

地波雷达海流观测数据验证的软件实现 及初步分析

薛佳丽¹, 潘增弟^{2*}

(1. 同济大学 海洋与地球科学学院, 上海 200092; 2. 国家海洋局 东海分局, 上海 200137)

摘 要: 利用 Matlab 语言及其图形交互界面编程技术, 将 OSMAR 高频地波雷达观测数据与现场测流数据的比对验证方法集成在软件中。利用该软件输入 OSMAR 地波雷达、海流计、ADP 和美国 CODAR 雷达的试验海流数据得到了误差统计特征值, 初步分析了不同比测站点和不同比测仪器对雷达数据验证工作的影响。

关键词: 高频地波雷达; 海流; 对比验证; Matlab GUI

中图分类号: P717

文献标识码: A

文章编号: 1671-6647(2010)03-0372-10

地波雷达探测海洋表面流与常规海流计等测量海流是两种不同的测量方式。前者可以实时的给出其观测海域的表层流场分布图, 这是常规测量方法难以企及的。而我国自行研制的高频地波雷达 OSMAR (Ocean State Measuring and Analyzing Radar, 海态监测分析雷达) 自试运行以来, 其反演参数的误差、系统的稳定性均是仪器研制方、用户和海洋学工作者十分关注的问题。通常利用传统仪器海上实测结果与之进行对比来验证地波雷达反演海流的可靠性, 用同步海流序列的统计参数来确定雷达观测误差。因为各种仪器在不同测站的比对方法类似, 为提高工作效率, 可以将比测工作程序化。而 Matlab 基本数据单位是矩阵, 它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似, 故用 Matlab 来解算问题要比用 C、FORTRAN 等语言完成相同的事情简捷得多。本研究将利用 Matlab GUI (图形用户界面) 编程技术将比对方法集成在具有图形交互界面的软件中, 只需简单的界面操作即可实现海流数据处理与统计分析工作, 从而避免了重复和繁琐的数据分析流程, 提高了今后的工作效率。

1 数据来源

武汉大学“便携式高频地波雷达 OSMAR-S”分别放置在嵎泗和岱山, 在雷达对实验海区的海洋要素进行探测的同时, 载有各种常规观测仪器的调查船等在实验海区中 (图 1) 与高频雷达进行同步观测。本文采用的数据来自于国家海洋局东海预报中心整理, 观测时间段为 2007 年 11 月 12 日至 14 日, 数据包括: 2 个 OSMAR 地波雷达在各现场比测点的双站合成流速资料; 设置在芦潮港和大戢山的 2 个美国 CODAR 雷达监测站在 A3 点与 OSMAR 雷达同步时间段的双站合成流速资料; 各测站现场测流仪器的流速资料, 这些现场仪器包括 SLC9-2 型直读式海流计, A4 站的 SONTEK-1M 型 ADP (Acoustic Doppler Profiler 声学多普勒剖面仪), 海床基监测站的 SONTEK-1M 型 ADP。

各现场试验仪器以及 CODAR 雷达的位置和数据采集信息见表 1, 位置分布见图 1。OSMAR 雷达的数据采集量根据与之比对的仪器而定。

收稿日期: 2009-10-11

资助项目: 国家财政专项支持 地波雷达和海上浮标网信息系统建设项目 (2011999)

作者简介: 薛佳丽 (1987-), 女, 湖北荆州人, 硕士研究生, 主要从事地球探测与信息技术方面研究。Email: shelley519@126.com

* 通讯作者, E-mail: zdpn@263.net

(张 骞 编辑)

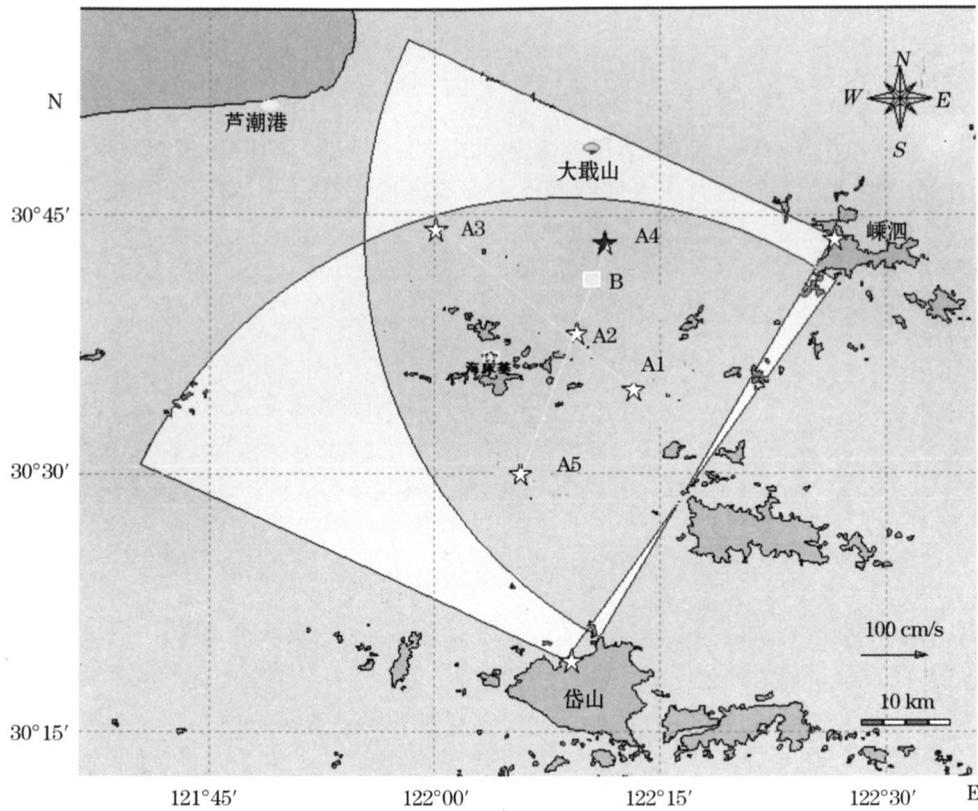


图 1 测站位置示意图

Fig. 1 Sketch showing the station locations

表 1 现场仪器以及 CODAR 雷达获取数据的位置和时间

Table 1 Location and time informations of the in-situ instruments and the CODAR radar for data acquirement

测流仪器	数据位置	时间间隔	时间段	数据组个数
海流计	A1, A2, A3, A4, A5	0.5h 或 1h	11月12日 10:00—11月13日 14:00	37
ONTEK-1M 型 ADP	A4	5min	11月12日 09:00—11月13日 14:00	382
ONTEK-1M 型 ADP	大小洋山之间的海床基	5min	11月14日 10:40—11月19日 06:00	2 002
CODAR 地波雷达	A3	0.5h 或 1h	11月12日 10:00—11月13日 14:00	37

2 数据处理

2.1 数据格式统一

由于 Matlab 的基本数据单位为矩阵,为了便于在程序中进行统一的数据读取,需将雷达数据与现场仪器数据进行简单的整合,形成具有统一矩阵格式的两两比对的文本文件(见表 2)。假设地波雷达为 A,比对的现场仪器为 B,流速和流向分别用 vel 和 ang 表示。共 m 组数据,第 1 列至第 5 列分别表示为:地波雷达流速、地波雷达流向、现场仪器流速、现场仪器流向、测得数据的时刻。

表 2 输入数据的矩阵文件格式

Table 2 Matrix format of input data

A 流速	A 流向	B 流速	B 流向	时刻
A_vel11	A_ang12	B_vel13	B_ang14	T_15
A_vel21	A_ang22	B_vel23	B_ang24	T_25
.....	
A_velm1	A_velm2	B_velm3	B_angm4	T_m5

2.2 数据预处理

2.1.1 实测流速数据预处理

将地波雷达测得流速大小 V_R 与仪器 A 测得的流速大小 V_A 进行比测时,假设 V_A 为标准数据,由于环境条件等的影响,雷达数据会在不同的时间点和观测点存在或大或小的误差,对于出现粗大误差的可疑观测值,需要舍弃。因此在进行回归分析之前,对雷达数据进行一定的剔除处理可以在摒除系统误差之后更准确的进行后面的分析^[1,2]。

本研究采用的误差处理方法原理如下:

$$\text{第 } i \text{ 次测量的误差: } d_i = |V_{Ri} - V_{Ai}| \quad (1)$$

$$\text{均方差 } \sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n}} \quad (2)$$

式中, n 为测量次数。式(1)适用于无限测量的场合。实际测量工作中,测量次数是有限的,则改用式(3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1}} \quad (3)$$

在统计理论中,均方差即为序列实测值与理论值之间的均方差。为验证雷达数据,可假定现场仪器数据为理论值,则上式 σ 也即为标准偏差。

由概率计算可知,在同样条件下进行多次测量时,正态分布的随机误差在 $\pm\sigma$ 范围内出现的概率为 68.3%,出现在 $\pm 2\sigma$ 范围内的概率为 95.40%,出现在 $\pm 3\sigma$ 范围内的概率为 99.73%,这相当于在 370 次测量中,误差 $> 3\sigma$ 的机会只有 1 次。因此在实际测量工作中,误差出现在 $\pm 3\sigma$ 之外的概率都几乎为 0,可以作为确定仪表精度的依据^[2]。而对于较少量的测量数据,如 50 个以内的情况,误差 $> 2\sigma$ 的机会也不会多于 2 次,由于用于比对的雷达数据样本量有大有小,为了方便用户灵活选择剔除方法,本程序同时集成了 2sigma ($d_i < 2\sigma$) 和 3sigma ($d_i < 3\sigma$) 准则供选择。

2.1.2 实测流向数据预处理

在流向对比分析过程中,如果雷达资料(或实测资料)在第一相位,实测资料(或雷达资料)流向在第四相位,则相应的第一相位数值加上 360° 。设雷达测得流向为 g_R ,处理后的流向为 g'_R ;仪器 A 测得流向为 g_A ,处理后的流向为 g'_A 。在程序中采用的方法是:

$$g'_R = \begin{cases} g_R + 360^\circ & |g_A - g_R| \geq 180^\circ \\ g_R & |g_A - g_R| < 180^\circ \end{cases} \quad g'_A = \begin{cases} g_A + 360^\circ & |g_R - g_A| \geq 180^\circ \\ g_A & |g_R - g_A| < 180^\circ \end{cases}$$

即如果二者差值绝对值大于 180° ,则在小的角度上加上 360° ,这样才能对流向数据进行更准确的误差分析。

2.1.3 流速矢量分解

本研究的比测对象除了雷达的合成矢量流流速外,还包括分解到东/北 2 个方向的流速分量。流速以 V 表示,流向方位角以 φ 表示,则某时刻的流速流向可表示为矢量形式。

合成流速: $X = V\cos(\pi/2 - \varphi) + iV\sin(\pi/2 - \varphi)$;

东分量流速: $V_E = V\cos(\pi/2 - \varphi)$;

北分量流速: $V_N = V\sin(\pi/2 - \varphi)$

对原始合成矢量流数据进行以上分解后,生成的待分析的数据矩阵与原始合成流数据矩阵格式一样,仍为 $m \times 5$ 的矩阵,假设地波雷达为 A,用来比对的现场仪器为 B。雷达东分量流速和北分量流速分别为

表 3 分量数据的矩阵文件格式

Table 3 Matrix format in current component data file

A 流速	A 流向	B 流速	B 流向	时刻
Va_E11	Va_N12	Vb_E13	Vb_N14	T_15
Va_E21	Va_N22	Vb_E23	Vb_N24	T_25
.....
Va_Em1	Va_Nm2	Vb_Em3	Vb_Nm4	T_m5

Va_E, Va_N, 仪器东分量和北分量流速分别为 Vb_E, Vb_N。第 1 列至第 5 列分别表示:地波雷达东向流速、地波雷达北向流向、标准仪器东向流速、标准仪器北向流向、测得数据的时刻。矩阵表示如表 3。

3 分析方法

本研究比测分析前统一采用 3sigma 准则进行雷达流速数据处理。

1) 误差分析。地波雷达观测误差的分析评价中,普遍采用雷达观测海流与现场观测海流之间的均方根差($\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1}}$), $d_i = |V_{Ri} - V_{Ai}|$ 定义雷达的比测误差,但是考虑到海上仪器的实测海流的不准确性,简单的认为其观测结果真实可靠,对同步序列进行误差统计无疑会造成统计结果数值偏大,导致对雷达观测误差的偏高判断。采用同步序列流速对与完全一致线 $y=x$ 之间距离的统计均方误差 RMS ($RMS = \sqrt{\frac{\sum D_i^2}{n-1}}$, $D_i = |V_{Ri} - V_{Ai}|/\sqrt{2}$) 来评价比测误差更为合理^[3,8]。除此之外,本文通过误差的最大值和最小值反映误差变化的幅度。

2) 回归分析。回归分析主要采用散点图的形式直观的显示两组数据的逼近程度,并且利用 Matlab 中的回归函数 corrcoef 得到 4 个回归参数—— R, P, RLO, RUP 。 R 为 2 个序列的相关系数,反映了 2 组数据变化的趋势性, R 越接近 1,表明雷达与现场实测的一致性越好。 P 值用于检验有没有相关性的假设(P 值小于 0.05 时表示数据相关性显著), RLO 和 RUP 分别包含每个系数 95% 置信区间的下界和上界。

4 Matlab 程序设计

4.1 功能设计

根据比对验证工作的需求分析,设计软件的功能模块为数据处理、特征值计算、回归分析和时间序列折线图绘制 4 个部分。流程设计见图 2:

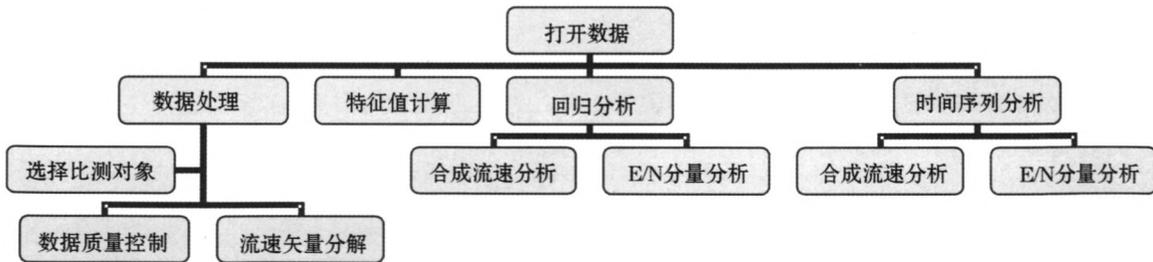


图 2 功能流程图

Fig. 2 Functional flow diagram

4.2 用户界面

比测小软件采用 Matlab GUI 设计用户界面^[4],根据比测时的一般步骤和功能设计,整个界面由 4 个部分组成:数据处理、特征值比测、回归分析对比和时间序列折线图(图 3)。其中后面 3 个部分必须在“数据处理”之后才能激活使用。菜单项包括“打开数据”和“清除数据”2 个操作项。

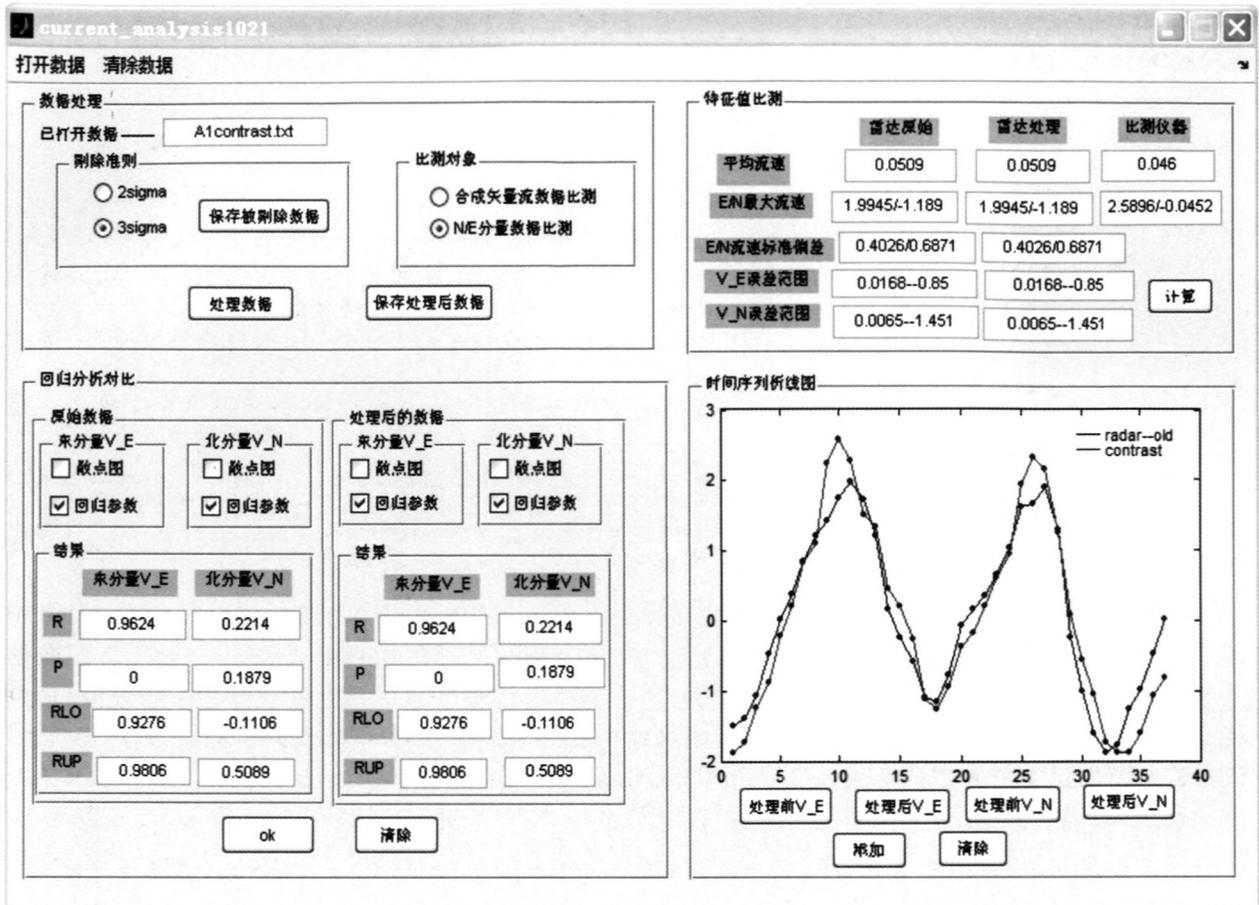


图 3 数据分析中的界面
Fig. 3 Interface in data analysis

4.3 操作方法

软件分析的数据对象包括 2 种——合成矢量流流速(大小和方向)、东/北 2 个分量的流速。以统一格式输入的数据默认为合成矢量流速数据。打开数据文件后首先进行的是流向数据处理,这一过程在后台进行。而流速数据的处理是由用户交互完成的,包括 2 种处理方法(2sigma 和 3sigma 准则),可以将处理后的数据有选择的保存。若用户选择进行东/北分量数据的比测,则在数据处理部分还包括矢量分解。完成数据处理后,根据用户选择分以下 2 种情况进行数据分析:

- 1) 合成矢量流的流速和流向比测。均包括特征值比测、回归分析和随时间变化对比分析。
- 2) 东/北分量流速的比测。均包括特征值比测、回归分析和随时间变化对比分析。

以上 2 种情况都包括对原始雷达数据与以及质量控制后的雷达数据的验证,使用户不仅能在数据质量控制后看到更清楚的统计关系,也能客观的得到原始数据的分析价值。

下面将按照以上操作方法,将前文已说明的数据文件输入到该验证软件中,然后对输出的比测验结果进行详细分析。需要说明的是,本研究数据分析前均选用 3sigma 准则来进行数据预处理。所有的输出结果数据都在本文表格中被保留到了小数点后两位。

5 比测验证结果与分析

5.1 特定现场仪器在不同位置的比测结果分析

5.1.1 海流计 5 个连续站点的雷达比测结果

表 4 OSMAR 雷达与海流计的合成矢量流、东/北分量比测特征值表

Table 2 Correlation coefficients and RMS deviations between the OSMAR radar-measured data and the current-meter-measured data in respective forms of resultant vector and E/N component

站点	相关系数 R				均方差 RMS			
	流速	流向	东分量	北分量	流速/ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$	流向/ $^{\circ}$	东分量/ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$	北分量/ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$
A1	0.86	0.96	0.96	0.22	26.36	34.71	28.47	48.59
A2	0.89	0.98	0.99	0.78	23.05	17.25	15.35	32.85
A3	0.90	0.97	0.99	0.79	16.96	20.06	15.45	27.58
A4	0.92	0.99	0.98	0.77	44.17	18.19	35.14	35.16
A5	0.94	0.98	0.99	0.91	13.89	14.74	11.78	16.07

从上表 4 可以看到,流向的相关系数明显大于流速,都在 0.95 以上,说明雷达与海流计的流向数据一致性较好。东/北分量的比测总体来看,东分量比测的数据相关性都在 0.96 以上,明显大于北向流速相关性。而在流速误差方面东分量的流速均方差和误差范围也都明显小于北分量对应的值。尤其在 A1 点的北向流速比测相关系数仅为 0.22(不满足 P 值小于 0.05 的相关性显著水平),而且该点的流向偏差也较大,这可能是 A1 点的海流计受周围地理环境影响所致。

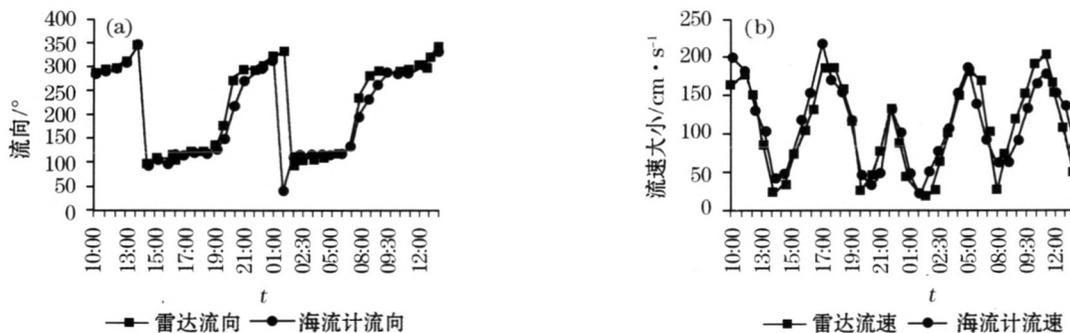


图 4 A5 点 OSMAR 雷达与海流计的流速(a)和流向(b)随时间变化图

Fig. 4 Time variations of velocity (a) and direction (b) respectively measured with OSMAR radar and current meter at A5

各站点比较来看,A5 点比测结果最好,雷达流速与流向均与海流计较为吻合(图 4a,图 4b)。

A4 点的比测结果最差,虽然较大的相关系数显示了不错的一致性,而且流向对比数据比较吻合,但是流速偏差较大,雷达流速大小明显比海流计大(图 5)。在实际现场测量过程中,测量人员根据洋山港海域附近流速的历史值,便确定了 A4 站海流计所测流速明显偏小,后及时放置了备份的安德拉海流计来替代。可见现场站点的仪器条件常常影响着比测结果。

5.1.2 ADP 在不同测点的比测结果

A4 点 ADP 和位于大小洋山之间的海床基 ADP 分别采用相同的测流原理,只是所处位置和安置方式

不同,其测流数据与雷达比对得到的验证结果也各有不同,对结果进行比较分析作图 6。

分析图 6 可以看出:

1) 无论是合成流比测还是分量比测,2 个站点的 ADP 都是中上层数据(3m/4m)与雷达的比对结果最好 各种相关系数 R 较其他层大,各种均方差 RMS 较其它层小。最表层 1m 的比测结果反而相对较差,原因是太接近海表会存在测流盲区。

2) 从分量比测结果图 6c 和图 6g 可知东分量均方差都基本小于北分量,图 6f 和图 6h 可知东分量相关系数均大于北分量相关系数,与前文海流计的分量比测结论类似。

3) 在合成流比测结果图 6a 和图 6b 中,前者的流速/流向相关性大于后者。前者表层流速和流向均方差 RMS 为 28.92 cm/s 和 31.07 $^\circ$,而后者的表层流速和流向均方差 RMS 仅为 16.68 cm/s 和 14.99 $^\circ$,明显较小。海床基位置的 ADP 可能受该海域复杂的地理位置影响较严重。

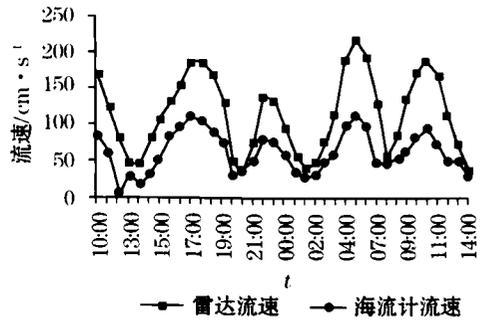


图 5 A4 点 OSMAR 雷达与海流计的流速大小随时间变化图

Fig. 5 Time variations of current velocity measured respectively with OSMAR and current meter at A4

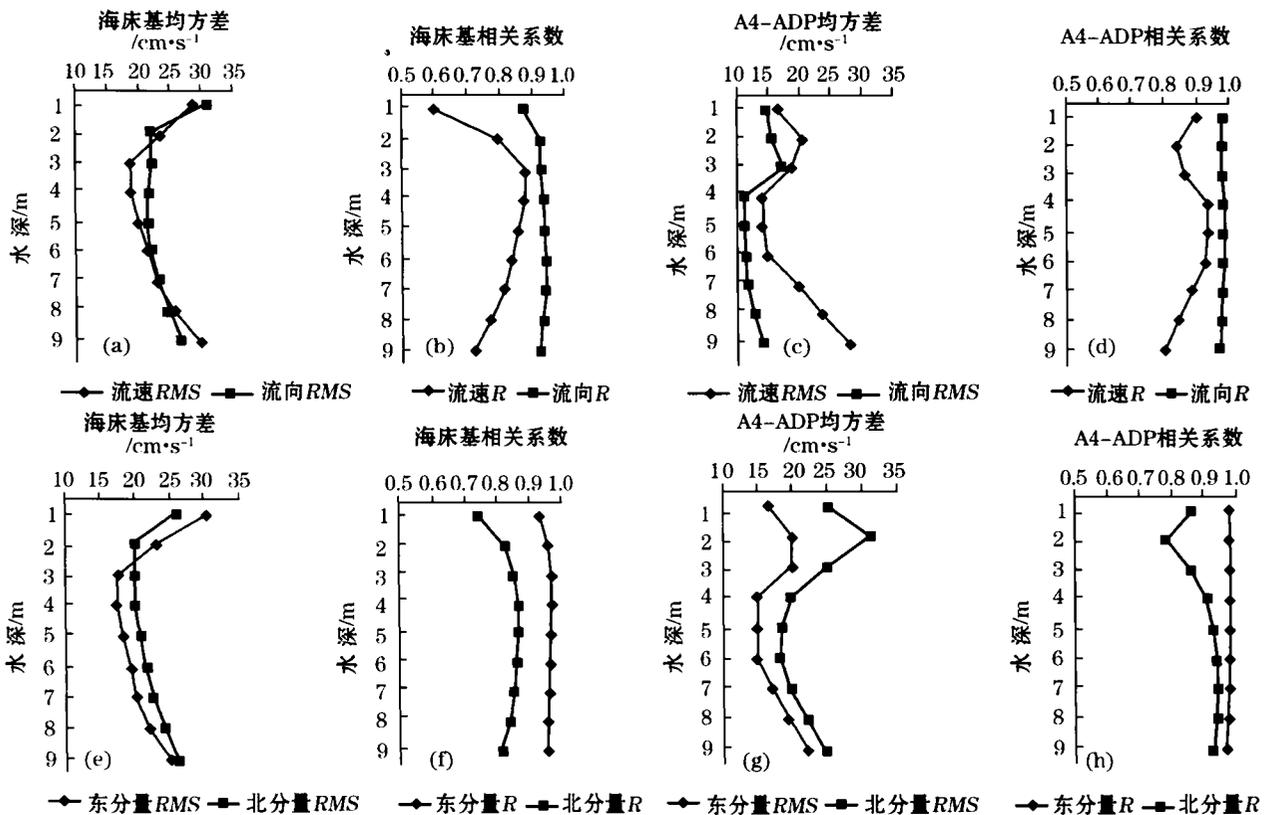


图 6 海床基 ADP 和 A4 点 ADP 合成流速均方差和相关系数比较(图 6a~图 6d)和

海床基 ADP 和 A4 点 ADP 东/北分量均方差和相关系数比较图(6e~图 6h)

Fig. 6 Respective comparisons of mean square error and correlation coefficient between the seabed mounted ADP data and the A4 mounted ADP data(Fig. 6a-6b), and respective comparisons of mean square error and correlation coefficient between the seabed mounted ADP E/N component data and the A4-mounted ADP E/N component data (Fig. 6c-6h)

5.2 现场仪器及两种雷达在同一位置的比测结果分析

对海流计(S),OSMAR 地波雷达(O)和 CODAR 地波雷达(C)在 A3 站点的同步测流数据进行两两比对,得到比对特征值如下表 5:

从 3 种仪器所测流速的时间序列折线图(图 7)分析得 OSMAR 与 CODAR 两种地波雷达测得的流速流向变化趋势比较一致,但与 A3 处海流计比对,OSMAR 雷达与海流计测流结果(尤其是流速大小)更为吻合。结合表 5 分析看到无论合成矢量流还是东/北分量的比对,OSMAR 结果都明显优于 CODAR。

表 5 OSMAR(O)、CODAR(C)和海流计(S)合成矢量流、东/北分量流的两两比对特征值表

Table 5 Correlation coefficients and RMS deviations between the OSMAR measured data(O), the CODAR measured data(C), and the current meter measured data(S) in respective forms of resultant vector and E/N component

两两组合	相关系数 R				均方差 RMS			
	流速	流向	东分量	北分量	流速/cm·s ⁻¹	流向/°	东分量/cm·s ⁻¹	北分量/cm·s ⁻¹
O-C	0.94	0.90	0.97	0.67	31.47	32.99	31.22	30.63
C-S	0.83	0.94	0.96	0.73	33.15	24.76	37.34	22.81
O-S	0.90	0.97	0.99	0.79	16.96	20.06	15.45	27.58

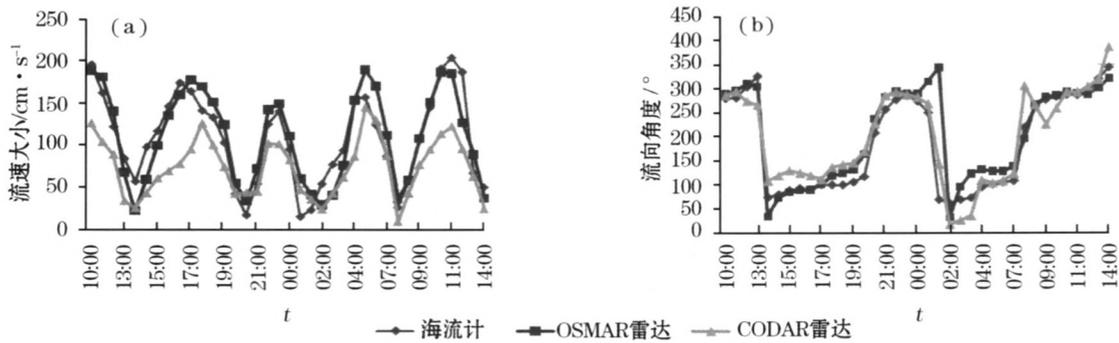


图 7 OSMAR/CODAR 雷达以及海流计的流速(a)流向(b)随时间变化图

Fig. 7 Time variations of velocity (a) and direction(b) measured respectively with the OSMAR radar, the CODAR radar, and the current meter at A3

另作 OSMAR 与 CODAR 在 A3 站点同步测量所得流速大小的散点图(图 8),可见散点明显向下偏离 Y=X 标准线,即 CODAR 测得的流速值明显小于 OSMAR 测得的流速值。这可能由以下原因造成:1)测量时间间隔不一致:2 个 OSMAR 雷达站在同一时间内分别获得间隔约 6 min 的径向流场图,2 个 CODAR 雷达测流时间间隔为 1 h(正点),而 A3 站点数据是通过雷达测得的数据加权平均获得的。2)测量海区地理位置比较复杂:海域内洋山深水港过往船只频繁,而且大小洋山等众多岛屿对于雷达的信号可能存在一定程度的干扰。

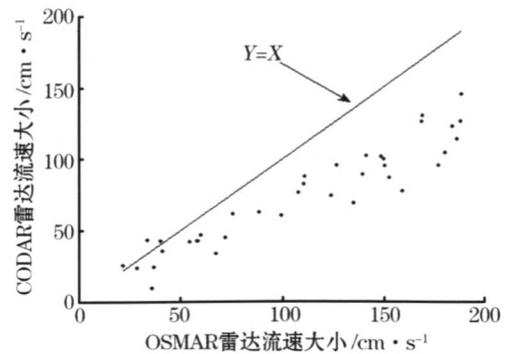


图 8 OSMAR 与 CODAR 于 A3 点的合成流速大小回归分析

Fig. 8 Regression analysis between the OSMAR-measured resultant current velocity and the CODAR-measured resultant current velocity at A3

6 结 语

利用 Matlab 图像用户界面编程,将传统的仪器比测方法集成其中,实现了具有 4 个主要功能模块的地波雷达数据验证软件,方便实用,为今后类似工作效率的提高提供了不错的思路。

通过该软件本文完成了在试验海域的 5 个同步连续观测站(包括海流计和 ADP)、海床基站、CODAR 雷达和 OSMAR 雷达的测流资料比对,总体上可以看出地波雷达测流结果与它们的结果吻合的比较好,在各站矢量分解后发现北向流速误差普遍比东向流速误差大,前者比测相关性也相对较小。而合成流速误差基本在可接受范围之内。

具体对验证结果进行对比分析发现,同一现场仪器在不同站点与雷达的比测结果存在差异,可能是由于现场仪器自身精度的关系(如 A4 站海流计),以及各个站点的地理条件不同或受环境干扰的程度不同(如 A1 站、海床基站等验证结果较差)。可见取样的空间位置差异对雷达数据验证的影响^[5]。

另外,从 ADP 的比测工作中发现中上层(3 m/4 m)的 ADP 数据对雷达数据的验证结果更好。这是由于地波雷达观测的是海面以下 0.5~2 m 深度之间的表层海流^[6],而 ADP 所观测的是水下近表层海流,在表层 1 m 左右存在测量盲区。在今后的比测工作中,可以选取 ADP 的中上层数据(3 m/4 m 层)。因此,取样的深度差异也是影响雷达数据验证的客观因素之一。

最后,通过 CODAR 和 OSMAR 雷达数据的比对看到二者流向相关性很好,流速变化趋势也比较一致,但 CODAR 测得的流速值明显小于 OSMAR 测得的流速值。而同样与 A3 处海流计测流结果比对,OSMAR 的观测结果要优于 CODAR 雷达。这主要是因为二者的取样时间间隔不同,取样时间差异也是比测验证工作中需考虑的影响因素之一。

综上所述,由于地波雷达与传统仪器无论在测量的机制方面,还是在测量取样的时空尺度特征上都是不同的^[7],取样方式的不同带来了比测偏差。除此之外,雷达仪器误差以及常规观测仪器的仪器误差也是造成两种测量方法比对偏差的原因^[8]。

致谢:国家海洋局东海预报中心的胡学军高级工程师和武汉大学信息科学学院的文必洋教授给本研究提供了数据资料支持,东海预报中心的吕同军工程师在本研究数据分析方面给予了帮助。

参考文献(References):

- [1] SHAO H, GAO Z K. Application of Matlab in data treatment of instruments antitheses test[J]. Measurement Technique, 2008, 6: 65-68. 绍华,高占科. Matlab 在仪器现场比对数据处理中的应用[J]. 误差与数据处理, 2008, 5: 65-68.
- [2] LIN S S. Statistical processing and error analysis of test data—part VI: error analysis (continue) [J]. Physical Testing and Chemical Analysis Part A: Physical Testing, 2001, 37(9): 410-414. 凌树森. 试验数据的统计处理和误差分析:第六讲误差分析(续) [J]. 理化检验-物理分册, 2001, 37(9): 410-414.
- [3] ZHU D Y. Applications of high frequency ground wave radar to coastal ocean—A case study in the Taiwan Strait[D]. Xiamen: Xiamen University, 2008: 48-76. 朱大勇. 高频地波雷达在近海区域的应用研究—以台湾海峡为例[D]. 厦门: 厦门大学, 2008: 48-76.
- [4] RUAN S Y, WANG Y L, Sang Q F. Matlab Programming [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004: 210-263. 阮沈勇, 王永利, 桑群芳. Matlab 程序设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 210-263.
- [5] CHAPMAN D, GRABER C. Validation of hf radar measurement[J]. Oceanography, 1997, 10(2): 76-79.
- [6] STEWART R H, JOY J W. HF radio measurements of surface currents[J]. Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts, 1974, 21(12): 1039-1049.
- [7] SHEN H, SUN Y F, PANG A M. Comparisons of Current Speed Measurements between HF Radar OSMAR and Ship—Based Current Meter [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 2002, 32(5): 12-18. 申辉, 孙元福, 逢爱梅. 高频雷达 OSMAR 流速探测精度的对比验证[J]. 青岛海洋大学学报, 2002, 32(5): 12-18.
- [8] YOSHIKAWA Y, MASUDA A, MARUBAYASHI K, et al. On the accuracy of HF radar measurement in the Tsushima Strait [J].

Journal of Geophysical Research, 2006, 111:C04009, doi:10.1029/2005JC003232.

Software Programming and Preliminary Analysis to Verify Ground Wave Radar Observational Data of Oceanic Current

XUE Jia-li¹, PAN Zeng-di²

(1. *School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai, 200092;*

2. *East China Sea Branch of State Ocean Administration, Shanghai, 200137*)

Abstract: Matlab with its graphical user interface (GUI) is used to program and to integrate the practical methods into a set of software for comparing with the in situ measurement data and verifying the oceanic current observational data from OSMAR high frequency ground wave radar. This software is further used to derive the characteristic values of error statistics in an experiment in which oceanic current experimental data from the observations respectively with OSMAR ground wave radar, oceanic current meters, ADP, and American CODAR radar are input to test the software. In addition, the influences from various measurement instruments and observational stations on the radar data verification are preliminarily analyzed.

Keywords: HF ground wave radar; oceanic current; comparison and verification; Matlab GUI

Received: October 14, 2009