

基于 Lora 传输在光伏通讯控制系统中的应用

姜雪岩

江苏中信博新能源科技股份有限公司

DOI:10.12238/acair.v2i3.8588

[摘要] 目前光伏能源进入到全新发展时期,从稳定发展阶段进入到高质量发展阶段,光伏通讯过程中遇到的问题也正在慢慢优化,本文针对光伏通讯过程中遇到的问题,提出一种新的Lora传输问题优化方案,解决Lora在通讯控制系统传输中的传输质量差及通讯不稳定问题。

[关键词] 光伏通讯; Lora; 传输质量; 通讯; 控制

中图分类号: G219.22 **文献标识码:** A

Application of Lora transmission in photovoltaic communication control system

Xueyan Jiang

Jiangsu Arctech New Energy Technology Co., Ltd

[Abstracts] At present, photovoltaic energy has entered a new development period, from the stable development period to the high-quality development stage, and the problems encountered in the process of photovoltaic communication are slowly being solved. This paper proposes a new Lora transmission problem optimization scheme for the problems encountered in the process of photovoltaic communication. Solve the problem of poor transmission quality and unstable communication of Lora in communication control system transmission.

[Key words] Photovoltaic communication; Lora; transmission quality; communication; control

引言

目前光伏通讯控制系统之间的数据采集依靠LORA模块进行数据传输, lora技术具有低功耗, 远距离的特点, 且Lora方案低成本, 使用起来比传统的有线方案更方便简单。在实际应用中, Lora无线传输容易受周边环境的影响, 导致Lora传输不理想, 当遇到障碍物干扰时, RSSI信号值衰减波动较大, 导致信号传输不稳定。另外温度, 湿度, 同频干扰会导致通讯出现概率性丢包, 影响通讯质量, 天线的安装高度低及通讯距离远也会导致通讯质量差。

1 绪论

1.1 光伏通讯单元

光伏通讯板主要用于进行数据的采集与通讯, 通讯箱具备支持工作模式控制, 时间下发, 传感器数据采集, 添加控制器, 极端天气保护, 手动模式群发, 采集控制器数据, 设置中继节点, 参数配置与读取, 版本号显示功能, 可通过Lora节点接收控制器上传的相关数据, 并通过DTU上传至scada后台, 同时支持scada下发的命令到通讯箱;

- 支持GPS时间更新和经纬度定位

通讯箱通过GPS芯片获取时间信息和经纬度信息, 维持整个系统的实时时间。

通过GPS获取年月日时分秒, 整点下发给控制箱。

每次通讯箱上电并获取GPS后群发一次时间给控制箱。

- 支持极端天气保护

通讯箱根据风感、雪深等传感器采集的信息下发风速值给控制器, 控制器判断是否进入对应极端天气保护。

- 支持添加控制器

可以通过自动轮询标定或手动添加的方式给两个通道添加控制器, 每个通道的控制器上限为75个。

- 支持手动模式群发

通过通讯箱上位机可任意切换工作模式, 模式切换命令修改通讯箱的当前模式, 返回到上位机, 模式按键变绿。同时通讯箱把模式切换命令群发到跟踪器进入相应的模式, 并把模式参数返回到通讯箱;

- 支持采集控制器数据

(1) 通讯箱可两路串口轮询方式同时采集控制器, 通过上位机可读取控制器信息;

(2) 可以采集控制器ID、控制模式、目标角、实际角、设备类型、电机电流、组件电压、电池电压、电池电量、软件号、告警信息;

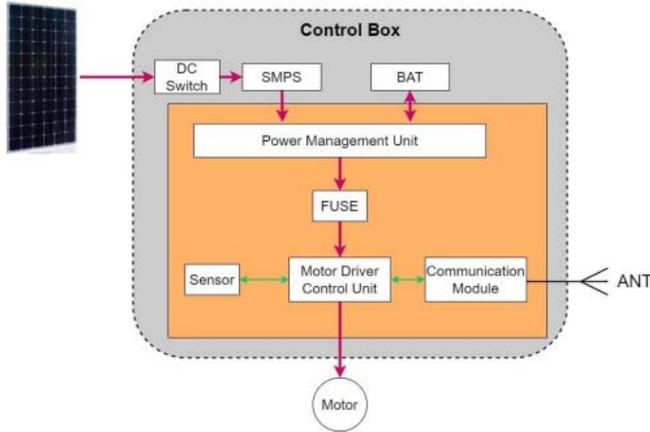
- 支持中继

通讯箱可配置指定控制器进行转发中继(最大四个一级节点), 与无法直接通信的控制器进行数据采集与广播。

•支持参数配置与读取

支持通过用户485配置通讯箱参数、设备地址, 时间, 天气保护信息, 群发模式。并可读取风速信息, 时间, 经纬度, 通讯箱告警信息, 控制器信息, 版本号等信息;

1.2 光伏控制单元



控制箱内部结构

该系统控制器根据通讯箱下发的定位和时间信息, 通过天文算法和控制算法计算出跟踪支架的目标角度, 从而驱动电机运转到目标角度, 实现太阳实际位置的跟踪和对光伏支架的控制。

太阳高度角计算公式:

$$\sin h = \sin a \sin \delta + \cos a \cos \delta \cos \omega$$

式中: a —地理纬度; δ —太阳赤纬角; ω —太阳时角;

方位角计算公式:

$$\cos \gamma = \frac{\sin h \sin a - \sin \delta \cos h \cos a}{\cos h \sin a}$$

控制板工作模式切换

当控制板处于正常跟踪模式下时, 会根据通讯板下发的风速值随时切换设备的工作模式, 下发风速值为低风速值时, 控制板处于正常工作模式, 当风速值变为高风速值时, 设备会进入到大风保护模式, 驱动跟踪支架进入大风保护角度。

自动跟踪模式

根据经纬度、时区、当前时间等参数, 结合天文算法计算出太阳高度角度和方位角, 通过光伏组件宽度, 支架间距, 东西坡度, 南北向偏转实际参数, 结合控制算法计算出跟踪器目标角度, 对太阳进行实时跟踪和逆跟踪。在傍晚结束跟踪后自动转动到夜间保护角度, 在清晨开始跟踪前自动运行到启动跟踪角度。

大风模式

当通讯箱测得的风速大于上限风速时, 通讯箱向控制器发送风模式命令, 控制系统立即切换到风模式, 并进入装载位置。当风速下降到下限速一段时间后, 通信箱发送风模式取消命令, 跟踪器自动返回到自动模式。

大雨模式

当系统进入下雨模式时(通过SCADA或通信盒手动发送下雪模式命令), 系统在 $60^\circ \sim 120^\circ$ 范围内自动重复每 10° 停止2分钟的循环, 直到系统退出下雨模式。

大雪模式

当系统进入下雪模式时, 跟踪器将移动到最近的软限制位置并停止。如果跟踪器的当前角度大于 90° , 则系统将装载到西部软限制位置。如果跟踪器的当前角度小于 90° , 则系统将装载到东部软限制位置。

清洁模式

为了方便清洁机器人的操作, 跟踪器可以切换到清洁模式。跟踪器将停止在一个特定的角度, 如 90° , 可以在调试阶段设置。

维护模式

为方便现场维护, 只需点击主机软件中的一个按钮即可将跟踪器设置为水平位置。

设置角度模式/手动模式

跟踪器控制器提供了一种灵活的方式来手动将跟踪器转到任何允许的位置。通过输入目标角度并点击按钮, 跟踪器将转到目标角度并停止。

支持与通讯箱失联后的支架保护

在无通讯自动保护模式下, 通讯箱与控制箱之间失联超过15分钟, 控制箱在自动模式下会将跟踪支架运转到大风保护角度, 进入大风保护模式, 通讯恢复后, 退出大风保护状态, 继续进行正常角度跟踪。

1.3 光伏通讯应用过程中主要的通讯问题

1.3.1 在多个信道信号同时通信时, 如果信道频率间隔较小, 则会在较大程度上抬高环境中的噪声电平(底噪功率), 导致相邻信道的干扰, 影响通讯质量, 可在Lora模块的频带范围内尽可能加大信道间隔。

Lora频率资源的分配

通过对现场设备的功率和频率分配, 最大限度减少相邻信道的干扰, 提高Lora传输的可靠性和稳定性; 频率资源的分配以Lora模块(亿佰特E28-2G4T27SX模组)全球免许可ISM 2.4GHz应用的频段(LORA频段: 2400-2500MHz)为主, 现场子阵Lora应用根据物理信道来划分频点, 由信道计算公式计算出该信道对应的频点, 各子阵下根据周边干扰的情况, 从中选出抗干扰性较好的频点(中心频点2450MHz抗干扰性最好), 其他频点根据信号传输的质量采用跳频的方式来分配频点, 从而提高Lora模块传输效果; 功率资源的分配依据2.4GHz应用频段的Lora模块的接收灵敏度, 接收灵敏度在-134dBm时, 功率资源可以得到合理的分配, 传输接收效果最好;

为避免不同子阵之间的干扰, 提高传输的可靠性和稳定性, 可采取如下方案, 通过频率分配方案进行优化:

根据子阵实际应用场景选取空速和若干物理信道, 根据频点计算公式获得与各物理信道对应的若干频点值;

(1) 频点配置公式:

空速配置	频点计算	信道数
1K, 5K, 10K	2400+CHAN*1MHz	1-100
50K, 100K	2400+CHAN*2MHz	1-50
1M	2400+CHAN*3MHz	1-33
2M	2400+CHAN*5MHz	1-20

(亿佰特E28-2G4T27SX模组分频配置)

CHAN为对应的物理信道(1-100)值,空速值根据项目的实际情况进行选择,优选为10k。

(2)从得到的若干频点值中获得抗干扰性最优的频点:

由LoRa的调制方式决定,LoRa通信对频偏要求不高,LoRa可以在四分之一带宽的偏差以内进行通信,所以也注定信道间隔差需要尽量隔开,还有模组硬件上的影响,比如当使用的频点为该模组使用晶振频率的整数倍数时,该频点下的接收灵敏度将会下降,还有模组本身硬件决定可能在某些频段下接收灵敏度较差,实际使用过程需要避开这些频点

空中速率kbps	发送端(玻璃钢)	接收端(胶棒天线)	收发报文长度	收发报文数量	厂商亿佰特
10	垂直	垂直	30	200	100%
	垂直	水平	30	200	100%
	垂直	垂直	240	200	99%
	垂直	水平	240	200	99%
50	垂直	垂直	30	200	98%
	垂直	水平	30	200	98%
	垂直	垂直	240	200	94%
	垂直	水平	240	200	96%
100	垂直	垂直	30	200	98%
	垂直	水平	30	200	96%
	垂直	垂直	240	200	92%
	垂直	水平	240	200	86%

结合实际配置带宽(BW)的大小去分配信道,间隔至少三倍以上带宽(BW),倍数越大越好,按照所需信道数及天线工作频段进行权衡。

信号传输过程中链路计算和通讯距离损耗:

自由空间损耗, 弗里斯公式:

$$fMHzL(dB)=32.44+201g(fMHz)+201g(dkm)$$

$$L=32.44+201g(2450)+201g(0.6)=95.78db$$

障碍物会阻挡微波的传输,不同的障碍物对微波的衰落不同,与其材质相关,同时由于微波传输过程中由于地形等的影响,信号会产生反射、散射等传播现象,导致出现多径干扰影响传输距离。

测试场景下Lora传输距离(600m)测试数据如上表

(3)将获取的最优频点作为其中一个子阵的频点,并通过现场测试的方式确定其他子阵的频点。

(4)针对多信道间的干扰问题,还可增加重发分时机制,在上一包失败的时候进行延迟重发,延迟时间需要避开其他模块的收发,所以最好延迟一个任务周期。

Lora功率资源的分配

同一子阵下的控制箱功率是可调的,通过LORA配置工具可配置Lora传输功率值,远距离传输的时候,应该是功率(26.5~27.5dBm)越大,RSSI信号值会稳定一些;同时功率的配置依据接收灵敏度,也就是接收弱信号的能力,这个值可能因功率输出大小,速率配置而变化;因此为达到最佳匹配效果,可兼顾接收灵敏度来选择功率值。

1.3.2当存在直线通讯障碍时,即受到光伏组件,地形有落差影响通讯质量时,可通过调整天线增益及高度或增加中继方案,提高通讯质量。

中继方案

中继功能是现场同一子阵下某一或数台控制器与通讯箱之间通讯质量差,可由周边通讯效果好的控制器看作中继节点,通过通讯箱上位机配置合适的中继点,从而消除通讯盲点,达到提高通讯质量的效果。

通讯盲点的选择:首先在通道里配置中继节点,如果没有配置,则退出中继功能恢复正常轮询,而检测到有中继点后,再检测此通道中所有正常轮询时通讯成功率低于60%的控制箱,将低于此值的控制箱视为通讯差的控制器,可判断为一个通讯盲点;

中继采集

通讯箱每个通道(200、201)最多可以配置4个控制箱作为中继点,系统检测到当前通道配置有中继点后,当通道中有控制箱的通讯质量达到80%则开启中继功能,中继功能完成一次后恢复正常轮询,交替进行。

如果配置了两个及以上中继节点,则通讯箱会选择最优的中继节点对盲点控制箱进行中继。

中继广播

通讯箱在进行正常的广播之后,再通过中继点依次进行广播。广播开始到结束需要10秒左右的时间。可以进行中继广播的内容包括:用户模式、手动设置角度、系统时间、自动大风模式进入和退出命令。

2 系统总体结构

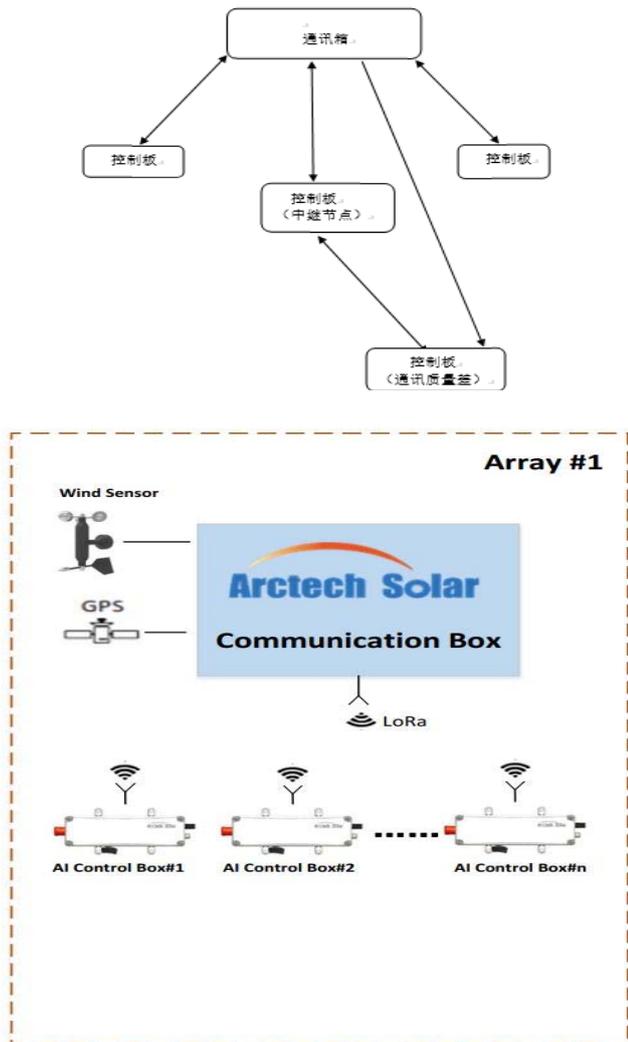


图3-1系统框图

如上图所示, 通讯板和控制板之间根据单板通讯协议, 在频率和功率资源合理配置基础上, 通过Lora模块传输数据, 当个别子阵的控制箱Lora传输中受到地形起伏大, 通讯距离远, 光伏组件遮挡信号等问题影响到通讯质量时, 可寻找到通讯盲点(正常轮询时通讯成功率低于60%的控制箱可作为通讯盲点), 再选择周边信号较好的控制箱做中继, 以达到改善信号质量, 增加信号传输效果的作用。

光伏通讯单元可实现在极端天气下, 通讯箱(标配风感传感器)根据风感传感器下发给控制器的信息, 由控制器判断是否进入大风保护模式, 当风速较大, 达到Off-Axis 设定的风速值, 进入到OffAxis模式, 跟踪器在离大风保护角度比较近的范围内转动, 这样当大风到来时, 就可以比较快的进入大风保护角度, 当光伏支架进入大风保护状态后, 控制程序会延时一段时间, 此时的光伏支架继续保持静止; 当延时结束后, 光伏跟踪系统会再次比较风速值, 判断是否恢复跟踪状态。最大限度的保护跟踪支架。

大风保护状态下, 光伏支架运转的角度: 自动停靠在 90 ± 3 度的位置, 当大风的风向是东风时, 停靠在87度, 当大风的风向

是西风时, 停靠在93度。

光伏通讯控制单元的通讯协议如下

通讯协议本身兼容modbus协议

系统通讯数据模式为: 9600, N, 8, 1, RTU

寄存器当前值的排序: 从寄存器起始地址开始每个寄存器占2个字节。

读取数据帧格式

设备地址	功能码	读取寄存器起始地址高字节	读取寄存器起始地址低字节	读取寄存器个数高字节	读取寄存器个数低字节	CRC 校验
1 字符	03	1 字符	1 字符	1 字符	1 字符	2 字符

发送命令: C8 03 00 02 00 01 34 53(共8个字节)

命令解析:

C8为设备地址200的16进制;

03为功能码;

00 02为起始地址;

00 01为要读取的地址个数;

34为CRC校验低字节;

53为CRC校验高字节;

读取数据返回格式

设备地址	功能码	返回数据字节数	返回第一个寄存器数据高字节	返回第一个寄存器数据低字节	...	返回第 n 个寄存器数据高字节	返回第 n 个寄存器数据低字节	CRC 校验
1 字符	03	1 字符	1 字符	1 字符	...	1 字符	1 字符	2 字符

应答命令: C8 03 02 00 01 A5 94(共7个字节)

命令解析:

C8为设备地址200的16进制;

03为功能码;

02为返回的数据字节数(每个寄存器当前值占2个字节);

00 01此2个字节代表返回值;

A5为CRC校验低字节;

94为CRC校验高字节;

3 全文总结

本文基于Lora方案在光伏通讯控制系统的应用上, 通过频率和功率资源的合理分配, 解决Lora传输过程中相邻信道的干扰, 通过增加中继方案, 优化传输效果, 提高传输质量, 确保Lora传输过程中的可靠性和稳定性, 从而保证控制箱和通讯箱之间的可靠通讯。

[参考文献]

[1]赵建阳, 宋凯, 刘欢, 等. 光伏产业化跟踪系统与驱动方案的比较分析[J]. 机电产品开发与创新, 2014, 27(02): 15-16+9.

[2]王琪, 黄家兵, 沈妍, 等. 天文算法与倾角传感器反馈相结合的光伏跟踪系统设计[J]. 太阳能, 2021(08): 66-71.

作者简介:

姜雪岩(1990--), 男, 汉族, 河南周口人, 在职研究生, 工程师, 研究方向: 电子与通讯。