

# 关于 pCI 与因果判断的实验研究

邵志芳\* 王健

(华东师范大学心理学系, 上海, 200062)

**摘要** 本研究通过三个实验, 检验了 pCI 公式对人类因果判断预测的准确性。实验结果发现, 被试的判断与 pCI 的预测趋势基本一致, 但  $(a+d)/n$  的预测似乎更加准确; 被试的判断较 pCI 而言波动较小, 且可能在开始判断时需要一段时间形成自己的判断标准或方法, 之后的判断与精密的数学计算有共同之处; 不同个体判断方式有比较大的差异, 但是仍能归为一些类型。

**关键词:** 因果力 pCI 因果判断类型

## 1 前言

pCI (the proportion of confirmatory instances) 是因果力 (causal power) 的研究中由 White, P. A. (2000) 提出的一个指标。关于因果力的指标基于两个事件 (原因和结果) 共变关系的四格表, 见表 1。  $pCI = (a+d-b-c)/(a+b+c+d)$ 。

表 1 两个事件因果关系的四格表

	有结果(E)	无结果(-E)
事件发生(C)	a	b
事件未发生(-C)	c	d

1965 年 Jenkins & Ward 等<sup>[1]</sup> 提出了关于因果关系的 P 理论, 即  $P = p(E/C) - p(E/-C)$ , 其中  $p(E/C) = a/(a+b)$ ,  $p(E/-C) = c/(c+d)$ 。得出的结果范围为 -1 到 +1。而 Cheng<sup>[2]</sup> 在 1997 年则提出了 PC 理论, 即  $p = P/[1 - p(E/-C)]$ , 其中 p 代表被试所作的因果判断的强度。2000 年, Lober 和 Shanks<sup>[3]</sup> 研究发现可以通过权重变化使 P 理论更加完善, 即将  $a/(a+b)$  的权重定为 1.0, 而  $c/(c+d)$  的权重定为 0.6。White<sup>[4]</sup> 2000 年的研究发现在四格表中, 人们做判断时更重视表示肯定信息的 a 格与 d 格, 因此得出了 pCI 理论。pCI 的范围也是 -1 到 +1。实际上, pCI 理论是 D 理论的比例版本, 即  $pCI = D/n$ 。对于 D 理论先前已经有许多研究者做过研究 (Kao & Wasserman, 1993<sup>[5]</sup>, Wasserman, Dorner, & Kao, 1990<sup>[6]</sup>)。Kao and Wasserman 的第一个实验中运用了许多问题, 其中有 16 组问题有着相同的  $a/(a+b)$ ,  $c/(c+d)$  和不同的 pCI 值。在这 16 组问题中的 13 组显示出 pCI 越高, 因果判断分数也越高的现象。另外的 3 组问题中的肯定信息即 a+d 中的 d 所占的比例较大, 被试对这 3 组问题的高 pCI 值的判断就比较低, 可见 d 对因果判断的影响小于 a 的作用。

Kao and Wasserman 的第二个实验中运用了 8 个问题, 在  $a/(a+b)$  和  $c/(c+d)$  相同的情况下, 有 4 个 pCI 相同的比较组, 让 3 组被试进行因果判断, 因此一共有 12 种情况。其中, 有 9 种情况下得出 pCI 越高, 因果判断分数也越高的结论。他们还用了另外 13 个问题, 在  $a/(a+b)$  和  $c/(c+d)$  相同的情况下, 有 4 个 pCI 不相同的比较组, 被试还是 3 组, 因此也有 12 种情况。也有 9 种情况下得出 pCI 越高, 因果判断分数也越高的结论。

Wasserman, Kao, Van Hamme, Katagiri and Young

1996<sup>[7]</sup> 年的实验一中, 有一部分被试在每次尝试后做出判断, 另一部分被试在最后做出判断。然后, 研究者将这两组结果进行平均。在他们给出的 21 个问题中, 有 6 组的  $a/(a+b)$  和  $c/(c+d)$  是相同的。所有 6 组都是 pCI 越高, 因果判断分数也越高, 因此都支持 pCI 理论。

pCI 和 P 的关系也可以在 1983 年 Allan and Jenkins<sup>[8]</sup> 的研究中看出。实验中保持 P 不变, 操纵 p(C) 和 p(E), 即  $(a+c)/(a+b+c+d)$  和  $(a+b)/(a+b+c+d)$ , 得出了 pCI 越高, 因果判断分数也越高的结论。另外研究排除了 p(C) 是造成这种差异的原因的可能性。

White 在 2003<sup>[9]</sup> 年发表的研究中进一步证明了各种实验程序 (列单式, 相继呈现式和总结式) 对被试判断的值没有影响, 且通过控制 pCI 不变, P 变化等方法得出 pCI 对于被试判断值的预测性优于其他理论的结论。

虽然前人做了许多研究, 但对于人们形成因果判断的原因和方式仍有许多问题值得讨论和研究。本次实验的目的有三: 找出一个 pCI 值, 人们在大于此值或小于此值的判断时有明显不同的特点; 研究被试在进展式观察的情况下因果判断的特点; 通过对 a/d 比例的研究, 进一步探索因果力公式的完善形式。

## 2 实验

### 2.1 实验一

2.1.1 被试 华东师范大学本科生 90 名, 年龄 20~23 岁。  
2.1.2 实验方法 本实验采用实验卷形式。实验卷包括 a, b, c, d 四格的数字相加为 24 ( $n=24$ ) 和 48 ( $n=48$ ) 两种类型。对于  $n=24$  这种类型, 用随机方法得到 a, b, c, d 四格的值和对应的 pCI 的值 (取 0 到 1 之间), 将 0 到 1 分成以 0.1 为组距的 10 段, 取每一段的第一组数据作为实验数据, 最终得到了 10 组四格数据。在编写实验卷时, 再将这 10 组数据随机排列, 形成实验卷。而对于  $n=48$  这种类型, 同样运用 VB 编程, 随机得到 a, b, c, d 四格的值和对应的 pCI 的值。但是与  $n=24$  不同, 将 0 到 1 分成了以 0.05 为组距的 20 段, 同样取每一段的第一组数据作为实验数据, 最终得到了 20 组四格数据。为了避免疲劳效应, 将这 20 组数据随机排列后, 前 10 组形成一份实验卷, 后 10 组形成另外一份实验卷 (简称实验卷 A, 实验卷 B)。对于每一题 (四格数据), 都要求被试给

\* 通讯作者: 邵志芳, 男。E-mail: zfsao@psy.ecnu.edu.cn

出一个因果分数,但是因果分数的范围不是 0 到 1,而是 0 到 100)。

本实验的假设是,当 n 确定,被试做因果判断时,可能会有一个 pCI 的值,在它之前与之后的因果判断的特点是不同的。

2.1.3 实验材料 本实验发放实验卷 90 份,回收 90 份。其

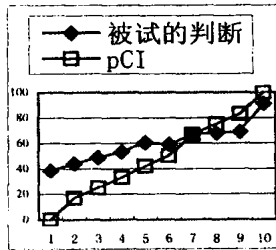


图1 n = 24 时被试判断的平均值与 pCI 的曲线图

从以上的曲线图可以发现,随着 pCI 的增加,被试的判断变化总体上也是增加,两者的趋势是基本一致的。但 pCI 曲线与被试判断曲线是交叉的,且交叉的位置为 pCI 为 0.5 - 0.6 左右。这说明人类的判断的波动比 pCI 曲线平缓,且在此交叉点之前,人类判断值高于 pCI;在此交叉点之后,人类

中废卷 3 份(1 份实验卷中有 8 题或 8 题以上答案完全相同作废卷处理),实际有效实验卷 87 份。

2.1.4 实验结果 将被试对各组四格数据的判断值平均后,与相应的 pCI 值一起绘成图,如图 1 和图 2(图中 pCI 的值被放大 100 倍,以便与被试判断结果进行比较,下同)。

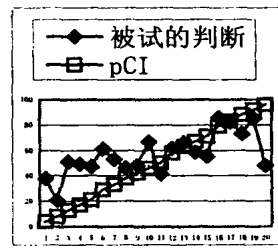


图2 n = 48 时被试判断的平均值与 pCI 的曲线图

判断值低于 pCI。

另外,通过对数据进行聚类分析,可得到被试的判断倾向可分为哪几类。

对于 n = 24 组,采用系统聚类法,得到 5 类被试,如图 3 - 图 5。

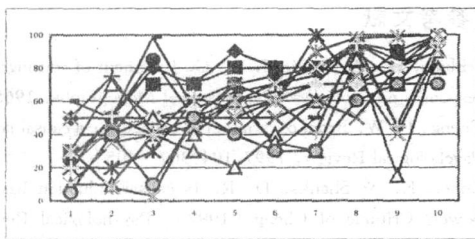


图3 第一类被试(16 人)

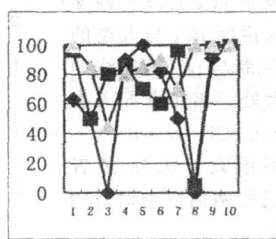


图4 第二类被试(3 人)

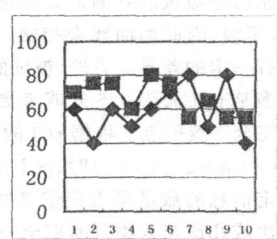


图5 第三类被试(2 人)

由图 3 - 图 5 可见,大多数被试(16 名)对因果的判断方式是基本一致的。第二类被试在横坐标为 3 和 8 的时候判断值低于大多数人,而这两个位置对应与实验卷的第一题和第二题。说明这一类个体在最初判断时十分谨慎保守,随后的判断则于大多数人相差不多。第三类被试,即被试 9 和被试 14,他们的特点从曲线图上可以看出是判断的范围局限在 40 和 80 之间,而其他被试的判断范围则比较大。第四类和第五类被试各有 1 个,没有普遍性。

对于 n = 48 组,采用系统聚类法,得到类似结果。

2.2 实验二

2.2.1 被试 华东师范大学本科生 32 名,年龄 20 ~ 23 岁。

2.2.2 实验方法 被试模拟逐日对 A 先生是否喝酒与是否过敏的情况作出判断(共 24 天)。

A 先生的喝酒与过敏情况是随机产生的,根据随机产生的结果确定了三组不同的 a, b, c, d 的值(13 - 2 - 8 - 1 组; 7 - 4 - 2 - 11 组及 20 - 0 - 3 - 1 组),即每天是否喝酒与是否过敏的情况。

本实验的假设是,当两个事情发生的情况以进展方式相继(逐日)呈现给被试时,被试对于这两件事情是否存在因果关系的判断会发生变化,且到一定数量时,这种变化波动趋于平缓,即形成一定的概念。

2.2.3 实验材料 本次实验采用 VB 编程,被试在计算机上操作。

2.2.4 实验结果 由于 pCI 的值是介于 - 1 和 1 之间的(扩大为 - 100 至 100),而实验中要求被试所做的判断却是 0 - 100,为此,将 pCI 值加上 100 除以 2,使之范围变成 0 - 100 之间,将被试判断与修改过的 pCI 比较,得到图 6。另两组的情况相似,说明结果具有普遍性。

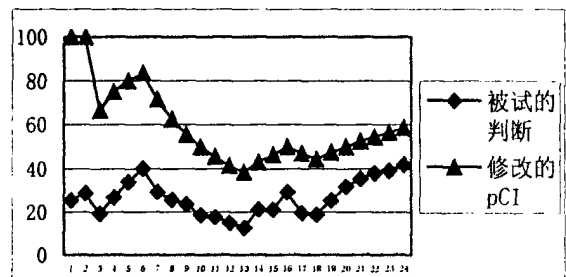


图6 第一组 13 - 2 - 8 - 1 组被试的判断的平均值与修改的 pCI 值

从图中可以看出,被试的判断比较稳定,尤其表现在前几天的判断不随 pCI 大起大落,这说明被试考虑到不能仅仅根据几天的结果匆忙下结论,因此将存在因果关系的可能性判断得比较低。而随着时间的延续,被试的判断越来越平缓,并逐步接近 pCI。

2.3 实验三

2.3.1 被试 华东师范大学本科生 40 名,年龄 20 - 23 岁。

2.3.2 实验方法 本实验的目的是考察在保持 pCI 相同的情况下,变换四格表中的数字,对被试的因果判断有无影响。

先设定 4 个 pCI 的值,分别是 0.16, 0.33, 0.66 和 0.83。在各个 pCI 的值的情况下,变化 a 与 d 的值(按照 2:8, 4:6 和 9:1 的比例来设定 a 与 d 值), b 和 c 的值则始终不变。这样,最终就得到  $4 \times 3 = 12$  个题。这 12 题产生一份实验卷。为了排除被试受每组 b, c 值相同的影响,再将这 12 题随机排列产生另外一份实验卷。

2.3.3 实验材料 本实验发放实验卷 40 份,回收 40 份。无废卷,实际有效实验卷 40 份。

2.3.4 实验结果 无论是随机组还是非随机组,方差分析结果均显示 pCI 和 a/d 比例都会对被试判断造成影响。随机组 pCI:F = 34.424<sup>\*\*</sup>,随机组 a/d:F = 26.243<sup>\*\*</sup>;非随机组 pCI:F = 27.254<sup>\*\*</sup>,非随机组 a/d:F = 14.580<sup>\*\*</sup>。可见,单用 pCI 公式还不足以描述人类的判断。

### 3 讨论

#### 3.1 pCI 值与被试判断的关系

首先,实验再一次证明被试的判断确实与 pCI 的变化趋势基本一致。但是从这些图中又可以发现一些其他现象。

被试的判断与 pCI 两曲线的相交现象,相交点多为一个。交点的形成原因是被试的判断波动幅度没有 pCI 的波动幅度大,走势比较平缓,因此两曲线会相交。这说明 pCI 与人类的判断方式仍有一定的差异。另外,被试的判断与 pCI 两曲线的相交位置大多是 pCI 大于 0.5 处或者更大处。相交点即人类判断与 pCI 完全一致的点。根据 pCI 的公式  $pCI = (a + d - b - c) / n$ ,只有当  $a + d > 2 \times (b + c)$  时,pCI 才可能大于 0.5。或者说只有当肯定信息的数量是否定信息数量的两倍以上时,pCI 才可能有一次或几次与人类判断完全一致。

在实验二中发现了另外一个现象,由于 pCI 与被试判断的区间不匹配,因此对 pCI 做了处理,即修改的  $pCI = (pCI + 100) / 2$ 。结果发现这条修改的 pCI 的曲线与被试的判断趋势几乎一致,没有交点,只是两者间距离不断缩小,导致两曲线开始点之间距离大于结束点距离。其实,修改的 pCI 曲线即  $(a + d) / n$  曲线。这是否说明  $(a + d) / n$  与人类判断更接近?带着这个问题,我们又用  $(a + d) / n$  公式计算了实验一和实验三中的数据,并且将其与被试判断曲线作图,结果发现, $(a + d) / n$  较之 pCI 确实更接近被试的判断。这说明  $(a + d) / n$  也许是比 pCI 更好的确定人类因果判断的公式。

#### 3.2 被试的判断类型

实验结果部分通过聚类分析,得到了一些被试判断类型的曲线图。关于被试的判断类型,可以从两个角度来分析。从答题方式来说,实验一中,当  $n = 24$  时,23 个被试中共有 16 名被试属于一种类型,即 70%;当  $n = 48$  时,两组各 32 名被试中分别有 23 名和 24 名被试(图 14)属于一种类型,各占 72%和 75%。这说明大多数人的判断方式还是有共性的。

从被试判断的范围来说,有的范围集中且偏高,有的范围集中但偏低,还有些被试的判断波动范围十分大,说明了各种不同的判断特征。判断比较集中的被试可能是自信较强且固执己见者;而那些答题范围比较大的被试则心态比较开放,容易受刺激变化左右。

另外一个特征是判断值偏高或偏低。判断值偏低的被试的性格应该还是比较谨慎的,不会因为简单的数据来对两件事

情作出因果判断。正如许多被试在做完实验后所谈的感受,他们觉得喝酒和过敏会有其他诸如体质,酒的类型等因素影响,不能简单因为这些数字而作出两者有联系的判断。而判断值偏高者则比较粗线条,较少做深入考虑。

#### 3.3 a 与 d 比例问题

根据实验三的结果,可以发现 pCI 相同而 a 与 d 比例不同的情况下,被试的判断随 a 与 d 比例的增加而提高。这说明 a 与 d 比例关系在被试判断时所起的作用还是比较重要的。对 a 与 d 分别赋予不同的权重,或许可以解决这个问题。从实验结果来看,当连续出现 3 个 pCI 相同的题,被试的判断会随着 a 与 d 比例的增大而上升,说明 a 的作用确实大于 d。

### 4 总结

4.1 人类的判断与 pCI 的预测趋势基本一致,但  $(a + d) / n$  的预测似乎更加准确;

4.2 人类的判断较 pCI 而言更加平缓,两者有交点;且被试可能在开始判断时需要一段时间形成自己的判断标准或方法,之后的判断与精密的数学计算有共同之处;

4.3 不同性格的个体判断方式有比较大的差异。

### 5 参考文献

- Jenkins, H. M. & Ward, W. C. Judgment of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs*, 1965, 79(10)
- Cheng, P. W. From covariation to causation: a causal power theory. *Psychological Review*, 1997, 104:367 - 405
- Lober, K. & Shanks, D. R. Is causal induction based on causal power? Critique of Cheng (1997). *Psychological Review*, 2000:107: 195 - 212
- White, P. A. Causal judgment from contingency information: The interpretation of factors common to all instances. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2000, 26: 1083 - 1102
- Kao, S. F. & Wasserman, E. A. Assessment of an information integration account of contingency judgment with examination of subjective cell importance and method of information presentation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1993, 19:1363 - 1386
- Wasserman, E. A., Dornier, W. W. & Kao, S. F. Contributions of specific cell information to judgments of interevent contingency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1990, 16:509 - 521
- Wasserman, E. A., Kao, S. F., Van Hamme, L. J., Katagiri, M. & Young, M. E. Causation and association. In: D. R. Shanks, K. J. Holyoak, & D. L. Medin (Eds.). *The psychology of learning and motivation: 1996*, Vol. 34. Causal learning. San Diego, CA: Academic Press:207 - 264
- Allan, L. G. & Jenkins, H. M. The effect of representations of binary variables on the judgment of influence. *Learning and Motivation*, 1983, 14: 381 - 405
- White, P. A. Making Causal judgments From the Proportion of Confirming Instances: The pCI Rule. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2003, 29: 710 - 727

(下转第 943 页)

- 4 Beveridge W I. The art of scientific investigation . NYC: Random House , 1957
- 5 Getzels J W. Problem finding and the inventiveness of solutions. Journal of Creative Behavior , 1975 ,9(1) :12 - 18
- 6 Greeno J G. Natures of problem solving abilities. In: W. K. Estes (Ed.). Handbook of learning and cognitive processes. Vol. 5 : Human information processing. Hillsdale , NJ : Erlbaum,1978:239 - 269
- 7 Kay S. The figural problem solving and problem finding of professional and semi - professional artists and nonartists. Creativity Research Journal , 1991 , 4(3) :233 - 252
- 8 Patrick C. Creative thought in poets. Archives of Psychology ,1935 , 26:1 - 74
- 9 Patrick C. Creative thought in artists. Journal of Psychology ,1937 , 4:35 - 73
- 10 Csikszentmihalyi M , Getzels J W. Concern for discovery: An attitudinal component of creative production. Journal of Personality ,1970 , 38:91 - 105
- 11 Csikszentmihalyi M , Getzels J W. Discovery - oriented behavior and the originality of creative products: A study with artists . Journal of Personality and Social Psychology , 1971 ,19:47 - 52
- 12 Getzels J W , Csikszentmihalyi M. The creative vision : A longitudinal study of problem finding in art. New York :Wiley,1976
- 13 David J , Brinkman. Problem finding , creativity style and the musical compositions of high school students. Journal of Creative Behavior , 1999 ,33(1) :62 - 68
- 14 Heinzen T. On moderate challenge increasing ideational creativity. Creativity Research Journal , 1989 ,2:223 - 226
- 15 David K Carson , Mark A Runco. Creative problem solving and problem finding in young adults: interconnections with stress , hassles , and coping abilities , Journal of Creative Behavior ,1999 ,33(3) :167 - 190
- 16 Thelan H A. Education and the human guest (2nd ed.). Chicago :University of Chicago Press ,1972
- 17 D David Sapp. Problem Parameters and Problem Finding in Art Education. Journal of Creative Behavior ,1997 ,31 :282 - 299
- 18 Christine , David. Learning in Science :A Comparison of Deep and Surface Approaches , 2000
- 19 王凯虹.谈高中生语文阅读中质疑能力的培养.民族教育研究 , 1999(1) :73 - 75
- 20 谭少班.“提出问题”能力的调查测试分析与思考.柳州师专学报 , 2001(3) :63 - 66
- 21 李耀俊.优、差生物学习策略研究.教育实践与研究 ,2001(8) :50 - 51
- 22 陈明其,雷启华,陈明伦.情景教学法与提出问题能力教学模式研究.贵州教育学院学报(自然科学) ,2004(2) :30 - 31
- 23 Arlin P K. A cognitive process model of problem finding. Educational Horizons , 1976 , 54(2) : 99 - 106
- 24 Wakefield J F. Towards creativity: Problem finding in a divergent - thinking exercise. Child Study Journal ,1985 ,15 :265 - 270
- 25 Rena F Subotnik. Factors from the structure of intellect model associated with gifted adolescents 'problem finding in science : research with Westinghouse science talent search winners. Journal of Creative Behavior ,1988 ,22(1) :42 - 54
- 26 Runco M A , Okuda S M. Problem - discovery , divergent thinking , and the creative process. Journal of Youth and Adolescence ,1988 ,17 : 211 - 220
- 27 Frderickson N , Evans F R , Ward W C. Development of provisional criteria for the study of scientific creativity. Gifted Child Quarterly , 1975 ,19:60 - 65
- 28 Hoover S M , Feldhusen J F. The scientific hypothesis formulation ability of gifted ninth - grade students. Journal of Educational Psychology ,1990 ,82:838 - 848

## A Survey of Problem-finding Studies

*Chen Lijun*<sup>1,2</sup> , *Zhang Qinglin*<sup>3</sup> , *Cai Zhi*<sup>4</sup>

<sup>(1)</sup> Department of Psychology , South China Nonmal University , Guangzhou , 510631)

<sup>(2)</sup> Teachers ' Office , Guangdong Polytechnic Normal University , Guangzhou , 510665)

<sup>(3)</sup> School of Psychology , Southwest China Normal University , Chongqing , 400715)

<sup>(4)</sup> Guangdong Southern Communication Construction Co. ,LTD. , Guangzhou , 510600)

**Abstract** Scholars have attached importance to problem finding for a long time , but they have not obtained much in their research. Experimental researches about problem finding in daily-life , educational , and other correlative fields were summarized in this paper. The authors analyzed the shortage of the existing researches and pointed out the future direction of such research.

**Key words** problem finding , putting problem forward , creativity

(上接第 948 页)

## An Experimental Research on the pCI Rule and Causal Judgment

*Shao Zhifang , Wang Jian*

(Department of Psychology , East China Normal University , Shanghai , 200062)

**Abstract** This research examined the precision of the pCI rule through three experiments. The results show that first , the tendency of the subjects ' casual judgments was basically similar to the pCI rule. But (a + d) / n predicted human 's casual judgments were even better ; second , the increase of subjects ' casual judgments was milder than the pCI rule , and the subjects needed time to construct their own way of judging relationship ; finally , different people had different ways of causal judgments , and could be grouped into some categories.

**Key words** : causal power , pCI , style of causal judgment