



中华人民共和国国家标准

GB/T 39396.2—2020

全球连续监测评估系统(iGMAS)质量要求 第2部分:产品

Quality requirements for international GNSS monitoring and assessment
system (iGMAS)—Part 2: Products

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 产品质量要求 2

 5.1 轨道产品精度 2

 5.2 钟差产品精度 2

 5.3 坐标产品精度 2

 5.4 地球自转参数产品精度 2

 5.5 对流层产品精度 2

 5.6 电离层产品精度 3

 5.7 差分码偏差产品精度 3

6 评定方法 3

 6.1 参考基准 3

 6.2 轨道产品精度 3

 6.3 钟差产品精度 3

 6.4 坐标产品精度 4

 6.5 地球自转参数产品精度 5

 6.6 对流层产品精度 6

 6.7 电离层产品精度 6

 6.8 差分码偏差产品精度 6

 6.9 总结信息产品完整性 7



前 言

GB/T 39396《全球连续监测评估系统(iGMAS)质量要求》分为两个部分：

——第1部分：观测数据；

——第2部分：产品。

本部分为GB/T 39396的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由中央军委装备发展部提出。

本部分由全国北斗卫星导航标准化技术委员会(SAC/TC 544)归口。

本部分起草单位：长安大学、中国卫星导航工程中心、西安测绘研究所、中国航天标准化研究所。

本部分主要起草人：黄观文、焦文海、王乐、刘莹、张勤、贾小林、孙汉荣、王利、苏牡丹、王维嘉、宋淑丽、李建文、王凯、李孟园。

全球连续监测评估系统(iGMAS)质量要求

第2部分:产品

1 范围

GB/T 39396 的本部分规定了全球连续监测评估系统(iGMAS)产品质量要求和评定方法。
本部分适用于卫星导航监测评估、卫星导航高精度应用和科学研究等工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 39267—2020 北斗卫星导航术语

3 术语和定义

GB/T 39267—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超快速产品 ultra-rapid product

采用跟踪站最新观测数据,最大时延为3 h内发布的轨道、钟差、地球自转参数和对流层等产品。

注1:一般6 h更新一次。

注2:超快速产品分别从UTC 0时、6时、12时、18时开始。轨道、钟差和地球自转参数产品包含48 h的产品数据,其中前24 h是观测部分,后24 h是预报部分;对流层产品仅包含24 h观测部分的产品数据。

3.2

快速产品 rapid product

采用跟踪站最新观测数据,最大时延为17 h内发布的轨道、钟差、地球自转参数和电离层等产品。

注1:一般1 d更新一次。

注2:快速产品从UTC 0时开始,时长为24 h。

3.3

最终产品 final product

采用跟踪站最新观测数据,时延为10 d~17 d发布的轨道、钟差、地球自转参数和电离层等产品。

注1:一般7 d更新一次。

注2:最终产品从UTC 0时开始,时长为24 h。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCB:差分码偏差(Differential Code Bias)

GEO:地球静止轨道(Geostationary Earth Orbit)

IGSO:倾斜地球同步轨道(Inclined GeoSynchronous Orbit)

iGMAS:全球连续监测评估系统 (International GNSS Monitoring and Assessment System)

MEO:中圆地球轨道 (Medium Earth Orbit)

TECU:总电子含量单位 (Total Electron Content Unit)

5 产品质量要求

5.1 轨道产品精度

轨道产品精度质量应满足如下要求:

- a) 超快速轨道观测部分:MEO/IGSO 轨道精度,优于 20 cm;GEO 轨道精度,优于 300 cm;
- b) 超快速轨道预报部分:MEO/IGSO 轨道精度,优于 30 cm;GEO 轨道精度,优于 500 cm;
- c) 快速轨道:MEO/IGSO 轨道精度,优于 15 cm;GEO 轨道精度,优于 200 cm;
- d) 最终轨道:MEO/IGSO 轨道精度,优于 10 cm;GEO 轨道精度,优于 100 cm。

5.2 钟差产品精度

钟差产品精度质量应满足如下要求:

- a) 超快速卫星钟差:观测部分优于 1.5 ns,预报部分优于 2 ns;
- b) 快速卫星钟差:优于 0.5 ns;
- c) 最终卫星钟差:优于 0.3 ns;
- d) 快速测站钟差:优于 0.5 ns;
- e) 最终测站钟差:优于 0.3 ns。

5.3 坐标产品精度

坐标产品精度质量应满足如下要求:

- a) 水平方向:优于 3 mm;
- b) 垂直方向:优于 5 mm。

5.4 地球自转参数产品精度

地球自转参数产品精度质量应满足如下要求:

- a) 超快速地球自转参数观测部分:极移分量,优于 0.1 mas;极移速率分量,优于 0.3 mas/d;日长变化,优于 0.03 ms;
- b) 超快速地球自转参数预报部分:极移分量,优于 0.3 mas;极移速率分量,优于 0.5 mas/d;日长变化,优于 0.06 ms;
- c) 快速地球自转参数:极移分量,优于 0.1 mas;极移速率分量,优于 0.2 mas/d;日长变化,优于 0.03 ms;
- d) 最终地球自转参数:极移分量,优于 0.05 mas;极移速率分量,优于 0.2 mas/d;日长变化,优于 0.02 ms。

5.5 对流层产品精度

对流层产品精度质量应满足如下要求:

- a) 超快速对流层天顶延迟:优于 6 mm;
- b) 最终对流层天顶延迟:优于 4 mm。

5.6 电离层产品精度

电离层产品精度质量应满足如下要求：

- a) 快速格网点电离层延迟：优于 3TECU；
- b) 最终格网点电离层延迟：优于 2TECU。

5.7 差分码偏差产品精度

差分码偏差：应优于 0.3 ns。

6 评定方法

6.1 参考基准

无特殊说明情况下，iGMAS 发布的最终产品为评定各产品的参考基准。

6.2 轨道产品精度

按公式(1)计算轨道产品精度。

$$\sigma_{\text{RMS}}^j = \sqrt{\frac{\sigma_R^{j2} + \sigma_A^{j2} + \sigma_C^{j2}}{3}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中：

$$\sigma_R^j = \sqrt{\sum_{i=0}^n dR_i^{j2} / n} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\sigma_A^j = \sqrt{\sum_{i=0}^n dA_i^{j2} / n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\sigma_C^j = \sqrt{\sum_{i=0}^n dC_i^{j2} / n} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

σ_{RMS}^j ——序号为 j 的卫星综合径向、切向和法向(R 、 A 、 C)三个方向的精度得到的待评估轨道产品精度,单位为米(m)；

σ_R^j ——序号为 j 的卫星待评估轨道相对于参考轨道在 R 方向的偏差平均值,单位为米(m)；

σ_A^j ——序号为 j 的卫星待评估轨道相对于参考轨道在 A 方向的偏差平均值,单位为米(m)；

σ_C^j ——序号为 j 的卫星待评估轨道相对于参考轨道在 C 方向的偏差平均值,单位为米(m)；

dR_i^j ——序号为 j 的卫星待评估轨道相对于参考轨道在第 i 个历元 R 方向的偏差,单位为米(m)；

n ——历元总数；

dA_i^j ——序号为 j 的卫星待评估轨道相对于参考轨道在第 i 个历元 A 方向的偏差,单位为米(m)；

dC_i^j ——序号为 j 的卫星待评估轨道相对于参考轨道在第 i 个历元 C 方向的偏差,单位为米(m)。

6.3 钟差产品精度

按公式(5)计算钟差产品精度。

$$\sigma_{\text{clock}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i^j)^2 / n} \quad \dots\dots\dots (5)$$

其中：

$$\begin{cases} x_i = \sum_{j=1}^m (t_i^j - t_{0i}^j) / m_i \\ \Delta_i^j = t_i^j - t_{0i}^j - x_i \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- σ_{clock} ——待评估钟差产品精度,单位为纳秒(ns);
 Δ_i^j ——消除基准偏差值的钟差差值,单位为纳秒(ns);
 x_i ——第*i*个历元卫星钟差的基准值,单位为纳秒(ns);
 m_i ——第*i*个历元的卫星数目,单位为个;
 t_i^j ——序号为*j*的卫星第*i*个历元待评估产品钟差,单位为纳秒(ns);
 t_{0i}^j ——序号为*j*的卫星第*i*个历元参考产品钟差,单位为纳秒(ns)。

6.4 坐标产品精度

按公式(7)~公式(10)计算坐标产品精度。

$$\sigma_E = \sqrt{\sum_{c=1}^n (\Delta_c^E - \overline{\Delta}^E)^2 / d} \dots\dots\dots (7)$$

$$\sigma_N = \sqrt{\sum_{c=1}^n (\Delta_c^N - \overline{\Delta}^N)^2 / d} \dots\dots\dots (8)$$

$$\sigma_U = \sqrt{\sum_{c=1}^n (\Delta_c^U - \overline{\Delta}^U)^2 / d} \dots\dots\dots (9)$$

$$\sigma_H = \sqrt{\sigma_E^2 + \sigma_N^2} \dots\dots\dots (10)$$

其中:

$$e = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a} \dots\dots\dots (11)$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}} \dots\dots\dots (12)$$

$$L = \arctan \frac{Y}{X} \dots\dots\dots (13)$$

$$\tan B = \frac{Z + Ne^2 \sin B}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \dots\dots\dots (14)$$



$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} -\sin B_A \cos L_A & -\sin B_A \sin L_A & \cos B_A \\ -\sin L_A & \cos L_A & 0 \\ \cos B_A \cos L_A & \cos B_A \sin L_A & \sin B_A \end{bmatrix} \dots\dots\dots (15)$$

$$\begin{cases} \Delta X_{AB} = X_B - X_A \\ \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A \\ \Delta Z_{AB} = Z_B - Z_A \end{cases} \dots\dots\dots (16)$$

$$\begin{bmatrix} N_B \\ E_B \\ U_B \end{bmatrix} = \mathbf{M} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X_{AB} \\ \Delta Y_{AB} \\ \Delta Z_{AB} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- σ_E ——坐标东方向的精度,单位为毫米(mm);
 Δ_c^E ——第*c*天待评估的坐标在*E*方向上的分量,单位为毫米(mm);
 $\overline{\Delta}^E$ ——多天的参考坐标在*E*方向上的分量的均值,单位为毫米(mm);

- d ——天数;
 σ_N ——坐标北方向的精度,单位为毫米(mm);
 Δ_c^N ——第 c 天待评估的坐标在 N 方向上的分量,单位为毫米(mm);
 $\overline{\Delta}^N$ ——多天的参考坐标在 N 方向上的分量的均值,单位为毫米(mm);
 σ_U ——坐标天顶方向的精度,单位为毫米(mm);
 Δ_c^U ——第 c 天待评估的坐标在 U 方向上的分量,单位为毫米(mm);
 $\overline{\Delta}^U$ ——多天的参考坐标在 U 方向上的分量的均值,单位为毫米(mm);
 σ_H ——坐标水平方向的精度,单位为毫米(mm);
 e ——椭圆偏心率;
 a ——椭圆长半轴,单位为米(m);
 b ——椭圆短半轴,单位为米(m);
 N ——卯酉圈曲率半径,单位为米(m);
 B ——大地纬度,单位为度(°);
 L ——大地经度,单位为度(°);
 Y ——空间直角坐标系的纵坐标,单位为米(m);
 X ——空间直角坐标系的横坐标,单位为米(m);
 Z ——空间直角坐标系的竖坐标,单位为米(m);
 \mathbf{M} ——旋转矩阵;
 B_A ——参考坐标点的大地纬度,单位为度(°);
 L_A ——参考坐标点的大地经度,单位为度(°);
 ΔX_{AB} ——空间直角坐标系下横坐标参考分量,单位为米(m);
 X_B ——空间直角坐标系下待评估坐标的横坐标,单位为米(m);
 X_A ——空间直角坐标系下参考坐标的横坐标,单位为米(m);
 ΔY_{AB} ——空间直角坐标系下纵坐标参考分量,单位为米(m);
 Y_B ——空间直角坐标系下待评估坐标的纵坐标,单位为米(m);
 Y_A ——空间直角坐标系下参考坐标的纵坐标,单位为米(m);
 ΔZ_{AB} ——空间直角坐标系下竖坐标参考分量,单位为米(m);
 Z_B ——空间直角坐标系下待评估坐标的竖坐标,单位为米(m);
 Z_A ——空间直角坐标系下参考坐标的竖坐标,单位为米(m);
 N_B ——待评估坐标在站心坐标系 N 方向上的分量;
 E_B ——待评估坐标在站心坐标系 E 方向上的分量;
 U_B ——待评估坐标在站心坐标系 U 方向上的分量。

6.5 地球自转参数产品精度

按公式(18)~公式(22)计算地球自转参数产品精度。

$$\Delta x_p = x_{p_A} - x_{p_B} \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$\Delta y_p = y_{p_A} - y_{p_B} \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$\Delta v_{xp} = v_{x_A} - v_{x_B} \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$\Delta v_{yp} = v_{y_A} - v_{y_B} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\Delta L_{\text{lod}} = L_{\text{lodA}} - L_{\text{lodB}} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中:

Δx_p —— x 极移分量的精度,单位为毫角秒(mas);

- x_{p_A} —— x 极移分量的待评估值,单位为毫角秒(mas);
 x_{p_B} —— x 极移分量的参考值,单位为毫角秒(mas);
 Δy_p —— y 极移分量的精度,单位为毫角秒(mas);
 y_{p_A} —— y 极移分量的待评估值,单位为毫角秒(mas);
 y_{p_B} —— y 极移分量的参考值,单位为毫角秒(mas);
 Δv_{xp} —— x 极移速率分量的精度,单位为毫角秒每天(mas/d);
 v_{x_A} —— x 极移速率分量的待评估值,单位为毫角秒每天(mas/d);
 v_{x_B} —— x 极移速率分量的参考值,单位为毫角秒每天(mas/d);
 Δv_{yp} —— y 极移速率分量的精度,单位为毫角秒每天(mas/d);
 v_{y_A} —— y 极移速率分量的待评估值,单位为毫角秒每天(mas/d);
 v_{y_B} —— y 极移速率分量的参考值,单位为毫角秒每天(mas/d);
 ΔL_{lod} —— 日长变化的精度,单位为毫秒(ms);
 L_{lod_A} —— 日长变化的待评估值,单位为毫秒(ms);
 L_{lod_B} —— 日长变化的参考值,单位为毫秒(ms)。

6.6 对流层产品精度

按公式(23)计算对流层产品精度。

$$\sigma_{\text{Tro}} = \sqrt{\sum_{u=1}^n d_{\text{Tro}_u}^2 / n} \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中:

- σ_{Tro} —— 对流层产品精度,单位为毫米(mm);
 d_{Tro_u} —— 测站解算出的第 u 个对流层延迟值与相对应时段的参考值间的偏差,单位为毫米(mm)。

6.7 电离层产品精度

按公式(24)计算电离层产品精度。

$$\sigma_{\text{ion}} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \left[\sqrt{\frac{\sum_{q=1}^l (R_{\text{TEC}_q}^k - R_{\text{TEC}_{\text{ref}}}^k)^2}{l}} \right] \quad \dots\dots\dots (24)$$

式中:

- σ_{ion} —— 待评估电离层产品相对于参考电离层产品间偏差精度,单位为 TECU;
 m —— 产品天内节点数;
 k —— 节点;
 l —— 节点内格网点总数;
 q —— 格网点值;
 $R_{\text{TEC}_q}^k$ —— 待评估的电离层产品的格网点电离层延迟,单位为 TECU;
 $R_{\text{TEC}_{\text{ref}}}^k$ —— 参考电离层产品的格网点电离层延迟,单位为 TECU。

6.8 差分码偏差产品精度

按公式(25)计算差分码偏差产品精度。

$$\sigma_{\text{DCB}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (R_{\text{DCB}_j} - R_{\text{DCB}_{\text{ref}}})^2}{n}} \quad \dots\dots\dots (25)$$

式中：
 σ_{DCB} ——差分码偏差精度，单位为纳秒(ns)；
 R_{DCB_j} ——序号为 j 的卫星 DCB 解算结果；
 $R_{\text{DCB}_{\text{ref}}}$ ——参考产品，单位为纳秒(ns)。

6.9 总结信息产品完整性

按公式(26)计算总结信息产品完整性。

$$\lambda = S/T \dots\dots\dots (26)$$

式中：
 λ ——产品完整性；
 S ——实际产品数；
 T ——理论产品数。
全球连续监测评估系统产品理论数量见表 1。

表 1 全球连续监测评估系统产品理论数量

产品类别	产品子类	产品数量
卫星轨道文件	超快速产品	4 个/d
	快速产品	1 个/d
	最终产品	1 个/d
钟差文件	快速产品	1 个/d
	最终产品	1 个/d
跟踪站地心坐标文件	最终产品	单解:1 个/d;周解:1 个/周
地球自转参数文件	超快速产品	4 个/d
	快速产品	1 个/d
	最终产品	单解:1 个/d;周解:1 个/周
对流层参数文件	超快速产品	4 个/d
	最终产品	1 个/d
电离层参数文件	快速产品	1 个/d
	最终产品	1 个/d
差分码偏差参数	最终产品	1 个/月
总结信息文件	最终产品	1 个/周