

分质供水的香港海水冲厕系统

许经纶 编译

上海市水务宣传教育培训中心

摘要 淡水是香港宝贵的资源,是维持全港人民的生命和改善生活质量不可缺少也是无法替代的物质。香港人珍惜淡水资源,他们独创的一面是40多年前建立起几乎遍及全港的海水冲厕系统,树立了大规模节约淡水资源和分质供水的范例。海水冲厕系统具有独立的输配水管网、泵站和配水库。海水的处理过程首先是将原水用粗滤网滤除大块杂质,接着在海滨的海水泵站加氯消毒后泵送至配水库,然后输配到用户供冲厕用。冲厕水暂无国际标准,但海水水质必须符合香港水务署制定的水质目标,以免出现水质恶化,同时把分质供水管道交叉连接的危险性降至最低程度。水质目标也用作泵站选址的准则。

关键词 海水 分质供水 冲厕 节约 淡水

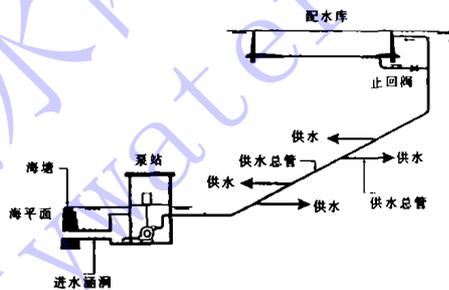
1 前言

香港是亚洲一个工业、金融、贸易迅速发展的地区,自从1841年开埠以来已经有164年历史,香港位于广东珠江口东侧,总面积1076km²,除香港岛(Hong Kong Island)和鸭利洲(Ap Lei Chau)共有235座岛屿组成,其中最大的一座是大屿山(Lantau),此处是香港现代化的国际新机场所在地。香港人口700余万人,由于缺乏湖泊、河流和地下水资源,长期饱受水源贫乏之苦,因此淡水成了当地珍贵和难得的资源,为了节约淡水,香港于1958年建成当地的第一个海水供水系统,对人口密度很高的住宅区输送冲厕海水,40余年以来,已扩建普及到大部分市区以及荃湾、屯门、沙田和大埔等新开发的市镇。由于海水成本低,易普及,全港约有80%以上人口,2/3以上的厕所利用海水冲厕,日均消耗海水约40余万m³,约占淡水用量的20%。

2 海水冲厕系统

海水供水系统是一个与淡水供水系统分隔的独立的供水管网,包括海滨泵站、配水干管和配水库。在海滨泵站取水处理后,经过供水主管和配水管向用户输水。1996年底香港已建18座海滨泵站,每座均有固定的自身供水区域。香港海水输水管的管径为20mm~1200mm,海水供水管网全长千余公里,每年新建25km。为保证高处房屋供水,设置了中间泵站,将海水从低位泵送到高处。配水库40余座设有公共或单独的进、出水口用来蓄水和调节需水量,海水供应系统充分利用紧靠海滨的优势就地取水,显著节约了水处理和输送的电能费用,据统计这些费用约

超过维护两个供水系统所需的费用。



典型的香港海水供给系统平面布置图

香港供水条例规定,凡有海水供应的建筑物,必须使用海水冲厕,目的是保证节约宝贵的淡水资源。但是无海水供应的地区准许暂用淡水冲厕,每户每4个月免费供应淡水30m³,超过30m³才收费。

3 海水处理过程

按感官要求冲厕海水特性应无表观气味,低色度、悬浮物少、溶解氧应充足以及细菌有机体少,防止海水系统产生粘垢或水垢,以提高管道输水能力。

香港海滨泵站的海水水质参见表1。总的说,水的浊度和悬浮固体含量是低的,无可察觉的味嗅和色度,溶解氧高,有机污染物少。但是,由于生活污水和工业废水排放到海港,细菌数量随所处地点和潮汐情况而变化。

表1 香港冲厕海水水质(化学数据以mg/l计)

测定项目	海水泵站取水点的海水平均水质	冲厕配水系统的海水平均水质
色度(H,U)	<5	<5
浊度(N,T,U)	4.0	4.6
嗅阈值	<1	<1
NH ₃ -N	0.19	0.08
悬浮固体	2	2
溶解氧	4.7	5.4
BOD ₅	1.3	0.7
合成洗涤剂	<0.1	<0.1
大肠杆菌/100ml	3900	780

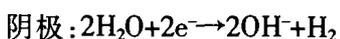
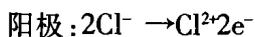
海水处理过程全部在海滨的海水泵站内完成。提取的海水首先通过粗滤网除去大块片屑和杂物,网孔孔径约5~10mm,这样适应于保护水泵。滤网应每周或根据需要进行清洁。然而筛滤的主要目的倒不是去除悬浮固体,因为提取的海水其感官质量良好,无需进一步处理悬浮固体。况且安装微滤网受到空间的限制,还有频繁清理和安排冲洗等问题。

筛滤以后,如果发觉海水溶解氧很低,可在泵站的进水管中应用曝气处理。曝气目的是对海水补充足够的氧,防止压氧条件产生不良的气味。

最后,提取的海水加氯消毒,消毒目的从卫生原因出发是要降低细菌有机体水平,控制细菌或其它的海洋生物滋长,这些都不利于海水供水系统的水质并有可能导致阻塞。加氯量为3~6mg/l并随进水口水质而定。加注这些剂量的目的在于使海滨泵站维持余氯为1mg/l,以有效抑制海洋生物滋长和细菌再生长。泵站的操作人员配备了简便的氯测试仪器,定期监测余氯含量并相应地调节其用量。

大多数泵站加氯消毒是在进水管中借助重力流进行。但是,如果曝气处理也是在进水管中施用,则投氯点至少应距离曝气点5m,防止氯损耗产生氯味。对于进水管很短的海水泵站需安装增压泵,这样便能直接在输水干管加氯。

在老式海水泵站里,液氯贮存在圆形或鼓形钢筒内,从供应厂商那里运输到现场储存。气态氯自容器排出注入喷射器与水混合生成氯化水。操作人员需定期更换空筒。受贮存场地的限制,往往发生液氯脱期,加氯中断的情况。此外,一些泵站无备用加氯设备,在故障或例行维修时,临时停氯是不可避免的。为了改善这些状况,对后期建造的泵站,则在现场采用电解法生产次氯酸盐溶液。采用电解氯比液氯的优点多,一是可避免液氯途中运输、贮存和装卸的危险,二是节约贮存场地还可以安装备用设备,从而可保证连续加氯,采用这种方法甚至在无人管理的泵站里也能实现全自动和连续注氯。电解氯的原理是电解海水,即海水流经阳极和阴极的同时,直流电通过电解槽产生电解。电解槽内电极反应过程如下:



然后,放出的氯与氢氧离子反应生成次氯酸盐:



在处理过程中产生的氢,在直接释放至大气以

前其浓度已被空压机稀释到安全水平。产生氯酸盐的副反应不是重要的问题,因为海水仅用于冲厕目的。但是,电极结垢可降低电解装置效率,因此电极应定期用5%浓度的稀盐酸冲洗。对所产生的次氯酸盐溶液需通过化学分析定期检查,以检验加氯装置性能并调整使用量。由于电加氯有许多优点,所以加氯机今后都将全部用电加氯取代。

4 水质目标

由于目前世界上尚无大规模使用海水冲厕的先例,所以尚无冲厕海水国际标准,但香港水务署(WSD)提出了香港海滨泵站取水点和冲厕配水系统的海水水质目标(WQOS)。WQOS是根据感官准则,海水泵站能力以及有关洗澡水和处理后废水回用标准制订的,这些水质目标如表2所示。

表2 冲厕水水质目标(化学数据以mg/l计)

测定项目	海水泵站取水点的海水水质目标	冲厕配水系统的海水水质目标
色度(H.U)	<20	<20
浊度(N.T.U)	<10	<10
嗅阈值	<100	<100
NH ₃ -N	<1	<1
悬浮固体	<10	<10
溶解氧	>2	>2
BOD ₅	<10	<10
合成洗涤剂	<5	<5
大肠杆菌/100ml	<20000	<1000

冲厕水的感官准则包括无不良气味或脱色,浊度低,不污染卫生器具,表面活性剂数量以不致产生持久泡沫为限。理想的感官准则的指标应包括气味、色度、浊度和合成洗涤剂。氨氮标准要求指明污染物存在,例如,污水。氯被用作消毒剂,氨的存在要耗费氯并使加氯消毒效果降低,本水质标准用来保证海水泵站有充分的氯化消毒能力。

悬浮固体标准用来判断感官特性,使供水干管配水率及蓄水池不受沉淀物以及水泵不受粉质淤泥的侵蚀并降低到最低程度。

溶解氧标准要求厌氧条件下防止氧消耗而产生的不愉快的味嗅和腐蚀问题。在海水溶解氧低的地区,应在海滨泵站安装曝气设备。

5天的生化需氧量(BOD₅)是表明有机污染物存在的一个参数。它可在同化性和氧化性的有机物出现时,测定微生物所消耗的溶解氧。BOD₅标准的制定是要使水中可氧化的有机物数量降至最少,不致导向缺氧条件。

细菌标准可保证水质卫生,是防止可能传染所必不可少的。本标准的制订参考了世界卫生组织



(WHO) 洗澡水标准, 它规定海滨洗澡水不应超过1000个大肠杆菌/100ml。本标准还用来消除可产生粘液、生物体和系统内锈垢的其它有机体, 它们都可导致管道输水能力下降并引起输水系统堵塞。对海水泵站取水点和配水系统的海水也制订了细菌标准, 该标准分别考虑到海滨泵站加氯消毒降低大肠杆菌水准以及细菌学质量能维持配水系统有充足的余氯。

海滨泵站和配水系统的海水水质总结于表1中。水质一般符合冲厕用水质目标。

为了进一步改善冲厕海水质量, 正在实施一系列计划, 诸如全面采用电加氯装置, 安装曝气设备, 把海水取水泵站设置到海水水质比较好的地方。这些计划完成以后, 可以达到提高冲厕海水的水质目标。

5 冲厕海水供给的今后计划

海水供水系统现在已经扩展到新开发的市填, 诸如对沙田、大埔和将军澳等地输送冲洗海水, 几乎覆盖到全港人口的90%以上。由于市区改造, 一部分现存的海水泵站必须重新安置到新址。在选择建造泵站场地时, 重要的是水质应符合冲厕供水的水质目标。为保证水质合格, 新址的水质应予监测。此外需进行需氯量试验来确定所需的氯用量。这些测试结果对测定装在新泵站的电加氯装置是不可缺少的, 在泵站规划设计中。取水点应远离一切的污水排出口、码头、船坞, 避免它们影响水质。粗滤网应安装在泵站进水口。如果需要, 应予留充足的场地安装曝气设备。另外应保证电加氯装置的备用能力, 防止设备故障或例行保养时断氯。

冲厕供水的另一个新特点是使用带盖的配水库。以前, 为了节省建设费用, 有些冲厕供水配水库是无盖的, 有盖配水库的优点是可较长时间保持余氯, 预防藻类滋生和异物及地表水侵入, 配水库还可用作露天娱乐活动场地。由于装池盖的费不需很多, 所以冲厕系统新的配水库将是盖的。

6 分质供水管交叉连接的风险

根据水法, 香港所有房屋必须安装淡水和咸水分开的分质供水系统。所以存在供水管交叉连接的意外风险, 除非未经许可的接水。

在原先无海水供应的地区, 首次用海水冲厕时的管道交叉连接有很大风险性。由于这些地区暂时用淡水冲厕, 淡水和冲厕水输配干管之间就需要临时交叉连接。海水引入以前, 首先应拆去这些交叉连

接管是很重要的。海水引入冲厕系统以前, 应关闭数天, 检测每一个交叉连接点并通过媒体宣布更换管道事项并通知用户。

严重的交叉污染, 主要是未经批准的连接, 区别很容易, 因为海水含盐量很高。通过取样和测定水中氯化物含量便能够查明交叉连接情况。自来水厂员工均装备了试验带, 现场检测水中氯化物含量即可找到任何可能的污染物。

供应海水的管道口径通常比供应淡水的小, 因为冲厕水需求量要低得多, 因此也极易用肉眼区别两种不同的供水系统。

7 冲厕海水输送系统的腐蚀

由于海水的氯化物和硫酸盐含量较高, 冲厕海水输送系统往往遭受腐蚀。在老式输水系统中采用的是铸铁管, 管道腐蚀频繁。随着技术的进步, 市场上可以买到耐腐蚀和廉价的管道, 诸如球墨铸铁管和塑料聚乙烯管。现在新的干管使用低碳钢管和球墨铸铁管, 其内部涂衬水泥砂浆来替换旧管道。室内供水采用诸如聚氯乙烯管等。

8 沉淀物和海水生物滋长

管线内部沉淀物和海水生物的滋长产生粘泥和水垢, 使管道输水能力降低, 甚至引起输水系统的堵塞。为了抑制海水生物增长, 必须在泵站取水口连续施加足量氯, 使配水系统维持余氯。此外应安装备用的电加氯装置, 保证配水系统在故障和修理时不断氯。无盖配水库难以维持余氯, 因此难以控制藻类滋长, 但施加适量的硫酸铜除藻剂和漂白粉能抑制配水库中海产物生长。采用有盖的配水库可减少余氯耗散且能较为有效防止阳光照射致使海洋杂草或其它植物生长。当然配水库应定期清理, 除出泥砂和沉淀物, 必要时可采用消防栓冲洗, 除去干管中积蓄的沉淀物和粉砂。

9 海水水质的环境保护

冲厕供水的水质极大程度上取决于泵站取水口的海水水质。香港港口过去曾遭到大量的生活污水和工业排污物的污染, 水质接连下降。为了改善这种状况, 香港政府依法实施管理香港水域根据“水污染控制法”划分为10个水控制区。废水应符合“废水排放技术备忘录”规定的水质标准才能排放到水控制区。香港环保署是执法管理机构, 根据排放许可证控制排污。

1989年制定的《污水排放对策研究》研究了污水



处理与处置问题并确定了而新建立更完善的污水系统和增建污水处理设施。其中最主要的措施之一是一个分为4期建造的污水处置工程，大规模建设污水收集管网，包括一系列深式隧渠，用来输送已筛滤过的来自九龙和港岛的污水，此外还包括1997年已投产的昂船洲岛和港岛西端的污水处理厂以及一个延伸至市中心以南30公里的水下排水口。直入南中国海。

对于维多利亚港中心以外地区，已完成了“污水总体规划研究”，研究了污水系统和附加设施以改进近海的水质。对于重大工程诸如围海填筑、疏浚挖泥和海洋倾倒需预先进行环境效果评估，合理评定其对环境的改善作用。冲厕水水质目标须同时加入评定，以采取相应的调节措施，保护冲厕的海水水质不致恶化。

10 结论

香港利用其地理位置临近海滨的优势，已经利用海水冲厕40余年。保持了一个由进水泵站、配水库和配水干管组成的独立海水供水系统，供应冲厕海水。为了维护海水水质，制订了水质目标，生产合格的冲厕水。香港的经验表明了，利用海水冲厕是无问题的，因为输水系统的腐蚀问题可采用耐腐蚀的管材来解决。

通过合理选择取水点和加氯消毒可以维持供应冲厕海水，且水质良好，价格实惠。规划进一步扩大海水供应系统，为新开发的市镇用户供水服务，节约贵重的香港淡水资源。

△编译者通讯处 200082上海市杨树浦路851号科技大楼