

# EX2 - 国家综合实力分析<sup>[1]</sup>

## 一、问题重述

### 1. 背景：

综合国力是衡量一个国家实力的综合指标，包括经济、军事、科技、社会 and 外交等多个方面。在考虑六个国家（美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国、印度）的情况下，我们选择了国民收入、军事力量、科技水平、社会稳定、对外贸易、人力资本六个因素。

### 2. 问题：

1. 综合国力因素定义：对“国家综合国力”概念做出定义，以及合理分析为何选取国民收入、军事力量、科技水平、社会稳定、对外贸易、人力资本作为关键因素。

2. 指标选择：为每个因素选择多个具体的指标，并指明它们如何反映相应因素的水平。

3. 数据采集与整理：展示收集数据的途径和方法，并说明如何确保所选指标在各国之间具有可比性和真实性。

4. 数据建模：提出一个初步的数学或统计模型，综合因素指标以计算每个国家的综合国力评分。考虑权重分配，并解释权重选择的依据。

5. 模型可解释性：说明如何确保模型结果具有解释性来体现模型具有可理解性和可信度。

## 二、问题分析

### 1. 综合国力定义：

综合国力（Comprehensive National Power）一般指一国在经济、军事、科技、教育、资源等方面的实力或优势及其影响力的总和（中国现代国际关系研究院，2000）。更抽象地讲,它是指一个国家为生存和发展所拥有的一切权力的总和,包括物质精神气质和思想精神气质以及国际影响力（黄硕峰，1999）。

### 2. 因素衡量：

对于 CNP 或国家国力，目前还没有统一的定义或计算方法。如何界定和衡量一个国家综合国力或战略资源，国际上尚无统一的定义和计算方法。阿什利·特利斯（Ashley Tellis et al, 2000）将国家实力定义为两个组成部分相互作用的产物，即一国在给定时刻指挥其经济创新周期并利用这种指挥权形成有效军事力量的能力。进而营造稳定的政治环境，强化现有经济优势，为保持战略优势、在国际体系中谋取利益提供基础条件。总之，战略能力可以简单定义为一国通过国际行动实现战略目标的综合能力，其核心要素是战略资源、战略能力和战略成果，以战略资源为物质基础。本文着眼于国家战略资源，重点是有形的战略资源或硬实力。

我们将国家战略资源定义为实现国家战略成果的现实的和潜在的关键资源,它反映了一个国家利用全球各类资源的能力，也反映了该国的综合国力。肯尼斯·沃尔兹（Kenneth Waltz）将权力定义为各种能力的分配。CNP 实际上是一个国家战略资源的配置，被调动和利用以实现一个国家的战略目标。一般来说，CNP 是指一国战略资源的总和，一国战略资源是指某一类战略资源。

### 3. 国家战略资源

迈克尔·波特列出了五种主要资源，即物质资源、人力资源、基础设施、知识资源和资本资源(Michael Porter, 1990, 2000)。据此，我们将国家战略资源分为六类：国民收入、军事力量、科技水平、社会稳定、对外贸易、人力资源，其中 13 种指标这些指标构成了 CNP：

#### （1）经济资源

我们用国内生产总值 GDP 和国民总收入 GNI 来衡量经济资源，GDP 是经济体中所有居民生产者的总增加值加上任何产品税并减去不包含在产品价值中的任何补贴的总和，它的计算不扣除制造资产的折旧或自然资源的消耗和退化。GNI 是指一个国家或地区所有常住单位在一定时期内所获得的初次分配收入总额，等于国内生产总值加上来自国外的净要素收入，两者都是反映整体经济活动的重要指标。

表格 1：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国、印度 GDP 占世界总量比例 <sup>[2]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	GDP	0.1469	0.1512	0.1606	0.1628	0.1724	0.1839	0.1786
德国	GDP	0.0454	0.0453	0.0459	0.0443	0.0456	0.0440	0.0405
法国	GDP	0.0323	0.0319	0.0323	0.0311	0.0310	0.0305	0.0277
英国	GDP	0.0353	0.0329	0.0333	0.0326	0.0317	0.0322	0.0305
印度	GDP	0.0300	0.0326	0.0312	0.0323	0.0314	0.0325	0.0337
日本	GDP	0.0654	0.0605	0.0583	0.0583	0.0592	0.0517	0.0421
俄罗斯联邦	GDP	0.0167	0.0193	0.0192	0.0193	0.0175	0.0190	0.0223
美国	GDP	0.2444	0.2392	0.2374	0.2437	0.2471	0.2407	0.2532

表格 2：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国、印度 GNI 占世界总量比例 <sup>[3]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	GNI	0.1461	0.1507	0.1598	0.1622	0.1709	0.1824	0.1771
德国	GNI	0.0465	0.0463	0.0475	0.0458	0.0470	0.0456	0.0420
法国	GNI	0.0330	0.0325	0.0330	0.0317	0.0314	0.0314	0.0285
英国	GNI	0.0345	0.0325	0.0328	0.0325	0.0310	0.0322	0.0308
印度	GNI	0.0294	0.0321	0.0309	0.0320	0.0309	0.0319	0.0331
日本	GNI	0.0677	0.0627	0.0605	0.0606	0.0614	0.0542	0.0448
俄罗斯联邦	GNI	0.0162	0.0188	0.0187	0.0187	0.0171	0.0185	0.0219
美国	GNI	0.2486	0.2437	0.2419	0.2479	0.2518	0.2439	0.2575

#### （2）军事力量

军事力量是 CNP 的重要组成部分。它体现了一个国家维护社会稳定、制止分

裂主义的能力,也体现了外部力量在海外谋求利益最大化的能力。军事力量也是国家力量的一种“输出”。(Ashley Tellis et al, 2000), 因此, 它是极其重要的战略资产, 是国家意志的表达功能。军事资源有两大类指标: ① 军费开支包括国防部的军事相关开支 (包括征兵、训练、建设、军需装备采购), 不包括其他部委。军事援助纳入捐助国的支出, 赊购军事装备是在债务发生时而非付款时纳入; ② 武装部队人员是指值班军事人员, 包括准军事部队, 如果这些部队在组织、装备、训练或任务方面类似于正规部队。在此我们选取武装部队人员总数和军费支出作为军事力量的指标。

表格 3: 美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国武装部队人员总数占世界总量比例<sup>[4]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020
中国	武装部队人员总数	0.0978	0.0983	0.0975	0.0916	0.0925
德国	武装部队人员总数	0.0065	0.0066	0.0066	0.0066	0.0067
法国	武装部队人员总数	0.0111	0.0112	0.0110	0.0110	0.0111
英国	武装部队人员总数	0.0055	0.0054	0.0054	0.0054	0.0056
印度	武装部队人员总数	0.1082	0.1106	0.1095	0.1100	0.1119
日本	武装部队人员总数	0.0095	0.0095	0.0094	0.0094	0.0095
俄罗斯联邦	武装部队人员总数	0.0528	0.0530	0.0526	0.0525	0.0531
美国	武装部队人员总数	0.0490	0.0496	0.0499	0.0502	0.0509

表格 4: 美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国军费支出占世界总量比例<sup>[5]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	军费支出	0.7991	0.7905	0.7838	0.7712	0.7511	0.7345	0.7006
德国	军费支出	0.5201	0.5328	0.5482	0.5784	0.5873	0.6042	0.6104
法国	军费支出	0.8661	0.8817	0.8631	0.8416	0.8564	0.8722	0.8513
英国	军费支出	0.8930	0.8997	0.9085	0.9080	0.9222	0.9843	0.9780
印度	军费支出	1.1489	1.1694	1.1353	1.1680	1.2026	1.1254	1.0650
日本	军费支出	0.4199	0.4219	0.4508	0.4547	0.4352	0.4637	0.4732
俄罗斯联邦	军费支出	2.4508	1.9628	1.7421	1.7691	1.7837	1.6942	1.7812
美国	军费支出	1.5461	1.5339	1.5566	1.5740	1.5804	1.5746	1.5171

（3）科技水平

我们认为科技水平是最重要的战略资源, 随着知识和信息社会的到来, 其重要性日益增强。参考联合国公布的 R&D 指标, 本次科技水平包括三项主要指标: (1) 科技期刊文章是指约 4800 种国际学术出版物发表的科学和工程文章。体现了科技创新一个国家的能力; (2) 一国居民的专利申请。体现一个国家的技术创新能力; (3) 政府研发支出, 即一个国家长期潜在的知识和技术创新能力。这些项指标全

面展示了一个国家推动知识创新与传播、技术创新与普及的全貌。

表格 5: 美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国居民专利申请量占世界总量比例<sup>[6]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021
中国	居民专利申请量	0.5440	0.5533	0.5841	0.5554	0.5818	0.5981
德国	居民专利申请量	0.0219	0.0212	0.0195	0.0208	0.0183	0.0167
法国	居民专利申请量	0.0064	0.0064	0.0060	0.0063	0.0055	0.0056
英国	居民专利申请量	0.0063	0.0059	0.0054	0.0054	0.0052	0.0049
印度	居民专利申请量	0.0060	0.0066	0.0068	0.0087	0.0100	0.0110
日本	居民专利申请量	0.1175	0.1156	0.1063	0.1096	0.0984	0.0933
俄罗斯联邦	居民专利申请量	0.0121	0.0101	0.0104	0.0104	0.0103	0.0082
美国	居民专利申请量	0.1333	0.1305	0.1195	0.1273	0.1166	0.1099

表格 6: 美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国科技期刊文章占世界总量比例<sup>[7]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020
中国	科技期刊文章	0.1851	0.1926	0.2070	0.2232	0.2283
德国	科技期刊文章	0.0457	0.0444	0.0419	0.0398	0.0373
法国	科技期刊文章	0.0300	0.0285	0.0264	0.0240	0.0227
英国	科技期刊文章	0.0423	0.0411	0.0392	0.0371	0.0360
印度	科技期刊文章	0.0455	0.0463	0.0497	0.0474	0.0509
日本	科技期刊文章	0.0430	0.0415	0.0397	0.0369	0.0344
俄罗斯联邦	科技期刊文章	0.0255	0.0277	0.0297	0.0319	0.0307
美国	科技期刊文章	0.1818	0.1770	0.1695	0.1602	0.1554

表格 7: 美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国研发支出占世界总量比例<sup>[8]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020
中国	研发支出	0.9795	0.9891	0.9721	0.9602	0.9441
德国	研发支出	1.3713	1.4243	1.4125	1.3551	1.2198
法国	研发支出	1.0364	1.0278	0.9976	0.9376	0.9208
英国	研发支出	0.7727	0.7804	0.7804	0.7362	0.0000
印度	研发支出	0.3124	0.3113	0.2976	0.0000	0.0000
日本	研发支出	1.4488	1.4801	1.4629	1.3753	1.2846
俄罗斯联邦	研发支出	0.5141	0.5187	0.4496	0.4429	0.4291
美国	研发支出	1.3307	1.3581	1.3681	1.3577	1.3428

#### （4）社会稳定

社会稳定与国家战略水平之间存在密切关系，两者相互影响。一个国家的社会稳定水平可以对其国家战略的实施产生深远的影响，社会的秩序和安宁是国家安全和国家战略的基础。在此我们选取总失业人数与自杀率作为社会稳定的指标：总失业人数比较能过反映一个国家的社会稳定性，总失业人数越高较大程度上造成社会不稳定。而自杀率与社会支持和经济压力等因素有关，故可作为社会不稳定或危机的指标。

表格 8：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国总失业人数占世界总量比例<sup>[9]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	总失业人数	0.7596	0.7610	0.7563	0.8226	0.7248	0.7336	0.8464
德国	总失业人数	0.6863	0.6384	0.5931	0.5665	0.5596	0.5756	0.5178
法国	总失业人数	1.6741	1.6021	1.5827	1.5172	1.1612	1.2674	1.2897
英国	总失业人数	0.8012	0.7372	0.7019	0.6747	0.6483	0.7782	0.6186
印度	总失业人数	1.3063	1.3166	1.3423	1.1744	1.4779	1.2437	1.2698
日本	总失业人数	0.5214	0.4801	0.4334	0.4239	0.4059	0.4515	0.4575
俄罗斯联邦	总失业人数	0.9262	0.8870	0.8510	0.8118	0.8103	0.7611	0.0000
美国	总失业人数	0.8112	0.7423	0.6843	0.6621	1.1670	0.8626	0.6255

表格 9：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国自杀率占世界总量比例<sup>[10]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019
中国	自杀率	0.8791	0.8784	0.8748	0.8843
德国	自杀率	1.3937	1.3664	1.3931	1.3429
法国	自杀率	1.5974	1.5833	1.5335	1.5066
英国	自杀率	0.9113	0.8893	0.8748	0.8625
印度	自杀率	1.2972	1.3014	1.3607	1.3865
日本	自杀率	1.8762	1.8436	1.8035	1.6704
俄罗斯联邦	自杀率	3.3235	3.0582	2.9266	2.7403
美国	自杀率	1.6188	1.7243	1.6955	1.7577

### （5）对外贸易

对外贸易中的商品进口和出口直接关系到国家的经济状况、食品安全、农业和环境可持续性等方面。因此，对外贸易在国家战略中起着重要作用，在此我们选择商品进口与商品出口作为对外贸易的指标。

表格 10：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国商品出口占世界总量比例 <sup>[11]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	商品出口	0.1302	0.1269	0.1266	0.1308	0.1460	0.1494	0.1435
德国	商品出口	0.0828	0.0812	0.0794	0.0779	0.0779	0.0728	0.0662
法国	商品出口	0.0311	0.0300	0.0296	0.0299	0.0275	0.0260	0.0247
英国	商品出口	0.0255	0.0247	0.0248	0.0241	0.0225	0.0209	0.0212
印度	商品出口	0.0164	0.0168	0.0165	0.0170	0.0156	0.0176	0.0181
日本	商品出口	0.0400	0.0392	0.0376	0.0369	0.0362	0.0336	0.0298
俄罗斯联邦	商品出口	0.0175	0.0198	0.0226	0.0220	0.0188	0.0220	0.0235
美国	商品出口	0.0900	0.0867	0.0847	0.0860	0.0803	0.0780	0.0824

表格 11：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国商品进口占世界总量比例 <sup>[12]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	商品进口	0.0977	0.1022	0.1074	0.1071	0.1152	0.1185	0.1055
德国	商品进口	0.0649	0.0645	0.0646	0.0636	0.0653	0.0627	0.0610
法国	商品进口	0.0349	0.0343	0.0340	0.0337	0.0324	0.0315	0.0318
英国	商品进口	0.0392	0.0355	0.0338	0.0359	0.0356	0.0306	0.0320
印度	商品进口	0.0222	0.0249	0.0259	0.0250	0.0208	0.0253	0.0280
日本	商品进口	0.0374	0.0373	0.0376	0.0372	0.0354	0.0339	0.0348
俄罗斯联邦	商品进口	0.0118	0.0132	0.0125	0.0131	0.0134	0.0134	0.0109
美国	商品进口	0.1384	0.1335	0.1315	0.1323	0.1342	0.1294	0.1311

### （6）人力资本

人力资本被视为经济增长过程中的决定性因素。一个国家的人力资本总量可以用两个主要指标来表示：一是人口总数，二是劳动总数，这两个指标构成了一个国家的人力资本总额。一般来说,劳动力包括军人、失业人员和曾经找到工作的人员,但不包括家庭工人或其他无薪服务人员以及在非正规部门工作的人员。

表格 12：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国人口总数占世界总量比例<sup>[13]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	人口总数	0.1852	0.1842	0.1831	0.1818	0.1804	0.1790	0.1776
德国	人口总数	0.0110	0.0109	0.0108	0.0107	0.0106	0.0105	0.0106
法国	人口总数	0.0089	0.0088	0.0088	0.0087	0.0086	0.0086	0.0085
英国	人口总数	0.0088	0.0087	0.0087	0.0086	0.0086	0.0085	0.0084
印度	人口总数	0.1787	0.1787	0.1787	0.1786	0.1785	0.1784	0.1782
日本	人口总数	0.0170	0.0168	0.0166	0.0164	0.0161	0.0159	0.0157
俄罗斯联邦	人口总数	0.0193	0.0191	0.0189	0.0187	0.0184	0.0182	0.0181
美国	人口总数	0.0431	0.0429	0.0427	0.0424	0.0424	0.0421	0.0419

表格 13：美国、俄罗斯、中国、日本、德国、法国劳动力总数占世界总量比例<sup>[14]</sup>

Country Name	Indicator Name	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	劳动力总数	0.2340	0.2315	0.2287	0.2245	0.2209	0.2258	0.2281
德国	劳动力总数	0.0131	0.0130	0.0129	0.0129	0.0128	0.0126	0.0130
法国	劳动力总数	0.0091	0.0091	0.0090	0.0089	0.0089	0.0090	0.0092
英国	劳动力总数	0.0102	0.0101	0.0101	0.0100	0.0102	0.0099	0.0101
印度	劳动力总数	0.1429	0.1415	0.1399	0.1451	0.1461	0.1469	0.1528
日本	劳动力总数	0.0200	0.0200	0.0202	0.0200	0.0203	0.0199	0.0201
俄罗斯联邦	劳动力总数	0.0225	0.0222	0.0220	0.0213	0.0215	0.0212	0.0000
美国	劳动力总数	0.0487	0.0487	0.0487	0.0484	0.0487	0.0481	0.0494

3. 模型建立

1. 模型假设

- 假设一：从网络上查阅的公开发表的学术论文及期刊资料都真实可信。
- 假设二：从世界银行获得的数据基本可靠。
- 假设三：设定国民收入、军事力量、科技水平、社会稳定、对外贸易、人力资源这 6 个方面能较好的反映一个国家的综合实力水平。

2. CNP 测量方法

根据 Hu, A., & Men, H.在《The rising of modern China: Comprehensive national power and grand strategy.》中提出的 CNP 计算公式：

$$NP = \Sigma(ai \times Ri(t))$$

式中，NP 为 CNP，Ri 为某种资源在世界总量的占比；ai 是某种资源的加权平均值，



t是随时间变化的参数。

首先，本文采用无量纲比重法计算了各国主要战略资源占世界总量的比例。CNP 是指相对国力，我们更关心的是一个国家的 CNP 或战略资源相对于另一个国家是上升还是下降。那么，由于这 13 个指标的单位不同，无法相加，我们采用比重法（将不同的单位换算成统一的单位，占比）将它们相加就构成了 CNP。在此基础上，我们进行国际比较和历史比较。

其次,本文定义了 6 类战略资源和 13 个主要指标,构成了可计算的 CNP 方程，全面反映了不同国家的战略资源和 CNP。

第三，本文对不同指标，通过查阅资料，咨询专家建议，采取了的不同加权平均，以体现其重要性。（见表格 14）。

第四，方程是动态的，随时代而变化。它不仅反映一国与另一国的国情或战略资源，而且反映它们之间的动态变化。

表格 14：各类战略资源及其主要指标权重

资源类型	加权平均	指标	指标加权平均
国民收入	0.200	GDP	0.50
		GNI	0.50
军事力量	0.150	武装部队人员总数	0.40
		军费支出	0.60
科技水平	0.250	居民专利申请量	0.25
		科技期刊文章	0.25
		研发支出	0.50
社会稳定	0.150	总失业人数	0.60
		自杀率	0.40
对外贸易	0.125	商品出口	0.50
		商品进口	0.50
人力资本	0.125	人口总数	0.30
		劳动力总数	0.70

#### 4 国家综合实力模型的求解和分析

我们利用国民收入、军事力量、科技水平、社会稳定、对外贸易、人力资源这 6 个方面对 8 个主要大国的综合实力进行评估判断。

##### 1. 核算 2020 年各国各项指标综合得分（2022 年数据不全，故无法给出 2022 年最新评分）

表格 15：各国家板块指标经过加权计算后获得的 2020 年各板块相应评价

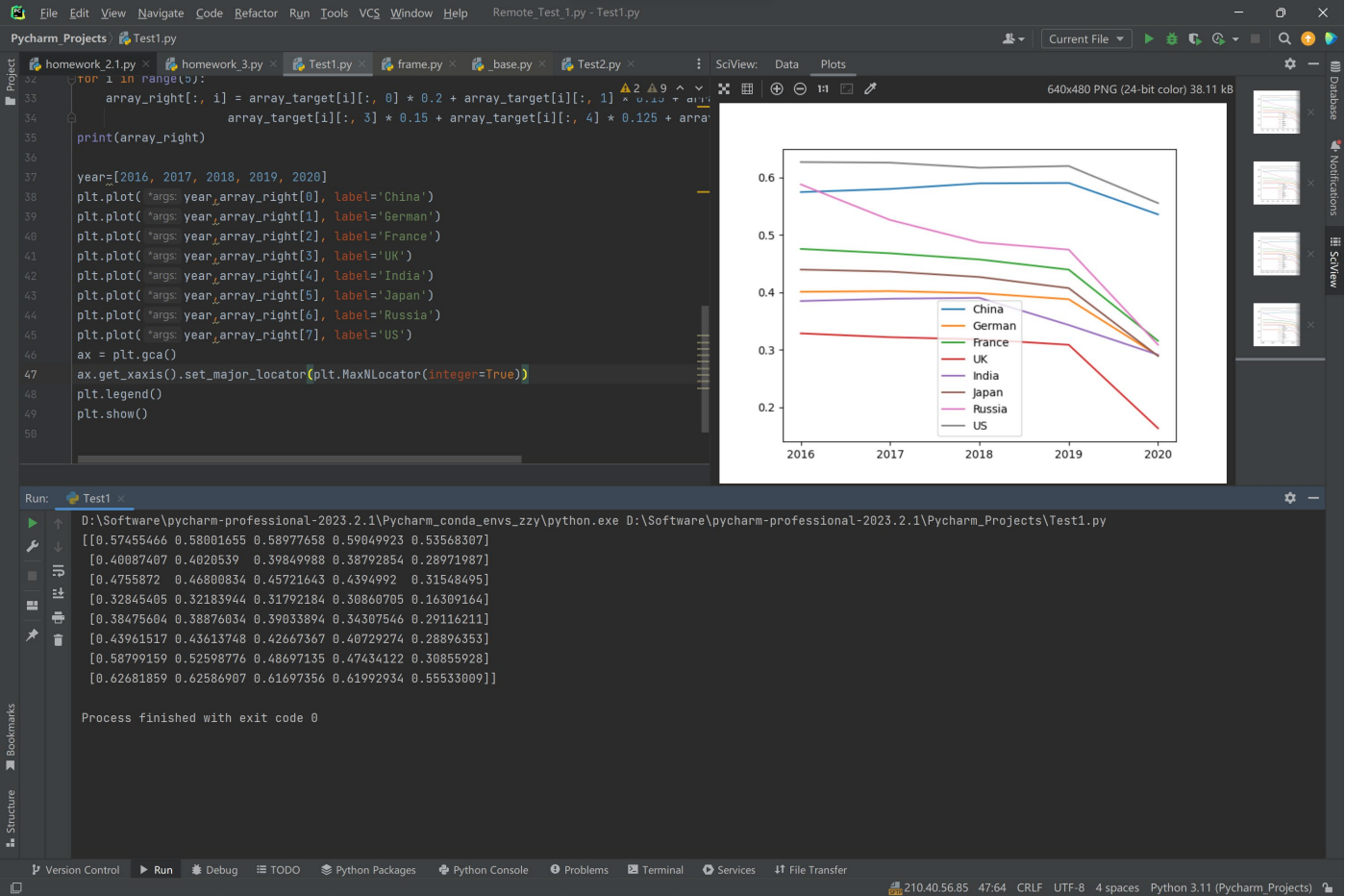
国家	国民收入	军事力量	科技水平	社会稳定	对外贸易	人力资源
美国	0.2495	0.9686	0.8074	0.7002	0.1073	0.0468
中国	0.1716	0.4877	0.8771	0.4349	0.1306	0.2088
印度	0.0311	0.7663	0.0304	0.8867	0.0182	0.1558
俄罗斯联邦	0.0173	1.0914	0.2350	0.4862	0.0161	0.0206
法国	0.0312	0.5183	0.4745	0.6967	0.0300	0.0088
德国	0.0463	0.3551	0.6377	0.3357	0.0716	0.0121
日本	0.0603	0.2649	0.7087	0.2435	0.0358	0.0190
英国	0.0314	0.5556	0.0206	0.3890	0.0291	0.0097

表格 16：经过加权计算后获得的各个国家 2020 年最终 CNP 评分

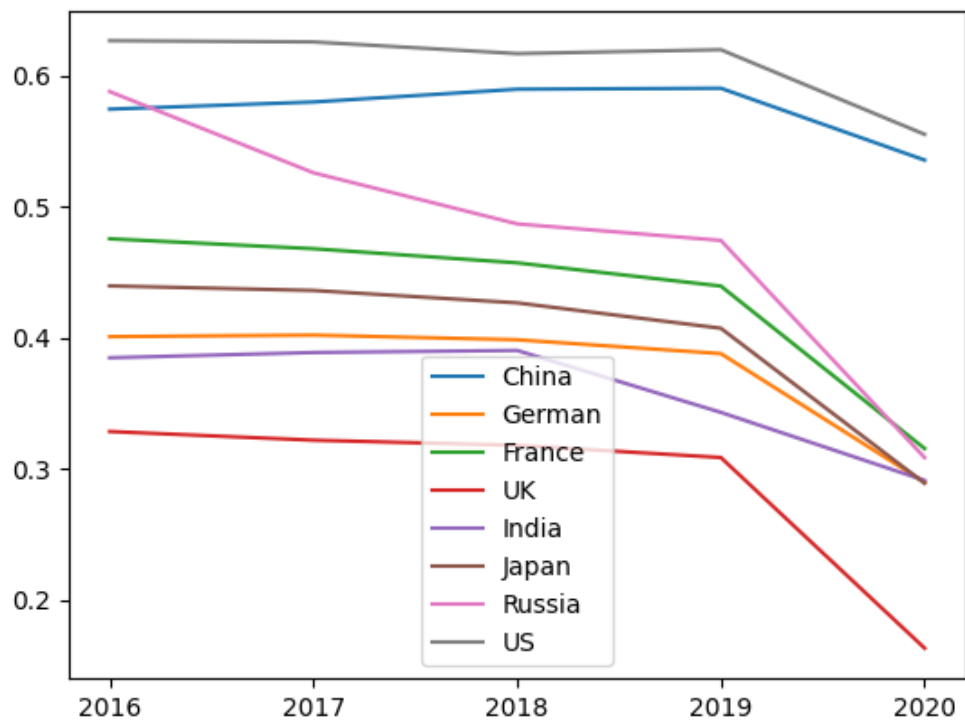
国家	各国家综合评分
美国	0.5553
中国	0.5357
法国	0.3155
俄罗斯联邦	0.3086
印度	0.2912
德国	0.2897
日本	0.2890
英国	0.1631

所有相关表格放在 <https://github.com/yuanshanmian/Mathematical-Modelling-Experiment>

2. 2016 – 2020 年各国 CNP 动态变化



相关计算源代码放在 <https://github.com/yuanshanmian/Mathematical-Modelling-Experiment>



### 3. 模型主要结论

通过模型生成 2020 年最终 CNP 评分，我们可以清楚的知道上述 8 个大国的综合国力的基本排名：美国，中国，印度，俄罗斯，法国，德国，日本，英国。对于 2016 - 2020 年各国 CNP 变化趋势具体分析：

中国：中国在过去几年中综合国力稳步增长，尤其是 2020 年，达到 0.5905。这可能反映了中国在经济、科技和国际事务等方面的强劲表现。

德国：德国的综合国力呈轻微下降趋势，尤其在 2020 年降至 0.3879。这可能与欧洲区域的经济挑战和全球形势的不确定性有关。

法国：法国的综合国力在过去几年中下降，特别是在 2019 年和 2020 年。经济和国际影响力的减弱可能是导致这种趋势的因素之一。

英国：英国的综合国力在过去几年中明显下降，尤其是在 2020 年，达到 0.3086。脱欧进程和全球大流行病等因素可能对英国的国力产生了负面影响。

印度：印度的综合国力在过去几年中相对稳定，2020 年达到 0.3431。这可能反映了印度在经济和技术领域的一些积极发展。

日本：日本的综合国力在过去几年中有所下降，尤其是在 2020 年。这可能与经济挑战、人口问题和地缘政治因素有关。

俄罗斯：俄罗斯的综合国力在过去几年中下降，尤其是在 2016 年，2020 年达

到 0.4743。经济和国际关系的挑战可能是导致这种趋势的原因。

美国：美国的综合国力在过去几年中相对稳定，2020 年达到 0.6199。这可能反映了美国在经济、军事和科技等方面的综合实力。

## 5.模型评价与改进方向

这个模型的目标是通过计算各国主要战略资源在世界总量中的占比，结合资源的加权平均值和随时间变化的参数，得到一个相对国力（CNP）的评估。这个模型的核心思想是利用各国在不同资源上的表现，通过无量纲比重法，将它们加权相加，得到一个综合的国力指标。

### 1. 优点：

- 综合性：考虑了多个指标，涵盖了各国在不同资源方面的表现。
- 动态性：引入了随时间变化的参数，考虑了国力的演变趋势。

### 2. 缺点：

- 权重选择：模型中的权重（ $a_i$ ）和时间变化的参数（ $t$ ）如何选择可能会对结果产生较大影响，需要明确权重的选取原则和方法。
- 数据可靠性：模型依赖于各国资源占比的数据，数据的可靠性和准确性直接影响模型的可信度。
- 可解释性：模型的可解释性可能受到挑战，因为不同资源的加权平均值和时间变化的参数可能涉及主观判断。

### 3. 改进方向：

- 权重确定：需要明确权重的选取原则，可以考虑采用专家评估法、主成分分析等方法来确定不同资源的权重，以提高模型的客观性和可重复性。
- 数据质量提升：提高各国资源占比数据的质量和准确性，可以通过多个数据源的交叉验证、数据清洗和处理来降低误差。
- 模型解释性增强：考虑引入更多的解释变量或因子，使模型更具解释性，便于理解和应用。可以通过敏感性分析等方法来评估模型对参数变化的敏感性。
- 验证和验证：使用历史数据进行模型的验证，检查模型对历史变化的拟合程度，来优化模型准确度。

---

[1] Hu, A., & Men, H. (2002). The rising of modern China: Comprehensive national power and grand strategy. *Strategy and Management*, 3(2). Retrieved from <https://myweb.rollins.edu/tlairson/china/chigrandstrategy.pdf>

[2]-[14]数据来源：世界银行 <https://data.worldbank.org.cn>

---