

《GNSS/INS 组合导航定位终端 计量校准规范》编写说明

一、任务来源

根据国家市场监督管理总局市监量函[2018]540号“市场监管总局办公厅关于国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划有关事项的通知”文件要求，由北京市计量检测科学研究院、成都市计量检定测试院、北京东方计量测试研究所、中国信息通信研究院四家单位组成起草小组，共同承担《GNSS/INS 组合导航定位终端计量校准规范》的制定工作。

二、制定的必要性

惯性导航系统 INS 是一种全自主的导航系统，可以输出超过 200Hz 的高频信号，并且具有较高的短期测量精度。除了提供位置与速度之外还可以提供姿态信息。但由于算法内部存在积分，惯性传感器的误差会不断累积，使得长期导航误差无限制增长。与 INS 相反，GNSS 具有良好的长期精度，导航误差大致为几米，设备成本较低。但是，它短期精度与输出频率较低。同时一个常规的 GNSS 接收机通常无法提供姿态信息，除非采用一些额外的硬件或软件。此外，全球卫星导航系统需要依靠至少 3 颗卫星（4 颗）的信号，而卫星信号通常会受到高层建筑、树木、隧道、大气以及多路径效应的干扰。

从上述特点来看，INS 与 GNSS 具有较好的互补特性，将二者集成可以得到比单一导航系统稳定性更好、精度更高的导航方案。INS/GPS 的组合导航系统可以输出高频率的导航参数信息（位置、速度、姿态），并且在长、短期的导航过程中均能具备较高精度。将 GNSS 和 INS 定位导航信息进行融合，可以得到可靠的导航解。GNSS 能够防止惯性数据漂移，INS 能在 GPS 信号中断时提供位置、速度、姿态信息。因此 GNSS/INS 组合导航定位技术一直是卫星导航定位技术的研

究方向和热点，GNSS/INS 组合导航定位终端越来越被行业广泛使用。

目前关于 GNSS/INS 组合导航定位终端的计量尚未有国家检定规程或校准规范可依据，制定《GNSS/INS 组合导航定位终端校准规范》就是为了解决 GNSS/INS 组合导航定位终端的溯源依据和校准方法问题。

三、制定的主要原则

此次制定工作，起草小组坚持了以下主要原则：

- 1、提高规范的适用范围和覆盖面；
- 2、注重与国际标准、技术规范保持一致；
- 3、提高规范的实用性和可操作性；
- 4、广泛征求意见。

四、制定的主要过程

- 1、2019 年 4 月，全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会下达编制任务；
- 2、2019 年 5 月至 12 月，起草小组对与此相关的标准、文献，进行了认真地学习和研究，确认修订的内容，包括计量特性、校准项目、校准方法；
- 3、2020 年 1 月至 2021 年 5 月，完成 GNSS/INS 组合导航定位终端校准规范的初稿，期间与生产厂家、大学及技术机构开展多次研讨；
- 4、2021 年 5 月至 11 月，进行 GNSS/INS 组合导航定位终端的测量实验和内部征求意见，完成全部参数的实验并编写实验报告，对实验报告的结果进行评估并完成测量结果的不确定度评定，形成征求意见稿；
- 5、2021 年 11 月向全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会广泛征求意见，共发出征求意见稿 35 份，收到 3 家机构的反馈意见。2021 年 11 月 22 日在北京召开了《GNSS/INS 组合导航定位终端校准规范》预审会，形成了预审会意见，与征求意见汇总形成征求意见汇总表。
- 6、2024 年 11 月，起草小组根据征求意见反馈意见对规范进行修改，形成送审稿，提交委员会参加审定。

7、2024年11月15日，由全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会组织了《GNSS/INS组合导航定位终端校准规范》审定会。

五、主要技术内容的说明（包括技术参数与指标的确定依据、修订标准的各修订点及其理由等）

目前GNSS/INS组合导航定位终端主要应用于车载、船用等动态领域，各生产厂家给出的技术指标有差异，编制组综合考虑厂家给出的主要技术指标和计量溯源性，参考已有计量规程规范的测试项目，制定了速度偏差和精密度、姿态偏差和精密度、位置偏差和精密度等的校准方法及其计量特性。

关键参数计量特性的主要内容如下：

(1) 标度因数

$(20\sim 200) \times 10^{-6}$

(2) 零偏

$(0.1\sim 1)^\circ / \text{h}$

(3) 失准角

$(0.001\sim 0.1)^\circ$

(4) 速度偏差和精密度

$(0.01\sim 2) \text{ m/s}$; $(0.01\sim 2) \text{ m/s} (1\sigma)$

(5) 姿态偏差偏差和精密度

方向角： $(0.01\sim 0.2)^\circ$; $(0.01\sim 0.2)^\circ (1\sigma)$ 。

俯仰角： $(0.01\sim 0.2)^\circ$; $(0.01\sim 0.2)^\circ (1\sigma)$ 。

横滚角： $(0.01\sim 0.2)^\circ$; $(0.01\sim 0.2)^\circ (1\sigma)$ 。

(6) 位置偏差和精密度

在 GNSS 锁定，PDOP ≤ 4 条件下：

DGNSS 水平： $\leq 0.5\text{m} (1\sigma)$

DGNSS 垂直： $\leq 0.8\text{m} (1\sigma)$

RTK（水平）： $0.03\text{m} (1\sigma)$

RTK（垂直）： $0.05\text{m} (1\sigma)$

(7) 失锁后定位偏差和精密度保持能力

在 GNSS 失锁 60s 条件下：

DGNSS 水平： $\leq 3.0\text{m}$ (1σ)

DGNSS 垂直： $\leq 0.8\text{m}$ (1σ)

RTK（水平）： $\leq 1.2\text{m}$ (1σ)

RTK（垂直）： $\leq 0.3\text{m}$ (1σ)

六、验证实验的情况和结果

依据校准规范对不同厂家的 GNSS/INS 组合导航定位终端进行了验证，测试数据均满足技术要求。

七、与现行法规、标准的关系

无

八、参考文献

(1)JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》

(2)JJF 1403-2013 《全球导航卫星系统(GNSS) 接收机(时间测量型)》

(3)JJF 1536-2015 《捷联式惯性航姿仪校准规范》

起草小组

2024 年 11 月 10 日