

双面电路板的制作

◎ 王晓静

使用单面敷铜板只能制作一些相对简单的电路,有必要了解双面电路板的业余制作的工艺流程。在制作双面电路板时需要准备的工具及材料大致有:双面敷铜板、热转印纸、砂纸、剪刀、油性笔、盐酸、双氧水、手电钻、烙铁、双绞线、纸胶带、烙铁、焊锡、松香等。

一、准备 PCB 图

1. 电路原理图

以 6 位 LED 动态显示电路为例,电路原理图如图

1 所示。当电路图较复杂时,完工的电路图一定要经过 ERC 电气规则检查,采用默认选项,从而保证电路不出现短路、断路、网络名重复等严重问题。

2. PCB 图

双面电路板的两面分别称为顶层和底层,顶层与底层均可布线,元器件一般放置在顶层。顶层与底层的线通过引线孔、过孔相连接,采用自动布线方式时,过孔是在布线时自动添加的。由于双面电路板的特殊性

及手工制作的局限性,在设计双面电路板的 PCB 图时

End If
End Sub

五、单片机程序设计

为便于硬件实现,温度传感器采用了 DS18B20,该芯片具有耐磨耐碰,体积小,使用方便的特点,采用独特的单线接口方式,仅需要一条口线即可实现微处理器与 DS18B20 的双向通信。

温度显示部分用的是 MAX7219 控制的 4 个 LED 数码管。MAX7219 是一种高集成化的串行输入 / 输出的共阴极 LED 显示驱动器,每片可驱动 8 位 7 段加小数点的共阴极数码管,而与微处理器的连接只需 3 根线。MAX7219 内部设有扫描电路,除了更新显示数据时从单片机接收数据外,平时独立工作,极大地节省了 MCU 有限的运行时间和程序资源。并且编程简易,本程序中,仅仅调用

Write7219(地址,数字);

就可以修改相应数码管的显示。

限于篇幅 ds18b20 和 MAX7219 的程序从略,读者可根据需要替换成相关的显示函数和温度采集函数。本实例已录制成视频,读者可以到 www.ele169.com 下载观看。

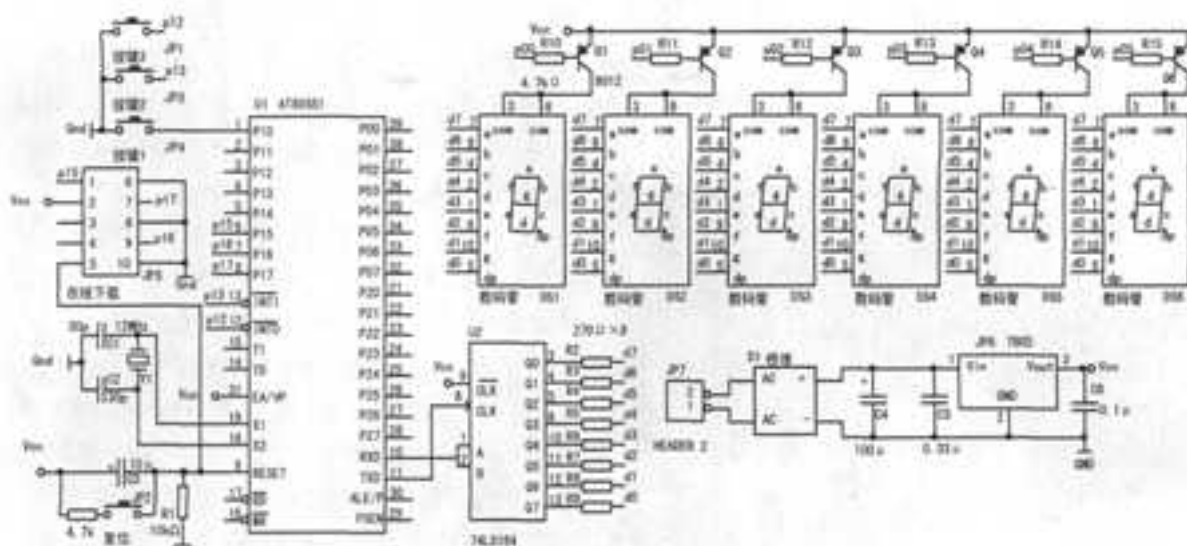
主程序清单如下:

```
void main()
{
    init();
    write7219(3,settemp/10);
    // 显示默认的设定温度,settemp 为设定温度
```

```
write7219(4,settemp%10);
while(1){
    tmpchange();           // 启动温度转换
    delay(10);             // 等待转换结束
    tmp();                 // 读取温度转换结果
    curtemp=temp_l/16+temp_h%8*16;
    // 计算温度值,curtemp 为当前温度
    write7219(1,curtemp/10); // 显示测量温度
    write7219(2,curtemp%10);
    SBUF=curtemp;          // 发送给串口
    while(TI==0);          // 查询方式,等待发送完毕
    TI=0;                  // 清空发送标志位
    if(curtemp>=settemp)beep();
    // 温度高于设定值则报警
    delays(100);           // 每 100ms 重复一次以上动作
}
```

初始化程序清单如下

```
void init() {           // 初始化串口 / 定时器
    TMOD=0x20;          // 定时器 1 工作方式 2
    TH1=0x0fd;          // 设置波特率为 9.6kb/s
    TL1=0x0fd;
    TR1=1;              // 启动定时器 1
    SCON=0x50;
    // 设置串行口为 10 位异步收发,且允许接收
    curtemp=25;          // 当前温度,默认 25
    settemp=35;          // 设定温度,默认 35
    EA=1;               // 开总中断
    ES=1;               // 开串口中断
}
```



193

① 线径适当加宽。如普通线径 1mm, 电源线径 1.2mm, 地线线径 1.4mm。在电路板尺寸允许时, 线径应尽量宽并且保证地线线径 > 电源线径 > 普通线径。通过修改设计规则实现上述要求。另 Protel DXP 中的尺寸单位有英制 (Imperial) 与公制 (Metric) 两种, 可单击【View】/【Toggle Units】在两者之间切换。例如将地线线径改为 1.4mm, 可单击【Design】/【Rules】, 在出现的对话框中修改 Routing 中的 Width 选项, 即可将此需要添加为新的线径规则, 如图 2 所示。

② 元器件的焊盘适当加大。封装库中的焊盘的默认尺寸不适合手工制作,所以应增大焊盘尺寸。如分立元器件、集成块的焊盘直径可设置为 2mm,桥堆可设为 3mm,其它体积较大的元器件视情况而定。上述要求可通过整体修改实现。如将所有直径为 1.5mm 的圆形焊盘的直径设为 2mm,Protel DXP 整体修改原理是先选取后修改。

第一步,选取。用鼠标光标指向需要整体修改的其中一个焊盘,光标要指在只有焊盘层的区域,点鼠标右键,出现鼠标右键菜单,否则,在弹出鼠标右键菜单之前还要选择是焊盘还是和焊盘连接的导线,或者器件,这时只能选焊盘(Pad)。在弹出的鼠标右键菜单里点第一项寻找相似的对象(Find Similar Objects),弹出寻找相似对象对话框,如图3所示,我们的目的是寻找形状与尺寸均相同的所有焊盘。点 Pad Shape (All Layers)、Pad X Size (All Layers)和 Pad Y Size (All Layers)这三栏中的任意的(Any),出现下拉箭头,有三个选项分别为任意的(Any)、相同的(Same)、不同的(Different),均选择相同的(Same),查找相似项的条件设置好后,点击OK,在PCB工作区内,不满足条件的焊盘均变暗,将满足条件的焊盘突显出来,并出现了检查员(Inspector)对话框如图4所示,这

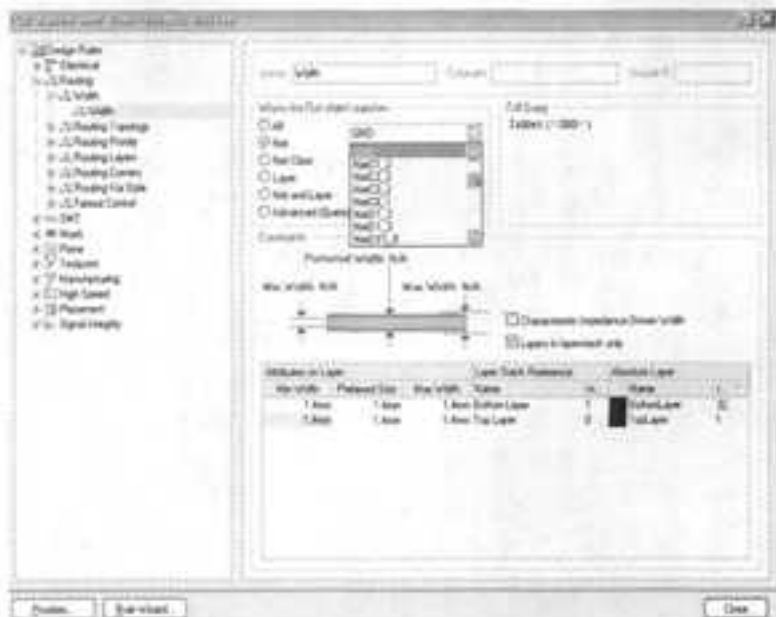


图 2



图 3



图 4

个对话框是工具栏式对话框,可以放在左边,也可以隐藏,出现这个对话框时选取完成。

第二步,修改。将检查员(Inspector)对话框中 Pad X Size 和 Pad Y Size 栏目的 1.5mm 都改为 2mm,敲回车,关闭对话框,更改完毕。现在的问题是没有修改的地方还是暗的,如何恢复呢?用鼠标点主工具栏中按钮就可还原了。用此方法不仅可快速地使所有焊盘的尺寸满足要求,还可整体修改线径、隐藏元件值、字符大小等,原理图里的批量修改与此大同小异。

③ 尽量在底层优先布线。双层电路板的元件放置在顶层,手工制作电路板时,由于缺少沉铜工艺,即孔壁上不能敷铜,任一个孔顶层的铜膜导线无法与底层的铜膜导线相连;插入集成器件后,器件引脚只能与底层铜膜导线相连而无法与顶层铜膜导线相连,如仍像单面板时直接焊接元器件,则电路会存在大量的断路而不能工作。如何解决呢?可先在顶层引出铜膜导线的孔中穿入过线(1~2 根细铜线),并将顶层焊牢,而底层等插入元器件时与元器件管脚一起焊接;电阻、三极管等分立元器件可双面焊接,底层与顶层的线可通过器件引脚相连,因此不需焊接过线。这一部分的工作量比较大,所以在布线时应尽量减少顶层引线,采用自动布线后,再通过手工修改尽量减少顶层引线。

3. 打印 PCB 图

通过激光打印机或喷墨打印机将 PCB 图打印在热转印纸上。

(1) 热转印纸

一面非常光滑的纸,市场上有卖,A4 大小。像我们经常见到的玻璃纸,及时贴用完后要扔掉的一面,都可代替热转印纸。PCB 图要打在光滑的一面。热转印纸是一次性用纸,不可多次使用,以免影响激光打印机使用寿命,剩余的转印纸应保存在阴凉干燥处,不可受日光长期照射,否则影响转印效果。

(2) 打印机设置

① 页面设置:单击【File】/【Page Setup】,弹出对话框如图 5 所示。颜色选择单色(mono),不能灰色(gray);比例(scaling):选择 scaling,print,scale 选择 1.00,不能默认,否则图纸上元器件的尺寸与实物大小不相等,无法安装。其他选项可默认。

② 高级选项:在图 5 所示对话框中单击【Advanced】弹出对话框如图 6 所示,在该对话框中可以设置实际打印 PCB 图的哪一层,依需要翻或漆。

③ 打印顶层(Top Layer):选取多层(multi-layer,



图 5



图 6

选择多层才能打印出焊盘及过孔)、选镜像(mirror)、选洞(hole,方便钻孔及图纸粘贴)如图 6 所示。

④ 打印底层(Bottom layer):不选镜像,其它同顶层。

二、热转印

1. 裁板

6 位 LED 动态显示电路的电路板大小为 15cm × 10cm,电路板裁好后,先用洗衣粉清洗,后用细砂纸将边缘打磨光滑并除去敷铜板表面的氧化物,不能用力过大留下沟痕造成断线。

2. 热转印

将打印好的底层图纸用纸胶带粘在敷铜板上,在电路板上空白处钻好定位孔(在 PCB 图中可单独添加定位孔,也可用几个分散的引线孔或过孔代替);粘贴顶层图纸时,切记要将电路板对准强光,通过透过定位

孔的光线使底层与顶层图纸中的定位孔尽可能对准,这个过程称为定位。如果定位时偏差太大,元器件焊盘在底层与顶层会发生错位,错位严重时电路板无法使用。

热转印纸粘好后,怎样才能使热转印纸上的墨粉完全吸附在敷铜板上呢?由于热转印纸耐热、耐高温,并且 PCB 图打印在非常光滑的一面,因此当它在足够高的温度下时,墨粉将与热转印纸脱离从而吸附在敷铜板上。热转印机是实现此功能的专用设备,业余制作时可用电熨斗熨烫,温度控制在 190℃ 左右,用力压及不同方向,熨烫大约 1min 左右,效果也可以。切记当敷铜板完全冷却后,才能撕去热转印纸。

如果担心电熨斗加热的效果不好,手工制作时还可采用另一种方法。将顶层与底层的 PCB 图打印(任何打印机均可)在质量较好的及时贴上,质量较差的及时贴背面的胶粘不牢,腐蚀时易脱落。用与上述相同的方法将顶层与底层图粘贴在敷铜板上,再用直尺与小刀配合去除连线、焊盘除外的多余的纸,最后要清理干净残留在敷铜板上的胶,否则会影响腐蚀速度及效果。这种方法不需任何特殊设备且效果好,缺点是电路复杂时,费时较多。

3. 补线

不论是用热转印机还是用电熨斗热转印后,都会或多或少存在某些断线,不要担心,我们可用普通的油性笔对照 PCB 图进行手工修正。

三、腐蚀

将修正后的电路板,放到盐酸 + 双氧水 + 水(1:3:7)的腐蚀液中,这种液体清澈透明,可清楚地观察电路板的腐蚀程度。在腐蚀过程中要注意安全,选择通风好的地方,带上手套。约数分钟后,即可得到做工精细的双面电路板,记得要用清水洗去残留的腐蚀液,但不要清理掉墨粉或及时贴。

四、钻孔

使用手电钻或小型台钻进行钻孔,可先钻过孔、分立元器件的引线孔,手顺后再钻集成电路等要求高的引线孔。由于某些孔内需要穿 1 ~ 2 根细铜线才能将某一引脚底层与顶层的敷铜相连,所以可采用比平时稍大的钻头,如 0.9mm,孔径太小时,集成块插座不易插入且过线易断。

钻好所有的孔后,用细砂纸或洗衣粉清理干净剩

圆形停车库汽车存取控制程序设计

甘肃畜牧工程职业技术学院电信系 © 李先山

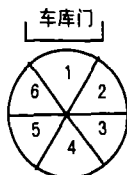


图1 圆形停车库模拟示意图

圆形停车库有六个泊位如图1所示。钥匙开关 QS1 ~ QS6 分别为六个泊位的选择开关, SQ1 ~ SQ6 为汽车在位限位开关, 车库只设一个进出口。当控制系统开始运行时, PLC 登记当前处在进出口位置的泊位号。钥匙开关是个三档开关, 往左拧是存车, 往右拧是取车, 不用时处在空当。当有存取车信号时, PLC 记录此泊位号并判断是存还是取, 然后圆盘按照离请求泊位号最近的方向转动。转盘转动到待存取车号位置时停止, 停止后开门, 10s 后关门, 结束一次存取, 等待下一个信号。在处理某一请求信号过程时, 其他请求信号均无效, 处理完当前信号并记录此信号才可以接受下一个请求信号。用 7 段数码管显示处在门口泊位号。

当有存取车信号时, PLC 记录此泊位号并判断是存还是取, 然后圆盘按照离请求泊位号最近的方向转动。转盘转动到待存取车号位置时停止, 停止后开门, 10s 后关门, 结束一次存取, 等待下一个信号。在处理某一请求信号过程时, 其他请求信号均无效, 处理完当前信号并记录此信号才可以接受下一个请求信号。用 7 段数码管显示处在门口泊位号。

转盘转动由三相异步电动机拖动, 电磁抱闸制动。

一、控制原理

用 PLC 控制车库转动方向的流程图如图 2 所示。

假设现在 6 号车库在门口, 要取 2 号车, 那么 6 号车库下面的 QS6 闭合, 由传送指令使 D0=6; SQ2 闭合, 由传送指令使 D1=2, D0 与 D1 进行比较, $D0 > D1$, $D0 - D1 = 4 = D10$, $D10 > 3$, 车库反转; 当 1 号车库转到门口时, 1 号车库下面的 SQ1 受压, 由传送指令使则 D0=1, D0 和 D1 继续比较, $D0 < D1$, 则 $D0 + 6 = 7 = D2$, $D2 - D1 = 5 = D10$, $D10 > 3$, 车库继续反转; 当 2 号车库转到门口时, 由传送指令使 SQ2 受压, D0=2, 此时 $D0 = D1$, 开始取车, 电磁抱闸得电, 把轴抱住, 车门打开, 10s 后车门关闭, 取车过程结束。

假设现在 2 号车库在门口, 要存 6 号车, 那么 QS2 闭合, 由传送指令使 D0=2, SQ6 闭合, 由传送指令使

余的墨粉或及时贴。电路板终于制作出来了, 下面就是电路板的焊接了。

五、电路板焊接

1. 检查

由于是手工制作所以在焊接之前, 通过肉眼观察或万用表测量, 看是否有断路或短路, 及时修正, 重点检查顶层有无短路, 因为元器件安装在顶层后, 将某些引线覆盖, 如果存在短路, 检修起来会特别费时。

2. 焊接过孔

双面电路板较复杂, 焊接时一定要有一定的顺序, 一般先焊接所有的过孔, 由于设计 PCB 图时, 过孔与元器件焊盘的尺寸不同, 很容易区分, 焊接时在过孔中穿过 1 ~ 2 根铜线或 0.5mm 的硬芯线, 顶层与底层都焊牢后, 剪去多余部分。

3. 焊接过线

为使顶层整齐美观, 不使用双面焊接, 因此顶层所有引出铜膜导线的引线孔内均要焊接过线, 为了避免

短路, 顶层过线压平后要 与 引 线 孔 引 出 的 铜 膜 导 线 走 向 一 致, 在 离 引 线 孔 1mm 处 焊 牢; 而 底 层 不 需 焊 接, 预 留 1cm 后 剪 去 多 余 部 分。

4. 焊接元器件

过孔与过线焊接完后, 下来就是焊接元器件了, 一般是根据元器件的安装高度从低到高依次焊接。重点是集成块插座, 插入时要对准所有的孔后, 均匀用力下压, 注意不要将孔内的过线弄断, 然后将底层预留的 1cm 过线提起, 与引脚并在一起焊接后并剪去多余部分。

六、通电测试

通电前检查有无漏焊、虚焊、错焊, 并用万用表测量电源与地之间的阻值, 阻值过小时可能存在短路情况, 排除后再通电测试能否实现预期的功能。

本文是本人在指导学生实习过程中总结所得, 通过数届学生的实际操作, 完全可以制作出精美的双面电路板。