

HIMM 束流诊断探测器运动控制系统设计与开发

Wednesday, 5 July 2017 15:20 (20 minutes)

重离子医学专用装置 Heavy Ion Medical Machine (HIMM) 是由中国科学院近代物理研究所承建的用于癌症治疗的加速器专用装置。主要由离子源、回旋加速器、中能束运线、同步环加速器、高能束运线、终端六个子系统构成，各组成系统均依靠束流诊断系统探测器测量束流参数来监视束流的传输和测定加速器的性能及参数。束流诊断系统拥有多丝、单丝、分条电离室、狭缝、法拉第筒等共 18 种 106 个探测器用于测量束流参数，其中需要实现运动控制的探测器共 86 台。本文对 HIMM 中束流探测器运动控制系统的架构设计以及系统开发进行了详细介绍，同时也对实现结果进行详细介绍。

由于束流诊断系统的移动式探针数量较多，不同类型的探测器其运动控制要求也有所不同，所以在设计运动控制系统架构时需从通用运动控制设计要求和个别探测器的特殊运动控制要求两方面考虑，所以将该控制系统硬件架构设计为基于 EtherCAT 协议的架构，EtherCAT 是一项高性能、低成本、应用简易、拓扑灵活的工业以太网技术，而且每个 EtherCAT 网段可以容纳多达 65,535 个设备，使得运动控制系统设计过程中不用考虑前端探测器数量太多引起的网络拓扑配置因素。而 EtherCAT 几乎支持所有的拓扑结构：线型、树型、星型、菊花链等，也为该系统设计提供了灵活的拓扑结构选择，该系统采用菊花链拓扑结构，将所有探测器采用菊花链的形式链接。为了进一步提高整个系统的稳定性，采用在主控制器上扩展 EtherCAT 模块来构成一个 EtherCAT 环形网络，每个环形网络共用一个主控制器来实现所有探测器的运动控制。通过该技术使得系统在网络中有线缆损坏或者节点出现问题的时候仍然保持整个环形网络通信完好，不会导致整个回路系统出现故障。

该系统软件架构则采用（客户端/服务器）C/S 内嵌 C/S 架构，及在 C/S 结构内部又嵌套另一个 C/S 架构，这种具有中间层 C/S 架构的设计具有很好的扩展性与冗余性，可以很好的实现相关控制命令的进一步解析，同时也提高了系统的可维护性，而客户端与服务器端通信采用 OPC UA (OLE for Process Control Unified Architecture) 标准协议，同时所有与控制相关命令均以 OPC UA 变量名的方式发布，这样可以使得处于同一局域网内的任意客户端均可以访问该变量，使得控制更加灵活多变，也更方便实现整个 HIMM 项目总界面更进一步整合。

OPC UA 客户端采用 Labview 软件 G 语言实现，中间层为嵌套的 C/S 结构，也采用 Labview 软件实现，这样同一种软件在通信、命名方式以及控制命令的编写具有统一性，使得软件更新以及为客户端采用其他平台开发提供了可能，使得软件冗余度提高。而服务器端程序主要使用德国倍福 TwinCAT 软件编程来实现。由于其专业的运动控制背景，所以在控制功能实现上更加方便。所有运动控制相关命令在服务端完成发布，同时中间层的 C/S 程序也运行在服务器端，这样可以更进一步提高系统稳定性，远程 OPC UA 客户端通过中间层来与真正的 OPC UA 服务器实现数据交互。

该系统总体架构设计分为三层，：

第一层为图形用户界面层及客户端层：支持多个客户端同时与同一个服务器端相连，并且各个客户端之间相互独立。该层主要为 HIMM 项目加速器操作人员提供可视化界面，方便操作人员实现探测器远程控制以及参数设置，同时也为控制命令发送提供接口。也主要作为探测器的状态如：当前相对位置、绝对位置、限位触发状态、错误报警等信息实时更新与实时监测。

第二层为运动控制层和 OPC UA 服务器层：该层主要接收客户端下发的控制命令，对控制命令进行分析并且进行逻辑处理，然后通过伺服控制器控制伺服电机，实现探测器的运动控制。其中 C/S 结构中中间层也位于该层。

第三层为前端探测器硬件层：该层主要有控制器、伺服驱动器、伺服电机以及各个类型的探测器组成，主要实现探测器实际运动任务。

该系统设计与开发已经完成，目前正在投入使用中，系统运行稳定可靠。

Primary author: Mr 李, 维龙 (中国科学院近代物理研究所)

Co-authors: Mr LIANG, chengxin (Institute of Modern Physics); Dr DONG, jinmei (Institute of Modern Physics); Dr LI, min (Institute of Modern Physics); Dr MAO, ruishi (Institute of Modern Physics); Mr LI, shengpeng (Institute of Modern Physics); Mr LI, tiancai (Institute of Modern Physics); Mr ZHAO, tiecheng (Institute of Modern Physics); Mr LIU, xiaotao (Institute of Modern Physics); Mr WEI, yongliang (Institute of Modern Physics); Mr CHEN, yucong (Institute of Modern Physics)

Presenter: Mr 李, 维龙 (中国科学院近代物理研究所)

Session Classification: 核电子学与探测技术 II

Track Classification: 核电子学与探测技术 II