

# 态度测量的新进展 :二值概率展开模型及一般形式

常 蕤<sup>1</sup> ,罗冠中<sup>1 2</sup> ,蔡圣刚<sup>1</sup>

( 1. 华南师范大学 心理系 广州 510631 ; 2. 香港考试评核局研究部 )

摘 要 :态度测量主要应用两种模型 :累进型与展开型。目前国内的相关研究主要针对累进型模型。文章在回顾累进型模型的基础上 ,介绍了当前国际研究最为前沿的一种新的态度测量模型——二值概率展开模型 ,并详细阐述了该模型的一般数学表达式。

关键词 :态度测量 ;累进型模型 ;二值概率展开模型

中图分类号 :B841.2 文献标识码 :A 文章编号 :1003 - 5184( 2006 )01 - 0079 - 05

## 1 引言

态度测量是心理测量中的一个重要的组成部分 ,其主要任务就是根据被试对相关量表的反应 ,找出被试在相关的情感维度中的位置。在态度测量的研究中 ,Coombs 第一次提出了“展开”的概念 ,为现代概率展开模型奠定了原型基础 ,成为态度测量史上重要的里程碑。以前国内的相关研究主要针对累进型模型 ,本文介绍目前国际研究最为前沿的一种态度测量模型——二值概率展开模型。

进行态度测量 ,首先要明确量表的反应激发形式和反应格式。

### 1.1 反应激发形式

态度测量通常是通过量表的形式来实现的。其使用的量表是由一系列与被测对象有关的情感评价的陈述( 题目 )组成。

态度量表用来激发被试反应的形式主要是单一刺激。单一刺激设计要求被试给每一个陈述一个直接的选择 ,选项是从非常否定到非常肯定( 如从非常不同意到非常同意 ) ,或者是给出不同的频度( 如从从不到总是 )。例如 ,陈述“ 在我们找到有效防止严重犯罪的办法之前 ,死刑是必要的 ” ,要求被试对这一陈述作出同意或不同意的回答。

以下介绍的内容主要建立在单刺激形式之上。

### 1.2 反应格式

在单刺激设计下 ,题目具有两种基本的反应格式 ,即二值和多值。

在二值反应格式下 ,题目反应类型只有 2 个 :消

极的反应和积极的反应 ,分别编码为 0 和 1。在多值反应格式下 ,具有两个以上的反应类型。例如 ,0、1、2 和 3 分别表示不及格、及格、较好和优秀 ,常见于成就测量 ;或者分别表示完全不同意、不同意、同意和完全同意 ,常见于态度测量。如表 1a 和表 1b 所示。

表 1a 二值反应格式		表 1b 多值反应格式	
0	错 ,不同意	0	不及格 ,完全不同意
		1	及格 ,不同意
1	对 ,同意	2	较好 ,同意
		3	优秀 ,完全同意

## 2 二值概率展开模型

项目反应理论是建立潜在特质理论的基础之上的。它认为被试的心理特质是潜在的 ,是不能直接测量的 ,称为潜在特质。被试在题目上的回答只是外显的反应 ,它既取决于被试真正的心理特质水平 ,又还受到一些无关因素的影响 ,因此需要根据被试在题目上的反应来估计出被试真正的特质水平。在测量的特质是单维的前提下 ,题目和被试在这个潜在特质维度上都有着相应的位置。前者称为题目位置 ,后者称为个人位置 ,位置的高低反应的都是在这个特质维度上的水平。在这个理论基础之上 ,项目反应理论认为被试对题目的反应过程主要有两种 :累进型和展开型。

### 2.1 累进反应过程的原理

累进的反应过程 ,也叫做单调的反应过程 ,主要

使用在成就测验中,也可用于态度测量。在成就测验中,高分代表更好的表现;而在态度测验中,更高的分意味着个人的态度更积极。累进原理认为:在测量的能力为单维的前提下,被试对题目的反应主要依赖于个人的能力高低和题目的位置高低。如果被试 A 比被试 B 有更高的能力,在同一个测验上 A 的总分应该比 B 高,并且在任一题目上的得分都会比 B 高。

假设在单一刺激形式下,被试  $n$  对题目  $i$  的反应记为  $x_{ni}$ 。在二值格式下,合理的反应要么是“同意”或“是”(积极,  $x_{ni} = 1$ ),要么是“不同意”或“否”(消极,  $x_{ni} = 0$ )。设  $\beta_n$  是被试  $n$  在潜在特质维度上的位置(以下简称被试或者个人位置),  $\delta_i$  是题目  $i$  在潜在特质维度上的位置(以下简称题目位置)。在多值格式下,  $m_i$  为题目的最高分,  $\delta_{ki}$  为题目  $i$  的第  $k$

个选项(类型)在潜在特质维度上的位置,又叫类型参数。例如,题目  $i$  的最高分  $m_i = 2$ ,则  $x_{ni} \in \{0, 1, 2\}$ ,共有三个类型参数。

(1a)和(1b)式分别给出了二值和多值累进反应过程的概率函数,又称为类型反应函数。其中 1a 为二值记分,1b 为多值记分。个人位置和题目得分的关系分别如图 1a 和 1b 所示。

$$Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i\} = \frac{e^{(\beta_n - \delta_i)}}{1 + e^{(\beta_n - \delta_i)}}$$

(1a)

否定回答的概率满足  $Pr\{X_{ni} = 0 | \beta_n, \delta_i\} = 1 - Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i\}$

$$Pr\{X_{ni} = x | \beta_n, \delta_{ki}\} = \frac{\exp\{\sum_{k=0}^x (\beta_n - \delta_{ki})\}}{\sum_{l=0}^{m_i} \exp\{\sum_{k=0}^l (\beta_n - \delta_{ki})\}}$$

(1b)

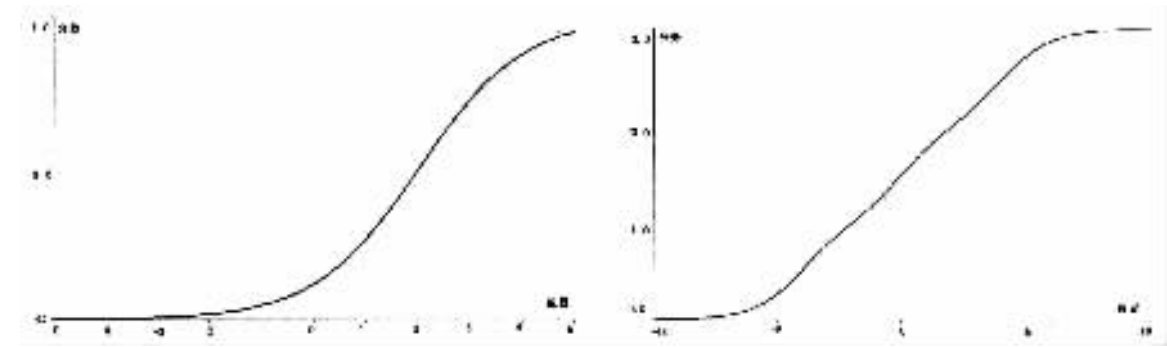


图 1a 二值记分累进模型的位置和得分的关系

图 1b 多值记分累进模型的位置和得分的关系(最高分为 3 分)

在项目反应理论中,把形如(1a)的累进模型称为二值的 RASCH 模型,形如(1b)的累进模型称为多值的 RASCH 模型。

2.2 累进模型的实例

这里以一个经典的社会距离量表<sup>[1]</sup>为例。

表 2 社会距离量表

题 号	1	2	3	4	5	6
社会距离	访问我们的国家	和他们交谈	在同一个办公室工作	和他们做邻居	成为亲密的朋友	和当地人通婚
美国人						
英国人						
芬兰人						
中国人						
印度人						

如果被试同意其中一个题目 ,那么他一定同意该题左边的所有题目 ,因此通过被试的总分就能判断他的态度位置。例如 :一个人同意第 3 题 ,一定同意第 1、2 题 ,同意第 4 题 ,也一定同意前面 3 道题。从反应的模式来看 ,总分越高 ,态度越积极 ,属于单调的累进模型。数据格式如下表所示。

表 3  累进模型的数据格式

总分	题        目					
	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1

2.3  展开反应过程的原理

展开反应过程又叫单峰反应过程 ,主要使用于态度测验。在展开的反应过程中 ,更高的分意味着个人的态度( 位置 )与题目的位置越接近。

在展开反应过程中 ,被试的反应由个人与题目位置的 距离( 以下简称个人 - 题目距离 )来决定 ,Coombs 明确定义了是个人 - 题目距离的分段函数 :

$$x_{ni} = \begin{cases} 1, & |\beta_n - \delta_i| \leq \rho \\ 0, & |\beta_n - \delta_i| > \rho \end{cases} \tag{2}$$

其中  $\beta_n$  是被试在特质维度上的理想的位置 ,又称为理想点 ; $\rho$  是一个距离 ,决定着两个阈的位置 ,也就是肯定回答“ 是”(  $x_{ni} = 1$  )和两个不相交的否定回答(  $x_{ni} = 0$  )的线段的距离。如图 2 所示。



图 2  Coombs 的决断型的展开模型

当个人 - 题目位置之差的绝对值大于给定的  $\rho$  值时 ,被试的回答一定是否定的。然而 ,被试实际的

位置有可能比题目的位置低 ,也有可能比题目的位置高。因此 ,被试对题目的外显反应相对他在潜在特质维度上的实际位置来说是“ 折叠 ”的 ,如图 2 的粗线所示。数据分析的任务就是要把这些反应展开 ,找到被试掩盖在被试外显的反应之下的真正的潜在特质的位置。

可以看出 ,当个人 - 题目距离的绝对值小于  $\rho$  ,肯定回答的概率  $\Pr\{x_{ni} = 1\}$  一定是 1( 如图 2 ) ,我们把 Coombs 提出的这种展开模型称为决断型的展开模型。事实上 ,这样的模型是理想化的模型。对于实际的被试来说 ,被试的反应概率除了受个人 - 题目距离的控制以外 ,还会受一些其他的无关因素的影响 ,因而概率不会绝对地等于 1 或者 0 ,而应该是在 0 到 1 之间的某一个值。如果将决断型展开模型的矩形函数改换成一个单峰概率函数 ,概率展开模型的概念自然而然就产生了。图 3 给出了 Coombs 决断型的展开模型和概率型的展开模型。与决断展开模型相对应 ,在概率展开模型中 ,当个人 - 题目距离的绝对值小于  $\rho$  或者等于 0 时 ,肯定回答的概率  $\Pr\{x_{ni} = 1\}$  可以是 0 到 1 之间的任一值。

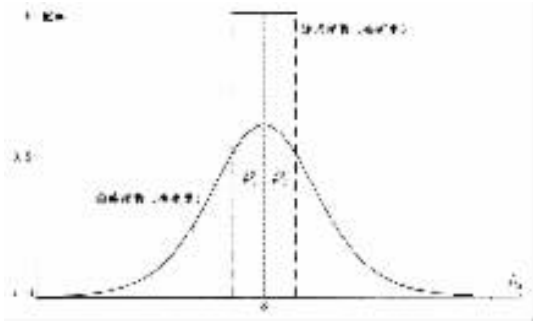


图 3  决断型的展开模型与概率展开模型

2.4  目前已有的几种二值展开反应模型

自 Coombs 提出展开理论以来 ,最近三十年里心理测量学家们提出了许多不同的二值记分的概率展开模型。如下面简介的一次 Logistic 模型、平行模型和超余弦模型( HCM )。在这几种展开模型中 ,均假设有 N 个人对一个由 I 个题目组成的量表做出反应 , $x_{ni}$  是个人位置为  $\beta_n$  的被试 n 对题目位置为  $\delta_i$  的题目 i 的反应 ,且  $x_{ni} \in \{0, 1\}$ 。

( 1 )一次 Logistic 模型( SSLM )<sup>[21]</sup>

$$\Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i\} = \frac{1}{1 + \exp[(\beta_n - \delta_i)^2]} \quad (3)$$

(2) 平行模型<sup>[2]</sup>

$$\Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i, \gamma\} = \frac{1}{1 + [(\beta_n - \delta_i)^\gamma]} \quad (4)$$

这里的  $\gamma = (>0)$  是模型的一个结构参数

(3) 超余弦模型 (HCM)<sup>[3]</sup>

$$\Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i, \rho_i\} = \frac{\exp(\theta_i)}{\exp(\theta_i) + 2\cosh(\beta_n - \delta_i)} \quad (5)$$

其中  $\cosh(\beta_n - \delta_i) = \frac{\exp(\beta_n - \delta_i) + \exp(\delta_i - \beta_n)}{2}$

以上模型中否定反应的概率  $\Pr\{X_{ni} = 0\}$  均满足  $\Pr\{X_{ni} = 0\} = 1 - \Pr\{X_{ni} = 1\}$

2.5 展开模型的一般形式及特点

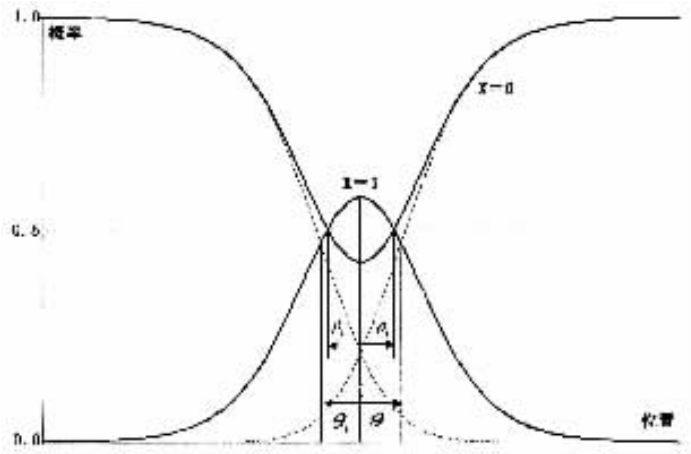


图 4 从多值 RASCH 模型中建构 HCM 模型

在 (5) 式中,除了包含题目位置参数  $\delta_i$  之外,还包含另一个题目参数  $\theta_i$ 。因此, HCM 中一个明显的局限就是包含有两种不同类型的函数。而且,因为并不确切地知道  $\delta_i \pm \theta_i$  是否经过 HCM 的两条概率曲线,使得  $\theta_i$  的统计意义也不明显。于是令:

$$e^{\theta_i} = 2\cosh(\rho_i) \quad (6)$$

那么 (5) 式就转换成了下面的 (7) 式,它仅仅包括一个超余弦函数<sup>[4]</sup>。

$$\Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i, \rho_i\} = \frac{\cosh(\rho_i)}{\cosh(\rho_i) + \cosh(\beta_n - \delta_i)} \quad (7)$$

在 (7) 式中,参数  $\rho_i (\geq 0)$  定义了两个阈值  $\delta_i \pm \rho_i$ 。当  $|\beta_n - \delta_i| < \rho_i$  更有可能答肯定回答 ( $X_{ni} = 1$ ),这时  $\Pr\{X_{ni} = 1\} > \Pr\{X_{ni} = 0\}$ ;如果  $|\beta_n - \delta_i| > \rho_i$ ,更有可能答否定回答,这时  $\Pr\{X_{ni} = 1\} < \Pr\{X_{ni} = 0\}$ ;当  $|\beta_n - \delta_i| = \rho_i$ ,  $\Pr\{X_{ni} = 1\} = \Pr\{X_{ni} = 0\} = 0.5$ 。如图 4 所示 ( $\delta_i \pm \rho_i$ ) 就是肯定回答和否定回答两条

概率曲线相交的两个交点。基于此,  $\rho_i$  称为题目的单位参数。

值得注意的是,这里的  $\theta_i$  是有条件的。因为当  $\theta_i < \ln 2$  时 (6) 式是不能分解的。因此 (6) 式仅在当  $\theta_i > \ln 2$  时才有效。事实上,当  $\theta_i > \ln 2$  (5) 式中肯定回答的概率总是小于否定回答的概率。

于是,可以得到概率展开模型的一般形式如下:

$$\Pr\{X_{ni} = 1 | \beta_n, \delta_i, \rho_i\} = \frac{\Psi(\rho_i)}{\Psi(\rho_i) + \Psi(\rho_n - \delta_i)}$$

$$\Pr\{X_{ni} = 0 | \beta_n, \delta_i, \rho_i\} = \frac{\Psi(\beta_n - \delta_i)}{\Psi(\rho_i) + \Psi(\rho_n - \delta_i)} \quad (8)$$

其中,原来定义的  $\beta_n, \delta_i$  和  $\rho_i$ ,以及操作函数  $\Psi$  具有以下特征:

(P1) 非负性:对任意实数,都有  $\Psi(t) \geq 0$ ;

(P2) 在正的定义域内单调:对任意的  $t_1 > t_2 > 0$ ,都有  $\Psi(t_1) > \Psi(t_2)$ ;

(P3)  $\Psi$  是一个偶函数(关于原点对称):对任意实数,都有  $\Psi(t) = \Psi(-t)$ 。

在这三个特征中,P1 保证了(8)式的概率是非负的。P2 和 P3 保证了任何一个位置参数为  $\delta_i$ ,单

位参数  $\rho_i$  为的题目的概率是个人位置  $\beta_n$  的单峰函数。图 5 表明了肯定回答的概率曲线随着题目单位参数增加的变化情况。且当  $\beta_n$  和  $\delta_i$  固定时,肯定回答的概率  $\Pr\{X_{ni} = 1\}$  是一个  $\rho_i$  的单调函数。

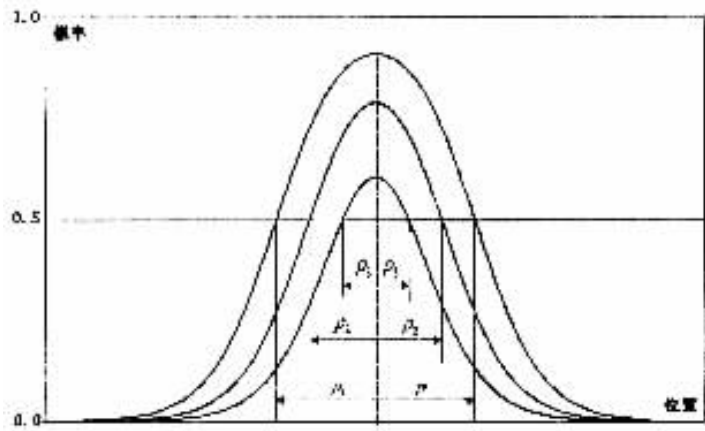


图 5  二值记分的一般展开模型的概率曲线(不同题目单位参数)

通过一些简单的转换,还可以证明(3)(4)式是(7)式的特例<sup>[5]</sup>。尤其是,在一次 LOGISTIC 模型和平行模型中,隐含的题目单位参数分别是 0 和 1。通过变化题目单位参数,能够扩展这两个模型。可以说(8)式是概率展开模型的一般形式。

2.6  展开模型的实例

从上面的讨论可以知道,展开模型能够找到掩盖在外显的反应之下的被试真正的潜在特质的位置,因而更适合态度测量。例如,看下面的陈述:

- (1)死刑是我们这个时代最可怕的手段。
- (2)我不赞成死刑,但我不知道它是否是必要的。
- (3)死刑可以使罪犯罪有应得。

表 3  展开模型的反应模式

总分	题    目		
	1	2	3
1	1	0	0
2	1	1	0
1	0	1	0
2	0	1	1
1	0	0	1

从上表可以看出,个人的反应模式与总分之间的关系不是累进的。得 2 分的态度并不一定比得 1 分得态度更积极,更容易看到,虽然个人的总分相同(有三个得 1 分,2 个得 2 分),但是反应的态度却是不一样的。很显然,它不符合累进模型,而属于展开型,因此常用的用总分来表示个人的态度的处理方法显然是不合理的。

3  小结

本文讨论的只是展开反应在二值记分下的模型的一般形式和特点,关于它在态度测量中的实际应用和多值记分模型还需要进一步阐述。

参考文献

- 1  Emory S. Bogardus. Measuring Social Distances. Journal of Applied Sociology, 1925, 299 – 308.
- 2  Luo G. Framework of probabilistic models for unfolding responses. Encyclopedia of Social Measurement. Elsevier Inc. Academic Press, 2004. 1 – 16.
- 3  Luo G. A class of probabilistic unfolding models for polytomous responses. Journal of Mathematical Psychology, 2001, 4: 224 – 248.
- 4  Luo G. A class of probabilistic unfolding models for polytomous responses. Journal of Mathematical Psychology, 2001, 45: 224 – 248.

5

Luo G. A general formulation of unidimensional unfolding and pairwise preference models : making explicit the latitude of ac-

ceptance. Journal of Mathematical Psychology , 1998 , 42 : 400 – 417.

Progress in Attitude Measurement : the Probabilistic Unfolding Models  
for Dichotomous Response and Its General Form

Chang Rui<sup>1</sup> , Luo Guanzhong<sup>1,2</sup> ,Cai Shenggang<sup>1</sup>

( 1. Department of psychology , Huanan normal University , Guangzhou 510631 ;  
2. Murdoch University , Australia )

**Abstract** : There are mostly two models in attitude measurement : cumulative model and unfolding model. Until now domestic relative research mainly focus at cumulative model. Based on introducing it , this article summarizes a novel model used in attitude measurement – – – dichotomous probabilistic unfolding model and tells the general form of it in detail.

**Key words** : attitude measurement ; cumulative model ; dichotomous probabilistic unfolding mode

( 上接第 55 页 )

6

Kimberly Andrews Espy , Paul M. Kaufmann et al. New Procedures to Assess Executive Functions in

Preschool Children. The Clinical Neuropsychologist , 2001 ,15( 1 ) 46 – 58.

The Research of Experiment about Cognitive Flexibility of  
3 ~ 4 – year – old Children

Li Meihua<sup>1 2</sup> ,Shen Deli<sup>1</sup>

( 1. Research Center of Psychology and Behavior in Tianjin Normal University , Tianjin 300074 ;  
2. Department of Education ,Shaoguan Institute ,Shaoguan 512005 )

**Abstrat** In this research ,we used the Dimensional Change Card Sor( DCCS ) to test the Cognitive Flexibility of 3 – 4 – year – old children. According to the test results ( 1 ) There is a significant difference between the standard version and the total change version , meanwhile there is a significant difference between the partial change version and the total change version , but there is not difference between the standard version and the partial change version. ( 2 ) There is not big difference between the sex , but the result of the post – witch phase is significant difference. ( 3 ) There is a significant difference on the result of the pre – switch phase between the age.

**Key words** : the Dimensional Change Card Sor( DCCS ) ; younger children ; cognitive flexibility