

# PCB 计算器

## Table of Contents

简介	1
计算器	2
阻抗器	2
RF 衰减器	3
E 系列	3
色阻	4
阻抗	4
孔径外径	6
布铜度	6
空气距	7
阻抗板型	7

## 参考手册

### 版权

本文档由其贡献者拥有版权 © 2010-2018，如下所列。您可以根据 GNU 通用公共许可 (http://www.gnu.org/licenses/gpl.html)，版本 3 或更高版本，或知识共享署名许可 (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)，版本 3.0 或更高版本的条款分派和/或修改它。

### 贡献者

Heitor de Bittencourt. Mathias Neumann

### 翻印人

taotieren <[admin@taotieren.com](mailto:admin@taotieren.com)>, 2019, 2020, 2021.

Telegram 简体中文交流群: [https://t.me/KiCad\\_zh\\_CN](https://t.me/KiCad_zh_CN)

### 反馈

KiCad 项目欢迎与本软件或其文档相关的反馈报告和建设性意见。关于如何提交反馈或报告的更多信息，请参考 <https://www.kicad.org/help/report-an-issue/> 的说明。

## 简介

KiCad PCB 计算器是一个应用程序，可帮助您查找布局的元件或其他参数的计算器具有以下工具：

- 阻抗器
- 布铜度
- 空气距
- 阻抗

射极衰减器

- 色码阻
- 电路板型

## 计算器

### 稳压器

稳压器计算器有助于找到精度和低差稳压器所需的电阻

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

类型: 标准

$V_{in}$   $V_{out}$   $V_{ref}$   $R1$   $R2$

计算公式:  $V_{out} = V_{ref} \cdot (R1 + R2) / R2$

☒ R1: 30 kΩ  
☐ R2: 10 kΩ  
☐ Vout: 12 V  
Vref: 3 V  
Iadj: μA

计算 重置为默认值

稳压器

稳压器数据文件: 浏览

编辑稳压器 添加稳压器 移除稳压器

对于精度型输出电压  $V_{out}$  作为参考电压  $V_{ref}$  和电阻  $R1$  和  $R2$  的函数，由以下公式给出：

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R1 + R2}{R1} \right)$$

对于 3 端子型，由于从调整引脚流的静态电流  $I_{adj}$ ，有一个校正系数：

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R1 + R2}{R1} \right) + I_{adj} \cdot R2$$

静态电流通常低于 100μA，可以谨慎忽略。

要使用这个计算器，输入器件的参数  $Type$ 、 $V_{ref}$ ，如果需要，输入  $I_{adj}$  你要计算的字段（其中一个电阻或输出电压并输入其他两个）

## RF 衰减器

利用射频 (RF) 衰减器工具，你可以计算出不同型衰减器所需的电阻

- PI ( $\pi$ ) 型
- T 型
- 桥式三通
- 电阻分压型

要使用这个工具，首先输入你需要的衰减器型，然后输入所需的衰减（单位：dB）和输入/输出阻抗（单位：欧姆）。

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

衰减器

☒ PI  
☐ T 型  
☐ 桥 T 型  
☐ 电阻分压器

参数

衰减 (a): 6 dB  
输入阻抗 ( $Z_{in}$ ): 50  $\Omega$   
输出阻抗 ( $Z_{out}$ ): 50  $\Omega$

计算

值

R1: 150.476  $\Omega$   
R2: 37.3519  $\Omega$   
R3: 150.476  $\Omega$

消息

计算公式

**$\pi$  型衰减器**

$a$  为衰减 (单位为 dB)  
 $Z_{in}$  为期望的输入阻抗 (单位为  $\Omega$ )  
 $Z_{out}$  为期望的输出阻抗 (单位为  $\Omega$ )

$$L = 10^{a/20}$$
$$A = (L+1) / (L-1)$$
$$R2 = (L-1) / 2 \cdot \sqrt{(Z_{in} \cdot Z_{out} / L)}$$
$$R1 = 1 / (A/Z_{in} - 1/R2)$$
$$R3 = 1 / (A/Z_{out} - 1/R2)$$

## E 系列

这个计算器可以帮助确定满足所需电阻的精度 E 系列电阻的符合，可以排除几个没有的电阻

PCB 计算器

稳压器RF 衰减器E 系列色环电阻传输线过孔外径布线宽度电气间距电路板类别

输入

所需电阻: 4.6 kΩ

排除值 1: kΩ

排除值 2: kΩ

E1

E3

E6

E12

E24

解决方案

简单的解决方案: 4K7 | 220K0 错误: -0.04 %

3R 解决方案: 4K7 | ( 68K + 150K ) 错误: -0.02 %

4R 解决方案: 100R + 100R + 2K2 + 2K2 错误: 精确 %

计算

帮助

E 系列是在 IEC（国际电工委员会）60063 中定义的。  
可用值在对数刻度上近似等距。  
E24(5%): 1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1  
E12(10%): 1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2  
E6(20%): 1.0 - 1.5 - 2.2 - 3.3 - 4.7 - 6.8 -  
E3(50%): 1.0 - - - 2.2 - - - 4.7 - - -  
E1: 1.0 - - - - - - - - - - - -  

- 这个计算器可以查找标准 E 系列（在 10 Ω 和 1 MΩ 之间）的组合以创建任意的数值。
- 您可以输入 0.0025 到 4000 kΩ 之间所需的电阻。
- 给出了最多使用 4 个元件的解决方案。

所要求的值总是被排除在解决方案集之外。  
如果出现元件可用性问题，最多可以排除两个额外的值。

解决方案依照下列格式提供：

R1 + R2 +...+ Rn 串联电阻

R1 | R2 |...| Rn 并联电阻

R1 + (R2 | R3)... 以上任意组合

## 色环

此计算器有助于将电阻器的色条其要使用它，首先电阻的公差：10%，5% 或等于或小于 2%。例如：

- 黄紫金：47 x 100 ±5% = 4700Ω，5% 公差
- 1kΩ，1% 公差：棕黑棕棕

PCB 计算器

稳压器RF 衰减器E 系列色环电阻传输线过孔外径布线宽度电气间距电路板类别

误差

10% / 5%

<= 2%

	第一环	第二环	第三环	乘数	误差
Black 0	0	0	0	x 1	
Brown 1	1	1	1	x 10	± 1%
Red 2	2	2	2	x 100	± 2%
Orange 3	3	3	3	x 1k	
Yellow 4	4	4	4	x 10k	
Green 5	5	5	5	x 100k	± 0.5%
Blue 6	6	6	6	x 1M	± 0.25%
Violet 7	7	7	7	x 10M	± 0.10%
Gray 8	8	8	8	x 100M	± 0.05%
White 9	9	9	9	x 1G	
Gold				x 0.1	± 5%
Silver				x 0.01	± 10%

## 电阻

电阻是射频和微波工程教学的一个基石。

4

在计算器中，您可以设置不同种路的模型及其特殊参数。路的模型依赖于频率，因此它不同意在高（足够频率下更精确的模型）。

这个计算器在很大程度上是基于 [Transcalc](#)。

路的模型及其数学模型的参考如下：

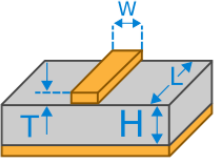
- 微带
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters"(微带参数简化设计方程),《微波杂志》,第 109-115 页,1989 年 11 月。
- 共面波导
- 共面波导与接地平面
- 矩形波导:
  - S. Ramo, J. R. Whinnery 和 T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics" (通信电子学中的场和波), Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257。
- 同轴
- 耦合微带:
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters"(微带参数简化设计方程),《微波杂志》,第 109-115 页,1989 年 11 月。
  - M. Kirschning 和 R. H. Jansen, "Accurate Wide-Range Design Equations for the Frequency-Dependent Characteristic of Parallel Coupled Microstrip Lines," (平行耦合微带频率特性的精确广范围设计方程),在 IEEE 微波理论与技术期刊, 第 32 卷, 第 1 卷, 第 83-90 页,1984 年 1 月。doi:10.1109/TMTT.1984.1132616。
  - Rolf Jansen, "High-Speed Computation of Single and Coupled Microstrip Parameters Including Dispersion, High-Order Modes, Loss and Finite Strip Thickness" (单和耦合微带参数的高速计算,包括分散、高阶模式、损耗和有限条带厚度),IEEE 期刊。MTT,第 26 卷,第 2 期,第 75-82 页,1978 年 2 月。
  - S. March, "Microstrip Packaging: Watch the Last Step" (微带封装：看最后一步),微波,第 20 卷,第 13 页,第 83.94 页,1981 年 12 月。
- 带状
- 双带状

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

传输线类型

- ☒ 微带线
- ☐ 共面波导
- ☐ 共面波导与接地层
- ☐ 矩形波导
- ☐ 同轴线
- ☐ 耦合微带线
- ☐ 带状线
- ☐ 双绞线



基板参数

er: 4.6

tan δ: 0.02

ρ: 1.72e-08

H: 0.2 mm

H(top): 1e+20 mm

T: 0.035 mm

粗糙度: 0 mm

μ(基質): 1

μ(导体): 1

物理参数

W: 0.2 mm

L: 50 mm

↓ 分析 合成 ↑

电气参数

Z0: 50 Ω

Ang. l: 0 rad (拉德)

结果

有效 er:

导体损耗:

介电损耗:

趋肤深度:

重置为默认值

## □孔外径

□孔尺寸工具可计算□定□化□孔或□孔的□气和□性能。

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

参数

成品通孔直径 (D): 0.4 mm

镀层厚度 (T): 0.035 mm

过孔长度: 1.6 mm

过孔焊盘外径: 0.6 mm

间隙孔直径: 1.0 mm

Z0: 50 Ω

应用电流: 1 A

镀层电阻率: 1.72e-8 Ω·m

基板相对介电常数: 4.5

温升: 10 °C

脉冲上升时间: 1 ns

结果

阻抗: 0.000575362 Ω

压降: 0.000575362 V

电源损耗: 0.000575362 W

热阻: 83.2937 °C/W

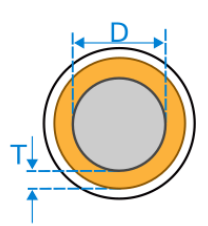
估计的载流量: 2.9993 A

电容: 0.599508 pF

上升时间下降: 32.9729 ps

电感: 1.20723 nH

电抗: 3.79262 Ω



重置为默认值

## 布□□度

布□□度工具计算出在□定□流和温升下印刷□路板□体的布□□度。它使用 IPC-2221（以前是 IPC-D-275）的公式。

PCB 计算器

稳压器RF 衰减器E 系列色环电阻传输线过孔外径布线宽度电气间距电路板类别

参数

电流 (I):1.0A

温升 (ΔT):10.0°C

导线长度:20mm

铜电阻率:1.72e-08Ω m

如果你指定最大电流，则会计算相应的布线宽度。

如果你指定其中一个布线宽度，则将计算它可以处理的最大电流。然后将计算另外的同样处理此电流的布线宽度。

控制值以粗体显示。

计算适用于最大 35A（外部）或 17.5A（内部）的电流、高达 100 ° C 的温升和最多 400mil（10mm）的宽度。

来自 IPC 2221 的该公式，为

$$I = K \cdot D \cdot \Delta T^{0.44} \cdot \left( \frac{W}{H} \right)^{0.725}$$

其中：I = 最大电流（单位：A 安培）ΔT = 环境温度温升（单位：°C 摄氏度）W = 布线的宽度（单位：mil 密耳）H = 布线的厚度（单位：mil 密耳）K = 0.024 用于内部布线，0.048 用于外部布线

外层布线

布线宽度 (W):0.300387mm

线路厚度 (H):0.035mm

截面面积:0.0105135mm²

阻抗:0.0327197Ω

压降:0.0327197V

电源损耗:0.0327197W

内层布线

布线宽度 (W):0.781437mm

线路厚度 (H):0.035mm

截面面积:0.0273503mm²

阻抗:0.0125776Ω

压降:0.0125776V

电源损耗:0.0125776W

重置为默认值

## 电气间距

该表有助于找到导体之间的最小间隙。

表格的每一行都有一个指定直流 (DC) 或交流 (AC) 峰值范围的导体之间的最小建议距离。如果你需要高于 500V 的电压，请在左角的方框中输入数字并按 **更新数值**。

PCB 计算器

稳压器RF 衰减器E 系列色环电阻传输线过孔外径布线宽度电气间距电路板类别

mm

电压 > 500 V:  
500  
更新电压值

注意：表内数值为最小值（来自《IPC-2221 印制板通用设计标准》）

	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7
<b>0 .. 15 V</b>	0.05	0.1	0.1	0.05	0.13	0.13	0.13
<b>16 .. 30 V</b>	0.05	0.1	0.1	0.05	0.13	0.25	0.13
<b>31 .. 50 V</b>	0.1	0.6	0.6	0.13	0.13	0.4	0.13
<b>51 .. 100 V</b>	0.1	0.6	1.5	0.13	0.13	0.5	0.13
<b>101 .. 150 V</b>	0.2	0.6	3.2	0.4	0.4	0.8	0.4
<b>151 .. 170 V</b>	0.2	1.25	3.2	0.4	0.4	0.8	0.4
<b>171 .. 250 V</b>	0.2	1.25	6.4	0.4	0.4	0.8	0.4
<b>251 .. 300 V</b>	0.2	1.25	12.5	0.4	0.4	0.8	0.8
<b>301 .. 500 V</b>	0.25	2.5	12.5	0.8	0.8	1.5	0.8
<b>&gt; 500 V</b>	0.25	2.5	12.5	0.8	0.8	1.5	0.8

\* B1 - 内层导体

\* B2 - 外层导体，无涂层，海拔高度 3050 米

\* B3 - 外层导体，无涂层，海拔高度 3050 米 以上

\* B4 - 外层导体，无涂层，永久性聚合物涂层（任何高度）

\* A5 - 外层导体，装配上有保护涂层（任何高度）

\* A6 - 外层元件引线/焊接，无涂层

\* A7 - 外部元件引线/焊接，带保护涂层（任何高度）

## 电路板类型

### 性能等级

在 IPC-6011 中，已建立了三个性能等级

7

第 1 普通子品 包括消费品、一些计算机和计算机外设适用于外缺陷不重要，主要要求是完成印刷板的功能的。

- 第 2 通用子品 包括通信复的商机器、需要高性能和延寿命的器，需要不断的服但不是关允有某些外上的缺陷。
- 第 3 高可靠性子品 包括持性能或按需性能至关重要的和品。停机是不能容忍的，必在需要作用，如在生命支持目或行控制系印刷板适用于需要高水平保和服的。

PCB 型

在 IPC-6012B 中，定义了 6 种型的 PCB：

- 无通孔的板 (1)
  - 1 面板
- 和通孔的板 (2-6)
  - 2 双面板
  - 3 无盲孔或埋孔的多板
  - 4 有盲孔和/或埋孔的多板
  - 5 无盲孔或埋孔的多金属芯板
  - 6 有盲孔和/或埋孔的多金属芯板

PCB 计算

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

注意: 该值为最小值

mm

	类别 1	类别 2	类别 3	类别 4	类别 5	类别 6
线宽	0.8	0.5	0.31	0.21	0.15	0.12
最小间距	0.68	0.5	0.31	0.21	0.15	0.12
过孔: (外径 - 内径)	--	--	0.45	0.34	0.24	0.2
金属化焊盘: (外径 - 内径)	1.19	0.78	0.6	0.49	0.39	0.35
非金属化焊盘: (外径 - 内径)	1.57	1.13	0.9	--	--	--