

# 层面理论原理、方法 与应用

CENGMIANLILUN YUANLI  
FANGFA YU YINGYONG

赵守臣 等◎著



北京师范大学出版集团  
北京师范大学出版社

# 层面理论原理、方法与应用

赵守盈 等著

北京师范大学出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

层面理论原理、方法与应用/赵守盈,等著. —北京:北京师范大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-303-11561-7

I. ①层… II. ①赵… III. ①心理学—研究 IV. ①B84

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 187166 号

---

营销中心电话 010-58802181 58808006  
北京师范大学出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>  
电子信箱 [beishida168@126.com](mailto:beishida168@126.com)

---

出版发行:北京师范大学出版社 [www.bnup.com.cn](http://www.bnup.com.cn)  
北京新街口外大街 19 号  
邮政编码:100875

印 刷:  
装 订:  
经 销:全国新华书店  
开 本:184mm×260mm  
印 张:  
字 数: 千字  
版 次:2010年9月第1版  
印 次:2010年9月第1次印刷  
定 价:00.00元

---

策划编辑:姚斯研 责任编辑:姚斯研  
美术编辑:毛 佳 装帧设计:毛 佳  
责任校对:李 菡 责任印制:李 啸

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话:010-58800697

北京读者服务部电话:010-58808104

外埠邮购电话:010-58808083

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:010-58800825

# 序

赵守盈博士《层面理论原理、方法与应用》一书，是他近几年来在层面理论领域所做探索的一个小结。层面理论作为一种研究策略有其诸多独到的优势，其源头是 Guttman 量表以及 Guttman 等学者针对多层因素分析中某些局限所做的探索。依据测量同一品质的量表中各项目应该具有一定顺序性的设想，发展了单纯型结构(Simplex)、二重顺序结构(Duplex)以及雷达结构(Radex)等，并且在社会学科尤其是心理学等诸多领域得到了验证，同时，层面理论也得到了不断发展。

随着最小空间分析技术(Smallest space analysis)的发展，部分顺序量图分析技术(Partial order scalogram)等均得到不断完善，层面理论成为一种从研究设计到数据分析较为完善的研究策略，并在心理学、经济学、社会学、管理学、建筑学等诸多领域得到广泛运用，其 SSA 和 POSAC 分析技术也被国际上流行的统计分析软件如 SPSS, SYSTAT, XLSTAT 等接纳，作为其数据分析技术的组成部分。以色列巴伊兰大学还开发出 FSSA(层面式最小空间分析)、HUDAP 等针对层面理论研究策略的专用统计软件，标志着层面理论在科学研究领域正发挥着越来越重要的作用。在国际上成立已久的国际性层面理论学术组织 FTA(Facet Theory Association)每两年召开一次学术会议，影响不断扩大。我国改革开放以来，大批学者到国外学习深造，将国际上较为先进的研究方法带到国内，对我国科学研究水平的提高起到了极大的推动作用。2004 年第 28 届国际心理学大会在中国成功召开，无论从参会人数还是从会议收到的论文数量和质量，都显示出中国心理学绽放出的蓬勃生机。我国心理学在国际学术界的地位正在不断提升，研究方法与国外的差距正逐渐缩小。作为社会科学的一种研究策略，在国内层面理论还没有被广大学者所了解和接受，在《心理科学进展》2003 年第 11 卷第 6 期上发表的“工作价值观结构研究的进展和趋势”一文(陈红雷和周帆，2003)，是国内公开发表的学术论文中第一次提到层面理论的文章。喜闻下一届层面理论国际学术会议将于 2011 年在贵州师范大学召开，赵守盈博士担任会议组委会主席，这是他在这方面长期奋斗的结果，对于我国心理学在研究方法方面的发展也将会起一定的促进作用。

《层面理论原理、方法与应用》一书分为三大部分，原理部分和应用部分均以论文形式呈现，原理部分每篇论文介绍层面理论的一个核心问题，论述详细

而深入，应用部分每篇论文都是运用层面理论开展的一个单独研究。这些论文大部分已经公开发表，对于读者理解层面理论的基本内涵提供了翔实的资料，也为读者了解如何运用层面理论开展学术研究提供了实例。方法部分通过实例详细介绍了 SSA 和 POSAC 分析的具体操作步骤和结果解释方法。作为国内第一本介绍层面理论的学术专著，该书对于我国心理学领域同仁及广大社会科学领域的学者拓宽研究方法视野，深化对科学问题的探究具有一定的参鉴价值。

作为师长，在赵守盈博士的著作出版之前欣然草此数言，是为序。

张厚粲  
2012年6月



# 前 言

层面理论作为一种研究策略，有其诸多独到之处。记得2003年，我在做博士论文时，偶然看到了一篇运用层面理论研究职业兴趣结构的论文，立刻就为该文所吸引，但由于当时自己的学术水平低没有看得太懂，但层面理论却引起我的极大兴趣。2006年，我与我的学生江新会合作发表第一篇论文对层面理论的精要内容做了介绍，后又带领我的研究生共同钻研层面理论，陆续发表了一些论文，对层面理论的原理与应用做了多方面的探讨。2007年，我有幸得到贵州省教育厅自然科学重点项目资助，开始对“层面理论的原理与应用”做深入、系统的研究。更为荣幸的是国际层面理论领域的权威专家 Arie Cohen, Samule Shye, Erick Cohen 等为我在这方面的研究工作提供了很大帮助，使得我在这方面掌握了大量的宝贵资料，研究工作得以顺利进行。再就是我的研究团队精诚合作，多头并进，对层面理论的原理与技术做了悉心钻研，使得我们对层面理论的全貌有了较为全面的理解与把握，并结合具体研究课题开展了一些应用研究，也取得了一些研究成果。但我们所发表的论文，是从不同角度对层面理论所做的探讨与应用。为了使国内同仁对层面理论有一些系统的了解，以致能对自己的研究工作有所借鉴，我们对已经发表的论文按照其内在的联系进行了认真梳理，并补充了一些已经发表的论文所没有涉及的层面理论的核心内容及对层面理论新近成果的评介，尤其是层面理论数据分析的技术及其使用方法，将作为一本专著出版。我们自认为这是一项非常有意义的工作，我带领我的团队对此投入了极大的热情，也付出了很辛苦的劳动，并得到了北京师范大学出版社姚斯研老师和好友薛厚明的热情帮助，同时也得到恩师张厚燊先生以及国际层面理论学会主席 Arie Cohen 的热情鼓励，书稿的整理与出版工作进展得非常顺利。张厚燊先生亲自为本书作序使得我们更为坚信出版该书具有一定意义，也使我们感觉到完成此项工作所肩负的重要责任。但由于水平有限，尽管我们尽了全力，书中肯定还存在很多不足。当然，这是我国介绍层面理论的第一本著作，这本书宛如投入学林之海的一颗小石子，如果能激起一点浪花，能引起学界同仁对层面理论的些许兴趣，也就完成了我们的心愿。

该书是我们团队共同劳动的成果，之所以以专著形式出版是出于项目结题

的要求，因此书中将参与每一个问题讨论的人员均署名列出。

全书分为三个部分。第一部分主要讨论层面理论的原理，前三篇论文是对层面理论的核心内容及最新进展做了概括评介，并对层面理论的奠基人格特曼做了介绍。从第四篇到第十一篇将分专题介绍层面理论核心概念——映射语句及其设计、内容层面及其扩展、层面及设计、层面理论数据分析的独到技术即最小空间分析及部分顺序量图分析的原理及单调性规律。在这一部分，我们着重考虑了前后顺序问题，从层面理论最基础的概念、原理及复杂的映射语句设计到具体的内容层面、反映范围层面不断深化，最后介绍层面理论的单调性规律及最小空间分析和部分顺序量图分析。前后内容相互之间均有密切联系，从基础概念到核心技术循序渐进，引导读者最终了解层面理论原理的全貌。

第二部分为层面理论中独到的数据分析技术的原理与实例操作，主要介绍了 WSSA1 和 POSAC 两种常用的数据分析方法。这两种数据分析方法均为内部数据分析技术，但也可以将外部变量拟合到空间中，这一技术在这一部分也做了简要介绍。WSSA1 和 POSAC 的分析现在很多统计软件都可以实现，本书中主要介绍了 HUDAP 和 SYSTAT 软件。有兴趣的读者也可以运用其他软件来实现 WSSA1 和 POSAC 分析。

第三部分为近年来运用层面理论进行的一些研究，大部分已经公开发表。这些论文是我带领的团队近年来在这一领域中不断探索所获得的部分成果，论文的水平还很有限，是对层面理论的初级水平的应用，期望能对读者有所启发，并希望有更多的同仁能加入到这一领域的研究中，使层面理论能为更多的研究者服务。

由于本人才疏学浅，书中不当之处，敬请读者指正。

赵守盈  
2010 年 7 月

# 目 录

---

## 第一部分 层面理论的原理

行为科学研究设计与理论建构的一种重要策略	
——层面理论述评*	3
现代层面理论：行为研究中的内容设计与测量*	12
路易斯·格特曼*	
——层面理论的奠基人	29
层面理论的核心技术概念	
——映射语句	34
反应范围层面设计	43
层面理论的研究设计范式	
——领域层面的扩展	47
层面理论中的单调性规律	52
映射语句的设计及应用	
——层面理论的核心技术	56
最小空间分析及其在社会科学领域中的运用	65
层面理论之数据分析技术	
——最小空间分析法	75
POSA 数据分析技术介绍	82

---

## 第二部分 层面理论中数据分析操作方法

加权最小空间分析(WSSA1)的操作方法	91
运用映射语句技术把理论与实证研究相结合的一个跨文化研究案例	116
部分顺序量图分析技术(POSAC)及操作方法	133

---

## 第三部分 层面理论的应用

层面理论及其在护理研究中的应用初探	157
层面理论中的测量结构研究	161
测验项目编制与等值的一种有效策略	
——层面理论	170
情绪自我：情绪研究的新视角	176
癌症患者满意度测评：层面理论的应用	182
大学生金钱观结构模型的层面研究	190
教师职业倦怠心理结构的深层探究	199

贵州省农村中学骨干教师工作价值观层面理论研究·····	205
农村中小学教师金钱态度层面理论研究·····	212
贵州省青年教师工作生活质量的调查研究·····	219
基于层面理论的贵州省高校大学生职业成熟度结构研究·····	226
贵州省农村中小学教师家庭生活质量层面理论研究·····	233

# 第一部分

---

## 层面理论的原理

# 行为科学研究设计与理论建构的一种重要策略

## ——层面理论述评\*

赵守盈 江新会

(贵州师范大学教育科学学院, 贵阳 550001)

**摘要:**层面理论将理论构建、研究设计、变量选择、数据分析系统地整合起来, 提供了一种理论建构与研究设计的范式, 使研究者能够界定研究所涉及的所有概念。与其他传统方法相比, 层面理论在探索理论结构方面具有许多优点, 因而在全球范围内受到了越来越多的关注。当前, 这一领域的研究在我国尚属空白状态, 本文对层面理论的基本技术原理做了简要述评, 旨在促进对这一领域的了解。

**关键词:**理论构建 层面理论 映射语句 最小空间分析

人类的大部分行为和态度都是由多种因素交互影响的, 大部分心理变量无法直接测量, 致使心理学研究中经常会遇到如下问题: ①不同的理论对同一行为或态度采取不同的概念进行解释, 在不同研究中同一概念的内涵不一致; ②不同的理论采取不同的实证方式来支持自己的观点, 难以对比; ③在探寻影响态度和行为的因素时只关注了部分因素甚至混入了无关因素, 研究结论的推广应用具有局限性。层面理论, 把理论构建和实证研究系统地结合起来, “迫使”研究者用一种范式化的研究方式组织研究所涉及的所有概念, 界定研究范畴, 形成一个研究的理论框架(framework); 依据这个框架设计或选择研究工具(问卷和项目), 提出假设, 再通过独特的数据分析方法(如最小空间分析)来检验这种假设, 从而探索和验证理论结构。

## 1 层面理论的产生与发展

### 1.1 层面理论产生的基础——格特曼量表

在第二次世界大战期间, 为了准确而快速地了解士兵的态度, 格特曼(Louis Guttman, 1916—1987)作为美国军方的研究人员之一创立了格特曼量表(Guttman scale), 又称作累积量表(cumulative scale)或量图分析(scalogram analysis), 它是由同一性质的项目构成的量表, 其特点是如果被试对量表中某一个项目表示赞同, 则他必赞同这个项目之前的项目<sup>[1,2]</sup>。

格特曼量表具有效度高、施测迅速、相同的分数对于不同的被试有着相同的意义等优点。但是, 由于人类行为和态度往往是由多因素决定的, 格特曼量表的这种单维性往往得不到实证资料的支持, 这也是学者们对其提出质疑和批评的重要原因。

格特曼量表强调避免概念混淆, 强调探索数据结构与内部心理结构之间的关系, 进而发展了自己的多元模型, 开创了层面理论和最小空间分析、多维量图分析、偏序量图分析等一

\* 本研究得到贵州师范大学博士专项基金资助。

本文首次发表于《贵州师范大学学报: 自然科学版》, 2006年第24卷第2期。

系列相关的方法和技术。

## 1.2 层面理论的发展

格特曼量表最初是一种态度测量技术，因此层面理论最初也被界定为研究态度的方法。但由于人类的态度和行为的内因外果关系，层面理论自然而然被应用到行为研究中，成为心理学以及其他以人类行为系统为研究对象社会科学和行为科学的重要研究方法。

从技术层面上讲，层面理论的本质特征在于处理多元变量从而探讨人类态度与行为的多维结构。由于人类的态度行为涉及人们生活工作的方方面面、各行各业，因此其在心理学、社会科学和行为科学领域有着极大的应用空间。R. Guttman 和 C. W. Greenbaum 研究了近年来层面理论的应用领域，指出层面理论的应用领域已经涉及：智力测量、婴儿发展、价值观、幸福感、心理治疗、组织心理、工作价值观、环境研究、动物行为、行为遗传、护理研究、自杀行为、言语发展、课程设计、分配公平感、犯罪场景、攻击行为、对宗教和种族的认同研究<sup>[3]</sup>、对教育心理的研究<sup>[4,5]</sup>、对空间能力的研究、对广告和市场行为的研究<sup>[6]</sup>，以及一些更具体的应用问题的研究，如消费者对国际机场评价的研究<sup>[7]</sup>、对牙齿矫正动机的研究<sup>[8]</sup>等。

## 2 层面理论的基本原理

### 2.1 映射语句和研究范畴的界定

映射语句(mapping sentence)是层面理论最具独特性的技术概念。图 1 所示的是一个被引用较多的例子<sup>[9]</sup>。

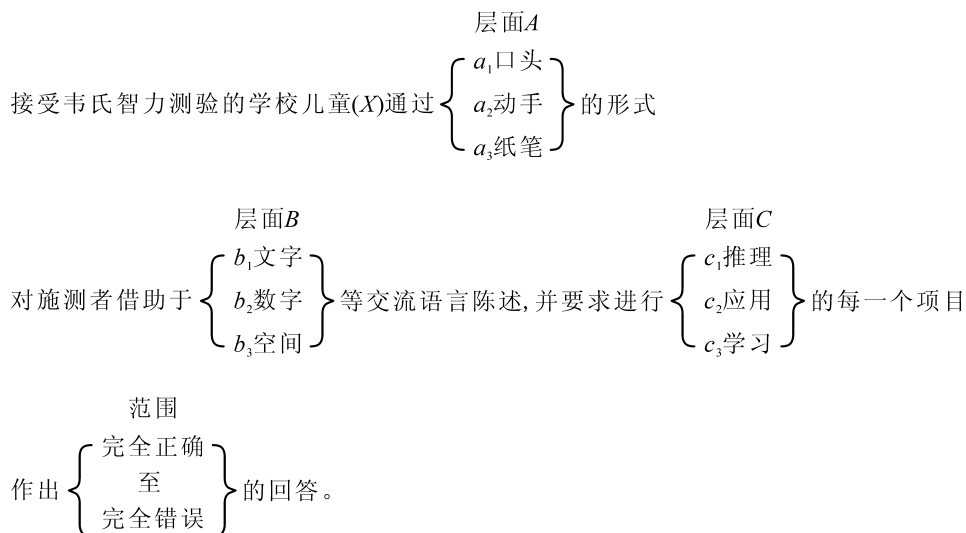


图 1 儿童韦氏智力测验 WISC-R 的映射语句

Fig. 1 The mapping sentences for WISC-R

在一个映射语句中，研究的特定对象被称作目标人群(population)层面，简记为  $P$  层面，在映射语句中常用  $X$  标记。对于测验来说  $P$  就是施测对象，对于实验来说  $P$  就是观察对象。 $A$ ,  $B$ ,  $C$  层面则被称为内容(content)层面，涉及与所研究问题有关的一系列核心概念，即观察变量。值得注意的是，每一个层面都包含了若干元素(elements)，这些元素之间

的相互区别使得每一个层面具有了“可被观察”的性质。每一个映射语句还有一个反应范围(range)层面,记为R层面。反应范围层面由所有可能的应答构成,往往可以表示为从非常认可到非常不认可、完全正确到完全不正确等。

层面(facet)可以看作是一个集合,包含了具有共同特征的若干元素。整个研究范畴可以看作是一个大的集合,层面则是这个大集合的子集。对于P层面,研究者可以对不同类群的研究对象进行比较研究(比如种族或国别之间结构是否相同)。内容层面就是那些被研究者认为影响研究对象的反应的要素或变量。比如可以把性别当作一个层面,构成元素就是男性和女性;也可以把年龄当作一个层面,按年龄段划分元素<sup>[10]</sup>。内容层面的数量是不限定的,可以是一个也可以是很多个。当然,如果内容层面数目太多则会使研究失去意义,就像因素分析法一样,如果提取的因子数目与研究变量数目相同,则这一分析结果就没有意义。一般而言,内容层面是根据已有的研究文献结合当前研究所提出的问题设定的。每一个层面包含的元素个数也是从一个到多个不定。内容层面是形成研究理论构思的关键,也是映射语句设计的关键。一般情况下提到层面时,主要指的是内容层面。

层面理论最初多用于态度的研究,下面是这方面的一个简单例子:研究大学生对大学生结婚的态度,可以设计如图2所示的映射语句。

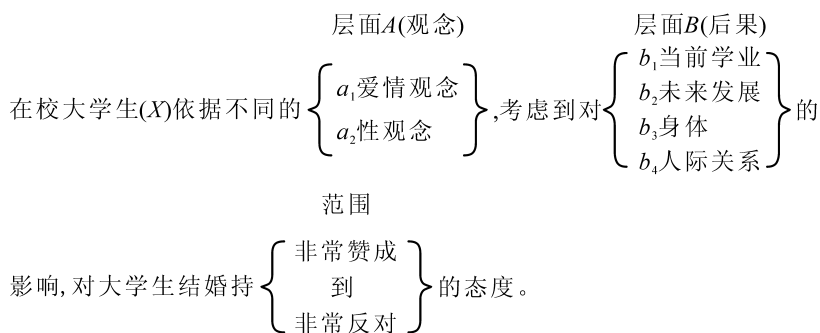


图2 大学生对大学生结婚的态度的映射语句

Fig. 2 The mapping sentences of college students' for college students' marriage attitude

映射语句中包含两种成分,一种是严格的、规范化的成分,就是所有的层面部分。另一种成分则比较灵活随意,就是连接这些层面的连接语词。所有的映射语句都可以归结为这样的一般表达式<sup>[9]</sup>,如图3所示:

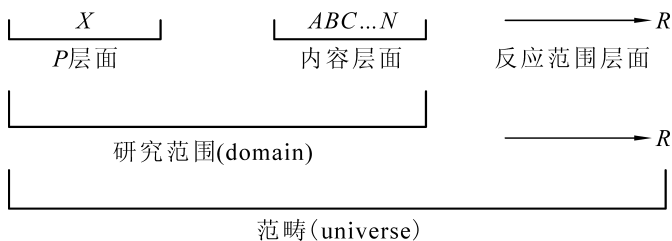


图3 映射语句的一般表达式

Fig. 3 The general representation of mapping sentences

从研究范畴来看,目标人群层面和内容层面构成了研究的范围,即针对哪些人群,考虑的是(研究者关心的是,或者研究了)哪些因素。加上反应范围层面,映射语句清楚地界定了

研究的范畴。他人可以通过审视映射语句很快清楚地了解某一研究的范畴。

从理论建构的角度讲,一个复杂的心理范畴会关系到许多概念,这些与之相关的概念可以看成是它的子范畴<sup>[4,11]</sup>。在映射语句中,每一个层面表征了一个与理论有关的底层概念<sup>[2]</sup>。由于层面是由其元素的共同意义归纳出来的,因此层面表征的是与研究心理范畴真正直接相关的构成成分。避免了因不同层次的成分并列在一起给理论建构带来的混乱和不稳定。同时,因为映射语句使用的语言和平常的语言没有多大区别,并具有简洁性,所以用映射语句描述的理论易于理解和交流探讨,避免了用深奥的语言和生僻的概念构成的理论的难以评价、比较和验证的弱点<sup>[12]</sup>。

从变量的角度来看,层面既是概念又是变量。因为层面总是包含若干元素,这些元素具有可选择性,使得层面具有了可变性,比如我们可以通过变化问卷项目来操控层面的变化。对于一项研究来说,变量的选取既是必需的,又是关键的。映射语句可以帮助研究者穷尽和区分变量,并揭示变量之间的关系(这种关系将在下文中讨论)。

映射语句之所以能够帮助研究者穷尽和区分概念和变量,并保证概念的底层性,从而使构建起来的理论结构更加科学,主要在于它充分运用了两种基本的思维途径:归纳和演绎。对于大量散乱的直观材料,通过仔细分析归纳其共同性,可以找到隐藏在直观材料背后的,可能被我们忽视的层面,并列出的元素,且保证层面的底层性(代表性)。通过演绎,找出其他超出我们视野之外的元素。

映射语句提供了一个研究设计和理论结构构建的框架,这个框架帮助研究者全面清晰地设计有关概念,其语言表述简洁又易于理解交流,并帮助研究者界定研究涉及的有关变量。

## 2.2 项目设计和研究假设及其验证

### 2.2.1 结构侧面和测验项目设计

映射语句清楚描述了各个层面,而且揭示了层面之间和层面内各元素之间的关系。它不仅提供了理论所包含的成分,而且表达了理论的结构。

从每个内容层面中各抽出一个元素,就会联合形成一个组合。比如从A层面中抽出 $a_1$ ,从B层面中抽出 $b_1$ ,从C层面中抽出 $c_1$ ,就形成了 $a_1b_1c_1$ 。类似地,还可以形成 $a_2b_1c_3$ 等。这样的联合对于例1来说有 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 个。对于例2则有 $2 \times 4 = 8$ 个。这种联合被称为结构侧面(structuple)<sup>[2,11]</sup>。如果把层面看成是集合的话,结构侧面相当于集合到集合的映射。

每一个结构侧面代表了一个具体的刺激变量,通过它可以设计研究的刺激,比如例1中的 $a_2$ (动手) $b_3$ (空间) $c_2$ (应用)就可以设计出韦氏智力测验中的搭积木问题。结构侧面还可以方便地用来设计问卷项目,比如例2中的 $a_1b_1$ ,可以设计“我认为爱情是人生最重要的,但是大学生结婚太影响学习。”这个项目。通过结构侧面,层面理论在刺激项目的设计上提供了如下便利。

- (1)可以方便地增加测验的同质项目。
- (2)可以编制新的测验来验证前有测验的功用。
- (3)编制项目较少的问卷<sup>[6]</sup>。
- (4)保证问卷的内容效度。

值得注意的是,在运用层面理论进行研究设计时,并不一定要穷尽所有的结构侧面<sup>[14]</sup>,因为在有些研究中,某些结构侧面是没有实际意义的。

### 2.2.2 邻近性、区域性和研究假设

包含相同元素越多的结构侧面(代表刺激变量),它们之间的相关越高,这一特性被称为

邻近性(contiguity)原理<sup>[9,11]</sup>。比如  $a_1b_1c_1$  与  $a_1b_2c_1$  的相关(我们用  $r_1$  表示)高于它与  $a_1b_2c_3$  的相关( $r_2$ )， $r_2$  又高于它与  $a_2b_3c_2$  的相关( $r_3$ )。通过数据分析检验这些邻近性关系即可检验层面的设计是否恰当，理论建构是否合理。

在邻近性原理中，起关键作用的是层面内各个元素之间的相关。层面内各个元素之间的深层关系可以划分为两种类型：一种是类别关系，各元素之间的相关呈环形的结构，比如  $a_1$  和  $a_2$  相关(假设相关系数为  $r_1$ )， $a_2$  和  $a_3$  相关( $r_2$ )，而  $a_3$  和  $a_1$  也相关( $r_3$ )，但是  $r_3$  并不等于  $r_1 \times r_2$ ，而是远大于它，也没有  $r_1 > r_3$  的必然关系；另一种是单向顺序性关系，各元素间的相关呈现出单向的顺序性，比如  $a_1a_2 = r_1$ ， $a_1a_3 = r_2$ ， $a_1a_4 = r_3$ ，则必有  $r_1 > r_2 > r_3$ 。

多维尺度(MDS)分析是层面理论中数据分析的关键技术。多维尺度分析能够用多维空间中点际之间的几何特征标识变量之间的相关关系，上述两种类型的层面就能够用一多维空间图形得以直观表征。

没有单向相关顺序的层面总是将空间切割成扇形的或者称为楔形的区域<sup>[12]</sup>，如图 4 中①、②两种情形，称这种层面扮演了一个极化(polar)角色。有单向相关顺序的层面可能产生两种结果：一种是把空间分成环带区域，如图 4 中的③，称这种层面扮演了一个模块(modular)角色，越靠近中心的区域里面的元素相关越紧密；另一种表现为一种线性状态，也可以看作把空间分成了条状区域，所以可以表示为图 4 中的④或⑤，称这种层面扮演了一个轴线(axial)角色。

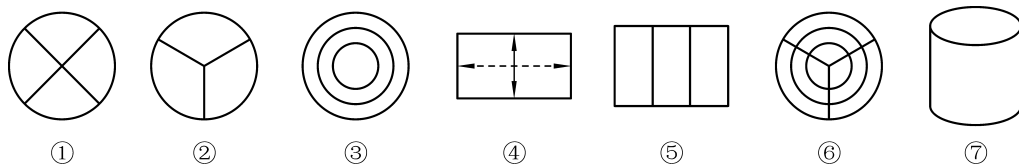


图 4 层面的几何空间表征

Fig. 4 The geometrical representation of the facets

当映射语句同时包含极化层面和模块层面时，将得出类似于图 4 中⑥的空间结构图，这种结构称为雷达图(radex)结构。当再加入一个轴线层面时，将会得到类似⑦那样的圆柱(cylindrex)形空间结构图，轴线层面就是圆柱的纵向维度<sup>[2,11,13]</sup>。

有时候，某个层面内的元素有没有相关顺序性是较难事先判定的，可以借助通过数据得出的几何图形进行判断，这也是层面理论的数据探索功能的一种体现。根据映射语句，可以预测结构图，对结构图的诸多特征提出假设。如果根据实际数据所得出的空间结构图与假设相吻合，就说明了理论结构的构建是良好的。

在实际分析中，得到的结构图一般不会是像上面所举例子中的标准几何图案。图 4 各空间结构图中的线条是研究者根据映射语句主观勾勒出来的。研究者勾勒这些线条时，注重的是数据分布的区域性(regionality)，并不要像聚类图那样，将团聚得最紧的点画在一起。它允许属于某一区域的某些点跟另一区域的某些点非常接近而不需要一个明显的空白区<sup>[2]</sup>。在数据分析中加入了理论概念的主动干涉，跟相对机械被动地服从于数据分析的方法(探索性因素分析)相比，这体现出层面理论的另一优点。

### 2.3 层面理论的数据分析技术

多维尺度分析(multidimensional scaling analysis, MDS)是层面理论在数据处理中的关

键技术。在探索观察数据是否能反映研究者提出的结构关系时，用得最多的是最小空间分析 (smallest space analysis)，也叫做相似结构分析 (similarity structure analysis) 简称 SSA<sup>[2]</sup>，是 MDS 技术的一个重要模型。MDS 分为非计量 (non-metric) MDS 和计量 (metric) MDS。区别在于非计量 MDS 是利用数据之间的顺序关系来形成点与点间的空间距离而不是用具体的数值大小<sup>[14]</sup>。比如项目 1 和项目 2 的相关大于它和项目 3 的相关，那么只要代表项目 1 和项目 2 的两点之间的距离大于它和第三点的距离就可以了，并不关心项目 1, 2 的相关系数比项目 1, 3 的相关系数大多少<sup>[15]</sup>。而计量 MDS 则相反。

SSA 亦是先计算项目或变量之间的两两相关，然后在一个  $n$  维的欧氏空间中用点将这些项目表示出来，使得点际之间的距离关系能够代表项目之间的相关系数大小关系 (或者相似程度关系)。因此，在结果图中，靠得越近的点它们的相似性越高。然后研究者依据层面设计将含有共同层面元素的点划入到同一个区域中。如果确实存在某个区域专门代表了某个元素，则说明这个元素的设计是合理的<sup>[15]</sup>。根据区域的形状和同一层面其他元素区域的关系可探索或验证层面所扮演的角色，如极化层面、模块层面等，为理论结构的假设提供依据<sup>[7]</sup>。

图 5 是用韦氏儿童测验实际施测得到的数据所得出的。其中的 1, 2, 3, 4 等表示的是韦氏测验中的 12 个分测验项目，即 SSA 作出的点。问题的呈现方式层面 (层面 B) 中文字、数字、空间几何将空间分为三个楔形的区域，是一个极化层面。作业层面 (层面 C) 中推理、应用、学习将空间分为三个圆环区域，是一个模块层面。而作答方式层面 (层面 A)，包含口头、手动、纸笔三个元素是一个轴线层面。这样，三个层面构成了一个圆柱结构。“这个结构在跨文化、不同学校系统的样本中得到了反复的验证，甚至当样本的平均数有显著差异时也是如此”<sup>[2]</sup>。

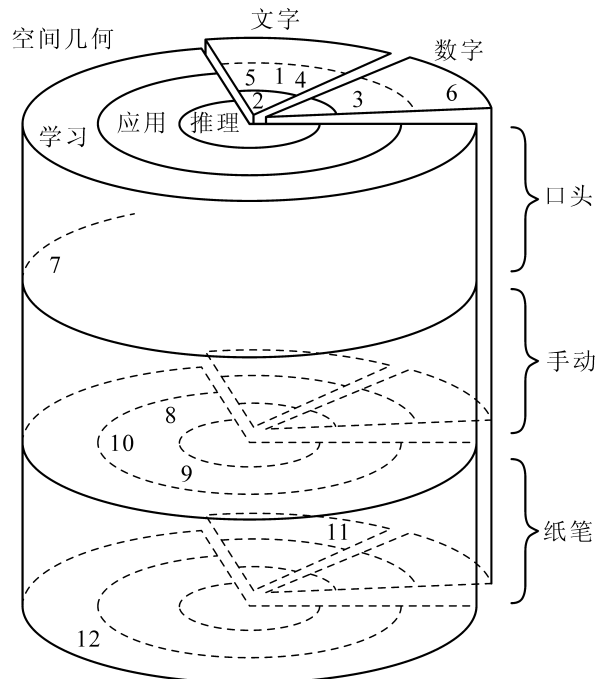


图 5 韦氏测验的圆柱结构图

Fig. 5 The cylinder configuration for Wechsler Intelligence Test

在多维尺度分析中,研究者总是希望用最少的维度呈现变量之间的复杂关系,这跟因素分析总是希望得到较少的因子数的道理是一样的。但因素分析是一种指向变量的分析技术,而 MDS 是一种指向研究对象(被试或研究客体)的分析技术<sup>[16]</sup>。

类似于因素分析中的拟合指标, MDS 运用压力指数来判断维度数的选择<sup>[14]</sup>。在 SSA 中,则用异化系数(coefficient of alienation)作为参考。异化系数反映了原始输入数据与输出到多维空间中的数据的不一致的程度<sup>[3]</sup>。一般要求异化系数不超过 0.15,有时候不超过 0.20 也是可以接受的<sup>[15]</sup>。

虽然在简化数据的目的上是一致的,但是层面理论的数据处理技术(SSA)跟因素分析相比有很多优越性。一般因素分析要求变量呈多元正态分布,而 SSA 并不需要这个前提。因素分析要求相关的变量之间是线性关系,而 SSA 则并不假设变量间的相关是线性的<sup>[17]</sup>。这主要是因为进行因素分析用的都是积矩相关系数,而 SSA 可以利用由原始数据转换来的任何一种能够区分多个变量之间接近程度的“距离”<sup>[4]</sup>。因为 MDS 是用点而不像因素分析中用向量代表项目<sup>[4,17]</sup>,所以 SSA 在简化数据方面功能比因素分析更强,而且其结果更容易理解。此外,因素分析对样本数的要求相当高,而 SSA 则不受样本数量的限制<sup>[4]</sup>。

除了用 SSA 探索变量结构,层面理论还发展了研究多元变量在被试人群中的分布的方法,包括多维量图分析(MSA)和偏序量图分析(POSA)等。

### 3 评价和讨论

层面理论将理论构建、研究设计、变量选择、数据分析及其解释系统地整合起来,提供了一种研究设计的框架和范式,“迫使”研究者在研究之初就精确地界定和清楚地陈述自己的研究范畴,精心地构建概念、结构,穷尽需要考虑的因素。在理论建构过程中,使得刺激变量的选择清楚而全面,便于编制项目精简的问卷。另外,层面理论清楚地提出了研究的假设,并提供了检验假设的技术,使得研究结论更易于检验,研究结果易于应用和推广。

在数据分析上,层面理论强调了理论构建的合理性和概念结构的合理性,避免了“将统计手段置于理论之上”<sup>[18]</sup>的纯定量分析技术的固有缺陷。层面理论进一步将层面构成成分之间的相关关系细分为极化关系、模块关系和轴线关系,使得对理论结构的假设检验更为便利可信。

需要指出的是,层面理论虽然具有诸多其他研究方法所不具备的优势,但由于其发展历史不长,还存在着一些不容忽视的不足之处。

首先,层面的选取带有主观性,体现的是研究者所关注和思考的关键问题,因此所谓“穷尽”,也只能是相对的。即便理论结构得以验证,也只能说明这一结构是合理的或者有效的,而不能就此认为是该研究范畴的绝对理论。另外,在 SSA 的几何空间中,由于区域划分的分界线带有很强主观性,因此,所得出的心理结构的关系也容易引起质疑。

其次,在层面理论中,各层面之间都被看成并列关系,因为研究者相信精心提出的概念是“底层”的,各层面都直接影响研究对象。但是这种“底层性”并没有客观依据,并不能排除还有更上位的概念支配了某几个层面的可能。而且,这种底层性也会影响对某一研究范畴的深入和精细探讨,因为层面里的元素可能还有自身的结构,层面元素的结构会受层面的“底层性”影响而不易发现,这是层面理论的另一局限。另外,将所有层面看成是一种平等关系,在探索因果关系方面明显逊色于结构方程模型。

再次,非计量多维尺度分析的技术只考虑数据的关系而忽视具体数值,只采用少数几个维度,虽然避免了冗余信息的干扰,但毕竟丢失了相当一部分的信息,精确性受到影响,因