

多项式回归与一致性研究：应用及分析

唐杰¹ 林志扬² 莫莉³

(¹ 福建师范大学经济学院, 福州 350108) (² 厦门大学管理学院, 厦门 361005)

(³ 厦门大学新闻与传播学院, 厦门 361005)

摘要 本文介绍了多项式回归的分析方法, 讨论并验证了它相比传统的差异分数分析法在检验一致性假设中的优势。针对目前该方法在国内应用方面的缺失状况, 本文从分析基准、理论推导、分析步骤和假设检验等方面完善了多项式回归与响应面分析相结合的应用分析框架。最后, 本文以个人-组织价值观一致性对员工情感性变革承诺的影响研究为例, 对分析框架的具体应用进行了说明。结果表明, 被传统差异分数很好支持的一致性效应并不一定完美, 新的分析框架能够揭示更多的有用信息并给管理实践带来更具体而准确的引导。

关键词 多项式回归; 一致性; 响应面分析; 差异分数

分类号 B841.2; B849

1 引言

过去数十年间, 一致性(congruence)以及匹配(fit)研究在微观和宏观层面的组织研究中受到广泛的关注(Amos & Weathington, 2008)。近年来, 越来越多的国内学者开始进行相关的实证研究。例如: 陈卫旗(2009)、龙立荣和赵慧娟(2009)进行了个人-组织匹配方面的实证研究; 朱晓武和闫妍(2007)进行了组织结构与信息技术匹配方面的实证研究; 陈卫旗和王重鸣(2007)进行了个人-职务匹配方面的研究。这些研究覆盖了管理学和心理学的多个研究领域, 其中绝大部分在衡量两个构念间的一致性时(或者说是匹配)都采用了差异分数(difference scores)的形式(即两个测量变量差值的绝对值)。然而, 国外学术界广泛认为差异分数的运用会导致包括信度和效度降低, 及伪相关在内的许多方法论上的问题(Johns, 1981)。为了避免这些问题, Edward和 Parry (1993)提出了一种可供替代的方法来检验两个构念间一致性程度与其他构念的关系——利用测量变量的一阶和高阶项组成的多项式来构建回归方程。这种通过建立多项式(主要是二次多项式)回归方程来评价一致性效应的方法可以使研究

者避免因使用差异分数而产生的上述方法论问题, 并且可以直接检验在一致性研究中有重要意义却无法通过差异分数反映的假设内容(Edwards & Cable, 2009)。这种方法得到了后来一些学者(Kalliath, Bluedorn, & Strube, 1999; Ostroff, Shin, & Kinicki, 2005)的认可和检验。无论是在方法的规范性还是应用的实际意义上, 多项式回归都被证明具有差异分数回归无法比拟的优势(Edwards & Cable, 2009)。然而, 多项式回归方程的系数难以解释, 限制了多项式回归在一致性研究中的推广。即使极少数构建了多项式回归方程的研究(e.g., 杜旌, 王丹妮, 2009)对方程的回归系数、检验结果与理论假设之间关系的说明也比较模糊。

为了充分发挥多项式回归在一致性研究中的优势, 填补国内研究体系在这方面的空白, 本文在对该方法的基本原理进行简单介绍的基础上, 着重就其在一致性研究领域的应用进行了实例分析和说明。文章主体内容分为三个部分: 首先, 本文说明了采用多项式回归检验一致性效应的基本原理, 并用研究数据验证了采用这一方法的相对优势。然后, 本文引入响应面分析(response surface analysis)的技术来辅助建立多项式回归系数与一致性研究

收稿日期: 2010-12-02

通讯作者: 莫莉, E-mail: cathy_mo@163.com

假设间的关系。该部分重点说明利用回归系数来确定响应面图形的基本特征,即如何利用统计检验的结果绘制反映变量间关系的三维图形。最后,用实证研究数据对整个研究过程进行对应说明,解释响应面基本特征所反映的研究在假设检验层面上的意义,从而将多项式回归方程的系数估计结果与一致性研究假设联系起来。

2 一致性研究与多项式回归

2.1 差异分数与多项式回归方程

在传统的一致性研究中,学者们(e.g., Amos & Weathington, 2008; Erdogan & Bauer, 2005)多采用差异分数的形式来衡量两个测量变量之间的一致性,并将代数相减获得的值作为单一的预测变量,具体的回归方程一般如下:

$$Z = b_0 + b_1 |X - Y| + e \quad (1)$$

在方程(1)中, X 和 Y 分别表示研究相互间一致性的两个自变量的值, Z 表示因变量的值, e 则表示随机误差项。一些学者(e.g., Tsui & O'Reilly III, 1989)更进一步采用平方差的形式来表示一致性,具体的方程如下:

$$Z = b_0 + b_1 (X - Y)^2 + e \quad (2)$$

如果将方程(2)中的二次项展开,则获得如下的方程:

$$Z = b_0 + b_1 X^2 - 2b_1 XY + b_1 Y^2 + e \quad (3)$$

由方程(2)展开获得的方程(3)包含了两个自变量的二次项以及交互项,但缺少了一次项,并且实际上存在几个潜在的约束条件:第一, Z 与 X^2 和 Y^2 正相关,与 XY 负相关;第二, X^2 和 Y^2 的系数相同,

为 XY 系数的负二分之一。这些约束并不是原有一致性理论所包含的内容,需要通过代数转换来释放这些不必要的约束(Cohen, 1978),再补充自变量的一次项后,可以得到如下方程:

$$Z = b_0 + b_1 X + b_2 Y + b_3 X^2 + b_4 XY + b_5 Y^2 + e \quad (4)$$

方程(4)是代数意义上完整的二次多项式,与方程(3)相比除了释放上述的两个约束条件外,还释放了另外一个约束—— X 和 Y 的系数为 0。

比较方程(1)、(2)和(4)可以发现它们在所估计的内容上有两方面的主要差异:(1)多项式回归方程分别估计了构成一致性效应的两个自变量与因变量间线性和非线性的关系以及两个自变量的交互项与因变量间的线性关系;(2)多项式回归方程中不包括代表变量间一致性程度的差值项,也就是说没有对一致性的效应进行直接估计。这两点差异分别反映了多项式回归方程的优缺点:多项式回归的结果能够更详细地描述自变量与因变量间的复杂关系,但无法根据系数估计的结果直接解释自变量间的一致性效应。因此,要采用多项式替代传统的差异分数构建回归方程,首先要验证其代数方程上所体现的优点能否得到数据的支持,即回归方程对因变量方差变化的解释力是否显著提高。

2.2 数据检验

为了比较利用差异分数与多项式构建的回归方程在一致性研究中解释力的差异,本文利用唐杰(2010)研究中对个人-组织价值观四个维度一致性与员工情感性变革承诺(以下简称变革承诺)的研究数据分别对方程(1)、(2)和(4)进行拟合,结果显示在表 1 中。

表 1 个人-组织价值观一致性与员工情感性变革承诺($N = 242$)

变量	回归方程 1		回归方程 2		回归方程 3					
	$ X - Y $	R^2	$(X - Y)^2$	R^2	X	Y	X^2	XY	Y^2	调整 R^2
支持导向	-0.40**	0.25**	-0.13**	0.30**	0.29**	0.14**	-0.01	0.14**	-0.16**	0.35**
创新导向	-0.31**	0.11**	-0.11**	0.14**	0.17**	0.18**	-0.02	0.03	-0.13**	0.20**
规则导向	-0.40**	0.21**	-0.12**	0.21**	0.25**	0.08*	-0.17**	0.24**	-0.09**	0.22**
目标导向	-0.43**	0.23**	-0.12**	0.26**	0.29**	-0.01	-0.13**	0.42**	-0.17*	0.28**

注: *表示在 $p < 0.05$ 水平下显著; **表示在 $p < 0.01$ 水平下显著。

从表 1 中三个模型的拟合结果来看,差异分数、差异平方和多项式回归都可以较好地解释自变量的变异。模型 1 和模型 2 中的回归系数都说明了价值观一致性对于变革承诺具有明显的影响,也就是说采用模型 1 和模型 2 的检验方式可以很好地直接支持研究假设。更进一步对比三类模型在四个维

度上的 R^2 和调整 R^2 (使用调整 R^2 而不是 R^2 来对比因变量被解释的程度,可以消除由于自变量增加所造成 R^2 增大的假象),同样是表示一致性效应对于因变量的解释程度,采用多项式回归比采用绝对值和平方值的方式能解释更多的因变量的变异。除此之外,模型 3 的回归结果还显示了个人和组织价值

观对因变量的影响效应,即自变量的主效应。但多项式回归的弊端也可以在结果中明显体现:模型 1 和模型 2 中的回归系数可以直观地反映“一致性”的显著性和大小,而模型 3 中的多个回归系数都无法直接反应“一致性”的效应,也就无法马上得出实证数据是否支持研究假设的结论。以下本文通过响应面分析将多项式回归系数与一致性的概念和假设联系起来。

3 响应面分析与多项式回归系数的解释

要直观地显示三个变量间的相互关系,需要绘制三维图,而响应面分析的方法则用于分析和解释三维图形的相关特征与研究假设间的关系(Khuri & Cornell, 1987; Myers, Montgomery, & Anderson-cook, 2009)。这一分析的过程首先需要确定响应面的三个基准要素。第一个是拐点,对应的是响应面上的最大值、最小值或鞍点(saddle point),这个点在响应面的各个方向上的斜率都为 0。根据 Khuri 和 Cornell (1987)的研究,拐点可以由多项式回归方程中的回归系数计算获得,具体的计算方式如下:

$$X_0 = \frac{b_2 b_4 - 2b_1 b_5}{4b_3 b_5 - b_4^2} \quad (5)$$

$$Y_0 = \frac{b_1 b_4 - 2b_2 b_3}{4b_3 b_5 - b_4^2} \quad (6)$$

由方程(5)和(6)可知,当 $4b_3 b_5 = b_4^2$ 时, X_0 和 Y_0 没有意义,也就是说响应面不存在拐点,那么响应面就是一个平面而不是球面,这时变量间的相互关系可以非常直观地描述出来。如果 b_3 、 b_5 和 b_4 同时为零,也出现上述情况;相反,如果 b_3 、 b_5 和 b_4 不都为零,那么响应面就是脊状面或者是槽状面。

第二个基准要素是主轴,共有两条。第一主轴和第二主轴相互垂直并在拐点处相交。如果响应面是凸形的(槽状面)*,那么沿响应面不断增长的曲率在第二主轴上达到最大值,而在第一主轴上取到最小值;如果响应面是凹形的(脊状面),那么沿响应面不断下降的曲率在第二主轴上取到最小值,而在第一主轴上达到最大值;如果响应面是鞍形的,那么增长的曲率在第二主轴上达到最大值,下降的曲率在第二主轴上达到最大值。主轴的表达式同样可

以由多项式回归方程的系数计算获得,具体如下:

$$\text{第一主轴: } Y = p_{10} + p_{11}X \quad (7)$$

第一主轴斜率:

$$p_{11} = \frac{b_5 - b_3 + \sqrt{(b_3 - b_5)^2 + b_4^2}}{b_4} \quad (8)$$

$$\text{第二主轴: } Y = p_{20} + p_{21}X \quad (9)$$

第二主轴斜率:

$$p_{21} = \frac{b_5 - b_3 - \sqrt{(b_3 - b_5)^2 + b_4^2}}{b_4} \quad (10)$$

这里需要关注几种特殊的情况,以第一主轴的方程为例:如果 b_3 等于 b_5 ,那么 $p_{11} = 1$ 或 -1 ;当 b_4 等于 0 时,方程(8)没有意义,这时如果 b_3 大于 b_5 ,第一主轴是一条平行于 X 轴的斜率为 0 的直线;如果 b_3 小于 b_5 ,那么第一主轴是一条平行于 Y 轴的斜率为无穷大的直线;如果 b_3 等于 b_5 ,那么响应面是对称的碗状或帽状,这种情况下主轴无法唯一确定。最后,将拐点(X_0 , Y_0)和 p_{11} 和 p_{21} 代入方程(7)和(8)后即可获得 p_{10} 和 p_{20} 的数值。

除了拐点和主轴这两个响应面的基本要素外,研究者还应关注响应面沿着两个主轴和 $Y = X$ 以及 $Y = -X$ 的形状,得到响应面沿着某一条直线的表达式。以第一主轴为例,将 $Y = p_{10} + p_{11}X$ 代入方程(4)后,可以得到以下表达式:

$$\begin{aligned} Z &= b_0 + b_1 X + b_2 (p_{10} + p_{11}X) + b_3 X^2 + \\ & b_4 X (p_{10} + p_{11}X) + b_5 (p_{10} + p_{11}X)^2 + e \\ &= b_0 + b_2 p_{10} + b_3 p_{10}^2 + (b_1 + b_2 p_{11} + b_4 p_{10} + 2b_5 p_{10} p_{11}) X \\ & + (b_3 + b_4 p_{11} + b_5 p_{11}^2) X^2 + e \end{aligned} \quad (11)$$

在上述表达式中, $(b_1 + b_2 p_{11} + b_4 p_{10} + 2b_5 p_{10} p_{11})$ 的值表示响应面在沿第一主轴的横截线在 $X = 0$ 处的斜率(即第一主轴与 Y 轴的交点处), $(b_3 + b_4 p_{11} + b_5 p_{11}^2)$ 的值表示了整条横截线的曲率。只要将方程(11)中的 p_{10} 和 p_{11} 用 p_{20} 和 p_{21} 代替就可以获得响应面沿第二主轴的相应数据。使用同样的方法还可以获得响应面沿着 $Y = X$ 的斜率和曲率的表达式,分别为 $(b_1 + b_2)$ 和 $(b_3 + b_4 + b_5)$;沿 $Y = -X$ 的斜率和曲率的表达式分别为 $(b_1 - b_2)$ 和 $(b_3 - b_4 + b_5)$ 。

除了关注上述响应面的特征要素,研究者还在依据理论假设建立了多项式回归方程后,还需要检验以下四个关键指标来确认多项式回归方程的存在

* 一个二次方程图形表面的任意两点间的连线如果处于表面以上那么就认为这个表面是凸形的,相反如果处于表面以下,就认为是凹形的(Chiang, 1974)。

价值: (1)方程整体方差被解释的程度, 即方程的 F 检验是否显著; (2)回归系数的显著性和符号; (3)各个方程中潜在的限制条件是否得到满足, 比如 b_3 、 b_5 和 b_4 如果同时为 0, 那么就不需要绘制三维图形; (4)没有比方程中更高阶项的回归系数是显著的, 因为如果不能排除更高阶项的存在, 那么三维响应面就不能很好地反应变量之间的关系, 上述的许多推算也都不成立(Edwards & Parry, 1993)。

通过建立多项式回归系数与响应面特征要素间的关系, 研究者就可以根据回归系数来估计和判断响应面的基本特征, 并可以根据这些特征统计指标上的显著性来检验自变量之间、自变量与因变量之间以及一致性效应的相关假设。

4 实例分析

为了说明多项式回归和响应面分析在一致性研究中的使用, 下文利用唐杰(2010)的研究数据来绘制对应的响应面, 并分析响应面相关特征与一致性研究假设的关系。

4.1 理论假设与响应面特征

研究假设认为, 员工与组织在支持导向、创新导向、规则导向和目标导向的价值观维度上一致性程度越高, 员工的变革承诺就越高, 那么最高程度的一致性或者说是完美的匹配就意味着变革承诺取到极值。这一最基本的假设在三维图形中可以反映为以下四个方面的特征: (1)一致性效应表现为对变革承诺的正向影响, 那么响应面是凹形的; (2)最高程度的一致性意味着变革承诺取到极值, 那么响应面的脊投射在 XY 面上就是 $Y = X$ 直线, 即第一主轴与 $Y = X$ 直线重合, 这时 $p_{10} = 0$, $p_{11} = 1$; (3)原始假设包含在不同水平上的个人与组织价值观一致性对变革承诺具有同样的影响效果*, 这意味着响应面的脊应该是水平且平整的, 即响应面沿第一主轴上的斜率和曲率都为 0; (4)两个自变量一致时对因变量正向影响如果在统计意义上显著, 那么响应面沿第二主轴上的斜率为 0, 曲率不为 0 (Edwards, 2007)。

根据上述一致性研究假设及其对应的几何特征, 采用多项式回归和响应面分析来检验一致性的效应需要考察以下三个方面的内容: 第一, 检验响应面是否以原始的 X 轴和 Y 轴为中心, 即拐点是否

在点(0, 0)处以及两个主轴是否分别与 $Y = X$ 和 $Y = -X$ 重合。通过检验第一和第二主轴的斜率是否显著不为 1 和 -1 可以判断响应面是否显著旋转, 检验 $-p_{10}/(1 + p_{11})$ 和 $-p_{20}/(1 + p_{21})$ 的值是否显著不为 0 可以判断响应面是否沿 $Y = X$ 和 $Y = -X$ 平移。第二, 考察响应面沿两条主轴的斜率和曲率。如果斜率显著不为 0, 表明响应面在跨越 Y 轴处(或者说是响应面沿两条主轴的横截线在 XY 平面上与 Y 轴的交叉点)不是水平的; 如果曲率显著不为 0, 则响应面的脊(曲率大于 0, 横截线是凸形的)或槽(曲率小于 0, 横截线是凹形的)就不是平整的; 第三, 如果第一和第二主轴与 $Y = X$ 和 $Y = -X$ 线并不重合, 则还需要考察响应面沿 $Y = X$ 和 $Y = -X$ 的斜率和曲率以进一步判断响应面的形状。如果响应面沿 $Y = X$ 的横截线的曲率或斜率显著不为 0, 则意味着在不同水平上的一致性效应并不相同; 而响应面沿 $Y = -X$ 的曲率和斜率则直接说明了不同一致性程度的效应。

4.2 检验结果与分析

本文采用 SPSS 18.0 和 Eview 7.0 软件对回归方程的系数进行了估计和检验, 再使用 Origin 8.0 软件绘制了三维图形。表 2 和图 1 分别给出了响应面的三维图形、关键指标的估计值和显著性检验结果。

参照实例来看, 首先是支持导向上的个人-组织价值观一致性与员工变革承诺之间的关系(图 1-1)。该响应面呈凹形, 拐点坐标为(-6.60, -2.50), 超出了图示(研究测量)的范围。第一主轴的斜率显著不为 1 ($p_{11} = 0.39$, $p < 0.01$), 意味着响应面沿 $Y = X$ 顺时针旋转。 $-p_{10}/(1 + p_{11})$ 和 $-p_{20}/(1 + p_{21})$ 的值都不显著不为 0, 可以判断响应面没有明显沿 $Y = X$ 和 $Y = -X$ 平移。响应面沿第一主轴上的横截线几乎是具有正向斜率的直线(斜率= 0.35, $p < 0.01$; 曲率= 0.03, n.s.); 沿第二主轴是一条凹形曲线(曲率= -1.41, $p < 0.05$), 并在(0, 0)的投射点处*存在负斜率(斜率= -18.59, 由于估计标准误差较大而不显著)。响应面沿 $Y = X$ 的横截线是斜率为正的直线(斜率= 0.43, $p < 0.01$; 曲率= -0.02, n.s.), 而沿 $Y = -X$ 的横截线则为凹形曲线(曲率= -0.31, $p < 0.01$), 在点(0, 0)的投射点处的斜率为 0.14 ($p < 0.05$)。根据这些响应面特征的检验结果来分析测量变量间的相互关系, 可以得到以下几个结论: 第一, 由响应面在 $Y =$

* 这里的不同水平是指价值观在高数值时的一致和在低数值时的一致。

* 即响应面投射到 XY 面上是 (0, 0) 处的点。

表 2 响应面数据分析($N = 242$)

估计参数	支持导向		创新导向		规则导向		目标导向	
X_0	-6.60	11.72	4.86	13.20	8.23	40.81	-1.11	1.01
Y_0	-2.50	5.29	1.26	1.61	11.02	55.83	-1.37	0.71
p_{10}	0.08	0.17	0.56	0.47	-0.52*	0.22	-0.37*	0.17
p_{11}	0.39** ^b	0.15	0.14 ^b	0.32	1.40*	0.35	0.90*	0.20
斜率(第一主轴)	0.35*	0.05	0.19*	0.09	0.38*	0.09	0.24*	0.07
曲率(第一主轴)	0.03	0.05	-0.02	0.12	-0.02	0.06	0.11	0.08
p_{20}	-19.36	31.71	34.82	145.17	16.88	85.64	-2.61	1.99
p_{21}	-2.55*	0.96	-6.91	15.15	-0.71*	0.18	-1.11*	0.25 ^b
斜率(第二主轴)	-18.59	27.80	65.29	397.30	6.48	32.41	-1.81	2.20
曲率(第二主轴)	-1.41*	0.82	-6.72	28.00	-0.39*	0.08	-0.81*	0.33
斜率($Y = X$)	0.43*	0.06	0.35*	0.06	0.34*	0.08	0.28*	0.07
曲率($Y = X$)	-0.02	0.06	-0.12*	0.06	0.15	0.10	0.12	0.08
斜率($Y = -X$)	0.14*	0.07	-0.01	0.11	0.17*	0.08	0.30*	0.10
曲率($Y = -X$)	-0.31*	0.08	-0.19	0.13	-0.51*	0.10	-0.72*	0.14

注：由于对拐点、主轴、斜率和曲率等指标的计算公式包含回归方程系数的非线性组合，所以传统的参数估计方式就无法用来估计这些值的标准误(Kalliath et al., 1999)。本文采用经典的重抽样(resampling)方法——delta 法来估计这些参数的标准误并构建 Wald 统计量来检验其显著性； b 代表主轴的斜率显著不为 1 ($p < 0.01$)；*代表 $p < 0.05$ ；**代表 $p < 0.01$ 。

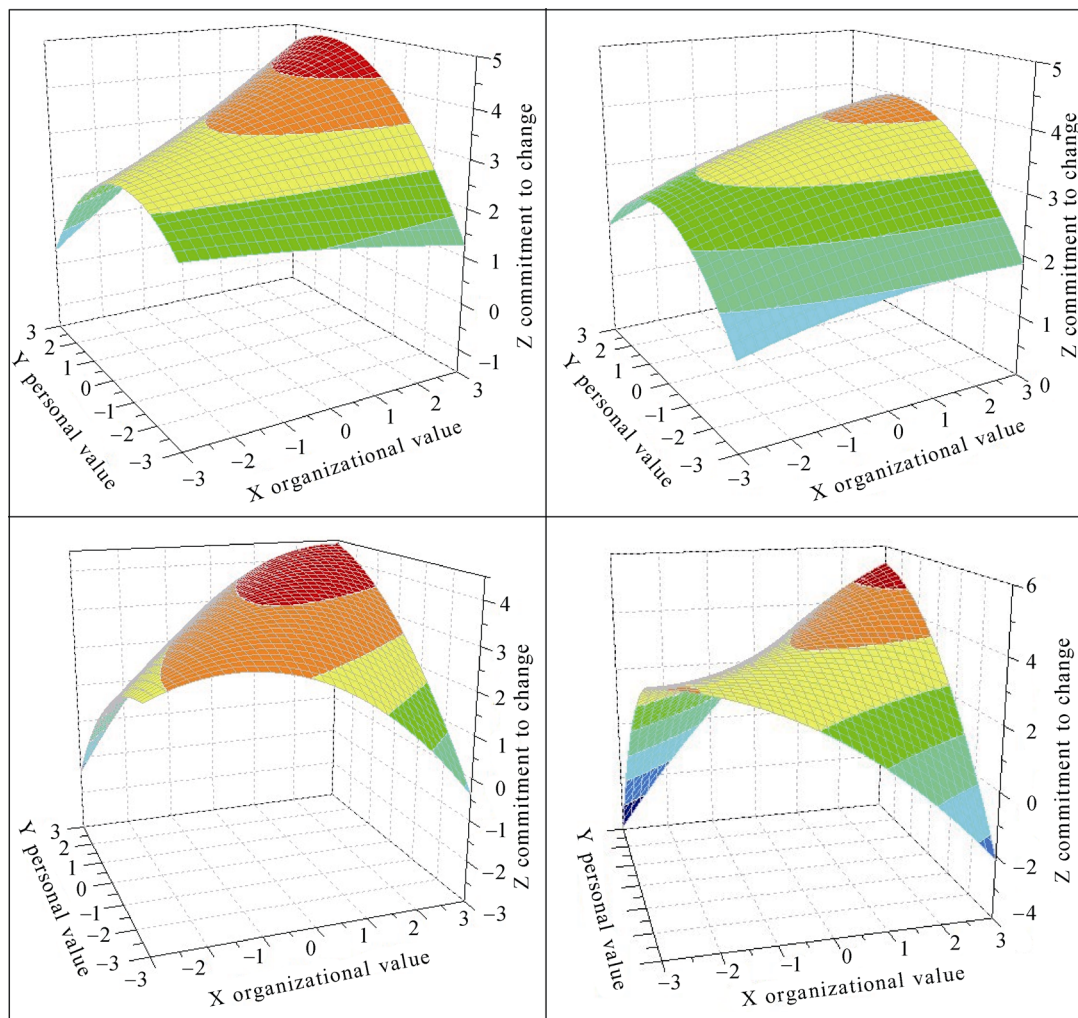


图 1 个人-组织价值观一致性与员工情感性变革承诺(从左上至右下分别为图 1-1、1-2、1-3 和 1-4)

$-X$ 直线是凹形的说明当个人与组织在支持导向上的价值观一致时, 个人就会有更高的变革承诺。第二, 由响应面沿 $Y = X$ 的斜率为正说明个人-组织价值观在高水平的一致比低水平上的一致会产生更高水平的变革承诺。第三, 由响应面沿 $Y = X$ 的曲率几乎为 0 说明, 一致性效应伴随自变量取值的增长而增强的速度基本保持不变, 即在一致性程度不变的情况下, 两个自变量的增长所产生的因变量的增长速度保持不变。第四, 响应面沿 $Y = X$ 的顺时针旋转说明当个人和组织价值观在支持导向上的得分都较低时, 变革承诺在个人价值观得分高于组织价值观得分的情况下取到最小值; 而当二者的得分都较高时, 变革承诺在个人价值观得分高于组织价值观得分的情况下取到最大值。

图 1-2 说明的是创新导向上的价值观一致性与变革承诺之间的关系。该响应面同样呈凹形, 拐点坐标是(4.86, 1.26), 略微超出测量范围, 处于图 1-2 右上角的外侧。第一和第二主轴的斜率分别并不显著不为 1 和 -1, $-p_{10}/(1+p_{11})$ 和 $-p_{20}/(1+p_{21})$ 的值也接近于 0, 因此响应面并不存在明显的沿 $Y = -X$ 和 $Y = X$ 直线的旋转和平移。响应面沿第一主轴上的曲率几乎为 0, 因此响应面的脊是线性的(曲率 = -0.02, n.s.), 具有正向斜率(斜率 = 0.19, $p < 0.05$)。相反, 响应面沿第二主轴是凹形的且在(0, 0)的投射点处存在正斜率(斜率 = 65.29, 曲率 = -6.91, 由于标准误较大, 因此并不显著)。响应面沿 $Y = X$ 直线是轻微的凹形, 在点(0, 0)的投射点处存在正斜率(斜率 = 0.35, $p < 0.01$; 曲率 = -0.12, $p < 0.05$), 沿 $Y = -X$ 直线是线性并且水平的(斜率 = -0.01, n.s.; 曲率 = -0.19, n.s.)。综合上述信息, 得到以下结论: 第一, 创新导向上的个人-组织价值观在高水平上一致比低水平上一致产生更高水平的变革承诺; 第二, 当个人-组织价值观在创新导向上都较低时, 变革承诺在个人价值观得分高于组织价值观得分的情况下取到最小值; 而当二者的得分都较高时, 变革承诺在个人价值观得分高于组织价值观得分的情况下取到最大值; 第三, 由响应面沿 $Y = X$ 的斜率和曲率说明, 当个人和组织的价值观得分在中点以下下降时, 变革承诺的水平以递增的速度下降。

图 1-3 说明的是规则导向上的价值观一致性与变革承诺之间的关系。该响应面同样呈凹形, 拐点坐标是(8.23, 11.02)。第一主轴和第二主轴的斜率分别为 1.4 和 -0.71, 并不显著不为 1 和 -1, 因此响应

面并不存在明显的沿 $Y = -X$ 和 $Y = X$ 直线的旋转; $-p_{10}/(1+p_{11})$ 的值为 0.22 ($p < 0.05$), 意味着响应面沿 $Y = X$ 向 X 和 Y 都向大于 0 的区域略微平移。响应面沿第一主轴上是斜率为正的直线(曲率 = -0.02, n.s.; 斜率 = 0.38, $p < 0.01$)。响应面沿第二主轴是凹形的(曲率 = -0.39, $p < 0.01$), 在与 Y 轴交叉处存在正斜率(斜率 = 6.48, 由于较大的标准误, 斜率值并不显著)。响应面沿 $Y = X$ 直线也是斜率为正的直线(斜率 = 0.34, $p < 0.01$; 曲率 = 0.15, n.s.), 而沿 $Y = -X$ 则是凹型曲线, 在与 Y 轴交叉处存在正斜率(斜率 = 0.17, $p < 0.05$; 曲率 = -0.51, $p < 0.01$)。综合来看, 图 1-3 较好地支持了一致性效应的假设, 价值观一致时在任意水平上的变化都导致变革承诺水平的下降, 需要说明的是另外两种比较明显的效应: 第一, 在高水平上一致比低水平上一致意味着更高水平的变革承诺, 增长的速度较慢, 但基本保持不变; 第二, 当两者价值观相背离时, 随着不一致程度的增大, 变革承诺的水平以增长的速度下降。

最后, 图 1-4 的响应面描绘了价值观在目标导向上的 consistency 与变革承诺的关系。该响应面也呈凹形, 拐点坐标位于图形左上角的(-1.11, -1.37), 第一主轴和第二主轴的斜率分别为 0.90 ($p < 0.01$) 和 -1.11 ($p < 0.01$), 接近于 1 和 -1, 由于 $p_{10} = -0.37$ ($p < 0.05$), 因此响应面相当于由最优位置沿 Y 轴向上平移($p_{20} = -2.61$, 由于标准误较大所以并不显著)。响应面沿第一主轴上几乎是线性的(曲率 = 0.11, n.s.; 斜率 = 0.24, $p < 0.01$) 而沿第二主轴上是凹形的(曲率 = -0.81, $p < 0.05$), 在跨越 Y 轴处存在负斜率(斜率 = -1.81, 由于标准误较大所以并不显著)。响应面沿着 $Y = X$ 直线也几乎是线性的(斜率 = 0.28, $p < 0.01$; 曲率 = 0.12, n.s.), 而沿 $Y = -X$ 线则是凹形的(曲率 = -0.51, $p < 0.01$), 在跨越 Y 轴处存在正斜率(0.30, $p < 0.05$)。综合来看, 价值观在目标导向上的 consistency 与变革承诺的关系比较接近于完美的一致性效果, 但图 1-4 仍然提供了相比传统研究额外的信息: 当个人和组织价值观在高水平一致时, 变革承诺达到最高水平, 而两者同时为高和同时为低时的变革承诺水平要高于两者的分值居中时; 当两者的分值差异增加时, 变革承诺的水平以增长的速度下降。

5 结语

上述理论推导和实例分析证明, 将多项式回归

和响应面分析相结合的研究方法比传统运用差异分数的分析方法能够获得更多有用的信息,主要体现在以下三个方面:第一,验证是否存在完美的一致性效应。本文的研究显示,在采用差异分数衡量一致性的研究中,价值观四个维度的一致性检验都得到了验证,几乎不存在差异,但基于同样数据,采用二项式回归和响应面分析的研究结果表明,四个维度上的一致性效应在程度上存在明显的差异;第二,考察了自变量的主效应、一致性效应以及自变量主效应对一致性效应的影响;第三,揭示了在非完美一致性情况下,结果变量的取值和变化规律。

虽然本文所陈述的分析框架及其所要求的检验方式相比以往的方法都更加繁琐,但这些额外的信息不但有助于深化研究者在理论上对一致性效应的理解,而且在研究结论应用于实践方面具有启发意义。以个人-组织价值观的一致性研究为例,虽然大量的研究探讨了价值观一致性对组织和个人层面上许多构念的影响,但以往的研究也指出,极少存在完美的一致性效应(Edwards & Cable, 2009; Edwards & Parry, 1993)。在这种情况下,多项式回归和响应面分析所能提供的额外信息就显得非常有价值,比如差异分析的数据很好地支持了四个维度价值观一致性效应的假设,但响应面分析的结果说明在一些情况下,价值观在低水平上的一致并不能比其在高水平的不一致带来更高层次的变革承诺,这是一致性效应弱于个人和组织价值观的主效应所产生的结果。如果用传统分析的结论来指导实践,一味追求个人和组织价值观的一致性而不考虑其各自水平的高低,可能就会出现严重的误导。随着近年来国内多个领域一致性研究的兴起,推广多项式回归与响应面分析相结合的分析框架能够为今后国内学者在这一领域的研究奠定基础,并在理论的应用方面具有重要的指导意义。

参 考 文 献

- Amos, E. A., & Weathington, B. L. (2008). An analysis of the relation between employee-organization value congruence and employee attitudes. *Journal of Psychology, 142*, 615-632.
- Chen, W.-Q. (2009). The effects of organizational and personal social tactics to person-organization fit. *Management World, 24*(3), 99-110
- [陈卫旗. (2009). 组织与个体的社会化策略对人——组织价值匹配的影响. *管理世界, 24*(3), 99-110.]
- Chen, W.-Q., & Wang, C.-M. (2007). The mechanism of the effect of person-job matching and person-organization matching on work attitudes. *Psychological Science, 30*, 979-981.
- [陈卫旗, 王重鸣. (2007). 人-职务匹配、人-组织匹配对员工工作态度的效应机制研究. *心理科学, 30*, 979-981.]
- Chiang, A. C. (1974). *Fundamental methods of mathematical economics* (2nd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Cohen, J. (1978). Partialled products are interactions: Partialled powers are curve components. *Psychological Bulletin, 85*, 858-866.
- Du, J., & Wang, D.-N. (2009). Person-environment fit and creativity: The moderating role of collectivism. *Acta Psychologica Sinica, 41*, 980-988.
- [杜旌, 王丹妮. (2009). 匹配对创造性的影响: 集体主义的调节作用. *心理学报, 41*, 980-988.]
- Edwards, J. R. (2007). Polynomial regression and response surface methodology. In C. Ostroff & T. A. Judge (Eds.), *Perspectives on organizational fit* (pp. 361-372). San Francisco: Jossey-Bass.
- Edwards, J. R., & Cable, D. M. (2009). The value of value congruence. *Journal of Applied Psychology, 94*, 654-677.
- Edwards, J. R., & Parry, M. E. (1993). On the use of polynomial regression equations as an alternative to difference scores in organizational research. *Academy of Management Journal, 36*, 1577-1613.
- Erdogan, B., & Bauer, T. N. (2005). Enhancing career benefits of employee proactive personality: The role of fit with jobs and organizations. *Personnel Psychology, 58*, 859-891.
- Johns, G. (1981). Difference score measures of organizational behavior variables: A critique. *Organizational Behavior and Human Performance, 27*, 443-463.
- Kalliath, T. J., Bluedorn, A. C., & Strube, M. J. (1999). A test of value congruence effects. *Journal of Organizational Behavior, 20*, 1175-1198.
- Khuri, A. I., & Cornell, J. A. (1987). *Response surfaces: Designs and analyses*. New York, NY: Marcel Dekker.
- Long, L.-R., & Zhao, H.-J. (2009). Individual-organizational fit: The dominant effect of performance and social responsibility. *Chinese Journal of Management, 6*, 767-775
- [龙立荣, 赵慧娟. (2009). 个人-组织价值观匹配研究: 绩效和社会责任的优势效应. *管理学报, 6*, 767-775.]
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-cook, C. M. (2009). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Ostroff, C., Shin, Y., & Kinicki, A. J. (2005). Multiple perspectives of congruence: Relationships between value congruence and employee attitudes. *Journal of Organizational Behavior, 26*, 591-623.
- Tang, J. (2010). *A study on the relationship of person-organization value fit and employees' coping with organizational change*. Unpublished doctoral dissertation, Xiamen University.
- [唐杰. (2010). 个人-组织价值观匹配与员工应对组织变革关系研究. 博士学位论文, 厦门大学.]
- Tsui, A. S., & O'Reilly, C. A., III. (1989). Beyond simple demographic effects: The importance of relational demography in superior-subordinate dyads. *The Academy of Management Journal, 32*, 402-423.
- Zhu, X.-W., & Yan, Y. (2007). Empirical study of the effect of fit between organizational structure and IT infrastructure on performance. *Science and Technology Management Research, 27*, 195-198.
- [朱晓武, 闫妍. (2007). 组织结构与IT匹配对绩效影响的实证研究. *科技管理研究, 27*, 195-198.]

On the Use of Polynomial Regression in Congruence Research: Application and Analysis

TANG Jie; LIN Zhi-Yang; MO Li

(School of Economics, Fujian Normal University, Fuzhou 350108, China)

(School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

(School of Journalism and Communication, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract

For decades, the study of congruence in organizational research has relied on difference scores, which induces numerous methodological problems in presenting congruence, such as covered relations, reduced reliability and validity. Unfortunately, this method is still used dominantly in domestic researches due to few available alternatives. The method of polynomial regression is introduced in this research to directly test relationships among two component measures of difference scores and dependent variables, and also the advantages of polynomial regression over difference scores in expressing congruence are discussed and verified.

Then, from the aspects of foundation points, theoretical derivations, analytical procedures and hypothesis tests, the framework of polynomial regression equations coupling with response surface analysis for congruence researches are modified. Three key features of surface are concerned for analysis. The first is stationary point, which corresponds to the overall minimum, maximum, or saddle point of the surface. The second is principal axes of the surface, two of which intersect at the stationary point. The upward or downward curvature of surface, depending on the shape of surface (convex or concave), is greatest along one of the principal axes and least along the other. The third feature is the slope of the surface along two principle axes, $Y = X$ and $Y = -X$ lines. Formulas expressing these key features can be derived from coefficients of polynomial regression equations, based on which, this general framework clarifies how coefficients from equations can be used to comprehensively describe surface and test hypotheses. Moreover, the framework permits researchers to evaluate complicated congruence conceptual models rigorously.

Finally, as an illustration, how the person-organization value congruence affects persons' affective commitment to change in four dimensions are examed, which specifies the characters of surfaces and puts forward theoretical implications. This paper deliberately interprets how data analytical results deduce theoretical conclusions based on the framework mentioned above. The results reveal that the congruence effects completely supported by traditional methods are not perfect, and should even be rejected as to two of four value dimensions with the same data.

In sum, current research testifies that polynomial regression equation not only can explain more variance of dependent variables than difference scores, but also uncover more valuable relations and information. Firstly, it exhibits whether the perfect congruence effects exist. Secondly, it exams main effects, congruence effects and interaction effect at the same time. Thirdly, it reveals scores and changing rate of dependents under imperfect congruence condition. Admittedly, the framework and the required analytical modes presented in this paper are more complicated than previous methods. However, approach to this method enables researchers to study congruence in a more comprehensive way. Practical implications derived from this study point toward the actual effect of person-organization value congruence in management activities.

Key words polynomial regression; congruence; response surface analysis; difference scores