

电子行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	多通道时间间隔测量仪校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input type="checkbox"/> 重点 <input checked="" type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	中国电子科技集团公司第二十研究所		
联系人	史鸿杰	联系电话	17389701758
任务年限	2 年	申请经费	3 万元
参加单位	北京卫星导航中心、北京一朴时频科技有限公司		
目的、意义和必要性	<p>1、目的</p> <p>多通道高精度时间间隔测量仪是一种适用于卫星导航系统地面站、卫星导航授时终端、授时服务器以及大型通信系统、电力系统、航空航天等领域的高精度时间间隔测量的装置，其专用于信号间的精密时间间隔测量。</p> <p>本项目主要申请编制多通道的时间间隔测量仪校准规范，解决卫星导航系统地面站、卫星导航授时、守时系统以及大型通信系统、电力系统、航空航天等领域输出信号为多个 1PPS 信号的时间间隔溯源问题,为多通道高精度时间间隔测量仪计量工作保驾护航。</p> <p>2、意义和必要性</p> <p>目前国内对多通道时间间隔测量仪的校准主要参考 JJG 238-2018《时间间隔测量仪检定规程》，但由于多通道时间间隔测量仪通道多且实际计量过程中，大量企业及军工单位需要确认引起多通道测量仪测量结果显示值产生可觉察到变化的被测时间间隔的最小变化（被测输入端的分辨力）、仪器本身引起的时间间隔测量结果的离散性（时间间隔测</p>		

量抖动)以及多通道时间间隔测量仪器内部通道的信道特性引入的信号时间延迟以计算时间测量误差,测量项目远远大于前述现行有效技术规范的规定项目及范围,故目前国内无能够完全适合多通道时间间隔测量仪的校准方法和计量特性的计量技术规范,高精度、高分辨力的多通道时间间隔测量仪的校准方法处于空缺状态,亟需编制相应校准规范。

本校准规范为确保数据采集的全面性,满足卫星导航守时、授时等系统要求,基于对 MTIM-712A、TM-TIC08、HY-TIC712 等不同厂家多通道时间间隔测量仪的调研情况,校准项目涉及时间间隔测量分辨力、时间间隔测量抖动、时间间隔测量准确度、时间间隔测量非线性度以及内部通道延迟的计量,规定的校准项目精准涵盖企业实际应用中的数据盲点与痛点且测量相关量的量值传递准确可靠。因此本校准规范在对多通道时间间隔测量仪器计量方面具有一定的先进性,对 1PPS 信号时间间隔的量值溯源和传递提供可靠方法保障。

3、查新结果

经查新,在国家现行有效的相关计量技术规范方面只有 JJG 238-2018《时间间隔测量仪检定规程》,对比现有规范和本规范不同之处有以下两个方面:

1、JJG 238-2018《时间间隔测量仪检定规程》中规定的检定项目为内置晶体振荡器的检定和时间间隔测量范围及测量误差,而多通道时间间隔测量仪企业所需测量分辨力、时间间隔测量噪声、时间间隔测量非线性度以及内部通道延迟未涵盖,规定的校准项目针对单、双通道时间间隔计数器,不能满足现有的卫星导航守时授时等系统中多通道时间间隔测量仪的计量要求。

2、本规范主要针对多个 1PPS 标准时间信号在多通道的时间间隔测量问题与 1PPS 在不同通道间的计量特性表征,能够满足电子、船舶、航空、航天等行业及部队需求,具有一定针对性,现有规范 JJG238-2018《时间间隔测量仪检定规程》时间间隔测量误差测量范围为 1ns~10000s,对卫星导航守时授时等系统中输入信号类型仅为 1PPS,性能指标在 ps 级,测量范围在-0.5s~0.5s 的时间间隔测量仪不能满足计量需求,不具备参考性。

产业链应用

1、重点产业链方向

多通道时间间隔测量仪作为一种高精度、高分辨力时间间隔测量仪器，被广泛应用于民用大飞机导航、航天航空产业与网络通信产业，是导航定位、守时授时最重要的测量设备之一。北斗系统是我国自主建设、独立运行的卫星导航系统，也是联合国认可的四大全球卫星导航系统，不过在民航运输飞机上，目前全球使用的主要还是基于美国全球定位系统（GPS）的卫星定位及导航设备，主要原因为 GPS 信号精度远优于现有任何航路导航系统，这种精度提高和连续性服务的改善有助于有效利用空域，实现最佳的空域划分和管理、空中交通流量管理以及飞行路径管理，为空中运输服务开辟了广阔的应用前景，同时也降低了营运成本，保证了空中交通管制的灵活性与可靠性。所以我国计划在未来 20 年的时间内，实现陆基导航系统向星基导航系统的过渡，这势必对多路时间间隔信号的校准精度要求有所提高，而对时间间隔测量仪校准规范的研究与编制，能显著、有效提高导航系统时间信号的精度，为未来基于我国北斗卫星导航系统运行的民用大飞机提供所需的冗余和备份能力。

同时，多路时间间隔信号的校准也为在电力系统中实现变电站、发电厂和电网调度中心之间时间同步提供保障，以确保电力系统的协调运行。

2、对本行业重点产业链的支撑作用

本规范的编制锚定高精度电子时间间隔校准的行业空白，为了消除 GPS 单一飞机导航系统带来的安全隐患，一定程度上弥补传统导航系统中时间间隔参数数据采集不全面的情况，规范了 1PPS 信号计量校准项目，对飞机的安全性与卫星数据的准确性起到支撑作用。

在科学技术不断进步和发展下一些应用系统，例如大型通信系统、电力系统，特别是高速运动目标的跟踪定位系统，这些应用系统都对时间间隔测量仪的测量精确度提出了很高的要求；本规范通过保证民用飞机、导航守时授时等领域高精度、高分辨力下的 1PPS 时间同步信号参数在国内可靠、准确、有效地进行量值传递和溯源，做到时间间隔计量校准自主可控，有效降低导航系统给出的载体位置与真值之间的误差，

	促进我国民用飞机、仪器仪表领域系统升级，聚力推动电子行业高质量发展。
范围，和主要 计量特性	<p>1、计量技术规范适用范围</p> <p>本规范适用于接收秒信号输入的多通道时间间隔测量仪的生产、制造和使用中的校准。</p> <p>2、计量特性：</p> <p>（1）时间间隔测量分辨力：$\leq 1\text{ns}$</p> <p>（2）时间间隔测量抖动：$\leq 1\text{ns}$</p> <p>（3）时间间隔测量准确度：</p> <p>测量范围：$-0.5\text{s}\sim 0.5\text{s}$</p> <p>最大允许误差：$\pm (A \times t + \delta)$</p> <p>其中：</p> <p>A——时基最大允许频率偏差</p> <p>t ——被测时间间隔，s</p> <p>δ ——有效分辨力，s</p> <p>（4）时间间隔测量非线性度：$\leq 1\text{ns}$</p> <p>（5）内时基测量：</p> <p>相对频率偏差：$\pm (1\times 10^{-6}\sim 1\times 10^{-8})$</p> <p>3、主要测量标准的技术指标</p> <p>（1）标准仪器名称：标准时间频率源</p> <p>输出时间信号（1PPS）及频率信号（10 MHz/5 MHz）应满足如下要求：</p> <p>a) 输出 1PPS</p> <p> 日最大允许偏差 ：优于 2 ns。</p> <p>b) 输出 10MHz/5MHz</p> <p> 相对频率偏差 ：$\leq 1\times 10^{-12}$；</p> <p>1s 频率稳定度：$\leq 2\times 10^{-13}$。</p> <p>（2）标准仪器名称：时间间隔信号发生器</p>

应满足如下要求：

- a) 输入标称 10MHz 或 100MHz 频率信号，输出两路及其以上的时间间隔可设置 1PPS 信号；
- b) 输出 1PPS 信号波形要求：TTL 电平，50 Ω ；
- c) 输出 1PPS 信号时间间隔要求：满足被测测量仪时间间隔测量范围要求；
- d) 输出 1PPS 信号抖动要求：小于被测测量仪最小抖动值三分之一。

(3) 标准仪器名称：频标比对器

频标比对器应满足如下要求：

- a) 输入信号频率：10 MHz、5 MHz；
- b) 取样时间：1 s、10 s；
- c) 测量带宽应大于相应取样时间倒数的 5 倍；
- d) 比对不确定度应优于被测多通道测量仪相应取样时间频率稳定度的三分之一。

(4) 标准仪器名称：脉冲分配放大器

脉冲分配放大器应满足如下要求：

- a) 输出幅度：满足被测时间间隔计数器输入信号要求；
- b) 上升时间： ≤ 1 ns；
- c) 传输时延： ≤ 5 ns；
- d) 传输时间一致性： ≤ 0.5 ns；
- e) 抖动：小于被测测量仪最小抖动值三分之一；
- f) 输入信号类型：1PPS 信号。

(5) 标准仪器名称：相位微跃计

相位微跃计应满足如下要求：

- a) 相位调整最小步进：1 ps；
- b) 频率调整最小步进： 1×10^{-12} Hz。

4、简要描述计量项目的技术原理

(1) 时间间隔测量分辨力：

是指引起时间间隔测量结果显示值产生可觉察到变化的被测时间

间隔的最小变化。

采用直接测量法测量，输出零时差信号，时间间隔测量仪测得零值误差作为初始参考值。通过调整相位微跃计每 1ps 步进，连续观察测量值与初始值之差与时差调整量，若无明显变化，则继续增加输出信号时差调整量，直到测量结果与初始值之差与时差调整量接近时，停止测量，此时的时差调整量（相位调整量）即为多通道测量仪的测量分辨力。

（2）时间间隔测量抖动：

是由时间间隔测量仪器本身引起的时间间隔测量结果的离散性，用测量结果的标准方差表示。

采用直接测量法测量，产生固定时间间隔（0s/1us/1ms/100ms）的两路 1PPS 信号，一路接入时间间隔测试仪参考 1PPS 输入，一路通过 1PPS 信号分配放大器接入时间间隔测试仪被测 1PPS 输入。打开所有测量通道，测量各个通道与 CH1 的时间间隔测量结果，计算每个通道测量结果的标准偏差作为时间间隔测量抖动的测量结果。

（3）时间间隔测量准确度：

是指时间间隔测量结果与标准时间间隔之差绝对值的最大值。

采用直接测量法测量，时间间隔发生器输出零时差信号，时间间隔测量仪测得零值误差作为初始参考值。设置时间间隔发生器输出时差调整量为一定值 τ ，如 10ns。测量其中一个被测通道与参考通道间的时间间隔，测量结果默认按每秒 1 次记录，记录时间间隔测量最大值

$t_{b\max}$ 。

时间间隔测量准确度由下列公式计算得到：

$$\Delta t = t_{b\max} - t_a - \tau$$

t_a ——时间间隔为零时的测量值

t_b ——时间间隔为 τ 时的测量值

（4）时间间隔测量非线性度：

是指输入时间间隔信号按线性变化时，实际测得的时间间隔结果与输入信号线性变化偏离的程度。

设置相位微跃计相位调整量为 0，频率调整量为 1E-11 相对频偏，

	<p>测量每个通道与参考通道间的时间间隔,测量结果默认按每秒 1 次记录,记录各通道时间间隔测量差值平均值 t_a, 时间间隔测量非线性度偏差由下列公式计算:</p> $\nu_t = (t_{amax} - t_{amin}) / 2$ <p>(5) 内时基:</p> <p>测量仪器内置时基振荡器的检定, 根据振荡器类型和准确度等级, 分别按照 JJF1984-2022《电子测量仪器内石英晶体振荡器》、JJG181《石英晶体频率标准》进行检定。</p>
水平	<div><input type="checkbox"/>国际先进</div> <div><input checked="" type="checkbox"/>国内先进</div>
国内外情况 简要说明	<p>1、与国内相关技术规范之间的关系:</p> <p>目前国内时间间隔测量仪的计量技术规范仅有 JJG 238-2018《时间间隔测量仪检定规程》, 该规程检定项目为内置晶体振荡器的检定和时间间隔测量范围及测量误差, 而多通道时间间隔测量仪企业所需测量分辨力、时间间隔测量噪声、时间间隔测量非线性度以及内部通道延迟未涵盖, 国内尚未制定和颁布关于多通道的时间间隔测量仪的检定规程和校准规范, 因此亟须起草编制相应规程规范, 以指导国内计量检测机构开展对多通道时间间隔测量仪的检定校准工作, 填补国内空白。</p> <p>2、指出是否发现有知识产权的问题, 或涉及专利的情况</p> <p>不涉及知识产权与专利的问题。</p>

推荐意见		多通道高精度时间间隔测量仪是一种适用于卫星导航系统地面站、卫星导航授时终端、授时服务器以及大型通信系统、电力系统、航空航天等领域的高精度时间间隔测量的装置，其专用于 1PPS 信号间的精密时间间隔测量。多通道时间间隔计数器目前国家及行业计量技术规范不能满足计量需求，建议立项。			
主要起草单位	(签字、盖公章) 月 日	技术委员会	(盖公章) 月 日	部委托支撑单位	(盖公章) 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，10 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。