

## 第九届“认证杯”数学中国

### 数学建模网络挑战赛

#### 承 诺 书

我们仔细阅读了第九届“认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们接受相应处理结果。

我们允许数学中国网站([www.madio.net](http://www.madio.net))公布论文，以供网友之间学习交流，数学中国网站以非商业目的的论文交流不需要提前取得我们的同意。

**我们的参赛队号为：2045**

**参赛队员（签名）：**

队员 1：雷强

队员 2：杜国栋

队员 3：杨世宏

**参赛队教练员（签名）： 马磊**

**参赛队伍组别：研究生组**

第九届“认证杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

编号专用页

参赛队伍的参赛队号：2045

竞赛统一编号（由竞赛组委会送至评委团前编号）：

---

竞赛评阅编号（由竞赛评委团评阅前进行编号）：

---

# 2016 年第九届“认证杯”数学中国 数学建模网络挑战赛第二阶段论文

题 目 C 题：抑制校园霸凌事件的探究

关 键 词 风险评估 预警机制 模糊层次综合评价模型

熵权值 灰度关联模型 主成分分析模型 结构方程模型

## 摘 要

本文在第一阶段模型的基础上继续探讨案例中人物存在心理问题的风险及建立一套青少年心理问题的预警机制。研究利用附件提供的数据，综合考虑其他影响青少年心理问题的风险因素，利用 SPSS19.0、MATLAB2015b、Amos21.0 和 R3.2.2 等软件分别建立了因子分析模型、模糊层次综合评价模型、熵权值法模型、灰度关联法模型、主成分分析模型、组合评价模型、平均值法模型、模糊 Borda 模型和结构方程模型。

针对问题三，首先对附件提供的数据进行预处理，在此基础上利用因子分析模型确定评价指标的权重，结合模糊层次综合评价模型建立心理问题风险评价体系。考虑到单一评价模型的结果可能具有不稳定性，故采用熵权值法模型、灰度关联法模型、主成分分析模型进行比较检验。对于前后比较检验结果，本文结合不同单一评价模型得到的排序或者权系数进行组合，得到综合组合评价模型。结果显示各评价模型结果基本相似，说明所建立的评价体系具有稳定性和可靠性。

针对问题四，在第一阶段建立的模型基础上，结合问题四对模型进行修正和优化，从中找出各观测变量之间相互影响的权重。模型结果显示风险偏好是影响心理正负框架的主要因素。在全部年龄段，生命正向主要受到理智型、直觉型和风险偏好的影响，生命负向主要受到直觉型和风险偏好的影响，生活正向、生活负向、娱乐正向和娱乐负向主要受到风险偏好的影响，据此结论建立一套青少年心理问题的预警机制，并结合实际案例提出了相应的解决方案。

本文最后对所建模型的优缺点进行了客观的评价，认为研究的结果在青少年心理问题的风险评估及预测方面具有一定可行性。

参赛队号： 2045

所选题目： C 题

参赛密码 \_\_\_\_\_

( 由组委会填写 )

## 英文摘要（选填）

This paper is based on the first phase of the model to continue to explore the risk of psychological problems in the case of the characters and the establishment of an early warning mechanism for adolescent psychological problems. The paper utilizes data provided in the annex, other risk factors impact adolescent psychological problems has been considered comprehensively, through SPSS 19.0, MATLAB 2015b, Amos 21.0 and R 3.2.2 and other software, factor analysis model, fuzzy hierarchy comprehensive evaluation model, entropy weight method, gray correlation method, principal component analysis method, combined evaluation model, the Mean value model, Fuzzy Borda method and the SEM was established respectively.

For question 3, first, preterits the data provided in the annex, then, using factor analysis model to determine the evaluation index weights, and combing fuzzy hierarchy evaluation model to establish psychological problem risk assessment system. Taking into account the results of a single evaluation model not have the stability, using entropy weight method, gray correlation method and principal component analysis model to have a comparison test. For the result of Pre-and post test, sequencing or weights obtained from different single evaluation model was combined to obtain a synthetic evaluation model. The results show that each assessment model results are similar, indicating the stability and reliability of evaluation system established.

For question 4, based on the model established in the first phase, combined with questions 4 to modify and optimize the model, to find out the weight of mutual influence between the observed variables. The results of the model show that the risk appetite is the main factors of influence in psychological positive and negative framework. In all age groups, positive life is mainly influenced by intellectual type, intuitive and risk appetite, negative life primarily affected by intuitive and risk appetite, positive life, negative life, positive and negative entertainment mainly influenced by risk appetite, according the conclusion, establish an early warning mechanism adolescent psychological problems, and the corresponding solutions to practical cases was proposed.

Finally, there has an objective assessment about the advantages and disadvantages of the model established, the results of the study has certain feasibility in assessment and prediction of the risk of adolescent psychological problems.

## 目录

一、问题重述.....	1
二、问题分析.....	1
2.1 背景分析.....	1
2.2 对问题三的分析.....	2
2.3 对问题四的分析.....	2
三、模型假设.....	3
四、符号说明.....	3
五、模型的建立与求解.....	4
5.1 数据预处理.....	5
5.1.1 数据清理.....	5
5.1.2 数据格式转换.....	5
5.1.3 缺失值处理.....	5
5.2 问题三的求解.....	5
5.2.1 基于因子分析的模糊层次综合评价法模型.....	5
5.2.1.1 模型描述.....	5
①.因子分析模型.....	5
②.模糊层次综合评价法.....	6
5.2.1.2 模型的分析.....	8
5.2.1.3 心理问题的风险评价.....	9
5.2.1.4 心理问题的风险评估结果分析.....	12
5.2.1.5 心理问题的风险评估的 IPA 分析 .....	12
5.2.2 基于熵权法的评价模型.....	13
5.2.2.1 模型描述.....	13
5.2.2.2 模型的分析.....	15
5.2.3 灰度关联法模型.....	18
5.2.3.1 模型描述.....	18
5.2.3.2 基于灰度关联法建立的评价模型.....	19
5.2.4 主成分分析模型.....	20
5.2.4.1 模型描述.....	20
5.2.4.2 模型的分析.....	21
5.2.5 组合评价模型.....	23
5.2.5.1 模型描述.....	23
5.2.5.2 组合评价模型集成的事前检验.....	24
5.2.5.3 平均值法模型.....	24
5.2.5.4 模糊 Borda 法模型 .....	25
5.2.5.5 组合评价模型集成的事后检验.....	26
5.2.6 问题三小结.....	26
5.3 问题四的模型的建立与求解.....	27
5.3.1 结构方程模型.....	27
5.3.1.1 模型描述.....	27
5.3.1.2 模型的分析.....	29

5.3.1.3 模型的设别.....	30
5.3.2 问题四小结.....	33
5.3.3 解决方案.....	33
六、模型的进一步讨论与改进.....	34
6.1 模型的优点评价.....	34
6.2 模型的缺点评价.....	34
七、参考文献.....	35
附录.....	37

## 一、问题重述

近年来,我国发生的多起校园霸凌事件在媒体的报道下引发了许多国人的关注。霸凌事件对学生身体和精神上的影响是极为严重而长远的,因此对于这些情况无论是学校、家长亦或是社会都应该给予高度的重视。霸凌是各种形式校园暴力中的一种,从某种意义上说,也是危害程度较高的一种。不同于偶发的暴力事件,霸凌行为通常伴随着肉体与精神的双重伤害,并且这种伤害通常会持续很长时间,有时可能会对受害者的心灵产生终身创伤。如果没有受到专业的心理引导,受害者有可能转变为报复社会的人,进而从受害者转变为施暴者,将自己的遭遇原封不动或放大百倍地转嫁到他人身上。

科学技术的飞速发展和互联网的普及,给青少年带来的不仅仅是积极的影响。很多初中生表示曾遭受手机、互联网上的谩骂、侮辱等新型暴力行为的影响。网络霸凌的暴力行为由于侮辱性信息传播速度快,因此造成了更直接的伤害。此外,信息扩散范围速度极快,往往来不及阻止信息的传播,也来不及保护学生,就已经对受害者造成了极大程度的伤害。

驱使青少年施加网络暴力行为的原因很多,但最主要的诱因还是年龄。青少年由于年龄较小,不够成熟,不知道如何应对和转化暴力性冲动,才造成对自身和他人的伤害。

第二阶段问题:

3. 请你建立合理的数学模型,对于附件中的案例进行评价,评估案例中人物存在心理问题的风险。

4. 请你结合第一阶段的模型,建立一套青少年心理问题的预警机制,并结合实际的案例给出相应的解决方案。

## 二、问题分析

### 2.1 背景分析

“霸凌”一词源自英文 **bullying** 音译,意为暴力欺凌,通常指学生之间的欺凌与压迫。在网上搜索“校园暴力”关键词,结果可谓触目惊心。近几年发生在中国的校园暴力案,令人发指。中国有多少学生亲身参与、亲眼目睹过校园暴力事件,有多少校园暴力事件的受害者,这个数字目前我们尚无法得知。值得我们警惕的是,在一些披露校园暴力案件的新闻报道中,有这样的表述“校园暴力事件在全国范围内呈逐年上升趋势”。更值得我们警惕的是,诸多校园暴力视频均被上传者或转载者贴以“搞笑”“趣味”“时尚”“最酷”一类的标签,不少“作品”后面都有“不够刺激”“比我干的那票差远了”之类的评论,把真实的暴力视为娱乐或时尚的族群,是怎样可怕的一个族群!面对“呈上升趋势”的校园暴力现象,我们不能不认真思考:我们该做些什么?

通过对不同年龄段青少年进行心理状况的问卷调查,选择风险偏好、认知需要、决策风格三个方面的题目的不同答案来计算相应的得分,分析生命教育、生活方式、娱乐三个领域的正向和负向两个框架的主要影响因素,得出相应的结论和有效抑制校园霸凌事件发生的对策建议。

为此我们搜集了相关的心理状况指标的解释如表格 1 所示。

表格 1 心理状况指标解释

术语		解释解释
风险偏好	风险偏好	指一个人对面临的具有一定风险和不确定性的决策问题所表现出来的行为。
	认知需要	指人们在信息加工过程中是否愿意从事周密的思考以及能否从深入的思考中认知需要高的人比较喜欢复杂的认知任务，愿意尽可能地运用已知经验和信息，倾向于全面搜索和详细分析有关材料。认知需要低的人倾向于回避努力的思考，比高认知需要者更有可能扭曲或者忽略相关信息。所以决策者认知需要水平会影响他们在决策过程中的表现。
决策风格	理智型	理智型的决策风格者更加注重对所获得信息的精细加工，他们往往会对每一个备选行动方案进行认真调查，并给予富有逻辑性的评价，综合权衡每个方案的利弊之后做出决策。
	直觉型	直觉型决策风格者则是仅对搜集到的信息做粗略了解，不对信息进行加工，只靠感觉和预感做决策。
	依赖型	依赖型决策风格者在面对重大决策时往往不能靠自己做出决策，需要别人的指导和建议才能做决定。
	冲动型	冲动型决策风格者的行事风格是速战速决，仅凭一时冲动或者即时感觉在短时间做出决策。
	逃避型	逃避型决策风格者只会一味的逃避，就是我们所说的“鸵鸟态”，尽可能的逃避决策，等待着事情自己解决。

## 2.2 对问题三的分析

对于问题三所提出的评估案例中人物存在心理问题的风险，经分析决定采用评价模型中的模糊层次综合评价模型，由于因变量是多个二分类变量的组合，故将正负框架数据整合为多分类变量，同时将自变量以四分位数为分割点离散成多分类变量。使用因子分析方法得到各自变量的权重，建立心理问题风险评估的体系。

为了验证模糊层次综合评价模型的评价效果，决定采用熵权值、灰度关联法、主成分分析模型再次对案例中人物存在心理风险进行测评排序。通过对比模型的评价效果，以确定所使用模型的稳定性。

最后，将三种评价模型进行集成，在一定程度上消除单一评价模型的缺点。由于不是所有的模型都可以进行集成，为了使集成具有一定的合理性，决定采用平均值法模型和模糊 Borda 法模型，对组合评价模型进行事前和事后检验。

## 2.3 对问题四的分析

结合第一阶段建立的结构方程模型的修正结果，再次对模型进行修正。考虑



到潜变量可能会对整个模型产生一定影响，在新模型中将其删除。利用观测变量之间产生的参数，预测影响各年龄段及总体青少年心理问题的因素，并将其做对比以找出其中差异，建立青少年心理问题的预警机制。最后根据模型结论并结合实际案例，给出相应的解决方案。

### 三、模型假设

1. 假设除了风险偏好、认知需要、决策风格外，其他因素不对青少年心理状况产生影响；
2. 假设各个自变量之间线性无关；
3. 假设调查问卷是随机抽查的不同年龄段的青少年人群；
4. 假设调查的青少年问卷调查过程中填写的认真客观；
5. 假设附件一给出的数据真实可靠；

### 四、符号说明

表格 2 变量符号说明

变 量名	说明
$a_{ij}$	因子载荷
$\varepsilon$	特殊因子，代表公因子以外的影响因素
$U$	评价对象的影响因素 $u_1, u_2, \dots, u_n$ 的集合
$V$	不同评价等级 $v_1, v_2, \dots, v_n$ 的集合
$R$	综合评价矩阵
$F$	$V$ 的模糊集合全集
$r_{ij}$	影响因素 $u_i$ 对等级 $v_i$ 的隶属度
$b_i$	第 $i$ 个因素 $u_i$ 的单因素评价集，它是 $V$ 上的模糊子集
$B$	模糊综合评价集
$P$	评价对象的综合评价分数
$x_i$	对第 $i$ 个样本第 $j$ 个评价指标的数值表示

---

$x_j$	第 $j$ 项指标
$y_i$	第 $j$ 项指标下第 $i$ 个指标值的比重
$e$	熵权值
$d$	信息效用价值
$w$	第 $j$ 个指标的权重
$\beta$	第 $i$ 个被评估目标与理想目标的关联度
$A$	因子载荷矩阵
$Q$	表示被评对象 $x_i$ 排在第 $h$ 名的得分
$\Lambda$	外生观测量与外生潜在变量之间的关系，是外生观测变量在外生潜在变量上的因子载荷矩阵
$\Lambda$	内生观测量与内生潜变量之间的关系，是内生观测变量在内生潜变量上的因子载荷矩阵
$B$	路径系数，表示内生潜变量之间的关系
$\Gamma$	路径系数，表示外生潜变量对内生潜变量的影响
$\zeta$	结构方程的残差项，反映了在方程中未能被解释的部分

---

## 五、模型的建立与求解

从所要解决的问题和对问题做出的假设出发，在对问题进行总的分析的基础上，分别对两个问题进行详细的分析和解释。首先数据进行预处理，从而对问题三建立了模糊层次综合评价模型、熵权值法模型、灰度关联法模型、主成分分析法模型和组合评价模型。对问题四根据第一阶段的结构方程模型进行修正。

## 5.1 数据预处理

### 5.1.1 数据清理

数据清理时通过光滑噪声数据、补充缺失值、删除或识别离群点，解决不一致性来进行数据清理。本文通过增加分组变量，将五个年龄段的分组设置为 1 到 5 组，并将数据合成为一个表。由于自变量认知需要由 18 个题目评定、决策风格中的五个维度分别由五个题目组成，每个题目得分相加构成了每个维度的得分。因此相关题目变量可以删除，只保留相关的最后得分。

### 5.1.2 数据格式转换

每一个变量名对应一个数据项，每个变量取不同的值，表示数据项代表不同的信息。为了更好地进行数据分析，需要将字符格式的数据，转换成数值型数据。

### 5.1.3 缺失值处理

数据的不完整性主要表现为数据缺失以及数据逻辑错误，通常是由于人工填表的疏忽或者填表人对表格的逻辑不清楚，或是数据录入电脑时的不严谨造成的。通过对全部数据的描述性统计，我们分析发现在 15 岁年龄组数据第 188 号数据存在缺失值。对于此例数据的缺失情况，我们认为是人为的随机缺失，可能是人为在数据录入时出现的错误。鉴于缺失数据只有一条，我们不建议使用删除改行，这样会使原数据质量有所影响。对于二分类的数据，我们在处理的过程中采用众数来填补。

## 5.2 问题三的求解

### 5.2.1 基于因子分析的模糊层次综合评价法模型

#### 5.2.1.1 模型描述

#### ①.因子分析模型

因子分析是通过研究多个变量间相关系数矩阵（或协方差矩阵）的内部依赖关系，找出能综合所有变量的少数几个随机变量，这几个随机变量是不可测量的，通常称为因子。然后根据相关性的大小把变量分组，使得同组内的变量之间相关性较高，但不同组的变量相关性较低。

各个因子间互不相关，所有变量都可以表示成公因子的线性组合。因子分析就是要减少变量的数目，用少数因子代替所有原始变量去解答原来的问题。

设有  $N$  个样本,  $P$  个指标,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$  为随机变量, 要寻找的公因子为  $F = (F_1, F_2, \dots, F_m)^T$ , 则模型  $F_i = b_{i1}X_1 + b_{i2}X_2 + \dots + b_{in}X_n (i=1, 2, \dots, m)$  称为因子模型。矩阵  $A = (a_{ij})$  称为因子载荷矩阵,  $a_{ij}$  为因子载荷 (Loading), 其实质就是公因子  $F_i$  和变量  $X_i$  的相关系数。  $\varepsilon$  为特殊因子, 代表公因子以外的影响因素, 实际分析时忽略不计。

对求得的公因子, 需要观察它们在哪些变量上有较大的载荷, 再据此说明该公因子的实际含义。如果难于对因子  $F_i$  给出一个合理的解释, 需要进一步作因子旋转, 以求旋转后能得到更加合理的解释。

因子模型有两个特点: 其一, 模型不受量纲的影响; 其二, 因子载荷不是唯一的, 通过因子轴的旋转, 可以得到新的因子载荷阵, 使其意义更加明显。

得到初始因子模型后, 因子载荷矩阵往往比较复杂, 不利于因子的解释。因子可以通过因子轴的旋转, 是载荷矩阵中各元素数值向 0~1 分化, 同时保持同一行中各元素平方和 (公因子方差) 不变。通过因子旋转, 各变量在因子上的载荷更加明显, 有利于对各公因子给出更加明显、合理的解释。

求出公因子后, 还可以用回归估计等方法求出因子得分的数学模型, 将各公因子表示成变量的线性形式, 进一步计算出因子得分, 并对各案例进行综合评价。

$$F_i = b_{i1}X_1 + b_{i2}X_2 + \dots + b_{in}X_n (i=1, 2, \dots, m)$$

因子分析过程中注意事项:

①样本量不能太小。对因子分析而言, 要求样本量比较充足, 否则结果可能不太可靠。一般而言, 要求样本量至少是变量数的 5 倍以上, 如果想得到比较理解的结果, 则应该是在 10 倍以上。其次, 除了比例关系外, 样本总量也不能太少, 按理论要求应该在 100 以上。

②不过在实际的经济和社会问题中, 很多时候样本量都达不到这个要求, 这时也可以适当放宽要求, 通过其他方面的分析来判断结果的可靠性。

③各变量间应该具有相关性。如果变量间彼此独立, 则无法从中提取公因子, 也就谈不上因子分析法的应用。在 SPSS 中, 可以通过 Bartlett' s 球形检验来判断, 如果相关阵是单位阵, 则各变量独立, 因子分析法无效。

④KMO 检验。KMO 检验用于检查变量间的偏相关性, 取值在 0~1 之间。KMO 统计量越接近 1, 变量间的偏相关性越强, 因子分析的效果越好。在实际分析中, 当 KMO 统计量在 0.7 以上时, 效果比较好; 当 KMO 统计量在 0.5 以下时, 则不适合应用因子分析法, 应考虑重新设计变量结构或者采用其他统计分析方法。

⑤因子分析中各公因子应该具有实际意义。在主成分分析中, 个主成分实际上是矩阵变化的结果, 因此意义不明显并不重要。但是在因子分析中, 提取的各因子应该具有实际意义, 否则就应该重新设计要测量的原始变量。

## ②.模糊层次综合评价法

模糊评价即在评价过程中引入模糊性概念, 运用模糊数学来处理心理问题的

风险,以反映心理问题的不确定性。模糊数学是对模糊性问题进行定量处理的一种方法,而层次分析法是定性和定量相结合的一种有效决策方法。将这两种方法结合起来对心理问题的风险进行综合评价。

模糊综合评价法是以模糊变换理论为基础,以模糊推理为主的定性和定量相结合,精确与非精确相统一的分析评判方法,引入隶属函数来描述客观事物差异的中间过渡的模糊数学方法,根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价。具体步骤如下:

1. 确定评价对象因素集、评价集和测量标度向量。因素集  $U$  称为评价对象的影响因素  $u_1, u_2, \dots, u_n$  的集合; 评价集  $V$  为不同等级  $v_1, v_2, \dots, v_n$  的集合; 测量标度向量为  $n$  维实向量  $H = (h(v_1), h(v_2), \dots, h(v_n))^T$  其中  $h$  为评价级  $V$  到闭区间  $[x, y]$  中  $n$  个点的映射。

2. 确定各影响因素的权重。模糊综合评价通过建立权重集,赋予各影响因素不同的权重值,突出各题项对整个评价体系的贡献,同时确保各维度指标权重集的综合为 1。即:  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n), \sum_{i=1}^n w_i = 1$ , 其中  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  采用 AHP 方法来进行确定,通过专家评估各项指标之间的相对重要性,建立判断矩阵,然后,通过求解矩阵特征值来获得各个因素集指标的权重系数。

3. 聚合各个指标获得模糊集。建立各个因素的评分隶属函数和综合评价矩阵  $R$ , 并求出隶属度和  $R$ , 因素集  $U$  中的每一个因素  $U_{ij}$ , 做一个评价  $f(U_{ij})$ , 则可得  $U$  到  $V$  的一个模糊映射  $f$ , 即  $\bar{u}_i f(U_{ij}) = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ij}) \in F(V)$ , 其中  $F(V)$  是  $V$  的模糊集合全集。根据模糊变换的定义, 模糊映射可以确定一个模糊关系  $R$ ,

称为模糊评价矩阵:  $R = (b_1, b_2, \dots, b_m)^T = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$ , 式中

$r_{ij} (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$  为影响因素  $u_i$  对等级  $v_i$  的隶属度,  $r_{ij} \in [0, 1]$ ,

$bi = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$  为第  $i$  个因素  $u_i$  的单因素评价集, 它是  $V$  上的模糊子集。

4. 求模糊综合评价集。通过综合评价矩阵  $R$  求模糊综合评价集  $B$ , 即  $B = W \times R = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ 。

5. 去模糊值。依据测量标度  $H$  和  $B$  计算出评价对象的综合评价分数  $P$ 。即

$$P = B \times H = \sum_{i=1}^n r_i \times i。$$

### 5.2.1.2 模型的分析

在确定因子的权重时，本文采用 SPSS19.0 统计软件对调查问卷的进行因子分析法处理，从而得到权重集，这样有助于减少传统的赋权法存在的主观误差。步骤如下：

第一，由于各指标的对应的数据量纲不同，首先对其进行标准化处理。

第二，确定因子层标准的权重集。利用 SPSS 统计软件进行因子分析，根据各指标变量对项目层指标的载荷量确定因子得分系数，因子得分系数表示因子层指标与项目层指标的相互关系，系数越大，说明该因子指标与项目层目标的关系越密切，其对项目层指标的贡献越大，所应赋予的权数也越大。再对因子得分系数进行归一化处理得因子层指标变量对项目层指标的权重集；

第三，利用 SPSS 在对项目层指标进行因子分析，假定主因子数为 1，得到各项目层指标对主因子的载荷模型，同样将所获得的各个因子得分系数进行归一化处理，得到项目层指标对心理状况的权重集。经巴特利特球形检验各年龄段的 P 值均大于 0.05，说明因子的相关系数矩阵非单位矩阵，能够提供最少的因子同时又能解释大部分的方差，即数据的效度较好。采用 SPSS 统计软件的主成分分析，并使用方差最大正交旋转法，抽取特征值大于 1 的因子，获得因子方差解释结构如表 3 所示。可以看出 7 个评价因子被归类到 3 个主因子上，说明本文所建立的指标体系有较大的合理性，且他们的总的方差贡献率达到 67.186%。因此本次因子提取总体效果较为理想。

表格 3 解释的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差 的 %	累积 %	合计	方差 的 %	累积 %	合计	方差 的 %	累积 %
1	2.2	31.434	31.434	2.2	31.434	31.434	2.177	31.099	31.099
2	1.506	21.511	52.945	1.506	21.511	52.945	1.503	21.467	52.566
3	1.008	14.405	67.35	1.008	14.405	67.35	1.035	14.784	67.35
4	0.846	12.081	79.431						
5	0.584	8.338	87.768						
6	0.453	6.475	94.243						
7	0.403	5.757	100						

提取方法：主成份分析。

第四，评价指标的权重确定。通过最大方差法 Varimax 对方差矩阵进行旋转，得出各评价因子对项目层指标的载荷量，如表 4 所示各测量题项在相应变量上的因子载荷均在 0.5 以上，表明调查数据具有较好的结构效度。同时可以看出因子 1 包含了直觉型、依赖型、回避型、冲动型。将每个因子的载荷系数进行归一化处理，得到各因子层指标在项目层指标中的权重如表 5 所示。从表中可以看出回避型对因子 1 的贡献最大，认知需要对因子 2 的影响最大。各项目层因子对总目标层的重要性程度由方差的贡献率来解释，如表 5 所示将各因子的方差解释量进行归一化处理，得到项目层因子 1、因子 2、因子 3 的权重值分别为 0.467、0.315 和 0.218。权重值的大小排列表示各因子对心理因素评价的总要性程度的排列，可见因子 1>因子 2>因子 3。且最终形成的总排序权重，一致性检验 C.R.<0.10，

因此可以认为总排序结果具有一致性。

表格 4 旋转后的因子载荷

指标项	成份		
	1	2	3
风险偏好			0.923
认知需要		0.746	
理智型		0.842	
直觉型	0.705		
依赖型	0.664		
回避型	0.776		
冲动型	0.748		

注：抽取方法为主成分分析法，旋转方法为 最大正交旋转法

表格 5 因子权重分布

评价因子	权重值	合计
直觉型	0.252	
依赖型	0.246	1
回避型	0.260	
冲动型	0.243	
认知需要	0.503	1
理智型	0.497	
风险偏好	1.000	1

表格 6 所有年龄段心理风险评价指标体系

目标层	制约层	权重	指标层	权重	总排序权重
心理问题的风险	成分 1	0.462	直觉型	0.252	0.084
			依赖型	0.246	0.082
			回避型	0.260	0.087
			冲动型	0.243	0.081
	成分 2	0.319	认知需要	0.503	0.168
			理智型	0.497	0.166
	成分 3	0.220	风险偏好	1.000	0.333

各年龄段的心理问题风险的评价指标体系，详见附件一。

### 5.2.1.3 心理问题的风险评价

心理问题的评价指标集  $U$  包含 3 个指标，即  $U = (U_i)(i=1,2,3)$ ，其中  $U_i$  分

别代表由第二层指标  $U_{ij}$  构成，评价集  $V = (v_1, v_2, v_3, v_4) = (1, 2, 3, 4)$ ，评价集的取值由各个自变量取值的四分位点划分成四个等级，分别计算各个等级的统计量。评价矩阵  $R = (r_{ij})$ ，权重集  $W = (w_{ij})$ 。通过附件一的问卷调查资料，可以得到指标  $U_{ij}$  隶属于评价集  $V$  的结果。

利用模糊综合评价模型得出总体的因子 1、因子 2 和因子 3，各项制约层心理问题风险的评判矩阵  $R = (r_{ij})$ ：

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.331 & 0.273 & 0.208 & 0.188 \\ 0.332 & 0.239 & 0.201 & 0.227 \\ 0.266 & 0.331 & 0.198 & 0.205 \\ 0.326 & 0.133 & 0.339 & 0.202 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.260 & 0.261 & 0.259 & 0.219 \\ 0.303 & 0.276 & 0.186 & 0.235 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = [0.263 \quad 0.246 \quad 0.268 \quad 0.223]$$

利用模糊综合评价法，采用  $M(\bullet, +)$  模型，对各制约层指标评价集  $B_i$  进行处理：

$$B_1 = W_1 \times R_1 = (0.314 \quad 0.246 \quad 0.236 \quad 0.206)$$

$$B_2 = W_2 \times R_2 = (0.281 \quad 0.269 \quad 0.223 \quad 0.227)$$

$$B_3 = W_3 \times R_3 = (0.263 \quad 0.246 \quad 0.268 \quad 0.223)$$

对各制约层评价集进行去模糊计算，分别得到对因子 1、因子 2、因子 3 的评价值  $P_i$ 。

$$P_1 = 4B_{11} + 3B_{12} + 2B_{13} + B_{14} = 2.670$$

$$P_2 = 4B_{21} + 3B_{22} + 2B_{23} + B_{24} = 2.604$$

$$P_3 = 4B_{31} + 3B_{32} + 2B_{33} + B_{34} = 2.549$$

利用模糊综合评价法，得到心理状况模糊综合评价的最终评价集  $A$

$$A = W \times B = (0.292, 0.253, 0.239, 0.216)$$

对最终评价集进行去模糊计算，得到心理状况的综合评价  $P_{final}$

$$P_{final} = 4 \times 0.292 + 3 \times 0.253 + 2 \times 0.239 + 0.216 = 2.623$$



根据 P 的数值可判断心理状况的风险情况,表 7 所示显示了上述综合评价的结果。

表格 7 所有年龄段心理问题风险模糊综合评价结果

评价指标	模糊聚集				去模糊后值
	1	2	3	4	
成分 1	0.314	0.246	0.236	0.206	2.670
成分 2	0.281	0.269	0.223	0.227	2.604
成分 3	0.263	0.246	0.268	0.223	2.549
总体	0.292	0.253	0.239	0.216	<b>2.623</b>

同理可以得到各个年龄段的评价矩阵。

表格 8 9 岁年龄组心理问题风险模糊综合评价结果

评价指标	模糊聚集				去模糊后值
	1	2	3	4	
成分 1	0.296	0.260	0.208	0.236	2.617
成分 2	0.283	0.245	0.235	0.236	2.576
成分 3	0.364	0.146	0.321	0.168	2.707
总体	0.307	0.231	0.241	0.221	<b>2.624</b>

表格 9 11 岁年龄组心理问题风险模糊综合评价结果

评价指标	模糊聚集				去模糊后值
	1	2	3	4	
成分 1	0.307	0.255	0.190	0.249	2.620
成分 2	0.260	0.262	0.259	0.218	2.566
成分 3	0.264	0.239	0.321	0.175	2.593
总体	0.284	0.254	0.239	0.224	<b>2.598</b>

表格 10 11 岁年龄组心理问题风险模糊综合评价结果

评价指标	模糊聚集				去模糊后值
	1	2	3	4	
成分 1	0.317	0.243	0.245	0.195	2.682
成分 2	0.267	0.261	0.227	0.245	2.550
成分 3	0.318	0.221	0.243	0.218	2.639
总体	0.302	0.244	0.239	0.215	<b>2.632</b>

表格 11 13 岁年龄组心理问题风险模糊综合评价结果

评价指标	模糊聚集				去模糊后值
	1	2	3	4	
成分 1	0.309	0.251	0.246	0.193	2.676
成分 2	0.296	0.231	0.260	0.213	2.610
成分 3	0.261	0.357	0.175	0.207	2.671
总体	0.297	0.265	0.236	0.202	<b>2.656</b>

表格 12 17 岁年龄组心理问题风险模糊综合评价结果

评价指标	模糊聚集				去模糊后值
	1	2	3	4	
成分 1	0.314	0.214	0.275	0.197	2.646
成分 2	0.315	0.230	0.246	0.209	2.651
成分 3	0.300	0.257	0.239	0.204	2.654
总体	0.311	0.231	0.256	0.203	<b>2.650</b>

#### 5.2.1.4 心理问题的风险评估结果分析

通过对因变量的数据进行量化,从表 7-12 可以看出所有年龄段和各年龄分组的青少年心理问题风险的去模糊后值。其中所有年龄段的心理问题风险的去模糊后值为 2.623, 11 岁年龄组的心理状况的去模糊值为 2.598 低于总体水平, 9 年龄组去模糊值为 2.624, 与总体心理状况相持平。13 岁、15 岁和 17 岁年龄组去模糊值分别为 2.632、2.656、2.650 均略高于总体水平。

因此可以得出 9 岁年龄段存在心理问题的风险较所有年龄段的风险居中, 11 岁年龄段存在心理问题的风险较低, 13 岁、15 岁、17 岁年龄段存在心理问题的风险较高。

#### 5.2.1.5 心理问题的风险评估的 IPA 分析

IPA 分析法,即重要性及其表现分析方法,基本原理是根据评级指标的重要性高低以及满意程度的高低制作四象限矩阵。以正负项贡献值为纵坐标,以指标重要性为横坐标。

当测评指标位于第一象限时,说明这类测评指标的重要和正负项贡献值均处于较高水平,是心理状况评价的优势所在,需要保持。当测评指标位于第二象限时,说明指标的正负向贡献值较大,但是重要性低,是需要注意的指标。当测评指标位于第三象限时,说明这些指标的正负向贡献值低,重要性也低,是需要特别关注和需要改善的指标。测评指标位于第四象限时,说明指标的正负向贡献值低,重要性较高,需要关注相关的指标的表现。为使各项目指标满意度水平的比较可以直观化,由  $V_i = B_i \times H$ , 其中  $H = (4, 3, 2, 1)$ , 可计算心理状况风险评价体系指标层各层指标的满意度。

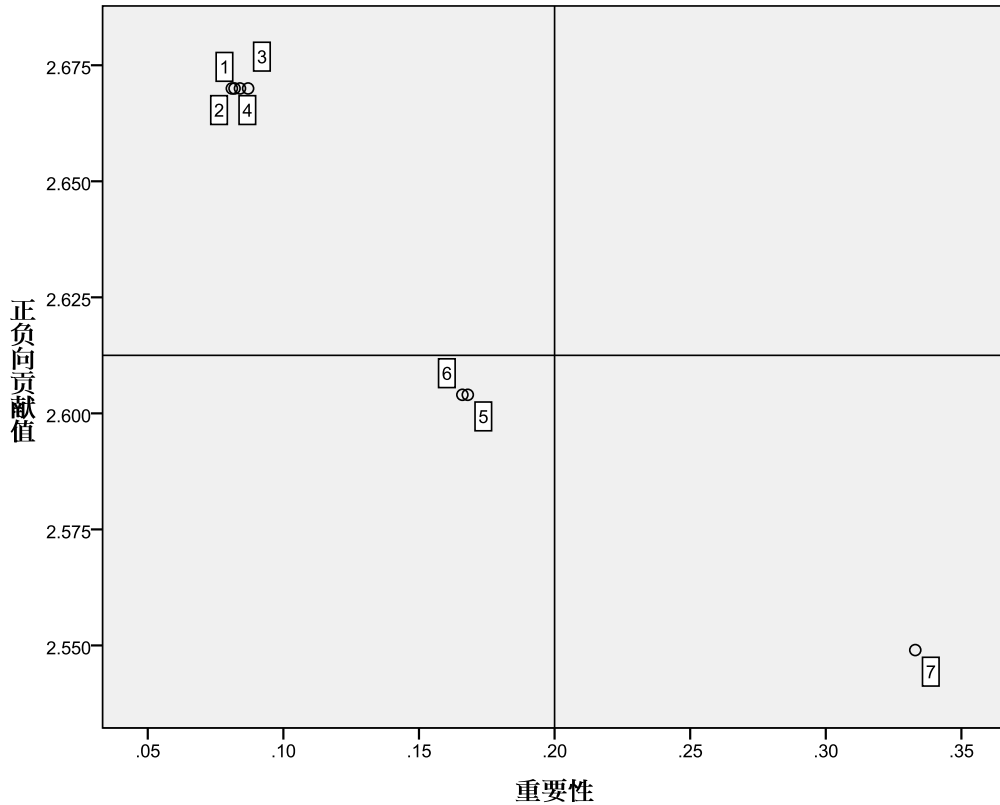
根据重要性值和正负向贡献值将矩阵分为 4 个象限,对影响心理状况的 7 个变量分别进行重要性和正负向贡献程度测评。图 1 显示了在所有年龄段中 7 个变量在矩阵中的分布情况,可以看出在总体矩阵中直觉型、依赖型、回避型、冲动型位于第二象限,认知需要、理智型位于第三象限,风险偏好位于第四象限。即可以看出在所有年龄段中直觉型、依赖型、回避型、冲动型对心理状况的正负框架的重要性较小,但是贡献值较大,需要加以重视。认知需要、理智型的重要性较小,贡献值也最小,因此需要加以重视修正相关的因素。风险偏好的重要性较大,但是正负向的贡献值较低,需要加以重视提高风险偏好的贡献值。

其他年龄段的重要性-正负向贡献值图详见附件二。

比较总体和五个年龄段的重要性-正负向贡献值图,可以看出在所有年龄段风险偏好的重要性都较大,但是在各个年龄段的正负向贡献值均大于总体。

直觉型、依赖型、回避型、冲动型在 11 岁年龄组和 13 岁年龄组和 15 岁年龄组的重要性较低,但是正负向贡献值较大,与总体的取值相近似。但是在 9 岁年龄组和 17 岁的重要性较小,同时正负向贡献值也是最小。

认知需要和理智型在总体和除了 17 岁组外的年龄组内的正负向贡献值均较小,同时重要性的值也较小,但是在 17 岁年龄组的重要性较小,正负向贡献值较大。



图表 1 所有年龄段重要性-正负向贡献值图

## 5.2.2 基于熵权法的评价模型

### 5.2.2.1 模型描述

熵 (entropy) 一般用来反应一种能量在系统中分布的平均水平。如果系统是混沌的, 具有较少的信息, 实用价值低, 那么它的熵值就比较大; 反之系统是清晰的, 有较多的信息, 实用价值高, 那么说明它的熵值就比较小。熵值法是从客观角度予以赋权的方法, 现在已经被运用到其他的一些领域, 具备很大的钻研意义。它是利用所给目标的指标计算出它的熵值, 按照指标的转变水平对整个体系的影响来决定权重值。转变水平对整个体系影响越大的, 就具有更大的权重。

比如考虑随机实验 A, 假设实验有  $n$  个可能的独立结果, 记为  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , 这  $n$

个结果出现的概率分别是  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , 它们满足以下条件:  $0 \leq p_i \leq 1 (i=1, 2, \dots, n)$

及  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ 。这里由于要度量不确定性, 介绍个信息熵 (Shannon) 函数

$$H_n = H(p_1, p_2, \dots, p_n) = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad (k \text{ 是一个大于零的常数})。$$

由不等式  $1 - \frac{1}{x} \leq \ln x \leq x - 1 (x > 0)$ , 对于任意的  $\sum_{i=1}^n r_i = \sum_{i=1}^n q_i = 1$  的  $r_i$  和  $q_i$  可得

$$\ln \frac{q_i}{r_i} \leq \frac{q_i}{r_i} - 1, \text{ 从而得到}$$

$$\sum_{i=1}^n r_i \ln \frac{q_i}{r_i} \leq \sum_{i=1}^n r_i \left( \frac{q_i}{r_i} - 1 \right) = 0, \text{ 即 } \sum_{i=1}^n r_i \ln r_i \geq \sum_{i=1}^n r_i \ln q_i \dots\dots\dots (1)$$

当且仅当  $r_i = q_i (i=1, 2, \dots, n)$  时, (1) 等号成立。

令  $r_i = \frac{u_i}{u}, q_i = \frac{v_i}{v}$ , 代入 (1) 式时, 得到

$$\sum_{i=1}^n u_i \ln \frac{u_i}{v} \geq u \ln \frac{u}{v} \dots\dots\dots (2)$$

当且  $\frac{u_i}{u} = \frac{v_i}{v} (i=1, 2, \dots, n)$ , (2) 式等号成立。取  $p_i = \frac{u_i}{u}, v_i = 1 (i=1, 2, \dots, n)$ , 可得

$$H_n = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \leq -k u \ln \frac{u}{v} = k \ln n \dots\dots\dots (3)$$

当  $p_i = \frac{1}{n} (i=1, 2, \dots, n)$  时, (3) 式等号成立。

所以由上述推导过程, 可得知当  $p_i = \frac{1}{n} (i=1, 2, \dots, n)$  时,  $H_n$  达到最大值。所以最大熵原理的离散形式为:

$$\max S(p) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \ln p(x_i)$$

$$\text{st.} \quad \sum_{i=1}^n \varphi(x_i) p(x_i) = u_k$$

$$\sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

$$p(x_i) \geq 0$$

其中,  $p(x_i)$  是离散分布的概率,  $\varphi(x_i)$  是  $x_i$  的函数,  $u_k$  是常数 ( $k=1, 2, \dots, n$ )。

### 5.2.2.2 模型的分析

基于上述熵权法的基本思想利用熵权法建立的评价模型时信息熵是一个很重要的指标。以下阐述熵权法建立评价模型的主要步骤：

第一，原始数据的收集与整理。假如一个问题有  $m$  个被评估的对象， $n$  个评估指标，如此就构成了由  $m$  个样本  $n$  个指标做的评价问题，它可以构成评价体系的

初始数据矩阵  $X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} X = \{x_{ij} | 0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq n\}$ , 这里  $x_{ij}$  是对第  $i$  个

样本第  $j$  个评价指标的数值表示。

第二，数据的标准化处理。考虑到各个指标的量纲、数量级均有不同，所以需要量纲进行标准化处理的步骤，以消除因为量纲不同对评价结果的影响。

$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}; x_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}}$ , 这里  $x_j$  是第  $j$  项指标，第  $j$  项指标的最大值、最小

值、标准化值分别是  $x_{\max}, x_{\min}, x'_{ij}$ 。如果具有指标越大越好的特点的话，那么采用前面一个公式；若具有指标的值越小越好的特点，就选用后面一个公式。

第三，建立数据的比重矩阵。计算第  $j$  项指标下第  $i$  个指标值的比重  $y_{ij}$ ，

$y_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}} (0 \leq y_{ij} \leq 1)$ , 通过这能够构造出数据的比重矩阵  $Y = \{y_{ij}\}_{m \times n}$

第四，计算熵权值  $e$  和信息效用价值  $d$

1、计算第  $j$  项指标的信息熵值的公式为

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n y_{ij} \ln y_{ij} \quad (\text{式中, } k \text{ 为常数, } K = \frac{1}{\ln m})$$

2、效用价值  $d_j = 1 - e_j$ 。其中  $e_j$  为信息熵值，它与 1 之间的差  $d_j$  决定了指标信息的有效代价。信息的有效代价越大，对评估的重要性也就越大，权重也就越大。

第五，计算评价指标的权重。使用熵值法估计了各指标的权重，其实质是使用指标信息的有效代价系数来计算，有效代价系数越高，评价的重要性也就越大（即权重越大的话，就具有越高的评价贡献）。第  $j$  项指标的权重为

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^m d_i}, 0 \leq w_j \leq 1 \text{ 且 } \sum_{i=1}^n w_j = 1$$

第六，计算样本的评价值。利用加权求和公式  $U = \sum_{i=1}^n y_{ij}w_j$  计算出样本的评

价值, 其中  $U$  为综合评价值,  $n$  为指标个数,  $w_j$  为第  $j$  个指标的权重。显然, 当  $U$  越大, 样本的效果越好, 然后将所有的  $U$  值进行比较, 即得出评价的结论。

根据以上熵权法的原理及步骤, 建立影响心理问题的风险的熵权法评价模型, 利用 Matalab 软件(程序见附录四)来完成熵权法算法, 可计算求得如下的结果:

#### ①生命正负向框架

(1) 归一化矩阵

$$Y = \begin{pmatrix} 0.0254 & 0.0366 & 0.0365 & 0.0349 & 0.0372 & 0.0372 & 0.0372 \\ 0.0302 & 0.0368 & 0.0372 & 0.0361 & 0.0370 & 0.0369 & 0.0367 \\ 0.0300 & 0.0360 & 0.0339 & 0.0354 & 0.0362 & 0.0365 & 0.0369 \\ 0.0372 & 0.0372 & 0.0370 & 0.0372 & 0.0371 & 0.0366 & 0.0371 \end{pmatrix}$$

(2) 各指标的熵值

$$e = (0.9933 \quad 0.99995 \quad 0.9995 \quad 0.9998 \quad 0.99996 \quad 0.99998 \quad 0.99999)$$

(3) 各指标的差异系数, 即效用价值

$$d = (0.0067 \quad 0.00005 \quad 0.0005 \quad 0.0002 \quad 0.00004 \quad 0.00002 \quad 0.00001)$$

(4) 各指标的熵权

$$w = (0.8940 \quad 0.0064 \quad 0.0636 \quad 0.0269 \quad 0.0056 \quad 0.0026 \quad 0.0010)$$

(5) 各指标的评价值  $U = \begin{pmatrix} 0.7138 \\ 0.8323 \\ 0.8205 \\ 0.9997 \end{pmatrix}$

表格 13 熵权值法排序结果

生命正负向取值	BB	AB	BA	AA
灰色关联法	1	2	3	4

#### ②生活正负向框架

(1) 归一化矩阵

$$Y = \begin{pmatrix} 0.0264 & 0.0371 & 0.0371 & 0.0362 & 0.0371 & 0.0351 & 0.0371 \\ 0.0299 & 0.0367 & 0.0367 & 0.0370 & 0.0369 & 0.0353 & 0.0365 \\ 0.0293 & 0.0364 & 0.0362 & 0.0371 & 0.0369 & 0.0371 & 0.0370 \\ 0.0371 & 0.0371 & 0.0366 & 0.0366 & 0.0364 & 0.0344 & 0.0366 \end{pmatrix}$$

(2) 各指标的熵值

$$e = (0.9942 \quad 0.99998 \quad 0.99997 \quad 0.99996 \quad 0.99998 \quad 0.9997 \quad 0.99998)$$

(3) 各指标的差异系数，即效用价值

$$d = (0.0058 \quad 0.00002 \quad 0.00003 \quad 0.00004 \quad 0.00002 \quad 0.0003 \quad 0.00002)$$

(4) 各指标的熵权

$$w = (0.9321 \quad 0.0037 \quad 0.0049 \quad 0.0059 \quad 0.0028 \quad 0.0474 \quad 0.0031)$$

$$(5) \text{ 各指标的评价值 } U = \begin{pmatrix} 0.7288 \\ 0.8166 \\ 0.8044 \\ 0.9962 \end{pmatrix}$$

表格 14 熵权值法排序结果

生活正负向取值	BB	AB	BA	AA
灰色关联法	1	2	3	4

③娱乐正负向框架

(1) 归一化矩阵

$$Y = \begin{pmatrix} 0.0239 & 0.0371 & 0.0362 & 0.0358 & 0.0366 & 0.0360 & 0.0365 \\ 0.0290 & 0.0371 & 0.0373 & 0.0373 & 0.0373 & 0.0373 & 0.0366 \\ 0.0293 & 0.0368 & 0.0361 & 0.0367 & 0.0363 & 0.0372 & 0.0373 \\ 0.0373 & 0.0373 & 0.0369 & 0.0368 & 0.0357 & 0.0360 & 0.0360 \end{pmatrix}$$

(2) 各指标的熵值

$$e = (0.99089 \quad 0.99999 \quad 0.99993 \quad 0.99992 \quad 0.99991 \quad 0.99989 \quad 0.99994)$$

(3) 各指标的差异系数，即效用价值

$$d = (0.00911 \quad 0.00001 \quad 0.00007 \quad 0.00008 \quad 0.00009 \quad 0.00011 \quad 0.00006)$$

(4) 各指标的熵权

$$w = (0.9564 \quad 0.0011 \quad 0.0075 \quad 0.0088 \quad 0.0092 \quad 0.0111 \quad 0.0059)$$

$$(5) \text{ 各指标的评价值 } U = \begin{pmatrix} 0.6560 \\ 0.7876 \\ 0.7925 \\ 0.9988 \end{pmatrix}$$

表格 15 熵权值法排序结果

娱乐正负向取值	BB	BA	AB	AA
灰色关联法	1	2	3	4

## 5.2.3 灰度关联法模型

### 5.2.3.1 模型描述

灰度关联分析法是一种体系的分析方法，该方法是根据数据的基础，按照一定的原则确定几个数列之间的关联系数与关联度。

基于以上思想，假设  $m$  个被评价的对象， $n$  个评价指标，这样就组成了由  $m$  个样本  $n$  个评价指标的评价问题。

第一，构建评价系统的初始数据矩阵：

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} X = \{x_{ij} | 0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq m\}, \text{ 其中 } x_{ij} \text{ 表示第 } i \text{ 个样本第 } j$$

个评价对象。

第二，评价指标的数值。选取理想对象  $R_0 = (1, 1, \dots, 1)$

第三，对原始数据进行无量纲化处理。

$$x'_{ij} = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_j}{x_{\max} - x_{\min}}$$

其中  $x_j$  为第  $j$  项指标，第  $j$  项指标的最大值、最小值、标准化值分别为  $x_{\max}$ 、

$x_{\min}$ 、 $x'_{ij}$ 。这与熵权值法的数据处理是一样的。

$$\text{将处理后的数据与理想对象组成新的矩阵, } X = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

第四，计算关联系数

$$\beta_i(j) = \frac{\min_i \min_j |1 - x'_{ij}| + \rho \max_i \max_j |1 - x'_{ij}|}{|1 - x'_{ij}| + \rho \max_i \max_j |1 - x'_{ij}|}, \quad \rho \in [0, 1], \text{ 一般 } \rho = 0.5$$

$$\text{得到关联矩阵为 } \beta = \begin{pmatrix} \beta_1(1) & \beta_1(2) & \cdots & \beta_1(n) \\ \beta_2(1) & \beta_2(2) & \cdots & \beta_2(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_m(1) & \beta_m(2) & \cdots & \beta_m(n) \end{pmatrix}$$



第五，令  $\beta(i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \beta_i(j)$ ， $\beta(i)$  是第  $i$  个被评估目标与理想目标的关联度大

小。 $\beta(i)$  越大，表示第  $i$  个被评估的目标与理想目标的关联度越高，从而得到其所在的被评价目标越好。

### 5.2.3.2 基于灰度关联法建立的评价模型

利用 Matalab 软件(程序见附录四)来完成灰度关联法算法, 可计算求得如下的结果:

①生命正负框架灰度关联法评价

$$\text{关联系数矩阵 } \beta = \begin{pmatrix} 0.9722 & 0.9668 & 0.8916 & 1 & 1 & 1 \\ 0.9808 & 1 & 0.9471 & 0.9888 & 0.9861 & 0.9774 \\ 0.9404 & 0.8505 & 0.9107 & 0.9498 & 0.9863 & 0 \\ 1 & 0.9915 & 1 & 0.9987 & 0.9696 & 0.9969 \end{pmatrix}$$

$$\text{关联度大小 } B = \begin{pmatrix} 0.9199 \\ 0.9437 \\ 0.9029 \\ 0.9938 \end{pmatrix}$$

关联度计算得到影响心理因素的的排名如表 13。

表格 16 灰度关联法排序

生命正负向取值	BA	AA	AB	BB
灰色关联法	1	2	3	4

②生活正负框架灰度关联法评价

$$\text{关联系数矩阵 } \beta = \begin{pmatrix} 0.9976 & 0.9863 & 0.9509 & 1 & 0.8991 & 1 \\ 0.9766 & 0.9619 & 0.9912 & 0.9901 & 0.9089 & 0.9659 \\ 0.9625 & 1 & 1 & 0.9864 & 1 & 0.9909 \\ 1 & 0.9599 & 0.9694 & 0.9637 & 0.8699 & 0.9102 \end{pmatrix}$$

$$\text{关联度大小 } B = \begin{pmatrix} 0.9237 \\ 0.9304 \\ 0.9488 \\ 0.9619 \end{pmatrix}$$

表格 17 灰度关联法排序

生活正负向取值	AA	AB	BA	BB
灰色关联法	1	2	3	4

③娱乐正负向框架灰度关联法排序

$$\text{关联系数矩阵 } \beta = \begin{pmatrix} 0.9907 & 0.09425 & 0.9226 & 0.9631 & 0.9323 & 0.9593 \\ 0.9889 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.9608 \\ 0.9712 & 0.9359 & 0.9673 & 0.9474 & 0.9939 & 1 \\ 1 & 0.9770 & 0.9744 & 0.9215 & 0.9350 & 0.9349 \end{pmatrix}$$

$$\text{关联度大小 } B = \begin{pmatrix} 0.8986 \\ 0.9485 \\ 0.9302 \\ 0.9633 \end{pmatrix}$$

表格 18 灰度关联法排序

娱乐正负向取值	AA	BA	AB	BB
灰色关联法	1	2	3	4

## 5.2.4 主成分分析模型

### 5.2.4.1 模型描述

在实际生活中, 人们对一个问题进行研究的时候, 会考虑到较多的影响因素, 这样对问题的研究才会更深入、全面, 才会获得更多的信息。但是这样也会对研究造成一定的困难, 使得研究难以实行。为此, 需要提取能够包括大部分信息的最主要的因素, 降低问题的维度, 也使得研究能够顺利进行。主成份分析法就是一种在尽量不减少或者少减少问题信息的条件下, 找到几个能够控制原本变量的随机变量, 将多个因子变量减少成几个因子变量来研究问题, 而这几个变量能够高度涵盖问题的内在关联。

主成份分析法的主要思想是通过把几个有联系的指标缩小到几个综合的指标, 主要是通过主成份分析, 选出  $k$  个主要的因子对其进行分析, 考虑这  $k$  个主因子与原始指标间的关系, 然后确定每个主因子的含义, 再将每一个主因子的方差贡献率作为权重, 这样可得到由主成份分析法得到的评价模型。

主成份分析法的数学模型是: 设问题有  $p$  个变量  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , 每个变量  $x_i (i=1, 2, \dots, p)$  的平均值是 0, 标准差是 1, 获得的数据矩阵  $X_{n \times p}$ , 这  $p$  个变量分别用  $f_1, f_2, \dots, f_k$  的线性组合来表示, 将到如下的方程组:

$$\begin{cases} x_1 = u_1 + a_{11}f_1 + a_{12}f_2 + \dots + a_{1k}f_k + \varepsilon_1 \\ x_2 = u_2 + a_{21}f_1 + a_{22}f_2 + \dots + a_{2k}f_k + \varepsilon_2 \\ \dots\dots\dots \\ x_p = u_p + a_{p1}f_1 + a_{p2}f_2 + \dots + a_{pk}f_k + \varepsilon_p \end{cases}$$

用矩阵表示为:  $X_{p \times n} = u_{p \times 1} + A_{p \times m} F_{m \times 1} + \varepsilon_{p \times 1}$

其中  $X_{p \times n}$  是原始变量构成的矩阵转置,  $A_{p \times m}$  为因子载荷矩阵, 元素  $a_{ij}$  为因子载荷,  $F$  为公共因子,  $\varepsilon$  为特殊因子, 它是无法测量的, 代表无法解释的那部分量,  $\varepsilon$  的平均值为 0。因为载荷矩阵  $A_{p \times m}$  反映公共因子的重要程度, 因此要求  $A$  的元素  $a_{ij}$  的取值方便客观的解释, 最好是每列两极分化。

于是, 取一个正交矩阵  $T_{m \times m}$  (叫做旋转矩阵):  $T_{m \times m} T_{m \times m}' = I_{m \times m}$ , 其中  $I$  是单位矩阵, 做旋转:

$$\begin{aligned} X_{p \times n}' &= u_{p \times 1} + A_{p \times m} F_{m \times 1} + \varepsilon_{p \times 1} \\ &= u_{p \times 1} + A_{p \times m} I_{m \times 1} + \varepsilon_{p \times 1} \\ &= u_{p \times 1} + A_{p \times m} (TT')_{m \times 1} + \varepsilon_{p \times 1} \\ &= u_{p \times 1} + (A_{p \times m} T)(T' F_{m \times 1}) + \varepsilon_{p \times 1} \\ &= u_{p \times 1} + A_{p \times m}^* F_{m \times 1}^* + \varepsilon_{p \times 1} \end{aligned}$$

其中  $A_{p \times m}^* = A_{p \times m} T$ ,  $F_{m \times 1}^* = T' F_{m \times 1}$ ,  $A^*$  作为载荷矩阵解释新的公共因子  $F^*$ 。

#### 5.2.4.2 模型的分析

主成分分析的基本步骤如下:

第一, 将数据进行归一化, 进行变量的无量纲化;

第二, 求出标准化后的相关矩阵;

第三, 求出相关矩阵的特征值与特征向量;

第四, 计算出方差贡献率及累积方差贡献率;

第五, 确定因子  $x_1, x_2, \dots, x_p$  为  $p$  个因子, 当前面  $k$  个因子的累积贡献率高于 85%

的时候, 才能够选择前面  $k$  个因子来反映原来的  $p$  个评价因子;

第六, 因子旋转: 如果无法确定这  $k$  个因子, 则需要将因子进行旋转来获得更明显的意义;

第七, 通过利用原来指标的线性组合来算的每个因子的分数;

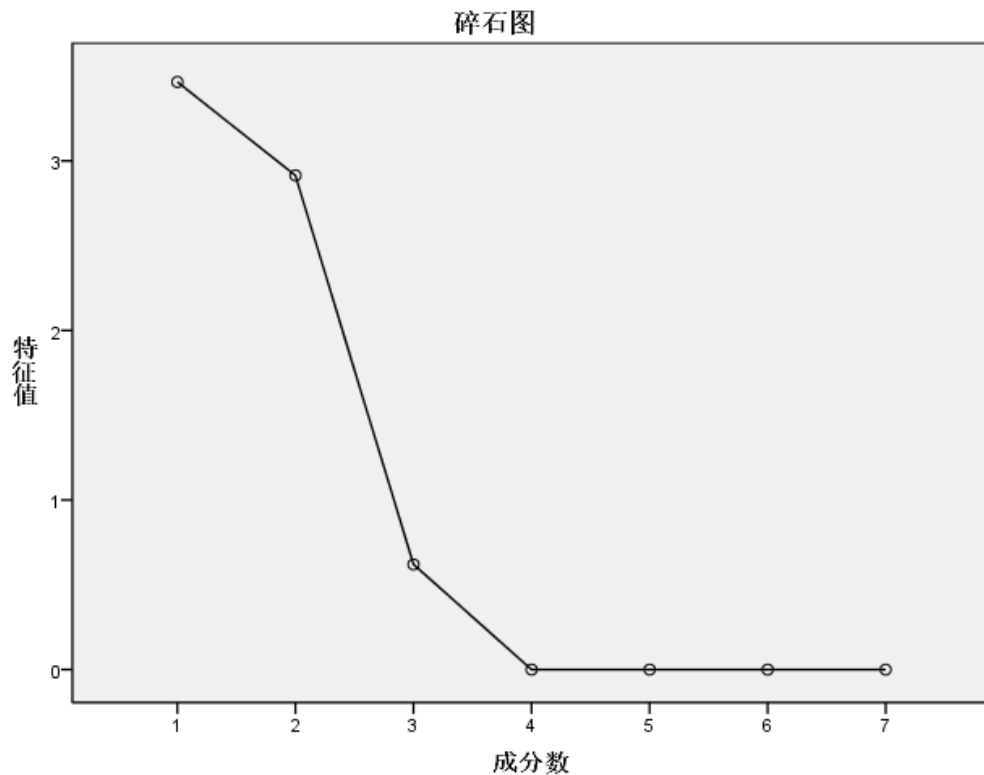
第八, 求出总的分数, 一般是将每个因子的方差贡献率当作极值, 通过每个因子的线性组合获得总体巧估指标函数。

在本文中, 对生命、生活和娱乐三个因变量的正负向取值组合 (AA、AB、BA、BB) 所对应各个心理因取均值, 通过使用 SPSS 软件, 利用主成份分析方法对案例中不同取值组合的心理问题风险进行分析, 得到的主成份分析的总方差解释如表 19 所示, 因子碎石图如图 2 所示。

表格 19 解释的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
1	3.465	49.506	49.506	3.465	49.506	49.506
2	2.914	41.634	91.140	2.914	41.634	91.140
3	.620	8.860	100.000			
4	2.199E-16	3.142E-15	100.000			
5	7.925E-17	1.132E-15	100.000			
6	4.609E-17	6.584E-16	100.000			
7	-3.213E-1	-4.590E-15	100.000			
	6					

提取方法：主成份分析。



图表 2 因子碎石图

从表 19 可以得到，由 2 个主因子的累计贡献率高达 91.14%。从因子碎石图也可以得到从第 2 个因子开始，曲线变的比较平缓，接近一条直线。所以可以抽取前 2 个因子。因此影响心理问题的正负向框架的自变零变量风险偏好、认知需要、决策风格的理智型、直觉型、依赖型、回避型和冲动型可以由两个主因子来线性组合。

分别对生活正负框架、生命正负框架、娱乐正负框架计算两个主因子的综合分数。本文基于加权系数的特征值的贡献率来计算总分数，计算得到各主因子的综合得分分别为情况如表 20-22 所示。

表格 20 生活正负向主成分分析法排序结果

生活正负向	第一主因子	排名	第二主因子	排名	F	综合排序
(A, A)	0.83372	1	1.22855	1	92.42	1
(A, B)	-0.24958	3	-0.18615	3	-20.11	3
(B, A)	-1.30991	4	0.15434	2	-58.42	4
(B, B)	0.72577	2	-1.19674	4	-13.89	2

表格 21 生命正负向主成分分析法排序结果

生命正负向	第一主因子	排名	第二主因子	排名	F	综合排名
(A, A)	0.05514	3	1.37724	1	51.03	1
(A, B)	0.26148	2	0.07868	2	16.17	3
(B, A)	-1.35799	4	-0.59168	3	-90.38	4
(B, B)	1.04137	1	-0.86425	4	23.18	2

表格 22 娱乐正负向主成分分析法排序结果

娱乐正负向	第一主因子	排名	第二主因子	排名	第三主因子	排名	F	综合排名
(A, A)	-0.13684	3	-1.11296	4	-0.99629	4	-64.61	4
(A, B)	-0.09525	2	1.31912	1	-0.70771	3	29.07	2
(B, A)	-1.09748	4	-0.10196	3	1.01742	1	-34.35	3
(B, B)	1.32957	1	-0.10420	2	0.68658	2	69.89	1

## 5.2.5 组合评价模型

### 5.2.5.1 模型描述

组合评价模型集成的基本思想是指将两个或者两个以上的评价方法通过一定的方式进行组合而成的另一个不一样的综合评价方法。由于利用有差别的评估方法对相同的目标进行评估的话,也会获得不一样的结果。这就存对评价对象寻找一种较优的评价模型。因此,本文结合不同单一评价模型得到的排序或者权重系数进行组合,得到综合的组合评价模型。

上文中,我们首先建立了三个单一的评价模型,然后将单一的熵权法、灰度

关联法、主成分分析法的评价模型进行集成,建立了平均值模型与模糊 Borda 模型。平均值模型是单纯地将各个单一评价模型得到的排序结果进行组合,而模糊 Borda 模型则考虑了各个单一评价模型得到排序差异的因素下,将排序结果进行集成。

将单一的评价模型进行集合是否具有合理性,这需要在模型进行集成前进行模型的事前检验及模型集成后的事后检验。本文利用一种非参数统计的等级相关系数法来检验不同模型集成的密切程度。在本文中,利用 SPSS 中的 Spearman、kendall's 等级相关系数法对单一的评价模型进行综合集成前的检验与集成后的检验。

### 5.2.5.2 组合评价模型集成的事前检验

采用 SPSS 对单一的熵权法、灰度关联法和主成分分析法对评价影响心理因素的排序结果进行集成的事前检验,其结果如表 23 所示。

表格 23 Spearman 和 kendall's 事前检验结果

		熵权法	灰度关联法	主成份分析法
Spearman	熵权法	1	1.000**	.800
	灰度关联法	1.000**	1	.800
	主成份分析法	.800	.800	1
kendall's	熵权法	1.000	1.000*	.667
	灰度关联法	1.000*	1.000	.667
	主成份分析法	.667	.667	1.000

结果显示不管是采用 Spearman 检验还是 kendall's 等级系数检验法,三种评价下的序列形式都呈现高度相关,因此通过综合评价方法的事前集成检验。

### 5.2.5.3 平均值法模型

平均值法,顾名思义是对每个评价对象在不同的评价方法下的排名进行取平均值。设评价对象  $x_i$ ,  $i=1, \dots, n$  在第  $k$  种评价方法下的次序为  $r_{ik}$  ( $i=1, \dots, n; k=1, \dots, p$ ), 先将每种评价方法得到的次序转化为分数进行计算。则次序为  $r_{ik}$  的对应分数为  $R_{ik} = n - r_{ik} + 1$ , 即次序为 1 的排序对应的分数为  $n$  分, 次序为  $n$  的分数为 1 分。然后对每个评价对象  $x_i$ ,  $i=1, \dots, n$  在不同评价方法下得到

的分数取平均值,即  $R_i = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p R_{ik}$ 。

基于该模型,得到了影响心理因素的自变量分别在熵权值法、灰度关联法、主成份分析法 3 种单一的评价方法下的次序、对应的分数及最后平均值模型得到的平均值如下表 24 所示

表格 24 平均值排序

正负向 取值组合	熵权法	熵权法分数	灰度 关联法	灰度 关联法分数	主成份分析法	主成份分析法分数	平均值	平均值排序
(A, A)	4	1	4	1	4	1	1	4
(A, B)	2	3	2	3	3	2	2. 67	2
(B, A)	3	2	3	2	2	3	2. 33	3
(B, B)	1	4	1	4	1	4	4. 00	1

#### 5.2.5.4 模糊 Borda 法模型

由于平均值模型是将各评估对象在不同的评估方法下得到的顺序进行组合,是完全忽略顾及到不同评估方法的得分差异的因素。因此,基于以上平均值模型,建立模糊 Borda 模型。该方法在模型建立的过程中考虑了 2 个因素:每个评价对象在各个评价方法下的次序的因素及得分差异因素。其具体步骤如下:

第一, 计算每个评价对象在熵权法下的隶属度。

$$U_{ik} = \frac{x_{ik} - \min\{x_{ik}\}}{\max\{x_{ik}\} - \min\{x_{ik}\}} \times 0.9 + 0.1, (i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, p), \quad x_{ik} \text{ 是 } x_i \text{ 在第 } k \text{ 种的}$$

评价方法下的顺序,则  $U_{ik}$  就是隶属度。

第二, 升算模糊频率。

模糊频数  $f_i = \delta \mu E = (f_i, f_i, \dots, f_i)^T$ , 其中  $E = (1, 1, \dots, 1)^T$ ,  $1 \times n$ ,

$\hat{\mu}_i = \text{diag}(\mu_i^{(1)}, \mu_i^{(2)}, \dots, \mu_i^{(m)})$ ,  $\delta_i = [\delta_{ih}^j]_{n \times m}$ ,  $\delta_{ih}^j = 1$  是第  $j$  个专家给第  $i$  个评价对象的

排序为第  $h$  名,则  $\delta_{ih}^j = 1$ , 其余为 0。所以模糊频率为  $w_{ih} = \frac{f_{ih}}{\sum_{k=1}^n f_{ik}}$

第三, 计算被评价对象的次序转化为分数。用  $Q_h$  表示被评对象  $x_i$  排在第  $h$  名的得分,则  $Q_h = \frac{1}{2}(n-h)(n-h+1)$

第四, 计算 Borda 分数。用  $FB_i$  来表示第  $i$  个目标的模糊 Borda 分数,则

$$FB_i = \sum_{h=1}^n w_{ih} Q_h。$$

第五，排序。最后根据所得到的  $FB_i$  的值大小进行排序。由于得到 Borda 分数是各个评价对象的排序,所以  $FB_i$  越小,排序值越靠前。

基于以上思想步骤,利用 Matalab(程序见附录四),得到影响心理问题的因素在单一评价模型下的 Borda 分数为  $FB = (17.500, 10.167, 7.333, 0.000)^T$ , 所以得到的模糊 Borda 模型下,这 4 个因素的排序如下表。

表格 25 模糊 Borda 模型排序

正负向取值	AA	AB	BA	BB
灰色关联法	1	2	3	4

### 5.2.5.5 组合评价模型集成的事后检验

将单一的评价结果与集成后的综合评价结果，利用 SPSS 软件进行事后的 Spearman 和 kendall's 事后检验。得到如表 26 的检验结果。

表格 26 Spearman 和 kendall's 事后检验

		熵权法	灰度关联法	主成份分析法	平均值排序	模糊Borda法
Spearman	熵权法	1	1.000**	.800	1.000**	.800
	灰度关联法	1.000**	1	.800	1.000**	.800
	主成份分析法	.800	.800	1	.800	1.000**
	平均值排序	1.000**	1.000**	.800	1	.800
	模糊Borda法	.800	.800	1.000**	.800	1
kendall's	熵权法	1.000	1.000*	.667	1.000*	.667
	灰度关联法	1.000**	1.000	.667	1.000*	.667
	主成份分析法	.667	.667	1.000	.667	1.000*
	平均值排序	1.000**	1.000*	.667	1.000	.667
	模糊Borda法	.667	.667	1.000**	.667	1.000

从事后检验可以看出，经过平均值法、模糊 Borda 法进行综合集成后的模型，仍然具有高度相关的关系。从而说明所建立的综合集成模型，具有一定的合理性。

### 5.2.6 问题三小结

综上所述，经过对以上三种评估风险模型的排序结果分别进行组合评价及事前事后检验。结果显示各评价模型结果基本相似，事前和事后检验结果显示综合集成后的模型，具有高度相关的关系，说明所建立的评价体系具有稳定性和合理性。



## 5.3 问题四的模型的建立与求解

### 5.3.1 结构方程模型

#### 5.3.1.1 模型描述

结构方程模型就是妥善处理隐变量之间的关系以及隐变量和显变量之间的相关影响关系的一种常用的社会统计学分析技术。是一种基于变量的协方差矩阵来分析变量之间的关系的一种统计方法吗，也可以成为协方差结构分析。目前被普遍应用于社会学、经济学、心理学、统计学、管理科学等多种学科和社会调查研究领域。隐变量是指很多社会科学研究中所涉及的研究对象或变量都不能准确、直接的测量，这种变量可以统称为隐变量。隐变量不是主观判断和臆造的，对于这些隐变量，可以用一些直接能够进行观测和测量的具体指标从不同侧面去反映，从而间接测量出隐变量，这些所谓的具体指标就是显变量。

与其他多元统计方法相比，结构方程模型具有以下几个显著的特点：

第一，隐变量可以通过一个或多个显变量进行测量。在结构方程模型中，不可测量的隐变量往往是通过可以观测的显变量来综合测量，可以理解为隐变量可以从可测量的若干方面来考察。隐变量是实现可以根据研究目的确定先来的研究对象的特征，研究人员只要根据相关理论找出特征可以从哪些方面进行测度和反映即可，该过程是一个自上而下的研究过程；而我们常见的因子分析中，通过可观测的显变量我们同样也可以提取出变量之间的共同信息作为因子来对研究对象进行分析，但是通过因子分析提取的因子事先是不确定的，其所对应的显变量也不是根据现有相关理论得到的，而是通过数理上的特征和方差贡献率大小进行判断的，该过程是一个自下而上的过程。

第二，根据可观测变量的显变量可以计算出不可观测的隐变量之间的相互关系。回归分析主要研究的是显变量之间的关系，对于隐变量而言，通常是通过设计若干显变量去间接测量隐变量，进而根据结构方程模型的具体计算方法产出隐变量的所谓观测值，然后再将计算出来的隐变量作为显变量去进行回归分析。

第三，结构方程模型允许自变量和因变量含有测量误差，对于一些诸如态度、行为、感知等隐变量往往有误差，也不能简单的用单一指标来测量，在结构方程模型中往往允许这些自变量和因变量均含有测量误差来进行测度，并可以通过显变量与隐变量之间的测量方程排除这些误差。

第四，结构方程模型可以同时估计隐变量与显变量的关系及隐变量之间的关系。隐变量与其对应的显变量之间的关系可以称之为因子结构，主要衡量了各个变量对它们共同反映的隐变量的影响；隐变量之间的关系也可以称为因子关系，主要考察经过显变量计算出来的隐变量之间的相互关系，这种关系包括相关关系和因果关系。

第五，结构方程模型既可以用图形也可以用数学模型进行描述。用来表示结构方程模型的图形称作路径图，标示有变量之间相互影响程度大小的路径图即为路径系数图，此外结构方程模型还可以用方程组来表示。

本文主要从结构方程的设、模型的求解方法、模型拟合以及模型修正等方面来介绍结构方程模型的主要实现。

结构方程建模求解过程时间就是代估参数的估计过程，目前常用的结构方程

求解的主要两种方法是：偏最小二乘法（Partial Least Squares ， PLS）和线性结构关系（Linear Structure RElationship）。

对于回归分析存在不允许有多个因变量或输出变量、中间变量不能包含在与预测因子一样的单一模型中、预测因子假设为没有测量误差、预测因子间的多重共线性会妨碍结果解释， SEM 不受这些方面的限制。

SEM 模型通常包括三个矩阵方程式：

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon$$

$$x = \Lambda_x \xi + \delta$$

$$\eta = B\eta + \Gamma \xi + \zeta$$

其中各变量的解释如下：

$\Lambda_x$  外生观测量与外生潜在变量之间的关系，是外生观测变量在外生潜在变量上的因子载荷矩阵；

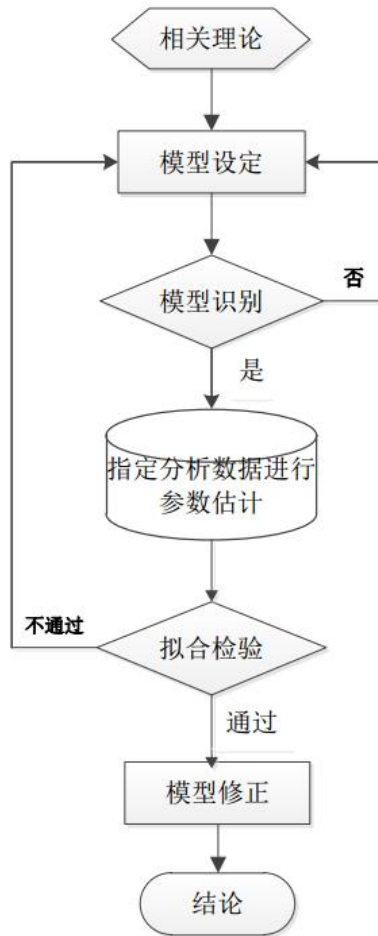
$\Lambda_y$  内生观测量与内生潜变量之间的关系，是内生观测变量在内生潜变量上的因子载荷矩阵；

$B$  路径系数，表示内生潜变量之间的关系；

$\Gamma$  路径系数，表示外生潜变量对内生潜变量的影响；

$\zeta$  结构方程的残差项，反映了在方程中未能被解释的部分。

进行结构方程模型分析的流程如图 3 所示：



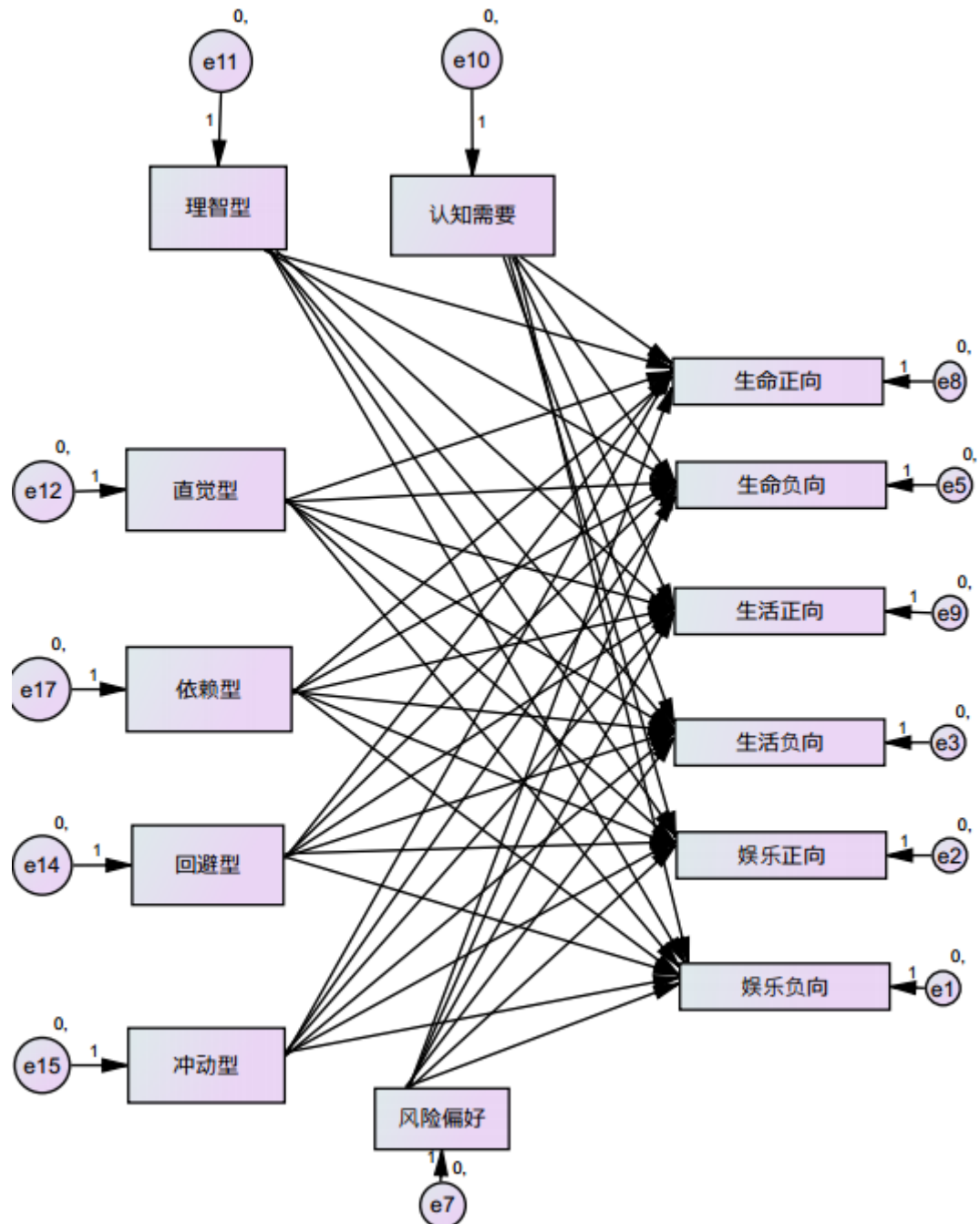
图表 3 结构方程建模流程图

### 5.3.1.2 模型的分析

结构方程模型分析过程可以分为模型构建、模型运算、模型修正以及模型解释四个步骤。下面以一个研究实例作为说明,使用 Amos21.0 版本软件进行计算,阐述在实际应用中结构方程模型的构建、运算、修正与模型解释过程。

模型构建的思路:本案例在著名的美国顾客满意度指数模型(ASCI)的基础上,提出了一个新的模型,并以此构建潜变量并建立模型结构。根据构建的理论模型,通过附件 1 中的数据,然后利用对缺失值进行处理后的数据进行分析,并对文中提出的模型进行拟合、修正和解释。

本文对第一阶段建立的结构方程模型进行改进,得到的模型构建如图 4 所示。



图表 4 结构方程模型路径图

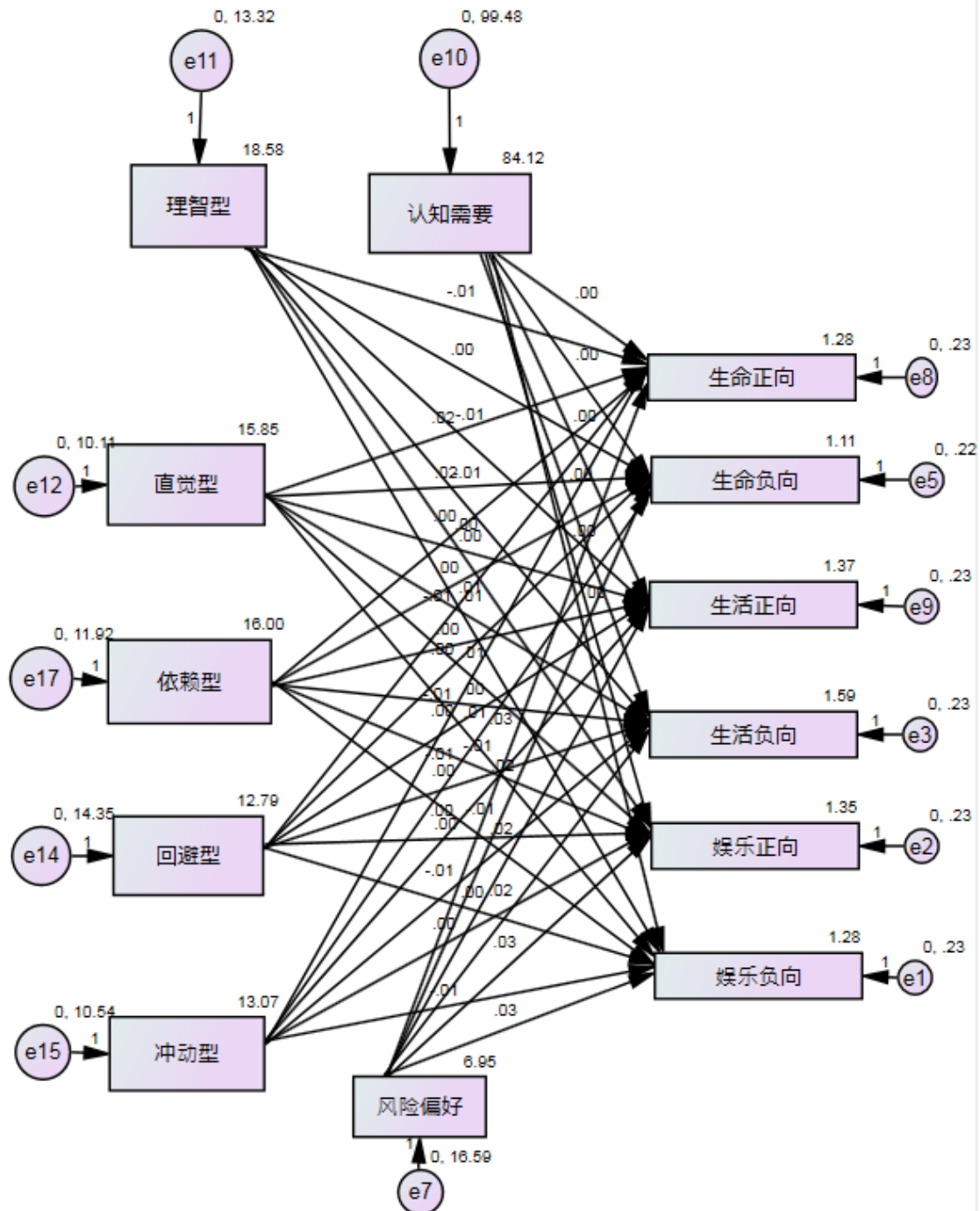
### 5.3.1.3 模型的设别

由前面的分析可以得知，结构方程模型实际上就是内部模型和外部模型组合而成的一组方程组。而所谓的设别问题就是该方程组是否有解的问题，具体而言就是指结构方程中每一个代估参数能否由观测变量数据求解。结构方程的识别问题与常见的计量经济学联立方程的设别问题类似，可以分为不可识别、恰当识别和过渡识别三类。但其估计有一个前提即所估计的必须是恰好识别的或过度识别的模型，如果假设的模型本身不能识别，则无法利用 AMOS 软件建立结构方程模型并得到路径系数的值。

第一，参数的识别。参数识别可以分为可识别参数和不可识别的参数，可以分成过渡识别和恰当识别两种情况。过渡识别参数是指一个未知参数可以由观测变量的协方差矩阵中多个元素的代数函数式表示。恰好识别参数是指一个未知参数可以由观测变量的协方差矩阵的一个元素的代数函数式表示。

第二，模型的识别。模型的识别可以按照参数识别的分类进行区分。

为此本文采用 AMOS 软件计算出路径系数，得到的参数估计的路径图如图 5 所示。



图表 5 参数估计的路径图

表格 27 总体数据的参数估计结果

	路径		Estimate	S. E.	C. R.	P	Label
生命正向	<---	认知需要	0.001	0.001	0.412	0.681	par_1
生命负向	<---	认知需要	0.001	0.001	0.542	0.588	par_2
生活正向	<---	认知需要	0	0.001	-0.11	0.909	par_3
生活负向	<---	认知需要	-0.001	0.001	-0.72	0.472	par_4
娱乐正向	<---	认知需要	-0.001	0.001	-1.04	0.3	par_5
娱乐负向	<---	认知需要	-0.001	0.001	-0.96	0.336	par_6
<b>生命正向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>理智型</b>	<b>-0.013</b>	<b>0.004</b>	<b>-3.67</b>	<b>***</b>	<b>par_7</b>
生命负向	<---	理智型	0.004	0.003	1.262	0.207	par_8
生活负向	<---	理智型	-0.006	0.004	-1.55	0.121	par_9
娱乐正向	<---	理智型	0.001	0.003	0.365	0.715	par_10
娱乐负向	<---	理智型	0.006	0.004	1.617	0.106	par_11
<b>生命正向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>直觉型</b>	<b>0.022</b>	<b>0.004</b>	<b>5.434</b>	<b>***</b>	<b>par_12</b>
<b>生命负向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>直觉型</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>	<b>5.006</b>	<b>***</b>	<b>par_13</b>
生活正向	<---	直觉型	0.005	0.004	1.123	0.262	par_14
生活负向	<---	直觉型	0.009	0.004	2.263	0.024	par_15
生活正向	<---	理智型	-0.005	0.004	-1.51	0.131	par_16
娱乐正向	<---	直觉型	0.007	0.004	1.837	0.066	par_17
娱乐负向	<---	直觉型	0.013	0.004	3.204	0.001	par_18
生命正向	<---	依赖型	0.003	0.004	0.767	0.443	par_19
生命负向	<---	依赖型	-0.001	0.004	-0.21	0.832	par_20
生活正向	<---	依赖型	-0.002	0.004	-0.66	0.509	par_21
生活负向	<---	依赖型	0	0.004	0.126	0.9	par_22
娱乐正向	<---	依赖型	-0.01	0.004	-2.82	0.005	par_23
娱乐负向	<---	依赖型	-0.005	0.004	-1.41	0.159	par_24
生命正向	<---	回避型	-0.006	0.003	-1.67	0.095	par_25
生命负向	<---	回避型	-0.003	0.003	-0.78	0.437	par_26
生活正向	<---	回避型	0.001	0.003	0.398	0.691	par_27
生活负向	<---	回避型	-0.004	0.003	-1.28	0.201	par_28
娱乐正向	<---	回避型	0.003	0.003	1.002	0.316	par_29
娱乐负向	<---	回避型	0.005	0.003	1.355	0.176	par_30
生命正向	<---	冲动型	-0.007	0.004	-1.74	0.082	par_31
生命负向	<---	冲动型	-0.007	0.004	-1.8	0.072	par_32
生活正向	<---	冲动型	-0.003	0.004	-0.86	0.39	par_33
生活负向	<---	冲动型	-0.007	0.004	-1.69	0.091	par_34
娱乐正向	<---	冲动型	-0.003	0.004	-0.86	0.39	par_35
娱乐负向	<---	冲动型	-0.01	0.004	-2.55	0.011	par_36
<b>生命正向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>风险偏好</b>	<b>0.027</b>	<b>0.003</b>	<b>8.397</b>	<b>***</b>	<b>par_37</b>
<b>生命负向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>风险偏好</b>	<b>0.025</b>	<b>0.003</b>	<b>7.918</b>	<b>***</b>	<b>par_38</b>
<b>生活正向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>风险偏好</b>	<b>0.025</b>	<b>0.003</b>	<b>7.73</b>	<b>***</b>	<b>par_39</b>
<b>生活负向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>风险偏好</b>	<b>0.023</b>	<b>0.003</b>	<b>7.2</b>	<b>***</b>	<b>par_40</b>
<b>娱乐正向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>风险偏好</b>	<b>0.032</b>	<b>0.003</b>	<b>10.38</b>	<b>***</b>	<b>par_41</b>
<b>娱乐负向</b>	<b>&lt;---</b>	<b>风险偏好</b>	<b>0.031</b>	<b>0.003</b>	<b>9.737</b>	<b>***</b>	<b>par_42</b>

各年龄段的参数估计结果详见附件三。

验证模型的修正指数结果，卡方值为 575.153，P 值小于 0.05，故上述拟合指标表明验证模型拟合基本思想，由此可进行结构模型分析。

表格 28 各年龄段正负框架的主要影响因素

	生命正向	生命负向	生活正向	生活负向	娱乐正向	娱乐负向
全部年龄段	理智型 直觉型 风险偏好	直觉型 风险偏好	风险偏好	风险偏好	风险偏好	风险偏好
9岁组	直觉型 风险偏好	风险偏好			风险偏好	风险偏好
11岁组					风险偏好	风险偏好
13岁组	风险偏好		风险偏好		风险偏好	风险偏好
15岁组	认知需要 理智型 直觉型 风险偏好	风险偏好	理智型 风险偏好	风险偏好	风险偏好	风险偏好
17岁组	回避型 风险偏好		风险偏好		风险偏好	风险偏好

从表 18 可以看出风险偏好是影响心理正负框架的主要因素。在全部年龄段生命正向主要受到理智型、直觉型和风险偏好的影响，生命负向主要受到直觉型和风险偏好的影响，生活正向、生活负向、娱乐正向和娱乐负向主要受到风险偏好的影响。

### 5.3.2 问题四小结

通过对三种模型的结果对比分析可以看出五个不同年龄段组的生命教育、生活方式和娱乐三个领域的正负框架的主要影响因素为风险偏好。其原因可能是青少年在面临一定风险和不确定性的决策问题时所表现出来的行为较成年人具有不成熟性。

研究中还发现，认知需要、理智型和直觉型主要影响 9 岁组和 15 岁组，而依赖型、回避型和冲动型主要影响年龄相对较高组。

### 5.3.3 解决方案

本研究发现与生活领域相比，青少年在面临生命和娱乐领域时更为冒险。他们无论在正面是负面框架下均倾向于风险寻求。而且在生命领域的负面框架中强度更大。决策是一个复杂的认知过程。许多社会因素都会掺杂其中，尤其是与生命相关的决策领域。人们更可能存在侥幸心理，表现为偏好冒险，寻求风险；也可能是因为领域间问题的不同表述所致。

基于以上问题，本研究提出如下解决方案：

第一，青少年应进行专门的心理健康教育。在中小学开设专门的心理健康教育课程，帮助学生了解心理科学知识，掌握一定的心理调节技术。课程可分为两部分：心理卫生与健康理论部分和实际训练操作部分。前一部分为心理健康知识普及课，后一部分是在中学生中开展心理健康教育最为有效的方法。其实际训练活动操作内容包括角色扮演、相互询问、人际交往训练，掌握一些转移情绪、宣

泄痛苦、发泄愤怒、克服自卑、树立自信心的心理调节手段。防患于未然。

第二，应大力培养青少年心理健康咨询方面的专业领域的人才。我国的青少年心理健康咨询起步较晚，即使在发达地区，大、中、小学校的心理辅导教师目前仍缺少规范的资格认定标准，其中有的心理辅导课由班主任代上，有的由大队辅导员甚至思想政治课教师担任，从心理辅导教师的专业素质上很难保证心理健康教育沿着正确的方向发展。而国外心理辅导教师作为学生成长中一个重要的心理支持者，具有严格的资格标准。因此我国建立一套完整的青少年心理健康咨询体系势在必行。

第三，家庭应该配合学校给与青少年更多的关注。研究表明，学生的心理健康问题与家庭的教养方式和家庭的人际关系有直接或间接的关系，有些甚至是家庭问题的表现和延续。因此，无论是了解学生心理与行为偏异的原因，还是咨询、矫治计划的制订和实施，都需取得家长的积极支持和配合，因此学校心理健康方面的教育要兼顾对学生家长及其他方面的宣传。

第四，国家应完善与青少年心理健康相关的法律法规。立法应该更具体，更具有针对性。我国在成人的法律体系已相对健全，而具体到儿童、青少年，出现心理与行为问题却难以得到及时的鉴定和帮助成了心理健康教育发展的一个重要障碍，但是目前很少有针对学校心理健康服务的法律。因此完整的法律体系对青少年的心理健康发展起着极为重要的作用。

## 六、模型的进一步讨论与改进

### 6.1 模型的优点评价

- ①多种模型结合，相互验证，相互检验，确保所建立评价体系的合理性。
- ②所建立的模型与实际紧密联系，有很好的通用性和推广性。
- ③在众多因素中找出各个变量最佳的子集合，抓住主要矛盾，把握主要矛盾的主要方面，舍弃次要因素，以简化分析。
- ④同时运用 SPSS19.0、MATLAB2015b、Amos21.0 和 R3.2.2 软件进行计算，提高研究结果可信度。
- ⑤文章中大量图像与表格相结合更具有说服力。

### 6.2 模型的缺点评价

- ①附件数据中没有体现出调查问卷的具体选项细节，故模型对真实情况的把握具有一定偏差。
- ②在处理数据和求解过程中不可避免的出现各种误差，在一定程度上也影响到模型求解的精确度。
- ③个别模型在针对具体问题时，可能具有一定的偏差性。



## 七、参考文献

- [1] 李胜, 陈珍珍. 如何正确应用 SPSS 软件做主成分分析[J]. 统计研究, 2010, 27(8):105-108.
- [2] 张文彤. IBM SPSS 数据分析与挖掘实战案例精粹[M]. 清华大学出版社, 2013.
- [3] 雷蕾. 结构方程建模及 AMOS 软件在应用语言学研究中的应用[J]. 中国外语, 2009, 06(1).
- [4] 吴明隆. 结构方程模型[M]. 重庆大学出版社, 2009.
- [5] 雷蕾. 结构方程建模及 AMOS 软件在应用语言学研究中的应用[J]. 中国外语, 2009, 06(1).
- [6] 范悍彪. 顾客对超市满意度的结构方程模型分析[J]. 合作经济与科技, 2011(3):36-37.
- [7] 辛英. 基于结构方程模型的高校大学生满意度模型设计应用[J]. 重庆电力高等专科学校学报, 2012, 17(6):33-36.
- [8] 傅贵, 王祥尧, 吉洪文, 等. 基于结构方程模型的安全文化影响因子分析[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(2):9-15.
- [9] 张国平. 校园霸凌的社会学分析[J]. 当代青年研究, 2011(8):73-76.
- [10] 印海翔. 校园霸凌的行为与特征[J]. 大众心理学, 2011(4):44-45.
- [11] 谢银迪. 如何与孩子谈论校园霸凌[J]. 上海教育, 2015(35):24-24.
- [12] 刘向宁. 校园霸凌未成年行为人的法律责任浅析[J]. 青年学报, 2015(4):67-72.
- [13] 郭丰波, 覃伟. 校园霸凌行为中的心理因素及其干预[J]. 科教文汇旬刊, 2011(31):165-165.
- [14] 高屹, 张瑞凯. 北京市中小学生不同学习阶段心理健康特点的调查[J]. 北京教育学院学报:自然科学版, 2008, 3(6):21-27.
- [15] 战奕霖, 李卓航. 社会工作视角下“校园霸凌”事件成因及辅导策略简析[J]. 中国校外教育:理论, 2011(z1).
- [16] 严琳. 网络文化对高校校园文化的影响——基于结构方程模型的分析[J]. 统计与信息论坛, 2013, 28(4):86-90.
- [17] 洪群芳. 校园氛围、学业情绪、成就动机与初中生学业成就的关系研究[D]. 华中师范大学, 2014.
- [18] 陈楚. 福建省主要城市自主创新投入能力的组合评价模型[D]. 华中师范大学, 2015.
- [19] 童其慧. 主成分分析方法在指标综合评价中的应用[J]. 北京理工大学学报:社会科学版, 2002, 4(1):59-61.
- [20] 杨中荣, 毛广运, 臧桐华, 等. 用 SAS 和 SPSS 软件进行主成分分析[J]. 中国卫生统计, 2009, 26(2):212-213.
- [21] 郭清, 马海燕, 王小合, 等. TOPSIS 方法在社区卫生服务满意度评价中的应用[J]. 中国卫生统计, 2007, 24(2):179-180.
- [22] 蔡彩云, 骆培聪, 唐承财, 等. 基于 IPA 法的民居类世界遗产地游客满意度评价——以福建永定土楼为例[C]// 中国地理学会 2011 年学术年会. 2011:1374-1381.
- [23] 张瑞斌, 王三洲, 赵言文, 等. 基于 SPSS 的灌河口区域生态承载力评价[J]. 南

- 京林业大学学报:自然科学版, 2010, 34(1):64-68.
- [24] 廉同辉, 余菜花, 包先建, 等. Research on the Satisfaction of Theme Park Visitors Based on Fuzzy Comprehension Evaluation: A Case Study in Wuhu Fanta wild Adventure 基于模糊综合评价的主题公园游客满意度研究——以芜湖方特欢乐世界为例[J]. 资源科学, 2012, 34(5):973-980.
- [25] 高宏宇, 曹颖, 马亚楠, 等. 基于模糊综合评价法的城郊居民社区卫生服务满意度研究[J]. 中国初级卫生保健, 2014, 28(6):28-30.
- [26] 刘俊, 马风华, 苗学玲. 基于期望差异模型的 RBD 顾客满意度研究--以广州市北京路步行商业区为例[J]. 旅游学刊, 2004, 19(5):14-19.
- [27] 李馥利, 吴晋峰, 潘旭莉, 等. 基于期望差异模型的西安市国内游客满意度评价研究[J]. 曲阜师范大学学报:自然科学版, 2009, 35(3):98-102.
- [28] 李刚, 童嘉毅, 朱建, 等. 模糊综合评判方法在冠心病猝死风险预测中的应用[J]. 东南大学学报:医学版, 2014(3):300-303.
- [29] 刘琳, 霍墨霏, 孙瑞华, 等. 应用模糊综合评价法分析医疗机构对首都医学发展科研基金的认知情况[J]. 现代医学, 2015(1):6-10.
- [30] 章穗, 张梅, 迟国泰. 基于熵权法的科学技术评价模型及其实证研究[J]. 管理学报, 2010, 7(1):34-42.
- [31] 毛太田, 蒋知义. 熵权法评价图书馆读者满意度的改进模型[J]. 情报杂志, 2008, 27(9):86-87.
- [32] 陈文彬, 龚代圣. 基于 AHP 熵权法的信息化厂商评价模型及应用[J]. 现代电子技术, 2012, 35(12):101-104.
- [33] 刘焕峰, 王哲. 基于熵权法和灰色关联理论的企业财务竞争力模型的构建[J]. 中国管理信息化, 2009, 12(7):36-38.
- [34] 唐承铁. 基于灰色关联性理想解法的风险评价模型[J]. 公路工程, 2012, 37(6):38-41.
- [35] 宋久鹏, 董大伟, 高国安. 基于层次分析法和灰色关联度的方案决策模型研究[J]. 西南交通大学学报, 2002, 37(4):463-466.
- [36] 张玮, 朱金福, 赵成军. 灰色关联分析法在教师评价模型中应用[J]. 产业与科技论坛, 2007(11).
- [37] 宋力, 何兴元, 张洁. 沈阳城市公园植物景观美学质量测定方法研究--美景度评估法、平均值法和成对比较法的比较[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(2):200-203.
- [38] 王晓敏, 胡毓达. 群体决策的模糊 Borda 数规则[J]. 系统管理学报, 2003, 12(1):14-19.
- [39] 尹淋雨, 程刚. 基于改进模糊 Borda 法的企业知识管理绩效评价模型研究[J]. 大众科技, 2013(8):163-165.
- [40] 曾宪报. 关于组合评价法的事前事后检验[J]. 统计研究, 1997(6):56-58.

## 附录

### 附件一

表格 1 9 岁年龄组的心理问题评价指标体系

目标层	制约层	权重 w	指标层	权重	总排序权重 w1
心理问题的 风险	成分 1	0.467	直觉型	0.268	0.089
			依赖型	0.255	0.085
			回避型	0.257	0.086
			冲动型	0.220	0.073
	成分 2	0.315	认知需要	0.546	0.182
			理智型	0.454	0.151
	成分 3	0.218	风险偏好	1.000	0.333

表格 2 11 岁年龄组的心理问题评价指标体系

目标层	制约层	权重	指标层	权重	总排序权重
心理问题的 风险	成分 1	0.483	直觉型	0.230	0.077
			依赖型	0.233	0.078
			回避型	0.266	0.089
			冲动型	0.271	0.090
	成分 2	0.307	认知需要	0.468	0.156
			理智型	0.532	0.177
	成分 3	0.209	风险偏好	1.000	0.333

表格 3 13 岁年龄组的心理问题评价指标体系

目标层	制约层	权重	指标层	权重	总排序权重
心理问题的 风险	成分 1	0.473	直觉型	0.269	0.090
			依赖型	0.240	0.080
			回避型	0.241	0.080
			冲动型	0.250	0.083
	成分 2	0.306	认知需要	0.551	0.184
			理智型	0.449	0.150
	成分 3	0.221	风险偏好	1.000	0.333

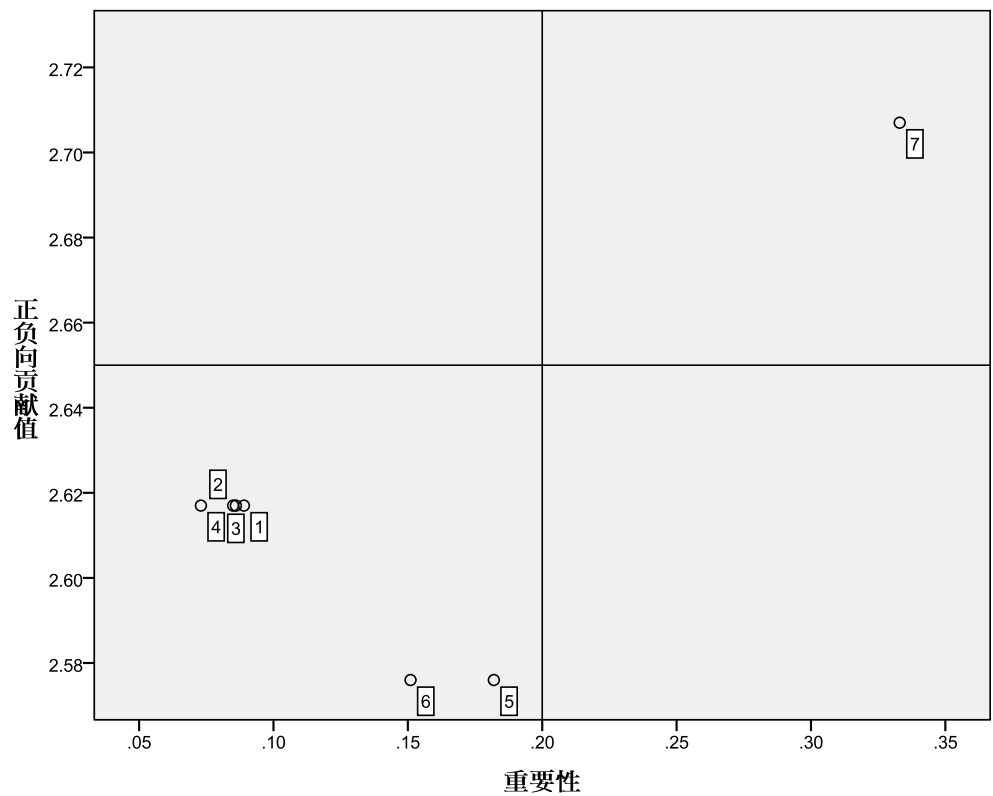
表格 4 15 岁年龄组的心理问题评价指标体系

目标层	制约层	权重	指标层	权重	总排序权重
心理问题的风险	成分 1	0.476	直觉型	0.236	0.079
			依赖型	0.226	0.075
			回避型	0.282	0.094
			冲动型	0.257	0.086
	成分 2	0.309	认知需要	0.453	0.151
			理智型	0.547	0.182
	成分 3	0.222	风险偏好	1.000	0.333

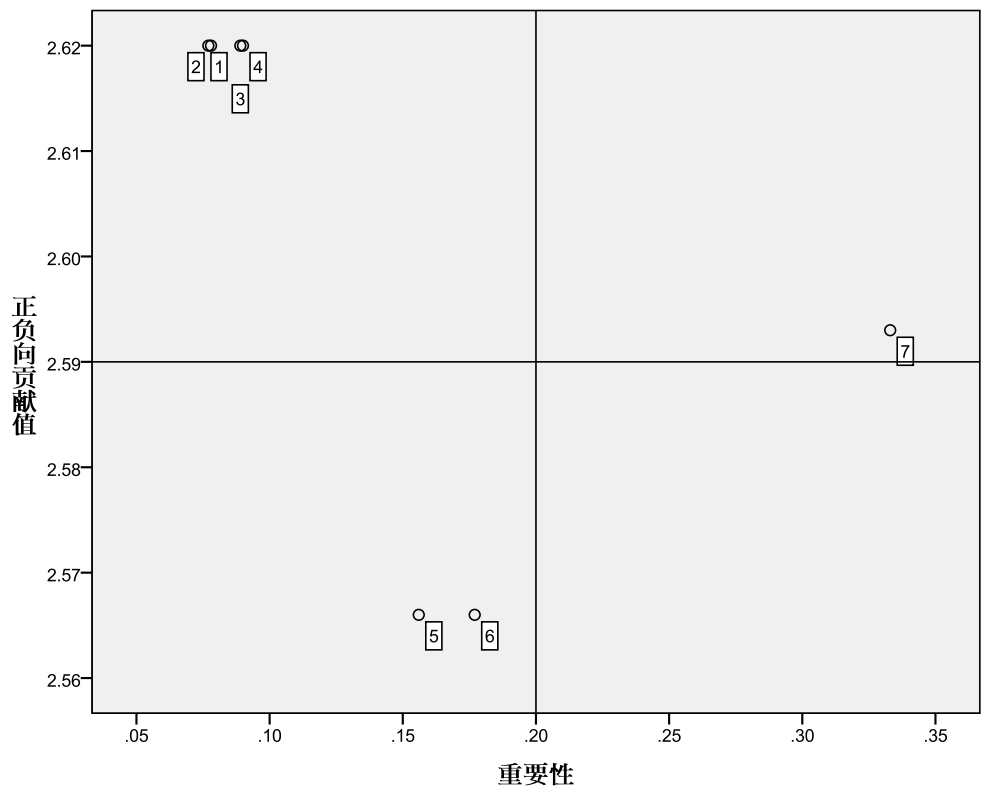
表格 5 17 岁年龄组的心理问题评价指标体系

目标层	制约层	权重	指标层	权重	总排序权重
心理问题的风险	成分 1	0.394	直觉型	0.244	0.081
			依赖型	0.260	0.087
			回避型	0.253	0.084
			冲动型	0.243	0.081
	成分 2	0.337	认知需要	0.525	0.175
			理智型	0.475	0.158
	成分 3	0.269	风险偏好	1.000	0.333

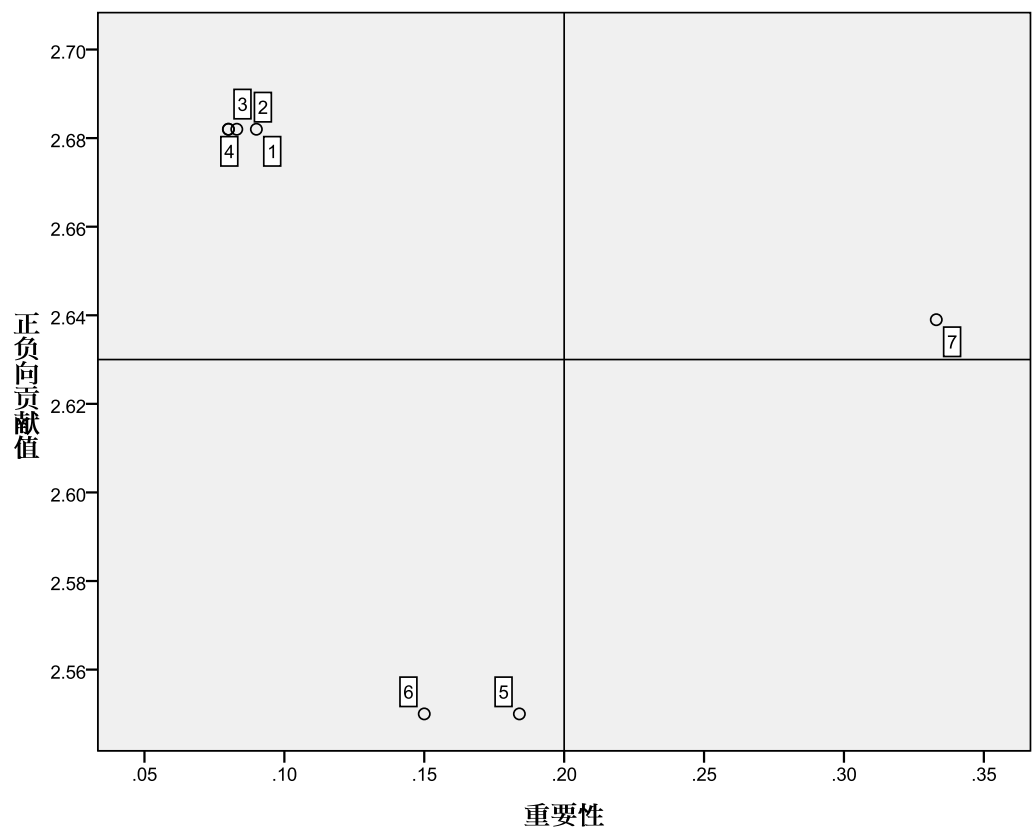
附件二



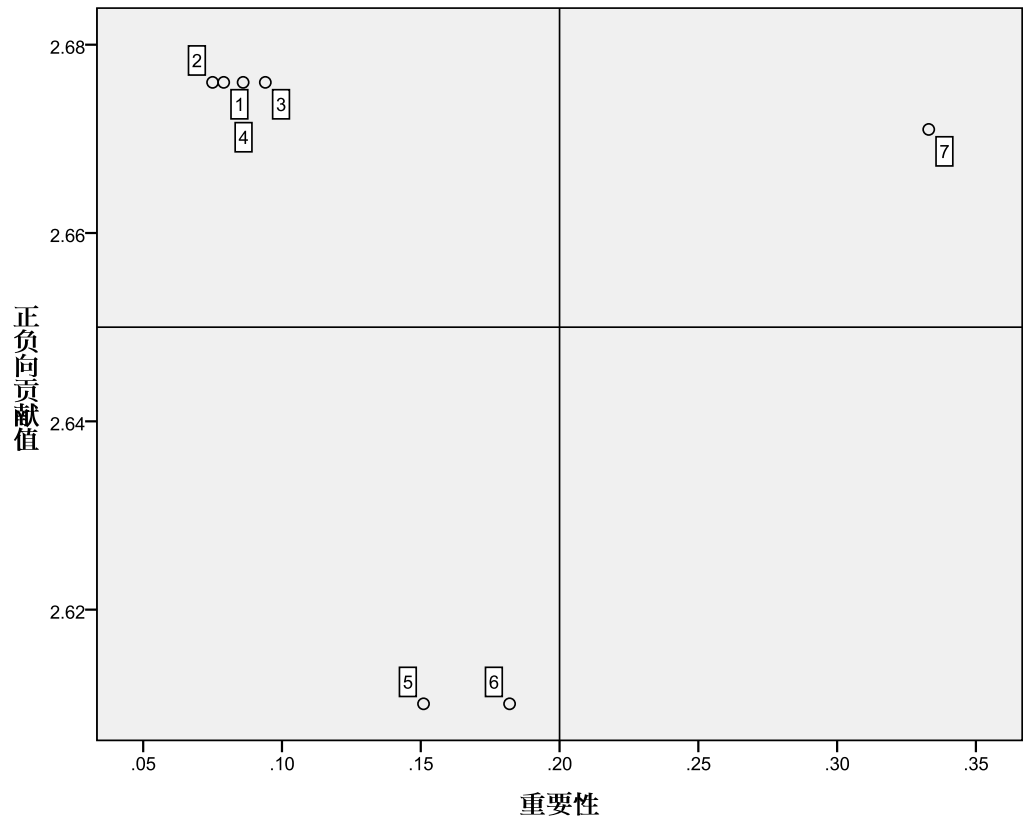
图表 1 9 岁年龄段的重要性-正负向贡献值图



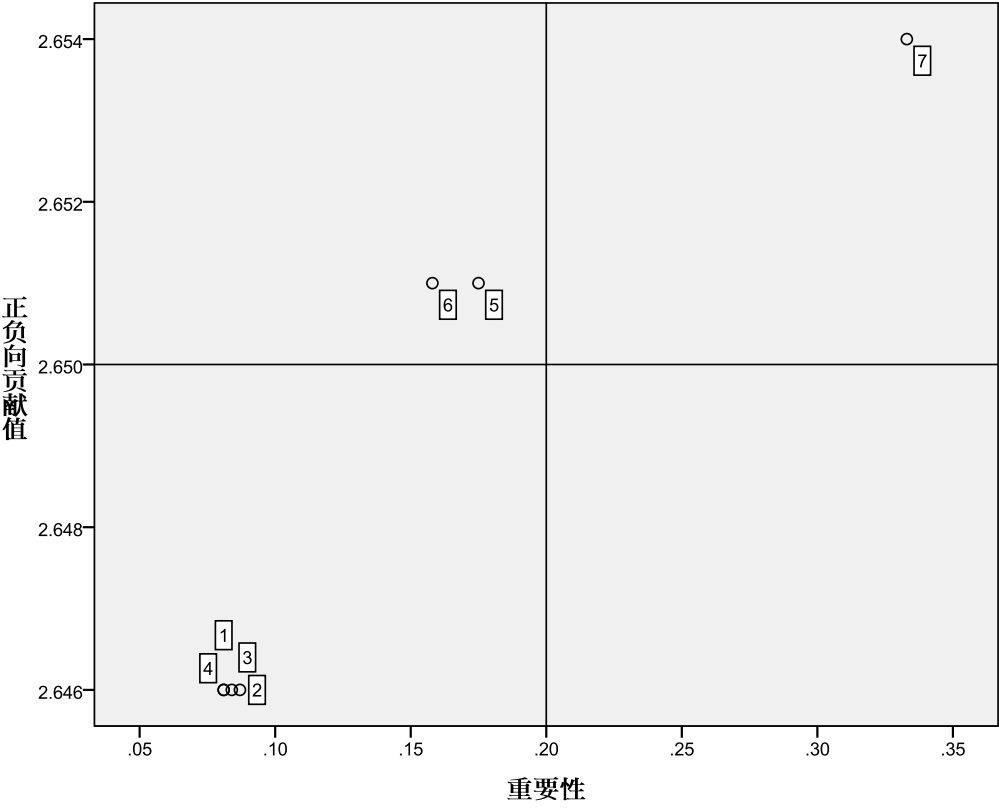
图表 2 11 岁年龄段的重要性-正负向贡献值图



图表 3 13 岁年龄段的重要性-正负向贡献值图



图表 4 15 岁年龄段的重要性-正负向贡献值图



图表 5 17 岁年龄段的重要性-正负向贡献值图

附件三

表格 6 9 岁年龄组数据参数估计结果

路径	Estimate	S. E.	C. R.	P	Label
生命正向 <--- 认知需要	-0.003	0.003	-0.99	0.323	par_1
生命负向 <--- 认知需要	0.002	0.003	0.812	0.417	par_2
生活正向 <--- 认知需要	-0.002	0.003	-0.74	0.461	par_3
生活负向 <--- 认知需要	0	0.003	0.028	0.978	par_4
娱乐正向 <--- 认知需要	-0.002	0.003	-0.81	0.415	par_5
娱乐负向 <--- 认知需要	0.001	0.003	0.413	0.68	par_6
生命正向 <--- 理智型	0.001	0.007	0.158	0.874	par_7
生命负向 <--- 理智型	0.006	0.007	0.826	0.409	par_8
生活负向 <--- 理智型	-0.003	0.007	-0.41	0.68	par_9
娱乐正向 <--- 理智型	0	0.007	-0	0.997	par_10
娱乐负向 <--- 理智型	0.004	0.007	0.596	0.551	par_11
<b>生命正向 &lt;--- 直觉型</b>	<b>0.035</b>	<b>0.008</b>	<b>4.226</b>	<b>***</b>	<b>par_12</b>
生命负向 <--- 直觉型	0.025	0.009	2.926	0.003	par_13
生活正向 <--- 直觉型	0.009	0.009	1.028	0.304	par_14
生活负向 <--- 直觉型	0.017	0.009	1.898	0.058	par_15
生活正向 <--- 理智型	0.004	0.007	0.519	0.604	par_16
娱乐正向 <--- 直觉型	0.016	0.008	1.899	0.058	par_17
娱乐负向 <--- 直觉型	0.017	0.008	1.987	0.047	par_18
生命正向 <--- 依赖型	0.002	0.008	0.202	0.84	par_19
生命负向 <--- 依赖型	-0.005	0.008	-0.63	0.532	par_20
生活正向 <--- 依赖型	-0.002	0.008	-0.21	0.832	par_21
生活负向 <--- 依赖型	0.006	0.008	0.729	0.466	par_22
娱乐正向 <--- 依赖型	0.006	0.008	0.718	0.473	par_23
娱乐负向 <--- 依赖型	0.005	0.008	0.702	0.483	par_24
生命正向 <--- 回避型	0.009	0.007	1.293	0.196	par_25
生命负向 <--- 回避型	0.008	0.007	1.129	0.259	par_26
生活正向 <--- 回避型	0.009	0.008	1.169	0.242	par_27
生活负向 <--- 回避型	0.006	0.008	0.75	0.453	par_28
娱乐正向 <--- 回避型	0.001	0.007	0.144	0.885	par_29
娱乐负向 <--- 回避型	0.012	0.007	1.63	0.103	par_30
生命正向 <--- 冲动型	-0.023	0.008	-2.79	0.005	par_31
生命负向 <--- 冲动型	-0.022	0.008	-2.66	0.008	par_32
生活正向 <--- 冲动型	-0.018	0.008	-2.07	0.039	par_33
生活负向 <--- 冲动型	-0.025	0.009	-2.93	0.003	par_34
娱乐正向 <--- 冲动型	-0.014	0.008	-1.68	0.093	par_35
娱乐负向 <--- 冲动型	-0.013	0.008	-1.56	0.118	par_36
<b>生命正向 &lt;--- 风险偏好</b>	<b>0.024</b>	<b>0.006</b>	<b>3.842</b>	<b>***</b>	<b>par_37</b>
<b>生命负向 &lt;--- 风险偏好</b>	<b>0.025</b>	<b>0.007</b>	<b>3.886</b>	<b>***</b>	<b>par_38</b>
生活正向 <--- 风险偏好	0.016	0.007	2.449	0.014	par_39
生活负向 <--- 风险偏好	0.02	0.007	2.971	0.003	par_40



娱乐正向	<---	风险偏好	0.023	0.006	3.71	***	par_41
娱乐负向	<---	风险偏好	0.028	0.006	4.327	***	par_42

表格 7 11 岁年龄组数据参数估计结果

路径	Estimate	S. E.	C. R.	P	Label
生命正向 <--- 认知需要	0.004	0.003	1.391	0.164	par_1
生命负向 <--- 认知需要	-0.001	0.003	-0.22	0.829	par_2
生活正向 <--- 认知需要	0.005	0.003	1.875	0.061	par_3
生活负向 <--- 认知需要	-0.003	0.003	-0.99	0.324	par_4
娱乐正向 <--- 认知需要	0	0.003	-0.14	0.886	par_5
娱乐负向 <--- 认知需要	0	0.003	-0.04	0.966	par_6
生命正向 <--- 理智型	-0.019	0.008	-2.41	0.016	par_7
生命负向 <--- 理智型	0.021	0.007	2.773	0.006	par_8
生活负向 <--- 理智型	-0.006	0.007	-0.81	0.42	par_9
娱乐正向 <--- 理智型	-0.007	0.007	-0.97	0.333	par_10
娱乐负向 <--- 理智型	0.002	0.008	0.243	0.808	par_11
生命正向 <--- 直觉型	0.006	0.009	0.626	0.531	par_12
生命负向 <--- 直觉型	0.011	0.009	1.246	0.213	par_13
生活正向 <--- 直觉型	-0.007	0.009	-0.8	0.425	par_14
生活负向 <--- 直觉型	0	0.009	-0.02	0.981	par_15
生活正向 <--- 理智型	-0.019	0.007	-2.53	0.011	par_16
娱乐正向 <--- 直觉型	0.001	0.009	0.131	0.896	par_17
娱乐负向 <--- 直觉型	0.011	0.009	1.189	0.234	par_18
生命正向 <--- 依赖型	0.002	0.008	0.292	0.77	par_19
生命负向 <--- 依赖型	-0.011	0.008	-1.4	0.161	par_20
生活正向 <--- 依赖型	0.003	0.008	0.311	0.756	par_21
生活负向 <--- 依赖型	0.001	0.008	0.125	0.9	par_22
娱乐正向 <--- 依赖型	-0.02	0.008	-2.46	0.014	par_23
娱乐负向 <--- 依赖型	-0.012	0.008	-1.49	0.135	par_24
生命正向 <--- 回避型	0.01	0.007	1.385	0.166	par_25
生命负向 <--- 回避型	-0.001	0.007	-0.2	0.842	par_26
生活正向 <--- 回避型	0.006	0.007	0.928	0.353	par_27
生活负向 <--- 回避型	-0.009	0.007	-1.33	0.184	par_28
娱乐正向 <--- 回避型	0.011	0.007	1.623	0.105	par_29
娱乐负向 <--- 回避型	0.009	0.007	1.215	0.225	par_30
生命正向 <--- 冲动型	-0.014	0.009	-1.63	0.104	par_31
生命负向 <--- 冲动型	-0.003	0.008	-0.37	0.711	par_32
生活正向 <--- 冲动型	-0.006	0.008	-0.77	0.443	par_33
生活负向 <--- 冲动型	-0.001	0.008	-0.18	0.858	par_34
娱乐正向 <--- 冲动型	0.015	0.008	1.804	0.071	par_35
娱乐负向 <--- 冲动型	-0.008	0.009	-0.94	0.346	par_36
生命正向 <--- 风险偏好	0.007	0.007	0.95	0.342	par_37
生命负向 <--- 风险偏好	0.02	0.007	3.039	0.002	par_38

生活正向	<---	风险偏好	0.018	0.007	2.733	0.006	par_39
生活负向	<---	风险偏好	0.014	0.007	2.089	0.037	par_40
娱乐正向	<---	风险偏好	0.032	0.007	4.787	***	par_41
娱乐负向	<---	风险偏好	0.026	0.007	3.774	***	par_42

表格 8 13 岁年龄组数据参数估计结果

路径	Estimate	S. E.	C. R.	P	Label
生命正向 <--- 认知需要	-0.004	0.003	-1.45	0.148	par_1
生命负向 <--- 认知需要	-0.003	0.003	-1.04	0.299	par_2
生活正向 <--- 认知需要	-0.004	0.003	-1.49	0.136	par_3
生活负向 <--- 认知需要	-0.002	0.003	-0.83	0.408	par_4
娱乐正向 <--- 认知需要	-0.001	0.003	-0.38	0.702	par_5
娱乐负向 <--- 认知需要	-0.001	0.003	-0.39	0.7	par_6
生命正向 <--- 理智型	-0.011	0.008	-1.31	0.19	par_7
生命负向 <--- 理智型	-0.001	0.008	-0.09	0.927	par_8
生活负向 <--- 理智型	-0.003	0.008	-0.33	0.741	par_9
娱乐正向 <--- 理智型	0.006	0.008	0.792	0.429	par_10
娱乐负向 <--- 理智型	-0.001	0.008	-0.12	0.908	par_11
生命正向 <--- 直觉型	0.016	0.009	1.738	0.082	par_12
生命负向 <--- 直觉型	0.009	0.009	1.028	0.304	par_13
生活正向 <--- 直觉型	-0.014	0.009	-1.6	0.109	par_14
生活负向 <--- 直觉型	-0.004	0.009	-0.38	0.705	par_15
生活正向 <--- 理智型	0.019	0.008	2.386	0.017	par_16
娱乐正向 <--- 直觉型	-0.008	0.009	-0.88	0.38	par_17
娱乐负向 <--- 直觉型	0.016	0.009	1.724	0.085	par_18
生命正向 <--- 依赖型	-0.005	0.008	-0.7	0.486	par_19
生命负向 <--- 依赖型	0.006	0.008	0.729	0.466	par_20
生活正向 <--- 依赖型	-0.011	0.008	-1.42	0.155	par_21
生活负向 <--- 依赖型	-0.009	0.008	-1.11	0.267	par_22
娱乐正向 <--- 依赖型	-0.024	0.008	-3.09	0.002	par_23
娱乐负向 <--- 依赖型	-0.017	0.008	-2.17	0.03	par_24
生命正向 <--- 回避型	-0.018	0.008	-2.32	0.02	par_25
生命负向 <--- 回避型	-0.013	0.008	-1.59	0.111	par_26
生活正向 <--- 回避型	-0.005	0.008	-0.65	0.514	par_27
生活负向 <--- 回避型	-0.01	0.008	-1.23	0.219	par_28
娱乐正向 <--- 回避型	-0.003	0.008	-0.34	0.737	par_29
娱乐负向 <--- 回避型	-0.017	0.008	-2.13	0.033	par_30
生命正向 <--- 冲动型	0.011	0.008	1.259	0.208	par_31
生命负向 <--- 冲动型	0.015	0.009	1.704	0.088	par_32
生活正向 <--- 冲动型	0.02	0.008	2.35	0.019	par_33
生活负向 <--- 冲动型	0.015	0.009	1.762	0.078	par_34
娱乐正向 <--- 冲动型	0.018	0.008	2.253	0.024	par_35
娱乐负向 <--- 冲动型	-0.003	0.008	-0.3	0.763	par_36

生命正向	<---	风险偏好	0.032	0.007	4.684	***	par_37
生命负向	<---	风险偏好	0.019	0.007	2.779	0.005	par_38
生活正向	<---	风险偏好	0.031	0.007	4.517	***	par_39
生活负向	<---	风险偏好	0.023	0.007	3.193	0.001	par_40
娱乐正向	<---	风险偏好	0.038	0.007	5.711	***	par_41
娱乐负向	<---	风险偏好	0.03	0.007	4.336	***	par_42

表格 9 15 岁年龄组数据参数估计结果

路径	Estimate	S. E.	C. R.	P	Label
生命正向 <--- 认知需要	0.009	0.003	3.455	***	par_1
生命负向 <--- 认知需要	0.009	0.003	3.202	0.001	par_2
生活正向 <--- 认知需要	0.002	0.003	0.779	0.436	par_3
生活负向 <--- 认知需要	0.002	0.003	0.768	0.442	par_4
娱乐正向 <--- 认知需要	0.004	0.003	1.512	0.131	par_5
娱乐负向 <--- 认知需要	0.001	0.003	0.397	0.691	par_6
生命正向 <--- 理智型	-0.039	0.008	-4.96	***	par_7
生命负向 <--- 理智型	-0.022	0.008	-2.78	0.005	par_8
生活负向 <--- 理智型	-0.024	0.008	-2.87	0.004	par_9
娱乐正向 <--- 理智型	-0.006	0.008	-0.69	0.491	par_10
娱乐负向 <--- 理智型	-0.003	0.008	-0.32	0.75	par_11
生命正向 <--- 直觉型	0.03	0.009	3.407	***	par_12
生命负向 <--- 直觉型	0.024	0.009	2.724	0.006	par_13
生活正向 <--- 直觉型	0.016	0.009	1.753	0.08	par_14
生活负向 <--- 直觉型	0.002	0.009	0.187	0.851	par_15
生活正向 <--- 理智型	-0.029	0.008	-3.43	***	par_16
娱乐正向 <--- 直觉型	-0.005	0.009	-0.55	0.586	par_17
娱乐负向 <--- 直觉型	0.007	0.009	0.8	0.424	par_18
生命正向 <--- 依赖型	0.009	0.008	1.162	0.245	par_19
生命负向 <--- 依赖型	0.001	0.008	0.134	0.894	par_20
生活正向 <--- 依赖型	-0.001	0.009	-0.14	0.89	par_21
生活负向 <--- 依赖型	0.007	0.009	0.804	0.421	par_22
娱乐正向 <--- 依赖型	-0.002	0.008	-0.21	0.832	par_23
娱乐负向 <--- 依赖型	0.005	0.008	0.58	0.562	par_24
生命正向 <--- 回避型	-0.016	0.007	-2.3	0.021	par_25
生命负向 <--- 回避型	0.002	0.007	0.255	0.798	par_26
生活正向 <--- 回避型	-0.007	0.007	-0.99	0.322	par_27
生活负向 <--- 回避型	-0.006	0.007	-0.77	0.439	par_28
娱乐正向 <--- 回避型	0	0.007	-0.03	0.973	par_29
娱乐负向 <--- 回避型	-0.004	0.007	-0.57	0.568	par_30
生命正向 <--- 冲动型	-0.01	0.009	-1.04	0.297	par_31
生命负向 <--- 冲动型	-0.015	0.009	-1.55	0.12	par_32
生活正向 <--- 冲动型	-0.003	0.01	-0.27	0.79	par_33
生活负向 <--- 冲动型	0	0.01	-0.03	0.977	par_34

娱乐正向	<---	冲动型	-0.004	0.01	-0.45	0.654	par_35
娱乐负向	<---	冲动型	0.002	0.01	0.201	0.841	par_36
生命正向	<---	风险偏好	0.041	0.007	5.761	***	par_37
生命负向	<---	风险偏好	0.032	0.007	4.419	***	par_38
生活正向	<---	风险偏好	0.03	0.007	4.017	***	par_39
生活负向	<---	风险偏好	0.032	0.008	4.222	***	par_40
娱乐正向	<---	风险偏好	0.043	0.007	5.849	***	par_41
娱乐负向	<---	风险偏好	0.043	0.007	5.873	***	par_42

表格 10 17 岁年龄组数据参数估计结果

路径	Estimate	S. E.	C. R.	P	Label
生命正向 <--- 认知需要	-0.003	0.003	-1	0.316	par_1
生命负向 <--- 认知需要	0.001	0.003	0.459	0.646	par_2
生活正向 <--- 认知需要	-0.003	0.003	-0.81	0.418	par_3
生活负向 <--- 认知需要	0.004	0.003	1.259	0.208	par_4
娱乐正向 <--- 认知需要	-0.005	0.003	-1.41	0.159	par_5
娱乐负向 <--- 认知需要	-0.002	0.003	-0.8	0.423	par_6
生命正向 <--- 理智型	-0.007	0.008	-0.88	0.38	par_7
生命负向 <--- 理智型	0.002	0.008	0.246	0.806	par_8
生活负向 <--- 理智型	0.001	0.008	0.156	0.876	par_9
娱乐正向 <--- 理智型	0.006	0.009	0.685	0.493	par_10
娱乐负向 <--- 理智型	0.016	0.008	2.076	0.038	par_11
生命正向 <--- 直觉型	0.007	0.009	0.712	0.477	par_12
生命负向 <--- 直觉型	0.016	0.009	1.84	0.066	par_13
生活正向 <--- 直觉型	0.011	0.01	1.097	0.273	par_14
生活负向 <--- 直觉型	0.011	0.009	1.146	0.252	par_15
生活正向 <--- 理智型	-0.004	0.009	-0.47	0.637	par_16
娱乐正向 <--- 直觉型	0.013	0.01	1.369	0.171	par_17
娱乐负向 <--- 直觉型	-0.004	0.009	-0.44	0.661	par_18
生命正向 <--- 依赖型	0	0.009	-0.01	0.994	par_19
生命负向 <--- 依赖型	-0.006	0.008	-0.67	0.504	par_20
生活正向 <--- 依赖型	-0.008	0.009	-0.83	0.409	par_21
生活负向 <--- 依赖型	-0.013	0.009	-1.49	0.137	par_22
娱乐正向 <--- 依赖型	-0.024	0.009	-2.57	0.01	par_23
娱乐负向 <--- 依赖型	-0.022	0.009	-2.6	0.009	par_24
<b>生命正向 &lt;--- 回避型</b>	<b>-0.031</b>	<b>0.008</b>	<b>-3.82</b>	<b>***</b>	<b>par_25</b>
生命负向 <--- 回避型	-0.003	0.008	-0.45	0.655	par_26
生活正向 <--- 回避型	-0.002	0.009	-0.29	0.77	par_27
生活负向 <--- 回避型	0.006	0.008	0.72	0.472	par_28
娱乐正向 <--- 回避型	0.001	0.008	0.133	0.894	par_29
娱乐负向 <--- 回避型	0.023	0.008	2.88	0.004	par_30
生命正向 <--- 冲动型	0.019	0.009	2.15	0.032	par_31
生命负向 <--- 冲动型	0.001	0.008	0.15	0.88	par_32

参赛队号 # 2045

生活正向	<---	冲动型	-0.005	0.009	-0.51	0.612	par_33
生活负向	<---	冲动型	-0.008	0.009	-0.89	0.373	par_34
娱乐正向	<---	冲动型	-0.012	0.009	-1.31	0.189	par_35
娱乐负向	<---	冲动型	-0.006	0.009	-0.66	0.511	par_36
生命正向	<---	风险偏好	0.035	0.007	4.897	***	par_37
生命负向	<---	风险偏好	0.022	0.007	3.145	0.002	par_38
生活正向	<---	风险偏好	0.033	0.008	4.271	***	par_39
生活负向	<---	风险偏好	0.02	0.007	2.826	0.005	par_40
娱乐正向	<---	风险偏好	0.029	0.008	3.8	***	par_41
娱乐负向	<---	风险偏好	0.027	0.007	3.849	***	par_42

附件四

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%熵权值法
clear
x=[5.91      84.46   18.77   15.67   16.13   12.78   13.20
6.69      83.56   18.53   16.01   16.05   12.86   12.97
6.56      82.93   18.29   16.08   16.02   13.53   13.14
8.30      84.56   18.51   15.83   15.83   12.53   13.00 ];
[m,n]=size(x);
maxx=max(x);
for i=1:n
    s1(:,i)=x(:,i)/maxx(i);
end

s=s1/sum(sum(s1));
for i=1:n
    t(:,i)=s(:,i)/sum(s(:,i));
end
k=1/log(m);
for j=1:n
    h(j)=-k*sum(t(:,j).*log(t(:,j))));
end
rr=1-h;
w=rr/sum(rr);
X=s1*w';
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%灰度关联
clear
x=[1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
5.60      83.73   18.56   15.33   16.07   12.91   13.12
6.67      84.11   18.88   15.86   15.98   12.82   12.97
6.62      82.27   17.24   15.52   15.65   12.67   13.03
8.20      84.93   18.80   16.31   16.06   12.71   13.10 ];
[m,n]=size(x);
maxx=max(x);
for i=1:n
    s1(:,i)=x(:,i)/maxx(i);
end

maxs1=max(max(abs(1-s1)));
mins1=min(min(abs(1-s1)));

for i=1:m
    for j=1:n
        beita1=mins1+0.5*maxs1;
        beita2=abs(1-s1(i,j))+0.5*maxs1;
        beita(i,j)=beita1/beita2;
    end
end

```

```

end

end

for i=1:m
    X(i)=sum(beita(i,:))/n;
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%BORDA

clear

x=[4 4 4
2 2 3
3 3 2
1 1 1];
[m,n]=size(x);
xmax=max(x);
xmin=min(x);
for i=1:m
    for j=1:n
        miu(i,j)=(x(i,j)-xmin(j))/(xmax(j)-xmin(j));
    end
end

data=[0 0 0 1 0
0 0 1 0 0
1 1 0 0 1];
f=miu*data;
[m,n]=size(f);
sumf=sum(f);
for i=1:m
    for j=1:n
        w(i,j)=f(i,j)/sumf(j);
    end
end

q=1/2*(6-[1:5]).*(6-[1:5]+1);
fb=w*q';

```