

# 实验 1 运算器原理

## 一、实验目的：

- 1. 掌握定点数加减法电路的工作原理、设计方法和扩展方法；
- 2. 掌握运算标志位的含义和实现方法；
- 3. 掌握补码一位乘法器的内部结构和工作过程；
- 4. 理解 ALU 的基本构成和基本数据通路的建立过程；

## 二、实验环境：

PC+Windows+Logisim

## 三、实验内容：

### 1. 8 位加法器（10 分）

以 1 位全加器 FA 为单元电路，设计实现一个可扩展的 8 位加法器，并进行封装，供后续实现使用。

### 2. 32 位可控加减器（30 分）

用第 1 步实现的 8 位加法器，扩展成加减可控 32 位运算器，并能够根据运算结果设置如表 1-1 所示的标志位。

表 1-1 标志位及其含义

| 标志位 | OF    | CF      | ZF       | SF     |
|-----|-------|---------|----------|--------|
| 说明  | 溢出标志  | 进位标志    | 结果为 0 标志 | 符号位标志  |
|     | 1：有溢出 | 1：加法有进位 | 1：结果为 0  | 1：结果为负 |
|     | 0：无溢出 | 0：加法无进位 | 0：结果不为 0 | 0：结果为正 |

### 3.32 位 ALU 设计（40 分）

按照要求实现一个 ALU，满足表 1-2 和 1-3 的要求。

表 1-2 32 位 ALU 的端口信号要求

| 引脚    | 输入/输出 | 位宽 | 功能描述                        |
|-------|-------|----|-----------------------------|
| X     | 输入    | 32 | 操作数 X                       |
| Y     | 输入    | 32 | 操作数 Y                       |
| AluOp | 输入    | 3  | 运算功能控制，见表 1-3               |
| S     | 输出    | 32 | ALU 运算结果                    |
| OF    | 输出    | 1  | 有符号加减运算溢出标记，其他运算为 0         |
| UOF   | 输出    | 1  | 无符号加减运算溢出标记，其它运算为 0         |
| ZF    | 输出    | 1  | $ZF=(x==y)? 1: 0$ ，对所有运算均有效 |

表 1-3 控制信号 AluOp 对运算器功能控制

| ALU_OP | 运算功能                        |
|--------|-----------------------------|
| 000    | $R = X + Y$ (设置 OF/UOF)     |
| 001    | $R = X - Y$ (设置 OF/UOF)     |
| 010    | $R = X \& Y$ 按位与            |
| 011    | $R = X   Y$ 按位或             |
| 100    | $R = X \oplus Y$ 按位异或       |
| 101    | $R = B$                     |
| 110    | $R = \sim B$ B 按位取反         |
| 111    | $R = (X < Y) ? 1 : 0$ 无符号比较 |

**注：**加法和减法运算禁止使用 Logisim 中内置的加法器和减法器，使用步骤 2 实现的“32 位可控加减器”，封装后的 32 位 ALU 如图 1-1 所示。

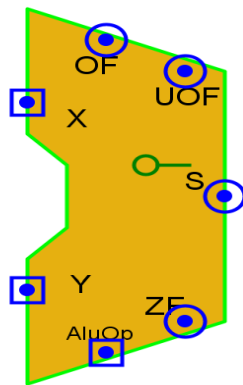


图 1-1 32 位 ALU 的封装

## 4.补码一位乘法器（20 分）

采用补码 1 位 Booth 乘法，实现一个 8 位补码乘法器，并能够验证其正确性。

## 四、思考题

1. 你实现8位加法器，采用的是什么方法？在输入稳定后，多长时间才能给出稳定的输出？如何缩短运算时间？给出理由和设计方案。
2. 如果由于程序需要ALU实现一个求绝对值的运算，你设计的“32位的ALU”可以如何实现？

## 五、实验报告

### 1.报告要求

根据本次实验内容的要求，写出实验操作步骤，包括：

- （1）电路原理图；（可打印）；
- （2）电路功能表；
- （3）实验数据记录表，即实验测试时的输入输出对应表，要注意实验数据要对典型和和特异数据进行实验；
- （4）错误现象及原因分析；

---

(5) 回答思考题。

## **2.提交要求**

提交纸质实验报告，并将电路图.circ 文件打包以班级为单位统一提交电子稿。