

# 1. 前提

此库的目的在于指导开发人员工作，而非限制开发人员思维，因此可有可无的内容尽量避免出现在库中。应写清每条标准的意义，以便开发人员判断是否适用于正在开发的产品，并便于在设计新产品或技术迭代时判断如何对旧标准同步更新。

## 2. 标准库

### 2.1. 电路设计标准

#### 2.1.1. 元器件封装

元器件封装应对生产人员友好。在设计高速产品时可以使用0402及更小的封装，常规产品应使用0603及更大的封装。尽量选择引脚外露的器件。封装越大生产加工难度和产品不良率越低，引脚外露便于焊接后观察焊接质量，减小维修重焊难度。

#### 2.1.2. 电气参数

应用新的电路时，要用示波器监控一下耦合到信号上的杂波是否超过元器件电气参数上下限。

#### 2.1.3. 静电防护

插座排针或焊盘较大且容易被手碰到的线路应考虑静电防护。对于电源类，应用钳位电压低一些，静电泄放功率高一些的TVS管，对于信号引脚，可以使用结电容小一些，能保证信号质量的ESD管。

#### 2.1.4. 螺丝孔

信号线与螺丝孔的距离应大于螺丝帽或螺母的半径，避免拧螺丝时阻焊层磨损露出金属，引起短路问题。可以从keep-out层在螺丝孔处画个圆圈，圆圈半径大于螺丝帽或螺母半径。

#### 2.1.5. 正负片工艺

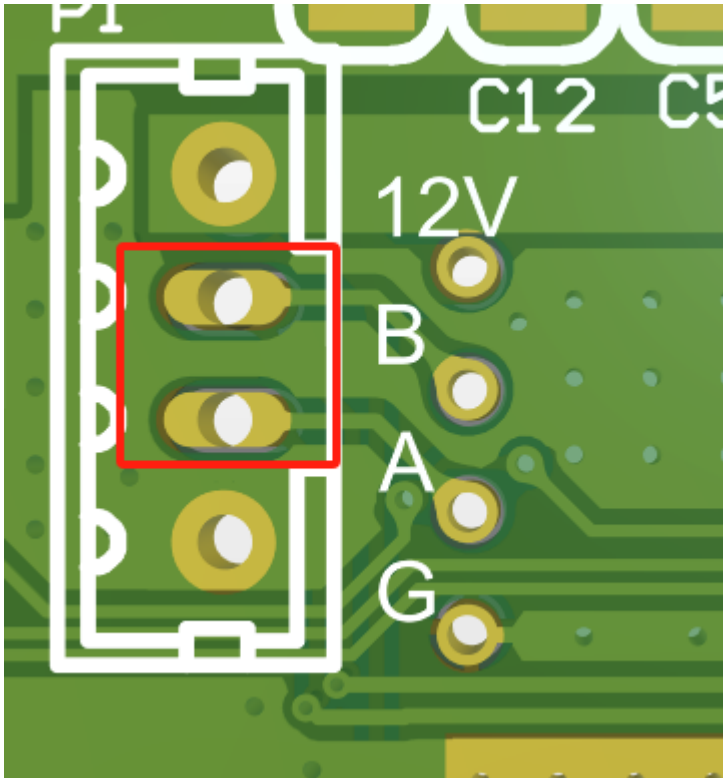
画多层板时，尽量避免使用负片，因为负片的加工工艺不如正片可靠。按嘉立创的意思负片工艺是厂家偷工减料节约成本的做法，非常抵制负片工艺。

## 2.1.6. 射频干扰

产品包含射频部分时，应让信号线远离天线。关键信号线应有完整的地线进行包围。如受布局影响必须靠近天线，应加粗此处信号线以降低干扰程度。射频信号耦合到信号线上后，容易导致信号波动范围超过元件电参数上下限（一般是超过下限），引起元件复位或死机。

## 2.1.7. 插座类元件

如果引脚间距较小，建议中间的几个焊盘使用下图所示的椭圆焊盘，避免受锡渣影响导致短路。



## 2.1.8. 高速信号质量控制

- 在信号频率较高时，差分类信号线长差异不要太大，避免影响数据稳定性，一般不应超过5mil；
- 用多层板画高速信号线时，高速信号尽量使用带状线，保证阻抗的一致性；
- 同一层画多条高速信号线时，注意保持线宽2~3倍以上的间距，以避免串扰；
- 高速信号要有完整的参考层来避免信号反射。
- 尽量减少高速信号线经过过孔的次数，尽量减小过孔stub长度；
- 高速信号过孔应在附近加一个地孔做信号回流区域，减小阻抗变化；
- 高速信号应让PCB厂家加工时做阻抗控制，以保证理论值和实际加工值偏差尽可能小；
- 高速差分信号线做等长处理时，两根线的距离不可太大，避免差分阻抗出现大的波动；
- 高速信号线计算等长时，应包含主芯片内部引脚长度，一般可以从芯片公司开放的资料中获取到；
- 高速差分信号线如有等长要求，那么等长的处理越早越好，例如能在信号线起始端画等长线，就避免在终端画等长线；

- 不同组间高速信号线一般应有包地处理，包地线每隔一段距离加一个GND孔；
- 高速信号线注意不同信号组之间的信号等长控制，等长规则可以上网搜索到；
- 受到成本控制或元器件密度限制，一些电源或信号线不得经过高速信号参考平面，导致高速信号线的参考平面不完整时，尽量选择从速度低一些的信号参考平面经过；
- 高速信号线经过ESD管或者上拉下拉电阻时，应减小走线stub长度；
- 为保证高速信号阻抗一致性，应在走线宽度突变的地区，例如焊盘区域，进行隔层参考，也就是将相邻参考层做挖空处理；

## 2.1.9. 低功耗产品

为降低单片机引脚漏电流：

- 没有接外围电路的单片机引脚，应避免处于悬空状态，一般建议配置成输出低（或遵循单片机手册进行配置）；
- 比如一个型号的单片机使用的内核，预留接口为144pin，而咱们使用的单片机只引出了64pin，对于缺少的那80pin，也应进行配置（或遵循单片机手册进行配置）。

## 2.1.10. 接插件位置

- 接插件应靠近板边放置，伸出板边的长度控制在2mm左右，以便做外壳时既不会影响插拔操作，也不会伸出外壳太多；
- 当线路板包含多个立式插座时，尽量选择高度相差不大的插座，一是封装外壳时会更加美观，二是插座高低差较大，较低的插座插拔插头时手感不好；
- 立式接插件应靠近线路板角落或板边放置，如情况特殊不能放到板边，应做受力分析，让电源线避开弯曲严重的区域。避免大力插拔引起线路板弯曲时损伤电源走线，电源线受损会增加此区域的电阻，此处长时间过大电流会烧坏PCB板；
- 接插件焊盘与其它焊盘的距离尽量大于5mm，以保证焊接便捷性，减小锡渣的影响，因为接插件一般是手工焊接的，手工焊接容易留下大量锡渣；

## 2.1.11. 板边距控制

线或焊盘离边至少保持0.5mm（20mil）间距，避免板厂切割线路板时损坏信号线。

## 2.1.12. 原理图标注规范（非强制要求）

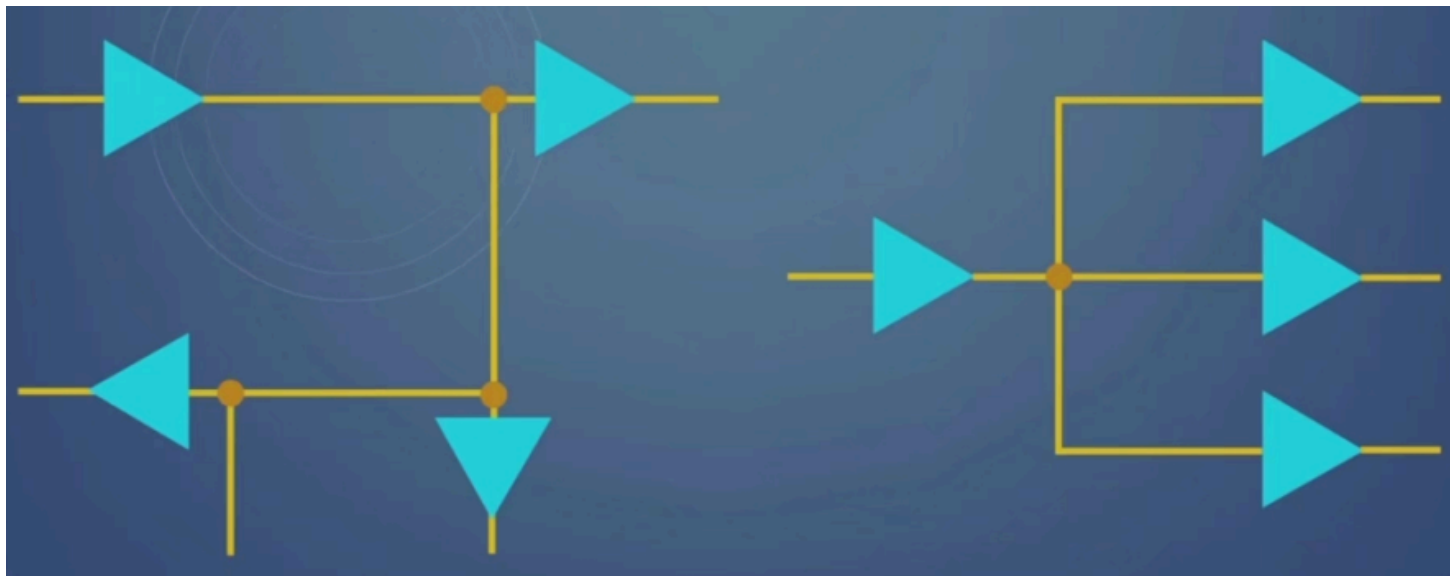
- 根据DCDC输出电压，结合芯片手册和分压电阻的误差范围，标出默认输出电压及实际输出电压的所在区间，如“4.85~5.25V，默认5V”；
- 对电气参数有特殊要求的元件，例如对功耗或电流要求较高，应在元件旁添加相应标注，如“P<sub>MIN</sub>=1.5W”；

## 2.1.13. PCB标注规范

线路板应预留足够的空间来放置公司logo、PCB版本号、设计人和设计日期。

## 2.1.14. 高速信号接多负载时的处理

当驱动器的高速信号输出端同时接多个负载时，可以通过下图的两种方式接线，左面为菊花链型，右侧为星型。这样有利于避免各负载相互干扰。



## 2.1.15. 产品设计模式

- 公司产品售价较贵，应优先保证产品质量，对于电路防护措施，应尽可能全面，避免为了节省几毛几分钱导致产品出现可靠性差的问题；
- 公司产品功耗较大，追求通讯的实时性，无需考虑低功耗管理例如深度睡眠模式和待机模式等，也无需考虑低功耗单片机或电源芯片，优先考虑运行速度高且供电能力可靠的芯片；
- 公司产品出货量较小，但种类较多，设计生产检测工装时，尽量保证工装体积小，通用性高。

## 2.1.16. 工装设计模式

- 对于电源类，既要测试电压值，也要保证输出电流足够。对于电压，可以通过ADC进行精确检测，或者12V-电阻-LED-7.6V-电阻-LED-5V-电阻-LED-3.3V-电阻-LED-GND的方式进行粗略检测，只是要保证电阻阻值足够大，让LED微微亮就可以了，避免上级电压过多叠加在下级电压上。对于检测输出电流，可以利用大功率电阻的方式。

## 2.1.15. 锂电池充电管理

锂电池充电应针对每一节锂电池做充放电管理，也就是平衡充，因为各个电池的初始电量可能不同，如果不做平衡充会导致有的电池过充或过放。

## 2.2. 元器件选型标准

### 2.2.1. 普遍性

所选的元器件应为被广泛使用验证过的器件，尽量选大厂推出的器件，尽量少使用冷门、偏门芯片，减少开发风险。

### 2.2.2. 高性价比

在功能、性能、使用率都相近的情况下，尽量选择价格便宜的元器件，降低成本。

### 2.2.3. 采购方便

尽量选择容易买到、供货周期短的元器件。

### 2.2.4. 持续发展

尽量选择在可预见的时间内不会停产的元器件,禁止选用停产的器件,优选生命周期处于成长期、成熟期的器件。

### 2.2.5. 向上兼容

尽量选择以前老产品用过的元器件。

### 2.2.6. 电参数

结合信号干扰时耦合到电压或信号上的纹波，器件老化后性能的衰减，器件本身存在的工艺误差等因素，针对器件耐压建议降额20%以上使用，针对输出电流和功率，建议降额10%以上使用。

### 2.2.7. 电源芯片

电源芯片选型时，尽量选择输入电压高一些的，避免脉冲浪涌叠加在电源输入端损坏芯片。虽然类似情况可以通过TVS管进行防护，但输入电压高一些的电源芯片价格最多贵几毛几分钱，双重防护安全性更高。

## 2.3. 嵌入式开发标准

### 2.3.1. 程序版本识别

应有办法直观地判断产品使用的程序版本，例如在液晶屏的角落增加版本号，或利用LED灯的闪烁规则表示版本号。

### 2.3.2. 任务实时性

- 当程序为多任务同时运行的模式时，尽量避免使用堵塞延时。
- 中断函数中应尽量少放入耗时较长的函数，尽量只在中断中做标志和基础函数的管理。

### 2.3.3. 数据传输速度

数据传输速度应结合业务场景、通讯频率和单包指令最长字节数，以尽量低的速度为准。数据收发速度越低，信号稳定性越高，产生的辐射越小，抗干扰能力越强，对其它线路的干扰越小。

### 2.3.4. 单片机初始化配置

单片机初始化后，应先延时50~100ms后再进行硬件初始化。比如电路配置单片机3.3V供电，但刚通电时，可能电压升到2点几V单片机就开始运行，此时外部电路或单片机状态可能不太稳定，因此最好延时一段时间再做硬件初始化工作。

### 2.3.5. 看门狗

一个完整的单片机工程（给学生们的例程代码除外）最好配置看门狗功能，以便单片机受干扰导致死机时能自动复位。

### 2.3.6. 写flash/EEPROM

写flash或EEPROM时，应关闭所有中断，在写入成功后打开中断。如此时进行串口收发，应在写完flash或EEPROM后再进行响应。（确认是否写入成功，除了判断库函数标志外，可以增加一个校验区，写入前对参数进行校验，写入后读出来再次校验，如两次校验码相同说明写入成功）历史问题记录：CD5516舵机程序，发指令写EEPROM，在写入结束前就返回了响应指令，串口和写EEPROM操作赶在一起导致单片机复位了。

## **3. 生产便捷性管理标准**

### **3.1. 外接设备**

#### **3.1.1. 默认接线方式**

外接设备默认使用插头插座形式，便于产品售后管理。如产品出问题，需要老师学生动手更换某个零配件，插头插座的形式会更友好，如果是焊线方式会导致可操作性变差。

#### **3.1.2. 不同外设连接方式**

不同的外接设备，避免使用相同的插头插座，避免插混。

#### **3.1.3. 同类外设连接方式**

同一种外接设备，如用到了多个，如需要避免接错，可以使用同一种类型但不同颜色的插头插座，既可以避免相互弄混，又可以在其中一个设备出问题时利用其它设备的插座进行测试，来判断是PCBA接口电路出了问题还是设备自身出了问题。