第八章 传输性能

目标：

掌握常见度量误码性能指标的含义.

了解系统误码的产生机理和减小误码的策略.

掌握常见度量系统抖动性能指标的含义.

了解抖动产生的机理和抖动减少的策略.

了解漂移和可用性的含义.

传输系统的性能对整个通信网的通信质量起着至关重要的作用。影响SDH传输网传输性能的主要传输损伤包括误码、抖动和漂移。

8.1 误码性能

误码是指经接收、判决、再生后，数字码流中的某些比特发生了差错，使传输的信息质量产生损伤。

8.1.1 误码的产生和分布

误码可说是传输系统的一大害，轻则使系统稳定性下降，重则导致传输中断（10^{-3} 以上）。从网络性能角度出发可将误码分成两大类。

1. 内部机理产生的误码

系统的此种误码包括由各种噪声源产生的误码；定位抖动产生的误码；复用器、交叉连接设备和交换机产生的误码；以及由光纤色散产生的码间干扰引起的误码，此类误码会由系统长时间的误码性能反应出来。

2. 脉冲干扰产生的误码

由突发脉冲诸如电磁干扰、设备故障、电源瞬态干扰等原因产生的误码。此类误码具有突发性和大量性，往往系统在突然间出现大量误码，可通过系统的短期误码性能反映出来。

8.1.2 误码性能的度量

传统的误码性能的度量（G.821）是度量64kbit/s的通道在27500km全程端到端连接的数字参考电路的误码性能，是以比特的错误情况为基础的。当传输网的传输速率越来越高，以比特为单位衡量系统的误码性能有其局限性。

目前高比特率通道的误码性能是以块为单位进行度量的（B1、B2、B3监测的均是误码块），由此产生出一组以“块”为基础的一组参数。这些参数的含义如下：

- 误块

当块中的比特发生传输差错时称此块为误块。

B 诀窍：

对B1、B2、B3块进行监测时，只能监测出该块中奇数个比特发生差错，对块中偶数个比特发生差错则监测不出．想想看为什么？

- 误块秒（ES）和误块秒比（ESR）

当某一秒中发现1个或多个误码块时称该秒为误块秒。在规定测量时间段内出现的误块秒总数与总的可用时间的比值称之为误块秒比。

- 严重误块秒（SES）和严重误块秒比（SESR）

某一秒内包含有不少于30%的误块或者至少出现一个严重扰动期（SDP）时认为该秒为严重误块秒。其中严重扰动期指在测量时，在最小等效于4个连续块时间或者1ms（取二者中较长时间段）时间段内所有连续块的误码率$\geqslant 10^{-2}$或者出现信号丢失。

在测量时间段内出现的SES总数与总的可用时间之比称为严重误块秒比（SESR）。

严重误块秒一般是由于脉冲干扰产生的突发误块，所以SESR往往反映出设备抗干扰的能力。

- **背景误块（BBE）和背景误块比（BBER）**

扣除不可用时间和SES期间出现的误块称之为背景误块（BBE）。BBE数与在一段测量时间内扣除不可用时间和SES期间内所有块数后的总块数之比称背景误块比（BBER）。

若这段测量时间较长，那么BBER往往反映的是设备内部产生的误码情况，与设备采用器件的性能稳定性有关。

8.1.3 数字段相关的误码指标

ITU-T将数字链路等效为全长27500km的假设数字参考链路，并为链路的每一段分配最高误码性能指标，以便使主链路各段的误码情况在不高于该标准的条件下连成串之后能满足数字信号端到端（27500km）正常传输的要求。

下面分别列出了420km、280km、50km数字段应满足的误码性能指标。

表8-1 420km HRDS误码性能指标

速率(kbit/s)	155520	622080	2488320
ESR	3.696×10^{-3}	待定	待定
SESR	4.62×10^{-5}	4.62×10^{-5}	4.62×10^{-5}
BBER	2.31×10^{-6}	2.31×10^{-6}	2.31×10^{-6}

表8-2 280km HRDS误码性能指标

速率(kbit/s)	155520	622080	2488320
ESR	2.464×10^{-3}	待定	待定
SESR	3.08×10^{-5}	3.08×10^{-5}	3.08×10^{-5}
BBER	3.08×10^{-6}	1.54×10^{-6}	1.54×10^{-6}

表8-3 50km HRDS误码性能指标

速率(kbit/s)	155520	622080	2488320
ESR	4.4×10^{-4}	待定	待定
SESR	5.5×10^{-6}	5.5×10^{-6}	5.5×10^{-6}
BBER	5.5×10^{-7}	2.7×10^{-7}	2.7×10^{-7}

8.1.4 误码减少策略

- 内部误码的减小

改善收信机的信噪比是降低系统内部误码的主要途径。另外，适当选择发送机的消光比，改善接收机的均衡特性，减少定位抖动都有助于改善内部误码性能。在再生段的平均误码率低于10^{-14}数量级以下，可认为处于“无误码”运行状态。

- 外部干扰误码的减少

基本对策是加强所有设备的抗电磁干扰和静电放电能力，例如，加强接地。此外在系统设计规划时留有充足的冗度也是一种简单可行的对策。

8.2 可用性参数

- 不可用时间

传输系统的任一个传输方向的数字信号连续10秒期间内每秒的误码率均劣于10^{-3}，从这10秒的第一秒种起就认为进入了不可用时间。

- 可用时间

当数字信号连续10秒期间内每秒的误码率均优于10^{-3}，那么从这10秒种的第一秒起就认为进入了可用时间。

- 可用性

可用时间占全部总时间的百分比称之为可用性。

为保证系统的正常使用，系统要满足一定的可用性指标。

表8-4 假设参考数字段可用性目标

长度(km)	可用性	不可用性	不可用时间/年
420	99.977%	2.3×10^{-4}	120分/年
280	99.985%	1.5×10^{-4}	78分/年
50	99.99%	1×10^{-4}	52分/年

8.3 抖动漂移性能

抖动和漂移与系统的定时特性有关。定时抖动（抖动）是指数字信号的特定时刻（例如最佳抽样时刻）相对其理想时间位置的短时间偏离。所谓短时间偏离是指变化频率高于10Hz的相位变化。而漂移指数字信号的特定时刻相对其理想时间位置的长时间的偏离，所谓长时间是指变化频率低于10Hz的相位变化。

抖动和漂移会使收端出现信号溢出或取空，从而导致信号滑动损伤。

8.3.1 抖动和漂移的产生机理

在SDH网中除了具有其他传输网的共同抖动源——各种噪声源，定时滤波器失谐，再生器固有缺陷（码间干扰、限幅器门限漂移）等，还有两个SDH网特有的抖动源：

1）在将支路信号装入VC时，加入了固定塞入比特和控制塞入比特，分接时需要移去这些比特，这将导致时钟缺口，经滤波后产生残余抖动—脉冲塞入抖动。

2）指针调整抖动。此种抖动是由指针进行正/负调整和去调整时产生的。对于脉冲塞入抖动，与PDH系统的正码脉冲调整产生的情况类似，可采用措施使它降低到可接受的程度，而指针调整（以字节为单位，隔三帧调整一次）产生的抖动由于频率低、幅度大，很难用一般方法加以滤除。

引起SDH网漂移的普遍原因是环境温度的变化，它将使光缆传输特性变化，导致信号漂移，另外时钟系统受温度变化的影响也会出现漂移。最后，SDH网络单元中指针调整和网同步的结合也会产生很低频率的抖动和漂移。不过总体说来SDH网的漂移主要来自各级时钟和传输系统，特别是传输系统。

8.3.2 抖动性能规范

SDH网中常见的度量抖动性能的参数如下：

- 输入抖动容限

输入抖动容限分为PDH输入口的（支路口）和STM-N输入口（线路口）的两种输入抖动容限。对于PDH输入口则是在使设备不产生误码的情况下，该输口所能承受的最大输入抖动值。由于PDH网和SDH网的长期共存，使传输网

中有SDH网元上PDH业务的需要，要满足这个需求则必须该SDH网元的支路输入口，能包容PDH支路信号的最大抖动，即该支路口的抖动容限能承受得了所上PDH信号的抖动。

线路口（STM-N）输入抖动容限定义为能使光设备产生1dB光功率代价的正弦峰一峰抖动值。这参数是用来规范当SDH网元互连在一起接传输STM-N信号时，本级网元的输入抖动容限应能包容上级网元产生的输出抖动。

📖 **技术细节：**

什么是光功率代价？

由抖动、漂移和光纤色散等原因引起的系统信噪比降低导致误码增大的情况，可以通过加大发送机的发光功率得以弥补，也就是说由于抖动、漂移和色散等原因使系统的性能指标劣化到某一特定的指标以下，为使系统指标达到这一特定指标，可以通过增加发光功率的方法得以解决，而此增加的光功率就是系统为满足特定指标而需的光功率代价．1dB光功率代价是系统最大可以容忍的数值．

- **输出抖动**

与输入抖动容限类似，也分为PDH支路口和STM-N线路口。定义为在设备输入无抖动的情况下，由端口输出的最大抖动。

SDH设备的PDH支路端口的输出抖动应保证在SDH网元下PDH业务时，所输出的抖动能使接收此PDH信号的设备所承受。STM-N线路端口的输出抖动应保证接收此STM-N信号的SDH网元能承受。

- **映射和结合抖动**

因为在PDH/SDH网络边界处由于指调整和映射会产生SDH的特有抖动，为了规范这种抖动采用映射抖动和结合抖动来描述这种抖动情况。

映射抖动指在SDH设备的PDH支路端口处输入不同频偏的PDH信号，在STM-N信号未发生指针调整时，设备的PDH支路端口处输出PDH支路信号的最大抖动。

结合抖动是指在SDH设备线路端口处输入符合G.783规范的指针测试序列信号，此时SDH设备发生指针调整，适当改变输入信号频偏，这时设备的PDH支路端口处输出信号测得的最大抖动就为设备的结合抖动。

- 抖动转移函数——抖动转移特性

在此处是规范设备输出STM-N信号的抖动对输入的STM-N信号抖动的抑制能力（也即是抖动增益），以控制线路系统的抖动积累，防止系统抖动迅速积累。

抖动转移函数定义为设备输出的STM-N信号的抖动与设备输入的STM-N信号的抖动的比值随频率的变化关系，此频率指抖动的频率。

8.3.3 抖动减少的策略

- 线路系统的抖动减少

线路系统抖动是SDH网的主要抖动源，设法减少线路系统产生的抖动是保证整个网络性能的关键之一。减少线路系统抖动的基本对策是减少单个再生器的抖动（输出抖动）、控制抖动转移特性（加大输出信号对输入信号的抖动抑制能力）、改善抖动积累的方式（采用扰码器，使传输信息随机化，各个再生器产生的系统抖动分量相关性减弱，改善抖动积累特性）。

- PDH支路口输出抖动的减少

由于SDH采用的指针调整可能会引起很大的相位跃变（因为指针调整是以字节为单位的）和伴随产生的抖动和漂移，因而在SDH/PDH网边界处支路口采用解同步器来减少其抖动和漂移幅度，解同步器有缓存和相位平滑作用。

？ 想一想：

本节学了什么？

1. 误码、可用性指标的含义.
2. 误码减少的策略.
3. 抖动和漂移的常用指标的含义.
4. 抖动减少的策略.

本节的重点是度量系统误码、抖动性能常用参数的含义．

小结

本节讲述衡量传输性能的误码和抖动漂移指标。

习题

1. 抖动和漂移的区别是什么?