

# HDLC 应用中的几点建议

王 芊, 刘革新, 吴通华

(南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102)

**摘要:** 随着 HDLC 在电力系统中的应用, 陆续发现光纤差动、光纤命令、光纤高频等保护装置在采用 HDLC 传输时, 遇到一些问题。有时即使在同一装置上运行不同程序软件时, 也会得出不同的结果。通过对比它们的 HDLC 码流, 发现其 HDLC 码流特征差异明显, 进而发现 HDLC 应用中被忽视的两个建议, 即帧内信息 7 连 0 插 1 和帧间空闲传输 7E 帧头标志。只有在 HDLC 应用中包含这两点建议后, 光纤差动等装置的 HDLC 传输才会更加稳定、可靠。

**关键词:** 同步通信; 伪随机序列; 频偏; 抖动

## Suggestions for HDLC's application

WANG Qian, LIU Ge-ming, WU Tong-hua

(NARI-RELAYS Electrics Co.,Ltd, Nanjing 211102, China)

**Abstract:** With the applications of HDLC in power system, some problems emerge when using HDLC protocol in line differential relay, command-interface device, and fiber teleprotection relay. Sometimes, different results are gotten even on the same device with the different softwares. The obvious difference between their HDLC characters is found by comparing their HDLC bit stream. Further studying points that two suggestions can not be omitted in HDLC's application, i.e. 7 consecutive 0s a 1 will appear (one insertion) and continuous FLAG send between interframe time. When the two suggestions are adopted in HDLC's application, line differential relay and other devices can transmit HDLC more steadily and reliably.

**Key words:** synchronous communication; pseudo random sequence; frequency offset; jitter

中图分类号: TM774 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)18-0196-03

## 0 HDLC 介绍

高级数据链路控 (High-level Data Link Control, HDLC) 协议已经被广泛应用, 这是一种面向比特的链路层协议, 其最大特点是对任何一种比特流, 均可以实现透明的传输<sup>[1]</sup>。

HDLC 协议只能应用在同步链路上, 是一种同步通信方式。接收侧要能正确恢复出数据发送的时钟, 这是同步通信所必需的<sup>[2]</sup>。如果接收侧得不到时钟信息, 接收时钟偏差会积累并逐步加大, 直至产生误码、丢帧、中断。

图 1 为 HDLC 的帧格式, 由帧头、信息域、帧尾组成, 帧头和帧尾同为 01111110。信息域根据信息的特征, 又可以细分为: 地址段、控制段、数据段和效验码。

HDLC 协议中规定, 帧头、帧尾标志在信息流中唯一。因此 HDLC 控制器中都带有 5 连 1 插 0 功能, 确保信息域中最大连 1 个数不超过 6。这个功

能在大多数应用中都被采用, 包括用 FPGA 实现的 HDLC 控制器中也带有此功能。

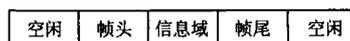


图 1 HDLC 帧格式  
Fig.1 HDLC frame

## 1 HDLC 应用

电力系统中应用 HDLC 协议时, 通常有两种方式, 一是仅局限于装置内部, 比如插件和插件之间通过背板交换数据。这种情况下, 由于传输距离短, 时钟是单独传输的, 应用相对简单。二是装置间的互联通信, 由于传输距离远, 时钟已经不可能单独占据一个传输通道。必须把时钟和数据复合传输。绝大多数 HDLC 的应用都是这种情况, 应用中遇到的问题也较多, 我们讨论的也是这种应用。

由于应用的场所不同, 装置和装置之间距离跨

度很大, 从几米到几十公里甚至百公里以上, 许多应用是复用通道传输<sup>[3]</sup>, 中间环节多, 要保证长时间数据传输不产生错误, 除了要求各个环节安全可靠外, HDLC 协议的选择、完善也是相当重要的<sup>[4]</sup>。

## 2 光纤差动的应用及连 0 插 1 功能

电流差动是电力系统中最主要的 HDLC 应用, 差动装置将采样得到的三相电流、零序电流、电压等数据, 依次写入到信息域中, 再加上必要的控制信息, 最后是 CRC 效验码。这些和帧头、帧尾一起构成一个完整的数据帧。差动装置将本侧的数据帧传输到对侧, 同时接收对侧发送过来的数据帧, 来进行差动计算。而当传输产生错误时, 差动装置将舍弃所接收到的数据帧<sup>[5]</sup>。

由于信息是在每采样点实时采样、实时传输的, 传输信息量大, 传输空闲间隔少。图 2 为光纤差动装置的码流格式。



图 2 HDLC 码流格式 A

Fig.2 HDLC bit stream A

在应用中我们发现, 当差动装置的采样电流、电压数据均为 0 时(线路检修、空投或断路器拉开), 会使得信息域中的连 0 长度加大。通过分析装置的 HDLC 数据, 发现信息中可能存在的连 0 比特数高达百余位。由于在这段连 0 期间没有时钟信息, 接收侧时钟偏差累积, 无法恢复, 会有误码产生。但用误码仪测试同一传输通道时, 测试结果均显示正常。当装置有电流、电压数据时, 也没有这个现象。

为了解决这个问题, 我们可以提高接收时钟、发送时钟的精度, 但这不能从根本上解决此问题, 因为复用传输通道的许多中间环节(SDH 网元等)是不变的<sup>[6]</sup>。提高时钟精度的结果是专用通道传输无误码, 但复用通道传输时误码依然存在。而且提高时钟精度还会带来频偏、抖动容限变差的问题。为了彻底解决这个问题, 我们参考了误码仪的伪随机序列码, 发现其特点如下:

(1) 每个周期中, 1 码出现  $2^{n-1}$  次, 0 码出现  $2^{n-1}-1$  次, 即 0、1 出现概率几乎相等。

(2) 序列中连 1 的数目是  $n$ , 连 0 的数目是  $n-1$ 。

(3) 分布无规律, 具有与白噪声相似的伪随机特性。

由于具有这些特点, 其在通信、雷达、系统可靠性测试等方面获得了广泛的应用。以复杂的  $2^{23}-1$  序列为例, 其连 0 个数为 22, 连 1 个数为 23, 远低

于保护信息中的连 0 个数。

为了减少保护信息中的连 0 比特数, 我们在信息码流中采用了 7 连 0 插 1 功能; 确保信息中连 0 个数不超过 7, 这样时钟也不会被长连 0 序列破坏掉<sup>[7]</sup>, 从根本上解决了这一问题。

用 FPGA 实现 HDLC 控制器时, 很方便加入这个功能; 部分 HDLC 控制器(PEF20525/6, PEF20532)也带有这个功能, 只是由于对 HDLC 协议的了解的局限性, 没有被采用, 应尽量选用此功能。

## 3 命令装置的应用及空闲信号的选择

保护命令装置, 由于其传输的信息量很少, 信息格式如图 3。在传输比特流中, 空闲高电平占主导地位, 是一种连 1 状态。虽然 HDLC 控制器有 5 连 1 插 0 功能, 限制传输码流中连 1 个数不超过 6 (帧头、帧尾标志), 但这个功能仅仅适用于帧内信息域, 对于帧间空闲的高电平是不起作用的。

由于这个高电平持续时间很长(500  $\mu$ s 以上), 往往会导致接收侧因接收时钟偏差, 在后续的帧接收中出错(帧头出错)。

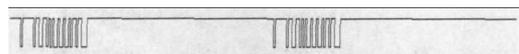


图 3 HDLC 码流格式 B

Fig.3 HDLC bit stream B

为了解决这个问题, 我们将空闲状态的传输电平更改为 01111110, 即帧头、帧尾标志。这样在空闲传输时, 接收侧也能接收到时钟信息, 不再出错。一般 HDLC 控制器的空闲状态传输电平有两个选择, 一是高电平, 就是连续发 1; 二是同步标志, 即连续发 01111110。在应用层看来, 这两个选择并没有差别, 因为信息传输已经结束, 所以通常都选择了传输高电平, 而且这样在调试时用仪器查看波形时也很直观。但对链路层而言, 这两个选择差别很大, 连续的高电平中不包含时钟信息; 而连续的同步标志中包含了时钟信息, 应选择帧间空闲传输帧头(01111110)标志。

## 4 试验验证

一复用传输通道, 差动装置在接入后有误码增长。但用误码仪对通道长期测试后, 显示的结果均正常。检查中还发现当通过测试仪给装置加入电流量后, 误码就不再出现。通过选择对信息域 7 连 0 插 1 功能后, 误码消失。

一台 MUX 装置, 在生产、烤机、测试等都正

常的情况下,和 FOX-41A 装置连调时,经常报数据帧丢失。在对 MUX 装置进行检查后没有发现异常;用误码仪对 MUX 长期测试也显示正常;将此 MUX 和电流差动装置连接长期测试后,也没有误码、丢帧等异常。对比 FOX-41A 和电流差动的 HDLC 格式后发现,FOX-41A 的帧间空闲状态很长,远远高于电流差动的帧空闲状态。将 FOX-41A 的空闲状态设置成传输帧头标志后,长时间测试,没有丢帧出现。

### 5 建议

为使得 HDLC 传输更加稳定、可靠,我们建议在 HDLC 应用中应该同时包括以下几方面:

- 1) 采用 5 连 1 插 0 功能;
- 2) 采用 7 连 0 插 1 功能;
- 3) 帧空闲电平采用传输帧头标志(01111110)。

### 参考文献

[1] Reed K D. 广域网[M]. 北京:电子工业出版社, 2003.  
Reed K D. Wide area networks[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.

[2] Simon Haykin. 通信系统[M]. 北京:电子工业出版社, 2003.  
Simon Haykin. Communication systems[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.

[3] 金华锋. 复用通道误码和延时对线路纵差保护的影响[J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (21): 63-66.  
JIN Hua-feng. Effect of bit error and transmission delay of multiplex channel on line current differential relay[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29 (21): 63-66.

[4] 吴伯修, 祝宗泰. 信息论与编码[M]. 南京:东南大学出版社, 1991.  
WU Bo-xiu, ZHU Zong-tai. Informatics & coding[M]. Nanjing: Southeast University Press, 1991.

[5] 王爱玲, 蔡敏. RCS-900 系列保护装置的同步通信时钟[J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (24): 53-56.  
WANG Ai-ling, CAI Min. Clock setting for synchronous communication of RCS-900 series protection equipment[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30 (24): 53-56.

[6] 张建臣. 继电保护装置专用 SDH 传输通道设计建议[J]. 电力系统通信, 2007, 28 (176): 12-18.  
ZHANG Jian-chen. Suggestion on design of SDH transmission channel used by relay protection equipment[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2007, 28 (176): 12-18.

[7] 王芊, 金华锋, 等. 用于差动保护的 E1 速率通信接口[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (7): 55-57.  
WANG Qian, JIN Hua-feng, et al. Research of E1 interface used in current differential protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27 (7): 55-57.

---

收稿日期: 2009-09-25; 修回日期: 2009-10-20

作者简介:  
王芊 (1967-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电力系统继电保护的工作; E-mail: qianwang@nari-relays.com  
刘革新 (1980-), 男, 硕士, 工程师, 从事电力系统继电保护的工作;  
吴通华 (1977-), 男, 硕士, 工程师, 从事电力系统继电保护的工作。

---

(上接第 144 页 continued from page 144)

[10] 马洪飞, 张薇, 李伟伟, 等. 基于直流电机的风力机模拟技术研究[J]. 太阳能学报, 2007, 28 (11): 1278-1283.  
MA Hong-fei, ZHANG Wei, LI Wei-wei, et al. Research on wind turbine emulation based on DC Motor[J]. Solar Energy Journal, 2007, 28 (11): 1278-1283.

[11] 王淑琴. 基于虚拟样机技术的风力机传动系统设计与仿真[J]. 制造技术自动化学术会议, 2005, 12 (5): 39-41.  
WANG Shu-qin. Design and simulation of wind turbine drive system based on dummy specimen technology[J]. Technique of Manufacture Automation Academic Conference, 2005, 12 (5): 39-41.

[12] 贾要勤, 曹秉刚, 杨仲庆. 风力机模拟平台的 MPPT 快速响应控制方法[J]. 太阳能学报, 2004, 25 (3): 364-370.  
JIA Yao-qin, CAO Bing-gang, YANG Zhong-qing. A fast response MPPT control method for wind turbine simulator platform[J]. Solar Energy Journal, 2004, 25 (3): 364-370.

---

收稿日期: 2009-10-19; 修回日期: 2010-01-04

作者简介:  
刘钰山 (1986-), 女, 博士研究生, 研究方向为风力发电控制技术; E-mail: 09117342@bjtu.edu.cn  
葛宝明 (1971-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为电机及其控制;  
毕大强 (1973-), 男, 博士, 高级工程师, 研究方向为电力系统主设备继电保护、电力电子技术在电力系统中的应用。