

gps 时钟驯服晶振在南京大学成功案例

2017 年 10 月初，我公司自主研发生产的 gps 时钟驯服晶振在南京大学投入使用，这套驯服晶振已稳定运行数月，已将我公司纳为合格供应商。

一、时钟驯服晶振简介

时钟驯服的基本原理是利用卫星授时接收机提供的固定频率信号，与本地振荡器产生的振荡信号进行比对，获得频率差；再通过对本地振荡器的调节，使振荡频率与卫星的振荡频率基本一致，在频率调整过程中，还需要对本地振荡器的相位进行补偿，使本地振荡器输出的分频秒信号与接收机输出的秒信号差值在一定范围内。卫星授时接收机由于信号传输距离长，易受干扰等特点，其输出的 1 pps 具有一定的抖动，秒信号包含多种误差成分，如：卫星时钟误差：星历误差：电离层的附加延时误差：对流层的附加延时误差：多路径误差：接收机本身的误差。

采用 GPS 授时接收机对高稳晶振进行升级改造，研制高精度时间间隔计数器电路，测量 GPS 平均秒和高稳晶振分频秒之间的时差，采用驯服算法计算晶振的实时准确度，并通过电子频率控制的方式反馈调整高稳晶振的频率信号，从而提高频率信号的准确性和稳定性。

二、GPS 驯服晶振

利用高精度的时间间隔测量方法测得 GPS 信号和本地秒信号的相位差，并经计算机处理后转换成频率差，然后通过高稳晶振的压控调谐对高稳晶振输出频率进行调整，由锁相环回路进行控制使高稳

晶振锁定到 GPS 时钟的准确度，从而完成对高稳晶振的驯服校频过程。

对输入本地频标和 GPS 秒脉冲信号的鉴相，通过高精度时间间隔测量，测量出两信号的相位差，并将转换为电压值。然后通过压控 OCXO 端口对高稳晶振进行压控调整，通过锁相环使本地频标锁定到 GPS 时钟上。

影响误差分析

其中主要影响是 GPS 引入误差。又可分为以下几方面的误差：

1.1 与 GPS 卫星相关的误差

1.1 卫星星历误差

卫星星历误差是指卫星星历给出的卫星空间位置和卫星实际位置间的偏差，由于卫星空间位置是由地面监控系统根据卫星测轨结果计算求得的，所以又称为卫星轨道误差。它是一种起始数据误差，其大小取决于卫星跟踪站的数量及空间分布、观测值的数量及精度、轨道计算时所用的轨道模型及定轨软件的完善程度等。它是 GPS 测量的重要误差来源。

1.2 卫星钟差

GPS 卫星钟时间与标准时间之间的误差。主要起因于钟漂移、漂移预测偏差、卫星信号通道延迟及地面控制部分的检测与校正偏差等的综合结果。

1.3 卫星信号发射天线相位中心误差

1.4 相对论效应的影响

卫星钟和接收机所处的状态（运动速度和重力位）不同引起的卫星钟和接收机钟之间的相对误差。

2. 与传播路径相关的误差

2.1 电离层折射

当 GPS 信号通过电离层时，电离层中大量的自由电子和正离子使其传播路径发生改变，影响 GPS 信号的传输速度和时间。

2.2 中性层折射

由于对流层和平流层不同的物理特性，GPS 信号在穿过其中时也会发生传播路径的改变，从而使测量距离产生偏差。

3 多路径效应

测量站周围的反射物所反射的卫星信号（反射波）进入接收机天线将和直接来自卫星的信号（直接波）产生干涉，从而使观测值偏离，产生所谓的“多路径误差”。当接收机天线除接收到卫星发射的信号外，还收到天线周围地物一次或多次反射的卫星信号时，两种卫星信号叠加，将会引起测量参考点位置的变化，从而使观测产生误差。这种误差随天线周围反射面的性质而异，难以控制。目前一般通过选择合理的天线位置避免多路径效应的影响。

3.1 与接收设备有关的误差

3.1.1 接收机钟差

GPS 接收机一般采用高精度的石英钟，接收机的钟面时与 GPS 标准时之间的差异称为接收机钟差。

3.1.2 接收机的位置误差

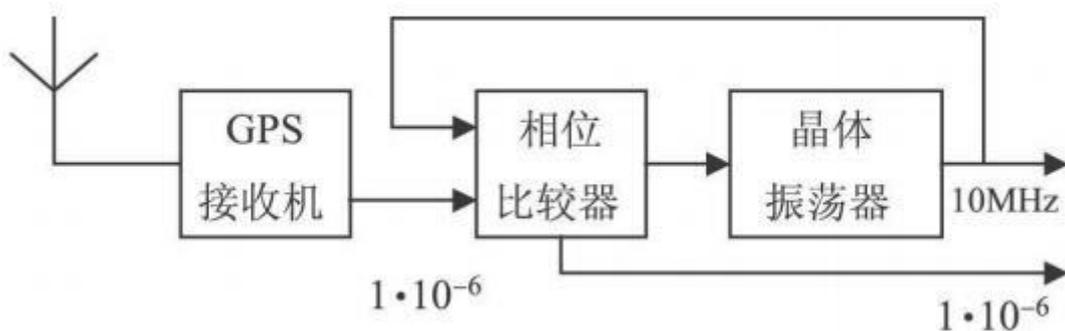
接收机天线相位中心对测量站标石中心位置的误差叫接收机的位置误差。

3.1.3 接收机天线相位中心偏差

gps 驯服时钟产品

SYN3102A 型低相噪铷原子钟频率标准采用小尺寸封装，直流供电，只需要 6 分钟即可以快速锁定，采用先进的滤波技术实现较高的二三次谐波抑制，去除各种环境影响实现超低的相位噪声和优秀的杂波抑制，具有简单的数字频率调节功能，只需要通过串口发送指令即可以实现精密准确度调节，锁定指示灯更是方便用户判断铷钟工作状态。

最重要的一项功能就是实现高精度驯服功能，只需要外部输入 1PPS 信号即可以实现高精度驯服功能，当断开外部参考时具有超高的保持能力，



产品功能

- 1) 提供1路超低相噪的10MHz正弦信号；
- 2) 可通过串口数字调节频率准确度；
- 3) 1PPS输入输出同步驯服功能；

gps 驯服晶振意义

对于 GPS 接收机，其产生的接收机 1PPS 由内置普通晶振产生。晶振独立产生秒脉冲（以下称本秒），本秒的相位会随其老化特性而逐渐漂移。而接收机内部，存在一个反馈，通过每秒或者更高的速率将本秒与 GPS 卫星 CA 码进行实时比对，计算本地秒与 GPS 秒的相位差，并利用接收机内部 NCO 或 DDS 进行相位调整。最终输出的接收机 1PPS 即利用调整后的 10M（接收机内部实际频率不一定为 10M，但原理一致）产生。

由于存在相位调整，故接收机 1PPS 的长期相位特性与内置普通晶振的长期漂移特性不再相关，取而代之与 GPS 卫星时间直接相关，因此，可利用其长期稳定的特性对晶振进行驯服。

结束语

利用 GPS 信号完成对高稳晶振的锁定，解决了准确度降低和长期稳定性能差的问题，输出高精度的频率基准和时间同步信号，为各项任务提供更准确、可靠、精度更高的时间频率信号。