

基于走班制的排课模型

摘 要

随着国内新高考政策在全国各地陆续推行,在新政策的开放性和多样性变化的大环境下,由于学生选课完全自主,对于学校和政府教育系统却带来了不小的挑战。对于不同城市,不同等级层次的学校,其教师,教室等资源存在不同程度的差异,从而使得学校的排课难度等级直线上升。

针对目前存在的问题,我们基于国家政策具体发布情况,我们选择上海市高考改革“6+3 模式”为研究背景,对上海市现有高中进行抽样调查。对于四个层次共 8 所高中,收集其 2017 年有关数据,在此基础上建立了有关模型,运用 Java 虚拟机,分析处理之后研究得出排课方案,具有很大的现实意义。

针对问题一,基于所掌握的数据,进行概率估算,首先明确六选三总共可产生 $c_6^3 = 20$ 种选科方案,然后根据某个学校选各科人数占总人数的比例,计算出每所学校 20 种不同选课类型的人数和配比;

针对问题二,基于问题一的结果,进行线性规划,计算学校的各类资源缺口,考虑不同学校具体资源拥有量情况的不同,求解缺口最大的科目的缺口值作为总缺口,建立缺口模型;

针对问题三,我们经过调查了解上海市教育具体政策及现况,利用线性规划求解,基于问题二的缺口,根据相关具体数据,计算可得解决每一项缺口所需要的条件和可能性,从而建立综合评价模型;

针对问题四,我们考虑到大多数普通公众的资源约束现状,开设二十种选课方案不切实际。可以针对每个学校的具体的单科选择比例情况进行适当的取消选取比例过低的几种选科类别,采取菜单式选课方案。

针对问题五,我们同时考虑到时间和空间资源的有效利用并避免相互冲突。对涉及班级、教室、教师、课程、时间五个变量的排课问题进行设计规划。将课程拆分成成为某一个教师在某一时间(节点)给某个班上某一节课,并把所有记录放入到课表中。同时要保证约束条件的成立,使得这些变量间不发生冲突,最终设计规划出排课模型。

最后我们对模型进行检验,将数据带入程序进行分析估算,课表初步设计,在此过程中对模型进行评价,分析本模型优缺点,其优点在于利用缺口数据和合理约束而可靠性较高,同时利用 Java 虚拟机进行算法编程,可推广程度高,具有很大的现实意义。

关键词: 缺口模型, 综合评价模型, 缺口模型, 排课模型, Java 虚拟机

一、政策背景

2014 年 9 月，以国务院发布的《关于深化考试招生制度改革的实施意见》为标志，中国吹响了自 1977 年恢复高考招生以来力度最大的一轮高考改革的号角，也勾勒出我国高校招生考试制度新的蓝图。上海率先启动高考综合改革试点，探索构建“两依据一参考”的高考招生录取新模式，记录社会实践、研究性学习等在内的高中综合素质评价信息，为高校招生录取提供重要参考。上海市教委公布高考综合改革试点的两个重要配套文件，即《上海市普通高中学业水平考试实施办法（试行）》和《上海市普通高中学生综合素质评价实施办法（试行）》，为推行高考改革明确了实施路径。

改革形式：

①不分文理

②外语有两次考试机会

③除语数外再从物理、化学、生物、政治、历史、地理 6 门中选考 3 门，选考 5 月考试

④语数外每门 150 分；选考科目分等级打分，每门最高 70 分，最低 40 分，总分 660 分

⑤取消一二本等批次区别

在选考科目方面，《上海市普通高中学业水平考试实施办法（试行）》规定，上海普通高中学业水平考试分合格性考试和等级性考试两类，其中语文、数学、外语、信息科技、体育与健身、劳动技术和艺术 7 门科目只设合格性考试，思想政治、历史、地理、物理、化学、生命科学 6 门科目分设合格性考试和等级性考试。通过合格性考试的考生，可根据高校招生要求和自身兴趣特长，在 6 门设置等级性考试的科目中自主选择 3 门参加考试，等级性考试成绩折算成相应分数计入秋季高考总成绩。

也就是说，除了基础的语数外三门课，个人可以根据自己的强项，选择 20 种组合。这样在新高考方案框架下，高考总分满分值仍为 750 分，作为高等院校录取的基本依据。

二、问题重述

上海市在执行新方案过程中，实行“3（语数外）+6（物化生政史地）选 3”的科目组合，一线教师大都认可新高考改革的方向性正确：扩大了学生的学科选择权、考试选择权、课程选择权。

然而，当改革实际落地时，问题也随之暴露：

1、资源浪费严重

从各中学的情况来看，学生选科不总是凭兴趣爱好来选的，大多数学生是按学科的难易度进行选科的。由于文科相对简单，因此选择文科的同学多一些（选政治的偏少）；理科中生物较简单，因此选生物的同学多。而较难的物理、化学选择的人数偏少，重点中学的学生相对多一些。这样造成原本较少的地理、生物老

师奇缺，而原本较多的物理、化学老师偏多，资源浪费严重，而且学生资源也浪费严重。从长远看，将来大学招收的大多是文科学生，社会就业形式会更加严峻，会出现社会不和谐现象。而且，物理、化学人数减少，会使得将来中国物理、化学人才短缺，中国在自然科学方面会远远落后于世界科技强国。

2、分层走班收效不佳

由于新高考分为合格考和等级考，因此分层走班是每个学校的必然选择。从实施情况看：走班制很难制定课表(少数学校为了好安排教学，动员或强制学生只能按照学校规定的 3~4 种或 4~5 种方案选科)，而且来自于不同班级的学生因合格考或等级考暂时汇集在一起，学生人数多，任课教师不堪重负，教与学的效果均不佳。

3、学生课业负担更重

新高考的目的之一是减轻学生负担，但从已经实施的情况来看：学生疲于应付众多学科的合格考、等级考，负担更重。在课堂上表现为上课打瞌睡、精神萎靡不振；上甲课作乙作业等，学生学习效果差。紧接着，恶性循环来了：每一科目的老师怕其他学科老师挤占自己学科时间，布置作业加码，学生就陷入了题海中了。学生思考时间少了，悟性降低了，能力当然就降低了。

基于以上问题，我们提出几个主要问题进行分析解决，分为以下几个方面：

以上海市作为分析对象，抽取几所不同地区不同条件的中学，根据学校的学生规模、文化传统和特色等实际情况，估算出每一种选科组合的选择人数，并由高到低进行排序。

2、根据上述结果以及学校现有资源（各科师资，各类教室等）的现状，分别计算师资、教学设施等各种资源的缺口。

3、根据当地教育行政部门有关政策规定，分析解决每一项缺口所需要的条件和可能性。

4、如果缺口过大，所需的资源无法全部满足，给学校提出个性化“菜单式”选科建议。

5、假定所需的资源得到满足，计划排课方案。

三、问题分析

3.1 问题一分析

该问题主要是一个概率的估算问题，由于学校的生源水平、教学管理质量、师生比等主要因素及其他次要因素影响，学生对于未来的生涯规划侧重点也不同，学生们会根据感兴趣的高校专业，根据相关要求选择科目，这也导致了不同水平的学校对于同一种科目可能呈现“冷热不均”的现状，所以对学校进行档次划分，分层研究。

根据选单科的人数占总人数的比例，估算出六选三人数占总人数的比例。可以简化为两个简单的问题，首先是六选三共分多少种情况，其次是估算每种情况的比例。从物理、化学、生物、历史、地理、政治中任选三个，这相当于一个排列组合问题，因此六选三总共可产生 $C_6^3 = 20$ 种选科方案。然后再根据某个学校

选各科人数占总人数的比例，估算这 20 种方案分别所占的比例即可。

3.2 问题二分析

针对问题二，属于典型的线性规划问题。基于问题一的基础上计算学校的各类资源缺口，考虑到不同学校具体情况的不同，对于不同科目比例不同，求解缺口最大的科目的缺口值，即为该学校的总缺口。

3.3 问题三分析

针对上海市具体政策及现况，如上海市针对教育的财政拨款、人才引进力度、规定师生比、一线教师平均薪资水平等。可抽象为线性规划问题求解，基于问题二的缺口，根据相关具体数据，计算可得解决每一项缺口所需要的条件和可能性。而解决每一项缺口的硬性约束条件为资金问题，计算其条件及可能性即为资金的分配问题。

3.4 问题四分析

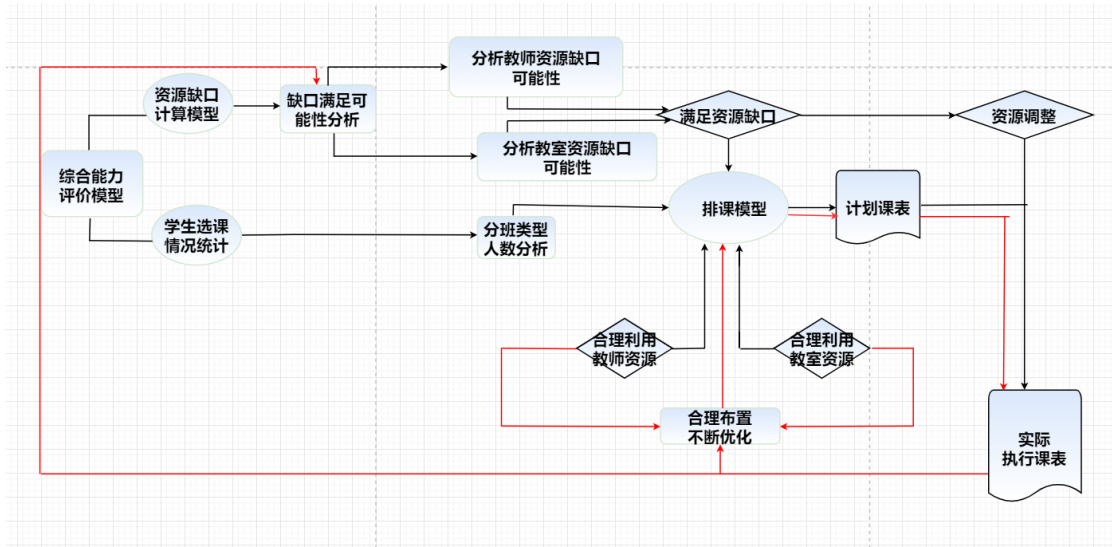
对于大多数普通高中而言，开设二十种选科方案不切实际。一是教师资源有限，二是基础设施资源有限，三是学生选课走班不自觉，教育教学管理复杂化，管理难度明显加大。针对每个学校的具体的单科选择比例情况可适当的取消选取比例过低的几种选科类别。

3.5 问题五分析

该问题为时间表问题，注重于时间和空间资源的有效利用并避免相互冲突。排课主要涉及班级、教室、教师、课程、时间五个变量。时间分为星期和节次两个变量。同一个教师可以上不同班的不同课程，可以几节连续起来上，所以将课程拆分成成为某一个教师在一定时间（节点）上给某个班上某一节课，排课就是要把所有记录放入到课表中。限制条件就是使得这些变量间不发生冲突。

3.6 思路流程图

下面的思路流程图是我们文章结构的一个缩影，它完整而形象的反映了我们文章的建模思路。



四、问题假设

现上海市某高中，积极落实高考“3+3”改革政策实行“大走读”模式（语文、数学、外语和“6选3”的高考科目全部通过走班完成教学），学校现况如下：

高三在读学生 n 人，可用 u 间普通教室（仅上文化课）、 v 间多媒体教室（上素质拓展课，包括但不限于体育，音乐，美术），每个教室配置完好并可供50名学生上课，各科老师共 M 人（物理、化学、生物、政治、历史、地理、语文、数学、外语老师依次为 $m_1:m_2:m_3:m_4:m_5:m_6:m_7:m_8:m_9$ ）。

中考录取分数线在上海市高中排名： z_1

往年一本平均上线率： z_2

师生比： z_3

在上海市的知名度（口碑）： z_4

地理位置（交通便利度）： z_5

五、模型建立与求解

5.1 模型建立

5.1.1 综合实力评价模型

根据上述指数建立学校综合实力评价模型

$$\begin{cases} Z = 0.65 * (0.6 * (1 - z_1) + 0.4 * z_2) + 0.2 * z_3 + 0.1 * z_4 + 0.05 * z_5 \\ z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 < 1 \end{cases}$$

不同档次的学校，由于学校实力，学生能力，以及对于往后的职业生涯规划方向等多种原因，对于6种科目的侧重点不同，根据多所学校的数据，综合整理出了一个单科选科概况表，如表5-1。

表 5-1 单科选科概况表

	A	B	C	D
$Z = z * 10$	$9 < Z$	$6 < Z \leq 9$	$2 < Z \leq 6$	$Z \leq 2$

物理 x_1	75 ~ 85%	55 ~ 65%	40 ~ 55%	30 ~ 40%
化学 x_2	70 ~ 80%	60 ~ 70%	50 ~ 60%	40 ~ 50%
生物 x_3	30 ~ 40%	40 ~ 50%	50 ~ 65%	65 ~ 75%
政治 x_4	10 ~ 20%	20 ~ 30%	30 ~ 40%	35 ~ 45%
历史 x_5	20 ~ 30%	25 ~ 35%	35 ~ 40%	40 ~ 50%
地理 x_6	60 ~ 70%	60 ~ 70%	60 ~ 70%	70 ~ 80%
语文 x_7	100%			
数学 x_8				
外语 x_9				

依据表 5-1 出学校单科选科比例(x_i), 根据公式:

$$\left\{ \begin{array}{l} y_{ijk} = x_i + x_j + x_k \\ Y = \frac{y_{ijk}}{\sum_{i=1, j=1, k=1}^6 y_{ijk}} \\ 1 \leq i \leq 6, 1 \leq j \leq 6, 1 \leq k \leq 6, i \neq j \neq k \end{array} \right.$$

即可得到 20 种选科比例 Y 。

5.1.2 缺口模型

在第一题基础上, 即可建立缺口模型:

教师缺口:

$$t_1 = \sum_{i=1}^6 \left(\frac{nx_i}{50} - m_i + 1 \right)$$

教室缺口:

$$t_2 = \max \left(\frac{nx_i}{50} + \frac{n(1-x_i)}{150} \right) - u + 2, \quad i = 1, 2, \dots, 6$$

5.1.3 可能性分析模型

在第二题基础上, 根据相关数据, 建立本模型:

满足教师缺口的条件:

$$q_1 = 10130t_1$$

满足教师缺口的可能性：

$$w_1 = \begin{cases} 0, & q_1 > 40000 \\ 1, & q_1 \leq 40000 \end{cases}$$

满足教室缺口的条件：

$$q_2 = 120000t_2$$

教室缺口满足的可能性：

$$w_2 \approx 0$$

因为教室的缺口不是非常大，新建教室成本过高，而学校的教学楼以及教室数量和学校的占地面积都是固定的，为了满足缺口而去重新圈地盖楼建新教室明显成本过高，不太切合实际，因此满足此缺口的满足可能性几乎为零。

5.1.4 菜单选科模型

在第三题基础上，建立本模型：

$$T = 0.35t_1 + 0.65t_2$$

根据 T 的数值判断该学校是否需要“菜单式”选科

$$\begin{cases} T < 2, & \text{不需要“菜单式”选科} \\ 2 \leq T, & \text{需要“菜单式”选科} \end{cases}$$

5.1.5 排课模型

在第一题基础上，满足第二题算出的学校各项缺口后，建立排课模型

5.2 模型假设

- ①不考单、双周情况
- ②任意教师都可以在任意教学进行教学活动（即不考虑身体不适，生理等因素而引起的缺勤情况）
- ③周一至周五上课，上午四节（最后一节自习），下午四节（最后一节自习），共四十节课。

5.3 约束条件

- ①同一学生不能在同一节点上两门或两门以上课程
- ②同一教室不能在同一节点安排两门或两门以上的课程
- ③同一教师不能在同一节点有两门或两门以上的课程
- ④上课人数不大于教室的座位数

5.4 分析过程

课程集合： $L=\{l_1, l_2, l_3, \dots, l_p\}$

班级集合： $C=\{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$

教室集合： $R=\{r_1, r_2, r_3, \dots, r_m\}$

时间集合： $T=\{t_1, t_2, t_3, \dots, t_d\}$

教师集合： $S=\{s_1, s_2, s_3, \dots, s_k\}$

排课的冲突异常复杂，对于这些冲突的复杂度进行解析。

过程 1：将模型中的五个集合降维为一个给定二维空间 $V(R, T)$ ，称之为：课表。

二维分别是：

T（时间）：上课节点，每天分为 1、2、3、4、5、6、7、8，总共八个，每学期 20 周，每周五天，合计每学期有 500 个节点。

R（教室）：高三所有的可用教室。

过程 2：在课表 V 中求解存在着二维向量 $l(r_m, t_d)$ ，且满足约束条件，那么称 l 为：课

针对单个节点，在 $1 \sim \frac{nx_i}{50}$ 间教室进行 $x_i (i=1, 2, \dots, 6)$ 科目的教学活动，分配 $\frac{nx_i}{50}$ 名 x_i 科目老师，在其余 $p - \frac{nx_i}{50}$ 间教室按 1:1:1 进行 $x_i (i=7, 8, 9)$ 科目的教学活动并每间教室分配一名 x_i 科目老师。

针对一天内的 6 个节点，保证 $x_i (i=1, 2, \dots, 6)$ 均出现且仅出现一次，称之为节点集。

针对一学期的每一周内的五个节点集保持相等。

学生上课过程：

若节点为选取科目，去该科目对应教学课程的教室上课，若该节点为未选取的科目，则去 $x_i (i=7, 8, 9)$ 科目上课

5.5 模型检验

由于上海市学校过多，我们进行了分层抽样，各档次抽取学校个数比例为 1:2:4:1，因此需要先将 8 所学校的原始数据求平均值，整理得表 5-2，然后再代入模型进行检验。

表 5-2 分层数据统计

		A	B	C	D
总人数	学生	654	599	480	1554
	老师	39	47	39	132

物理	人数	学生	555	383	226	482
		老师	12	10	5	12
	学生比例		84.86%	63.94%	47.08%	31.01%
化学	人数	学生	510	380	175	637
		老师	9	7	3	17
	学生比例		77.98%	63.44%	36.46%	40.99%
生物	人数	学生	202	275	276	1119
		老师	4	7	6	22
	学生比例		30.89%	45.91%	57.50%	72.01%
历史	人数	学生	143	198	205	699
		老师	3	4	5	18
	学生比例		21.87%	33.06%	42.71%	44.98%
政治	人数	学生	85	138	160	605
		老师	2	3	4	16
	学生比例		13.00%	23.04%	33.33%	38.91%
地理	人数	学生	438	399	326	1119
		老师	9	8	8	22
	学生比例		66.97%	66.61%	67.92%	72.01%
可用教室数目			15	12	9	30

问题一：

这个问题主要是估算 20 种选科方案人数占总人数的比例分别为多少，代入表 5-2，得到 20 种选科比例表 5-3。

表 5-3 选课比例表

序号	组合	A	B	C	D
1	物理化学生物	6.46%	5.78%	4.70%	4.80%
2	物理化学历史	6.16%	5.35%	4.21%	3.90%
3	物理化学政治	5.86%	5.01%	3.89%	3.69%
4	物理化学地理	7.66%	6.47%	5.05%	4.80%
5	物理生物历史	4.59%	4.76%	4.91%	4.93%
6	物理生物政治	4.29%	4.53%	4.60%	4.73%
7	物理生物地理	6.09%	5.88%	5.75%	5.83%
8	物理历史政治	3.99%	4.01%	4.10%	3.83%
9	物理历史地理	5.79%	5.45%	5.26%	4.93%
10	物理政治地理	5.49%	5.12%	4.94%	4.73%
11	化学生物历史	4.36%	4.75%	4.56%	5.27%
12	化学生物政治	4.06%	4.41%	4.24%	5.06%
13	化学生物地理	5.86%	5.87%	5.40%	6.17%
14	化学历史政治	3.76%	3.98%	3.75%	4.16%
15	化学历史地理	5.56%	5.43%	4.90%	5.27%
16	化学政治地理	5.26%	5.10%	4.59%	5.06%

17	生物历史政治	2.19%	3.40%	4.45%	5.20%
18	生物历史地理	3.99%	4.85%	5.60%	6.30%
19	生物政治地理	3.69%	4.52%	5.29%	6.09%
20	历史政治地理	3.39%	4.09%	4.80%	5.19%

选课比例由大到小排序如下：

A: 4--1--2--7--3--13--9--15--10--16--5--11--6--12--8--18--14--19--20--17

B: 4--7--13--1--9--15--2--10--16--3--18--5--11--6--19--12--20--8--14--17

C: 7--18--13--19--9--4--10--5--15--20--1--6--16--11--17--12--2--8--3--14

D: 18--13--19--7--15--11--17--20--16--12--9--5--4--1--10--6--14--2--8--3

问题二

这个问题主要是计算教师及教室的缺口。根据公式，代入表 5-2 可分别得到各个档次的教师及教室缺口，即：

$$A: t_1 = 4, t_2 = 3$$

$$B: t_1 = 1, t_2 = 1$$

$$C: t_1 = 1, t_2 = 2$$

$$D: t_1 = 2, t_2 = 3$$

问题三

这个问题主要是在第二题的基础上分析每一个缺口的条件及其可能性。代入问题三计算所得数据可得：

$$A: q_1 = 40520, q_2 = 360000$$

$$B: q_1 = 10130, q_2 = 120000$$

$$C: q_1 = 10130, q_2 = 240000$$

$$D: q_1 = 20260, q_2 = 360000$$

再进一步分析其可能性

教师缺口满足的可能性：

$$A: w_1 = 0$$

$$B: w_1 = 1$$

$$C: w_1 = 1$$

$$D: w_1 = 1$$

教室缺口满足的可能性：

$$w_2 \approx 0$$

问题四

在第三问的基础上，将表 5-3 数据代入来确定是否需要进行菜单式选课。如若需要进行“菜单式”选课，选取 20 中选课组合中比例排名前 10 种的科目组合供学生选取。

A: $T = 3$, 需要进行“菜单式”选科

$B:T=1$,不需要进行“菜单式”选科

$C:T=1.65$,不需要进行“菜单式”选科

$D:T=2.65$,需要进行“菜单式”选科

1.进行“菜单式”选科的优点:

提高了资源利用率,减小了资源缺口,节约了学科教学成本,减少了老师工作量,提高了工作积极性。

2.进行“菜单式”选科的缺点:

减少了学生的选科种类,影响了学生的学习主动性。档次靠前的学校可能选择大学录取率较高的选科方案,档次靠后的则相反,容易产生学校“两极分化”。

问题五

此模型的检验主要就是对这四个档次的学校进行排课，给出相应的课表

A	教室教学科目														
教室编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
节点1	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	语文	数学	外语
节点2	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	语文	数学	外语
节点3	生物	生物	生物	生物	生物	语文	语文	语文	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语
节点4	自习 教室														
节点5	历史	历史	历史	语文	语文	语文	语文	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语	外语
节点6	政治	政治	语文	语文	语文	语文	语文	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语	外语
节点7	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	语文	数学	数学	外语	外语
节点8	自习 教室														

B	教室教学科目											
教室 编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
节点 1	物理	物理	物理	物理	物理	语文	语文	语文	数学	数学	外语	外语
节点 2	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	语文	数学	数学	外语
节点 3	生物	生物	生物	生物	生物	生物	语文	语文	数学	数学	外语	外语
节点 4	自习 教室											
节点 5	历史	历史	历史	历史	历史	语文	语文	数学	数学	外语	外语	外语
节点 6	政治	政治	政治	政治	语文	语文	语文	数学	数学	数学	外语	外语
节点 7	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	语文	数学	外语	外语
节点 8	自习 教室											

C	教室教学科目								
教室 编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
节点 1	物理	物理	物理	物理	物理	语文	语文	数学	外语
节点 2	化学	化学	化学	化学	语文	数学	数学	外语	外语
节点 3	生物	生物	生物	生物	生物	生物	语文	数学	外语
节点 4	自习教室								
节点 5	历史	历史	历史	历史	历史	语文	语文	数学	外语
节点 6	政治	政治	政治	政治	语文	数学	数学	外语	外语
节点 7	地理	地理	地理	地理	地理	地理	语文	数学	外语
节点 8	自习教室								

D	教室教学科目									
教室 编 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
节点1	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理	物理
节点2	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学	化学
节点3	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物
节点4	自习教室									

节点5	历史	历史	历史	历史	历史	历史	历史	历史	历史	历史
节点6	政治	政治	政治	政治	政治	政治	政治	政治	政治	政治
节点7	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理
节点8	自习教室									
教室编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
节点1	语文	语文	语文	语文	语文	语文	语文	数学	数学	数学
节点2	化学	化学	化学	语文	语文	语文	语文	语文	数学	数学
节点3	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物	生物
节点4	自习教室									
节点5	历史	历史	历史	历史	语文	语文	语文	语文	语文	数学
节点6	政治	政治	语文	语文	语文	语文	语文	语文	语文	数学
节点7	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理	地理
节点8	自习教室									
教室编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
节点1	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语	外语	外语	外语
节点2	数学	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语	外语	外语
节点3	生物	生物	生物	语文	语文	数学	数学	外语	外语	外语
节点4	自习教室									
节点5	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语	外语	外语	外语
节点6	数学	数学	数学	数学	外语	外语	外语	外语	外语	外语
节点7	地理	地理	地理	语文	语文	数学	数学	外语	外语	空闲
节点8	自习教室									

六、模型评价

6.1 优点

问题一通过建立模型来估算比例数值，大大减小了估算的误差，使数据更贴近实际，更有助于后续及计算，且其模型浅显易懂，问题二主要是根据问题一所得数据进行缺口的计算，计算的教师和教室缺口为教学最主要的缺口，更能反映实际问题，且模型简便，可直接代数计算。

问题三和问题四都是建立在问题二已求出的缺口来计算，使得各个问题联系紧密，具有条理性。

问题五主要是课表的编排问题，通过固定各个约束条件来减少维度，从而简化问题，为以后复杂问题的解决提供了新思路。

运用了 Java 虚拟机进行了算法程序的编辑，只需输入数值便可以得到相应的结果，操作简便。

6.2 缺点

本论文仅分析了学校中高三学生的具体情况，在学校实际进行正常学科教学过程中，其他年级也是不可忽视的变量，模型的稳定性不高。

本次估算所抽取的样本容量较小，普遍性和真实性不是很高，由此可能会造成数据的偏差。

问题一的编程并未运用数学建模的专用软件来编，虽然也能准确完整的解决这个问题，但多少有些词不达意。

问题二所计算的缺口种类有点少，过于简化，对之后问题的解答虽然达到了简化的目的，但也导致考虑因素过少，将来实用性可能相对缺乏。

6.3 改进

首先，在能力范围之内尽量扩充样本容量，以保证问题一的估算误差值缩到最小；其次是缺口的考虑，应该全方位多角度的进行思考，增加缺口计算的种类，为后题提供更为充分的约束条件，以减少不必要的误差；最后是模型的建立应该再完整充分一些，代码的编写尽量使用 `matlab` 来进行编写。

七、数据来源

- [1] 百度百科
- [2] 上海市各高中学校官网
- [3] 上海市人民政府网
- [4] 中国教育在线
- [5] 职友网

八、参考文献

- [1] 国务院印发《关于深化考试招生制度改革的实施意见》的通知[EB/OL].(2014-08-29)[2014-09-03]
- [2] 上海市人民政府印发《关于进一步深化本市高考综合改革试点 工作的若干意见》的通知[EB/OL].(2018-04-04)[2018-06-27].
- [3] 上海市教育委员会印发《上海市普通学校教育资源教室装备配备指南》的通知[EB/OL].(2015-12-13)[2016-01-05]
- [4] 张晓宇.选课走班的理论与实践[D]山东师范大学.教育学原理硕士学位论文，2017
- [5] 李娜.新高考改革背景下我国普通高中选课研究[D]沈阳师范大学. 教育学原理硕士学位论文，2016

附录

分层抽样选取的 8 所学校原始数据：

A:

复旦附中							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	39	12	9	4	3	2	9
选科人数	654	555	510	202	143	85	438
选科比例	100.00%	84.86%	77.98%	30.89%	21.87%	13.00%	66.97%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	54	13					

B:

延安中学							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	32	8	6	5	3	2	8
选科人数	452	289	290	207	149	104	298
选科比例	100.00%	63.93%	64.15%	45.80%	32.96%	23.01%	65.93%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	38	9					
建平中学							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	46	12	9	9	4	3	9
选科人数	746	477	479	343	246	172	500
选科比例	100.00%	63.94%	64.21%	46.00%	32.98%	26.06%	67.02%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	45	15					

C:

光明中学							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	24	4	2	5	4	3	6
选科人数	370	167	96	218	158	111	253
选科比例	100.00%	45.23%	57.66%	58.91%	42.66%	30.12%	68.32%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	24	6					
华东师大三附中							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	26	4	2	5	4	4	7

选科人数	402	194	107	222	178	160	275
选科比例	100.00%	48.15%	55.42%	55.34%	44.36%	39.84%	68.32%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	30	7					
民本中学							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	29	4	2	6	5	4	8
选科人数	446	196	105	269	194	158	309
选科比例	100.00%	43.98%	53.72%	60.32%	43.58%	35.43%	69.23%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	29	8					
鲁迅中学							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	42	7	8	8	6	4	9
选科人数	701	348	391	393	291	212	468
选科比例	100.00%	49.64%	55.77%	56.06%	41.51%	30.24%	66.76%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	47	12					

D:

杨浦职校综合高中							
选科科目	总计	物理	化学	生物	历史	政治	地理
教师人数	107	12	17	22	18	16	22
选科人数	1554	482	637	1119	699	605	1119
选科比例	100.00%	31.01%	40.99%	72.01%	44.98%	38.91%	72.01%
教室	教室 总数	高三 教室					
数目	165	30					

Java 源码

编写工具: Eclipse

环境变量:

```
java version "1.7.0_15"  
Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.7.0_15-b03)  
Java HostSpot(TM) Client VM (build 23.7-b01, mixed mode, sharing)
```

代码实现:

//启动类

```
public class Start {  
    public static void main(String[] args) {  
        Test test=new Test();  
        test.begin();  
    }  
}
```

//实现类

```
public class Test {  
    double[] Stu=new double[6];  
    int[] Tea=new int[6];  
    int StuNum = 0;  
    int Cla = 0;  
    int que = 0;  
    int kou = 0;  
    //调用执行  
    public void begin() {  
        this.data();  
        Output output=new Output();  
        output.a(Stu);  
        que=output.t1(StuNum, Stu, Tea);  
        kou=output.t2(StuNum, Cla, Stu);  
        output.T(que, kou);  
    }  
    //传输数据  
    public void data() {  
        Input input=new Input();  
        Stu=input.student();  
        Tea=input.teacher();  
        StuNum=input.studentNum();  
        Cla=input.classNum();  
    }  
}
```

```

//数据输入类
import java.util.Scanner;
public class Input {
    Scanner scan=new Scanner(System.in);
    //输入选课比例
    public double[] student() {
        double[] Stu=new double[6];
        System.out.println("请依次输入各科选课比例");
        for (int i = 0; i < Stu.length; i++)    Stu[i]=scan.nextDouble();
        return Stu;
    }
    //输入各科老师人数
    public int[] teacher() {
        int[] Tea=new int[6];
        System.out.println("请依次输入各科老师人数");
        for (int i = 0; i < Tea.length; i++)    Tea[i]=scan.nextInt();
        return Tea;
    }
    //输入学生人数
    public int studentNum() {
        System.out.print("请输入学生总人数: ");
        int StuNum=scan.nextInt();
        return StuNum;
    }
    //输入教室数量
    public int classNum() {
        System.out.print("请输入教室数量: ");
        int Cla=scan.nextInt();
        return Cla;
    }
}

//数据输出类
public class Output {
    //计算 20 种选科比例
    public void a(double[] Stu) {
        double sum=0;
        double aa=0;
        for (int i = 0; i < Stu.length; i++) {
            for (int j = i+1; j < Stu.length; j++) {
                for (int k = j+1; k < Stu.length; k++) {
                    System.out.print(i+" "+j+" "+k+"=");
                    sum=Stu[i]+Stu[j]+Stu[k];
                    aa=aa+sum;
                }
            }
        }
        double bili=sum/30;//aa
    }
}

```

```

        System.out.println(bili);
    }
}

System.out.println("*****"+aa);
}

//计算教师缺口
public int t1(int StuNum,double[] Stu,int[] Tea){
    int que=0;
    double laoshi=0;
    for (int i = 0; i < 6; i++) {
        laoshi=StuNum*Stu[i]/50-Tea[i]+1;
        if (laoshi>0) que=que+(int)laoshi;
    }
    if(que>0){
        System.out.println("教师缺口为: t1="+que);
        int q1=10130*que;
        if(q1>0)    System.out.println("满足教师缺口的条件为: q1="+q1);
    }else    System.out.println("教师无缺口");
    return que;
}

//计算教室缺口
public int t2(int StuNum,int Cla,double[] Stu){
    int[] que=new int[6];
    for (int i = 0; i < 6; i++) {
        double a=StuNum*(1-Stu[i])/150;
        if (a<1) a=1;
        double s=StuNum*Stu[i]/50+a*3;
        que[i]=(int)s-Cla+2;
    }
    int kou=que[0];
    int q;
    for (int i = 1; i < que.length; i++) {
        q=que[i];
        if (q>kou) kou=q;
    }
    if (kou>0){
        System.out.println("教室缺口为: t2="+kou);
        int q2=120000*kou;
        if(q2>0)    System.out.println("满足教室缺口的条件为: q2="+q2);
    }else    System.out.println("教室无缺口");
    return kou;
}

//选课检验

```

```
public void T(int t1, int t2){  
    double jianyan;  
    jianyan=0.35*t1+0.65*t2;  
    System.out.println("T="+jianyan);  
    if (jianyan<2) System.out.println("不需要“菜单式”选课");  
    else System.out.println("需要“菜单式”选课");  
}  
}
```