

海水游泳馆的设计与研究

薛英超

[提要] 介绍了海水的特征及其水质情况,结合青岛海水游泳馆工程实例总结了海水处理工艺流程中的有关技术问题。如海水的取水、输送、过滤、反冲洗、加温、消毒、检测、排放及防腐败、防附着生长、管道设备的防腐蚀等。

海滨疗养及海水浴一直受到人们的普遍欢迎,但是只有夏季才能短期利用。1991年初,总后勤部建筑设计研究院接受了解放军青岛第一疗养院以海水游泳馆及海水理疗项目为主要特色的理疗大楼工程的设计任务。

为了使工程建成后能发挥预期的作用,我们对有关问题进行了较系统的研究,并将其应用于实际工程设计之中。现将研究结果报告如下,供以后同类工程设计和建设参考。

一、海水的特性

1. 海水的含盐度和矿物成份

海水中含有约 35% 的盐类,而表层海水的含盐量随着海域的不同又有局部的变化。海水中的盐类除了主要成分氯化钠之外,还有其它多种矿物质和微量元素,其种类及含量超过任何一种陆上矿泉。据测定,含盐度为 35‰ 的 1kg 海水中各种成份的含量如表 1 所示。

水。基于清水用水量比海水用水量大得多,从管径上可将二者区分开。此外,在接管前,先进行一项测试:从即将连接的管道中取水样,加入氯化钡溶液。若混合液呈白色混浊状,则该水样为海水。这样,即使海水管道与清水管道紧紧靠在一起,工作人员亦可迅速地将二者区分开。

香港的法规对使用海水冲洗厕所有所规定:凡未经批准使用淡水冲洗厕所,均属违法。凡有海水供应的地区,用水不准使用淡水冲洗厕所。供给用户的海水是免费的。所有设海水冲洗厕所的建筑必须在地下设海水储水池,再经过泵加压送至屋顶储水箱,最后送至用户。用户的冲洗管均为胶管,以防止海水锈蚀。即使目前经批准可以使用淡水冲洗厕所的用户,其冲洗装置亦

表 1

成份	化学符号	含量 (g)
钠	[Na]	10.752
钾	[K]	0.390
镁	[Mg]	1.295
钙	[Ca]	0.416
锶	[Sr]	0.013
氯	[Cl]	19.345
溴	[Br]	0.066
氟	[F]	0.001
其它		2.722

2. 海水的密度和比重

海水密度取决于含盐度和水温。水温一定时,随含盐度的增加而加大。据测定在水温为 4℃ 时,淡水密度为 $1\text{g}/\text{cm}^3$,含盐量为 35‰ 的海水密度为 $1.0278\text{g}/\text{cm}^3$ 。因海水稍有压缩性,故与水压也有关系。

在适合游泳的水温范围 (26~28℃),淡

必须是经得起海水锈蚀的,以确保日后铺设海水管道时使用。

目前,香港每天供应的海水达 35 万 m^3 ,足以应付全港三分之二的冲洗厕所的要求。虽然在海水供应系统方面存在一定管理和维修上的困难,但从节约淡水及以经济的费用为用户提供可靠的冲洗厕所角度上考虑,香港政府决心将现存的海水冲洗系统进一步扩大,使整个境内的厕所均能使用海水冲洗。

摘编自“香港水务署一九九三年八月的《香港的节约用水情况报告》”

○作者通讯处:110006 中国建筑东北设计研究院设计二所

水的比重为 $996.81 \sim 996.26 \text{ kg/m}^3$, 而海水的比重为 $1023.06 \sim 1022.42 \text{ kg/m}^3$ 。

3. 海水的粘滞系数、渗透压、电导率、表面张力

海水和纯水粘滞系数的比较如表 2 所示。由于含盐度、密度以及粘滞系数都大于淡水, 海水的渗透压、电导率、表面张力也都相应地大于淡水, 使得海水表现出与淡水众多不同特性。

粘滞系数 $\mu (\text{g/cm} \cdot \text{s})$ 表 2				
$T(^{\circ}\text{C})$ μ	0	10	20	30
纯水	0.0180	0.0131	0.0100	0.0080
海水	0.0189	0.0139	0.0109	0.0087

4. 海水的温度

在温带海域, 水温的季节变化比较大。如我国的大连到青岛一带, 冬季的海水温度可低到 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$, 而夏季的海水温度可达到 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 。因为适合游泳的水温通常为 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$, 所以我国北方海滨一般只有七、八两个月才能下海游泳。

5. 海水的温度膨胀系数。

海水的温度膨胀系数是含盐度 S 、水温 T 、水压 P 的函数。在水面 ($P=0$) 时, 海水与淡水的温度膨胀系数的比较如表 3 所示。

温度膨胀系数表(%) 表 3					
水温($^{\circ}\text{C}$) 含盐度(‰)	10	15	20	25	30
0(纯水)	0.88	1.51	2.07	2.57	3.03
20(海水)	1.35	1.88	2.37	2.81	3.24
30(海水)	1.57	2.06	2.51	2.92	3.32
40(海水)	1.77	2.22	2.63	3.01	3.37

6. 近岸海水的水质。

近岸海水比较混浊, 水中的杂质主要有泥沙、海藻及各种海生动植物。如离生活污水排水口较近, 还会有较多大肠杆菌及其它污物和细菌。泥沙的含量受天气变化影响很大, 在风平浪静的天气, 水质较清, 而在有风浪潮的天气里, 泥沙含量急剧升高。对于室内游泳馆来说, 这样的水质不经处理是明显不符合要求的。

给水排水 1994 No. 11

二、本工程取水点海水的水质情况

本工程海水的取水点位于青岛太平角海域的太平湾一带, 毗邻水产研究所的海水养殖场, 附近有伸入海中的巨大礁石群, 是游人常去的地方, 据化验测定, 有关水质数据如下:

水温	$4 \sim 28^{\circ}\text{C}$
溶解氧	$6.8 \sim 10.8 \text{ mg/L}$
全固形物	$27000 \sim 35000 \text{ mg/L}$
含盐度	$30 \sim 32\text{‰}$
二氧化硅	$0.25 \sim 1.8 \text{ mg/L}$
总碱度	$0.2 \sim 3.5 \text{ me/L}$
铁	$0.25 \sim 1.8 \text{ mg/L}$
汞、镉、铅、砷等毒物	未检出
pH 值	7
浊度	5°
细菌总数	302 个/mL
大肠菌群	230 个/L

三、海水处理工艺流程

对于海水游泳馆和海水理疗来说, 处理过的水质既要除去水中的有害杂质, 又要保留海水中对人体有利的矿物成份。结合本工程取水海域的水质情况, 设计上考虑在保证水质的前提下, 尽量降低造价、管理简单方便等因素, 制定了海水应用的工艺流程, 包括取水、输水、过滤、反冲洗、加温、沉淀、水力排泥、消毒、使用、循环、检测、排放以及海水淡水两用措施等。具有运行可靠、设备紧凑、管理方便的优点。

以下对工艺流程各个环节的内容及有关技术问题予以说明:

1. 海水取水和较长距离输水工程技术

本工程采用的是海岸直接取水方式。两台水泵互为备用, 大流量供水时开两台, 小流量补水时开一台。既做取水泵, 又做输水及一次过滤泵。具有系统简单、管理方便、一次投资省的特点。

设计直接取水的海水泵房, 需要特别注意的是, 取水泵吸口高度与平均潮位间的关系。太高则会在很多时间吸不上水; 太低则可能受到风浪的威胁而进水。海岸上因台风而来的狂风巨浪破坏性极大, 要全面仔细地考虑防风浪

袭击的措施,避免取水泵房被风浪摧毁及发生浪淹事故。

直接吸水的水泵房,吸水管应当设两条以上,最好是一台泵一条。吸水管头部必须装可靠的底阀,还应该设格网、格栅或滤头。滤头处的截留物主要是海藻、海带草、海白菜及较大的海生动物等。前者形成累积性堵塞,不及时清理,会很快降低吸水高度和影响正常供水;后者一般截留在吸水头外部,会自行脱落或解除。但是海蛎子、海虹、蚂蚱等,会牢固地附着在栅条或网眼上。设计上应当考虑定期清理的方便条件。

吸水管的设计和施工除了应当防海浪的冲击和破坏以外,还应当注意严密性,不能有漏水漏气和反坡的现象。

在较长距离输水管线工程中,除了要防止海生物附着生长以外,还要防止发生水锤事故。在海水取水和输水泵房,应设消除水锤的措施。

2. 海水过滤问题及压力式海水过滤器

近海海水中含有泥沙和海藻等杂质,使用之前必须进行过滤处理。传统的重力式过滤池占地面积大,造价高,管理复杂。普通的钢制压力过滤器一般2~3年即被严重腐蚀甚至穿孔。总后勤部建筑设计研究院和冶金部青岛海洋腐蚀研究所、山东省济南压力容器厂共同研制开发了压力式海水过滤器。该系列过滤器的内外壁分别采用了特殊的抗海水腐蚀和耐海洋大气侵蚀的专门防护作法,过滤器内部加做了牺牲阳极保护装置,能有效解决过滤器的海水腐蚀问题。该产品已经国家专利局审核并正式批准为实用新型专利[专利号:92 2 25238.6]。

3. 过滤器的反冲洗

反冲洗过程利用游泳池的池水和循环泵进行,原理与淡水游泳池相同。在循环过程中,只要手工倒换一下有关阀门,即可实现滤器的反冲洗。

4. 海水加热问题

海水加温涉及到两方面的问题,一是加温

设备的腐蚀问题,二是加温过程中海水是否会结盐的问题。青岛工程设计中采用了排管加温池加温的方法来解决。

5. 加温沉淀池的水力排泥

加温池在使用过程中,底部会有一些泥沙的自然沉淀,如不及时清除,日积月累,会越积越多。所以,在工程中将其池底设计为漏斗斜坡形,漏斗底部做排泥管,定期打开阀门,即可实现水力排泥。

6. 消毒、使用及循环

所谓消毒,就是灭除水中的致病菌。海水具有天然的消毒灭菌作用,但是当近岸海域距生活污水排放口较近时,水中也会含有一些细菌(如大肠杆菌等)。此外,海水游泳馆还需要考虑海水、淡水两用措施,所以消毒设备还是需要的。至于海水消毒采用什么方法和设备最好,尚需进一步研究和总结,青岛游泳馆工程采用的是二氧化氯消毒法。

经过过滤、加温、沉淀、消毒处理之后,海水即可进入游泳池和水疗馆使用,随着使用时间的延长,游泳池水还需要进行循环处理,因为冬、春、秋三季池水是经过加温的,如果大量排放而补充冷水,将损失大量的能源。

7. 检测及排放

由于海水的水质是随着季节和风浪的变化而不断变化的,所以需要对输送上来的原水和处理过程中各个阶段的水质进行经常的检测,以控制处理系统的运行状况,从而保证水质。设计上需要对各阶段水质提供方便的取样检测措施。青岛海水游泳馆工程充分考虑了这一需要,为输送上来的海水原水、滤后海水、反冲洗海水、游泳池海水及其溢水、排水等都设计了方便的水质观察和检测取样的措施。

经游泳和水疗使用之后的海水水质仍然是比较干净的,对其溢流和排放的部分应使其经过管道自然排入大海,不应排入城市污水管线。

8. 管道和设备的腐蚀问题

海水中溶解的盐类使海水成为一种天然的电解质溶液,对钢铁和各种金属材料都有较强

的腐蚀性。据调查,耐海水腐蚀的金属材料有专门研制生产的海洋用不锈钢,俗称“双向不锈钢”;还有 B30 合金铜,俗称“海军铜”;此外,还有钛合金材料。这些金属材料的造价都较高。

在工程上,应优先选用“ABS”工程塑料管、聚酯玻璃钢管以及“PVC”塑料管,这些非金属材料耐海水腐蚀的性能都很好,造价相对也低得多。

工程中的某些部位如必须采用金属材料 and 设备时,可在金属设备或管道内壁衬胶、补环氧树脂玻璃钢、衬聚四氟乙烯等防蚀层,或做搪瓷处理。在金属管道和设备外表面可定期喷刷海洋舰船防腐漆。

在青岛海水游泳馆及海水理疗工程中,海水管线及阀门附件均采用“ABS”工程塑料。这种管材耐压高,无毒无味,耐海水腐蚀性能大大优于金属材料,且光滑阻力小。室内管道明装,不需涂刷任何防腐漆,外表美观。室外管道全部暗装,可有效防止太阳紫外线照射造成的老化。对于所用的金属设备的内外表面也按上述的防腐设计作法采取了相应的技术措施。

9. 防止海水腐蚀

海洋是一个特殊的环境,天然海水处在日夜不停的运动状态下,充满了生理活性,使人感到新鲜舒适。但据资料介绍,如果将海水装入容器或存入池子,一般 48~72h 之后就开始腐败变质,发出海水特有的腥味,这是因为海水中的微生物缺氧死亡造成的。

要使游泳池海水保持新鲜不败,必须保证经常不断的补入新鲜海水,排出陈旧海水。设计上充分考虑了这个问题,采取海水取水泵和循环泵以及游泳池溢水、排水相互结合的措施,保证可经常补入新鲜海水,最少 8~10h 之内即可将全池水更换一遍。

10. 防止海生物的附着生长

近海海水中的动植物主要有小鱼虾、海蜇、海贝、蛤蜊、海蛎子,海虹、海星以及海带、海白菜、海藻等等。其中的海蛎子、海虹等会在岩石、钢铁、混凝土块等浸泡在海水中给水排水 1994 No. 11

的固体表面附着生长并固化,形成非常坚硬锋利的石灰质固化层,清除很困难。据报道,有些输送海水的铸铁管和混凝土管,因未采取适当措施,两三年即被附着生长的海蛎子等海生物严重堵塞。

防止海生物生长附着的措施有两条,一是采用海生物不易附着生长的管材。据在海滨实地调查,在“ABS”和“PVC”塑料管的管壁上,海蛎子很少附着生长。但要防止海蛎子在游泳池和沉淀池池壁上的附着生长还必须采取第二个措施,即从水中除去海生物,最有效办法仍是过滤。其它方法(如:化学杀灭、热水杀灭等)也有一定效果,但都存在一些问题,如:只能定期进行、成本高、效果不明显等。过滤法一般分为两级,一是在吸水头部设滤网和粗砂石进行初滤,除去水中的较大海生动植物,二是在水进入沉淀池和游泳池之前,经过海水过滤器,除去海生动物幼虫及虫卵,滤料采用优质海砂。

经过吸水口头部的初滤和过滤器的精滤,可以解决海生物附着生长的问题。

四、建筑专业采取的相应措施

(1) 在平面布局上,把海水游泳馆、水疗馆及海水净化处理设备用房全部设计在建筑物东端一侧,使得从建筑平面上干湿分开,既利于海水外线的进出,又最大限度地减少海水对其它部分的影响。

(2) 在垂直分布上,地下室为水处理设备用房,一层为水疗馆,二层为海水游泳馆,这些有海水和淡水的房间全部设计在建筑物的同一垂直面上,既缩短了管道长度和交叉,又减少了渗水和腐蚀的机会。

(3) 凡有海水的房间,设计中都采用了严密的防腐措施,地面及墙面都采用防腐地砖、面砖。海水游泳馆的一面墙还采用了防腐和装饰效果都很好的蘑菇状花岗岩墙面,门窗和建筑配件全部选用耐腐蚀产品。

(注:该工程已于 1993 年 10 月建成并投入使用,效果良好)

▽作者通讯处:100036 北京太平路 22 号总后设计院

RECENT SITUATION ON WASTEWATER TREATMENT IN JAPAN *Yu Huiqun* (19)

Abstract: A half month investigation was made by the author on sewer construction and wastewater and sludge treatment in Japan in the first quarter of 1994. Taking Morisaki and Kisshoin wastewater treatment plants as examples, new technology of wastewater treatment such as double-deck sedimentation tank, deep aeration tank, odour disposal, pure-oxygen aeration apparatus, pure-oxygen generator and liquid oxygen vessel and also new ideas including that the overall surface of the wastewater treatment plant is built into green area to stadium, amusement park or resting place.

WASTEWATER CATCHMENT ENGINEERING IN ZHENJIANG,
JIANGSU PROVINCE *Wen Jianlong et al* (24)

Abstract: Zhenjiang city in Jiangsu province as an important port of inland navigation with historical and cultural spots is situated in the south bank at the lower reach of Yangtze River. For a long time the economical development and people's life was impacted seriously by the direct discharge of untreated wastewater into the nearby water bodies. The new wastewater catchment project with capacity of 300 thousand cubic meters per day diverting the collected wastewater to Yangtze River costs 183 million RMB including collector main 38.82 km, 7 pumping stations and a medium oxidation pond of capacity 5 thousand cubic meters per day, the service area being about 27.5 square kilometers. After this project is put into operation the water quality of Inner River, the ancient Grand Canal and the Grain Transportation Canal will be improved to meet the requirement of Grade 3 of National Waterbody Standard.

OVERPRESSURIZING AND PRESSURE REDUCTION FOR INDOOR FIRE NETWORK
AND THE CONCEPTION OF HIGH RESISTANCE WATER DISTRIBUTION SYSTEM
..... *Guo Zhiwei et al* (26)

Abstract: Aiming to solve the problems caused by overpressurizing and its effect on the function of indoor fire hydrant the capabilities of various reducing measures currently used are analysed with respect to the price, convenience to installation, system maintenance and pipeline resistance. An idea called high resistance water distribution system for indoor fire network design was recommended.

USE SEA WATER FOR CLOSET WASHING IN HONG KONG *Liu Qiang* (29)

DESIGN OF SEA WATER SWIMMING POOL *Xue Yingchao* (30)

Abstract: After introducing the characteristics and quality of sea water and taking the Qingdao Sea Water Swimming Pool in Shandong province, north China as an example of engineering practice the technical measures related to sea water treatment process

including sea water intake, transportation, filtration and backwashing of filter, sea water heating, disinfection, detection, discharge, putrification and adhesion prevention and corrosion-protection of pipeline and apparatus are presented in this paper.

ON THE NORM OF FIRE SYSTEM FOR MUNICIPAL BUILDINGS *Dai Fuchun et al* (34)

Abstract: Various fire water supplying systems are compared and the best way is found that the outdoor drinking and fire water systems have to be set up separately.

DEVELOPMENT ON DUAL-PURPOSE AERATORS

—ABROAD AND DOMESTIC INFORMATION *Meng Lixin et al* (35)

Abstract: The abroad information of apparatus which can be used as both an aerator in aerobic systems and an agitator in anaerobic systems is presented and the current status of domestic development including its research, detection and system design is summarized.

VALVES WITH SOFT SEAL *Bi Yanling* (38)

Abstract: The problems arisen in operation of valves with copper seal are reviewed and the features, development and the situations of manufacture and application of valves with soft seal are presented.

ON FOREIGN CAPITAL UTILIZATION IN WATER AND WASTEWATER ENGINEERING

..... *Jin Guande et al* (41)

Abstract: On the experiences in Jiangsu province in east China the essentials of foreign capital utilization in water and wastewater projects including the forms of foreign investment, the kinds of overseas loan and its term, rate and risk analysis, matters and process concerning to apply for foreign government loan are presented. The key points in engineering design and the benefits estimation of foreign invested project are discussed to guarantee the best utilization of foreign capital.

OPTIONS ON CAD SOFTWARES IN WATER ENGINEERING (44)

● **Sponsored by** Water & Sewage Society of CCES and China Building Technology Development Centre

● **Edited by** Water & Wastewater Engineering Editorial Board

● **Address** 19 Chegongzhuang Street, Beijing 100044, China

Tel (01)8317744-437

Fax 8348832