

编码器测试



▶ DTV 带来全新设计挑战

正当广播业者由单一的模拟视频广播转向压缩数字视频节目之时，数字编码器设计师所面临的是：需要了解 MPEG-2 压缩标准以及它在 MPEG 设备设计中的重要作用。

1994年完成的 MPEG-2(ISO/IEC13818)标准，包含了关于系统层(节目码流和传输码流)以及基本码流(视频、音频和数据)定义的若干内容。

该标准是为 MPEG-2 解码器而制订的。其中并没有 MPEG-2 编码器的规定。这样，就允许编码器的设计师按照自己的想法进行设计，只要符合 ISO/IEC13818 标准的任一台 MPEG-2 解码器能够对他设计的编码器的输出信号正常解码即可。一般而言，与解码器相比，编码器要复杂得多，也要昂贵得多，然而，按照 MPEG-2 标准测试编码器却比检验解码器来得容易。当然，这也并非是一件轻而易举的事。

本应用说明着眼于在进行 MPEG-2 顺应性测试时，编码器设计师所面临的特定课题以及泰克公司所提出的测量解决方案，该方案可使编码器的特性测试十分顺利。

了解 MPEG-2 标准

MPEG-2 是当今支配数字压缩的标准。这是因为它能够在单一数字信号通道中提供多套节目的高质量传输，并且能为高清晰度电视铺平道路。MPEG-2 标准的压缩算法是基于离散余弦变换(DCT)编码和帧间运动补偿。现在的编码器可将 PAL 或 NTSC 视频信号转换为 270Mb/s 的数据流，以及(或者)具有环路 SDI 直接输入。通过 MPEG-2 压缩，可以除去运动图像中的空间冗余和时间冗余，这样可把数据码流压缩至 3Mb/s 以下，而声音则可压缩至 400Kb/s 以下。

MPEG-2 音频或视频解码器的输出码流称为基本码流(ES)，基本码流可按常规大小分解为数据块，形成打包的基本码流(PES)。

编码器测试

►应用文章

这些数据块需要包头信息用以识别数据包的起点，还应当含有时间标记，因为打包会使时间轴分裂。

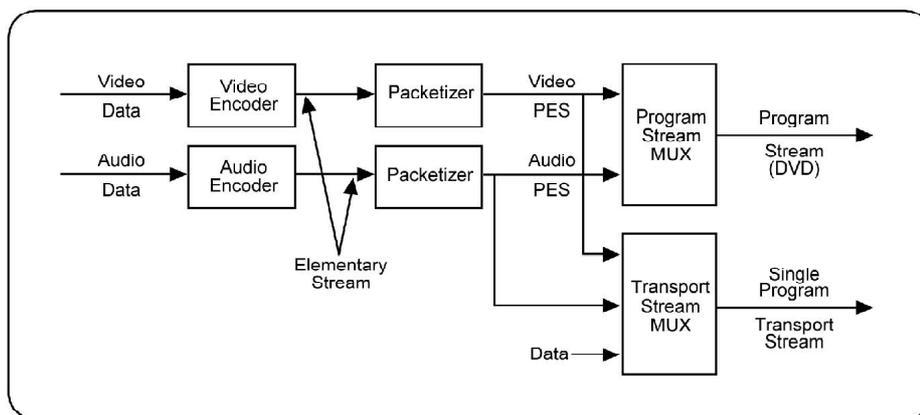
如图1所示，视频和音频PES可以混合成为一路节目码流（PS）。视频和音频编码器均锁定在公共时钟上。每路PES中的时间标记用以保证视频音频间的唇音同步。节目码流具有带包头信息的可变长度数据包。它们可用于光纤和硬盘间的数据传输，不仅无差错，数据文件的大小也可随意改变。DVD使用的是节目码流。

为了传送节目和数字广播，数个节目码流及其相关PES可以复用成为一个传输码流（TS），TS有别于PS。TS中的PES包可以进一步划分为更短的固定长度的数据包，在TS中的多套节目编码可以有不同的传送时钟。这是可能的，因为一路传输码流具有一个节目时钟基准（PCR）机制，该机制允许传送多个时钟，可挑选其中一个时钟作为解码器的时钟再生。ATSC标准要求每个图象帧放在单个PES中。

单节目传输码流（SPTS）也是可能的，并可在编码器和复用器间找到。由于TS可以锁定解码器时钟到编码器时钟，因此SPTS比PS更为通用。

TS并非只是音频和视频PES的复用。TS除了含有压缩后的音频、视频和数据外，它还含有大量描述比特流的元数据。这包括有节目相关表（PAT），PAT列出传输码流中的每个节目，PAT的每个入口均指向节目映象表（PMT），PMT列出构成每个节目的基本码流。有些节目是开放的，但有些节目受条件接收（加密）的支配，该信息亦在元数据中传送。

TS由固定大小的数据包所组成，每个TS包长度为188字节（图2）。每个包传送一个包识别码（PID）。基本码流中的数据包均含有相同的PID，这样可使解码器（或解复用器）按其要求选择基本码流并排斥其它码流。数据包连续计数保证每个需要的数据包解码成可接收的码流，为使解码器能够正确识别每个数据包的起点并将比特流并行成字，需要一个有效的同步系统。



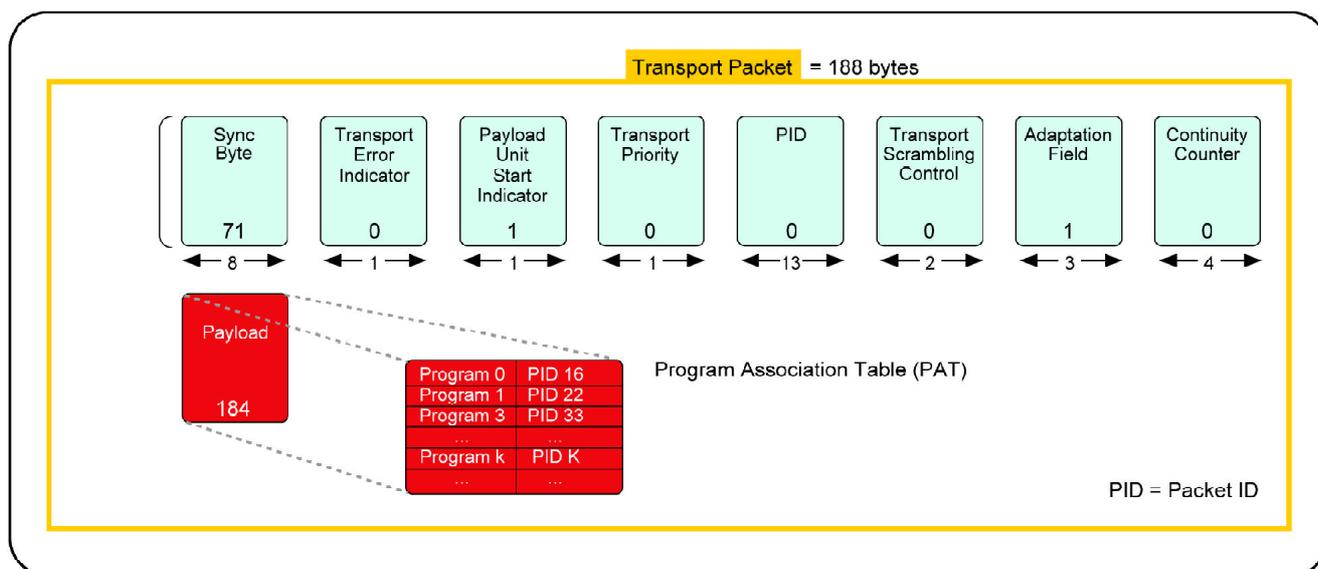
► 图1 编码、打包和复用数据流程。

可解码性差错测试

与编码信号的可解码性相关的最严重差错是传输码流同步的丢失。这也就是说，失去了同步字节（典型情况，因为无信号存在）。同步字节总是包含一个16进制数值47（十进制71）。一旦未经锁定的MPEG-2接收机读出其开始的47h，然后就等待另一同步字节，随后达到188字节。对锁定TS流而言，所要求的带良好同步字节连续数据包数与设备相关，但一般而言，其范围由2至6。没有这些连续的良好同步字节，则接收器件就不可能与传送信号保持锁相(同步)。

泰克MTS300多标准MPEG测试系统可用于传输码流中同步字节质量的实时监视和分析。它能提供被测传输码流的有效性和整个带宽的一览显示。其图形和动态显示可以给出数据率、每个节目PID和传输码流的数据信息使用百分比。

可解码性的其它测试需要我们进一步观察MPEG-2传输码流的结构。参见图2，我们所关注的传输码流段是包识别码（PID）、加扰控制区、连续计数器和有效载荷。因为每个数据包的有效载荷由PID数值来区分，PID的正常传输是传输码流解码的基础。有效载荷中所包含的其它参考信息与传输码流中的专用节目的PID值相关。



► 图2: MPEG-2 传输码流举例。

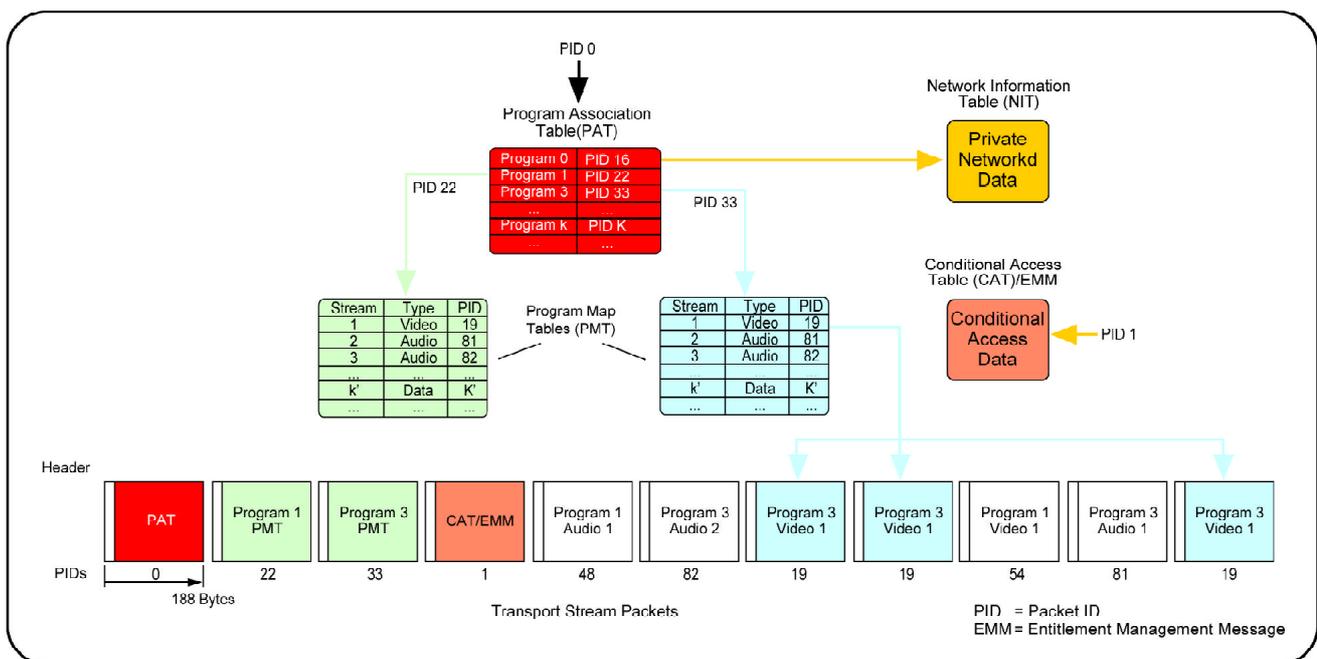
编码器测试

►应用文章

图 3 是图 2 的继续。在图 3 中，我们可以进一步了解 PID 的设置。

通常是每 100ms 就发送节目专用信息，以保证用户在开启之后尽可能迅速地接收所期望的节目。它也保证用户接收机适用任何节目的更新。例如某一频道由购物场景改变节目切换到本地晚间节目，该节目变换信息指明在节目相关表(PAT)中，实际上 PAT 是 MPEG-2 传输码流层次结构的顶层，它的包识别码(PID)始终为零。PAT 表列出传输码流中的所有节目，并把每个节目赋予不同的 PID 值，

带 PMT 的同一 PID 值的包作为某一节目的有效负载。在图 2 中，位于图底部得到就是节目映象表(PMT)，其列出了节目中所包含的音频、视频和数据包的 PID(数据包通常指的是图文电视，但在此处还包括了网络接收信息，它来自诸如 WebTV 应用的因特网)。在图 3 中，相关节目表指出节目 3 的 PMT 处于 PID33 数据包。沿着 PID33 的表格查询，解码器可获知节目 3 的视频内容的所在位置是：视频在 PID 值为 19 的所有包中，而音频则在 PID 值为 81 和 82 的所有包中。图 3 表示出了所有这些功能各异的数据包，它们以时分复用的方式在传输码流中传送。



► 图 3: MPEG-2 传输码流的音频、视频和数据包。

图 4 为取自 MTS300 MPEG-2 分析仪的屏幕显示。图中包含了图 2 和图 3 的一些元素。屏幕左上角的分层图示代表某传输码流中的各组成单元图示。在图中，传输码流的每个单元用一个图标表示。设计师可以很容易地观察到：有多少个节目码流以及每个节目中含有的视频和音频内容。每个图标代表顶层信息，其下有若干个分析层和信息层。利用传输码流中节目专用信息 (PSI) 的节目相关表 (PAT) 和节目映象表，MTS300 分析仪才创建了这样的分层图示。

下面以查验一个 PAT 差错为例。如果 PID 失效的频度足够大 (至少每半秒)，或在有效载荷中丢失了 PAT 表，或是指示其内容被加扰，则 PAT 差错便作出标记，解码器也不能处理该码流 (每个数据包中的加扰标明在 2-bit 加扰控制段中，见图 2 所示)。

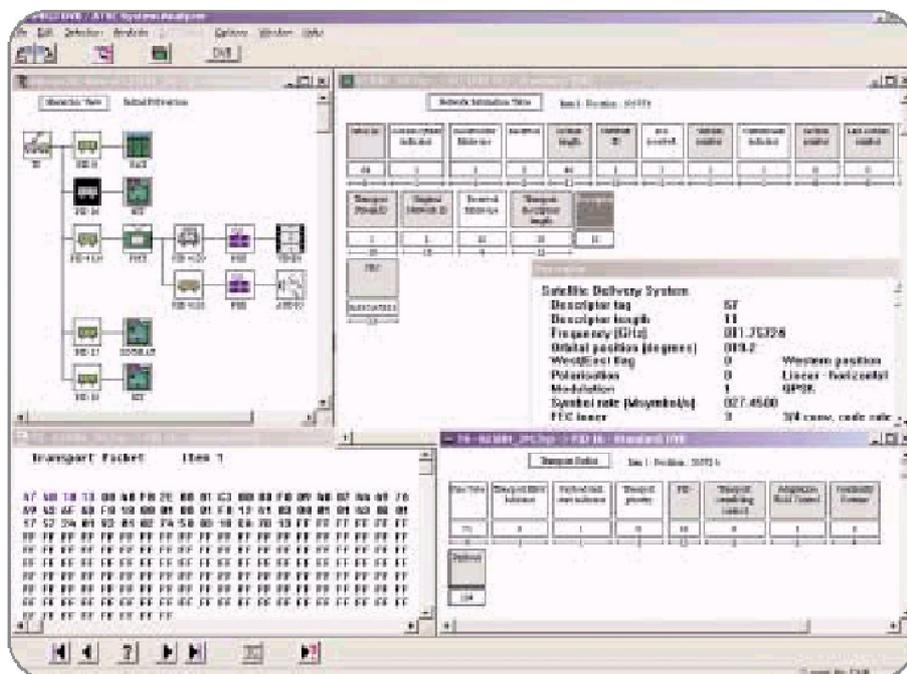
接着查验连续计数差错。传输码流中的每个音频、视频

和数据包都有着各自的计数器，某一特定节目的计数随每个数据包的传送而渐次增加。如果有超过两次的相同计数数字 (指示为一重复数据包)，或者是计数无规则，或是包丢失，则会产生连续计数差错。

为了测试 PMT 差错，调出节目映象表。节目映象表传送的是含有某一特定节目的实际音频、视频和数据包的 PID 值。与 PAT 差错类似，如果节目相关表中断过于频繁，或是加扰控制段指示该表被加扰 (不为 0)，则产生 PMT 差错。但这并不是说节目不能被加扰 - 只是该表列出的音频视频元素的 PID 值不符合 MPEG-2 规则。

PID 差错是需要测试的最后一个严重的可解码性差错。如果与节目相关表或节目映象表相关的 PID 不是出现在预期的、由用户定义的时间间隔，则将标出 PID 差错。

显然，上述任一项可解码性差错均可能造成传输码流中的节目无法解码，因此要保证在操作设置中连续监视。



► 图 4: 图 3 各包在 MPEG-2 分析仪中的分层图示。

编码器测试

►应用文章

数据监视

随着通过电缆和卫星通讯的互联网业务的需求增多，IP 数据监视也成为重要的课题。泰克MTS300实时分析仪通过EN301192(DVB数据广播)表的细节图示、含有差错报告表格的语法控制以及监视广播话路数据流的能力来实现IP 监视。

所进行的分析包括：

- PSI 内分析
- SI/PSI 间分析(数据广播描述)
- 数据圆盘传送带(data carousel)的一致性
- TCP/IP 话路监视(session monitoring)

还可利用分层显示中的几个新表格。ISO/IEC13818-6的数字存储媒体命令和控制(DSM-CC)定义了如下类型：多协议封装(Multiprotocol encapsulation)、U-N 信息和流描述(U-N messages and Stream descriptors)。EN301192定义了下列表格：一层数据、多协议封装、二层数据圆盘式传送带(data carousel)、数据管道(Data Piping)以及数据流，图5 显示出多个 DSM-CC 元素及其 IP 通信话路(traffic sessions)。

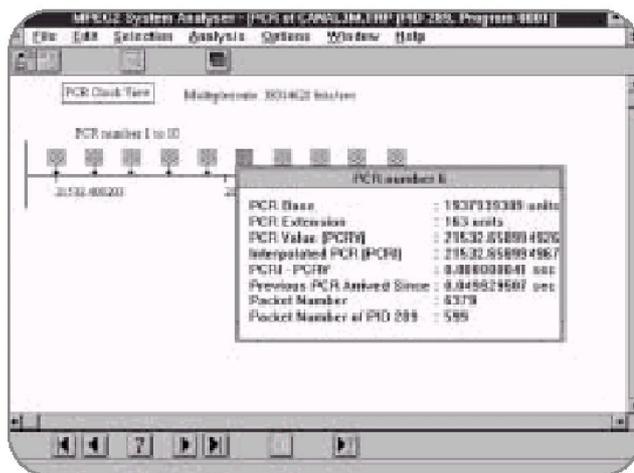
定时分析

为了正确地实时显示视频和音频，传输码流应当向解码器发送准确的定时信息，对节目时钟数据的正确传送要求严格，是因为该数据控制着解码过程的全部定时，这

项任务可以通过PCR(节目时钟基准)和时间标记数据的分析来完成。

来自复用器的PCR 数据可能是精确的，但解复用也许会把给定节目的数据包沿时间轴放在不同的地方，因而需要用再复用器更新PCR 数据。这样，对再复用过后的数据进行PCR 抖动测量就很重要了。测试系统以图示法表示出PCR 接收的时间。

可以进一步打开每个PCR 以显示PCR 数据，如图6 所示。为了测量抖动，MTS300 分析仪使用前期的PCR 和比特率以产生内插PCR 或PCRI，从而预测PCR 值，从PCRI 中减去实际PCR 数值，即为抖动的估计值。图中也给出了前期PCR 到达后的时间。



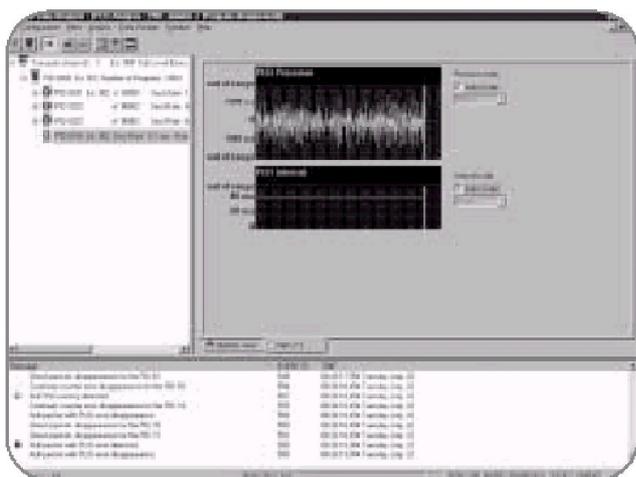
►图6: PCR数据的图形显示, 叠加有一个PCR的专用信息。



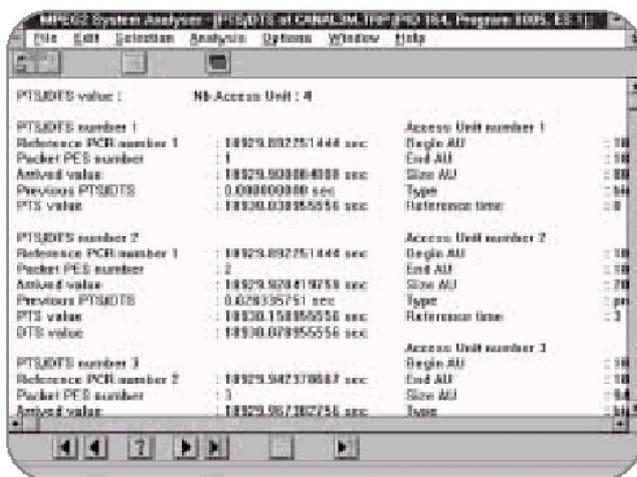
►图5: 多 DSM-CC 元素及其 IP 通信或信息。

图7所示为一种替代方法，给出了PCR抖动的图形显示和实时更新的PCR重复率。

一旦得知正确的PCR值，即可对视频音频时间标记进行分析。图8显示出被选元素流的时间标记。图中给出了到达时间、图形呈现时间和解码时间。



► 图7: PCR抖动和重复率的实时图示。



► 图8: 被选ES时间标记信息的细节显示。

音频 / 视频延时

诸如音频 / 视频延时和两者系统增益的不一致性的问题，有可能严重损害TV广播的最终图像和声音。这也说明在不同厂商的MPEG顺应性设备之间也可能存在着互操作性这一问题。使用标准的模拟或数字基带音频视频测试仪器，可以就这些问题在系统层进行测试。终端至终端的系统测试并不需要，不过，无论什么样的编码器或解码器，均会产生这类问题。

为了在源端除去音频 / 视频延时或I/O幅度不等，诸如泰克MTS300、MTG100或MTG300之类的MPEG-2测试发生器均可作为测试时的传输码流源。这些仪器通过编码器有规则的编程来代替基带音频/视频发生器。在传输码流各处输入已知特性的测试信号，有助于确定系统的哪些部件运行正常，哪些部件运行不正常。

结语

由于泰克公司在MPEG测试和图像质量分析上的开拓工作，使得我们在测试和评估MPEG-2解码设备时，泰克公司将是最佳的选择。作为通讯标准的整合 - 音频、数据、影像和融入新网络中的视频 - 泰克公司的全新测试设备将确保整个信息系统的完整性。功能强大的MTS300多标准MPEG测试系统和POA图像质量分析系统，使得数字设计师更易掌握和完成特性测试和分析任务，提交出更加合用的最终测试性能报告。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编：201206
电话：(86 21) 5031 2000
传真：(86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
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
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1802-06室
邮编：200040
电话：(86 21) 6289 6908
传真：(86 21) 6289 7267

泰克广州办事处
广州市环市东路403号
广州国际电子大厦2807A室
邮编：510095
电话：(86 20) 8732 2008
传真：(86 20) 8732 2108

泰克深圳办事处
深圳市罗湖区深南东路5002号
信兴广场地王商业大厦G1-02室
邮编：518008
电话：(86 755) 8246 0909
传真：(86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市人民南路一段86号
城市之心23层D-F座
邮编：610016
电话：(86 28) 8620 3028
传真：(86 28) 8620 3038

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) 8723 1794
传真：(86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市武昌区民主路788号
白玫瑰大酒店924室
邮编：430071
电话：(86 27) 8781 2760/2831
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3501室
电话：(852) 2585 6688
传真：(852) 2598 6260