

淮河流域及山东半岛海水利用现状与技术分析

刘丽萍 胡若楠

(淮河水利委员会综合事业发展中心 蚌埠 233001 大连理工大学 大连 116024)

【摘 要】针对目前淮河流域及山东半岛沿海重要城市出现极度缺水情况,为满足沿海城市、海岛居民及工业用水的需要,在节约用水和挖掘常规水资源利用潜力的前提下,充分利用海水资源是行之有效的方法和途径。

【关键词】海水利用 海水淡化 工艺 关键技术

1 海水利用现状

1.1 概述

海水利用包括海水直接利用(工业冷却水、大生活用海水、海水灌溉、深层海水中有效成分利用、海水脱硝)、海水淡化利用(利用脱盐技术和装置将海水处理成淡水用于工业、生活及其他相关行业)、海水化学资源利用(制盐、其他化工产品)。为解决淡水量,海水淡化利用、海水直接利用尤为重要。海水淡化利用可直接增加区域的淡水资源量,海水直接利用可减少区域水资源开发利用量,间接增加区域淡水资源量。

1.2 海水直接利用

淮河流域及山东半岛海水直接利用主要包括海水冷却、大生活海水利用和海水灌溉,以海水冷却为主。

1.2.1 大生活海水利用

大生活海水利用主要用于冲厕,高效微絮凝和高效澄清处理工艺已成为主流技术。除青岛市建立了海水冲厕示范工程,目前国内尚未有其他城市大规模使用海水作为大生活用水。此外,大生活用海水的水质目前尚没有国际标准。

1.2.2 海水灌溉

海水大面积灌溉作物尚处于科研阶段,如何保持土地可持续利用,长期使用海水灌溉而不使土地盐渍化,是发展海水灌溉面临的一个难题。目前,滨州市使用微咸水灌溉冬枣、水稻。

1.2.3 海水冷却

海水冷却包括海水直流冷却、海水循环冷却。我国海水冷却技术已有 60 多年的历史,海水直流冷却技术基本成熟,近几年对海水循环冷却技术进行科学攻关,相关技术日益成熟,通过了万吨级工程示范,并在青岛、日照、烟台、威海、盐城、连云港、南通等地区电力、化工、钢铁等高耗水行业产生显著的示范效应,山东神华国华寿光发电厂 2016 年研制成功了国内首例国产化大型高位收水冷却塔循环冷却技术。

1.3 海水淡化

海水淡化不受气候影响,出水水质好,供水稳定。一类用于工业用水,如电力、石油、化工、钢铁等高耗水行业;另一类用于市政供水。主要处理技术是热法和膜法。热法包括多级闪蒸、低温多效蒸馏,膜法主要指反渗透淡化工艺,其工程投资和运行成本低,能源消耗仅为蒸馏法的 1/40,已发展成为海水淡化的主流技术,占市场份额 60%以上。

1.3.1 热法

多级闪蒸是将加热后的海水通过节流减压,进入多个压力逐渐降低的闪蒸室,使部分海水迅速汽化同时降低温度,将蒸汽冷凝成淡水的技术。运行维护简单,投资高,耗能大。低温多效蒸馏指将一系列的水平管或垂直管与膜蒸发器串联,用一定量的蒸汽通过多次的蒸发和冷凝得到多倍于加热的蒸汽量,充分利用低温废热,能耗低于多级闪蒸。沧东电厂自行设计建造了我国最大的低温多效蒸馏法海水

中未考虑设置排(冲)沙设施,进库泥沙难以排出库外。宿鸭湖作为平原水库,库床比降缓,库面面积大,拦库大坝长,上游来水进入库区后,下泄缓慢,尤其北库至泄洪闸之间长约 30km,下泄通道过长,大量泥沙沉入库区。

(4) 运用条件限制。水库淤积速度与运用方式密切相关。经研究分析,水库排沙 1m³ 需耗水 10~20m³。宿鸭湖地区降雨量时空分布不均,水资源不足,水库需首先满足供水需求,需要水库汛期拦洪蓄水,没有蓄清排浑的水量条件,导致大部分泥沙滞留库内。在管理运行中,由于北方缺水,每年第一场洪水含泥沙量最多,但往往是在库容达到警戒

水位才泄洪,致使洪水带来的泥沙基本全部沉淀在水库。

5 结语

宿鸭湖水库自建库运行以来,充分发挥了防洪效益和社会效益,给汝南县及下游人民群众生命财产安全提供了重要保障。近 60 年来,水库库区淤积量 7395 万 m³,年平均淤积量 123 万 m³。随着库区经济社会发展,库区水土流失可能加剧。为保护水库发挥最大防洪效益及社会效益,建议一方面加大库区水土保持力度,减少水土流失,另一方面加强水库管理、优化水库调度,以减少库区淤积■

淡化装置。

1.3.2 膜法

反渗透海水淡化是利用反渗透膜在压力驱动下进行海水淡化,能耗低、工艺简单、操作方便。近几年反渗透海水淡化技术在我国取得很大进展,国产反渗透膜和高压泵在许多工程中成功应用,反渗透压力容器国产化达到世界先进水平,在淮河流域及山东半岛沿海城市的电力、石油、化工及钢铁等高耗水行业以及青岛市和部分海岛的饮用水方面得到广泛应用。

2 海水利用技术

2.1 海水循环冷却技术

海水直流冷却以海水为冷却介质,经换热设备完成一次冷却后,直接排海,温升较高,对邻近的海水造成污染。为满足环境排放标准,将循环水温升对环境的影响降至最低,采用带高位收水冷却塔的循环冷却技术,其水量和排污量较直流冷却减少 95%以上,达到“近零排放”。

高位收水冷却塔是一种高效节能和环保低噪的冷却塔,其安全性和节能优势已得到了验证。高位塔在填料下方设置高位收水装置,可使冷却塔水流自由跌落高度大幅减少,从而实现节能和降噪目的。对于 1000MW 机组高位塔,其供水能耗较常规塔降低 30%,噪音减少 10~15dB,具有显著的节能环保效益。

2.1.1 工艺流程

淡水海水补给水系统处理工艺流程:原水(加碱式氯化铝、聚丙烯酰胺)→高效絮凝沉淀池→清水池→淡水海水升压泵房→高位收水冷却塔。

泥水系统处理工艺流程:高效絮凝沉淀池排泥→储泥池→离心脱水→泥渣外运。

2.1.2 主要问题和关键技术

(1) 防寒防冻技术

①优化填料布置形式 填料采用搁置式放置,增加一层填料搁置承重梁,降低冬季填料被挂冰拉坏的影响,维修更换方便。

②采用调节更为方便的防冻装置:采用竖直轴可旋转的防冻挡风装置,手动调节快速方便。

(2) 塔内防腐技术

①采用高性能混凝土(强度等级 C50、强度耐蚀系数 ≥ 0.90 、28d 氯离子扩散系数 $\leq 4 \times 10^{-12}$),满足塔体混凝土防腐要求。

②塔内与海水接触的结构件,使用 2507 双相不锈钢。

③循环水管道(地埋管)采用预应力钢筋混凝土管道(PCCP)。

④塔内旁路、循环泵出口管道(地上部分)采用加厚碳钢管(重型环氧煤沥青涂层)。

⑤水塔内混凝土表面采用无溶剂环氧体系防腐。选用纳米改性无溶剂环氧湿固化混凝土封闭底漆 BE14,纳米氮化硅改性无溶剂环氧湿固化鳞片涂料 ES301 面漆。

(3) 防溅防漏技术

①塔内连接件采用预埋,保护了混凝土表面的完整性,避免收水槽、中央集水槽、收水斜板与立柱结合部位、抱柱部位产生漏水。

②塔周边收水槽吊杆穿过环形混凝土收水槽底壁,吊杆和环形收水槽预留孔的直径间隙为 2mm,通常使用高性能混凝土密封,但孔隙中普遍存在渗漏现象。改用聚氨酯发泡剂封实孔隙,孔两端用硅酮胶密封,在下部加一道橡胶密封垫,确保无渗漏。

③主配水槽下部悬吊挂梁间增加防漏遮盖板。配水槽下部垂直于主集水槽方向,收水斜板沿塔中心线对称安装,两者之间为不锈钢构件搭接,搭接处顶部未进行密封,存在溅水现象。在搭接处上部加装玻璃钢板,之间注入硅酮密封胶,盖板与收水斜板接口部位涂抹腻子密封,达到防溅水的效果。

2.2 海水反渗透技术

采用超滤和反渗透等膜分离技术作为预脱盐系统,两级淡水反渗透和先进的 EDI 离子膜分离技术,主要设备有超滤、高压泵、反渗透膜组件、EDI 及有关控制仪表。

2.2.1 工艺流程

工艺流程见图 1。

2.2.2 主要问题和关键技术

过滤器、杀菌方法、膜(超滤膜、渗透膜)的选用,增加能量回收装置是反渗透系统的主要问题。

(1) 过滤器的选用

加氯消毒,凝聚过滤,加酸调节 pH 值,投入聚磷酸盐作为阻垢剂,消除余氯以及过滤才能进入反渗透系统。预处理不合理,会导致渗透量下降。因此,在反渗透工程设计上,必须仔细考虑预处理系统。

预处理装置出口处 SDI 值偏高容易生长繁殖细菌微生物,预处理装置中一般不采用容易产生水滞留区的垫层,尽可能缩小布水管与混凝土层间距离。尽量不使用活性碳过

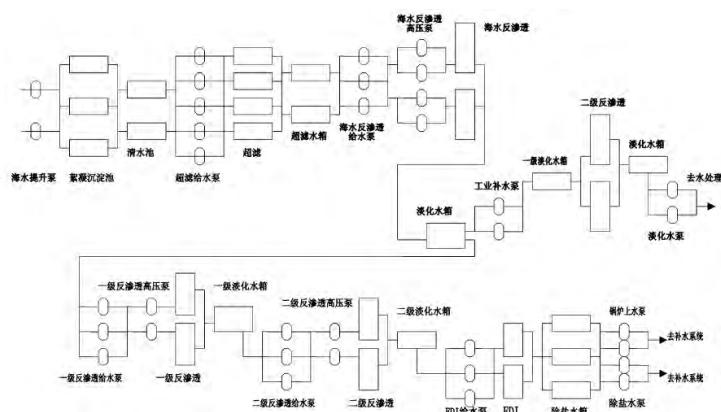


图 1 工艺流程图

工业污水处理池设计中的裂缝控制

邢 凯

(临沂市水利勘测设计院 临沂 276000)

【摘 要】水池的设计、施工及使用不当都会导致水池开裂。通过收集相关资料、选择合适的结构受力体系、结构计算、采取合理的构造措施、规范的施工养护,从而实现设计全过程的裂缝控制。在介绍裂缝成因和设计中裂缝控制方法基础上,结合工程实例对裂缝控制进行了进一步阐述。结果表明,通过采取合理的结构设计措施可以有效避免或减小污水池裂缝发生的可能性。

【关键词】水池设计 裂缝控制 收缩当量 极限拉伸值

在工业设计过程中经常会遇到钢筋混凝土污水处理池,如沉淀池、降温池、隔油池等,这些污水池若产生开裂会严重影响其使用功能。因此,在实际工程中需要在设计、施工等方面采取合理措施防止和控制水池裂缝的发生。本文主要研究在污水池结构设计中,如何采取有效措施避免和控制裂缝的发生,并结合一个真实工程案例进行验证。

1 污水池结构设计对裂缝产生的影响和控制

1.1 外力作用

当污水池结构在外力作用下,因混凝土材料本身抗拉强度低,导致拉应变超出了混凝土允许的极限拉应变,从而在构件表面产生裂缝,这种由外力作用在污水池表面引起

的开裂称为破坏性裂缝。

造成开裂的原因有:设计前相关资料不完整或有错误,设计时相关参数取值不合理,以及结构计算错误等。控制这类裂缝的措施主要有以下两个方面:一是收集完整、准确的污水池相关设计资料;二是建立合理的污水池结构设计计算模型,建立正确的荷载组合形式,从而保证结构计算得到的内力和变形值和污水池在真实荷载下产生的内力和变形相符。

1.2 混凝土材料的质量和构造措施

混凝土是由胶凝材料(主要指水泥)、砂、石、水、外加剂等组成的。混凝土材料的选用及材料的质量对控制污水池结构产生破坏性裂缝起着重要作用。因混凝土组成材料选用不当或材料质量缺陷而造成污水池后期出现开裂,会严

重,活性炭虽能除去水中余氯,但是活性炭颗粒吸附余氯后会破裂粉碎,污染水质,造成过滤器出水SDI值偏高,反渗透膜表面颗粒污堵,压差上升,影响其安全高效运行。

(2) 改变杀菌方法,减少系统加药量

为保证反渗透装置的稳定运行,不得在预处理装置中加盐酸和 Na_2SO_3 。改变预处理系统杀菌方式,将连续加氯气杀菌改为冲击式加杀菌剂杀菌,使用非氧化性杀菌剂CT4242和氧化性杀菌剂 NaClO 有效除去细菌和微生物,又不会危及反渗透膜的安全运行,减少加药带来的污染。

(3) 超滤膜、渗透膜的选用

膜的使用寿命一般为3年,为了保证经过反渗透后的水质达到工业用水标准,同时降低海水淡化的成本,过滤膜可使用赛诺公司生产的超滤国产膜,二级反渗透膜可使用北京时代沃顿、湖南沁森的反渗透国产膜,由于国内生产的一级反渗透膜尚未完全达标,一级反渗透尽量选择美国陶氏、日本海德能、日本东丽的反渗透膜。这样经过膜的选择性组合后,水质既能达到工业用水的标准,海水淡化成本也降低了30%。

(4) 增加能量回收装置

能量回收装置是反渗透海水淡化系统的关键装置之一,

能大幅度降低系统运行能耗和海水淡化成本。能量回收装置分为压差交换式和等压交换式,压差交换式用于中小型反渗透海水淡化系统,与高压泵串联使用,对高压泵出口压力要求低,从而降低反渗透系统制水能耗;等压交换式用于大中型反渗透海水淡化系统,与高压泵并联使用,利用浓海水余压能直接增压部分进料海水,降低了通过高压泵增压的进料海水流量,从而减少高压泵的规模和能耗,能量回收率达到94%以上,但国内绝大部分能量回收装置采用进口设备。

3 结语

目前,人们对海水利用认识水平逐步提高,同时积累了一定的管理和运行经验。在国家和地方政府各项有利政策的鼓励下,企业推广应用和投资等方面积极性正在提高,海水利用的规模和进展大大推动,海水淡化技术水平和工程应用得以稳步提升。但海水利用仍然存在一定问题,如海水淡化成本6~8元/吨,居民生活用水2.3~3元/吨,工业用水3~4元/吨,海水淡化成本显著高于自来水水价。同时由于海水利用管理体系不健全,国家政策引导缺乏有力支持,扶持政策不到位,社会和民众认知存在误区,资金投入不足等,影响了海水利用技术的推广,这些问题亟待进一步解决■