

基于窄带载波和微功率无线双模通信技术 低压电力用户集中抄表系统运行及维护手册

北京博维亚讯技术有限公司

版本：1.0

2016 年 5 月 20 日

北京博维亚讯技术有限公司

地址：北京市昌平区回龙观镇北京国际信息产业基地
发展路 1 号集智达大厦 3 层

邮编：102206

电话：010-69730799

传真：010-69730799

特别说明：

本文件可能含有保密信息并涉及知识产权仅供收讫者使用，严
禁分发、复制和打印。

版本说明：

版本	作者	日期	说明
1.0		2016.5.20	

目录

1	文档说明	4
1.1	文档范围	4
1.2	文档目的	5
1.3	参考文献	5
1.4	术语和定义	5
1.5	缩写词	6
2	关于博维亚讯	7
3	低压电力用户集中抄表系统简介	7
4	博维亚讯双模方案介绍	9
4.1	双模方案简介	9
4.2	博维亚讯双模模块技术特点	10
4.2.1	窄带 OFDM 载波技术特点	10
4.2.2	微功率无线技术特点	11
5	博维亚讯双模产品介绍	11
6	产品安装及注意事项	13
6.1	注意事项	13
6.2	集中器安装	13
6.2.1	安装位置要求	13
6.2.2	集中器设备安装	14
6.2.3	天线安装	15
6.3	采集器安装说明	17
6.4	双模智能电表模块安装	22
7	产品运行	22
8	产品维护	23
8.1	故障现象	24
8.2	故障原因	25

8.3	排查方法	26
8.4	解决方案	29

1 文档说明

1.1 文档范围

本档适用于电力企业基于力合窄带 OFDM 载波和微功率无线双模通信技术低压电力用户集中抄表系统安装、运行和维护人员。

1.2 文档目的

本文档目的为电力企业基于力合窄带 OFDM 载波和微功率无线通信技术低压电力用户集中抄表系统安装、运行和维护人员在日常工作过程中提供帮助和指导。

1.3 参考文献

介于本文档参考文件过多，在这里不详细列出，具体请按照下列描述内容查阅相关标准文献。

- ① 电力行业标准 DL/T645-2007 多功能电能表通信协议
- ② Q/CSG 11109003-2013《中国南方电网有限责任公司低压电力用户集中抄表系统集中器技术规范》
- ③ Q/CSG 11109005-2013《中国南网电网有限责任公司低压电力用户集中抄表系统采集器技术规范》
- ④ 北京博维亚讯技术有限公司 2014 年低压电力线窄带 OFDM 载波和微功率无线双模通信产品企业标准

1.4 术语和定义

计量自动化主站：计量自动化主站是指具有选择终端并与终端进行信息交换功能的计算机设备，包括前置采集、数据维护存储、业务处理和综合应用四个部分，其中前置采集部分完成和终端进行通讯的功能。下文简称主站。

测量点：指可以测量出唯一的一组电气量值的测量装置与终端的顺

序电气连接点，当物理上相同的一个电气连接点被多个装置所测量，或者被一个装置所测量但通过多种方式被传递到终端时，按照多个测量点计，每个测量点设备具有唯一的逻辑定位编码，是该装置在终端的参数配置、数据应用的唯一对象标识。

集中器：集中器是指收集各采集器或电能表的数据，并进行处理储存，同时能和主站或手持设备进行数据交换的设备，以下简称集中器。

采集器：采集器是用于采集多个电能表电能信息，并可与集中器交换数据的设备，以下简称采集器。直接转发低压集中器与电能表间的命令和数据。

手持设备：手持设备（或称手持抄表终端）是指能够近距离直接与单台电能表、集中器、采集器及计算机设备进行数据交换的设备。

低压电力线载波：将低压电力线作为数据/信息传输载体的一种通信方式。

微功率无线：是以空间电磁场作为数据/信息传输载体的以低功率进行传输的一种通信方式。

公网通信：采用无线公网信道，如：GSM/GPRS、CDMA 等实现数据传输的通信。

1.5 缩写词

CDMA	Code Division Multiple Access	码分多址
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通讯
GPRS	General Packet Radio Service	通用无线分组业务
PLC	Power Line Communication	电力线载波通信
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	正交频分复用

2 关于博维亚讯

北京博维亚讯技术有限公司是专注于电力线载波和无线通信技术及芯片设计开发，结合自身综合优势为中国智能电网应用提供先进的技术、高性能芯片及完整的系统解决方案。

博维亚讯是国内低压电力用户集中抄表系统电力线载波芯片主要供应厂家之一，并且以技术先进、拥有自主知识产权自主设计的超大规模专用芯片，以及拥有基于窄带 OFDM 技术的第二代电力线载波通信技术和芯片而著称。

博维亚讯根据市场需求并结合自己综合优势，于 2014 年推出国内首款针对低压电力用户集中抄表应用、集成窄带 OFDM 电力线载波 (PLC)、470MHz 微功率无线通信以及 MCU 于单一芯片的电力线载波/微功率无线双模 SoC 芯片—BWYX1601，同时提供基于 BWYX1601 的单相、三相、集中器、采集器等完整双模通信模块应用方案及产品。

3 低压电力用户集中抄表系统简介

低压电力用户集中抄表系统为电力营销业务应用重要的数据支撑平台。

低压电力用户集中抄表系统物理结构是由计量自动化主站层、上行通信信道层、采集设备层、下行通信信道层、和电能表层组成，详见图 2-1。低压电力用户集中抄表系统是对配电变压器和电力用户的电表进行集中抄收。

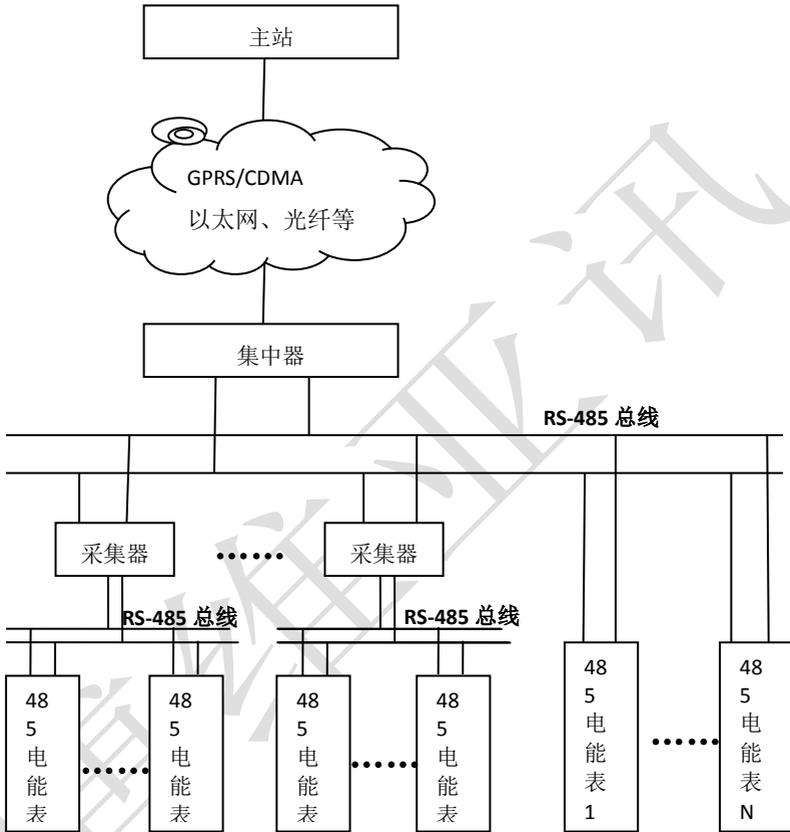


图 2-1 低压电力用户集中抄表系统组成图

计量自动化主站是指具有选择终端并与终端进行信息交换功能的计算机设备，包括前置采集、数据维护存储、业务处理和综合应用四个部分，其中前置采集部分完成和终端进行通讯的功能。

采集设备包括集中器和采集器，负责对电表的集中抄收。

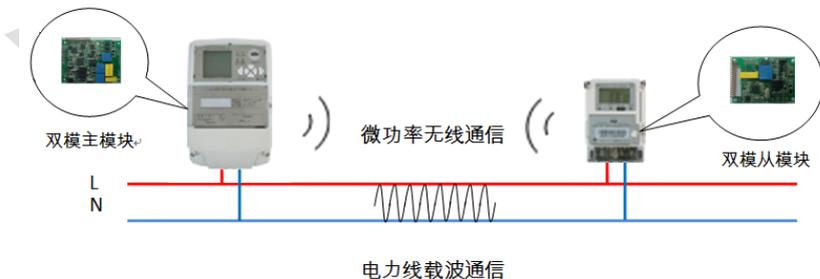
低压电力用户集中抄表系统通信信道包括上行通信信道层和下行通信信道层两部分。上行通信通道层是指集中器与计量自动化主站之间的通信接入信道，远程通信技术包括：主要为 GPRS 无线公网、

CDMA 无线公网、光纤专网、230MHz 无线专网、中压电力线载波、广电网、PSTN 与 ADSL 租用网络等。下行通信信道层是指采集器与电能表之间的通信接入信道，本地通信技术包括窄带载波、宽带载波、微功率无线、RS485 总线等。

4 博维亚讯双模方案介绍

4.1 双模方案简介

“双模”顾名思义就是两种通信模式，这里特指电力线窄带载波与微功率无线两种通信技术。由于电力线窄带载波和微功率无线相对通信专线（例如 RS485 总线），都具有无需布线、易施工、成本低的优点，因此成为目前低压电力用户集中抄表系统中最主要的两种本地通信技术。而双模方案就是利用这两种通信信道特性不同而形成一种互补机制的通信方案，从而使通信的时效性和可靠性得以最大程度的提升。其工作原理如下图所示：



4.2 博维亚讯双模模块技术特点

4.2.1 窄带 OFDM 载波技术特点

- 载波频率和带宽：用户可在 500kHz 范围内定义任意起始和终止频率。因此，该芯片完全支持中国电力线载波通信专用频段、欧洲 CENELEC A/B/C 波段、ARIB 及 FCC 频段。
- 调制方式：窄带 OFDM，符合博维亚讯 GreenPLAN 窄带 OFDM 电力线载波协议。
- 传输方式：工频过零传输模式（支持 50Hz 或 60Hz 电网）或连续模式。
- 通信速率：与实际设定的工作带宽和电网环境有关，典型速率可达 5-20kbps。
- 子载波调制方式：BPSK/QPSK/16QAM。
- 信道编码：RS 及卷积码。
- 交织：时域及频域交织。
- 支持正常模式、增强模式和 ROBUST 模式。
- 接收灵敏度 $\leq 20\text{dbuV}$
- 支持 50Hz 及 60Hz 电网
- 串行数据接口。

该载波技术和芯片已具有数千万片的现场安装和运行规模，技术成熟。

4.2.2 微功率无线技术特点

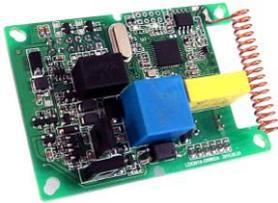
- 符合国家电网公司 Q/GDW 11016-2013《电力用户用电信息采集系统通信协议 第 4 部分：基于微功率无线通信的数据传输协议》。
- 频率范围：471MHz ~486MHz
- 调制方式：GFSK
- 接收灵敏度 $\leq -110\text{dBm}@9.6\text{kbps}$ (BER<0.1%)
- 串行数据接口。

5 博维亚讯双模产品介绍

基于单片双模芯片 BW1601 的电能表表模块、集中器模块和采集器模块，符合低压电力用户集中抄表系统相关技术标准，内嵌完整的分布式路由自组网通信协议，可以与任何厂家的载波单相电能表、三相电能表、采集器或集中器相配合。

- 设计标准：
 - 2013 年南方电网低压电力用户低压集中抄表系统集中器和采集器相关技术规范
 - 2012 年国家电网公司电力用户用电信息采集系统通信协议-微功率无线通信标准
 - DT/L645-2007 中国电力行业标准多功能电能表通信规约
 - DT/L698-2010 中国电力行业标准电能信息采集与管理系统相关技术规范。
- 双模芯片：BWYX1601。

- 双模通信：窄带 OFDM 电力线载波和微功率无线。
- 网络路由：既可单一模式构成各自的路由，也可以两种信道互为中继，进行混合式路由。
- 双向通信：支持事件主动上报、表号自动注册、自动搜索、相位自动识别。
- 数据接口：DL/T645-1997 和 DL/T645-2007《多功能电能表通信协议》。
- 高性能、低功耗设计。



双模单相表模块



双模集中器模块



双模 II 型采集器

6 产品安装及注意事项

6.1 注意事项

- 断开要施工的电表箱内进线三相总电源空气开关。
- 断开所有用户小空气开关以防反送电。
- 用万用表检查电表箱内进线三相总电源空气开关，并确定其下端口出线端无电。
- 用万用表依次试各户的进线和出线，确定无电后方可施工。
- 在电表箱的三相总电源空气开关进线侧悬挂警示标示牌。
- 经安全负责人检查同意后方可进行设备安装。
- 施工者爬高作业时，需佩戴安全帽与安全带，安全员现场监督直至施工完毕。
- 将集抄系统中产品安装在户外较高位置时，如果周围比较空旷，请安装避雷针，以防雷击。
- 该产品不具备防水功能，请不要将本产品直接安装在户外及潮湿的地方。
- 在安装连接的过程中，要先连接弱电线，后接电源线上电。断开过程相反。

6.2 集中器安装

6.2.1 安装位置要求

- 一般情况下，集中器均应安装在变压器台区侧，用以采集此台

变总的用电量信息，以便实现线损统计、负荷曲线统计等增值功能。

- 从无线通讯的角度考虑，集中器安装的最佳位置是将其在整个网络的中心位置，以保证网络结构最优。
- 安装在较高（人为不易接触到）的位置。
- 确保集中器安装在通风、干燥的地方，并避免雨水淋洒到集中器表体上。
- 上行采用 GPRS 通讯时，将其安装在 GPRS 信号较佳的地方

6.2.2 集中器设备安装

- 集中器一般安装在变压器侧总表旁，如果不要求抄总表，则最好安装在网络中心位置的高处。
- 集中器统一安装在箱体内部，孔隙部分用胶套或胶泥封堵，防止雨雪进入。安装的设备应统一做好安全标识。
- 安装尺寸预先计算好，钻好孔，集中器的固定、安装方法和普通三相电子表完全相同。
- 通常采用垂直安装方式，用三个螺钉三点式固定。其上部有挂钩螺钉孔，可用 M4 挂钩螺钉固定，终端下部有两个安装孔，用 M4×10 或 M4×12 普通螺钉固定在接线板上。
- 如果集中器侧有总表，可通过 RS485 直接接入集中器实现抄表。RS485 接口分为 A、B 两个端子，用 485 线将总表的 A 端与集中器的 A 端相联，总表的 B 端与集中器的 B 端相联。485 总线的通信距离建议不超过 200 米。连接线建议采用单股铜芯线，外部屏蔽层单端接地。
- 接地：箱体接地线用 6 平方毫米多股软铜质导线，颜色推荐黄绿双色线。
- 电源：集中器电源线推荐选用 2.5 平方毫米及以上单股铜芯线，

导线颜色推荐 A-黄, B-绿, C-红, N-蓝。

- 接线方法以集中器端钮盖上的为准。

6.2.3 天线安装

6.2.3.1 GPRS 天线安装, 应注意如下事项

- 安装前, 用 GSM 手机, 测试安装地点的 GSM 值和 GPRS 通讯情况。
- GPRS 天线只能用 GPRS 模块配备的天线, 不能跟双模模块的天线混用。
- GPRS 模块通常标准配置 1.5 米外置天线, 在终端通讯比较差的情况下, 需根据终端上显示的 GSM 值, 寻找合适位置固定外置天线, 天线吸盘要求吸在铁质物体上, 以增强通信信号强度。
- 为了保证通讯的可靠性, 建议将天线的头部安装在计量柜或者箱变的外面。安装完成后, 需在工作单上写上现场的信号强度值是多少。
- 安装外置天线时, 除了考虑信号的强弱外, 还必须保证天线安装在不易被破坏的地方, 同时还要注意防止雷击。
- 当个别地下室或者手机信号很弱的地方, 需要加长的天线, 再单独另配天线。

6.2.3.2 双模模块天线安装

- 双模模块的天线只能用双模模块配备的天线, 不能安装诸如 GPRS 之类的其它天线。
- 当采用内置天线无需特别处理。
- 当采用外置天线时, 需注意如下事项
 - 天线与模块连接螺母应旋紧, 如图 6-1 所示。



图6-1 旋紧天线与模块的连接螺母

- 将天线头放置于开阔之处，天线头或天线杆应远离金属、钢筋混凝土墙壁等。应垂直于墙面和金属箱体，如果平行于墙面和金属箱体，最好留有 20 厘米以上的距离，如图 6-2 所示。
- 天线吸盘应吸在铁质的物体上，以增强通信性能，如果有多个天线安装在同一位置，天线之间要求保持 20 厘米以上的距离。



图6-2 天线头的放置

- 注意保护馈线，建议使用 PVC 管等走线，如图 6-3 所示



图6-3馈线使用PVC管走线

- 安装外置天线时，除了考虑信号的强弱，还必须保证天线安装在不易被破坏的地方。
- 不可以将本产品完全密闭在金属盒子内，如果必须安装在金属壳体内，必须将模块的天线引出金属壳体外。

6.3 采集器安装说明

6.3.1 采集器安装位置选择

- I 型采集器大小与单相表相同，当表箱内有空表位，建议将采集器安装在表箱内，节省成本、利于施工。当表箱内没有空表位，可以在表箱的外部独立安装小采集器箱。如图 6-4 所示



图6-4采集器安装在电表箱内

- 表箱空间不够，可将采集器安装在电表箱旁边，且置于小采集器箱中。如图 6-5 所示。



图6-5采集器安装在电表箱外

6.3.2 I 型与 II 型采集器安装

- 采集器的安装一般以住房单元、楼层单元为单位，每台采集器最多可以并接 32 块电表。根据单元表箱位置，每个单元安装一个采集器，单元内所有电表通过 RS-485 总线同采集器 RS-485 接口并联。对于多层楼的单元，普遍将居民用户电表安装在—

个大电表箱内，部分表箱还包括楼道公用表和车库公用表等，这类情况只需将采集器安装在电表箱内。

- 当电表箱内无采集器安装位置，则在表箱侧加装采集器的表箱（建议表箱正前方有透明窗），预留采集器的安装位置。采集器有同安装电表一样的挂环，位置正前方配置同电表一样装有透明玻璃，便于红外调试终端和单元数据采集。
- 如果单元内楼道公用表和其他车库公用表等设置单独表箱，尽量将此表箱同居民用户大表箱安置在楼道墙同侧。表箱间预留 $\varnothing 30$ 毫米管道，避免弯接。当存在弯接，弯接角度应大于 90 度。当表箱间有电源互通管道，电源线在管道内尽量拉直，管道预留钢丝引线，管道留有重复穿线余量。如表箱间无电源互通管道，或表箱无法放置于楼道墙同侧，则需每个表箱预留采集器安装位置。
- I 型采集器电源线推荐选用 2.5 平方毫米及以上单股铜芯线，导线颜色推荐 L-红，N-黑。
- 从表箱内端子处取 220V 电源线，采集器的电源线同表箱电表进户线同排入线槽。
- RS-485 总线的连接应注意 A、B 极性，连接线推荐选用 1.5 平方毫米单股铜芯线，A、B 极性颜色分开，导线颜色推荐 A-黄，B-绿。各色连接线应按 RS485 的极性独立接线。
- 各色连接线尽量不要分段，宜将连接线 90 度折弯后接入电表的 RS-485 端子。护套线布放应平整，电表之间的走线弯角应折成 90 度。RS485 线同表箱电表进户线同排入线槽。
- I 型采集器与 DL/T645-2007 电表连接，如图 6-6 所示



图6-6 I型采集器与DL/T645-2007 电表连接

- I 型采集器与电能表端子接线如图 6-7 所示

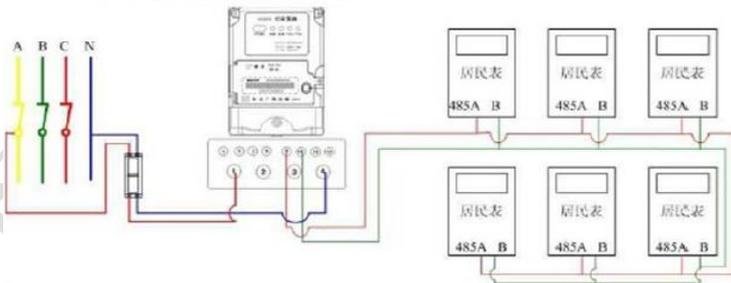


图6-7 I型采集器与电能表端子接线

- II 型采集器与 DL/T645-2007 电表相接如图 6-8 所示



图4-8 II型采集器与DL/T645-2007电表相接

- II型采集器接线图如图4-9所示

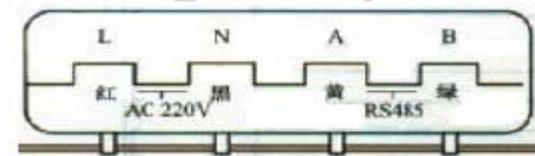


图6-9 II型采集器接线图

- ◇ L: 对应红色线，交流220V 电源L相输入。
- ◇ N: 对应黑色线，交流220V 电源N相输入。
- ◇ A: 对应黄色线，RS485 通信线A。
- ◇ B: 对应绿色线，RS485 通信线B。

6.4 双模智能电表模块安装

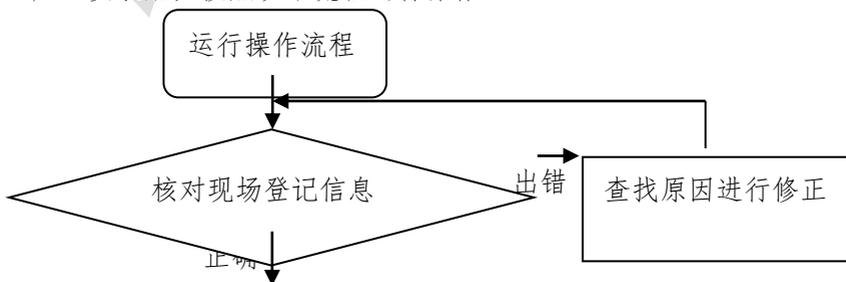
将双模单相表模块按照图 6-10 所示插入到单相电表的凹槽中即可，注意插针不能插歪，需要按紧模块，双模三相表模块与单相一致。表模块安装到位的同时，可以观察电表液晶显示屏的有无读电表地址的符号（闪电符号）在闪动，如有则说明表模块安装正常，否则，不正常，需要拔下来重新安装，或换新模块。



图 6-10 双模单相模块安装示意图

7 产品运行

产品安装后，按照以下流程进行操作：



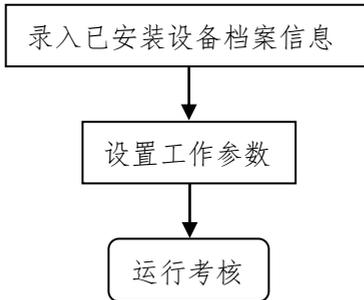


图 6-1 运行操作流程

① 核对现场登记信息

将现场登记的信息与营销系统原有的档案信息进行核对，开始是否存在信息不匹配问题，若存在应查找原因，进行修正。

② 录入已安装设备档案信息

按照台区-集中器-电表所属关系通过系统主站客户端进行已安装设备档案信息录入，并将电表信息下载到集中器中。

③ 设置工作参数

设置集中器工作时段，抄表端口，抄表日等抄表相关参数以及电能表的各种参数（包括表通信地址，端口号，规约类型等）。

8 产品维护



图 7-1 维护通用原则

以上四步是所有产品在维护过程中采用通用原则。

“发现问题”对应“所出现的各种故障现象”，可简称为“故障现象”；“分析问题”对应“找出导致故障出现可能的原因”，可简称为“故障原因”；“排查问题”对应“对可能的原因进行一一排查的

方法，进行故障定位”，可简称为“排查方法”；“解决问题”对应“解决方案”。由此可以构建“故障现象”、“故障原因”、“排查方法”和“解决方案”四个描述数据库。客户仅根据数据库之间的链接关系，按照维护通用原则，就可以非常方便、容易解决问题。举例说明：

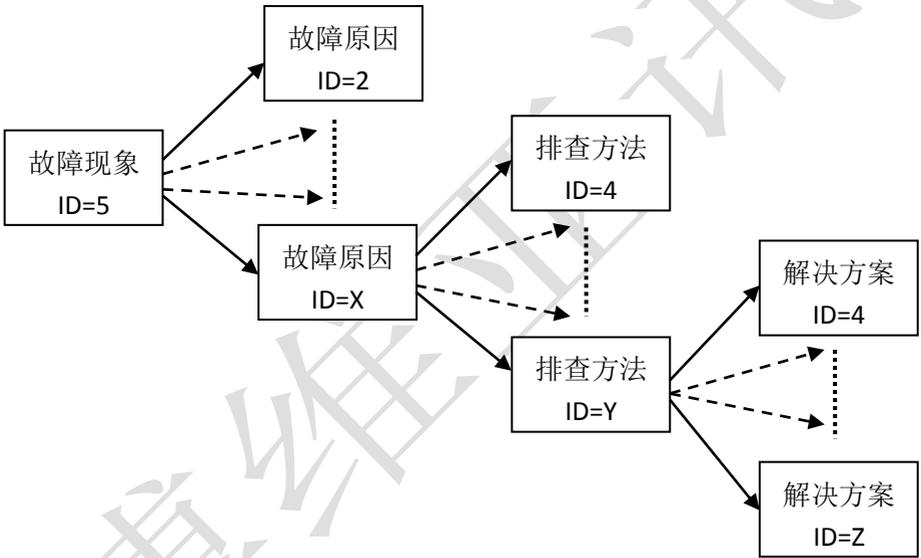


图 7-2 维护通用原则举例

8.1 故障现象

故障现象 ID	故障现象描述	链接故障原因 ID
1	采集成功率只有 60%，固定电表采集失败。	2、3、4、5、6、10
2	集中器处于离线状态	1、4、19、20、21

3	只能采集到总表	3、、4、5、6
4	某台区陡然大批量抄不回	4、6、10、22
5	个别用户表固定不回	3、5、7、8、9、 12、16、18、24
6	整个采集器下电表抄不回	8、9、11、13
7	采集器下部分表计不回	5、7、12、16、18、 24
8	台区用户抄收不稳定	14、15、17、23
9	固定区域表计不回	5、13、14、15

8.2 故障原因

故障原因 ID	故障原因描述	链接排出方法 ID
1	供电台区停电	2
2	集中器电源线未接好	1、2、3
3	电表档案出错	4
4	集中器产品质量问题	5
5	电表信息未下载到集中器	4
6	集中器路由板产品质量问题	7
7	电表电源线未接好	1、2、3
8	采集器电源线未接好	1、2、3
9	模块产品质量问题	7

10	供电台区某相停电	8
11	RS485 线故障	9
12	电表产品质量问题	10、11
13	用户资料垮台区问题	13、14
14	三相用户不平衡以及供电半径过大	15
15	台区总表安装位置不合理	16
16	台区用户的停电、拆迁	17
17	台区高压串扰问题	18
18	现场电表地址与档案不符	17
19	SIM 卡坏、欠费	6、19、20
20	天线损坏、信号屏蔽	6
21	集中器设置参数不对	6、21
22	主站问题	6
23	终端、路由模块程序优化	22
24	现场电表未安装、老表未更换	17

8.3 排查方法

排查方法 ID	排查方法描述	链接解决方案 ID
---------	--------	-----------

1	用电笔对电源接线的火线进行检测是否存在断路、短路、虚接问题	1、2
2	用万用表测量电源线电压进行检测是否存在断路、短路、虚接问题。	1、2
3	目视方法看接线是否存在断路、短路、虚接问题。	1、2
4	核对现场与采集系统电表信息是否一致	3
5	观察集中器液晶是否有显示、按动按键是否有反应	4
6	观察液晶上 GPRS 信号强度以及是否成功连接主站	4、5
7	观察模块电源灯是否常亮，抄表时 TR 状态灯是否交替闪烁	6
8	观察终端实时数据 A、B、C 三相电压是否正常	1、2、3、4
9	用万用表测量 485 线是否有断路、短路、虚接问题	1、2
10	观察电表是否为黑屏，无任何显示，按动按键无任何反应	7
11	用掌机或者电脑直接测试电表 485 口是否正常	7
13	根据供电线路沿线排查电表所属台区是否与主站挂	3

	接台区一致	
14	对于埋地电缆不能目测的用抄控器进行点抄操作或者台区停电来判断	3
15	根据线路走线目测来判断相位和供电的半径	8
16	根据台区的供电范围来判断台区总表的安装位置	8
17	现场查看用户电表的状态以及电表地址	3
18	用监控设备在用户表上监控台区的串扰情况，并截取报文供研发分析	9
19	将终端 SIM 卡拔下目测有无损坏	10
20	将卡插入手机中查询有无欠费等原因	10
21	查看终端 IP、端口、APN 等参数按照各省局、地市区县电力公司的相关要求核对并设置正确无误	5
22	用特定的软件监控终端、路由模块的参数以及抄表的数据项等	9

8.4 解决方案

解决方案 ID	解决方案描述
1	更换连接线
2	重新固定连接线
3	更改主站电表档案信息
4	更换终端
5	更改终端通讯参数
6	更换集中器模块
7	更换电表
8	增加中继设备或者更换总表安装位置
9	带上监控器，将电源接在被干扰点上，用电脑截取报文
10	更换 SIM 卡