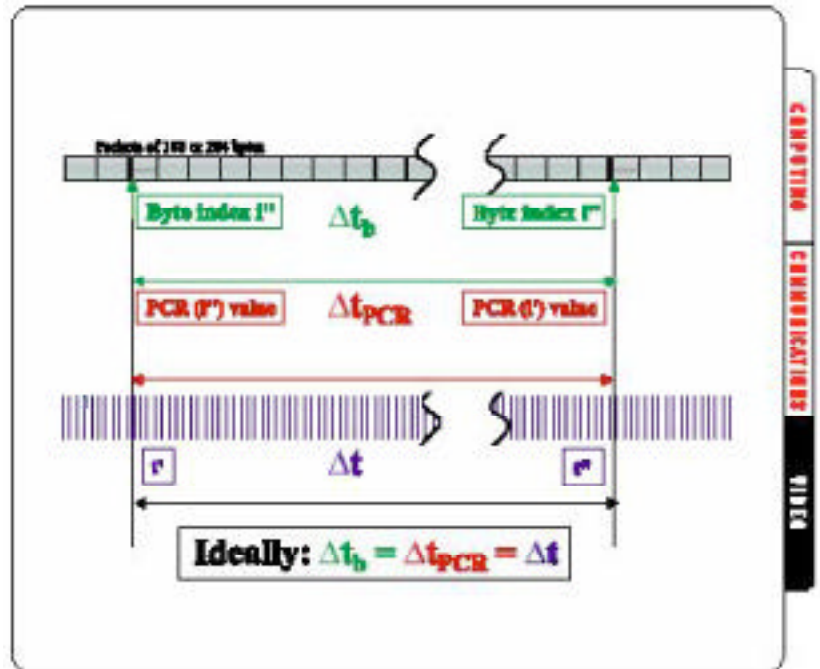


PCR 测量指南



► PCR 测量 - 是什么问题？如何解决？

利用节目时钟,可使数字TV接收机的解码视频输出锁定于编码器输入端的视频信号源。有关PCR的测量常被人误解。这篇短文将从技术上介绍影响 PCR 的一些因素以及如何进行正确的测量。

是什么问题？

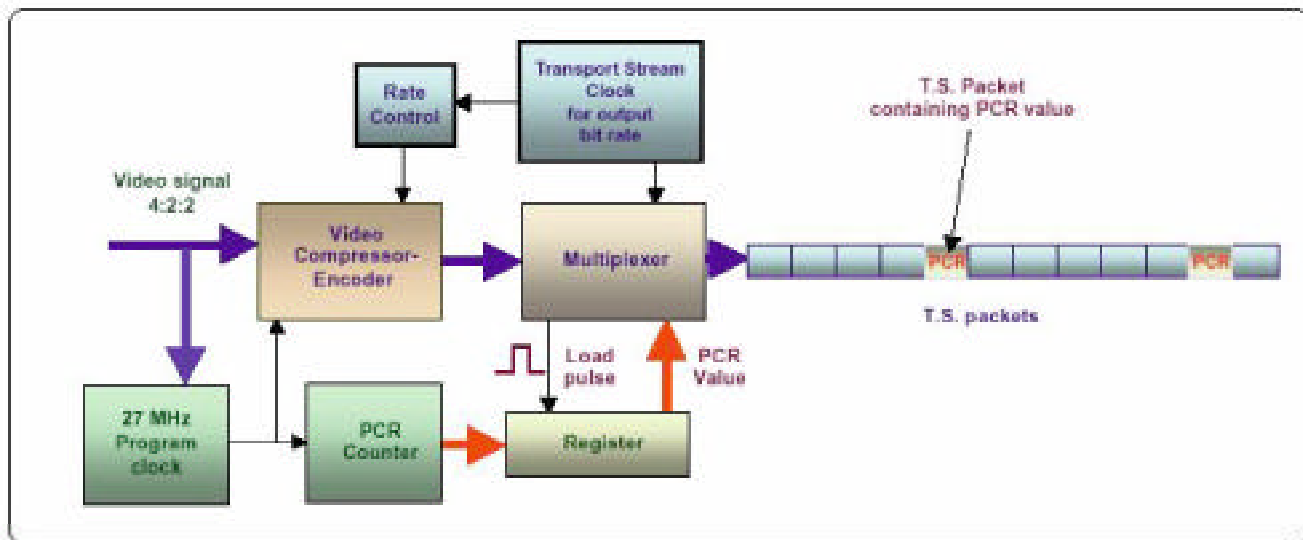
节目时钟的测量从一开始就或多或少地存在一些误解。按照在业界广为人知的ISO/IEC13818-1的主要规定,产生的PCR容限应为 $\pm 500\text{ns}$ 。DVB沿用了这一规定,并将其纳入DVB测量准则 - ETR290。该准则明确指出,PCR测量拟不包括任何传输损伤,也没有评估PCR抖动的替代方

法。随后实际系统的操作实践,要求对PCR测量作进一步的阐述 — 从而形成了ETR290、TR101 290的修订版本。

本文拟简要介绍新的PCR测量方法。还对另外的三项测量方法加以说明,这三项测量一起对整个系统性能提供十分清楚而又重要的图解显示,并可作为对原先测量的补充。

PCR 测量指南

► 技术简介



► 图1 解码器/复用器中的PCR插入

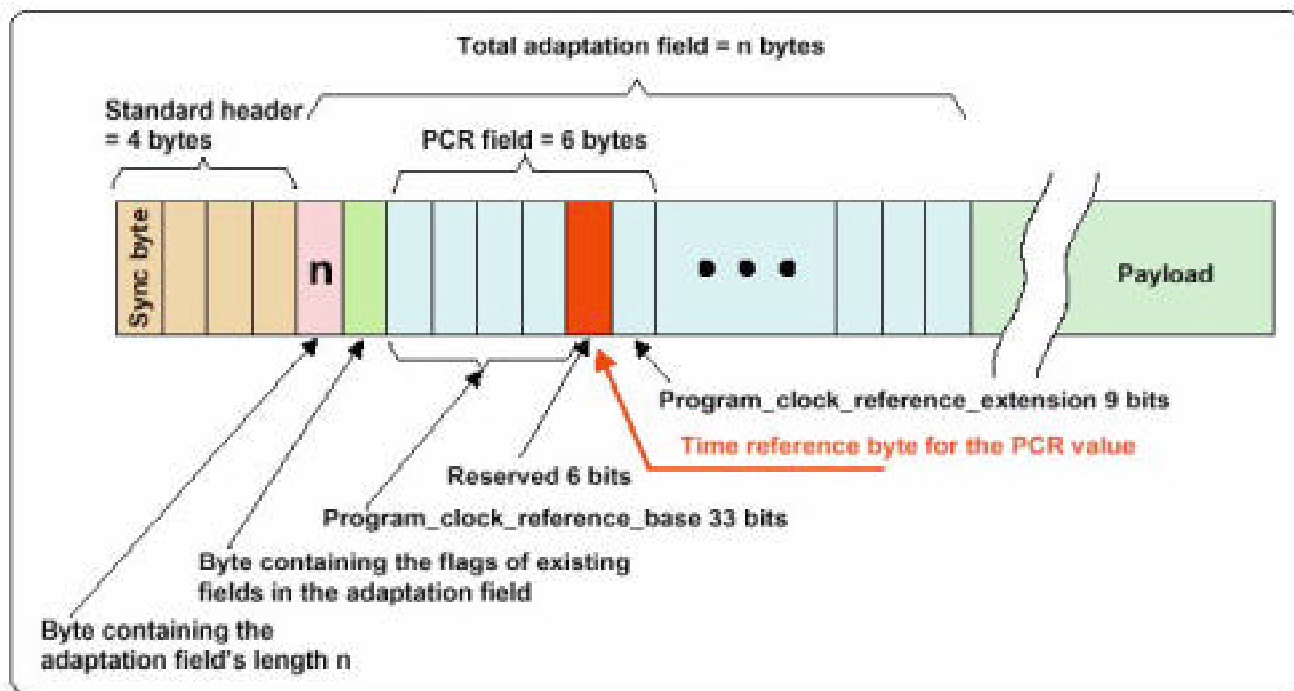
什么是PCR? PCR是怎样插入和使用的? PCR为什么这样重要?

利用节目时钟,可使数字TV接收机的解码视频输出锁定于编码器输入端的视频信号源。在编码器/复用器中,节目时钟锁定于输入视频信号,由于SD视频(625行50Hz或525行59.94Hz)以27MHz时钟为基准,那么节目时钟也就是27MHz。PCR是计数器的抽点打印,被节目时钟所驱动,PCR以某种特定的时间周期(ISO/IEC13818-1规定为100ms,DVB推荐为40ms)插入到传输码流(TS)的数据包中。处理过程如图1所示。

图示复用器输出端的传输码流中不仅包括有编码视频数据包,还包括含有PCR值的某些数据包。每个PCR的精确值由其在传输码流中的精确位置所决定(注意TS时钟与节目时钟完全无关。还要注意多节目传输码流中通常是每个节目均含有PCRs)。

数据包头包含的PCR如图2所示。图中,6个字节用作时间基准。复用器应当保证插入在TS中的PCR值反映它在TS中的最终时间定位。

在接收器中,由TS和计数器数值中恢复的PCR值同由本地产生的计数器数值之间的差值就可用来驱动一个相位锁定环路(PLL)以控制本地时钟。很明显,时钟间的差值大小会引起本地时钟或多或少的变化,PLL的特性反映了这种实际变化。PLL可以跟踪低频的少量变化,但不能跟踪高频端的变化。接收机本地产生的27MHz时钟用来再生其输出端的视频。该时钟频率的任何变化均可传送到其输出视频信号,作为该视频信号中的等效定时损伤信息。某些器件例如用户TV显示也许能接收到这些信息,其它器件例如专业重编码器也许接收不到,导致系统失锁而丢失节目。



► 图2 含有PCR的传输码流包结构

再复用器可用同样的方式再生本地节目时钟，为其输出端PCR重作标记。再复用器输入端存在的任何定时损伤均可传送到输出端，加之再复用器自身可能引入的损伤，这些均会在传输链路中带来一系列问题。

为了消除DVB系统中节目素材中的接收错误，PCR是必不可少的。然而，PCR中的定时损伤又会引起节目的丢失。

PCR 测量指南

► 技术简介

PCR 有什么问题吗？会有什么样的损伤？

我们可把 PCR 问题划分为两类。第一类是在再复用的情况下，PCR 的产生和修改方式；PCR 测量的第二类是传送 TS 时在媒介中的损伤。

PCR 的产生(和再生)

PCR 的取样时钟为 27MHz。也就是说，单个时钟周期为 37ns。因此，PCR 的插入精度不得大于 37ns。此外，复用器中的 PCR 插入机制应能在 TS 中确定 PCR 的准确位置，从而插入正确的数值。该点的任何计算错误将会导致 PCR 的不准确。再复用器必须改变 TS 中数据包的相对位置，再插入 PCR 值的相应变化应当反映任何位置的变化。

因此，由 27MHz 时钟以及复用器(或再复用器)的插入(或再插入)的计算错误会造成 PCR 精度的不准确。

PCR 传输

如前所述，测量 PCR 精度可作出一项假定，即接收机中的 TS 时钟是理想的。很明显，由传输系统中的定时漂移所引起，PCR 在到达接收机/再复用器时间上的任何变化会在接收时钟样值与本地时钟样值间产生完全相同的变化差值。因此，这种差值会对 PLL 和再生时钟产生同样的影响。

如果初始编码器 / 复用器中的 TS 时钟不够稳定，则可能在源端引入这类传输损伤，或者可能在分配网络中出现。ATM 层中的单元延时变化，PDH 层传输时钟变化在 SDH 网络中引起的指示漂移，均为可能导致 PCR 传输损伤的例子。

概括而言，传送 TS 的时钟变化，会导致 PCR 传输损伤。这种损伤是不同于 PCR 精度误差的另一类损伤。

消除传输损伤有一个简单的方法。为此应识别传输损伤中的 PCR 精度。俘获数据流并存入硬盘，而后以恒定比特率重放该数据流。假定重放的传输码流时钟是稳定的，那么任何传输损伤将会被消除。

当然，这也正好说明了网络适配器(network adaptor)的用途，它从基于 ATM 的网络中提取传输码流并将其送往外部器件，通过传输时钟的锁相环路及相关缓存器就可使传输损伤降至最小。

可以进行什么样的测量？

如前文所述，按照 ISO/IEC13818-1 的规定，PCR 容差应为 $\pm 500\text{ns}$ ，并特别提出：“该项不准确度可能是因 PCR 值精度不够所引起，或者是再复用期间的 PCR 的更改而引起。但不包含因网络抖动或其它原因所导致的数据包到达时间的误差”。

目前广为人们接受的 ETR290，是用于 DVB 系统测量的一个好文献，其中包括有关于 PCR 精度测量容限的内容 (ETR290 监视的第三优先级中 2.4)。

随后的实践需要对 ETR290 作出修订，现在已用 TR101290 替代。其它修订还有：该标准列出有关 PCR 传输损伤内容，并且提出了一套完整而又十分有用的测量方法。

TR101290 中包括有 4 项 PCR 相关测量。其中第一项是初始 PCR 精度测量，定义如下：

- PCR 精度(PCR_AC) - 接收 PCR 中所含 27MHz 时钟的不准确度，但不包含任何传输定时损伤，测量时传输码流中 PCR 字节位置作为起点，计算出 PCR 到达时间。

这项测量对于测定 DVB 网络的单个组件（例如编码器 / 复用器）是很有用的，但在实际分配网络中进行测量则意义不大，在分配网络中，传输损伤可能居于支配地位。

另外两项测量需要计入传输损伤，并且要使用实际 PCR 到达时间。

- PCR 漂移率(PCR_DR) - 即 PCR 内所含 27MHz 时钟的低频变化速率，测量时以某一稳定外部基准作为参考-因此包含了任何传输定时变化。
- PCR 总抖动(PCR_OJ) - PCR 内所含 27MHz 时钟的高频变化，测量时以某一稳定外部基准作为参考 - 因此包含了任何传输定时变化。

PCR 漂移率(PCR_DR) - PCR 漂移率测量指的是 PCR 中的低频误差并计入了由 PCR 发生和再生引起的误差以及由传输损伤所引起的到达时间误差。下面的例子可用来说明 PCR 漂移率的重要性：

我们来看一下由 PLL 控制的本地时钟再生器。再生器输出端的信号频率应当跟踪输入信号频率，随着输入信号频率的变化，PLL 也随之作出响应，本地再生器将跟踪输入信号，随着输入信号变化速率的增加，PLL 的跟踪能力会有所降低，最后将导致本地发生信号失锁而丢失节目。PCR 漂移率的测量给出了一种测定方法，即如何更好地使去复用器 / 解码器或再复用器的节目时钟锁定于输入 TS 中所包含的 PCR(注意这里指的是漂移率的测量而不是

绝对频率的测量，接收机端的 PLL 电路可以锁定于系统时钟，该时钟有着固定的频率误差 - 如果是快速变化或漂移率大，则会出现问题)。

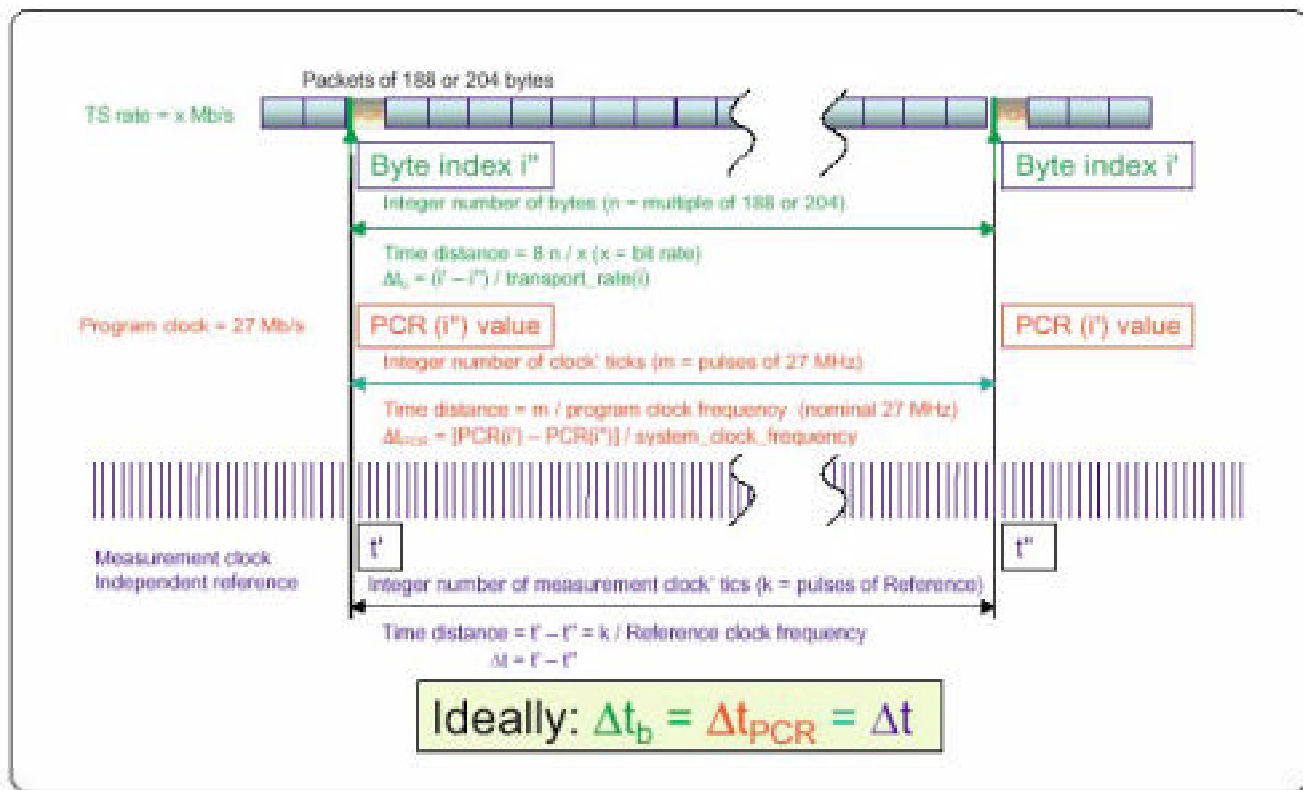
PCR 总抖动(PCR_OJ)是第三种测量也是最重要的一项测量。它是 PCR 中高频误差的总体测量并且还包含来自 PCR 发生和 PCR 再生的误差以及由传输损伤引起的到达时间误差。一个例子是该项传输损伤可能会引入到接收机中的 RF 解调器中。接收机内再生的 TS 时钟以及去复用器 / 解码器所使用的 TS 时钟可能包含有基本高频变化，它会对 PCR 的恢复带来直接影响。第二个例子是 ATM 网络适配器不能滤除单元延时(cell delay)变量的影响。在这两种情形下，解码器在复原 PCR 中所发现的 PCR 到达时间误差可能是 $\pm 500\text{ns}$ 容限的许多倍，给 PCR 精度带来不利。

任何解码器均靠接收 PCR 以准确再生其节目时钟并提供稳定的视频输出。与此相同，任何再复用器均靠接收 PCR 以在其输出端精确地重新作出 PCR 标记。PCR 的到达时间是严格的；因此，测量包含有到达时间误差和精度误差的总抖动 (PCR_OJ) 就是非常必要的。

在理想运行系统中，传输损伤应当是可以设计的。然而在目前典型的分配网络中，包含有再复用器、ATM 层等各级链路，它们均会引入误差。PCR_AC 是在复用器输出端直接测量的数值，不过它在网络中的运行监视常会使人迷惑不解，因为按照定义，它应当消除一切传输损伤。

PCR 测量指南

► 技术简介



► 图3 TS 中的嵌入时钟图示

PCR_DR 和 PCR_OJ 是能够突出传输损伤的两项测量，因此它们可用于故障的排除和维修。最终测量是 PCR 中所含 27MHz 时钟的绝对精度。

► PCR 频率偏置(PCR_FO)即 PCR 中所含 27MHz 时钟的频率偏置，测量时以某一稳定的外部基准作为参考。

为便于理解 PCR_AC 和 PCR_OJ 间的差异，还可使用图 3 所示的方法。给定节目的两个 PCR 间的时间间隔在图中可用三种不同的方式来计算。第一，按照与 TS 本身无关的时钟来计算，以 t 表示。第二，按照两个 PCR 字段间的字节数并除以 TS 字节速率来计算，以 t_b 表示。第三，两个 PCR 计数值(原始节目时钟中的 27MHz 时钟标记数)相减并除以原始节目时钟的测量频率，其值以 t_{PCR} 表示。

显而易见，在理想情况下，这三种测量方法应当给出相同的结果。然而，这三种测量结果却并非一致。

在 PCR 精度(PCR_AC)的测量中，将 t_{PCR} 的测量结果与 t_b 相比较，二者间的差值与复用器或再复用器的精度有关，而且不受传输损伤的影响。

在 PCR 总抖动(PCR_OJ)的测量中，将 t_{PCR} 的测量结果与 t_b 相比较，二者间的差值包含了实际到达解码器/再复用器的 PCR 值的时间变量，因而包含了由网络引起的所有传输损伤以及精度误差。由网络引起的损伤和精度误差之间，在这里并无差异，因此命名为为总抖动(Overall jitter)。这是一种由解码器/再复用器发现的总抖动，它可能是产生问题的主要原因。

结语

可以看出,PCR_AC的测量只能给出一小部分图像。新的测量方法十分重要,它能给出更大的图像区,特别是在运行网络监视中。

作为一名监视 DVB 分配网络的工作人员,有必要了解出现了什么样的传输损伤。由PCR_DR和PCR_OJ定义的漂移率和总抖动的大小,给出一种准确测定整个分配系统(例如一个ATM网络)性能的方法。

作为一个系统设计师,这些测量有助于核查系统是否合格,并为质量性能保证规定网络参数。

最后,在设计和生产过程中,这些测量有助于生产出合格的产品,以满足各地区实际网络的需求。

日益复杂的DVB分配网络丰富了ETR290的基本内容,这些已包含在TR101290中。有关传输损伤的PCR测量的扩充部分,是TR101290的重要组成,它还对测量作出规定以满足新的需求。

参考文献

这篇短文是我们为非专业人员编写的PCR测量指南。如需深入了解,以及如何选择专用测量滤波器数值和确定抖动与漂移间的断点,可参考泰克公司入门读物《PCR测量指南》,文献序号为25W-14617-0。

- 国际标准 ISO/IEC13818-1 MPEG 系统
- ETSI 技术报告 ETR290-DVB 系统测量准则 - 97 年 5 月
- ETSI 技术报告草案 TR101290 - 系统测量准则
- MPEG 基础和协议分析指南 - b 文献序号 25W-11418-3

泰克电子(中国)有限公司

北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编：100088
电话：(86 10) 6235 1210/1230
(86 10) 6235 1186
传真：(86 10) 6235 1236

泰克上海办事处

上海市静安区延安中路841号
东方海外大厦18楼
邮编：200040
电话：(86 21) 6289 6908
传真：(86 21) 6289 7267

泰克广州办事处

广东省广州市环市东路403号
广州国际电子大厦2107室
邮编：510095
电话：(86 20) 8732 2008
传真：(86 20) 8732 2108

泰克成都办事处

四川省成都市一环路
南二段磨子桥天歌大厦411/413室
邮编：610041
电话：(86 28) 544 6770
传真：(86 28) 543 4631

泰克西安办事处

西安市东大街西安凯悦(阿房宫)
饭店322室
邮编：710001
电话：(86 29) 723 1234 - 8345
(86 29) 723 1794
传真：(86 29) 721 8549

泰克武汉办事处

武汉市武昌区民主路750号
白玫瑰大酒店924室
邮编：430071
电话：(86 27) 8781 2760/2831
(86 27) 8731 8969
传真：(86 27) 8730 5230

泰克香港办事处

香港铜锣湾希慎道33号
利园花园3501室
电话：(852) 2585 6688
传真：(852) 2598 6260

Tektronix