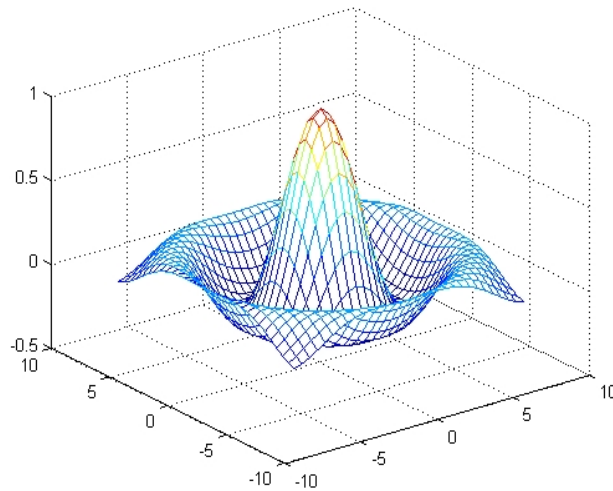


2019 江西财经大学数学建模竞赛



A 题

基于层次分析法的高中教育 与课程改革研究

参赛队员： 吴星霞、汤政达、王贤昆
参赛队编号： 2019088

2019 年 5 月 24 日~5 月 29 日

2019 江西财经大学数学建模竞赛

承 诺 书

我们仔细阅读了江西财经大学数学建模竞赛的竞赛章程。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们参赛选择的题号是（从 A/B 中选择一项填写）： A

我们的参赛队编号为 2019088

参赛队员（打印并签名）：

队员 1. 姓名 吴星霞 专业班级 金融学 173

队员 2. 姓名 汤政达 专业班级 软件工程 171

队员 3. 姓名 王贤昆 专业班级 金融学 173

日期： 2019 年 5 月 29 日

2019 江西财经大学数学建模竞赛 编号和阅卷专用页

参赛队编号：

参赛队员填写	参赛队员姓名	是否选修建模课程	本次竞赛贡献	意愿参加全国竞赛者填写以下内容，未填写视为无参赛意愿	
				所有数学类与计算机类课程成绩	在校获奖项目
	吴星霞	是	数据搜集与论文撰写	高等数学 I（93）、高等数学 II（100）、计算机基础（90）、线性代数（90）、数据库基础（86）	企业奖学金、大英赛优秀奖
	汤政达	是	数学模型的建立与程序求解，论文撰写		
	王贤昆	是	数据收集与论文撰写	高等数学 I（100）、高等数学 II（92）、计算机应用基础（94）、数据库应用（83）	2018 年全国大学生数学竞赛三等奖 2019 年全国大学生英语竞赛二等奖
阅卷填写, 参赛者不得填写	评分(百分制)			评阅人	
	最终得分			小组评价负责人	
	阅卷专家评语				
	备注	1、是否选修数学建模：指本学期是否选修了数学建模课程 2、是否有意愿参加全国竞赛：指参加今年的全国大学生数学建模竞赛，一经选定，不得退赛，否则将建议学生所在学院给予处分。培训时间：2019 年 8 月 3 日开始。			

江西财经大学数学建模竞赛组委会
2019 年 5 月 15 日制定

基于层次分析法的高中教育与课程改革研究

摘 要

本文通过以地区经济发展状况及教学资源丰富程度为指标，分层抽取了不同地区不同条件的四所中学，搜集了相关数据。

对问题一，我们采用层次分析法，将影响学生选课的主要因素量化并构造判断矩阵，由矩阵的特征值确定判别的一致性；由相应的特征向量表示各因素的影响权重，计算权向量，最后综合排序得到各选课组合选择人数的估算结果。

对问题二，我们将估算结果与学校现有教学资源进行比较，发现只有少部分资源丰富的中学能满足“7选3”选科方案，而大部分资源紧缺的中学由于师资不足，无法满足课程改革要求。因此，我们借助互联网等高新技术，提出了建立移动教研平台与网络学习空间方案，在一定程度上缓解了学校硬件设施紧缺、教师利用率低下等问题。

对问题三，我们建议符合课程改革条件的中学实行“全员走班制”，而那些即使采用了问题二中提出的方案，也无法满足课程改革要求的学校，我们建议其采用“2+1”菜单式选科方案，按照2门共同选考科目重新组建班级，语文、数学、外语和2门共同选考科目实行行政班教学，余下1门选考科目实行走班教学，并且分析了菜单式选科方案的优劣，给中学提出了一系列适应课程改革的建议。

关键词：层次分析法 权重 判断矩阵 “2+1”菜单式选科方案

目录

1. 问题重述.....	2
2. 问题分析.....	3
3. 模型假设.....	4
4. 符号说明.....	4
5. 模型建立与求解.....	4
6. 模型分析.....	10
7. 参考文献.....	13
8. 附录.....	14

1. 问题重述

2014 年，国务院发布《国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见》。意见提出新高考改革的主要任务和措施，要求改进招生计划分配方式、改革考试形式和内容以及招生录取机制等，上海、浙江首批开始高考综合改革试点，北京、天津、山东、海南等四省市于 2017 年启动改革试点。前两轮试点在完善高中育人方式、增强学生综合素质、优化高校选才方式等方面进行了积极探索，取得了有益经验。第三批将有 18 个省要在 2018 年启动新高考。但是根据《南方周末》2018 年 11 月 22 日报道，只有广东、福建、湖南、湖北、重庆、江苏、河北、辽宁等八省市发布了高考综合改革方案，从 2018 年秋季入学高一学生开始启动改革。对于为何 10 个试点省份未按期启动新高考方案，调查显示一些省份对于新高考改革态度审慎、整体延迟主要原因是这些省份在对先行试验的地点进行调研后，发现了“自身资源跟不上改革节奏”的现象。

一方面，学校排课十分复杂，更是极大地增加了师资和教室/实验室等教学资源的需求，对经济和教育发展水平相对滞后的地区来说，可能是难以承受的。另一方面，选择不同组合的学生数量很可能差异很大，而且由于社会变化的种种原因，学生的选择也会逐年变化。因此，即使编制和财力允许，由于学生选择的多样性和时变性，资源的利用将有可能是低效的，因为目前我国高中阶段为非义务教育，所以办学会不经济。特别，如果出现教师因学生选科而造成“赋闲”，对学校也将是一件“麻烦事”。考虑到以上这些情况，已经试行“新高考”的地方，不少学校采取了“退而求其次”的做法——“菜单式”选择，即在所有的选科组合中限定几种供学生选。

请建立模型求解以下问题：

1、资料查找：在某个发布了新高考改革方案的省里选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。要求说明推断的依据和方法。

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。根据当地教育行政部门有关政策规定（如“师生比”、财政拨款、工资水平等），同时借鉴教育发达国家在相关教育领域里的经验，分析解决每一项缺口所需要的条件和可能性。

3、如果所需的资源不能全部满足，请提出“菜单式”选科的建议，并分析各种方案的利弊。

4、如果所需的资源得到满足，试给出排课方案，或分析合理排课的复杂性。

2. 问题分析

2.1 学校的选取

考虑到所选取的学校数据应具有代表性，在实行新高考改革的省份中选择了浙江省之后，我们采用分层抽样的方法，以地区 GDP 和教育资源作为分层指标，选取了两类有代表性的城市：第一类为杭州市和绍兴市，地区 GDP 在省内名列前茅，代表经济较发达地区；第二类为瑞安市和舟山市，年 GDP 较为靠后，代表经济较落后地区。而后从两类地区共抽取四所学校作为分析对象：杭州外国语中学、瑞安第四中学，代表了教育资源丰富的中学；绍兴市稽山中学、舟山中学，代表了教育资源紧缺的中学。最后，从互联网上寻找选取学校的相关数据，相关数据主要包括学生规模、各科教师数量、教师工资水平、硬件资源数量（教室、实验室）、学校文化传统及特色。

2.2 选课情况的分析与估算（第一问）

由于学生最终的选课情况不仅受师资、学校硬件等客观因素制约，还受个人成绩、自身兴趣、所在学校的学科建设情况、对学科的了解程度、各科老师的受欢迎程度、当地的文化传统等非数字化的主观因素影响，需要将这些主观因素对学生选课的影响程度进行量化，才能更准确的预测各可能的选课组合选择人数。于是我们采用层次分析法，建立层次结构模型，对各个因素影响学生选课的轻重程度量化并构造判断矩阵，由矩阵的特征值确定判别的一致性；由相应的特征向量表示各因素的影响权重，计算权向量，最后综合排序得到各选课组合选择人数的估算结果。

2.3 资源缺口的解决方案分析（第二问）

基于之前得到的各排课组合的预计选课人数表，再与学校现有教育资源的对比得出各类资源所面临的缺口以及资源盈余情况。对相关国外文献进行查阅，借鉴其教育资源缺口的解决方案，对解决自主排科情况下资源缺口的条件以及可能性进行分析。

2.4 菜单式选科方案的选择与分析（第三问）

当现有的教育资源不能全部满足自主排科的需求时，我们将考虑菜单式选科方案。从现有教育资源利用率最高、学生的自主选择最大限度得到满足、改革成本最

低等维度进行分析，得出若干种固定的排科方案，再对各种方案做全面的利弊分析。

3. 模型假设

- (1) 每个年级的学生选课情况大致相同；
- (2) 不存在有学生不进行选课的情况；
- (3) 在一般情况下，任某学科的老师无法执教另一门学科，即不能跨学科任课；
- (4) 假设各个不同的方案均是在公平公正的原则下实施，不存在有学校、家长强迫学生选课的行为；

4. 符号说明

w_j ：各种因素的贡献权重；

C_j ：方案层中学生可选择的选科方案；

B_n ：方案层中学生可选择的选科方案；

A ：合理度的几个影响因素通过两两比较得到的判断矩阵；

λ_{\max} ：判断矩阵 A 的最大特征值；

$C.I.$ ：判断矩阵 A 的一致性指标；

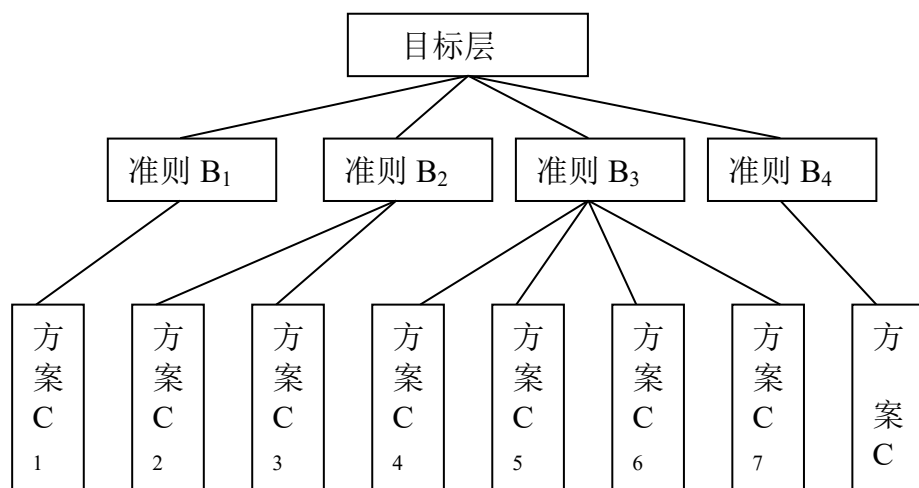
5. 模型建立与求解

5.1 基于层次分析法的各选课组合选择人数预估模型（第一问）

（1）模型建立

一、建立层次结构分析模型

将问题条理化、层次化，构造出一个有层次的结构模型。层次分为三层：目标层、准则层和方案层。下图为例



图一 例

二、构造判断矩阵

比较同一层次元素对上一层次同一目标的影响，从而确定它们在目标中所占的比重。采用两两比较的方法，求出他们对于同一个目标的重要性的比例标度，标度等级为 1, 2, ..., 9, 1/2, 1/3, ..., 1/9，得到两两比较判断矩阵。

下表给出 1~9 标度的含义：

表 2 标度含义表

标度	含义
1	表示两个元素相比，具有同样重要性
3	表示两个元素相比，前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比，前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比，前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比，前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若元素 I 和元素 j 的重要性之比为 a_{ij} ，那么元素 j 和元素 I 的重要性之比为 $1/a_{ij}$

根据上述给出的标度含义表，对于任何一个准则，几个被比较元素通过两两比较就可以得到一个判断矩阵：

$$A = (a_{ij})_{n \times n}$$

其中， a_{ij} 就是 u_i 与 u_j 相对于 C 的重要性的比例标度。

三、确定各指标初始权数

初始权数的确定常常采用定性分析和定量分析相结合的方法。一般是先组织专家，请各位专家给出自己的判断数据，再综合专家的意见，最终形成初始值。具体操作步骤如下：

第一步，将分析研究的目的、已经建立的评价指标体系和初步确定的指标重要性的量化标准发给各位专家，请专家们根据上述的比例标度值表所提供的等级重要性系数，独立地对各个评价指标给出相应的权重。

第二步，根据专家给出的各个指标的权重，分别计算各个指标权重的平均数和标准差。

第三步，将所得出的平均数和标准差的资料反馈给各位专家，并请各位专家再次提出修改意见或者更改指标权重数的建议，并在此基础上重新确定权重系数。

第四步，重复以上操作步骤，直到各个专家对各个评价项目所确定的权数趋于一致、或者专家们对自己的意见不再有修改为止，把这个最后的结果就作为初始的权数。

四、层次总排序的权重

根据得到的判断矩阵，我们采用“特征根法”来求解判断矩阵中被比较元素的排序权重向量。若矩阵 A 的最大特征值 λ_{max} 对应的特征向量是 W ，将所得到的 W 经归一化后就是要求的权重向量。

设 $W^{(k-1)} = (\omega_1^{(k-1)}, \omega_2^{(k-1)}, \dots, \omega_{n_{k-1}}^{(k-1)})^T$ 表示第 $k-1$ 层上 n_{k-1} 个元素相对于总目标的排序权重向量，用 $P_j^{(k)} = (p_{1j}^{(k)}, p_{2j}^{(k)}, \dots, p_{n_k j}^{(k)})^T$ 表示第 k 层上 n_k 个元素对第 $k-1$ 层上第 j 个元素为准则的排序权重向量，其中不受 j 元素支配的元素权重取为零。那么第 k 层上元素对目标的总排序 $W^{(k)}$ 为：

$$W^{(k)} = (\omega_1^{(k)}, \omega_2^{(k)}, \dots, \omega_{n_k}^{(k)})^T = P^{(k)} W^{(k-1)}$$

五、层次总排序的一致性检验求解

根据多层一致性指标的计算方法

$$C.R.^{(k)} = \frac{C.I.^{(k)}}{R.I.^{(k)}} = \frac{(C.I._1^{(k)}, \dots, C.I._{n_{k-1}}^{(k)}) W^{(k-1)}}{(R.I._1^{(k)}, \dots, R.I._{n_{k-1}}^{(k)}) W^{(k-1)}} \quad (18)$$

利用上面求得的各个层次的一致性比例，得到 $C.I.^{(n)} = x < 0.1$ ，符合递阶层次结构在3层水平以上的所有判断具有整体满意一致性的标准，即所得的排序权重向量是合理的。

五、综合权重的求取

当用两种以上的权重确定方法时，就存在一个如何求取综合权重的问题，常用的算法有两种：

1) 乘法

$$\omega_j = \prod_{k=1}^m \omega_j^k / \sum_{j=1}^n \prod_{k=1}^m \omega_j^k \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

其特点是对各种确定方法求得的权重一视同仁，其中 m 为采用的权重确定方法的数量。

2) 加法

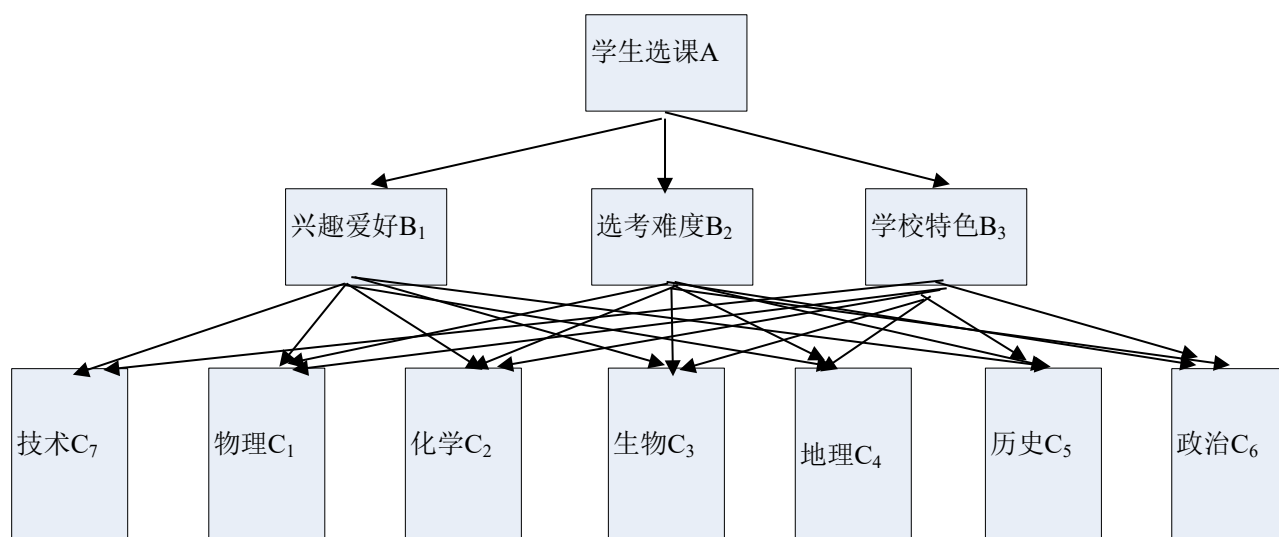
$$\omega_j = \sum_{k=1}^m \lambda_k \omega_j^k / \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \lambda_k \omega_j^k \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

其特点是各种权重之间有线性补偿作用。其中 λ_k 为各种权重求取方法确定的权的“重要性”系数，有 $\sum_{k=1}^m \lambda_k = 1$ 。

在本题中，由于我们无法得到各种权重之间的线性补偿作用，只能退而求其次，对各种确定方法求得的权重一视同仁，也就是采取乘法的方式求取综合权重。

(2) 模型求解

由于学生最终的选课情况不仅受师资、学校硬件等客观因素制约，还受个人成绩、自身兴趣、所在学校的学科建设情况、对学科的了解程度、各科老师的受欢迎程度、当地的文化传统等非数字化的主观因素影响，我们便将对选课情况影响程度较大的主要影响因素列出啦，然后建立层次结构，如下图：



图二 选课方案递阶层次结构

依据上述的层次分析方法，运用 matlab 软件编写程序，计算得到如下各个层次下的判断矩阵和其对应的排序权重向量、一致性指标：

表 1 目标层的判断矩阵

A	B_1	B_2	B_3	B_4	$w^{(2)}$
B_1	1	3	5	2	0.4729
B_2	1/3	1	3	1/2	0.1699
B_3	1/5	1/3	1	1/4	0.0729
B_4	1/2	2	4	1	0.2844

$$\lambda_{max}=4.051$$

$$C.I.=0.0170$$

$$R.I.=0.8900$$

$$C.R.=0.0191$$

表 2 准则层 B_1 的判断矩阵

B_1	C_1	C_2	C_3	C_4	$w^{(2)}$
C_1	1	4	5	2	0.4629
C_2	1/4	1	3	1/2	0.1799
C_3	1/5	1/3	1	1/4	0.0729
C_4	1/2	2	4	1	0.2844

$$\lambda_{max}=4.042$$

$$C.I.=0.0103$$

$$R.I.=0.8900$$

$$C.R.=0.0116$$

表 3 准则层 B_2 的判断矩阵

B_2	C_4	C_5	C_6	C_7	$P_3^{(3)}$
C_4	1	2	3	4	0.4673
C_5	1/2	1	2	3	0.2772
C_6	1/3	1/2	1	2	0.1601
C_7	1/4	1/3	1/2	1	0.0954

$$\lambda_{max}=4.042$$

$$C.I.=0.0103$$

$$R.I.=0.8900$$

$$C.R.=0.0116$$

表 4 准则层 B_3 的判断矩阵

B_3	C_4	C_5	C_6	C_7	$P_3^{(3)}$
C_4	1	2	3	4	0.4673
C_5	1/2	1	2	3	0.2772
C_6	1/3	1/2	1	2	0.1601
C_7	1/4	1/3	1/2	1	0.0954

$$\begin{aligned}\lambda_{max} &= 4.042 \\ C.I. &= 0.0103 \\ R.I. &= 0.8900 \\ C.R. &= 0.0116\end{aligned}$$

C 层对 A 的总排序 $W^{(3)} = (w_1^{(3)}, w_1^{(3)}, \dots, w_8^{(3)})^T$ 可用下表计算得:

表 5 合成排序

B \ C	$w_1^{(2)} = 0.4729$	$w_2^{(2)} = 0.1699$	$w_3^{(2)} = 0.0729$	$w_4^{(2)} = 0.2844$	$W^{(3)}$
	$P_1^{(3)}$	$P_2^{(3)}$	$P_3^{(3)}$	$P_4^{(3)}$	
C_1	1	0	0	0	0.4729
C_2	0	0.75	0	0	0.1274
C_3	0	0.25	0	0	0.0425
C_4	0	0	0.4673	0	0.0341
C_5	0	0	0.2772	0	0.0202
C_6	0	0	0.1601	0	0.0117
C_7	0	0	0.0954	0	0.0069

得到的 W 即为影响彩票方案合理度的各因素的权重:

表 6 各因素权重

	1	2	3	4	5	6	7	
W	0.4729	0.1274	0.0425	0.0341	0.0202	0.0117	0.0069	

利用上面求得各个层次的一致性比例, 得到 $C.I.^{(3)} = 0.0116 < 0.1$, 符合递阶层次

结构在 3 层水平以上的所有判断具有整体满意一致性的标准，即所得的排序权重向量是合理的。

将所有因素综合到一起，得到综合因素对各门科目的选课影响权重：

表 7 各科目权重

	物理	化学	生物	地理	历史	政治	技术	
W	0.4729	0.5274	0.4925	0.4741	0.4302	0.4217	0.2969	

最后，运用公式

$$\omega_j = \prod_{k=1}^m \omega_j^k / \sum_{j=1}^n \prod_{k=1}^m \omega_j^k \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

得到各门科目组合到一起的被选权重，乘与学校总人数，得到了最终结果：

（详见附录）

6. 模型分析

6.1 资源缺口的解决方案分析（第二问）

基于之前得到的各排课组合的预计选课人数表，再与学校现有教育资源的对比得出各类资源所面临的缺口以及资源盈余情况。对相关国外文献进行查阅，借鉴其教育资源缺口的解决方案，对解决自主排科情况下资源缺口的条件以及可能性进行分析,借助下列从各学校搜集到的数据：

学校名称	绍兴市稽山中学	瑞安第四中学	杭州外国语学校	舟山中学
所处地区	绍兴市	瑞安市	杭州市	舟山市
地区 GDP(2018 年)	5416.90 亿元	863 亿元	13509.20 亿元	1316.70 亿元
学生总数	2600	2100	2500	2336
教师总数	180	192	240	172
理科教师	116	73	83	98

总数

文科教师 总数	64	119	153	74
------------	----	-----	-----	----

教师每月 平均工资	6124 元	4874 元	7470 元	4305 元
--------------	--------	--------	--------	--------

教室总数	43	44	45	41
------	----	----	----	----

其他设施	有 高 规 格 的 计 算 机 房、语 音 教 室、多 媒 体 报 告 厅、网 络 教 室 和 1000 兆 校 园 计 算 机 局 域 网、双 向 闭 路 电 视 系 统、灯 饰 照 明 系 统、音 响 广 播 系 统。有 体 育 馆、塑 胶 跑 道 田 径 场 及 草 皮 足 球 场、8 个 篮 球 场、6 个 排 球 场。图 书 馆、资 料 室、阅 览 室 设 备 齐 全，藏 书 13 万 余 册。	校 园 占 地 面 积 95000 多 平 方 米，校 园 教 学 大 楼、理 化 生 实 验 室、音 美 艺 术 楼，多 功 能 阶 梯 教 室、文 艺 演 出 厅、书 报 阅 览 室、图 书 馆、计 算 机 房、多 媒 体 教 室、篮 球 场、400 米 塑 胶 跑 道 和 8 人 一 房 式 的 学 生 宿 舍、餐 厅 等 场 地；教 室 多 媒 体 教 学 小 平 台，投 影 等 俱 全。	体 育 馆、图 书 信 息 中 心、500 人 以 上 的 报 告 厅、标 准 田 径 场、网 球 场、学 生 餐 厅、学 生 公 寓 等 先 进 设 施。校 内 还 配 备 先 进 的 计 算 机 网 络、多 媒 体 教 学 设 备、通 讯 系 统、理 化 生 实 验 室 等 各 种 专 用 教 室 及 设 备。	校 园 内 既 有 现 代 化 建 筑 风 格 的 15 层 海 洋 科 技 大 楼，又 有 具 有 80 余 年 历 史 的 具 有 深 厚 文 化 底 蕴 的 “思 刘 堂”。校 舍 设 施 完 善，教 育 设 备 先 进，建 有 电 脑 室、语 音 室、多 动 能 电 子 阅 览 室、报 告 厅、会 展 厅、体 育 馆、游 泳 池、图 书 馆、各 类 教 室 及 其 它 各 种 功 能 的 场 馆，现 代 化 教 育 装 备 齐 备、先 进。
------	--	--	--	--

分析发现，大部分教育资源不那么丰富的学校，现有资源无法满足排课方案的要求，跟不上新高考改革的要求。而借鉴国外经验，需要教师能胜任多科目的教学，而我国大部分教师还无法胜任多科目教学的任务。由此，我们为了缓解师资不够的问题，提出了下面一些方案：

（1）建立移动教研平台

走班教学开展教学研究与互动的最基本的途径与形式是围绕课堂教学的流程与环

节，集聚专家、教师、家长、学生开展评议、讨论。传统教研活动依靠现场看课、听课、纸质评课的模式开展，最后沉淀为一份纸质的文稿。而移动教研只需通过一个智能终端就可以完成教研活动，教师根据大量专家与同领域教师的评教报告，了解自己的不足之处，还可通过平台评价其他教师的任何一节课，并被记录与沉淀为课例资源。本文设计的移动教研平台如图 2 所示。

相比于传统教学，移动教研平台具有以下优势：

第一，打破了时空限制。线上完成看课、评课、赛课，任何参与者都可以在任意时间、地点完成教研活动。

第二，教研参与度高。移动教研平台支持邀请教师、专家、家长、学生等参与教研，线上教研使得参与者更多。

第三，数据利用率高。线上教研能够实现数据实时回收，生成评课报告，多次评课数据可以联动分析，移动教研平台帮助沉淀

课程资源。

以信息技术为支撑的移动教研平台旨在解决中小学教师在教学、教研、学习、培训等常态化工作中所面临的需求和痛点，以“触手可及”“用完即走”的方式，逐渐积累教师常态化教学研究过程中的“小数据”，以小见大反馈出教师教学研究能力的差异，针对性地提供教师成长解决方案。

（2）建立网络学习空间

怎样才能引导学生选出最适合自己的课程呢？我们提出建立以信息技术为支撑的网络学习空间。

目前，学生的学习空间包括以传统教室、实验室为代表的正式学习空间和以走廊、休息室或校园里的长椅为代表的非正式学习空间，二者共同构成了学生学习的实体学习空间。而网络学习空间是随信息技术发展而不断完善、不断进化的个性化虚拟学习支持环境，是智慧学习环境的高端形态。

相比于实体学习空间，网络学习空间具有以下特点：

第一，新路径观。以学习者为中心，与技术、创新、变革相融合，协调教师、学生、家长等多方力量助力学生发展。

第二，新资源观。通过数字资源的应用、获取与生成，迎合教育资源的张力需要，提供满足个性化学习路径的新资源。

第三，新体验观。支持、管理在线活动的开展，丰富学习者的学习体验，帮助学习者找到学习兴趣。

6.3 菜单式选科方案的选择与分析（第三问）

即使采用上述方案，利用互联网等高新技术，建立移动教研平台与网络学习空间，

也只是在一定程度上缓解了学校硬件设施紧缺、教师利用率低下等问题，却无法从根本上解决师资不足、排课复杂度过高等问题。因此，我们采用菜单式选科方案，分层次对三类学校给出了三种建议：

（1） 全员走班。对于那些师资条件充足、教学设施完善的学校，例如杭州外国语中学，我们建议其保留行政班，语文、数学、英语三科实行行政班教学或按不同学业水平分层走班教学，其他六门选考科目实行分层或分类走班，学生自主选课、走班教学。

（2） 分部走班。对于那些师资条件比较紧缺、教学设施不够完善的学校，例如舟山中学，我们建议学校保留行政班，将同一年级的班级分为若干不同的学部进行，语文、数学、英语实行行政班教学或分层走班教学，同一学部内的学生，选考科目实行学生自主选课、走班教学。这种模式通过分部，缩短了学生走班的距离，降低了走班管理难度，有利于教学过程管理与质量评价。

（3） “2+1” 菜单式选科方案。同样是对于那些条件较差的学校，我们建议根据“最大范围的选，最小范围的走”原则，高一按照行政班教学，在高一下学期或高二上学期要求学生提前确定选考科目，学校按照 2 门共同选考科目重新组建班级，语文、数学、外语和 2 门共同选考科目实行行政班教学，余下 1 门选考科目实行走班教学。

这种“2+1”的菜单式选科方案，优点在于，通过编班减少了走班，容易管理，将教师的教学压力大大减轻，也方便教务处进行排课；但缺点也很明显，“2+1”的菜单式选科方案势必产生学生提前确定选考科目、固化选考科目的现象，影响了学生的选择权。

因此我们要求学校要满足学生选课需求及实际开好 7 门课，不能以套餐形式约束学生的选择。实行分类分层走班教学，通过分类分层处理课程内容，通过学生自主选择组建教学班，授课教师平行安排来改革教学和评价方式，强化教育资源配置，改变了行政班“统一要求齐步走”的教学，能让学生在自己的“最近发展区”学习，也促使教师更加细致地研究每一个学生，从而真正实现“以学生为本”的教育理念。

7. 参考文献

- [1]萧树铁，《数学实验》第二版，高等教育出版社，2006 年 5 月
- [2]边新灿、李祎、范笑仙，新高考改革遭遇“应试教育”掣肘的多因素分析，国家教育基金 2018 年教育学课题（BHA180146）的阶段性研究成果，P102-110
- [3]吴鹏飞、冯玉琴，走进教学实施难题的破解路径，中国信息技术教育，MAY.2019.NO.09，P100-102
- [4]梁灿、柯政，各省市高考改革方案的比较分析，考试与评价，P52-55
- [5]王殿军，八省市高考改革方案带来的启示，中国教育报，2019 年 4 月 29 日第 002 版
- [6]李珊珊，新高考改革下如何避免思政学科的遇冷问题，
- [7]唐丽芳、贾东青、孟庆鹏，用 MATLAB 实现灰色预测 GM（1，1）模型，沧州师范

专科学校学报, 2008 年第二期, P35-37

[8]Educating Citizens serves to educate at all levels of higher education, Rebecca Jordan, On the Horizon, Vol. 14 Issue: 1, pp.7-8

[9]韩平、方红峰、任学宝、钱万军、王小平, 浙江高考综合改革试点的创新实践与探索, 华东师范大学学报, 2018 年 3 月

[10 瑞安市第四中学官网,]<http://ra4ms.rajyj.com/>, 2019 年 5 月 25 日

8. 附录

1.根据判断矩阵求权向量值的 matlab 程序:

```
disp('请输入判断矩阵 A(n 阶)');
A=input('A=');
[n,n]=size(A);
x=ones(n,100);
y=ones(n,100);
m=zeros(1,100);
m(1)=max(x(:,1));
y(:,1)=x(:,1);
x(:,2)=A*y(:,1);
m(2)=max(x(:,2));
y(:,2)=x(:,2)/m(2);
p=0.0001;i=2;k=abs(m(2)-m(1));
while k>p
    i=i+1;
    x(:,i)=A*y(:,i-1);
    m(i)=max(x(:,i));
    y(:,i)=x(:,i)/m(i);
    k=abs(m(i)-m(i-1));
end
a=sum(y(:,i));
w=y(:,i)/a;
t=m(i);
disp('权向量');disp(w);
```

```

disp('最大特征值');disp(t);
%以下是一致性检验
CI=(t-n)/(n-1);RI=[0 0 0.52 0.89 1.12 1.26 1.36 1.41 1.46 1.49 1.52 1.54 1.56 1.58
1.59];
CR=CI/RI(n);
if CR<0.10
disp('此矩阵的一致性可以接受!');
disp('CI=');disp(CI);
disp('CR=');disp(CR);
else
disp('此矩阵的一致性不可以接受!');
end

```

2. 分层抽取的浙江省四所中学相关数据

学 校 名称	绍 兴 市 稽山中学	瑞 安 第四中学	杭 州 外 国 语中学	舟 山 中学
所 处 地区	绍 兴 市	瑞 安 市	杭 州市	舟 山 市
地 区 GDP(2018 年)	5416.90 亿元	863 亿 元	135 09.20 亿 元	1316. 70 亿元
学 生 总数	2600	2100	250 0	2336
教 师 总数	180	192	240	172
理 科 教师总数	116	73	83	98
文 科 教师总数	64	119	153	74
教 师 每月平均 工资	6124 元	4874 元	747 0 元	4305 元
教 室 总数	43	44	45	41
其 他 设施	有高规 格的计算机 房、语音教 室、多媒体	校 园 占地面 积 95000 多平 方米,校园	体 育馆、图 书 信 息 中 心 、	校 园 内既有现 代化建筑 风格的 15

	<p>报告厅、网络教室和1000兆校园计算机局域网、双向闭路电视系统、灯饰照明系统、音响广播系统。有体育馆、塑胶跑道田径场及草皮足球场、8个篮球场、6个排球场。图书馆、资料室、阅览室设备齐全，藏书13万余册。</p>	<p>教学大楼、理化生实验室、音美艺术楼，多功能阶梯教室、文艺演出厅、书报阅览室、图书馆、计算机房、多媒体教室、篮球场、400米塑胶跑道和8人一房式的学生宿舍、餐厅等场地；教室多媒体教学小平台，投影等俱全。</p>	<p>500人以上的报告厅、标准田径场、网球场、学生餐厅、学生公寓等先进设施。校内还配备先进的计算机网络、多媒体教学设备、通讯系统、理化生实验室等各种专用教室及设备。</p>	<p>层海洋科技大楼，又有具有80余年历史的具有深厚文化底蕴的“思刘堂”。校舍设施完善，教育设备先进，建有电脑室、语音室、多功能电子阅览室、报告厅、会展厅、体育馆、游泳池、图书馆、各类教室及其它各种功能的场馆，现代化教育装备齐备、先进。</p>
学校特色	<p>学校总体偏理科，同时在体育教学方面见长，在市属中学排球、男篮、乒乓球和健美操比赛中，该校频频夺冠。在最近8年的绍兴市属中学生运动会上，校田径队7次荣</p>	<p>学生社团众多，校园里学生自发组建有秋水文学社、阳光之音广播站、春之声剧社、漫画社、辩论队、书法协会、摄影协会、英语沙龙、定向运动协会、科</p>	<p>制辩论等特色精品课程，初高中衔接课程、大学预科班课程，以及法语、德语、日语、西班牙语等多种课程，外</p>	<p>全国数理化竞赛成绩突出，近几年在全国、省数理化各科竞赛中获大奖的每年达到150人次以上，尤其在化学奥林匹克竞赛(浙江赛</p>

	<p>获团体总分第一名。1995年以来,共向高校输送43位体育人才,有20余人次达到国家二级运动员标准。</p>	<p>技俱乐部等在学生中有广泛影响;定期举行艺术节、班际文体活动等各类活动,校园生活丰富多彩。</p>	<p>文节、文化节、科技节、艺术节、体育节等“五大节”</p>	<p>区上)独占鳌头。</p>
--	--	---	---------------------------------	-----------------