

编号：A0069

数据要素推动下的中国经济高质量发展

目录

摘要.....	1
引言.....	1
一、 问题描述.....	1
(一) 关于数据新动能的含义与相关背景的提出.....	1
(二) 数字经济对经济高质量发展的影响因素.....	2
1. 提高生产和组织的效率.....	2
2. 提高交易和资源配置效率.....	2
3. 提高产业分配和创新效率.....	2
(三) 本文研究方向.....	3
二、 指标选取.....	3
(一) 数字经济指标体系.....	3
1. 建立数字经济指标体系.....	3
2. 数字经济发展指标选取原因.....	4
(二) 经济高质量发展指标体系.....	4
1. 建立经济高质量发展指标体系.....	4
2. 经济高质量发展指标选取原因.....	5
(三) 中介变量指标体系.....	7
1. 建立中介变量指标体系.....	7
2. 中介因素指标选取原因.....	7
(四) 控制变量指标体系.....	8
1. 建立控制变量指标体系.....	8
2. 控制变量指标体系选取原因.....	8
三、 多重中介模型的建立与求解.....	8
(一) 数据描述与预处理.....	9
1. 数据的描述.....	9
2. 数据预处理.....	9
(二) 多重中介模型的建立.....	9
(三) 模型的求解.....	10
四、 模型的应用——异质性检验.....	15
(一) 异质性检验理论基础与数据预处理.....	16
1. 理论基础:	16
2. 数据预处理:	16
(二) 异质性检验的模型建立与求解.....	16
1. 模型的建立.....	17
2. 模型的求解.....	17
五、 结论与建议.....	22
(一) 结论.....	22
1. 中介变量模型.....	22
2. 异质性检验.....	22
(二) 建议.....	22
参考文献.....	24

附录.....	25
致谢.....	42

表格和插图清单

图：	图 1	数字经济影响方式	3
	图 2	中介效应检验步骤	13
	图 3	异质性检验分类	16
	图 4	经济发达与不发达地区图示	18
	图 5	高低创新地区图示	19
表：	表 1	数字经济指标体系	3
	表 2	经济高质量发展指标体系	5
	表 3	中介变量指标体系	7
	表 4	控制变量指标体系	8
	表 5	多重共线性	11
	表 6	控制变量下的回归	12
	表 7	中介效应的检验方法	13
	表 8	中介变量显著性	13
	表 9	中介作用效应量结果汇总	14
	表 10	中介变量下数字经济回归	15
	表 11	异质性检验后回归	17
	表 12	低经济地区中介变量显著性	19
	表 13	高经济地区中介变量显著性	20
	表 14	低创新地区中介变量显著性	20
	表 15	高创新地区中介变量显著性	21

摘要

2020 年，数据作为新的动能，正式成为生产要素，共同培育发展要素市场，推动经济高质量发展。本文从数字经济角度出发，引入生产效率、创新效率、资源配置三个中介变量，旨在分析数字经济对经济高质量发展的影响。同时，对于我国现阶段区域发展是不平衡的现状，在研究数字经济对经济高质量发展的影响时，不得不考虑对于不同发展水平地区，这一项指标能否显著地促进其经济高质量发展。

针对数字经济对经济高质量发展的影响问题，利用全国各省市 2019 年的相关数据以及相关资料，建立数字经济发展以及经济高质量评价指标体系，对数据进行预处理，其次用灰色关联分析确定各指标权重，计算出各省市综合得分，通过一元并行多重中介模型，得出数字经济不仅可以通过生产效率、资源配置两个方面促进经济高质量发展，而且对于经济高质量发展有直接的促进作用。

此外为了探究数据要素作为新动能对于不同的经济地区经济高质量发展是否有差异，将区域划分为两类讨论。将全国各省市作为样本，以数据要素作为生产要素前一年（2018 年）各地的人均 GDP 的中位数为标准，将 31 个省市划分为经济发达地区和经济不发达地区；以 2018 年各省市的专利数中位数为标准，将 31 个省市划分为高创新区域和低创新区域。通过异质性检验，得到发达、不发达地区的估计系数为 0.601、0.494，说明不同地区的数字经济可以显著的影响经济高质量发展，但数字经济在经济发达地区对经济高质量发展影响更为显著。同时还得到高创新、低创新地区的估计系数为 0.558、0.430，也说明两个地区的数字经济都显著影响经济高质量发展，而在高创新地区影响更为显著。

关键词：经济高质量发展；数字经济；并行多重中介模型；灰色关联分析；

引言

近年来，数字经济已悄无声息地进入人们的视野，对部分人而言，每天面对数据已经成为他们的工作之一。大数据的应用十分广泛，人们无时无刻都在使用数据，从购买商品、乘坐公交，到在办理业务时输入联网的个人信息，从教育设施逐步数字化到国家各类科研项目开发，各类数据信息都充斥着人们的生活。

放眼望去，信息技术在当今社会发展中突飞猛进，在线教育，人工智能，电子商务等领域都在数据的推动下迅速崛起，各个国家的信息化水平成为综合国力的有效竞争力。十九大以来，中国的经济转化为高质量发展阶段，无法复制过去旧的经济增长模式，因此需要对数据有更加深入的了解，才能让数据真正为经济发展所用。

本文以全国各省份 2019 年度的截面数据为样本，探究在特定时间内数据作为新动能是如何刺激经济的；以及在一定标准（人均 GDP 与专利申请数）的分类下，探究经济发达与不发达地区、高创新与低创新地区，在数字经济层面对经济高质量发展有哪些不同程度的影响，并通过模型构建与分析来证明文章中结论的成立，并对检验结果提出相应的建议。

一、 问题描述

(一) 关于数据新动能的含义与相关背景的提出

数字经济这一词汇最初在美国出现，在期刊中被解释为是一种基于人类的智力联网的新类型经济。随着互联网的流行，数字经济也逐渐被人们认知，进入大众的生活。当前，传统要素对我国经济的刺激作用逐渐减少，不能满足经济持续发展的要求，需要优化经济结构。在 2020 年国务院印发的《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》中，把数据正式的作为了一种新的生产要素写入文件。数据作为新发展的动能，能够构建培育良好的要素市场，与其他要素

共同推进经济高质量发展。

(二) 数字经济对经济高质量发展的影响因素

对于数据还存在太多的未知，它是如何刺激经济的，是怎样在近些年“打败”传统要素，成为促进经济发展的最新动能的，这些都需要去探索和研究。在《中国数字经济发展白皮书》中写道，2019 年我国数字经济的增加值已达 35.8 万，GDP 占比达到 36.2%，充分展示了数字经济对于中国经济增长的贡献已经过半。最突出的是 2020 年，在线教育平台、电子商务、居家办公 APP 等行业由于疫情的缘由而蓬勃发展，加大发展数字经济的力度已经上升为国家战略决策。

此外，全球各国都在推出相关政策：2011 年，美国发布《大数据研究与发展计划》；2013 年，澳大利亚出台《公共服务大数据战略》。2015 年，我国国务院引出《促进大数据发展行动纲要》，提出当前阶段需要解决的问题，并通过不断地实践得出经验，实现国家的数据行业的发展。

至此可以总结出数据主要在三大方面对经济的重要影响：

1. 提高生产和组织的效率

在当前全国大力发展数字经济的背景下，全国的大多数企业日益趋向于智能化，依赖大数据提供的信息，实现生产经营等环节的网络化协作以及合理化分工，建立更加高效的生产体系。

2. 提高交易和资源配置效率

企业可以利用现有的数据信息，提供在线评价服务、比较信息和反馈结果的系统，让消费者选择性价较高的商品，节约了搜寻和谈判成本，推动企业各部门分工合理化，并能根据需求变化迅速发现并且调整产业链的合作对象，将资源的配置效率大大提高。

3. 提高产业分配和创新效率

在数字经济时代，数字技术的研发和创新，产生了包括大数据、人工智能、

电子商务、物联网、网络信息安全在内的多个产业，提高了整个经济体系的创新效率。

(三) 本文研究方向

本文从上述角度入手，将 2019 年全国各省市的数据作为样本，用经济高质量发展、数字经济的各项相关指标来构建体系，最终证明：一方面数据新动能，对经济高质量发展有直接的影响；另一方面是数字经济通过中介因素和自身刺激经济的高质量发展；其次结合当前国情，将 31 个省市划分为经济发达和经济不发达地区、高创新和低创新区域，通过异质性检验，说明在这四个区域间数字经济对经济高质量发展显著性的异同。

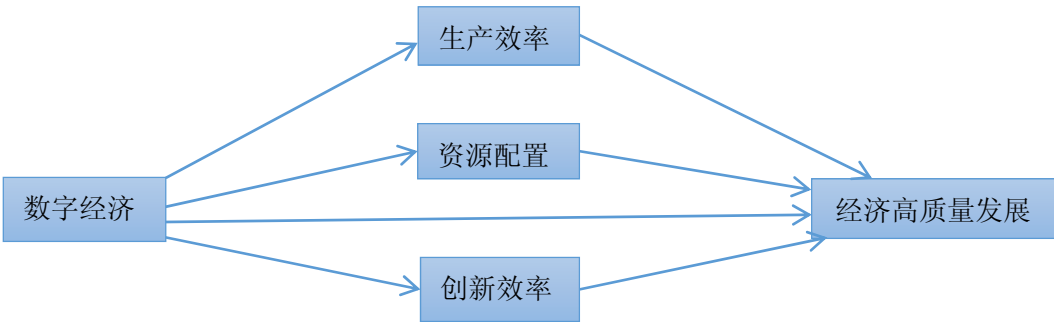


图 1 数字经济影响方式

二、 指标选取

(一) 数字经济指标体系

1. 建立数字经济指标体系

本文重点探究数字新动能对经济高质量发展的影响，因此利用 2019 年中国各个省市的各项数字经济与经济高质量发展的指标数据，建立数字经济相应的指标体系，如表 1 所示：

表 1 数字经济指标体系

决策层	指标层	衡量方法	指标类型
数字化交易规模	线上经济产出	电子商务销售额	+
	物流总产出	快递业务收入	+

数字网络普及率	宽带普及率	互联网宽带接入用户	+
	互联网流量	移动互联网接入流量	+
数字化基础设施	基础设施消费	通信工具类居民消费价格指数	-
	网络信号使用	移动电话年末用户数	+
	视听设备使用	数字电视用户数	+
数字化科技文化	智能科技设备	自动气象站个数	+
	电子阅读文化	电子刊物出版数量	+

“+”表示正项指标，“-”表示逆向指标

2. 数字经济发展指标选取原因

本文的核心是要讨论数据新动能对经济的发展，所以选择上述四类指标。

① 数字化交易规模

现在更多的人愿意选择线上消费，利用这一现象本文选择了电子商务销售额作为数字经济产出的指标，快递服务行业收入也随之增加，这也代表了物流总产出的水平。

② 数字网络普及率

数字经济活动进行的基础是互联网的通畅，因此选取了互联网宽带接入用户这一指标表示宽带普及率，移动互联网接入流量代表互联网流量。

③ 数字化基础设施

数字化基础设施必不可少，日常生活所用的通信方面居民消费价格指数、移动电话年末用户数、数字电视用户数这三个指标都是贴近生活的指标，只有通信的畅通，才能更加有效的支撑经济的发展。

④ 数字化科技文化

数字化运用到了各种技术与文化层面，如电子刊物和电子书籍阅读的盛行，因此选择电子刊物出版的数量作为代表指标；再者智能设备进入人们的生活，如出行会关注的天气，因此选取自动气象站个数这一指标。

(二) 经济高质量发展指标体系

1. 建立经济高质量发展指标体系

建立各个省份的经济高质量发展指标体系，如下表 2 所示：

表 2 经济高质量发展指标体系

决策层	指标层	衡量方法	指标类型
综合质量效益	经济总体产出	人均地区生产总值	+
	产业结构高级化	第三产业增加值/第二产业增加值	+
	财税质量提升	地方财政一般预算收入/地方财政一般预算支出	+
	社会消费增长	社会消费品零售总额	+
	政府调控能力	居民消费价格指数	-
创新发展	创新潜力	国内专利申请授权量	+
	研发效率	技术市场成交额	+
协调发展	运行协调	城镇登记失业率	-
绿色发展	环境治理	工业污染治理完成投资	-
	绿色生活	城市污水日处理能力	+
开放发展	对外贸易	经营单位所在地进出口总额	+
	招商投资	外商投资企业进出口总额	+
民生发展	居民收入	居民人均可支配收入	+
	教育科技	普通高等学校招生数	+
	医疗卫生	医疗卫生机构数	+
	养老保障	城乡居民社会养老保险参保人数	+

“+”表示正项指标，“-”表示逆向指标

2. 经济高质量发展指标选取原因

本文将经济高质量发展指标分为上述六个方面。

① 综合质量收益

选取人均国内生产总值来代表经济产出，代表着我国在过去一年或一段时间内的人均经济发展总额。第三产业与第二产业增加值的比值量化产业结构，考虑到一些经济较为发达的省市在大力发展第三产业，第一产业的产值相对较低，所以不选择第一产业的指标进行处理。

财税质量使用地方财政一般预算收入与地方财政一般预算支出的比值，来表示财税质量的提升，也可以代表这个地方财政的经营情况。社会消费水平是人们日常生活的一个体现，社会也正是因为消费才得以经济流通，因此采用社会消费品零售总额指标来表示经济的增长水平。

对国家的经济而言最重要的是政府调控，出现通货膨胀等情况，只有进行宏观调控，才能使市场恢复稳定。居民消费指数是用来反映居民购买商品及服务的价格水平的变动情况，通过价格的变化，可以看到市场的平衡，因此选择居民消费价格指数来表示政府的调控能力。

② 创新发展

创新是发展的第一动力，要加大对中小型的企业创新支持力度，促进更多创新型企业的发展；人才是创新的第一要素，因此选择了国内专利申请授权量这一指标来代表我国现在的创新潜力。

以技术市场成交金额来表示研发效率，只有不断实践，才能推动创新发展，认同技术的发展成果，才能说明技术的成熟、创新的可行。

③ 协调发展

近些年我国经济飞速发展，但要注重各个行业的协调。以就业与失业的平衡为例，这一指标能最清晰的反应出现阶段劳动市场上的劳动力平衡问题。就业与失业反应公民能否通过自己的劳动为经济发展提供效力，所以选取城镇登记失业率来代表经济运行的协调度。

④ 绿色发展

习主席强调，经济发展不能以牺牲环境为代价，只有经济发展不破坏生态环境，才能真正实现可持续发展，因此选择工业污染治理完成投资、城市污水日处理能力为指标，表示环境治理和绿色生活的水平。

⑤ 开放发展

开放是一个国家经济发展的关键性因素，闭门造车是行不通的，本文选取经营单位的进出口总额以及外商投资企业进出口总额来表示对外开放程度。

⑥ 民生发展

在民生方面，居民生活质量提高是经济提高的表现。类比国民经济的发展，

选择居民人均可支配收入为指标，人均可支配收入的增加，是经济提高的证明，会使百姓幸福指数上升。

教育与卫生也不可或缺，要保障每个人的受教育和医疗健康的权利，才能让百姓幸福健康的生活，所以选择普通高等学校招生数和医疗卫生机构数这两项指标。

随着国家近些年老龄化的出现，人们能不能老有所依是考量民生发展的关键性因素。因此选择城乡居民养老保险的参保人数作来量化。

(三) 中介变量指标体系

1. 建立中介变量指标体系

在数字经济与经济高质量发展之间，是否存在着一个中介变量，使部分数字经济是通过它从而间接影响了经济，因此建立如下表 3 中介变量的指标体系，判断他的得分。

表 3 中介变量指标体系

决策层	指标层	衡量方法	指标分类
生产效率	劳动效果	批发和零售业私营企业和个体就业人员/批发和零售业增加值	-
资源配置效率	劳动分配	包裹数	+
创新效率	科研经费	规模以上工业企业 R&D 经费	+

“+”表示正项指标，“-”表示逆向指标

2. 中介因素指标选取原因

本文研究数据要素是如何影响经济发展，是直接效应，还是存在某种中介变量，使数据新动能通过刺激该中介变量的变化，影响经济高质量发展。因此，本文选择上述三大类中介变量。

生产效率，根据定义展开，理解为变量之间的关系，如：劳动量与劳动效果的比值，一个企业的劳动力较少且劳动效果明显，就可以证明该企业的生产的效率是较高的。

资源配置，我国地域广阔、百姓众多，合理的资源配置至关重要，如劳动力过多，岗位数量有限，就会造成就业不平衡，必须分散劳动力，让更多劳动力发挥价值。因此采用包裹数代表快递行业的发展，在互联网+的背景下，电子商务发展十分迅速，增加了对快递物流服务业的需求，包裹不仅代表着快递服务业的影响，还量化了各类资源配置。

创新效率，创新是一个国家不可或缺的意识，习主席强调要“加快建设创新型国家”，因而选择科研经费来说明创新效率的高低。

(四) 控制变量指标体系

1. 建立控制变量指标体系

回归方程中，存在着除自变量之外的控制变量，来考察整个方程的完整性，是否还存在其他变量影响着因变量，因此建立控制变量的指标体系，如表 4 所示：

表 4 控制变量指标体系

要素	要素市场化水平衡量方法	指标类型
劳动要素	国有城镇单位就业人员工资总额占城镇单位就业人员工资总额的比重	-
资本要素	国有全社会固定资产投资占全社会固定资产投资的比重	-
土地要素	城市建设用地面积	+

“+”表示正项指标，“-”表示逆向指标

2. 控制变量指标体系选取原因

根据国民经济的分类，国有经济属于公有制经济，公有制经济能够巩固社会主义制度，推动社会主义生产力发展，非公有制经济是促进我国社会经济生产力发展的重要力量，本文将国有经济作为逆向变量，即国有企业单位就业人员的工资占比越低，对经济的高质量发展的影响更大；国有全社会固定资产投资额占比越低，反映经济在更快的增长；同时经济的高质量发展，必须对土地资源合理运用，因此选择城市建设用地面积指标来进行衡量。

三、 多重中介模型的建立与求解

(一) 数据描述与预处理

1. 数据的描述

本文所涉及的数据均来自国家统计局官网，选取 2019 年各省市的相应指标数据，均为截面数据。

2. 数据预处理

(1) 指标正向化，在所有的指标中，有部分指标是逆向化的，比如城镇失业率、居民消费价格指数等，需要先将其转化为正项指标，才能和其他正向指标一起进行标准化。

正向化公式：

$$X'_{i,j} = (X_{i,j} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

(2) 指标标准化，本文涉及 31 个评价对象，16 个评价指标，构成一个正向化矩阵。为消去不同指标量纲的影响，对已经正向化的矩阵进行标准化处理，将标准化的矩阵记为 Z，对 Z 中的每一元素进行该操作：

$$Z_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X'^2_{ij}}} \quad (2)$$

(二) 多重中介模型的建立

根据本文的思路框架，建立下述一元并行多重中介效应模型，分别对数字经济、三个中介变量进行经济高质量发展的回归，同时考虑控制变量的影响，探究每个方程的系数显著性与否：

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X + \xi \quad (3)$$

$$Y = \alpha_0' + \alpha_1' X + \sum_{i=1}^3 \alpha_k' Control_i + \xi' \quad (4)$$

$$P = \beta_0 + \beta_1 X + \xi \quad (5)$$

$$Z = \eta_0 + \eta_1 X + \xi \quad (6)$$

$$C = \varepsilon_0 + \varepsilon_1 X + \xi \quad (7)$$

$$Y = \gamma_0 + \gamma_1 X + \gamma_2 P + \gamma_3 Z + \gamma_4 C + \xi \quad (8)$$

其中， X 为数字经济的得分， Y 为经济高质量发展得分， $Control_i$ 为控制变量标准化后的数据；同时，将中介变量的数据标准化，并用上述符号代表对应的变量（这三个符号仅为本文的模型表示而设）： P 为生产效率， Z 为资源配置， C 为创新效率。 M 为中介变量，包含 P 和 Z 和 C ， ξ 为随机干扰项。

（三）模型的求解

1. 计算各省市 2019 年数字经济、经济高质量发展的综合得分，需要根据上述的数字经济以及经济高质量发展的指标确定每一个指标的重要性，就要计算出各个指标的权重，在此本文选择灰色关联分析确定权重，其原因如下：

在数理统计中，有多种进行赋权的方法，如回归分析、方差分析、主成分分析等，但它们都有一定的不足之处：

- ① 要求有大量的数据，数据量较少的情况下难以找出其统计规律；
- ② 要求样本服从某个典型的概率分布。

而灰色关联分析方法，对样本量的多少无强制要求，适合通过少量的数据推测总体数据的情况；且实验样本有无规律都同样适用，其基本思想是根据所得到的序列曲线几何形状之间的相似程度来判断它们之间联系是否紧密。

在本实验中，一共有评价对象个数 31 个，个数较少，所以使用灰色关联分析进行权重的确定，具体评分步骤如下：

- ① 构建母序列 X_0 ：将标准化后的矩阵 Z 当中的每一行最大值取出构成母序列（即相当于每个样本取一个最大值）
- ② 计算各个指标与母序列之间的灰色关联度：

记：两极最小差

$$a = \min_j \min_i |x_0(i) - x_j(i)| \quad (9)$$

两级最大差

$$b = \max_j \min_i |x_0(i) - x_j(i)| \quad (10)$$

定义：

$$\Gamma(x_0(i), x_j(i)) = \frac{a - \rho b}{|x_0(i), x_j(i)| + \rho b}, \quad \rho \text{ 为分辨系数，一般取 } 0.5 \quad (11)$$

$$\Gamma(x_0, x_j) = r_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Gamma(x_0(i) - x_j(i)) \quad (12)$$

为 X_0 和 X_j 的灰色关联度

③ 计算各个指标的权重

$$w_j = \frac{r_j}{\sum_{j=1}^m r_j} \quad (13)$$

④ 得第 i 个评价对象的得分

$$S_i = \sum_{j=1}^m Z_{ij} \cdot w_j \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

由此得到 2019 年各省市数字经济、经济高质量发展的综合得分，见附录 9。

2. 计算中介变量与控制变量

根据所收集的 2019 年各省市的相关指标数据，对于数据进行标准化处理，得到相应的控制变量、中介变量值，见附录 7。

3. 多重共线性检验

检验（4）式的各个变量之间是否具有多重共线性，结果如表 5 所示：

表 5 多重共线性

模型	未标准化系数		标准化系数	t	显著性	共线性统计	
	B	标准错误	Beta			容差	VIF
(常量)	.193	.048		4.020	.000		
数字经济得分	.481	.099	.678	4.860	.000	.197	5.076
劳动要素	-.501	.126	-.400	-3.987	.000	.380	2.629
资本要素	-.176	.164	-.099	-1.072	.294	.451	2.216
土地要素	.027	.078	.046	.348	.730	.216	4.636

a. 因变量：经济得分

表 5 是对数字经济和控制变量之间的多重共线性检验，可以看出这四项指标得到的容差均 >0.1 ，VIF 检验值 <10 ，说明所选取的控制变量与数字经济之间并不具有多重共线性，且系数符合实际意义，因此可以使用选择的劳动、资本、土地这三个变量来控制数字经济变量。

4. 多重中介回归模型检验

表 6 控制变量下的回归

项	基准回归 (3)	加入控制变量 (4)
数字经济	0.644**	0.481**
劳动		-0.501**
资本		-0.176
土地		0.027
常数项	0.058**	0.193**
随机效应	是	是
R ²	0.824	0.9
调整 R ²	0.818	0.885
F 值	F(1, 29)=135.665, p=0.000	F(4, 26)=58.791, p=0.000

① 数字经济对经济高质量发展

在加入控制变量之前，只考虑数字要素对经济的影响，即方程（3），判断所得的模型系数是否显著，结果如上表 6 第二列内容基准回归所示的，与本文起初的主观设想是一致的，可以看出系数都是非常显著的，即是说数字要素对经济高质量发展确实有很明显的影响作用。

但进一步比较发现，加入控制变量，得到方程（4），模型的显著性系数结果发生变化，核心变量（数字经济）的估计系数的绝对值下降了，说明未考虑控制变量的回归模型的设定虽然正确，但缺乏一定的合理性和完整性，存在设定过于简单的问题，有可能忽略了其他因素（除数字要素之外）对经济高质量发展的影响。

另一方面，在加入了控制变量之后，形成的判定结果如表 6 所示，达到的总体效应依然是显著的，更加印证了本文的猜想，说明在控制了其他可能的影响因

素后结论同样成立。

② 加入中介变量

目前中介效应的检验方法主要有三种：

表 7 中介效应的检验方法

检验方法	因果逐步回归法	乘积系数法（sobel 中介效应检验法、bootstrap 抽样法）	因果逐步回归改良法
检验原理	检验系数显著性	检验 $a*b$ 的显著性	检验系数显著性
优缺点	优点：简单易懂； 缺点：检验效能低，有时候本身有中介作用却没有显示中介作用	优点：统计功效优于因果逐步回归法； 缺点：只能检测中介效应、无法得出效应占比等结果	优点：结合以上两种方法，在检验 $a*b$ 的显著性中采用 bootstrap 抽样法（bootstrap 法适用于中、小样本和各种中介效应模型）

采用因果逐步回归改良法检验中介效应，得到如下检验步骤：



图 2 中介效应检验步骤

本文检验结果如下：

表 8 中介变量显著性

项	c	a	b	a*b	a*b	c'	检验结论
	总效应			中介效应	(95% BootCI)		检验结论

数字经济得分=>中介变量（科研经费）=>经济得分	0.644**	1.506**	0.096	0.144	-0.110~ 0.542	0.328**	中介作用不显著
数字经济得分=>中介变量（生产效率）=>经济得分	0.644**	-0.286	-0.126*	0.036	0.002~ 0.178	0.328**	部分中介
数字经济得分=>中介变量（包裹数）=>经济得分	0.644**	0.921**	0.148**	0.136	-0.018~ 0.365	0.328**	部分中介

表 9 中介作用效应量结果汇总

项	检验结论	c	a*b	c'	效应占比计算公式	效应占比
		总效应	中介效应	直接效应		
数字经济得分=>中介变量（科研经费）标准化=>经济得分	中介作用不显著	0.644	0.144	0.328	-	0%
数字经济得分（未归一化）=>中介变量（生产效率（万人/亿元））标准化=>经济得分（未归一化）	部分中介	0.644	0.036	0.328	$a*b/c$	5.58%
数字经济得分=>中介变量（包裹数（万件））标准化=>经济得分	部分中介	0.644	0.136	0.328	$a*b/c$	21.14%

每一个中介变量都得到一个对应的检验系数 a 与检验系数 b，a 表示数字经济 X 对中介变量 M 进行回归得到的回归系数，b 表示数字经济 M 对经济高质量发展 Y 时进行回归得到的回归系数，进而 a*b 为 a 与 b 的乘积，即需要得到的中介效应。

由表 8 可知：经由生产效率 M2、包裹数 M3 的中介效应是非常显著，而科研经费 M1 的中介效应并不显著。由表 9 可知：经由包裹数 M3 的效应占比相比生产效率 M2 更大。

由此说明，在数字经济水平不变的条件下，要想使得经济高质量发展，应该把重点放在提高社会资源配置的合理性以及企业的生产效率方面，创新效率在这其中处于相对次要的地位，但也不可忽视，应给予积极的鼓励。

表 10 中介变量下数字经济回归

项	(3) 式	(5) 式	(6) 式	(7) 式	(8) 式
数字经济	0.644**				0.328**
科研经费				1.506**	0.096
生产效率		-0.286			-0.126*
资源配置			0.921**		0.148**
常数项	0.058**	0.203**	0.017	-0.087**	0.089**
随机效应	是	是	是	是	是
R ²	0.824	0.118	0.469	0.186	0.906
调整 R ²	0.818	0.088	0.451	0.81	0.891
F 值	F(1, 29)=13 5.665 p=0.000	F(1, 29)=3.884 p=0.058	F(1, 29)=25.61 6 p=0.000	F(1, 29)=128 .565 p=0.000	F(4, 26)=62.4 42 p=0.000

由表 10 可以看出，系数大多都是显著的，说明所选取的指标都是合理的。

进一步研究，在表格最后列的系数 c' 表示在加入了中介效应后，数字经济 X 对经济高质量发展 Y 进行回归时得到的回归系数，为直接效应。与前者的 c 相比较而言，系数是有减小的，但结果仍然显著为正，说明数字经济对经济高质量发展的部分影响，是通过提升生产效率以及资源配置合理性来实现的。

据上述所有的实验模型，以及表 8 和表 9 中的系数得到如下的关于数字经济与经济高质量发展的模型结果如下（不包含控制变量），即本文得到的结果：

$$Y = 0.058 + 0.644X \quad (15)$$

$$C = -0.087 + 1.506X \quad (16)$$

$$P = 0.203 - 0.286X \quad (17)$$

$$Z = 0.017 + 0.921X \quad (18)$$

$$Y = 0.089 + 0.328X + 0.096C - 0.126P + 0.148Z \quad (19)$$

四、模型的应用——异质性检验

(一) 异质性检验理论基础与数据预处理

1. 理论基础:

在统计学中,异质性是用来描述一系列研究中效应量变异程度,也表明除了可预见的偶然机会外,研究间存在的差异性。本文中,我们涉及的差异性是不同的省份对数据的利用程度不同,从而导致的数据对经济发展的贡献程度的差异性。

结合现阶段的基本国情,全国各区域发展不协调,每个省份都有各自的优势。在研究数字经济对经济高质量发展的影响时,不得不考虑,对于数字这一新动能的认知与使用并不是十分有效的地区而言,这一指标并不能对该地区的经济高质量发展造成很大影响。数据要素作为经济高质量发展的新动能,是以全国经济环境为主要载体的,也就是异质性检验的主要目的:检验在不同地区,数据要素作为新动能对于经济高质量发展是否有差异,为解决此问题,接下来将讨论两种不同区域的结果。

2. 数据预处理:

- ① 将全国各省市的实验数据作为样本,以数据要素的前一年(2018年)数据中,各地的人均GDP的中位数标准,将全国31个省市划分为经济发达地区和经济不发达地区。
- ② 将全国各省市的实验数据作为样本,以2018年各省市的专利申请数中位数为标准,将全国31个省市划分为高创新区域和低创新区域。

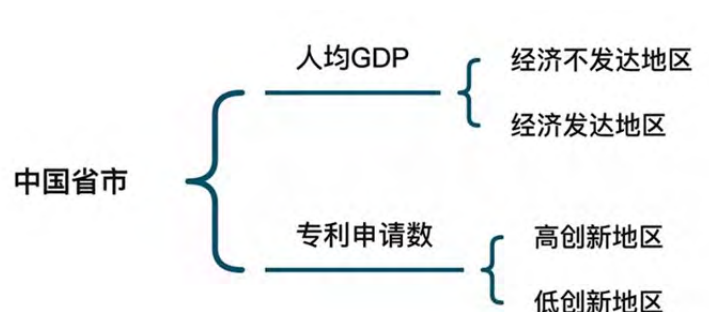


图3 异质性检验分类

(二) 异质性检验的模型建立与求解

1.模型的建立

依据上述理论得：

$$Y_j = \alpha_{0j} + \alpha_{1j}X_j + \xi_j$$
(20)

$$P_j = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_j + \xi_j$$
(21)

$$Z_j = \eta_{0j} + \eta_{1j}X_i + \xi_j$$
(22)

$$C_j = \varepsilon_{0j} + \varepsilon_{1j}X_j + \xi_j$$
(23)

$$Y_j = \gamma_{0j} + \gamma_{1j}X_j + \gamma_{2j}P_j + \gamma_{3j}Z_j + \gamma_{4j}C_j + \xi_j$$
(24)

其中，j=1、2、3、4，分别代表高经济、低经济、高创新、低创新区域。

2.模型的求解

① 各区域数字经济对经济高质量发展

表 11 异质性检验后回归

	经济发达	经济不发达	高创新	低创新
常数项	0.077**	0.061**	0.082**	0.067**
数字经济	0.601**	0.494**	0.558**	0.430**
控制变量	是	是	是	是
随机效应	是	是	是	是
R ²	0.804	0.845	0.707	0.632
调整 R ²	0.789	0.834	0.685	0.606
F 值	F(1, 13)=53.2 26 p=0.000	F(1, 14)=76.4 89 p=0.000	F(1, 13)=31.37 9 p=0.000	F(1, 14)=24.0 75 p=0.000

表 11 中的四列数据分别展示了经济发达与不发达地区，高创新与低创新地区的回归结果。

结果显示，常数项与数字经济项的系数都显著，说明经济发达和不发达地区的数字经济都可以显著的影响经济高质量发展；同时，经济发达地区的估计系数要大于经济不发达地区，表明数字在经济发达地区影响更为显著。

经济发达地区中北上广等地是中国一线城市，数字化发展态势良好，数字交通，数字化办公等优先在一线城市使用。重庆、湖北等省市，教育资源丰富，大力发展数字化的科研项目，沿海等省市，大力发展进出口，率先使用数字化设备进行信息传送、货物运输等，使得在上述省市经济高质量发展。

如下图 4 所示，显示的是经济发达与不发达地区分布：



图 4 经济发达与不发达地区图示

同样的，在高创新地区和低创新地区之间，数字经济同样都显著的影响经济高质量发展，且对比而言，数字经济在高创新地区对经济高质量发展影响是更为显著的。

高创新地区中，中部地区和沿海地区教育资源丰富，率先使用数字化设备，能够大力培养数字型人才，数字型的科研项目居多。有人才，有创新，中部和沿海的数字经济发展态势良好，进而促进经济高质量发展。

如下图 5 所示，显示的是高低创新地区分布：



图 5 高低创新地区图示

通过上述的验证，可以发现，确实存在区域不平衡的现象，在经济发达地区以及高创新地区，数字新动能对经济高质量发展普遍影响更为显著。

② 各区域加入中介变量

检验结果如下：

表 12 低经济地区中介变量显著性

项	c	a	b	a*b	a*b	c'	检验结论
	总效应			中介效应	(95% BootCI)	直接效应	检验结论
数字经济得分=>中介变量（科研经费）=>经济得分	0.494**	0.625**	0.354**	0.221	0.048~0.677	0.257**	部分中介
数字经济得分=>中介变量（生产效率（万人/亿元））=>经济得分	0.494**	-0.398	-0.044	0.017	-0.049~0.108	0.257**	中介作用不显著
数字经济得分=>中介变	0.494**	0.769*	-0.002	-0.001	-0.107~0.124	0.257**	中介作用

量（包裹数 （万件））标 准化=>经济 得分							不显 著
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	---------

表 13 高经济地区中介变量显著性

项	c	a	b	a*b	a*b	c'	检验结 论
	总效应			中介效 应	(95% BootCI)	直接效 应	检验结 论
数字经济得 分=>中介变 量（科研经 费）=>经济得 分	0.601**	1.656**	-0.038	-0.062	-1.361 ~1.192	0.541	中介作 用不显 著
数字经济得 分=>中介变 量（生产效率 （万人/亿 元））=>经济 得分	0.601**	-0.015	-0.141	0.002	-0.111 ~0.199	0.541	中介作 用不显 著
数字经济得 分=>中介变 量（包裹数 （万件））标准 化=>经济得 分	0.601**	0.889**	0.135	0.12	-0.084 ~0.559	0.541	中介作 用不显 著

表 14 低创新地区中介变量显著性

项	c	a	b	a*b	a*b	c'	检验结 论
	总效应			中介效 应	(95% BootCI)	直接效 应	检验结 论
数字经济得 分=>中介变 量（科研经 费）=>经济得 分	0.430**	0.444*	0.409**	0.182	0.114 ~ 0.518	0.243**	部分中 介
数字经济得 分=>中介变 量（生产效 率（万人/亿 元））=>经 济得分	0.430**	-0.054	-0.037	0.002	-0.116 ~0.083	0.243**	中介作 用不显 著

数字经济得分=>中介变量（包裹数（万件））标准化=>经济得分	0.430**	0.144	0.019	0.003	-0.050 ~0.077	0.243**	中介作用不显著
--------------------------------	---------	-------	-------	-------	------------------	---------	---------

表 15 高创新地区中介变量显著性

项	c	a	b	a*b	a*b	c'	检验结论
	总效应			中介效应	(95% BootCI)	直接效应	检验结论
数字经济得分=>中介变量（科研经费）=>经济得分	0.558**	1.610**	0.093	0.15	-0.587 ~0.899	0.293	中介作用不显著
数字经济得分=>中介变量（生产效率（万人/亿元））=>经济得分	0.558**	0.063	-0.17	-0.011	-0.180 ~0.259	0.293	中介作用不显著
数字经济得分=>中介变量（包裹数（万件））标准化=>经济得分	0.558**	0.760*	0.165	0.126	-0.045 ~0.514	0.293	中介作用不显著

由表 12、14 可知：低经济区域和低创新区域经的创新效率 M1 的中介效应显著。其中在低创新区域，科研经费的增加对于区域创新效率的增加有直接影响。从而创新效率可以作为中介变量显著影响其经济高质量发展。

在经济不发达的地区，缺乏一定的经济发展动力，增加科研经费吸引高端人才，从而增加数字经济对经济高质量发展影响程度。

由表 13、15 可知：高经济区域和高创新区域中介效应均不显著，数字经济对于经济高质量发展起直接效应影响，原因是，在高经济和高创新地区，中介变量创新效率、刺激经济高质量发展作用不明显。

同时，在全国各省市的中介效应检验中，生产效率和资源配置都是显著的，而分区域研究后两个中介变量的中介效应均不显著。本文理解为，在全国范围下，双高和双低地区之间存在一定的经济交易往来，包括生产链和快递物流链，从而出现中介变量显著的情况，而分省份之后，同类型地区之间的交易较少，中介变量不能发挥其作用，因此是不显著的。

建议对于双低的区域应在不影响自身优势的情况下，努力在不平衡的方面弥补，多用开放性思维，促进科技创新；对双高的区域，各方面都比较出色，需要保持全面发展的优势，同时带动双低区域，促进全国各地区共同发展。

五、 结论与建议

(一) 结论

1. 中介变量模型

中介因素影响数字经济发展。新一轮科技革命浪潮来临，数字经济的大力发展已是国家经济高质量发展必不可少的一环。通过中介因素的影响，在模型中能够得到数字经济是可以推动经济高质量发展的结论。

综合中介变量模型分析，得出的结论是数字经济对于生产效率、资源配置和创新效率都有着显著性的影响，数字经济通过这三个中介因素和自身对经济高质量发展有着显著性的影响。

2. 异质性检验

结合当前国情做的异质性检验分析，数字经济对于经济发达和不发达地区，高创新地区和低创新地区都是显著影响经济高质量发展；相较而言，经济发达地区和高创新地区受数字经济影响是更为显著的

(二) 建议

1. 加大数字化基础设施建设，注重数字化人才的培养

数字化基础设施建设能够为大数据、云计算、互联网+、电子商务、AI

技术、5G 技术等提供必要的硬件支撑，有了一定的硬件支撑，才能发展数字化技术，从而进一步的推动数字经济的发展。将数字化融入与教育当中，开设数字化相关的理论课程，加强数字化教育普及，培养数字型人才，同时鼓励企业政府等进行数字化相关培训。

2. 关注经济高质量发展的区域性差异，加快传统行业与数字产业相融合

要推动区域协调发展，调查关注不同区域产生差异的原因，并对不同的区域进行因地制宜的政策方针，要有章法的推动经济的发展，结合当地的产业特色，可以开展区域之间的经济帮扶活动，进一步推动区域一体化发展。推动产业数字化发展水平，传统农业、工业、服务业等与数字经济相融合，促进产业升级。同时将数字化融入到教育、医疗、卫生、科技、交通等多个方面，是数字化真正的进入到生活之中。

3. 国家制定相关的法律法规，为数据要素创造一个良好的数据环境

政府加强对数字领域的监管。要完善数字领域的政策体系，建立良好的数据监管平台，确保数据信息的来源，加强数据要素的来源监管，防止数据信息的泄露，正确的使用分类数据信息。国家制定相关的政策，给予低创新地区政策鼓励，对于主动到低创新地区的人才给予一定的生活补贴和社会福利等。国家可以大力帮助低创地区发展数字经济，从高创新地区输送人才。

参考文献

- [1]张腾, 蒋伏心, 韦朕韬. 数字经济能否成为促进我国经济高质量发展的新动能?[J]. 经济问题探索, 2021, (01)
- [2]王晓红, 李雅欣. 数字经济对经济高质量发展的影响研究——基于 2013-2018 年省级面板数据[J]. 经济视角, 2021, 40 (01)
- [3]宁朝山. 数字经济、要素市场化与经济高质量发展[J]. 长白学刊, 2021, (01)
- [4]雷鸣嘉. 数字经济发展水平测度指标体系研究[J]. 上海信息化, 2020, (05)
- [5]杨肃昌, 方来, 柳江. 中国交易效率的衡量[J]. 财经问题研究, 2012, (12)
- [6]邱子迅, 周亚虹. 数字经济发展与地区全要素生产率——基于国家级大数据综合试验区的分析[J]. 财经研究, 2021 (3)
- [7]柳士顺, 凌文铨. 多重中介模型及其应用[J]. 心理科学, 2009, 32 (02)
- [8] 潘闻闻. 加快提高要素市场国际化程度, 强化上海全球资源配置功能[J]. 科学发展, 2021 (05)
- [9]丛屹, 俞伯阳. 数字经济对中国劳动力资源配置效率的影响[J]. 财经理论与实践, 2020, 41 (02)
- [10]宁朝山. 工业革命演进与新旧动能转换——基于历史与逻辑视角的分析[J]. 宏观经济管理, 2019, (11)
- [11]吕铁. 传统产业数字化转型的趋向与路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2019, (18)

附录

附录 1 数字经济原始数据

决策层	数字化交易规模		数字化网络普及率		数字化基础设施			数字化科技文化	
省份	电子商务 销售额(亿元)	快递业务收入 (万元)	互联网宽带 接入用户 (万户)	移动互联网 接入流量(万 GB)	交通和通信 类居民消费 价格指数 (上年=100)	移动电 话年末 用户(万 户)	数字电视 用户数(万 户)	自动气象 站站点个 数(个)	电子出版物 出版数量(万 张)
北京市	23235.9	3391428.24	688.1	295127.4	97.2	4019.8	593.5	489	48.33
天津市	3226.3	958419.09	523.6	136299.25	99.3	1704.7	351.1	257	8.75
河北省	2726.3	2423535.28	2359.7	547784.08	97.9	8315.6	570.8	2761	159.86
山西省	2136.7	494196.7	1126.1	269032.06	98.7	3987.2	300.5	1570	3.21
内蒙古自治区	2568.1	329491.77	682.5	244419.26	98.8	3011.7	213.4	1658	40.33
辽宁省	4112	1038723.06	1230.4	308539.76	98.2	4883.6	615.9	1306	93.99
吉林省	596.8	483304.46	618.3	219168.02	96.6	2897.6	426	1061	17.57
黑龙江省	599.1	602671.21	848.3	196893.92	99.3	3929	652.3	910	79.45
上海市	20462.4	12888432.81	890.1	231299.8	97.8	4007.9	425.4	235	943
江苏省	9873.8	6189768.28	3585.7	852332.98	98.9	10165.9	1500	1446	2577.32
浙江省	11482	9129240.47	2778.9	762041.2	99	8736.4	1327.2	2895	968.72
安徽省	5569.6	1383814.97	1864.7	462271.88	97.5	5844.2	587.7	2743	1.28
福建省	4477.9	2591559.72	1779	356052.37	97.8	4720.3	727.4	1922	8.05
江西省	2968.5	843014.45	1448.8	326224.79	97.8	4157.1	526.9	2167	6.76
山东省	12882.4	2883528.32	3186.1	647314.58	97.8	10785.5	1448.6	1196	85.35
河南省	4262.3	1886366.51	2769.2	685946.38	99	9841.1	784.9	2292	14.29
湖北省	4734.4	1738919.86	1708.3	382653.42	99.3	5688	1055	2184	18.21
湖南省	3444.8	1009255.96	1873.8	491368.22	98.6	6648.1	725.5	3125	222.31
广东省	30168.2	18479102.08	3801.6	1379370.96	98.3	16533	1705.3	2808	917.03
广西壮族自治区	1586.5	746466.29	1447.4	422040.45	98.1	5127.5	660.8	2303	1.53
海南省	828.5	184819.15	323.2	100444.17	99.1	1135.6	145.1	442	0.15
重庆市	4762.9	704509.65	1164	300096.63	98.6	3678.8	552.1	1805	60.66
四川省	5368	2035863.75	2811.7	584026.21	97.1	9443.5	949	5079	121.98

贵州省	1415.4	461053.62	892.9	461004.41	98.5	4049.7	813	3026	0.7
云南省	1959.6	576432.64	1156.1	493657.56	98.2	4863	361.7	2583	103.74
西藏自 治区	156.6	28924.12	91.4	34381.28	98.7	321.4	21.9	564	3.5
陕西省	1994.3	833770.81	1197.7	393245.71	98.8	4640.5	745.8	1575	49.64
甘肃省	553.5	226397.3	870.7	227042.87	99	2751.2	122.1	1480	629.79
青海省	210.8	59825.66	174.5	76145.67	98.8	673.1	95.9	527	
宁夏回 族自治 区	243.5	94877.36	259.1	87474.59	98.1	828.3	106.9	866	
新疆维 吾尔自 治区	718.8	280521.6	775.9	225500.77	98.2	2745	305.7	1259	

附录 2 经济高质量发展原始数据

决策层	综合质量效益						
省份	人均地 区生产 总值 (元/ 人)	第二产 业增加 值(亿 元)	第三产 业增加 值(亿 元)	地方财政 一般预算 收入(亿 元)	地方财政 一般预算 支出(亿 元)	社会消费品 零售总额 (亿元)	居民消 费价格 指数(上 年=100)
北京市	164563	5667.4	29663.4	5817.1	7408.19	15063.7	102.3
天津市	90058	4947.2	8922.9	2410.41	3555.71	4218.2	102.7
河北省	46182	13393.7	18066.5	3738.99	8309.04	12985.5	103
山西省	45549	7466.3	8670	2347.75	4710.76	7030.5	102.7
内蒙古 自治区	67852	6763.1	8586.1	2059.69	5100.91	5051.1	102.4
辽宁省	57067	9475.9	13201.4	2652.4	5745.09	9670.6	102.4
吉林省	43475	4134.8	6304.7	1116.95	3933.42	4212.9	103
黑龙江 省	36001	3640.1	6721.1	1262.76	5011.56	5603.9	102.8
上海市	156587	10193.6	27686.9	7165.1	8179.28	15847.6	102.5
江苏省	122398	43507.5	50852.1	8802.36	12573.55	37672.5	103.1
浙江省	107814	26299.5	34075.8	7048.58	10053.03	27343.8	102.9
安徽省	58072	14970	18959.5	3182.71	7392.22	17862.1	102.7
福建省	106966	20065.5	19665.6	3052.93	5077.93	18896.8	102.6
江西省	52865	10820.3	11789.3	2487.39	6386.8	10068.1	102.9
山东省	70129	28171.8	37251.7	6526.71	10739.76	29251.2	103.2
河南省	55825	23035.6	26046.5	4041.89	10163.93	23476.1	103
湖北省	76712	18723.1	22896.5	3388.57	7970.21	22722.3	103.1
湖南省	57746	15401.7	20845.2	3007.15	8034.42	16683.9	102.9
广东省	94448	43368.2	60268.1	12654.53	17297.85	42951.8	103.4

广西壮族 自治区	42964	7046.4	10801	1811.89	5850.96	8200.9	103.7
海南省	56740	1083.8	3168.1	814.14	1858.6	1951.1	103.4
重庆市	75828	9392	12662.2	2134.93	4847.68	11631.7	102.7
四川省	55472	17187.9	24368.3	4070.83	10348.17	21343	103.2
贵州省	46433	5971.5	8517.3	1767.47	5948.74	7468.2	102.4
云南省	47944	8060.4	12125.7	2073.56	6770.09	10158.2	102.5
西藏自 治区	48902	635.6	924	221.99	2187.75	773.4	102.3
陕西省	66649	11779.5	12022.6	2287.9	5718.52	10213	102.9
甘肃省	32995	2862.4	4796.6	850.49	3951.6	3700.3	102.3
青海省	48570	1153.9	1485.3	282.25	1863.67	948.5	102.5
宁夏回族 自治区	54217	1587.1	1881.4	423.58	1438.29	1399.4	102.1
新疆维吾 尔自治区	54280	4784.4	7030.9	1577.63	5315.49	3617	101.9

决策 层	创新发展		协调 发展	绿色发展		开放发展	
省份	国内专 利申请 授权量 (项)	技术市 场成交 额(亿 元)	城镇 登记 失业 率(%)	工业污染 治理完成 投资(万 元)	城市污水 日处理能 力(万立方 米)	经营单位所 在地进出口 总额(千美 元)	外商投资 企业进出 口总额(千 美元)
北京市	131716	5695.28	1.3	7308	703.6	416456752	74183078
天津市	57799	909.25	3.5	125944	318.9	106645671	53378939
河北省	57809	381.19	3.1	373871	663.9	58043282	8592567
山西省	16598	109.52	2.7	426034	301.3	20981625	11925126
内蒙古 自治区	11059	22.48	3.7	254401	243.8	15939467	951185
辽宁省	40037	557.59	4.2	121547	941.3	105320038	43758090
吉林省	15579	474.13	3.1	67771	419.6	18904123	8717404
黑龙江 省	19989	232.88	3.5	31850	427.5	27108645	1834600
上海市	100587	1422.35	3.5	299377	834.3	493905026	316694516
江苏	314395	1471.52	3	599923	1942.1	629515934	375373539

省							
浙江省	285342	888.01	2.5	340650	1185.1	447224509	82566463
安徽省	82524	449.61	2.6	270492	704.7	68730324	19554196
福建省	98955	139.59	3.5	127645	440.3	193111151	62042016
江西省	59140	148.61	2.9	201243	332.8	50889783	13446130
山东省	146481	1110.02	3.3	954348	1279.9	296995532	74885510
河南省	86247	231.89	3.2	424762	849.3	82498953	51019908
湖北省	73940	1429.84	2.4	133861	809.4	57160602	13488040
湖南省	54685	490.69	2.7	54788	691.8	62849835	7929626
广东省	527390	2223.08	2.3	317016	2453.1	1036626724	434762977
广西壮族自治区	22687	77.56	2.6	48620	723.2	68221637	11142591
海南省	4423	9.11	2.3	6258	117.3	13152748	7370136
重庆市	43872	56.65	2.6	37461	394.1	83949585	48441159
四川省	82066	1211.95	3.3	123260	755.8	98400662	66190517
贵州省	24729	227.18	3.1	89572	280.1	6568169	691891
云南省	22324	82.7	3.3	119331	299	33692437	790614
西藏自治区	1020	0.96	2.9	294610	29.9	702863	731
陕西省	44101	1467.35	3.2	48765	397.1	51033133	33317833
甘肃省	14894	196.42	3	38903	160.4	5520088	50692
青海省	3046	9.1	2.2	62335	60.7	544815	5057
宁夏	5555	14.9	3.7	149567	108.5	3489611	556895

回 族 自 治 区							
新 疆 维 吾 尔 自 治 区	8652	7.82	2.1		302.1	23707348	174662

决策层	民生发展			
省份	居民人均可支配收入(元)	普通高等学校招生数(万人)	医疗卫生机构数(个)	城乡居民社会养老保险参保人数(万人)
北京市	67756	15.22	10336	204.7
天津市	42404	14.89	5962	164.5
河北省	25665	46.09	84651	3524.1
山西省	23828	22.94	42162	1627.8
内蒙古自治区	30555	13.24	24564	768.2
辽宁省	31820	33.11	34238	1057.7
吉林省	24563	20.39	22198	702.1
黑龙江省	24254	23.87	20375	916.7
上海市	69442	13.98	5597	77.1
江苏省	41400	52.28	34796	2336.9
浙江省	49899	30.06	34119	1199.4
安徽省	26415	40.08	26435	3501.7
福建省	35616	28.12	27788	1554.1
江西省	26262	35.94	37029	1888.9
山东省	31597	66.31	83616	4560.3
河南省	23903	69.67	70734	5196.6
湖北省	28319	43.54	35515	2345.4
湖南省	27680	42.32	57230	3413.6
广东省	39014	61.63	53900	2646.2
广西壮族自治区	23328	35.98	33679	1983.7
海南省	26679	6.86	5417	305
重庆市	28920	27.14	21057	1162.7
四川省	24703	49.48	83756	3368.7
贵州省	20397	25.1	28511	1855.8
云南省	22082	24.34	25587	2410
西藏自治区	19501	1.06	6940	166
陕西省	24666	35.1	35404	1765.6
甘肃省	19139	15.72	26697	1372.6
青海省	22618	2.14	6513	261.1

宁夏回族自治区	24412	4.3	4397	194.7
新疆维吾尔自治区	23103	13.96	18376	734.1

附录3 中介变量原始数据

决策层	创新效率	生产效率		资源配置
省市	规模以上工业企业 R&D 经费(万元)	批发和零售业 增加值(亿元)	批发和零售业私营企 业和个体就业人员(万 人)	包裹数 (万件)
北京市	2851859	2867.5	232.7	187.09
天津市	2134320	1357.3	75.8	26.06
河北省	4385826	2922.5	598.3	141.43
山西省	1380813	1361.6	305.7	17.17
内蒙古自治区	1183625	1448.3	254.4	35.11
辽宁省	3102482	2147.9	370.5	48.26
吉林省	684086	759.1	367.7	21.7
黑龙江省	714862	1001.3	212.9	30.46
上海市	5906504	5023.2	482	210.94
江苏省	22061581	10836.6	1018	122.96
浙江省	12742260	7360.2	834.9	145.08
安徽省	5765371	3404	609.3	41.14
福建省	5985139	4422.9	652.2	59.61
江西省	3202151	2112.2	420	43.56
山东省	12109485	9564.8	1513.4	175.13
河南省	6087153	4043.4	833.7	110.15
湖北省	5865143	3347.1	814	54.91
湖南省	5931485	4004.4	380.3	24.58
广东省	23148566	11000.2	2258.4	156.12
广西壮族 自治区	1044742	1759	442.3	38.42
海南省	108154	546.6	88.2	13.87
重庆市	3358918	2192.1	484.1	22.2
四川省	3878572	4243.8	556.2	78.87
贵州省	910206	1269.9	309.9	5.75
云南省	1297741	2386.2	324.7	23.8
西藏自治 区	5574	104.5	27.4	38.29
陕西省	2408037	1872.4	423.1	69.71
甘肃省	505544	646.3	210.3	71.03
青海省	93712	160.8	43.3	40.85

宁夏回族自治区	415733	202.3	62.9	10.63
新疆维吾尔自治区	441347	770.5	183.5	90.15

附录4 控制变量原始数据

决策层	劳动要素		土地要素	资本要素	
地区	城镇单位就业 人员工资总额 (亿元)	国有城镇单位就 业人员工资总额 (亿元)	土地要素 (平方公里)	全社会固定 资产投资 (亿元)	国有全社会固 定资产投资 (亿元)
北京市	13193.21	3224.12	1477	9139.22	1299.89
天津市	2925.91	850.65	907	8308.43	818.61
河北省	4187.54	1953.88	1427	34899.45	4052.28
山西省	3060.34	1184.84	1187	10807.1	1677.45
内蒙古自治区	2257	1127.45	1192	14647.6	5725.56
辽宁省	3665.97	1342.78	2869	4885.57	542.53
吉林省	2051.69	946.31	1489	15825.44	2470.83
黑龙江省	2421.2	1152.02	1850	10789.24	1786.55
上海市	10711.36	1599.07	1628	8228.03	1409.49
江苏省	12679.22	3448.13	4402	58553.19	6943.27
浙江省	9719.41	3216.42	2845	34535.97	5330.09
安徽省	4521.12	1684.83	2144	34601.64	6827.58
福建省	5152.83	1542.62	1562	31767.64	4726.56
江西省	3284.86	1401.7	1547	26867.59	4284.64
山东省	8688.89	3378.19	5050	58962.6	9224.37
河南省	6389.14	2447.05	2734	53976.9	6660.51
湖北省	5130.3	2093.6	2555	36823.84	8520.92
湖南省	4366.5	2042.14	1844	39021.24	8157.88
广东省	20510.02	5121.88	5717	45172.2	5895.06
广西壮族自治区	3017.55	1586.02	1513	24780.42	4991.09
海南省	832.5	381.4	292	5026.31	644.17
重庆市	3200.13	1163.79	1330	20515.21	3465.2
四川省	6492.79	2799.95	2927	37480.27	10064.65
贵州省	2635.77	1383.43	1050	20751.29	5242.64
云南省	3138.47	1748.97	1181	25855.53	11603.23
西藏自治区	528.55	386.47	181	2921.02	1980.35
陕西省	3888.96	1477.23	1373	28287	11241.46

甘肃省	1853.2	1067.07	934	7731.61	3123.75
青海省	606.48	329.32	194	4643.35	2299.85
宁夏回族自治区	588.34	288.11	469	3596.67	1241.94
新疆维吾尔自治区	2596.8	1374.25	1310	13797.69	7365.03

附录 5 数字经济正向化数据

决策层	数字化交易规模		数字化基础设施		数字化基础设施			数字化科技文化	
	电子商务销售额(亿元)	快递业务收入(万元)	互联网宽带接入用户(万户)	移动互联网接入流量(万 GB)	正向化后的交通和通信类居民消费价格指数	移动电话年末用户(万户)	数字电视用户数(万户)	自动气象站站点数(个)	电子出版物出版数量(万张)
北京市	23235.9	3391428.24	688.1	295127.4	2.1	4019.8	593.5	489	48.33
天津市	3226.3	958419.09	523.6	136299.25	0	1704.7	351.1	257	8.75
河北省	2726.3	2423535.28	2359.7	547784.08	1.4	8315.6	570.8	2761	159.86
山西省	2136.7	494196.7	1126.1	269032.06	0.6	3987.2	300.5	1570	3.21
内蒙古自治区	2568.1	329491.77	682.5	244419.26	0.5	3011.7	213.4	1658	40.33
辽宁省	4112	1038723.06	1230.4	308539.76	1.1	4883.6	615.9	1306	93.99
吉林省	596.8	483304.46	618.3	219168.02	2.7	2897.6	426	1061	17.57
黑龙江省	599.1	602671.21	848.3	196893.92	0	3929	652.3	910	79.45
上海市	20462.4	12888432.81	890.1	231299.8	1.5	4007.9	425.4	235	943
江苏省	9873.8	6189768.28	3585.7	852332.98	0.4	10165.9	1500	1446	2577.32
浙江省	11482	9129240.47	2778.9	762041.2	0.3	8736.4	1327.2	2895	968.72
安徽省	5569.6	1383814.97	1864.7	462271.88	1.8	5844.2	587.7	2743	1.28

福建省	4477.9	2591559.72	1779	356052.37	1.5	4720.3	727.4	1922	8.05
江西省	2968.5	843014.45	1448.8	326224.79	1.5	4157.1	526.9	2167	6.76
山东省	12882.4	2883528.32	3186.1	647314.58	1.5	10785.5	1448.6	1196	85.35
河南省	4262.3	1886366.51	2769.2	685946.38	0.3	9841.1	784.9	2292	14.29
湖北省	4734.4	1738919.86	1708.3	382653.42	0	5688	1055	2184	18.21
湖南省	3444.8	1009255.96	1873.8	491368.22	0.7	6648.1	725.5	3125	222.31
广东省	30168.2	18479102.08	3801.6	1379370.96	1	16533	1705.3	2808	917.03
广西壮族自治区	1586.5	746466.29	1447.4	422040.45	1.2	5127.5	660.8	2303	1.53
海南省	828.5	184819.15	323.2	100444.17	0.2	1135.6	145.1	442	0.15
重庆市	4762.9	704509.65	1164	300096.63	0.7	3678.8	552.1	1805	60.66
四川省	5368	2035863.75	2811.7	584026.21	2.2	9443.5	949	5079	121.98
贵州省	1415.4	461053.62	892.9	461004.41	0.8	4049.7	813	3026	0.7
云南省	1959.6	576432.64	1156.1	493657.56	1.1	4863	361.7	2583	103.74
西藏自治区	156.6	28924.12	91.4	34381.28	0.6	321.4	21.9	564	3.5
陕西省	1994.3	833770.81	1197.7	393245.71	0.5	4640.5	745.8	1575	49.64
甘肃省	553.5	226397.3	870.7	227042.87	0.3	2751.2	122.1	1480	0.1
青海省	210.8	59825.66	174.5	76145.67	0.5	673.1	95.9	527	1.3
宁夏回族自治区	243.5	94877.36	259.1	87474.59	1.2	828.3	106.9	866	0.23
新疆维吾尔自治区	718.8	280521.6	775.9	225500.77	1.1	2745	305.7	1259	629.79

尔自 治区									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

附录6 经济高质量发展正向化

决策层	综合质量效益				
省份	人均地区 生产总值 (元/人)	第三产业增 加值/第二产 业增加值	地方财政一般预算 收入/地方财政一 般预算支出	社会消费 品零售总 额(亿元)	正向化居民消 费价格指数 (上年=100)
北京市	164563	5.234040301	0.785225541	15063.7	1.4
天津市	90058	1.803626294	0.677898366	4218.2	1
河北省	46182	1.348880444	0.449990613	12985.5	0.7
山西省	45549	1.161217738	0.498380304	7030.5	1
内蒙古 自治区	67852	1.269550946	0.403788736	5051.1	1.3
辽宁省	57067	1.393155268	0.461681192	9670.6	1.3
吉林省	43475	1.524789591	0.283964082	4212.9	0.7
黑龙江 省	36001	1.846405319	0.251969447	5603.9	0.9
上海市	156587	2.716106184	0.876006201	15847.6	1.2
江苏省	122398	1.168812274	0.700069591	37672.5	0.6
浙江省	107814	1.295682427	0.701139855	27343.8	0.8
安徽省	58072	1.266499666	0.430548604	17862.1	1
福建省	106966	0.98007027	0.601215456	18896.8	1.1
江西省	52865	1.089553894	0.389457945	10068.1	0.8
山东省	70129	1.322304574	0.607714698	29251.2	0.5
河南省	55825	1.130706385	0.397669996	23476.1	0.7
湖北省	76712	1.222901122	0.425154419	22722.3	0.6
湖南省	57746	1.35343501	0.374283396	16683.9	0.8
广东省	94448	1.389684146	0.73156664	42951.8	0.3
广西壮 族自治 区	42964	1.532839464	0.309673968	8200.9	0
海南省	56740	2.923140801	0.438039384	1951.1	0.3
重庆市	75828	1.348189949	0.440402419	11631.7	1
四川省	55472	1.417759005	0.393386464	21343	0.5
贵州省	46433	1.426325044	0.2971167	7468.2	1.3
云南省	47944	1.504354623	0.306282487	10158.2	1.2
西藏自 治区	48902	1.453744493	0.101469546	773.4	1.4
陕西省	66649	1.020637548	0.400086036	10213	0.8
甘肃省	32995	1.675726663	0.215226744	3700.3	1.4

青海省	48570	1.287199931	0.151448486	948.5	1.2
宁夏回族自治区	54217	1.18543255	0.294502499	1399.4	1.6
新疆维吾尔自治区	54280	1.469546861	0.296798602	3617	1.8

决策层	创新发展		协调发展	绿色发展		开放发展	
省份	国内专利申请授权量(项)	技术市场成交额(亿元)	城镇登记失业率(%)	工业污染治理完成投资(万元)	城市污水日处理能力(万立方米)	经营单位所在地进出口总额(千美元)	外商投资企业进出口总额(千美元)
北京市	131716	5695.28	2.9	947040	703.6	416456752	74183078
天津市	57799	909.25	0.7	828404	318.9	106645671	53378939
河北省	57809	381.19	1.1	580477	663.9	58043282	8592567
山西省	16598	109.52	1.5	528314	301.3	20981625	11925126
内蒙古自治区	11059	22.48	0.5	699947	243.8	15939467	951185
辽宁省	40037	557.59	0	832801	941.3	105320038	43758090
吉林省	15579	474.13	1.1	886577	419.6	18904123	8717404
黑龙江省	19989	232.88	0.7	922498	427.5	27108645	1834600
上海市	100587	1422.35	0.7	654971	834.3	493905026	316694516
江苏省	314395	1471.52	1.2	354425	1942.1	629515934	375373539
浙江省	285342	888.01	1.7	613698	1185.1	447224509	82566463
安徽省	82524	449.61	1.6	683856	704.7	68730324	19554196
福建省	98955	139.59	0.7	826703	440.3	193111151	62042016
江西省	59140	148.61	1.3	753105	332.8	50889783	13446130
山东省	146481	1110.02	0.9	0	1279.9	296995532	74885510
河南省	86247	231.89	1	529586	849.3	82498953	51019908
湖北省	73940	1429.84	1.8	820487	809.4	57160602	13488040
湖南省	54685	490.69	1.5	899560	691.8	62849835	7929626
广东省	527390	2223.08	1.9	637332	2453.1	1036626724	434762977
广西壮族自治区	22687	77.56	1.6	905728	723.2	68221637	11142591
海南省	4423	9.11	1.9	948090	117.3	13152748	7370136
重庆市	43872	56.65	1.6	916887	394.1	83949585	48441159

四川省	82066	1211.95	0.9	831088	755.8	98400662	66190517
贵州省	24729	227.18	1.1	864776	280.1	6568169	691891
云南省	22324	82.7	0.9	835017	299	33692437	790614
西藏自治区	1020	0.96	1.3	659738	29.9	702863	731
陕西省	44101	1467.35	1	905583	397.1	51033133	33317833
甘肃省	14894	196.42	1.2	915445	160.4	5520088	50692
青海省	3046	9.1	2	892013	60.7	544815	5057
宁夏回族自治区	5555	14.9	0.5	804781	108.5	3489611	556895
新疆维吾尔自治区	8652	7.82	2.1		302.1	23707348	174662

决策层	民生发展			
省份	居民人均可支配收入(元)	普通高等学校招生数(万人)	医疗卫生机构数(个)	城乡居民社会养老保险参保人数(万人)
北京市	67756	15.22	10336	204.7
天津市	42404	14.89	5962	164.5
河北省	25665	46.09	84651	3524.1
山西省	23828	22.94	42162	1627.8
内蒙古自治区	30555	13.24	24564	768.2
辽宁省	31820	33.11	34238	1057.7
吉林省	24563	20.39	22198	702.1
黑龙江省	24254	23.87	20375	916.7
上海市	69442	13.98	5597	77.1
江苏省	41400	52.28	34796	2336.9
浙江省	49899	30.06	34119	1199.4
安徽省	26415	40.08	26435	3501.7
福建省	35616	28.12	27788	1554.1
江西省	26262	35.94	37029	1888.9
山东省	31597	66.31	83616	4560.3
河南省	23903	69.67	70734	5196.6
湖北省	28319	43.54	35515	2345.4
湖南省	27680	42.32	57230	3413.6
广东省	39014	61.63	53900	2646.2
广西壮族自治区	23328	35.98	33679	1983.7
海南省	26679	6.86	5417	305

重庆市	28920	27.14	21057	1162.7
四川省	24703	49.48	83756	3368.7
贵州省	20397	25.1	28511	1855.8
云南省	22082	24.34	25587	2410
西藏自治区	19501	1.06	6940	166
陕西省	24666	35.1	35404	1765.6
甘肃省	19139	15.72	26697	1372.6
青海省	22618	2.14	6513	261.1
宁夏回族自治区	24412	4.3	4397	194.7
新疆维吾尔自治区	23103	13.96	18376	734.1

附录 7 中介变量和控制变量标准化数据

决策层	控制变量			中介变量		
省市	劳动要素标准化	资本要素标准化	土地要素标准化	中介变量(创新效率)标准化	中介变量(生产效率(万人/亿元))标准化	中介变量(劳动资源配置)标准化
北京市	0.100505677	0.199275237	0.117932094	0.070537431	0.067875221	0.37432748
天津市	0.119569335	0.209428574	0.072420047	0.052789934	0.046710192	0.052140543
河北省	0.191897267	0.205343171	0.113939809	0.108478328	0.171231154	0.282971487
山西省	0.159228168	0.196258502	0.094776842	0.034152811	0.187786425	0.034353535
内蒙古自治区	0.205445012	0.141508072	0.09517607	0.029275594	0.146918632	0.070247677
辽宁省	0.150641915	0.206519997	0.229077304	0.0767363	0.144275455	0.096558043
吉林省	0.18969311	0.196046429	0.118890242	0.016920075	0.405147289	0.043417106
黑龙江省	0.19568576	0.193849624	0.147714539	0.017681284	0.17784012	0.060944011
上海市	0.061397789	0.192521416	0.129988794	0.146090538	0.08025736	0.42204628
江苏省	0.11184613	0.204769913	0.351480756	0.545667664	0.078572945	0.246016927
浙江省	0.13610144	0.196463627	0.227161007	0.315165048	0.094877481	0.290274364
安徽省	0.153263918	0.1864774	0.171189174	0.142599777	0.149713143	0.08231243
福建省	0.123124084	0.197752781	0.124718978	0.148035484	0.1233366	0.11926699
江西省	0.175496346	0.19526998	0.123521293	0.079201498	0.166315433	0.087154338
山东省	0.159900434	0.195973442	0.403220768	0.299514091	0.132341525	0.350398052
河南省	0.157518043	0.203651299	0.218298135	0.150558682	0.172457225	0.220386829
湖北省	0.167834337	0.178560622	0.204005755	0.145067522	0.203410804	0.109863285
湖南省	0.19234545	0.183749285	0.147235465	0.146708414	0.079434135	0.049179376
广东省	0.102705378	0.202000356	0.456477847	0.572552979	0.171719092	0.312363067
广西壮族 自治区	0.216164342	0.185526498	0.120806539	0.025840484	0.210314588	0.076870286

海南省	0.188419704	0.20254452	0.023314943	0.002675064	0.134963788	0.027750933
重庆市	0.149567374	0.193077733	0.106194776	0.083078948	0.18471111	0.0444175
四川省	0.177357186	0.169933453	0.233708354	0.095931988	0.109621155	0.157802172
贵州省	0.215863666	0.173625063	0.083837981	0.022512892	0.204112852	0.011504533
云南省	0.229189253	0.128060452	0.094297768	0.032098121	0.113813492	0.047618761
西藏自治区	0.300718108	0.074814587	0.014452071	0.000137866	0.219307039	0.076610183
陕西省	0.156222834	0.139993346	0.109628141	0.059560007	0.189000386	0.139474951
甘肃省	0.236810246	0.138456343	0.074575881	0.012504046	0.272159448	0.142115992
青海省	0.223321992	0.117251136	0.015490065	0.002317858	0.225226844	0.081732201
宁夏回族自治区	0.201400167	0.15209819	0.037447632	0.010282674	0.260059703	0.021268379
新疆维吾尔自治区	0.217649219	0.108309795	0.104597863	0.010916207	0.19919651	0.180371064

附录 8 数字经济和经济高质量发展的指标权重

决策层	指标层	衡量方法	各自权重、总的来看
综合质量效益	经济总体产出	人均地区生产总值	0.064012327
	产业结构高级化	第三产业增加值/第二产业增加值	0.064170099
	财税质量提升	地方财政一般预算收入/地方财政一般预算支出	0.064585629
	社会消费增长	社会消费品零售总额	0.061428192
	政府调控能力	居民消费价格指数	0.067260584
创新发展	创新潜力	国内专利申请授权量	0.057784148
	研发效率	技术市场成交额	0.056864452
协调发展	运行协调	城镇登记失业率	0.065369702

绿色发展	环境治理	工业污染治理完成投资	0.067870677
	绿色生活	城市污水日处理能力	0.0608617
开放发展	对外贸易	经营单位所在地进出口总额	0.056580874
	招商投资	外商投资企业进出口总额	0.056189346
共享发展	居民收入	居民人均可支配收入	0.064610476
	教育科技	普通高等学校招生数	0.064183065
	医疗卫生	医疗卫生机构数	0.064248813
	养老保障	城乡居民社会养老保险参保人数	0.063979917

决策层	指标层	指标	权重
数字化交易规模	线上经济支出	电子商务销售额(亿元)	0.105063776
	物流总支出	快递业务收入(万元)	0.10244519
数字化网络普及率	宽带普及率	互联网宽带接入用户(万户)	0.114425698
	互联网流量	移动互联网接入流量(万 GB)	0.113832282
数字化基础设施	基础设施消费	正向化后的交通和通信类居民消费价格指数	0.1167148
	网络信号使用	移动电话年末用户(万户)	0.114291005
	视听设备使用	数字电视用户数(万户)	0.114580458
数字化科技文化	智能科技设备	自动气象站站点个数(个)	0.119695575
	电子阅读文化	电子出版物出版数量(万张)	0.0989512

			16
--	--	--	----

附录 9 经济高质量发展和数字经济的得分

省市	经济得分（未归一化）	数字经济得分（未归一化）
北京市	0.263739508	0.15671827
天津市	0.122378813	0.040618238
河北省	0.148958071	0.168297542
山西省	0.108979498	0.079759642
内蒙古自治区	0.093754716	0.068486414
辽宁省	0.129375121	0.109597211
吉林省	0.09558938	0.101282354
黑龙江省	0.096166755	0.064664147
上海市	0.209451426	0.197570475
江苏省	0.26149404	0.300603348
浙江省	0.205601484	0.255857459
安徽省	0.147899213	0.155165482
福建省	0.146761917	0.138360993
江西省	0.11881792	0.11842176
山东省	0.20280671	0.220482809
河南省	0.172840969	0.161648078
湖北省	0.158586344	0.123974185
湖南省	0.153028592	0.148043757
广东省	0.32864933	0.416166127
广西壮族自治区	0.113499623	0.121911871
海南省	0.092395957	0.026468854
重庆市	0.126325326	0.099777822
四川省	0.17048544	0.230702984
贵州省	0.108335154	0.116557938
云南省	0.110064104	0.116999366
西藏自治区	0.068598296	0.021480342
陕西省	0.130519131	0.100925369
甘肃省	0.096980315	0.074917178
青海省	0.078546729	0.025384789
宁夏回族自治区	0.074490667	0.044024839
新疆维吾尔自治区	0.094165287	0.091414186

附录 10 灰色关联法求权重

A=[]

[n,m]=size(A)

Z=A./repmat(sum(A.*A).^0.5,n,1)

%%

```

Y = max(Z,[],2); % 母序列为虚拟的，用每一行的最大值构成的列向量表示母序列
X = Z; % 子序列就是预处理后的数据矩阵

%% 计算得分
absX0_Xi = abs(X - repmat(Y,1,size(X,2))) % 计算|X0-Xi|矩阵
a = min(min(absX0_Xi)) % 计算两级最小差 a
b = max(max(absX0_Xi)) % 计算两级最大差 b
rho = 0.5; % 分辨系数取 0.5
gamma = (a+rho*b) ./ (absX0_Xi + rho*b) % 计算子序列中各个指标与母序列的关联系数
weight = mean(gamma) / sum(mean(gamma)); % 利用子序列中各个指标的灰色关联度计算权重
score = sum(X .* repmat(weight,size(X,1),1),2); % 未归一化的得分
stand_S = score / sum(score); % 归一化后的得分
[sorted_S,index] = sort(stand_S,'descend') % 进行排序

```

致谢

在此次统计建模大赛中，感谢指导老师的悉心指导，感谢他对本小组论文的思路进行改进，对文章的撰写提供宝贵的修改意见，在老师的指导过程中我们感受到了老师治学的细致和严谨。

同时感谢小组内的各个成员，正是因为小组内分工明确，团结协作，发挥每个人的长处，才共同完成了本文的创作工作。

最后再次对在论文完成的过程中指导老师和小组队友表示衷心的感谢。