



中华人民共和国海洋行业标准

HY/T XXXXX—XXXX

海洋环境数据处理与质量控制规范 第2部分：海洋气象

The specification for marine environmental data processing and quality control—

Part 2: Marine meteorology

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

(本稿完成日期：2022/07/06)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般规定 2

 4.1 处理流程 2

 4.2 处理原则 2

5 预处理和标准化处理 3

 5.1 预处理 3

 5.2 标准化处理 3

6 质量控制处理 3

 6.1 质量控制目的 3

 6.2 质量控制对象 3

 6.3 质量控制内容 4

 6.4 质量标识 4

7 质量评估 4

 7.1 质量评估的形式 4

 7.2 质量评估指标 4

 7.3 质量评估报告的内容 5

8 清单制作 5

9 元数据制作 6

附录 A （规范性） 海洋气象要素标准化转换代码表 7

附录 B （规范性） 质量控制方法 16

附录 C （规范性） 海面气象数据质量控制 22

附录 D （规范性） 海-气通量数据质量控制 26

附录 E （规范性） 探空气象数据质量控制 29

附录 F （资料性） 海洋气象数据标准数据集元数据 34

参考文献 37

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：国家海洋信息中心、国家海洋局北海信息中心。

本文件主要起草人：骆敬新、王慧、刘玉龙、徐珊珊、张冬生、刘振民、王爱梅、刘首华、武双全、虞兰兰、崔凤娟、田天、范文静、纪风颖。

引 言

当前,我国对海洋环境的关注度不断上升,各类近海调查与远洋科考工作蓬勃发展,同时技术发展引发大数据时代到来,海洋环境调查形式将越来越多样,内容越来越丰富,数据的观测频率大大提升,对海洋环境观测数据处理和质量控制能力提出更高的要求,为满足提高海洋环境观测数据处理和质量控制的能力的需要,制定《海洋环境数据处理与质量控制规范》系列标准。

《海洋环境数据处理与质量控制规范》拟由以下11个部分组成:

——第1部分:海洋水文。目的是为海洋环境水文调查数据的收集、处理和质量控制,提供规范性的内容、流程和方法。

——第2部分:海洋气象。目的是为海洋环境气象调查数据的收集、处理和质量控制,提供规范性的内容、流程和方法。

——第3部分:海洋化学。

——第4部分:海洋生物。

——第5部分:海洋底质。

——第6部分:海洋地质、地球物理。

——第7部分:海洋地形、地貌。

——第8部分:海洋工程地质。

——第9部分:海洋遥感。

——第10部分:海洋声学。

——第11部分:海洋光学。(来源于“标准体系”——海洋信息化标准体系)

HY/T XXXX.2包括海洋环境调查获取的气象数据处理与质量控制的处理流程、处理原则、数据预处理和标准化、质量控制处理、质量评估、数据清单制作和元数据制作等内容,可提供规范的海洋气象调查数据处理与质量控制内容、流程和方法,清晰工作思路,提高工作效率,为最终获得及时、完整和质量可靠的海洋调查数据打下基础。

海洋环境数据处理与质量控制规范 第2部分：海洋气象

1 范围

本文件规定了海洋环境调查获取的气象数据处理与质量控制的处理流程、处理原则、预处理、标准化处理、质量控制处理、质量评估、清单制作和元数据制作等内容。

本文件适用于海洋环境调查获取的气象数据的整理、处理和质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 18030 信息交换用汉字编码字符集

GB/T 12763.3 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测

GB/T 12763.7 海洋调查规范 第7部分：海洋调查资料交换

HY/T 0315-2021 海洋观测延时资料质量控制审核技术规范

QX/T 123-2011 无线电探测资料质量控制

3 术语和定义

GB/T 12763.3和GB/T 12763.7界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预处理 pre-processing

为数据的标准化处理和质控作准备的过程，包括资料的载体转换、信息补充、数据文件类型转换、文件合并与拆分、代码添加和要素名称统一等内容。

3.2

标准化处理 standardized processing

按照数据类别，采用规范流程，对不同来源的数据进行数据格式、编码、计量单位和文件名称等规范统一的数据处理过程。

3.3

数据质量控制 data quality control

采用一定资料处理方法、模型和参数，判断资料质量可靠性，并进行质量标识的处理过程。

3.4

海面气象数据 sea surface meteorological data

在海面观测的常规气象观测数据及辅助信息。

3.5

海-气通量数据 air-sea flux data

海洋与大气之间物质和能量交换的通量观测数据及辅助信息。

3.6

探空气象数据 sounding meteorological data

利用探空手段获得的气象要素数据及辅助信息。

3.7

能见度 visibility

有效水平能见度 efficetive horizontal visibility

视力正常的人在当时条件下能见到的四周视野二分之一以上的范围内的最大水平距离。

[来源:GB/T 15920-2010、QX/T 47-2007, 有修改]

4 一般规定

4.1 处理流程

海洋气象数据处理流程包括：数据预处理和标准化、数据质量控制、数据质量评估、数据清单制作和元数据制作等过程，流程图见图1。其中必选过程为质量控制和数据质量评估；可选过程为数据预处理和标准化、数据清单制作和元数据制作。

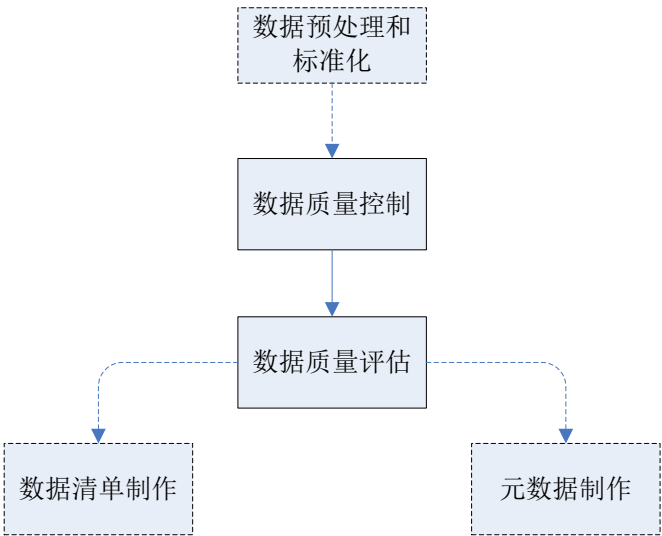


图1 海洋气象数据处理流程图

注：图1中实线框表示必选过程，虚线框表示可选过程。

4.2 处理原则

海洋气象数据处理应遵循以下原则。

- a) 完整性原则：气象数据处理时保留完整要素记录信息的同时尽量保留观测平台、仪器和环境方面的信息。
- b) 存储格式规范统一原则：相同类型的数据采用同一存储格式、编码和计量单位进行存储，尽量保留观测数据有效位数。

- c) 真实性原则: 数据处理时保持数据与原始数据的一致, 在处理过程中原则上对数据值不做更改。
- d) 唯一性原则: 同一数据集中不应有重复的数据记录。
- e) 质量可靠性原则: 数据处理应进行质量控制, 对质量控制结果做出标识。
- f) 可溯性原则: 对数据处理和质量控制过程做好记录, 保证元数据信息完整。

5 预处理和标准化处理

5.1 预处理

5.1.1 对海洋气象数据信息进行分类整理和完整性的审核。海洋气象数据信息包括必备内容和可选内容, 其中必备内容包括: 数据实体、文件命名规则和数据格式说明、航次(站位)和数据时间信息等; 可选内容包括: 资料清单、观测仪器信息、元数据信息、值班日志信息、原始观测记录报表、航次计划、航次报告和数据处理报告等。

5.1.2 审核数据实体中数据记录、数据站次数、观测持续时段和观测位置与计划是否相符, 能否满足数据标准化所需内容需要。对于数据实体中所包含的信息不能满足数据标准化所需内容需要的, 应从航次调查报告、数据处理报告、值班日志信息、原始观测记录报表、观测仪器信息和元数据信息等内容中提取补充信息; 若部分信息存储在纸介质中, 还应对其进行数字化处理; 对于以图像形式存储的模拟信息, 也应进行数字化处理。

5.2 标准化处理

5.2.1 根据海洋气象数据类型, 确定海洋气象数据存储的标准数据文件记录格式和统一的文件命名规则。海洋气象数据标准数据文件按照 GB/T 18030 的有关要求编码。确定标准数据文件记录格式即确定数据文件中包含的数据项内容、数据项存放顺序、存放位置、记录长度、数据类型、数据编码、数据存储有效位数、计量单位等统一的规则。

5.2.2 按照标准数据文件记录格式的规则对海洋气象数据进行数据编码、数据存储有效位数和计量单位等的统一转换, 将海洋气象数据写入海洋气象数据标准数据文件, 按照文件命名规则完成文件名称的统一处理。

5.2.3 通常需要进行数据编码统一或计量单位转换的气象要素有风速、风向、云量、云状和天气现象等, 编码转换规则见附录 A。

6 质量控制处理

6.1 质量控制目的

海洋气象数据质量控制的目的是鉴别正确记录、缺测记录、错误记录和可疑记录, 并对数据做出修正或质量标识, 保证数据存储的规范性, 使数据更具准确性、代表性和比较性。

6.2 质量控制对象

根据海洋气象数据观测手段和时间空间分布特点的不同, 质量控制的对象分为海面气象数据、海一气通量数据和探空气象数据3类。资料类型的确定规则如下。

- a) 海面气象数据为在海面或沿海地面观测的常规气象要素数据及辅助信息。包括海面观测的气温、海表皮温、气压、露点、湿球温度、相对湿度、水汽压、降水量、风(风速、风向)、能见度(海面有效能见度)、云(云状、云量、最低云高)、天气现象, 以及时间、位置等要素。一般采用船舶、海上平台、浮标、沿岸观测站、雷达和卫星等观测平台或人工观测。

- b) 海-气通量数据为海洋与大气之间物质和能量交换的通量数据及辅助信息。包括感热通量、潜热通量、动量通量、短波辐射、长波辐射、净全辐射等通量要素，以及相关的风速、风向、气温、气压、相对湿度、云量、海表皮温、时间、位置等要素。一般以船舶、海上平台、浮标、梯度塔、系留气球（气艇）、廓线仪、沿岸观测站为观测平台。
- c) 探空气象数据为利用探空手段获得的气象要素数据及辅助信息。包括时间、位置、气压、风速、风向、气温、相对湿度、气压、露点、水汽压、折射率等要素。一般采用探空气球、飞机、火箭、雷达、系留气球（气艇）、廓线仪和气象卫星等观测平台。

6.3 质量控制内容

6.3.1 一般说明

6.3.1.1 质量控制包括自动质量控制和人工审核。自动质量控制是由计算机软件自动进行质量检验和质量符标识的过程，方法包括格式检验、全等性检验、时间检验、位置检验、缺测检验、定义和编码范围检验、气候学范围检验、一致性检验、参考数据检验、重复数据检验和自动综合分析等，详细内容见 B.1。人工审核是由有专业经验的人员采用人工或人机交互的方式进行数据质量进一步审核确认的过程。方法包括抽样浏览检查、原始资料的查实和可视化图形检验等，具体方法见 B.2。

6.3.1.2 宜采用自动质量控制和人工审核相结合的方法对数据进行质量控制，对于使用有时限要求的实时数据也可只进行自动质量控制。

6.3.2 分类质量控制

质量控制时针对不同的质量控制对象分别进行质量控制处理，其中海面气象数据的质量控制内容见附录C、海-气通量数据的质量控制内容见附录D、探空气象数据的质量控制内容见附录E。

6.4 质量标识

根据质量控制结果，采用对数据记录标识质量符的方式标识数据质量。质量符为字符型，其用法和意义见表 B.1。

7 质量评估

7.1 质量评估的形式

数据质量评估应采用编制数据质量评估报告的形式完成。质量评估报告以数据处理批次为单位编制。

7.2 质量评估指标

常用质量评估指标及确定方法如下。

- a) 有效记录数：数据经过质量控制处理后，认为数据正确（即质量标识为正确）的记录总数。
- b) 有效率：有效记录数占全部记录数的百分比。
- c) 缺测记录数：数据经过质量控制处理后，认为数据缺测（质量标识为缺测）的记录数。
- d) 缺测率：缺测记录数占全部记录数的百分比。
- e) 重复率：重复记录数占全部记录数的百分比。
- f) 平均值：计算某时段内气温、气压、相对湿度、风速、能见度、云量、表层皮温、各类通量要素等数据的算术平均值，描述数据记录的一般状况。天气现象、云状、云类/云属、风向等要素，则不进行平均值统计。计算方法如下：

气象要素序列 $x_1, x_2 \dots x_n$ ，其平均值计算公式为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\bar{x}$ ——数据序列的平均值；

n ——数据样本个数；

x_i ——数据序列。

g) 均方差:统计某时段内要素数据的离散程度。计算公式为：

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

s ——均方差；

n ——数据样本个数；

x_i ——数据序列；

$\bar{x}$ ——数据序列的平均值。

h) 极值:统计观测周期内或特定时段内要素数据的最大值和最小值。

7.3 质量评估报告的内容

数据质量评估报告宜包括以下内容。

- a) 数据概况：数据概况包括数据来源背景、来源机构、总数据容量、文件数；数据种类、观测方法、观测要素、分类型数据容量、文件数、数据存储格式、是否可读、读取方式或软件、数据的空间范围描述（空间分布站位图）、数据的时间范围（时间分布图）；观测频率、时制、观测载体数量（船数、站数、站次数、航次数）等。
- b) 数据质量情况：数据质量情况宜根据实际需要选择包含以下内容：数据的总记录数、有效记录数、有效率；各要素的有效记录数、缺测率和有效率（采用数字、表格或图形的方式展示）；以船、航次、站、观测仪器等单位分别说明数据的有效记录数、有效率和缺测率；描述存在的主要质量问题，作出原因分析。
- c) 数据分析：数据分析为选编内容，包括各要素数据的平均值、均方差和极值，以及其他数据分布特征等。
- d) 数据应用价值分析和建议：根据社会普遍需求给出数据的应用价值，包括可应用领域、经济价值和社会价值等；根据目前具体的工作需要给出数据具体的应用价值；提出数据存在的问题、使用时的注意事项，以及进一步收集数据的需求等。

8 清单制作

对于海洋气象数据经过质量控制处理后形成的标准数据集，根据需要编制相应的数据清单。

数据清单包括：序号、项目名称和编号、数据名称、学科类型、数据开始时间、数据结束时间、空间范围、文件数、数据量（MB）、处理人、处理单位（部门）、密级和备注等内容。

9 元数据制作

对于海洋气象数据经过质量控制处理后形成的标准数据集，根据需要编制相应的元数据信息。

标准数据集的元数据信息内容一般包括：元数据实体集信息、数据集标识信息和数据处理信息等内容。详细内容参见附录F。

附 录 A
(规范性)
海洋气象要素标准化转换代码表

A.1 云量

总云量和低云量的统一编码及其与成的转换关系见表A.1。

表A.1 云量代码表

代码	云量	转换值（成）
0	天空无云或云量小于 0.5/10	0
1	1/10	1
2	2/10~3/10	3
3	4/10	4
4	5/10	5
5	6/10	6
6	7/10~8/10	8
7	9/10	9
8	10/10 或天空基本为云所遮蔽， 但有云隙	10
9	云量不能被估量	99

A.2 云类/云属

云类/云属的统一编码见表A.2。

表A.2 云类/云属代码表

代码	云类/云属	
	学名	简写
01	淡积云	Cuhum
02	碎积云	Fc
03	浓积云	Cucong
04	秃积雨云	Cbcalv
05	鬃积雨云	Cbcap
06	透光层积云	Scetra
07	避光层积云	Scop
08	积云性层积云	Secug
09	堡状层积云	Seccast
10	荚状层积云	Sclent
11	层云	St
12	碎层云	Fs

表 A.2 （续）

代码	云类/云属	
	学名	简写
13	雨层云	Ns
14	碎雨云	Fn
15	透光高层云	Astra
16	避光高层云	Asop
17	透光高积云	Actra
18	避光高积云	Acop
19	荚状高积云	Acient
20	积云性高积云	Accug
21	絮状高积云	Acflo
22	堡状高积云	Accast
23	毛卷云	Cifil
24	密卷云	Cidens
25	伪卷云	Cinot
26	钩卷云	Ciunc
27	毛卷层云	Csfil
28	匀卷层云	Csnebu
29	卷积云	Cc
30	积云	Cu
31	积雨云	Cb
32	层积云	Sc
33	高层云	As
34	高积云	Ac
35	卷云	Ci
36	卷层云	Cs

A.3 云状

低云状、中云状和高云状的统一编码及其与云类的转换关系见表A.3、表A.4、表A.5。

表A.3 低云状代码表

代码	代表意义	对应云类
0	没有低云	没有低云
1	淡积云或碎积云，或者两者同时存在	积云（Cu）
2	浓积云，可伴有淡积云，碎积云或层积云，云底在同一高度上	浓积云（Cucong）
3	秃积雨云，可伴有积云，层积云或层云	秃积雨云（Cbcalv）
4	积云性层积云	积云性层积云（Secug）
5	层积云，不是积云性的	层积云（Sc）
6	层云和（或）碎层云，但不是恶劣天气下的碎雨云	层云（St）
7	恶劣天气下的碎雨云，通常在高层云或雨层云之下	碎雨云（Fn）
8	积云和不是积云性的层积云同时存在，此两种云的底部高度不同	积云（Cu）层积云（Sc）同时存在
9	鬃积雨云，常带有砧状，可伴有积云，层积云，层云或恶劣天气下的碎云	积雨云（Cb），鬃积雨云（Cbcap）
10	由于黑暗、雾、沙尘暴或其他类似现象以致看不到属于低云的各属云	不明

表A.4 中云状代码表

代码	代表意义	对应云类
0	没有中云	没有中云
1	透光高层云	高层云（As）
2	透光高层云或雨层云	雨层云（Ns）
3	透光高层云，较稳定，并且在同一个高度上	高层云（As）
4	透光高层云（常呈荚状）或荚状层云，连续不断地改变中，并出现在一个或几个高度上	透光高层云（Astra）
5	成带的或成层的透光高积云，有系统的侵入天空，常常全部增厚，甚至有一部分已经变成透光高积云或复高积云	透光高积云（Actra）
6	积云性高积云	积云性高积云（Accug）
7	复高积云或透光高积云，不是有系统的侵盖天空；或者高层云和高积云同时存在	高层云（As）和高积云（Ac）同时存在
8	积云状高积云（絮状的或堡状的）或堡状层积云	积云性高积云（Accug）或堡状层积云（Sccast）
9	混乱天空的高积云，常出现在几个高度上	高积云（Ac）
10	由于黑暗、雾、沙尘暴或其他类似现象，或有完整的较低云层存在，以致看不到属于中云的各属云	不明

表A.5 高云状代码表

代码	代表意义	对应云类
0	没有高云	没有高云
1	毛卷云，分散在天空，不是有系统地侵盖天空	毛卷云（Ci _{fil} ）
2	密卷云，成散片或卷曲束状，通常量不增加，有时好像是积雨云顶部的残余部分	卷云（Ci）、密卷云（Ci _{dens} ）
3	伪卷云，或为过云的积雨云的残余部分，或为远处母体看不到的积雨云的顶部	伪卷云（Ci _{not} ）
4	卷云（常常是钩卷云）有系统地侵盖天空，并且常常全部增厚	钩卷云（Ci _{unc} ）
5	辐辏状卷云和卷层云，或只有卷层云，有系统地侵盖天空，且全部增厚，卷层云幕前缘的高度角不到 45°	卷层云（Cs）
6	辐辏状卷云和卷层云，或只有卷层云，有系统地侵盖天空，且全部增厚，卷层云幕前缘的高度角已超过 45°，但未布满全天	卷云（Ci）和卷层云（Cs）同时存在或卷层云有发展趋势
7	卷层云，布满全天	卷层云（Cs）
8	卷层云，不是有系统地侵盖天空，也没有布满全天	卷层云（Cs）
9	卷积云	卷积云（Cc）
10	由于黑暗、雾、沙尘暴或其他类似现象，或有完整的较低云层存在，以致看不到属于高云的各属云	不明

A.4 海面风速

海面风速和风力等级的转换关系见表A.6。

表A.6 风速和风力转换表

风力等级	名称	风速范围/（m/s）	风速转换值/（m/s）
0	无风	0~0.2	0.0
1	软风	0.3~1.5	1.0
2	轻风	1.6~3.3	2.0
3	微风	3.4~5.4	4.0
4	和风	5.5~7.9	7.0
5	轻劲风	8.0~10.7	9.0
6	强风	10.8~13.8	12.0
7	疾风	13.9~17.1	16.0
8	大风	17.2~20.7	19.0
9	烈风	20.8~24.4	23.0
10	狂风	24.5~28.4	26.0
11	暴风	28.5~32.6	31.0
12	飓风	32.7~36.9	35.0
13		37.0~41.4	39.0
14		42.5~46.1	44.0
15		46.2~50.9	49.0
16		51.0~56.0	54.0
17		56.1~61.2	59.0
18		≥61.3	62.0
注：按照 GB/T 12763.3《海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测》和 GB/T 17838《船舶海洋水文气象辅助测报规范》海面风速为观测前 10 分钟的平均风速。			

A.5 风向/航向

风向/航向（度）和方位的转换关系见表A.7。

表A.7 十六方位转换表

编 码	范 围/ (°)	转换值/ (°)
N(北)	348.8~360、0~11.2	0.0(0)
NNE(北东北)	11.3~33.7	22.5(23)
NE(东北)	33.8~56.2	45.0(45)
ENE(东东北)	56.3~78.7	67.5(68)
E(东)	78.8~101.2	90.0(90)
ESE(东东南)	101.3~123.7	112.5(113)
SE(东南)	123.8~146.2	135.0(135)
SSE(南东南)	146.3~168.7	157.5(158)
S(南)	168.8~191.2	180.0(180)
SSW(南西南)	191.3~213.7	202.5(203)
SW(西南)	213.8~236.2	225.0(225)
WSW(西西南)	236.3~258.7	247.5(248)
W(西)	258.8~281.2	270.0(270)
WNW(西西北)	281.3~303.7	292.5(293)
NW(西北)	303.8~326.2	315.0(315)
NNW(北西北)	326.3~348.7	337.5(338)

A.6 现在天气现象

现在天气现象的统一转换编码见表A.8。

表A.8 现在天气现象代码表

代码	代表意义	分类
00	未观测到云的发展	代码 00~03: 观测时和过去一小时内没有出现可报的天气现象
01	云广泛消失或变少	
02	天空状况无变化	
03	云广泛形成或发展	
04	能见度受烟雾的影响而降低; 烟幕	代码 04~09: 烟、霾、尘、沙
05	烟雾; 霾	
06	观测时在测站附近或附近大量悬浮在空中的灰尘未被风刮起; 浮尘	
07	观测时在观测站或其附近处的尘、沙被风吹起, 但未发展成尘土旋涡, 也没有形成尘暴或沙暴; 扬沙	
08	在观测时或前一小时, 在站点或其附近有尘土旋涡或沙旋涡, 但没有尘暴或沙暴; 尘卷风	
09	观测时或前一小时内, 在视线范围内有尘暴或沙暴	

表 A.8 (续)

代码	代表意义	分类
10	薄雾；轻雾	代码 10~12：观测时有轻雾、浅雾
11	在观测站处，有小的浅雾或冰雾，厚度不超过 10 m	
12	在观测站处，或多或少的持续浅雾或冰雾，厚度不超过 10 m	
13	有闪电但听不到雷声；闪电	观测时在视区内出现的天气现象
14	视野范围内有降雨，未达到海面	
15	视野范围内有降雨，达到海面，但距站点超过 5 km	
16	视野范围内有降雨，在接近测站（而不是测站）处到达海面	
17	观测时有雷暴但无降雨；雷暴	代码 17~19：观测时测站没有降水的雷暴、飑或龙卷，或降水和雷暴、飑、龙卷分别记录
18	观测前一小时内或观测时，在测站处或视野范围内有暴风；飑	
19	观测前一小时内或观测时，在测站处或视野范围内有漏斗云或海龙卷；龙卷	
20	毛毛雨（未结冰）或雪粒	代码 20~29：观测前一小时内测站有降水、雾或雷暴，但观测时没有这些现象
21	雨（未结冰）	
22	雪	
23	雨夹雪或冰粒	
24	冻雨或冻毛毛雨	
25	阵雨	
26	阵雪或阵雨夹雪	
27	冰雹、雪球、霰或阵雨加雹	
28	雾或冰雾	
29	雷暴（伴随降雨或无降雨）	
30	在观测前一小时内，轻度或中等的尘暴或沙暴已经减弱	代码 30~35：观测时有沙尘暴
31	在观测前一小时内，轻度或中等的尘暴或沙暴没有明显变化；沙（尘）暴	
32	在观测前一小时内，轻度或中等的尘暴或沙暴开始（或已经）增强	
33	在观测前一小时内，强尘暴或沙暴已经减弱	
34	在观测前一小时内，强尘暴或沙暴没有明显变化	
35	在观测前一小时内，强尘暴或沙暴开始（或已经）增强	
36	轻度或中等的低吹雪，普遍低，吹扬高度低于 6 ft (1 ft=0.3048 m)	代码 36~39：观测时有吹雪
37	较低强吹雪，吹扬高度低于 6 ft	
38	较高轻度或中等吹雪，吹扬高度 6 ft 或更高；吹雪	
39	较高强吹雪，吹扬高度 6ft 或更高；雪暴	

表 A. 8 (续)

代码	代表意义	分类
40	观测时一定距离内有雾或冰雾。但在观测前一小时内，测站处没有雾或冰雾，雾或冰雾在观测者的头部以上	代码 40~49：观测时有雾
41	有块雾或块冰雾	
42	在观测前一小时内，雾或冰雾（天空可见）已变薄；雾（不区分变化状态时）	
43	在观测前一小时内，雾或冰雾（天空不可见）已变薄	
44	在观测前一小时内，雾或冰雾（天空可见）无明显变化	
45	在观测前一小时内，雾或冰雾（天空不可见）无明显变化	
46	在观测前一小时内，雾或冰雾（天空可见）开始或已经变厚	
47	在观测前一小时内，雾或冰雾（天空不可见）开始或已经变厚	
48	雾，沉积雾凇（天空可见）；雾凇（不区分天空是否可见时）	
49	雾，沉积雾凇（天空不可见）	
50	观测时有间歇性小毛毛雨，无冰冻；毛毛雨	代码 50~59：观测时测站有毛毛雨或雨凇
51	观测时有连续小毛毛雨，无冰冻	
52	观测时有间歇性中毛毛雨，无冰冻	
53	观测时有连续中毛毛雨，无冰冻	
54	观测时有间歇性大（稠密）毛毛雨，无冰冻	
55	观测时有连续大（稠密）毛毛雨，无冰冻	
56	小毛毛雨，有冰冻；雨凇	
57	中或大（稠密）毛毛雨，有冰冻	
58	小毛毛雨和雨	
59	中或大毛毛雨和雨	
60	观测时有间歇性小雨，无冰冻；雨（不区分强度时）	代码 60~69：观测时测站有非阵性雨
61	观测时有连续小雨，无冰冻	
62	观测时有间歇性中雨，无冰冻	
63	观测时有连续中雨，无冰冻	
64	观测时有间歇性大雨，无冰冻	
65	观测时有连续大雨，无冰冻	
66	小雨，有冰冻	
67	中到大雨，有冰冻	
68	有小雨加雪或小毛毛雨夹雪；雨夹雪（不区分强度时）	
69	有中到大雨加雪或中到大毛毛雨夹雪	

表 A.8 (续)

代码	代表意义	分类
70	观测时有间歇性小雪；雪（不区分强度时）	代码 70～79：观测时测站有非阵性 固体降水
71	观测时有连续小雪	
72	观测时有间歇性中雪	
73	观测时有连续中雪	
74	观测时有间歇性大雪	
75	观测时有连续大雪	
76	有冰棱（有雾或无雾）；冰针	
77	有雪粒（有雾或无雾）；米雪	
78	有独个的星形雪花晶体（有雾或无雾）	
79	有小冰球；冰粒	
80	有小阵雨；阵雨（不区分强度时）	代码 80～90：观测时测站有阵性降 水、霰或冰雹
81	有中到大阵雨	
82	有暴雨	
83	有小阵雨夹雪；阵性雨夹雪（不区分强度时）	
84	有中到大阵雨夹雪	
85	有小阵雪；阵雪（不区分强度时）	
86	有中到大阵雪	
87	有小阵雪球或冰球，伴有雨或雨夹雪，或者未伴有雨或雨夹雪；霰	
88	有中到大阵雪球或冰球，伴有雨或雨夹雪，或者未伴有雨或雨夹雪	
89	有小阵冰雹，伴有或未伴有雨或雨夹雪，无雷暴；冰雹（不区分强度时）	
90	有中到大的阵冰雹，伴有或未伴有雨或雨夹雪，无雷暴	代码 91～94：观测时测站有阵性降 水，观测前一小时内有雷暴
91	观测时有小雨，观测前一小时内有雷暴但观测时没有	
92	观测时有中到大雨，观测前一小时内有雷暴但观测时没有	
93	观测时有小雪，或雨夹雪，或冰雹，观测前一小时内有雷暴但观测时没有	
94	观测时有中到大雪或雨夹雪，观测前一小时内有雷暴但观测时没有	代码 95～99：观测时测站有雷暴和 降水
95	观测时有小到中雷暴，无冰雹，但伴有雨或雪或雨夹雪	
96	观测时有小到中雷暴，且伴有冰雹	
97	观测时有大雷暴，无冰雹，但伴有雨或雪或雨夹雪	
98	观测时有雷暴夹尘暴或沙暴	
99	观测时有大雷暴且伴有冰雹	代码 A1～A7：其他天气现象
A1	极光	
A2	海市蜃楼	
A3	结冰	
A4	大风	
A5	积雪	
A6	霜	
A7	露	

A.7 过去天气现象

过去天气现象类型及代码见表A.9。

表A.9 过去天气现象代码表

代码	代表意义
0	在整个期间，云层覆盖一半或一半以下的天空
1	一段时间里云层覆盖一半以上的天空，一段时间里云层覆盖一半或一半以下的天空
2	在整个期间，云层覆盖一半以上的天空
3	有沙暴、尘暴或吹雪
4	有雾、冰雾或浓烟雾
5	毛毛雨
6	雨
7	雪或雨夹雪
8	阵雨
9	雷暴（有降雨或无降雨）

附 录 B
(规范性)
质量控制方法

B.1 自动质量控制

B.1.1 格式检验

检验数据记录排列顺序、起始位置、长度、数据存储类型、字符代码和数据文件的文件名等是否按照规定格式要求填写，文本格式数据文件中每行记录都应有回车换行符，不满足规定格式要求的数据记录均为错误。

B.1.2 全等性检验

全等性检验主要是针对观测记录中的某些要素项，如航次号、船代码、浮标号、平台代码、测站代码（测站号）、站位信息、观测方法、仪器名称和观测仪器海拔高度等信息数据进行的检验，这些要素往往具有固定取值，且长期保持不变。检验前收集整理这些要素的固定取值作为参数值，若要素的记录值和参数值不一致，则数据可疑。

B.1.3 时间检验

时间检验主要是针对观测数据的时间(年月日时分秒)进行的检验。时间检验包括时间一致性检验、时间范围检验、时间递增性检验和时区检验，若任何一种检验中出现异常，则认为时间数据可疑。具体方法如下。

- a) 时间范围检验。观测时间的取值应位于合理范围内，其中年份取值不大于当前年份，月份取值范围为[1, 12]，日期取值在 1 和当月的最大天数之间，时取值范围为[0, 24)，分、秒取值范围为[0, 60)，否则观测时间数据错误。
- b) 时间合理性检验。数据文件名、航次信息、数据时间记录中的时间信息应一致，否则认为时间记录可疑。
- c) 时间递增性检验。连续观测的数据时间记录按顺序递增，否则认为时间记录错误。
- d) 时区检验。检验时区标识信息记录（标识观测时间采用时区的数据记录）是否与实际情况一致，若不一致时区标识信息和时间记录可疑。

B.1.4 缺测检验

按照海洋气象数据记录格式中各数据项缺测值的规定，检验观测数据记录是否为缺测数据。

B.1.5 位置检验

位置检验是对观测的经、纬度记录进行的检验，具体包括以下方法。

- a) 位置最大范围检验。经度取值范围为 $[-180^{\circ}, 180^{\circ}]$ 或 $[0^{\circ}, 360^{\circ}]$ ，纬度取值范围为 $[-90^{\circ}, 90^{\circ}]$ ，超出该范围则经、纬度错误。
- b) 定点站范围检验。浮标、断面等观测站点设置较为固定，观测站位漂移范围一般不超过 5 km，以浮标、断面设置站点经纬度值上下左右偏移 5 km 的取值为范围参数，超出范围参数则经纬

度可疑；岸基定点观测的站位一般不发生变化，采用固定经纬度数值作为范围参数，若与固定参数不一致则经纬度可疑。

- c) 着陆检验。通常利用海陆位置背景数据，将海洋观测数据位置与陆地位置进行精细化比较，判定观测资料的经纬度位于海洋上还是陆地上。海上观测数据的站位不可能在陆地上，若观测站位在陆地上则认为该经纬度数据信息可疑。
- d) 航速检验。船舶观测海洋气象数据的经纬度在一定时间内空间变化距离受航行速度限制，船舶的平均航速一般小于等于 40 knot (1 knot=0.5138 m/s)，利用相邻两次观测位置计算的距离和时间差的比，计算航行速度，若速度大于 40 knot，则经纬度和时间记录可疑。

B.1.6 定义和编码范围检验

根据观测要素的定义和编码规则，确定要素的合理取值范围，如果超出该范围，则认为数据错误。

B.1.7 气候学范围检验

气象要素具有一定的气候学特征，利用历史观测资料或再分析资料统计该区域气候学界限值，或从参考文献中获得的经验范围值作为范围参数进行检验，若超出气候学范围，则认为数据可疑。根据气候学范围确定的方法不同，分为极值范围检验、莱因达准则检验和经验范围值检验。具体方法如下。

- a) 极值范围检验。某固定区域某要素观测值超出该地该要素历史资料或再分析资料的多年(一般不少于 10 年)统计极值范围时，数据可疑。即观测值 L 应满足公式 (B.1)，否则数据可疑，需进一步分析确定是否正确。

$$X_{Min} \leq L \leq X_{Max} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

X_{Min} ——该要素多年统计的最小值；

X_{Max} ——该要素多年统计的最大值。

- b) 莱因达准则检验。对于观测值 x_i ($i=1, 2, 3, \dots\dots N$)，根据误差理论，如观测值中含有随机误差，当 N 足够大的时候，剩余误差服从正态分布。莱因达准则规定与 x_i 相应的剩余误差 ν_i 应满足公式 (B.2)，否则认为该剩余误差 ν_i 异常，即 x_i 可疑。

$$\nu_i \leq k \cdot \sigma \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

ν_i ——观测值相应的剩余误差，计算方法见公式 (B.3)；

k ——阈值系数，可取2~5，根据置信显著性水平设置，一般取3；

σ ——统计观测数据的标准偏差，计算方法见公式 (B.4)。

$$\nu_i = |x_i - \bar{x}| \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$\bar{x}$ ——要素多年观测记录平均值，计算方法见公式 (B.5)；

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \dots\dots\dots (B. 5)$$

- c) 经验范围值检验。利用从参考文献中获得的经验范围值作为范围参数进行检验，如果超出该范围，则认为数据可疑。

B. 1. 8 一致性检验

B. 1. 8. 1 时间一致性检验

时间一致性检验根据气象要素在一定时间范围内的变化具有连续性的特点进行的检验。主要包括梯度检验、尖峰检验和粘滞检验，具体方法如下。

- a) 梯度检验。海洋观测要素在一定时间范围内具有连续性，时间或者位置相邻的观测要素变化值应该在一定范围内，否则认为数据异常。具体方法为：
假设当前观测值为 V_i ，与其时间相邻的上一个正确值为 V_{i-1} ，则应满足公式 (B. 6)，否则 V_i 和 V_{i-1} 变化梯度较大， V_i 可疑。

$$|V_i - V_{i-1}| \leq H_g \dots\dots\dots (B. 6)$$

式中：

V_i ——当前观测值；

V_{i-1} ——与 V_i 时间相邻的上一个正确值。

H_g ——梯度检验参数，根据要素类型、观测时间间隔、观测时间和区域等因素确定。

- b) 尖峰检验。海洋观测要素在一定时间范围内具有连续性，若出现与周围观测值明显不同的尖峰，则认为数据异常。具体方法为：
假设当前观测值为 V_i ，与其时间相邻的第一个正确观测值为 V_{i-1} 和 V_{i+1} ，则要求 V_i 满足公式 (B. 7)，否则认为 V_i 可疑。

$$|V_i - (V_{i-1} + V_{i+1})/2| \leq H_j \dots\dots\dots (B. 7)$$

式中：

V_i ——当前观测值；

V_{i-1} ——与 V_i 时间相邻的上一个正确值；

V_{i+1} ——与 V_i 时间相邻的下一个正确值；

H_j ——尖峰检验参数，根据要素类型、观测时间间隔、观测时间和区域等因素确定。

- c) 粘滞检验，也叫恒定检验或卡值检验。观测仪器灵敏度和分辨率足够的情况下，气象观测要素受流体动力因素的影响，在一定时间范围内不会恒定不变，若恒定不变则数据可疑。具体方法为：找出某段时间中要素最大值 V_{Max} 和最小值 V_{Min} ，则应满足公式 (B. 8)，否则该段数据可疑。

$$V_{Max} - V_{Min} \geq H_h \dots\dots\dots (B. 8)$$

式中：

V_{Max} ——某段时间中某要素的最大值；

V_{Min} ——某段时间中某要素的最小值；

H_h ——粘滞检验（恒定检验、卡值检验）参数，根据要素类型、仪器分辨率、观测时间和区域等因素确定。

B. 1. 8. 2 相关要素一致性检验

不同气象要素数据记录之间存在一定的物理联系，若数据记录之间相互关系不符合其物理联系，则认为数据可疑，若异常非常明显则认为数据错误。某些天气现象或要素需要在一定的气象背景下才能出现，因此天气现象和气象要素之间存在特定的关系，若不满足该关系则认为两数据可疑。例如：云量和天气现象之间的特定关系、云状和天气现象之间的特定关系、能见度和天气现象之间的特定关系、风速和天气现象之间的特定关系、气温和天气现象之间的特定关系等。

B. 1. 8. 3 空间一致性检验

海洋观测要素数据记录在一定空间范围内具有连续性，位置邻近的观测记录变化值应该在一定范围内，否则认为数据异常。例如：探空观测的气压（高度）随着时间单调递减（递增），若出现重复或逆转的记录则数据可疑。气温、气压、风要素随着观测高度存在一定的递变规律，若不满足该规律则认为数据可疑，若异常显著则认为数据错误。

B. 1. 8. 4 统计一致性检验

气象观测数据记录和统计结果记录存在逻辑关系，利用此关系可进行数据记录的检验。一日内某定时或逐时记录值不能超出日极值，否则认为两数据可疑；一日合计值为当日内定时或逐时记录值合计，否则认为当日数据记录和日合计值可疑。

B. 1. 9 参考数据检验

B. 1. 9. 1 若有同一观测站点、同一要素、同一观测时刻、不同观测方法的记录值作为参考数据，则两数据的差应在观测准确度范围内，否则认为两数据值可疑。

B. 1. 9. 2 利用预测数据或再分析数据作为参考数据，与观测数据进行比较，若差异较大，则认为数据可疑。首先挑选可能对数据分布产生影响的明显奇异值，剔除明显奇异值的数据后再对观测数据和参考数据进行偏差检验和相关性检验，若不能通过检验则认为数据序列全部数据可疑。其中明显奇异值挑选的具体方法如下：观测数据序列 A 与参考数据序列 B 的差值序列 V ，若 V 满足公式 (B. 9)，则观测数据序列的第 i 值 A_i 可疑。

$$|V_i - \bar{V}| > k \cdot \sigma \dots\dots\dots (B. 9)$$

式中：

V_i ——观测数据序列 A 与预测数据或再分析数据序列 B 的差值序列 V 的第 i 值；

$\bar{V}$ ——观测数据序列 A 与预测数据或再分析数据序列 B 的差值序列 V 的平均值；

k ——阈值系数，一般取 2~5，根据置信显著性水平设置；

σ ——差值序列 V 的标准偏差，计算方法见公式 (B.4)。

B.1.10 重复数据检验

对同一数据文件内的数据记录进行重复数据检验，数据记录的观测时间、观测位置（经纬度和高度）和关键要素的记录值进行比较，若观测时间、观测位置和关键要素完全相同，则保留其中任意一条记录，其余数据记录为重复数据；若观测时间、观测位置相同，关键要素不同，则保留其中关键要素质量最好的一条记录，其余数据记录为重复数据。

B.1.11 自动综合分析

对B.1.1~B.1.10的自动质量控制结果进行综合分析，做出质量判断和质量控制标识。其中，检验未发现异常的标识正确数据质量符；格式检验、定义和编码范围检验认定错误的的数据，标识错误数据质量符；缺测检验认定缺测的数据，标识缺测数据质量符；全等性检验、时间检验、位置检验、气候学范围检验、一致性检验、参考数据检验认定可疑的数据，标识可疑数据质量符，认定错误的的数据，标识错误数据质量符；重复数据检验认定重复的数据，标识重复数据质量符。质量标识符用法见表B.1。

B.2 人工审核

B.2.1 抽样浏览检查

抽样浏览检验主要包括：

- 抽样浏览数据文件，对文件名和数据文件记录格式进行规范性检验，若与规定的格式要求不一致，则数据错误，应重新处理后再进行质量控制；
- 抽样浏览要素数据记录，人工判断浏览的数据记录是否合理，若明显的超出合理范围，则判定数据错误。

B.2.2 可视化图形检验

通过绘制要素的可视化图形直观展示数据的分布特征，以人工经验判断数据的异常。主要包括以下方法：

- 绘制站位图和航次轨迹图，若站位明显偏离航线或出现在不合理的区域，则数据记录可疑；
- 绘制时间序列过程线、空间分布的剖面图或廓线图等，直观的显示超出范围数据、突变点、尖峰和缺测值等，根据图形的变异程度人工判定数据是正确数据、错误数据、可疑数据或缺测数据；
- 绘制同一要素不同观测频率的数据序列过程线，在同时具有观测记录的位置，过程线应基本重合，否则该时刻的数据记录明显不同，数据可疑。
- 将观测数据和参考数据做成相关图（点聚图），当数据符合要求时，所有点应密集地落在一根曲线或直线（相关线）附近，如果个别点明显偏离该相关线密集区，则这个点的观测数据可疑。

B.2.3 原始资料查实

对于判定为错误、可疑或重复的数据，由有专业经验的人员进一步审核数据质量符的合理性，根据人工判断结果对数据质量符进行确认和修正。若有其他参考信息，例如原始记录文件、现场观测图表等提供的正确观测记录，则尽量对数据进行修正，并将数据质量符修改为正确数据质量符；对于没有依据、无法改正的，保留错误数据、可疑数据或重复数据质量符。

B.3 质量标识方法

数据质量标识方法采用对数据记录标识质量符的方式。质量符为字符型，其用法和意义见表B.1。

表B.1 质量符的用法和意义

质量控制标识（质量符）	意义	说明
空格	未作质量控制数据	
1	正确数据	
2		备用
3	可疑数据	
4	错误数据	
5	重复数据	
6~8		备用
9	缺测数据	

附 录 C
(规范性)
海面气象数据质量控制

C.1 自动质量控制

C.1.1 格式检验

对数据记录格式和文件名称进行格式检验。具体方法见 B.1.1。

C.1.2 全等性检验

对海面气象数据中某些具有固定取值，且长期保持不变的要素数据进行全等性检验。具体方法见 B.1.2。

C.1.3 时间检验

对观测数据中记录的时间进行时间检验。具体方法见 B.1.3。

C.1.4 缺测检验

按照海面气象数据记录格式中各数据项缺测值的规定，检验观测数据记录是否为缺测记录。

C.1.5 位置检验

对观测的经、纬度记录进行位置检验，具体方法见 B.1.5。

C.1.6 定义和编码范围检验

对部分海面气象要素的数据进行定义和编码范围检验，要素及其合理取值范围参数见表 C.1，若数据记录超出此范围，则认为数据错误。

表C.1 部分海面气象要素定义和代码范围表

序号	要素	合理取值范围
1	航向/(°)	[0, 360)、361 表示静止
2	总云量/成	[0, 10]、11 (有时规定“天空完全为云所遮蔽，但从云隙中可见蓝天” 编码为 11)
3	低云量/成	[0, 10]、11 (有时规定“天空完全为云所遮蔽，但从云隙中可见蓝天” 编码为 11)
4	低云状代码	0~10
5	中云状代码	0~10
6	高云状代码	0~10
7	现在天气代码	代码见表 A.8
8	过去天气代码	代码见表 A.9
9	风向/(°)	[0, 360)、361 和 362 表示静稳和多变

C.1.7 气候学范围检验

对气温、气压、湿度、风速、降水量、海表皮温等海面气象要素数据进行气候学范围检验。气候学范围检验参数根据B.1.7的方法确定。经验范围参数见表C.2。

表C.2 部分海面气象要素气候学经验范围参数表

序号	要素	合理取值范围
1	最低云高/m	[50, 18000]
2	能见度/km	[0, 70]
3	风速/(m/s)	[0, 75]
4	海面气温(干球温度)/℃	全球: [-80, 60]; 中国近海: [-30, 45]
5	海面气压/hPa	全球: [870, 1100]; 中国沿海: [940, 1050]
6	日降水量/mm	[0, 2000]
7	6 h 降水量/mm	[0, 600]
8	海表皮温/℃	[-5, 42]

C.1.8 一致性检验

C.1.8.1 时间一致性检验

对连续观测的气压、气温、相对湿度、风速、海表皮温等海面气象要素进行时间一致性检验。具体方法见B.1.8.1。数据梯度检验的质控参数见表C.3, 超出该范围则当前气象要素值可疑; 尖峰检验的质控参数见表C.4, 超出该范围则尖峰数据可疑; 粘滞检验的质控参数见表C.5, 超出该范围则该时段的气象要素值可疑。

表C.3 气象数据时间一致性(梯度)检验质控参数

要素	梯度检验经验参数 H_g (时间间隔 ≤ 1 min)	梯度检验经验参数 H_g (时间间隔 1 min~1 h)	梯度检验经验参数 H_g (时间间隔 1 h~6 h)
气压/hPa	1.0	3.0	20.0
气温/℃	3.0	8.0	12.0
相对湿度/%	15	50	50
风速/(m/s)	10.0	20.0	40
海表皮温/℃	3.0	5.0	8.0

表C.4 气象数据时间一致性(尖峰)检验质控参数

要素	尖峰检验经验参数 H_j (时间间隔 ≤ 1 min)	尖峰检验经验参数 H_j (时间间隔 1 min~1 h)
气压/hPa	1.0	3.0
气温/℃	3.0	4.0
相对湿度/%	15	50
风速(10分钟平均)/(m/s)	10.0	20.0
海表皮温/℃	3.0	4.0

表C.5 气象要素恒定检验经验参数

要素	恒定检验参数 H_h	观测频率	持续时间段
气压/hPa	0.1	高于1次/10 min	≥60 min
气温/℃	0.1		
露点/℃	0.1		
相对湿度/%	1		
平均风速/(m/s)	0.2		
风向/(°)	10.0 (风速≥0.5 m/s 时), 0 (风速<0.5 m/s 时)		
海表皮温/℃	0.1	高于1次/3 h	≥6 h
气压/hPa	0.1		
气温/℃	0.1		
露点/℃	0.1		
相对湿度/%	1		
平均风速/(m/s)	0.2		
风向/(°)	10.0 (风速>0.5 m/s 时)		
海表皮温/℃	0.1		

C.1.8.2 相关要素一致性检验

海面气象数据内部一致性检验的内容包括：天气现象内部一致性检验；总云量内部一致性检验；低云量内部一致性检验；高云状内部一致性检验；中云状内部一致性检验；低云状内部一致性检验；最低云高内部一致性检验；能见度内部一致性检验；风速内部一致性检验；气温内部一致性检验等。在进行检验前先对云量和云状进行代码转换，将云量按照表A.1转换为云量代码，云类或云状按照表A.3、表A.4和表A.5转换为云状代码，再进行检验。具体按HY/T 0315-2021 8.3 k)的方法处理。

C.1.8.3 统计一致性检验

若海面气象数据中包含日极值（日合计）记录，则根据 B.1.8.4 的方法进行一日内各定时或逐时记录值与日极值（日合计值）的统计一致性检验。

C.1.9 参考数据检验

若存在同一观测站点、同一要素、同一观测时刻、不同观测方法的海面气象要素的参考数据，则按 B.1.9.1 方法进行参考数据检验；若存在同步预报数据或再分析数据，则按 B.1.9.2 方法进行参考数据检验。

C.1.10 重复数据检验

对海面气象数据同一文件内的数据记录进行重复数据检验，具体方法见B.1.10。

C.1.11 自动综合分析

对C.1.1~C.1.10的自动质量控制结果进行综合分析，做出质量判断和质量控制标识。具体方法见B.1.11。

C.2 人工审核

C.2.1 抽样浏览检查

对文件名、数据文件记录格式和数据记录内容进行抽样浏览检查，具体内容和方法见B.2.1。

C.2.2 可视化图形检验

海面气象数据的可视化图形检验主要包括以下内容：

- a) 绘制站位图和航次轨迹图，若站位明显偏离航线或出现在不合理的区域，则数据记录可疑；
- b) 绘制气温、气压、风速等要素时间序列过程线以及范围值边界线，显示超出范围数据、突变点、尖峰和缺测值等，根据图形的变异程度人工判定数据是正确数据、错误数据、可疑数据或缺测数据；
- c) 绘制同一要素不同观测频率的数据序列过程线，在同时具有观测记录的位置过程线应基本重合，否则该时刻的数据记录明显不同，数据可疑。
- d) 将观测数据和参考数据做成相关图（点聚图），当数据符合要求时，所有点应密集的落在一根曲线或直线（相关线）附近，如果个别点明显偏离该相关线密集区，则这个点的观测数据可疑。

C.2.3 原始资料查实

对于海面气象数据中已判定为错误、可疑或重复的数据，按 B.2.3 的内容和方法进行原始资料查实。

附 录 D
(规范性)
海-气通量数据质量控制

D.1 自动质量控制

D.1.1 格式检验

对数据记录格式和文件名称进行格式检验。具体方法见 B.1.1。

D.1.2 全等性检验

对海-气通量数据中某些具有固定取值，且长期保持不变的要素数据进行全等性检验。具体方法见 B.1.2。

D.1.3 时间检验

对观测数据中记录的时间进行时间检验。具体方法见 B.1.3。

D.1.4 缺测检验

按照海-气通量数据记录格式中各数据项缺测值的规定，检验观测数据记录是否为缺测记录。

D.1.5 位置检验

对观测的经、纬度记录进行位置检验，具体方法见 B.1.5。

D.1.6 定义和编码范围检验

对海-气通量数据中风向和云量进行定义和编码范围检验。风向的合理取值范围为[0, 360)、361和362，单位为(°)，云量的合理取值范围为[0, 10]，单位为成，超出此范围则数据错误。

D.1.7 气候学范围检验

海-气通量观测的气温、气压、相对湿度、风速和海表皮温的气候学范围检验参数见表 C.2。
海-气通量观测的热通量和辐射等要素气候学范围检验参数见表 D.1。

表D.1 海-气通量气候学范围检验参数

要素	范围检验参数
太阳总辐射/向下短波辐射/ (W/m^2)	0~2000
向上短波辐射/ (W/m^2)	0~600
向下长波辐射/ (W/m^2)	0~600
向上长波辐射/ (W/m^2)	0~600
净全辐射/ (W/m^2)	-200~1400
感热通量/ (W/m^2)	-400~800

表 D.1 （续）

要素	范围检验参数
潜热通量/（W/m ² ）	-600~1900
动量通量/（N/m ² ）	0~5.0

D.1.8 一致性检验

D.1.8.1 海-气通量观测的海面气温、海面气压、海面风、海面相对湿度和海表皮温等数据的时间一致性检验按 C.1.8.1 的方法进行；对海-气通量其他要素数据的时间一致性检验，按 B.1.8.1 方法进行。

D.1.8.2 辐射要素的一致性检验包括以下方法。

- a) 向上短波辐射应小于等于向下短波辐射，否则两数据可疑。
- b) 反照率、向上短波辐射和太阳总辐射需满足公式 D.1，否则三数据可疑。

$$|A - S_u / S_d| < 0.01 \dots \dots \dots (D.1)$$

式中：
A ——反照率数据，取值范围为[0, 1]，理论上反照率为向上短波辐射和太阳总辐射（向下短波辐射）的比值；
S_u ——向上短波辐射；
S_d ——太阳总辐射（向下短波辐射）。

D.1.8.3 梯度塔、廓线仪、系留气艇等观测的气压、气温、相对湿度、风和高度等要素数据的一致性检验按 E.1.8 方法进行。

D.1.8.4 若海-气通量数据中包含日极值（日合计）记录，则根据 B.1.8.4 的方法进行一日内各定时或逐时记录值与日极值（日合计值）的统计一致性检验。

D.1.9 参考数据检验

若存在同一观测站点、同一要素、同一观测时刻、不同观测方法的海气通量要素参考数据，则按 B.1.9.1 方法进行参考数据检验；若存在同步预报数据或再分析数据，则按 B.1.9.2 方法进行参考数据检验。

D.1.10 重复数据检验

对海-气通量数据同一文件内的数据记录进行重复数据检验，具体方法见B.1.10。

D.1.11 自动综合分析

对D.1.1~D.1.10的自动质量控制结果进行综合分析，做出质量判断和质量控制标识。具体方法见 B.1.11。

D.2 人工审核

D.2.1 抽样浏览检查

对文件名、数据文件记录格式和数据记录内容进行抽样浏览检查，具体内容和方法见B. 2. 1。

D. 2. 2 可视化图形检验

海—气通量数据可视化图形检验主要包括以下内容：

- a) 绘制站位图和航次轨迹图，若站位明显偏离航线或出现在不合理的区域则数据记录可疑；
- b) 绘制通量、辐射等要素时间序列过程线以及范围值边界线，显示超出范围数据、突变点、尖峰和缺测值等。其中超出范围数据、突变点数据和尖峰数据均作为可疑值；
- c) 绘制气温、气压、相对湿度和风等要素的廓线图，以及范围值边界线，显示超出范围数据、突变点、尖峰和缺测值等。其中超出范围数据、突变点数据和尖峰数据均作为可疑值。
- d) 将气温、气压、相对湿度、风、通量和辐射等要素观测数据和参考数据做成相关图（点聚图），当数据符合要求时，所有点应密集的落在一根曲线或直线（相关线）附近，如果个别点明显偏离该相关线密集区，则这个点的观测数据可疑。

D. 2. 3 原始资料查实

对于海—气通量数据中已判定为错误、可疑或重复的数据，按B. 2. 3的内容和方法进行原始资料查实。

附 录 E

（规范性）

探空气象数据质量控制

E.1 自动质量控制

E.1.1 格式检验

对数据记录格式和文件名称进行格式检验。具体方法见 B.1.1。

E.1.2 全等性检验

对探空气象数据中某些具有固定取值，且长期保持不变的要素数据进行全等性检验。具体方法见 B.1.2。

E.1.3 时间检验

对观测数据中记录的时间进行时间检验。具体方法见 B.1.3。

E.1.4 缺测检验

按照探空气象数据记录格式中各数据项缺测值的规定，检验观测数据记录是否为缺测记录。

E.1.5 位置检验

对观测的经、纬度记录进行位置检验，具体方法见 B.1.5。

E.1.6 定义和编码范围检验

对探空气象数据的部分环境要素进行定义和编码范围检验，要素和合理取值范围如下：

- a) 相对湿度：[0, 100]，单位为%；
- b) 风向：[0, 360)，单位为(°)；
- c) 低/总云量：[0, 10]，单位为成；
- d) 云类/云属代码：范围见表 A.2，云状代码：取值范围见表 A.3、表 A.4 和表 A.5；
- e) 天气现象编码：范围见表 A.8 和 A.9。

E.1.7 气候学范围检验

E.1.7.1 对地（海）面观测的气温、露点、气压、风速、能见度及最低云高等环境要素数据进行气候学范围检验，方法见 B.1.7。其中主要要素经验范围参数如下：

- a) 本站地（海）面气温：[-80, 60]，单位为℃；
- b) 本站地（海）面露点：[-80, 60]，单位为℃；
- c) 本站地（海）面气压：[500, 1100]，单位为 hPa；
- d) 能见度：[0, 70]，单位为 km；
- e) 风速：[0, 75]，单位为 m/s；
- f) 最低云高：[50, 18000]，单位为 m；

E. 1. 7. 2 探空观测的气温、风速等要素数据进行气候学范围检验方法见 B.1.7。其中气候学经验范围参数见 QX/T 123-2011 表 A.1。

E. 1. 8 一致性检验

E. 1. 8. 1 同层次不同要素的一致性检验

同层次不同要素的一致性检验包括以下内容：

- a) 风向和风速，风速为 0 但风向不为静风时，风向和风速可疑，至少有一个值错误；风向、风速只有一个缺测时，风向和风速值可疑；
- b) 气温和露点，若气温小于露点，则气温和露点值可疑；不同气温条件下，温度露点差气候学范围上限值见表 E. 1，若超出该范围气温和露点值可疑。

表E. 1 各温度（T）下温度露点差（T-D）气候学界限值上限

T/（℃）	T-D/（℃）	T/（℃）	T-D/（℃）	T/（℃）	T-D/（℃）
-39	32	-5	41	25	45
-35	33	-2	42	28	46
-31	34	0	38	31	47
-27	35	4	39	34	48
-23	36	8	40	38	49
-20	37	11	41	41	50
-15	38	14	42	44	51
-12	39	18	43	50	52
-9	40	21	44		
注：此表来源于国家气象信息中心的《高空气象观测资料质量控制（草案）》。					

E. 1. 8. 2 不同层次相关要素的一致性检验

E. 1. 8. 2. 1 气压和高度递减变化检验

同一观测剖面的气压（或高度）数据随时间呈递减（或递增）的变化趋势，即满足公式 E. 1，如遇下沉气流或其他原因造成的重复值或增加（或减小）的情况，则数据可疑。

$$V_i - V_{i-1} < 0 \text{ (或 } V_i - V_{i-1} > 0) \dots\dots\dots \text{ (E. 1)}$$

式中：

- V_i ——当前检验值， $i = 2, 3 \dots n$ ；
- V_{i-1} ——前检验值时间相邻的上一个正确值。

E. 1. 8. 2. 2 温度递减变化检验

用上下相邻两规定等压面的气压、温度和超绝热订正值计算上层极限最低温度，如果上层的绝对温度低于该极限最低温度，则上下相邻两规定等压面的气压、温度可疑，上层极限最低温度的计算方法见 QX/T 123-2011 的 B. 1。

E. 1. 8. 2. 3 逆温层检验

根据公式 E.2 计算第 i 层和第 i+1 层之间的逆温率，若逆温率大于相应逆温率界限值（由所在高度、经纬度区域、季节确定，见表 E.2、表 E.3），则第 i 层和第 i+1 层的气温可疑。

$$T_i' = \frac{T_{i+1} - T_i}{P_{i+1} - P_i} \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

T_i' ——逆温率；单位为℃/hPa；

T_{i+1} ——第 i+1 层的气温，单位为℃；

T_i ——第 i 层的气温，单位为℃；

P_{i+1} ——第 i+1 层的气压，单位为 hPa；

P_i ——第 i 层的气压，单位为 hPa。

注：此方法来源于国家气象信息中心的《高空气象观测资料质量控制（草案）》。

表 E.2 较薄逆温层中的逆温率界限值

逆温层底层气压/hPa	逆温率界限值/(℃/hPa)					
	(0~30) °N (0~30) °S		(30~60) °N (30~60) °S		(60~90) °N (60~90) °S	
	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季
1100-1000	1.5	1.2	2.0	1.5	2.5	1.8
1000-850	1.5	1.2	2.0	1.5	2.5	1.8
850-700	1.4	1.2	1.8	1.5	2.2	1.8
700-500	1.2	1.2	1.5	1.5	1.8	1.8
500-400	1.2	1.2	1.5	1.5	1.8	1.8
400-300	1.2	1.2	1.5	1.5	1.8	1.8
300-250	1.4	1.4	1.5	1.5	1.8	1.8
250-200	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
200-150	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
150-100	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
100-70	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
70-50	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
50-30	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
30-20	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
20-10	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
10-07	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
07-05	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
05-03	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
03-02	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
02-01	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
01-00	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
注：较薄逆温层指厚度<10 hpa或底层气压> 850 hpa时厚度<20 hpa的逆温层；北半球冬季为10月至翌年3月和夏季为4月—9月，南半球相反。						

表E. 3 较厚逆温层中的逆温率界限值

逆温层底层气压/hPa	逆温率界限值/(°C/hPa)					
	(0~30) °N (0~30) °S		(30~60) °N (30~60) °S		(60~90) °N (60~90) °S	
	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季
1100-1000	30	24	40	30	50	36
1000-850	30	24	40	30	50	36
850-700	14	12	18	15	22	18
700-500	12	12	15	15	18	18
500-400	12	12	15	15	18	18
400-300	12	12	15	15	18	18
300-250	14	14	15	15	18	18
250-200	18	18	18	18	18	18
200-150	26	22	26	22	26	22
150-100	29	26	29	26	29	26
100-70	32	30	32	30	32	30
70-50	35	35	35	35	35	35
50-30	35	35	35	35	35	35
30-20	35	35	35	35	35	35
20-10	35	35	35	35	35	35
10-07	35	35	35	35	35	35
07-05	35	35	35	35	35	35
05-03	35	35	35	35	35	35
03-02	35	35	35	35	35	35
02-01	35	35	35	35	35	35
01-00	35	35	35	35	35	35
注：较厚逆温层指除较薄逆温层外的逆温层；北半球冬季为10月至翌年3月和夏季为4月—9月，南半球相反。						

E. 1. 8. 2. 4 温、湿特性层检验

温、湿特性层的一致性检验包括以下内容：

- a) 特性层第 00 层的气压、温度、温度露点差与地面层的气压、温度、温度露点差应相等，否则相关要素可疑；
- b) 特性层最高层的气压应小于或等于探测到的最高标准等压面的气压，否则表示特性层最高层缺测；
- c) 特性层最高层气压和最高标准等压面的气压相等时，温度、温度露点差也应相等，否则相关要素可疑；
- d) 特性层气压与对流层顶气压相等时，其他相应要素也应相等，否则相关要素可疑。

E. 1. 8. 2. 5 风切变检验

利用风的垂直渐变性变化，进行相邻标准层风的检验。包括风速切变检验、风向和风速切变检验，具体方法见 QX/T 123-2011 的 B.3 和 B.4。

E.1.9 自动综合分析

对 E.1.1~E.1.8 的自动质量控制结果进行综合分析，做出质量判断和质量控制标识。其中，检验未发现异常的标识正确数据质量符；格式检验、定义和编码范围检验认定错误的的数据，标识错误数据质量符；缺测检验认定的缺测数据，标识缺测数据质量符；全等性检验、时间检验、位置检验、气候学范围检验、一致性检验认定可疑的数据，标识可疑数据质量符，认定错误的的数据，标识错误数据质量符；重复数据检验认定重复的数据，标识重复数据质量符。质量标识符用法见表 B.1。

E.2 人工审核

E.2.1 抽样浏览检查

对文件名、数据文件记录格式和数据记录内容进行抽样浏览检查，具体内容和方法见B.2.1。

E.2.2 可视化图形检验

探空气象数据可视化图形检验主要包括以下内容：

- a) 绘制站位图和航次轨迹图，若站位明显偏离航线或出现在不合理的区域，则数据记录可疑；
- b) 绘制地（海）面观测的气温、露点、气压、风速、能见度及最低云高等环境要素数据时间序列过程线以及范围值边界线，显示超出范围数据、突变点、尖峰和缺测值等。其中超出范围数据、突变点数据和尖峰数据均作为可疑值；
- c) 绘制探空观测的气温、气压、风速、湿度、露点、折射率等要素剖面图和历史资料范围界限线，显示超出范围数据、突变点、尖峰和缺测值等。其中超出范围数据、突变点数据和尖峰数据均作为可疑值。

E.2.3 原始资料查实

对于探空气象数据中判定为错误、可疑或重复的数据，按 B.2.3 的内容和方法进行原始资料查实。

附 录 F

(资料性)

海洋气象数据标准数据集元数据

海洋气象数据标准数据集的元数据采用文本文件的格式存储。

内容包括 3 组：元数据实体信息、数据集标识信息和数据处理信息。由表 F.1、表 F.2 和表 F.3 组成。每组元数据信息的第一行为该组元数据信息的内容标识，其余行为元数据具体信息。

每行元数据具体信息包括两项，一项为元数据元素名称+冒号（半角），一项为元数据元素内容。

表 F.1、表 F.2 和表 F.3 中“出现次数”为 1 时，元数据元素内容仅填写一组值，当“出现次数”为 N 时，元数据元素内容可填写多组值，每组值之间用分号（半角）分隔。下面给出了常规断面调查海面气象常规观测数据标准数据集的元数据内容的示例。

表F.1 元数据实体信息

行序号	元素名称	内容说明	出现次数	数据类型	值域说明
1	元数据实体信息	元数据内容标识，表示以下内容为元数据实体信息		—	空白
2	元数据标识符	元数据文件的主文件名，为方便管理和区分标准数据集，元数据文件的主文件名通常由标准数据集存储的相对目录确定	1	字符型	元数据文件的主文件名 + “.MDA”
3	元数据创建日期	元数据创建或最近更新日期。YYYYMMDD	1	数值型	
4	元数据制作部门	元数据创建单位和部门，自由文本	1	字符型	
5	元数据制作人	元数据制作的负责人，自由文本	1	字符型	

表F.2 数据集标识信息

行序号	元素名称	内容说明	出现次数	数据类型	值域说明
6	数据集标识信息	元数据内容标识，表示以下内容为数据集标识信息		—	
7	数据集名称	标准数据集的中文名称	1	字符型	自由文本
8	数据集制作日期	数据集创建或最近更新日期	1	数值型	YYYYMMDD
9	数据集来源	数据集的数据来源	1	字符型	自由文本
10	数据集文件类型	数据文件的存放类型	1	字符型	xls、txt、nc、hdf、xml 等
11	数据集记录格式	数据文件的文件名和标准记录格式名称	N	字符型	自由文本
12	数据集安全级别	为国家安全或类似的安全考虑对数据是假的处理限制，由数据处理单位确定	1	字符型	公开、内部、秘密、机密等

表 F.2 (续)

行序号	元素名称	内容说明	出现次数	数据类型	值域说明
13	数据集所属学科或领域	数据集所属学科或领域名称	1	字符型	海洋气象
14	区域名称	描述数据集在空间位置上的覆盖区域	1	字符型	自由文本
15	西边经度	数据集数据覆盖的矩形区域最左边的经度, 单位为 (°)	1	数值型	[0, 360]
16	东边经度	数据集数据覆盖的矩形区域最右边的经度, 单位为 (°)	1	数值型	[0, 360]
17	南边纬度	数据集数据覆盖的矩形区域最南边的纬度, 单位为 (°)	1	数值型	[-90, 90]
18	北边纬度	数据集数据覆盖的矩形区域最北边的纬度, 单位为 (°)	1	数值型	[-90, 90]
19	数据起始时间	数据集数据的开始时间	1	数值型	YYYYMMDDhhmmss
20	数据结束时间	数据集数据的结束时间	1	数值型	YYYYMMDDhhmmss
21	平台类型	获取数据的平台类型	N	字符型	自由文本, 包括: 岸基站、船、海上平台、浮标、卫星、飞机、气艇等
22	观测仪器和方法	观测采用的仪器设备名称和检定时间、观测方法、规范等	N	字符型	自由文本
23	参照系	空间参考系统的名称	1	字符型	自由文本, 如: 1980 年国家大地坐标系、WGS84 坐标系、CGCS2000 坐标系等
24	水深参照系统	海水深度参照系统信息	1	字符型	自由文本, 如: 当地理论深度基准面, 1985 国家高程基准等
25	资料量	对数据集资料量的描述	1	字符型	“×××站次”或“×××站月”等
26	数据量/(MB)	对数据集所占空间的描述, 单位为 MB	1	数值型	>0
27	数据文件数(个)	数据集文件的总个数, 单位为个	1	数值型	>0

表 F.3 数据处理信息

行序号	元素名称	内容说明	出现次数	数据类型	值域说明
28	数据处理信息	元数据内容标识, 表示以下内容 为数据处理信息		—	
29	数据处理流程和方法	标准数据集形成过程数据处理流程和 处理方法的概述	1	字符型	自由文本

表 F.3 （续）

行序号	元素名称	内容说明	出现次数	数据类型	值域说明
30	数据质量信息	对数据质量的描述，包括数据要素种类，数据的有效率和完整性	1	字符型	自由文本
31	数据处理人	参加数据处理和数据集制作的人员名	N	字符型	自由文本

示例：

1. 元数据实体集信息 元数据标识符:DMD201805E. MDA 元数据创建日期:20180630 元数据制作部门:国家海洋信息中心 元数据制作人:张三 2. 数据集标识信息 数据集名称: 海洋断面调查东海局 2018 年春季海面气象常规观测数据 数据集制作日期: 20180630 数据集来源:国内海洋环境业务化观测系统 数据集文件类型:文本文件 数据集记录格式:文件名为 DMDYYYYMME. TXT，数据文件格式见《海洋观测数据记录格式》 数据集安全级别:内部 数据集所属学科或领域:海洋气象 区域名称:中国近海东海 西边经度:121.0 东边经度:128.0 南边纬度:24.0 北边纬度:34.0 数据起始时间:20180503 数据结束时间:20180523 平台类型:调查船 观测仪器和方法: XZC6-1 型船用自动气象仪，检定时间 20180422,依据 GB/T12763《海洋调查规范》的要求观测 参照系:CGCS2000 坐标系 水深参照系统: 资料记录量:125 站次 数据量 (MB) :18.0 数据文件数 (个) :1 3. 数据处理信息 数据处理流程和方法: 对数据文件进行质量控制，形成标准数据集，对所有要素观测数据均给出了质量符，质量符含义: 1 表示数据正确; 3 表示数据可疑; 4 表示数据错误; 5 表示重复数据; 9 表示数据缺测。质量控制方法包括代码检验、范围检验、相关性检验和连续性检验等，异常数据已标识质量符 数据质量信息:本数据集质量状况良好，观测要素包括气压、气温、相对湿度、降水量、能见度、风，数据有效率为 95%，数据完整率为 99% 数据处理人: 张三 (1981-2010 年数据集制作者)，李四 (2011-2015 年数据集制作者)

参 考 文 献

- [1] GB/T 12460-2006 海洋数据应用记录格式
- [2] GB/T 12763.1-2016 海洋调查规范 第1部分：总则
- [3] GB/T 12763.3-2020 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测
- [4] GB/T 12763.7-2007 海洋调查规范 第7部分：海洋调查资料交换
- [5] GB/T 14914.2-2019 海洋观测规范 第2部分 海滨观测
- [6] GB/T 14914.2-2021 海洋观测规范 第6部分 数据处理和质量控制
- [7] GB/T 15920-2010 海洋学术语 物理海洋学
- [8] GB/T 17838-2017 船舶海洋水文气象辅助观测报规范
- [9] HY/T 042-2015 海洋仪器设备分类、代码与型号命名
- [10] HY/T 059-2002 海洋站自动化观测通用技术
- [11] QX/T 46-2007 地面气象观测规范 第2部分：云的观测
- [12] QX/T 66-2007 地面气象观测规范 第22部分：观测记录质量控制
- [13] QX/T 118-2010 地面气象观测资料质量控制
- [14] QX/T 122-2011 船舶自动气象观测数据格式
- [15] QX/T 123-2011 无线电探空资料质量控制
- [16] 盛裴轩等, 大气物理学, 北京大学出版社
- [17] 陈上及等, 海洋数据处理分析方法及其应用, 海洋出版社
- [18] 国家气象信息中心, 高空气象观测资料质量控制(草案)
- [19] 国家海洋信息中心, 海洋数据与信息目录清单格式
- [20] IOC manual and Guides 26, 海洋学数据质量控制处理手册, Manual of Quality Control Procedures for Validation of Oceanographic Data, 1993 UNESCO
- [21] WMO-No.100 2011, 气候实践指南, Guide to Climatological Practices
- [22] NRL/FR/7531-94-9451, 美国海军数字气象海洋中心气象观测资料质量控制, Quality Control of Meteorological Observations at Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center, Naval Research Laboratory, 1994
- [23] EuroGOOS DATA-MEQ working shop, 实时数据质量控制介绍, Recommendations in situ data Real Time Quality Control, Coriolis data centre, 2010, DOI:10.13155/36230