

10 MW 高温气冷堆的关键设备——提升器

肖宏伶,刘继国

(清华大学核能技术设计研究院,北京 102201)

摘要:研究了 10 MW 高温气冷堆(HTR-10)中提升器的结构、工作原理及驱动系统的特点。在提升器的结构设计中,根据提升器的性能要求,选用五相混合式步进电动机作为提升器的驱动电机,并采用了闭环控制线路,提高了提升器的定位精度和运动平稳性。通过提升器及其控制系统,已向堆芯发送了近 2 万个燃料元件和石墨球,使 HTR-10 达到临界。

关键词:高温气冷堆;燃料元件装卸系统;提升器;五相混合式步进电动机;闭环控制

中图分类号: TL352 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6931(2003)01-0079-03

The Key Device —— Elevator in 10 MW High Temperature Gas-cooled Reactor

XIAO Hong-ling, LIU Ji-guo

(Institute of Nuclear Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 102201, China)

Abstract: The basic structure, working principle and behavior of the control system of the elevator in 10 MW high temperature gas-cooled reactor (HTR-10) are researched. The five-phase hybrid stepping motor and the closed-loop control are adopted in the construction design of the elevator. About 20 000 fuel elements and graphite balls were transported into the reactor core by the elevator to achieve the critical loading for HTR-10.

Key words: high temperature gas-cooled reactor; fuel handling system; elevator; five-phase hybrid stepping motor; closed-loop control

对燃料元件多次通过堆芯的 10 MW 球床高温气冷堆,装卸系统中的提升器是关键设备,它把新燃料元件和未达预定燃耗的元件逐个提升到堆芯,把乏燃料元件逐个提升到乏燃料缓冲管段,并对需进行燃耗测量的元件定位。

1 提升器结构

提升器的结构示于图 1。

在分配盘上发射通道的一端对准提升气体管路,另一端可对准接球管路、堆芯的提升管路(测量位置)和乏燃料元件缓冲管路中的一个,这一端的接球杯也是一个只能容纳一个元件的定位器。提升器开始运行时,分配盘从测量位置转动到接球位置,接收到一个元件后逆时针转动 45°,回到测量位置;测量后,若元件未达到燃耗水平,通过提升管路,装入堆芯;反之,分

收稿日期:2001-12-03;修回日期:2002-01-30

作者简介:肖宏伶(1944—),女,江苏姜堰人,副研究员,核能科学与工程专业

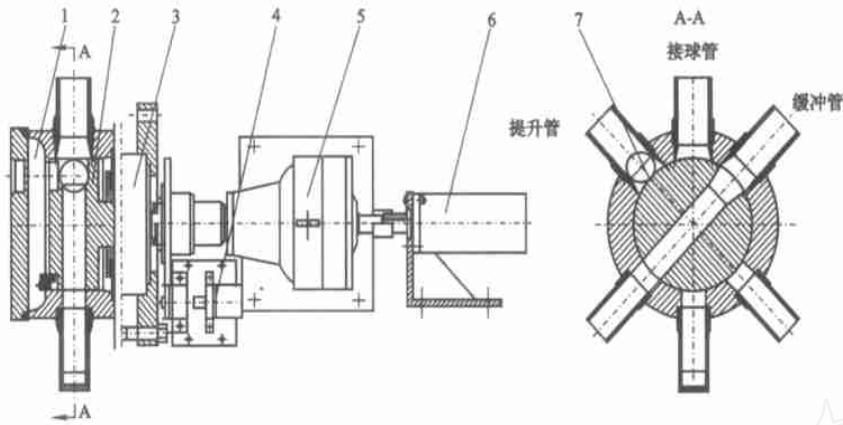


图 1 提升器结构

Fig. 1 Structure of the elevator

1——壳体;2——分配盘;3——磁力传动器;4——旋转编码器;5——减速机;6——步进电动机;7——燃耗测量

配盘顺时针转动 90°向乏燃料元件缓冲段提升,提升后分配盘反向转动 90°回到测量位置。在提升新燃料元件时,分配盘只在接收和测量位置之间摆动。

2 提升器的驱动系统

提升器需正反旋转,且要求定位精度为 $\pm 0.5^\circ$ 。选用五相混合式步进电机作为提升器的驱动电机,该电机的可靠性和稳定性较高。根据转矩要求,选用常州宝马集团制造的高性能混合式步进电机(110B YG550B),标称最大静转矩 10.3 N·m。驱动器与电机配套使用。相对来说,驱动器是系统中最薄弱的部分,经分析,选定四通公司生产的 SH-50806 型驱动器,静转矩 8 ~ 20 N·m,它特别适用于定位精度高、运行振动小的场合。

控制系统负责人机交互和产生相应的步进脉冲,为控制步进电机的运动,并使它与提升器配合动作,尽量达到高速平稳运行,选定可编程控制器(PLC)的位置控制模块 C200H-NC111 作为控制单元。

开环控制的驱动系统虽在速度和位置控制应用中因简单、廉价而得到广泛应用,但开环控制运行模式下的丢步不可能及时纠正,从而造成一定的系统误差,使步进电机的性能受到限制。在提升器的驱动中,一旦发生丢步,步进电机运行过程中的积累误差将导致分配盘上发射通道和提升管路不匹配,球发射不上去。为提高定位精度及运动的平稳性,提升器控制采用了闭环控制线路,利用一个位置传感器(编码器),将转子位置信号作为反馈信号构成简单的闭环系统。控制原理图示于图 2。

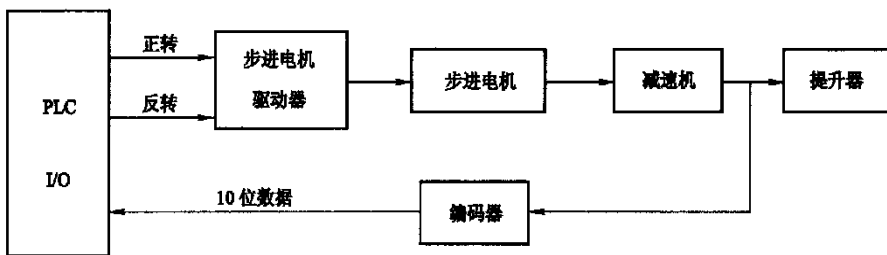


图 2 提升器控制原理图

Fig. 2 Control principle of the elevator

PLC 向步进电机驱动器发出正转信号、反转信号及停止信号,驱动器依据所接收的信号,控制其内部的分配器向步进电机各相线圈提供电流,提升器转轴的转角通过1组大齿轮传递给编码器,待编码器(OMRON 公司生产的E6F-AB3C型绝对式光电编码器)检测到要求的角度信号后电机停止转动。

3 结论

本工作所研制的提升器已在10 MW 高温气冷堆的施工设计中得到应用,并已制作了原型设备。通过提升器及其控制系统,已向堆芯

发送了近2万个燃料元件和石墨球,使反应堆达到了临界。实际应用效果良好,说明所设计的提升器及其控制系统的各项技术指标均达到了设计要求。

参考文献:

- [1] 肖宏伶,刘继国. 10 MW 高温气冷堆燃料元件装卸系统控制系统的设计[J]. 核动力工程,2000, 21(6):532~536.
- [2] 刘继国,孙德刚,关廷光,等. 10 MW 高温气冷堆燃料元件装卸系统设计[J]. 高技术通讯,1996, 6(5):51~55.

我国第一台自屏蔽式电子束消毒灭菌装置研制成功

2002年9月5日,由国防科工委组织的“自屏蔽式电子束消毒灭菌装置”成果鉴定暨验收会在中国原子能科学研究院隆重召开。毛用泽、谢家麟、潘自强、钱皋韵院士等专家组成的鉴定委员会认为该设备在原有加速器技术的基础上通过一系列有效创新和专有技术,使其结构简化,降低了装置本身的体积和重量,放置在约40平方米的普通房间就能工作,而不需要建造额外防护设施,减少了制造成本,并且在规定的场地内操作,绝对不会对操作人员造成任何伤害,经加速器处理后的邮件也不会残留任何放射性。另外,该装置还实现了数据自动采集和处理,并可进行故障远程诊断。

为了杀灭邮件中可能携带炭疽菌等细菌,确保国家和人民生命财产安全,中国原子能科学研究院抓住市场机遇,利用多年积累的加速器技术和经验,通过近9个月的努力成功研制出国内第一台用于普通信件和特快专递的自屏蔽式电子束消毒灭菌装置,该装置可以杀灭炭疽菌孢子和其它细菌孢子。

这台自屏蔽式电子束消毒灭菌装置的研制成功填补了国内自屏蔽式电子束信件消毒灭菌装置的空白,具有国际先进水平。它的投入使用将具有显著的社会效益和经济效益,可在国内外有关领域得到广泛应用。

摘自《原子能院》报