

· 节能与环保 ·

# 离子交换设备在核电站凝结水精处理系统中的应用

The application of iron exchange equipment in condensing water fine treatment system of nuclear power plant

沈建永,王正平,胡建国

SHEN Jian-yong, WANG Zheng-ping, HU Jian-guo

(中国华电工程(集团)有限公司水处理分公司,北京 100044)

(Water Treatment Branch of China Huadian Engineering Corporation Limited, Beijing 100044, China)

**摘要:**对于百万千瓦等级核电机组的凝结水精处理,因处理水量大,常规球形离子交换设备不能满足运行要求,而采用大直径柱状高流速离子交换设备在实际工程中还没有成功运行的案例,结合实际工程开展了相关的课题研究,并取得了积极的成果。

**关键词:**百万千瓦等级核电机组;凝结水精处理;离子交换设备;树脂扰动

**中图分类号:**TK 223.511 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2008)08-0001-02

**Abstract:** The normal spherical iron exchange equipment can not satisfy the operation requirement of condensing water fine treatment in 1 000 MW level nuclear generation unit due to the large water flow needed. And in engineering practice the large-diameter iron exchange column has not success operation instance yet. The relevant project research was developed combining the practical engineering, and positive result was obtained.

**Key words:** 1 000 MW level nuclear power generation unit; condensing water fine treatment; iron exchange equipment; resin turbulence

## 0 引言

根据国家节能环保政策,大力发展核电和大容量、高参数火力发电机组是电力行业的发展趋势。2003年以来,火电新建机组多为600 MW超临界及1 000 MW超超临界参数机组,凝结水量和水汽品质要求愈来愈高,目前,凝结水精处理离子交换设备都为球形容器设备。

目前,国内大亚湾核电一期、岭澳核电一期百万千瓦级机组的凝结水精处理系统为全套引进国外的技术和设备,其采用的DN 3 800 mm柱状离子交换设备在运行中暴露了明显的技术缺陷,系统出水水质不能得到保证(主要表现在硫酸根严重超标),整套系统只能在机组启动时短时间运行。中国华电工程(集团)有限公司(以下简称华电工程)根据1 000 MW核电机组凝结水精处理的技术条件,结合行业

同类设备运行状况,为解决现有百万千瓦级核电机组凝结水精处理系统存在的再生频繁、水质波动、树脂扰动等问题,开展了相关课题的研究,以期研制出能稳定运行的大直径、柱体、高流速水处理设备。

## 1 主要技术难点

核电百万千瓦级机组的凝结水精处理水量:单台机组额定出力一般在3 716 t/h,最大为3 860 t/h。比常规百万千瓦级火电机组的凝结水精处理水量要大得多,球形容器设备不能满足系统运行的要求,需要采用能装填更多树脂的柱状容器设备,但目前采用柱状容器设备还没有成功运行的案例,该设备的制造成为该项目的技术难点。

## 2 采取的措施

根据现有核电凝结水精处理运行经验,目前普遍认同硫酸根偏高是水质超标的主要原因,中国华电工程(集团)有限公司(以下简称华电工程)采用配水均匀的大直径、柱状、高流速离子交换设备,并

辅以“Finesep 高塔法分离技术”进行解决。华电工程的“Finesep 高塔法分离技术”已在国内上百台机组上获得应用,技术已相当成熟,因此,研制生产出大直径、柱状、高流速离子交换设备成为技术攻关的关键。

针对目前水处理行业的离子交换设备普遍采用母支管和多孔板布水方式,经过调查研究和数模试验,确定采用多孔板布水方式。

以往采用的布水多孔板是拼装式多孔板,这种布水多孔板由于制造、安装精度的因素易造成布水不均,影响制水质量和周期;华电工程自行开发了一种新型布水板,配置华电工程研制的布水器产品,组成一种独特的布水装置,应用于该设备。

为得到最优布水器的布置方式,通过数模试验,选择了 2 种最优结果的布水方式。

对 DN 3 800 mm 与 DN 3 200 mm 大直径、柱状、高流速离子交换设备 2 种方案的技术比较,确定采用 DN 3 200 mm 的离子交换设备。

数模试验的结果表明,这 2 种类型的离子交换设备皆可以满足系统运行的要求,但在现有技术条件下, DN 3 200 mm 离子交换设备的配水均匀性要明显好于 DN 3 800 mm 离子交换设备。DN 3 800 mm 离子交换设备单台设备的处理量大、装填树脂量大,但在同等层高条件下,其树脂利用率低,为保证其出水水质满足要求,保护层要厚。另外,该直径的容器制作复杂,制造水平要求高,设备运输、安装、检修、维护相对困难,与之配套的辅助设备(树脂捕捉器、再循环泵)、阀门及管道较大,运行的灵活性较差,进、出水布水均匀性很难得到保证(在大亚湾核电一期、岭澳核电一期的实际运行中效果都不理想)。DN 3 200 mm 离子交换设备,其制造、布水均匀性均能得到保证,运行灵活性强,树脂利用率高。在占地面积方面,采用 DN 3 800 mm 和 DN 3 200 mm 离子交换设备差不多,故采用 DN 3 200 mm 的离子交换设备相对优越。

为验证数模试验结果,得到接近运行工况下的实际效果,制造了一套与实际应用设备同样规格大小的试验装置,在相关参数下进行模拟试验,通过总结试验数据,调整布水装置以及水垫层高度等参数,最终确定了最优的设备结构参数。

### 3 主要技术指标

直径 3 200 mm 的柱罐,单台设备出力大于 700 t/h,最大可达 1 000 t/h。运行阻力小,布水均匀(无

偏流、紊流),最大程度地解决了树脂的磨损,提高了树脂利用率,确保制水品质,延长了制水周期。

### 4 与国内同类技术比较

在常规火电厂大容量机组的凝结水精处理系统中,通常采用 DN 3 000 mm 或 DN 3 200 mm 球状罐体,限于球体本身的曲线,它的流动性能要差于柱罐,装填的离子交换树脂利用率也很低,这在一定程度上影响了制水周期和制水质量。

大亚湾核电一期、岭澳核电一期采用的是 DN 3 800 mm 的柱状罐体,由于布水不均等设备缺陷,在实际运行中树脂扰动严重,造成树脂磨损和破碎,破碎树脂以及树脂粉末泄漏至二回路,导致硫酸根超标。

### 5 取得的成果

“大直径、柱状、高流速离子交换设备”通过数模研究,并进行 DN 3 200 mm 全尺寸模拟试验,设备布水均匀性完全满足设计要求;该成果把蝶形板和固定式多孔板水帽布水方式首次应用于大直径柱罐中,并对水帽缝隙、水帽布置方式等进行了优化,解决了高流速下大直径离子交换设备运行时的紊流、偏流等造成的树脂扰动问题,有利于设备稳定运行;该成果的柱状结构具备灵活的水垫层配置以及最大的交换层利用率,提高了制水周期。

### 6 结束语

该设备使用特殊设计的多孔板布水结构、合适的水垫层高度以及高出力的大直径柱罐,取得了高流速下良好的运行效果,满足大容量机组(超临界或超超临界机组)和核电领域大水量凝结水精处理的运行要求。目前,该设备将运用于岭澳核电二期的凝结水精处理站项目中。

该设备配水效果稳定,将从根本上消除配水不均匀的技术缺陷导致的制水质量差和运行周期短的缺点,使得热力系统水-汽品质进入良性循环;其周期制水量的增大最大限度地降低了树脂复苏的次数,节约了运行成本、水资源,减少了化学药剂对环境带来的污染,增大了节能减排的社会效应,具有深远的社会意义。

(编辑:白银雷)

#### 作者简介:

沈建永(1969—),男,浙江永康人,中国华电工程(集团)有限公司水处理分公司副总经理,从事水处理技术与管理方面的工作。