

# 聚变模拟与建模联合平台

## 开发环境介绍 (I)

(*FuYun*开发应用“快速启动”)

于治, 刘晓娟

2024.6.5

线上远程

## 关于 *FUSMAP*

- **FU**sion **S**imulation and **M**odelling **A**lliance **P**latform, (FUSMAP)
- 聚变模拟与建模联合平台

• <https://fusmap.github.io/>

**FUSMAP**

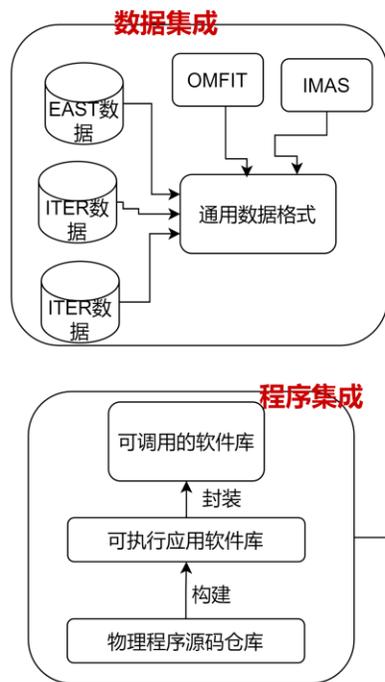
## 关于 *FuYun*

- 为FUSMAP提供集成交互环境
- **集成建模和数据分析工具集**，面向科学工程的知识管理和计算环境
- 授权情况：
  - 框架主体开源，插件授权由独立开发者各自决定
- 开发状态：alpha版
  - API 可能会由微小变动
  - 遇到 bug 请在github上提起issue
- <https://fusion-yun.github.io/>

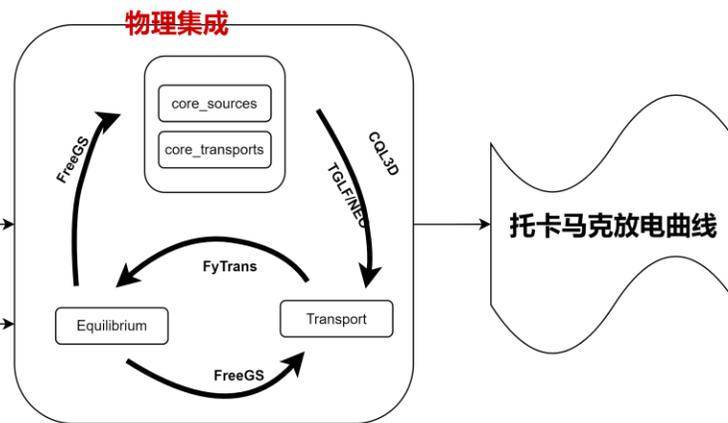
*Fu***Yun**

# 构成集成建模系统的三个核心要素

1、**数据集成**：采用聚变社区广泛认可的数据模型，清晰标识数据的“物理语义”。通过单一入口访问不同来源、不同格式的数据。

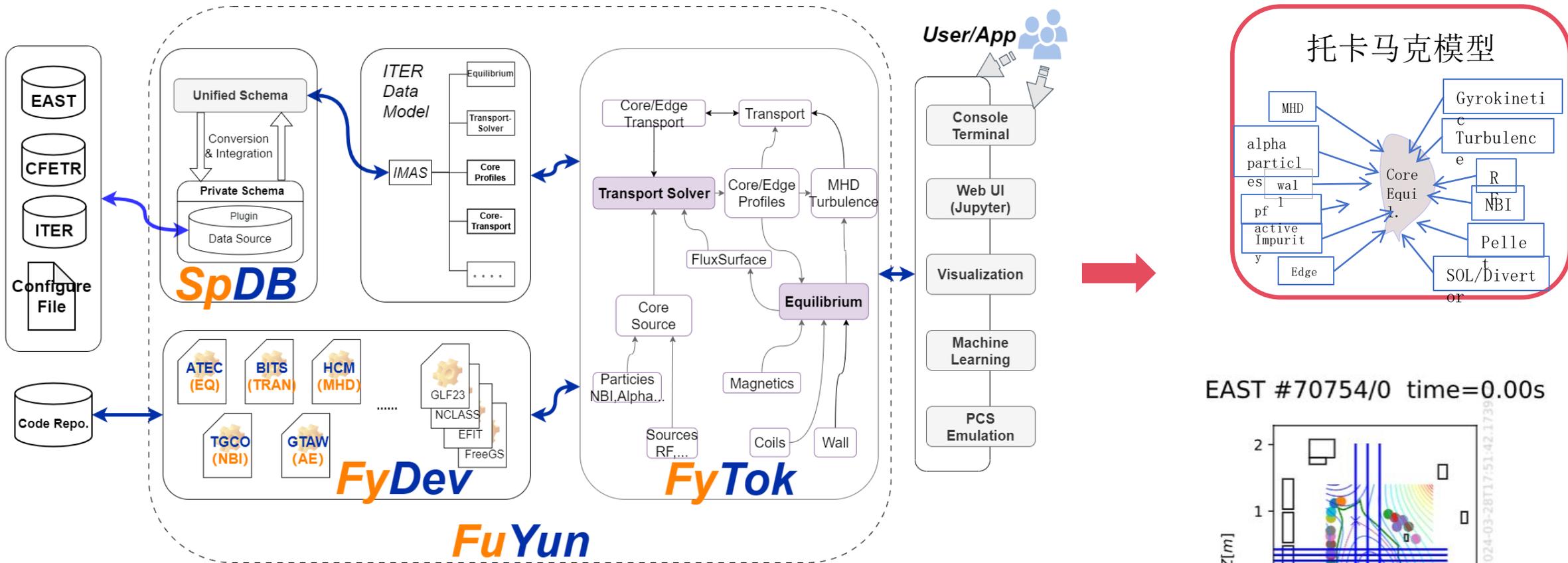


3、**物理集成**：根据“物理语义”之间的约束关系链接数据和程序，耦合计算完成建模。采用自上而下的设计描述体系，保证不同子系统之间数据和计算的一致、自治。



2、**程序集成**：根据具体的“物理语义”统一组织、管理、调用程序。从构建到执行全程可追溯，计算结果与过程同时记录保存，实现可追溯、可重现。  
(FAIR)

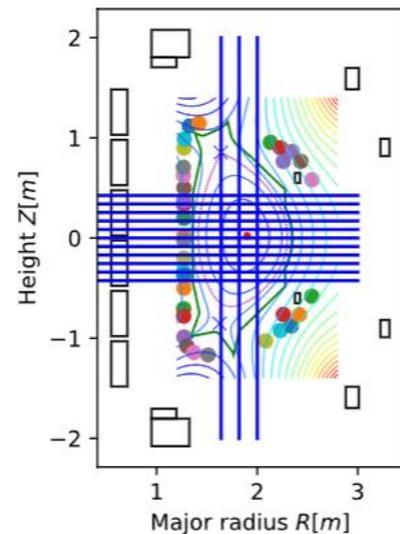
# 基于“物理语义”的集成建模系统 *FuYun*



*FuYun* = 数据集成 *SpDM* + 程序集成 *FyDev* + 物理集成 *FyTok*

- 综合数据集成、程序集成和物理集成功能，采用自上而下的方式，
- 将静态的全局托卡马克描述转化为有约束关系的动态建模对象，
- 通过跟踪物理量的演化，实现托卡马克建模。

EAST #70754/0 time=0.00s



author: liuxj, Create by SpDM at 2024-03-28T17:51:42.1739

# 关于这个报告

- 目标:

1. 向**用户**展示平台使用场景, 持续收集需求反馈, 改进、完善平台功能。
2. 向**开发者**介绍平台开发环境和集成接口, 增进交流, 促进广泛合作。

- 相关文档和数据:

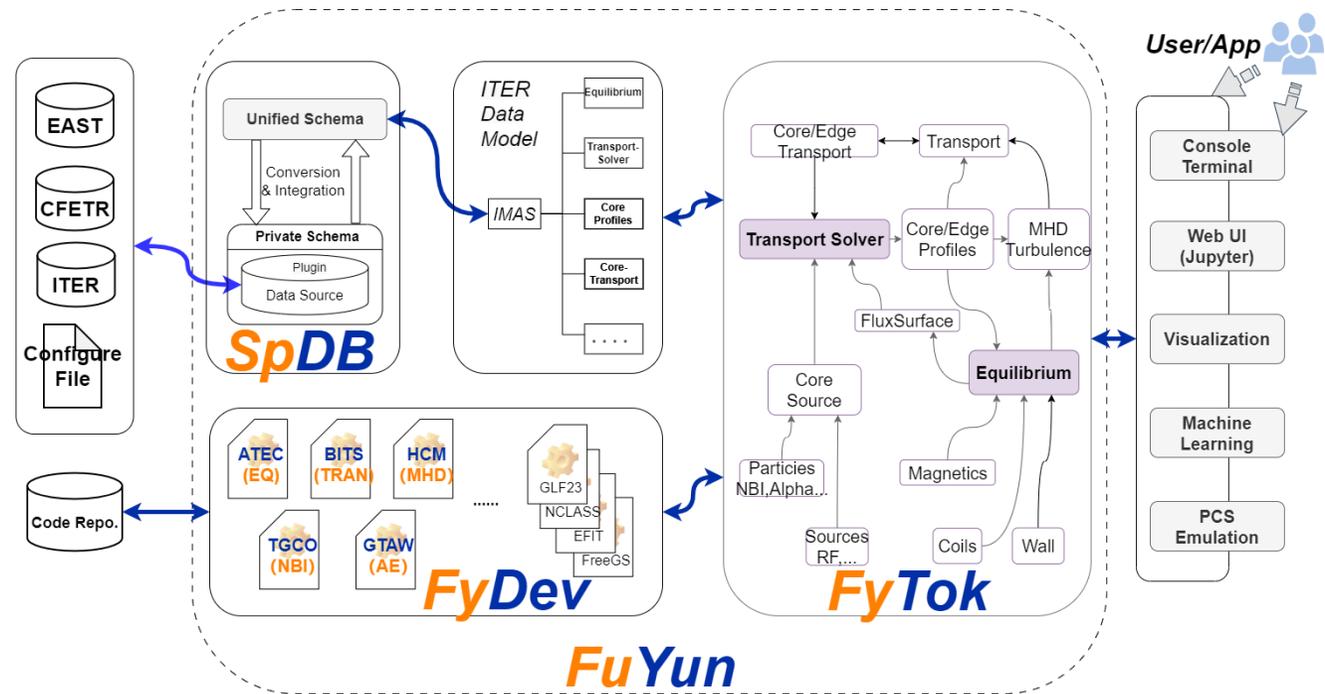
[https://github.com/FusMap/fytok\\_tutorial](https://github.com/FusMap/fytok_tutorial)

(关于 **FuYun** 的问题可在这个项目下发起 issue)

## 主要内容:

1. **运行环境和安装**
2. **数据集成与可视化 case 1: 平衡分析**
3. **开发环境**
4. **程序接入 case 2: freegs 插件**
5. **集成计算 case 3: 芯部输运**
6. **小结**

(**红字**为部分为今天内容, 后续根据反馈调整)



# 运行环境和安装

- **FuYun** 的基础运行环境

# 工作环境 (WSL2+Ubuntu 22.04+Python 3.11)

- 操作系统: **Ubuntu 22.04** (模块运行开发环境)
- **FyTok** 为纯Python包, 建议 **Python >= 3.11**
  - `sudo apt install python3.11`
  - `sudo update-alternatives --install /usr/bin/python3 python3 /usr/bin/python3.11 100`
  - `sudo update-alternatives --config python3`
- Windows 11 系统解决方案:
  - Windows Subsystem for Linux (WSL2)
- WSL安装: 打开 PowerShell
  - `Enable-WindowsOptionalFeature -Online -FeatureName Microsoft-Windows-Subsystem-Linux` # 打开WSL支持
  - `wsl --set-default-version 2` # 指定wsl的版本
  - `wsl --install -d Ubuntu-22.04` # (指定安装版本)
  - `wsl --list --online` # 查看可用的Linux发行版
  - `wsl -l -v` # 查看wsl的版本
  - `wsl --set-version Ubuntu-22.04 2` # 指定Linux发行版

```
PS C:\Users\lxj> wsl -l -v
NAME      STATE      VERSION
* Ubuntu  Running   2
PS C:\Users\lxj> wsl --list --online
以下是可安装的有效分发的列表。
使用 'wsl.exe --install <Distro>' 安装。
```

NAME	FRIENDLY NAME
Ubuntu	Ubuntu
Debian	Debian GNU/Linux
kali-linux	Kali Linux Rolling
Ubuntu-18.04	Ubuntu 18.04 LTS
Ubuntu-20.04	Ubuntu 20.04 LTS
Ubuntu-22.04	Ubuntu 22.04 LTS
Ubuntu-24.04	Ubuntu 24.04 LTS
OracleLinux_7_9	Oracle Linux 7.9
OracleLinux_8_7	Oracle Linux 8.7
OracleLinux_9_1	Oracle Linux 9.1
openSUSE-Leap-15.5	openSUSE Leap 15.5
SUSE-Linux-Enterprise-Server-15-SP4	SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4
SUSE-Linux-Enterprise-15-SP5	SUSE Linux Enterprise 15 SP5
openSUSE-Tumbleweed	openSUSE Tumbleweed

```
PS C:\Users\lxj> wsl --list --online
```

```
liuxj@DESKTOP-DCJTIG5:~$ cat /etc/os-release
PRETTY_NAME="Ubuntu 22.04.2 LTS"
NAME="Ubuntu"
VERSION_ID="22.04"
VERSION="22.04.2 LTS (Jammy Jellyfish)"
VERSION_CODENAME=jammy
ID=ubuntu
ID_LIKE=debian
HOME_URL="https://www.ubuntu.com/"
SUPPORT_URL="https://help.ubuntu.com/"
BUG_REPORT_URL="https://bugs.launchpad.net/ubuntu/"
PRIVACY_POLICY_URL="https://www.ubuntu.com/legal/terms-and-policies/privacy-policy"
UBUNTU_CODENAME=jammy
liuxj@DESKTOP-DCJTIG5:~$
```

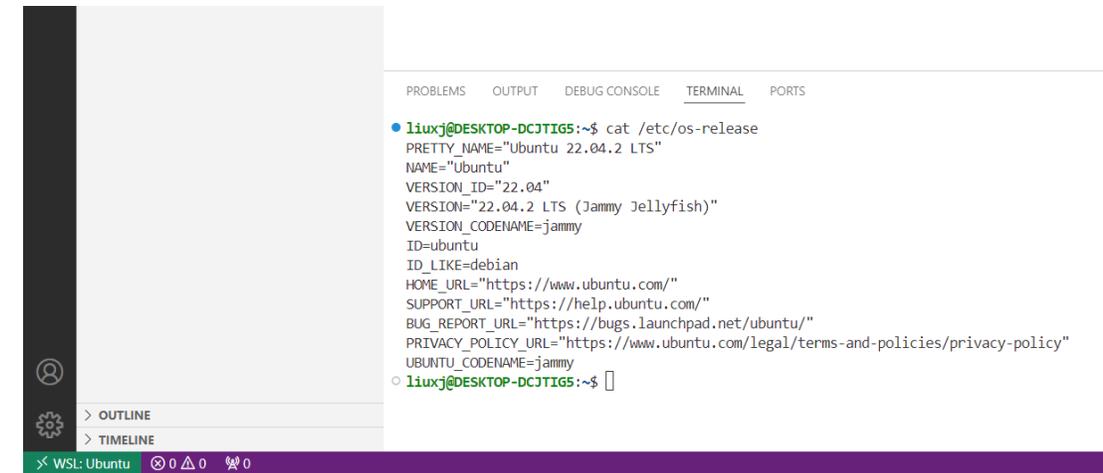
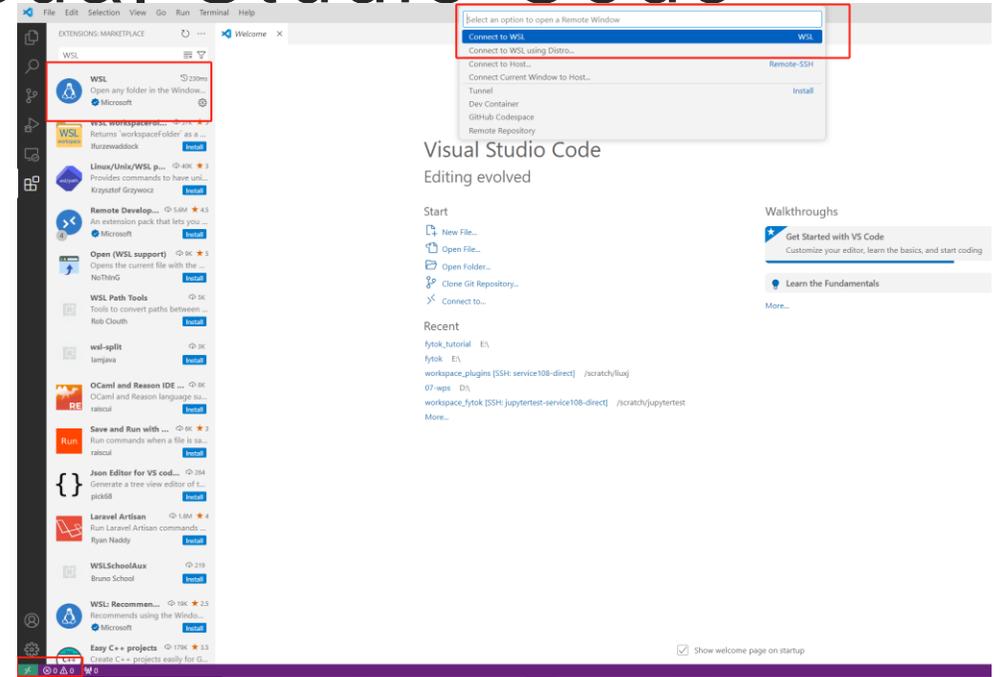
参考链接: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/wsl/install>

# 集成开发环境 JupyterLab + Visual Studio Code

- 在 **Ubuntu 22.04** 下安装 **JupyterLab**
  - `python -m pip install jupyterlab`
- 在 Windows 上安装 **Visual Studio Code**（不是在 WSL 文件系统中）。
- VSCode安装扩展包：



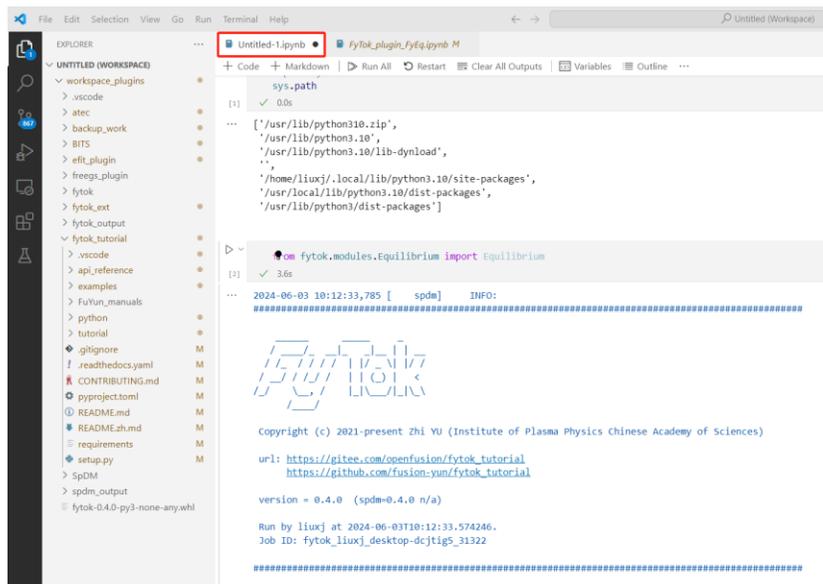
- WSL
  - Python
  - Jupyter
- VSCode中打开WSL：
    - 打开 VSCode，左下角选择链接到 WSL
    - 或者 `ctrl+shift+p` 调出命令面板，选择链接WSL



参考链接：<https://learn.microsoft.com/zh-cn/windows/wsl/tutorials/wsl-vscode>

# 安装 *FyTok*

- 在 **Ubuntu 22.04** 下
  - `python -m pip install fytok`
- 检查安装：
  - `python -c "import fytok"`
- 测试基本环境.
  - `ctrl+shif+p`打开notebook
  - `from fytok.tokamak import Tokamak`



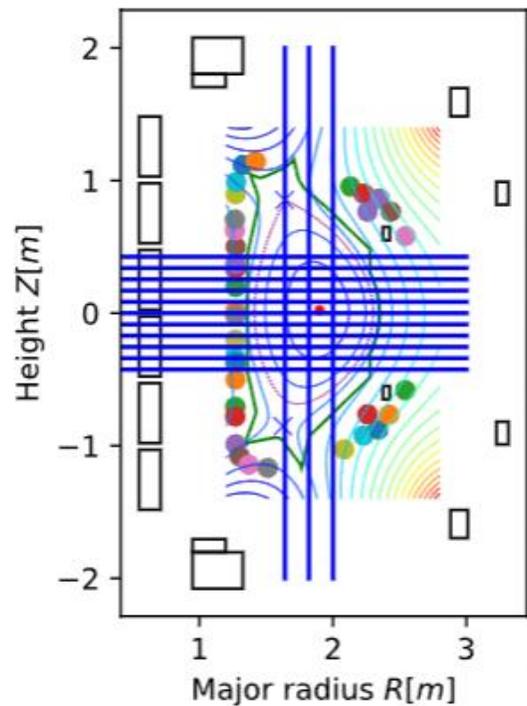
```
salmon@Surface:~$ pip install fytok
Requirement already satisfied: fytok in /fuyun/software/Python/3.11.3-GCCcore-12.3.0/lib/python3.11/site-packages (0.4.1)
Requirement already satisfied: spdm in /fuyun/software/Python/3.11.3-GCCcore-12.3.0/lib/python3.11/site-packages (from fytok) (0.4.0)
Requirement already satisfied: f90nml in /fuyun/software/FyLab/2023a-foss-2023a/lib/python3.11/site-packages (from spdm->fytok) (1.4.3)
Requirement already satisfied: h5py in /fuyun/software/h5py/3.9.0-foss-2023a/lib/python3.11/site-packages (from spdm->fytok) (3.9.0)
```

```
salmon@Surface:~$ python -c "import fytok"
2024-06-05 13:47:21,918 [ spdm] INFO:
#####
FyTok
#####
Copyright (c) 2021-present Zhi YU @ Institute of Plasma Physics Chinese Academy of Sciences
version = 0.4.1 (spdm=0.4.0 n/a)
Run by salmon at 2024-06-05T13:47:21.748993.
Job ID: fytok_salmon_surface_32017
#####
2024-06-05 13:47:21,918 [ spdm] INFO: The End
```

# 数据集成与可视化

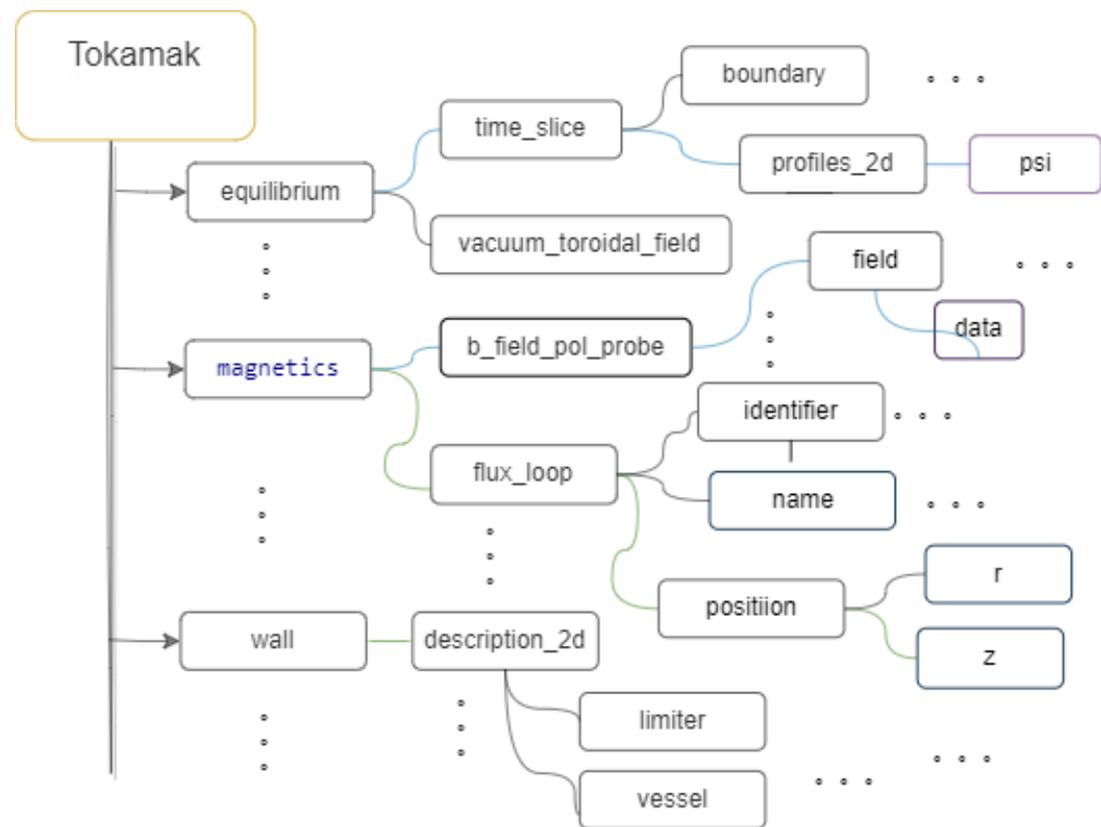
- 统一数据访问
- 可视化工具
- case 1: 平衡分析

EAST #70754/0 time=0.00s



# IMAS 数据字典 (DD) 提供托卡马克的详尽描述

- **IMAS Data Dictionary (DD)** 提供了详尽的、一般性的托卡马克数据模型，对实验和模拟数据是通用。
- 描述了托卡马克的各种数据、概念组织、抽象为层次化的树状结构。
- 明确定义了物理量的名称、物理含义和数据格式。
- 保证了数据描述的全局**一致和自治**。
- 构成了托卡马克本体的基础蓝本。



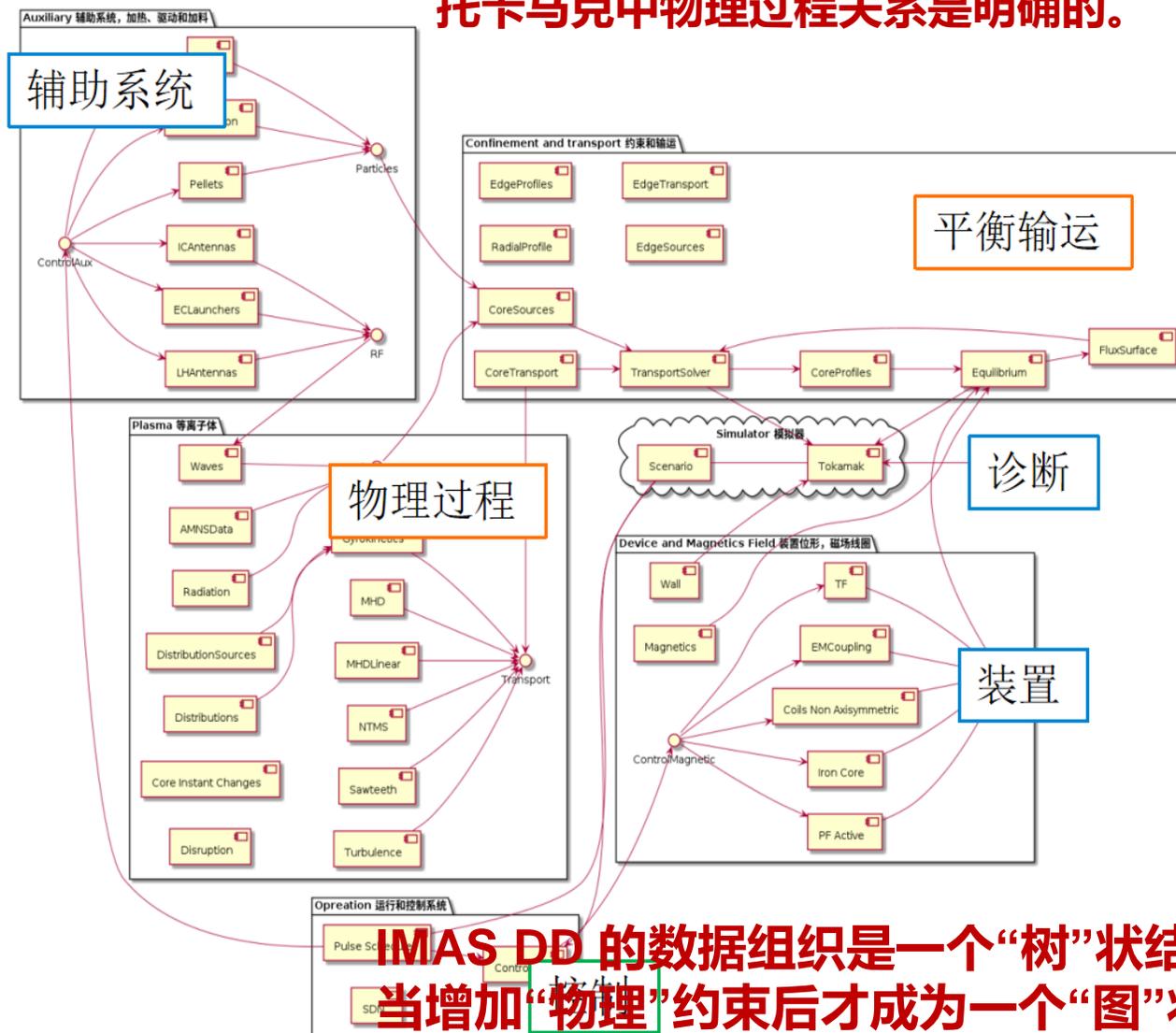
IMAS DD的树状结构

# 基于IMAS 数据字典 (DD) 建模

托卡马克中物理过程关系是明确的。

托卡马克本体分解为一系列物理对象 (IDS), 可分为两组, 共六大类:

- **子系统**: 描述装置几何参数, 实验诊断或控制信号等, 如 “wall”, “pf\_active”, “magnetics” 等。
- **物理概念**: 描述抽象物理概念, 通常为同一物理概念的物理量的集合, 包括物理过程和平衡运输, 例如 “平衡”、“芯部运输” 和 “芯部源项” 等。

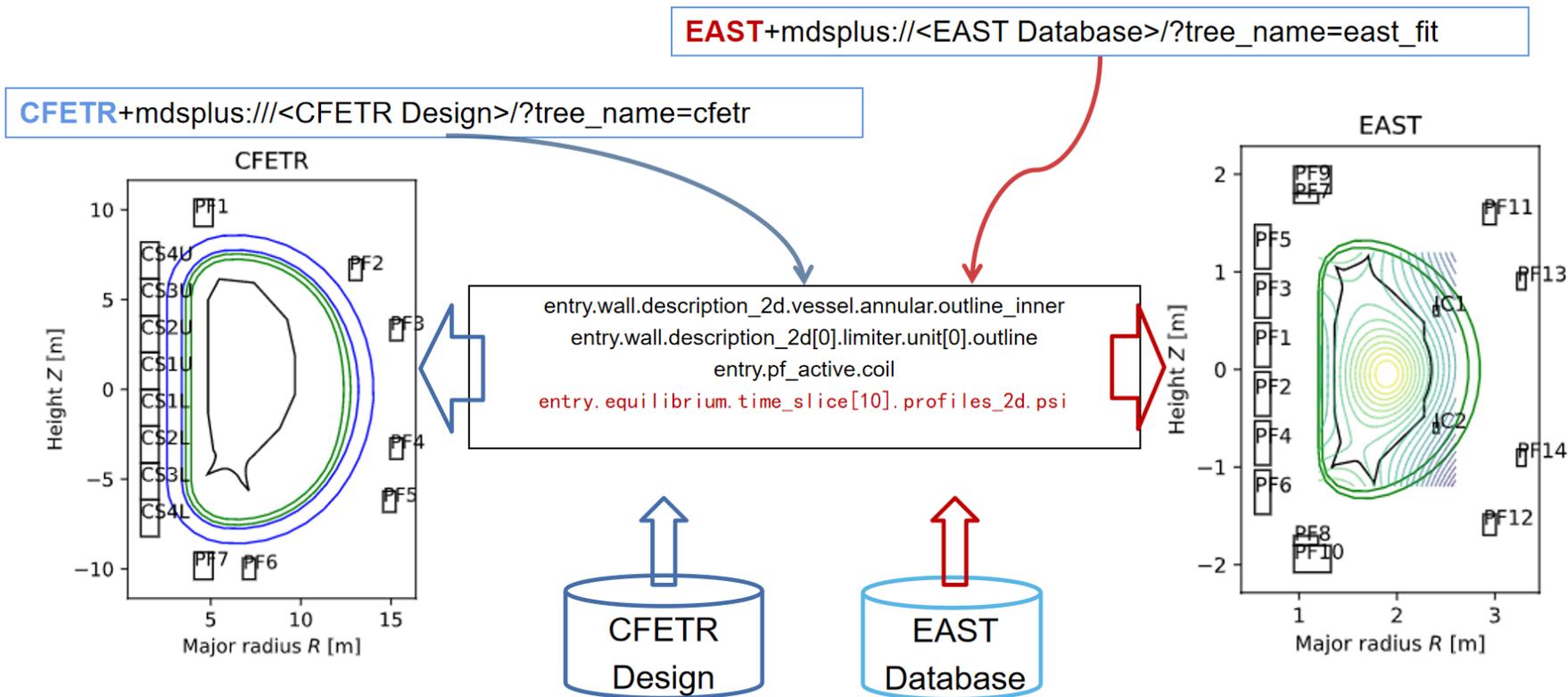


IMAS DD 的数据组织是一个“树”状结构, 当增加“物理”约束后才成为一个“图”状结构, 即“本体”。

# 支持多源数据的统一访问

单一访问入口：采用扩展URI格式

```
open_entry(<schema>+<protocol>+<backend>://< authority >/<path>/?<query>#<fragment>)
```



多装置数据统一访问

# 支持常用科学数据源

- **非结构化数据结构**，如：GEqdsk，私有input文件等（一次性读取进入内存）。
  - 整体转换
- **半结构化数据结构**，如：Namelist、JSON、XML、HDF5、netCDF等。（按照半结构化数据的已有的树状路径查询）
  - 格式和语义分开
- **远程数据库系统**，如MDSplus
  - 将原始的数据源映射在标准的树状结构的语义下。
  - 支持延迟按需读取；
- **可扩展性**：
  - 可通过添加映射文件扩展新的“语义”
  - 可通过插件机制扩展新的数据格式。

SpDB中已经实现的数据格式插件

数据格式	插件名称	format标识	映射和转化
内存中数据	无	Dict, List	无
非结构化数据	plugin_gdskfile	["gfile", "gdskfile", "GDSKfile"]	同步
	plugin_namelist	["namelist"]	同步
	.....	.....	.....
半结构化数据	plugin_netcdf	["nc", "netcdf", "NetCDF"]	分开
	plugin_hdf5	["h5", "hdf5", "HDF5"]	分开
	plugin_json	["json", "JSON"]	分开
	plugin_yaml	["yaml", "YAML"]	分开
	plugin_xml	["xml"]	分开
远程数据库系统	plugin_mdsplus	["mdsplus", "mds", "mds+", "MDSplus"]	分开
	.....	.....	.....

# 示例：数据集成与可视化

- `git@github.com:FusMap/fytok_tutorial.git`
- [fytok\\_tutorial/quick\\_start/ch2\\_data\\_and\\_view.ipynb](#)

谢谢！