

Application of IRIG106 Standard in High-Speed Analogy Data Recording

Lingwei Ye, Dong Xia, Fufeng Qi, Dalong Li

Qingdao Branch of Naval Aeronautical Engineering Institute, Qingdao Shandong
Email: xcdo@163.com

Received: Dec. 1st, 2015; accepted: Dec. 15th, 2015; published: Dec. 18th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Digital recording standard in IRIG106 chapter 10 is acknowledged internationally, however, memory used for format data usually was huge in high-speed analog signal recording when IRIG106 was adapted, and the format data could be 15 times as much as valuable data in extreme case. In order to solve the problem of format data amount, sampling more than once and recording in batches through additional cache in sampling circuit was adapted based on the specialty of high-speed analog signal sampling, which decreased storage memory of recording data. Storage cost of format data could be cut down sharply by using this method, and by taking the sampling frequency of 16 kHz as an example, we can find the net format data could be less than 1% of valuable data.

Keywords

Analog, Data Recording, IRIG106, Storage Memory

IRIG106标准在高速模拟数据记录中的应用

叶灵伟, 夏 栋, 戚甫峰, 李大龙

海军航空工程学院青岛校区, 山东 青岛
Email: xcdo@163.com

收稿日期: 2015年12月1日; 录用日期: 2015年12月15日; 发布日期: 2015年12月18日

摘要

IRIG106第10章采集记录标准是国际公认的采集记录标准，但是采用IRIG106标准记录高速模拟量数据时经常存在用于存储记录格式的数据量过大的问题，极端情况下存储记录格式的数据量是有意义的记录数据量的15倍以上。为解决该问题，本文根据高速模拟量数据采集的特点，通过在采集电路增加缓冲区，采取数据多次采集、集中记录的方式，减少了记录格式产生的数据量，节约了记录数据的存储空间。经过分析该方法可以极大的减少记录格式引起的存储开销，当采集频率为16 KHz时格式存储开销可控制到净数据量的1%以下。

关键词

模拟量，数据记录，IRIG106，存储空间

1. 引言

IRIG (Inter-Range Instrumentation Group, 靶场仪器组)是美国靶场司令委员会的一个下属机构。自从上世纪 60 年代以来，国外飞行试验遥测大部分遵照美国 IRIG106 遥测标准，我国现行的遥测标准(GJB21.2A)也基本上参照了 IRIG106 标准。2004 年 5 月，美国靶场司令委员会对 IRIG106 第十章进行修改，提出了固态记录标准[1]。目前，IRIG106 固态数字记录标准已逐渐成为国际公认的标准之一[2]。该标准具有以下优点[3]：

- 1) 通过数字数据记录说明、数据格式、数据记录结构的标准化来实现数据的随机访问。
- 2) 通过数据记录结构和文件结构的标准化来提供控制、下载接口和安全擦除方法。
- 3) 可从任何厂商的记录器中获取数据，通过标准接口下载到自己的电脑，并通过任何一家厂商兼容的软件包来分析这些数据。
- 4) 该标准对需要高精度绝对时间和多通道相对时间的数据提供了时间资源和时间标签方法。还可通过使记录器内部时钟和来自全球定位系统(GPS)的时间信号同步的方法增强时间的精确度。

为了保证数据记录的准确，该标准制定了复杂的数据记录格式[4]，这些格式数据在保证数据准确的同时也占用了较大的存储空间，该问题在记录高速模拟量如音频、振动数据时尤为突出。本文将在遵循 IRIG106 第十章的前提下，研究减少数据格式数据量的方法。

2. IRIG106 第十章数据记录格式

按照 IRIG106 标准第十章“数据记录标准”的要求，文件中数据以包的形式存储[5]，每个文件中数据包的组织结构如图 1 所示。

每一个记录文件都由“计算机生成数据设置记录包”、“时间数据包”、“数据包”三类包组成。

- 1) 计算机生成数据设置记录包，该包必须为记录文件中的第一个包，为计算机生成的静态数据，并不包含采集数据，该包记录了文件中各类包中数据的解析方法；
- 2) 时间包，该包必须为记录文件中的第一个动态包，该包在数据记录过程中周期生成，记录了记录过程中的时间信息，其产生频率不低于 1 Hz；
- 3) 数据包，该类包记录有意义的采集数据，包括模拟数据、总线数据、音视频数据等。数据包必须在 100 ms 内生成，即每个数据包最多记录 100 ms 内的数据。数据包的存储和解析方式跟解析方式跟数据类型有关。

三类包的每个数据包的基本结构又包含数据包头、次包头、数据内容、数据尾 4 个部分(见表 1)，其中次包头可选。各项的详细含义可参考按照 IRIG106 标准第十章“数据记录标准”原文。

3. 高速模拟量数据记录量分析

由上所述，符合 IRIG106 记录标准的模拟量数据包内组成及各组成部分所占字节数如表 2 所示。由

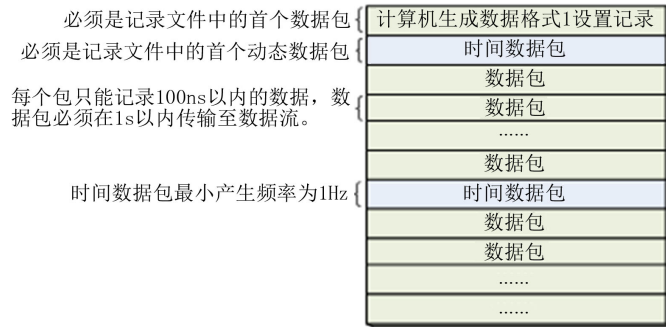


Figure 1. The internal structure of the IRIG106 standard record file
图 1. IRIG106 标准记录文件内部结构

Table 1. Internal structure of data packets
表 1. 数据包内部结构

信息包同步字	
通道 ID 号	
信息包长度	
信息头版本说明	
序列号	包头
信息包标识	
数据类型	
相对时间计数器	
信息标头校验和	
时间字	
保留	次包头（可选）
次要信息标头校验和	
通道特有数据字	
内信息包时间标识 1	
内信息包数据字标头 1	
数据 1	包体
:	
内信息包时间标识 n	
内信息包数据字标头 n	
数据 n	
数据校验和	包尾

Table 2. Analog data record format

表 2. 模拟量数据记录格式

MSB		LSB	
16	8	7	0
通道 ID			
数据包同步格式			
数据包长度(低字)			
数据包长度(高字)			
数据长度(低字)			
数据长度(高字)			
数据包序号			数据版本
数据类型			数据包标识
相对时间计数器(低字)			
相对时间计数器(中字)			
相对时间计数器(高字)			
包头校验和			
通道特有数据字(低字)			
通道特有数据字(高字)			
数据 1			
数据 2			
.....			
数据 N			
填充数据校验和			包头
			包体
			包尾

表 2 可以看出，模拟量数据包中用于数据格式的数据量较多，1 个模拟包中用于格式的开销为 14 Byte。如果一个包中采集的数据的数量 N 较大时，格式开销较小。而 N 值较小时用于格式的存储开销将会增加，甚至格式存储开销会大于有意义数据的存储开销。当采集频率较低时，由于总数据量较小，该问题并不突出。但是采集高速模拟量如音频、高速振动数据时，存储问题将会非常突出。下面我们以机载数据记录系统中常见的音频数据采集为例，来分析用于格式的存储开销带来的数据量过大的问题。

飞机上音频数据采集记录是机载数据记录系统非常常见的一项任务，一般需要记录驾驶舱、设备舱的舱音数据和飞行员、设备操作员的话音数据。为保证采集音频数据的通话质量，一般选择采集频率为 16 KHz，采集位宽为 16 bit (2 Byte)。当采用表 1 的记录格式时，仅采集一路舱音数据在 2 小时内记录数据总量为：

$$(\text{包头长度} + \text{通道特有数据字长度} + \text{数据长度} + \text{包尾长度}) \times \text{采集频率} \times 3600 \text{ s} \times 2 = (24 \text{ Byte} + 4 \text{ Byte} + 2 \text{ Byte} + 2 \text{ Byte}) \times 16000 \times 3600 \times 2 = 3515.63 \text{ MB}$$

其中记录了有意义的音频数据量的大小为：

$$\text{数据长度} \times \text{采集频率} \times 3600 \text{ s} \times 2 = 2 \text{ Byte} \times 16000 \times 3600 \times 2 = 219.73 \text{ MB}$$

用于记录格式的开销为：

$$\text{数据总量} - \text{音频数据} = 3515.63 \text{ MB} - 219.73 \text{ MB} = 3295.89 \text{ MB}$$

由上面的计算结果可以看出，在只采集一路音频数据时生成的数据量中用于格式的开销量占了绝大部分，约占到总数据量的 94%，而有用的音频数据仅占到约 6%，格式存储开销超过了净数据量的 10 倍。如果有足够的存储空间，数据格式的这种存储开销可以接受，但是实际记录器的存储大小都是有限的。以机载防护记录器为例，常见的存储大小为 4 GB，但是该记录器同时还要记录更为重要的飞参数据，这

种记录格式引起的存储开销显然是无法接受的。

4. 高速模拟量数据记录方式改进

为了解决高速模拟量数据记录格式数据量大的问题，需要对 IRIG106 数据记录标准对数据采集的要求进行进一步分析。IRIG106 数据记录标准对数据采集的要求有 2 点：

- 1) 单个数据包的生成时间不大于 100 ms，即单个数据包最多记录 100 ms 数据；
- 2) 数据包必须在 1 s 内传至数据流，即数据包传输延迟不大于 1 s。

基于以上两点，为了解决记录格式引起的存储量开销大的问题，本文采取如下解决方法：在采集电路中增加一个 FIFO 的缓冲区，每一个采集周期的数据不直接打包，而是送入缓冲区进行缓存。当缓冲区中存储的采集数据接近 100 ms 时，对缓冲区中的数据集中进行打包(图 2)。

为了更清晰的说明问题，仍以采集频率为 16 KHz，采集位宽为 16 bit 的舱音数据采集为例，来说明数据记录的具体实施方法。由于采集频率为 16 KHz，采用 100 ms 内的数据集中打包，此时 1 个数据包内包含了 1600 个舱音数据。此时单个数据包内组成如表 3 所示。

采用新记录方式后，每秒只生成 10 个数据包，2 小时内生成的记录数据总量为：

$$(\text{包头长度} + \text{通道特有数据字长度} + \text{数据长度} + \text{包尾长度}) \times 10 \times 3600 \text{ s} \times 2 = (24 \text{ Byte} + 4 \text{ Byte} + 2 \text{ Byte} \times 1600 + 2 \text{ Byte}) \times 10 \times 3600 \times 2 = 221.79 \text{ MB}$$

其中记录格式引起的存储开销为：

$$(\text{包头长度} + \text{通道特有数据字长度} + \text{包尾长度}) \times 10 \times 3600 \text{ s} \times 2 = (24 \text{ Byte} + 4 \text{ Byte} + 2 \text{ Byte}) \times 10 \times 3600 \times 2 = 2.06 \text{ MB}$$

采用改进的记录方式后记录数据量的变化情况如图 3 所示。由图中可以看出，改进记录方式后格式

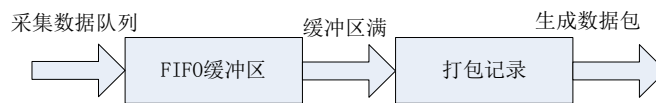


Figure 2. Schematic diagram of the centralized record

图 2. 集中记录原理示意图

Table 3. The internal structure of the data packet of the centralized record

表 3. 集中记录数据包内部结构

31	16	15	0	
0x13			0xEB25	
		数据包长度		
		数据长度		
0x21	00xx00xx.	包序列号	0x06	包头
		相对时间计数器		
	包头校验和		相对时间计数器	
00010000 00000001 00000000 00100000				
	舱音采样 2		舱音采样 1	
		舱音采样 3	包体
	舱音采样 1600		
		数据校验和		包尾

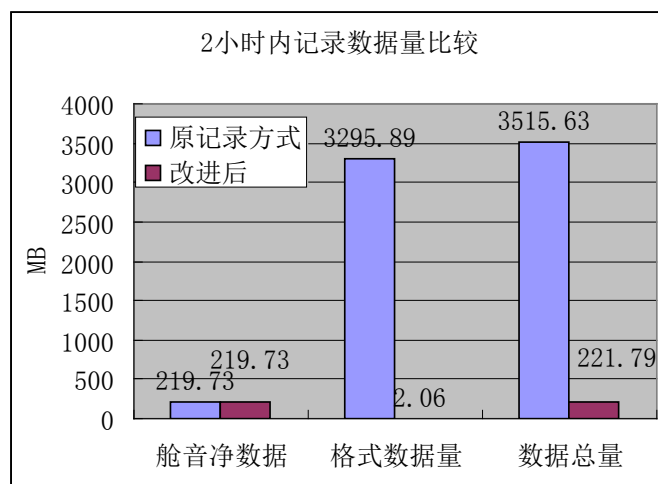


Figure 3. Data volume comparison of two kinds of records

图 3. 两种记录方式数据量对比

存储开销得到了大幅度的削减，其值仅为净数据量的 0.9% 左右。除此之外数据总存储量也得到了改善，2 小时的数据总量仅为 221.19 MB，完全符合机载防护记录器存储容量的限制要求。

4. 结束语

IRIG106 数据记录标准可以提供良好的数据准确性和精确的时间信息，但是数据打包格式引起的存储开销较大，特别是在高速数据采集记录中尤为突出。采用多次采集数据集中打包的方式可以大幅降低记录格式引起的存储开销，以 16 KHz 的舱音采样数据为例，当采用 1 ms 内采集数据集中打包时，格式存储开销可以降低到净数据量的 1% 以下，几乎可以忽略不计。因此，在高速数据采集记录设计过程中应优先考虑集中打包记录。

参考文献 (References)

- [1] 宋方伟, 王能, 聂诗良. IRIG106 数字记录标准研究[J]. 兵工自动化, 2009(10): 59-61.
- [2] 袁炳南, 霍朝晖, 白效贤. 航空飞行试验遥测标准概况[J]. 测控技术, 2010(11): 10-14.
- [3] 曹阳, 陆乐. 基于 IRIG106 Chapter 10 标准的数据记录系统[J]. 航空电子技术, 2014(2): 14-17, 34.
- [4] 李宏伟, 张华栋, 山鹏. 基于美军新版 IRIG106 标准的靶场遥测技术分析[J]. 飞航导弹, 2013(8): 54-57.
- [5] 宋政斌, 张国旺. 基于 IRIG106 固态记录器记录标准的 PCM 数据处理技术研究[J]. 计算机测量与控制, 2014(2): 531-533.