

1、概述

采用点对点（或点对多点）主从式工控网络的半双工异步传输模式，主机和从机之间用轮询的方式来进行通讯，只有主机才能启动通讯，没有接到主机请求，从机不能主动发送信息。主机向从机发送任务报文，从机接到主机的任务命令后返回响应报文并执行相应操作。除了发送响应报文外，从机只能处于接收状态。主机的每一次查询都是以一个报文（帧）的数据传送给从机。

表 1.1 给出了本协议的基本规范。

表1.1 串行通讯协议规范

项 目	协议规范	
适用产品	LFS5001/LFS4000/LMF4000系列气体质量流量传感器/流量计	
物理级	TIA/EIA-232-E	TIA/EIA-485-A
传输线	3芯屏蔽电缆线（推荐）	
配线长度	≤15m（波特率≤9600 bps）	≤1200m（波特率≤9600 bps）
网络配置	主机1台，从机1台	主机1台，从机1~128台（理论上）
传输速度	4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps	
数据交换方式	异步串行、半双工	
传送协议	点对点	点对点或点对多点
字长	11 bit	
停止位长度	1 bit	
字符超时	1 sec	
帧长	变长帧，主机/从机发送每帧最长不超过107 bytes	
奇偶校验	无校验（但需利用校验位）	
出错检查方式	异或校验	

2、协议体系结构

本协议采用三层体系结构，即物理层、数据链路层和用户层。

2.1 物理层

电气接口标准为 TIA/EIA-232-E 或 TIA/EIA-485-A，采用异步串行、半双工、点对点（RS-485 协议允许点对多点）通讯协议，传输线为屏蔽电缆线，地线可独立配置，也可利用屏蔽层作传输介质。

RS-485 网络采用直线拓扑结构，需要安装 2 个终端匹配电阻，其阻值要求等于传输电缆的特性阻抗（一般取值为 $120\ \Omega$ ）。在短距离或低波特率数据传输时可不需终端匹配电阻，即一般在 300 米以下、19200bps 不需终端匹配电阻。终端匹配电阻安装在 RS-485 传输网络的两个端点，并联连接在“A”、“B”引脚之间。

2.1.1 数据格式

通讯中的每个数据字长为 11 位，其格式如下：

起始位	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	停止位
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- 起始位

1 位，由一个低电平表示。

- 数据位（D0~D7）

8 位，代表要发送的数据或帧头字节，按先低位后高位的顺序发送。

- 帧头（地址）标志位（D8）注

1 位，指示 8 位数据位代表的是数据还是帧头（或地址）。对于主机发送数据，当 D8=1 时，表示主机发送的是帧头（或地址），否则表示主机发送的是数据（包括命令码、数据长度、数据段、校验和及帧尾）；对于从机发送数据，D8 始终等于 0。

- 停止位

1 位，由一个高电平表示。

注：关于帧头（地址）标志位（D8）

D8位在RS-232协议中称为帧头标志位，而在RS-485协议中则称为（从机）地址标志位，也称为多机通讯位。

采用16进制数进行数据传输的半双工通信时，帧头（地址）的识别是非常关键和重要的。一般解决此问题的方法是：找到所要传输的数据中不可能出现的特征数据，再将此特征数据作为帧头发送。但是，这种通信方式中，一方面特征数据一般较难找到，大多数情况下都需要用数个特殊字符组成特征数据作为帧头，另一方面由于增加了较多的无用字符（相对于有用数据而言），从机不得不对特征数据进行解码，使得通讯时间延长，造成该从机的时间浪费。本协议采用1位帧头（地址）标志位来解决帧头（地址）的识别问题。

具体方法为：主机首先禁止奇偶校验，同时设置奇偶校验位为Mark标志（相当于设置帧头标志位D8为1），再向从机发送帧头（地址），此时，正处于帧头（地址）监听状态的从机收到主机发来的帧头（地址）后，进入中断服务例程，读取主机发送的帧头（地址）是否正确，当确认正确后，从机进入数据接收状态并等待主机发送数据；否则，仍处于帧头（地址）监听状态并等待主机发送下一个帧头（地址）。

主机接着禁止奇偶校验，同时设置奇偶校验位为Space标志（相当于设置帧头（地址）标志位D8为0），再发送数据，进入数据接收状态的从机将正常接收所有数据，然后向主机发送响应报文，最后释放总线并重新进入帧头（地址）监听状态。

2.1.2 波特率

从机支持 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps 或 38400 bps 四种波特率，可以通过命令选择。对于 RS-485 协议，必须使网络中的所有从机具有相同的波特率（可以使用广播地址同时修改网络中所有从机的波特率）。从机波特率修改后，需要重新上电才会生效，这就使得 RS-485 网络中各从机无需脱离网络就能修改波特率。

注：如客户无特殊要求，所有带RS-485协议的从机波特率出厂时均设置为38400 bps。

2.2 数据链路层

数据链路层规定了协议的数据帧格式。主机和从机采用相同的数据帧格式，数据帧中的每个字段均用 16 进制数表示（非 ASCII 码表示）。

数据帧格式如下：

帧头	命令码	数据长度	数据段	校验和	帧尾
1字节	1字节	1字节	可变长度	1字节	1字节

● 帧头（HEADER）

对于 RS-232 协议，为固定的字符 0x9D，标识一帧数据的开始；对于 RS-485 协议，代表从机的地址，用于主机对从机的寻址，如果从机有响应报文，则从机也需要返回其地址。可用的从机地址为 1~128，从机地址必须存在才能保证通讯的有效性。从机地址用一个字节表示。

注：对于RS-485协议，当从机地址设为0时，用于广播通讯发布运行命令，对所有从机有效，且从机收到该地址后不允许向主机回送响应报文（即使该命令是“读”命令）。如客户无特殊要求，所有带RS-485协议的从机地址出厂时均设置为1。

● 命令码

说明主机希望从机执行某项具体操作的编码，如读取某参数的值等。命令码的取值范围为 0~255，但不含字符 0x9D。如果从机检测到命令码等于 0x9D，则不回送响应报文。命令码在用户层定义，用一个字节表示，详见 2.5 用户层的描述。

● 数据长度

指定数据段的长度，即字节数，用一个字节表示。有效的数据长度在 0~102 之间，如果从机检测到数据长度超过了 102，则不回送响应报文。

● 数据段

根据不同的命令，数据段包含若干字节的附加数据，如要修改的某个参数的值等。某些命令可能没有数据，因此数据段应为空，同时数据长度也必须设置为 0。数据段包含的字节数必须与数据长度一致，否则会导致接收字节间超时。

● 校验和

提供了一种在强干扰的环境中进行远距离通信的错误校验方法，校验和等于命令码、数据长度和数据段（如果有）的所有字节的异或。如果从机检测到校验和不正确，则不回送响应报文。主机可以用超时判断来处理该错误。校验和用一个字节表示。

● 帧尾（TAIL）

为固定的字符 0x0D，标识一帧数据的结束。

2.3 超时间隔

为了防止因通信干扰或主机故障导致从机死锁，从机内部每收到一个字符即开始进行超时监控，如果在 1 秒内未再收到有效的字符，则认为主机发送超时，从机立即中断与主机的会话，并重新开始监控下一帧数据。另外，考虑到从机内部的数据处理时间，从机向主机发送的连续两个字符间的时间间隔一般不大于 10ms（该时间间隔可用于主机的超时判断）。

2.4 从机回应

从机接到主机的任务命令后返回响应报文（参见 2.5 用户层）并执行相应操作，大部分的写操作命令会返回命令执行是否成功标志。但在以下情况下从机不会返回响应报文：

- 帧头（或从机地址）不正确
- 从机地址（对 RS-485 协议）为广播地址
- 不支持的命令码（等于 0x9D 或其它非法命令码）
- 数据长度超过 102 字节（或数据帧总长度超过 107 字节）
- 校验和不正确
- 帧尾不正确
- 接收数据字节间超时

2.5 用户层

用户层定义了上位机可据本协议对 LFS5001/LFS4000/LMF4000 系列气体质量流量传感器/流量计（以下简称“传感器”）进行操作的命令接口。表 2.1 给出了本协议支持的所有命令接口定义。

表2.1 用户层命令接口定义一览表

命令码	F0	读取测试数据	适用范围 ^③	全部
主机查询报文		9D F0 01 OUT_SEL CRC 0D		
从机响应报文		9D F0 DATA_LEN DATAS CRC 0D		
命令描述		本命令可根据需要指定要读取的测试数据，包括：热头上、下游测温电阻的电压内码，热头上、下游温差信号内码，瞬时流量，累积流量，峰峰流量，峰谷流量和气流温度，这些参数既可用于生产和测试，也可为客户提供各种信息。要读取所需的参数，需配置OUT_SEL参数。该参数的8个二进制位分别代表不同的参数，相应的位置为1表示要读取该位所对应的参数，可以同时读取多个参数，各参数按照从低位到高位顺序依次输出。 OUT_SEL = 0x08，输出瞬时流量（Flowrate），长度为3字节； = 0x10，输出累积流量（Accumulate Flowrate），长度为4字节； = 0x20，输出峰峰流量（Peak-Peak Flowrate），长度为3字节； = 0x40，输出峰谷流量（Peak-Bottom Flowrate），长度为3字节； 比如，要同时输出瞬时流量和累积流量，则可设置OUT_SEL = 0x08 + 0x10 = 0x18，从机响应报文中，DATA_LEN = 3 + 4 = 7，DATAS包含了瞬时流量和气流温度两个参数的值，且瞬时流量在前，累积流量在后。 主机查询报文如下：9D F0 01 18 CRC 0D 从机响应报文如下：9D F0 05 FRH FRM FRL AHH AHL ALH ALL CRC 0D 各测试数据的格式如下： ● 瞬时流量 = (FRH * 65536 + FRM * 256 + FRL) / 1000； ● 累积流量 = (AHH * 16777216 + AHL * 65536 + ALH * 256 + ALL) / 1000； ● 峰峰流量 = (PFH * 65536 + PFM * 256 + PFL) / 1000； ● 峰谷流量 = (BFH * 65536 + BFM * 256 + BFL) / 1000。		

注： 1. 除 LMF4000 流量计外，其它传感器读取的累积流量均为零。 2. 瞬时流量与累积流量的单位取决于传感器的型号及量程，保留3位小数。 3. 气流温度的单位为℃，保留1位小数。该功能保留将来使用，目前传感器尚不支持，因此读出的值总是0。 4. 峰峰流量和峰谷流量是仪表自上电以来记录到的最大和最小流量，保留3位小数，仅 LMF4000 流量计有此功能，其它传感器读取的该参数值均为零。				
命令码	FD	读仪表软件版本号	适用范围	全部
主机查询报文	9D FD 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D FD 04 MV SV RV BV CRC 0D			
命令描述	本命令读取传感器的软件版本号。传感器的软件版本号由4个部分组成： MV (Major Version)：软件的主版本号，范围为0~99； SV (Sub Version)：软件的次版本号，范围为0~99； RV (Revision Version)：软件的修订版本号，范围为0~99； BV (Build Version)：软件的建立号，范围为0~99。			
命令码	FF	读取仪表序列号	适用范围	全部
主机查询报文	9D FF 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D FF 0C SN1 SN2 SN3 SN4 SN5 SN6 SN7 SN8 SN9 SN10 SN11 SN12 CRC 0D			
命令描述	本命令读取传感器的序列号。每只传感器在出厂时均有一个唯一标识其自身信息的序列号，序列号由12个连续的ASCII字符组成。			
命令码	02	修改响应时间	适用范围	全部
主机查询报文	9D 02 02 RTH RTL CRC 0D			
从机响应报文	9D 02 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改传感器的响应时间，单位为：ms。 响应时间 = RTH * 256 + RTL； 可用的响应时间有：10ms*、20ms*、50ms、100ms、200ms、500ms和1000ms。 STATE：如果操作成功，则STATE = 1，否则STATE = 0。 注：仅具有快速响应版本的LFS4000传感器才具有10ms和20ms两种响应时间。			
命令码	03	修改一次线性修正系数GDCF ^{注1}	适用范围	全部
主机查询报文	9D 03 02 GDCFH GDCFL CRC 0D			
从机响应报文	9D 03 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改传感器的一次线性修正系数（即流量比例系数）。 GDCF = GDCFH * 256 + GDCFL，取值及修正原理请参见注1。			

STATE: 如果操作成功, 则STATE = 1, 否则STATE = 0。				
命令码	04	修改滑动平均滤波的深度	适用范围	全部
主机查询报文	9D 04 01 FD CRC 0D			
从机响应报文	9D 04 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改传感器数字滑动平均滤波器的深度（缓冲区长度）。 Filter Depth = FD, 可选值范围为: 4~255（建议使用修改响应时间命令来间接地修改此类传感器的滤波器深度），值越大滤波效果越好，但传感器的响应也会越慢。			
命令码	05	修改仪表零点时的内码值	适用范围	全部
主机查询报文	9D 05 02 OFFSETH OFFSETL CRC 0D			
从机响应报文	9D 05 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改传感器在零点（无气流流过）时的内码值。当堵住传感器/流量计的进出口端时，如果输出的内码或流量不为0，则可以使用本命令自动校正零点。 Offset = OFFSETH * 256 + OFFSETL, 取值范围为: -32767~32767。 STATE: 如果操作成功, 则STATE = 1, 否则STATE = 0。			
命令码	07	设置气体索引 ^{注2}	适用范围	部分
主机查询报文	9D 07 01 GASID CRC 0D			
从机响应报文	9D 07 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令切换传感器当前正在使用的气体的索引。 GASID = 0, 表示将第1种实标气体切换为传感器当前正在使用的气体; = 1, 表示将第2种实标气体切换为传感器当前正在使用的气体。 注: 只有LFS5001才支持两种气体实标（需要定货时注明）。			
命令码	0E	修改键锁标志	适用范围	部分
主机查询报文	9D 0E 01 KEYLOCK CRC 0D			
从机响应报文	9D 0E 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改流量计的按键锁定标志。 如果 KEYLOCK = 0, 表示按键未锁定; 否则表示按键已锁定。 注: 仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。			
命令码	0F	修改显示更新时间	适用范围	部分
主机查询报文	9D 0F 02 DTH DTL CRC 0D			
从机响应报文	9D 0F 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改传感器的显示更新时间, 单位为: ms。			

显示更新时间 = DTH * 256 + DTL; 可用的显示更新时间有：250ms、500ms、1000ms和2000ms。 STATE: 如果操作成功，则STATE = 1，否则STATE = 0。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。				
命令码	10	修改小数点位置	适用范围	部分
主机查询报文	9D 10 01 DP CRC 0D			
从机响应报文	9D 10 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令设置LED显示器的小数点位置。 DP = 0，没有小数点； = 1，显示1位小数点； = 2，显示2位小数点； = 3，显示3位小数点。 可设置的小数点位置也传感器的最大流量设置有关，即如果最大流量小于10，则可设置3位小数；如果最大流量小于100，则可设置2位小数；如果最大流量小于1000，则可设置1位小数；如果最大流量大于1000，则不允许设置小数点（即没有小数点）。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。			
命令码	70	修改仪表地址	适用范围	部分
主机查询报文	9D 70 01 NEWADR CRC 0D			
从机响应报文	9D 70 01 STATE CRC 0D			
命令描述	本命令修改RS485接口产品的通讯地址。对于RS485接口的产品，默认情况下，工厂出厂时的通讯地址为1。在不知道产品通讯地址的情况下，可以使用以下两种方法修改仪表地址：一是使用查询命令，对地址1~128进行遍历，当不发生超时，说明当前的地址即为产品的通讯地址；二是使用广播地址0直接修改产品的通讯地址。 NEWADR为希望修改的新地址，范围为1~128。 注：仅适用于RS485接口的产品。			
命令码	72	测量仪表零点时的内码值（自动校零）	适用范围	全部
主机查询报文	9D 72 01 55 CRC 0D			
从机响应报文	9D 72 02 OFFSETH OFFSETL CRC 0D			
命令描述	本命令强制传感器执行一次自动校零操作。需要注意的是，执行此操作前应确保传感器管道中的气流处于静止状态。命令执行完成后将返回测得的零点内码值。 Offset = OFFSETH * 256 + OFFSETL，取值范围为：-32767~32767。			

命令码	76	清除累积流量	适用范围	部分
主机查询报文	9D 76 01 55 CRC 0D			
从机响应报文	9D 76 01 STATE CRC 0D			
命令描述	执行本命令将清除累积流量。累积流量在传感器重新上电后也被自动清除。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。			
命令码	77	清除峰值流量	适用范围	部分
主机查询报文	9D 77 01 55 CRC 0D			
从机响应报文	9D 77 01 STATE CRC 0D			
命令描述	执行本命令将清除峰峰流量和峰谷流量。峰值流量在传感器重新上电后也被自动清除。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。			
命令码	78	恢复工厂默认设置	适用范围	全部
主机查询报文	9D 78 01 55 CRC 0D			
从机响应报文	9D 78 01 STATE CRC 0D			
命令描述	执行本命令将恢复传感器相关参数至出厂时的默认设置。该命令主要影响以下参数： 1. 清除累积流量； 2. 清除峰值流量； 3. 重设响应时间（10ms或100ms）； 4. 重设气体索引（0）； 5. 重设模拟量输出最大值（4500mV）和最小值（500mV）； 6. 重设所有最小流量（0）； 7. 重设所有零点内码（0）； 8. 重设一次线性修正系数（1000）； 9. 重设二次分段线性修正启用标志（禁用）。			
命令码	82	读取响应时间	适用范围	全部
主机查询报文	9D 82 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 82 02 RTH RTL CRC 0D			
命令描述	本命令读取传感器的响应时间，单位为：ms。 响应时间 = RTH * 256 + RTL； 可用的响应时间有：10ms*、20ms*、50ms、100ms、200ms、500ms和1000ms。 注：仅具有快速响应版本的LFS4000传感器才具有10ms和20ms两种响应时间。			
命令码	83	读取一次线性修正系数GDCF	适用范围	全部

主机查询报文	9D 83 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 83 02 GDCFH GDCFL CRC 0D			
命令描述	本命令读取传感器的一次线性修正系数（即流量比例系数）。 $GDCF = GDCFH * 256 + GDCFL$ ，取值及修正原理请参见注1。			
命令码	84	读取滑动平均滤波的深度	适用范围	部分
主机查询报文	9D 84 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 84 01 FD CRC 0D			
命令描述	本命令读取传感器数字滑动平均滤波器的深度（缓冲区长度）。 $Filter\ Depth = FD$ ，可选值范围为：4~255，值越大滤波效果越好（可减小一部分噪声），但传感器的响应也会越慢。			
命令码	85	读取仪表零点时的内码值	适用范围	全部
主机查询报文	9D 85 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 85 02 OFFSETH OFFSETL CRC 0D			
命令描述	本命令读取仪表零点（无气流流过）时的内码值。 $Offset = OFFSETH * 256 + OFFSETL$ ，取值范围为：-32767~32767。			
命令码	8E	读取键锁标志	适用范围	部分
主机查询报文	9D 8E 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 8E 01 KEYLOCK CRC 0D			
命令描述	本命令读取流量计的按键锁定标志。 如果 $KEYLOCK = 0$ ，表示按键未锁定；否则表示按键已锁定。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。			
命令码	8F	读取显示更新时间	适用范围	部分
主机查询报文	9D 8F 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 8F 02 DTH DTL CRC 0D			
命令描述	本命令读取传感器的显示更新时间，单位为：ms。 $显示更新时间 = DTH * 256 + DTL$ ； 可用的显示时间有：250ms、500ms、1000ms和2000ms。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。			
命令码	90	读取显示小数点位置	适用范围	部分
主机查询报文	9D 90 00 CRC 0D			
从机响应报文	9D 90 01 DP CRC 0D			
命令描述	本命令读取LED显示器的小数点位置。			

	DP = 0，没有小数点； = 1，显示1位小数点； = 2，显示2位小数点； = 3，显示3位小数点。 注：仅带LED显示功能的LMF4000系列流量计才支持本命令。

注：由于LFS5001、LFS4000及LMF4000三种产品之间有差异，因此，并非所有命令对于此三种产品都可用。有些命令被标注为“部分”，说明它只适用于部分型号产品，在其“命令描述”域中会专门说明；有些命令被标为“全部”，说明它对于以上所述的三种产品都适用。如果访问的命令不为传感器所支持，则传感器将不予回应。

3、通讯流程

3.1 上位机通讯流程

推荐的上位机通讯流程见图 3.1。

实际在编写上位机程序时，可在接收数据时增加帧超时（与所要接收的帧长有关）和字节超时（建议大于 10ms）检测功能，以防止因干扰、非法断电或其它原因造成上位机与传感器/流量计通讯失败。

另外，如果上位机是 PC，则帧头（地址）标志位（D8 位）可利用 Windows API 函数 SetCommState 来修改 DCB 结构中的 Parity 成员（置为 Mark 相当于设置 D8 = 1，置为 Space 相当于设置 D8 = 0）以达到切换帧头（地址）标志位的目的；如果上位机是 PLC 或以 MCU、ARM、DSP 等处理器为核心的应用系统，则只需设置其串口工作在 9 位 UART 模式，再利用其可编程的第 9 数据位来区分帧头标志即可（此时，帧头相当于传感器/流量计的“地址”，只是该“地址”在 RS-232 协议中是固定的 0x9D，在 RS-485 协议中为可选的 1~128 地址）。

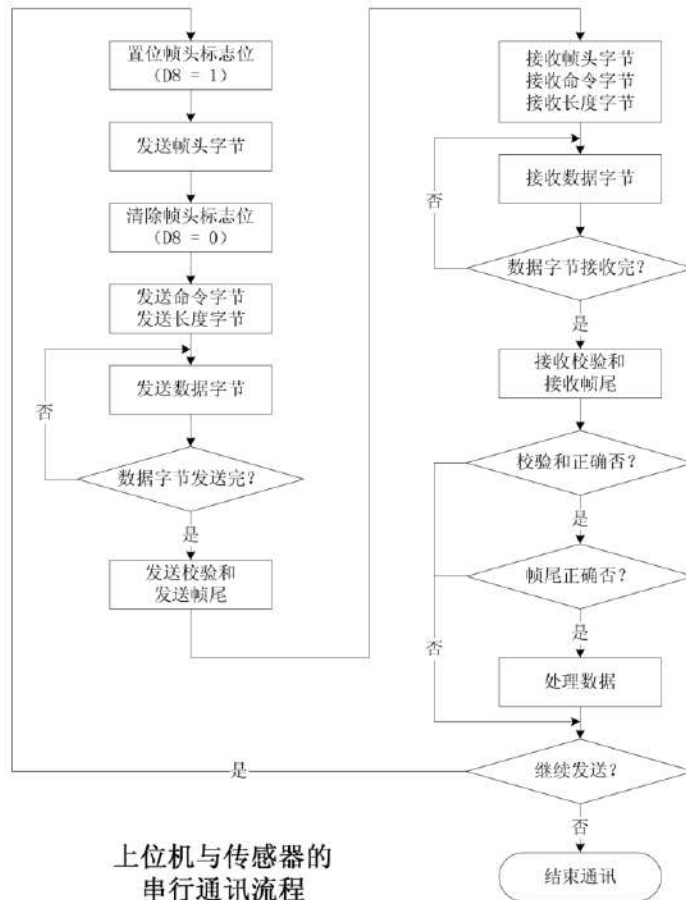


图 3.1 上位机与传感器/流量计的 RS-232 串行通讯流程

注：对于 RS-485 协议，RS-232 协议的帧头相当于从机地址，并且可以在 1~128 之间选择。

3.2 传感器/流量计通讯流程

为帮助使用 LMF4000 小流量气体质量流量传感器/流量计的用户进行串行通讯开发，图 3.2 给出了传感器/流量计内部的通讯流程。

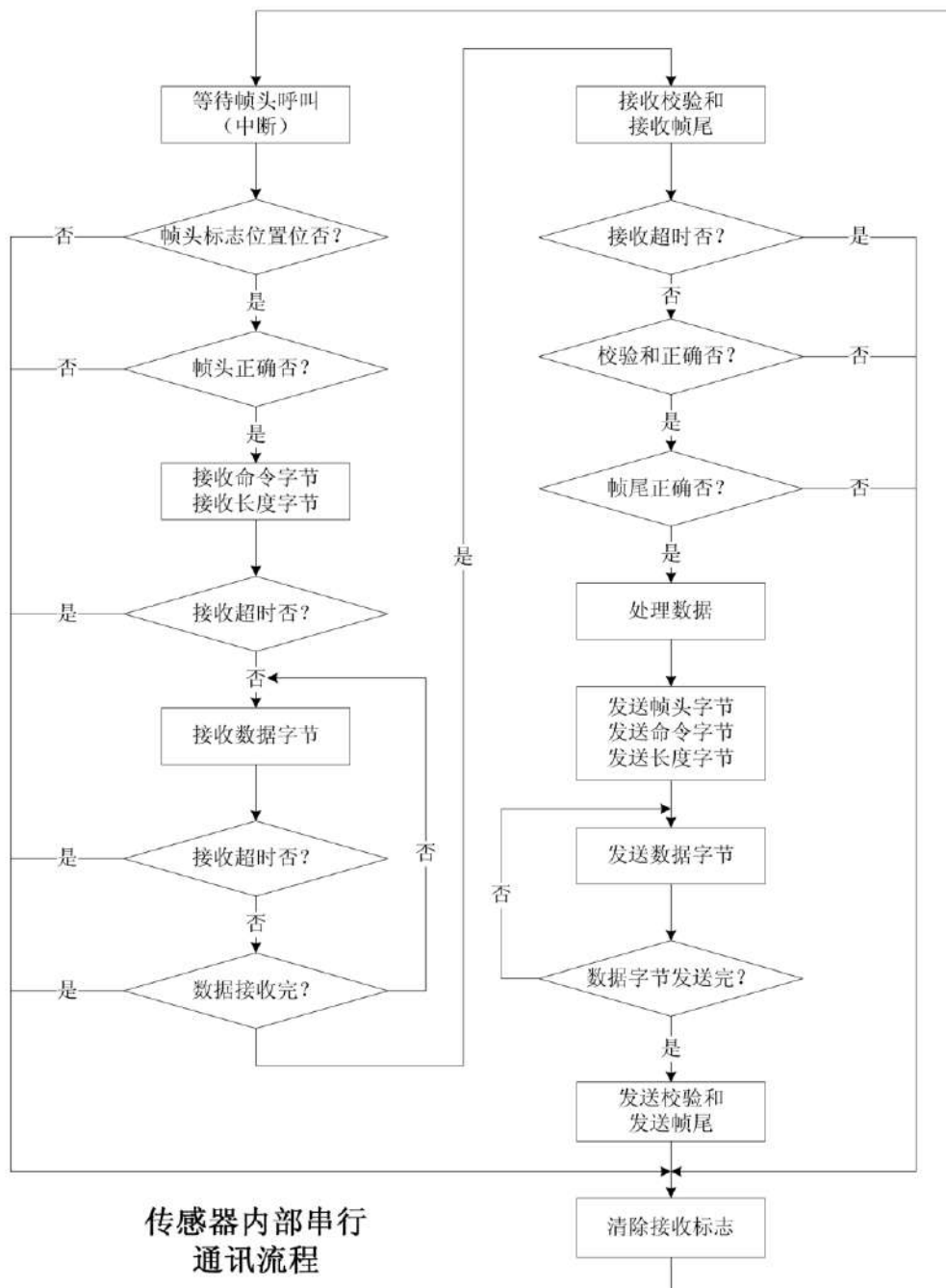


图 3.2 LMF4000传感器/流量计内部 RS-232 串行通讯流程

注：对于 RS-485 协议，RS-232 协议的帧头相当于从机地址，并且可以在 1~128 之间选择。

4、RS-485 应用注意事项

以下内容只是建议性的，用户并非必须遵守，但如果遵循这些建议，对提高产品应用的可靠性会有很大帮助。

4.1 网络安装要点

RS-485 支持多达 32 个节点（有的通过增加驱动能力或使用中继器，甚至可支持 64、128 或 256 个节点），网络拓扑一般采用终端匹配的总线型结构，不支持环形或星形网络。在构建网络时，应注意如下几点：

- （1）采用一条双绞线电缆作总线，将各个节点串接起来，从总线到每个节点的引出线长度应尽量短，以便使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低。
- （2）应注意总线特性阻抗的连续性，在阻抗不连续点就会发生信号的反射。下列几种情况易产生这种不连续性：总线的不同区段采用了不同电缆，或某一段总线上有过多收发器紧靠在一起安装，再者是过长的分支线引出到总线。

总之，应该提供一条单一、连续的信号通道作为总线。

4.2 传输线匹配

对 RS-485 总线网络一般要使用终接电阻进行匹配。但在短距离与低速率下可以不用考虑终端匹配。那么在什么情况下不用考虑匹配呢？理论上，在每个接收数据信号的中点进行采样时，只要反射信号在开始采样时衰减到足够低就可以不考虑匹配，但这在实际上难以掌握。美国 MAXIM 公司有篇文章提到一条经验性的原则可以用来判断在什么样的数据速率和电缆长度时需要进行匹配：当信号的转换时间（上升或下降时间）超过电信号沿总线单向传输所需时间的 3 倍以上时就可以不加匹配。例如，具有限斜率特性的 RS-485 接口 MAX483 输出信号的上升或下降时间最小为 250ns，典型双绞线上的信号传输速率约为 0.2m/ns（24AWG PVC 电缆），那么只要数据速率在 250kb/s 以内、电缆长度不超过 16 米，采用 MAX483 作为 RS-485 接口时就可以不加终端匹配。

一般终端匹配采用终接电阻方法，RS-485 在总线电缆的开始和末端都需并接终接电阻。终接电阻一般在 RS-485 网络中取 120Ω。相当于电缆特性阻抗的电阻，因为大多数双绞线电缆特性阻抗大约在 100~120Ω。这种匹配方法简单有效，但有一个缺点，匹配电阻要消耗较大功率，对于功耗限制比较严格的系统不太适合。

另外一种比较省电的匹配方式是 RC 匹配，利用一只电容 C 隔断直流成分可以节省大部分功率。但电容 C 的取值是个难点，需要在功耗和匹配质量间进行折衷。

还有一种采用二极管的匹配方法。这种方案虽未实现真正的“匹配”，但它利用二极管的钳位作用能迅速削弱反射信号，达到改善信号质量的目的。节能效果显著。

4.3 接地问题

电子系统接地是很重要的，但常常被忽视。接地处理不当往往会导致电子系统不能稳定工作甚至危及系统安全。RS-485 传输网络的接地同样也是很重要的，因为接地系统不合理会影响整个网络的稳定性，尤其是在工作环境比较恶劣和传输距离较远的情况下，对于接地的要求更为严格，否则接口损坏率较高。很多情况下，连接 RS-485 通信链路时只是简单地用一对双绞线将各个接口的“A”、“B”端连接起来，而忽略了信号地的连接，这种连接方法在许多场合是能正常工作的，但却埋下了很大的隐患，这有下面两个原因：

● 共模干扰问题

RS-485 接口采用差分方式传输信号，并不需要相对于某个参照点来检测信号，系统只需检测两线之间的电位差就可以了。但人们往往忽视了收发器有一定的共模电压范围，如 RS-485 收发器共模电压范围为-7~+12V，只有满足上述条件，整个网络才能正常工作。当网络线路中共模电压超出此范围时就会影响通信的稳定可靠，甚至损坏接口。

● EMI 问题

发送驱动器输出信号中的共模部分需要一个返回通路，如没有一个低阻的返回通道（信号地），就会以辐射的形式返回源端，整个总线就会像一个巨大的天线向外辐射电磁波。

由于上述原因，RS-485 尽管采用差分平衡传输方式，但对整个 RS-485 网络，必须有一条低阻的信号地。一条低阻的信号地将两个接口的工作地连接起来，使共模干扰电压 V_{GPD} 被短路。这条信号地可以是额外的一条线（非屏蔽双绞线），或者是屏蔽双绞线的屏蔽层。这是最通常的接地方法。

值得注意的是，这种做法仅对高阻型共模干扰有效，由于干扰源内阻大，短接后不会形成很大的接地环路电流，对于通信不会有很大影响。当共模干扰源内阻较低时，会在接地线上形成较大的环路电流，影响正常通信。可以采取以下三种措施：

- （1）如果干扰源内阻不是非常小，可以在接地线上加限流电阻以限制干扰电流。接地电阻的增加可能会使共模电压升高，但只要控制在适当的范围内就不会影响正常通信。
- （2）采用浮地技术，隔断接地环路。这是较常用也是十分有效的一种方法，当共模干扰内阻很小时上述方法已不能奏效，此时可以考虑将引入干扰的节点（例如处于恶劣的工作环境的现场设备）浮置起来（也就是系统的电路地与机壳或大地隔离），这样就隔断了接地环路，不会形成很大的环路电流。
- （3）采用隔离接口。有些情况下，出于安全或其它方面的考虑，电路地必须与机壳或大地相连，不能悬浮，这时可以采用隔离接口来隔断接地回路，但是仍然应该有一条地线将隔离侧的公共端与其它接口的工作地相连。