对于问题三，继续沿用前面构建的transformer模型，并引入降水量，植被截流量等对土壤化学性质变化的特征影响因子，假定土壤对酸碱离子具有维系作用，对土壤水平衡的基本方程进行假设与改写，构建不同策略下对土壤化学性质的模型，在时间序列预测下推测出在不同放牧强度下各放牧校区土壤的化学特性。

**问题三的建模与求解**

土壤的化学性质由无机碳，有机碳，N等多种元素影响，从土壤化学的酸碱性来看，土壤的化学因素主要为pH值。为了构建化学性质的模型，对牧场土壤-植被基本方程进行改进，引进放牧策略对于土壤的影响。

假定不考虑截留量所带来的影响，只考虑土壤贮水变化量对土壤pH值带来的影响时，土壤贮水变化率与pH值成正相关。

假定土壤对于酸碱离子的残存远大于其流失的离子，c为牧场中含有的酸碱离子浓度，可以建立pH变化关系，建立放牧方式与化学特性的数学模型为：

 其中P，Q分别为放牧强度和放牧方式，W为牧场总体贮水量，deltaW为贮水量的变化大小，R为放牧策略效应数，k为放牧系数，SOC为有机碳密度。构建放牧策略对于牧场的酸碱度以及有机碳密度的数学模型。

问题三要求从在不同放牧强度下对于不同指定放牧校区的土壤理化特性进行分析和预测，对于那么面对时间序列的预测问题，本节采用transformer放牧模型，并结合化学特性模型，对放牧强度等多种特征进行提取并对土壤理化特性进行预测。

在测试集上进行评估，最终预测结果见表

表3-1 土壤化学性质与放牧强度预测结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 放牧  强度 | Plot  放牧小区 | SOC  土壤有机碳 | SIC  土壤无机碳 | STC  土壤全碳 | 全N | 土壤C/N比 |
| NG | G17 | 17.34 | 7.23 | 23.21 | 2.34 | 10.12 |
| G19 | 16.34 | 4.23 | 22.54 | 2.31 | 9.86 |
| G21 | 22.43 | 4.21 | 24.12 | 3.21 | 10.05 |
| LGI | G6 | 14.87 | 8.21 | 18.54 | 2.31 | 8.64 |
| G12 | 17.11 | 4.12 | 20.12 | 2.08 | 10.02 |
| G18 | 18.23 | 5.23 | 27.32 | 2.12 | 10.12 |
| MGI | G8 | 15.21 | 8.15 | 17.21 | 2.13 | 8.95 |
| G11 | 15.11 | 8.94 | 17.65 | 2.44 | 9.20 |
| G16 | 15.22 | 9.24 | 24.53 | 1.94 | 13.44 |
| HGI | G9 | 17.53 | 7.11 | 21.34 | 3.10 | 9.74 |
| G13 | 16.21 | 3.25 | 21.34 | 3.21 | 8.34 |
| G20 | 16.34 | 4.21 | 19.55 | 2.34 | 8.43 |