

doi: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2017.06.006

平行班教学模式下的教师团队组建研究

——基于双边匹配决策方法

金英伟, 孙雪源

(大连理工大学 管理与经济学部, 辽宁 大连 116024)

摘 要: 教师团队组建一直是学术界和教育界研究的热点问题。考虑班主任层面的需求与偏好、科任层面的愿望与价值观,学校管理部门层面对教学管理制度的设定,提出一种平行班教学模式下的双边匹配决策方法,进而组建和谐科学的教师团队。针对分层教学模式,建立了最大化三边满意度的科任与班主任双边匹配的 0-1 整数规划模型,并开发了一种启发式算法求解该模型,通过实例分析说明方法的有效性和可行性。一方面可以在科学量化层面为相关管理部门提供决策支持,另一方面由于该问题的特征及复杂性,对这一问题的研究可以在理论上丰富和发展双边匹配决策方法。

关 键 词: 教师团队组建; 双边匹配; 启发算法; 平行班教学模式
中图分类号: C 936; G 451.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-3758(2017)06-0587-09

On Teacher Team Building of Parallel Class Teaching Mode

——Based on the Two-sided Matching Decision-making Method

JIN Ying-wei, SUN Xue-yuan
(Faculty of Management and Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: In recent years, the establishment of a scientific, harmonious and sustainable development of the teacher-team has become a hot issue in the field of management and education research. Given the needs and preferences of head teachers, the expectations and values of subject teachers, as well as the stipulations of teaching administration systems from school administration sectors, a two-sided matching decision-making method of the parallel class teaching mode was proposed, whereby a harmonious and scientific teacher team could be built. Based on the stratified teaching mode, a 0-1 mixed integer model of subject teachers and head teachers was set up to maximize the three parities' satisfaction. Moreover, a heuristic algorithm was developed to solve the model and examples were given to test its effectiveness and feasibility. On the one side, the study could provide strategic support for the relevant administration sectors in terms of scientific quantification. On the other side, the study could enrich and develop the two-sided matching decision-making methods in terms of characteristics and complexity of the issue.

Key words: teacher team building; two-sided matching; heuristic algorithm; parallel class teaching mode

一、问题的提出

21 世纪的教育教学是一项涉及面广、科学性强、兼具团队协作性的工作,学校在变革中前进,和谐科学的管理在变革中凸显活力与生命力。学校的和谐发展,依赖于教师团队的发展。组建和谐科学的教师团队,要真正地坚持以人为本,面向全体教师,树立全方位育人观,使教师受到充分的尊重,在自由愉悦的氛围中全面发展而富有个性,享受工作,同时具有深厚的人文素养;教师得到公平的对待,在宽松民主的环境里,通过合作增强竞争能力,挖掘潜能,展示自我,在辛勤的工作中得到快乐,获得自豪感,并拥有享受生活的能力。围绕学校的教育目标,任课教师以班主任为核心联系在一起,如果他们能树立共同的教育价值观,通过良好的沟通与教育信息交流,相互支持配合,形成班主任与科任教师之间的教育合力,那么这些围绕着班级教育建立起来的教师团体,就能够成为一个理想的高绩效班级教师团队。

本文界定的班级教师团队是指:班主任教师与任教该班级高考科目的科任教师(政治、语文、数学、英语、物理、化学、历史、生物)组成的团队,区分文理,规模一般是 7 人,他们的工作绩效能够从班级常规管理、教育教学成绩、学生评价等方面来衡量。“整体大于各部分之和”是现代教育理论上的著名教育思想,也就是说由若干个教师组成的一个班级教师团队决不等于这些教师的简单组合。若能和谐科学地制定任课教师团队组建计划,其发挥的作用也要远远大于这些教师个人所能发挥的作用之和。科学合理地制定班级教师团队,能大大提高教师工作绩效、班级管理水平和学校教育质量、教学水平,从而带动教师成长,实现学校的可持续发展。但是,我们在实践中发现,科任教师与班主任之间可能由于不同的教育观念、个人偏好、职业愿望、专业能力、教学方式、人格、气质类型等因素,常常会在教学中产生一些分歧、摩擦甚至冲突,对教育教学效果产生不同程度的影响甚至是无法达到的教育效果。因此,并不是学校管理部门将任何一些科任教师和班主任教师组合成班级教师团队,就能获得理想教育教学效果,而是需要和谐科学地制定任课教师团队组建计划。组建和谐科学的班级教师团队不是简单地对教师进行拼合,也不是单纯地对科任教师、班主

任教师精英进行整合,而是为了实现某一种教学机制目标,根据教学管理体系和专业标准,按照特定的教学要求建立起来的教学组织,涉及到教学模式选择、教学管理制度设定、教师选聘、科任与班主任匹配、教学效果评估等问题。其中,合理制定科任与班主任双边匹配计划是科学决策的关键。在某种教学管理制度下,如何给出科学合理的双边匹配决策是组建高绩效班级教师团队的重要前提和决定性因素,组建班级教师团队的技术核心内容就是科任与班主任双边匹配问题,该问题已成为学校管理者最重要的优化目标。为此,本文将班主任层面的需求与偏好、科任教师层面的愿望与价值观、学校管理部门的要求三个维度相结合,对平行班教学模式下的科任与班主任双边匹配决策方法进行研究,制定科学合理、和谐可持续发展的教学安排,谋求班级教师团队的最佳组合。以智能管理的方式来解决繁琐而复杂的问题,提高决策质量,减少决策时间,增强决策的灵活性和应变能力。

该问题与传统的双边匹配问题有所不同且更为复杂,其复杂性集中体现在:①优化过程不但涉及双边匹配主体的满意度,还涉及到第三方教学管理部门的满意度。从已有的相关双边匹配决策方法研究成果来看,大多单纯考虑了关于匹配双方的评价信息,但在实际的科任与班主任双边匹配中,不同教学模式下的教学管理制度设定将直接影响匹配的结果,而且教育教学相关部门的评估也可以进一步影响匹配结果。②如何来描述不同教学管理制度的实施与特征,建立基于学校管理部门满意度的描述方法。③问题的大规模性。由于该问题的模型描述是典型的 0—1 整数规划模型,是 NP 难问题,直接使用优化软件只能求得小规模问题的最优解。又由于实际中遇到的科任与班主任双边匹配问题往往具有较大的规模,在可以接受的时间范围内精确求解是不可能的,需要针对不同的教学模式、教学管理制度要求,设计优化算法。

针对科任与班主任双边匹配问题的直接研究成果还很缺乏。但其在本质上,可以归结为人员与人员匹配的一种拓展问题,是对经典的人员与组织匹配研究的推广。因此,已有人员与组织匹配的相关研究成果为本文的研究工作建立了坚实的理论基础。在人员与组织匹配的内涵研究和影响因素研究方面:Cable & Judge(1994)针对人

员和组织之间的匹配提出了需要与供给、要求与能力的匹配观点^[1]。其中需要与供给的观点主要是指当组织满足了人员的需要、愿望和偏好时,两者之间就实现了匹配;要求与能力的观点则认为如果人员拥有组织所要求的能力,则在人员和组织之间便实现了匹配。Chatman(1991)认为人员与组织在价值观、认知、目标等方面的一致性契合程度,可以一定程度上影响人员对工作的满意程度、对工作的参与程度,并最终对人员的工作绩效造成影响^[2]。Carless(2005)通过对样本的统计分析发现工作满意度影响人员与组织间的匹配,人员对于工作的满意程度越高,则与其隶属的组织间匹配程度越高^[3]。人员和组织匹配的测度研究方面:Kristof(1996)提出可以将人员和组织匹配的测量方法分成三类,主观匹配测量法、知觉匹配测量法及客观匹配测量法^[4]。赵希男等(2008)引入标准值型、区间值型和临界值型三类指标来划分工作岗位标准。针对标准值型、区间值型两种类型,设计了一种基于理想点的计算方法,给出了人与岗位的横向匹配与纵向匹配模型^[5]。齐二石等(2007)将层次分析法和模糊综合评价法综合运用到人岗匹配问题中,建立了一种人与岗位双边匹配的定量分析模型^[6]。李铭洋、樊治平等(2014)对双方主体给出偏好序值信息的双边匹配问题,给出了一种考虑双方主体心理行为的稳定双边匹配方法^[7]。从已有相关研究成果上看^[8-14],大多仅限于考虑匹配双方主体,缺乏涉及第三方情况下的双边匹配决策方法研究。而本文所研究的双边匹配问题,既要考虑科任与班主任双边匹配主体的满意度,还要考虑到校管理部门对教学管理制度实施情况的满意度。特定的教学管理制度是如何影响匹配双方主体相互作用的?科任教师、班主任教师、学校管理部门三边之间是怎么相互作用的?它们各自的影响程度如何?如何得到基于多维满意度最大化的匹配结果?均需深入研究。已有成果多基于指标信息,设计开发相应的匹配满意度评价方法,但缺乏对匹配模型求解算法的研究。而科任与班主任双边匹配问题模型是0-1整数规划模型,是NP难问题,实际问题的规模又往往很大,直接使用规划软件进行求解几乎是不可能的,需要设计开发新的启发式算法求解相应的模型。综合以上分析,本文给出一种平行班教学模式下的科任与班主任双边匹配决策方法,为管理者提供科学量化的决策方法,帮

助相关部门提高教育教学的效果,同时也在理论上丰富和发展双边匹配决策方法。

二、最大化三边满意度的双边匹配模型

1. 问题描述与假设

谋求科任与班主任的最佳组合是一个由科任教师、班主任教师和学校管理部门三方共同参与的双边匹配过程。首先,学校管理部门根据实际教育教学需要设定一种教学模式,由此确定相应的教学管理制度。然后,通过调查收集制定教学安排计划的评价信息,其中包括学校管理部门对每一位教师的多指标满意度评价信息、科任教师对班主任教师的多指标偏好满意度评价信息、班主任教师对科任教师的多指标偏好满意度评价信息。接下来,学校管理部门根据评价信息和教学管理制度的要求,制定双边匹配计划。最后,管理部门向全体教师发布匹配结果,收集反馈意见。针对教学模式的选择,本文采用平行班教学模式,平行班教学模式是主流的教学模式之一,也是现在最为流行的教学模式,已被广泛地运用到实际教育教学中。平行班教学模式的实施,最大的作用在于促使学校在分班时平均分配学生、均衡搭配教师,使学生获得全面的人生体验,了解正常社会里的人群分布,不至于对社会阶层的分布情况产生不正确认知,让每一个学生享受公平教育环境,让每一个老师享受公平工作环境。其对应的教学管理制度通常具有两个层面的要求,一方面通过科学合理的评价方式将学生进行平行分班,让每一个班的人数和学生素质尽量保持在同一水平线;另一方面,学校管理部门要将各班级所配备教师团队的综合教学能力及素养控制在大致相同的水平上。

针对问题自身的特征事实和复杂性作如下假设:

假设1 每个班级只有一名班主任教师,且班主任教授本班级的一门高考课程;

假设2 每名班主任教师只教授自己所管理班级的课程;

假设3 每名科任教师的工作量相同,即均教授d个班级的课程;

假设4 每个班级的任意一门课程有且仅有一名教师教授;

假设 5 对于一个年级,教学管理部门设定且仅设定一种教学模式;

假设 6 教师的综合教学能力及素养可由班级管理、考试成绩、师生反馈、教学常规等方面来衡量;

假设 7 科任教师和班主任教师给出的偏好满意度评价信息,仅学校管理部门可知;

假设 8 每个年级科任教师与班主任教师的人选事前已经确定。

2. 符号表示

根据科任与班主任双边匹配问题描述,本文设 U 表示班级教师团队规模; M 表示科任教师集; N 表示班主任教师集; $H = \{h_1, \dots, h_k\}$ 表示高考科目集; $N_{h_i} (h_i \in H)$ 表示所有教授科目 h_i 的教师构成的集合; $PS = \{P_{s1}, \dots, P_{sk_{ps}}\}$ 表示由科任教师对班主任教师的偏好满意度评价指标集合, P_{si} 表示第 i 个评价指标, $i = 1, \dots, k_{ps}$; $PC = \{P_{c1}, \dots, P_{ck_{pc}}\}$ 表示班主任教师对科任教师的偏好满意度评价指标集合, P_{ci} 表示第 i 个评价指标, $i = 1, \dots, k_{pc}$; $PT = \{P_{t1}, \dots, P_{tk_{pt}}\}$ 表示学校管理部门对全体教师的满意度评价指标集合, P_{ti} 表示第 i 个评价指标, $i = 1, \dots, k_{pt}$; $C_1 = \{c_{ij}^{p_{sk}}, p_{sk} \in PS, i \in M, j \in N\}$ 表示科任教师对班主任教师的偏好满意度评价信息集,其中 $c_{ij}^{p_{sk}}$ 表示第 i 个科任教师对第 j 个教师关于指标 p_{sk} 的偏好满意度评价价值; $C_2 = \{c_{ij}^{p_{ck}}, p_{ck} \in PC, i \in M, j \in N\}$ 表示班主任教师对科任教师的偏好满意度评价信息集,其中 $c_{ij}^{p_{ck}}$ 表示第 j 个班主任教师对第 i 个科任教师关于指标 p_{ck} 的偏好满意度评价价值; $C_3 = \{c_i^{p_{tk}}, p_{tk} \in PT, i \in M \cup N\}$ 表示学校管理部门对全体教师的满意度评价信息集,其中 $c_i^{p_{tk}}$ 表示管理部门对第 i 个班主任教师关于指标 p_{tk} 的满意度评价价值; $W_1 = \{\omega_{s1}, \dots, \omega_{sk_{ps}}\}$ 表示评价指标集 PS 的权重向量,其中 ω_{si} 为评价指标 P_{si} 的权重,且有 $0 < \omega_{si} < 1, \sum_{i=1}^{k_{ps}} \omega_{si} = 1$; $W_2 = \{\omega_{c1}, \omega_{c2}, \dots, \omega_{ck_{pc}}\}$ 表示评价指标集 PC 的权重向量,其中 ω_{ci} 为评价指标 P_{ci} 的权重,且有 $0 < \omega_{ci} < 1, \sum_{i=1}^{k_{pc}} \omega_{ci} = 1$; $W_3 = \{\omega_{t1}, \omega_{t2}, \dots, \omega_{tk_{pt}}\}$ 表示评价指标集 PT 的权重向量,其中 ω_{ti} 为评价指标 P_{ti} 的权重,且有 $0 < \omega_{ti} < 1, \sum_{i=1}^{k_{pt}} \omega_{ti} = 1$; $P_A = \{a_{ij}, i \in M, j \in N\}$ 表示科任教师对班主任教师的综合偏好满意度评价信息集,其

中 a_{ij} 表示科任教师 i 对班主任教师 j 的综合偏好满意度评价价值; $P_B = \{b_{ij}, i \in M, j \in N\}$ 表示班主任教师对科任教师的综合偏好满意度评价信息集,其中 b_{ij} 为班主任教师 j 对科任教师 i 的综合偏好满意度评价价值; $P_T = \{t_i, i \in M \cup N\}$ 表示学校管理部门对全体教师的综合满意度评价信息集,其中 t_i 为管理部门对教师 i 的综合满意度评价价值; x_{ij} 是 0-1 整数决策变量,若科任教师主体 i 与班主任主体 j 形成匹配对,则 $x_{ij} = 1$,否则 $x_{ij} = 0$ 。

3. 模型描述

首先给出双边主体和和学校管理部门的满意度计算方式。科任教师对班主任教师的综合偏好满意度评价价值 a_{ij} ,班主任教师对科任教师的综合偏好满意度评价价值 b_{ij} 为:

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^{k_{ps}} \omega_{sk} c_{ij}^{p_{sk}}, i \in M, j \in N \quad (1)$$

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^{k_{pc}} \omega_{ck} c_{ij}^{p_{ck}}, i \in M, j \in N \quad (2)$$

学校管理部门对全体教师的综合满意度评价价值 t_i 为:

$$t_i = \sum_{k=1}^{k_{pt}} \omega_{tk} c_i^{p_{tk}}, i \in M \cup N \quad (3)$$

根据上述分析和符号表示,设班主任教师数量为 m 、科任教师数量为 n ,每名科任教师的工作量为 d ,以最大化三边满意度为目标的科任与班主任双边匹配问题可以描述为如下 0-1 整数规划模型:

$$\begin{aligned} \max Z_A &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \\ \max Z_B &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} x_{ij} \\ \min Z_T &= \sum_{j=1}^n \left(t_j + \sum_{i=1}^{m+n} t_i x_{ij} - \sum_{i=1}^{m+n} t_i / n \right)^2 \\ \text{s. t. } &\sum_{j=1}^n x_{ij} = d, i = 1, 2, \dots, m \\ &\sum_{i \in M \cap N_{h_1}} x_{ij} = 1, \forall j \in N / N_{h_1} \\ &\sum_{i \in M \cap N_{h_2}} x_{ij} = 1, \forall j \in N / N_{h_2} \\ &\vdots \\ &\sum_{i \in M \cap N_{h_k}} x_{ij} = 1, \forall j \in N / N_{h_k} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i \in M \cap N_{h_1}} x_{ij} &= 0, \forall j \in N_{h_k} \\ \sum_{i \in M \cap N_{h_2}} x_{ij} &= 0, \forall j \in N_{h_2} \\ &\vdots \\ \sum_{i \in M \cap N_{h_k}} x_{ij} &= 0, \forall j \in N_{h_k} \\ x_{ij} &\in \{0, 1\}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

在式(4)中, Z_A 、 Z_B 、 Z_C 为目标函数, Z_A 为最大化科任教师主体对班主任教师主体的偏好满意度,其数值越大偏好满意度越高; Z_B 为最大化班主任教师主体对科任教师主体的偏好满意度,同样数值越大满意度越高; Z_C 为最大化学校管理部门对教学管理制度实施情况的满意度,表示班级教师团队累计评价值与理想班级教师团队累计评价值 $\sum_{i=1}^{m+n} t_i/n$ 之间的偏差,该数值越小满意度越高;约束条件包括每个科任教师必须且只能与 d 个班主任教师形成匹配对,保证了每名科任教师的工作量相同;对于每个班级,除班主任所教授科目外的任意一门科目,有且只有一名科任教师教授该科目;教授某科目的科任教师不能与教授该科目的班主任教师形成匹配对,从而保证班主任教师 $B_{h_{ij}}$ 教授本班的 h_i 科目且不会再有科任教师教授该班级的 h_i 科目。

三、启发式算法

模型描述了基于平行班教学机制的科任与班主任教师双边匹配决策问题,其形式是典型的 0—1 整数规划模型,可以归结为经典的人力资源中双边匹配问题的拓展问题且更为复杂,而人力资源的双边匹配是 NP 难问题,直接使用相关优化软件只能求得小规模问题的最优解。又由于实际中遇到的集中通勤接受服务问题往往具有较大的规模,这样对于该问题的计算和求解就变得更加复杂和困难,在可以接受的时间范围内精确求解是不可能的,那么针对问题特点设计启发式方法就成为快速求解该问题的一种有效方法。

启发式算法是一类基于直观的体会和经验,在可接受的计算时间和空间花费下来构造相对有效解的算法。在求解平行班教学模式下的科任与班主任双边匹配问题中,本文所设计启发式算法的基本思想是:依据班主任教师匹配优先级,使没有完成团队组建的班主任教师逐轮地寻找与之相匹配的科任教师,每一轮匹配中每个班主任教师有且只有一个匹配对象,按此方式将科任教师主体逐个地增加到已经构造的匹配对中去,直到每一位班主任教师找到所有的匹配对象为止。本文设计开发的启发式算法流程如表 1 所示。

表 1 算法流程(启发式算法)

步骤	具 体 算 法
Step 1	输入匹配基本信息,具体包括:数值 U 、班主任教师数量为 m 、科任教师数量为 n ;集合 M 、 N 、 H 、 N_{h_i} , $h_i \in H$;评价指标集 PS 、 PC 、 PT ;满意度评价信息集 C_1 、 C_2 、 C_3 ;权重向量 W_1 、 W_2 、 W_3 ,并将班主任教师按一定的科目次序编号为 $1 \sim n$,课任教师按同样的次序编号为 $n+1 \sim n+m$
Step 2	基于匹配基本信息,按式(1)、(2)、(3)分别计算科任教师对班主任教师的综合偏好满意度评价信息矩阵 P_A 、班主任教师对科任教师的综合偏好满意度评价信息矩阵 P_B 、学校管理部门对全体教师的综合满意度评价信息矩阵 P_T
Step 3	在评价信息矩阵 P_A 、 P_B 、 P_C 的基础上,构造评价信息矩阵 $(P_{ij})_{m \times n}$, $P_{ij} = \omega_1 a_{ij} + \omega_2 b_{ij} + \omega_3 t_i$, $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$
Step 4	设 $U_j = \{j\}$, $j = 1, \dots, n$; $l_i = 0$, $i = 1, \dots, m$
Step 5	更新班主任教师的匹配优先级。班主任教师 j 的匹配优先级由 r_j 确定, r_j 的值越小优先级越高,其中 $r_j = \sum_{i \in U_j} t_i$, $j = 1, \dots, n$
Step 6	按匹配优先级,依次执行 Step 6~Step 8,为每个班主任教师 j 寻找一个匹配对象 i^* ,其中 $i^* = \arg \max_{i \in \{1, \dots, m\}} \{p_{ij}\}$
Step 7	更新 $U_j = U_j \cup \{i^*\}$;令 $i = i^*$, $l_i = l_i + 1$
Step 8	若 $l_i = d$,则令 $p_{ij} = 0$, $i = 1, \dots, m$
Step 9	若 $\text{size}(U_j) = U$, $j = 1, \dots, n$ 转 Step 10;否则转 Step 5
Step 10	算法结束,输出矩阵 U_j , $j = 1, \dots, n$ 。依据 Step 1 中的编号,获得科任教师与班主任双边匹配结果和班级教师团队组建计划

四、实证研究

为了验证本文所设计模型和算法的有效性、可行性,本文用 MATLAB 2014 编写算法程序,并采用仿真实验来验证,实验的运行环境是 intel (R)i7 处理器、2.40GHz 的 CPU 时钟频率、3G RAM 的内存。

1. 实验数据说明

某高中为打造和谐科学的班级教师团队,学校相关管理部门需要制定高一年级理科班的科任与班主任双边匹配决策计划。班级教师团队的基础数据为:每个班级教师团队的规模为 6 人,其涉及范围是数学、语文、英语、物理、化学、生物 6 个科目的教师;该校高年级有 16 个理科班;设有 16 名班主任,包括 4 名数学教师、2 名语文教师、4 名英语教师、2 名物理教师、2 名化学教师、2 名生物教师;科任教师 40 名,包含 6 名数学教师、7 名语文教师、6 名英语教师、7 名物理教师、7 名化学教师、7 名生物教师。科任教师对班主任的偏好

满意度评价指标为: P_{s1} 表示历届班级成绩、 P_{s2} 表示班级常规管理、 P_{s3} 表示教育教学能力。班主任教师对科任教师的偏好满意度评价指标为: P_{c1} 表示历届教学成绩、 P_{c2} 表示教学常规、 P_{c3} 表示教学成果。学校管理部门对教师的满意度评价指标为: P_{t1} 表示教学成绩、 P_{t2} 表示学生反馈、 P_{t3} 表示学校领导对其教育教学能力评价。均采用 1~100 标度给出的多指标满意度评,分值越高满意度越高,设定 $d=2, \omega_1=\omega_2=\omega_3=\frac{1}{3}$ 。

科任教师对班主任教师的偏好满意度评价信息如表 2 所示,其中权重向量是 $w_{s1}=w_{s2}=w_{s3}=\frac{1}{3}$ 。

班主任教师对科任教师的偏好满意度评价信息如表 3 所示,其中权重向量是 $w_{c1}=w_{c2}=w_{c3}=\frac{1}{3}$ 。

学校管理部门对全体教师的满意度评价信息如表 4 所示,其中权重向量是 $w_{t1}=w_{t2}=w_{t3}=\frac{1}{3}$ 。

表 2 科任教师对班主任教师的偏好满意度评价信息

评价指标	B_1			B_2			...	B_{16}		
	P_{s1}	P_{s2}	P_{s3}	P_{s1}	P_{s2}	P_{s3}		P_{s1}	P_{s2}	P_{s3}
A_1	83	79	75	59	72	61	...	87	78	60
A_2	86	72	76	69	60	63	...	86	72	94
A_3	77	80	86	74	91	66	...	82	100	82
A_4	68	43	72	68	80	71	...	80	68	68
A_5	67	76	88	70	96	77	...	87	90	90
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		\vdots	\vdots	\vdots
A_{35}	80	76	81	52	60	50	...	73	72	89
A_{36}	47	78	52	100	75	86	...	67	61	61
A_{37}	85	88	64	52	58	61	...	60	62	88
A_{38}	90	84	90	64	70	46	...	58	76	82
A_{39}	86	72	94	77	98	68	...	55	40	73
A_{40}	42	48	69	67	76	64	...	60	78	78

表 3 班主任教师对课任教师的偏好满意度评价信息

评价指标	B_1			B_2			...	B_{16}		
	P_{c1}	P_{c2}	P_{c3}	P_{c1}	P_{c2}	P_{c3}		P_{c1}	P_{c2}	P_{c3}
A_1	94	100	100	100	100	94	...	89	98	92
A_2	83	97	84	90	69	87	...	88	100	100
A_3	73	82	64	59	52	51	...	77	65	80
A_4	90	78	87	100	79	100	...	100	91	91
A_5	99	78	75	68	57	64	...	67	67	67
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		\vdots	\vdots	\vdots
A_{35}	79	58	64	64	60	59	...	80	70	63
A_{36}	94	100	100	100	100	82	...	74	80	86
A_{37}	100	82	97	94	100	94	...	100	100	91
A_{38}	64	92	84	58	54	59	...	51	55	53
A_{39}	82	61	97	63	57	51	...	85	100	70
A_{40}	57	86	76	50	72	67	...	43	54	53

表 4 学校管理部门对全体教师的满意度评价信息矩阵

评价指标	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}
P_{t1}	96	73	84	100	100	71	53	56	74	69	98	100	100	100
P_{t2}	62	70	80	87	74	72	100	87	86	82	70	97	89	85
P_{t3}	97	100	100	77	93	100	75	100	65	68	81	100	66	70

评价指标	B_{15}	B_{16}	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
P_{t1}	96	73	84	100	100	71	53	56	74	69	98	100	100	100
P_{t2}	62	70	80	87	74	72	100	87	86	82	70	97	89	85
P_{t3}	97	100	100	77	93	100	75	100	65	68	81	100	66	70

评价指标	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}	A_{20}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}	A_{25}	A_{26}
P_{t1}	96	73	84	100	100	71	53	56	74	69	98	100	100	100
P_{t2}	62	70	80	87	74	72	100	87	86	82	70	97	89	85
P_{t3}	97	100	100	77	93	100	75	100	65	68	81	100	66	70

评价指标	A_{27}	A_{28}	A_{29}	A_{30}	A_{31}	A_{32}	A_{33}	A_{34}	A_{35}	A_{36}	A_{37}	A_{38}	A_{39}	A_{40}
P_{t1}	96	73	84	100	100	71	53	56	74	69	98	100	100	100
P_{t2}	62	70	80	87	74	72	100	87	86	82	70	97	89	85
P_{t3}	97	100	100	77	93	100	75	100	65	68	81	100	66	70

基于上述评价信息,利用式(1)、(2)得到科任教师对班主任教师的综合偏好满意度评价信息

矩阵 P_A 为:

$P_A =$

79

64

80

72

95

81

81

71

58

75

88

53

68

76

91

75

78

64

65

62

81

73

87

85

55

54

51

88

72

58

89

84

81

77

60

56

93

67

80

85

62

65

64

76

60

76

81

88

61

73

51

74

90

60

84

75

79

52

76

59

79

52

84

72

77

81

76

89

83

80

80

55

81

70

61

66

70

66

96

89

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

59

87

57

50

82

79

97

88

57

77

77

71

83

78

90

63

79

57

58

61

89

64

97

63

63

88

64

89

64

61

85

70

88

60

53

62

94

83

88

85

58

63

74

78

73

85

82

72

84

81

86

76

84

79

86

68

70

83

82

83

84

83

90

56

53

69

78

88

95

72

92

66

86

79

50

67

87

65

91

72

班主任教师对科任教师的综合偏好满意度评价信息矩阵 P_B 为:

$P_B =$

98

98

82

96

95

94

93

90

93

90

86

96

89

96

97

93

88

82

80

91

81

84

80

97

91

98

86

91

91

81

97

96

73

54

60

53

55

86

69

75

89

83

72

82

81

53

76

74

85

93

97

86

84

81

86

91

85

92

82

85

82

80

82

94

84

63

65

70

72

67

64

51

55

68

77

66

58

85

51

67

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

98

94

86

80

82

93

89

85

90

98

85

82

99

90

95

80

93

96

87

90

91

97

82

98

95

93

88

98

90

94

92

97

80

57

59

65

69

71

57

57

52

62

63

59

73

89

68

53

80

57

73

83

82

78

53

75

88

70

74

87

88

66

63

85

73

63

82

77

64

50

68

74

69

63

81

80

53

76

75

50

学校管理部门对全体教师的综合满意度评价信息矩阵 P_T 为:

$$\boldsymbol{P}_T = \begin{bmatrix} 85 & 89 & 79 & 85 & 81 & 88 & 88 & 89 & 81 & 76 & 81 & 75 & 73 & 83 & 99 & 85 \\ 85 & 99 & 63 & 82 & 87 & 80 & 61 & 74 & 86 & 83 & 86 & 73 & 87 & 58 & 84 & 66 \\ 76 & 90 & 82 & 72 & 59 & 50 & 80 & 50 & 65 & 60 & 96 & 88 & 86 & 50 & 79 & 81 \\ 98 & 88 & 54 & 88 & 84 & 75 & 88 & 87 \end{bmatrix}$$

\boldsymbol{P}_T 是 1 行 56 列矩阵,其中 1~16 列是对班主任教师的综合满意度评价值,17~56 是对科任教师的综合满意度评价值。基于上述数据信息,将科任教师按数学、语文、英语、物理、化学、生物的次序依次记为: $A_1 \sim A_{40}$,将班主任教师按同样的次序依次记为: $B_1 \sim B_{16}$ 。利用本文所涉及的启发式算法求解模型(4),得到的结果如表 5 所示。

表 5 匹配结果

班级	教师团队评价值	匹 配 方 案					
		数学	语文	英语	物理	化学	生物
1	474	B_1	A_{10}	A_{17}	A_{24}	A_{27}	A_{37}
2	469	B_2	A_{11}	A_{14}	A_{26}	A_{28}	A_{36}
3	452	B_3	A_{13}	A_{15}	A_{22}	A_{33}	A_{35}
4	469	B_4	A_{12}	A_{18}	A_{24}	A_{27}	A_{38}
5	478	A_1	B_5	A_{15}	A_{21}	A_{32}	A_{39}
6	465	A_1	B_6	A_{16}	A_{25}	A_{29}	A_{38}
7	480	A_2	A_7	B_7	A_{21}	A_{29}	A_{40}
8	476	A_2	A_7	B_8	A_{26}	A_{31}	A_{34}
9	473	A_4	A_8	B_9	A_{22}	A_{33}	A_{34}
10	479	A_4	A_8	B_{10}	A_{20}	A_{28}	A_{40}
11	476	A_5	A_{12}	A_{16}	B_{11}	A_{32}	A_{39}
12	470	A_3	A_{13}	A_{19}	B_{12}	A_{31}	A_{37}
13	472	A_5	A_{11}	A_{14}	A_{23}	B_{13}	A_{36}
14	459	A_6	A_9	A_{17}	A_{23}	B_{14}	A_{35}
15	459	A_6	A_{10}	A_{19}	A_{25}	A_{30}	B_{15}
16	446	A_3	A_9	A_{18}	A_{20}	A_{30}	B_{16}

由表 5 中所示的匹配结果可知该年级平行班教学模式下的科任与班主任双边匹配结果。例如:对于 1 班,班主任教师 B_1 (数学教师)与科任教师 A_{10} (语文教师)、 A_{17} (英语教师)、 A_{24} (物理教师)、 A_{27} (化学教师)、 A_{37} (生物教师)进行匹配从而组成该班教师团队。

班级 1~16 的教师团队的评价值(学校管理部门对每个班级团队中所有教师的综合满意度评价值之和)分别为:474、469、452、469、478、465、480、476、473、479、476、470、472、459、459、446,理想班级教师团队累计评价值为 468.6。各班级的教师团队评价值与理想平均值接近程度令人满意,较好地满足了平行班教学管理制度的实施要求,同时极大化了双边匹配主体的偏好满意度,有效实现了组建科学和谐教师团队的目标。计算耗时 4.52 秒,符合实时性的要求。从实验结果上看,本文所设计的模型与算法对于解决平行班教学模式下的科任与班主任双边匹配问题是有效的、可行的。

五、结 论

合理制定科任与班主任双边匹配计划,是在科学决策视角下实现科学和谐的班级教师团队组建的核心问题,本文针对平行班教学模式下的科任与班主任教师双边匹配问题,建立了最大化三边满意度的科任与班主任教师双边匹配的 0—1 整数规划模型,根据问题自身的特点和复杂性,设计开发了一种启发式算法对该模型进行求解。通过该算法可以得到较高的教学学校管理部门的满意度,在此基础上,也尽可能地极大化了科任教师和班主任教师的偏好满意度。该模型的建立与求解能够帮助教育教学相关管理人员作出合理、高效的科任与班主任双边匹配计划,提高决策质量,减少决策时间,增强决策的灵活性和应变能力,从而组建高绩效班级教师团队。

(下转第 624 页)