基于 Electre Tri 的研究生就业能力评价方法

高晓光[1]，郑　俊[2]，王云辉[3]，李　波[1]，符小卫[1]
（1. 西北工业大学　电子信息学院，陕西　西安　710072；
2. 瑞士联邦水科学与技术研究所　环境社会科学，瑞士　杜本多夫　8600；
3. 中国电子科技集团公司　航空电子信息系统技术重点实验室，四川　成都　610036）

摘　要：研究生就业能力评价问题是研究生就业指导和研究生培养过程管理中的核心问题。研究生培养的过程管理是一个监控－评价－调整－监控相互循环的一个动态过程，充分、全面、准确、深入的研究生就业能力评价就是这个动态过程的反馈点。针对研究生培养和就业过程中的就业能力评价问题，提出基于 Electre Tri 的研究生职业能力评价方法。Electre Tri 多属性决策方法根据强优劣关系原则对研究生的就业能力进行评估，能够将研究生根据就业能力进行优劣分类。间接偏好提取方法通过求解线性规划问题，能够得到评估指标的权重。仿真算例验证了该方法的有效性，该方法避免了传统多属性决策方法在确定权重时的随意性，能够更准确的反映研究生的就业能力。

关键词：研究生培养；就业能力评价；多属性决策；Electre Tri
中图分类号：G643　**文献标志码：**A　**文章编号：**1672－8874（2015）03－0083－07

Evaluation Method of Employability of Postgraduates Based on Electre Tri

GAO Xiao－guang[1], ZHENG Jun[2], WANG Yun－hui[3], LI Bo[1], FU Xiao－wei[1]
(1. *School of Electronics and Information of Northwestern Polytechnical University*, *Xi'an* 710072, *China*;
2. *Environmental Social Sciences of Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology*, *Eawag*, *P. O. Box* 611, *CH*－8600 *Duebendorf*, *Switzerland*;
3. *CETC Key Laboratory of Avionic Information System Technology*, *Chengdu* 610036, *China*)

Abstract: Evaluation of employability is a key topic in career guidance and training process management of postgraduates. The training management of postgraduates is a dynamic process that involves monitor, evaluation, and adjustment. A decision support method is proposed for the evaluation based on Electre Tri model, which classifies postgraduatesaccording to their employabilitybased on outranking relations. Weights of the model are indirectly obtained from preference information of experts by solving linear programming problems. As the arbitrariness of the choice of weights is avoided, the employability of postgraduates is more accurately reflected. Simulation example shows the effectiveness of the proposed method.

Key words: training of postgraduate, evaluation of employability, MCDA, Electre Tri

引　言

随着研究生教育的进一步深化和研究生培养规模的进一步扩大，我国研究生教育已经成为我国高水平人才培养的一个重要组成部分。研究生的就业难问题也日益变成了人们关注的焦点。中国人民大学劳动人事学院发布的《中国就业战略

收稿日期：2015－04－18
基金项目：西北工业大学教学改革项目（GBKY6001）
作者简介：高晓光（1957－），女，辽宁鞍山人。西北工业大学电子信息学院教授，博士，博士生导师，主要从事先进控制理论及其在复杂系统中的应用，航空、航天电子综合系统攻防对抗及体系效能评估等研究。

报告 2008－2010："双转型"背景下的就业能力提升战略研究》指出，高校毕业生就业能力普遍达不到用人单位要求是高校毕业生就业难的一个主要原因[1]。由于研究生培养规模以及其它原因的扩大导致研究生就业与研究生培养脱节，很大一部分毕业研究生在就业问题上遇到障碍。

研究生培养是一个动态过程，涉及到学科的培养方案、学生本人对自身的定位、指导教师对学生的培养目标、用人单位对人才的特定需求等多个复杂因素。当前的研究生培养体系及模式也在不断进行着调整，尤为突出的是，一些机构设置了专业学位研究生的培养模式。这在一定程度上反映了就业能力对研究生教育的修正作用。如何全面、准确、客观地反映研究生的就业能力是研究生教育工作者应该首先关注并解决的问题[2-3]。

研究生的就业能力评价是一个复杂的系统工程，它涉及到（1）学生所取得的科研成果和学习成绩；（2）学生的类型，包括学习动机、学习态度、自我定位，发展方向；（3）专业类别；（4）成果体现方式；（5）个人、学校、劳动力市场的不同需求。因此，只以学分、论文等易于量化衡量但片面的指标对研究生的就业能力进行评价不能充分的体现以上多种因素的存在，甚至会出现错误的导向。目前对研究生就业能力评定主要采用层次分析法。该方法将培养过程涉及到的指标进行分类，一般采用专家打分的方法确定指标权重[4-8]。本文使用欧洲多准则决策领域经典的 Electre Tri 多属性决策方法对研究生就业能力进行综合评价。在国外，该方法已经有不少成功的应用，例如在巴黎中央理工的学生录取[9-10]。

一、研究生就业能力评估的作用

过程管理在产品生产领域定义为通过对产品生产过程中的所有环节进行质量控制，使最终出厂的产品质量达到出产需求。研究生的质量管理同样要对培养过程中的所有环节进行控制，保证质量，使培养的研究生能够满足社会不同层次的需求。过程控制不仅针对过程本身，同时也涉及到过程的结果和过程中的参与者，以及它们的组合。研究生的教育培养过程是一个动态的过程，在整个培养过程中，研究生本人、研究生管理部门及研究生指导教师都应该时刻对培养效果进行评价，衡量上一阶段的工作，并进行总结，才能适时地调整当前的培养及学习手段。研究生质量评估涉及到不同层次、不同种类、不同定位、不同专业和不同目标学生的定位区分，不同的学生要体现个体的差异性，还要全面体现研究生评价深入、全面、准确的特色，使导师、管理单位、社会及学生本人及时地了解当前状况下的培养结果。图 1 所示为研究生培养过程的示意图。本科生经过研究生阶段的教育，成为一个具备解决实际问

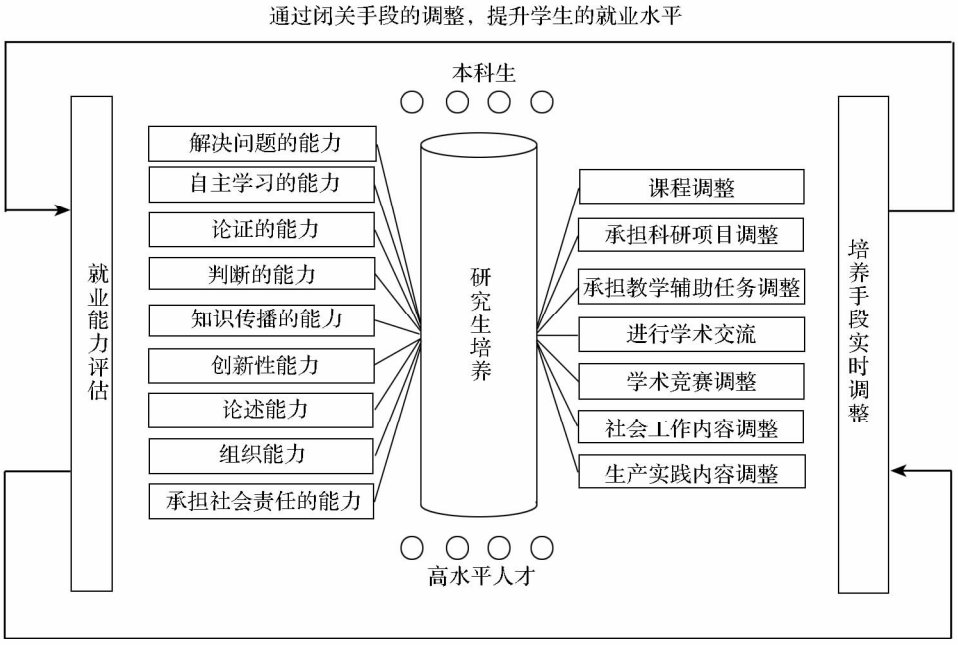

图 1　研究生动态培养过程示意图

题、并在理论方面有一定创新能力的综合研究生。研究生就业能力评价是一个综合评价体系，它从学生本身出发，考察学生具有的基本素质与培养目标的差异程度。根据评估结果，培养机构能适时调整培养手段（如课程调整，见图 1）以保证研究生教育对人才培养的根本诉求。研究生的就业水平评估基于九个方面的主要能力。每一个合格的研究生都应该在这九个方面达到一个基本的水平，但是又因为学生个体的差异导致不同的学生在不同方面超过一般水平的程度也不同，这种差异直接决定了评估的结果。可以看出，学生就业水平评估在研究生培养过程中起到了提供有效反馈的作用。这里我们使用 Electre Tri 模型对学生的就业能力进行评价。

二、Electre Tri 评估算法分析

Electre Tri 是法国人 Bernard Roy 提出的多准则分类模型，它是多属性决策领域中欧洲学派的代表方法。Electre Tri 利用不同选项与分类界限之间的优劣准则，得出不同选项的优劣分类，而不需要详细得到每一个选项的评分。这里我们使用 Electre Tri 模型对学生的就业能力进行评价。

我们定义选择集为 $A = \{a_1, a_2, \cdots, a_n\}$。ElectreTri 的目的就是把 A 中的元素分到 k 个预先定义的有序的类别中：$Cat_1 \ll Cat_2 \ll \cdots \ll Cat_k$. K 是 k 个类别集合的下标集。选择集有 m 个准则上被评价，c_1，c_2，$\cdots c_m$。J 代表了 m 个准则的下标集，$J = \{1, 2, \cdots, m\}$。对于所有，$j \in J$，$a \in A$，$g_j(a)$ 代表选择 a 在准则 j 上的评价结果。不失一般性，我们假设所有准则上的分值越大越好。Electre Tri 模型定义了相邻的两个分类之间的界限。b_h 是类别 h 的上界，类别 $h+1$ 的下界，即两个相邻类别用一个轮廓边界 b_h 来分开。其中，b_h 在准则 j 上的评价结果为 $g_j(b_h)$，$j \in J$，$h \in B$。

要将一个选项 a 分类，ElectreTri 模型需要两步。第一步为确定 a 与各个边界的优劣关系；第二步根据第一步的结果，通过分类准则将 a 分类。

（一）确定 a 与各个边界的优劣关系

为此，ElectreTri 模型定义了一个级别不低于关系$\succeq$。例如，$a \succeq b$ 表示 a 至少不比 b 差。为了验证论断 $a \succeq b$ 是否成立，需要进行“和谐性”和“非和谐性”检验。

如果一个选择 a 在“足够多”的准则上支持该论断，那么就说这个论断通过了“和谐型”检验。为了进行和谐性检验，我们为每一个准则附加一个权重 w_1，w_2，$\cdots$，w_m，并假设这些权重已归一化：

$$\sum_{j=1}^{m} w_j = 1 \tag{1}$$

首先，将 a 与 b 在所有的准则上分别进行比较。$g_j(a) \geqslant g_j(b)$ 说明在准则 j 上 a 不比 b 差。

我们只关注那些 a 不差于 b 的准则。因此，这些准则的权重加起来构成了一个和谐性因子 $c(a, b)$：

$$c(a, b) = \sum_{j \in J: g_j(a) \geqslant g_j(b)} w_j \tag{2}$$

为了进行“非和谐性”检验，引入了否决门限值 v_j. 我们定义一个局部不和谐因子 $d_j(a, b)$，若在某一个准则上 a 远差于 b，即 $g_j(b) - g_j(a) > v_j$，则 $d_j(a, b) = 1$，否则 $d_j(a, b) = 0$。部分不和谐因子描述了 a 是否在某个准则上远远差于 b。论断 $a \succeq b$ 通过不和谐性检验意味着不存在某一个准则 a 的评价远远差于 b，以至于无论在其他准则上 a 的评价如何，$a \succeq b$ 都不能成立。

最后，定义一个信用因子 $\sigma(a, b)$ 将和谐因子 $c(a, b)$ 和不和谐因子综合起来：

$$\sigma(a, b) = c(a, b) \prod_{j \in J} (1 - d_j(a, b)) \tag{3}$$

如果 $\sigma(a, b) \geqslant \lambda$，说明论断 $a \succeq b$ 成立。这里 λ 为检验门限，一般在区间 $(0.5, 1)$ 中。论断 $a \succeq b$ 的信用因子 $\sigma(a, b)$ 以及论断 $b \succeq a$ 的信用因子 $\sigma(b, a)$ 可以确定 a 和 b 的优劣关系：

（1）若 $\sigma(a, b) \geqslant \lambda$ 且 $\sigma(b, a) \geqslant \lambda$，则 $a \succeq b$ 且 $b \succeq a$。此时，a 与 b 不可区分，即 $a \sim b$；

（2）若 $\sigma(a, b) \geqslant \lambda$ 且 $\sigma(b, a) < \lambda$，则 $a \succeq b$ 且非 $b \succeq a$。此时，a 优于 b，即 $a \succ b$；

（3）若 $\sigma(a, b) < \lambda$ 且 $\sigma(b, a) \geqslant \lambda$，则非 $a \succeq b$ 且 $b \succeq a$。此时，b 优于 a，即 $b \succ a$；

（4）若 $\sigma(a, b) < \lambda$ 且 $\sigma(b, a) < \lambda$，则非 $a \succeq b$ 且非 $b \succeq a$。此时，a 与 b 不可比较，即 $a ? b$

（二）通过分类准则将 a 分类

将 a 分类的准则分为包括乐观和悲观准则。

本文使用悲观准则。具体分类步骤为：从高到低观察选择 a 与各个边界 b_h 的优劣关系，$h \in B$。当 b_{h-1} 为第一个满足 $a \succeq b_{h-1}$ 的边界时，a 属于 h 类，即 $a \in C_h$。

三、Electre Tri 模型参数确定方法

（一）决策变量

为了把 Electre Tri 应用到研究生就业能力评价中，需要确定模型的参数，包括分界线 b_h，权重 w_1，w_2，…，w_m 以及否决门限 v_j，检验门限 λ，这些参数被称之为偏好参数。对于模型的应用者来说，要确定这些参数值十分困难。已有一些学者提出使用间接的偏好提取算法来得到这些偏好参数值，这种方法从决策人的间接偏好信息中推导出能够最佳满足这些信息的偏好参数[15]。一般情况下，决策人能够根据他的经验，专家知识，价值判断给出某一些选项的分类结果。我们通过求解最优化问题来得到一组偏好参数值，这些值可以构建一个能够最佳的匹配这些分类学习集的 Electre Tri 模型。

（二）约束条件

为了简化问题的复杂度，假设决策人能够给出分界线 b_h 及否决门限 v_j 的值，需要确定的偏好参数值为权重 w_1，w_2，…，w_m 以及检验门限 λ。我们定义分类学习集为 $A^* = \{a_1, a_2, \cdots, a_{na}\}$，$A^* \in A$，$E = \{1, 2, \cdots, na\}$。为了将决策人提供的某一个分类信息 $a_e \in C_{eh}$ 表达为线性约束，首先给出这个分类的充分和必要条件：

$a_e \in C_{eh} \Leftrightarrow \{a_e \succeq b_{eh-1}\}$ 和 $\{!\ a_e \succeq b_h\}$，式中！表示逻辑关系符号非。

条件 $a_e \succeq b_{eh-1}$ 可以被表示为：

$$\sigma(a_e, b_{eh-1}) \geqslant \lambda \tag{4}$$

由于分界线 b_h 和否决门限 v_j 是已知的，可以很容易确定 $a_e \succeq b_{eh-1}$ 是否通过不和谐性检验，即 $d_j(a_e, b_{eh-1})$ 是否为 0。如果 $d_j(a_e, b_{eh-1}) = 1$，说明在准则 g_j 上 a_e 远差于 b_{eh-1}，决策人的分类 $a_e \in C_{eh}$ 不可能成立，也就是说决策人提供的这个分类信息是错误的。如果 $d_j(a_e, b_{eh-1}) = 0$，则说明 $a_e \succeq b_{eh-1}$ 通过了不和谐性检验。于是，(4) 可以简化为 $c(a_e, b_{eh-1}) \geqslant \lambda$，也即：

$$\sum_{j \in J: g_j(a_e) \geqslant g_j(b_{eh-1})} w_j \geqslant \lambda \tag{5}$$

至此，条件 $a_e \succeq b_{eh-1}$ 可以由式（5）的线性约束表示。

对于条件！$a_e \succeq b_{eh}$，类似地，可以得到线性约束如下：

$$\sum_{j \in J: g_j(a_e) > g_j(b_{eh})} w_j < \lambda \tag{6}$$

我们在约束(5)(6)中引入了松弛变量如下：

$$\sum_{j \in J: g_j(a_e) > g_j(b_{eh-1})} w_j - x_{eh} = \lambda \tag{7}$$

$$\sum_{j \in J: g_j(a_e) > g_j(b_{eh})} w_j + y_{eh} = \lambda \tag{8}$$

当 x_{eh} 和 y_{eh} 均为正数时，$a_c \in C_h$ 成立。当 x_{eh} 和 y_{eh} 中的一个或两个为负数时，a_e 不能属于 C_h，a_e 会被错误的分类。因此，x_{eh} 和 y_{eh} 越小，则 a_e 被正确分类的可能性就越小。

（三）最优问题

为了确定一组偏好参数组合能够最佳匹配决策人的分类信息，需要求解一个最优问题。优化准则为最大化所有 x_{eh} 和 y_{eh} 的最小值 ε。所需求解的线性规划问题如下

$$\begin{aligned}
&\max \quad \varepsilon \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j \in J: g_j(a_e) > g_j(b_{eh-1})} w_j - x_{eh} = \lambda \quad \forall a_e \in A^* \\
&\qquad \sum_{j \in J: g_j(a_e) > g_j(b_{eh})} w_j + y_{eh} = \lambda \quad \forall a_e \in A^* \\
&\qquad \varepsilon \leqslant x_{eh} \quad \forall eh \in E \\
&\qquad \varepsilon \leqslant y_{eh} \quad \forall eh \in E \\
&\qquad 0 \leqslant w_j \leqslant 0.5 \quad j \in J \\
&\qquad \sum_{j=1}^{m} w_j = 1 \quad j \in J \\
&\qquad 0 \leqslant \lambda \leqslant 1
\end{aligned} \tag{9}$$

第一个约束和第二个约束定义了所有决策人给出的分类学习集所对应的线性约束。第三个约束和第四个约束定义了目标函数 ε。最后三个约束是偏好参数的上下界。这个线性规划问题的目标函数为最大化最小松弛变量。如果 ε 的最优解为非负数，那么能够找到一组偏好参数值，这些值可以构建一个符合决策人间接偏好信息 Electre Tri 模型，应用这个模型可以将所有决策人的分类学习集中的选项全部正确分类。否则不存在能够完全表示这个分类学习集的 Electre Tri 模型。

四、研究生就业能力评估指标体系

研究生就业能力评估问题中涉及到两个核心问题，一是评价体系结构的指标选取，包括考核要素、考核方法、层次结构等；另一个是权重确定问题，不同的权重体现不同的培养侧重，同时也会得出不同的结论。在评估中，对于学生来说，每个人的先天兴趣、禀赋不同会导致每个人的自我定位不同，定位的不同就会导致研究生在学习

过程中的精力、时间分配不同，自然在进行质量评估过程中不能对所有人都采取相同的评价手段，也就是说，在评价过程中不同评价指标的权重不同。对用人单位来说，对研究生所具有的基本素质的要求也各有特点。对指导教师来说，在学生培养过程中会考虑用人单位的需求，并有所针对性的调整自己的培养方向。因此，指导教师、学生和用人单位之间存在着共同作用。这种相互作用使得无法应用同样的指标权重来评价所有的学生。因此，将研究生的培养目标分为三种类型，分别是学术型、工程型和系统型。详细体系如图 2 所示。

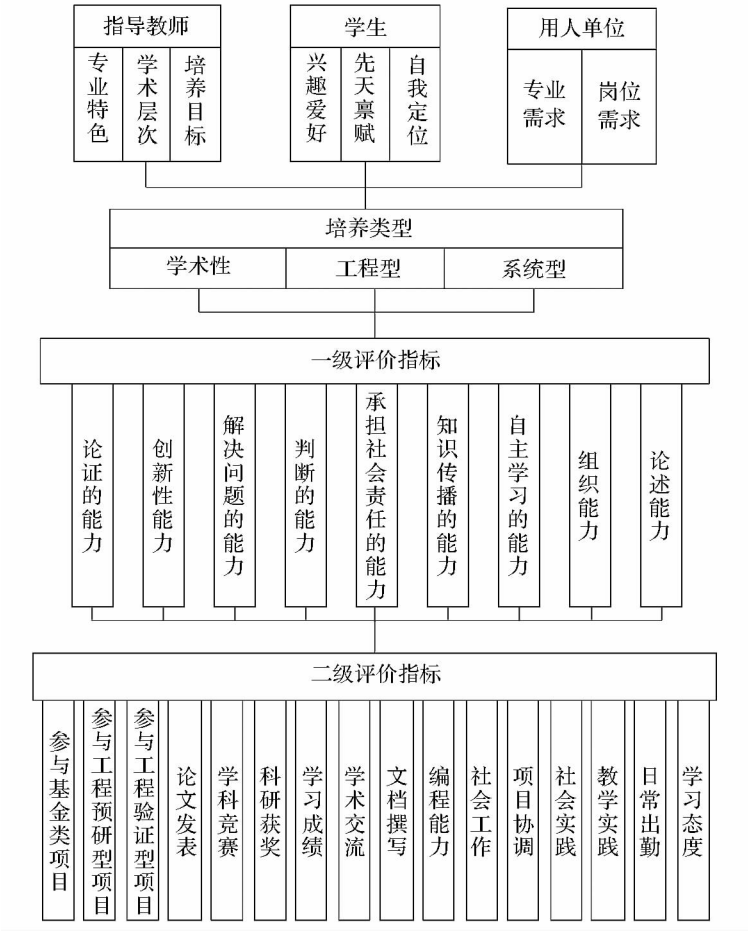

图 2　研究生就业能力评价指标体系

在研究生质量评价体系中，将各评价指标分为两级，一级指标为研究生培养的总体目标，每个研究生经过研究生阶段的学习都应该具有一级指标下的所有能力。这里的一级指标即为图 1 中所示的研究生培养所需要涵盖的所有能力。每个学生只要达到一定的阈值，就可以认为其达到研究生培养的目标。一级指标规定了学生能力评价的下限，却没有对不同能力的上限进行衡量。另外，一级指标所涵盖的内容较为宽泛，且没有明确、单一的可量化指标进行量测。例如，创新思维体现在论文发表、完成科研项目等各个方面。二级指标是对一级指标有效量化的的基础，不同的可量化指标经过综合就可以对一个人的各项能力进行定量描述，从而反应一个学生的综合水平和素质。

五、仿真实例

为验证本文提出的基于 Electre Tri 的多属性决策方法对研究生就业能力评估方法的有效性，作以下仿真实验。现以西北工业大学电子信息学院 2014 级系统工程专业硕士研究生的毕业资料为研究对象，对这些学生进行就业能力评估。这里采用图 2 的评价体系，因此需构建基于这个评价体系的 Electre Tri 模型，即确定图 2 中 16 个二级指标在 Electre Tri 模型中的权重值及检验门限。以学术型研究生为例，可将学生分为优秀、中等、合格、不合格四个等级。在每一个准则上，假定学生的表现在各个准则上有四种层次，分别以 -1（差），

0（合格），1（中），2（好）表示。为了将学生分为四个等级，设分界线 $b_1 = \{0, \cdots, 0\}$ $b_2 = \{1, \cdots, 1\}$ $b_3 = \{2, \cdots, 2\}$。假定学校就业办公室提供了间接的分类决策信息，如表 1 所示。为了从这四个典型学生的分类确定出 16 个二级指标的权重值及检验门限，需将分类决策信息表示为线性约束。要将学生一划分为优秀类，根据式（7）（8），需满足约束条件：

$$\omega_1 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_9 + \omega_{10} + \omega_{14} - x_1 = \lambda$$

表 1　典型学生类型良好等级的二级指标

（括号内为在一个特定准则上的表现编码：2 为好，1 为中，0 为合格，－1 为差）

	权重	学生一：学术型（优秀）	学生二：学术型（中等）	学生三：学术型（合格）	学生四：学术型（不合格）
参与基金类项目	w_1	3 项(2)	2 项(1)	1 项(0)	0 项(－1)
参与工程预研型项目	w_2	1 项(1)	1 项(0)	1 项(0)	0 项(－1)
参与工程验证型项目	w_3	0 项(－1)	1 项(0)	0 项(－1)	1 项(0)
论文发表	w_4	1*SCI*,1*EI*(2)	1*EI*(1)	1 核心(0)	无(－1)
学科竞赛	w_5	全国 1 项(2)	校级 1 项(0)	校级 1 项(0)	0 项(－1)
科研获奖	w_6	省级 1 项(2)	0 项(0)	校级 1 项(1)	0 项(0)－
学习成绩	w_7	90(2)	85(2)	71(0)	55(－1)
学术交流	w_8	1 次(0)	2 次(1)	0 次(－1)	0 次(－1)
文档撰写	w_9	好(2)	中(1)	好(2)	差(－1)
编程编制	w_{10}	好(2)	好(2)	差(－1)	中(1)
社会工作	w_{11}	无(－1)	班委(1)	班委(1)	核心班干部(2)
项目协调	w_{12}	合格(0)	好(2)	中(1)	差(－1)
社会实践	w_{13}	合格(0)	合格(0)	差(－1)	差(－1)
教学实践	w_{14}	好(2)	合格(0)	合格(0)	中(1)
日常出勤	w_{15}	中(1)	中(1)	合格(0)	差(－1)
学习态度	w_{16}	中(1)	好(2)	合格(0)	合格(0)

要将学生二划分为中等类，需满足约束条件：

$$\omega_7 + \omega_{10} + \omega_{12} + \omega_{16} + y_1 = \lambda$$

$$\omega_1 + \omega_4 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_9 + \omega_{10} + \omega_{11} + \omega_{12} + \omega_{15} + \omega_{16} - x_2 = \lambda$$

要将学生三划分为合格类，需满足约束条件：

$$\omega_6 + \omega_9 + \omega_{11} + \omega_{12} + y_2 = \lambda$$

$$\omega_1 + \omega_2 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_9 + \omega_{11} + \omega_{12} + \omega_{14} + \omega_{15} + \omega_{16} - x_3 = \lambda$$

要将学生四划分为不合格类，需满足约束条件：

$$\omega_3 + \omega_6 + \omega_{10} + \omega_{11} + \omega_{14} + \omega_{16} + y_3 = \lambda$$

另外，学校就业办公室还提供了其他的决策信息，给出了部分准则的重要性排序：

$$\omega_4 > \omega_6 > \omega_7 > \omega_1 > \omega_2 > \omega_3 > \omega_8 > \omega_{10} > \omega_9$$

权重的归一化可以表示为

$$\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_9 + \omega_{10} + \omega_{11} + \omega_{12} + \omega_{14} + \omega_{15} + \omega_{16} = 1$$

通过最大化松弛变量 x_1，x_2，x_3，y_1，y_2，y_3 的最小值 ε，ε 可以求得满足以上约束条件的评价学术型学生的权重值如表 2 所示，检验门限为 0.6。这里的线性规划问题采用了 *r* 语言中的 lpsolveAPI 包求解。采用类似的方法，从针对工程型和系统型的决策分类实例，可得出相应的评价指标权重和检验门限值。从表 2 中可以看出，学术型的评价侧重于发表论文，科研获奖方面的指标（权重最大的三个指标为论文发表 0.25，科研获奖 0.13，学习成绩 0.12），工程型的评价侧重于参与工程实践及项目协调能力（权重最大的三个指标为参与工程预研型项目 0.17，参与工程验证型项

目 0.13，参与基金类项目 0.12），而对于系统型的评价则更偏重于领导能力及各项能力的均衡（权重最大的三个指标为社会工作 0.14，项目协调 0.1，参与论文发表 0.09）。

表 2　不同学生类型的能力评价模型

	权重	学术型	工程型	系统型
参与基金类项目	w_1	0.11	0.12	0.07
参与工程预研型项目	w_2	0.06	0.17	0.08
参与工程验证型项目	w_3	0.05	0.13	0.08
论文发表	w_4	0.25	0.03	0.09
学科竞赛	w_5	0.02	0.03	0.06
科研获奖	w_6	0.13	0.04	0.05
学习成绩	w_7	0.12	0.11	0.07
学术交流	w_8	0.04	0.04	0.06
文档撰写	w_9	0.02	0.04	0.05
编程编制	w_{10}	0.03	0.07	0.03
社会工作	w_{11}	0.02	0.02	0.14
项目协调	w_{12}	0.07	0.11	0.1
社会实践	w_{13}	0.02	0.03	0.06
教学实践	w_{14}	0.02	0.02	0.02
日常出勤	w_{15}	0.02	0.02	0.02
学习态度	w_{16}	0.02	0.02	0.02
检验门限	λ	0.60	0.63	0.59

由此可见，本文所提出的间接确定模型参数的方法能够有效地提取专家的经验知识，正确反映该教师评价学生时的准则优先级。所得到的评价模型能应用于以后的学生评价系统中，应用该模型可以使用简单的计算机程序即可自动对更大数量的学生进行就业能力评价，避免了人工评价需对每个学生的 16 个指标进行综合考虑的巨大工作量，也保证了评价的客观性，透明性和可解释性。

六、结论

研究生就业能力提升是研究生培养过程中的基本目标之一。就业能力的量化评估需要一个全面、深入、有效、准确的评估体系。只有对就业能力进行了科学的评估，才能及时调整研究生的培养策略和学习侧重。本文采用 *Electre Tri* 方法对研究生的就业能力进行评价，并解决了确定指标权重过程中随意度较大的难题。应用间接偏好信息提取算法获得的权重参数能够反应专家针对不同发展类型学生的评价思想，所得到的模型可用于大规模评价研究生就业能力。模型针对学生的个性化评价结果能精确地反映研究生的在不同发展方向上的综合就业能力。该方法可以作为研究生指导教师对学生培养过程中的能力评价；学生对自己学习成果的估计；研究生管理部门对学生培养质量的考核；用人单位对学生能力的估计等。

参考文献：

[1] 曾湘泉.“双转型”背景下的就业能力提升战略研究（中国就业战略报告 2008 – 2010）[M]. 北京：中国人民大学出版社，2010：1 – 47.

[2] 王战军. 构建质量保障体系，提高研究生教育质量[J]. 研究生教育研究，2011(1)：3 – 6.

[3] 蒋德珑，尹淑萍，师黎. 基于模糊综合评判的研究生综合素质评价研究[J]. 计算机工程与设计，2011(9)：3208 – 3212.

[4] 张云华，毛东升. 高校研究生综合素质测评指标体系研究[J]. 宁波大学学报：教育科学版，2009(10)：64 – 67.

（下转第 103 页）