

调试建议

在前面的教程中，我们讲解了如何利用工程化方法来帮助我们设计流水线 CPU。但是设计仅仅是我们工作的一部分，更重要的是在我们的设计出现问题的时候如何去调试它。而调试绝不是等着 ISE 的输出窗口发呆，也不是碰运气的瞎找，调试也是可以有系统化的策略的。

问题复现

如果发现了 CPU 的一次错误行为，首先要做的事情是利用相同的代码进行测试，让 CPU 再产生相同的错误。对于能够复现的 bug，便可进行后续步骤；对于不可复现的 bug，则需要进行大量测试（可能要自动化测试），找到能让 bug 稳定出现的具体测试样例。

错误追溯与定位

通常来说，找到 bug 比改正 bug 要困难得多。从状态机的角度分析，P5 阶段的 CPU 出现功能错误只有这些可能：指令执行流错误（PC 错误）；写入 GRF 错误；写入 DM 错误。在找到一份使 CPU 出错的测试程序后，首先要将所有指令的执行情况以及写入 GRF 和 DM 的信息打出，同时与 MARS 的行为进行比对。如果 PC 本身错误，则可能是跳转执行行为错误；其他类型的错误以此类推。找到出错的指令后，再去查看那一时刻附近相关信号的波形图，便可找到错误。

