

基于层次分析法—熵权法的学生体质能力评价

温勇，周文潇

（南京邮电大学 理学院，江苏 南京 210023）

摘要：本文以分析南京某高校学生的体质测试成绩为基础，利用灰色关联分析法，结合层次分析法—熵权法和各项目成绩指标的综合权重，得到体质能力的综合评价方法，并对不同年级、专业、生源地的学生群体分别提出指导建议，为相关机构和学校在体质教育中提高水平提供帮助。

关键词：层次分析法；熵权法；综合评价；学生体质能力

Evaluation of students' physics ability based on
analytic hierarchy process and entropy method

Wen Yong, Wenxiao Zhou

（College of Science, Nanjing University of Posts and Telecommunication, Nanjing
210042, China）

作者基本情况：

温勇，1962年11月，男，江苏扬州，教授，理学硕士，人口健康管理，210023，南京邮电大学理学院，18051082206，ywen1108@njupt.edu.cn

周文潇，1997年6月，女，江苏南通，应用统计学本科生，210023，南京邮电大学理学院，18251925269，18251925269@163.com

Abstract: This paper focuses on the analysis of the physical test scores of the students in a college of NJUPT. Using the gray correlation analysis method, which combines with the analytic hierarchy process-entropy weight method to determine the basic information and the comprehensive weight of each test item, the physical ability analysis method can be determined. In that way, the method can be used for the targeted groups of students, including different grades, majors and sources, to provide suggestions and assistance to students as well as the relevant institutions and schools in physical education.

Key words: analytic hierarchy process; entropy weight method; comprehensive evaluation; student physical ability

1. 问题的提出与文献回顾

大学生的体质水平受到国家的重视,近十年来国家先后出台并修订了《国家学生体质健康标准》,旨在监督学生提高身体素质,在体质测试成绩中从多个项目对于学生体质能力进行初步评价,这些数据的收集最终目的都是为了有效建立学生体质能力体系,对每个学生个体进行有效评定并指导学校和相关机构制定提高学生综合素质的课程体系,为学生健康成长提供帮助。

国内对于体质能力评价的研究多采用灰色关联综合评价模型并以层次分析法确定体质测试项目的权重^{[1][2]}，通过评定参加考核的体育项目成绩因子对于参考序列的关联度，可以得到体重指数 BMI 对体质健康综合评价关系最紧密^[3]，相应地建立学生健康监测管理系统，为大学生体能训练提供建议和帮助^[2]。迄今，国内对学生体质能力的综合评价选择的因子集中为体质测试项目，而忽略了个人、环境等因素对成绩的影响，因此模型精确度存在缺陷^[4]，并且在确定权重时多采用层次分析法，较多的考虑了决策者的主观意愿，定性成分多而忽略了客观性，在其余领域涉及评价问题时，国内的一些研究选择结合熵权法和层次分析法综合评定个体的水平^{[5][6]}，可以看到这个确定权重的方法可行且有应用。

因此，本文通过建立综合评价模型对南京某高校二级学院在校本科生的体质能力进行评价，确定主客观结合的体系和评价方法，为学生提供有效的体质锻炼建议。

2. 学生体质测试及基本信息的描述统计

2.1 数据来源

本文先从该学校学生体测数据库中筛选学生数据，筛选标准为参测学生是应届生，其基本信息包括年级、身份证号、专业、性别、学号，体质测试成绩包括 1000 米 / 800 米、50 米、立定跳远、坐位体

前屈、引体向上 / 一分钟仰卧起坐、BMI 指数、肺活量等各项成绩得分和总分，皆有数据记录者，由此筛选出 7539 位在校学生的有效成绩。

2.2 学生体质成绩的描述统计分析

基于该学院学生的基本信息和各项目成绩，可以将学生进行类别划分，年级分别为 2014 级—2017 级四个年级、生源地按照中国经济区域的划分分为东北部、中部、东部、西部四个地区，专业按照《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》分为文学、工学、管理学和经济学四类，学生性别为男生和女生。表 1 展示了不同分类下学生的平均成绩，并对多个总体的均值进行了统计检验。

表 1 各基本信息变量的平均总分比较表

年级	2014 级	2015 级	2016 级	2017 级	显著性
平均总成绩	70.47	74.39	74.16	72.24	0.000
生源地	东北地区	西部地区	中部地区	东部地区	显著性
平均总成绩	69.41	73.23	73.52	72.67	0.000
专业名称	文学类	工学类	管理学类	经济学类	显著性
平均总成绩	74.26	71.94	74.59	75.51	0.000
性别	男生		女生		显著性
平均总成绩	70.40		76.67		0.000

分别对上述四个变量做均值检验 / 方差分析，四组检验都是以 $P < 0.05$ 拒绝原假设，认为同变量下的不同组别均值存在显著性差异，因此加入年级、生源地、专业、性别这 4 个变量，来综合分析学生的体质能力是合理的。

3. 学生体质能力指标权重的确定

在《国家体质健康标准》中规定，体质测试综合评价中综合得分是各项目指标得分与权重的乘积之和，权重取值固定会存在主观意愿，不一定能有效反映该校学生的特殊情况^[7]，根据体质成绩的描述及相关分析发现，学生的专业、性别、生源地等因素对于其体质能力有影响。本文采用层次分析法和熵权法相结合来确定各指标的综合权重，将年级、出生地、专业、性别四个因素综合为基本信息指标，各个因素的分级指标得分高低依据平均值高低量化为评级得分，基本信息得分由上述四个基本信息指标平均得分确定，具体的指标排序见表 2：

表 2 基本信息指标降序排列表

年级	生源地	专业名称	性别
2015 级	中部地区	经济类	女生
2016 级	西部地区	管理类	男生
2017 级	东部地区	文学类	
2014 级	东北地区	工学类	

考虑到不同评价指标的量纲和数量级不同，将原始数据 x'_{ij} 进行归一化：

$$x_{ij} = \frac{x'_{ij} - \min(x'_j)}{\max(x'_j) - \min(x'_j)} \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

下面先对各指标的权重进行确定：

3.1 层次分析法确定体质能力评价指标权重

基于层次分析法对于参与评价学生综合体质能力的指标权重进行计算。首先确定层次结构模型如下图 1 所示：

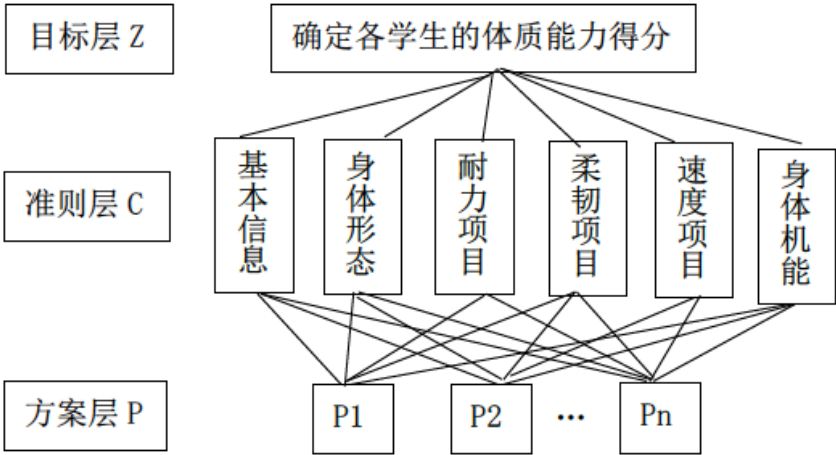


图 1 层次结构模型图

对于层次分析法，Saaty 提出了属性间相对重要性等级表可以为准则层指标划分标度^[8]，具体等级表如表 3 所示：

表 3 属性间相对重要性等级表

尺度 a_{ij}	含义
1	c_i 与 c_j 影响相同
3	c_i 比 c_j 影响稍强
5	c_i 比 c_j 影响强
7	c_i 与 c_j 影响明显的强
9	c_i 比 c_j 影响绝对强
2, 4, 6, 8	c_i 比 c_j 影响之比在上述两个相邻等级之间
1, 1/2, ..., 1/9	c_i 与 c_j 影响之比是上面的 a_{ij} 的相反数

参照表中指标间相对重要性确定判断矩阵，依次为六个指标进行两两重要性对比：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{26} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{61} & a_{62} & \cdots & a_{66} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 & 4 & 5 & 3 \\ 1/4 & 1 & 2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/4 & 1 \\ 1/4 & 1 & 2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 1/5 & 3 & 4 & 3 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

判断矩阵需要进行一致性检验，计算矩阵的一致性比率 C. R.，当 $C.R. < 0.1$ 时认为矩阵可以接受，该判断矩阵的结果为

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = 0.09245$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.074556$$

因此认为该矩阵可以接受。最后计算权向量为

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_6)^T = (0.432, 0.102, 0.068, 0.102, 0.228, 0.068)^T$$

即这六个权重依次代表了基本情况、耐力项目、身体形态、柔韧项目、速度项目、身体机能在体质能力评价中的具体权重取值。可以看到不同于《国家体质健康标准》中对于各项目的评分等级^[7]，此处加入了基本信息作为新的指标，且又保留了各项目指标权重的重要性对比，其中基本信息指标权重最大，其次为速度项目。

3.2 熵权法确定体质能力评价指标权重

熵表示一个系统无序程度，熵权法是基于一个评价指标的信息熵越小，其提供的信息量越大，其在综合评价中权重越高的原则确定的方法^[9]，其基本步骤包括：

首先进行数据标准化和指标权重的确定，针对 7539 个评价对象，共 6 个评价指标，确定原始评价指标矩阵为

$$R = (r_{ij})_{n \times m} \\ = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}$$

其中 $n=7539$, $m=6$, r_{ij} 表示第 i 个评价指标下第 j 个评价对象的值，并且可以确定每个指标的权重为 $P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^m r_{ij}} (i=1 \dots n; j=1 \dots m)$

根据信息论中对于信息熵的定义，信息熵可表示为

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} (i=1, 2, \dots, n) \\ k = \frac{1}{\ln m}$$

相应的可计算各指标的权重为 $u_i = \frac{1-e_i}{\sum_{i=1}^n (1-e_i)} (i=1, 2, \dots, n)$

按照如上的步骤六个指标确定的熵权值为

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_6)^T = (0.166, 0.167, 0.166, 0.167, 0.168, 0.167)^T$$

即这六个权重依次代表了基本情况、耐力项目、身体形态、柔韧项目、速度项目、身体机能在体质能力评价中的具体权重取值。可以观察到，不同于层次分析确定的各指标的权向量，熵权法中对于每个指标的确定相对平均，没有强调加入基本情况对于原始评分标准的较大影响，但是依旧可看到速度项目是权重最高的指标，认为该客观赋权法较为合理。

3.3 最小相对信息熵确定组合权重

确定权重的方法中，层次分析法属于主观赋权法，该方法能够根据实际的决策问题和专家经验确定属性顺序及比重，但是决策评价时主观因素大，存在较大的误差；熵权法属于客观赋权法，以客观的属性的变异程度对其影响程度进行度量，但是却存在权重的确定与现实不太吻合的情况^[10]。基于最小相对信息熵原理，可由拉格朗日乘子法得到综合权重^[11]为

$$w_j^* = \frac{(w_j u_j)^{0.5}}{\sum_{j=1}^m (w_j u_j)^{0.5}} \quad (j=1,2,\dots,6)$$

因此可以确定六个指标的组组合权重依次为

$$w^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_6^*)^T = (0.286, 0.139, 0.113, 0.139, 0.209, 0.114)^T$$

该指标中，确定了权重最高的是基本情况，其次是速度项目，耐力项目和柔韧项目占比位居第三，最后是身体机能和身体形态项目，这个权重的排序也较为符合《国家体质健康标准》中的给定项目占比，可见组合权重的合理性。

4. 针对全体学生总体的灰色关联分析评价

确定参考数据列为每个指标的最大值，并将其作为最优值，记作 $X_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(m))$ ，相应地可得到每个被评价对象指标序列(后简称为比较序列)与参考序列的绝对差值为 $|x_0(k) - x_i(k)| \quad i = 0, 1, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m$ ，并确定

$$\min_{i=1}^n \min_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)| = 0$$

$$\max_{i=1}^n \max_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)| = 2.033$$

依据如下公式可以计算每个比较序列与参考序列对应元素的关联系数：

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_{i=1}^n \min_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max_{i=1}^n \max_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max_{i=1}^n \max_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)|}$$

再基于每个样本数据的关联系数分别计算每个指标与参考序列对应元素的关联序为 $r_{0i} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m W_k^* \cdot \zeta_i(k)$ 其中 W_k^* 是由层次分析法确定了六个指标的组合权重。对于数据库中的 7539 个样本可以依次产生各对象的关联序，相应地对每个学生的体质综合成绩进行评估，其中体质评级分数越高代表综合水平越高，评级分数越低代表综合水平越低。如下摘选了部分学生的成绩情况：

表 4 部分学生成绩及评分等级表

学号	姓名	总分	体质能力评价	总分等级划分	体质能力等级划分
1421****	杨同学	57.70	57.30	不及格	不及格
1422****	穆同学	84.30	83.69	良好	良好

1651****	孙同学	92.75	90.38	优秀	优秀
1556****	颜同学	79.15	82.65	中等	良好
1612****	舒同学	63.70	58.59	及格	不及格

通过对比数据库中 7539 个样本的总分和体质能力评价得分，可以看到学生成绩基本上满足较低的体质能力评价得分对应较低的总分的规律，但是部分学生会出现总分、体质能力等级不相同的情况，这是因为体质能力评价综合了除各体质测试项目的得分外的年级、出生地、专业名称、性别因素，这些因素对于体质总成绩取值的不同有影响，因此等级的差异是合理的。总分等级按照如下表 5-1 的方式划分为五个层次，若将体质能力评价得分按照相同分数段由低到高的顺序排列也可以划分为五个层次如表 5-2 所示：

表 5-1 学生总成绩等级频数分布表

等级	分数段	频数统计	频率统计
优秀	90 分及以上	75	1.0%
良好	80-90	1513	20.1%
中等	70-80	3356	44.5%
及格	60-70	2073	27.5%
不及格	60 分以下	522	6.9%
总计		7539	100.0%

表 5-2 学生体质能力等级频数分布表

等级	分数段	频数统计	频率统计
优秀	90 分及以上	147	1.9%
良好	80-90	2603	34.5%

中等	70-80	2902	38.5%
及格	60-70	1429	19.0%
不及格	60 分以下	458	6.1%
总计		7539	100.0%

5. 针对学生体质能力综合评价分析

上文已详细说明了基于灰色关联分析的学生体质能力评价及其中存在的等级差异性，下面对不同专业、不同生源地、不同年级的学生体质能力得分情况结合学生总分等级进行对比分析，并基于各个基本信息指标得出相关结论。

5.1 针对四类专业的分析

利用灰色关联分析可以得到不同专业的学生体质能力平均得分，排列顺序不同于学生原体测总成绩的平均得分排序，如表 6-1 所示：

表 6-1 各专业体质能力得分、体测得分排序表

体质能力得分 降序排列	文学类	管理学类	经济学类	工学类
平均成绩	78.46	78.24	78.17	74.29
体测总成绩降 序排列	经济学类	管理学类	文学类	工学类
平均成绩	75.51	74.59	74.26	71.94

在体质能力得分的排序中，文学类专业学生平均成绩最高，经济学类学生平均成绩居于第三位，而体测总成绩中经济学类专业学生平均成绩最高，文学类专业学生平均成绩居于第三位，两个专业在得分

排序上发生了改变,并且可以看到工科类学生两类得分排序都处于最后,这个结果受到两类因素的影响:

首先是性别因素,各专业学生基于性别分类的体质能力得分表如表 6-2 所示:

表 6-2 各专业不同性别学生体质能力得分平均成绩表

专业名称	男女人数比	女生体质能力平均得分	男生体质能力平均得分
文学类	0.259	79.88	72.98
管理学类	0.478	81.37	71.71
经济学类	0.515	81.44	71.88
工学类	3.137	81.17	71.98

比较不同专业的性别比,文学类专业的男女人数比最低,依次是管理学类、经济学类、工学类,并且同专业下女生的体质能力平均得分要高于男生的体质能力平均得分,且平均得分差距在 10 分左右,可以看到在加入了基本信息因素后,女生体质能力得分高及女生人数多的优势使得文学类专业学生的体质能力平均得分排序处于第一位,而工学类专业学生的男女比例高,说明其男生人数占比高,而男生体质能力得分较低,造成整个专业处于平均得分最低水平。

其次是专业设置的因素,文理分科后不同专业对于知识及实践内容、授课方式的区别也会对学生体质发展带来影响^[12]。工科、经济学类专业的理论课程居多,要求学生长时间以脑力劳动、静止久坐的方式进行学习,且课程压力较大,学生需要通过完成大量的作业、实验、论文的模式进行学习,其参与体育运动的时间少;而文学、管理类专

业相对理论课程较少，多通过课外活动、探讨研究的方式进行学习，课程压力较小，强调学生要有活跃的思维、积极开展活动的意识，因此学生能够有较多的时间多参与活动，增加了其锻炼的时间。

表 6-3 各专业体质测试项目平均成绩表

专业 \ 项目	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
文学类	64.99	96.51	69.59	71.68	74.45
管理学类	66.57	94.14	66.18	73.11	77.82
经济学类	68.67	93.89	66.13	74.33	79.85
工学类	62.68	92.10	55.08	74.42	78.26

四类专业学生的五项成绩平均值如表 6-3 所示，从横向和纵向成绩对比来进一步分析。

纵向比较不同专业，其中文学和管理类专业学生体质能力评价得分处于四个专业中较好水平，这两个专业需注意加强耐力项目和柔韧项目的训练，才能有效稳定其学生成绩的总体水平；经济学类学生体质能力处于中等水平，学生在身体形态和柔韧项目中相较于其余专业平均水平较低，因此需着重提高这两个项目；工学类学生在柔韧和耐力项目均分很低，对于其总平均成绩有很大影响，因此需要加强这两个项目的训练。

横向比较不同项目，耐力项目中工学类学生成绩最差，其次是文科类学生，其余两个专业的学生该项目平均成绩得分也处于较低水平，可以看到耐力项目在不同性别、专业因素下都是弱势项目。身体形态项目中工学、管理学类学生得分较低，这与两个专业中男生人数占比

较高有关联，在数据分析中发现整个学校男生的超重及肥胖比率为 29.0%，而女生的超重及肥胖比率为 12.9%，男生比例越高的专业身体形态平均成绩越低。柔韧项目中，工学和管理学类学生平均得分最低，而速度项目中，文学类学生平均得分最低，这两个项目的得分趋势也与性别有密切关系，一般认为女性的柔韧性要强于男性，而在速度爆发力中却要弱于男性。在身体机能中，文学类学生平均得分最低，一般情况男性的生理结构决定男性更为强壮，其肺活量普遍优于女性，因此在男生比例较高的专业如工学类学生的身体机能项目成绩较高。

5.2 针对四个年级的分析

利用灰色关联分析可以得到不同年级下学生体质能力平均得分，排列顺序与学生原体测总成绩的平均得分排序相同，如表 6-4 所示：

表 6-4 各年级体质能力得分、体测得分排序表

体质能力得分 降序排列	2015 级	2016 级	2017 级	2014 级
平均成绩	77.09	75.99	75.84	73.00
体测总成绩降 序排列	2015 级	2016 级	2017 级	2014 级
平均成绩	74.39	74.16	72.24	70.47

在体质能力得分的排序中，2015 级(大三年级)学生平均成绩最高，其次是 2016 级(大二年级)和 2017 级(大一年级)，2014 级(大四年级)学生平均成绩最低，由于每个年级的男女性别比例基本均衡，此处不考虑是性别因素对于平均成绩排序的影响，通过分析认为是各年级学生的作息习惯、运动时间造成了成绩上的差异。大一年级学生

刚经历高考，由于长时间的久坐学习导致其体质能力水平较低，但是又因为日常有体育课和体测的监督，因此虽然平均成绩差但是却不至于垫底；大二年级通过坚持一年的体育课和体测的监督，身体机能有所提高，因此平均成绩处于第二位置；大三年级学生能够在前两年有效锻炼和体质测试的监督下形成良好的生活作息习惯，因此其平均成绩得分最高；而大四年级学生不需要上体育课，也没有体测的压力，加上学业压力减少，大多数个体形成饮食及作息时间不规律的习惯，减少了锻炼的时间，因此表现出体质能力得分最低的情况。

表 6-5 各年级体质测试项目平均成绩表

年级 \ 项目	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
2015 级	67.30	94.11	61.09	75.67	77.67
2016 级	64.37	92.99	61.11	74.54	79.84
2017 级	66.95	92.12	55.92	72.97	77.68
2014 级	56.76	92.25	57.11	73.13	77.00

四个年级学生的五项成绩平均值如表 6-5 所示，从横向和纵向成绩对比来进一步分析。

纵向比较不同年级，其中 2015 级、2016 级两个年级总体水平较高，这两个年级学生的弱势项目为耐力项目和柔韧项目，通过增加针对性的训练才能稳定总成绩水平；2017 级学生与前两个年级的差异表现在柔韧项目，该项目平均成绩处于不及格等级，学生应着重提高自身的柔韧性，并且在身体形态项目 2017 级学生也处于最低水平，需要加强自身锻炼控制 BMI 值稳定在正常范围内；2014 级学生相较

于前三个年级存在明显的差距，表现在耐力项目、柔韧项目同其他年级的平均水平有 5-10 分的差距，该年级学生在身体机能、速度项目中成绩也较为落后，但是要想缩小与其他年级差异需着重关注耐力与柔韧项目的增强。

5.3 针对四个生源地的分析

利用灰色关联分析可以得到不同生源地学生体质能力的平均得分，排列顺序不同于学生原体测总成绩的平均得分排序，如表 6-6 所示：

表 6-6 各生源地体质能力得分、体测得分排序表

体质能力得分 降序排列	西部地区	中部地区	东部地区	东北地区
平均成绩	76.21	76.18	75.31	72.17
体测总成绩降 序排列	中部地区	西部地区	东部地区	东北地区
平均成绩	73.52	73.23	72.67	69.41

在体质能力得分的排序中，西部地区学生平均成绩最高，中部地区学生平均成绩居于第二位，而体测总成绩中，中部地区学生平均成绩最高，西部地区学生平均成绩居于第二位，两个地区在得分排序上发生了改变，并且可以看到东北地区学生两类得分排序都处于最后，通过分析有两个因素影响：

首先是性别因素，各生源地学生基于性别分类的体质能力得分表如表 6-7 所示：

表 6-7 各生源地不同性别学生体质能力得分平均成绩表

生源地名称	男女人数比	女生体质能力平均得分	男生体质能力平均得分
西部地区	1.445	81.34	76.63
中部地区	2.006	81.70	73.43
东部地区	1.575	81.09	76.61
东北地区	2.379	80.22	68.79

比较不同生源地的性别比，西部地区的男女人数比最低，其次是东部、中部、东北地区，并且同地区下女生的体质能力平均得分要高于男生的体质能力平均得分，因此在加入基本信息因素后，女生体质能力得分高及女生人数多的优势使得西部地区学生的体质能力平均得分排序处于第一位。虽然中部地区男女比例高于东部地区地区却表现出体质能力平均得分高于东部地区，这是因为东部地区学生人数基数大，使得男生人数较多的趋势没有明显显示出来，并且中部地区女生的体质能力平均得分也高于东部地区，因此中部地区学生的体质能力平均得分能处于第二位。东北地区学生的男女比明显反映出男生人数占比高，而女生和男生的体质能力平均得分又远低于其他地区，造成了整个地区处于平均得分最低位置。

其次是外部环境因素，可以分为自然因素和社会因素，具体分析结合表 6-8 不同生源地学生的五项成绩平均值，从横向和纵向成绩对比来进一步说明。

表 6-8 各生源地体质测试项目平均成绩表

地区\项目	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
西部地区	65.16	93.76	60.27	74.44	75.99
中部地区	65.21	93.22	59.82	74.62	78.15
东部地区	63.61	92.65	58.34	73.92	78.38
东北地区	59.30	90.00	54.21	69.31	78.98

纵向比较不同专业，其中西部地区和中部地区学生体质能力评价得分处于四个地区中较好水平，其中西部地区学生应加强身体机能能力，中部地区应加强柔韧项目的训练，才能有效稳定其学生成绩的总体水平；东部地区学生需要加强耐力项目和柔韧项目的训练，东北地区学生在耐力和柔韧项目中平均成绩都处于不及格水平，并且其除了身体机能项目外其余项目都处于最低水平，因此该地区学生需要综合提高自身体质能力。

横向对比不同项目，在耐力项目中西部地区学生成绩有一定的优势，这与地区的自然因素有关系。西部地区海拔较高，气候寒冷，大气中氧气含量较低，且山地环境较多，人体的耐力相对较好，而南部地区平均温度较高，氧气充足，相对耐力水平较低^[13]。在身体形态、柔韧、速度项目中西部学生也表现出了相对较好的身体优势，身体机能项目中东北地区学生表现出明显优势，这是由于东北地区昼夜温差较大，太阳辐射强，加快了脉搏跳动，为学生提供了有效的身体机能优势^[13]。

尽管西部、东北地区学生存在先天优势，但是社会因素如地区的经济水平、学生教育政策因素也影响了各地区学生平均成绩的表现。

其中，西部地区和东北地区处于经济欠发达地区，当地对于体育设施的修建、对体育事业的投资发展都远不如中部、东部地区，因此表现出中部和东部地区的学生体质能力成绩高于东北地区的情况^[13]。但是中部、东部地区学生的升学压力、社会竞争压力也较大，这些因素也会影响学生锻炼身体的时间和频率，课业负担过重、睡眠不足、精神压力大的众多因素也导致了西部地区学生体质能力平均成绩又相较于处于更高的水平^[14]。

6. 主要结论和建议

通过学生体质能力综合评价分析总结了基于不同专业、生源地、年级学生的体质能力水平，并且可以看到专业因素和生源地因素下学生的体质能力水平还受到性别因素的影响，如下总结不同基本信息分类下学生的体质水平并提出相关建议。

在专业分类下，学生体质能力平均成绩的差异受到专业中学生男女比例的影响，其中工学、经济学类学生中男生比例高而其平均成绩得分较低，拉低了总体水平，并且这两个专业学生的课业方式和压力导致久坐时间长，因此需要培养学生合理规划自己的课余时间，制定有效的作息计划，在高效学习的同时也能每天抽出时间增强跑步、快走等体育活动，从而提高身体素质。

在年级分类下,学生体质能力平均成绩的差异主要来源于不同年级间学业压力、生活作息习惯的区别,其中 2015 级(大三年级)学生已能养成较为科学的生活作息规律,其体质能力水平最高,而 2014 级(大四年级)学生在无体育课本测压力下运动量减少导致其体质能力水平下滑严重,2017 级(大一年级)学生刚进入大学,在刚经历过高考学业压力大的情况下还没能较好的恢复正常的身体机能和锻炼身体的模式中,因此需要根据不同年级学生的课业压力和体质水平差异性进行体育课程、体质训练的规划,学校应该重点关注大一和大四两个年级学生的体质能力水平,开展更多的课外体育活动项目,积极培养学生的锻炼身体意识。

在生源地分类下,学生体质能力平均成绩的差异受到不同地区生源男女比例的影响,但是也受到地域自然社会环境差异的影响,其中中部、东部地区学生男生比例高影响的总体的水平,西部、东北地区学生在耐力和身体机能项目中受自然因素表现出一定的先天优势,但是中部、东部地区又有良好经济水平、体育事业受当地相关部门重视的社会因素影响表现出一定的发展优势,因此造成了地区在项目上平均成绩的差异性。在不改变各生源地原有条件的情况下,学校相关部门可以针对不同的学生地区划分制定适合提高体质水平的计划,有针对性的组织学生锻炼各个项目,在保留已有优势的情况下进一步提升劣势项目的成绩。

7. 结语

本文选取研究对象为在校本科生体质测试成绩,在充分分析体质测试成绩和掌握学生基本信息后,利用层次分析—熵权法综合确定指标权重从而对学生体质能力进行灰色关联评价并得出相关结论,这对于学校指导学生提高体育锻炼的意识和能力提供了帮助,同时对于学生自我把握体质能力从而有效学习增强体质健康有意义。

参考文献:

- [1] 毛巍,杜晶,兰桓友,张红.大学生体质健康的灰色关联度综合评价与回归分析[J].四川理工学院学报(自然科学版),2014,27(04):96-100.
- [2] 黄明远.基于灰色关联度的大学生体质健康测试系统的设计与实现[D].湖南大学,2016.
- [3] 刘喜玲,陈留强.大学生体质健康综合评定的灰色关联研究[J].价值工程,2016,35(12):200-202.
- [4] 赵新芝.云南省普通高校大学生体质健康发展趋势及灰色预测研究[D].云南师范大学,2018.
- [5] 王欣.基于熵权模糊法的高校青年教师压力评价[J].微型电脑应用,2019,35(03):48-50.
- [6] 李帅,魏虹,倪细炉,顾艳文,李昌晓.基于层次分析法和熵权法的宁夏城市人居环境质量评价[J].应用生态学报,2014,25(09):2700-2708.
- [7] 郑殷珏,方爱莲,蔡金明,邓蜀李.《国家学生体质健康标准》与《学生体质健康标准(试行方案)》的比较研究[J].体育科学,2009,29(07):92-96.
- [8] T.L.Saaty, M. Ozdemir.Negative priorities in the analytic hierarchy process. Mathematical and Computer Modelling, 2003,37(9):1063-1076.
- [9] 于泉,孙瑶.基于组合赋权法的城市交叉口交通状态评价[J].交通运输研究,2018,4(02):23-29.

- [10] chdmhl.权重的确定方法汇总[EB/OL].<https://wenku.baidu.com/view/1937e04abb4cf7ec7ec4afed096.html>,2018-6-26.
- [11] 吴开亚,金菊良.区域生态安全评价的熵组合权重属性识别模型[J].地理科学,2008,28(06):754-758.
- [12] 罗智.广东岭南职业技术学院不同专业学生体质对比研究[D].广州体育学院,2017.
- [13] 李季,陈丽霞,葛淼,何进伟.高校师范生耐力素质状况与地理区域关系调查研究[J].福建体育科技,2013,32(01):53-55.
- [14] 秦毅妮.国民体质监测中青少年各指标的地域性分析[D].南京师范大学,2013.