## 实验报告

该实验是实现32位超前进位加法器,以下是实现代码:

## verilog代码

```
`timescale 1ns / 1ps
// Company:
// Engineer:
//
// Create Date: 2023/09/18 18:44:00
// Design Name:
// Module Name: adder
// Project Name:
// Target Devices:
// Tool Versions:
// Description:
//
// Dependencies:
//
// Revision:
// Revision 0.01 - File Created
// Additional Comments:
//
module full_adder_1b(
   input a,
   input b,
   input c0,
   output sum,
   output c
);
   assign sum = a \wedge b \wedge c0;
   assign c = (a \& b) || ((a \land b) \& c0);
endmodule
module adder(
   input [31:0] a,
   input [31:0] b,
   output [31:0] sum
   );
   assign sum[0] = a[0] \land b[0] \land 0;
   assign sum[1] = a[1] \land b[1] \land (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * 0);
   assign sum[2] = a[2] \land b[2] \land (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] +
(a[0] \land b[0]) * 0));
   assign sum[3] = a[3] \land b[3] \land (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] +
(a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * 0)));
```

```
assign sum[4] = a[4] \land b[4] \land (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] +
(a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) *
0))));
                 assign sum[5] = a[5] \land b[5] \land (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] +
 (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) *
 (a[0] * b[0] + (a[0] \wedge b[0]) * 0))));
                 assign sum[6] = a[6] \land b[6] \land (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] +
 (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) *
(a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * 0)))));
                 assign sum[7] = a[7] \land b[7] \land (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] +
 (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) *
 (a[2] * b[2] + (a[2] \wedge b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \wedge b[1]) * (a[0] * b[0] +
(a[0] \land b[0]) * 0))))));
                 assign sum[8] = a[8] \land b[8] \land (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] +
 (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) *
(a[3] * b[3] + (a[3] \wedge b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \wedge b[2]) * (a[1] * b[1] +
(a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * 0)))))));
                 assign sum[9] = a[9] \land b[9] \land (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] +
 (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) *
 (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] +
 (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) *
0))))))));
                 assign sum[10] = a[10] \land b[10] \land (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8]
+ (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) *
(a [5] \ * \ b [5] \ + \ (a [5] \ \land \ b [5]) \ * \ (a [4] \ * \ b [4] \ + \ (a [4] \ \land \ b [4]) \ * \ (a [3] \ * \ b [3] \ +
(a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) *
(a[0] * b[0] + (a[0] \wedge b[0]) * 0)))))))));
                 assign sum[11] = a[11] \land b[11] \land (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] *
b \cite{b[9]} + (a \cite{b[9]} \land b \cite{b[9]}) * (a \cite{b[8]} * b \cite{b[8]} + (a \cite{b[8]}) * (a \cite{b[7]} * b \cite{b[7]} + (a \cite{b[7]}) *
b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \wedge b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \wedge b[5]) * (a[4] *
b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land
b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) *
0)))))))));
                 assign sum[12] = a[12] \land b[12] \land (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] *
b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[8
b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] ^ b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] ^ b[6]) * (a[5] *
b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[4]) * (a[4] \land
b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \wedge b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \wedge b[1]) * (a[0] *
b[0] + (a[0] \wedge b[0]) * 0))))))))));
                 assign sum[13] = a[13] \land b[13] \land (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[12])
b[11] \ + \ (a[11] \ \land \ b[11]) \ * \ (a[10] \ * \ b[10] \ + \ (a[10] \ \land \ b[10]) \ * \ (a[9] \ * \ b[9] \ + \ (a[9] \ )
\land b[9] * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] *
b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[6]) * (a[4] \land
b[4]) \ * \ (a[3] \ * \ b[3] \ + \ (a[3] \ \wedge \ b[3]) \ * \ (a[2] \ * \ b[2] \ + \ (a[2] \ \wedge \ b[2]) \ * \ (a[1] \ * \ b[2]) 
b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * 0))))))))))));
                 assign sum[14] = a[14] \land b[14] \land (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] *
b[12] \ + \ (a[12] \ \land \ b[12]) \ * \ (a[11] \ * \ b[11] \ + \ (a[11] \ \land \ b[11]) \ * \ (a[10] \ * \ b[10] \ + \ a[10] \ + 
(a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) *
(a[7] * b[7] + (a[7] \wedge b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \wedge b[6]) * (a[5] * b[5] +
(a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) *
(a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] +
(a[0] \land b[0]) * 0)))))))))));
```

```
assign sum[15] = a[15] \land b[15] \land (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] *
b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] +
(a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9])
* (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] +
(a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) *
(a[3] * b[3] + (a[3] \wedge b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \wedge b[2]) * (a[1] * b[1] +
(a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * 0))))))))))))));
                           assign sum[16] = a[16] \land b[16] \land (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] *
b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] +
(a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[10] \land b[10]) * (a[10] \land b[10]) *
b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \wedge b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \wedge b[8]) * (a[7] *
b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[6]) * (a[5] * b[6
b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[5])
b[2] \ + \ (a[2] \ \land \ b[2]) \ * \ (a[1] \ * \ b[1] \ + \ (a[1] \ \land \ b[1]) \ * \ (a[0] \ * \ b[0] \ + \ (a[0] \ \land \ b[1]) \ \land \ (a[0] \ \land \ b[1]) \
b[0]) * 0)))))))))));
                           assign sum[17] = a[17] \land b[17] \land (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] *
b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] +
(a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[11] \land b[1
b[11]) \ * \ (a[10] \ * \ b[10] \ + \ (a[10] \ \land \ b[10]) \ * \ (a[9] \ * \ b[9] \ + \ (a[9] \ \land \ b[9]) \ * \ (a[8] \ )
* b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[8]) * (a[8] \land b[8]) * (a[8]
b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] ^ b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] ^ b[4]) * (a[3] * b[4]) * (a[5] ^ b[4]) * (a[5
b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[1] \land
b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) * (0))))))))))))));
                           assign sum[18] = a[18] \land b[18] \land (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] *
b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] +
(a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[13]) * (a[12] * b[13
b[12]) \ * \ (a[11] \ * \ b[11] \ + \ (a[11] \ \land \ b[11]) \ * \ (a[10] \ * \ b[10] \ + \ (a[10] \ \land \ b[10]) \ *
(a[9] * b[9] + (a[9] \wedge b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \wedge b[8]) * (a[7] * b[7] +
(a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) *
(a[4] * b[4] + (a[4] \wedge b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \wedge b[3]) * (a[2] * b[2] +
 (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) *
0))))))))))))));
                           assign sum[19] = a[19] \land b[19] \land (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[18])
b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] +
(a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[14]) * (a[15] \land b[15]) * (a[15] \land b[15] \land b
b[13]) \ * \ (a[12] \ * \ b[12] \ + \ (a[12] \ \wedge \ b[12]) \ * \ (a[11] \ * \ b[11] \ + \ (a[11] \ \wedge \ b[11]) \ *
(a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] +
(a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) *
(a[5] * b[5] + (a[5] \wedge b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \wedge b[4]) * (a[3] * b[3] +
(a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) *
(a[0] * b[0] + (a[0] \wedge b[0]) * 0)))))))))))))));
                           assign sum[20] = a[20] \land b[20] \land (a[19] * b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] *
b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] +
(a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14])
b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) *
(a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] *
b \cite{b[9]} + (a \cite{b[9]} \land b \cite{b[9]}) * (a \cite{b[8]} * b \cite{b[8]} + (a \cite{b[8]}) * (a \cite{b[7]} * b \cite{b[7]} + (a \cite{b[7]}) *
b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[7])
b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[4]) * (a[4] \land
b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) *
0)))))))))))))));
```

```
assign sum[21] = a[21] \land b[21] \land (a[20] * b[20] + (a[20] \land b[20]) * (a[19] * b[20])
 b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] +
 (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[16]) * (a[17] \land b[17]) * (a[18] \land b[18]) * (a[18] \land b[1
b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] ^ b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] ^ b[13]) *
 (a[12] * b[12] + (a[12] \wedge b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \wedge b[11]) * (a[10] * b[11])
b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) + (a[8
b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] ^ b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] ^ b[6]) * (a[5] * b[6]) *
b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[4]) * (a[4] * b[4]) * (a[4] *
b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] ^ b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] ^ b[1]) * (a[0] * b[1]) * (a[0
 b[0] + (a[0] \wedge b[0]) * (0))))))))))))))));
                                      assign sum[22] = a[22] \land b[22] \land (a[21] * b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[20] *
b[20] + (a[20] \land b[20]) * (a[19] * b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] +
 (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[18]) * (a[18] \land b[1
b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] ^ b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] ^ b[14]) *
 (a[13] * b[13] + (a[13] \wedge b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \wedge b[12]) * (a[11] * b[13])
b[11] \ + \ (a[11] \ \land \ b[11]) \ * \ (a[10] \ * \ b[10] \ + \ (a[10] \ \land \ b[10]) \ * \ (a[9] \ * \ b[9] \ + \ (a[9]) \ + \ (a[9] \ + \ (a[9]) \ 
^{h} 
b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[6]) * (a[4] \land
b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] ^ b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] ^ b[2]) * (a[1] * b[4]) * (a[1
assign sum[23] = a[23] \land b[23] \land (a[22] * b[22] + (a[22] \land b[22]) * (a[21] * b[22])
b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[20] * b[20] + (a[20] \land b[20]) * (a[19] * b[19] +
  (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[18]) * (a[17] \land b[18]) * (a[18] \land b[1
b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] ^ b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] ^ b[15]) *
 (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[14]) * (a[14] * b[1
b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] +
 (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) *
 (a[7] * b[7] + (a[7] \wedge b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \wedge b[6]) * (a[5] * b[5] +
 (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) *
 (a[2] * b[2] + (a[2] \wedge b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \wedge b[1]) * (a[0] * b[0] +
 (a[0] \land b[0]) * (0))))))))))))))))))));
                                      assign sum[24] = a[24] \land b[24] \land (a[23] * b[23] + (a[23] \land b[23]) * (a[22] *
b[22] + (a[22] \land b[22]) * (a[21] * b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[20] * b[20] +
 (a[20] \land b[20]) * (a[19] * b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[18] \land b[1
b[18]) \ * \ (a[17] \ * \ b[17] \ + \ (a[17] \ \wedge \ b[17]) \ * \ (a[16] \ * \ b[16] \ + \ (a[16] \ \wedge \ b[16]) \ *
 (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] *
b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] +
 (a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9])
 * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] +
 (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) *
 (a[3] * b[3] + (a[3] \wedge b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \wedge b[2]) * (a[1] * b[1] +
 assign sum[25] = a[25] \land b[25] \land (a[24] * b[24] + (a[24] \land b[24]) * (a[23] *
b[23] + (a[23] \land b[23]) * (a[22] * b[22] + (a[22] \land b[22]) * (a[21] * b[21] +
 (a[21] \land b[21]) * (a[20] * b[20] + (a[20] \land b[20]) * (a[19] * b[19] + (a[19] \land b[20]) *
b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] ^ b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] ^ b[17]) *
  (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] *
b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] +
 (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[10] \land b[1
b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[9]) * (a[7] * b[9]) * (a[9] * b[9]) * (a[9]
b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[6]) * (a[5] * b[6]) * (a[6] *
b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \wedge b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \wedge b[3]) * (a[2] *
b[2] \ + \ (a[2] \ \land \ b[2]) \ * \ (a[1] \ * \ b[1] \ + \ (a[1] \ \land \ b[1]) \ * \ (a[0] \ * \ b[0] \ + \ (a[0] \ \land \ b[1]) \ \land \ (a[0] \ \land \ b[1]) \
 b[0]) * 0)))))))))))))))));
```

```
assign sum[26] = a[26] \land b[26] \land (a[25] * b[25] + (a[25] \land b[25]) * (a[24] *
 b[24] + (a[24] \land b[24]) * (a[23] * b[23] + (a[23] \land b[23]) * (a[22] * b[22] +
 (a[22] \land b[22]) * (a[21] * b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[20] * b[20] + (a[20] \land b[21]) * (a[20] \land b[20]) * (a[20] \land b[20]) *
b[20]) * (a[19] * b[19] + (a[19] ^ b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] ^ b[18]) *
 (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] *
b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] +
 (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[11] \land b[1
b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] ^ b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] ^ b[9]) * (a[8])
 * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land
b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] ^ b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] ^ b[4]) * (a[3] * b[4]) * (a[5] ^ b[5]) * (a[5
b[3] \ + \ (a[3] \ \land \ b[3]) \ * \ (a[2] \ * \ b[2] \ + \ (a[2] \ \land \ b[2]) \ * \ (a[1] \ * \ b[1] \ + \ (a[1] \ \land \ b[2]) \ * \ (a[1] \ \land \ b[2]) \
b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \wedge b[0]) * (0)))))))))))))))))))))))))));
                               assign sum[27] = a[27] \land b[27] \land (a[26] * b[26] + (a[26] \land b[26]) * (a[25] *
b[25] + (a[25] \land b[25]) * (a[24] * b[24] + (a[24] \land b[24]) * (a[23] * b[23] +
  (a[23] \land b[23]) * (a[22] * b[22] + (a[22] \land b[22]) * (a[21] * b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[21] \land b[2
b[21]) \ * \ (a[20] \ * \ b[20] \ + \ (a[20] \ \wedge \ b[20]) \ * \ (a[19] \ * \ b[19] \ + \ (a[19] \ \wedge \ b[19]) \ *
 (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] *
b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] +
  (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[14]) * (a[14] \land b[1
b[12]) \ * \ (a[11] \ * \ b[11] \ + \ (a[11] \ \land \ b[11]) \ * \ (a[10] \ * \ b[10] \ + \ (a[10] \ \land \ b[10]) \ *
 (a[9] * b[9] + (a[9] \wedge b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \wedge b[8]) * (a[7] * b[7] +
 (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) *
 (a[4] * b[4] + (a[4] \wedge b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \wedge b[3]) * (a[2] * b[2] +
 (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \land b[0]) *
0))))))))))))))))))))))))));
                               assign sum[28] = a[28] \land b[28] \land (a[27] * b[27] + (a[27] \land b[27]) * (a[26] *
b[26] + (a[26] \land b[26]) * (a[25] * b[25] + (a[25] \land b[25]) * (a[24] * b[24] +
 (a[24] \land b[24]) * (a[23] * b[23] + (a[23] \land b[23]) * (a[22] * b[22] + (a[22] \land b[23]) * (a[24] \land b[24]) * (a[24] \land b[2
b[22]) \ * \ (a[21] \ * \ b[21] \ + \ (a[21] \ \land \ b[21]) \ * \ (a[20] \ * \ b[20] \ + \ (a[20] \ \land \ b[20]) \ *
 (a[19] * b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] *
b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] +
 (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[14]) * (a[15] \land b[15]) * (a[15] \land b[15] \land b
b[13]) \ * \ (a[12] \ * \ b[12] \ + \ (a[12] \ \wedge \ b[12]) \ * \ (a[11] \ * \ b[11] \ + \ (a[11] \ \wedge \ b[11]) \ *
 (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] +
 (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] \land b[6]) *
 (a[5] * b[5] + (a[5] \wedge b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \wedge b[4]) * (a[3] * b[3] +
 (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) *
 assign sum[29] = a[29] \land b[29] \land (a[28] * b[28] + (a[28] \land b[28]) * (a[27] * b[28])
 b[27] + (a[27] \land b[27]) * (a[26] * b[26] + (a[26] \land b[26]) * (a[25] * b[25] +
 (a[25] \land b[25]) * (a[24] * b[24] + (a[24] \land b[24]) * (a[23] * b[23] + (a[23] \land b[24]) * (a[24] \land b[2
b[23]) * (a[22] * b[22] + (a[22] ^ b[22]) * (a[21] * b[21] + (a[21] ^ b[21]) *
  (a[20] * b[20] + (a[20] \wedge b[20]) * (a[19] * b[19] + (a[19] \wedge b[19]) * (a[18] * b[19])
b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] +
 (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] \land b[14])
b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] ^ b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] ^ b[12]) *
  (a[11] * b[11] + (a[11] \wedge b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \wedge b[10]) * (a[9] * b[10]) * (a[9] * b[10]) * (a[11] * b[11]) * (a[11] * b[11]
b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[9]) * (a[9] \land
b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] ^ b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] ^ b[5]) * (a[4] *
b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[4]) * (a[4] \land
b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] ^ b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] ^ b[0]) *
 0))))))))))))))))))))))))))))));
```

```
assign sum[30] = a[30] \land b[30] \land (a[29] * b[29] + (a[29] \land b[29]) * (a[28] *
 b[28] + (a[28] \land b[28]) * (a[27] * b[27] + (a[27] \land b[27]) * (a[26] * b[26] +
 (a[26] \land b[26]) * (a[25] * b[25] + (a[25] \land b[25]) * (a[24] * b[24] + (a[24] \land b[25]) * (a[24] * b[24])
b[24]) * (a[23] * b[23] + (a[23] ^ b[23]) * (a[22] * b[22] + (a[22] ^ b[22]) *
 (a[21] * b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[20] * b[20] + (a[20] \land b[20]) * (a[19] *
b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] + (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] +
 (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] \land b[16]) * (a[15] \land b[1
b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] ^ b[14]) * (a[13] * b[13] + (a[13] ^ b[13]) *
 (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] * b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] *
b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9] \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land a[8]) * b[8] + (a[8] \land a[8]) * b[8] * b
b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] ^ b[7]) * (a[6] * b[6] + (a[6] ^ b[6]) * (a[5] * b[6]) *
b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] \land b[4]) * (a[4] \land
b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] \land b[2]) * (a[1] * b[1] + (a[1] \land b[1]) * (a[0] * b[1])
 assign sum[31] = a[31] \land b[31] \land (a[30] * b[30] + (a[30] \land b[30]) * (a[29] *
b[29] + (a[29] \land b[29]) * (a[28] * b[28] + (a[28] \land b[28]) * (a[27] * b[27] +
 (a[27] \land b[27]) * (a[26] * b[26] + (a[26] \land b[26]) * (a[25] * b[25] + (a[25] \land b[26]) * (a[27] \land b[27]) * (a[27] \land b[27]) * (a[28] * b[28] + (a[28] \land b[28]) * (a[28] * b[28
b[25]) * (a[24] * b[24] + (a[24] ^ b[24]) * (a[23] * b[23] + (a[23] ^ b[23]) *
 (a[22] * b[22] + (a[22] \land b[22]) * (a[21] * b[21] + (a[21] \land b[21]) * (a[20] *
b[20] + (a[20] \land b[20]) * (a[19] * b[19] + (a[19] \land b[19]) * (a[18] * b[18] +
 (a[18] \land b[18]) * (a[17] * b[17] + (a[17] \land b[17]) * (a[16] * b[16] + (a[16] \land b[18]) * (a[18] \land b[1
b[16]) * (a[15] * b[15] + (a[15] ^ b[15]) * (a[14] * b[14] + (a[14] ^ b[14]) *
 (a[13] * b[13] + (a[13] \land b[13]) * (a[12] * b[12] + (a[12] \land b[12]) * (a[11] *
b[11] + (a[11] \land b[11]) * (a[10] * b[10] + (a[10] \land b[10]) * (a[9] * b[9] + (a[9])
 \land b[9]) * (a[8] * b[8] + (a[8] \land b[8]) * (a[7] * b[7] + (a[7] \land b[7]) * (a[6] * b[9]) * (a[8] * b[8] * b[8] * (a[8] * b[8]) 
b[6] + (a[6] \land b[6]) * (a[5] * b[5] + (a[5] \land b[5]) * (a[4] * b[4] + (a[4] \land
b[4]) * (a[3] * b[3] + (a[3] ^ b[3]) * (a[2] * b[2] + (a[2] ^ b[2]) * (a[1] * b[4]) * (a[1
b[1] + (a[1] \wedge b[1]) * (a[0] * b[0] + (a[0] \wedge b[0]) *
0))))))))))))))))))))))))))))))))
 endmodule
```

由上述代码可见,当位数增加,其表达式就更加复杂。同时,其表达式遵循递推式,因此我实现了一个C++代码来自动生成verilog代码。

## C++代码

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <fstream>

using namespace std;

const int N = 32;

vector<string> result;

string get_i(string a, int idx) {
    return a + "[" + to_string(idx) + "]";
}

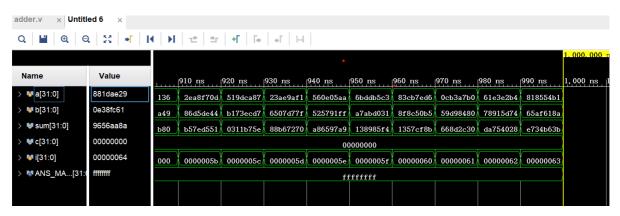
int main() {
    fstream file;
    file.open("output.txt", ios::out);
```

```
string C = "0";
for (int i = 0; i < N; i ++ ) {
    result.emplace_back("assign ");
    result[i] += get_i("sum", i) + " = " + get_i("a", i) + " ^ " + get_i("b",
i) + " ^ " + C;
    C = "(" + get_i("a", i) + + " * " + get_i("b", i) + " + " + " + "(" +
get_i("a", i) + " ^ " + get_i("b", i) + ")" + " * " + C + ")";
    result[i] += ";";
}

for (const auto& it : result)
    file << it << endl;
file.close();
return 0;
}</pre>
```

以下为实验结果仿真图

## 实验结果



可见误差值C都为0,加法其实现正确。