第二题

## 1.2 关于采用 GGDP 对于全球气候影响的建模

### 1.2.1 “小地球”模型

众所周知，全球的国家和地区多达 232 个。若对每一个国家平等地进行分析，将极大增加模型的复杂程度，与数学建模的宗旨相悖。此外，世界上部分国家缺少对相关数据（如碳排放量等）的统计，我们无法完整地得到各国各项指标的具体数据。为简化问题并提高模型的适用性，我们提出“小地球”模型。该模型通过选取 6 个具有代表性的国家来代替全球数据。在遴选时，主要考虑的因素如下：

* 兼顾超级大国、发达国家与发展中国家。其中发展中国家中要兼顾发展形势稳定且现状非常好的、发展形势较好的以及发展形势不乐观的；
* 兼顾不同能源需求的国家。在选取的国家中，极度依靠进口能源与原料的国家、极度依靠出口能源与原料的国家、对进出口能源均不过度依赖的国家数量应保持平衡；
* 兼顾 GDP 结构不同的国家。即要兼顾以第一产业、第二产业、第三产业为经济命脉的国家。

考虑上述因素，我们选定美国、中国、俄罗斯、英国、日本、埃塞俄比亚等 6 个国家作为“小地球”的成员国。  
按照国家类型划分，美国是超级大国；英国、日本是发达国家；中国是发展程度非常好的发展中国家；俄罗斯是发展良好的发展中国家；埃塞俄比亚是发展欠佳的发展中国家。  
按照能源需求分，英国、日本是依赖能源进口的国家；俄罗斯、埃塞俄比亚是依靠能源出口的国家；中国、美国对进出口的依赖基本平衡；  
按 GDP 结构分，美国、英国、日本的支柱产业是服务业（第三产业）；中国和俄罗斯的第一产业、第二产业、第三产业对 GDP 的贡献均衡；埃塞俄比亚的支柱产业是农业（第一产业）。

考虑到气候因素包括气温、湿度、降水等，而气温在一定程度上可对湿度、降水造成影响。人类在生产生活中排放的 导致温室效应，促进全球变暖进程。在一定范围内，人类向大气排放 的量与温室效应显著程度呈正相关，根据温室效应对气候的作用可知人类的 排放量与气候波动的程度呈正相关。从而在“小地球”模型中，可以根据各个成员国的 排放量之和来反映“小地球”的气候变化情况。

#### 1.2.2 多元回归法建立“小地球”总 GDP 中各成分与 排放量的关系

通过浏览世界银行、各国国家统计机构官网，我们得到 2000 年~2020 年“小地球”中各个国家的 GDP、农业（第一产业）产值、工业（第二产业）产值、服务业（第三产业）产值以及 排放量，并求和，得到 2000~2020 年“小地球”每一年的第一、第二、第三产业对 GDP 的贡献值以及 排放量。通过多元回归法处理数据，并将 GDP 的三个组成部分作为自变量， 排放量作为因变量，得到拟合方程。

使用下面的公式计算所得方程的拟合度 :

其中 yi 为该第 i 年“微小地球”的 CO2 排放量，y1为第 i 年“微小地球”的 CO2 排放量预测值，yabr为 2010~2020 年“微小地球” CO2 排放量平均值。经计算，上述拟合方程拟合度较高。

#### 1.2.3预测全球气候变化

在 1.2.2 小节中，我们给出了“小型地球”模型中总 GDP 与 CO2 排量之间关系的回归方程。由于 GGDP 结构与 GDP 结构不同，所以该回归方程不能用于预测采用绿色 GDP 后“小型地球”的 CO2 排量。但是可以通过某种关系转化GGDP的结构，使其与GDP结构相同，该关系可用下面的等式表示：  
在上面的的等式中：

* deltacon-p, deltacon-s, deltacon-t 分别为已经消耗的自然资源的价值分配到第一、第二、第三产业的值；
* deltadeg-p, deltadeg-s, deltadeg-t 分别为环境恶化造成的损失分配到第一、第二、第三产业的值；
* deltaben-p, deltaben-s, deltaben-t 分别为环境改善带来的收益分配到第一、第二、第三产业的值。

根据 1.2.2.2 小节的阐述，可将 Deltadelta 分别分为与水、空气、土壤相关的分量：

采用灰色关联度预测的方法得到第一产业、第二产业、第三产业与 delta-water、delta-air、delta-soil 的关联度

使用灰色关联分析得到第一产业、第二产业、第三产业与 delta-water、delta-air、delta-soil 的关联系数，如下图所示：

最终求得关联度见下表

According to subsection 1.2.2.2, $\Delta\delta$ can be divided into components which related to water, air and soil: