

# 一种核电二回路系统自动高效输送装置的应用

张进 王静 陈刚

中电环保股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v4i12.3530

**[摘要]** 目前,用于核电二回路凝结水精处理系统配套再生系统中,现有的树脂输送方式为单一的水泵配合不同管径的管道及自动阀门将水流引入各树脂输送口,管道引入设备较乱,不能集中控制且输送流量不好精确控制。同时,在常规系统树脂输送及管路冲洗的过程中,因系统设置管线较多,各个装置交叉相接,导致在树脂的输送及冲洗过程中效果不佳,树脂输送不彻底、冲洗不到位的情况时有发生。随着我国核电事业的蓬勃发展,核电二回路凝结水设备、装置也在高速更新换代中,核电凝结水项目大都采用前置阳床+混床的设备模式,树脂输送总量增加、输送程序较复杂,现有的水泵配合管道输送不能满足核电二回路凝结水集中控制、简约化的高要求。

**[关键词]** 核电二回路凝结水精处理; 输送装置; 集中控制

**中图分类号:** TD64 **文献标识码:** A

## 1 核电二回路输送介质特性

核电二回路凝结水精处理设备主要去除水中无机物、胶体、腐蚀物、有机物等。当水中污染物具有亲水性时,则污染物容易洗脱,利于树脂输送,当水中污染物具有疏水性时,则污染物不容易洗脱,不利于树脂输送。

## 2 目前现有的输送装置普遍存在以下问题

2.1 装置的程控系统使用不尽人意。从我国各大电厂/核电站中使用的凝结水精处理的程控系统的使用情况来看,由于系统调试不足等原因,其稳定性难以让人满意。主要表现在树脂的输送实际完成工作不能和预设的程控系统中关于树脂输送的程序完美协调,树脂输送的彻底性及程控效果不能让人满意,在再生的过程中经常出现按照程控系统完成输送而实际的树脂输送难以完成,影响其他再生步骤,在这种情况下只能靠工作人员人工动手操作有关阀门进行树脂的输送等工序,大大影响了装置的工作效率并增加了工作人员的工作量,其重要的原因在于装置调试过程中树脂输送的流量、时间及控制要求等设置存在问题,如此使得程控系统使用成为凝结水精处理过程中的普遍问题之一。

2.2 树脂输送时间过长、耗水量巨大。不少凝结水精处理过程中树脂输送过程中存在着的为了输送干净,在输送时间设置中过长、耗水量巨大的问题较为普遍。同时在输送过程中会产生大量的废水,如此不仅加大了设备运行的负担,造成了设备的无形负荷和磨损,同时也使得生产过程中的成本加大了。

2.3 树脂泄漏。树脂泄漏可以说是近年来电厂中凝结水精处理过程中出现问题的最为普遍的原因之一,树脂泄漏后会使得电厂机组中电动给水泵的过滤网发生堵塞,极有可能引发不安全事故。由于装置运行过程中输送管道树脂冲洗不干净,排水、排气管道冲洗不到位,从而发生树脂泄漏、树脂从输送发生泄漏等可能性,因此一旦发生凝结水精处理过程中的树脂泄漏事故时,整个系统的检查、树脂补漏等工作非常繁琐。

## 3 新型高效输送装置的组成内容及优点

3.1 装置组成内容。根据以上种种,为了改善目前电厂/核电站凝结水精处理系统中树脂输送存在问题,本次提出一种高效输送树脂装置,以集中控制水流及树脂输送的要求,减小设备的数量、

占地,自动控制、操作便捷。该装置可安装在工作压力为 $0\sim 1.0$ MPa的核电凝结水精处理系统配套再生系统中。通过水泵出水自动阀调节不同输送情况下对应的流量,根据不同输送阀门的开启调节相应的开度,通过整合输送树脂的冲洗水阀门于集中控制装置中。

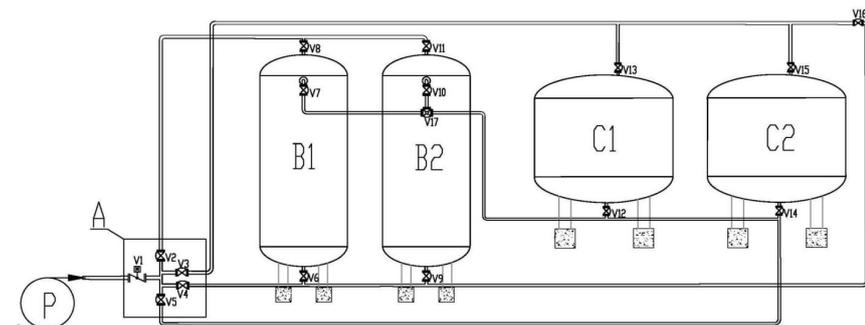
3.1.1 系统设置单独的再生罐进水输送总阀,每个罐体上部设置单独的进水输送阀( $1+n, n\geq 0$ )。

3.1.2 系统设置单独的再生罐出脂输送总阀,每个罐体上部设置单独的出脂阀( $1+n, n\geq 0$ ),出脂管道连接至离子交换窗进脂总阀管路上。

3.1.3 系统设置单独的离子交换床进水输送总阀(同时做管道冲洗阀用),每个罐体上部设置单独的进水输送阀( $1+n, n\geq 0$ )(同时做离子交换床进脂阀用)。

3.1.4 系统设置单独的离子交换床出脂输送总阀,每台例子交换床下部设置单独的出脂阀,出脂管道连接至再生罐进脂三通总阀管路上,三通阀连接至每个再生罐进脂阀管路上。

3.2 装置优点。本装置的设计、实际运用是对现行的凝结水精处理系统再生冲洗、输送进行简约、集成化改进。具体有:



P: 输送水泵 A: 集中控制装置 B1、B2: 树脂储存罐 C1、C2: 离子交换  
V1: 自动调节蝶阀 V2~V16: 自动阀门 V17: 自动三通阀

3.2.1 在核电凝结水精处理系统中应用, 能够满足不同装置(前置阳床及再生罐、混床及再生罐, 前置阳床及混床统称为离子交换床)的树脂输送要求, 控不同输送需求是阀门的启闭及流量控制, 实现自动化及高效运行。在本装置的传送过程中, 能够保证罐体内树脂输送完全, 不存在残留树脂影响系统水质或导致树脂数量不均衡的情况发生。

3.2.2 通过各自动阀门的反馈型号, 准确无误的控制不同的输送需求时开启不同的阀门, 避免误操作; 集中控制装置的设置, 保证树脂传输主要阀门能够集中控制, 通过PLC或DCS系统的逻辑控制, 有序开关阀门及启停水泵。保证树脂传输步骤复杂的情况下不存在阀门开启混乱的情况。

3.2.3 通过该系统的连接, 树脂输送成为一个闭式的系统, 避免与其他系统及设备交叉连接。

3.2.4 通过集中装置的整合, 大部分功能性阀门整合在一起, 方便检修工作, 同时在运行过程中更好、更方便的对阀门进行监控、检查。

#### 4 新型高效输送装置的实施方法

装置实施方法如下: 一种核电二回路凝结水精处理系统自动高效输送树脂装置, 其结构如图1所示, 由冲洗水泵P、集中控制装置A(含自动调节蝶阀V1、再生罐进水输送总阀V2、离子交换床进水输送总阀V3、再生罐出脂输送总阀V4、离子交换床出脂输送总阀V5)、树脂再生罐B(B1、B2...)、离子交换床C(C1、C2...)、再生罐进水输送阀(V8、V11)、再生罐进脂三通阀(V17)、再生罐进脂阀

(V7、V10)、再生罐出脂阀(V6、V9)、离子交换床进水输送阀(V13、V15)、离子交换床出脂阀(V12、V14)、离子交换床进脂输送阀(V16)以及连接系统各阀门及设备的管道组成。

冲洗水泵P通过管道连接与集中控制装置A中相连(管口连接至自动调节阀V1), 水泵选用卧式自吸泵, 连接管道材质为不锈钢或碳钢衬塑、衬氟、衬胶等。

集中控制装置A为一固定箱, 内部固定安装五通管件(材质为不锈钢或碳钢衬塑、衬氟、衬胶等, 连接形式为法兰连接), 连接阀门自动调节阀V1、再生罐进水输送总阀V2、离子交换床进水输送总阀V3、再生罐出脂输送总阀V4、离子交换床出脂输送总阀V5。再生罐进水输送总阀V2通过管道连接再生罐进水输送阀(V8、V11)后接入树脂再生罐B(B1、B2...)。离子交换床进水输送总阀V3通过管道连接离子交换床进水输送阀(V13、V15; 该阀门同做离子交换床进脂阀门用)后接入离子交换床C(C1、C2...)。再生罐出脂输送总阀V4通过管道连接与再生罐出脂阀后管道(V6、V9)汇集连接至离子交换床进脂输送阀(V16)后连接离子交换床进脂阀(V13、V15; 该阀门同做离子交换床进水阀门用)接入离子交换床C。离子交换床出脂输送总阀V5通过管道连接与离子交换床出脂阀后管道(V12、V14)汇集连接至再生罐进脂自动三通阀(V17)后连接再生罐进脂阀(V7、V10), 接入树脂再生罐B(B1、B2...)。所有连接管道材质为不锈钢或碳钢衬塑、衬氟、衬胶等, 连接形式为法兰连接。集中控制装置A内阀门管道配套

安装相应的流量计。

编程操作: 按Start(开始)屏幕下的System(系统)菜单, 然后按System(系统)屏幕执行相应的操作。如果通信失败, 请选择此页下的退出按钮, 然后单击开始按钮重新通信。如果需要PLC编程, 请先在系统画面下点击离线, 编程结束后再进行在线通讯。地址分配及通讯速率: plc0端口为设备A的触摸屏, 端口1为设备B的触摸屏。

编程软件: 人机界面: WINCC flexible 2016 7.4

可编程控制器编程软件: STEP7 microwin 5.6

本输送装置不仅能方便制作安装, 而且能够用同一设备输送不同系统的树脂、填料等, 有效的减少设备数量, 节约材料; 集中控制装置通过自动阀门的反馈装置及时有效的调节不同需求下的输送流量; 该设备结构简单, 适用输送流量要求的设备及系统。

#### 5 新型高效输送装置的运用效果

本输送装置经过在某南方核电项目投用后, 树脂输出率达99.9%, 效果显著, 减少了树脂再生时间及人员劳动强度。同时输送梳理较常规工艺节约122t/次, 月节约水量3660t; 节约电耗280度/次, 月节约电耗8400度, 具体经济效益如下:

序号	节约项目	节约量(月)	单价	费用总额(元)
1	除盐水	3660t	4.5元/吨	16470
2	电耗	8400度	0.7元/度	5800
3	人工	45人次	320元/人次	14400
			全年总费用	440040

#### [参考文献]

[1] 黄校春, 王我, 张周佳. 凝结水精处理混床树脂输送不彻底及管道堵塞分析与对策[C]. 中国电机工程学会, 2010: 850-855.

[2] 田文华, 祝晓亮, 钱殷. IRIC树脂输送智能监控装置的研发及应用[C]. 中国电机工程学会, 2013: 255-258.

[3] 丁德, 赵文亮, 闫爱军, 等. 凝结水精处理树脂输送技术难点分析及控制措施[C]. 中国电机工程学会, 2012: 1-5.

#### 作者简介:

张进(1986--)男, 汉族, 江苏南京人, 本科, 工程师, 研究方向: 废污水及纯水系统设备的设计及应用。