演示这样的课件时，就不要做成静态的。又如，直线和平面平行的性质定理本来是“书脊平行于桌面，书页张开，书脊和书页的边沿线是平行的”这一现象的数学描述，但在教材中的呈现方式是静态的，呈现的只是其中的一种情形，不做成动态的就不能很好地刻画现象的本质。

#### 2. 依据课程标准，确定信息技术促进学生心理发展的着力点

著名数学家、数学教育家弗赖登塔尔说：“从高层次看，几何是数学的一部分，它是以公理系统的方式组织起来的；但是从最低的基本层次上看，几何则是对空间的理解。”<sup>[6]</sup>但是作为教育任务的几何，不应该是冷冰冰的、编织好的、天衣无缝的公理体系，也不应该是枯燥的、主要是通过解题来进行思维体操训练的课程，而应该是促进学生空间想象能力、推理论证能力及几何直观能力培养的极好素材。

借助信息技术，用理趣抓住学生的心理。有人说，兴趣是最好的老师，兴趣对学习的重要性不言而喻。信息技术固然可以用外在的、生动形象的界面吸引学生，激发学生的兴趣，但更重要的是把学生吸引到“理趣”上来。如，在开发“平行平面的判定定理”时，在“内容剖析”中指出：在实践中，在判断一个平面是否水平时，把水准器在这个平面上交叉地放两次，如果水准器的气泡都是居中

的,就可以判定这个平面和水平面平行。这是劳动人民聪明才智的体现,聪明的你能解释其中的道理吗?这样“激趣”,就能引出“理趣”了。享受“理趣”带来的智力享受,符合波利亚倡导的主动性原则。用信息技术教学,最忌讳表面上的热闹冲淡了学习任务。

借助信息技术,变革学生的学习方式。新课程立体几何教学倡导突出几何的本质,引导学生经历“直观感知、操作确认、思辨论证、度量计算”等探索与研究几何问题的过程,发展学生的空间想象能力和几何直观能力。为此,开发的教学资源要有助于学生参与知识的发生、发展和应用的全过程。开发的教学资源力图让学生历经从经验学习到符号学习<sup>[7]</sup>这样一个完整的过程。让学生在测量、计算中,在对可视的点、线的操作中、变换中,形成相应的体验、感受、领悟、经历等直接经验,提出猜想,学习论证,感受知识形成过程与形成结果的统一性。一改以对符号的识别、表征、分析、综合、推理、想象等逻辑操作为主要学习方式来展开学习过程的做法。学习是经验学习与符号学习关联与互动的有机过程,是两者辩证统一的过程。如,在开发“直线与平面平行的判定定理”的教学资源时,考虑到教材是用反证法证明的。反证法一般用来证明不能或不易直接证明的命题,直接让学生学习形式化的证明,有一定的难度。在开发教学资源时,就制作动画,让学生在动态中测得两直线的夹角为零,感悟到无论在哪种情况,直线都不会发生“弯曲”而与平面相交,而这一点正是用反证法证明这个定理的关键。

### 3. 依据课程标准,确定信息技术促进教师专业发展的着力点

课程标准指出,教师不仅是课程的实施者,而且是课程的研究、建设和资源开发的重要力量。这是理想教师的应然形象。现实中,教师的实然形象不是这样的。中小学教师不是专职的研究者,教学任务繁重,其他社会负担也沉重,所以在开发教学资源时,要充分考虑到教师的实际情况力求减轻教师的负担。提供的教学资源包括内容剖析、技术视角、技术实现、课堂运用、教学意义、引申拓广等栏目,方便教师备课时参考使用。

以课例片断的形式促进教师的专业发展。课例立足于课堂,将理论思想置于鲜活的教学之中,将宏大的理论转化为个体的教育经验或事件;课例的

研讨聚焦课堂,是在真实情境中研究教与学。因此,课例(lesson case)是理论与实践,是教师学习的“认识支架”。<sup>[8]</sup>不是针对整个教学过程开发教学资源,而是针对课堂教学中的关键点开发教学资源。如在开发“异面直线”的教学资源时,就针对课堂教学中的关键点开发了两个资源:“异面直线所成角的最小性”、“异面直线距离的最小性”。按TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)<sup>[9]</sup>框架,分别以内容剖析、技术视角、教学意义等栏目阐明了信息技术支持教学时教师所需的教學知识基础。在教师培训的一般做法中,理论的宣讲一般是游离于课堂教学实践的,但通过这样一种教学知识工程化<sup>[10]</sup>的做法,可以使教学理论走出单纯的理论形态、走向课堂教学实践,为教师专业可持续发展提供了可资借鉴的资源。

### (二) 开发路径

借鉴“从顶而下,逐层细化”的程序设计的做法,先拟定教学资源开发的框架,然后再对每一模块进行细化、充实、调整。

#### 1. 三个基本模块

这三个基本模块依次是立体几何智能教育平台的基本操作、立体几何智能教育平台的课堂教学案例和立体几何智能教育平台的拓展教学案例。

在基本操作部分,主要介绍立体几何智能教育平台所能完成的教学中所需要的数学活动。具体包括:作图(作点、线、面、二维图形和三维图形)、动画、轨迹和跟踪、变换(平移、旋转、对称和缩放)、测量(测角、距离、面积和体积)。任何立体几何图形最终都归结为点、线、面等基本元素的作图。先介绍作图,然后再对作图对象进行各种操作(让其动起来,让其变换一下,测一测,量一量)的做法和数学中公理化思想是一脉相承的。

在课堂教学案例部分,主要开发与课堂教学紧密相关的教学资源。分为三大块:直线和平面、多面体和旋转体。开发这部分资源,既是对第一部分基本操作的复习与巩固,也是对立体智能教育平台功能的一种检测。教学中的需求有很多,比如,对角、线段等作标注等,软件的功能不可能一下子就臻于完善,需要听取来自教学的声音。根据课程标准,针对具体的主题开发课堂教学中适用的教学资源。如,在“空间两条直线”这一主题中,依照课程展开的逻辑,依次开发了异面直线的画法、异面直线的判定、三线平行公理、空间等角定理、异面

直线所成角的定义的合理性、两条异面直线距离的最小性等教学资源,供师生选用。

在拓展教学案例部分,开发了一些体现立体几何智能教育平台功能和立体几何课程本质的资源。分为四大部分:多姿多彩的几何体、形象演示中栖抽象、动态变化中觅不变和动态探究中学猜想。教材中介绍的多面体和旋转体都是一些最基本、最简单的几何体,开发多姿多彩的几何体,能让学生从整体上观察空间图形,发展空间观念,这正是新课程标准所倡导的。如,开发了对偶正四面体、八角割立方体等教学资源,让学生感悟到几何体的多态和美。形象演示中栖抽象部分是开发演示型课件,把抽象的道理用形象表现出来。如为了形象表现投影这一新增主题,就开发“斜光穿朱户”这一教学资源表现平行投影中所蕴涵的抽象。标题“斜阳穿朱户”取自古诗“明月不谙离恨苦,斜光到晓穿朱户”,是为了渗透一丝人文气息。动态变化中觅不变部分是为了展现几何中的不变性和不变量,让学生学会从二维到三维的类比推理。如,开发了正四面体中的点这一教学资源旨在给学生提供从平面到空间进行类比、推广、实验、探究的一次尝试:在平面几何中,等边三角形中任一点到三条的距离和为一个定值,这已为超级画板所证实。那么在立体几何中,这个结论该如何推广?在动态探究中学猜想部分是为了落实新课程标准倡导的探究性学习理念,让学生初步体会到如何“做数学”。如,开发正弦定理在空间的推广这一教学资源就是要求学生在现代信息技术的帮助下,能自主探索数学结论,培养创新精神和实践能力。

## 2. 课例片断教学资源的开发

课例片断教学资源的开发要遵循的一定的程式。

(1) 选定主题。这样的主题通常是课堂教学中要解决的问题,不管有无信息技术的支持。如异面直线的画法、异面直线的判定等。

(2) 内容剖析。内容剖析包括选定的主题是什么,在教材中的地位、作用是什么,掌握这一主题的关键点是什么,学生的认知难点是什么。然后提出需要用技术表征的问题。如在“异面直线的画法”这一课例片断教学资源中,在回答了什么是异面直线,其在教材中的地位,认知的难点和关键点之后,提出了要用信息技术解决的问题:如何用衬托平面表现它们既不平行,又不相交的特点?

(3) 技术视点。技术能够提供一种不同于科学知识的某种理解和适应世界的方式。斯塔科指出除了对学科的主要概念、普遍原理以及重大观念的理解,并能够合理地提出问题之外,还须学习该领域所需的技术和方法以及心智习惯。<sup>[11]</sup>数学的原理,技术的眼光,才能演绎精彩课件。<sup>[12]</sup>制作有创意的作品,一要有技术的视角,要从技术的视角考虑如何实现某种效果,二要考虑技术背后的数学原理,两者的有机结合才能演绎出精彩的课件。如,从技术的角度而言,如果测得点到平面的距离为零,就可说明点在平面上了。

(4) 技术实现。就是一步一步地用信息技术实现内容剖析中提出的问题。为了便于师生模仿制作,在中间重要的地方可以插入一些重要操作步骤的截图。

(5) 课堂运用。立体几何的教学目标之一是培养学生的直观能力。直观有时是一种背景、一种图像。维果茨基说“一个真实的概念意味着一个能呈现客观事物复杂性的图像”,<sup>[13]</sup>对教学实践来说是意味深长的。虽然形成后的数学是抽象的,但数学知识的形成却依赖于直观、形象。在设计教学时,我们的目光不应锁定在那些抽象的条文上,而应该花些时间考虑如何把抽象的数学“栖居”在形象上。这一部分是建议性的,建议师生在何时何处,以及如何使用教学资源,让学生充分体会抽象前的直观,发展几何直觉。

(6) 教育意义。应当承认,信息技术在课堂教学中的使用并不是很普遍。原因是多方面的,其中之一是,由于缺乏深入学科的信息技术工具,打击了一线教师投身教育信息化的积极性。虽然现在有了深入学科的信息技术工具,但一线教师对信息技术用之于课堂教学的效果,还存在不少疑虑:信息技术是否有助于学生学习方式的变革?是否有助于拟真实地再现数学活动的一般进程?其理论依据何在?这些理念性的问题不解决,势必影响深入学科的信息技术工具在课堂教学中的使用。但理念的宣讲不能“空口白话”,结合具体的课例片断,阐述其中的教育理念是一个尝试。

当然,还可以加一些条目,如引申拓展等,或着眼于数学结论的进一步发展,或着眼于信息技术功能的创造性运用,等等。

## 3. 检测与修正

开发出的立体几何智能教育平台、教学资源最

终要用之于课堂教学,接受课程教学实践的检验,并听取教师和同学们的建议和意见,进一步修正,使之臻于完善。我们把智能教育平台嵌入国家数字化学习中心研制的 PGP 电子双板课堂教学平台中,让学校在购买硬件时就能免费获得这款软件。同时,对教师进行培训,并让教师也参与教学资源的开发。这样,智能教育平台的开发者能及时获得教师的反馈,发现并修正设计和开发中的错误,以及不适合教学需求的设计;一线教师能及时把自己的教学智慧融入到软件设计及教学资源中,并对已开发的教学资源通过“二次开发”的形式更新之。教学资源的开发是一个动态的过程,边开发边使用,边使用边改进,是一个持续的过程。

### 三、结语

虽然教师对于教学知识的学习,可以超越“是什么”、“为什么”的阶段,但是在开发教学资源的过程中,却需要教师能运用科学的、艺术的和工程的多样化思维方式来考量教学,需要调动多种“知识包”,把自己所知所能所期望内蕴在教学资源中,并用信息技术表现出来。从这个角度而言,教学资源的开发可以作为推动教师专业发展的一个抓手。

#### 参考文献:

- [1] 何克抗. 对国内外信息技术与课程整合途径与方法的比较分析 [J]. 中国电化教育, 2009 (9): 7—16.
- [2] 张景中, 葛强, 彭翥成. 教育信息技术研究要深入学科 [J]. 电化教育研究, 2010 (2): 8—13.

- [3] 刘郑, 陈矛. 中学立体几何教学软件的设计与实现 [J]. 中国电化教育, 2011 (5): 109—115.
- [4] 林素仙, 谭文安. 基于软件生命周期模型的网络课件的开发方法与实现过程 [J]. 计算机时代, 2007 (9): 25—27.
- [5] 彭翥成, 江春莲. 动态性是信息技术辅助数学教学的灵魂 [J]. 数学通讯, 2008 (19): 10—12.
- [6] 弗赖登塔尔. 作为教育任务的数学 [M]. 陈昌平, 等, 译. 上海: 上海教育出版社, 1995: 276.
- [7] 陈佑清. 符号学习与经验学习在学生发展中的关联与互动 [J]. 华东师范大学学报 (教育科学版), 2010 (6): 24—32.
- [8] 王洁, 顾泠沅. 行动教育——教师在职学习的范式革新 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2007.
- [9] Mark Hofer, Kathleen Owings Swan. Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: A Case Study of a Middle School Digital Documentary Project [J]. *Journal of Research on Technology in Education*, 2006, 41 (2): 179—200.
- [10] 李志厚, 王嘉毅. 教学知识工程化: 一个理论见之于实践的研究领域 [J]. 教育理论与实践, 2009 (10): 35—38.
- [11] A J 斯塔科. 创造能力教与学 [M]. 刘晓陵, 曾守锤, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2007.
- [12] 徐章韬. 技术的视角数学的原理演绎精彩课件 [J]. 中国数学教育, 2011 (9): 45—48.
- [13] Vygotsky L. *The History of the Development of Higher Mental Functions* [M]. New York: Plenum Press, 1997.

(责任编辑: 李 冰)

## Teaching Resources Exploitation Based on the Intelligent Education of Solid Geometry

XU Zhang-tao<sup>1,2</sup>, LIU Zheng<sup>1</sup>, LIU Guan-hai<sup>1</sup>, CHEN Mao<sup>1</sup>

(1. *Engineering Center for Education Information Technology, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079, China*; 2. *College of Mathematics and Information Science, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China*)

**Abstract:** The intelligent education platform of solid geometry is oriented to solid geometry, which is an independent research finding of our own. We are supposed to follow certain principles and path when exploiting teaching resources based on this platform. According to the curriculum standards, we should determine the focus of the integration of curriculum contents, the focus of students' psychological development, and the focus of teachers' professional development. Firstly, we should make up an overall framework of teaching resources exploitation, and then module, enrich and adjustment every model. The exploitation of teaching resources can promote teachers' professional development.

**Key words:** the intelligent education platform of solid geometry; the exploitation of teaching resources; teachers' professional development