

## 4.28

答:

A.

将寄存器插在 C、D 之间，这样 Stage 1 的延迟=80+30+60=170ps，Stage 2 的延迟=50+70+10=130ps，周期长=170+20=190ps，吞吐量= $\frac{1000ps}{190ps \times 1ns} = 5.26 \text{ GIPS}$ ，延迟=190ns\*2=380ns

B.

将寄存器插在 B 和 C，D 和 E 之间，这样 Stage 1 的延迟=80+30=110ps，Stage 2 的延迟=60+50=110ps，Stage 3 的延迟=70+10=80ps，周期长=110+20=130ps，吞吐量= $\frac{1000ps}{130ps \times 1ns} = 7.69 \text{ GIPS}$ ，延迟=130\*3=390ns

C.

将寄存器插在 A 和 B，C 和 D，D 和 E 之间，这样 Stage 1 的延迟=80ps，Stage 2 的延迟=30+60=90ps，Stage 3 的延迟=50ps，Stage 4 的延迟=70+10=80ps，周期长=90+20=110ps，吞吐量= $\frac{1000ps}{110ps \times 1ns} = 9.09 \text{ GIPS}$ ，延迟=80\*4=320ns

D.

因为 A 的延迟就有 80ps，所以至少插 4 个寄存器，分别在 A 和 B，B 和 C，C 和 D，D 和 E 之间，这样周期长=80+20=100ps，吞吐量= $\frac{1000ps}{100ps \times 1ns} = 10 \text{ GIPS}$ ，延迟=100\*5=500ns

## 4.29

答:

A.

每个阶段都需要 $\frac{300}{k} ps$ ，因此延迟= $\left(\frac{300}{k} + 20\right) \times k = 300 + 20k ps$

吞吐量为 $\frac{1000ps}{\frac{300}{k} + 20} \text{ GIPS} = \frac{50k}{15+k} \text{ GIPS}$

B.

当 k 趋于无穷时，吞吐量最大，为 50GIPS。