

5. 考虑 N 条指令，分支指令为 $15\%N$ ，
 由于无分支指令时基本 CPI 为 1，(忽略分支指令) 其他指令需 $85\%N$ 个周期
 方案 A：N 条指令共需周期 $85\%N + 15\%N \cdot 9\% \cdot 10 \times 4 + 15\%N \times 1\% \times 3$
 $= 85\%N + 5.14\%N + 4.5\%N$
 $= 94.7\%N$

方案 B：N 条指令共需周期： $N + 15\%N \times 2 = 130\%N$

12. (1) $a_0 = 0$;

$a_4 = 10000$;

$a_1 = 0$;

for ($a_3 = 2$; ($a_1 != a_4$) && ($a_2 != 0$); a_1++) {

$a_2 = a_1 \% a_3$;

if ($a_2 != a_0$) {

$a_3 = 5$;

$a_2 = a_1 \% a_3$;

continue;

} break;

(2). $5000 : \frac{2000}{8910} : 1$

(3). $\frac{1}{2} : \frac{4}{81} : \frac{9999}{10000}$

13. (1) 上述代码片段共 3 条分支指令
 $0 \times 44 = 01000000$
 $0 \times 84 = 10000100$
 $0 \times C0 = 11000000$
 放大倍数为 4.

(2). 2 (3). $\frac{1}{2}, \frac{4}{81}, \frac{9999}{10000}$

14. 2. M 最小值为 14

15. M 最小值为 30.

16. (1) 共执行循环 8 次。

B2 中分支指令在最后一次预测中错误。

B1 中分支指令： $a_4 = 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 \Rightarrow$ 4 次错误

$\begin{array}{cccc} NT & NT & T & NT \\ 11 & 10 & 91 & 10 \end{array}$

故总共 5 次错误预测。

(2). 1 位全局历史。 $a_4 = 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0$

B1 $\begin{array}{ccccccccc} NT & T & NT & T & NT & T & NT & T \\ \checkmark & \downarrow & \times & \checkmark & \times & \checkmark & \times & \checkmark \end{array}$

~~历史~~ $\begin{array}{ccccccccc} NT & NT & T & NT & T & NT & T & NT \end{array}$

B2 $\begin{array}{ccccccccc} \times & T & \checkmark & T & \times & T & \checkmark & T & \times & T \\ \text{历史} & T & T & T & T & T & T & T & T & NT \end{array}$

故共 8 次错误预测。

(3) 2 位全局历史。 $a_4 = 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0$

B1 $\begin{array}{ccccccccc} NT & \checkmark & T & \times & NT & \checkmark & T & \times & NT & \times & T & NT & \checkmark & T \\ \text{历史} & 10 & 11 & 10 & 11 & 10 & 11 & 10 & 11 & 10 & 11 & 10 & 11 & 10 \end{array}$

B2 $\begin{array}{ccccccccc} \times & T & \checkmark & NT \\ \text{历史} & 01 & 11 & 01 & 11 & 01 & 11 & 01 & 10 & 01 & 11 & 01 \end{array}$

共 9 次错误预测。

(4) 程序 n 越大， ϵ 准确率越高。

(5) 不是。当单概率随机取值时，历史对现在的预测不起作用。故预测器表现相同。

18. 因为处理器为提高性能，采用多路技术导致指令在执行时被重新排序
 流水线需设计异常处理机制，以确保乱序产生的异常按程序顺序进行处理
 在处理异常时，使用一些专门的硬件来记录每个指令的状态。

20. 1) 周期

	操作场				目标	源	3/82		
	Decode	Issue	WB	Committed					
I1	0	1	2	3	fld	T0	A0	-	
I2	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0	
I3	2	14.	15	17	fadd.d	T5	T3	T1	f0
I4	3	4	6	7	8	addi	T4	A0	-
I5	4	6	7	8	8	fld	T5	T4	-
I6	5	15	25	26	fmul.d	T6	T5	T5	
I7	6	17	28	28	29	fadd.d	T7	T6	T3

2). 周期

	操作场				目标	源	3/82	
	Decode	Issue	WB	Committed				
I1	0	1	2	3	fld	T0	A0	-
I2	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0
I3	4	13	15	16	fadd.d	T3	T1	f0
I4	14	16	17	18	addi	T4	A0	-
I5	17	18	19	20	fld	T5	T4	-
I6	18	19	29	30	fmul.d	T6	T5	T5
I7	19	30	32	33	fadd.d	T7	T6	T3