(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106021864 B
(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201610304628.X

(22)申请日 2016.05.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106021864 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(73)专利权人 国家卫星海洋应用中心
地址 100081 北京市海淀区大慧寺路8号
专利权人 中国计量科学研究院

(72)发明人 邹巨洪 郭茂华 崔松雪 吴志峰 邹斌 林明森

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理事务所(普通合伙) 11371
代理人 王术兰

(51)Int.Cl.
G06F 19/00(2011.01)

(56)对比文件
CN 101853335 A,2010.10.06,全文.
US 5523759 A,1996.06.04,全文.
CN 103698750 A,2014.04.02,说明书第5－9段、21－50段.
蒋兴伟等.HY-2卫星微波散射计海面风矢量场反演技术研究.《中国工程科学》.2009,第11卷(第10期),第86-95页.

审查员 段秋萍

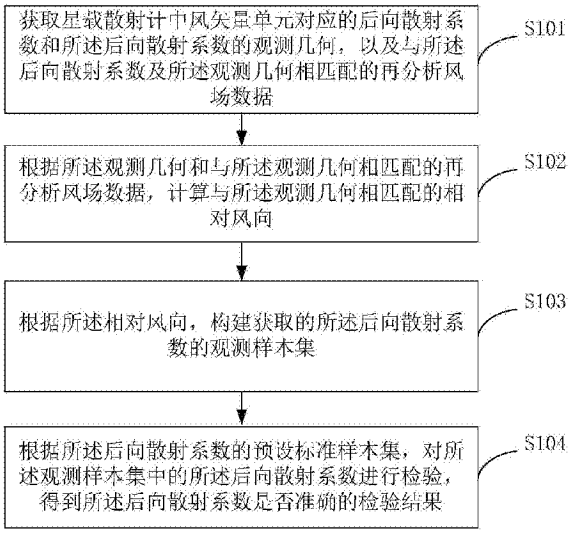
权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54)发明名称

星载散射计后向散射系数的检验方法和装置

(57)摘要

本发明提供了一种星载散射计后向散射系数的检验方法和装置,包括:获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数及其观测几何,以及与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据;根据观测几何和与观测几何相匹配的再分析风场数据,计算匹配观测几何的相对风向;根据相对风向,构建获取的后向散射系数的观测样本集;根据预设标准样本集对观测样本集进行检验,得到星载散射计测量的后向散射系数是否准确的检验结果;其利用再分析海面风场数据,开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布特征的后向散射系数的快速评估方法,能够在较短的时间实现对后向散射系数的快速评估且通过再分析数据也使得评估的准确性较高,同时该评估方法还具有通用性。



CN 106021864 B

1.一种星载散射计后向散射系数的检验方法，其特征在于，所述方法包括：

获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和所述后向散射系数的观测几何，以及与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据，包括：

获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据；

提取所述L2B级数据中所述风矢量单元对应的采集状态信息；所述采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息；

根据所述采集状态信息，从所述L2A级数据中提取所述风矢量单元对应的后向散射系数及所述后向散射系数的观测几何；

根据所述采集状态信息，从所述再分析海面风场数据中提取与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据；

其中，所述观测几何包括：观测方位角和入射角；所述再分析风场数据包括：风速数据和风向数据；

所述风速数据为6.5-7.5m/s；

根据所述观测几何和与所述观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与所述观测几何相匹配的相对风向；

对所述星载散射计采集的L2A级数据进行质量控制处理；其中，质量控制处理包括以下处理中的一种或多种：剔除所述L2B级数据中与再分析海面风速数据的差值超过4m/s的海面风速数据对应的风矢量单元、剔除北纬50°以北及南纬50°以南对应的风矢量单元、剔除标识陆地和海冰的风矢量单元、剔除标识降雨条件下的后向散射系数数据和剔除标识受海流影响的后向散射系数数据；

根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集；

根据所述后向散射系数的预设标准样本集与双余弦分布特征，对所述观测样本集中的所述后向散射系数进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果；其中，所述预设标准样本集中包括多个模型后向散射系数。

2.根据权利要求1所述的星载散射计后向散射系数的检验方法，其特征在于，所述根据所述观测几何和与所述观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与所述观测几何相匹配的相对风向，包括：

按照以下公式计算与所述观测几何相匹配的相对风向：$x=\Phi-\phi$；其中，所述x为相对风向，Φ为再分析风场数据中的风向数据，φ为观测方位角。

3.根据权利要求1所述的星载散射计后向散射系数的检验方法，其特征在于，所述根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集，包括：

按照预设间隔，将与处于预设风速范围内的所述风速数据相匹配的所述后向散射系数进行分组处理，得到预设样本集；

按照所述后向散射系数匹配的相对风向以180°对称分布的原则，将所述预设样本集中相对风向大于180°的匹配后向散射系数，与对应的相对风向在0°到180°的后向散射系数进行合并，得到包括多个风向样本单元的合并样本集；

对每个所述风向样本单元内的所述后向散射系数取均值，得到所述后向散射系数的观测样本集。

4.根据权利要求3所述的星载散射计后向散射系数的检验方法，其特征在于，所述根据

所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述观测样本集中的所述后向散射系数进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果，包括：

根据所述后向散射系数的预设标准样本集以及所述后向散射系数的观测样本集，计算观测后向散射系数与真实后向散射系数之间的偏移量；

将所述观测样本集中所有的后向散射系数均按照所述偏移量进行平移，得到真实后向散射系数样本集；

根据所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述真实后向散射系数样本集进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果。

5.根据权利要求4所述的星载散射计后向散射系数的检验方法，其特征在于，所述根据所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述真实后向散射系数样本集进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果，包括：

根据所述后向散射系数的预设标准样本集，判断所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征；

若符合，则所述星载散射计测量的所述后向散射系数正常；

若不符合，则所述星载散射计测量的所述后向散射系数异常。

6.根据权利要求5所述的星载散射计后向散射系数的检验方法，其特征在于，所述根据所述后向散射系数的预设标准样本集，判断所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征，包括：

计算所述后向散射系数的真实值与所述后向散射系数的标准值的差异；

计算所述差异的均方根误差；

在所述差异的均方根误差大于0.2dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在所述差异的均方根误差小于或者等于0.2dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征；

和/或，

判断所述真实后向散射系数样本集中所有的后向散射系数的绝对值是否均大于0.5dB；在任意一个后向散射系数的绝对值大于0.5dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在所有的后向散射系数的绝对值均小于0.5dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征。

7.一种星载散射计后向散射系数的检验装置，其特征在于，所述装置包括：

获取模块，用于获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和所述后向散射系数的观测几何，以及与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据；其中，所述观测几何包括：观测方位角和入射角；所述再分析风场数据包括：风速数据和风向数据；所述风速数据为6.5-7.5m/s；所述获取模块包括：

获取子模块，用于获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据；

第一提取子模块，用于提取所述L2B级数据中所述风矢量单元对应的采集状态信息；所述采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息；

第二提取子模块，用于根据所述采集状态信息，从所述L2A级数据中提取所述风矢量单元对应的后向散射系数及所述后向散射系数的观测几何；

第三提取子模块，用于根据所述采集状态信息，从所述再分析海面风场数据中提取与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据；

计算模块，用于根据所述观测几何和与所述观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与所述观测几何相匹配的相对风向；

对所述星载散射计采集的L2A级数据进行质量控制处理；其中，质量控制处理包括以下处理中的一种或多种：剔除所述L2B级数据中与再分析海面风速数据的差值超过4m/s的海面风速数据对应的风矢量单元、剔除北纬50°以北及南纬50°以南对应的风矢量单元、剔除标识陆地和海冰的风矢量单元、剔除标识降雨条件下的后向散射系数数据和剔除标识受海流影响的后向散射系数数据；

构建模块，用于根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集；

检验模块，用于根据所述后向散射系数的预设标准样本集与双余弦分布特征，对所述观测样本集中的所述后向散射系数进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果；其中，所述预设标准样本集中包括多个模型后向散射系数。

星载散射计后向散射系数的检验方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋微波遥感技术领域，具体而言，涉及一种星载散射计后向散射系数的检验方法和装置。

背景技术

[0002] 海洋表面风场是影响海浪、海流、水团的活跃因子和海洋动力学的基本参数，对全球海洋风场的监测，在沿海地区的防灾减灾，海洋环境保障，以及促进海洋相关科学研究中具有重要意义。卫星搭载的微波散射计(简称卫星散射计或者星载散射计)以其具有全天时、全天候、高时空分辨率，大覆盖范围等特点，已成为全球海面风场最为重要的观测手段。

[0003] 卫星散射计是一种经过定标的雷达，它向海面主动发射电磁波，并接收经过海面调制的回波信号。雷达回波信号将由发射的电磁波信号以及海面特征共同决定。当海浪波长与雷达发射电磁波波长满足布拉格散射条件时，各波面产生的后向散射电磁波相位相同，从而产生共振，回波能量将主要由产生共振的电磁波决定。在微波散射计的工作频率下，满足布拉格谐振条件的海面波为海表毛细波，海洋表面毛细波的谱密度与海洋表面上的风速直接相关。因此，通过雷达测得的回波信号可获取海面风场的信息。具体的，通过对雷达回波信号的处理，可得出仅与海面情况有关的归一化后向散射系数(NRCS，或σ0)，从散射计测得的σ0可进一步提取出海面风场，海面风场的信息提取过程称为风矢量反演。

[0004] 具体的，上述根据散射计测量海面回波信号获取海面风场数据的过程中，包括首先对雷达回波信号进行处理，并得出仅与海面情况有关的归一化后向散射系数，然后根据该后向散射系数进一步提取海面风场。因此，后向散射系数的测量是否准确，将直接关系到散射计风场产品的质量。在搭载微波散射计的卫星发射上天之后，为了使星载散射计更好的反演出海面风场数据，有必要对散射计测量获得的后向散射系数进行快速评估。通常情况下，再较大的时空范围内后向散射系数具有均匀分布特征的自然目标，如亚马逊雨林、撒哈拉沙漠等陆地；目前，对散射计测量获得的后向散射系数进行评估的方法是：利用具有均匀分布特征的自然目标，如亚马逊雨林、撒哈拉沙漠等陆地，接收该自然目标反射的回波信号，并计算后向散射系数，用以对后向散射系数进行评估，若在长时间内后向散射系数不变，则认为后向散射系数测量准确；若后向散射系数呈波动变化，则认为后向散射系数测量存在误差。

[0005] 但是，上述对散射计测量获得的后向散射系数进行评估的方法中，需要一个较长的周期(通常需要数月才能获得足够的样本数据)，其无法满足HY-2A卫星散射计在发射上天之后，需要在数据时间序列较短的条件下实现对后向散射系数的快速评估的要求。

发明内容

[0006] 有鉴于此，本发明实施例的目的在于提供一种星载散射计后向散射系数的检验方法和装置，以解决快速准确的评估星载散射计测量的后向散射系数。

[0007] 第一方面，本发明实施例提供了一种星载散射计后向散射系数的检验方法，方法

包括：

[0008] 获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和后向散射系数的观测几何，以及与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据；其中，观测几何包括：观测方位角和入射角；再分析风场数据包括：风速数据和风向数据；

[0009] 根据观测几何和与观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与观测几何相匹配的相对风向；

[0010] 根据相对风向，构建获取的后向散射系数的观测样本集；

[0011] 根据后向散射系数的预设标准样本集，对观测样本集中的后向散射系数进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果；其中，预设标准样本集中包括多个模型后向散射系数。

[0012] 结合第一方面，本发明实施例提供了第一方面的第一种可能的实施方式，其中，获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和后向散射系数的观测几何，以及与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据，包括：

[0013] 获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据；

[0014] 提取L2B级数据中风矢量单元对应的采集状态信息；采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息；

[0015] 根据采集状态信息，从L2A级数据中提取风矢量单元对应的后向散射系数及后向散射系数的观测几何；

[0016] 根据采集状态信息，从再分析海面风场数据中提取与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据。

[0017] 结合第一方面的第一种可能的实施方式，本发明实施例提供了第一方面的第二种可能的实施方式，其中，根据观测几何和与观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与观测几何相匹配的相对风向，包括：

[0018] 按照以下公式计算与观测几何相匹配的相对风向：$x=\Phi-\phi$；其中，x为相对风向，Φ为再分析风场数据中的风向数据，ϕ为观测方位角。

[0019] 结合第一方面，本发明实施例提供了第一方面的第三种可能的实施方式，其中，根据相对风向，构建获取的后向散射系数的观测样本集，包括：

[0020] 按照预设间隔，将与处于预设风速范围内的风速数据相匹配的后向散射系数进行分组处理，得到预设样本集；

[0021] 按照后向散射系数匹配的相对风向以180°对称分布的原则，将预设样本集中相对风向大于180°的匹配后向散射系数，与对应的相对风向在0°到180°的后向散射系数进行合并，得到包括多个风向样本单元的合并样本集；

[0022] 对每个风向样本单元内的后向散射系数取均值，得到后向散射系数的观测样本集。

[0023] 结合第一方面的第三种可能的实施方式，本发明实施例提供了第一方面的第四种可能的实施方式，其中，根据后向散射系数的预设标准样本集，对观测样本集中的后向散射系数进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果，包括：

[0024] 根据后向散射系数的预设标准样本集以及后向散射系数的观测样本集，计算观测后向散射系数与真实后向散射系数之间的偏移量；

[0025] 将观测样本集中所有的后向散射系数均按照偏移量进行平移，得到真实后向散射系数样本集；

[0026] 根据后向散射系数的预设标准样本集，对真实后向散射系数样本集进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果。

[0027] 结合第一方面的第四种可能的实施方式，本发明实施例提供了第一方面的第五种可能的实施方式，其中，根据后向散射系数的预设标准样本集，对真实后向散射系数样本集进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果，包括：

[0028] 根据后向散射系数的预设标准样本集，判断真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征；

[0029] 若符合，则星载散射计测量的后向散射系数正常；

[0030] 若不符合，则星载散射计测量的后向散射系数异常。

[0031] 结合第一方面的第五种可能的实施方式，本发明实施例提供了第一方面的第六种可能的实施方式，其中，根据后向散射系数的预设标准样本集，判断真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征，包括：

[0032] 计算后向散射系数的真实值与后向散射系数的标准值的差异；

[0033] 计算差异的均方根误差；

[0034] 在差异的均方根误差大于0.2dB时，真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在差异的均方根误差小于或者等于0.2dB时，真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征；

[0035] 和/或，

[0036] 判断真实后向散射系数样本集中所有的后向散射系数的绝对值是否均大于0.5dB；在任意一个后向散射系数的绝对值大于0.5dB时，真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在所有的后向散射系数的绝对值均小于0.5dB时，真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征。

[0037] 结合第一方面的第一种可能的实施方式，本发明实施例提供了第一方面的第七种可能的实施方式，其中，根据相对风向，构建获取的后向散射系数的观测样本集之前，还包括：

[0038] 对星载散射计采集的L2A级数据进行质量控制处理；其中，质量控制处理包括以下处理中的一种或多种：剔除L2B级数据中与再分析海面风速数据的差值超过4m/s的海面风速数据对应的风矢量单元、剔除北纬50°以北及南纬50°以南对应的风矢量单元、剔除标识陆地和海冰的风矢量单元、剔除标识降雨条件下的后向散射系数数据和剔除标识受海流影响的后向散射系数数据。

[0039] 第二方面，本发明实施例还提供了一种种星载散射计后向散射系数的检验装置，装置包括：

[0040] 获取模块，用于获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和后向散射系数的观测几何，以及与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据；其中，观测几何包括：观测方位角和入射角；再分析风场数据包括：风速数据和风向数据；

[0041] 计算模块，用于根据观测几何和与观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与观测几何相匹配的相对风向；

[0042] 构建模块，用于根据相对风向，构建获取的后向散射系数的观测样本集；

[0043] 检验模块，用于根据后向散射系数的预设标准样本集，对观测样本集中的后向散射系数进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果；其中，预设标准样本集中包括多个模型后向散射系数。

[0044] 结合第二方面，本发明实施例提供了第二方面的第一种可能的实施方式，其中，获取模块，包括：

[0045] 获取子模块，用于获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据；

[0046] 第一提取子模块，用于提取L2B级数据中风矢量单元对应的采集状态信息；采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息；

[0047] 第二提取子模块，用于根据采集状态信息，从L2A级数据中提取风矢量单元对应的后向散射系数及后向散射系数的观测几何；

[0048] 第三提取子模块，用于根据采集状态信息，从再分析海面风场数据中提取与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据。

[0049] 本发明实施例提供的一种星载散射计后向散射系数的检验方法，包括：获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和后向散射系数的观测几何，以及与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据；根据观测几何和与观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与观测几何相匹配的相对风向；根据相对风向，构建获取的后向散射系数的观测样本集；根据后向散射系数的预设标准样本集，对观测样本集中的后向散射系数进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果，与现有技术的后向散射系数进行评估方法，无法满足在数据时间序列较短的条件下实现对后向散射系数的快速评估相比，其利用再分析海面风场数据，开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布特征的后向散射系数的快速评估方法，能够在较短的时间实现对后向散射系数的快速评估，且通过再分析数据也使得评估的准确性较高，同时该评估方法还具有通用性。

[0050] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

[0051] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0052] 图1示出了本发明实施例所提供的海洋二号卫星散射计HY2-SCAT观测几何的示意图；

[0053] 图2示出了本发明实施例所提供的卫星散射计观测的风矢量单元及风矢量单元坐标空间示意图；

[0054] 图3示出了本发明实施例所提供的一种星载散射计后向散射系数的检验方法的流程图；

[0055] 图4示出了本发明实施例所提供的一种获取星载散射计中风矢量单元对应的后向

散射系数和所述后向散射系数的观测几何，以及与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据的流程图；

[0056] 图5示出了本发明实施例所提供的一种根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集的流程图；

[0057] 图6示出了本发明实施例所提供的一种根据所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述观测样本集中的所述后向散射系数进行评估，得到所述后向散射系数的评估结果的流程图；

[0058] 图7示出了本发明实施例所提供的一种星载散射计后向散射系数的检验装置的结构示意图；

[0059] 图8示出了本发明实施例所提供的一种星载散射计后向散射系数的检验装置中获取模块的结构示意图。

具体实施方式

[0060] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0061] 卫星散射计通过测量海面回波信号可获取海面风场的信息，在上述获取海面风场的过程，首先需要对雷达回波信号进行处理，可以得出仅与海面情况有关的归一化后向散射系数(NRCS，或σ0)，从散射计测得的σ0可进一步提取出海面风场。因此，后向散射系数测量是否准确，将直接关系到散射计风场产品的质量。

[0062] 而在卫星发射上天之后，有必要对散射计测量获得的后向散射系数进行快速评估。通常情况下，再较大的时空范围内存在后向散射系数均匀分布特征的自然目标，例如利用亚马逊雨林、撒哈拉沙漠等陆地；然后让待测的星载散射计测量上述自然目标中的后向散射系数，并以此对星载散射计测量的后向散射系数进行评估，但是上述方法需要一个较长的周期(通常需要数月才能获得足够的样本数据)，不能适应在HY-2A卫星散射计发射之初，数据时间序列较短的条件下，对HY-2A卫星散射计快速评估的要求。

[0063] 针对上述问题，本发明实施例以HY-2A卫星散射计为例，针对常用的利用亚马逊雨林、沙哈拉沙漠等陆地目标评估方法时间周期太长的缺点，开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布特征的后向散射系数的快速评估技术，以适应在较短的时间实现对后向散射系数快速评估的要求。该技术针对HY-2A卫星散射计后向散射系数快速评估开发，对其它卫星散射计的后向散射系数快速评估也同时具有通用性。

[0064] 本发明实施例以HY-2A卫星散射计的后向散射系数快速评估进行说明，首先，先对HY-2A卫星散射计及HY-2A卫星散射计的数据产品进行简介：

[0065] 1、HY-2散射计简介

[0066] 2012年8月发射的海洋二号，搭载有我国第一个可业务化运行的微波散射计HY2-

SCAT。HY2-SCAT主要用于全球海面风场观测，测风风速范围为4～24m/s，风速精度为2m/s或10％；风向测量范围为0～360°，风向精度为±20°。HY2-SCAT工作频率为13.256GHz，采用笔形波束圆锥扫描方式，通过笔形波束以固定仰角围绕天底方向旋转，在卫星平台顺轨方向的运动中形成一定的地面覆盖刈幅(如图1.a所示)；散射计系统包括VV和HH两个极化方式，分别以不同入射角进行观测，在平台的运动过程中对同一分辨单元可获取不同极化方式，不同入射角度的多次测量结果(如图1.b所示)，以克服海面风场方向反演的多值模糊问题。其中，内波束采用HH极化方式，入射角为41°，对应地面足印大小约为23km×31km，刈幅宽度为1400km。外波束采用VV极化方式，入射角为48°，对应地面足印大小约为25km×38km，刈幅宽度为1700km。

[0067] 2、HY-2散射计数据产品简介

[0068] 海洋二号卫星散射计目前可提供的数据产品分为L1B级产品数据产品、L2A级数据产品、L2B级数据产品和L3级数据产品。与本发明相关的为L1B级数据和L2A级数据。

[0069] 其中，L1B数据为以遥测帧的时间为顺序进行存储的散射计观测数据。每个遥测帧包括96个散射计测量脉冲，每个测量脉冲包括后向散射系数，每个脉冲足迹的地理位置、以及用来描述测量数据的质量和不确定性等信息的参数，同时该数据文件中还包含通过GPS数据获取的星下点轨迹的经纬度信息。

[0070] 其中，图2示出了风矢量单元及风矢量单元坐标空间示意图，参考图2，L2A产品文件包括卫星平台在一个空间轨道内获得的每个雷达后向散射sigma0测量值。此外，L2A产品也包含一些与每个sigma0测量值相对应的辅助数据元素。这些辅助数据元素列出了每个sigma0测量值的位置、质量、以及不确定性等相关信息。L2A产品中的sigma0以风矢量单元进行分组。每一个风矢量单元行对应地面测量刈幅的一个交轨切割。每一个L2A风矢量单元都是一个25km的正方形。因此，需要1624个风矢量单元行完成对地球的一次完整覆盖。

[0071] L2B产品数据文件，以轨道为单位进行组织，即每个轨道的风矢量测量数据构成一个L2B文件。L2B产品中的每个数据元素都可以通过风矢量单元的行、列号进行索引。L2B风矢量单元行的延伸方向与星下线相垂直，列的延伸方向与星下线方向相一致。L2B处理软件利用每个风矢量单元中的sigma0测量值和方位角、入射角、极化等辅助信息通过反演得到一组风矢量可能解，这些风矢量可能解被称为模糊解，然后再利用模糊去除算法来确定唯一的风矢量解，最后利用DIR算法对模糊去除算法选出的风矢量解作进一步优化处理。L2B产品中最多给出4个风速、风向模糊解，并按似然值由高到低的顺序排列。

[0072] 参考图3，本发明实施例提供了一种星载散射计后向散射系数的检验方法，所述方法包括如下步骤：

[0073] S101、获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和所述后向散射系数的观测几何，以及与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据；其中，所述观测几何包括：观测方位角和入射角；所述再分析风场数据包括：风速数据和风向数据。

[0074] 实际中，卫星散射计的L1B级产品数据产品、L1B级产品数据产品可作为输入得到L2A级数据产品、然后将L2A级数据产品仍然是作为输入得到L2B级数据产品，然后直接根据L2B级数据产品反演得到海面风场数据；或者，将L2B级数据产品仍然是作为输入得到L3级数据产品，根据L3级级数据产品反演得到海面风场数据。

[0075] 具体的，针对每一个发射的卫星散射计，均有其对应的空间轨道(包括顺行轨道和

逆行轨道)，对应的，卫星散射计采集的观测数据(对应L1B数据)均有其对应的空间坐标，观测数据在L2A数据中则是对应有空间坐标的风矢量单元。

[0076] 如上所示，L2A产品中的后向散射系数以风矢量单元进行分组，首先先获取星载散射计采集的L2A级数据产品，以及再分析海面风场数据；其中，再分析海面风场数据可以是从第三方平台(如气象台)获取到。

[0077] 然后获取一个预设采集状态下的L2A级数据产品中风矢量单元对应后向散射系数及上述后向散射系数的观测几何；同样获取该预设采集状态下的再分析海面风场数据，此时，获取的该再分析海面风场数据则与获取的后向散射系数及其观测几何则相匹配。

[0078] 其中，上述后向散射系数的观测几何包括：观测方位角和入射角；而再分析风场数据包括：风速数据和风向数据。

[0079] S102、根据所述观测几何和与所述观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与所述观测几何相匹配的相对风向。

[0080] 具体的，由于再分析数据中的风向数据是从一个预设观测方位角观测的，该预设观测方位角与卫星散射计的预设观测方位角可能不同，故，需要将再分析数据中的风向数据转换成从当前卫星散射计的观测方位角观测得到的“相对风向”。

[0081] S103、根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集。

[0082] 为了保证卫星散射计测量的后向散射系数的评估结果更准确，本发明实施例中首先选取一定范围内的风速数据匹配的所有的后向散射系数，并根据这些后向散射系数构建后向散射系数的观测样本集。

[0083] 具体的，本发明实施例中上述相对风向、再分析风场数据中的风速数据以及后向散射系数及后向散射系数的观测几何均是相匹配的，即上述四个数据是相对应的。因此，本发明实施例中，根据相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集；其中，相对风向对应的范围为0°～360°，本发明实施例中，将上述相对风向以预设间隔(如10°)进行划分，选取一定范围内的风速数据在每个间隔内匹配的所有的后向散射系数，组成后向散射系数的观测样本集；其中，上述风速数据对应的一定范围可以为风速分布大于6.5m/s，小于7.5m/s的范围，由于7m/s为海洋风速的平均值，取风速落在(6.5m/s～7.5m/s)这个区间内的样本数据，有利于在较短时间内获取更多的数据。

[0084] S104、根据所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述观测样本集中的所述后向散射系数进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果；其中，所述预设标准样本集中包括多个模型后向散射系数。

[0085] 具体的，上述后向散射系数的预设标准样本集包括多个模型后向散射系数，然后根据该预设标准样本集即可对观测样本集中的后向散射系数进行评估，以检验星载散射计测量的后向散射系数是否准确(或者是否正常)。

[0086] 具体的，上述后向散射系数的预设标准样本集的构建过程包括：采用NSCAT-2地球物理模型(其是一种标准的模型)，计算风速为7m/s，风向间隔为10°的0°-180°的NSCAT-2模型预测的后向散射系数，记为sigma0_mod；其中，sigma0_mod表示后向散射系数的预设标准样本集，其包括模型后向散射系数。

[0087] 上述风速选择7m/s为目标匹配风速，该风速为海面风速的平均值，其出现概率大，有利于在短时间内获得较多的匹配数据。

[0088] 本发明实施例提供的一种星载散射计后向散射系数的检验方法，与现有技术的后向散射系数进行评估方法，无法满足在数据时间序列较短的条件下实现对后向散射系数的快速评估相比，其利用再分析海面风场数据，开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布特征的后向散射系数的快速评估方法，能够在较短的时间实现对后向散射系数的快速评估，且通过再分析数据也使得评估的准确性较高，同时该评估方法还具有通用性。

[0089] 实际中，卫星散射计观测得到的数据产品分为L1B级产品数据产品、L2A级数据产品、L2B级数据产品和L3级数据产品，其中，在进行卫星散射计测量的后向散射系数的评估的过程中，用到了L2A级数据产品和L2B级数据产品，具体的，参考图4，上述步骤101中获取数据的过程具体包括：

[0090] S201、获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据。

[0091] 本发明实施例中，获取L2B级数据的目的是，选取L2B级数据中的预设采集状态，即L2B级数据中，风矢量单元对应的经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息。

[0092] 而获取L2A级数据的目的是，L2A级数据包括后向散射系数及该后向散射系数对应的观测几何；

[0093] 并且，还需要从第三方平台(如气象台)中获取再分析海面风场数据，本发明实施例中的再分析海面风场数据为ECMWF数据，其中，ECMWF为欧洲的统一名称。

[0094] S202、提取所述L2B级数据中所述风矢量单元对应的采集状态信息；所述采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息。

[0095] 本步骤中，从L2B级数据中提取风矢量单元的经纬度信息和时间信息，并记录该风矢量单元的行列号。

[0096] S203、根据所述采集状态信息，从所述L2A级数据中提取所述风矢量单元对应的后向散射系数及所述后向散射系数的观测几何。

[0097] 具体的，根据L2B数据级的文件名与上述沿轨行列号，从L2A级数据产品中查找与该风矢量单元对应的后向散射系数和后向散射系数观测方位角和入射角。

[0098] S204、根据所述采集状态信息，从所述再分析海面风场数据中提取与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据。

[0099] 具体的，根据步骤201中提取的风矢量单元的经纬度信息和时间信息，从再分析海面风场数据(即ECMWF数据)中提取与该风矢量单元匹配海面风场数据，即海面风速数据和海面风向数据。

[0100] 本发明实施例中，上述步骤103中计算与所述观测几何相匹配的相对风向，具体包括：

[0101] 按照以下公式计算与所述观测几何相匹配的相对风向：$x=\Phi-\phi$；其中，所述x为相对风向，Φ为再分析风场数据中的风向数据，ϕ为观测方位角。

[0102] 为了保证卫星散射计测量的后向散射系数的评估结果的准确性，本发明实施例中，需要首先对卫星散射计采集的L2A级数据以及对再分析数据进行质量控制处理，具体的，在进行步骤103，根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集之前，还包括：

[0103] 对所述星载散射计采集的L2A级数据进行质量控制处理；其中，质量控制处理包括以下处理中的一种或多种：剔除所述L2B级数据中与再分析海面风速数据的差值超过4m/s

的海面风速数据对应的风矢量单元、剔除北纬50°以北及南纬50°以南对应的风矢量单元、剔除标识陆地和海冰的风矢量单元、剔除标识降雨条件下的后向散射系数数据和剔除标识受海流影响的后向散射系数数据。

[0104] 具体的，质量控制包括以下步骤中的一种或多种：

[0105] 1、需要计算L2B级数据中与再分析海面风速数据的差值超过4m/s的海面风速数据，实际中，计算出来上述数据则是误差较大的数据，故需要将该海面风速数据对应的风矢量单元进行去除；

[0106] 2、认为北纬50°以北及南纬50°以南的数据不准确，则剔除北纬50°以北及南纬50°以南对应的风矢量单元；

[0107] 3、对观测的标识有陆地和海冰风矢量单元，则认为是不准确的，需要剔除标识陆地和海冰的风矢量单元；

[0108] 4、对观测的标识有降雨条件下观测的后向散射系数，则认为是不准确的，剔除标识降雨条件下的后向散射系数数据和剔除标识受海流影响的后向散射系数数据。

[0109] 同样为了使卫星散射计测量的后向散射系数的评估结果更准确，本发明实施例中首先选取一定范围内的风速数据匹配的所有的后向散射系数，并根据这些后向散射系数构建后向散射系数的观测样本集，参考图5，构建上述观测样本集的方法包括：

[0110] S301、按照预设间隔，将与处于预设风速范围内的所述风速数据相匹配的所述后向散射系数进行分组处理，得到预设样本集。

[0111] 具体的，预设间隔即对计算的相对风向进行计算对应的间隔，本发明实施例中，该预设间隔设置为10°；上述预设风速范围优选为6.5m/s～7.5m/s，由于7m/s为海洋风速的平均值，取风速落在(6.5m/s～7.5m/s)这个区间内的样本数据，有利于在较短时间内获取更多的数据。

[0112] S302、按照所述后向散射系数匹配的相对风向以180°对称分布的原则，将所述预设样本集中相对风向大于180°的匹配后向散射系数，与对应的相对风向在0°到180°的后向散射系数进行合并，得到包括多个风向样本单元的合并样本集。

[0113] 具体的，后向散射系数匹配的相对风向以180°对称分布的原则即风向即：0°与风向是360°对应的后向散射系数是相同的，风向是10°与风向是350°对应的后向散射系数也是相同的，同理，以180°为对称线，对称角度的相对风向对应的后向散射系数均是相同的，故可以将风向大于180°(且小于360°)的后向散射系数与对应的0°到180°的后向散射系数进行合并，得到包括多个风向样本单元的合并样本集。

[0114] 其中，上述每个合并样本集中包括两个后向散射系数。

[0115] S303、对每个所述风向样本单元内的所述后向散射系数取均值，得到所述后向散射系数的观测样本集。

[0116] 具体的，由于上述每个合并样本集中包括两个后向散射系数，故需要对上述合并样本集中的后向散射系数取平均值，得到后向散射系数的观测样本集。

[0117] 针对上述步骤301～303，取风速分布大于6.5m/s，小于7.5m/s的数据的上述匹配数据映射到风向间隔10°的样本单元(7m/s为海洋风速的平均值，取风速落在这个区间内的样本数据，有利于在较短时间内获取更多的数据)。由于样本数量限制，且为了便于计算，本发明实施例将卫星天线发射的内波束与外波束的入射角处理成定值(内波束取平均值

41.3°,外波束取平均值48.3°)。由于本发明实施例中使用的海洋二号散射计的入射角波动幅度很小(<1°),作这样的处理,不会引起太大的误差。同时,利用后向散射系数对风向相对于180°对称分布的情况,将相对风向大于180°的数据通过对称分布的原则,合并到0°到180°的样本当中(通过这样的对称处理,可使每个风向样本单元的样本数据增加1倍),然后,对每个风向样本单元内的后向散射系数取均值,该均值代表该风向样本单元对应的后向散射系数观测结果,记为sigma0_obv。

[0118] 在构建后向散射系数的观测样本集后,需要对该观测样本集中的后向散射系数进行评估,参见图6,本发明实施例中具体的评估方法包括如下步骤:

[0119] S401、根据所述后向散射系数的预设标准样本集以及所述后向散射系数的观测样本集,计算观测后向散射系数与真实后向散射系数之间的偏移量。

[0120] 具体的,散射计的观测后向散射系数在经过外定标之前,通常会与真实的后向散射系数值之间存在一个偏移量,故首先需要先计算该偏移量;

[0121] 其中,上述后向散射系数的预设标准样本集包括多个模型后向散射系数;具体的,上述后向散射系数的预设标准样本集的构建过程包括:采用NSCAT-2地球物理模型(其是一种标准的模型),计算风速为7m/s,风向间隔为10°的0°-180°的NSCAT-2模型预测的后向散射系数,记为sigma0_mod;其中,sigma0_mod表示后向散射系数的预设标准样本集,其包括模型后向散射系数。

[0122] 计算上述后向散射系数的观测样本集sigma0_obv与预设标准样本集sigma0_mod的差异:sigma0_obv-sigma0_mod,并对上述差异取均值,记为sigma0_offse,sigma0_offse即为偏移量。

[0123] S402、将所述观测样本集中所有的后向散射系数均按照所述偏移量进行平移,得到真实后向散射系数样本集。

[0124] S403、根据所述后向散射系数的预设标准样本集,对所述真实后向散射系数样本集进行检验,得到所述后向散射系数是否准确的检验结果。

[0125] 针对上述步骤401～403,散射计后向散射系数在经过外定标之前,通常会与真实的后向散射系数值之间存在一个偏移量。本发明实施例通过如下方法快速估算该偏移量,并据此对后向散射系数观测结果进行平移:计算上述后向散射系数的观测样本集sigma0_obv与预设标准样本集sigma0_mod的差异:sigma0_obv-sigma0_mod,并对所有观测样本集sigma0_obv与sigma0_mod的差异取均值,记为sigma0_offset,sigma0_offset表示观测样本集中的后向散射系数与实际散射系数的偏移量;将所有观测样本集sigma0_obv在所有风向样本单元内按sigma0_offset进行平移。

[0126] 如上所述,构建的观测样本集中的后向散射系数,在进行外定标处理之前,其通常与真实的后向散射系数之间具有一定的偏移量,本发明实施例中需要对矫正该偏移量的真实后向散射系数样本集进行检验,具体的检验方法包括:

[0127] 根据所述后向散射系数的预设标准样本集,判断所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征;若符合,则所述星载散射计测量的所述后向散射系数正常;若不符合,则所述星载散射计测量的所述后向散射系数异常。

[0128] 具体的,上述根据所述后向散射系数的预设标准样本集,判断所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征,包括:

[0129] 1、计算所述后向散射系数的真实值与所述后向散射系数的标准值的差异；

[0130] 2、计算所述差异的均方根误差；

[0131] 3、在所述差异的均方根误差大于0.2dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在所述差异的均方根误差小于或者等于0.2dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征；

[0132] 和/或，

[0133] 判断所述真实后向散射系数样本集中所有的后向散射系数的绝对值是否均大于0.5dB；在任意一个后向散射系数的绝对值大于0.5dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在所有的后向散射系数的绝对值均小于0.5dB时，所述真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征。

[0134] 具体的，在每个风向样本单元内，计算sigma0_obv-sigma0_offset-sigma0_mod，记为sigma0_bias；其中，sigma0_bias表示实际后向散射系数与模型后向散射系数的差异，并计算sigma0_bias的均方根误差；若sigma0_bias均方根误差大于0.2dB，或在任意一个风向样本单元内的后向散射系数的绝对值大于0.5dB，则说明测量获得的后向散射系数对风向不符合双余弦分布特征，认为散射计测量的后向散射系数出现异常。反之(即在所述差异的均方根误差小于或者等于0.2dB时，或者在任意一个风向样本单元内所有的后向散射系数的绝对值均小于0.5dB时，)则认为散射计测量的后向散射系数正常。

[0135] 本发明实施例提供的星载散射计后向散射系数的检验方法，以海洋二号卫星散射计L2A数据、L2B数据和ECMWF再分析数据为输入，以海面平均风速(7m/s)为目标匹配风速，快速匹配获得散射计测量获得的后向散射系数和ECMWF再分析风速与风向的同步观测数据集，在此基础上，通过分析后向散射系数随风向的双余弦分布特征，实现对后向散射系数观测结果的质量进行快速评估。

[0136] 本发明实施例提供的星载散射计后向散射系数的检验方法与现有技术相比的优点在于：

[0137] 1、通过分析后向散射系数对风向(即相对风向)的双余弦分布特征，快速实现后向散射系数的质量评估。

[0138] 2、海洋二号卫星散射计L2A数据、L2B数据和ECMWF再分析数据为输入进行后向散射系数与海面风速风向的时空匹配，充分利用L2A与L2B数据中的后向散射系数与风矢量单元的时空关联关系，结合ECMWF数据的等经纬网格分布特征，进行时空匹配，提高了匹配的效率。

[0139] 3、以7m/s为目标匹配风速，该风速为海面风速的平均值且出现概率大，有利于在短时间内获得较多的匹配数据。

[0140] 4、利用后向散射系数对风向的180°对称分布特征，将相对风向大于180°的匹配结果合并到0-180°的样本空间中，使得在同等条件下样本数量较之未采用对称分布特征时增加了1倍。

[0141] 本发明实施例提供的一种星载散射计后向散射系数的检验方法，与现有技术的后向散射系数进行评估方法，无法满足在数据时间序列较短的条件下实现对后向散射系数的快速评估相比，其利用再分析海面风场数据，开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布特征的后向散射系数的快速评估方法，能够在较短的时间实现对后向散射系数的快速评

估，且通过再分析数据也使得评估的准确性较高，同时该评估方法还具有通用性。

[0142] 本发明实施例还提供了一种星载散射计后向散射系数的检验装置，所述装置用于执行上述星载散射计后向散射系数的方法，参考图7，所述装置包括：

[0143] 获取模块100，用于获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和后向散射系数的观测几何，以及与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据；其中，观测几何包括：观测方位角和入射角；再分析风场数据包括：风速数据和风向数据；

[0144] 计算模块200，用于根据观测几何和与观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与观测几何相匹配的相对风向；

[0145] 构建模块300，用于根据相对风向，构建获取的后向散射系数的观测样本集；

[0146] 检验模块400，用于根据后向散射系数的预设标准样本集，对观测样本集中的后向散射系数进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果；其中，预设标准样本集中包括多个模型后向散射系数。

[0147] 本发明实施例提供的一种星载散射计后向散射系数的检验装置，与现有技术的后向散射系数进行评估方法，无法满足在数据时间序列较短的条件下实现对后向散射系数的快速评估相比，其利用再分析海面风场数据，开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布特征的后向散射系数的快速评估方法，能够在较短的时间实现对后向散射系数的快速评估，且通过再分析数据也使得评估的准确性较高，同时该评估方法还具有通用性。

[0148] 实际中，卫星散射计观测得到的数据产品分为L1B级产品数据产品、L2A级数据产品、L2B级数据产品和L3级数据产品，其中，在进行卫星散射计测量的后向散射系数的评估的过程中，用到了L2A级数据产品和L2B级数据产品，具体的，参考图8，获取模块100，包括：

[0149] 获取子模块1001，用于获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据；

[0150] 第一提取子模块1002，用于提取L2B级数据中风矢量单元对应的采集状态信息；采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息；

[0151] 第二提取子模块1003，用于根据采集状态信息，从L2A级数据中提取风矢量单元对应的后向散射系数及后向散射系数的观测几何；

[0152] 第三提取子模块1004，用于根据采集状态信息，从再分析海面风场数据中提取与后向散射系数及观测几何相匹配的再分析风场数据。

[0153] 进一步的，计算模块200，具体用于按照以下公式计算与观测几何相匹配的相对风向：$x=\Phi-\phi$；其中，x为相对风向，Φ为再分析风场数据中的风向数据，ϕ为观测方位角。

[0154] 同样为了使卫星散射计测量的后向散射系数的评估结果更准确，本发明实施例中首先选取一定范围内的风速数据匹配的所有的后向散射系数，并根据这些后向散射系数构建后向散射系数的观测样本集，构建模块300，包括：

[0155] 分组处理子模块，用于按照预设间隔，将与处于预设风速范围内的风速数据相匹配的后向散射系数进行分组处理，得到预设样本集；

[0156] 合并子模块，用于按照后向散射系数匹配的相对风向以180°对称分布的原则，将预设样本集中相对风向大于180°的匹配后向散射系数，与对应的相对风向在0°到180°的后向散射系数进行合并，得到包括多个风向样本单元的合并样本集；

[0157] 均值处理子模块，用于对每个风向样本单元内的后向散射系数取均值，得到后向

散射系数的观测样本集。

[0158] 在构建后向散射系数的观测样本集后，需要对该观测样本集中的后向散射系数进行评估，进一步的，检验模块400，包括：

[0159] 计算子模块，用于根据后向散射系数的预设标准样本集以及后向散射系数的观测样本集，计算观测后向散射系数与真实后向散射系数之间的偏移量；

[0160] 平移子模块，用于将观测样本集中所有的后向散射系数均按照偏移量进行平移，得到真实后向散射系数样本集；

[0161] 检验子模块，用于根据后向散射系数的预设标准样本集，对真实后向散射系数样本集进行检验，得到后向散射系数是否准确的检验结果。

[0162] 如上所述，构建的观测样本集中的后向散射系数，在进行外定标处理之前，其通常与真实的后向散射系数之间具有一定的偏移量，本发明实施例中需要对矫正该偏移量的真实后向散射系数样本集进行评估，进一步的，检验子模块，包括：

[0163] 判断单元，用于根据后向散射系数的预设标准样本集，判断真实后向散射系数样本集的后向散射系数是否符合双余弦分布特征；

[0164] 判定单元，用于在真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征时，判定星载散射计测量的后向散射系数正常；在真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征时，判定星载散射计测量的后向散射系数异常。

[0165] 进一步的，上述星载散射计后向散射系数的检验装置中，判断单元，包括：

[0166] 第一计算子单元，用于计算后向散射系数的真实值与后向散射系数的标准值的差异；

[0167] 第二计算子单元，用于计算差异的均方根误差；

[0168] 第一判定子单元，用于在差异的均方根误差大于0.2dB时，判断真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在差异的均方根误差小于或者等于0.2dB时，判定真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征；

[0169] 和/或，

[0170] 判断子单元，用于判断真实后向散射系数样本集中所有的后向散射系数的绝对值是否均大于0.5dB；

[0171] 第二判定子单元，用于在任意一个后向散射系数的绝对值大于0.5dB时，判定真实后向散射系数样本集的后向散射系数不符合双余弦分布特征；在所有的后向散射系数的绝对值均小于0.5dB时，判定真实后向散射系数样本集的后向散射系数符合双余弦分布特征。

[0172] 进一步的，上述星载散射计后向散射系数的检验装置，还包括：

[0173] 质量控制处理模块，用于对星载散射计采集的L2A级数据进行质量控制处理；其中，质量控制处理包括以下处理中的一种或多种：剔除L2B级数据中与再分析海面风速数据的差值超过4m/s的海面风速数据对应的风矢量单元、剔除北纬50°以北及南纬50°以南对应的风矢量单元、剔除标识陆地和海冰的风矢量单元、剔除标识降雨条件下的后向散射系数数据和剔除标识受海流影响的后向散射系数数据。

[0174] 本发明实施例提供的一种星载散射计后向散射系数的检验装置，与现有技术的后向散射系数进行评估方法，无法满足在数据时间序列较短的条件下实现对后向散射系数的快速评估相比，其利用再分析海面风场数据，开发基于后向散射系数对风向的双余弦分布

特征的后向散射系数的快速评估方法，能够在较短的时间实现对后向散射系数的快速评估，且通过再分析数据也使得评估的准确性较高，同时该评估方法还具有通用性。

[0175] 本发明实施例所提供的星载散射计后向散射系数的检验装置可以为设备上的特定硬件或者安装于设备上的软件或固件等。本发明实施例所提供的装置，其实现原理及产生的技术效果和前述方法实施例相同，为简要描述，装置实施例部分未提及之处，可参考前述方法实施例中相应内容。所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，前述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，均可以参考上述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

[0176] 在本发明所提供的实施例中，应该理解到，所揭露装置和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，又例如，多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

[0177] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0178] 另外，在本发明提供的实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0179] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM，Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM，Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0180] 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释，此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0181] 以上所述实施例，仅为本发明的具体实施方式，用以说明本发明的技术方案，而非对其限制，本发明的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

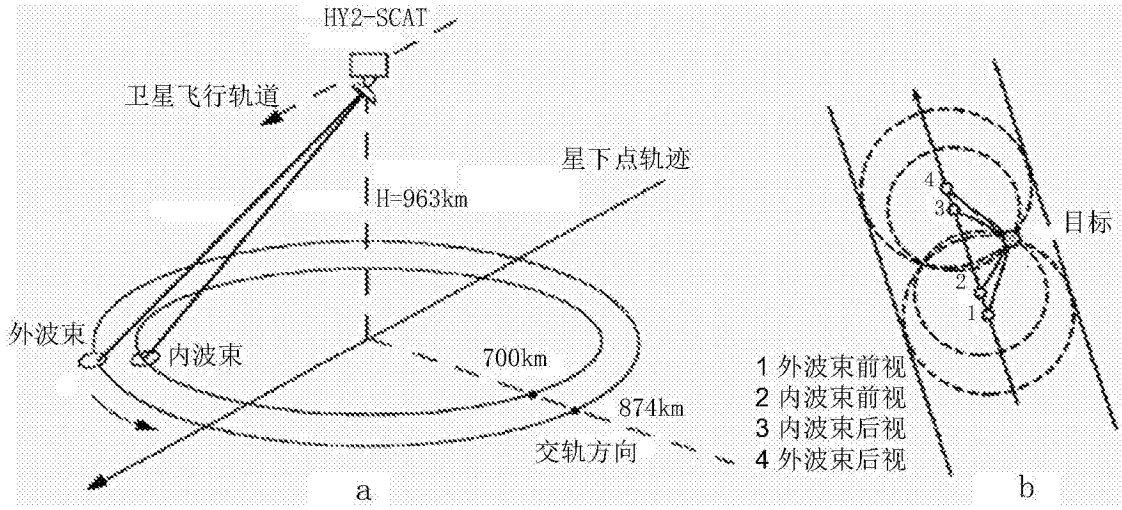

HY2-SCAT
卫星飞行轨道
星下点轨迹
H=963km
外波束
内波束
700km
874km
交轨方向
a
目标
4
3
2
1
1 外波束前视
2 内波束前视
3 内波束后视
4 外波束后视
b

图1

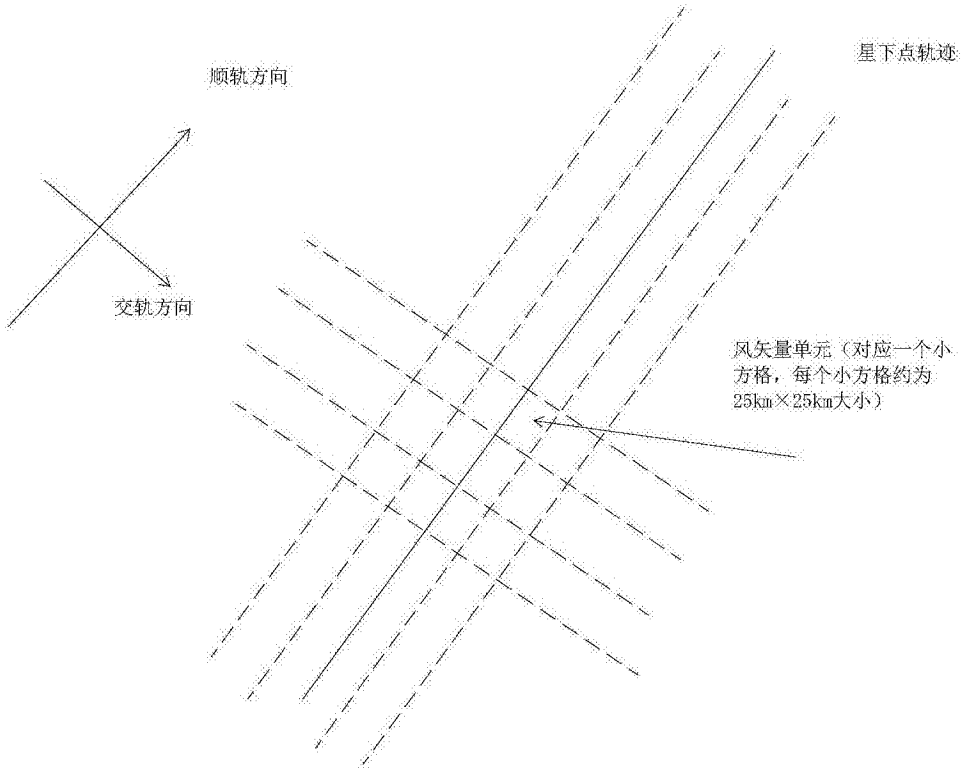

顺轨方向
交轨方向
星下点轨迹
风矢量单元（对应一个小方格，每个小方格约为25km×25km大小）

图2

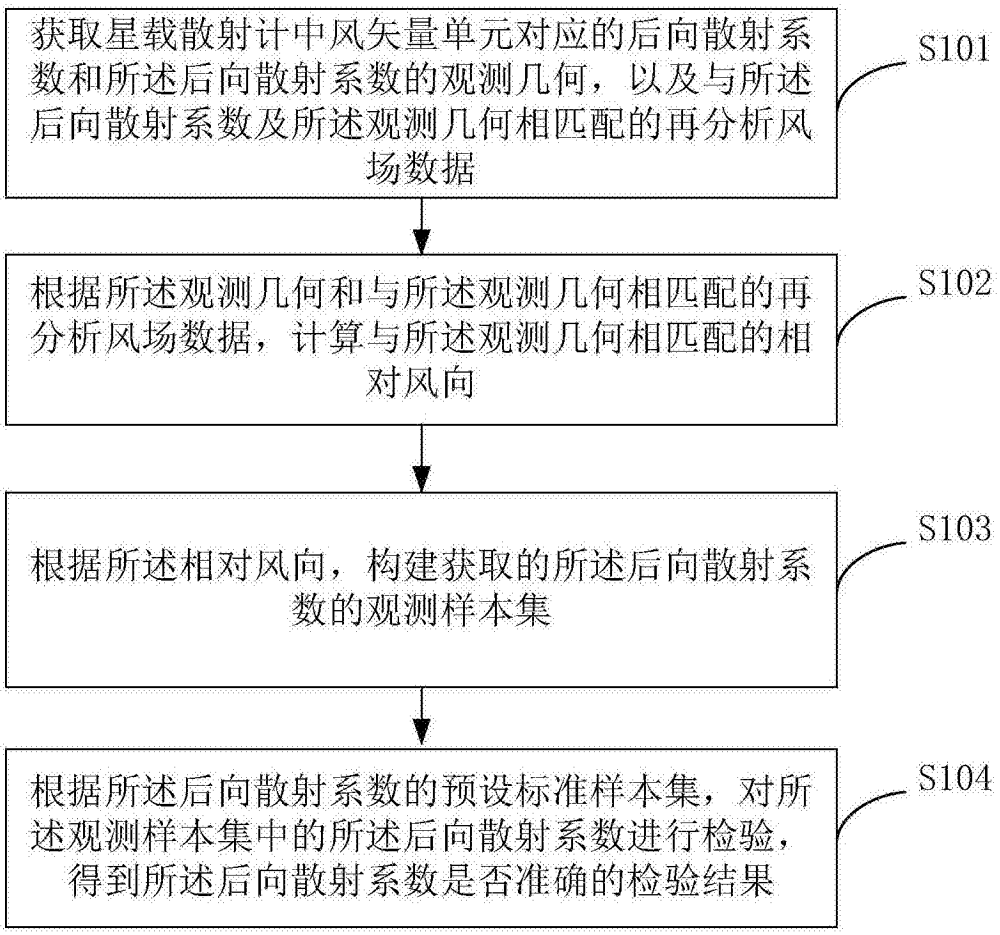

获取星载散射计中风矢量单元对应的后向散射系数和所述后向散射系数的观测几何，以及与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据
S101
根据所述观测几何和与所述观测几何相匹配的再分析风场数据，计算与所述观测几何相匹配的相对风向
S102
根据所述相对风向，构建获取的所述后向散射系数的观测样本集
S103
根据所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述观测样本集中的所述后向散射系数进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果
S104

图3

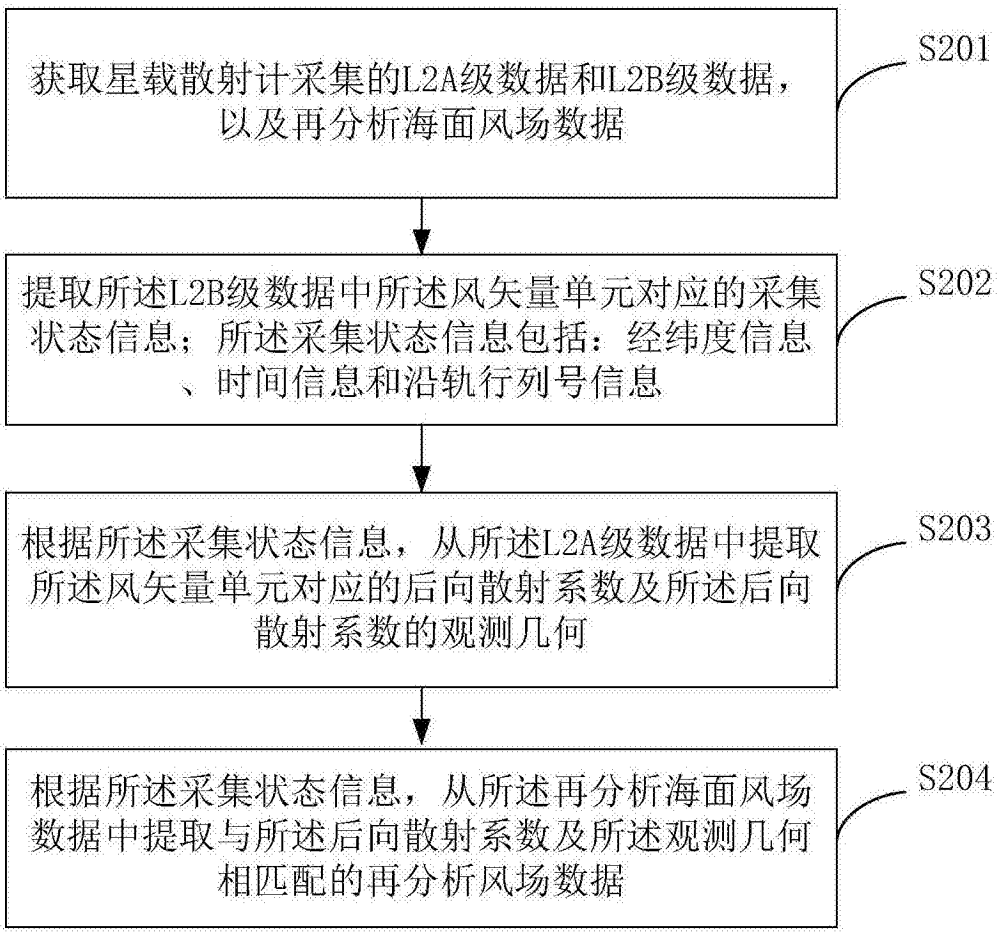

获取星载散射计采集的L2A级数据和L2B级数据，以及再分析海面风场数据
S201
提取所述L2B级数据中所述风矢量单元对应的采集状态信息；所述采集状态信息包括：经纬度信息、时间信息和沿轨行列号信息
S202
根据所述采集状态信息，从所述L2A级数据中提取所述风矢量单元对应的后向散射系数及所述后向散射系数的观测几何
S203
根据所述采集状态信息，从所述再分析海面风场数据中提取与所述后向散射系数及所述观测几何相匹配的再分析风场数据
S204

图4

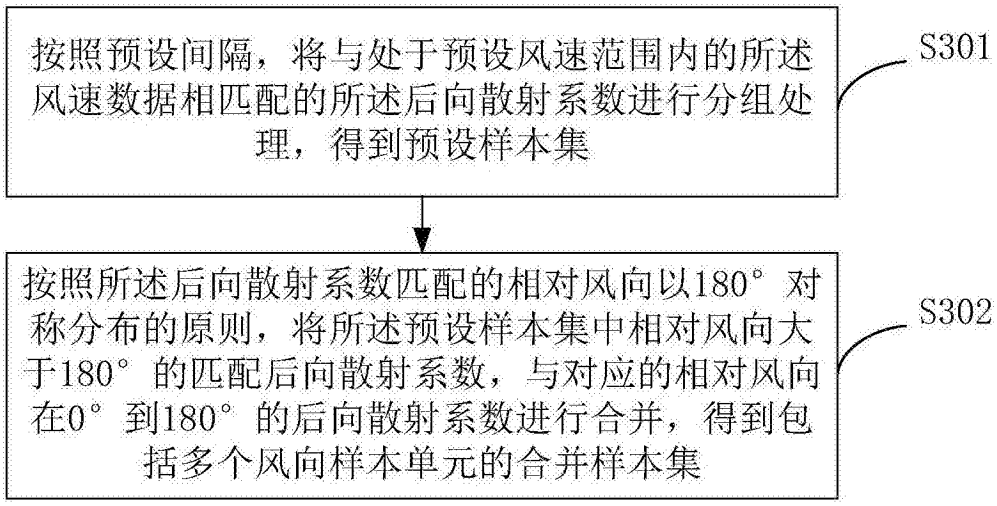

按照预设间隔，将与处于预设风速范围内的所述风速数据相匹配的所述后向散射系数进行分组处理，得到预设样本集
S301
按照所述后向散射系数匹配的相对风向以180°对称分布的原则，将所述预设样本集中相对风向大于180°的匹配后向散射系数，与对应的相对风向在0°到180°的后向散射系数进行合并，得到包括多个风向样本单元的合并样本集
S302

图5

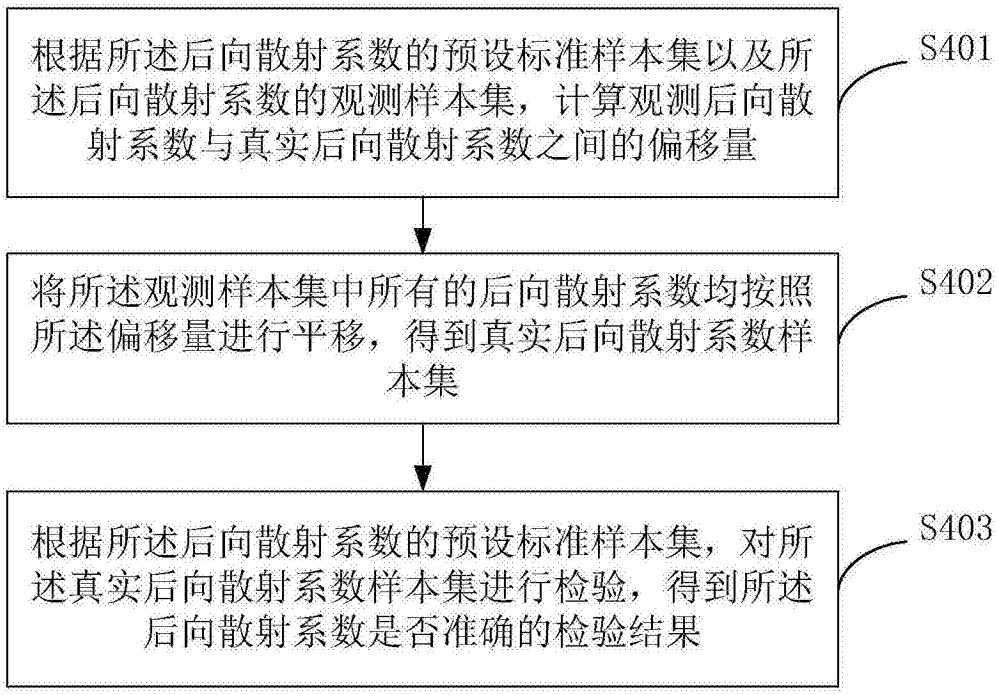

根据所述后向散射系数的预设标准样本集以及所述后向散射系数的观测样本集，计算观测后向散射系数与真实后向散射系数之间的偏移量
S401
将所述观测样本集中所有的后向散射系数均按照所述偏移量进行平移，得到真实后向散射系数样本集
S402
根据所述后向散射系数的预设标准样本集，对所述真实后向散射系数样本集进行检验，得到所述后向散射系数是否准确的检验结果
S403

图6

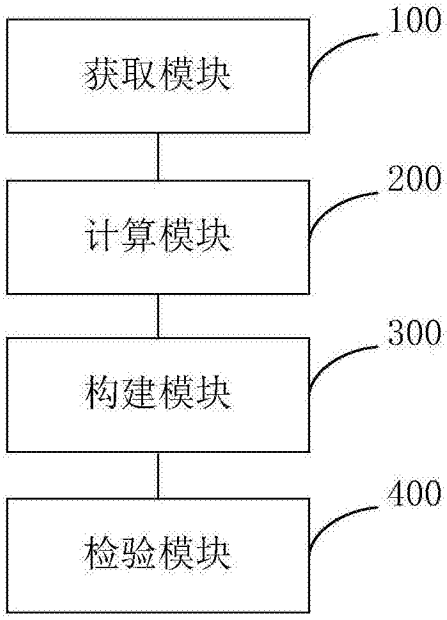

获取模块
100
计算模块
200
构建模块
300
检验模块
400

图7

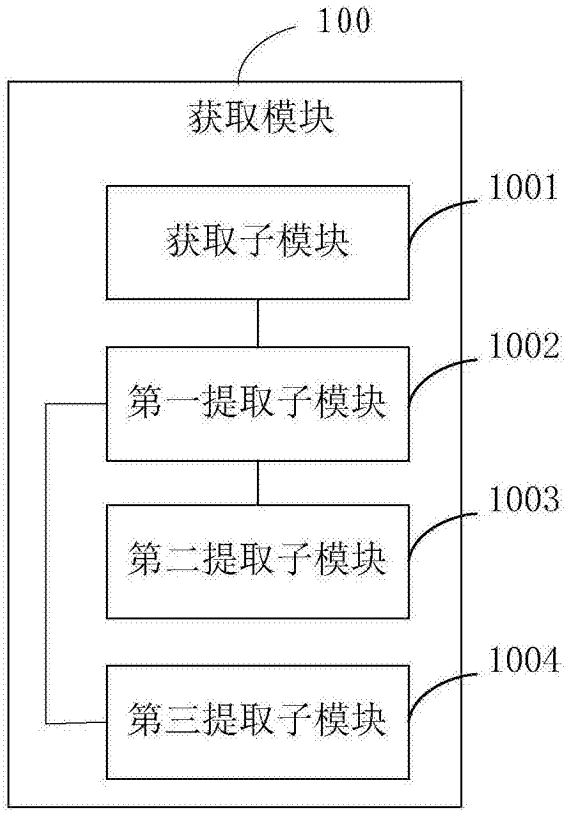

100
获取模块
获取子模块
1001
第一提取子模块
1002
第二提取子模块
1003
第三提取子模块
1004

图8