

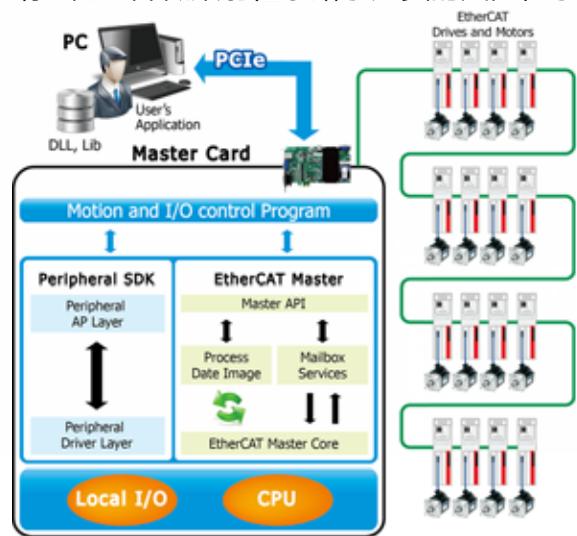
遥控蛇形刁手机具开发

核能研究所为了核设施除役与清理之目的进行了高自由度之蛇形机械臂开发，其中使用泓格 EtherCAT 多轴运动控制卡来控制多轴致动器。蛇形机械臂具有小尺寸，多个自由度，灵活轻便，操作简单，并且有安装和维修容易的优点。

核能研究所隶属于行政院原子能委员会，为从事原子能科技研发的研究机构。历年来核能研究所因任务所需，建置各项放射性废弃物处理、贮存之技术与设施，以支持所内核能相关科技发展；核能研究所的高活度废弃物地下贮存库 (O15D) 贮存了研究用反应炉 (TRR) 以及其他实验室运转所产生之高辐射剂量率固体放射性废弃物，因应 O15D 清理除役作业所需的辐射源夹取分类，以及工作人员所需的辐射防护与作业安全需求，核能所工程组进行了遥控蛇形刁手机具开发，以期达成废弃物清理之目标。

核设施内的核能组件管道分布密集且结构多样，因此在进行除役拆解与清理作业时，变得非常困难。此外，在拆解过程中，高放射性

活度的组件设备与高辐射暴露量的工作环境，对于施工人员与辐射安全都会造成很大的影响。为了降低放射性暴露于人员的风险，于是



▲ 图一、ECAT-M801应用架构（目前可以控制32轴）

开发可以远程遥控之蛇形刁手机具来协助做废弃物的调查评估并提供视觉化资讯，让工程人员可以更精确地估计辐射环境下之工作量并规划最佳化拆除方式。调查结束后，此蛇形刁手机具装上工具后也可以化身为加工机具进行拆除工作。

该机械臂机器人架构包含终端治具、机械臂、控制机箱。终端治具配置有夹具、CCD、LED 及自动换头装置，可依据需求更换夹具、刀具、及雷射切割头等工具，能够进行夹取及切割等工作。终端治具可以使用三指夹具来执行夹取作业，机械手臂末端夹取负载重量可达 5 公斤。机械臂由蛇身、钢索、万向接头等

零件所构成，机械臂是以硬质圆柱结构串连组成，每节具有 2 个自由度，构成全部有 12 个自由度的蛇型机械臂。身躯之间以万向关节连接，关节采用中空式设计，每个关节两端都有法兰，以便远程关节的缆绳通过。另一端装设万向接头，由缆绳拉动，具有 $\pm 30^\circ$ 的运动范围。所有缆绳都在控制机箱连接到对应的线性致动器。致动器和电子设备都装在蛇臂底部的致动器机箱座中而非在手臂上，所以可让手臂保持轻便，且拥有极大的运动范围，包括向后，向前，侧向运动。目前的设计接受人员在远程遥控操作，蛇臂可依照人为指示进行手动与自动运作。



▲ 图二、蛇臂机器人的几个姿态

目前的机构有六节圆柱结构构成，可在管道内部与自由空间中准确定位及操作，而且控制箱机座可进行前后运动，配合前端之拆除工具或夹具，可进行远程管路及炉体切割或射源夹取等等多样性工作。



▲ 图三、控制机箱内的多轴线性致动器

近年来，由于追求非核化，台湾数座核电厂陆续计划停用。除了核电厂外，长时间连续运行的其他电厂与石化工厂不能随时关闭以进行定期维护和修理，尤其是石化工厂有管道腐蚀，管道破裂，管道泄漏造成污染，或发生火灾爆炸等等的风险。如果利用蛇臂机器人进行安全，高经济效应的探勘与检测，可以大幅降低将核电厂除役作业与石化工厂的运转风险。

EtherCAT®

解决方案

特色内容

- 最大支持 32 轴运动控制
- 最大支持 64 从站模块数据读写
- 多样化运动功能：P-to-P(点对点)、Line(线)、Circle(圆)、D-arc(三维圆弧)、Helix(螺旋)
- 符合 EtherCAT 通讯与 CiA402 标准
- 支持第三方 EtherCAT I/O 从站设备
- Motion API 提供快速得应用开发
- 多种 Coupler 与 Junction 模块，让布线灵活且减少总线
- 支持硬件紧急停止功能

