



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110929776 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 07

(21) 申请号 201911128579.9

(22) 申请日 2019.11.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110929776 A

(43) 申请公布日 2020.03.27

(73) 专利权人 杭州师范大学

地址 311121 浙江省杭州市余杭区余杭塘路2318号

(72) 发明人 雷惠 周斌 蒋锦刚

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

专利代理师 曹兆霞

(51) Int. Cl.

G06V 10/778 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 104951798 A, 2015.09.30

CN 106778846 A, 2017.05.31

CN 104392113 A, 2015.03.04

CN 108227046 A, 2018.06.29

CN 104777526 A, 2015.07.15

US 9535158 B1, 2017.01.03

US 2018074189 A1, 2018.03.15

US 2017098279 A1, 2017.04.06

US 2010315284 A1, 2010.12.16

US 2017351005 A1, 2017.12.07

JP 2013088206 A, 2013.05.13

CN 106443830 A, 2017.02.22

陈晓翔等. SeaWinds 散射计风场反演中的图谱特征研究. 《热带地理》. 2011, 第31卷(第04期), 第393-396页.

谢小萍等. ASCAT 近岸风场产品与近岸浮标观测风场对比. 《应用气象学报》. 2014, 第25卷(第4期), 第445-453页.

宫明晓. 青岛沿海 ASCAT 卫星反演风场与浮标海岛实测风场的对比分析. 《气象科技》. 2019, 第47卷(第05期), 第740-746页.

审查员 张吉良

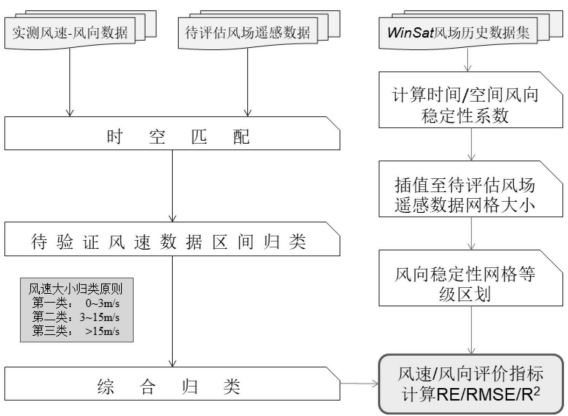
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于海面风场稳定度统计区划的遥感风场数据质量评估方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法和装置, 包括: 建立风速区间划分模型和风向稳定等级分类模型; 并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配; 计算实测风场数据的风向稳定系数; 利用风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分; 利用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分; 针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据, 依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估。该方法和装置准确地对风场遥感数据进行质量评估。



1. 一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

依据风速大小建立风速区间划分模型;

基于历史风场数据确定风向稳定系数,根据风向稳定系数建立风向稳定等级分类模型;

获取实测风场数据和风场遥感数据,并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配,获取实测风场数据与风场遥感数据的对应关系;

计算实测风场数据的风向稳定系数,包括:计算风场数据在时间序列上的第一风向稳定系数;计算风场数据在空间网格上的第二风向稳定系数;对第一风向稳定系数和第二风向稳定系数融合,确定所述风向稳定系数;

利用风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分,以确定遥感风场数据所属的风速区间;

针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数,利用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分,以确定遥感风场数据所属的风向稳定等级;

针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据,依据实测风场数据与风场遥感数据的误差指标与相关性对风场遥感数据进行质量评估。

2. 如权利要求1所述的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法,其特征在于,所述风速区间划分模型包含风速大小与风速区间的映射关系,如下:

风速大小	风速区间
0~3m/s	第一风速区间,记为Lsp1
3~15m/s	第二风速区间,记为Lsp2
大于15m/s	第三风速区间,记为Lsp3

3. 如权利要求1所述的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法,其特征在于,所述风场数据在时间序列上的第一风向稳定系数的计算方法为:

$$S(t) = 100 \times \frac{[(\sum_{i=1}^t u_i)^2 + (\sum_{i=1}^t v_i)^2]^{1/2}}{\sum_{i=1}^t (u_i^2 + v_i^2)^{1/2}}$$

所述风场数据在空间网格上的第二风向稳定系数的计算方法为:

$$S(j) = 100 \times \frac{[(\sum_{j=1}^{m^2} u_j)^2 + (\sum_{j=1}^{m^2} v_j)^2]^{1/2}}{\sum_{j=1}^{m^2} (u_j^2 + v_j^2)^{1/2}}$$

所述对第一风向稳定系数和第二风向稳定系数融合的计算方法为:

$$S = \frac{S(i) + S(j)}{2}$$

其中,S(t)为第一风向稳定系数, u_i, v_i 分别是经向风和纬向风,i为风场数据样本的索引,t为风场数据样本总数,S(j)为第二风向稳定系数, u_j, v_j 分别是 $m \times m$ 网格窗口内纬向风和经向风,j为网格窗口的索引,S为风向稳定系数。

4. 如权利要求1所述的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法, 其特征在于, 所述风向稳定等级分类模型包含风向稳定系数与风向稳定等级的映射关系, 如下:

风向稳定系数	风向稳定等级
0~30	风向稳定等级I
30~70	风向稳定等级II
70~100	风向稳定等级III

5. 如权利要求1所述的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法, 其特征在于, 所述依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估包括:

计算实测风场数据与风场遥感数据的平均绝对相对误差、均方根误差、平均相对偏差以及相关系数:

$$RE = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \left(\frac{|r_i - s_i|}{|s_i|} \times 100 \right)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (r_i - s_i)^2}$$

$$BIAS = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \left(\frac{(r_i - s_i)}{|s_i|} \times 100 \right)$$

$$\gamma = \frac{\sum (r_i - \bar{r})(s_i - \bar{s})}{\sqrt{\sum (r_i - \bar{r})^2 \sum (s_i - \bar{s})^2}}$$

其中, RE为平均绝对相对误差、RMSE为均方根误差、BLAS为平均相对偏差、 γ 为相关系数, γ 的取值范围介于-1与+1之间, M为数据个数, r_i 为风场遥感数据, s_i 为实测风场数据, $\bar{r}$ 和 $\bar{s}$ 分别为风场遥感数据和实测风场数据的算术平均值;

平均绝对相对误差、均方根误差、平均相对偏差以及相关系数作为四个评价指标, 综合四个评价指标确定风场遥感数据的质量。

6. 一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估装置, 包括计算机存储器、计算机处理器以及存储在所述计算机存储器中并可在所述计算机处理器上执行的计算机程序, 其特征在于, 所述计算机存储器中还存储有风速区间划分模型和风向稳定等级分类模型, 所述计算机处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

获取实测风场数据和风场遥感数据, 并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配, 获取实测风场数据与风场遥感数据的对应关系;

计算实测风场数据的风向稳定系数, 包括计算风场数据在时间序列上的第一风向稳定系数; 计算风场数据在空间网格上的第二风向稳定系数; 对第一风向稳定系数和第二风向稳定系数融合, 确定所述风向稳定系数;

调用所述风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分, 以确定遥感风场数据所属的风速区间;

针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数,调用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分,以确定遥感风场数据所属的风向稳定等级;

针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据,依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估。

7.如权利要求6所述的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估装置,其特征在于,所述风速区间划分模型依据风速大小建立,所述风速区间划分模型包含风速大小与风速区间的映射关系,如下:

风速大小	风速区间
0~3m/s	第一风速区间,记为Lsp1
3~15m/s	第二风速区间,记为Lsp2
大于15m/s	第三风速区间,记为Lsp3

8.如权利要求6所述的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估装置,其特征在于,所述风向稳定等级分类模型的构建方法为:

基于历史风场数据确定风向稳定系数,根据风向稳定系数建立风向稳定等级分类模型。

一种基于海面风场稳定度统计区划的遥感风场数据质量评估 方法及装置

技术领域

[0001] 本发明海洋信息技术领域,具体涉及一种基于海面风场稳定度统计区划的遥感风场数据质量评估方法及装置。

背景技术

[0002] 微波遥感传感器获取的海面风场信息,与实际浮标等点位观测的真实数据之间,存在显著的时间与空间尺度差异,十分不利于遥感反演信息的定量应用。遥感产品误差与不确定性的主要来源,其误差源主要包括数据源误差、模型误差以及验证数据匹配过程中时间窗口与空间尺度内的变异(时空变异)造成的误差等等。通过独立的方法来评价由系统输出得到的数据产品的质量的过程,即为真实性检验,其主要工作是利用现场监测数据和外推模式,确定地球物理数据产品的误差。监测内容包括大气条件、水气界面和次层水面的光学特性、海面气象动力以及所要探测的地球物理量。

[0003] 真实性检验可有效地评价遥感数据的产品质量,从而提高卫星遥感数据的可靠性。国际上一直重视海洋遥感卫星的真实性验证工作,国际地球观测卫星委员会早在1984年就成立了定标和真实性检验工作组,来协调各国遥感卫星真实性验证的相关工作,NASA海洋生物学处理小组(Ocean Biology Processing Group,OBPG)也利用全球范围的数据在卫星生命周期内开展了持续的真实性检验工作,并在海洋遥感产品精度评估、卫星测量长期稳定性评估、卫星在轨定标精度检验等方面取得了许多有益的成果。

[0004] 卫星产品和现场实测数据具有不同的时空采样特性,需要根据卫星产品的空间分辨率,以及水体的时空变化与均匀性来确定合理的实测-遥感数据时空匹配窗口,国际上通用的时空窗口的确定原则是:空间窗口 3×3 或 5×5 像元,时间窗口 $\pm 3h$,然而由于遥感有效像元数据和出海条件的限制,该时空匹配原则往往难以严格执行。即使满足了上述时空匹配的原则要求,由于海洋的季节性和区域性变异特征特别是风场的高动态变化的特点,使得精度的验证结果在不同季节和区域的表现也不尽相同,精度验证结果的可信度和代表性需要进一步进行评估。

[0005] 因此,如何科学有效的选择实测-遥感数据的时间、空间匹配规则,分析精度评价数据集的代表性特征,提高精度评价结果的可信度,是需要解决的关键科学问题之一。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法和装置,该方法和装置准确地对风场遥感数据进行质量评估。

[0007] 为实现上述发明目的,提供以下技术方案:

[0008] 一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法,所述方法包括以下步骤:

[0009] 依据风速大小建立风速区间划分模型;

[0010] 基于历史风场数据确定风向稳定系数,根据风向稳定系数建立风向稳定等级分类模型;

[0011] 获取实测风场数据和风场遥感数据,并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配,获取实测风场数据与风场遥感数据的对应关系;

[0012] 计算实测风场数据的风向稳定系数;

[0013] 利用风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分,以确定遥感风场数据所属的风速区间;

[0014] 针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数,利用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分,以确定遥感风场数据所属的风向稳定等级;

[0015] 针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据,依据实测风场数据与风场遥感数据的误差指标与相关性对风场遥感数据进行质量评估。

[0016] 一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估装置,包括计算机存储器、计算机处理器以及存储在所述计算机存储器中并可在所述计算机处理器上执行的计算机程序,所述计算机存储器中还存储有风速区间划分模型和风向稳定等级分类模型,所述计算机处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0017] 获取实测风场数据和风场遥感数据,并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配,获取实测风场数据与风场遥感数据的对应关系;

[0018] 计算实测风场数据的风向稳定系数;

[0019] 调用所述风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分,以确定遥感风场数据所属的风速区间;

[0020] 针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数,调用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分,以确定遥感风场数据所属的风向稳定等级;

[0021] 针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据,依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估。

[0022] 预先有技术相比,本发明具有的有益效果为:

[0023] 本发明从风场遥感数据反演机理和时空变异对验证误差的影响实际问题出发,提出综合风速大小和风向稳定性等级区划对风场遥感数据综合评估方法和装置。该方法和装置能够准确地对风场遥感数据进行质量评估,用户可根据评估结果对遥感风场数据进行科学筛选应用。具有实施过程可行强、计算过程便于程序集成、计算结果精度可靠,具有较高的行业推广价值和应用前景。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动前提下,还可以根据这些附图获得其他附图。

[0025] 图1是实施例提供的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法的流程图;

[0026] 图2是实施例提供的时间风场稳定度计算示意图;

- [0027] 图3是实施例提供的空间风场稳定度计算示意图；
 [0028] 图4是实施例提供的风向稳定度空间区划结果示意图；
 [0029] 图5是实施例提供的风场数据等级评估散点图。
 [0030] 图6是实施例提供的为不同风速区间评价结果对比图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例对本发明进行进一步的详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施方式仅仅用以解释本发明，并不限定本发明的保护范围。

[0032] 图1是实施例提供的基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法的流程图。如图1所示，基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法包括以下步骤：

[0033] S101，依据风速大小建立风速区间划分模型。

[0034] 由于风速不同引起海面粗糙度不同，对卫星接收信号的干扰程度也不同，对于不同风速区间的遥感风场数据质量评估要进行区别对待处理，因此需要对风速进行区间划分，本实施例提供的风速区间划分模型主要用于根据风速的大小确定风速所属的风速区间。具体地，风速区间划分模型包含风速大小与风速区间的映射关系，如下：

[0035]	风速大小	风速区间
	0~3m/s	第一风速区间，记为Lsp1
	3~15m/s	第二风速区间，记为Lsp2
	15m/s	第三风速区间，记为Lsp3

[0036] S102，基于历史风场数据确定风向稳定系数，根据风向稳定系数建立风向稳定等级分类模型。

[0037] 风场数据包括风速数据和风向数据。在构建风向稳定等级分类模型时，以历史风场数据作为数据源，即计算历史风场数据的风向稳定系数。实施例中选用Wind Sat风场历史数据集，计算多年时空风向稳定性系数。

[0038] 具体地，所述风向稳定系数的确定方法包括：

[0039] 计算风场数据在时间序列上的第一风向稳定系数；

[0040] 计算风场数据在空间网格上的第二风向稳定系数；

[0041] 对第一风向稳定系数和第二风向稳定系数融合，确定所述风向稳定系数。

[0042] 其中，如图2所示，风场数据在时间序列上的第一风向稳定系数的计算方法为：

$$[0043] \quad S(t) = 100 \times \frac{[(\sum_{i=1}^t u_i)^2 + (\sum_{i=1}^t v_i)^2]^{1/2}}{\sum_{i=1}^t (u_i^2 + v_i^2)^{1/2}}$$

[0044] 如图3所示，风场数据在空间网格上的第二风向稳定系数的计算方法为：

$$[0045] \quad S(j) = 100 \times \frac{[(\sum_{j=1}^{m^2} u_j)^2 + (\sum_{j=1}^{m^2} v_j)^2]^{1/2}}{\sum_{j=1}^{m^2} (u_j^2 + v_j^2)^{1/2}}$$

[0046] 对第一风向稳定系数和第二风向稳定系数融合的计算方法为:

$$[0047] \quad S = \frac{S(i) + S(j)}{2}$$

[0048] 其中, $S(t)$ 为第一风向稳定系数, u_i, v_i 分别是经向风和纬向风, i 为风场数据样本的索引, t 为风场数据样本总数, $S(j)$ 为第二风向稳定系数, u_j, v_j 分别是 $m \times m$ 网格窗口内纬向风和经向风, j 为网格窗口的索引, S 为风向稳定系数。

[0049] 在获得风向稳定系数后,即可以根据风向稳定系数构建风向稳定等级分类模型。在确定不同时间段风向稳定等级时,历史数据的网格大小要与验证数据集的网格大小一致,在网格大小不一致是需要采用重采样的方法使得历史网格数据验证数据大小一致。风向稳定等级分类模型包含风向稳定系数与风向稳定等级的映射关系,如下:

[0050]	风向稳定系数	风向稳定等级
	0~30	风向稳定等级 I, 记为 level1
[0051]	30~70	风向稳定等级 II, 记为 level2
	70~100	风向稳定等级 III, 记为 level3

[0052] 图4为风向稳定度空间区划结果示意图。

[0053] S103, 获取实测风场数据和风场遥感数据, 并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配, 获取实测风场数据与风场遥感数据的对应关系。

[0054] S104, 计算实测风场数据的风向稳定系数。

[0055] S104中实测风场数据的风向稳定系数的计算方法和S103中的风向稳定系数的计算方法相同, 此处不再赘述。

[0056] S105, 利用风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分, 以确定遥感风场数据所属的风速区间。

[0057] S106, 针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数, 利用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分, 以确定遥感风场数据所属的风向稳定等级。

[0058] S107, 针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据, 依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估。

[0059] 实施例中, 依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估包括:

[0060] 计算实测风场数据与风场遥感数据的平均绝对相对误差、均方根误差、平均相对偏差以及相关系数:

$$[0061] \quad RE = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \left(\frac{|r_i - s_i|}{|s_i|} \times 100 \right)$$

$$[0062] \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (r_i - s_i)^2}$$

$$[0063] \quad BIAS = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \left(\frac{(r_i - s_i)}{|s_i|} \times 100 \right)$$

$$[0064] \quad \gamma = \frac{\sum (r_i - \bar{r})(s_i - \bar{s})}{\sqrt{\sum (r_i - \bar{r})^2 \sum (s_i - \bar{s})^2}}$$

[0065] 其中, RE为平均绝对相对误差、RMSE为均方根误差、BIAS为平均相对偏差、 γ 为相关系数, γ 的取值范围介于-1与+1之间, M为数据个数, r_i 为风场遥感数据, s_i 为实测风场数据, $\bar{r}$ 和 $\bar{s}$ 分别为风场遥感数据和实测风场数据的算术平均值;

[0066] 平均绝对相对误差、均方根误差、平均相对偏差以及相关系数作为四个评价指标, 综合四个评价指标确定风场遥感数据的质量。

[0067] 实施例还提供了一种基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估装置, 包括计算机存储器、计算机处理器以及存储在所述计算机存储器中并可在所述计算机处理器上执行的计算机程序, 所述计算机存储器中还存储有风速区间划分模型和风向稳定等级分类模型, 所述计算机处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0068] 获取实测风场数据和风场遥感数据, 并对获取的实测风场数据和风场遥感数据进行时空匹配, 获取实测风场数据与风场遥感数据的对应关系;

[0069] 计算实测风场数据的风向稳定系数;

[0070] 调用所述风速区间划分模型对实测风场数据进行风速区间划分, 以确定遥感风场数据所属的风速区间;

[0071] 针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数, 调用风向稳定等级分类模型对实测风场数据进行风向稳定等级划分, 以确定遥感风场数据所属的风向稳定等级;

[0072] 针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据, 依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估。

[0073] 在风场遥感数据质量评估装置中, 风速区间划分模型依据风速大小建立, 所述风速区间划分模型包含风速大小与风速区间的映射关系, 如下:

[0074]	风速大小	风速区间
	0~3m/s	第一风速区间, 记为Lsp1
	3~15m/s	第二风速区间, 记为Lsp2
	大于15m/s	第三风速区间, 记为Lsp3

[0075] 在风场遥感数据质量评估装置中, 风向稳定等级分类模型的构建方法为: 基于历史风场数据确定风向稳定系数, 根据风向稳定系数建立风向稳定等级分类模型。

[0076] 风场遥感数据质量评估装置中, 风速区间划分模型和风向稳定等级分类模型的构建方法与上述基于海面风场稳定度统计区划的风场遥感数据质量评估方法中的风速区间划分模型和风向稳定等级分类模型的构建方法相同, 此处不再赘述。

[0077] 上述方法和装置能够准确地对风场遥感数据进行质量评估, 用户可根据评估结果对遥感风场数据进行科学筛选应用。

[0078] 实验例

[0079] 实验例中, 实测风速-风向数据为美国国家资料浮标中心NDBC历史数据(网址信息

如下:<https://www.ndbc.noaa.gov>)。遥感数据为地球微波数据中心提供的Wind Sat海面风场微波遥感数据(网址信息如下:<http://www.remss.com/missions/windsat/>)。需要评价的Wind Sat海面风场微波遥感数据为2014年每日风速-风向数据,历史遥感数据为2004~2013年Wind Sat海面风场微波遥感数据。实测风场数据和风场遥感数据经过时空匹配得到的验证数据集为1328对。

[0080] 利用风速区间划分模型对1328对风场数据进行划分,划分结果如表1所示:

[0081] 表1

[0082]	风速区间	0~3m/s	3~15m/s	>15m/s
	数据对个数	122	776	430

[0083] 然后针对每个风速区间内的实测风场数据及其风向稳定系数,进行风向稳定等级划分,图5为实验例中验证数据等级评估散点图。

[0084] 最后,针对每个风向稳定等级包含的实测风场数据与对应的风场遥感数据,依据实测风场数据与风场遥感数据的相关性对风场遥感数据进行质量评估。

[0085] 风向的统计结果为:RE的Level1结果为18.36%,最大的为Level2,其结果是20.54%,总体RE为19.59。RMSE的Level1结果为27.71,同样最大的也为Level2,其结果是33.09%,总体RMSE为31.14。风速的统计结果为:RE的Level1结果为19.22%,最大的为Level2,其结果是23.70%,总体RE为19.88。RMSE的最小值是Level2,结果为1.59,最大的为Level3,其结果是1.97,总体RMSE为1.74。

[0086] 图6是不同风速区间下的实测-遥感数据匹配分析结果,从图中可以看出,风速在3~15m/s,区划等级为Level2的数据检验精度结果最好,RE和BIAS都较小,相关系数最大。因此,利用变异等级区划结果对验证数据集进行代表性评价,可以更加有效、全面地评估遥感产品的精度结果,揭示遥感产品的误差来源,并为实测样点(走航、浮标)时空策略优化提供指导。

[0087] 以上所述的具体实施方式对本发明的技术方案和有益效果进行了详细说明,应理解的是以上所述仅为本发明的最优选实施例,并不用于限制本发明,凡在本发明的原则范围内所做的任何修改、补充和等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。

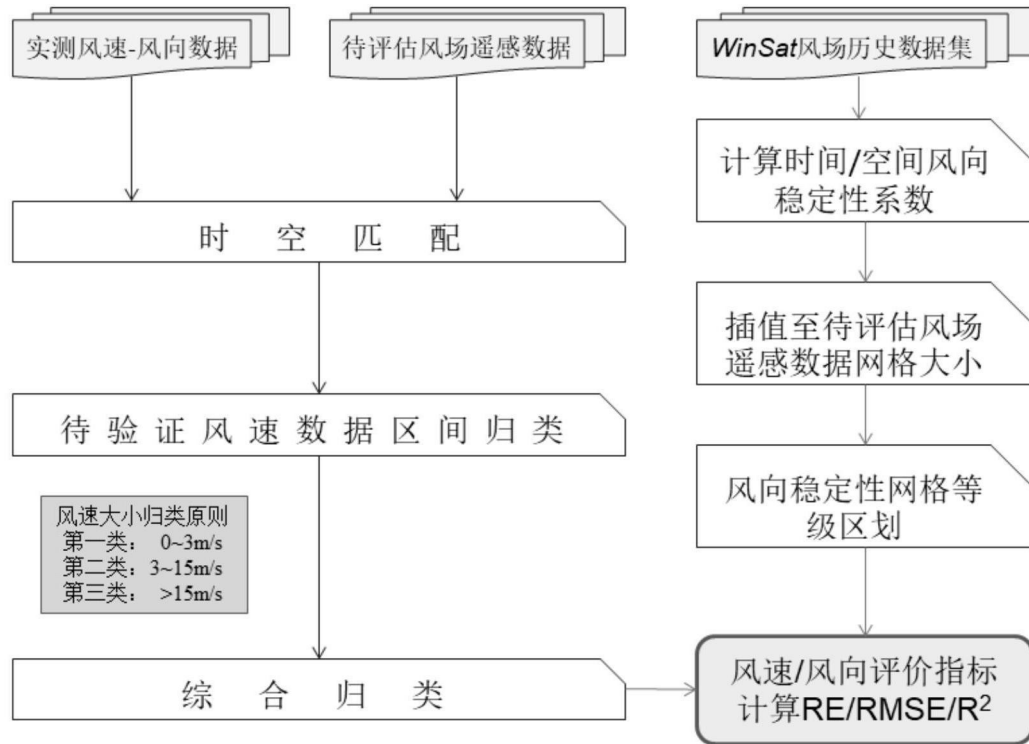


图1

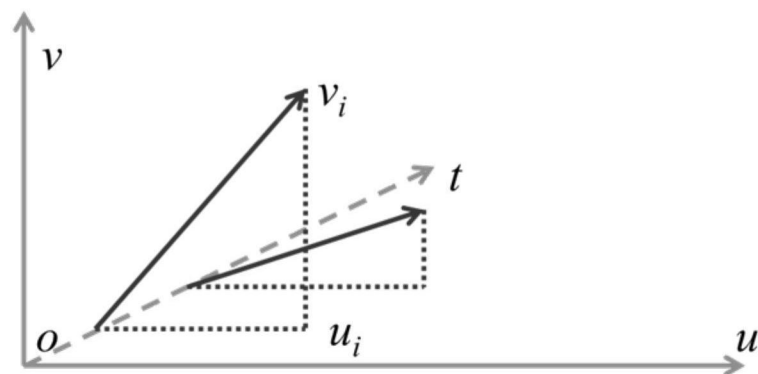


图2

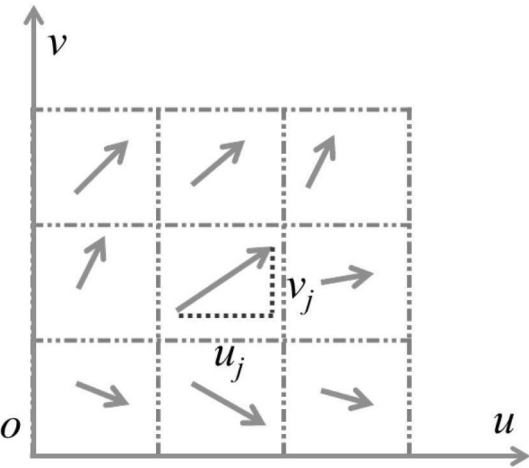


图3

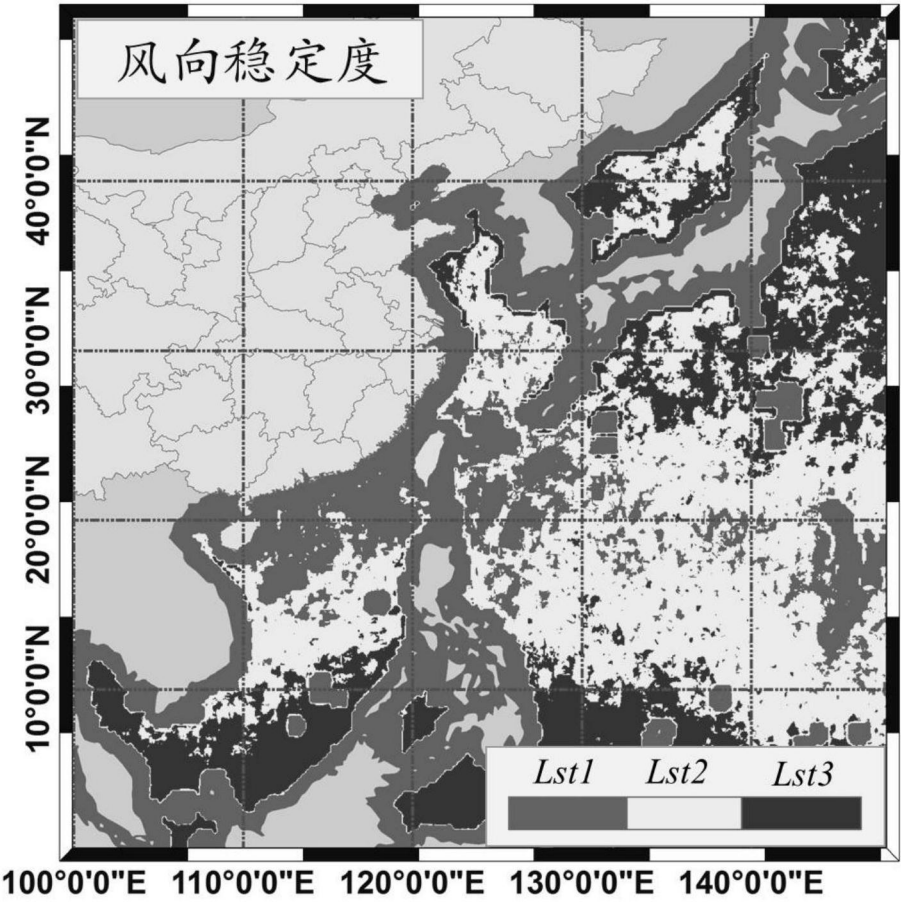


图4

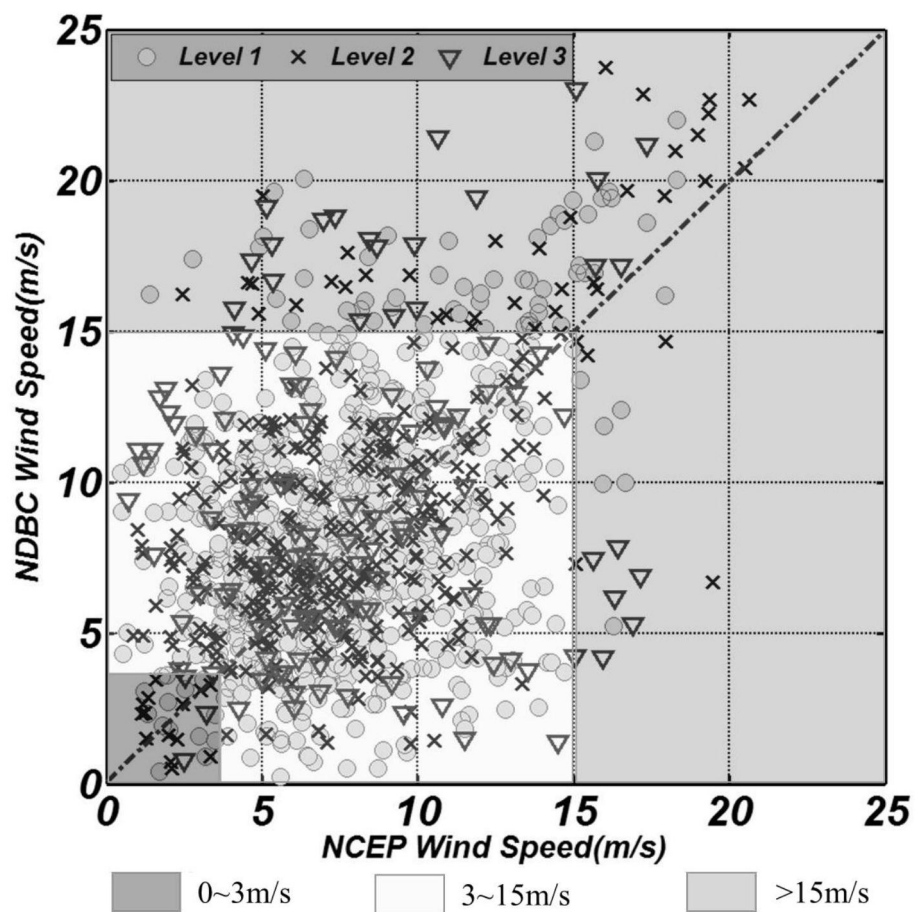


图5

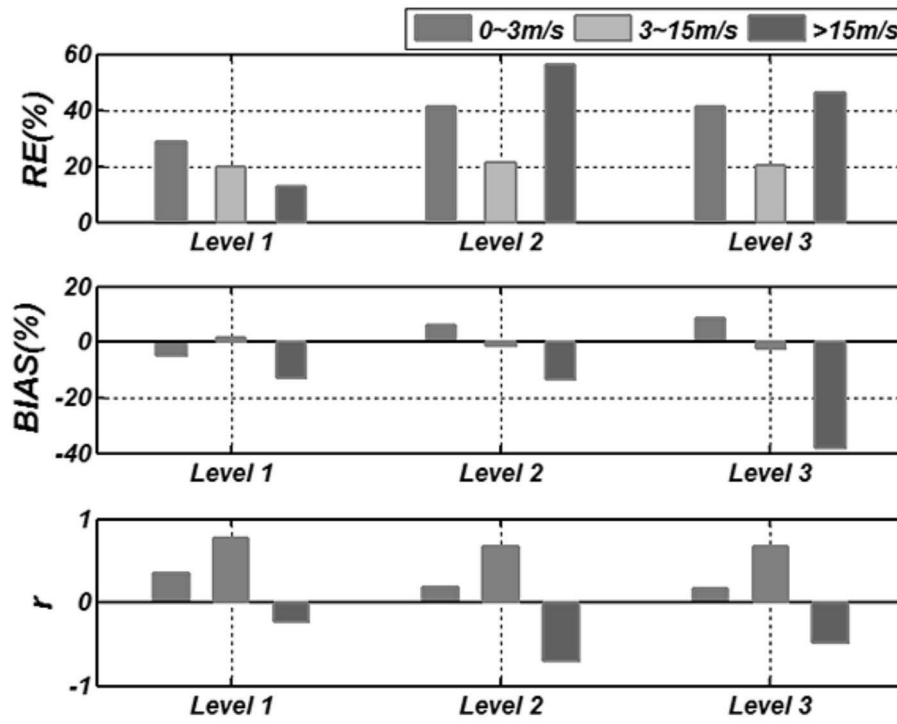


图6