

# 基于熵权法的课程目标达成度权重因子研究

时中荣 马云 尹莹

皖西学院 电子与信息工程学院

DOI:10.32629/er.v9i3.6873

**[摘要]** 为了在工程教育认证背景下有效实现对教学质量的全方位监控，对于课程目标达成度的研究变得尤为重要。传统课程目标达成度的研究更关注于根据课程特色来制定课程目标，设置这些课程目标的具体考核方式，用这些考核方式的加权累加和完成课程目标达成度的计算。但是对于考核方式是否具有很好的区分度，考核方式的权值设置是否合理等的研究较少。本文首次提出课程目标达成度评价方式的熵权法评价方法，该方法克服了传统评价方法中各考核方式在权值设置上的主观性，用熵值来描述考核方式的重要程度，对于熵值较大的考核方式设置更高的权值，提升了课程评价体系的合理性。本文以计算机组成原理课程为例，对实施案例进行详细分析，在此基础上，制订毕业要求指标点与课程目标间的评价关系，设计课程考核方式对课程目标的支撑矩阵，对支撑矩阵中的权重值进行分析计算，实现了课程目标达成度的定量计算和定性分析，优化了课程目标达成度的考核评价机制。

**[关键词]** 工程认证；课程目标达成度；权重因子；熵权法；计算机组成原理

中图分类号：G642.0 文献标识码：A

## Research on the Weight Factor of Curriculum Goal Achievement Degree Based on Entropy Weight Method

Zhongrong Shi, Yun Ma, Ying Yin

West anhui university Institute of Electronic and Information Engineering

**Abstract:** In order to effectively realize all-round monitoring of teaching quality under the background of engineering education certification, it is particularly important to study the achievement degree of curriculum objectives. The traditional research on the achievement degree of curriculum goals pays more attention to setting curriculum goals according to curriculum characteristics, setting specific assessment methods of these curriculum goals, and using the weighted accumulation of these assessment methods to calculate the achievement degree of curriculum goals. However, there are few studies on whether the assessment method has a good degree of discrimination and whether the weight setting of the assessment method is reasonable. In this paper, the entropy weight method is proposed for the first time, which overcomes the subjectivity of the traditional evaluation methods in setting weights, describes the importance of the evaluation methods with entropy value, sets higher weights for the evaluation methods with larger entropy value, and improves the rationality of the curriculum evaluation system. In this paper, taking the course of Computer Organization Principle as an example, the implementation case is analyzed in detail. On this basis, the evaluation relationship between graduation requirement index points and curriculum objectives is formulated, the support matrix of curriculum assessment methods for curriculum objectives is designed, and the weight values in the support matrix are analyzed and calculated, so that the quantitative calculation and qualitative analysis of the achievement degree of curriculum objectives are realized, and the assessment and evaluation mechanism of the achievement degree of curriculum objectives is optimized.

**Keywords:** engineering certification; Degree of achievement of curriculum objectives; Weight factor; Entropy weight method; principles of computer composition

1 基于熵权法的课程目标达成度权重计算方法的提出

工程教育专业认证<sup>[1]</sup>已成为我国高等教育质量保障体系

的重要组成部分，对高等工程教育改革发展有积极推动作用。

“成果导向”（OBE）<sup>[2]</sup>是工程教育认证的核心理念，OBE

理念下，教学应以学生为中心，关注学生学习成果，强调整

个学习过程的跟踪与过程评价。课程目标达成度<sup>[3]</sup>评价机制是工程教育专业认证中的重要环节，是评价毕业要求达成度的着力点和基本单元，其合理性和有效性直接影响毕业要求的评价结果。工程认证中课程目标达成度的计算需要提前设置各考核方式的权重占比，传统的评价体系中这个权重值的设置都是依赖制定规则者的主观评价，缺乏数据支撑，科学性不足。本文仔细分析各考核方式的成绩分布，基于数据分布的规律，提出新的权重设置方式。

熵权法是基于熵提供的信息值来确定权重的一种研究方法，经常被拿来作为多指标综合评价的依据。比较熵权法和主观分配法，可以看出熵权法可以更准确地判断特定变量对整体的影响程度。研究人员可以根据影响程度的结果进一步优化考核指标体系。吴静<sup>[4]</sup>等提出可以用熵权法做工程伦理教育核心要素的甄选工作，陈洪芳<sup>[5]</sup>等基于熵权法和TOPSIS方法计算了工程认证12项毕业要求的权重值，吴连生<sup>[6]</sup>则用熵权法来计算网络上MOOC课程评价体系中指标的权重值，赵桂兰<sup>[7]</sup>等用熵权法和TOPSIS方法计算了基础英语教育中课程评价指标的权重，黄悦<sup>[8]</sup>基于多级模糊集的方法提出了解决群决策问题的一种新的建模方法。近年来众多学者都试图用数学的方法来科学地重新定义评价体系，其中熵权法是效果较好的一种基于数据的计算权重的方法。基于熵权法的优越表现，本文也首次提出用熵权法来计算工程认证体系中各种课程评价方式的权重。

## 2 以《计算机组成原理》为例分析课程目标达成度权重计算

文中的课程目标达成度评价方法以计算机科学与技术专业的《计算机组成原理》课程为例。计算机组成原理是计算机专业的一门重要专业必修课，课程通过对计算机内部基本部件的结构和组织方式、基本运算原理、基本部件和控制单元的学习，培养掌握计算机学科基础理论和基本技能的新工科人才。掌握这门学科的研究范围、分析框架、研究方法，能在信息化领域从事计算机系统分析、设计、研发等岗位技术工作。培养学生对硬件系统的分析、设计、开发和维护能力，建立整机概念，形成计算机软硬件协调发展、开发计算机系统能力的素养。以计算机科学与技术专业的《计算机组成原理》课程为例，制定课程目标如表1所示。

表1 课程目标与毕业要求指标点的关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点内容	支撑强度
------	--------------	------

表2 课程目标考核环节及权重

课程目标	课程目标权重	平时成绩 (占总成绩 30%)			实践成绩 (占总成绩 30%)		期末成绩 (占总成绩 40%)				总成绩
		课堂测试(30%)	课后作业(40%)	期中测试(30%)	过程考核(40%)	实验报告(60%)	简答题 (20)	计算题 (40)	分析题 (20)	设计题 (20)	

课程目标 1: 了解计算机系统结构发展现状和趋势, 基于计算机组成的基本原理和分析方法, 掌握计算机系统的基本组成、基本概念和基础知识。	1.2 熟悉计算机学科的知识结构、核心概念及其经典方法。	L
课程目标 2: 分析相关领域复杂工程问题的解决过程的影响因素, 运用相关的理论对基本组件进行设计的能力。	3.3 能够按照设计方法和开发流程, 针对特定需求, 通过建模能够设计满足特定需求的应用系统或组件, 并实现设计方案。	M
课程目标 3: 从整体上理解计算机系统各部分的功能, 分析各部分之间的关系, 识别和判断计算机系统结构领域的关键环节和影响因素, 培养学生全面、系统和辩证地分析问题解决问题的能力。	4.1 掌握基本的实验观察方法、实验分析理论和实验数据处理方法。	H

以2021级计算机科学与技术本科班(180人)为例, 分析该课程目标的达成度评价依据。工程认证的达成度评价加强了过程性考核成绩的占比。课程的考核方式分为平时成绩(期中测试+课堂测试+课后作业)、实践成绩(过程考核+实验报告)和期末考试。

总成绩评定=平时成绩×30%+实践成绩×30%+期末成绩×40%。

其中, 平时成绩又由三项二级指标构成:

平时成绩=期中测试×30%+课堂测验×30%+课后作业×40%。

期中测试: 第9周组织一次期中考试。

课堂测试: 采用雨课堂翻转授课, 每一章节都随堂推送测试题。

课后作业: 分章节布置书面作业, 共8个单元作业。

其中, 实践成绩又由两项二级指标构成:

实践成绩=过程性考核×40%+实验报告×60%。

过程性考核: 分4次单独打分, 兼具效率和完成度。

实验报告: 分4次实验单独打分, 考核实验报告完成度。

根据课程目标及其对毕业要求的支撑度, 确定各分目标的权重。分目标达成度包括平时成绩、实践成绩和期末考试等部分中的一项或几项的加权和。课程目标总达成度包括全部分目标达成度乘以其权重之和。具体评价依据如表2所示。

							分)	分)	分)	分)	
课程目标 1	0.17	30	0	0	0	0	20	0	0	0	17
课程目标 2	0.32	0	40	0	40	0	0	0	0	20	32
课程目标 3	0.51	0	0	30	0	60	0	40	20	0	51
合计	1	100			100		100				100

课程目标总达成度的计算为：

- 1.个人分目标达成度=分目标各项成绩/目标分值的加权求和
- 2.班级分目标达成度=全班分目标达成度的平均
- 3.课程目标总达成度=班级分目标达成度×分目标的权重求和。

不同的课程评价指标所能反映出课程目标的重要性程度是不一样的，因而各项课程评价指标在一个评价指标体系中所占据的地位、所能够发挥的作用及其重要性程度都是不同的。为了充分表明每项指标在整个指标体系中的重要性和复杂程度，需要给出每项指标分别赋予大小不同的参考数值，这个操作过程就称之为指标的加权。用于表示各项指标在指标体系中相对重要程度的数值，这个称为指标权重。评价标准就是一个用来测量被评价对象是否达到评价指标所需质量和能力要求的标准。如果不能客观地确定权重，评价结果可能被严重歪曲，甚至导致作出错误的判断。表2中的评价权重，例如成绩评定=平时成绩×30%+实践成绩×30%+期末成绩×40%，公式中的30%、30%和40%来源于教师的个人主观评价，这些权重的设置是否合理无法进行评价。如下图1所示，将平时成绩、实践成绩和期末成绩的分布可视化展现，从图1中的数据观察可知，相对于平时成绩和实践成绩，期末成绩的离散程度较大，对于总成绩的评定应该更具有价值，其权重也应该更大。熵权法是一种用于判断特定测量指标之间数值离散变化程度的一种数学方法，用熵权法可以测量成绩的离散度。本文提出了基于熵权法来计算各评价指标的权重，相比于主观评价法更具科学性。

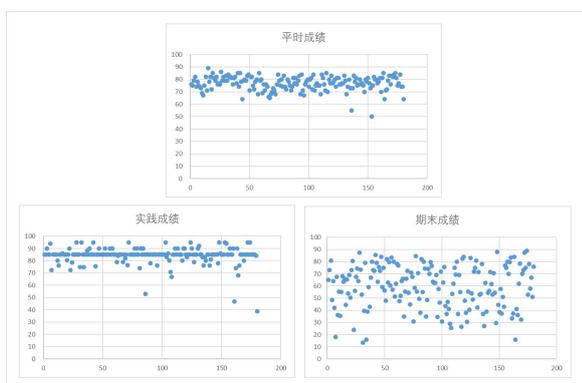


图1 平时成绩、实践成绩和期末成绩的分布

### 3 用熵权法计算《计算机组成原理》达成度权重

#### 3.1 熵权法

熵，原本是热力学概念，热力学中的熵是表示分子状

态混乱程度的物理量，香农用信息熵的概念来描述信息源的不确定度，高信息度的信息熵是很低的，低信息度的熵则高。因此，熵权法的原理即是如果某个指标的信息熵越小，就表明其指标值的变异程度越大，提供的信息量越大，则其权重也应越大。反之，某指标的信息熵越大，就表明其指标的变异程度越小，提供的信息量越小，权重也越小。熵权法是结合熵值提供的信息值来确定权重的一种研究方法，为多指标综合评价提供依据。熵权法计算权重的主要步骤为：

假设评价指标个数为  $m$ ，样本量为  $n$ ，可形成初始数据  $X = \{X_{ij}\}_{n \times m}$  ( $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$ ，其中， $X_{ij}$  表示第  $i$  个样本中的第  $j$  项评价指标值。

- (1) 计算各项指标下每个样本指标值的概率  $p_{ij}$  ( $p_{ij}$  为第  $i$  个样本的第  $j$  个指标的比重)

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

- (2) 计算各项指标的信息熵值

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}), \quad k > 0$$

$$k = \frac{1}{\ln(n)}$$

其中， $k$  为常数， $e_j$  为第  $j$  项指标的信息熵值。  $e_j \geq 0$ ，且信息熵与信息系统的混乱程度成反比，当信息完全无序时， $e_j = 1$ 。

- (3) 计算各指标的信息效用，它直接影响评价指标的权重 ( $d_j$  为第  $j$  项指标的信息效用值)

$$d_j = 1 - e_j$$

- (4) 计算各指标相对于综合评价的权重 ( $w_j$  为第  $j$  项指标的权重)

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}$$

#### 3.2 数据预处理

由于采集的成绩数据是连续的，必须进行离散化处理，故对学生成绩表中各分段人数进行离散化处理，离散化后的数据如下表3、4和5所示：

表3 总成绩分段离散化后的人数 (人)

分数段	平时成绩	实践成绩	期末成绩
分数<10	0	0	0
10≤分数<20	0	0	4
20≤分数<30	0	0	6
30≤分数<40	0	1	22

40≤分数<50	0	1	20
50≤分数<60	2	1	33
60≤分数<70	15	2	31
70≤分数<80	97	20	41
80≤分数<90	66	122	23
分数≥90	0	33	0

表4 平时成绩分段离散化后的人数(人)

分数段	期中测试	课堂测试	课后作业
分数<10	1	0	0
10≤分数<20	1	0	0
20≤分数<30	0	0	1
30≤分数<40	0	0	0
40≤分数<50	1	7	0
50≤分数<60	7	43	0
60≤分数<70	38	78	4
70≤分数<80	64	42	22
80≤分数<90	49	5	32
分数≥90	19	5	121

表5 实践成绩分段离散化后的人数(人)

分数段	实践过程考核	实验报告
分数<10	0	0
10≤分数<20	1	0
20≤分数<30	0	0
30≤分数<40	1	0
40≤分数<50	1	0

表7 课程目标达成情况评价依据(熵权法计算权重值)

课程目标	课程目标权重	平时成绩(占总成绩20%)			实践成绩(占总成绩20%)		期末成绩(占总成绩60%)				总成绩
		课堂测试(40%)	课后作业(20%)	期中测试(40%)	过程考核(50%)	实验报告(50%)	简答题(20分)	计算题(40分)	分析题(20分)	设计题(20分)	
课程目标1	0.20	40	0	0	0	0	20	0	0	0	20
课程目标2	0.26	0	20	0	50	0	0	0	0	20	26
课程目标3	0.54	0	0	40	0	50	0	40	20	0	54
合计	1	100			100		100				100

3.4 实验结果分析

3.4.1 课程目标达成度计算

使用熵权法确定了一、二级指标的权重,即使用表7所示的权重后,计算计科21级《计算机组成原理》课程的目标达成度为0.66,3个课程目标达成度分别为0.75、0.64和0.64,其均值均超过0.6,其中课程目标1达成度在0.75,说明课程的基本概念等掌握得比较好,但是分析能力和设计能力还较薄弱。

若不使用熵权法确定权重,仍沿用表2中的权重,计算

50≤分数<60	0	0
60≤分数<70	5	6
70≤分数<80	16	9
80≤分数<90	14	130
分数≥90	142	35

3.3 指标权重计算

根据上文中的熵权法计算公式,可以计算出一、二级指标的权重因子。一级指标中权重因子为:平时成绩(0.24),实践成绩(0.23),期末成绩(0.53)。二级指标中权重因子为:课堂测试(0.36),课后作业(0.23),期中测试(0.40);过程考核(0.49),实验报告(0.51)。

不失一般性,对权重因子进行微调,取小数点后1位。调整后权重因子如下表6所示:

表6 评价指标的权重因子(取小数点后1位)

平时成绩(0.2)	课堂测试(0.4)
	课后作业(0.2)
	期中测试(0.4)
实践成绩(0.2)	过程考核(0.5)
	实验报告(0.5)
期末成绩(0.6)	简答题(0.2)
	计算题(0.4)
	分析题(0.2)
	设计题(0.2)

依据表6中的权重因子,课程目标达成情况评价矩阵重新调整为下表7所示:

计科21级《计算机组成原理》课程的目标达成度为0.70,3个课程目标达成度分别为0.77、0.69和0.70。这个达成度值更高,原因是降低了期中考试和期末考试等考核指标的权重,增加了区分度不高的考核方式的权重,导致计算出的达成度虚高。

综合以上两次达成度计算的结果,发现使用熵权法计算达成度指标中的一、二级权重值更合理,避免了达成度计算过程中各指标的权重设置不合理,文中提出的方法行之有效。

3.4.2 达成度结果反馈。

3个课程目标达成度分别为0.75、0.64和0.64，反映了课程目标1的达成度较高，课程目标2和3的达成度仍需提高。课程目标1为计算机组成的基础知识，课程目标2和3是计算机组成的设计和分析能力，这一数值反映了学生们对于专业基础知识掌握的较扎实，但是设计和分析的能力还有待提高，教师在以后的授课过程中需要加强对这一块的教学，增加对这一部分能力的考核。

#### 4 结语

工程教育背景下，计算机专业人才需求越来越大，对计算机专业教育的能力要求也越来越高。文中通过对计算机组成原理课程毕业要求指标点体系进行系统分析和设计，提出了基于熵权法确定一、二级考核指标的权重，计算课程的达成度的方法。实验结果也表明，熵权法能够抓住不同考核方式成绩的数据分布特征，适合于计算各一、二级指标的权重，采用这一方法，能够更加准确地计算课程的达成度。该方法可以推广到其他课程、推广到整个专业的毕业要求指标的计算。

#### [参考文献]

- [1]中国工程教育专业认证协会秘书处.工程教育认证通用标准(2022版)[J].2022.
- [2]戴先中.对工程教育专业认证标准的再认识[J].中国大学教学,2022(11):8.
- [3]王贺封,曹媛,李喜盼,等.课程目标达成度评价方法研究与实践—以变形监测与数据处理课程为例[J].高教学

刊,2023(23):5.

[4]吴静,秦燕.基于层次分析法和熵权法的工程伦理教育核心要素甄选[J].价值工程,2015,34(14):5.

[5]陈洪芳,高毅,刘立霞.基于熵权法和TOPSIS方法的毕业要求达成度综合评价方法[J].黑龙江教育,2023(2):3.

[6]吴连生.MOOC课程评价体系研究——以计算机类课程为例[J].2021.

[7]赵桂兰,李强.熵权的TOPSIS法在基础英语教育综合评价中的应用[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2014,28(6):4.

[8]黄悦.基于多极模糊集的硕士工程实践培养质量发展评价方法[J].2021.

#### 作者简介：

时中荣(1979-),女,安徽寿县人,皖西学院电子与信息工程学院副教授,博士,研究方向:人工智能,工程认证。

#### 基金项目：

教育部产学合作协同育人项目(202102645008);安徽省高校中青年教师培养行动项目(DTR2025041);安徽省高校质量工程项目(2023sdxx072);安徽省新时代育人质量工程项目(2025zyxwjaxalk380);皖西学院质量工程项目(wxy2023063)。