

# 电子直线加速器计算机控制系统的研制

吕卫星,高振江,曾自强,杨圣,佟迅华,张立锋

(中国原子能科学研究院核技术与计算机应用研究所,北京 102413)

**摘要:**电子直线加速器作为射线源可用于工业探伤、工业CT、集装箱检测、辐照等领域。本工作所研制的加速器计算机控制系统采用分布式网络控制,分三级进行监测和控制,可方便地将探伤工艺、CT设备、辐照等的相关控制纳入控制系统中。系统的前端设备通过网络通讯方式联成控制网络,分别对各子系统采集、测量、控制、保护,用软件代替部分硬件,在满足原有功能的基础上实现很多新功能,且易于测试、生产、维修和维护升级。

**关键词:**电子直线加速器;分布式网络控制;可编程控制器;短信息服务;数据通讯

**中图分类号:** TL533.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6931(2002)02-0134-03

## The Development of Control System for Electron Linear Accelerator Based on Computer

LU Wei-xing, GAO Zhen-jiang, ZENG Zi-qiang,  
YANG Sheng, TONG Xun-hua, ZHANG Li-feng

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275-17, Beijing 102413, China)

**Abstract:** Electron linear accelerator as a X-ray radiation producer can be used in various fields, for example, non-destructive inspection in industry, ICT, inspection of container and irradiation processing of cable. The distributing control system (DCS) is brought in accelerator control system. The master device is programmable logical control.

**Key words:** electron linear accelerator; distributing control system (DCS); programmable logical control (PLC); short message service (SMS); communication

加速器技术现已拓展到工业探伤、工业CT、集装箱检测、辐照、医疗等应用领域,对加速器运行参数及稳定性等的要求越来越高。传统的加速器控制采用表盘、开关、继电器的控制模式,智能化程度低、维修及升级困难,现场连续作业整体协调性差,备件多。为此,本工作研究将计算机、网络和通讯技术融于加速器控制

系统中,以提高加速器监控系统的智能化程度。

### 1 加速器计算机控制系统设计

加速器计算机控制系统可分为两类:一类是计算机的集中式控制,另一类是分布式控制或称集散式(DCS)控制。早期的加速器计算机控制系统基本上属于前者。初期的系统以集中

收稿日期:2001-06-18;修回日期:2001-09-06

作者简介:吕卫星(1970—),男,河北衡水人,工程师,加速器控制专业

式控制为代表。集中控制系指在控制系统中有中心计算机,系统的信息采集、处理及控制均通过中心计算机以及它下属的各类接口设备进行。此类加速器控制模式的一大弱点是对中心计算机的可靠性要求相当高,此外还存在中心计算机负担过重的问题。为了解决这一问题,目前先进的加速器系统普遍采用了分布式的控制模式。

在加速器的分布式控制系统中,不再存在中心作用的计算机,加速器中的每个相对独立的子系统通常由一台小规模计算机进行控制(设备控制通常是采用工业控制计算机、PLC),加速器运行中的信息处理以及人机界面等备有相应的计算机。这样,在整个加速器控制系统中将有很多小规模计算机同时工作,通过局部网络将系统中的各个计算机(也就是各子系统)联接起来。对系统中一些可靠性及实时性要求很高的部分,如联锁系统采用具有一定智能化的 PLC。控制的分散提高了系统工作的可靠性。除了控制系统的硬件外,系统的软件、网络协议的选择也是很重要的。分布式控制系统具有可靠性高、扩展灵活、可减轻对计算机的负担等优点。本工作确定的控制系统采用分布式的控制模式。

构造控制系统遵循的准则是尽量采用成熟的、先进的、标准化的或事实上标准化的技术。当有商品化的硬件设备和软件可以选用时,尽量采用商品化设备,避免进行自行开发研制。本工作在构造控制系统时遵循这一准则。

## 2 系统硬件

本系统大致分三级架构:加速器设备级、监测与控制级、用户管理级。采用工业以太网及工控总线技术将监控设备联接起来,构成一个稳定、易于扩充的硬件环境。

### 2.1 加速器设备级

处在这一级的是加速器的硬件设备。将加速器设备划分为若干个分系统,如调制器系统、制冷系统、真空系统、充气系统、剂量系统、AFC 系统等。这些分系统将由监测与控制级控制,要求应具有很好的抗干扰性能,具有较高的可靠性。为此,这里采用适用于加速器控制系统的可编程控制器。

### 2.2 监测与控制级

本系统将 3 个 PLC 分别用于调制器柜、水冷柜、照射头机箱,通过工业总线将其连接构成本级网络。可编程控制器是以微处理机为基础、综合了计算机与自动控制技术而开发的工业控制器产品,它具有面向用户的编程语言,是一完整的、通用的工业控制装置,可广泛用于各种过程控制。可编程控制器与传统的继电器控制系统相比,不但接线简单、功能完善、体积小、可靠性高,而且通用性强,易掌握。它虽也是计算机系统,但其抗干扰能力足以在工业环境下正常工作。利用可编程的梯形图,可以同继电器的连接一样,按要求将控制线路输入到 PLC 内,再进行离线及在线调试后,即可正常应用。只要保证其内部锂电池有电,所输入的程序就不会丢失。可编程控制器更显著的特点在于其可编程性。如果工艺过程变化,PLC 不必更换,只需将内部程序随工艺要求进行相应改动。

可编程控制器作为一种典型的工业控制计算机,迄今已近 20 年,它具备可塑性、记忆性,可接受多种方式输出、输入控制的强大功能,且稳定性高及寿命长,除了单独一台的控制之外,更可进行多台的连接,利用 RS232/422/485 通讯互连组网,形成本级网络,确保人身和设备安全,易于达到整体自动化的目标。可编程控制器还具可更改性,可重复使用,减少因更改造成的资源浪费,可节省许多检查工时,有利于提高生产率及降低生产成本,可使自动化的控制更具人性化。本工作采用 3 台 PLC,通过 RS232/485 总线构成网络,每台 PLC 又通过以太网联到用户管理级的计算机上,实现两级网络互联。

### 2.3 用户管理级

分布式控制系统基于计算机网络进行工作,本级用多台计算机构成 Ethernet 网络实现管理功能(分别实现数据显示、控制执行、信息发布、运行管理、通讯管理等功能)。本系统采用高档 Intel CPU 芯片的微机服务器。

## 3 系统软件

### 3.1 网络及通讯协议

在整个控制系统工作时,各分系统的协调通讯均通过网络协议进行。此控制系统采用

TCP/ IP 网络协议。

系统采用 C 语言,它移植性好,在扩充系统时可很快移植运行于 UNIX 操作系统。采用 NI 公司 Measurement Studio 系列软件,可快速、简便地利用 LabWindows/ CVI 生成测试应用程序。Measurement Studio 将数据采集、分析和可视化工具同文本式程序语言结合在一起。该工具增加了测试工具和库,可加快 DAQ 和仪器控制应用的开发,它包括用户界面控制、广泛的数学分析、信息处理程序、高水平 DAQ 以及设备控制 I/O 库。

### 3.2 软件分类

软件分为上位机软件和下位机软件。上位机软件包括用户运行软件、生产调试软件、维修诊断软件、参数设置软件、GSM 通讯软件。下位机软件包括调制器系统梯形图程序、水冷系统梯形图程序、AFC 系统及剂量仪梯形图程序。

### 3.3 软件特点

1) 充分利用通讯技术及数据安全算法确保数据的正确性,既实现了监测,又实现了控制执行。

2) 软件可实现系统的自诊断,自动报出故障,初步分析故障原因,揭示相应的解决办法,并保存下来。

3) 操作人员通过人机交互控制加速器正常运行。设备运行的状态、参数、实时过程数据均用画面显示出来,并作为历史数据保存在数据库中。

4) 采用 TCP/ IP 协议、RS232/ 422/ 485 协议、GSM-SMS 协议及多线程技术,通过软件在计算机上实现通讯及控制,通过对 PLC 编程实现设备级的通讯及控制。两层通讯确保安全运行。

## 4 系统功能

加速器计算机控制系统设置2种运行模

式:手动控制方式和计算机自动控制方式。可观测的数据信息有:

- 1) 设置加速器各系统参数 18 个;
- 2) 显示加速器各系统参数 10 个;
- 3) 显示加速器各系统的状态 90 种。

通过网络实现异地远程监视、维修、操作(因涉及安全将操作控制功能取消),网络的实现方式有局域网(TCP/ IP 协议)、固定电话网(调制解调 + TCP/ IP 协议)、移动通讯网(GSM + SMS 协议,以后具备条件时使用 GPRS、CDMA 通讯)。如同电信服务,从任何相应网络覆盖的地点和在任意时间,均能获取到加速器的信息。

本系统具有以下特点。

1) 三台 PLC 之间通过 RS232/ 485 总线构成网络,每台 PLC 又通过以太网联到用户管理级的计算机上,实现两级网络互联。

2) 加速器各设备的数据信息在网络及现场总线传递,在每个授权节点上计算机都可以浏览整个加速器运行状况,操作方式较传统方式更加简单可靠。

3) 信息的交换通过网络通讯完成,大量减少了系统施工时的布线工作量,也为今后系统的维护及故障查找提供了方便。

4) 过程参数的数字化传递避免了模拟量传输所带来的漂移、干扰等问题,大大提高了系统的稳定性。

5) 测试及检修方便,缩短相应的周期。

6) 当应用工艺、设备发生变更时,在总线上增添或摘除相应节点,并对软件作修改即可。这种柔性的系统连接方式具有一定的适应性、扩展性,可最大程度地保护投资。

7) 鉴于加速器特殊的运行环境,运行时不能到某些区域直接人工操作或观察检修,本系统可改善这种情况。

8) 借助于中国移动通讯 GSM 网络,可在移动 GSM 覆盖范围内实现异地监视运行。