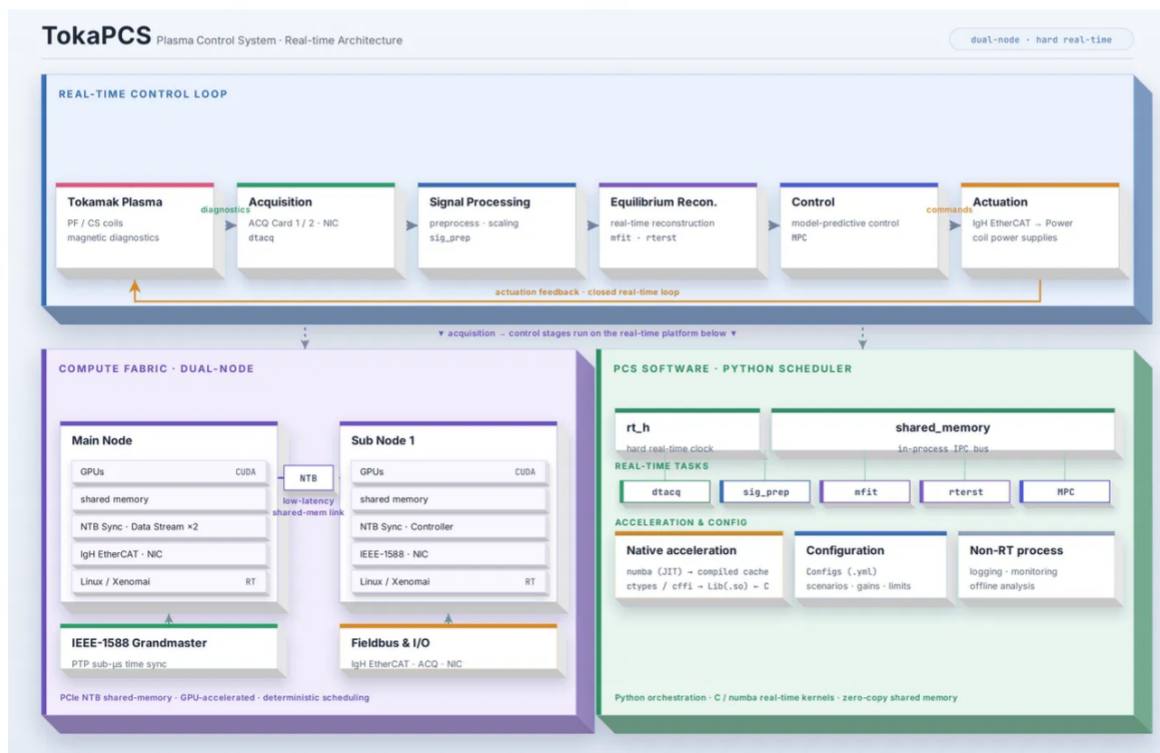


TokaPCS

产品简介

TokaPCS (Tokamak Plasma Control System) 是星环聚能自主研发的等离子体控制系统，其硬件系统基于 x86 服务器与 PCIe NTB 低延迟互联技术，结合 EtherCAT (工业以太网现场总线)，实现了 10 kHz 的确定性控制周期，软件系统采用 Linux+Xenomai 双内核实时架构与 Python 开发框架，解决了通用计算平台在硬实时控制中的抖动难题，使得控制系统兼具高实时性与通用性。

当前，以TokaPCS软硬件框架为载体，RZlp_SISO、RZlp_LQR、RZlp_LQG、RZlp_MPC、iso-flux_SISO、基于物理模型及数据驱动的RL (Reinforcement Learning)、密度反馈等控制算法以及RT-ERST、包含涡流估计的磁反演等实时观测算法已完成部署，并开展了一系列的反馈控制实验。



产品特点

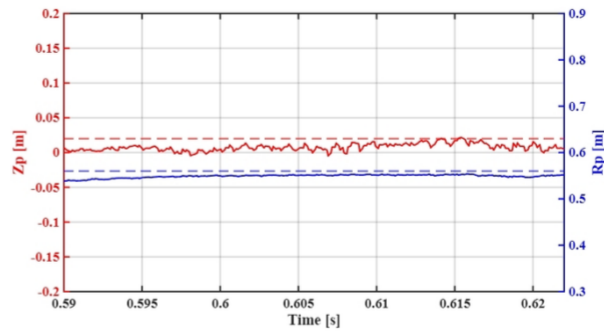
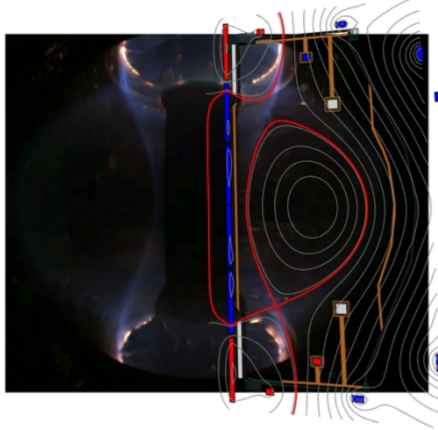
1. 完全自主研发，可以基于研发需求及时调整TokaPCS的软硬件架构、算法部分。
2. 基于 x86 服务器与 PCIe NTB 低延迟互联技术，具有高实时性及通用性，为反馈控制研究奠定基础。
3. 基于物理模型及数据驱动的RL、密度控制算法以及RT-ERST等，具备在等离子体放电过程中智能调节等离子体参数、剖面的反馈功能。

产品参数

TokaPCS特征参数详单	
硬件架构	x86 通用服务器、NTB 传输通道、以太网络、EtherCAT（工业以太网现场总线）、光纤直连万兆以太网等
软件架构（除控制及观测算法外）	PCS节点操作系统（Linux + Xenomai）与 EtherCAT 主站软件，配合数据采集与预处理、时间同步、任务调度、日志监控和人机界面模块
控制及观测算法	RZIP_SISO, RZIP_LQR, RZIP_LQG, RZIP_MPC, ISOFLUX_SISO, RL(data-based, model-based) ; RT-ERST, 带涡流估计的磁反演（单双环适用）
已依托平台开展的控制实验	RZIP(Droplets/Singlet)_SISO, RZIP(Singlet)_LQR, RZIP(Singlet)_LQG, RZIP(Singlet)_MPC, ISOFLUX (Singlet)_SISO, RL(Singlet/data-based, model-based)

应用场景

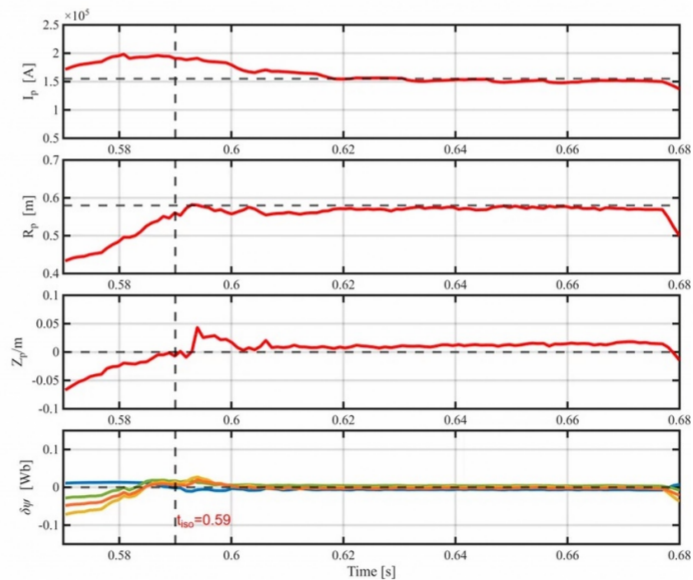
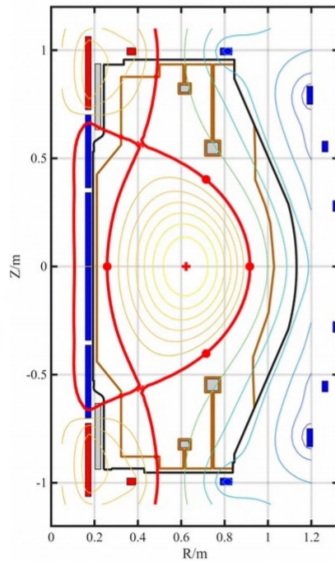
RZIP_SISO_EXP_PT



RZIP_SISO控制：基于实时采集数据,包含涡流估计的单双环磁反演代码提供RZIP观测量，完成了偏滤器位形的RZIP_SISO控制实验。

isoflux_SISO_EXP

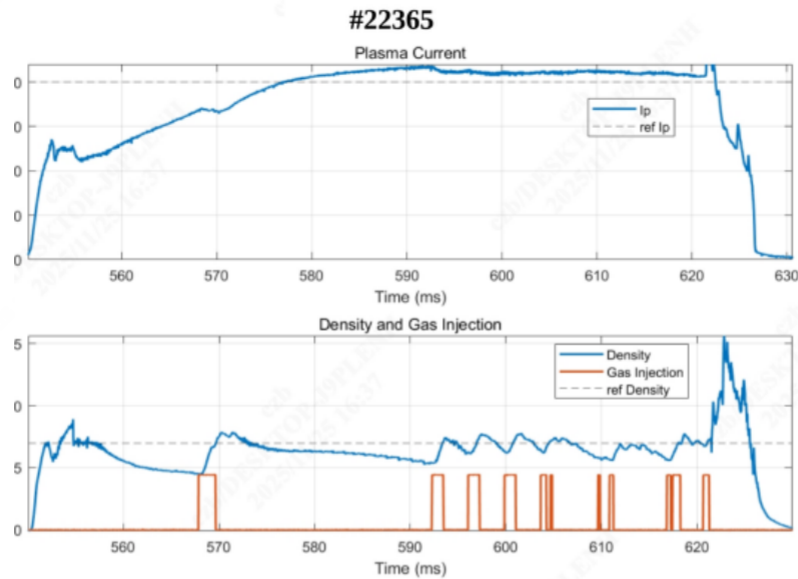
#27847



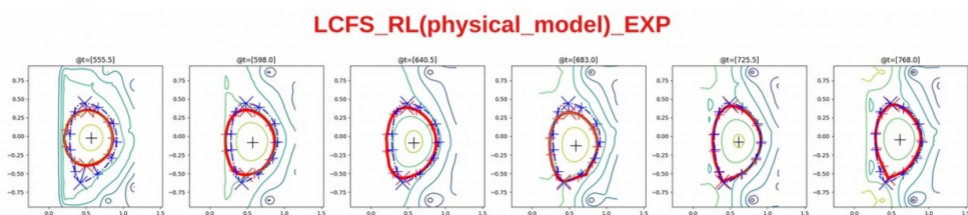
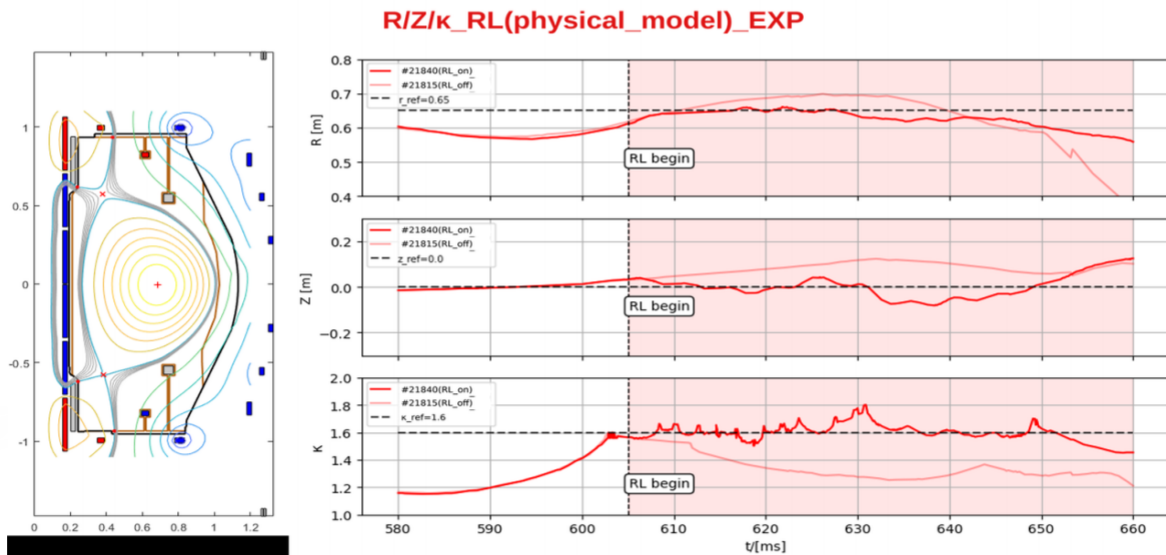
isoflux控制：基于实时采集数据，利用包含涡流估计的单双环磁反演代码结果作为初始磁通，实时平衡反演代码RT-ERST提供精确磁通观测量，完成了偏滤器位形的isoflux_SISO控制实验。

应用场景

Density feedback control



密度反馈控制：基于实时THz观测密度以及可供高频开关的SMBI，完成了基本的密度反馈控制实验。



强化学习控制：基于实时采集数据以及包含涡流的磁反演提供的补全数据以及基于TEMO-FBEE训练的控制器，完成了基本的R/Z/ κ 以及LCFS强化学习实验。