**一、模型建立：对各国教育状况的评估**

**1、Notations**

|  |  |
| --- | --- |
| Symbol | Parameter |
| PEG | The proportion of total expenditure on higher education to GDP |
| RTS | The ratio of teachers to students in college education |
| PIE | Proportion of international students in higher education |
| PP | Proportion of the population with higher education |
| PAR | Private school admission rate |
|  |  |
|  |  |

**2、问题阐述**

该问题旨在开发并验证一个或一套模型，使利用该模型的人可以较为方便准确的评估任何国家的高等教育的健康状况，并将该模型应用到几个国家上去评估这些国家的高等教育体系。

首先我们注意到，我们建立的系统的主要评价目标是该国教育系统是否健康和可持续，而非它此时拥有多么辉煌的研究成果和良好的教育资源，丰硕的研究成果和良好的教育资源固然重要，但并不是一个教育系统足以健康和可持续发展的充要条件。我们认为一个高等教育系统能够健康和可持续性发展是多方面作用的结果，其显然是灰色的，所以在对其作出评价时，我们应该尽量选择相对有代表性的评价指标。而该模型被要求适用于任何国家和地区，则选取的标准应尽量排除地区性因素的干扰，从一个更为宏观的角度去把握问题。

就现在社会而言，我们并没有一个相对统一的标准去刻画一个绝对健康和可持续的教育系统，只能在已有的数据下，以现实为标准去寻找相对更好的高等教育系统，这就导致我们评判时标准是以参与评判的国家之间相互比较得出的。而且在未经验证之前，我们很难得知哪一个国家是有着健康的、可持续的高等教育系统，所以我们放弃采用深度学习或者机器学习的方法。因为我们缺少切实可靠的数据样本对模型进行训练。在综合以上问题特征后，我们决定采用TOPSIS打分模型对问题进行建模。

**3、Paramete selecting**

① PEG：通过“高校教育总经费占国内生产总值的比例”这一指标，我们可以看出当地政府对于高等教育的投入规模与投入力度，但同时我们也注意到，对于一个国家而言，该指标并不是越大越好，恰恰相反，在教育经费充足的情况下，该指标越低，则越能够说明私立教育的繁荣，根据联合国教科文组织的解释，’This indicator should not be considered a unit cost, since it only includes what the government spends, and not total spending per student (including household contributions). Since it is a simple division of total government expenditure by the number of students at a given level, whether they attend public or private institutions, in countries where private provision and/or funding of education is higher the average amount per student will appear lower’.

② RTS：该参数代表着男女性在高等教育体系中的是否享有均等的机会和权力。在更早的年代里，男性受教育的机会往往要高于女性，而这一方面是对女性受教育权利的侵犯，另一方面这种现象同样浪费了相当一部分社会资源，受教育人口不足甚至使得人类社会进程相对缓慢。而在男女都能够充分享受教育并且从事高等教育和科研工作的前提下，该国家高等教育的可持续性和健康性都能得到良好的保障。

③ PIE：高等院校中海外留学生的比例可以充分反映该国家高等教育的强劲实力，只有相对优质的教育资源才能够吸引到更多留学生来到离家乡很远的地方求学。而海外留学生数量在另一方面可以表明该国家的高等教育在世界范围内合作和联系的紧密性。我们可以预见到，高等教育领域在世界范围内都有着相当影响力的国家，显而易见的拥有更好的教育资源和世界格局，在培养海外学生的同时也可以吸纳新鲜的血液来充实自身，该参数同样可以代表该国高等教育的可持续与健康性。

④ PP：受过高等教育的的人口比例这一参数同样也可以成为该模型的一个重要指标。对于国家而言，拥有大量的受过高等教育的人口，不仅可以体现出该国拥有扎实的基础教育，同样也可以表明该国拥有较多的高等院校和师资力量，同样也可以侧面反映出该国的高等教育投资力度，是对于一个国家高等教育综合实力一个良好的体现。

⑤ PAR：私立学校入学率能够在一定程度上反映该国私立教育的发达程度。私立教育意味着定位更加精准的，更加市场化，更加有竞争性的精英教育。大力发展私立教育是目前许多发展中国家正在努力践行的政策，同PEG相反的是，PAR代表了高校教育中的私人投资，在教育较为发达的地区，其一直拥有着较高的比例。

**4、模型建立**

在考察我们我们所拥有的数据后，我们决定采用TOPSIS模型对各项指标进行打分，最后得到一个统一的分数。

② 参数分类。

由以上分析可知，对于PEG而言，其值越小，则意味着该国高等教育发展的越好，则称其为一个极小型指标，其最优解为数据中的最小值。而RTS与PIE则需要稳定在一定的范围内，故称其为区间型指标。对于PP而PAR而言，其值越大，则代表该地区高等教育发展更好，则称其为一个极大型指标。

|  |  |
| --- | --- |
| PEG | 极小型指标 |
| RTS | 区间型指标 |
| PIE | 区间型指标 |
| PP | 极大型指标 |
| PAR | 极大型指标 |

③ 正向化

我们需要将上述指标进行处理，将其全部都转化为极大型指标方便我们计算得分。

对于极小型指标，我们有：



对于区间型指标，设最佳区间为[a,b]，我们取



并且按照



对指标进行转化。

④ 标准化

将上述指标进行一次标准化，进一步消除异常数据的干扰，增加数据的稳定性与可靠性

记标准化后的矩阵为Z，则有



⑤ 打分

经过标准化后的矩阵中全是极大型指标，故，只需取出其中每个指标的最大值即可构成最优解向量，而其最小值构成的向量即为最劣解向量。

之后通过公式





计算每个指标向量到最优解及最劣解的距离与，并通过以下公式计算出最终得分：



**二、模型求解**