

体育综合评价中指标权重确定的理论与实践

沈梦英¹ 赵书祥²

(1. 河南科技大学 洛阳 471023; 2. 北京体育大学体育统计与测量教研室 北京 100084)

摘要: 在体育实践中经常需要对体育现象采取综合评价,而评价指标体系中的各指标的重要性有时并不等权。如何合理的处理这些指标的重要性问题,即是指标的权重确定的方法问题。针对这一问题,运用调查法对体育科研中常用的指标权重综合评价的方法如专家调查法、因子分析法与层次分析法等的适用条件、操作方法与程序进行了分析,并结合实例进行演示。此外还对这三种方法的异同点进行了比较,以期对体育实践中体育现象的综合评价提供理论和方法指导。

关键词: 体育; 综合评价; 权重; 专家调查法; 因子分析法; 层次分析法

中图分类号: G80-05

文献标识码: A

文章编号: 1672-1365(2014)01-0053-07

The Theoretical and Practical Study of the Determination Index Weights in Comprehensive Evaluation of Sport

Shen Mengying¹, Zhao Shuxiang²

(1. Physical Educaiton School, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China;

2. Division of Sport Psychology, Faculty of Human Kinetics Sciences, Beijing Sport University, Beijing 100084, China.)

Abstract: It often needs to take a comprehensive evaluation of the physical phenomena. But sometimes the importance of the evaluation system of the indicators doesn't have equally weight. How to deal with these indicators of the importance reasonably is the method to determine the weights. To solve this problem, the literature review and survey method were used. This paper summarized the methods of comprehensive evaluation of the index weight that was commonly used in sports practice. These methods include the Delphi method, the factor analysis, and the analytic hierarchy process. This paper analyzed the conditions of use, theoretical basis and operational procedures of each method, and demonstrated with examples respectively. In addition, the similarities and differences between these three methods were compared. This will provide theoretical and methodological guidance for the comprehensive evaluation of physical phenomena in sports practice.

Key words: sports; comprehensive evaluation; weight; the Delphi method; the factor analysis; the analytic hierarchy process (AHP)

1 前言

如何科学的评价体育应用领域中各种体育实践活动是进一步推动国家体育运动健康发展的保障和基础(赵书祥 2008)^[1]。有研究者也认为体育活动的影响及效果是一个高度综合概括的评价范畴,因此无法用一句话或一个指标来表达清楚,必须通过在指标体系中选择一系列有代表性的评价指标从各个侧面反映,才能近似表达其影响效果(祁国鹰、徐明 2006)^[2]。因此对体育活动的效果和影响因素进行评价时,采用综合评价的方法也是必然的。

近年来在体育领域中综合评价的方法得到了广泛的应用,积累了很多的研究成果,但也存在很多问题。徐明欣、高斌、李瑞年、鞠传进(2000)^[3]从层次分析法的方法过程入手,重点介绍了“体育课程评估”和“体育教学质量评价”中构建评估指标体系和

求解权重的方法步骤。任弘(2004)^[4]在体质研究中人体适应能力的理论与实证研究中运用因子分析法确定了人体适应能力各指标的权重。祁国鹰、徐明(2006)^[2]在体育统计简明教程中介绍了专家调查法确定权重的理论与方法。赵书祥(2007)^[5]的研究重点阐述了层次分析法的应用。方强(2010)^[6]采用主要采用层次分析法和问卷调查法对高等学校体育教学质量评价体系进行了研究。于万清(2010)^[7]运用层次分析法对阳光体育背景下学生体育成绩进行了量化评定。赵书祥(2008)^[1]通过文献资料法对国内近二十年来关于体育领域综合评价的研究进行了分析,研究显示目前国内体育综合评价应用研究中存在的主要问题之一就是体育综合评价研究中权重的计算方法也有误用现象。以上前人的研究中大多是仅涉及到综合评价中的一种权重(也称加权,它表示对某指标的重要性程度进

* 收稿日期: 2013-11-20

作者简介: 沈梦英(1979-),女,河南南阳人,博士,研究方向:体育统计与测量评价。

行定量分配) 的确定方法, 如因子分析, 层次分析法等。

综合评价的重要工作之一就是建立评价指标体系。评价指标体系是实现评价对象识别的依据, 其科学性是评价结果真实可靠的保证。因此要从研究目的出发, 穷尽所有的可能因素, 建立初选的指标体系, 再经过科学的论证建立起综合评价的指标体系, 在此基础上确定各指标的权重。体育科学研究中许多研究者面对众多的权重赋值方法时不知如何选择。针对此问题, 有必要将一些综合评价中涉及的权重系数的问题给与详细阐述, 并加以区分, 以期对体育科研中指标体系综合评价工作提供理论指导。本研究目的是总结体育科研综合评价常用权重的确定方法, 并结合实践将每种方法的适用条件和操作程序分别进行阐述。本研究将重点介绍利用专家调查法、因子分析法、层次分析法三种常用的体育综合评价中确定指标权重的方法。

2 研究方法

通过前人研究进行梳理并采用实例演示的方法, 对体育科研中常用综合指标权重确定的方法如专家调查法、因子分析法、层次分析法等的适用条件、操作过程与方法进行总结与演示。

3 研究结果

3.1 专家调查法确定权重

表 1 专家调查中指标赋值情况

分值 \ 指标	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
指标 1		√				√			√		
指标 2		√			√			√			
……		√					√		√		
指标 n	√		√		√						√

最后将专家组的打分信息进行汇总(见表 2), 要最后建立起相应的考核评价标准。以用来确定出每个指标的权重系数。有的研究还需

表 2 专家调查资料汇总

分值 \ 指标	指标 1	指标 2	指标 3	……	指标 n
0					
1					
2					
……					
10					
加权平均数	X_1	X_2	X_3	……	X_n

注 “|”代表针对某指标所有专家选中某一分值的频数为 1 次。

3.1.1 适用条件

专家调查法实际上是一种经验确定指标体系和各指标权重的方法, 根据相关研究领域的权威专家主观认为的重要性程度赋予相应的权重, 即主观确定权重的方法。专家组的成员一般由 15 人左右组成为宜, 问卷发放量和专家人数一致。

首先通过查阅文献及专家访谈等方法, 建立某个考核评价体系的初选指标; 然后针对初选指标对专家进行访谈及问卷调查, 确定入选指标体系。评价指标确定后, 后续的工作就是确定各个评价指标的权重系数。本研究就是在指标已经确定的基础上, 采用专家调查法确定出各个指标的权重系数。

3.1.2 专家调查法确定指标权重的过程与方法

由于各个评价指标在整个考核评价中所处的地位和重要性不同, 要根据其重要性和具体条件合理性确定各个指标的权重系数。首先选出精通于某研究领域的权威专家, 组成专家组。让专家们按照其认为的各个指标的相对重要程度打分。打分的级数可以是 0 到 10 分共十一级, 也可以是 1 到 5 分共 5 级。一般情况下我们运用 0 到 10 级的打分办法, 给专家更大的选择空间, 以便充分的发表意见。专家调查表如表 1。

计算各指标的权重系数即为: $W_i = X_i / \sum_{i=1}^m X_i$, W_i 是指个指标的权重系数, X_i 表示按专家调查资料汇总表计算出的每个指标的加权平均数。

3.1.3 应用举例

某项研究需要对篮球教练员的执教能力进行综合评价。一级指标有 5 个, 分别是比赛成绩、职业道

德、训练水平、合作关系及参赛能力。再如比赛成绩的二级指标分别是最终成绩、阶段性大赛成绩、训练成绩。研究共发放专家调查问卷 18 份, 回收 18 份, 有效问卷为 18 份, 有效率为 100%。一级指标的权重系数如下表 3。

表 3 各个一级指标权重系数

指标	分 值										加权均数	权重系数 W_i	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
比赛成绩										4	14	9.78	0.23
职业道德					2	2	3	8	2	1		7.50	0.18
训练水平								1	16	1		9.00	0.21
合作关系				1	5	7	3	1	1			7.00	0.17
参赛指挥能力							1	4	9	4		8.89	0.21

如比赛成绩指标的加权均数的计算为: 所有专家选中 9 分的次数为 4 次, 选中 10 分的次数为 14 次, 即加权均数为 $(9 \times 4 + 10 \times 14) / (4 + 14) = 9.78$ 。如果没有缺失值, 那么所有专家对每一个指标的评分得分乘以次数相加后, 都除以 18 即可(共 18 个专家)。其它指标的加权均数依次为 7.50、9.00、7.00、8.89。所以一级指标加权均数之和为: $9.78 + 7.50 + 9.00 + 7.00 + 8.89 = 42.17$ 。

那么各个一级指标的权重系数由公式 $W_i = X_i / \sum_{i=1}^m X_i$ 计算, 即每一指标的加权均数除以所有指

标加权均数的和。例如比赛成绩的权重系数为: $9.78 / 42.17 = 0.23$, 依次计算其他五个指标的权重。一级指标中比赛成绩的权重为 0.23, 职业道德指标的权重为 0.18, 训练水平指标的权重系数为 0.21, 合作关系指标的权重系数为 0.17, 参赛指挥能力指标的权重系数为 0.21。

二级指标的权重系数的确定也采用同样的方法。如比赛成绩的二级指标分别是最终成绩、阶段性大赛成绩、训练成绩。其权重的计算如表 4 所示。

表 4 比赛成绩的各个二级指标权重系数

指标	分 值										加权均数	权重系数 W_i	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
最终成绩											18	10.00	0.44
阶段性大赛成绩					3	5	5	4	1			6.72	0.29
训练成绩			1	3	3	3	5	2	1			5.78	0.25

注: 本指标总的加权均数的和为 22.5。

所以最终成绩指标的权重系数等于一级指标比赛成绩指标的权重系数(0.23)乘以二级指标下最终成绩指标的权重系数(0.44)计算得: $0.23 \times 0.44 \approx 0.10$, 依次计算出阶段性大赛成绩指标的权重系数为 0.07, 训练成绩指标的权重系数为 0.06。

3.2 因子分析法确定权重

3.2.1 适用条件

因子分析法这是一种客观确定指标权重的方法, 是根据指标自身的作用和影响确定权重的方法, 还有主成分分析法、聚类分析法、判别分析法等。适用于采用 SPSS 统计分析软件对指标体系中各变量进行因子分析, 并根据因子的贡献率确定指标的权重。它要求问卷发放的量比较大, 而且原则上越大越好。一般为指标变量数与样本量比例为 1:5 为

宜, 实际理想的样本量应该为指标变量数的 10~25 倍。5~10 倍之间略显不足, 但一般都能得到较好的结果(吴明隆 2010)^[8]。应用的目的是一般是编制量表或建立某个研究项目的评价指标体系。

3.2.2 因子分析法确定指标权重的过程与方法

因子分析是检验评价量表信度与效度的常用手段。其特点是在现有数据的基础上, 依靠观测变量之间的相关, 提取较少因素就能反映大部分原始数据信息, 从而起到简化变量、分清因素结构的作用。它的缺点是不能估计因变量和自变量的测量误差。本研究主要探讨采用因子分析法确定指标的权重。在根据一定的专业理论知识, 建立了指标体系, 编制问卷, 并发放回收问卷。采用 SPSS 统计软件对指标体系进行因子分析。

使用因子分析的方法对参加评价的所有指标进行分析,首先要判断各个指标之间是否适合进行因子分析。KMO 值与 Bartlett 球度检验是 SPSS 统计软件提供的判断各变量是否适合进行因子分析的统计检验方法。KMO 在 0-1 之间,其值越接近 1,表明变量间共同因素越多,越适合进行因子分析。因子分析要求变量间有较强的相关性,Bartlett 球度检验是检验变量间相关系数矩阵是否为单位矩阵的方法,其检验结果呈现出统计显著性(如 $P \leq .05$),则说明变量间的相关系数矩阵不是单位矩阵,变量间有较强的相关性,适合进行因子分析,反之则不适合进行因子分析。其次,先将所有指标进行因子分析,根据因子提取的要求(如提取特征值 > 1)和一定的专业理论知识,采用方差最大正交旋转,提取特征值 > 1 的因子;接着计算每个因子的权重,即用该因子的贡献率除以所有特征值大于 1 的因子的累计贡献率。最后,计算每个因子中各个指标的权重,方法是

在因子内按照指标载荷的大小,按比例分割因子权重作为指标权重(任弘 2004)^[4]。

3.2.3 应用举例

现将数据在 SPSS 统计软件进行录入,使用如下命令: Analyze / Data Reduction / Factor,进入因子分析的操作,具体步骤和说明详见有关 SPSS 统计软件的参考书。本例采用的数据资料是前人有关体质四因素(形态、机能、素质、社会适应)中各指标权重系数的计算,见表 5。

本例在研究中根据特征值大于 1 提取原则,共提取五个公因子。表 5 中的权重系数是指该因子的载荷(方差贡献率)占特征值大于 1 的所有因子总载荷(累计贡献率)的百分比。如表 5 中因子 1 的权重等于第一因子的方差贡献率 16.595 除以 5 个因子累计方差贡献率 65.509,即为 0.25。其他四个因子照此法计算出的权重系数分别为 0.246、0.194、0.155、0.151。

表 5 体质四因素因子分析结果

因子	特征值	贡献率	累计贡献率	权重
因子 1	1.991	16.595	16.595	0.250
因子 2	1.934	16.119	32.714	0.246
因子 3	1.527	12.729	45.443	0.194
因子 4	1.219	10.155	55.598	0.155
因子 5	1.189	9.911	65.509	0.151

数据引自 2004 年任弘博士论文《体质研究中人体适应能力的理论与实证研究》。

在表 6 中列出了 5 个因子中每个因子中包括的二级指标,每个因子的权重再由该因子中包含的指标的因子载荷按比例分担。具体计算方法:如因子 1 包括仰卧起坐、纵跳两个二级指标,其中仰卧起坐的权重系数为它在两个指标载荷之和中的比例,

再乘以因子 1 的权重系数 0.25。即: $[0.966 / (0.966 + 0.962)] \times 0.25 = 0.125259$,调整为 0.125。其他各个二级指标的权重系数我们以此法依次计算出来。

表 6 体质综合评价指标权重(40 岁以下)

因子	因子权重	指标	指标载荷	指标权重
1	0.25	仰卧起坐(俯卧撑)	.966	0.125
		纵跳	.962	0.125
2	0.25	自然适应	.801	0.085
		社会适应	.759	0.08
		生理病理适应	.811	0.085
3	0.20	坐位体前屈	.733	0.075
		肺活量	.675	0.07
4	0.15	握力	.544	0.055
		单脚站立	.719	0.075
5	0.15	选择反应时	.707	0.075
		台阶指数	.689	0.08
		体重/身高	.608	0.07

数据引自 2004 年任弘博士论文《体质研究中人体适应能力的理论与实证研究》。

3.3 层次分析法确定权重

3.3.1 层次分析法的理论与适用条件

层次分析法简称 AHP 法,实际上也是一种定性与定量分析相结合的多准则确定权重的决策方法。对于复杂的综合评价问题,将专家的意见汇总后利用数学模型对实际问题进行抽象和简化。目的是为回避评估者和决策者的选择与判断所起的决定性作用。基本思想是把复杂的问题分解为各个组成因素,将这些因素按支配关系分组,使之形成有序的递阶层次结构。通过两两比较,确定层次中各因素的相对重要性,然后综合判断,将决策因素的相对重要性进行排序。此方法是先将研究的问题分为目标层、准则层、方案层三个层次。相对于目标层求出准则层各要素的相对权重。然后相对于准则层求出方案层各要素的相对权重。最后以准则层各要素的相对权重为权,求出方案层相对于目标层的组合权重。这个组合权重就是各个方案相对于总目标的重要程度。

适用条件是问卷的发放对象都是有关研究领域的权威或专家。层次分析法涉及到高等数学知识,要求使用者有一定的数学基础。另外这种方法涉及到的计算量较大,所以专家组的成员一般由 10 人左右组成为宜,不易过多。

3.3.2 层次分析法的确定指标权重的过程与方法

本研究采用层次分析法确定权重的方法是美国著名的运筹学专家萨迪(T. L. Satty)等人在研究人们的选择、判断与决策的思维规律的基础上提出来的。具体操作步骤如下(高洪军,2008;余涛,2009;方强,2010)^[9,10]:

(1) 明确问题,建立层次结构

用层次分析法作系统分析,对决策问题要有明确的认识。根据问题的性质,各因素间的相互关系和隶属关系,把问题层次化,以形成一个多层次的层次结构模型。同一层次各元素作为准则对其下一层元素起支配作用,同时其本身亦受上一层元素的支配,这种自上而下的支配关系形成了一个递阶层次结构。

(2) 建立两两判断矩阵

在确定的递阶层次结构中,每一个元素和该元素支配的下一层元素构成一个子区域,对于子区域内的各元素采用专家调查法来构建若干个判断矩阵(每位专家给出一个判断矩阵)。设上一层的元素 A 作为准则,对下一层次元素 C_1, C_2, \dots, C_n 有联

系,则判断矩阵 A 如表 7。

表 7 判别矩阵

A	C_1	C_2	...	C_n
C_1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1n}
C_2	C_{21}	C_{22}	...	C_{2n}
\vdots	\vdots		...	\vdots
C_n	C_{n1}	C_{n2}	...	C_{nn}

然后把属于每一层次的评判因素逐对的进行比较判断,通常使用 1~9 比例标度法将相对重要性的逻辑判断数量化,其值由专家根据自己的综合判断结果给出。按其因素的重要程度,引用 1~9 的比例标度(见表 8)。

表 8 判断矩阵标度及其含义

标度	标度含义
1	表示两个指标相比,具有相同的重要性
3	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标稍微重要
5	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标明显重要
7	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标强烈重要
9	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标极端重要
2,4,6,8	表示两判断的折中,取两相邻的中值

(3) 计算判断矩阵的最大特征根和对应的特征向量可采用下面近似计算方法:

求判断矩阵的每一行元素的乘积的方根 $\bar{W}_i = (\prod_{j=1}^n C_{ij})^{1/n} \quad i = 1, 2, \dots, n$, 并将每一个方根向量 $\bar{W} = (\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n)$ 作归一化处理即 $W = \bar{W}_i / \sum_{j=1}^n \bar{W}_j$ 。得到 $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ 特征向量,其数值即为权重;

(4) 对判断矩阵计算最大特征根 λ_{\max} 。

计算判断矩阵的最大特征根 $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i}$, 其中 A 为判断矩阵, W 为对应的特征向量。

(5) 计算判断矩阵的一致性指标: $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ (n 为准则层的指标数)

一致性指标 C. I. 的值越小,表明判断矩阵的一致性越高;当 C. I. < 0.1 时,可认为判断矩阵是满意的,否则就需要对判断矩阵进行调整。

(6) 根据判断矩阵的阶数 n,查找相应的平均随机一致性指标 RI。对于 1~10 阶判断矩阵,RI 值如表 9 所示。

表 9 平均随机一致性指标

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.0	0.0	0.58	0.89	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

(7) 计算一致性比率 CR: $CR = \frac{CI}{RI}$, 当 $CR = \frac{CI}{RI} < 0.10$ 时, 认为判断矩阵具有满意的一致性, 否则就需要调整判断矩阵, 使之具有满意的一致性。

3.3.3 应用举例

以下是篮球运动员体能的评价指标体系, 见表

表 10 篮球运动员体能权重研究层次分析结构表

分层	评价指标
目标层 A	篮球运动员体能(A)
准则层 C	形态 C ₁ , 机能 C ₂ , 素质 C ₃
方案层 P	身高 P ₁ , 体重 P ₂ , 上肢长 P ₃ , 手长 P ₄ , 肩宽 P ₅ , 100 米 P ₆ , 握力 P ₇ , 3000 米 P ₈ , 反应时 P ₉ , 坐位体前屈 P ₁₀ , 肺活量 P ₁₁

上表中形态指标包括身高、体重、上肢长、手长、肩宽等 5 个指标。素质指标包括 100m、握力、3000m、反应时、坐位体前屈等 5 个指标。机能指标包括肺活量 1 个指标。目标层即篮球运动员体能; 准则层为形态、机能与素质三个二级指标。方案层

10。本例属于多人单准则下权重的计算, 利用 Excel 软件分别求出每位专家判断矩阵的权重向量。

第一步, 建立层次分析结构模型。

篮球运动员的体能分为形态、机能与素质三个维度。

为所有的 11 个三级指标。

第二步 构造判别矩阵。目标层与准则层间权重的确定方法: 选择 4 位专家, 经过专家调查得到目标层与准则层间判别矩阵如下(见表 11):

表 11 目标层判断矩阵表

篮球运动员体能 A	C ₁ /C ₂	C ₁ /C ₃	C ₂ /C ₃
专家 1	1/3	1/2	1/2
专家 2	1/3	1/4	1
专家 3	1/4	1/3	1
专家 4	1/2	1/2	1

第三步 相对权重的求法。根据每位专家的判别矩阵, 求出最大特征根及其对应的特征向量, 该向量的各分量就是判断矩阵各要素相对于上一层次某要素的相对权重。可以用和积法或方根法求解, 在

此用方根法。

第一位专家的判别矩阵如下表 12 所示。其他专家的判别矩阵略。

表 12 专家 1 的目标层判断矩阵

篮球运动员体能 A	形态 C ₁	机能 C ₂	素质 C ₃
形态 C ₁	1	1/3	1/2
机能 C ₂	3	1	1/2
素质 C ₃	2	2	1

①计算第一位专家判别矩阵中的每一行元素的乘积的方根。

$$\bar{w}_1 = (1 \times 1/3 \times 1/2)^{1/3} = 0.550322 \quad \bar{w}_2 = (3 \times 1 \times 1/2)^{1/3} = 1.144714 \quad \bar{w}_3 = (2 \times 2 \times 1)^{1/3} = 1.587401$$

②对每一个方根作归一化处理, 即为所求的权重系数。

$$\bar{w}_1 = \bar{w}_1 / (\bar{w}_1 + \bar{w}_2 + \bar{w}_3) = 0.1667 \quad \bar{w}_2 = \bar{w}_2 / (\bar{w}_1 + \bar{w}_2 + \bar{w}_3) = 0.3487$$

$$\bar{w}_3 = \bar{w}_3 / (\bar{w}_1 + \bar{w}_2 + \bar{w}_3) = 0.4836$$

即第一位专家判定的权重系数矩阵为: $W_1 =$

$$\begin{bmatrix} 0.1677 \\ 0.3487 \\ 0.4836 \end{bmatrix}$$

③计算 λ_{max} 。

$$\lambda_1 = (1 \times 0.1667 + 1/3 \times 0.3487 + 1/2 \times 0.4836) / 0.1667 = 3.1477$$

$$\lambda_2 = (3 \times 0.1667 + 1 \times 0.3487 + 1/2 \times 0.4836) / 0.3487 = 3.127617$$

$$\lambda_3 = (2 \times 0.1667 + 2 \times 0.3487 + 1 \times 0.4836) / 0.4836 = 3.131514$$

$$\lambda_{\max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) / 3 = (3.1477 + 3.127617 + 3.131514) / 3 = 3.1356$$

$$\textcircled{4} \text{ 计算 } C. I. (\text{本例 } n \text{ 为 } 3)。CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{3.1356 - 3}{3 - 1} = 0.0678$$

⑤ 计算 C. R.。查平均随机一致性指标 RI 表得 RI = 0.58。

$CR = \frac{CI}{RI} = 0.0678 \div 0.58 = 0.1169 > 0.1$, 认为第一位专家的判断矩阵不具有满意的一致性。

由以上①②③④⑤步依次计算其他三位专家的判断矩阵的权重系数及为

$$W_2 = \begin{bmatrix} 0.1260 \\ 0.4161 \\ 0.4579 \end{bmatrix}, W_3 = \begin{bmatrix} 0.1260 \\ 0.4579 \\ 0.4161 \end{bmatrix}, W_4 = \begin{bmatrix} 0.2000 \\ 0.4000 \\ 0.4000 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max 2} = 3.0092, \lambda_{\max 3} = 3.0092, \lambda_{\max 4} = 3.0000$$

由其他三位专家判别矩阵所得的 CR 值均小于 0.1, 认为他们的判断矩阵具有满意的一致性, 其值分别为: $CI_2 = 0.0089$, $CI_3 = 0.0084$, $CI_4 = 0.0030$, 对于所有的专家 $RI = 0.58$, 由公式 $CR = \frac{CI}{RI}$ 计算得出: $CR_1 = 0.1169$, $CR_2 = 0.079$, $CR_3 = 0.0079$, $CR_4 = 0.0000$, 除第一位专家外, 其他专家的判断矩阵都通过了一致性检验, 剔除第一位专家的判断矩阵, 利用权重向量综合法可得到综合权重向量。

$$W_i = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^n W_j}, \bar{W}_i = \prod_{l=1}^m W_{li}^{1/m} \quad i = 1, 2, \dots, n; m = 3$$

这里 λ_l 为满足一致性检验条件的专家的权, 这里取 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 1/3$, 经计算得:

$$\bar{w}_1 = (0.1260 \times 0.1260 \times 0.2000)^{1/3} = 0.1469,$$

$$\bar{w}_2 = (0.4161 \times 0.4579 \times 0.4000)^{1/3} = 0.4240$$

$$\bar{w}_3 = (0.4579 \times 0.4161 \times 0.4000)^{1/3} = 0.4240$$

$$\text{由上: } \bar{W}_1 = 0.1469, \bar{W}_2 = 0.4240, \bar{W}_3 = 0.4240;$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{W}_j = 0.9947$$

所以准则层形态、机能、素质的权重系数分别为:

$$W_1 = 0.1469 / 0.9947 = 0.1477, W_2 = 0.4240 / 0.9947 = 0.4261, W_3 = 0.4240 / 0.9947 = 0.4261$$

此例中, 方案层的指标的权重系数的确定方法同准则层, 这里略过。对于评价时选的专家人数较多, 且指标较多, 计算量较大, 可以采用 EXCEL 软件进行编程计算。

4 结语

本研究介绍了体育综合评价中三种常用的指标权重的方法有主观评价法、因子分析法及层次分析法。通过对三种综合评价确定权重的方法的适用条件、理论基础及操作过程进行了梳理, 并用实例进行演示, 希望能够为体育科学研究者提供一些理论经验与捷径。但目前层次分析法可以通过 EXCEL 软件编制模板程序来实现。因子分析法对样本量要求比较高, 要求样本量比较大, 要求研究者能够熟悉因子分析法的基本原理并熟练掌握一些统计软件, 例如 SPSS。实际科学研究中研究者要分清以上三种方法的使用条件, 三种方法还可结合使用。层次分析法是一种定性定量相结合的方法, 一定程度上能够克服个人的主观判断的偏差。虽然在应用中难度比较大, 但不失是一种好的方法, 建议研究者们要大胆尝试。

参考文献:

- [1] 赵书祥. 我国体育领域中综合评价理论与方法及实证的研究[D]. 北京体育大学博士学位论文, 2008.
- [2] 祁国鹰, 徐明. 在体育统计简明教程[M]. 北京体育大学出版社, 2006.
- [3] 徐明欣, 高斌, 李瑞年, 鞠传进. 我国普通高校体育课程评估方案的研制与实践[J]. 体育科学, 2000, 20(2): 15-18.
- [4] 任弘. 体质研究中人体适应能力的理论与实证研究[D]. 北京体育大学博士学位论文, 2004.
- [5] 赵书祥. 体质综合评价中层次分析法的应用研究[J]. 北京体育大学学报, 2007, 30(7): 938-940.
- [6] 方强. 高等学校体育教学质量评价体系的层次分析研究[J]. 广州体育学院学报, 2010, 30(3): 109-112.
- [7] 于万清. 阳光体育背景下学生体育成绩量化研究—运用层次分析法对体育成绩评定[J]. 体育科技文献通报, 2010, 18(4): 82-83.
- [8] 吴明隆. 问卷统计分析实务—SPSS 操作与应用[M]. 重庆大学出版社, 2010.
- [9] 高洪军. 自学考试助学组织评价体系的研究及评价系统的实现[D]. 北体工业大学硕士学位论文, 2008.
- [10] 余涛. 我国群众体育发展评价研究[D]. 北体体育大学博士学位论文, 2009.