

用电信息采集系统速度提升的研究

徐 晴^{1,2}, 刘 建^{1,2}, 田正其^{1,2}, 祝宇楠^{1,2}

(1.国网江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏省南京市 210019;

2.国家电网公司电能计量重点实验室, 江苏省南京市 210019)

摘 要: 在用电信息采集系统应用中, 速度是关键因素。本文从系统的角度阐述了影响用电信息采集系统速度的关键因素。从本地通信、远程通信、主站系统、采集设备、计量设备等各环节分析如何影响系统速度, 并提出了提高系统速度的方法。

关键词: 用电信息采集系统; 速度; 本地通信; 远程通信

1 用电信息采集系统与速度

当前用电信息采集系统抄表的主要方式是低压电力线载波、RS485、微功率无线等通信方式, 也有一些新通信方式的应用试点。目前用电信息采集系统已经可以满足数据抄收的要求及部分用电监控的要求。通讯的可靠性和实时性有大幅改善。

随着用电信息采集系统电能表数据采集成功率的大幅提高, 可处理的数据越来越多, 用电信息采集系统的应用范围也在不断的扩展。同时计算机技术、通信技术、用电及计量技术的发展, 也使用户对采集系统产生新的需求, 如: 1) 双向互动的需求; 2) 实时监控的需求; 3) 在智能电网和物联网中承担更多的应用需求^[1-4]。

用户需求和潜在需求的增多, 系统对通信及处理的速度提出了更高的要求。因此, 一些应用就受到了通讯性能和速度的限制^[5,6]。

图 1 为用电信息采集系统框图, 通过对影响系统运行的各环节分析, 包括主站系统、远程通信、采集通信、本地通信、计量通信等各环节均有可能影响到整个系统的运行性能和速率。当前影响系统速度的关键在于数据的通信传输^[7,8]。

2 本地通信环节分析

本地通信系统是用电信息采集通信系统重要的组成部分。目前影响本地通信系统通信速率的主要有两方面:

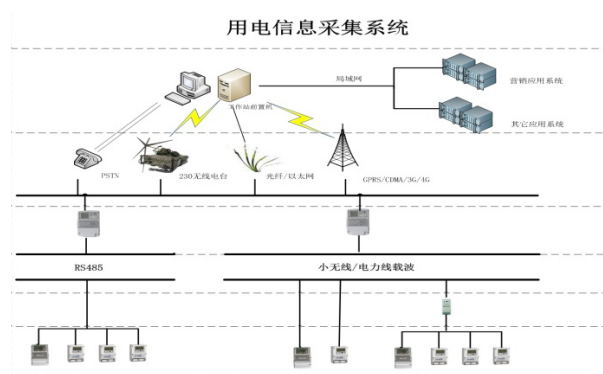


图 1 用电信息采集系统

Fig.1 Electric energy data acquire system

- 1) 终端与通信模块、电表与通信模块间的响应时延和通信速率;
- 2) 不同通信介质本身的通信速率及可靠性影响。

目前国内本地通信系统通信方式多采用的是: 窄带电力线载波、微功率无线等方式。从目前的应用情况看, 现有技术尚可满足目前应用需求, 但局限性依然明显。通信速率对目前本地通信系统的发展就是一个瓶颈, 如窄带电力线载波目前国内占有率较高的厂家, 通信速率多在 5kbps以下, 有的甚至在 1kbps以下, 基于OFDM调制方式的电力线载波速率可以做到 10kbps以上, 微功率无线在 10kbps左右。本地通信技术的发展方向几乎集中在了通信速率及通信可靠性的提高上^[9,10]。

2.1 低压电力线载波现场应用与实验室测试对比

2.1.1 理论速度

对现场应用的各种通信方式进行通信速率统

计，目前典型调制方式的窄带电力线载波通信速率如图 2 所示。

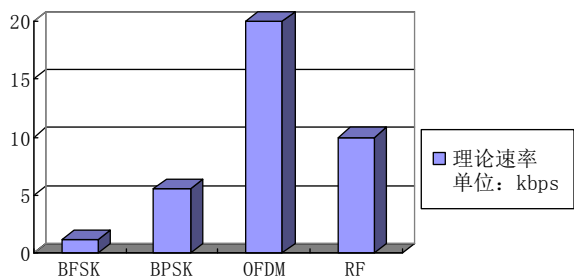


图 2 窄带电力线载波不同调制方式的速率图

Fig.2 Rate of different modulation schemes for narrow band power line carrier

2.1.2 现场应用速度

针对目前使用较多的本地通信方式，在不同省份的典型台区进行了双向通信时间的统计，见表 1。

表 1 现场双向通信时间统计表

Tab.1 The two-way communication time statistics

通信方式	调制方式	理论通信速率	特有技术	现场双向通信时间
窄带载波	BFSK	1.2kbps	扩频	3s
窄带载波	OFDM	20kbps	动态路由	2s
窄带载波	OFDM	33.4kbps	自组网	1s
RF	GFSK	10kbps	自组网	2s

以上统计表中数据主要针对抄表稳定的台区，现场抄读数据 100%成功。但实际现场多数台区由于传输信道等影响，会导致台区双向通信时间波动。从目前现场应用统计，本地通信无论是采用窄带电力线载波方式还是微功率无线方式通信速率仍较慢。

2.1.3 实验室测试速度

正泰量测办公楼强电井中等距离安装了 20 个表箱，作为微功率无线及电力线载波通信的典型测试环境，相邻两层测试表箱间有 10 个空气开关电力线的主要负载为电脑、空调、照明等设备。

测试使用的电力线载波耦合器频带范围在 20kHz~500kHz，由于目前电力线载波多使用该频段，故针对此频段噪声进行分析。

图 3 中的四张图分别是在不同时间对电力线噪声的抓取，从图中可以看出：92kHz 噪声平均值已经达到近 90dBμV，约 30mV。其它典型噪声点还有 34kHz。

2.2 本地通信系统通信可靠性提高方法研究

2.2.1 电力线载波可靠性提高方法研究

低压电力线信道的阻抗特性、信号衰减、随机

噪声干扰等问题，使得电力线载波通信系统可靠性降低。提高电力线载波通信系统可靠性大致可从如下几点入手：信息编码技术、通信信道估计与选择等技术^[11-15]。

对于随机噪声的干扰，可以采用扩频技术。由于扩频载波信号的带宽远大于所传信息所必需的最小带宽，故噪声可能只影响到一小部分所要传输的信号，大部分信号可以完整的到达接收端，提高了系统的可靠性。目前窄带 OFDM 技术，可增加信道估计技术，以对抗信道衰落。

微功率无线通信的稳定性主要源于带内频谱干扰、空间信号衰落、信号冲突等问题的影响，消除或者避免这三类问题是提高无线通信稳定性的主要研究方向。

首先，在实际使用环境中，用于微功率无线电力抄表的 470-510MHZ 无线频段内存在着其他类别的无线通信设备共同使用的情况，如地面数字电视信号；也有其他频段的无线设备产生的杂散发射落在该频段内的情况。因而一般我们只能采取信道扫描的方式来分析哪个信道是干净的或者没被占用的，同时这种干扰在时间上也有离散性，采用周期性重复扫描的方式来弥补时间离散的情况。对于这种使用窄带通信技术的微功率无线通信，带内频谱干扰的问题可通过规避的方式，如果允许使用扩频通信等技术，那么可提高抗带内频谱干扰能力。

其次，信号在空间上的衰落主要受实际环境变化的影响，如信号在建筑物的结构中的折射反射，人、动物、车辆等的运动干扰等，会造成信号在空间传播呈现多径形式和衰落实时变化的情况。因而在我们布局无线网络时要充分考虑网路传输链路预算一般 20-25dB 的余量可以应付这种多径衰落的影响，可以有效提高通信的稳定性，因而在网络布局后进行网络优化测试是非常有必要的。另外，有条件的话，通信设备如能使用多天线的空间分集技术也是一种提高信号稳定性的方式。

最后，信号冲突问题也是微功率无线网络提高稳定性的主要研究方向，随着无线网络规模的扩大，网络中各个节点之间的通信局限于邻近和附近节点，那么相互冲突的概率也会呈指数级上升，并且微功率无线网络通信路由协议的不递归性会增加这种冲突的概率。所以设计合理高效的网络通信路由协议是解决降低信号冲突概率的有效方法。

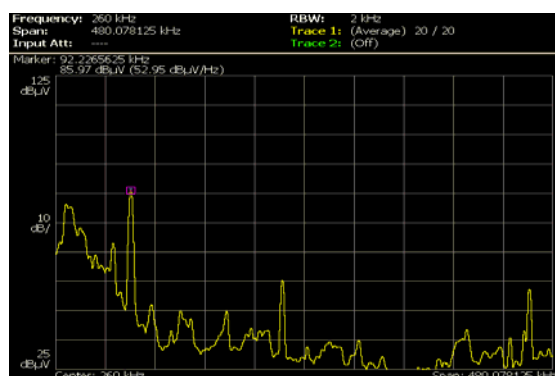
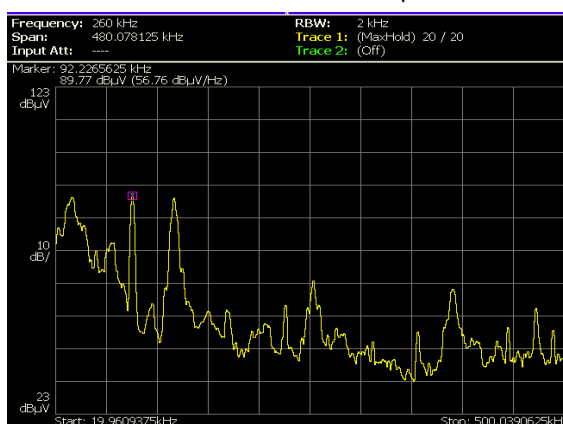
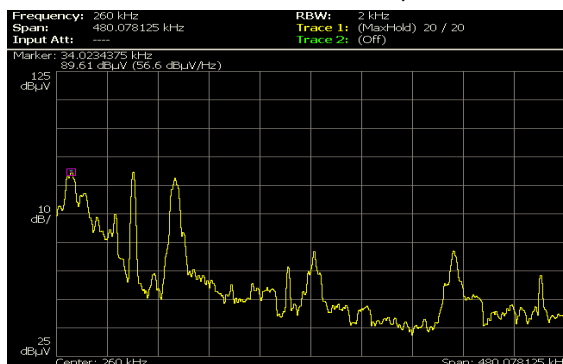
时间1噪声值: 85.97 dB μ V时间2噪声值: 86.06 dB μ V时间3噪声值: 89.77 dB μ V时间4噪声值: 89.61 dB μ V

图3 电力线噪声频谱(20kHz~500kHz)

Fig.3 The noise spectrum of electric power line

2.3 本地通信系统通信方式速率提高方法研究

终端、智能表与本地通信模块间通信速率的提升,相对来说更容易实现,例如:终端与模块间的通信接口可以用以太网接口,或其他高速通信方式替代;智能表与模块间的通信速率也容易在不影响可靠性的前提下提高。

目前推荐使用的电力线载波通信频段为:3kHz-500kHz。若想进一步提高本地通信速率,那么宽带载波技术是一种选择,但是宽带载波通信距离存在问题。新一代载波通信技术可使用跨频带技术频率覆盖窄带载波频段、宽带载波频段,可根据电力线信道特性,自适应选择合适的工作频段。

3 远程通信环节分析

3.1 远程通信主要方式

远程通信方式目前主要包括: GPRS/CDMA 2.5G 无线通信方式、3G 无线通信方式、4G 无线通信方式、光纤/以太网通信方式、PSTN 固定电话拨号方式、230MHz 无线电台方式。图4和表2对各种远程通信方式的速率进行了比较与对比。

从图4及表2可以看出,光纤/以太网通信以其1Gbps的通信速率,成为目前主要远程通信方式中速度最快的一种。而在远程无线通信方式中:3G通信要比2.5G通信速率快10倍以上,而新兴的4G通信又比2.5G通信快100倍左右。

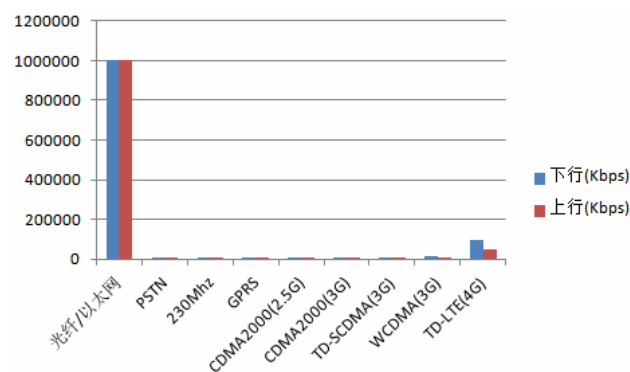


图4 远程通信方式速率比较柱状图

Fig.4 Rate comparison of remote communication

表2 远程通信速率理论值对比表(单位:bps)

Tab.2 Theoretical value of remote communication rate (bps).

通信方式	光纤或以 以太网	PSTN	230MHz	2.5G		3G		4G	
				GPRS	CDMA 2000	CDMA 2000	TD-SCDMA	WCDMA	TD-LTE
理论值	1G	33.4k	9.6k	下行: 171.2k	153k	下行: 3.1M	下行: 2.8M	下行: 14.4M	下行: 100M
				上行: 18k		上行: 1.8M	上行: 2.2M	上行: 5.76M	上行: 50M

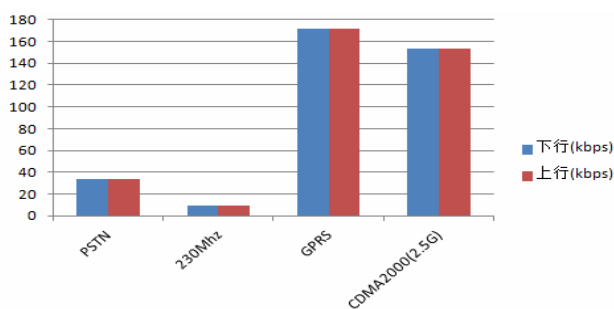


图 5 当前主要采用的通信方式 (单位: bps)

Fig.5 Current communication mode (bps)

目前我国电力行业远程无线通信方式主要采用 2.5G 的 GPRS 无线公网通信, 因此在提高远程无线通信方式的速率上, 可以考虑采用 3G 或 4G 通信技术以提高通信速率。

3.2 影响 GPRS 远程通信速率的因素

目前广泛采用的 2.5G GPRS 无线通信方式, 在通信信号强度良好的情况下, 影响其通信速率的因素如下:

1) 无线通信环境的影响

如图 5 所示: 理论情况下 2.5G GPRS 通信下行速率可达 171.2kbps。但要达这个速率, 就要求用户完全占用一块载频的 8 个时隙, 同时要满足 21.4kbps 的传输速率。而要达到这一传输速率就需要传输时载干比大, 同频干扰、邻频干扰非常小的无线通信环境良好时才能实现。也就是说对无线通信环境要求很高, 而就目前应用的环境而言, 还无法达到此要求。

2) 通信芯片的影响

由于目前大多数的 GPRS 芯片最多只支持 3 个时隙同时传播, 这样就无法满足“完全占用一块载频的 8 个时隙”的要求, 因此 GPRS 的带宽受到了限制, 无法达到理论的传输速率。

3) 运营商通信业务分配的影响

目前运营商大多考虑因电话业务的比例大于数据业务比例, 因此将通信网络主要分配给电话业务, 即只分配部分 PDCH (分组数据信道) 给 GPRS 通信业务。而 PDCH 信道分配会直接影响到 GPRS 通信业务质量, 合理分配 PDCH 对 GPRS 网络优化起着决定性作用。

3.3 从产品设计上提高远程通信速度

(1) 采集终端与远程通信模块通信时, 采用透传方式并避免 AT 指令交互方式, 可以提高通讯速率; 图 6 为某厂家 GPRS 通信芯片, 根据国网 376.3

规范测试透传及 AT 指令交互方式结果数据。

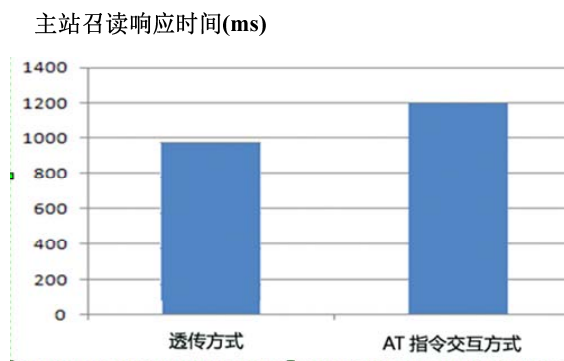


图 6 透传及 AT 指令交互方式结果数据

Fig.6 Data of passthrough and AT command interaction

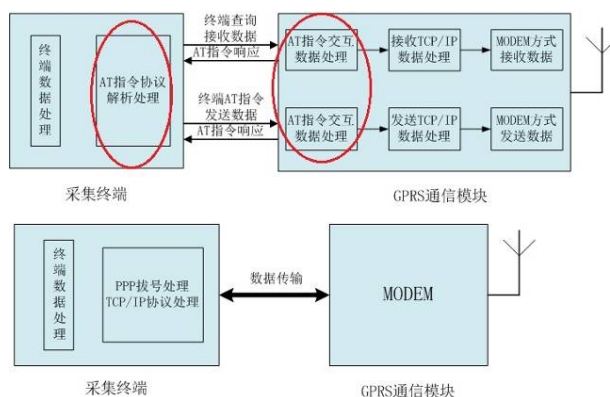


图 7 AT 指令交互与 PPP 拨号方式流程对比图

Fig.7 Flowchart comparison of AT command interaction and PPP dialing method

(2) 采集终端与通信模块通信时, 采用 PPP 拨号方式, 如图 7 所示。AT 指令交互方式和 PPP 拨号方式 GPRS 实验测试数据对比, 如图 8 所示。

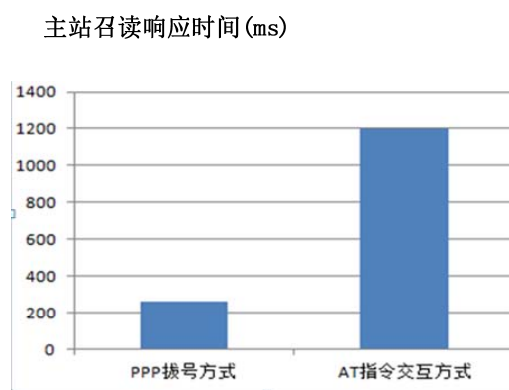


图 8 AT 指令交互方式和 PPP 拨号方式 GPRS 实验测试数据对比图

Fig.8 Experimental test data comparison of AT command interaction and PPP dialing method

(3) 在硬件方面, 采集终端与远程通信模块之

间采用 USB 通信。目前采集终端与远程通信模块设计主要采用串口 UART 方式,串口方式在速率大于 115.2kbps 时,数据传输不稳定;而 3G、4G、光纤/以太网等通信模块速率远远大于 115.2kbps,所以串口的传输速率成为了数据传输瓶颈,因此在采集终端与通信模块之间采用更为快速的 USB 传输方式。

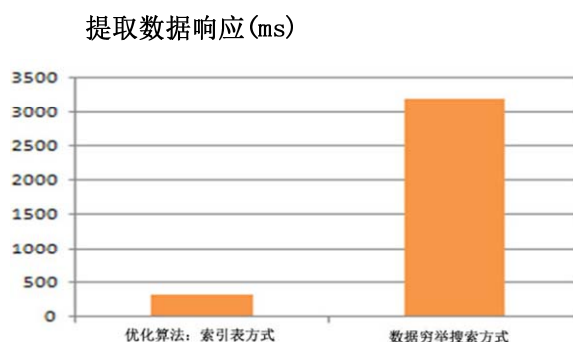


图 9 索引表和数据穷举搜索方式数据响应对比图

Fig.9 Data response comparison of indexing method and exhaustion method

(4) 在采集终端设计时,要提高内部数据处理速度,及时响应主站的召读。例如在数据存储数据组织优化方面:对于 Flash 数据存取,采用索引表+数据区的设计方法或其它优化算法。图 9 所示实验数据为采用索引表方式提取数据,测试采用 1500 只电能表 62 天的日冻结数据,数据存储为片外 SPI FLASH,扇区大小为 1024Byte,在 u/cOS 嵌入系统下,提取一条日冻结数据响应时间对比。

(5) 主站与采集终端数据处理上,主站采用一次召读多组数据方式,减少空间传输时间及终端与模块交互操作,提高速率。采集终端与主站通信,终端数据采用主动上报方式以减少召读过程时间。

4 主站系统环节

主站软件抄读任务基本以多终端多数据计划型任务(定制、定时)方式实现;为了向多终端多数据实施监控型这种理想模型进行转变,需要在数据抄读传输速率制约、数据抄读一次性成功率稳定性、和主站数据处理速度制约等瓶颈进行改进;最大程度减少这几种制约限制,除了在硬件设备上的进行升级、优化,还可以在软件上针对设计、算法、编码方面进行相应的改进。

4.1 前端响应交互

常见做法:客户+服务操作。

优化方式: 1) 优化后的客户+服务操作;

2) 纳入云数据库计算服务。

具体实现:

(1) 一般前端软件构成及实现由客户、服务组成,其中实现脚本分客户端脚本和服务端脚本,由于解释机理不同,所以二者有很大的区别;而其中实际业务的部分功能是即可客户端脚本实现也可服务端脚本实现,但是基于优化原则,则应十分明确两种脚本适用范围,客户端脚本更适用于数据的分析、统计及交互功能,服务端脚本更适用于数据的获取、筛选功能。

(2) 云计算服务因其强大的后台硬件设备的处理能力,客户端脚本只需进行交互功能,服务端脚本完全负责数据的获取、筛选、分析及统计。公有云租赁费用较高,私有云则硬件设备建设费用大,实施成本高。

4.2 数据库设计

常见做法:只根据使用场景、数据量大小进行数据库选择,遵循数据库高范式、无冗余的原则进行设计,对数据进行数据库内部复杂运算,根据数据类型进行统一大表格设计。

优化方式:

在数据库物理设计时除根据场景、数据量大小进行数据库选择,还应考虑数据使用频率、数据内容变更频率、数据读写次数频率等诸多因素进行数据库选择;设计时应尽量根据数据内容类型优化数据库表格结构、降低锁应用,降低范式,增加适当冗余,少用触发器,多用存储过程。

当计算非常复杂、而且记录条数巨大时,复杂计算应先在数据库外面处理完成之后,再入库追加到表中去。

发现某个表的记录太多,则应对该表进行水平分割。某个表的字段太多,则垂直分割该表。

对数据库管理系统 DBMS 进行系统优化,即优化各种系统参数,如缓冲区个数。

在使用面向数据的 SQL 语言进行程序设计时,尽量采取优化算法。

具体实现:

采集数据数据库、用户基础信息数据库、协议实现数据库进行分离设计;其中采集数据数据库又可依据时间划分表设计为历史数据表和当前数据表。

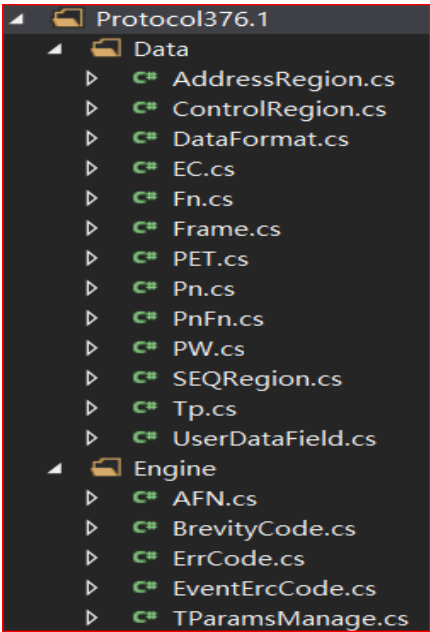


图 10 库存储方式代码示意图

Fig.10 Programming code of storage method

4.3 协议库设计

常见做法：根据协议数据内容进行库设计、协议结构代码实现。

优化方式：根据协议结构、数据内容进行库实现，代码抽象域实现。

具体实现：

(1) 统一进行库存储可以优化协议扩展性，运行时以‘空间换时间’提高运算；代码实现帧格式解析设计。如图 10 示例。

(2) 数据库实现帧内容组织结构及内容项定义结构及相关信息设计，如图 11-15 所示：

a) 协议数据库表结构设计：

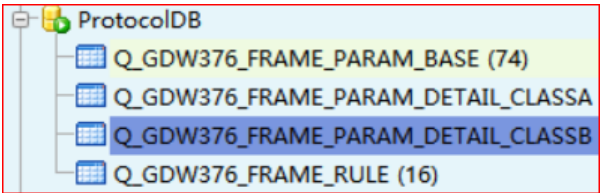


图 11 协议数据库表结构设计

Fig.11 Design of protocol database table structure

b) 协议数据库帧内容定义设计：

RecNo	AFN	PRM	FUN	CON	TP_DOWN	TP_UP	PW_DOWN	PW_UP	EC_DOWN	EC_UP	REQUEST	RESPONSE	CONFIRM	EVENT
Click here to define a filter														
1	00H	(null)	(null)											
2	01H	1	1											
3	02H	1	9											

图 12 协议数据库帧内容定义设计

Fig.12 Design of protocol database frame content definition

c) 协议数据库数据项内容结构定义设计：

RecNo	AFN	Pn	Fn	Describe	Way	Params	Note
Click here to define a filter							
1	04	P0	F1	04F1	Down	P_TBP_RTS;P_TBP_DELAY_TIME;P_TBP_TIMEOUTS_REPEAT;P_TBP_DAT (null)	
A_CONP_TBP_HEART_BEAT							
2	04	P0	F2	04F2	Down	P_TBP_FLAG_NUM;P_TBP_TRANS_ADDR	(null)

图 13 协议数据库数据项内容结构定义设计

Fig.13 Design of the content and structure of protocol database

d) 协议数据库具体数据项相关信息设计：

RecNo	ParamID	Length	Format	Type	Unit	PositionClassB
Click here to define a filter						
1	P_TBP_RTS	1	BSN_INT	string	ms	(null)
2	P_TBP_DELAY_TIME	1	BSN_INT	string	min	(null)
3	P_TBP_TIMEOUTS_REPEAT	2	BSN	P_TBP_TIMEOUTS;P_TBP_REPEAT	(null)	P_TBP_TIMEOUTS;P_TBP_REPEAT

图 14 协议数据库具体数据项相关信息设计

Fig.14 Design of the relevant information about the protocol database

e) 协议数据库具体数据项嵌套数据项相关信息设计：

RecNo	ParamID	PositionStart	PositionEnd	Unit	Type	Loop	Note
Click here to define a filter							
1	P_TBP_TIMEOUTS	0	10	s	string	(null)	0s-4095s
2	P_TBP_REPEAT	11	12	time	string	(null)	0不允许重发 1-3重发次数
3	P_TBP_DATA_CON1	0	0	(null)	string	(null)	1类数据自动上报 0不需要 1需要主站确认

图 15 协议数据库具体数据项嵌套数据项相关信息设计

Fig.15 Design of specific data item and nested data item of the protocol database

4.4 前置通信设计

常见做法：前置管理+前置维护+前置通信一体式设计。

优化方式：前置管理、前置维护+前置通信分体式设计。

具体实现：前置管理与业务流程密切相关，处理过程会占用大量资源，独立出来由于进行了功能单一化处理，数据与业务进行了适当的分离，可提高响应时间、稳定性、部署灵活性，降低代码逻辑复杂性。

4.5 程序数据处理机制设计

常见做法：传统多线程异步处理方式

优化方式：在传统异步处理方式的基础上，根据具体情况适当增加多核异步并行处理机制

具体实现：

举例：非并行代码编程方式：

```
static IEnumerable<KeyValuePair<long, string>> SerializeCustomers(Customer[] customers)
{
    var dict = new Dictionary<long, string>();
    var xmlSerializer = new XmlSerializer(typeof(Customer));
    foreach (var customer in customers.Reverse())
    {
        using (var ms = new MemoryStream())
        {
            xmlSerializer.Serialize(ms, customer);
            dict.Add(customer.ID, Encoding.ASCII.GetString(ms.ToArray()));
        }
    }
    return dict;
}
```

图 16 非并行代码编程方式

Fig.16 Non parallel code programming:

并行代码编程方式:

```
static IEnumerable<KeyValuePair<long, string>> ParallelSerializeCustomers(Customer[] customers)
{
    var dict = new Dictionary<long, string>();
    var xmlSerializer = new XmlSerializer(typeof(Customer));
    object lockObj = new object();
    Parallel.ForEach(customers, () => new Dictionary<long, string>(), (customer, loopState, single) =>
    {
        using (var ms = new MemoryStream())
        {
            xmlSerializer.Serialize(ms, customer);
            single.Add(customer.ID, Encoding.ASCII.GetString(ms.ToArray()));
        }
        return single;
    }, (single) =>
    {
        lock (lockObj)
        {
            single.ToList().ForEach(p => dict.Add(p.Key, p.Value));
        }
    });
    return dict;
}
```

图 17 并行代码编程方式

Fig.17 Parallel programming code

运行结果:

```
Parallel serialization method takes 8678 ms.
Records in the parallel dictionary: 1000000.

Regular serialization method takes 31578 ms.
Records in the regular dictionary: 1000000.
```

图 18 运行结果

Fig.18 computational results

从图 16-18 可以看到程序执行百万次, 经过并行后的处理效果非常显著, 理论上传统代码写法的 CPU 使用率大概在 20-30%之间, 并行代码写法的 CPU 使用率除去 I/O 影响下可在瞬间提升至 70-80%, 程序响应提升 2-3 倍, 这与运行实验结果相符。

5 采集设备、计量设备环节

5.1 采集设备环节分析

采集设备集中器、采集器根据不同的本地通信方式(电力线载波、微功率无线、RS485 等), 采用不同的优化算法。

5.2 计量设备环节分析

智能电表通信处理上, 通信模块与电表的硬件

接口速率可以提高; 电表 RS485 接口通信时对 645 帧的响应速度, 标准规范为收到命令帧后的响应延时 $T_d: 20ms \leq T_d \leq 500ms$, 实验测试延时小于 100ms 采集速率更优。

6 结束语

随着用电信息采集系统的发展及新需求的不断提出, 越来越要求系统具有更快的速度及可靠性。本文从影响用电信息采集系统速度的各个环节进行了分析和研究, 提出了提高系统速度的方法并进行了尝试。

参考文献:

- [1] 雷煜卿, 李建岐, 侯宝素. 面向智能电网的配用电通信网络研究[J]. 电网技术, 2011, 35(12): 14-19.
Lei Yiqin, Li Jianqi, Hou Baosu. Power Distribution and Utilization Communication Network for Smart Grid[J]. Power System Technology, 2011, 35(12): 14-19.
- [2] 胡江溢, 祝恩国, 杜新纲, 杜蜀薇. 用电信息采集系统应用现状及发展趋势[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(2): 131-135.
Hu Jiang-yi, Zhu En-guo, Du Xin-gang, Du Shu-wei. Application Status and Development Trend of Power Consumption Information Collection System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(2): 131-135.
- [3] 丁正胜. 基于 GPRS 通信的无线远程自动抄表系统的应用[J]. 安徽电力, 2013, 30(1): 52-55.
Ding Zheng-sheng. Application of Communication Wireless Remote Automatic Meter Reading System Based on the GPRS[J]. An Hui Electric Power, 2013, 30(1): 52-55.
- [4] 钱立军, 李新家. 用电信息采集系统中数据比对功能的实现及应用[J]. 江苏电机工程, 2013, 32(2): 64-65.
Qian li-jun, Li xin-jia. Power Usage Information Acquisition Data Accuracy Automatic Confirmation Technology and Its Application[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2013, 32(2): 64-65.
- [5] 吴在军, 王峥, 胡敏强. 集中抄表装置及其通信系统的研究[J]. 电网技术, 2002, 26(2): 44-48.
Wu Zaijun, Wang Zheng, Hu minqiang. Implementation of centralized automatic meter reading Apparatus and Research on Its Communication[J]. Power System Technology, 2002, 26(2): 44-48.

- [6] 顾海林, 殷树刚, 刘海林. 低压电力线载波通信面临的挑战与对策[J]. 电网技术, 2008, 32(S2): 189-190.
Gu Hailin, Yin Shugang, Liu HaiLin. Challenge and Counter Measures of Low-Voltage Power Line Carrier Communication[J]. Power System Technology, 2008, 32(S2): 189-190.
- [7] 戚佳金, 徐殿国, 周岩, 刘晓胜. 低压电力线通信网络特性模型与组网算法[J]. 中国电机工程学报, 2009, 29(16): 56-62.
Qi Jiajin, Xu diangou, Zhou Yan, Liu Xiaoshen. Characteristics Model and Routing Algorithm of Power-line Communications Over Low-voltage Distribution[J]. Proceedings of the CSEE, 2009, 29(16): 56-62.
- [8] 何懋渝, 吴言荪, 张娜. GPRS无线数据传输方法的研究[J]. 电网技术, 2006, 30(S1): 113-115.
He Maoyu, Wu Yansun, Zhang Na. Research on GPRS wireless data transmission method[J]. Power System Technology, 2006, 30(S1): 113-115.
- [9] 谭新, 陆俊. 微功率无线通信技术在低压抄表中的应用[J]. 数字技术与应用, 2012, 45(3): 45-46.
Tan Xin, Lu Jun. Application of micropower wireless communication technologies in meter-reading at low voltage[J]. Digital Technology and Application, 2012, 45(3): 45-46.
- [10] 徐伟, 王斌, 姜元建. 低压电力线载波通信技术在用电信息采集系统中的应用[J]. 电测与仪表, 2010, 47(Z1): 44-47.
Xu Wei, Wang Bin, Jiang Yuanjian. Power Line Carrier Communication Technology and its Applications in Electric Energy Data Acquisition System[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2010, 47(Z1): 44-47.
- [11] 戚佳金, 陈雪萍, 刘晓胜. 低压电力线载波通信技术研究进展[J]. 电网技术, 2010, 34(5): 161-172.
Qi Jia-jin, Chen Xue-ping, Liu Xiao-sheng. Advances of Research on Low-Voltage Power Line Carrier Communication Technology[J]. Power System Technology, 2010, 34(5): 161-172.
- [12] 肖勇, 房莹, 张捷, 党三磊. 低压电力线载波通信信道特性研究[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(20): 20-25.
Xiao Yong, Fang Ying, Zhang Jie, Dang San-lei. Research on characteristics of low voltage power line communication channel[J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(20): 20-25.
- [13] 周陶涛, 马正新, 王剑, 山秀明, 刘学信. 低压电力线通信性能测试分析与路径选择[J]. 电工技术学报, 2008, 23(8): 126-130.
Zhou Taotao, Ma Zhengxin, Wang Jian, Shan Xiuming, Liu Xuexin. Testing and Analysis Performance of LV-PLC and Transmission Path Selection[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2008, 23(8): 126-130.
- [14] 孙海翠, 张金波. 低压电力线载波通信技术研究与应用[J]. 电测与仪表, 2006, 43(8): 54-57.
Sun Haicui, Zhang Jinbo. The Research and Application of the Low Voltage Power Line Carrier Communication[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2006, 43(8): 54-57.
- [15] 刘晓胜, 周岩, 戚佳金. 电力线载波通信的自动路由方法研究[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(21): 76-81.
Liu Xiaosheng, Zhou Yan, Qi Jiajin. Method Study of Automatic Routing for Power Line Communication[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(21): 76-81.

作者简介:

- 徐 晴 (1973-), 女, 研究员级高工, 从事电测量技术研究, qing_xq@yahoo.com;
- 刘 建 (1981-), 男, 高工, 从事电力电子计量检测技术方向研究, 63400481@qq.com;
- 田正其 (1987-), 男, 工程师, 从事电力电子计量检测技术方向研究, tianzqhust@163.com;
- 祝宇楠 (1983-), 女, 工程师, 从事电力电子计量检测技术方向研究, yunanzhu@gmail.com。

The study of speeding the electric energy data acquire system

Xu Qing^{1,2}, Liu Jian^{1,2}, Zhu Yunan^{1,2}, Tian Zhengqi^{1,2}

(1. State Grid Jiangsu Electric Power Research Institute, Nanjing 210019, China.

2. State Grid Key Laboratory of Electric Power Metering, Nanjing 210019, China)

Abstract: In the application of electric energy data acquire system, speed is the key factor. This article describes the key factors that affect the speed of the electric energy data acquire system. After analyzing the key factors, such as local communication, remote communication, master station system, acquisition equipment, and measurement equipment, this paper discusses how these factors affect the speed of the system, and put forward a method to improve the system speed.

Keywords: electric energy data acquire system, speed, local communication, remote communication