

主成分分析法在高职教师综合评价中的应用

戴庆光

(新疆铁道职业技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要 教师教学综合评价需要选取较多指标,指标间存在一定相关性,不可避免造成信息大量重叠,传统的评价方法如层次分析法等不能很好处理这个问题。主成分分析法将多个指标转化为少数几个互不相关的综合指标——主成分,不仅可以由主成分得分分析、比较评价对象某方面的特征,而且为综合评价提供了一种客观赋权的方法。仿真实验表明该方法完全可行,为高职教师综合评价提供了方便实用的工具。

关键词 教师综合评价;指标;主成分分析法

中图分类号 G451 **文献标志码** A **文章编号** 2097-4620(2024)04-0082-05

DOI:10.13920/j.cnki.zztlyzjysxyxb.2024.04.009

科学评价教师、促进教师专业化发展、提高教育质量是当前教育改革和发展面临的重要课题。教师综合评价指标体系的内容复杂,众多的指标虽然对评价教师教学质量有很大作用,但是各指标间存在关联性,难以从中分析出影响教师教学的主要因素。主成分分析是将多指标问题化为较少的新的综合指标问题。综合指标是原来多个指标的线性组合,综合它们之间互不相关同时又能反映原来多指标的信

息。根据综合指标中包含原变量信息(贡献率)的大小,分别定义为第一主成分、第二主成分、第三主成分等。在实际应用中,一般只要选定 m 个主成分的贡献率之和超过 85% 即可。

一、指标体系的建立

根据高职院校特点和评价过程要求,以新疆铁道职业技术学院为例提出综合教师评价指标体系(见图1)。

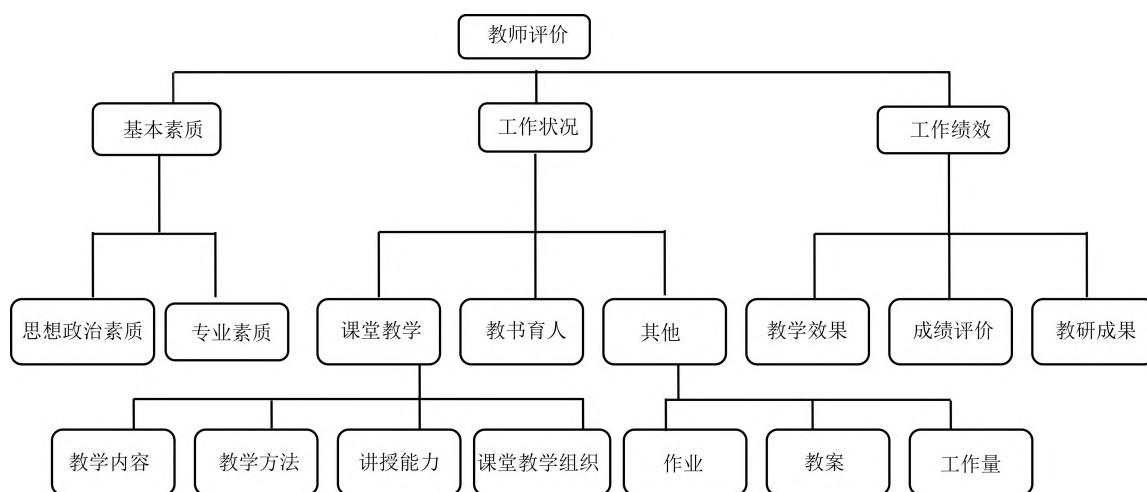


图1 教师综合评价指标体系

收稿日期:2024-08-27

作者简介:戴庆光(1969—),男,四川荣县人,新疆铁道职业技术学院副教授,硕士,研究方向为计算机软件与理论。

二、主成分分析法的应用

主成分分析法^[1]的基本思想是降维思想,是将多指标化为少数综合指标的一种统计方法,从原始变量中导出少数主分量,尽可能多保留原始变量的信息,且彼此互不相关。主成分分析的目的是数据的压缩、数据的解释,常被用来寻找判断某种事物或现象的综合指标,并且给其所包含的信息以适当解释,从而更加深刻揭示事物内在规律。主成分分析法是客观赋权的评价方法,如果给定的样本指标大多具有高度相关性,就可以采用主成分分析的方法,将原始指标用一组相互独立的几个综合指标来代替,可以消除人为因素对指标权重的影响。

(一)主成分分析的概念^[2]

主成分分析或主分量分析,是设法将原来众多

具有一定相关性的指标(比如总体 X 有 p 个指标, $X = x_1, x_2, \dots, x_p$)重新组合成一组相互无关的综合指标(比如变成有 k 个指标的总体 $Y, Y = y_1, y_2, \dots, y_k$,通常 $k > p$)代替原来指标的一种多元统计方法。

(二)样本数据的选取

本研究采用新疆铁道职业技术学院共73个教师的数据,见表1(限于篇幅只列举部分教师的数据)。其中, x_1 表示思想政治素质, x_2 表示专业素质, x_3 表示教学内容, x_4 表示教学方法, x_5 表示讲授能力, x_6 表示课堂教学组织能力, x_7 表示教书育人, x_8 表示教案评估, x_9 表示作业评估, x_{10} 表示工作量, x_{11} 表示教学效果, x_{12} 表示成绩评估, x_{13} 表示教育科研。

表1 样本数据

指标	教师代号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_1	81.40	65.80	71.60	90.40	63.40	92.60	91.60	79.00	94.80	98.60
x_2	78.00	73.00	76.00	81.00	73.00	78.00	79.00	75.00	80.00	89.00
x_3	70.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	88.33	90.00	90.00
x_4	70.00	75.00	75.00	72.50	75.00	75.00	70.00	70.00	75.00	75.00
x_5	80.00	91.00	100.00	93.00	99.00	88.00	90.00	91.00	92.00	92.00
x_6	56.30	50.10	67.60	76.90	50.40	62.50	73.10	73.50	90.10	93.10
x_7	85.00	80.00	90.00	95.00	95.00	85.00	85.00	95.00	95.00	90.00
x_8	85.00	65.00	65.00	70.00	75.00	81.20	86.50	85.20	89.50	95.20
x_9	90.00	70.00	70.00	90.00	100.00	80.00	80.00	90.00	90.00	90.00
x_{10}	99.40	100.00	98.60	100.00	96.60	98.20	98.80	94.80	99.20	99.60
x_{11}	97.00	81.50	98.00	90.50	93.50	99.00	86.50	94.00	94.00	95.50
x_{12}	79.20	72.80	71.20	62.00	84.00	60.00	60.80	80.00	63.20	64.80
x_{13}	50.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00	50.00

(三)仿真实验

数据的标准化由SPSS软件^[3-4]得到,表2列出其中的10个样本。

1. 样本数据的标准化处理

表2 标准化后的数据样本

教师代号	思想政治素质	专业素质	教学内容	教学方法	讲授能力	课堂教学组织能力	教书育人
1	-1.05	-0.33	-6.41	-0.49	-2.77	-1.87	-1.26
2	-2.69	-0.77	0.27	0.40	-0.85	-2.31	-1.94
3	-2.08	-0.51	0.27	0.40	0.73	-1.08	-0.59
4	-0.10	-0.07	0.27	-0.04	-0.50	-0.43	0.08
5	-2.94	-0.77	0.27	0.40	0.55	-2.29	0.08
6	0.14	-0.33	0.27	0.40	-1.37	-1.44	-1.26
7	0.03	-0.24	0.27	-0.49	-1.02	-0.70	-1.26

续表

教师代号	思想政治素质	专业素质	教学内容	教学方法	讲授能力	课堂教学组织能力	教书育人
8	-1.30	-0.59	-0.28	-0.49	-0.85	-0.67	0.08
9	0.37	-0.16	0.27	0.40	-0.67	0.49	0.08
10	0.77	0.63	0.27	0.40	-0.67	0.70	-0.59

教师代号	教案评估	作业评估	工作量	教学效果	成绩评估	教育科研
1	-0.71	-0.81	0.49	0.56	0.87	0.42
2	-3.19	-3.86	0.62	-1.85	0.20	-1.36
3	-3.19	-3.86	0.33	0.72	0.04	-1.36
4	-2.57	-0.81	0.62	-0.45	-0.92	0.42
5	-1.95	0.71	-0.08	0.02	1.37	-1.36
6	-1.18	-2.33	0.25	0.88	-1.13	0.42
7	-0.52	-2.33	0.37	-1.07	-1.04	-1.36
8	-0.68	-0.81	-0.44	0.09	0.95	-1.36
9	-0.15	-0.81	0.45	0.10	-0.79	0.42
10	0.56	-0.81	0.53	0.33	-0.63	0.42

2. 建立指标之间的相关系数矩阵

相关系数矩阵 R 如表 3。

表 3 相关系数矩阵

	思想政治	专业素质	教学内容	教学方法	讲授能力	课堂组织	教书育人	教案评估	作业评估	工作量	教学效果	成绩评估	教育科研
思想政治	1.00	0.64	0.17	0.01	0.05	0.57	0.40	0.67	0.31	0.32	0.05	0.03	0.50
专业素质	0.64	1.00	0.08	0.02	-0.02	0.28	0.24	0.34	0.28	0.31	-0.08	0.07	0.34
教学内容	0.17	0.08	1.00	0.16	0.52	0.42	0.15	0.18	0.05	-0.06	0.06	-0.12	0.02
教学方法	0.01	0.02	0.16	1.00	0.12	0.12	0.02	0.10	0.22	-0.10	0.33	0.04	-0.11
讲授能力	0.05	-0.02	0.52	0.12	1.00	0.38	0.15	0.30	0.21	-0.12	0.10	-0.00	-0.07
课堂组织	0.57	0.28	0.42	0.12	0.38	1.00	0.35	0.71	0.29	0.19	0.23	0.05	0.43
教书育人	0.40	0.24	0.15	0.02	0.15	0.35	1.00	0.46	0.36	0.10	-0.11	0.18	0.26
教案评估	0.67	0.34	0.18	0.10	0.30	0.71	0.46	1.00	0.52	0.09	0.10	0.04	0.42
作业评估	0.31	0.28	0.05	0.22	0.21	0.29	0.36	0.52	1.00	-0.17	0.04	0.04	0.10
工作量	0.32	0.31	-0.06	-0.10	-0.12	0.19	0.10	0.09	-0.17	1.00	-0.03	0.14	0.34
教学效果	0.05	-0.08	0.06	0.33	0.10	0.23	-0.11	0.10	0.04	-0.03	1.00	0.15	-0.01
成绩评估	0.03	0.07	-0.12	0.04	-0.01	0.05	0.18	0.04	0.04	0.14	0.15	1.00	0.09
教育科研	0.50	0.34	0.02	-0.11	-0.07	0.43	0.26	0.42	0.10	0.34	-0.01	0.09	1.00

3. 求 R 的特征值和特征向量

续表

根据相应选项求出 R 的特征值和特征向量, 见表 4 和表 5(特征向量矩阵)。

表 4 方差解释

主成分	提取载荷平方和		
	特征值	方差贡献率/%	累计贡献率/%
1	3.76	28.91	28.91
2	1.95	14.96	43.87

主成分	提取载荷平方和		
	特征值	方差贡献率/%	累计贡献率/%
3	1.31	10.05	53.92
4	1.22	9.36	63.29
5	1.01	7.77	71.06
6	0.83	6.41	77.47
7	0.66	5.06	82.54
8	0.56	4.34	86.87

表 5 成分矩阵

	成分							
	1	2	3	4	5	6	7	8
思想政治	0.83	-0.27	-0.01	0.02	-0.21	0.04	-0.09	-0.08
专业素质	0.60	-0.37	-0.00	-0.07	-0.26	0.47	-0.34	-0.14
教学内容	0.36	0.54	-0.36	0.44	0.06	0.26	0.06	-0.28
教学方法	0.14	0.49	0.52	-0.06	-0.31	0.38	0.39	-0.04
讲授能力	0.33	0.66	-0.27	0.21	0.28	0.08	-0.22	0.23
课堂组织	0.81	0.20	-0.01	0.26	0.02	-0.23	0.03	0.03
教书育人	0.59	-0.04	-0.09	-0.33	0.41	0.07	0.44	-0.01
教案评估	0.85	0.10	-0.02	-0.17	-0.03	-0.26	-0.02	0.13
作业评估	0.53	0.26	0.06	-0.66	-0.08	0.02	-0.15	0.18
工作量	0.29	-0.57	0.12	0.47	0.06	0.25	0.15	0.49
教学效果	0.12	0.36	0.70	0.29	-0.16	-0.28	-0.15	0.03
成绩评估	0.12	-0.13	0.56	-0.03	0.72	0.16	-0.20	-0.18
教育科研	0.58	-0.44	0.02	0.18	-0.03	-0.32	0.16	-0.28

4. KMO 和巴特利特球形检验

表 6 给出了 KMO 检验和巴特利特球形检验的结果,可以看出 KMO 统计值为 0.72 大于 0.52,说明这 13 个指标是相关的,适合做主成分分析。

表 6 KMO 和巴特利特球形检验

KMO 检验		0.72
	Approx. Chi - Square	299.39
巴特利特球形检验	df	78.00
	Sig.	0.00

5. 确定主成分个数

由表 4 主成分因子的信息贡献看,前 8 个主成分因子累计贡献率(可解释的总信息量的比例)已达 86.87%,超过 85%。说明前 8 个主成分基本包含了全部指标具有的信息,因此可以认为教师综合评价中的 13 个指标可降维成 8 个主成分因子。

6. 计算主成分得分

由表 5 和主成分方程(略)可计算出主成分得分,表 7 列出了样本的 8 个主成分得分。

表 7 主成分得分

教师代号	第一主成分	第二主成分	第三主成分	第四主成分	第五主成分	第六主成分	第七主成分	第八主成分
1	-3.65	-4.37	3.36	-2.09	-0.58	-1.94	-0.43	1.34
2	-5.87	-0.95	-0.67	2.26	0.51	2.16	0.86	-0.68
3	-4.23	0.53	0.30	3.00	0.77	1.36	0.54	-0.34
4	-1.47	-0.91	-0.64	1.00	-0.47	0.81	0.92	-0.44
5	-3.25	1.28	0.71	-0.81	1.85	1.60	-0.01	0.40
6	-2.19	-0.92	0.45	1.88	-1.69	-0.01	0.69	-1.00
7	-2.24	-0.92	-1.23	1.31	-0.90	0.56	0.14	-0.05
8	-2.15	-0.03	0.49	-0.25	1.10	0.12	-0.05	-0.22
9	0.17	-0.41	-0.06	0.88	-0.79	-0.16	0.98	-0.22
10	0.81	-0.58	0.21	1.08	-1.28	-0.06	0.15	-0.25

7. 综合主成分(评价)值

由主成分得分计算出综合主成分(评价)值,表8列出了总样本(共73)中10个样本的综合评价价值。

表8 综合主成分值

教师代号	综合主成分值
1	-0.82
2	-0.67
3	-1.50
4	-0.69
5	-0.49
6	-1.70
7	0.16
8	-0.49
9	0.03
10	-0.52

(四) 教师评价结果分析

使用主成分分析法进行仿真实验的结果分析如下。

1. 根据排名比较结果

表9 主成分分析法评价值和期望值排名对比

教师代号	期望值排名	主成分综合评价排名
1	22	21
2	18	18
3	21	22
4	20	20
5	10	10
6	25	25
7	11	7
8	13	13
9	7	9
10	17	17

从表9可以明显看出,主成分分析法评价值的排名与期望值排名对比准确率较高。

2. 根据分类排序比较结果

将期望值的教师成绩 x 分为四类:优秀为 $x \geq 90$;良好为 $90 > x \geq 80$;合格为 $80 > x \geq 60$;不合格为 $x < 60$ 。

经过期望值的教师成绩分类后,每类中的人数

就确定了。总样本为73人,其中优秀人数14人、良好49人、合格10人、不合格0人,然后根据每类人数确定主成分评价值的各类人数,将主成分评价值从高到低依次分入四类中,具体结果见表10。

表10 主成分分析法评价值和期望值分类对比

类别	主成分评价值分类结果							期望值分类结果				
优秀	73	39	60	62	72	70	71	39	73	60	35	
	71	49	41	67	27	57	72	57	58	62	49	
	58	37					15	70	67	37		
良好	45	35	65	51	18	69	45	27	41	51	56	
	68	56	40	15	23	11	34	23	65	14	40	
	12	50	16	52	46	64	69	46	12	50	11	
	66	20	10	34	61	31	16	18	10	59	68	
	19	33	14	9	63	53	54	53	20	9	52	
	54	24	29	25	48	47	19	48	25	66	21	
	59	32	21	22	36	5	64	47	32	29	61	
	4	38	8	44	28	3	31	22	17	33	24	
	6						63	4	36	44	8	
							38	26	6	5		
合格	13	7	30	55	26	17	3	28	55	1	42	
	42	2	1	43			30	7	13	43	2	
不合格	无							无				

注:表中的数值为教师代号。

从表10可以看出,主成分评价值分类结果中有65个数据的分类结果和期望值分类结果相同,有8个不同,准确率为89.04%。

三、结论

为了全面反映教师教学工作特征,避免遗漏信息,往往需要选取较多指标,这虽然使评价趋于完整,但增加了问题的复杂性。指标间相关性造成信息大量重叠,而传统方法如层次分析法(要求指标信息有结构层次)不能很好处理。利用主成分分析法对原始信息进行筛选,既保证了原始资料信息完整,又避免信息重复。

主成分分析是一种较为有效的降维和浓缩信息的多元统计分析方法,在尽可能多保留原始信息的前提下,将多个指标转化为少数几个互不相关的综合指标——主成分,不仅可以由主成分的得分去分析、比较被评对象某方面的特征,(下转第99页)

个性化指导,激发学生内在学习动力,促进其主动学习,全面发展。

(二)评估思政元素融入效果

为了深入了解课程思政教学设计的成效,面向授课班级的学生发放了专项评价问卷,共计发放并回收有效问卷 137 份。调研结果显示,所有受访学生均确认在教学过程中感受到了课程思政元素的融入;98.5%的学生对课程思政元素与课程内容的融合表示高度认可,认为二者融合自然而贴切;99%的学生肯定了课程思政元素对课程学习的积极促进作用。一系列数据充分表明,本次课程思政设计成功将课程思政元素与专业知识深度融合,实现了知识传授与价值引领的双重目标,赢得了学生的广泛好评。

四、结语

物理化学课程理论性强、学习难度大,深入挖掘并有效运用物理化学课程中的课程思政元素,是提升课程教学质量的有效办法。通过案例分析、实践探索、跨学科研讨等灵活多样的教学方法,将思政元

素有机融入物理化学课程的知识体系之中,使家国情怀、科学精神、创新思维、社会责任与职业道德贯穿教学始终,激发学生的学习兴趣,在潜移默化中引导学生树立正确的世界观、人生观、价值观,助力培养既有扎实专业知识,又具备高尚品德与创新能力的新时代药学人才。

参考文献

- [1] 习近平. 全国高校思想政治工作会议上的讲话[EB/OL]. (2016-12-08)[2024-08-31]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-12/08/c_1120082577.htm.
- [2] 袁良杰,李俊,姜明春,等. 生理学课程思政教学设计探究:以淋巴液的生成和回流为例[J]. 高教学刊,2024,10(17):118.
- [3] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. (2020-06-01)[2024-08-31]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html?eqid=b04748c500024fb1000000036447884a.

[责任编辑:罗喜娜]

(上接第 86 页)

而且为进行综合评价提供了一种客观赋权的方法。SPSS 统计分析软件的日益推广和普及为主成分分析法提供了方便、快捷的工具。

通过仿真实验表明,主成分分析法应用于教师综合评价准确性较高,效果较好。本研究的现实意义是对主成分分析法在高职学校教师综合评价中的应用作了新尝试,提出了教师综合评价方法的一种新思路,为全面提高教师综合评价水平提供了一种较为切实有效和科学的评价模式。

参考文献

- [1] 李继云,刘峰,孙良涛. 高校教师教学质量评价的方法研究[J]. 统计与咨询,2005(3):22.
- [2] 阮豫红,王波. 教师综合评价方法探讨[J]. 山西高等学校社会科学学报,2005(12):93.
- [3] 卢纹岱. spss for windows 统计分析[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [4] 林海明,张文霖. 主成分分析与因子分析的异同和 SPSS 软件:兼与刘玉玫、卢纹岱同志商榷[J]. 统计研究,2005(3):65.

[责任编辑:赵 伟]