

文章编号:1672-058X(2012)01-0036-06

高校综合奖学金评定模型*

高 见,张希男

(电子科技大学 数学科学学院 成都 611731)

摘 要:提出了简便易行的学生综合素质评价模型。首先,量化课程等级评分,引入课程权重因子,建立了综合成绩计算模型;分析学生各素质指标的重要性,应用层次分析法给出指标的权重,建立模型计算出综合素质分数;根据学生综合成绩和素质分数,引入入围评选机制,对学生奖学金进行了分配,得到符合高校培养目标的科学结果。

关键词:奖学金评定;层次分析法;数学建模;综合素质

中图分类号:O22;G647

文献标志码:A

高等学校设立奖学金的目的是为了促进大学生全面发展,综合奖学金是对各方面表现优秀的学生的奖励。奖学金评定方案涉及每个学生的切身利益,如果评定方案存在缺陷^[1,2],势必会在大学生中造成负面影响,从而失去设立奖学金的真正意义。奖学金评定已经成为大学生最为敏感的问题之一,如何做到“公平、公正、公开”是综合奖学金评定工作的关键。

以第八届苏北数学建模联赛 C 题提供的学生成绩等相关资料为数据来源,通过数学建模方法,制定科学有效的综合奖学金评定方案,为高校综合奖学金的评定工作提供必要的参考。

1 综合奖学金评定原则

通过查阅文献[1-4],发现现行奖学金评定主要有以下矛盾:不同老师主观分评定标准不同,不同科目难度和重要程度有别,考察课的等级评分区分度低,获奖和学生工作加分影响过重等。为保证综合奖学金评定的公平,需要在科学性与可操作性之间找到平衡点。奖学金的评定原则主要从几个方面考虑:

- (1) 成绩有效区分。计算学生综合成绩时,考虑不同科目的难易程度,区分考试的重要性。
- (2) 量化等级评分。对考察课的等级评分能够有效区分优劣,且与考试课程打分具有一致性。
- (3) 合理化权重。综合成绩和素质加分的权重分配必须体现学校对学生全方面要求。
- (4) 简明性易用。评定奖学金时常用 EXCEL 软件处理,评定模型应当简单易用,实用性强。

2 综合成绩计算模型

2.1 等级评分量化模型

通过观察学生成绩等数据,发现考查课成绩为等级评分,不能很好的区分彼此差异,考虑对等级评分量

收稿日期:2011-05-10;修回日期:2011-06-06.

* 基金项目:国家自然科学基金项目(60902074);电子科技大学大学生科技创新基金项目.

作者简介:高见(1989-),男,黑龙江哈尔滨人,从事数学建模及其应用研究.

化。设置等级评分函数 f 其中 $f(\text{优秀}) = 5, f(\text{良好}) = 4, f(\text{一般}) = 3, f(\text{合格}) = 2$ 。找出课程等级平均数与等级最为接近的学生 将他们的考试课程平均成绩作为等级分数的百分制对应。例如, 学生 N 的考察课程有 5 门优秀 1 门合格, 则等级平均数 $f = 4.5$ 。另有学生 A 等级平均数也为 4.5, 近似认为两人隶属于优秀。这两位学生的考试课程平均成绩分别为 95.17 和 91.50, 所以优秀等级对应的百分制分数应该在 93 分左右。

表 1 评分等级与分数对照表

评分等级	优秀	良好	中等	合格
对应分数	95	85	75	65

按照以上方法结合查阅资料^[2,5] 将各等级评分转化成百分制的分数, 对照关系由表 1 给出。

2.2 综合成绩计算模型的建立

成绩的计算已有很多典型的算法, 主要包括: 算术平均公式, 加权算术平均公式等^[6], 实际计算中以后者最为常用。加权算术平均公式考虑了学分多少和直接分数的高低, 但没有考虑课程性质的差异。

为区分不同性质课程的重要程度, 对课程成绩赋权。考试课程应该比考查课程重要很多, 故设定考试与考查课程性质权重分别为 0.7 和 0.3。为刻画课程的不同难易程度, 提高课程分数之间的可比性, 引入课程难度系数。假设 m 门课程的考试平均分分别为 $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$, 令 $\mu = \mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_m$ 。根据一般常识, 考试的平均成绩越低, 说明该课程的难度越高, 由此设置课程难度系数向量为:

$$C = \left(\frac{\mu}{\mu_1}, \frac{\mu}{\mu_2}, \dots, \frac{\mu}{\mu_m} \right) \quad (1)$$

将课程难度系数 C 与课程学分 p_i 结合起来, 构建课程权重因子 λ_i , 标准化后得到:

$$\lambda_i = c_i p_i \left(\sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \right) \quad (2)$$

综合式(1)、(2), 使用课程性质权重和课程权重因子改进加权算术平均公式, 建立综合成绩计算模型:

$$\bar{x}_j = \frac{\left(\sum_{i=1}^k \lambda_i x_{ij} \right) \times 0.7 + \left(\sum_{i=k+1}^m \lambda_i x_{ij} \right) \times 0.3}{\left(\sum_{i=1}^k \lambda_i \right) \times 0.7 + \left(\sum_{i=k+1}^m \lambda_i \right) \times 0.3} \quad (3)$$

其中 x_{ij} 为考试直接分数, m 为课程总门数, k 为考试课程门数, \bar{x}_j 表示第 j 位学生的综合成绩。

2.3 综合成绩计算模型的求解

根据量化后的课程成绩, 使用 EXCEL 计算每门课程的平均成绩, 进一步得到课程难度系数向量:

$$C = (12, 11.7, 11.9, 12.1, 12.3, 12, 15.6, 11.2, 11.6, 11, 11.6, 12.1)$$

根据课程的难度系数和学分数, 结合公式(3), 计算出标准课程权重因子向量:

$$\lambda = (0.08, 0.28, 0.21, 0.46, 0.3, 0.21, 0.05, 0.15, 0.16, 0.08, 0.08, 0.29)$$

将课程权重因子向量 λ_i 和课程直接分数 x_{ij} 代入式(3), 使用 EXCEL 求解综合成绩计算模型, 得到学生的综合成绩分数 ξ_0 。按照综合成绩将学生排名 N_1 , 如表 2 所示。

表 2 学生综合成绩排名

姓名	综合成绩 ξ_0	成绩排名 N_1	姓名	综合成绩 ξ_0	成绩排名 N_1
学生 N	94.76	1	学生 J	84.81	8
学生 B	92.71	2	学生 C	84.03	9
学生 A	92.04	3	学生 G	83.14	10
学生 I	88.27	4	学生 K	81.22	11
学生 L	87.18	5	学生 D	77.56	12
学生 H	86.09	6	学生 E	76.42	13
学生 F	85.63	7	学生 M	73.39	14

3 综合素质指标量化模型

3.1 素质指标的量化

对于学生的卫生状况,记第 j 位学生的宿舍卫生扣分数为 ξ_{1j} ,得到学生卫生分数向量为:

$$\xi_1 = (\xi_{1,1}, \dots, \xi_{1,14}) = (2, 30, 0, 50, 24, 0, 45, 70, 5, 0, 90, 95, 90, 0)$$

对于学生工作加分,将学生担任职务与获得的加分数值对应,计算方法列于表3。

表3 学工职务加分对照表

担任社会职务	加分值
学生会副主席、社团办公室主任	5
班长、团支书、学生会部长、社团部长	4
学生会副部长	3
团支部委员、班委、学生会干事	2

表4 获奖情况加分对照表

竞赛等级	一等奖	二等奖	三等奖	鼓励奖
院级竞赛	1	0.8	0.6	0.3
校级竞赛	2	1.6	1.2	0.6
省级竞赛	4	3.2	2.4	1.2
国际竞赛	8	6.4	4.8	2.4

记第 j 位学生的学生工作分数为 ξ_{2j} ,则得到学生工作加分向量为:

$$\xi_2 = (\xi_{2,1}, \dots, \xi_{2,14}) = (0, 2, 2, 4, 5, 0, 4, 0, 2, 0, 4, 0, 0, 2)$$

对于获奖情况的加分,将学生竞赛获奖等级与获得加分数值相对应,加分规则由表4给出。记第 j 位学生的竞赛获奖加分为 ξ_{3j} ,得到学生的获奖情况加分向量为:

$$\xi_3 = (\xi_{3,1}, \dots, \xi_{3,14}) = (0, 0, 1.2, 0, 0, 3.2, 0, 0, 1.6, 0, 0, 0, 0, 2)$$

学生获得投票直接根据票数确定,记第 j 位学生的得票数为 ξ_{4j} ,则学生获得投票向量为:

$$\xi_4 = (\xi_{4,1}, \dots, \xi_{4,14}) = (26, 23, 28, 20, 30, 24, 26, 15, 14, 17, 24, 18, 12, 29)$$

3.2 指标数据百分制标准化

通过对4个综合素质指标的分析可知 ξ_{1j} 学生卫生扣分的值越大,对于综合奖学金的评定负作用越大,而其余指标值则希望尽可能大。为统一符号方向,对4个分指标进行以下标准化处理:

应用 Rang 0 to 1 极差标准化公式,对扣分指标 ξ_{1j} 进行除量纲标准化处理: $\xi'_1 = \frac{(\max \xi_{1j} - \xi_{1j})}{R_1}$ 。

应用 Rang 0 to 1 极差标准化公式,对剩余3个分指标值进行标准化处理: $\xi'_i = \frac{(\xi_{ij} - \min \xi_{ij})}{R_i}$ 。

其中 ξ_{ij} 为第 j 位学生的第 i 指标值, ξ'_i 为标准化后的对应值, $R_i = \max x_{ij} - \min x_{ij}$ 为第 i 个指标样本极差。

为保证加分与其他课程分数的可比性,对指标分数百分制处理。将最低分映射到合格的65分,将最高分映射到优秀的95分,即应用如下变换模型:

$$\frac{\xi'_i - 0}{1 - 0} = \frac{\xi''_i - 65}{95 - 65} \quad (4)$$

其中 ξ''_i 为标准百分制分数。根据公式(4),用 EXCEL 处理量化指标数据,得到标准百分制分数,见表5。

表 5 综合素质指标百分制分数

姓名	综合成绩	学生卫生	学生工作	获奖情况	学生投票	姓名	综合成绩	学生卫生	学生工作	获奖情况	学生投票
学生 A	92.04	94.37	65.00	65.00	88.33	学生 H	86.09	72.90	65.00	65.00	70.00
学生 B	92.71	85.53	77.00	65.00	83.33	学生 I	88.27	93.42	77.00	80.00	68.33
学生 C	84.03	95.00	77.00	76.25	91.67	学生 J	84.81	95.00	65.00	65.00	73.33
学生 D	77.56	79.21	89.00	65.00	78.33	学生 K	81.22	66.58	89.00	65.00	85.00
学生 E	76.42	87.42	95.00	65.00	95.00	学生 L	87.18	65.00	65.00	65.00	75.00
学生 F	85.63	95.00	65.00	95.00	85.00	学生 M	73.39	66.58	65.00	65.00	65.00
学生 G	83.14	80.79	89.00	65.00	88.33	学生 N	94.76	95.00	77.00	83.75	93.33

4 指标权重分配模型

评定综合奖学金时,除考虑综合成绩外,还必须多角度、全方位地对学生综合素质进行考察,确定各指标在奖学金评定过程中所占的权重。为了方便使用 EXCEL 计算,以下采用层次分析法如图 1 构建模型:

对于准则层评价指标体系 (u_1, u_2, u_3) ,成绩的重要性不言而喻,所以综合成绩比个人素质重要。民主投票比较主观,认为不如个人素质重要。依据常用的 1-9 比较尺度对准则层建立两两比较判断矩阵^[7]:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ \frac{1}{4} & 1 & 4 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}$$

使用和积法求解判断矩阵 A 的特征向量,得到近似解为 $W = (0.69 \ 0.23 \ 0.08)$ 。根据判断矩阵一致性检验指标,当 $n = 3$ 时,计算得到一致性比率 $C_R = 0.07 < 0.1$,故 W 可作为准则层权向量^[8]。

根据一般规律,认为学生工作比个人卫生重要,但不如获奖重要。由此建立指标层两两比较判断矩阵,计算出特征向量近似解为 $\bar{W} = (0.20 \ 0.31 \ 0.49)$,一致性比率 $\bar{C}_R = 0.05 < 0.1$,故 \bar{W} 可作为指标层权向量。

根据上述准则层和指标层权向量的计算结果,可以得到综合奖学金评定过程中各素质指标的权重:

$$\omega = (0.69 \ 0.05 \ 0.07 \ 0.11 \ 0.08)$$

5 综合奖学金评定模型

5.1 模型的建立与求解

结合指标权重和标准百分制分数,建立每位学生的综合素质分数计算模型:

$$\beta_j = \sum_{i=1}^5 \omega_i \cdot \xi_{ij} \tag{5}$$

其中 β_j 为第 j 位学生的综合素质分数, ω_i 表示第 i 个指标的权重, ξ_{ij} 表示第 j 位学生的第 i 个指标的分数。使用 EXCEL 求解模型(5),得到每位学生的综合素质分数 β 并按照综合素质分数排名 N_2 ,如表 6 所示。

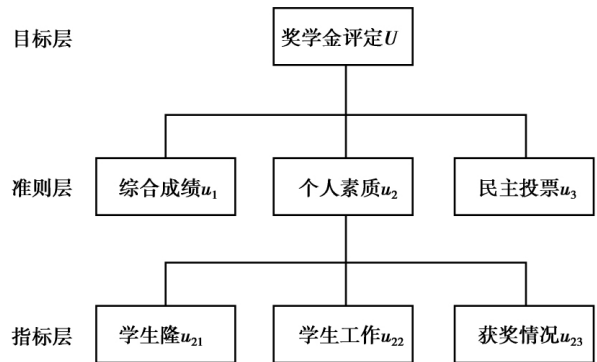


图 1 综合奖学金评定层次分析模型

表6 学生综合素质评分及排名

姓名	综合分数	综合排名	获奖等级	姓名	综合分数	综合排名	获奖等级
学生 N	92.09	1	一等奖	学生 L	81.03	8	三等奖
学生 B	87.30	2	二等奖	学生 J	80.66	9	三等奖
学生 A	86.77	3	二等奖	学生 H	80.25	10	
学生 F	85.58	4	二等奖	学生 K	79.53	11	
学生 I	85.18	5	三等奖	学生 E	78.42	12	
学生 C	83.72	6	三等奖	学生 D	77.08	13	
学生 G	81.77	7	三等奖	学生 M	70.84	14	

由于奖学金有名额限制(一等奖1个,二等奖3个,三等奖5个),可以用典型的评定方案确定获奖名单,即在综合素质排名中从高到低的选取9名学生分别获得一等奖、二等奖、三等奖,获奖名单如表7。观察表3和表7可以发现,综合成绩排名第6的学生H并没有获得奖学金。分析原因,该学生成绩比较优秀,但是在个人素质和学生投票方面比较欠缺,没有获奖和学生工作加分,得票数也比较低。

5.2 综合奖学金评定方案的改进

根据不同学校培养侧重的不同,学生H综合成绩优秀却没有获得奖学金的情况,对于某些学校来说是不希望出现的。为此引入奖学金入围评选机制:

Step1: 根据奖学金名额,按照150%的比例计算相应等级的入围人数,一等奖至少入围2人。

Step2: 按照综合成绩入围相应等级的学生,并在入围等级内按照综合素质分数排序。

Step3: 在相应等级内依次确定获奖学生,入围高等却没有获得的学生直接获得下一等奖学金。

根据奖学金入围评选机制,重新分配班级学生的奖学金,得到的获奖学生名单如表7所示。

表7 入围机制下的奖学金获奖名单

姓名	综合成绩	成绩排名	综合分数	综合排名	奖学金等级	姓名	综合成绩	成绩排名	综合分数	综合排名	奖学金等级
学生 N	94.76	1	92.09	1	一等奖	学生 F	85.63	7	85.58	4	三等奖
学生 B	92.71	2	87.30	2	二等奖	学生 C	84.03	9	83.72	6	三等奖
		入围一等奖				学生 G	83.14	10	81.77	7	三等奖
学生 A	92.04	3	86.77	3	二等奖	学生 J	84.81	8	80.66	9	
学生 I	88.27	4	85.18	5	二等奖	学生 K	81.22	11	79.53	11	
学生 L	87.18	5	81.03	8	三等奖	学生 E	76.42	13	78.42	12	
学生 H	86.09	6	80.25	10	三等奖			入围三等奖			
		入围二等奖									

改进后的奖学金评定方案,鼓励学生全面发展。一定程度上避免了由于加分薄弱使得学习成绩优秀的学生拿不到奖学金的尴尬(如学生H),也兼顾了成绩一般但综合素质十分突出的学生(如学生G)。

6 模型的评价与推广

6.1 模型的正确性和可靠性

制定奖学金评定原则时,充分参考了高校现行政策,评定原则的制定具有普遍意义。学生综合素质类加分使用百分制标准化方法,消除了传统方法中由于加分对总成绩的剧烈影响,方法正确有效。

计算学生综合成绩时,考虑到不同课程的类型和重要程度,分别以不同权重计算,符合高校引导学生注重专业基础知识的目的。引入奖学金入围评选机制,奖学金能够在极大情况下分配给学习成绩优异、个人素质较高的学生,具有现实指导意义。

6.2 评定方案的推广

此综合奖学金评定方案,不仅适用于学校对学生的综合评估,还可以推广到教师、企业家等各类职员年度业绩的评定。将职员的综合评价划分为综合素质、个人能力和年度业绩等准则层指标,综合素质主要针对品德、知识、经验等,个人能力可考虑创新能力、决策能力等,年度业绩则可以考虑教师教研成果、企业家资本收益率等。应用本评定方案,也可对于年终个人评优和奖金发放起到一定指导作用。

参考文献:

- [1] 裴启涛,孙胜,王子哲,等. 高校奖学金制度存在的缺陷及对策[J]. 文教资料, 2009(4):169-170
- [2] 谢小平,罗先锋,聂鹏,等. 高校奖学金评定模式研究[J]. 职业圈, 2007, 21:163-164
- [3] 廖毅强,李刚. 奖学金评定的量化综合评判模型[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版, 2008, 23(4):120-124
- [4] 张佳瑜,闫丽媛,曹敏,等. 高校大学生奖学金评定中的多指标模型研究[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2010, 27(2):125-129
- [5] 彭永利. 对高校奖学金评定量化方法的探索[J]. 武汉化工学院学报, 2005, 27(3):38-45
- [6] 吴海英,张杰. 学生成绩排名的综合评价模型[J]. 大学数学, 2006, 22(4):142-145
- [7] 曾建权. 层次分析法在确定企业家评价指标权重中的应用[J]. 南京理工大学学报:自然科学版, 2004, 28(1):99-104
- [8] 江礼政. 基于层次分析法的重庆市不同发电技术竞争力比较[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2008, 25(1):33-37

Comprehensive Scholarship Evaluation Model in Colleges and Universities

GAO Jian, ZHANG Xi-nan

(School of Mathematical Science, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: This paper proposes simple and feasible college student comprehensive quality evaluation model, firstly, course grade scores are quantified, the weight factors for the courses are introduced, comprehensive achievements calculation model is set up, then the significance of each quality indicator of students is analyzed, analytic hierarchy process is used to give weight indicator, comprehensive quality scores are calculated by models, finally, according to comprehensive achievements and quality scores of students, evaluation mechanism for selected students is introduced, students scholarship is allocated and scientific results fitting for cultivation objective of colleges and universities are obtained.

Key words: scholarship evaluation; analytic hierarchy process; mathematical modeling; comprehensive quality

责任编辑:田 静
校 对:李翠薇