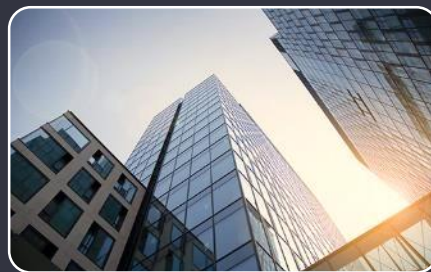


北京市“中学生英才计划”

# 2024 英才学员学习成果汇报

学员：北京中学国际部 李禹征

导师：中国人民大学信息学院 陈红 张静



**研究课题：** 使用Python结合机器学习及大数据可视化技术开展全球经济数据研究

2024年11月

# 目录

CONTENTS

01

学习过程

02

选题背景

03

研究思路

04

数据分析

05

问题及改进方向



# — 01 学习过程 —

## 学术探究经历



2024年上半年

### 基础知识及理论学习阶段

- 机器学习课程
- 基于python的上机实践
- 数据思维课程、数据检索、加工及可视化
- 大模型综述与技术

2024.6-8月

### 实践探究阶段

- 学习导师带教本科生优秀数据分析案例
- 参加斯坦福北大中心AI暑期项目，在斯坦福教授Robert Chang带领下探索AI人工智能和生成模型，小组合作完成AI动画创业项目的分析和展示

2024.5-9月

### 确定研究课题

- 初步讨论：针对身边社区或学校的情况开展应用研究，如智能问答小程序等，因社区已有成熟的生活服务APP，学校校园网也在正常运营中，相关课题难有创新性拓展
- 学习人大高瓴人工智能学院AI系列讲座，将学术兴趣归纳为大模型提示词优化、AI+经济等领域，因算力资源、私有数据难于获取等瓶颈，无法确定具体选题
- 参加IEO国际经济学奥赛，最终确定计算机+经济研究方向

2032.12.23

### 课题设计及研究

- 学习世界银行、国际货币基金组织全球经济展望报告，了解全球经济形势
- 咨询北大经管学院教授，学习世界银行全球治理指数、联合国可持续发展目标等指标体系设计
- 查找阅读课题相关文献
- 模型设计、测量及数据分析

# 02 选题背景

疫情结束以来，全球经济高度分化，美国经济势头强劲，以AI为代表的高科技引领新技术革命；欧亚大陆卷入纷乱，俄乌危机和中东乱局阴霾笼罩，导致多国经济增长面临严重困境；中国作为全球第二大经济体，在疫情后迅速采取有效措施，推行了一系列恢复经济的政策，23年中国GDP增长率达到8.1%，显示出强劲的经济复苏能力。主要经济体的宏观政策和商业环境正在经历深刻的变革，这种变化不仅会影响到全球财务健康，也会重塑整个世界经济的未来格局。在当前全球经济复苏的背景下，各大经济体在宏观政策方面的动向，吸引无数投资者和政策制定者的关注。

2024年1月4日联合国发布《2024年世界经济形势与展望》报告指出，利率持续高企，冲突进一步升级，国际贸易疲软，气候灾害增多，给全球增长带来巨大挑战。报告预计，全球经济增长将从23年的2.7%放缓至24年的2.4%，低于疫情前3%的增长率。报告认为，需加大政策权衡与国际合作，在当前全球货币条件依然紧缩的情况下，世界各国在实现通货膨胀、经济增长和金融稳定目标之间的平衡时，继续面临艰难权衡，尤其需要部署广泛的宏观经济和审慎政策工具，以尽量减少发达经济体货币紧缩的不利溢出效应。

基于以上背景，本研究通过确定经济发展的关键驱动因素及其对经济表现的影响，建立经济发展的整体评价模型，用以研究探讨关键宏观经济指标之间的复杂相互作用。对重要关键指标GDP深入开展线性回归和时间序列分析，分析各经济体GDP增长的差异化驱动因素及其未来趋势。本研究使用了机器学习算法及面板因果关系检验来测量各种宏观经济变量与经济发展之间的关系，试图阐明各国经济增长的复杂动态，给出理解和利用宏观经济指标促进各国可持续经济发展的决策参考及预测模型，为各国经济策略提供政策工具，以确定宏观调控政策目标及最佳平衡点。

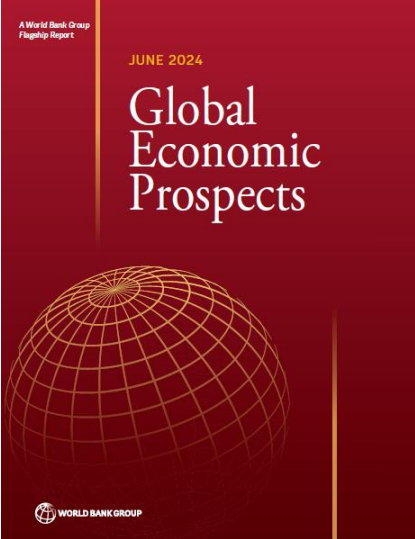
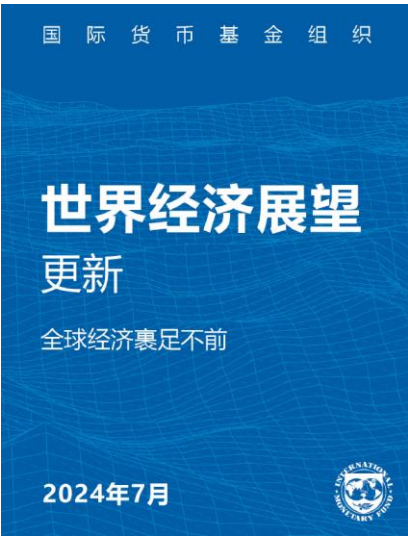


表 2：世界银行对全球经济增长的预测

世界银行全球经济前景（GEP）报告2024年6月											
	2022	2023f Jan.2024发布	2023e Jun.2024发布	调整 幅度	2024f Jan.2024发布	2024f Jun.2024发布	调整 幅度	2025f Jan.2024发布	2025f Jun.2024发布	调整 幅度	2026f Jun.2024发布
世界	3.0	2.6	2.6	0.0	2.4	2.6	0.2	2.7	2.7	0.0	2.7
发达经济体	2.6	1.5	1.5	0.0	1.2	1.5	0.3	1.6	1.7	0.1	1.8
新兴经济体	3.7	4.0	4.2	0.2	3.9	4.0	0.1	4.0	4.0	0.0	3.9
美国	1.9	2.5	2.5	0.0	1.6	2.5	0.9	1.7	1.8	0.1	1.8
欧元区	3.4	0.4	0.5	0.1	0.7	0.7	0.0	1.6	1.4	-0.2	1.3
日本	1.0	1.8	1.9	0.1	0.9	0.7	-0.2	0.8	1.0	0.2	0.9
中国	3.0	5.2	5.2	0.0	4.5	4.8	0.3	4.3	4.1	-0.2	4.0
印度	7.0	6.3	8.2	1.9	6.4	6.6	0.2	6.5	6.7	0.2	6.8

注：e表示估计值，f表示预测值。绿色表示较上次报告上调，红色表示下调

资料来源：世界银行

01

## 经济发展综合评价指数模型构建

- 指标体系的构建，参考国家统计局口径、世界银行、联合国指数体系设计方法
- 二级指标权重计算与一级指标的综合数据生成
  - ① 数据无量纲化
  - ② 计算比重和熵值
  - ③ 计算权重并生成一级指标综合数据
- 一级指标权重计算与最终评价得分

表格：经济发展质量综合评价指标体系

序号	一级指标	二级指标	指标属性
1	经济增长	GDP	正向
2		GDP增长率	正向
3		人均GDP	正向
4		人均GDP增长率	正向
5		国民总收入GNI	正向
6	充分就业	失业率	逆向
7	物价稳定	通货膨胀率	逆向
8	国际收支平衡	经常帐户余额占GDP比重	正向
9	社会福利	人均居民消费支出	正向

02

## GDP指标线性回归分析

- 初始线性回归分析

$$\ln Y = \beta + \alpha_1 \ln I + \alpha_2 \ln R + \alpha_3 \ln G + \alpha_4 \ln NX + \epsilon$$

美国作为全球最大经济体，以美国为例进行实证研究。选取美国1970年至2023年间的GDP数据作为因变量（以对数形式表示为 $\ln Y$ ），并将固定资产投资（ $\ln I$ ）、社会消费品总额（ $\ln R$ ）、政府财政支出（ $\ln G$ ）和净出口（ $\ln NX$ ）作为自变量。

- 处理多重共线性
- 残差自相关性检查
- 时间序列分析与ARIMA模型构建
- 模型拟合与预测
- 残差诊断与模型评价



由于本文研究对象是中长期结构性经济发展，而非经济周期波动，将研究时段选取为最近一个康波经济周期，即2008年至2023年，选取世界银行有数据可查的261个经济体（含各维度分类）进行分析。将各经济体各年数据代入经济发展综合评价指标模型后，数据可视化结果如下及后页图表所示：

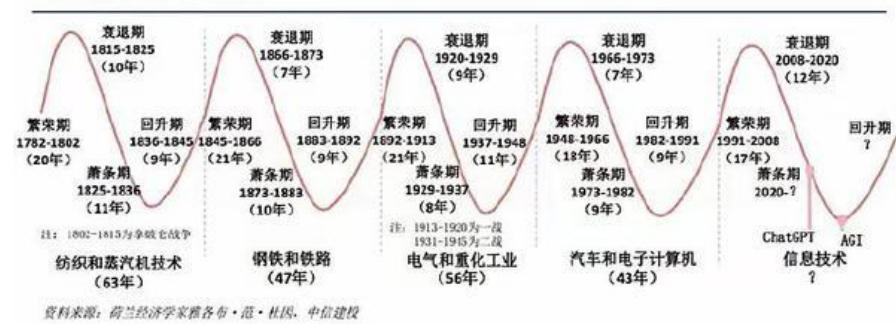
按2023年地理区域分类评价得分

Table 1: Score Summary (2021-2023)

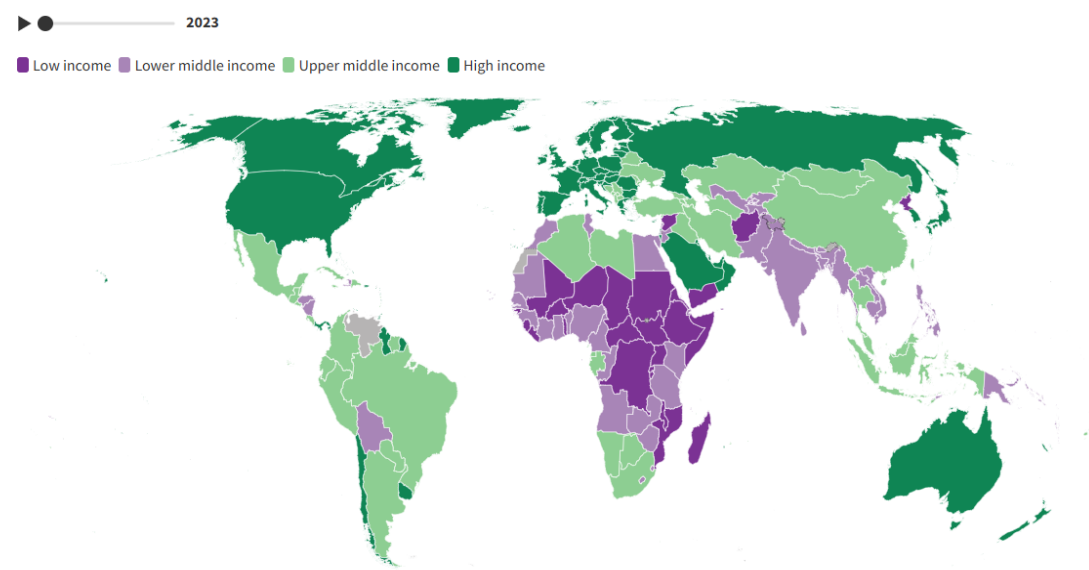
English Region	Score_2021	Score_2022	Score_2023	Average
North America	48.28	48.59	50.06	42.58
Europe & Central Asia	20.31	20.41	21.36	19.48
Small states	17.01	15.97	16.48	19.52
East Asia & Pacific	11.54	11.97	12.58	10.89
Central Europe and the Baltics	9.38	9.21	10.15	8.16
Latin America & Caribbean	7.86	7.87	8.66	7.54
Arab World	6.78	6.80	7.54	6.11
Middle East & North Africa	5.83	5.79	6.75	5.61
Sub-Saharan Africa	4.53	4.10	4.55	5.61
Africa Eastern and Southern	4.11	3.68	4.16	5.14
South Asia	2.47	2.36	2.94	2.29
Africa Western and Central	0.88	0.68	1.24	1.10

从世界地理区域看，2023年北美洲总体得分最高，其次为欧洲和中亚，得分最低为非洲中部和西部。与世界银行按收入水平划分的地区分类结果（右图）较为一致，总体符合世界经济各区域发展实际。

图表：历史上的五轮康波周期



按收入划分的世界 世界银行2023年按收入水平划分的世界地理区域



Source: [World Bank Group](#)  
Note: (1) Countries are classified each year on July 1, the start of the World Bank fiscal year, based on GNI per capita data (World Bank Atlas method) for the previous calendar year. For FY25 the classification uses GNI per capita for 2023. (2) Map boundaries represent boundaries as of 2020 and do not change over time. Country borders or names do not necessarily reflect the World Bank Group's official position. This map is for illustrative purposes and does not imply the expression of any opinion on the part of the World Bank, concerning the legal status of any country or territory or concerning the delimitation of frontiers or boundaries.

按国家各年指数平均值评价得分

Table 2: Top 20 countries' Average Score

Country Name	Average
Virgin Islands (U.S.)	67.76
United Arab Emirates	30.54
Greenland	26.15
European Union	20.47
Puerto Rico	18.06
United States	17.58
Northern Mariana Islands	16.15
Faroe Islands	15.16
Switzerland	15.05
Bermuda	14.89
Luxembourg	12.87
Norway	11.60
Australia	11.11
United Kingdom	10.30
Iceland	9.61
Denmark	9.32
Hong Kong SAR, China	9.22
New Caledonia	9.18
Canada	9.12
Germany	8.68

Table 3: Top 49-60 countries' average

Country Name	Average
China	4.37
Monaco	4.14
Palau	4.11
Liechtenstein	4.07
Bahrain	4.01
Malta	3.95
Curacao	3.81
Seychelles	3.73
Slovak Republic	3.69
Estonia	3.63
Czechia	3.58
Lithuania	3.55

Table 4: Last 20 countries average score (2023)

Country Name	Average
Nigeria	0.80
Micronesia, Fed. Sts.	0.80
Lesotho	0.79
St. Lucia	0.79
Niger	0.79
Zambia	0.77
Maldives	0.77
Congo, Dem. Rep.	0.77
Madagascar	0.74
Papua New Guinea	0.72
Suriname	0.72
St. Vincent and the Grenadines	0.69
Kiribati	0.66
Burundi	0.64
Eritrea	0.61
Malawi	0.61
Liberia	0.60
Sao Tome and Principe	0.59
Afghanistan	0.59
Venezuela, RB	0.47
South Sudan	0.40

从国家看，为消除异常年份波动影响，选取各年平均值进行国家间比较。排名前20的国家包括美国、瑞士、卢森堡、澳大利亚、英国等发达国家；中国处于排名第49的位置，评价分值较发达国家有一定差距；排名末尾20的国家包括南苏丹、阿富汗、利比里亚等国，显示出战乱、冲突及历史沿革对国家经济发展的显著影响。

**按2023年各类经济组织分类评价得分**

在各类有数据可查的经济组织分类中，世界经合组织成员国的总体得分较高，欧元区国家总体接近高收入国家水平，脆弱和受冲突局势影响的国家显现出经济困境，最不发达国家（联合国分类）与高收入国家之间差距巨大。

Table 5: Score Summary (2023)	
Region	Score_2023
High income	38.93
OECD members	38.00
Euro area	25.31
European Union	23.35
Middle income	10.72
Fragile and conflict affected situations	3.64
Least developed countries: UN classification	2.98
Heavily indebted poor countries (HIPC)	2.80
Low income	2.75



GDP线性回归分析（以美国1970年至2023年间的GDP数据为例）

初始线性回归

最小二乘法（OLS）模型拟合回归结果

变量	系数	标准误	t 值	P 值	95% 置信区间
<u>const</u>	-3.8257	2.722	-1.405	0.166	[-9.299, 1.647]
<u>lnI</u>	0.1489	0.047	3.183	0.003	[0.055, 0.243]
<u>lnR</u>	1.0274	0.006	184.298	0.000	[1.016, 1.039]
<u>lnNX</u>	0.0274	0.008	3.565	0.001	[0.012, 0.043]
<u>lnG</u>	0.0888	0.099	0.901	0.372	[-0.109, 0.287]

**R<sup>2</sup>：**模型的R<sup>2</sup>值为0.999，说明自变量对GDP增长的解释力极高。

**显著性：**lnR和lnNX的P值小于0.05，表明其对GDP增长的影响显著，而lnI和lnG对GDP的影响不显著。

处理多重共线性

计算各变量的方差膨胀因子（VIF），lnI和lnR的VIF值较高，为94.53和81.64，表明二变量之间存在强烈多重共线性。为减轻多重共线性，剔除对GDP增长不显著的变量，剔除lnI后回归结果：

变量	系数	标准误	t 值	P 值	95% 置信区间
<u>const</u>	-3.8257	2.772	-1.380	0.174	[-9.400, 1.748]
<u>lnR</u>	1.0274	0.008	130.624	0.000	[1.012, 1.043]
<u>lnNX</u>	0.0274	0.009	3.215	0.002	[0.010, 0.045]
<u>lnG</u>	0.0888	0.098	0.904	0.370	[-0.109, 0.286]

**VIF值：**剔除lnI后，lnR的VIF降低到2.65，其他变量的VIF也都降至可接受范围内。

**分析：**剔除多重共线性后，lnR和lnNX仍然保持显著，lnG对GDP增长的影响仍不显著。

时间序列分析

为解决线性回归模型残差中的自相关问题，引入ARIMA模型进行时间序列分析。首先对GDP数据进行了ADF检验，结果显示在经过一次差分后，时间序列达到了平稳性。采用自动选择算法确定ARIMA模型的最佳参数，最终选择ARIMA(0, 2, 1)模型

$$\Delta^2 \ln Y_t = \theta_1 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$$

基于ARIMA(0, 2, 1)模型，对GDP增长数据进行了拟合和预测，得到未来5年的经济增长预测值：

- ❑ 时间点 52: 30.8735
- ❑ 时间点 53: 30.9144
- ❑ 时间点 54: 30.9554
- ❑ 时间点 55: 30.9963
- ❑ 时间点 56: 31.0372

## —— 04 研究结论 ——

宏观经济指标作为宏观调控依据，是处理好保持经济平稳较快发展、调整经济结构和管理通胀预期三者之间关系的重要基础。本研究基于熵权法构建了经济发展质量综合评价指数模型，用以研究探讨宏观经济指标之间的复杂相互作用，通过来自世界银行的 2008年至 2023 年的面板数据实证研究，评价不同的宏观经济变量如何影响经济体的经济发展。

同时，为深入探索不同经济体独特的经济发展差异性，构建GDP多元线性回归模型，采用ARIMA模型捕捉GDP增长的时间序列特征，以美国为例，选取1970-2023年经济数据为输入开展研究，其结果揭示了GDP 增长与关键变量之间具有统计学意义的关联。政府可以通过模型预测情况，得到驱动本国经济增长的最佳组合策略。

本研究适用于不同的经济体，从动态上对国家经济发展状况进行了反映，通过分解经济发展指数，揭示了一个国家的优先发展项，发现经济发展中的薄弱环节，为各国制定发展政策提供了依据。各国可以参考本国各指标评分情况、回归模型对本国经济政策做出整体把控，在弱于平均表现的方面开展政策引导，通过调节关键指标达到理想状态。总之，本研究阐明了各国经济发展的复杂动态，提供了运用宏观经济指标调控促进国家可持续经济发展的政策工具。

## 05 问题及改进方向



### 标准误差

无论跨国家还是跨时间比较，所有国家的分数、一个国家在一段时间内的评价得分都存在标准误差。这些标准误差反映了一个国家可用的数据源的数量以及这些数据源之间的一致程度（来源越多，协议越多，标准误差越小），由于衡量方法都涉及不精确性，因此在进行跨国和长期比较时需要谨慎操作。

### 指标选取及扩充



目前指标选取是基于较易获取的数据及简化操作，无法准确全面反映现实。在后续研究中应增加更多的变量，基于基本方法论对不同的经济体制定不同精度的指数体系，才能在各个分类维度下更好地衡量及进行可比性分析。



### 结合聚类分析及差异化情况精准调参

- 各经济体具有不同的社会人口结构、经济规模和经济结构，在综合指数权重中难于体现这些差异。因为采用将实际值与理想值和最小值联系起来的方式，来评价相对发展水平，评价结果易受极大值和极小值的影响产生偏差。当受极值影响发生变化时，即使一国的各指标值不变，其评价值也可能发生变化，从而导致结果与实际偏离。
- 后续改进方向：可采取聚类分析方法，对相同分类经济体进行不同指数参照值的指标体系设计，以合理调整综合指数权重。对于不同国家制定经济政策时，可通过线性回归模型更准确计算本国经济发展各因素影响系数，以确定宏观调控政策目标及最佳平衡点。

北京市“中学生英才计划”

# THANK . YOU

学员：北京中学国际部 李禹征

导师：中国人民大学信息学院 陈红 张静

**演示完毕 谢谢观看**

