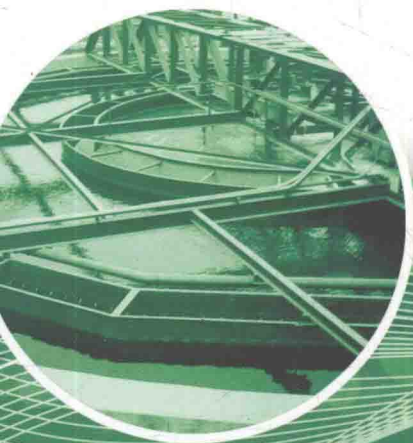


XIANDAI SHIHUISHUI CHULI
JISHU JI YINGYONG

现代石灰水处理 技术及应用

张行赫 编著

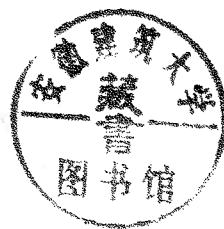


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

XIANDAI SHIHUISHUI CHULI
JISHU JI YINGYONG

现代石灰水处理 技术及应用

张行赫 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书系统地介绍我国自 1949 年以来引进苏联的成套电站石灰水处理技术与设备、我国自行设计石灰水处理的技术与设备,以及 20 世纪 70 年代以后陆续引进美、德、英、法、丹等国石灰水处理设备约 50 年的实践经验和教训,并在总结经验教训的基础上,按照我国商品石灰原料供应条件和工程建设需要,论述所研制的并经长期运行考验的一套石灰水处理系统与设备的技术特点。全书主要内容包括水处理技术、行业发展与石灰水处理技术,我国石灰水处理的技术进步,现代石灰水处理技术,城市中水回用的深度处理,工业水管理(节水减排)与工业废水回用,石灰水处理用澄清池,石灰水处理用过滤设备,石灰水处理用石灰乳液的制备,石灰水处理用泥渣处理制备,石灰水处理的系统设计、设备配置与设备成套,石灰水处理技术的再发展。

本书可供水处理技术研究、教学、设计、施工、调试、制造工作者参阅。

图书在版编目(CIP)数据

现代石灰水处理技术及应用 / 张行赫编著. —北京: 中国电力出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5198-1744-2

I. ①现… II. ①张… III. ①石灰—工业废水处理 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 026974 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 畅 舒(010-63412312, 13552974812)

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 张俊霞 左 铭

责任印制: 蔺义舟

印 刷: 北京博图彩色印刷有限公司

版 次: 2018 年 5 月第一版

印 次: 2018 年 5 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 23.75

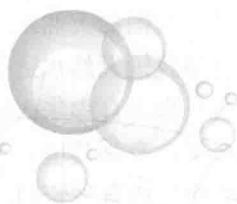
字 数: 558 千字

印 数: 0001—2000 册

定 价: 118.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换



石灰水处理是一项古老而又年轻的技术，实用性很强，尤其是现代水在环保和节水两个大环节中处于十分重要的地位。从表面上看，石灰水处理技术并不深奥，工艺也不很复杂，但是在 20 世纪 60~90 年代，其实际应用中却因存在一系列技术问题（如堵塞、结垢、污染、磨损等），致使难以维持正常运转，为人们不接受和反感，从几乎无厂不用石灰水处理到逐渐被冷落和近乎遗弃。90 年代后期情况有了改观，人们在总结经验教训后设计投入了一套现代版的石灰水处理工艺设备，随后其得到迅速扩散发展，受到普遍欢迎，解决了当务之需。本书总结前几十年的经验教训，分析认识误区、错误及落后技术，提出一套行之有效的改进技术，使其获得新生。为防止重走老路，避免某些错误导向，使石灰水处理为我国节约用水和保护环境发挥更大的作用，本书将教训和经验一一列出，以求巩固成就，健康发展。

历史的经验之一是重新认识和树立正确的技术观念。过去我们没有把石灰水处理当作一项专门技术对待，而是将其视为一项粗俗的、肤浅的、无须探索发展的技术，过分轻蔑它，认为“谁没有见过石灰”“只不过把石灰丢到水里，它就会反应而已”。本书将纠正过去轻蔑它的态度，努力阐述处理过程中各个环节的原理。石灰水处理作为一项完整的和较独立的处理技术，自有它的理论体系，也有它不同于其他水处理的技术措施和设备，以及运行管理过程。

经验之二是石灰水处理技术和应用工艺在于细节和全面。即技术需要成套，主体设备应当专用，全部系统流程都要符合其自身的特点和规律，不可忽视每一个小的环节和零件，大到澄清池的构型设计，小到阀门和管道的连接等，都要切实遵循石灰反应规律，不可用一般水利或化工反应概念去认识和对待。

经验之三是石灰水处理应用范围很广，可以用于处理单一物质，如去除暂时硬度，也可以同时处理多种物质，如除碱除硬的同时除硅除重金属有机物等；可以多级反应，也可以综合反应；可以作为联合处理系统的前处理，也可以承担独立处理的主工艺；可以用于给水处理，也可以用于污水处理或污水回用；允许较宽的被处理水的水质波动等。不同的用途需要不同的技术参数、系统和设备，只有设计合理并使用得当，就可以发挥其有效功能。

经验之四是为得到石灰水处理后稳定的水质，应当满足其必要的条件，如适当的水温、一定范围的进水水质、充分的反应过程、正确的系统组合、合格的药剂与设备等。

我国的天然水绝大部分属于重碳酸钙型水，恰与我国富存高质量的石灰岩对应，因此也是我国天然水适合石灰处理的原因。

作者自中华人民共和国成立之后的“一五”计划就亲身经历石灰水处理，至今已有 60 余年，身临其境，为让后来者也知艰难，也明优劣，故把所能积存的关系到石灰水处理工程应用的各种资料、照片尽多展示、评说，不在褒贬，而在明了。石灰水处理工程应用涉及面宽，将跨越学科界限，如石灰的制备与反应、颗粒物的澄清与分离、过滤、污泥的处理等，其中可能触及的部分作者将尽量予以述及和适当深入。

本书提出了一些新的理念和见解，但缺乏深入的研究，仅限于“实用”而已。石灰水处理技术及专用设备还有许多有待继续深入研究的问题。例如，生化处理与理化处理的衔接，残余有机污染物对后续深度净化的影响及抑制或去除（理化方法），膜前污染物的控制与检测（污染指数的改进），冷态浓缩防垢，污泥的再处理等。这将使石灰水处理和与之相关的技术发挥更大的作用，得到更好的发展。

水处理技术的本质体现，不在于水处理本身，尤其是给水处理，而在于水之适用。水得其用，是为最佳。锅炉、电子用水讲究纯化，而酿酒纯则不行，一条赤水河孕育着多少好酒。这应是水处理工作者的职责所在。

作者著述本书时尽可能深入探索，从实践中获取答案，并借此善告石灰水处理的使用者，不要投机取巧，不要盲目抄袭，不要以假乱真。须知：取巧虽可怜，投机致误国，假冒诚可耻，伪劣会败家。

本书引述摘抄了与主题相关的一些资料，故也可说是一个汇集。为了方便读者，尽力指明出处，鉴于年代久远，有的原件已失，可能遗漏，敬请谅解。汇集是一碗八宝粥，主料就是现代石灰水处理应用实践经验。

本书所涉及技术经验总结了诸多前人的研究成果或实践经验，借此致谢华丽娟老师、宋珊卿老师教诲。向现代石灰水处理技术最初形成和完善中做出贡献的曲玉珍、张迈毅、惠彦启、于长龙、郑其武、付宝珍、张一旭、杨占琴、张妙、李民、谷宏旺、李再东、王文魁、张瑞松、朱中澍诸高工致谢，向给予本书提供诸多技术支持和帮助的金久远高工致谢。特别感谢在应用我们所提供的现代石灰水处理设备过程中精心操作和提供实践经验及提出存在问题的技术人员和工人师傅。

编著者

2017 年 10 月

录于谦（明）《石灰吟》，咏石灰七绝诗赞之，步其韵勉和于后

原文

千锤万凿出深山，烈火焚烧若等闲。

粉骨碎身全不怕，要留清白在人间。

和 - 显圣

人间清白实难见，污泥浊水绕身边。

故交老友去复来，略施身手水变颜。

再 - 个性

生就顽劣非一般，自幼亲水不惧酸。

呼吸瞬间成顽石，随时沉积到处钻。

又 - 作为

顺服天性任驱使，驯服野性拉磨盘。

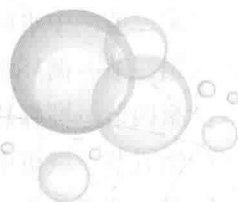
难得君身洁如许，换来世间活水还。

续 - 报复

五八炼钢渣未尽，叹今“能人”步尘埃。

率意糟蹋必报复，历史教训在眼前。

石灰用于处理水是予人类的大贡献。咏之，识之，用之，依其真实性格，还今人之梦，是我辈之福，亦你我之责也。



前言

第一章 水处理技术、行业发展与石灰水处理技术	1
第一节 水处理技术家族	1
第二节 水处理与水污染	3
第三节 给水处理与污水处理两个技术体系的异同	4
第四节 石灰水处理在水处理家族中的作用	11
第五节 中水回用深度处理的技术分析	12
第六节 水处理技术的市场化与净水行业的形成	14
第二章 我国石灰水处理的技术进步	17
第一节 历史的经验教训	17
第二节 对石灰水处理技术的基本认识	22
第三节 城市中水回用的石灰深度处理	24
第四节 工业重度污染排水回用	28
第五节 其他方面的石灰水处理	29
第六节 我国石灰水处理技术的现状	31
第三章 现代石灰水处理技术	33
第一节 石灰水处理反应的基础知识	33
第二节 石灰水处理的水质	46
第三节 石灰水处理的反应	55
第四节 石灰水处理的凝聚与絮凝	60
第五节 石灰水处理的吸附作用	72
第四章 城市中水回用的深度处理	77
第一节 我国大型工业中水回用的起源	77

第二节	中水回用深度处理技术方案选择	79
第三节	循环水系统因 $\text{NH}_3\text{-N}$ 引发的腐蚀问题	80
第四节	邯郸热电厂与高碑店热电厂的技术经验	93
第五节	城市中水回用石灰水处理后膜法脱盐的有关问题	95
第六节	关于《污水再生利用工程设计规范》	99
第五章	工业水管理（节水减排）与工业废水回用	102
第一节	水管理与节水减排	102
第二节	动态水平衡系统设计	104
第三节	工业污水回用和深度处理	113
第四节	节水减排系统的几个技术方法	132
第六章	石灰水处理用澄清池	138
第一节	石灰水处理澄清引用的基础理论	138
第二节	石灰水处理澄清池的技术特性	158
第三节	我国使用过的几种类型的石灰水处理澄清池	162
第四节	泥渣接触分离型澄清池的技术构思	179
第五节	泥渣接触分离型澄清池的设计技术要点	187
第六节	泥渣接触分离型澄清池的运行效果	194
第七节	DCH 泥渣接触型澄清池的技术扩展	197
第七章	石灰水处理用过滤设备	199
第一节	概述	199
第二节	砂滤	200
第三节	表面过滤技术	204
第四节	石灰水处理用深层过滤	206
第五节	过滤技术的关键是滤料和滤层	212
第六节	深层过滤的几个技术概念	216
第七节	池型的基本构型	218
第八节	几种常见的石灰水处理过滤设备	223
第八章	石灰水处理用石灰乳液的制备	231
第一节	概述	231
第二节	石灰乳液制备工艺的技术要素	231
第三节	石灰乳液制备装置的设计	243

第四节	我国使用过的几种典型制备工艺及其经验教训	249
第五节	石灰乳液制备单元的主要设备	265
第六节	现代粉石灰单元成套装置的几种类型	275
第七节	吸取教训,总结经验,走自己的路	282
第九章	石灰水处理用泥渣处理制备	285
第一节	石灰水处理排出泥渣的性质	285
第二节	石灰水处理澄清池排出泥渣量的计算	286
第三节	排渣系统与设备	289
第十章	石灰水处理的系统设计、设备配置与设备成套	293
第一节	石灰水处理系统设计	293
第二节	设备配置	310
第三节	关于 CaCO_3 回收再利用的石灰水处理	314
第四节	石灰水处理工业应用的设备成套	323
第五节	如何优选石灰水处理成套设备	327
第十一章	石灰水处理技术的再发展	331
附录		333
附录一	电解质在 25°C 时的溶解度常数	333
附录二	$18\sim 25^\circ\text{C}$ 时的溶度积	334
附录三	一些难溶于水的氢氧化物的溶度积浓度	336
附录四	一些难溶于水的钙盐的溶度积浓度	337
附录五	活性炭吸附平均去除率	338
附录六	活性污泥出水经石灰水处理平均性能	339
附录七	硝化出水经石灰水处理平均性能	340
附录八	活性污泥+石灰水处理+选择性离子交换平均性能	341
附录九	二级出水过滤+活性炭吸附平均性能	342
附录十	二级生化处理+石灰水处理+活性炭平均性能	343
附录十一	生化处理+硝化处理+石灰水处理+活性炭平均性能	344
附录十二	生化处理+选择性离子交换+活性炭平均性能	345
附录十三	生化处理+石灰水处理+离子交换+活性炭+RO 平均性能	346
附录十四	石灰物理化学处理平均性能	347
附录十五	各种石灰乳的颗粒分布	348
附录十六	熟石灰的化学成分和物理性能关系	349

附录十七	熟石灰比表面积的变化与消化温度 $\text{H}_2\text{O}/\text{CaO}$ 比的关系	350
附录十八	CaO 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在不同温度下的溶解度	351
附录十九	石灰乳的密度 (20°C)	352
附录二十	水的黏滞度和温度的变化关系	353
附录二十一	水的动力黏度 1997	354
附录二十二	水的运动黏度	355
附录二十三	有机絮凝剂	356
附录二十四	水的离子积 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$	357
附录二十五	水的密度	358
附录二十六	水和空气接触时的表面张力	359
附录二十七	物料性质、堆积度、休止角及带式输送机的倾斜角	360
附录二十八	粉状聚丙烯酰胺的质量标准	363
参考文献		364
后记		367

水处理技术、行业发展与石灰水处理技术

第一节 水处理技术家族

天然的水不可避免地接触各种物质或大气，从而溶解许多物质，使自身成为除水分子以外含有多种成分的混合物。人的生存、工业、农业等一切活动都离不开水，与水并存的杂质有可能给使用者带来危害，因此必须对水进行净化处理，去掉有害成分，保证人体、机械、作物的健康和安全，这就是水处理技术的作用。用水的广泛性和差异性决定了它的分散性，城市自来水集中处理，仅仅是达到生活和工业用水的最基本的一般性处理。用水和处理水是并生的社会必然。

水中携带的物质并非对使用者都构成危害（或严重危害），有些或是有益，就不必要除尽，或由于经济原因，也可以用不同的处理方式去掉不允许存在的那部分物质，保留其他无害的物质。

人类的繁殖和生活水平的提高（社会进步），不断消耗更多的水，同时也污染水体。自然给予我们的接近可直接使用的水（淡水）资源日趋不足，加上地域差别，发达地区或工业集中地区缺水更加严重，节水即成为重要举措。水被多次或循环使用是实现节约用水的最有效方法，如河流的上游和下游多次使用早已是人类合理用水的自然现象，这是自然界普遍存在而必须遵循的规律，否则地球早已承载不了社会的运转。人的生活用水和工业用水也必须遵循这一规律才可以求得缺水局面的缓解。如果前级使用中沒有妨碍次级使用的严重的污染（如温度略增、少量颗粒物、微量有机生物活动等），加之在自然流动中水自身也有所净化，那么后级使用可以直接或简单处理即可使用。当前级使用的水被污染到妨碍下一级使用时，必须经过技术处理使其恢复成为无害水，才能提供下一级使用（或自己再用），以求得水的再生。天然水经处理给人或工农业使用，是给水处理技术；用过的排放水为避免污染环境经处理回到自然，是污水处理；污染的水经处理回收再用是回用深度处理（排放时已有处理故称为深度处理）。水的循环使用是一举两得、并行不悖的一件事。

水的“严重污染”在我国普遍存在，同时我国人口众多，淡水资源匮乏，水的“危机”更加严重，阻碍着人们的健康生存和经济发展，为此水的多次反复使用和深度处理技术发展是珍惜水资源、提高水利用率的当务之需，相关水处理技术的发展也应运而生，与时俱进。

水处理技术领域是一个十分繁杂的大家族。这个家族的形成不仅由于它的普遍

性——与用水并存，也不仅由于水质的繁杂性——水的良好的溶解性，更由于它被污染的严重性——现代工业发展和人行为的变化，还由于它要满足不同的水质需要。这个处理水技术大家族以技术性能大体划分如下：

(1) 澄清过滤系列技术，即水中颗粒物或反应生成的颗粒物，在沉淀、澄清、过滤等设备中，利用自重、沉降速度差、截留或加入药剂所改变的理化性能，增大体积，增加密度，调整电荷，杀灭活性，最终从水中被分离出来。沉淀、澄清、凝聚、浮选、吸附、各种过滤、以致脱气等技术都可纳入此类。习惯将此处理过程称为预处理，其实这种说法并不确切。此过程具有很强的独立价值和意义，虽然水的净化可以有益于后续处理，避免其受到损害，但并不完全是为后续某种处理做的准备，如自来水的净化处理。石灰水处理是此系列的一个分支，既可澄清净化，又可降低碱度、硬度和含盐量。严重污染水的澄清净化也是不可替代的处理过程。

(2) 药剂处理系列技术是最方便、最常用的水处理技术，它可以改变水中一些物质的性质、形态、性能，达到处理目的或辅助效果，其简单易行是其他技术难以替代的。这种技术广泛用于外部处理或内部处理，如用凝聚剂中和颗粒物电荷，用阻垢剂改变结垢物结晶形态，用酸碱调整 pH，杀菌灭藻，彻底去除氧、硬度盐等水中残余物，以及炉内和工艺装置内部的各种处理等。

(3) 离子交换系列技术是我国 20 世纪 60 年代初发展起来的广泛使用的脱盐技术，至今仍不可或缺。离子交换工艺（系统组合）、离子交换树脂、离子交换设备（床类）、离子交换系统已经发展较为成熟，尤其在我国多种系统组合技术和设备品类齐全，多有研究和成效，如逆流再生（含浮床）技术、凝结水精处理技术、各种床体设计技术、各种再生液制备技术、各种树脂制造技术等都有较深入的研究和长时间的实践。

(4) 膜分离系列技术自我我国 20 世纪 70 年代引进第一套中空纤维大型工业海水淡化装置以来，逐渐在我国得到推广应用。由于与离子交换比较没有二次污染，在逐渐重视环境保护的前提下，随着卷式膜的技术进步和价格降低，这种技术从 90 年代开始发展很快，微滤（MF）、超滤（UF）、纳滤（NF）和电脱盐（EDI）等陆续得到工业应用，膜生物（MBR）技术把生化反应与膜过滤结合，加速反应效率。节能回收器的使用，降低了能耗，促进了海水淡化使用率的广泛提高。此前电渗析（ED）技术较早得到应用。新的膜制造技术并没有停止研制和应用实践，将有更广阔的开发天地。膜分离是冷态脱盐过程，可以避免热法脱盐，更加简捷方便，也更广泛。

(5) 生化处理系列技术是污水技术中的主导技术。水的污染物十分繁杂，其中有机污染物更是多种多样，且危害更大，用一般物理化学办法很难治理，生物作用可使可生物降解的有机物（尤其低分子量有机物）分解无害化，其间的反应工艺、流程、设备、条件遵循自身生物化学规律和不同污染物形态设计。生化反应与其他技术或设备相结合的工艺技术有生物接触氧化、颗粒填料生物接触氧化、生物活性炭、膜生物反应器、曝气生物过滤等。随着生物反应技术研究的深入和污染物的变化，生化处理新技术也在迅速发展。工业废水处理技术更加繁难，是一些企业生存的决定性因素，是人类进步和健康的重要环节，是更待发展进步的技术领域，也是废水回用的第一步序。

(6) 蒸发冷冻及其他技术（高频技术、电磁技术、防腐技术、清洗技术等相关理化处



理技术)。蒸发脱盐是古老技术,包括蒸发器、蒸汽发生器、多级闪蒸、多效蒸发等。蒸发器在化学除盐普及之前是为高压锅炉等提供蒸馏水的唯一选择,至今仍然是海水淡化制备淡水的可选技术之一,污水回用处理或零排放技术发展促使新的蒸发技术出现,热浓缩结晶也是当前的重要途径。早年电磁水处理技术曾经风靡一时,近年高频水处理技术理论和应用设备发展很快,在低温防垢领域发挥作用。

每个技术系列都含有多种技术分支、多种工艺过程、多种专用设备、多种技术组合和多种反应效果。各自构成一个技术体系,研究、设计、制造、应用都仍在应用和发展之中。

上述几个技术系列中的一些主要以理化原理为基础,多用于给水处理,生活污水和有生物污染的工业排水的污水处理多以生化原理为基础,工程应用中有交叉,组成合理的处理系统。

水质净化技术与化工技术、给排水技术、环境技术、热能技术、控制技术等是近亲,互相关联,互相借重,互相穿插,互相渗透。

水处理技术如同其他技术一样都是逐渐发展起来的,都是随着社会需要而逐渐积累、逐渐深化的,更是多项技术互相比对、互相渗透而逐渐改进、逐渐成熟的,并不是互相代替、互相排斥。这是由科学发展的规律和人类认识科学的规律所决定。科学技术发展进步的前提是人类对科学技术认识的进步。20世纪60年代,石灰水处理技术在占很大部分。60年代后,我国大批量生产树脂,掌握了防腐技术,于是“先进的”离子交换完全替代了“落后的”石灰水处理而占统治地位,石灰水处理因技术“落后”几乎彻底被拆除,完成了一次“新老交替”。70年代我国开始有了膜过滤,以后逐渐普及,到出现“三膜法”似乎可以包办一切,又以“先进”代替了“落后”。90年代后,因缺水提倡污水回用,高度浓缩和有机杂质使膜污堵和结垢,“落后的”石灰水处理又回来了,离子交换也仍有用(特别是高纯水制备)。历史上一些技术发展的片面性和认识的局限性,对技术进步起了消极的作用。许多商业广告和论文成果的片面宣传、某些不当言论等都是误导的来源。例如,把40年代前的V形滤池当作新技术过度渲染。不同技术进步的发现和早晚,不是互相替代的关系,其各自都可以进步,都有特长和用武之地,新技术还在发现,老技术也可以进步,“我”所能掌握或认识的,不见得是最完美、最优秀的,可以有技术倾向,但不可有技术偏见,那样的认识将阻碍科学技术的进步。

第二节 水处理与水污染

大家都很容易理解“水处理”的含义,即用某种技术或方法处理水,改变它所含的物质,一般是指改善它的质量,使其获得净化。可是,“水处理”应当另有内涵,指用水去做什么事情,参与什么反应。例如洗涤,用净水洗涤水果、蔬菜,就是处理水果、蔬菜;用水冲洗雕塑石粉,即处理雕塑像;用水洗涤煤气或页岩气,也是用水净化煤气或页岩气,是煤气或页岩气生产的一个环节,都是水处理。这是水的一个功能作用,用水溶解或带走煤气或页岩气中需要除掉的杂质,是水处理煤气或页岩气,然后污水再被处理净化,是处理水。

水污染有两种寓意,一是水被其他物质污染了,一是(脏)水污染了其他物质。例如,



印染废水或造纸废水未经处理直接排至河里，河水被污染，是不该发生的，错误的；而废水不是被污染，是一个生产环节，是必需的，是用水去处理，不属于被污染（是让它污染）。我们再去处理废水，也是必需的，正确的，也是一个生产环节，不是不得已的。如果我们不去处理废水，而是去处理被污染的水（河水），是错误的，本末倒置。上述洗涤煤气或页岩气是生产环节，不是被污染，再处理水是煤气或页岩气中一个生产环节，所以这类水应当在生产环节中净化，恢复使用功能后恢复使用，不能排给社会。

有时被污染是不得已的，循环冷却水在冷却塔中蒸发时与空气一起带走热量，同时也被空气污染（SS、S等），溶解盐浓缩是正常反应，洗涤空气是不得已。

生产环节中的水只不过是一个媒介，水参与生产环节的循环，在于水要纳入生产环节的设计，不应视为当然的废弃物，这是许多工厂水系统设计不合理或水不能得到充分使用的原因。了解因果关系，才能使水处理环节安排在更合理的部位。

第三节 给水处理与污水处理两个技术体系的异同

给水处理和污水处理的共同目标都是改善水质，接受不同的水源满足不同的用途。水源不同和用途不同决定了技术路线不同、过程不同和习惯不同，以致理念不同，在发展中虽同根而生，但分枝东西。

在水处理技术大家族里给水处理和污水处理是两个领域，虽然二者同源于水，所用技术都包含在基本技术范畴之内，但是由于水源、水质和目的不同，二者的差异是明显的，主要体现在理念上。

中水回用从过程上和技术上来看介于二者之间，前续污水处理后连给水处理，欲做好回用水的事情，就必须了解其前的污水与处理，应用好其后的给水与处理。需要回用的污水处理应当考虑再处理并为其创造条件，承担污水再处理的给水处理必须创新工艺，实现高度浓缩净污分流的最终效果。从应用效果、应用技术和技术管理层面来看，深度处理技术应当用给水处理的标准、理念和技术习惯去实施，这是一个新课题，需要回用的污水处理不能仅仅停留在使排放达到标准，注意后续处理的技术衔接，给水处理也不能仅仅供水合格，需要更加注意污物的再排放。

这里首先论及污水处理和给水处理经常有联系，在概念或习惯上容易混淆的问题，即技术上的差异，才能做到合理衔接，明确技术发展途径。

一、二者本质的差别是功能性质和与用水设备的关系

给水处理是参与主体生产工艺的组成部分，或者是主体生产的一个环节，总之是与主体生产工艺紧密连接的因素，水质是构成这个因素的内在本质。水有时是主体产品构成的成分之一，它的质量直接影响主体产品的质量，如食品工业、医药工业、某些化工工业等，在它们的产品里，水是成分之一。水有时是主体工艺安全生产的决定因素，如火力发电厂。此时水的质量和供给系统必须完全与主体性能一致，只能满足它而不能制约它。即使不是其产品的一部分，也是其生产过程的一部分，其作用或影响亦如上述。给水处理后的水在使用中将逐渐被消耗或被污染。



排水或污水处理则完全没有这种性质，它不是河湖必要的构成因素，即不能说没有排水就没有河湖，排污水和污水处理只是对河湖的污染和减少污染，避免它对人体或社会产生危害，而不能说它是人体或社会必需的一部分。农业生产用水取自河湖，也不能说其中的排水是它需要的一部分。污水处理的目的是达到允许排放，排放后的水如果不再用不当再被污染。二者的性质和作用完全不同。

以火电厂为例，水是热力发电过程中唯一的能量传递载体，所以它是生产过程的构成因素之一，即使是冷却水也是间接生产因素，要发电就必须有水。换句话说，一个电站可以“零排放”，不可以“零供水”。同时水对火力发电站安全生产的意义同样重大，化学监督（实际是水质监督）是电站三大安全监督（还有金属监督和高压电监督）之一，一台机组停运大修首先有权进入锅内的是化学（即水处理）人员，观察水对机组是否有损害。现代超临界电站的水处理和水质监督具有更重要的意义，包括经济意义（如轻度腐蚀或真空下降的经济损失、水处理的造价和制水成本）。污水处理没有直接关联的生产对象，所以不存在这样的功能和作用。同理，污水处理的优劣直接关乎人或生物的健康或安全，影响社会的文明与和谐，是构成现代社会进步和发展的重要因素，而这些和给水处理都没有直接关系。所以二者的功能和性质是有本质差别的，这些差异常常会形成人们对它们认识上的差异、技术使用上的差异、管理方式和习惯的差异等，不可因可能采用类似或相同处理技术方法而忽视本质的差异，否则很容易造成错误。

从事给水处理的技术人员，必须对主体生产工艺和设备有全面和深入的了解，掌握它的各种表现和规律性。水处理的内涵不仅仅是一个水质指标就可以表达的，水在主体工艺内的行为和反应，早已成为本专业的一个技术领域，甚至是主体领域。例如，设计或管理锅炉补给水处理首先必须了解锅炉内部或热力循环系统内部的（水）循环过程，以及循环过程的水行为和其影响的结果（腐蚀、结盐、结垢）、经济性等。污水处理不可能也不需要满足避免污水对它所排放的河道、湖海的用水者（人、工厂、其他）的具体伤害，并进行逐一调节或控制这些伤害。

二、计量的差别

污水处理与给水处理对水量的计量单位有区别，一个是 m^3/d ，一个是 m^3/h ，直观看只是相差 24h，只要乘以 24 或除以 24 就等值了。这种差别并不是简单地以天计量或以小时计量的习惯之差，而是由其各自特点决定的，给水处理量如果要用每天流量计量，将会引起很大误差，污水处理量如果用每小时流量计量，也会引起很大误差。小时流量比天流量更精确，工业用水如果不精确到小时，则会带来事故。例如，凝汽式火电锅炉补充水，虽然补充水量仅占 2%~3%，但也必须连续准确补充，以保持锅炉水位几毫米的允许波动，无论缺水与过水都将引起严重的后果，其补水系统或循环系统的储存水箱的容积只不过按 1h 或 0.5h 计算，其缓冲能力仅此而已。其他工业的工艺用水情况也与此类似，如果水是产品中的成分之一，供水的连续性要求将更高。如果以天计算公式定额，极言之，可以允许 24h 的水量在前 12h 供完全天的水量，后 12h 停止供应。而污水处理量则不可能以小时计，因为其波动可能很大，大城市波动率较低，小城市波动率较高，工业区更甚，因为它是随着人的生活规律而变化的，人在一天 24h 内的耗水量是不一样的，而且差异很大



(或可达到 1 倍以上), 如果以小时最大计量则污水处理厂的规模会过大, 所以它以天处理总量计量。

更重要的原因是服务对象完全不同, 计量单位也就不同。仍按上述, 给水的服务对象是锅炉或其他, 它们在水处理设备的后面, 用多少供多少, 随锅炉(或工艺)用量调整, 不允许间断, 所有的主生产设备都是统一用小时计量, 给水处理设备也只能用小时计量, 从而避免计量误差。例如, 锅炉的出力是 t/h (因为蒸汽不能用 m^3 , 水则用 m^3), 供水量也是 m^3/h (或 t/h), 因此水处理设备的出力也必须用 m^3/h (或 t/h)。而污水处理的服务对象在前面, 来多少接受多少, 不允许限制, 来量有多大波动, 处理量基本就有多大波动(有时设置调节池, 主要目的是水质调节), 完全不管后面, 处理多少就排多少, 不受限制。二者完全相反, 一个取决于前, 一个取决于后, 一个波动大, 一个波动小, 特性不同, 故所用计量单位需要服从其特性, 这样才合乎科学规律。污水处理厂处理能力按 m^3/d , 是指来水量(当然是排水量), 中水深度处理是作为给水用, 应当按 m^3/h , 二者交接也要按小时, 流量表(瞬时指示式, 不论是累计式或积算式)也要按 m^3/h , 要求供应中水量也要按 m^3/h , 不能按 m^3/d , 否则生产安全就无法保证。这里已不是习惯问题, 而是安全问题。

因此, 按 m^3/h 计量是指它的均衡性、保证性、可靠性, 而不是乘以 24 或除以 24 的数字差别。

三、对待有机生物的差别

污水处理主要是用生化处理技术, 故必须有生物存在, 有的作为生化反应的营养, 有的作为细菌繁殖的温床, 如果去掉了有机生物、杀死了细菌, 生化反应不复存在, 污水处理也就失去了核心。给水处理(本身或处理后)残余的有机物, 无论化学需氧量(chemical oxygen demand, COD)或生化需氧量(biochemical oxygen demand, BOD)几乎都是有害的, 需要杀灭或去除(可能除掉程度因技术措施和需要不同), 所以给水处理一般不可再用生化处理, 当污水回用时, 偶然有可能增加一级生化反应, 也是因为前级污水处理效果不好而设置, 其属于前一级污水处理的补充而已。二者的差别是相悖的, 一个是依赖其存在, 一个是必须杀灭并除去。

四、控制方式的差别

给水处理的服务对象在处理装置之后, 即决定其数量与质量的因素是其产水的使用者; 污水处理的服务对象在处理装置之前, 即决定其数量与质量的因素是其供水的赋予者。这种关系也决定了处理系统设备的控制方式的不同。

由于服务对象不同, 所以系统控制方式也不同, 给水处理系统最后的供水泵接受用水处的需求量调节, 再逐级向前反应, 到总进水阀门, 就是系统之前的水流量的控制是接受系统后的需要量信号, 无论中间有多少级处理, 经过多少级储水池都是这样。水的安全储备是最终产品水。而污水处理恰恰相反, 系统前面控制系统后面, 来多少水处理多少水, 开多大风量、加多少药, 受来水制约, 其储水池也设在前面, 起水量调节作用, 同时起质量调节作用和酸化作用。试举一个常见例子, 当回用中水处理采用石灰水处理或凝聚澄清时必然有澄清池, 一般设有两个或多个, 澄清池的进水阀门是系统水流量的控制门, 此时



要求来水为压力水才可以实现有效控制。需要说明,这里的控制含两个内容,一是根据需水量控制总处理水量,二是控制几个澄清池的水量分配(目的是按照本池的实际性能掌握出力和按实际水量控制加药量)。

污水处理的习惯是整个系统的设备从前到后利用高差逐级下落。常常有人提出在澄清池入口前设置一个高位配水池,均匀向各澄清池供水。事情虽然简单,但恰好反映出两种水处理的不同次序和不同理念,配水池方式只能用于来水控制,不能用于产水控制。试想,如果需水量大而来水量不足,所缺之水如何补?如果需水量小而来水量大,多余的水到哪去?再者,将一个池子的流量调小,其余几个池子的比例必然增大,反之亦然,这样就无法实现使出水质量好的池子产量提高,而使出水质量差的池子产量降低。

水质分析内容的差别也很大,污水的分析偏重于有机或无机污染项目,特别是有害物质的分析,用以观察生化反应效果,对于溶解盐类的分析通常不完整。给水处理则相反,其更重视溶解盐的分析,这些项目是运行周期、加药量、运行参数等的决定因素。这是由各自的用途和监管目的决定的。给水处理强调及时监督,随时了解水质变化,必需掌控一些关键的项目,如硬度、 SiO_2 等。当不能实现及时监督时,则在系统设计时予以可控措施,如用离子交换除盐(当没有在线即时监督仪表时)以漏钠控制漏硬(或终点计)、以限量控制漏硅等。而污水处理则不可能也没有必要。

五、用途的差别

不同用途的给水处理有不同的水质要求,回用中水可以有多种用途,也有多种水质指标。水质指标是满足安全生产(或产品质量)的最低限额,欲获取更高指标会受到经济或技术条件限制,所以在具体项目设计或管理时也有调整。给水处理和污水处理水质指标的差异主要表现在溶解盐,污水处理主要针对有机污染物,工业用水更注重溶解盐(非溶盐在处理溶解盐前已被除去),由此引出处理技术和工艺有很大差异。

例如,火力发电厂的凝结水精处理则完全纳入蒸汽锅炉与汽轮机水的往复循环之中,在循环中水被污染(Fe 、 SiO_2 、 Na^+ 等),在循环中除掉。尤其当采用锅内加氧处理时,对水纯度要求极高(阳离子电导率小于 $0.2\mu\text{S}/\text{cm}$),必须随时保持水中含盐量的极低值。

城市中水回用于工业给水的情况比较复杂,其用途有所不同,如作为工业用水、循环冷却水或工艺用水(锅炉补充水、生产用水等)。它们对水质的要求各不相同,各种工业(电站、冶金、石油、化工等)差异也颇大,深度处理时是针对其用途对象的需要确定的。

工艺用水必须按照工艺规程满足其水质要求。循环冷却水也要按照不同的冷却方式(自然通风冷却塔、机力通风塔、喷淋水池、循环冷却池等)控制循环水的水质稳定,通过计算确定达到某水质指标,而且随负荷、季节等可变因素调节。循环冷却系统中影响水质的可变因素更多,所有溶解的和非溶解的都追求保留在可能产生危害的极限,互相影响,随时变化。虽然表面看水质指标较低,危害表现来得迟缓,但潜在危险更可怕。如果循环水采用旁流处理,水的处理与分配关系会更加复杂。

工业给水水质侧重于对用水设备或用水产品质量的影响,如锅炉、冷却设备、电子管、纺织品、药品等。虽然水处理作为一个车间,可以以水质指标作为考核,但不止于指标数据,其责任重在其服务对象的用水效果,即该厂最终产品的质量和主体设备的安全。而排