



# 影响印刷电路板( PCB) 的特性阻抗因素及对策\*

田 丽

(安徽工程科技学院电气系 芜湖,241000)

**摘 要:**本文给出了印刷电路板( PCB) 特性阻抗的定义,分析了影响特性阻抗的因素及 PCB 的构造参数对特性阻抗精度的影响,最后给出了一些对策。

**关键词:**印刷电路板 特性阻抗 精度

**ABSTRACT:** The definition of characteristic Impedance of PCB is given. The factors which effect the PCB' S characteristic impedance are analyzed. The factors which the PCB' S structure parameters effect the PCB' S accuracy are also analyzed. Some proposals are given.

**KEYWORDS:** PCB Characteristic impedance Accuracy

中图分类号: TM215.92

文献标识码: A

## 0 引 言

我国正处在以经济建设为中心和改革开放的大好形势下,电子工业的年增长率会超过 20%,印刷电路板工业依附整个电子工业也会随势而涨,而且超过 20% 的增长速度。世界电子工业领域发生的技术革命和产业结构变化,正为印刷电路的发展带来新的机遇和挑战。印刷电路随着电子设备的小型化、数字化、高频化和多功能化发展,作为电子设备中电气的互连件——PCB 中的金属导线,已不仅只是电流流通与否的问题,而是作为信号传输线的作用。也就是说,对高频信号和高速数字信号的传输用 PCB 的电气测试,不仅要测量电路(或网络)的通、断和短路等是否符合要求,而且还应该测量特性阻抗值是否在规定的合格范围内。只有这两方向都合格了,印刷板才符合要求。

印刷电路板提供的电路性能必须能够使信号传输过程中不发生反射现象,信号保持完整,降低传输损耗,起到匹配阻抗的作用,这样才能得到完整、可靠、精确、无干扰、噪音的传输信号。本文就实际中常用的表面微带线结构多层板的特性阻抗控制的问题进行讨论。

## 1 表面微带线及特性阻抗

表面微带线的特性阻抗值较高并在实际中广泛采用,它的外层为控制阻抗的信号线面,它和与之相邻的基准面之间用绝缘材料隔开,见图 1。

特性阻抗的计算公式为:

$$Z_0 = 87 / \text{SQRT}(\epsilon_r + 1.41) \times \ln[ (5.98h) / (0.8w + t) ] \quad (1)$$

$Z_0$ : 印刷导线的特性阻抗;

$\epsilon_r$ : 绝缘材料的介电常数;

$h$ : 印刷导线与基准面之间的介质厚度;

$w$ : 印刷导线的宽度;

$t$ : 印刷导线的厚度。

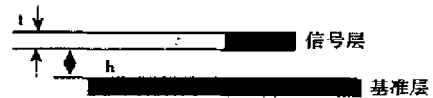


图 1 表面微带线结构

从图 1 以及公式(1)可以看出,影响特性阻抗的主要因素是:(1) 介质常数  $\epsilon_r$ ;(2) 介质厚度  $h$ ;(3) 导线宽度  $w$ ;(4) 导线厚度  $t$  等。因而可知,特性阻抗与基板材料(覆铜板材)关系是非常密切的,故选择基板材料在 PCB 设计中非常重要。

## 2 材料的介电常数及其影响

材料的介电常数是材料的生产厂家在频率为 1 MHz 下测量确定的。不同生产厂家生产的同种材料由于其树脂含量不同而不同。本研究以环氧玻璃布为例,研究了介电常数与频率变化的关系,如图 2 所示。由图 2 可知,介电常数是随着频率的增加而减小,所以在实际应用中应根据工作频率确定材料的介电常数,参照图 2,一般选用平均值即可满足要求。信号在介质材料中传输速度将随着介电常数增加而减小。因此要获得高的信号传输速度必须降低材料的介电常数。同时要获得高的传输速度就必须采用高的特性阻值,而

\* 安徽省教育厅治安科学基金项目编号 \* (2001 KJ044)

高的特性阻值必须选用低的介质常数材料。

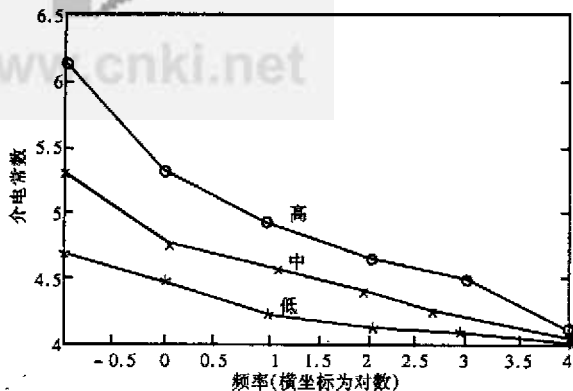


图2 介电常数与频率的关系

图中横坐标取了对数刻度,也即频率变化范围为0.1~10000(MHz)。

### 3 导线宽度及厚度的影响

导线宽度是影响特性阻抗变化的主要参数之一。图3以表面微带线为例,说明阻抗值与导线宽度的关系。

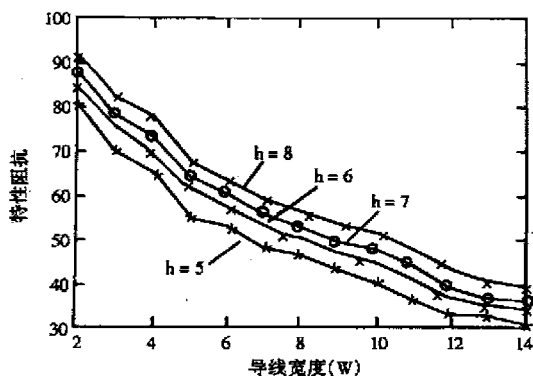


图3 导线宽度、介质厚度与特性阻抗的关系

从图3中可以看到当导线宽度改变0.025mm时,就会引起阻抗值相应的变化5~6Ω。而在实际生产中如果控制阻抗的信号线面使用18μm铜箔,可允许的导线宽度变化公差为±0.015mm。如果控制阻抗的变化公差为35μm铜箔,可允许的导线宽度变化公差为±0.003mm。由此可见,生产中所允许的导线宽度变化会导致阻抗值发生很大的改变。导线的宽度是设计者根据多种设计要求确定的,它既要满足导线载流量和温升的要求,又要得到所期望的阻抗值。这就要求生产者在生产中应该保证线宽符合设计要求,并使其变化在公差范围内,以适应阻抗的要求。

导线厚度也是根据导体所要求的载流量以及允许的温升确定的。在生产中为了满足使用要求,镀层厚度一般平均为25μm。导线厚度等于铜箔厚度加上镀层厚度。需要注意的是电镀前一度要保证导线表面清洁,不应粘有残余物和修板油黑,而导致电镀时铜没有镀上,使局部导线厚度发生变化,影响特性阻抗值。另外,在刷板过程中,一定要小心操作,不要因此而改变

了导线厚度,导致阻抗值发生变化。

### 4 介质厚度(h)的影响

从公式(1)中可看出,特性阻抗 $Z_0$ 是与介质厚度的自然对数成正比的,因而可知介质厚度越厚,其 $Z_0$ 越大,所以介质厚度是影响特性阻值的另一个主要因素。因为导线宽度和材料的介电常数在生产前就已经确定,导线厚度工艺要求也可作为一个定值,所以控制层压厚度(介质厚度)是生产中控制特性阻抗的主要手段。从图3可以得出特性阻抗值与介质厚度变化之间的关系。由图中可以看出,当介质厚度改变0.025mm时,就会引起阻抗值相应的变化+5~8Ω。而在实际生产过程中,所允许的每层层压厚度变化将导致阻抗值发生很大的改变。在实际生产中是选用不同型号的半固化片作为绝缘介质,根据半固化片的数量确定绝缘介质的厚度。以表面微带线为例,生产过程中可以参照图2,确定相应工作频率下绝缘材料的介电常数,然后利用公式计算出相应的 $Z_0$ ,再根据用户提出的导线宽度值和计算值 $Z_0$ ,通过图3查出相对应的介质厚度,然后根据所选用的覆铜板和铜箔的厚度确定半固化片的型号和张数。

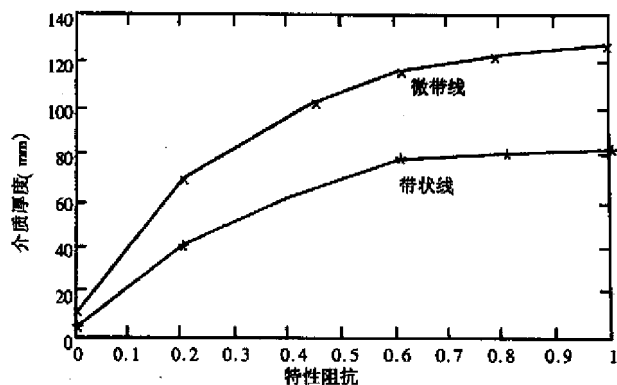


图4 不同结构的介质厚度对 $Z_0$ 的影响

从图4可以看出,微带线结构的设计比起带状线设计时,在相同介质厚度和材料下,具有较高的特性阻抗值,一般要大20~40Ω。因此,对高频和高速数字信号传输大多采用微带线结构的设计。同时,特性阻抗值将随着介质厚度的增加而增大。所以,对于特性阻抗值严格控制的高频线路来说,对覆铜板的介质厚度的误差应提出严格要求,一般来说,其介质厚度变化不超过10%。对于多层板来说,介质厚度还是个加工因素,特别是与多层层压加工密切相关,因此,也应严密加以控制。

### 5 结论

在实际生产中,导线的宽度、厚度、绝缘材料的介电常数和绝缘介质厚度的稍微改变都会引起特性阻抗

(下转第60页)



中国自动化学会、中国仪器仪表学会  
2003年西南三省一市自动化与仪器仪表学会年会  
**征 文 通 知**

**会议主办单位:**中国自动化学会、中国仪器仪表学会

**会议承办单位:**重庆市自动化与仪器仪表学会、重庆工业自动化仪表研究所

**会议协办单位:**四川省自动化与仪器仪表学会、云南省自动化学会、昆明市仪器仪表学会、贵州省自动化学会、贵州省仪器仪表学会

**会议时间与地点:**会议时间:2003年10月中旬;地点:重庆

**征文范围:**(1) 自动化与仪器仪表发展的综述性文章;(2) 自动化与仪器仪表的设计技术;(3) 自动化与仪器仪表的检测技术;(4) 自动化与仪器仪表的应用技术;(5) 自动化与仪器仪表的管理技术;(6) 自动化与仪器仪表的工艺技术;(7) 自动化与仪器仪表的制造技术;(8) 自动化与仪器仪表的故障分析技术;(9) 自动化与仪器仪表可靠性设计与评价技术;(10) 质量管理与质量管理体系的实战技巧或经验;(11) 智能仪表与控制系统的相关技术;(12) 现场总线技术及其产品;(13) 其它有关的理论或应用研究成果。

**征文要求及注意事项:**

- (1) 论文论点清楚,文字简炼,不超过 5000 字;综述文章不超过 7000 字;
- (2) 论文一律用计算机 A4 打印纸打印,一式两份并用 WORD97 录入的软盘一张同时寄到会议筹备组;
- (3) 征文截止日期:2003 年 7 月 30 日;
- (4) 届时将聘请专家进行评审,录用论文将于 8 月 30 日前通知作者;
- (5) 请作者自留底稿,稿件一概不退;
- (6) 本次征文将不向作者收取版面费,录用论文将在公开发行的杂志《自动化与仪器仪表》的专刊上发表;
- (7) 投稿的论文必须是未在国内外杂志或学术交流会上公开发表的文章;
- (8) 论文格式要求:标题用三黑居中;姓名小四宋居中;单位及邮编小五宋居中;摘要为小五宋居左;关键词为小五宋居左;正文部分一级标题为四黑居左;二级标题为小四黑居左;正文用五宋居左;参考文献四字五黑居中,参考文献按序号、作者姓名、书名(论文名)、出版社(期刊名)、年月日(卷号、页码)排列,用小五宋居左。文末应附英文标题和摘要(按文章格式)以及第一作者简介(小五宋居左)。

(9) 筹备组联络方式:重庆市 1506 信箱;邮编:400708;电子信箱:005@ciiai.com;联系人:孙怀义;联系电话:023 - 68269551

**优秀论文评奖:**

本次会议将评选优秀论文一、二、三等奖若干名,颁发优秀论文证书,其他录用论文颁发论文证书。

**关键日期:**① 2003 年 7 月 30 日前投送符合会议要求的打印论文两份及软盘一张;② 2003 年 8 月 30 日前发出论文录用通知;③ 会议时间及详细地点见正式会议通知(2003 年 9 月中旬发出)。

2003 年西南三省一市学术交流会筹备组  
重庆市自动化与仪器仪表学会  
2003 年 1 月

(上接第 49 页)

值发生变化。另外特性阻抗值还会与其它生产因素有关。所以,为了实现对特性阻抗的控制,生产者必须了解影响特性阻抗值变化的因素,掌握实际生产条件,根据设计者提出的要求,调整各个工艺参数,使其变化在所允许的公差范围内,以得到期望的阻抗值。

**参考文献**

1 张家亮.改善 PCB 基材介电性能的材料动态.印刷电路信息

[J],2000(4):11~14

2 祝大同.PCB 基板材料走向高性能、系列化.印刷电路信息 [J],2000(4):16~21

3 Motorola Application Note .Transmission Lion Effects in PCB Application[J].AN1051