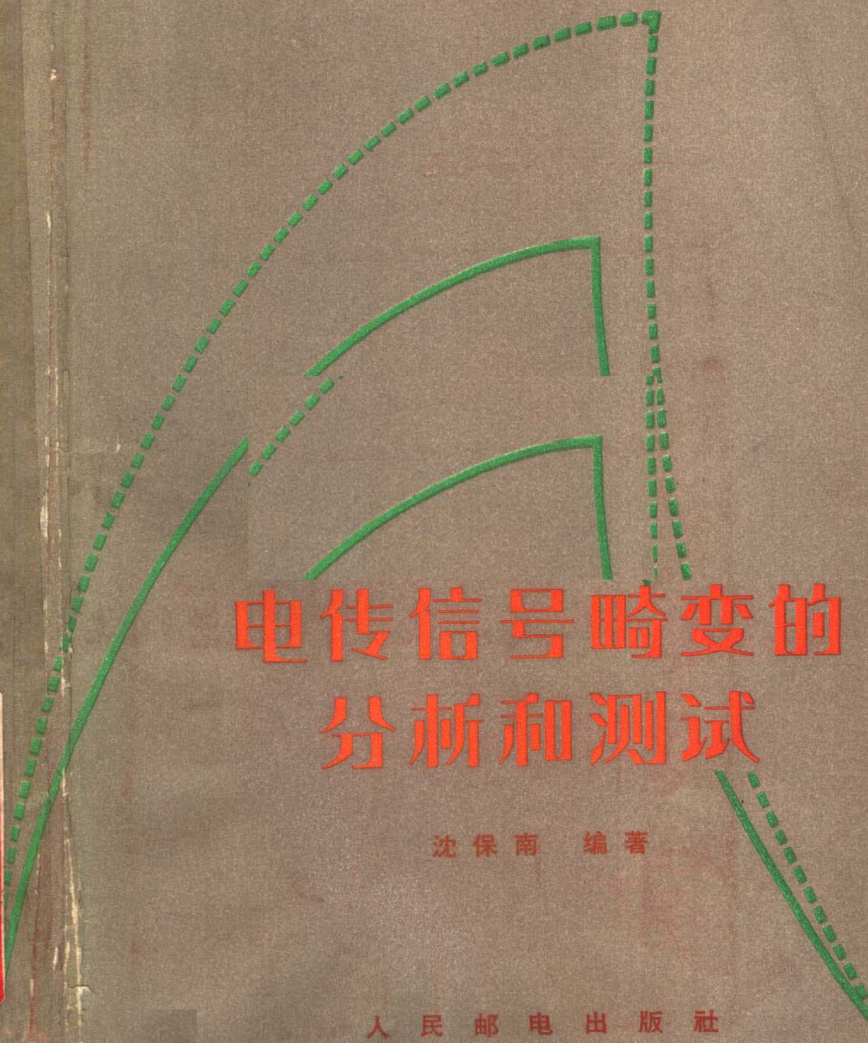


An abstract graphic consisting of several green lines. There are two solid green lines and two dashed green lines. They form a series of curves and angles, resembling a stylized signal waveform or a geometric diagram. The lines are set against a textured, brownish-grey background.

电传信号畸变的 分析和测试

沈保南 编著

人民邮电出版社

電傳信號畸變的分析和測試

沈保南 編著

人民郵電出版社

内 容 提 要

本书针对电传电报电路上的电传信号畸变问题，作了通俗系统的讲解与分析，可以帮助电报维护人员对电传信号畸变进行分析，以提高维护工作能力。全书共分四章：第一章为电传信号畸变的一般概念；第二章为电传信号畸变的种类和来源；第三章为电传信号畸变的测量和分析；第四章为怎样来减少电传信号畸变。

本书适合电报机务人员和电报技术人员阅读。

电传信号畸变的分析和测试

編著者： 沈 保 南

出版者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四6条19号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号)

印刷者： 北 京 市 印 刷 一 厂

发行者： 新 华 书 店 北 京 发 行 所

經售者： 各 地 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

1965 年 9 月北京第一版

印张 3 28/32 页数 62

1965 年 9 月北京第一次印刷

印刷字数 88,000 字

印数 1—2,150 册

統一书号：15045·总1500—有320

定价：(科4) 0.42 元

前 言

电传打字电报机是目前我国电报通信上的主要设备之一。在电报通信中电传变字问题是影响通信质量的一个主要因素，而电传变字的产生除了电传机本身的原因外，电报信号在传输过程中产生畸变也是变字的重要原因之一。因此，怎样减少电报信号畸变的问题就成为电报维护工作中一个迫切重要的问题。

要减少电报信号畸变，电报维护人员必须能够研究分析各种畸变的性质、原因，了解减少畸变的措施，并能掌握畸变测量仪器的使用方法。但是目前这方面适合电报机务人员阅读参考的书还比较少。为了适应电报维护人员的需要，特别是适应新进电报维护人员的需要，编写了这本书。本书对电传电报电路（包括电传收发报设备和传输电路）上的信号畸变问题，作了通俗系统的讲解与分析。在编写过程中，参考了国内外有关的一些资料，汲取了国内维护工作中的一些实际经验，并加入了一些个人的体会。为了不使本书的篇幅过多，对一部分公式未作繁复的数学演算，只注明来源以便读者自行参阅。最后，限于个人水平，错误及遗漏之处一定很多，仍请读者不吝指正。

沈保南

一九六四年九月

目 录

前言

第一章 电传信号畸变的一般概念

1.1 什么是电传信号畸变	1
1.2 电报信号畸变的计算方法	5
1.3 电报信号畸变的分类	10

第二章 电传信号畸变的种类和来源

2.1 偏畸变	13
2.2 特性畸变	24
2.3 偶发畸变	28
2.4 畸变的合成	32
2.5 载波电报电路上产生的畸变	36
2.6 单双流轉換架所引起的畸变	47
2.7 电传机速率差对工作范围的影响	49
2.8 市内电传电路工作	54

第三章 电传信号畸变的测量和分析

3.1 СИИ 型閃光式畸变測試器	58
3.2 同步畸变的測試和分析	64
3.3 载波电报电路的全程畸变	69
3.4 起止式畸变的測試	73
3.5 QZ-002 型电传信号发生器	83
3.6 单双流轉換架畸变的測量	87

3.7 电传机的内部畸变.....	88
-------------------	----

第四章 怎样来减少电传信号畸变

4.1 电传机部分.....	104
4.2 载波电报电路.....	108
4.3 报房机台和轉換設備.....	113
4.4 电源部分.....	116
参考文献	120

第一章 电传信号畸变的一般概念

在編碼制电报通信中，电文的传递是用不同的信号脉冲組合来代表的。这些脉冲有两种状态，就是传号状态（一般是正电流或有电流）和空号状态（一般是負电流或无电流），無論字母、数字和标点符号，它們的电碼都是由这两种状态的信号脉冲組合而成的。要使电报传递质量高，必要的条件就是发报端所发出的电碼信号，經過电路的傳輸和收报器件的作用，仍能在收报端准确地复制出与原来完全相同的电碼，即它的脉冲組合方式和各脉冲的长度都沒有改变。如果复制后电碼的脉冲长度（不論传号或空号）与发报端所发送的相应脉冲的长度有了改变，就是电报信号在傳輸过程中有了畸变。电报信号畸变能够充分表明电报信号的傳輸情况和电路的质量。由任何原因引起的电报傳輸质量的降低，都可以从畸变增加的后果上反映出来。

本章是对电传信号的畸变作概念性的叙述。

1.1 什么是电传信号畸变

电传机是利用五单位电碼进行通报的，五单位电碼的每一个单位信号脉冲（以下簡稱单位信号）可以有传号或空号两种状态，因此五单位电碼一共有 $2^5 = 32$ 种不同的組合，代表不同的字母、数字、符号和机能动作（如升行、回車、变字母位等）。在每个五单位电碼組合之前有一个空号性质的起动脉冲，在每个五单位电碼組合之后又有一个传号性质的停止脉冲，如图 1.1 的五单位电碼表所示。对于我国現用的电传机而言，五单位电碼每个单位信号的时间长度（亦称延續時間）都是相等

序号	字母	数字符号	五单位电码					停止	
			起动	1	2	3	4		5
1	A	—							
2	B	?							
3	C	:							
4	D	+							
5	E	3							
6	F	%							
7	G								
8	H	”							
9	I	8							
10	J	铃							
11	K	(							
12	L	)							
13	M	.							
14	N	.							
15	O	9							
16	P	0							
17	Q	1							
18	R	4							
19	S	*							
20	T	5							
21	U	7							
22	V	=							
23	W	2							
24	X	/							
25	Y	6							
26	Z	+							
27	>								
28	≡								
29	字母								
30	数字								
31	间隔								
32	空白								

空号 ☐ 传号 ☒ 你是谁 ☒

图 1.1 五单位电码表

的, 各等于 20 毫秒, 起动脉冲的长度也等于一个单位信号的长度即 20 毫秒, 停止脉冲的长度为 1.5 个单位信号即 30 毫秒。所以电传机每发送一个字母 (数字、符号或一次机能动作), 共需发出 $1+5+1.5=7.5$ 个单位信号, 需时 $20+5 \times 20+30=150$ 毫秒 $=0.15$ 秒。因此电传机每分钟可发送 $\frac{60}{0.15}=400$ 个字母, 或称电传机的技术工作速率为每分钟 400 次动作。

电传机必须工作于一个固定的速率, 因此电传机的收发报速率不宜以每分钟字数来表示而是以波特速率来表示, 波特速率 N_b 为每秒钟能发送的单位信号数, 其计算公式为:

$$N_b = \frac{1}{T} \quad \text{波特} \quad (1-1)$$

式中 T 为单位信号的时间长度, 单位为秒。55 型、51 型和 68 型等电传机的单位信号时间长度均为 20 毫秒即 0.02 秒, 故这些电传机的速率为

$$N_b = \frac{1}{0.02} = 50 \text{ 波特}$$

波特速率也可由电传机发报器的轉速（每分钟轉数） n 和发报器每轉一周所能发送的单位信号数 Z 来計算，公式为：

$$N_b = \frac{nZ}{60} \text{ 波特} \quad (1-2)$$

例如 55 型电传机的发报器轉速为每分钟 400 轉，发报器每轉一周发出 7.5 个单位信号，即 $n=400$ ； $Z=7.5$ ，故

$$N_b = \frac{400 \times 7.5}{60} = 50 \text{ 波特}$$

五单位电碼既然是由传号脉冲和空号脉冲的不同組合所組成的，在发送一个五单位电碼組合时就必然在有些时候由传号到空号而在另一些时候由空号到传号，如图 1.2 所示的字母 R 的电碼中，在 ACE 等处由空号到传号，在 BD 等处由传号到空号。传号和

空号間的变换是在瞬刻时间

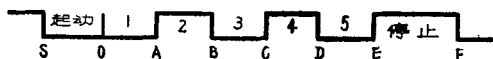


图 1.2 特征时刻

內完成的，这

种变换的瞬刻时间叫做信号的“特征时刻”。在图 1.2 的字母 R 的电碼組合中，如果以起动脉冲的始点 S 作为参考时间的起点（即以 S 点的时间作为零），则 $ABCDEF$ 各点的特征时刻依次发生于 40、60、80、100、120 和 150 毫秒。两个特征时刻之間的时间差，除了停止脉冲終点即 F 点之外，都等于一个单位信号的时间长度，或等于一个单位信号时间长度的整数倍数。

在电报通信过程中，电报信号要經過继电器的复制，大家都知道信号复制时，在时间上是要比原信号迟延一些的，因此

复制信号的特征时刻也要发生迟延，迟延的结果可能使复制后的各信号脉冲的长度与原信号不同，亦即在信号的传输和复制过程中产生了信号畸变。但是只要复制信号的特征时刻与原信号相应的特征时刻间的迟延时间都一律相同，那末复制信号各信号脉冲的长度仍能与原信号一样，也就是复制的信号没有畸变，如图 1.3 所示为各特征时刻的复制迟延时间均为

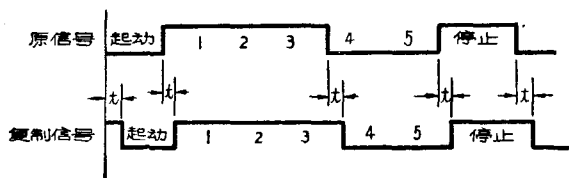


图 1.3 字母 *U* 的五单位电码的复制

t 毫秒，因此没有畸变的情形。如果由于本书以后将要详细讲到的任何原因，以致复制信号的迟延时间，有的大些有的小些，如图 1.4 所示，则十分明显，复制后各信号脉冲的长度不能再与原信号相应信号脉冲的长度相等。图 1.4 为字母 *S* 的五单位电码，由于 $t_2 > t_1$ ，因此起动脉冲、第 2 脉冲和第 5 脉冲（都是空号）都将延长，而第 1 脉冲、第 3 脉冲和停止脉冲（都是传号）都将缩短，这种情形就是复制信号存在着畸变。

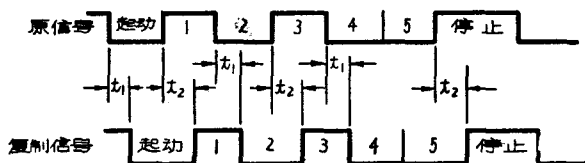


图 1.4 因迟延时间不一致而复制时产生畸变

归纳起来，电传信号畸变是指所接收到的信号脉冲被延长或缩短，而这些延长或缩短也可认为是因为收报设备复制出来的信号的始端和末端具有不同的迟延以致特征时刻有了改变所致。

1.2 电报信号畸变的计算方法

在电报信号传输没有畸变的情况下，复制信号脉冲的长度应与发报端原信号完全一样。如果复制信号脉冲的长度与原信号相比较有了变动，不论是较长或较短，就都是发生了畸变。根据不同的情况和不同的需要，电报信号畸变可以用不同的方式来衡量并给以不同的名称，现在只把时常接触到的几种畸变加以说明。

(一) 绝对畸变

绝对畸变是指复制信号脉冲长度延长或缩短的数量，因为它只以延长或缩短的数量来衡量，而与该脉冲的本身长度并不发生关系，所以称为绝对畸变量。图 1.5 所示复制信号的情形，原信号脉冲的长度

为 t_s ，在复制时如果没有畸变，则两个相应的特征时刻 (A 和 C 或 B 和 D) 间的迟延均为 t_0 。如果信号复制时发生了畸变，则复制信号脉冲始端的特征时刻或者前

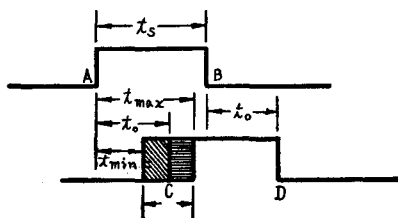


图 1.5 绝对畸变

移而迟延减小至 $t_{\min}$ ，或者后移而迟延增大至 $t_{\max}$ 。这样，复制信号脉冲始端的特征时刻的移动量即绝对畸变量 2Δ 为

$$2\Delta = t_{\max} - t_{\min}$$

绝对畸变量除了能表示信号脉冲延长或缩短的数值外，就没有别的意思，因此在电报信号传输上也没有什么有用的价值。

(二) 相对畸变

电报信号相对畸变的定义是单位信号长度变化的百分数。

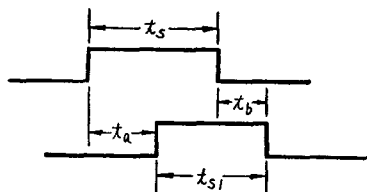


图 1.6 相对畸变

在图 1.6 中，发报端发送的原信号长度为 t_s ，收报端复制信号的长度为 t_{s1} ，复制信号始端的迟延为 t_a ，终端的迟延为 t_b 。在没有畸变时 $t_a = t_b$ ，故 $t_s = t_{s1}$ 。如果发生了畸变，则复制信号与原

信号的长度将有一差值 Δ ，

$$\Delta = t_a - t_b = t_s - t_{s1}$$

相对信号畸变（以后简称畸变）量 δ 为

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{\Delta}{t_s} \cdot 100\% \\ &= \frac{t_a - t_b}{t_s} \cdot 100\% \\ &= \frac{t_s - t_{s1}}{t_s} \cdot 100\% \end{aligned} \quad (1-3)$$

在 $t_a > t_b$ ； $t_s > t_{s1}$ 时，传号缩短空号放长。反之，在 $t_a < t_b$ ， $t_s < t_{s1}$ 时，则传号放长空号缩短。

相对畸变 δ 也等于绝对畸变量和二倍单位信号脉冲长度的百分比，即

$$\delta = \frac{2\Delta}{2t_s} \cdot 100\% = \frac{\Delta}{t_s} \cdot 100\%$$

(三) 同步畸变

用电传机作为收报设备时，收报机件在接收五单位电碼的每一个信号脉冲时，所需的选择动作時間远小于一个单位信号的延續時間（一般在一个单位信号长度的 20% 以內），而且在电传机調整到良好的接收工作状态时，收报选择动作应该尽可能发生在相应的信号脉冲的中間部分。这样看来，对于电传机工作而言，畸变的定义如果只包括了信号长度的改变是意义不大的，而必須注意到的則是每一个信号脉冲的中間部分应得到保証，使选择动作不致发生錯誤。而且希望中間部分要越长越好，也就是每个单位信号的始端和終端离开它的中心点越远越好。信号脉冲的始端和終端实际上决定于特征时刻，因此对于电传机工作來說，用測量特征时刻的变动范围的方法来測量信号畸变是更适宜的。针对特征时刻的变动范围来測量电传信号畸变通常有两种方法，就是同步畸变測試和起止式畸变測試，本节先談一下这两种畸变的性质。

同步畸变量（亦称等时畸变量）的定义是：

“任何两个調制（或解調）的特征时刻之間的实际延續時間和理論延續時間的最大測量差值（不論正号或負号），与单位信号延續時間之比。这些时刻并不一定要积累起来。

同步畸变量常以百分数来表示”。

上述定义可用图 1.7 来解释，图 1.7 (a) 为合于理論要求的原信号，其长度为 t_s 。(b) 为复制后的信号，因为各特征时刻与原信号相应特征时刻間的迟延均为 t_0 ，所以复制信号的长度仍为 t_s ，即无畸变。图 1.7 (c) 为复制信号始端的特征时刻

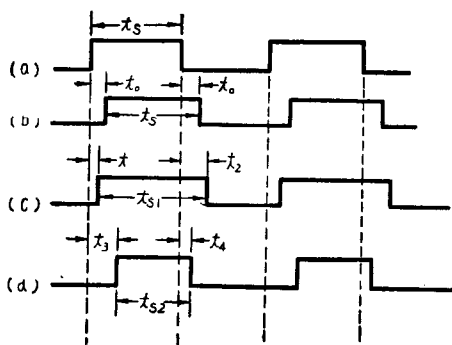


图 1.7 同步畸变

前移，始端迟延为 t_1 ；复制信号终端后移，终端迟延为 t_2 ； $t_1 < t_0$ ； $t_2 > t_0$ 。复制信号总共将延长

$$(t_0 - t_1) + (t_2 - t_0) = t_2 - t_1$$

$(t_2 - t_1)$ 即定义中的最大测量差值，

原信号长度 t_s 可以作为定义中两个特征时刻之间的理论延续时间。复制信号的长度 t_{s1} 为

$$t_{s1} = t_s + (t_2 - t_1)$$

t_{s1} 可以作为定义中的两个特征时刻之间的实际延续时间。因此同步畸变 δ_i 为

$$\delta_i = \frac{t_2 - t_1}{t_s} \cdot 100\% \quad (1-4)$$

图 1.7 (d) 的情形也相仿，不过 $t_3 > t_0$ ； $t_4 < t_0$ ，因此复制的信号总共将缩短 $(t_3 - t_4)$ ，同步畸变为

$$\delta_i = \frac{t_3 - t_4}{t_s} \cdot 100\%$$

(四) 起止式畸变

起止式畸变量的定义是：

“任何调制（或解调）的特征时刻，从就在前面的起单位信号的特征时刻处算起的实际延续时间，和理论延续时间的最

大測量差值（不論正号或負号），与单位信号延續時間之比。

起止式畸变量常以百分数来表示”。

起止式畸变可以用图 1.8 來說明。图 1.8 (a) 是符合理論要求的原五单位电碼信号，(b) 是复制的五单位电碼信号。图 1.8 (a) 和 (b) 都以起动脉冲的始端为参考点，在信号复制时的准确迟延時間为 t_0 。图 1.8 (b) 中从参考点起到各特征时

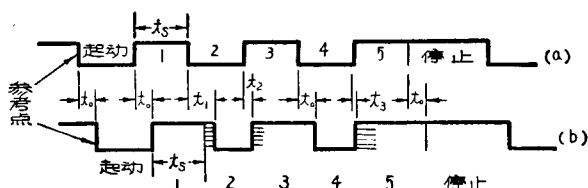


图 1.8 起止式畸变

刻的延續時間即上述定义中的从起动单位信号的特征时刻处算起的实际延續時間。如果复制信号毫无畸变，則 (a) 和 (b) 間所有各相应特征时刻之間的迟延時間均为 t_0 。但是如果有了畸变，則两个相应的特征时刻之間的迟延時間可能有的大于 t_0 ，有的小于 t_0 ，在图 1.8 中如第 1 脉冲終端即第 2 脉冲始端的迟延時間 $t_1 > t_0$ ；第 3 脉冲始端的迟延時間 $t_2 < t_0$ ；第 5 脉冲始端的迟延時間 $t_3 < t_0$ 等。在衡量起止式畸变时，以 (a) 和 (b) 的两个相应特征時刻間有最大迟延差值 $t_{\max}$ 的一个来計算， $t_{\max}$ 在图 1.8 中即 $(t_0 - t_3)$ ，在这种情形下起止式畸变 δ_s 为①

$$\delta_s = \frac{t_{\max}}{t_s} \cdot 100\% = \frac{t_0 - t_3}{t_s} \cdot 100\% \quad (1-5)$$

① 在作上述說明时，虽然相关特征時刻（如第 5 脉冲始端的特征時刻）并不是从参考点算起，但因图 1.8 (a) 是符合理論要求的五单位电碼信号，起动脉冲和五个信号脉冲的长度均已固定为 t_s ，所以由 (a) 和 (b) 間两个相应特征時刻間的迟延来衡量，結果是一样的。

上述同步畸变和起止式畸变的计算公式都是以单位信号的长度 t_s 为分母，也就是单位信号的延續時間越短畸变越大。

从(1-1) 的 $N_b = \frac{1}{T}$ ，亦即

$$N_b = \frac{1}{t_s}$$

所以 (1-4) 式和 (1-5) 式可分别写成

$$\delta_i = N_b(t_2 - t_1) \cdot 100\%$$

和

$$\delta_s = N_b(t_0 - t_3) \cdot 100\%$$

即在其他情况不变下通报速率的提高将造成畸变的增大。

1.3 电报信号畸变的分类

电报信号畸变可以有各种不同的分类方法，本节只从造成畸变的原因和从实用上規定畸变的含义、范围这两方面来分类。

一、从造成畸变的原因来分类

造成信号畸变的原因，又可按与传输过程中的过渡现象有关的，和无关的分成两类。

所謂与传输过程中过渡现象有关，就是指畸变的大小或发生与否，和綫路及收报继电器中信号电流的增长和下降的速度等情况有关，所以这种畸变主要是发生于传输系統中。这一类畸变主要有三种形式，其名称和定义如下：

(1) 偏倚畸变

具有两位状态的信号（指传号和空号）在調制（或解調）^①

① 調制即指发报，反調制或解調即指收报复制信号。

过程中，其信号长度发生变化的畸变。在此情形下，相当于两种特征条件之一的所有特征延續時間比較相应的理論延續時間长或短。

(2) 特性畸变

由于調制結果发生于傳輸电路的由过渡状态（暫态）所造成的畸变，并且視傳輸的质量而定。

(3) 偶发畸变

一般是由于无規律的原因所造成的畸变（如电报設備及活动部分的偶然性不規則工作，傳輸电路受到干扰影响等）。

在第二章中将較詳細的論述这三种畸变。

与傳輸过程中过渡現象无关的畸变，是指与信号电流的增长下降情况完全无关或影响极小的，包括由于电传机收发报机所引起的畸变；由于收发两端电传机速率差所引起的畸变；和由于收报設備改正誤差所引起的畸变等。造成这类畸变的主要原因是在收发报設備上。

二、从实用上規定畸变的含义和范围来分类

主要的可列举以下几种：

- (1) 同步畸变（等时畸变）量；
- (2) 起止式畸变量；
- (3) 綜合起止畸变量；

就是指在所假定的单位信号延續時間和各理論的延續時間与标准通报速率完全适合时所决定的畸变量。

- (4) 同步起止畸变量；

就是指在所假定的单位信号延續時間和各理論的延續時間是适合于实际平均通报速率时所决定的畸变量。

- (5) 工作中的畸变量；