

DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20190210

数字出版日期: 2020-09-29; 数字出版网址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1355.N.20200928.1333.003.html>

近 40 年天津市大陆海岸线时空变迁分析

王园君, 翟伟康, 孙艳莉, 刘畅
(国家海洋信息中心, 天津 300171)

摘要: 基于 GIS 和遥感技术, 辅助海域使用权属数据, 采用人机交互的方式提取了天津市近 40 年海岸线变迁信息. 结果显示: 天津市大陆海岸线在 20 世纪变化较为平缓; 进入 21 世纪, 由于国家政策的引导, 天津市海域开发利用强度的加大, 交通运输、临海工业、滨海旅游、城镇建设等用海项目沿海岸线大面积分布, 在带动天津市海洋经济发展的同时, 海岸线变化加大; 到 2012 年后海岸线增长趋缓, 2014—2016 年海岸线趋于稳定. 这表明天津市有必要开展大陆海岸线修测, 并加强海岸线保护与利用管理.

关键词: 天津市; 大陆海岸线; 遥感解译; 时空变迁

中图分类号: P748

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2020)06-0044-06

Spatial-temporal Changes of Tianjin Continental Coastline in the Past 40 Years

WANG Yuanjun, ZHAI Weikang, SUN Yanli, LIU Chang
(National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China)

Abstract: Based on the technology of GIS and RS, and assisted by the data of sea area use, this study extracted the coastline changing information of Tianjin in the past 40 years by means of human-computer interaction. The results show that the coastline of Tianjin changed more slowly in the 20th Century. From the beginning of 21st century, under the guidance of national policies, the development and utilization intensity of Tianjin sea areas increased due to more and more large-scale coastal projects mainly related to transportation, industry, tourism and urban construction, which helped the development of Tianjin's marine economy, and also led to more changes of the coastline. The coastline growth slowed down after 2012 and the coastline became stable from 2014 to 2016, which shows that it is necessary for Tianjin to carry out surveys and reconstructions of the coastline, so as to strengthen the protection and utilization management of the coastline.

Key words: Tianjin; continental coastline; remote sensing interpretation; spatial-temporal change

海岸线是海陆的分界线, 其变迁是自然和人为综合作用的结果^[1-2]. 近些年来, 沿海省份港口建设、临海工业、滨海旅游开发等人为活动的增加导致海岸线变化较大, 成为诸多涉海学者关注的焦点^[3-7]. 天津市作为北方经济中心, 近年来海洋经济快速发展, 海岸带开发建设的规模和强度不断增大, 海岸线形态走向发生明显变化, 一些学者通过卫星遥感影像对天津海岸线展开了变迁分析研究. 姜义等^[8]解译 20 世纪 50、80 年代航片, 20 世纪 70 年代 TM 数据和 2000 年的 ETM 数据, 分析了渤海湾西岸近百年来海岸线

变迁; 李建国等^[9]利用多期遥感数据, 解译分析了天津滨海新区海岸线时空变迁; 杨艳丽等^[10]对 2001—2013 年天津滨海新区海岸带时空变化特征进行了分析. 另外, 还有一些学者对包括天津市海岸线在内的渤海湾岸线开展了分析研究, 如叶小敏等^[11]利用卫星遥感影像分析了渤海湾近 30 年海岸线的变迁; 孙百顺等^[12]利用 landsatTM/ETM 卫星影像分析了近 40 年来渤海湾岸线变化及影响因素; 孙晓宇等^[13]对 2000—2010 年渤海湾海岸线变迁及驱动力开展了研究. 这些研究有个共同特点就是采用的卫星遥感影

收稿日期: 2019-08-07; 修回日期: 2019-12-18

作者简介: 王园君 (1981—), 女, 安徽桐城人, 助理研究员, 42478334@qq.com

像分辨率较低,解译精度不高,并缺乏核实资料,将大量的构筑物用海误解译为填海造地。

因此,本文以2007年天津市政府批复的海岸线为基准,充分利用中、高空间分辨率遥感影像,结合天津市海域使用动态监视监测业务工作的支撑经验,开展了天津市大陆海岸线(简称“天津市海岸线”)信息提取,并叠加天津市海域使用权属数据进行检校,剔除透水构筑物用海对海岸线解译的影响,提高了海岸线解译的准确率,以获得更为精确的海岸线。分析结果更接近天津市海岸线变迁的实际情况,为天津市海岸线修测提供了有力支撑。

1 研究区域概况

天津市管辖海域处于天津市东部,渤海西岸,渤海湾的顶端,为118°08'E经线和38°32'N纬线与陆域相交所围成扇形的弧线区域,地跨滨海新区,面积约2146 km²。天津市大陆海岸线北起涧河口右岸,南至北排河,长约153.2 km。

表1 遥感影像数据源

Tab. 1 Date sources of the remote sensing image

序号	时相	传感器类型	分辨率/m	序号	时相	传感器类型	分辨率/m
1	1974	Landsat1-4 MSS	80	7	2006	CBERS-02A	19.5
2	1984	Landsat5 TM	30	8	2008	CBERS-02B	19.5
3	1987	Landsat5 TM	30	9	2010	Landsat5 TM	30
4	1998	Landsat5 TM	30	10	2012	HJ-1A	30
5	2001	Landsat5 TM	30	11	2014	ZY3	2.1
6	2004	Landsat5 TM	30	12	2016	ZY3	2.1

2.2 辅助数据

研究所用辅助数据为截至2016年6月天津市海域使用确权现状矢量数据,2007年天津市政府批准的海岸线矢量数据和天津市海洋功能区划矢量数据。

3 解译原则和方法

3.1 解译原则

天津市海岸类型为堆积型平原海岸,由于特殊的海洋地质环境和长期以来人类对海洋大规模的开发利用活动,天津市的自然岸线已经基本消失,除了汉沽北部和大港南部的围海养殖岸线外,绝大部分海岸线为堤坝、码头、海挡等人工岸线。综合考虑天津市海域使用确权情况、海岸带区域土地登记情况以及岸线开发利用现状,从海域管理角度,确定港口、城镇建设、道路、河口等各类用海海岸线的解译原则,具体如下:

天津市海岸线类型为堆积型平原海岸,即典型的粉砂、淤泥质海岸。按海岸形态变化程度,海岸线又可进一步划分为:缓慢淤积型海岸(分布在南堡—大神堂、蓟运河口—新港北、海河闸下及两侧滩面、独流减河—后唐铺等岸段)、相对稳定型海岸(主要分布在海河口以南至独流减河岸段)、冲刷型海岸(主要分布在蛭头沽—大神堂岸段)。天津市现行海岸线采用的是2007年天津市政府批准发布的以2004年现场测量为基础的海岸线修测成果。

2 数据源

2.1 遥感数据

提取的海岸线信息主要采用天津市自1974年以来不同时间段的遥感影像数据,力求多时相、多类型和多种数据来源,主要包括Landsat1-4 MSS、Landsat5 TM、CBERS-02A、CBERS-02B、HJ-1A和ZY3,见表1。

(1)以河口区域的道路、桥梁、防潮闸或“海洋功能区划”的边界线作为河口岸线界线;或以河口突然展宽处的突出点连线作为河口海岸线。

(2)对于已开发或面积较小的淤泥质海岸,选择其他地物如植被、公路等与潮滩的分界线作为海岸线。

(3)如果人工构筑物向陆一侧不存在平均大潮高潮时海水能达到水域的,以永久性人工构筑物向海一侧的平均大潮时水陆分界的痕迹线作为人工岸线;人工构筑物向陆一侧存在平均大潮高潮时海水能达到水域的,则以人工构筑物向陆侧的平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线达到的位置作为海岸线。

(4)与海岸线垂直或者斜交的海岸工程,如引堤、突堤式码头、栈桥式码头等,海岸线以其与陆地连接的根部连线作为该区域的海岸线^[14]。

(5)对于虾池,沿用天津市对外公布的海岸线。

(6)正在实施的填海造陆区域,对于未办理海域使用权证书,或已办理海域使用权证书但未换发土地

使用权证书的填海造陆区域,按原海岸线确定.

3.2 解译方法

基于 Arcgis10.1 软件平台,以几何校正后 ZY3 卫星影像和 Landsat 影像作为工作底图,在 WGS84 坐标系下,以天津市 2007 年批复海岸线为基准,目视解译提取其他年份的海岸线.

首先以 2016 年和 2014 年 ZY3 卫星影像为底图,以天津市 2007 年批复海岸线为基准,结合天津市海域开发利用现状,以天津市海域使用确权数据(用海项目权属数据)为辅助,提取 2016 年和 2014 年的海岸线;然后依次提取 2012、2010、2008、2006、2004、2001、1998、1987、1984 和 1974 年海岸线. 1974 年海岸线,在 Landsat1-4 MSS 影像遥感解译基础上,利用同期 1:50 000 比例尺海图进行了对比修正.

4 结果分析

4.1 总体特征

通过遥感解译得到的天津市海岸线变化及历年长度见图 1 和表 2.

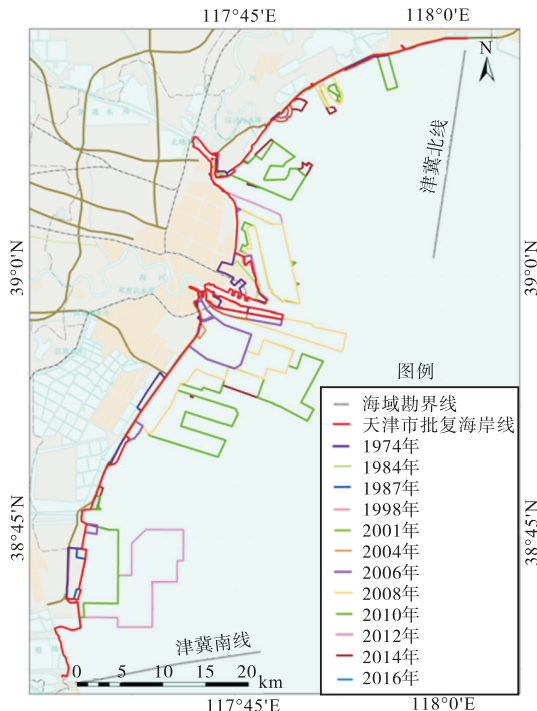


图 1 近 40 年天津市海岸线变迁

Fig. 1 Changes of Tianjin coastline in the past 40 years

海岸线变化纵向分析得出,从 1974 年到 2016 年,天津市海岸线从 131.2 km 增加到 337.2 km,海岸线变迁年均增速为 4.8 km/a. 1974 年到 1998 年,海

岸线共增长 18.6 km,平均每年增加仅 0.74 km,海岸线变化较为缓慢;从 2001 年到 2010 年,海岸线共增长 151.9 km,年均增速为 15.2 km/a;2012 年到 2014 年,海岸线共增长 4.4 km,年均增速为 1.5 km/a;2014 年到 2016 年海岸线变化趋于稳定.

表 2 天津市海岸线历年长度

Tab. 2 Calendar of Tianjin coastline length

年份	岸线长度/km	年份	岸线长度/km
1974 年	131.2	2006 年	171.8
1984 年	132.4	2008 年	232.0
1987 年	141.4	2010 年	304.2
1998 年	149.8	2012 年	329.7
2001 年	152.3	2014 年	334.1
2004 年	153.2	2016 年	337.2

海岸线变化横向分析得出,40 年间天津市海岸线平均向海推进距离超过 2 km,平均每年推进约 50 m,以 2006 年到 2014 年间推进速度最快,平均每年向海推进距离超过 200 m.

4.2 变迁分析

本文将整个研究时段分为 2 个不同的岸线变迁时期来分析天津市海岸线变化趋势.

4.2.1 20 世纪 70 年代至 20 世纪末

从 1974 年到 1998 年海岸线长度增加 18.6 km,年均增速 0.74 km/a,海岸线变化不大.本阶段岸线变化的原因是天津港码头扩建、堤坝建设和河口冲淤,变化最明显的岸段位于北疆港区和南疆港区,另外,大港管辖海域,出现轻度海岸侵蚀,致使岸线后退,但对岸线长度的影响较小.

从 1974 年到 1984 年的 10 年间,天津市海岸线长度变化仅为 1.2 km,遥感解译显示在天津港北疆港区新建了凸堤码头;从 1984 到 1987 年的 3 年间,天津市海岸线长度增加了约 9 km,分析原因是北疆港区码头扩建,南疆港区开始建设,同时大港石油的开采修建采油井及其配套道路;从 1987 年到 1998 年 11 年间,海岸线长度增加了 8.4 km,岸线增长缓慢,岸线变化明显区域是北疆和南疆港区的码头建设,1998 年海岸线分布如图 2 所示.

4.2.2 21 世纪以来

进入 21 世纪,天津滨海新区推进开发开放,工业化、城镇化进程加快,从汉沽管辖海域的北疆电厂、中心渔港、临港新城的建设,到塘沽管辖海域的天津港东疆港区和南疆港区的建设,以及临港经济区规划实施建设,滨海新区围填海成为利用海域资源、缓解土地供需矛盾、拓展发展空间的重要途径.从

2001年到2016年海岸线长度增加184.9 km,年均增速11.6 km/a,海岸线变化快,海岸线分布如图3—图5所示。

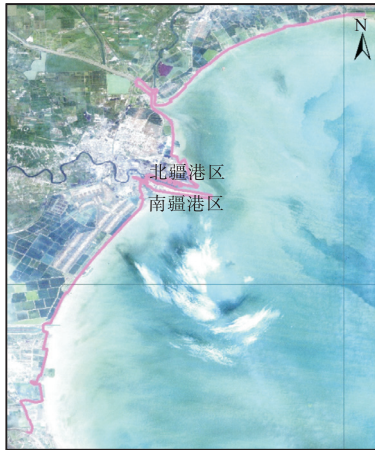


图2 1998年海岸线分布
Fig. 2 Coastline distribution in 1998

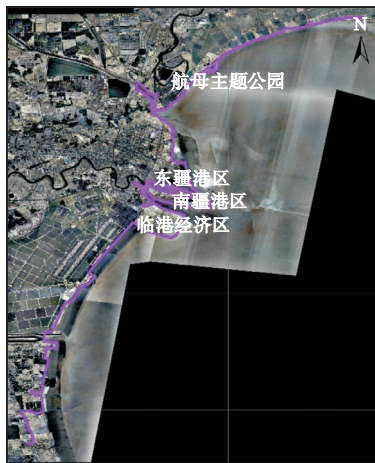


图3 2006年海岸线分布
Fig. 3 Coastline distribution in 2006



图4 2010年海岸线分布
Fig. 4 Coastline distribution in 2010

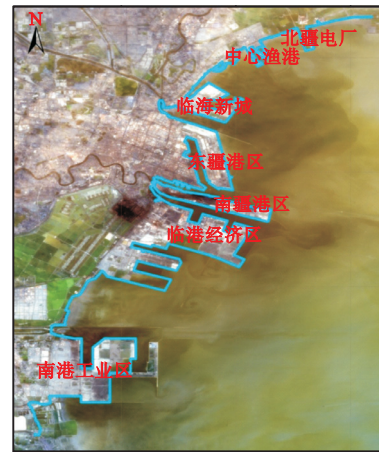


图5 2016年海岸线分布
Fig. 5 Coastline distribution in 2016

海岸线变化显著的时期为2004—2006年、2006—2008年、2008—2010年以及2010—2012年4个时间段,海岸线长度分别增加了18.6 km、60.2 km、72.2 km、25.5 km,年均变化率分别为6.1%、17.5%、15.6%以及4.2%。

由于填海造地,天津市海岸线向海推进幅度较大。推进幅度较大的区域主要位于临港经济区、南港工业区、东疆港区、中新生态城滨海旅游区、南疆港区所处海域,推进距离分别约为13.5 km、13.2 km、6.8 km、6.5 km和6.1 km。

汉沽管辖海域:从津冀北线到永定新河北岸,主要用海活动包括北疆电厂、中心渔港、临港新城的建设。总体来说,汉沽管辖区域开发强度相对较小,也较为分散,海岸线呈锯齿状。2001—2006年汉沽管辖海域海岸线变化较小,仅在航母主题公园新增海岸线6.4 km;2006—2010年,汉沽作为国家循环经济区,这一时间段内海岸线变化较大,北疆电厂、中心渔港基础设施建设、临海新城的围填海工程,形成新的海岸线约44 km,年均增速达8.8 km/a,海岸线大致轮廓基本形成。其中北疆电厂形成新的海岸线长度约8.5 km,中心渔港形成新的海岸线长度约17.7 km,临海新城形成新的海岸线长度约18.1 km;2010—2016年,除中心渔港东南端的天津市水产研究所增殖站、临海新城以及天津蓝湾休闲旅游项目的填海造地活动导致海岸线长度有所增加,其他区域基本稳定。

塘沽管辖海域:从永定新河南岸到独流减河,主要用海活动包括天津港北疆港区、南疆港区以及临港经济区的开发建设。塘沽是天津滨海新区的核心区域,天津港北疆港区、东疆港区和南疆港区以及临港经济区填海造地建设,产生了大量的工业和城镇建设

用地,海岸线变化较大,尤其以 2006—2010 年为变化较为显著. 2001—2006 年,塘沽管辖区域海岸线走势变化较大,但长度变化较缓;2006—2010 年塘沽管辖海域开发力度大,用海活动增长,建成的围埝也确定了海岸线长度及走向,海岸线随之倍增. 据不完全统计,2006—2010 年共新增填海造地面积约 163.2 km²,新增海岸线长度约 107 km,年均增速达 21.4 km/a;2010—2016 年由于早期围埝的建设,海岸线略微变化外,其走势和长度基本没有大的变化.

大港管辖海域:从独流减河到津冀南线,主要用海活动为南港工业区的建设. 2001—2008 年大港管辖海域没有实施开发,海岸线走势及长度基本没有发生变化. 2009 年南港工业区规划获批实施,从 2009—2014 年大港管辖海域由于围填海活动,海岸线变化较大,围填海面积达 115 km²,海岸线长度增加了 75.5 km,年均增速达 12.6 km/a,见图 6 所示;2014—2016 年外围围埝已形成,围填海速度有所减缓,海岸线长度基本没有变化.



(a) 2009年 (b) 2014年

图 6 2009年和 2014年遥感影像对比图

Fig. 6 Remote sensing image of 2009 and 2014

5 建议

(1) 设计符合天津市海域管理的岸线修测路径. 近 10 年来天津市海域开发利用强度较大,海岸线形态走向发生明显变化. 结合本文分析,至 2016 年海岸线变化趋于稳定,基本轮廓清晰,有必要对天津市海岸线进行重新修测. 天津市海岸线修测应从当前海域开发利用的实际情况出发,设计服务于天津市海域管理角度出发的修测走向路径;海岸线修测应做好规划、水务等多个管理部门协调工作;对现行海岸线中没有发生变化的海岸线,原则上保持不变;修测的海岸线应具有相对的稳定性,便于实际管理中的具体操作.

(2) 建立海岸线遥感监测机制,开展岸线研究和

评价. 建立海岸线长期、动态的遥感监测机制,开展海岸线开发利用情况的研究和评价,深度掌握岸线类型、长度、变化等信息,做好对不同区域、不同类型岸线的保护与利用管控计划和规划,加强对用海项目占用岸线、生成岸线情况的有效管控.

(3) 制定海岸线管理政策法规,促进海岸线保护和节约利用. 以《海岸线保护与利用管理办法》为准则,依据天津市海域开发利用现状,结合 2016 年开展的天津市海岸线修测工作成果,加快制定天津市海岸线保护与利用相关政策法规,明确保护利用目标,提出海岸线管理要求,做好海岸线规划同区域规划、海洋生态红线规划的衔接,为海湾整治以及海陆统筹联动提供政策引导,促进海岸线保护和节约利用.

(4) 加强人工岸线生态建设,提供绿色发展空间. 天津市海岸线较短,海域利用多集中于近岸,根据本文分析,海岸线长度基本增长了一倍左右大部分海岸线已人工化. 结合天津市海岸线开发现状,在严格保障自然岸线保有率的前提下,优化海岸线开发利用格局,实施人工岸线的生态设计,加快生活岸线和景观岸线建设,提升海岸生态服务,为天津市战略性新兴产业提供绿色发展空间.

6 结论

(1) 在 20 世纪近 30 年的时间内,天津市海岸线长度仅增加了 18.6 km,年均增速 0.74 km/a,海岸线变化不大,天津港的建设是岸线变化的主要原因,岸线形态由平直圆滑逐渐变得凹凸不平.

(2) 进入 21 世纪,天津市大陆海岸线长度增加了 184.9 km,年均增速 11.6 km/a,海岸线变化大. 2006—2010 年的 5 年,海岸线增加了 132.4 km,年均增速 26.5 km/a,从临海新城、东疆港区和南疆港区的建设,以及临港经济区规划实施,天津市围填海工程建设多,海岸线变化最为显著. 2010—2016 年汉沽和塘沽管辖海域海岸线基本稳定,而大港管辖海域由于南港工业区规划的实施,海岸线变化较大.

(3) 国家政策的引导,天津市海域开发利用强度高,交通运输、临海工业、滨海旅游、城镇建设等用海活动出现,围填海活动使天津市海岸线有了较大规模的增长,海岸线变化与人类用海活动紧密相关.

(4) 天津汉沽、塘沽、大港海域大规模填海工程建设已基本完成,海岸线变化趋于平缓,岸线基本轮廓清晰、主体形态稳定,海岸线修测具备代表性和可

操作性。

参考文献:

- [1] 赵玉灵. 近30年来我国海岸线遥感调查与演变分析[J]. 国土资源遥感, 2010(增刊): 174-177.
- [2] 姚晓静, 高义, 杜云艳, 等. 基于遥感技术的近30a海南岛海岸线时空变化[J]. 自然资源学报, 2013, 28(1): 114-125.
- [3] 徐进勇, 张增祥, 赵晓丽, 等. 2000—2012年中国北方海岸线时空变化分析[J]. 地理学报, 2013, 68(5): 651-660.
- [4] 王娟, 卜志国, 崔先国, 等. 遥感技术在海岸带监测中的应用: 以天津滨海新区为例[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2010, 29(3): 20-25.
- [5] 袁敏杰, 李伟芳, 江汪奇, 等. 基于遥感和GIS的舟山岛岸线资源时空变迁及其利用演进研究[J]. 海洋通报, 2018, 37(3): 335-344.
- [6] 李亚宁, 王倩, 郭佩芳, 等. 近20a来渤海岸线演替及其开发利用策略[J]. 海洋湖沼通报, 2015(3): 32-38.
- [7] 吴培强, 张杰, 马毅, 等. 2010—2015年环渤海海岸线时空变迁监测与分析[J]. 海洋科学进展, 2018, 36(1): 128-138.
- [8] 姜义, 李建芬, 康慧, 等. 渤海湾西岸近百年来海岸线变迁遥感分析[J]. 国土资源遥感, 2003, 58(4): 54-58.
- [9] 李建国, 韩春花, 康慧, 等. 滨海新区海岸线时空变化特征及成因分析[J]. 地质调查与研究, 2010, 33(1): 63-70.
- [10] 杨艳丽, 孙艳玲, 杜晋苗. 2001—2013年天津滨海新区海岸带时空变化特征[J]. 天津师范大学学报: 自然科学版, 2016, 36(5): 46-50.
- [11] 叶小敏, 丁静, 徐莹, 等. 渤海湾近30年海岸线变迁与分析[J]. 海洋开发与管理, 2016, 33(2): 56-62.
- [12] 孙百顺, 左书华, 谢华亮, 等. 近40年来渤海湾岸线变化及影响分析[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2017(4): 139-148.
- [13] 孙晓宇, 吕婷婷, 高义, 等. 2000—2010年渤海湾岸线变迁及驱动力分析[J]. 资源科学, 2014, 36(2): 413-419.
- [14] 孙伟富, 马毅, 张杰, 等. 不同类型海岸线遥感解译标志建立和提取方法研究[J]. 测绘通报, 2011(3): 41-44.

责任编辑: 周建军

(上接第28页)

上述关键参数中, 中空纤维疏水膜长度、中空纤维疏水膜数量、进膜蒸馏组件时料液的温度、进膜蒸馏组件时吸热液的温度对装置造水比和产水速率的影响显著, 在该装置的设计和调控中, 可根据目标要求参照上述规律进行优选; 而膜平均孔径和料液质量流量对装置的性能指标影响不明显, 因此制作膜蒸馏组件时可选择较小的膜平均孔径, 可延缓膜亲水化的速度和延长膜的使用周期, 并且可采用相对小的料液质量流量, 从而减少泵的能耗。

参考文献:

- [1] 郭智, 张新妙, 章晨林, 等. 膜蒸馏过程强化及优化技术研究进展[J]. 化工进展, 2016, 35(4): 981-987.
- [2] 申龙, 高瑞昶. 膜蒸馏技术最新研究应用进展[J]. 化工进展, 2014, 33(2): 289-297.
- [3] 刘羊九, 王云山, 韩吉田, 等. 膜蒸馏技术研究及应用进展[J]. 化工进展, 2018, 37(10): 3726-3736.
- [4] Alkudhiri A, Darwish N, Hilal N. Membrane distillation: A comprehensive review[J]. Desalination, 2012, 287: 2-18.
- [5] Gryta M. Osmotic MD and other membrane distillation variants[J]. Journal of Membrane Science, 2005, 246(2): 145-156.
- [6] 郭智, 张新妙, 栾金义, 等. 气隙式膜蒸馏技术研究进展[J]. 现代化工, 2017, 37(4): 16-19.
- [7] Chua K J, Chou S K, Yang W M. Advances in heat pump systems: A review[J]. Applied Energy, 2010, 87(12): 3611-3624.
- [8] Edwie F, Chung T S. Development of hollow fiber membranes for water and salt recovery from highly concentrated brine via direct contact membrane distillation and crystallization[J]. Journal of Membrane Science, 2012, 421/422: 111-123.
- [9] Guan G, Yang X, Wang R, et al. Evaluation of hollow fiber-based direct contact and vacuum membrane distillation systems using aspen process simulation[J]. Journal of Membrane Science, 2014, 464(16): 127-139.
- [10] 贾晓敏, 陈东, 谢继红, 等. 典型膜蒸馏技术的性能及发展分析[J]. 化工装备技术, 2016, 37(2): 19-23.
- [11] 马一太, 凌泓. 制冷与热泵产品热力学完善度的原理与实例[J]. 流体机械, 2011, 39(3): 71-74.
- [12] Swaminathan J, Chung H W, Warsinger D M, et al. Energy efficiency of permeate gap and novel conductive gap membrane distillation[J]. Journal of Membrane Science, 2016, 502: 171-178.

责任编辑: 周建军