

300MW级火力发电厂培训丛书

# 化学设备及系统

山西漳泽电力股份有限公司 编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

**300MW级火力发电厂培训丛书**

# 化学设备及系统

山西漳泽电力股份有限公司 编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

20 世纪 80 年代开始,国产和引进的 300MW 级火力发电机组就陆续成为我国电力生产中的主力机组。由于已投入运行 30 多年,涉及机组运行、检修、技术改造和节能减排、脱硫脱硝等要求越来越严,以及急需提高实际运行、检修人员的操作技能水平,组织编写了一套《300MW 级火力发电厂培训丛书》,分为《汽轮机设备及系统》《锅炉设备及系统》《热控设备及系统》《电气设备及系统》《电气控制及保护》《集控运行》《化学设备及系统》《输煤设备及系统》《环保设备及系统》9 册。

本书为《300MW 级火力发电厂培训丛书 化学设备及系统》,共二十四章,主要包括弱酸系统设备及运行、反渗透除盐系统设备及运行、离子交换除盐系统设备及运行、凝结水精处理系统设备及运行、锅炉加药及水汽采样系统设备及运行、制氢系统设备及运行、废水处理系统设备及运行、污水处理系统设备及运行、供水系统设备及运行、循环冷却水化学监督、凝结水化学监督、给水化学监督、汽包锅炉化学监督、蒸汽化学监督、发电机内冷水化学监督、机组启停化学监督、机组检修化学监督、锅炉化学清洗、汽轮机油化学监督、变压器油化学监督、抗燃油化学监督、入炉煤化学监督、环境监测化学监督与脱硫化学监督。

本书既可作为全国 300MW 级火力发电机组化学设备系统运行、检修、维护及管理等生产人员、技术人员和管理人员等的培训用书,也可作为高等院校相关专业师生的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

化学设备及系统/山西漳泽电力股份有限公司编. —北京:  
中国电力出版社, 2015.5

(300MW 级火力发电厂培训丛书)

ISBN 978-7-5123-7179-8

I. ①化… II. ①山… III. ①火电厂-电厂化学-化工设备  
IV. ①TM621.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 022648 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2015 年 5 月第一版 2015 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 399 千字

印数 0001—3000 册 定价 53.00 元

## 敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

随着我国国民经济的飞速发展，电力需求也急速增长，电力工业进入了快速发展的新时期，电源建设和技术装备水平都有了较大的提高。

由于引进型 300MW 级火力发电机组具有调峰性能好、安全可靠性高、经济性能好、负荷适应性广及自动化水平高等特点，早已成为我国火力发电机组中的主力机型。国产 300MW 级火力发电机组在我国也得到广泛使用和发展，对我国电力发展起到了积极的作用。

为了帮助有关工程技术人员、现场生产人员更好地了解和掌握机组的结构、性能 and 操作程序等，提高员工的业务水平，满足电力行业对人才技能、安全运行以及改革发展之所需，河津发电分公司按照山西漳泽电力股份有限公司的要求，在总结多年工作经验的基础上，组织专业技术人员编写了本套培训丛书。

《300MW 级火力发电厂培训丛书》分为《汽轮机设备及系统》《锅炉设备及系统》《热控设备及系统》《电气设备及系统》《电气控制及保护》《集控运行》《化学设备及系统》《输煤设备及系统》《环保设备及系统》9 册。

本书为《300MW 级火力发电厂培训丛书 化学设备及系统》，共二十四章，主要内容包括弱酸系统设备及运行、反渗透除盐系统设备及运行、离子交换除盐系统设备及运行、凝结水精处理系统设备及运行、锅炉加药及水汽采样系统设备及运行、制氢系统设备及运行、废水处理系统设备及运行、污水处理系统设备及运行、供水系统设备及运行、循环冷却水化学监督、凝结水化学监督、给水化学监督、汽包锅炉化学监督、蒸汽化学监督、发电机内冷水化学监督、机组启停化学监督、机组检修化学监督、锅炉化学清洗、汽轮机油化学监督、变压器油化学监督、抗燃油化学监督、入炉煤化学监督、环境监测化学监督与脱硫化学监督。

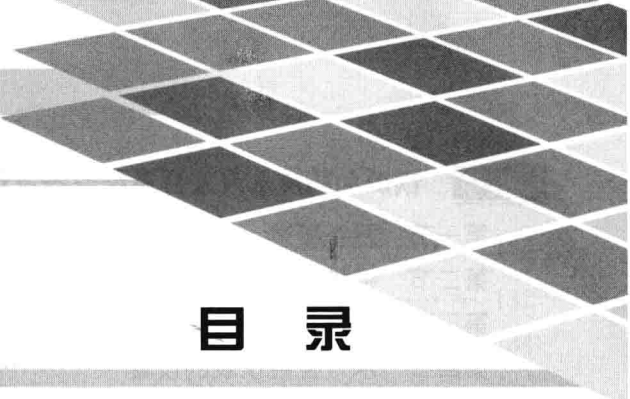
本书由山西漳泽电力股份有限公司河津发电分公司李文彦主编，其中第一章由裴居峰编写，第二章由张国红、关斌旭编写，第三章由毛惠斌、周晓杰编写，第四章由卫晓东、郭盛编写，第五章由孙晓鹏、裴居峰编写，第六章由薛俊杰编写，第七章由丁国弘编写，

第八章由平先锋、李毅编写，第九章由林礼辛、裴居峰编写，第十、十一章由王晓菁编写，第十二、十三章由王同成编写，第十四、十五章由卫晓艳编写，第十六~十八章由冯晓艳、裴居峰编写，第十九~二十一章由张丽格、裴居峰编写，第二十二章由史明丽、刘春风编写，第二十三章由王俊玲编写，第二十四章由沈丽娜、冯晓娜编写。

由于编者的水平、经验所限，且编写时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

**编 者**

2015年4月



目 录

前言

**第一章 弱酸系统设备及运行** ..... 1

第一节 系统概述 ..... 1

第二节 主要设备结构及工作原理 ..... 2

第三节 运行工艺及注意事项 ..... 3

第四节 异常分析及处理 ..... 6

第五节 循环水运行调整 ..... 8

**第二章 反渗透除盐系统设备及运行** ..... 10

第一节 系统概述 ..... 10

第二节 主要设备结构及工作原理 ..... 11

第三节 运行工艺及注意事项 ..... 14

第四节 异常分析及处理 ..... 16

**第三章 离子交换除盐系统设备及运行** ..... 18

第一节 系统概述 ..... 18

第二节 主要设备结构及工作原理 ..... 19

第三节 运行工艺及注意事项 ..... 25

第四节 异常分析及处理 ..... 27

**第四章 凝结水精处理系统设备及运行** ..... 30

第一节 系统概述 ..... 30

第二节 湿冷机组精处理设备结构及工作原理 ..... 33

第三节 湿冷机组精处理设备运行工艺及注意事项 ..... 36

第四节 空冷机组精处理设备结构及工作原理 ..... 41

第五节 空冷机组精处理设备运行工艺及注意事项 ..... 43

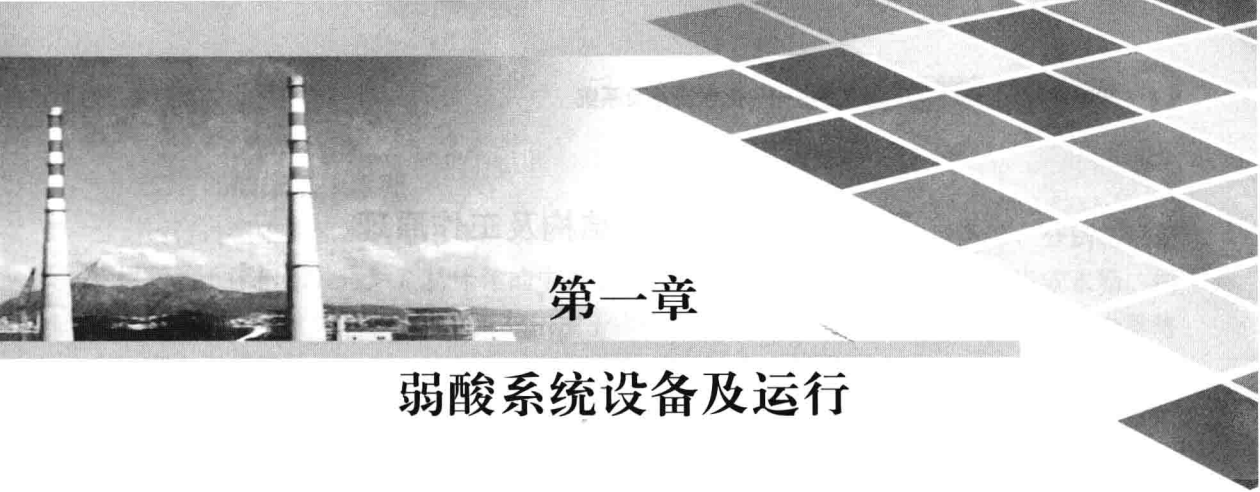
第六节 异常分析及处理 ..... 46

|            |                         |     |
|------------|-------------------------|-----|
| <b>第五章</b> | <b>锅炉加药及水汽采样系统设备及运行</b> | 50  |
| 第一节        | 系统概述                    | 50  |
| 第二节        | 锅炉加药工作原理及水汽质量控制标准       | 51  |
| 第三节        | 采样及加药点的设置               | 54  |
| 第四节        | 水汽在线仪表的设置               | 56  |
| 第五节        | 异常分析及处理                 | 56  |
| <b>第六章</b> | <b>制氢系统设备及运行</b>        | 66  |
| 第一节        | 系统概述                    | 66  |
| 第二节        | 主要设备结构及工艺原理             | 66  |
| 第三节        | 运行工艺及注意事项               | 68  |
| 第四节        | 异常分析及处理                 | 72  |
| <b>第七章</b> | <b>废水处理系统设备及运行</b>      | 76  |
| 第一节        | 系统概述                    | 76  |
| 第二节        | 工业废水处理主要设备结构及工艺原理       | 76  |
| 第三节        | 工业废水处理工艺及注意事项           | 79  |
| 第四节        | 脱硫废水处理主要设备结构及工艺原理       | 82  |
| 第五节        | 脱硫废水处理工艺及注意事项           | 83  |
| 第六节        | 回收废水处理主要设备结构及工艺原理       | 83  |
| 第七节        | 回收废水处理工艺及注意事项           | 86  |
| 第八节        | 异常分析及处理                 | 87  |
| <b>第八章</b> | <b>污水处理系统设备及运行</b>      | 89  |
| 第一节        | 系统概述                    | 89  |
| 第二节        | 生活污水处理主要设备结构及工艺原理       | 91  |
| 第三节        | 生活污水处理工艺及注意事项           | 92  |
| 第四节        | 含油污水处理主要设备结构及工艺原理       | 94  |
| 第五节        | 含油污水处理工艺及注意事项           | 95  |
| 第六节        | 含煤污水处理主要设备结构及工艺原理       | 98  |
| 第七节        | 含煤污水处理工艺及注意事项           | 99  |
| 第八节        | 异常分析及处理                 | 99  |
| <b>第九章</b> | <b>供水系统设备及运行</b>        | 102 |
| 第一节        | 供水水源概述                  | 102 |
| 第二节        | 水源管井设施                  | 103 |
| 第三节        | 水源提水设备及运行               | 110 |
| 第四节        | 水源供水升压设备                | 119 |

|             |                   |     |
|-------------|-------------------|-----|
| 第五节         | 厂区内供水系统           | 126 |
| <b>第十章</b>  | <b>循环冷却水化学监督</b>  | 132 |
| 第一节         | 概述                | 132 |
| 第二节         | 循环冷却水运行监督         | 134 |
| 第三节         | 凝汽器监督检查           | 136 |
| <b>第十一章</b> | <b>凝结水化学监督</b>    | 138 |
| 第一节         | 概述                | 138 |
| 第二节         | 凝结水运行监督           | 139 |
| 第三节         | 凝结水异常分析及处理        | 140 |
| <b>第十二章</b> | <b>给水化学监督</b>     | 142 |
| 第一节         | 概述                | 142 |
| 第二节         | 给水处理方法            | 143 |
| 第三节         | 给水系统的腐蚀与防止        | 144 |
| <b>第十三章</b> | <b>汽包锅炉化学监督</b>   | 147 |
| 第一节         | 概述                | 147 |
| 第二节         | 炉水处理方法            | 148 |
| 第三节         | 炉水水质监测            | 150 |
| 第四节         | 汽包锅炉的腐蚀与防止        | 151 |
| <b>第十四章</b> | <b>蒸汽化学监督</b>     | 154 |
| 第一节         | 概述                | 154 |
| 第二节         | 蒸汽品质监督标准          | 157 |
| 第三节         | 保障蒸汽品质的措施         | 158 |
| 第四节         | 蒸汽系统的防腐蚀与防积盐      | 159 |
| <b>第十五章</b> | <b>发电机内冷水化学监督</b> | 162 |
| 第一节         | 概述                | 162 |
| 第二节         | 内冷水水质监督及注意事项      | 162 |
| 第三节         | 发电机内冷水处理方式        | 163 |
| <b>第十六章</b> | <b>机组启停化学监督</b>   | 166 |
| 第一节         | 汽包炉启动时的化学监督       | 166 |
| 第二节         | 锅炉停用保护技术          | 167 |
| 第三节         | 汽轮机及附属设备的停用保护     | 171 |

|              |                 |     |
|--------------|-----------------|-----|
| <b>第十七章</b>  | <b>机组检修化学监督</b> | 173 |
| 第一节          | 概述              | 173 |
| 第二节          | 锅炉及附属设备的化学检查    | 176 |
| 第三节          | 垢样分析            | 180 |
| <b>第十八章</b>  | <b>锅炉化学清洗</b>   | 184 |
| 第一节          | 概述              | 184 |
| 第二节          | 化学清洗药品          | 186 |
| 第三节          | 锅炉和炉前系统酸洗       | 191 |
| <b>第十九章</b>  | <b>汽轮机油化学监督</b> | 196 |
| 第一节          | 概述              | 196 |
| 第二节          | 汽轮机油试验原理及测试要点   | 197 |
| 第三节          | 汽轮机油的运行监督及维护    | 203 |
| 第四节          | 汽轮机油检验项目、标准及周期  | 205 |
| 第五节          | 汽轮机油采样点设置       | 207 |
| <b>第二十章</b>  | <b>变压器油化学监督</b> | 208 |
| 第一节          | 概述              | 208 |
| 第二节          | 变压器油试验方法及意义     | 209 |
| 第三节          | 变压器油的采样         | 212 |
| 第四节          | 变压器油色谱分析及故障诊断   | 213 |
| 第五节          | 变压器油检验项目、标准及周期  | 216 |
| 第六节          | 变压器油异常分析及处理     | 220 |
| <b>第二十一章</b> | <b>抗燃油化学监督</b>  | 223 |
| 第一节          | 概述              | 223 |
| 第二节          | 抗燃油的试验方法及意义     | 224 |
| 第三节          | 抗燃油的采样          | 225 |
| 第四节          | 抗燃油检验项目、标准及周期   | 226 |
| 第五节          | 抗燃油异常分析及处理      | 228 |
| <b>第二十二章</b> | <b>入炉煤化学监督</b>  | 230 |
| 第一节          | 概述              | 230 |
| 第二节          | 煤的分类与指标         | 232 |
| 第三节          | 入炉煤各项指标对燃烧的影响   | 236 |
| 第四节          | 入炉煤实验原理及注意事项    | 238 |
| 第五节          | 入炉煤的采制方法        | 244 |

|              |                       |     |
|--------------|-----------------------|-----|
| <b>第二十三章</b> | <b>环境监测化学监督</b> ..... | 246 |
| 第一节          | 概述.....               | 246 |
| 第二节          | 火电厂排水监测.....          | 246 |
| 第三节          | 火电厂大气环境监测.....        | 252 |
| 第四节          | 火电厂噪声监测.....          | 255 |
| <b>第二十四章</b> | <b>脱硫化学监督</b> .....   | 259 |
| 第一节          | 概述.....               | 259 |
| 第二节          | 石灰石—石膏湿法脱硫化学监督.....   | 259 |
| 第三节          | 异常分析及处理.....          | 265 |
| 参考文献.....    |                       | 267 |



## 第一章

# 弱酸系统设备及运行

### 第一节 系 统 概 述

高参数、大容量机组对锅炉补给水和循环水的水质要求在不断提高,为了有效降低循环水的碱度和碳酸盐硬度,防止运行中凝汽器铜管的结垢、腐蚀,同时也为了供给锅炉补给水处理系统优良水质,有效降低制水酸碱耗而设置循环水弱酸处理系统。

某电厂弱酸处理系统共设7台直径为3000mm的双流弱酸床,各床并联连接,共分两组,一组3台设备,另一组4台设备,两组共用一套再生设备。每台弱酸床额定出力为 $282.6\text{m}^3/\text{h}$ ,最大出力为 $353.25\text{m}^3/\text{h}$ ;床体内树脂装填总高2400mm,其中上部树脂高1050mm,下部树脂高1350mm。其工艺流程是工业用水从黄河滩深井中抽出后送至水源池升压泵站,经工业水泵升压后用两根DN700的管道送至厂区,除一小部分作为公用消防水池的补水进入公用水系统外,其余绝大部分水被送至弱酸站,进入弱酸站的水40%直接补入凉水塔,另外的60%经弱酸处理后补入凉水塔或进入软化水箱,作为锅炉补给水除盐系统和弱酸床再生时的自用水水源。

弱酸处理系统再生工艺流程是原水经弱酸床处理后,碱度和碳酸盐硬度明显降低,当弱酸床出水硬度接近 $2.5\text{mmol/L}$ 时,弱酸床树脂失效,需要进行再生以恢复其交换能力。再生时,从高位硫酸贮存罐提前放入硫酸计量箱浓度为98%的浓硫酸,经硫酸计量泵加压与自用水混合后被稀释成浓度为0.8%~1%的稀硫酸再生液,再生液通过弱酸床上中部的布酸装置进入床体,与弱酸树脂反应后成为再生废液,从床体排出,再生过程中产生的废水及弱酸床投运前的冲洗水经地沟汇集到两台 $300\text{m}^3$ 的地下废水池内,当废水池液位升至中液位时,通过废水泵将废水排至工业废水系统进行处理。

由于弱酸床再生和投停操作设计为自动和半自动方式,系统配置了大量的气动阀门,为了提供阀门控制用气,在弱酸站专门配置了2台SA-230AⅡ螺杆式空气压缩机,该空气压缩机除了向弱酸及工业废水处理系统提供阀门控制用气外,同时也向铁路边卸酸碱系统提供吹扫用气。为了控制循环水水质,防止循环水系统设备结垢、腐蚀,在弱酸站还配置了水质稳定剂加药系统。



## 第二节 主要设备结构及工作原理

### 一、弱酸床结构

双流弱酸床结构如图 1-1 所示。

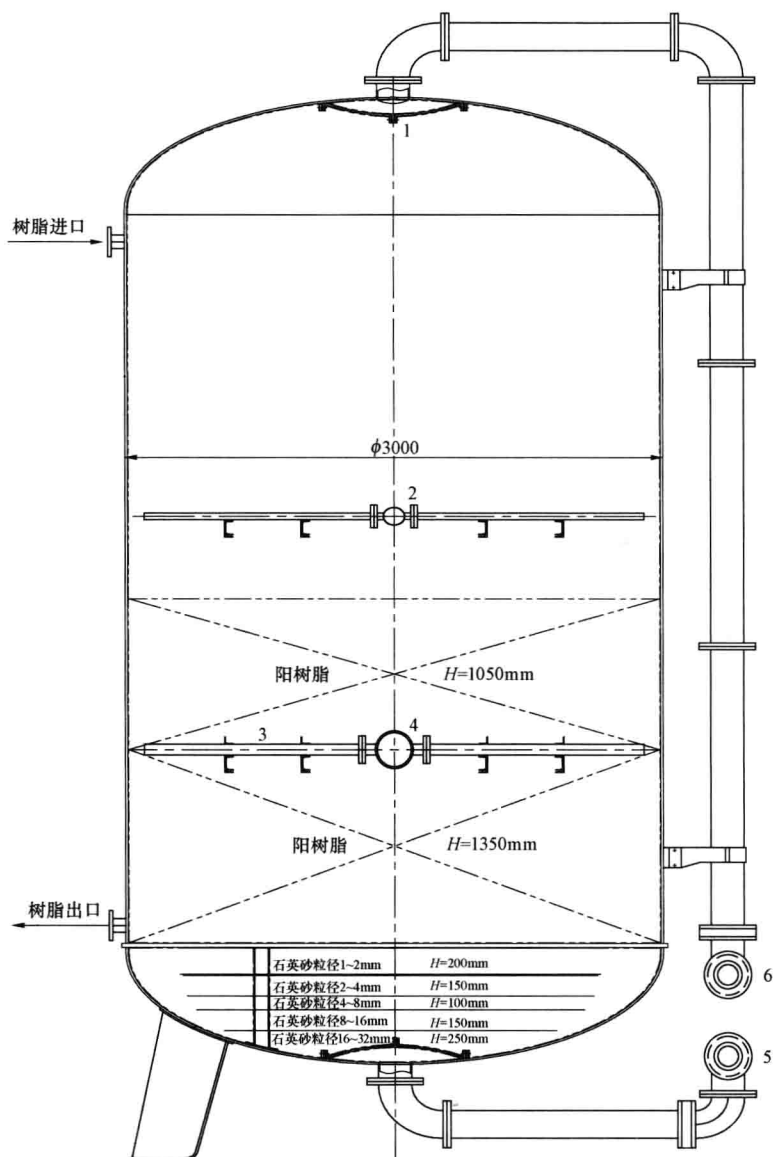


图 1-1 双流弱酸床结构图

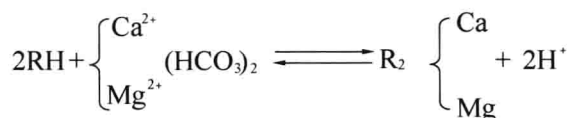
1—穹形孔板；2—进酸装置；3—中排装置；  
4—出水管；5—下床进水管；6—上床进水管



## 二、弱酸床工作原理

运行过程中,原水通过上床进水管和下床进水管进入床体的上部和下部,分别经过上床树脂和下床树脂处理后,从床体的中排管排出,经出水母管收集后送至水塔或水箱。树脂失效后,将浓度为 0.8% 的稀硫酸从位于床体中上部的布酸装置送入床体,通过中排将再生废水引出体外,先对上床树脂进行再生,待中排出水呈明显酸性时,将再生液浓度调整至 1%,通过弱酸床底部排水管将再生废水引出体外,实现对整床树脂的再生。运行、失效、再生构成了一个完整的运行周期。

弱酸床使用的是 D113 型大孔丙烯酸系弱酸阳离子交换树脂,弱酸树脂在运行过程中吸附水中的阳离子(主要是钙、镁离子),释放出氢离子,氢离子和水中的重碳酸根离子反应,生成二氧化碳;弱酸树脂在再生过程中,吸附再生液中的氢离子,释放出运行过程中吸附的钙、镁离子,反应式如下



反应式中 R 为阳树脂骨架。D113 型树脂对阳离子的选择吸附顺序为:  $\text{H}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$ 。在由氢型转为钙、镁型的过程中,树脂体积逐渐膨胀;在由钙、镁型转为氢型的过程中,树脂体积逐渐缩小。

## 三、弱酸床结构运行要求

(1) 弱酸床属双流式床体,上、下部均布置有进水装置,运行中应严格控制上、下床进水流量,重点做好手动阀门开关前后流量的控制,以防中排装置和进水装置损坏。

(2) 弱酸床下部分布有粒径不同的石英砂,运行中应注意控制下床流量,防止乱层。

(3) 弱酸床装填有弱酸树脂,根据树脂特性,应做好以下几点:防止干床反洗,造成内部装置损坏;严格检测水质,防止树脂污染;合理控制流量,防止发生偏流;严格控制再生液浓度和流速,防止树脂受硫酸钙污染。

(4) 双流弱酸床树脂装填高度较高,为减少反洗时的阻力,应保证弱酸树脂有较高的均一性。

## 第三节 运行工艺及注意事项

### 一、弱酸床投运注意事项

#### (一) 投运原则

弱酸床在投运时应优先选择已运行过的床体。如需连续投运两台新床时,将先投运的床体流量调至  $250\text{m}^3/\text{h}$  左右运行,第二台床体流量调至  $200\text{m}^3/\text{h}$  左右运行,以避免床体同时失效。

#### (二) 满水

床体中有空气时,在运行中会发生树脂面不平整、床体振动甚至损坏的现象,所以投



床前首先应打开弱酸床空气门，通过缓慢开启上床进水手动门来调整充水流量，待空气门连续出水时停止充水。

### （三）正洗

为了防止下床进水流量过大造成树脂乱层或发生整床树脂呈柱塞状上移而损坏中排装置的现象，正洗开始时应注意缓慢开启下床进水手动门以调整下床进水流量，控制上床入口流量比下床入口流量低 20~30t/h。正洗过程中应及时取样化验排水水质，并注意观察排水中是否有树脂漏出，待正洗排水硬度小于 2.5mmol/L 时，床体投入运行或备用。

### （四）投运

应注意调整好弱酸床的出力，弱酸床出水流量一般调整为 200~250t/h，夏季用水量较大或有其他特殊情况时，可加大床体出力至 280t/h 左右，运行中上床入口流量应比下床入口流量低 20~30t/h。另外，运行中应注意观察出水中是否有树脂漏出。

## 二、弱酸床停运注意事项

### （一）停运原则

停床时应优先选择运行时间较短的床体。

（二）弱酸床停运时，先关下床入口门，再关上床入口门和出口门，最后开空气门泄压。在泄压过程中若空气门持续出水，说明床体某一入口气动门发生内漏现象，应立即进行排查，确定并填写缺陷单，通知检修处理；床体停运后所有阀门应处于关闭状态。

## 三、弱酸床再生注意事项

### （一）小反洗

为了防止发生整床树脂呈柱塞状上移而损坏中排装置，整床反洗前应对上床树脂进行小反洗，小反洗前应首先检查确认小反洗入口手动门处于关闭状态；小反洗开始后，通过缓慢开启小反洗入口手动门，由小到大逐步调整反洗流量，以充分松动上床树脂，最大流量控制在 100t/h 左右，此时运行人员应就地观察反洗情况，以防树脂流失；小反洗结束后，小反洗手动门必须关闭，以防下次再生时气动门突然开启造成床体损坏或树脂流失。

### （二）整床反洗

上床树脂通过小反洗疏松后，应对整床进行反洗，严禁未经小反洗直接进行整床反洗。整床反洗时应首先检查确认下床进水手动门处于关闭状态；整床反洗开始后，通过缓慢开启下床进水手动门，由小到大逐步调整反洗流量，严防进水流量过大造成树脂呈柱塞状上移而损坏中排装置。反洗至树脂面达到上窥视孔中部时，应有专人在场监视并用锥形瓶取样观察排水情况，保证树脂清洗干净的同时，防止因流量过大将大颗粒树脂排出。

注意：在反洗期间，应尽量保持原水压力稳定，避免停床或公用水池突然停止补水等操作造成原水压力突然升高，以防床体反洗流量突然增大致使树脂流失。

### （三）放水

为了保证再生效果，应将水放至树脂层上 200mm 处，水面过高会使再生初始阶段再生液浓度偏低，水面过低会发生树脂干层和再生液偏流，导致再生效果变差。

### （四）预喷射

为保证再生的顺利进行和再生效果，进酸前应通过预喷射检查系统畅通，并将自用水



流量调整至 105t/h 左右，酸浓度仪表采样正常；此时，应注意检查所用硫酸计量箱液位有无变化，或用手背触摸所用计量箱底部有无发热现象、中排出水中有无树脂漏出等异常情况。

#### （五）上床进酸

为了防止进酸过程中过饱和硫酸钙沉积污染树脂，上床进酸过程中再生液浓度应控制在 0.8% 左右，同时应打开下床进水手动门，调整下床进水流量至 20~30t/h。控制进酸量为 25cm（以计量箱液位变化为准）。

注意：当硫酸再生系统发生泄漏时应立即停止进酸，并进行 30min 左右置换。

#### （六）整床进酸

维持再生液浓度为 1.0% 左右，控制好进酸时间和进酸量 60cm（以计量箱液位变化为准）。

#### （七）置换

为了充分利用进入床体的再生液，降低酸耗，进酸结束后维持原流量进行 30min 的置换，在置换过程中应注意观察排水 pH 值的变化情况。

#### （八）满水

床体中有空气时，在运行中会发生树脂面不平整、床体振动甚至损坏的现象，所以投床前首先应打开弱酸床空气门，通过缓慢开启上床进水手动门来调整充水流量，待空气门连续出水时停止充水。

#### （九）正洗

为将再生过程中产生的反离子快速排出系统，以免影响再生效果，置换结束后应对床体进行正洗。正洗时，为避免发生下床进水流量过大造成树脂乱层或发生整床树脂呈柱塞状上移而损坏中排装置的现象，应注意缓慢开启下床进水手动门调整下床进水流量，控制上床入口流量比下床入口流量低 20~30t/h。正洗过程中应及时取样化验排水水质，并注意观察排水中有无树脂漏出，待正洗排水硬度小于 2.5mmol/L 时，床体投入运行或备用。

### 四、软水箱补水操作注意事项

（1）弱酸床投运初期或失效停运前因出水水质较差，必须避免补入软水箱内，以保证除盐系统的供水水质。

（2）投运新弱酸床或有运行中即将失效的弱酸床时，应提前将软水箱补至高位，关闭软水箱补水门，适当开大水塔补软化水门，将出水硬度较高的软化水补入水塔。

（3）当失效床停运或新投运弱酸床出水水质（出水硬度小于 2.2mmol/L）稳定后，根据软水箱水位情况决定是否需要打开软水箱补水门进行补水。

### 五、接卸浓硫酸注意事项

（1）卸浓硫酸前岗位运行人员必须检查确认卸硫酸管道通畅。

（2）卸浓硫酸过程中，运行人员必须全程监控硫酸贮存罐液位的变化情况，严禁发生硫酸贮存罐溢流事故。

（3）卸浓硫酸过程中，若卸硫酸管道发生泄漏，应立即停运卸硫酸泵，并关闭硫酸车上浓硫酸出口门，待泄漏点消除现场清理干净无其他安全隐患后，再恢复卸硫酸工作。



(4) 待卸硫酸工作完毕后,运行综合班人员应监督卸硫酸人员将卸硫酸场地冲洗干净,经运行岗位人员验收合格后方可撤离现场。

## 六、使用浓硫酸注意事项及应急处理措施

(1) 浓硫酸具有吸水性、脱水性、强氧化性及酸性,具有很强的腐蚀性,在使用过程中必须戴头盔、穿防护服、戴胶皮手套等,严格做好个人防护措施,注意将裤腿放至防酸雨靴外,袖口放至胶皮手套外。

(2) 当浓硫酸溅到眼睛内或皮肤上时,应迅速用大量的清水冲洗,再以 0.5% 的碳酸氢钠溶液清洗;当浓硫酸溅到衣服上时,应先用清水冲洗然后用 2% 的稀碱液中和,最后再用水清洗。经过上述紧急处理后,应立即至医务所采取进一步措施。

## 七、水源地供水母管定期冲洗工作

### (一) 冲洗应具备的条件

- (1) 在冲洗前确保综合水泵房公用水池水位处于高位,进水门全部关闭。
- (2) 凉水塔水位处于高位,排污门全关且水质处于期望值范围内。
- (3) 弱酸废水池液位处于低位,废水泵良好备用。
- (4) 弱酸床正常运行或备用,失效床体不超过 1 个,弱酸树脂贮存罐良好备用。
- (5) 工业废水站废水池水位处于相对低位,可用容积大于  $1500\text{m}^3$ ,澄清池及加药系统无检修工作,处于良好运行或备用状态,药箱液位处于高位。
- (6) 将灰库前溢流切换并排黄河闸门打开,部分冲洗排水至废水回收中心处理,部分直接排放。

(7) 水源地各升压泵处于良好状态,水池水位处于高位。

### (二) 冲洗过程中注意事项

- (1) 冲洗时各阀门的操作应缓慢进行,尤其是大阀门的开、关操作更应注意,避免管网压力的大幅波动。
- (2) 集控运行人员应做好循环水泵和辅机泵的运行监督工作。
- (3) 水源地值班人员应重点加强升压泵的电流和管网压力的监督,发现异常及时联系化学运行班长。
- (4) 化学运行人员应密切关注凉水塔和公用水池水位的变化,发现异常及时汇报部门并采取有效措施。
- (5) 弱酸床投运后压差大或失效后反洗时,运行人员一定要缓慢操作,防止反洗流量过大对中排装置造成冲击、损坏。

## 第四节 异常分析及处理

### 一、水源地来水水质恶化原因分析及处理措施

水源地来水为黄河滩地下水,水中泥沙含量较大,长时间运行会缓慢沉积在管道底部,在压力、流量突然波动时,因水流的扰动使管道内沉积物被搅起,致使水质恶化。该



水目视呈黑褐色，用手揉搓有黏滑感。在进入弱酸床后，上床直接附着于树脂表层，且逐步渗透至树脂层中，下床能够透过石英砂，渗透至树脂层中，水中污物夹杂于树脂颗粒之间，一方面影响树脂交换能力，另一方面致使树脂板结，压差增大，直接危害到弱酸床的正常运行，严重时会造成中排漏树脂甚至发生中排装置损坏事故。

#### （一）水源地来水水质恶化原因分析

##### （1）水源地工业蓄水池水质恶化。

（2）供水母管内水体流速突然增大，将管道底部含绵沙、腐殖质等成分的沉积物搅起，造成水质恶化。

#### （二）处理措施

（1）当水源地工业蓄水池水质恶化时，值班人员应立即停止弱酸床运行，全关水塔排污门和公用消防水池补水门，加强原水浊度化验，并对水塔及公用消防水池的液位变化情况进行重点监控。同时运行班长积极与水源地联系，在水源地工业蓄水池水质好转后，缓慢开启弱酸站供水母管冲洗排水门，在保证管道底部沉积物不被搅起的情况下，缩短水质恢复正常的时间。

（2）当供水母管内水体流速突然增大造成水质恶化时，值班人员应立即停止弱酸床运行，全关水塔排污门和公用消防水池补水门，加强原水浊度化验，并对水塔及公用消防水池的液位变化情况进行重点监控。同时班长积极联系值长，通过值长协调水源地运行方式，以降低供水母管内水体流速，使水质逐步好转。

（3）待原水浊度降低至 10NTU 以下时，值班人员继续加强原水浊度化验，在确保原水浊度稳定的前提下，逐步缓慢增加弱酸用水量或公用消防水池补水量，直至系统恢复正常运行。

## 二、弱酸床中排装置损坏原因分析

#### （一）操作方面

（1）反洗不当。弱酸床大反洗前未对床体先进行小反洗操作；大反洗时反洗流量瞬间增大，使整床树脂呈柱塞状上移，对中排装置造成较大冲击。

（2）弱酸床运行中上下床流量调整不当。上下床流量偏差过大，会导致床体压差急剧上升，对中排装置造成较大冲击。

#### （二）水质方面

弱酸床在运行中因上床树脂较下床树脂粒径小，当原水中悬浮物含量过高时，上床树脂层过滤精度明显大于下床石英砂垫层和大粒径树脂层，短时可导致弱酸床压差急剧增大，造成中排装置上下受力不均，致使个别紧固螺钉松动或变形。

#### （三）设备方面

##### （1）中排装置材质强度不够。

##### （2）中排装置紧固螺钉松动或法兰连接处垫片老化。

#### （四）树脂方面

树脂粒径均一性差：树脂粒径差别较大时，上床树脂层过滤精度明显大于下床石英砂垫层和大粒径树脂层，随着运行周期的延长，可导致弱酸床压差较快上升，造成中排装置