

## 2008 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

### 承 诺 书

我们仔细阅读了中国大学生数学建模竞赛的竞赛规则。

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（包括指导教师）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/C/D 中选择一项填写）：         B        

我们的参赛报名号为（如果赛区设置报名号的话）：         1910        

所属学校（请填写完整的全名）：         华南农业大学        

参赛队员（打印并签名）： 1.         关继杰        

2.         刘文彬        

3.         许润萍        

指导教师或指导教师组负责人（打印并签名）：         聂笃宪        

日期：         2008        年         9        月         21        日

---

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

## 2008 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

### 编 号 专 用 页

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

评 阅 人										
评 分										
备 注										

全国统一编号（由赛区组委会送交全国前编号）：

全国评阅编号（由全国组委会评阅前进行编号）：

# 高等教育学费标准探讨

## 摘要

教育是关系国计民生的大事,本文建立了教育-社会贡献转化优化规划模型,贫困生生活质量改善优化规划模型和助学补助函数模型来对高等教育学费标准进行探讨。

文中首先对 2006 年中国教育公报历史数据进行因子分析,根据不同省份的地方政府生均拨款、培养费用的总量和增长比例,得到省份的综合实力得分排名和发展潜力得分排名,初步得到各个省份教育实力的差异。接着根据城镇居民人均可支配收入进行聚类分析,选取 8 个代表性地区,建立学费走廊构造模型,得到政府对地区城镇居民学费补贴的金额。由于高等教育事业关系国家社会的发展和家庭个人的前途,国家在社会与家庭个人都应当承担一定的教育成本费用,因此国家在发展教育事业上应该做到三个“合理”:承担合理的教育成本,制定合理的学费标准,并给予贫困生合理的助学补助。根据这三个“合理”建立教育-社会贡献转化优化规划模型和贫困生生活质量改善优化规划模型这两个模型来分析当前高等教育学费的合理性;并在模型 2 建立的基础上建立助学补助函数模型,使助学金的分配更加方便。

**模型 1 教育-社会贡献转化优化规划模型** 以承担合理的教育成本和制定合理的学费标准作为评价指标,考虑到家庭、个人承担的学费能力情况及对教学资源的需求,国家、社会投入经费的有限性为约束条件,全体大学生对社会未来发展的贡献率最大为目标函数,建立优化规划模型,求解得到不同级别院校不同专业的学费标准以及政府、社会对应需要投入的教育经费。

**模型 2 贫困生生活质量改善优化规划模型** 引入贫困生助学基金分配原则,以给予贫困生合理的助学补助作为评价标准,对模型 1 进行进一步讨论,以不同家庭的收入水平和相应得到的助学金金额为约束条件,贫困生生活质量得到改善最大为目标函数,建立优化规划模型,最终得到不同收入阶层的家庭学生就读不同级别院校不同专业得到的政府教育补贴的金额。

同时以广东高等教育院校为分析对象,将大学分为 3 个批类,选取 13 个类型的专业,对模型 1 和模型 2 进行求解,得到不同级别院校不同专业的学费标准以及政府、社会对应需要投入的教育经费,对比广东各大高校的收费标准,可以得出当前大部分专业学费标准比较合理,而农林类专业和生物类专业学费现行收费明显低于标准值。

**模型 3 助学补助函数模型** 为了使助学金的分配更加方便,提出了简单求解法,并运用这种方法,在第二个模型的基础上建立助学补助函数模型,求解出助学补助与学生家庭可支配收入和需交学费之间的函数关系式,为助学金分配和学费标准的制定提供定量分析的依据。

最后对模型进行推广并根据模型的结果给有关部门提出建议。

**关键词:** 学费走廊 教育-社会贡献转化最优模型 贫困生生活质量改善优化模型 助学补助函数模型

## 一 问题的重述

### 1.1 背景资料:

高等教育事关高素质人才培养、国家创新能力增强、和谐社会建设的大局，因此受到党和政府及社会各方面的高度重视和广泛关注。培养质量是高等教育的一个核心指标，不同的学科、专业在设定不同的培养目标后，其质量需要有相应的经费保障。高等教育属于非义务教育，其经费在世界各国都由政府财政拨款、学校自筹、社会捐赠和学费收入等几部分组成。对适合接受高等教育的经济困难的学生，一般可通过贷款和学费减、免、补等方式获得资助，品学兼优者还能享受政府、学校、企业等给予的奖学金。

学费问题涉及到每一个大学生及其家庭，是一个敏感而又复杂的问题：过高的学费会使很多学生无力支付，过低的学费又使学校财力不足而无法保证质量。学费问题近来在各种媒体上引起了热烈的讨论。

### 1.2 需要解决的问题:

请你们根据中国国情，收集诸如国家生均拨款、培养费用、家庭收入等相关数据，并据此通过数学建模的方法，就几类学校或专业的学费标准进行定量分析，得出明确、有说服力的结论。最后，根据你们建模分析的结果，给有关部门写一份报告，提出具体建议。

## 二 问题的分析

### 2.1 现行中国大学教育学费分布的大致状况

大学教育不同的领域，不同的专业间的学费收费标准各不相同。收费最高为艺术类院校，每年学费达到 15000—18000 元，有的高达 25000 元：艺术设计专业，音乐，美术专业的收费价位集中在 10000 元。其他理工专业大致为 4600—5500 元，外语，医科专业 5000—6000 元，文科院校如经济类，财政类学费标准为 4200—5000 元之间。

高校收费的特点：一 名牌，重点大学收费较高，一般大学收费较低，重点大学中，大部分学校和专业的收费标准在 3000—4000 元/学年，专科院校的平均费用反而比大部分本科要高。二 热门专业收费较高，一般专业收费较低：发达地区以及沿海地区收费较高，发展中地区和内陆地区收费较低。三 艺术类，计算机类，广告设计类等新型热门专业收费较高；国家重点扶持专业如师范类，军事类，农林类的收费就会相对较低。

### 2.2 关于影响学费标准因素的分析

高校收费需要考虑的因素有生均教育成本，学校办学水平及专业方向，不同经济状况与财政模式的影响，国家对人才的需要，学生居住地标准，教育收费标准的相关指标比较。

根据专家的研究，学费应该按照生均教育成本 25%收取，而且高等教育成本会随时间的推移呈上升的趋势，超过居民的可支配收入和家庭财产增长的幅度，也会超过居民家庭心理承受能力和预期的增长情况。

学校办学质量可以看做是一种品牌效应和成本的沉淀。名牌学校的资源充裕，

有良好的社会口碑，得到国家和政府的财政补贴相对较多，会更加注重学生的质量和学习能力，而民办学校或者一般本科则更看重学生的经济条件，学杂费对学校的正常运转有不可忽略的作用。

中央政府对教育的持续投资，对大学生实行奖学金，助学金和银行贷款补助，重视科学技术作为第一生产力，实行科教兴国战略。国家对教育支持的经费主要来自税收，取之于民用之于民。但是培养人才是一种长期的投资，收益回报的时间漫长，因此需要地方政府的配合。地方经济的发展程度直接影响当地的教育水平和教育质量，还会对家庭的承担能力和需求效力起到潜在的促进或者抑制作用。

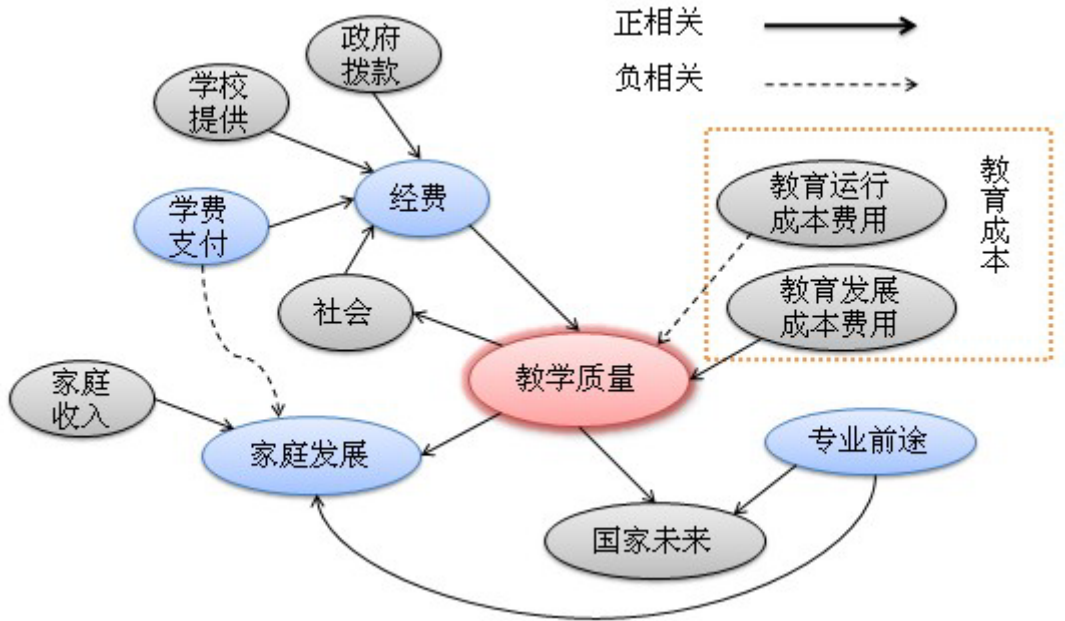


图 1 学费总体因素关系模型

### 2.3 评价学费合理程度需要考虑的指标

#### （1）中央政府和地方政府对教育的重视程度

政府对教育投入的经费越多，所占财政支出的比例越大，教育的发展前景就会越好。衡量的指标主要体现在预算内教育拨款增长与财政经常性收入，包括预算内教育拨款包括教育事业费、科研经费、基建经费和其他经费。但同时考虑地方财政经常性收入增长比例无法统一测算，表中各地财政经常性收入增长比例采用财政收入自然口径增长比例作为参考；预算内教育经费占财政支出比例情况；各级教育生均预算内教育事业费增长情况；各级教育生均预算内公用经费增长情况等等。

需要分析不同地区的教育综合实力和未来的发展前景。可以将全国不同的省份进行归类，讨论不同地区现存的优势和不足。

#### （2）高校的资金来源

国家财政性教育经费，社会团体和公民个人办学经费，社会捐资和集资办学经费，学费和杂费和其他教育经费构成高校的日常运营发展的全部资金。同时考虑到不同的资金来源会导致地区学费差异扩大。高等教育属于准公共商品，处于垄断竞争市场。国家财政性教育经费的支付者为政府，政府的投入越多，自然单个家庭的负担就会减轻，但是容易造成公地悲剧，使得纳税人承担昂贵的学

费，高收入者的支付减少，穷人的状况变坏，加剧贫富悬殊。社会团体和公民个人办学主要是作为一种长期稳定投资，更关注收益，追求利润最大化，私立学校自负盈亏，会提高最低学费，增加学生的负担。社会捐资和集资办学经费，来源有限，资金运转很容易出现短缺，教学质量难以保证。而其他教育经费所占的比例很小，影响不大。

通过对这几类因素进行聚类分析和因子，讨论当前不同地区的教育发展制约因素。

(3) 城镇居民和农村居民可以承担的学费界限

随着经济的快速发展，城乡收入差距逐步扩大，上学难上学贵成为热门话题。教育收费标准要考虑到居民的承受能力和家庭的生活水平，不能因为供养大学生而使得普通家庭返回贫困线，负载累累。根据两类家庭的人均可支配收入差别和高校的盈利水平为上下限，政府进行价格调控，对高校进行补贴，尽可能兼顾各方的利益，达到局部最优局面。

根据(1)和(2)的分类结果，抽取具有代表性的地区进行定量分析，考虑城乡差距，可以首先满足城镇居民的承担水平，再根据这个指标对农村进行适当的补贴，以达到不能让一个孩子因为经济条件而退学的目的。

(4) 专业收费标准的确定

这里我们重点分析广东的13种类型专业的基本情况。考虑专业类别的不同会导致教育成本的差异。根据隶属数据推测出广东所有高校第一批，第二批和第三批不同专业所占的比例，同时以社会需求和国家的未来发展确定不同专业的潜在社会贡献率，通过计算机多次模拟可以得到各批别院校各类专业的标准收费和各类别院校各类专业应该分配到的用于教学部分的国家拨款和社会资助。最后考虑我国正处于社会主义初级阶段，教育资金投入有限，引入财政限制因子，对专业收费标准和分配到的用于教学部分的国家拨款和社会资助进行调整。

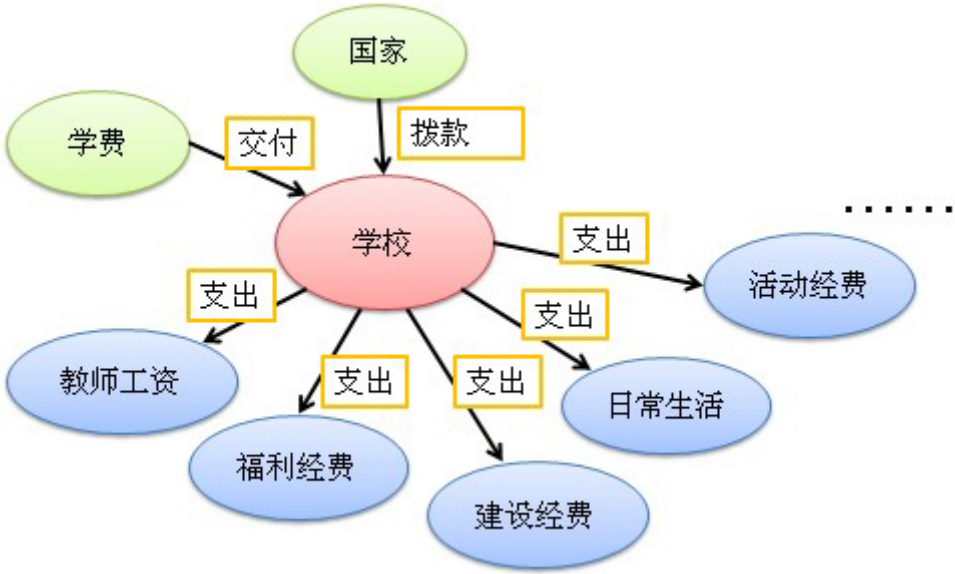


图 2 学校费用收支情况

(5) 给相关部门的建议

教育关系到国家的兴旺发达和家庭的幸福未来，必须要高度重视。高等教

育作为准公共物品，处于垄断竞争市场中，容易引发逆向选择和“公地悲剧”，因此学费需要政府和居民户来共同承担，兼顾高校的经济效益，达到最优决策，各方面的满意度最大。但考虑城乡居民收入差距扩大化，政府必须对困难户进行合适补贴，推行奖学金，助学金，助学贷款，减轻困难户的负担，提高其接受教育的积极性，同时又要防止困难户对政府的过度依赖。

根据模型所得到结果，结合实际，分别给广东政府，教育局，物价局提出对应的建议。

### 三 模型假设

1. 在一定范围内，学生教育经费与教育成本的比值可以近似认为正比于教学质量；（事实上这种内在的联系是不明确的，只知道为正相关关系，在这种情况下用简单的能表述这种关系的简单函数表述可使模型得到简化。）
2. 当教育经费增加到程度以后，其增加对教育质量的提高帮助不大；（很多事物的发展都具有一定的限度，假设是合理的。）
3. 贫困生均匀分布于各类水平的低收入家庭；（虽然社会收入呈现正态分布，但在贫富分化严重的今天正态曲线趋向平缓，假设不会引起大的误差。）
4. 贫困生按各批别院校专业人数比例分配于各专业中；（由于学生报考具有随机性，贫困生作为总体学生的一个样本分布与总体类似，假设合理。）

### 四 符号说明

#### 模型 1 的符号说明

$Q$	可分配高等教育总经费，包括国家拨款、社会资助等，（单位：元）；
$Q_1$	国家社会对大学教育成本应担总基本费用，（单位：元）；
$Q_2$	国家社会对贫困生的学费补助及生活补贴总经费，（单位：元）；
$\eta_1$	大学教育经费在总高等教育费用中所占的比重，高等教育费用除了用于大学教育外还有研究生教育及其他科研支出，大学教育仅仅占其中一部分，但大学教育设计人数最多，而且研究生教育即科研一般都有国家科研基金另外拨款，所以这里仅考虑大学教育收费问题；
$\eta_2$	直接发放的贫困生补助的教育经费在总的补助经费中的比例，补助经费一部分用于发放给贫困学生，另一部分用于处理贫困生应急事件及鼓励贫困生奋发图强的贫困生奖学金；
$N$	当前接受大学高等教育的总人数，（单位：人）；
$X_{ij}$	表示就读第 $j$ 批院校专业 $i$ 的学生需要缴纳的学费
$V_{ij}$	表示就读第 $j$ 批院校专业 $i$ 的学生占总学生的比例；
$F_{ij}$	表示第 $j$ 批院校专业 $i$ 分配到的教育程度（单位：元）；
$C_i$	表示专业 $i$ 的教育成本（单位：元）；
$m_{ij}$	表示第 $j$ 批院校的教育质量；
$K_j$	表示第 $j$ 批院校的平均教育质量系数（反映院校的教育水平和学生素质，根院

	校的高考录取分数进行大约评估);
$P_i$	表示专业 $i$ 的潜在社会贡献率 (根据目前社会中各专业的发展情况以及对社会的贡献程度估计所得);
$K$	表示单位教育质量潜能实现率, 可以视为定值;
$q_{ij}$	表示学生就读第 $j$ 批院校专业 $i$ 平均可实现的社会贡献率;

## 模型 2 的符号说明

$a_i$	表示第 $i$ 类贫困生家庭平均可支配收入(单位: 元);
$X_j$	表示第 $j$ 种类别的专业需交学费(单位: 元);
$b_{ij}$	表示就读专业 $j$ 的第 $i$ 类贫困生可获得国家助学补助(单位: 元);
$h_i$	表示国家给与第 $i$ 类贫困生的最低限度学费补助率 (反映国家对第 $i$ 类贫困生的照顾程度);
$f_0$	表示贫困生的年需基本生活费用, 值为 3000(单位: 元);
$d_0$	表示相邻两类型贫困生家庭年平均可支配收入平均差距, 值为 5000(单位: 元);
$p_i$	表示第 $i$ 类贫困生占总学生人数的比例;
$v_i$	表示专业 $j$ 的学生占总学生人数的比例;
$W_{ij}$	表示就读专业 $j$ 的地 $i$ 类贫困生占总学生人数的比例;
$\lambda_1$	表示国家及社会对教育成本承担的最高上线率, 值为 90%;
$\lambda_2$	表示国家及社会对教育成本无偏承担最低限度, 即平等对待不同级别的学校;
$\lambda_3$	学生总经费与教育成本比例上限;
$\lambda_4$	表示应该承担的教育成本的比率;
$\gamma_j$	表示国家及社会对第 $j$ 批院校的有偏承担最低限度要求, 满足 $\gamma_j = \lambda_2 K_j$ ;
$n_{ij}$	表示第 $j$ 批院校专业 $i$ 的学生总人数;
$h_i$	表示国家给予第 $i$ 类贫困生的最低限度;

## 五 模型的建立和求解

### 5.1 宏观数据内在规律的探讨

#### 5.1.1 地方政府的教育财政支出综合实力分析

预算内教育经费体现政府对教育的支持程度, 经费越多, 则教育事业的发展前景就越好; 政府的对大学生培养人均花费的教育事业费用和公用费用能够减轻家庭教育费用的负担, 加快教育的普及程度; 教职工工资体现该地区教育质量水平, 高工资往往能够留住高素质的人才。参考教育部, 国家统计局和财政部关于 2006 年全国教育经费执行情况统计公告, 对统计数据进行了整理, 得到地方政府



教育综合实力因子如表 1 所示：

表 1 地方政府的教育财政支出综合实力

年份：2006

城市	预算内教育 经费（亿元）	大学生人均预算内 教育事业费（元）	大学生人均预算 内公用经费（元）	教育职工工资 总额（亿元）
北京	250.14	18228.36	11389.27	139.51
天津	95.22	9158.63	4458.83	47.07
河北	230.21	3625.97	974.93	134.03
山西	145.99	3939.48	1128.57	81.09
内蒙古	113.56	4109.84	889.36	70.90
辽宁	221.84	4386.89	1613.14	102.12
吉林	114.98	4024.89	2104.04	66.78
黑龙江	146.76	3844.39	1158.2	83.07
上海	255.11	11942.85	7043.95	92.10
江苏	377.15	5315.15	2227.27	208.31
浙江	328.11	7154.51	2331.51	200.41
安徽	172.76	3485.29	671.21	99.57
福建	174.87	4522.93	1531.68	91.11
江西	115.67	2219.41	503.11	72.67
山东	330.27	3371.39	848.02	226.43
河南	282.8	4487.95	1873.67	185.30
湖北	151.91	3325.72	1367.31	106.95
湖南	180.01	2722.43	840.62	121.48
广东	523.32	8272.89	3591.04	260.96
广西	150.87	4084.73	1444.92	88.68
海南	34.79	2693.09	386.68	17.45
重庆	104.27	3597.32	2045.05	59.86
四川	227.02	2352.76	1207.24	130.29
贵州	115.07	3905.26	891.12	62.00
云南	180.14	4663.75	2100.14	88.41
西藏	26.34	9872.67	2932.52	9.25
陕西	138.19	3466.76	1249.96	85.58
甘肃	99.98	4734.26	1551.38	54.25
青海	32.81	7343.27	1126.37	14.97
宁夏	31.26	5861.48	1238.84	15.73
新疆	119.65	3651.19	1357.19	63.27

采用因子分析，运用主成分方法提取贡献率达到 85%的前两个因子，运用统计软件 SAS 编程。由结果提取前两个因子进行分析，累计贡献率达到 97.78%，其中第一个因子的贡献率为 57.53%，第二个因子的贡献率为 40.25%，采用加权评价法得到因子综合得分情况如表 2，详细内容如附录 9.1 所示。

表 2 地区教育综合实力得分情况

地区	综合得分	地区	综合得分	地区	综合得分
广东省	1.876009	云南省	-0.07961	西藏自治	-0.4435
北京市	1.83102	福建省	-0.12958	新疆维吾	-0.45726
江苏省	1.003412	湖南省	-0.1317	重庆市	-0.4619
浙江省	0.969058	湖北省	-0.19173	甘肃省	-0.46695
上海市	0.916839	安徽省	-0.22007	贵州省	-0.49328
山东省	0.76137	广西壮族	-0.23011	江西省	-0.57089
河南省	0.596579	黑龙江省	-0.30225	青海省	-0.68667
河北省	0.110073	山西省	-0.31	宁夏回族	-0.7674
辽宁省	0.030907	陕西省	-0.32621	海南省	-1.00437
四川省	0.025402	吉林省	-0.37371		
天津市	-0.03143	内蒙古自	-0.44207		

最后可以得到地方政府的教育财政支出综合实力前五名的城市为广东，北京，江苏，浙江，上海；后五名的城市为海南，宁夏，青海，江西，贵州。由此可以初步推断出经济特区和沿海城市地方政府教育综合实力相对较强，西北部内陆地区则处于劣势地位，需要中央财政加大拨款力度，重点支援。

#### 5.1.2 地方政府的教育财政支出发展前景分析

教育的总体支出与当地的经济实力密切相关，经济占绝对优势的东部沿海城市和经济特区教育实力肯定会远远超过西北部内陆地区，需要引入相对增长比例指标来衡量政府对教育的重视程度和未来发展前景。

表 3 地方政府的教育财政支出发展前景

年份：2006

地区	预算内教育拨款增长与财政经常性收入增长比较	教育经费增长比例	预算内教育经费占财政支出比例	生均预算内教育事业费增长	生均预算内公用经费增长
北京	3.06	20.02	-0.4	7	6.56
天津	3.12	21.3	-0.23	0.26	10.87
河北	-1.24	12.88	-1.33	31.5	53.41
山西	3.41	22.38	-1.89	-2.72	2.57
内蒙古	-4.31	19.7	0.07	23.98	25.36
辽宁	4.02	18.8	0.09	0.79	1.03
吉林	12.44	20.27	0.86	0.8	5.48
黑龙江	3.29	19.37	-0.46	9.49	2.39
上海	0.11	8.82	-0.03	3.84	2.61
江苏	-4.7	18.11	-0.35	6.91	1.74
浙江	-2.68	19.21	0.54	11.48	2.56
安徽	-0.7	23.04	-1.32	0.49	22.31

福建	-1.09	21.83	-0.2	-7.97	-18.75
江西	7.44	20.63	-0.39	0.6	-19.52
山东	2.6	18.76	-0.96	5.52	7.75
河南	-0.63	22.29	-1.08	20.41	46.33
湖北	-22.54	19.21	-1.85	26.12	35.43
湖南	0.1	18.37	-0.5	1.38	-13.38
广东	-0.15	16.51	0.88	9.87	5.64
广西	-4.11	28.04	1.41	2.94	2.62
海南	0.29	21.73	1.03	-32.14	-61.77
重庆	4.29	22.33	0.06	-1.52	-2.42
四川	14.07	27.32	0.37	13.33	28.36
贵州	1.21	16.15	-0.19	4.92	-5.13
云南	6.4	19.86	0.55	-4.33	12.07
西藏	-35.12	-8.61	-2.38	-16.79	-36.2
陕西	12.97	43.1	1.66	5.57	-1.28
甘肃	8.85	30.17	1.02	18.98	58.23
青海	24.09	34.36	0.89	22.94	-7.39
宁夏	-2.58	18.36	-0.3	85.61	40.27
新疆	2.29	21.81	-1.29	16.43	46.62

采用因子分析，运用主成分方法提取贡献率达到 85%的前两个因子，运用统计软件 SAS 编程，提取前 3 个因子作为分析的参考标准，累计贡献率为 **89.85%**，其中第一个因子的贡献率为 **46.07%**，第二个因子的贡献率为 **34.93%**，第三个因子的贡献率为 **8.86%**。采用加权分析方法得到因子综合得分情况如表 4，详细内容如附录 9.2 所示。

表 4 地区发展前景综合得分情况

地区	综合得分	地区	综合得分	地区	综合得分
宁夏回族	1.540525	北京市	0.041228	山西省	-0.17922
青海省	1.002155	山东省	0.007107	安徽省	-0.20475
四川省	0.611716	广东省	0.005353	湖南省	-0.24439
甘肃省	0.611253	江西省	-0.019	江苏省	-0.26012
河北省	0.595846	云南省	-0.0339	广西壮族	-0.39227
新疆维吾	0.329208	上海市	-0.0549	湖北省	-0.45076
河南省	0.292481	辽宁省	-0.0551	福建省	-0.52566
吉林省	0.274734	贵州省	-0.08108	海南省	-1.11027
陕西省	0.177004	天津市	-0.08644	西藏自治	-1.82475
内蒙古自	0.171567	浙江省	-0.09438		
黑龙江省	0.0902	重庆市	-0.13339		

最后可以得到地方政府的教育财政支出最具发展前景前五名的城市为宁夏，青海，四川，甘肃，河北。还需要引起政府高度重视前五名的地区为西藏，海南，福建，湖北，广西。

## 5.2 基于数据的深度挖掘的进一步分析

### 5.2.1 基于不同类别代表省份高校平均学费与家庭年收入的关系分析

根据表 5 给出 2003 年我国高校平均学费占家庭年收入的比列的数据，用统计软件 SAS 进行初步数据处理和分类，可以得到基本的描述性统计量和学费占收入比例的城乡差距状况如表 6，表 7 所示

表 5 2003 年我国高校平均学费占家庭年收入的比例 (%)

省市	城镇家庭	农村家庭	省市	城镇家庭	农村家庭
北京	12.21	23.58	上海	10.94	21.07
湖北	20.27	41.73	云南	18.71	60.17
天津	14.83	27.63	江苏	17.17	29.3
河北	19.54	38.71	浙江	13.19	27.18
广东	10.57	2.35	陕西	22.42	64.2
山西	22.84	48.9	安徽	21.02	50.41
广西	18.38	47.25	甘肃	24.4	56.47
内蒙古	22.77	49.34	福建	14.43	29.78
海南	18.35	36.8	青海	22.01	52.46
辽宁	22.23	44.72	江西	20.7	42.41
重庆	19.37	55.66	宁夏	23.39	48.56
吉林	23.88	49.3	山东	17.99	40.33
四川	20.63	53.74	新疆	20.55	53.77
黑龙江	24.17	47.22	河南	22.64	47.42
贵州	21.39	66.58	全国平均	18.24	43.16

(注，数据来源：文新兰，《石油教育》2004年5月，《从不同阶层人群支付能力看我国公立高校的学费》)

表 6 城镇和农村两类家庭描述性统计量

城镇家庭		农村家庭	
平均	19.3444828	平均	43.34621
标准误差	0.74289518	标准误差	2.636333
中位数	20.55	中位数	47.25
标准差	4.00061298	标准差	14.19709
方差	16.0049042	方差	201.5574
峰度	-0.1531094	峰度	1.093885
偏度	-0.8859572	偏度	-0.89379
区域	13.83	区域	64.23
最小值	10.57	最小值	2.35
最大值	24.4	最大值	66.58
求和	560.99	求和	1257.04
观测数	29	观测数	29

表 7 等方差检验和均值相等检验结果

F-检验 双样本方差分析		
	城镇家庭	农村家庭
平均	19.3444828	43.3462069
方差	16.0049042	201.5573744
观测值	29	29
df	28	28
F	0.0794062	
P(F<=f) 单尾	1.0837E-09	
F 单尾临界	0.5313272	
t-检验：双样本异方差假设		
	城镇家庭	农村家庭
平均	19.3444828	43.3462069
方差	16.0049042	201.5573744
观测值	29	29
假设平均差	0	
df	32	
t Stat	-8.762936	
P(T<=t) 单尾	2.5849E-10	
t 单尾临界	1.6938887	
P(T<=t) 双尾	5.1698E-10	
t 双尾临界	2.03693333	

由表 6 可知，平均而言，对于城乡居民家庭来说，2003 年高校学费平均占家庭收入的 19.34%，而对于农村居民家庭，却占到 43.34%。从表 7 中，可以看到等方差假设条件下的 F 检验概率值  $P=0.07<0.53$ ，拒绝原假设，这说明了两类家庭的承受能力存在显著差异，城镇家庭的变异系数为 0.83，远远小于农村家庭的变异系数 4.65，说明农村家庭承受学费的压力更大且波动范围广泛。

已知的数据中仅仅考虑学费所占家庭收入的比例这一项，忽略了杂费、住宿费、生活费等其他必要支出，但是学生在校学习期间可以参加勤工助学，课外兼职等活动赚钱，减轻家庭的负担，因此相对于学费而言，这些因素的影响作用相对较小，在此可以忽略。

农村家庭存在普遍超生现象，一户人家往往需要同时提供几个孩子就学。虽然国家已经普及九年义务教育政策，但是接受高等教育的费用依然没有使农民的负担减轻。农民长期以来自给自足，现金收入来源缺乏，收入易受到自然灾害的影响，波动很大。

### 5.2.2 居民支付能力的地区差异显著

对表 5 中的数据进行聚类分析，采用类间平均距离法作为分类的标准，通过统计软件 SAS 编程得到最终的分类结果如图 5 所示。

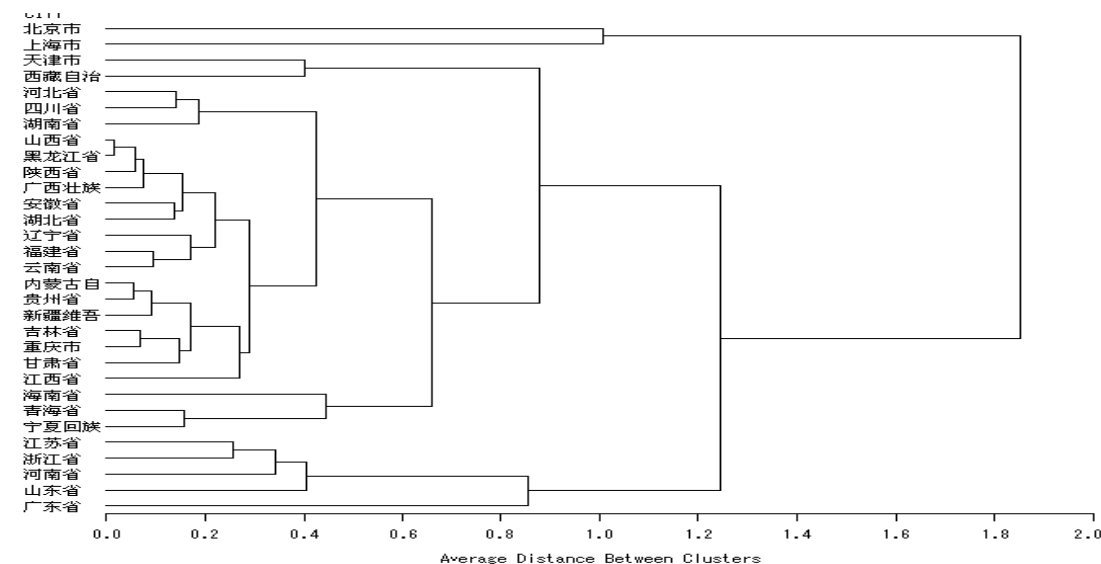


图 5 类间平均距离聚类法分类结果

根据谱系聚类法的统计量中的  $R^2$  统计量，半偏相关统计量，伪 F 统计量和伪  $t^2$  统计量决定分为 3 类最为合适。分析结果整理如下：

城乡居民家庭对高校学费承受能力最高的省市地区为：北京，上海；

城乡居民家庭对高校学费承受力相对比较高的省市地区为：江苏、浙江、河南，广东，山东；

城乡居民家庭对高校学费承受力相对比较低的省市地区为：天津，湖北、河北、山西、广西、内蒙古、海南、辽宁、重庆、吉林、四川、黑龙江、贵州、陕西、安徽、甘肃、青海、江西、宁夏、新疆、云南。

从这个分析结果中看出，经济相对发达的东部沿海省市地区和经济特区的城乡居民家庭对高校学费的承受能力相对较强；而中、西部地区经济相对比较落后的省市地区对于高校学费的承受能力也相对较弱。

通过上述分析，下面我们选取上海，北京，广州，浙江，福建，江苏，河南，江西 8 个代表性地区作为重点建模对象。

### 5.3 学费走廊模型

#### 5.3.1 模型建立的背景：

利率走廊调控机制，又称无货币供给量变动的利率调控模式，其主要是靠央行改变自己的存贷款利率而不是变动基础货币供给，简便、直接、透明和有效，通过设定利率区间来稳定市场利率的政策操作模式。利率操作区间由中央银行设定的存、贷款利率机制形成，相应的存贷款利率则构成了市场利率波动的上下限。

现在相对应的定义学校盈利为学费征收的最高标准，家庭平均承受能力为学费征收的最低标准，学费波动的可操作区间就在两个标准间波动，相应的标准就是学费波动的上下限。中央政府可以通过调整财政支出中教育经费支出的比例和教育补贴来实现

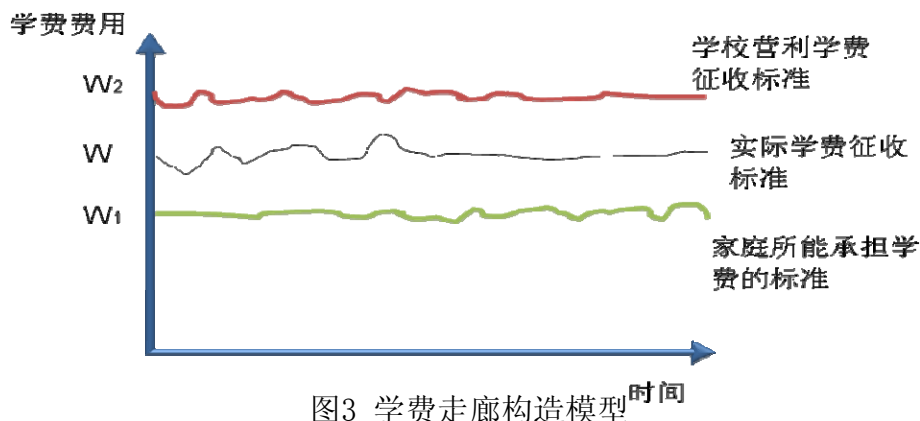


图3 学费走廊构造模型

而国家需要助学的调动情况就在这里面波动，这样就会很清晰地找到各个地区补助情况，也很清晰地了解到该地区的经济收入情况，更好地为那个地区改变学费的标准提供指标。图中可以知道，当学校的学费最低标准和所有家庭的承受学费能力差距越大，那么“学费走廊”就越宽，说明国家需要补助的费用就越大，教育问题就越突出，学校的学费最低标准和所有家庭的承受学费能力差距较小，说明学费问题矛盾减弱而逐渐得到解决。

### 5.3.2 模型的求解过程

政府对教育进行补贴的最终目标是为了不让任何一个孩子因为经济问题而不能上学，保证教育的公平和质量。因此，根据居民的收入状况和各个地区平均学费的标准可以推算出政府对城镇和农村居民户均补贴费用，定义学费占城镇居民家庭可支配收入的 25%，占农民家庭可支配收入的 40%，得到不同地区需要补助额如表 9 所示。

其中：农村需要的补助=现行学费的下限 — 农村家庭能够承受的学费费用：  
城镇需要的补助=现行学费的下限 — 城镇家庭能够承受的学费费用。

表 8 代表性地区居民的收入状况【5】

地区	调查户数(户)	平均每户 家庭人口(人)	平均每户 就业人口(人)	平均每人季 总收入(元)	平均每人季 可支配收入(元)
上 海	1000	2.97	1.63	15428.36	13911.74
北 京	5000	2.76	1.42	13875.54	12546.12
广 东	3150	3.28	1.62	11227.22	10293.6
浙 江	4450	2.73	1.38	13511.63	12425.08
福 建	1800	3.15	1.68	10375.6	9556.37
江 苏	5100	2.85	1.41	10473.89	9763.61
河 南	2399	2.89	1.44	7082.65	6778.65
山 西	1810	2.9	1.33	6759.12	6423.86

表 9 代表性地区平均可承受学费的资助情况（单位：元）

地区	现行学费下限	现行学费上限	100%农村家庭平均能够承受的学费费用	100%城镇家庭平均能够承受的学费费用	农村需要的补助	城镇需要的补助
上海	5000	5000	3635	5147	1365	-147
北京	4200	5500	4653	6127	-453	-1927
广东	4560	5200	3007	3665	1553	896
浙江	4000	4800	2693	4724	1307	-724
福建	3900	5200	2835	3845	1065	55
江苏	4000	4600	3118	5115	882	-1115
河南	2700	3100	1676	2540	1024	160
山西	2800	3800	1525	2434	1275	366

定义负数代表政府不需要对该地区的家庭进行补贴，且负值越大，家庭承担学费的能力就越高。由表 7 的结果可以得到 8 个代表城市的学费走廊模型如图 3 所示：

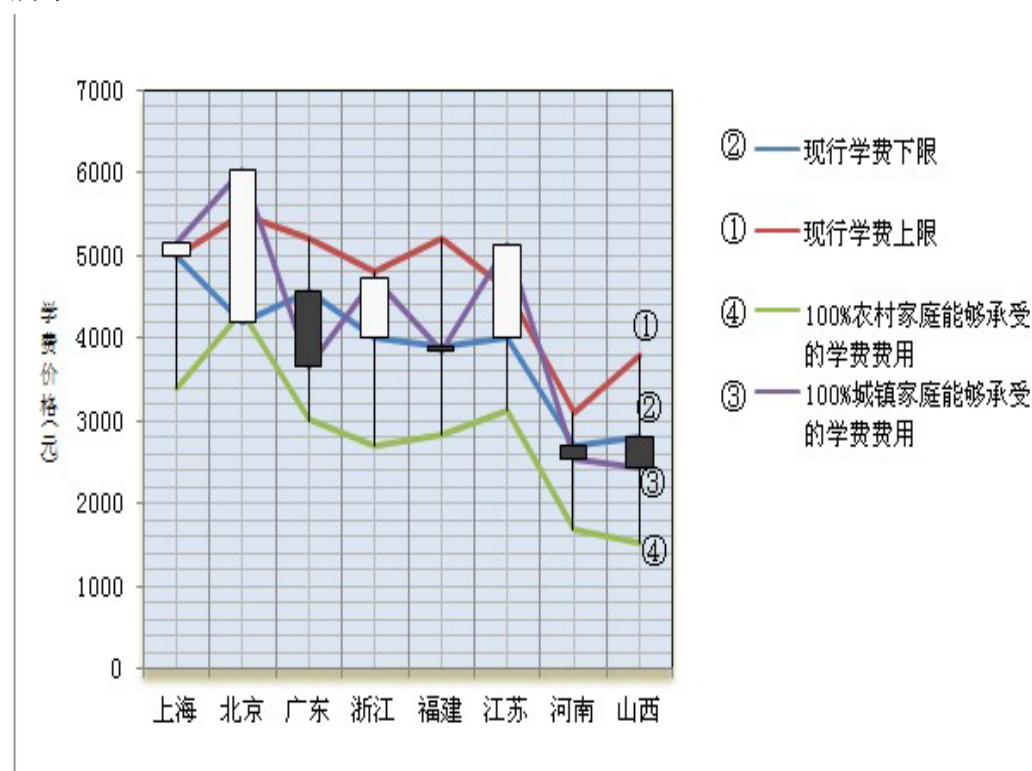


图 3 不同地区的学费走廊

### 5.3 模型 1：国家—家庭成本责任分配模型

教育事业的蓬勃发展既能够推动国家和社会的繁荣昌盛，又能改变家庭和个人的未来前景，因而受到全社会的高度重视。在教育事业的资金投入方面，以国家和社会投入为主，家庭也需要承担一定的比例。培养高素质人才是一种投资，未来能够为社会创造巨大的财富，因此以高等教育能转化的社会贡献为最大目标建立国家—家庭成本责任分配模型，对高等教育的学费标准进行定量研究。

#### 5.3.1 分配原则的数学模型

##### (1) 个人教育需求的约束



国家社会从整体发展利益出发总是愿意为优秀院校的学生承担更多的教育成本。考虑到教育效率和收益，必须保证个人实际缴纳的学费不应低于个人应承担的基本教育成本，即  $X_{ij} \geq \lambda_4 C_i$ ；同时个人分配到的教育经费不应低于其所在

专业的国家人均培养经费，即  $\frac{F_{ij}}{n_{ij}} \geq r_j - C_i$ 。因而需要满足的约束条件：

$$\begin{cases} X_{ij} \geq \lambda_4 C_i \\ \frac{F_{ij}}{n_{ij}} \geq r_j - C_i \end{cases}$$

其中：

$X_{ij}$  表示就读第  $j$  批院校专业  $i$  的学生需要缴纳的学费

$\lambda_4$  表示应该承担的教育成本的比率

$C_i$  表示专业  $i$  的教育成本（单位：元）；

$F_{ij}$  表示第  $j$  批院校专业  $i$  分配到的教育经费（单位：元）

$\gamma_j$  表示国家及社会对第  $j$  批院校的有偏承担最低限度要求，满足  $\gamma_j = \lambda_2 - K_j$

## （2）资源的稀缺性约束

教育的投入资金总会受到国家的经济实力和具体国情所限制，所以需要考虑教育投入资金的合理分配。首先所有的教育经费不能超过国家总承担费用，即  $\sum \sum F_{ij} \leq \lambda_1 Q_1$ ；个人分配到的教育经费不能超过对应专业的可支配教育经费，

即  $\frac{F_{ij}}{n_{ij}} \leq \eta_1 C_i$ 。因而需要满足的约束条件：

$$\begin{cases} \sum \sum F_{ij} \leq \lambda_1 Q_1 \\ \frac{F_{ij}}{n_{ij}} \leq \eta_1 C_i \end{cases}$$

其中：

$F_{ij}$  表示第  $j$  批院校专业  $i$  分配到的教育程度（单位：元）；

$\lambda_1$  表示国家及社会对教育成本承担的最高上限率；

$Q_1$  表示国家社会对大学教育成本应担总基本费用（单位：元）；

$n_{ij}$  表示第  $j$  批院校专业  $i$  的学生总人数。

## （3）教育的收益约束

从经费利用效率来考虑，根据假设（1），需要对学生个人教育可用经费进行抑制国家对个人的培养费用和个人所承担的学费的总和不应超过个人总的教育

成本，即  $\frac{F_{ij}}{n_{ij}} + X_{ij} \leq \lambda_3 C_i$

最后得到国家——家庭成本责任分配模型的约束条件为：

$$\text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} X_{ij} \geq \lambda_4 C_i \\ \frac{F_{ij}}{n_{ij}} \geq r_j - C_i \\ F_{ij} \geq 0 \\ X_{ij} \geq 0 \\ \frac{F_{ij}}{n_{ij}} \leq \eta_1 C_i \\ \sum \sum F_{ij} \leq \lambda_1 Q_1 \end{array} \right.$$

## 1.2 对社会未来贡献的教育转化数学模型

### (1) 社会贡献率指标

由于教育到社会贡献的转化除了与专业有关系，很大程度上还与教育质量有关，其关系可以用下面的关系式表示：

$$q_{ij} = K m_{ij} \rho_i$$

其中：

$q_{ij}$  表示学生就读第  $j$  批院校专业  $i$  平均可实现的社会贡献率；

$K$  表示单位教育质量潜能实现率，可以看做是定值；

$m_{ij}$  表示第  $j$  批院校的教育质量；

$\rho_i$  表示专业  $i$  的潜在社会贡献率（根据目前社会中各专业的发展情况以及对社会的贡献程度估计所得）；

### (2) 教育质量指标

教学质量与教育经费，教育成本，学校教学水平和学生素质密切相关，一般认为院校的级别与教学水平和学生素质呈正相关。得到教育质量的表达式为：

$$m_{ij} = k_j * \frac{\frac{F_{ij}}{n_{ij}} + X_{ij}}{C_i}$$

其中：

$m_{ij}$  表示第  $j$  批院校的教育质量；

$k_j$  表示第  $j$  批院校的教育质量系数；

$F_{ij}$  表示第  $j$  批院校专业  $i$  分配到的教育程度（单位：元）

$n_{ij}$  表示第  $j$  批院校专业  $i$  的学生总人数

$X_{ij}$  表示就读第  $j$  批院校专业  $i$  的学生需要缴纳的学费

$C_i$  表示专业  $i$  的教育成本（单位：元）

而教育的目的是为社会和国家未来的发展贡献，由教育转化成的社会总贡献可表示为：

$$S = \sum \sum n_{ij} q_{ij}$$

其中： $n_{ij}$  表示第  $j$  批院校专业  $i$  的学生总人数

$q_{ij}$  表示学生就读第  $j$  批院校专业  $i$  平均可实现的社会贡献率；  
这就是教育对社会未来贡献的转化模型。

### 1.3 教育—社会贡献转化的优化规划模型。

无论是国家社会还是家庭个人，对教育的投资都是着眼于社会的未来发展的。因此，国家社会的教育资助与个人学费标准问题可以归纳为以教育转化成的社会贡献最大为目标，承担责任分配原则为约束条件的优化规划模型，结合模型 1.1 和模型 1.2 得到教育—社会贡献转化的优化规划模型

$$\begin{aligned} \text{MAX } S &= \sum \sum n_{ij} q_{ij} \\ \text{s.t. } \left\{ \begin{array}{l} X_{ij} \geq \lambda_4 C_i \\ \frac{F_{ij}}{n_{ij}} \geq r_j - C_i \\ F_{ij} \geq 0 \\ X_{ij} \geq 0 \\ \frac{F_{ij}}{n_{ij}} \leq \eta_1 C_i \\ \sum \sum F_{ij} \leq \lambda_1 Q_1 \end{array} \right. \end{aligned}$$

### 1.4 模型的求解

由于各个地区家庭收入水平，教育水平，学生在各个专业的分配程度不一样，而且教育经费按地区分配，所以模型求解应该结合各地区的实际分别求解，下面就以广东省为例对模型进行求解。相关数据见附录。

利用数学软件 MATLAB 线性规划 LINPROG 命令进行求解，结果如下所示：

各批别院校各类专业的标准收费如下：（单位：元）

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	6674.65	5293.27	5665.46
语言	5840.45	5082.20	5399.69
医学	7322.58	8086.18	8585.39
理学	6300.05	6451.86	8928.00
工程	6977.43	7698.51	10504.24
信息	6829.36	8007.44	9829.99
农林	6373.04	6808.91	7437.97
生物	7423.58	7826.07	8224.27
管理	4523.47	5109.31	5213.30
经济	4881.20	5581.77	5411.07
教育	5148.44	5068.04	5389.51
艺术	6473.31	6953.63	7223.55
体育	6849.44	8655.75	11959.18

各类别院校各类专业应该分配到的用于教学部分的国家拨款和社会资助：(单位：万元)

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	5365.26	19548.35	16170.41
语言	8847.07	41481.96	49142.97
医学	50737.70	76121.35	78730.40
理学	142182.60	456474.70	682102.40
工程	168351.80	528492.10	783319.20
信息	144429.00	591949.00	709028.10
农林	66508.48	224432.60	115241.30
生物	24351.92	108398.40	128629.60
管理	126746.90	552891.30	465107.40
经济	130169.40	564894.40	436295.40
教育	15251.39	69452.26	82096.85
艺术	35046.17	156061.60	186174.80
体育	5614.43	3161.66	1028.57

由于各专业的社会贡献的前景不一样，因此专业会影响到国家的教育投资，但是即使是相同的专业，由于院校类别不一样，教育水平与学生素质会存在差异，最终教育能够转化成的社会贡献也不一样。国家在教育投资时，更偏向于高等院校。国家对教育的投资是针对院校与专业整体，而个人学费交付只针对个人，学费在一定程度上也受专业就读人数的影响。

根据输出结果与广东目前各批别院校各专业的学费标准的比较得出以下结论：

- (1) 当前大学收费与模拟结果基本符合，而其中理科稍微偏低，文科稍微偏高，说明当前高等教育学费收取基本合理。
- (2) 其中农林类专业收费偏低程度较大，收取的学费仅占标准收费的 40%，国家对其补贴费用高达 60%，由于现实生活中农林专业社会地位较低，会阻碍农林专业的发展，而国家发展农业经济需要大量的专业人才，因此国家必须加大对农林专业的投入以吸引更多的人才，所以出现这种异常现象。
- (3) 另外生物专业收费偏低程度也较大，21 世纪是生命科学的世纪，国家顺应时代发展的潮流，加大对生物类专业的投入，体现国家科教兴国的政策。

### 5.3.2 模型 2 贫困生生活改变优化规划模型

#### (1) 贫困生助学基金分配原则

模型 I 中主要从国家及社会的总体未来利益出发进行优化规划，考虑到贫困学生的家庭承受能力，国家和社会应给予补助，帮助其顺利完成学业。但是补助不能盲目补助，需要有一定的依据，国家在给予贫困生助学时应遵循如下原则：

- 1) 学费补助与学生的贫困程度呈正相关。越贫困的学生得到越多的补助，以体现教育的公平。
- 2) 补助费用不能使学生的贫困水平改变，也不能超过学费与年生活费用，这是为了避免社会惰性，确实极度贫困的学生应通过助学贷款途径解决。
- 3) 优秀院校的学生更具发展前途，国家应给予更大的补助，有利于社会和

谐发展。

- 4) 国家的总助学金应保留一部分用于贫困生的应急处理，提供社会保障。

下面在模型 1 的基础上建立贫困生质量改善优化模型对国家助学金补助标准进行定量分析。

## (2) 模型的建立

国家助学金补助是以改善贫困生生活质量为目的，在一定的原则下对助学进行分配。在国家补助下对学生生活质量的改善可以用学生上学后，家庭可支配收入占原来的比率来表示，所以总体贫困生的生活改变可表示为：

$$G = n \sum \sum \frac{a_i - x_i + b_{ij}}{a_i} w_{ij}$$

其中，

$a_i$  表示第  $i$  类贫困生家庭平均可支配收入；

$x_j$  表示第  $j$  种类别的专业需交学费；

$b_{ij}$  表示就读专业  $j$  的第  $i$  类贫困生可获得国家助学补助；

$w_{ij}$  表示就读专业  $j$  的地  $i$  类贫困生占总学生人数的比例；

根据基本假设 3 和 4：

$$w_{ij} = p_i v_{ij},$$

其中， $p_i$  表示第  $i$  类贫困生占总学生人数的比例；

$v_{ij}$  表示就读第  $j$  批院校专业  $i$  的学生占总学生的比例。

根据分配原则 1)，贫困生可以获得的国家助学金存在限度，即

$$b_{ij} \geq h_i x_j$$

其中， $h_i$  表示国家给与第  $i$  类贫困生的最低限度学费补助率（反映国家对第  $i$  类贫困生的照顾程度），根据贫困生的家庭收入水平，取  $h=[0.4 \ 0.3 \ 0.2 \ 0.1]$

根据分配原则 2)，得：

$$\begin{cases} b_{ij} \leq d_0 \\ b_{ij} \leq x_i + f_0 \end{cases}$$

其中，

$f_0$  表示贫困生的年需基本生活费用（单位：元）；

$d_0$  表示相邻两类型贫困生家庭年平均可支配收入平均差距（单位：元）；

根据分配原则 4)，得到目标函数

$$G = \sum \sum m_{ij} b_{ij} \leq \eta Q_2$$

其中，

$Q_2$  表示国家社会对贫困生的学费补助及生活补贴总经费

$\eta_2$  表示直接发放的贫困生补助的教育经费在总的补助经费中的比例，补助经费一部分用于发放给贫困学生，另一部分用于处理贫困生应急事件及鼓励贫困

生奋发图强的贫困生奖学金；  
由实际情况有  $b_{ij} \geq 0$   
综上所述，分配原则可用数学模型的约束条件表示为：

$$s.t. \begin{cases} h_i x_j \leq b_{ij} \leq x_1 + f_0 \\ 0 \leq b_{ij} \leq d_0 \\ \sum \sum m_{ij} b_{ij} \leq \eta Q_2 \end{cases}$$

所以建立的贫困生生活改变优化规划模型为

$$\begin{aligned} \max \quad & G = \sum \sum m_{ij} b_{ij} \leq \eta Q_2 \\ s.t. \quad & \begin{cases} h_i x_j \leq b_{ij} \leq x_1 + f_0 \\ 0 \leq b_{ij} \leq d_0 \\ \sum \sum m_{ij} b_{ij} \leq \eta Q_2 \end{cases} \end{aligned}$$

### (3) 模型的求解

利用数学软件 MATLAB 线性规划 LINPROG 命令进行求解，结果如下所示：  
四类不同家庭收入的贫困生应该获得的国家补贴如下：

1. 家庭年均收入为 5000 元以下的各专业学生应该获得的国家补贴如下：（单位：元）

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	2056.27	1532.93	1673.86
语言	1740.25	1452.95	1573.13
医学	2301.11	2590.14	2779.11
理学	1913.94	1971.40	2908.72
工程	2170.36	2443.30	3505.35
信息	2114.32	2560.26	3250.17
农林	1941.61	2106.56	2344.72
生物	2339.47	2491.65	2642.37
管理	1241.40	1463.16	1502.52
经济	1376.82	1642.01	1577.39
教育	1478.14	1447.57	1569.25
艺术	1979.63	2161.36	2263.52
体育	2122.46	2806.76	4059.42

2. 家庭年均收入为 5000 元～10000 元的各专业学生应该获得的国家补贴如下：  
（单位：元）

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	1424.56	1031.98	1137.68
语言	1187.50	971.98	1062.11
医学	1608.11	1824.87	1966.60
理学	1317.72	1360.79	2063.80
工程	1510.03	1714.75	2511.32

信息	1468.00	1802.44	2319.85
农林	1338.47	1462.18	1640.80
生物	1636.90	1751.00	1864.04
管理	813.31	979.62	1009.15
经济	914.88	1113.77	1065.30
教育	990.89	967.94	1059.20
艺术	1367.00	1503.27	1579.91
体育	1474.20	1987.53	2927.40

3. 家庭年均收入为 10000 元~15000 元的各专业学生应该获得的国家补贴如下：  
(单位：元)

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	792.85	531.27	601.52
语言	635.80	491.01	551.09
医学	915.11	1059.61	1154.10
理学	721.49	750.20	1218.87
工程	849.70	986.17	1517.23
信息	821.68	1044.64	1389.60
农林	735.34	817.80	936.88
生物	934.33	1010.35	1085.71
管理	385.21	496.09	515.77
经济	452.93	585.50	553.20
教育	503.73	488.30	549.15
艺术	754.37	845.20	896.28
体育	825.94	1168.32	1795.39

4. 家庭年均收入为 15000 元~25000 元的各专业学生应该获得的国家补贴如下：  
(单位：元)

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	207.09	32.71	65.32
语言	82.01	11.18	40.10
医学	222.10	294.34	341.59
理学	125.27	139.61	373.95
工程	189.37	257.60	523.12
信息	175.36	286.83	459.31
农林	132.30	173.41	232.96
生物	233.74	269.70	307.38
管理	0.00	13.23	22.78
经济	0.58	57.27	41.11
教育	16.41	57.18	39.09
艺术	144.65	187.12	212.66
体育	223.88	349.05	664.50

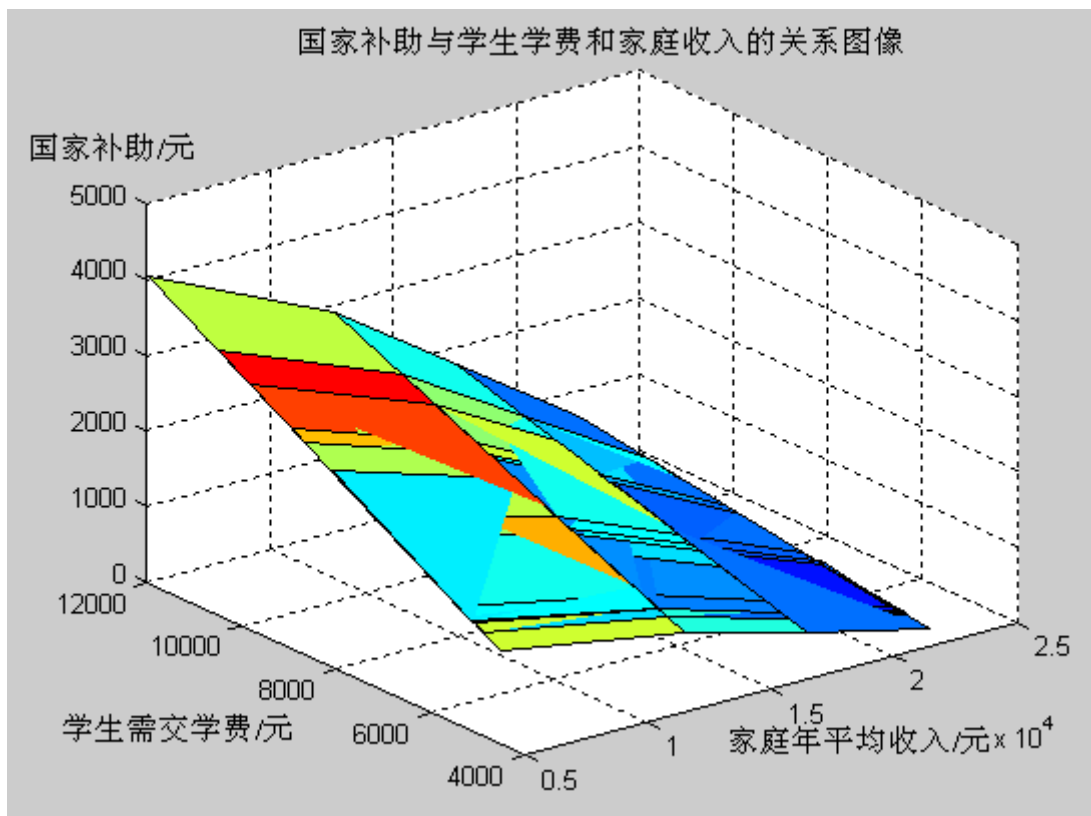


图 4 国家补助与学生学费和家庭收入收入关系图

### 模型III 助学补助函数模型

模型 I 中给出了不同院校类别，不同专业的 39 种价格不同的学费标准；模型 II 求出了不同家庭收入的贫困生就读不同价格专业时可获得的国家助学贷款，但是这样在查找应给与贫困生多少助学金时较为麻烦。如果能够给出国家助学贷款  $b_{ij}$  与贫困生家庭收入  $a_i$  和学费标准  $x_j$  之间的一个函数关系式： $b_{ij} = f(a_i, x_j)$ 。这将为国家助学贷款提供更好的定量分析依据和更方便的分配帮助。

为实现这一目标，下面以模型 1 和模型 2 为基础，建立助学贷款函数模型时对国家助学贷款  $b_{ij}$  与贫困生家庭收入  $a_i$  和学费标准  $x_j$  之间的一个函数关系式进行简单求解。

#### (1) 简单求解定义：

所谓简单求解是指对一些不明确表达式但知道自变量与因变量间正负相关的函数。其表达式可以用简单一次函数或反比例来表示。只要求解结果满足一定的拟合程度，即可将其作为简单求解的结果，如果不能满足拟合要求则将求解结果进行逐步修正直到达到满意的拟合程度。对很多实际问题，如果变量间的函数关系式十分复杂这是不利于应用，而简单的表达式即使准确性没有那么高但只要不超出一定的范围就更具实用性。简单求解法就是解决不完全明确或极度复杂函数的一种很好的方法。

下面运用简单求解的原理来对国家助学贷款的函数关系式进行求解。



## (2) 模型的建立

虽然国家助学补助的函数关系式是不明确的但是根据助学补助分配原则1), 有两点应该需要满足的相关关系:

- A. 学费越高, 得到的助学学费补助率(助学金与学校比率)越大。
- B. 家庭收入越低, 学费支付率(学费与家庭收入比率)越小。

根据明确点 A 可以得到:

$$\frac{\partial b_{ij}}{\partial x_j} = k_1 X_j + k_2$$

根据明确点 B 可以得到:

$$\frac{\partial b_{ij}}{\partial a_i} = k_3 a_i + k_4$$

解得:

$$\begin{aligned} b_{ij} &= (k_1 + k_2) X_j a_i + k_4 X_j + k_2 a_i + k_5 \\ &= kXX \end{aligned}$$

其中,

$$\begin{aligned} k &= [(k_1 + k_2) \quad k_4 \quad k_2 \quad k_5], \\ XX &= [X_j a_i \quad X_j \quad a_i \quad 1] \end{aligned}$$

## (3) 模型的求解

引用模型 1 和模型 2 的数据, 用 MATLAB 的 REGRESS 命令对国家助学补助的函数表达式进行求解, 结果如下:

对国家补助与学生学费和家庭收入的关系进行二元二次拟合, 拟合的相关系数为: 9.912600e-001

拟合方程如下:

$$\text{国家补助} = (-1.637883\text{e-}005) \times \text{学费} \times \text{家庭收入} + (4.716577\text{e-}001) \times \text{学费} + (9.721088\text{e-}004) \times \text{家庭收入} + (-4.808359\text{e+}002)$$

分析:

拟合的相关系数为 0.99, 拟合效果极好, 观察各参数发现家庭收入的系数和常数项系数都较小, 可以认为对国家助学补助的影响不大, 为了简化模型, 剔除这两个因素, 对模型进一步拟合, 得到下面的结果。

对国家补助与学生学费和家庭收入的关系进行二元二次拟合, 拟合的相关系数为: -9.672045e-001

拟合方程如下:

$$\text{国家补助} = (1.091206\text{e-}005) \times \text{学费} \times \text{家庭收入} + (-2.684984\text{e-}002) \times \text{学费}$$

分析:

相关系数为 0.967, 虽然拟合效果没有上一个模型那么理想, 但是仍然显著, 达到令人满意的效果, 而且更便于应用, 为教育助学经费的分配提供简洁的定量分析依据。

## 六 模型的评价

### 6.1 模型的优点

- (1) 模型建立的原始数据均来自中国统计局网站,准确率高,有很好的权威性,对全国不同省份进行宏观深度数据挖掘,采用成熟的统计软件 SAS 编程求解,可行度高。
- (2) 用因子分析综合评价不同省份的优势和劣势,得到整体的认识;再根据聚类分析抽取典型城市进一步分析,由一般到特殊,建立学费价格走廊模型,进一步探讨居民收入和政府补贴的关系。
- (3) 综合考虑了多方面因素对模型的影响,考虑比较系统,只要对相关参数进行修改既可以对不同地区的数据进行求解。
- (4) 提出了一种解决不明确函数或高度复杂函数表达式使用求解的方法,具有较广的适用性与较强实用性。

### 6.2 模型的缺点

模型的部分数据来源与估计,可能与实际存在一定的偏差从而造成了模型的误差。

### 6.3 模型的推广

- (1) 价格走廊模型可以广泛应用于中央银行的宏观调控政策,通过调整商业银行同业间拆借利率,迅速通过市场执行紧缩或者扩张的财政政策。
- (2) 模型还可以用于应用与城市住房分配,解决当前的住房分配问题。

## 七 给有关部门的报告

### 社会和谐发展,教育经费怎么伙

政府在教育收费中扮演平衡高校收益和家庭学生利益的平衡角色。我国地区贫富悬殊,发展不均衡,为了保证教育的公平和效率,保证贫困人口的入学率和接受教育均等的权利,必须对市场价格进行调控和有效管理。根据社会对人才的需求和培养费用来确定高校学费,保证高校的正常运转,同时兼顾居民的收入水平,对教育事业加大投资。

政府在完善贫困学生资助政策的同时,要积极为学生提供勤工俭学机会,妥善设计贷款品种和额度以更好满足不同家庭背景学生的需要,贷款偿还的年限与毕业生收入挂钩缓解学生的还款压力,加强学生的诚信建设以培育银行对助学贷款业务的积极性等,动员全社会力量,建设社会资助体系。

广泛调用社会各种资金投资教育,对通过质量评估的民办大学予以财政补贴,允许公立大学在政府管理的范围内实行差别收费,由高校根据财政拨款水平、教育成本、物价水平和生源状况,对收费标准进行自主调节。

教育事业的蓬勃发展既能够推动国家和社会的繁荣昌盛,又能改变家庭和个人的未来前景,因而受到全社会的高度重视。在教育事业的资金投入方面,以

国家和社会投入为主，家庭也需要承担一定的比例。根据我们的模拟结果发现目前，文科的学费普遍偏高，理科专业则偏低，另外第二批专业也有普遍偏低现象；而农林类专业和生物类专业享有国家特别的照顾。

考虑到贫困学生的家庭承受能力，国家和社会应给予补助，帮助其顺利完成学业。但是补助不能盲目补助，需要有一定的依据，国家在给予贫困生助学时应遵循如下原则：

- (1)学费补助与学生的贫困程度呈正相关。越贫困的学生得到越多的补助，以体现教育的公平。
- (2)补助费用不能使学生的贫困水平改变，也不能超过学费与年生活费用，这是为了避免社会惰性，确实极度贫困的学生应通过助学贷款途径解决。
- (3)优秀院校的学生更具发展前途，国家应给予更大的补助，有利于社会和谐发展。
- (4)国家的总助学金应保留一部分用于贫困生的应急处理，提供社会保障。

根据以上原则在分配助学经费时，建议有关部门参考以下的公式：

国家补助 = (1.091206e-005) × 学费 × 家庭收入 + (-2.684984e-002) × 学费

八 参考文献

[1] 中华人民共和国教育部，2008 年教育部公报，  
<http://www.moe.edu.cn>，2008-9-19。

[2] 中华人民共和国国家统计局，中国统计年鉴 2007，  
<http://www.sei.gov.cn/try/hgjj/yearbook/2007/indexCh.htm>，  
2008-9-19。

[3] 柴效武，高校学费制度研究，北京：经济管理出版社，2003。

[4] 杨周复，高等学校学生资助政策研究，北京：高等出版社，2003。

[5] 王蕾，我国高等教育学费与居民家庭支付能力的现状分析，北京理工大学学报（社会科学报），第 7 卷第 4 期：90-96，2005。

[6] 皮江红，我国农村居民家庭高等教育学费支付能力研究，达县师范高等专科学校学报（社会科学报），第 13 卷第 1 期：100-103，2003。

[7] 胡海鸥，贾德奎，“利率走廊”调控的理论与实践：货币政策操作的新思路新方法，上海：上海人民出版社，2006-8-1。

九 附录

9.1 基于地方政府财政支出综合实力的聚类分析和因子模型

其中：X1=预算内教育经费  
X2=生均预算内教育事业费  
X3=高等教育生均预算内公用经费  
X4=教育职工工资

城市	预算内教育经费（亿元）	生均预算内教育事业费	各级教育生均预算内公用经费	教育职工工资总额
----	-------------	------------	---------------	----------

北京市	250.14	18228.36	11389.27	139.51
天津市	95.22	9158.63	4458.83	47.07
河北省	230.21	3625.97	974.93	134.03
山西省	145.99	3939.48	1128.57	81.09
内蒙古自 治区	113.56	4109.84	889.36	70.90
辽宁省	221.84	4386.89	1613.14	102.12
吉林省	114.98	4024.89	2104.04	66.78
黑龙江省	146.76	3844.39	1158.2	83.07
上海市	255.11	11942.85	7043.95	92.10
江苏省	377.15	5315.15	2227.27	208.31
浙江省	328.11	7154.51	2331.51	200.41
安徽省	172.76	3485.29	671.21	99.57
福建省	174.87	4522.93	1531.68	91.11
江西省	115.67	2219.41	503.11	72.67
山东省	330.27	3371.39	848.02	226.43
河南省	282.8	4487.95	1873.67	185.30
湖北省	151.91	3325.72	1367.31	106.95
湖南省	180.01	2722.43	840.62	121.48
广东省	523.32	8272.89	3591.04	260.96
广西壮族 自治区	150.87	4084.73	1444.92	88.68
海南省	34.79	2693.09	386.68	17.45
重庆市	104.27	3597.32	2045.05	59.86
四川省	227.02	2352.76	1207.24	130.29
贵州省	115.07	3905.26	891.12	62.00
云南省	180.14	4663.75	2100.14	88.41
西藏自治 区	26.34	9872.67	2932.52	9.25
陕西省	138.19	3466.76	1249.96	85.58
甘肃省	99.98	4734.26	1551.38	54.25
青海省	32.81	7343.27	1126.37	14.97
宁夏回族 自治区	31.26	5861.48	1238.84	15.73
新疆维吾 尔自治区	119.65	3651.19	1357.19	63.27

（聚类程序,采用类间平均距离法）

DATA A;

INPUT CITY\$ X1-X4;

CARDS;

;

PROC PRINT DATA=A;

```

RUN;
PROC CLUSTER DATA=A METHOD=Ave STD PSEUDO CCC OUTTREE=B;
VAR X1-X4;
ID CITY;
PROC TREE DATA=B HORIZONTAL GRAPHICS;
RUN;

```

### 聚类分析的主要结果及分析

Cluster History										
NCL	Clusters Joined		FREQ	SPRSQ	RSQ	ERSQ	CCC	PSF	PST2	Norm RMS Dist
30	河北	广西	2	0.0005	1	.	.	74.4	.	0.1179
29	河南	CL30	3	0.0012	0.998	.	.	42.4	2.6	0.1757
28	贵州	宁夏	2	0.0011	0.997	.	.	39.4	.	0.184
27	上海	黑龙江	2	0.0012	0.996	.	.	37.8	.	0.193
26	广东	福建	2	0.002	0.994	.	.	33	.	0.2431
25	CL29	辽宁	4	0.0029	0.991	.	.	27.7	3.5	0.2591
24	湖南	陕西	2	0.0023	0.989	.	.	26.8	.	0.2599
23	CL28	内蒙古	3	0.0026	0.986	.	.	25.9	2.3	0.2608
22	四川	天津	2	0.0023	0.984	.	.	26.1	.	0.2637
21	山东	安徽	2	0.0025	0.981	.	.	26.2	.	0.2759
20	CL24	江西	3	0.0032	0.978	.	.	25.9	1.4	0.2973
19	CL23	甘肃	4	0.0037	0.974	.	.	25.3	2	0.3062
18	CL27	CL25	6	0.0061	0.968	.	.	23.4	4.1	0.3079
17	江苏	浙江	2	0.004	0.964	.	.	23.7	.	0.3453
16	CL19	云南	5	0.0056	0.959	.	.	23.2	2.2	0.3647
15	CL18	山西	7	0.0069	0.952	.	.	22.6	2.9	0.3886
14	CL21	CL15	9	0.0103	0.942	.	.	21	3.4	0.3986
13	北京	海南	2	0.0065	0.935	.	.	21.6	.	0.4418
12	青海	西藏	2	0.0086	0.926	.	.	21.7	.	0.5084
11	CL26	CL20	5	0.0185	0.908	.	.	19.7	7.5	0.5222
10	CL13	新疆	3	0.0122	0.896	.	.	20	1.9	0.569
9	CL17	吉林	3	0.0142	0.881	.	.	20.5	3.6	0.591
8	CL14	CL16	14	0.0659	0.816	.	.	14.5	17.6	0.6322
7	CL10	CL22	5	0.0237	0.792	.	.	15.2	3.4	0.6381
6	CL11	湖北	6	0.0233	0.769	0.796	-1.3	16.6	3.6	0.7044
5	CL9	重庆	4	0.0233	0.745	0.757	-0.46	19	2.6	0.7467
4	CL7	CL8	19	0.1087	0.637	0.705	-2.2	15.8	11.9	0.8338
3	CL4	CL6	25	0.2017	0.435	0.627	-4	10.8	14.8	0.9975

2	CL5	CL3	29	0.179	0.256	0.475	-3.3	10	8.7	1.115
1	CL2	CL12	31	0.2559	0	0	0	.	10	1.5801

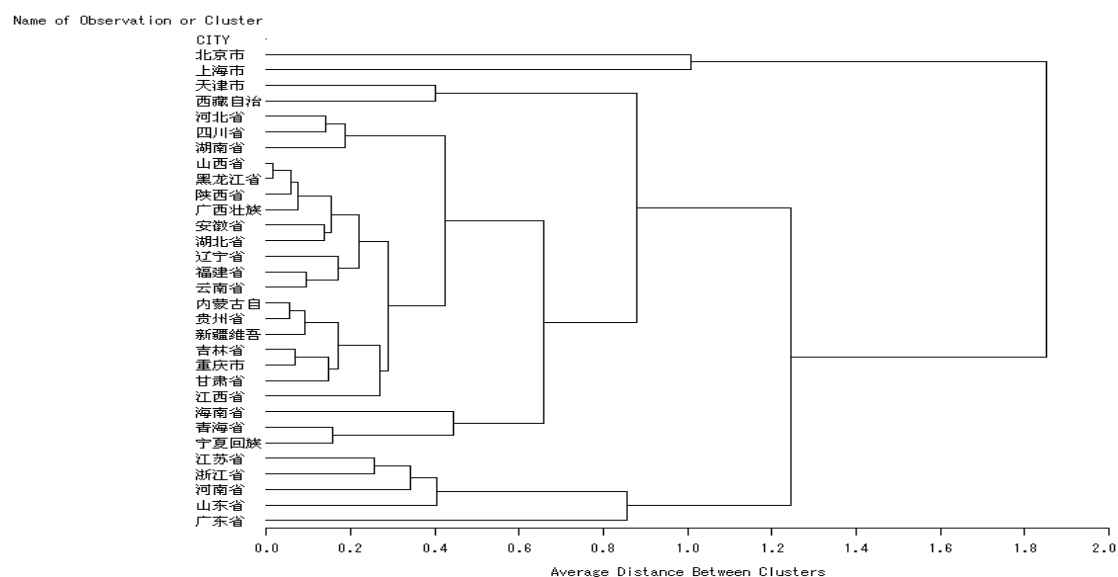


图 9.1 聚类结果树形图

因子分析的主要结果及分析：

提取前两个因子进行分析，累计贡献率达到 97.78%，其中第一个因子的贡献率为 57.53%，第二个因子的贡献率为 40.25%，两个因子的贡献率差距不大，需要综合考虑分析。

Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total = 4 Average = 1				
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	2.30137915	0.69140417	0.5753	0.5753
2	1.60997498	1.55006474	0.4025	0.9778
3	0.05991024	0.03117461	0.0150	0.9928
4	0.02873563		0.0072	1.0000

相关系数矩阵以及因子旋转后的指标

Orthogonal Transformation Matrix				
	1	2	3	4
1	0.72022	0.69351	0.01397	0.01139
2	-0.69355	0.72029	-0.00926	0.00940
3	0.01643	0.00258	-0.99941	0.02994

Orthogonal Transformation Matrix				
	1	2	3	4
4	0.00217	0.01476	-0.02986	-0.99944

Rotated Factor Pattern				
	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
X1	0.98146	0.14524	0.00665	0.12486
X2	0.04373	0.98487	-0.16749	0.00866
X3	0.13245	0.97476	0.17962	0.00571
X4	0.99271	0.03073	0.00958	-0.11619

Variance Explained by Each Factor			
Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
1.9681890	1.9421602	0.0604528	0.0291981

标准后的因子得分矩阵

Standardized Scoring Coefficients				
	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
X1	0.49549219	-0.0748165	-0.0930037	4.20601343
X2	-0.0226293	0.53216502	-2.8621061	-0.2886624
X3	-0.0675956	0.4998677	2.91099857	-0.2051893
X4	0.52748268	-0.0161647	-0.1703657	-4.1182907

不同地区前两个因子得分情况

CITY	Factor1	Factor2	CITY	Factor1	Factor2
北京市	0.29202	4.15412	广西壮族	-0.1775	-0.3179
上海市	0.09333	2.15677	新疆维吾	-0.5265	-0.3797
天津市	-0.907	1.2366	山西省	-0.2527	-0.4086
西藏自治	-1.4932	1.05637	内蒙古自	-0.4783	-0.4117

广东省	2.85614	0.54862	黑龙江省	-0.2328	-0.4181
青海省	-1.3425	0.22993	贵州省	-0.5451	-0.4428
浙江省	1.51341	0.2282	陕西省	-0.2505	-0.4523
宁夏回族	-1.3365	0.01941	湖北省	-0.0115	-0.4627
云南省	-0.0723	-0.0943	河北省	0.57954	-0.5652
江苏省	1.81671	-0.1257	安徽省	0.04097	-0.6096
吉林省	-0.5438	-0.1457	海南省	-1.258	-0.6868
甘肃省	-0.7045	-0.1459	湖南省	0.25799	-0.7033
重庆市	-0.6456	-0.2187	四川省	0.53512	-0.7124
福建省	-0.0547	-0.2447	山东省	1.81412	-0.7271
河南省	1.21435	-0.2694	江西省	-0.429	-0.8052
辽宁省	0.24815	-0.2826			

## 9.2 地方政府的教育财政支出发展前景聚类分析和因子分析

DATA A;

INPUT CITY\$ X1-X5;

CARDS;

北京	3.06	20.02	-0.4	7	6.56
天津	3.12	21.3	-0.23	0.26	10.87
河北	-1.24	12.88	-1.33	31.5	53.41
山西	3.41	22.38	-1.89	-2.72	2.57
内蒙古	-4.31	19.7	0.07	23.98	25.36
辽宁	4.02	18.8	0.09	0.79	1.03
吉林	12.44	20.27	0.86	0.8	5.48
黑龙江	3.29	19.37	-0.46	9.49	2.39
上海	0.11	8.82	-0.03	3.84	2.61
江苏	-4.7	18.11	-0.35	6.91	1.74
浙江	-2.68	19.21	0.54	11.48	2.56
安徽	-0.7	23.04	-1.32	0.49	22.31
福建	-1.09	21.83	-0.2	-7.97	-18.75
江西	7.44	20.63	-0.39	0.6	-19.52
山东	2.6	18.76	-0.96	5.52	7.75
河南	-0.63	22.29	-1.08	20.41	46.33
湖北	-22.54	19.21	-1.85	26.12	35.43
湖南	0.1	18.37	-0.5	1.38	-13.38
广东	-0.15	16.51	0.88	9.87	5.64
广西	-4.11	28.04	1.41	2.94	2.62
海南	0.29	21.73	1.03	-32.14	-61.77
重庆	4.29	22.33	0.06	-1.52	-2.42
四川	14.07	27.32	0.37	13.33	28.36
贵州	1.21	16.15	-0.19	4.92	-5.13



云南	6.4	19.86	0.55	-4.33	12.07
西藏	-35.12	-8.61	-2.38	-16.79	-36.2
陕西	12.97	43.1	1.66	5.57	-1.28
甘肃	8.85	30.17	1.02	18.98	58.23
青海	24.09	34.36	0.89	22.94	-7.39
宁夏	-2.58	18.36	-0.3	85.61	40.27
新疆	2.29	21.81	-1.29	16.43	46.62

;

PROC PRINT DATA=A;

RUN;

PROC CLUSTER DATA=A METHOD=Ave STD PSEUDO CCC OUTTREE=B;

VAR X1-X5;

ID CITY;

PROC TREE DATA=B HORIZONTAL GRAPHICS;

RUN;

(因子分析程序)

PROC FACTOR M=PRINCIPAL ROTATE=V NFACTOR=4 EV SCORE OUT=B;

VAR X1-X5;

RUN;

PROC PRINT DATA=B;

RUN;

PROC PLOT;

PLOT FACTOR2\*FACTOR1=CITY;

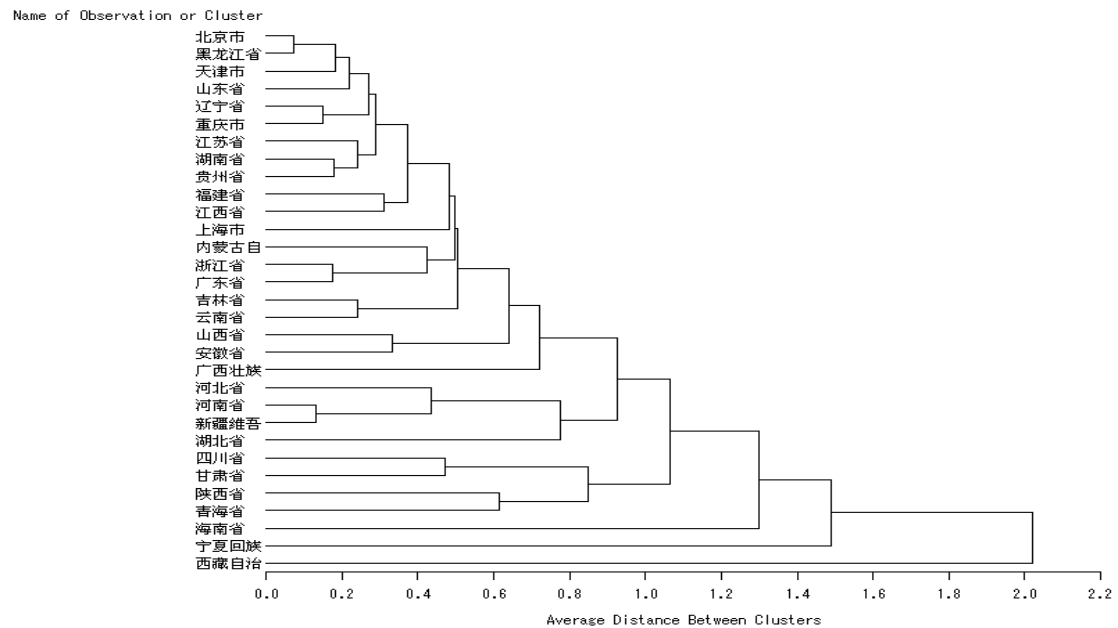
RUN;

聚类分析的主要结果:

Cluster History										
NCL	Clusters Joined		FREQ	SPRSQ	RSQ	ERSQ	CCC	PSF	PST2	Norm RMS Dist
30	北京	黑龙江省	2	0.0002	1	.	.	193	.	0.0732
29	河南	新疆	2	0.0006	0.999	.	.	94.8	.	0.1313
28	辽宁	重庆	2	0.0007	0.999	.	.	74.9	.	0.1479
27	浙江	广东	2	0.001	0.997	.	.	61.3	.	0.1751
26	湖南	贵州	2	0.0011	0.996	.	.	55.9	.	0.1784
25	CL30	天津	3	0.0014	0.995	.	.	50.2	7.8	0.181
24	CL25	山东	4	0.002	0.993	.	.	43.6	2.5	0.2175
23	吉林	云南	2	0.0019	0.991	.	.	40.6	.	0.2417
22	江苏	CL26	3	0.0022	0.989	.	.	38.1	2.1	0.2418
21	CL24	CL28	6	0.0049	0.984	.	.	30.7	4.6	0.2714

20	CL21	CL22	9	0.0059	0.978	.	.	25.8	3.3	0.2896
19	福建	江西	2	0.0032	0.975	.	.	25.9	.	0.3087
18	山西	安徽	2	0.0037	0.971	.	.	25.8	.	0.3331
17	CL20	CL19	11	0.0092	0.962	.	.	22.1	3.8	0.3728
16	内蒙古	CL27	3	0.0076	0.954	.	.	20.9	7.4	0.4223
15	河北	CL29	3	0.0082	0.946	.	.	20.1	14.3	0.4348
14	四川	甘肃	2	0.0075	0.939	.	.	20	.	0.473
13	CL17	上海	12	0.0116	0.927	.	.	19.1	3.8	0.4809
12	CL13	CL16	15	0.0241	0.903	.	.	16.1	6.2	0.4968
11	CL12	CL23	17	0.0193	0.884	.	.	15.2	3.8	0.5034
10	陕西	青海	2	0.0126	0.871	.	.	15.8	.	0.6154
9	CL11	CL18	19	0.0352	0.836	.	.	14	6	0.6387
8	CL9	广西	20	0.0261	0.81	.	.	14	3.5	0.7202
7	CL15	湖北	4	0.0279	0.782	.	.	14.3	6.4	0.7765
6	CL14	CL10	4	0.0382	0.744	0.775	-1.2	14.5	3.8	0.8502
5	CL8	CL7	24	0.1324	0.611	0.735	-3.8	10.2	14.7	0.9245
4	CL5	CL6	28	0.1612	0.45	0.68	-4.8	7.4	10.8	1.0632
3	CL4	海南	29	0.0894	0.361	0.596	-4.7	7.9	4.4	1.2977
2	CL3	宁夏	30	0.1219	0.239	0.383	-2.6	9.1	5.3	1.4906
1	CL2	西藏	31	0.2388	0	0	0	.	9.1	2.0202

根据聚类分类的统计量可知分为 6 类最为合适，类型 1：西藏；类型 2：宁夏；类型 3：海南；类型 4：四川，甘肃，陕西，青海；类型 5：河北，河南，新疆，湖北；类型 6：北京，黑龙江，天津，山东，辽宁，重庆，江苏，海南，贵州，福建，江西，上海，内蒙古，浙江，广东，吉林，云南，安徽，广西。分类树型图如下：



因子分析的主要结果：

提取前 3 个因子作为分析的参考标准，累计贡献率为 89.85%，其中第一个因子的贡献率为 46.07%，第二个因子的贡献率为 34.93%，第三个因子的贡献率为 8.86%。前两个因子的贡献率差距不大，需要综合考虑。

Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total = 5 Average = 1				
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	2.30341204	0.55700684	0.4607	0.4607
2	1.74640520	1.30363347	0.3493	0.8100
3	0.44277173	0.16967411	0.0886	0.8985
4	0.27309762	0.03878421	0.0546	0.9531
5	0.23431341		0.0469	1.0000

*4 factors will be retained by the NFACTOR criterion.*

因子旋转后的相关系数矩阵以及每个因子的方差贡献率：

Orthogonal Transformation Matrix				
	1	2	3	4
1	0.17192	0.70795	0.57108	0.37832

Orthogonal Transformation Matrix				
	1	2	3	4
2	0.95355	-0.06358	-0.27607	0.10238
3	0.23877	-0.41039	0.74611	-0.46679
4	-0.06460	-0.57127	0.20244	0.79278

Rotated Factor Pattern				
	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
X1	0.04160	0.94258	0.28195	0.14905
X2	0.10761	0.57044	0.41457	0.65038
X3	-0.09504	0.32883	0.91326	0.13082
X4	0.96630	0.03483	0.06860	-0.12720
X5	0.85225	0.04478	-0.22776	0.37094

Variance Explained by Each Factor			
Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
1.6824013	1.3251999	1.1419834	0.6161020

Final Commuality Estimates: Total = 4.765687				
X1	X2	X3	X4	X5
0.99189192	0.93184597	0.96831724	0.95583199	0.91779947

标准化后的因子得分系数:

Standardized Scoring Coefficients				
	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4

Standardized Scoring Coefficients				
	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
X1	-0.0194364	1.26136704	-0.4348818	-0.6716572
X2	-0.0947378	-0.0925083	0.07763734	1.13766073
X3	0.09174837	-0.3976337	1.10948622	-0.0687071
X4	0.71437757	0.07461056	0.33033647	-0.7542323
X5	0.38653354	-0.1788325	-0.2393858	0.73664033

全国各个省份前三个因子的得分情况：

CITY	Factor1	Factor2	Factor3
北京市	-0.1011	0.33788	-0.3392
天津市	-0.2872	0.20692	-0.2971
河北省	1.52174	0.02913	-1.2706
山西省	-0.6887	0.93789	-2.1189
内蒙古自	0.87584	-0.8182	0.61163
辽宁省	-0.3586	0.28886	0.09743
吉林省	-0.2536	0.97207	0.56845
黑龙江省	-0.0692	0.43611	-0.3401
上海市	-0.1096	-0.0318	0.07378
江苏省	-0.1355	-0.5835	0.07122
浙江省	0.11274	-0.6895	1.05646
安徽省	-0.2199	0.07239	-1.4325
福建省	-1.0344	-0.1561	0.05343
江西省	-0.7459	1.02286	-0.3764
山东省	-0.1746	0.50447	-0.9907
河南省	0.91482	-0.0953	-1.0552
湖北省	0.97065	-2.3554	-0.8097
湖南省	-0.5948	0.14818	-0.2519
广东省	0.15647	-0.5105	1.24502
广西壮族	-0.2243	-1.3454	2.01983
海南省	-2.4709	-0.2704	1.344
重庆市	-0.5406	0.30929	0.07817
四川省	0.42817	1.17868	0.02466
贵州省	-0.2868	0.14293	0.00904
云南省	-0.3585	0.29025	0.32671
西藏自治	-1.4105	-3.0507	-1.2021

陕西省	-0.3677	0.52714	1.79618
甘肃省	1.12428	0.05905	0.81574
青海省	0.19782	2.41254	0.74187
宁夏回族	3.37832	-0.3058	1.03931
新疆维吾	0.75129	0.33598	-1.4887

### 9.3 模型 1 的相关程序及结果

表 1 广东高等教育信息数据

专业类别	第一批	第二批	第三批
文史	4560	3800	4400
语言	5160	3800	5500
医学	5760	4580	4800
理学	5160	5500	5500
工程	5760	5500	6000
信息	8000	8000	8000
农林	2580	2150	3500
生物	5160	4500	5000
管理	4560	5500	5500
经济	4560	5500	5500
教育	5160	4500	4300
艺术	10000	10000	12800
体育	5160	4300	5500

注：数据来源 <http://zhidao.baidu.com/question/68924243.html>

表 2 广东各批院校不同专业的现行收费标准

专业类别	教育成本	第一批比例	第二批比例	第三批比例	潜在社会贡献率
文史	20000	0.20%	0.66%	0.56%	5.65%
语言	20010	0.31%	1.38%	1.67%	6.78%
医学	32090	1.02%	1.58%	1.67%	9.30%
理学	28000	3.26%	10.54%	17.85%	8.47%
工程	31200	3.46%	11.20%	18.97%	9.47%
信息	30400	3.05%	13.17%	17.24%	7.91%
农林	28000	1.53%	5.27%	2.79%	10.17%
生物	31200	0.51%	2.31%	2.79%	9.47%
管理	20000	4.07%	18.44%	15.62%	6.78%
经济	21600	3.87%	17.52%	13.39%	8.34%
教育	20000	0.51%	2.31%	2.79%	7.34%
艺术	28000	0.81%	3.69%	4.46%	5.65%
体育	20800	0.20%	0.13%	0.06%	4.65%

注：数据来源《广东省 2006 年高等学校招生专业目录》

模型 1 的程序

```
[xfbz.m]
clear all;
a=[20000    0.0020  0.0066  0.0056  0.0565
20010    0.0031  0.0138  0.0167  0.0678
32090    0.0102  0.0158  0.0167  0.0930
28000    0.0326  0.1054  0.1785  0.0847
31200    0.0346  0.1120  0.1897  0.0947
30400    0.0305  0.1317  0.1724  0.0791
28000    0.0153  0.0527  0.0279  0.1017
31200    0.0051  0.0231  0.0279  0.0947
20000    0.0407  0.1844  0.1562  0.0678
21600    0.0387  0.1752  0.1339  0.0834
20000    0.0051  0.0231  0.0279  0.0734
28000    0.0081  0.0369  0.0446  0.0565
20800    0.0020  0.0013  0.0006  0.0465
];
k=[1 0.5 0.1];
n=190*10^4;
Q=300*10^9;l=1/3;Q=Q*l;
d1=zeros(39,39);d2=eye(39);
c1=[a(:,1) ;a(:,1); a(:,1)];
c2=[k(1).*a(:,1);k(2).*a(:,1);k(3).*a(:,1)];
v=[a(:,2) ;a(:,3);a(:,4)];
A1=[d1,d2;d1,-d2;-d2,d1;d2 diag((1./v)/n);zeros(1,39),ones(1,39)];
b=[0.9*n*c1.*v;-0.5*n*c2.*v;-0.1*c1;1.05*c1;Q];
f1=[k(1)./a(:,1)' k(2)./a(:,1)' k(3)./a(:,1)'];
f=-[f1 (f1./v)/n];
[X fm]=linprog(f,A1, b,[],[],zeros(1,78),inf*ones(1,78));
c=['  文史  ' ;'  语言  ' ;'  医学  ' ;'  理学  ' ;'  工程  ' ;'  信息
';
'  农林  ' ;'  生物  ' ;'  管理  ' ;'  经济  ' ;'  教育  ' ;'
艺术  ' ;'  体育  '];
x1=(X(1:39));
x2=(X(40:78)/10^4);
for i=1:13
    play1(i,:)=sprintf('      %d      %d      %d',x1(i),x1(13+i),x1(26+i));
    play2(i,:)=sprintf('      %d      %d      %d',x2(i),x2(13+i),x2(26+i));
end
play11=[c play1];play22=[c play2];
disp('各批别院校各类专业的标准收费如下：（单位：元）')
disp('专业类别      第一批      第二批      第三批
')
disp(play11)
```



```

disp(' ')
disp(' ')
disp('各类别院校各类专业应该分配到的用于教学部分的国家拨款和社会资助：
（单位：万元）')
disp('专业类别          第一批          第二批          第三批
')
disp(play22)

```

模型 2 和模型 3 的程序

```

[Un.m]
clear all;clc;
xfbz;
a2=[5000 12500 17500 22500];
h=[0.4 0.3 0.2 0.1];
t1=eye(156);
f0=3000;p=0.25;
Q1=sum(X(40:78));p1=0.7;
Q2=Q-Q1;do=5000;Q2=p*Q2;
A11=[t1;-t1;(p*n).*[v;v;v;v]'];
E1=[x1;x1;x1;x1];
E2=-[h(1)*x1;h(2)*x1;h(3)*x1;h(4)*x1];
E=zeros(313,1);
%E=[E1;E2;Q2];
E(1:156)=E1+f0;E(157:312)=E2;E(313)=Q2;
f2=zeros(1,156);
for i=1:4
    f2(39*i-38:39*i)=-a2(i);
end
format rat
[U f2m]=linprog(f2,A11,E,[],[],zeros(1,156),do*ones(1,156));
for j=1:4
    x3(:,j)=U(39*j-38:39*j,:);
for i=1:13

play3(i,:,j)=sprintf('      %d      %d      %d',x3(i,j),x3(13+i,j),x3(26+i,j));
end
end
disp('四类不同家庭收入的贫困生应该获得的国家补贴如下：')
%家庭年均收入为 5000 元以下
play13=[c play3(:,1)];
disp(' ')
disp('1.家庭年均收入为 5000 元以下的各专业学生应该获得的国家补贴如下：
（单位：元）')
disp('专业类别          第一批          第二批          第三批

```

```

')
disp(play13)
%家庭年均收入为 5000 元~10000 元
play13=[c play3(:,2)];
disp(' ')
disp('2.家庭年均收入为 5000 元~10000 元的各专业学生应该获得的国家补贴如下：（单位：元）')
disp('专业类别          第一批          第二批          第三批')
')
disp(play13)
%家庭年均收入为 10000 元~15000 元
play13=[c play3(:,3)];
disp(' ')
disp('3.家庭年均收入为 10000 元~15000 元的各专业学生应该获得的国家补贴如下：（单位：元）')
disp('专业类别          第一批          第二批          第三批')
')
disp(play13)
%家庭年均收入为 15000 元~25000 元
play13=[c play3(:,4)];
disp(' ')
disp('4.家庭年均收入为 15000 元~25000 元的各专业学生应该获得的国家补贴如下：（单位：元）')
disp('专业类别          第一批          第二批          第三批')
')
disp(play13)
[y1,y2]=meshgrid(a2,x1);
title('国家补助与学生学费和家庭收入的关系图像')
xlabel('家庭年平均收入/元')
ylabel('学生需交学费/元')
zlabel('国家补助/元')
mesh(y1,y2,x3)
surf(y1,y2,x3)
xx=zeros(156,2);
xx(:,1)=E1;
for i=1:4
    xx(39*i-38:39*i,2)=a2(i);
end
[k,res,re]=regress(U,[xx(:,1).*xx(:,2) xx ones(156,1)]);
ss=sum((U-mean(U)).^2);rs=sum(re.^2);R=(ss-rs)/ss;
disp(' ')
disp(' ')
pl1=sprintf('对国家补助与学生学费和家庭收入的关系进行二元二次拟合，拟合的相关系数为： %d',R);

```

```
disp(pl1)
disp('拟合方程如下: ')
pl2=sprintf('国家补助=(%d)×学费×家庭收入+(%d)×学费+(%d)×家庭收入
+(%d)',k);
disp(pl2)
```