

印制线路板焊接性能的研究

杨贯永, 范少龙, 崔海颖

(山西汾西重工有限责任公司, 山西 太原 030027)

摘要: 在当前高科技和新技术不断涌现的时代背景下, 机械制造、安装、维修逐渐走向精细化, 要确保印制线路板的精度和准确, 就需要对印制线路板元器件的质量、元器件的焊接、基板的质量进行严格的控制。印制电路板也被称为 PCB, 是为电子元件提供电连接的重要部件, 具有高密度、重量轻、薄、弯折性好、可实现电路小型化、直观化等优势, 在大批量生产、优化电路布局方面发挥了很大的作用。本文以其为切入点, 详细介绍了印制线路板的组成, 并对焊接技术在印制线路板上的应用进行了阐述, 从而全面提高印刷线路板的焊接性能。

关键词: 印制线路板; 焊接; 性能

中图分类号: TM614

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.09.044

软启动器主要组成是串联在电源与受控马达之间的三个反向并联开关, 以印制线路板控制为核心, 而印制线路板控制则是其关键部分。在电路板的焊接中要注意的是各个方面的问题, 否则很可能会导致线路板和元件的损伤。印刷电路板的拿取方法以及正反面的识别, 用手拿 PCB 时应拿 PCB 的四角或边缘, 避免直接用手接触电路板的焊点、组件和连接器。

1 印制线路板的组成

1.1 “层”

“层”的概念与文字处理或其他软件中的嵌套和综合, 是为了实现图形、文字、色彩等的嵌套和综合, Protel 的“层”并非虚拟, 而是由印制板各个铜箔层组成。由于电子电路的器件安装密度高、抗干扰性、布线等特殊要求, 有些新型电子设备的印制板不但具有上下两面, 而且在板的中部还有一种经过特别处理的铜箔, 如目前电脑主板使用的主要是四层或更多, 因为工艺比较困难, 所以一般都是用在供电布线上, 通常采用大规模的铺片方式进行布线, 而在上下两个平面之间, 则用所谓的“过孔 (Via)”进行连接^[1]。Protel 的封装库中包含了许多 SMD 封装, 也就是表面焊接设备。这种装置除了体积小以外, 最大的特点就是采用了单一的分散元引脚。选择这种类型的设备时要明确设备的位置, 避免“丢失引脚”。

1.2 过孔

为了使各个楼层间的线路连接起来, 在每一层电线的连接部位都要打一个共同的孔洞, 称为过孔。在过孔的孔壁上采用化学淀积的方式, 将中间的铜箔连接起来, 然后把过孔的上下两个部分做成普通的焊盘, 就可以实现线路连通。

1.3 丝印层

为了便于电路的安装和维护, 在印制板的上下两个面上印制所要求的标记和文字编号、如元件的标号和标称值、元件外

轮廓和厂家标志、生产日期等等。

1.4 焊盘

在 PCB 设计中焊盘是最常见的、最关键的概念, 应充分考虑元件的形状、尺寸、布置方式、振动和受热状况、受力方向等。Protel 提供了一组尺寸和形状各异的焊盘, 如圆, 方, 八角, 圆, 以及用于定位的焊盘。比如, 对于发热、力大、电流大的衬垫, 可以自己设计为“泪滴状”。在自编焊盘时除上述规定外应注意下列几点, 当长度不一致时应考虑到连接线的宽度和焊盘的具体长度之间的差别。在器件引脚间选择长度不均匀的焊盘时常能起到事半功倍的作用, 根据元件引脚的厚度来决定元件焊盘的孔的尺寸^[2]。

1.5 膜

膜在 PCB 生产中是不可或缺的, 同时也是器件的焊接。根据“膜”的位置和功能, 可以将“膜”划分为两种类型: 元件面助焊膜 (TOPorBottom) 和元件面阻焊膜。助焊膜是用来在焊盘上增加焊接性的薄膜, 即在绿色平板上, 每个浅色的圆点, 都要比焊盘大一些。阻焊膜则恰恰相反, 为使所制得的板材能够适应波峰焊等焊接方式, 必须保证未焊盘的铜箔不能粘锡, 所以必须在焊盘之外的其他部分涂上一层涂层, 以防止其上锡, 说明两种薄膜具有互补性^[3]。

1.6 飞线

飞线有两层意思: 一是在自动布线时用来观察的橡皮筋一样的网络连线, 当元件经过网络表格的输入并初步布置后, 使用“Show”命令, 可以看到网络连线的交叉点, 并不断地调整单元的位置, 减少交叉, 以便达到最大的自动布线的通透率。当自动布线完成后, 还可以使用“飞线”, 当发现未布通网络时可以人工进行补偿, 如果无法弥补则使用“飞线”的第二层含义, 就是在将来的印板上用导线连通这些网络, 如果该电路板是大批量自动线生产, 可将这种飞线视为 0 欧阻值、具有统

一焊盘间距的电阻元件来进行设计。

2 优化元件焊接流程和工艺

2.1 PCB 的焊接技术

所有的印制线路板均为涂覆铜箔的玻璃纤维（单侧或双侧）。铜箔表面镀上一层银，外表面镀上一层金色。铜箔线的宽度不能低于 1mm（除特种电线）。双板需要使用金属开孔法。在铜箔表面喷上松香。线路上没有剥落、锯齿，不应有锈斑，标识要凄惨，元件的安装孔要在焊点正中央。元件的布置原则上是水平布置，高度要尽可能均匀、整齐，元件的弯曲和成形要按照印刷板的大小来进行，弯曲半径大于 0.5mm，元件的型号和数值应该显示在显眼的地方。电器零件要进行老化，电容器的储存期限按出厂日期算，超过三年的话就不能再用了。每个元件的导线都要用搪锡（远离元件 5mm 以上，以免因温度过高而造成损坏）。为了防止虚焊、漏焊、脱焊，焊后不允许有焊料残留，禁止使用焊膏进行焊接。

电子元件插头包括：GB/T2681-1981，用棕色标记电极 + 极，用蓝色标记电极 - 极。数字电路的焊接元件应该放在由铝、铜等金属制成的屏蔽盒中^[4]。焊接工作台必须为金属板（如铝板），并具有良好的接地性能。用于搪瓷、整形等的器具，不得携带静电。在对数字电路元件进行焊接时要有一个共同的接地，将线路板焊好，用插头将其插入到金属护罩中，剩余部分参考元件配置图进行焊接。印刷板在调试完毕后，双面喷上清漆，可调节的固定部位喷上珠光红漆。搪锡机（气缸）必须有一个很好的接地，焊接时使用 20W 的内部加热电烙铁，并具有良好的接地线，如果需要，可以使用断电焊接技术。所有的金属器具不得携带强大的磁场或静电，助焊剂为松香乙醇，也就是中性的。网格填充区是将大量铜箔加工成网状，而填充区则只保留了完整的铜箔。前者具有很好的电路性能，能有效地抑制高频干扰，尤其适合在需要大量充填的场合，尤其是在一些区域，如屏蔽区、分隔区或大电流，尤其适合于电线末端、弯道等需要小范围的充填。

2.2 元件的焊接流程

焊锡是一种必不可少的焊料，通常要求熔点低、凝结快、附着力强、强度高、导电性好、表面光滑，主要成分为铅、锡合金，除了丝状，还有扁带状、球状、饼状等各种形状的成形物料。在焊接时要根据焊点尺寸及电烙铁的功率，选用适当的焊锡线。助焊剂是一种非常重要的焊剂，它可以去除氧化膜，防止氧化，降低表面张力，使焊点的外观美观。可分为碱性、酸性、中性三种。在印制线路板上进行电子元件的焊接，需要使用中性的焊料，需要具有无毒、无腐蚀性、无异味、价格低廉、助焊力强等特点。在焊接时松香会发生高温蒸发，带走金属表面的氧化物，从而达到牢固的焊点。对于大型金属产品，如采

用高锰高硅焊剂、HO8MnA 焊丝、低锰、无锰型焊剂等低锰、无锰型焊料，并配以 HO8MnA、H10MnZ 焊丝。选择电烙铁是由烙铁头、热丝、传热桶、把手等构成。在进行电子元件的焊接时最好使用 20W 的内热型电烙铁或调温电烙铁，并具有良好的接地线。大型元器件、零件、导线、插头等的焊接，可选用 45W 的电烙铁^[5]。

预焊接非常关键，需要将金属引线上的氧化层除去，可以将断锯条做成一把小刀，将其表面的氧化层刮掉，从而使引脚呈现出金属的光泽；印制线路板可以用薄纱把铜箔全部打光，然后再涂上松香的乙醇。在已刮过的导线上镀锡，可将引线浸入松香乙醇溶液中用锡制的热烙铁把引线按下，然后把引线拧紧，可以在导线表面均匀地涂上一层非常薄的锡膜。在进行焊丝之前，必须先把绝缘层剥离，然后进行上述两种工艺，然后进行正式的焊接。若有多股金属丝，则须在打光后将其旋紧，再进行电镀。将氧化皮刮掉，然后在上面均匀地涂上一层锡。采用人工方法进行焊丝、焊料的焊接，应选用合适的温度和时间，并严格控制。

在混炼电路中电烙铁的最佳温度是 230-240℃，观察结果表明，松香的熔融速度要快且不会冒烟，而元件的焊接时间最好是 2-3 秒。在焊机试验台上，首先对细小的电线和元器件进行焊接，然后对晶体管、集成块进行焊接，然后对体积较大、重量较大的元器件进行焊接。晶体管和集成块都是怕热的，后焊可以避免电烙铁通过电线进入晶体管或集成块而造成的损伤。普通元件焊接时将插头与元件连接的印刷板正面对焊，左手握焊锡丝，右手握电烙铁，将烙铁头与元件引线接触，然后在高温下熔化，然后顺着引线向下流淌，直到填满焊孔，并将引线周围的金属部分全部封住，然后把焊锡丝移开，然后顺着引线向上提拉烙铁头，形成一滴滴晶莹的焊点。

在对晶体管元件进行焊时可以采用钳子或尖嘴钳来进行焊点，因为钳子和钳子都是绝缘的，能起到保护元器件的作用。在焊接 CMOS 设备时要保证电烙铁的外壳可靠地接地，或者在切断电源后用烙铁的残余热量进行焊接，以防止烙铁产生的感应电压对设备造成损伤。采用一体化结构的双排直插式集成块，其引脚的直接间距仅为 25CM，焊点过大会引起邻近引脚的短路。使用尖头烙铁迅速进行，电烙铁的温度不宜过高，也不宜过久，否则将集成块烧焦，导致印制线路板上的导电铜箔脱落，因此，在进行焊接时必须小心。焊点的品质必须是电气连接良好、机械强度充足、表面光滑、干净、尺寸适宜、没有裂纹、针孔、夹杂物、焊锡和被焊件之间不存在明显的界限^[6]。

3 常用焊接工艺

3.1 一般焊接工艺

用右手拿着电烙铁，用钳子或钳子把零件或电线固定在左

手上。在焊接之前，对电烙铁进行充分的预热。烙铁的刀刃上要有锡，也就是要有一定的焊锡。把烙铁的刀面压在焊接点上。电烙铁的角度约为 60°。使锡易于融化，由烙铁头部流入焊接处。控制烙铁在焊接点的停留时间为 2-3 秒，举起烙铁，保持左手不移动，直到焊点处的锡片冷却并固化，然后再放开左手，用镊子拧紧引线，确定没有松动，再用偏口钳把过多的导线剪掉。在焊接过程中应确保各焊接点焊接牢固、接触良好，确保锡点光滑、没有毛刺、锡量适中。

3.2 人工焊接工艺

烙铁头搪锡：刚出炉的烙铁，因氧化不能粘锡或长期使用而产生凹痕的烙铁，可用砂纸或细锉将其打磨至紫铜色，再加电 2-3 分钟。加热后，用烙铁把锡头吸入，然后在细砂纸上反复摩擦，直至烙铁上粘上一层薄薄的锡，然后用小刀或细砂纸把电线或元器件引线上的氧化层清理干净，元器件引脚根部留出一小段不刮，以防止引线根部被刮掉，多股引线也要一根一根地刮掉，然后把多股电线扭成绳状进行搪锡。烙铁上电 2-3 分钟后，将烙铁与松香接触，如果发出吱吱声，并且不断地往外冒着白色的烟雾，那么就说明烙铁头的温度合适，再把焊件引线放在松香上，用烙铁把引线压紧，一边来回摩擦一边旋转引线，确保引线的每一部分都均匀地涂上一层锡层。在焊接过程中烙铁头部与引线及印制线路板的铜箔接触部位为烙铁头部与引线、烙铁头部与印制线路板铜箔的接触。如果烙铁头部与引线相接触而不接触到铜箔或者烙铁头部与铜箔相接触而引线不与之接触，则会引起热源的传导失衡，使得一被焊元件发热太多，而另一被焊元件发热太少，从而导致焊接品质明显降低。这种接触是正确的加热方法，可以确保焊接的质量。

4 虚焊的成因与识别

虚焊是指在焊接点仅有少量的锡焊，导致接触不良，有时连接，有时断开。假焊是一种看起来是焊接的，但实际上并没有焊接，用手一拉就能把引线从焊接的地方拉出来，这两种状况都会对电子产品的调试和维修造成很大的难度，必须经过大量认真的实践来加以解决。

虚焊是一种很大的安全隐患，会对电器的正常工作造成一定的影响，并产生“软故障”。虚焊是由以下几个方面引起的。引起造成虚焊的原因如下：第一，设计：印制线路板的设计问题可能会造成虚焊，焊点过密、元器件插孔太大，造成虚焊。第二，过程：在使用焊剂时清洗工作不到位，没有上好的锡料。上锡后的元器件放置时间过长，焊缝部位已氧化，直接焊接时出现了虚焊。第三，材质：部分元器件引线材料的可焊性较差，如粘锡不良、刮光不良等，均会产生虚焊。第四，焊料：有些焊料质量差，或自制的锡、铅比例不合理，所配制的焊剂熔点高、流动性差，易造成虚焊。第五，焊料：由于使用的助焊剂不正确，

或者没有使用助焊剂，会造成虚焊。第六，焊具：电烙铁的功率过低、温度不足、焊点如豆腐；锡易成珠，这就是焊接的原因。第七，操作：在焊接过程中电烙铁头部与焊点的距离较远，使得锡流通过元器件的引脚，造成焊面温度不足，造成虚焊。在对线路板进行焊接时务必要掌握好时间，否则会导致线路板烧坏或者导致铜箔脱落。当从线路板上拆下零件时可以把电烙铁的头部与焊接部位粘在一起，待焊点内的锡融化后，再把零件取出。印刷电路板的拿取方法以及正反面的识别用手拿 PCB 时，应拿 PCB 的四角或边缘，避免裸手接触电路板的焊点、组件和连接器。在电路板的焊接及器件的拿取过程中需要佩戴防静电手腕做好防静电保护措施，并要保证防静电手腕接地的有效性。

5 结束语

综上所述，焊接工艺的好坏对 PCB 印制线路板的性能有很大的影响，一般情况下，一整块印制线路板的焊接必须先把印制线路板上的氧化层去掉，然后把所有的零件都准备好，然后把焊接的工具放在合适的位置，然后进行焊接。在进行焊接时有手工焊和机械焊，可以用手焊来焊接面积较小、元器件体积较小的零件，但是焊后元器件的外观难以保证，而机械焊则能在精确定位后进行大批量的焊接，并且外表美观。在手工焊接电阻时首先要将电阻两端的导线折弯，但是这样做并不能保证两个电阻之间的距离相同，机焊时可以调整机械弯曲部分的间隔，以确保元件之间的间隔一致。

参考文献：

- [1] 韩晓明, 常元花, 崔亚丰, 王晨, 杜涛. 线路板锡锡废气多级净化处理技术与应用 [J]. 再生资源与循环经济, 2021, 14 (11): 42-44.
- [2] 王焮灏. 电陶炉电器电子线路板综合测试仪研发与应用 [J]. 电子质量, 2021 (11): 56-58.
- [3] 黄静梦. 化学镀钯工艺及在线路板表面处理中的应用研究 [D]. 广东工业大学, 2021.
- [4] 胡立端. 印制线路板组件的焊锡不良原因分析 [J]. 电子技术, 2020, 49 (12): 102-103.
- [5] 马玥, 王秀鹏, 王庭兵. 高密度核级安全系统印制线路板组件三防涂覆性能的工艺研究及验证 [J]. 仪器仪表用户, 2020, 27 (05): 81-85.
- [6] 马玥, 刘清, 王庭兵. 核安全级电子产品印制线路板组装件高效清洗技术 [J]. 上海交通大学学报, 2019, 53 (S1): 78-83.

作者简介：杨贯永(1984-),男,河北定州人,工程师,本科,主要从事水雷电子仪表装调研究。