

电力采集设备多路无线信号合成放大器研究

魏昕喆 王磊 冉冉 张彬 董佳霖

(国网天津市电力公司城东供电分公司, 天津 300000)

摘要 本文简要分析了一种用于电表的新型多路无线信号合成放大器, 包括超低功耗数传电台放大器、数传电台滤波器、超低功耗移动网络放大器、移动信号滤波器、电池、电池充放电控制模块、低压光伏板。该设备使用在采集设备前端, 将空中的无线信号放大后传送至终端, 满足终端正常运行时对于信号强度的要求。同时终端上报数据的时候信号也会通过该设备被放大, 满足正常的数据通讯, 确保实现双向数据可靠的收发。

关键词 信号放大器 通信设备 电能 数据采集

中图分类号: TN8

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)05-0004-03

现有的电力抄表系统数据传输使用数传电台和移动网络, 很多的终端安装在地下室, 没有信号覆盖。对于上述情况将数传电台的天线和移动网络的天线, 经过加长的馈线延长至室外后, 由于馈线的衰减严重, 信号太弱, 无法满足无线设备的通信要求, 严重影响数据的完整性。所以需要设计一种多路无线信号合成放大器, 以保证信息的正常传输。

1 背景分析

随着现代通信技术的不断发展和国网公司建设中国特色国际领先能源互联网企业战略目标的提出, 电网公司对设备的在线率和远程采集成功率也有了更高的要求。为使电信息采集系统更好地运行、更高效地利用, 为公司降损增效、优质服务响应能力等方面提供更好的数据及技术支撑, 需要建立一套坚强、可靠的用户数据采集系统。

然而在目前的日常工作中, 随着科技的不断发展, 当前智能采集系统的功能变得愈加强大。在这样的情况下原有的专网通信模块已然无法满足人们的实际应用需求, 而基于移动公网的通信模块由于其通信速度更为优异, 因此在终端采集设备中的应用范围变得越来越广。

2 电力采集设备常见问题和解决方法

1. 目前, 一些电力计量采集自动化终端安装在地下室, 其通信信号不理想。在通信信号传输过程中, 必须确保信号能够连续、稳定地连接到主站。而网络系统的不稳定很容易导致信号脱线, 从而影响整个采集系统。即使对信号系统进行改造, 其信号网络资源仍然有限, 负控终端在主动回放过程中不能获取相关数据, 导致负控终端掉线。为了解决这一问题, 运营

商需要扩大信号覆盖面积, 增加更多的基站, 增加信号发射功率^[1]。然而, 这会增加经营成本, 运营商大多不会接受。

2. 在电力采集设备运行中, 电源是维持整个系统正常运行的保障。电源如果出现故障, 自动采集的终端电流被中断或短路等, 会导致通信模块的数据集成和传输过程中所需的电流严重不足, 直接影响该数据的准确性和传输效率, 造成终端脱机或重新启动。而为了更好地控制终端电源, 通用计量自动化终端系统将建立一个自检程序, 该自检程序方便人们及时对设备终端进行维护。

3 设计方案

利用原有 230M 信道的馈线系统使 GPRS 信道及 230M 信道共用 230M 通信馈线, 实现对 230M 及 GPRS 收发信号的滤波、分析、放大功能, 使双信道信号能够同时通信, 并保证其长距离通信能力及抗衰减能力。

再对各种信号源进行不同测试, 如信号衰减度、长距离通信、信号共通及滤波、放大过滤信号设备功耗等各类性能指标, 保证各类现场环境的可实施性。其中信号通讯箱的设计主要由双频合路模块、锂电池、太阳能控制器、风能控制器、电压转换模块、230M 功率放大器以及移动 4G 功率放大器组成^[2]。由于双频合路器的特性会导致信号的衰减, 同时较长的馈线也会导致信号的进一步减弱, 因此需要功率放大器来实现信号增强。

信号通讯箱内置 12V 锂电池为设备提供电源, 外部设置光伏板、风力发电机互补, 并为电池充电。功率放大器可以将上下行收到的弱信号放大后输出, 提高信号收发质量。前端的功率放大器可以实现自动信

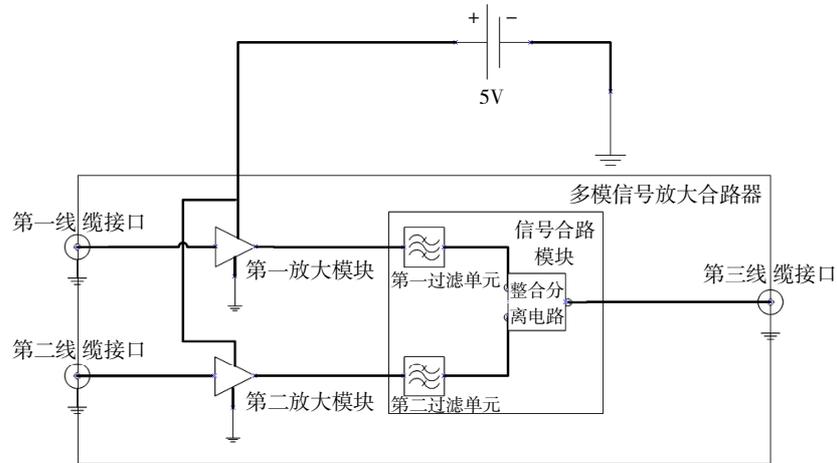


图1 信号合成放大器结构

号强度检测以及快速自动收发控制，确保信号的可靠传输。在没有数据传输的情况下，功率放大器进入低功耗模式，只保留前端信号强度检测部分工作，将整个通信箱的平均功耗降到最低，提高电池在极端情况下的续航能力。

4 具体实施流程

如图1所示，此信号合成放大器包括第一放大模块、第二放大模块和信号合路模块；第一放大模块的一端与第一线缆接口相连，另一端与所述信号合路模块中的第一过滤单元相连；第一放大模块用于放大公网信号，第一过滤单元用于使公网信号通过；第二放大模块的一端与第二线缆接口相连，另一端与所述信号合路模块中的第二过滤单元相连；第二放大模块用于放大电力专网信号，第二过滤单元用于使电力专网信号通过；第一过滤单元和第二过滤单元均与信号合路模块中的整合分离电路相连；整合分离电路通过一根共馈线与第三线缆接口相连，整合分离电路对实际多路通讯波形进行整合耦合处理（不具备过滤信号功能）。并通过本实施方式中所述第一放大模块和第二放大模块均为双向放大器，且由5V电源供电。

对于信号合成放大器而言，为了保证其功能能够满足人们的实际使用需求，设计人员为其布置了几个信号放大模块。其中当信号进入信号合成放大器之后，首先普通4G信号将会流入第一信号放大模块。该模块就其性质而言，属于4G信号功率的放大模块。通过该模块作用的正常发挥可以使4G信号实现双向信号功率放大。该模块在使用中可以对大量信息进行实时处理，并且可以对移动、电信、联通三大主流4G通信运营商的信号进行同时兼容。在实际应用中消耗的能量相

对较少，可以采用低电压直流电对其进行供电操作；而来自系统的230M信号将流入到第2信号放大模块当中。为了有效保障信号放大质量，防止信号在放大后一些信息受到损失，设计人员将第2信号放大模块设置为230M专用的信号功率放大模块，该模块在应用中由于其内部构造的特点可以实现双向信号功率放大。在实际应用中，可以在短时间内对大量数据信息进行放大处理，并且消耗的电能非常低。因此同样可以使用低电压直流对其进行供电^[3]。

信号放大器中的信号合成模块中包含有信号过滤单元，通过这些过滤单元可以剔除一些无用的信息。第一过滤单元为带通过滤波器。该过滤器可以对4G公网信号进行筛选，选择一些具有价值的信息使其通过；第二过滤单元同样是带宽带通滤波器。为了防止功能上的重复，设计人员为该滤波器的参数进行了调节。该滤波器可以对230M的专网信号进行筛选，筛选一些有价值的信号使其通过。

此外，该放大器当中含信号合路模块。该模块中的整合分离电路选取威尔金森功率对电路进行分配，通过该模块可以使信号进行双向传输。通过以上分析不难发现，本方案中的信号合路模块在实际应用中主要是通过一定的方式将4G网络信号与230M的电力专网信号输入到相应的模块之后，对信息进行过滤整合。然后使用一条共同的线路对信号进行输出，该模块在实际使用中可以有效隔离其他无关信号且使用中对能量的消耗基本为0。

在具体工作的过程当中，首先信号经由第一放大模块对4G信号当中一些有用的信息进行放大。然后来自系统当中的230M信号将通过第二放大模块，将接收

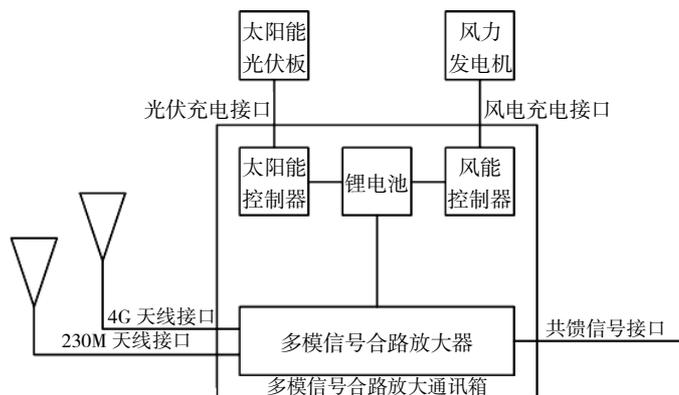


图2 多模信号合路放大通讯箱

到的 230M 电力信号进行有效放大。将放大后的两路信号分别送入到第一过滤单元与第二过滤单元当中对放大后信号中存在的噪声进行有效过滤。最终经过信号整合单元将不同信号进行有效整合，并且通过一条供馈线路对信号进行有效输出。

图2为多模信号合路放大通信箱的示意图。通过该图不难发现，第一线缆接口为4G天线端口；第二线缆接口为230M天线接口。整个多模信号放大器通过5V的直流电源进行供电操作。在实际应用中消耗的电能量非常低且具有很高的集成度，可以全面满足蓄电池的持续使用。

在该通讯箱实际工作的过程当中，来自系统的4G信号将分别进入第一接口与第二接口进行采集。当采集工作完毕之后，将通过集成线路对接收到的两段信号进行放大处理。数据信息放大完毕之后将分别送入到相应的过滤单元当中对信号当中存在的噪声进行有效过滤。当噪声过滤完毕之后，剩余的有价值信息将会通过整合模块对信息以一定的方式方法进行整合，整合完毕之后将变为混频信号，从一条供馈线输出^[4]。设备接收到信号指令后，发出相应230M、4G信号，由一根馈线从共馈信号接口输入，经第一、第二过滤单元进行过滤4G、230M，最终通过第一放大单元、第二放大单元输出4G、230M信号。同时，光伏25W单晶硅太阳能板(风力发电机)通过太阳能控制器(RS0102太阳能充电管理芯片)对电池系统进行充电工作，并控制充电电池组件为多模信号合路放大器提供5V直流电，保证设备正常运行。

同时，通过太阳能光伏板(风力发电机)，对蓄电池设备进行电源供给，保证多模信号放大器正常工作，通过4G、230M天线接收采集系统通讯信号并由多模信号放大器进行信号过滤及放大功能后经整合电路后通过通讯共馈线接口接入采集通讯终端。也可将

通讯终端不同信号进行过滤放大，保证设备通讯成功率及通讯质量。

5 效果分析

综上多模信号放大合路器，采用模块小型化设计，该设备使用在采集设备前端，将空中的无线信号放大后传送至终端，满足终端正常运行时对于信号强度的要求。同时终端上报数据的时候信号也会通过该设备放大，满足正常的的数据通讯，确保实现双向数据可靠的收发。

此种结构简单，便于安装、拆卸，牢固可靠，可广泛推广，经济性高，最主要的是可以在信号覆盖不全的地区满足设备正常使用。具有以下优点和积极效果：将4G网络的公网信号和230M电力专网信号经滤波过滤整合后，实现共用同一根共馈线输出，将现有的机械腔体结构改变为数字电路结构，另外，放大模块采用5V直流供电的放大器实现，相比于现有220V的放大模块功耗更低。

6 结语

采用信号放大器技术可以解决终端通信系统中的信号失效问题，降低运行成本，促进企业发展。同时，便于管理人员实时控制信号，为企业提供更准确的信息，保证电力系统的稳定运行。

参考文献：

- [1] 张泽锐. 基于计量自动化系统的用户窃电行为发现分析[J]. 电子世界, 2018(22):202.
- [2] 牟放. 浅析故障诊断技术在计量自动化系统中的应用[J]. 数字技术与应用, 2014(09):220.
- [3] 林帆. 浅谈潮州计量自动化系统的设计和建设[J]. 知识经济, 2010(18):112.
- [4] 龚佩贤. 计量自动化系统在抄表完整率提升中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2018(22):14-15.