



A CONTRASTIVE STUDY
OF COGNITIVE REPRESENTATION
OF NUMBER BETWEEN CHINESE
AND ENGLISH

汉英数字 认知表征 对比研究

何南林 鞠小丽 闫林琼 著



江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS



汉英数字 认知表征 对比研究

何南林 鞠小丽 闫林琼 著

A CONTRASTIVE STUDY OF
COGNITIVE REPRESENTATION OF NUMBER
BETWEEN CHINESE AND ENGLISH

图书在版编目(CIP)数据

汉英数字认知表征对比研究 / 何南林, 鞠小丽, 闫林琼著. — 镇江: 江苏大学出版社, 2011. 12
ISBN 978-7-81130-289-9

I. ①汉… II. ①何… ②鞠… ③闫… III. ①数量词
一 对比研究—汉语、英语 IV. ①H146.2 ②H314.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 268824 号

汉英数字认知表征对比研究

著 者/何南林 鞠小丽 闫林琼

责任编辑/杨海濒

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84443089

传 真/0511-84446464

排 版/镇江文苑制版印刷有限责任公司

印 刷/丹阳市兴华印刷厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/890 mm×1 240 mm 1/32

印 张/7.5

字 数/200 千字

版 次/2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-289-9

定 价/29.00 元

如有印装质量问题请与本社发行部联系(电话:0511-84440882)

目 录

概 论/001

第一章 数词命名系统/016

第一节 数词对比/016

第二节 数词理据/023

第三节 “十”与“ten”/026

第二章 沃尔夫假说/035

第一节 水平面问题/037

第二节 基本关系概念/045

第三节 麻烦的 Teens 模式(Troubled Teens Model)/053

第四节 单位/058

第三章 计数系统/067

第一节 抽象计数/069

第二节 实物计数/075

第三节 序数词计数/080

第四节 日历计数/089

第四章 算术能力/101

第一节 数字跨度/102

第二节 短时记忆模式/108

- 第三节 计算策略/113
- 第四节 单音节语言/120

第五章 位值概念/127

- 第一节 UDSSI 三角模式/128
- 第二节 赋值系统/138
- 第三节 扩展记数法/141
- 第四节 英国位值教学/144

第六章 语言明晰性/151

- 第一节 汉英数学术语对比/151
- 第二节 术语明晰性与数学成绩/162
- 第三节 双语儿童与语言明晰性/167
- 第四节 分数对比研究/175

第七章 朝英数词对比研究 190

- 第一节 朝鲜语数词系统/190
- 第二节 正规与非正规数学思维/193
- 第三节 多位数加减运算/200

第八章 文化移植/208

- 第一节 符号与概念/208
- 第二节 文化影响/210
- 第三节 亚洲模式/214
- 第四节 技艺的代价/216

结 语/219

参考文献/224

概 论

经济合作与发展组织(OECD)于2000年推出“国际学生评估项目”(Program for International Student Assessment, PISA),目的是对15岁学生从阅读、数学、科学能力三方面予以评估。每3年举行一次,前三届冠军纪录一直由北欧国家芬兰保持。

2009年4月,第四届PISA在34个OECD成员国以及31个非成员国国家和地区举行,参加人数高达47万。中国内地首次加入,从上海152所学校随机抽取5115名学生,代表全市各类中学约10万名15岁在校生参加测试。结果如下:

阅读测试,上海学生平均得分556分,排名第一,其次为韩国(539分),美国学生平均得分500分,排名17。

数学测试,上海学生平均得分600分,排名第一,其次为新加坡(562分),美国学生平均得分487分,排名31。

科学能力测试,上海学生平均得分575分,排名第一,其次为芬兰(554分),美国学生平均得分502分,排名23。

此外,值得一提的是,平均得分最高的前10个国家和地区中,有8个位于亚太地区。

其实,类似的研究早就开始进行了,类似的结果也早就为人熟知,只是规模较小,“动静”没有这么大而已。例如,1964年,“国际教育成就评估规划”(The International Project for the Evaluation of Educational Achievement, IEA)对12个工业化国家(澳大利亚、比利时、英格兰、芬兰、法国、德国、荷兰、以色列、日本、苏格兰、瑞典、美国)13~17岁学生的数学学习情况进行了调查,结果显示,美国学生的成绩远远低于其他国家。与之相反,日本学生则名列前茅(Husen, 1967)。1980年,IEA进行了第二次调查,情况依旧。

日本为高度发达的工业国家,对教育历来又极其重视,因此,取得这样的成就并不令人意外。然而,对于其他一些发展中国家,比如中国,尽管同样重视教育,但经济投入远远不能与发达国家相比,那么,情况又会如何呢?

正是基于这样的猜测,美国著名心理学家 Stevenson 与同事于 20 世纪 80 年代开始了一系列的大规模调查研究。他们从中国台北市、日本仙台市、美国明尼阿波利斯市的多所幼儿园、小学一年级及五年级随机抽取了 2 千多名儿童,就数学水平进行了测验,参考图 0.1。

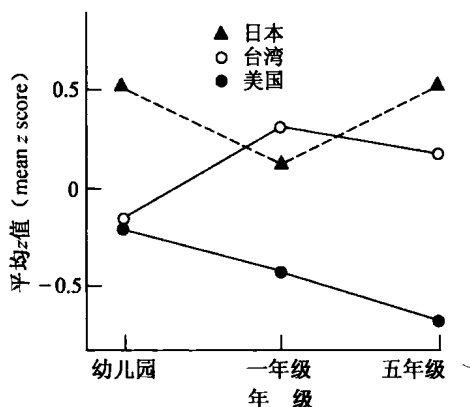


图 0.1 日本、中国台湾和美国儿童数学成绩对比图 (Stevenson 等, 1986)

图 0.2 进一步显示出不同班级的得分情况,其中每一条线代表一个班级,线条的高度表示该班的平均成绩,宽度表示该班成绩高低分布情况。图中可见,一年级时,这 3 个国家和地区大部分的班级基本上相互平行,中国台湾与日本仅有大约五六个班或两三个班的平均成绩高于美国。然而,到五年级时,这种大致相当的现象便消失殆尽——美国平均成绩最好的班级,也不过略高于中国台湾平均成绩最差的班级,而日本则甚至成绩最差的班级也高于美国最好的班级。

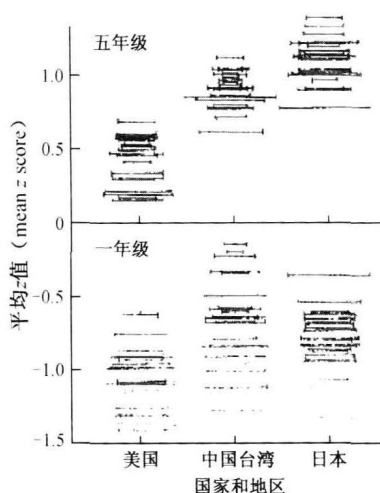


图 0.2 美国、中国台湾、日本不同班级
儿童数学成绩对比图 (Stevenson 等, 1986)

图 0.3 显示了 3 个国家和地区儿童前 100 名与后 100 名学生的分布情况。根据一个简单推理, 假如各国情况大致相当的话, 那么“最优生”与“最差生”应该各为 33 名, 但实际情况却是: 成绩最好的 100 名学生中, 美国学生分别为一年级 14 名, 五年级仅为一; 与之相反, 成绩最差的 100 名学生中, 美国学生分别为一年级 56 名, 五年级 67 名。

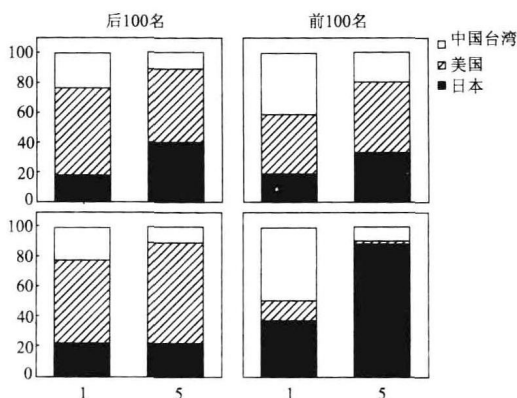


图 0.3 中国台湾、美国、日本前 100 名与
后 100 名儿童数学和阅读成绩的分布情况 (Stevenson 等, 1990a)

10年之后,Stevenson等又进行了一次回访,对原学校以及部分原学生再次予以调查(当年的一年级学生此时已升至十一年级)。数据表明,情况没有丝毫改变,有些差距甚至比10年前更大。调查者不无沮丧地质问:尽管从20世纪80年代开始,美国的教育问题便受到广泛关注,布什总统及政府也不不断加大改革力度,但这些努力对学生成绩的提高是否有效,仍然值得怀疑。他们于是提出警告:虽然布什政府1990年声称20世纪末美国学生要在数学方面引领世界潮流(lead the world),然而,美国教育若不进行根本性改革的话,这一目标很难实现。

中美儿童之间数学成绩究竟相差到什么程度,下面不妨就来看表0.1所示的几个具体的例子。

表0.1 中美儿童数学成绩一览表

%

年级,题目	正确率	
	北京	芝加哥
一年级		
1. 计算题		
9 - 1	99.6	51.8
5 + 4	99.6	77.2
19 + 45	27.2	6.5
2. 文字题		
1. 15 只小兔子,9 只跳走了,还剩多少只?	95.8	30.1
2. Chris 有 26 辆玩具汽车,Mary 有 19 辆。 加起来一共是多少辆?	84.7	13.1
五年级		
1. 计算题		
$? - 34 = 32$	96.1	29.4
$13 \div 13$	99.8	70.2
$3/8 + 2/8$	55.1	38.6
0.8×10	78.7	20.5

年级, 题目	正确率	
2. 文字题		
1. 老师给 9 个学生每人 3 张纸, 还剩 2 张。老师一共有多少张纸?	91.6	43.4
2. 某集邮俱乐部有 24 位成员。其中 $5/6$ 的人只集外国邮票。有多少人只集外国邮票?	58.8	8.9
3. 一家商店花 1.5 元可买到 10 罐爆米花, 另一家商店花 80 分可买到 5 罐。哪一家更便宜?	80.7	38.0
4. Chris 与 Kim 站在同一个地方。Chris 走 7 步就能到达门口, Kim 需要走 9 步。哪个的步子大?	91.6	55.1

(Stevenson 等, 1990c)

数据显示, 大多数测验项目美国学生的正确率仅为中国学生的一半。尤其是文字题中, 一年级第 2 题与五年级第 2 题, 中美学生的正确率分别为 84.7% 与 13.1%, 58.8% 与 8.9%。差距如此之大, 简直令人不敢相信。

美国学生的数学成绩为什么会这么差? Stevenson 等认为有如下几个原因。

一、学校生活

学习成绩好坏通常与学习时间长短有关。据调查, 中国与日本学生每年在校时间为 240 天, 美国学生为 178 天。其次, 即使在学校里, 花在学习上的时间也大不相同, 美国、日本、中国的比率, 一年级分别为 69.8%, 85.1%, 79.2%; 五年级的差距更大, 分别为 64.5%, 91.5%, 87.4%。例如, 美国五年级学生每周在校时间为 30.4 小时, 但其中只有 19.6 小时用于学习, 而中国与日本在校时间分别为 44.1 小时与 37.3 小时, 用于学习的时间分别为 40.4 小时与 32.6 小时。课堂上用于传授知识 (imparting information) 的时间分别为: 美国 21%, 中国 58%, 日本 33%。也就是说, 美国学生每周在校时间为 30 小时, 但只有 6 小时是在接受知识, 事实上, 美国教师给予训导

(directions)的时间往往多于传授知识的时间(26%与21%)。

二、家庭作业

与学习成绩直接相关的另一个主要因素为家庭作业量,在这方面各国之间也存在巨大的差异。据家长估计,每天花在家庭作业上的时间,美中日3国儿童分别为:一年级14分钟、77分钟、37分钟;五年级46分钟、114分钟、57分钟。周末悬殊更大:美国学生星期六为7分钟,星期天为11分钟;中国与日本分别为83与73分钟,37与29分钟——事实上星期六通常还有半天要呆在学校里。此外,在做家庭作业时,父母给予帮助的时间也不相同,比如五年级学生,美国父母平均每天的辅助时间为14分钟,中国与日本为27与19分钟。父母对子女学习的关心程度,还体现于一个细节,即学生是否拥有自己的课桌。美国五年级学生的课桌拥有率仅为63%,而中国与日本分别高达98%与95%。除了完成学校布置的家庭作业外,家长也经常會自行购买练习题集,美国、日本和中国的比例分别为:28%、58%和56%。

各国教师对家庭作业的作用亦评价不一。按9分制计算,中国教师给出的平均分为7.3分,日本教师为5.8分,而美国教师仅为4.4分。在16项被认为有利于儿童学习的活动中,美国老师认为家庭作业排在第15位——仅仅高于体罚。不但3国教师布置的作业量相差悬殊,家长的意见也完全不同。虽然美国学生家庭作业少,但69%的家长却普遍感到满意,认为“恰到好处”(just right),与之相反,中国与日本的家长却不嫌其多,认为恰到好处的分别为82%与67%。

此外,学生本人的反应也大不相同。比如,要求用5种面部表情来表示对家庭作业的态度,60%的中国五年级学生选择笑脸,超过60%的日本学生选择笑脸或无表情,而60%的美国学生则选择了苦脸。

三、母亲评价

调查中还要求父母给孩子的数学能力进行评分。按9分制计算,美中日3国母亲给出的平均分分别为5.9分、5.2分和5.8分。此外,对孩子认知能力的评价,美国父母给出的平均分也高出中国与日本,分别为6.3分、6.1分、5.5分。

美国母亲的这种乐观态度还反映在其他方面。例如:91%的母亲对学校的教学效果非常满意(“excellent” or “good”),而中国和日本的母亲持这种看法的仅为42%与39%。大多数认为“一般”(“fair”)。

当问及对于孩子的教育希望有何改进时,美国五年级学生的母亲一半以上认为应该加强阅读,而很少提及数学及科学(不到6%)。日本母亲选择了阅读与数学,而中国母亲则选择了艺术与体育。

然而,美国母亲的乐观态度并不意味着美国儿童就一定喜欢学校。当问及五年级学生是否喜欢学校时,中美儿童的比率分别为86%与52%。

对中国与日本教育常有的一种批评就是对孩子的要求过高,结果导致一种敬畏心理,甚至产生厌学情绪,但这种情况似乎并不存在于小学。该项调查发现,反而是美国学生对学校更没好感,中国与日本强调学习成绩固然会导致激烈竞争,但主要涉及中学,至少小学似乎还看不到什么负面影响。

四、父母信念

家长给孩子传授什么样的成功经验,往往由家长自己的信念决定,比如,有的强调能力,有的则看重勤奋。当问及勤奋、能力、难度、机遇4项因素中,哪一项对学业更加重要时,日本与中国母亲选择了勤奋,而美国母亲则选择了能力。这也就意味着,日中两国儿童学习如此努力,部分原因是由于母亲对努力所持有的强烈信念。

五、校外辅导

许多人认为,中日儿童优秀的学习成绩除了正规教育以外,往往还得益于校外辅导。不过,该项调查发现,美国儿童参加校外补习班的其实并不在少数——像“buxiban”(补习班)这样的名称甚至已经频频出现于美国报刊。而且,尤其值得一提的是,中国儿童参加的补习班多为体育与书法,日本儿童多为美术与书法,很少有参加数学补习班的。相反,倒是美国儿童参加数学补习班的比率最高(8%),日本与中国分别为7%与2%。

六、教师

从表面上看,三国教师在校时间相差不太多,但如何使用却大不相同。美国教师常常抱怨,假如能够减少一些“非学术职能”(nonacademic functions)的话,就有更多时间用来上课了。换言之,课堂上的大部分时间并没有用于教学,而是用来充当顾问(counselor)、家庭医疗师(family therapist)、甚至代理父母(surrogate parent)之类的角色。不过,即使增加教学时间,是否有望改善数学以及科学教学,仍然值得怀疑。例如,当问到假如可以自行更改教学大纲,你有何建议时,4%的美国教师没有作答,13%建议加大基础训练,18%建议增加阅读、拼写时间,仅仅只有一位教师希望增加数学教学时间。

Stevensen 在结论中写道:改革的动力通常来自对现状的不满。然而,绝大多数受访美国家长对子女的学习情况均表示满意,因此不大可能提出什么改革要求。既然父母都感到满意,子女也就不会觉得有必要为学习付出更多努力与时间了。美国孩子数学成绩之所以低劣,关键就在于人们对这一情况没有清醒的认识。因此,美国要想在技术与科学领域(这些领域都需要坚实的数学技巧作为基础)保持竞争力,在这方面就必须有所改变。不管为教育增加多少款项,也不管运用多少新型教学方法,儿童能否学好数学以及其他科目,主要

还是取决于美国父母是否意识到,并且是否愿意为子女提供帮助。学校方面当然有待改进,但儿童要想达到较高成就,就离不开学校与家庭之间的合作与交流。

十年后,他们再次重申了这一观点:美国家长以及学生对教育的态度与信念如果没有一个根本性转变的话,(数学)成绩之间的差距就不可能消除。……能否通过改善教育提升国家竞争力,至少部分取决于能否改变目前这种乐观情绪,否则最终必将自尝苦果(But the likelihood of improving the nation's competitive position through better education depends, at least in part, on changing such optimistic but ultimately self-defeating views)。

Stevenson 等人的研究不仅规模大、时间长,而且其中两篇文章“中、日、美儿童数学成绩”与“中、日、美儿童数学成绩:10 年以后”均发表于著名的《科学》杂志,其影响力自然远远超过一般专业杂志。尤其是,他们指出了其他研究的不足,即主要关注于如何提高美国中学的教学质量,却忽略了一个事实:美国幼儿园和小学儿童在阅读和数学等方面均大大落后于其他国家。提高中学教育质量固然重要,但毕竟为时已晚。因此,关键在于如何改善小学教育。还值得一提的是,测验中的美国样本全部出自讲英语的白人家庭,而明尼阿波利斯市所在的明尼苏达州,其学生的中学毕业率更为全国之最。这也就意味着,如果在全国范围内随意抽样的话,水平势必更低。如果明尼苏达州的教育出现问题的话,其他州情况之糟也就可想而知了。

不过,Stevenson 等的研究虽然通过大量数据揭示出中日美儿童数学成绩之间的巨大差异,给人以警示,但并没有真正寻找到造成这一现象的根本原因,或者说,仅仅只是涉及了一些“非认知因素”。人们完全有理由提出质疑:难道只要学校增加学习时间,布置更多家庭作业,家长降低满意程度,甚至给每个孩子提供一张课桌等,美国儿童的数学成绩真的就能大大提高吗?

正是由于不满足于这种外部因素的调查,一些学者开始了深层次的探讨,试图追寻更加本质的原因。

例如, Sieglar 等 (2008) 在 “Chinese children excel on novel mathematics problems even before elementary school” (“甚至早在小学以前中国儿童解答数学新问题的能力便已胜出”) 一文中首先便指出: 以往的研究大多将美国与东亚儿童之间的差距归因于学校教育以及父母重视等外部因素, 这种观点显然值得怀疑, 因此有必要弄清, 东亚学龄前儿童优越的数学知识是否仅限于父母所直接教授的计算技能, 还是涉及更加一般性的知识。前者不妨称为“训练任务”(practiced task), 例如数数以及一位数的加减法等, 后者则可称为“非训练任务”(unpracticed task), 即某些并非由父母直接教授而获得的能力。且以“数轴估值”(number-line estimation) 为例: 一条直线, 两端分别标为 0 与 100, 然后任意给出一些数字比如 4, 15, 27, 39 等, 要求被试在数轴上标出相应的位置。很显然, 像这样的数学知识, 恐怕全世界所有国家的父母都不曾向孩子教授, 类似的练习应该也从未做过, 因此, 如果相互之间出现差异的话, 那么完全可以肯定, 与非认知因素没有任何关系。

首先来看美国幼儿园与二年级儿童的测试结果, 如图 0.4 所示:

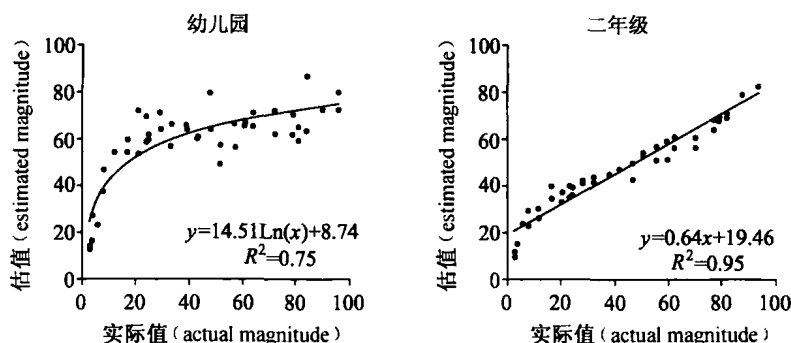


图 0.4 美国幼儿园和二年级儿童数轴估值测试成绩表 (Sieglar, 2008)

笔者数学知识贫乏, 不堪介绍统计分析, 敬请原谅 (注: 书中还将大量引用调查数据, 对于有关的统计分析, 也不作任何介绍)。不过, 好在外行也不难一眼看出区别: 线条越直, 表示精度越高, 成绩自然也就越好。

再看美国与中国幼儿园儿童的测试结果,如图 0.5 所示:

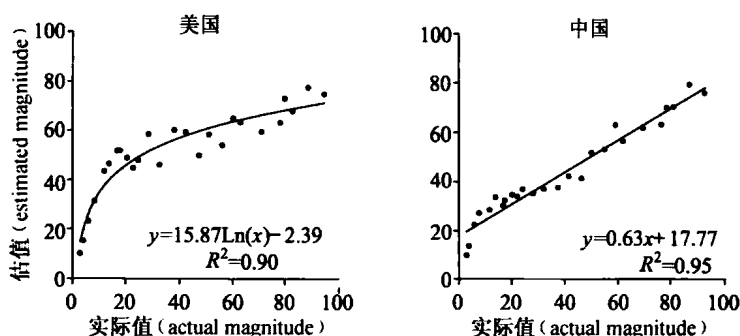


图 0.5 中美幼儿园儿童数轴估值测试成绩对比表 (Siegler, 2008)

两相对比,不难发现,中国幼儿园儿童的表现与美国二年级学生非常接近,这也就意味着,前者的数轴估值能力至少要胜出(excel)后者两年以上。这样的差距显然完全不能用非认知因素来解释。

Geary 等 (1996b) 的研究 “Development of arithmetical competencies in Chinese and American children: influence of age, language, and schooling” (“中美儿童算术能力的发展:年龄、语言、教学的影响”),综合了三方面的因素,因而比 Stevenson 等的研究更加全面,更加客观,其结论自然也更加令人信服。其中尤其值得注意的是语言因素。众所周知,数学能力之高低与年龄大小和教学时间长短有着密切关系——年龄越大,教学时间越长,数学能力当然也就越强。然而,恐怕很少有人想过,语言不同,也会对数学成绩的高低产生影响,而 Geary 等的研究恰恰就给予了这样的证明。Geary 等 (1993) 的另一项研究 “Even before formal instruction, Chinese children outperform American children in mental addition” (“甚至早在正规教育之前,中国儿童的心算能力便已超过美国儿童”),甚至不妨说已经将教学因素排除在外,而主要论证语言的重要作用。

Miller 等 (1995) 的研究 “Preschool origins of cross-national differences in mathematical competence: The role of number-naming systems” (“跨文化数学能力差异起源于学龄前:数词命名系统的作

用”)指出,如果仔细观察跨文化数学差距何时出现,以及这些差距包括哪些数学能力,就能更加精确地了解美国儿童数学缺陷的根源。该项研究证明了两点:第一,跨文化数学差异早在学龄前(大约4岁左右)便已呈现;第二,这些差异主要源于数词命名系统的不同,而正是这种不同,导致用英语学习某些数学关系比汉语更加困难。例如,英语数词命名系统无论是对十进制原则的理解,还是对进位和借位等算术技能的学习都构成了阻碍。由于英语数词的复杂性,使得美国儿童入学时,在数学上便已经处于劣势(American children enter school with a mathematical disadvantage)。正是因为这种巨大的差异早在学龄前便已存在,因此他们明确指出,美国学生数学成绩低于中国学生,其责任不应该完全由学校教育来承担。美国教育中的缺陷固然值得重视,但这种缺陷只不过是加剧了英语儿童入学时便已经体现出来的劣势而已(exacerbate disadvantages English-speaking children show at school entry)。由于找到了数学差异的真正原因,因此,他们提出的教改意见不但更有说服力,而且也更具操作性:These results suggest further that efforts at improving early mathematical development in the United States should include efforts aimed at making the base-10 structure of number names more accessible to young children(结果进一步表明,要想提高美国人的早期数学能力发展,就应该付出努力,以便使数词名称的十进制结构更加容易为儿童理解)。

需要提及的是,Stevenson 等(1990)的一项研究中,有一小节名为“计数系统”(counting systems),其中提到,虽然汉语、日语与英语都使用了阿拉伯数字,但汉语与日语均直接对应于十进制数字系统(corresponds directly with the base-10 system of numeration),例如,“3246”便读作“three-thousands, two-hundreds, four-tens, six”(注:这里原文用了复数词尾,但实际上汉语是不用复数的,对于不懂汉语的人来说,恐怕难免产生误会),这种数字表征方式也许是造成亚洲与非亚洲儿童数学成绩差异的一个原因。

然而,令人遗憾的是,他们却没有就此进行深入探讨,只是用一