

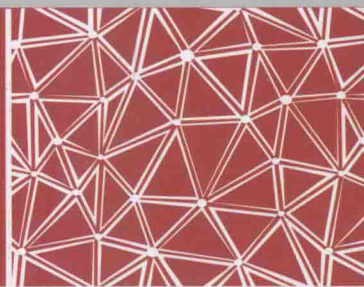
中国电子学会EDP认证（电子设计工程师认证）指定培训教材
教育部教育管理信息中心EITP认证（电子信息技术人员认证）指定培训教材



电子信息技术

3000 问与答（上册）

孙景琪 孙 京 雷 飞 编著



**ELECTRONIC
TECHNOLOGY**



科学出版社



中国电子学会 EDP 认证(电子设计工程师认证)指定培训教材
教育部教育管理信息中心 EITP 认证(电子信息技术人员认证)指定培训教材

电子信息技术 3000 问与答

(上册)

孙景琪 孙 京 雷 飞 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为中国电子学会 EDP 认证(电子设计工程师认证)、中国教育部教育管理信息中心 EITP 认证(电子信息技术人员认证)的培训、考证指导用书。本书分为上、下两册出版,其中上册为第 1~6 章,下册为第 7~10 章。全书主要内容包括电子元件、信号及基本电路、半导体器件、放大电路、直流稳压源与交流信号源、数字电路、高频电路、微机原理、单片机和嵌入式简介、电子测量、综合应用等十个方面,不仅重于基本原理的阐述,更强调知识的系统性、工程性及实际应用。

本书除作为上述认证用书外,更可作为电类各专业教师在教学、命题、竞赛指导、毕业设计、培训考核等的参考,也可作为高校电类学生、电子信息类工程技术人员自学、竞赛、考评、产品设计、求职应试的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

信息技术 3000 问与答·上册/孙景琪,孙京,雷飞编著. —北京:科学出版社,2013.9

ISBN 978-7-03-038605-2

I. ①电… II. ①孙… ②孙… ③雷… III. ①电子信息-问题解答
IV. ①G203-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 217243 号

责任编辑:潘斯斯 张丽花 / 责任校对:钟 洋

责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 9 月第一次印刷 印张:18

字数:472 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

中国电子学会主办的“电子设计工程师认证”(EDP 认证)和中国教育部教育管理信息中心主办的“电子信息工程技术人才认证”(EITP 认证)项目已进行了多个年头,先后对全国几百所高等院校的近千名老师进行了培训认证,并对 2 万多名大学生进行了相关的工程师等级考评,为大学的工程教育起了很好的促进作用。

与其他认证不同,上述认证涉及电子产品、电子系统、电子线路等设计的有关理论、知识、方法、手段、技能、实践等诸多内容,既有硬件,又有软件,既有理论,又有实践,几乎涵盖了电子信息工程、通信工程、自动化、遥控遥测、医疗电子、电子测量、机械电子、计算机、物流等众多专业的主要电类课程。对于在校大学生而言,这种认证的内容与全国大学生电子线路设计竞赛要求类似。

笔者有幸参加了上述两项工程师认证的设计、策划工作,在标准制定、培训、命题、考核等方面尽了微薄之力。特别是在多次与全国众多高校教师们的培训学习与交流中,深感我国高校中工程教育的缺失,深感回归工程教育的必要性与迫切性,也体会到高校师生对认证培训及考评中学习资料的迫切需求。问题是有关电子工程设计所要求的理论、知识、技能实在太太广,如何由繁到简,由理论到应用,由单元电路到系统集成,由模块到案例,直到如何提高工程实践能力,如何适应认证、贴近论证,并通过认证使广大学生及电子技术爱好者在电子工程设计上有一个提升与飞跃,确实有很多工作需要我们去完成。

依据上述要求,根据笔者 50 多年在高校电子技术领域教学、科研中的积淀,及近二十年来在全国大学生电路线路设计竞赛中的评审工作和多年来在各类技师考评与电子工程师认证工作中的经历,逐步形成了本书的框架与主体内容。本书由十大模块(章)组成,分上、下两册。上册内容依次为电子元器件,变压器及滤波器,信号简介与 RLC 基本电路,半导体器件,放大电路,直流稳压源与交流信号源,数字电路;下册内容依次为高频电路,微机原理、单片机、嵌入式简介,电子测量,综合应用等,附录中还有两份认证用过的试题。书中各题内容力求贴近电子工程设计所需的各个知识点,各主要课程的应知应会点,全国、省市部分高校大学生电子设计竞赛试题精华以及相关刊物中有价值的案例,力求结合实际、结合应用、结合工程开发。

本书题型分问答、填空等主观题与是非、选择的客观题四类形式,主观题与客观题各约占 50%。主观题的设置主要在于阐述电子工程设计所需的主要理论、知识、方法、技能的依据,揭示其本质,溯其源头,使读者对主要问题能知其然,又知其所以然,为进一步掌握信息技术、掌握电子工程设计打下基础;客观题的是非、选择题旨在对所学理论、知识的应用,作为检验自我能力的一种方法与手段,另外这类客观题型也是多种认证、考评所普遍采用的方式,它为计算机阅卷提供了方便。

本书为中国电子学会 EDP 认证、中国教育部教育管理信息中心 EITP 认证的指导用书,笔者坚信本书的出版会对这些认证有所帮助,它也在一定程度上实现了本人对全国许多高校老师在培训考评教材上的承诺。本书除了满足上述认证所需之外,更主要的是它可作为电子信息类教师在教学、命题、培训、竞赛指导、工程设计等方面的参考用书;也可作为电子信息类相关专业大学生、研究生、电子技术爱好者、音/视频及家电类技师等的自学、培训、考证、竞

赛、求职、应试时的参考用书。

本书的编撰历经多个年头,诸多同仁、好友、学生、亲朋等为此提供了巨大支持与帮助,作出了很大贡献,这里要特别感谢的是汪啸云高级工程师、吴强教授、严峰高级实验师、王卓峥博士、中国电子学会的戴茗女士、教育部教育管理信息中心的李建海先生,及于梅、余小滢等诸位先生与女士。

与本书配套使用的还有《电子信息技术概论》一书,该书由北京工业大学出版社于2013年9月正式出版发行,主编仍为本作者。

由于本书涉及的知识浩瀚如海,限于本人的水平与学识,难免排一漏万,书中定有不少差错与不足,敬请读者批评指正,本人将感激之至。

孙景琪

2013年8月于北京

目 录

前言

第一章 电子元件、变压器及滤波器	1
第一部分 电路基本元件 R, L, C	1
一、问答题	1
二、填空题	20
三、是非题	21
四、选择题	23
五、填空题、是非题、选择题答案	26
第二部分 变压器与滤波器	27
一、问答题	27
二、填空题	40
三、是非题	42
四、选择题	43
五、填空题、是非题、选择题答案	47
第二章 信号简介与 RLC 基本电路	48
第一部分 信号简介	48
一、问答题	48
二、填空题	57
三、是非题	59
四、选择题	60
五、填空题、是非题、选择题答案	63
第二部分 RLC 基本电路	63
一、问答题	63
二、填空题	82
三、是非题	84
四、选择题	84
五、填空题、是非题、选择题答案	88
第三章 半导体器件	89
第一部分 半导体二极管	89
一、问答题	89
二、填空题	99
三、是非题	101
四、选择题	102

五、填空题、是非题、选择题答案	103
第二部分 半导体三极管和场效应管	104
一、问答题	104
二、填空题	117
三、是非题	118
四、选择题	120
五、填空题、是非题、选择题答案	123
第四章 放大电路	125
第一部分 BJT 放大器与 FET 放大器	125
一、问答题	125
二、填空题	147
三、是非题	149
四、选择题	151
五、填空题、是非题、选择题答案	155
第二部分 集成运算放大器	156
一、问答题	156
二、填空题	174
三、是非题	175
四、选择题	176
五、填空题、是非题、选择题答案	181
第五章 直流稳压源与交流信号源	183
第一部分 直流稳压源与稳流源	183
一、问答题	183
二、填空题	199
三、是非题	200
四、选择题	200
五、填空题、是非题、选择题答案	203
第二部分 交流信号源	203
一、问答题	203
二、填空题	215
三、是非题	217
四、选择题	218
五、填空题、是非题、选择题答案	221
第六章 数字电路	223
第一部分 基础知识	223
一、问答题	223
二、填空题	239
三、是非题	241

四、选择题 242

五、填空题、是非题、选择题答案 247

第二部分 数字电路及应用 248

一、问答题 248

二、填空题 271

三、是非题 272

四、选择题 274

五、填空题、是非题、选择题答案 277

参考文献 279

第一章 电子元件、变压器及滤波器

第一部分 电路基本元件 R 、 L 、 C

一、问答题

1. 何谓长线？何谓短线？在实验室中做电路实验时，所用的导线是长线还是短线？

答：导线或传输线有长短之分，其主要区别就在于传输线的长 l 与所传送的信号波长 λ 之间的关系：

当 $l \leq \lambda/10$ 时，导线或传输线称为短线，此时传输线的分布参数可不必考虑，它可作无损耗、无相移的短线对待。

当 $l > \lambda/10$ 时，导线或传输线称为长线，此时传输线的分布参数（电容、电感等）必须考虑。

在做中、低频电路实验与设计时，所采用的导线均可视作短线。例：频率为 100kHz 的信号，其波长 $\lambda = 30 \times 10^8 / f = 3 \times 10^8 / 10^5 = 3000\text{m}$ ， $\lambda/10 = 300\text{m}$ ，故此频率下电路实验所用的导线均视为短线。

2. 一根直导线有电阻吗？有电感吗？其值与什么参数有关？

答：一根直导线，既有电阻也有电感，其电阻又分直流电阻与交流电阻，直流电阻随导线长度增加而增加。而交流电阻由于趋肤效应，随工作频率的升高而加大。如直径为 0.644mm 的裸铜线，其直流电阻约为 $0.061\Omega/\text{m}$ ，工作频率升至 10MHz 和 100MHz 时，其交流电阻便由 $0.47\Omega/\text{m}$ 增至 $2.2\Omega/\text{m}$ ，增幅是甚大的。

直导线的电感量也是存在的，通常 1cm 的导线其等效的电感量为 $1 \sim 8\text{nH}$ ，此值随直导线直径减小而增大，随导线长度增加而增加。1cm 的导线在 1000MHz 频率下工作时，其等效感抗 ωL 约为几欧姆至几十欧姆，它对电路影响是巨大的。

3. 高频信号通过导线时，会有什么物理现象产生？

答：高频信号电流流经导线时，会出现“趋肤效应”的物理现象——即随着工作频率的升高，导线中的电流密度在导线截面上的分布，将由直流状态时的均匀分布，逐渐向外表面扩张，导线中心部分的电流将趋于 0，使得导线实际上（等效成）为一环形导体，从而使实际导电截面大大减小，使导线的实际电阻（交流电阻）大大增加，频率越高，这一现象越加明显。

4. 图 1-1-1 为直导线通过交流电流所产生的电磁现象。在图 1-1-1 中，导线上若加一高频交流电流，则会产生什么现象？试举一应用实例。

答：直导线在通过高频交流电流时，会在导线四周产生磁场，根据右手螺旋定则，按此时的电流方向，可确定此时刻在垂直导线四周的磁力线是在水平方向逆时针旋转并向外扩散的。

这一现象就是无线电发射机发射天线作电磁辐射的基本原理，可以证明电磁波中的电场与磁场永远是相互依存且成正交关系（相互垂直）。天线所辐射的能量为广大接收机所接收，故接收机就是图 1-1-1 电路的负载（分布式的负载）。

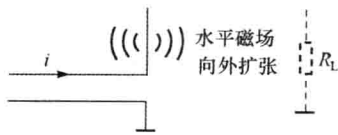


图 1-1-1 题 1-1-4 解

5. 在长度相等的条件下,用平行双线或用双绞线传输交流信号,问哪一种线路的频带更宽?为什么?举出他们的应用实例。

答:双绞线的工作频带更宽,能传送更高频率的信号,因为双绞线间的分布电容要比平行双线小得多,且其分布参数有抵消作用,故这些参数对高频信号的影响甚小。计算机网络用线通常均选用多组双绞线,其频带宽度可达数百兆赫兹或更高,音频信号、电话线路可用平行双线,其频带宽度可达数千赫兹至百千赫兹。

6. 在长度相同的条件下,用平行双线或用双绞线传送 0、1 数码信号,哪一种线路传送的码率(数码速率)高?为什么?

答:双绞线能传送更高的数据码率,理由与应用同上题解答。

7. 一个波形很好(前后沿很陡、顶很平)的 0、1 数码矩形波、经平行双线传输后,在终端所得的波形近似为锯齿波,是何原因?

答:这主要是由于平行双线间的分布参数(电容、电阻、电感等)对矩形波状中所含高频分量的衰减而造成的。一个矩形波的前后沿是否陡直是与其所含高频分量有关,前后沿愈陡直则所含高频分量就愈丰富。而传输线的等效电路具有低通性质,其示意图如图 1-1-2 所示,(图中电感、电容均为传输线的分布参数)很显然,此低通电路就有可能将矩形波中的高频分量给滤除或衰减了。

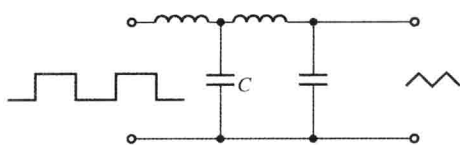


图 1-1-2 题 1-1-7 解

8. 何谓同轴电缆,它有何特点? 它的特性阻抗大致为多少?

答:同轴电缆又称同轴传输线,其断面如图 1-1-3 所示意,同轴线的外皮(层)为绝缘层,贴近外皮的为金属网状导线,可起屏蔽作用(使用时常接地),经填充材料后,中心为金属导线。同轴电缆的特点是信号的辐射损耗小,特别是在高频工作时更为明显;它的结构牢固,工作稳定,外层绝缘性好,可在地下、水下工作,同轴线的特性阻抗常为 50Ω 、 75Ω 、 100Ω 、 150Ω 多种,工作频率范围甚宽(几十兆赫兹至吉赫兹)。

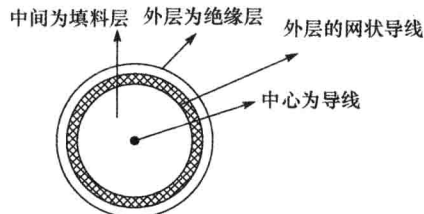


图 1-1-3 题 1-1-8 解

9. 传输线在传送正弦交流信号时,何时呈行波状态? 此时的信号传输有何特点?

答:如果传输线的特性阻抗 Z_c 与负载阻抗 Z_L 相匹配,即满足 $Z_c = Z_L$ 条件时,传输线上就只有入射波而无反射波,此时负载能吸收最多的有功功率,传输线上的这种状态即称为行波状态。行波状态下,传输线任一点上的电压与电流均同相,其比值即为特性阻抗 Z_c 。

10. 传输线在传送正弦交流信号时,何时呈驻波状态? 此时的信号传输有何特点?

答:如果传输线的终端开路($Z_L = \infty$)或阻抗不匹配或只接纯电抗元件,则传输线上除了入射波外,还有反射波存在,这反射波与入射波叠加,在传输线上就形成了电压和电流的波腹和波节,这样的传输状态就称为驻波状态,驻波最大值的点称为波腹,最小值的点称为波节,若波节点之值为零则称为全驻波。

11. 何为驻波系数? 其有何意义? 试举例说明。

答:驻波系数的定义为

$$\rho = \frac{\text{驻波的最大值(波腹)}}{\text{驻波的最小值(波节)}}$$

当传输线匹配,即 $Z_C = Z_L$ 时, $\rho = 1$, 信号能量作最佳传输;

在 $Z_L = \infty$, 即负载开路时, $\rho = \infty$, 负载不吸收任何功率;

在 $Z_C \neq Z_L$, 即阻抗不匹配时, $\rho > 1$, 负载不能很好的吸收所传送的能量, 而将部分能量(信号)反射至信号源, 此时若信号源内阻又与传输线的特性阻抗不匹配。则信号源又将反射波再次由信号源送至负载, 如此可形成多次入射、反射、再入射、再反射……而再入射的信号往往要比前次入射信号有个时间上的延迟。

在电视机的天线阻抗、传输线的特性阻抗、电视接收机的输入阻抗(一般为 75Ω)二者不相等, 即会有上述现象发生, 严重时会在屏幕图像上形成重影(驻波干扰)。因此电视机对输入端的驻波系数要求较严, 一般应小于(2~3)。

12. 已知无损传输线的线长为 1m, 输入 300MHz 的高频信号, 若传输线的负载阻抗与传输线的特性阻抗相等(满足阻抗匹配条件), 在此传输线的 0.25m、0.5m、0.75m 处均并接一发光管, 问三个发光管是否发光? 亮度是否一样? 为什么?

答: 三个发光管均发光, 且亮度一样。

原因在于: 传输线工作在阻抗匹配条件下, 传输线处于行波状态, 传输线上任一点的电压均相同, 电压电流比值为常数 Z_C (传输线的特性阻抗)。

13. 已知无损传输线的线长为 1m, 输入 300MHz 的高频信号, 若传输线的负载端为开路(即 $Z_L = \infty$), 在此传输线的 0.25m、0.5m、0.75m 处均并接一处发光管, 问三个发光管是否发光? 亮度是否一样? 为什么?

答: 三个发光管的发光情况不一样, 位于 0.25m、0.75m 处的发光管不发光, 位于 0.5m 处的发光管能发光, 且最亮, 原因在于: 由示意图 1-1-4 可见: 传输线长 l 正好与信号波长相等, 而负载开路此处应为电压之波腹、电流之波节, 据此 0.5m 也为电压之波腹, 0.25m、0.75m 处为电压之波节, 波腹处电压最大, 故发光管最亮, 而波节处电压最小(近于零), 故发光管不亮。

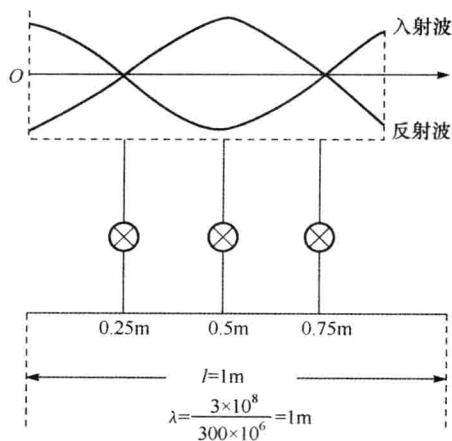


图 1-1-4 题 1-1-13 解

14. 无损传输线在正弦稳定状态下的输入阻抗与什么参量有关? 写出它的表达式。

答: 其输入阻抗的表达式为

$$Z_i = \frac{Z_L + jZ_C \tan \beta l}{Z_C + jZ_L \tan \beta l} \cdot Z_C$$

式中, Z_C 为传输线的特性阻抗; Z_L 为传输线的终端负载阻抗; l 为传输线的长度; $\beta = 2\pi/\lambda$ 为传输线的相移常数, 式中 λ 为工作信号的波长。

15. 请画出一段无损传输线在终端负载开路与短路情况下的输入阻抗的特性曲线。

答: 终端负载开路与短路两种情况下, 无损传输线的线长 l 与其输入阻抗的关系曲线如

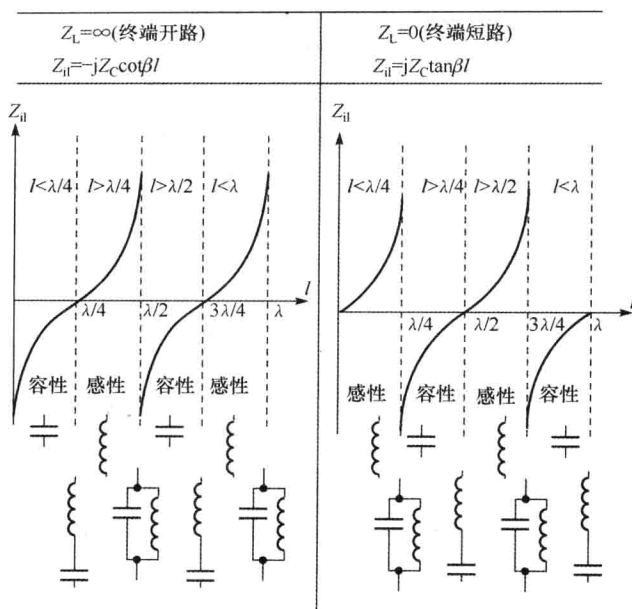


图 1-1-5 题 1-1-15 解

图 1-1-5 所示。

例:对于 100MHz 信号,其波长为 3m , $\frac{\lambda}{4} = 75\text{cm}$;

对于 1000MHz 信号,其波长为 0.3m , $\frac{\lambda}{4} = 7.5\text{cm}$;

故在信号频率大于 1000MHz 的电路系统中,几厘米长的终端开路线或短路线,就会等效为一电抗元件(电感或电容)使用,在电视机的高频调谐器中即有此例。

16. 线长 $L = \lambda/4$ 、终端为开路或短路的无损传输线的输入阻抗是怎样的? 它们可作何用?

答:由输入阻抗特性曲线可知(见图 1-1-5)。

终端为开路的 $l = \lambda/4$ 的无损传输线,其输入阻抗 $Z_i = 0$,相当于短路。

终端为短路的 $l = \lambda/4$ 无损传输线,其输入阻抗 $Z_i = \infty$,相当于开路。

这样的 $\lambda/4$ 的短路线在电路中可作元件的支架,另外若用无穷多根这样的 $\lambda/4$ 短路线可构成一封闭谐振腔,谐振腔是一种微波元件。

17. 线长 $l < \lambda/4$ 、终端为开路或短路的无损传输线的输入阻抗是怎样的? 它们可作何用?

答:由第 15 题的输入阻抗特性曲线可知(见图 1-1-5)。

终端为开路的 $l < \lambda/4$ 的无损传输线,其输入阻抗等效为一电容;

终端为短路的 $l < \lambda/4$ 的无损传输线,其输入阻抗等效为一电感;

这种结构的传输线的等效电容或等效电感常用作超高频调谐电路中的调谐元件,如电视作 UHF 高频调谐的电路中就有这样的实例。

18. 线长 $\lambda/4 < L < \lambda/2$ 、终端为开路或短路的无损传输线的输入阻抗是怎样的? 它们可作何用?

答:由第 15 题的输入阻抗特性曲线可知(见图 1-1-5)。

终端为开路的 $\lambda/4 < \lambda < \lambda/2$ 的无损传输线,其输入阻抗等效为一电感;

终端为短路的 $\lambda/4 < \lambda < \lambda/2$ 的无损传输线,其输入阻抗等效为一电容;

这种等效的电感或电容同样可用作超高频调谐电路中的调谐元件,在电视机 UHF 高频调谐的电路中也有此应用。

19. 已知一电视接收机天线的特性阻抗为 75Ω ,传输线的特性阻抗为 300Ω ,电视机的输入电阻为 75Ω ,问此电视机的输入系统是否匹配,会产生什么影响? 如何解决?

答:此电视机的输入系统未实现阻抗匹配——一是天线阻抗与传输线间的不匹配,二是传输线与电视机输入阻抗间的不匹配,这种不匹配造成了信号功率不能很好地向负载(电视机)传输,使电路出现驻波状态,由于传输线的两端的阻抗均不匹配,结果造成的信号入射、反射、再入射、再反射……的多次接收,使屏幕图像出现多道重影。

解决的办法:将天线与电视机间的传输线由 300Ω 的扁平线换成 75Ω 的同轴电缆即可。

20. 已知导线长为 10cm 直径为 0.4mm,求其等效电感量及此导线在工作频率为 100kHz、100MHz、1000MHz 时的电抗值。

答:10cm 长,直径为 0.4mm 的电感量按下式求出

$$L = 0.2l \left(2.3 \lg \frac{4l}{d} - 0.75 \right) = 0.2 \times 100 \left(2.3 \lg \frac{4 \times 100}{0.4} - 0.75 \right) = 123 \text{ nH}$$

此导线在 $f = 100\text{kHz}$ 、 100MHz 、 1GHz 的感抗按计算分别得 0.077Ω 、 77Ω 、 770Ω 。很显然,在高频或超高频工作时,一般导线绝不能当作一短路线对待。

21. 电阻的主要技术参数有哪些?

答:电阻的主要技术参数有阻值、允许误差(精度)、额定功率、尺寸(体积)、频率特性、温度系数等。

22. 从使用角度区分,电阻常分几大类?

答:从使用角度区分,电阻常分如下几类:

(1) 同轴电阻(膜电阻):这类电阻又常分为碳膜电阻和金属膜电阻两类。

(2) 片状电阻(即 LL 电阻):这类电阻又常分为“薄膜型”和“厚膜型”两种,应用较多者为后者。

(3) 特殊电阻:常用的有线绕电阻、水泥电阻、热敏电阻、保险电阻等多种。

23. 碳膜电阻和金属膜电阻各有何特点?

答:碳膜电阻的特点:成本低、精度较低、最高只能做到 $\pm 5\%$,负温度系数。

金属膜电阻的特点:精度较高、最高可做到 $\pm 0.1\% \sim \pm 0.2\%$,正温度系数。

与碳膜电阻相比,等阻值金属膜电阻的体积要小将近一倍,另外其稳定性能也更好,故得到广泛应用。

24. 何谓片状电阻(LL 电阻)? 它有什么特点?

答:片状电阻是一种无引线电阻(Lead-Less 电阻),简称 LL 元件,片状电阻也分“薄膜型”(RK 型)和“厚膜型”(RN 型)两种,前者阻值精度高,性能稳定,但价格较贵。而应用较多者为后者,与“薄膜型”相比,厚膜片状电阻的功率容量较大,且高频噪声较小。与同轴电阻相比,片

状电阻的体积要小的多,其应用已愈来愈广。

25. 同轴电阻(碳膜电阻与金属膜电阻)的阻值是如何标注的?

答:(1)体积较大的同轴电阻(例 1/8W 的功率以上)阻值常用直接标注法,即在电阻体上直接用数字标注电阻的阻值与精度,这种标注简洁明了。

(2) 1/8W 功率以下碳膜电阻的阻值常采用四色色环标注法,其范例如图 1-1-6(a)所示。

(3) 1/8W 功率以下金属膜电阻的阻值常采用五色色环标注法,其范例如图 1-1-6(b)所示。

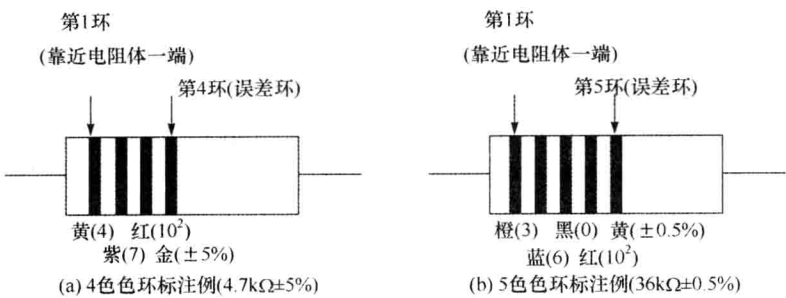


图 1-1-6 题 1-1-25 解

26. 色环标注法中各色标的含义是什么?

答:各环色标的含义如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 色环标注法的含义

色 环 序	第 1 环 (靠近电阻体一端) 数值	第 2 环 数值	第 3 环		第 4 环		第 5 环 5 色环法 为电阻误差
			4 色环法 为 0 的个数	5 色环法 数值	4 色环法为 电阻误差	5 色环法 为 0 的个数	
黑	0	0	10^0	0		10^0	
棕	1	1	10^1	1		10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	10^2	2		10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	10^3	3		10^3	
黄	4	4	10^4	4		10^4	$\pm 0.5\%$
绿	5	5	10^5	5		10^5	$\pm 0.2\%$
蓝	6	6	10^6	6		10^6	$\pm 0.1\%$
紫	7	7	10^7	7		10^7	
灰	8	8	10^8	8		10^8	
白	9	9	10^9	9		10^9	
金			10^{-1}		$\pm 5\%$	10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}		$\pm 10\%$	10^{-2}	$\pm 10\%$
无色					$\pm 20\%$		$\pm 20\%$

27. 列表说明片状电阻的阻值是如何标注的？请举例说明。

答：片状电阻阻值的标注通常有 3 种方法，其具体含义如表 1-1-2 所列。

表 1-1-2 片状电阻阻值的标注法

	3 位数学标注法(XYZ)	2 位数字后加 R 法(XYR)	2 位数字中间加 R 法(XRY)
释义	X——表示阻值的第 1 位有效数字 Y——表示阻值的第 2 位有效数字 Z——表示前两位有效数字后“0”的个数。单位为 Ω 3 位表示精度为 $\pm 5\%$ ；4 位表示精度为 $\pm 1\%$	X——表示阻值的第 1 位有效数字 Y——表示阻值的第 2 位有效数字 R——字母 R 表示前两位 XY 之间的小数点。单位为 Ω	X——表示阻值的第 1 位有效数字 Y——末尾数字表示该电阻阻值小数点后的有效数字 R——字母 R 表示 X、Y 间的小数点。单位为 Ω
示例	例 1:275—— $2700000\ \Omega$ $=2.7\text{M}\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 2:100→ $10\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 3:103→ $10000\ \Omega$ $=10\text{k}\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$)	例 1:51R—— $5.1\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 2:10R—— $1.0\ \Omega = 1\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 3:47R→ $4.7\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$)	例 1:5R1→ $5.1\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 2:4R7→ $4.7\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 3:9R1→ $9.1\ \Omega$ (精度为 $\pm 5\%$) 例 4:5R10→ $5.1\ \Omega$ (精度为 $\pm 1\%$) 例 5:10R0→ $10\ \Omega$ (精度为 $\pm 1\%$)
注	通常为大电阻值的标准	通常为小电阻值标准	

28. 何谓线绕电阻？其有何特点？

答：用锰铜、康铜、镍铬电阻丝在陶瓷、树脂等绝缘材料制成的圆柱或薄片骨架上绕制、引线、封装而成的电阻器，即为线绕电阻。

线绕电阻的特点是精度高，功率容量大（从瓦级至几十瓦级甚至更高），缺点是体积大，并具有较大的寄生电感，不适用中高频电子电路。

另外还有一种无感线绕电阻，这是以双线并绕工艺而制成的一种线绕电阻，这种电阻基本上不存在寄生电感，同时也能防止外侵干扰，性能较好，常用于精密仪器制造，市售不多见。

29. 何谓水泥电阻？其有何特点？

答：用镍铬合金电阻丝，在长方形云母片骨架或圆柱形陶瓷骨架上间绕而成，再以铜线两端引出，并以白水泥浇灌封装而成的电阻器即为水泥电阻。

水泥电阻的特点是：功率容量大、耐热、结实、寿命长，使用于大功率场合，但由于是线绕结构，故存在寄生电感。

30. 何谓保险电阻？其有何特点？

答：保险电阻是一种新型双功能元件，它既有普通电阻的限流降压功能，又有保险丝的熔断功能，近年来已广泛应用于电视、DVD、扩音机等音视频家用电器中，保险电阻又分为：

不可恢复型——超过额定电流时，电阻快速熔断，切断电的通路，熔断后，此电阻不可恢复，必须更换。此类电阻的功率规格为 0.25~3W。阻值范围为 0.22 Ω ~10k Ω 。

可恢复型——在过流状态时，不做破坏性熔断，而是大电流骤然增大时其自身温度随之上升，温度上升导致自身的阻值瞬时变得很大，使流过的电流大大减小，而起到保险（保护）作用。

这种电阻对电网的电流浪涌、雷电、瞬间的静电干扰等均有较好的防护，在这些扰动消失后，此保险电阻的阻值又恢复正常，不影响电路工作。

31. 在高频工作时,同轴式电阻(轴状电阻)还是一个纯电阻吗?请画出它的电路模型。

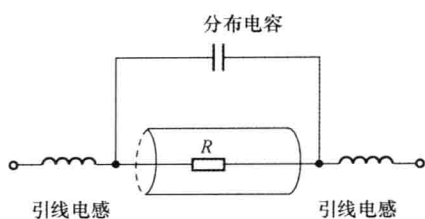


图 1-1-7 题 1-1-31 解

答:电阻器在高频条件下工作,有两个重要因素必须考虑:一是电阻的两端引线以及电阻体的电感;另一是电阻体与电路中其他金属体,如底板、外壳等之间的分布电容。其中引线电感和电阻 R 等效为串联,分布电容和电阻 R 为并联,其等效电路模型如图 1-1-7 所示。

实例表明,一个两端引线各为 10mm,电阻体长为 7mm 的电阻,其寄生电感(引线电感)约为 17.65nH。

32. 电阻上的电压、电流有相位差吗?

答:在中低频乃至较高频率工作时,由于引线电感,分布电容所起的作用甚小,故其电流、电压是同相的,二者间无相位差,但在超高频(300MHz 以上)工作时,这些分布参数不可忽略,其电压、电流之间的相位就会不再相同,此时的电阻器就不是一纯电阻了。

33. 电阻上所产生的噪声属于什么类型的噪声,它的大小与什么参量有关?请写出其相关表达式。

答:电阻上所产生的噪声属于热噪声,也称起伏噪声或白噪声,它的频谱范围是非常宽的。电阻所产生的噪声大小与电阻值 R 、绝对温度 T 、噪声带宽 Δf_n 有关,其表达式为

$$\overline{U_n^2} = 4KTR\Delta f_n$$

式中, K 为波尔兹曼常数,其值为 $1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ 。

T 为电阻的绝对温度, $\overline{U_n^2}$ 为电阻两端所产生的热噪声电动势的均方值。

34. 何谓热敏电阻? 通常它分几类? 各有何特点?

答:阻值随温度变化而变化的电阻称为热敏电阻,此温度包括环境温度和自身的温升。热敏电阻通常分如下三类。

(1) Pt 热敏电阻——这是由贵金属铂(Pt)为敏感元件的薄膜型热敏电阻。其特点是精度高、灵敏度高、线性度好(在室温至 1000℃ 范围内)坚固可靠,但价格昂贵。

(2) PTV 热敏电阻——这是一种应用十分广泛的正温度系数热敏电阻。其阻值在常温下只有几欧姆或几十欧姆,但温度升至自身的“居里点”时(可在 30~300℃ 之间选择),其阻值能在 1~2 秒内急剧升至几百欧姆至几千欧姆,另外 PTV 元件的额定功率很大,可达几瓦至几百瓦。

(3) NTC 热敏电阻——这是一种应用甚为广泛的负温度系数热敏电阻,其负温度系数一般为 $-2\% \sim -6\% / ^\circ\text{C}$,在温度为 $-50 \sim 250^\circ\text{C}$ 的常用温度范围内,NTC 元件的阻值随温度是线性状态变化, -50°C 附近阻值约为数千欧姆,而在 250°C 时,阻值可降至几十欧姆,另外 NTC 元件的额定功率很小,约为 mW 级,不能承受过大电流。NTC 元件常用于温度测量和温度控制的设备中。

35. 何谓光敏电阻? 通常它分几类? 各有何特点?

答:一种以半导体为材料,电阻值能随光照强度变化而变化的电阻,其特点是灵敏度高、光谱响应范围宽、抗过载抗震动冲击能力强,机械强度好,体积小、重量轻、寿命长。光敏电阻一般分为两大类:

可见光敏电阻——应用十分广泛;

不可见光敏电阻——它又分为红外光敏电阻和紫外光敏电阻。

通常光敏电阻的阻值是随光照强度增强而减小。

36. 何谓力敏电阻(电阻应变片)? 通常它分几类? 各有何特点?

答:力敏电阻也称电阻应变片或电阻片。这是一种阻值随外加压力、拉力、重力、应变、加速度、位移等物理量变化而变化的力敏元件。请注意:力敏电阻不是压敏电阻。常用的电阻应变片分为两类:

金属箔式电阻应变片——主要用于测量纵向拉伸应力,性价比高,应用广泛;

金属薄膜式电阻应变片——性能好、品质优良、制造工艺要求高。

37. 何谓压敏电阻? 通常它分几类? 各有何特点?

答:压敏电阻是一种对外加电压(不是压力!)的变化而产生敏感效应的特种电阻,其阻值的变化一般与外加电压的变化成反比关系,即当外加电压升高时,其电阻值将下降。常用的压敏电阻有两种:

硅(Si)压敏电阻——为低电压(最低 0.55V)工作的小型非线性电阻,工作时能吸收和抑制过电压脉冲,对电路能起保护作用。在电路中可作稳压、限幅、非线性补偿之用。硅压敏电阻具有负温度系数特性。

氧化锌压敏电阻——应用极其广泛,其非线性特性明显,限幅特性良好,在高压状态下耐浪涌电流的能力强,能限制电路自身产生的或外部侵入的异常电压冲击,从而能对相关电路与元器件起保护作用。另外它还有响应速度快、漏电流小、电压范围宽、性能稳定、体积小、价廉等优点。

38. 何谓气敏电阻? 各有何特点? 试举一应用电路。

答:阻值随周围环境中某些随气体(如一氧化碳、甲烷、丁烷、乙醇等被测气体)浓度变化而变化的电阻器称为气敏电阻。

气敏电阻通常为半导体敏感元件,是由非线性化学配比的具有气敏效应的金属氧化物半导体材料以独特工艺、高温烧结而成,它有 N 型和 P 型两种类型。图 1-1-8(a)是气敏电阻工作的典型电路。图 1-1-8(b)是 N 型气敏电阻的敏感特性曲线。

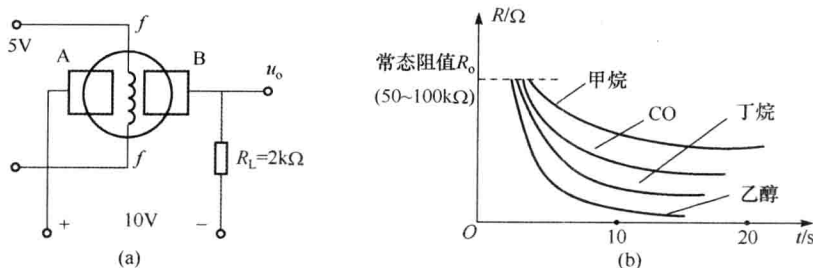


图 1-1-8 题 1-1-38 解

图 1-1-8 的电路中,AB 两端外接正的直流电压,电压范围为 5~40V,灯丝 ff 的外接直流电压不分正负,电压范围为 4.5~5.5V,在常态下,气敏电阻的阻值较大且较稳定,此时输出电压 u_o 较小,约为 0.2V,当被测气体丁烷类的浓度增至 1%时,气敏电阻的阻值随之减小,使输出电压 u_o 增大(至 2V),动态响应时间约为 5s。

39. 什么是电感? 写出电感的表达式。

答:电感是一种电磁物理现象的表述:当一线圈(或导线)通过电流后,便在线圈中(或在导