

HY-2 扫描辐射计风速数据产品与平台基观测数据的比较研究

张婷¹, 张杰¹, 王进^{1,2}, 孟俊敏¹

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 2. 青岛大学, 山东 青岛 266071)

摘要: 基于南海北部 PY30-1 平台上 2012 年 2 月至 9 月测风仪观测的风速数据, 开展了 HY-2 扫描辐射计风速数据比较研究。选取时空匹配窗口为 5 min 和 25 km, 利用 HY-2 扫描辐射计 RM 100, 70 和 35 km 分辨率 3 种风速数据, 分别与平台观测数据进行了比较。比较结果表明: 在南海北部海域, HY-2 扫描辐射计 100 km 分辨率风速和平台观测风速的均方根偏差为 3.86 m/s; 70 km 分辨率风速和平台观测风速的均方根偏差为 10.52 m/s; 35 km 分辨率风速和平台观测风速的均方根偏差为 5.54 m/s。还进一步比较了有雨和无雨两种情况下 HY-2 扫描辐射计和平台数据的偏差, 结果表明: 有雨和无雨条件下都是 100 km 分辨率的数据偏差最小。这在我国南海北部海域应用 HY-2 扫描辐射计的风速数据产品的选择提供了依据。

关键词: HY-2 扫描辐射计; 平台; 风速数据; 南海

中图分类号: P352 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)06-0043-04

doi: 10.11759/hyxx20121123001

海洋二号卫星(HY-2)是我国自主研发的第一颗海洋动力环境卫星, 星上携带了高度计、散射计和辐射计 3 种微波传感器, 能够全天时、全天候地进行全球探测, 获取包括海面风场、海面高度场、有效波高、海洋重力场、大洋环流和海表面温度场等多种重要海况参数。HY-2 上携带的扫描微波辐射计是一台圆锥扫描的多波段微波辐射计, 观测天底角 47°, 用于获取全球海面温度、风速、大气水含量和液水含量、降水和海冰等参数^[1]。因此, 开展 HY-2 扫描微波辐射计数据产品检验工作具有十分重要的意义。

国内外已有很多学者将多种波段的辐射计风场数据与浮标数据、调查船数据等进行比对分析^[2-3]。由于海岸线分布、复杂天气状况、海陆风等因素会显著影响卫星风场数据的准确性, 因此卫星风场数据具有一定的区域适应性^[4]。本文利用我国南海北部平台气象站直接观测的风速数据, 对同时间序列的 HY-2 扫描辐射计风速数据进行比对分析, 这对利用 HY-2 卫星数据在我国南海北部海域深入开展研究具有非常重要的意义。

1 数据介绍

本文获取了南海北部 PY30-1 平台气象站观测的 2012 年 2 月至 9 月的连续观测数据, 并根据此时间选择了与之匹配的 HY-2 扫描辐射计数据, 进行对比分析。

1.1 平台气象站数据

我国南海北部的 PY30-1 石油平台(114.941°E, 20.245°N)(图1)在 34, 87 和 101 m 高处分别安装了测风仪, 考虑到平台遮挡等因素造成的误差, 本文选择了受影响最小的最高处(101 m)测风仪数据。平台测风仪采样间隔为 1 s, 可连续获得该区域的长时间序列的风速信息。本文采用的是 2012 年 2 月至 9 月的连续观测数据, 其中部分时间段因仪器或受台风影响等无有效观测数据。

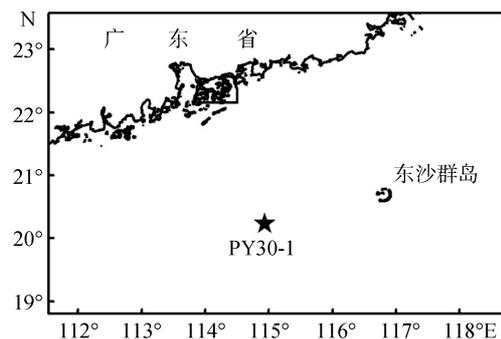


图 1 PY30-1 平台位置

Fig.1 The location of PY30-1 platform

收稿日期: 2012-11-21; 修回日期: 2014-05-07

基金项目: 国家 863 海洋领域重大项目(2008AA09A403)

作者简介: 张婷(1982-), 女, 山东淄博人, 助理工程师, 硕士, 主要从事微波遥感数据评价与整合研究, 电话: 0532-88960569, E-mail: zhangting@fio.org.cn; 孟俊敏, 通信作者, 男, 研究员, E-mail: mengjm@fio.org.cn

1.2 HY-2 扫描辐射计风速数据

2011年8月16日,我国自主研发的HY-2卫星发射成功,星上携带了高度计、散射计和辐射计3种微波传感器。HY-2卫星运行在99.3°倾角、970 km高度的太阳同步轨道上,降交点地方时为6:00,可覆盖全球海洋。扫描辐射计通过多辐射通道测量海面的微波辐射,得到海面的辐射亮温,进而得到海面温度。同时,它还可测量与大的风暴或飓风有关的泡沫亮度温度,从而能够反演出最高达50 m/s的风速。扫描辐射计的主要技术指标见表1,反演风速偏差为0.5 m/s,均方根误差为2 m/s^[1]。

表1 HY-2 扫描微波辐射计主要技术指标
Tab.1 The technical indexes of the Scanning Microwave Radiometer aboard on HY-2 Satellite

工作频率(GHz)	极化方式	扫描划幅(km)	空间分辨率(km)
6.6	VH	优于 1600	100
10.7	VH	优于 1600	70
18.7	VH	优于 1600	35
23.8	V	优于 1600	32
37.0	VH	优于 1600	22

1.3 数据匹配

本文所用的平台观测风速数据时间范围为2012年2月至9月,选择与平台数据同时间序列的HY-2扫描辐射计风速数据,匹配的时空窗口选择为5 min和25 km,共获得137组数据。

在数据产品比对分析中,对原始的观测数据的正确性要求很高,否则可能会对计算结果产生较大影响,因此原始资料的质量控制是非常重要的。这就要求首先对收集到的原始数据进行质量控制,以保证收集到的数据的质量。长时间序列风速数据主要是通过范围检查来进行质量控制,根据风速时间变化的分布规律检查原始数据取值范围。通过数据质

量控制,剔除了平台风速小于1.5 m/s的数据,剩余93组数据。按照云水含量0.2 mm为标准,小于0.2 mm的认为是无雨状态,大于0.2 mm的认为是有雨状态。统计出其中无雨数据有72组,有雨数据21组。

由于卫星风速数据为海面上10 m等效风速,平台观测高度为101 m,因此需将平台的风速数据转化为10 m等效风速。根据风场剖面能量法则关系式进行风速转换,具体表达式如下^[5]:

$$u/u_r = (z/z_r)^\alpha \quad (1)$$

其中, u (m/s)是高度 z (m)处的风速, u_r 是参考高度 z_r 处的风速, α 是依赖大气稳定性的经验系数,对于开阔水域取值为0.11。

2 数据比对与分析

辐射计风速数据的分辨率是由反演算法中采用的最低频率亮温决定的。由于HY-2扫描辐射计有5种工作频率,因此,可以反演出不同分辨率的数据产品。本文采用了100, 70和35 km三种分辨率的风速数据分别与平台观测数据进行比对分析。

2.1 100 km 分辨率 HY-2 扫描辐射计数据与平台风速数据比对

图2显示了HY-2扫描辐射计100 km分辨率数据与平台风速数据的比较结果,无雨数据的风速平均偏差为1.16 m/s,均方根偏差为3.22 m/s。有雨数据的风速平均偏差为3.82 m/s,均方根偏差为5.53 m/s。全部100 km分辨率数据(无雨和有雨)的风速平均偏差为1.76 m/s,均方根偏差为3.86 m/s。

2.2 70 km 分辨率 HY-2 扫描辐射计数据与平台风速数据比对

图3显示了HY-2扫描辐射计70 km分辨率数据与平台风速数据的比较结果,无雨数据的风速平均偏差为9.41 m/s,均方根偏差为10.89 m/s。有雨数据

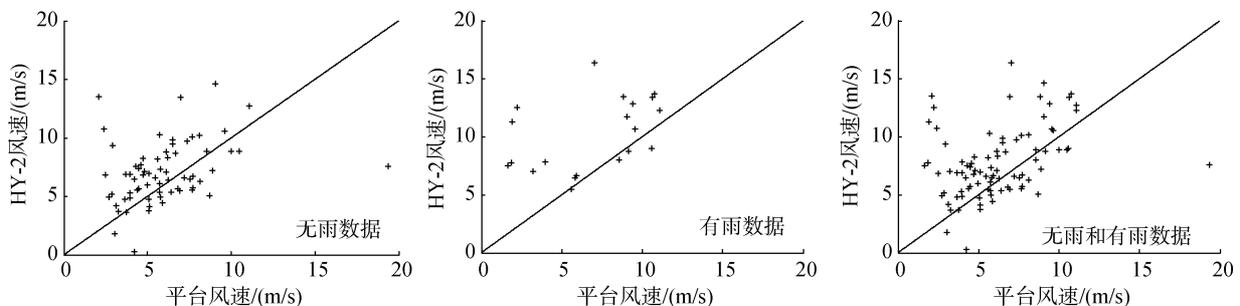


图2 100 km 分辨率 HY-2 扫描辐射计数据与平台风速数据比对
Fig.2 Scatter plots of HY-2 winds of 100 km resolution versus platform measurements

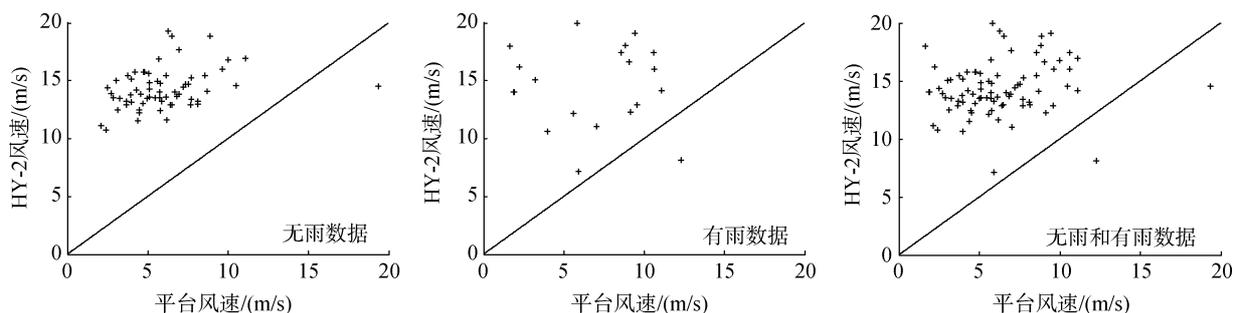


图3 70 km 分辨率 HY-2 扫描辐射计数据与平台风速数据比对

Fig.3 Scatter plots of HY-2 winds of 70 km resolution versus platform measurements

的风速平均偏差为 7.73 m/s, 均方根偏差为 9.12 m/s。全部 70 km 分辨率数据的风速平均偏差为 9.03 m/s, 均方根偏差为 10.52 m/s。

2.3 35 km 分辨率 HY-2 扫描辐射计数据与平台风速数据比对

图 4 显示了 HY-2 扫描辐射计 35 km 分辨率数据与平台风速数据的比较结果, 无雨数据的风速平均偏差为-4.76 m/s, 均方根偏差为 5.41 m/s。有雨数据的风速平均偏差为-3.7 m/s, 均方根偏差为 5.97 m/s。全部 35 km 分辨率数据的风速平均偏差为-4.52 m/s, 均方根偏差为 5.54 m/s。

表 2 为不同分辨率下 HY-2 扫描辐射计风速数据与平台观测风速数据的偏差。从表 2 可以看出, 在南海北部海域, HY-2 扫描辐射计的风速数据与平台观

测数据的偏差并不是分辨率越高偏差越小。这是因为辐射计风速数据的分辨率是由反演算法中采用的最低频率亮温决定的, 分辨率越高, 使用的辐射通道越少。35 km 分辨率使用了 18.7, 23.8 和 37 GHz 三个辐射通道; 70 km 分辨率使用了 10.7, 8.7, 23.8 和 37 GHz 四个辐射通道; 而 100 km 分辨率则使用了全部五个辐射通道(见表 1)。使用的辐射通道越多, 反演风速用到的参数就越多, 因此数据质量与分辨率并不是成线性的变化关系。通过本文中的比较可以看出, 在南海北部海域, HY-2 扫描辐射计风速数据与平台观测数据的偏差中, 100 km 分辨率的数据偏差最小, 其次是 35 km 分辨率的数据偏差, 而 70 km 分辨率的数据偏差最大。

通过将 HY-2 辐射计数据分为无雨和有雨两种情况, 分别与平台观测数据比较可以看出, 100 km 和 35 km 分辨率下, 无雨数据偏差小于有雨数据偏差; 而 70 km 分辨率下, 有雨数据偏差小于无雨数据偏差。无雨和有雨两种条件下, 都是 100 km 分辨率的数据偏差最小, 70 km 分辨率的数据偏差最大。且无论是无雨还是有雨条件下, 100 km 和 70 km 分辨率反演的风速数据都大于平台观测风速数据, 而 35 km 分辨率反演的风速数据都小于平台观测风速数据。

表 2 不同分辨率下卫星与平台风速数据偏差

Tab.2 The deviations between the satellite and the platform under different data resolution

分辨率 (km)	平均偏差(m/s)			均方根偏差(m/s)		
	无雨	有雨	全部	无雨	有雨	全部
100	1.16	3.82	1.76	3.22	5.53	3.86
70	9.41	7.73	9.03	10.89	9.12	10.52
35	-4.76	-3.7	4.52	5.41	5.97	5.54

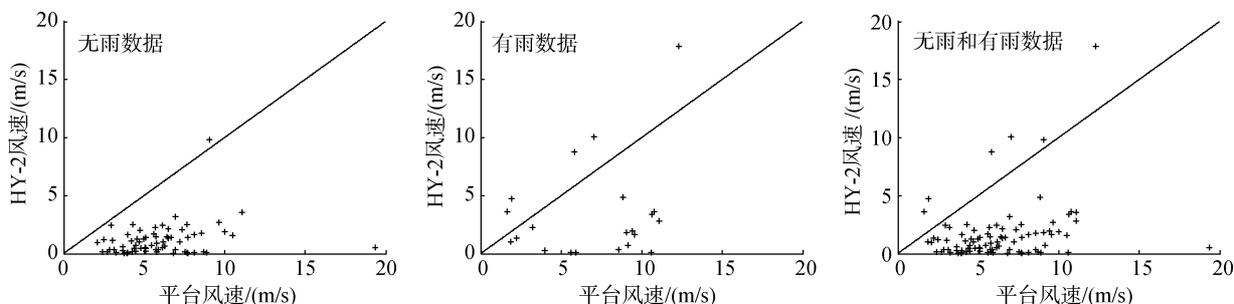


图4 35 km 分辨率 HY-2 扫描辐射计数据与平台风速数据比对

Fig.4 Scatter plots of HY-2 winds of 35 km resolution versus platform measurements

3 结论与讨论

本文基于南海北部 PY30-1 平台上 2012 年 2 月至 9 月测风仪观测的风速数据,开展了 HY-2 扫描辐射计风速数据比较研究。选取时空匹配窗口为 5 min 和 25 km,利用 HY-2 扫描辐射计 RM 100, 70 和 35 km 三种分辨率的风速数据,分别与平台观测数据进行了比较。比较结果表明:在南海北部海域, HY-2 扫描辐射计 100 km 分辨率风速和平台观测风速的均方根偏差为 3.86 m/s; 70 km 分辨率风速和平台观测风速的均方根偏差为 10.52 m/s; 35 km 分辨率风速和平台观测风速的均方根偏差为 5.54 m/s。

文中还进一步比较了无雨和有雨两种情况下三种分辨率数据与平台观测数据的偏差,这为在我国南海北部海域使用 HY-2 扫描辐射计的风速数据产品的选择提供了依据。

本文工作只是基于南海北部一个点的平台观测数据开展的,而使用扫描辐射计观测的地面分辨率最高为 35 km,这使得二者观测数据的空间代表性不一致,这种比较会带来一定的不合理性。

致谢:感谢国家卫星海洋应用中心提供 HY-2 扫描辐射计风速数据产品。

参考文献:

- [1] Jiang Xingwei, Lin Mingsen, Liu Jianqiang, et al. The HY-2 satellite and its preliminary assessment [J]. *International Journal of Digital Earth*, 2012, 5(3): 266-281.
- [2] Yueh S H, Dinardo S J, Fore A G, et al. Passive and active L-Band microwave observation and modeling of ocean surface winds [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2010, 48(8): 3087-3100.
- [3] Alsweiss S O, Laupattarakasem P, Jones W L. A novel Ku-Band radiometer/scatterometer approach for improved oceanic wind vector measurements [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2011, 49(9): 3189-3197.
- [4] 杨亮. 基于遥感数据的西北太平洋海面风场时空特征分析[D]. 青岛:国家海洋局第一海洋研究所, 2007.
- [5] Wikipedia. Wind profile power law [EB/OL]. [2012-11-20]. http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_profile_power_law.

Comparison of the seawind data obtained by the scanning microwave radiometer aboard on HY-2 satellite with those obtained with the platform

ZHANG Ting¹, ZHANG Jie¹, WANG Jin¹, MENG Jun-min¹

(1. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China; 2. Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Received: Nov., 21, 2012

Key words: HY-2; oil platform; sea wind data; the South China Sea

Abstract: We compared the wind data obtained by the Scanning Microwave Radiometer aboard on HY-2 Satellite with those obtained with the platform from February 2012 to September 2012 in the Northern South China Sea. The temporal and spatial differences between the HY-2 and platform-measured data were limited to less than 5 min and 25 km. The spatial resolution of HY-2 data used in our study was 100, 70 and 35 km. The Root Mean Square (RMS) between HY-2 wind speed data with 100 km resolution and the platform-measured wind speed data was about 3.86 m/s. The RMS between HY-2 wind speed data with 70 km resolution and the platform-measured wind speed data was about 10.52 m/s. The RMS between HY-2 wind speed data with 35 km resolution and the platform-measured wind speed data was about 5.54 m/s. We also calculated the RMS between the HY-2 wind speed data and the platform-measured data under the conditions with rain or without rain. In conclusion, the HY-2 wind speed data with 100 km resolution is best under the condition without rain, and the HY-2 wind speed data with 35 km resolution is best under the condition with rain. We have provided a basis for using sea wind data of the Scanning Microwave Radiometer aboard on HY-2 Satellite in the Northern South China Sea.

(本文编辑: 刘珊珊 李晓燕)