

300MW级火力发电机组运行技术问答丛书

# 电厂化学分册

陈志和 主编



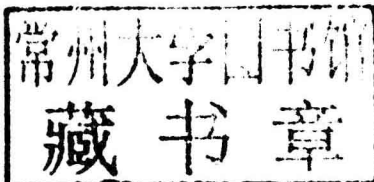
300MW级火力发电机组运行技术问答丛书

# 电厂化学分册

主编 陈志和

参编 周柏青 李正奉 谢学军

黄 梅 薛金凤



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书以问与答的形式全面阐述了 300/350 MW 火力发电机组水处理、热力设备防腐、电力用油以及动力燃煤的相关内容。

全书共分二十章，主要内容包括：水的混凝、沉淀和澄清处理，粗滤、微滤和超滤，反渗透、离子交换、EDI 除盐，凝结水精处理，冷却水稳定处理，电厂废水处理；热力设备水汽系统的腐蚀及防护，锅炉水化学工况，蒸汽污染、积盐及其防止，化学清洗与停用保护，发电机内冷水系统的腐蚀与水质调节，锅炉烟气侧的腐蚀与防护；电力用油及动力燃煤的化学监督等。

本书适合从事电厂化学工作的工人、工程技术人员阅读，可作为火力发电厂生产人员的培训教材，也可供高等院校相关专业师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

300MW 级火力发电机组运行技术问答丛书. 电厂化学分册/陈志和主编. —北京：中国电力出版社，2013. 2

ISBN 978-7-5123-3901-9

I. ①3… II. ①陈… III. ①火力发电-发电机组-电力系统运行-问题解答 ②火电厂-电厂化学-问题解答  
IV. ①TM621. 3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 315656 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月北京第一次印刷  
787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 490 千字  
印数 0001—3000 册 定价 55.00 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



# 前 言

我国从 20 世纪 80 年代开始, 国产引进型 300MW 汽轮发电机组作为火力发电主力机组得到迅猛的发展, 30 多年来它们在我国电力工业中发挥了重要作用, 而且至今仍然在火电行业占有重要地位。随着超临界技术的成熟和发展, 300MW 级的机组也开始采用超临界参数。从 2008 年底第一台机组投产开始, 一大批纯凝汽和供热 350MW 超临界汽轮发电机组陆续投产和正在建设当中。

在采用超临界参数的同时, 300MW 级机组还在不断采用更多的新技术、新设备、新工艺、新材料、新系统。为满足广大技术人员和现场生产人员深入了解目前 300MW 亚临界机组和 350MW 超临界机组的结构、运行、系统等知识的需要, 我们组织人员编写了《300 MW 级火力发电机组运行技术问答丛书》。丛书包括《锅炉分册》、《汽轮机分册》、《电气分册》、《热工控制分册》、《电厂化学分册》等五个分册。

丛书采用问答的形式, 内容上力求理论联系实际, 尽量反映当今的新技术、新设备、新系统。同时, 强调题目具有针对性、答案简明易懂, 从而更便于从事 300MW 级火力发电机组设计、安装、调试、运行、检修的工程技术人员及管理人员阅读。

《电厂化学分册》结合当今电厂化学工作的实际情况, 详细介绍了离子交换技术在补水处理、凝结水精处理中的应用, 突出了超滤、反渗透、EDI 技术和锅炉水化学工况及化学监督, 全面解答了电厂化学工作中的技术问题。该分册由武汉大学陈志和主编, 参加编写的人员还有武汉大学周柏青、李正奉、谢学军、黄梅、薛金凤和陈彦等。其中第一、二、三、六、八章由陈志和与陈彦编写; 第四、五、七、九章由周柏青编写; 第十至十三章由李正奉编写; 第十四至十七章由谢学军编写; 第十八章由黄梅编写; 第十九、二十章由薛金凤编写。全书由陈志和统稿。

本书在编写过程中, 参阅了大量文献以及相关资料, 得到武汉大学水质工程系的大力支持, 在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限, 书中难免有不妥之处, 敬请读者批评指正。

编 者  
2012 年 8 月



## 目 录

## 前言

<b>第一章 电厂用水水质概述</b> .....	1
1. 天然水中的杂质是如何分类的? .....	1
2. 地表水和地下水的水质特点有何不同? .....	1
3. 海水的水质特点是什么? .....	1
4. 什么是中水? 中水回用的基本条件是什么? .....	2
5. 天然水中氧(O <sub>2</sub> )和二氧化碳(CO <sub>2</sub> )的来源有什么不同? .....	2
6. 什么是水质指标? 什么是水的技术指标? 火力发电厂用水的技术指标有哪些? .....	2
7. 什么是水的悬浮固体? 什么是水的浊度? 浊度的表示单位有哪些? .....	3
8. 什么是水的含盐量? 计量单位是什么? .....	3
9. 什么是水的溶解固体? 为什么说溶解固体只能近似表示水中溶解盐类的含量? .....	3
10. 什么是水的电导率? 为什么说电导率是表征水中溶解盐类的一种替代指标? .....	3
11. 什么是氢电导? 为什么用氢电导表示水汽质量? .....	4
12. 什么是水的硬度指标? 硬度如何分类? .....	4
13. 什么是水的碳酸盐硬度? 什么是水的非碳酸盐硬度? .....	4
14. 硬度的单位如何表示? .....	4
15. 什么是水的碱度? 形成碱度的物质有哪些? .....	4
16. 什么是水的甲基橙碱度? 什么是水的酚酞碱度? .....	5
17. 什么是水的酸度? 形成酸度的物质有哪些? .....	5
18. 什么是水的pH值? .....	5
19. 酸度与pH值的含义有什么不同? .....	5
20. 水中有机物是指什么? 有机物对水体有什么危害? .....	5
21. 表示水中有机物含量的指标有哪些? .....	6
22. 用COD <sub>Mn</sub> 表示的有机物含量和用COD <sub>Cr</sub> 表示的有机物含量有什么不同? .....	6
23. 什么是生化需氧量? 为什么生化需氧量能反映水中有机物的多少? .....	6
24. 什么是活性硅、非活性硅和全硅? .....	6
25. 水体中的氨氮是指什么? 氨氮对水体有何危害? .....	6
26. 天然水按含盐量的大小分为哪几个类别? .....	7
27. 天然水按其盐类的组成为哪几种类型的水? 有何特征? .....	7
28. 什么是水的过剩碱度? .....	7

29. 水中碳酸化合物有哪些形态? 与 pH 值的关系如何? .....	7
30. 水中硅酸化合物有哪些形态? .....	8
31. 如何根据水中阴、阳离子总浓度对水质分析结果进行校核? .....	8
32. 如何用含盐量、溶解固体对水质分析结果进行校核? .....	8
33. 如何用 pH 值与碳酸化合物的关系进行水质校核? .....	9
34. 举例说明如何根据水质分析结果计算水的技术指标。 .....	9

## **第二章 混凝** .....

1. 什么是水的混凝处理? 什么是凝聚? 什么是絮凝? .....	11
2. 什么是胶体的稳定性? 亲水胶体和憎水胶体在水中稳定原因有何不同? .....	11
3. 什么是胶体的动电电位? 动电电位的大小与哪些因素有关? .....	11
4. 什么是胶体的脱稳? 胶体脱稳的方法有哪些? .....	12
5. 为什么混凝处理能除去水中的胶体和悬浮物? .....	12
6. 铝盐混凝剂有哪些? 聚合铝作混凝剂有哪些特点? .....	12
7. 什么是聚合铝的碱化度? 碱化度的大小对混凝效果有何影响? .....	13
8. 铁盐混凝剂有哪些? 聚合铁作混凝剂有哪些特点? .....	13
9. 什么叫助凝剂? 助凝剂的作用是什么? .....	13
10. 采用聚丙烯酰胺作絮凝剂的作用原理是什么? 为什么采用聚丙烯酰胺时, 通常要加入一定比例的氢氧化钠? .....	13
11. 为什么混凝石灰处理时宜采用铁盐作混凝剂, 而不宜用铝盐作混凝剂? .....	14
12. 影响混凝效果的因素有哪些? .....	14
13. 如何确定混凝剂的最佳剂量? .....	14
14. 水的 pH 值对混凝效果有何影响? 如何确定混凝处理的最佳 pH 值? .....	14
15. 水中有机物对混凝效果有何影响? 在混凝处理中常采用何办法予以消除? .....	15
16. 原水碱度对混凝效果有何影响? 采用什么措施以消除碱度不足的影响? .....	15
17. 水温对混凝效果有何影响? .....	15
18. 混凝过程中对水力条件的要求是什么? .....	15
19. 提高低浊度水的混凝效果, 通常采用的措施有哪些? .....	15
20. 用硫酸亚铁作混凝剂时, 采用什么办法来提高其混凝效果? .....	16
21. 混凝沉淀处理后, 水质发生了哪些变化? .....	16
22. 什么是絮凝反应水体流动的速度梯度? 有什么应用意义? .....	16
23. 混凝剂的投加方式有哪几种? .....	16
24. 药液与水的混合有哪几种方式? 管式混合器特点是什么? .....	16
25. 反应池的作用是什么? 有哪几种形式? 隔板式反应池的作用原理是什么? .....	17

## **第三章 沉淀和澄清** .....

1. 什么是水的沉淀处理? 什么是水的澄清处理? .....	18
2. 用斯托克斯公式说明提高沉淀效率可采用哪些措施? .....	18
3. 颗粒在静水中拥挤沉降的沉降特点是什么? 沉降速度公式如何表示? .....	18
4. 什么是沉淀池颗粒沉降的截留速度和沉淀池的表面负荷? .....	18
5. 什么是沉淀池的沉淀效率? 颗粒去除率如何表示? .....	19



6. 斜板(管)式沉淀池的沉淀原理是什么? .....	19
7. 什么是斜板(管)式沉淀池?斜板(管)有哪些形式? .....	19
8. 斜板(管)沉淀池的斜板或斜管的倾斜角多大为宜? .....	20
9. 影响沉淀池沉淀效果的水力条件有哪些? .....	20
10. 斜板(管)式沉淀池为什么可以提高沉淀效率? .....	20
11. 澄清池按其泥渣状态可分为哪几种类型?泥渣状态有何差别? .....	20
12. 澄清处理的技术特点是什么?澄清池中泥渣的作用是什么? .....	21
13. 机械搅拌澄清池泥渣循环的动力是什么?什么是泥渣回流比?回流比如何调节? .....	21
14. 水力循环澄清池泥渣循环的动力是什么?回流比如何调节? .....	22
15. 什么是脉冲澄清池?脉冲发生器有几种形式? .....	22
16. 澄清池投运初期,为了加快形成所需的泥渣浓度可采取哪些措施? .....	22
17. 在水的混凝澄清处理中,加氯的目的是什么? .....	22
18. 澄清池运行中应注意哪些事项? .....	22
19. 什么是泥浆的沉降比? .....	23
20. 机械搅拌澄清池和水力循环澄清池的主要特点有何不同? .....	23
21. 机械搅拌澄清池运行中常会出现哪些异常情况?可能原因有哪些?如何处理? .....	23

#### **第四章 过滤** .....

1. 什么是过滤?什么是表面过滤?什么是深层过滤? .....	25
2. 试解释滤料、滤床、滤池和过滤器。 .....	25
3. 何谓滤速? .....	25
4. 水处理中过滤的主要目的是什么?过滤设备有哪些类型? .....	25
5. 什么是直接过滤、混凝过滤和变孔隙过滤? .....	26
6. 用什么表示过滤精度? .....	26
7. 水处理常用的过滤介质有哪些? .....	26
8. 什么是微滤器?常用的滤芯有哪几种? .....	26
9. 什么是保安过滤器?常用在什么地方? .....	26
10. 什么是超滤器?主要作用是什么? .....	27
11. 什么是截留分子量? .....	27
12. 试述粒状滤料的粒度及其含义。滤料粒度对过滤有什么影响? .....	27
13. 水处理对滤料的化学稳定性有什么要求? .....	27
14. 试述滤层厚度对过滤的影响。 .....	27
15. 试解释滤膜的水通量、截留率和跨膜压差。 .....	28
16. 说明粒状滤料过滤器的截污原理。 .....	28
17. 什么是过滤器的工作周期和过滤周期? .....	28
18. 过滤过程中,粒状滤料过滤器的水头损失和出水水质是如何变化的? .....	28
19. 粒状滤料过滤器的水头损失与哪些因素有关? .....	29
20. 如何确定过滤器的失效点? .....	29
21. 过滤器的失效点与过滤终点之间有何联系和区别? .....	29
22. 什么是过滤器的反洗?有哪些反洗方式? .....	29

23. 为什么要控制粒状滤料过滤器的反洗强度? 如何控制反洗条件? .....	29
24. 水处理中活性炭吸附过滤器的主要作用是什么? 活性炭应符合什么条件? .....	30
25. 影响活性炭吸附的主要因素有哪些? .....	30
26. 说明活性炭除氯原理及其影响因素。 .....	30
27. 为什么要求及时更换活性炭? .....	30
28. 试说明滤膜截留杂质的原理。 .....	31
29. 什么是滤膜的浓差极化? 有何危害? 防止方法是什么? .....	31
30. 什么是膜污染? 膜污染与哪些因素有关? .....	31
31. 清洗滤膜有哪些方法? .....	31
32. 试述重力无阀滤池自动反冲洗的形成和终止。 .....	31
33. 何谓活性炭吸附过滤器的生物污染? 如何防止? .....	32
34. 纤维过滤器有哪几种类型? 特点如何? 为什么纤维过滤器比粒状滤料过滤器的 截污能力强? .....	32
35. 简述纤维球过滤器。 .....	32
36. 简述胶囊挤压式纤维过滤器。 .....	32
37. 简述活动孔板式纤维过滤器。 .....	33
38. 简述超滤膜组件的主要类型。 .....	33
39. 用户如何检测中空纤维膜组件的质量? .....	33
40. 中空纤维超滤装置有哪几种运行方式? .....	34
41. 为什么超滤装置运行一段时间后必须进行清洗和消毒? .....	34
42. 如何把握超滤装置的化学清洗时机? .....	34
43. 简述超滤装置的常见故障及其对策。 .....	34
44. 如何保养停运后的超滤装置? .....	35
45. 试述盘片过滤器的结构与工作过程。 .....	35
46. 举例说明自清洗过滤器的结构与工作过程。 .....	35
47. 电厂水处理消毒的主要任务是什么? .....	36
48. 消毒剂有哪几类? 电厂水处理常用哪些消毒剂? .....	36
49. 什么是余氯? .....	36
50. 如何计算氯化物消毒剂的有效氯含量? .....	36

## **第五章 反渗透除盐** .....

1. 试述反渗透脱盐的原理。 .....	38
2. 反渗透脱盐必须具备哪两个条件? .....	39
3. 如何计算渗透压? .....	39
4. 计算浓水渗透压应注意什么问题? .....	39
5. 渗透压与渗透压差有何区别和联系? .....	39
6. 试根据氢键结合水—空穴有序扩散模型说明反渗透膜的选择透过原理。 .....	39
7. 为什么说反渗透膜的最佳孔径等于 $2\delta$ ? .....	40
8. 为什么说水和盐是相互独立地透过反渗透膜的? .....	40
9. 目前主要有哪两类反渗透膜? 为什么常用聚砜制作反渗透膜的支撑层? .....	40



10. 什么是复合膜？有何优点？ .....	40
11. 什么是非对称膜？ .....	41
12. 简述反渗透膜的双层结构模型。 .....	41
13. 为什么说反渗透膜具有方向性？ .....	41
14. 复合膜的断面结构如何？ .....	41
15. 反渗透膜是如何分类的？有哪些类型？ .....	41
16. 抗污染膜是通过什么途径提高抗污染能力的？ .....	42
17. 如何计算反渗透装置的脱盐率？ .....	42
18. 哪些因素影响反渗透装置的脱盐率？ .....	42
19. 水通量、盐通量和溶液通量有什么联系与区别？受哪些因素影响？ .....	42
20. 什么是回收率？ .....	43
21. 试说明反渗透膜的耐氧化能力。 .....	43
22. 水温对反渗透装置的水通量有何影响？什么是温度校正因子？ .....	43
23. 什么是反渗透膜的压密？它与运行时间有什么关系？ .....	43
24. 反渗透膜一般在什么水温条件下使用？ .....	44
25. 为什么说反渗透装置运行时浓水流量不能太小？ .....	44
26. 说明卷式反渗透膜元件的结构和水流通道。 .....	44
27. 试述卷式反渗透膜元件的使用条件。 .....	44
28. 为什么要对反渗透装置的进水进行预处理？ .....	45
29. 说明不同水源的反渗透进水的预处理工艺。 .....	45
30. 反渗透预处理中常用的深度除浊方法有哪些？说明 SDI 含义及其测定方法。 .....	47
31. 反渗透装置为什么存在结垢危险？可采用哪些防垢方法？ .....	47
32. 说明加酸防 $\text{CaCO}_3$ 垢的原理、加酸的种类及其用量。 .....	47
33. 试述加阻垢剂防垢的特点和阻垢剂用量。 .....	47
34. 说明阻垢剂的配制、投加过程。 .....	48
35. 为什么必须对反渗透进水杀菌？ .....	48
36. 如何监测反渗透系统的杀菌效果？ .....	48
37. 如何控制反渗透系统中微生物的生长？ .....	49
38. 为什么要除去反渗透入口水中的氧化性杀菌剂？常用的除去方法有哪些？ .....	49
39. 如何防止硅垢在反渗透装置中沉积？ .....	49
40. 为什么要控制反渗透进水温度？ .....	49
41. 为什么要控制反渗透进水中铁锰等的含量？ .....	50
42. 为什么要控制反渗透进水的 pH 值？ .....	50
43. 为什么要除去反渗透进水中的有机物？用什么方法除去反渗透进水中的有机物？ .....	50
44. 澄清、石灰处理、活性炭吸附大致可以除去多少有机物？ .....	50
45. 什么是反渗透系统的段、级？增加段、级有何意义？ .....	50
46. 什么情况下需要停运反渗透装置？如何停运反渗透装置？ .....	51
47. 停运反渗透装置应注意什么问题？ .....	51
48. 反渗透装置停机冲洗的目的是什么？有哪些操作步骤？ .....	51
49. 如何保护长期停运的反渗透装置？ .....	52

50. 如何贮存反渗透膜元件? .....	52
51. 什么是保护液? 常用的保护液有哪些? 使用时应注意什么问题? .....	52
52. 如何根据化学清洗频率判断反渗透系统设计、运行中存在的问题? .....	53
53. 在什么情况下清洗反渗透装置? .....	53
54. 确定反渗透装置清洗时机时, 为什么要进行标准化计算? .....	53
55. 如何确定标准化的基准点? 如何进行标准化计算? .....	53
56. 反渗透装置的污染物有哪些类型? 可采取什么样的清洗液? .....	54
57. 试说明反渗透清洗装置的组成。 .....	54
58. 为什么要限制清洗流量? 多大清洗流量才合适? .....	55
59. 反渗透装置的清洗有哪些方式? 循环清洗的一般步骤有哪些? .....	55
60. 反渗透系统一般需要安装哪些仪表? 其作用是什么? .....	56
61. 反渗透系统运行过程中应做好哪些记录? .....	56
62. 反渗透装置有哪些运行故障? 故障的原因是什么? .....	57
63. 如何诊断反渗透装置的运行故障? .....	57

## **第六章 离子交换除盐** .....

1. 离子交换树脂按其所带活性基团的性质分为哪些类别? .....	58
2. 离子交换树脂的分子结构是怎样的? .....	58
3. 如何识别离子交换树脂的型号? .....	59
4. 离子交换树脂如何按其孔型分类? 它们的微孔结构有何差别? .....	59
5. 什么是离子交换树脂的交联度? 交联度对树脂的性能有何影响? .....	59
6. 离子交换树脂为什么通常制成球状? .....	59
7. 离子交换树脂的粒度如何表示? 粒度对树脂的应用有何影响? .....	60
8. 离子交换树脂的密度有哪几种表示方法? .....	60
9. 离子交换树脂的密度与哪些因素有关? .....	61
10. 什么是离子交换树脂的溶胀? 溶胀的原因是什么? 溶胀与哪些因素有关? .....	61
11. 什么是离子交换树脂的转型体积改变率? 树脂的溶胀性对其使用有何影响? .....	61
12. 什么是离子交换树脂的选择性? 选择性与哪些因素有关? 离子交换树脂对水中 常见离子的选择性顺序是什么? .....	61
13. 什么是离子交换树脂的交换容量? 计量单位是什么? .....	62
14. 什么是离子交换树脂的全交换容量、平衡交换容量和工作交换容量? .....	62
15. 什么是阴离子交换树脂的中性盐分解容量、弱碱基团交换容量? .....	62
16. 什么是不等价离子交换的浓度效应? 有何实用意义? .....	63
17. 举例说明如何根据树脂的干态质量交换容量、湿视密度和含水率, 计算树脂的 体积交换容量。 .....	63
18. 什么是离子交换树脂的中性盐分解能力? 什么是离子交换树脂的水解反应? .....	63
19. 简述离子交换树脂的交换原理。 .....	63
20. 什么是离子交换的选择性系数? 有何应用意义? .....	64
21. 什么是离子交换树脂的失效及失效度? 什么是离子交换树脂的再生及再生度? .....	64
22. 举例说明如何应用离子交换平衡, 估算树脂的最大再生度和最好的出水水质。 .....	65

23. 离子交换过程分为哪几个步骤？什么是离子交换速度的控制步骤？ .....	65
24. 水中离子浓度对离子交换速度的控制步骤的影响有何不同？ .....	66
25. 影响离子交换速度的因素有哪些？ .....	66
26. 交换器运行过程中，树脂层如何变化？各离子在失效树脂层中的分布规律是 什么？ .....	66
27. 什么是离子交换的工作层？影响工作层厚度的因素有哪些？ .....	67
28. 什么是离子交换树脂的残余交换容量？它与工作层厚度有什么关系？ .....	67
29. 季铵型强碱性阴树脂 I 型与 II 型在其性能上有什么差别？ .....	67
30. 弱酸性阳离子交换树脂的交换特性是什么？ .....	67
31. 弱碱性阴离子交换树脂的交换特性是什么？ .....	68
32. 如何解释弱碱性阴离子交换树脂的离子交换作用？ .....	68
33. 什么是水的离子交换除盐？什么是复床除盐？什么是一级复床除盐？ .....	69
34. 在复床除盐系统中，为什么放在首位的是 H 交换器而不是 OH 交换器？ .....	69
35. 复床的除盐原理是什么？ .....	69
36. 含有多种阳离子的水通过 H 型阳树脂层时的交换规律是什么？ .....	70
37. 在复床除盐系统中，含有多种阴离子的水通过 OH 型阴树脂层时的交换规律是 什么？ .....	70
38. OH 交换器运行中树脂层的特点是什么？ .....	71
39. 复床除盐系统的组合方式有哪几种？各适用什么场合？ .....	71
40. 水经强酸性阳树脂 H <sup>+</sup> 交换后，其水质组成如何？运行失效时水质如何变化？ 电导率为何先下降，之后又上升？ .....	71
41. 在复床除盐系统中，OH 交换器运行末期出水水质如何变化？OH 交换器先 失效时出水电导率为什么有一最低点？ .....	72
42. 在复床除盐系统的运行过程中，若发现 OH 交换器出水 SiO <sub>2</sub> 升高，如何判断 是 H 交换器引起的，还是 OH 交换器引起的？ .....	73
43. 在单元制复床除盐系统中，H 交换器出水水质对 OH 交换器的除硅效果有何 影响？ .....	73
44. 树脂的再生方式有哪些？影响再生效果的因素有哪些？为什么生产上再生剂的 用量总要超过理论用量？ .....	73
45. 阴床再生时，提高硅酸型树脂再生效果的条件有哪些？ .....	74
46. H 交换器进水硬度比、碱度比对其工作交换容量有何影响？ .....	74
47. H 交换器进水强酸阴离子比值及进水碱度比对其出水 Na <sup>+</sup> 含量有什么影响？ .....	75
48. 离子交换树脂工作交换容量的计算公式如何表示？ .....	75
49. 在强碱性阴树脂工作交换容量的计算公式中，为什么 CO <sub>2</sub> 和 SiO <sub>2</sub> 的摩尔质量 分别取 44g/mol 和 60 g/mol？ .....	75
50. 什么是再生剂耗量(酸耗、碱耗)和再生剂比耗？酸耗、碱耗和再生剂比耗的计算 公式如何表示？ .....	76
51. 举例说明如何估算交换器的运行时间和再生剂用量。 .....	76
52. 在复床除盐系统中，设置除碳器的目的是什么？为什么除碳器一定置于 H 交换 器之后 OH 交换器之前？ .....	77

53. 在复床除盐系统中, 除碳器脱除水中 CO <sub>2</sub> 的原理是什么? .....	77
54. 除碳器中填料的作用是什么? 影响大气式除碳器除 CO <sub>2</sub> 效果的工艺条件有哪些? ...	77
55. 强型树脂和弱型树脂的应用性能有何差别? .....	78
56. 在除盐系统中, 强、弱型树脂联合应用适用的水质条件是什么? .....	78
57. 在强、弱型树脂联合应用中, 如何确定强、弱两种树脂的比例? .....	78
58. 强型树脂和弱型树脂联合应用的运行和再生如何进行? .....	79
59. 弱酸 H 交换器进水中硬碱比对其出水水质有何影响? .....	80
60. 在强、弱型阴树脂联合应用中, 弱碱 OH 交换器出水水质如何变化? .....	80
61. 在复床除盐系统中, 弱碱 OH 交换器放在除碳器之前或之后, 对其交换容量的 发挥有何影响? .....	81
62. 强、弱型阴树脂联合应用的再生过程中, 为什么在弱碱性阴树脂层中容易析出 胶体硅? 如何防止? .....	81
63. 在强、弱型树脂联合应用中, 如何确定再生剂的用量? .....	82
64. 影响弱型树脂工作交换容量的因素有哪些? 在除盐系统中, 弱型树脂的工作 交换容量如何计算? .....	82
65. 在除盐系统中, 强、弱型树脂联合应用有哪些组合方式? .....	83
66. 什么是混合床除盐? 混合床的除盐原理是什么? .....	83
67. 补给水混床中, 阴、阳树脂的体积比为什么取 2:1? .....	84
68. 什么是混床树脂的抱团? 为什么树脂会抱团? 如何消除? .....	84
69. 混合床除盐的优、缺点是什么? .....	84
70. 离子交换除盐系统对进水水质的要求是什么? .....	84
71. 为什么要对离子交换除盐系统进水中余氯含量加以限制? 树脂被氧化后有何 症状? .....	85
72. 为什么要对离子交换除盐系统进水中 Fe 含量加以限制? 树脂 Fe 污染后有何 症状? .....	85
73. 什么是树脂的有机物污染? 为什么凝胶型强碱性阴树脂易受有机物污染? .....	85
74. 强碱性阴树脂有机物污染后表现出的症状有哪些? .....	86
75. 被有机物污染的阴树脂采用碱性氯化钠溶液进行复苏处理的原因何在? .....	86
76. 离子交换树脂在贮存期间应注意什么? .....	86
77. 新树脂使用前为什么要进行预处理? 如何处理? .....	87
78. 001×7 强酸性阳树脂和 201×7 强碱性阴树脂的报废标准是什么? .....	87
79. 离子交换装置有哪些基本类别? .....	88
80. 离子交换器排水装置的作用是什么? 常用形式有哪几种? .....	88
81. 什么是顺流再生离子交换器? 简述一个运行周期的操作步骤。 .....	88
82. 什么是逆流再生离子交换器? 为防止逆流再生时树脂乱层可采取的措施有哪些? .....	89
83. 逆流再生离子交换器中排装置的作用是什么? 常用形式有哪几种? .....	89
84. 逆流再生离子交换器中压脂层的作用是什么? .....	90
85. 逆流再生离子交换器的小反洗和小正洗的目的有何不同? .....	90
86. 简述逆流再生离子交换器一个运行周期的操作步骤。 .....	90
87. 为什么逆流再生离子交换器还要进行大反洗? 大反洗应注意什么? .....	90

88. 与顺流再生工艺相比, 逆流再生工艺具有哪些优点? .....	91
89. 什么是分流再生离子交换器? 分流再生离子交换器有什么特点? .....	91
90. 什么是浮动床? 为什么浮动床的树脂层可高些, 运行流速也比固定床大些? .....	91
91. 为什么浮动床在再生排液管上加装倒 U 形管? .....	92
92. 浮动床水垫层的作用是什么? 惰性树脂层的作用是什么? .....	92
93. 简述浮动床一个运行周期的操作步骤。 .....	92
94. 浮动床运行中应注意哪些问题? .....	92
95. 什么是混合床? 混合床一个运行周期的操作步骤有哪些? 为防止树脂在沉降过程中重新分层, 可采取什么措施? .....	93
96. 什么是双层床? 水和再生液的流动方向是怎样的? .....	93
97. 什么是双室床? 水和再生液的流动方向是怎样的? .....	93
98. 什么是双室浮动床? 有什么特点? .....	94
99. 什么是满室床? 满室床有什么特点? .....	94
100. 如何根据床型特点、进水水质条件和出水水质要求合理选择床型? .....	95

## **第七章 电除盐技术** .....

1. 什么是电除盐技术? 它有什么特点? .....	96
2. 试说明离子交换膜的组成。 .....	96
3. 离子交换膜有哪些种类? .....	96
4. 什么是离子交换膜的面电阻? 它对 EDI 有什么影响? .....	97
5. 什么是离子交换膜的选择透过性? 离子交换膜为什么具有选择性? .....	97
6. 什么是 Donnan 平衡? 试根据 Donnan 平衡说明膜的选择性。 .....	97
7. 为什么说膜的选择性低于 100%? .....	98
8. 试述 EDI 去盐的原理。 .....	98
9. EDI 去盐必须满足哪两个条件? .....	99
10. 在 EDI 中离子的传质途径有哪四种? .....	99
11. 什么是对流传质? .....	99
12. 什么是扩散传质? 受哪些因素影响? .....	99
13. 什么是电迁移传质? 受哪些因素影响? .....	99
14. 什么是离子交换传质? 试分析之。 .....	99
15. EDI 淡水室中混合离子交换树脂的作用是什么? .....	100
16. EDI 去离子有哪些规律? .....	100
17. 淡水室可分哪三个区域? 何谓工作床? 何谓抛光床? .....	100
18. EDI 的电极反应会带来什么问题? 如何解决这些问题? .....	100
19. 淡水室中可能发生哪些物理化学过程? .....	100
20. 什么是极限电流密度? EDI 运行时膜表面发生极化的原因何在? .....	101
21. 极化对 EDI 运行有什么影响? .....	101
22. 为什么 EDI 装置一般是从下部进水, 从上部出水? .....	102
23. EDI 模块有哪些类别? .....	102
24. 浓水循环式和浓水直排式 EDI 模块有什么特点? .....	102

25. 淡水隔板和浓水隔板的作用是什么？对 EDI 有什么影响？	103
26. EDI 的填充材料有哪两类？	103
27. EDI 系统应配置哪些仪表？配置在什么位置？	103
28. 为什么有时需要向 EDI 浓水加盐？	103
29. 用二级反渗透的淡水作为 EDI 进水时，如何保证浓水电导率？	104
30. 为什么说 EDI 模块紧固螺栓的扭矩应该合适？如何调整扭矩？	104
31. 一般在什么情况下需要调整扭矩？	104
32. EDI 对进水有什么要求？	104
33. 为什么说 EDI 仅适用于低含盐量水的深度除盐？	104
34. 如何表达 EDI 进水的含盐量？含盐量对 EDI 运行有什么影响？	104
35. 为什么要限制 EDI 进水硬度？	105
36. 进水 pH 值对 EDI 有什么影响？	105
37. 为什么说水电离对于 EDI 的运行非常重要？	105
38. 铁、锰对 EDI 有哪些危害？	106
39. 为什么要控制进水中的氧化剂含量？	106
40. 为什么要去除进水的颗粒杂质？如何控制颗粒杂质？	106
41. 为什么要控制进水的有机物含量？	106
42. 进水 CO <sub>2</sub> 对 EDI 的运行有什么影响？	106
43. 硅酸化合物对 EDI 的运行有什么影响？如何控制硅垢和提高除硅效果？	107
44. 试述水温对 EDI 运行的影响。	107
45. EDI 运行的压力和压降是指什么？哪些因素影响压降？如何控制压力？	107
46. 为什么要控制 EDI 的流量？	108
47. 如何计算 EDI 的回收率？为什么要控制回收率？	108
48. 电压对 EDI 运行有什么影响？	108
49. 为什么要控制 EDI 的工作电流？	109
50. EDI 投运前应作哪些检查？	109
51. 什么情况下需要电再生 EDI？电再生的目的和实质是什么？	109
52. 电再生 EDI 的条件如何？怎样操作？	109
53. 如何启动 EDI 装置？	110
54. 试解释 EDI 工作的 U-I 曲线。什么是 EDI 的极限电流、分解电压、再生电流和再生电压？	110
55. EDI 自动运行过程中需要做好哪些工作？	111
56. 如何根据模块的进出离子量判断 EDI 的工作状态？	111
57. 短期停运期间如何保护 EDI 装置？停运结束后如何启动 EDI 装置？	112
58. 长期停运期间如何保护 EDI 装置？停运结束后如何启动 EDI 装置？	112
59. EDI 装置对安装环境有何要求？储藏 EDI 模块应注意哪些事项？	112
60. 如何做好 EDI 模块的防冻工作？	112
61. EDI 污堵的原因有哪些？	113
62. 为什么没有必要频繁清洗 EDI 装置？举例说明如何确定 EDI 装置的清洗时间。	113
63. 如何清洗浓水室和极水室？	114



64. 如何清洗淡水室? 应注意什么问题? .....	114
65. EDI 的消毒应注意什么问题? .....	115

## **第八章 凝结水处理**..... 116

1. 汽轮机凝结水中的杂质主要来源于哪些方面? .....	116
2. 凝结水中杂质的种类及形态有哪些? .....	116
3. 凝结水是否设置精处理应综合考虑哪些方面的因素? .....	117
4. 凝结水精处理系统的基本组成包括哪些部分? 可采用的工艺系统有哪几种? .....	117
5. 凝结水精处理装置在热力系统中的什么位置? 有哪些连接方式? .....	117
6. 凝结水中杂质的特点及对过滤的要求是什么? .....	117
7. 电磁过滤器的除铁原理是什么? 其应用有什么局限性? .....	118
8. 微孔滤元过滤器除粒状杂质的原理是什么? 滤元形式有哪几种? .....	118
9. 各种滤元的性能有何差别? .....	118
10. 在凝结水处理系统中, 氢型阳床过滤器的作用是什么? .....	119
11. 什么是粉末树脂覆盖过滤器? 在凝结水处理中的作用是什么? .....	119
12. 微孔滤元过滤器运行过程中的异常情况、可能原因及处理方法有哪些? .....	119
13. 凝结水混床的工作特点有哪些? .....	120
14. 为什么凝结水混床宜采用体外再生? .....	120
15. 为什么凝结水混床宜选用机械强度高的树脂? .....	120
16. 什么是均粒径树脂? 为什么凝结水混床宜采用均粒径树脂? .....	120
17. 凝结水混床系统中的再循环单元的作用是什么? 混床进水小旁路的作用是什么? .....	121
18. 简述凝结水 3×50% 高速混床系统的运行方式。.....	121
19. 简述凝结水混床的运行操作步骤。.....	121
20. 什么是混床树脂的交叉污染? 交叉污染对混床运行的出水水质有何影响? .....	122
21. 运行前阴、阳树脂混合不均匀对混床出水水质有何影响? 如何避免? .....	122
22. 凝结水混床放氯的原因是什么? 有何解决办法? .....	122
23. 混床进水 pH 值对其出水水质有什么影响? 如何解决? .....	123
24. 凝结水混床运行过程中的异常情况、可能原因及处理方法有哪些? .....	123
25. 混床阴、阳树脂的分离所依据的原理是什么? 什么是树脂分离的水力筛分法? .....	124
26. 什么是混床树脂分离的中间抽出法? 有什么不足之处? .....	124
27. 什么是混床树脂的高塔分离法? 分离塔有何特点? .....	125
28. 简述高塔分离法树脂的分离过程。如何控制树脂的送脂量? .....	125
29. 如何进行树脂的泄压曝气擦洗? .....	126
30. 什么是树脂的锥体分离法? 简述锥体分离法树脂的分离过程。.....	126
31. 如何监控锥体分离塔中阳树脂的送出量? 为什么在送出阳树脂的后期要在输 送水中引入 CO <sub>2</sub> 气体? .....	126
32. 什么是树脂的浮选分离法? 适用哪种混脂的分离? 宜选用什么浮选剂? .....	127
33. 为使树脂输送彻底, 可采取哪些措施? .....	127
34. 什么是铵型混床? 为什么凝结水处理中考虑用铵型混床? .....	127
35. 铵型混床对树脂再生度的要求与氢型混床有什么差异? .....	128

36. $\text{NH}_4/\text{OH}$ 型混床运行的基本条件是什么? 为什么全挥发性水化学工况时可考虑用 $\text{NH}_4/\text{OH}$ 型混床, 而联合水化学工况时没必要按 $\text{NH}_4/\text{OH}$ 型运行? .....	128
37. 氢型混床转为铵型混床的运行过程中, 混床出水水质如何变化? .....	128
38. 凝结水 $\text{NH}_4/\text{OH}$ 型混床运行有哪些好处? 存在什么问题? .....	129
39. 空冷机组凝结水的水质特点是什么? .....	129
40. 空冷机组凝结水精处理宜选用哪些处理系统? .....	130
41. 某空冷机组凝结水精处理系统由 $3\times 50\%$ 粉末树脂覆盖过滤器及其旁路和 $3\times 50\%$ 高速混床及其旁路组成, 试简述该系统的运行模式及条件。 .....	130
42. 粉末树脂覆盖过滤器在凝结水精处理应用中还存在哪些问题? .....	130

## **第九章 循环冷却水处理** .....

1. 电厂冷却水系统有哪三种? .....	132
2. 什么是直排式冷却水系统? 特点如何? .....	132
3. 什么是间冷闭式循环冷却水系统? 特点如何? .....	132
4. 什么是间冷开式循环冷却水系统? 特点如何? 主要问题是什么? .....	132
5. 影响凝汽器真空度的因素有哪些? 如何根据真空度变化判断凝汽器的洁净状态? .....	133
6. 如何根据凝汽器传热端差判断凝汽器的洁净状态? .....	133
7. 危害循环冷却水系统的污损生物有哪几类? .....	133
8. 简述冷却水系统中的藻类及其危害。 .....	133
9. 简述冷却水系统中的细菌及其危害。 .....	133
10. 简述冷却水系统中的真菌及其危害。 .....	134
11. 简述冷却水系统中的大型污损生物及其危害。 .....	134
12. 什么是生物黏泥? 什么是生物黏泥量? .....	134
13. 如何计算循环冷却水的浓缩倍数? .....	134
14. 如何控制循环冷却水的浓缩倍数? .....	135
15. 如何计算循环冷却水的蒸发损失率、排污率? .....	135
16. 如何根据循环冷却水质的变化规律, 控制循环冷却水质? .....	135
17. 间冷开式循环冷却水系统中冷却水质的变化有什么特点? .....	135
18. 如何根据极限碳酸盐硬度判断循环冷却水系统是否正在生成水垢? .....	136
19. 如何根据饱和指数判断循环冷却水系统是否正在生成水垢? 这种判断方法存在什么问题? .....	136
20. 如何根据稳定指数判断循环冷却水系统是否正在生成水垢? .....	137
21. 如何根据临界 pH 值判断循环冷却水系统是否正在生成水垢? .....	137
22. 如何根据 $\Delta A$ 判断循环冷却水系统是否正在生成水垢? 这种判断方法存在什么问题? .....	138
23. 防止凝汽器结垢有哪些方法? .....	138
24. 说明石灰软化的原理及其工艺流程。 .....	139
25. 说明石灰软化的技术要点。 .....	139
26. 石灰软化处理可以改善哪些水质? .....	140
27. 说明电磁处理技术防垢、除垢和杀菌的机理。 .....	140

28. 说明电磁处理技术的优缺点。 .....	140
29. 有哪些方法可以预防污垢在凝汽器中沉积? .....	141
30. 什么是污垢热阻值? 什么是黏附速率? .....	141
31. 什么是阻垢剂的阈限效应? 为什么阻垢处理的同时要求控制好排污量? .....	141
32. 什么是阻垢剂的协同效应? .....	141
33. 说明阻垢处理的原理。 .....	142
34. 简要说明聚磷酸盐的阻垢性能及其存在的问题。 .....	142
35. 简要说明有机膦酸阻垢剂的种类和性能。 .....	142
36. 简要说明均聚物阻垢剂的种类和性能。 .....	143
37. 什么是绿色阻垢剂? 主要有哪些种类? .....	143
38. 什么是示踪型阻垢剂? .....	144
39. 为什么要从严控制循环冷却水系统的腐蚀速率? .....	144
40. 说明微生物腐蚀的机理。 .....	144
41. 循环冷却水系统腐蚀的控制标准是什么? .....	145
42. 控制循环冷却水系统腐蚀的方法有哪些? .....	145
43. 简要说明循环冷却水常用的缓蚀剂。 .....	145
44. 什么是生物防腐技术? .....	146
45. 什么是生物性故障? 说明其成因。 .....	146
46. 生物故障有哪些特征? .....	147
47. 生物故障的主要危害是什么? 如何预防? .....	147
48. 如何清除附着的生物? .....	147
49. 什么是杀生处理? 何谓杀生剂? 杀生剂如何分类? .....	148
50. 杀生剂应该具备什么条件? .....	148
51. 氧化型杀生剂与非氧化型杀生剂的杀生机理有何不同? .....	148
52. 试述循环冷却水系统的杀生剂。 .....	148
53. 试述氯杀生处理的工艺过程。 .....	149
54. 如何投加杀生剂? .....	150
55. 简介循环冷却水的酶处理技术。 .....	150
<b>第十章 金属腐蚀的基本原理</b> .....	<b>152</b>
1. 什么是金属腐蚀? .....	152
2. 金属腐蚀按腐蚀环境可分为哪些类型? .....	152
3. 什么是化学腐蚀? .....	153
4. 什么是电化学腐蚀? .....	153
5. 化学腐蚀与电化学腐蚀有何区别? .....	153
6. 金属的高温氧化是化学腐蚀, 还是电化学腐蚀? .....	153
7. 全面腐蚀和局部腐蚀各有什么特点? 常见的局部腐蚀有哪些种类? .....	154
8. 金属腐蚀速度有哪些常用的表示方法? .....	154
9. 不同腐蚀速度单位之间如何相互换算? .....	155
10. 什么是电极? .....	155