

程序 prog2~prog4 中描述的转发技术的使用都是将 ALU 产生的以及其目标为写端口 E 的值进行转发，其实也可以转发从内存中读出的以及其目标为写端口 M 的值。从访存阶段，我们可以转发刚刚从数据内存中读出的值(信号 m_valM)。从写回阶段，我们可以转发对端口 M 未进行的写(信号 W_valM)。这样一共就有五个不同的转发源(e_valE 、 m_valM 、 M_valE 、 W_valM 和 W_valE)，以及两个不同的转发目的($valA$ 和 $valB$)。

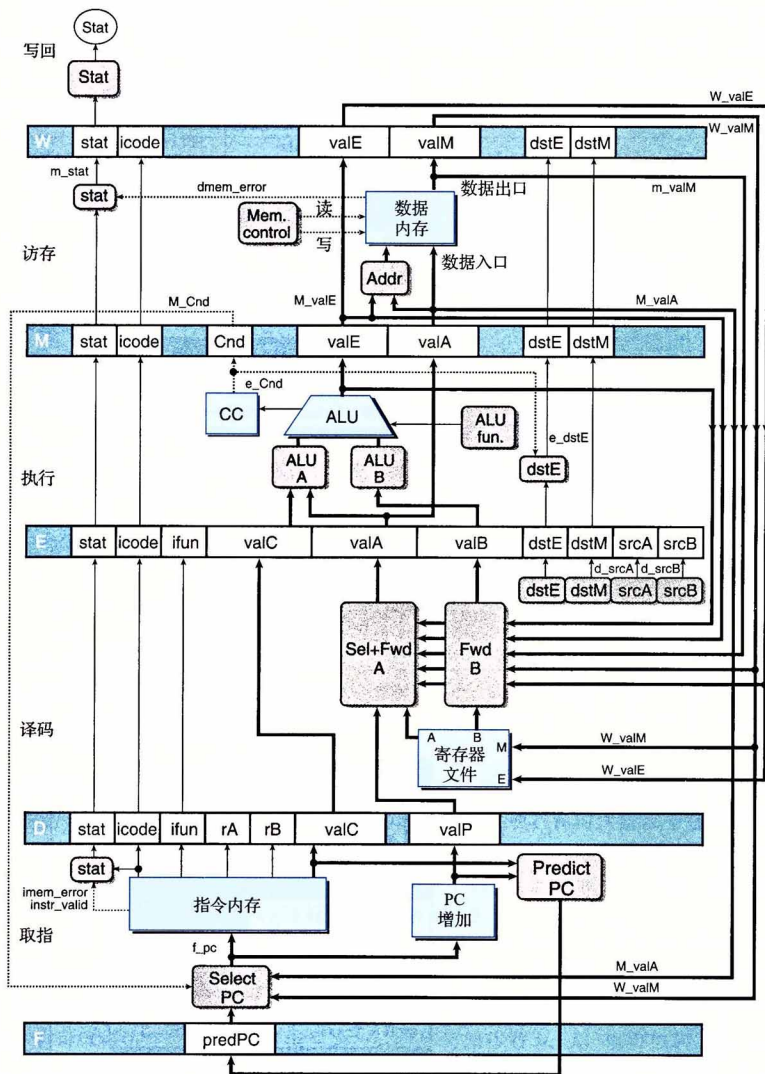


图 4-52 流水线化的最终实现——PIPE 的硬件结构。添加的旁路路径能够转发前面三条指令的结果。这使得我们能够不暂停流水线就处理大多数形式的数据冒险