

大型火电机组 化学运行 技术问答

樊国年 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

大型火电机组 化学运行 技术问答

樊国年 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书着重介绍大型机组化学专业涉及的内容。本书共有九章，介绍了工业用水及排水的预处理、膜处理技术、离子交换技术、凝结水处理、水质调整与控制、循环冷却水处理、化学清洗、废水处理和电力用油及燃料。这些内容也适用于单机容量为 300MW 和 600MW 的机组。

本书可作为大容量机组运行上岗培训、岗位技能培训的培训参考资料，也可作为从事水处理工作人员的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

大型火电机组化学运行技术问答/樊国年编著. —北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-6686-9

I. 大… II. 樊… III. 火力发电-发电机-机组-电厂-化学-电力系统运行-问答 IV. TM621.8-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 006982 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 24.625 印张 590 千字
印数 0001 3000 册 定价 41.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

大型火电机组化学运行技术问答

近年来,我国电网相继建设了很多单机容量为 600MW 和 900MW 的发电机组,由于这些大型机组具有容量大、参数高、能耗低、可靠性高和对环境污染小等特点,已经成为我国电网的主力机组。

对于这些大容量、高参数的机组,安全的运行管理已经成为电力工业关注的问题,其中,电厂化学工作也是保障大容量、高参数机组能否安全运行的关键工作之一。

由于蒸汽参数的提高,更需要强调水质管理问题的重要性。所以,对火力发电机组水处理技术、水汽质量控制及管理水平都提出了更高的要求。

近年来,发展较快的全膜法处理技术及给水加氧处理等新技术也已成为广大水处理工作者所关心的问题。水处理的主要任务是改善水质,即运用工程技术手段将原水中的杂质去掉,加工成符合生产和生活所需要的水。已经证实,火力发电厂化学专业对机组安全运行、经济运行影响很大,所以,从事电厂化学专业的人员责任重大,希望能及时、正确地了解与掌握大型机组水处理有关的技术特点。尤其是对于新厂或刚开始从事大容量、高参数机组运行的化学专业人员更希望得到更多专业知识的帮助。为此,编写了这本书,希望对他们有所裨益。

本书由吴仕宏审阅,他提出了很多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

由于水平有限,书中难免存在问题和疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2008年7月

目 录

大型火电机组化学运行技术问答

前言

第一章 工业用水及排水的预处理	1
1 通常水的状态有哪几种?	1
2 水的密度是多少?	1
3 水的比热容有多大?	1
4 水的溶解特性如何?	1
5 什么是水的表面张力?	2
6 什么是水的黏度?	2
7 什么是水的电导率?	2
8 水的沸点与蒸汽压力有什么关系?	3
9 水有哪些主要的化学性质?	4
10 天然水体由哪些物质组成? 物质组成的影响因素有哪些?	4
11 说明天然水中杂质的特征。.....	5
12 什么是水的技术性指标(technical index)?	5
13 简述水的浊度(turbidity)。.....	6
14 什么是水的绝对浊度(absolute turbidity)?	7
15 常用浊度单位(turbidity unit)有哪些?	7
16 福马胂标准浑浊液(formazine criterion type muddy liquid)是 如何配制而成的?	7
17 简述水的透明度(deaphaneity)。.....	7
18 简述水的色度(chrominence)。.....	8
19 水的味、臭(taste and odor of water)是从何处来的?	8
20 简述水的味值(taste number)。.....	8
21 简述嗅阈(odor threshold number)。.....	8
22 简述污染指数(fouling index)。.....	8
23 简述总物质(total matter)。.....	9
24 简述水的含盐量(salt content)。.....	9
25 水的总固体(total solids)包括哪些部分?	10
26 简述悬浮性固体(suspended solids)。.....	10
27 简述测定电导率(conductivity)的意义。.....	10
28 如何测定水的电导率?	11
29 简述水的矿化度(mineral substance content)。.....	12
30 简述水的硬度(hardness)。.....	12

31	简述碱度(alkalinity)。	13
32	什么是水的甲基橙碱度(methyl orange alkalinity)?	13
33	什么是水的酚酞碱度(phenolphthalein alkalinity)?	14
34	简述酸度(acidity)。	14
35	简述水中有机物(orgenic mass)。	14
36	简述生物化学需氧量(biochemical oxygen demand)。	15
37	简述化学耗氧量(chemical oxygen demand, COD)。	15
38	简述水的 pH 值(pH value)。	15
39	简述水中的碳酸化合物(carbonic acid compound)。	16
40	硅酸化合物(silicic acid compound)是如何在水中产生的?	16
41	铁化合物(ferric compound)在水中有哪些形态?	17
42	水中氮化合物(nitric compound)是如何产生的?	18
43	油脂(oils)在水中有哪些危害?	18
44	水中细菌(dacteria)是如何产生的? 有什么样的危害?	18
45	简述稳定度(stability)。	19
46	简述稳定性系数(stability coefficient)。	19
47	简述朗格里尔指数(Langelier index)。	20
48	说明水处理的重要性。	20
49	锅炉补给水处理预处理中杂质是如何被除去的?	21
50	如何去除水中的胶体杂质及悬浮物?	22
51	如何去除水中的溶解固形物?	24
52	凝聚、絮凝、混凝及混凝剂和助凝剂有什么区别?	25
53	简述混凝的功能。	25
54	简述凝聚的基本原理。	26
55	如何控制混凝沉淀?	27
56	常用混凝剂有哪些?	27
57	硫酸铝混凝剂有哪些特点?	27
58	聚合氯化铝混凝剂有哪些特点?	28
59	活化硅酸混凝剂有哪些特点?	28
60	三氯化铁混凝剂有哪些特点?	28
61	硫酸亚铁混凝剂有哪些特点?	29
62	聚合硫酸铁混凝剂有哪些特点?	29
63	有机高分子类混凝剂有哪些特点?	29
64	常用助凝剂有哪些?	30
65	什么是生物混凝剂?	31
66	简述水处理药剂的发展动向。	31
67	铝盐药剂对环境有什么影响?	31
68	胶体杂质浓度对混凝有什么影响?	32
69	pH 值对混凝有什么影响?	32

70	水温对混凝有什么影响？	33
71	共存杂质的种类和浓度对混凝有什么影响？	33
72	混凝剂种类对混凝有什么影响？	33
73	混凝剂投加量对混凝有什么影响？	33
74	混凝剂投加顺序对混凝有什么影响？	34
75	水力条件对混凝有什么影响？	34
76	如何选择混凝剂？	34
77	怎样进行混凝剂的配制与投加？	34
78	怎样进行混凝剂的混合？	35
79	怎样进行混凝剂的反应？	35
80	简单介绍澄清池及其选择。	36
81	简单介绍机械搅拌澄清池。	37
82	简单介绍水力循环澄清池。	38
83	简单介绍脉冲澄清池。	39
84	简单介绍悬浮澄清池。	40
85	简单介绍斜板、斜管沉淀池。	40
86	简单介绍气浮澄清池。	43
87	如何提高混凝效果？	46
88	如何进行混凝工艺运行与管理？	49
89	澄清池如何运行与管理？	51
90	分析混凝处理过程中的异常现象、原因及对策。	54
91	简述水的过滤处理原理。	55
92	简述悬浮颗粒向滤料表面的迁移机理。	55
93	简述悬浮杂质在滤料表面的吸附机理。	56
94	简述杂质从滤料表面的脱落机理。	56
95	过滤工艺的类型有几种？	56
96	简述滤料种类和质量标准。	57
97	简述滤料的特性指标。	58
98	简述不同产地滤料的特性。	58
99	如何进行滤池冲洗？	59
100	如何选用过滤设备？	61
101	简述普通快滤池的结构及工艺。	63
102	简述虹吸滤池的结构及工艺。	63
103	简述重力式无阀滤池的结构及工艺。	64
104	简述压力式过滤器的结构及工艺。	65
105	简述双流式过滤器的结构及工艺。	66
106	简述变孔隙滤池的结构及工艺。	66
107	简述滤池的操作管理。	67
108	水处理过程中如何应用活性炭吸附？	68

109 用海水作为工业水源时要注意些什么?	72
第二章 膜处理技术	75
第一节 超滤	75
1 简要解释超滤中常用术语。	75
2 常用膜材料代号与名称有哪些?	76
3 超滤膜组件结构的分类有哪些?	77
4 简述超滤分离的特征和应用范围。	77
5 简述超滤膜和超滤膜组件结构特点。	78
6 超滤膜组件的工作过程是怎样的?	79
7 超滤装置的前处理要做些什么工作?	80
8 在超滤装置前处理中, 如何降低供给水的浑浊度?	80
9 在超滤装置前处理中, 如何去除悬浮物和胶体物质?	80
10 在超滤装置前处理中, 如何去除可溶性有机物?	80
11 在超滤装置前处理中, 如何去除微生物(细菌、藻类等)?	81
12 在超滤装置前处理中, 如何调整进水水质?	81
13 超滤预处理有什么意义和要求?	81
14 如何进行超滤装置正常操作?	82
15 说明超滤装置的清洗程序。	83
16 简述超滤膜的性能。	83
17 说明中空纤维超滤过程在水处理上的应用。	83
18 说明超滤在水处理工艺中设置的位置。	84
19 中空纤维超滤装置选用内压式操作与外压式操作有什么优劣?	85
20 超滤运行模式分哪几类(operation mode)?	85
21 如何进行超滤清洗?	86
22 超滤系统回收率是如何计算的?	86
23 分析超滤膜的污染因素。	87
24 如何正确掌握超滤的操作参数?	88
25 超滤通常是如何进行操作管理与维护保养的?	89
26 简述超滤膜组件清洗再生技术。	91
27 说明超滤膜系统的设计步骤。	92
28 分析超滤工程设计实例。	92
第二节 反渗透	95
1 什么是渗透压?	95
2 什么是反渗透?	96
3 水通量 J_w 指什么?	96
4 盐通量 J_s 指什么?	96
5 产水盐浓度 c_p 指什么?	96
6 盐透过率 SP 指什么?	96
7 脱盐率 SR 或 r 指什么?	97

8	回收率 R 和流量平衡指什么?	97
9	浓缩因子 CF 指什么?	97
10	浓差极化因子 CPF 指什么?	97
11	膜元件产水量 Q_p 指什么?	97
12	温度校正因子 TCF 指什么?	98
13	产水盐度 c_p 指什么?	98
14	系统平均渗透压指什么?	98
15	为什么反渗透装置要进行预处理?	98
16	通常反渗透装置预处理的目的是什么?	98
17	如何进行 SDI 测定?	99
18	如何除去水中的悬浮固体和胶体, 降低浊度?	99
19	微生物如何污染反渗透装置及如何防治?	100
20	怎样控制微溶盐的沉淀?	101
21	说明几种垢的沉积计算方法及加药量?	101
22	金属氧化物在反渗透装置中会发生什么样的情况?	104
23	如何控制硅对反渗透装置的污染?	105
24	有机物在反渗透装置中会发生什么样的情况?	105
25	常见反渗透装置的预处理系统配置原则是什么?	106
26	反渗透装置常用的预处理方法有哪些?	106
27	为什么有的原水要进行软化预处理? 是如何进行的?	109
28	如何去除胶体和颗粒物?	110
29	当原水为地表水时, 反渗透装置设计要注意些什么?	113
30	当原水为地表水时, 反渗透预处理应达到什么样的要求?	113
31	原水为地表水时, 反渗透如何设计?	114
32	反渗透装置主要组成有哪些?	114
33	反渗透装置辅助设备和主要零部件有哪些?	116
34	如何进行反渗透装置的操作与维修?	119
35	如何查找反渗透装置的故障?	121
36	如何做好反渗透装置清洗、再生、消毒和存放工作?	122
37	如何配置反渗透装置测量仪表?	127
第三节 填充床电渗析或电去离子 (EDI) 除盐		127
1	什么是电去离子 (EDI) 除盐?	127
2	说明 RO-EDI 联合处理的工艺特点。	129
3	EDI 进水有什么要求?	129
4	EDI 出水水质及主要运行数据如何?	130
5	EDI 水处理装置是如何设计的?	130
6	说明 IONPURE 公司生产的 LXM30X EDI 组件的基本性能及选用实例。	131
7	E-cell 公司 EDI 模块进出口配置、阀门、仪表及接地位置有什么要求?	131

第三章 离子交换技术	133
第一节 离子交换	133
1 离子交换树脂的外观特征如何?	133
2 怎样表示离子交换树脂的粒度?	133
3 对离子交换树脂的孔径、孔度、孔容和比表面积有什么样的要求?	134
4 离子交换树脂的密度分哪两种?	134
5 离子交换树脂的含水率反映了什么?	135
6 离子交换树脂的溶胀性和转型后会发生什么样的变化?	136
7 离子交换树脂的选择性与哪些因素有关?	136
8 简述离子交换树脂的交换容量。	137
9 离子交换树脂的稳定性指什么?	137
10 交换器运行制水时树脂层中是如何进行离子交换的?	140
11 简述离子交换树脂的工作层。	141
12 离子交换树脂的工作交换容量与残余交换容量有什么不同?	142
13 离子交换树脂失效后如何再生?	143
14 如何计算工作交换容量?	144
15 简述对流再生氢型强酸性阳树脂工作交换容量的特性曲线。	145
16 简述顺流再生氢型强酸性阳树脂工作交换容量的特性曲线。	146
17 简述影响弱酸性阳离子交换树脂工作交换容量的因素。	148
18 简述对流再生的强碱性阴树脂工作交换容量的特性曲线。	149
19 简述顺流再生强碱性阴树脂工作交换容量的特性曲线。	151
20 影响弱碱性阴离子交换树脂的工作交换容量的因素有哪些?	153
21 通常再生剂比耗为多少?	154
22 清洗水耗表示什么?	154
第二节 水的化学除盐	155
1 简述化学除盐原理。	155
2 简述化学除盐系统中设备设置的原则。	155
3 化学除盐系统对进水的的水质指标有哪些要求?	156
4 化学除盐系统的出水水质能达到什么样的标准?	156
5 化学除盐系统有哪几种组合形式? 其适用范围及出水水质能达到什么样的标准?	156
6 离子交换工艺如何分类?	158
7 比较离子交换工艺的优缺点。	159
8 顺流再生固定床设备结构由哪些部分组成?	160
9 简述顺流再生设备的运行步骤。	162
10 顺流再生工艺离子交换过程中的离子排代过程有什么特点?	163
11 逆流再生固定床有哪些特点?	164
12 逆流再生离子交换器由哪些部分组成?	164
13 逆流再生离子交换器是怎样进行再生操作的?	165

14	无顶压逆流再生要注意什么?	167
15	逆流再生离子交换工艺具有哪些特点?	167
16	逆流再生的操作目的及注意事项有哪些?	168
17	说明分流再生固定床的结构, 如何运行?	169
18	说明浮动床的结构, 如何运行? 如何清洗? 主要工艺特点有哪些?	171
19	浮动床的辅助设备有哪些?	174
20	什么是提升床式浮动床? 如何运行?	174
21	混合床除盐是如何工作的?	175
22	说明除碳器工作原理?	179
第三节 常见异常情况		181
1	离子交换设备运行中常常会出现哪些问题? 如何判断与分析?	181
2	离子交换树脂颗粒破碎的原因有哪些?	183
3	离子交换树脂的氧化是怎样发生的? 如何防止?	184
4	造成离子交换树脂微孔污堵是什么原因? 如何防止?	186
5	天然水中主要有有机物有哪些?	188
6	强碱阴树脂受有机物污染后有哪些特征?	189
7	强碱树脂受有机物污染后有哪些影响?	189
8	如何检测强碱树脂受有机物污染?	190
9	如何评价天然水中有机物对强碱树脂污染程度?	191
10	如何防止强碱树脂遭受有机物污染?	192
11	在交换器运行及再生操作中会发生哪些失误?	196
12	离子交换器会发生哪些设备故障?	199
13	新离子交换树脂如何处理及储存?	200
第四章 凝结水处理		202
1	简述凝结水处理的目​​的及必要性。	202
2	凝结水处理工艺的选用取决于哪些因素?	204
3	凝结水处理设备与热力设备系统如何连接?	205
4	简述凝结水处理系统设备的组成及作用。	205
5	简单介绍覆盖过滤器。	206
6	说明氢型阳床作为前置过滤器的使用情况。	208
7	说明管式微孔过滤器的结构。	208
8	简要说明电磁过滤器的使用状况。	209
9	深层混床体外再生工艺系统有哪几种类型?	211
10	说明高塔分离法 (fullsep) 体外再生系统的组成及优点。	211
11	说明中间抽出法 (或称 T 塔系统) 体外再生系统的组成及特点。	214
12	说明锥体分离体外再生法的组成及其特点。	215
13	说明三层床法的组成和特点。	216
14	三室床凝结水净化系统的特点有哪些?	218
15	如何采用氨循环法来消除交叉污染的影响?	218

16	如何用浮选分离法 (seprex) 来消除交叉污染的影响?	220
17	简述树脂粉末覆盖过滤器 (powdex 法处理) 的基本结构和性能。	222
第五章 水质调整与控制		227
1	什么是全挥发性处理 (AVT)?	227
2	什么是磷酸盐处理?	227
3	如何向炉水中加入磷酸盐?	229
4	什么是炉内磷酸盐—pH 值协调控制?	230
5	如何测定和控制 $\text{Na}^+/\text{PO}_4^{3-}$ 摩尔比 (R)?	230
6	炉内处理如何实施协调 pH—磷酸盐处理?	232
7	什么是锅炉给水联合水处理 (CWT)?	234
8	水汽分析取样装置有什么要求?	235
9	对水质调整用加药装置有什么要求?	237
10	对汽包锅炉排污装置有什么要求?	238
11	机组启动前如何进行水冲洗?	239
12	停、备用机组启动时如何进行水质管理?	239
13	水质管理项目中分析项目及频度如何确定?	240
14	给水质量劣化时应如何处理?	244
15	控制炉内垢和沉积物的意义是什么?	246
16	说明引起运行锅炉腐蚀的主要因素。	247
17	说明炉内腐蚀产物沉积量的控制。	248
18	如何进行加氧处理?	252
19	叙述炉水中磷酸盐的“暂时消失”现象及其危害。	255
20	有机物在炉内会发生怎样的理化过程?	257
21	炉水 pH 值偏低有什么危害?	259
22	如何进行新锅炉的蒸汽冲管工作?	261
23	如何进行新机组投运时的“洗硅”工作?	261
24	蒸汽侧金属表面氧化膜是如何形成的?	263
25	计算蒸汽中全部溶解氧折合成氧化铁量是多少?	264
26	蒸汽侧金属表面氧化膜有什么特征?	264
27	过热器管内壁的两种氧化膜有些什么特征?	264
28	给水加氧处理后, 氧化膜组成是如何变化的?	265
29	过热器管氧化皮剥离的机理是怎样的?	265
30	过热器管氧化层剥离是如何评定的? 它与材料的关系是怎样的?	266
31	简述过热器管氧化层剥离与水工况关系的研究分析。	266
32	如何减缓过热器氧化层剥离?	267
33	简述过热器管氧化层剥离对水汽品质的影响。	267
第六章 循环冷却水处理		268
1	简述循环冷却水系统结垢原因。	268
2	简述促进循环冷却水系统腐蚀的因素。	268

3	为什么循环冷却水系统会滋长微生物?	268
4	简述循环冷却水系统水质污染原因。	268
5	简述水质稳定性判断中极限碳酸盐硬度 ($H'_{x,T}$) 法的含义。	269
6	简述水质稳定性判断中饱和指数 (Langelier 指数, I_B) 法的含义。	269
7	简述水质稳定性判断中稳定指数 (Ryznar 指数, I_w) 法的含义。	271
8	简述水质稳定性判断中推动力指数 (I_T) 法的含义。	271
9	水质稳定性判断中侵蚀指数 (I_q) 法的含义是什么?	271
10	水质稳定性判断中磷酸钙饱和指数 ($I_{P,B}$) 的含义是什么?	271
11	循环水是如何进行防垢处理的?	273
12	在循环冷却水系统中, 影响金属腐蚀的因素主要有哪些?	275
13	在循环冷却水系统中如何控制凝汽器管腐蚀?	276
14	循环水中常见微生物有哪些? 有什么危害?	278
15	循环水中微生物是如何进行控制的?	281
16	如何进行循环水的综合处理?	285
第七章 化学清洗		287
1	为什么要进行锅炉的化学清洗? 如何确定清洗周期?	287
2	简述锅炉化学清洗的基本过程。	288
3	如何采用盐酸酸洗?	288
4	如何采用柠檬酸进行酸洗?	290
5	如何采用氢氟酸进行酸洗?	292
6	如何采用 EDTA 进行清洗?	294
7	简述除铜垢的基本过程。	296
8	如何选择化学清洗介质?	296
9	如何确定化学清洗条件?	299
10	化学清洗中缓蚀剂常见的分类方法有几种?	299
11	对化学清洗中的缓蚀剂有什么要求?	300
12	化学清洗中如何评价缓蚀剂的缓蚀效率?	301
13	简述用于锅炉酸洗的国产商品缓蚀剂的性能。	301
14	如何选择化学清洗系统及清洗工艺?	303
15	化学清洗前的准备工作应做些什么?	303
16	简明扼要地说明化学清洗工艺主要步骤。	304
17	在循环清洗中要注意些什么事项?	309
18	化学清洗后如何进行防腐保护?	309
第八章 废水处理		310
1	说明火力发电厂的废水来源。	310
2	简要介绍废水处理方法。	311
3	用于去除废水成分的单元操作及单元过程有哪些?	311
4	说明电厂常用废水处理技术。	312
5	电厂常用废水处理中, 如何处理 COD (化学耗氧量)?	312

6	电厂常规废水处理中, 如何处理酸碱性废水?	313
7	电厂常规废水处理中, 如何处理含油废水?	314
8	电厂常规废水处理中, 如何处理悬浮物?	315
9	电厂常规废水处理中, 如何处理污泥?	315
10	如何使重力浓缩池正常的运转?	315
11	如何进行浓缩池的日常维护管理?	319
12	简述离心脱水机工作原理。	320
13	简述板框压滤机的工作原理。	321
14	比较常用脱水机的优缺点。	323
15	什么是废水的生物处理法?	324
16	温度对污泥中微生物有些什么样的影响?	325
17	酸碱度对污泥中微生物有些什么样的影响?	326
18	营养物质对污泥中微生物有些什么样的影响?	327
19	毒物对污泥中微生物有些什么样的影响?	327
20	溶解氧对污泥中微生物有些什么样的影响?	329
21	如何进行活性污泥培菌前的准备工作?	329
22	活性污泥培菌方法有几种?	330
23	活性污泥培菌过程中生物相是如何演替的?	331
24	如何进行活性污泥驯化?	331
25	如何进行生物膜的挂膜?	332
26	在生物处理中, 微生物的生长规律如何?	332
27	废水中的油污染物如何分类?	333
28	废水的除油设备与装置有哪些?	334
29	简单介绍用于含油废水处理的油水分离器一体机工作原理。	337
30	简述电厂含煤废水的来源及过去采用的治理方法。	338
31	简述含煤废水处理中膜式过滤器的工作原理及效果?	338
32	如何处理电厂灰水?	342
33	火力发电厂湿法烟气脱硫废水的水质如何处理? 采用什么工艺方式?	343
34	为什么要进行“中水”处理?	348
35	对“中水”处理(或生活废水处理)工艺有什么样的要求?	349
第九章 电力用油及燃料		351
第一节 变压器油		351
1	简述变压器油。	351
2	变压器油有些什么样的基本特性? 有哪些因素会使其产生劣化?	352
3	对充入设备的变压器油有什么要求?	353
4	对运行中的变压器油有些什么规定?	353
5	简述油的酸值与水溶性酸的含义。	355
6	说明变压器油中水分的形成与影响。	356
7	变压器油界面张力对油质量指标有什么影响?	357

8	机械杂质和游离碳对变压器油质量指标有什么影响？	358
9	进行变压器油闪点测定有什么意义？	358
10	什么是变压器油的介质损耗因数？	358
11	什么是变压器油的击穿电压？	359
12	变压器油补油与混油有什么规定？	359
第二节 汽轮机油		361
1	汽轮机油在汽轮机组上起什么作用？	361
2	对汽轮机油的质量有什么要求？	361
3	说明汽轮机油的透明度、水分发生变化的影响因素与危害。	362
4	汽轮机油黏度变化受哪些因素影响？	362
5	对汽轮机油的闪点有什么规定？	363
6	汽轮机油的机械杂质从哪里来？有什么样的危害？	364
7	测定汽轮机油酸值有什么意义？	364
8	汽轮机油为什么要进行液相锈蚀试验？	364
9	为什么汽轮机油破乳化度是一项重要指标？	364
10	运行中，怎样进行汽轮机油的维护和防劣措施？	365
11	对汽轮机油补油和混油时有什么样的规定？	365
第三节 燃料		366
1	燃料在火力发电厂中起什么作用？	366
2	简述有机燃料的组成和特性。	367
3	燃料的基准是怎样规定的？	368
4	火电厂动力燃料的种类有哪些？	369
5	简述燃料的基本组成。	371
6	煤中水分对煤燃烧有哪些影响？	372
7	测定动力煤的灰分有什么意义？	372
8	测定煤中挥发分有什么意义？	373
9	说明煤灰熔融性（或称灰熔点）的含义。	374
10	影响煤灰熔融性的因素有哪些？	375
11	简述测定煤粉细度的意义。	376
12	简述测定液体燃料闪点的意义。	376

第一章

工业用水及排水的预处理

1 通常水的状态有哪几种？

水通常有三态：水的熔点为 0°C ，沸点为 100°C ，在自然环境中可以是固体存在，也可以是液体存在，温度升高时会有相当部分变为水蒸气。图 1-1 是水的物态图（或称三相图），图 1-1 中表明了冰—水—汽、冰—汽、水—汽和冰—水共存的温度、压力条件。在火力发电厂的生产过程中，就是利用水的这种相态变化来转换能量的。

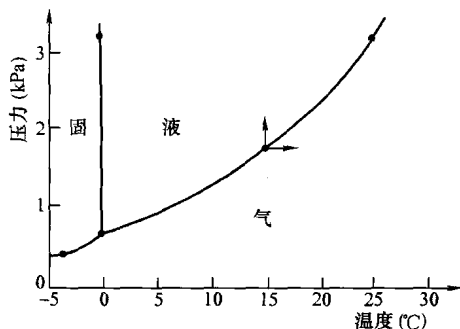


图 1-1 水的物态

2 水的密度是多少？

水的密度与温度的关系和一般物质有些不同，一般物质的密度均随温度的上升而减小，而水的密度是在 3.98°C 时最大，为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，当高于或低于此温度时，其密度都小于 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。这通常由水分子之间的缔合现象来解释，即在 3.98°C 时，水分子缔合后的聚合物结构最密实，当高于或低于 3.98°C 时，水的聚合物结构比较疏松。

3 水的比热容有多大？

几乎在所有的液体和固体物质中，水的比热容最大，同时水有很大的蒸发热和溶解热。这是因为水加热时，热量不仅消耗于水温升高，而且还消耗于水分子聚合物的解离。所以，在火力发电厂和其他工业中，常以水作为传递热量的介质。表 1-1 列出水在定压（ 0.1MPa ）下的比热容。

表 1-1 水的比热容

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$]	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$]	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$]	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$]
0	4217.3098	20	4181.7330	50	4180.4771	90	4204.7533
5	4205.8833	25	4175.8733	60	4184.2443	100	4215.6356
10	4191.7782	30	4178.3846	70	4189.2669		
15	4185.5000	40	4178.3816	80	4195.9637		

4 水的溶解特性如何？

水有很大的介电常数，溶解能力极强，是一种很好的溶剂。溶解于水中的物质可以进行许多化学反应，而且能与许多金属的氧化物、非金属的氧化物及活泼金属产生化合作用。表 1-2 列出水的介电常数。

表 1-2 水的介电常数

t(°C)	ε(F/m)	t(°C)	ε(F/m)	t(°C)	ε(F/m)	t(°C)	ε(F/m)
0	87.90	25	78.36	50	69.88	80	60.93
5	85.90	30	76.58	55	68.30	85	59.55
10	83.95	35	74.85	60	66.76	90	58.20
15	82.04	38	73.83	65	65.25	95	56.88
18	80.93	40	73.15	70	63.78	100	55.58
20	80.18	45	71.50	75	62.34		

5 什么是水的表面张力?

在水体内部, 由于每个水分子受其四方相邻水分子的引力, 所以, 每个水分子受力是平衡的。但靠近表面的水分子则受力不平衡, 水体内部对它的引力大, 外部空气对它的引力小, 从而使水体表面分子受到一种向内的拉力, 称为表面张力。水有最大的表面张力, 能达到 $72.75 \times 10^{-5} \text{ N/cm}$, 表现出异常的毛细、润湿、吸附等特性。

6 什么是水的黏度?

水的黏度表示水体在运动过程中所发生的内摩擦力, 其大小与内能损失有关。纯水的黏度取决于温度, 与压力几乎无关。表 1-3 列出水的动力黏度和运动黏度与温度的关系。

表 1-3 水的动力黏度和运动黏度与温度的关系

温度 (°C)	动力黏度 (Pa·s)	运动黏度 (cm ² /s)	温度 (°C)	动力黏度 (Pa·s)	运动黏度 (cm ² /s)	温度 (°C)	动力黏度 (Pa·s)	运动黏度 (cm ² /s)
0	0.0017887	0.017887	35	0.0007205	0.007248	70	0.0004062	0.004154
5	0.0015155	0.015156	40	0.0006533	0.006584	75	0.0003795	0.003892
10	0.0013061	0.013065	45	0.0005958	0.006017	80	0.0003556	0.003659
15	0.0011406	0.011416	50	0.0005497	0.005546	85	0.0003341	0.003451
20	0.0010046	0.010064	55	0.0005072	0.005146	90	0.0003146	0.003259
25	0.0008941	0.008968	60	0.0004701	0.004781	95	0.0002981	0.003099
30	0.0008019	0.008054	65	0.0004395	0.004445	100	0.0002821	0.002944

7 什么是水的电导率?

因为水是一种很弱的两性电解质, 能电离出少量的 H^+ 和 OH^- , 所以, 即使是理想的纯水, 也有一定的导电能力, 这种导电能力常用电导率来表示。

电导率是电阻率的倒数。电阻率是对断面为 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ 、长 1cm 体积的水所测得的电阻, 单位是 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。电导率的单位是 S/cm 、 $\mu\text{S/cm}$ 。表 1-4 列出水的电阻率和电导率, 25°C 时纯水的电阻率为 $1.83 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 。