

中国科学技术大学计算机学院  
《数字电路实验报告》



实验题目：FPGA平台及IP核的使用  
学生姓名：叶子昂  
学生学号：PB20020586  
完成时间：2021年12月6日

### 0.0.1 实验题目

FPGA平台及IP核的使用

### 0.0.2 实验目的

- 熟悉FPGA在线实验平台的结构及使用
- 掌握FPGA开发各环节
- 学会使用IP核
- 能够灵活运用IP核及其他电路实现特殊功能

### 0.0.3 实验环境

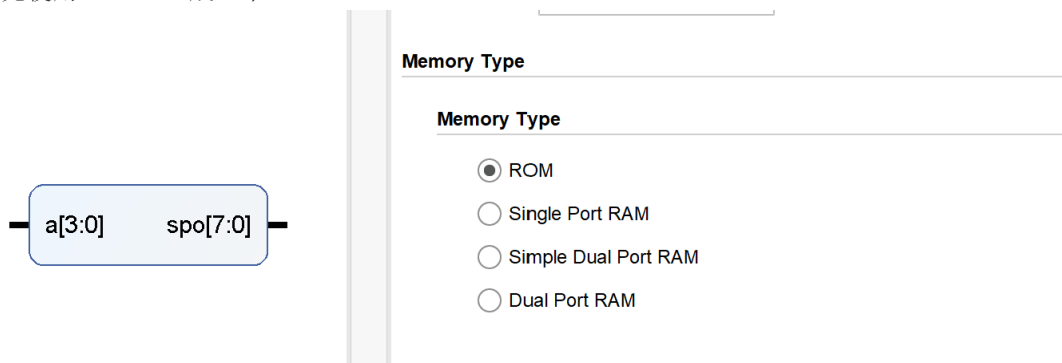
- 有Windows系统的电脑，能连接校园网
- FPGAOL平台
- 本地的vivado, Logisim

### 0.0.4 实验题目

题目一

例化一个 16\*8bit 的 ROM，并对其进行初始化，输入端口由4 个开关控制，输出端口连接到七段数码管上（七段数码管与 LED 复用相同的一组管脚），控制数码管显示与开关相对应的十六进制数字，例如四个开关输入全为零时，数码管显示“0”，输入全为 1 时，数码管显示“F”。

- 首先使用vivado生成一个ROM



- 初始化ROM使之与七段显示数码管输出的16进制相对应

```
memory_initialization_radix=16;  
memory_initialization_vector=3f 6 5b 4f 66 6d 7d 7 7f 6f 77 7c 39 5e 79 71;
```

- 编写Verilog代码调用该模块，并使4位的输入与输出相对应
- 约束管脚，约束文件部分内容如下：

```
set_property -dict { PACKAGE_PIN C17      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[0]  
}];  
set_property -dict { PACKAGE_PIN D18      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[1]  
}];  
set_property -dict { PACKAGE_PIN E18      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[2]  
}];  
set_property -dict { PACKAGE_PIN G17      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[3]  
}];
```

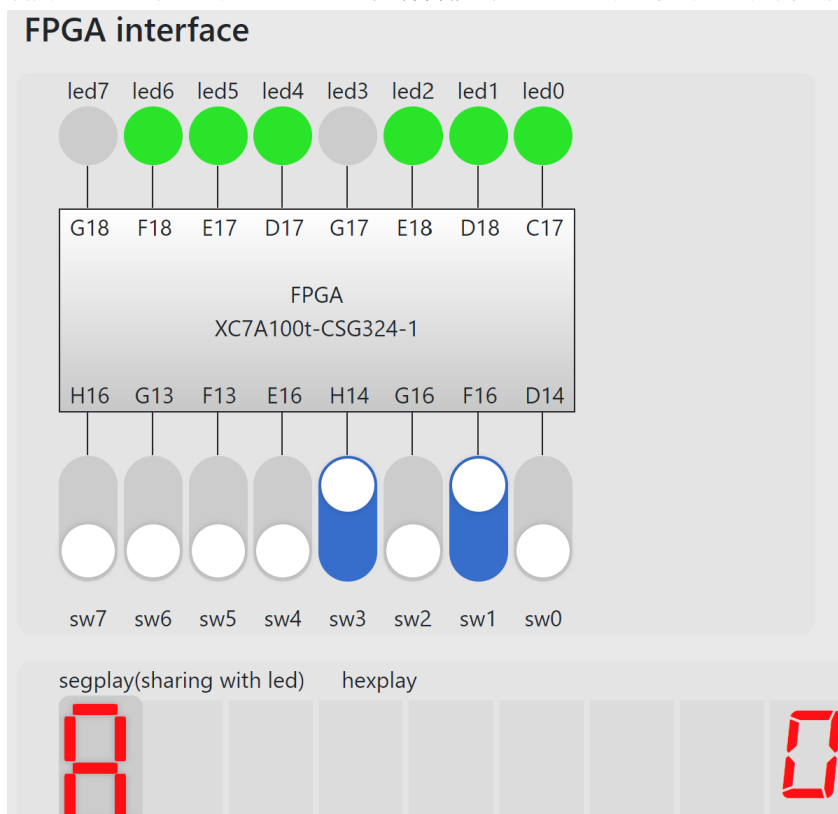
```

set_property -dict { PACKAGE_PIN D17      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[4]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN E17      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[5]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN F18      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[6]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN G18      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { spo[7]
}];

## FPGA0L SWITCH
set_property -dict { PACKAGE_PIN D14      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { a[0]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN F16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { a[1]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN G16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { a[2]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN H14      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { a[3]
}];

```

- 利用Vivado综合生成bitstream文件并烧写进入FPGA在线平台。结果如下：



显示正确。

## 题目二

采用 8 个开关作为输入，两个十六进制数码管作为输出，采用时分复用的方式将开关的十六进制数值在两个数码管上显示出来，例如高四位全为 1，> 低四位全为 0 时，数码管显示“F0”。

- 16进制数码管一次只能接受1个四位显示信号和一个三位选择信号，为了能显示两个16进制数，需要在不同的时间段输入两个16进制数的显示信息和选择信息。同时时间段变化不能太快否则只会显示一个16进制数。编写代码如下：

```

module hexdisplay (
    input [7:0] IN,
    input clk,rst,
    output reg [3:0] OUT,
    output reg [2:0] selset
);
    reg enable;
    wire clk_n,locked;
clk_wiz_0
clk_wiz_0_insrt(.clk_in1(clk),.clk_out1(clk_n),.reset(rst),.locked(locked));
    always@(*)
    begin
        OUT<=(enable)?IN[7:4]:IN[3:0];
        selset<=(enable)?(3'b1):(3'b0);
    end
    always@(posedge clk_n or posedge rst)
    begin
        if(rst==1'b1)
        begin
            enable<=1'b0;
            OUT<=1'b0;
        end
        else
        begin
            enable<=enable+1'b1;
        end
    end
endmodule

```

- 编写管脚约束文件，部分如下：

```

set_property -dict { PACKAGE_PIN E3          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { clk
}]];
##IO_L12P_T1_MRCC_35 Sch=clk100mhz
#create_clock -add -name sys_clk_pin -period 10.00 -waveform {0 5} [get_ports
{CLK100MHZ}]];
# FPGAOL BUTTON & SOFT_CLOCK
set_property -dict { PACKAGE_PIN B18          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { rst }]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN D14          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[0]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN F16          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[1]
}]];

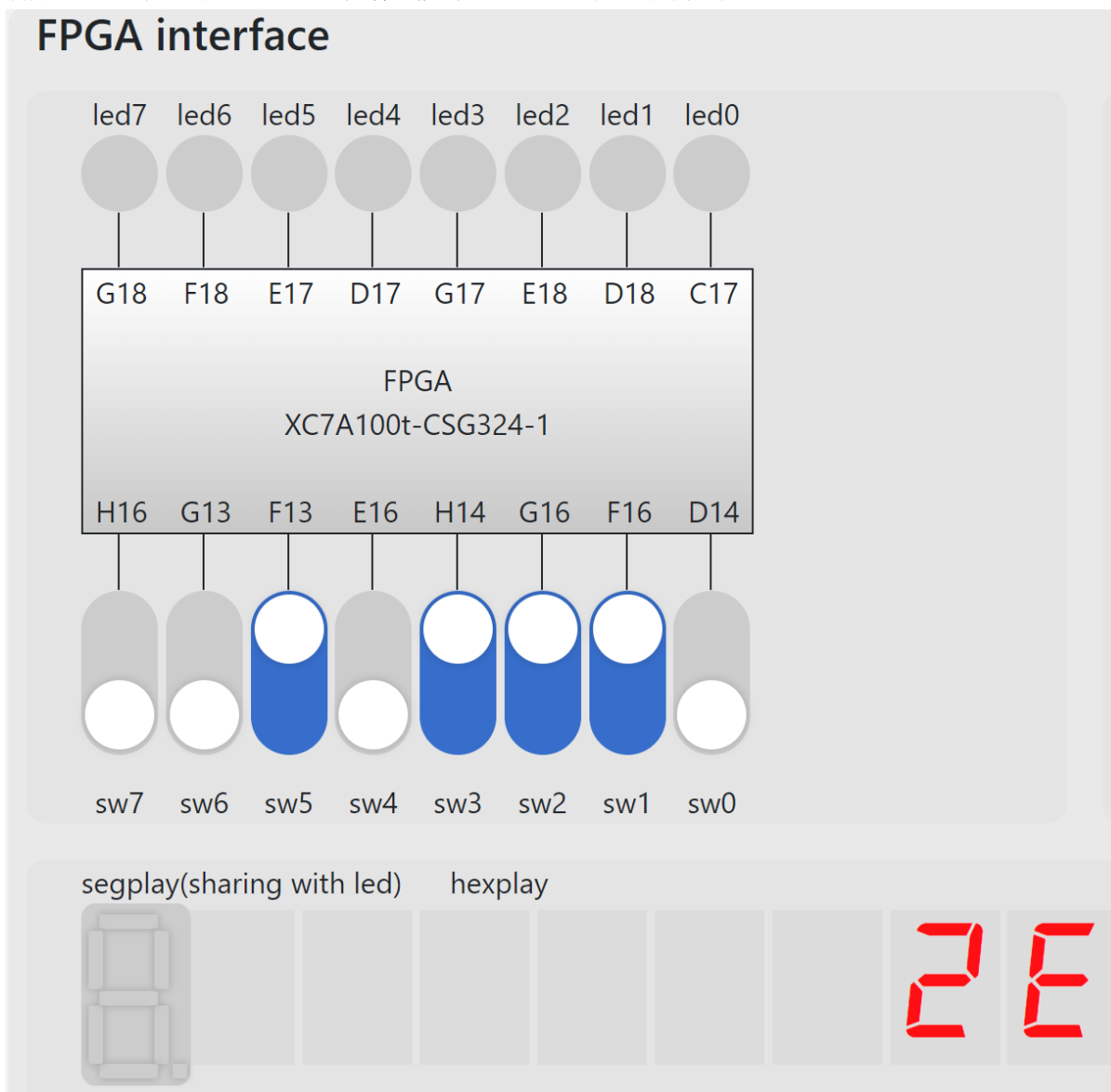
```

```

set_property -dict { PACKAGE_PIN G16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[2]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN H14      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[3]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN E16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[4]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN F13      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[5]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN G13      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[6]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN H16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { IN[7]
}]];
## FPGAOL HEXPLAY
set_property -dict { PACKAGE_PIN A14      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { OUT[0]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A13      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { OUT[1]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { OUT[2]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A15      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { OUT[3]
}]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN B17      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
selset[0] }]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN B16      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
selset[1] }]];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A18      IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
selset[2] }]];

```

- 利用Vivado综合生成bitstream文件，烧写进入FPGA平台，结果如下：



显示正确。

### 题目三

利用本实验中的时钟管理单元或周期脉冲技术，设计一个精度为0.1秒的计时器，用4位数码管显示出来，数码管从高到低，分别表示分钟、秒钟、十位、秒钟个位、十分之一秒，该计时器具有复位功能（可采用按键或开关作为复位信号），复位时计数值为1234，即1分23.4秒

- 计时器的更改以0.1s为单位，需要一个10HZ的时钟。先用IP核降频为10MHZ再用计数的方法降频为10HZ，要显示4个16进制数码管，需要2位的使能信号实现分时输出不同信号。这些信号模块如下：

```

clk_wiz_0
clk_wiz_0_insrt(.clk_in1(clk),.clk_out1(clk_n),.reset(rst),.locked(locked));
always@(posedge clk_n or posedge rst)
begin
    if(rst)
    begin
        cout<=20'b0;
        enable<=2'b0;
    end
end

```

```

else
begin
    if (cout>=20'd999999)
        cout<=20'b0;
    else cout=cout+20'b1;
        enable<=enable+2'b1;
    end
end
assign pulse_10hz=(cout==20'd999999);

```

- 分时信号选择模块:

```

always@(*)
begin
    case(enable)
        2'd0:begin out=outst; selsct=3'd0; end
        2'd1:begin out=outsg; selsct=3'd1; end
        2'd2:begin out=outss; selsct=3'd2; end
        2'd3:begin out=outm; selsct=3'd3; end
        default:begin out=4'b0; selsct=3'd0; end
    endcase
end

```

- 计时器下一位需在上一位产生进位时才会产生变化从左到右分别为16进，6进，10进，10进。模块如下:

```

always@(posedge clk_n or posedge rst)
begin
    if(rst==1'b1)
    begin
        outm<=4'd1;
        outss<=4'd2;
        outsg<=4'd3;
        outst<=4'd4;
    end
    else
    begin
        if(pulse_10hz)
        begin
            if(outst>=4'd9)
            begin
                outst<=4'b0;
                if(outsg>=4'd9)
                begin
                    outsg<=4'b0;

                    if(outss>=4'd5)

```

```

                                begin
                                    outss<=4'b0;
                                    outm<=outm+4'b1;
                                end
                                else outss<=outss+4'b1;
                            end
                            else outsg<=outsg+4'b1;
                        end
                        else outst<=outst+4'b1;
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

- 代码整体如下:

```

module time_count (
    input clk,rst,
    output reg [3:0] out,
    output reg [2:0] selsct
);
    wire clk_n,locked;
    wire pulse_10hz;
    reg [3:0] outm ;reg [3:0] outss;reg [3:0] outsg;reg [3:0] outst;
    reg [1:0] enable;
    reg [19:0] cout;
    clk_wiz_0
clk_wiz_0_insrt(.clk_in1(clk),.clk_out1(clk_n),.reset(rst),.locked(locked));
    always@(*)
    begin
        case(enable)
            2'd0:begin out=outst; selsct=3'd0; end
            2'd1:begin out=outsg; selsct=3'd1; end
            2'd2:begin out=outss; selsct=3'd2; end
            2'd3:begin out=outm; selsct=3'd3; end
            default:begin out=4'b0; selsct=3'd0; end
        endcase
    end
    always@(posedge clk_n or posedge rst)
    begin
        if(rst)
        begin
            cout<=20'b0;
            enable<=2'b0;
        end
        else
        begin
            if(cout>=20'd999999)

```



```

        cout<=20'b0;
        else cout<=cout+20'b1;
        enable<=enable+2'b1;
    end
end
assign pulse_10hz=(cout==20'd999999);
always@(posedge clk_n or posedge rst)
begin
    if(rst==1'b1)
    begin
        outm<=4'd1;
        outss<=4'd2;
        outsg<=4'd3;
        outst<=4'd4;
    end
    else
    begin
        if(pulse_10hz)
        begin
            if(outst>=4'd9)
            begin
                outst<=4'b0;
                if(outsg>=4'd9)
                begin
                    outsg<=4'b0;

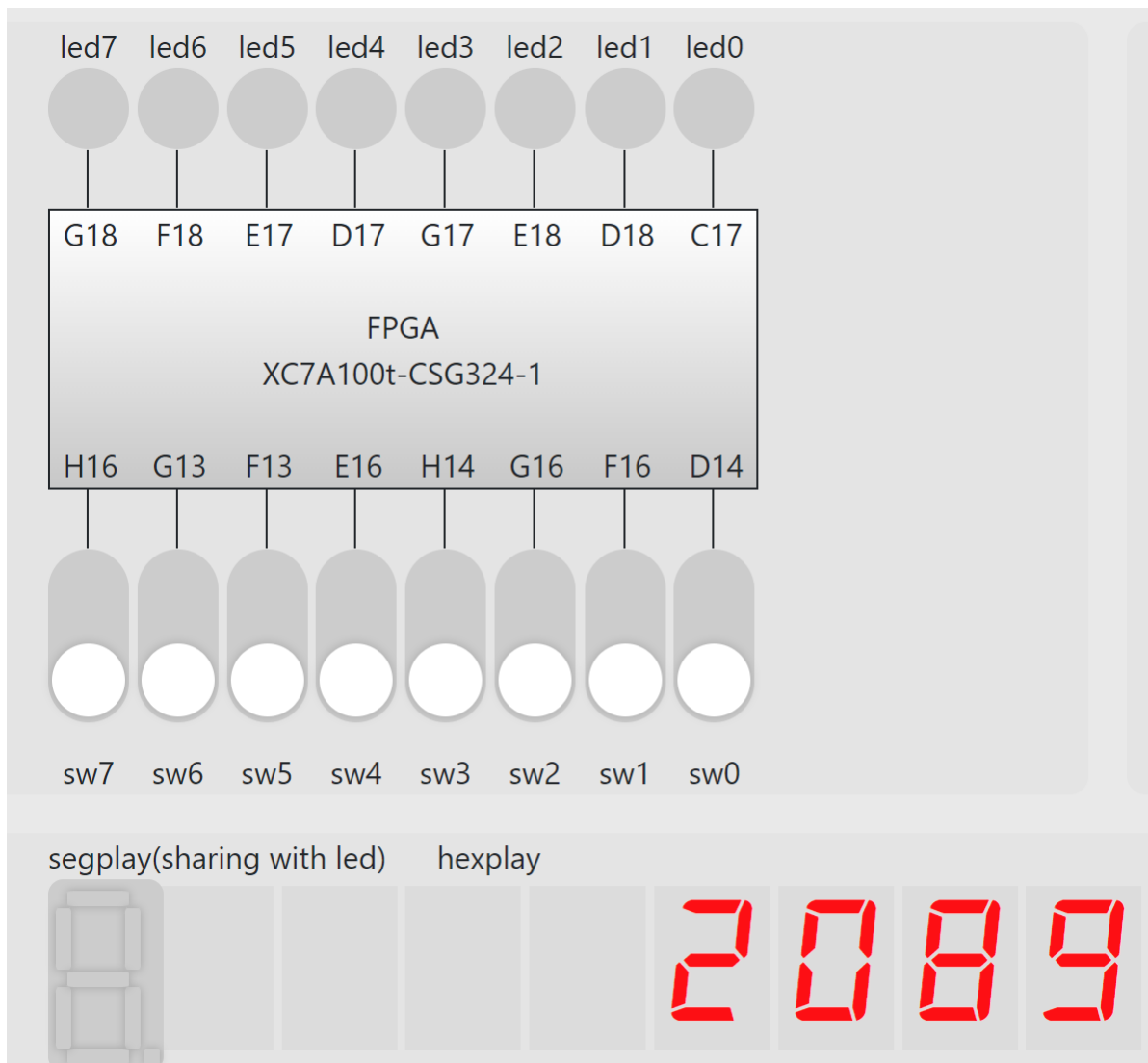
                    if(outss>=4'd5)
                    begin
                        outss<=4'b0;
                        outm<=outm+4'b1;
                    end
                    else outss<=outss+4'b1;
                end
            end
            else outsg<=outsg+4'b1;
        end
        else outst<=outst+4'b1;
    end
end
end
endmodule

```

- 管脚约束，部分文件如下：

```
set_property -dict { PACKAGE_PIN E3          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { clk
}]; #IO_L12P_T1_MRCC_35 Sch=clk100mhz
#create_clock -add -name sys_clk_pin -period 10.00 -waveform {0 5} [get_ports
{CLK100MHZ}];
## FPGAOL BUTTON & SOFT_CLOCK
set_property -dict { PACKAGE_PIN B18          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { rst }];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A14          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { out[0]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A13          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { out[1]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A16          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { out[2]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A15          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports { out[3]
}];
set_property -dict { PACKAGE_PIN B17          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
selset[0] }];
set_property -dict { PACKAGE_PIN B16          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
selset[1] }];
set_property -dict { PACKAGE_PIN A18          IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
selset[2] }];
```

- 利用Vivado生成bitstream文件，烧写观察结果：



计数正常。

### 0.0.5 总结与思考

- 本次实验的收获
  - 通过本次实验我进一步熟悉了解了FPGAOL在线平台的使用，能够烧写bit文件到平台并使用平台提供的端口验证自己程序的正确性。
  - 进一步掌握FPGA开发的各个环节，按照流程进行试验提高开发效率。
  - 了解掌握使用Vivado提供的IP核来辅助开发。
- 本次实验的难易程度
 

本次实验涉及较多IP核的使用在教程的帮助下实验难度适中。
- 本次实验的任务量
 

本次实验新IP核使用较多，要了解掌握的内容也较多，任务量偏大。
- 对本次实验的建议
 

希望在教程中说明时分复用的概念，如果可以的话给一些示例（作业2，3均用到，上网查和助教说明后才了解掌握）