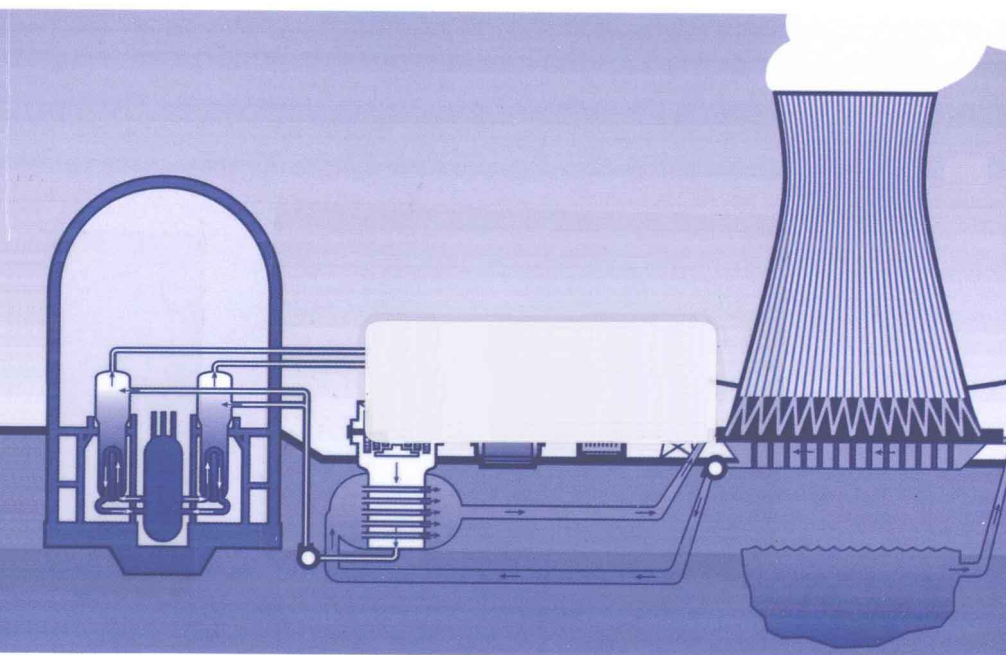


污水回用与 火电厂循环冷却水处理

技术问答

王平 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

污水回用与 火电厂循环冷却水处理 技术问答

王平 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以问答的形式解答了在污水回用处理及其回用于火力发电厂循环冷却水系统中的常见技术问题。主要内容包括水与水质分析、污水的一般处理、污水深度处理与回用、火力发电厂循环冷却水处理及火力发电厂循环冷却水系统的监督与控制。

全书以通俗的语言展开解答，易懂、易会、易于理解。本书立足于现场应用和解决关键技术问题，书中配有部分公式和图表，也便于读者查阅、计算和借鉴。本书既可作为普及污水处理和火力发电厂循环冷却水处理知识的培训用书，也可供水处理工程设计、施工和运行等人员分析和解决问题时参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

污水回用与火电厂循环冷却水处理技术问答/王平编. —北京: 中国电力出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-5123-3957-6

I. ①污… II. ①王… III. ①污水处理—问题解答②污水—废水综合利用—问题解答③火电厂—循环水—冷却水—水处理—问题解答 IV. ①X703-44②X773-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 004029 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.375 印张 211 千字
印数 0001—3000 册 定价 25.00 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



水是生命的源泉、工业的血液、城市的命脉，是最宝贵的自然资源和人类赖以生存的必要条件。随着人类活动的增加，水资源问题越来越引起人们的关注。全球淡水资源短缺问题日趋严重，我国是水资源十分缺乏的国家，目前，全国普遍存在的水资源短缺问题已或多或少地影响到人们的实际生活和工农业生产，这使污水处理回用成为了解决水资源不足的最有效的途径之一。

火力发电厂是一个用水大户，其取水量和排水量十分巨大。在湿冷电厂，循环冷却水的用水量几乎占到电厂总用水量的70%以上。水资源的日益紧缺为电厂用水敲响了警钟，各地逐年降低了电厂采取地表水和地下水的用量，新建火力发电项目已叫停采用新鲜水（地下水或地表水）作为设计水源。因此，污水的处理和回收利用也就无疑成为了保证火力发电厂循环冷却水系统安全、经济运行和控制污染，维持生态环境的重要内容。

近年来，伴随着电力建设的超常规发展，许多火力发电厂已实施了城市中水回用和水系统的“零排放”。虽然污水经二级处理后已经去除了大部分的SS、COD、BOD、色度、浊度和适当地降低了碱度和硬度，但是，由于污水的含盐量较高、成分复杂和我国目前污水处理工艺不尽成熟，给回用工程带来了诸多问题和影响。当前，在火力发电厂污水深度处理和回用工程（工艺）中还存在一些普遍性技术难题，这些还需要进一步探讨和研究。

本书正是针对这些问题，依照作者的实践经验和工程实际中存在的问题，就常见的注意事项进行了解答，并就循环冷却水的控制等方面提出自己的独特见解。

全书总结了作者长期深入生产现场的感受，收集了多年的经验教训，并根据自己的理解提出了许多创新思路和方法，以期对污水处理回用于火力发电厂循环冷却水系统的水质运行管理提供帮助和参考。

随着电力工业等国家基础能源产业的不断调整和社会、经济发展方式的不断转变，污水处理回用势在必行。在我国，污水处理和回收回用于火力发电厂循环冷却水系统的工程还尚处于起步阶段，但发展势头异常迅猛，我们对污水深度处理的经验还十分缺乏，继续加强对再生水回用处理工艺的基础研究和安全性的跟踪调查，进一步规范污水回用市场秩序仍是我们今后一段时间需要解决的重要问题。作者也希望借此书抛砖引玉，希望有更多、更好的相关书籍出版发行。

全书由王平执笔、编撰和统稿，武汉大学于萍教授进行审核和校对。在本书的编写过程中得到了河北省电力公司电力科学研究院领导和同志们的大力支持，孙心利、李立新为本书的编写提出了许多指导意见，范辉、胡立兰、李振海等同志对本书的出版给予了大力帮助，在此，一并向他们表示衷心的感谢！

本书在编写过程中参考了相关教材、专著和其他相关文献资料，在此，对其作者和编著者表示由衷的敬谢！

鉴于理论水平和实践经验有限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见、批评指正。

编者

2012年8月



前言

第一章 水与水质分析	1
第一节 水的基本知识	1
1-1 什么叫地表水？有何水质特征？	1
1-2 什么叫地下水？有何水质特征？	1
1-3 什么是中水？	2
1-4 与地表水和地下水相比，中水有何显著特点？	2
1-5 为什么中水常被回用于火力发电厂循环冷却水系统？	2
1-6 什么是化学水处理？	3
1-7 什么是水的预处理？	3
1-8 水质预处理的主要内容和任务有哪些？	3
1-9 从服务范围方面考虑，中水系统如何分类？	3
1-10 水中的有机物质有哪些？	3
1-11 有机物对水体有何危害？	4
1-12 如何看待我国水资源缺乏问题？	4
1-13 国家节水标志是什么？它有什么含义？	4
第二节 水质和水质指标	5
1-14 火力发电厂用水水质指标有哪些？它们的	

	常用单位是什么?	5
1-15	水质指标有哪些表示方法?	6
1-16	水质指标可以分为哪些类别?	6
1-17	什么是水中的悬浮物质?	6
1-18	什么是水的全固体、溶解固体和悬浮固体?	7
1-19	什么是水的含盐量? 它与溶解固体、全固体 有何不同?	7
1-20	什么是水的酸度? 水中的酸度由哪些物质 组成?	8
1-21	什么是水的 pH 值? 水的 pH 值与酸度有 什么区别?	8
1-22	什么是水的碱度? 水中的碱度由哪些物质 组成?	9
1-23	水中碳酸化合物主要有哪些来源? 它们在 水中的存在形态有哪些?	9
1-24	水中碳酸化合物和 pH 值的关系如何?	10
1-25	水中碱度构成和 pH 值的关系如何?	10
1-26	什么是酚酞碱度、 <i>P</i> 碱度、甲基橙碱度、 <i>M</i> 碱度? 水中各种碱度有何相互关系?	11
1-27	如何根据碱度测量值判断水中的碱度构成 形式并进行定量计算?	11
1-28	什么是水的硬度?	12
1-29	表示水的硬度大小的单位有哪些? 它们之间 如何换算?	12
1-30	水的硬度有哪些分类?	13
1-31	什么是暂时硬度? 什么是永久硬度?	13
1-32	水中的硬度和碱度有什么关系?	13
1-33	什么是水的电导率? 影响水的电导率的因素 有哪些?	14

1-34	什么是水的浑浊度？浑浊度的单位是什么？	14
1-35	影响水质浑浊度的因素有哪些？	15
1-36	不同用途的水质对浑浊度有何要求？常用的处理方法有哪些？	15
1-37	什么是水的溶解氧 (DO)？	15
1-38	什么是水的化学需氧量 (COD)？	16
1-39	什么是水的生化需氧量 (BOD)？	16
1-40	什么叫总需氧量 (TOD)？	17
1-41	什么是总有机碳 (TOC)？	17
1-42	什么是水的缔合作用？	17
1-43	水温对水的密度有哪些影响？	17
1-44	水的黏度受哪些因素影响？	18
第三节 水质分析与实验室管理		18
1-45	开展水质分析和进行实验室管理对污水回用工作有何意义？	18
1-46	水质分析实验室工作的流程和注意事项有哪些？	18
1-47	水质全分析有哪些基本要求？	19
1-48	试述水质分析工作步骤。	19
1-49	制定水质分析作业指导书应着重考虑哪些要求？	20
1-50	如何正确采集水样？	20
1-51	水样的存放与运输应遵循哪些原则？	20
1-52	水样保存有哪些具体方法和注意事项？	21
1-53	配制标准溶液应注意什么？	23
1-54	应如何配制和保存 pH 标准缓冲溶液？	23
1-55	实验室开展检测仪器的检定与校验的基本原则是什么？	24

1-56	实验室管理对实验记录和仪器台账有何要求？	24
1-57	应如何记录和处理原始数据？	24
1-58	实验药品的使用和管理应遵守哪些基本规定和要求？	24
1-59	取用毒性、挥发性、刺激性药品时，应注意哪些事项？	25
1-60	化学试剂分为哪几类？	25
1-61	水质检测试验常用的化学分析方法有哪些？ ...	25
1-62	常规实验室的玻璃量具如何分类和区别？	26
1-63	使用电子天平时有哪些注意事项？	26
1-64	采用天平对物体进行称量有哪些方法？	27
1-65	天平称量的误差有哪些？引起各种误差产生的原因是什么？	27
1-66	什么是称量准确度？如何计算？	28
1-67	采用分光光度法进行微量成分分析的原理是什么？	28
1-68	简述酸度计在使用中的注意事项。	29
1-69	应如何正确使用移液管？	29
1-70	使用移液管应注意哪些事项？	30
1-71	应如何正确使用和操作滴定管？	30
1-72	如何正确读取滴定管的读数？	31
1-73	怎样正确使用容量瓶？	31
1-74	使用容量瓶有哪些注意事项？	32
1-75	实验室使用干燥器有哪些注意事项？	32
1-76	使用比色皿应注意哪些事项？	33
1-77	玻璃器皿的洗涤步骤和洁净标准是什么？	33
1-78	玻璃器皿的常规洗涤和干燥方法有哪些？	33
1-79	水质全分析结果校核的目的和内容是什么？ ...	34

1-80	如何进行阳离子和阴离子物质的量总数的校核?	34
1-81	如何进行总含盐量和溶解固体的校核?	35
1-82	如何进行 pH 值的校核?	36

第二章 污水的一般处理 37

第一节 污水处理基本知识 37

2-1	什么叫污水? 什么叫废水?	37
-----	---------------------	----

2-2	水污染有哪些类型?	37
-----	-----------------	----

2-3	什么是第一类污染物? 什么是第二类污染物?	38
-----	-----------------------------	----

2-4	常见污水一般处理的工艺方法有哪些?	38
-----	-------------------------	----

2-5	污水处理系统如何分级?	39
-----	-------------------	----

2-6	在选择污水处理系统工艺时, 一般应遵循哪些原则?	40
-----	--------------------------------	----

2-7	典型的污水处理系统有哪些类型?	40
-----	-----------------------	----

2-8	传统污水二级处理的处理效果如何?	43
-----	------------------------	----

2-9	对于污水处理企业的外排水应当如何取样和监测?	43
-----	------------------------------	----

2-10	决定城市污水水质的主要因素有哪些?	44
------	-------------------------	----

2-11	为什么在城市污水处理中要注意卫生指标? ...	44
------	-------------------------	----

2-12	什么叫污水资源化? 它与企业水的重复使用有何区别?	45
------	---------------------------------	----

第二节 隔滤与沉砂 45

2-13	什么是隔滤处理工艺?	45
------	------------------	----

2-14	什么是格栅? 它是如何分类的?	45
------	-----------------------	----

2-15	在污水处理系统的格栅设计中应注意哪些事项?	46
------	-----------------------------	----

2-16	污水为什么要进行沉砂处理？	47
2-17	沉砂池的作用是什么？	47
2-18	沉砂池的工作原理和分类如何？	47
2-19	在沉砂池设计中，必须遵循哪些原则？	48
2-20	什么是平流式沉砂池？	48
2-21	对平流式沉砂池的基本要求有哪些？	49
2-22	曝气沉砂池有何特点？	49
2-23	曝气沉砂池的基本设计参数主要有哪些？	50
2-24	曝气沉砂池运行管理的事项有哪些？	50
第三节 混凝澄清		51
2-25	什么叫水的混凝处理？	51
2-26	混凝处理包含哪些步骤？	51
2-27	什么是胶体的稳定性？	52
2-28	什么是胶体的脱稳、凝聚和絮凝？	53
2-29	胶体化学脱稳凝聚的机理是什么？	53
2-30	粒径细小的胶体和悬浮物为何在水体中能 保持长期稳定的分散作用？	53
2-31	什么是混凝剂？	53
2-32	硫酸铝有什么特点？	54
2-33	碱式氯化铝 (PAC) 有什么特点？	54
2-34	硫酸亚铁有什么特点？	54
2-35	三氯化铁有什么特点？	55
2-36	聚合硫酸铁有什么特点？	55
2-37	与铝盐混凝剂相比较铁盐混凝剂有 什么优、缺点？	55
2-38	决定混凝药剂投加量的因素有哪些？	55
2-39	什么是助凝剂？其主要作用是什么？	56
2-40	如何选用助凝剂和混凝剂？	56

2-41	助凝剂是如何分类的？	57
2-42	骨胶有什么特点？	57
2-43	活性硅酸（活化玻璃、泡花碱）有什么特点？	57
2-44	石灰有什么特点？	57
2-45	氯有什么特点？	58
2-46	臭氧有什么特点？	58
2-47	聚丙烯酰胺（PAM）有什么特点？	58
2-48	水解聚丙烯酰胺（HPAM）有什么特点？	58
2-49	聚丙烯酰胺的霍夫曼反应物有什么特点？	59
2-50	影响混凝处理的主要因素有哪些？	59
2-51	原水浊度对混凝效果有何影响？	59
2-52	如何划分原水浊度和有机物含量等级？	59
2-53	水温对混凝效果有何影响？	60
2-54	运行与控制条件对混凝效果有何影响？	60
2-55	什么是澄清处理？	60
2-56	什么是澄清池？其有何特点？	60
2-57	澄清池的工作过程如何？	61
2-58	常用澄清池有哪些形式？选择澄清池应考虑哪些因素？	61
2-59	机械搅拌澄清池有什么优、缺点？其适用条件有哪些？	61
2-60	水力循环澄清池有什么优、缺点？其适用条件有哪些？	62
2-61	脉冲澄清池有什么优、缺点？其适用条件有哪些？	62
2-62	悬浮澄清池有什么优、缺点？其适用条件有哪些？	62
2-63	水力循环澄清池和机械搅拌澄清池有何区别？	63

2-64	悬浮澄清池整流栅板有何作用？	63
2-65	悬浮澄清池出水管气塞后有何危害？如何 解决？	63
2-66	影响澄清池性能的主要因素有哪些？	64
2-67	如何合理选择和确定澄清池清水区的上升 流速？	64
2-68	什么是水的停留时间？如何选定？	64
2-69	澄清池在运行中的监督项目有哪些方面？	65
2-70	机械搅拌澄清池大修时的检查项目有哪些？	65
2-71	常见澄清池出水劣化的原因有哪些？	66
2-72	什么叫水的沉淀处理？	67
2-73	什么是沉淀池？	67
2-74	沉淀池的形式有哪些？如何选用？	67
2-75	平流式沉淀池有什么优、缺点？其适用条件 有哪些？	67
2-76	竖流式沉淀池有什么优、缺点？其适用条件 有哪些？	68
2-77	辐流式沉淀池有什么优、缺点？其适用条件 有哪些？	68
2-78	斜板（斜管）式沉淀池有什么优、缺点？其 适用条件有哪些？	68
2-79	平流沉淀池的原理和特点如何？	68
2-80	影响平流式沉淀池沉淀效率的因素有哪些？	69
2-81	辐流式沉淀池的原理和特点如何？	69
2-82	斜板（斜管）式沉淀池的特点如何？	69
2-83	澄清与沉淀处理有何区别？	70
第四节 过滤处理		70
2-84	什么是过滤处理？	70

2-85	过滤处理有哪些分类?	70
2-86	过滤设备中常用的滤料有哪些?	70
2-87	滤料必须满足哪些要求?	71
2-88	水处理过滤设备主要有哪形式?	71
2-89	普通快滤池有什么特点? 其优、缺点各是 什么? 适用于哪些条件?	71
2-90	虹吸滤池有什么特点? 其优、缺点各是什么? 适用于哪些条件?	72
2-91	重力式无阀滤池有什么特点? 其优、缺点各 是什么? 适用于哪些条件?	72
2-92	双阀滤池有什么特点? 其优、缺点各是什么? 适用于哪些条件?	73
2-93	压力式过滤器有什么特点? 其优、缺点各 是什么? 适用于哪些条件?	73
2-94	双流式过滤器有什么特点? 其优、缺点各是 什么? 适用于哪些条件?	73
2-95	上向流式过滤器有什么特点? 其优、缺点 各是什么?	74
2-96	双层滤料滤池(器)有什么特点? 其优、 缺点各是什么? 适用于哪些条件?	74
2-97	三层滤料滤池(器)有什么特点? 其优、 缺点各是什么? 适用于哪些条件?	74
2-98	混合滤料(变空隙)滤池有什么特点? 其优、 缺点各是什么?	75
2-99	什么是普通快滤池?	75
2-100	如何进行普通快滤池的水冲洗?	75
2-101	快速过滤的机理是什么?	76
2-102	在快滤池中, 悬浮颗粒在向滤料表面的迁移 过程中都有哪些作用?	76

2-103	在快滤过程中,促使悬浮杂质在滤料表面的 吸附过程完成的主要作用有哪些?	77
2-104	快速过滤工艺有哪些分类?	77
2-105	什么是直接过滤?其工艺特点是什么?	77
2-106	什么是混凝澄清过滤?其工艺特点是 什么?	78
2-107	什么是凝聚过滤(接触凝聚)?其工艺特点 是什么?	78
2-108	什么是下向流过滤?其工艺特点是什么?	78
2-109	什么是上向流过滤?其工艺特点是什么?	79
2-110	双向流过滤(对流)的工艺特点是什么?	79
2-111	单层非均质过滤的工艺特点是什么?	79
2-112	单层均质过滤的工艺特点是什么?	79
2-113	多层过滤的工艺特点是什么?	80
2-114	什么是无阀滤池?如何工作?	80
2-115	说明无阀滤池不能自动反洗的原因?	81
2-116	如何防止无阀滤池进水中夹带空气?	81
2-117	什么是压力式过滤器?	81
2-118	压力式过滤器工作过程如何?	82
2-119	如何进行压力式过滤器的冲洗?	82
2-120	什么是双流式过滤器?	82
2-121	单流过滤器和双流过滤器装入滤料时排水 方式有何不同?	82
2-122	变孔隙滤池有何特点?	83
2-123	如何进行变孔隙滤池的反洗?	83
2-124	简述纤维过滤器的工作原理。	83
2-125	简述纤维过滤器的纤维滤层中各区的 作用。	84
2-126	简述纤维过滤器纤维束的清洗方法。	84

2-127	纤维过滤器的胶囊在使用中有哪些注意 事项?	84
2-128	什么是活性炭?	84
2-129	活性炭是如何分类的?	85
2-130	简述活性炭的性质。	85
2-131	活性炭吸附法有什么特点?	85
2-132	活性炭在水处理中都有哪些应用?	86
2-133	活性炭过滤器有哪些主要的安装步骤?	86
2-134	活性炭过滤器容易发生哪些问题? 如何 解决?	87
2-135	活性炭过滤器失效后如何再生处理?	87
2-136	过滤器排水装置的作用有哪些?	88
2-137	在运行中, 过滤器反洗不彻底会出现什么 后果?	88
2-138	进行过滤器反洗时, 应注意哪些事项?	88
2-139	影响过滤器运行效果的主要因素有哪些?	88
2-140	什么是死端过滤?	89
2-141	死端过滤有什么特点?	89
2-142	什么是错流过滤?	89
2-143	薄膜过滤与渗过滤有何区别?	89
第五节 生物处理		90
2-144	什么叫水的生物处理?	90
2-145	生物处理法有哪些分类?	90
2-146	生物处理在污水处理中有何应用?	90
2-147	什么是活性污泥法?	91
2-148	普通活性污泥法处理系统流程如何?	91
2-149	活性污泥法有哪些类型?	92
2-150	活性污泥法去除有机物的原理是什么?	93

2-151	活性污泥法去除污水中磷的原理是什么?	93
2-152	活性污泥法中影响生物除磷的因素有 哪些?	94
2-153	什么是氧化沟处理工艺?	94
2-154	氧化沟处理工艺有何特点?	95
2-155	什么是生物膜法?	95
2-156	生物膜有什么特点?	96
2-157	生物膜是怎么形成的?	96
2-158	生物膜法的类型有哪些?	96
2-159	生物膜法有何特点?	97
2-160	什么是曝气生物滤池工艺?	97
2-161	曝气生物滤池的工作原理是什么?	97
2-162	常见的曝气生物滤池有哪些形式?	98
2-163	曝气生物滤池具有哪些特点?	99
2-164	曝气生物滤池有哪些优点?	100
2-165	曝气生物滤池的脱氮原理是什么?	100
2-166	影响硝化反应的因素有哪些?	102
2-167	温度对生物处理有何影响?	103
2-168	什么是污水土地处理系统? 其有哪些 分类?	103
2-169	污水土地处理系统应包括哪些设施?	103
2-170	什么是污水慢速渗滤处理?	103
2-171	什么是污水快速渗滤处理?	104
2-172	什么是污水地表漫流处理?	105
2-173	什么是污水人工湿地处理系统?	105

第三章 污水深度处理与回用 107

第一节 污水深度处理与回用基本知识 107