
上海光机所在光纤时频相同步研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14253.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中国科学院上海光学精密机械研究所空间信息传输与探测技术重点实验室在光纤时频相同步研究中取得进展，提出了一种过零检测和优化控制策略的绝对相位标记技术，标记精度达到皮秒级，并成功应用于光纤远程站点间的时间、频率与相位的同步与相干传输。该技术解决了相位同步中的相位差漂移、相位模糊性、初始相位不确定性以及传输延迟的校准等关键问题，并显著提升了秒脉冲（PPS）时间同步的RMS精度至百飞秒级、峰峰值抖动至皮秒级，有望支撑分布式相干探测阵列完全相干增益的实现。相关研究成果发表在Optics Express, 2021, 29(9): 14041-14057和IEEE Photonics Journal, 2021, 13(3): 1-11上。

近年来，光纤时频同步技术发展迅速，并广泛应用在各个领域中。随着分布式相干探测阵列等领域进一步提出了对相位同步和皮秒级PPS时间同步的需求，通过光纤实现时间、频率和相位的同步高精度同步迫在眉睫。

为此，研究人员首先提出了一种绝对相位标记技术，利用脉冲控制信号实现了对频率信号绝对相位的精确标记，标记精度达到皮秒量级，产生的标记脉冲信号可用作绝佳的PPS时间参考；随后，基于该技术，研究人员提出了一种光纤时频相同步（相位相干传输）方案，实现了相干探测所必需的时间、频率与相位的同步，其原理框图如下图所示。实验结果表明，在不同光纤距离下实现了稳定的频率、相位和PPS时间同步，即使在150 km光纤下，10000 s内的峰峰抖动仅为3.3 ps，时间偏差低至438 fs @ 1 s；在25

km

光纤链

路下校准了传

输延迟，本远地各信号间的

相对延迟如下表所示，通过相位时间差（ τ_f ）评估的相位同步不确定度为2.577

ps，通过标记脉冲时间差（ τ_m ）评估的时间同步不确定度为2.65 ps。该方案提供了一种远程光纤时间-频率-相位同时同步方法，将明显提升相位相干性和pps时间的同步精度，在分布式相干探测阵列等领域具有广阔的应用前景。

研究工作获得国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项、中科院青年创新促进会、国家重点研发计划的支持。

[论文链接](#)

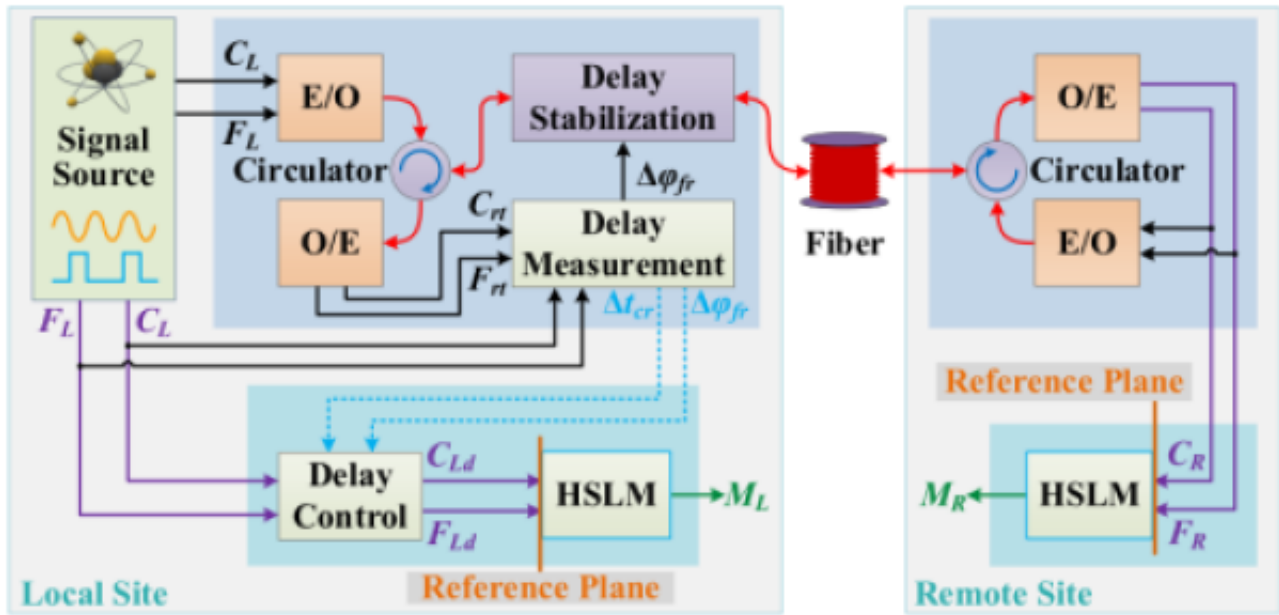


图.光纤时频相同步系统原理图

Measurement	Δt_{cr}	ΔN	Δt_c	τ_f	τ_f (BC) ^b	τ_f (AC) ^c	Δt_m (BC)	Δt_m (AC)	τ_f (MO) ^d
1	290503145	-4	492	103.88	662.02	662.02	903.4	903.4	898.2
2	290503146	-4	518	103.87	661.76	661.76	904.5	904.5	900.1
3	290503160	-4	519	103.87	663.31	663.31	902.3	902.3	896.7
4	290504183	-3	495	103.88	161.40	664.43	400.1	899.3	894.8
5	290505169	-2	516	103.88	661.09	661.09	901.4	901.4	896.4
6	290506182	-1	443	103.87	160.83	660.80	400.8	900.8	895.9
7	290506188	-1	448	103.88	160.64	660.97	401.3	901.3	896.1
8	290506180	-1	445	103.88	160.80	660.91	401.6	901.6	896.3
9	290507169	0	463	103.84	663.59	663.59	904.9	904.9	900.2
10	290507170	0	453	103.85	663.65	663.65	904.8	904.8	899.8
11	290498115	-9	496	103.78	166.24	666.73	406.1	906.4	901.4
12	290502195	-5	491	103.81	164.82	666.27	401.1	901.1	896.0

Note: ^aExcept for columns 1 and 3, the units of the other columns are ps;
^bBC, before calibration; ^cAC, after calibration; ^dMO, measured by an oscilloscope

表.校准后本远地信号间的延迟

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发