

内部资料，未经作者同意  
不得公开报道、引用和转载

# 珠算与珠心算

# 研究参考

中国珠算心算协会      第 6 期（总第 14 期）      2021 年 9 月 10 日

---

## 珠心算的科学性探究

珠心算是对珠算的创新与发展，是珠算发展的高级阶段。通俗地说，珠心算就是在脑子里打算盘。或者说，珠心算就是把珠算的运算模型、珠码等内化在大脑中形成表象（珠像），通过操作脑中珠像而实现的运算。业界专家学者对珠算史与现代珠算珠心算理论和教学实践等均有比较深入的研究，发表的著作和论文也多不胜数，但是，关于珠心算科学性的研究则较少。目前，对珠心算科学性的研究主要侧重于珠心算教育的“认知行为学”和“脑机制”研究等方面。由于珠心算的“根”在珠算，研究珠心算的科学性首先就要阐述珠算的科学性。鉴于此，下面从珠算的科学性、珠心算的科学性和珠心算的科学价值等三个方面来探讨珠心算的科学性。

## 一、珠算的科学性

关于珠算的科学性,业界前辈中最早进行研究的当属郭启庶教授。他于 1987 年出版《珠算代数简捷术》,是全国第一本开拓珠算高级算法的专著;1994 年出版《珠数学》,论证了将算术、几何、珠数学作为基础数学三根支柱的必要性和优越性;并于 2006 年和 2014 年出版专著《数学教学优因工程》《优因数学基础》,从“基因”层面研究论述珠算的科学性。在 2020 年 12 月 4 日中国珠算申遗成功 7 周年“首届珠心算高端论坛”上,郭教授从以“珠”作算子和“设梁”的智慧等方面阐述了珠算硬件——算盘的科学性,还从珠码符号具有计算功能、珠算可以“二元示数”、珠算算法是通用算法、珠算算法的一体性和珠算数形结合等方面阐述了珠算软件的科学性。为避免重复,这里主要阐述论坛上未涉及的珠算科学性的部分内容。

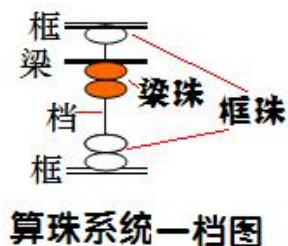
### 1. 珠算记数法是完备记数法<sup>[1]</sup>

历史上世界各民族都有自己的一套记数法,如巴比伦象形数字及记数法、玛雅数字与记数法、罗马数字与记数法等。判断一种记数法是否完备,就看它是否具备基数概念、累数思想和位值思想,如果具备以上三条就是完备记数法,否则就是不完备的。

阿拉伯数码及其记数法是人人都熟悉的,其实阿拉伯数码记数法并不完备,它虽然具备了基数概念和位值思想,但不具有累数思想,因而是不完备的。纵观世界各民族的记数法,只有珠算记数法是完备的。

### 2. 算盘无限扩档的科学性

如果我们从系统论角度看,中国算盘就是算珠系统,算珠的一档(如下图)是算珠系统的基本单元,以此为周期,构成算盘。



以算珠的一档为基本单元，构造算盘只需周期重复。从理论层面讲，算盘完全可以无限制地做成任意多档。但作为计算工具，要考虑制作和携带等问题，为便于携带一把算盘一般做成一定档数。虽然一把算盘的档位是有限的，如果计算时需要很多档位，完全可以将多个算盘串连起来使用。因此，在实际应用中我们仍可将算盘两端视为可以无限延伸的。

### 3. 珠算与图灵机等价

英国著名数学家和逻辑学家阿兰·麦席森·图灵 (Alan Mathison Turing)，1936 年发表论文《论可计算数及其在判定问题中的应用》，提出了著名的理论计算机的抽象模型——图灵机 (Turing Machine)。图灵机在理论上能够模拟现代计算机的一切运算，被视为现代计算机的数学模型。即图灵机上能解决的计算问题计算机才能解决，图灵机不能解决的计算问题即使是大型现代计算机也解决不了。也就是说，图灵机能解决一切可计算问题。

我们说珠算与图灵机等价，就是说珠算能解决一切可计算问题。关于珠算与图灵机等价这个命题，参见“珠算与图灵机有相同的计算功能”<sup>【2】</sup>和“珠算与图灵机”<sup>【3】</sup>。这里不再赘述，

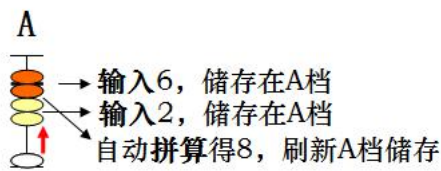
### 4. 珠算算法模型的通用性<sup>【4】</sup>

众所周知，运用任何算具算法实施计算，都包含着四个要素：输入、储存、施算机制和输出。珠算算法是程序式的，珠算算法模型不仅节省储存空间，而且普遍适用于珠算、心算和电子计算

机的通用算法模型。

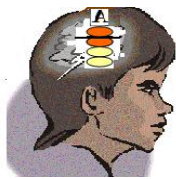
下面以  $6+2=8$  为例, 说明珠算算法的通用性。如下图:

(1) 珠算



程序 $A=6$ $A=A+2$ (A存的数+2 得的结果仍存于A) $A=8$ (自动输出: A档储存的8)
---

(2) 珠心算

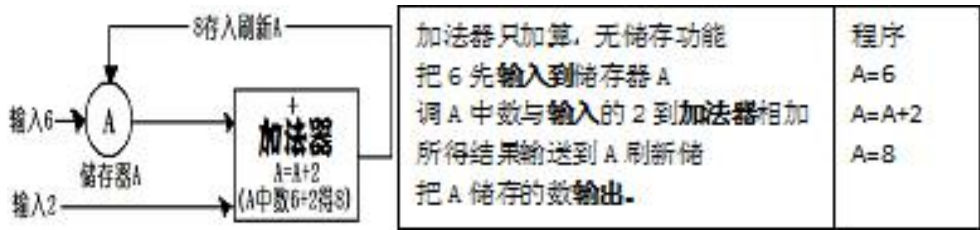


按珠算模型如左图: 脑中用记忆单元A  
 输入6, 在A处记忆  
 加2——输入拼上2, 刷新A为8  
 输出: 口答8.

程序 $A=6$ (A处记6) $A=A+2$ (A处拼2) $A=8$ (刷新为8)
--

(3) 计算机运算

计算机运算的示意图如下:



由上例可以看出, 珠算算法模型的通用性, 以及珠算在原理、机制、基本思想方法、算法语言程序、思维方式等方面与计算机高度契合, 即模型一致、程序相当、语言相似, 而且珠算法程序的智慧和技巧可以与计算机共享。计算机的先进性与科学性已得到公认, 由此亦可印证珠算的科学性。

## 二、珠心算的科学性

珠心算不同于其他心算方法, 最大区别在于珠心算时有脑“珠像”的存在。鉴此, 下面从脑“珠像”和“心算”两个方面来论述珠心算的科学性。

### (一) 珠心算中脑“珠像”的科学性

珠心算中的脑“珠像”是由珠码符号内化而形成的一种表

象。在心理学中，表象是指过去感知过的事物形象在头脑中再现的过程。珠心算中的脑“珠像”是心理学中“表象”的一种，它以珠像形式出现，而且为珠心算所特有。

### 1. 珠码符号极易内化形成脑“珠像”

众所周知，“数”是抽象的，一切可以表示数的符号都可以看作是数的外衣。珠码和阿拉伯数码也不例外，都属于符号范畴，均是“数”的外衣。由于珠码作为符号具有半抽象半具体的特点，与一般的抽象符号相比，珠码符号更容易内化。珠码符号内化于大脑中就形成了珠心算特有的“珠像”。

### 2. “珠像”静态与动态的转换

珠码符号有静态和动态之分，其珠像也分为静态和动态两种。静珠码和动珠码概念大家都熟悉，而且二者之间可以相互转换。既然珠像是珠码符号的内化，因此，静珠像与动珠像之间也是可以相互转换的。

表象训练法早已有之。珠心算教学中表象训练的关键，是在大脑中建立清晰的“珠像”，只有形成了清晰的珠像，才能达到珠心算的教育目标。珠心算教育促进儿童智力发展的核心价值在于脑珠像的高清晰度及操作能力，因而在教学实践中，在提高脑珠像清晰度的同时，更要通过看算和听算等方式提高珠像操作能力，即心算能力。

### 3. 拼排“珠像”即实施运算

珠心算教学中常用的加减法主要是“凑补加减法”和“本补加减法”。无论哪种方法，如果把拨珠时的动珠码看作符号，均可概括为 26 个动珠码符号。（如下图）

字符	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
直本									
齐补									
反补									
齐本									

每一个动珠码均可内化到大脑中，形成珠心算特有的脑“珠像”。26 个动珠码内化于大脑即可形成 26 个动珠像，由于珠像的可操作性，因而珠心算就是在脑中拼排“珠像”。

## (二) 珠心算中“心算”的科学性

珠心算中的“心算”是珠算运算模型及运算过程在脑中内化的结果。

### 1. 珠心算的“心算”过程优于普通心算<sup>[5]</sup>

珠心算的“心算”过程与普通心算不同，普通心算是单一的同种符号到符号的过程，而珠心算则是多种感官共同参与的过程。“珠心算”通过人的视觉、听觉、触觉等多种感觉器官的参与，把抽象的数字变成形象直观的珠像，在脑中操作珠像即可完成计算。而普通心算的运算过程是以符号的数位概念形式在脑中进行的，是一种缺乏直观形象支撑的符号加工过程，直接影响到它的计算速度和准确性。

心理学与认知神经学研究表明，多种感觉通道的学习有助于学习结果的记忆与保持。

## 2. 珠心算的“心算”所依赖脑区有别于普通心算<sup>【6】</sup>

浙大和中科大联合实验组于 2009 年完成了课题《珠心算教育的脑机制研究》，结题报告中有一条研究结论是：珠心算加工过程更多依赖双侧前运动区和顶叶后部等与视觉空间加工相关的脑区，而普通心算加工过程更多地依赖左侧语言脑区，珠心算练习有可能在一定程度上提高儿童在视觉空间信息加工方面的能力。该研究表明，珠心算更多的依赖与视觉空间加工有关的脑区，而普通心算则依赖的是左侧的语言脑区，这为因语言区受损而导致的计算（能力）缺失病人提示了康复治疗的可能途径。

与此同时，上述研究结论也为自闭症和智力障碍儿童学习珠心算提供了理论依据，上海董李凤美康智学校的珠心算教学实践活动也充分证明了这一点。该校对自闭症和智力障碍孩子实施珠心算教学后，他们基本可以掌握两位数心算，而这种心算能力可以帮助他们部分解决生活自理问题，提高他们生活的能力与质量。

## 3. 珠心算的“心算”对预防阿兹海默症有积极作用<sup>【7】</sup>

山东潍坊医学院李秀艳教授课题组于 2008 年 12 月完成《珠心算教育脑机制研究》课题，其结论与浙大和中科大联合课题组结论基本一致，均证实珠心算对开发儿童潜能具有显著作用。

李秀艳教授原本从事阿兹海默症（俗称老年痴呆）医学研究，刚开始她对珠心算持怀疑态度。通过对学习珠心算儿童进行核磁共振测试之后，她不仅打消了所有疑虑，而且在研究过程中还发现，学习珠心算孩子的大脑中多巴胺和乙酰胆碱是增加的，而患有阿兹海默症的老年人的大脑中多巴胺和乙酰胆碱是减少的。因此，李秀艳教授认为：珠心算不仅对开发儿童智力潜能有显著作用，如果老年人学习珠心算对预防阿兹海默症具有积极作用。

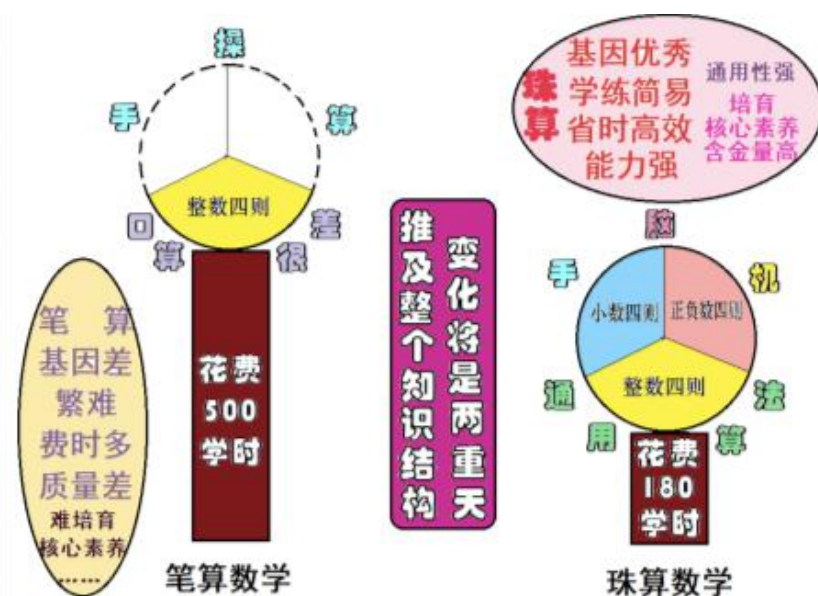
### 三、珠心算的科学价值

#### （一）珠心算的教育价值

##### 1. 珠心算对数学启蒙教育的简化作用<sup>【8】</sup>

珠算特别在珠算基础上创新发展起来的珠心算，不仅直观地揭示了数学的本质，也符合儿童的心理特点。如果将其用于数学启蒙教育，可以大大节省教学时间，提高教学效率，达到简易、高效的目的。郭启庶教授以珠心算等中西数学优秀基因构建的数学教学知识结构和体系——“优因数学”<sup>【9】</sup>，于 2002 年开始实验，不仅达到了预期的实验效果，还取得了丰富的教学实践经验。

这里，以笔算教学与珠算教学“整数、小数、正负数四则”为例。现行笔算数学的“整数四则运算”教学一般需花费 500 学时，如果是珠心算与小学数学融合教学则可以减少近一半的教学时间，而如果采用优因数学来完成“整数、小数、正负数四则”教学则只需花费 180 多学时。



由于笔算数学中没有引入“位数”概念，只能把整数和小数分成两套进行教学；而珠算数学有“位数”概念，使得整数与小数可以同步教学。珠算的“二元示数”可大大简化正、负数概念



和计算等教学内容，而笔算是一元示数，使得正、负数概念和计算教学等要分成两套进行。由此看来，珠算珠心算对数学启蒙教育具有简化作用。

## 2. 珠心算对老年和特殊儿童教育的积极作用

前面已简述，珠心算不仅可以预防阿兹海默症，还可部分解决自闭症和智力障碍儿童的学习与生活问题。上海市珠算心算协会早在 2012 年就开始进行老年珠心算教学实践活动，效果非常明显，对老年人确实具有益智健脑作用，颇受老年人欢迎。

在对弱智儿童的特殊数学教育中，珠算珠心算已取得其它做法难以比拟的优异成绩。各地特殊教育学校总结出不少好经验。建议在现有基础上进行系统研究，建立不同类型特殊教育的珠心算教育数学系统，并逐步加以完善。

## 3. 珠心算与少儿编程启蒙教育

在当今信息时代，越来越多的人认识到，不仅要对计算机逻辑有更深入的理解，而且还要具备一定的“计算思维”(Computational Thinking)及与之关联的能力。因此，编程已成为现代孩子们的必备技能，而且越来越受重视。业内人士也认识到少儿学习编程不仅仅是学习一门新技术，更主要的是孩子思维模式的训练与养成，学会编程不是目的，训练孩子的思维方式，提升孩子的综合素质才更有意义。

编程思维模式或计算思维，形象地说类同珠算思维<sup>【10】</sup>，与笔算思维则完全不同。如果用珠算珠心算等中西数学优秀思想方法构建的“数学启蒙与基础数学知识结构系统”进行数学启蒙教学，就相当于在进行少儿启蒙编程教育，使孩子浸润在程序算法过程之中，能够直观形象地体现有关算法的原理，使之对相关程序不仅知其然，还知其所以然。

#### 4. 珠心算教育对培养核心数学素养具有积极作用

数学核心素养可以理解为学生学习数学应达成的有特定意义的综合性能力,它不是指具体的知识与技能,也不是一般意义上的数学能力。数学核心素养是基于数学知识技能,又高于具体的数学知识技能。数学核心素养反映数学本质与数学思想,是在数学学习过程中形成的,具有综合性、整体性和持久性。而珠算珠心算教育教学不仅能开发智力潜能,而且对非智力因素有积极的促进作用,这些均能说明珠算珠心算对于培育学生的数学核心素养具有积极作用。

##### (二) 珠心算的开智价值

#### 1. 珠心算练习能提高认知能力

认知能力是指人脑加工、储存和提取信息的能力,即人们对事物的构成、性能与他物的关系、发展的动力、发展方向以及基本规律的把握能力。它是人们成功完成活动最重要的心理条件。知觉、记忆、注意、思维和想象的能力都被认为是认知能力。珠心算练习对大脑结构产生了影响,对脑网络的构建和发展具有积极作用,可以提高认知能力。

珠心算教育脑机制研究最新成果表明:短时的珠心算训练能够显著、快速地提升儿童的算术能力和数学能力;长期的珠心算训练不仅能够显著提升儿童的认知能力,还能显著改变大脑社区结构,提高社区结构网络的特异性从而促进脑功能的分化。

#### 2. 珠心算练习能解决计算障碍问题<sup>【11】</sup>

计算障碍也称计算困难。计算障碍是指数学符号认识和运用障碍。研究人员估计,患有计算障碍的人在总人口中所占比例高达 7%,这种学习障碍的特点是,患者在处理数字时会遇到严重困难,尽管他们在其他方面的智力完全正常。

北师大周新林教授指出：“经过 2—3 年珠心算学习，珠心算班级计算困难发生率降低为 0。即珠心算训练消除符号计算困难。”北师大周新林课题组，于 2020 年 3 月在心理科学领域期刊《Current Psychology》发表论文“Children skilled in mental abacus show enhanced non-symbolic number sense”，阐明了熟练掌握珠心算技能的儿童拥有更好的非符号数感能力。这一重要发现丰富了珠心算训练能提升儿童数学能力的理论基础。

### 3. 珠心算练习能提高空间能力

空间想象力是人们对客观事物的空间形式(空间几何形体)进行观察、分析、认知的抽象思维能力。据周新林教授介绍，在大班学生(5-6 岁儿童)中选定珠心算与非珠心算两组被试，对他们实施学习能力评估。一组被试为 221 人实验组，珠心算等级达到 8 级；对应控制组 221 人，未学习过珠心算。经过控制年龄、性别、数感、智力、反应速度、注意能力等因素后，珠心算组与非珠心算组儿童的二维心理旋转能力仍有显著差异。即学习珠心算孩子的空间能力明显高于未学珠心算的。

目前，对珠心算科学性研究存在很大空间，需要更多的专家学者联合起来，进一步研究和探索珠心算的科学性。作者从珠心算自身的科学性和珠心算的科学价值两个方面对珠心算科学性进行了初步研究和探索，有不妥之处，望业界同仁批评指正，更希望本文能起到抛砖引玉的作用，进而掀起珠心算科学性研究的热潮。

参考文献:

- 【1】郭启庶, “珠协成立 40 年珠算学术基础理论研究的进展”。
- 【2】郭启庶, “珠算与图灵机具有相同计算功能”, 《珠算文稿》, 西南财经大学出版社, 2001 年 1 月。
- 【3】刘芹英, “珠算与图灵机”, 《新理财》2004 年第 3 期。
- 【4】郭启庶著《优因数学基础》, 河南科学技术出版社, 2014 年 9 月 1 版, p33-35。
- 【5】《珠心算教育脑机制研究》结题报告, 浙大与中科大联合课题组。
- 【6】同上。
- 【7】《珠心算训练开发儿童智能的脑机制研究》结题报告, 山东潍坊医学院课题组。
- 【8】郭启庶, “世界另一种知识体系——珠算, 她的意义和在当代的作用”, 2020 年 9 月学术研讨会论文。
- 【9】郭启庶著, 《优因数学——数学》, 义务教育课程标准实验教科书。
- 【10】杨建磊, “计算思维”的传承与发展, 《科技咨询》2013 年第 16 期。
- 【11】2020 年 12 月“珠心算高端论坛”文集。

文章作者:

中国珠算心算协会 刘芹英

---

报: 教育部基础教育司, 民政部社会组织管理局, 财政部办公厅、科教和文化司、人事教育司, 文化和旅游部非物质文化遗产司, 中国珠算心算协会会长、副会长, 中国财政科学研究院院长、副院长  
送: 中国财政科学研究院人事处、教科文研究中心、珠心算研究院;  
中国珠算心算协会常务理事

---