## 一、输入输出文件及其注释

**1. 输入文件（Input Files）**

DSSAT模型的输入文件通常包括：

实验管理文件（.INP, .INH, .INX等）：描述实验设计、作物管理、种植日期等。

气象文件（.WTH）：包含气温、降水、辐射等每日气象数据。

土壤文件（.SOL）：描述土壤剖面、质地、容重等。

作物品种文件（.CUL, .ECO, .SPE等）：描述作物品种参数。

作物管理文件（.X文件，如.STR, .MGT等）：描述施肥、灌溉、耕作等管理措施。

批处理文件（.BAT, .SQX等）：批量运行多个情景。

以草莓为例，相关输入文件目录和示例

`dssat-csm-data-develop/Strawberry/`

`DSSAT48.INH`、`DSSAT48.INP`：实验管理文件

`ETPhot.OUT`：输出文件（见下文）

其他如` .WTH`（气象）、` .SOL`（土壤）等文件

`dssat-csm-data-develop/Weather/`

` .WTH`：气象数据文件

`dssat-csm-data-develop/Soil/`

` .SOL`：土壤数据文件

`dssat-csm-data-develop/Strawberry/`

可能包含品种、管理等相关文件

注释示例

text

DSSAT48.INP 草莓实验的主输入文件，定义实验设计、作物管理等

DSSAT48.INH 草莓实验的主输入文件，定义实验设计、作物管理等（可能与INP配合使用）

.WTH 气象数据文件，包含每日气温、降水、辐射等

.SOL 土壤数据文件，描述土壤剖面、质地等

.CUL 品种参数文件，描述作物品种特性

.ECO 生态区参数文件

.MGT 管理措施文件，如施肥、灌溉等

.BAT 批处理文件，用于批量运行多个情景

**2. 输出文件（Output Files）**

DSSAT模型的输出文件通常包括：

标准输出文件（.OUT） ：如`Summary.OUT`、`PlantGro.OUT`、`ETPhot.OUT`等，包含模拟结果。

详细输出文件（.OUT, .CSV等） ：如每日生长、产量、土壤水分等详细数据。

批处理输出（.OUT, .CSV等） ：批量运行结果。

草莓相关输出文件目录和示例

`dssat-csm-data-develop/Strawberry/`

`ETPhot.OUT`：蒸散发相关输出

其他如`Summary.OUT`、`PlantGro.OUT`等（如有）

注释示例

text

ETPhot.OUT 草莓模拟的蒸散发输出文件

Summary.OUT 总结性输出文件，包含产量、收获指数等（如有）

PlantGro.OUT 植物生长过程输出文件（如有）

**二、DSSAT模型运作原理**

DSSAT模型通过标准化的输入文件获取环境、作物和管理等多维度数据，利用其核心模拟模块进行作物-环境-管理的动态过程模拟，最后输出标准化的结果文件，支持农业生产决策和科学研究。其输入输出系统的规范化和自动化，是DSSAT模型高效、可靠运作的基础。

**1. 输入系统（Input System）**

DSSAT模型的输入系统负责接收和解析各种必要的输入数据，这些数据主要包括：

1.气象数据（Weather Data） ：如温度、降水、辐射等，通常以`.WTH`文件存储。

2.土壤数据（Soil Data） ：描述土壤类型、质地、层次、含水量等，通常以`.SOL`文件存储。

3.作物管理数据（Management Data） ：包括播种、施肥、灌溉、耕作等管理措施，通常以`.X`结尾的文件存储（如`.MGT`、`.PLT`等）。

4.作物品种参数（Genotype Data） ：描述作物品种的遗传特性，通常以`.CUL`、`.ECO`等文件存储。

5.实验设计与模拟方案（Experiment/Simulation Design） ：如`.INP`、`.INH`等文件，定义模拟的具体方案和实验设置。

这些输入文件在模型运行前由用户准备好，DSSAT通过其输入模块（如`InputModule/`目录下的相关文件）进行读取和解析，转换为模型内部可用的数据结构。

**2. 处理与模拟（Processing & Simulation）**

在输入数据准备完毕后，DSSAT的核心模型（如`CSM\_Main/CSM.for`等）会根据输入数据进行一系列的生理、生态过程模拟，包括：

1.作物的生长发育过程（如发芽、分蘖、抽穗、开花、成熟等）

2.土壤水分、养分的动态变化

3.作物与环境（气候、土壤、管理措施等）的相互作用

4.病虫害、杂草等生物胁迫的影响（如有相关模块时）

模型会按照天为步长，逐步推进模拟过程，动态更新各项状态变量。

**3. 输出系统（Output System）**

模拟完成后，DSSAT会将结果输出到一系列标准化的输出文件中，常见的输出包括：

1.作物产量与生长指标（如`ETPhot.OUT`、`Summary.OUT`等）

2.土壤水分、养分动态（如`SoilWat.OUT`等）

3.管理措施效果评估

4.详细的日、季、年尺度的模拟数据

这些输出文件便于用户后续分析、对比和决策支持。

**三、DSSAT模型运行流程及调用模块**

整个DSSAT模拟流程的数据流是：输入文件 → 输入模块 → 核心调度模块 → 各功能模块（作物、土壤、天气、管理）→ 输出模块 → 输出文件。每个环节都承担着数据的接力和加工，保证了模拟的科学性和可追溯性。

**1. 输入模块（Input Module）**

**主要功能：** 读取和解析所有输入文件（实验、土壤、天气、品种等），为模拟提供数据。**典型代码文件：**

* InputModule/INVAR.for —— 输入文件读取主程序
* InputModule/IPVAR.for —— 输入变量处理
* InputModule/OPTEMPXY2K.for —— 实验文件处理
* InputModule/SEVAR.for —— 土壤变量处理
* InputModule/COMGEN.blk —— 通用输入块定义
* InputModule/input\_sub.for —— 输入子程序（主入口，调度各类输入）

**2. 输出模块（Output Module）**

**主要功能：** 负责生成和管理所有输出文件，将模拟结果以标准格式输出。**典型代码文件：**

* Utilities/OPHEAD.for —— 输出文件头部管理
* Utilities/OPHARV.for —— 收获输出处理
* Utilities/OPSUM.for —— 汇总输出处理
* Utilities/CsvOuts/ —— CSV格式输出相关
* Data/OUTPUT.CDE —— 输出文件和变量标准定义

**3. 核心调度模块（CSM主程序）**

**主要功能：** 负责整体流程控制，调度输入、作物、土壤、天气、管理等各子模块，协调数据流和时间步长。**典型代码文件：**

* CSM\_Main/CSM.for —— DSSAT主控程序
* CSM\_Main/LAND.for —— 土地利用与轮作管理

**4. 植物模型模块（以CROPGRO为例）**

**主要功能：** 模拟作物的生长、发育、产量等。**典型代码文件：**

* Plant/CROPGRO/CROPGRO.for —— CROPGRO主程序
* Plant/CROPGRO/GROW.for —— 植物生长计算
* Plant/CROPGRO/PHENOL.for —— 物候学计算
* Plant/CROPGRO/PHOTO.for —— 光合作用计算
* Plant/CROPGRO/DEMAND.for —— 碳氮需求计算
* Plant/CROPGRO/PODS.for —— 果实发育
* Plant/CROPGRO/ROOTS.for —— 根系生长
* Plant/CROPGRO/SENES.for —— 衰老过程
* Plant/CROPGRO/OPHARV.for —— 收获输出

**其他作物模型：**

* Plant/CERES-Maize/、Plant/CERES-Wheat\_Barley/、Plant/CERES-Rice/等目录下的相关.for文件

**5. 土壤模块（Soil Module）**

**主要功能：** 模拟土壤水分、养分、有机质等过程。**典型代码文件：**

* Soil/SOIL.for —— 土壤主程序
* Soil/SoilWater/ —— 土壤水分相关
* Soil/Inorganic\_N/ —— 无机氮相关
* Soil/Inorganic\_P/ —— 无机磷相关
* Soil/CENTURY\_OrganicMatter/ —— 有机质相关
* Soil/GHG/ —— 温室气体相关

**6. 天气模块（Weather Module）**

**主要功能：** 读取和处理天气数据，驱动作物和土壤过程。**典型代码文件：**

* Weather/CO2VAL.for —— CO2浓度处理
* Weather/目录下其他天气相关.for文件

**7. 管理模块（Management Module）**

**主要功能：** 模拟种植、施肥、灌溉等农艺管理措施。**典型代码文件：**

* Management/AUTHAR.for —— 自动收获
* Management/AUTPLT.for —— 自动种植
* Management/CHEMICAL.for —— 化学处理
* Management/FERTILIZER.for —— 施肥管理
* Management/IRRIGATE.for —— 灌溉管理

**8. SPAM模块（土壤-植物-大气连续体）**

**主要功能：** 蒸腾、光合作用、土壤-植物-大气水分与能量交换。**典型代码文件：**

* SPAM/ETPHOT.for —— 蒸腾光合作用
* SPAM/ETPHR.for —— 蒸腾响应
* SPAM/ESR\_SoilEvap.for —— 土壤蒸发

**9. 工具与标准化模块**

**主要功能：** 数据处理、汇总、格式转换、变量标准化。**典型代码文件：**

* Utilities/OPSUM.for —— 输出汇总
* Utilities/CheckRunMode.f90 —— 运行模式检查
* Data/DATA.CDE —— 变量标准化代码定义
* Data/OUTPUT.CDE —— 输出文件和变量标准定义

**10. Python实现与辅助脚本**

**主要功能：** 草莓模型Python实现、输出文件自动生成、对比分析等。**典型代码文件：**

* cropgro-strawberry-implementation.py —— 草莓CROPGRO模型Python实现
* compare\_with\_fortran.py —— Python与Fortran结果对比
* generate\_dssat\_output.py —— 自动生成DSSAT输出文件及字段注释