

具有电力线载波功能的 HID 电子镇流器

吕晓东, 李武华, 吴建德, 何湘宁
(浙江大学, 浙江 杭州 310027)

摘要:提出一种具有电力线载波通信、监测控制功能的高压气体放电灯 (High Intensity Discharge, 简称 HID) 电子镇流器及其系统。该系统采用了 Lonworks 网络技术, 通过与 Lonworks 技术匹配的专用电力线收发芯片 PLT-22 实现电力线载波通信。采用示波器、专用 HID 测试仪和实验室组网方法对该镇流器及其系统进行了实验。该系统具有数据传输方便、抗干扰、无控制线和易于实现分布式管理的优点。

关键词:镇流器; 载波/高压气体放电灯

中图分类号: TM923.61

文献标识码: A

文章编号: 1000-100X 200502-0069-03

HID Electronic Ballast with Power Line Communication Function

LU Xiao-dong, LI Wu-hua, WU Jian-de, HE Xiang-ning
(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: A new HID ballast system with Power Line Communication (PLC), inspect and control function is presented in this paper. This system adopts the Lonworks network technology with special PLC transceiver PLT-22. The presented system has the advantages of convenient data transmission, anti-interfere, easy to realize distributed control and without control wire.

Key words: ballast; carrier wave/HID light

1 引言

高压气体放电灯 High Intensity Discharge, 简称 HID) 属于节能型电光源, 具有效率高、寿命长等优点, 已广泛用于交通、市政、工厂等照明中, 但目前的 HID 照明大部分采用传统的电感型镇流器或单体的电子镇流器。HID 灯的开、关状态一般通过进线电源的上电或断电进行控制, 但其控制方式的功能过于简单, 不能实现监控及调光的功能。也有文献通过 485、CAN 等总线的方式实现对电子镇流器及其 HID 的集中式监控, 但需要增加额外的控制线, 给实际应用带来成本增加、组网困难、难于布线等诸多问题^[1]。文中提出一种通过电力线载波通信 Power Line Communication, 简称 PLC) 技术实现 HID 的分布式检测和控制方案。该方案通过市电网作为通信媒介, 省去控制线, 便于现场布线; 通过 Lonworks 的专门组网工具组网, 组网灵活, 便于分布式控制; 通过 Lonworks 专用的 PLC 芯片 PLT-22 进行安全可靠的通信。在该实验系统中, 通过 PLC 实现了计算机监控单元与多个 HID 电子镇流器的分布式控制与监测, 为今后照明的智能化、网络化提供了一种简单、方便、安全、可靠的方式。

2 PLC 发展情况

PLC 是指利用现有的电网作为传输媒介, 通过

载波方式高速传输模拟或数字信号, 实现数据传输和信息交换的一种技术^[2]。具有信息传输稳定可靠、路由合理、减少线路投资等特点。

PLC 又分为 35kV 以上高压载波通信、10kV 配电网载波通信和 400V 以下民用 PLC。在技术上高压载波通信主要为业内业务通信。由于网络的专一性, 其简单的数据通信国内外已基本成熟。进入千家万户的民用低压电力网才是最大的通信物理网络, 但在低压电力线上实现通信有许多技术难点, 如网络不规范、节点多、隔离多、随机干扰等。也可以说, 民用电力线路阻抗对通信而言是一个不确定、无规则、随机干扰、网络特性呈拓扑特性的非标准通信网。在技术上带来很大难度, 成为通信领域上的一大挑战课题。

在电力线上实现数据通信, 人们已进行了很多尝试。电力线作为一种通信传输介质, 具有可变信号衰减、阻抗调制、脉冲噪声以及等幅振荡波干扰等不利于数据传输的特性。为了排除这些干扰, 目前利用电力线进行通信的产品中, 主要使用窄带通信方式和扩频通信方式^[3]。窄带通信方式价格低廉且较为容易实现, 所以在以往的应用中比较普遍。但这种方式具有许多缺点, 它的抗干扰能力比较弱, 窄带通信对脉冲噪声的抵抗性较差。一般来说, 窄带通信适用于传输速率相对较低、传输距离比较短的点对点通信。为了更好地满足通信速率及可靠性方面的要求, 适应多用户环境下的电力线通信, 基于扩频技术

定稿日期: 2004-06-21

作者简介: 吕晓东(1970-), 男, 浙江人, 博士研究生, 研究方向为电力电子技术、大功率电子镇流器。

的 PLC 技术得到了长足的发展。

3 Lonworks 电力载波技术介绍^[3]

Lonworks 网络技术是美国 ECHELON 公司研发的一种控制网络的平台技术。该公司研发的 PLC 技术是基于扩频技术的电力线载波数据通信技术。PLT-22 就是该公司制造的数字电力载波通信接口芯片,它为 PLC 提供简单、高效率的接口。图 1 示出它与神经元芯片、耦合电路、辅助电源及应用电路一起构成的 Lonworks 控制网络的节电结构。通过选择外围元件,PLT-22 可工作在 CENELEC 欧洲实用 A 频带 (70~95kHz)和 C 频带 (110~140kHz)。由于现场条件下存在断续的噪声干扰、阻抗变化和信号衰减,因此电力线的通信条件非常恶劣。采用 PLT-22 则可利用双载波频率自动调整技术和数字信号处理技术得以解决。采用前者,PLT-22 可在主频被噪音阻塞的情况下,自动切换到副频继续保持通信;采用后者,PLT-22 可在较差的环境下准确地进行信号的接收和处理。

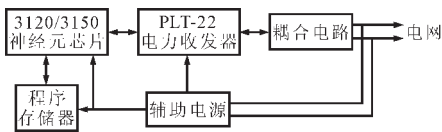


图 1 Lonworks 的智能收发器节电结构图

Lonworks 电力线载波技术已经成功地用于楼宇自动化、集中抄表、工业控制、小区管理等领域,但用于 HID 电子镇流器尚有一定的难度,因电子镇流器的开关频率一般都在 30~70kHz,与 PLC 的频率较为接近。这对整个系统的可靠性、抗干扰性提出了很高的要求。

4 带 PLC 功能的 HID 电子镇流器

4.1 电路框图

图 2 示出研制的带 PLC 功能的 HID 电子镇流器内部结构框图。它包括电子镇流部分和电力线载

波部分。前者,即图 2 的上半部分,由 EMI 电路、不控整流桥、功率因数校正主电路、功率因数校正控制电路、逆变主电路、逆变驱动电路、逆变控制电路和高压触发电路构成;后者,即图 2 的下半部分,由稳压电源电路、中央处理器电路、收发器电路、高通耦合电路、控制电路、输出电流检测判断电路构成。

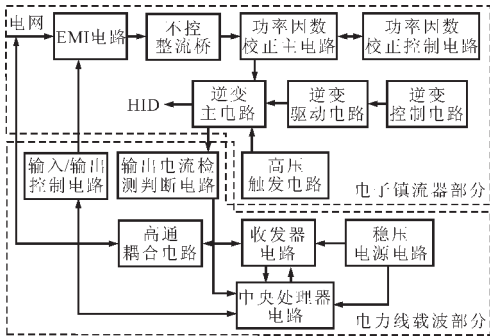


图 2 有电力线载波功能的 HID 电子镇流器电路框图

镇流器向外发送数据时,中央处理器发出数据,经过收发器电路调制为高频信号,再经过高通耦合电路送到电网上。镇流器接受数据时,在 50Hz 的工频电网上调制着的高频信号经过高频耦合电路的耦合还原为高频信号,该信号再经收发器电路整流放大后输送到中央处理电路。中央处理电路根据收到的指令再输出“1”或“0”给控制电路,通过控制电路控制电子镇流器的开通与关断。另外,电流检测判断电路对逆变主电路的输出电流进行检测,如果输出电流经电流检测判断电路判定在设定的正常范围之内,认为该镇流器及灯为正常状态,输出逻辑低电平“0”到中央处理器单元,如果检测电流值大于或小于设定值,则说明电子镇流器或灯处于非正常状态,此时电流检测判断电路输出逻辑高电平“1”至中央处理器。

4.2 具体电路介绍

图 3 示出带 PLC 监控的 HID 电子镇流器中 PLC 部分的具体电路原理图。

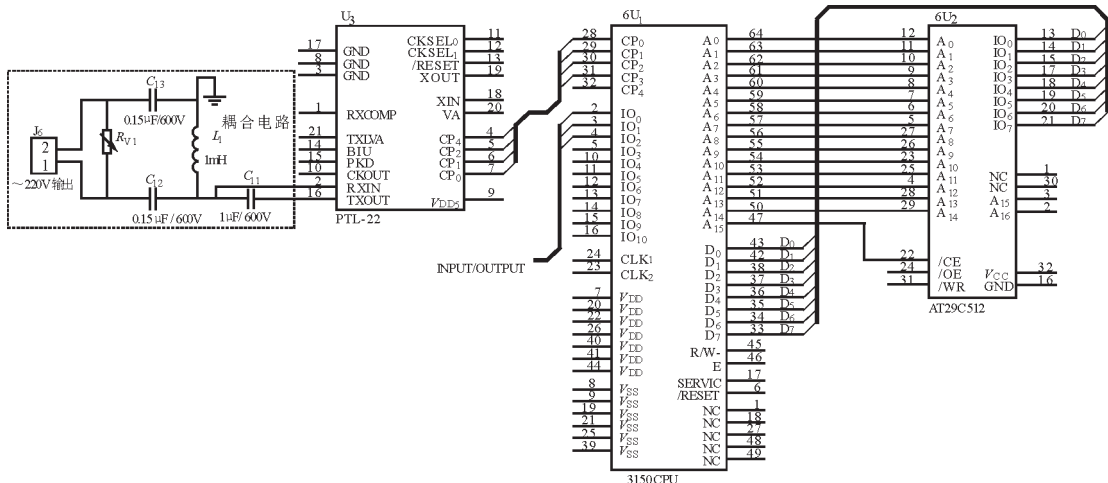


图 3 电力线载波部分具体电路原理图

图中采用了带 Lonworks 网络技术的 PLT-22, 如图 3 中的 U_3 。图中的 $6U_1, 6U_2$ 分别为 NEURON CHIP 3150 神经网络处理芯片和 AT29C512 程序存储器。耦合电路由 $L_1, C_{12}, C_{13}, R_{V1}$ 构成。 J_6 端子与电力线直接联接。另外图中的 $6U_1$ 的 $IO_0 \sim IO_{10}$ 端子为 3150 芯片的 I/O 点。可自定义为输入或输出。这些端子可以与输出电流检测电路或输入/输出控制电路联接。

图 4 示出输出电流检测判断电路原理图。该电路包括 2 个比较器和一个与非门。当 HID 的电流 I 小于电流上限值时, 上面一个比较器 I-high/A 就输出高电平“1”; 当 HID 的电流 I 大于电流下限值时, 下面一个比较器 I-low/B 就输出高电平“1”; 当 HID 的电流在理想的电流值时与非门输出高电平“0”, 同时表示电子镇流器与 HID 都正常工作; 由于 HID 或镇流器的原因, 其电流 $HID-I$ 不在设定的范围之内, 与非门 A 输出“1”, 则表明该单元处于非正常状态。与非门 A 的输出信号传到 $6U_1$ 的输入端 IO_0 。

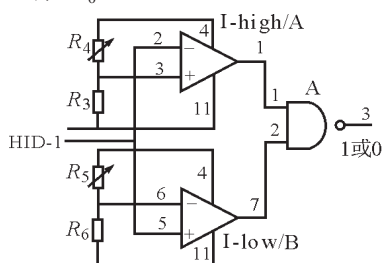


图 4 输出电流检测判断电路原理图

4.3 实验结果

图 5 示出研制的 250W 高频电子镇流器的输出电压 u_o 和输出电流 i_o 波形。该波形为准三角波形。镇流器及 HID 灯两者工作正常、灯光稳定, 可持续常时间地点亮运行。采用 HB-3A HID 测量仪测量镇流器的输入输出数据: 输入端的电流 $THD=4.8\%$, 灯电流为 2.288A, 灯电压为 125.8V, $PF=0.993$, 输入功率 $P_m=304.60W$, 输出功率 $P_o=281.2W$ 。可见, 电子镇流器的功率因数高达 0.99 以上; 效率高达 92% 以上; 输入端电流谐波分量小于 5%。

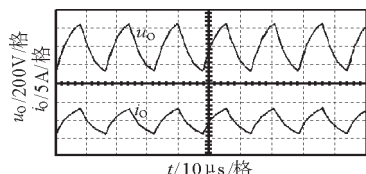


图 5 高频电子镇流器的 u_o 和 i_o 波形

采用监控计算机和 5 个带 PLC 功能的 HID 电子镇流器 $B_1 \sim B_5$ 构成一套 HID 灯光控制系统, 图 6 示出其框图。由图可见, 各个单元之间只有电力线连接, 没有单独的控制线。监控计算机加装了与 Lonworks 相关的软件及接口板, 可以通过计算机监测和控制各个镇流器单元的状态, 即控制某路灯的暗与亮或显示各路灯的工作状态。在实验室把监控计算机与 HID 镇流器的距离增大到约 150m, 该系统仍运行正常。为了测试其抗干扰的性能, 在该公用的电力线上接入 7.5kW 的变频器, 并把变频器的开关频率从 2kHz, 4kHz, 8kHz 到 16kHz 调节, 该系统仍能正常工作。

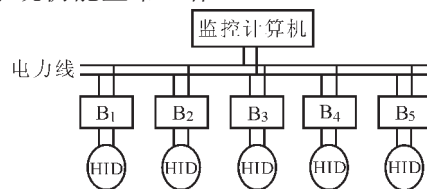


图 6 控制系统框图

5 问题与展望

文中带 PLC 功能的电子镇流器虽有前述的各种优点, 但仍存在一些问题, 对此提出问题与展望。

①) 产品成本问题。性能较高的 Lonworks 电力线载波技术, 其成本也较高, 但随着电力载波技术发展和 Lonworks 新品的推出、市场的扩大, 该产品成本的降低只是时间问题^[3]。

②) 可靠性问题。电子镇流器的可靠性问题是现在 HID 镇流器不能大范围推广的主要原因。因为室外 HID 电子镇流器的工作环境往往很差, 加之国内的 HID 电子镇流器生产线与 IT 或家电业的生产线工艺水平有很大的差距, 因此必须从技术开发、器件采购、生产工艺、品质管理等方面一并解决可靠性问题。

参考文献

- [1] Dr.John Newhury.Communication Requirements and Standards for Low Voltage Mains Signalling[J].IEEE Trans. on Power Delivery, 1998, 13 (1):46~53.
- [2] 鄢新华.电力线载波通信芯片市场与应用前景[J].今日电子, 2003.
- [3] Laskai L, Enjeti P N, Pitel I J.White-noise Modulation of High-frequency High-intensity Discharge Lamp Ballast[J]. IEEE Trans. on Industry Application, 1998, 34 (3):45~49.

欢迎访问我们的网站!

网址: www.dldzjs.com