



中华人民共和国国家军用标准

FL 0199

GJB 289A—97

数字式时分制指令/响应型 多路传输数据总线

Digital time division command/response multiplex data bus

1997—11—05 发布

1998—05—01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

数字式时分制指令/响应型
多路传输数据总线

GJB 289A-97

Digital time division command/response multiplex data bus

代替 GJB 289-87

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了数字式时分制指令/响应型多路传输数据总线及其接口电子设备的技术要求,同时规定了多路传输数据总线的工作原理和总线上的信息流及要采用的电气和功能格式。

1.2 适用范围

本标准适用于多路传输数据总线及其有关的设备。不论这些设备是单独研制的,还是作为武器系统或子系统的一部分而研制的,均应适用。

2 引用文件

GJB 151A-96	军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求
GJB 152A-96	军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量
GJB 1389-92	飞机系统电磁兼容性要求
MIL-HDBK-1553-84	多路传输应用手册

3 定义

3.1 位 bit

位是表示二进制数数字信息的基本单位,它可以是0或1,在信息论中一个二进制数字相当于一个二元决策,或一切用作储存或传递信息的两个可能的数值或状态的一个符号。

3.2 位速率 bit rate

位速率是每秒传输的位的数目。

3.3 脉冲编码调制 pulse code modulation (PCM)

脉冲编码调制是一种信号调制方式,该方式是对调制信号进行采样、量化及编码,以使每一信息元素由不同类型或不同数量的脉冲与间隔组成。

3.4 字 word

字是一个信息序列,它包括同步头、16位信息段及一个奇偶校验位。有三种类型的字:指令字、状态字和数据字。

3.5 消息 message

消息是指包括一个指令字、一个状态字(或出现在远程终端到远程终端传输时的两个指令

字、两个状态字)、若干个数据字(字数从 0 到 32 不等)及状态响应间隔在内的传输序列。

3.6 时分制多路传输 time division multiplexing (TDM)

时分制多路传输是指在一个通信系统中,通过对来自若干个信号源的信号在时间上错开采样,形成一个组合的脉冲序列,最终满足在系统中任意两个终端间均能相互交换信息的一种传输方式。

3.7 半双工 half duplex

半双工是指总线系统在单根总线上的操作,只能沿任何一个方向进行,不能同时沿两个方向进行。

3.8 指令/响应 command/response

指令/响应是指总线系统的操作方式,仅当总线控制器发出指令字时,远程终端才作出响应。即接收或发送规定字数的数据或完成预先定义的某种特定操作。

3.9 方式代码 mode code

方式代码是总线控制器对总线系统中的信息流及有关硬件进行管理的手段,而不用用于从子系统提取数据或向子系统送入数据。

3.10 广播 broadcast

广播是总线系统的一种操作方式,在这种方式下,连接在数据总线上的具有接收广播指令能力的设备,均应接收由总线控制器或某个远程终端发送的信息。

3.11 异步操作 asynchronous operation

对本标准来说,异步操作是指每个终端在消息传输中均使用独立的时钟源,且终端在接收时,使用取自信息的时钟信息完成译码。

3.12 动态总线控制 dynamic bus control

动态总线控制是总线系统的一种操作,即将总线系统的控制权授予指定的终端。

3.13 多路传输数据总线(总线系统) multiplex data bus(data bus system)

多路传输数据总线是指由数据总线及有关终端组成的、能按要求进行多路传输操作的系统。

3.14 终端 terminal

终端是使数据总线与子系统相接口的电子组件。在总线系统中它可以是总线控制器、远程终端或总线监控器。终端既可以是独立存在的外场可更换组件,也可包含在子系统内。

3.15 总线控制器 bus controller (BC)

总线控制器是总线系统中组织信息传输的终端。

3.16 总线监控器 bus monitor (BM)

总线监控器是总线系统中指定作接收且记录总线上传输的信息并有选择地提取信息以备后用的终端。

3.17 远程终端 remote terminal (RT)

远程终端是总线系统中不作为总线控制器或总线监控器的所有终端。

3.18 子系统 subsystem

子系统是从多路传输数据总线接受数据传输服务的装置或功能单元。

3.19 数据总线 data bus

数据总线(简称总线)是指在各终端之间提供一路单一数据通路所需要的包括双绞屏蔽电缆、隔离电阻、耦合变压器等在内的所有硬件。其中双绞屏蔽电缆又包括主电缆和短截线两部分。

3.20 余度数据总线 redundant data bus

余度数据总线是使用一路以上的数据总线,从而在子系统间提供一路以上的数据传送通路。

3.21 总线活动监测 data bus activity monitor

总线活动监测是判定总线上有无传输活动的手段。

4 一般要求

4.1 试验和操作要求

本标准规定的所有要求应在多路传输数据总线的工作环境条件下有效。

4.2 多路传输数据总线操作要求

多路传输数据总线的基本结构应如图 1 所示。其基本操作要求是:

- 总线系统信息传输的控制权唯一归总线控制器所有;
- 总线系统的操作应是指令/响应型的异步操作;
- 数据总线上的信息传输应以半双工方式进行;
- 数据总线上的信息流应由消息组成;
- 总线系统应具有方式控制的能力。

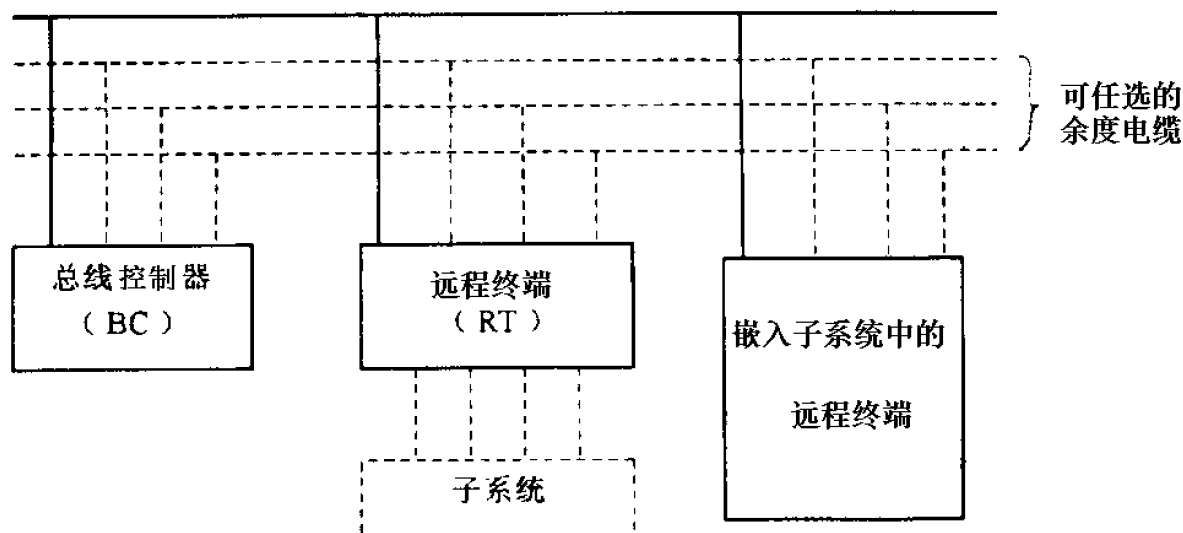


图 1 多路传输数据总线结构示例

4.3 特性

4.3.1 数据形式

总线上传输的数字数据应符合本标准定义的消息和字的格式。字中任何不使用的位应按

逻辑 0 传输。

4.3.2 位优先权

在总线上传输的数据字,总是每个字的最高有效位在先,按数值递减的次序跟着较低有效位。确定一个数值所需位的个数应符合所要求的分辨率或精度。如果在总线上发送的信息其精度或分辨率超过 16 位,也应先发送最高有效位。超过 16 位的那些位再按数据递减的次序组成第二个字发送。允许将多个参数信息的位合并成一个数据字。

4.3.3 传输方法

4.3.3.1 调制

信号应以串行数字脉冲码的调制方式在数据总线上传输。

4.3.3.2 数据码

在总线上传输的数据码应是曼彻斯特 II 型双相电平码。逻辑 1 为双极编码信号 1/0(即一个正脉冲继之以一个负脉冲)。逻辑 0 为双极编码信号 0/1(即一个负脉冲继之以一个正脉冲)。过零跳变发生在每一位时的中点(见图 2)。

4.3.3.3 位传输速率

总线上的位传输速率应是 1.0Mb/s。用来发送编码数据的各个内部时钟的长期稳定性为 $\pm 0.1\%$ (即 $\pm 1000\text{Hz}$)。短期稳定性(即在 1.0s 间隔内的稳定性)应优于 0.01%(即 100Hz 绝对值)。

4.3.3.4 字长

字长应为 16 位有效位加同步头加奇偶校验位,总共 20 位时,如图 3 所示。

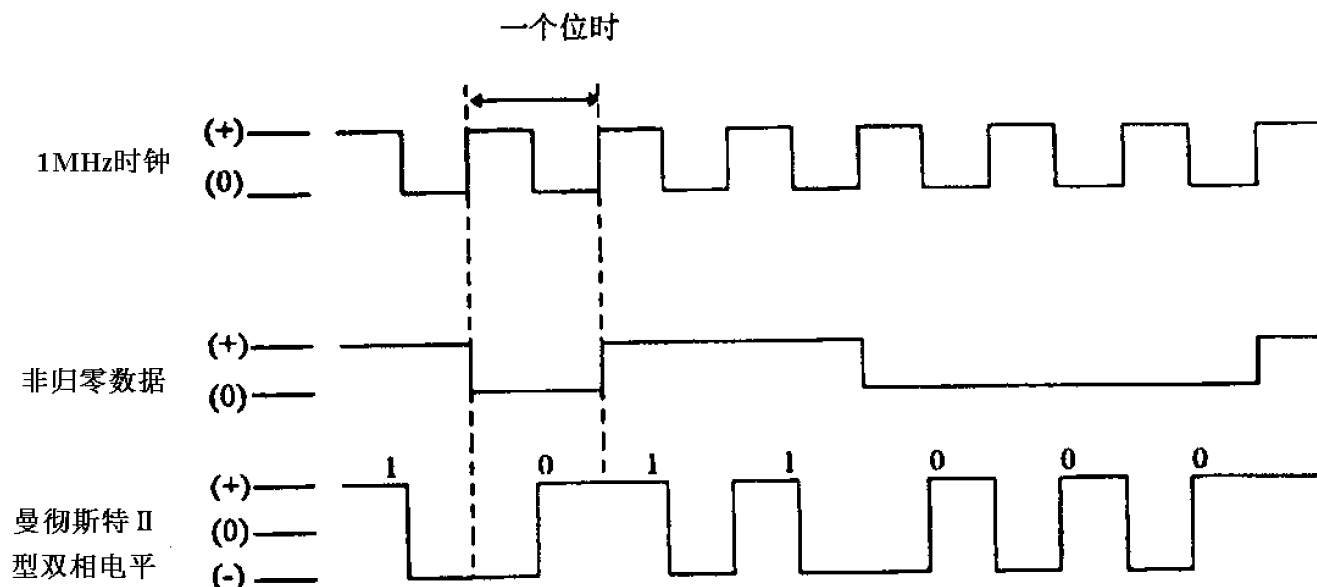


图 2 数据编码

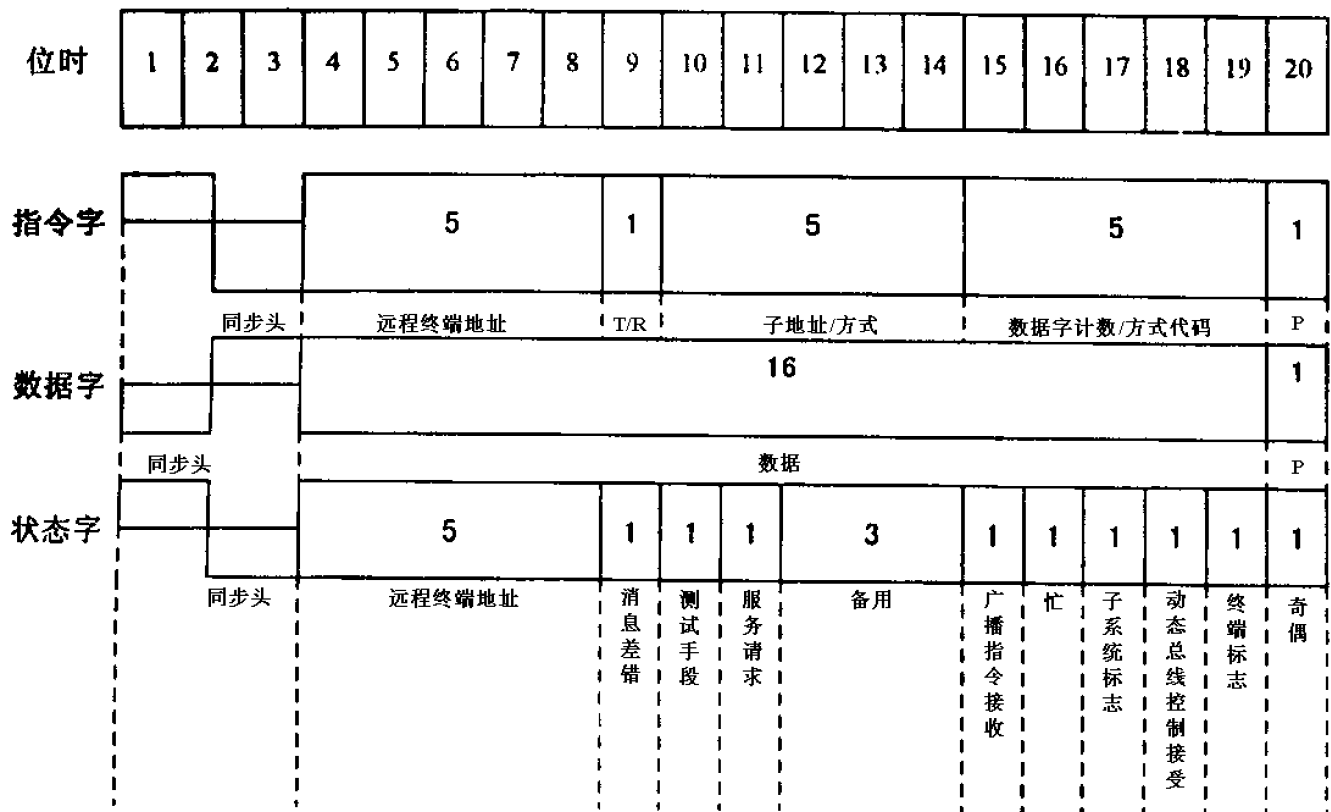


图 3 字格式

4.3.3.5 字格式

指令字、数据字和状态字的字格式如图 3 所示。

4.3.3.5.1 指令字

指令字应由同步头、远程终端地址字段、发送/接收位(T/R)、子地址/方式字段、数据字计数/方式代码字段及奇偶校验位(P)组成(见图 3)。

4.3.3.5.1.1 同步头

如图 4 所示,指令字同步头应是一个无效的曼彻斯特波形。其宽度为三个位时,前 $1\frac{1}{2}$ 位时的波形为正,后 $1\frac{1}{2}$ 位时的波形为负,如果紧跟同步头后的一位是逻辑 0,那么同步头的后半部分有两个位时的表观宽度。

4.3.3.5.1.2 远程终端地址字段

紧接同步头后的五位应为远程终端地址字段。每个远程终端被指定一个专有地址,从十进制地址 0 到十进制地址 30 均可采用,但尽量不采用十进制地址 0 作为远程终端的专有地址。还指定十进制地址 31(11111)为所有远程终端的公用地址,供系统采用广播操作时使用。

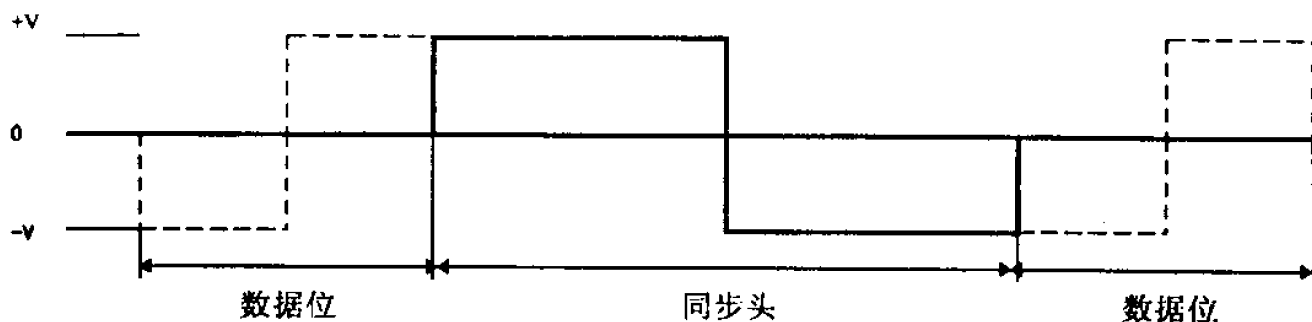


图4 指令字和状态字同步头

4.3.3.5.1.3 发送/接收位

紧接远程终端地址后的一位应为发送/接收位。它应表示要求远程终端做的操作, 逻辑 0 指定远程终端做接收操作, 逻辑 1 指定远程终端做发送操作。

4.3.3.5.1.4 子地址/方式字段

紧接发送/接收位后的五位, 用来区分远程终端的子地址, 或者用作总线系统进行方式控制时的标记(00000 和 11111)。该字段为 00000 或 11111 时的用法见 4.3.3.5.1.7 条的规定, 不用作任何其他功能。

4.3.3.5.1.5 数据字计数/方式代码字段

紧接子地址/方式字段后的五位, 用来指定远程终端应发送或应接收的数据字的个数, 或者就是按照 4.3.3.5.1.7 条规定的可任选的方式代码。在任何一个消息块内最多可以发送或接收 32 个数据字, 全 1 表示十进制计数 31, 而全 0 表示十进制计数 32。

4.3.3.5.1.6 奇偶校验位

字的最后一位应用作前 16 位的奇偶校验。采用奇校验。

4.3.3.5.1.7 可任选的方式控制

当系统进入方式控制时, 由总线控制器发出的指令字中, 子地址/方式字段必须是 00000 或 11111, 且紧接的“数据字计数/方式代码”字段的内容就是五位方式代码。它们仅用于同总线系统有关硬件通信和用于信息流的管理, 而不用用于从子系统提取数据或向子系统送入数据。其专用功能规定在表 1 中, 含有方式代码的指令中, 相应的“发送/接收位”的分配、数据字的有无、广播与否均应按表 1 规定使用。注意, 为方式代码所要求的数据字仅有一个。

4.3.3.5.1.7.1 动态总线控制(方式代码 00000)

总线控制器向一个能执行总线控制功能的远程终端发出一个示意控制转让的发送指令字, 该远程终端如果接受总线系统的控制, 就在按照 4.3.3.5.3 条规定的状态字中, 将“动态总线控制接受位”置为 1, 给出响应。在传输完该状态字后, 总线系统的控制就从提出要求的总线控制器转移到作出应答的远程终端。如果该远程终端拒绝接受对总线的控制, 则将“动态总线控制接受位”置为 0, 则现行的总线控制器仍维持对总线系统的控制。

4.3.3.5.1.7.2 同步(方式代码 00001)

总线控制器使用这一方式指令, 将某预定事件通知有关远程终端, 使远程终端同步(例如, 复位内部定时器, 启动一个序列等)。其中, 同步信息隐含在指令字内。该远程终端应回送符

合 4.3.3.5.3 条规定的状态字。

4.3.3.5.1.7.3 发送上一状态字(方式代码 00010)

总线控制器用本指令使远程终端发回与该终端收到的上一有效指令字有关的状态字。远程终端在执行该方式代码操作时,不更新状态字。

4.3.3.5.1.7.4 启动自测试(方式代码 00011)

总线控制器用本指令使远程终端启动内部的测试电路。终端应回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字,并须在状态字传送之后的 20ms 内完成自测试功能。

4.3.3.5.1.7.5 发送器关闭(方式代码 00100)

本指令仅在双余度总线系统中使用。用来使远程终端关闭与余度总线相连的发送器。该远程终端应不关闭正在接收该指令字的通道上的发送器,且按照 4.3.3.5.3 条的规定响应状态字。

4.3.3.5.1.7.6 取消发送器关闭(方式代码 00101)

本指令仅在双余度总线系统中使用。用来使远程终端启动先前已关闭的发送器。该远程终端不用它来启动正在接收该指令字的通道上的发送器,且按照 4.3.3.5.3 条的规定响应状态字。

4.3.3.5.1.7.7 禁止终端标志位(方式代码 00110)

总线控制器用本指令使远程终端在按照 4.3.3.5.3 条规定的状态字中,将终端标志位置为逻辑 0,直到另有指令为止,该远程终端应回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字。

4.3.3.5.1.7.8 取消禁止终端标志位(方式代码 00111)

总线控制器用本指令撤消 4.3.3.5.1.7.7 条规定的禁止功能,该远程终端应回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字。

4.3.3.5.1.7.9 复位远程终端(方式代码 01000)

总线控制器用本指令使远程终端复位到通电的初始状态。该远程终端先回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字,然后复位。

4.3.3.5.1.7.10 备用的方式代码(01001 到 01111)

这些方式代码留作今后使用。

4.3.3.5.1.7.11 发送矢量字(方式代码 10000)

总线控制器用本指令使远程终端回送一个符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字及一个符合 4.3.3.5.3.5 条规定的含服务请求信息的数据字。

4.3.3.5.1.7.12 带数据字的同步(方式代码 10001)

总线控制器发出含有方式代码的指令字及一个数据字,将某预定事件通知有关远程终端(同步信息包含在数据字中),使远程终端同步。指令字与数据字以无字间间隔方式传送,远程终端应回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字。

4.3.3.5.1.7.13 发送上一指令字(方式代码 10010)

总线控制器用本指令使远程终端将上一次收到的指令字中的第 4 至 19 位内容,在回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字之后,无字间间隔地以一个符合 4.3.3.5.2 条规定的的数据字的形式回送给总线控制器,远程终端在执行该方式代码操作时,不更新自己的状态字。

4.3.3.5.1.7.14 发送自检测字(方式代码 10011)

总线控制器用本指令使远程终端在回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字之后,无字间隔地将一个含有终端内部自检测结果的数据字回送给总线控制器,远程终端中的这一测试结果不应由于执行其他指令操作而改变。该功能不应用来传送有关子系统的自测试数据。

4.3.3.5.1.7.15 选定的发送器关闭(方式代码 10100)

本指令对双余度以上的总线系统有效。总线控制器发出含有该方式代码的指令字,继之以一个数据字到远程终端,该数据字中含有打算关闭的发送器的标志,使远程终端关闭选定的余度数据总线上的发送器。远程终端应回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字。

4.3.3.5.1.7.16 取消选定的发送器关闭(方式代码 10101)

本指令对双余度以上的总线系统有效。总线控制器发出含有该方式代码的指令字,继之以一个数据字到远程终端,该数据字中含有打算启动的发送器的标志,使远程终端启动先前已关闭的发送器。远程终端应回送符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字。

4.3.3.5.1.7.17 备用方式代码(10110 到 11111)

这些方式代码留作今后使用。

4.3.3.5.2 数据字

数据字应由同步头、数据字段和奇偶校验位组成(见图 3)。

4.3.3.5.2.1 同步头

如图 5 所示,数据字同步头应是一个无效的曼彻斯特波形,其宽度为三个位时,前 $1\frac{1}{2}$ 位时的波形为负,后 $1\frac{1}{2}$ 位时的波形为正。如果该同步头的前后位为逻辑 1,那么同步头的表观宽度将增加到四个位时。

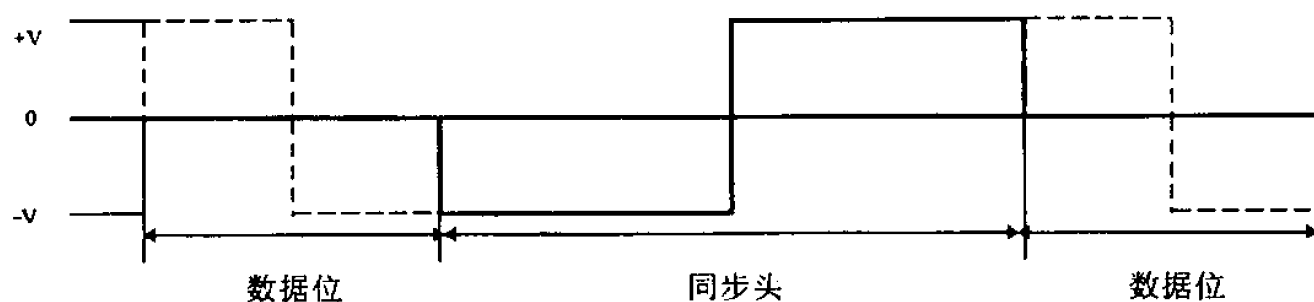


图 5 数据字同步头

4.3.3.5.2.2 数据字段

紧接同步头的 16 个位应用作按照 4.3.2 条规定的数据传输。

4.3.3.5.2.3 奇偶校验位

字的最后一位含义与 4.3.3.5.1.6 条的规定相同。

4.3.3.5.3 状态字

状态字应由同步头、远程终端地址字段、消息差错位、测试手段位、服务请求位、备用位、广播指令接收位、忙位、子系统标志位、动态总线控制接受位、终端标志位及奇偶校验位组成(见

图 3)。

4.3.3.5.3.1 同步头

状态字同步头与 4.3.3.5.1.1 条的规定相同。

4.3.3.5.3.2 远程终端地址字段

紧接同步头后的五位是符合 4.3.3.5.1.2 条规定的、正在发送状态字的那个远程终端的地址。

4.3.3.5.3.3 消息差错位

该位在状态字的第 9 位时(见图 3),用来表示本远程终端在前已收到的消息中,有一个字或多个字没有通过按照 4.4.1.1、4.4.1.2、4.4.3.4 和 4.4.3.6 条规定的有效性测试。逻辑 1 表示消息有差错,逻辑 0 表示消息无差错。所有的终端应提供消息差错位。

4.3.3.5.3.4 测试手段位

状态字的第 10 位时(见图 3)作为测试手段位之用。它在所有条件下总置为逻辑 0。该位为可选位。如果使用,指令字中的相应位置为逻辑 1,用来区分是指令字还是状态字。

4.3.3.5.3.5 服务请求位

状态字的第 11 位时(见图 3)是服务请求位。表示本远程终端需要服务。要求总线控制器启动与本远程终端或子系统有关的预定操作。当与单一远程终端相连的多个子系统分别请求服务时,远程终端应将它们各自的服务请求信号逻辑“或”成状态字中的单一服务请求位。逻辑“或”完成后,设计者必须准备好一个数据字,并以相应位置 1 来标志具体的请求服务子系统。状态字中的“服务请求位”,应维持到几个请求信号都处理完为止。该位仅用来激发随机发生的而不是周期发生的数据传输操作,逻辑 1 表示有服务请求,逻辑 0 表示无服务请求。该位为可选位。

4.3.3.5.3.6 备用状态位

状态字的第 12、13、14 位时是备用的状态位。应将它们置为逻辑 0,这些位留作今后使用。

4.3.3.5.3.7 广播指令接收位

状态字的第 15 位时(见图 3)置为逻辑 1,表示本远程终端接收到的上一有效指令字是广播指令字。当系统中未采用广播方式时,置该位为逻辑 0。

4.3.3.5.3.8 忙位

状态字的第 16 位时(见图 3)置为逻辑 1 表示远程终端处在忙状态,表示它不能按照总线控制器的指令要求将数据移入子系统或从子系统取出数据。如果远程终端在响应发送、指令时置忙位,那么只发出它的状态字。该位为可选位,逻辑 0 表示不存在忙状态。

4.3.3.5.3.9 子系统标志位

状态字的第 17 位时(见图 3)用来向总线控制器指出存在子系统故障状态,且警告总线控制器本远程终端提供的数据可能无效。如果与一个远程终端相连的几个子系统都呈现故障状态时,应将它们各自的信号逻辑“或”,形成状态字中的子系统标志位,并将事先准备好的一个数据字中的相应位置 1,记录它们的故障报告,以供做进一步检测、分析用。该位为可选位。逻辑 1 表示有标志,逻辑 0 表示无标志。

4.3.3.5.3.10 动态总线控制接受位

状态字的第 18 位时(见图 3)若置为逻辑 1,用来表示本远程终端接受符合 4.3.3.5.1.7.1 条规定的动态总线控制的授命。逻辑 0 表示不接受。该位为可选位。

4.3.3.5.3.11 终端标志位

状态字的第 19 位时(见图 3)留作终端标志功能。逻辑 1 表示本远程终端内部存在故障,请求总线控制器干预。逻辑 0 表示不存在故障。该位为可选位。

4.3.3.5.3.12 奇偶校验位

状态字中最后一位的含义与 4.3.3.5.1.6 条的规定相同。

4.3.3.5.4 状态字复位

为使总线控制器获得远程终端的最后状态信息,状态字中除远程终端地址字段外的其余位,在远程终端接收到一有效指令后(除“发送上一状态字”、“发送上一指令字”两条方式指令外),都应置为逻辑 0,如果引起状态字中的某些位(如“终端标志位”、“服务请求位”、“子系统标志位”)被置位的条件继续存在,那么状态字中的这些位应再次置位。

4.3.3.6 消息格式

在总线系统中传输的消息应与图 6 和图 7 所示的格式一致,不应使用任何别的消息格式。消息间间隔和响应时间应符合 4.3.3.7 条和 4.3.3.8 条的规定。

4.3.3.6.1 总线控制器向远程终端的传输

总线控制器应发出一个接收指令字及规定数目的数据字到远程终端,后者在核实消息之后,应发回一个状态字给控制器,指令字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发出。

4.3.3.6.2 远程终端向总线控制器的传输

总线控制器应向远程终端发出一个发送指令字,该远程终端在核实指令字之后,应发回一个状态字给总线控制器,继之以规定数目的数据字。状态字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发出。

4.3.3.6.3 远程终端向远程终端的传输

总线控制器应向远程终端 A 发出一个接收指令字,紧接着向远程终端 B 发出一个发送指令字,远程终端 B 在核实指令字之后,应发送一个状态字,继之以规定数目的数据字。状态字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发送。远程终端 B 发出的数据传输结束时及远程终端 A 在接收到规定数目的数据字之后,分别按 4.3.3.8 条的规定响应状态字。

4.3.3.6.4 不带数据字的方式指令

总线控制器应使用表 1 中规定的方式代码向远程终端发出一个发送指令字,该远程终端在核实指令字之后,回送一个状态字。

4.3.3.6.5 带数据字的方式指令(发送)

总线控制器应使用表 1 中规定的方式代码向远程终端发出一个发送指令字,该远程终端在核实指令字之后,回送一个状态字,继之以一个数据字。状态字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发送。

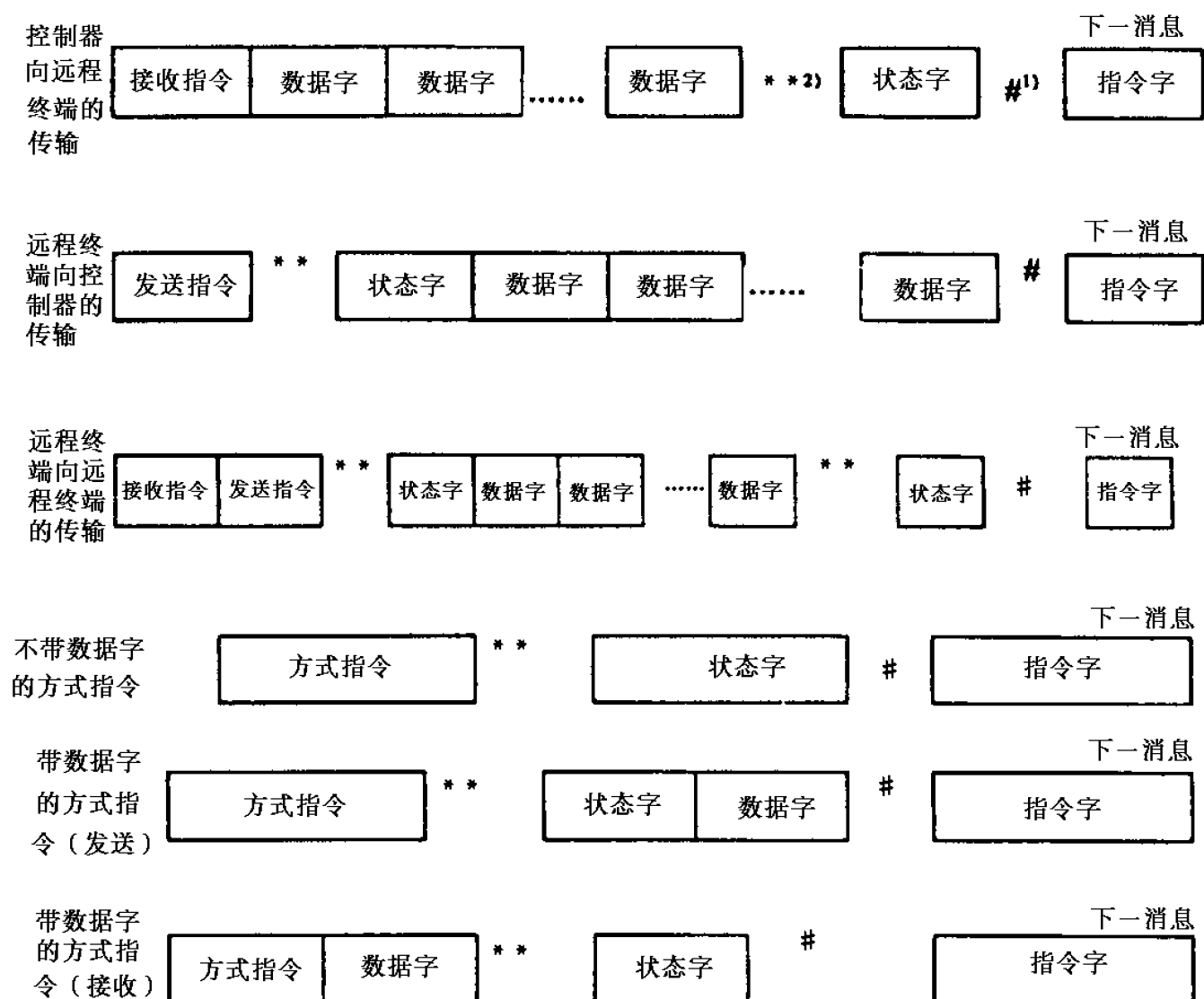


图 6 信息传输形式

注:1)“#”表示消息间隔(图 7 同)。

2)“***”表示响应时间(图 7 同)。

4.3.3.6.6 带数据字的方式指令(接收)

总线控制器应使用表 1 中规定的方式代码向远程终端发出一个发送指令字,继之以一个数据字。指令字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发送。该远程终端在核实指令字和数据字之后,应回送一个状态字。

4.3.3.6.7 可任选的广播指令

有关使用广播指令的补充介绍见 A1.6 条。

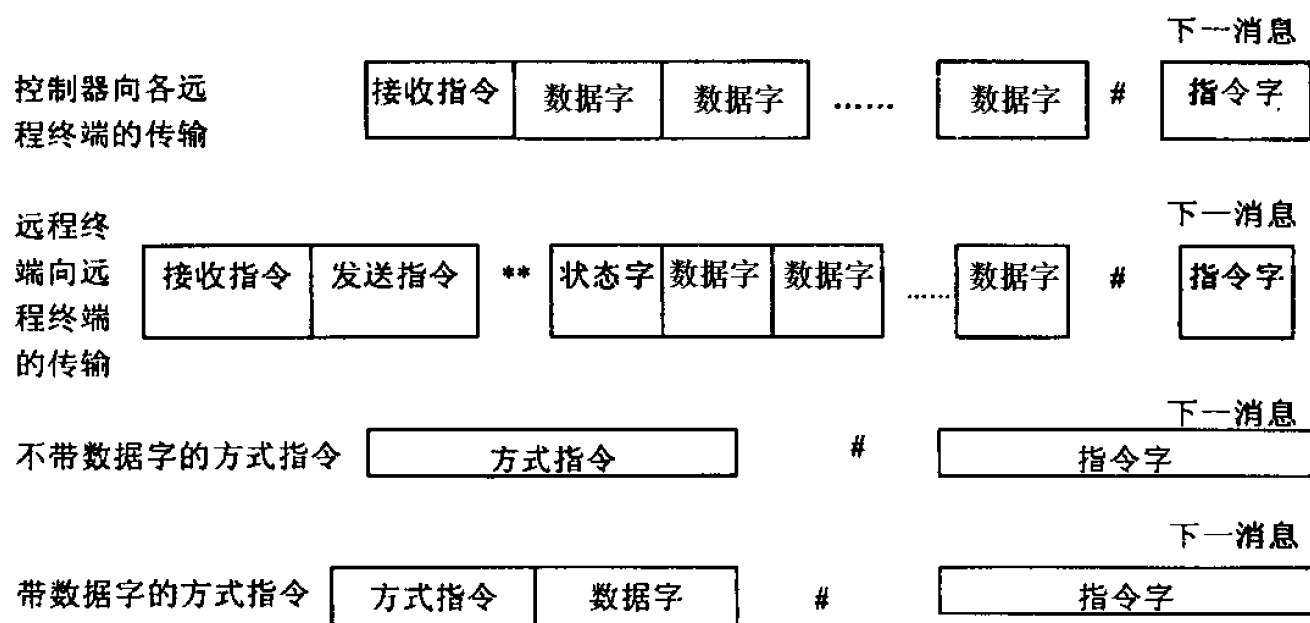


图 7 广播信息的传输格式

表 1 方式代码的分配

发/收位	方式代码	功 能	是否带数据字	是否允许广播指令
1	00000	动态总线控制	否	否
1	00001	同步	否	是
1	00010	发送上一状态字	否	否
1	00011	启动自测试	否	是
1	00100	发送器关闭	否	是
1	00101	取消发送器关闭	否	是
1	00110	禁止终端标志位	否	是
1	00111	取消禁止终端标志位	否	是
1	01000	复位远程终端	否	是
1	01001	备用	否	待定
	↓	↓	↓	↓
1	01111	备用	否	待定
1	10000	发送矢量字	是	否
0	10001	同步	是	是
1	10010	发送上一指令字	是	否
1	10011	发送自检测字	是	否

续表 1

发/收位	方式代码	功 能	是否带数据字	是否允许广播指令
0	10100	选定的发送器关闭	是	是
0	10101	取消选定的发送器关闭	是	是
1 或 0	10110	备用	是	待定
	↓	↓	↓	↓
1 或 0	11111	备用	是	待定

4.3.3.6.7.1 总线控制器向各远程终端的广播传输(广播)

总线控制器发出一个远程终端地址字段为 11111 的接收指令字,继之以规定数目的数据字,指令字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发送。具有接收广播指令能力的各远程终端在核实消息之后,应按照 4.3.3.5.3.7 条的规定在状态字中将广播指令接收位置位,但不回送状态字。

4.3.3.6.7.2 远程终端向各远程终端传输(广播)

总线控制器应发出一个远程终端地址字段为 11111 的接收指令字,继之以使用远程终端 A 的专有地址向远程终端 A 发出一个发送指令字。远程终端 A 在核实指令字之后,应回送一个状态字,继之以规定数目的数据字。状态字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发送。具有接收广播指令能力的各远程终端(除远程终端 A 之外)均应在核实消息之后,按照 4.3.3.5.3.7 条的规定在状态字中将广播指令接收位置位,但不回送状态字。

4.3.3.6.7.3 不带数据字的方式指令(广播)

总线控制器应发出一个含有方式代码(按表 1 规定)的且远程终端地址字段为 11111 的发送指令字。具有接收广播指令能力的各远程终端应在核实指令字之后,按照 4.3.3.5.3.7 条的规定在状态字中将广播指令接收位置位,但不回送状态字。

4.3.3.6.7.4 带数据字的方式指令(广播)

总线控制器应发出一个含有方式代码(按表 1 规定)的且远程终端地址字段为 11111 的接收指令字,继之以发送一个数据字。指令字和数据字应以没有字间间隔的连续形式发送。具有接收广播指令能力的各远程终端应在核实消息之后,按照 4.3.3.5.3.7 条的规定在状态字中将广播指令接收位置位,但不回送状态字。

4.3.3.7 消息间间隔

总线控制器不发出无字间间隔的连续消息。如图 6 和图 7 所示。消息之间的最小间隔时间为 $4.0\mu\text{s}$ 。在图 8 中以 T 表示的这个时间间隔应在图 9 或图 10 所示的总线控制器的 A 点处测量。该时间为从前一消息最后一位的中间过零点到邻接的消息中指令字同步头的中间过零点的时间。

4.3.3.8 响应时间

按照 4.3.3.6 条规定的所有消息传输中,远程终端响应有效指令字的间隔时间为 $4.0\sim 12.0\mu\text{s}$ 。在图 8 中,以 T 表示的这个时间间隔应在图 9 或图 10 所示的远程终端的 A 点处测

量。如图 6 和图 7 所示,该时间为从状态字之前的最后一个字的最后一位的中间过零点到状态字同步头中间过零点的时间。

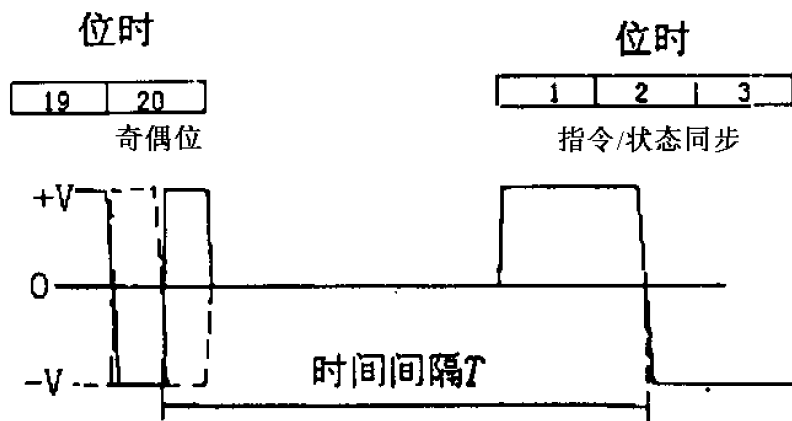


图 8 消息间隔和响应时间

4.3.3.9 最小无响应超时

总线控制器在一路总线上启动传输时,应测量由它发出的最后一个字的最后一位的中间过零点起,到期望的状态字同步头的中间过零点的时间。当该时间超过 $14.0\mu\text{s}$ 时,应作无响应超时处理。

4.4 终端操作

4.4.1 公共操作

终端具有以下公共操作能力。

4.4.1.1 字的核实

终端应保证每个字符符合下列最低要求:

- 字以有效同步头开始;
- 各个位是有效曼彻斯特 II 形码;
- 信息字段 16 位,外加奇偶校验位;
- 字的奇偶校验为奇校验。

不符合上述任一项规定的字,即是无效字。

4.4.1.2 传输连续性

终端应核实消息是否按照 4.3.3.6 条规定的格式连续。不正确时的数据同步应认为是消息差错。

4.4.1.3 超时暂停

为了确保系统的传输安全,终端应设置超时暂停的硬件,以阻止超过 $800.0\mu\text{s}$ 的信号传输。注意,该硬件不应妨碍在响应指令时的正确传输。通过终端在已发生超时的总线上接收一个有效指令字来恢复该超时暂停功能。

4.4.1.4 总线活动监测

根据需要,终端应通过“总线活动监测”硬件,判定总线上的信息流动状况,以便不向处于

活动状态下的总线再发出任何信息,防止多个传输在同一路总线上发生。

4.4.2 总线控制器操作

终端执行总线控制器操作时,应负责发送指令,参与数据传输,接收状态响应和监控系统的状态。总线控制器的功能可含在一个子系统内,也可含在唯一的控制数据总线的终端内。在任一时刻只应有一个终端对总线系统实行控制。

4.4.3 远程终端操作

4.4.3.1 操作

远程终端应对来自总线控制器的有效指令字作出响应,并按有效指令字所规定的方式进行操作。当指令字符符合 4.4.1.1 条的规定,且指令字中的终端地址与本远程终端的专有地址或公用地址(系统若采用广播操作)相符时,则远程终端应承认该指令字有效。指令字中的远程终端地址字段、发送/接收位、子地址/方式字段、数据字计数/方式代码字段的不适当组合,将导致远程终端的无效传输,远程终端响应接着发生的有效指令。

4.4.3.2 更换有效指令字

远程终端接收到一个指令字,并完成了操作,但没能在 4.3.3.8 条规定的时间间隔内,发出状态字到总线上之前,且已超过 4.3.3.7 条规定的最小消息间隔时间的情况下,又在同一路数据总线上接收到第二个有效指令字时,则前一个指令字无效。远程终端开始按第二个指令字操作,并按照 4.3.3.8 条的规定响应状态字。

4.4.3.3 对于无效指令字

远程终端不响应不符合 4.4.3.1 条规定的无效指令字。

4.4.3.4 对于非法指令字

非法指令字是符合 4.4.3.1 条规定的但不适应系统能力的有效指令字。其中子地址/方式字段,数据字计数/方式代码字段及发送/接收位呈现出系统不曾设计的状态。那么,不管该指令字后是否存在有效的数据字,远程终端只用一个状态字响应,并将符合 4.3.3.5.3 条规定的状态字中的消息差错位置位,但不应使用接收到的数据。总线控制器有保证不送出任何非法指令字的责任。远程终端对非法指令的监视功能可任选。

4.4.3.5 有效数据的接收

当远程终端接收到在有效指令字后的规定数目的连续有效数据字时,或者接收到一个与方式代码有关的有效数据字时,远程终端应使用一个状态字响应。上述每个数据字应符合 4.4.1.1 条的规定。

4.4.3.6 无效数据的接收

当远程终端接收到有效指令字及不符合 4.4.1.1 或 4.4.1.2 条规定的任何数据字,或数据字的个数不符合指令字中的字计数字段时,则整个消息无效。远程终端仅将状态字中的消息差错位置位,不回送状态字。

4.4.4 总线监控器操作

当终端作为总线监控器时,它应记录总线上传输的信息,以供脱机分析之用(如飞行测试记录、维修记录或任务分析);或者也应对系统起“监测”作用,用来给备用总线控制器提供信息源,使它接替现行的总线控制器。

如果系统给它指派过专有地址,总线监控器应响应含有其专有地址的消息,但不响应其他消息。

4.5 硬件特性

4.5.1 数据总线的特性

4.5.1.1 电缆

所有的主电缆及短截线均应是带护套的、双绞屏蔽电缆,其线间分布电容不应超过100.0 pF/m,每米应不少于13绞,电缆的屏蔽层覆盖率应不低于75.0%。

4.5.1.2 特性阻抗

在1.0MHz的正弦波作用下,电缆的标称特性阻抗 Z_0 应在70.0~85.0 Ω 范围内。

4.5.1.3 电缆衰减

在4.5.1.2条规定的频率作用下,电缆的功率损耗不应超过0.05dB/m。

4.5.1.4 主电缆的末端

主电缆的两个端头应各接一个阻值等于 $(1 \pm 2.0\%) Z_0 \Omega$ 的电阻器。

4.5.1.5 电缆短截线要求

电缆应按图9和图10所示与终端耦合。要避免使用过多的长短截线,且短截线的长度应尽量短。如果受安装的限制,允许短截线的长度超过4.5.1.5.1和4.5.1.5.2条的规定。

4.5.1.5.1 变压器耦合方式

如图9所示,终端通过短截线及耦合变压器连到主电缆上,短截线的长度应不超过6m。

4.5.1.5.1.1 耦合变压器

图9中的耦合变压器,其匝数比应为 $1:1.41 \pm 3.0\%$,且较高匝数边在短截线的隔离电阻一侧。

4.5.1.5.1.1.1 耦合变压器输入阻抗

当在1.0V(有效值)的正弦波作用下,在75.0kHz~1.0MHz的频率范围内,从图11的B点看进去的开路阻抗应大于3000.0 Ω 。

4.5.1.5.1.1.2 耦合变压器波形的完整性

耦合变压器波形完整性测试在图11的B点进行。波形的平顶降落应不超过20.0%。过冲和瞬时扰动峰值应小于1.0V(绝对值)。测试电路中的电阻器阻值等于 $(1 \pm 5.0\%) 360.0\Omega$,A点处输入应为250.0kHz、27.0V峰-峰值方波,其上升和下降时间不大于100.0 ns。

4.5.1.5.1.1.3 耦合变压器的共模抑制

耦合变压器在频率为1.0MHz时的共模抑制比应大于45.0dB。

4.5.1.5.1.2 故障隔离要求

为了不使某个终端的故障影响整个系统,在总线主电缆的每个接点上,应串入阻值为 $(1 \pm 2.0\%) 0.75 Z_0 \Omega$ 的隔离电阻(见图9)。其中 Z_0 为所选电缆的标称特性阻抗。对于耦合变压器、电缆短截线或终端发送器/接收器的任何故障,跨接在总线主电缆上的等效的阻抗不得低于 $1.5 Z_0 \Omega$ 。

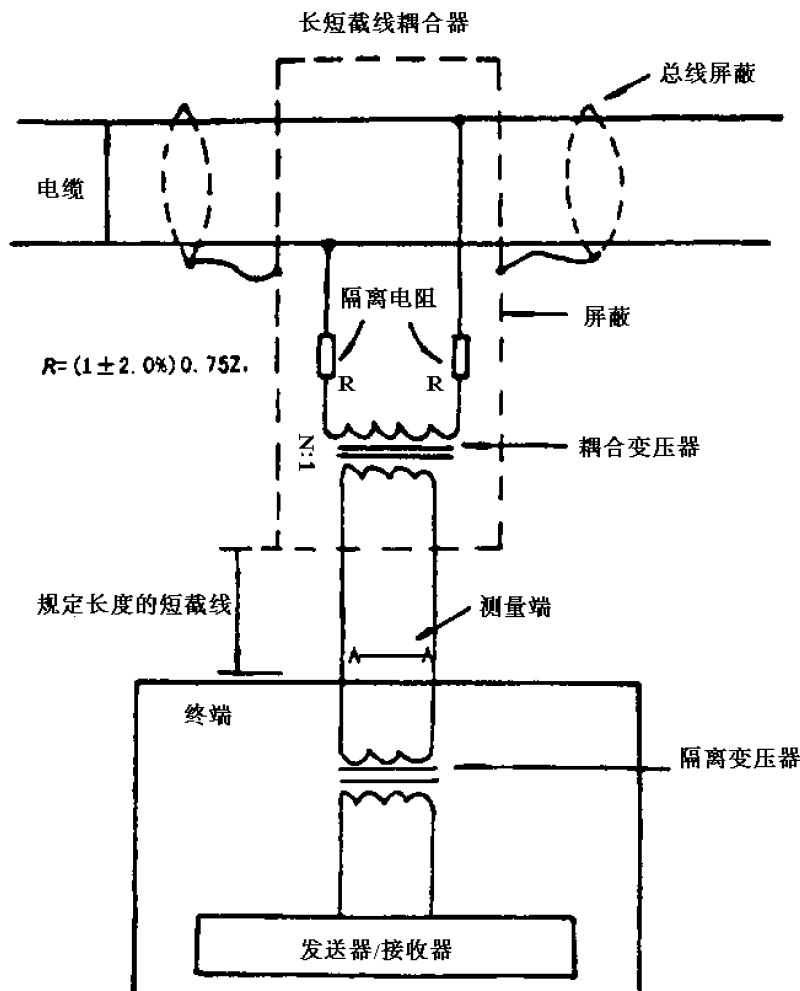


图9 采用变压器耦合的数据总线接口

4.5.1.5.1.3 耦合变压器及隔离电阻的屏蔽要求

按4.5.1.5.1.1和4.5.1.5.1.2条的规定,所有耦合变压器和隔离电阻不间断屏蔽的覆盖率应不低于75.0%。隔离电阻及耦合变压器应放在距短截线和总线主电缆的跨接点尽可能近的位置。

4.5.1.5.1.4 短截线的电压要求

当数据总线上的任一终端发送信息时,在图9的A点处测量,所有短截线的线与线间电压的峰—峰值,应在1.0~14.0V范围之内,且应考虑到在出现如4.5.1.5.1.2条规定的故障而造成数据总线信号幅值的最大衰减的情况,也应考虑到如4.5.2.1.1.1和4.5.2.2.1.1条规定的终端输出电压的下限。

4.5.1.5.2 直接耦合方式

如图10所示,直接耦合方式是指用短截线连接总线主电缆和终端的耦合方式。在飞机上,这种直接耦合短截线应尽可能避免使用。如果使用,其长度应不超过0.3m(见A1.5),并应符合下列各项要求。

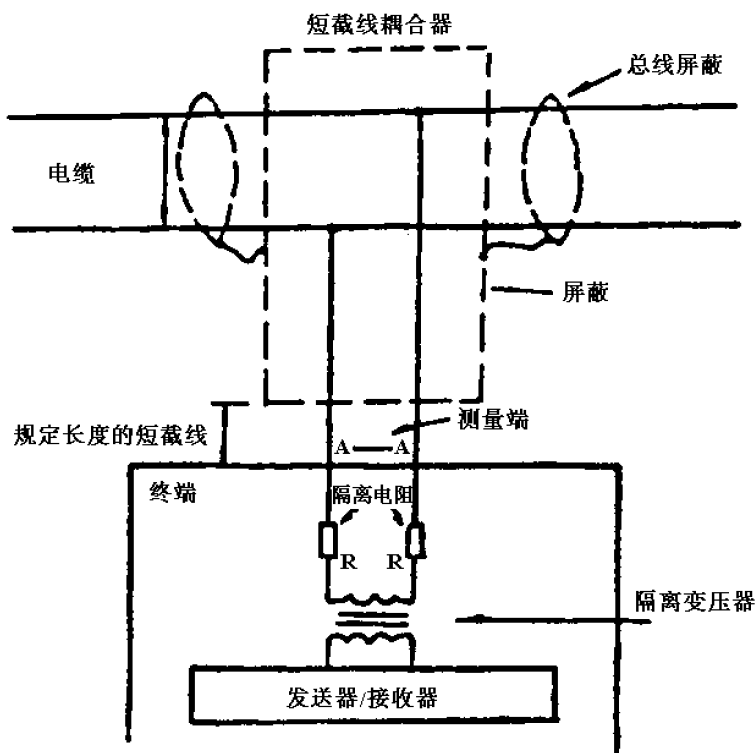


图 10 采用直接耦合的数据总线接口

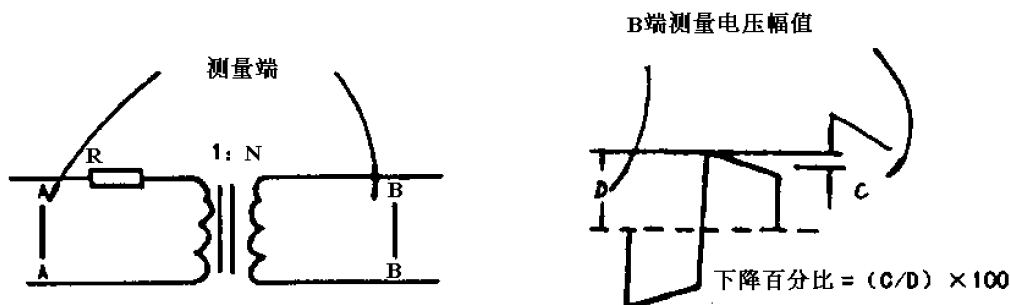


图 11 耦合变压器

4.5.1.5.2.1 故障隔离要求

为了不使某个终端的故障影响整个系统,在总线主电缆的每个跨接点上,应串入阻值为 $(1 \pm 2.0\%)55.0\Omega$ 的隔离电阻。如图 10 所示,它放在远程终端内部。

4.5.1.5.2.2 电缆耦合要求

所有的总线主电缆与短截线的连接部位均应有不间断的屏蔽层,覆盖率应不低于75.0%。

4.5.1.5.2.3 短截线电压要求

当数据总线上有任一终端正在发送时,在图 10 的 A 点处测量,所有短截线的线与线间电压的峰—峰值,应在 1.4~20.0V 范围之内。且应考虑到,因总线上某一只终端故障而在总线

电缆上反射有 110.0Ω 的故障阻抗时所造成的数据总线信号幅值的最大衰减,也应考虑到 4.5.2.1.1.1 或 4.5.2.2.1.1 条规定的终端输出电压的下限。

4.5.1.5.3 布线与布缆的电磁兼容性要求

变压器耦合及直接耦合两种情况下,终端的输入、输出电路经过隔离变压器与耦合电路连接,如图 9 和图 10 所示。所有的布线与布缆的电磁兼容性要求应符合 GJB 151A、GJB 152A 和 GJB 1389 的有关规定。

4.5.2 终端特性

4.5.2.1 变压器耦合方式下的终端

4.5.2.1.1 终端的输出特性

如图 12 所示,用阻值为 $(1 \pm 2.0\%)70.0\Omega$ 的电阻器 R_L 测量下列特性。

4.5.2.1.1.1 输出电平

在图 12 的测试线路中的 A 点处测量终端的输出电压,终端的线与线间输出电压的峰—峰值应在 $18.0 \sim 27.0\text{V}$ 范围内。

4.5.2.1.1.2 输出波形

输出波形在图 12 的 A 点处测量,波形过零点与理想过零点的偏差应等于或小于 25.000ns (即 $0.500 \pm 0.025\mu\text{s}$, $1.000 \pm 0.025\mu\text{s}$, $1.500 \pm 0.025\mu\text{s}$ 和 $2.000 \pm 0.025\mu\text{s}$),而理想过零点用相对于前面波形的过零点测得。如图 13 所示,当在线与线间电压的全波形峰—峰值的 10.0% 电平到 90.0% 电平处测量时,该波形的上升和下降时间应为 $100.0 \sim 300.0\text{ns}$ 。当在图 12 的 A 点处测量时,线与线间电压波形的任何畸变,包括过冲和瞬时扰动。其峰值不应超过 $\pm 900.0\text{mV}$ 。

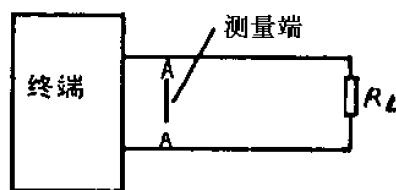


图 12 变压器耦合方式和直接耦合方式的终端输入、输出(1/0)特性

4.5.2.1.1.3 输出噪声

当终端正在接收或电源已断开时,在图 12 的 A 点处测量,它所发出的任何线与线间噪声的有效值不应超过 14.0mV 。

4.5.2.1.1.4 输出对称性

当终端传输完 33 个字的最后一个字时,从该字的奇偶位中间过零点算起的 $2.5\mu\text{s}$ 后,最大的线与线间电压的峰值应不大于 250.0mV (绝对值),该测试在图 12 的 A 点处进行,共测六次,每块中各个字具有相同的位型。使用的六个字是 8000_{16} , $7FFF_{16}$, 0000_{16} , $FFFF_{16}$, 5555_{16} , $AAAA_{16}$ 。

4.5.2.1.2 终端的输入特性

应分别对终端测量下列特性。

4.5.2.1.2.1 输入波形的兼容性

对于符合 4.4.1.1 条规定的具有方波到正弦波间不同波形的输入信号,终端都应接收。这些波形的过零点与相对前一过零点的理想位置间的最大偏差应为 $\pm 150.00\text{ns}$ (即 $2.00 \pm 0.15\mu\text{s}$, $1.50 \pm 0.15\mu\text{s}$, $1.00 \pm 0.15\mu\text{s}$, $0.50 \pm 0.15\mu\text{s}$), 终端应响应峰—峰值为 $0.86 \sim 14.00\text{V}$ 范围内的输入信号。不应响应峰—峰值为 $0.00 \sim 0.20\text{V}$ 范围内的输入信号。这些电压在图 9 的 A 点处线与线间测量。

4.5.2.1.2.2 共模抑制

在图 9 的 A 点处测得的从直流到频率为 2.0MHz 的任何线对地信号,当峰值等于或小于 10.0V 时(绝对值),不应降低接收器的性能。

4.5.2.1.2.3 输入阻抗

当终端不正在发送或电源已断开时,在 $75.0\text{kHz} \sim 1.0\text{MHz}$ 频率范围之内,终端的最小输入阻抗值应为 1000.0Ω 。该阻抗应在图 9 的 A 点处线与线间测量。

4.5.2.1.2.4 噪声抑制

让终端工作在含有 $1.0\text{kHz} \sim 4.0\text{MHz}$ 频率范围内的有效值为 140.0mV 的附加的高斯噪声环境中,终端接收的所有字在按 4.4 条的规定核实后,它的最大字差错率为 10^{-7} 。字差错包括引起在终端状态字中消息差错位置位的任何故障,也应包括使终端不响应有效指令的故障。字差错率测试在图 9 的 A 点处连续进行。此时输入到终端的线与线间的电压峰—峰值为 2.1V 。测试中用到的消息应包含有最多字数的消息。每个数据字均为随机码型,这些码型对于消息中的每个数据都是唯一的,且应随消息随机地改变。噪声测试的结果应按表 2 的规定来检查。

4.5.2.2 直接耦合方式下的终端

4.5.2.2.1 终端的输出特性

在图 12 上,用阻值等于 $(1 \pm 2.0\%)35.0\Omega$ 的电阻器,测量下列特性。

4.5.2.2.1.1 输出电平

在图 12 的 A 点处测量终端的输出电压,其线与线间峰—峰值应在 $6.0 \sim 9.0\text{V}$ 的范围内。

4.5.2.2.1.2 输出波形

输出波形在图 12 的 A 点处测量,波形过零点与理想过零点的偏差应等于或小于 25.000ns ($0.500 \pm 0.025\mu\text{s}$, $1.000 \pm 0.025\mu\text{s}$, $1.500 \pm 0.025\mu\text{s}$ 和 $2.000 \pm 0.025\mu\text{s}$),而理想过零点用相对于前面波形的过零点测得。当如图 13 所示以线与线间电压的全波形峰—峰值的 $10.0\% \sim 90.0\%$ 电平处测量时,该波形的上升和下降时间为 $100.0 \sim 300.0\text{ns}$ 。线与线间电压波形的任何畸变,包括过冲和瞬时扰动,其峰值应在 $\pm 300.0\text{mV}$ 内。

4.5.2.2.1.3 输出噪声

当终端正在接收或电源已断开时,在图 12 的 A 点处测量,它发出的任何线与线间噪声的有效值不应超过 5.0mV 。

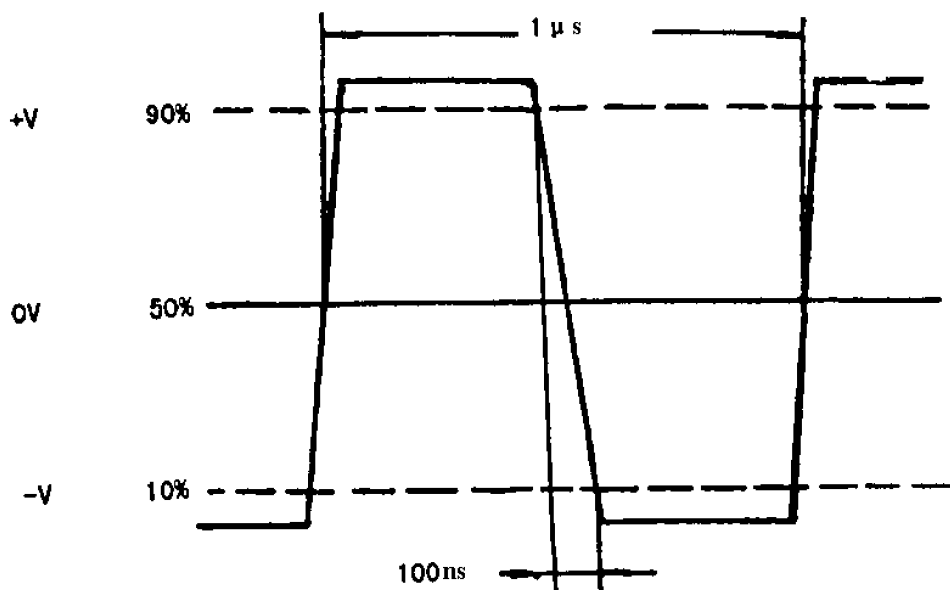


图 13 输出波形

4.5.2.2.1.4 输出对称性

当终端传输完 33 个字的最后一个字时,从该字的奇偶位中间过零点算起的 $2.5\mu\text{s}$ 后,最大的线与线间电压的峰值应不大于 90.0mV (绝对值)。该测试在图 12 的 A 点处进行。共测六次,每块中各个字具有相同的位型。使用的六个字是 8000_{16} 、 $7FFF_{16}$ 、 0000_{16} 、 $FFFF_{16}$ 、 5555_{16} 、 $AAAA_{16}$ 。

4.5.2.2.2 终端的输入特性

应分别对终端测量下列特性。

4.5.2.2.2.1 输入波形的兼容性

对于符合 4.4.1.1 条规定的、具有方波到正弦波间不同波形的输入信号,终端都应接收。这些波形的过零点与相对前一过零点的理想位置间的最大偏差应为 $\pm 150.00\text{ns}$ (即 $2.00 \pm 0.15\mu\text{s}$, $1.50 \pm 0.15\mu\text{s}$, $1.00 \pm 0.15\mu\text{s}$, $0.50 \pm 0.15\mu\text{s}$),终端应响应峰—峰值为 $1.20 \sim 20.00\text{V}$ 范围内的输入信号。不应响应峰—峰值为 $0.00 \sim 0.28\text{V}$ 范围内的输入信号。这些电压在图 10 的 A 点处线与线间测量。

表2 用于终端噪声抑制测试的接收或拒收标准
终端接收/拒收的总字数($\times 10^7$)

差错数量	拒收 (等于或小于)	接收 (等于或大于)	差错数量	拒收 (等于或小于)	接收 (等于或大于)
0	不适用	4.40	21	12.61	21.43
1	·	5.21	22	13.42	22.24
2	·	6.02	23	14.23	23.05
3	·	6.83	24	15.04	23.86
4	·	7.64	25	15.85	24.67
5	不适用	8.45	26	16.66	25.48
6	0.45	9.27	27	17.47	26.29
7	1.26	10.08	28	18.29	27.11
8	2.07	10.89	29	19.10	27.92
9	2.88	11.70	30	19.90	28.73
10	3.69	12.51	31	20.72	29.54
11	4.50	13.32	32	21.53	30.35
12	5.31	14.13	33	22.34	31.16
13	6.12	14.94	34	23.15	31.97
14	6.93	15.75	35	23.96	32.78
15	7.74	16.56	36	24.77	33.00
16	8.55	17.37	37	25.58	33.00
17	9.37	18.19	38	26.39	33.00
18	10.18	19.00	39	27.21	33.00
19	10.99	19.81	40	28.02	33.00
20	11.80	20.62	41	33.00	不适用

4.5.2.2.2.2 共模抑制

在图 10 的 A 点处测得的从直流到频率为 2.0MHz 的任何线对地信号,当峰值不大于 10.0V 时(绝对值),不应降低接收器的性能。

4.5.2.2.2.3 输入阻抗

当终端不正在发送或电源已断开时,在 75.0kHz~1.0MHz 频率范围之内,终端的最小输入阻抗值应为 2000.0 Ω 。该阻抗应在图 10 的 A 点处线与线间测量。

4.5.2.2.2.4 噪声抑制

让终端工作在含有 1.0kHz~4.0MHz 频率范围内的有效值为 200.0mV 的附加的高斯噪声环境中,终端接收的所有字在按 4.4 条的规定核实后,它的最大字差错率应为 10^{-7} 。字差错应包括引起在终端状态字中消息差错位置位的任何故障,也应包括使终端不响应有效指令的故障。字差错率测试在图 10 的 A 点处连续进行,此时输入到终端的线与线间的电压峰—

峰值为3.0V。测试中用到的消息应包含有最多字数的消息,每个数据字均为随机码型,这些码型对于消息中的每个数据都是唯一的,且应随消息随机地改变。噪声测试的结果应按表2的规定来检查。

4.6 余度数据总线的要求

如果使用余度数据总线,则那些数据总线还应符合下面这些规定。

4.6.1 电气隔离

所有终端的数据总线间的隔离最小值为45dB。该值是将在有传输活动的总线上测得的输出电压与无传输活动的总线上测得的输出电压用分贝表示的比值。对每路数据总线,应采用按4.5.2.1.1或4.5.2.2.1条规定的测试线路测量此值,每路总线交替地工作。所有的测量在图12所示的A点处进行。

4.6.2 故障隔离

在余度数据总线结构中,发生在一路总线上的故障,不应影响其余总线的正常工作。

4.6.3 双余度数据总线

如果使用双余度数据总线,应是符合以下规定的互为备份的余度数据总线。

4.6.3.1 数据总线的活动

除如4.6.3.2条规定外,在任何给定的时间内,仅有一路数据总线处于活动状态。

4.6.3.2 更换有效指令字

当远程终端正处于指令字的操作时,如果又从另一路数据总线上接收到另一个有效指令字,那么,应复位原来的操作,并在接收到新的指令字的数据总线上,按4.3.3.8条规定对新的指令字作出响应。

附录 A

综合使用时的选择方式

(参考件)

制定本附录的意图是为了支援而不是代替系统的设计过程,它将为本标准的使用者对标准的某些方面提供更深入的了解。

A1 概述

本标准规定了在系统综合时使用数字式时分制指令/响应型多路传输数据总线的技术要求。使用本标准时,由于特定的应用要求,允许在不同的系统中应用的多路传输数据总线之间存在差异,且允许设计者在本标准范围内选用。系统设计者必须认识这个事实,且通过设计多路传输总线控制器的硬件和软件实现该差异。为了对专门应用要求提供特有的控制机理、结构余度、降级概念及通信模型,设计者们在设计专有的多路传输系统时应具有选择任选部分的必要的灵活性,A2 条给出了标准的任选部分,它们为陆军、海军、空军所有应用所需要,是标准中受到使用限制的某些部分。

A1.1 余度

多种飞机上的使用经验已经证明,机载电子设备综合系统中,采用双余度技术是很合乎需要的,因而,本标准的 4.6 条规定了该余度方案的技术要求。尽管如此,系统设计者仍应按实际的应用情况来决定是否选用余度及实现余度的等级,图 A1 和图 A2 描述了实现双余度总线系统的可能途径。注意,它是有相当代表性的,也适用于三余度和四余度方案。图 A3 描述了实现终端接口余度的三种途径。

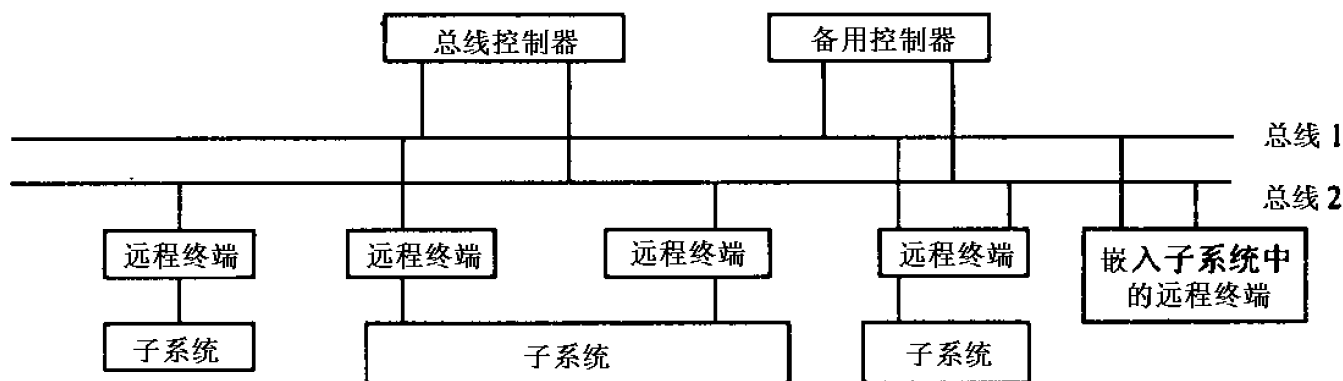


图 A1 系统结构余度示例

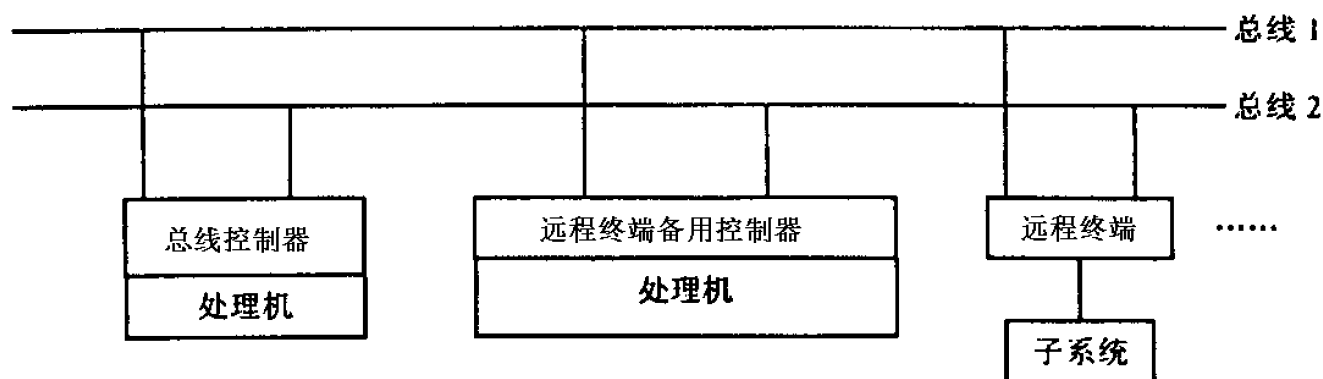


图 A2 系统结构余度示例

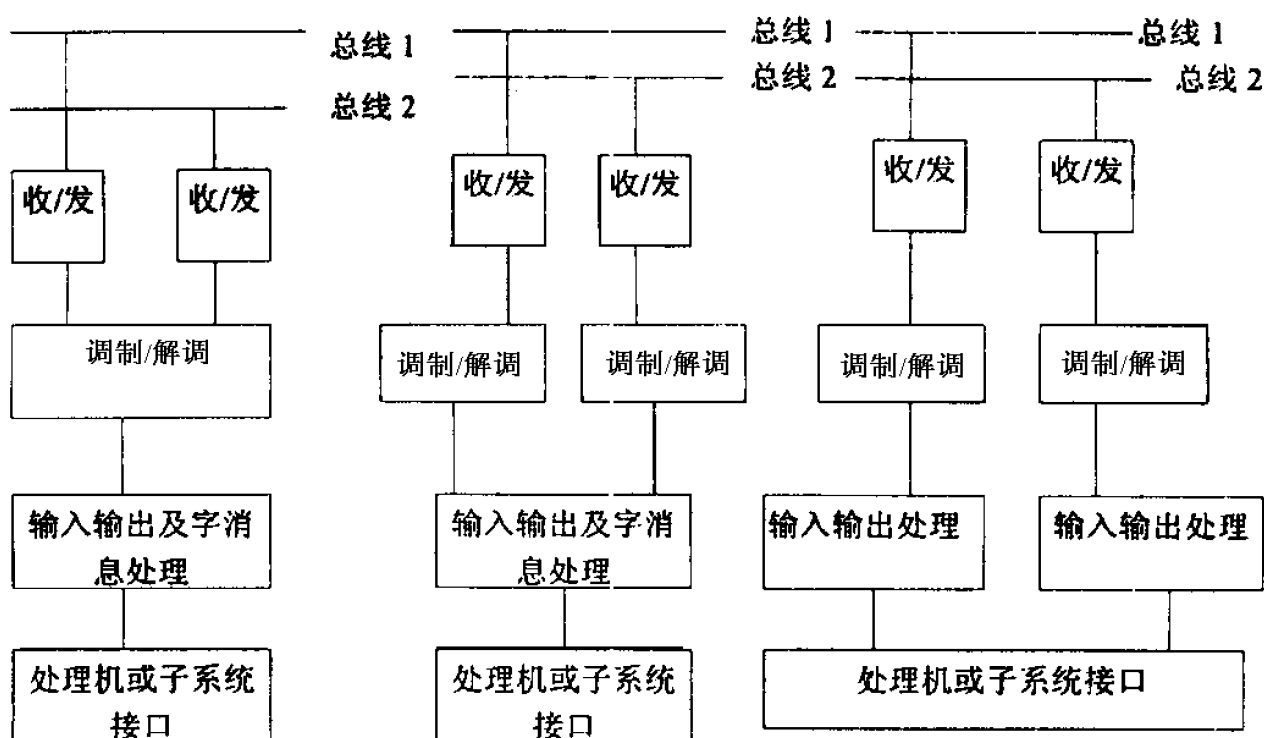


图 A3 总线接口余度示例

A1.2 总线控制器

总线控制器是总线系统的关键部件。本标准 3.15 及 4.4.2 条定义了它的功能及操作。总线控制器是总线系统的唯一控制部件,除发出指令外,还必须对总线和总线上传输的信息不断地进行监控,其中大多数的监控工作(如奇偶校验、超时暂停等)采用硬件实现。总线控制的算法和判断则用软件实现。总线控制器的设计,应使其容易地适应不同等级的终端(例如智能终端和非智能终端),并适应使用不同状态位的终端。总之,总线控制器是总线系统中改进和发展的焦点,应引起设计者及使用者的足够重视。

A1.3 总线传输候选信号的选择

系统中参与多路传输的候选信号是随特定用途而变化的,因此,总线传输信号的选择准则也应随系统而变。显然,具有 400Hz 或更低带宽的那些信号是总线上的主要传输信号。视频、声频和高速并行数字信号不能直接在总线上传输,带宽在 400~3000Hz 的子系统信号能否在总线上传输,很大程度上取决于特定应用中的总线的负荷。不适宜多路传输的另一类信号是低速率(在一次任务期间)但优先级又很高或急迫的信号(如核探测器的输出或导弹发射警报信号)。但是,如果该类信号交给硬件处理,或采用直接与总线控制器的中断硬件连接以触发软件工作来响应该信号,那么,总线系统也适应该类信号。

A1.4 高可靠性要求

本标准采用简单的奇偶校验,即建立每字中单个奇偶位以鉴别多路传输数据总线的数据正常传输及作为差错检测用。它是在数据传输的可靠性要求、系统辅助操作及终端组件和简化等要求之间折衷后确定的。理论和经验的证据表明,按本标准建立的实际的总线系统其未被检出的位差错率预计为 10^{-12} 。这与采用每字单个奇校位是相协调的。如果个别信号需要有比奇偶校验所能提供的更好的位差错率,可能采用的方法是对信号源和信号接收装置提供适当的差错检测、编码和译码校准,采用额外的数据字传输或将消息分隔,一次发送一部分,然后逐段核实消息的传输正确性等。

A1.5 短截线连接

短截线连接是指用一个独立的线路提供终端与总线主电缆耦合的手段,它既方便了总线布局,也由于短截线线路中的网络提供了对故障的隔离,使短截线或终端的故障将不会对总线的操作有大的影响。但是,在总线主电缆通过短截线连上终端后,使总线局部地承载,从而引起阻抗不匹配,产生反射,导致波形畸变,因此,应通过接收器中的滤波或采用双相调制来减少这一影响。本标准定义了两种短截线连接方法,即 4.5.1.5.1 条规定的变压器耦合方式及 4.5.1.5.2 条规定的直接耦合方式,但推荐使用按照 4.5.1.5.1 条规定的变压器耦合方式。这种方式提供了直流隔离,共模保护能力增加,短截线的阻抗成倍增加以及整个短截线和终端的故障隔离等好处。按 4.5.1.5.2 条规定的直接耦合方式,它不提供直流隔离及在子系统外部的终端的共模抑制,且预计在直接耦合方式下短截线的长度超过 0.5m 时(包括延伸到给定子系统内部的电缆),就将发生传输波形畸变,因此,应尽一切可能避免使用。

A1.6 广播选择方式的采用

广播消息格式为将单个消息传输到多用户的通信提供控制机理。广播能力相当地降低了总线的负担,增加了系统的操作速度。对于因冗余的原因而采用多个部件的系统,或因平行处理而采取多个部件的系统,采用广播方式是相宜的。但按本标准 4.3.3.6.7 条规定的广播消息显著背离了本标准的基本原理,是一种不提供总线上传输响应的消息格式。如不恰当地使用,将导致系统操作的混乱。因此,系统设计者应尽量通过使用本标准定义的三种基本消息格式来解决问题。当一定要采用广播指令时,应谨慎考虑可能会丢失广播消息的这一后果。

A1.7 其他相关文件

MIL-HDBK-1553 说明了使用本标准的操作实践及其他有关数据。

A2 通用要求

A2.1 任选

A2 条为选择任选部分所需要,以进一步定义标准中某些部分,增进陆军、海军和空军通用的可操作性。

A2.2 应用

A2 条适用于陆军、海军及空军的所有双余度应用。除了安全关键的或飞行关键性任务要求更高级余度外,空军飞机内部所有航空电子应用均为双余度的应用。

A2.3 专有地址(4.3.3.5.1.2)

所有远程终端应能被指定为从十进制地址 0(00000)到十进制地址 30(11110)间的任何一个专有地址,该地址应通过一个连接到远程终端上的外部连接器建立,该外部连接器是系统布线的一部分。修改远程终端专有地址将不需要对远程终端任何部分作物理修改或变换。上电时,远程终端作少量的地址判定和核实操作。单点故障不应导致终端确认一个假地址,如果已经判定远程终端的专有地址无效,远程终端不响应任何消息。

A2.4 方式码(4.3.3.5.1.7)

A2.4.1 子地址/方式字段(4.3.3.5.1.4)

远程终端响应含子地址/方式字段为 00000 及 11111 的方式指令。总线控制器能发出含子地址/方式字段为 00000 及 11111 的方式指令。子地址/方式字段为 00000 及 11111 不能传送各种信息。

A2.4.2 所需的方式代码(4.3.3.5.1.7)

A2.4.2.1 远程终端所需的方式代码

远程终端至少可实现下列方式代码:

方式代码	功能
00010	发送上一状态字
00100	发送器关闭
00101	取消发送器关闭
01000	复位远程终端

A2.4.2.2 总线控制器所需的方式代码

总线控制器应能实现如 4.3.3.5.1.7 条规定的全部方式代码。空军应用时,总线控制器禁止发出动态总线控制方式指令。

A2.4.3 复位远程终端(4.3.3.5.1.7.9)

正在接收复位远程终端方式代码的远程终端,按 4.3.3.5.1.7.9 条的规定响应状态字,然后复位。当远程终端被复位时,使用下列任何一种形式响应有效指令:二条数据总线上无响应,发出的状态字中设置忙位或正常的响应。

远程终端复位时,从远程终端发出的任何数据的信息内容有效。正在接收该方式代码的远程终端,在按 4.3.3.5.1.7.9 条规定发出状态字后的 5.0ms 内结束复位功能。时间测量在图 9 及图 10 的 A 点处进行,该时间为从状态字的奇偶位的中间过零点到指令字同步头中间过零点的时间。

A2.4.4 启动远程终端自测试(4.3.3.5.1.7.4)

在远程终端内部实现启动自测试,那么正在接收启动自测试方式代码的远程终端按 4.3.

3.5.1.7.4 条的规定响应状态字, 然后启动远程终端自测试功能。接着发生的有效指令字可以结束自测试功能。远程终端进行自测试期间, 用下列任何一种形式响应有效指令字: 二条数据总线上无响应; 发出的状态字置有忙位; 或正常的响应。在远程终端自测试期间, 如果从远程终端发出任何数据, 该数据的信息内容有效。接收该方式代码的远程终端应完成自测试功能, 并在按 4.3.3.5.1.7.4 条规定发送状态字之后的 100.0ms 内, 保存可以利用的自测试结果。时间测量在图 9 及图 10 的 A 点处进行, 该时间为从状态字的奇偶位中间过零点到指令字的同步头中间过零点的时间。

A2.5 状态字位(4.3.3.5.3)

A2.5.1 信息内容

远程终端发出的状态字包含远程终端在上电启动, 初始化及正常操作整个工作过程期内的有效信息。

A2.5.2 状态位要求(4.3.3.5.3)

远程终端应实现以下状态:

- a. 消息差错位(4.3.3.5.3.3)……需要;
- b. 测试手段位(4.3.3.5.3.4)……常置逻辑 0;
- c. 服务请求位(4.3.3.5.3.5)……任选;
- d. 备用状态位(4.3.3.5.3.6)……常置逻辑 0;
- e. 广播指令接收位(4.3.3.5.3.7)……如果远程终端实现广播任选, 需要该位;
- f. 忙位(4.3.3.5.3.8)……按 A2.5.3 条要求;
- g. 子系统标志位(4.3.3.5.3.9)……如果相关子系统有自测试能力, 需要该位;
- h. 动态总线控制接收位(4.3.3.5.3.10)……如果远程终端实现动态总线控制功能, 需要该位;
- i. 终端标志位(4.3.3.5.3.11)……如果远程终端有自测试能力, 需要该位。

A2.5.3 忙位(4.3.3.5.3.8)

不鼓励存在忙状态。在远程终端内部或子系统接口内部的任何忙状态, 均会影响总线上通信。忙状态及忙位的设置, 仅当特定的指令/消息送至远程终端时才发生。在远程终端无故障情况下, 总线控制器可以使用先前所存储的远程终端状态信息, 判定远程终端是忙还是不忙。然而, 由于远程终端/子系统内部的差错/故障的原因, 远程终端也可以设置忙位(附加设置终端标志位或子系统标志位)。

A2.6 广播(4.3.3.6.7)

由总线控制器在数据总线上传输的广播方式指令, 如表 1 所示。远程终端内部可以实现广播任选。如果实现, 远程终端应能区分广播消息和含相同子地址的非方式指令的非广播消息。远程终端地址 11111 保留用作广播, 不用作其他任何目的。

A2.7 数据环绕(4.3.3.5.1.4)

远程终端提供能接收任何位模型的 1 至 N 个数据字的接收子地址和能发送 1 至 N 个数据字的发送子地址, 其中 N 为远程终端所确定的所有消息组中的最大字计数。先向远程终端的数据环绕接收子地址发送有效的接收信息, 继之向该远程终端的数据环绕发送子地址对该

远程终端发送具有相同字计数的有效发送指令。且发送的数据响应与接收到的每一个数据字具有相同的位模型。有效接收消息与发送指令间不插入其他有效指令。数据环绕的建议使用接收及发送子地址 30(11110)。

A2.8 消息格式(4.3.3.6)

远程终端最小实现如 4.3.3.6 条规定的下列非广播消息格式:远程终端到 BC 传输, BC 到远程终端传输,远程终端到远程终端传输(接收及发送),以及不带数据字的方式指令传输。非广播消息传输时,远程终端应不区分相同子地址下的 BC 到远程终端传输时所接收到的数据,或远程终端到远程终端传输(接收)期间所接收到的数据。远程终端应不区分相同子地址下的远程终端到 BC 传输时所发送的数据或远程终端到远程终端传输(发送)期间所发送的数据。总线控制器应能发出如 4.3.3.6 条定义的所有消息格式。

A2.9 远程终端到远程终端核实(4.3.3.9)

远程终端到远程终端传输,附加按 4.4.3.6 条规定的核实准则,如果远程终端接收到的有效的接收指令,并在 $57.0 \pm 3.0 \mu\text{s}$ 之后接收到第一个数据字,远程终端应认为消息无效,并按 4.4.3.6 条的规定响应。时间测量是在图 9 及图 10 的 A 点处进行,为接收指令的奇偶位的中间过零点到期待的第一个数据字的同步头中间过零点的时间。建议:远程终端到远程终端传输时,由正在作接收操作的远程终端核实发送指令字和按 4.3.3.6.3 条规定的状态字的发生时间。

A2.10 电气特性(4.5)

A2.10.1 屏蔽电缆(4.5.1.1)

屏蔽电缆最少含 90.0% 的覆盖范围。

A2.10.2 屏蔽(4.5.1)

所有电缆连接接点、电缆端接部位和总线短截线接点应连续的 360° 屏蔽,最少提供 75.0% 的覆盖范围。

A2.10.3 连接器极性

终端使用同轴的连接器或插入式连接时,连接器的中心针或插针连接输出信号的高端(正端),内环连接输出信号的低端(负端)。

A2.10.4 特性阻抗(4.5.1.2)

在正弦频率 1.0MHz 作用下,数据总线电缆的实际的(不是标称的)特性阻抗应在 $70.0 \sim 85.0 \Omega$ 范围内。

A2.10.5 短截线耦合(4.5.1.5)

供陆军、海军使用的每一终端,外部备有供变压器耦合和直接耦合的二种短截连接件,使利用这些终端的陆军、海军系统,既可使用变压器耦合,也可使用直接耦合短截连接件。不用的终端连接件至少覆盖 75.0% 的屏蔽。对空军系统而言,建议使用变压器耦合短截连接件。

A2.10.6 电源开/关噪声

上电或关电期间,终端应限制任何形式的寄生输出。当在图 12 的 A 点处测量时,耦合变压器短截线的线与线间最大的许可输出噪声幅度为 $\pm 250\text{mV}$ (峰值)。直接耦合短截线的线间最大的许可输出噪声幅度为 $\pm 90\text{mV}$ (峰值)。

附加说明：

本标准由中国航空工业总公司提出。

本标准由中国航空工业总公司第三〇一所归口。

本标准由中国航空工业总公司第六一五所和第三〇一所共同负责起草。

本标准主要起草人：陈若玉、毕国楦、黄永葵、唐三荣。

计划项目代号：6HK06。