# [PCSE介绍](https://pcse.readthedocs.io/en/stable/user_guide.html" \l "background-of-pcse)

PCSE（The Python Crop Simulation Environment）是一个用于构建作物模拟模型的Python包，特别是在瓦赫宁根（荷兰）开发的作物模型。PCSE提供了实施作物模拟模型的环境、读取辅助数据（天气、土壤、农业管理）的工具以及模拟物候、呼吸和蒸散等生物物理过程的组件。PCSE还包括已在世界范围内广泛使用的WOFOST LINGRA和LINTUL3作物和草地模拟模型的实施。例如，WOFOST已在MARS作物产量预测系统中实施，该系统已在欧洲及其他地区实际用于作物监测和产量预测。瓦赫宁根的作物模型。

开发Python作物模拟环境是因为需要重新实现在瓦赫宁根开发的作物模拟模型。许多 Wageningen 作物模拟模型最初是使用 FORTRAN77 或使用FORTRAN Simulation Translator (FST)开发的。虽然这种方法已经产生了具有高数值性能的高质量模型，但用 FORTRAN 编写的模型的固有局限性也越来越明显：

模型的结构通常相当单一，并且不同的部分非常紧密地耦合在一起。用另一种模拟方法替换部分模型并不容易。

这些模型依赖于难以更改的基于文件的 I/O。例如，在 FORTRAN 中与数据库的接口很复杂。

一般而言，对于像 FORTRAN 这样的低级语言，简单的事情已经需要很多行代码并且很容易犯错误，尤其是那些在开发或改编软件方面经验有限的农学家和作物科学家。

为了克服上述许多限制，开发了 Python 作物模拟环境 (PCSE)。它提供了一个开发模拟模型的环境以及许多作物模拟模型的实现。PCSE 是用纯 Python 代码编写的，这使得它更灵活、更容易修改和可扩展，允许轻松连接数据库、图形用户界面、可视化工具和数字/统计包。PCSE 有几个有趣的特点：

在纯 Python 中实现。核心系统在 Python 标准库之外有少量依赖。然而，许多数据提供者需要安装某些包。其中大部分可以从 Python Package Index (PyPI)（SQLAlchemy、PyYAML、xlrd、openpyxl、requests ）自动安装，并且使用pandas DataFrames最容易完成模型输出的处理。

模块化设计允许您使用简单但功能强大的方法相对快速地添加或更改组件，以在模块之间传递变量。

与 FST 类似，它通过明确分离参数、速率变量和状态变量来强制执行良好的模型设计。此外，PCSE 还负责模块初始化、变化率计算、状态变量更新以及完成模拟所需的操作。

输入/输出与仿真模型本身完全分离。因此，PCSE 模型可以轻松地读取和写入文本文件、数据库和科学格式，例如 HDF 或 NetCDF。此外，PCSE 模型可以很容易地嵌入到 docker 容器中，以围绕裁剪模型构建 Web API。

程序模块的内置测试确保系统的完整性

## 为什么选择 Python

PCSE 首先是根据科学需求开发的，能够快速调整模型和测试想法。在科学领域，Python 因其清晰的语法和易用性而迅速成为实现算法、可视化和探索性分析的工具。另一个优点是 Python 的 C 实现可以很容易地与用 FORTRAN 编写的例程连接，因此许多 FORTRAN 例程可以被用 PCSE 编写的仿真模型重用。

存在许多用于数值分析（例如 NumPy、SciPy）、可视化（例如 MatPlotLib、Chaco）、分布式计算（例如 IPython、pyMPI）和与数据库接口（例如 SQLAlchemy）的软件包。此外，对于统计分析，可以通过 Rpy 或 Rserve 建立与 R-project 的接口。最后，Python 是一种开源解释型编程语言，几乎可以在任何硬件和操作系统上运行。

鉴于上述考虑，人们很快认识到 Python 是一个不错的选择。尽管 PCSE 是为科学目的而开发的，但它已经在生产环境中用于任务，并已嵌入到基于容器的 Web 服务中。

## PCSE的历史

在 4.1 版之前，PCSE 被称为“PyWOFOST”，因为它的主要目标是提供 WOFOST 作物模拟模型的 Python 实现。然而，随着系统的发展，很明显该系统可用于实施、扩展或混合（裁剪）模拟模型。因此，名称“PyWOFOST”变得过于狭窄，因此选择了与 FORTRAN 仿真环境 (FSE) 类似的名称 Python Crop Simulation Environment。

## PCSE的局限性

PCSE也有它的局限性，其实有几个：

速度：灵活性是有代价的；PCSE 比用 FORTRAN 或其他编译语言编写的等效模型慢得多。

PCSE 中的模拟方法目前仅限于具有固定每日时间步长的矩形（欧拉）积分。尽管如果需要，可以使模块的内部时间步长更细粒度。

没有图形用户界面。然而，通过使用 PCSE 与pandas包和Jupyter notebook可以部分弥补用户界面的不足。PCSE 输出可以轻松转换为 pandas DataFrame，后者可用于在 Jupyter notebook 中显示图表。另请参阅我的笔记本集合，其中包含使用 PCSE 的示例

# 运行环境

## 计算机环境

11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11700K @ 3.60GHz，NVIDIA GeForce RTX 3070 VRAM8GB，RAM 32.0GB

Windows 10 家庭中文版，版本号21H2，操作系统内部版本19044.2604

## Python环境

### [官方文档](https://pcse.readthedocs.io/en/stable/user_guide.html#installing-pcse)

为 PCSE 设置 Python 环境的一种便捷方法是通过Anaconda Python 发行版。在本 PCSE 文档中，所有安装和使用 PCSE 的示例均指 Windows 10 平台。

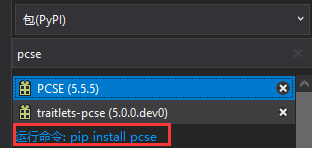
环境

### Visual Studio 2019

利用VS2019安装并管理Python环境，安装VS时需要勾选相关选项。Python版本为[3.7.2](https://www.python.org/downloads/release/python-372/)，下载安装后在VS2019中创建新的python应用程序项目，然后在python环境一栏中添加虚拟环境并设置为当前项目环境。

# [安装PCSE](https://pcse.readthedocs.io/en/stable/user_guide.html#id3)

安装PCSE的最简单方法是通过python包索引(PyPI)。如果您有兴趣在自己的脚本中使用PCSE提供的功能，但对修改或贡献PCSE本身不感兴趣，则从PyPI安装最有用。从PyPI安装是使用包安装程序pip完成的，它在python包索引中搜索包，下载并将其安装到您的python环境中。



## [测试PCSE](https://pcse.readthedocs.io/en/stable/user_guide.html#testing-pcse)

为保证其完整性，PCSE软件包包括数量有限的内部测试，这些测试会随PCSE自动安装。此外，PCSE git存储库在测试文件夹中有大量测试，这些测试在测试方面做得更彻底，但需要很长时间才能完成（例如一个小时或更长时间）。内部测试为用户提供了一种快速的方法来确保不同组件产生的输出与预期输出相匹配。虽然完整的测试套件仅对开发人员有用。

内部测试的测试数据可以在pcse.tests.test\_data包和SQLite数据库(pcse.db)中找到。该数据库可以在您的主文件夹中的pcse下找到，并且会在首次导入PCSE时自动创建。当您手动删除数据库文件时，它将在您下次导入PCSE时重新创建。

为了运行PCSE包的内部测试，我们需要启动python并导入pcse：

importpcse

pcse.test()

如果模型输出与预期输出匹配，测试将报告“OK”，否则将产生一个错误，并详细追溯问题发生的位置。请注意，添加或删除测试后，结果可能会与上面的输出有所不同。

# [PCSE/WOFOST](https://pcse.readthedocs.io/en/stable/user_guide.html#running-pcse-wofost-with-custom-input-data)运行

运行PCSE/WOFOST（以及一般的PCSE模型），需要三种不同类型的输入：

1.参数化不同模型组件的模型参数。这些参数通常包括一组作物参数（或多组作物轮作）、一组土壤参数和一组场地参数。后者提供特定于位置的辅助参数。

2.由可以从各种来源导出的天气数据表示的驱动变量。

3.农业管理行动指定将在PCSE模拟的田间发生的农场活动。

## [作物参数](https://reagro.org/methods/explanatory/wofost/crop.html)

作物参数由参数名称和参数化作物模拟模型组件所需的相应参数值组成。这些是关于物候、同化、呼吸、生物量分配等的作物特定值。

## [土壤参数](https://reagro.org/methods/explanatory/wofost/soil.html)

土壤数据字典提供与土壤类型和土壤物理性质相关的参数名称/值对。参数的数量是可变的，具体取决于用于模拟的土壤水分平衡类型。

## 场地参数

场地参数提供与作物或土壤无关的辅助参数。示例是水分平衡的初始条件，例如初始土壤水分含量 (WAV) 以及初始和最大地表储水量（SSI、SSMAX）。大气中的 CO2 浓度也是一个典型的场地参数。

## 农业管理

农业管理输入提供农业活动的开始日期、作物模拟的开始日期/开始类型、作物模拟的结束日期/结束类型和作物模拟的最长持续时间。包括后者是为了避免不切实际的长时间模拟，例如由于温度总和要求过高而导致的模拟。

## 每日天气观测

运行模拟需要每日天气变量。PCSE中有多个数据提供程序用于读取天气数据，请参阅天气数据提供程序部分以获得概述。