

《计算机数字逻辑设计》

第四次实验

实验四	组合逻辑电路设计-综合	3
一、	实验目的	3
二、	实验环境与仪器设备	3
三、	实验要求	3
四、	实验原理	3
五、	实验任务	4
六、	实验数据处理及其他要求	4
1.	附录 A Verilog 简明手册	5
2.	附录 B EGO1 板硬件约束资源	8
3.	附录 C 操作常见问题及注意事项	16

实验板安全使用规范

更改跳帽位置或使用扩展接口扩展电路应用前请关闭电路板总开关，避免损坏器件。

电路板建议在绝缘平台上使用，不用金属或其他导电物触碰电路板线路，否则可能引起电路板损坏。

电路使用时应防止静电。秋冬季时，操作电路板前，手或纤维手套应先接触接地金属物。

液晶显示器件或模块结雾时，不要通电工作，防止电极化学反应，产生断线。

电源正负极、输入/输出端口定义时需谨慎，避免因接反引起开发板的损坏。

保持电路板的表面清洁。

小心轻放，避免不必要的硬件损伤

实验四 组合逻辑电路设计-综合实验

一、实验目的

- 1、深化对数值比较器、数据选择器、逻辑门、加法器工作原理和逻辑功能的理解，会在电路中使用数码管、发光二极管作为显示设备，会使用开关作为输入设备。
- 2、掌握组合逻辑电路的设计方法，能利用 Verilog HDL，采用结构描述法、数据流描述法和行为描述法这三种进行数值比较器、数据选择器、逻辑门、加法器的电路建模。
- 3、掌握数值比较器、数据选择器、逻辑门、加法器的设计方法与数码管的使用方法。
- 4、掌握在 Vivado 环境下，用 Verilog HDL 进行电路建模、仿真验证并利用 FPGA 进行板级验证的硬件电路设计方法。

二、实验环境与仪器设备

- 1、一台内存 4GB 以上，装有 64 位 Windows 操作系统和的 PC 机。
- 2、Xilinx 实验板（EGO1）一个。
- 3、Vivado 2017.4 以上版本软件。

三、实验要求

1、实验预习阶段

预习实验内容及准备工作，并提交预习报告。复习相关知识，包括数值比较器、数据选择器、逻辑门、加法器的工作原理、实验板板载资源分布（拨码开关、LED 和数码管）；拟定实验步骤及操作流程（利用 Visio 等绘图工具绘制），整理逻辑电路设计思路，画出真值表、卡诺图，写出逻辑表达式等；利用 Verilog HDL 设计源文件和仿真文件；设计实验验证方法和数据分析等。

2、实验实施阶段

利用 Verilog HDL 设计相关电路，在 Vivado 中完成设计与仿真，记录并分析讨论实验结果的正确性，最后给出测试结论。

3、实验工作总结阶段

实验完毕，评价实验结果的正确性。分析实验数据，提出优化思路与设想，总结实验体会写出实验报告。

四、实验原理

数值比较器是能够对两个位数相同的二进制整数进行比较的电路。

下图所示的比较器电路可以实现是两个 4 位二进制数的大小比较。其功能是：当 $m > n$ 时， $f[2]=1$ ；当 $m < n$ 时， $f[1]=1$ ；当 $m = n$ 时， $f[0]=1$ 。

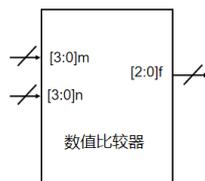


图 4.1 数值比较器原理框图

五、实验任务

1、在结构描述法、数据流描述法或行为描述法三种方法中，选择一种方法进行电路建模，设计 4 位二进制比较器，并完成功能仿真验证和 FPGA 在线验证。所设计电路需要满足下列要求：利用拨码开关输入待比较的两个 4 位二进制数据。利用 led 和数码管作为输出，显示数值大小比较的结果。具体显示方式，请自行设计。

2、利用模块化设计方法（迭代法）设计一个 4 位二进制多功能运算器。该运算器具有：加法、逻辑与、逻辑或、逻辑异或和数值比较这 5 项功能。所设计电路需要满足下列要求：

利用拨码开关输入待运算的两个 4 位二进制数据，并选择输出哪一种运算结果。利用 led 显示运算结果的二进制值，利用数码管显示运算类型。例如：当输入是 1100b 和 0001b 时，选择输出加法结果时，则 led 显示的是 1101b，数码管显示字母 a（表示当前 led 显示的是加法运算的结果）。具体显示方式，请自行设计。

六、实验数据处理及其他要求

- 1、编写 Verilog HDL 源代码，完成电路建模。
- 2、编译文件并查看 RTL 视图，说明其与原理框图的差异。
- 3、编写有关电路模块的 Test Bench，进行仿真测试，观察输出波形，整理实验数据，分析实验结果验证电路功能是否满足设计目标。
- 4、编写硬件约束文件，利用实验板 EG01 验证电路功能。
- 5、分析实验中出现的的问题的原因。

1. 附录A Verilog 简明手册

Verilog Cheat Sheet — S Winberg and J Taylor

Comments

// One-liner

/* Multiple

lines */

Numeric Constants

// The 8-bit decimal number 106:

8'b_0110_1010 // Binary

8'o_152 // Octal

8'd_106 // Decimal

8'h_6A // Hexadecimal

"j" // ASCII

78'bZ // 78-bit high-impedance

Too short constants are padded with zeros on the left. Too long constants are truncated from the left.

Nets and Variables

wire [3:0]w; // Assign outside always blocks

reg [1:7]r; // Assign inside always blocks

reg [7:0]mem[31:0];

integer j; // Compile-time variable

genvar k; // Generate variable

Parameters

parameter N = 8;

localparam State = 2'd3;

Assignments

assign Output = A * B;

assign {C, D} = {D[5:2], C[1:9], E};

Operators

// These are in order of precedence...

// Select

A[N] A[N:M]

// Reduction

&A ~&A |A ~|A ^A ~^A

// Compliment

!A ~A

// Unary

+A -A

// Concatenate

{A, ..., B}

// Replicate

{N{A}}

// Arithmetic

A*B A/B A%B

A+B A-B

// Shift

A<<B A>>B

// Relational

A>B A<B A>=B A<=B

A==B A!=B

// Bit-wise

A&B

A^B A~^B

A|B

// Logical

A&&B

A||B

// Conditional

A ? B : C

Module

module MyModule

#(parameter N = 8) // Optional parameter

(input Reset, Clk,

output [N-1:0]Output);

// Module implementation

endmodule

Module Instantiation

// Override default parameter: setting N = 13

MyModule #(13) MyModule1(Reset, Clk, Result);

Case

always @(*) begin

case(Mux)

2'd0: A = 8'd9;

2'd1,

2'd3: A = 8'd103;

2'd2: A = 8'd2;

default::;

endcase

end

always @(*) begin

casex(Decoded)

4'b1xxx: Encoded = 2'd0;

4'b01xx: Encoded = 2'd1;

4'b001x: Encoded = 2'd2;

4'b0001: Encoded = 2'd3;

default: Encoded = 2'd0;

endcase

end

Synchronous

always @(posedge Clk) begin

if(Reset) B <= 0;

else B <= B + 1'b1;

end

Loop

always @(*) begin

Count = 0;

for(j = 0; j < 8; j = j+1)

Count = Count + Input[j];

end

Function

function [6:0]F;

input [3:0]A;

input [2:0]B;

begin

F = {A+1'b1, B+2'd2};

end

endfunction

Generate

genvar j;

wire [12:0]Output[19:0];

generate

for(j = 0; j < 20; j = j+1)

begin: Gen_Modules

MyModule #(13) MyModule_Instance(

Reset, Clk,

Output[j]

);

end

endgenerate

State Machine

reg [1:0]State;

localparam Start = 2'b00;

localparam Idle = 2'b01;

localparam Work = 2'b11;

localparam Done = 2'b10;

reg tReset;

always @(posedge Clk) begin

tReset <= Reset;

if(tReset) begin

State <= Start;

end else begin

case(State)

Start: begin

```
    State <= Idle;
end
Idle: begin
    State <= Work;
end
Work: begin
    State <= Done;
end
```

```
Done: begin
    State <= Idle;
end
default;;
endcase
end
end
```

2. 附录 B EGO1 板硬件约束资源

Vivado 的约束文件编写采用 Tcl 语言规则。Tcl（读作 tickle）诞生于 80 年代的加州大学伯克利分校，作为一种简单高效可移植性好的脚本语言，目前已经广泛应用在几乎所有的 EDA 工具中。Tcl 的最大特点就是其语法格式极其简单甚至可以说僵化，采用纯粹的 [命令 选项 参数] 形式，是名副其实的“工具命令语言”（Tcl 的全称 Tool Command Language）。

```
set myVar "Hello World!" //设置一个名为 myVar 的变量，其值为 Hello World!
```

在 Vivado 中使用 Tcl 最基本的场景就是对网表上的目标进行遍历、查找和定位，这也是对网表上的目标进行约束的基础。要掌握这些则首先需要理解 Vivado 对目标的分类。

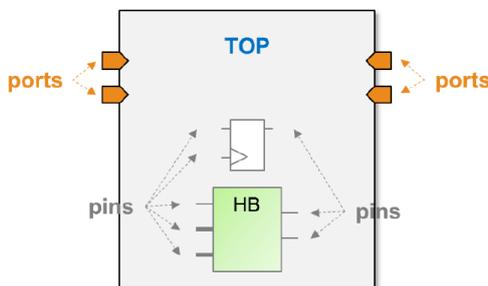


图 2.1

如上图所示，设计顶层的 I/O 称作 ports，其余底层模块或是门级网表上的元件端口都称作 pins。而包括顶层在内的各级模块，blackbox 以及门级元件，都称作 cells。连线称作 nets，加上 XDC 中定义的 clocks，在 Vivado 中一共将网表文件中的目标定义为五类。要选取这五类目标，则需用相应的 get_* 命令，例如 get_pins 等等。

Tcl 在搜索网表中的目标时，除了上述根据名字条件直接搜索的方式，还可以利用目标间的关系，使用 -of_objects（Tcl 中可以简写为 -of）来间接搜索特定目标。Vivado 中定义的五类目标间关系如下图所示。

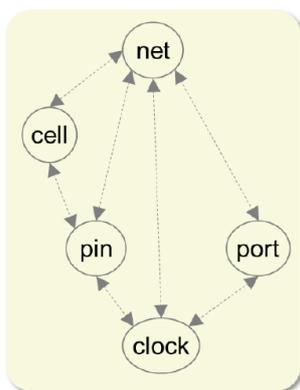


图 2.2

以下图的设计来举例，

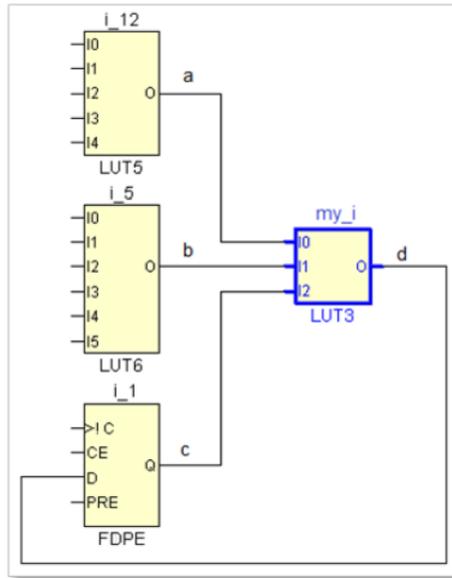


图 2.3

```

get_pins -of [get_cells my_i]           //返回 my_i/i0 my_i/i1 my_i/i2 my_i/o
get_nets -of [get_cells my_i]          //返回 a b c d
get_cells -of [get_nets -of [get_cells my_i]] //返回 i_12 i_5 i_1 my_i

```

需要注意的是：

XDC 在本质上就是 Tcl 语言，但其仅支持基本的 Tcl 语法如变量、列表和运算符等等，对其它复杂的循环以及文件 I/O 等语法可以通过在 Vivado 中 source 一个 Tcl 文件的方式来补充。XDC 的基本语法可以分为时钟约束、I/O 约束以及时序例外约束三大类。

以下为实验板自带的系统引脚 I/O 约束，设计者可以结合自己的电路修改引脚命名。

////////////////////////////////////系统时钟和复位////////////////////////////////////

```

set_property -dict {PACKAGE_PIN P17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sys_clk_in ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN P15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sys_rst_n ]

```

////////////////////////////////////串口////////////////////////////////////

```

set_property -dict {PACKAGE_PIN N5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports PC_Uart_rxd]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports PC_Uart_txd]

```

////////////////////////////////////蓝牙////////////////////////////////////

```

set_property -dict {PACKAGE_PIN L3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports BT_Uart_rxd]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports BT_Uart_txd]

```

```

set_property -dict {PACKAGE_PIN D18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {bt_ctrl_o[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {bt_ctrl_o[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {bt_ctrl_o[2]}]

```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN C16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {bt_ctrl_o[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {bt_ctrl_o[4]}]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN C17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports bt_mcu_int_i]
```

//////////音频接口//////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN T1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports audio_pwm_o]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports audio_sd_o]
```

//////////iic//////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN F18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports pw_iic_scl_io]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports pw_iic_sda_io]
```

//////////XADC 模数转换//////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN B12 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports XADC_AUX_v_n ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C12 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports XADC_AUX_v_p ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN K9 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports XADC_VP_VN_v_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN J10 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports XADC_VP_VN_v_p]
```

////////// 5 个按键//////////位置以印刷板丝印为准//////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN R11 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {btn_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {btn_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {btn_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {btn_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {btn_pin[4]}]
```

//////////拨码开关 sw0~sw7//////////位置以印刷板丝印为准//////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN P5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN P4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN P3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN P2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sw_pin[7]}]
```

//////////拨码开关 sw8~sw15//////////位置以印刷板丝印为准//////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN U3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[0]}]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN U2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dip_pin[7]}]
```

//////////////////////////////////LED0~LED15//////////////////////////////////位置以印刷板丝印为准//////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN F6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN J4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN J3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN J2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN K2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[7]}]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN K1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[8]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[9]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[10]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN J5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[11]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN K6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[12]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN L1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[13]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[14]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN K3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {led_pin[15]}]
```

//////////////////////////////////8 个数码管位选信号//////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN G2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN F1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_cs_pin[7]}]
```

//////////////////////////////////数码管第 0 组数码管的段选信号//////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN B4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A1 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_0_pin[7]}]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN D4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN F4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN F3 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H2 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {seg_data_1_pin[7]}]
```

//////////////////////////////////VGA 行同步场同步信号//////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN D7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports vga_hs_pin]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports vga_vs_pin]
```

//////////////////////////////////VGA 红绿蓝信号//////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN F5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D8 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[7]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[8]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[9]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[10]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {vga_data_pin[11]}]
```

//////////////////////////////////DAC 数模转换//////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN R5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports dac_ile]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports dac_cs_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports dac_wr1_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports dac_wr2_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports dac_xfer_n]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN T8 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[0]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R8 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U6 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U7 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V9 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U9 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {dac_data[7]}]
```

////////////////////////////////PS2////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN K5 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports ps2_clk ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN L4 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports ps2_data ]
```

////////////////////////////////SDRAM////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN L15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[18]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN L16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[17]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN L18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[16]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[15]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R12 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[14]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[13]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[12]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[11]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[10]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[9]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN P14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[8]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[7]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN P18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN M17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN N16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[2]}]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN T14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_addr[0]}]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN V15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sram_ce_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R10 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sram_lb_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sram_oe_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN R16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sram_ub_n]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports sram_we_n]
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN T10 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[15]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T9 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[14]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[13]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[12]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[11]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[10]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V11 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[9]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V10 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[8]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V12 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[7]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U12 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[6]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U11 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[5]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN T11 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[4]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN V17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[3]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[2]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[1]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN U17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {sram_data[0]}]
```

////////////////////////////////////32 个 pmod 接口////////////////////////////////////

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN B16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[0]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[1]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[2]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[3]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN F13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[4]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[5]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[6]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B11 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[7]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[8]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[9]} ]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[10]}]
```

set_property -dict {PACKAGE_PIN F15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[11]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[12]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[13]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN K13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[14]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN H17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[15]}]

set_property -dict {PACKAGE_PIN B17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[16]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[17]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[18]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A18 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[19]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN F14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[20]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN B14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[21]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[22]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN A11 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[23]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN E16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[24]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN C15 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[25]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[26]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN F16 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[27]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G14 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[28]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN D17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[29]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN J13 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[30]}]
set_property -dict {PACKAGE_PIN G17 IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports {exp_io[31]}]

3. 附录 C 操作常见问题及注意事项

1、新建工程时没有选择合适的型号怎么办？

答：可以在 Flow Navigator 的 Project Manager 下 settings 中重新选择。

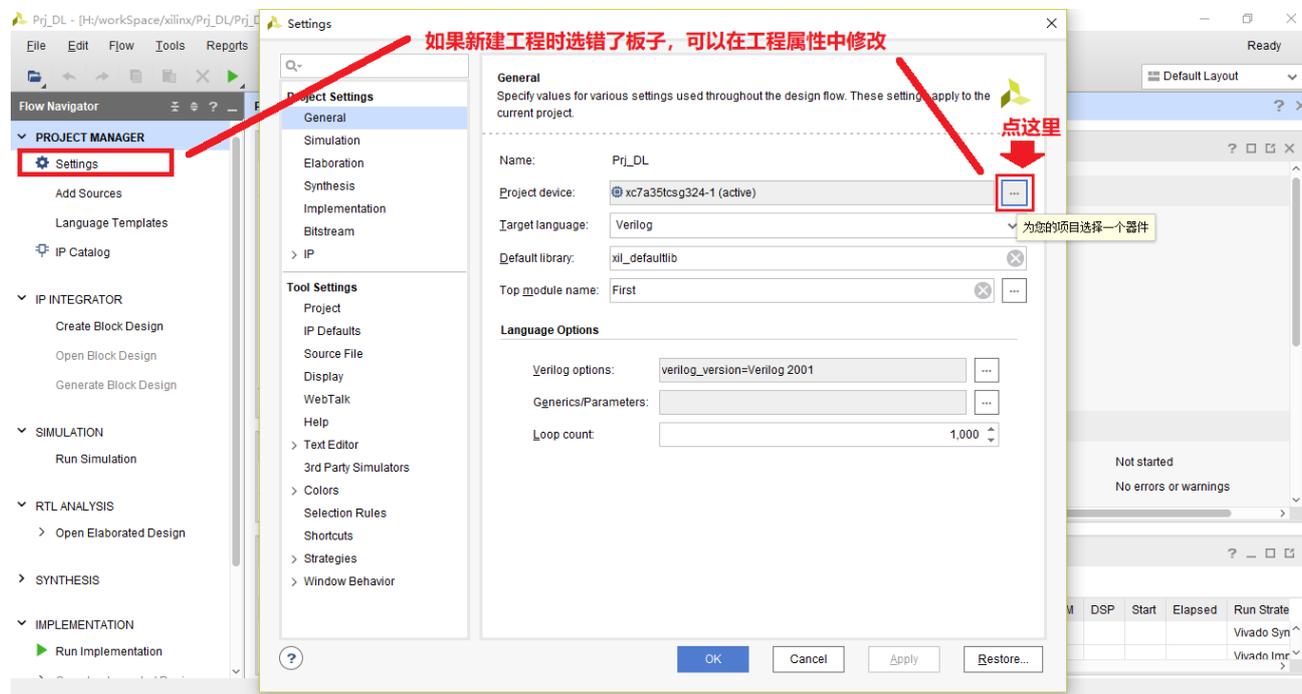


图 3.1