

# 题目：高校教学资源合理分配

## 摘要

本文根据某一学期的教学任务情况的数据，试图建立一种合理的数学模型，对这学期的教学任务进行科学、高效的安排，并建立合理指标，对所建立的模型进行评价，达到有效解决题目中所给出的问题的目的。

针对问题一，本文首先用 EXCEL 处理分析附件 2 的数据，再建立线性规划模型，利用 LINGO 软件求出最少教室数目；然后，用逐级优化和 0-1 规划的方法将教室、教师分配到课表的不同时间段上，按时间+课程+教师+教室的组合，形成了一份尽可能多地满足班级、教师、教室要求的课表。

针对问题二，首先，本文依然选择建立线性规划模型，利用 LINGO 软件求出最少教室数目；然后，考虑到本问为线性规划问题，可以用遗传算法进行求解，给出符合条件的课表安排。

针对问题三，考虑到规划问题的约束条件较多，本文利用分组优化决策和定额匹配结合的模型来解决这一问题。

针对问题四，本文把其具体分成：教室的利用率、学生的上课强度、问题三的不满足率、节次优度、班级日课时分布均匀度、班级日组合优度、教师课时分布均匀度、教师课程日组合优度等 7 个指标。最后利用层次分析与模糊综合评价模型，对于问题 3 所给出的结果进行评价，并给解决对策。

关键词：LINGO 线性规划 0—1 规划 遗传算法 层次分析 模糊综合评价

## 一、问题重述

### 1.1 问题的背景

在国家对高等教育大力发展政策的激励下，高等教育事业得到了迅速发展，由于在校学生人数急剧增加，教学硬件设施增长缓慢、教师资源短缺，如何利用有限的资源，以最优形式满足教学需求成为目前急需解决的问题。

课表编排是一个充满冲突的过程，所开课程的上课时间、上课班级、上课地点、任课教师等多方面因素限制教学资源分配。为了提升高校的办学效率，更好地完成教学任务，如何应用现代信息化技术在时间上和空间上合理分配教学资源成为亟待解决的问题

本文根据某一学期的教学任务情况的数据，试图建立一种合理的数学模型，对这学期的教学任务进行科学、高效的安排，并建立合理指标，对所建立的模型进行评价，达到有效解决题目中所给出的问题的目的。

## 1.2 问题的描述

结合附件中所给出的教学任务情况的数据，我们在这里需要解决的问题如下：

- **问题一：**根据附件 1 和附件 2 中的数据，建立所需各类教室（包括机房）数目最少的数学模型，并给出每个教室（包括机房）、每个班级、每位教师的课程安排结果。
- **问题二：**根据附件 1 和附件 3 中的数据，要求必修课程不安排在时间段 4 和时间段 5，建立所需各类教室（包括机房）数目最少的数学模型，并给出每个教室（包括机房）、每个班级、每位教师的课程安排结果。
- **问题三：**根据附件 1 和附件 3 的数据，在问题 2 中满足教学需求的各类教室（包括机房）数量不变的基础上，要求必修课程尽量少安排在时间段 4 和时间段 5，带\*的课程尽量少安排在时间段 1 和时间段 5，每周星期五的时间段 4 和时间段 5 尽量少安排课程。建立问题的数学模型，并给出每个教室（包括机房）、每个班级、每位教师的课程安排结果。
- **问题四：**建立合理的指标体系，对于问题 3 所给出的结果进行评价，并给解决对策。

## 二、 问题的分析

### 2.1 概述

题目中所提出的四个问题，不仅仅是统计学问题。前三个问题要求根据附件中的数据，在满足相应条件的前提下，给出每个教室（包括机房）、每个班级、每位教师的课程安排结果。属于规划问题，可以考虑利用 0—1 规划、线性规划、遗传算法、分组优化决策和定额匹配等加以解决。问题四要求建立合理的指标体系，对问题三的结果进行评价，并给出解决对策。属于评价问题，可以通过建立合理指标，通过层次分析法确定权重，再运用模糊综合评价解决问题。

### 2.2 对具体问题的分析

#### 2.2.1 对问题一的分析

对于问题一，要求建立所需各类教室（包括机房）数目最少的模型，并给出各个教室、教师、班级的课表。我们首先用 EXCEL 处理分析附件 2 的数据，再建立线性规划模型，利用 LINGO 软件求出最少教室数目；然后，我们用逐级优化和 0-1 规划的方法将教室、教师分配到课表的不同时间段上，按时间+课程+教师+

教室的组合，形成了一份尽可能多地满足班级、教师、教室要求的课表。

#### 2.2.2 对问题二的分析

对于问题二，要求必修课程不安排在时间段 4 和时间段 5，建立所需各类教室（包括机房）数目最少的数学模型，并给出各个教室、教师、班级的课表。首先，我们依然选择建立线性规划模型，利用 LINGO 软件求出最少教室数目；然后，考虑到本问为线性规划问题，我们可以用遗传算法进行求解，给出符合条件的课表安排。

#### 2.2.3 对问题三的分析

对于问题三，要求在问题 2 中满足教学需求的各类教室（包括机房）数量不变的基础上，要求必修课程尽量少安排在时间段 4 和时间段 5，带\*的课程尽量少安排在时间段 1 和时间段 5，每周星期五的时间段 4 和时间段 5 尽量少安排课程。给出每个教室（包括机房）、每个班级、每位教师的课程安排结果。考虑到规划问题的约束条件较多，我们利用分组优化决策和定额匹配结合的模型来解决这一问题。

#### 2.2.4 对问题四的分析

课表评价的指标体系需要从不同方面综合考虑，既要考虑“硬性指标”，也要考虑“软性指标”。我们把其具体分成：教室的利用率、学生的上课强度、问题三的不满足率、节次优度、班级日课时分布均匀度、班级日组合优度、教师课时分布均匀度、教师课程日组合优度等 7 个指标。最后利用层次分析与模糊综合评价模型，对于问题 3 所给出的结果进行评价，并给解决对策。

### 三、 定义和符号说明

#### 3.1 定义说明

- **节次优度**：用来衡量一节课安排得好与坏的度量，节次优度高的表示上课师生均愿意上这节课或者上课的效率较高。
- **班级日课时的分布均匀程度**：将班级课程在每天的分布均匀化，避免班级课程在一天中的安排被过分地集中。
- **班级日组合优度**：用来衡量一个班级课程组合方案的好坏程度，它能将那些一周有两次或者以上同一门课程的安排进行合理优化，避免这一门课程被集中安排。
- **教师课时分布均匀度**：将教师课程在每天的分布均匀化，避免老师所上的课

程在一天中的安排被过分地集中。

- **教师课程日组合优度：**用来衡量一位教师课程组合方案的好坏程度，它能将那些一周有两次或者以上同一门课程的安排进行合理优化，避免这一门课程被集中安排。

### 3.2 符号说明

本文的主要符号说明见下表：

符号	符号说明
$x$	A 类教室
$y$	B 类教室
$z$	C 类教室
$L_i$	第 $i$ 个教师
$C_i$	第 $i$ 个教室
$S_i$	第 $i$ 个班级
$T_i$	第 $i$ 个时间段
$S_i C_j T_k$	$i$ 班级在 $j$ 教室的第 $k$ 个时间段
$L_i C_j T_k$	$i$ 教师在 $j$ 教室的第 $k$ 个时间段
$CR$	一致性比例
$CI$	一致性指标
$RI$	判断矩阵的平均一致性指标

$\lambda_{\max}$	矩阵 $B$ 最大的特征值
$A$	模糊向量
$w_i$	$U_i$ 的权向量

四、 模型的假设

- 1、假设不用考虑同一班级不同课程内容之间的逻辑关系；
- 2、假设不用考虑节假日对课程安排的影响；
- 3、假设学校可以分单双周上课，可以课程表安排一周上课课程后，接下来的一周另外安排课程；
- 4、假设课表的安排只受上课时间、教师、教室、课程的影响，其他因素（如：教师身体因素、教室故障问题等）不会影响课程的进程。

五、 模型的建立与求解

5.1 问题一的分析与求解

5.1.1 对问题的分析

- 欲使所需的教室数目最少，则需要满足以下几个条件：
- 1. 对于结课所需上课周数小于十八周的课程，分别对不同教室类型（教室容量、教室性质）的课程根据结课所需周数进行两两组合或三三组合，组合需满足组合后的几门课程均完成结课所需周数小于等于 18 周，从而可以最大限度地节约教室资源。
  - 2. 在对结课所需周数未满 18 周的课程，进行两两组合或三三组合时，应注意进行组合的课程每周所需课时尽量保持相同，如果有所不同，应取周课时较多的课程周课时作为整个组合的周课时。
  - 3. 每间教室每周的排课尽可能多，即利用率最大才能使占用教室数目最少。
  - 4. 在计算最少教室数目时要考虑不占用教室的课程对计算最少教室数目的

影响。

首先用 EXCEL 处理分析附件 2 的数据，再建立线性规划模型，利用 LINGO 软件求出最少教室数目；然后用逐级优化和 0-1 规划的方法将教室、教师分配到课表的不同时间段上，按时间+课程+教师+教室的组合，形成了一份尽可能多地满足班级、教师、教室要求的课表。

### 5.1.2 对问题的求解

#### 模型 I 线性规划模型

##### (1) 模型的准备

##### ①对原始数据进行预处理

通过对题目所给附件二中的原始数据进行分析，本文发现以下几个特点。

(i) 课程任课教师共计 66 位；

(ii) 开课对象共有 32 个班级，其中有些班级是单独上课，有些则是合班上课；

(iii) 每门课程的选课人数从 25 到 230 不等；

(iv) 在机房上课的课程学生人数由 63 人到 113 人不等，均可安排在 E 类机房上课；

(v) 附件二中数据共涉及 98 门课程，包括必修专业课程、选修专业课程、必修学科基础课程、选修学科基础课程，以及必修普通教育课程五类课程；

(vi) 通过总学时与周学时计算得出每门课程结课所需周数，可以发现课程结课周数从 3 周到 18 周不等，且大部分课程结课周数都不是 18 周。

为了便于模型的构造与求解，本文针对问题一首先对原始数据进行预处理，调整后的数据见附录 1。

##### ②对数据进行预处理的流程：

(i) 按照根据每节课上课人数和教室性质将数据分为五类：安排在 A 类教室的课程、安排在 B 类教室的课程、安排在 C 类教室的课程、安排在机房上课的课程、不占用教室的课程。

(ii) 对于每周课时为奇数的课程，将课时数取大于它的最小偶数。

(iii) 对第一步中划分的五类课程分别根据结课所需周数进行两两组合或三三组合，组合需满足组合后的几门课程均完成结课所需周数小于等于 18 周，从而可



以最大限度地节约教室资源。在进行两两组合或三三组合时，应注意进行组合的课程每周所需课时尽量保持相同，如果有所不同，应取周课时较多的课程周课时作为整个组合的周课时。

(iv) 对调整后数据进行复查，以防出现由于偶然误差对之后模型的建立与分析造成影响。

## (2) 模型的建立

① 设占用 A 类教室、B 类教室、C 类教室，以及占用机房进行上课的教室个数分别为  $x$ 、 $y$ 、 $z$ 、 $w$ ，设安排在 A 类教室的课程中每周上课时间需占用一个时间段、两个时间段三个时间段、四个时间段的课程数目分别为  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、 $\alpha_4$ ，设安排在 B 类教室的课程中每周上课时间需占用一个时间段、两个时间段、三个时间段的课程数目分别为  $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ ，设安排在 C 类教室的课程中每周上课时间需占用一个时间段、两个时间段、三个时间段的课程数目分别为  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 、 $\gamma_3$ ，设安排在机房的课程中每周上课时间需占用一个时间段、两个时间段、三个时间段的课程数目分别为  $\varphi_1$ 、 $\varphi_2$ 、 $\varphi_3$ 。

2. 由问题 1 要求解出所需各类教室数目最少的结果，用  $S$  表示，可以建立目标函数： $\min S = x + y + z + w$

② 根据进行预处理后的数据利用 EXCEL 软件计算出占用教室的课程总课时  $M_0$  与未占用教室的课程总课时  $N_0$ ，当安排在 A 类教室的课程、安排在 B 类教室的课程、安排在 C 类教室的课程、安排在机房上课的课程、不占用教室的课程在每周的使用率尽可能大的时候，各类教室使用数目才能最少，则应该满足所有课程都被安排在相应教室这一条件，根据这些限制条件可以得出函数：

$$25(x + y + z + w) \geq (M_0 + N_0) / 2$$

③ 教室数目最小时每间教室每周的排课尽可能多，即利用率最大才能使占用教室数目最少，根据这些限制条件可以建立四个函数式：

$$\alpha_1 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3 + 4\alpha_4 \leq 25x$$

$$\beta_1 + 2\beta_2 + 3\beta_3 \leq 25y$$

$$\gamma_1 + 2\gamma_2 + 3\gamma_3 \leq 25z$$

$$\varphi_1 + 2\varphi_2 + 3\varphi_3 \leq 25w$$

④由于教室数目必须为正整数，因此有限制条件： $x、y、z、w \in N^+$  综合

以上分析可以得出线性规划方程组： $\min S = x + y + z + w$

$$s.t. \begin{cases} \alpha_1 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3 + 4\alpha_4 \leq 25x \\ \beta_1 + 2\beta_2 + 3\beta_3 \leq 25y \\ \gamma_1 + 2\gamma_2 + 3\gamma_3 \leq 25z \\ \varphi_1 + 2\varphi_2 + 3\varphi_3 \leq 25w \\ 25(x + y + z + w) \geq (M_0 + N_0)/2 \\ x, y, z, w \in N^+ \end{cases}$$

### (3) 模型的求解

①利用 EXCEL 软件可以分别计算出  $\alpha_1、\alpha_2、\alpha_3、\alpha_4、\beta_1、\beta_2、\beta_3、$

$\gamma_1、\gamma_2、\gamma_3、\varphi_1、\varphi_2、\varphi_3、M_0、N_0$  的数值分别为 1、42、23、1、0、7、4、1、2、0、12、2、0、296、40。

②利用 LINGO 程序求解，得：

```
min=x+y+z+w;
25*(x+y+z+w)>=218;
1*1+2*42+3*23+4*1<=25*x;
1*0+2*7+3*4<=25*y;
1*0+2*7+3*0<=25*z;
1*14+2*2+3*0<=25*w;
@gin(x);@gin(y);@gin(z);@gin(w);
```

运行结果为：

Objective value:		11.00000
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		0
Variable	Value	Reduced Cost
X	7.000000	1.000000
Y	2.000000	1.000000
Z	1.000000	1.000000
W	1.000000	1.000000

### (4) 结论



由 LINGO 程序运行结果可以得出，最少教室数目为 11 个，其中 A 类教室、B 类教室、C 类教室、E 类机房的个数分别为 7、2、1、1。

模型 II 0—1 规划模型

(1) 模型的准备

根据对附件 2 中数据的整理和运用线性规划方法解出最少教室间数的模型，得出有 66 个教师，1 个学院，32 个班级，占用教室上课的课程 81 门。其中使用 B 教室和 C 教室的课程较少，可以在确定 A 教室课表后，利用插空的方法安排 B 教室和 C 教室的课程。先不考虑任何约束用自然排序的方法得到课表，再用 0-1 规划和效用不等式约束使得班级在不同时间段上课和老师在不同时间段授课不冲突同时成立。

①对教师、课程、上课时间联系的刻画

根据分析，关联关系有课程-上课时间、教师-课程、教师-上课时间、教师-教室教师-学生共五个，该模型存在的联系可由下图给出。

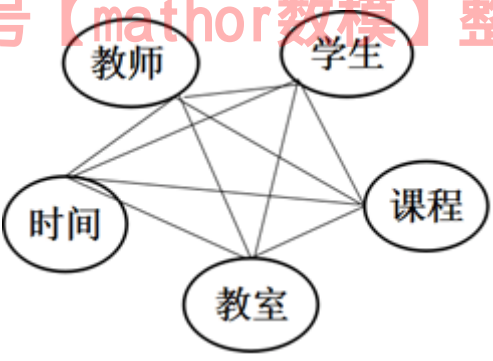


图 1 教师-教室-学生-课程-时间关联图

②由于每门课程以两节课为单位进行编排，用  $S_i$  表示各时间段，对 18 张课表上的时间段进行编号：

表 1 18 张课表时间段编号										
	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期一	...	星期五	...	星期五
时间段 1	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	...	$S_{10}$	...	$S_{90}$
时间段 2	$S_{91}$	$S_{92}$	$S_{93}$	$S_{94}$	$S_{95}$	$S_{96}$	...	$S_{100}$	...	$S_{180}$
时间段 3	$S_{181}$	$S_{182}$	$S_{183}$	$S_{184}$	$S_{185}$	$S_{186}$	...	$S_{190}$	...	$S_{270}$
时间段 4	$S_{271}$	$S_{272}$	$S_{273}$	$S_{274}$	$S_{275}$	$S_{276}$	...	$S_{280}$	...	$S_{360}$

时间段 5  $S_{361}$   $S_{362}$   $S_{363}$   $S_{364}$   $S_{365}$   $S_{366}$  ...  $S_{370}$  ...  $S_{450}$

### ③对课程的处理

当某一课程的课时数为奇数时，取大于它的最小偶数，当课程的课时数为偶数时则不改变其值。对所有课程的课时数进行调整后得到新的课时数为  $K_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, 81$ ，即有 81 门课程)，原课程编号为  $C_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, 81$ ，即有 81 门课程)

### (2) 模型的建立与求解

①记教师为  $L_i$ ， $1 \leq i \leq 66$ ，即共有 66 个授课教师；记 A 类教室为  $C_i$ ， $1 \leq i \leq 7$ ，即共有 7 个 A 类教室；记班级为  $S_i$ ， $1 \leq i \leq 32$ ，即共有 32 个上课班级；记上课时间段为  $T_i$ ， $1 \leq i \leq 25$ ，即共有 25 个上课时间段。

②效用不等式（每个时间段的教室课表只受教师编号、开课对象影响，即可能会出现开课对象的上课冲突和教室上课时间冲突，其他因素如教室故障问题等不会影响课程的进行）

③排除老师上课时间重合的效用不等式：

$S_i C_j T_k$  刻画的是  $i$  班级在  $j$  教室的  $k$  时间段的效用指标，其中  $S_i C_j T_k = 0, 1$  ( $1 \leq i \leq 32$ )。当  $i$  班级在  $j$  教室的  $k$  时间段有课时， $S_i C_j T_k = 1$ ，当  $i$  班级在  $j$  教室的  $k$  时间段没课时， $S_i C_j T_k = 0$ 。

#### (i) 某班级的一个时间段

假设某班级的第一个时间段(假设为星期一的上午第一、二节)上课不冲突，则必须满足不等式： $S_1 C_1 T_1 + S_1 C_2 T_1 + \dots + S_1 C_n T_1 \leq 1$

若该班级在第一个时间段的上课时间冲突，则  $S_1 C_1 T_1 + S_1 C_2 T_1 + \dots + S_1 C_n T_1 \geq 2$

#### (ii) 某班级的多个时间段

若某班级在每个时间段的上课情况均不冲突，则每个时间段都必须满足(1)

中的不等式，得到一个不等式组合  $M_i$

$$M_i \begin{cases} S_1 C_1 T_1 + S_1 C_2 T_1 + \cdots S_1 C_{32} T_1 \leq 1 \\ S_1 C_1 T_2 + S_1 C_2 T_2 + \cdots S_1 C_{32} T_2 \leq 1 \\ \cdots \\ S_1 C_1 T_{25} + S_1 C_2 T_{25} + \cdots S_1 C_{32} T_{25} \leq 1 \end{cases}$$

(iii) 多个班级的多个时间段

若某班级在每个时间段的上课情况均不冲突，则每个时间段都必须满足 (1)

中的不等式，得到一个不等式组合  $N_1$

$$N_1 \begin{cases} M_1 \\ M_2 \\ \cdots \\ M_{32} \end{cases}$$

当每个班级在不同时间段的效用不等式均满足组合  $N$ ，则保证了每个班级在每周的每个时间段都上课时间均不冲突。

④排除老师授课时间重合的效用不等式

$L_i C_j T_k$  刻画的是  $i$  老师在  $j$  教室的  $k$  时间段的效用指标，其中  $L_i C_j T_k = 0, 1 (1 \leq i \leq 66)$ 。当  $i$  老师在  $j$  教室的  $k$  时间段有课时， $L_i C_j T_k = 1$ ，当  $i$  老师在  $j$  教室的  $k$  时间段没课时， $L_i C_j T_k = 0$ 。

(i) 某老师的一个时间段

假设某老师的第一个时间段(假设为星期一的上午第一、二节)授课不冲突，

则必须满足不等式： $L_1 C_1 T_1 + L_1 C_2 T_1 + \cdots + L_1 C_n T_1 \leq 1$

若该老师在第一个时间段的授课时间冲突，则  $L_1 C_1 T_1 + L_1 C_2 T_1 + \cdots + L_1 C_n T_1 \geq 2$

(ii) 某老师的多个时间段

若某老师在每个时间段的授课情况均不冲突，则每个时间段都必须满足 (1) 中的不等式，得到一个不等式组合  $M_i$

$$M_i \begin{cases} L_1C_1T_1 + L_1C_2T_1 + \cdots L_1C_{32}T_1 \leq 1 \\ L_1C_1T_2 + L_1C_2T_2 + \cdots L_1C_{32}T_2 \leq 1 \\ \dots \\ L_1C_1T_{25} + L_1C_2T_{25} + \cdots L_1C_{32}T_{25} \leq 1 \end{cases}$$

(iii) 多个老师的多个时间段

若某老师在每个时间段的授课情况均不冲突，则每个时间段都必须满足(1)中的不等式，得到一个不等式组合  $N_2$

$$N_2 \begin{cases} M_1 \\ M_2 \\ \dots \\ M_{32} \end{cases}$$

当每个老师在不同时间段的效用不等式均满足组合  $N$ ，则保证了每个老师在每周的每个时间段都授课时间均不冲突。

(3) 模型的求解

①编号并随机分配课程

充分考虑课程的时间要求（上午或下午），随机分配课程，得到“时间段-课程”组合。由于题目所给数据中，教师的总课时数小于课程总课时数，又经过计算，设定目标是做成四张课表，其中两张先行开课，上完后，另外两张课表再开课。利用 0-1 规划求解，构造效用矩阵时，要考虑的是教师对这一事件的偏好，利用 excel 构造出效用矩阵。见附带的 A1、A2、A3、A4 表格。

②分配教师

结合效用矩阵，为每个“时间段-课程”组合分配教师，得到“时间段-课程教师”组合。

③分配教室

结合效用矩阵，为每个“时间段-课程-教师”组合分配教师，得到“时间段-课程教师-教室”组合。

(4) 结果

详见附录 1。

5.2 问题二的分析与求解

5. 2. 1 对问题的分析

首先，我们依然选择建立线性规划模型，利用 LINGO 软件求出最少教室数目；然后，考虑到本问为线性规划问题，我们可以用遗传算法进行求解，给出符合条件的课表安排。

5. 4. 2 对模型的求解

我们参照模型 I (线性规划模型)，求解使用教室最少的情况。

LINGO 求解程序如下：

```
minS=x1+x2+y1+y2+z1+w1;
295<=15*x1;
77<=15*y1;
14<=15*z1;
12<=15*w1;
90<=25*x2;
22<=15*y2;
15*(x1+y1+z1+w1)>=455;
25*(x2+y2)>=117;
@gin(x1);@gin(x2);@gin(y1);@gin(y2);@gin(z1);@gin(w1);
```

运行结果为：

Objective value:37.00000

Extended solver steps: 0  
Total solver iterations: 0

		Variable	Value
		MINS	37.00000
X1	20.00000		
		X2	4.000000
		Y1	6.000000
		Y2	2.000000
		Z1	4.000000
		W1	1.000000

由运行结果可以得出，最少教室数目为 37 个，其中占用 A 类教室、B 类教室、C 类教室、E 类机房的个数分别为 24、8、4、1。

模型 III 遗传算法模型

(1) 模型的准备

排课问题是一个有约束的、多目标的、难解的组合优化问题，是属于 NP-完全问题。研究者提出了多种其他排课算法，而遗传算法是很有效的求解最优解的

算法。

遗传算法通过交叉、变异、选择三种遗传算子来实现遗传和变异的功能,并采用适应度函数保证排课结果趋于最优,对现有教学资源进行科学合理的安排,在实践中具有一定的应用价值。

(2) 模型的建立

设课程集合:  $L=\{l_1, l_2, \dots, l_p, \dots, l_P\}$ ; 班级集合:  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m, \dots, c_M\}$  ; 教室集合:  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n, \dots, r_N\}$  ; 教师集合:  $S=\{s_1, s_2, \dots, s_k, \dots, s_K\}$  ; 时间集合:  $T=\{t_1, t_2, \dots, t_d, \dots, t_D\}$ ; 时间与教室对的笛卡尔积为:  $G=T \cdot R=(t_1, r_1), (t_1, r_2), \dots, (t_D, r_N)$ ;  $G$  中的元素称为时间教室对; 课表问题的求解过程就转化成为每一门课程寻找一个合适的班级、时间、教室对。

排课过程必须满足各种约束条件,可以将各种约束条件归纳成两类以简化分析过程。

实际条件约束是在排课过程中由于各类资源的有限,因此必须满足而无法变更的约束条件,通常只要满足下面三类硬约束条件就能够保证在排课的过程中不发生此类冲突。

- ① 同一时间,一个教师不能同时有一门以上的课程,记为  $R_1: R_1 \leq 1$ , 其中:  $k=1, \dots, K; d=1, \dots, D, D_0=1$  教师  $s_k$  在时间  $t_d$  和教室  $r_n$  上课程  $l_p$ ; 0 则否。
- ② 同一时间,一个班级不能同时有一门以上的课程,记为  $R_2: R_2 \leq 1$ , 其中:  $m=1, \dots, M; d=1, \dots, D, D_0=1$  班级  $c_m$  在时间  $t_d$  上教师  $s_k$  的课程  $l_p$ ; 0 则否。
- ③ 同一时间,一个教室不能同时有一门以上的课,记为  $R_3: R_3 \leq 1$ , 其中:  $n = 1, \dots, N; d = 1, \dots, D, D_0=1$  教室  $r_n$  在时间  $t_d$  由教师  $s_k$  上课程  $l_p$ ; 0 则否。

我们取得遗传算法的参数设置如下表

表 2 参数设置	
参数名称	参数值
种群规模 $N$	120
交叉概率 $\lambda$	0.7

(3) 模型的求解

遗传算法的伪代码如下：

```

ALGORITHM GA(i):
    Begin
        t:=0;
        Initialize P(t);
        P(t)={X1(t), X2(t), ..., Xn(t)}
        Evaluate P(t);
        f(P(t))={f(X1(t)), f(X2(t)), ..., f(Xn(t))}
        while (not termination condition) do
            Pc(t)=crossover {P(t)};
            Pm(t)=mutation {Pc(t)};
            Evaluate [Pm(t)];
            P(t+1)=select [Pm(t) ∪ Q];
            t:= t+1
            if t mod T=0 then Qi:=Xbest (*)
        od
        print Xbest, f(Xbest);
    End
    
```

求解的效果如下图所示：



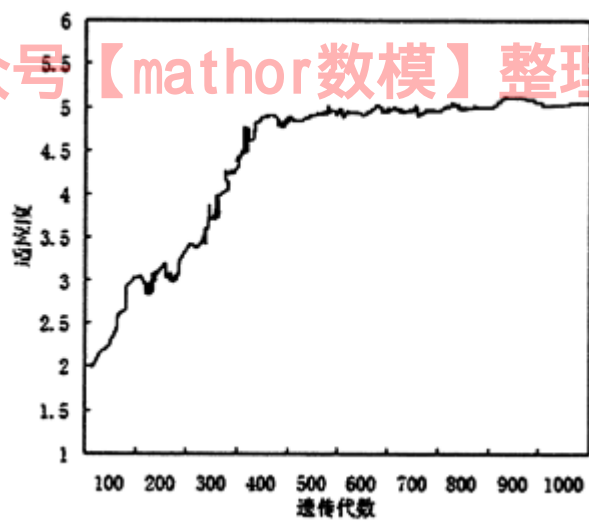


图 2 适应度值变化曲线

5. 2. 3 结果

将遗传算法代码利用 MATLAB 运行，所排出的结果详见附录 2。

5. 3 问题三的分析与求解

5. 3. 1 对问题的分析

考虑到本问的约束条件较多，我们需要在问题二的基础上加上相关的约束条件：必修课程尽量少安排在时间段 4 和 时间段 5，带\*的课程尽量少安排在时间段 1 和 时间段 5，每周星期五的时间段 4 和 时间段 5 尽量少安排课程。我们利用分组优化决策和定额匹配结合模型来解决这一问题。

5. 3. 2 对问题的求解

模型 IV 分组优化决策和定额匹配结合模型

(1) 模型的准备

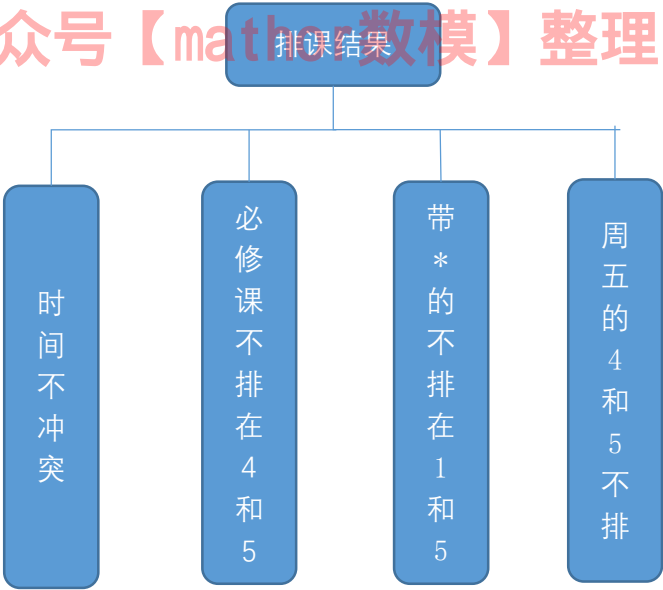


图 3 排课约束条件图

问题的约束条件如上图所示。

整理

公众号【mathor数模】整理

公众号

(2) 模型的建立

①在课程的编排问题中，课程、时间、教室是三个互相制约的因素，或简称为课表三要素。课程：课程是由开课教学单位按教学任务书的要求指派讲员后构成的一个教学班，课程的记录类型由下面字段定义：〈课程〉::=<课号><课名><讲员><周学时><人数><班集合><排课要求>

设 $L = \{ l_i | i = 1, 2, \dots, n \}$ ， $L$  表示待排的课程数据集合， $l_1, l_2 \in L$ 。若 $(l_1 \langle \text{讲员} \rangle) = (l_2 \langle \text{讲员} \rangle)$  或  $(l_1 \langle \text{班集合} \rangle) \cap (l_2 \langle \text{班集合} \rangle) \neq \emptyset$ ，称课程 $l_1$  与 $l_2$  相关，记作 $l_1 \sim l_2 = 1$ ；否则称无关，记作 $l_1 \sim l_2 = 0$ 。相关课程将争夺周课表上的时间。

②按先难后易的原则，分组逐次排课

在本题中，必修课程尽量少安排在时间段4和时间段5的重要程度大于带\*的课程尽量少安排在时间段1和时间段5的重要程度，带\*的课程尽量少安排在时间段1和时间段5的重要程度大于每周星期五的时间段4和时间段5尽量少安排课程。因此我们把重要程度最大的约束条件定义为最难的，重要程度最小的约束条件定义为最简单的。即我们先对必修课程进行排课，再对带\*的课程进行排课，再对周五的时间段进行排课。

③排课

假设进行第  $p$  次分组排课时, 当前的阶段课表为  $D_{p-1}$ , 剩余待排课程集合为  $L_{p-1}$ , 按难易等级从  $L_{p-1}$  中选出难排的课程组  $F_p \subseteq L_{p-1}$ , 再选出与  $F_p$  中的课程相关的课程组成子集合为  $R_p \subseteq L_{p-1}$ , 且  $F_p \cap R_p = \emptyset$ 。  $L_p = L_{p-1} - F_p$  为新的后续待排课程集合。根据课程数据的学时多少、合班大小及教室条件给出课程数据排课的难易等级。当  $P=1$  时, 显然有  $D_0 = \emptyset$ ,  $L_0 = L$ , 即第 1 次排课时, 面对的是初始空课表  $D_0$ , 剩余待排课程集合为初始课程数据集合  $L$ 。当进行第  $P$  次排课时, 若  $F_p$  排课成功且剩余待排课程集合  $L_p = \emptyset$ , 则排课完毕。

### (3) 模型的求解

优化决策:

#### ①搜索子集合 $F_p$ 、 $R_p$ 中的课程可用时间模板

$\forall l \in F_p, \forall l^* \in R_p$ , 在当前阶段课表  $D_{p-1}$  条件下, 课程  $l$  可用的时间集合记为  $T_a(l) \subseteq T$ ,  $l^*$  可用的时间集合为  $T_a(l^*) \subseteq T$ , 分别依照  $l$ 、 $l^*$  的数据属性搜索  $D_{p-1}$  就可得到  $T_a(l)$  及  $T_a(l^*)$ 。由  $T_a(l)$ 、 $T_a(l^*)$  与环境数据中的  $T_g(l)$  和  $T_g(l^*)$ , 联合产生出课程  $l$ 、 $l^*$  在当前阶段课表  $D_{p-1}$  条件下可选择的时间模板子集合  $T_m(l)$  及  $T_m(l^*)$ 。若  $T_m(l) \neq \emptyset$ ,  $T_m(l^*) \neq \emptyset$ , 则分别  $\exists t(l) \in T_m(l), t(l^*) \in T_m(l^*), t(l), t(l^*)$  为课程  $l$  及  $l^*$  在当前阶段课表  $D_{p-1}$  状态下的一个可选时间模板。

#### ②搜索子集合 $F_p$ 的“复时间模板”

设  $F_p = \{l_1, l_2, \dots, l_h\}, h \geq 1, F_p$  在当前阶段课表条件下可供选择的复时间模板集合记为  $H(F_p) = \{\alpha = (t(l_1), t(l_2), \dots, t(l_n)), \forall j, l_j \in F_p, t(l_j) \in T_m(l_j) \neq \emptyset\}$  且  $\forall l_i, l_j \in F_p$ , 当  $i \neq j$  时, 若  $l_i l_j = 1$ , 则要求  $t(l_i) t(l_j) = 0$

条件  $\forall j, T_m(l_j) \neq \emptyset$  是保证  $F_p$  中的任意一个课程均应至少有一个时间模板, 否则不能保证  $F_p$  中的每个课程排课成功; 另一条件: 若  $l_i l_j = 1$ , 则必须  $t(l_i) t(l_j) = 0$ , 这意味着  $F_p$  内部有相关课程时, 必须选择不冲突的时间模板组成复时间模板  $\alpha$ 。设  $V_{l_j} = T_m(l_j)$  表示课程  $l_j$  的可选时间模板个数有  $1 \leq H(F_p) \leq \prod V_{l_j}$ , 则复时间模板的个数有。当  $H(F_p) \neq \emptyset, \exists \alpha \in H(F_p)$ ,  $\alpha$  称为  $F_p$  在当前课表条件下的一个可选复时间模板。

定额匹配:

### ①复时间模板的最优选择

我们已将复时间模板某个选择  $\alpha \in H(F_p)$  对  $l^* \in R_p$  进一步排课时的时间模板选择的不利影响量化为一个数值矩阵  $B = (b_{\alpha, l^*})_{u^*v}$ ，它应是使待排的各个相关课程  $l^* \in R_p$  中受不利影响最大值中的最小者对应的那种复时间模板选择。令该复时间模板为  $\alpha_0$ ，即当时  $\alpha = \alpha_0 \in H(F_p)$ ，满足下式矩阵  $B = (b_{\alpha, l^*})_{u^*v}$  最大最小值项对应的  $\alpha$  即为  $\alpha_0$ ，由  $\alpha_0$  包含的得到子集合各课程的实选时间模板。

### 5.3.3 结果

按上述优化决策和定额分配结合模型，排课结果详见附件 3。

## 5.4 问题四的分析与求解

### 5.4.1 对问题的分析

课表评价的指标体系需要从不同方面综合考虑，既要考虑“硬性指标”，也要考虑“软性指标”（学生满意指标、教师满意指标）。我们把其具体分成：教室的利用率、学生的上课强度、问题三的不满足率、节次优度、班级日课时分布均匀度、班级日组合优度、教师课时分布均匀度、教师课程日组合优度等 7 个指标。最后利用层次分析与模糊综合评价模型，对于问题 3 所给出的结果进行评价，并给解决对策。

### 5.4.2 对模型的求解

#### 模型 V 层次分析模型

##### ◆ 层次分析法的原理与步骤

- 1、对“课表评价指标”进行层次分析，画出层次分析结构图。
- 2、计算方案层的比较判断矩阵的特征向量。
- 3、判断是否接受比较判断矩阵的一致性：

(1) 计算  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ，其中  $CI$  为一致性指标， $\lambda_{\max}$  为矩阵  $B$  最大的特征值，

$n$  为矩阵的阶数，这里取  $n = 3$ 。

(2) 计算  $RI = \frac{\lambda'_{\max} - n}{n-1}$ ，其中  $RI$  为  $n$  阶比较判断矩阵的平均一致性指标，

为矩阵  $B$  的最大的特征值的平均值， $n$  为矩阵的阶数，这里取  $n=3$ 。

(3) 计算  $CR = \frac{CI}{RI}$ ，其中  $CR$  为比较判断矩阵的一致性比例， $CI$  为一致性指标， $RI$  为  $n$  阶比较判断矩阵的平均一致性指标。

(4) 判断是否满足  $CR < 0.1$ ，若  $CR < 0.1$  时，比较判断矩阵的一致性可以接受；若  $CR > 0.1$  时，应对其进行适当调整。

◆ 层次分析法求解

1、画出“课表评价指标”的层次分析结构图：

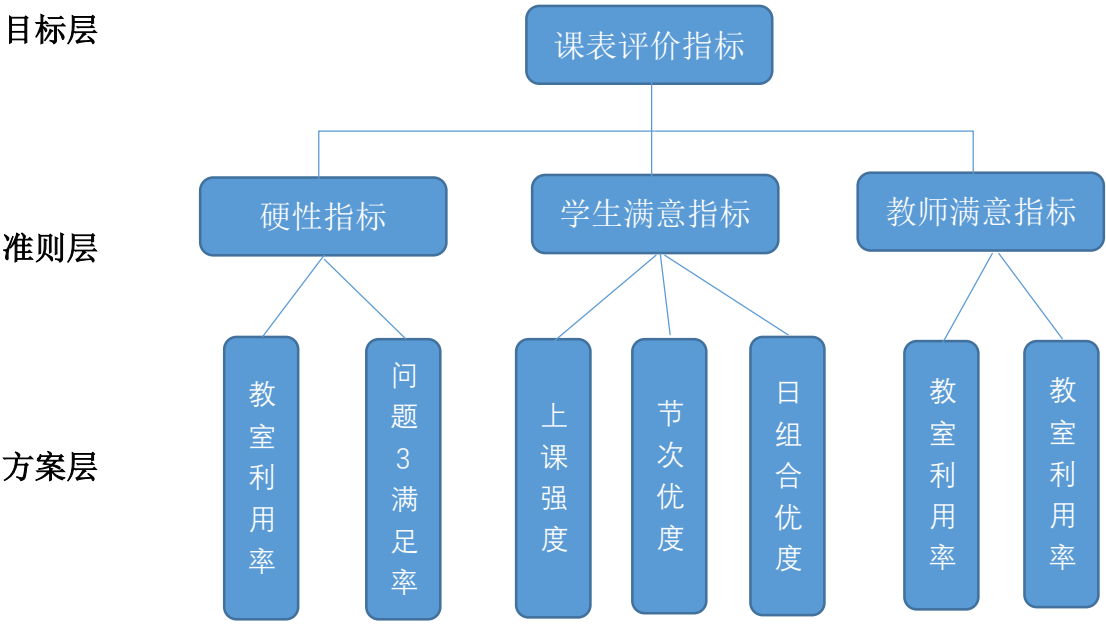


图4 “课表评价指标”的层次分析结构图

2、构建方案层比较判断矩阵

表 3 矩阵元素  $a_{ij}$  的取值规则

元素	标度	规则
$a_{ij}$	1	以上一层某个因素为准则，本层次因素 i 与因素 j 相比，同样重要
	3	以上一层某个因素为准则，本层次因素 i 与因素 j 相比，i 比 j 稍微重要
	5	以上一层某个因素为准则，本层次因素 i 与因素 j 相比，i 比 j 明显重要
	7	以上一层某个因素为准则，本层次因素 i 与因素 j 相比，i 比 j 强烈重要
	9	以上一层某个因素为准则，本层次因素 i 与因素 j 相比，i 比 j 极端重要
	2,4,6,8	以上一层某个因素为准则，本层次因素 i 与因素 j 相比，为两相邻判断的中间值

在图 N 中，以课表结构评价为目标层 A，硬性指标 ( $B_1$ )、开课对象满意指标 ( $B_2$ )、教师满意指标 ( $B_3$ ) 三个因素做两两比较、得到比较判别矩阵如下：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 / 5 & 1 / 4 \\ 5 & 1 & 1 / 3 \\ 4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

计算得出以上三个因素的权重向量为  $W_1 = (0.233, 0.465, 0.312)$ ，  
 $\lambda_{\max} = 3.094$ ， $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.047$ ，查表可得，当  $n = 3$  时， $RI = 0.58$ ，  
 $CR = \frac{CI}{RI} = 0.081 < 0.10$ ，符合一致性检验。

方案层比较判断矩阵为：

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 / 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 / 3 & 1 & 2 \\ 1 / 3 & 1 / 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 / 2 & 1 \end{bmatrix}$$

得出其权重向量  $W_{21} = (0.493, 0.507)^T$ ,  $\lambda_{\max} = 3.0246$ ,  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.0123$ ,

查表可得：当  $n = 2$  时,  $RI = 0$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = 0 < 0.10$ , 符合一致性检验。

同理分别得到权重如下：

$W_{22} = (0.425, 0.346, 0.229)^T$ ,  $\lambda_{\max} = 3.0183$ ,  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.0091$ , 查表可

得，当  $n = 3$  时,  $RI = 0.58$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = 0.016 < 0.10$ , 符合一致性检验。

$W_{23} = (0.458, 0.542)^T$ ,  $\lambda_{\max} = 2$ ,  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0$ , 查表可得，当  $n = 2$  时,

$RI = 0$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = 0 < 0.10$ , 符合一致性检验。

3、求解指标权重

运用层次分析法对课表结构评价指标的权重进行求解，并对权重结果进行排序，其结果如下表所示：

表 4 课表结构评价指标排序结果

指标	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$
因素	教室利用率	问题 3 满足率	上课强度	节次优度	日组合优度	课时分布均匀度	日组合优度
权重	0.115	0.095	0.198	0.165	0.152	0.143	0.132
排序	6	7	1	2	3	4	5

模型 VI 模糊综合评价模型

课表评价体系需要从不同方面全面地考虑，在考虑课表的硬性影响因素时也应考虑课表的软性指标因素，即开课对象满意指标和教师满意指标，因此将课表评价结构分为硬性指标、开课对象满意指标、教师满意指标这三个指标结构。具体又分成教室的利用率、开课对象的上课强度、问题 3 的满足率、节次优度、班



级日课时分布均匀度、日组合优度、教师课时分布均匀度、教师课程日组合优度7个指标。

(1) 节次优度

节次优度是用来衡量一节课安排得好与坏的度量，节次优度高的表示上课师生均愿意上这节课或者上课的效率较高。将每个上课时段赋予一定的值来表示这个优度，这是人为的主观评价，因而存在不同的评价，这也就导致了课表被安排出来了之后各不相同的原因。每个时间段的优度值可以通过师生进行调查问卷的形式而得到，下面根据经验和调查结果设置相应的优度值，如表所示。

表 5 各时间段优度

	周一	周二	周三	周四	周五
1-2 节	0.95	0.99	0.98	0.95	0.93
3-4 节	0.86	0.90	0.85	0.82	0.83
5-6 节	0.35	0.40	0.60	0.55	0.50
7-8 节	0.65	0.70	0.65	0.60	0.55

如何衡量一个学校课程安排的好与坏呢？有了节次优度值后，则只需要将排课方案的节次优度值相加之后与总的课数相比即可。 $a_i$ 用表示每个时段的节次优度， $n$ 表示总的课程数， $l$ 表示全校的节次优度，用有如下公式：

$$l = \sum_{i=1}^n a_i$$

公式中， $l$ 值的大小就能衡量课程安排方案的优劣，其值越大，则说明方案越好，反之则越差。

(2) 班级日课时分布均匀度

班级日课时的分布均匀程度是将班级课程在每天的分布均匀化，避免班级课程在一天中的安排被过分地集中，用 $h_d$ 表示一个班级 $C_i$ 在 $d$ 个工作日内所上的课程数， $n$ 表示一周的总上课天数， $h_1$ 表示一个班级一天平均要上的课程数，则一个班级日均课时分布度可表示为

$$c_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{d=1}^n (h_d - h_1)^2}}$$

其中  $h = \frac{\sum_{d=1}^n h_d}{n}$ 。设全校的班级总级为  $m$ ，则全校的课时日均分布度  $C$  可表示为

$$C = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m C_i}}{m}$$

上述公式中， $C$  值反应了全校课程安排的均匀程度， $C$  值越大，则表明课程安排得越均匀，这样就能避免某一工作日内课程被过分集中，能有效地提高教学资源的利用率。

### (3) 班级日组合优度

这个指标是用来衡量一个班级课程组合方案的好坏程度，它能够将那些一周有两次或者以上同一门课程的安排进行合理优化，避免这一门课程被集中安排，这样造成上课效率低下。

用  $b_i$  表示日组合优度， $n$  表示非两个学时课程的总数， $m$  为全校班级总数，那么班级课程组合的优度可用如下公式进行表示

$$D = \frac{1}{m} \sum_{c=1}^m \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i c \right)$$

### (4) 教室的利用率

教室的利用率反映出教学资源的利用效率，是评价课表的一个重要指标，通过问题 3 中得出的课表，本文根据教室的使用情况可以计算出教室的利用率。

### (5) 问题 3 的满足率

虽然在解答问题 3 时建立了模型求出相对较为满足题目要求的课表，但仍有部分课表不满足问题 3 题设要求，由于以上几个指标皆为正向指标，因此本文将问题 3 的满足率作为评价指标

### (6) 教师课时的分布均匀程度

教师日课时的分布均匀程度是将其所担任课程在每天的分布均匀化，避免课程在一天中的安排被过分地集中，影响上课效率及授课体验，用  $h_d$  表示一个教师在  $d$  个工作日内所需授课的课程数， $n$  表示一周的总上课天数， $h_1$  表示一个班级一天平均要上的课节数，则一个教师日均课时分布度可表示为

$$C_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{d=1}^n (h_d - h_1)^2}}$$

其中  $h = \frac{\sum_{d=1}^n h_d}{n}$ 。设全校的教师总数为  $m$ ，则全校的教师课时日均分布度  $C$  可表示为

$$C = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m C_i}}{m}$$

上述公式中， $C$  值反应了全校教师课程安排的均匀程度， $C$  值越大，则表明课程安排得越均匀，这样就能避免某一工作日内教师课程被过分集中，能有效地保证教学质量。

5.4.3 结论

通过层次分析与模糊综合评价模型的求解，我们对每个影响因素进行定量分析求出权重，然后确定各个指标分值，最后得出各项指标最终分值。结果如下表所示：

表 6 各项指标权重及排序							
指标	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$
因素	教室利用率	问题 3 满足率	上课强度	节次优度	日组合优度	课时分布均匀度	日组合优度
权重	1.093	0.903	1.638	1.238	1.064	1.001	0.990
排序	3	7	1	2	4	5	6

由上表可以看出：

- （1）节次优度偏低，部分课程由于时间安排问题造成上课师生均不愿意上这节课或上课效率还有待提高。
- （2）日组合优度较低，本文在第三问建立的课表内存在一些一周内有两次或者以上的同一门课程的安排优化程度较低部分课程被集中安排，从而造成上课效率低下。
- （3）问题三的满足率偏低，即条件“必修课程尽量少安排在时间段 4 和

时间段 5, 带\*的课程尽量少安排在时间段 1 和 时间段 5 每周星期五的时间段 4 和 时间段 5 尽量少安排课程”的满足率还不是很低。

#### 5.4.4 解决对策

(1) 针对课程表节次优度偏低的问题应将必修课程尽可能安排在一天中靠前的节次, 把选修课及室外课尽量安排在一天中靠后的节次。因为一般情况下, 一天中节次优度逐渐下降, 即师生愿意上课的效率逐渐降低。

(2) 针对部分课程被集中安排而造成上课效率较低的问题, 可以对问题三得到的课表进行人工调整, 将被集中安排的课程分散开, 从而提高课堂效率。

(3) 针对问题三的满足率较低, 可以在原模型的基础上检验相关的约束条件, 并在对模型改善之后对课表进行检查, 重新计算其满足率。

## 六、 模型的评价

### 6.1 模型的优点

- 1、利用 LINGO 软件进行线性规划求解最值问题, 可操作性强, 能够简单、直观地反映出问题的最优解。
- 2、利用 0—1 规划、遗传算法、分组优化决策、定额匹配等数学模型进行规划设计, 排出的课表较为科学、准确。
- 3、利用层次分析、模糊综合评价等模型对所建立的指标进行科学评价。简单直观、科学有效, 能够得出正确的评价结果。

### 6.2 模型的缺点

- 1、本文虽然在建立模型时考虑了众多细节, 但是不免还是存在一定的局限性, 比如: 没有考虑同一班级不同课程内容之间的逻辑关系、没有考虑节假日对课程安排的影响、没有考虑其他因素(如: 教师身体因素、教室故障问题等)对课程进程的影响等。
- 2、层次分析与模糊综合评价模型的使用带有一定的主观因素的影响, 难免会有一些偏差。

## 七、 模型的推广

本文是对高校排课问题的研究。通过借鉴相关方面已有的研究成果, 结合题目的实际要求, 做出了一套能够成功解决相关要求的数学模型。本套模型的提出,

有助于处理高校纷繁复杂的排课问题，得到一个使现有资源得到充分利用、高效实用的排课解决方案。

本文在对高校排课提供解决方案的同时，也适用于高校考试、各类大型会议、比赛、晚会、交通时刻表等类似的规划问题的研究。具有很好的实用性和广泛的适用性，有着很好地借鉴意义。

## 八、 参考文献

- [1] 姜启源等. 数学模型（第三版）[M]. 高等教育出版社. 2003. 8.
- [2] 汪晓银, 邹庭荣, 周保平. 数学软件与数学实验（第二版）. 北京：科学出版社, 2012. 8.
- [3] 姜启源, 叶其孝. 数学建模. 北京：机械工业出版社. 2009, 8.
- [4] 孙金华. 排课问题的数学模型及基于遗传算法的实现 [J]. 软件导刊. 2002, 1 (7): 65—67.
- [5] 张丹. 基于遗传算法的排课系统[D]. 长春：吉林大学, 2008.
- [6] 黄敏. 基于遗传算法的排课系统研究 [D]. 重庆：重庆大学, 2008.
- [7] 周建新, 王科俊等. 课表编排专家系统 [J]. 计算机应用. 2000, 20 (5): 76～78.
- [8] 王祜民, 赵致格. 排课表问题中的分组优化决策算法[J]. 控制与决策. 1999, 14(2): 109～114.
- [9] 康立山, 谢云, 尤矢勇, 罗祖华. 非数值并行算法(第一册)模拟退火算法（第1版）. 北京：科学出版社, pp1 — 244, 1998.
- [10] 张德富. 算法设计与分析(高教教程). 北京：国防工业出版社, 2006.
- [11] 张钹, 张铃. 问题求解理论及应用. 北京：清华大学出版社. 1990.

## 九、 附录

LINGO 程序 1:

```
min=x+y+z+w;  
25*(x+y+z+w)>=218;  
1*1+2*42+3*23+4*1<=25*x;  
1*0+2*7+3*4<=25*y;  
1*0+2*7+3*0<=25*z;  
1*14+2*2+3*0<=25*w;
```

@gin(x);@gin(y);@gin(z);@gin(w);

运行结果为:

Objective value:		11.00000
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		0
Variable	Value	Reduced Cost
X	7.000000	1.000000
Y	2.000000	1.000000
Z	1.000000	1.000000
W	1.000000	1.000000

LINGO 程序 2:

```
minS=x1+x2+y1+y2+z1+w1;
295<=15*x1;
77<=15*y1;
14<=15*z1;
12<=15*w1;
90<=25*x2;
22<=15*y2;
15*(x1+y1+z1+w1)>=455;
25*(x2+y2)>=117;
@gin(x1);@gin(x2);@gin(y1);@gin(y2);@gin(z1);@gin(w1);
```

运行结果为:

Objective value:	37.00000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0

	Variable	Value
	MINS	37.00000
X1		20.00000
	X2	4.000000
	Y1	6.000000
	Y2	2.000000
	Z1	4.000000
	W1	1.000000

MATLAB 遗传算法程序:

```
ALGORITHM GA(i):
    Begin
        t:=0;
```

```
Initialize P(t);
P(t)={X1(t), X2(t), ..., Xn(t)}
Evaluate P(t);

f(P(t))={f(X1(t)), f(X2(t)), ..., f(Xn(t))}

while (not termination condition) do
    Pc(t)=crossover {P(t)};
    Pm(t)=mutation {Pc(t)};
    Evaluate [Pm(t)];
    P(t+1)=select [Pm(t) ∪ Q];
    t:= t+1
    if t mod T=0 then Qi:=Xbest      (*)
od

print Xbest, f(Xbest);

End
```

附件 1：

教室课表：

按教室排											
课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间
043210115	90	6	3	15	2187	043111-043112	必修	学科基础课程	88A01	1	10 18
043210655	90	5	2.5	18	289	040111-040112	必修	学科基础课程	47A01	2	11 19
083110023	85	5	2.5	17	505	040121、04212	必修	普通教育课程	80A01	3	12 20
083110023	85	5	2.5	17	516	041121-041122	必修	普通教育课程	50A01	4	13 20
083110023	85	5	2.5	17	509	043121-043122	必修	普通教育课程	50A01	5	14 21
083110023	85	5	2.5	17	515	044121	必修	普通教育课程	35A01	6	15 21
043210033	72	4	2	18	220	040121、04212	必修	学科基础课程	82A01	7	16
043210033	72	4	2	18	2199	041121-041122	必修	学科基础课程	50A01	8	17
103110471	32	2	1	16	916	041131-041132	必修	普通教育课程	55A01	9	

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间
043210115	90	6	3	15	306	041111-041112	必修	学科基础课程	65A02	1	9 17
043210115	90	6	3	15	306	042111-042112	必修	学科基础课程	56A02	2	10 18
043210115	90	6	3	15	2187	040111-040112	必修	学科基础课程	47A02	3	11 19
083110021	75	5	2.5	15	3654	043131-043132	必修	普通教育课程	75A02	4	12 20
083110021	75	5	2.5	15	521	041131-041132	必修	普通教育课程	54A02	5	13 20
083110021	75	5	2.5	15	2169	042131	必修	普通教育课程	47A02	6	14 21
083110021	75	5	2.5	15	3654	043133	必修	普通教育课程	38A02	7	15 21
083110021	75	5	2.5	15	519	040131	必修	普通教育课程	35A02	8	16 22

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间
043210055	56	4	2	14	3612	043111-043112	必修	学科基础课程	88A03	1	12
043210055	56	4	2	14	290	041111-041112	必修	学科基础课程	65A03	2	13
043315825	56	4	2	14	309	041111-041112	必修	专业课程	65A03	3	14
043315705	56	4	2	14	2189	041111-041112	必修	专业课程	65A03	4	15
043210055	56	4	2	14	290	042111-042112	必修	学科基础课程	56A03	5	16
043210475	56	4	2	14	301	042111-042112	必修	学科基础课程	56A03	6	17
043310495	84	6	3	14	2182	042111-042112	必修	专业课程	56A03	7	18
043210055	56	4	2	14	3612	040111-040112	必修	学科基础课程	47A03	9	19
043317065	56	4	2	14	298	044111	必修	专业课程	33A03	9	20
043310915	52	4	2	13	102	044111	必修	专业课程	33A03	10	21
043233103	20	4	2	5	2253	044121	选修	学科基础课程	32A03	11	22



整理

公众号

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
043210023	48	4	2	12	220	041121-041122	必修	学科基础课程	50 A04		1	11	
043211155	48	4	2	12	308	044111	必修	学科基础课程	33 A04		2	12	
043210105	44	4	2	11	308	041111-041112	必修	学科基础课程	65 A04		3	13	
043317015	44	4	2	11	298	043111-043112	必修	专业课程	55 A04		4	14	
043210105	44	4	2	11	308	043111-043112	必修	学科基础课程	55 A04		5	15	
043317075	44	4	2	11	294	044111	必修	专业课程	33 A04		6	16	
043332055	40	4	2	10	315	042111-042112	选修	专业课程	56 A04		7	17	
043335885	36	4	2	9	2182	042111-042112	选修	专业课程	56 A04		8	18	
043335565	36	4	2	9	2253	040111-040112	选修	专业课程	47 A04		8	18	
043235873	36	4	2	9	301	042121	选修	学科基础课程	33 A04		9	19	
043210665	27	3	1.5	9	282	040111-040112	必修	学科基础课程	47 A04		8	19	
043314177	48	8	4	6	276	040101-040102	必修	专业课程	50 A04		1	11	22
043330957	24	4	2	6	2189	041101-041102	选修	专业课程	61 A04		2	12	
043334967	18	3	1.5	6	2253	040101-040102	选修	专业课程	50 A04		3	13	
043235775	30	6	3	5	310	041111-041112	选修	学科基础课程	64 A04		4	14	21
043236215	30	6	3	5	2275	042111-042112	选修	学科基础课程	56 A04		5	15	21
043230123	20	4	2	5	309	041121-041122	选修	学科基础课程	78 A04		6	16	
043235843	20	4	2	5	309	041121-041122	选修	学科基础课程	50 A04		7	17	
043230123	20.00	4	2	5	310	043121-043122	选修	学科基础课程	47 A04		10	20	
043331945	20	4	2	5	102	044111	选修	专业课程	32 A04		10	20	

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
043235815	40	5	2.5	8	307	041111-041112	选修	学科基础课程	64 A05		1	11	21
043310875	32	4	2	8	294	043111-043112	必修	专业课程	55 A05		1	11	
043235605	32	4	2	8	807	040111-040112	选修	学科基础课程	47 A05		2	12	
043331683	32	4	2	8	2253	040121	选修	专业课程	44 A05		2	12	
043234815	30	4	2	8	296	040111-040112	必修	学科基础课程	47 A05		3	13	
043317027	49	7	3.5	7	306	041101-041102	选修	专业课程	61 A05		3	13	20
043335717	28	4	2	7	2210	041101-041102	选修	专业课程	61 A05		4	14	
043314917	42	6	3	7	2182	042101-042102	必修	专业课程	57 A05		4	14	
043335527	28	4	2	7	308	042101-042102	选修	专业课程	54 A05		5	15	
043330447	28	4	2	7	315	042101-042102	选修	专业课程	54 A05		5	15	
043335957	28	4	2	7	315	042101-042102	选修	专业课程	54 A05		6	16	
043310837	28	4	2	7	282	040101-040102	必修	专业课程	50 A05		6	16	
043314887	28	4	2	7	282	040101-040102	必修	专业课程	50 A05		7	17	
043331697	28	4	2	7	282	040101-040102	选修	专业课程	50 A05		7	17	
043334893	28	4	2	7	811	040121	选修	专业课程	43 A05		8	18	
043231865	30	5	2.5	6	301	043111-043112	选修	学科基础课程	80 A05		8	18	21
043332235	36	6	3	6	307	041111-041112	选修	专业课程	64 A05		9	19	23
043337057	30	5	2.5	6	305	041101-041102	选修	专业课程	61 A05		9	19	22
043312207	30	5	2.5	6	307	041101-041102	必修	专业课程	61 A05		10	20	22

整理

公众号

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
043210033	72	4	2	18	277	043121-043122	必修	学科基础课程	98 B01		1	8	
093110111	75	5	2.5	15	2038	041131-041132	必修	普通教育课程	136 B01		2	9	15
093110111	75	5	2.5	15	567	043131-043132	必修	普通教育课程	113 B01		3	10	15
043210023	48	4	2	12	286	043121-043122	必修	学科基础课程	98 B01		4	11	
093110091	44	4	2	11	791	043131-043132	必修	普通教育课程	160 B01		5	12	
093115013	44	4	2	11	544	041121-041122	必修	普通教育课程	132 B01		6	13	
093115013	44	4	2	11	2117	043121-043122	必修	普通教育课程	98 B01		7	14	
043330947	24	4	2	6	214	043101-043102	选修	专业课程	105 B01		4	11	
043330937	30	5	2.5	6	311	043101-043102	选修	专业课程	105 B01		5	12	16
043330957	36	6	3	6	313	043101-043102	选修	专业课程	105 B01		6	13	
043331947	20	4	2	5	102	043101-043102	选修	专业课程	105 B01		7	14	

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
103111443	26	2		1	13	2156	043121-043122	必修	普通教育课程	230 C01		1	
103113001	40	3		1.5	13	911	043131-043132	必修	普通教育课程	202 C01		2	
103114003	6	2		1	3	903	043121-043122	必修	普通教育课程	192 C01		3	

机房	课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室		
	063110011**	30	3		1.50	10.00	224	042131、04013	必修	普通教育课程	82	E01	
	063110011**	30	3		1.50	10.00	2143	043131-043132	必修	普通教育课程	113	E01	
	123110031**	30	3		1.50	10.00	957	041131-041132	必修	普通教育课程	63	E01	

不用教室	课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室		
	113110013*	32		2	1	16	923	041121	必修	普通教育课程	25		
	113110013*	32		2	1	16	928	042121	必修	普通教育课程	38		
	113110013*	32		2	1	16	625	043121	必修	普通教育课程	33		
	113110013*	32		2	1	16	623	044121	必修	普通教育课程	32		
	113110013*	32		2	1	16	629	043122	必修	普通教育课程	33		
	113110013*	32		2	1	16	621	040121	必修	普通教育课程	44		
	113110013*	32		2	1	16	632	041122	必修	普通教育课程	25		
	113110011*	32		2	1	16	631	043132	必修	普通教育课程	37		
	113110011*	32		2	1	16	622	041131	必修	普通教育课程	27		
	113110011*	32		2	1	16	925	042131	必修	普通教育课程	47		
	113110011*	32		2	1	16	924	043133	必修	普通教育课程	38		
	113110011*	32		2	1	16	2055	040131	必修	普通教育课程	35		
	113110011*	32		2	1	16	624	043131	必修	普通教育课程	38		
	113110011*	32		2	1	16	2268	041132	必修	普通教育课程	27		

按教师排														
课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间			
043310915	52	4	2	13	102	044111	必修	专业课程	33	A03	10	21		
043331945	20	4	2	5	102	044111	选修	专业课程	32	A04	10	20		
043331947	20	4	2	5	102	043101-0431	选修	专业课程	105	B01	7	14		
043330947	24	4	2	6	214	043101-0431	选修	专业课程	105	B01	4	11		
043210033	72	4	2	18	220	040121、0421	必修	学科基础课	82	A01	7	16		
043210023	48	4	2	12	220	041121-0411	必修	学科基础课	50	A04	1	11		
063110011**	30	3	1.50	10.00	224	042131、0401	必修	普通教育课	82	D01				
043314177	48	8	4	6	276	040101-0401	必修	专业课程	50	A04	1	11	22	23
043210033	72	4	2	18	277	043121-0431	必修	学科基础课	98	B01	1	8		
043210665	27	3	1.5	9	282	040111-0401	必修	学科基础课	47	A04	9	19		
043310837	28	4	2	7	282	040101-0401	必修	专业课程	50	A05	6	16		
043314887	28	4	2	7	282	040101-0401	必修	专业课程	50	A05	7	17		
043331697	28	4	2	7	282	040101-0401	选修	专业课程	50	A05	7	17		
043210023	48	4	2	12	286	043121-0431	必修	学科基础课	98	B01	4	11		
043210655	90	5	2.5	18	289	040111-0401	必修	学科基础课	47	A01	2	11	19	
043210055	56	4	2	14	290	041111-0411	必修	学科基础课	65	A03	2	13		
043210055	56	4	2	14	290	042111-0421	必修	学科基础课	56	A03	5	16		
043234815	30	4	2	8	296	040111-0401	选修	学科基础课	47	A05	3	13		
043317065	56	4	2	14	298	044111	必修	专业课程	33	A03	9	20		
043317015	44	4	2	11	298	043111-0431	必修	专业课程	55	A04	4	14		
043210475	56	4	2	14	301	042111-0421	必修	学科基础课	56	A03	6	17		
043235873	36	4	2	9	301	042121	选修	学科基础课	33	A04	9	19		
043231865	30	5	2.5	6	301	043111-0431	选修	学科基础课	80	A05	8	18	21	

班级课表：

按班级分														
课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间			
043314177	48	8	4	6	276	040101-04	必修	专业课程	50	A04	1	11	22	23
043334967	18	3	1.5	6	2253	040101-04	选修	专业课程	50	A04	3	13		
043310837	28	4	2	7	282	040101-04	必修	专业课程	50	A05	6	16		
043314887	28	4	2	7	282	040101-04	必修	专业课程	50	A05	7	17		
043331697	28	4	2	7	282	040101-04	选修	专业课程	50	A05	7	17		
043210655	90	5	2.5	18	289	040111-04	必修	学科基础课程	47	A01	2	11	19	
043210115	90	6	3	15	2187	040111-04	必修	学科基础课程	47	A02	3	11	19	
043210055	56	4	2	14	3612	040111-04	必修	学科基础课程	47	A03	9	19		
043335565	36	4	2	9	2253	040111-04	选修	专业课程	47	A04	8	18		
043210665	27	3	1.5	9	282	040111-04	必修	学科基础课程	47	A04	8	19		
043235605	32	4	2	8	807	040111-04	选修	学科基础课程	47	A05	2	12		
043234815	30	4	2	8	296	040111-04	选修	学科基础课程	47	A05	3	13		

附件 2：

教室课表：

总学时	周学时		周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
72	4	2.00	18	220	040121、0421	必修	学科基础课	82	A01	1	6	
72	4	2.00	18	2199	041121-04	必修	学科基础课	50	A01	2	7	
90	5	2.50	18	289	040111-04	必修	学科基础课	47	A01	3	8	11
85	5	2.50	17	513	050121、04	必修	普通教育课	83	A01	4	9	11
85	5	2.50	17	505	040121、04	必修	普通教育课	80	A01	5	10	12
62	4	2.00	16	2088	032111、04	选修	学科基础课	69	A01	16	21	
48	4	2.00	12	2178	053121、04	选修	学科基础课	67	A01	17	22	
48	4	2.00	12	2042	053211、04	选修	学科基础课	67	A01	18	23	
48	4	2.00	12	781	050103、04	选修	专业课程	65	A01	19	24	
48	4	2.00	12	781	050101、04	选修	专业课程	60	A01	20	25	
24	4	2.00	6	353	031101、04	选修	专业课程	75	A01	17	22	
24	4	2.00	6	2189	041101-04	选修	专业课程	61	A01	18	23	
24	4	2.00	6	342	034111	选修	学科基础课	30	A01	19	24	
24	4	2.00	6	2223	034111	选修	专业课程	30	A01	20	25	
24	4	2.00	6	337	034111	选修	专业课程	30	A01	13	15	

整理

公众号

教师课表：

课程编号	总学时	周学时	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
08311002385	5	2.50	17	760	031121、0	必修	普通教育课	79	A02	1	6	11
08311002385	5	2.50	17	2298	033121、0	必修	普通教育课	76	A02	2	7	11
08311002385	5	2.50	17	505	030121、0	必修	普通教育课	74	A02	3	8	12
08311002385	5	2.50	17	2272	050123-0	必修	普通教育课	74	A02	4	9	12
08311002385	5	2.50	17	507	051121、0	必修	普通教育课	72	A02	5	10	13
05332828748	4	2.00	12	2171	051101、0	选修	专业课程	60	A02	14	17	
05332830748	4	2.00	12	763	051101、0	选修	专业课程	60	A02	15	18	
05322866648	4	2.00	12	374	052111、0	选修	学科基础课	49	A02	16	19	
05322882348	4	2.00	12	364	052111、0	选修	学科基础课	49	A02	17	20	
05332444748	4	2.00	12	376	054101	选修	专业课程	34	A02	18	21	
04323012320	4	2.00	5	309	041121-0	选修	学科基础课	78	A02	14	17	
04323584320	4	2.00	5	309	041121-0	选修	学科基础课	50	A02	15	18	
04323012320	4	2.00	5	310	043121-0	选修	学科基础课	47	A02	16	19	
04323310320	4	2.00	5	2253	044121	选修	学科基础课	32	A02	17	20	
04333194320	4	2.00	5	102	044111	选修	专业课程	32	A02	18	21	

班级课表

课程编号	总学时	周学时	节数	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
08311002385	5	2.50	17	208	032121、0	必修	普通教育课	70	A03	1	6	11	
08311002385	5	2.50	17	2259	030125、0	必修	普通教育课	66	A03	2	7	11	
08311002385	5	2.50	17	757	030123、0	必修	普通教育课	65	A03	3	8	12	
08311002385	5	2.50	17	2181	053121、0	必修	普通教育课	62	A03	4	9	12	
08311002385	5	2.50	17	516	041121-0	必修	普通教育课	50	A03	5	10	13	
05322815348	4	2.00	12	777	053111	选修	学科基础课	32	A03	14	19		
05322412348	4	2.00	12	777	054111	选修	学科基础课	28	A03	15	20		
05332430348	4	2.00	12	376	054111	选修	专业课程	28	A03	16	21		
03333026740	4	2.00	10	2045	031101、0	选修	专业课程	74	A03	17	22		
04333205340	4	2.00	10	315	042111-0	选修	专业课程	56	A03	18	23		
05332418732	4	2.00	8	776	053101、0	选修	专业课程	86	A03	17	22		
05332419732	4	2.00	8	763	053101、0	选修	专业课程	86	A03	18	23		
04323577330	6	3.00	5	310	041111-0	选修	学科基础课	64	A03	14	19		
04323621330	6	3.00	5	2275	042111-0	选修	学科基础课	56	A03	15	20		
课程编号	总学时	周学时	节数	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
08311002385	5	2.50	17	509	043121-0	必修	普通教育课	50	A04	1	6	11	
08311002385	5	2.50	17	515	044121	必修	普通教育课	35	A04	2	7	11	
05331220396	6	3.00	16	382	050121、0	必修	专业课程	83	A04	3	8	12	
05331224364	4	2.00	16	279	050113、0	必修	专业课程	81	A04	4	9		
03321003364	4	2.00	16	341	031121、0	必修	学科基础课	77	A04	5	10		
03333012720	2	1.00	10	2136	033101、0	选修	专业课程	34	A04	13			
05332416740	4	2.00	10	136	053101	选修	专业课程	28	A04	14	19		
05322216336	4	2.00	9	383	050113、0	选修	学科基础课	81	A04	15	20		
05322216336	4	2.00	9	390	050111、0	选修	学科基础课	72	A04	16	21		
03333019736	4	2.00	9	2077	033101、0	选修	专业课程	71	A04	16	21		
03322009336	4	2.00	9	1278	033111、0	选修	学科基础课	68	A04	17	22		
03323016336	4	2.00	9	336	033111、0	选修	学科基础课	68	A04	17	22		
04333588336	4	2.00	9	2182	042111-0	选修	专业课程	56	A04	18	23		
03323003332	4	2.00	8	2223	031121、0	选修	学科基础课	77	A04	14	19		
03323004332	4	2.00	8	352	031121、0	选修	学科基础课	77	A04	15	20		

附件 3：

教室课表

按教室排													
课程编号	总学时	周学时	节数	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
043210115	90	6	3	15	2187	043111-043112	必修	学科基础课程	88	A01	1	10	18
043210655	90	5	3.5	18	289	040111-040112	必修	学科基础课程	47	A01	2	11	19
08311002385	5	2.5	17	505	040121、04212	必修	普通教育课程	80	A01	3	12	20	
08311002385	5	2.5	17	516	041121-041122	必修	普通教育课程	50	A01	4	13	20	
08311002385	5	2.5	17	509	043121-043122	必修	普通教育课程	50	A01	5	14	21	
08311002385	5	2.5	17	515	044121	必修	普通教育课程	35	A01	6	15	21	
04321003372	4	2	3	18	220	040121、04212	必修	学科基础课程	82	A01	7	16	
04321003372	4	2	3	18	2199	041121-041122	必修	学科基础课程	50	A01	8	17	
10311047132	2	1	16	916	041131-041132	必修	普通教育课程	55	A01	9			

公众号

整理

公众号

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
043235815	40	5	2.5	8	307	041111-041112	选修	学科基础课程	64 A05		1	11	21
043310875	32	4	2	8	294	043111-043112	必修	专业课程	55 A05		1	11	
043235605	32	4	2	8	807	040111-040112	选修	学科基础课程	47 A05		2	12	
043331683	32	4	2	8	2253	040121	选修	专业课程	44 A05		2	12	
043234815	30	4	2	8	296	040111-040112	选修	学科基础课程	47 A05		3	13	
043317027	49	7	3.5	7	306	041101-041102	必修	专业课程	61 A05		3	13	20
043335717	28	4	2	7	2210	041101-041102	选修	专业课程	61 A05		4	14	
043314917	42	6	3	7	2182	042101-042102	必修	专业课程	57 A05		4	14	
043335527	28	4	2	7	308	042101-042102	选修	专业课程	54 A05		5	15	
043330447	28	4	2	7	315	042101-042102	选修	专业课程	54 A05		5	15	
043335957	28	4	2	7	315	042101-042102	选修	专业课程	54 A05		6	16	
043310837	28	4	2	7	282	040101-040102	必修	专业课程	50 A05		6	16	
043314887	28	4	2	7	282	040101-040102	必修	专业课程	50 A05		7	17	
043331697	28	4	2	7	282	040101-040102	选修	专业课程	50 A05		7	17	
043334893	28	4	2	7	811	040121	选修	专业课程	43 A05		8	18	
043231865	30	5	2.5	6	301	043111-043112	选修	学科基础课程	80 A05		8	18	21
043332235	36	6	3	6	307	041111-041112	选修	专业课程	64 A05		9	19	23
043337057	30	5	2.5	6	305	041101-041102	选修	专业课程	61 A05		9	19	22
043312207	30	5	2.5	6	307	041101-041102	必修	专业课程	61 A05		10	20	22

教师课表

整理

公众号

课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数				
不用教室													
113110013*	32	2	1	16	923	041121	必修	普通教育课程	25				
113110013*	32	2	1	16	928	042121	必修	普通教育课程	38				
113110013*	32	2	1	16	625	043121	必修	普通教育课程	33				
113110013*	32	2	1	16	623	044121	必修	普通教育课程	32				
113110013*	32	2	1	16	629	043122	必修	普通教育课程	33				
113110013*	32	2	1	16	621	040121	必修	普通教育课程	44				
113110013*	32	2	1	16	632	041122	必修	普通教育课程	25				
113110011*	32	2	1	16	631	043132	必修	普通教育课程	37				
113110011*	32	2	1	16	622	041131	必修	普通教育课程	27				
113110011*	32	2	1	16	925	042131	必修	普通教育课程	47				
113110011*	32	2	1	16	924	043133	必修	普通教育课程	38				
113110011*	32	2	1	16	2055	040131	必修	普通教育课程	35				
113110011*	32	2	1	16	624	043131	必修	普通教育课程	38				
113110011*	32	2	1	16	2268	041132	必修	普通教育课程	27				

班级课表

按教师排	课程编号	总学时	周学时	节	周数	教师编号	开课对象	课程性质	课程类别	实际人数	上课教室	上课时间		
	043310915	52	4	2	13	102	044111	必修	专业课程	33 A03		10	21	
	043331945	20	4	2	5	102	044111	选修	专业课程	32 A04		10	20	
	043331947	20	4	2	5	102	043101-043102	选修	专业课程	105 B01		7	14	
	043330947	24	4	2	6	214	043101-043102	选修	专业课程	105 B01		4	11	
	043210033	72	4	2	18	220	040121、042101	必修	学科基础课	82 A01		7	16	
	043210023	48	4	2	12	220	041121-041122	必修	学科基础课	50 A04		1	11	
	063110011**	30	3	1.50	10.00	224	042131、040131	必修	普通教育课	82 D01				
	043314177	48	8	4	6	276	040101-040102	必修	专业课程	50 A04		1	11	22 23
	043210033	72	4	2	18	277	043121-043122	必修	学科基础课	98 B01		1	8	
	043210665	27	3	1.5	9	282	040111-040112	必修	学科基础课	47 A04		9	19	
	043310837	28	4	2	7	282	040101-040102	必修	专业课程	50 A05		6	16	
	043314887	28	4	2	7	282	040101-040102	必修	专业课程	50 A05		7	17	
	043331697	28	4	2	7	282	040101-040102	选修	专业课程	50 A05		7	17	
	043210023	48	4	2	12	286	043121-043122	必修	学科基础课	98 B01		4	11	
	043210655	90	5	2.5	18	289	040111-040112	必修	学科基础课	47 A01		2	11	19
	043210055	56	4	2	14	290	041111-041112	必修	学科基础课	65 A03		2	13	
	043210055	56	4	2	14	290	042111-042112	必修	学科基础课	56 A03		5	16	
	043234815	30	4	2	8	296	040111-040112	选修	学科基础课	47 A05		3	13	
	043317065	56	4	2	14	298	044111	必修	专业课程	33 A03		9	20	
	043317015	44	4	2	11	298	043111-043112	必修	专业课程	55 A04		4	14	
	043210475	56	4	2	14	301	042111-042112	必修	学科基础课	56 A03		6	17	
	043235873	36	4	2	9	301	042121	选修	学科基础课	33 A04		9	19	
	043231865	30	5	2.5	6	301	043111-043112	选修	学科基础课	80 A05		8	18	21