

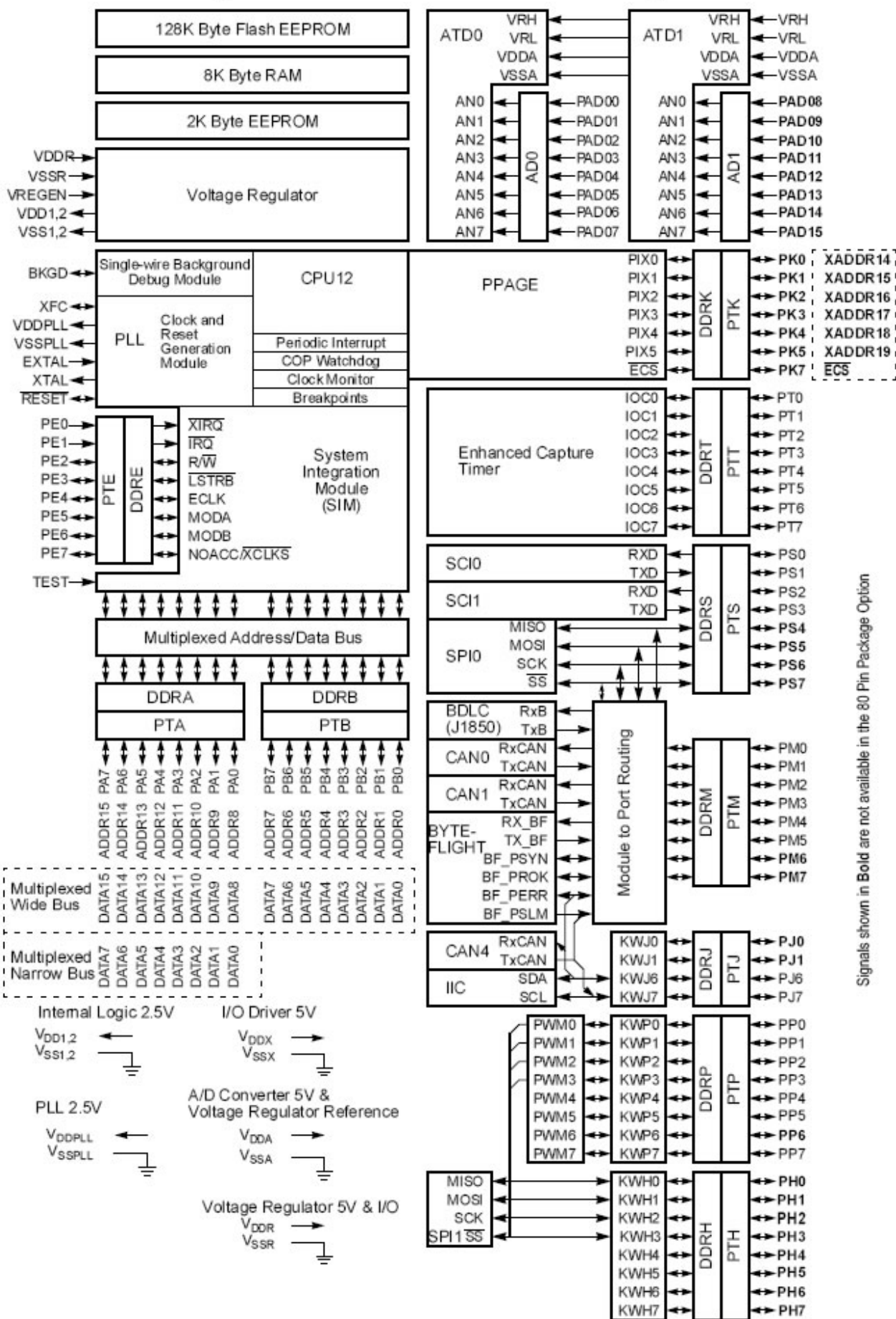
飞思卡尔 S12 系列单片机 系统硬件设计

By DEMON

Email: Wangpanbao@126.com

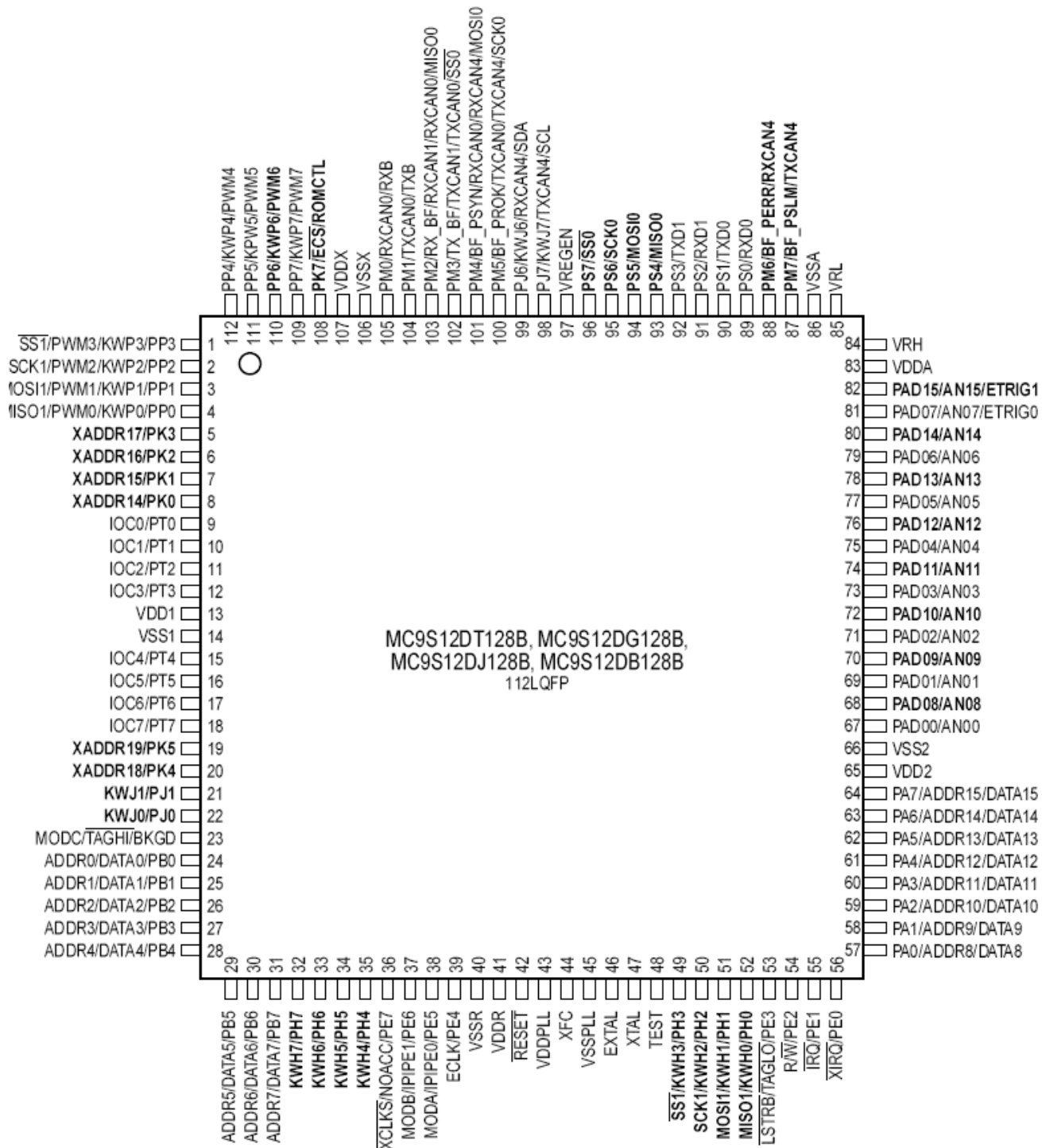
智能车制作网站出版
<http://www.intelligentcar.cn>

Figure 1-1 MC9S12DT128B Block Diagram



Signals shown in Bold are not available in the 80 Pin Package Option

MC9S12DG128 的封装有两种，一种为 80 引角的，它没有引出扩展总线，且 AD 转换只引出了 8 路；一种为 112 引角的，两种都采用了表面贴片式封装。下图为 112 引角的 MC9S12DG128B 引角图：



Signals shown in Bold are not available on the 80 Pin Package

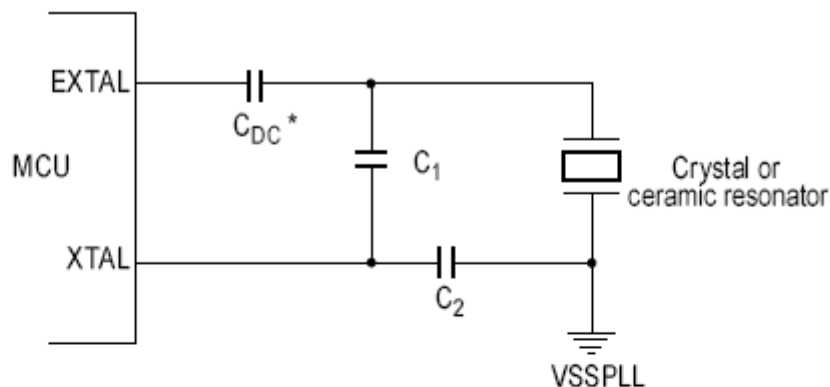
Figure 2-1 Pin assignments 112 LQFP for MC9S12DT128B,MC9S12DG128B, MC9S12DJ128B, MC9S12DB128B

从上面的引角图我们可以看到 MC9S12DG128 的引角复用情况，一个引角往往有 2-4 个功能，而这些功能的设置大部分是通过编程来实现的，非常方便。对于 MC9S12DG128 的学习，demon 认为可以先从各引角的功能学起，然后试着下载程序，再逐渐编程实现各引角的功能。对于没有学过单片机的人我觉得也可以直接来学习，而不必先去学 8 位的单片机，demon 接触的第一个单片机就是 16 位的，8 位的只学习了理论而没有真正使用过，对于不开发低价位产品的学生，并且 16 位的单片机用着又舒服好玩，何必再去研究 8 位的呢？

第二节 时钟电路设计

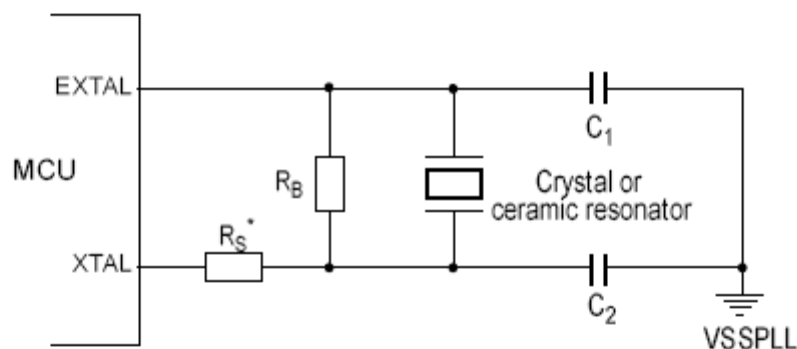
时钟电路在单片机系统硬件设计中往往是一个关键的部分，因为晶振体的工作频率很高，设计不当很有可能使其工作时的产生的高频信号对其他电路造成干扰，尤其是对模拟部分如 AD 转换输入信号的干扰；或者甚至晶振体不工作，导致整个单片机系统无法运行。MC9S12 系列单片机的时钟输入接口在其 46(EXTAL)和 47(XTAL)引脚上(112 引角封装)，通常是接一个 16M 的晶振体。

外部振荡器的连接分为**串联型**，**并联型**和**使用外部有源振荡器** 3 种方式。最后一种的稳定性比较高，适铎跽 π 吡褪褂贸『弦 笱细竦那榭鱿率褂茫 谗话愠『希 颐峭 ũ 2 捎们傲街值纳杓品浆 浮 U 饬鑽枰 (14)穉氛筋 C9S12 系列单片机专门设计了外部振荡器的连接设置引角 PE7(36 号)，要求我们在使用串联型电路时将该引角置高，在使用并联型和外部有源振荡器电路时将该引角置低。以下是 3 种电路的连接方案和相应的 PE7 引角配置。



* Due to the nature of a translated ground Colpitts oscillator a DC voltage bias is applied to the crystal
 Please contact the crystal manufacturer for crystal DC bias conditions and recommended capacitor value C_{DC} .

Figure 2-4 Colpitts Oscillator Connections (PE7=1)



* R_S can be zero (shorted) when used with higher frequency crystals. Refer to manufacturer's data.

Figure 2-5 Pierce Oscillator Connections (PE7=0)

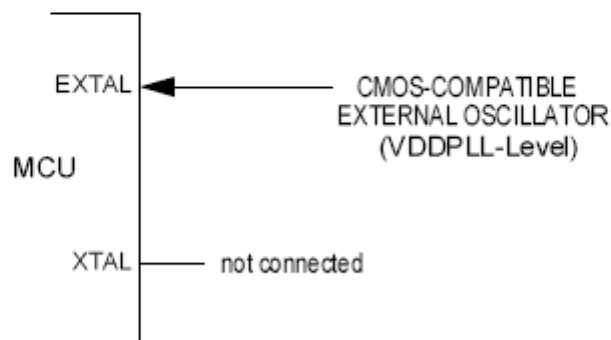


Figure 2-6 External Clock Connections (PE7

demon 推荐大家使用上图中第二种连接方式，也就是并联连接方式。其中的电容 C1, C2 称为负载电容，它们分别与晶振体连接后接地，为的是削减谐波对电路的稳定性的影响，也就是滤波；Rb 是为了保证起振；Rs 则用来分压，因为 MC9S12 单片机的 EXTAL 的额定输入电压为 2.5V。飞斯卡尔告诉我们，当使用频率较高的晶振体时，分压电阻 Rs 可以取小甚至短接。因此我们在使用 16M 的晶振体时往往就不接 Rs 了，而 Rb 大小通常为 1M，C1, C2 为 22pF。

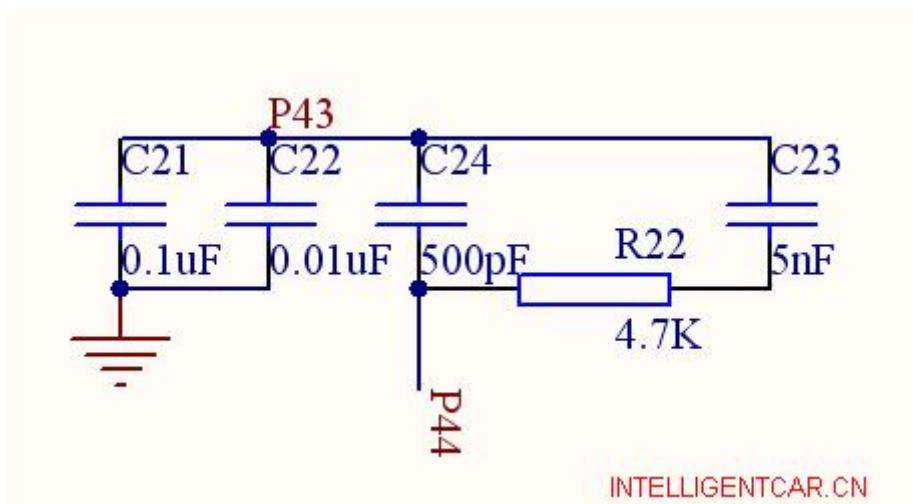
此外设计时钟电路时还应注意以下几点：

1. 晶振体和单片机引角之间的连线尽量要短，这样可以保证其工作的稳定性和避免晶振体的高频信号过多的干扰周围线路。
2. 晶振体的下方和周围尽量不要走线，尤其是对信号质量要求高的器件的线路。
3. 晶振体的周围和下面尽量用地线包围和覆盖，将晶振体的噪声阻挡起来，也防止其他干扰信号进来。

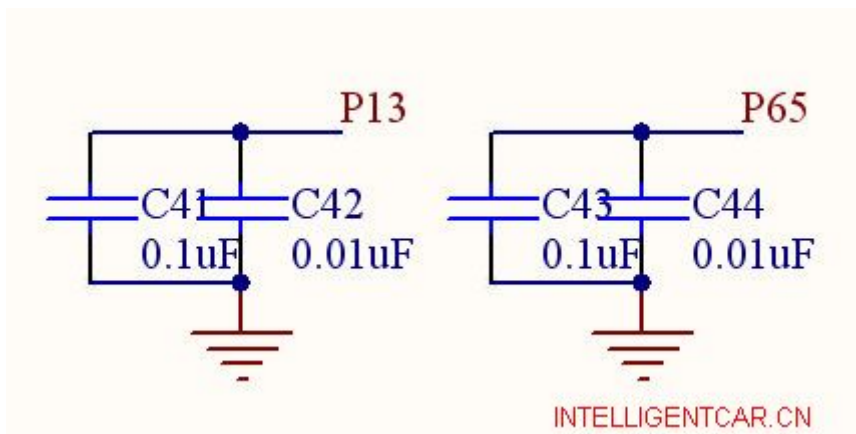
第三节 S12 单片机系统滤波电路设计

滤波电路常用于滤去电压中的纹波，保证系统供电的稳定性。它一般由电抗元件组成，如在负载电阻两端并联电容器 C，或与负载串联电感器 L，以及由电容，电感组成而成的各种复式滤波电路。

S12 系列单片机内部带有电压调整器，它主要负责为单片机的内部提供不同的电压，其中为锁相环电路提供的电压为 2.5V，因此其电源端 VDDPLL (43 引脚) 与 XFC (44 引角) 需要外部连接滤波电路才能保证其正常运行。同样 FREESCALE 也要求我们为 S12 单片机的 VDD1 (13 引角) VDD2 (65 引角) 外接滤波电容。当然单片机的其他的各个外接电源端也一定要有滤波电路，demon 将在外接电源电路设计中向你好好阐述。以下是锁相环的滤波电路设计例图：



下图为 VDD1 (13 引角), VDD2 (65 引角) 的滤波电路设计例图:



同样, 各滤波电路要尽量靠近 MCU 的对应引角, 这样才能真正为该部件提供滤波功能。

第四节 单片机电源电路设计

MC9S12 系列单片机的外部供电电压为 5V，分别为单片机的内部电压调整器，IO 端驱动器，AD 转换器提供电源，详细情况如下：

使用 5v 供电的端口有

VDDR(41 引脚)	接+5V	VSSR(40 引脚)	接地	内部电压调整器供电端
VDDX(107 引脚)	接+5V	VSSX (106 引脚)	接地	IO 驱动供电端
VDDA(83 引脚)	接+5V	VSSA(86 引脚)	接地	AD 转换器供电端

使用 2, 5v 供电的端口有(内部电压调整器开启时不必进行外部供电)

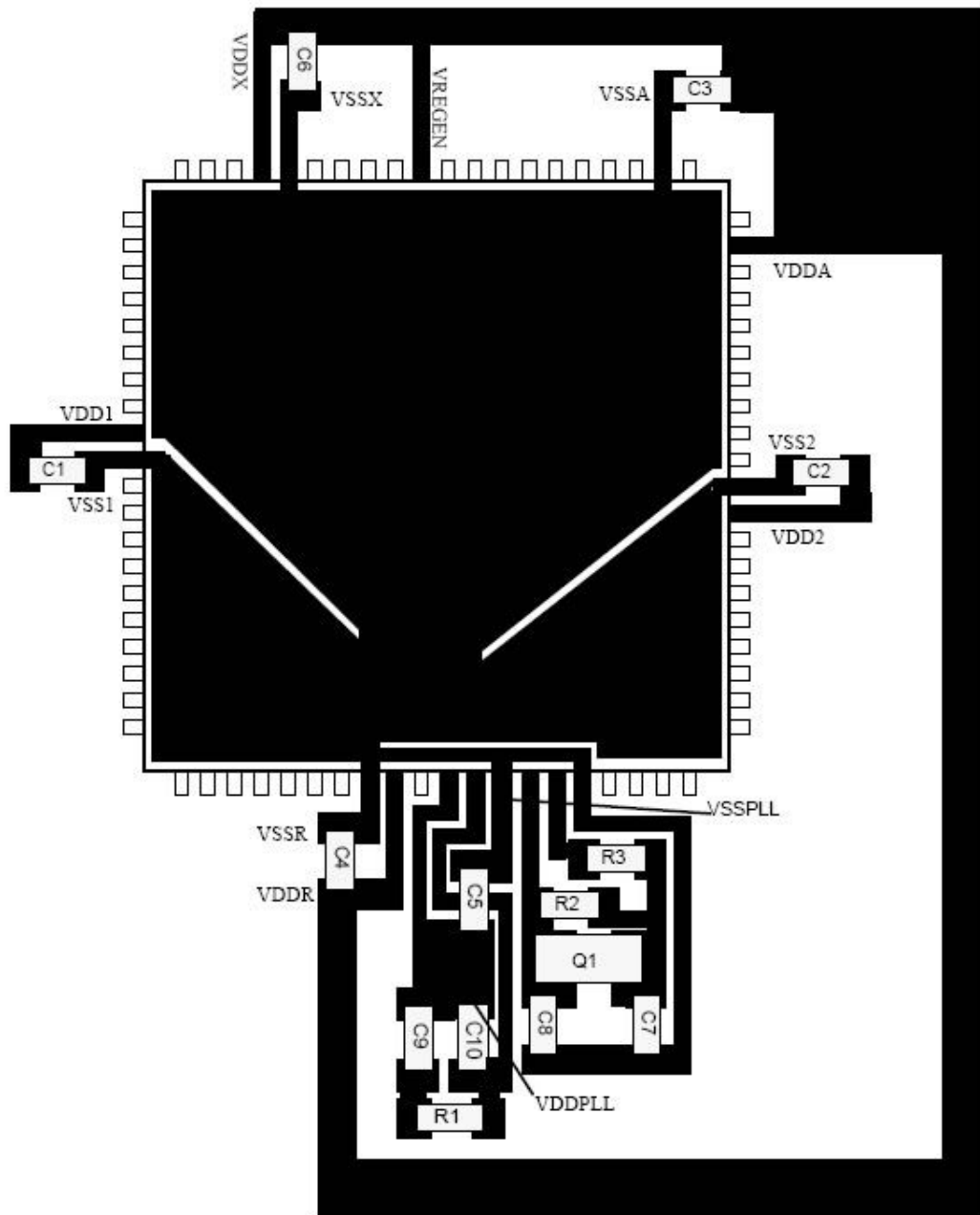
VDDPLL(43 引脚)	接+2.5V	VSSPLL(45 引脚)	接地	锁相环供电端
VDD1(13 引脚)	接+2.5V	VSS1(14 引脚)	接地	内部电源供电端 1
VDD2(65 引脚)	接+2.5V	VSS2(66 引脚)	接地	内部电源供电端 2

此外还有

VRH (84 引脚)	VRL (85 引脚)	AD 转换器参考电压 (不得大于 5V)
VREGEN(97 引脚)	电压调整器使能端 (上拉 3.3K 电阻或直接连接可开启内部电压调整器)	

需要说明的是当 VREGEN(97 引脚) 接地时，单片机的内部电压调整器关闭，我们需要外部对 VDDPLL(43 引脚)，VDD1(13 引脚)，VDD2(65 引脚) 提供稳定的 2.5V 电源，当 VREGEN(97 引脚) 接高电平时，单片机的内部电压调整器开启，我们不必对单片机进行外部供电，只需按照 DEMON 滤波电路设计中讲的那样外接滤波电路即可，推荐大家使用内部的电压调整器。

在设计供电走线时，为了确保它们各自的稳定性，并避免之间产生相互干扰，我们要分开为他们供电和滤波，并相对分割。下图是飞思卡尔推荐的设计方法，我们可以明显看到接地敷铜的分割线将各供电模块相对隔离：

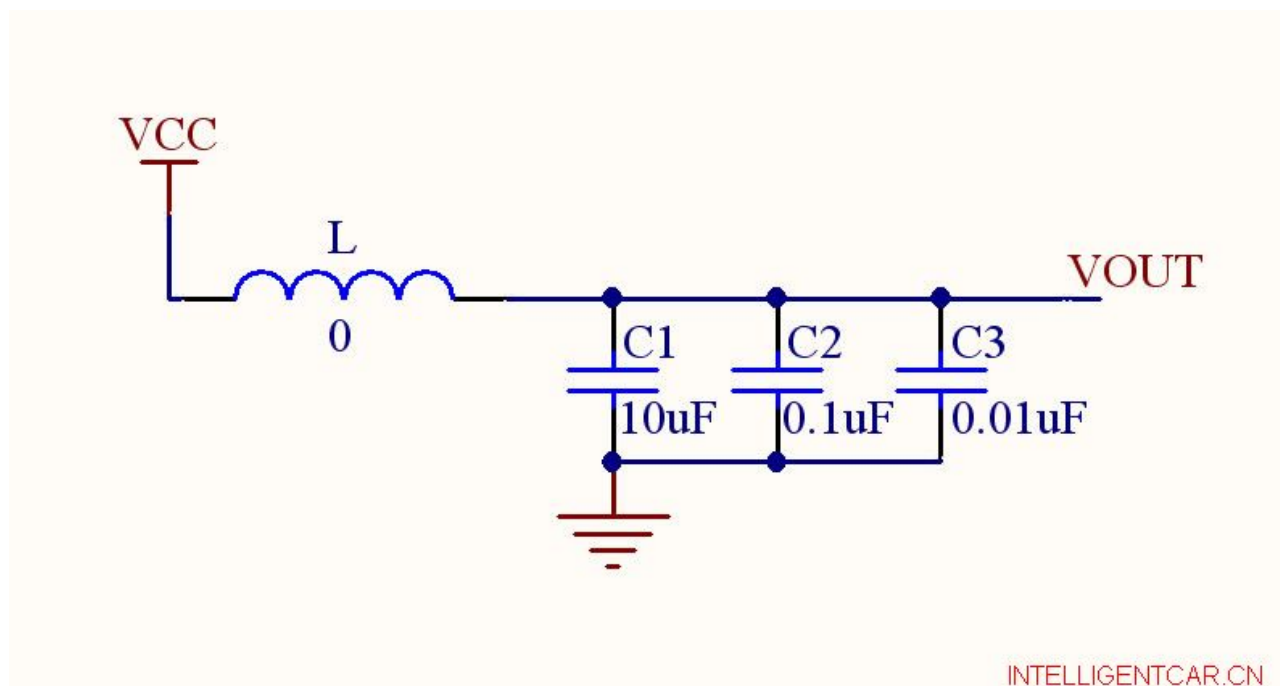


INTELLIGENTCAR.CN

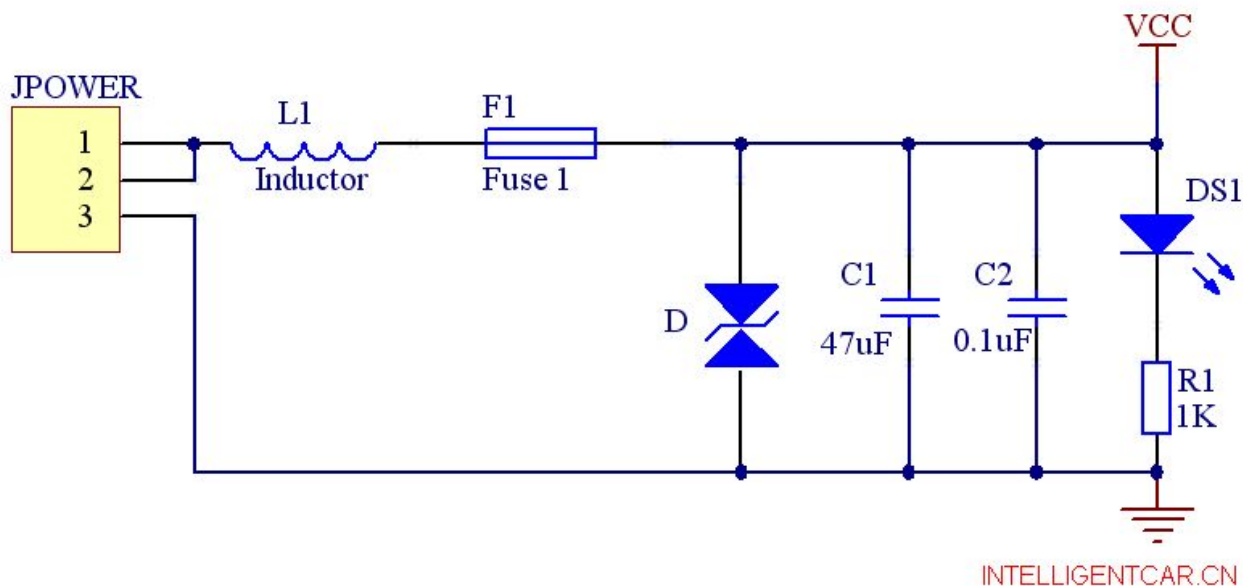
*我们可以看到图例中的时钟电路为第二节时钟电路中所说并联型，如果使用 16M 外部晶振，DEMO N 提醒大家 R3 可以去掉

为了滤除更多的杂波，我们可以对上图做一些小的改进，在上节的滤波电路中 DEMON 也已经给了电路图例，即在 VDD1 与 VSS1, VDD2 与 VSS2 分别接两个滤波电容，容量分别为 0.1 μ F 和 0.01 μ F。同时，我们在设计 VDDR(41 引脚)和 VSSR(40 引脚)内部电压调整器供电端, VDDX(107 引脚)和 VSSX (106 引脚) I/O 驱动供电端工作时往往需要很大的吞吐电流，所以我们在连接去藕电容的同时，再并联上一个大容量的电容，用来保证供电端电流的平稳，它的大小通常为 10 μ F。同样，这些电容也一定要尽量靠近 MCU 的对应引脚处。

为了充分提高供电电路的电磁兼容性，去除高频噪声，我们还可可在各供电电路中串接一磁性元件，它通常为电阻甚小的电感。具体的设计方案入下图所示：



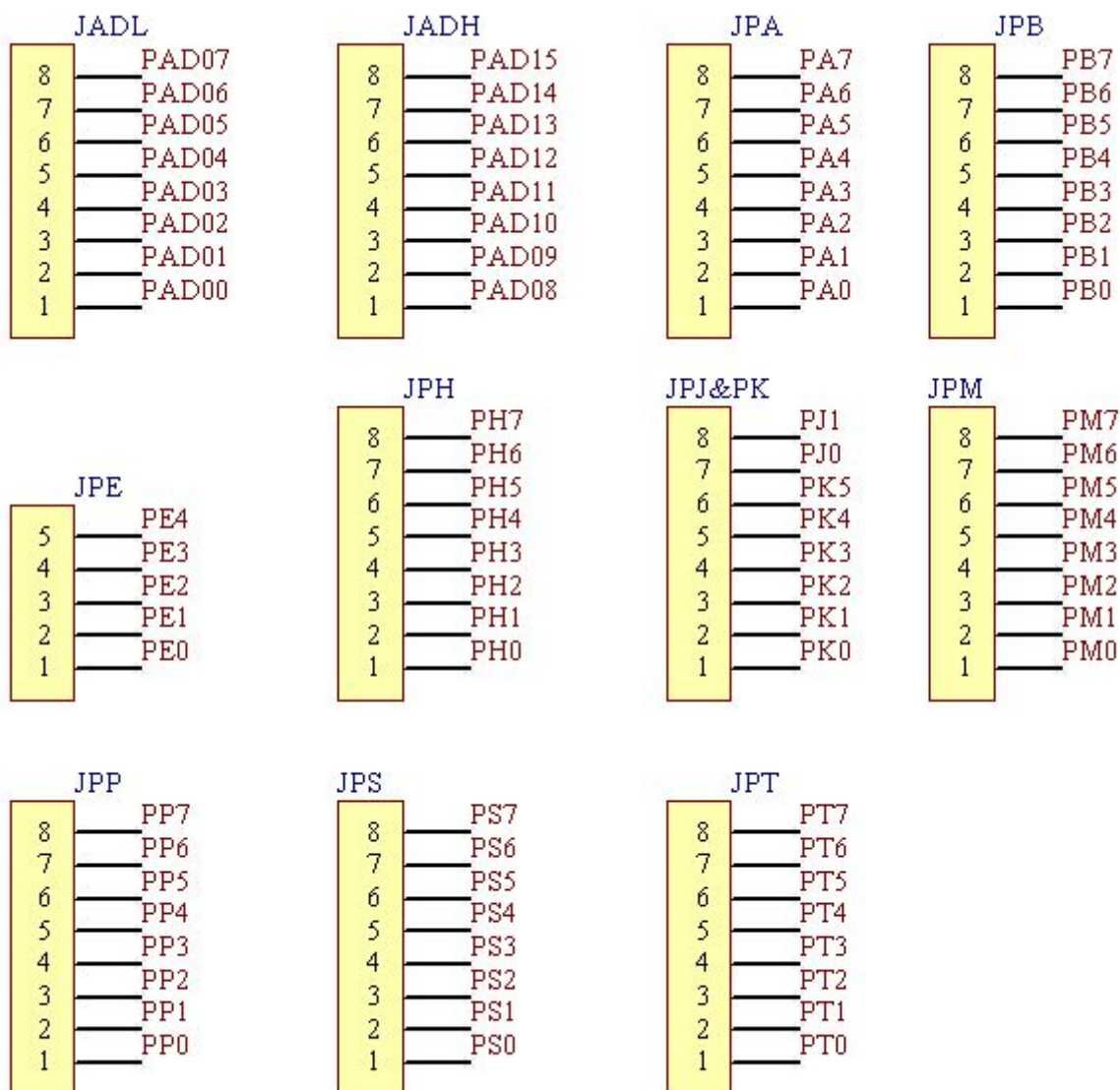
接着我们要为单片机系统设计一个总电源电路，如下图：



图中除了加入了扼流电感，滤波电容以外还串接了可恢复熔断器 F1 和并接了稳压二极管 D，这样就可以为单片机提供安全，稳定和纯净的电源了。最后我们别忘了并接一个发光二极管来指示单片机的工作状态。

第五节 S12 系列单片机 I/O 接口电路设计

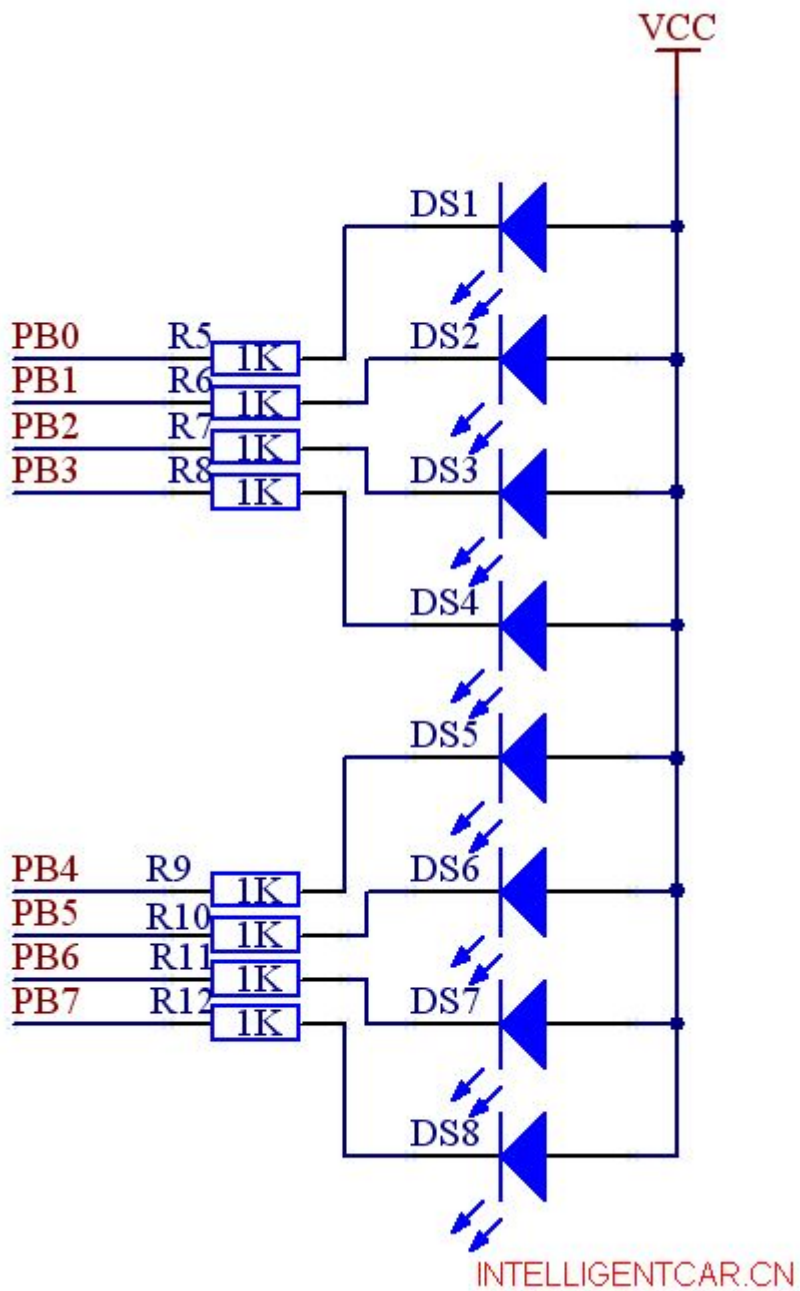
112 引角封装的 S12 系列单片机接口一共有 92 个，包括 AD, A, B, E, H, J, K, M, P, S, T 共 11 组端口，并且采用了引角复用功能，每组端口不仅可设定为普通的 I/O 端口，还各自具备特殊的功能，例如 S 端口可设置为 SPI 和 SCI 通讯接口，T 端口可设置为增强型捕捉定时器的输入，输出接口等，详细的各引角功能可参照 DEMON 上传到 www.intelligentcar.cn 的 **S12 数据手册和功能引角图** (点击链接可浏览或下载)。需要说明的是，S12 单片机的部分引角为其内部或外部设置所占用，我们用户无法使用，例如 PE5-PE7 被占用为单片机的运行方式设定引角，具体设定内容 DEMON 将在下一节单片机的运行方式设定讲解。以下是个端口的电路设计图例：



INTELLIGENTCAR.CN

***从图中我们可以看到 J 端口只引出了 PJ0, PJ1 两个引脚，而 E 端口只有 PE0-PE4 用户可用**

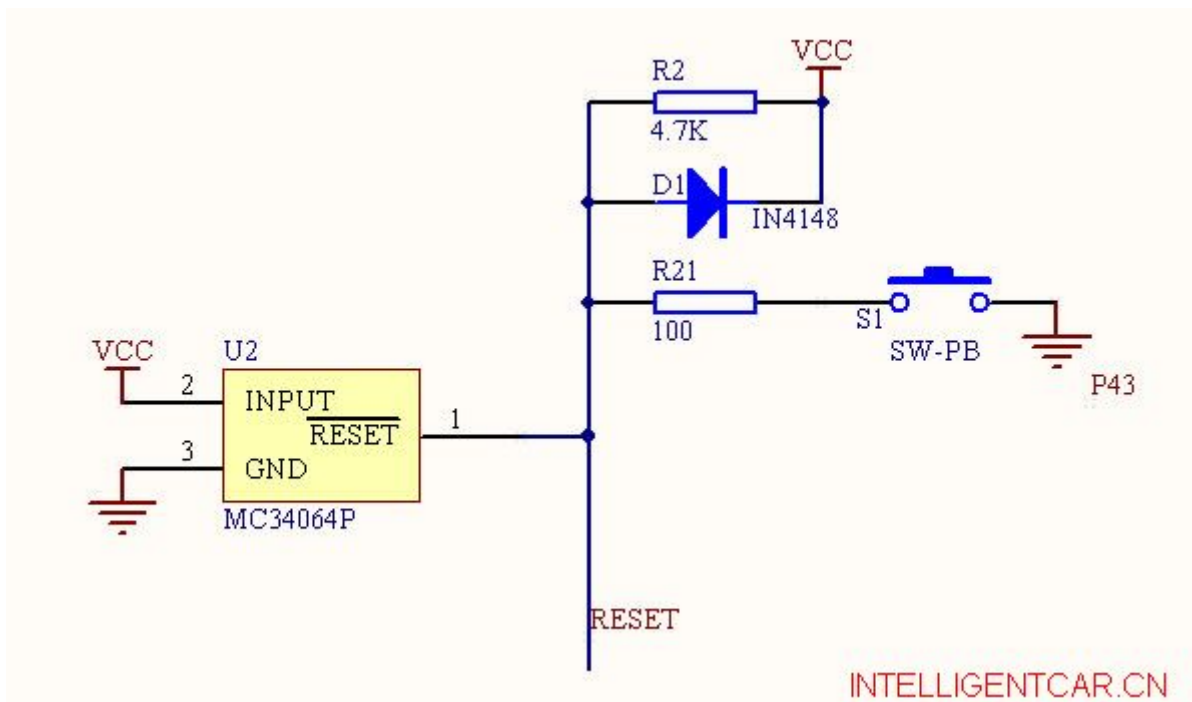
为了调试方便，我们通常为 B 端口增加一组调试 LED，由于单片机 IO 端口的驱动能力有限，当 IO 端口输出低电平时，其吸收电流能力高于输出高电平的吸收电流能力，因此我们将这组 LED 设计为上拉，这样当 IO 端口输出低电平时 LED 亮起，当 IO 端口输出高电平时 LED 熄灭，具体电路设计如下图：



第六节 单片机复位电路的设计

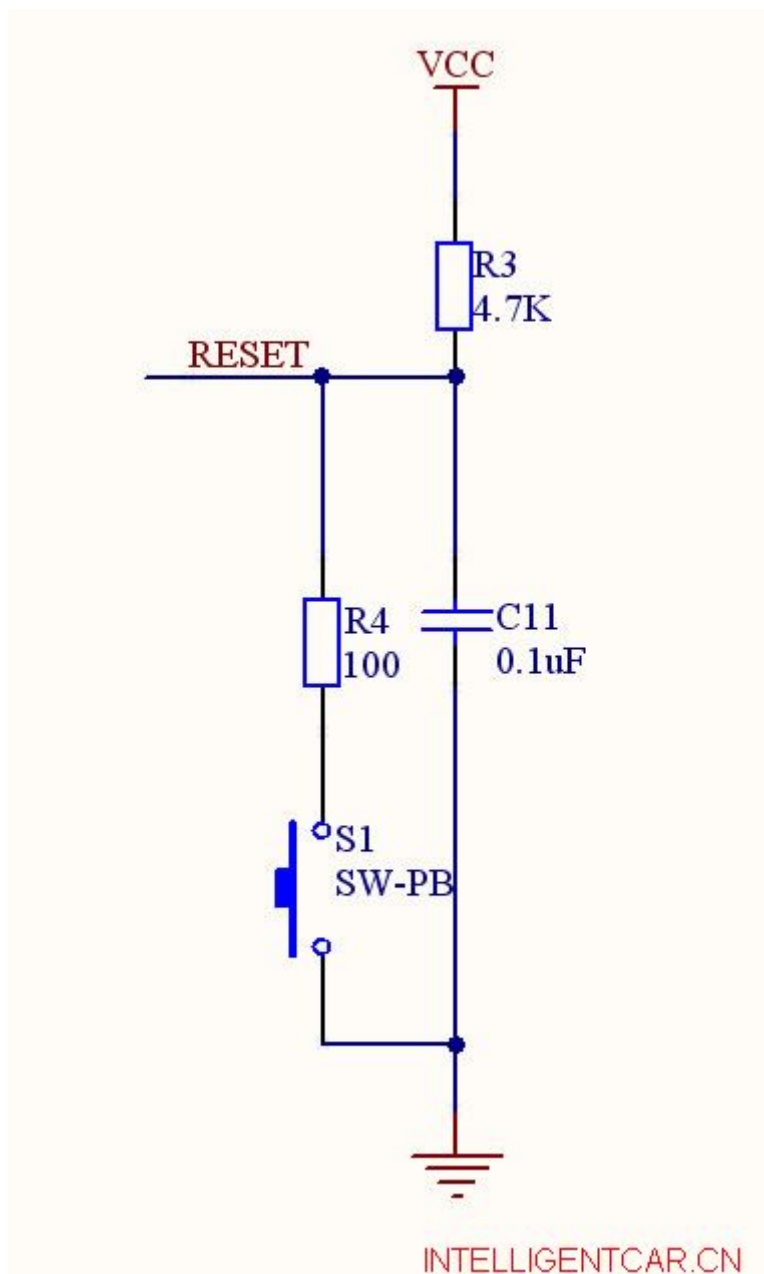
单片机需要在上电之后给其一个复位信号才能正常工作，我们在开发和调试单片机系统时也往往要对它进行手动复位，而且当单片机系统供电电压过低时，程序的运行会出现非正常的情况，要求我们在低压时也必须对单片机系统进行复位，这样我们必须为它设计一个复位电路。

S12 单片机的 RESET(42 引角)为低有效，也就是说平时要求为上拉高电平，在需要复位时，需要给其一定时间的低电平。下面 DEMON 首先向大家介绍第一种复位电路的设计：



上图的复位电路使用了飞思卡尔的专用复位芯片 MC34064，它的外形酷似一个三极管，可以在低压情况下产生一个复位信号，也可在手动按键 SW 的触发下产生可靠的复位信号，这对于 MCU 的稳定复位是非常有利的。由于复位按键动作时，如果电路等效电感存在会在复位脚上产生负的感应电势所以我们给复位按键串接电阻以及在 R2 反向并联一个二极管来保护 MCU。

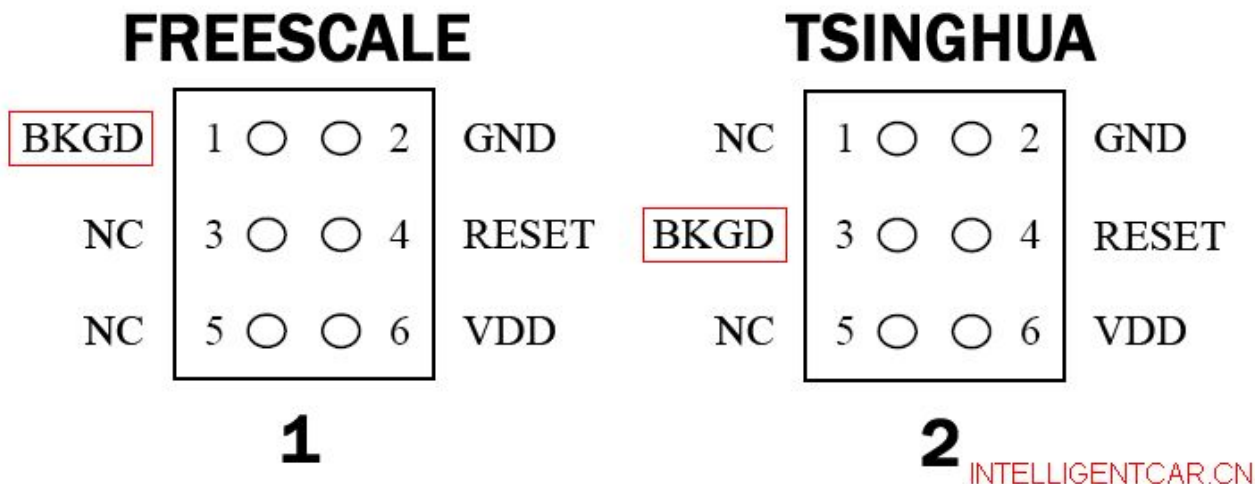
第二种复位电路为第一种简化:



上图的复位电路不具备低压复位保护功能并且使用电容的充电模仿复位芯片的复位信号。因为在复位按键松开，系统上电时，电容开始充电，电压不能突变只能缓慢上升，所以可以保持一段时间的低电平。该电路还省略了反并联的保护二极管，可以应用在学习，试验等对系统稳定性要求不苛刻的系统板上。

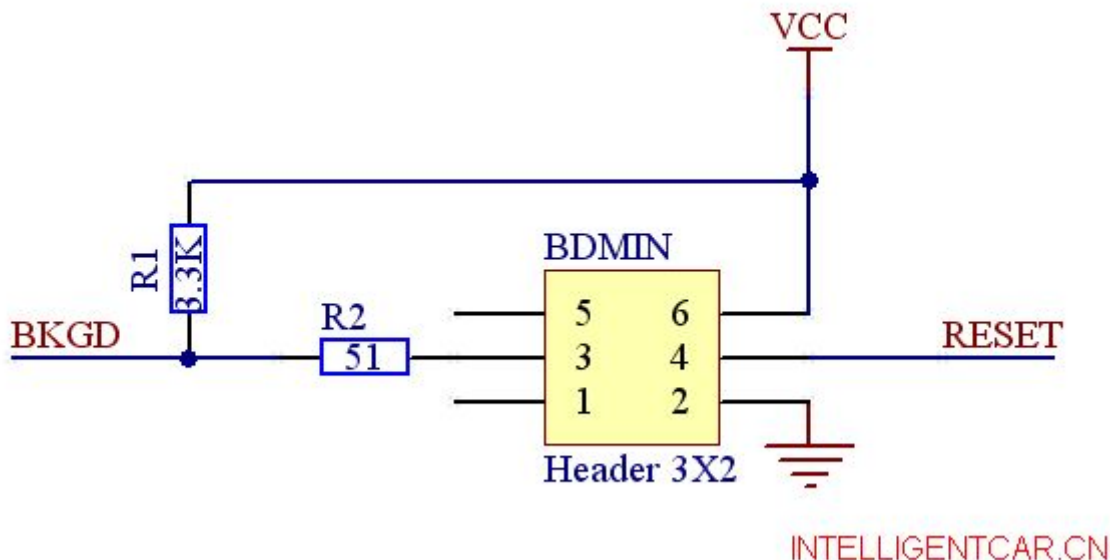
第七节 BDM 接口电路设计

BDM 接口是 S12 单片机用来连接 BDM 调试器的，BDM 接头通常设计为 6 针的双排插头，其中 4 个引脚分别为 VDD, RESET, GND 和 BKGD (BACKGROUND)，另外 2 个针脚为空。下图分别是飞思卡尔和清华大学的 2 种引脚定义方式：



我们可以看到，飞思卡尔定义的引脚排列图中，BKGD 与 VDD 在矩形对角线的两端，一旦操作者误将插座插反，则单片机的 BKGD 引脚将会直接与 BDM 调试器的 VDD 引脚连通，引发烧毁单片机的危险。清华大学的定义方式巧妙的避开了这种可能，将 BKGD 定义在中间引脚，这样即使初学者不小心插反插座，VDD 只会连接到孔引脚，不会造成危险，因此 DEMON 推荐大家使用第 2 种，清华大学的定义方式设计 BDM 接口电路。

下图为具体的电路设计方案：



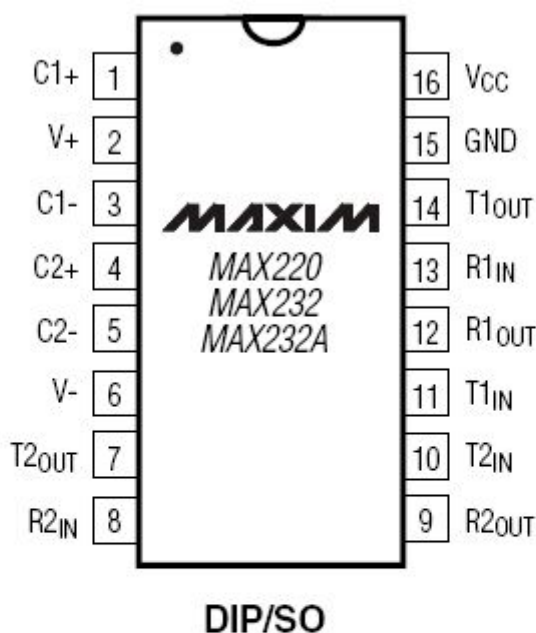
从图中可以看到，单片机的 BKGD 引脚还与 VCC 串接了一个 3.3K 的电阻，这是单片的运行模式决定的，DEMON 将在运行模式一节详细讲解。图中的 R2 大小为 51 欧，为的是充分保护单片的该引脚，建议大家在设计时串接该电阻。

第八节 RS232 串行通讯电路设计

单片机在应用中往往要与其他设备通讯，最常见的通讯方式就是串行通讯。S12 单片机内置了 2 个 SCI 串行通讯模块，下面 DEMON 以它的 SCI0 为例讲解 S12 单片机的 RS232 串行通讯电路设计。如果你需要使用 2 个串行通讯口，可是使用同样的方法引入 SCI1。

而单片机在与 PC 的通讯中，由于电脑的串口信号线为正负逻辑关系，即逻辑“1”为-5— -15V，逻辑“0”为+5— +15V，这与单片机的逻辑信号电压定义不同，这样就需要对两者之间信号进行电平转换。

最简单的电平转换方法可以利用几个三极管，但是出于稳定性和可靠性的考虑，DEMON 推荐大家使用电平转换专用芯片 MAX232。下图为 MAX232 的引脚图：

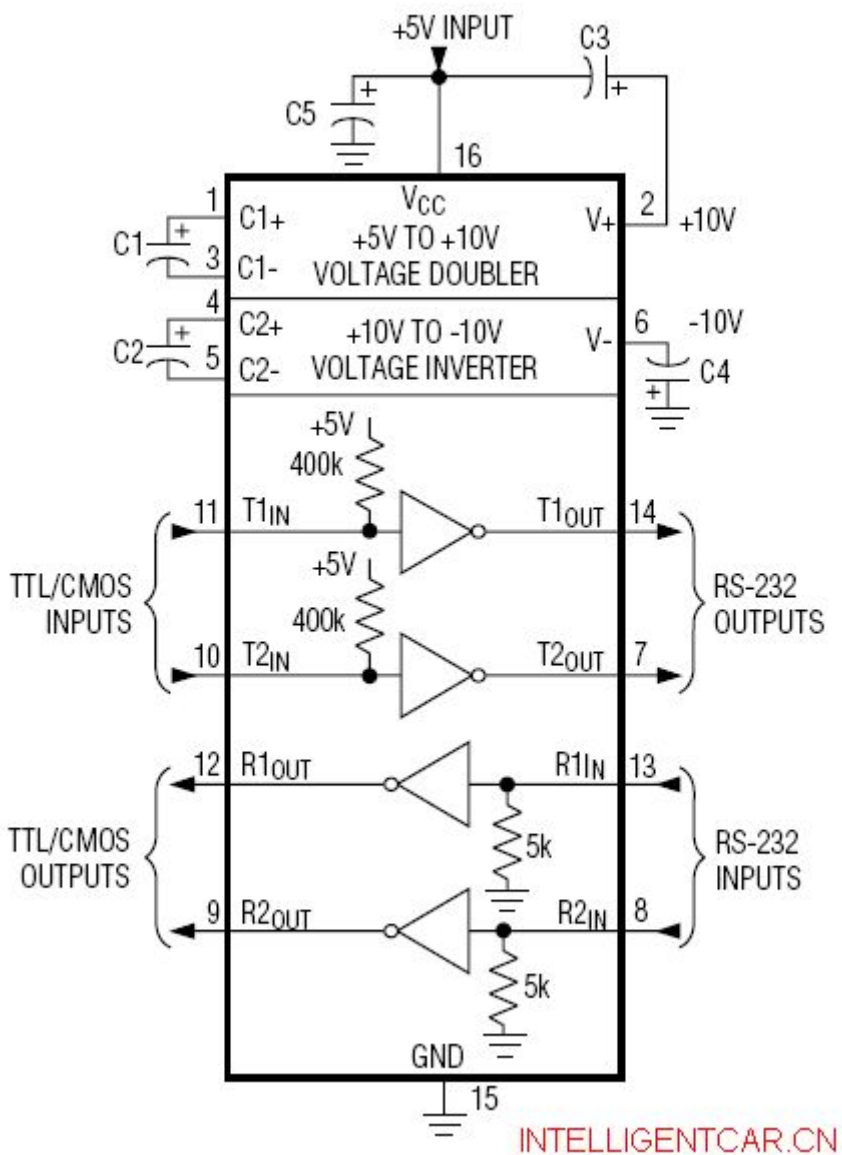


CAPACITANCE (μF)					
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	4.7	4.7	10	10	4.7
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

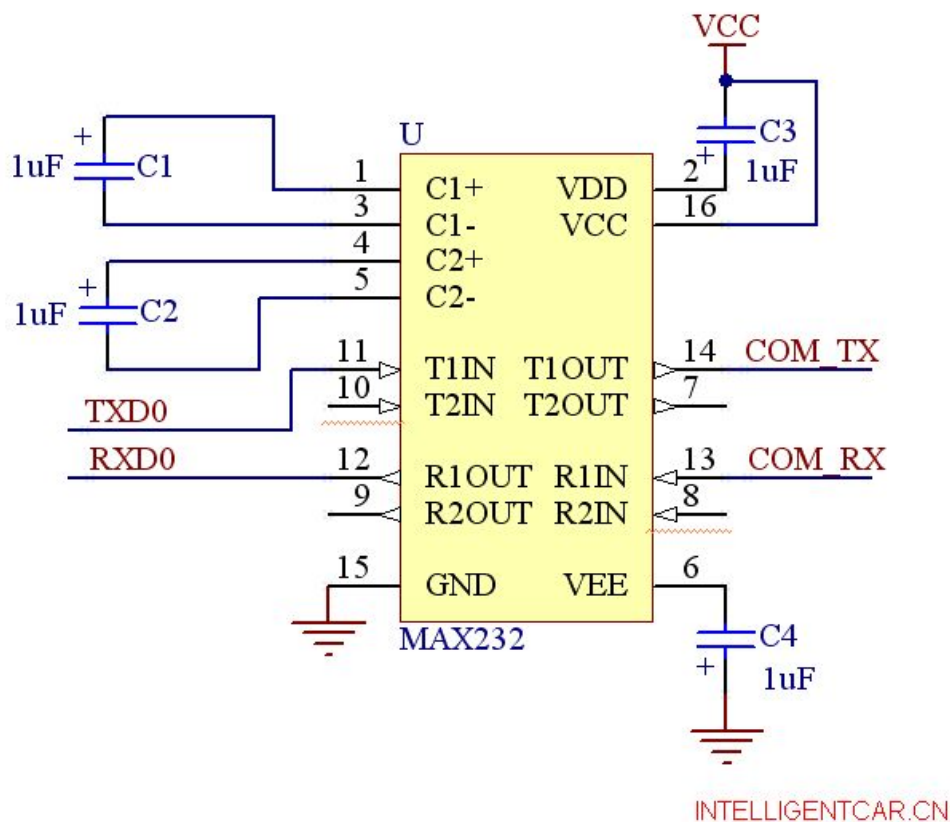
INTELLIGENTCAR.CN

上图的下半部分为不同型号芯片对应的外接电容值，MAX232 一般外接 1uF 的电容而 MAX232A 外接 0.1uF 的电容，我们应注意到这一点。

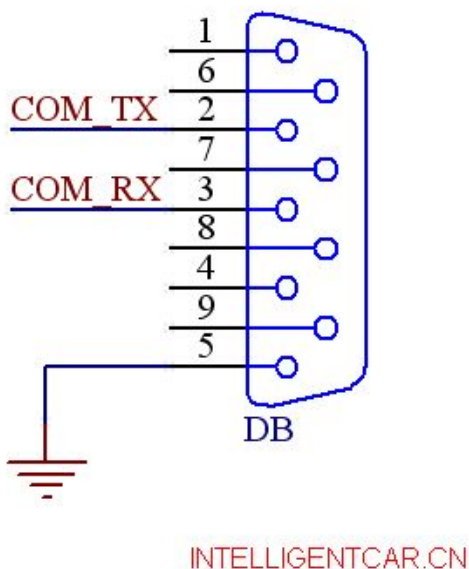
下图为 MAX232 的内部结构图和外部接线图：



接下来 DEMON 给出对应 S12 单片机与 MAX232 的电路原理图：



图中的 RXD0(串行接收 0), TXD0(串行发送 0) 分别接单片机的 PS0(89 引脚)和 PS1(90 引脚)。此外我们还要设计一个串行接口，如下图：



我们只用了串行接口的 3 个引脚，其中 2 引脚为串行发送，接 MAX232 的 14 引脚，3 引脚为串行接收，接 MAX232 的 13 引脚，5 引脚接地，这样我们就完成了 RS232 串行通讯端口的设计。

第九节 S12 单片机的运行模式

S12 系列单片机可以通过对 MODA (PE5), MODB (PE6), MODC (BKGD), ROMCTL (PK7) 的输入设定 8 种不同的工作模式，具体见下表：

BKGD = MODC	PE6 = MODB	PE5 = MODA	PK7 = ROMCTL	ROMON Bit	Mode Description
0	0	0	X	1	特殊单片模式
0	0	1	0	1	仿真扩展窄模式
			1	0	
0	1	0	X	0	特殊测试模式
0	1	1	0	1	仿真扩展宽模式
			1	0	
1	0	0	X	1	普通单片模式
1	0	1	0	0	普通扩展窄模式
			1	1	
1	1	0	X	1	特殊外扩模式
1	1	1	0	0	普通扩展宽模式
			1	1	

它的设置原理是在单片机进行复位时，将以上几个引脚的电平状态写入到模式寄存器的相应位，表中的 ROMON 位是决定 FLASH 内存状态的，而 ROMON 位是由 ROMCTL (PK7) 决定的。我们也可在单片机运行的情况下通过改写模式寄存器更改单片机的运行模式。

由于 S12 系列单片机的内部 FLASH 和 RAM 都很大,我们通常用普通单片模式就能达到我们的要求所以 DEMON 以下着重讲下普通单片模式的设定。普通单片模式即上图的第 5 种情况,从表中可知,这时 MODA (PE5) 需给低电平,MODB (PE6) 也给低电平,而 MODC (BKGD) 需要给高电平,ROMCTL (PK7) 是决定是否使用片内 FLASH,在单片模式该引脚设置不起作用,所以我们可以任其悬空。

由于 MODA (PE5) 和 MODB (PE6) 具有内部下拉电阻即默认为普通单片模式,所以我们可以不对其进行电路连接就可使单片机工作于单片模式,但是为了稳定性我们通常在其外部下拉 3.3K 电阻。

当使用 BDM 调试单片机时,单片机必须处于调试状态即特殊模式,即特殊模式要求 MODC (BKGD) 为低电平,而当 BDM 调试器的插头接入单片机时 MODC (BKGD) 被 BDM 调试器对应引脚拉低,单片机自动进入特殊模式,当 BDM 调试器插头拔下时由于我们给 MODC (BKGD) 上拉了 3.3K 电阻,单片机又自动进入普通单片模式。

其他模式的设定请大家参照上表自行设定。

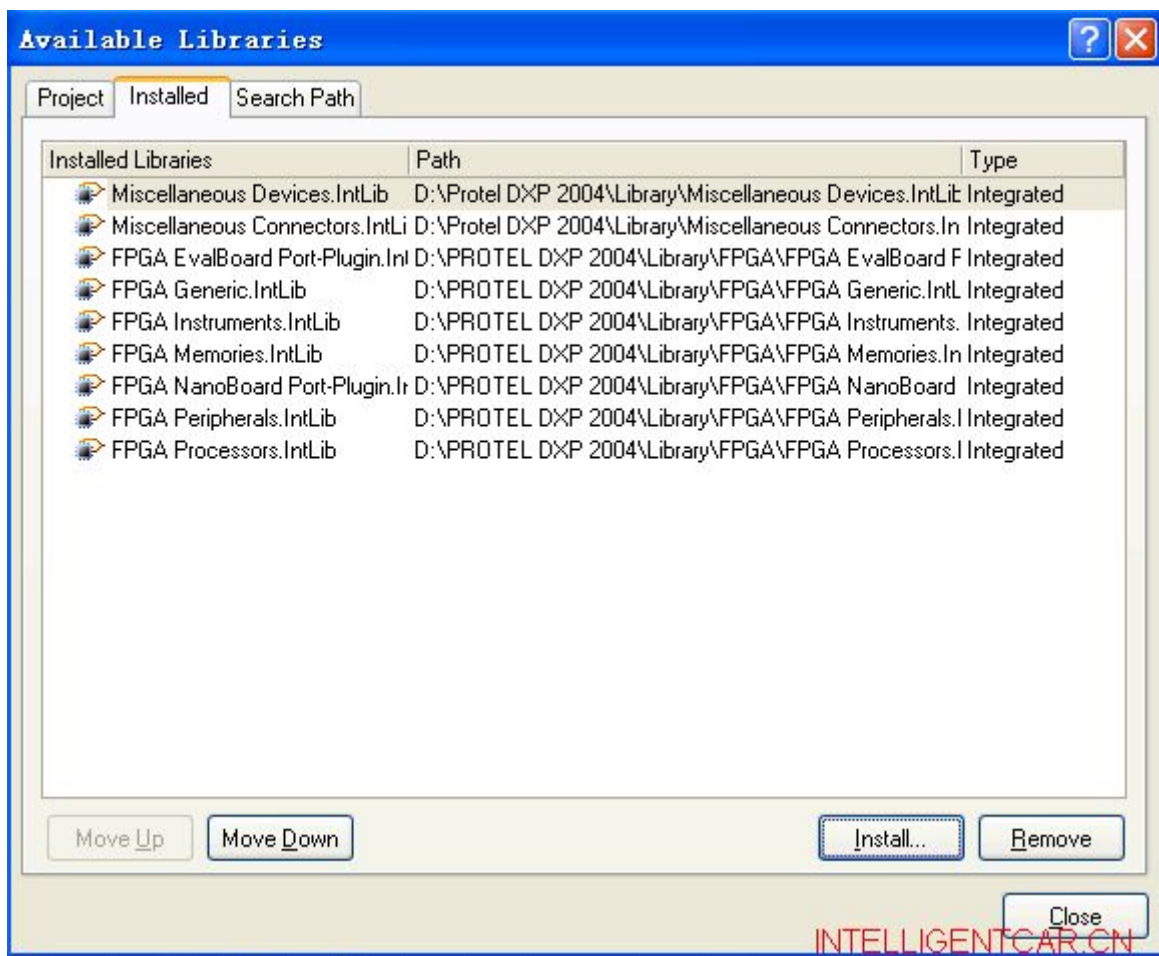
目前 DEMON 已经把 S12 单片机的 112 个引脚讲解的差不多了,现在还差一个,就是 TEST (48 引脚),这个引脚是 FREESCALE 内部用来测试出厂前芯片的,我们不必了解太多,但是这个引脚一定要给低电平芯片才能正常工作,所以我们也给它下拉一个 3.3K 的电阻。

第十节 使用 DXP 设计单片机系统

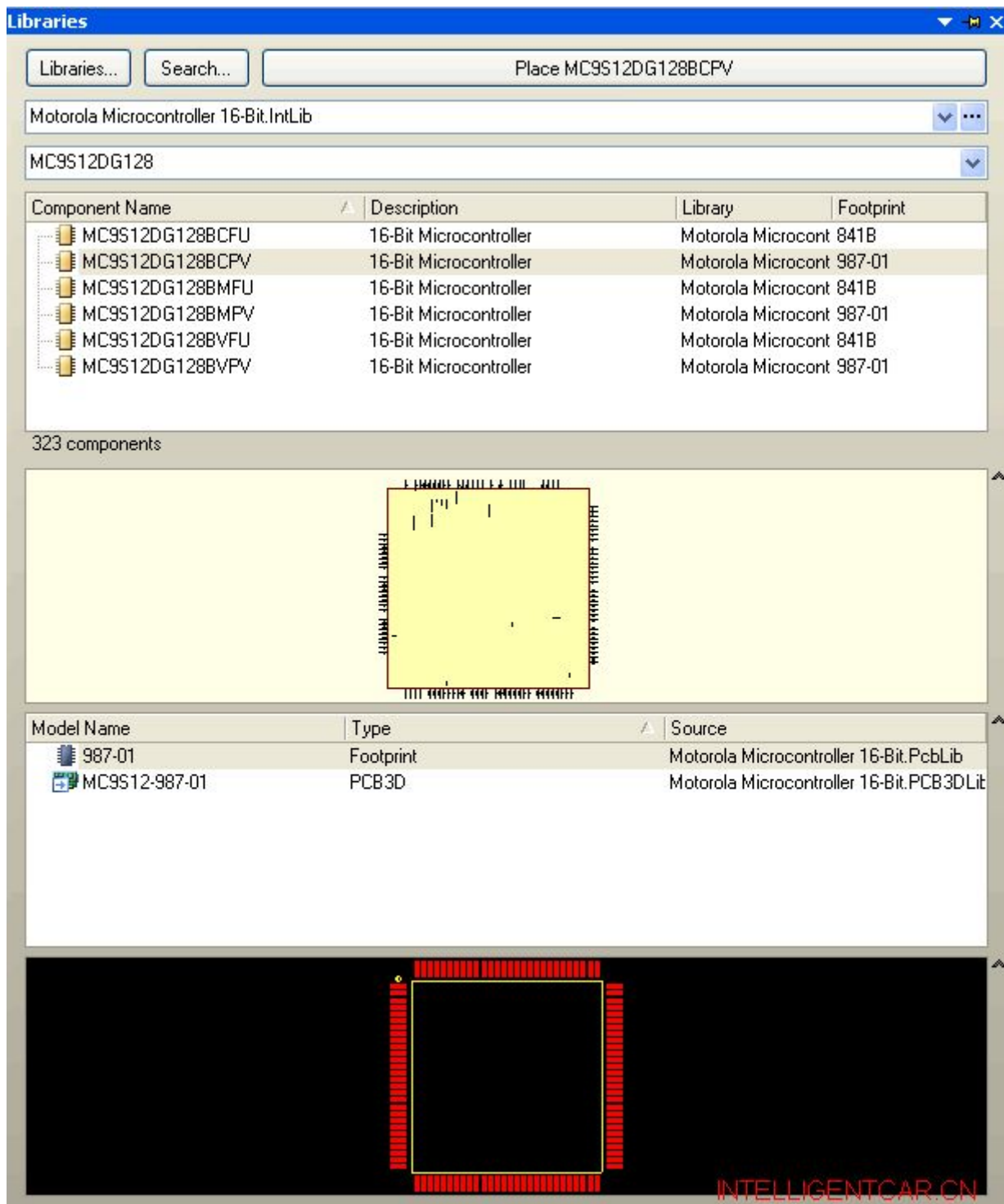
新版的 DXP 内置了 S12 系列单片机的元件库,有了前几节的知识,我们可以使用 DXP 轻松完成 S12 单片机系统的原理图和 PCB 图的设计。DEMON 以 MC9S12DG128 为例先讲解 112 引脚的 MC9S12DG128 如何从库中找到并导出。

首先启动 DXP，新建一工程并保存到你习惯的路径，新建原理图文档并保存。

点击右侧的 Libraries，这时弹出 Libraries 面板，我们再点击面板左上角的 Libraries，出现如 Available Libraries 对话框，我们选择 Installed 选项卡，如下图：



点击其右下角的 Install，在弹出对话框中，寻找 Motorola 中的 Motorola Microcontroller 16-Bit.IntLib，一般路径为：你安装的 DXP/Library/Motorola/Motorola Microcontroller 16-Bit.IntLib，双击该库则将其加入到了 Libraries 面板，点击上图的 Close 关闭 Available Libraries 对话框，这时我们就可以在 Libraries 面板中寻找 MC9S12DG128 的元件图了，在 Libraries 面板第二个文本框内输入 MC9S12DG128，则出现下图所示情况：

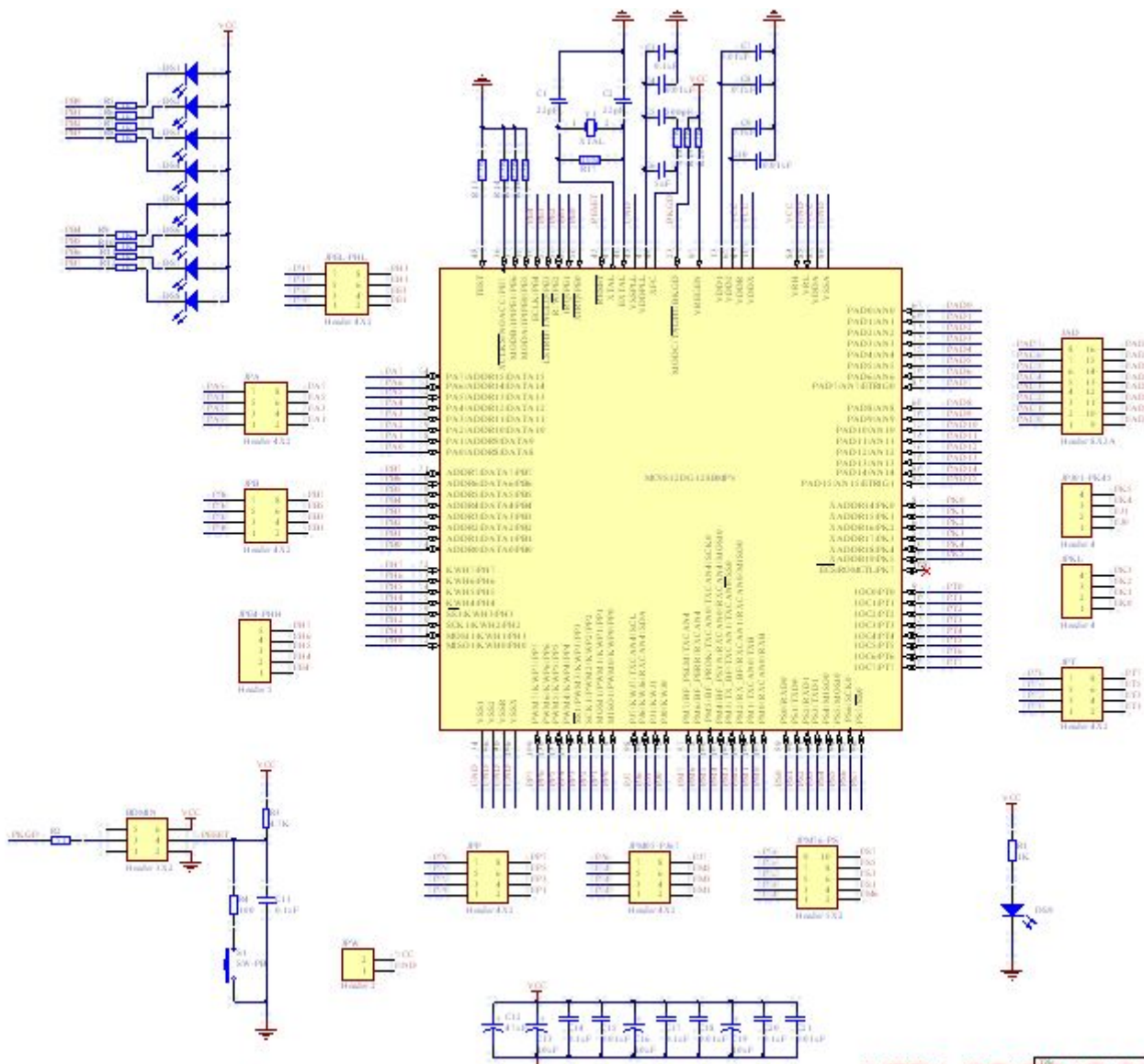


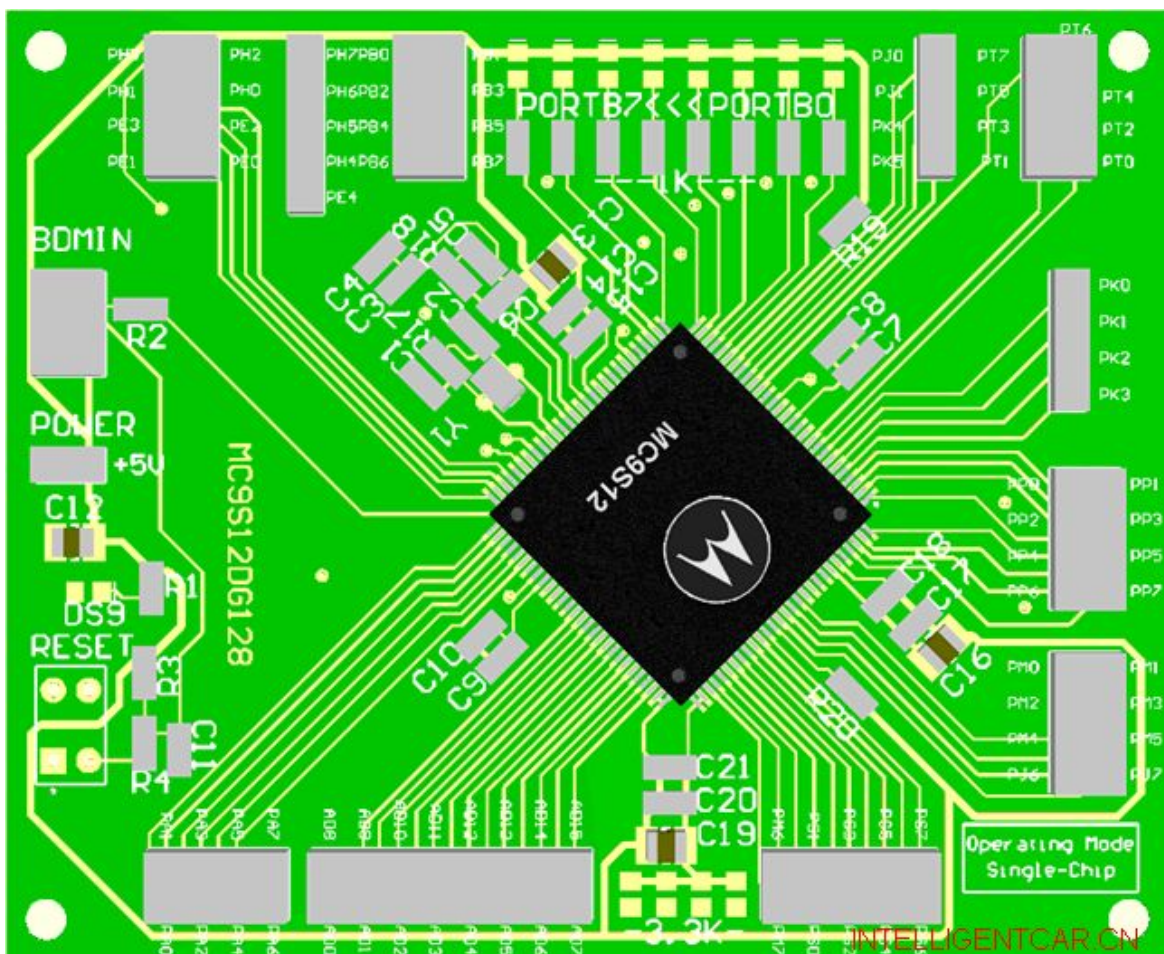
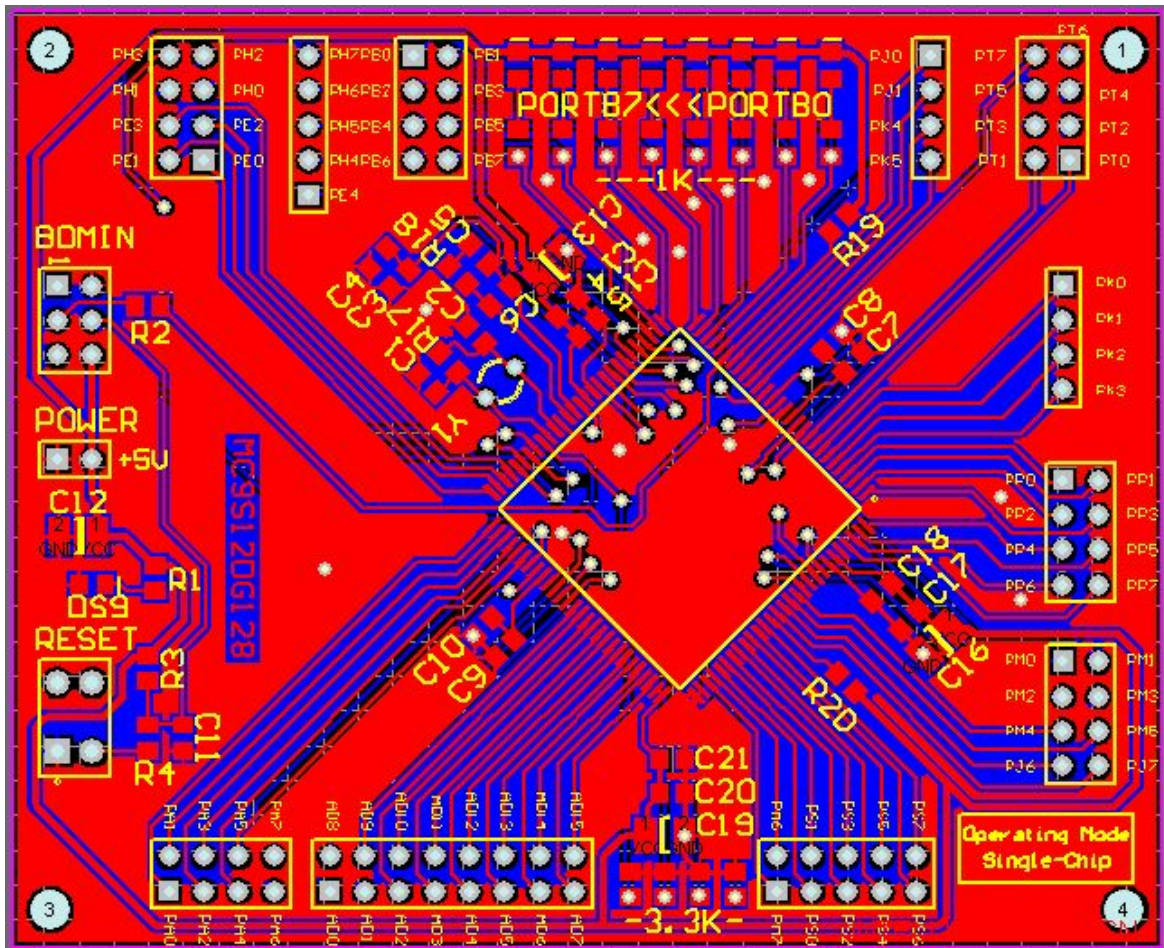
上图中的 MC9S12DG128CPV 和 MC9S12DG128MPV 是我们需要的 112 引角封装的元件，我们可以点击 Libraries 面板右上角的 Place 将它放置到原理图中。

此外在我们不清楚 MC9S12DG128 所在库的具体位置时,我们还可以使用 Libraries 面板上的 Search 按钮在全库搜索 MC9S12DG128。

之后我们就可以增加其他元件并合理布线来完成该原理图的绘制,在原理图绘制完毕后,我们可以利用 DXP 的导入功能将原理图自动倒入到 PCB 文档中,这里注意的地方是原理图和 PCB 图需要保存并存在于同一工程内才能成功的导入。在这里 DEMON 提醒大家设计 PCB 图时注意避免信号线以及元件之间的干扰,并合理利用敷铜削弱这些干扰。

以下是 DEMON 设计的一个 MC9S12DG128 系统板的原理图和 PCB 图以及 3D 效果图:





详细的设计图和 PCB 图可以点击 DEMON 上传到 www.intelligentcar.cn 的 [MC9S12DG128 的几个原理图和 PCB.rar](#) 下载后使用 DXP 打开查看

至此，S12 单片机系统的硬件设计就结束了，希望对初学者有所帮助，也欢迎大家和 DEMON 一起交流，讨论，我的邮箱是 Wangpanbao@126.com，谢谢大家的审阅。

您的资料来自于智能车制作 www.intelligentcar.cn

智能车制作网站旨在为广大电子爱好者提供和搭建各种制作智能车的资料和讨论交流平台，也为筹备参加全国智能车大赛的高校学生进行技术支持和信息服务。

智能车制作欢迎您的再次莅临。

站长:DEMON