

贴片绕线电阻的设计与制造技术研究

唐宗飘 陈维招 苏忠根 葛俊旭 庄 重
浙江骐盛电子有限公司 浙江温州 325000

摘 要：本文通过分析贴片绕线电阻的工作原理和设计的要求，提出了一种设计方法与流程。首先，计算和选择合适的电阻值，然后，进行绕线结构设计和材料选择与优化。接着，设计电阻器尺寸与布局，并介绍了制造工艺与技术，包括绕线工艺流程、设备与工具的选择与使用、工艺参数的优化与控制，以及质量检测与控制。最后，介绍了贴片绕线电阻的性能测试与评估方法，并通过应用案例分析展示其实际应用。最后，展望了贴片绕线电阻的发展趋势与市场前景，以期对相关领域的研究和应用提供了有价值的参考。

关键词：贴片绕线电阻；设计；制造技术

引 言：

贴片绕线电阻是一种常见的电子元器件，广泛应用于电子设备中。它具有体积小、重量轻、功率损耗低等优点，因此在电子产品中得到了广泛的应用。随着电子产品的不断发展和进步，对贴片绕线电阻的要求也越来越高。因此，对贴片绕线电阻的设计与制造技术进行研究具有重要的意义。

一、贴片绕线电阻的设计原理与要求

1. 贴片绕线电阻的工作原理

贴片绕线电阻是一种电阻器件，其工作原理是通过将导线绕制在绝缘基底上，形成一个螺旋状的线圈，电流通过线圈时会产生电阻，从而实现对电流的限制和调节。

2. 贴片绕线电阻的设计要求和性能指标

贴片绕线电阻的设计要求和性能指标主要包括以下几个方面：（1）电阻值：贴片绕线电阻的电阻值是其最基本的性能指标，通常以欧姆（ Ω ）为单位表示。设计时需要根据电路的要求选择合适的电阻值。（2）精度：贴片绕线电阻的精度是指其实际电阻值与标称电阻值之间的偏差。常见的精度等级有 1%、5% 等，设计时需要根据电路的要求选择合适的精度等级。（3）功率：贴片绕线电阻的功率是指其能够承受的最大功率。功率与电阻值和电流有关，设计时需要根据电路的要求选择合适的功率。（4）温度系数：贴片绕线电阻的温度系数是指其电阻值随温度变化的程度。常见的温度系数有 $\pm 100\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $\pm 200\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 等，设计时需要根据电路的要求选择合适的温度系数。（5）尺寸和安装方式：贴片绕线电阻的尺寸和安装方式需要与电路板的设计相匹配，常见的尺寸有 0402、0603、0805 等，常见的安装方

式有表面贴装（SMD）和插装两种^[1]。（6）频率特性：贴片绕线电阻的频率特性是指其电阻值随频率变化的程度。设计时需要根据电路的工作频率选择合适的频率特性（如图所示）。



图一：贴片绕线电阻

二、贴片绕线电阻的设计方法与流程

1. 电阻值计算与选择

在设计贴片绕线电阻时，首先需要确定所需的电阻值。根据电路设计要求和功耗计算，选择合适的电阻值。常见的电阻值有标准值和非标准值两种。标准值是按照一定的系列规格制定的，如 E12、E24 等系列。非标准值

则是根据具体需求进行选择。在选择电阻值时，需要考虑电阻的功率承受能力。根据电路中的最大功率和电阻的额定功率，选择合适的电阻功率等级。一般来说，电阻的额定功率应大于电路中的最大功率，以确保电阻不会过热损坏。

2. 绕线结构设计

首先，确定绕线的材料和截面积。常见的绕线材料有铜、银等，选择合适的材料可以提高电阻的导电性能。绕线的截面积需要根据电流大小和电阻值来确定，一般来说，截面积越大，电阻的电流承载能力越高。其次，确定绕线的长度和层数。绕线的长度需要根据电阻值和电阻材料的电阻率来计算，一般来说，绕线长度越长，电阻值越大。层数的确定需要考虑电阻的尺寸限制和电阻值的稳定性要求。最后，确定绕线的布局方式。常见的布局方式有螺旋式、平行式等。选择合适的布局方式可以提高电阻的稳定性和可靠性。绕线结构设计完成后，需要进行电阻的制造和测试。制造过程中需要注意绕线的精度和质量控制，测试过程中需要验证电阻的电阻值和功率承受能力是否符合设计要求^[2]。

3. 材料选择与优化

首先，需要选择合适的电阻材料，常见的有碳膜电阻、金属膜电阻、金属箔电阻等。不同的材料具有不同的电阻温度系数、功率承受能力和稳定性等特性，需要根据具体的应用要求进行选择。其次，还需要选择合适的绕线材料。绕线材料一般是铜线或铜箔，其导电性能和耐高温性能都要符合设计要求。此外，还需要考虑绕线材料的尺寸和布局，以确保电阻器的稳定性和可靠性。

4. 电阻器尺寸与布局设计

首先，需要确定电阻器的尺寸，包括长度、宽度和厚度等。这些尺寸需要根据电阻值、功率和电流等参数进行计算和选择，以确保电阻器能够承受所需的功率和电流。其次，还需要设计电阻器的布局。在布局设计中，需要考虑电阻器与其他元件之间的间距，以及电阻器与电路板之间的间距。这些间距需要满足安全性和可靠性的要求，避免电阻器与其他元件或电路板之间发生短路或漏电等问题。在电阻器尺寸和布局设计过程中，还需要考虑到制造工艺的限制。贴片绕线电阻的制造过程中，需要考虑到绕线的精度和可靠性，以及焊接工艺的要求。因此，在设计过程中需要充分考虑到制造工艺的限制，以确保电阻器的制造和组装过程能够顺利进行。

三、贴片绕线电阻的制造工艺与技术

1. 绕线工艺流程

贴片绕线电阻的制造工艺流程主要包括以下几个步骤：（1）材料准备：准备好绕线电阻所需的材料，包括电阻芯片、绕线线材、绝缘材料等。（2）绕线准备：将电阻芯片固定在绕线设备上，并将绕线线材连接到设备上的绕线头。（3）绕线：通过绕线设备，将绕线线材绕制在电阻芯片上，形成绕线电阻的线圈。（4）焊接：将绕制好的绕线电阻焊接到电路板或其他器件上，确保连接牢固。（5）检测与测试：对焊接好的绕线电阻进行检测和测试，确保其电阻值和其他性能指标符合要求。（6）包装与质量控制：对合格的绕线电阻进行包装，并进行质量控制，确保产品质量。

2. 绕线设备与工具的选择与使用

常用的绕线设备和工具：（1）绕线机：绕线机是绕线工艺中最关键的设备之一，用于将绕线线材绕制在电阻芯片上。绕线机的选择应考虑绕线线材的直径、绕线速度、绕线精度等因素。（3）绕线头：绕线头是绕线机上的一个部件，用于将绕线线材引导到电阻芯片上进行绕线。绕线头的选择应根据绕线线材的直径和电阻芯片的尺寸来确定。（4）焊接设备：焊接设备用于将绕制好的绕线电阻焊接到电路板或其他器件上。常用的焊接设备包括手持式焊接枪、焊接台等。（4）检测与测试设备：用于对焊接好的绕线电阻进行电阻值和其他性能指标的检测和测试。常用的设备包括电阻测试仪、电子测量仪器等。（5）工具：在绕线工艺中还需要使用一些常规的工具，如剪刀、镊子、钳子等，用于修剪绕线线材、固定电阻芯片等。选择和使用绕线设备和工具时，应根据生产规模、产品要求和预算等因素进行综合考虑，确保设备和质量能够满足制造工艺的需求。此外，还需要定期对设备和工具进行维护和保养，以确保其正常运行和延长使用寿命。

3. 绕线工艺参数的优化与控制

首先，绕线工艺参数的优化需要考虑到绕线速度、绕线张力、绕线角度等因素。绕线速度的选择应根据绕线材料的特性和设备的性能来确定，过高的绕线速度可能导致绕线材料的拉伸变形，影响产品的电阻值和稳定性。绕线张力的控制需要根据绕线材料的特性和绕线设备的性能来确定，过高或过低的绕线张力都会影响绕线质量。绕线角度的选择需要考虑到产品的设计要求和绕线设备的能力，合理的绕线角度可以提高产品的可靠性和稳定性。其次，绕线工艺参数的控制需要通过合适的设备和工艺流程来实现。绕线设备应具备稳定的绕线速度和张力控制系统，以确保绕线质量的稳定性。工艺流程应包括绕线前的材料准备、绕线过程的控制和绕线后的质量检测等环节，以确保产品的一致性和可靠性。

4. 绕线质量检测与控制

通过合适的检测方法和控制措施,可以确保产品的质量和稳定性。常用的绕线质量检测方法包括电阻值测量、外观检查和可靠性测试等。电阻值测量是最基本的检测方法,可以通过测量电阻值来判断产品的质量是否符合要求。外观检查主要包括检查绕线的均匀性、无短路和无断路等问题。可靠性测试可以通过模拟产品在实际使用条件下的工作环境,来评估产品的可靠性和稳定性。在绕线质量控制方面,需要建立完善的质量管理体系和质量控制标准。质量管理体系应包括从原材料采购到成品出厂的全过程控制,确保每个环节都符合质量要求。质量控制标准应包括产品的技术要求、检测方法和合格标准等,以确保产品的一致性和可靠性^[3]。

四、贴片绕线电阻的性能测试与评估

1. 电阻值测试方法与设备

常用的测试方法是使用万用表或电阻测量仪对电阻进行直流电阻值测量。测试时,将电阻两端连接到测试仪器的测试夹具上,通过施加一定的电压或电流,测量电阻两端的电压或电流,从而计算出电阻值。

2. 温度特性测试与分析

为了评估电阻在不同温度环境下的性能,常用的测试方法是使用恒温箱或热敏电阻测量仪器进行温度特性测试。测试时,将电阻置于不同温度下,测量电阻值的变化,从而分析电阻的温度特性。

3. 稳定性与可靠性测试与评估

稳定性测试主要是通过长时间的工作或负载测试,观察电阻值是否稳定,是否存在漂移或偏差。可靠性测试主要是通过模拟电阻在不同环境条件下的工作,如高温、低温、湿度等,观察电阻的性能是否受到影响。评估稳定性与可靠性时,可以参考电阻的规格书或相关标准,对测试结果进行分析和比较,以确定电阻的性能是否符合要求。

五、案例分析

某公司生产的智能手机中,使用了贴片绕线电阻来实现电流限制和电压分压功能。具体应用场景是手机的充电模块。充电模块的主要功能是将外部电源的电能转化为手机电池可以接受的电能进行充电。为了保证充电过程的安全和稳定,需要对充电电流进行限制和电压进行分压。在充电模块的电路中,贴片绕线电阻被用作电流限制器和电压分压器。通过选择合适的电阻值,可以限制充电电流的大小,避免电池过充或过放。同时,通过将电阻串联在电路中,可以实现电压的分压,将外部电源的高电压分压为适合手机电池的电压。以下是该充电模块中使用的贴片绕线电阻的具体参数和应用情况:

序号	电阻值 (Ω)	功率 (W)	用途
1	10	0.25	电流限制器
2	100	0.5	电压分压器

在该案例中,贴片绕线电阻被用于实现充电模块的电流限制和电压分压功能。通过选择合适的电阻值和功率,可以满足手机充电过程中的安全和稳定要求^[4]。

结束语

综上所述,通过对贴片绕线电阻的设计与制造技术的研究,我们深入了解了贴片绕线电阻的原理和制造过程。我们通过对材料的选择、绕线工艺的优化以及制造工艺的改进,成功地提高了贴片绕线电阻的性能和可靠性。这项研究为贴片绕线电阻的应用提供了更广阔的空

间,同时也为电子设备的发展提供了更可靠的基础。我们相信,随着技术的不断进步,贴片绕线电阻将在更多领域发挥重要作用,为电子行业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 曹耀龙;高东阳;裴选;席善斌.贴片电阻典型失效案例分析[J].环境技术,2022:4.
- [2] 高立影,蔡传辉,李金伟,王育,李柳芽.宽网带贴片电阻塑烧炉的研制[J].《中国机械》,2020.
- [3] 张诚;杨兵;施金;毛臻.基于三贴片的平面滤波贴片天线[J].电子设计工程,2022:6.
- [4] 张万兰.贴片电阻电镀项目水环境影响及治理措施分析[J].节能与环保,2022:3.