

侯恺昕, 张胜军, 孔祥雪. 基于验潮站资料的 HY-2A 测高数据质量评定[J]. 海洋学报, 2019, 41(7): 136–142, doi:10.3969/j.issn.0253-4193.2019.07.012

Hou Kaixin, Zhang Shengjun, Kong Xiangxue. Quality assessment of HY-2A altimeter data through tide gauge comparisons[J]. Haiyang Xuebao, 2019, 41(7): 136–142, doi:10.3969/j.issn.0253-4193.2019.07.012

# 基于验潮站资料的 HY-2A 测高数据质量评定

侯恺昕<sup>1</sup>, 张胜军<sup>1\*</sup>, 孔祥雪<sup>2</sup>

(1. 东北大学 资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110819; 2. 辽宁省地震局, 辽宁 沈阳 110031)

**摘要:** 验潮站资料为评定卫星测高海面高度观测值的精度提供了有效途径。基于数据编辑准则筛选出 HY-2A 数据, 通过引入 NCEP 实时大气压模型, 解决了 HY-2A 卫星任务后期测高数据产品中部分干对流层延迟项和大气逆压校正项不可用的问题。在此基础上, 将 HY-2A 海面高观测值与验潮站数据进行时空匹配, 在选取的 9 个站点上进行了相关系数和标准差计算。结果表明, 两者相关系数平均约为 0.676 9, 最优可达 0.898 7, 平均标准差为 0.089 5 m。整体验证结果表明, HY-2A 卫星测高数据质量符合设计指标, 达到预期水平, 为海洋重力场反演等应用研究提供了新的可靠数据源。

**关键词:** 海洋二号; 卫星测高; 验潮站; 质量评价

中图分类号: P715.6

文献标志码: A

文章编号: 0253-4193(2019)07-0136-07

## 1 引言

2011 年, 中国首颗海洋动力环境监测卫星——海洋二号(HY-2A)在太原卫星发射中心成功发射。HY-2A 为海洋、气候、测绘等相关领域的研究提供了重要的微波遥感数据基础, 是我国实现完善海洋立体观测系统的重要一环<sup>[1]</sup>。作为中国首颗搭载微波高度计的海洋卫星, HY-2A 的定轨、测距精度达到国际先进水平, 根据设计指标其海表面高度观测精度达到 4 cm<sup>[2]</sup>, 有效波高探测精度达到分米级<sup>[3]</sup>。

作为我国首颗海洋动力环境监测卫星, HY-2A 的运行状况及数据质量受到国内外广泛关注。考虑到测高卫星的空间特性, 获取可靠的卫星测高观测值, 需要经过海况、潮汐、信号传播路径延迟、大气负荷效应等方面的修正<sup>[4]</sup>。为了给定测高卫星海面高度观测值可靠的质量评价, 可以采用单星自交叉点检核、多星互交叉点检核、验潮站定标检核等方式。目

前已有针对 HY-2A 分发的临时地球物理数据(Interim Geophysical Data Records, IGDR)产品的质量分析<sup>[5]</sup>, 验证了 HY-2A 的 IGDR 产品质量稳定性并提出了改进建议<sup>[6]</sup>。本文主要针对 HY-2A 分发的包含波形数据的遥感地球物理数据(Sensor Geophysical Data Records, SGDR)产品进行质量评定。

验潮站资料的数据采集频率和数据精度相较于测高卫星更高, 观测时间连续性更好, 通过在时间、空间尺度与卫星测高观测序列同步匹配, 可以进行定标检核及精度评定。因而将验潮站资料与卫星测高观测值关联匹配并解算海面高度观测不符值的相关处理十分重要。本文将联合验潮站数据和 HY-2A 测高数据进行预处理、时刻匹配、相关系数统计及标准差计算, 为后续 HY-2A 测高数据产品的应用研究提供支撑依据。

## 2 实验数据预处理

本文研究使用的 HY-2A 卫星数据是从国家卫星

收稿日期: 2018-08-02; 修订日期: 2018-12-10。

基金项目: 国家自然科学基金(41804002); 中央高校基本科研业务专项资金资助项目(N170103009); 武汉大学地球空间环境与大地测量教育部重点实验室开放基金(17-01-04)。

作者简介: 侯恺昕(1996—), 女, 广西壮族自治区桂林市人, 从事卫星测高数据质量评定研究。E-mail: houkaixin0610@163.com

\* 通信作者: 张胜军, 男, 讲师, 主要从事卫星测高数据处理及应用研究。E-mail: zhangshengjun@mail.neu.edu.cn

海洋应用中心官方申请的二级数据产品,通过提取卫星地面轨迹处的经纬度、观测时间、轨道高、测距值及校正项等相关信息,可以获取采样率为 1 Hz 的海表面观测值,进而将卫星获取的观测值与验潮站数据进行比较。本文使用的验潮站数据从美国夏威夷大学海平面数据研究中心(University of Hawaii Sea Level Center, UHSLC)官方网站下载。

### 2.1 验潮站数据预处理

由于记录时序中断,部分验潮站观测资料序列包含无效数据,因此验潮站数据预处理的首要步骤是筛选无效数据并从 HY-2A 卫星数据产品中筛选观测时段重合的站点共计 79 个。根据验潮站数据时间周期的连贯性、站点分布区域和数据可用率,本文选择 9 个验潮站点作为示例分析,选取的站点分布如图 1 所示,站点详细信息见表 1。

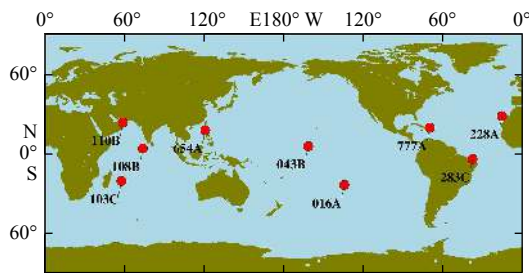


图 1 选取的 9 个验潮站点

Fig. 1 Distribution of the nine selected tidal gauges

由于高纬度地区海冰的显著影响,本文拟评定中低纬度海域获取的 HY-2A 观测数据,因此示例验潮站选取时排除了北冰洋海域的站点,针对太平洋、印度洋、大西洋各选取 3 个验潮站点进行质量评定。参考站点的选取顾及开阔海域及大陆沿岸等典型情况,以确保不同地理环境和不同海域情况对验证结果的影响能够得到正确分析。

### 2.2 HY-2A 数据预处理

本文使用的 HY-2A 数据为重复轨道任务(Exact Repeat Mission, ERM)末期的 cycle E109~E117(以下简称 E109~E117),共计 1 889 个轨道文件,时间范围为 2015 年 11 月 21 日至 2016 年 3 月 15 日,以及大地测量任务(Geodetic Mission, GM) cycle G001 和 cycle G002(以下简称 G001 和 G002),分别包含 4 332 以及 4 372 个轨道文件,时间范围为 2016 年 3 月 24 日至 2017 年 2 月 23 日。具体数据信息见表 2<sup>[7]</sup>。

HY-2A 数据预处理的第一步是剔除测距值等关键信息缺失的数据文件,在获得的 11 136 个轨道数据文件中,信息缺失文件数为 654 个,剔除比例约为 0.059%<sup>[8]</sup>。同时,为了分析 HY-2A 测高数据可靠观测值的质量,参考 TOPEX/Poseidon 卫星不同纬度带平均海面高度的取值范围,考虑各个测量周期海平面高度异常值在 $\pm 2$  m 范围外的数据作为异常值<sup>[9]</sup>,逐周期筛选剔除,并利用 GMT 成图分析,选取 HY-2A 重复轨道任务和大地测量任务单个典型周期为例,可用测量值的地理空间分布如图 2 所示。

为了获得 HY-2A 卫星海平面高度观测值,需要从二级数据产品中提取经纬度、观测时间、轨道高、测距值及各校正项信息。HY-2A 数据产品完整度高,个别周期由于 NCEP 数据格式变化,存在干对流层校正项和大气逆压校正项缺失问题,顾及二者对海表面高度估算具有显著影响,本文予以单独考虑。本文研究过程中拟采用新的实时大气压模型重新解算,并通过干对流层校正项和大气逆压校正项对未缺失的 HY-2A 数据产品进行检核,详见第 3 小节。

## 3 测高数据误差校正

在 HY-2A 数据预处理过程中,针对观测时段内 HY-2A 卫星提供的干对流校正项以及大气逆压校正项数据对缺失部分进行重新计算。

表 1 选取的验潮站点信息

Tab. 1 Information of the selected tidal gauges

站点编号	站点名称	大洋	纬度	经度	数据可用率
016A	Rikitea	太平洋	23.133°S	134.950°W	94%
043B	Palmyra-B	太平洋	5.883°N	162.083°W	100%
654A	Currimaio	太平洋	17.983°N	120.483°E	99%
103C	Port Louis-C	印度洋	20.150°S	57.500°E	99%
108B	Male-B, Hulule	印度洋	4.183°N	73.533°E	96%
110B	Muscat-B	印度洋	23.633°N	58.567°E	95%
228A	Tenerife	大西洋	28.483°N	16.233°W	96%
283C	Fortaleza-C	大西洋	3.717°S	38.483°W	100%
777A	Puerto Plata	大西洋	19.800°N	70.700°W	100%

表2 HY-2A 测高数据信息

Tab. 2 Information of HY-2A altimeter data sets

周期	时间范围	轨道文件数
重复轨道任务		
E109	2015年11月21日至2015年12月4日	188
E110	2015年12月7日至2017年12月19日	278
E111	2015年12月19日至2016年1月2日	192
E112	2016年1月2日至2016年1月16日	151
E113	2016年1月16日至2016年1月28日	208
E114	2016年1月30日至2016年2月13日	288
E115	2016年2月13日至2016年2月27日	386
E116	2016年2月27日至2016年3月12日	144
E117	2016年3月12日至2016年3月15日	54
大地测量任务		
G001	2016年3月24日至2016年9月8日	4 332
G002	2016年9月8日至2017年2月23日	4 372

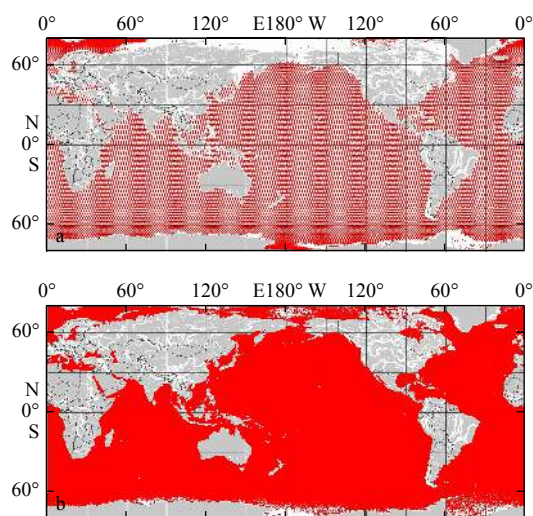


图2 E115(a)和G001(b)可用数据地面轨迹分布  
Fig. 2 Distribution of the available data from cycle E115 (a) and G001 (b)

### 3.1 干对流延迟量校正

干对流层延迟改正项  $PD_{dry}$  的计算公式如下<sup>[10]</sup>。

$$PD_{dry} = 0.2277P_0(1 + 0.0026\cos 2\varphi), \quad (1)$$

式中,  $\varphi$  为星下点地面的纬度;  $P_0$  可以根据经验选取平均海面大气压值  $1.0133 \times 10^5$  Pa, 或采用美国国家环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)提供的实时大气压数据<sup>[11]</sup>。

#### 3.1.1 不同大气压值下干对流延迟校正

为了对比  $P_0$  取不同值的情况下干对流层延迟校

正项的可靠性, 研究选取 HY-2A 卫星早期重复轨道任务中干对流层校正项可用的 cycle 0059 数据产品进行对比分析。

针对示例轨道文件, 将采样点按照 1:50 降采样之后的对比结果如图 3 所示。当  $P_0$  取 NCEP 提供的实时大气压值时, 干对流层延迟校正项计算结果与 HY-2A 自带的干对流层延迟校正项对比得到相关系数为 0.864 2, 标准差为 0.013 8 m。显著优于  $P_0$  选取平均海面大气压值时的相关系数 0.467 2 和标准差 0.020 5 m。

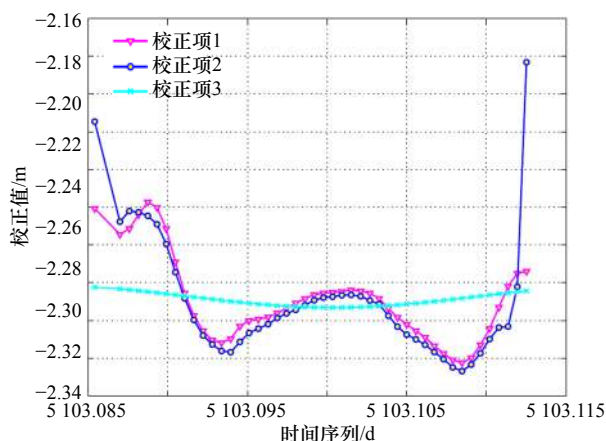


图3 干对流层延迟改正对比

Fig. 3 The compared graph of dry tropospheric delay correction

品红表示作为参考的自带干对流层校正项(校正项1), 蓝色表示采用 NCEP 实时大气压计算的干对流层校正项(校正项2), 青色表示采用标准大气压  $1.0133 \times 10^5$  Pa 计算的干对流层校正项(校正项3)

The magenta line represents the self-contained dry tropospheric correction (correction 1), the blue line indicates the correction (correction 2) calculated by NCEP real-time atmospheric pressure, and the green represents the correction calculated by the standard atmospheric pressure  $1.0133 \times 10^5$  Pa (correction 3)

将与完整的 HY-2A 业务化产品中的干对流层校正项数据比较, 本研究设计的利用 NCEP 实时大气压数据改正和替换 HY-2A 卫星数据产品中无效的干对流层延迟改正项的方案正确, 因此后续获取海面高观测值时采用 NCEP 模型计算干对流层延迟改正。

### 3.2 大气逆压校正

与干对流层延迟校正项的情况类似, HY-2A 任务后期数据产品中提供的大气逆压校正项同样不可用, 本文将根据大气压模型数据和下式<sup>[10]</sup>重新计算大气逆压校正项:

$$IB = -\frac{1}{\rho_w g} (P_a - \bar{P}_a) = -0.9948 (P_a - \bar{P}_a), \quad (2)$$

式中,  $P_a$  为实时海面大气压值, 由 NCEP 模型提供;

$\bar{P}_a$  为平均海面大气压值, 包含 3 种不同选取方法: (1) 根据中纬度经验平均值, 取参考大气压值  $\bar{P}_{a1}$  为  $1.0133 \times 10^5 \text{ Pa}$ <sup>[12]</sup>; (2)  $\bar{P}_a$  取加权当前 cycle 的大气压平均值; (3) 根据自带的大气逆压校正量反算大气压平均值  $\bar{P}_{a3}$ , 再与 NCEP 实时大气压值加权计算得到  $\bar{P}_{a4}$ 。

同样以 cycle 0059 为例, 根据测高数据的时空信息计算匹配的 NCEP 实时海面大气压值; 当  $\bar{P}_a$  取 cycle 0059 内大气压加权平均值的情况下, 得到  $\bar{P}_{a2}$  为  $1.014 \times 10^5 \text{ Pa}$ ; 根据示例数据可用的大气逆压改正项反算的加权平均海面大气压值  $\bar{P}_{a3}$  为  $1.0143 \times 10^5 \text{ Pa}$ ; 由于高纬度的大气压测量值与标准大气压值偏差较大, 因此截取纬度范围为  $55^\circ\text{S} \sim 55^\circ\text{N}$  的大气压值再次取平均, 得到  $\bar{P}_{a4}$  为  $1.0153 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

将  $\bar{P}_{a1}$ 、 $\bar{P}_{a2}$ 、 $\bar{P}_{a3}$ 、 $\bar{P}_{a4}$  分别带入式(2), 对比计算结果表明  $\bar{P}_a$  的选取导致大气逆压校正项的计算差异量级在 0.1 mm 左右。为了简化计算过程, 在后续 HY-2A 卫星数据质量评定过程中统一选取  $1.0143 \times 10^5 \text{ Pa}$  作为海面大气压平均值。

综上, 根据选定海面大气压平均值, 结合 NCEP 模型提供的实时大气压数据, 能够获取更新的大气逆压校正项。与干对流层延迟改正项对比类似, 本文将重新解算的大气逆压校正结果与 cycle 0059 pass 0001 自带的大气逆压校正项进行检核, 并按照 1:50 比例进行降采样作图对比分析, 如图 4 所示。

从图 4 中可以看出, 大气逆压校正项计算值与检核值整体拟合情况较好, 高纬度地区拟合程度略有下降; 进一步的统计结果表明, 二者相关系数达到 0.9670, 标准差约为 0.0248 m。上述对比分析表明, 本节采用

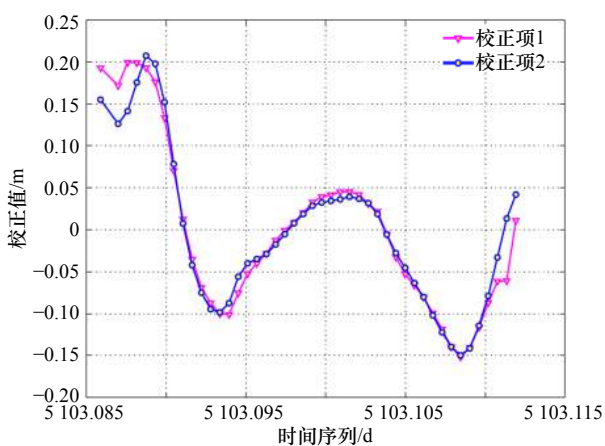


图 4 大气逆压校正项比较

Fig. 4 The comparison of inverse barometer correction  
品红表示采用 NCEP 实时大气压计算的大气逆压校正项(校正项 1);  
蓝色表示作为参考的自带大气逆压校正项(校正项 2)  
The magenta line indicates the correction (correction 1) calculated by  
NCEP real-time atmospheric pressure, the blue line represents the self-  
contained inverse barometer correction (correction 2)

的大气逆压校正项的重新解算过程及结果是可靠的, 可应用于后续的 HY-2A 质量评价过程中。

## 4 测高数据质量评定

### 4.1 质量评定流程

基于验潮站资料的卫星测高数据质量评价关键步骤在于观测序列的时空范围同时匹配。空间匹配通过将卫星测高数据格网化至验潮站邻近的格网点处完成, 时间匹配则是通过将验潮站数据降采样至卫星观测采样间隔来实现。以印度洋的 Male-B, Hulule 验潮站(编号 108B, 以下简称 108B)为例, 介绍本文所使用的测高数据质量评定流程, 具体分为 5 个步骤<sup>[13]</sup>:

(1) 大气压值匹配: NCEP 每 6 h 提供一组全球格网化大气压模型数据, 经向、纬向分别划分为 192 和 94 个格网(格网间距约为  $2^\circ$ )。根据测高观测值的经纬度及时间信息, 为每一个测高观测值计算相应的实时海面大气压值。

(2) 验潮站数据提取: 选取 UHSLC 中心提供的印度洋逐日采样文件作为验潮站数据基础。根据 UHSLC 提供的数据编码, 提取 108B 站点的经纬度、观测时间和海表面高度数据。

(3) 筛选区域内卫星数据: 从所选卫星测高周期文件中筛选 108B 站点坐标经纬度  $\pm 5^\circ$  范围内的卫星测高点并重新解算干对流层延迟项校正项和大气逆压校正项。统计 HY-2A 卫星测高数据时间范围, 以 15 d 为 1 周期, 得到符合格网化半径要求的所有卫星数据点。

(4) 时空关联格网化处理: 选定拟合半径为 1 m, 平滑因子为 2.0, 格网化经纬度间距为  $1^\circ$ 。将筛出的卫星测高点坐标格网化, 得到 4 个格网点的采样结果。

(5) 验潮站数据降采样: 根据 HY-2A 卫星格网化数据的采样周期对验潮站数据进行降采样, 使两者在时间范围匹配。

基于上述流程, 格网化处理获取的卫星测高观测序列和降采样后的验潮站资料可以实现时空匹配关联, 通过统计两者之间的相关系数及标准差信息, 进而实现 HY-2A 测高数据的质量评价。

### 4.2 质量评定结果

基于选定的 HY-2A 卫星测高数据和选取的 9 个示例验潮站资料, 按照上述流程分别计算并统计它们之间的相关系数和标准差, 结果见表 3。站点的格网化卫星数据与验潮站数据对比结果如图 5 所示。

表 3 统计结果显示, 印度洋 103C 站点相关性最好, 相关系数为 0.8987, 同时印度洋站点普遍相关性较好, 平均值达到 0.7711。从海域范围分析, 开阔海

表 3 质量评价数据结果

Tab. 3 Results of quality assessment

站点编号	大洋	纬度	经度	数据可用率	最高相关系数	最小标准差/m	最大标准差/m	平均标准差/m
016A	太平洋	23.133°S	134.950°W	94%	0.739 4	0.053 4	0.065 3	0.060 10
043B	太平洋	5.883°N	162.083°W	100%	0.668 1	0.061 9	0.072 3	0.065 98
654A	太平洋	17.983°N	120.483°E	99%	0.837 2	0.078 5	0.140 6	0.109 80
103C	印度洋	20.150°S	57.500°E	99%	0.898 7	0.070 0	0.091 7	0.087 30
108B	印度洋	4.183°N	73.533°E	96%	0.762 4	0.062 3	0.267 5	0.140 00
110B	印度洋	23.633°N	58.567°E	95%	0.652 1	0.076 1	0.226 0	0.127 20
228A	大西洋	28.483°N	16.233°W	96%	0.516 8	0.059 3	0.100 8	0.083 98
283C	大西洋	3.717°S	38.483°W	100%	0.296 0	0.039 2	0.067 0	0.052 35
777A	大西洋	19.800°N	70.700°W	100%	0.721 3	0.055 2	0.129 2	0.078 75

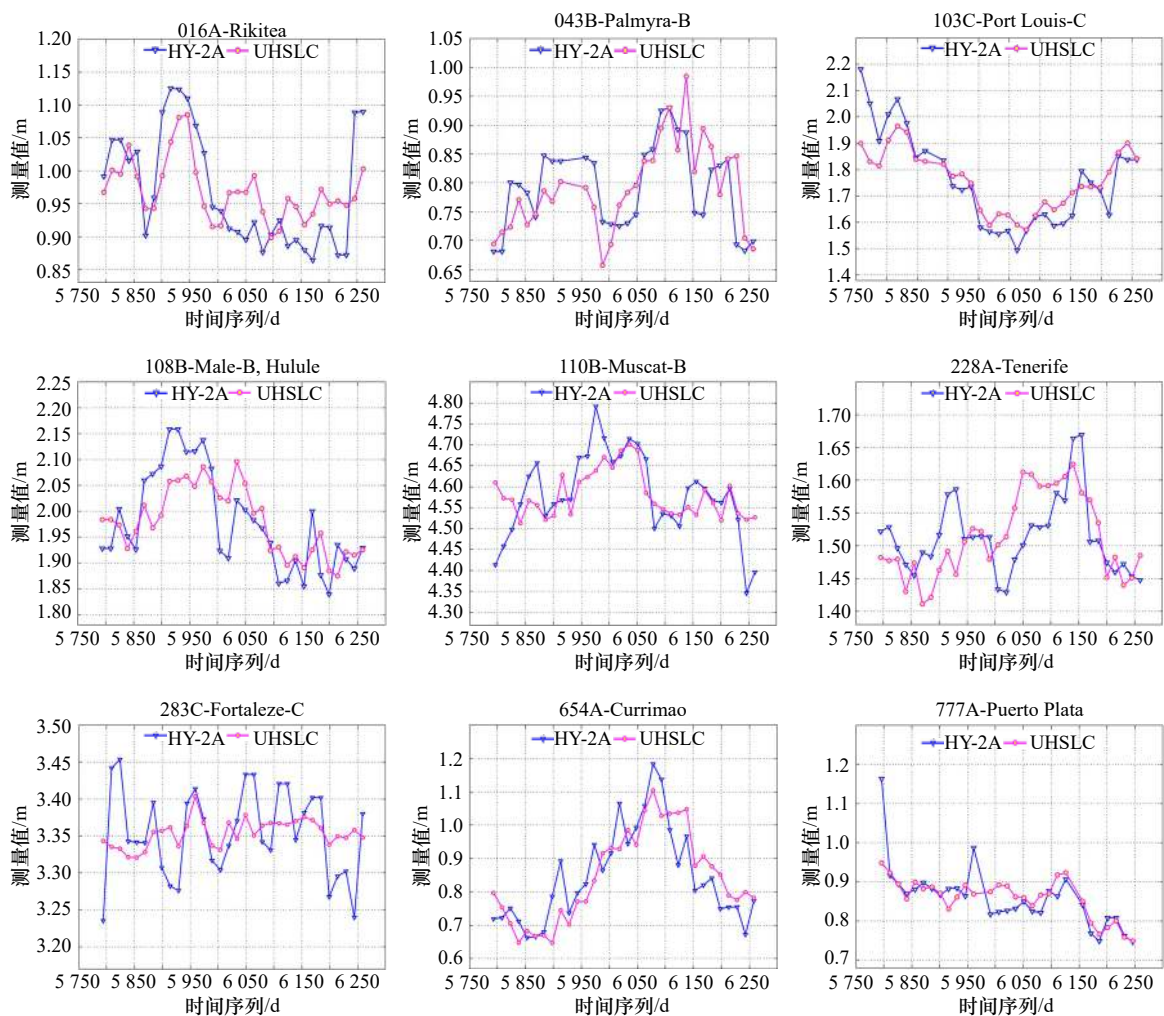


图 5 9 个验潮站点位置数据对比

Fig. 5 The compared graphs of data in the nine tide gauges regions

域观测值的平均相关系数为 0.717 1, 优于近岸点观测值的平均相关系数 0.626 7。

大西洋 283C 站点相关系数明显低于其他站点, 将其坐标展于地图上, 如图 6 所示。此站点到最近大陆距离约为 0.6 km, 属于近岸海域, 对比相关性最好的 103C 站点, 距离最近大陆约为 1 865.8 km, 为典型

的开阔海域站点。283C 站点陆地一侧没有数据, HY-2A 卫星观测资料在格网化过程中的相对其他站点其空间分布不够合理, 从而影响了测高数据计算结果。

## 5 结论

本文基于卫星测高原理与测高误差分析, 联合验

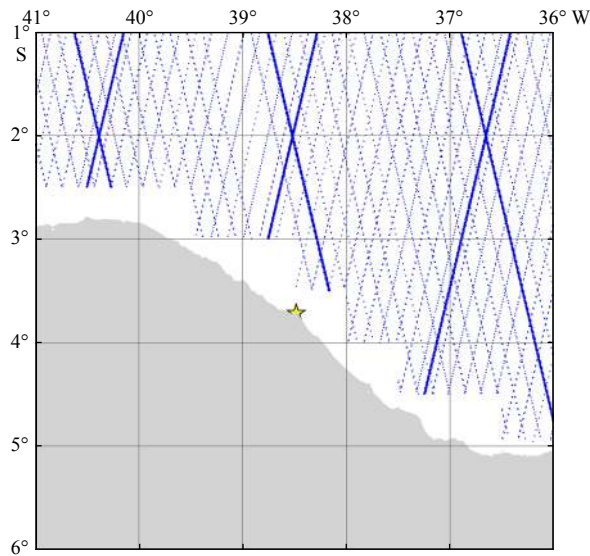


图6 站点 283C 周边 HY-2A 卫星测高数据覆盖情况  
Fig. 6 HY-2A data coverage surrounding the 283C Station

潮站数据对 HY-2A 卫星测高数据进行了质量评价。针对 HY-2A 卫星测高数据误差项中的干对流层延迟

项及大气逆压校正项不可用的问题,引入实时大气压数据重新解算改正项,结果表明,干对流层延迟项改正的计算值与参考值之间相关系数约为 0.864 2,标准差为 0.013 8 m;大气逆压改正的计算值与参考值的相关系数达到 0.967 0,标准差约为 0.024 8 m,证明了针对数据产品中改正项不可用时的更新方案是合理可靠的。

在此基础上,验证了重复轨道任务末期和大地测量任务的多个周期的卫星测高数据质量,两者之间相关系数最优值为 0.898 7,9 个站点位置的平均标准差为 0.089 5 m。初步分析结果表明,印度洋数据与验潮站数据相关性最优;近岸点观测值相关性与标准偏差相对开阔海域较差。整体验证结果表明 HY-2A 卫星测高数据质量符合设计指标,达到预期水平。HY-2A 卫星相比传统测高卫星采用更新的轨道倾角及重复周期设计,进一步丰富了卫星测高观测值的地面轨迹分布,将为未来海洋重力场模型的构建提供新的可靠数据源。

#### 参考文献:

- [1] 蒋兴伟,林明森,张有广. 中国海洋卫星及应用进展[J]. 遥感学报, 2016, 20(5): 1185-1198.  
Jiang Xingwei, Lin Mingsen, Zhang Youguang. Progress and prospect of Chinese ocean satellites[J]. Journal of Remote Sensing, 2016, 20(5): 1185-1198.
- [2] 张庆君,张健,张欢,等. 海洋二号卫星工程研制及在轨运行简介[J]. 中国工程科学, 2013, 15(7): 12-18.  
Zhang Qingjun, Zhang Jian, Zhang Huan, et al. The study of HY-2A satellite engineering development and in-orbit movement[J]. Engineering Science, 2013, 15(7): 12-18.
- [3] 徐广珺,杨劲松,徐圆,等. 海洋二号卫星高度计有效波高的验证与校准[J]. 遥感学报, 2014, 18(1): 206-214.  
Xu Guangjun, Yang Jinsong, Xu Yuan, et al. Validation and calibration of significant wave height from HY-2 satellite altimeter[J]. Journal of Remote Sensing, 2014, 18(1): 206-214.
- [4] Dean R G, Houston J R. Recent sea level trends and accelerations: comparison of tide gauge and satellite results[J]. Coastal Engineering, 2013, 75: 4-9.
- [5] 彭海龙,林明森,穆博,等. HY-2A卫星雷达高度计数据的全球统计评价及质量分析[J]. 海洋学报, 2015, 37(7): 54-66.  
Peng Hailong, Lin Mingsen, Mu Bo, et al. Global statistical evaluation and performance analysis of HY-2A satellite radar altimeter data[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2015, 37(7): 54-66.
- [6] 杨磊,周兴华,林明森,等. HY-2A卫星雷达高度计全球IGDR数据质量评估[J]. 地球物理学进展, 2016, 31(2): 629-636.  
Yang Lei, Zhou Xinghua, Lin Mingsen, et al. Global statistical assessment of HY-2A altimeter IGDR data[J]. Progress in Geophysics, 2016, 31(2): 629-636.
- [7] Zhang Shengjun, Li Jiancheng, Jin Taoyong, et al. HY-2A altimeter data initial assessment and corresponding two-pass waveform retracker[J]. Remote Sensing, 2018, 10(4): 507.
- [8] 国家卫星海洋应用中心. HY-2A卫星雷达高度计数据用户手册[M]. 北京: 国家卫星海洋应用中心, 2011.  
National Satellite Ocean Application Service. HY-2A Satellite Radar Altimeter Data User Manual[M]. Beijing: National Satellite Ocean Application Service, 2011.
- [9] 董晓军,黄城. 利用TOPEX/Poseidon卫星测高资料监测全球海平面变化[J]. 测绘学报, 2000, 29(3): 266-272.  
Dong Xiaojun, Huang Cheng. Monitoring global mean sea level variation with TOPEX/Poseidon altimetry[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2000, 29(3): 266-272.
- [10] 张有广,贾永君,范陈清,等. 海洋二号卫星雷达高度计测高误差校正算法及验证[J]. 中国工程科学, 2013, 15(7): 53-61.  
Zhang Youguang, Jia Yongjun, Fan Chenqing, et al. HY-2A satellite radar altimeter error correction algorithm and verification[J]. Engineering Science, 2013, 15(7): 53-61.
- [11] 李晓婷,郑沛楠,王建丰,等. 常用海洋数据资料简介[J]. 海洋预报, 2010, 27(5): 81-89.  
Li Xiaoting, Zhen Peinan, Wang Jianfeng, et al. Introduction of the ocean data in common use[J]. Marine Forecasts, 2010, 27(5): 81-89.

- [12] 金涛勇, 李建成, 王正涛, 等. 卫星测高逆气压改正及其对海平面变化的影响[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2010, 35(9): 1017–1020.  
Jin Taoyong, Li Jiancheng, Wang Zhengtao, et al. Inverse barometer correction in satellite altimetry and its effect on mean sea level change[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2010, 35(9): 1017–1020.
- [13] Prandi G. Validation of altimeter data by comparison with tide gauge measurements[R]. France: Collecte Localisation Satellites (CLS), 2014.

## Quality assessment of HY-2A altimeter data through tide gauge comparisons

Hou Kaixin<sup>1</sup>, Zhang Shengjun<sup>1</sup>, Kong Xiangxue<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China; 2. Liaoning Earthquake Agency, Shenyang 110031, China)

**Abstract:** The tide gauge data provide an effective way to evaluate the accuracy of satellite altimeter data. The HY-2A data are filtered based on the data edited criterion and the model of real-time atmospheric pressure provided by NCEP are used to solve the problem caused by the unavailable dry tropospheric correction and inverse barometer correction in the later stage of the HY-2A exact repeat mission (ERM). By matching the HY-2A altimeter data and the tide gauges data in temporal and spatial, the correlation coefficient and standard deviation between the two kinds of altimeter data are calculated in the nine selected tide gauges area. According to the analysis results, the average correlation coefficient is about 0.676 9, the optimum is up to 0.898 7, and the average standard deviation is 0.089 5 m. The results show that the quality of HY-2A satellite altimetry data meet the design target and achieve the expected level. It provides a new reliable data source for the application research of the marine gravity field inversion.

**Key words:** HY-2A; satellite altimetry; tide gauges; quality assessment