

ICS 07. 060
A 47

The logo consists of the letters 'QX' in a bold, black, sans-serif font. The 'Q' is stylized with a small tail that loops back towards the 'X'.

中华人民共和国气象行业标准

QX/T 127—2011

气象卫星定量产品质量评价指标 和评估报告要求

Requirements for quality assessment index and report on quantitative
products of meteorological satellites

2011-04-07 发布

2011-09-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

中华人民共和国
气象行业标准
气象卫星定量产品质量评价指标和评估报告要求
QX/T 127—2011

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京京科印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:30千字
2011年7月第一版 2011年7月第一次印刷

*

书号:135029-5476 定价:8.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 评价指标	2
3.1 评价指标	2
3.2 指标的应用	3
4 评价报告要求	3
4.1 评价报告内容	3
4.2 被检验产品描述	3
4.3 检验源数据描述	4
4.4 匹配样本数据集	4
4.5 定量产品质量评价指标	4
4.6 产品综合质量评价描述	4
附录 A (资料性附录) 统计显著性检验方法	5
A.1 统计检验的基本原理	5
A.2 大样本平均数差异的显著性检验—— Z 检验	5
A.3 小样本平均数差异的显著性检验—— t 检验	6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国卫星气象和空间天气标准化技术委员会(SAC/TC 347)提出并归口。

本标准起草单位:国家卫星气象中心。

本标准主要起草人:师春香、刘瑞霞、张艳、游然。

引 言

随着我国静止和极轨气象卫星从试验应用转为业务服务,已有众多的气象卫星遥感定量产品对公众发布,在发布这些产品时,由于质量信息对用户使用产品具有重要的意义,因此需要同时发布其质量信息。然而目前还没有气象卫星定量产品质量信息的评价标准,不利于气象卫星定量产品应用的效果。本标准规定了气象卫星定量产品质量评价指标和质量评估报告形式和内容,建立了一套可行的气象卫星定量产品质量评价标准,为建立气象卫星定量产品质量检验和评价业务化体系提供基础。

气象卫星定量产品质量评价指标和评估报告要求

1 范围

本标准规定了气象卫星定量产品质量评价的定义、指标和评估报告的内容。
本标准适用于气象卫星定量产品质量评价业务、服务和科研工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

气象卫星 meteorological satellite

对大气层进行气象观测的人造极轨卫星和静止卫星。

2.2

气象卫星定量产品 quantitative products of meteorological satellite

利用搭载在气象卫星上的遥感探测仪器对地球系统观测所获取的辐射信息,通过物理或统计的方法定量地推算出来的地球物理参数。

示例:包括气象卫星反演出的大气温度和湿度廓线、地表温度、海表温度产品等。

2.3

定量产品质量评价 quality assessment of quantitative product

选用适当的同类地球物理参数,通过对气象卫星定量产品进行对比分析以及误差统计量评估,对气象卫星反演的定量产品进行评判。

2.4

定量产品质量评价指标 quality assessment index of quantitative product

用来评判气象卫星反演定量产品质量信息的定量指标。

2.5

定量产品质量评估报告 quality assessment report of quantitative product

用来描述卫星反演定量产品质量的文档。

2.6

检验源数据 data used to calibrate satellite retrieval product

用来检验被检验产品的数据。

注:检验源数据主要包括地面常规观测数据、同类卫星反演产品、数值预报分析场数据及外场同步观测数据。

2.7

时间匹配 temporal matching

建立被检验产品和检验源数据之间的时间对应关系。

2.8

匹配样本数据集 matched sample

对卫星定量产品进行质量检验和评价时,需要选择一定时间段、一定空间范围内,以某种时间和空间匹配规则将被检验产品和检验源数据进行匹配处理,形成用于评价卫星定量产品质量的一组数据。

3 评价指标

3.1 评价指标

3.1.1 偏差 (Bias)

$$Bias = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_{0i}) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $Bias$ —— 偏差;
- N —— 匹配样本数量;
- x_i —— 被检验数据;
- x_{0i} —— 检验源数据。

3.1.2 绝对误差 (AE)

$$AE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N | (x_i - x_{0i}) | \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- AE —— 绝对偏差;
- N —— 匹配样本数量;
- x_i —— 被检验数据;
- x_{0i} —— 检验源数据。

3.1.3 相对误差 (RE)

$$RE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \left(\frac{x_i - x_{0i}}{x_{0i}} \right) \times 100\% \right| \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- RE —— 相对偏差;
- N —— 匹配样本数量;
- x_i —— 被检验数据;
- x_{0i} —— 检验源数据。

3.1.4 均方根误差 (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_{0i})^2} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $RMSE$ —— 为均方根误差;
- N —— 匹配样本数量;
- x_i —— 被检验数据;
- x_{0i} —— 检验源数据。

3.1.5 相关系数(Corr)

$$\text{Corr} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})(x_{0i} - \bar{X}_0)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{0i} - \bar{X}_0)^2}} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- Corr —— 相关系数;
- N —— 匹配样本数量;
- x_i —— 被检验数据;
- x_{0i} —— 检验源数据;
- \bar{X} —— 被检验数据样本均值;
- \bar{X}_0 —— 检验源数据样本均值。

3.2 指标的应用

对卫星定量反演产品进行质量检验和评价,可计算被检验产品与检验源数据之间如上述误差统计量作为评价指标,同时对该误差统计量进行统计显著性检验,并给出显著性检验方法和置信区间。统计检验方法参见附录 A。

4 评价报告要求

4.1 评价报告内容

气象卫星定量产品质量评估报告的必需组成部分包括:

- a) 被检验产品描述;
- b) 检验源数据描述;
- c) 评价指标(误差统计量)计算所用的样本数据描述;
- d) 定量产品质量评价指标解释;
- e) 产品综合质量评价描述。

4.2 被检验产品描述

在气象卫星定量产品质量评价报告中,需要描述被检验产品的下列信息:

- a) 被检验产品名称;
- b) 被检验产品物理含义、单位;
- c) 被检验产品设计指标;
- d) 被检验产品算法介绍;
- e) 卫星和探测器名称;
- f) 被检验产品空间覆盖范围;
- g) 被检验产品时间跨度;
- h) 被检验产品空间分辨率;
- i) 被检验产品时间分辨率;
- j) 被检验产品数据格式(可选);
- k) 被检验产品读取范例(可选);

- l) 被检验产品版本(可选);
- m) 被检验产品缺测说明(可选);
- n) 被检验产品生产者;
- o) 投影方式。

4.3 检验源数据描述

常用于检验被检验产品的数据包括:地面常规观测数据、同类卫星反演产品数据、数值预报分析场数据及外场同步观测数据。

在气象卫星定量产品质量评估报告中,需要描述检验源数据的如下相关信息:

- a) 检验源数据名称;
- b) 检验源数据类型;
- c) 检验源数据物理意义和单位;
- d) 检验源数据算法介绍;
- e) 检验源数据空间覆盖范围;
- f) 检验源数据时间跨度;
- g) 检验源数据空间分辨率;
- h) 检验源数据时间分辨率;
- i) 检验源数据生产者;
- j) 检验源数据格式(可选);
- k) 检验源数据读取范例(可选);
- l) 检验源数据的精度和质量信息;
- m) 检验源数据版本(可选);
- n) 检验源数据提供者。

4.4 匹配样本数据集

对匹配样本数据集应从下列几方面进行描述:

- a) 被检验产品和检验源数据时间匹配方法说明(含观测或计算时间差最大值信息);
- b) 被检验产品和检验源数据空间匹配方法说明(含在空间距离上最大值信息);
- c) 匹配样本数据时间跨度;
- d) 匹配样本数据空间覆盖范围;
- e) 匹配样本数据样本数量;
- f) 匹配样本数据预处理说明(去除明显不合理样本等的处理过程)。

4.5 定量产品质量评价指标

定量产品质量评价指标应包括如下内容:

- a) 定量产品质量评价指标计算公式;
- b) 评价指标(误差统计量)计算所用样本数;
- c) 评价指标(误差统计量)置信度检验结果描述(置信度检验方法参见附录 A)。

4.6 产品综合质量评价描述

采用定量指标数据、图、表格和文字等表达方式,对卫星定量产品质量给出综合评价。

附 录 A
(资料性附录)
统计显著性检验方法

A.1 统计检验的基本原理

统计检验是先对总体的分布规律作出某种假说,然后根据样本提供的数据,通过统计运算,根据运算结果,对假说作出肯定或否定的决策。如果要检验实验组和对照组的平均数(μ_1 和 μ_2)有没有差异,其步骤为:

A.1.1 第一步,建立虚无假设,即先认为两者没有差异,用 $H_0 = \mu_1 - \mu_2$ 表示;

A.1.2 第二步,通过统计运算,确定假设 H_0 成立的概率 P ;

A.1.3 第三步,根据 P 的大小,判断假设 H_0 是否成立,参见表 A.1。

表 A.1 P 与 H_0 的关系

P 值	H_0 成立概率大小	差异显著程度
$P \leq 0.01$	H_0 成立概率小	差异非常显著
$0.01 < P \leq 0.05$	H_0 成立概率小	差异显著
$P > 0.05$	H_0 成立概率大	差异不显著

A.2 大样本平均数差异的显著性检验——Z 检验

A.2.1 Z 检验法适用于大样本(样本容量大于 30)的两平均数之间差异显著性检验的方法。它是通过计算两个平均数之间差的 Z 分数来与规定的理论 Z 值相比较,看是否大于规定的理论 Z 值,从而判定两平均数的差异是否显著的一种差异显著性检验方法。

A.2.2 Z 检验的一般步骤

A.2.2.1 第一步,建立虚无假设 $H_0 = \mu_1 - \mu_2$,即先假定两个平均数之间没有显著差异。

A.2.2.2 第二步,计算统计量 Z 值,对于不同类型的问题选用下列不同的统计量计算方法。

a) 如果检验一个样本平均数(\bar{X})与一个已知的总体平均数(μ_0)的差异是否显著,其 Z 值计算公式为:

$$Z = (\bar{X} - \mu_0) / (S / \sqrt{n}) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

\bar{X} —— 样本平均数;

μ_0 —— 已知的总体平均数;

S —— 样本的方差;

n —— 样本容量。

b) 如果检验来自两组样本平均数的差异性,从而判断它们各自代表的总体差异是否显著。其 Z 值计算公式为:

$$Z = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{S_1/n_1 + S_2/n_2} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

\bar{X}_1 —— 样本 1 的平均数;

- \bar{X}_2 ——样本 2 的平均数；
- S_1 ——样本 1 的标准差；
- S_2 ——样本 2 的标准差；
- n_1 ——样本 1 的容量；
- n_2 ——样本 2 的容量。

A. 2. 2. 3 第三步,比较计算所得 Z 值与理论 Z 值,推断发生的概率,依据 Z 值与差异显著性关系表作出判断,参见表 A. 2。

表 A. 2 P 与 $|Z|$ 的关系

$ Z $	P 值	差异显著程度
$1.96 < Z \leq 2.58$	$P \leq 0.01$	差异非常显著
$ Z \leq 1.96$	$0.01 < P \leq 0.05$	差异显著
$ Z > 1.96$	$P > 0.05$	差异不显著

A. 2. 2. 4 根据以上分析,结合具体情况,作出结论。

A. 3 小样本平均数差异的显著性检验—— t 检验

A. 3. 1 t 检验是用于小样本(样本容量小于 30)的两个平均值差异程度的检验方法。它是用 t 分布理论来推断差异发生的概率,从而判定两个平均数的差异是否显著。

A. 3. 2 t 检验的一般步骤

A. 3. 2. 1 第一步,建立虚无假设 $H_0 = \mu_1 - \mu_2$,即先假定两个总体平均数之间没有显著差异。

A. 3. 2. 2 第二步,计算统计量 t 值,对于不同类型的问题选用下列不同的统计量计算方法。

a) 如果要评断一个总体中的小样本平均数与总体平均值之间的差异程度,其统计量 t 值的计算公式为:

$$t = (\bar{X} - \mu_0) / \sqrt{S / (n - 1)} \quad \dots\dots\dots(A. 3)$$

式中:

- \bar{X} ——检验样本的平均数；
- μ_0 ——已知总体的平均数；
- S ——样本的方差；
- n ——样本容量。

b) 如果要评断两组样本平均数之间的差异程度,其统计量 t 值的计算公式为:

$$t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{(\sum x_1^2 + \sum x_2^2) / (n_1 + n_2 - 2) \times (n_1 + n_2) / (n_1 \times n_2)} \quad \dots\dots(A. 4)$$

式中:

- \bar{X}_1 ——第一组检验样本的平均数；
- \bar{X}_2 ——第二组检验样本的平均数；
- X_1 ——第一组检验样本；
- X_2 ——第二组检验样本；
- n_1 ——第一组样本容量；
- n_2 ——第二组样本容量。

A. 3. 2. 3 第三步,根据自由度 $df = n - 1$,查 t 值表,找出规定的 t 理论值并进行比较。理论值差异的

显著水平为 0.01 级或 0.05 级。不同自由度的显著水平理论值记为 $t(df)_{0.01}$ 和 $t(df)_{0.05}$ 。

A.3.2.4 第四步,比较计算得到的 t 值和理论 t 值,推断发生的概率,依据表 A.3 给出的 t 值与差异显著性关系表作出判断。

表 A.3 P 与 t 的关系

t	P 值	差异显著程度
$t \geq t(df)_{0.01}$	$P \leq 0.01$	差异非常显著
$t < t(df)_{0.01}$	$0.01 < P \leq 0.05$	差异显著
$t < 0.05$	$P > 0.05$	差异不显著

A.3.2.5 根据以上分析,结合具体情况,作出结论。