

黄渤海海域16个石油平台站风速资料的初步质量检测

司鹏^{1,2}, 梁冬坡³, 朱男男⁴, 罗传军²

(1.天津市气象局 天津市海洋气象重点实验室,天津 300074;2.天津市气象局 天津市气象信息中心,天津 300074;3.天津市气象局 天津市气候中心,天津 300074;4.天津市气象局 天津海洋中心气象台,天津 300074)

摘 要: 对天津建设的16个石油平台站2017年2—10月的2 min平均风速和极大风速的逐时资料进行了质量检测。其方法包括气候学界限值检查、内部一致性检查、持续性检查、时间一致性检查、空间一致性检查以及质量控制综合分析。结果表明:有87.5%的石油平台站风速观测资料质量较好,能够为海洋气象预报、风能资源评估等提供宝贵的基础支撑。与此同时,由于石油平台上油烟较大、海上高湿、高盐等环境因素影响导致了12.5%的平台站风速资料质量较差,造成其大量时间段的资料不能被直接使用。从而,一定程度上说明了与地面观测资料一样,在使用海洋气象资料之前应进行系统的质量控制,只有清楚并解决海洋气象资料中存在的质量问题,才能保证业务应用、研究分析以及资料统计与加工的准确性和可靠性。

关键词: 黄渤海海域;2 min平均风速;极大风速;质量检测

中图分类号: P732 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2020)01-0043-07

1 引言

海洋气象预报是促进沿海地区经济发展、提高防灾减灾、加强环境保护等的重要依据之一。随着海洋气象事业的发展需求,近海常规资料的观测无疑是深入了解海洋气象信息的基础保障。天津市气象局于2016年开始逐步开展了近海海洋气象观测站建设工作,在黄渤海海域新建海上石油平台站15个,并对海域内已有4个站进行了更新升级。目前,这些站的一手观测资料直接进入存储系统供用户使用。然而,在实际观测过程中,海上平台承载的仪器设备很容易受到人为因素或自然因素的影响导致传感器灵敏度受损,使探测值产生奇异值,如果在业务或科研工作中使用了这些数据,势必会造成分析结论的偏颇。质量控制是确保资料代表性和准确性的重要环节。早在20世纪90年代前人在对海洋状况分析中已然意识到这个问题^[1-2]。郑文振等^[3]对中国的海平面研究中指出,为了满足研究需要,所用数据必须经过一系列的检验和质量控

制。同样,沈佩玉^[4]、郭丰义等^[5]、王慧等^[6]在研究海洋环境及海平面变化时也充分意识到观测资料的质量能够直接影响分析结果和结论的可靠性。近年来,我国气象资料的质控技术得到了突破性进展,基本实现地面、高空、土壤水分等实时观测数据疑误信息的识别^[7-9],但对于海洋观测资料的质控技术研究相对甚少。

海浪和海上大风是海洋气象预报的两个重要方面,其中实时观测的风速资料是建立人工预报方程及数值模式预报实况分析的数据基础,同时也是海上风能资源评估中的宝贵支撑^[10]。但是在已有的许多研究中并没有考虑风速资料的质控问题。尹尽勇等^[11]在评述我国海洋气象监测业务存在的不足时提出海上资料缺乏必要的质量控制。张增海等^[12]对渤海湾海域的风况特征及海陆风进行分析时采用了没有经过质控处理的天津渤海A平台实测风速资料。王国松等^[13]同样基于没有质控的A平台实测风速数据对10 m风场再分析资料统计得到的我国近海风能分布进行了检验评估。武强等^[14]对龙口

收稿日期:2018-12-04;修回日期:2019-02-11。

基金项目:国家自然科学基金青年基金(41905132);环渤海区域科技协同创新基金项目(QYXM201712)。

作者简介:司鹏(1983-),女,高级工程师,硕士,主要从事资料分析处理方面研究。E-mail:spsbox@163.com

至旅顺海上航线大风实况处理研究中也是仅仅考虑了高度订正等可能对风速资料质量造成影响的因素。另外,值得注意的是我国目前海上常规观测风速资料较为稀缺^[10,15],所以,如何能在现有条件下提高实测风速资料的可用性和代表性,充分发挥其应用价值,对提高海洋气象预报准确率、精细化水平、近海风能资源评估等海洋气象事业具有重要意义。

因此,我们拟对天津建设的海上石油平台站观测的风速资料进行质量控制研究,为黄渤海海域智能网格预报风浪要素协同订正、基于实况资料的数值模式网格预报偏差订正等预报技术提供数据保障。

2 数据与方法

2.1 数据

研究中选取了黄渤海海域运行状况良好的16个石油平台监测站,分布于渤海中部、渤海湾、辽东湾和莱州湾4个区域(见图1),对其观测的2 min风场和极大风风场逐时资料进行质量控制分析。资料源自全国综合气象信息共享平台(China Integrated Meteorological Information Sharing System, CIMISS),由天津市气象信息中心提供。考虑到站点资料完整性和时间序列长度的一致性,这里将研究时段定义为2017年2—10月。CIMISS是由中国气象局建设的,是一套覆盖全国的,集数据收集与分发、

质量控制与产品生成、存储管理、共享服务、业务监控于一体的气象信息共享业务系统,为气象部门及相关行业用户提供涵盖综合气象探测数据和信息产品的更高质量共享服务。

2.2 质量控制方法

研究采用的风速资料质控方法是综合了地面气象观测资料质量控制行业标准^[16]及已有研究中用到的方法^[17],同时结合天津地区海洋气象预报经验得到的。包括气候学界限值检查、内部一致性检查、持续性检查、时间一致性检查、空间一致性检查及质量控制综合分析。质控流程如图2所示。具体方法如下:

(1)气候学界限值检查。 $0\text{ m/s} \leq 2\text{ min}$ 平均风速 $<75\text{ m/s}$; $0\text{ m/s} < \text{极大风速} < 150\text{ m/s}$ 。未通过检查的数据视为错误数据。

(2)内部一致性检查。 2 min 平均风速 \leq 极大风速; $(2\text{ min}$ 平均风速或极大风速)风向 $\geq 0^\circ$ 并且 $(2\text{ min}$ 平均风速或极大风速)风速 $\neq 0\text{ m/s}$ 。未通过检查的数据视为错误数据。

(3)持续性检查。当某个测站风速24 h样本的标准差小于当日的最小值,则未通过该检查,视为可疑数据。

(4)时间一致性检查。过去1 h风速变化幅度的最小值为 0.5 m/s ,未通过检查的数据视为可疑数据。

(5)空间一致性检查。按照空间距离法选取3

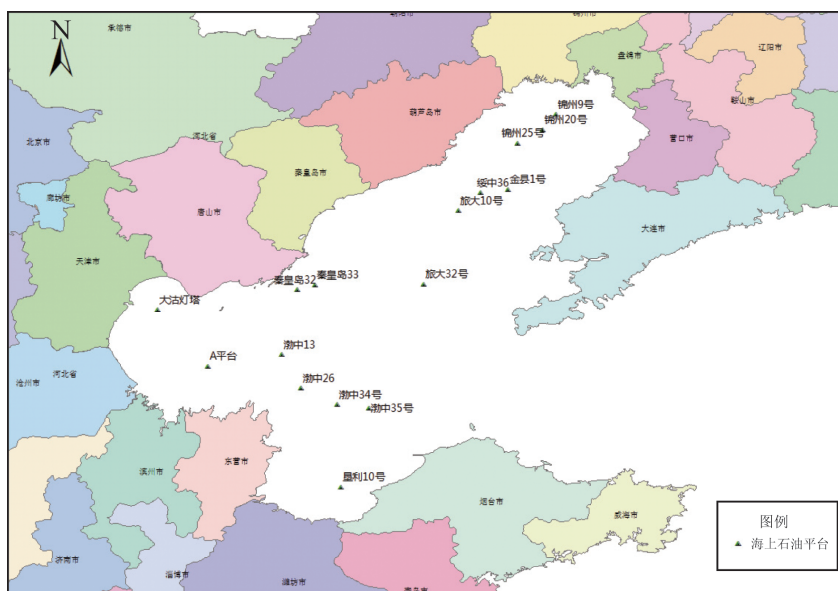


图1 黄渤海海域16个海上石油平台监测站分布

表1 被检站与其对应邻近站信息

站号	站名	邻近站站号	海拔高度/m	建站时间	分析时段
54464	锦州25号	54468-54465-54560	50.0	2016年11月	2017年02月11日10时—10月1日07时
54465	锦州9号	54468-54464-54560	40.0	2016年12月	2017年02月12日10时—10月1日07时
54468	锦州20号	54465-54464-54560	50.0	2016年11月	2017年02月12日00时—10月1日07时
54547	秦皇岛32	54548-54557-54630	40.0	2017年03月	2017年05月03日15时—10月1日07时
54548	秦皇岛33	54557-54547-54630	60.0	2017年05月	2017年05月14日10时—10月1日07时
54552	旅大10号	54553-54560-54464	60.0	2016年12月	2017年02月11日10时—10月1日07时
54553	绥中36	54560-54552-54464	40.0	2015年10月	2017年02月01日00时—10月1日07时
54557	旅大32号	54548-54547-54630	42.0	2017年04月	2017年05月03日15时—10月1日07时
54560	金县1号	54553-54552-54464	45.0	2016年11月	2017年02月11日10时—10月1日07时
54630	大沽灯塔	54547-54548-54557	38.3	2009年01月	2017年02月13日10时—10月1日07时
54638	渤中26	54743-54649-54745	40.0	2017年05月	2017年05月03日15时—10月1日07时
54639	渤中13	54646-54638-54743	50.0	2017年06月	2017年07月11日17时—10月1日07时
54646	A平台	54638-54743-54649	30.3	1988年01月	2017年02月01日00时—10月1日07时
54649	渤中35号	54743-54745-54638	40.0	2017年01月	2017年02月10日10时—10月1日07时
54743	渤中34号	54649-54745-54638	40.0	2017年01月	2017年02月11日10时—10月1日07时
54745	垦利10号	54649-54743-54638	40.0	2017年01月	2017年02月11日10时—10月1日07时

个邻近测站(见表1),被检站分别与其同一时间点进行比较,差值异常为可疑数据(这里选取的差值阈值为 ≥ 20.0 m/s)。

(6)质量控制综合分析。对上述检查后的可疑资料进行综合分析,辨别其正确与否。如果某测站同一时间点同时被上述(3)—(5)方法检测出可疑,则视为错误数据。对检查为错误的资料进行置缺处理。

值得注意的是,研究中16个海上石油平台监测站所处高度分别在30.3~60.0 m(见表1),由于大气边界层内风速一般随高度增加而增大,所以在空间一致性检查中需要将石油平台上测得的2 min平均或极大风速统一订正到海平面以上10 m高度风速再行比较,订正方法采用常用的指数定律:

$$u_z/u_{10} = (z/10)^\alpha \quad (1)$$

式中: u_z 为海平面上空 z 高度处风速, α 为风速随高度变化的幂指数,这里参照建筑结构荷载规范^[18]定义 $\alpha = 0.12$ 。

2.3 未通过检查统计

研究中各个石油平台站的逐时2 min平均风速(或极大风速)资料错误率(E_r)或可疑率(S_r)均利用检查出的错误条数(E_q)或疑误条数(S_q)与整个分析

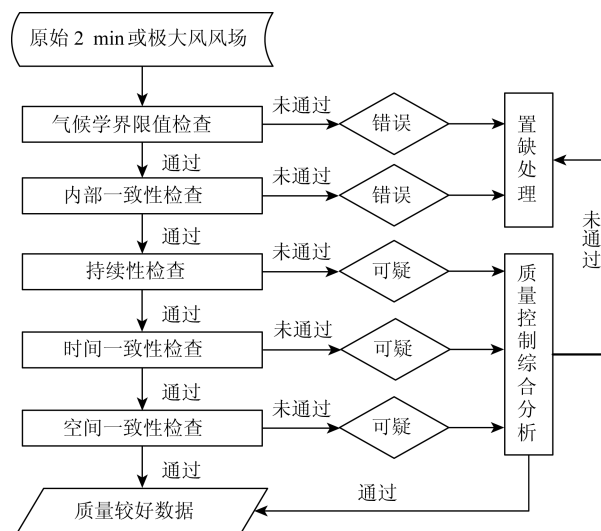


图2 逐时风速资料质量控制流程

时段(N)(见表1)的比值来表示,如式(2)所示:

$$E_r = \left(\frac{E_q}{N} \right) \times 100\% \text{ 或 } S_r = \left(\frac{S_q}{N} \right) \times 100\% \quad (2)$$

3 结果分析

3.1 气候学界限值和内部一致性检查

研究中对于气候学界限值检查和内部一致性

检查中未通过的数据视为错误数据,直接进行置缺处理。通过分析得到16个石油平台站2017年2—10月观测的逐时2 min平均风速和极大风速均符合相关要素气候学界限范围,无错误数据。

对于内部一致性检查来说,16个站的风速资料均被检测出了错误数据。但极大风速资料相对2 min平均风速的内部一致性要好,如图3所示,除了54630(大沽灯塔)、54649(渤中35号)、54743(渤中34号)、54745(垦利10号)站之外,其他12个站极大风速均无错误数据。而2 min平均风速均被检查出了错误数据,特别是54630(大沽灯塔)和54745(垦利10号)两个站,错误率分别达到了75.4%、25.5%,对应极大风速的错误率也分别达到了12.6%、24.1%。主要表现为观测时次有正常的风向值但风速值为0.0 m/s,这也是其他14个站出现错误

数据的表现情况。同时,54743(渤中34号)站2 min平均风速和极大风速分别有0.4%、1.0%风速观测值有误。究其原因主要是石油平台上油烟较大、海上高湿、高盐等环境因素影响造成了测风传感器灵敏度受损,一定程度上导致了风速观测值的异常。

3.2 持续性检查

从图4可以看出,在持续性检查中,极大风速数据被检测出的可疑率相对2 min平均风速要多,有10个站极大风速数据的可疑率达到3.0%~3.5%,而2 min平均风速资料的可疑率达到1.6%~2.1%的站仅有4个。其中,包括54468(锦州20号)、54553(绥中36)、54639(渤中13)、54646(A平台)4个站,2类风速数据的可疑率均相对较多,对其是否为错误资

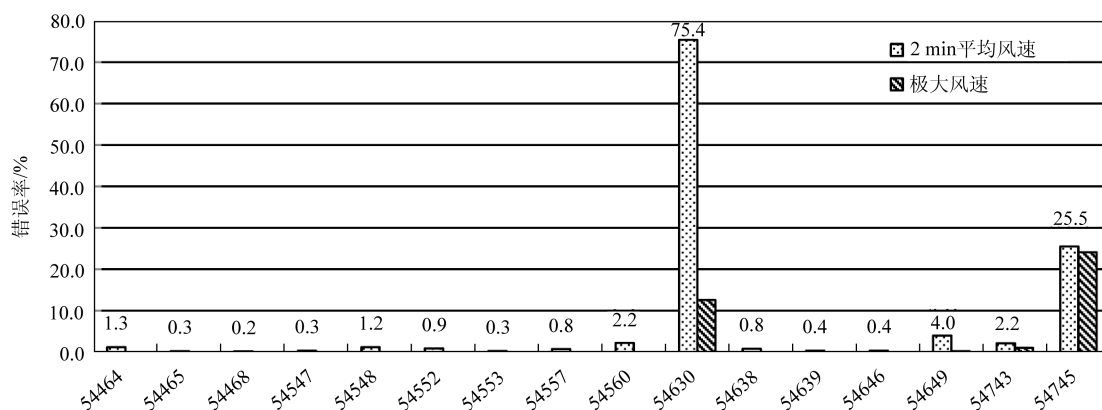


图3 黄渤海海域16个海上石油平台内部一致性检查

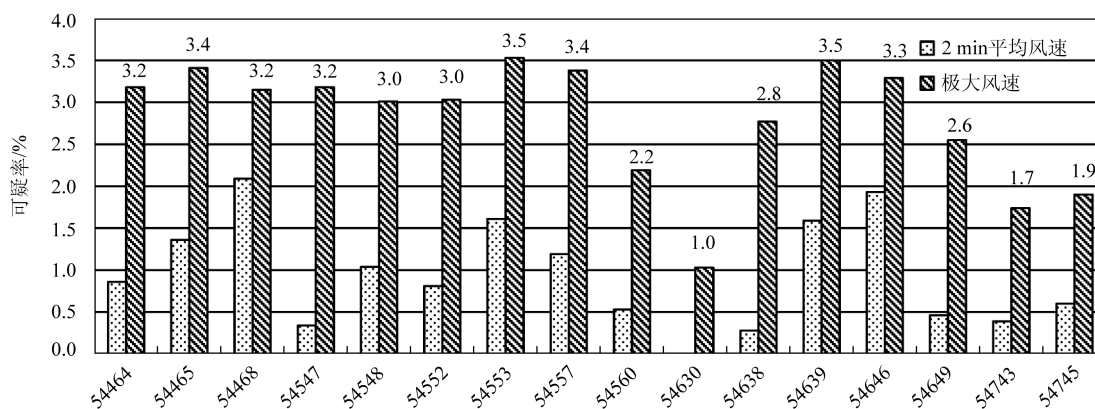


图4 黄渤海海域16个海上石油平台持续性检查

料的判定我们将在质量控制综合分析时做进一步确定。

3.3 时间一致性检查

如图5所示,在时间一致性检查中,除54630(大沽灯塔)站外,其他15个站2 min平均风速和极大风速数据被检测出的可疑率基本相当,分别为21.2%~28.5%、27.0%~34.7%。对于54630站来说,其2 min平均风速和极大风速数据的可疑率分别为18.8%、76.7%。在内部一致性检查中(见图3),该站风速数据质量相对最差,特别是2 min平均风速75.4%的数据均置为缺测,结合这里的检查结果,说明该站有大量风速数据的时间变化规律不合理,资料的可用性相对较差。但同样对于错误资料的定性还需进一步分析确定。

3.4 空间一致性检查

通过分析检查结果发现(图略),16个石油平台站的空间一致性相对较好,正因为前期在内部一致性检查中去除了大量的错误数据,所以除54464(锦州25号)和54468(锦州20号)站以外,其他14个站与其邻近站相同观测时次风速值的差异均在合理数值范围内。但检查出的数据可疑率相对较少,54464站2 min平均风速和极大风速分别有0.02%、0.04%的定时值可疑,而54468站的极大风速可疑数值量为0.12%,其中两个站的极大风速可疑值达到了43.6~65.8 m/s。

3.5 质量控制综合分析

综合上述持续性检查、时间一致性检查以及空间一致性检查结果,对3类方法同时检测出的疑误数据视为错误数据,但也不排除每种方法检测出的特殊异常值。通过分析并且结合16个石油平台站风速传感器的运行情况,除3.1节中置缺处理的错误数据外,对54464(锦州25号)站2 min平均风速和极大风速数据新确定了3条错误信息,对54468(锦州20号)、54630(大沽灯塔)两个站的极大风速数据分别新确定6条和1128条错误信息。而其他13个站最终的错误数据均是3.1节中内部一致性的检查结果。

图6给出了16个石油平台站2017年2—10月风速观测数据的质量统计情况。图中显示,54630(大沽灯塔)站的数据质量相对最差,2 min平均风速和极大风速的错误率分别达到75.4%、35.4%;其次为54745(垦利10号)站,两类风速数据的错误率分别达到25.5%、24.1%,进而导致这两个站的可用性较差。而其他14个站风速数据质量相对较好,能够为海洋气象分析、风能资源评估等提供宝贵的数据基础。

因此,通过对风速数据的质量检测,我们发现石油平台搭载的设备仪器往往会受到海上恶劣环境影响导致探测数据异常。所以,在使用之前进行系统严谨的质量控制是非常必要和重要的,只有清楚并解决海洋气象资料中存在的质量问题,才能保证业务应用、研究分析以及资料统计与加工的准确性。

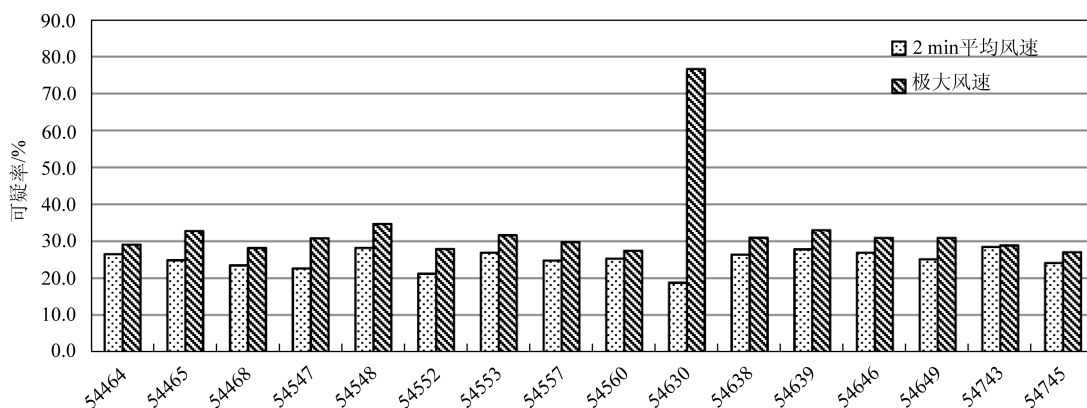


图5 黄渤海海域16个海上石油平台时间一致性检查

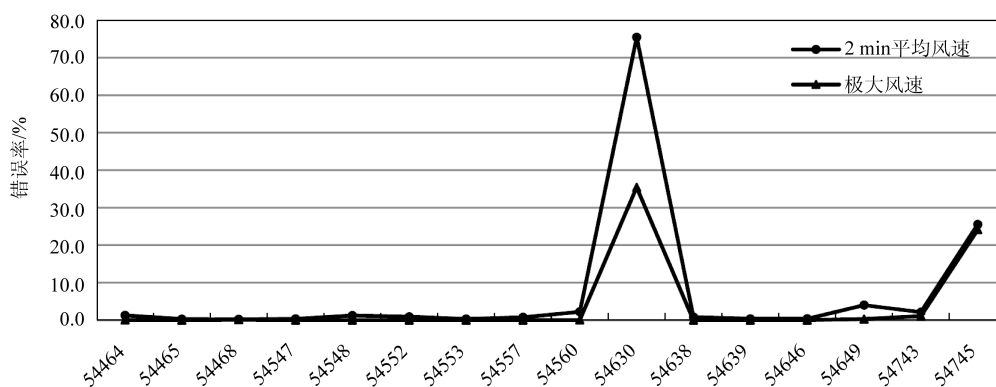


图6 黄渤海海域16个海上石油平台风速数据质量

4 结论与展望

本研究基于气候学界限值、内部一致性、持续性、时间一致性及空间一致性等检查方法对黄渤海海域16个石油平台站2017年2—10月逐时风速资料进行了初步质量检测。通过综合分析得到,有87.5%的海上平台站风速观测资料质量较好,2 min平均风速和极大风速的错误率平均仅为1.1%、0.1%左右,主要反映在内部一致性较差,但其能够为黄渤海海域的气象预报等提供基础支撑。与此同时,由于海上环境等因素影响造成12.5%的平台站风速资料可用性较差,这些资料除内部一致性较差以外,时间和空间一致性也相对较差,特别是极大风速。

因此,通过对风速资料的质量检测,一方面得到了海上平台站仪器探测资料在整个观测时段一定会受到环境或人为等因素影响,导致一段时期或某个时间点的资料失去其真实性。所以,在利用海上观测资料进行分析之前,需要进行必要的质量控制,否则一定程度上会造成统计结果的偏颇。另一方面从台站维护角度,为保证观测数据质量,技术保障部门有必要对海上仪器设备进行定期巡检,并且定期对观测的资料进行质量评估,这样对资料的使用多一份保障。

另外,从技术手段来看,目前海上常规观测资料的质量控制方法有限,本研究在持续性和时间一致性检查中检测到了部分可疑数据,但最终没有对其定性为错误数据,而这些数据的产生势必有其原因。所以,好多问题资料通过常规的质量控制技术

很难被发现,在今后的研究工作中,可以结合卫星遥感等非常规资料以及更为先进的数理统计技术,研发具有针对性的海上观测资料质量控制方法。

参考文献:

- [1] 张爱军. 海洋气象中的客观分析方法[J]. 海洋通报, 1997, 16(3): 64-68.
- [2] 王红川, 左其华, 潘军宁. 海洋资料中异常值的分析和判别[J]. 水利水运科学研究, 1998, (4): 363-369.
- [3] 郑文振, 于继业, 钮滨. 中国的海平面研究[J]. 海洋通报, 1992, 11(2): 68-72.
- [4] 沈佩玉. 影响海滨波浪观测资料质量因素的初步分析[J]. 海洋通报, 1994, 13(5): 69-74.
- [5] 郭丰义, 张冬生. 船舶海面观测资料的质量控制方法研究[J]. 海洋通报, 1998, 17(4): 79-83.
- [6] 王慧, 刘克修, 范文静, 等. 渤海西部海平面资料均一性订正及变化特征[J]. 海洋通报, 2013, 32(3): 256-264.
- [7] 任芝花, 赵平, 张强, 等. 适用于全国自动站小时降水资料的质量控制方法[J]. 气象, 2010, 36(7): 123-132.
- [8] 王海军, 刘莹. 综合一致性质量控制方法及其在气温中的应用[J]. 应用气象学报, 2012, 23(1): 69-76.
- [9] 王海军, 闫莽莽, 向芬, 等. 逐时气温质量控制中界限值检查算法的设计[J]. 高原气象, 2014, 33(6): 1722-1729.
- [10] 常蕊, 朱蓉, 周荣卫, 等. 高分辨率合成孔径雷达卫星反演风场资料在中国近海风能资源评估中的应用研究[J]. 气象学报, 2014, 72(3): 606-613.
- [11] 尹尽勇, 徐晶, 曹越男, 等. 我国海洋气象预报业务现状与发展[J]. 气象科技进展, 2012, 2(6): 17-26.
- [12] 张增海, 曹越男, 赵伟. 渤海湾海域风况特征分析与海-陆风速对比分析[J]. 海洋预报, 2011, 28(6): 33-39.
- [13] 王国松, 高山红, 吴斌贵, 等. 我国近海风能资源分布特征分析[J]. 海洋科学进展, 2014, 32(1): 21-29.
- [14] 武强, 石磊, 宗锋, 等. 龙口至旅顺海上航线大风实况资料处理

- 方法研究[J]. 海洋气象学报, 2017, 37(3): 102-108.
- [15] 张人禾, 刘益民, 殷永红, 等. 利用 ARGO 资料改进海洋资料同化和海洋模式中的物理过程[J]. 气象学报, 2004, 62(5): 613-622.
- [16] 中国气象局. QX/T 118-2010 地面气象观测资料质量控制[S]. 北京: 气象出版社, 2010: 1-8.
- [17] 郭春迎, 李天然, 胡东明, 等. 南海北部测站风速质量的控制方法[J]. 广东气象, 2016, 38(1): 44-48, 52.
- [18] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50009—2012 建筑结构荷载规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 1-39.

Preliminary quality verification of wind speed data observed by 16 oil platform monitoring stations in the Yellow Sea and Bohai Sea

SI Peng^{1,2}, LIANG Dong-po³, ZHU Nan-nan⁴, LUO Chuan-jun²

(1. Tianjin Meteorological Bureau, Tianjin Marine Meteorological Key Laboratory, Tianjin 300074 China; 2. Tianjin Meteorological Bureau, Tianjin Meteorological Information Center, Tianjin 300074 China; 3. Tianjin Meteorological Bureau, Tianjin Climate Center, Tianjin 300074 China; 4. Tianjin Meteorological Bureau, Tianjin Marine Meteorological Center, Tianjin 300074 China)

Abstract: The quality of hourly 2-minutes mean wind speed and extreme wind speed from February to October 2017 of 16 monitoring stations installed on oil platform in the Yellow Sea and Bohai Sea is verified using climatic range check, internal consistency check, continuous check, time persistency check, spatial homogeneity check and quality control comprehensive analysis. The results show that the quality of 87.5% of the wind speed observations is reasonably well, which provide fundamental support for marine weather forecast and wind energy resource evaluation. However, the quality of the rest of the wind speed observations is relatively poor due to environmental affection including high fume, high humidity and high salt on the oil platform, which results in that the observation data can not be used directly for a large period of time. This study reveals that systematic quality control should be carried out before using the marine meteorological data. It is necessary to understand the problem of the observation data and to improve their quality to ensure the accuracy and reliability of their operational application, research and analysis as well as data statistics and processing.

Key words: the Yellow-Bohai Sea; 2-min mean wind speed; extreme wind speed; quality verification