









CFEDR_Conventional_H_mode V1 20240522 (SAT1 baseline 1)

**樊皓尘 陈佳乐
2024.5.21**



edm 地址: <http://edm.ipp.ac.cn/#eid=GMSUHY>
<http://edm.ipp.ac.cn/#eid=56V2CU>

Eid	56V2CU		
Title*	CFEDR_Conventional_H_mode_V1_20240522		
名称	类型	压缩大小	
 toray_inputs	文件夹		
 afile_efit	文件	1 KB	
 EPED			
 CFETR_PROFILES.mat	剖面分布matlab格式 MAT 文件	94 KB	
 gfile_efit	平衡文件 G-EQDSK 文本格式 文件	104 KB	
 HCD_profiles_from_statefile.mat	Matlab格式	10 KB	
 HCD_profiles_from_statefile.nml	Fortran namelist格式	12 KB	
 notes.txt	TXT 文件	1 KB	
 profiles_CFETR.namelist	剖面分布Fortran namelist格式 NAMELIST 文件	103 KB	
 summary	文件	2 KB	
 wall_in_gfile	第一壁 文件	1 KB	



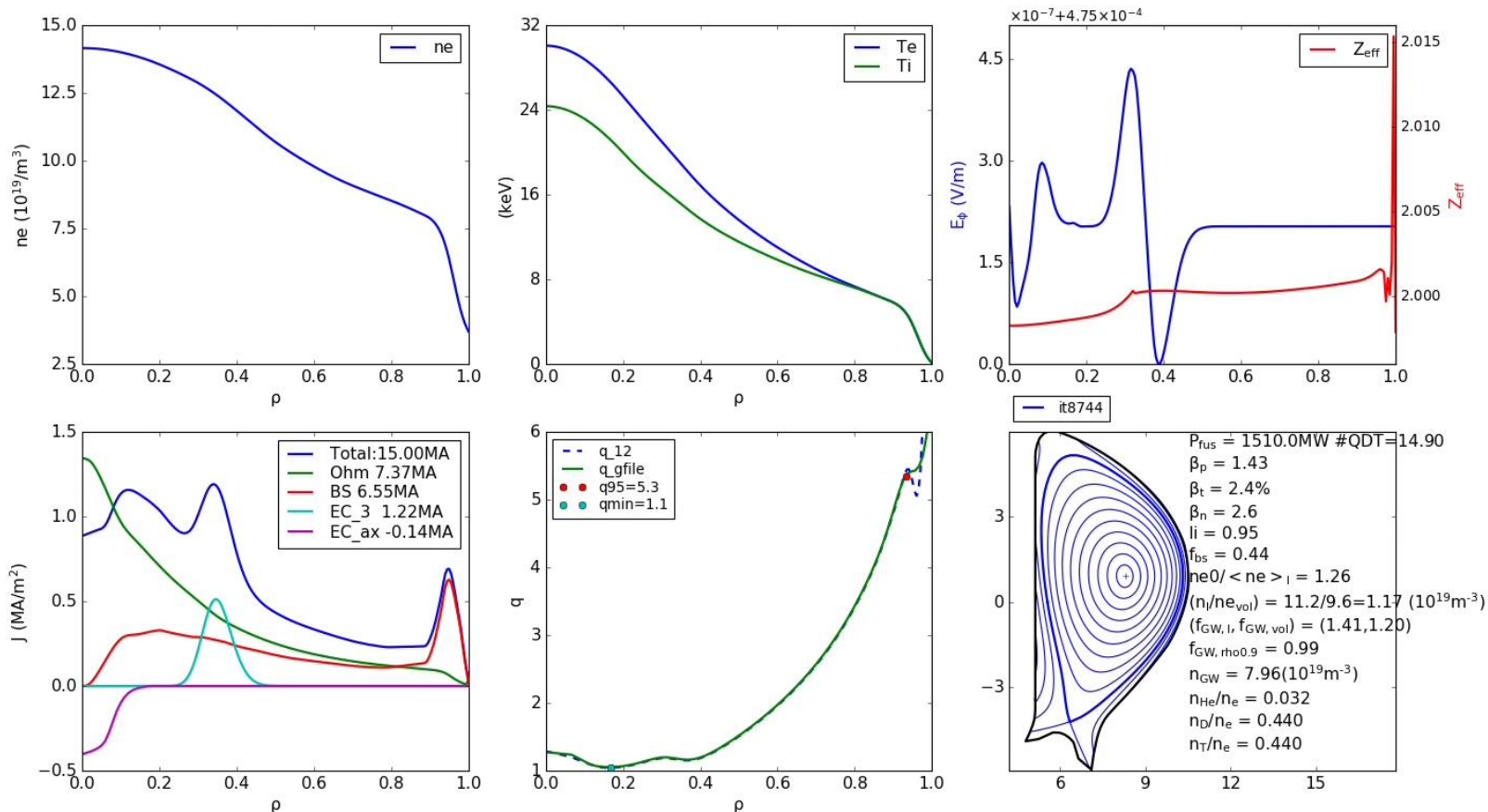
- 对于模拟Conventional H-mode, 我们在**芯部湍流输运模型TGLF**里选择**SAT1**湍流饱和模型。
 - TGLF公开发布过SAT0, SAT1, SAT2, SAT3
 - SAT0是最早的, 用早期做的大量GYRO回旋动理学模拟 (2007年之前) 做了校准。
 - SAT1在SAT0的基础上, 主要新包含了multiscale coupling, 即多尺度湍流之间耦合机制模型, 由此修正得到。
 - SAT2, 是在大约2021年前后发布的, 包含了大形变 (包括大拉长比和大Shafranov位移) 情况下的geometric factor correction等效应。这些形变效应模型采用了大约仅10个CGYRO的回旋动理学模拟算例做校准——这些回旋动理学算例数目虽然比校准SAT0时的GYRO算例少, 但是格点精度高, 物理更全面。过去几年欧洲和美国的装置设计主要使用这个版本。但是TGYRO在应用SAT2计算能量流、粒子流平衡剖面时遇到收敛性困难, 因此我们退而采用SAT1。
 - 据我们所知, SAT3目前主要是基于JET的模拟来校准, 目前还不是装置设计中的主流选择。
 - 除此之外, TGLF程序允许用户在SAT1的基础上启用geometric factor correction模型, 但是这种做法只是一种尝试 (ad hoc), 所以未有论文研究去验证。
 - 我们根据物理成熟度和实际使用的收敛难度, 选择使用SAT1, 并比较了是否启用geometric factor correction模型 (标记为SAT1-CGYRO) 的差别, 也比较少数SAT2的集成模拟结果——**但未有时间做单一控制变量的评估。对Q值影响大概如下:**
 - 假设SAT1的Q为15, SAT1-CGYRO比SAT1约低5, SAT2比SAT1低约1.5.
- 用少量功率的在轴反向电子回旋电流驱动控制芯部q, 以获得 $q_{min} > 1$:
 - 15MA情况下, Conventional H-mode容易导致在 $\rho \leq \sim 0.2$ 的范围内, $q < 1$ 。
 - 以及MHD组初步评估, 建议提高 q_{min} 。
 - 从**中平面窗口**(而非顶部或向低场侧倾斜的位置) 注入的190GHz电子回旋波可以高效实现EC在轴驱动。
- 台基密度假设到了Greenwald 密度极限
 - 降低台基密度, 需要以提高芯部弹丸或紧凑环的有效加料量来补偿, 以维持聚变增益。



- Fuel~5e21, $Q_{DT} = 14.9$, $P_{fus} = 1510.0MW$. $\beta_n = 2.56$. $n_{eped} = 7.4$.
- $q > 1$ 可以比较稳定的维持。

假设

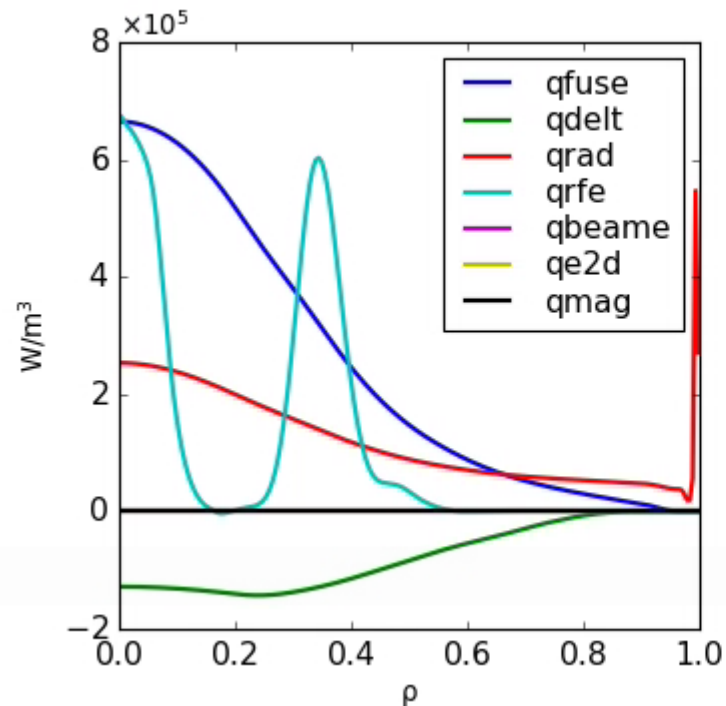
$P_{EC}(MW)$	72+10
$P_{IC}(MW)$	20
Z_{eff}	2
Ion species	D:T=1:1, He4 (T=Ti, $n \approx n_e \cdot 0.03$), Argon (匹配 Z_{eff})



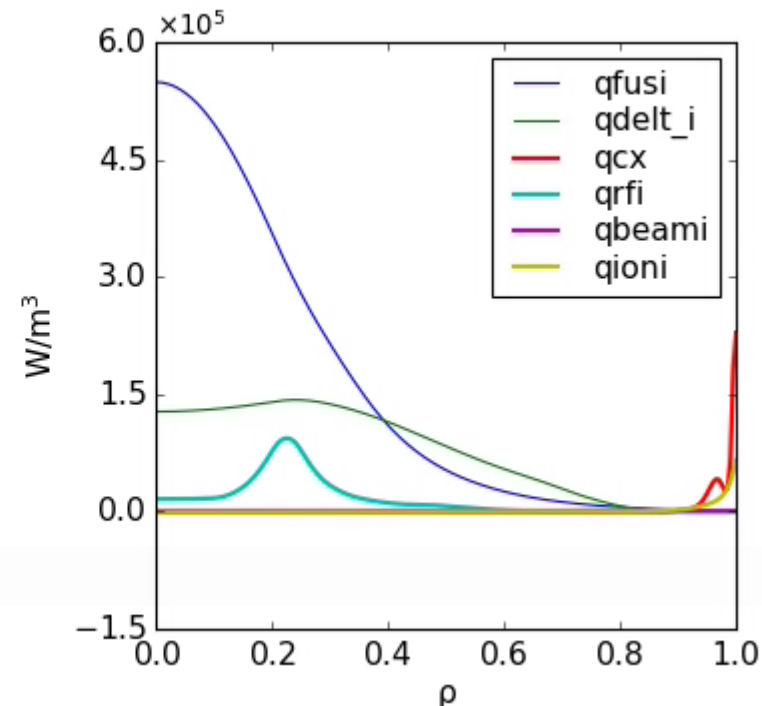


符号	来源物理过程
qfuse qfusi	聚变产生的加热
qdelt qdelt_i	电子-离子碰撞交换 $qdelt_i = -qdelt$
qrad	总电磁辐射
qrfe qrfi	RF产生的加热
qcx	电荷交换
qioni	电离

- 电子能量源与损失的功率密度径向分布

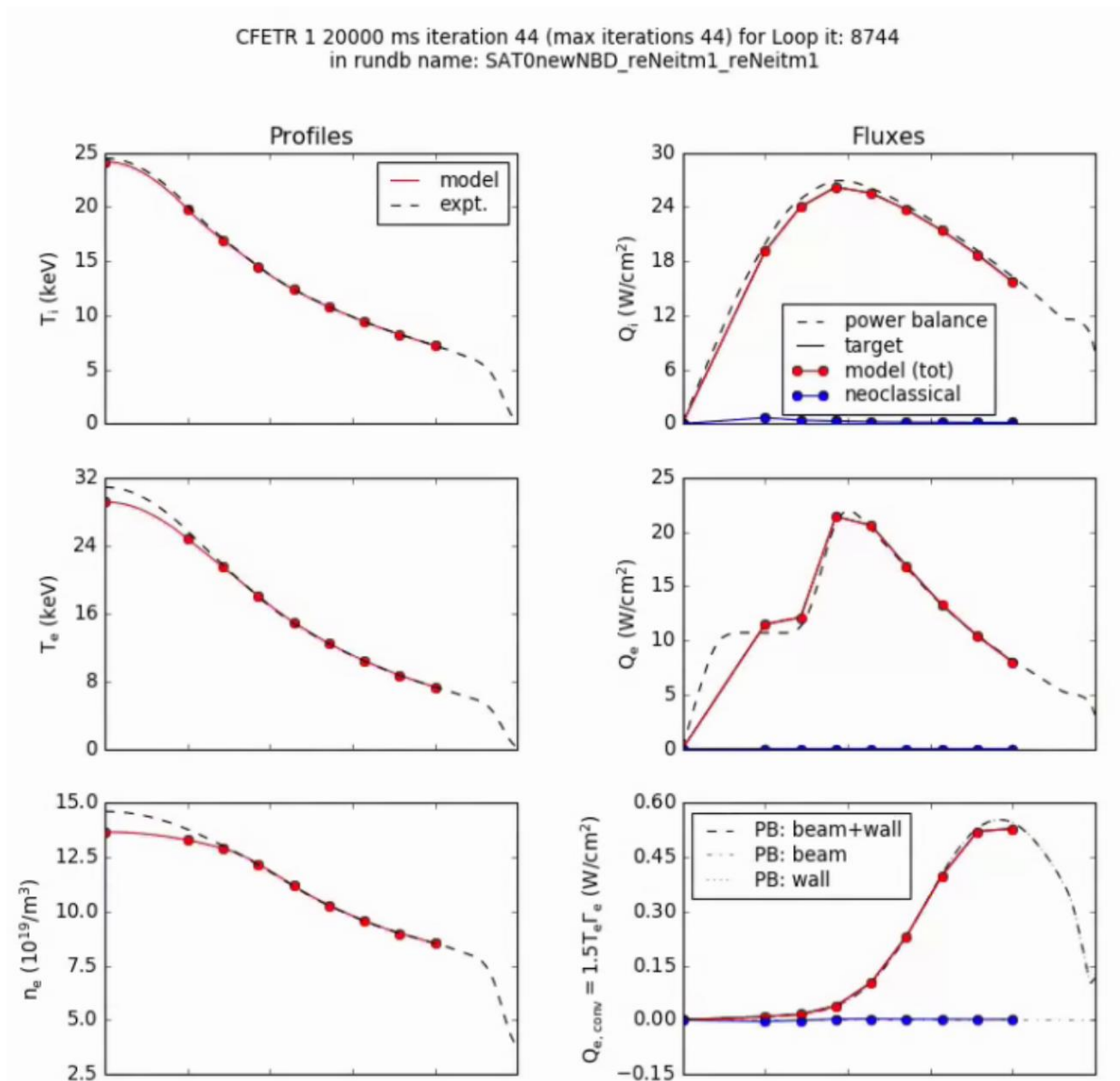


- 离子能量源与损失的功率密度径向分布



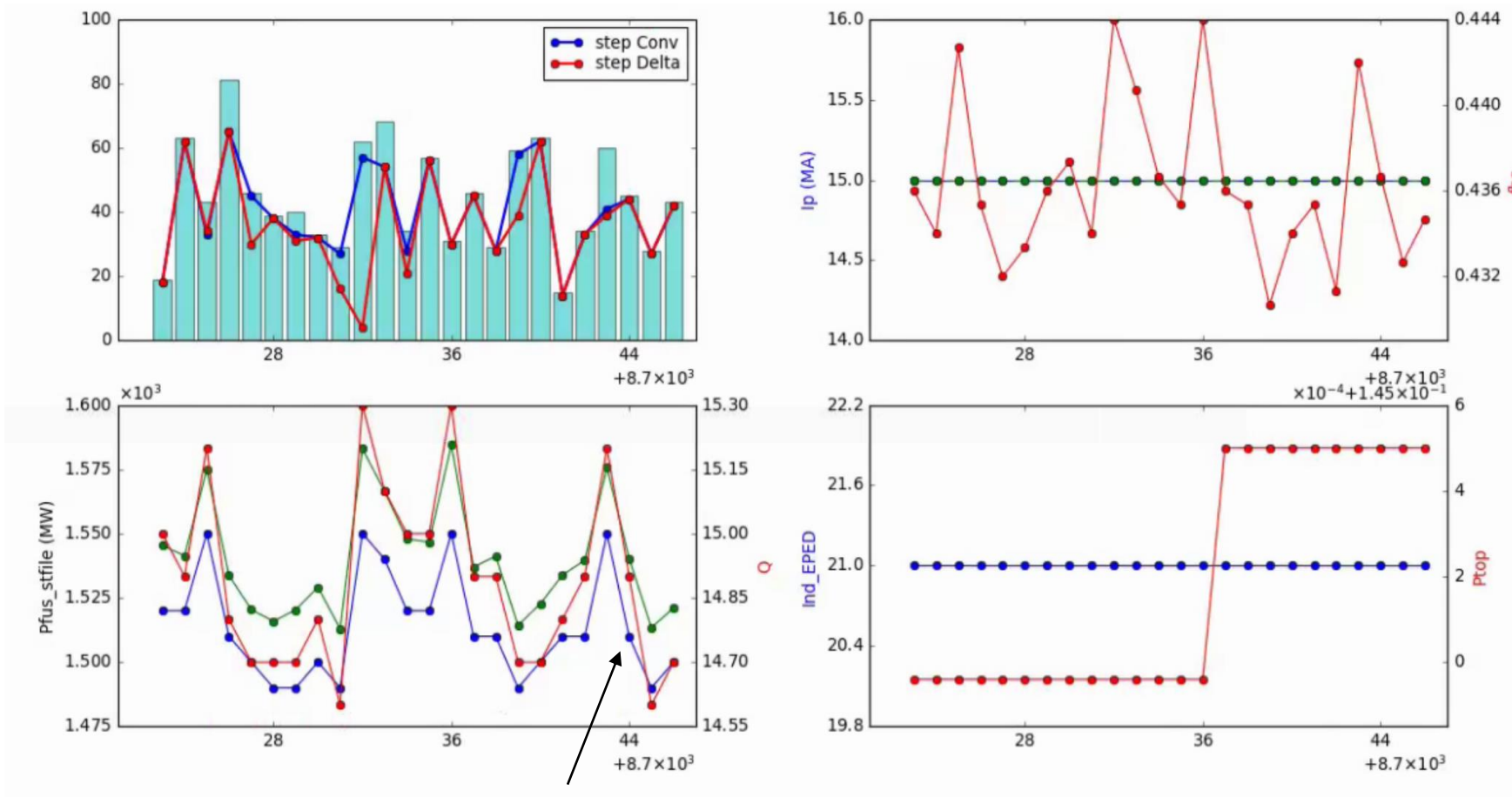


- TGYRO收敛情况





- 集成模拟迭代收敛情况



本次数据点