

聚变装置子系统控制集成通用框架设计以及在 HL-2M 上的应用

吴豪¹，夏凡¹

¹中核集团核工业西南物理研究院，成都 610225

Email: wuhao@swip.ac.cn

摘要：托卡马克装置由众多子系统组成，为了对系统进行集成和统一管理，ITER 提出了 CODAC 的概念，通过 CODAC 系统为各个子系统提供统一的数据访问和通讯接口，进而实现子系统的状态监控、数据共享和过程控制功能。

ITER CODAC 系统的软件框架基础为 EPICS(Experimental Physics and Industrial Control System)，EPICS 是一个开源的集成控制系统软件框架，它利用通道访问(Channel Access, CA)协议，将各个设备的信息通过 PV(Process Variable)的形式发布到网络中，让 CA 客户端能够以统一的方式对所有子系统进行监控和管理。

HL-2A 在探索 CODAC 应用的过程中，吸收了 ITER CODAC 的先进经验，并在 HL-2A 上尝试对 EPICS 进行初步部署，但是结果不太理想。问题主要有以下几方面：硬件种类和型号差异较大，缺少通用的底层驱动程序；大多数设备运行的是非 Linux 系统，对 EPICS 支持不好或根本不能运行 EPICS；子系统维护人员需要花费许多时间学习和掌握 EPICS 的概念以及开发和配置过程。这些困难导致了 EPICS 无法在 HL-2A 上得到大面积的推广。

ITER 为了简化 EPICS 的使用，以及更方便地遵循统一的软硬件规范，开发了 CODAC Core System (CCS)软件工具包。但是 CCS 是专门针对 ITER 的软硬件进行开发的，无法直接用于其他装置。我们结合之前积累的经验，并借鉴 ITER 等装置的控制系統软件架构，设计了一套用于子系统控制集成的通用软件框架：首先在 Windows 系统中利用 MinGW 编译 EPICS，并通过一系列的配置和整合制作成安装包，可以直接运行在所有 Windows 环境下；然后改造各个系统原有的控制软件，添加中间层，实现控制软件与 EPICS 的通信，避免开发底层驱动；设计通用的软件接口，用户只需要修改配置文件即可直接运行，无需编写代码及编译；设计自描述数据 SDD，并开发配套的 Web 应用，简化配置文件的生成和修改操作；各个设备的 PV 将被自动保存到数据库，而设备的故障和报警信息则会自动发送到消息队列，供中控查看和处理。此框架会先在 HL-2M 的一到两个子系统上应用，进行技术验证，之后逐步完善并推广。

关键词：托卡马克；控制系统；集成框架；EPICS；CODAC；HL-2M

参考文献

- [1] ITER. *CODAC Core System User Manual* (43PSH9). 2019.
- [2] ITER. *CODAC Core System Application Development Manual* (33T8LW). 2019.
- [3] Zheng W, Zhang M, Zhang J, et al. *The J-TEXT CODAC system design and implementation*[J]. *Fusion Engineering and Design*, 2014, 89(5):600-603.
- [4] Zheng W, Zhang M, Zhang J, et al. *J-TEXT-EPICS: An EPICS toolkit attempted to improve productivity*[J]. *Fusion Engineering and Design*, 2013, 88(11):3041-3045.
- [5] 许婕, 董方正, 田培红, 等. 实验物理与工业控制系统平台在 HL-2A 主机测控系统中的应用[J]. *核聚变与等离子体物理*, 2018.

基金项目：国家磁约束核聚变能发展研究专项（2018YFE0302104）