

第一讲：电路板设计

无论你访问哪一家可编程器件制造商的网站，你都会发现，对装在电路板上的器件进行编程，这是他们到处宣传的一个特点。我们把它称为系统内编程（ISP），人们已经使用多年了。ISP 技术能够加快代码调试，最后完成新产品设计，为生产制造做好准备。在生产中使用 ISP 技术有实际的优点。ISP 可以减少对器件进行编程的成本。使用 ISP 技术可以提高灵活性，即提高在生产线上进行重新编程的能力，或者在电路板上进行多步编程，不用进行反修或者把器件拿下来。ISP 技术省去了对预先编程器件的存货进行跟踪方面的工作。电路板一旦具备 ISP 的功能，就可以在现场完成升级或者提供服务。

工程师如何才能优化印刷电路板设计，在生产线上实现 ISP 呢？有多种设计可以简化这种转变。

1. 弄清楚电路板哪些是可编程器件。电路板上的器件并不是都可以进行系统内编程的。例如，并行器件通常就不可以这么做。对于可编程器件而言，为了保持设计的灵活性，ISP 的串行编程能力是必不可少的。
2. 检查每个器件的编程技术规范，确定哪些引脚是必需的。这些信息可以从器件制造商那里得到，也可以到网上下载。此外，现场应用工程师也可以提供器件和设计方面的支持，也是个很好的资源。
3. 连接编程管脚，以便使用控制电路板上的引脚。确认在这个设计中，可编程管脚连接到电路板上连接器或者测试点。用于生产的电路内测试器（ICT）或者 ISP 编程器都需要这些。
4. 避开争用。确认 ISP 所需要的信号没有连接到其他的硬件上，这些硬件会与编程器发生冲突。看看线路的负载。有一些处理器能够直接驱动发光二极管(LED)，但是，大部分编程器还做不到这一点。如果输入/输出是共享的，那么，这可能会是一个问题。请注意监视定时器或者复位信号产生器。如果由监视定时器或者复位信号产生器发出一个随机信号，那么，器件可能是不正确地编程的。
5. 确定在制造过程中可编程器件是如何加上电源的。目标电路板必须加上电源，以便在系统中进行编程。我们还需要确定以下几个问题：

- 需要什么样的电压？在编程模式下，组件需要的电压范围通常与正常工作模式不同。如果在编程时的电压比较高，那么，必须保证这个更高的电压不会对其他组件造成损坏。
- 一些器件必须在高电平和低电平的情况进行检验，以保证器件的编程是正确的。如果是这样，那就必须规定电压的范围。如果有复位产生器的话，请先检查复位产生器，因为在执行低电压检验时它可能会试图把器件复位。
- 如果这个器件需要一个 VPP 电压，那么要在电路板上提供 VPP 电压，或者在生产时另外使用电源为它供电。需要 VPP 电压的处理器将和数字输入/输出线共享这个电压。请确认连接到 VPP 上的其它电路可以在更高的电压下工作。
- 是否需要监视器来看看电压是在器件的技术规范范围之内？请确认安全装置是有效的，能把这些电源保持在安全范围内。

6. 搞清楚使用什么样的设备来进行编程，以及进行设计。在测试阶段，如果电路板是放在测试固定件上进行编程，那么可以通过针床来连接引脚。另外一个办法是，如果需要使用机架式测试仪，并且要运行专门的测试程序，最好用连接器在电路板的边上进行连接，或者用电缆进行连接。

7. 想出一些有创造性的信息跟踪措施。在生产线的后部增加针对配置的数据，这种做法变得越来越普遍。在可编程器件有效使用时间内，可以把它做成“智能”器件。在产品上加上与产品有关的信息，例如，序号、MAC 地址或者生产数据，这会使产品变得更加有用，更容易维护和升级，或者可以更容易地提供保修服务，而且，还有利于制造商在产品的有效使用期内收集有用的信息。许多“智能”型产品通过增加一个简单而且不太贵的 EEPROM，用生产线或者现场的数据，对这个 EEPROM 进行编程，就具备这种跟踪的能力。

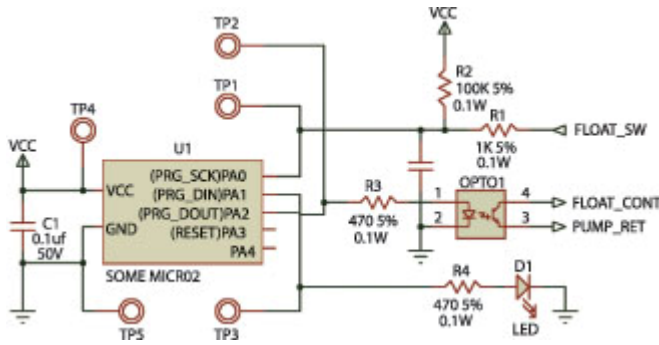


图 1 设计良好、适合最终产品的电路也会在生产过程中给 ISP 的实现带来障碍。

图 1 是一个简单的污水泵控制器的典型设计。U1 是一个使用闪存的通用可编程微控制器。在编程时需要使用的管脚是 PA0、PA1 和 PA2（这三个管脚分别是程序时钟、程序数据输入和程序数据输出）等。测试点 TP1-TP5 是连接到用来编程的电线上，对 ICT 来说，这些测试点可能有用。对最终产品而言，这个设计是行得通的，但是要想实现 ISP，这个电路是不够的。存在三方面的问题：

复位线没有接到测试点上。对于更小的处理器，复位电路有一个上拉/下拉电阻器，它们把器件保持在非复位的状态。因此，在最终设计中，如果没有把这条线连接起来，是不可以。然而，这条线对 ISP 来说可能会很重要。许多器件的制造算法是通过这个管脚把组件设置在编程模式，或者至少要把把所有用于编程的输出管脚设置在已知状态。否则，在处理器上执行的代码会和连接着编程器的输入/输出线争用。

连接到 PA1（程序数据输入）的 D1 会出现争用。相对大部分编程器引脚驱动器，LED 消耗的电流相当大。如果连接到 PA1 的编程器不能克服 LED 消耗电流的问题，那么，这个引脚上的数据就不可能送到目标器件上。对于 PA2 上的光隔离器，也是这样。不过，这个器件的电流可以达到正确的逻辑电平。

PA0 可能存在问题。对于延伸到产品机壳外面输入线，使用电阻器电容器（RC）电路来防止静电放电（ESD），是很常见的。把电容器 C2 直接连到 PA0 上，会引起争用，而且，在编程器试图驱动这条线时，会使时钟的上升沿和下降沿变慢。

对同一个设计进行三次修改，使它最适合生产线上的 ISP（图 2）。

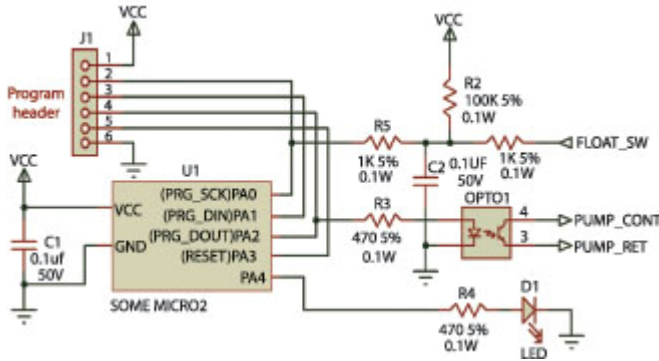


图 2 同一个电路设计经过修改，既清除了争用还对系统内编程进行了优化

用一个连接器来取代所有的测试点。如果这个连接器的大小和工程上用的工具一样，例如，模拟器或者编程器，那是非常有用的。生产的最后阶段，不需要把这个连接器安装到电路板上。这个连接器通常不去动它，以便在服务和升级时使用。

复位线是连接到连接器上。把 D1 移到一个不是用来编程的输入/输出线上。如果不这样做，可以增加一个驱动器来降低负载。

把串联电阻器加到电容器的前面。这个电容器与编程器隔开，不会影响到它的既定用途。人们希望把浮动的开关输入移到另一个不是用来编程的输入/输出引脚上，但是，这样做，这个器件的引脚就不够用了。

结论

在这个电路中，把其中一个电路移到处理器另一个引脚上、增加一个电阻器和另一个测试点，那么它就可以在生产时用于 ISP。一旦有事情发生，可以在电路板上增加一个仿真器把失效的污水泵找出来。

设计一个具有 ISP 功能的印刷电路板需要做好充分的准备，但是，它会稍微减少电路板修改的次数，加快上市时间，加强设计工程师与生产测试工程师之间的联系。