Plant Community Drought-escape Model

自然界中的植物主要通过光合作用和呼吸作用获取能量，积极影响因素如光照、湿度、温度，而消极影响因素有污染和过度干燥。这些环境因子都会对植物能量的获取产生影响。为了量化这些影响，本分模型将以植物以及其所处的环境视为一个系统，预测单一植物种群在一定时间内生长率和死亡率的变化情况，并为后续的植物群落分析提供基础。

环境对植物的影响

根据实际情况，生长率减去死亡率为每年新增加的生物质。由此，模型设置了生物质总量和时间之间的关系为：

$$

\begin{aligned}

& Q\_i=Q\_{i-1}+Q\_{i-1}(f\_i-h\_i)(1-\frac{Qi}{Q\_{max}})

\end{aligned}

$$

根据之前所作的假设：光合作用和呼吸作用为植物能量的主要来源，并且光合作用所获得的能量远大于呼吸作用。因此，模型以光合作用速率和呼吸作用速率来描述净生长率。除此之外，根据“Photosynthesis and photosynthetic efficiencies along the terrestrial plant’s phylogeny: lessons for improving crop photosynthesis”所提到的植物“光合进化”，它们能够根据不同的环境调整它们对光合水和氮元素的吸收，我们在模型中加入了植物的遗传分化因子（FST）G1来表现植物生长过程中对能量利用的非线性表达。所以最后净成长率的表达公式如下：

$$

\begin{aligned}

& f\_i=G\_1(v\_{pi}+v\_{bi})

\end{aligned}

$$

接下来我们讨论光合作用的定量表达，在“Dai Junjie, Zhang Xinping, Luo Zidong, et al. Response and simulation of transpiration of typical trees to environmental factors in Changsha area [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021.和Han Yang-Rui, Shan Wei, Xu Da-wei, et al. Photosynthetic characteristics of three typical shrubs and their responses to environmental factors in arid region [J]. Western Forestry Science, 2021, 50(1): 64-70.”中，将植物在降雨量小于200mm到降雨量800mm的区间视作干旱到正常的区间，并对于影响光合作用的主要因素进行了实验探究，可以得出结论，干旱期（Ryear<=200）的植物蒸腾作用微弱，对于土壤含水量和太阳辐射尤其敏感，而在正常发育（Ryear>200）状态下的植物，它们的蒸腾作用强烈，为光合作用带来了重要的光合水、无机盐以及其它营养物质。然后，我们根据Ye Z, Zhao Z. A modified rectangular hyperbola to describe the light-response curve of photosynthesis of Bidens pilosa L. grown under low and high light conditions[J]. Frontiers of Agriculture in China, 2010, 4(1): 50. 文中提出的关于光合作用的设计方案，设计了我们模型中光合作用的公式模型，采用了直角双曲线进行拟合，并设定了相关参数。模型中分为干旱与分干旱情况，干旱情况主要影响因子为土壤含水量和太阳辐射，而在正常发育阶段的主要影响因子为蒸腾作用的强烈程度和太阳辐射，其中林业主要以水汽压亏缺（APD）作为衡量蒸腾作用的主要因素，光合模型如下：

$$

\left\{\begin{array}{l}

v\_{p1}=\alpha\_1\frac{1-\beta\_1(VPD\cdot\phi)}{1+\gamma\_1(VPD\cdot\phi)} , R\_{year}\in(200,2500]\\v\_{p2}=\alpha\_2\frac{1-\beta\_2(SH\cdot\phi)}{1+\gamma\_2(SH\cdot\phi)} , R\_{year}\in(0,200)

\end{array}\right.

$$

Furthermore，我们在模型中对呼吸作用做了简化，将其视作和光合作用成正比。并用系数乘以光合作用速率表达呼吸作用速率。

$$

\begin{aligned}

& v\_b=kv\_p

\end{aligned}

$$

接下来我们考虑植物的死亡率，随着全球变暖和部分地区重工业的兴起。现代的植物种群不但需要