



HDLC-LCM

双网口通信模块

Rev.2025.0310



用户手册

yacer 亚册
让通信如搭积木般简单

前言

符号约定

在本文档中可能出现下列标识，代表的含义如下。

标识	说明
 警告	表示有潜在危险，如果不能避免，可能导致人员伤害。
 注意	表示有潜在风险，如果忽视可能导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或不可预知的结果。
 防静电	表示静电敏感的设备。
 当心触电	表示高压危险。
 窍门	表示能帮助您解决某个问题或节省您的时间。
 说明	表示是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

目录

前言	I
第 1 章 概述	4
1.1 简介	4
1.2 特点	4
1.3 应用	4
1.4 技术规格	5
1.5 订购选型	5
1.6 机械尺寸	6
第 2 章 硬件与物理接口	7
2.1 外观	7
2.2 LED 指示灯	7
2.3 扩展引脚定义	7
2.3.1 X1: 2x15 2.0mm 排针	7
2.3.2 X2: 2x15 2.0mm 排针	8
2.4 LED 驱动电路	9
2.5 以太网参考电路	10
第 3 章 搭建配置环境	11
3.1 获取配置管理软件 yacer-DMS	11
3.2 搭建配置环境	11
3.2.1 通过专用 DMS-UART 接口进行配置	11
3.2.2 通过以太网口进行配置	12
3.2.3 通过串口进行配置	13
3.3 软件主界面	13
3.4 统计报告	14
3.4.1 控制面板	14
3.4.2 收发指示面板	14
3.4.3 信息显示面板	14
3.5 配置设备	15
第 4 章 功能与配置	16
4.1 以太网接口配置	16
4.1.1 设备别名	16
4.1.2 IP 地址配置	16
4.1.3 默认网关	17
4.1.4 通告配置	18
4.2 串口配置	19
4.2.1 选择串口工作方式	19
4.2.2 双工方式	20
4.2.3 波特率配置	20
4.2.4 同步串口编码格式	20
4.2.5 HDLC-NRZ 参数配置	21
4.2.6 HDLC-NRZI 参数配置	24

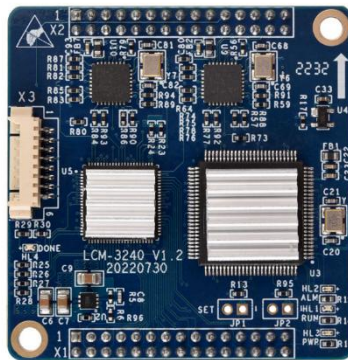
4.2.7 HDLC-DBPL 参数配置	24
4.2.8 HDLC-DiffMAN (差分曼彻斯特) 参数配置	24
4.2.9 HDLC-MAN (曼彻斯特) 参数配置	25
4.2.10 同步 Bit 流参数配置	25
4.2.11 UART 参数配置	26
4.2.12 UART-PPP 参数配置	27
4.3 UDP 转串口配置	28
4.3.1 功能描述	28
4.3.2 协议转换	28
4.3.3 转发配置	29
4.3.4 接收 UDP 组播	29
4.4 串口转 UDP 配置	30
4.4.1 功能描述	30
4.4.2 协议转换	30
4.4.3 转发配置	31
4.4.4 UDP Server 如何识别源串口	31
4.5 串口转串口配置	33
第 5 章 系统维护	34
5.1 固件版本更新	34
5.1.1 开始更新	34
5.1.2 找到固件版本	34
5.1.3 更新完成	35
5.1.4 重新加电生效	35
5.1.5 更新确认	35
5.2 复位设备	36
第 6 章 转发功能与数据格式	37
6.1 应用数据包与转换模型	37
6.2 UDP 报文格式	38
6.3 HDLC 帧格式	38
6.4 UART 数据包格式	38
6.5 UART-PPP 帧格式	39
附录 1 法律声明	40

第 1 章 概述

1.1 简介

亚册 HDLC-LCM 嵌入式通信模块,提供 4 路同异步串口、2 路 10/100M 以太网接口,实现 HDLC、UART 与以太网之间的协议转换。

46.5 x 48 mm 微小尺寸、2.0mm 插针接口。+3.3V 供电、工业级宽温,适合嵌入式应用。



1.2 特点

- 2 路 10/100M 以太网 PHY 接口
- 4 路串口, 支持同步 HDLC 协议、异步 UART 工作模式
- 编码格式支持 NRZ、NRZI、DBPL、曼彻斯特、差分曼彻斯特
- 可选 1 路 CAN 总线接口
- 开放灵活的配置管理
- +3.3V 供电、低功耗, 工业级宽温
- 46.5 x 48 mm 微小尺寸、2.0mm 插针接口

1.3 应用

- 串口转以太网
- 以太网转串口
- 同步串口、异步串口互相转换
- HDLC、UDP 协议转换
- HDLC、UART 转换
- 航空、航天数据通信
- 列车控制和管理系统 (TCMS)
- 列车机车通信网络 (TCN)
- 空管自动化系统 (ATC)、空中交通管理 (ATM)
- 嵌入式应用与开发

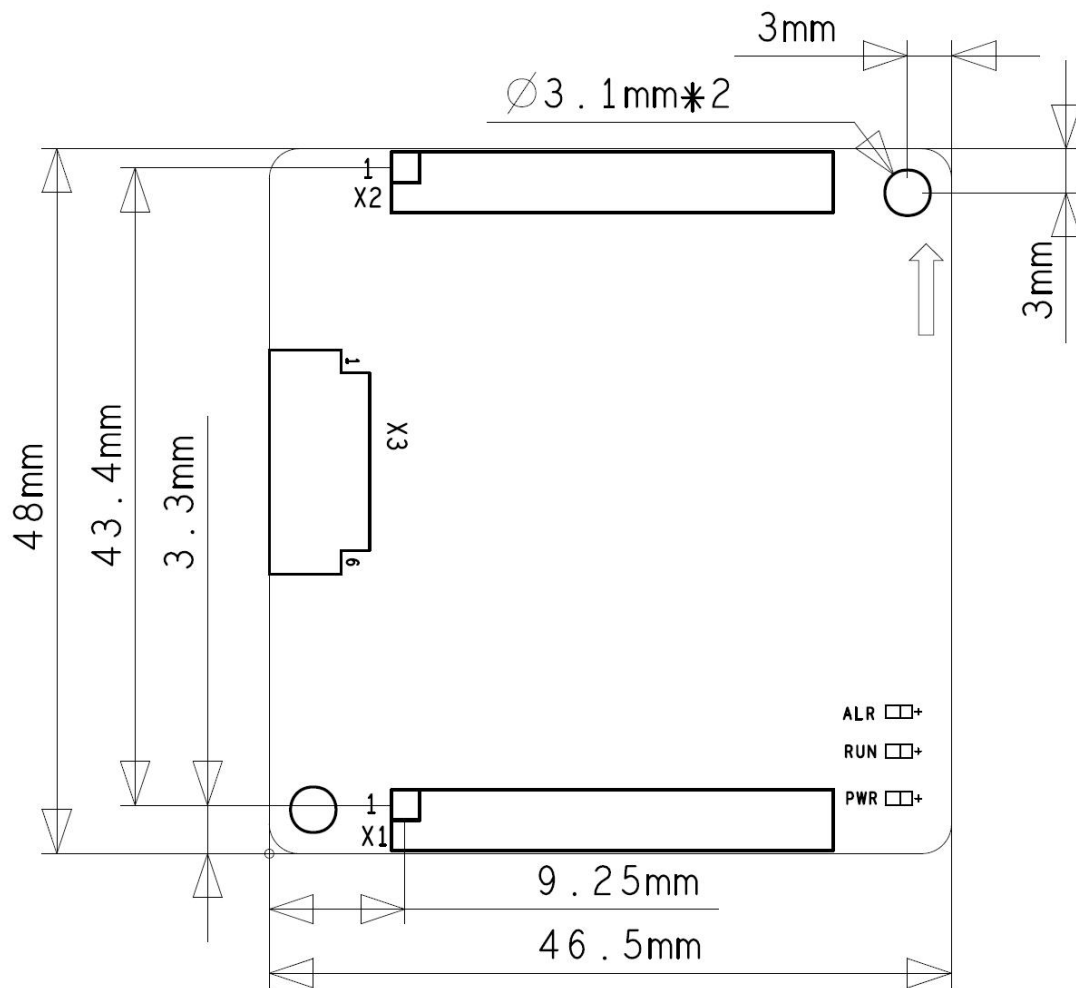
1.4 技术规格

项目	参数	详细规格
串口	数量	4
	电平标准	3.3V LVCMOS
	工作模式	同步 HDLC、异步 UART
	编码格式	NRZ、NRZI、DBPL (Differential Bi-Phase Level)、曼彻斯特 (Manchester)、差分曼彻斯特 (Differential Manchester)
	波特率	同步 NRZ ≤ 12 Mbps; 同步其他 ≤ 6 Mbps 异步 ≤ 1 Mbps
	HDLC 帧长	≤ 1470 字节
	同步时钟	常规、主时钟、从时钟 (外时钟)
以太网接口	数量	2 x 10/100M PHY
	速率	10/100 Mbps, 支持 MDI/MDIX 自适应
	网络协议	TCP/IP
	编程接口	UDP Server、UDP Client 支持单播/组播/广播
配置管理	配置接口	专用 DMS-UART 接口 (借助于亚册 DMS-UART-8P 配置线) 以太网口, 串口
	配置工具	yacer-DMS 配置管理软件
电源需求	输入电压	+3.3 VDC
	功耗	< 2 W
机械特性	连接器	2 个 30 PIN 双排插针接口 (2*15), 间距为 2.0mm
	尺寸	46.5 x 48 mm
	重量	25 g
工作环境	工作温度	-40 ~ +85°C
	存储温度	-40 ~ +85°C
	工作湿度	5 ~ 95% RH (无凝结)

1.5 订购选型

产品型号	串口				CAN	以太网
	S1	S2	S3	S4		
HDLC-LCM-200	同步	同步	异步	异步	0	2 x 10/100 PHY
HDLC-LCM-400	同步	同步	同异步	同异步	0	2 x 10/100 PHY
HDLC-LCM-200C	同步	同步	异步	异步	1	2 x 10/100 PHY
HDLC-LCM-400C	同步	同步	同异步	同异步	1	2 x 10/100 PHY

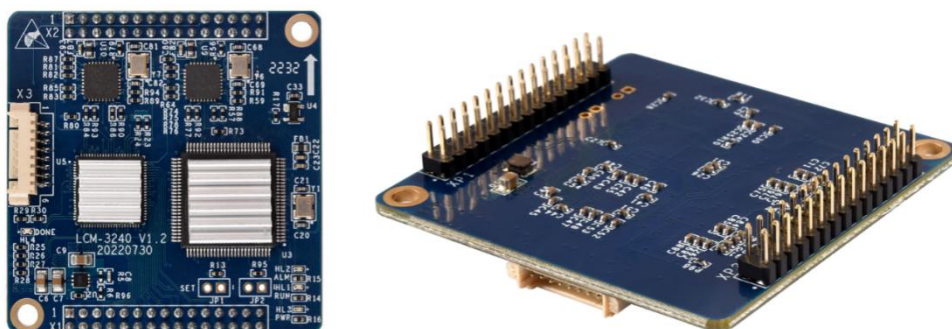
1.6 机械尺寸



第 2 章 硬件与物理接口

2.1 外观

产品正反面视图如下：



2.2 LED 指示灯

名称	描述
RUN	运行指示灯，正常运行时绿灯闪烁
ALM	告警指示灯，设备启动未就绪或故障时灯亮，正常运行时长灭
PWR	电源指示灯，上电后长亮

2.3 扩展引脚定义

2.3.1 X1：2x15 2.0mm 排针

PIN	信号	方向	描述
1	GND		地
2	GND		地
3	S1_TXD	O	串口 S1 数据发送
4	S1_RXD	I	串口 S1 数据接收
5	S1_TXC	O	串口 S1 发送时钟
6	S1_RXC	I	串口 S1 接收时钟
7	S1_TX_EN	O	串口 S1 发送使能控制，使能电平为高
8	S1_LED	O	串口 S1 收发指示，驱动 LED 负极
9	S2_TXD	O	串口 S2 数据发送

PIN	信号	方向	描述
10	S2_RXD	I	串口 S2 数据接收
11	S2_TXC	O	串口 S2 发送时钟
12	S2_RXC	I	串口 S2 接收时钟
13	S2_TX_EN	O	串口 S2 发送使能控制，使能电平为高
14	S2_LED	O	串口 S2 收发指示，驱动 LED 负极
15	GND		地
16	GND		地
17	S3_TXD	O	串口 S3 数据发送
18	S3_RXD	I	串口 S3 数据接收
19	S3_TXC	O	串口 S3 发送时钟
20	S3_RXC	I	串口 S3 接收时钟
21	S3_TX_EN	O	串口 S3 发送使能控制，使能电平为高
22	S3_LED	O	串口 S4 收发指示，驱动 LED 负极
23	S4_TXD	O	串口 S4 数据发送
24	S4_RXD	I	串口 S4 数据接收
25	S4_TXC	O	串口 S4 发送时钟
26	S4_RXC	I	串口 S4 接收时钟
27	S4_TX_EN	O	串口 S4 发送使能控制，使能电平为高
28	S4_LED	O	串口 S4 收发指示，驱动 LED 负极
29	GND		地
30	GND		地

2.3.2 X2: 2x15 2.0mm 排针

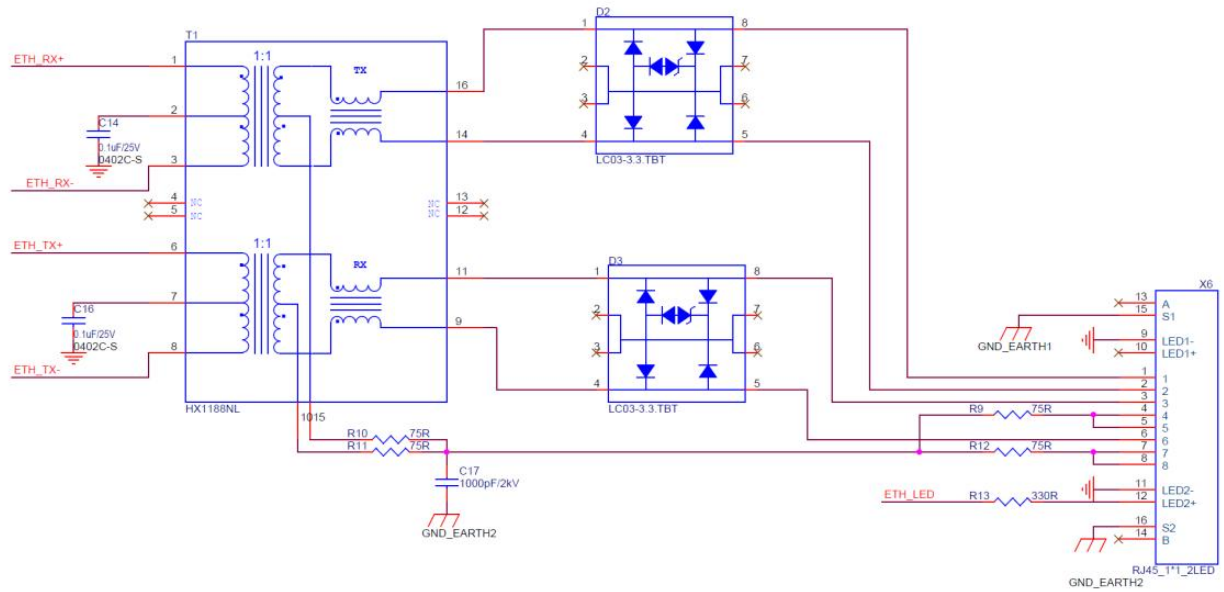
PIN	信号	方向	描述
1	GND		地
2	GND		地
3	VCC3V3	I	电源输入，+3.3 VDC
4	VCC3V3	I	电源输入，+3.3 VDC
5	NC		用户必须悬空
6	NC		用户必须悬空
7	RESET_IN	I	模块复位输入，低电平有效； 模块有 POR 功能，管脚可悬空处理
8	NC		用户必须悬空
9	NC		用户必须悬空

PIN	信号	方向	描述
10	NC		用户必须悬空
11	LED_RUN	O	系统运行指示, 驱动 LED 负极
12	LED_ALARM	O	系统告警指示, 驱动 LED 负极
13	CAN_TX	O	CAN 接口数据发送
14	CAN_RX	I	CAN 接口数据接收
15	GND		地
16	GND		地
17	ETH1_TX+		以太网 PHY 接口 1 的 Tx+, 需外接网络变压器
18	ETH1_TX-		以太网 PHY 接口 1 的 Tx-, 需外接网络变压器
19	ETH1_RX+		以太网 PHY 接口 1 的 Rx+, 需外接网络变压器
20	ETH1_RX-		以太网 PHY 接口 1 的 Rx-, 需外接网络变压器
21	LED_ETH1		以太网 1 的 Link/Act 指示, 驱动 LED 正极
22	NC		用户必须悬空
23	ETH2_TX+		以太网 PHY 接口 2 的 Tx+, 需外接网络变压器
24	ETH2_TX-		以太网 PHY 接口 2 的 Tx-, 需外接网络变压器
25	ETH2_RX+		以太网 PHY 接口 2 的 Rx+, 需外接网络变压器
26	ETH2_RX-		以太网 PHY 接口 2 的 Rx-, 需外接网络变压器
27	LED_ETH2		以太网 2 的 Link/Act 指示, 驱动 LED 正极
28	NC		用户必须悬空
29	GND		地
30	GND		地

2.4 LED 驱动电路



2.5 以太网参考电路



第 3 章 搭建配置环境

3.1 获取配置管理软件 yacer-DMS

用户可通过以下方式获取配置管理软件的压缩包 yacer-DMS.zip:

- HDLC-LCM 随机 U 盘的“软件工具”目录;
- 亚册官网 <http://www.yacer.cn> 的“软件”频道。

yacer-DMS 为免安装应用软件, 对 yacer-DMS.zip 进行解压缩, 进入工作目录双击 yacer-DMS.exe 即可运行。

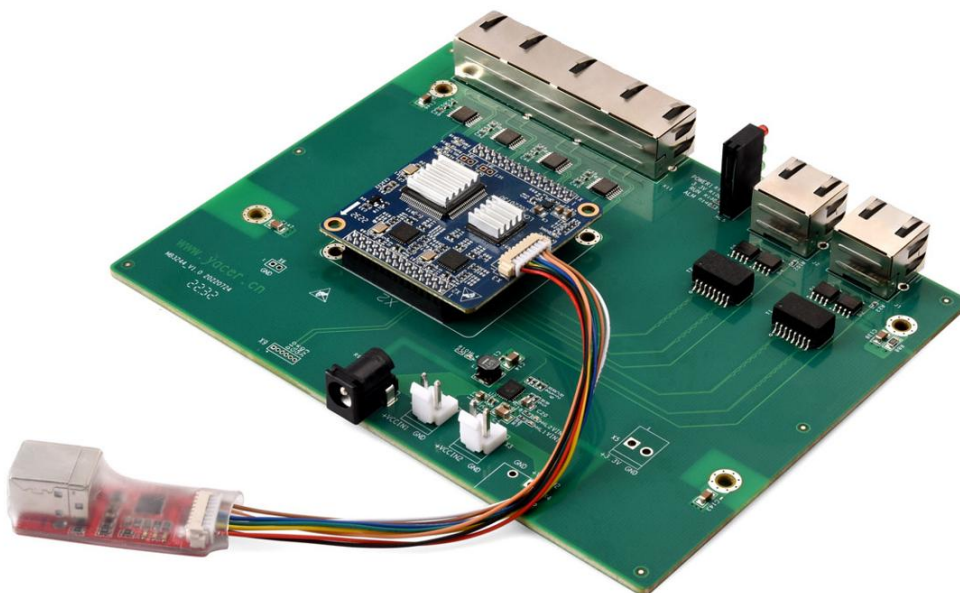
3.2 搭建配置环境

HDLC-LCM 提供多种配置管理方式, 以满足不同的应用场景。

对 HDLC-LCM 进行配置后, 配置参数保存在 HDLC-LCM 板上的 FLASH 中, 以后每次 HDLC-LCM 上电或重启, 都会自动加载该配置参数进行工作。

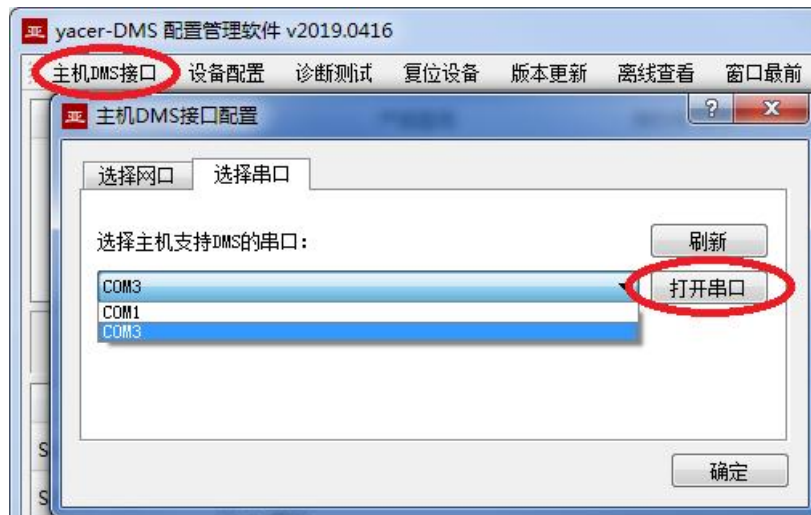
3.2.1 通过专用 DMS-UART 接口进行配置

用 DMS-UART-8P 配置线连接 HDLC-LCM 的 DMS-UART 专用接口 (X3) 与计算机的 USB 接口。

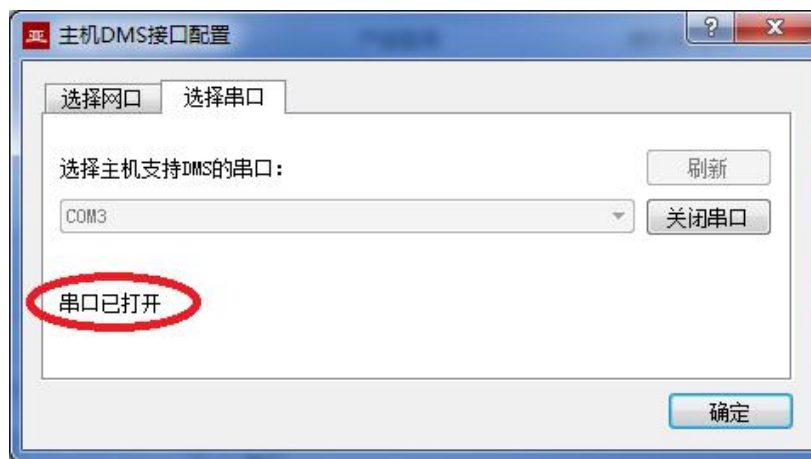


当 DMS-UART-8P 配置线接入管理计算机 USB 接口, 计算机会增加一个 USB 仿真串口。

点击 yacer-DMS 工具条上的“主机 DMS 接口”按钮, 弹出主机 DMS 接口配置对话框。进入“选择串口”页面, 从下拉列表中选择 USB 仿真串口或其他参与配置的串口, 点击“打开串口”。



如果成功打开串口，则状态如下：



3.2.2 通过以太网口进行配置

用户可以通过以太网连接 HDLC-LCM 和管理计算机，在计算机上运行 yacer-DMS 配置管理软件对 HDLC-LCM 进行配置管理。

考虑到网络安全，用户可以通过 yacer-DMS 关闭以太网口对 DMS 的支持。



3.2.3 通过串口进行配置

用户可以选择串口 S3 或 S4 支持 DMS，实现串口对 HDLC-LCM 进行配置。

配置: HDLC-LCM-400/192.168.2.200 S/N 8Y22C01680

以太网接口 串口配置 UDP接收 串口接收 串口转串口

	S1	S2	S3	S4
工作模式	HDLC-NRZ	HDLC-NRZ	UART-PPP	HDLC-NRZ
双工方式	全双工	全双工	全双工	全双工
波特率 (bps)	9600	9600	115200	9600
高级选项 (双击修改)	时钟: 常规 发送: 时钟下降沿 接收: 时钟上升沿 CRC: CRC-16 HDLC 接收FCS: 丢弃 空闲标志: 0xFF	时钟: 常规 发送: 时钟下降沿 接收: 时钟上升沿 CRC: CRC-16 HDLC 接收FCS: 丢弃 空闲标志: 0xFF	数据位: 8 校验位: 无 停止位: 1 CRC: Enable	时钟: 常规 发送: 时钟下降沿 接收: 时钟上升沿 CRC: CRC-16 HDLC 接收FCS: 丢弃 空闲标志: 0xFF

串口发送缓冲区数量: 16

导入 导出 获取默认配置 应用配置并重启设备

DMS接口扩展: S3

3.3 软件主界面

下图为配置管理软件的主界面，该界面可以分为三个部分：

- 工具条：功能操作按钮；
- 设备列表：显示在线设备基本信息及运行状态；
- 统计报告：显示接口的收发指示、设备详细信息、以及数据收发统计。

yacer-DMS 配置管理软件 v2022.0821

主机DMS接口 设备配置 诊断测试 复位设备 版本更新 离线查看 窗口最前 帮助 Ping English 工具条

	状态	产品型号	序列号 S/N	IP地址	设备别名
1	正常	HDLC-LCM-400	8Y22C01688	192.168.2.200	

设备列表

HDLC-LCM-400 统计报告 清零

	发	收
S1	○	○
S2	○	○
S3	○	○
S4	○	○

统计报告

HDLC-LCM-400 设备信息

运行时间: 19m 31s

设备 S/N: 8Y22C01688 IP 地址: 192.168.2.200

硬件版本: 1.2 FPGA版本: 2022.0821 固件版本: 2022.0822.3240

串口

S1: 时钟 = 9.6 KHz, 发 = 0, 收 = 0

S2: 时钟 = 9.6 KHz, 发 = 0, 收 = 0

S3: 时钟 = 9.6 KHz, 发 = 0, 收 = 0

S4: 时钟 = 9.6 KHz, 发 = 0, 收 = 0

UDP发送

UDP接收

DMS服务

3.4 统计报告

统计报告由三个面板组成：控制面板、收发指示面板、信息显示面板。

3.4.1 控制面板

HDLC-LCM-400 统计报告	
清零	
控制部件	描述
清零	统计报告清零

3.4.2 收发指示面板

- 发：接口每发一帧数据，对应发指示灯闪烁一次。
- 收：接口每收一帧数据，对应收指示灯闪烁一次。

	发	收
S1	☐	☐
S2	☐	☐
S3	☐	☐
S4	☐	☐

3.4.3 信息显示面板

显示以下内容：

- 设备信息：运行时间、序列号、IP 地址、版本号。
- 串口：所有串口的工作时钟频率、以及数据收发统计。
- UDP 发送：对每个使能的串口转 UDP 条目，显示相关的 UDP 发送包数。
- UDP 接收：对每个使能的 UDP 转串口条目，显示相关的 UDP 接收包数。
- DMS 服务：显示设备与管理计算机之间的配置管理消息收发统计。

3.5 配置设备

点击工具条上的“设备配置”按钮，或双击设备列表中的选中设备，yacer-DMS 弹出配置对话框。对话框按照接口和功能，把配置项分为多个配置页面。

配置: HDLC-LCM-400/192.168.2.200 S/N 8Y22C01223

以太网接口 | 串口配置 | UDP接收 | 串口接收 | 串口转串口

设备别名:

☒ 以太网HUB使能

	IP 地址	子网掩码	默认网关
ETH1	192.168.2.200	255.255.255.0	0.0.0.0

通告设置

目的IP地址:

目的UDP端口:

通告周期: 秒 (1 - 255, 0表示无通告)

导入 | 导出 | 获取默认配置 | 应用配置并重启设备 | 取消

在对话框最下端包括以下操作按钮：

控制部件	功能
导入	打开配置文件，读取配置参数刷新配置对话框
导出	将配置对话框中配置参数导出到文件中进行保存
获取默认配置	用设备出厂的默认配置刷新对话框内容
应用配置并重启设备	将对话框中的配置参数写入设备，并重启设备使配置生效
取消	取消当前配置操作

第 4 章 功能与配置

4.1 以太网接口配置

4.1.1 设备别名

允许用户为 HDLC-LCM 设置别名，从而为设备增加描述或助记标识。

以太网接口

串口配置

UDP接收

串口接收

串口转串口

设备别名：

4.1.2 IP 地址配置

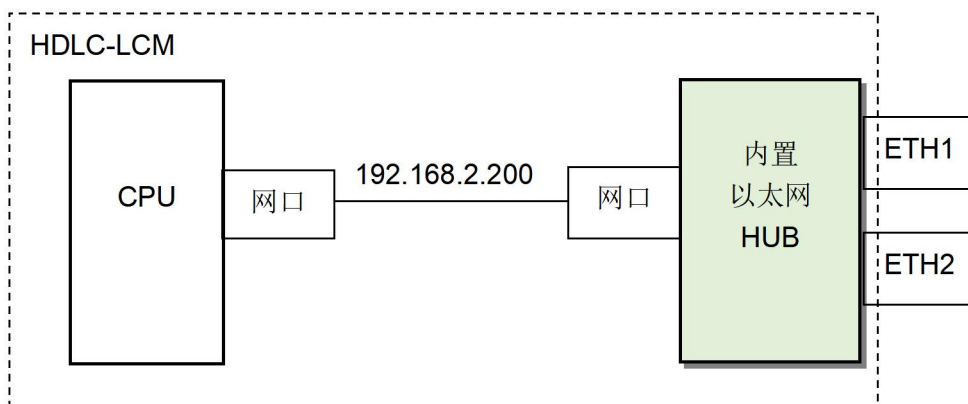
4.1.2.1 以太网 HUB 使能

默认情况下，勾选复选框 ☒ 以太网HUB使能，使能内置以太网 HUB 功能。

☒ 以太网HUB使能

	IP 地址	子网掩码	默认网关
ETH1	192.168.2.200	255.255.255.0	0.0.0.0

使能以太网 HUB 功能后，HDLC-LCM 对外只拥有一个 IP 地址，网络功能示意如下：



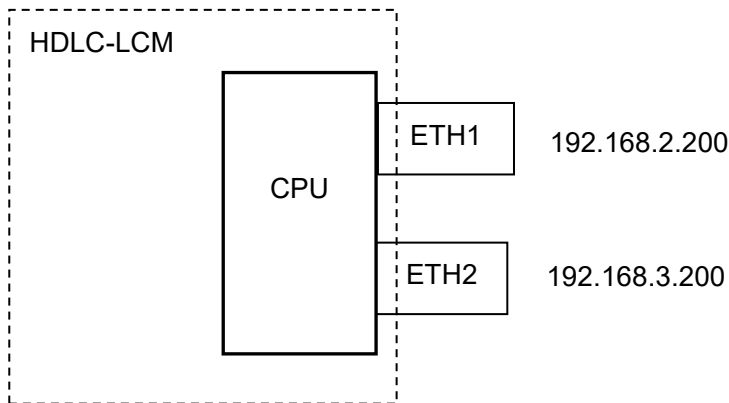
4.1.2.2 双 IP 配置

当取消勾选 ☒ 以太网HUB使能 复选框时，ETH1、ETH2 具有独立的 IP 地址，配置时必须确保它们不在同一网段。

☐ 以太网HUB使能

	IP 地址	子网掩码	默认网关
ETH1	192.168.2.200	255.255.255.0	0.0.0.0
ETH2	192.168.3.200	255.255.255.0	0.0.0.0

双 IP 的功能示意如下，HDLC-LCM 相当于一台配有 2 块网卡的计算机。

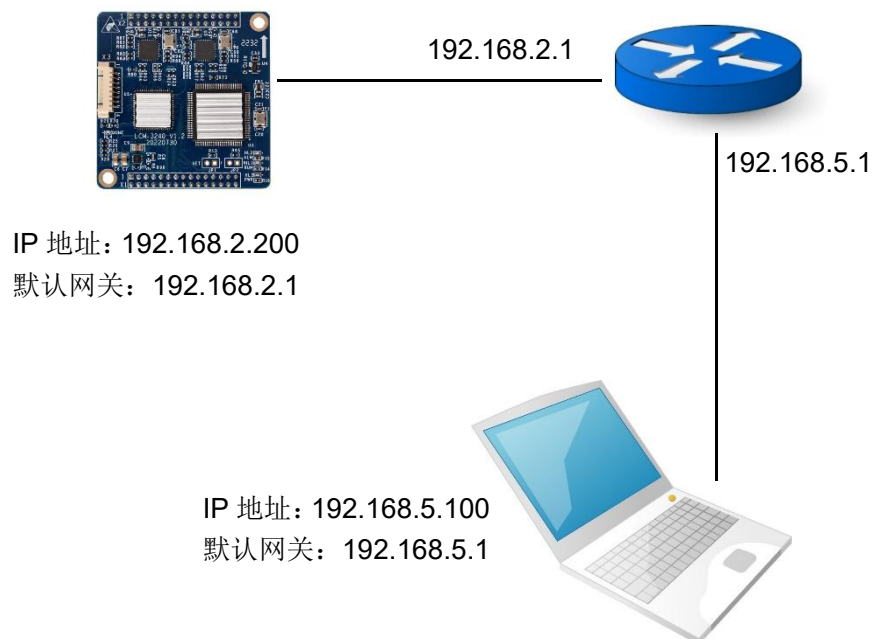


4.1.3 默认网关

缺省情况下，默认网关为 0.0.0.0，表示无网关配置。

如果 HDLC-LCM 需要与其他网段的主机通信，必须借助于外部路由器。此时 HDLC-LCM 的 IP 地址，必须和相连路由器端口的 IP 地址在同一网段，同时把该路由器 IP 地址设置为默认网关。

如下图所示，HDLC-LCM 的 IP 地址为 192.168.2.200，远端计算机的 IP 地址为 192.168.5.100，由于不属于同一网段，二者必须借助于路由器才能够相互通信。HDLC-LCM、计算机都需要把相连路由器端口的 IP 地址，设置为本设备的默认网关。



4.1.4 通告配置

HDLC-LCM 能够主动发送通告数据，向管理计算机提供转换器运行信息、数据通信收发统计报告。

通告设置

目的IP地址:	192.168.2.80
目的UDP端口:	1000
通告周期:	1 秒 (1 - 255, 0表示无通告)

通告设置包括如下参数：

参数	描述
目的 IP 地址	通告消息发送目的 IP，可以为单播或组播地址
目的 UDP 端口	通告采用 UDP 报文发送，目的 UDP 端口号可设
设备信息通告周期	设备运行信息通告的发送周期，1~255 秒

4.2 串口配置

4.2.1 选择串口工作方式

串口 S1、S2 为同异步串口，支持同步、异步工作模式。

其他串口为同步串口，仅支持同步工作模式。

工作模式	描述	支持串口
同步	HDLC-NRZ	所有串口
	HDLC-NRZI	所有串口
	HDLC-DBPL	所有串口
	HDLC-MAN	所有串口
	HDLC-DiffMAN	所有串口
	同步 Bit 流	S1、S2
异步	UART	S3、S4
	UART-PPP	S3、S4

用户可以通过“工作模式”下拉列表选择所需工作模式。由于每种工作模式的参数配置不同，确定工作模式后，“高级选项”单元格的内容自动根据工作模式进行调整。

如果需要进一步配置所选工作模式的更多工作参数，鼠标双击“高级选项”所在单元格，即可弹出参数配置对话框。

以太网接口	串口配置	UDP接收	串口接收	串口转串口
	S1	S2	S3	S4
工作模式	HDLC-NRZ	HDLC-NRZ	UART	UART-PPP
双工方式	全双工	HDLC-NRZ HDLC-NRZI HDLC-DBPL HDLC-MAN HDLC-DiffMAN 同步Bit流	全双工	半双工
波特率 (bps)	9600		9600	9600
高级选项 (双击修改)	时钟: 常规 发送: 时钟下降沿 接收: 时钟上升沿 CRC: CRC-16 HDLC 接收FCS: 丢弃 空闲标志: 0xFF 前导标志: 0xFF 前导个数: 0 帧头长度: 0	发送: 时钟下降沿 接收: 时钟上升沿 CRC: CRC-16 HDLC 接收FCS: 丢弃 空闲标志: 0xFF 前导标志: 0xFF 前导个数: 0 帧头长度: 0	数据位: 8 校验位: 无 停止位: 1 分包长度: 128字节 分包间隔: 10ms	数据位: 8 校验位: 无 停止位: 1 CRC: Enable 接收FCS: 丢弃

4.2.2 双工方式

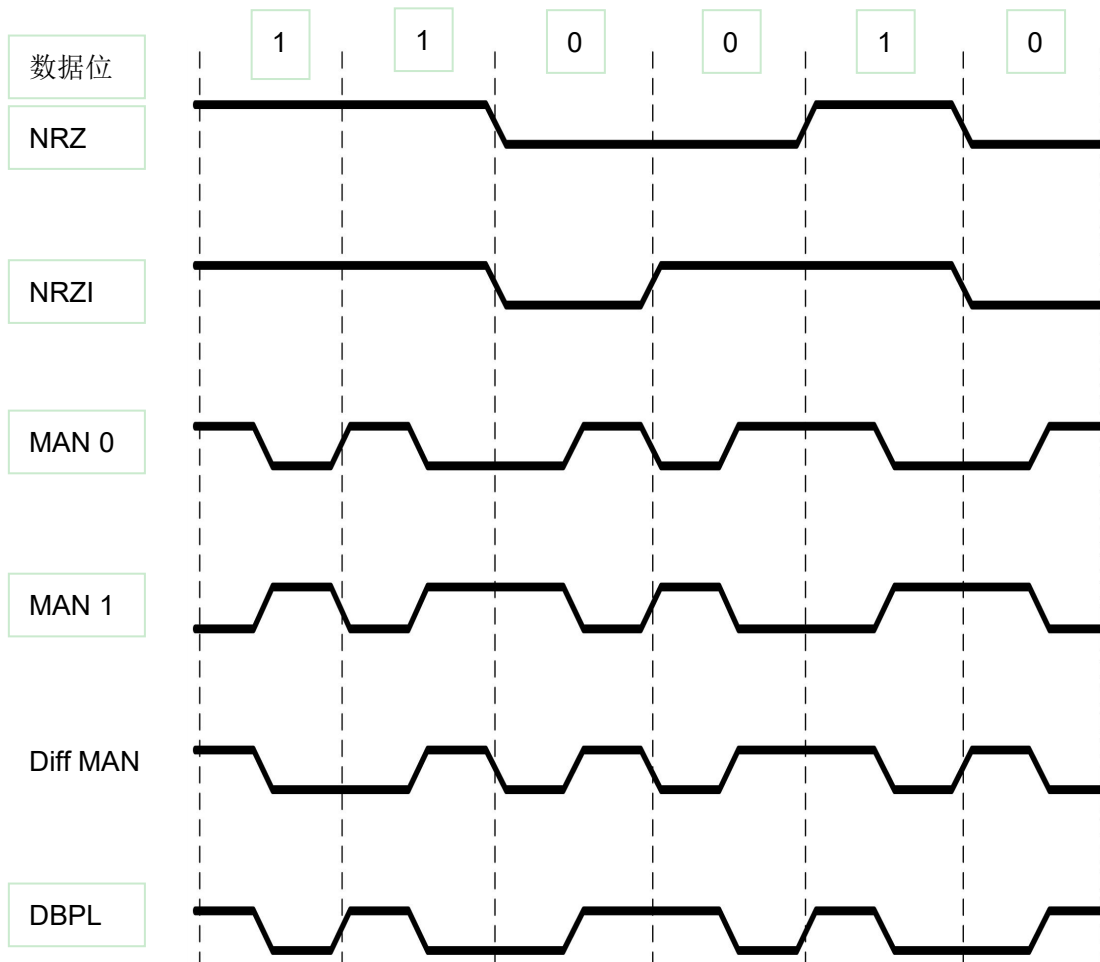
根据需要可选择全双工或半双工模式。

4.2.3 波特率配置

“波特率”配置了串口的通信速率,对于 HDLC-NRZI、HDLC-DBPL、HDLC-MAN、HDLC-DiffMAN 等同步工作模式,以及所有的异步工作模式来说,通信双方的波特率必须相同才能够保证数据的正确传输。

4.2.4 同步串口编码格式

HDLC-NRZ、HDLC-NRZI、HDLC-DBPL、HDLC-MAN、HDLC-DiffMAN 等同步工作方式,链路层采用 HDLC 协议,编码格式区别如下图所示:



4.2.5 HDLC-NRZ 参数配置

HDLC-NRZ 是常用的同步工作编码格式，多用于空管、航管领域的二次雷达、ADS-B 数据通信。

4.2.5.1 时钟模式

同步串口的时钟模式包括三种，常规、从时钟、主时钟。

时钟模式	发射时钟	接收时钟
常规	本设备产生，Tx _C 输出	对端设备产生，取自 Rx _C
从时钟（外时钟）	对端设备产生，取自 Rx _C Tx _C 输出自动与 Rx _C 同步	对端设备产生，取自 Rx _C
主时钟	本设备产生，Tx _C 输出	本设备产生，忽略 Rx _C 时钟

从时钟模式也称为外时钟工作模式。当对端为传输设备时，HDLC-LCM 常配置为从时钟模式，用传输设备提供的时钟发送数据，确保数据在全网的传输基于同一个时钟，避免了时钟不同源造成的丢包隐患。

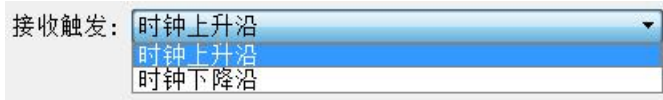
4.2.5.2 发送触发

发送触发定义了新数据 bit 的产生时刻：

- 时钟下降沿：在时钟的下降沿，产生新的数据位；
- 时钟上升沿：在时钟的上升沿，产生新的数据位。

遵循 HDLC 协议规范的通信，应该选择时钟下降沿触发新数据发送。也有一些特殊的应用场合，用户采用非标准的通信方式，采用上升沿触发新数据发送。

4.2.5.3 接收触发



接收触发定义了串口接收数据的采样时刻：

- 时钟上升沿：在 RxC 信号的上升沿，读取 RxD 线上的数据；
- 时钟下降沿：在 RxC 信号的下降沿，读取 RxD 线上的数据。

遵循 HDLC 协议规范的通信，因为采用下降沿触发新数据，考虑到新数据的稳定时间，为了保证数据的正确读取，接收触发必须配置为时钟上升沿。

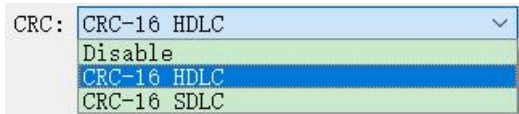
接收触发配置要根据对端设备的发送触发确定：

对端发送触发	本端接收触发
时钟下降沿	时钟上升沿
时钟上升沿	时钟下降沿

4.2.5.4 CRC

为了校验数据通信的正确性，应该使能 CRC 功能。

默认情况下，HDLC 通信应该选择 CRC-16-HDLC 校验方式。



CRC	描述
Disable	CRC 不使能： ● 数据发送无 CRC 计算，HDLC 帧无 FCS 字段 ● 数据接收不进行 CRC 校验
CRC-16 HDLC	采用 16 位 ISO HDLC CRC 校验方式
CRC-16 SDLC	采用 16 位 IBM SDLC CRC 校验方式

4.2.5.5 转发接收帧的 FCS 字段



该配置仅在 CRC 使能时生效。

HDLC 帧结构如下表所示，其中 FCS 为帧校验序列字段。

开始标志 Opening Flag	地址字段 Address Field	控制字段 Control Field	信息字段 Information Field	帧校验序列 FCS Field	结束标志 Closing Flag
0x7E	1 字节	1 字节	可变长	CRC 2 字节	0x7E
0x7E	用户数据			CRC 2 字节	0x7E

默认情况下，该选项不勾选，HDLC-LCM 在接收 HDLC 帧校验通过后，抛弃数据末尾 2 个字节的 FCS 字段，仅转发用户数据。

如果该选项勾选，则转发用户数据+FCS 字段。

4.2.5.6 空闲标志

定义 HDLC 帧间填充内容，默认应该选择 0xFF。

空闲标志:

4.2.5.7 前导标志与前导个数

半双工应用，常常在帧头增加 2~5 个 0x7E 前导用于接收方同步准备。

全双工应用，不需要前导，把前导个数设置为 0。

前导标志:
 前导个数:
 0
 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

4.2.5.8 帧头长度与帧头内容

帧头长度: 字节
 0
 1
 2
 3
 4

帧头内容: (十六进制)

以上图为例，帧头长度定义为 2，帧头内容定义为十六进制的 FF 03：

- 在 HDLC 发送时，在用户数据前增加 FF 03，同用户数据一起组成 HDLC 帧数据；
- 在 HDLC 接收时，HDLC-LCM 把 HDLC 帧数据的前 2 个字节作为帧头抛弃，仅转发后续数据给用户。

开始标志 Opening Flag	帧头	用户数据	帧校验序列 FCS Field	结束标志 Closing Flag
0x7E	0xFF 0x03	可变长	CRC 2 字节	0x7E

4.2.6 HDLC-NRZI 参数配置

与 NRZ 编码格式不同，NRZI 编码格式的数据中包含时钟信息，只需要通信双方的波特率相同，不再需要时钟模式、发送触发、接收触发等参数。

HDLC-NRZI 的配置参数见下图，参数作用及配置方式同 HDLC-NRZ 工作模式。

4.2.7 HDLC-DBPL 参数配置

HDLC-DBPL 采用 Differential Bi-Phase Level 编码格式，其参数含义同 HDLC-NRZI：

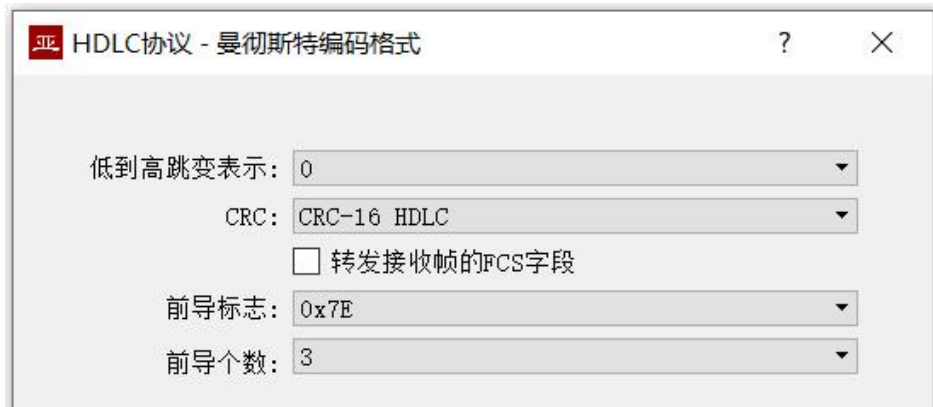
需要注意的是，很多声称 DBPL 的编码实现其实与差分曼彻斯特一致，因此用户需要仔细参考 4.2.4 章节中编码格式的定义，选择正确的工作模式。

4.2.8 HDLC-DiffMAN（差分曼彻斯特）参数配置

差分曼彻斯特工作模式高级选项对话框如下图所示，其参数含义同 HDLC-NRZI：

4.2.9 HDLC-MAN（曼彻斯特）参数配置

HDLC-MAN 工作模式高级选项对话框如下图所示：



曼彻斯特编码格式除了与 NRZI 相同的配置参数外，还有数据线波形低到高的跳变含义的参数：

- 0：低到高跳变表示逻辑 0；
- 1：低到高跳变表示逻辑 1。



4.2.10 同步 Bit 流参数配置

每个时钟周期的上升沿或下降沿，在数据线上采样 1bit 数据，每 8bit 组成一个字节，收满一个分包长度的字节后，组成一个 UDP 报文发往目的 IP。



时钟模式、发送触发、接收触发、空闲标志等配置可参考 HDLC-NRZ 参数配置。

线上的 bit 流，在计算机或系统的内存中以字节的形式存放。收发顺序确定了字节和 bit 转换的方式。

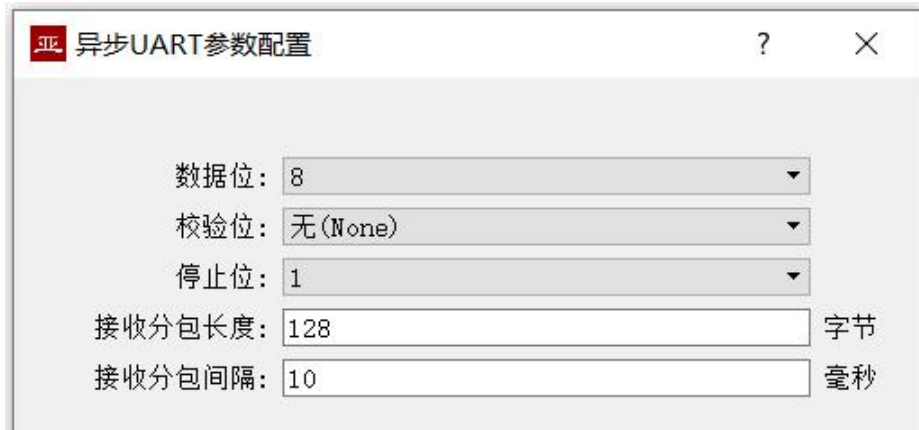


收发顺序	发送操作	接收操作
MSB 优先	字节高位先发	先收到的数据置于字节高位
LSB 优先	字节低位先发	先收到的数据置于字节低位

4.2.11 UART 参数配置

UART 是一种字符流的通信方式，数据位、校验位、停止位定义了异步串口的基本工作参数，该参数必须和对端设备配置完全相同。

一般来说数据位定义为 8 位，即 1 个字节，这样 UART 相当于字节流的通信。



异步UART参数配置

数据位:	8	
校验位:	无 (None)	
停止位:	1	
接收分包长度:	128	字节
接收分包间隔:	10	毫秒

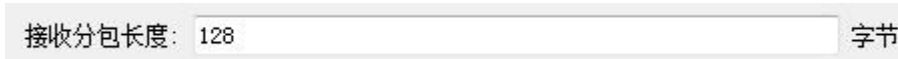
当把 UART 的字节流转换为 UDP 报文或 HDLC 帧时，如果每个字节都转换为一个 UDP 报文进行传输，开销太大、效率太低。

为了提高效率，HDLC-LCM 将收到的字节流进行缓冲，然后把缓冲下来的若干字节组成一个 UDP 报文发出，这个过程成为分包。

分包由两个参数进行控制，称为分包长度、分包间隔。

4.2.11.1 接收分包长度

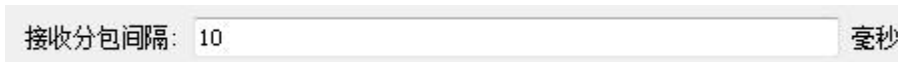
举例来说，如果分包长度设置为 128 字节，那么当 UART 收满 128 字节后，组成一个数据包进行转发。



接收分包长度: 128 字节

4.2.11.2 接收分包间隔

如上例设置了分包间隔为 10ms，如果 UART 超过 10ms 未收到新的数据，则不论是否收满 128 字节，都会把缓冲区的数据组成一个数据包进行转发。



接收分包间隔: 10 毫秒

4.2.12 UART-PPP 参数配置

由于 UART 收发的是无头无尾的字符流，为了与 UDP 报文或 HDLC 帧进行一对一转换，在其头尾增加 0x7E 作为开始和结束标志，并插入帧校验序列，构建一个 UART-PPP 帧。

UART-PPP 帧格式就是把数据包前后增加 0x7E 作为起止标记，帧结构如下：

开始标志	信息字段	帧校验字段	结束标志
0x7E	2-1470 字节数据	2 字节 CRC 校验	0x7E

由于信息字段、帧校验字段有可能出现 0x7E，因此在传输前对信息字段、帧校验字段进行字符转义，转义规则如下：

- 0x7E：转义为 0x7D 0x5E 两个字符；
- 0x7D：转义为 0x7D 0x5D 两个字符；
- 其他字符：不转义。

数据发送转义操作如下：

原始数据	实际发送数据
0x7E	0x7D 0x5E
0x7D	0x7D 0x5D
其他	无变化

数据接收转义操作如下：

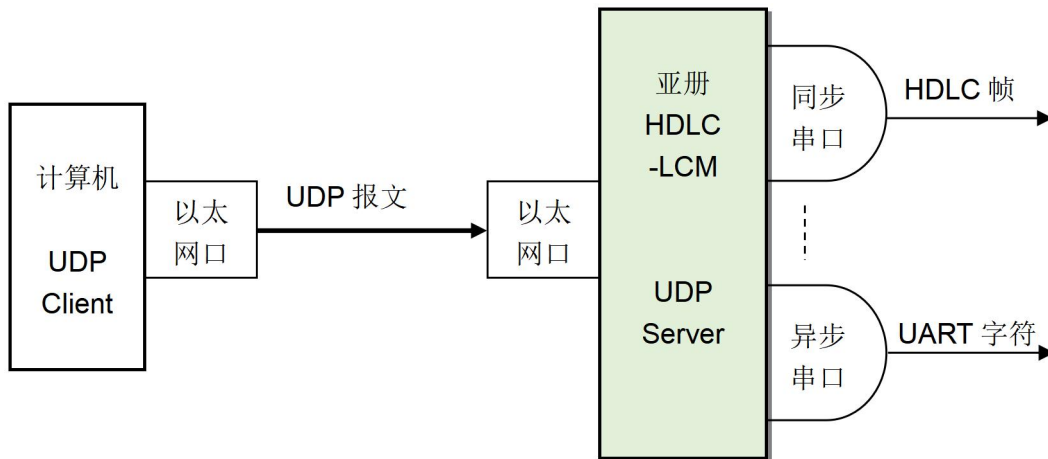
原始数据	实际发送数据
0x7D 0x5E	0x7E
0x7D 0x5D	0x7D
其他	无变化

4.3 UDP 转串口配置

4.3.1 功能描述

借助 HDLC-LCM，计算机或服务器能够实现同步 HDLC、异步 UART 发送功能。

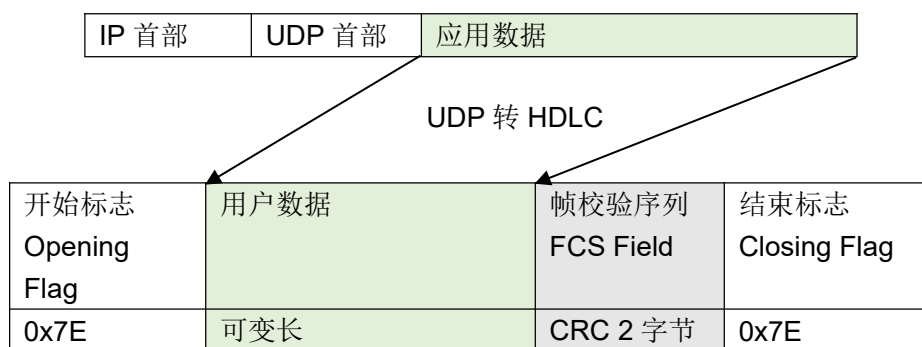
典型的应用如下图所示。计算机作为 UDP Client 通过以太网接口发送 UDP 报文，HDLC-LCM 把收到的 UDP 报文进行处理，根据配置转换为 HDLC 帧或 UART 数据，然后从串口发送出去。



4.3.2 协议转换

最典型的 UDP 转 HDLC 应用如下图所示，HDLC-LCM 把 UDP 的应用数据装入 HDLC 帧的用户数据区，然后计算 CRC 并填充 FCS 字段，形成一个完整的 HDLC 帧进行发送。

为了减轻计算机的计算负荷、降低用户编程的复杂性，一般情况下，UDP 报文中不包含 HDLC 的 FCS 字段，该字段由 HDLC-LCM 计算填充。



4.3.3 转发配置

对 UDP 转串口进行设置，每一行表示一个 UDP 端口到串口的转发条目，选择“enable”生效。可以实现三种转发策略：

- 转发：指定的 UDP 端口接收的数据可以转发到指定的串口；
- 分路：从同一个 UDP 端口接收的数据可以同时转发到多个串口；
- 汇聚：多个不同的 UDP 端口接收的数据可以转发到同一个串口。

以太网接口		串口配置		UDP接收		串口接收		串口转串口	
本端接收UDP端口	转发至	串口输出							
1 8001	enable	串口-S1							
2 8002	enable	串口-S2							
3 8003	enable	串口-S3							
4 8004	enable	串口-S1							
5 0	disable	串口-S1							
6 0	disable	串口-S2							
7 0	disable	串口-S3							
8 0	disable	串口-S4							
9 0	disable	串口-S1							
10 0	disable	串口-S1							

组播接收地址
组 1 0.0.0.0
组 2 0.0.0.0
组 3 0.0.0.0
组 4 0.0.0.0
组 5 0.0.0.0
组 6 0.0.0.0
组 7 0.0.0.0
组 8 0.0.0.0

(224.0.0.0 - 239.255.255.255)

☐ 报告串口发送缓冲区使用数量

下面的配置实现了从一个 UDP 端口收到的数据，同时分发到 4 个串口输出的应用：

以太网接口		串口配置		UDP接收		串口接收		串口转串口	
本端接收UDP端口	转发至	串口输出							
1 8000	enable	串口-S1							
2 8000	enable	串口-S2							
3 8000	enable	串口-S3							
4 8000	enable	串口-S4							
5 0	disable	串口-S1							

组播接收地址
组 1 0.0.0.0
组 2 0.0.0.0
组 3 0.0.0.0
组 4 0.0.0.0
组 5 0.0.0.0
组 6 0.0.0.0

4.3.4 接收 UDP 组播

如果需要接收组播 UDP 报文，在右侧“组播接收地址”列表添加需要加入的组播地址。

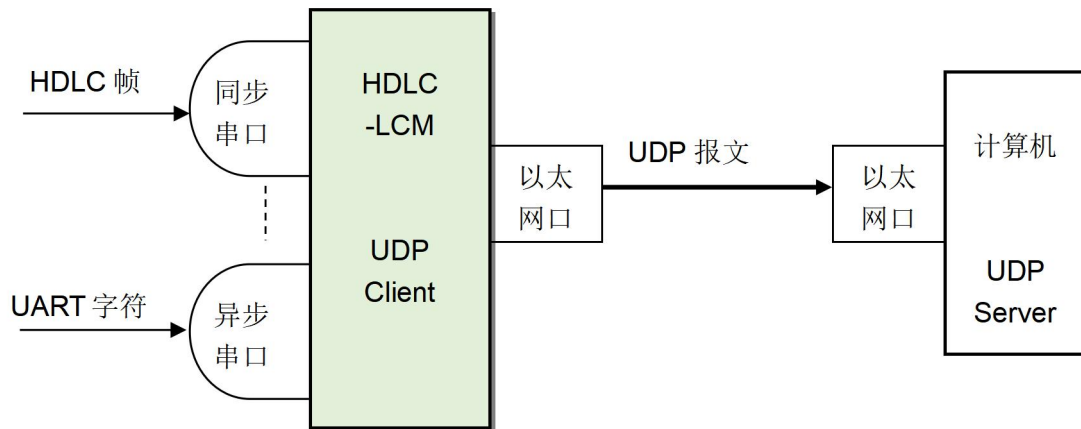
组播地址的范围为 224.0.0.0 ~ 239.255.255.255，其中 224.8.8.8 为 HDLC-LCM 的配置管理地址，用户不能使用该地址。

组播地址配置为 0.0.0.0 表示该条目未生效。

4.4 串口转 UDP 配置

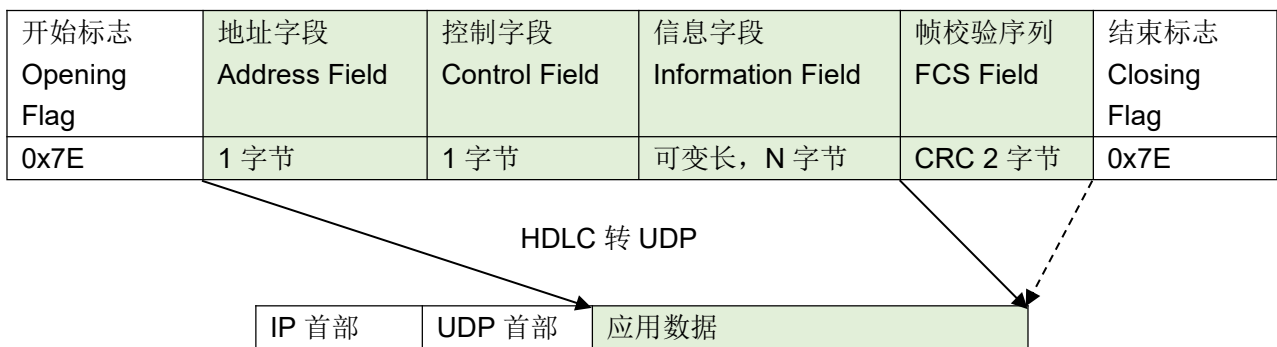
4.4.1 功能描述

串口转 UDP 功能示意图如下,HDLC-LCM 通过串行接口,接收来自其他设备的 HDLC 帧或 UART 数据,将其转换为 UDP 报文,通过以太网发送给计算机或服务器。



4.4.2 协议转换

为了确保用户数据的完整性,HDLC-LCM 把完整的 HDLC 帧置于 UDP 应用数据中,转发给 UDP Server。



4.4.3 转发配置

对串口转 UDP 进行设置，每一行表示一个串口到 UDP 的转发条目，可以实现三种转发策略：

- 转发：从特定串口接收的数据可以转发到特定的目的 IP + UDP 端口；
- 汇聚：多个不同的串口接收的数据可以转发到同一个目的 IP + UDP 端口；
- 分路：从同一个串口接收的数据可以转发到不同的目的 IP 或 UDP 端口。

以太网接口 串口配置 UDP接收 串口接收 串口转串口					
	串口输入	转发至	远端接收IP地址	远端接收UDP端口	
1	串口-S1	enable	192.168.2.80	8000	
2	串口-S2	enable	255.255.255.255	9000	
3	串口-S3	enable	224.10.10.10	10000	
4	串口-S1	disable	0.0.0.0	0	
5	串口-S1	disable	0.0.0.0	0	
6	串口-S2	disable	0.0.0.0	0	
7	串口-S3	disable	0.0.0.0	0	
8	串口-S4	disable	0.0.0.0	0	
9	串口-S1	disable	0.0.0.0	0	
10	串口-S1	disable	0.0.0.0	0	

如上图所示，配置了三个串口转 UDP 条目，分别实现：

- 串口 S1 转 UDP 单播，目的 IP 地址为 192.168.2.80，目的 UDP 端口为 8000；
- 串口 S2 转 UDP 广播，网络中所有主机均能在 9000 端口收到来自 S2 的数据；
- 串口 S3 转 UDP 组播，网络中只有加入了 224.10.10.10 组的计算机，才能够收到来自 S3 的数据。

4.4.4 UDP Server 如何识别源串口

在很多应用中，例如空管自动化（ATC）应用，需要把源自多个不同串口的 HDLC 帧，转发给一台服务器或计算机，进行统一处理。

在这种情况下，需要有一种策略，让计算机能够知道所收的 UDP 报文，源自哪个串口。

4.4.4.1 根据目的 UDP 端口识别源串口

如下图所示，为每个串口设置不同的转发目的 UDP 端口。作为 UDP Server 计算机在不同的 UDP 端口接收数据：8001 端口所收报文来自串口 S1，8002 端口所收报文来自串口 S2。

以太网接口	串口配置	UDP接收	串口接收	串口转串口
	串口输入	➡ 转发	远端 接收IP地址	远端 接收UDP端口
1	串口-S1	➡ enable	192.168.2.80	8001
2	串口-S2	➡ enable	192.168.2.80	8002
3	串口-S3	➡ enable	192.168.2.80	8003
4	串口-S4	➡ enable	192.168.2.80	8004

4.4.4.2 根据源 UDP 端口识别源串口

当采用目的 UDP 端口识别源串口方案的时候，UDP Server 需要在多个 UDP 端口上监听和接收数据。当串口数量很多的时候，不仅 UDP Server 的端口资源占用过多，配置及编程的复杂度也提高不少。

为了简化 UDP Server 侧的实现，我们可以采用下例的配置，把每个转换都转发至 UDP Server 的同一端口。[亚册 HDLC-LCM](#) 在转发时，会自动根据源串口调整 UDP 报文的源端口号，其中串口 S1 转发的 UDP 报文源端口为 8001、串口 S2 的为 8002，以下逐渐递增。

这样，UDP Server 仅需在一个端口（下例为 8000）监听和接收数据，然后根据源 UDP 端口区分源串口。如果存在多台 HDLC-LCM，UDP Server 可以通过源 IP 区分源设备。

以太网接口	串口配置	UDP接收	串口接收	串口转串口
	串口输入	➡ 转发	远端 接收IP地址	远端 接收UDP端口
1	串口-S1	➡ enable	192.168.2.80	8000
2	串口-S2	➡ enable	192.168.2.80	8000
3	串口-S3	➡ enable	192.168.2.80	8000
4	串口-S4	➡ enable	192.168.2.80	8000

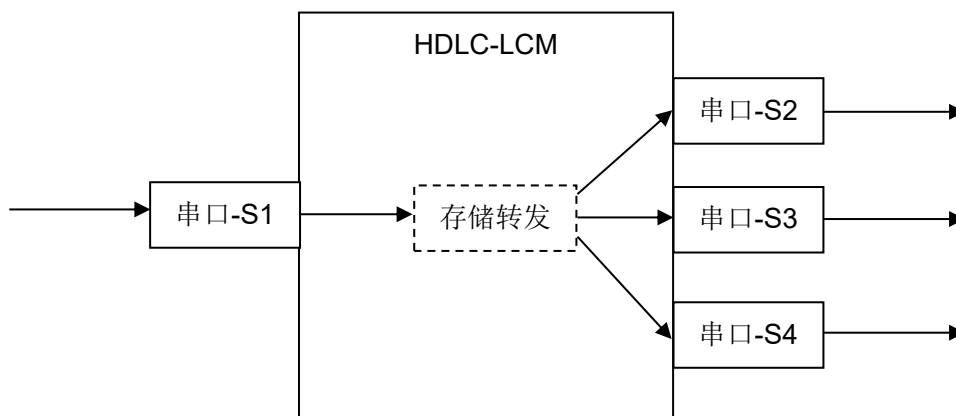
4.5 串口转串口配置

串口转串口能够把指定串口的输入数据，转发到其他串口输出，主要用于：

- 同步串口、异步串口之间的转换
- 串口分路：把一路串口数据分为多路，与普通的分路器不同，利用 HDLC-LCM 实现分路器，各路串口可以设置不同的波特率和时钟模式，从而避免了时钟不一致造成的丢包问题。

以太网接口	串口配置	UDP接收	串口接收	串口转串口	
	转发	串口-S1 输出	串口-S2 输出	串口-S3 输出	串口-S4 输出
串口-S1 输入	➡ 转发至	☐ 使能	☒ 使能	☒ 使能	☒ 使能
串口-S2 输入	➡ 转发至	☐ 使能	☐ 使能	☐ 使能	☐ 使能
串口-S3 输入	➡ 转发至	☐ 使能	☐ 使能	☐ 使能	☐ 使能
串口-S4 输入	➡ 转发至	☐ 使能	☐ 使能	☐ 使能	☐ 使能

如上图所示的配置，实现了串口 S1 的输入分路至 S2、S3、S4 输出的应用。HDLC-LCM 对接收进行存储转发，就算是 S1、S2、S3、S4 的波特率、时钟模式不同，也不会丢包。

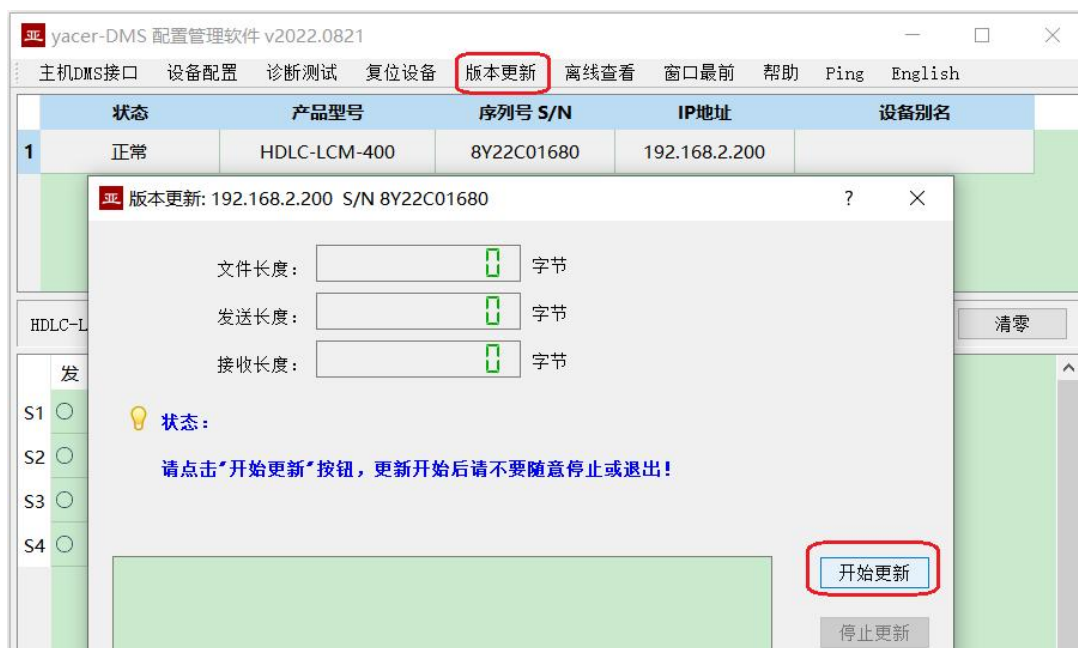


第 5 章 系统维护

5.1 固件版本更新

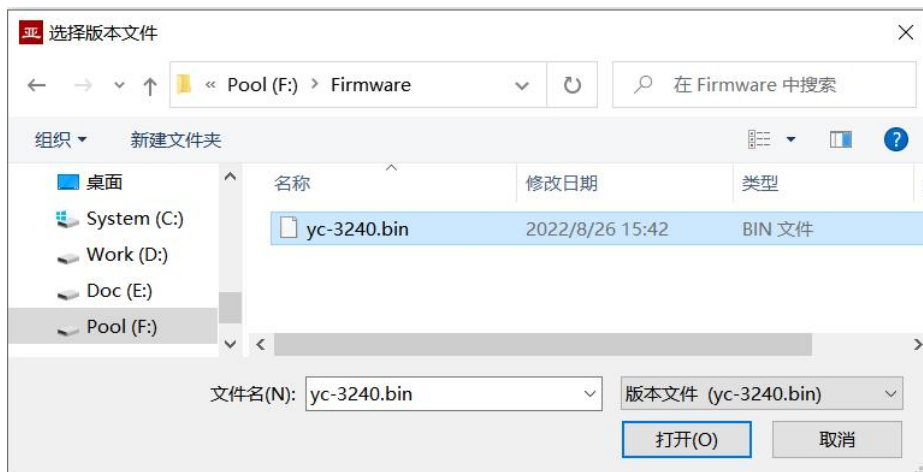
5.1.1 开始更新

点击工具条上的“版本更新”按钮，弹出版本更新对话框，点击“开始更新”按钮。



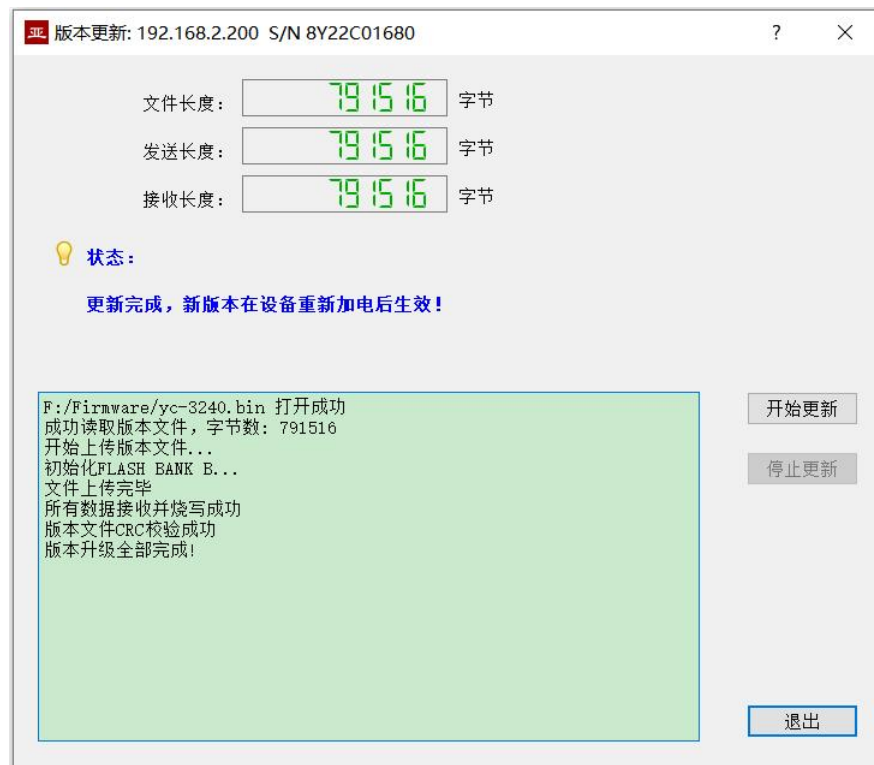
5.1.2 找到固件版本

弹出“选择版本文件”对话框，找到存放最新固件版本所在的文件夹，选中并点击“打开”，即开始更新。



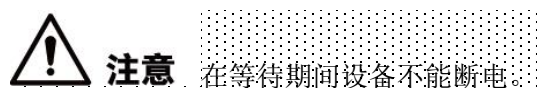
5.1.3 更新完成

更新完成以后页面状态显示“版本更新完成”即表示版本更新完成。点击“退出”按钮关闭更新窗口。



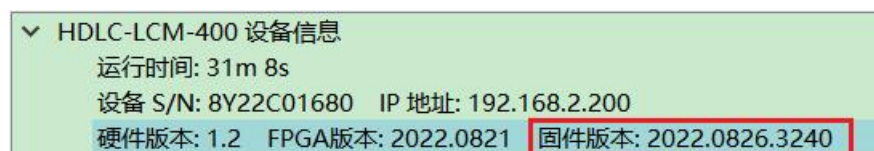
5.1.4 重新加电生效

设备重新加电，等待一分钟左右新版本启动生效。



5.1.5 更新确认

设备启动完成后观察统计报告中的版本信息，通过版本日期确定更新是否成功。



5.2 复位设备

点击工具条上的“复位设备”按钮，弹出重启对话框，点击“重启”按钮，设备将重新复位启动。



第 6 章 转发功能与数据格式

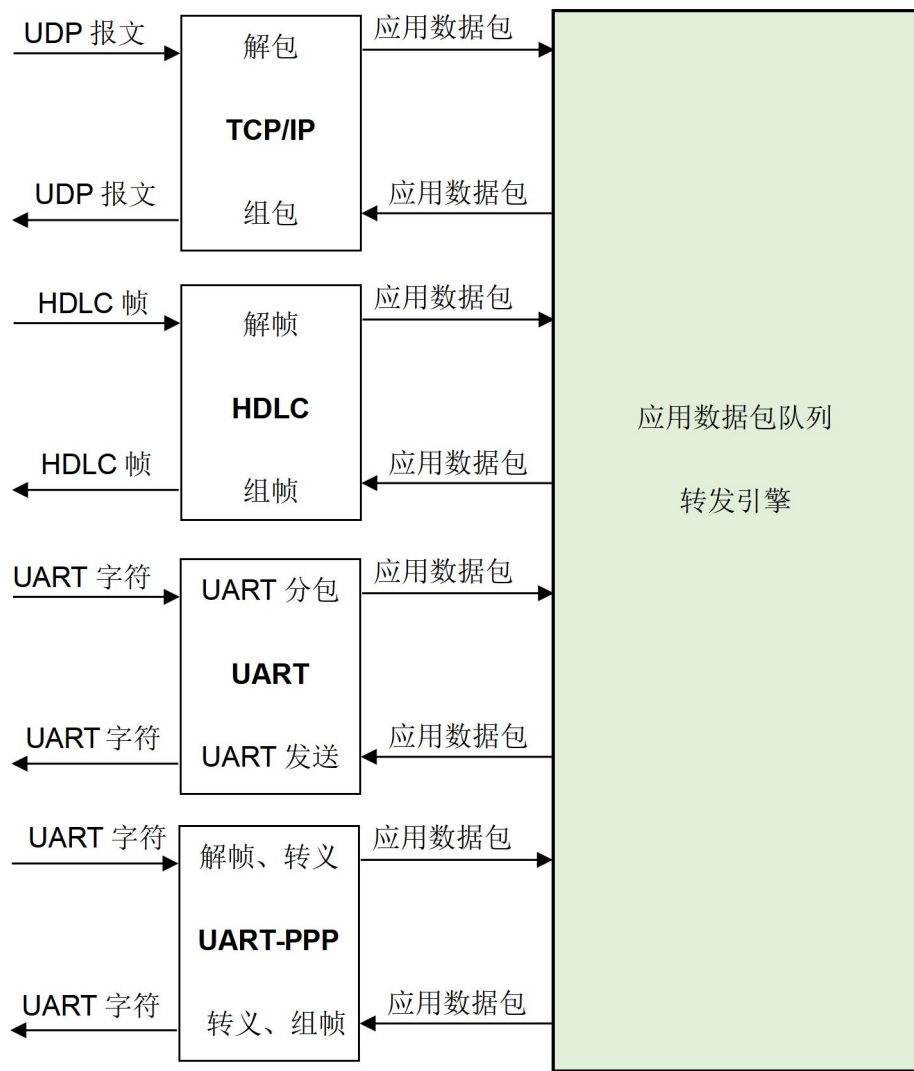
6.1 应用数据包与转换模型

串口数据转换包括：

- 串口与 UDP 之间的协议转换；
- 同步串口、异步串口之间的数据转换。

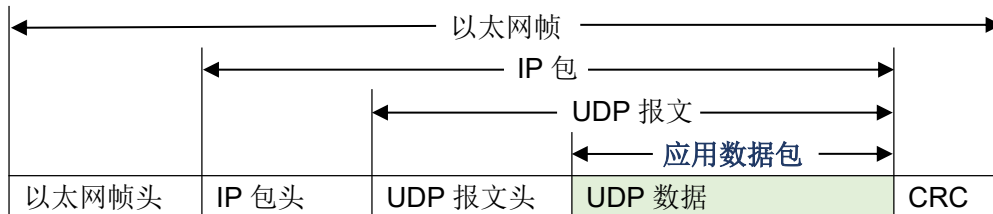
在接收时，不同类型接口的接收处理模块，对数据进行解包或解帧操作，提取应用数据包，送入系统的队列。

HDLC-LCM 的转发引擎读取应用数据包队列，根据转发配置送至各接口的发送模块。发送模块负责应用数据包的组帧或组包操作，以产生不同类型的协议包或数据帧，通过物理接口发送出去。



6.2 UDP 报文格式

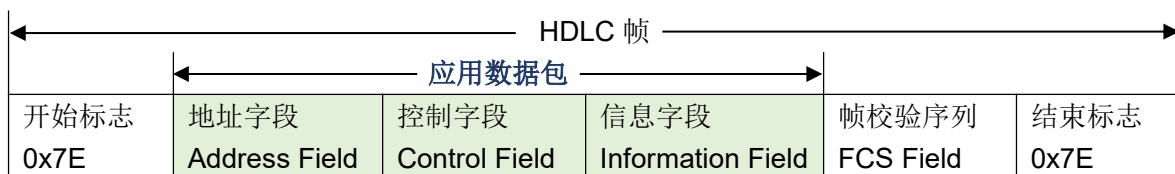
在 UDP 协议中，应用数据包封装在 UDP 报文的数据区中，每个 UDP 报文包含一个完整的应用数据包。



6.3 HDLC 帧格式

一个完整的 HDLC 帧由位于开始标志和结束标志之间的若干字段组成，包括地址字段、控制字段、信息字段及用于 CRC 校验的 FCS 字段。

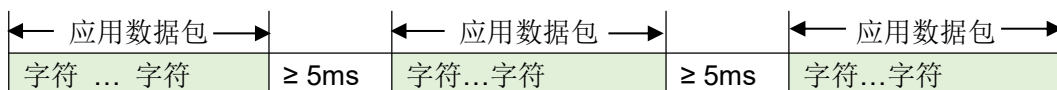
对于 HDLC-LCM 来说，并不区分地址字段、控制字段和信息字段，而是把他们统一作为应用数据包交给上层应用填写和处理。



6.4 UART 数据包格式

当串口工作在异步 UART 模式时，从串口收到的是无头无尾的字符流，其中并没有用来进行分包或分帧的信息。

HDLC-LCM 采用时间信息来分包，允许用户定义 UART 的分包时间。举例来说假如分包时间为 5ms，那么当超过 5ms 没有收到新的字符时，则认为一个数据包接收完毕。

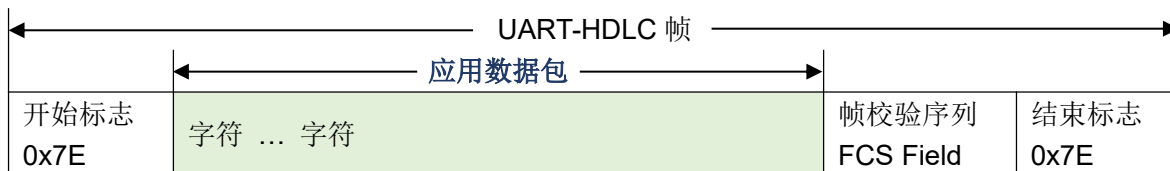


在实际应用中，包间隔期间不能有数据传输，导致通信带宽存在浪费，而且波特率越高浪费约严重。

6.5 UART-PPP 帧格式

UART-PPP 工作模式采用另一种策略为 UART 提供分包能力。如下图所示，数据发送方计算应用数据包的 CRC，并在头尾增加 0x7E 作为开始和结束标志，构建一个 UART-PPP 帧。

这种策略不需要额外增加分包时间，可以充分利用通信带宽，但增加了通信双方处理的复杂度。



由于应用数据包和帧校验字段有可能出现 0x7E，因此收发双方需要对应用数据包和帧校验字段进行字符转义，转义规则如下：

- 0x7E：转义为 0x7D 0x5E 两个字符；
- 0x7D：转义为 0x7D 0x5D 两个字符；
- 其他字符：不转义。

数据发送转义操作如下：

原始数据	实际发送数据
0x7E	0x7D 0x5E
0x7D	0x7D 0x5D
其他	无变化

数据接收转义操作如下：

原始数据	实际发送数据
0x7D 0x5E	0x7E
0x7D 0x5D	0x7D
其他	无变化

附录 1 法律声明

版权声明

© 2025 南京亚册云象通信技术有限公司。版权所有。

责任声明

- 在适用法律允许的范围内，在任何情况下，本公司都不对因本文档中相关内容及描述的产品而产生任何特殊的、附随的、间接的、继发性的损害进行赔偿，也不对任何利润、数据、商誉、文档丢失或预期节约的损失进行赔偿。
- 本文档中描述的产品均“按照现状”提供，除非适用法律要求，本公司对文档中的所有内容不提供任何明示或暗示的保证，包括但不限于适销性、质量满意度、适合特定目的、不侵犯第三方权利等保证。

关于本文档

- 产品请以实物为准，本文档仅供参考。
- 本公司保留随时维护本文档中任何信息的权利，维护的内容将会在本文档的新版本中加入，恕不另行通知。
- 本文档如有不准确或不详尽的地方，或印刷错误，请以公司最终解释为准。
- 本文档供多个型号产品做参考，每个产品的具体操作不逐一例举，请用户根据实际产品自行对照操作。
- 如不按照本文档中的指导进行操作，因此而造成的任何损失由使用方自行承担。
- 如获取到的 PDF 文档无法打开，请将阅读工具升级到最新版本或使用其他主流阅读工具。

更多内容

请访问亚册官网 www.yacer.cn，获取获取更多的产品信息和技术资料。

南京亚册云象通信技术有限公司 | 办公地址：南京市秦淮区太平南路 333 号金陵御景园商务大厦 19 层 K 座

网址: www.yacer.cn

