



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107682047 B

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 201710948416.X

(22) 申请日 2017.10.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107682047 A

(43) 申请公布日 2018.02.09

(73) 专利权人 国网湖南省电力公司  
地址 410004 湖南省长沙市新韶东路398号  
专利权人 国网湖南省电力公司计量中心  
国家电网公司 华北电力大学

(72) 发明人 陈石东 陈向群 陆俊 王星星  
胡军华 黄瑞 陈浩 罗旻昱

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通  
合伙) 43008  
代理人 谭武艺

(51) Int.Cl.

H04B 3/54 (2006.01)

H04B 17/309 (2015.01)

(56) 对比文件

CN 103457636 A, 2013.12.18

CN 101814935 A, 2010.08.25

CN 102355313 A, 2012.02.15

CN 104143999 A, 2014.11.12

审查员 王成苗

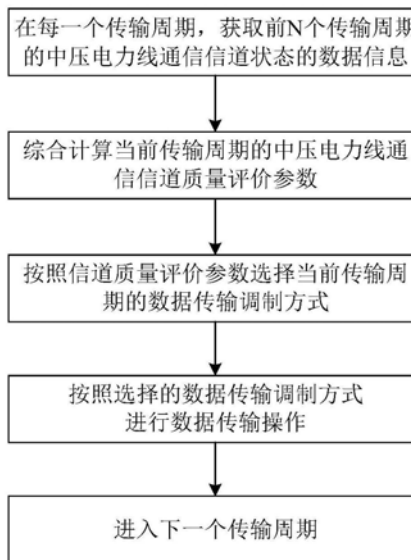
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法

(57) 摘要

本发明公开了一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法,实施步骤包括:1)在每一个传输周期,获取当前传输周期之前的指定的N个传输周期的中压电力线通信信道状态的数据信息,所述中压电力线通信信道状态的数据信息包括多个状态参数;2)将所述中压电力线通信信道状态的数据信息的多个状态参数综合计算当前传输周期的中压电力线通信信道质量评价参数;3)按照信道质量评价参数选择当前传输周期的数据传输调制方式;4)按照选择的数据传输调制方式进行数据传输操作。本发明能够有效提高中压电力线通信数据传输的传输效率以及降低传输误码率。



1. 一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法,其特征在于实施步骤包括:

1) 在每一个传输周期,获取当前传输周期之前的指定的N个传输周期的中压电力线通信信道状态的数据信息,所述中压电力线通信信道状态的数据信息包括多个状态参数;

2) 将所述中压电力线通信信道状态的数据信息的多个状态参数综合计算当前传输周期的中压电力线通信信道质量评价参数;

3) 按照信道质量评价参数选择当前传输周期的数据传输调制方式;

4) 按照选择的数据传输调制方式进行数据传输操作;

步骤1)中的多个状态参数包括误码率为 $Y(k)$ 、归一化信噪比为 $X(k)$ 以及重传率为 $Z(k)$ ,且误码率为 $Y(k)$ 、归一化信噪比为 $X(k)$ 以及重传率为 $Z(k)$ ,三者的取值范围均为 $[0, 1]$ ,其中 $k$ 表示当前传输周期, $k$ 取值为正整数;

步骤2)中综合计算中压电力线通信信道质量评价参数具体是指进行线性加权计算中压电力线通信信道质量评价参数;所述进行线性加权计算中压电力线通信信道质量评价参数的详细步骤包括:

2.1) 在误码率为 $Y(k)$ 、重传率为 $Z(k)$ 的基础上,根据式(1)计算得到当前传输周期的传输可靠度 $R(k)$ ,传输可靠度 $R(k)$ 的范围为 $[0, 1]$ ;

$$R(k) = 2 \cdot \frac{Y(k) \cdot Z(k)}{Y(k) + Z(k)} \quad (1)$$

式(1)中, $R(k)$ 为当前传输周期的传输可靠度, $Y(k)$ 为误码率、 $Z(k)$ 为重传率, $k$ 表示当前传输周期, $k$ 取值为正整数;

2.2) 根据式(2)计算归一化信噪比为 $X(k)$ 与传输可靠度 $R(k)$ 的线性加权函数 $S(k)$ ,并将线性加权函数 $S(k)$ 作为当前传输周期的中压电力线通信信道的质量评价参数;

$$S(k) = Q \cdot X(k) + (1-Q) \cdot R(k) \quad (2)$$

式(2)中, $S(k)$ 为线性加权函数, $X(k)$ 为归一化信噪比, $R(k)$ 为当前传输周期的传输可靠度, $Q$ 为信道质量权系数,信道质量权系数 $Q$ 的取值范围为 $[0, 1]$ 。

2. 根据权利要求1所述的信道感知的中压电力线通信数据传输方法,其特征在于,步骤1)中指定的N个传输周期的N取值范围为3~5,每一个传输周期的时间长度为5~10s。

3. 根据权利要求1所述的信道感知的中压电力线通信数据传输方法,其特征在于,步骤3)的详细步骤包括:预先将信道质量评价参数的取值范围按照所有的数据传输调制方式划分不同的取值范围子区间,每一种数据传输调制方式均存在一一对应的取值范围子区间;然后将信道质量评价参数和所有的取值范围子区间进行匹配,将匹配的取值范围子区间对应的数据传输调制方式作为最终选择的数据传输调制方式。

4. 根据权利要求3所述的信道感知的中压电力线通信数据传输方法,其特征在于,所述信道质量评价参数的取值范围为 $[0, 1]$ ,划分的取值范围子区间包括 $[0, \text{alph})$ 、 $[\text{alph}, \text{beta})$ 和 $[\text{beta}, 1]$ 三个取值范围子区间,其中 $\text{alph}$ 为预设的低阈值, $\text{beta}$ 为预设的高阈值,数据传输调制方式包括 $\text{Mu}$ 、 $\text{Mm}$ 和 $\text{Md}$ 三种,在选择当前传输周期的数据传输调制方式时,若信道质量评价参数在 $[0, \text{alph})$ 范围内时,则优选 $\text{Md}$ 调制方式作为数据传输调制方式;若信道质量评价参数在 $[\text{alph}, \text{beta})$ 范围内时,则选取 $\text{Mm}$ 调制方式作为数据传输调制方式;若信道质量评价参数在 $[\text{beta}, 1]$ 范围内时,则选取 $\text{Mu}$ 调制方式作为数据传输调制方式。

5. 根据权利要求4所述的信道感知的中压电力线通信数据传输方法,其特征在于,数据

传输调制方式包括的Mu、Mm和Md三种数据传输调制方式中,Mu为32正交振幅调制32QAM,Mm为正交相移键控QPSK,Md为频移键控FSK。

6.根据权利要求4所述的信道感知的中压电力线通信数据传输方法,其特征在于,预设的低阈值 $\alpha$ 取值为0.3,预设的高阈值 $\beta$ 取值为0.6。

## 一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及中压电力线通信技术领域,具体涉及一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法。

### 背景技术

[0002] 中压电力线通信(Power Line Communication,PLC)是电力系统特有的通信方式,中压电力线的电压等级通常为10kV,利用中压电力线作为通信介质实现信号传输,具有节省成本、安装方便和灵活部署优点。

[0003] 在现有的中压电力线通信传输方法中,通常采用单一信道信噪比参数作为选择调制方式的依据进行数据传输,尚未考虑从信道感知角度获取多种信道参数作为选择调制方式依据对数据传输进行优化。考虑到中压电力线信道通信距离较长,通信效果受信道质量的变化影响很大,因此有必要根据不同的电力线通信信道(以下简称信道)质量评价信道通信状态,通过感知信道通信状态选取不同的调制方式进行数据传输,同时保证数据传输的高传输速率和低误码率。本发明通过感知电力线通信信道状态计算信道质量评价参数,通过对信道状态评价,实现根据评价结果优选调制方式用于数据传输,能够提高中压电力线通信数据传输的传输速率和降低数据传输误码率,实现中压电力线通信数据传输优化的效果。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题:针对现有技术的上述问题,提供一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法,能够有效提高中压电力线通信数据传输的传输效率以及降低传输误码率。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种信道感知的中压电力线通信数据传输方法,实施步骤包括:

[0007] 1) 在每一个传输周期,获取当前传输周期之前的指定的N个传输周期的中压电力线通信信道状态的数据信息,所述中压电力线通信信道状态的数据信息包括多个状态参数;

[0008] 2) 将所述中压电力线通信信道状态的数据信息的多个状态参数综合计算当前传输周期的中压电力线通信信道质量评价参数;

[0009] 3) 按照信道质量评价参数选择当前传输周期的数据传输调制方式;

[0010] 4) 按照选择的数据传输调制方式进行数据传输操作。

[0011] 优选地,步骤1)中的多个状态参数包括误码率为 $Y(k)$ 、归一化信噪比为 $X(k)$ 以及重传率为 $Z(k)$ ,且误码率为 $Y(k)$ 、归一化信噪比为 $X(k)$ 以及重传率为 $Z(k)$ ,三者的取值范围均为 $[0,1]$ ,其中 $k$ 表示当前传输周期, $k$ 取值为正整数。

[0012] 优选地,步骤1)中指定的N个传输周期的N取值范围为3~5,每一个传输周期的时间长度为5~10s。

[0013] 优选地,步骤2)中综合计算中压电力线通信信道质量评价参数具体是指进行线性加权计算中压电力线通信信道质量评价参数。

[0014] 优选地,所述进行线性加权计算中压电力线通信信道质量评价参数的详细步骤包括:

[0015] 2.1)在误码率为 $Y(k)$ 、重传率为 $Z(k)$ 的基础上,根据式(1)计算得到当前传输周期的传输可靠度 $R(k)$ ,传输可靠度 $R(k)$ 的范围为 $[0,1]$ ;

$$[0016] \quad R(k) = 2 \cdot \frac{Y(k) \cdot Z(k)}{Y(k) + Z(k)} \quad (1)$$

[0017] 式(1)中, $R(k)$ 为当前传输周期的传输可靠度, $Y(k)$ 为误码率、 $Z(k)$ 为重传率, $k$ 表示当前传输周期, $k$ 取值为正整数;

[0018] 2.2)根据式(2)计算归一化信噪比为 $X(k)$ 与传输可靠度 $R(k)$ 的线性加权函数 $S(k)$ ,并将线性加权函数 $S(k)$ 作为当前传输周期的中压电力线通信信道的质量评价参数;

$$[0019] \quad S(k) = Q \cdot X(k) + (1-Q) \cdot R(k) \quad (2)$$

[0020] 式(2)中, $S(k)$ 为线性加权函数, $X(k)$ 为归一化信噪比, $R(k)$ 为当前传输周期的传输可靠度, $Q$ 为信道质量权系数,信道质量权系数 $Q$ 的取值范围为 $[0,1]$ 。

[0021] 优选地,步骤3)的详细步骤包括:预先将信道质量评价参数的取值范围按照所有的数据传输调制方式划分不同的取值范围子区间,每一种数据传输调制方式均存在一一对应的取值范围子区间;然后将信道质量评价参数和所有的取值范围子区间进行匹配,将匹配的取值范围子区间对应的数据传输调制方式作为最终选择的数据传输调制方式。

[0022] 优选地,所述信道质量评价参数的取值范围为 $[0,1]$ ,划分的取值范围子区间包括 $[0, \alpha)$ 、 $[\alpha, \beta)$ 和 $[\beta, 1]$ 三个取值范围子区间,其中 $\alpha$ 为预设的低阈值, $\beta$ 为预设的高阈值,数据传输调制方式包括 $M_u$ 、 $M_m$ 和 $M_d$ 三种,在选择当前传输周期的数据传输调制方式时,若信道质量评价参数在 $[0, \alpha)$ 范围内时,则优选 $M_d$ 调制方式作为数据传输调制方式;若信道质量评价参数在 $[\alpha, \beta)$ 范围内时,则选取 $M_m$ 调制方式作为数据传输调制方式;若信道质量评价参数在 $[\beta, 1]$ 范围内时,则选取 $M_u$ 调制方式作为数据传输调制方式。

[0023] 优选地,数据传输调制方式包括的 $M_u$ 、 $M_m$ 和 $M_d$ 三种数据传输调制方式中, $M_u$ 为32正交振幅调制32QAM, $M_m$ 为正交相移键控QPSK, $M_d$ 为频移键控FSK。

[0024] 优选地,预设的低阈值 $\alpha$ 取值为0.3,预设的高阈值 $\beta$ 取值为0.6。

[0025] 本发明信道感知的中压电力线通信数据传输方法具有下述优点:本发明从信道感知角度获取多种信道参数用于中压电力线信道状态评价,实现调制方式优选的中压电力线通信数据传输优化,首先通过配网终端采集信道状态数据信息,然后计算中压信道质量参数对信道质量进行评价,最后按照信道质量评价参数优选数据传输调制方式完成数据传输,能够有效提高中压电力线通信数据传输的传输效率以及降低传输误码率。

## 附图说明

[0026] 图1为现有技术的中压电力线通信系统结构示意图。

[0027] 图2为本发明实施例方法的基本流程示意图。

## 具体实施方式

[0028] 下文将以图1所示中压电力线通信系统为例,对本发明信道感知的中压电力线通信数据传输方法进行进一步的详细说明。

[0029] 参见图1,作为PLC从站的配网终端(馈线终端FTU、变压器监测终端TTU和配电监控终端DTU)内置PLC通信模块,10kV阻隔器减少配网终端的信号噪声干扰,配网终端通过10kV耦合器将信号耦合到10kV线路上,通过线路控制器实现与PLC主站的电力线通信数据传输。其中配网终端支持信道状态监测,获取中压电力线通信信道状态的数据信息;本实施例中采用的代表低、中、高传输效率的调制方式分别为FSK(频移键控),QPSK(正交相移键控)和32QAM(32正交振幅调制)。

[0030] 如图2所示,本实施例信道感知的中压电力线通信数据传输方法的实施步骤包括:

[0031] 1) 在每一个传输周期,获取当前传输周期之前的指定的N个传输周期的中压电力线通信信道状态的数据信息,所述中压电力线通信信道状态的数据信息包括多个状态参数;

[0032] 2) 将所述中压电力线通信信道状态的数据信息的多个状态参数综合计算当前传输周期的中压电力线通信信道质量评价参数;

[0033] 3) 按照信道质量评价参数选择当前传输周期的数据传输调制方式;

[0034] 4) 按照选择的数据传输调制方式进行数据传输操作。

[0035] 本实施例中,步骤1)中的多个状态参数包括误码率为 $Y(k)$ 、归一化信噪比为 $X(k)$ 以及重传率为 $Z(k)$ ,且误码率为 $Y(k)$ 、归一化信噪比为 $X(k)$ 以及重传率为 $Z(k)$ 三者的取值范围均为 $[0,1]$ ,其中 $k$ 表示当前传输周期, $k$ 取值为正整数。

[0036] 本实施例中,步骤1)中指定的N个传输周期的N取值范围为3~5,每一个传输周期的时间长度为5~10s。本实施例中,传输周期的N为3( $N=3$ ),传输周期长度为 $T=6s$ ;

[0037] 本实施例中,步骤2)中综合计算中压电力线通信信道质量评价参数具体是指进行线性加权计算中压电力线通信信道质量评价参数。

[0038] 本实施例中,所述进行线性加权计算中压电力线通信信道质量评价参数的详细步骤包括:

[0039] 2.1) 在误码率为 $Y(k)$ 、重传率为 $Z(k)$ 的基础上,根据式(1)计算得到当前传输周期的传输可靠度 $R(k)$ ,传输可靠度 $R(k)$ 的范围为 $[0,1]$ ;

$$[0040] \quad R(k) = 2 \cdot \frac{Y(k) \cdot Z(k)}{Y(k) + Z(k)} \quad (1)$$

[0041] 式(1)中, $R(k)$ 为当前传输周期的传输可靠度, $Y(k)$ 为误码率、 $Z(k)$ 为重传率, $k$ 表示当前传输周期, $k$ 取值为正整数;

[0042] 2.2) 根据式(2)计算归一化信噪比为 $X(k)$ 与传输可靠度 $R(k)$ 的线性加权函数 $S(k)$ ,并将线性加权函数 $S(k)$ 作为当前传输周期的中压电力线通信信道的质量评价参数;

$$[0043] \quad S(k) = Q \cdot X(k) + (1-Q) \cdot R(k) \quad (2)$$

[0044] 式(2)中, $S(k)$ 为线性加权函数, $X(k)$ 为归一化信噪比, $R(k)$ 为当前传输周期的传输可靠度, $Q$ 为信道质量权系数,信道质量权系数 $Q$ 的取值范围为 $[0,1]$ 。本实施例中,信道质量权系数 $Q$ 的取值为0.6。

[0045] 本实施例中,步骤3)的详细步骤包括:预先将信道质量评价参数的取值范围按照

所有的数据传输调制方式划分不同的取值范围子区间,每一种数据传输调制方式均存在一一对应的取值范围子区间;然后将信道质量评价参数和所有的取值范围子区间进行匹配,将匹配的取值范围子区间对应的数据传输调制方式作为最终选择的数据传输调制方式。

[0046] 本实施例中,所述信道质量评价参数的取值范围为 $[0, 1]$ ,划分的取值范围子区间包括 $[0, \text{alph})$ 、 $[\text{alph}, \text{beta})$ 和 $[\text{beta}, 1]$ 三个取值范围子区间,其中 $\text{alph}$ 为预设的低阈值, $\text{beta}$ 为预设的高阈值,数据传输调制方式包括 $\text{Mu}$ 、 $\text{Mm}$ 和 $\text{Md}$ 三种,在选择当前传输周期的数据传输调制方式时,若信道质量评价参数在 $[0, \text{alph})$ 范围内时,则优选 $\text{Md}$ 调制方式作为数据传输调制方式;若信道质量评价参数在 $[\text{alph}, \text{beta})$ 范围内时,则选取 $\text{Mm}$ 调制方式作为数据传输调制方式;若信道质量评价参数在 $[\text{beta}, 1]$ 范围内时,则选取 $\text{Mu}$ 调制方式作为数据传输调制方式。数据传输调制方式包括的 $\text{Mu}$ 、 $\text{Mm}$ 和 $\text{Md}$ 三种数据传输调制方式中, $\text{Mu}$ 为32正交振幅调制32QAM, $\text{Mm}$ 为正交相移键控QPSK, $\text{Md}$ 为频移键控FSK。本实施例中,预设的低阈值 $\text{alph}$ 取值为0.3,预设的高阈值 $\text{beta}$ 取值为0.6。c

[0047] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

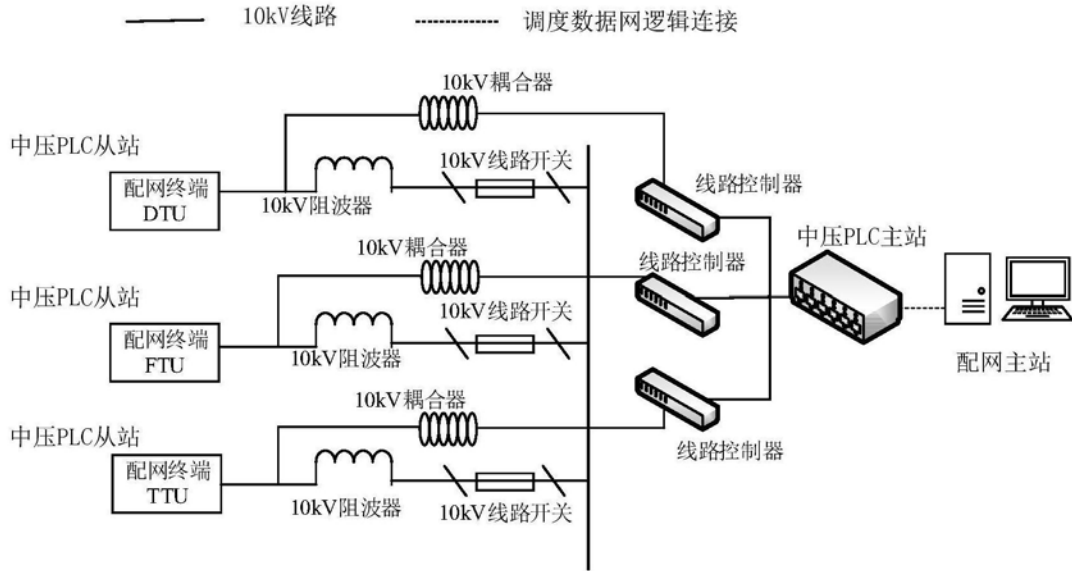


图1

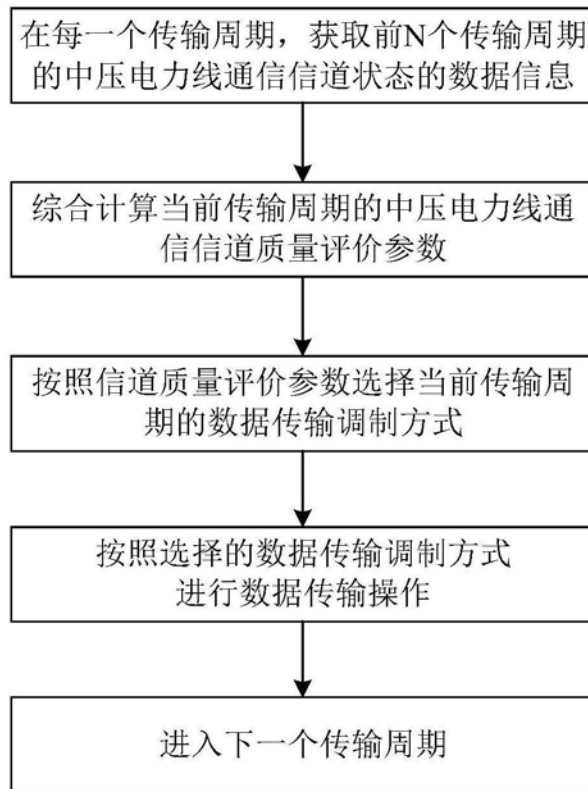


图2