

《机载型全球导航卫星系统接收机通用规范》

编制说明

行业标准项目名称： 机载型全球导航卫星系统接收机通用规范

行业标准项目编号： _____

送审行业标准名称： 机载型全球导航系统（GNSS）接收机通用规范

（此栏送审时填写）

报批行业标准名称： 机载型全球导航卫星系统接收机通用规范

（此栏报批时填写）

承担单位： 广州市中海达测绘仪器有限公司

当前阶段： 征求意见 送审稿审查 报批稿报批

编制时间： 二〇二〇年 十月

《机载型全球导航卫星系统接收机通用规范》 编制说明

一、 工作简况

1. 任务来源

根据原国家测绘地理信息局科技与国际合作司《关于下达 2016 年测绘地理信息行业标准项目计划的通知》（测科函〔2016〕49 号），《机载型全球导航系统（GNSS）接收机通用规范》被列入测绘行业标准制定计划。

2. 目的意义

在航测、农业植保等应用领域，有大量应用于旋翼或固定翼无人驾驶航空器等载体上的 GNSS 接收机。

现行标准中，航空摄影测量领域有少量作业规范相关标准，但未有机载型全球导航卫星系统接收机产品相关标准。

为规范和统一机载型全球导航卫星系统接收机产品的技术要求、性能指标以及检测方法，制定本标准文件。

3. 起草单位及主要起草人

1) 承担单位和协作单位

承担单位：广州市中海达测绘仪器有限公司。

协作单位：广州计量检测技术研究院、天津腾云智航科技有限公司、广州比逊电子科技有限公司、自然资源部第三航测遥感院、广州南方测绘仪器有限公司、广州极飞科技有限公司。

2) 主要起草人及其所做工作

本标准项目的负责人：李成钢、唐小军、姜军毅，负责项目的运作和管理，标准主要内容的制定和技术把关。

本标准项目的主要实施人：林钦坚、谢锡贤、蒋红兵、文述生、管武烈，负责稿件的编制，试验验证和技术研讨，以及征求意见的综合处理。

本标准项目的工作稿编制人：张晋升、张华福、王萍、陈伟、曾征，负责工作稿的资料收集、调研、起草编制、研讨和意见讨论处理。

本标准项目的技术论证支持人员：余绪庆、刘勇、贺婷，技术指标检

验和论证实施。

本标准项目的联络人：陈桂珍、马大坚，协助项目管理以及联络工作。

4. 主要工作过程

1) 立项启动

在本标准计划测科函[2016]49号文下达后，广州市中海达测绘仪器有限公司、广州计量检测技术研究院组织技术骨干成立标准工作组，于2017年1月在广州计量检测技术研究院科学城基地召开了工作组启动会议。

起草组首先收集了有关GNSS接收机、航空摄影测量设备的相关技术文献，国际、国家、行业的相关标准等资料，进而就该行业标准所包含的内容、方法等问题进行讨论，制定工作进度计划。

2) 起草阶段

2017年1月，工作组召集广州计量检测技术研究院、天津腾云智航科技有限公司、广东省国土资源测绘院、国家光电测距仪检测中心、广州极飞电子科技有限公司相关企事业单位的代表共同讨论，并在认真听取了生产企业对地方标准制定的建议后，结合《BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范》、《BD 420010-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航设备通用规范》等相关的国内外标准确定了本标准的各项内容。

在文献分析、试验验证、行业调研的基础上，根据现有的国际、国家和行业标准，工作组于2017年3月提出标准草案。

2017年5月由广东省卫星应用标准化委员会组织在广州市番禺区召开了标准研讨会。会上听取了专家的大量宝贵意见，开展了一系统的标准方法验证实验，确保标准可行性、严谨性和科学性，于2017年12月形成了工作组讨论稿。

3) 征求意见

2018年1月开始，采用网上公开和定向征集两种方式，共发出42份邮件，经过为期一个半月的征求意见，共收到11份反馈，其中有具体意见的4份共29条，其他无意见。

2018年3月份根据反馈意见进行汇总和处理，并在5~7月期间开展验证，形成相关指标的测试验证报告。并同返回意见的单位和专家研讨，最终采纳意见21条。

2018年10月形成征求意见稿。并采用中国测绘地理信息标准网上公开和形式审查的方式，共收到38份反馈，共58条意见。采纳48条。

2018年12月根据征求意见稿以及形式审查进行采纳修改，形成送审讨论稿。

4) 送审阶段

2020年9月17日，全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会在西安组织召开了该标准送审稿审查会。审查组专家一致同意通过该标准送审稿的审查。

审查会后，课题编写组认真梳理了与会专家提出的修改意见。经过认真研究，修改后形成报批稿。

5) 报批阶段

课题编写组根据要求，于2020年10月提交标准报批稿。

二、 标准编制原则和确定标准主要内容

1. 编制原则

本标准文件根据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。

本标准文件的制定过程中，主要遵循了如下几个原则：

- (1) 内容与相关国家标准以及国内其他标准等协调一致。
- (2) 充分体现机载安装工作的可靠性和航空摄影测量等的功能、性能必备性。
- (3) 检验检测具有可操作性。

2. 主要内容

经由标准起草小组制定及广泛征求意见，本标准文件的范围和主要技术内容包括：

1) 范围：本标准文件规定了机载型全球导航卫星系统接收机（以下简称接收机）的功能技术要求、测试方法、检定规则以及包装、运输、贮存要求。

本标准适用于安装在飞行地面高度不超过1千米和飞行海拔高度不超过4千米的有人驾驶直升机、无人驾驶直升机、旋翼或固定翼无人驾驶飞

机等航空飞行器上的接收机。

2) 主要技术内容:

- a) 术语和定义
- b) 结构与外观
- c) 电气要求
- d) 设置与显示
- e) 输入与输出接口
- f) 数据输出与存储
- g) 信号接收性能
- h) 测量精度。

三、 主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

本标准文件的技术内容根据机载设备，尤其是小型无人机的应用场景特点，先调研了航空摄影测量的技术背景，同现有的 GNSS 接收机功能和性能进行详细比较，然后针对性地制定了本标准的技术内容，下面详细介绍技术内容确定过程，主要包括两个部分：(1)、机载设备的特定要求；(2)、动态高精度定位要求及测试。

(1)、机载设备的特定要求

针对航空机载这一特殊的载体，提出了安装的牢靠要求，包括主机、天线及相关配件。

特别对于主机的安装，适用于小型航空器，其载荷基本在 10kg 左右，不适用螺栓紧固，因此要求主机结构底部平整，可采用强力胶布粘贴紧固。

线缆连接需要采用螺纹旋紧，如射频线缆采用 SMA 接头或 TNC 接头，对于信号线缆，应采用卡扣紧固或螺纹旋紧方式。

在飞行高度要求上，采纳航空飞行器低空飞行高度上限，即 100~1000m 的低空飞行高度范围最大值，离地面高度（真高）1000m。

在供电方面，由于航空器动力或为锂电池，或为燃油（该类也配备有直流逆变器），并且为降低机载设备的重量，GNSS 接收主机不内置电池，电源由机载动力供给。分别针对锂离子电池和直流逆变器两种供电电源，在供电电压波动范围以及极性反接电压两方面提出要求。

锂离子电池的输出电压范围规定如下：常用容量的锂离子电池为 3S~9S, 即标称电压值为 11.1V~33.3V, 而 1S 电池的波动范围为 3.0V~4.2V, 由此确定了各不同容量电池的电压波动范围要求。极性反接电压值由该档位电压波动范围最大值的 0.95 倍对应的整数电压值确定。

对于直流逆变器供电的, 采纳常用的两个电压档位, 即 12V 和 24V。

(2)、动态高精度定位要求及测试

测量型 GNSS 接收机多使用“走走停停”的采集测量模式或固定位置的静态采集模式, 而机载 GNSS 接收机处于高速运动状态下的定位测量, 对动态性能有较高要求。

首先列入定位精度要求的是单点定位精度, 援引《BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统 (GNSS) 测量型接收机通用规范》的精度要求。

其次是 RTK 定位精度, 通过实验测试得出标称精度。如下实验在空旷环境进行, 使用内置电台进行 RTK 定位, 采集 2 小时的定位数据, 分析其统计精度, RTK 定位精度满足如下要求:

水平定位精度优于 $\pm(25+D \times 10^{-6})$ mm,

垂直定位精度优于 $\pm(50+D \times 10^{-6})$ mm。

具体测试过程如下:

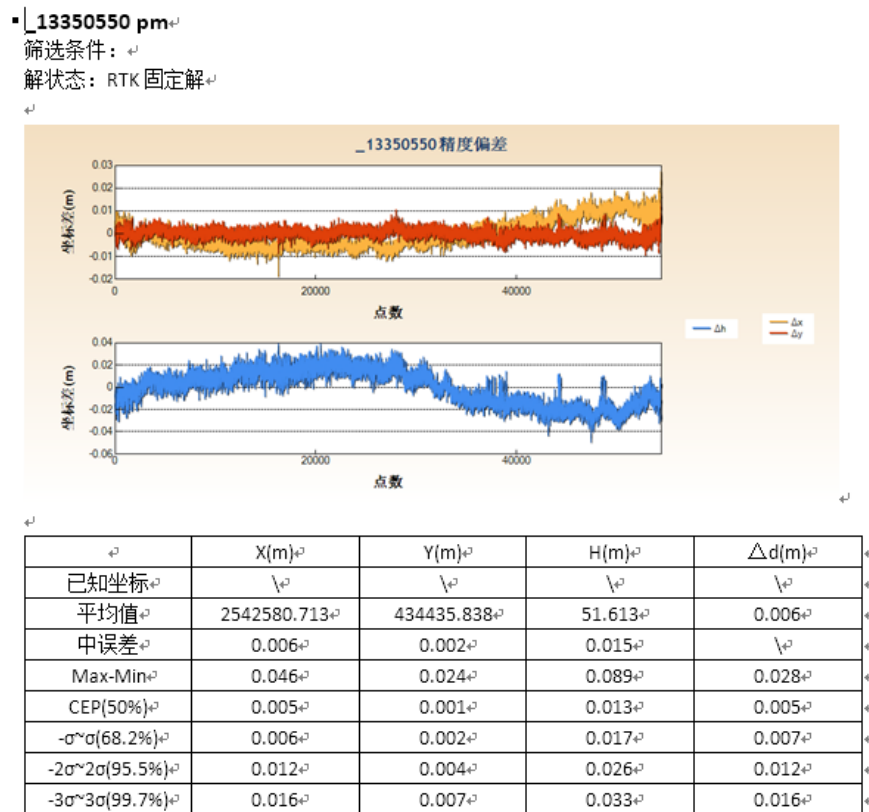
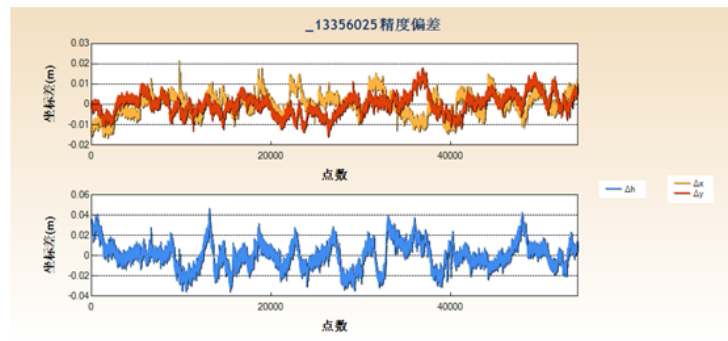


图 1 RTK 定位精度测试设备 1

13356025 pm
 筛选条件：
 解状态：RTK 固定解



	X(m)	Y(m)	H(m)	Δd(m)
已知坐标				
平均值	2542576.466	434431.865	50.454	0.007
中误差	0.006	0.005	0.013	
Max-Min	0.039	0.034	0.083	0.022
CEP(50%)	0.004	0.003	0.008	0.006
-σ(68.2%)	0.006	0.005	0.013	0.008
-2σ(95.5%)	0.011	0.010	0.026	0.014
-3σ(99.7%)	0.015	0.015	0.036	0.018

图 2 RTK 定位精度测试设备 2

电台模式，RTK 定位精度测试具体测试情况如下表：

表 1 电台模式 RTK 定位精度测试设备 3 和 4

	机身号	X(m)	Y(m)	H(m)	Δd(m)
-σ(68.2%)	13350002	0.006	0.004	0.014	0.007
	13352002	0.011	0.009	0.025	0.014

由上表可知：两台设备型号 3（机身号：13350002、13352002），平面偏差分别为 7mm、14mm 达到了 ≤25mm 的要求；高程偏差分别为 14mm、25mm 达到了 ≤50mm 的要求。

测试环境如下：



图 3 RTK 定位精度测试环境

PPK 定位精度，采用同 RTK 定位类似的方法，但机载 GNSS 接收机和参考站接收机独立接收卫星信号，无须进行差分数据传输。数据经过后处理软件进行统计分析，PPK 定位精度满足如下要求：

水平定位精度优于 $\pm(10+D \times 10^{-6})$ mm，
 垂直定位精度优于 $\pm(20+D \times 10^{-6})$ mm。

测试过程如下：

a) 基线长度 $0 \sim 3.5$ km，数据为 GPS+BDS+GLONASS 三系统数据，采样率为 1 秒，两接收机的同步观测时长约为 3.3 小时，以 TBC 动态解算结果为参考，将本次试验的解算结果与其对比，得到如下结果：

表 2 PPK 定位统计结果

F-Epoch	F-Rate	Rms-E/cm	Rms-N/cm	Rms-U/cm
11576	98.82%	0.77	0.75	1.65

固定解偏差的分布情况如下（水平方向）：

表 3 水平方向偏差分布

<1cm	<2cm	<5cm	<10cm	<20cm	<50cm
83.29%	93.94%	99.42%	100%	100%	100%

固定解偏差的分布情况如下（高程方向）：

表 4 高程方向偏差分布

<1cm	<2cm	<5cm	<10cm	<20cm	<50cm
62.52%	86.24%	98.81%	99.59%	100%	100%

b) 基线长度 0.5~9.5km, 数据为 GPS+BDS 双系统数据, 采样率为 1 秒, 两接收机的同步观测时长约为 40 分钟,

以 TBC 动态解算结果为参考, 将本次试验的解算结果与其对比, 得到如下结果:

表 5 PPK 定位统计结果

F-Epoch	F-Rate	Rms-E/cm	Rms-N/cm	Rms-U/cm
1863	93.81%	1.37	1.73	4.12

固定解偏差的分布情况如下 (水平方向):

表 6 水平方向偏差分布

<1cm	<2cm	<5cm	<10cm	<20cm	<50cm
52.20%	19.36%	95.89%	99.86%	99.93%	100%

固定解偏差的分布情况如下 (高程方向):

表 7 高程方向偏差分布

<1cm	<2cm	<5cm	<10cm	<20cm	<50cm
52.20%	19.36%	95.89%	99.86%	99.93%	100%

c) 采集地点为天安节能科技园, 基线长约为 14.4km, 采样率为 1 秒. 以 TBC 动态解算结果为参考, 将本次试验的解算结果与其对比, 得到如下结果:

表 8 PPK 定位统计结果

F-Epoch	F-Rate	Rms-E/cm	Rms-N/cm	Rms-U/cm
4082	99.63%	1.86	1.61	6.62

固定解偏差的分布情况如下 (水平方向):

表 9 水平方向偏差分布

<1cm	<2cm	<5cm	<10cm	<20cm	<50cm
21.55%	60.09%	95.22%	99.83%	100%	100%

固定解偏差的分布情况如下（高程方向）：

表 10 高程方向偏差分布

<1cm	<2cm	<5cm	<10cm	<20cm	<50cm
13.83%	26.72%	55.16%	88.60%	99.53%	100%

最后，对于动态定位以及高速动态性能的测试，引用《BD 420011-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）定位设备通用规范》5.6.6.2 中的模拟卫星信号下的动态定位精度测试方法。

四、 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

无。

五、 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准文件与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

本标准文件与无人机载体相关的功能、性能要求相匹配：

a) 咨询通告：《轻小无人机运行规定（试行）》（中国民用航空局飞行标准司）；

b) 行业标准：《CH/Z 3002-2010 无人机航摄系统技术要求》。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

无。

八、贯彻标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)

建议本标准在批准发布后实施。

本标准发布后，应向机载型全球导航卫星系统接收机生产制造单位进行宣传、贯彻，向机载型全球导航卫星系统接收机工作的相关人员推荐执行本标准文件。

(1) 标准文件的贯彻实施及相关方案指导性标准文件，建议组织有关人员积极参加行业协会组织的各项活动、培训班等。及时了解国内外标准制、修订信息，成立标准贯彻实施小组，技术中心主任担任组长，组员由标准化技术人员、产品主管设计人员、工艺主管设计人员、检验人员等组成，进行明确的分工合作。

(2) 标准化技术人员负责主草、其他人员参与制定贯标细则，完成后下发至有关部门，适时组织标准宣贯会，使有关人员拥有标准、了解标准、熟悉标准，执行标准。

(3) 借助企业的宣传部门在企业内通过广播、板报、宣传栏、横幅、局域网、短信等进行宣传，推广本标准的实施。

(4) 产品主管设计人员、工艺主管设计人员、检验人员、操作人员均须按照细则要求进行相应工作。

(5) 标准化技术人员全面负责贯标实施工作，跟踪服务对贯标中出现的的技术问题进行协调处理作好贯标记录，并进行长期监督检查工作。

九、 废止现行有关标准的建议

无。

十、 其他应予说明的事项

【可以对预期经济效果和社会效益做出说明】

随着人工智能和 5G 的发展，无人机未来在各个领域将有长足的发展。目前我国无人机市场规模逐年增长，年均复合增速高达 73.33%，2019 年市场规模在 188 亿元左右。无人机的应用能够有效扩大活动范围，提高工作

时间，在军事、科研、政府、商业活动及个人消费品等领域都有很大的应用空间。

本标准文件的发布实施，将形成无人机领域的标准，推动我国无人机系统健康、有序、可持续发展。