

# 《低轨卫星时频系统的测试规范》（征求意见稿）

## 编制说明

《低轨卫星时频系统的测试规范》团体标准

起草工作组

二〇二六年一月

# 《低轨卫星时频系统的测试规范》（征求意见稿）

## 编制说明

### 一、工作简况

#### 1.1 项目背景

近年来，低轨卫星（LEO）因其具备覆盖范围广、传输延迟低、抗干扰能力强等优势，已成为当前卫星互联网计划的“主角”，全球多个国家都在积极部署和推进低轨卫星互联网星座的建设。卫星时频系统是低轨互联网的核心要素，是产生统一时频基准、实现高精度时间同步和自主守时的基础。目前普遍以高稳晶振或者微小型原子钟作为低轨卫星时频基准构建的基础。

在地面实现低轨卫星时频系统的综合性能评估是必不可少的环节。然而，当前国内外现有标准未提出关于低轨卫星时频系统在地面的测试方法、测试条件和测试指标评估等方面的要求，无法满足低轨卫星快速发展对时频系统性能测试的应用需求。低轨卫星时频系统（如星载原子钟、高稳晶振）需在极端环境（真空、辐射、温度循环）下维持超高精度。缺乏统一测试标准导致：不同研制单位采用差异化测试方法，数据无法横向对比；关键指标验证缺失（如辐射累计剂量下频率漂移率、振动谱密度与相位噪声关联性），埋下在轨失效隐患。标准制定可以统一测试边界条件与方法学，确保时频系统性能可量化比对。

因此，确定低轨卫星时频系统对指标的测试要求、测试步骤、评估方法等方面的规范十分有必要。通过制定关于低轨卫星时频系统的标准能够有效明确其在低轨的真实状态，规范的标准也能有效提升量产化卫星时频系统的测试效率和性能检验。制定低轨卫星时频系统地面测试标准，是破解技术碎片化、阻断在轨风险、降本增效的必要举措。低轨卫星时频系统的测试标准能够助力卫星时频系统的快速应用，从而促进低轨互联网卫星更加迅速、安全、可靠的发展。

#### 1.2 任务来源

中国科学院国家授时中心根据长期在时间频率领域的技术成果和星载时频系统项目经历，提出制定《低轨卫星时频系统的测试规范》。

## 1.3 主要工作过程

### 1.3.1 准备阶段

2025年1月至2025年2月，项目开始立项并组织开展标准的制定工作。2025年3月，正式召开项目启动会议，确定项目的实施规划。

### 1.3.2 调研阶段

2025年3月至2025年4月，项目组成员调研国内外相关标准、科研成果等，组织专家进行分析与探讨。

### 1.3.3 起草阶段

2025年5月至2025年7月，项目组成员开始起草标准的草案稿。

### 1.3.4 研讨阶段

2025年8月初，召开标准草案研讨会，邀请业内专家对草案进行讨论、交流，对标准草案进行修改。

### 1.3.5 送审阶段

标准编制组进一步确定标准内容，并送审稿，定在2026年4月初召开审查会。

### 1.3.6 报批

标准编制组根据审查专家的意见与建议对标准内容进行修改和完善，拟定2026年4月底形成报批稿。

### 1.3.7 发布

拟定2026年5月底发布。

## 二、本标准编制原则与依据

### 2.1 编制原则

#### 2.1.1 一致性原则

本标准的编制一定程度上考虑了在我国当前时频领域和航天领域对《低轨卫

星时频系统的测试规范》团体标准施行的可行性，以确保本标准与有关行业相关标准的兼容性和一致性，确保与国家标准、行业标准中的术语和词汇保持一致，采用国家标准中规定的术语和广大用户熟悉的词汇。

### 2.1.2 科学合理性

本标准编制建立在充分的技术研究和实践验证基础上，引用国内外相关标准、研究成果及行业经验。关键技术指标（如频率准确度、频率稳定性和频率漂移率等）以实验数据、现场测试作为支撑。本标准编制采用标准化方法、系统工程思维和风险评估手段，确保标准内容逻辑严密、体系完整。

### 2.1.3 实用性原则

本标准编制充分考虑低轨卫星时频系统的的共性需求，确保标准适用广泛。本标准在编制过程中，对有关概念、定义和技术要求等内容的叙述尽可能清楚、确切，文字表达严谨、通俗易懂，使得本标准执行起来尽可能易实现和可操作，充分满足使用要求。

### 2.1.4 开放性与协同性原则

标准编制过程中广泛征集了设备制造商科研机构、监管部门等多方意见，确保标准具有广泛的行业共识。

## 2.2 编制依据

- GB/T 191—2008 包装储运图示标志
- GB/T 3873—1983 通信设备产品包装通用技术条件
- GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范
- GB/T 12498—2012 铷原子频率标准通用规范
- GB/T 32304—2015 航天电子产品静电防护要求
- GB/T 39268—2020 低轨星载 GNSS 导航型接收机通用规范
- GB/T 39724—2020 铯原子钟技术要求及测试方法
- GB/T 44385—2024 航天器空间环境适应性保证通用要求
- QJ 1417—1988 元器件可靠性降额准则
- QJ 2172—1991 卫星可靠性设计指南
- QJ 2266 航天系统电磁兼容性要求

- QJ 2438 航天器包装技术要求
- QJ 2630 航天器组件空间环境试验方法
- QJ 20073 卫星电磁兼容性试验要求及方法
- QJ 20422 航天器组件环境试验方法

### 三、本标准的范围和主要技术内容

#### 3.1 范围

本标准规定了低轨卫星时频设备相关的术语与定义、技术要求、试验和测试方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存以及使用说明。

本标准关于低轨卫星时频系统详细制定了低轨卫星时频系统的组成、结构外观、机电力热接口、环境适应性要求，关于频率准确度、稳定性和漂移率与时间偏差等指标测试和评估给出了确定性说明，适用低轨卫星时频系统从生产到试验再到验收的整个流程。

#### 3.2 主要技术内容

##### 3.2.1 基本规定

规定了低轨卫星时频系统的技术要求、试验和测试方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存等方面。要求该类设备满足航天产品的研制标准，在地面测试阶段，根据行业内对原子钟、晶振等频率源的规范，需严格按照频率和时间的测试要求和方法进行测试，并按照规范化的标准进行检验。同时，规定相应的标志、包装以及运输贮存规范，确保设备的安全可靠。

##### 3.2.2 技术要求

详细规定了低轨卫星时频系统的组成、结构和外观、安全性、元器件和元材料、机电热接口、输出信号要求、环境适应性要求、可靠性、安全性以及电磁兼容等方面的要求。

##### 3.2.3 试验和测试方法

确定了测试环境条件、测试设备、性能特性测试方法、环境适应性测试以及各类检查。对试验过程中各类测试方法和测试流程进行了细致的说明，并给出了清晰的评判标准，严格按照已有的时间频率标准和航天产品标准进行有效结合。

### 3.2.4 检验方法

制定了低轨卫星时频系统的检验规则，分为鉴定检验和交付检验。鉴定检验要求选用与卫星时频系统采用同样的图纸、材料、加工工具和制造过程的鉴定试验进行，交付检验要求按规定项目和顺序检验，并记录检验结果。两种检验方法均按照表格的方式给出所需的检验项目、要求章节和测试方法章节。

### 3.2.5 标志、包装、运输和贮存

规定了低轨卫星时频系统的标志、包装、运输和贮存要求。产品的标志应清晰，内容应包括：产品名称、型号、规格等，包装箱外壁应有明显的文字及图形标志。产品内包装要求减振、防潮、防尘、防腐、防污染、防静电。运输环境应符合设备工作环境要求，避免温度和湿度极端变化。

### 3.2.6 使用说明

规定了使用说明的编写，要求使用说明需包括产品型号及组成、产品功能及操作、运输、故障判断及处理、安全注意事项以及其他。

## 四、本标准预期的经济效益和社会效益

目标用户为中国卫星网络集团、上海垣信卫星科技等单位，由中国卫星网络集团承担的“星网”预计在2030年部署1.3万颗卫星，上海垣信承担的“千帆”2035年之前也要发射1.5万颗卫星，应用前景十分巨大。

低轨星载GNSS卫星时频系统的测试方法通过严格验证卫星在模拟低轨环境下的时频校准、抗辐射及可靠性等性能，低轨卫星生态高效、可持续发展的基石，惠及经济与社会全局，成为撬动产业价值的关键支点，带来双重价值。

### 4.1 经济效益

降低全周期成本——标准化测试缩短卫星研发周期，降低研发失败率和维护成本（如千帆星座通过标准化测试缩短部署周期30%，加速全球互联网服务商业化），减少发射后故障维修费用达数十亿元；激活产业链生态，带动高精度时频系统，如原子钟、GNSS模拟器等细分领域增长，据赛迪顾问预测，中国卫星测试市场2025年规模将突破120亿元，创造高端技术岗位超2万个；加速商业回报，星网通过低轨星载GNSS卫星时频系统的测试方法能够保障星

座组网进度，支撑 2025 年实现海事、航空等垂直领域通信服务收入逾 80 亿元。

## 4.2 社会效益

确保卫星在轨可靠性，使星网星座能精准监测青藏高原冰川消融（数据误差 $<0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），千帆为新疆牧区提供 20Mbps 低时延网络，惠及 300 万偏远人口；守护国家安全，通过电磁兼容测试抵御信号干扰，保障边境巡逻、应急指挥等高敏感场景通信零中断；推动全球科技协作，中国测试标准被国际电联（ITU）纳入低轨卫星技术框架，助力“一带一路”国家建设灾害预警系统（如 2024 年印尼海啸预警效率提升 50%）。

简言之，低轨卫星时频系统的测试方法既是卫星经济的“成本控制器”，更是社会进步的“安全阀”，以技术确定性释放千亿级市场与亿万民生的双重红利。

## 五、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

本标准制定过程中，未检索到针对低轨卫星时频系统的特殊需求进行规范的同类国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。

## 六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合现行的法律、法规和强制性国家标准的规定。

## 七、重大分歧意见的处理经过和依据

目前，没有分歧意见。

## 八、标准性质的说明

本标准为中国科技产业化促进会发布的标准，属于团体标准，供会员和社会自愿使用。

## 九、贯彻本标准的要求和措施建议

建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业化促进会团体标准管理要求，在行业中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。

## 十、废止现行有关标准的建议

无。

## 十一、其他应予说明的事项

无。