

具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统设计

李亚娟

(安康学院 电子与信息工程学院研究中心, 陕西 安康 725000)

摘要: 针对智慧环保设备运行监测系统, 采用传统设计方案功率损耗较大, 导致监测精准度较低, 为了解决该问题, 设计具有同步整流功能的监测系统; 系统以电子信号 byte 单位形式修改内容的 E²PROM 只读存储器, 可摆脱早期编程束缚; 采用 IS61LV25616AL-10TL 型号芯片的异步静态随机存储器, 直接与 CPU 进行数据交换, 将交换结果传输至监测仪, 确定环境污染程度; 利用 AS150PDK-14712S 型号 50 段异色段游标 LED 报警装置, 控制上下限报警模块, 通过监测电路对异常状态进行监测报警; 根据下位监测机程序流程, 采用同步整流技术, 分析驱动电压与总电压之间关系, 优化设备运行损耗问题; 通过实验对比结果可知, 具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统最低监测精准度也大于 80%, 而剩下两种系统最高监测精准度也都低于 80%, 因此具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统设计是具有合理性的。

关键词: 同步整流; 智慧环保; 设备运行; 异步静态随机存储器; LED 报警; 下位监测机

Design of Intelligent Environmental Protection Equipment Operation Monitoring System with Synchronized Rectification Function

Li Yajuan

(Research Center of College of Electronic and Information Engineering, Ankang University, Ankang 725000, China)

Abstract: For the intelligent environmental protection equipment operation monitoring system, the traditional design scheme has a large power loss, resulting in low monitoring accuracy. To solve this problem, a monitoring system with synchronous rectification function is designed. The system modifies the content of the E²PROM read-only memory in the form of an electronic signal byte unit, which can get rid of the early programming constraints. The asynchronous static random access memory of the IS61LV25616AL-10TL model chip is used to directly exchange data with the CPU, and the exchange result is transmitted to the monitor to determine the degree of environmental pollution. Using the AS150PDK-14712S model 50-segment color segment cursor LED alarm device, control the upper and lower limit alarm module, and monitor and alarm the abnormal state through the monitoring circuit. According to the program flow of the lower monitoring machine, the synchronous rectification technology is used to analyze the relationship between the driving voltage and the total voltage, and optimize the running loss of the equipment. Through the experimental comparison results, the minimum monitoring accuracy of the intelligent environmental protection equipment operation monitoring system with synchronous rectification function is also greater than 80%, while the remaining two systems have the highest monitoring accuracy of less than 80%, so with the wisdom of synchronous rectification function the design of environmental protection equipment operation monitoring system is reasonable.

Keywords: synchronous rectification; intelligent environmental protection; equipment operation; asynchronous static random access memory; LED alarm; lower monitor

0 引言

目前, 环境保护问题愈演愈烈, 我国政府同各方力量投入大量资金用于环境治理, 但受到各种因素影响, 用于环境保护治理设备运行效果并不理想, 在当前环境保护以总量控制为主情况下, 需通过有效监测, 保证污染源得到净化^[1]。通过实时监测具有同步整流功能的智慧环保设备工作电流, 可对设备运行情况进行不间断连续监测。智慧环保是数字环保的扩展, 利用物联网和全球定位系统能够

协助智慧环保技术的推进^[2]。当今环保设备运行监测系统在发展过程中受到各种因素影响, 无法对环保设备进行有效检测, 因此, 必须通过行之有效的监测系统, 保证污染源得到治理, 为此, 设计了具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统。该系统的成功研制, 可促进环保设备高效运转, 进而减轻监测人员劳动强度, 使环保监测走向科学化轨道。

1 系统总体结构设计

具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统采用上位管理机和下位监测机两级结构, 其中上位管理机是在 Windows 环境下研发的, 通过 RS-232 接口完成基本管理行为^[3]。而下位监测机是以 MCS-51 系列单片机为主, 同

收稿日期: 2019-03-12; 修回日期: 2019-06-04。

作者简介: 李亚娟(1979-), 女, 陕西洋县人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机应用方向的研究。

时监测多组环保设备运行状态，可独立完成基本监测行为。两者之间采用 RS-232 标准接口进行通信，完成数据传输^[4]。依据对设备动力线工作电流的监测原理，将超过设定阈值电流的运行情况视为设备工作异常，应及时做出报警决策；将低于设定阈值电流的运行情况视为设备工作异常，可根据下限值大小认为设备处于关机状态。为了方便统一管理，可将所记录数据全部传送给上位机。

监测系统总体结构设计如图 1 所示。

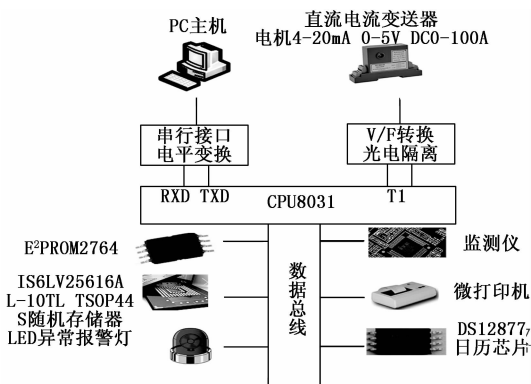


图 1 监测系统总体结构

由图 1 可知，具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统可通过上位管理机完成数据接收、参数设定、数据统计和存储，而下位监测机是以 MCS-51 型号单片机为核心，具备报表打印和报警使用功能。

系统工作流程如图 2 所示。

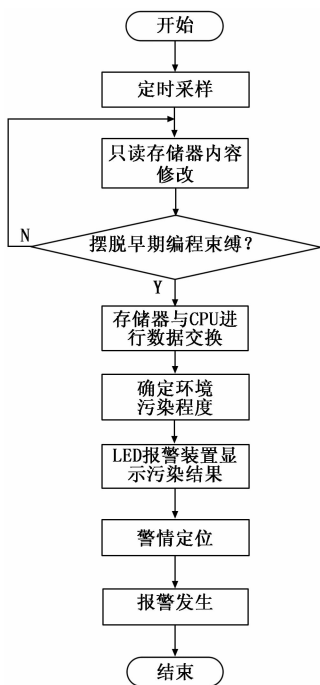


图 2 系统工作流程

由图 2 可知，通过定时采样获取环境信息，经过只存存储器修改信息内容可摆脱早期编程束缚，节省大量时间。经过硬件结果与软件功能相互协作，可实现异常状态快速

报警。

1.1 E²PROM 只读存储器

E²PROM 只读存储器是一种可通过电子方式进行多次复写的半导体存储设备，经过电脑专用设备擦除历史记录信息，并重新编程，通过特定电压写入新数据。E²PROM 是以 27 开头的 2 M Bits 容量芯片，在芯片写入资料后，以不透光贴纸封住窗口，避免周围受到紫外线辐射而导致资料损坏。

只读存储器主板上的 BIOS ROM 芯片采用电可擦除可编程，无需借助其他设备，以电子信号 byte 单位形式修改内容，彻底摆脱早期编程束缚。在写入数据时，需利用一定编程电压，只需由厂商提供专用程序就可改写具体内容。借助双电压特性，在升级时，将跳线开关调制 off 位置，可给芯片添加相应编程；而在平时使用过程中，需将跳线开关调制 on 位置，防止 CIH 病毒对内部芯片进行不合理修改。

1.2 随机存储器

采用 IS61LV25616AL-10TL 型号异步静态随机存储器具有较高运行速率，且功率消耗较低，可与 CPU 直接进行数据交换，通常作为操作系统的临时数据存储媒介。当存储器中数据处于被动读写时，其所耗费时间与该段信息所在位置是没有任何关系的^[5]。反之，数据处于主动读写情况下时，其所耗费时间与该段信息所在位置是有关系的。

IS61LV25616AL-10TL 型号异步静态随机存储器结构如图 3 所示。

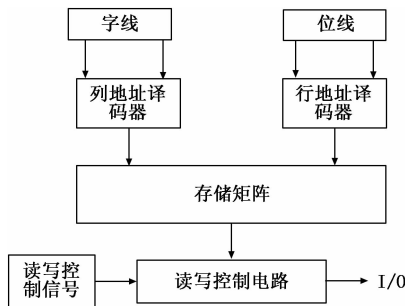


图 3 异步静态随机存储器结构

图 3 所示结构是由存储矩阵、地址译码器、读写控制电路组成的，其中存储矩阵是以每单元存一位二进制数码组成的，地址译码器具有行地址译码器和列地址译码器组成的^[6]。该存储器共 16 个单元，每单元都有 4 位，当存储器被选中时，整个存储器将处于工作状态，此时列地址为 00、行地址为 11；当存储器运行功率大小为 1 时，需执行读操作，那么第三行第零列存储单元中数据将全部传送至 I/O 接口处；当存储器未被选中时，不能进行读写操作，所有端口都为高阻状态。

1.3 监测仪

采用 COM-3800 型号环保设备运行监测仪主要用于监测室内外环境各项参数，通过对环境质量代表值的测定，可确定污染程度。环保设备运行监测仪示意图如图 4 所示。



图 4 环保设备运行监测仪

环保设备运行监测仪可进行长期连续监测,并记录以电机为动力各种设备运行情况,并在电机出现故障情况下,实现电机自动保护。该设备具有同步整流功能,能够使污染治理设备正常运行,进而提高对污染物治理效率^[7]。

监测仪是由传感器以及监测器组成的,其中传感器每个通道适用功率大小为 0.5~100 kW,可对三相电流进行同时监测;传感器内存容量大小为 32 kb,具有八路模拟量输入接口,能够存储一年运行数据^[8]。根据查询显示时间和各个通道运行时间总量,查询监测器上多种数据,并记录,进而保证监测结果真实性。

1.4 LED 异常报警控制设备

采用 AS150PDK-14712S 型号 50 段异色段游标 LED 报警光柱模块,具有上下限报警控制作用,该设备结构示意图如图 5 所示。

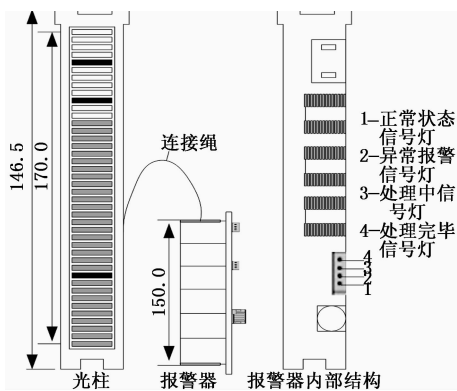


图 5 LED 异常报警控制设备结构示意图

LED 异常报警控制设备在系统出现异常问题时,能够抵抗外界因素干扰,通过报警按钮进行报告,并通过系统将异常信息提供给负责人。负责人根据亮灯方式进行处理,亮灯方式包括“正常状态”光柱无亮灯行为、“异常报警”光柱呈现红色闪亮状态、“处理中”光柱呈现黄色闪亮状态、“处理完毕”光柱呈现绿色闪亮状态。根据该状态,设置设备性能指标^[9]。

该设备性能指标设置如表 1 所示。

该模块具有安装方便、光柱显示明显的优势,同时还具备异色段游标和报警输出控制功能。其自带键板可设定游标、光柱亮度,用于直流或交流电量测量与显示。

1.5 监测电路

智慧环保设备运行监测电路可对异常状态进行实时监测,具体电路图设计如图 6 所示。

表 1 设备性能指标

名称	参数设置	名称	参数设置
被测信号	电流、电压	电压表输入阻抗	>400KΩ
有效显示段数	30 段	供电电源	DC5V—DC24V
光柱显示长度	145mm	光柱显示宽度	15mm
功耗	≤400mW	电流表回路电阻	<60Ω

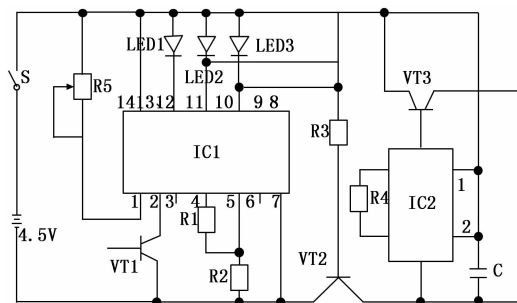


图 6 智慧环保设备运行监测电路图

IC1 负责监测光照强度,集成电路中 11、12 引脚为输出端,2 引脚为信号输入端。当 IC1 的 2 引脚为高电位时,10、12 引脚输出高电平,11 引脚输出低电平;当 IC1 的 2 引脚为低电位时,11、12 引脚输出高电平,10 引脚输出低电平。IC2 负责监测环境噪声,其触发端 2 脚直接连接在正电源上,只要电源一连通,可为 IC1 提供监测输入信号。

当环境处于污染严重状态下,内部集成电路会产生高阻抗,使得 IC1 信号输入端 2 引脚电位升高,此时 11 引脚输出低电平,LED2 被点亮且发出红色光;当环境处于中等污染状态下,内部集成电路电阻阻值变小,此时 IC1 信号输入端 2 引脚电位降低,10 引脚输出低电平,LED3 被点亮且发出黄色光;当环境处于正常状态时,IC1 的 2 引脚电位正常,此时 IC1 输出端 12 引脚为低电平,LED1 被点亮且发出绿色光,此时为环保设备监测硬件结构最常规的状态。

根据系统总体结构,设计 E²PROM 只读存储器、随机存储器、监测仪、LED 异常报警控制设备和监测电路。其中 E²PROM 只读存储器具有防止 CIH 病毒对内部芯片进行不合理修改作用;随机存储器可为系统提供临时数据存储空间;监测仪可通过环境质量代表值确定污染程度;LED 异常报警控制设备具有上下限报警控制作用;监测电路可对异常状态进行实时监测。根据上述各个硬件所代表的具体作用,完成监测系统硬件模块设计。

2 系统软件设计

系统软件上位机管理程序是在 Windows10 环境下编写的,下位机监测程序是使用单片机汇编语言编写的^[10]。上位机管理软件分为主程序、通讯、参数设置以及数据分析模块,其中通讯模块负责将下位监测机所采集到的全部数据传至上位管理机之中,当数据读入时,需要进行数据校验,保证所传输每个数据都十分准确,在数据精准采集之后,根据数据分析结果处理相关文件;参设置模块可对

设备名、通道号、运行时间输入相关参数；数据分析模块负责接收全部数据进行分析，以此获取设备运行变化情况。下位机监测模块功能主要有两种，一种是对多组环保设备工作电流进行实时监测，另一种是对系统自身情况进行检测，具体监测流程如图 7 所示。

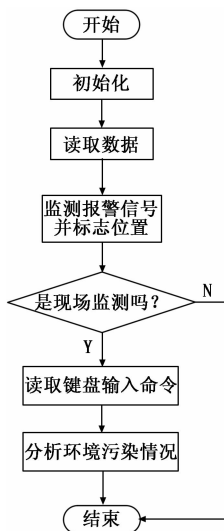


图 7 下位监测机程序流程图

下位机初始化后进入主程序循环，为了提高采集结果精准度进行数字滤波处理，并采用同步整流功能综合分析驱动电路和波形，读取监测数据，检测报警信号。下位机具有现场控制和远程控制两种方式，其中现场控制是操作者在现场利用手持器进行控制，此时上位机对下位机只能进行监视行为，无法对其控制，而下位机通过分析上位机命令控制监测仪。

同步整流是采用通态电阻极低专用功率，取代整流二极管，进而降低整流损耗。为了避免不同绕组之间存在漏电情况，需在开关管集电极上产生较高电压，使初级绕组和再生绕组双线并绕，在这种配置下，双线并绕位置是非常重要的。因为双线并绕引起的杂散电容是在开关集电极和绕组连接点之间的寄生电容，所以在监测系统开始运作时，不会出现其他电流干扰，保证系统电流能够正常运行。

电路输入和输出电压波形如图 8 所示。

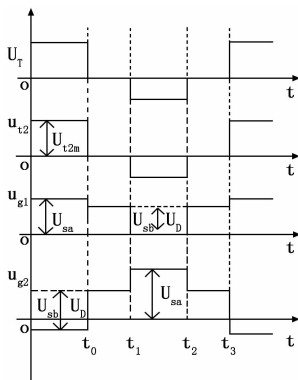


图 8 电路输入和输出电压波形

图 8 中： U_T 表示总电压， u_{i2} 整流副边电压； u_{g1} 和 u_{g2} 表示驱动电压。

(1) 在 $0 \sim t_0$ 时间段内： u_{i2} 处于正半周期，此时 u_{i2} 与 U_{i2m} 电压一致，此时安置在 u_{i2} 附近的两个 LED 报警灯一个为正偏导通，另一个为反偏截止。 u_{i2} 线圈通过正偏导通报警灯对电容进行充电，待充电结束后，驱动电压 u_{g1} 、 u_{g2} 与总电压 U_T 之间关系为：

$$\begin{aligned} u_{g1} &= U_{i2m} - U_D = U_{sa} > U_T \\ u_{g2} &= -U_D \end{aligned} \quad (1)$$

其中： U_D 表示正偏导通 LED 报警灯的导通压降。

(2) 在 $t_0 \sim t_1$ 时间段内： u_{i2} 处于零电压区域内，两个报警灯导通截止，电容自动放电，直到该范围内的两个电容电压一致为止。此时，驱动电压 u_{g1} 、 u_{g2} 与总电压 U_T 之间关系为：

$$u_{g1} = u_{g2} = U_{i2m}/2 - U_D = U_{sb} > U_T \quad (2)$$

由于驱动电压 u_{g1} 、 u_{g2} 都高于总电压，因此设备端口电压都是通态，线圈所释放的能量足以维持负载电流。

(3) 在 $t_1 \sim t_2$ 时间段内： u_{i2} 与 $-U_{i2m}$ 电压一致，此时设备其它端口为正偏导通，相反方向为反偏截止。 u_{i2} 通过正偏导通对电容进行充电，此时电容被正向压降。此时，驱动电压 u_{g1} 、 u_{g2} 与总电压 U_T 之间关系为：

$$\begin{aligned} u_{g1} &= -U_D \\ u_{g2} &= U_{i2m} - U_D = U_{sa} > U_T \end{aligned} \quad (3)$$

(4) 在 $t_2 \sim t_3$ 时间段内： u_{i2} 处于零电压区域内，电容反方向放电，直到该范围内的两个电容电压一致为止。此时，驱动电压 u_{g1} 、 u_{g2} 与总电压 U_T 之间关系与 $t_0 \sim t_1$ 时间段内一致。

采用同步整流技术，分析驱动电压与总电压之间关系，降低硬件设备功率损耗，由此完成系统软件部分设计。

3 性能测试

采用 64 W 实验样机验证具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统设计合理性。实验样机输入电压范围为 80~260 VAC，输出电压范围为 15 VAC，输出电流为 5 A。

图 9 所示为最小实验样机输入电压情况下，具有同步整流功能的智慧环保设备运行时所输出的电压波形。

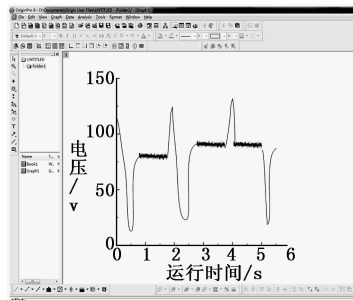
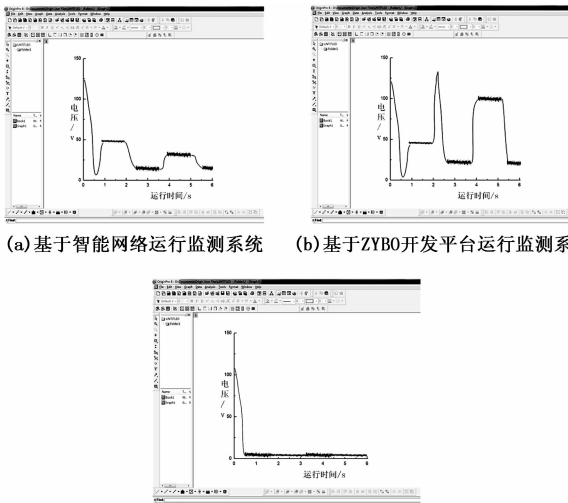


图 9 实际输出电压波形

由图 9 可知，在电压输入较低情况下，无法实现零电压开通，环保设备运行损耗功率变大。因此，在该情况下，对基于智能网络运行监测系统、基于 ZYBO 开发平台运行

监测系统和具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统性能进行对比分析。

3 种系统输出电压波形如图 10 所示。



(a) 基于智能网络运行监测系统 (b) 基于ZYBO开发平台运行监测系统
(c) 具有同步整流功能监测系统

由图 10 可知，智能网络运行监测系统在电压输入较低情况下，与实际输出电压波形较为相似，也由此说明该系统无法实现零电压开通，环保设备运行损耗功率较大；基于 ZYBO 开发平台运行监测系统与实际输出电压波形不一致，逐渐接近于 0 V，但仍然无法实现零电压开通，环保设备运行损耗功率较大；而具有同步整流功能监测系统输出电压趋近于 0，由此实现零电压开通，环保设备运行损耗功率较小。

根据上述内容可知，具有同步整流功能监测系统运行损耗功率较小，为了进一步验证该系统性能较好，需再次将这 3 种系统监测精准度进行对比分析，设基于智能网络运行监测系统为 F1、基于 ZYBO 开发平台运行监测系统为 F2、具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统为 F3，对比结果如图 11 所示。

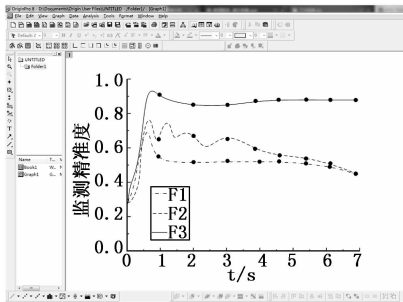


图 11 3 种系统监测精准度对比分析

由图 11 可知，3 种系统在时间为 0.7 h 时，监测精准度达到最高，这是因为设备起始阶段，所耗费功率较小，因此，该阶段监测精准度较高。

1) 基于智能网络运行监测系统在时间为 7 h 时，监测精准度达到最低为 0.48。当时间为 1 h 时，监测精准度为 0.65。当时间为 3 h 时，监测精准度为 0.66。当时间为 6 h

时，监测精准度为 0.52；

2) 基于 ZYBO 开发平台运行监测系统在时间为 7 h 时，监测精准度达到最低为 0.48。当时间为 1 h 时，监测精准度为 0.52。当时间为 2h 时，监测精准度为 0.68。当时间为 6 h 时，监测精准度为 0.50；

3) 具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统在时间为 3 h 时，监测精准度为 0.85。当时间为 1 h 时，监测精准度为 0.9。当时间为 3 h 时，监测精准度达到最低为 0.85。当时间为 7 h 时，监测精准度为 0.9。

由此可知，具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统最低监测精准度也大于 80%，而剩下两种系统最高监测精准度也都低于 80%，因此具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统设计是具有合理性的。

4 结论与展望

针对环保型设备监测系统进行分析和设计，从硬件上解决智慧环保监测平台存在故障定位效果差的问题，使智慧环保平台能够实现污染源的高效净化功能。随着进一步应用研发，环保监测系统硬件资源和创新架构将具有很高的集成度，数据实时处理能力和硬件设计方面也将逐步展现。

监测系统已经在生产企业和生化领域进行长期使用，其成功必将有助于环保部门对各种设备进行长期无人看守不间断在线监测，使排污达到环保标准，进而净化生存环境。具有同步整流功能的智慧环保设备运行监测系统的广泛推广，必将产生显著社会效益。

参考文献：

[1] 高 寒. 基于 ZYBO 开发平台的智慧环保监测及数据采集系统设计 [J]. 电子设计工程, 2018, 26 (5): 174-178.
 [2] 刘文清, 杨靖文, 桂华侨, 等. “互联网+”智慧环保生态环境多元感知体系发展研究 [J]. 中国工程科学, 2018, 20 (2): 111-119.
 [3] 李丽芬, 云彩霞, 陈晓芳. 基于嵌入式系统的环境监测与控制系统 [J]. 现代电子技术, 2017, 40 (19): 134-136.
 [4] 张 斌, 栾红民, 李玉霞, 等. 大型望远镜环境温湿度监测系统的设计 [J]. 现代电子技术, 2017, 40 (9): 121-124.
 [5] 蔡江铮, 黑 勇, 袁 甲, 等. 近阈值非预充静态随机存储器 [J]. 西安电子科技大学学报, 2018, 20 (1): 106-111.
 [6] 李丽丽, 汪 栋, 刘夏杰, 等. 65nm 双阱 CMOS 静态随机存储器多位翻转微束及宽束实验研究 [J]. 原子能科学技术, 2018, 52 (7): 179-187.
 [7] 田志仁, 夏 青. 石油炼制项目竣工环保验收监测检查常见问题 [J]. 中国环境监测, 2017, 33 (1): 19-20.
 [8] 杜 健, 王帅斌, 王 倩, 等. 环境监测用正己烷气体标准样品的研制 [J]. 化工环保, 2017, 37 (6): 713-718.
 [9] 李 燕. 基于太阳能发电的 LED 驱动电路的设计 [J]. 电子设计工程, 2018, 26 (6): 185-188.
 [10] 杜培德, 张旺红, 尹 华. 一种高效率反激同步整流 DC-DC [J]. 微电子学, 2017 (6): 747-751.