

1.1

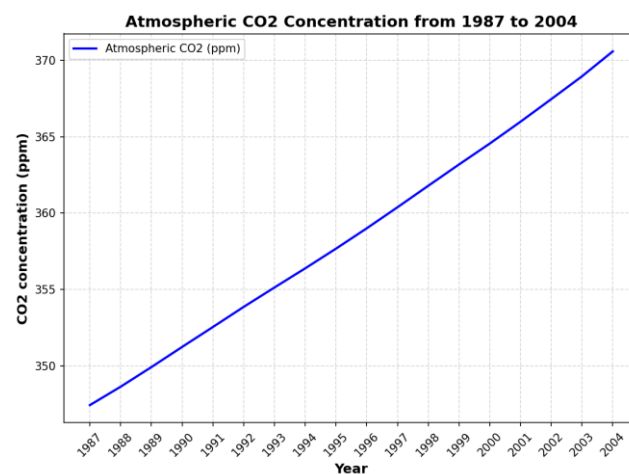
首先读取 CSV 文件，并选择特定的列，即年份、总排放量和水泥生产的排放量。将年份和碳排放量的数据类型转换为整数，限定数据的年份范围，只保留 1987 年至 2004 年的数据。

然后计算由化石燃料导致的碳排放量，这是通过从总排放中减去水泥生产的排放来实现的（根据文中对 γ 的定义， γ 指的是化石燃料对应的碳排放）。将得到的碳排放量的单位转换为 ppm，并且计算了每一年的碳排放量。

定义两个转移系数 k_{12} 和 k_{21} ，这些系数代表大气和海洋之间碳的交换速率。设置了 1986 年的初始碳含量，包括大气和海洋表层的碳含量，并且将它们从 PgC 转换为 ppm。

定义一个微分方程模型 **model1**，它描述了大气中的碳含量 (N_1) 和海洋表层的碳含量 (N_2) 随时间的变化。

使用 **odeint** 函数求解从 1987 年到 2004 年的微分方程，从求解结果中提取了大气中的碳含量，并将其转换为 ppm。



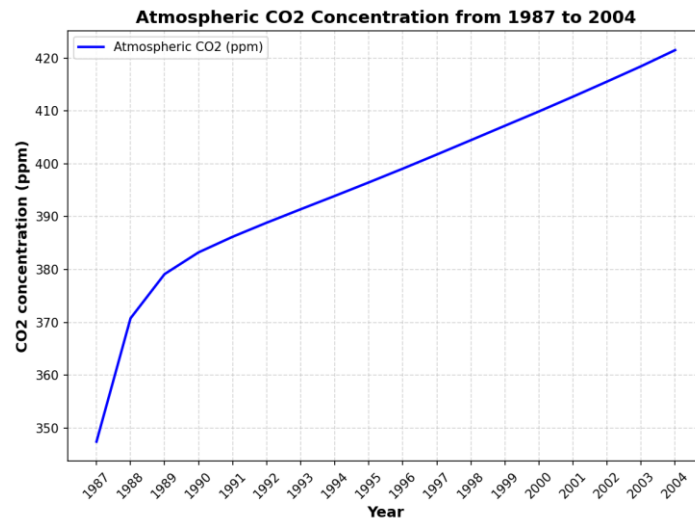
1.2

首先读取 CSV 文件，并选择特定的列，即年份、总排放量和水泥生产的排放量。将年份和碳排放量的数据类型转换为整数，限定数据的年份范围，只保留 1987 年至 2004 年的数据。

然后计算由化石燃料导致的碳排放量，这是通过从总排放中减去水泥生产的排放来实现的。将得到的碳排放量的单位转换为 ppm，并且计算了每一年的碳排放量。

定义两个转移系数 k_{12} 和 k_{21} ，这些系数代表大气和海洋之间碳的交换速率。设置了 1986 年的初始碳含量，包括大气和海洋表层的碳含量，并且将它们从 PgC 转换为 ppm。

定义了 **model2** 微分方程模型并求解，该模型有缓冲效应。



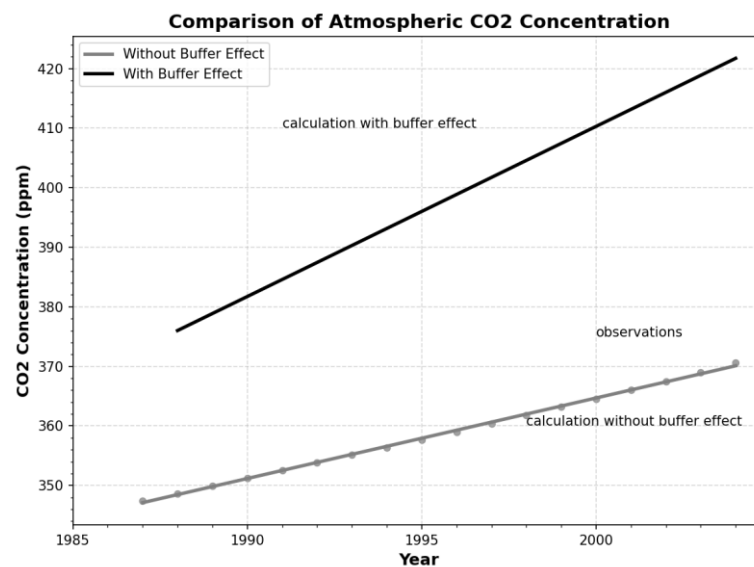
1.3

这里主要是将前两问的结果整合到一张图上,从两个模型的解中提取大气中的碳含量并将其转换为 ppm。

对两组数据分别进行线性回归分析,得到了不包含缓冲效应和包含缓冲效应情况下的二氧化碳浓度随时间的线性变化关系。

使用 polyval 函数, 根据线性回归参数在给定年份范围内生成线性回归线。

使用 matplotlib.pyplot 绘制了一个散点图和两条线性回归线, 来比较考虑和不考虑缓冲效应的情况下大气中二氧化碳浓度的变化趋势。



Bonus

首先读取包含从 1751 年至 2014 年全球历史碳排放数据的 CSV 文件, 选择了对应的列, 进行数据类型转换, 并筛选出了所需的年份范围内的数据, 从另一个 Excel 文件中读取了土地使用变化导致的碳排放数据, 进行了处理并转换单位。

然后要定义模型参数, 设定了初始碳含量的值, 并转换为 ppm 单位, 确定了模型中各个碳库间的交换系数。

定义七箱模型的微分方程组, 模型考虑了大气、海洋表层、中层、深层、陆地生物圈、土地使用变化和化石燃料这七个碳库。各个碳库之间的碳转移通过一系列微分方程来描述。

使用 odeint 函数, 对给定的时间范围内的微分方程组进行数值求解, 分别求解了两个

不同的 β 值 (0.38 和 0.50) 对应的微分方程组。

最后绘图, 使用 matplotlib.pyplot 绘制了两个不同 β 值对应的 CO2 浓度变化趋势图。

