

大学生综合素质评价模型建立与探讨

摘要

本文主要研究了大学生综合素质评价的评分排序问题，基于对 45 名学生的各项成绩进行分析整合，通过三种方法实现了对大学生综合素质测评的排序求解。本文运用了专家综合分析法，层次分析法，以及 Excel 软件，对各项指标的影响因素进行了分析，确定了各项指标所占比重，再利用问题本身所具有的数据进行计算得到最终的排名。我们在模型验证过程中发现模型本身对于各项指标的评价因素依然存在不稳定性，对于这些不足我们在模型评价上做了一点建议。

关键词

层次分析法 抽样调查 专家综合分析法 Excel 计算

1 问题提出与重述

学生综合测评因为包含了诸如思想，健康，品德等不可具体测量因素，简单的定性量化难免会有主观性与局限性的弊端，所以对于学生的综合测评工作需要更加严谨更加有效公平的评测模式。对于题目所给出的信息我们应该找到并分类所提供的评价要素，由于学生综合素质评价的动态性和复杂性，实际执行过程中还会有标准模糊，难以定量化和有效界定等问题，导致评价缺乏科学性，所以如何确立各因素的权值以及如何对要素进行综合分析是问题的关键，在以上问题解决后还应考虑如何对数据进行整理综合以得出最终结果，即确定学生的综合排名。

2 问题分析

由题可知，年度综合奖学金等等评定等活动是“激励学生勤奋学习、立志成才，促进德智体美全面发展，培养合格人才”的奖励办法，其目的是为了以一个公平公正的方法对学生综合能力的排名，我们首先需要建立一套评价体系，确定体系中各因子所占的权重以及各因素对结果的影响程度。在保证符合题干要求的前提下，对于所有数据进行再整理，保证测评的公正性以及科学性。然后通过对数据的计算分析对所有同学的分数进行汇总排名。

3 建立模型

3.1 确立评价因素

建立完善的评测体系首先需要确定评价要素。归纳每一位大学生在德智体美劳各方面的能力指数，进行多层面的技术评价和总结。我们首先将基本素质，课程平均成绩，各创新素质与实践能力设为第一要素，分别记为 F_1 , F_2 , F_3 ，在基本素质中将思想政治表现，道德品质修养，学习态度作风，组织纪律观念，身心健康素质 设定为第二要素，分别记为 A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 ，在各创新素质与实践能力中将职业技能，学科竞赛，科技学术活动，文学艺术作品，社会实践，社会工作，文体艺术竞赛设定为第二要素，记为 B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , B_6 , B_7 。

3.2 设立评价指标权值

对于权值问题，由于直接给出权数指标，难以保证权数的合理性，所以我们通过三种不同的方法，分别求出一套评价标准，再对综合成绩进行计算排名。

3.3 符号说明

a_i —各因素评价指标所得分
 n —因素个数
 α_i —各因素权重
 Ach —学生综合评价得分
并定义 $Ach = \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i$

3.4 模型的建立

方法 1：抽样调查法

一般情况下，各高校经过多年对学生综合测评的实施，因此各高校的做法可以较为客观地反映各个因素的重要程度。本方法通过抽样调查的方式搜集了各大高校对各个因素比重的估计，具有较高的参考价值。我们对 5 所 985 高校各个因素的比重求平均值，得到一组较有参考价值的比重

一级因素	二级因素	1	2	3	4	5	平均权重
F_1	A_1	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.018
	A_2	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.018
	A_3	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.018
	A_4	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.016
	A_5	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.018
F_2		0.8	0.7	0.85	0.8	0.75	0.78
F_3	B_1	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.016
	B_2	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.024
	B_3	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.022
	B_4	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02
	B_5	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.016
	B_6	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.014
	B_7	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02

方法 2：层次分析法

为了确定 n 个因素在评奖时所占的比重，我们利用层次分析法对 n 个因素的重要程度两两判断，共计 $\frac{n(n-1)}{2}$ 次判断，而不是把每个因素和某个因素比较。这样提供了更多的信息，避免了因为某个因素的判断失误导致的不合理的比重产生。

定义判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ ，其中 a_{ij} 表示因素 x_i 和 x_j 对整体的影响之比，并引入刻画 a_{ij} 的标度 1-9.

标度	含义
1	表示两个因素相比，具有相同重要性
3	表示两个因素相比，前者比后者稍重要
5	表示两个因素相比，前者比后者明显重要
7	表示两个因素相比，前者比后者强烈重要
9	表示两个因素相比，前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间值

接下来为保证主观数据的合理性，我们需要计算判断矩阵的一致性比例 CR ，在 $CR < 0.10$ 时认为主观判断是合理的，然后计算出 A 相对于最大特征值 λ 的特征向量 $\vec{\xi}$ ，经归一化之后即是各个因素所占的比重。

考虑到重要课程成绩 F_2 占的比重相对于基本素质得分 F_1 和创新素质与实践能力得分 F_3 中的每一个因素 A_i 和 B_i 具有绝对优势，为了减少误差，我们先考虑 F_1, F_2, F_3 整体所占的比重，然后在从 F_1 和 F_3 中确定每个因素 A_i 和 B_i 所确定的比重。

首先确定 F_1, F_2, F_3 的重要程度之比，构造出它们的判断矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 2 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

计算出最大特征值 $\lambda_{max} = 3.05$

对应的特征向量

$$\vec{\xi} = (0.8883, 0.4108, 0.2054)$$

然后计算一致性比例 $CR = \frac{\lambda - 3}{0.58} = 0.086 < 0.10$ ，所以我们可以认为特征向量各个分量的比例为 F_1, F_2, F_3 的比重，大致为

因素	比重
F_1	13%
F_2	60%
F_3	27%

接下来需要计算 F_1 和 F_3 中每个因素 A_i 和 B_i 所占的比重，考虑到 F_1 在总体中的比重非常低并且 F_1 中的各因素 A_i 的重要程度十分相近，我们近似认为 F_1 中的每个元素占的比重相同。对于 F_3 中的 B_i ，使用相同的方法构造判断矩阵

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & 2 & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & \frac{1}{2} & 1 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

计算得最大特征值 $\lambda = 6.9860$

对应的特征向量

$$\vec{p} = \begin{pmatrix} 0.3015 \\ 0.1459 \\ 0.2066 \\ 0.4754 \\ 0.4445 \\ 0.4323 \\ 0.4754 \end{pmatrix}$$

一致性比例 $CR=0.024<0.10$ ，有较好的近似性。

故 B_1 到 B_7 的比重可近似为

因素	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
比重	18%	19%	19%	6%	8%	18%	12%

综合 F_1 , F_2 , F_3 的比重和 A_i , B_i 的比重, 得到每个因素所占的比重

因素	$F_1(13\%)$					$F_2(60\%)$	
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	F_2	
比重	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	60%	
因素	$F_3(27\%)$						
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
比重	4.86%	5.13%	5.13%	1.62%	2.16%	4.86%	3.24%

方法 3: 一般情况下, 教师和辅导员会对学生的学习情况有着准确的了解, 因此他们的意见可以较为客观的反映各个因素的重要程度。本方法通过抽样调查的方式调查了不同院系的教师和辅导员对各个因素比重的估计, 具有较高的参考价值。我们将 10 位教师和辅导员给出的每个因素的比重求平均值, 得到一组较有参考价值的比重, 如下表所示。

教师 因素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均比重
A1	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02
A2	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
A3	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
A4	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
A5	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
F2	0.76	0.69	0.66	0.64	0.85	0.69	0.73	0.7	0.71	0.6	0.703
B1	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.027
B2	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.02	0.05	0.032
B3	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.05	0.032
B4	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.026
B5	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.027
B6	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.027
B7	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.026

3.5 模型求解

由三种方法所得结果可知各因素对于综合评价重要性所占比例, 分别将对应数据代入 Excel 运用 sumproduct 函数计算所有数据的权值 (这里使用 Excel 可以更加快速方便的求出多组数据的结果) 由于单一数据的不稳定性, 我们可以通过对于多组数据求平均数来提高准确率, 求出平均数后得到了所有学生的 Ach 综合测评成绩, 再运用 Rank 函数对所有成员进行综合排名得到结果如下表所示。

学生 排名	方法 1		方法 2		方法 3	
	学生编号	得分	学生编号	得分	学生编号	得分
1	2	82.702	2	78.431	2	80.024
2	3	80.474	1	76.247	1	78.798
3	1	79.796	6	74.073	3	77.027
4	5	79.544	5	72.760	5	76.154
5	4	75.938	3	72.492	4	74.042
6	6	74.926	4	72.012	6	73.996
7	7	14.364	7	25.843	7	18.896
8	12	13.286	12	25.119	12	17.118
9	21	12.920	13	23.628	21	16.565
10	15	12.828	25	23.414	15	16.433
11	25	12.748	16	22.761	25	16.420
12	16	12.668	15	22.289	13	16.364
13	13	12.540	21	21.960	16	16.274
14	8	12.258	31	20.995	8	15.496
15	31	12.048	29	20.346	14	14.995
16	34	11.904	19	20.287	31	14.932
17	14	11.890	34	20.153	34	14.787
18	37	11.792	38	19.876	29	14.762
19	29	11.734	40	19.836	37	14.725
20	9	11.710	30	19.678	27	14.655
21	35	11.682	8	19.678	40	14.634
22	19	11.646	23	19.634	19	14.626
23	27	11.644	9	19.591	9	14.588
24	45	11.534	26	19.460	35	14.563
25	33	11.512	14	19.451	30	14.516
26	30	11.484	35	19.159	33	14.466
27	36	11.446	37	19.095	45	14.409
28	38	11.398	24	19.093	24	14.392
29	10	11.360	45	18.706	36	14.263
30	17	11.356	43	18.705	38	14.224
31	24	11.334	27	18.668	10	14.212
32	40	11.292	33	18.663	17	14.099
33	26	11.088	36	18.644	26	13.923
34	23	11.078	18	18.468	23	13.909
35	43	10.964	22	18.387	11	13.752
36	11	10.948	10	18.247	43	13.552
37	18	10.838	28	17.998	42	13.469
38	42	10.814	11	17.866	18	13.446
39	22	10.774	20	17.748	22	13.389
40	28	10.610	32	17.624	28	13.134
41	32	10.322	41	17.575	44	12.915
42	44	10.270	17	17.560	39	12.808
43	20	10.236	42	17.425	32	12.694
44	39	10.042	44	16.939	20	12.686
45	41	9.914	39	16.614	41	12.402

4 模型评价与推广

此模型通过对学生多项素质的分析考察，以一个量化的方式对每一位同学的综合成绩进行了排名，由于大部分工作都可以通过计算机进行计算，所以保证了测评的准确性，也提高了效率，在具体实施方面具有一定的可操作性与实用性，多种方式的求解也使得结果更有说服力，更具科学性。

但由于综合测试中类似于道德，思想等因素的不稳定性以及量化所带来的模糊感，使得测试结果存在较大的误差风险，此评价的合理性很大程度上依赖于专家经验和引导的倾向性，这需要不断深入学生的成长和规律，通过更加细致的多层次分析，再结合更多更加精细的模糊因素评价以及更多更细致的因素做出一套更加科学的综合测评体系，再充分利用综合素质评价的积极作用，使其发挥其应有的水平，达到勉励学生促进积极进步的作用。

5 参考文献

- [1] 陈华友，周礼刚，刘金陪，数学模型与数学建模 北京出版社
- [2] 董卓宁 张江 张弛 大学生综合素质体系构建与实施方法研究 北京航空航天大学
- [3] 现代统计学 数学建模各种分析方法
- [4] 姜启源，谢金星，叶俊，数学模型（第三版），北京市高等教育出版社