

46路电报时分复用设备

曹斌 方一帆 叶振群 编著 叶振群 审校

人民邮电出版社

TDM
TDM
TDM
TDM
TDM

43

73.43
567

46路电报时分复用设备

曹 斌 方一帆 叶振群 编著

叶 振 群 审校



人民邮电出版社

8910014

DT 17 / 17
内 容 提 要

时分多路复用是电报和低速数据通信中的一种新型传输设备。

本书首先介绍时分多路复用(TDM)的基本概念,然后以国产的BZS01型46路电报时分复用设备为例,详细介绍其电路工作原理、安装开通及维护检修方法,并以适当篇幅,简要介绍基带数据传输机和调制解调器的概念、原理和有关传输、接口标准。

本书可供有一定数字电路基础知识的电信科技人员阅读,或作为载波电报维护人员学习班的教材,也可供通信院校有关专业教学参考。

46路电报时分复用设备

曹 斌 方一帆 叶振群 编著
叶振群 审校

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本: 850×1168 1/32 1988年7月第一版
印张: 9 24/32 页数: 156 1988年7月北京第1次印刷
字数: 257千字 插页: 3 印数: 1-25 000册

ISBN7-115-03621-7/TN·037

定价: 3.50 元

前 言

时分多路复用 (TDM) 系统与频分多路复用 (FDM) 系统相比有许多显著的优点, 如电路利用率高、抗干扰性能强、有码元再生能力、不同的传输速率之间易于变换使用、分路部件完全一致便于生产和维护、既能在模拟信道上开放又易于与数字信道接口等等。因此, 当前它已成为世界各国发展电报和低速数据传输设备的主流。

TDM的迅速发展是在本世纪70年代大规模集成电路进入实用化以后形成的。1976年国际电报电话咨询委员会(CCITT)对码速相关(不透明)、码速无关(透明)两种TDM设备分别提出了R.101和R.111建议, 后来又作了修订补充。

码速相关型(R.101系列)TDM设备只能传输不等时的电报和数据信号。虽然它对信号的码型和速率有所限制, 但因在一个话路频带内可容纳46路50波特信号, 电路复用效率非常高, 所以目前在各国实用的TDM设备中, 这种系列的设备在数量上远远超过R.111系列的设备。我国已确定用它作为公众电报、用户电报和低速数据通信的主要传输设备之一。

本书以国产的BZS01型46路电报时分复用设备(R.101系列)为例, 主要介绍电报和低速数据信号按时分方式复用的基本概念、设备工作原理、安装开通及日常维护方法。同时, 考虑到时分复用设备以基带数传机和调制解调器作为集合信号的传输单元, 电报专业人员过去较少使用, 而掌握其原理是使用、维护设备之所必需, 因此本书适当补充了有关基带传输和频带传输的基本概念和码型、波形形成、编码解码、调制解调、有源滤波和均衡等基础知识, 并介绍了常用的标准和规定, 简介了典型的基带数传机和2400bit/s调制解调器的工作原理。

本书可供具有一定数字电路基础知识的科技人员阅读，或作为载波电报维护人员学习班的教材，也可供通信院校有关专业教学参考。

本书是在曹斌所编学习班讲义的基础上重写的。重写时，第一、二、三、六章由曹斌执笔，第四、七章由方一帆执笔，叶振群编写了第五章和附录，并审校全书。编写过程中得到该设备使用单位的大力支持和帮助，谨致谢意。

由于水平所限，缺点和错误在所难免，请广大读者不吝指正。

1987年1月

目 录

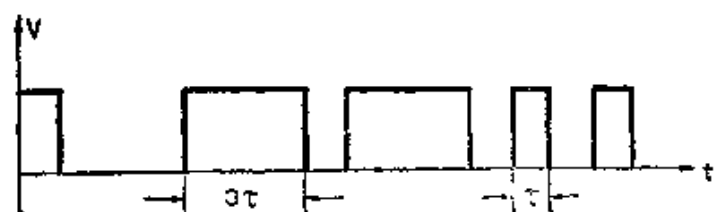
第一章 电报信号的多路复用传输	(1)
第一节 频分多路复用.....	(2)
第二节 时分多路复用.....	(5)
第三节 两种复用方式的比较.....	(17)
第二章 电报时分多路复用的基本概念	(21)
第一节 工作过程.....	(21)
第二节 帧结构方式.....	(24)
第三节 帧同步方式.....	(27)
第四节 速率兼容.....	(29)
第五节 集合信号的传输.....	(34)
第三章 BZS01型46路时分复用设备总体介绍	(35)
第一节 主要技术性能.....	(39)
第二节 总体工作说明.....	(42)
第三节 总体框图说明.....	(55)
第四节 其它时分复用设备简介.....	(65)
第四章 BZS01型46路时分复用设备电路工作原理	(71)
第一节 接口盘.....	(71)
第二节 时钟盘.....	(84)
第三节 地址Ⅰ盘.....	(94)
第四节 地址Ⅱ盘.....	(101)
第五节 用户盘.....	(104)

第六节	发送盘	(113)
第七节	接收盘	(134)
第八节	同步B盘	(143)
第九节	遥测发送盘	(155)
第十节	测量盘	(162)
第十一节	告警盘	(168)
第十二节	转换盘	(169)
第十三节	四线盘和电源盘	(174)
第五章	时分复用信号的电路传输	(175)
第一节	传输标准和接口标准	(175)
第二节	基带数据传输机	(183)
第三节	调制解调器	(204)
第六章	安装和开通	(237)
第一节	安装方法	(237)
第二节	开通测试	(238)
第七章	日常维护和故障检修	(248)
第一节	维护和检修的一般原则	(248)
第二节	机盘的测试判断方法	(252)
第三节	常见故障分析举例	(260)
附录一	BZS01型46路电报时分复用设备信号名称、含义	(273)
附录二	图形符号一览表	(275)
附录三	集成电路编号与型号对照表	(277)
附录四	集成电路出线排列及逻辑功能	(281)
附录五	CMOS集成电路的特点和使用注意事项	(293)
附录六	CCITT R.101建议	(294)

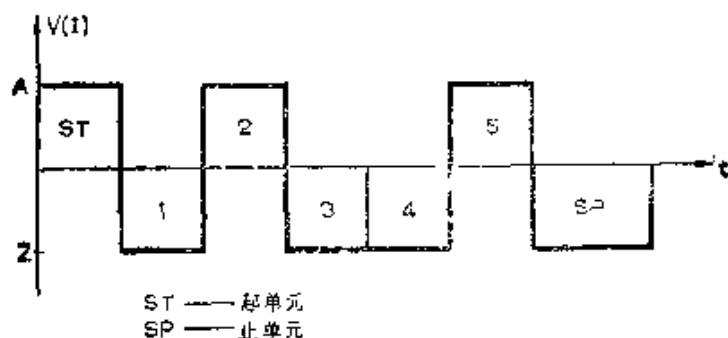
第一章 电报信号的多路复用传输

电报通信是把人们需要发送的文字或图象变成电信号，通过电路迅速传送到对方，然后再恢复成文字或图象交给指定的接收人的一种通信。也就是说，电报通信是人与人在两地之间用电信号进行书面通信的一种方式。

电报通信所传送的电信号是数字信号，并且通常只有两种取值——逻辑“0”和逻辑“1”。例如，莫尔斯电报信号，如图 1-1 (a) 所示，用持续时间为 τ 和 3τ 的两种脉冲分别表示点（“0”）和划（“1”）。电传机发出的信号，如图 1-1 (b) 所示，用电压



(9) 莫尔斯电报信号



(б) 电传电报信号

图1-1 电报信号

8910014

(或电流)值为 z 和 A 的两种脉冲分别表示传号(“1”)和空号(“0”)。

早期的有线电报通信采用直流传输方式,即用直流电流的有无(或方向)表示电报信号的逻辑“0”和逻辑“1”,直流电报通信的线路损耗大,使其传输距离受到一定的限制。更为重要的是,这种传输方式的线路利用率很低,因此,直流传输方式很不经济,在数量、质量上都远远不能适应日益增长的电报通信业务的需要。后来随着通信技术的发展,出现了电报的载波传输方式。

载波电报是在载波电话的基础上发展起来的。采用载波传输方式,多路电报信号占用一个话音频带,可以通过有线载波电路传输,也可以通过短波、微波和通信卫星电路传输。

载波电报实现了一个话音频带内的多路电报复用。它不仅提高了线路利用率,使通信容量大大增加,而且传输质量好,工作稳定,能满足远距离通报的要求。载波电报有频分多路复用(FDM)和时分多路复用(TDM)两种实现方法。

第一节 频分多路复用

频分多路复用就是运用频谱搬移技术,把一个话音频带分割成若干个频段,同时传送若干路电报信号。

频分多路复用起源于有线载波电话系统,频分多路载波电报与载波电话的原理相同。各条报路的发报机发出的直流电报信号,先经过音频调制(频谱搬移),载附在不同的载频上,形成话音频带内的各种不同的频段。然后将这些频段汇集起来,送往传输电路。在接收端,各种带通滤波器将各频段的信号区分开来,再经过放大和解调,把信号还原成原来的直流电报信号,分别送给各报路的收

报机。

电报信号的调制，从理论上讲，可以选择任意的载波波形，只要调制后的信号符合传输电路的要求，并且各路信号能够相互区分就行。但实际上都选择正弦波作为载波信号。

正弦波有幅度、频率和相位三个参量可携带信息，因此，频分多路载波电报有调幅、调频和调相三种调制方式。各种已调制信号的波形如图1-2所示。

调幅制载波电报利用载波的振幅变化来传递电报信号。在这种调制方式中，载波的频率和相位都不变，幅度随着直流电报信号（传号或空号）的变化而改变。例如传号时载波幅度大，空号时幅度小（为零），其波形如图1-2(a)所示。

调频制载波电报利用载波的频率变化来传递电报信号。在这种调制方式中，载波的幅度和相位是一定的，载波的频率随着直流电报信号的变化而改变。例如空号时载波频率为 f_1 ，传号时频率为 f_2 ，波形如图1-2(b)所示。

调相制载波电报利用载波的相位变化来传递电报信号。在这种调制方式中，载波的幅度和频率不变，相位随着电报信号的变化而变化。就原理而言，这种相位变化又可分为绝对移相和相对移相。绝对移相利用改变载波相位的绝对值进行信号传送，例如传号的初相位取 180° ，空号的初相位取 0° ，如图1-2(c)所示。相对移相利

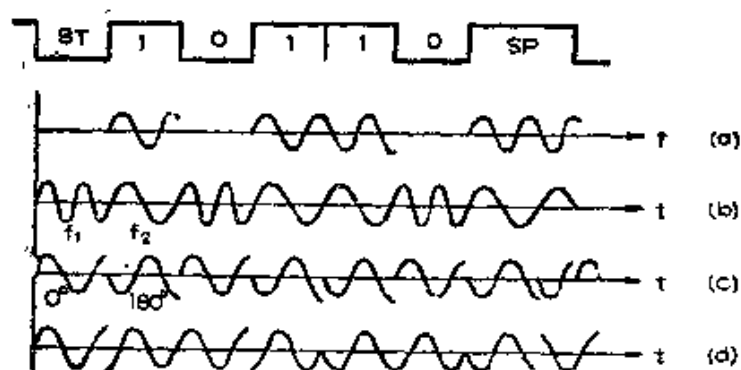


图 1-2 电报信号的调制波形

用前后电报信号码元中载波的相对相位变化来传送信息。例如，当传送传号时，该码元中的载波信号相位相对于前一码元的载波信号相位变化 180° ；当传送空号时，前后码元间的载波信号相位不发生变化，即前后码元的载波信号相位是连续的，其波形如图1-2(d)所示，相位逻辑关系如表1-1所示。

表1-1 调相制相对移相逻辑关系

传送信息	前后码元中载波信号相位变化 $\Delta\varphi$
"1"	180°
"0"	0

上面介绍的调制方式中，所选择的载波参量（幅度、频率或相位）可能的变化状态均为两种，例如幅度的有和无、频率的高和低等，这种调制称为二元调制。实际上还可以有多元调制，这里不再赘述，详见第五章。

频分多路载波电报的三种调制方式各有特点。其中调幅制比较简单，实现容易，但抗干扰能力较差，电平波动对传输质量的影响很大，现在已很少使用；调相制的抗干扰性很好，线路利用率高，但设备比较复杂，目前只有少量使用；调频制的抗干扰能力也比较强，并且技术成熟，设备较简单，应用很广泛，成为频分多路载波电报的主要调制方式。

调频制载波电报所复用的报路数目与每一报路的通报速率有很大关系。国际上通常在一个话音频带内开放24路载波电报，每个报路的中心频率间隔为120Hz，频移值为30Hz，适于传送50波特电报信号。也可以将一个话音频带分隔为12个频段，各频段的中心频率间隔为240Hz，用于传送100波特电报信号。由于历史发展的原因，我国现在大量使用16路载波电报，每报路的中心频率间隔为180Hz，频移值为45Hz，可以传送50波特和75波特电报信号。24路载波电报机在我国已开始有少量使用。

第二节 时分多路复用

时分多路复用与频分多路复用不同，它不是用频率分隔，而是采用时间分隔的方式将各个报路的传送时间错开，轮流传送各个报路的信号。

值得注意的是，轮流传送各个报路的信号，并不是先将一个报路的信号原封不动地传送完毕然后再传送另一个报路的信号，而是采用取样和提高传送速率的方法将一个报路的若干信息（一段报文、一个字符或一个码元的取样）快速传送出去，获得空闲时隙来传送其它报路的信息。如果不是这样，就只能有“时分”的意思，却没有实现“多路复用”即没有充分利用信道的传输能力。

时分多路复用电报系统的模型如图 1-3 所示， N 条报路的发送和接收终端分别与一对同步旋转的开关连接。当开关位于第一报路的位置时，传送第一报路的电文信号，接着开关位于第二报路的位置，传送第二报路的电文信号，……。随着开关的连续旋转，各

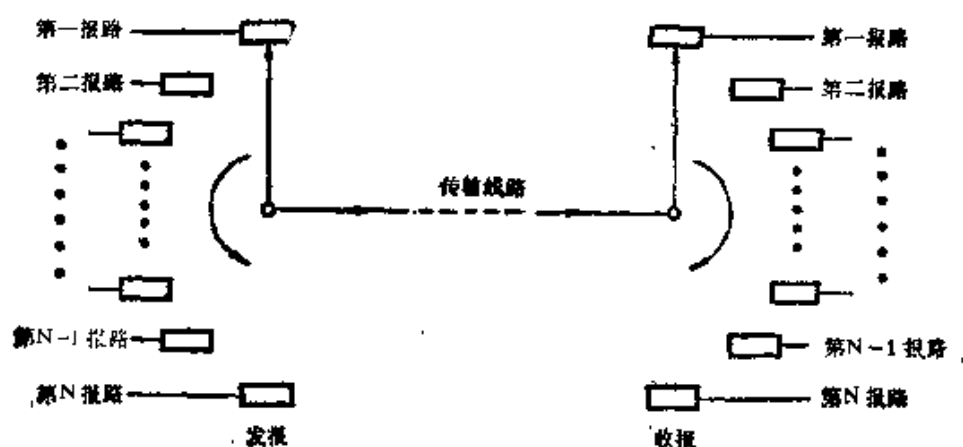


图 1-3 时分多路复用电报模型

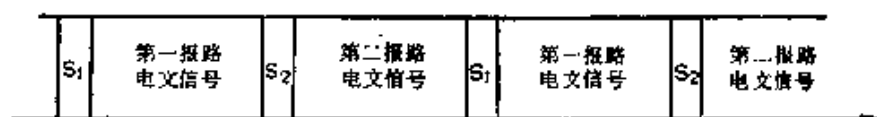
个报路的电文信号便依次按不同时间传送。由图可知，发送和接收双方两个开关的旋转速度和相位一致是十分重要的，这要用一个同步装置来维持。

电报信号的时分多路复用，从原理上说，可有报文型、字符型和比特型三种复用方式。各种复用方式的信号波形参见图1-4。为方便起见，图中只给出了两个报路复用的情况。

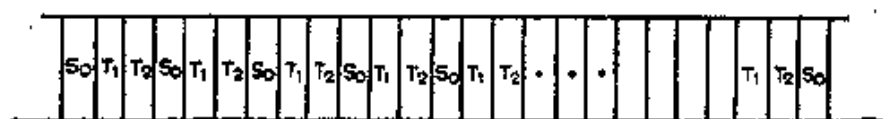
采用报文型复用方式时，先传送第一报路的一段电文信号，然后传送第二报路的一段电文信号（如果有 N 条报路复用，待第 N 个报路的一段电文信号传送完毕后，再继续传送第一报路的下一段电文信号）。为了使接收设备能将收到的各段电文信号对号入座，需在各报路电文信号的开头加上报路标识符，如图1-4(a)所示。

字符型复用方式与报文型复用方式相似，只不过对应于图1-4(a)中，每一报路每次传送的不是一段电文信号，而是一个字符。字符型复用也需要在各报路的字符前面加上报路标识符或在特定报路的字符前面插入同步信号。

采用比特型复用方式时，先传送第一报路的一个码元的取样值，然后传送第二报路一个码元的取样值……。在这种方式中，每一报路每次传送的信息只是一个码元的样值，没有必要在每个报路的



(a) 报文型复用方式



(b) 比特型复用方式

S_1 、 S_2 —报路标识符

S_0 —同步信号

T_1 、 T_2 —第一、二报路的码元样值

图 1-4 两个报路信号的时分复用

信息之间都插入同步信号或报路标识符。通常只是在特定报路（如第一报路）的码元样值前送一次同步信号，接收端可根据这一同步信号来确定随后的 N 个码元样值分别对应的报路。这种复用方式如图1-4(b)所示。

三种复用方式的信号排列不同，各有特点。报文型和字符型复用的电路利用率高，抗干扰能力强。但传输时延长，设备也比较复杂，目前很少采用。比特型复用方式的电路利用率稍低，但传输时延短，实现容易，因此引起了世界各国通信部门的重视，目前已广泛使用于国际通信网。本书主要介绍采用比特型复用方式的时分多路复用电报。

在比特型时分复用方式中，我们将每一报路每次发送信息所占用的时间段称为“时隙”。将 N 个报路信号经时分复用处理后得到的信号称为“集合信流”或“复用信流”。

一、透明的时分多路复用電報

所谓透明的时分多路复用電報是指这种类型的设备对所传输信号的码型和速率没有限制（实际上对信号速率有上限要求），用于電報和低速不等时数据信号的传送。国际電報電話咨詢委員會（CCITT）为了使世界各国的这类设备相容，于1980年确立了R.111建议。所以我们将这类设备称为R.111型设备。

按所使用的集合信流速率分，R.111型设备有等于 64 kbit/s^* 和低于 64 kbit/s 的两种。低于 64 kbit/s 的复用设备称为一级复用设备。它可将多个较低速率的报路信号复合起来传输，集合信流所携带的信息流量一般是2400、4800或9600 bit/s 。等于 64 kbit/s 的设备称为二级复用设备，它不仅可将较低速率的报路信号复合起来传输，也可将几个一级复用设备输出的集合信流再次复合起来进行传输。二级复用设备的集合信流可直接与脉冲编码调制（PCM）设备接口。

* bit/s 为信号传输速率单位比特/秒 64 kbit/s 即64千比特/秒。

两种R.111型设备集合信流中的信号安排是彼此独立的。在一级复用设备的集合信流中，用于系统同步和系统管理的信息占总信息流量的1/6。在二级复用的集合信流中，60kbit/s为电报或数据信号，另外4kbit/s用于系统同步和管理。

由于R.111型设备要提供“透明”通路传输各种码型和速率的信号，所以发送设备不仅要传送信号码元的取值（逻辑“0”或逻辑“1”），还要将信号码元的长度通知接收设备。在实际的信号处理中，发送设备把信号码元的值和长度用信号跃变沿的参数来代替，因为知道了信号跃变沿的性质（上升沿或下降沿）和跃变发生的时刻，信号码元的值和长度也就确定了。这种处理方法叫跃变编码法。

跃变编码法的原理可参见图1-5。首先将一个通道在集合信流中发送信息的间隔时间划分为四个时间段，在每一时间段的起始时刻对信号取样（这就是取样脉冲的位置）。然后将每次取样的结果与前一次取样的结果进行比较。若结果相同，则表明未出现跃变沿；若两次结果不相同，则表明信号发生了跃变。其次，编码电路根据该跃变沿的性质和所出现的时刻（在四个时间段中的哪一段）产生一个三位的编码字符，例如图1-5中的 T 、 C_1 和 C_2 。编码字符共有8种，见表1-2。

表 1-2 R.111型设备编码字符表

信号从1跃变到0时的 编码字符			信号从0跃变到1时的 编码字符			跃变在4个取样脉冲 组中的位置
T	C_1	C_2	T	C_1	C_2	
0	0	0	1	1	1	在第一个取样脉冲之后
0	0	1	1	1	0	在第二个取样脉冲之后
0	1	0	1	0	1	在第三个取样脉冲之后
0	1	1	1	0	0	在第四个取样脉冲之后

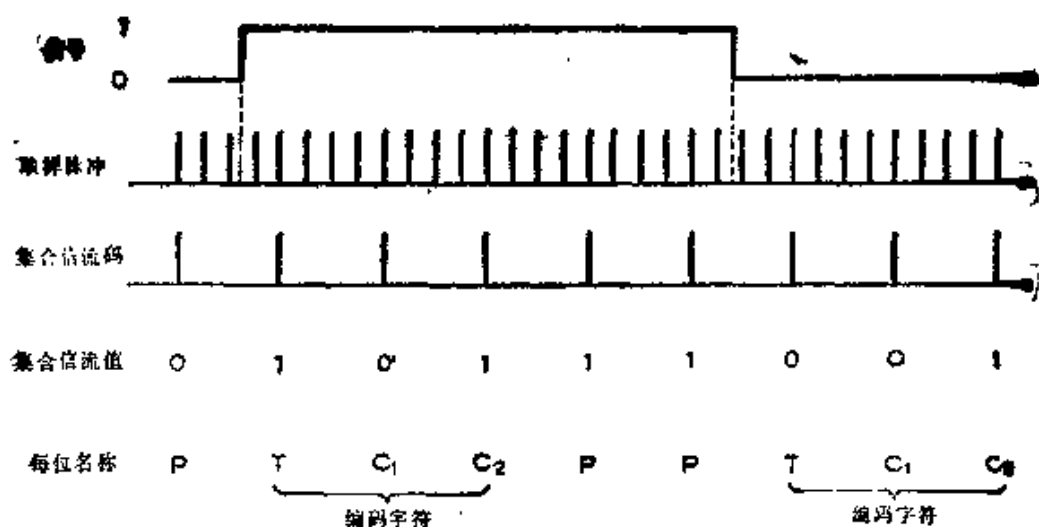


图 1-5 跃变编码法原理

编码字符的第一位 T 表明跃变的性质, $T=1$ 表示跃变从 0 变到 1, $T=0$ 表示跃变从 1 变到 0。编码字符中的其余两位 C_1 和 C_2 表示跃变所发生的时间段。

编码字符之间的连续的 P 表明信号在 P 脉冲瞬间的极性, $P=1$ 表示信号为“1”, $P=0$ 表示信号为“0”。 P 位的数目不定, 当信号码元长时, P 位的数目就多, P 位的最小数目可以为 0。

从跃变编码法可以看到, 要传送一个信号码元, 就必须在集合信流中至少传送三个信息脉冲。换句话说, 通道在集合信流中的数据速率至少应为该通道所传输信号速率的 3 倍。表 1-3 给出了 R.111 型设备的通道特性和设备容量。表中给出理论的最大调制速率是该通道所能传输信号的极限速率, 如对于 300 波特通道所能传输信号的最高速率为 333 波特。即低于 333 波特的信号 (或信号码元大于 3ms) 均可由 300 波特通道传输。

综上所述, R.111 型设备的主要特点是:

1. 通道透明, 对所传输信号的码型没有限制, 对信号速率也只有上限要求, 使用比较灵活。
2. 集合信流的速率比较高, 一级复用的集合信流速率可达 9600bit/s, 二级复用的集合信流可直接通过 PCM 信道传输。

表 1-3

R.111型设备特性

报路信号 标称速率 (波特)	取样引起 的最大等 时畸变度 (%)	理论的最大 调制速率 (波特)	每报路在 集合信流 上的数据 速率 (bit/s)	最短 码元 时长 (ms)	所能开放的报路数目 集合信流速率(kbit/s)			
					64	9.6	4.8	2.4
50	5	83	250	1	240	32	16	8
	2.5	167	500	2	120	16	8	4
100	5	167	500	2	120	16	8	4
	2.5	333	1000	1	60	8	4	2
200	5	333	1000	1	60	8	4	2
300	7.5	333	1000	1	60	8	4	2
600	7.5	666	2000	0.5	30	4	2	—
1200	7.5	1333	4000	0.25	15	2	—	—

3. 电路利用率比较低。例如当集合信流的速率为2400bit/s时, 最多只能传输8路50波特信号。

4. 跃变编码法使信号在处理过程中形成附加畸变, 难以进行多次转接。

二、不透明的时分多路复用电报

与透明的时分多路复用电报相对应, 不透明的时分多路复用电报设备只能传送符合规定码型和速率的信号。由于这种设备的电路利用率高, 对所传输的信号具有再生能力且能传输多种电码、速率和各种用户电报信号, 所以被大量用于电报通信, 特别是用户电报业务中。

国内外目前已定型的时分多路复用电报设备品种很多, 但绝大多数是符合CCITT R.101建议的不透明型设备。例如美国DATABIT公司的925型、1223型和4650型; 日本NEC公司的DATAX-R.1型; 联邦德国西门子公司的ZD-1000-C1型; 荷兰飞利浦公司的