



SPL1020 使用手册

ZW20 系列高速载波通信模块使用指南

深圳智微电子科技有限公司
SPL ELECTRONIC TECHNOLOGY Co.,Ltd.

深圳智微电子科技有限公司（以下简称“深圳智微”）为客户提供全方位的技术支持和服务。直接向深圳智微购买产品的用户，如果在使用过程中有任何问题，可与深圳智微各地办事处或用户服务中心联系，也可直接与公司总部联系。

读者如有任何关于深圳智微产品的问题，或者有意进一步了解公司其他相关产品，可通过下列方式与我们联系。

公司网址：www.splchip.com

联系电话：0755-26916560

公司总部地址：深圳市南山区西丽街道万科云城三期 8 栋 A 座 4005 房

声明

Copyright ©2020

深圳智微电子科技有限公司

版权所有，保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

SPL是深圳智微电子科技有限公司的注册商标。

对于本手册中出现的其它商标，由各自的所有人拥有。

由于产品版本升级或其它原因，本手册内容会不定期进行更新。除非另有约定，本手册仅作为使用指导，本手册中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

前言

概述

本文档主要介绍了集中器、单相表/I型采集器、三相表载波通信模块的使用和调试方法，以及如何使用载波模块进行上层应用开发。

产品版本

与本文档相关的产品版本如下所示。

产品名称	硬件版本	软件版本

约定

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 警告	以本标志开始的文本表示有潜在危险，如果不能避免，可能导致人员伤亡。
 注意	以本标志开始的文本表示有潜在风险，如果忽视这些文本，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。
 说明	以本标志开始的文本是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。
 窍门	以本标志开始的文本能帮助您解决某个问题或节省您的时间。

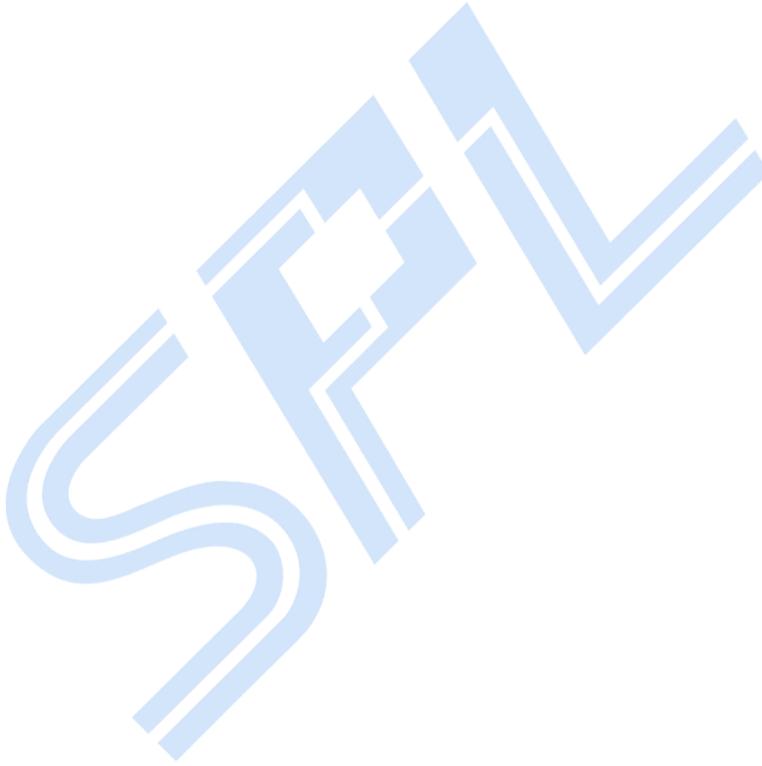
通用格式约定

格式	说明
仿宋	正文采用宋体表示。
黑体	一级标题、二级标题、三级标题、 Block 采用黑体表示。
楷体	警告、提示等内容用楷体表示。
Times New Roman	英文及数字

修订记录

文档版本

文档序号	版本号	更新日期	修改说明
1	V1.0	2018-08-16	第 1 次发布。
2	V2.0	2020-04-25	补充 HPLC 现场深化应用 V2.7 对应功能。
3	V2.1	2020-07-30	依据省局技术规范，修改指示灯定义。



目录

1 概述.....	1
1.1 引言.....	1
1.2 规范性文件.....	1
1.3 术语.....	2
1.4 性能特点.....	2
2 ZW20 系列模块产品说明.....	4
2.1 集中器本地载波通信模块 CCO.....	4
2.1.1 外观与结构.....	4
2.1.2 接口.....	4
2.1.3 指示灯.....	6
2.1.4 使用与调试.....	7
2.2 单相表/I 型采集器载波通信模块 STA.....	8
2.2.1 外观及结果.....	8
2.2.2 接口.....	9
2.2.3 指示灯.....	10
2.2.4 使用与调试.....	10
2.3 三相表载波通信模块 STA.....	12
2.3.1 外观及结果.....	12
2.3.2 接口.....	12
2.3.3 指示灯.....	14
2.3.4 使用与调试.....	14
3 集中器本地载波通信模块应用功能说明.....	16
3.1 功能码支持.....	16
3.2 通信参数配置.....	17
3.3 应用功能的流程和使用.....	17
3.3.1 上电识别流程.....	17
3.3.2 电表档案管理.....	18
3.3.3 定时抄表.....	18
3.3.4 点抄功能.....	19
3.3.5 高频数据采集.....	19
3.3.6 停电主动上报.....	20
3.3.7 时钟精准管理.....	21
3.3.8 相位拓扑识别.....	21
3.3.9 台区自动识别.....	21
3.3.10 ID 标识管理.....	22
3.3.11 档案自动同步.....	23
4 电能表载波通信模块应用功能说明.....	23
4.1 基本说明.....	23
4.1.1 通信参数配置.....	23
4.1.2 帧格式支持.....	23
4.2 应用功能的流程和使用.....	24
4.2.1 模块上电通信流程.....	24

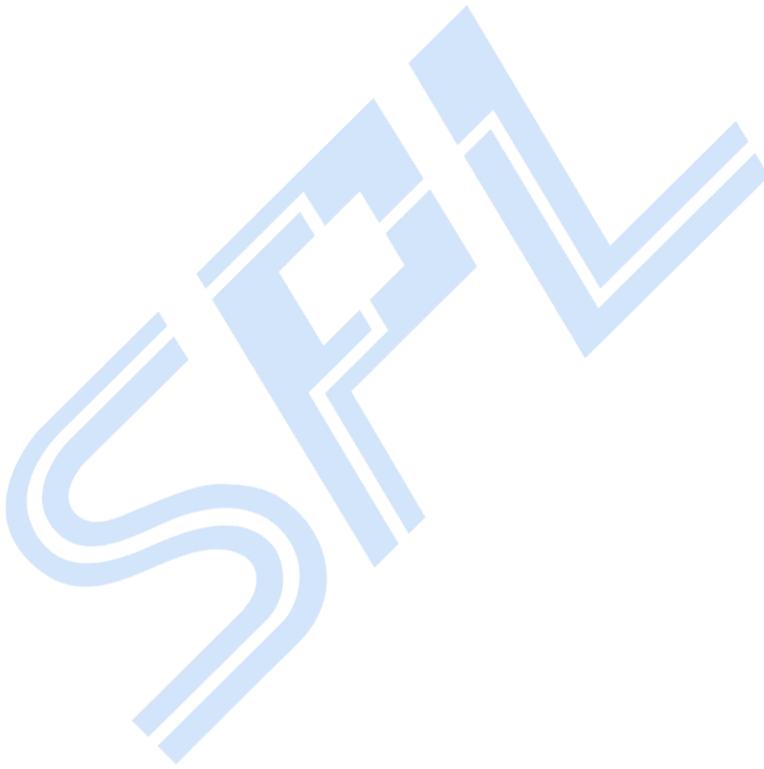
4.2.2 模块正常工作通信流程..... 25

4.2.3 时钟精准管理..... 25

4.2.4 事件上报..... 25

4.2.5 停电主动上报..... 26

4.2.6 台区自动识别..... 26



1 概述

1.1 引言

随着电力载波通信技术的应用范围日益广泛，其具有了极大的经济效益和推广价值。低压电力网覆盖面广，如何利用其巨大的网络资源，实现高质量的数据传输成为了一个全球性的热点问题。

同时，我国的低压电力网布局结构复杂，面临线路信号衰减大、干扰噪声源多等问题，因此，使用低压电力线路作为数据传输介质，其技术难度较高。

基于 SPL1020 芯片的 ZW20 系列模块是一款面向于电力线高速载波通信的终端产品，全面适应我国电网的环境，采用先进的调制技术，实现了数据在电力线上双向、高速、稳定的传输，解决低压电力线通信的关键技术问题。

1.2 规范性文件

1. Q/GDW 1376.2-2013 《电力用户用电信息采集系统通信协议：集中器本地通信模块接口协议》
2. DL/T 645-2007 《多功能电能表通信协议》
3. DL/T 645-1997 《多功能电能表通信协议》
4. DL/T 698.45-2017 《电能信息采集与管理系统第 4-5 部分：面向对象的互操作性数据交换协议》
5. Q/GDW 1375.2-2013 《电力用户用电信息采集系统型式规范：集中器型式规范》
6. Q/GDW 1375.3-2013 《电力用户用电信息采集系统型式规范：采集器型式规范》
7. Q/GDW 1356-2013 《三相智能电能表型式规范》
8. Q/GDW 1355-2013 《单相智能电能表型式规范》
9. Q/GDW 1374.3-2013 《通信单元技术规范》
10. Q/GDW 1379.4-2013 《通信单元检测技术规范》
11. Q/GDW 11612.1-2016 《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 1 部分：总则》
12. Q/GDW 11612.2-2016 《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 2 部分：技术要求》
13. Q/GDW 11612.3-2016 《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 3 部分：检测方法》
14. Q/GDW 11612.41-2016 《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 4-1 部分：物理层通信协议》
15. Q/GDW 11612.42-2016 《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 4-2 部分：数据链

批注[DC PH1]: 本手册为国网 HPLC 模块产品版本。

路层通信协议》

16. Q/GDW 11612.43-2016《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 4-3 部分：应用层通信协议》
17. 《HPLC 技术应用手册 V2.7》
18. 2020 版《三相智能电能表型式规范》讨论稿
19. 2020 版《单相智能电能表型式规范》讨论稿

批注[DC PH2]: 待 2020 版智能电能表规范颁布后更新标准编号。目前, HPLC 模块兼容 2013 和 2020 版电能表型式规范。

1.3 术语

1. HPLC: 高速载波通信。
2. CCO: 主节点, 对应集中器上使用的本地通信模块。
3. STA: 从节点, 对应单相电能表、三相电能表和 I 型采集器上所使用的本地通信模块。

1.4 性能特点

SPL1020 芯片及 ZW20 系列模块具有以下特性:

1. 物理层通信峰值速率 14Mbit/s, 应用层通信峰值速率 3Mbit/s。
2. 物理层工作频率 0.7~12 MHz, 满足国网 4 个工作频段: 频段 0: 1.953MHz~11.96 MHz; 频段 1: 2.441MHz~5.615 MHz; 频段 2: 0.781MHz~2.930 MHz; 频段 3: 1.758MHz~2.930 MHz
3. 采用 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 技术, 子载波支持 BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、8QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、16QAM、64QAM 调制方式。
4. SPL1020 芯片集成高性能双 ARM Cortex™-M4 内核, 主频最高可以达到 266MHz, 满足智能电网多业务要求。
5. 集中器通信模块平均功耗≤850mW, 采集器/单相表通信模块平均功耗≤280mW, 三相表通信模块平均功耗≤280mW, 实现了通讯速率和功耗双最优。
6. 集中器端模块提供本地串口通讯接口。
7. 支持 FEC (Forward Error Correction) 和 CRC (Cyclical Redundancy Check) 功能, 具有强大的去噪和纠错能力。
8. 支持自组网和动态多路由寻址功能。
9. 采用开放的架构设计, 能够满足后续业务扩展, 支持二次开发。

10. 满足 V2.7 版国网 HPLC 现场深化应用功能：高频采集（96 点曲线）、停电上报、时钟精确管理、相位拓扑识别、台区自动识别、ID 统一标识管理、档案自动同步。



2 ZW20 系列模块产品说明

2.1 集中器本地载波通信模块 CCO

2.1.1 外观与结构

集中器载波通信模块的外形尺寸为 97.9mm（长）×72.9mm（宽）×29mm（高），模块外形尺寸示意图如图 2-1 所示。

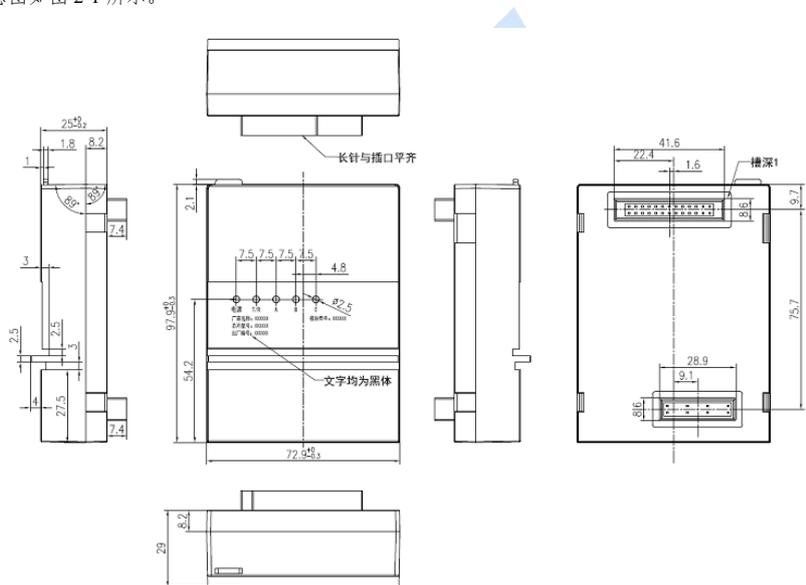


图 2-1 集中器载波通信模块的外形尺寸示意图

注：上图引用《国网计量中心用电信息采集远程及本地通信单元全性能试验检测公告第 7 号补遗》中的集中器本地 HPLC 通信单元的尺寸示意图。

2.1.2 接口

弱电接口

集中器 I 型本地通信模块弱电接口应采用 2×13 双排插针作为连接件，接口引脚定义如图 2-2 及表 2-1 所示：

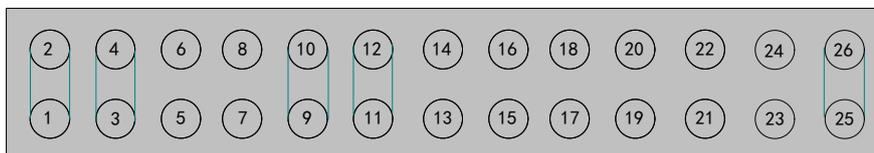


图 2-2 集中器 I 型本地通信模块弱电接口定义 (俯视)

表 2-1 集中器 I 型本地通信模块弱电接口引脚定义说明

本地通信模块 对应引脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	说明	
1	保留	/	/	引脚悬空,无连接,1、2 脚比其它脚长 0.5mm	
2	保留	/	/		
3	保留	/	/		
4	保留	/	/		
5	空	/	/	空引脚, PCB 无焊盘设计, 连接件对应位置 无插针, 用于增加安全间距, 提高绝缘性能。	
6	空	/	/		
7	空	/	/		
8	空	/	/		
9	电源地	GND	电源输入	系统地	
10	电源地	GND	电源输入		
11	电源	VCC12V	电源输入	通信电源, 集中器提供, 直流, 电压范围 12V±1V, 电压纹波不大于 120mV, 输出电 流不小于 400mA。应满足离散频率杂音要 求 : 3.4kHz~150kHz≤5mV , 150kHz~200kHz≤3mV , 200kHz~500kHz≤2mV , 0.5MHz~30MHz≤1mV。	
12	电源	VCC12V	电源输入		
13	信号	NC	/	备用	
14	信号	NC	/	备用	
15	信号	DCE_TX D	输出	模块数据发送 (3.3V TTL 电平)	
16	信号	DCE_RX D	输入	模块数据接收 (3.3V TTL 电平)	
17	空	/	/		
18	电源	VCC3V3	电源输入	3.3V±0.3V 信号电源, 电流 150mA, 电压纹 波 30mV,由终端本体提供给模块。	
19	信号	/RST	输入	复位输入 (低电平有效) (3.3V TTL 电平)	
20	信号	STATE0	输出	模块插入识别信号, 为 1 表示模块未插入, 为 0 表示模块插入	
21	网络信号	TD+	网络差分信号	以太网发送	仅用于宽带载波接口
22	网络信号	TD-	网络差分信号	以太网发送	
23	网络信号	RD+	网络差分信号	以太网接收	
24	网络信号	RD-	网络差分信号	以太网接收	

本地通信模块 对应引脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	说明
25	电源地	GND	电源地	系统地，25、26 脚比其它脚长 0.5mm
26	电源地	GND	电源地	

耦合接口

I 型集中器本地通信模块的载波耦合接口应采用 2×10 双排插针作为连接件，接口引脚定义见图 2-3 及表 2-2。

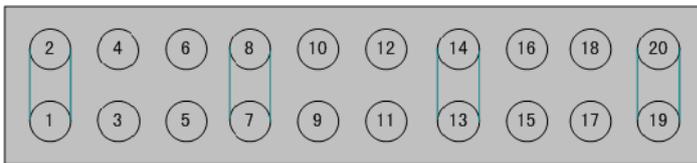


图 2-3 集中器 I 型载波通信模块载波耦合接口信号定义（俯视）

表 2-2 载波耦合接口引脚定义说明

序号	引脚名称	功能描述
1、2	A	电网 A 相线作为信号耦合接入端
3、4 5、6	NC	空引脚，PCB 无焊盘设计，过孔非金属化，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能。
7、8	B	电网 B 相线作为信号耦合接入端
9、10 11、12	NC	空引脚，PCB 无焊盘设计，过孔非金属化，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能。
13、14	C	电网 C 相线作为信号耦合接入端
15、16 17、18	NC	空引脚，PCB 无焊盘设计，过孔非金属化，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能。
19、20	N	电网 N 相线作为信号耦合接入端

2.1.3 指示灯

使用说明

表 2-3 集中器通信模块 LED 定义说明

名称	颜色	含义描述
电源灯	红绿双色	模块上电运行指示灯。 红灯亮时，表示模块采用集中器供电运行。 绿灯亮时，表示模块采用超级电容供电运行。 灯灭时，表示模块停止运行。
T/R 灯	红绿双色	模块数据通信指示灯。

		红灯闪烁时表示模块从通信网络接收到数据。 绿灯闪烁时表示模块向通信网络发送数据。
A相灯	绿色	A相向通信网络发送数据状态指示灯。
B相灯	绿色	B相向通信网络发送数据状态指示灯。
C相灯	绿色	C相向通信网络发送数据状态指示灯。

注1：模块上电初始化时，全部指示灯快闪。

注2：上述指示灯的状态定义为默认模式，可以根据不同地区客户需求重新定义。

2.1.4 使用与调试

安装调试

安装步骤如下：

1. 将集中器通信模块正面朝上，沿着垂直于集中器正切面的方向，先将强电引脚插入集中器，接着上下倾斜着将整个模块插入集中器。
2. 弱电接口插针、耦合接口插针分别和集中器侧对应的插座对齐，并确保可靠连接。
3. 模块正常安装且集中器通交流电后，模块上面的电源灯开始处于亮状态，T/R灯交替闪烁5秒左右。



说明

- 若安装上电后，模块上的 T/R 灯一直交替闪烁，说明模块出现异常反复重启，或出现上电后 T/R 灯一直不闪烁，说明模块出现启动异常现象，可更换其他正常模块使用。
- 载波模块支持热插拔，但不建议多次进行集中器载波模块的热插拔，容易对模块和集中器造成硬件的损坏。
- 建议手戴绝缘手套、脚穿绝缘鞋之后，再进行模块的插拔，避免接触到下面的电线。

2.2 单相表/I型采集器载波通信模块 STA

2.2.1 外观及结果

单相表/I型采集器通信模块的外形尺寸为 70mm（长）×50mm（宽）×22.7mm（高），模块外形尺寸示意图如图 2-4 所示。

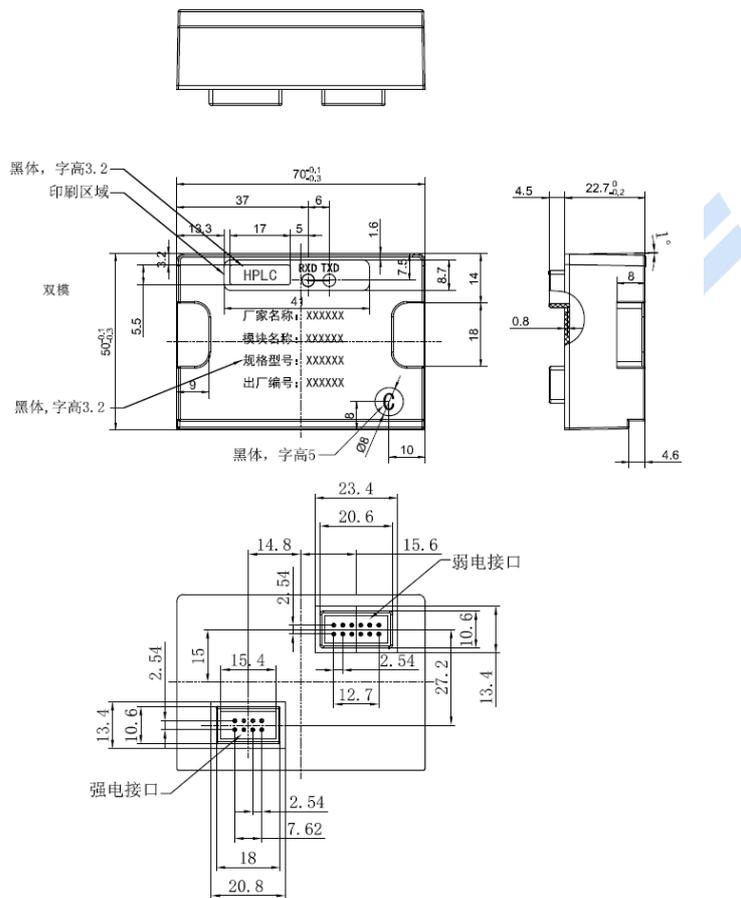


图 2-4 单相表/I型采集器通信模块外形尺寸示意图

注：图 2-4 引用《国网计量中心用电信息采集远程及本地通信单元全性能试验检测公告第 7 号补遗》中的单相表 HPLC 载波单元的尺寸示意图。

2.2.2 接口

弱电接口

单相表/I型采集器通信模块弱电接口采用2×6双排插针作为连接件，单相表/I型采集器侧弱电接口采用2×6双排插座作为连接件。单相表/I型采集器通信模块弱电接口引脚示意图如图2-5所示，其引脚具体定义如表2-4所示。

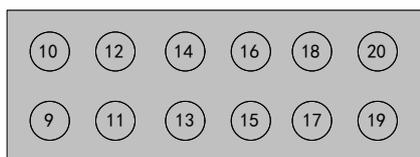


图 2-5 单相表/I型采集器通信模块弱电接口示意图

表 2-4 电能表与载波通信模块弱电接口引脚定义说明

单相表/I型采集器接口引脚编号	模块对应引脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	说明
20	9	预留	RESERVE		预留
19	10	状态	EVENOUT	I	电能表事件状态输出，当有开表盖、功率反向、时钟错误、存储器故障事件发生时，输出高电平，请求查询异常事件；查询完毕输出低电平。电平上拉电阻在基表（即电能表）侧。
18	11	状态	STA	O	接收时地址匹配正确输出0.2s高电平；发送过程输出高电平，表内CPU判定载波发送时禁止操作继电器。电平上拉电阻在基表（即电能表）侧。
17	12	信号	/RST	I	复位输入（低电平有效）
16	13	信号	RXD	I	通信模块接收电能表CPU信号引脚（5V TTL电平）
15	14	信号	/SET	I	MAC地址设置使能；低电平时，方可设置载波模块MAC地址。
14	15	电源	VDD		通信模块数字部分电源，由电能表提供。电压：直流5V±5%，电流：50mA。
13	16	信号	TXD	O	通信模块给电能表CPU发送信号引脚（5V TTL电平）
12、11	17、18	电源	VSS		通信地
10、9	19、20	电源	VCC		通信模块模拟电源，由电能表提供，电压范围：+12V~+15V，输出功率：1.5W。

耦合接口

单相表/I型采集器通信模块耦合接口采用2×4双排插针作为连接件，单相表/I型采集器侧接口采用2×4双排插座作为连接件。单相表/I型采集器通信模块的耦合接口引脚示意图如图2-6所示，其引脚具体定义如表2-5所示。

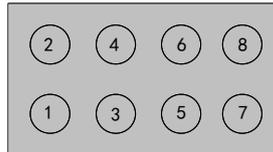


图 2-6 单相表/I型采集器通信模块耦合接口示意图

表 2-5 电能表与载波通信模块耦合接口引脚定义说明

电能表接口 引脚编号	模块对应引脚 编号	信号 类别	信号 名称	信号方向 (针对模块)	说明
1、2	7、8	载波	L		电网相线作为信号耦合接入端
3、4、 5、6	5、6、 3、4	空	空		空引脚，PCB无焊盘设计，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能。
7、8	1、2	载波	N		电网中性线作为信号耦合接入端

2.2.3 指示灯

表 2-6 单相表/I型采集器通信模块 LED 定义说明

阶段	RXD (绿色)	TXD (红色)	状态
上电过程中	快闪	快闪	正常
通讯状态	闪烁时表示模块从通信网络接收到访问电表报文，不亮时表示没接收到访问电表报文	闪烁时表示向通信网络发送数据，不亮时表示未发送数据	正常
程序加载失败	和红灯一起常亮 3 秒	和绿灯一起常亮 3 秒	异常，需处理
读取电表地址失败	亮 1 秒，灭 1 秒		异常，需处理
节点未入网		亮 1 秒，灭 1 秒	异常，需处理（等待入网）

注：上述指示灯的状态定义为默认模式，可以根据不同地区客户需求重新定义，比如：国网山东对应节点未入网采用 1Hz 闪烁方式指示。

批注[DC PH3]: 给省局需要确认或修改:

目前国网重庆按此定义。国网山东定义为亮 0.5 秒，灭 0.5 秒。

2.2.4 使用与调试

安装步骤如下:

1. 将单相表/I型采集器通信模块正面朝上，沿着垂直于采集器/单相表正切面的方向插在采集器/单相表上。

2. 弱电接口插针、耦合接口插针分别和采集器/单相表侧对应的插座对齐，并确保可靠连接。
3. 模块插入电表后，模块上的红绿灯双闪 3 秒左右，观察电表液晶屏左上角出现“ \sim ”符号，说明可靠插接，模块已正常运行。



说明

- 若安装上电后，模块上的 TXD 和 RXD 均不闪烁，说明模块出现启动异常现象，可更换其他正常模块使用。
- 建议穿戴绝缘手套、脚穿绝缘鞋之后，再进行模块的插拔，避免接触到下面的电线。

调试说明如下：

1. 模块正常启动后，在抄读电能表数据过程中，如果模块能正常收发数据，模块上面的 TXD 和 RXD 会出现红绿灯闪烁，具体说明请参见表 2-6。
2. 在正常抄读过程中，如果模块的 TXD/RXD 长期不亮或常亮，可能指示单相表/I 型采集器通信模块出现通信异常。
3. 出现通信异常现象，可利用抄控器诊断工具和抄控器调试软件进行点对点抄表测试，排除显示灯坏的原因；同时可点对点监控模块的调试信息，排查载波模块异常工作的原因。

2.3 三相表载波通信模块 STA

2.3.1 外观及结果

三相表通信模块的外形尺寸为 94.8mm（长）×65mm（宽）×24mm（高），模块外形尺寸示意图如图 2-7 所示。

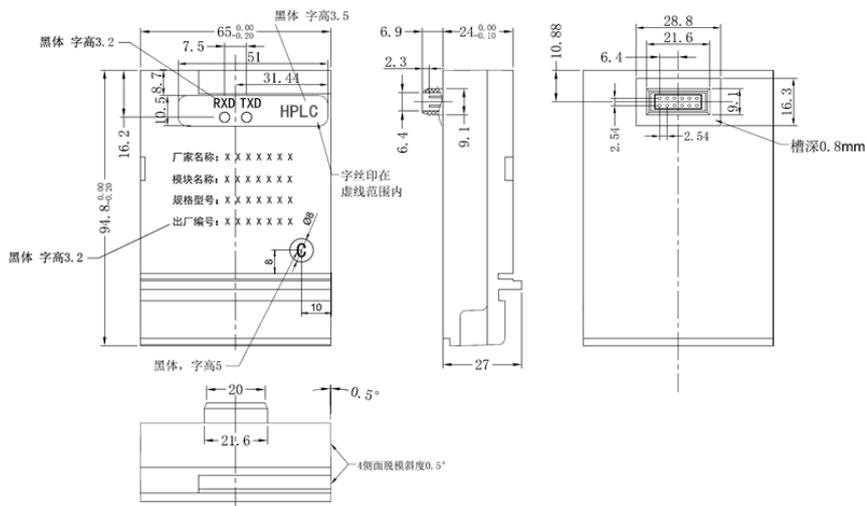


图 2-7 三相表通信模块外形尺寸示意图

注:图 2-7 引用《国网计量中心用电信息采集远程及本地通信单元全性能试验检测公告第 7 号补遗》中的三相表 HPLC 通信单元的尺寸示意图。

2.3.2 接口

弱电接口

三相表通信模块弱电接口采用 2×6 双排插针作为连接件，三相表侧弱电接口采用 2×6 双排插座作为连接件。三相表通信模块弱电接口引脚示意图如图 2-8 所示，其引脚具体定义如表 2-7 所示。

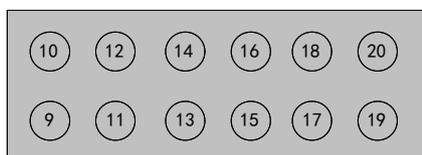


图 2-8 三相表通信模块弱电接口示意图

表 2-7 电能表与载波通信模块弱电接口引脚定义说明

电能表接口引脚编号	模块对应引脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	说明
20	9	预留	RESERVE		预留
19	10	状态	EVENOUT	I	电能表事件状态输出，当有开表盖、功率反向、时钟错误、存储器故障事件发生时，输出高电平，请求查询异常事件；查询完毕输出低电平。电平上拉电阻在基表（即电能表）侧。
18	11	状态	STA	O	接收时地址匹配正确输出 0.2s 高电平；发送过程输出高电平，表内 CPU 判定载波发送时禁止操作继电器。电平上拉电阻在基表（即电能表）侧。
17	12	信号	/RST	I	复位输入（低电平有效）
16	13	信号	RXD	I	通信模块接收电能表 CPU 信号引脚（5V TTL 电平）
15	14	信号	/SET	I	MAC 地址设置使能；低电平时，方可设置载波模块 MAC 地址。
14	15	电源	VDD		通信模块数字部分电源，由电能表提供。电压：直流 5V±5%，电流：50mA。
13	16	信号	TXD	O	通信模块给电能表 CPU 发送信号引脚（5V TTL 电平）
12、11	17、18	电源	VSS		通信地
10、9	19、20	电源	VCC		通信模块模拟电源，由电能表提供，电压范围：+12V~+15V，输出功率：1.5W。

耦合接口

三相表通信模块耦合接口采用 2×10 双排插针作为连接件，三相表接口采用 2×10 双排插座作为连接件。三相表通信模块的耦合接口引脚示意图如图 2-9 所示，其引脚具体定义如表 2-8 所示。



图 2-9 三相表通信模块耦合接口示意图

表 2-8 载波耦合接口引脚定义说明

电能表接口 引脚编号	模块对应引 脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	功能描述
1、2	19、20	载波	A	-	电网 A 相线作为信号耦合接入端
3、4 5、6	17、18 15、16	空	NC	-	空引脚, PCB 无焊盘设计, 过孔非金属化, 连接件对应位置无插针, 用于增加安全间距, 提高绝缘性能。
7、8	13、14	载波	B	-	电网 B 相线作为信号耦合接入端
9、10 11、12	11、12 10、9	空	NC	-	空引脚, PCB 无焊盘设计, 过孔非金属化, 连接件对应位置无插针, 用于增加安全间距, 提高绝缘性能。
13、14	7、8	载波	C	-	电网 C 相线作为信号耦合接入端
15、16 17、18	5、6 3、4	空	NC	-	空引脚, PCB 无焊盘设计, 过孔非金属化, 连接件对应位置无插针, 用于增加安全间距, 提高绝缘性能。
19、20	1、2	载波	N	-	电网 N 相线作为信号耦合接入端

2.3.3 指示灯

三相表通信模块各 LED 灯含义同表 2-6 所示。

2.3.4 使用与调试

安装调试说明

安装步骤如下:

1. 将三相表通信模块正面朝上, 沿着垂直于三相表正切面的方向插在三相表上。
2. 弱电接口插针、耦合接口插针分别和三相表侧对应的插座对齐, 并确保可靠连接。
3. 模块插入电表后, 模块上的红绿灯双闪 3 秒左右, 观察电表液晶屏左上角出现“ \sim ”符号, 说明可靠插接, 模块已正常运行。



说明

- 若安装上电后，模块上的 TXD 和 RXD 均不闪烁，说明模块出现启动异常现象，可更换其他正常模块使用。
- 建议手戴绝缘手套、脚穿绝缘鞋之后，再进行模块的插拔，避免接触到下面的电线。

调试说明如下：

1. 模块正常启动后，在抄读电能表数据过程中，如果模块能正常收发数据，模块上面的 TXD 和 RXD 会出现红绿灯闪烁，具体说明请参见表 2-6。
2. 在正常抄读过程中，如果模块的 TXD/RXD 长期不亮或常亮，可能指示三相表通信模块出现通信异常。
3. 出现通信异常现象，可利用抄控器诊断工具和抄控器调试软件进行点对点抄表测试，排除显示灯坏的原因；同时可点对点监控模块的调试信息，排查载波模块异常工作的原因。

3 集中器本地载波通信模块应用功能说明

集中器通信模块和集中器之间通信遵循国家电网公司 Q/GDW1376.2-2013 协议及国网计量中心用电信息采集远程及本地通信-单元全性能试验检测公告中补遗公告增补，所支持部分为该协议的子集，同时对各省网公司所定义的流程进行支持。

3.1 功能码支持

表 3-1 ZW20 集中器本地载波通信模块支持 AFN 列表

应用功能码 AFN	应用功能定义	具体项目	有路由	无路由	通信模块标识
00H	确认/否认	F1: 确认	√	√	0
		F2: 否认	√	√	0
01H	初始化	F1: 硬件初始化	√	√	0
		F2: 参数区初始化	√	√	0
		F3: 数据区初始化	√	√	0
02H	数据转发	F1: 转发通信协议数据帧		√	1
03H	查询数据	F1: 厂商代码和版本信息	√	√	0、1
		F2: 噪声值	√	√	0、1
		F3: 从节点侦听信息		√	1
		F4: 主节点地址	√		0
		F5: 主节点状态字和通信速率	√	√	0
		F6: 主节点干扰状态		√	0
		F7: 读取从节点监控最大超时时间	√	√	0
		F9: 通信延时相关的广播时长查询	√		0
		F10: 本地通信模块运行模式信息	√	√	0
		F11: 本地通信模块 AFN 索引	√	√	0
		F12: 本地通信模块 ID 信息查询	√	√	0
		F16: 查询宽带载波通信参数	√	√	0
04H	链路接口检测	F1: 发送测试	√	√	0
		F2: 从节点点名		√	1
		F3: 本地通信模块报文通信测试	√	√	0
05H	控制命令	F1: 设置主节点地址	√		0
		F2: 允许/禁止从节点上报	√	√	有路由 0, 无路由 1
		F3: 启动广播	√	√	有路由 0, 无路由 1
		F4: 设置从节点监控最大超时时间	√	√	0
		F6: 启动/停止台区识别	√	√	0
		F16: 设置宽带载波通信参数	√	√	0
06H	主动上报	F200: 设置 CCO 拒绝节点上报使能标志	√	√	0
		F1: 上报从节点信息	√	√	有路由 0, 无路由 1
		F2: 上报抄读数据	√	√	有路由 0, 无路由 1
		F3: 上报路由工况变动信息	√	√	0
		F4: 上报从节点信息及设备类型	√	√	0
07H~0FH	备用	F5: 上报从节点事件	√	√	有路由 0, 无路由 1
		F10: 上报从节点离线状态变化	√	√	1
10H	路由查询	F1: 从节点数量	√		0
		F2: 从节点信息	√		0
		F3: 指定从节点的上一级中继路由信息	√		0
		F4: 路由运行状态	√		0
		F5: 未抄读成功的从节点信息	√		0
		F6: 主动注册的从节点信息	√		0

		F7: 从节点模块 ID 信息	√		0
		F9: 查询网络规模	√		0
		F21: 查询网络拓扑信息	√		0
		F31: 查询相线信息	√		0
		F40: ID 读取	√		0
		F104: 查询 HPLC 载波模块信息	√		0
		F111: 查询多网络信息	√		0
		F112: 查询宽带芯片信息	√		0
11H	路由设置	F1: 添加从节点	√		0
		F2: 删除从节点	√		0
		F3: 设置从节点固定中继路径	√		0
		F4: 设置工作模式	√		0
		F5: 激活从节点主动注册	√		0
		F6: 终止从节点主动注册	√		0
		F225: 启动新装电表上报	√		0
12H	路由控制	F1: 重启	√		0
		F2: 暂停	√		0
		F3: 恢复	√		0
13H	路由数据转发	F1: 监控从节点	√		1
14H	路由数据抄读	F1: 路由请求抄读内容	√		0、1
		F2: 路由请求集中器时钟	√		0
		F3: 请求依通信延时修正通信数据	√		0
15H	文件传输	F1: 文件传输方式 1	√		0、1
16H~EFH	备用				
F0H	内部调试				
F1H	并发抄表	F1: 集中器主动并发抄表	√		1
F2H~FFH	备用				

3.2 通信参数配置

集中器通信模块与集中器之间通过 TTL 串口通信。

默认通信参数为：9600bit/s、8 数据位、1 停止位、偶校验。

3.3 应用功能的流程和使用

3.3.1 上电识别流程

上电识别流程说明如下：

1. 集中器通过路由 RESET 引脚复位路由。
2. 集中器等待通信单元上报“本地通信模块运行模式信息”命令（AFN=03H-F10），最长等待时间 1min，超时主动查询。
3. 通过“本地通信模块运行模式信息”命令（AFN=03H-F10）查询路由版本，本模块的厂商代码为“WZ”。
4. 集中器通过“载波主节点地址”命令（AFN=03H-F4）查询主节点地址，若与集中器不一致，

则通过“设置载波主节点地址”命令（AFN=05H-F1）设置主节点地址。

5. 集中器通过获取到的“本地通信模块运行模式信息”命令（AFN=03H-F10）信息来判断本地通信模块应用模式。

3.3.2 电表档案管理

表档案同步流程需要在路由暂停（AFN=12H-F2）的状态下操作，表档案同步的具体流程说明如下：

1. 集中器使用“查询从节点数量”命令（AFN=10H-F1）查询路由从节点数量。
2. 集中器使用“查询从节点信息”命令（AFN=10H-F2）读取路由模块的表档案地址。
3. 返回节点信息与集中器节点信息相比较，通过“删除从节点”命令（AFN=11H-F2）删除个别不匹配的电表地址或者“参数区初始化”命令（AFN=01H-F2）删除全部电表地址，通过“添加从节点”命令（AFN=11H-F1）添加电表地址。最终达到 CCO 和集中器表档案一致。

3.3.3 定时抄表

说明

- 推荐使用路由模块主动抄表模式（AFN=14H,DT_F1）。

路由模块主动抄表模式下的定时或周期抄表流程说明如下：

1. 集中器检测到抄表时段到达后，发送“路由重启”（AFN=12H-F1）或者“路由恢复”（AFN=12H-F3）命令启动抄读流程。
2. 集中器等待接收问询抄表命令（AFN=14H-F1）。
3. 接收问询抄表命令后，检索集中器表档案。
 - 若表档案不存在该表，则调用“档案同步流程”后重新启动抄表。
 - 若集中器表档案中存在该表且返回为“路由请求抄读内容”命令（AFN=14HF1），此时集中器可以有 3 种应答选择：
 - 第一种选择：用于某块表本次抄读失败，暂时跳过的场景。
“抄读标识”为 00（抄读失败）的“路由请求抄读内容”（AFN=14H-F1 下行）帧，CCO 接收到后首先跳过该表的问询，等到所有未问询抄读过的电表均问询之后，再次问询该表，直到抄表成功为止（最多 100 轮）。
 - 第二种选择：用于某块表的数据已经全部抄读完毕，本轮不再需要抄读的场景。

“抄读标识”为 01（抄读成功）的“路由请求抄读内容”（AFN=14H-F1 下行）帧，CCO 接收到后首先跳过该表的问询，且再也不问询该电表是否抄读，直到所有的电表都抄读成功为止。

□ 第三种选择：用于某块表的数据抄读场景。

“抄读标识”为 02（可以抄读）的“路由请求抄读内容”（AFN=14H-F1 下行）帧，CCO 接收到后，检查报文中的时延标志是否为 1，如果时延标志为 1，则 CCO 会发送“请求依通信延时修正通信数据”（AFN14-F3），集中器收到后按照延时发送修正通信报文（AFN14-F3），CCO 接收到后开始抄读电表。

4. 若 CCO 读表成功，将通过“上报抄读数据”命令（AFN=06H-F2）上报给集中器。
5. 若集中器对 CCO 表档案中的所有电表均置为抄读成功后，CCO 会上报抄表结束帧（AFN=06H-F3）给集中器，后续 CCO 不再主动问询抄表，直至集中器下发路由恢复命令或路由重启命令后，CCO 才开始再从表档案中的第一块表开始问询抄表。
6. 退出抄表周期后，集中器发送“暂停”命令（AFN=12H-F2）命令暂停抄表，等待下一个抄表周期。

3.3.4 点抄功能

点抄功能的流程说明如下：

1. 集中器使用“暂停”命令（AFN=12H-F2）暂停路由工作。
2. 集中器向 CCO 发送“监控从节点”命令（AFN=13H-F1 下行），并判断监控报文是否与通信延时相关。
3. 如果监控报文与通信延时相关，则 CCO 会发送“请求依通信延时修正通信数据”给集中器（AFN14-F3），在收到集中器的回应后应答数据帧（AFN=13H-F1 上行）；如果监控报文与通信延时无关，则 CCO 应答数据帧（AFN=13H-F1 上行），集中器处理数据，CCO 默认应答最大超时时间 20s。
4. 集中器暂时不点抄，重新恢复定时抄表时，发送“恢复路由”命令（AFN=12H-F3）给 CCO。

3.3.5 高频数据采集

集中器向 CCO 发送暂停路由命令，使 CCO 退出主动模式，并由集中器自动控制扩展抄表交互流程。具体过程如下：

1. 集中器连续发送多个 AFN=F1-F1 读表帧给 CCO，当收到 CCO 的否认应答后，暂停发送抄表帧给 CCO。当集中器接收到 CCO 的任意一条抄表应答报文（可能是成功或者失败）时，集中器应再补发一帧报文给 CCO，使得并发数保持最大数，直到所有电表抄读完成为止。以下情况 CCO 端会回复否认帧给集中器：

- 集中器下发的抄表报文的并发个数超过 CCO 允许的最大值，错误原因为 109（超过最大并发数）。
 - 每个并发读表帧中可以承载多条 645 报文，若集中器下发报文中的 645 报文条数超过允许的最大值，CCO 返回否认帧，错误原因为 110（超过单个 376.2 帧最大允许的 645 报文条数）。
 - 集中器抄表时，不允许并发给同一块电表多条抄表报文，即集中器下发第二条抄表报文的前提是要等到第一条抄表报文的回复。否则，CCO 将返回否认帧，错误原因为 111（该表正在抄读中）。
 - 当 CCO 端组网以及路由优化还未完成时，不允许抄表，如果此时集中器发送读表帧给 CCO 时，CCO 会返回否认帧，错误原因为 9（CCO 模块忙，不允许抄表）。
2. 抄表完成后，CCO 将通过 AFN=F1-F1 上行帧将抄读结果发送给集中器。
- 如果抄表成功，报文中为返回的 645 报文。
 - 如果抄表失败，返回长度为 0 的空报文。

注意：

- 如果集中器下发的一个 376.2 报文中包含多条 645 抄表帧，而部分读表帧读表失败，则 CCO 只会上报成功的读表帧。
- 集中器下发抄表帧给 CCO 后，可能需要等待抄表结果的时间较长，集中器以收到 CCO 的上行响应帧为本次通讯结束（集中器可保留超过一定时间后尝试重读某一数据项的功能，以保证集中器与 CCO 之间的通讯可靠，但此次重读不能判定为抄读失败）。

3.3.6 停电主动上报

CCO 收到 STA/采集器发来的停复电事件，按停复电上报流程上报到集中器。停电上报具体过程如下：

1. 发生停电事件后，STA/采集器发送停电事件报文到 CCO，CCO 对停电事件的处理：(1)停电节点广播上报，不予确认回复；(2)未停电节点单播上报，回复确认。
2. CCO 将汇总的停电事件信息，通过“上报从节点事件”（AFN=06-F5）上报到集中器。
3. 集中器下发确认帧给 CCO。
4. CCO 对 STA/采集器的停电事件有去重功能，默认去重时间周期 4 分钟。在去重周期内，CCO 收到同一节点的停电上报，不再重复上报。

复电上报具体过程如下：

1. STA/采集器重新上电后，采用单播方式发送复电事件报文到 CCO，CCO 回复确认。
2. CCO 将复电信息，通过“上报从节点事件”（AFN=06-F5）上报到集中器。
3. 集中器下发确认帧给 CCO。

3.3.7 时钟精准管理

时钟精准管理基于广播流程中通信时延相关报文通信机制实现，具体过程如下：

1. 集中器存在广播任务时，发送“暂停”命令（AFN=12H-F2），停止抄表流程。
2. 集中器判断广播数据的通信延时相关性，如果广播数据和 CCO 的通信延时相关，则首先发送“通信延时相关广播通信时长”查询命令（AFN=03-F9）获得当前报文在目前的本地通信环境中的具体通信时长，由此修正具体的广播数据。
3. 将修正过的广播数据通过“启动广播”命令（AFN=05-F3）发送给 CCO，并依据返回的确认报文中的等待完成时间进行等待。

3.3.8 相位拓扑识别

CCO 采集分析从节点相位，并保存到 CCO。集中器针对 CCO 组网成功的节点，进行从节点信息的读取，其中包括节点的相位信息。在从节点的抄读结果上报报文信息域 R 的线路标志、实测相线标识，体现上报节点的相位信息及零火线接线状态。具体过程如下：

1. CCO 本地采集三相过零点 NTB 并进行缓存，同时通过 HPLC 协议下发过零 NTB 采集指示报文，通知 STA 进行数据采集。
2. CCO 收到 STA 上报的过零 NTB 告知报文后，与本地存储的过零 NTB 信息进行运算，得出 STA 的相位结果。
3. 集中器下发“查询相线信息”（AFN=10-F31），CCO 上报节点相线信息。
4. 集中器抄读节点数据时，CCO 上报抄读数据的上行报文信息域 R 中线路标志、实测相线标识，体现上报节点的相位信息及零火线接线状态。

3.3.9 台区自动识别

针对需要启动台区识别功能的台区，远程启动台区识别任务，台区内的 CCO 和 STA 将根据各类台区特征信息进行台区自动识别。具体过程如下：

1. 集中器下发台区识别使能控制命令（AFN=05-F6）给 CCO，启动台区自动识别功能。
2. CCO 在台区识别期间，白名单过滤功能处于开启状态，不影响抄表业务。
3. 默认采用分布式识别流程，CCO 发送台区特征采集命令到各个 STA，同时启动自身台区特征采集，等待采集完毕后，CCO 将自身的台区特征发布到各个 STA，然后 CCO 查询 STA 识别状态及结果。此过程需进行多次，直到 STA 识别过程结束或集中器下发停止台区识别命令。

4. CCO 将 STA 的识别结果通过“上报从节点事件”(AFN=06-F5)上报到集中器。报文内容为扩展的 645 协议, 包含非本台区的电表信息。
5. 集中器下发确认帧给 CCO。
6. CCO 档案中的所有 STA 识别过程结束后, CCO 停止台区识别流程; 集中器可以下发台区识别使能控制命令(AFN=05-F6), 停止 CCO 台区识别流程。

调度系统对台区供电关系进行相应的改切, HPLC 模块通过台区改切快速识别流程, 产生台区变更申请事件。具体过程如下:

1. CCO 在组网完成后, 对于新的入网请求, 因不在白名单而拒绝的节点, 形成拒绝列表。
2. CCO 节点拒绝信息通过“上报从节点事件”(AFN=06-F5)上报到集中器。报文通信协议类型为 05H, 代表拒绝节点信息上报, 报文内容为拒绝列表信息。
3. 集中器收到 CCO 上报信息后, 下发确认帧给 CCO。

3.3.10 ID 标识管理

CCO、STA 分配有芯片 ID 和模块 ID, 芯片 ID 是由国网计量中心提供的唯一 ID 信息, 模块 ID 为各省网公司分配的资产编号。CCO 在组网过程中, 记录 STA 关联请求报文中记录的芯片 ID 信息, 并保存到数据存储空间。CCO 组网过程完成后, 启动 STA 模块 ID 查询流程, 将查询到的模块 ID 缓存到 CCO 数据存储空间。集中器通过 ID 查询命令读取 CCO、STA 的 ID 信息。

芯片 ID 查询具体过程如下:

1. CCO 在组网过程中, 记录 STA 关联请求报文中记录的芯片 ID 信息, 保存到 CCO 数据存储空间。
2. 集中器给 CCO 发送“查询宽带载波芯片信息”(AFN=10-F112), 查询 CCO、STA 模块芯片 ID。
3. CCO 通过“查询宽带载波芯片信息”(AFN=10-F112)上行报文应答自身芯片 ID(节点序号为 1) 或 STA 芯片 ID(节点序号不为 1)。

模块 ID 查询具体过程如下:

1. CCO 在组网过程完成后, 启动 STA 模块 ID 查询, 并将查询结果保存到数据存储空间。
2. 集中器给 CCO 发送查询“本地主节点通信模块 ID 信息”(AFN=03-F12)命令; CCO 通过“查询本地主节点通信模块 ID 信息”(AFN=03-F12)上行帧应答自身模块 ID 信息。
3. 集中器给 CCO 发送“查询从节点 ID 号信息”(AFN=10-F7)命令, 批量查询 STA 模块信息; CCO 通过“查询从节点 ID 号信息”(AFN=10-F7)上行帧应答存储的 STA 模块 ID 信息。

3.3.11 档案自动同步

通过从节点主动注册实现档案自动同步，具体过程说明如下：

1. 集中器发送“暂停”命令（AFN=12H-F2），停止抄表流程。
2. 集中器下发“从节点主动注册”命令（AFN=11H-F5 下行）。
3. 集中器收到“上报从节点信息及设备类型”命令（AFN=06H-F4 上行），另存上报信息并回复确认命令，重复步骤 3。
4. 集中器下发“路由运行状态”命令（AFN=10H-F4），根据运行状态字中的“工作标志”状态决定是否继续上报；或收到路由主动上报的“路由工况变动信息”（AFN=06-F3），获知主动注册已经结束，回复确认报文（AFN=00H-F1）后终止主动注册流程。
5. 集中器发送“恢复”命令（AFN=12H-F3），恢复抄表流程。

4 电能表载波通信模块应用功能说明

4.1 基本说明

4.1.1 通信参数配置

电能表通信模块与电表之间通过 TTL 串口通信。

初始通信参数为：9600bit/s、8 数据位、1 停止位、偶校验。上电后，STA 模块会以 9600bit/s、2400bit/s、1200bit/s 三种波特率探测，直至探测成功为止。

4.1.2 帧格式支持

ZW20 系列电能表通信模块支持 DL/T645-1997、DL/T645-2007、DL/T698.45-2017 报文格式，具体的报文格式请参见《DLT_645-2007_多功能电能表通信协议》、《DLT645-1997_多功能电能表通信协议》和《DLT698.45-2017_面向对象通信协议》。

4.2 应用功能的流程和使用

4.2.1 模块上电通信流程

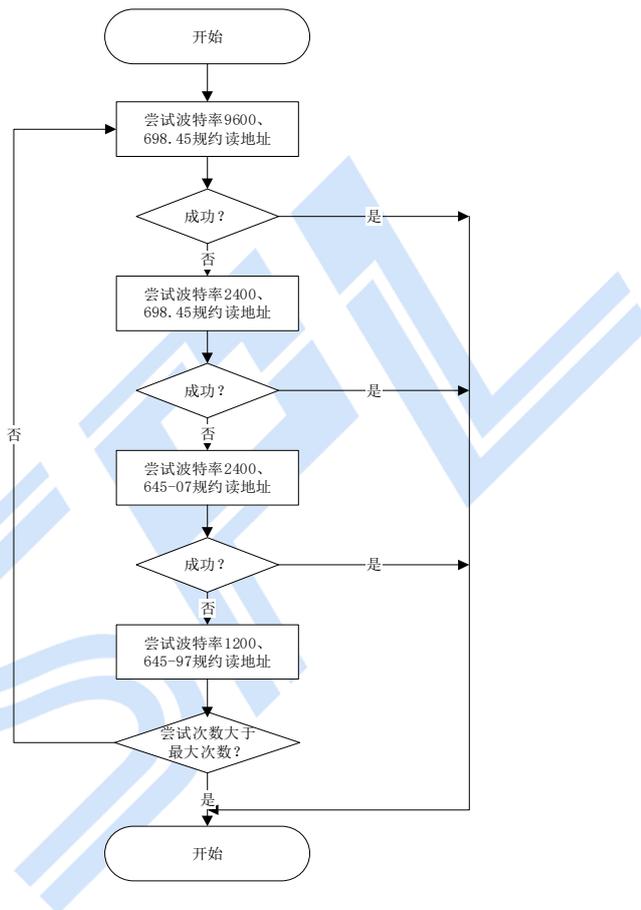


图 4-1 STA 模块上电流程示意图

STA 模块上电时探测电能表通信波特率和协议的过程如图 4-1 所示，具体说明如下：

1. 一次完整的尝试流程：依次使用波特率 9600bps-698.45 两次、2400bps-698.45 两次、2400bps-645-07 两次、1200bps-645-97 两次发送读通信地址报文，每次报文发出后的超时等待时间为 1800ms。最后一次报文应答超时后将波特率切换为 2400bit/s，等待 60s。
2. 如果该流程中没有收到正确的应答报文，则重复以上流程。

3. 如果该流程中任何一次尝试收到了正确的应答报文，则立即停止尝试流程，STA 模块以电表地址作为 PLC 通信地址入网。

4.2.2 模块正常工作通信流程

STA 模块正常工作时的通过程程说明如下：

1. STA 模块正常启动后，接收从 CCO 发来的抄表报文，并转发给电表（或采集器），电表（或采集器）返回数据后，通过 PLC 发给 CCO。
2. 当 STA 模块与电表（或采集器）之间超过 3min 未成功通信，将自动发起心跳报文探测电表。心跳探测报文为读取通信地址的报文。

4.2.3 时钟精准管理

STA 模块正常工作时的广播校时流程：

STA 收到 CCO 发出的 PLC 广播校时帧后，转发给电表（或采集器），电表（或采集器）收到后不做回复，校时时间与电表时间相差在五分钟内均能校时成功。

示例：

下行报文：68999999999999996808064B5B444B344B2816

4.2.4 事件上报

STA 模块正常工作时的事件上报流程如下：

1. 电表 eventout 引脚，常态为低电平，当有主动上报事件发生时，输出高阻态；
2. STA 主动查询电表事件状态字，然后将读取到的数据内容上报给 CCO；
3. CCO 上报集中器后读取电表事件数据，读取完成后，集中器将电表事件发生标志置为 0，电表 eventout 引脚恢复为低电平。

698.45 电表示例：

引脚拉高后，STA 不读电表，直接向 CCO 上报电表空事件报文：

68 01 11 00 68 21 19 68 91 12 34 48 33 37 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 DD
DD 2B 16

645-07 电表示例：

引脚拉高后，STA 读事件状态字：

下行报文：68 63 73 60 06 00 10 68 11 04 34 48 33 37 17 16

上行报文：68 63 73 60 06 00 10 68 91 18 34 48 33 37 33 4F 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33
48 33 DD 3B 3B 3C 3C 3D 3D DD 82 16

4.2.5 停电主动上报

STA模块配置有超级电容，在断电的时候可以维持30s以上的通讯时间。停电上报过程说明如下：

1. STA 模块经电力过零信号检测电路检测到交流电掉电，同时判断模块供电电源掉电、模块正常插入电能表，可以判断停电事件发生。
2. 检测到停电事件发生的 STA 模块，将停电事件采用广播的方式进行事件上报；接收到其它 STA 模块的停电事件，进行汇总后生成新的停电事件，继续向 CCO 转发。
3. 未停电 STA 模块，将接收到其它 STA 模块的停电事件，进行汇总后生成新的停电事件，采用单播方式向 CCO 上报。

STA模块复电后，在关联请求成功之后，通过单播方式上报复电事件。

4.2.6 台区自动识别

STA分布式台区识别流程中，由STA节点进行台区归属判别。具体过程说明如下：

1. STA 模块接收到 CCO 发来的台区特征采集启动命令后，根据命令中的采集特征类型、采集频度、采集周期起始、采集点数量，本地采集相应的台区特征信息。
2. STA 模块接收到 CCO 发来的台区特征信息告知命令时，STA 将该信息与自身采集的台区特征信息进行比对，经过多次迭代形成正确的台区隶属关系。
3. STA 模块接收到 CCO 发来的台区识别结果查询命令时，上报台区识别结果。如果 STA 模块台区识别过程未结束，应答报文中台区识别过程结束标志置为 0，代表识别进行中。