

普通同步采集与时间同步采集

许多数据采集应用，需要多通道同步采集，即各通道的采集时间是同时刻的，比如各种机械振动，结构振动，声场，风洞，地震信号等。只有同步才能对一个动态事件做精确的分析。

目前同步采集仪产品是很普遍的，单台从 4 通道至 64 通道，采样频率从几 Hz 到几 MHz. 精度从 16 位到 24 位。同步采集原理也很简单，就是用同一时钟去触发所有通道 AD 转换，达到同时刻采集。如果单一采集器通道不够，可以采用多台并行的方式，所有采集器采用同一外时钟即可，可扩展到上千通道同步采集。

可见只要使用同一时钟源（一般是 1-20MH 晶振）即可实现同步采集。这就是**普通同步采集**，适用于小尺度（几百米内），单一系统的采集需求。

对于其他一些场合，如大尺度的桥梁，跨海大桥，大坝，大型建筑等，采集器分布在不同位置，无法连接时钟信号，或者对于一个大系统的局部测量，如电力系统，通讯系统，铁道部门，跨区地质地震信息，需要全系统的同步。

此时需要构建一个全局的统一的时钟系统，精确权威的标准时间可用来构建这种时钟。GPS/北斗系统为我们构建这个时钟带来了便利，应用 GPS/北斗提供的秒脉冲对高频晶振进行锁相校准，即可得到同步于标准时间的精确的高频时钟信号。GPS 秒脉冲精度在几十 nS 级，并且没有累积误差，只要 GPS 信号良好，无论在什么地方，都可获得精确的时钟信号。

由 GPS/北斗模块及校准晶振构成的电路模块叫“GPS/北斗时钟晶振”，由这个晶振做为时钟的采集系统叫**时间同步采集**。时间同步采集仪可设定统一的开始采集时间，这样我们可实现放置在各处的采集仪长期精准同步采集，无论距离多远。

总结：时间同步采集是比一般同步采集更高级的同步采集，不光各通道间同步，而且和标准时间严格同步，并且采集频率精准（一般采集系统晶振都是有误差的）。

实际应用中“GPS/北斗时钟晶振”可以放置在每台采集仪以内，也可以作为外时钟供放置在一起的多台采集仪使用。

北京优采测控技术有限公司十年前就开发实现了“GPS/北斗时钟晶振”，并生产了各种型号**时间同步采集仪**。在许多领域有广泛应用如：几百台用于全国地理信号监测，地震信号检测，几十台用于跨海大桥监测，普通大桥监测，体育场大型楼宇结构监测等。普通同步采集仪应用更多，广泛应用在工业、国防和科学实验领域，大型如汽轮机空压机，火箭振动台，风洞，核聚变装置试验等。

如果您有各种同步采集需求，可以联系我们，可为您提供几路至上千路的适用产品。

时间同步采集仪测试

这里给出时间同步采集仪的测试数据，以验证采集仪的同步性能。

测试仪器：采用我公司 24 位，8 通道，带有 GPS 时钟晶振的多功能采集仪。

工作方式：采用离线采集存储方式，采集数据存于机内 SD 卡，30 分钟一个文件，连续采集。

采集参数：4 通道采集（便于看数据），采集频率 4096Hz/通道，预设采集开始时间，由 GPS 秒脉冲触发开始采集，使用 GPS 时钟晶振。

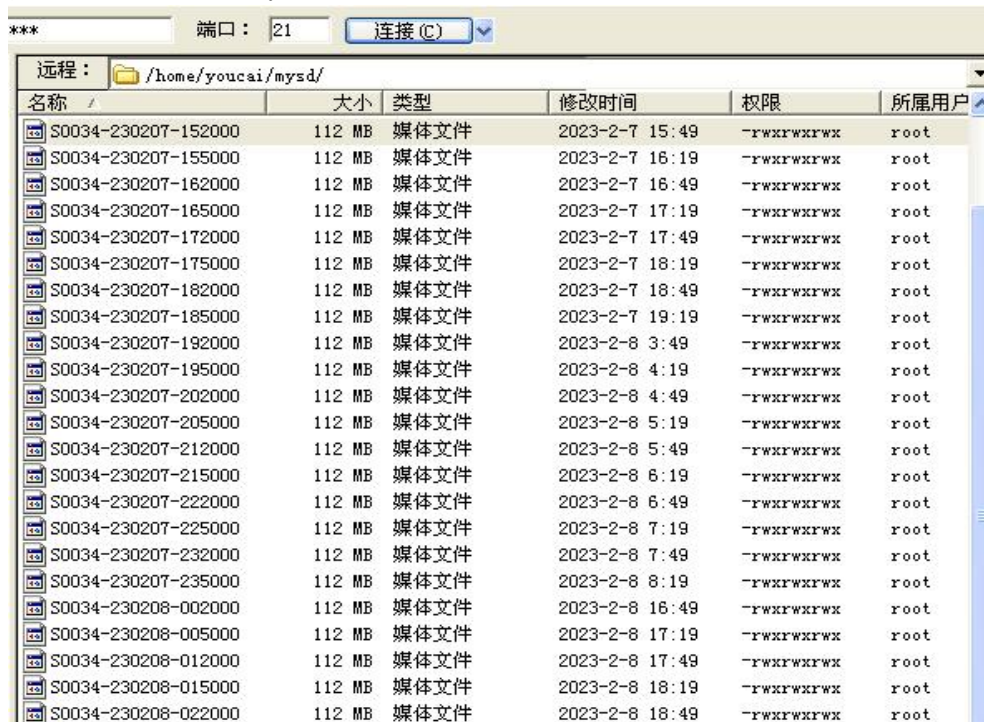
采集信号：GPS 秒脉冲信号（200mS 正脉冲，每秒一个，前沿对应秒开始），由于秒脉冲是权威标准的时间信号，其前沿误差在几十 nS 数量级，且没有累积误差，所以是最好的基准信号源。

关注点：长时间采集频率精确性（每秒采集点数及长时间采集点数验证），与标准时间的同步性（秒脉冲位置有无偏差验证）。其他如采集信号信息等都不在本次测试关注内。

测试过程：此工作方式由登录仪器 FTP 服务器上传采集参数文件控制，FTP 方式下载数据文件。我们按照上述采集参数设定上传参数文件，从 2023-02-07 15:20:00 秒开始采集。连续采集了 2 天，采集时可断网，如果 FTP 登录仪器 mysd 目录，可见文件生成过程，可随时下载删除文件。

下载文件：连续采集 2 天，从 15 点 20 分起每隔 30 分钟生成一个数据文件，文件名是仪器号和时间（FTP 服务器看到的文件见以下图 1），我们下载开始的 2 个文件和两天后的 2 个文件进行分析。

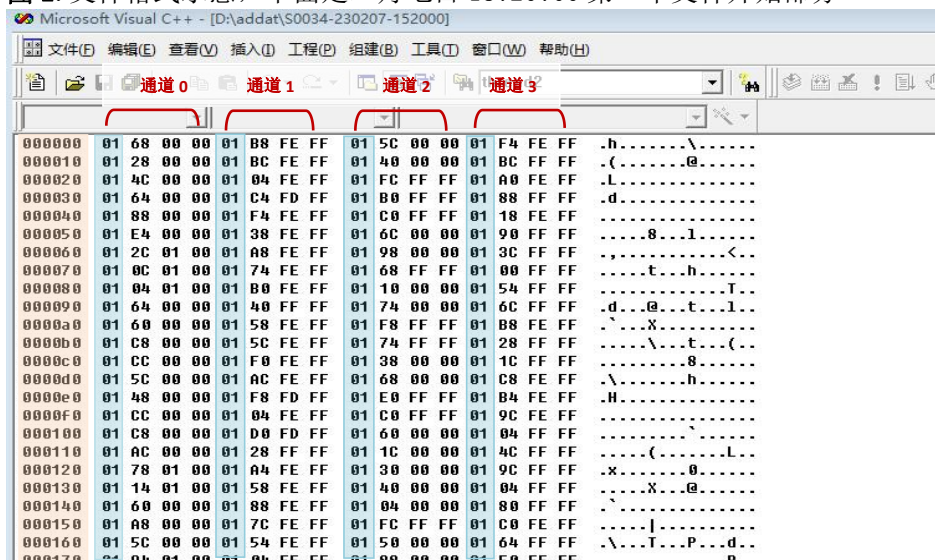
图 1. FTP 登录仪器 mysd 目录看到的文件



名称	大小	类型	修改时间	权限	所属用户
S0034-230207-152000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 15:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-155000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 16:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-162000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 16:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-165000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 17:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-172000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 17:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-175000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 18:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-182000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 18:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-185000	112 MB	媒体文件	2023-2-7 19:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-192000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 3:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-195000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 4:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-202000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 4:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-205000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 5:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-212000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 5:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-215000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 6:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-222000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 6:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-225000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 7:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-232000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 7:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230207-235000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 8:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230208-002000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 16:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230208-005000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 17:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230208-012000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 17:49	-rwxrwxrwx	root
S0034-230208-015000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 18:19	-rwxrwxrwx	root
S0034-230208-022000	112 MB	媒体文件	2023-2-8 18:49	-rwxrwxrwx	root

文件格式: 文件是二进制文件，每个数据为 4 字节（高 3 字节为 24 位 AD 数据，最低字节除 bit0 外为 0），按通道顺序排列：0、1、2、3；0、1、2、3…。每行 16 字节正好 4 各通道。GPS 秒脉冲并不占用一个通道，而是放在每个数据字的最低位 bit0，见图一蓝色部分 “01” 秒脉冲高脉冲；“00” 秒脉冲低字节。黄色部分是 16 进制地址。

图 2. 文件格式示意，下面是二月七日 15:20:00 第一个文件开始部分



数据分析: 采样频率是 4096Hz，则一秒的数据量为 $4 \times 4 \times 4096 = 65536$ （十六进制是 10000H），看左边地址每 10000H 是 1 秒数据，第一点数据由秒脉冲触发，所以每 10000H 对应新一秒开始，此位置秒脉冲信息由“00”转为“01”。如果我们看到的所有数据都能满足以上条件，则可证明采集频率是精确的，采集数据是和时间严格同步的。

我们查看了第一、第二个文件前部和后部分数据是符合的（见图 2 至图 6）；检查 2 天后数据也是符合的（见图 7、图 8），说明 48 小时秒脉冲位置未变，数据是严格同步的。

图 3. 二月七日 15:20:00 文件开始 0.2S 处秒脉冲结束（最低字节由 01 变 00）

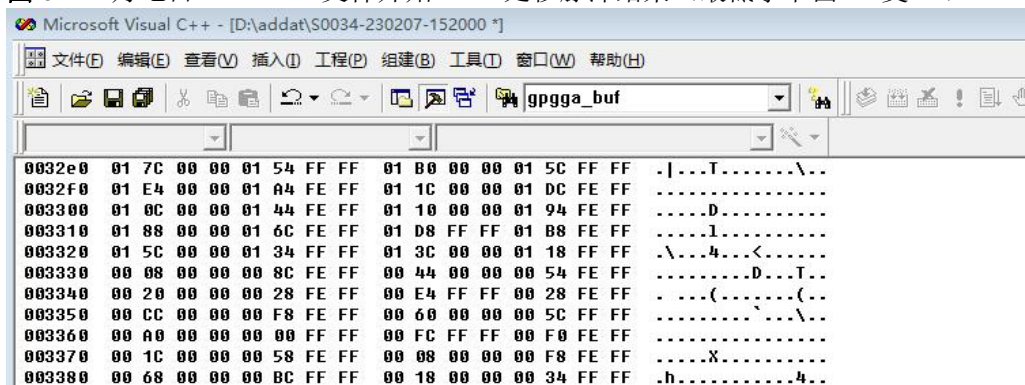


图 4. 二月七日 15:20:00 第一个文件开始第 2S 处秒脉冲开始 (00 变 01)

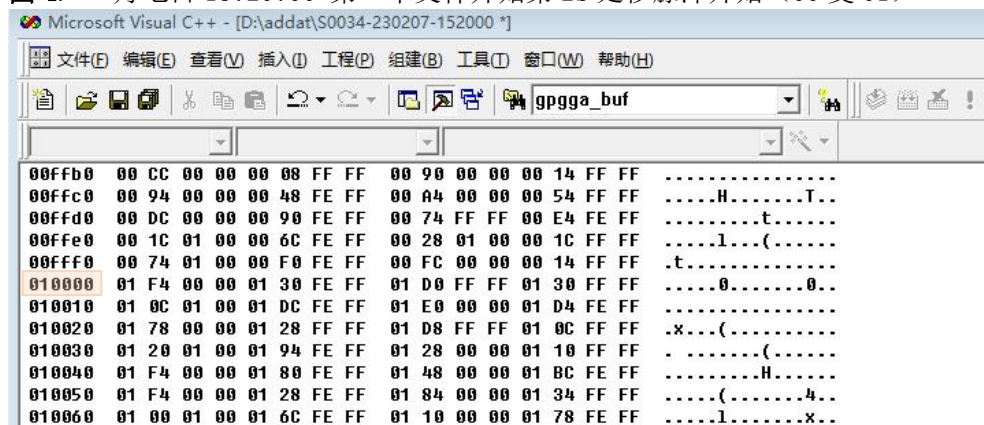


图 5. 二月七日 15:20:00 第一个文件末第 29S 处秒脉冲开始 (00 变 01)

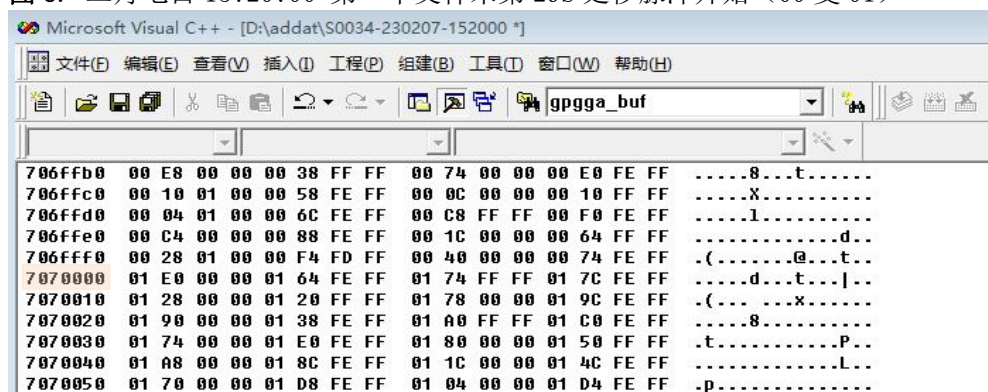


图 6. 第一个文件结束

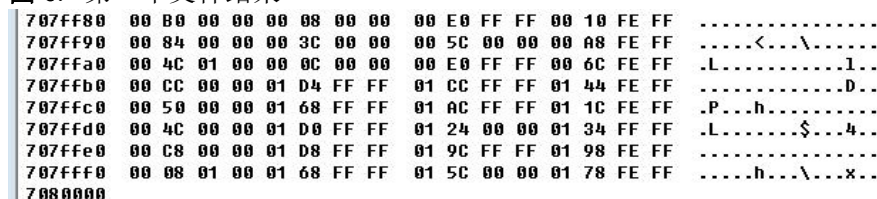


图 7. 48 小时后, 二月九日 15:20:00 文件, 第 2 秒处秒脉冲位置

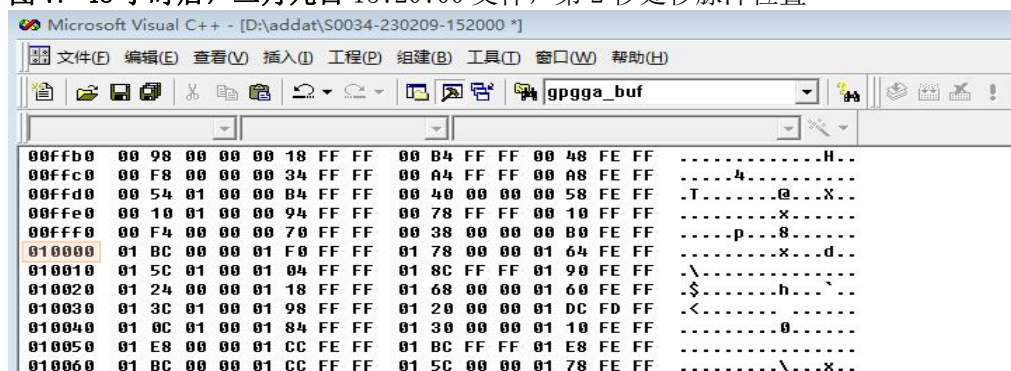


图 8. 二月九日 15:20:00 文件末位置，48 小时候后秒脉冲位置还是没变。

706ffb0	00 E8 00 00 00 38 FF FF	00 74 00 00 00 E0 FE FF	8...t....
706ffc0	00 10 01 00 00 58 FE FF	00 0C 00 00 00 10 FF FF	X.....
706ffd0	00 04 01 00 00 6C FE FF	00 C8 FF FF 00 F0 FE FF	1.....
706ffe0	00 C4 00 00 00 88 FE FF	00 1C 00 00 00 64 FF FF	d.....
706fff0	00 28 01 00 00 F4 FD FF	00 40 00 00 00 74 FE FF	.(.....@...t..
7070000	01 E0 00 00 01 64 FE FF	01 74 FF FF 01 7C FE FF	d...t... ..
7070010	01 28 00 00 01 20 FF FF	01 78 00 00 01 9C FE FF	.(... ..x.....
7070020	01 90 00 00 01 38 FE FF	01 A0 FF FF 01 C0 FE FF	8.....
7070030	01 74 00 00 01 E0 FE FF	01 80 00 00 01 50 FF FF	.t.....P..
7070040	01 A8 00 00 01 8C FE FF	01 1C 00 00 01 4C FE FF	L..
7070050	01 70 00 00 01 D8 FE FF	01 04 00 00 01 D4 FE FF	.p.....
7070060	01 84 00 00 01 C8 FE FF	01 D8 FF FF 01 70 FE FF	p..

图 9. 另一次采集，秒脉冲触发，未用 GPS 晶振，25 分钟时数据中秒脉冲位置已变。
应该在 5dc0000H 处，现提前了 5 个数据点， $5 \times (1/4096)$ 偏离约 1mS。

5dbff80	00 50 00 00 00 A8 FF FF	00 D8 FF FF 00 C0 FE FF	.P.....
5dbff90	00 E0 00 00 00 A8 FF FF	00 F4 FF FF 00 AC FE FF	
5dbffa0	00 20 01 00 00 54 00 00	00 6C 00 00 00 80 FE FF	T...1.....
5dbffb0	01 F0 00 00 01 24 00 00	01 1C 00 00 01 70 FE FF	\$......p..
5dbffc0	01 DC 00 00 01 94 FF FF	01 10 00 00 01 8C FE FF	
5dbffd0	01 B8 01 00 01 78 FF FF	01 C4 FF FF 01 84 FE FF	x.....
5dbffe0	01 84 01 00 01 5C FF FF	01 9C 00 00 01 EC FE FF	\.....
5dbfff0	01 4C 01 00 01 AC FF FF	01 B4 FF FF 01 38 FE FF	.L.....8..
5dc0000	01 58 01 00 01 D0 FF FF	01 34 00 00 01 54 FE FF	.X.....4...T..
5dc0010	01 E8 00 00 01 A8 FF FF	01 A0 FF FF 01 D0 FE FF	
5dc0020	01 4C 01 00 01 BC 00 00	01 BC FF FF 01 90 FE FF	.L.....
5dc0030	01 20 01 00 01 CC FF FF	01 F4 FF FF 01 9C FE FF	

分析结论：经过 2 天的测试数据看，每秒钟采集 4096 点是精确的，长时间没改变；秒脉冲的位置总是在 4096 点开始位置（xxx10000H），长时间没改变。

可以证明： 1) “时间同步采集仪”的采集频率是精确的，无误差。
2) 每点采集数据和标准时间完全同步，无累计误差。
3) 多台“时间同步采集仪”，放在任何位置（有 GPS 时钟信号），都可做到完全同步采集。

实际上证明“时间同步采集仪”的同步性，不需那么长时间，只需 30 分钟即可看出结果，图 9 是采用普通晶振，秒脉冲触发开始采集，25 分时的数据，可见秒脉冲已经出现位移（这位移会累计）。优质普通晶振精度 5PPM，25 分钟最大可差 7.5mS。这里 2 天测试无误差，也证明了我们“时间同步采集仪”的稳定性。

附带说明，我公司各类网口同步采集仪的工作方式：

- 1) TCP 编程连接，实时采集传输数据。网线直连、局域网、远程互联网，可无线。
- 2) 离线自动采集存储，数据存储于内部 SD 卡或 U 盘，计算机登录仪器 FTP 服务器控制采集、下载或删除数据。也可取出 SD 卡或 U 盘。
- 3) 仪器向计算机 FTP 服务器或云服务器主动传送数据文件，可在服务器端控制采集。