LOGO 用于中学数学 CAI 程序设计的价值浅析
------计算机语言教学与中学数学教学相结合的实践体会

贵州省遵义市红花岗区教委教师培训教育研究中心中学数学教研员
红花岗区科协青少年科技辅导员协会微机分会辅导员
符美瑜

[引言]

面对二十一世纪信息时代人才的竞争，要求今天的基础教育培养大批量高素质建设人才已迫在眉睫。作为各学科前沿的中学数学教育，必须使受教育者具备能适应现代社会的良好的数学品质。改进教学方法，引入现代教学手段，面向全体学生，大面积提高教学质量是当务之急。笔者从 1984 年开始,作为一名科技辅导员,在组织学生微机兴趣小组活动的同时,注意引导学生将计算机语言学习与其所学的数学知识相结合,在大面积提高学生数学基本素质方面取得了可喜的效果。

随着计算机技术的飞速发展，计算机硬件频繁更新换代，各种教学软件层出无穷，令人眼花缭乱。要用计算机辅助数学教学，首先必须考虑是否符合数学教育的特点，同时也要考虑现有计算机设备及购置相应 CAI 软件的经费等条件。我经过十四年的实践研究发现，用 LOGO 语言让中学生结合所学数学知识学习计算机程序设计能使所有学生学习数学和计算机基本操作的综合能力大大增强。用 LOGO 作为中学数学 CAI 程序设计的平台,不仅符合中学数学教育的特点，而且适合于从中华学习机到 PC、286、386…直至奔腾系列微机等各种不同档次的微机。不仅能最大限度地符合各校数学教学实际，而且能充分发挥各校现有设备的作用。

[LOGO 语言的特点]

1．容易被大多数中学师生接受

LOGO 语言是一种结构化程序设计语言。它是交互式的，为人们提供了良好的编程环境；它是模块化的，便于程序的修改与扩充；它是过程化的，包含了过程、参数、变量等重要概念，并允许递归调用；它有丰富的数据结构类型；有生动的图形处理功能；有精彩的字表处理功能。它不仅具备多种优秀程序设计语言的特点, 而且更接近自然语言, 生动有趣，简便易学, 深受儿童少年的欢迎。小学低年级学生就能掌握 LOGO 的基本绘图指令，中学生学 LOGO 程序设计自然不是难事。中学数学教师更容易在短时间内掌握 LOGO 程序设计的方法和技巧,根据自己的教学特点和所教学生的实际情况用 LOGO 语言设计相应辅助数学教学的过程。

2．LOGO 能方便地在图形上添加字符

从抵挡微机到高档微机，都有能方便地在图形上添加字符的 Logo 版本。如在中华学习机上有北京大学张万增于 1987 年开发的 CEC-中文 LOGO，它保留了固化在中华学习机上的

LOGO 版本 MIT LOGO 的全部功能，不仅在程序中能实现中文人机对话，还能方便地在图形屏幕上随意添加字符和汉字；PC LOGO 3.0/4.0 与 CEC-中文 LOGO 基本功能极其接近,在图形上添加字符也很方便，虽不易处理汉字，但用于中学数学 CAI 当无大碍；而 PC Logo For Windows 1.0/2.0 不仅能在屏幕上添加字符，还能方便地在程序中使用和处理汉字，十分有利于数形结合的内容的教学演示程序的编写。

3. 能与中学数学教学大纲要求同步

Logo 屏幕设置是以屏幕中心为原点的平面直角坐标系，其相关内部命令与中学数学术语类似，且能在图形上方便地添加字符，中学生很容易用所学几何知识指挥图龟在屏幕上画出各种几何图形并标上字符，符合平面几何的教学原则，寓教于乐，能使学生在轻松愉快的气氛中掌握严密的几何规律。学生通过自己设计画数轴、坐标系及函数图象的程序，十分有利于对数型结合的重难点内容的理解和掌握。从初一 LOGO 基础知识的学习到初二通过将 LOGO 用于解方程、三角形、四边形的辅助教学中学习 LOGO 编程方法，到初三在用 LOGO 研究函数、解三角形、圆的有关作图及统计程序的编写中进一步学习和掌握 LOGO 编程技巧，循序渐进，随着学生所学数学知识的增加，LOGO 编程能力也随之增强。到了高中，学生基本能学会独立用 LOGO 编程去研究高中各种函数的图象及性质、解析几何中各种曲线、极坐标及参数方程、制作立几图形等。Logo 系统的人机对话界面就是一个极好的“可视性计算器”，可代替计算器用于各种数值计算。初中生从数值运算、数轴与有理数的关系的讨论、平面几何图形的研究到函数图象的绘制都能在教师指导下用所学数学知识编程。高中生更可以根据数学教材要求，独立编程去研究各种函数、立几图形、圆锥曲线、坐标变换等而不必事先具备坐标平移的知识。

4. 能适应各种档次的微机

固化在中华学习机上的 LOGO 与在 PC 系列微机 DOS 3.0 以上版本下运行的 PC Logo 3.0 、4.0 直至在 Windows 3.x、 Windows 95 下运行的 PC Logo For Windows 1.0、 2.0 版本都出自美国的同一家公司 Terrapin Software,基本指令完全相同,有很好的兼容性和连续性。因此，它既适用于如 APPLE II 和中华学习机那样的低档微机，也适用于 PC 系列微机从 PC、286、386、486、586 直至更高档的机型。实践证明，用 CEC-中文 LOGO 已能解决现行初中数学教材全部内容的 CAI 程序设计问题。PC Logo 数据处理功能比 CEC LOGO 更强，速度更快，不仅能有效地进行初中数学 CAI 程序设计，还能很好地解决高中数学 CAI 程序设计问题。笔者在多年数学教学实践中对此深有体会，并针对中学数学（含初中和高中）教材的有关重点、难点的课堂教学用 LOGO 编制了同步 CAI 课件，取得了满意的效果。其基本过程只须略加修改，在中华学习机汉字 LOGO、PC LOGO 3.0/4.0、PC LOGO FOR WINDOWS 1.0/2.0 下均能顺利运行。

从低档的单个微机到高档的多媒体网络教室，都能实施用 LOGO 辅助中学数学教学。各学校可充分利用现有微机设备用 Logo 进行数学 CAI 而不必为计算机硬件的飞速更新换代无所适从。

[LOGO 程序设计在中学数学教学中的应用举例]

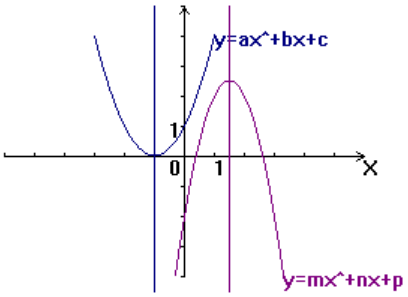
解决任何一个实际问题的计算机程序的编制，第一步就是要给出“算法”，即是要建立解决该问题的数学模型。而数学模型的建立则依赖于建摸人的数学基础。将 LOGO 程序设

计应用于中学数学教学的目的，就是要培养学生运用所学数学知识建立数学模型的能力。教学方式为：先用适当课时让学生掌握 LOGO 的基本指令及基本上机操作方法，在教学进程中再适时教学生进一步掌握相应的 LOGO 基本编程思想和技巧，学会用数学去“创造”更多的 LOGO 过程。形成应用数学概念建造数学模型→编 LOGO 程序→运行程序→观察和总结数学变化规律→发现新问题→加深对数学概念的理解→提高运用数学解决问题的能力的良性循环。

从 1987 年至 1990 年，我在遵义市十一中（普通完中）用当时全校仅有的 4 台 APPLE Ⅱ按这种模式用 LOGO 进行计算机辅助高中数学教学的探索，先后对高中三角函数、解析几何等课程的有关内容进行 CAI（计算机辅助教学）课堂教学实验，取得了良好效果。

从 1991-1995 年，我又先后在遵义市五中（普通完中）两个普通初中班作了从初中一年级到初中三年级的两轮初中数学 CAI 周期实验，95 年又接着在该校高中一个班进行了高一阶段 CAI 实验（95 年 6 月因我生病住院中断）。实验是在中华机教学网下以教师指导学生学习用中文 LOGO 语言编制所学数学内容的演示过程并在计算机上进行“数学实验” 的方式进行的。实验班学生在初一阶段学习 LOGO 基本绘图命令及编程思想，到初二已能在教师指导下用 LOGO 编程，在计算机上去“画”一些基本几何图形和解方程等。实践证明学生用中文 LOGO 在计算机上作几何图形兴趣浓，印象深，概念掌握较好。在教学网上，教师能及时观察各种类型的学生的操作进程，便于因材施教。实验班学生普遍认为几何并不难学。

函数教学是中学数学教学的重要内容，也是教学的难点。 学生在教师指导下，利用 LOGO 的递归功能设计程序在屏幕下“描点”绘制函数图象。当学生能够自己编程画函数图象后，教师再指导学生利用 LOGO 字表处理功能在运行过程时将函数解析式原样输入，观察函数图形随解析式中系数的不同取值而变化的情况。并让学生在屏幕上将画出的各图象标出相应的函数解析式，小结出函数图象变化的规律及性质。然后，教师再用演示课件以人机对话方式出题，让学生由给出的条件迅速求出函数解析式或给出解析式让学生尽快在纸上绘出图象，由计算机演示验证，学生间进行比赛。由于学生自己参与编程，知道计算机由解析式画图象的方法就是他们平时作业描点作图的方法，因而对看到的演示结果领会得更透彻，印象也更深。实验班的学生普遍感到函数并不那么难学。遵义五中 91-93 届初中数学 CAI 实验班一位学生升入高一后还能独立用 LOGO 语言为数学教师编制出高中幂函数、三角函数等教学演示程序。1996 年高考，该生成为遵义市理科状元被清华大学录取。实验班学生中考前到中华机教学网上用 Logo 进行数学复习兴趣挺浓。在 1993 年初中升高中的考试中，实验班数学平均成绩高出遵义市平均分将近 20 分。实践证明，实验班学生的数学基本素质都有不同程度的提高。该班一名 98 年 9 月才从贵州师大电教 2 年制大专班毕业的女学生分配到计算机师资匮乏的遵义市一中，当年 11 月就能独立在新建的计算机多媒体教室从事对教师的计算机基础培训工作。



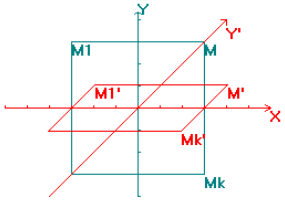
高中阶段，根据高中数学教学特点应更注重对学生进行编程前如何建立数学模型的训练，能够强化学生对数学概念内涵的理解，培养学生运用数学解决实际问题的创造性思维

能力。以高中立体几何直观图的教学为例，教师指导学生通过数学教科书上直观图的画法建立画水平放置的正多边形的数学模型，然后自己设计程序在计算机上画立体图形，既能加强平面几何与立体几何知识之间的联系，又能增强学生的空间想象能力及计算能力，对后继课的学习如几何体中的有关计算等有很大帮助。

下面是斜二测画法画立体图形的程序设计思想。

1．数学模型的建立

在计算机上作水平放置的正多边形，关键是确定各顶点的位置。



图(1)

（1） 平面直角坐标系下正多边形各顶点的定位：

如图(1)，设正多边形中心在原点，OM 长为 R，OM 与 X 轴正方向的夹角为 θ，则 M 点的坐标为 （Rcos θ,Rsin θ）。如果正多边形中心角为 360°/n(n 为边数)，那么与 M 点相邻的顶点 M1 的坐标为(Rcos(θ+360/n),Rsin(θ+360°/n))，距 M 后第二个顶点 M2 的坐标为(Rcos(θ+2•360°/n,Rsin(θ+2•360°/n))，依次类推，距 M 后第 K 个顶点的坐标就是(Rcos(θ+K•360°/n),Rsin(θ+K•360°/n))。

（2）画水平放置的平面直角坐标系 X′O′Y′。

O′Y′与 OY 轴成 45°角，O′X′与 OX 轴重合。

（3）水平放置的正多边形各顶点的定位。

根据斜二测画法规定，水平方向长度不变，竖直方向长度变为原来长度的一半。则 M 点对应的点 M′坐标变为： $(R\cos\theta+\frac{1}{2}R\sin\theta\cos45°,\frac{1}{2}R\sin\theta\sin45°)$

M1 点对应点 M1′坐标变为： $(R\cos(\theta+\frac{360°}{n})+\frac{1}{2}R\sin(\theta+\frac{360°}{n})\cos45°,\frac{1}{2}R\sin(\theta+\frac{360°}{n})\sin45°)$

则 Mk 点对应点的横坐标为： $X=R\cos(\theta+\frac{k\cdot360°}{n})+\frac{1}{2}R\sin(\theta+\frac{k\cdot360°}{n})$

纵坐标为： $Y=\frac{1}{2}R\sin(\theta+\frac{k\cdot360°}{n})\sin45°$

根据以上分析得到的算法编出画正面放置的正 N 边形的第 K 顶点的 LOGO 过程 ZD 和画水平放置的正 N 边形的第 K 顶点的 LOGO 过程 ZD1 如下：

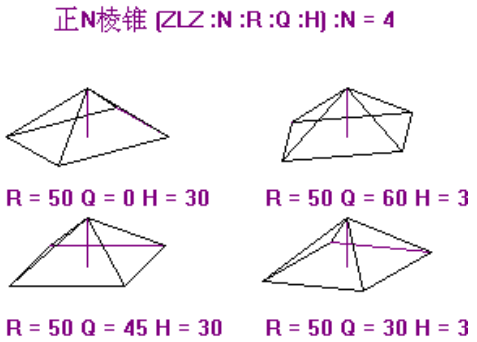
```
TO ZD :N :R :Q :K
MAKE "X :R*COS(:Q+360*:K/:N)
MAKE "Y :R*SIN(:Q+360*:k/:N)
SETXY :X :Y
END
TO ZD1 :N :R :Q :K
MAKE "X :R*COS(:Q+360*:K/:N)
MAKE "Y :R*SIN(:Q+360*:k/:N)
MAKE "X1 :X+0.25*:Y*SQRT 2
MAKE "Y1 0.25*:Y*SQRT 2
SETXY :X1 :Y1
END
```

(注: 参数:R 输入正多边形的半径，:Q 输入正多边形起始顶点处的半径与 X 轴正向所成角. SQRT 2 即 √)

执行 ZD 过程， ?ZD 4 60*SQRT 2 45 0↙ ，就得到如右图中正面放置的半径为 60 的正四边形的起始顶点 M 。

执行 ZD1 过程,? ZD1 4 60*SQRT 2 45 ↙

则得到图(1)中水平放置的正四边形的起始顶点 M′ 。其中参数:Q 即 θ,其取值为角度数,它决定了图形放置的方向。可见，有了 ZD 、ZD1 过程作基础，就能在计算机屏幕上画出正面放置或水平放置的任意正多边形。将程序略加改进，就不难编制出画正棱柱、正棱锥、正棱台等几何体及其各种截面的过程。



图（2）

利用 LOGO 的递归功能将这些过程经过简单改进,在 486 以上的机型上就能产生很好的三维动画效果。

图(2)中所示的四个图形就是根据输入 的 θ 值的不同而得到的同一正四棱锥的不同放置效果 。通过学生自己动手动脑，使学生能切实领会到在纸上画立体图形的角度不同产生的直观效果就不同，对提高学生的空间想象能力、规范立体图形的画法颇有益处。

[结论]

LOGO 用于中学数学 CAI 程序设计，为广大数学教师提供了从“中华机”到“高能奔腾”等各种档次的微机上都能采用现代化教学手段实施自己设计符合自己教学特点的教学过程的广阔空间。使每一位数学教师都能学会将数学教学和计算机教学有机结合在一起, 使学生成为 CAI 教学活动的主体。让全体学生都能够切身体会到用从数学课本上所学到的数学知识亲身参与程序设计的乐趣,能有效激发学生学习数学的兴趣,既加深学生对数学概念的理解和掌握，提高他们的计算能力、逻辑思维能力、空间想象能力以及运用数学进行创造性思维解决实际问题的能力，同时也提高了学生操作计算机的实际能力。使计算机真正成为中学生学习数学应用数学的良好工具，对大面积提高中学生的数学基本素质很有实用价值。

（注：本文图形及图形上的文字均是在 PC Logo For Windows 下制作完成的。）

参考文献：

1.《中英文 LOGO 程序设计及教学应用》薛维明 符美瑜 陈文慧编著 吕传兴 审
清华大学出版社出版(93.5)

2. PC LOGO FOR WINDOWS HARVARD ASSOCIATES,INC.
1994 Harvard Associates, Inc.Allrights reserved..

3. TECHNIOUE OF CHINESE LOGO USED IN MATH TECHING IN SCHOOL (中文 LOGO 技术在中学数学教学中的应用) 符美瑜
Innovative Use of Technology for Teaching & Research in Mathematics

(Proceedings of The First Asian Techhnology Conference in Mathematics 18-21 December 1995 Singapore) 亚洲首届数学与现代技术会议(ATCM95)论文集(新加坡 95.12.)

4.《在中华机教学网下用汉字 LOGO 辅助初中数学教学实验》 符美瑜
全国计算机辅助数学教学研讨会论文（苏州 93.7）

5. 《用计算机汉字 LOGO 语言辅助高中反三角函数教学》 符美瑜
贵州省数学教育研讨会论文 （贵阳 91.10）

6. 《用计算机在中学开设“数学实验课”的设想》 符美瑜
全国第四届 CBE 年会论文集 （天津 90.4）

7. 《用 LOGO 语言编程辅助解析几何课堂教学的尝试》 符美瑜
全国第三届 CBE 年会论文 （广州 88.11.）

8. 《计算机 LOGO 语言与中学数学教学的关系初探》 符美瑜
全国第二届青少年 LOGO 语言研讨会论文（西安 87.10）