
单片机硬件系统设计应遵循的原则

一个单片机应用系统的硬件电路设计包含两部分内容：一是系统扩展，即单片机内部的功能单元，如 ROM、RAM、I/O、定时器/计数器、中断系统等不能满足应用系统的要求时，必须在片外进行扩展，选择适当的芯片，设计相应的电路。二是系统的配置，即按照系统功能要求配置外围设备，如键盘、显示器、打印机、A/D、D/A 转换器等，要设计合适的接口电路。

系统的扩展和配置应遵循以下原则：

- 1、尽可能选择典型电路，并符合单片机常规用法。为硬件系统的标准化、模块化打下良好的基础。
- 2、系统扩展与外围设备的配置水平应充分满足应用系统的功能要求，并留有适当余地，以便进行二次开发。
- 3、硬件结构应结合应用软件方案一并考虑。硬件结构与软件方案会产生相互影响，考虑原则是：软件能实现的功能尽可能由软件实现，以简化硬件结构。但必须注意，由软件实现的硬件功能，一般响应时间比硬件实现长，且占用 CPU 时间。
- 4、系统中的相关器件要尽可能做到性能匹配。如选用 CMOS 芯片单片机构成低功耗系统时，系统中所有芯片都应尽可能选择低功耗产品。
- 5、可靠性及抗干扰设计是硬件设计必不可少的一部分，它包括芯片、器件选择、去耦滤波、印刷电路板布线、通道隔离等。
- 6、单片机外围电路较多时，必须考虑其驱动能力。驱动能力不足时，系统工作不可靠，可通过增设线驱动器增强驱动能力或减少芯片功耗来降低总线负载。
- 7、尽量朝“单片”方向设计硬件系统。系统器件越多，器件之间相互干扰也越强，功耗也增大，也不可避免地降低了系统的稳定性。随着单片机片内集成的功能越来越强，真正的片上系统 SoC 已经可以实现，如 ST 公司新近推出的 μ PSD32 $\times\times$ 系列产品在一块芯片上集成了 80C32 核、大容量 FLASH 存储器、SRAM、A/D、I/O、两个串口、看门狗、上电复位电路等等。

单片机系统硬件抗干扰常用方法实践

影响单片机系统可靠安全运行的主要因素主要来自系统内部和外部的各种电气干扰，并受系统结构设计、元器件选择、安装、制造工艺影响。这些都构成单片机系统的干扰因素，常会导致单片机系统运行失常，轻则影响产品质量和产量，重则会导致事故，造成重大经济损失。

形成干扰的基本要素有三个：

(1) 干扰源。指产生干扰的元件、设备或信号，用数学语言描述如下： du/dt ， di/dt 大的地方就是干扰源。如：雷电、继电器、可控硅、电机、高频时钟等都可能成为干扰源。

(2) 传播路径。指干扰从干扰源传播到敏感器件的通路或媒介。典型的干扰传播路径是通过导线的传导和空间的辐射。

(3) 敏感器件。指容易被干扰的对象。如：A/D、D/A 变换器，单片机，数字 IC，弱信号放大器等。

1 干扰的分类

干扰的分类有好多种，通常可以按照噪声产生的原因、传导方式、波形特性等等进行不同的分类。按产生的原因分：

可分为放电噪声、高频振荡噪声、浪涌噪声。

按传导方式分：可分为共模噪声和串模噪声。

按波形分：可分为持续正弦波、脉冲电压、脉冲序列等等。

2 干扰的耦合方式

干扰源产生的干扰信号是通过一定的耦合通道才对测控系统产生作用的。因此，我有必要看看干扰源和被干扰对象之间的传递方式。干扰的耦合方式，无非是通过导线、空间、公共线等等，细分下来，主要有以下几种：

(1) 直接耦合：

这是最直接的方式，也是系统中存在最普遍的一种方式。比如干扰信号通过电源线侵入系统。对于这种形式，最有效的方法就是加入去耦电路。从而很好的抑制。

(2) 公共阻抗耦合：

这也是常见的耦合方式，这种形式常常发生在两个电路电流有共同通路的情况。为了防止这种耦合，通常在电路设计上就要考虑。使干扰源和被干扰对象间没有公共阻抗。

(3) 电容耦合：

又称电场耦合或静电耦合。是由于分布电容的存在而产生的耦合。

(4) 电磁感应耦合：

又称磁场耦合。是由于分布电磁感应而产生的耦合。

(5) 漏电耦合：

这种耦合是纯电阻性的，在绝缘不好时就会发生。

常用硬件抗干扰技术

针对形成干扰的三要素，采取的抗干扰主要有以下手段。

1 抑制干扰源

抑制干扰源就是尽可能的减小干扰源的 du/dt ， di/dt 。这是抗干扰设计中最优先考虑和最重要的原则，常常会起到事半功倍的效果。减小干扰源的 du/dt 主要是通过干扰源两端并联电容来实现。减小干扰源的 di/dt 则是在干扰源回路串联电感或电阻以及增加续流二极管来实现。

抑制干扰源的常用措施如下：

(1) 继电器线圈增加续流二极管，消除断开线圈时产生的反电动势干扰。仅加续流二极管会使继电器的断开时间滞后，增加稳压二极管后继电器在单位时间内可动作更多的次数。

(2) 在继电器接点两端并接火花抑制电路(一般是 RC 串联电路，电阻一般选几 K 到几十 K，电容选 0.01 μ F)，减小电火花影响。

(3) 给电机加滤波电路，注意电容、电感引线要尽量短。

(4) 电路板上每个 IC 要并接一个 0.01 μ F~0.1 μ F 高频电容，以减小 IC 对电源的影响。注意高频电容的布线，连线应靠近电源端并尽量粗短，否则，等于增大了电容的等效串联电阻，会影响滤波效果。

(5) 布线时避免 90 度折线，减少高频噪声发射。

(6) 可控硅两端并接 RC 抑制电路，减小可控硅产生的噪声(这个噪声严重时可能会把可控硅击穿的)。

2 切断干扰传播路径

按干扰的传播路径可分为传导干扰和辐射干扰两类。

所谓传导干扰是指通过导线传播到敏感器件的干扰。高频干扰噪声和有用信号的频带不同，可以通过在导线上增加滤波器的方法切断高频干扰噪声的传播，有时也可加隔离光耦来解决。电源噪声的危害最大，要特别注意处理。

所谓辐射干扰是指通过空间辐射传播到敏感器件的干扰。一般的解决方法是增加干扰源与敏感器件的距，用地线把它们隔离和在敏感器件上加 蔽罩。

切断干扰传播路径的常用措施如下：

(1) 充分考虑电源对单片机的影响。电源做得好，整个电路的抗干扰就解决了一大半。

许多单片机对电源噪声很敏感，要给单片机电源加滤波电路或稳压器，以减小电源噪声对单片机的干扰。比如，可以利用磁珠和电容组成 π 形滤波电路，当然条件要求不高时也可用 $100\ \Omega$ 电阻代替磁珠。

(2) 如果单片机的 I/O 口用来控制电机等噪声器件，在 I/O 口与噪声源之间应加隔离(增加 π 形滤波电路)。

(3) 注意晶振布线。晶振与单片机引脚尽量靠近，用地线把时钟区隔离起来，晶振外壳接地并固定。

(4) 电路板合理分区，如强、弱信号，数字、模拟信号。尽可能把干扰源(如电机、继电器)与敏感元件(如单片机)远离。

(5) 用地线把数字区与模拟区隔离。数字地与模拟地要分离，最后在一点接于电源地。A/D、D/A 芯片布线也以此为原则。

(6) 单片机和大功率器件的地线要单独接地，以减小相互干扰。大功率器件尽可能放在电路板边缘。

(7) 在单片机 I/O 口、电源线、电路板连接线等关键地方使用抗干扰元件如磁珠、磁环、电源滤波器、屏蔽罩，可显著提高电路的抗干扰性能。

3 提高敏感器件的抗干扰性能

提高敏感器件的抗干扰性能是指从敏感器件这边考虑尽量减少对干扰噪声的拾取，以及从不正常状态尽快恢复的方法。

提高敏感器件抗干扰性能的常用措施如下：

(1) 布线时尽量减少回路环的面积，以降低感应噪声。

(2) 布线时，电源线和地线要尽量粗。除减小压降外，更重要的是降低耦合噪声。

(3) 对于单片机闲置的 I/O 口，不要悬空，要接地或接电源。其它 IC 的闲置端在不改变系统逻辑的情况下接地或接电源。

(4) 对单片机使用电源监控及看门狗电路，如：IMP809，IMP706，IMP813，X5043，X5045 等，可大幅度提高整个电路的抗干扰性能。

(5)在速度能满足要求的前提下, 尽量降低单片机的晶振和选用低速数字电路。(6) IC 器件尽量直接焊在电路板上, 少用 IC 座。

4 其它常用抗干扰措施

交流端用电感电容滤波: 去掉高频低频干扰脉冲。

变压器双隔离措施: 变压器初级输入端串接电容, 初、次级线圈间屏蔽层与初级间电容中心接点接大地, 次级外屏蔽层接印制板地, 这是硬件抗干扰的关键手段。次级加低通滤波器: 吸收变压器产生的浪涌电压。

采用集成式直流稳压电源: 因为有过流、过压、过热等保护。

I/O 口采用光电、磁电、继电器隔离, 同时去掉公共地。

通讯线用双绞线: 排除平行互感。

防雷电用光纤隔离最为有效。

A/D 转换用隔离放大器或采用现场转换: 减少误差。

外壳接大地: 解决人身安全及防外界电磁场干扰。

加复位电压检测电路。防止复位不充份, CPU 就工作, 尤其有 EEPROM 的器件, 复位不充份会改变 EEPROM 的内容。

印制板工艺抗干扰:

①电源线加粗, 合理走线、接地, 三总线分开以减少互感振荡。

②CPU、RAM、ROM 等主芯片, VCC 和 GND 之间接电解电容及瓷片电容, 去掉高、低频干扰信号。

③独立系统结构, 减少接插件与连线, 提高可靠性, 减少故障率。

④集成块与插座接触可靠, 用双簧插座, 最好集成块直接焊在印制板上, 防止器件接触不良故障。

⑤有条件采用四层以上印制板, 中间两层为电源及地。